
The Thirty Years of International Prize for Biology

国際生物学賞 30年の歩み



December 2014
Committee on the International Prize for Biology
Japan Society for the Promotion of Science

平成26年12月
独立行政法人日本学術振興会
国際生物学賞委員会

The Thirty Years of
International Prize for Biology

国際生物学賞
30年の歩み

December 2014
Committee on the International Prize for Biology
Japan Society for the Promotion of Science

平成26年12月
独立行政法人日本学術振興会
国際生物学賞委員会

The International Prize for Biology was instituted in April of 1985 by the Committee on the International Prize for Biology, comprising experts from various sectors, to commemorate the sixty-year reign of Emperor Showa and his longtime devotion to biological research and to encourage advanced research in this field. Since the 25th anniversary, it also pays tribute to the present Emperor, His Majesty, Emperor Akihito, who has striven for many years to advance the study of gobioid fish taxonomy, while contributing continuously to the development of this Prize.

昭和天皇のご在位 60 年と長年にわたる生物学のご研究を記念するとともに、生物学の奨励を図るため、昭和 60 年 4 月に各界の有志により国際生物学賞委員会が設立され、国際生物学賞が創設されました。また、本賞の 25 回目を契機に、本賞の発展に寄与されている今上天皇の長年にわたる魚類分類学（ハゼ類）のご研究を記念し、今後の生物学の更なる発展を図ることも本賞の趣旨に追加しました。

The cover photograph shows the *Pseudoclatrozoon cryptolatioides* which Emperor Showa collected at Sagami Bay and described as a new genus and species.

表紙の写真は、昭和天皇が相模湾でご採集になり、新属新種として、命名記載された有鞘類のキセルカゴメウミヒドラである。

Published by:

Committee on the International Prize for Biology
Japan Society for the Promotion of Science
5-3-1 Kojimachi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0083
Telephone: 03(3263)1724 Fax: 03(3234)3700

編集・発行

国際生物学賞委員会
独立行政法人日本学術振興会
〒102-0083 東京都千代田区麴町 5-3-1
Tel: 03(3263)1724 Fax: 03(3234)3700

Editing Committee

Iwatsuki, Kunio (Chairperson)
Aoki, Kiyoshi
Asashima, Makoto
Hoshi, Motonori
Mohri, Hideo
Wada, Masamitsu

編集委員会

委員長 岩 槻 邦 男
委員 青 木 清
" 浅 島 誠
" 星 元 紀
" 毛 利 秀 雄
" 和 田 正 三



Emperor Showa at the Biological Laboratory, Imperial Household
生物学御研究所における昭和天皇

Achievements of Emperor Showa in Biology

As a biologist, Emperor Showa devoted himself in his spare time for many years to research in the systematics of hydroids from Sagami Bay and other marine animals, seaweeds and myxomycetes as well as to general studies of plants in Nasu and Suzaki. Especially in his study of hydroids, the Emperor first described two genera of thecate Clathrozooidae, *Clathroozoon wilsoni* and *Pseudoclathroozoon cryptolarioides* gen. et sp. nov., which made him one of the world authorities on these species. He could describe these genera by keeping the colonies alive for some days in his Biological Laboratory in the Imperial Palace.

Over a period of many years, the Emperor also collected numerous specimens of opisthobranchs, sea stars, crustaceans, and other marine creatures from the tide pools and shallows of Sagami Bay. Collaborating researchers in a variety of fields conducted studies and wrote critiques on these specimens, which are published as literature of the Imperial Biology Laboratory. Also interested in botany, the Emperor coauthored a number of books on studies he made of the flora in Nasu and Suzaki as well as on the Imperial Palace grounds.

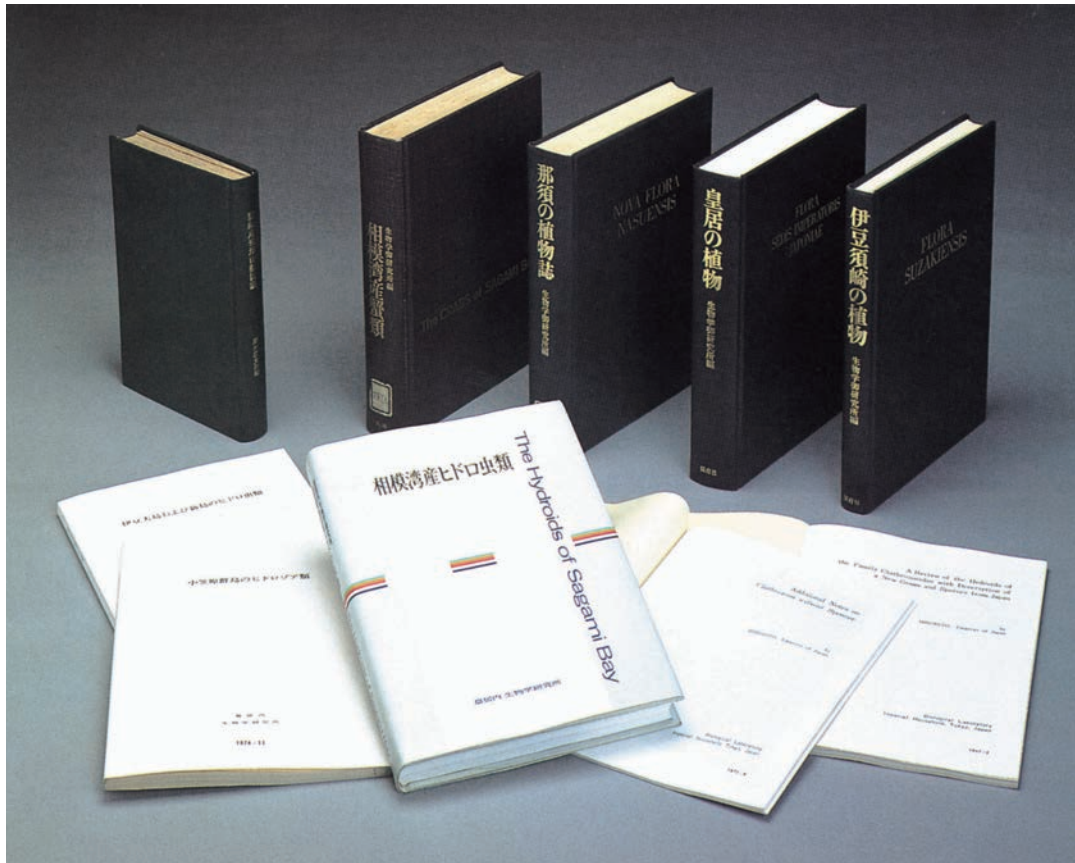
The International Prize for Biology was established in 1985 in commemoration of Emperor Showa's longtime research in biology and the sixty-year reign of Emperor Showa, and with a view to encouraging biological research around the world.

昭和天皇の生物学におけるご業績

生物学者であられた昭和天皇は、ご公務の傍ら長年にわたり、相模湾における海産の腔腸動物・ヒドロ虫類の系統分類学をはじめとして、膨大な数の海洋における下等動物や海藻の分類学、粘菌類の分類学及び那須や須崎における植物学のご研究に専念されました。なかでも腔腸動物ヒドロ虫類のご研究では、有鞘類のカゴメウミヒドラ科についてカゴメウミヒドラ (*Clathroozoon wilsoni*) の研究成果の公表と新属新種キセルカゴメウミヒドラ (*Pseudoclathroozoon cryptolarioides*) の記載をされ、この種の動物の世界的権威者となりました。この2属についての新知見は、皇居内の生物学御研究所において、昭和天皇が自らこの種の群体を飼育観察されることによってもたらされたものでした。

さらに、昭和天皇はこれら腔腸動物・ヒドロ虫類の他に相模湾における後鰓類、海星類、甲殻類など長年にわたるご採集の結果、多くの標本をお集めになり、それらは各分野の研究者によって、詳細に研究され、解説された出版物を生物学御研究所編として出版されています。また植物学においても、那須や須崎及び皇居内の植物相について、共著により出版をしておられます。

国際生物学賞は、このような昭和天皇の長年にわたる生物学ご研究とご在位 60 年を記念するとともに、生物学の奨励を図るため、昭和 60 年に創設されました。



Publications of Emperor Showa

ご 著 書

Representative Works of Emperor Showa (under the name Hirohito)

昭和天皇主要ご著書

- (1) 1967 *A review of the hydroids of the family Clathrozonidae with descriptions of a new genus and species from Japan.* English part, pp. 1-14; Plates I- XIV.
- (2) 1969 *Some hydroids of the Amakusa Islands.* English part, pp. 1 - 32.
- (3) 1971 *Additional notes on Clathroozoon wilsoni Spencer.* English part, pp. 1 - 5; Plates I-IV.
- (4) 1974 *Some Hydrozoa of the Bonin Islands.* English part, pp. 1 - 55; Plate I.
- (5) 1977 *Five hydroid species from the Gulf of Aqaba, Red Sea.* English part, pp. 1 - 26; Plates I-III.
- (6) 1983 *Hydroids from Izu Oshima and Niijima.* English part, pp. 1 - 83.
- (7) 1984 *A new hydroid Hydractinia bayeri n. sp. from the Bay of Panama.* English part, pp. 1 - 8; Plates I-VIII.
- (8) 1988 *The hydroids of Sagami Bay collected by His Majesty the Emperor of Japan.* English part, pp. 1 - 179; Plates I - IV; textfigures 1-54. Tokyo: Maruzen Co. Ltd.
- (9) 1995 *The hydroids of Sagami Bay (II). Thecata collected by His Majesty the Showa Emperor of Japan. Annotated by Mayumi Yamada.* English part, pp. 1 - 355; Plates I - XIII; textfigures 1-106. Tokyo: Maruzen Co. Ltd.

Achievements of His Majesty the Emperor

Finding time between his official duties, for many years His Majesty the Emperor has pursued the taxonomic study of fish of the suborder Gobioidi, and between 1963 and the present he has published a total of 28 original papers in the journals of the Ichthyological Society of Japan.

For example, of the three known Japanese species of the genus *Cristatogobius* (family Gobiidae)—the Kuro-tosakahaze, Tosakahaze, and Hime-tosakahaze—the latter two were known only by their Japanese common names as their scientific names were undetermined. As a result of his studies of these three species of *Cristatogobius*, His Majesty identified the Tosakahaze as *Cristatogobius lophius* Herre and described the Hime-tosakahaze as a new species, *Cristatogobius aurimaculatus*.

He has also coauthored a paper that estimated the evolutionary process in gobioid fishes using mitochondrial DNA and compared the findings with phylogenetic relationships based on morphology; this study appeared in *Gene*, the international journal of genetics published in the Netherlands.

For his work in ichthyological research, in 1980 His Majesty was invited to become one of the foreign members of the Linnean Society of London, whose number does not exceed fifty. He was elected an honorary member of that Society in 1986; he is also an honorary associate of the Australian Museum, an honorary member of the Zoological Society of London, and a permanent honorary member of the Research Institute for Natural Science of Argentina. In 1998, he became the first recipient of the King Charles the Second Medal, which is awarded by the Royal Society of London to those heads of state who have made outstanding contribution to the advancement of science.

Further, in 1992, when the American journal *Science* published a special issue on Japan, at the editors' request His Majesty contributed an article titled "Early Cultivators of Science in Japan." In 2007, he presented the keynote lecture, entitled "Linné and Taxonomy in Japan," at the Linnean Society of London when it marked the 300th anniversary of Carl von Linné's birth, and an extract of the lecture was published in the British scientific journal *Nature*.

天皇陛下の生物学におけるご業績

天皇陛下は、長年にわたり、ご公務の傍らハゼ亜目の魚類分類学のご研究をされ、昭和 38 年から現在までに 28 編の原著論文を日本魚類学会会誌に発表されております。

たとえば、日本にはハゼ科トサカハゼ属のうち、クロトサカハゼ、トサカハゼ、ヒメトサカハゼの 3 種が知られていますが、その中で、トサカハゼとヒメトサカハゼについては和名のみで学名は不明のままになっていました。陛下は、トサカハゼ属の 3 種について研究され、トサカハゼは *Cristatogobius lophius* Herre であると同定され、ヒメトサカハゼを新種 *Cristatogobius aurimaculatus* として記載されました。

また、ミトコンドリア DNA を用いてハゼ類の進化過程を推定するとともに、形態に基づく系統分類との比較をおこなった共著論文を、オランダ発行の国際的な遺伝学雑誌「Gene (ジーン)」に発表されました。

陛下は、魚類学のご研究の業績により、昭和 55 年にロンドン・リンネ協会の 50 名限定の外国会員とされました。なお、昭和 61 年に同協会の名誉会員とされたほか、オーストラリア博物館の名誉リサーチ・アソシエート、ロンドン動物学会の名誉会員、アルゼンチン自然科学研究所の永久名誉会員となっております。平成 10 年には、英国王立協会（ロイヤル・ソサエティ）から、科学の進歩に顕著な貢献のあった元首に贈られるチャールズ二世メダルを、第 1 回の受賞者としてお受けになりました。

さらに、平成 4 年に米国の科学雑誌「Science (サイエンス)」が日本特集号を企画した際に、編集者の特別の依頼により、「日本の科学を育てた人々」(英文)をご寄稿になりました。平成 19 年には、ロンドン・リンネ協会で同協会主催のリンネ生誕 300 年記念行事において、「リンネと日本の分類学」と題する基調講演(英語)をなさり、その要約が英国の科学雑誌「Nature (ネイチャー)」に掲載されました。



Research of His Majesty the Emperor
天皇陛下のご研究

Representative Works of His Majesty the Emperor

天皇陛下主要ご著書

- (1) 1967. On four species of the gobiid fishes of the genus *Eleotris* found in Japan. Prince Akihito. Japanese Journal of Ichthyology Vol.14 (4/6), pp.35-166.
- (2) 1975. *Pandaka trimaculata*, a new species of dwarf goby from Okinawa Prefecture, Japan and the Philippines. Prince Akihito and Katsusuke Meguro. Japanese Journal of Ichthyology Vol.22 (2), pp.63-67.
- (3) 1986. Some morphological characters considered to be important in gobiid phylogeny. Prince Akihito, pp.629-639. In T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura eds. Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes, Ichthyological Society of Japan.
- (4) 1992. Early cultivators of science in Japan. Akihito, Science Vol.258, No.5082, pp.578-580.
- (5) 2000. Review of the gobiid genus *Cristatogobius* found in Japan with description of a new species. Akihito and Katsusuke Meguro. Ichthyological Research Vol.47, No.3, pp.249-261.
- (6) 2000. Evolutionary aspects of gobioid fishes based upon a phylogenetic analysis of mitochondrial cytochrome b genes. Akihito, A. Iwata, T. Kobayashi, K. Ikeo, T. Imanishi, H. Ono, Y. Umehara, C. Hamamatsu, K. Sugiyama, Y. Ikeda, K. Sakamoto, Akishinonomiya Fumihito, S. Ohno and T. Gojobori. Gene Vol.259 (1-2), pp.5-15.
- (7) 2002. Gobioidaei. Akihito, K. Sakamoto, Y. Ikeda and K. Sugiyama. pp.1139-1268. In T. Nakabo ed. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- (8) 2003. A new species of gobiid fish, *Cristatogobius rubripectoralis*, from Australia. Akihito, Katsusuke Meguro and Katsuchi Sakamoto. Ichthyological Research Vol.50, No.2, pp. 117-122.
- (9) 2007. Linnaeus and taxonomy in Japan. His Majesty The Emperor of Japan, Nature Vol.446, pp.139-140.
- (10) 2008. Evolution of Pacific Ocean and the Sea of Japan populations of the gobiid species, *Pterogobius elapoides* and *Pterogobius zonoleucus*, based on molecular and morphological analysis. Akihito, Akishinonomiya Fumihito, Y. Ikeda, M. Aizawa, Y. Makino, Y. Umehara, Y. Kai, Y. Nishimoto, M. Hasegawa, T. Nakabo and H. Gojobori, Gene Vol.427(1-2), pp.7-18.

Address of His Majesty the Emperor at the 2004 Presentation Ceremony

I wish to express my sincerest congratulations to Dr. Thomas Cavalier-Smith, the winner of the 20th International Prize for Biology.

This year's Prize was awarded in "Systematic Biology and Taxonomy". Synthesizing new knowledge across a spectrum of biological fields, Dr. Cavalier-Smith has employed novel perspectives to classify in greater detail the living world. Among his achievements have been his proposals over the period of 1981-1986 of a "six kingdom theory," which divides the living world into six broad categories. Generally accepted at the time was a five kingdom system comprising the kingdoms of Monera, Protista, Plantae, Fungi and Animalia. From his study on groups of organisms which acquire chloroplasts through endosymbiosis, Dr. Cavalier-Smith proposed adding the new kingdom of Chromista to the system. As his six kingdom theory is far more reflective of phylogenic relationships than earlier theories, it has, I understand, won the support of a great many researchers.

People of my generation were accustomed to the notion of the living world being divided into two categories: plants and animals. However, I suspect there were many who doubted this manner of classification. Learning of Dr. Cavalier-Smith's system of classifying living things, I recalled having heard Emperor Showa observed that slime mold, subject of research in his youth, has a characteristic of animals and moves like an amoeba.

I am very pleased that through modern-day advances in various fields of biology, the evolutionary path of each organism can be more accurately ascertained; and that by tracing those paths, classification systems can be reconstructed. I most ardently wish that research by Dr. Cavalier-Smith will make even greater progress in the future.

This year marks the twentieth anniversary of the International Prize for Biology. Originally established to commemorate the sixty-year reign of Emperor Showa, the Prize has been awarded to one eminent researcher every year over the past two decades. Here today, I am reminded of the achievements of the past Prize recipients who have contributed so greatly to the advancement of biology. At the same time, I appreciate the great pains taken in support of this program by the members of the Committee on the International Prize for Biology and the many others.

I conclude my remarks with a fervent wish that the International Prize for Biology will make ever-increasing contributions to the advancement of this vital field.

Note: The above is the address given by His Majesty the Emperor at the Presentation Ceremony of the 20th International Prize for Biology, November 29 2004.

第 20 回国際生物学賞授賞式におけるおことば



トーマス・キャバリエ-スミス博士が第 20 回国際生物学賞を受賞されたことを心からお祝いたします。

今回の授賞分野は系統・分類を中心とする生物学であります。博士は、生物学の様々な領域の最新の知識を網羅して、生物界全体を斬新な観点から詳細に分類してこられました。中でも、1981年から1986年にかけて、生物界全体を六つに大別する「六界説」を提唱されました。当時は生物界全体をモネラ界、原生生物界、植物界、菌界、動物界の五つに大別する学説が広く受け入れられていましたが、細胞内共生により葉緑体を獲得した生物群についての研究から、新たにクロミスタ界を加えることを提唱されたのであります。この六界説はこれまでの説よりはるかに系統関係を反映したものと考えられ、多くの研究者の支持を得ていると聞いて

しております。

私どもの年代は生物界を動物界と植物界に二分する分類に親しんできましたが、この分類には多くの人々が疑問を抱いてきたことと思われまます。この度博士の提唱された分類大系を知り、若き日の昭和天皇の研究対象であった変形菌について、かつて昭和天皇から変形菌はアメーバのように動く動物の面があることを伺ったことが改めて思い起されました。

今日生物学の様々な分野の進歩により、それぞれの生物がたどってきた道筋をより正確にとらえ、その道筋に沿って分類大系が構築されるようになってきたことは本当にうれしいことです。今後、博士のご研究がますます発展していくことを切に願っております。

昭和天皇ご在位 60 年に当たり創設され、毎年一人の研究者に贈られてきた国際生物学賞の授賞式も第 20 回を迎えました。ここに、生物学の発展に寄与された過去の受賞者の業績に思いを致すとともに、この賞をこれまで支えてきた国際生物学賞委員を始めとする多くの人々の労をねぎらいたく思います。

終わりに、国際生物学賞が、今後とも生物学の発展に寄与していくことを念じ、お祝いの言葉といたします。

(このおことばは、天皇陛下が第 20 回国際生物学賞授賞式（平成 16 年 11 月 29 日開催）においてお述べになったものである。)



The Presentation Ceremony for the 2012 Prize (November 26, 2012)

授 賞 式 (第 28 回)



Prize Medal

賞 牌



Imperial Gift,

a silver vase bearing the imperial crest

賜 品 (御紋付銀花瓶)



Dr. Joseph Felsenstein (2013 recipient) with Their Majesties the Emperor and Empress
(at the reception)
ジョセフ・フェルゼンシュタイン博士(第 29 回受賞者)と両陛下 (記念パーティーにて)



Dr. Nancy Ann Moran (2010 recipient) with Their Majesties the Emperor and Empress
(at the reception)
ナンシー・アン・モラーン博士 (第 26 回受賞者) と両陛下 (記念パーティーにて)



Dr. George David Tilman (2008 recipient) with Their Majesties the Emperor and Empress
(at the reception)
ジョージ・デイビッド・ティルマン博士(第24回受賞者)と両陛下 (記念パーティーにて)



Dr. David Swenson Hogness (2007 recipient) with His Majesty the Emperor
(at the reception)
デビッド・スウェンソン・ホグネス博士(第23回受賞者)と天皇陛下 (記念パーティーにて)



Dr. Winslow Russell Briggs (2009 recipient) at the Presentation Ceremony
受賞者あいさつ（ウィンスロー・ラッセル・ブリッグス博士（第25回受賞者））



Dr. Nam-Hai Chua (2005 recipient) at the Presentation Ceremony
受賞者あいさつ（ナム-ハイ・チュア博士（第21回受賞者））



Dr. Eric Harris Davidson (2011 recipient), holding Imperial Gift
賜品を手にするエリック・ハリス・デヴィドソン博士（第27回受賞者）



Dr. Serge Daan (2006 recipient), holding Imperial Gift
賜品を手にするサージ・ダアン博士（第22回受賞者）



Dr. Thomas Cavalier-Smith (2004 recipient), holding Imperial Gift
賜品を手にするトーマス・キャバリエースミス博士（第20回受賞者）

The Recipients of the International Prize for Biology

1985	Dr. Edred John Henry Corner	2000	Dr. Seymour Benzer
(1 st)	Taxonomy or Systematic Biology	(16 th)	Developmental Biology
1986	Dr. Peter Hamilton Raven	2001	Dr. Harry Blackmore Whittington
(2 nd)	Systematic Biology and Taxonomy	(17 th)	Paleontology
1987	Dr. John Bertrand Gurdon	2002	Dr. Masatoshi Nei
(3 rd)	Developmental Biology	(18 th)	Biology of Evolution
1988	Dr. Motoo Kimura	2003	Dr. Shinya Inoué
(4 th)	Population Biology	(19 th)	Cell Biology
1989	Dr. Eric James Denton	2004	Dr. Thomas Cavalier-Smith
(5 th)	Marine Biology	(20 th)	Systematic Biology and Taxonomy
1990	Dr. Masakazu Konishi	2005	Dr. Nam-Hai Chua
(6 th)	Behavioral Biology	(21 st)	Structural Biology in Fine Structure, Morphology and Morphogenesis
1991	Dr. Marshall Davidson Hatch	2006	Dr. Serge Daan
(7 th)	Functional Biology of Plants	(22 nd)	Chronobiology
1992	Dr. Knut Schmidt-Nielsen	2007	Dr. David Swenson Hogness
(8 th)	Comparative Physiology and Biochemistry	(23 rd)	Genetics
1993	Dr. Edward Osborne Wilson	2008	Dr. George David Tilman
(9 th)	Ecology	(24 th)	Ecology
1994	Dr. Ernst Mayr	2009	Dr. Winslow Russell Briggs
(10 th)	Systematic Biology and Taxonomy	(25 th)	Biology of Sensing
1995	Dr. Ian Read Gibbons	2010	Dr. Nancy Ann Moran
(11 th)	Cell Biology	(26 th)	Biology of Symbiosis
1996	Dr. Ryuzo Yanagimachi	2011	Dr. Eric Harris Davidson
(12 th)	Biology of Reproduction	(27 th)	Developmental Biology
1997	Dr. Elliot Martin Meyerowitz	2012	Dr. Joseph Altman
(13 th)	Plant Science	(28 th)	Neurobiology
1998	Dr. Otto Thomas Solbrig	2013	Dr. Joseph Felsenstein
(14 th)	The Biology of Biodiversity	(29 th)	Biology of Evolution
1999	Dr. Setsuro Ebashi	2014	Dr. Peter Crane
(15 th)	Animal Physiology	(30 th)	Systematic Biology and Taxonomy

国際生物学賞受賞者

第一回 「系統・分類学を中心とする生物学」
(昭和 60 年) エドレッド・ジョン・ヘンリー・コーナー博士

第二回 「系統・分類学を中心とする生物学」
(昭和 61 年) ピーター・ハミルトン・レーブン博士

第三回 「発生生物学」
(昭和 62 年) ジョン・バートランド・ガードン博士

第四回 「集団生物学」
(昭和 63 年) 木村 資生 博士

第五回 「海洋生物学」
(平成元年) エリック・ジェームズ・デントン博士

第六回 「行動生物学」
(平成 2 年) マサカズ・コニシ博士

第七回 「植物を中心とする機能生物学」
(平成 3 年) マーシャル・デビッドソン・ハッチ博士

第八回 「比較生理学」
(平成 4 年) クヌト・シュミット-ニールセン博士

第九回 「生態学」
(平成 5 年) エドワード・オズボーン・ウィルソン博士

第十回 「系統・分類を中心とする生物学」
(平成 6 年) エルンスト・マイア博士

第十一回 「細胞生物学」
(平成 7 年) イアン・リード・ギボンス博士

第十二回 「生殖の生物学」
(平成 8 年) 柳町 隆造 博士

第十三回 「植物科学」
(平成 9 年) エリオット・マーチン・マイエロヴィツ博士

第十四回 「多様性の生物学」
(平成 10 年) オットー・トーマス・ソルブリーグ博士

第十五回 「動物生理学」
(平成 11 年) 江橋 節郎 博士

第十六回 「発生生物学」
(平成 12 年) シーモア・ベンザー博士

第十七回 「古生物学」
(平成 13 年) ハリー・ブラックモア・ウィットティントン博士

第十八回 「進化生物学」
(平成 14 年) 根井 正利 博士

第十九回 「細胞生物学」
(平成 15 年) 井上 信也 博士

第二十回 「系統・分類を中心とする生物学」
(平成 16 年) トーマス・キャバリエ-スミス博士

第二十一回 「かたちの生物学」
(平成 17 年) ナム-ハイ・チュア博士

第二十二回 「時間生物学」
(平成 18 年) サージ・ダアン博士

第二十三回 「遺伝学」
(平成 19 年) デビッド・スウェンソン・ホグネス博士

第二十四回 「生態学」
(平成 20 年) ジョージ・デイビッド・ティルマン博士

第二十五回 「感覚の生物学」
(平成 21 年) ウィンスロー・ラッセル・ブリッグス博士

第二十六回 「共生の生物学」
(平成 22 年) ナンシー・アン・モラーン博士

第二十七回 「発生生物学」
(平成 23 年) エリック・ハリス・デヴィッドソン博士

第二十八回 「神経生物学」
(平成 24 年) ジョセフ・アルトマン博士

第二十九回 「進化生物学」
(平成 25 年) ジョセフ・フェルゼンシュタイン博士

第三十回 「系統・分類を中心とする生物学」
(平成 26 年) ピーター・クレイン博士

CONTENTS

Reflections upon the 30th Anniversary of the International Prize for Biology	2
Takashi Sugimura, Chairperson of the Committee on the International Prize for Biology	
Congratulatory Messages	
Shinzo Abe, Prime Minister	4
Hakubun Shimomura, Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology	6
History of the International Prize for Biology	8
Essays by the Recipients	18
Appendices	
Profiles of the Prize Recipients	38
Chronological Record	98
The Number of Nominations	118
Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology	120
Past and Present Members of the Selection Committee	140
Past and Present Members of the Finance Committee	144
Subscribers to the International Prize for Biology Fund	148
Memorial Symposia 2004-2013	160

目 次

国際生物学賞 30周年を迎えての所感	国際生物学賞委員会委員長 杉村 隆	3
お祝いのことば	内閣総理大臣 安倍 晋三	5
	文部科学大臣 下村 博文	7
国際生物学賞の歩み	国際生物学賞委員会	9
歴代受賞者からのメッセージ	第 20 回～第 29 回受賞者	19
資 料 編		
受賞者の研究業績		40
年 表		99
国際生物学賞受賞候補被推薦者数		119
国際生物学賞委員会歴代委員名簿		121
国際生物学賞審査委員会歴代委員名簿		141
国際生物学賞基金委員会歴代委員名簿		145
国際生物学賞寄付者一覧		148
国際生物学賞記念シンポジウム (第 20 回～29 回)		161

Reflections upon the 30th Anniversary of the International Prize for Biology



Takashi Sugimura
Chairperson
Committee on the International Prize for Biology

The International Prize for Biology was established in 1985 to commemorate the sixty-year reign of Emperor Showa and his long devotion to biological research. It also pays tribute to the present Emperor, His Majesty, Emperor Akihito, who has striven for many years to advance the study of gobioid fish taxonomy, while contributing continuously to the development of this Prize. This year we mark the thirtieth anniversary of the Prize's inauguration, which was made possible by the energetic efforts of biologists and biological societies and the cooperation of the Japanese government, especially the Ministry of Education, Science and Culture (now the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology), together with the support of the business community and the Japan Society for the Promotion of Science, which undertakes the committee work. It thus gives me the greatest of pleasure to see the award attain this milestone.

Each year, the International Prize for Biology is conferred in a field selected by the Committee from among all the fields of biology. Based on recommendations gathered from around the world, it is awarded to the researcher who has the most outstanding record of achievements in that field. Once every decade, the discipline selected has been systematic biology and taxonomy, the field in which, like Emperor Showa before him, His Majesty the present Emperor has conducted research over many years.

The annual presentation is made with due ceremony at the Japan Academy in the presence of Their Majesties the Emperor and Empress. At the reception that follows the ceremony, we are fortunate indeed to have the opportunity for the recipient and the supporters of the Prize to enjoy conversation with Their Majesties, and I consider it a very great honor to be able to discuss scientific matters and other topics in person with His Majesty, who is a biologist of distinction.

As the International Prize for Biology marks its thirtieth anniversary, I pledge my utmost efforts to ensure its further development as a prestigious award in the biological sciences that has earned esteem around the world.

On this occasion, I would like to express my appreciation to all who have given exceptional support to the Prize over the years: the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, the Japan Society for the Promotion of Science, scientific associations, the business community, and the members of the committees of the International Prize for Biology.

国際生物学賞 30 周年を迎えての所感

国際生物学賞委員会
委員長 杉村 隆

国際生物学賞は、昭和 60 年に昭和天皇のご在位 60 年と長年にわたる生物学のご研究を記念して創設され、さらに本賞の発展に寄与されている今上天皇の魚類分類学（ハゼ類）のご研究を記念して、生物学の奨励を図っております。生物学者及び生物学関連の学会の熱意と、日本政府とくに文部省（現文部科学省）、財界、委員会の事務を担当する日本学術振興会のご協力があつて発足した本賞が、このたび記念すべき 30 周年を迎えるに至ったことは、この上ない喜びであります。

国際生物学賞は、毎年、委員会において生物学の各領域の中から授賞分野が選定され、世界各国から寄せられた推薦の中から、その領域で最も優れた業績を挙げられた方に授与されています。10 年に 1 回は昭和天皇及び今上天皇が長年にわたりご研究されてきた分野である系統・分類を中心とする生物学が選ばれてきました。

授賞式は、毎年、天皇皇后両陛下の行幸啓を仰いで、日本学士院で厳かに執り行われます。授賞式後に行われる記念茶会においては、天皇皇后両陛下と受賞者及び関係者のご歓談の機会を設けていただいております。卓越した生物学者であられる天皇陛下とお親しく学問上のことを中心としてお話をさせていただくことは、極めて名誉なこととして受けとめております。

国際生物学賞が 30 周年を迎え、これから、ますます世界で生物学における権威ある賞として発展するよう力を尽くしたいと思います。

常々、本賞に並々ならぬご援助をいただいております文部科学省、日本学術振興会、関係学会、財界、国際生物学賞の委員の方々に、この 30 周年という記念すべき機会に厚く御礼を申し上げます。

Congratulatory Message



Shinzo Abe
Prime Minister

I extend my heartiest congratulations on the occasion of the International Prize for Biology marking its 30th anniversary this year.

The Prize was instituted to commemorate Emperor Showa's sixty-year reign and his longtime devotion to biological research, and also to honor the contributions of His Majesty the present Emperor in pursuing his own taxonomic studies of fish, especially the family Gobiidae, over many years.

Since its establishment in 1985, in seeking to further the limitless progress of the biological sciences, the award has been conferred on researchers who have made distinguished contributions to the advancement of science through their outstanding achievements. It is truly gratifying to know that, as the most prestigious award in the field, the Prize has earned international esteem and has played a role in the global advancement of the biological sciences.

Great academic research gives rise to new value and generates social and economic development. The government, for its part, is committed to do even more to encourage a broad spectrum of academic research based on the free thinking of scholars, and to create new possibilities for Japan and the world through innovation.

In closing, I would like to pay tribute to all who have devoted themselves to administering the International Prize for Biology over the course of 30 years and to express my hope that its significance will be widely appreciated, both by the world's research community and by the public, and that it will contribute still further to the future development of biology around the world.

お祝いの言葉

内閣総理大臣
安倍 晋三

国際生物学賞が、本年、創設 30 周年を迎えられたことを心からお慶^{よろこ}び申し上げます。

本賞は、昭和天皇の御在位 60 年と長年にわたる生物学の御研究、及び今上天皇の長年にわたる魚類分類学・ハゼ類の御研究を記念して設けられた賞であります。

昭和 60 年の創設以来、生物学の限りない進歩発展を願って、顕著な業績を上げ学術の発展に大きく貢献された研究者に、本賞は授与されてまいりました。生物学分野で最も権威ある賞として、国際的に評価され、世界の生物学の発展に寄与してきたことは、誠に喜ばしいことです。

優れた学術研究は、新たな価値を生み出し、社会経済の発展をもたらすものであります。政府といたしましても、研究者の自由な発想に基づく多様な学術研究を一層推進するとともに、イノベーションにより日本に、そして世界に、新たな「可能性」を作り出すことを目指してまいります。

30 年の長きにわたり国際生物学賞の運営に御尽力いただいております関係各位に敬意を表するとともに、本賞の意義が世界の研究者をはじめ多くの人々に広く理解され、世界の生物学の発展にさらに寄与していくことを祈念して、お祝いの言葉といたします。

Congratulatory Message



Hakubun Shimomura
Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology

My warmest congratulations on the occasion of the 30th anniversary of the International Prize for Biology.

The International Prize for Biology was instituted to commemorate Emperor Showa's longtime devotion to biological research and to honor the contributions of His Majesty the present Emperor in pursuing his own taxonomic studies of fish, especially the family Gobiidae, over many years. It was brought into being through the energetic efforts of biologists who wanted to create, in Japan, an international award for their field.

Since it was first conferred in 1985, the prize has publicly honored researchers who have done original and groundbreaking work in the biological sciences. In so doing, I believe it has offered tremendous encouragement to researchers all over the world and has contributed greatly to the advancement of academic research, a common asset of all humankind.

Academic research, which springs from the free thinking and the intellectual curiosity of individual scholars engaged in the pursuit of truth, makes up a corpus of intellectual and cultural value. The International Prize for Biology is highly significant in that it is a vehicle for the value created by these research activities to be recognized in Japan and the rest of the world and to contribute to the cultural advancement of humanity.

Recognizing that scientific and technological innovation is the key to Japan's economic revitalization, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology is focusing on promoting its wellspring, the basic research which gives rise to an array of new findings, and on returning these results to society by distilling them into innovation.

In closing, I would like to pay tribute and extend my thanks to all those involved with the International Prize for Biology, especially the committee members who have devoted their energies to its administration, and to express my hope that the prize will go on to make ever-greater contributions to the progress of academic research around the world.

お祝いの言葉

文部科学大臣
下村 博文

このたびの国際生物学賞 30 周年を心よりお慶^{よろこ}び申し上げます。

国際生物学賞は、昭和天皇の長年にわたる生物学の御研究、及び今上天皇の長年にわたる魚類分類学（ハゼ類）の御研究を記念した賞であり、我が国に生物学における国際的な賞を創設する、という生物学研究者の方々の熱意の下に創設されたものです。

昭和 60 年に、第 1 回受賞者を輩出して以来、生物学分野において先駆的・独創的な研究を成し遂げられた研究者を顕彰していることは、世界の研究者にとってこの上なく大きな励みとなっており、人類共通の財産である学術研究の発展に大きく貢献しているものと思います。

学術研究は、個々の研究者の自由な発想と知的好奇心に根ざし、真理の探究を目指して行われる知的文化的価値の集積です。国際生物学賞は、これらの研究活動により生み出された価値が、国民や世界に認められ、人類の文化発展にも寄与しており、非常に意義深いものです。

文部科学省といたしましても、科学技術イノベーションが日本の経済再生の鍵であるとの認識の下、その源泉である多様な研究成果を生み出す基礎研究の推進やその成果をイノベーションに結実させることで社会への還元に努めているところです。

結びに、これまで国際生物学賞の運営に御尽力いただいております国際生物学賞委員会をはじめとする関係各位に敬意と感謝の意を表すとともに、本賞が世界の学術研究の進展に一層寄与していくことを祈念してお祝いの言葉といたします。

History of the International Prize for Biology

1. Establishment

The International Prize for Biology was instituted in April 1985 in commemoration of the sixty-year reign of Emperor Showa and his longtime devotion to biological research and for the purpose of encouraging research in biology around the world.

The Prize is awarded to an individual researcher who has attained remarkable achievements in fundamental biology and consequently made outstanding contributions to the academic advancement of the world. For the implementation of this prize-awarding program, the Committee on the International Prize for Biology is organized under the chairpersonship of the current President of the Japan Academy, consisting of not more than 40 members, who respectively represent Japanese scientists, economic organizations and relevant scientific institutions and organizations.

The establishment of the Prize was realized mainly through the earnest desire of biological scientists and others concerned for the creation of an international prize to be awarded to distinguished scientists in systematics and taxonomy and other fields of fundamental biology. Great efforts made by the Ministry of Education, Science and Culture, the Japan Academy, the Japan Society for the Promotion of Science, the Zoological Society of Japan, the Botanical Society of Japan and other institutions and organizations concerned as well as the generous cooperation extended by economic organizations contributed to the realization of this wish of biological scientists.

In April 1985, Dr. Hiromi Arisawa, President of the Japan Academy, representing scientific circles, Mr. Yoshihiro Inayama, President of the Federation of Economic Organizations, representing economic circles and three others, namely, Dr. Seiji Kaya, Chairperson of Section II of the Japan Academy, Dr. Hitoshi Kihara, Member of the Japan Academy, and Dr. Shiro Masuda, President of the Japan Society for the Promotion of Science, called a preparatory conference for the International Prize for Biology, and invited representatives of relevant scientific institutions and organizations, economic organizations, mass communication organs, etc. to attend the conference. The preparatory conference was eventually held on April 25 of that year with 28 attendees.

The conference, chaired by Dr. Arisawa, discussed the outline of the proposed Prize and agreed to the establishment of the Committee on the International Prize for Biology.

Then, immediately after the close of the preparatory conference, the first meeting of the Committee on the International Prize for Biology was convened, and after items on the agenda concerning the selection of the Committee officers and the setting-up of the Selection Committee and the Finance Committee were concluded, the draft outline of the International Prize for Biology was discussed and adopted.

Thus, it was agreed as follows:

1. The Prize shall normally be made to one individual every year.
2. The Prize shall consist of a certificate, a medal and a prize of ten million yen.
3. The Presentation Ceremony shall be held in autumn in Tokyo.
4. Funds shall be raised for the establishment of the International Prize for Biology Fund in order to finance the prize money and additional necessary expenses.

On the following day, April 26, the Cabinet agreed that the government ministries and agencies concerned should give their cooperation for the implementation of this prize awarding program.

国際生物学賞の歩み

1. 国際生物学賞の創設

国際生物学賞は、昭和 60 年（1985 年）に昭和天皇のご在位 60 年と長年にわたる生物学のご研究を記念するとともに生物学の奨励を図るため、生物学の研究において世界的に優れた業績を挙げ、世界の学術の進歩に大きな貢献をした研究者に授与することを目的として設けられたものである。そのための組織として、日本学士院長を委員長として、日本の科学者の代表、経済団体の代表、また関係学術機関・団体の長を構成員とする 40 名以内からなる国際生物学賞委員会が設けられている。

本賞は、系統分類学などの生物学の諸分野を対象とする国際的な賞を創設したいという生物学者の熱意と文部省をはじめ、日本学士院、日本学術振興会、日本動物学会、日本植物学会などの多大な努力並びに経済団体の協力により実現したものである。

昭和 60 年 4 月、科学者の代表としての有沢廣巳日本学士院長と経済団体の代表としての稲山嘉寛経済団体連合会会長、さらに茅 誠司博士（日本学士院第 2 部部長）、木原 均博士（日本学士院会員）、増田四郎博士（日本学術振興会会長）の 5 名が呼掛人となって、国際生物学賞準備委員会の開催を学術関係機関・団体、経済団体、マスコミ関係団体等の代表者に呼び掛けた。その結果、同年 4 月 25 日、28 名の方々の出席のもとに、有沢氏を座長として国際生物学賞準備委員会を開催し、各関係者から国際生物学賞の創設について説明を受けたのち、国際生物学賞委員会を設立することを申し合わせた。

これによって直ちに国際生物学賞委員会の第 1 回会議を開催し、委員会役員の選出、審査委員会、募金委員会等の設置を決定した。続いて国際生物学賞の概要を審議し、国際生物学賞を原則として、毎年 1 名に授与すること、受賞者には、賞状、賞牌及び賞金 1,000 万円を授与すること、授賞式は毎年秋に行うこと、賞金その他の必要経費にあてるため募金を行い、基金を設立することなどが決定された。また、4 月 26 日、国際生物学賞の意義に鑑み、関係行政機関はその実施に必要な協力を行うものとする旨の閣議了解が行われた。

2. Committee on the International Prize for Biology

It was decided that the affairs of the Committee should be handled by the Japan Society for the Promotion of Science. The list of the members of the Committee on the International Prize for Biology at the time of establishment was as follows:

Committee on the International Prize for Biology (As of April 25, 1985)

Arisawa, Hiromi (Chairperson)	President, Japan Academy
Kaya, Seiji (Vice-Chairperson)	Chairperson, Section II, Japan Academy
Inayama, Yoshihiro	President, Federation of Economic Organizations
Kihara, Hitoshi	Member, Japan Academy
Egami, Nobuo	Professor, Yamaguchi University
Hanamura, Nihachiro	Vice-President, Federation of Economic Organizations
Abe, Hideo	Chairperson, Japan Electric Manufacturers' Association
Ishihara, Takashi	President, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc
Iwatsuki, Kunio	Professor and Director, Botanical Gardens, University of Tokyo
Okada, S. Tokindo	Director-General, National Institute for Basic Biology, Okazaki National Research Institutes
Okamoto, Michio	Member, Council for Science and Technology
Kamiya, Noburo	Member, Japan Academy
Kawanabe, Hiroya	Professor, Kyoto University
Kawahara, Masato	President, Japan Broadcasting Corporation (NHK)
Kida, Hiroshi	Director general, Japan Society for the Promotion of Science
Kimura, Motoo	Member, Japan Academy
Kobayashi, Shoichiro	Chairperson, Federation of Electric Power Companies
Kobayashi, Hideshi	President, Zoological Society of Japan
Takeuchi, Yasuoki	President, Petroleum Association of Japan
Takeda, Yutaka	President, Japan Iron and Steel Federation
Nakagawa, Sunao	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Nishio, Shinichi	President, Life Insurance Association of Japan
Numata, Makoto	President, Botanical Society of Japan
Noji, Kiichi	President, Japan Federation of Construction Contractors Inc.
Hagura, Nobuya	Chairperson, Federation of Bankers Association of Japan
Hara, Hiroshi	Professor Emeritus, University of Tokyo
Hiratsuka, Naohide	Member, Japan Academy
Fukuda, Toshimitsu	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Masuda, Shiro	President, Japan Society for the Promotion of Science
Mizukami, Tatsuzo	President, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Morosawa, Masamichi	Director-General, National Science Museum
Yamamura, Yuichi	Chairperson, Science Council of the Ministry of Education, Science and Culture
Yoshikuni, Jiro	Chairperson, Regional Banks Association of Japan
Watanabe, Itaru	Professor Emeritus, Keio University
Watanabe, Shogo	President, Japan Securities Dealers Association

The Successive Chairperson and Vice-Chairmen of the Committee and their terms of service are given as follows.

Chairpersons:

Arisawa, Hiromi	Apr. 1985 - Dec. 1986
Kurokawa, Toshio	Dec. 1986 - Feb. 1988
Fujita, Yoshio	Oct. 1988 - Feb. 2000
Ebashi, Setsuro	May 2000 - Sep. 2002
Nagakura, Saburo	Sep. 2002 - Nov. 2007
Sugimura, Takashi	Jan. 2008 -

Vice-Chairpersons:

Kaya, Seiji	Apr. 1985 - Feb. 1987
Fujita, Yoshio	Feb. 1987 - Oct. 1988
Kotani, Masao	Oct. 1988 - Oct. 1992
Hiratsuka, Naohide	Oct. 1992 - Oct. 1995
Ebashi, Setsuro	Oct. 1995 - May. 2000
Nagakura, Saburo	Sep. 2000 - Sep. 2002
Sugimura, Takashi	Feb. 2002 - Dec. 2007
Nishijima, Kazuhiko	Jan. 2008 - Jan. 2009
Kozai, Yoshihide	Jan. 2009 - May. 2014
Toyoshima, Kumao	May. 2014 -

2. 国際生物学賞委員会

昭和60年設立当初の国際生物学賞委員会は有沢日本学士院長を委員長として35名の委員によって構成され、委員会の事務は日本学術振興会が処理することになった。

委員長	有 沢 廣 巳	日本学士院長
副委員長	茅 誠 司	日本学士院第2部部長
顧問	稲 山 嘉 寛	経済団体連合会会長
顧問	木 原 均	日本学士院会員
審査委員長	江 上 信 雄	山口大学理学部教授
募金委員長	花 村 仁 八 郎	経済団体連合会副会長
委員	阿 部 栄 夫	日本電気工業会会長
〃	石 原 俊	日本自動車工業会会長
〃	岩 槻 邦 男	東京大学理学部附属植物園長
〃	岡 田 節 人	岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所長
〃	岡 本 道 雄	科学技術会議議員
〃	神 谷 宣 郎	日本学士院会員
〃	川 那 部 浩 哉	京都大学理学部教授
〃	川 原 正 人	日本放送協会会長
〃	木 田 宏	日本学術振興会理事長
〃	木 村 資 生	日本学士院会員
〃	小 林 庄 一 郎	電気事業連合会会長
〃	小 林 英 司	日本動物学会会長
〃	建 内 保 興	石油連盟会長
〃	武 田 豊	日本鉄鋼連盟会長
〃	中 川 順	日本民間放送連盟会長
〃	西 尾 信 一	生命保険協会会長
〃	沼 田 眞 一	日本植物学会会長
〃	野 地 紀 一	日本建設業団体連合会会長
〃	羽 倉 信 也	全国銀行協会連合会会長
〃	原 寛	東京大学名誉教授
〃	平 塚 直 秀	日本学士院会員
〃	福 田 利 光	日本新聞協会会長代行
〃	増 田 四 郎	日本学術振興会会長
〃	水 上 達 三	日本貿易会会長
〃	諸 澤 正 道	国立科学博物館長
〃	山 村 雄 一	学術審議会会長
〃	吉 国 二 郎	全国地方銀行協会会長
〃	渡 辺 格	慶応義塾大学名誉教授
〃	渡 辺 省 吾	日本証券業協会会長

注：委員の職名は、就任当時のものである。

現在までの歴代委員長及び副委員長とその在任期間は次のとおりである。

委員長			副委員長		
氏名	在任期間		氏名	在任期間	
有 沢 廣 巳	昭和	60.4 ~ 61.12	茅 誠 司	昭和	60.4 ~ 62.2
黒 川 利 雄		61.12 ~ 63.2	藤 田 良 雄		62.2 ~ 63.10
藤 田 良 雄		63.10 ~ 平成 12.2	小 谷 正 雄		63.10 ~ 平成 4.10
江 橋 節 郎	平成	12.5 ~ 14.9	平 塚 直 秀	平成	4.10 ~ 7.10
長 倉 三 郎		14.9 ~ 19.11	江 橋 節 郎		7.10 ~ 12.9
杉 村 隆		20.1 ~	長 倉 三 郎		12.9 ~ 14.2
			杉 村 隆		14.2 ~ 19.12
			西 島 和 彦		20.1 ~ 21.1
			古 在 由 秀		21.1 ~ 26.5
			豊 島 久 真 男		26.5 ~

3. Selection Committee and Finance Committee

The Committee on the International Prize for Biology has a Selection Committee and a Finance Committee.

(1) Selection Committee

The Selection Committee, invites relevant individuals and organizations at home and abroad to send nominations, and after screening nominated candidates, submits to the Committee on the International Prize for Biology a report containing the recommendation of the candidate for approval. The chairperson and the number of members of each annual Selection Committee from 1985 through 2014 are given as follows.

Year	Chairperson	Number of members
1985	Egami, Nobuo	15 (5) *
1986	Yamamura, Yuichi	17 (4)
1987	Yamamura, Yuichi	17 (4)
1988	Hiratsuka, Naohide	15 (4)
1989	Hiratsuka, Naohide	17 (4)
1990	Kamiya, Noburo	16 (4)
1991	Kamiya, Noburo	16 (4)
1992	Sugimura, Takashi	17 (4)
1993	Sugimura, Takashi	17 (4)
1994	Okada, Tokindo S.	18 (4)
1995	Okada, Tokindo S.	18 (4)
1996	Ebashi, Setsuro	19 (5)
1997	Ebashi, Setsuro	18 (4)
1998	Mohri, Hideo	18 (4)
1999	Mohri, Hideo	19 (4)
2000	Maruyama, Koscak	19 (4)
2001	Maruyama, Koscak	19 (4)
2002	Iwatsuki, Kunio	19 (4)
2003	Iwatsuki, Kunio	19 (4)
2004	Aoki, Kiyoshi	19 (4)
2005	Aoki, Kiyoshi	19 (4)
2006	Hoshi, Motonori	19 (4)
2007	Hoshi, Motonori	20 (4)
2008	Wada, Masamitsu	19 (4)
2009	Asashima, Makoto	20 (4)
2010	Asashima, Makoto	20 (4)
2011	Wada, Masamitsu	20 (4)
2012	Satoh, Noriyuki	19 (3)
2013	Satoh, Noriyuki	20 (4)
2014	Fujiyoshi, Yoshinori	20 (4)

* In the parentheses is given the number of foreign members.

3. 審査委員会及び募金（基金）委員会

国際生物学賞委員会には審査委員会及び募金委員会（昭和 63 年 2 月、基金委員会に改組）が置かれている。

(1) 審査委員会

審査委員会は、内外の関係学術機関、団体及び有識者からの推薦に基づき受賞候補者を審査選考し、国際生物学賞委員会に推挙することを任務としている。その後、国際生物学賞委員会で受賞者が正式決定されることになる。第 1 回（昭和 60 年）から第 30 回（平成 26 年）までの歴代審査委員会委員長及び委員数は次のとおりである。

回数	委員長	委員数
第 1 回	江上 信雄	15 名（うち外国人 5 名）
第 2 回	山村 雄一	17 名（うち外国人 4 名）
第 3 回	山村 雄一	17 名（うち外国人 4 名）
第 4 回	平塚 直秀	15 名（うち外国人 4 名）
第 5 回	平塚 直秀	17 名（うち外国人 4 名）
第 6 回	神谷 宣郎	16 名（うち外国人 4 名）
第 7 回	神谷 宣郎	16 名（うち外国人 4 名）
第 8 回	杉村 隆	17 名（うち外国人 4 名）
第 9 回	杉村 隆	17 名（うち外国人 4 名）
第 10 回	岡田 節人	18 名（うち外国人 4 名）
第 11 回	岡田 節人	18 名（うち外国人 4 名）
第 12 回	江橋 節郎	19 名（うち外国人 5 名）
第 13 回	江橋 節郎	18 名（うち外国人 4 名）
第 14 回	毛利 秀雄	18 名（うち外国人 4 名）
第 15 回	毛利 秀雄	19 名（うち外国人 4 名）
第 16 回	丸山 工作	19 名（うち外国人 4 名）
第 17 回	丸山 工作	19 名（うち外国人 4 名）
第 18 回	岩槻 邦男	19 名（うち外国人 4 名）
第 19 回	岩槻 邦男	19 名（うち外国人 4 名）
第 20 回	青木 清	19 名（うち外国人 4 名）
第 21 回	青木 清	19 名（うち外国人 4 名）
第 22 回	星 元紀	19 名（うち外国人 4 名）
第 23 回	星 元紀	20 名（うち外国人 4 名）
第 24 回	和田 正三	19 名（うち外国人 4 名）
第 25 回	浅島 誠	20 名（うち外国人 4 名）
第 26 回	浅島 誠	20 名（うち外国人 4 名）
第 27 回	和田 正三	20 名（うち外国人 4 名）
第 28 回	佐藤 矩行	19 名（うち外国人 3 名）
第 29 回	佐藤 矩行	20 名（うち外国人 4 名）
第 30 回	藤吉 好則	20 名（うち外国人 4 名）

(2) Finance Committee

The Finance Committee, initially composed of 24 members, held its first meeting on July 3, 1985 under the chairpersonship of Mr. Nihachiro Hanamura, Vice-President, Federation of Economic Organizations, and started fund-raising activities with a target sum of ¥500 million. The contributions to be collected from private companies were designated by the government as so-called tax-exempt contributions in September 1985, and at the second meeting of the Finance Committee held on August 13, 1986, Chairperson Hanamura requested each member to extend further support and cooperation for the realization of the target. Eventually, the target was substantially realized in two years, by the end of the designation period of tax-exempt contributions. The Committee shifted its objectives in February 1988 to the proper management of the International Prize for Biology Fund established in the Japan Society for the Promotion of Science with collected contributions.

Successive Chairmen of the Finance Committee are as follows:

Hanamura, Nihachiro	July 1985 – September 1988
Saba, Shoichi	September 1988 – June 1994
Suzuki, Seiji	June 1994 – January 1997
Furukawa, Masahiko	February 1997 – August 2000
Kosai, Akio	September 2000 – October 2007
Yonekura, Hiromasa	January 2008 – June 2014
Sakakibara, Sadayuki	June 2014 –

(2) 募金（基金）委員会

募金委員会は花村仁八郎（経済団体連合会副会長）委員長以下 24 名からなる委員によって、昭和 60 年 7 月 3 日に第 1 回会議が開催され、5 億円を目標とする募金活動が開始された。第 2 回会議は昭和 61 年 8 月 13 日に開かれて、募金委員長は目標額 5 億円の達成のために各委員に協力と支援を要請した。

募金委員会は、昭和 60 年 9 月に指定寄付金の指定を受け、その後 2 年間にわたって募金活動を行い、おおむね当初の目標額が達成されたことにより、昭和 63 年 2 月解散された。それ以降は国際生物学賞基金の一層の整備と適切な管理を行っていくため、昭和 63 年 2 月、基金委員会が設置された。募金（基金）委員会の現在までの歴代委員長は次のとおりである。

	委員長	任 期
募金委員会	花村 仁八郎	(昭和 60.4 ~ 昭和 63.2)
基金委員会	花村 仁八郎	(昭和 63.2 ~ 昭和 63.9)
”	佐波 正一	(昭和 63.9 ~ 平成 6.6)
”	鈴木 精二	(平成 6.7 ~ 平成 9.1)
”	古川 昌彦	(平成 9.2 ~ 平成 12.8)
”	香西 昭夫	(平成 12.9 ~ 平成 19.10)
”	米倉 弘昌	(平成 20.1 ~ 平成 26.6)
”	榊原 定征	(平成 26.6 ~)

4. Presentation Ceremony and International Symposium

The Presentation Ceremony of the International Prize for Biology is held at the Japan Academy in Tokyo in autumn every year and the recipient and his or her spouse are invited to attend the Ceremony. The Prize consisting of a certificate, a medal and a prize money of ten million yen is presented to the recipient and an Imperial Gift, a silver vase bearing the Imperial crest, is delivered.

The first Presentation Ceremony was held on November 15, 1985 at the Japan Academy and the first (1985) Prize was awarded to Professor E. J. H. Corner in the presence of the Crown Prince and Princess. The attendants numbered about 150, including Prime Minister Yasuhiro Nakasone, Parliamentary Vice-Minister of Education, Science and Culture Kunio Hatoyama, renowned scientists, persons involved in this Prize program, as well as people from foreign embassies in Japan and those representing relevant universities, research institutions, learned societies, etc. The Ceremony was followed by a celebration party held also at the Japan Academy and the Crown Prince and Princess enjoyed pleasant conversation with Prof. and Mrs. Corner and the invited attendees.

The Presentation Ceremonies and parties for the 1986 Prize and thereafter were held in the same manner. The present Emperor and Empress attended the Ceremonies from 1985 through 1988 as Crown Prince and Princess and from 1989 on, as Emperor and Empress.

In conjunction with the Presentation Ceremony of the Prize every year, an international symposium is co-organized by a relevant university or research institute and the Japan Society for the Promotion of Science. The recipient of the Prize is invited to give a special lecture.

5. Emperor Showa's Research in Biology and the Medal of the International Prize for Biology

During long years of biological survey of Sagami Bay, Emperor Showa collected specimens of two species of the family Clathrozonidae (Coelenterata, Hydrozoa), *Clathroozon wilsoni* and *Pseudoclathroozon cryptolarioides*, the latter of which he described as a new genus and species. The external and internal morphology, the life cycle, as well as the systematic relationships of these species were fully studied by the Emperor, and through his work the systematics of the family was elucidated much more clearly.

Both these species show an almost fan-shaped colony form, with many branching anastomoses. The medal of the International Prize for Biology bears an abstract design based on a part of the colony of the Clathrozonidae, especially of the species *Pseudoclathroozon cryptolarioides*.

The groundmetal is a unique Japanese alloy called Shibuichi (composed of copper, silver and gold), with the patterns are inlaid with gold.

Designer: Sagenji Yoshida

(Professor Emeritus, Tokyo National University of Fine Arts and Music)

4. 授賞式及び国際シンポジウム

授賞式は受賞者夫妻を招いて、毎年秋に日本学士院で行われている。

国際生物学賞の受賞者には、賞状、賞牌及び賞金 1,000 万円が授与され、また天皇陛下から、「御紋付銀花瓶」が下賜されている。

第 1 回国際生物学賞授賞式は、皇太子同妃両殿下のご臨席を仰ぎ、昭和 60 年 11 月 15 日、日本学士院で開催され、エドレッド・ジョン・ヘンリー・コーナー博士に国際生物学賞が授与された。授賞式には、中曽根総理大臣、鳩山文部政務次官（松永文部大臣代理）をはじめとして国際生物学賞関係者、並びに在日外国大使館、大学等関係研究機関、関係学会等の代表者及び著名科学者等約 150 人が出席した。授賞式後、日本学士院で祝賀パーティーが開かれ、皇太子同妃両殿下は、受賞者夫妻及び出席者のご歓談になられた。

第 2 回以降も同様の形式で授賞式及び祝賀パーティーが開かれている。

天皇皇后両陛下は、第 1 回から第 4 回まで皇太子同妃両殿下として、第 5 回以降は、天皇皇后両陛下としてご臨席になっている。

国際生物学賞授賞式にあわせて、毎年記念の国際シンポジウムが開催され、受賞者による特別講演会が行われる。

5. 昭和天皇の生物学ご研究と国際生物学賞賞牌

昭和天皇は、長年にわたり相模湾において生物学的調査をお続けになられたが、その間、腔腸動物・ヒドロ虫類に属するカゴメウミヒドラ科 2 種、即ちカゴメウミヒドラ(*Clathrozoön*)とキセルカゴメウミヒドラ(*Pseudoclathrozoön*)の標本をご採集になった。このうち、後者のキセルカゴメウミヒドラについては新属新種としてご記載になった。昭和天皇は、これらの種の外部形態、内部形態、生活環、分類上の位置などについて、詳しくご研究になり、それによって本科について多くの知見をもたらされた。

これらの種は、扇状の群体を形成し、枝は何度も分岐し、所々で枝の一部が融合連結する。国際生物学賞の賞牌は、生物学者であられた昭和天皇のご研究を記念し、このキセルカゴメウミヒドラの群体の形態の一部を図案化したものである。

メダルの地金は黒四分一（銅・銀・金の合金）という日本独自の銅合金を用い、文様は、幅の広い部分は 22 金、狭い部分は純金の象嵌で表している。デザインは、吉田左源二東京芸術大学名誉教授によるものである。

Essays by the Recipients

Life as a symbiosis of genes, membranes, skeletons, and catalysts

Dr. Thomas Cavalier-Smith, 2004 Recipient



Contrary to widespread misconceptions, DNA does not control life as ‘divine nuclear authority’. Cells make DNA, not the reverse. Membranes and skeletons generate form; DNA doesn’t. Single-celled organisms dominated evolution for three billion years, only recently generating animals and other macroorganisms by cell adhesion and differentiation. Cells reproduce by growth (chemical synthesis and membrane and skeleton assembly) and membrane division (mediated by forces from skeleton-associated proteins). Protein catalysts (enzymes) make DNA, RNA, and membrane lipids, but RNA catalysts (ribosomes) make proteins; inherited sequences of nucleic acids and proteins depend on nucleic acid templating within homeostatic cell interiors delimited by membranes and supported

by the skeleton. None of these constituents has causal priority over others. All mutually help reproduction every cell cycle, the irreducible basis of life.

Viruses are genetic parasites of cells that cannot make proteins or multiply by membrane division, thus are only semiautonomous. Virus genes (DNA or RNA) fully determine their structure, and virions self-assemble from separate molecules every generation; they have genetic but not organismal continuity, entirely unlike cells. Cell heredity depends equally on DNA heredity and membrane heredity, working in tandem since cells began. Life complicated itself by evolving more genes and more different kinds of genetic membranes.

The simplest cells (unibacteria) with only one genetic membrane comprise posibacteria (the first organisms, ancestrally with rigid murein exoskeletons), and highly derived archaeobacteria (with unique isoprenoid-ether lipids facilitating their ancestral hyperthermophily, arising about 1.2 Gy ago). Negibacteria evolved a second, outer membrane penetrated by hollow barrel-like proteins, greatly diversifying ecosystems with novel bioenergetics: cyanobacterial oxygenic photosynthesis oxygenated the atmosphere 2.4 Gy ago. Around 1.2 Gy ago traumatic loss of posibacterial murein walls generated a neomuran ‘missing link’ with flexible glycoprotein exoskeleton, which was ancestral to archaeobacteria (retaining bacterial organisation) and eukaryotes which evolved a branched actin endoskeleton and phagocytosis that forced the origins of endomembrane system, microtubules, mitosis, nucleus, cilia, and cell fusion (sex), yielding Earth’s first efficient predators. The phagotrophic, aerobic protoeukaryote enslaved a purple photosynthetic negibacterium as mitochondria, by inserting ATP extractors and reversing for protein import its outer-membrane export machinery, establishing kingdom Protozoa. Viruses and plasmids laterally transfer bacterial genes. Only eukaryote sexual fusion makes coherent species.

Later a planktonic biciliate protozoan enslaved a cyanobacterium to make chloroplasts and kingdom Plantae with three branches. Green algae generated land plants. A red alga was internally enslaved by another biciliate host, creating the ancestrally phagophototrophic kingdom Chromista (sisters of plants), whose mainly marine algal representatives (e.g. diatoms, haptophytes, brown seaweeds) have chloroplasts inside endomembranes (unlike plants) and dominate oceanic photosynthesis. Many chromists lost photosynthesis, becoming heterotrophs and parasites (e.g. malaria agents).

Another biciliate heterotroph lost one cilium, forming choanozoan protozoa, from which kingdom Fungi arose by evolving chitin walls and animals originated when a choanoflagellate evolved multicellular epithelia, connective tissue, sperm and eggs. Endomembranes and endoskeleton enabled neurons and evolution of clever apes who discovered all this, but whose violence and self-interest may destroy us and much of nature unless we become wiser and reduce our population.

歴代受賞者からのメッセージ

遺伝子、細胞膜、細胞骨格、触媒の共生としての生命

トーマス・キャバリエ-スミス博士（第20回受賞者）

誤解されがちであるが、DNA は細胞核における神のごとき支配者であるかのように生命現象を制御しているわけではない。細胞が DNA を作るのではなく、DNA が細胞を作るのではない。生物の形態を形づくるのは細胞膜と細胞骨格であり、DNA ではない。30 億年にわたって生物の進化の大部分を支配してきたのは単細胞生物であり、細胞の接着と分化によって動物その他の肉眼で見える多細胞生物が作り出されたのはほんの最近のことである。細胞は、増殖（化学合成及び細胞膜と細胞骨格の集合）と膜分裂（細胞骨格に関するタンパク質の力により仲介される）によって繁殖する。タンパク質触媒（酵素）が、DNA、RNA、膜脂質を作り、RNA 触媒（リボソーム）がタンパク質を作る。核酸とタンパク質の遺伝子配列は、膜で区切られ、骨格で支えられ、恒常性の維持された細胞内部の核酸鋳型に依存する。これらの構成要素間に、因果関係上の優先順位はない。すべての要素は、生命の最小基盤である細胞周期ごとに再生を助け合う。

ウィルスは細胞の遺伝的寄生体であり、独自にタンパク質を産生することも、膜分裂により増殖することもできない半自立的な存在でしかない。ウィルスの構造は遺伝子（DNA または RNA）によって完全に決定され、ウィルス粒子は世代ごとに全く別個の分子を使って自己組織化する。つまり、遺伝的連続性は有しているが、個体としては連続性を有していないのである。この点が、細胞とは全く異なっている。細胞の遺伝は、DNA と細胞膜による遺伝の両方に同等に依存し、この両者は細胞が誕生して以来、並行して細胞における遺伝を受け継いできた。そうした中で、生命は、より多くの遺伝子を作り出し、より多くの種類の細胞膜を進化させて、自ら複雑化してきたのである。

細胞膜が 1 枚だけの最も単純な細胞（ユニバクテリア）には、ポジバクテリア（最古の生物で、硬いムレインの外骨格を祖先から受け継いでいる）と高度に派生した古細菌（ユニークなイソプレノイド-エーテル脂質の細胞膜を持つことから、古来より極めて高温な環境にも適応する。起源は 12 億年前に遡る）がある。ネギバクテリアは、樽型の中空構造をしたタンパク質が貫く第二の外膜を発達させ、新しい生体エネルギーにより生態系を大いに多様化させた。シアノバクテリアは酸素発生型光合成により、24 億年前の大気中に酸素を送り込んだ。約 12 億年前に、ポジバクテリアのムレイン壁が外傷的に失われ、柔らかい糖たんぱく質の外骨格を持つ新たな生物が誕生した。これがネオムラの「失われた環」であり、古細菌および真核生物の祖先にあたる。古細菌は細菌としての特性を保持したが、真核生物は、分枝したアクチン内骨格を形成し、食作用を獲得した。これにより、細胞内膜系、微小管、有糸分裂、核、繊毛、細胞融合（性別）といった新たな構造や機能の発達が促され、地球上に最初の効率的な捕食者を生み出した。肉食性の好気性原真核生物は、紫色の光合成ネギバクテリアをミトコンドリアとして体内に取り込んで、ATP 産生装置を挿入、外膜タンパク質輸送装置を逆転させてタンパク質輸入に活用することにより、ミトコンドリアを奴隷化し、原生動物界を確立した。ウィルスとプラスミドは、バクテリア遺伝子を水平伝播する。したがって真核生物の生殖融合だけが一貫した種を形成するのである。

後に、2 本の鞭毛をもつプランクトン様の原生動物がシアノバクテリアを隷属させて葉緑体を持つに至り、3 つのグループに枝分かれした植物界を作り出した。緑藻からは陸上植物が進化した。また、ある種の紅藻が、別の 2 本の鞭毛を持つ宿主によって体内に取り込まれて隷属し、肉食性と光栄養性の生物種が混在するクロミスタ界（植物の姉妹）を形成した。その多くは海洋性であり、代表的な珪藻、ハプト藻類、ワカメなどの海草は、植物と違って細胞内膜内部に葉緑体を含み、海洋において光合成を行う生物種の大半を占める。一方で、多くのクロミスタは光合成能力を失い、従属栄養生物もしくは寄生生物へと変化している（例えば、マラリア病原体）。

また別な種類の 2 本鞭毛の従属栄養生物は鞭毛の 1 本を失い、原生動物の中の襟鞭毛虫門を形成した。その中から、キチンを主成分とする細胞壁を生み出した者たちが菌界を形成した。一方、進化の過程の中で、一部の襟鞭毛虫が多細胞上皮、結合組織、精子、卵子などを作り出し、動物が誕生したのである。細胞内膜と内骨格があったからこそ、ニューロンができたのであり、ひいては大きな頭脳を持った類人猿や人類が進化してきたのである。我々人類は、こうした生命の歴史を解明することができるほどに進化してきたわけであるが、一方で人類の暴力と利己主義によって自分自身も自然をも破壊しようとしている。我々は、さらに賢くなり、人口を削減しなければ、自滅の道を歩むことになるだろう。

Long regulatory RNAs

Dr. Nam-Hai Chua, 2005 Recipient



Many of the important discoveries in Life Sciences have been underpinned by advances in technology. One disruptive technological advance that has emerged in the last decade is the capacity to perform massive, parallel sequencing of DNA fragments in great depth. This technology which is often referred as Next Generation Sequencing (NGS) has fundamentally changed our view on the nature of transcripts that are transcribed from eukaryotic genomes and how these transcripts contribute to the mechanisms of growth and development, and of pathogenesis.

In eukaryotes, mRNAs account for only 2% (human) to 35% (*Arabidopsis*) of the coding capacity of the total genomic space. It was previously thought that genomic regions located between canonical, protein-coding genes are not transcribed and therefore unlikely to have biological function. However, this traditional view has been challenged by results from transcriptome profiling by NGS of both animal and plant cells. It is now known that eukaryotic genomes are in fact pervasively transcribed. In addition to rRNAs, tRNAs, other stable small RNAs, siRNAs, miRNAs and mRNAs, a large number of long noncoding (lnc) RNAs (longer than 200 nucleotides) are also transcribed from the genome. Depending on their genomic origins, lncRNAs can be classified into 3 categories: (1) lincRNAs which are transcribed from genomic regions in between protein-coding genes; (2) intronic lncRNAs which are transcribed from long intronic regions; and (3) Natural antisense (NATs) which are transcribed from the anti-sense strand of protein-coding genes.

Although lncRNAs are expressed at a much lower level compared to mRNAs; nevertheless, they have been shown to display important biological functions. Their low abundance requires that lncRNAs act locally in the vicinity of their site of production. Therefore, it is not surprising that their mode of action appear to focus at the chromatin level. lncRNAs are known to form complexes with transcription factors, subunits of the Mediator complex and chromatin modification enzymes to regulate their activity in a positive or negative manner. In several cases, lncRNAs appear to execute their function in the cytosol by providing a platform for assembly of protein/protein complexes to facilitate enzymatic reactions, such as ubiquitination.

Going forward, given the versatility of RNAs, we can expect lncRNAs to have a variety of functions that have been ascribed to RNAs *in vitro*. For example, lncRNAs may possess catalytic activities on their own or even act as aptamers to respond to intracellular levels of small molecules, which may change with signals. The elucidation of these potential regulatory properties of lncRNAs await the development of new technological platform to assay for such activities *in vivo*.

長鎖調節 RNA

ナム-ハイ・チュア博士（第 21 回受賞者）

生命科学の重要な発見の多くは、技術の進歩によって支えられてきた。過去 10 年間で最も驚異的な技術的進歩の一つは、DNA 断片の塩基配列決定を大規模に並行して行う方法の出現である。この技術は、次世代シーケンシング (NGS) と呼ばれることも多いが、真核生物のゲノムから転写される転写産物の性質と、発生と成長及び病気発症のメカニズムに対し転写産物がどのように寄与するのかに関する私たちの見方を根本から変えた。

真核生物では、mRNA は、ゲノム空間全体のたった 2% (ヒト) から 35% (シロイヌナズナ) しか担っていない。以前は、既に知られている標準的なタンパク質をコードする遺伝子の間にあるゲノム領域は転写されず、したがって、生物学的機能は果たしていないのだろうと考えられていた。しかし、このような従来の見解は、NGS 技術の出現によって覆されてしまった。NGS により遺伝子転写産物全体の解析を行ったところ、動物と植物の両方の細胞において、これまでの想定とは矛盾する結果が得られたのである。現在では、真核生物のゲノムは、実際には、ほぼその全域にわたり転写されていることが知られている。rRNA に加え、tRNA、他の安定した小型 RNA、siRNA、miRNA、mRNA、多数の長鎖ノンコーディング(long noncoding: lnc)RNA (200 塩基以上) も、ゲノムから転写される。lncRNA は、そのゲノム起源に応じて次の 3 つに分類される (1) linc (long intergenic noncoding) RNA : タンパク質コード遺伝子の間にあるゲノム領域から転写される、(2) inc (intronic noncoding) RNA : 長いイントロン領域から転写される、(3)天然アンチセンス(NAT) : タンパク質コード遺伝子のアンチセンス鎖から転写される。

lncRNA は mRNA よりはるかに低濃度で発現するが、重要な生物学的機能を示すことが実証されている。lncRNA の濃度が低いということは、産生部位周辺で限局的にしか作用できないことを意味する。したがって、その作用機構がクロマチン・レベルに集中しているように見えるのも不思議ではない。lncRNA は、転写因子、メディエーター複合体のサブユニット、クロマチン修飾酵素などと複合体を形成し、その活性を亢進または抑制することが知られている。また、lncRNA が、細胞質のなかでタンパク質 (またはタンパク質複合体) を形成するための基盤を提供することにより、ユビキチン化等の酵素反応を促進する機能を果たしているらしい例が複数観察されている。

さらに、RNA の多用途性からみて、これまで試験管内だけで起こる RNA の作用であろうと予想されてきた種々の機能を lncRNA が担っていると期待できる。例えば、lncRNA が独自の触媒活性を持つことも考えられるし、あるいはアプタマー (標的分子特異的に結合する分子) として作用し、信号によって変化する小分子の細胞内濃度に反応することも考えられる。lncRNA がこのような調整機能を有している可能性を明らかにするには、これらの作用を生体内で分析する新しい技術的プラットフォームの開発が待たれる。

Internal time: a fundamental property of life

Dr. Serge Daan, 2006 Recipient



In the 1950's, around the time when DNA was detected as the most fundamental feature of life on earth, another ubiquitous characteristic of life dawned upon biologists. It stirred similar excitement. All over the plant and animal kingdoms organisms turned out to possess so-called endogenous *circadian* (“about one day”) clocks. In fully constant conditions, they exhibited their usual daily oscillations in physiology and behaviour, albeit with a small but telltale deviation in their cycle length from 24 h – proving that they are not a distant response to the earth's rotation. In the following half century a new discipline emerged addressing these biological clocks: chronobiology.

This endeavour was fascinating to witness and be part of. It first established that in virtually every case the clock is entrained by the alternation of night and day. Entrainment makes the biological “internal time” match the cosmic external time of day of the world outside. Organisms use basically the same protocol for entrainment. They simply accelerate a little in answer to light at dawn, while light at dusk slows them down. Unicellulars do it, fruitflies do it, humans do it. Animals of all sorts evolved a specific oscillator in their central nervous system to control the process: a pacemaker that synchronizes physiological oscillations in the body with each other and with day and night outside. These pacemakers are always connected to photoreceptors, which themselves are specialized for the task of entrainment, not vision. At the genetic level, it became evident that transcription-translation loops are often involved in the generation of the oscillations. Specialized circadian proteins in the cytoplasm enter the nucleus and there inhibit the transcription of their own genes, so that eventually their concentration declines, and transcription picks up again. The newest twitch is a circadian oxidation-reduction cycle in the protein *peroxiredoxin*, that persists in the absence of transcription in representatives of all three domains of life, Bacteria, Archaea and Eukaryota¹.

Life evolved on a rotating planet. Evolution always took place under predictable periodic variations in light and darkness, in temperature, in food availability, in risk of predation, in almost every important ecological variable we can think of. The ensuing pressures of Darwinian selection have created a property common to virtually all organisms—though possibly lost in some underground or cave dwelling creatures—that of internal time to match external time. The same molecular mechanisms, similar physiological organization and principles of entrainment by light have evolved. They let life oscillate in synchrony over the entire globe in its eternal spin.

The internal clock as a blueprint to cope with day and night is a property as general as the blueprint of DNA itself. Like with DNA, the insight in the physiology of our own biological clocks, both originally in the realm of curious naturalists, has turned out to be of vast importance for human health and disease.

¹ R.S. Edgar & al., Nature 485:459 (2012)

体内時間：生物の基本的性質

サージ・ダアン博士（第22回受賞者）

DNAが地球上の生命の最も基本的な特徴として発見された1950年代、全ての生物が持つもうひとつ別の特徴が分かり始めてきた。生物学者らの間では、DNAの発見と同様の興奮を巻き起こした。動植物界のすべての生命体が、いわゆる、内因性概日時計（約24時間周期の体内時計）を持っていることが判明したのである。完全な恒常条件の下でも、生物はその生理や行動に日周期性を示すが、厳密な24時間周期ではなく、24時間より若干の長短があることが明らかになっている。このことから、体内時計は地球の自転に対する直接の応答反応ではないことが分かっている。その後の半世紀の間に、この体内時計を解明する新しい学問分野「時間生物学」が生まれた。

この時間生物学の発展に立ち会い、その一端を担うことができたのは、私にとって素晴らしい経験であった。体内時計は、ほとんどの場合、朝夜の変化のリズムに同調することが最初に実証された。この同調により、生物の「体内時間」は、外界の宇宙的な時間の日周期と一致するようになる。生物はみな基本的に同じプロトコルに基づいて日周期との同調を図る。夜明けの光に反応して生命活動を少し加速し、日暮れの光によって少し減速するというものだ。単細胞生物もそうだし、ミバエしかり、人間しかりである。すべての動物は、中枢神経系に固有の振動子を持っていて、このプロセスを制御している。これが、体内の様々な生理学的リズムを互いに同調させるとともに、外界の朝夕のリズムに対しても同調させるペースメーカーの役割を果たしている。このペースメーカーは、必ず光受容体と結びついている。これらの光受容体は、光を視覚的に知覚するためではなく、体内時計の同調目的に特化している。遺伝子レベルでは、こうした振動を作り出すにあたって転写-翻訳ループが関与していることが多いことが明らかになっている。細胞質内の特殊な概日時計タンパク質が細胞核に入り、自分と同じタンパク質を作る遺伝子の転写を抑制する。すると、次第にそのタンパク質の濃度が低下してきて転写が再開されるという仕組みである。最も新しい発見はペルオキシレドキシタンパク質の概日酸化還元周期で、真正細菌、古細菌、真核生物という生物の3つのグループの全てにおいて、転写がなくても持続する周期が観察されている。²

生物は自転する惑星の上で進化してきた。つまり、明暗、温度、食料の入手可能性、捕食リスクなど、考えられるほぼすべての重要な生態学的変数が予測可能な周期的変動を常に繰り返す中で、進化の過程をたどってきたのだ。そこにダーウィン淘汰の圧力が加わることにより、ほぼすべての生物（ただし、地下や洞窟に生息する一部の生物では、概日周期性が失われている可能性もある）に共通の性質、すなわち内部時間を外部時間に同調させるという性質が形作られた。同じ分子メカニズム、類似する生理学的機構、光による同調の原理が様々な生物種においてそれぞれ進化してきたのである。この惑星上に生きるすべての生物が、永遠の回転の中で、同じリズムを刻んでいるのだ。

朝夕の変化に対応する体内時計の青写真は、DNA自体の青写真と同じくらい、全ての生物に共通する性質である。DNAの場合と同様に、我々自身の生物時計に対する生理学的探求は、そもそも好奇心旺盛な博物学者の考察に端を発するものであったが、今では、ヒトの健康や疾病にもきわめて重要な意味を持つものであることが明らかになってきている。

² R.S. Edgar ら, Nature 485:459 (2012)

Challenging scientific paradigms

Dr. George David Tilman, 2008 Recipient



Scientific knowledge often advances as the sum of many small steps, but occasionally there is a leap in which a paradigm is challenged and replaced with a new perspective. In biology, such discoveries require that we “listen to nature” and be especially sensitive to and excited by any results that fall outside the realm of current paradigms, concepts or theoretical predictions. No matter how seemingly solid and accepted an idea might be, no matter how rigorous theory may be, major advances are made when data are allowed to win the debate and set a new research agenda.

In the 1990’s a major paradigm shift began in ecology. For the preceding two decades most ecologists had believed that the number of species in an ecosystem, which is called its “biodiversity,” had little impact on how ecosystems functioned. However, in the 1990’s the accelerating pace at which species were being lost from ecosystems led to the speculation that this loss of biodiversity might be harming the functioning of ecosystems. When this issue arose, we were fortunate to have been doing long-term ecological research in a grassland ecosystem that had suffered a major two-year drought. We analyzed our data on plant diversity and net primary productivity before, during and after that drought, and consistently found that plant communities that were more diverse had primary productivity that was more stable, which is to say, more resistant to drought. Every subsequent analysis also supported the hypothesis that greater diversity led to greater ecosystem stability. This finding, which was published in 1994, contradicted two then-current views that I and most other ecologists had taught in our classes: that species composition was the major driver of ecosystem processes, and that higher diversity was not only of little relevance to stability but also likely made it more difficult for ecosystems to be stable.

The initial evidence that seemed to support an alternative possibility inspired us and many others to establish field experiments explicitly designed to test for all of the ways in which biodiversity might impact population, community and ecosystem processes. Now, more than two decades later, the work of hundreds of ecologists has shown that biodiversity is a key determinant of ecosystem productivity, stability, carbon sequestration and invasibility. It is now clear that the loss of biodiversity does, indeed, threaten the functioning of ecosystems and the provisioning of numerous ecosystem services, thus providing a solid scientific basis for the conservation of the earth’s biodiversity.

科学的パラダイムへのチャレンジ

ジョージ・デイビッド・ティルマン博士（第24回受賞者）

科学知識の進歩は、一步一步小さな歩みを積み重ねることによってもたらされることが多いが、時折、科学のパラダイム自体が問い直され、全く新しい視野が開けるような大きな躍進がおこる。生物学において、こうした大きな発見を行うためには「自然の声に耳を傾ける」ことが必要である。とりわけ、現行のパラダイムや概念、理論予測の範疇に収まらない結果や観察が得られた場合には、頭から否定するのではなく、これに敏感に反応し、むしろ胸を躍らせる姿勢が求められる。ある考え方が、どんなに確実で広く受け入れられているとしても、また、どんなに厳密な理論であったとしても、考え方や理論よりも現実に得られたデータの方を重視して論争を進め、新しい研究課題を見出していくことにより、大きな進歩が実現するのだ。

1990年代、生態学に重要なパラダイムシフトが始まった。それ以前の20年あまり、ほとんどの生態学者は、生態系を構成する生物種の数—これを「生物多様性」と呼ぶ—は、生態系の機能の仕方にほとんど影響をもたらさないと考えていた。しかし、1990年代に入り、生態系から消滅する生物種の数が増え、この生物多様性の喪失が生態系の機能に害を及ぼしているのではないかと、この疑問が提起された。こうした疑問が生じてきたちょうどその頃、我々は、幸運にも、ある草地の生態系における長期的生態研究を進めていた最中であった。その草地では、深刻な干ばつが過去2年間続いたところだったが、干ばつの前・最中・後における植物多様性と正味一次生産性に関するデータを解析したところ、より多様性の高い植物群落の一次生産性は、より安定性が高い、すなわち干ばつに強いという一貫した所見が得られた。その後行った解析のすべてが、多様性が高いと生態系の安定性が高まるという仮説を裏付けていった。1994年に発表したこの研究結果は、当時主流であった生態学の考え方に2つの点で反していた。当時、私を含むほとんどの生態学者は、生態系プロセスの主たる推進要因は種構成であり、多様性の高さや生態系の安定性にはほとんど関係がないばかりか、むしろ、生態系を構成する生物種があまり多いと生態系が安定しづらくなる可能性が高いと学生に教えていたのだ。

こうして新しい可能性を指し示す最初の証拠が得られると、我々を含む多くの研究者がこれに触発されて、生物多様性が生物の個体数や群集、生態系プロセスに与える影響を調べるための野外実験が次々と企画・実施されていった。それからわずか20年後の現在、何百人もの生態学者の研究から、生物多様性が生態系の生産性、安定性、炭素貯留能、侵略されにくさといった機能や特性の主要な決定要因であることが明らかになっている。生物多様性の喪失が、生態系の機能と種々の生態系サービスの供給に脅威を突きつけていることが、今では明白になっており、地球の生物多様性の保存について確かな科学的根拠を提供している。

Reading light signals— a key requirement for the successful plant

Dr. Winslow Russell Briggs, 2009 Recipient



Plants in the natural world are continuously bombarded by signals from their environment. These signals may be biological and unfriendly—an attacking pathogen, a root-parasitic plant, or a grazing caterpillar. They may be biological and friendly—a mycorrhizal fungus, a symbiont bacterium. Or they may be physical—drought stress, high or low temperature, wind, or changing light conditions. Through the course of evolution, plants have developed incredibly sensitive and complex systems to detect these signals and have put in place the mechanisms to use these signals to their advantage. A caterpillar bite elicits a whole complex series of defense responses. Bright sunlight elicits a panoply of reactions in plants that minimize photodamage to their elegant machinery for converting light energy into chemical energy through photosynthesis. Restriction of water supply sends a signal from the roots instructing the stomata—the plant’s miniature gateways to its gaseous environment—to close up to conserve water that is otherwise destined to be lost to the atmosphere.

Amongst the many kinds of signals, those provided by the light environment play a most prominent role. They provide the plant meaningful responses to the following questions: What color is the light? How much light is there? Where is it coming from? How long does it last? To detect these signals, plants use at least fifteen different photoreceptors. Fourteen of these are proteins that bind much smaller molecules that absorb specific wavelengths of light. Consider the model plant species *Arabidopsis thaliana*: At the red end of the spectrum are the five phytochromes—photoreceptors that measure the ratio of red to far-red light. This ratio indicates to a plant whether the chlorophyll in a nearby plant is robbing it of the red light it needs for photosynthesis and if so, programs the shaded plant to elongate more rapidly and if possible escape the shade. At least one of the phytochromes is incredibly sensitive, detecting the first few photons it encounters as it heads up through the soil—and switching on the processes needed to assemble a functional photosynthetic apparatus. At the blue end of the spectrum are three different classes of photoreceptors: the two cryptochromes, also involved in regulating the expression of a myriad of genes many of which encode proteins needed for photosynthesis; the three so-called ZTL photoreceptors, intimately involved in the precise measurement of daylength and the monitoring of time with respect to the plant’s own circadian rhythm; and the two phototropins, steering growth into the direction of the light source, inducing the stomata to open to allow for the gas exchange of photosynthesis, and controlling the position of the organelles of photosynthesis—the chloroplasts—to maximize their absorption of dim light, and minimize it when the light intensity is dangerously high. Finally there is a photoreceptor simply named UVR8 that detects dangerous wavelengths in the ultraviolet. Unlike all of the other photoreceptors it lacks a bound chromophore, using one its own aromatic amino acids, tryptophan, to detect the light signal and initiate the synthesis of UV-absorbing molecules that function as protective sunscreens.

Since the first identification of a plant photoreceptor in 1959, progress in characterizing these many light sensors and elucidating the complex pathways that they modulate in response to light signals has exploded into a major subfield of plant biology. These pathways interact with each other—as well as with the pathways elicited by the several plant hormone—to allow the plant to make the many developmental and physiological decisions required for survival, optimal growth, and reproductive success. Progress toward fuller understanding this complex network of crosstalk has been enormously facilitated by the incredible advances of physiological, biochemical, and molecular techniques of the 21st century. The understanding, gained from these studies on a model species, must now be translated into agricultural advances that can be used to feed the planet’s exploding population.

光信号を読み解く－植物の成功の鍵

ウインスロー・ラッセル・ブリッグス博士（第25回受賞者）

自然界に生きる植物は、絶え間なく環境が発する信号にさらされている。病原菌による攻撃、根に寄生する他の植物、葉の上で腹を満たしている毛虫といった生物的敵対信号、菌根菌や共生細菌等の生物的友好信号、あるいは、干ばつストレス、高温・低温、風、光条件の変化等の物理的信号などである。植物は、進化の過程でこれらの信号を感知する驚くほど鋭敏で複雑なシステムを発達させ、それらの信号を有利に活用するための機構を整えてきた。例えば、毛虫に一口齧られれば、一連の複雑な防御反応を発動させる。強い光が当たると、植物が備えている様々な反応を総動員して、光合成によって光エネルギーを化学エネルギーに変換する繊細な装置への光損傷を最小限に抑える。水分供給量が減少すると、根から気孔に信号が伝達され、気孔（外界との気体交換を行う小さな門）を閉じて、大気中への水分蒸散を防ぐ。

植物が環境から受け取る様々な信号のうち、光環境からの信号が最も重要な役割を果たす。「光の色」「光量」「光の方向」「光の持続時間」など、有意義な反応を引き起こすために、植物が知りたい様々な情報を環境は提供してくれるのだ。これらの信号を感知するために、植物は、少なくとも15種類の光受容体を用いている。そのなかの14種類の光受容体は特定波長を吸収する小分子と結合するタンパク質である。モデル植物種「シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*)」の場合を考察してみよう。スペクトルの赤色端に対応する光受容体として5つのフィトクロムがある。これらのフィトクロムは、赤色光の遠赤色光に対する比率を測定するのだが、この比率を測ることによって、近隣の植物のクロロフィルが、光合成に必要な赤色光を奪っているかどうかを植物は知ることができるのだ。隣人に赤色光を奪われていることが分かれば、伸長速度を加速し、できるだけ日陰から抜け出せるようにプログラミングを行う。少なくともひとつのフィトクロムは驚くほど敏感で、発芽して先端を地上に出すと同時に会う僅かな数のフォトンを感じ、機能的な光合成装置の組み立てに必要なプロセスを起動させる。スペクトルの青色端域に対応する光受容体は3つの異なるクラスに分かれる。まず、2つのクリプトクロムがある。これらは無数の遺伝子（その多くが光合成に必要なタンパク質をコードしている）の発現にも関与している。次に、3つのいわゆるZTL光受容体がある。これらは正確な日長測定と、植物自身の概日リズムに対する時間の観測に密接に関わる。3つめが、2つのフォトトロピンで、これらは光源の方向へと成長を促したり、光合成に必要なガス交換のために気孔を開いたり、葉緑体（光合成を司る細胞内小器官）の位置を調整して薄暗い光を最大限に吸収できるようにしたり、光度が危険なほど強い場合は光吸収を抑えたりする。最後になるが、紫外線の危険波長を感知する光受容体もある。これは、単純にUVR8と名付けられている。UVR8は、他のすべての光受容体とは異なり、受容体に結合する発色団を持たず、自身の芳香族アミノ酸のひとつであるトリプトファンを用いて光信号を感知し、防御的サンスクリーンとして機能するUV吸収分子の合成を開始する。

植物の光受容体が初めて特定された1959年以降、これら数多くの光センサーの特性分析と、光信号への応答を調節する複雑な反応経路の解明が爆発的に進展し、植物科学における新たなサブ分野が確立した。これらの経路が相互に作用し、また、いくつかの植物ホルモンが引き起こす経路とも作用しあうことで、植物は、生存、成長の最適化、繁殖の成功に関わる多くの発生上・生理上の決定を行うことができるのだ。21世紀の生理学、生化学、分子技術の大いなる進歩により、この複雑なクロストーク・ネットワークの完全な理解が進んでいる。モデル種を対象としたこれらの研究から得られた知見を今後は農業の発展に生かし、爆発的増加を続ける人口を養うために活用しなければならない。

Finding novelty in nature

Dr. Nancy Ann Moran, 2010 Recipient



The astonishing increase in our understanding of organisms at the molecular level, and in our understanding of the evolution of life on Earth, might make it seem that nothing important is left to discover in biology. In fact, I sometimes hear young biologists-in-training bemoan the fact that the big breakthroughs are in the past; they are relegated to tinkering with the details. More and more, biology seems to be a matter of churning through huge datasets produced by large consortia, and employing increasingly complicated and opaque methods of analysis, in which the assumptions and artifacts are difficult to identify.

Of course, significant new findings will come from such endeavors. Cells are complicated, multicellular organisms are even more complicated, so complicated methods must be used to study them. But new and fundamental discoveries also will come from relatively simple studies of biodiversity: the open-minded observation of organisms in the wild. And, with the advantages of modern technologies, we are in a position to become naturalists at a whole new level, able for the first time to observe interactions and phenomena that were invisible to Darwin or other naturalists of the 19th century and most of the 20th century. In particular, we can now include the microbial world, which constitutes most of biological diversity. We can scrutinize the behavior of microorganisms, just as ornithologists have long observed birds, and we can map distributions of bacteria and their genes, just as ecologists have mapped geographic and habitat ranges of plant species.

The most startling discoveries are those forced upon us by nature itself, observed with curiosity and faith in one's own perception. Examples include the detection of transposable genetic elements in plants and animals. These seemed at first to be freakish singularities, but later were appreciated as universal and as constituting the bulk of many genomes, including our own. Another unanticipated discovery was the finding that genes are passed not only vertically between generations but also are transferred among completely unrelated species, from all branches of the tree of life. What was initially an oddity involving bacterial antibiotic resistance turned out to be a universal process driving bacterial evolution and extending to plants and animals. A further illustration of the power of letting nature teach us involves symbiosis, the intimate associations of distantly related species. Symbiosis was evident from microscopy in the early 20th century but was largely ignored by mainstream biology. It was not a focus of large well-funded laboratories until recently, with the recognition that our own health is profoundly affected by symbiotic microorganisms. So, what led to this new appreciation of symbiosis as a central biological process, influencing evolution from the origin of life to the present? This came from simple, direct observations, using new tools enabling exploration of microbial communities.

To discover something truly new, a researcher must be open-minded, not simply trying to measure what many others are also trying to measure. Yes, we do know a lot, and have impressed ourselves with our progress. But real surprises await us. Fundamental aspects of the natural world are still largely unknown, and we are far from finished with surprising revelations.

自然のなかの新規性を発見

ナンシー・アン・モラーン博士（第26回受賞者）

生物について分子レベルでの理解が驚異的に進み、地球上の生物の進化に対する理解が躍進する中、重要な生物学的発見はもう残っていないようにみえる。事実、研修中の若い生物学者が、画期的な大発見は過去のものになり、枝葉末節的な詳細の解明しか残されていないと嘆く声を耳にすることがある。生物学は、複数の研究機関が携わる大コンソーシアムが生み出す膨大なデータセットを、ますます複雑化・不透明化する解析手法を用いて、ただいじくり回すだけの学問に堕しているかのようにさえ思われる。そうした中では、仮説も、作為による結果も、区別がつきづらく、研究の輪郭を明確にしづらい。

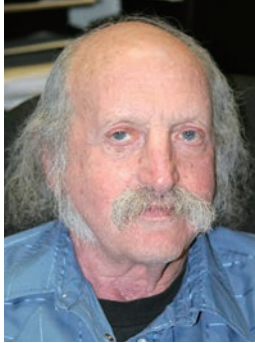
もちろん、このような複雑な手法を用いたデータ解析からも数々の重要な知見が得られるだろう。細胞は複雑であり、多細胞生物はさらに複雑であるため、研究には複雑な方法が必要である。しかし、例えば、先入観を持たずに野生生物を観察するなど、生物多様性についての比較的シンプルな研究手法によっても、新しい重要な発見が生まれてくる。しかも、我々には、現代の（諸）技術という力強い味方がいる。これらを活用することで、全く新しい次元のナチュラルリストになることができるのだ。19世紀から20世紀にかけて活躍したダーウィンをはじめとする偉大な自然観察者らが見ることのできなかった相互作用や現象を可視化することが可能になってきており、我々はこうした現象を観察する最初の人間になることができるのだ。とりわけ大きな違いは、生物多様性の大部分を構成する微生物の世界を詳細な研究対象とすることができるようになったことだ。鳥類学者が長年にわたり鳥を観察してきたように、我々も、微生物の行動を詳しく観察することが可能であり、また、生態学者が植物種の地理的分布や生息域のマッピングを行ってきたのと同じように、我々は細菌とその遺伝子の分布をマッピングすることができる。

最も驚異的な発見は、自然自身が我々の前に繰り広げて見せたもの、つまり、我々が好奇心と信念を持って自分の視点で観察した結果、得られた発見である。動植物の転移性遺伝因子の発見もその一例である。当初は奇妙な特異的現象であると思われたものが、後に、人間を含む多くのゲノムの大部分に共通する普遍的なしくみであることが判明した。もうひとつの予期せぬ発見は、遺伝子は世代間の垂直伝播だけでなく、全く無関係な種の間でも遺伝子の受け渡しが行われており、生物系統樹のどの分枝からでも水平伝播が行われうるという発見であった。細菌の抗生物質耐性に関わる奇妙な現象も、後に、細菌の進化を促し、動植物にも適用される普遍的プロセスであることが明らかになった。自然が我々に教えてくれたことがらは、他にもある。縁遠い生物種どうしの密接な関連として知られる共生は、20世紀初めの顕微鏡観察によって既に明らかにされていたが、生物学の主流からほとんど無視されてきた。この現象に豊富な資金をもつ大規模研究所が関心を持つようになったのは、ごく最近、ヒトの健康が共生微生物から多大な影響を受けていることが認識されるようになってからのことである。では、いったいなぜ、共生が、生命の起源から現在に至る生物の進化に影響を与えてきた重要な生物学的過程として、にわかに認められるようになったのだろうか。こうした認識は、微生物群を詳しく調べられる新しいツールを用いたシンプルかつ直接的な観察から生まれた。

真に新しい発見のためには、研究者は先入観にとらわれてはいけない。誰もが測定しようとしている指標を、皆と同じように測定するだけでは新しい発見は得られないのである。確かに、我々はこれまでに多くのことを知るに至った。その進歩ぶりは、自ら感心するほどである。しかし、本当の驚きがまだまだ我々を待ち受けている。自然界の根本的側面の多くはいまだ解明されておらず、未知の驚異が我々の前に山積しているのだ。

Development emerges from phenomenology

Dr. Eric Harris Davidson, 2011 Recipient



Until very recently the diverse and colorful descriptions of developmental biology lacked any but vague and non-mechanistic causal concepts, such as that genes control development, or signals control development, or differentiation controls cell fate. Almost the entire body of knowledge constituting developmental biology consisted of phenomenology, sometimes beautiful, often amazing, always complex, but rarely ever really understood. The only exceptions required that a developmental phenomenon be broken into very small pieces that could be causally taken down, for example the functions in development of single genes, or the differentiation of single cell types. One could say with fair accuracy that developmental biology was a sea of phenomenology with a few illustrative islands of causality floating here and there within it.

Since the recent turn of the century an enormous intellectual change has altered the scientific structure of developmental biology. A potent assembly of concepts has now arisen, based firmly on the system wide, primary causality of regulatory genomic information in developmental processes. We can now perceive in causal terms why a given episode of development actually takes place as it does, and at a real life scale, so as to encompass large aspects of developmental process in the same explanation. The short hand term for the underlying apparatus that controls developmental events at all levels is the developmental “gene regulatory network” (GRN), be such levels the formation of an embryo, of an adult body part, or of a specified differentiating cell type. The realizations combined in the concept of the developmental GRN include the salient precepts that development of an animal, or of any of its parts, requires information processing at every step; that the necessary and sufficient information is directly encoded in the hereditary A’s, C’s, G’s, and T’s of the regulatory DNA genome; and that developmental information processing occurs at two levels, in the combinatorial function of the cis-regulatory sequences of individual genes, and in sub-circuits consisting of sets of particularly wired regulatory genes that function as the modules of GRNs. The role of the GRN in development is to generate spatial regulatory states. The term “regulatory state” denotes the sum total of transcription factors present in each domain of the developing organism at each point in time, and regulatory state thus determines the genes expressed in each cell. This means in turn that the explanatory secrets of any phase of development lie in the specific cis-regulatory interactions of the regulatory genes that encode these transcription factors, since everything whatsoever that cells do depends on the transcription factors they express.

Furthermore, new properties unique to development emerge from the structure and function of developmental GRNs, as can be seen once these GRNs are solved experimentally. Given a GRN, the roles of signals passing among spatial domains become explicitly understood as inputs into the GRN at specific nodes. GRN hierarchy, representing the causation of the successive phases of a developmental process, has unexpected effects in itself. GRN hierarchy differentiates the behavior of the circuitry at upper levels, where there is always a high degree of feedback interaction, from its behavior at the GRN periphery, where differentiation terminates the developmental process. Thus we can also understand the deployment of differentiation gene batteries as outputs of certain nodes of the GRN. In sum, the GRN allows us to make the fundamental conceptual transformations from genomic sequence, to GRN architecture, to installation of regulatory state, to developmental process, since whatever happens in any spatial domain of the animal depends directly on what genes are being instructed to run or to be silent in that domain (including expression of signaling genes).

There is something else too, which cuts close to the bone of developmental progression, which per se is a mysterious property of development remarked upon by the earliest observers. A computational model was built in the author’s laboratory (by Isabelle Peter et al.), which captures the logic transactions executed in the most extensively analyzed developmental GRN available. In running the model in silico, the outputs of each regulatory gene (at each node of the model) were fed to every other regulatory gene at each step of the computation, and each gene responds according to the logic statements and the identities of required inputs with which that gene was supplied in the model (representing the behavior of the cis-regulatory sequences of these same genes in the genome). Then, at the next step, the outputs of every gene were fed in turn to all the genes as possible inputs. The computation operates as an automaton: that is, no external information is required for its progression to the end of the period it represents, and in silico the automaton reproduces computationally with amazing fidelity the regulatory states that the embryo progressively generates in space and time. This exercise reveals the following relation: the existence of an automaton requires that it must include elements the outputs of which are the inputs of other elements. That is why in life the fundamental explanatory interrelations are those of the regulatory genes of which GRNs are composed, as no other class of genes has this property. Therefore, all other kinds of interactions that affect gene expression must lie downstream of these. At last we have a pathway to solving the apparent mysteries of why development occurs that lies clear before us, and which will pertain to any kind of developmental process.

現象論から脱却した発生の説明

エリック・ハリス・デヴィッドソン博士（第27回受賞者）

発生生物学については多様かつ多彩な解説があるが、つい最近まで、明確な因果概念を欠いていた。遺伝子が発生を制御している、信号が発生を制御している、分化が細胞の運命を制御している、といった曖昧で非機構的な説明しかされてこなかったのである。発生生物学を構成する知見のほぼすべては現象論で成り立っていた。それらの現象は、時に美しく、驚きに満ち、常に複雑であり、本当の意味で理解されることはほとんどなかった。たとえ因果関係を理解できたとしても、発生現象の中の非常に小さな一部分を取り出して、その部分の因果関係を記述することしかできなかった。例えば、単一の遺伝子が発生において果たす機能や、単一の細胞種の分化について説明するというにとどまっていた。発生生物学とは、いわば現象論の海の中に、いくつかの小さな因果関係の島が浮かんでいるような学問だったと言える、かなり正鵠を得ているかと思う。

しかし、21世紀が始まって以後の膨大な知的変化によって、発生生物学の科学構造に変化をもたらされた。システム全体に関わる因果関係、発生プロセスにおいてゲノムの制御情報が持つ一次的な因果関係に基づいて、説得力のある概念群が生まれてきている。今や、発生において観察されるあるエピソードが、なぜそのような形で起きるのかを、現実の生物の等身大スケールで、因果関係的に把握することが可能になったのである。胚、成体の一部、特定の分化細胞種の形成といったあらゆるレベルの発生事象を制御する基本的装置の略称が「遺伝子調節ネットワーク(GRN)」と命名された。発生GRNの概念を支える基本的な認識として、以下にあげる3つの明白な原則がある。動物個体あるいは個体の全ての部分の発生には、すべての段階で情報処理が必要であること、必要十分な情報は、調節DNAゲノムにおいて受け継がれるA、C、GおよびTで直接コード化されること、そして、発生情報の処理は、個々の遺伝子のシス調節配列のコンビナトリアル機能と特別に結びついた調節遺伝子で構成するサブ回路(GRNのモジュールとして機能)の2つのレベルで行われることである。GRNが発生に果たす役割は、空間的な調節状態を作り出すことである。「調節状態(regulatory state)」とは、発生中の生物の各時点における各領域に存在する転写因子の総体を意味する。したがって、調節状態は、各細胞で発現する遺伝子を決定するものである。このことは逆に、細胞の働きは、すべて、発現する転写因子に依存しているため、すべての発生段階を説明する秘密は、転写因子をコードしている調節遺伝子のシス調節相互作用にあることを意味する。

さらに、発生に特有の新たな特性が、発生GRNの構造と機能から明らかになってきている。これは、GRNの実験的解析によって明らかにされつつある。GRNを描いてみると、様々な空間的領域を行き来する信号が、それぞれ特定の遺伝子発現調整単位でGRNへのインプットとしての役割を果たしていることが明確に理解できる。GRNのヒエラルキーは発生プロセスにおいて連続して起こる諸段階の因果関係を表わしているが、ヒエラルキーそれ自体が意外な効果を有している。GRNのヒエラルキーにおいて、上位と下位とでは挙動が異なっており、上位の回路では常にフィードバックの相互作用が活発に行われており、一方GRNの周縁では、分化によって発生プロセスが終了する。したがって、分化遺伝子バッテリー(分化に関わる遺伝子の集団)の配置を、GRNの特定の遺伝子発現調整単位のアウトプットとして理解することもできる。要約すると、GRNの概念を用いることで、ゲノム配列に基づく考え方から、GRNのアーキテクチャ、調節状態、発生プロセスといった概念へと根本的に考え方を転換することができるのだ。なぜなら、動物の体の各空間領域で起こることはすべて、遺伝子が受け取る指示によるからだ。すなわち、その場所では、どの遺伝子を発現させ、どの遺伝子は沈黙すべきかという指示である(シグナル伝達遺伝子の発現を含む)。

他にも、最も初期の観察者の目には発生の神秘的特性として映っていた発生進行の本質に迫る成果がある。私の研究室で作成した計算モデル(Isabelle Peter等が作成)は、最も広く解析されている発生GRNで行われている論理トランザクションを捉えている。コンピュータでこの計算モデルを実行してみると、各調節遺伝子(モデルの各遺伝子発現調整単位)のアウトプットが、計算ステップごとに、他のすべての調節遺伝子に何らかのインプットとして届いていることが分かる。そして、各遺伝子は、モデルにおいて受け取ったインプットの論理ステートメントとアイデンティティに従って反応する(つまり、ゲノム内の同じ遺伝子のシス調節配列の挙動を表している)。次のステップでは、各遺伝子のアウトプットが、考えられるインプットとしてすべての遺伝子に供給される。この計算は自動的に実行される。すなわち、モデルが表わす時期(発生の段階)が終了するまで、外部から情報を与えられなくても自動的に進行することを意味する。こうしてコンピュータの中では、実際の胚が時間的・空間的に辿るのと同じ調節状態が、驚くほど忠実に自動的に再現されてゆく。この作業により「自動的な進行装置を可能にするためには、ある要素のアウトプットが他の要素のインプットであるような要素を含むことが必要」という関係性が明らかになる。これが、生物の発生を説明する基本的な相互関係はGRNを構成する調節遺伝子の相互関係であるということが出来る理由である。他のクラスの遺伝子には、このような性質がないからだ。したがって、遺伝子発現に影響を与える他のすべての相互作用は、この下流に存在すると言うことができる。こうしてついに我々は、目の前で起こっている発生という現象の神秘を解き明かす道、あらゆる発生プロセスを説明できるカギを手に入れたのである。

Doctrines and dogmas in science

Dr. Joseph Altman, 2012 Recipient



One of the founders of modern neurobiology was Santiago Ramón y Cajal. Using the findings of many other scientists and his own extensive research, Cajal established over a century ago that the unit of the nervous system is the neuron, a specialized cell of multicellular animals with two fibrous processes, dendrites and an axon. Cajal recognized that the dendrites with different configuration served as the receiving end, or input pole of the neuron, and the axon its discharge end, or output pole. The dendrites and axon of neurons form during embryonic development and the migrating neurons and their processes find their way to their target to establish contact with other neurons. The contacts made are by way of synapses, which were later shown to be specialized membranous sites that produce or respond to chemical agents known as neurotransmitters. A multitude of neurons thus form chains of various lengths and complexities, and make possible signal transmission from sense organs to muscles to produce behavioral reactions to stimuli. Most neurons, as Cajal and others have found, are produced during embryonic development. What happens if some neurons die as a result of injury or disease in the mature animal? Cajal carried out many experiments and found no evidence that as a response to trauma surviving neurons could be induced to undergo mitotic division. He concluded that neurogenesis, the production of neurons is a developmental phenomenon, and that the mammalian nervous system, unlike some other systems of the body, lacks regenerative capacity by way of neurogenesis.

Cajal's concept of the cellular organization of the nervous system came to be known as the "neuron doctrine," and his denial of adult neurogenesis as the "no new-neuron dogma." However, being an open and endless enterprise, doctrine and dogma have no place in science. Science entertains hypotheses, theories and formulates natural laws, which are considered valid only, and to the extent, that they are confirmed by observations and experiments. Neurons are the "units" of the nervous system only from a developmental perspective. From a functional perspective, synapses may be considered the units at a lower level of resolution, and assemblies of neurons at a higher level of resolution. The study of a single neuron cannot explain how the complex central nervous system works. Similarly, Cajal was right in concluding that differentiated neurons do not divide but wrong in concluding that no neurons form after birth. As we now know, there is postnatal and adult neurogenesis but this occurs by way of precursor cells with proliferative potentials.

Does the mature mammalian nervous system (or parts of it) have the natural potential to regenerate by way of precursor cell proliferation? Even if it does not, the fact that it contains precursor cells with proliferative potential offers the hope that procedures might be developed to induce these cells to multiply and become incorporated into the injured brain region. Considering the advances that biologists have made in the past and are currently making, both that effort and support for that effort is warranted.

科学におけるドクトリンとドグマ

ジョセフ・アルトマン博士（第28回受賞者）

サンティアゴ・ラモン・イ・カハールは、近代神経生物学を築いた祖のひとりであった。彼は、1世紀以上前に、多くの科学者や自分自身の幅広い研究結果から、神経系はニューロン、即ち多細胞動物に存在する特殊化した細胞で樹状突起と軸索という2つの繊維性突起を持つ単位として構成されているという考え方を確立した。カハールは、種々の形状の樹状突起は、ニューロンの情報の受信端または入力極、軸索はその送信端または出力極として機能することも認識していた。ニューロンの樹状突起と軸索は胚発生期に形成されるが、その後ニューロンは移動して、他のニューロンと出会い、それぞれの突起を接合させて、神経系を形成してゆく。ニューロン間の接合部にはシナプスが形成されるが、後に、このシナプスは、特殊な膜状部位であり、神経伝達物質という化学物質を産生したり、これに反応したりすることが明らかにされた。こうして、無数のニューロンが、長さや複雑さが様々な鎖を形成し、感覚器官から筋肉に信号を伝達、刺激に対する行動反応を起こすことを可能にしているのである。カハール等の研究者は、ほとんどのニューロンは胚発生期に産生することを見いだした。では、傷病によって成体動物のニューロンの一部が死んでしまった場合にはどうなるのだろうか。カハールは、数々の実験を行ってみたが、外傷をきっかけとして、生き残ったニューロンが有糸分裂を開始するという可能性を示す証拠は一切得られなかった。その結果カハールは、ニューロン新生は発生に伴う現象であり、発生の過程でしか新たなニューロンが生まれることはなく、哺乳類の神経系は、一部の体組織と異なり、ニューロン新生による再生能力を持たないと結論づけた。

神経系の細胞構成に関するカハールの考え方は、「ニューロン・ドクトリン」として知られ、成体においてニューロンが新生して神経組織を再生することはないとする説もまた「ニューロン新生否定ドグマ」として定着した。しかしながら、科学とは本来、先入観を排した自由で無限な取り組みであり、科学の世界にドクトリンやドグマの入り込む余地はない。科学は、仮説や理論を歓迎するものであり、それらを検証して自然法則として確立する。ただし、観察と実験によって確認された場合にのみ、また確認された範囲でのみ法則として認められるのである。ニューロンは、発生的観点でのみ神経系の「単位」である。機能的観点に立てば、高解像度で見た場合には、シナプスを基本単位として捉えることもできるし、より粗い解像度で見た場合には、ニューロンの集合を単位としてみることもできる。単一のニューロンを研究しただけでは、複雑な中枢神経系がどう機能するかは説明できない。それと同様の意味で、カハールが「既に分化してしまったニューロンが分裂して増殖することはない」と結論したことは正しかったのだが、出生後に新たなニューロンが形成されることはないと考えたのは間違っていた。現在では、出生後も、また成体においても、ニューロン新生は起こることが知られている。これらの新生ニューロンは、増殖能を持つ前駆細胞から生まれてくるのだ。

では、成体哺乳類の神経系（またはその一部）は、前駆細胞の増殖により自然に再生する能力を備えているのだろうか。たとえそうでないとしても、増殖能を持つ前駆細胞が神経系に存在するという事実から、これらの細胞を増殖させ、脳の損傷領域に取り込まれるように誘導する方法を開発できるという希望が見えてくる。生物学者によるこれまでの研究の進展、現在の進歩を考えるならば、彼らの努力とその努力への支援には十分意味があると思われる。

An interesting problem turned out to be an important one

Dr. Joseph Felsenstein, 2013 Recipient



It was a great honor to receive the 2013 International Prize for Biology.

The work that I did on statistical methods for inferring phylogenies started almost by accident, and for many years I did not understand how important phylogenies were going to be. My original training was as a theoretical population geneticist. In the midst of my graduate work, some faculty members at my university asked me to write a computer program to cluster patterns of protein banding in *Drosophila* species. I became fascinated by the methods. In the end, that was the topic of my Ph.D. thesis, thanks to the tolerance of my advisor, Richard Lewontin.

In the late 1960s, we had population genetics theory that was very powerful (thanks in part to Japanese researchers who were the best in the world in that era). But we could not think clearly about differences between species. Molecular data, at first electrophoretic analysis of proteins, gave us a new wealth of data on variation within species. At the same time the field of molecular evolution was using protein sequences, and ultimately DNA sequences, to investigate phylogenies. These two lines of work developed largely separately, and the people in either field often did not understand how to think clearly about the other.

During the 1970s I published several papers on statistical approaches to inferring phylogenies, but most of my work was population genetics theory. In the late 1970s it started to become clear that there was increased interest in phylogeny methods, and I realized that this fit in well with my interest in evolution beyond the species level, so I switched most of my effort into working phylogeny methods. My funding to work on population genetics inadvertently supported these projects. When I first put out my phylogeny computer program package PHYLIP, I was very excited when it reached 100 users -- I had no understanding that it would ultimately reach over 30,000 registered users.

What no one could see clearly in the 1960s was that, to work on differences between species, the most important step would be to reconstruct their phylogeny. This is now obvious to biologists working on comparative methods, who understand that statistical interpretation of multiple-species data will be hopeless without a clear understanding of the patterns of similarity expected as the result of the phylogenetic relationships. My work on likelihood methods, bootstrap methods, and biases of parsimony methods was part of the process of making statistical inference available to molecular evolutionists and systematists.

Inference of phylogenies, and using them in comparative biology, has become a very common activity. The algorithms used can also be applied in work on coalescents, genealogical trees of copies of genes within species. Molecular data is connecting between-species and within-species work in evolutionary biology. There is now a reunion of these long-estranged lines of work.

I like to think that the Japan Society for the Promotion of Science, in awarding this Prize, is recognizing the importance of work on phylogenies in integrating evolutionary biology.

ふと興味をひかれた問題が、実は重要な問題だった

ジョセフ・フェルゼンシュタイン博士（第29回受賞者）

2013年国際生物学賞をいただき、非常に光栄に思う。

統計的手法を用いた系統樹の推定は全くの偶然から始まり、進化系統学がどれほど重要になるかということをお自身も長い間理解していなかった。当初、私は理論集団遺伝学を専攻していたが、大学院在籍中に、教職員からショウジョウバエのタンパク質の電気泳動パターンをクラスタ化するコンピュータプログラムを書くよう依頼された。そこで使用されている方法論に夢中になり、ついには博士論文のテーマにしてしまった。論文がなんとか完成したのは、指導教官であったリチャード・レウオンティン (Richard Lewontin) 先生の忍耐強い指導の賜物である。

1960年代後半、非常に強力な集団遺伝学理論が既に確立していた（当時世界最高レベルにあった日本人研究者の方々のおかげである）。しかし、異なる生物種間の違いについて明確に考察する方法はなかった。タンパク質電気泳動解析によって分子データが得られるようになり、同一種内の変異については大量の新たなデータが得られるようになっていた。同じ頃、分子進化の分野では、タンパク質のアミノ酸配列、最終的には DNA 配列を用いて進化系統学の研究が進められていた。これら2つの分野の研究はそれぞれ別々に発達してきたため、双方の分野の研究者は、互いの研究についてはっきり理解していないことが多かった。

1970年代に入り、私は統計的手法を用いた系統樹推定についていくつかの論文を発表した。しかし、私の研究の大半は集団遺伝学理論に関するものであった。1970年代後半になると、系統発生学への関心の高まりが明らかになってきた。系統発生学は、種レベルを超えた進化に対して関心のあった私の興味に合致していることに気が付き、私は研究の方向性を転換して、系統樹作成の方法論の研究に力を注いだ。集団遺伝学の研究のために得た資金が、期せずして、系統発生学への取り組みを支えてくれた。私が初めて系統樹作成用のコンピュータ・プログラム・パッケージ PHYLIP を発表した当時、ユーザー数が100人に達したと言って大喜びしたのだが、まさか、最終的に30,000人のユーザーが登録することになるとは全く予測していなかった。

種間差について研究するためには、最も重要なステップとして系統樹を再構築しなければならないということを、1960年代当時は、まだ誰も明確には理解していなかった。今となつては、比較研究法に携わるすべての生物学者にとってあたりまえのことである。系統発生的関係から予測される類似パターンに対する明確な理解なくして、複数の生物種に関するデータを統計的に解釈することは全く不可能であるからだ。最尤法、ブートストラップ法、最大節約法におけるバイアスに関する私の研究は、分子進化学や系統分類学の研究に統計的推測方法を取り入れることができるようにするプロセスの一環として行ったものである。

系統樹の推定および比較生物学への系統樹の適用は、今では一般的な方法になっている。使用するアルゴリズムを、種内で遺伝子がコピーされていく先祖の検索、すなわち系統図の作製に利用することもできる。分子データは、進化生物学における種間関係の研究と同一種内の研究とを結ぶものである。長い間疎遠であった両者の研究が再会を果たしたというところだろうか。

本賞は、系統学研究が進化生物学の統合に果たした役割を日本学術振興会に認めていただいたものだと考えると、私としても嬉しい限りである。

APPENDICES

資 料 編

Profiles of the Prize Recipients

*Please note that the curriculum vitae shown here is the reprinted version of the year in which the recipient was awarded.

Dr. Thomas Cavalier-Smith

(2004 Recipient)

Date of Birth: October 21, 1942

Nationality: British and Canadian

Position: Professor of Zoology, University of Oxford

Education and Career:

1964	BA (Natural Sciences), Cambridge University, UK
1967	PhD (Biophysics), University of London King's College, UK
1967-1969	Guest Investigator (Damon Runyon Cancer Research Fellow), Department of Cell Biology (Head: George Palade, Nobel laureate), Rockefeller University, New York, USA
1969-1982	Lecturer in Biophysics, University of London King's College, UK
1982-1989	Reader in Biophysics, University of London King's College, UK
1989-1999	Professor of Botany, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada
1999-	Professor of Zoology, University of Oxford, UK

Awards and Distinctions:

1980	Fellow of the Linnean Society (FLS)
1983	Fellow of the Institute of Biology (FIBiol)
1987	Fellow of the Royal Society of Arts (FRSA)
1988	Fellow of the Canadian Institute for Advanced Research (FCIAR)
1997	Fellow of the Royal Society of Canada (FRSC)
1998	Fellow of the Royal Society of London (FRS)

Representative Works:

1. Cavalier-Smith, T. (1975). The origin of nuclei and of eukaryote cells. *Nature, Lond.* 256, 463-468.
2. Cavalier-Smith, T. (1981). The origin and early evolution of the eukaryotic cell. In *Molecular and Cellular Aspects of Microbial Evolution*. Society for General Microbiology Symposium 32. ed. M. J. Carlile, J. F. Collins & B. E. B. Moseley. pp. 33-84. Cambridge University Press.
3. Cavalier-Smith, T. (1981). Eukaryote kingdoms: seven or nine? *BioSystems* 14, 461-481.
4. Cavalier-Smith, T. (1982). The origins of plastids. *Biol. J. Linn. Soc.* 17, 289-306.
5. Cavalier-Smith, T. (1983). A 6-kingdom classification and a unified phylogeny. In *Endocytobiology II*. ed. W. Schwemmler & H. E. A. Schenk. pp. 1027-1034. Berlin, de Gruyter.
6. Cavalier-Smith, T. (1985). Selfish DNA and the origin of introns. *Nature* 315, 283-284.
7. Cavalier-Smith, T. (1986). The kingdom Chromista: origin and systematics. In *Progress in Phycological Research*. F. E. Round & D. J. Chapman, eds. vol. 4, pp. 309-347. Biopress Ltd., Bristol.
8. Cavalier-Smith, T. (1986). The kingdoms of organisms. *Nature* 324, 416-417.
9. Cavalier-Smith, T. (1989). The kingdom Chromista. In *The Chromophyte Algae: Problems and Perspectives*. J. C. Green, B. S. C. Leadbeater & W. C. Diver, eds., pp. 381-407. Oxford University Press.
10. Cavalier-Smith, T. (1993). The origin, losses and gains of chloroplasts. In *Origin of Plastids: Symbiogenesis, Prochlorophytes and the Origins of Chloroplasts*. R. A. Lewin (ed.). pp. 291-348. Chapman & Hall, New York.
11. Cavalier-Smith, T. (1998). A revised six-kingdom system of life. *Biol. Rev.* 73, 203-266.

12. Cavalier-Smith, T. (2002). The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic classification of Protozoa. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52, 297-354.
13. Stechmann, A. & Cavalier-Smith, T. (2002). Rooting the eukaryote tree by using a derived gene fusion. *Science*. 297, 89-91.
14. Cavalier-Smith, T. & Chao, E. E. (2003). Phylogeny and classification of phylum Cercozoa (Protozoa). *Protist* 154, 341-358.

Research Achievements:

The study of the high-order phylogeny of living things has made very rapid progress in the last three decades, largely due to the growing knowledge of cell structure through electron microscopy, and to advances in molecular phylogenetic analysis. This has led to a review of the higher taxa, such as classes and phyla, in each major group. There were only a limited number of researchers able to carry out the task of organizing this influx of knowledge along systematic lines and describing new higher taxa according to the rules of nomenclature for each group. One of them was Dr. Thomas Cavalier-Smith, who has organized and systematized the classification of the living world, taking a bold yet detailed approach on the basis of his special expertise in cell biology, electron microscopy, and molecular biology, backed by his knowledge of the latest developments in every field of biological science, including physiology and biochemistry. In barely twenty years, he described over eighty classes and almost twenty phyla. Focusing on the evolution of cells by endosymbiosis, he has helped create a more natural classification system, primarily by proposing the “six kingdom theory,” which added the kingdom Chromista to the five kingdoms (the Monera, Protista, Plantae, Fungi, and Animalia) that had been generally accepted for some time.

1. Research on the Origin and Evolution of Cells

In the evolutionary debate on the origin of the cell, the basic unit of vital processes in living organisms, Dr. Cavalier-Smith argued for a hypothetical “obcell” as the precursor of the earliest cells. In investigating the origin of eukaryotes, he has studied the origins of the nuclear membrane, the intracellular membrane system, the cytoskeleton, flagella, mitosis, exocytosis, histone proteins, nucleosomes, introns, splicing, and other important eukaryote structures and functions, and has demonstrated that most do not have endosymbiotic origins. He has further shown that the endosymbiotic acquisition of chloroplasts occurred as a single event in the case of primary endosymbiosis, and as a single event in each of two lineages, the Chlorophyta and Rhodophyta, in the case of secondary endosymbiosis.

2. Research on the Higher Taxa of Living Things

In the 1970s and 1980s, the generally accepted view of the megasystematics of living things was the “five kingdom theory” proposed by Whittaker, Margulis, and others, which explained the evolution of life on the basis of a classification into the kingdom Monera, consisting of prokaryotes, the kingdoms Plantae, Animalia, and Fungi, consisting of multicellular eukaryotes, and the Protista, which linked the latter with the prokaryotes. This system came under challenge, however, because the phylogenetically very heterogeneous nature of the kingdom Protista was not consistent with current ideas about phylogenetic taxonomy. In 1981, Dr. Cavalier-Smith postulated that only those groups of organisms which acquired chloroplasts by “primary endosymbiosis” and which have a double chloroplast envelope, namely, the three plant divisions Chlorophyta, Rhodophyta, and Glaucophyta, should constitute the true plant kingdom. He proposed classifying as a sixth kingdom, independent of the plants, those algae whose chloroplasts, acquired by “secondary endosymbiosis,” possess three or four bounding membranes; this new kingdom is known as the Chromista. Although this “six kingdom theory” may bear a superficial resemblance to the taxonomies of Whittaker, Mayr, and others, it is far more reflective of phylogenetic relationships, and today it has the support of many researchers. Later, Dr. Cavalier-Smith proposed combining the Chromista and the Alveolata, which include dinoflagellates, to form a new category known as chromalveolates.

Dr. Cavalier-Smith’s system for the classification of prokaryotes, unlike those of Woese and Mayr, divides the bacteria into two subkingdoms, Negibacteria (bounded by a double cell membrane) and Unibacteria (bounded by a single cell membrane; includes the phyla Archaeobacteria and Posibacteria). Archaeobacteria in the clade which he has named “neomura” have a great many characters in common with the eukaryotes, but he has concluded that the two are sister groups rather than representing an evolutionary pathway from the archaeobacteria to the eukaryotes. He has also developed a model of unprecedented simplicity to trace the stages of cellular evolution from prokaryotes to eukaryotes. The origin of eukaryotes is a longstanding question, and in recent years active use has been made of molecular phylogenetic analysis, among other techniques, to solve this problem. Prof. Cavalier-Smith and his coworkers have also proposed a theory on the origin of eukaryotes, focusing on the structural evolution of genes in the form of gene fusion in addition to the molecular family tree.

受賞者の研究業績

*受賞者の略歴、研究業績等は授賞当時のものである。

第20回国際生物学賞受賞者

トーマス・キャバリエ-スミス博士

生年月日 1942年10月21日 (62歳)

国籍 英国、カナダ

所属・職 オックスフォード大学動物学科進化生物学教授

略歴

1964年	ケンブリッジ大学卒業
1967年	ロンドン大学大学院修了 (生物物理学博士)
1967年-1969年	ロックフェラー大学 細胞生物学科 客員研究員
1969年-1982年	ロンドン大学キングスカレッジ 生物物理学科 講師
1982年-1989年	ロンドン大学キングスカレッジ 生物物理学科 研究リーダー
1989年-1999年	ブリティッシュコロンビア大学 植物学科 教授
1999年-	オックスフォード大学 動物学科 進化生物学 教授

荣誉歴

1980年	英国リンネ協会フェロー
1983年	英国基礎生物学研究所フェロー
1987年	英国王立人文科学協会フェロー
1988年	カナダ高等研究所フェロー
1997年	カナダ王立協会フェロー
1998年	英国ロンドン王立協会フェロー

研究業績

生物の高次系統に関する研究は、過去30年ほどの間に、電子顕微鏡による細胞構造に関する知見の蓄積や、分子系統学的解析の進歩によって、きわめて急速に進展した。これに伴い、各生物群の綱や門といった高次分類の見直しが行われるようになったが、さまざまな知見を体系的に整理し、さらにそれぞれの生物群の命名規約に従って高次の新分類群を記載するという分類学上の作業を行えた、あるいは実際に行った研究者は限られていた。その中で、キャバリエ-スミス博士は、自身の専門である細胞生物学・電子顕微鏡学・分子生物学の知見のみならず、生理学や生化学など生物学のあらゆる領域の最新の知識に基づいて、生物界全体の分類を詳細にかつ大胆に整理・体系化し、わずか20年ほどの間に80を越す綱、20近い門を記載した。なかでも、細胞内共生による細胞の進化に注目し、これまで一般的であった「五界説」(生物全体をモネラ界、

原生生物界、植物界、菌界、動物界に大別する説) に対して、新たにクロミスタ界を加えた「六界説」を提唱するなど、より自然な分類体系の構築に大きく貢献した。

1. 「細胞」の起源と進化に関する研究

生物の生命活動の基本単位である「細胞」がどのように誕生したのかについて、最初の細胞が誕生する前にその前駆体として存在したオブセル *obcell* を仮定することで、進化について議論している。また、真核生物の起源について、真核生物の重要な構造や機能である核膜、細胞内膜系、細胞骨格、鞭毛、有糸分裂、エクソサイトーシス、ヒストンタンパク質、ヌクレオソーム、イントロンとスプライシングなどの起源について検討し、これらのほとんどが細胞内共生によっては生じないことを論証している。また細胞内共生による葉緑体の成立に関して、細胞内共生による葉緑体の獲得は、1次共生では1回、2次共生でも緑色植物の系列と紅藻植物の系列でそれぞれ1回しか起こらなかった事を示している。

2. 生物の高次分類に関する研究

生物全体の大系統に関しては1970年代から1980年代には、ホイッタカー *Whittaker* やマルグリス *Margulis* の提唱する5界説、すなわち生物全体を原核生物からなるモネラ *Monera* 界と、真核生物のうち多細胞体制の植物界・動物界・菌界と、これらと原核生物をつなぐ原生生物界に分類して、その進化を説明する考え方が一般的であった。しかし、原生生物界は系統上きわめて異質なものを含んでおり、現在の系統分類という考え方とは合わないことが問題とされてきた。これに対して、キャバリエ-スミス博士は1981年に、葉緑体が2枚の包膜を持つ、いわゆる1次細胞内共生により葉緑体を獲得した生物群、即ち緑色植物・紅藻植物・灰色植物の3植物門だけを真の植物界とすべきであり、3枚または4枚の葉緑体包膜を持つ、いわゆる2次細胞内共生により葉緑体を獲得した藻類は、植物界からは独立した6番目の界、クロミスタ界として扱うことを提唱した。この6界説は、一見するとホイッタカーやマイア *Mayr* の分類体系と類似しているように見えるが、はるかに系統関係を反映したものとなっており、現在では多くの研究者の支持を得ている。またその後、クロミスタ界 *Chromista* と、渦鞭毛藻類などが含まれるアルベオラータ *Alveolata* 類を合わせてクロマルベオラータ類 *chromalveolates* とすることも提唱している。

また、原核生物の分類では、ウーズ *Woese* やマイアの体系とは異なり、細菌全体をネギバクテリア *Negibacteria* 亜界（細胞膜を2枚持つもの）とユニバクテリア *Unibacteria* 亜界（細胞膜が1枚のもので、古細菌 *Archaeobacteria* 門とポジバクテリア *posibacteria* 門を含む）の2つの亜界に分けている。彼がネオムラ *neomura* と名付けているクレードに含まれる古細菌と真核生物は非常に多くの形質で共通しているが、真核生物が古細菌から進化したわけではなく、両者は姉妹群であると結論している。また、これとともに原核生物から真核生物への細胞の進化を、これまでにないシンプルなモデルで段階をおって考証している。真核生物の起源はどこか、という問題は長い間議論され、近年この問題を解決するために盛んに分子系統解析などが行われてきたが、キャバリエ-スミス博士らは分子系統樹だけでなく「遺伝子の融合」と言う遺伝子の構造的進化に注目し、真核生物の起源に関する説も発表している。

Dr. Nam-Hai Chua (2005 Recipient)

Date of Birth: 8 April 1944
Nationality: Republic of Singapore, *permanent resident of USA*
Position: Andrew W. Mellon Professor and Head, Laboratory of Plant Molecular Biology
 The Rockefeller University

Career:

July 1988 –	Andrew W. Mellon Professor and Head, Laboratory of Plant Molecular Biology, The Rockefeller University
July 1981 - June 1988	Professor and Head, Laboratory of Plant Molecular Biology The Rockefeller University
July 1977 - June 1981	Associate Professor, Cell Biology Department The Rockefeller University
July 1973 - June 1977	Assistant Professor, Cell Biology Department, The Rockefeller University
Oct. 1971 - June 1973	Research Associate, Cell Biology Department, The Rockefeller University
Sep. 1969 – Sep. 1971	Profs. P. Siekevitz, G.E. Palade, Advisors Lecturer, Biochemistry Department University of Singapore Medical School

Awards and Distinctions:

1988	Fellow of The Royal Society, UK
1988	Associate Fellow of the Third World Academy of Sciences, Italy
1988	Fellow of the Academia Sinica, Taiwan, China
1992	Honorary Member, Japanese Biochemical Society
1998	Fellow, Singapore National Academy of Science, Singapore

Representative Works:

1. Dobberstein, B., Blobel, G., and Chua, N.-H. 1977. *In vitro* synthesis and processing of a putative precursor for the small subunit of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase of *Chlamydomonas reinhardtii*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74: 1082-1085.
2. Chua, N.-H. and Schmidt, G. 1978. Post-translational transport into intact chloroplasts of a precursor to the small subunit of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 75: 6110-6114.
3. Schmidt, G.W., Devillers-Thiery, A., Desruisseaux, H., Blobel, G., and Chua, N.-H. 1979. NH₂-terminal amino acid sequences of precursor and mature forms of the ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase small subunit from *Chlamydomonas reinhardtii*. J. Cell Biol. 83:615-622.
4. Morelli, G., Nagy, F., Fraley, R.T., Rogers, S.G., and Chua, N.-H. 1985. A short conserved sequence is involved in the light-inducibility of a gene encoding ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase small subunit of pea. Nature 315: 200-204.
5. Green, P.G., Yong, M.-H., Cuozzo, M., Kano-Murakami, Y., Silverstein, P., and Chua, N.-H. 1988. Binding site requirements for pea nuclear protein factor GT-1 correlate with sequences required for light-dependent transcriptional activation of the *rbcS-3A* gene. EMBO J. 7: 4035-4044.
6. Nagy, F., Kay, S. A. and Chua, N.-H. 1988. A circadian clock regulates transcription of the wheat Cab-1 gene. Genes and Development. 2: 376-38
7. Kay, S.A., Keith, B., Shinozaki, K., Chye, M.-L., and Chua, N.-H. 1989. The rice phytochrome gene: Structure, autoregulated expression, and binding of GT-1 to a conserved site in the 5' upstream region. The Plant Cell 1: 351-360.
8. Benfey, P. and Chua, N.-H. 1989. Regulated genes in transgenic plants. Science 244: 174-181.

9. Benfey, P.N., Ren, L., and Chua, N.-H. 1989. The CaMV enhancer contains at least two domains which can confer different developmental and tissue-specific expression patterns. *EMBO J.* 8: 2195-2202.
10. Katagiri, F., Lam, E., and Chua, N.-H. 1989. Two tobacco DNA-binding proteins have homology to CREB. *Nature (London)* 340: 727-730.
11. Jia, S.-R. and Chua, N.-H. 1992. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryo culture of *Pharbitis nil*. *Plant Science* 87: 215-223.
12. Liu, C.-m., Xu, Z.-h., and Chua, N.-H. 1993. Proembryo culture: *in vitro* development of early globular-stage zygotic embryos from *Brassica juncea*. *The Plant Journal* 3: 291-300.
13. Liu, C.-m., Xu, Z.-h. and Chua, N.-H. 1993. Auxin polar transport is essential for the establishment of bilateral symmetry during early plant embryogenesis. *The Plant Cell* 5: 621-630.
14. Xie, Q., Guo, H.-S., Dallman, G., Fang, S., Weissman, A. M., Chua, N.-H. 2002. SINAT5 promotes ubiquitin-related degradation of NAC1 to attenuate auxin signals *Nature* 419: 167-170
15. Guo HS, Xie Q, Fei JF, Chua NH. 2005 MicroRNA Directs mRNA Cleavage of the Transcription Factor NAC1 to Downregulate Auxin Signals for Arabidopsis Lateral Root Development. *Plant Cell.* 17:1376-86

Research Achievements:

1. Photomorphogenesis of Plants, Mechanism of Chloroplast Formation, and Rhythm of the Biological Clock

Chloroplasts, the photosynthetic device of plants, are necessary to normal plant morphogenesis. For the chloroplasts to function, proteins synthesized by genes encoded in the cell nucleus must be transported to them. Dr. Chua took as a sample protein *rbcS*, the small subunit of ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase (the carbon-fixation enzyme at the center of photosynthesis), and investigated where the information needed for transport into the chloroplast is located in its amino acid sequence. He did this by synthesizing the precursor *rbcS* protein *in vitro*, mixing it with isolated chloroplasts, and establishing an experimental system in which transport into the chloroplasts occurred. Using this system, he made a close study of factors essential for protein transport and discovered that it requires ATP, in contrast with the extracellular protein secretion response, which is coupled with the protein translation response and which does not require ATP. He further found that this observation could be generalized to protein transport into other intracellular organelles, such as the mitochondria. He also discovered a structure essential to transport which is present in the amino terminal region of *rbcS* and named it the "transit sequence," a term that remains in wide use today.

In the course of this work on chloroplasts, Dr. Chua was the first to discover, using transformed tobacco, that the transcription (synthesis of messenger RNA) of the *rbcS* genes in beans and the chlorophyll-binding protein (*cab*) genes in wheat is light-induced. This discovery developed into the research introduced below on the molecular mechanism by which light irradiation induces gene transcription. He also found that the messenger RNA accumulation of these genes shows an independent 24-hour circadian rhythm. This was the first demonstration that the level of gene transcription is regulated by the biological clock.

Next, Dr. Chua studied the molecular machinery by which the transcription of *rbcS* and *cab* genes is induced by light. He carried out systematic research employing a wide array of new technologies, especially transformed plants, which had begun to be disseminated in the mid-1980s. For example, he studied the location within the gene DNA structure of the information required for light-induced transcription and found that a short sequence, about one-hundredth of the full-length gene, held the key. He then identified the proteins that bind to this sequence and elucidated the mechanism of gene transcription in response to light. This work has served as the important basis for all subsequent research on the molecular mechanisms of photomorphogenesis.

Dr. Chua's work on the molecular mechanism of transcription has not been limited to light-responsive genes; he also identified the necessary structures, such as a 21 base-pair DNA sequence, in other types of gene that are transcribed in the cells of many plant tissues. The information yielded by this research is universal for gene transcription in plant cells, and Dr. Chua's findings have since been utilized in every field of plant science.

2. Research on Plant Body Axis and Pattern Formation

Dr. Chua has led the way toward an understanding of axis formation in plants. The establishment of the

basal-apical axis, which runs from the tip of the root to the tip of the stem, is pivotal to plant morphogenesis. It has long been known that a major role in the establishment of this axis is played by “polar transport,” the unidirectional movement of a phytohormone, auxin, from the top of the plant to its base. Using a method which he devised for culturing plant embryos of the family Cruciferae *in vitro*, Dr. Chua discovered that the basal-apical axis is established during a very early phase of embryogenesis, the globular embryo stage. He further demonstrated for the first time that auxin polar transport is essential to the formation of bilateral symmetry in the plant embryo. Typically, he did this work using the classical techniques of tissue culture and materials other than *Arabidopsis*, which is currently the preferred material in plant science; in this approach, we see Dr. Chua’s individual and creative research style.

3. Research on Morphogenesis Mediated by Plant Hormones

Lateral roots are essential to support of the plant, and they are also an important organ for root function. Their formation is controlled by the plant hormone auxin. Dr. Chua studied the molecular mechanism of lateral root formation and determined that it requires the NAC1 protein and that, moreover, it involves a novel protein degradation system. Recently, he discovered that expression of the NAC1 gene is controlled by microRNA (molecules that break down messenger RNA and repress the level of gene expression).

Thus, even today, in his sixties, Dr. Chua continues to pursue research at the frontiers of plant morphogenesis.

第21回国際生物学賞受賞者

ナム-ハイ・チュア博士

生年月日 1944年4月8日(61歳)
国 籍 シンガポール、米国永住権獲得
所属・職 ロックフェラー大学植物分子生物学研究室 教授
(アンドリュウ・W・メロン財団)

略歴

1965年 シンガポール大学卒業
1969年 ハーバード大学大学院修了(生物学博士)
1969年-1971年 シンガポール大学 医学部生化学科 講師
1971年-1973年 ロックフェラー大学 細胞生物学科 客員研究員
1973年-1977年 ロックフェラー大学 細胞生物学科 助教授
1977年-1981年 ロックフェラー大学 細胞生物学科 準教授
1981年-1988年 ロックフェラー大学 植物分子生物学研究室 教授
1988年- ロックフェラー大学 植物分子生物学研究室 教授
(アンドリュウ・W・メロン財団)

栄誉歴

1988年 英国王立協会フェロー
1988年 第三世界科学アカデミー・アソシエイトフェロー
1988年 台湾中央研究院フェロー
1992年 日本生化学会名誉会員
1998年 シンガポール国立科学財団フェロー

研究業績

1. 光形態形成と葉緑体の生成機構及び生物時計のリズム

植物の光合成装置である葉緑体は、植物の形が正常に発生するために必要である。また、葉緑体が機能するためには、細胞核がコードする遺伝子から合成されるタンパク質が葉緑体へ輸送されることが必要である。このメカニズムを解明するために、光合成反応の主物質である炭酸固定酵素、リブローズ・二リン酸・カルボキシラーゼの小サブユニットの *rbcS* タンパク質を用いて、このタンパク質のアミノ酸配列が葉緑体へ輸送されるために必要な情報を調べた。まず、試験管内で前駆体 *rbcS* タンパク質を合成して、これを単離した葉緑体と混ぜて葉緑体への輸送が起こる実験系を確立した。この系を用いて、タンパク質輸送に必要な要素を詳しく検討した結果、アデノシン三リン酸(ATP)が必要であることを発見した。このことは、ATPを必要としない反応であるタンパク質の翻訳反応と対になっているタンパク質の細胞外への分泌反応と対照的であることがわかった。さらに、このことはミトコンドリアや他の細胞内小器官などへのタンパク質輸送にも一般的に見られることがわかった。また、*rbcS* タンパク質のアミノ末端には輸送に必要な構造が存在することを発見し、これを「トランジット配列」と命名した。この名称は今日でもあらゆるところで使われている。

上記のような葉緑体に関する研究の過程で、形質転換タバコを用いて、マメの *rbcS* 遺伝子や小麦のクロロフィル結合タンパク質 (*Cab*) 遺伝子の転写 (メッセンジャーRNA を合成すること) が、光照射で誘導されることを最初に発見した。このことは、次に紹介する、光により遺伝子の転写が誘導される分子機構の研究へと発展した。また、これらの遺伝子のメッセンジャーRNA 蓄積が、24 時間の自立した周期 (Circadian rhythm) を示すことを見いだした。これは、生物時計により遺伝子の転写のレベルが制御されていることを示した最初の例となった。

次に、*rbcS* と *Cab* 遺伝子の転写が光照射で誘導される分子的な仕組みを研究した。種々の新しい技術、特に 1980 年代中頃から普及し始めた形質転換植物を用いた研究を体系的に行った。例えば、これらの遺伝子 DNA の構造で、光に応答して遺伝子が転写されるためには情報がどの部分にあるのかを研究し、遺伝子全体から見れば 100 分の 1 程度の短い配列が関与していることを発見した。また、この配列に結合するタンパク質も発見し、光に応答する遺伝子の転写の仕組みを解明した。これらの研究成果は、その後の光形態形成の分子機構の研究にとっての基礎となった。さらに、このような光応答する遺伝子だけでなく、多くの植物組織の細胞内での遺伝子に関する分子機構の研究を行い、それに必要な構造、例えば 21 塩基対の DNA 構造などを突き止めた。

これら一連の研究により、植物細胞において遺伝子が転写されるための普遍的な情報が得られたことになり、この成果はその後の植物科学の研究において一般的に利用されている。

2. 体軸とパターンの形成における研究成果

チュア博士は、植物の体軸形成 (Axis formation) の理解についても先駆的な研究を行った。植物の形作りの根幹をなしているものは、根の先端から茎の先端へ向かう基部—先端部軸 (Basal-apical axis) の確立である。この軸の確立にはオーキシン (auxin) という植物ホルモンが植物の先端から基部へ一方向的に移動する、いわゆる極性移動 (Polar transport) が重要であることが昔からわかっていた。チュア博士は、アブラナ科植物の胚を *in vitro* で培養する方法を考案し、これにより基部—先端部軸が、胚発生の極めて初期 (球状胚期) に確立されることを発見した。さらに、この研究で、植物の胚の左右相称性 (Bilateral symmetry) の形成にもオーキシンの極性移動が必須であることをはじめて明らかにした。ここで特徴的なことは、この研究が、植物科学における現在の主流の材料であるシロイヌナズナ (*Arabidopsis*) ではない植物を用いて、組織培養法という伝統的な手法によってなされたことであり、ここに彼の個性的・独創的な研究スタイルをみることができる。

3. 植物ホルモンによる形作りの研究成果

側根は、植物全体の支持にとって必須であり、根の機能にとっても重要な器官である。その形成は、オーキシンという植物ホルモンにより支配されている。チュア博士は、側根形成の分子機構の仕組みを研究して、NAC1 タンパク質が必要であり、さらにそれを分解する新たなタンパク質分解系が関わっていることを見つけた。また最近では、この NAC1 遺伝子の発現が microRNA (メッセンジャーRNA を分解し、遺伝子の発現レベルを抑制するような分子) により制御されていることを発見した。

このように、植物科学、生物学に大きな業績を残したが、今日でも植物の形態形成に関する最先端の研究を精力的に展開している。

Dr. Serge Daan

(2006 Recipient)

Date of Birth: 11 June 1940
Nationality: Kingdom of the Netherlands
Position: Niko Tinbergen Chair in Behavioral Biology, University of Groningen,
The Netherlands

Career:

1973 Ph.D. in biology, University of Amsterdam
1973-1975 Postdoctoral Fellow, Stanford University
1975-1985 Senior scientist, Zoological Laboratory, University of Groningen
1985-1990 Associate professor of Animal Ecology and Ethology,
University of Groningen
1990-1996 Associate professor of Chronobiology, University of Groningen
1996-2004 Full professor of Ethology, University of Groningen
2003- Niko Tinbergen Chair in Behavioral Biology, University of Groningen

Awards and Distinctions:

1982 Annual Award, Victor & Erna Hasselblad Foundation (Sweden)
1990 8th Laurence Irving-Per Scholander Memorial Lecturer,
Institute of Arctic Biology, University of Alaska
1992 Prize from the Dutch Society for Light Therapy
1992 Alexander von Humboldt Forschungspreis (Research Prize) (Germany)
1999 Hollandse Maatschappij der Wetenschappen (Dutch Society of Sciences)
2000 Elected Foreign Fellow of the Royal Society of Canada
2005 Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw
(Knight in the Order of the Dutch Lion)

Representative Works:

1. Daan, S. and Aschoff, J. 1975. Circadian rhythms of locomotor activity in captive birds and mammals: their variations with season and latitude. *Oecologia* 18: 269-316.
2. Pittendrigh, C. S. and Daan, S. 1976. A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. I-V. *J. Comp. Physiol.*, 106: 223-355.
3. Drent, R. H. and Daan, S. 1980. The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding. *Ardea*, 68: 225-252.
4. Daan, S. 1981. Adaptive daily strategies in behavior. In: Aschoff, J. (ed.): *Handbook of Behavioral Neurobiology*, vol.4, *Biological Rhythms*. Chapter 15, 275-298 Plenum Press, New York
5. Aschoff, J., Daan, S., and Groos, G.A. (ed.) 1982. *Vertebrate circadian systems: Structure and Physiology*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. I-XIII, 1-363
6. Daan, S., Beersma, D. G. M., Borbely, A. A. 1984. Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker. *Am. J. Physiol.*, 246: R161-R178.
7. Daan, S. and Lewy, A.J. 1984. Scheduled exposure to daylight: A potential strategy to reduce 'Jet lag' following transmeridian flight. *Psychopharmacology Bulletin* 20: 566-568
8. Daan, S. and Gwinner, E. 1989. *Biological clocks and environmental time*. Guilford Press, New York. pp 1-192
9. Daan, S., Masman, D. and Groenewold, A. 1990. Avian basal metabolic rates : Their association with body composition and parental energy expenditure. *Am. J. Physiol.*, 259: R333-340
10. Daan, S., Dijkstra, C. and Tinbergen, J. M. 1990. Family planning in the kestrel: The ultimate control of covariation in laying date and clutch size. *Behaviour*, 114: 83-116.
11. Daan, S., Barnes, B. and Strijkstra, A. M. 1991. Warming up for sleep? Ground squirrels sleep during arousals from hibernation. *Neuroscience Letters* 128: 265-268.
12. Daan, S., Deerenberg, C. and Dijkstra, C. 1996. Increased daily work precipitates natural death in the kestrel. *J. Animal Ecology* 65: 539-544

13. Daan, S., Dijkstra, C. and Weissing, F. J. 1996. An evolutionary explanation for seasonal trends in avian sex ratios. *Behavioral Ecology* 7: 426-430
14. Daan, S. and Tinbergen, J. M. 1997. Adaptation of life histories. In; Krebs, J. R. and Davies, N. B., *Behavioral Ecology*. 4 th Ed. Blackwell, pp. 311-333
15. Deerenberg, C., Apanius, V., Daan, S. and Bos, N. 1997. Reproductive effort decreases antibody responsiveness. *Proc. Roy. Soc. B*.264: 1021-1029
16. Aschoff, J. and Daan S. 1999. On the estimation of long time intervals; dependence on the duration of wake time. In; *Recent Advances in Physiological Anthropology*. (Sato, M., Tokura, H. and Watanuki, S.) Kyushu Univ. Pr., 17-23
17. Daan, S. 2000. Pittendrigh, Colin, Aschoff, Jürgen and the natural entrainment of circadian systems. *J. Biol. Rhythms*. 15: 195-207
18. Daan, S. and Aschoff, J. 2001. The entrainment of circadian systems. Chapter 1 in :*Handbook of Behavioral Neurobiology*. Vol.12 *Circadian Clocks*. Takahashi, J. S., Turek, F. W., Moore, R. Y. eds. Kluwer/Plenum Press, New York, pp. 7-43.
19. Daan, S., Albrecht, U., Van der Horst, G. T. J., Illnerova, H., Roenneberg, T., Wehr, T. A. and Schwartz, W. J. 2001. Assembling a clock for all seasons: are there M and E oscillators in the genes? *J. Biol. Rhythms*, 16:105-116.
20. Rüger, M., Gordijn, M. C. M., Beersma, D. G. M., de Vries, B., Daan, S. 2003. Acute and phase shifting effects of ocular and extraocular light in human circadian physiology. *J. Biol. Rhythms*, 18: 409-419.

Research Achievements:

Dr. Daan has pursued comparative ethological studies of circadian rhythms in a wide variety of animal species, from mice and birds to humans, focusing on rhythms of behavior, sleep and waking. His perspective encompasses not only the mechanism of circadian rhythms but also a deep understanding of their ecological significance, that is, the role of cyclic activity patterns in relation to fitness and survival value. In keeping with the breadth of his interests, Dr. Daan's methodology has not been limited to the laboratory but has extended also to field studies and experiments.

1. Research on circadian rhythms in rodents

With Dr. Colin Pittendrigh, Dr. Daan conducted detailed observations and investigations of circadian rhythms in rodents, using behavior as an indicator. Their work determined the basic properties and fundamental role of circadian rhythms in behavior and physiology; further, they established a research methodology in this field by using their results to formulate a model capable of explaining the underlying mechanism.

This work led Dr. Daan to propose the concept of the circadian system and to arrive at an empirical and theoretical analysis of almost all the important properties of the circadian system in rodents, together with their adaptive significance. Among the questions he investigated were the mechanism by which the circadian rhythm is synchronized to the light-dark cycle (entrainment) and its ecological significance, the after-effects of entrainment, seasonal adaptation, and a regulatory mechanism for bimodal rhythms (those with dawn and dusk activity peaks) which involves separate Morning and Evening (M-E) oscillators.

These findings were published in 1976 as five papers, co-authored with Dr. Colin Pittendrigh, in the *Journal of Comparative Physiology*. Today these are regarded as classic papers in chronobiology, and they are required reading for every scientist who studies biological clocks. The M-E two-oscillator model was particularly innovative; it provides an elegant explanation for the diurnal cycle of circadian rhythms, their seasonal adaptation, and photoperiodic response, and to this day it remains an influential paradigm in circadian system research, not only in mammals but also in insects such as the fruit fly *Drosophila melanogaster*. The dual oscillator model has led to the recent discoveries of a region in the suprachiasmatic nucleus in mammals which responds to the M-E oscillators, and of neurons which have a similar response in the brain of *Drosophila*. Dr. Daan himself has examined this question in various species. He recently proposed that the M-E oscillators may be driven by separate clock genes, and he is currently studying this hypothesis using animals in which the relevant genes have been knocked out.

2. Research on sleep regulation

Dr. Daan proposed a "two-process model" of human sleep regulation, in which sleep is regulated both by a circadian rhythm and by sleep-regulating variables. According to this model, the sleep-regulating variables increase with accumulating fatigue or decreasing bodily functions during wakefulness, until an

upper threshold is reached and sleep is induced; during sleep the variables decrease until they reach a lower threshold and waking results. Further, the level of the range between these sleep-wake thresholds oscillates with a cycle of approximately 24 hours, regulated by a circadian pacemaker; thus, the timing and duration of sleep are regulated by this pacemaker. This is the most powerful model yet obtained for explaining human sleep rhythms, and its predictions have been extensively validated by experiments. The model has also contributed to the treatment of seasonal depression and to light therapy for jet lag.

In ecological studies of annual cycles in hibernating animals, Dr. Daan discovered that the need for sleep increases during hibernation, and that hibernators must wake periodically from torpor in order to sleep. Thus Dr. Daan changed the prevailing idea of these winter states as being similar to sleep, demonstrating instead that hibernation actually has a sleep-deprivation effect.

3. Ecological research on circadian rhythm

Dr. Daan was one of the first to focus on the ecological significance of circadian rhythms. Analyzing the temporal structure of a predator-prey system, the kestrel and the common vole, he showed that the temporal organization of flight-hunting in the kestrel is separate from that of the need to feed, with the peak flight-hunting frequency depending on the daily peak hunting success rate and the activity peak of the prey; he also showed that the voles vary their hours of activity in response to predation. These findings demonstrated that, for both predator and prey, daily habits have survival value. In an analysis of the timing and success rate of reproduction in the kestrel, he showed that reproductive timing is tuned to the storage of energy resources in the female. Through these studies, Dr. Daan contributed greatly to the understanding of the adaptive significance of circadian rhythms and seasonality.

Through these multifaceted approaches, both experimental and theoretical, Dr. Daan has continued to make major contributions to the field of chronobiology from its genesis to the present day.

第2 2回国際生物学賞受賞者

サージ・ダアン博士

生年月日 1940年6月11日 (66歳)
 国籍 オランダ王国
 所属・職 グローニンゲン大学
 ニコ・ティンバーゲン行動生物学教室 主任教授

略歴

1973年 アムステルダム大学大学院修了 (生物学博士)
 1973年-1975年 スタンフォード大学 博士研究員
 1975年-1985年 グローニンゲン大学 動物学研究室 主任研究員
 1985年-1990年 グローニンゲン大学 准教授 (動物生態学・動物行動学)
 1990年-1996年 グローニンゲン大学 准教授 (時間生物学)
 1996年-2004年 グローニンゲン大学 教授 (動物行動学)
 2003年- グローニンゲン大学
 ニコ・ティンバーゲン行動生物学教室主任教授

榮譽歴

1982年 スウェーデン・Victor & Erna Hasselblad 財団賞
 1990年 アラスカ大学第8回 Laurence Irving-Per Scholander 記念講演賞
 1992年 オランダ光照射療法協会賞
 1992年 ドイツ・フンボルト財団研究賞
 1999年 オランダ科学協会会員
 2000年 カナダ王立協会外国人フェロー
 2005年 オランダ王国獅子勲章

研究業績

ダアン博士は、マウス、トリ、そしてヒトにいたる多様な動物の概日リズムについて、行動や睡眠覚醒などのリズムを対象とした比較行動学的研究を展開してきた。その視点は概日リズム機構だけでなく、動物の周期活動と深く関連した適応度や生存価といった生態学的意義についての深い理解にも置かれている。したがって、その研究手法は、室内実験にとどまらず野外調査・実験にも及んでいる。

1. げっ歯類概日リズムに関する研究

ダアン博士は、コリン・ピッテンドリ博士と共同で、げっ歯類の概日リズムについて行動を指標とした詳細な観察・調査研究を行い、概日リズムの基本的な性質や行動・生理において概日リズムが果たす基本的な役割を明らかにするとともに、そこから得た成果をモデルとして、その背後のメカニズムを説明するという研究手法を確立した。

この研究を通して、ダアン博士は概日系の概念を提示し、概日リズムの光周期に対する同調機構とその生態学的意義、光周期への同調の履歴現象、季節への適応、朝夕にピークを持つ双峰性概日リズムにおける朝夕2振動体による制御機構など、げっ歯類概日系のほとんどの重要な性質とその適応的意義を理論的・経験的解析により明らかにした。

この成果は、1976年にコリン・ピッテンドリ博士と共著による5編の論文として比較生理学誌 (*Journal of Comparative Physiology*) に発表されたが、今日も時間生物学の classic paper として評価され、生物時計の研究者が一度は読むものとなっている。中でも、朝夕の2振動体モデルは独創的なモデルであり、概日リズムの日周期および季節への適応や光周反応を見事に説明している。このモデルは、哺乳類ばかりではなくキイロショウジョウバエを含む昆虫においても、現在に至るまで概日系の研究を進める上で一つのパラダイムとして大きな影響を与えており、最近の哺乳類での視交叉上核内の朝夕振動体に対応する部位の発見や、キイロショウジョウバエの朝夕振動体に対応した脳内神経細胞の発見に繋がっている。ダアン博士自身も、この問題を様々な動物で扱い、最近ではこの朝夕の2振動体が異なる時計遺伝子によって駆動される可能性を指摘し、遺伝子をノックアウトした動物を用いてその可能性を検討している。

2. 睡眠制御に関する研究

ダアン博士はヒト睡眠の制御に関して、睡眠が概日リズムと睡眠制御因子によって規定されるといういわゆる2プロセスモデルを提案した。このモデルでは、睡眠制御因子は覚醒中に蓄積する疲れや生体機能の低下に対応し、これが蓄積して上限に達すると睡眠が誘発され、睡眠によりこの因子が減少し下限に到達して、その結果覚醒することを示した。また、睡眠・覚醒を惹起する上限と下限は概日時計により約24時間の周期で変動しており、入眠時刻と睡眠時間の持続とが概日時計によって制御されている。このモデルはヒト睡眠リズムを説明する最も有力なものであり、モデルから得られる予測の有効性は多くの実験により実証された。さらに、このモデルはヒトの季節性情動障害の治療や時差ぼけの光治療に貢献している。

また、博士の冬眠動物を用いた年周期の生態学的研究では、睡眠の必要性が冬眠中に増加し、冬眠から目覚めて睡眠をとる必要があることを発見し、従来睡眠と同様と見なされていた冬眠が睡眠遮断の作用をもつことを示し、冬眠に関する認識を一変させている。

3. 概日リズムの生態学的研究

ダアン博士は、概日リズムがもつ生態学的意義にも早くから注目し、チョウゲンボウとハタネズミを対象として捕食者-被食者の時間的關係を解析した。この研究で、チョウゲンボウの飛行狩猟頻度のピークが一日のうちでの狩猟成功率のピークと餌動物の活動ピークに依存し、摂餌の必要性とは別の時間的制御を受けること、一方、餌動物のハタネズミは捕食者の攻撃を受けると活動時間を変更することなどを明らかにし、日周期的な基本的行動パターンが捕食者と餌動物の両者にとって生存係に関わることを示した。さらに、チョウゲンボウの繁殖時期と繁殖の成功率との関係の解析から、繁殖タイミングの調節には雌のエネルギー蓄積に関わることも示した。これらを通して、概日リズムや季節性の適応的意義の理解に深く貢献している。

このようにダアン博士は時間生物学の創成期から今日まで、実験、理論の両面から多面的に深く貢献し続けている。

Dr. David S. Hogness**(2007 Recipient)**

Date of Birth: 17 November 1925
Nationality: United States of America
Position: Munzer Professor of Developmental Biology, Biochemistry, Emeritus,
Stanford University of Medicine, USA

Career:

1949 B.S. in Chemistry, California Institute of Technology, U.S.A.
1952 Ph.D. in Biology and Chemistry, California Institute of Technology, U.S.A.
1952-1954 Postdoctoral fellow, Institut Pasteur, France
1954-1955 Postdoctoral fellow, New York University, U.S.A.
1955-1957 Instructor of Microbiology, Washington University School of Medicine, U.S.A.
1957-1959 Assistant Professor of Microbiology, Washington University School of Medicine,
U.S.A.
1959-1961 Assistant Professor, Department of Biochemistry,
Stanford University School of Medicine, U.S.A.
1961-1966 Associate Professor, Department of Biochemistry,
Stanford University School of Medicine, U.S.A.
1966-1989 Professor, Department of Biochemistry,
Stanford University School of Medicine, U.S.A.
1989-1999 Professor of Developmental Biology and of Biochemistry,
Stanford University School of Medicine, U.S.A.
1999- Professor of Developmental Biology and of Biochemistry, Emeritus, Stanford
University School of Medicine, U.S.A.

Awards and Distinctions:

1977 Ricketts Award, University of Chicago
1984 Genetics Society of America Medal
1988 Newcomb Cleveland Prize
1995 Humboldt Research Award
1995 Darwin Prize, University of Edinburgh
1997 March of Dimes Prize in Developmental Biology
2002 Lifetime Achievement Award (Society of Developmental Biology, U.S.A.)
2003 Thomas Hunt Morgan Medal (Genetics Society of America)

Representative Works:

- Hogness, D.S., Cohn, M., and Monod, J. (1955). Studies on the induced synthesis of β -galactosidase in *Escherichia coli*: the kinetics and mechanism of sulfur incorporation. *Biochim. Biophys. Acta* 16, 99-116.
- Kaiser, A.D. and Hogness, D.S. (1960). The transformation of *Escherichia coli* with deoxyribonucleic acid isolated from bacteriophage Igd. *J. Mol. Biol.* 2, 392-415.
- Hogness, D.S., Doerfler, W., Egan, J.B., and Black, L. (1966). The position and orientation of genes in I and Igd DNA. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 31, 129-138.
- Wensink, P.C., Finnegan, D.J., Donelson, J.E., and Hogness, D.S. (1974). A system for mapping DNA sequences in the chromosomes of *Drosophila melanogaster*. *Cell* 3, 315-325.
- Glover, D.M., White, R.L., Finnegan, D.J. and Hogness, D.S. (1975). Characterization of six cloned DNAs from *Drosophila melanogaster*, including one that contains the genes for rRNA. *Cell* 5, 149-157.
- Grunstein, M. and Hogness, D.S. (1975). Colony hybridization: a method for the isolation of cloned DNAs that contain a specific gene. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 72, 3961-3956.
- Glover, D.M. and Hogness, D.S. (1977). A novel arrangement of the 18S and 28S sequences in a repeating unit of *Drosophila melanogaster*. *Cell* 10, 167-176.
- White, R.L. and Hogness, D.S. (1977). R-loop mapping of the 18S and 28S sequences in the long and short repeating units of *Drosophila melanogaster* rDNA. *Cell* 10, 177-192.
- Young, M.W. and Hogness, D.S. (1977). A new approach for identifying and mapping structural

genes in *Drosophila melanogaster*. In: *Eucaryotic Genetics System: ICN-UCLA Symposia on Molecular and Cellular Biology*, Vol. 8, pp. 315-331, Academic Press, New York (eds. G. Wilcox, J. Abelson and C. F. Fox).

10. Finnegan, D.J., Rubin, G.M., Young, M.W., and Hogness, D.S. (1978). Repeated gene families in *Drosophila melanogaster*. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* 42, 1053-1063.
11. Muskavitch, M.A.T. and Hogness, D.S. (1980). Molecular Analysis of a Gene in a Developmentally Regulated Puff of *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 77, 7362-7366.
12. Bender, W., Spierer, P. and Hogness, D. S. (1983). Chromosomal walking and jumping to isolate DNA from the *Ace* and *rosy* Loci and the Bithorax Complex in *Drosophila melanogaster*. *J. Mol. Biol.*, (1983) 168, 17-33.
13. Spierer, P., Spierer, A., Bender, W. and Hogness, D.S. (1983). Molecular mapping of genetic and chromomeric units in *Drosophila melanogaster*. *J. Mol. Biol.*, (1983) 168, 35-50.
14. Bender, W., Akam, M., Karch, F., Beachy, P.A., Peifer, M., Spierer, P., Lewis, E.B. and Hogness, D.S. Molecular Genetics of the Bithorax Complex in *Drosophila melanogaster* (1983). *Science*, 221, 23-29.
15. Nathans, J. and Hogness, D.S. (1984). Isolation, sequence analysis and intron-exon arrangement of the gene encoding bovine rhodopsin. *Cell*, 34, 807-814.
16. Beachy, P.A., Helfand, S.L. and Hogness, D.S. (1985). Segmental distribution of bithorax complex proteins during *Drosophila* development. *Nature*, 313, 545-551.
17. Nathans, J., Thomas, D. and Hogness, D.S. (1986). Molecular genetics of human color vision: the genes encoding blue, green, and red pigments. *Science* 232, 193-202.
18. Beachy, P.A., Krasnow, M.A., Gavis, E.R. and Hogness, D.S. (1988). An *Ultrabithorax* protein binds sequences near its own and the *Antennapedia* P1 promoters. *Cell* 55, 1069-1081.
19. Seagraves, W.A. and Hogness, D.S. (1990). The *E75* ecdysone-inducible gene responsible for the 75B early puff in *Drosophila* encodes two new members of the steroid receptor superfamily. *Genes & Develop.* 4, 204-219.
20. Koelle, M.R., Talbot, W.S., Seagraves, W.A., Bender, M.T., Cherbas, P. and Hogness, D.S. (1991). A *Drosophila* Ecdysone Receptor, EcR, is a New Member of the Steroid Receptor Superfamily, *Cell* 67, 59-77.
21. Gibson, G. and Hogness, D.S. (1996) Effect of polymorphism in the *Drosophila* regulatory gene *Ultrabithorax* on homeotic stability. *Science* 271, 200-203.
22. White, K.P., Hurban, P., Watanabe, T., and Hogness, D.S. (1997). Coordination of *Drosophila* Metamorphosis by Two Ecdysone-induced Nuclear Receptors. *Science*, 276, 114-117.
23. Arbeitman, M., Hogness, D.S. (2000). Molecular Chaperones Activate the *Drosophila* Ecdysone Receptor, an RXR. Heterodimer. *Cell* 101, 67-77

Research Achievements:

1. By 1973, Dr. Hogness had succeeded in producing “libraries” of genomic DNA of the fruit fly *Drosophila melanogaster*, the first such libraries for a higher eukaryote. Using these libraries to map genomic DNA sequences, he determined that, in the genomes of higher eukaryotes, some sequences exist as single copies while others are repeated. The former discovery led to single-copy sequences being identified as genes, while the discovery of repetitive sequences led to the identification of transposable elements.

Next, utilizing these libraries in clonal-hybridization, Dr. Hogness succeeded in isolating and analyzing rDNA and histone genes in *Drosophila*, the first time that this had been achieved for genes of a multicellular organism. As a result, he found that, whereas in the prokaryotes there is a direct, one-to-one coupling between the mRNA produced by transcription and its translation into protein, higher eukaryotic genes are interrupted by sequences known as introns. This work provided the key to understanding the basis of gene expression in higher eukaryotes. Dr. Hogness showed that eukaryotic genes contain both exons, which code information for protein synthesis, and non-coding sequences called introns, and that, as the mRNA transcript of a gene undergoes splicing, the stretches that correspond to introns are removed to yield mature mRNA, which is translated into protein on a one-to-one basis. Further, his analysis of the 5'-upstream region in histone genes resulted in the discovery of a highly conserved sequence immediately upstream of the transcription initiation site. This sequence, now known as the TATA box, plays an important role in regulating gene expression.

2. Dr. Hogness also provided the first proof of the essential role of genes in animal morphogenesis. In

Drosophila, he focused on the Ultrabithorax (Ubx) mutant, in which the rear thoracic segment duplicates the middle segment and a second set of wings develops, and succeeded in identifying the gene responsible by developing the method known today as “positional cloning” or “chromosome walking.” By mapping the Ubx gene that he had isolated and identified in this way, he showed that these dynamic morphological changes are caused by a mutation in a single protein-encoding gene, rather than several, as had been previously thought, and thus demonstrated the importance of the role of individual genes in morphogenesis. He then went on to show that this mutation involves a change, not in the gene itself, but in the region that regulates its expression; specifically, he revealed that expression of this gene is regulated by two large cis-regulatory elements located in the 5'-upstream region.

This seminal work paved the way for what is known today as “functional genomics,” the field that studies how genes and their regulatory regions are arranged on the chromosomes and the factors that lead to gene mutations, among other questions. The methods that Dr. Hogness developed and applied in mapping the Ubx gene have since made it possible to identify and elucidate the genes responsible for seven other homeotic mutations in Drosophila.

3. Dr. Hogness also recognized that, if we are to understand morphogenesis at a molecular level, it is important to know the timing of gene regulatory mechanisms. Accordingly, he studied how the hormone ecdysone acts to regulate metamorphosis in Drosophila. He found that secreted ecdysone first binds to a nuclear receptor to form a complex, which then activates the primary response genes involved in metamorphosis by acting as a transcription factor and regulating the transcription of the target genes; these primary response genes, in turn, encode transcription factors that activate the secondary response genes, the “working” genes of metamorphosis. These discoveries, which showed a series of genes functioning in a cascade, laid the foundations of our current knowledge of the molecular mechanisms of gene expression and regulation in biological development.

第23回国際生物学賞受賞者

デビッド・スウェンソン・ホグネス博士

生年月日 1925年11月17日(82歳)
国籍 米国
所属・職 スタンフォード大学医学部発生生物学・生化学教室 名誉教授

略歴

1949年	カリフォルニア工科大学 理学学士
1952年	カリフォルニア工科大学 理学博士
1952年-1954年	パスツール研究所 博士研究員
1954年-1955年	ニューヨーク大学 博士研究員
1955年-1957年	ワシントン大学医学部微生物学教室 講師
1957年-1959年	ワシントン大学医学部微生物学教室 助教授
1959年-1961年	スタンフォード大学医学部生化学教室 助教授
1961年-1966年	スタンフォード大学医学部生化学教室 准教授
1966年-1989年	スタンフォード大学医学部生化学教室 教授
1989年-1999年	スタンフォード大学医学部発生生物学・生化学教室 教授
1999年-	スタンフォード大学医学部発生生物学・生化学教室 名誉教授

荣誉歴

1977年	シカゴ大学リケッツ賞
1984年	アメリカ遺伝子学会賞
1988年	米国科学振興協会ニューカム・クリーブランド賞
1995年	フンボルト研究賞
1995年	エジンバラ大学ダーウィン賞
1997年	発生生物学マーチ・オブ・ダイヤモンド賞
2002年	発生生物学会生涯功労賞
2003年	トーマス・ハントモーガン賞

研究業績

1. ホグネス博士は、1973年頃までに、高等真核生物としては初めてのゲノムDNAライブラリーをショウジョウバエで作製することに成功した。そしてこのライブラリーを使って高等真核生物のゲノムDNA配列を解析することによって、高等真核生物のゲノムの中にシングルコピーとして存在する配列と、繰り返して存在する配列があることを明らかにした。前者のシングルコピー

はその後遺伝子としての理解に、また後者の繰り返し配列はトランスポーザブル因子の理解へと繋がっていった。

続いて、このライブラリーを利用したクローンハイブリダイゼーションによって、多細胞動物の遺伝子単離のごく初期のものとして、ショウジョウバエのヒストン遺伝子および rDNA 遺伝子を単離・解析することに成功した。その結果、ヒストン遺伝子の解析から、遺伝子の転写開始点のすぐ上流によく保存された配列が存在することを明らかにした。これは後に TATA ボックスと呼ばれ、遺伝子の発現を制御する重要な配列の一つである。また rDNA 遺伝子の解析は、その後、原核生物の遺伝子とその転写産物としての mRNA、翻訳産物としてのタンパク質と直接的（1 対 1）に対応するのに対して、高等真核生物の遺伝子は介在配列によって分断されていること、すなわち、高等真核生物の遺伝子がアミノ酸をコードするエクソン領域とアミノ酸をコードしないイントロン領域から成り立つことの発見に繋がるものとなった。

2. ホグネス博士はまた、動物の体づくりに遺伝子の働きが必須であることを示す初めての証拠を提出した。ホグネス博士は、ショウジョウバエの超双胸突然変異体 *Ultrabithorax* (*Ubx*)（後胸が中胸に置き換わり、2 対 4 枚の翅をもつ変異体）に着目し、その原因遺伝子を、現在「ポジショナルクローニング」や「染色体ウォーキング」と呼ばれる方法を開発してつきとめることに成功した。このようにして単離・同定された *Ubx* 遺伝子の解析から、こうしたダイナミックな体の変異が 1 つのタンパク質をコードする遺伝子の変異によってもたらされること、すなわち、動物の体づくりに遺伝子が重要な働きをなすことをつきとめた。また、この変異は遺伝子そのものの変化というよりは、遺伝子の発現を制御する領域での変化であることを明らかにし、実際、この遺伝子の発現がその上流域およびイントロン領域に存在する 2 つの大きなシス制御因子によって制御されていることを明らかにした。

これらの成果は、遺伝子とその発現制御領域の染色体上での配置、遺伝子に変異をもたらす要因など、今日機能ゲノミクスと呼ばれる研究領域へと繋がった重要なものである。また、*Ubx* 遺伝子の解析技術の開発とその応用は、*Ubx* を含む 8 つのショウジョウバエのホメオテック突然変異の原因遺伝子のその後の解明と理解に繋がっていった。

3. ホグネス博士はさらに、動物の発生を分子生物学的に理解するためには遺伝子の時間的制御機構を知ることが大切であると考え、ショウジョウバエの変態過程を制御するホルモンであるエクダイソンがどのように働くかを、その受容体遺伝子の単離を含めて研究した。その結果、分泌されたエクダイソンはまず核内のレセプターと結合して複合体を作ること、この複合体は遺伝子の転写を制御する因子として働き変態に関わる第 1 次応答遺伝子を活性化させること、この第 1 次応答遺伝子も転写因子を作り出し、変態過程の実働遺伝子としての第 2 次応答遺伝子を活性化させることを明らかにした。これらは、いわゆる多くの遺伝子がカスケードを作りつつその機能を果たすという、今日の発生における遺伝子の発現と制御のメカニズムの分子生物学的基礎をなすものである。

Dr. George David Tilman

(2008 Recipient)

Date of Birth: 22 July 1949
Nationality: United States of America
Position: Regents' Professor, McKnight Presidential Chair in Ecology
Director of Cedar Creek Natural History Area
Department of Ecology, Evolution, and Behavior
University of Minnesota

Career:

1976 Ph.D., University of Michigan
1976-1980 Assistant Professor, University of Minnesota
1980-1984 Associate Professor, University of Minnesota
1984-1996 Professor, University of Minnesota
1992- Director, Cedar Creek Natural History Area
1996-2001 Distinguished McKnight University Professor
2001- McKnight Presidential Chair in Ecology
2002- Regents Professor, University of Minnesota

Awards and Distinctions:

1989 W. S. Cooper Award, Ecological Society of America
1997 MacArthur Award, Ecological Society of America
2000 Designated the Most Highly Cited Environmental Scientist of the Decade (1990-2000) by Essential Science Indicators
2002 Elected to the National Academy of Sciences
2002 Designated the Most Highly Cited Scientist in Environment/Ecology of the Decade (1992-2002) by Essential Science Indicators

Representative Works:

1. Clark, C.M. and D. Tilman. 2008. Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grasslands. *Nature* 451:712-715.
2. Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky and P. Hawthorne. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319: 1235-1238.
3. Hill, J., E. Nelson, D. Tilman, S. Polasky and D. Tiffany. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103:11206-11210.
4. Reich P.B., S.E. Hobbie, T. Lee, D.S. Ellsworth, J.B. West, D. Tilman, J.M.H. Knops, S. Naeem and J. Trost. 2006. Nitrogen limitation constrains sustainability of ecosystem response to CO₂. *Nature* 440:922-925.
5. Tilman, D., J. Hill and C. Lehman. 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. *Science* 314:1598-1600.
6. Tilman, D., P.B. Reich and J.M.H. Knops. 2006. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature* 441:629-632.
7. Tilman, D. 2004. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101:10854-10861.
8. Kennedy, T.A., S. Naeem, K.M. Howe, J.M.H. Knops, D. Tilman and P. Reich. 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature* 417:636-638.
9. Mitchell, C., D. Tilman and J.V. Groth. 2002. Effects of grassland plant species diversity, abundance, and composition on foliar fungal disease. *Ecology* 83:1713-1726.
10. Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor and S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677.
11. Tilman, D., J. Fargione, B. Wolff, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W. Schlesinger, D. Simberloff, and D. Swackhamer. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292:281-284.
12. Tilman, D., P.B. Reich, J. Knops, D. Wedin, T. Mielke and C. Lehman. 2001. Diversity and

- productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294:843-845.
13. Tilman, D. 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405:208-211.
 14. Tilman, D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. The Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 80:1455-1474.
 15. Tilman, D. 1998. The greening of the green revolution. *Nature* 396:211-212.
 16. Cohen, J.E. and D. Tilman. 1996. Biosphere 2 and biodiversity: the lessons so far. *Science* 274:1150-1151.
 17. Siemann, E., D. Tilman and J. Haarstad. 1996. Insect species diversity, abundance and body size relationships. *Nature* 380:704-706.
 18. Tilman, D. 1996. Biodiversity: Population versus ecosystem stability. *Ecology* 77:350-363.
 19. Tilman, D., D. Wedin and J. Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379:718-720.
 20. Wedin, D.A. and D. Tilman. 1996. Influence of nitrogen loading and species composition on the carbon balance of grasslands. *Science* 274:1720-1723.
 21. Tilman, D. and J.A. Downing. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367:363-365.
 22. Tilman, D., R.M. May, C.L. Lehman and M.A. Nowak. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371:65-66.

Research Achievements:

1. Theoretical and Experimental Work on Biodiversity and Ecosystem Stability

Competition is an ecological process that greatly influences the structure and functioning of biotic communities. Ecologists long considered competition to be an inhibitor of species coexistence, as more competitive species eliminated weaker competitors. In reality, however, communities harbor many different species in mutual competition. Thus, the search for the principle that enables competing species to coexist poses one of the key challenges in ecology.

The resource-based competition theory developed by Dr. Tilman early in his career (Tilman 1982) focuses on the minimum resource requirements of each species as the factor that determines competitive success or failure, and the validity of this approach has been demonstrated by experimental work on algae and grasslands. A likely mechanism by which competition could lead to diversity is that of the tradeoff, in which a species that is superior in one trait is inferior in another; Dr. Tilman has shown theoretically that tradeoffs between resource utilization and dispersal ability, for example, lead to species coexistence (Tilman 1994). His theory predicts that at higher plant diversity, more efficient utilization of limiting resources will lead to higher biomass production, due in part to the higher probability that a more productive species will be present in a more diverse plot (the sampling effect), and in part to complementary exploitation of different growing conditions by different species (the niche differentiation effect) (Tilman 1999). Further, he has predicted theoretically that high diversity, coupled with a low supply of a limiting resource, should reduce the success of invasions by new species.

These predictions have been validated by decade-long experiments. In well over a hundred grassland plots where he manipulated species diversity, Dr. Tilman found that productivity increased with plant species diversity, and that soil inorganic nitrogen, the main limiting nutrient, was utilized more completely in the more species-diverse plots (Tilman et al. 1996). Further, even in adjacent natural grassland, plant productivity and the availability of soil inorganic nitrogen were found to increase with increasing species diversity.

The relationship between diversity and stability had become the most intensely debated issue in ecology: on the one hand, the widely supported “diversity-stability theory” held that diversity contributes to stability; the counterargument that diversity begets instability, championed by Dr. Robert May, was also very influential. Through long-term research using 207 grasslands plots, Dr. Tilman showed that while diversity stabilizes the functioning of communities and ecosystems, it destabilizes the population dynamics of individual species (Tilman 1996). At higher diversity, annual fluctuations of above-ground biomass in the plant community as a whole decreased (i.e., temporal stability increased), even in the presence of drought conditions, yet the more diverse the community, the more variable the abundance of each constituent species became. This difference between the stability of the ecosystem as a whole and that of individual populations can be explained theoretically by interspecies competition. If a dominant competitor becomes less abundant due to drought, more drought-resistant latent competitors will gain a competitive advantage and their abundance will increase, with the net result that community biomass remains the same. This complementary oscillation of species leads to stability of the community as a whole. These results agree with Dr. May’s predictions, in that diversity does reduce population stability; at the same time, they

support the diversity-stability hypothesis on a community- and ecosystem-wide scale. In this way, Dr. Tilman settled the hottest debate in ecology by adopting a more synthetic theoretical approach and supplying experimental proof (Tilman 1999). Further, the stability that species diversity brings to an ecosystem is observable not only in terms of temporal variability but also in the drought resistance and resilience of biomass production; the dependence of these properties on species diversity has been approximated to a saturation curve (Tilman et al. 1994). In other words, when there are fewer species present, the loss of a single species has a greater impact. With biodiversity currently in rapid decline on both the global and the local scale, these findings sound an alarm for our times.

As a more general theory of diversity in biotic communities, Dr. Tilman developed the stochastic niche model and tested its validity in long-term grassland experiments (Tilman 2004). The stochastic niche theory unites the neutrality theory (which is concerned with the meaning of community diversity) with the classic niche theory based on tradeoffs, and builds on them both. It does this by addressing the fact that the survival of newly invading disseminules is affected by resource availability as well as stochastic processes. Long-term experiments have shown that the establishment of new species is most strongly inhibited by the presence of established species belonging to the same one of four functional groups, and these results are in good agreement with predictions based on the model that incorporates niche effects.

Under the combined impact of fossil fuel combustion and the use of agricultural fertilizers, the rate of addition of biologically-active nitrogen to the atmosphere has already reached two to seven times the preindustrial level. Very little research had been done on the effects of this chronic nitrogen surplus on plants, but in a joint study with Dr. Christopher Clark (Clark and Tilman 2008), Dr. Tilman used grassland plots to test the effects of an input of 10 kilograms of nitrogen per hectare per year, which is somewhat higher than the ambient background level of atmospheric nitrogen deposition (about 6 kg/ha/year) and about the same as the amounts of nitrogen deposited in many industrialized countries today. The study showed that at chronically elevated nitrogen levels, plant species diversity decreases sharply due to the loss of rare species. Also, an analysis of the relationship between plant species diversity and disease in grassland plots (Mitchell, Tilman and Groth 2002) showed that the pathogen load of fungal disease was three times higher in the average monoculture than in the average plot planted with 24 grassland species, and that nearly all the diseases increased in severity in the less species-rich plots. Disease severity was positively correlated with host plant abundance, and disease was especially severe in plots that contained no resistant species. This analysis supports the general theory that low species diversity leads to more disease as the abundance of susceptible plants increases.

In an overview of grassland experiments in which he grew perennial grasses for a decade, Dr. Tilman reported large annual oscillations in species abundance and biomass production due to fluctuations in climatic conditions during the growing period, but found that, over time, the more species-rich plots showed greater stability in their annual above-ground productivity, and that this stability increased as the vegetation in the plots matured (Tilman 2006). These experiments revealed that ecosystem stability depends on the quantity of roots maintained from year to year, thus bearing out the theoretically predicted portfolio effect (also known as the statistical averaging effect) and the yield effect.

This series of theoretical and experimental studies suggests that biodiversity may enhance the production and utilization of food (including livestock feed), biofuels, and ecosystem services.

2. Research on Sustainable Agriculture and Biofuel Production

Seeking ways to reduce the heavy environmental burden imposed by modern agriculture, Dr. Tilman has been exploring the implications of converting to sustainable farming practices that respect ecological principles, such as the diversity effects he himself has identified (Tilman 1998). With a large group of coauthors, he forecast the environmental impact of the expansion of cultivated area 50 years into the future, assuming that existing agricultural practices remain unchanged (Tilman et al. 2001). The predicted effects include the conversion of 10^9 hectares of natural ecosystems to agriculture, accompanied by a 2.4- to 2.7-fold increase in nitrogen- and phosphorus-driven eutrophication of terrestrial, freshwater, and near-shore ecosystems, and comparable increases in the use of water and pesticides. This eutrophication and habitat destruction would cause unprecedented ecosystem simplification, loss of ecosystem services, and species extinctions. The study concluded that significant scientific investigation and regulatory, technological, and policy changes are needed in order to avoid the negative impacts of agricultural expansion by converting to sustainable practices. Dr. Tilman has further highlighted the urgent need for new incentives and policies to ensure the sustainability of agriculture and ecosystem services (Tilman 2002).

Recently, Dr. Tilman has been vigorously pursuing joint research on the environmental assessment of

biofuels, whose relative merits are a controversial theme. Whether biofuels offer carbon savings depends to a large extent on how they are produced (Hill et al. 2006), and Dr. Tilman and his coauthors have quantified the “carbon debt” created in the process of converting rainforests, peatlands, savannas or grasslands to produce food crop-based biofuels. This process releases 17 to 420 times more carbon dioxide than the annual greenhouse gas reductions that the biofuels would permit by displacing fossil fuels (Fargione et al. 2008). In contrast, biofuels made from waste biomass or from biomass grown on degraded and abandoned agricultural lands planted with perennials incur little or no carbon debt and can offer immediate and sustained mitigation effects. In particular, biofuels derived from low-input high-diversity (LIHD) mixtures of native grassland perennials (which may be grown on agriculturally degraded lands) can provide more usable energy, greater greenhouse gas reductions, and less agrichemical pollution than food crop-based biofuels (Tilman et al. 2006). LIHD biofuels are considered “carbon negative” because the amount of carbon accumulated in the roots and soil (net carbon sequestration) greatly exceeds fossil carbon dioxide release during the biofuel production. Moreover, they can be produced on agriculturally degraded lands, and thus have the advantage that they need neither displace food production nor cause loss of biodiversity via habitat destruction. Through these biofuel-related proposals, Dr. Tilman has maximized the effectiveness of his long-term experimental work on grasslands and his theoretical work on diversity.

第24回国際生物学賞受賞者

ジョージ・デイビッド・ティルマン博士

生年月日 1949年7月22日 (59歳)
国 籍 米国
所属・職 ミネソタ大学 生態・進化・行動学教室 教授 (Regents' Professor)
生態学領域マックナイト首席
シダークリーク自然史区域所長

略歴

1976年 ミシガン大学大学院修了 (Ph.D.)
1976年－1980年 ミネソタ大学 助教
1980年－1984年 ミネソタ大学 准教授
1984年－1996年 ミネソタ大学 教授
1992年－ ミネソタ大学 シダークリーク自然史区域 所長
1996年－2001年 ミネソタ大学 教授 (Distinguished McKnight University Professor)
2001年－ ミネソタ大学 生態学領域マックナイト首席
2002年－ ミネソタ大学 教授 (Regents' Professor)

荣誉歴

1989年 W. S. Cooper Award, Ecological Society of America
1997年 MacArthur Award, Ecological Society of America
2000年 Designated the Most Highly Cited Environmental Scientist of the Decade (1990-2000) by Essential Science Indicators
2002年 Elected to the National Academy of Sciences
2002年 Designated the Most Highly Cited Scientist in Environment / Ecology of the Decade (1992-2002) by Essential Science Indicators

研究業績

1. 生物多様性と生態系の安定性に関する理論的・実験的研究

競争は、生物群集の構造と機能に多大な影響を与える生態プロセスである。生態学では、競争は、競争力の強い種による弱い種の排除を通じて多種共存をさまたげる原理とされてきた。しかし、現実の生物群集は互いに競争し合う多様な種を含んでいる。したがって、競争しあう種が共存し得る原理を明らかにすることは、生態学における最重要課題の一つであるといえる。

ティルマン博士がその初期の研究において開発した資源競争理論 (Tilman 1982) は、それぞれの種が利用できる限界の最小資源量を競争の勝敗を支配する要因として重視するものであり、その有効性は、藻類および草原の実験によって検証された。競争が多様性をもたらすメカニズムとしては、ある性質においてすぐれているものは他の性質においては劣るというトレードオフが有望であるが、ティルマン博士は、資源利用と分散能力のあいだのトレードオフなどが種の共存を導くことを理論的に明らかにした (Tilman 1994)。博士の理論にもとづけば、植物の多様性が高い場所は生産力の高い種を含んでいる可能性が大きいこと (サンプリング効果)、生育条件の不均一性を無駄なく利用できること (ニッチ分化効果) などにより、制限資源のより完璧な利用を通じて高いバイオマス生産を実現することが予測できる (Tilman 1999)。さらに、種の多様性が高く、一方で制限資源量が限られている場合には、新たな種の侵入が起こりにくいことが予測された。

これらの予測は、10年余にわたる長期実験によって検証された。すなわち、種多様性を操作した百数十の草原実験区において、植物の多様性が高いほど生産性が高く、主要な制限栄養塩である土壌の無機窒素は、多様性の高い実験区でより無駄なく利用されていることが示された (Tilman et al. 1996)。さらに、実験地の近隣の自然草原においても、植物の生産性と土壌窒素の利用性が種多様性ととともに増加していることが明らかにされた。

多様性と安定性との関係に関しては、多様性は安定化に寄与するという「多様性－安定化」理

論が広く支持を集める一方で、ロバート・メイ博士を旗手とする「多様性は不安定化をもたらす」とする理論が大きな影響力をもち、生態学における最大の論争的となっていた。ティルマン博士は、207の草原実験区を用いた長期研究により、多様性は群集および生態系のはたらきを安定化する一方で、個別の種の個体群の動態を不安定化することを明らかにした (Tilman 1996)。すなわち、植物群落全体の地上部バイオマスの年変動 (時間的安定性) は、早魃の程度にかかわらず、多様性が大きいほど小さかった。それに対して群落を構成する個々の種の存在量は多様性が高いほど大きく変動した。生態系全体と個々の個体群の安定性の間にみられるこの違いは、種間の競争によって理論的に説明できる。競争力の大きな種が早魃の影響を受けて存在量を減じれば、潜在的な競争相手で早魃に強い種が競争上有利となり存在量を増加させるため、差し引きで群集全体のバイオマスは変わらない。このように種間の補償的な変動関係が群落全体の安定化をもたらすのである。この結果は、ロバート・メイ博士の予測、すなわち多様性が個体群の安定性を損なうという予測とも一致する一方で、群集および生態系に関しては、多様性-安定化仮説を支持するものである。このようにティルマン博士は、より包括的な理論的検討と実証によって、生態学における最大の論争に決着をつけた (Tilman 1999)。なお、種多様性をもたらす生態系の安定性は、時間変動性のみならず、早魃に対するバイオマス生産量の抵抗性および復帰可能性 (レジリエンス) にも認められ、これらの特性が種多様性に依存する関係は飽和型の曲線で近似された (Tilman et al. 1994)。これは、種数が減少するにつれて、1種が失われることの効果の重みが増すことを意味し、グローバルにもローカルにも急速な生物多様性の低下が起りつつある現状に対して警鐘を鳴らすものである。

ティルマン博士は、生物群集の多様性に関するより包括的な理論として確率的ニッチモデルを開発し、草原による長期実験の結果によってその妥当性を検証した (Tilman 2004)。確率的ニッチ理論は、群集における多様性の意味に関する中立理論とトレードオフを基礎とした古典的ニッチ理論を発展的に統合したものである。すなわち、新たに侵入した繁殖子の生死は、確率的な過程のみならず、資源の利用可能性にも影響されることを考慮している。新たな種の定着は、同じ機能グループ (4つに分類) に所属する種によってもっとも強く阻害されることが長期実験によって明らかにされ、ニッチの効果を取り入れたこのモデルによる予測とよく一致した。

化石燃料の燃焼および農業における施肥の影響で、生物が利用可能な窒素の大気からの投入量は、現在では、工業化以前の2~7倍に増加した。このような慢性的な窒素過多が植生に及ぼす影響はこれまでほとんど研究されていないが、ティルマン博士は、クラーク博士との共同研究 (Clark and Tilman 2008) により、大気からの平均的な投入量 (6 kg N ha⁻¹year⁻¹程度) より若干多い10 kg N ha⁻¹year⁻¹ の投入量 (工業国における現在の大气からの投入量に匹敵) の影響を草原における実験区で調べ、慢性的な窒素増加により植物の種多様性が顕著に低下すること、それは希少種の喪失によるものであることを示した。また、植物種の多様性と病害の関係を草原実験区で分析した (Mitchell, Tilman and Groth 2002) ところ、一種だけを栽培したときの菌類による病害は、24種の草原植物種を植えた平均的なプロットの3倍にも達し、ほぼすべての病気の被害は種数の少ない実験区ほど甚大であった。被害は菌類に感染しうる植物の存在量と正の関係を示し、抵抗性のある種を含まない実験区では病気の被害が特にひどかった。これらの分析結果は「種多様性の低下は感染し得る植物の存在量の増加に応じて感染の増大をもたらす」という一般論を支持するものである。

多年草を10年間栽培した草原での実験の総括では、生育期の気象条件の変動により種の存在量やバイオマス生産には大きな年変動がみられたが、種数が多いほど年間の地上部生産性には時間的な安定性がみられ、その安定性は実験区の植生の成熟と共に増していた (Tilman 2006)。この長期実験の結果、生態系の安定性は年を越えて維持される根の量に依存することが見いだされ、理論的に予測されたポートフォリア効果 (統計的平均化効果) と収量増加効果が立証された。これら一連の理論的、実験的研究の結果は、食料 (家畜の飼料など)、バイオ燃料、および生態系サービスの生産と利用が生物多様性によって強化される可能性を示唆するものである。

2. 持続可能な農業およびバイオ燃料生産に関する研究

ティルマン博士は、現代の農業がもたらす甚大な環境負荷を減じるため、自身の研究で明らかになった多様性の効果など、生態学的原理を重視した持続可能な農法への転換にかかわる研究 (Tilman 1998) を進めている。従来の農法をそのまま将来的に持続した場合に50年後における農

業拡大が如何なる環境影響をもち、それを多くは多くの共同研究者とともに予測・評価した (Tilman et al. 2001) ところ、109 haの自然生態系の農地への転換、窒素、およびリンによる2.4から2.7倍の富栄養化 (陸上、淡水生態系、沿岸生態系)、水および農薬使用の大幅な増加などが見込まれ、これら富栄養化とハビタット破壊は、未曾有の生態系の単純化、生態系サービスの喪失、および種の絶滅をもたらすことが予測された。これらの負の影響を回避するための持続可能な農業への転換には、科学的な検討、規制、技術、および政策の変更が必要であり、とくに農業と生態系サービスの持続可能性を確保するための新しいインセンティブと政策が喫緊の課題であると提言している (Tilman 2002)。

博士は、最近では、その功罪についてさまざまな論争があるバイオ燃料に関する環境科学的評価に関する共同研究を精力的に進めている。バイオ燃料が炭素削減に寄与するかどうかは、その生産方法によって大きく異なり (Hill et al. 2006)、熱帯雨林、泥炭湿地、サバンナあるいは草原を農地に転換して生産される穀物ベースのバイオ燃料は、その過程において、生産された燃料がもたらす年間の温室効果ガス削減量の17-420倍もの二酸化炭素を放出する「炭素負債」を産むという問題があることを定量的に明らかにした (Fargione et al. 2008)。廃棄物のバイオマスあるいは多年草を植えた放棄農地で生産されるバイオマスはそのような負債をもたらすことなく、直ちに、しかも持続的な削減効果を期待できる。利用可能なエネルギー量、温室効果ガス削減効果、農業由来の化学汚染の低減などの面でとりわけ有効性が高いのは、放棄農地などの草原に自然に生育する多様な多年草 (低投入多様草種混合, LIHD) を材料とすることである (Tilman et al. 2006)。LIHDは、根系および土壌有機物として蓄積される炭素量 (正味の隔離炭素量) がバイオ燃料生産のために使われる化石燃料から放出される二酸化炭素量に比べてはるかに大きいことから、「カーボンネガティブ」であると評価できる。また、放棄農地や未利用地で生産が可能であり、食料生産との競合や生物の生息・生育場所の破壊による生物多様性の低下をもたらさない点も有利である。これらバイオ燃料に関する一連の提案にも、草原における長期実験の研究成果や多様性にかかわる理論的研究成果が活かされている。

Dr. Winslow Russell Briggs

(2009 Recipient)

Date of Birth: 29 April 1928
Nationality: United States of America
Position: Director Emeritus, Department of Plant Biology, Carnegie Institution of Washington, USA
 Professor Emeritus, Department of Biological Sciences, Stanford University, USA

Career:

1956	Ph. D., Harvard University, USA
1955–1957	Instructor, Stanford University
1957–1962	Assistant Professor, Stanford University
1962–1966	Associate Professor, Stanford University
1966–1967	Professor, Stanford University
1967–1973	Professor, Harvard University
1973–1993	Director, Carnegie Institution of Washington
1973–1993	Professor, Stanford University
1993–	Director Emeritus, Carnegie Institution of Washington
1993–	Professor Emeritus, Stanford University

Awards and Distinctions:

1974	Elected to National Academy of Sciences
1975	Elected to American Academy of Arts and Sciences
1984–1985	Alexander von Humboldt U.S. Senior Scientist Award
1986	Elected to Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
1993–1994	Alexander von Humboldt U. S. Senior Scientist Award
1994	Stephen Hales Prize, American Society of Plant Physiologists
1995	Sterling Hendricks Medal, United States Department of Agriculture and American Chemical Society
2000	Finsen Medal, Association Internationale de Photobiologie
2006	Centennial Award, Botanical Society of America
2007	Gude Prize, American Society of Plant Biologists

Representative Works:

1. Briggs, W. R., R. D. Tocher, and J. F. Wilson. 1957. Phototropic auxin redistribution in corn coleoptiles. *Science* **126**:210-212.
2. Briggs, W. R. 1963. The phototropic responses of higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **14**:311-352.
3. Pratt, L. H. and W. R. Briggs. 1966. Photochemical and nonphotochemical reactions of phytochrome *in vivo*. *Plant Physiol.* **41**: 467-474.
4. Briggs, W. R. and H. P. Chon. 1966. The physiological versus the spectrophotometric status of phytochrome in corn coleoptiles. *Plant Physiol.* **41**:1159-1166.
5. Sargent, M. L. and W. R. Briggs. 1967. The effects of light on a circadian rhythm of conidiation in *Neurospora*. *Plant Physiol.* **42**:1504-1510.
6. Briggs, W. R. and D. C. Fork. 1969. Long-lived intermediates in phytochrome transformation I: *In vitro* studies. *Plant Physiol.* **44**:1081-1088.
7. Gardner, G., C. S. Pike, H. V. Rice, and W. R. Briggs. 1971. "Disaggregation" of phytochrome *in vitro* - a consequence of proteolysis. *Plant Physiol.* **48**:686-693.
8. Briggs, W. R. and H. V. Rice. 1972. Phytochrome: Chemical and physical properties and mechanism of action. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **23**:293-334.
9. Rice, H. V., W. R. Briggs, and C. J. Jackson-White. 1973. Purification of oat and rye phytochrome. *Plant Physiol.* **51**:917-926.

10. Tobin, E. M. and W. R. Briggs. 1973. Studies on the protein conformation of phytochrome. *Photochem. Photobiol.* **18**:487-495.
11. Blatt, M. R., N. K. Wessells, and W. R. Briggs. 1980. Actin and cortical fiber reticulation in the siphonaceous alga *Vaucheria sessilis*. *Planta* **147**:363-375.
12. Mandoli, D. F. and W. R. Briggs. 1981. Phytochrome control of two low-irradiance responses in etiolated oat seedlings. *Plant Physiol.* **67**: 733-739.
13. Mandoli, D. F. and W. R. Briggs. 1982. Optical properties of etiolated plant tissues. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.* **79**:2902-2906.
14. Iino, M. and W. R. Briggs. 1984. Growth distribution during first positive phototropic curvature of maize coleoptiles. *Plant Cell Environ.* **7**:97-104.
15. Kaufman, L. S., W. F. Thompson, and W. R. Briggs. 1984. Different red light requirements for phytochrome-induced accumulation of *cab* RNA and *rbcS* RNA. *Science* **226**:1447-1449.
16. Möisinger, E., A. Batschauer, K. Apel, E. Schäfer, and W. R. Briggs. 1988. Phytochrome regulation of greening in barley - effects on mRNA abundance and on transcriptional activity of isolated nuclei. *Plant Physiol.* **86**:706-710.
17. Gallagher, S., T. W. Short, L. H. Pratt, P. M. Ray, and W. R. Briggs. 1988. Light-induced changes in two proteins found associated with plasma membrane fractions from pea stem sections. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **85**:8003-8007.
18. Short, T. W. and W. R. Briggs. 1990. Characterization of a rapid, blue light-mediated change in detectable phosphorylation of a plasma membrane protein from etiolated pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. *Plant Physiol.* **92**:179-185.
19. Reymond, P., T. W. Short, W. R. Briggs, and K. L. Poff. 1992. Light-induced phosphorylation of a membrane protein plays an early role in signal transduction for phototropism in *Arabidopsis thaliana*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **89**: 4718-4721.
20. Liscum, E. and W. R. Briggs. 1995. Mutations in the *NPH1* locus of *Arabidopsis* disrupt the perception of phototropic stimuli. *Plant Cell* **7**: 473-485.
21. Huala, E., P. W. Oeller, E. Liscum, I.-S. Han, E. Larsen, and W. R. Briggs. 1997. *Arabidopsis* NPH1: A protein kinase with a putative redox-sensing domain. *Science* **278**: 2120-2123.
22. Christie, J. M., P. Reymond, G. Powell, P. Bernasconi, A. A. Reibekas, E. Liscum, and W. R. Briggs. 1998. *Arabidopsis* NPH1: a flavoprotein with the properties of a photoreceptor for phototropism. *Science* **282**: 1698-1701.
23. Briggs, W. R. and E. Huala. 1999. Blue-light photoreceptors in higher plants. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* **15**: 33-62.
24. Salomon, M., J. M. Christie, E. Knieb, U. Lempert, and W. R. Briggs. 2000. Photochemical and mutational analysis of the FMN-binding domains of the plant blue light photoreceptor phototropin. *Biochemistry* **39**: 9401-9410.
25. Sakamoto, K. and W. R. Briggs. 2002. Cellular and subcellular localization of phototropin 1. *Plant Cell* **14**: 1723-1735.
26. Christie, J. M., T. E. Swartz, R. A. Bogomolni, and W. R. Briggs. 2002. Phototropin LOV domains exhibit distinct roles in regulating photoreceptor function. *Plant J.* **32**: 205-219.
27. Corchnoy, S. B., T. E. Swartz, J. W. Lewis, I. Szundi, W. R. Briggs, and R. A. Bogomolni. 2003. Intramolecular proton transfers and structural changes during the photocycle of the LOV2 domain of phototropin 1. *J. Biological Chemistry* **278**: 724-731.
28. Briggs, W. R. 2006. Flavin-based photoreceptors in plants, in: *Flavins Photochemistry and Photobiology*, E. Silva, A. M. Edwards (eds.), *Comprehensive Series in Photochemical and Photobiological Sciences*, Donat-Peter Häder, Giulio Jori (Series eds.) RSC, Cambridge UK. Pp. 183-216.
29. Swartz, T. E., T.-S. Tseng, M. A. Frederickson, G. Paris, D. J. Comerci, G. Rajeshkara, J.-G. Kim, M. B. Mudgett, G. Splitter, R. A. Ugalde, F. Goldbaum, W. R. Briggs, and R. A. Bogomolni. 2007. Blue light-activated histidine kinases: two-component sensors in bacteria. *Science* **317**: 1090-1093.

Research Achievements:

No less today, at the age of 81, than when he embarked on his career as a plant scientist, Dr. Briggs's interest has consistently focused on how plants utilize light information and on the photoreceptors and the signaling mechanisms involved.

Charles Darwin and his son Francis were among the first to study phototropism, the phenomenon in which plants bend in the direction of light. Using young coleoptiles of monocotyledons, they determined that light is detected at the tip and a signal of some kind then travels to the lower part of the coleoptile, where it induces bending. Since Darwin's time, phototropism has remained a central problem in plant physiology.

Among Dr. Briggs's many outstanding achievements in his work on light information, he has made a number of especially important breakthroughs in this area. In particular, his discovery of the photoreceptors that mediate phototropism has led to a major rethinking of how light is utilized by many organisms, from spermatophytes to bacteria.

1. Lateral Movement of Auxin

In 1926, Frits Went discovered growth-accelerating substances, which he named auxins, that move from the tip of the coleoptile toward the base. In what has become known as the Cholodny-Went theory (1926), he suggested that in a coleoptile illuminated from one side, phototropic curvature is induced by a difference in auxin concentration between the lighted and dark sides. The cause of such an auxin differential was unclear, however; among the possibilities suggested were light dependence of auxin synthesis, or of the rate of auxin breakdown, or of the activity level of an inhibitor. In 1957, Dr. Briggs settled this debate by inserting a partial or complete barrier (a thin cover glass) between the illuminated and dark sides of coleoptiles and measuring the amount of auxin recovered from their bases, thereby demonstrating that neither the synthesis nor the breakdown of auxin was influenced by the presence or direction of light; instead, a concentration differential developed as auxin moved from the lighted to the shaded side in the tissue of the coleoptile tip.

2. Light Sensitivity in Phototropism

Phototropism in higher plants is induced by blue light. Red light was therefore used as the traditional "safelight" for experimental manipulation and observation of phototropism, as it was thought not to influence the response. However, Dr. Briggs discovered that supposedly "safe" red light induced a phytochrome-mediated alteration in phototropic sensitivity to blue light (1966).

He subsequently found that red light treatments in the very low fluence range regulated the elongation growth of etiolated seedlings and the gene expression of proteins necessary for chloroplast development, effects that he called "very low-irradiance response" (1981), and he proposed dim green light as the laboratory safelight for phytochrome work. He also showed that the tissues of etiolated seedlings act like fiber optics, piping light down through the soil to the root (1982). Since this work, researchers have handled experimental manipulations of phototropism with extreme care.

3. The Discovery of Phototropins

Identifying the photoreceptors involved in phototropism remained a challenge for many years, not only in the higher plants but also in cryptogams such as the fungus *Phycomyces*. Around 1990, Dr. Briggs adopted a two-pronged approach: biochemical investigation of a protein that is phosphorylated by blue light irradiation, and genetic studies using non-phototropic mutants of *Arabidopsis* (thale cress). The discovery of a plasma membrane-associated protein that becomes phosphorylated upon irradiation with blue light (1988) led to identification of the photoreceptors that mediate phototropism. In 1997, Dr. Briggs isolated the causative gene (NPH1) of the variant *nph1* (non-phototropic hypocotyl 1) in *Arabidopsis*; in 1998, he determined that this gene encodes the photoreceptors, and in 1999 he named them phototropins. At the amino-terminal (N-terminal) end, these photoreceptor proteins were found to contain two LOV domains, LOV1 and LOV2; these are sequences of about 110 amino acids that share homology with a group of sensor proteins regulated by light, oxygen, or voltage (hence the term "LOV domain"), and that act as a light sensor in this case. The carboxyl-terminal (C-terminal) end was found to have a kinase structure, making it the functional portion of the protein. In quick succession, Dr. Briggs determined the basic molecular properties of phototropin: each LOV domain binds a molecule of the chromophore flavin mononucleotide (FMN) at a conserved cysteine residue (1998); the protein undergoes autophosphorylation on absorbing light (1998); it is activated when a temporary covalent bond is formed between the cysteine residue and FMN within the LOV domain (2000); and the light-activated LOV domain reverts in darkness to its initial ground state (2000). Dr. Briggs's work has also clarified a number of phenomena thought to

underlie the physiological response, indicating, for example, that of the two LOV domains, only LOV2 is essential to light sensing (2002); that phototropin 1 is localized to the plasma membrane under dark conditions, but becomes released to the cytoplasm in response to light (2002); and that this intracellular redistribution is inhibited by pretreatment with brief pulses of red light, an effect that is implicated in changes in phototropic sensitivity (2008).

4. Consequences of the Discovery of Phototropins

Progress in the genome analysis of various species has led to the discovery of LOV domains—the light-sensing regions of phototropins—in prokaryotic organisms such as bacteria and cyanobacteria, and has also shown that the domains are conserved in many non-animal eukaryotes, such as fungi, algae, mosses, and ferns. As a result, in a number of different species with blue light responses whose physiology had been well studied, the blue-light receptors are now being identified for the first time. Surprisingly, they are turning out to consist of novel photoreceptor proteins in which the LOV domains are coupled to functional domains quite distinct from those of phototropin. These findings mean that, in evolutionary processes, many organisms have deployed LOV domains as effective light switches to control physiologically active proteins by means of light. LOV photoreceptors are now being discovered even in bacteria, which were previously thought to be little influenced by light. Dr. Briggs and his colleagues have recently shown that in *Brucella abortus*, a bacterium that causes an infectious disease in livestock, the infection process involves light activation of LOV photoreceptor proteins, and have suggested that the role of light also needs to be considered in disease transmission in mammals (2007).

Thus, the significance of Dr. Briggs's discovery of phototropin extends far beyond the identification of a single blue-light photoreceptor to encompass the characterization of LOV domains that are widespread among living things, and his work has been a great seminal influence in the field of photobiology.

第25回国際生物学賞受賞者

ウインスロー・ラッセル・ブリッグス博士

生年月日 1928年4月29日(81歳)
 国籍 米国
 所属・職 カーネギー研究所植物学部門 名誉部門長
 スタンフォード大学生物学教室 名誉教授

略歴

1956年 ハーバード大学博士課程修了 (Ph.D)
 1955 - 1957 スタンフォード大学生物学教室 助教
 1957 - 1962 スタンフォード大学生物学教室 講師
 1962 - 1966 スタンフォード大学生物学教室 准教授
 1966 - 1967 スタンフォード大学生物学教室 教授
 1967 - 1973 ハーバード大学生物学教室 教授
 1973 - 1993 カーネギー研究所植物学部門 部門長
 1973 - 1993 スタンフォード大学生物学教室 教授
 1993 - カーネギー研究所植物学部門 名誉部門長
 1993 - スタンフォード大学生物学教室 名誉教授

栄誉歴

1974年 Elected to National Academy of Sciences
 1975年 Elected to American Academy of Arts and Sciences
 1984 - 1985 Alexander von Humboldt U.S. Senior Scientist Award
 1986年 Elected to Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
 1993 - 1994 Alexander von Humboldt U. S. Senior Scientist Award
 1994年 Stephen Hales Prize, American Society of Plant Physiologists
 1995年 Sterling Hendricks Medal, United States Department of
 Agriculture and American Chemical Society
 2000年 Finsen Medal, Association Internationale de Photobiologie
 2006年 Centennial Award, Botanical Society of America
 2007年 Gude Prize, American Society of Plant Biologists

研究業績

ブリッグス博士の植物科学における中心的興味は、研究を始めた当初から81歳の現在に至るまで常に変わること無く、植物における光情報の利用とそれに関わる光受容体及びその後の信号伝達機構の解明にある。

かつて、チャールズ・ダーウィンとその息子フランシス・ダーウィンは単子葉植物の若い子葉鞘を用いて、植物が明るい方向に曲がる現象（光屈性）における光受容部位は子葉鞘の先端部であること、何らかの信号が下部に移動して屈曲を誘導することを明らかにした。それ以来、光屈性は植物生理学の中心課題の一つとなった。

ブリッグス博士は光情報関連の研究で多くの優れた業績を上げてきたが、中でもこの光屈性の課題に対してブレイクスルーとなる幾つかの重要な発見を行っており、とりわけ光屈性を仲介する光受容体の発見は、種子植物からバクテリアに至る多くの生物における光利用の現実を大きく見直す端緒となった。

1. オーキシン横移動

子葉鞘の先端部から基部方向に向かって移動する成長促進物質が存在することを発見したフリッツ・ベント (Frits Went) は、この物質をオーキシンと命名し (1926)、さらに横からの光照射によって子葉鞘の光側と陰側にできるオーキシン濃度の違いが、屈性を誘導すると考えた (1926, Cholodny-Went 説)。しかし光照射によって光側と陰側にオーキシンの濃度差ができるとしても、その原因には、オーキシンの合成量や分解速度が光依存である可能性や、光強度による阻害因子

の活性レベルの違いなどの可能性があり、特定されていなかった。ブリッグス博士は、子葉鞘の光側と陰側を薄いカバーガラスで部分的に、または完全に分断して光を照射し、子葉鞘の下部から流出してくるオーキシシン量を測定することによって、オーキシシンの合成量や分解量は光の有無、光の方向には影響されないこと、オーキシシンは子葉鞘先端部の組織内を光側から陰側に移動することによって光側と陰側に濃度差が生じることを明確に示し、議論に決着をつけた（1957）。

2. 光屈性における光感受性

種子植物の光屈性は青色光で誘導される。そのため光屈性の実験操作や観察を行う場合、赤色光は屈性には影響無い「安全光」と考えられ、使われていた。しかしブリッグス博士は、影響の無いはずの赤色光が、フィトクロムを介して青色光に対する光屈性の感度を変化させること（1966）、また、黄化芽生えの伸長成長や、葉緑体形成に必要なタンパク質の遺伝子発現が非常に低い光量の赤色光で制御されることを発見し、これらの反応に「超低光量反応」と命名（1981）、フィトクロム研究の安全光には微弱な緑色光を使用することを提唱した。また暗所で成長した若い茎が光ファイバーの役目をするため、光は地中の根の部分にまで到達することを明らかにした（1982）。これ以降、光屈性の実験操作は特段の注意をもって行なわれるようになった。

3. フォトトロピンの発見

光屈性に関与する光受容体の解明は種子植物のみならず、ヒゲカビなどの隠花植物においても長年の課題であった。ブリッグス博士は1990年頃から、青色光照射によってリン酸化されるタンパク質の探索という生化学的方法と、光屈性が欠損したシロイヌナズナの突然変異体の選抜という遺伝学的方法の両面から研究を開始した。青色光によってリン酸化される細胞膜上のタンパク質の発見（1988）は、光屈性を仲介する光受容体発見への端緒となった。シロイヌナズナの変異体 *nph1* (non-phototropic hypocotyl 1) の原因遺伝子 (NPH1) を単離し（1997）、その遺伝子が光受容体をコードすることを明らかにして（1998）、フォトトロピンと命名した（1999）。この光受容体タンパク質はアミノ末端 (N 末端) 側には約 110 のアミノ酸からなる、光 (light) / 酸素 (oxygen) / 電位差 (voltage) を感知するセンサータンパク質に共通して見られる配列『LOV ドメイン (light, oxygen, voltage ドメイン)』が 2 カ所 (LOV1 と LOV2) 存在して光受容に働き、カルボキシル末端 (C 末端) 側はこのタンパク質の機能を発する部分としてリン酸化酵素の構造を持っていた。ブリッグス博士は、LOV ドメインにはシステイン残基が保存されており、発色団としてフラビンモノヌクレオチド (FMN) が結合すること（1998）、光を吸収すると自己リン酸化され（1998）、LOV ドメイン中のシステイン残基と FMN の間で一過的な共有結合が形成されてフォトトロピンは活性化されること（2000）、光吸収によって活性化された LOV ドメインは暗黒下で元の基底状態にもどること（2000）など、フォトトロピン分子に関する基本的な性質を次々に明らかにした。さらに二つの LOV ドメインのうち、光受容体としては LOV2 が必須であること（2002）、フォトトロピンは暗黒下では細胞膜に局在するが光を吸収すると細胞質にも存在するようになること（2002）、このフォトトロピンの細胞内分布変化は超低光量の赤色光によって押さえられ、光屈性の感受性変化に関与していること（2008）など、生理反応に必要と思われる現象も明らかにした。

4. フォトトロピンの発見がもたらしたもの

多くの生物種でゲノム解析が進んだことから、フォトトロピンの光受容部位である LOV ドメインが原核生物のバクテリアやシアノバクテリアにも発見され、真核生物では菌類、藻類、コケ、シダなど、動物を除く多くの生物で保存されていることが分かった。その結果、青色光反応として従来から生理学的には良く解析されてきたが光受容体が不明であった多くの生物種の様々な青色光反応の光受容体が明らかにされつつある。意外であったのは、それらの光受容体では、LOV ドメインがフォトトロピンの機能ドメインとは全く異なる機能ドメインと結合した、新規の光受容体タンパク質を構成していたことである。このことは、生物進化の過程で、多くの生物が生理活性タンパク質を光で制御するために LOV ドメインを有効な光スイッチとして利用してきたことを意味している。また、従来は光の影響があまりない、と考えられてきたバクテリアからも LOV 光受容体が次ぎ次ぎと発見されている。ブリッグス博士らは最近、牛の感染症の原因である細菌 *Brucella abortus* では、その感染過程に LOV 光受容タンパク質の光による活性化が関わっていることを明らかにし、ほ乳類の病気感染にも光の影響を考える必要があることを示唆した（2007）。

ブリッグス博士のフォトトロピンの発見は、単なる一青色光受容体の発見に留まらず、生物界で非常に広範囲に使用されている LOV ドメインの発見として、その光生物学における影響と意義は絶大である。

Dr. Nancy Ann Moran

(2010 Recipient)

Date of Birth: 21 December 1954
Nationality: United States of America
Position: William H. Fleming Professor, Department of Ecology and Evolutionary Biology
 Yale University, USA

Career:

1982	Ph.D., University of Michigan
1986-1991	Assistant Professor, University of Arizona
1991-1996	Associate Professor, University of Arizona
1996-2000	Professor, University of Arizona
2001-2010	Regents' Professor, University of Arizona
2010-	William H. Fleming Professor, Yale University

Awards and Distinctions:

1988	American Society of Naturalists President's Award
1997-2002	John D. and Catherine T. MacArthur Fellow
2001	University of Arizona Regents' Professor
2004	Member of the American Academy of Microbiology
2004	Member of the National Academy of Science
2006	Galileo Circle Faculty Fellow, College of Science, University of Arizona
2006	Member of the American Academy of Arts and Sciences
2007	Fellow of the American Association for the Advancement of Science
2008	University of Arizona Alumni Association Extraordinary Faculty Award

Representative Works:

1. Moran, N. and W. D. Hamilton. 1980. Low nutritive quality as defense against herbivores. *Journal of Theoretical Biology* 86: 247-254.
2. Moran, N. A. 1988. The evolution of host alternation in aphids: evidence that specialization is a dead end. *The American Naturalist* 132: 681-706
3. Moran, N. A., M. A. Munson, P. Baumann and H. Ishikawa. 1993. A molecular clock in endosymbiotic bacteria is calibrated using the insect hosts. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*: 253: 167-171.
4. Moran, N. A. 1996. Accelerated evolution and Muller's ratchet in endosymbiotic bacteria. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 93: 2873-2878.
5. Rispe, C. and N. A. Moran. 2000. Accumulation of deleterious mutations in endosymbionts: Muller's ratchet with two levels of selection. *The American Naturalist* 156: 425-441.
6. Sandström, J. P., J. A. Russell, J. P. White, and N. A. Moran. 2001. Independent origins and horizontal transfer of bacterial symbionts of aphids. *Molecular Ecology* 10: 217-228
7. Mira, A., H. Ochman and N. A. Moran. 2001. Deletional bias and the evolution of bacterial genomes. *Trends in Genetics* 17: 589-596.
8. Moran, N. A. and A. Mira. 2001. The process of genome shrinkage in the obligate symbiont, *Buchnera aphidicola*. *Genome Biology* 2: research0054.1-0054.12.
9. Moran, N. A. 2002. The ubiquitous and varied role of infection in the lives of animals and plants. *The American Naturalist* 160:S1-S8.
10. Tamas, I., Klasson, L., Näslund, K., Canbäck, B., Eriksson, A.-S., Wernegreen J. J., Sandström, J. P., Moran, N. A., and S. G. E. Andersson. 2002. Fifty million years of genomic stasis in endosymbiotic bacteria. *Science* 296: 2376-2379.
11. Oliver, K., J. Russell, N. Moran and M. Hunter. 2003. Facultative bacterial symbionts in aphids confer resistance to parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100: 1803-1807.
12. Lerat, E., V. Daubin and N. A. Moran. 2003. From gene trees to organismal phylogeny in prokaryotes: the case of the γ -Proteobacteria. *PLoS- Biology* 1: 101-108.
13. Moran, N. A., J. A. Russell, T. Fukatsu and R. Koga. 2005. Evolutionary relationships of three new species of Enterobacteriaceae living as symbionts of aphids and other insects. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 3302-3310.

14. Moran, N. A., H. E. Dunbar and J. L. Wilcox. 2005. Regulation of transcription in a reduced bacterial genome: nutrient-provisioning genes of the obligate symbiont, *Buchnera aphidicola*. *Journal of Bacteriology* 187: 4229-4237.
15. Oliver, K. M., N. A. Moran and M. S. Hunter. 2005. Variation in resistance to parasitism in aphids is due to symbionts and not host genotype. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 12975-12800.
16. Moran, N. A., P. Tran and N. M. Gerardo. 2005. Symbiosis and insect diversification: an ancient symbiont of sap-feeding insects from the bacterial phylum *Bacteroidetes*. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 8802-8810.
17. Wu, D., S. C. Daugherty, S. E. Van Aken, G. H. Pai, K. L. Watkins, H. Khouri, L. J. Tallon, J. M. Zaborsky, H. E. Dunbar, P. L. Tran, N. A. Moran and J. A. Eisen. 2006. Metabolic complementarity and genomics of the dual bacterial symbiosis of sharpshooters. *PLoS Biology* 4: e188.
18. Nakabachi, A., A. Yamashita, H. Toh, H. Ishikawa, H. E. Dunbar, N. A. Moran and M. Hattori. 2006. The 160-kilobase genome of the bacterial endosymbiont *Carsonella*. *Science* 314: 267.
19. Russell, J. A. and N. A. Moran. 2006. Costs and benefits of symbiont infection in aphids: variation among symbionts and across temperatures. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273: 603-610.
20. Moran, N. A. and H. E. Dunbar. 2006. Sexual acquisition of beneficial symbionts in aphids. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103: 12803-12806.
21. McCutcheon, J. M. and N. A. Moran. 2007. Parallel genomic evolution and metabolic interdependence in an ancient symbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104: 19392-19397.
22. Dunbar, H. E., A. C. C. Wilson, N. R. Ferguson and N. A. Moran. 2007. Aphid thermal tolerance is governed by a point mutation in bacterial symbionts. *PLoS Biology* 5: e96.
23. Moran, N. A., H. J. McLaughlin, and R. Sorek. 2009. The dynamics and timescale of ongoing genomic erosion in symbiotic bacteria. *Science* 323: 379-382.
24. Degnan, P.H., Y. Yu, N. Sisneros, R. A. Wing, and N. A. Moran. 2009. *Hamiltonella defensa*, genome evolution of a protective bacterial endosymbiont from pathogenic ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106: 9063-9068
25. McCutcheon, J. M., B. R. MacDonald, and N. A. Moran. 2009. Origin of an alternative genetic code in the extremely small and GC-rich genome of a bacterial symbiont. *PLoS-Genetics* 5: e1000565.
26. Peccoud, J., J. C. Simon, H. J. McLaughlin, and N. A. Moran. 2009. Recent adaptive radiation of pea aphids revealed by their rapidly evolving symbionts. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106: 16315-16320.
27. Oliver, K. M., P. H. Degnan, M. S. Hunter, and N. A. Moran. 2009. Bacteriophage encode factors required for protection in a symbiotic mutualism. *Science* 325: 992-994.
28. McCutcheon, J. M., B. R. MacDonald, and N. A. Moran. 2009. Convergent evolution of metabolic roles in bacterial co-symbionts of insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:15394-15399.
29. Sabree, Z. L., Kambhampati, S., and N. A. Moran. 2009. Nitrogen recycling and nutritional provisioning by the cockroach endosymbiont, *Blattabacterium*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:19521-19516.
30. Degnan, P. H., T. E. Leonardo, B. N. Cass, B. Hurwitz, D. Stern, R. A. Gibbs, S. Richards and N. A. Moran. 2010. Dynamics of genome evolution in facultative symbionts of aphids. *Environmental Microbiology* 12: 2060-2069.
31. Moran, N. A. and T. Jarvik. 2010. Lateral transfer of genes from fungi underlies carotenoid production in aphids. *Science* 328: 624-627.

Research Achievements:

Dr. Moran's primary research interest is the biology of the intimate coevolution that occurs between animals, especially insects, and the bacterial symbionts that live within their bodies. Using an array of approaches including molecular biology, genomics, and experimental and theoretical biology, she has achieved outstanding results concerning the evolutionary origins of symbiosis, its universality in the animal kingdom, and its impact on the evolution and ecology of both hosts and symbionts, among other topics. Together with shedding new light on the consequences of coevolution, based on these discoveries she has made major and far-reaching contributions to the advancement of the biology of symbiosis, including the development of a general theory of microbial genome evolution.

1. The Ancient Evolutionary Origins of Symbiosis

Using molecular phylogenetic techniques and the fossil record of tiny insects preserved in amber, Dr. Moran established that the coevolution of aphids and the bacterial endosymbiont *Buchnera*, which is necessary to their survival, has a very ancient history (over 100 million years), and showed this to be a case of stable long-term cospeciation (Moran et al. 1993). This discovery led to a series of reports of similar cospeciation in various host-symbiont pairs besides aphids and *Buchnera*. For example, Dr. Moran has demonstrated ancient evolutionary origins, dating back at least 270 million years, for the bacterial endosymbionts common to the large group of insects known as the Homoptera, which includes cicadas, spittlebugs, leafhoppers, and planthoppers, and she has suggested that this symbiosis was probably already established during the evolution of the earliest land plants and plant-feeding insects (Moran et al. 2005). Once the symbiosis became established, the host insect is thought to have inherited the bacterial symbionts by vertical transmission over millions or hundreds of millions of generations. Such a pattern, which recurs in various groups of insects and other invertebrates, points to the strong possibility that the acquisition of bacterial symbionts may have been important to adaptive radiation and diversification in these organisms.

2. Metabolic Complementarity in Symbiosis

Dr. Moran's group has found striking complementarity in the metabolic capabilities of bacterial symbionts and host insects, and also in those of different bacterial symbionts resident in the same host. They have shown by genome analysis that coresident bacterial symbionts, even if they are of unrelated species, may possess a complementary set of biosynthetic pathway gene clusters, or gene clusters complementarily involved in different steps of the same pathway. For example, in the glassy-winged sharpshooter and the cicada, one symbiont supplies the host with eight of the ten essential amino acids the host needs to survive and a second symbiont provides the remaining two, with both symbionts having the required metabolic pathways (Wu et al. 2006; McCutcheon and Moran 2007; McCutcheon et al. 2009). These findings can be seen as concrete evidence that the evolution of sophisticated symbiotic relationships becomes irreversible due to codependency among the partners.

3. Proposal of the Genome Reduction Theory for Bacterial Symbionts

Starting in 1990s, the DNA sequences of obligate bacterial symbionts of various insects were found to share some unusual structural and evolutionary traits: in particular, they show rapid molecular evolution, with fast rates of change of DNA and protein sequences; they have a reduced genome size, having lost many of the genes present in free-living relatives; and the genomic DNA shows a biased nucleotide composition, favoring adenine-thymine over guanine-cytosine. Over the ensuing years, biologists had merely speculated as to whether these traits were related to the special lifestyle and environment of organisms that live inside a host's cells, until Dr. Moran proposed that the genome evolution patterns of these endosymbionts could be explained in an integrated way by drawing on population genetics theory (Moran 1996). In population genetics, according to the effect known as "Muller's ratchet," in small asexual populations there is a high rate of fixation of mildly deleterious mutations, as these are not eliminated successfully; this effect has often been used as an argument for the value of sexual reproduction. Dr. Moran pointed out that, in general, in bacterial symbionts necessary to the host's survival, the effective population size becomes tiny because the process of vertical transmission from the host mother to the egg acts as a strong bottleneck in each generation; further, that populations of symbionts in the same host become effectively clonal, or genetically identical, because they do not reproduce outside the host and there is no horizontal transfer between hosts, and therefore they can be seen as asexual, in that no useful genetic recombination can occur. She thus formulated the hypothesis that traits like rapid molecular evolution, reduced genome size, and biased nucleotide composition occur because the population genetic structure is constrained by the obligate symbiont lifestyle and Muller's ratchet makes it difficult to remove a mildly deleterious mutation, correct a bias in mutation repair, or reacquire a lost gene (Mira et al. 2001). This hypothesis is now widely accepted, having been supported by subsequent genomic and other findings in many obligate symbiont and endoparasitic bacteria. Extremely rapid molecular evolution and reduced genome size are also seen in intracellular organelles such as mitochondria and chloroplasts, which are thought to be derived from symbiotic bacteria, and they can be explained there in the same way. The smallest known bacterial genomes belong to symbionts of psyllids, sharpshooters and cicadas; as they have fewer than 200,000 base pairs and 200 genes, the entities that possess them are almost organelles. Dr. Moran's group was involved in determining all of these genomes (Nakabachi et al. 2006; McCutcheon and Moran 2007; McCutcheon et al. 2009). Dr. Moran has earned the highest regard for having proposed a

general theory, supported by actual examples, that offers an integrated explanation of reductive genome evolution in symbiotic bacteria, the phenomenon observed in a wide range of bacterial genomes whereby free-living bacteria enter a symbiosis, become obligate symbionts, and are eventually reduced to entities not unlike organelles.

4. Environmental Adaptation of Hosts Benefited by Bacterial Symbionts

In many species populations, a number of bacterial symbionts are normally present at different infection frequencies. Most are not essential to the host and are harbored by only some individuals in the population. For a long time, the impact and significance of this facultative symbiont infection remained unclear, but recent research by Dr. Moran's own group and others has led to an appreciation of its variegated biological functions. In particular, Dr. Moran's group is noted for having shown that the facultative bacterial symbiont *Hamiltonella* in aphids confers resistance to parasitic wasps on the aphid host (Oliver et al. 2003), and that this protection against the wasp larva relies on toxins encoded on a bacteriophage (Oliver et al. 2009). Dr. Moran and her coworkers have also found that the polymorphism of resistance to parasitic wasps and tolerance to high temperatures seen in natural populations of aphids can be explained in terms of the genetic polymorphism of facultative bacterial symbionts (Oliver et al 2005; Russell and Moran 2006); that these facultative bacterial symbionts can be transmitted horizontally within and between species (Moran and Dunbar 2006); and that their genomes show features similar to those of pathogenic and parasitic bacteria (Degnan et al. 2009, 2010). Dr. Moran has further demonstrated that obligate bacterial symbionts like *Buchnera* can give rise to striking ecological changes; for example, a new mutation in *Buchnera* in a host insect population dramatically affected the host's tolerance of heat stress (Dunbar et al. 2007). The picture furnished by this series of studies shows that the symbiotic microbiotas present in many organisms in nature often have subtle but non-negligible effects on the ecological, macroscopic, and adaptive properties of the hosts.

Thus, while supplying a wealth of concrete evidence from perspectives ranging from evolutionary ecology to genomics, Dr. Moran's extensive high-level studies have shown that symbiosis, as an important source of evolutionary novelty, has promoted diversification in many groups of organisms and has also endowed them with the ability to exploit new ecological niches. Researchers in this field long tended to limit themselves to the enumerative description of phenomena, but by taking population genetic processes into account, Dr. Moran has succeeded in providing an integrated explanation of microbial symbiont lifestyles at the evolutionary ecology level and of evolutionary trends at the genome level, thus establishing common principles within diversity. The great influence that Dr. Moran has had, and no doubt will continue to have, on the biology of symbiosis makes her the leading player internationally in this field.

第26回国際生物学賞受賞者

ナンシー・アン・モラーン博士

生年月日 1954年12月21日(55歳)
 国籍 米国
 所属・職 イェール大学 生態・進化生物学部門 教授

略歴

1982年 ミシガン大学大学院修了 (Ph. D.)
 1986年-1991年 アリゾナ大学 助教
 1991年-1996年 アリゾナ大学 准教授
 1996年-2000年 アリゾナ大学 教授
 2001年-2010年 アリゾナ大学 教授 (Regents' Professor)
 2010年- イェール大学 教授 (William H. Fleming Professor)

荣誉歴

1988年 American Society of Naturalists President's Award
 1997年-2002年 John D. and Catherine T. MacArthur Fellow
 2001年 University of Arizona Regents' Professor
 2004年 Member of the American Academy of Microbiology
 2004年 Member of the National Academy of Science
 2006年 Galileo Circle Faculty Fellow, College of Science, University of Arizona
 2006年 Member of the American Academy of Arts and Sciences
 2007年 Fellow of the American Association for the Advancement of Science
 2008年 University of Arizona Alumni Association Extraordinary Faculty Award

研究業績

モラーン博士の主要な研究分野は、動物とくに昆虫類と、その体内に存在する共生細菌の間にみられる密接な共進化の生物学である。分子生物学、ゲノム科学、実験生物学および理論生物学などの多彩なアプローチを駆使することにより、共生関係の進化的起源、動物界におけるその普遍性、そして宿主および共生者の進化および生態への影響などについて顕著な研究成果をあげ、共生進化の帰結に対して新たな光を当てるとともに、それらの発見に基づいて微生物ゲノム進化の一般理論を発展させるなど、本研究分野の発展において多岐にわたる大きな貢献をおこなってきた。

1. 共生関係の古い進化的起源について

モラーン博士は分子系統学的手法および琥珀に含まれて出る微小昆虫の化石記録を援用して、アブラムシ類およびその生存に必須な細胞内共生細菌 (ブフネラ *Buchnera*) の共進化の歴史が、実に1億年以上の古い起源をもち、長大な年月にわたり安定に維持された共種分化関係であることを明らかにした (Moran et al. 1993)。この発見をさきがけとして、その後の研究によりアブラムシとブフネラ以外にもさまざまな宿主—共生細菌間で、同様の共種分化関係が成立していること

が次々と報告された。例えばモラーン博士は、セミ、アワフキムシ、ヨコバイ、ウンカなどを含む大きな昆虫群（同翅亜目と呼ばれる）に共通にみられる細胞内共生細菌が、2億7千万年以上の古い進化的起源を有することを明らかにし、おそらくはこの共生関係が陸上植物および植食性昆虫の進化の初期においてすでに成立していたであろうことを提唱した (Moran et al. 2005)。共生関係の成立に続いて、このような共生細菌は何百万～何億世代にもわたり垂直感染によって宿主昆虫の子孫へ伝えられてきたと考えられる。同様のパターンはさまざまなグループの昆虫類のみならず他の無脊椎動物でもしばしばみられ、これらの生物群における適応放散や多様化に共生細菌の獲得が重要であった可能性を強く示唆するものである。

2. 共生する生物間の代謝レベルの相補性について

モラーン博士のグループは、共生細菌と宿主昆虫の間、さらには同じ宿主体内に共存する複数の共生細菌の間に、顕著な代謝能力の相補性がみられることを明らかにした。共存する複数種の共生細菌が、系統的には遠縁であるにもかかわらず、相補的なセットの生合成経路遺伝子群を保持していたり、時には同じ経路の異なるステップの遺伝子群を相補的な形で保有していたりすることを、ゲノムレベルの解析から示したのである。例えばヒメヨコバイやセミにおいては、宿主昆虫の生存に必要な10種の必須アミノ酸のうち、8種を一方の共生細菌が、残り2種を他方の共生細菌がそれぞれ代謝経路を保持して宿主に供給する能力を有している (Wu et al. 2006; McCutcheon and Moran 2007; McCutcheon et al. 2009)。これらの発見は、構成要素間の相互依存性ゆえに、高度な共生関係の進化が不可逆的となることを示す具体的な証拠とみなすことができる。

3. 共生細菌のゲノム縮小理論の提唱について

さまざまな昆虫類の必須共生細菌が共通して、ゲノムの構造や進化に独特の特徴を有することが1990年代から知られていた。具体的には、DNAやタンパク質の配列が急速に変化する「加速分子進化」を示すこと、近縁の自由生活性の細菌に存在する遺伝子の多くが失われて「ゲノムサイズ縮小」していること、ゲノムDNAの塩基組成がアデニン/チミンが多くグアニン/シトシンが少ない「塩基組成バイアス」を示すことなどである。従来の理解では、宿主生物の細胞内に共生するという特殊な生活様式や環境に関係があるのではないかと、といった漠然とした推論にとどまっていたが、モラーン博士はこれらの共生細菌のゲノム進化パターンが集団遺伝学の理論を援用することにより統一的に説明できることを提唱した (Moran 1996)。「マラーのラチェット (Muller's ratchet) 効果」とは、集団のサイズが小さく無性生殖をおこなう生物では、弱い効果をもつ有害な突然変異がうまく集団中から除去されずに固定する確率が高くなるという集団遺伝学的な効果であり、従来は有性生殖の有利性を説明する際によく使われてきた。モラーン博士は、宿主の生存に必要な共生細菌では一般に、母親から卵への垂直感染の過程で強いボトルネックを毎世代経るために有効集団サイズがきわめて小さくなること、宿主間で水平感染したり環境中に出て生残することがないために同一宿主内の共生細菌は基本的に遺伝的に同一のクローン集団になること、したがって有効な遺伝的組み換えが起こりえない無性生殖生物とみなすことができることを指摘した。すなわち必須共生細菌の生活様式がその集団遺伝学的な構造を規定するために、「マラーのラチェット効果」によって弱有害突然変異を除去したり、突然変異修復の偏りを是正したり、ひとたび失われた遺伝子を再獲得したりすることが難しくなり、それゆえに加速分子進化、ゲノムサイズ縮小、塩基組成バイアスなどが起こるといふ仮説を定式化したのである (Mira et

al. 2001)。この仮説はその後、多くの必須共生細菌や細胞内寄生細菌のゲノム情報等からの支持を受け、現在は広く受け入れられている。共生細菌由来であると考えられているミトコンドリアや葉緑体などの細胞内小器官でも極度の加速分子進化およびゲノムサイズ縮小がみられるが、これらも同様の文脈で説明可能である。これまでに報告された最小の細菌ゲノムはキジラミ、ヒメヨコバイ、セミの共生細菌のもので、大きさは20万塩基対足らず、200個未満の遺伝子しか持っておらず細胞内小器官の一手前のような存在であるが、それらのゲノム決定にはすべてモラーン博士のグループが関わってきた (Nakabachi et al. 2006; McCutcheon and Moran 2007; McCutcheon et al. 2009)。自由生活性の細菌が共生をはじめ、必須共生細菌となり、やがては細胞内小器官のような存在に成り果てるという、多種多様な細菌ゲノムを見渡した時にみえてくる「共生細菌のゲノム縮小進化」を統一的に説明できる一般理論およびその実例を提示したという業績はきわめて高く評価されている。

4. 共生細菌による宿主の環境適応について

多くの生物の集団中では、さまざまな共生細菌がさまざまな感染頻度で共存していることが普通である。それらの多くは宿主にとって必須ではなく、集団中の一部の個体のみが感染しているにすぎない。このようないわゆる任意共生細菌の感染の影響や意義については長らく不明であったが、モラーン博士やその他のグループによる近年の研究により、その多彩な生物機能がわかってきた。特にモラーン博士のグループは、アブラムシ集団中にみられる任意共生細菌ハミルトネラ (*Hamiltonella*) の感染により、宿主が寄生蜂に対する抵抗性を獲得することを明らかにし (Oliver et al. 2003)、その機構は寄生蜂幼虫への毒素をコードするバクテリオファージによることを証明した業績で知られる (Oliver et al. 2009)。また、アブラムシの自然集団に見られる寄生蜂への抵抗性や高温への耐性の多型が任意共生細菌の遺伝的多型で説明できること (Oliver et al. 2005; Russell and Moran 2006)、これらの任意共生細菌が種内および種間で水平感染しうること (Moran and Dunbar 2006)、これらの任意共生細菌のゲノムが病原菌や寄生菌に類する特徴を示すこと (Degnan et al. 2009; 2010) などを明らかにしてきた。さらにモラーン博士はブフネラのような必須共生細菌においても、宿主昆虫集団中に生じた新しい突然変異が温度ストレスへの耐性に大きく影響する (Dunbar et al. 2007) など、顕著な生態学的変化を引き起こしうることを実証した。これらの一連の研究成果により、自然界において多様な生物の体内に存在する多様な共生細菌叢が、さまざまな生態的、可視的、適応的な生物の性質にしばしば微妙だが無視できない影響を与えているという描像が提示されたのである。

このように、モラーン博士の広範かつ高いレベルの一連の研究業績は、共生関係が進化的な新規性をもたらす重要な機構として多くの生物群において多様化を促進し、また新たな生態的地位を利用する能力を賦与してきたことを、進化生態レベルからゲノムレベルにわたる具体的かつ豊富な証拠とともに提示した。従来、本分野の研究は枚挙的な現象記載にとどまりがちであったが、モラーン博士は集団遺伝学的な過程を考慮することにより、共生微生物の進化生態レベルの生活様式と、ゲノムレベルの進化傾向を統一的に説明し、多様性の中の共通原理を明らかにすることに成功した。「共生の生物学」に大きな影響を与え、またこれからも与え続けていくであろうモラーン博士は、本研究分野を国際的に牽引するトップランナーといえる。

Dr. Eric Harris Davidson

(2011 Recipient)

Date of Birth: 13 April 1937
Nationality: United States of America
Position: Norman Chandler Professor of Cell Biology, Division of Biology
California Institute of Technology, US

Career:

1963	Ph.D., Rockefeller University
1963-1965	Research Associate, Rockefeller University
1965-1971	Assistant Professor, Rockefeller University
1971-1974	Associate Professor, California Institute of Technology
1974-1981	Professor, California Institute of Technology
1981-	Norman Chandler Professor, California Institute of Technology

Awards and Distinctions:

1980	Fellow of the American Association for the Advancement of Science
1980	Awardee of the Alexander von Humboldt Foundation
1985	Member of the National Academy of Science
2002	Alexander Kowalevsky Medal and Honorary Member, St. Petersburg Society of Naturalists
2007	Lifetime Achievement Award, Society for Developmental Biology

Representative Works:

1. Davidson, E. H., Allfrey, V. G. and Mirsky, A. E. 1963. Gene expression in differentiated cells. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 49, 53-60.
2. Davidson, E. H., Haslett, G. W., Finney, R. J., Allfrey, V. G. and Mirsky, A. E. 1965. Evidence for prelocalization of cytoplasmic factors affecting gene activation in early embryogenesis. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 54, 696-704.
3. Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1969. Gene regulation for higher cells: A theory. *Science* 165, 349-358.
4. Galau, G. A., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1974. A measurement of the sequence complexity of polysomal messenger RNA in sea urchin embryos. *Cell* 2, 9-21.
5. Hough, B. R., Smith, M. J., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1975. Sequence complexity of heterogeneous nuclear RNA in sea urchin embryos. *Cell* 5, 291-299.
6. Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1976. Studies on nucleic acid reassociation kinetics. Empirical equations describing reassociation. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 73, 415-419.
7. Davidson, E. H., Klein, W. H. and Britten, R. J. 1977. Sequence organization in animal DNA and a speculation on hnRNA as a coordinate regulatory transcript. *Dev. Biol.* 55, 69-84.
8. Lee, A. S., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1977. Interspersion of short repetitive sequences studied in cloned sea urchin DNA fragments. *Science* 196, 189-192.
9. Scheller, R. H., Costantini, F. D., Kozłowski, M. R., Britten, R. J. and Davidson, E.H. 1978. Specific representation of cloned interspersed repetitive DNA sequences in sea urchin RNAs. *Cell* 15, 189-203.
10. Ernst, S. G., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1979. Distinct single-copy sequence sets in sea urchin nuclear RNAs. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 76, 2209-2212.
11. Davidson, E. H. and Britten, R. J. 1979. Regulation of gene expression: Possible role of repetitive sequences. *Science* 204, 1052-1059.
12. Moore, G. P., Costantini, F. D., Posakony, J. W., Davidson, E. H. and Britten, R. J. 1980. Evolutionary conservation of repetitive sequence expression in sea urchin egg RNA's. *Science* 208, 1046-1048.
13. Costantini, F. D., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1980. Message sequences and short repetitive sequences are interspersed in sea urchin egg poly(A)⁺ RNAs. *Nature* 287, 111-117.
14. Davidson, E. H. and Posakony, J. W. 1982. Repetitive sequence transcripts in development. *Nature* 297, 633-635.
15. Davidson, E. H., Hough-Evans, B. R. and Britten, R. J. 1982. Molecular biology of the sea urchin

- embryo. *Science* 217, 17-26.
16. Davidson, E. H., Jacobs, H. T. and Britten, R. J. 1983. Very short repetitive sequences and the coordinate induction of genes. *Nature* 301, 468-470.
 17. Angerer, R. C. and Davidson, E. H. 1984. Molecular indices of cell lineage specification in the sea urchin embryo. *Science* 226, 1153-1160.
 18. Flytzanis, C. N., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1987. Ontogenic activation of a fusion gene introduced into sea urchin eggs. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 84, 151-155.
 19. Cameron, R. A., Hough-Evans, B. R., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1987. Lineage and fate of each blastomere of the eight-cell sea urchin embryo. *Genes & Dev.* 1, 75-85.
 20. Katula, K. S., Hough-Evans, B. R., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1987. Ontogenic expression of a Cyl:actin fusion gene injected into sea urchin eggs. *Development* 101, 437-447.
 21. Calzone, F. J., Thézé, N., Thiebaud, P., Hill, R. L., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1988. Developmental appearance of factors that bind specifically to *cis*-regulatory sequences of a gene expressed in the sea urchin embryo. *Genes & Dev.* 2, 1074-1088.
 22. Sucov, H. M., Hough-Evans, B. R., Franks, R. R., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1988. A regulatory domain that directs lineage-specific expression of a skeletal matrix protein gene in the sea urchin embryo. *Genes & Dev.* 2, 1238-1250.
 23. Davidson, E. H. 1989. Lineage-specific gene expression and the regulative capacities of the sea urchin embryo: A proposed mechanism. *Development* 105, 421-445.
 24. Davidson, E. H. 1990. How embryos work: A comparative view of diverse modes of cell fate specification. *Development* 108, 365-389.
 25. Thiebaud, P., Goodstein, M., Calzone, F. J., Thézé, N., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1990. Intersecting batteries of differentially expressed genes in the sea urchin embryo. *Genes & Dev.* 4, 1999-2010.
 26. Cameron, R. A., Fraser, S. E., Britten, R. J. and Davidson, E. H. 1991. Macromere cell fates during sea urchin development. *Development* 113, 1085-1092.
 27. Ransick, A. and Davidson, E. H. 1993. A complete second gut induced by transplanted micromeres in the sea urchin embryo. *Science* 259, 1134-1138.
 28. Davidson, E. H. 1994. Molecular biology of embryonic development: How far have we come in the last ten years? *BioEssays* 16, 603-615.
 29. Davidson, E. H., Peterson, K. and Cameron, R. A. 1995. Origin of the adult bilaterian body plans: Evolution of developmental regulatory mechanisms. *Science* 270, 1319-1325.
 30. Davidson, E. H. 1996. Biology of developmental transcription control. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 93, 9307-9308.
 31. Davidson, E. H. 1997. Insights from the echinoderms. *Nature* 389, 679-680.
 32. Yuh, C.-H., Bolouri, H. and Davidson, E. H. 1998. Genomic *cis*-regulatory logic: Functional analysis and computational model of a sea urchin gene control system. *Science* 279, 1896-1902.
 33. Davidson, E. H., Cameron, R. A. and Ransick, A. 1998. Specification of cell fate in the sea urchin embryo: Summary and some proposed mechanisms. *Development* 125, 3269-3290.
 34. Davidson, E. H. 1999. A view from the genome: Spatial control of transcription in sea urchin development. *Current Opin. Genet. Dev.* 9, 530-541.
 35. Pasquinelli, A. E., Reinhart, B. J., Slack, F., Martindale, M. Q., Kuroda, M. I., Maller, B., Hayward, D. C., Ball, E. E., Degnan, B., Müller, P., Spring, J., Srinivasan, A., Fishman, M., Finnerty, J., Corbo, J., Levine, M., Leahy, P., Davidson, E. and Ruvkun, G. 2000. Conservation of the sequence and temporal expression of *let-7* heterochronic regulatory RNA. *Nature* 408, 86-89.
 36. Arenas-Mena, C., Cameron, R. A. and Davidson, E. H. 2000. Spatial expression of *Hox* cluster genes in the ontogeny of a sea urchin. *Development* 127, 4631-4643.
 37. Davidson, E. H., Rast, J. P., Oliveri, P., Ransick, A., Calestani, C., Yuh, C.-H., Minokawa, T., Amore, G., Hinman, V., Arenas-Mena, C., Otim, O., Brown, C. T., Livi, C. B., Lee, P., Revilla, R., Rust, A. G., Pan, Z. J., Schilstra, M. J., Clarke, P. J. C., Arnone, M. I., Rowen, L., Cameron, R. A., McClay, D. R., Hood, L. and Bolouri, H. 2002. A genomic regulatory network for development. *Science* 295, 1669-1678.
 38. Erwin, D. H. and Davidson, E. H. 2002. The last common bilaterian ancestor. *Development* 129, 3021-3032.
 39. Istrail, S. and Davidson, E. H. 2005. Logic functions of the genomic *cis*-regulatory code. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 102, 4954-4959.

40. Davidson, E. H. and Erwin, D. H. 2006. Gene regulatory networks and the evolution of animal body plans. *Science* 311, 796-800.
41. Sea Urchin Genome Sequencing Consortium. 2006. The genome of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *Science* 314, 941-952.
42. Samanta, M. P., Tongprasit, W., Istrail, S., Cameron, R. A., Tu, Q., Davidson, E. H. and Stolc, V. 2006. The transcriptome of the sea urchin embryo. *Science* 314, 960-962.
43. Smith, J., Theodoris, C. and Davidson, E. H. 2007. A gene regulatory network subcircuit drives a dynamic pattern of gene expression. *Science* 318, 794-797.
44. Oliveri, P., Tu, Q. and Davidson, E. H. 2008. Global regulatory logic for specification of an embryonic cell lineage. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 105, 5955-5962.
45. Erwin, D. H. and Davidson, E. H. 2009. The evolution of hierarchical gene regulatory networks. *Nature Rev. Genet.* 10, 141-148.
46. Davidson, E. H. 2010. Emerging properties of animal gene regulatory networks. *Nature* 468, 911-920.
47. Peter, I. S. and Davidson, E. H. 2011. Evolution of gene regulatory networks controlling embryonic development. *Cell* 144, 970-985.
48. Peter, I. S. and Davidson, E. H. 2011. A gene regulatory network controlling the embryonic specification of endoderm. *Nature* 474, 635-639.

Research Achievements:

Animal development, the process by which a single-celled fertilized egg becomes a multi-celled adult through division, morphogenesis, and cell differentiation, is one of the most dynamic of all biological phenomena, and one that unfolds in four dimensions. For over 40 years, Dr. Davidson has devoted his career to solving the key issues in developmental biology, which include the role of genes in development, how genes are turned on and off, gene expression cascades, genomic logic, and the mechanisms of development and evolution. He has utilized the concept of the “gene regulatory network” (GRN) to integrate the results of this work.

1. Early Theoretical Studies

Embryology, the search for the mechanisms of individual development in animals, emerged as a science in the mid-nineteenth century. It has been a largely experimental field, with many key discoveries being made in the laboratory. Some embryologists have also been theorists, but it is relatively rare for breakthroughs in this field to result from a marriage of theory and experiment. In 1968, at the age of 31, Dr. Davidson published the book *Gene Activity in Early Development*, in which he theorized that gene activation is the key mechanism underlying developmental cell differentiation and morphogenesis.

In 1969, Dr. Davidson and Dr. Roy Britten published a paper entitled “Gene regulation for higher cells: A theory,” in which they argued that if higher cells having the same genome are to develop differentially into cells with diverse forms and functions, there would need, in principle, to be regulation of gene expression under genomic control together with interaction among the genes. The study amounted to a theoretical prediction of the molecular mechanisms of development, in an overview which took in almost all mechanisms of developmental gene regulation, including now-familiar areas such as differential gene expression in cell differentiation, the control of downstream genes by sensor, integrator, and receptor genes and the formation of gene batteries when these elements combine in large numbers. At a time when the molecular mechanisms of development were little understood, this represented a revolutionary theoretical breakthrough, and the paper gained lasting renown among geneticists and molecular biologists as well as developmental biologists.

The theoretical discussion was also prescient in many other ways, pointing toward the importance of quantitative changes in the expression state of genes, the approach that has come to be known as systems biology, and genomic regulation of gene expression, to name but a few areas.

2. Research on Gene Regulatory Mechanisms in Sea Urchin Development

Dr. Davidson later focused on intensive experimental research, seeking evidence of how gene expression is regulated so that animal development proceeds as programmed, both temporally and spatially.

The sea urchin has long been used in embryology, for reasons including the ample availability of eggs at all seasons of the year and the ease of manipulation of the embryo. Taking full advantage of these features, Dr. Davidson introduced molecular biological techniques and succeeded in making the sea urchin a model system for analysis of the mechanisms of developmental gene regulation. He began by

investigating cell lineage and showing that early embryonic cells become specified into three prospective territories—the ectoderm, the skeletogenic or primary mesenchyme, and the endomesoderm—which then differentiate into, respectively, the oral and aboral ectoderm, the spicules of the larval skeleton, and the mesoderm, veg1 endoderm, and endoderm. He then went on to isolate and identify cell differentiation-specific genes in each of these territories, such as the endoderm-specific gene *Endo16* and the skeletogenic lineage-specific gene *Sm50*. He further made an in-depth analysis of the *cis*-regulatory elements that control expression of these genes and showed their relationship to gene regulatory factors.

When the developmental roles of transcription factor genes and cell signaling molecule genes were established in *Drosophila* and other organisms, Dr. Davidson investigated how these genes control the expression and functions of differentiation genes, shedding light on their interactions as a result of his thorough work.

3. Theoretical Reformulation and Experimental Proof of Gene Regulatory Networks

His elucidation of the regulatory mechanisms governing the expression of individual genes led Dr. Davidson to a theoretical reformulation, that is, to characterize as the essential aspect of developmental genes the fact that they act in gene cascades and networks (gene regulatory networks, or GRNs). He then authenticated this in the laboratory by analyzing the expression mechanisms of numerous genes. By around 2006, he had established that over 30 genes interact in the GRN associated with the process from skeletogenic mesenchyme specification to skeletogenic cell differentiation, and recently he found that over 40 genes are involved in the GRN associated with the process from specification to cell differentiation of the endoderm. In addition, Dr. Davidson spearheaded the sequencing of the sea urchin genome by a consortium which published its results in 2006; thanks to this genome information, research on gene regulatory mechanisms in the sea urchin is making still further progress.

Dr. Davidson's 2006 book *The Regulatory Genome: Gene Regulatory Networks in Development and Evolution* could be called a grand synthesis of his work to date. In it he makes the case, based on the evidence of many gene regulatory mechanisms, that GRNs explain the logic of development in a wide range of animal species. In a sense, the book can be seen as presenting an embryological theory complete in itself.

4. Ramifications of GRN Theory

Dr. Davidson is also well-versed in paleontology and has done groundbreaking research on the molecular embryological mechanisms leading to animal evolution. Here, again, his work has a theoretical dimension. He suggests that each of the components that make up GRNs (such as differentiation gene batteries, plug-ins, input/output linkages, and kernels) is involved at a different stage of the evolutionary process, with changes in differentiation gene batteries acting at the species level, changes in plug-ins and input/output linkages acting at the class, order, or family level, and changes in kernels acting at or above the phylum level. Many studies are currently under way to verify these hypotheses.

Thus, Dr. Davidson has been formulating novel theories of gene expression and its regulation since the late 1960s when the molecular mechanisms of development were as yet little understood, and he has demonstrated the validity of these theories with a very substantial body of research using the sea urchin. We owe the concept of gene regulatory networks to Dr. Davidson's global view of animal development, which has yielded insights ahead of their time, together with his exacting and exhaustive experimental technique and his ability to rethink paradigms, an approach which has led him to truly exceptional research achievements.

To establish the regulatory mechanisms that govern gene expression is a central task not only for developmental biologists but for scientists in fields ranging from molecular biology and cell biology to neurobiology and immunology. Today, Dr. Davidson's concept of gene regulatory networks has been validated in every one of these fields. His research achievements, which are also informed by genomics and systems biology, have contributed greatly to the advancement of the biological sciences as a whole.

第27回国際生物学賞受賞者

エリック・ハリス・デヴィドソン博士

生年月日 1937年4月13日(74歳)
国籍 米国
所属・職 カリフォルニア工科大学 生物学科 教授
略歴

1963年 ロックフェラー大学大学院修了 (Ph. D)
1963年-1965年 ロックフェラー大学 研究員
1965年-1971年 ロックフェラー大学 助教授
1971年-1974年 カリフォルニア工科大学 准教授
1974年-1981年 カリフォルニア工科大学 教授 (Full Professor)
1981年- カリフォルニア工科大学 教授 (Norman Chandler Professor)

榮譽歴

1980年 Fellow of the American Association for the Advancement of Science
1980年 Awardee of the Alexander von Humboldt Foundation
1985年 Member of the National Academy of Science
2002年 Alexander Kowalevsky Medal and Honorary Member, St. Petersburg Society of Naturalists
2007年 Lifetime Achievement Award, Society for Developmental Biology

研究業績

一個の細胞である受精卵が分裂し、形態形成や細胞分化を経て、多数の細胞からなる成体を作り上げていく動物の発生過程は、四次元でおこる最もダイナミックな生物現象の一つである。デヴィドソン博士は、40年以上にわたり、一貫して、発生における遺伝子の役割、遺伝子の発現制御機構、遺伝子発現のカスケード、ゲノムロジック、発生と進化のメカニズムなど、発生生物学の中心的研究課題の解明に取り組んできた。そしてその成果は、“遺伝子調節ネットワーク(Gene Regulatory Network: GRN)”という概念のもとで集大成された。

1. 初期の理論的考察

動物の個体発生のメカニズムを探求する発生学は、19世紀後半から本格的な活動が始まっている。発生学では実験的研究が中心であり、多くの発見は実験によってなされてきた。一方、理論的考察も一部の研究者によってなされてきたが、理論と実験が合間って研究の進展がもたらされるということは、この分野では比較的希とあってよい。デヴィドソン博士は1968年にまだ31歳という若さで、「初期発生における遺伝子の活性」という著書を発表し、この中で、遺伝子の活性化こそが発生における細胞分化や形態形成を支えるメカニズムの中心であることを理論的に考察した。

さらに、1969年に、ロイ・ブリテン博士とともに、「高等生物細胞における遺伝子の調節：一理論」と題する論文を発表した。この中で二人は、同じゲノム構成をもった高等生物細胞が発生においてさまざまな形と機能をもった細胞に分化していくためには、ゲノム的に制御された遺伝子の発現調節、そしてその相互作用が必須であることを論理的に議論している。その内容は、現在良く理解されている細胞分化における遺伝子の差次的発現、レセプター遺伝子、統合遺伝子、統合因子遺伝子によるその下流遺伝子の制御、これらの要素が多数組合わさったバッテリーなど、発生における遺伝子発現制御機構のほぼ全体を俯瞰しつつ、発生の分子メカニズムを理論的に予測したものである。これは、発生の分子メカニズムがまだ良く理解されていなかった時代における画期的な理論的展開であり、発生生物学分野のみならず遺伝学、分子生物学分野において今でもその名を残す論文として評価が高い。

さらにこの理論的考察では、遺伝子の発現状態の量的変化の重要性、システム生物学的な考え、ゲノム全体における遺伝子の発現調節など、現在に通じる多くの兆候が含まれている。

2. ウニを使った発生遺伝子発現制御機構の研究の展開

デヴィドソン博士はその後、動物の発生が時間的・空間的に正確に進行するためには遺伝子の

発現がどのように制御されているのかを実証するために、多くの実験的研究に精力を注いでいる。

ウニは卵がいつでも大量に手に入ること、胚の実験的操作がしやすいことなどから、古くから、発生学の研究材料として使われてきた。デヴィドソン博士はこの特徴を生かしつつ、ここに分子生物学的手法を導入して、ウニを発生遺伝子の発現制御機構解析のモデルシステムとすることに成功した。これらの研究ではまず、ウニの発生における細胞系譜を追跡し、ウニ胚は、初期発生においてまず、外胚葉、骨片形成域（一次間充織領域）、内中胚葉に大まかに領域化され、その後、外胚葉は口側外胚葉と反口側外胚葉に、骨片形成域は幼生骨片に、内中胚葉は中胚葉、Veg1 内胚葉および内胚葉が分化することを明らかにした。そして、これらの領域のそれぞれにおける細胞分化特異的遺伝子、例えば内胚葉特異的遺伝子 *End16*、骨片形成細胞特異的遺伝子 *Sm50* などの単離・同定を精力的におこなった。そしてこれらの遺伝子の発現を制御するシスエレメントを徹底的に解析し、発現制御因子との関連性を明らかにしていった。

さらに、発生における転写因子遺伝子および細胞間シグナル分子遺伝子の役割がショウジョウバエなどで明らかにされると、これらの発生関連遺伝子が分化遺伝子の発現と機能をどのように制御しているかを徹底的に解析した。その結果、これらの遺伝子の相互作用が浮かび上がってきた。

3. 遺伝子発現制御ネットワークの理論的再構築とその実験的証明

上に述べた個々の遺伝子の発現制御機構の解明から、デヴィドソン博士は、これらが遺伝的カスケードとして、さらにはネットワークすなわち“遺伝子発現制御ネットワーク：Gene Regulatory Network (GRN)”として働くことが発生遺伝子の本質であるという理論の再構築に至った。そして、それを多くの遺伝子の発現メカニズムの解析によって実験的に証明した。すなわち、2006年頃までに、骨片形成中胚葉の領域化から骨片形成細胞の分化に至る過程の遺伝子発現制御ネットワークが30以上の遺伝子の相互作用によって、また、最近になって内胚葉の領域から内胚葉細胞の分化に至る過程の遺伝子発現制御ネットワークが40以上の遺伝子の相互作用によってなされることを明らかにした。さらに博士はウニのゲノム解読を主宰し、2006年に解読を発表した。ウニにおける遺伝子発現制御機構の研究は、ゲノム情報を得てさらなる進展を見せている。

2006年に出版された彼の著書「調節的ゲノム：発生と進化における遺伝子発現制御ネットワーク」は、彼のこれまでの研究の集大成ともいべきものである。そこでは、さまざまな動物の発生のロジックを遺伝子発現制御ネットワークによって説明できることが多数の遺伝子発現制御機構のもとで説かれており、本書はある意味で発生学理論の一つの完成版と捉えることができる。

4. 遺伝子発現制御ネットワーク理論の更なる展開

デヴィドソン博士は古生物学にも造詣が深く、動物に進化をもたらした分子発生的メカニズムについても先駆的研究を展開してきた。ここでも博士の理論的考察が展開されている。すなわち、遺伝子発現制御ネットワークの構成要素として、分化関連遺伝子バッテリー、プラグイン、インプット/アウトプット・リンケージ、カーネルなどがあり、それらが進化過程のさまざまな段階に関連するという考えである。つまり、分化関連遺伝子バッテリーの変化は種レベルでの進化の要因として、またプラグインやインプット/アウトプット・リンケージの変化は動物の綱、目、科レベルでの進化の要因として、そしてカーネルでの変化は動物の門あるいは超門レベルでの進化の要因として働いているという仮説である。現在これらを証明すべく多くの研究がなされている。

以上述べたように、デヴィドソン博士は、発生の分子メカニズムがまだ良く理解されていなかった1970年初頭から、遺伝子の発現と制御に関連した非常に斬新な理論を展開し、それをウニにおける膨大な研究によって証明した。“遺伝子調節ネットワーク(Gene Regulatory Network: GRN)”という概念は、博士の、動物の発生全体を俯瞰した先見的な洞察、緻密かつ網羅的な実験、理論的再構築などによってなされたものであり、博士のこれまでの研究は他の追随を許さない格段に優れた研究といえる。

遺伝子の発現制御機構の解明は、発生生物学のみならず、細胞生物学、分子生物学、神経生物学、免疫生物学など多くの分野における中心的研究課題である。“遺伝子調節ネットワーク”というデヴィドソン博士の打ち立てた概念は、現在、これらのさまざまな分野で証明されている。ゲノム科学やシステム生物学をも取り込んだ博士の研究業績は、生物科学全体の発展に大きな貢献をなすものである。

Dr. Joseph Altman

(2012 Recipient)

Date of Birth: 7 October 1925
Nationality: United States of America
Position: Professor Emeritus, Purdue University, USA

Career:

1959	Ph.D. New York University
1960	Postdoctoral Fellow, College of Physicians and Surgeons, Columbia University
1961	Assistant Professor, New York University
1962-1968	Associate Professor, Massachusetts Institute of Technology
1968-1995	Professor, Purdue University
1995-	Professor Emeritus, Purdue University

Awards and Distinctions:

2011 Prince of Asturias Award for Scientific Merit

Representative Works:

1. Altman, J. (1962) Are new neurons formed in the brains of adult mammals? *Science*, 135:1127-1128.
2. Altman, J. (1963) Autoradiographic investigation of cell proliferation in the brains of rats and cats. *Anat Rec*, 145:573-591.
3. Altman, J. and G. D. Das (1965) Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats. *J Comp Neur*, 124:319-336.
4. Altman, J. and G. D. Das (1966) Autoradiographic and histological studies of postnatal neurogenesis. *J Comp Neur*, 126:337-390.
5. Altman, J. (1967) Postnatal growth and differentiation of the mammalian brain, with implications for a morphological theory of memory. In: Quarton GC, Melnechuck T, Schmitt FO (eds) *The neurosciences, a study program*. Rockefeller University Press, New York, pp 723-743
6. Altman, J. (1969) Autoradiographic and histological studies of postnatal neurogenesis IV. Cell proliferation and migration in the anterior forebrain, with special reference to persisting neurogenesis in the olfactory bulb. *J Comp Neurol* 137:433-458
7. Altman, J. (1970) Postnatal neurogenesis and the problem of neural plasticity. In: Himwich, W. A. (ed) *Developmental Neurobiology*, pp 195-237. (Springfield IL: Thomas)
8. Bayer, S. A., R. L. Brunner, R. Hine and J. Altman (1973) Behavioural effects of interference with the postnatal acquisition of hippocampal granule cells. *Nature, New Biol*, 242:222-224.
9. Bayer, S. A. and J. Altman (1974) Hippocampal development in the rat: Cytogenesis and morphogenesis examined with autoradiography and low-level X-irradiation. *J. Comp. Neur*, 158:55-80.
10. Altman, J. and S. A. Bayer (1975) Postnatal development of the hippocampal dentate gyrus under normal and experimental conditions. In: R. L. Isaacson and K. J. Pribram (eds) *The Hippocampus: A Comprehensive Treatise*, Vol. 1, pp. 95-122. (New York: Plenum Press)
11. Bayer, S. A. and J. Altman (1975) Radiation-induced interference with postnatal hippocampal cytogenesis in rats and its long-term effects on the acquisition of neurons and glia. *J. CompNeur*, 163:1-20.
12. Bayer, S. A. and J. Altman (1975) The effects of X-irradiation on the postnatally-forming granule cell populations in the olfactory bulb, hippocampus, and cerebellum of the rat. *Exp. Neur*, 48:167-174.
13. Gazzara R. A. and J. Altman (1981) Early postnatal X-irradiation of the hippocampus and discrimination learning in adult rats. *J Comp Physiol Psychol*, 95:484-495
14. Altman, J. and S. A. Bayer. (1990) Mosaic organization of the hippocampal neuroepithelium and the multiple germinal sources of dentate granule cells. *J. Comp. Neur*, 301:325-342.
15. Altman, J. and S. A. Bayer. (1990) The prolonged sojourn of developing pyramidal cells in the intermediate zone of the hippocampus and their settling in the stratum pyramidale. *J. Comp. Neur*, 301:343-364.
16. Altman, J. and S. A. Bayer. (1990) The migration and distribution of two populations of hippocampal granule cell precursors during the perinatal and postnatal periods. *J. Comp. Neur*, 301:365-381.
17. Altman, J. and S. A. Bayer (2002) Regional differences in the stratified transitional field and the

- honeycomb matrix of the developing human cerebral cortex. *J. Neurocytol*, 31:613-32.
18. Altman, J. (2011) The discovery of adult neurogenesis. In: T. Seki et al. (eds) Neurogenesis in the Adult Brain. Vol. 1. (Berlin: Springer-Verlag)
 19. Altman, J. and S. A. Bayer (1984) Development of the Rat Spinal Cord. *Adv. Anat. Embryol. Cell Biol.*, 85:1-168. (Berlin: Springer-Verlag)
 20. Altman, J. and S. A. Bayer (1986) The Development of the Rat Hypothalamus. *Adv. Anat. Embryol. Cell Biol.*, 100:1-178 (Berlin: Springer-Verlag)
 21. Bayer, S. A. and J. Altman (1991) Neocortical Development. (New York: Raven Press)
 22. Altman, J. and S. A. Bayer (1995) An Atlas of the Developing Rat Brain. (Boca Raton, Florida: CRC Press)
 23. Altman, J. and S. A. Bayer (1997) Development of the Cerebellar System In Relation to Its Evolution, Structure, and Functions. (Boca Raton, Florida: CRC Press)
 24. Altman, J. and S. A. Bayer (2001) Development of the Human Spinal Cord. An Interpretation Based on Experimental Studies in Animals. (New York: Oxford University Press)
 25. Bayer, S. A., and J. Altman (2002-2007) Atlas of Human Central Nervous System Development, Volumes 1-5. (Boca Raton, Florida: CRC Press)

Research Achievements:

In many tissues of living organisms, such as the bone marrow, skin, and gastrointestinal epithelium, cells continue to divide and differentiate and are constantly replaced throughout life. With regard to the brain, the father of neuroanatomy, Santiago Ramón y Cajal, established the dogma that stem cells did not exist in its tissues and that neural circuits, once constructed, would not be regenerated after injury, and this was believed implicitly for decades. Dr. Altman overturned this dogma when he discovered that neural progenitor cells capable of dividing do exist in certain regions of the brains of adult mammals and demonstrated the occurrence of persistent neurogenesis.

1. The Discovery of Neurogenesis in the Dentate Gyrus of the Hippocampus

Dr. Altman was the first to report the possibility of neurogenesis in the telencephalon of adult rats, based on an autoradiographic investigation which labeled dividing cells with radioactive thymidine (Altman 1962). He then published a series of detailed analyses based largely on light microscopy, demonstrating that adult neurogenesis occurs only in a particular layer (the subgranular zone) of the dentate gyrus of the hippocampus and that granule cells, which are interneurons, continue to be supplied after birth (Altman 1963, Altman and Das 1965, Altman 1967). To determine the physiological significance of adult neurogenesis, he next investigated the effects of selective extirpation of newborn neurons by low doses of X-irradiation and showed that behavioral abnormalities such as learning disorders occurred. In the 1960s there were limits to the precision of irradiation technology, but Dr. Altman proposed the hypothesis, extremely revolutionary for its time, that higher functions of the mammalian brain such as memory and learning can be explained not merely by adaptive changes in existing circuits but by reorganization of the circuits themselves (Altman 1967, Gazzara and Altman 1981).

These findings were ignored for many years, despite being based on very reliable data obtained with correct techniques, but in the 1990s the introduction of highly versatile technology that superseded autoradiography led to the rediscovery, in a number of laboratories, of the fact that adult neurogenesis in the dentate gyrus of the hippocampus is a universal phenomenon in mammals including humans, and it was confirmed that this had already been largely proved, in its essentials, by Dr. Altman. Subsequent research has shown that neurogenesis in the dentate gyrus of the hippocampus changes under the influence of the living environment, psychotropic drugs, and pathological stresses such as ischemia. Elucidating how it is correlated with such things as the expression of higher brain functions and neuropsychiatric disorders is one of the most important tasks in neuroscience today. Dr. Altman's achievements have earned the greatest respect as pathbreaking research that led to the opening up of a new domain of neuroscience.

2. The Discovery of Neurogenesis in the Subventricular Zone

Today it has become clear that neurogenesis in the adult brain of rodents is localized mainly in the dentate gyrus of the hippocampus and the subventricular zone of the cerebrum. It was Dr. Altman, again, who discovered neurogenesis in the subventricular zone along the walls of the lateral ventricles in the forebrain. Through longitudinal quantitative analysis using autoradiography, he detected that the new neurons move long distances together until they arrive at the olfactory bulb in the front end of the brain, where they differentiate into interneurons, and he named this pathway of new neurons the rostral migratory

stream (Altman and Das 1966, Altman 1969). Since its discovery by Dr. Altman, the number of papers on the rostral migratory stream published in international scientific journals is approaching 500. In rodent brains, it has been shown that the subventricular zone of the lateral ventricles has the most active adult neurogenesis and plays an important role in regulating and maintaining the functions of the olfactory nerve circuits. The pathological significance of adult neurogenesis as a source of supply of neurons in injured brains has also attracted attention, and many studies are being conducted on the control mechanisms of neurogenesis and cell migration. The merits of Dr. Altman's achievements in discovering and accurately describing the phenomenon more than thirty years before the flowering of this field of research are beyond a shadow of a doubt.

3. Neurogenesis in Rats and Humans

Dr. Altman has published many papers and anatomy books presenting detailed analyses of cell lineage and differentiation in each region of the developing brain, mainly in rats. In particular, his detailed descriptions of the behavior and fine structure of cells of all types in the formation of the cerebellar cortex, based on light and electron microscopy, are to this day frequently cited in research papers. Further, his unsurpassed developmental atlases of the rat and human brains are bestsellers consulted by many scientists. In these ways, Dr. Altman has made enormous contributions to the advancement of knowledge of the neuroanatomy of the developing brain.

The discovery of adult neurogenesis made it clear that neural circuits in the mature brain, previously believed to be fixed and unrepairable, could be rebuilt at the structural level. Many researchers are concentrating on the physiological and pathological significance of the control of neurogenesis and its failure; at the same time, the possibility is emerging of regenerative therapies for structural and functional damages in the nervous system through the manipulation of neurogenesis, and this is currently evolving into an area of large-scale, cross-disciplinary research and development of technology. Dr. Altman's groundbreaking work was held back and its true value long overlooked due to a doctrine that was deep-rooted and pervasive at the time, but on its rediscovery in the 1990s its importance and reliability were recognized with astonishment and he was hailed as the pioneer of this field. His distinguished achievements laid the foundations of a new field of medicine and bioscience which brings together neuroscience, stem cell biology, psychiatry, and neurology, and they have contributed greatly to its advancement.

第28回国際生物学賞受賞者

ジョセフ・アルトマン博士

生年月日 1925年10月7日(87歳)
 国籍 米国
 所属・職 パデュー大学 名誉教授

略歴

1959年 ニューヨーク大学大学院修了 (Ph. D)
 1960年 コロンビア大学 研究員
 1961年 ニューヨーク大学 助教
 1962年-1968年 マサチューセッツ工科大学 准教授
 1968年-1995年 パデュー大学 教授
 1995年- パデュー大学 名誉教授

榮譽歴

2011年 Prince of Asturias Award for Scientific Merit

研究業績

骨髄、皮膚、消化管上皮など生体の多くの組織では生涯を通じて細胞分裂・分化が継続し、恒常的に細胞が置き換わっていく。一方脳組織には幹細胞が存在せず、一度構築された神経回路が損傷を受けると二度と再生されないという、神経解剖学の祖 Ramón y Cajal の打ち立てたドグマが50年以上疑われることなく信じられていた。アルトマン博士は、このドグマを覆し、成体哺乳類の脳の一部の領域に分裂能をもつ神経前駆細胞が存在することを発見し、恒常的にニューロン新生がおこることを実証した。

1. 海馬歯状回におけるニューロン新生の発見

アルトマン博士は、放射性チミジンにより分裂細胞を標識するオートラジオグラフィ法を用い、成体ラットの終脳においてニューロン新生の可能性のあることを初めて報告した(Altman 1962)。続いて発表した光学顕微鏡観察を主体とする一連の綿密な解析により、成体ニューロン新生は海馬の中でも歯状回の特定の層(顆粒細胞下層)でのみ起こり、介在ニューロンの顆粒細胞が生後供給され続けることを実証した(Altman 1963, Altman and Das, 1965, Altman 1967)。さらに成体でのニューロン新生の生理的意義を明らかにするため、低度のX線照射により新生ニューロンを特異的に死滅させた影響を調べ、学習障害などの行動異常が表れることを示した。当時の照射技術の精度には限界があったが、アルトマン博士は記憶・学習など哺乳類脳の高次機能が、既存の回路の適応的变化によるのみでなく回路そのものの再編成により起こるといふ、当時としてはあまりにも革新的な仮説を提唱した(Altman 1967, Gazzara and Altman 1981)。

これらの知見は、正しい手法に基づく信頼性の高いデータに準拠したものであるにも拘らず長年顧みられなかったが、1990年代になりオートラジオグラフィ法に変わる汎用性の高い技術の導入により、海馬歯状回における成体ニューロン新生はヒトを含む哺乳類で普遍的な現象である

ことが複数の研究室によって再発見され、その骨子の多くがアルトマン博士により証明済みであることが確認された。その後の研究で、海馬歯状回におけるニューロン新生は生活環境、向精神薬投与、虚血を含む病的ストレスなどの影響を受け変動することが明らかになり、現在、高次脳機能の発現や精神神経疾患との相関の解明が神経科学研究の最重要課題のひとつとなっている。アルトマン博士の業績は、神経科学新領域の開拓に繋がった先駆的な研究としてきわめて高く評価されている。

2. 側脳室下帯におけるニューロン新生の発見

齧歯類の成体脳におけるニューロン新生は、主として海馬歯状回と側脳室周囲の脳室下帯に局限していることが現在明らかになっている。側脳室外側壁部分の脳室下帯におけるニューロン新生もアルトマン博士により発見された。アルトマン博士はオートラジオグラフィを用いた経時的定量解析により、これらの新生ニューロンが連なって長い距離を移動し、脳前端の嗅球に到達して介在ニューロンに分化することを見出し、この新生ニューロンの移動経路を吻側移動経路(rostral migratory stream)と命名した(Altman and Das 1966, Altman 1969)。アルトマン博士による発見以降、現在までに吻側移動経路に関する国際誌論文は 500 報に達しようとしている。齧歯類脳において側脳室下帯は最も成体ニューロン新生が盛んであり、嗅覚神経回路の機能調節と維持において重要な機能を担うことが既に明らかになっている。また、損傷を受けた脳におけるニューロンの供給源としての病理的意義が注目され、ニューロン新生と細胞移動の制御機構に関する多くの研究が行われている。本研究分野が開花する 30 年以上前に現象を発見し正確に記載したアルトマン博士の功績は疑う余地がない。

3. ラットおよびヒトの神経発生

アルトマン博士は主にラットを用いて発生中の各脳領域の細胞系譜と分化を仔細に解析し、多くの学術論文と解剖書に纏めている。特に小脳皮質形成過程における各種細胞の挙動と微細構造を光学・電子顕微鏡を用いて詳細に記載した学術論文と解剖書は、現在に至るまで多数の研究論文に引用されている。またアルトマン博士のラットおよびヒト脳の優れた発生図譜はベストセラーになり、多くの研究者に参照されてきた。かくしてアルトマン博士は発生脳の神経解剖学における知識の発展に多大な貢献を果たした。

成体ニューロン新生の発見により、固定的で修復不能であると考えられてきた成熟脳の神経回路が、構造レベルで再構築されることが明らかになった。ニューロン新生の制御とその破綻の生理的・病理的意義の解明に多くの研究者が注力する一方、ニューロン新生を操作することで器質的または機能的に障害された神経系の再生治療の可能性が拓かれ、現在、分野を跨いだ大規模な研究技術開発に発展している。アルトマン博士の先駆的研究は、当時根強く浸透した学説に阻まれ、その真価が長年看過されたが、90 年代の再発見によりその重要性和信憑性が驚きをもって認識され、本研究分野の草分けとして位置づけられるに至った。アルトマン博士の功績は、神経科学、幹細胞生物学、精神医学、神経内科学などを融合する医学・生物科学の新たな一分野の礎を築き、その発展に寄与したものである。

Dr. Joseph Felsenstein

(2013 Recipient)

Date of Birth: 9 May 1942
Nationality: United States of America
Position: Professor, University of Washington, USA

Career:

1967 Assistant Professor, Department of Genetics, University of Washington
 1968 Ph.D. University of Chicago
 1973 Associate Professor, Department of Genetics, University of Washington
 1978 Professor, Department of Genetics, University of Washington
 2001- Professor, Department of Genome Sciences, University of Washington
 2003- Professor, Department of Biology, University of Washington
 (on joint basis with Department of Genome Sciences)

Awards and Distinctions:

1993 Sewall Wright Award, American Society of Naturalists
 1999 Elected to membership, National Academy of Sciences
 2000 Weldon Memorial Prize, University of Oxford
 2002 President's Awards for Excellence in Systematics,
 Society of Systematic Biology
 2009 Darwin-Wallace Medal, Linnean Society
 2009 John J. Carty Award for the Advancement of Science,
 National Academy of Sciences

Representative Works:

1. Felsenstein, J. 1974. The evolutionary advantage of recombination. *Genetics* 78: 737-756.
2. Felsenstein, J. 1976. The theoretical population genetics of variable selection and migration. *Annual Review of Genetics* 10: 253-280.
3. Felsenstein, J. 1978. The number of evolutionary trees. *Systematic Zoology* 27: 27-33. Correction, vol. 30, p. 122, (1981)
4. Felsenstein, J. 1978. Cases in which parsimony or compatibility methods will be positively misleading. *Systematic Zoology* 27: 401-410.
5. Felsenstein, J. 1981. Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution* 17: 368-376.
6. Felsenstein, J. 1981. Skepticism towards Santa Rosalia, or Why are there so few kinds of animals? *Evolution* 35: 124-138.
7. Felsenstein, J. 1982. Numerical methods for inferring evolutionary trees. *Quarterly Review of Biology* 57: 379-404 1982.
8. Felsenstein, J. 1984. Distance methods for inferring phylogenies: a justification. *Evolution* 38: 16-24.
9. Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
10. Felsenstein, J. 1985. Phylogenies and the comparative method. *American Naturalist* 125: 1-15.
11. Felsenstein, J. 1988. Phylogenies and quantitative characters. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 445-471.
12. Kuhner, M. K. and J. Felsenstein. 1994. A simulation comparison of phylogeny algorithms under equal and unequal evolutionary rates. *Molecular Biology and Evolution* 11: 459-468. *Erratum* 12: 525 (1995).
13. Kuhner, M. K., J. Yamato, and J. Felsenstein. 1995. Estimating effective population size and mutation rate from sequence data using Metropolis-Hastings sampling. *Genetics* 140: 1421-1430.
14. Felsenstein, J. 1996. Inferring phylogenies from protein sequences by parsimony, distance, and likelihood methods. pp. 418-427 in *Computer Methods for Macromolecular Sequence Analysis*, edited by R. F. Doolittle. Methods in Enzymology, vol. 266. Academic Press, Orlando, Florida.
15. Felsenstein, J. and G. A. Churchill. 1996. A hidden Markov model approach to variation among sites in rate of evolution. *Molecular Biology and Evolution* 13: 93-104.
16. Kuhner, M. K. J. Yamato and J. Felsenstein. 1998. Maximum likelihood estimation of population growth rates based on the coalescent. *Genetics* 149: 429-434.
17. Beerli, P. and J. Felsenstein. 1999. Maximum-likelihood estimation of migration rates and effective

- population numbers in two populations using a coalescent approach. *Genetics* 152: 763-773.
18. Kuhner, M. K., J. Yamato and J. Felsenstein. 2000. Maximum likelihood estimation of recombination rates from population data. *Genetics* 156: 1393-1401.
 19. Felsenstein, J. 2004. *Inferring Phylogenies*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Research Achievements:

Phylogenetic reconstruction, or reconstructing the family trees of populations and genes, is vital to the work of evolutionary biologists. In the 1970s, Dr. Felsenstein developed the maximum-likelihood approach for constructing population phylogenies from quantitative data such as allele frequencies, and in 1981 he presented a new algorithm for constructing gene phylogenies from DNA sequences by maximum likelihood and wrote a computational program for this purpose, which has been distributed as a software package named PHYLIP. The algorithm and the package are in wide use to this day. Dr. Felsenstein has made many other contributions to the biology of evolution, including introducing bootstrap probability for measuring the confidence limits of different branches of phylogenies, identifying a problem inherent in the parsimony method, which had been widely used in evolutionary biology, and proposing the contrasts method for quantifying correlations between characters along evolutionary trees.

1. Establishment of the Maximum-Likelihood Method for Constructing Phylogenies

Maximum likelihood, a method proposed by R.A. Fisher and widely used in modern statistics, was first applied to the construction of phylogenies in the 1960s. The early algorithms were not sophisticated, but in the 1970s Dr. Felsenstein developed a maximum-likelihood method for reconstructing population phylogenies from quantitative data such as allele frequencies, and in 1981 he presented a new algorithm for reconstructing gene phylogenies from DNA sequences by maximum likelihood and developed a package of computer programs to infer phylogenies. Dr. Felsenstein's maximum-likelihood approach has been widely used ever since to infer molecular and population phylogenies, and it laid the foundations for later methods of reconstructing maximum-likelihood trees from amino acid sequences and Bayesian methods.

2. Development and Distribution of the PHYLIP Software Package

In the PHYLIP package, together with the series of programs he had developed based on the maximum likelihood framework, Dr. Felsenstein included some fifty programs involving various kinds of parsimony, compatibility, and distance matrix methods such as neighbor-joining. The types of data that can be handled include nucleotide and amino acid sequences, restriction sites, distance matrices, allele frequencies, quantitative traits, and discrete characters. PHYLIP has been widely distributed on the website <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/>. Over the years, it has had 30,000 registered users among researchers worldwide and has contributed greatly to the biology of evolution.

3. Identification of a Statistical Problem in the Parsimony Method

In a paper he published in 1978, Dr. Felsenstein used a stochastic model to demonstrate that, in phylogenies where there were very different rates of evolution on different branches, the parsimony method of inferring trees would become more and more likely to construct a misleading tree as more data were collected, in spite of the superficial philosophical soundness of this method based on the principle of parsimony ("Occam's razor"). Today, this phenomenon is known as the "Felsenstein Zone." The demonstration gave a serious blow to cladists, who had long considered parsimony the most important approach, and led to maximum-likelihood and distance matrix methods (where the problem does not occur) being incorporated into phylogenetics. It has since been pointed out by other researchers that the same problem can arise even in trees where the rates of molecular evolution are equal.

4. Introduction of the Bootstrap Method

In 1985 Dr. Felsenstein introduced the bootstrap, a newly invented method in theoretical statistics, to measure the confidence limits for different branches in phylogenetic trees. In a phenomenon as complex as a phylogeny, calculating the variance and standard error of estimates requires very complicated theoretical formulations. Dr. Felsenstein showed that when data such as DNA sequences are resampled with replacement so that large numbers of slightly different sets of sequence data are obtained, the confidence limits for each branch of a phylogeny constructed on this basis can be evaluated as a bootstrap probability. Today the bootstrap method is widely used in constructing phylogenies, and Dr. Felsenstein's paper has been cited over 20,000 times.

5. Presentation of the Contrasts Method

In 1985 Dr. Felsenstein presented the "contrasts method" for evaluating whether two characters that are changing along a tree are evolving in a correlated way, and thus showed the importance of quantifying how the evolution of characters varies between two independent species in a given tree. The contrasts method has become fundamental to the development of phylogenetic comparative methods, especially in ecology.

第29回国際生物学賞受賞者

ジョセフ・フェルゼンシュタイン博士

生年月日 1942年5月9日(71歳)
 国籍 米国
 所属・職 ワシントン大学 教授

略歴

1967年 ワシントン大学 遺伝学科 助教
 1968年 シカゴ大学より Ph.D.を取得
 1973年 ワシントン大学 遺伝学科 准教授
 1978年 ワシントン大学 遺伝学科 教授
 2001年ー ワシントン大学 ゲノムサイエンス学科 教授
 2003年ー ワシントン大学 生物学科 教授(兼任)

荣誉歴

1993年 米国ナチュラリスト学会セウォール・ライト賞
 1999年 米国科学アカデミー会員
 2000年 オックスフォード大学ウェルドン記念メダル
 2002年 系統生物学会系統生物学会長優秀賞
 2009年 英国リンネ協会 Darwin-Wallace Medal
 2009年 米国科学アカデミーJohn J. Carty Award

研究業績

進化生物学において、集団や遺伝子の系統樹を作成することはきわめて重要である。フェルゼンシュタイン博士は1970年代に対立遺伝子などの量的データをもとにして集団の系統樹を作成する最尤法(さいゆうほう)を開発し、1981年にはDNAの塩基配列をもとにして遺伝子の系統樹を作成する最尤法の新しいアルゴリズムを考案して、そのプログラムをPHYLPと名付けられたソフトウェアパッケージで公開した。これらは現在にいたるまで広く使われている。これらの業績のほかにも、系統樹の枝の信頼性を与えるブーツストラップ確率の導入や、進化生物学で広く用いられてきた最大節約法における本質的な問題点の指摘、系統樹上での形質の相関を調べる対照法の提唱など、進化生物学において多くの貢献をなした。

1. 系統樹作成における最尤法の確立

現代統計学で広く使われている最尤法(maximum likelihood method)はR. A. Fisherが提唱したもののだが、その系統樹作成への応用は1960年代に始められた。当初開発されたアルゴリズムは不十分なものだったが、フェルゼンシュタイン博士は1970年代に対立遺伝子などの量的デー

タをもとにして集団の系統樹を作成する最尤法を開発し、ついで 1981 年には DNA の塩基配列をもとにして遺伝子の系統樹を作成する最尤法の新しいアルゴリズムを考案し、それらのコンピュータプログラムも開発した。この方法は分子系統樹や集団系統樹の作成に広く使われた。また博士の開発した最尤法は、その後開発されたアミノ酸配列から系統樹を作成する最尤法やベイズ法系統樹作成法の基礎にもなった。

2. ソフトウェアパッケージ PHYLIP の開発と公開

フェルゼンシュタイン博士は、自身が考案した最尤法に基づく一連のプログラムだけでなく、いろいろな種類の最大節約法、適合法、近隣結合法などの距離行列法などに関するおよそ 50 プログラムを PHYLIP パッケージに盛り込んだ。それらは、塩基配列データ、アミノ酸配列データ、制限サイトデータ、距離行列、対立遺伝子頻度、量的形質、離散形質などのさまざまなデータタイプに対応して使うことができ、ウェブサイト

(<http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/>) から広く公開されている。これまでに世界全体で 3 万人の研究者が利用登録しており、進化生物学の研究におおいに貢献した。

3. 最大節約法の統計学的問題点の指摘

フェルゼンシュタイン博士は 1978 年に発表した論文で、「オッカムの剃刀」で知られる最大節約原理に基づいて系統樹を作成する最大節約法が、その哲学的な支持があるにもかかわらず、枝によって進化速度が大きく異なる系統樹によっては、データが増えれば増えるほど間違っただ系統樹を推定する可能性があることを、確率モデルを用いて証明した。現在ではこのような状況は博士の名前をとって "Felsenstein Zone" と呼ばれている。この証明は、最大節約法を最重要な方法であると主張してきた分岐分類学に大きな打撃を与え、その後系統樹作成にこのような問題がない最尤法や距離行列法が取り入れられてゆく端緒となった。その後、分子進化速度が一定である場合でも、やはり同じ問題が生じることが別の研究者によって指摘されている。

4. ブーツストラップ法の導入

フェルゼンシュタイン博士は 1985 年に、理論統計学分野で考案されたブーツストラップ法を系統樹の枝の信頼性に用いることを提案した。系統樹のように複雑な現象には、推定値に分散や標準誤差を与える理論式を得ることがきわめて困難である。このような場合に、塩基配列などをリサンプリングしてもとの配列と少しずつ異なる配列を大量に生成し、それらについて系統樹を作成すれば、個々の枝についての信頼性をブーツストラップ確率として評価できることを示した。現在ブーツストラップ法は広く系統樹作成で用いられており、博士のこの論文は引用回数が 2 万回を越えている。

5. 対照法の提唱

フェルゼンシュタイン博士は 1985 年に、系統樹上で変化するふたつの形質が相関を示すかどうかを評価する「対照法」を提唱した。これは、与えられた系統樹のもとで、独立な 2 種について形質の進化がどのように変化しているのかを量的に調べることの重要性を示したものである。この対照法は、特に生態学において系統樹を用いた比較法発展の基礎となった。

Dr. Peter Crane (2014 Recipient)

Date of Birth: July 18, 1954
Nationality: United Kingdom
Position: Professor of Botany and Carl W. Knobloch Jr., Dean of the School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, USA

Career:

1981 Ph.D., University of Reading, U.K.
 1981-1982 Post-doctoral Research Scholar, Department of Biology, Indiana University, Bloomington, U.S.A.
 1982-1995 Curator, The Field Museum, Chicago, U.S.A.
 1995-1999 Director, The Field Museum, Chicago, U.S.A.
 1999-2006 Director and Chief Executive, The Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.
 2006-2009 John and Marion Sullivan University Professor, The University of Chicago, U.S.A.
 2009- Professor of Botany and Carl W. Knobloch Jr., Dean of the School of Forestry and Environmental Studies, Yale University

Awards and Distinctions:

1998 - Fellow of the Royal Society, U.K.
 2001 - Foreign Associate, National Academy of Sciences, U.S.A.
 2002 - Foreign Member, Royal Swedish Academy of Sciences, Sweden.
 2004 - Member, Academy Leopoldina, National Academy of Sciences, Germany.
 2008 - Member, American Academy of Arts and Sciences, U.S.A.

Representative Works:

1. DILCHER, D. L. & P. R. CRANE. 1984. *Archaeanthus*: an early angiosperm from the Cenomanian of the western interior of North America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 71: 351-383.
2. CRANE, P. R. 1985. Phylogenetic analysis of seed plants and the origin of angiosperms. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 72: 716-793.
3. CRANE, P. R. & G. R. UPCHURCH. 1987. *Drewria potomacensis* gen. et sp. nov., an Early Cretaceous member of the Gnetales from the Potomac Group of Virginia. *American Journal of Botany*, 74: 1722-1736.
4. LIDGARD, S. H. & P. R. CRANE. 1988. Quantitative analyses of the early angiosperm radiation. *Nature*, 331: 344-346.
5. CRANE, P. R. & S. H. LIDGARD. 1989. Angiosperm diversification and paleolatitudinal gradients in Cretaceous floristic diversity. *Science*, 246: 675-678.
6. DRINNAN, A. N., J. M. SCHRAMKE & P. R. CRANE. 1990. *Stephanospermum konopeonus* (Langford) comb. nov.: a medullosan ovule from the Middle Pennsylvanian Mazon Creek flora of northeastern Illinois, U.S.A. *Botanical Gazette*, 151: 385-401.
7. KENRICK, P. & P. R. CRANE. 1991. Water-conducting cells of early fossil land plants: Implications for the early evolution of tracheophytes. *Botanical Gazette*, 152: 335-356.
8. CRANE, P. R., E. M. FRIIS & K. R. PEDERSEN. 1995. The origin and early diversification of angiosperms. *Nature*, 374: 27-33. Also reprinted in Gee, H. (ed) 2000. *Shaking the tree*. University of Chicago Press, pp. 233-250.
9. KENRICK, P. & P. R. CRANE. 1997. The origin and early diversification of plants on land. *Nature*, 389: 33-39. Also reprinted in H. Gee (ed) 2000. *Shaking the tree*. University of Chicago Press, pp. 271-232.
10. KENRICK, P. & P. R. CRANE. 1997. *The Origin and Diversification of Land Plants*. Smithsonian Institution Press, 592 pp.
11. HOOT, S. B. S. MAGALLÓN-PUEBLA, & P. R. CRANE. 1999. Phylogeny of basal eudicots based on three molecular data sets: *atpB*, *rbcL* and 18S nuclear ribosomal DNA sequences. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86: 1-32.

12. MAGALLÓN-PUEBLA, S., P. R. CRANE & P. S. HERENDEEN. 1999. Phylogenetic patterns, diversity and diversification of eudicots. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86: 297-372.
13. TAKAHASHI, M. P. R. CRANE, & H. ANDO. 1999. Fossil flowers and associated fossils from the Kamikitaba locality (Ashizawa Formation, lower Coniacian, Upper Cretaceous) of Northeast Japan. *Journal of Plant Research*, 112: 187-206.
14. FRIIS, E. M., K. R. PEDERSEN & P. R. CRANE. 2001. Fossil evidence of waterlilies (Nymphaeales) in the Early Cretaceous. *Nature*, 410: 357-360.
15. FRIIS, E. M., K. R. PEDERSEN & P. R. CRANE. 2006. Cretaceous angiosperm flowers: Innovation and evolution in plant reproduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232: 251-293.
16. FRIIS, E. M., P. R. CRANE, K. R. PEDERSEN, S. BENGSTON, P. C. J. DONOGHUE & M. STAMPONI. 2007. Phase-contrast X-ray microtomography links Cretaceous seeds with Gnetales and Bennettitales. *Nature*, 450: 549-552.
17. FRIIS, E.M., K. R. PEDERSEN & P.R. CRANE. 2009. Early Cretaceous mesofossils from Portugal and eastern North America related to the Bennettitales-Erdtmanithecales-Gnetales group. *American Journal of Botany*, 96: 252-283.
18. FRIIS, E. M. K. R. PEDERSEN & P. R. CRANE. 2009. Cretaceous diversification of angiosperms in the western part of the Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*: 162: 341-361.
19. FRIIS, E. M. K. R. PEDERSEN & P. R. CRANE. 2010. Diversity in obscurity: fossil flowers and the early history of angiosperms. *Philosophical Transactions of the Royal Society*: 365: 369-382.
20. FRIIS, E. M., K. R. PEDERSEN & CRANE, P. R. 2011. *Early Flowers and Angiosperm Evolution*. Cambridge University Press. 596 pp.

Research Achievements:

The origins and early evolution of land plants, especially angiosperms, are questions that remain unsolved in the systematic biology and taxonomy of plants, and over the years much research has been devoted to resolving these two great problems. Until the 1970s, however, the phylogeny and evolutionary history of plants was the province of researchers whose approaches were different from each other: the comparative and developmental morphologists studied living plants, while the paleontologists studied information from fossils. Dr. Crane successfully integrated his analysis by incorporating findings from both approaches, thereby greatly advancing our understanding of land plants and seed plants in terms of their phylogeny, that is, their evolutionary history. He is thus credited with having opened up a new chapter in plant systematics.

1. The Systematics of Seed Plants and a New Development in Angiosperm Origins Research

In his 1985 paper, Dr. Crane applied the new analytical technique of cladistics to the phylogeny of seed plants while integrating character data on living seed plants (cycads, conifers, ginkgos, Gnetales, and angiosperms) and character data on diverse extinct seed plants known from the fossil record. The results not only greatly advanced our understanding of the phylogenetic interrelationships among groups of seed plants (both living and extinct), but also stimulated researchers to take a renewed interest in the origins of angiosperms and gave a great impetus to subsequent work on angiosperm phylogenesis, including molecular phylogenetic analysis.

In his paper, Dr. Crane set forth the Anthophyte hypothesis for the origin of angiosperms, which postulates close phylogenetic relationships among the gnetophytes, which are living gymnosperms, the Bennettitales and the Caytoniales, which are Mesozoic fossil plants, and the angiosperms. Molecular phylogenetic analyses using the genes of living plants do not support this hypothesis, however, and the question of angiosperm origins remains to be settled. But recent years have brought to light much new information on the gnetophytes and on small fossils of reproductive organs of Cretaceous seed plants, areas in which Dr. Crane and his colleagues have done energetic work, and new insights in the search for angiosperm origins and their early evolution are thus eagerly awaited.

2. The Elucidation of the Origins and Early Evolutionary Process of Land Plants

Since their genesis on Earth 4 billion years ago, living organisms have evolved in diverse

ways and have played a role in transforming the planet's environment. In particular, the advent of terrestrial plants created a rich soil on the land's surface and has even affected the composition, humidity, and temperature of the atmosphere. Thus, illuminating the origins and early evolution of land plants is important, among other reasons, for what it can tell us about changes in the Earth's environment. As research progressed on fossil vascular plants of the Silurian and Devonian periods of the Paleozoic era, paleobotanists speculated that early land plants were more diverse than they had previously thought; for example, vascular gametophytes existed that have branched axes as do the sporophytes of living vascular plants. But at this stage, the morphology was merely being described; no unified hypothesis to account for the evolution of these characters had yet been proposed. With Dr. Paul Kenrick, Dr. Crane was one of those who studied the morphology of early land plant fossil groups, and his major discoveries have included a structure similar to the water-conducting cells seen in living bryophytes. In addition to these contributions to morphology, however, Dr. Crane placed fossil land plants of the Paleozoic era in the large gap between bryophytes and vascular plants and constructed phylogenetic relationships of land plants with a synthetic perspective by combining phyletic information on living green algae, bryophytes, and vascular plants with information from a wide array of fossil plants. This greatly furthered our understanding of early evolutionary processes in vascular plants, including how the life cycle of early land plants evolved, and the process that gave rise to their structural plan and morphology.

3. The Elucidation of the Early Evolutionary Process of Angiosperms

On a geological time scale, angiosperms arose suddenly and expanded in a burst of diversification. Darwin called this "abominably mysterious," and it is the great enigma of plant systematics. In the early 1980s, Dr. Else Marie Friis of Denmark, using bulk-sieving techniques which wash out fossils from soft Cretaceous sedimentary rock, succeeded in obtaining carbonized fossils including flowers, seeds, and fruits as small as 1 to 2 mm. This led to the collection of small fossils of angiosperms, which were previously considered impossible to obtain, and new information on early angiosperms was brought to light. Further, the recent availability of synchrotron X-ray microtomography, which yields cross-sectional images without sectioning, allows the detailed internal structure to be observed, enabling enormous advances in fossil research. Together with Dr. Friis, Dr. Crane has always been an avid observer of small fossils obtained from Cretaceous sedimentary rock in Europe and America, and also in Asia, where he has done research on the Futaba Group of deposits in Japan's Tohoku region. In 2011, Dr. Crane collaborated with Dr. Friis and Dr. Kaj Raunsgaard Pedersen to compile 30 years' worth of findings from this research into a book. Today, then, hypotheses about early angiosperm evolution based on the molecular phylogenetic analysis of living plants can be verified against the fossil record. It has also become possible to carry on a multifaceted debate on the evolution of diversity in angiosperms over their first tens of millions of years, including aspects such as the evolution of pollination systems and modes of pollen dispersal in early angiosperms.

In these ways we have seen, Dr. Crane has addressed the two major themes of plant systematics, namely, the origins and early evolution of land plants, and the origins and early evolution of angiosperms. He has consistently been a world leader in plant systematics analysis, achieving many results that have become enduring benchmarks. By pioneering the adoption of a research method that integrates information from the paleontological record and from living plants in a synthetic analysis, Dr. Crane has contributed greatly to the development of analytical work in plant systematics.

第30回国際生物学賞受賞者

ピーター・クレイン博士

生年月日 1954年7月18日(60歳)
国籍 英国
所属・職 イェール大学 教授
略歴

1981年 レディング大学大学院修了(Ph.D.)
1981年-1982年 インディアナ大学 博士研究員
1982年-1995年 フィールド自然史博物館(シカゴ) キュレーター
1995年-1999年 フィールド自然史博物館(シカゴ) 館長
1999年-2006年 英国王立キュー植物園 園長、兼チーフ・エグゼクティブ
2006年-2009年 シカゴ大学 教授
2009年- イェール大学 教授

榮譽歴

1998年 英国王立協会 フェロー
2001年 全米科学アカデミー 海外アソシエイト
2002年 スウェーデン王立科学アカデミー 海外会員
2004年 ドイツ科学アカデミーレオポルジナアカデミー 会員
2008年 米国芸術科学アカデミー 会員

研究業績

植物の系統・分類学において、陸上植物の起源と初期進化、そして被子植物の起源と初期進化は、未解決の問題であり、古くからこの2大疑問を解決すべく多くの研究がなされてきた。しかし1970年代まで、植物の系統、進化史研究は、現生植物を材料とする比較形態学・発生学研究と、化石植物からの情報を用いる古生物学研究が、別々に進められている状況にあった。クレイン博士はその2つの研究分野の成果、情報を統合して解析することに成功し、陸上植物、種子植物の系統発生、すなわち進化史の理解を格段に進めた。それゆえ、植物の系統研究において新たなページを開いたと評価される。

1. 種子植物の系統解析と被子植物の起源研究の新たな展開

1985年に出版した論文で、クレイン博士は現生の種子植物(ソテツ類、針葉樹、イチョウ、グネツム類、被子植物)の形質データと、すでに絶滅した多様な化石種子植物の形質データの両方を統合し、新たな解析法である「分岐分類学」を用いて種子植物の系統解析を行った。この論文は、化石種子植物群を含めた種子植物群間の系統関係の理解を大いに進めただけでなく、被子植物の起源研究の必要性を研究者に再認識させることとなり、分子系統解析を含めたその後の被子植物の系統発生研究発展の大きな契機となった。

上記論文で博士は、被子植物の起源に関して、現生裸子植物のグネツム類、中生代の化石植物ベネチテス類やカイトニア類、そして被子植物との間に密接な系統関係があるとするAnthophyte説を打ち立てた。これに対して、現生植物の遺伝子を用いた分子系統解析結果はこれを支持せず、被子植物の起源については未だ決着がつかない。しかし、近年クレイン博士らが精力的に行ってきたグネツム類および白亜紀種子植物の生殖器官の小型化石について

の新しい情報が集積しつつあるので、被子植物の起源研究における新たな展開が期待されている。

2. 陸上植物の起源と初期進化過程の解明

40億年前に地球上に誕生して以来、生物は多様に進化し、地球環境の変遷に大きな影響を与えてきた。特に陸上植物の出現は、陸地に豊かな土壌を創出し、大気の組成や湿度・気温にまで影響を与えてきた。陸上植物の起源と初期進化過程の解明は、地球環境の変遷を知る上でも重要な課題となっている。古生代のシルル紀、デボン紀の化石維管束植物研究が進んだことから、孢子体と同様に分枝を繰り返す体制をもつ配偶体が存在するなど、それまで考えられていた以上に初期の陸上植物が多様であった事が推定されていたが、それら形質の進化については統一的な仮説は提出されず、形態記載だけに終わっていた。クレイン博士もケンリック博士とともに初期陸上植物化石群の形態学的研究を行い、現生のコケ植物にみられる水の通道細胞と類似の構造の発見など、重要な研究を行った。しかし博士は、これらの形態研究に貢献しただけでなく、コケ植物と維管束植物の大きなギャップに古生代の化石陸上植物を配置し、広範な化石植物からの情報に、現生の緑藻類、コケ植物、維管束植物の系統情報を合わせ、包括的な観点から陸上植物の新しい系統関係の構築を行った。その結果、初期陸上植物の生活史の進化や、体制や形態の進化過程など、維管束植物の初期進化プロセスの解明が大きく進んだ。

3. 被子植物の初期進化プロセスの解明

被子植物は、地質年代的には突然に発生し、急激に多様化を進めて拡大した。これはダーウィンが「忌まわしき謎」とし、未だ解決されていない植物系統学上の大きな疑問である。1980年初期にデンマークのフリース博士は、白亜紀地層の柔らかい堆積岩から水流で化石を洗い出す「ふるい選別法」を用いて、1～2mmの小さな花や、種子、果実などの炭化石を採取する事を可能にした。これにより、採集不可能とされていた被子植物の小型化石が得られるようになり、初期被子植物について新しい情報もたらされることとなった。さらにまた最近使われるようになったシンクロトロンX線トモグラフィー(CT)では切片を作らずに断面像が得られるため、詳細な内部構造が観察でき、化石研究が飛躍的に進んでいる。クレイン博士は当初より、フリース博士とともに、ヨーロッパとアメリカ、アジアの白亜紀の堆積岩から得られた小型化石の研究を精力的に進めてきた。アジアでは日本の東北の双葉層群における研究も行っている。そして2011年に、フリース博士は、ペダーソン博士とともにこの30年間にわたる研究成果を本にまとめた。これにより、現生植物の分子系統解析に基づいて提唱されている初期進化仮説について、化石記録に基づく検証が可能となった。さらに、初期被子植物の花粉媒介と花粉散布様式の進化など、被子植物の起源からの数千万年間に起きた被子植物の多様性進化に関する多くの観点についての議論ができるようになった。

以上のように、クレイン博士は「陸上植物の起源と初期進化」ならびに「被子植物の起源と初期進化」という、植物系統学の2大テーマに取り組み、ベンチマークとなるような多くの業績を上げ、常に世界の植物系統解析研究を牽引してきた。古生物学からの情報と現生植物からの情報を統合し、包括的に解析するという世界に先駆けた研究手法を用い、植物系統解析研究を大きく発展させたクレイン博士の功績は高く評価される。

Chronological Record

1985

- January 14 An informal meeting of persons interested in the establishment of an International Prize for Biology.
- April 25 The preparatory conference for the International Prize for Biology.
1. Agreement was reached on the general idea of the International Prize for Biology.
2. The draft regulations of the proposed Committee on the International Prize for Biology were discussed and agreed upon.
- April 25 The first meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The resolution for the establishment of the Committee was adopted. Officers of the Committee as selected were: Chairman, Dr. Hiromi Arisawa; Vice-Chairman, Dr. Seiji Kaya; Advisors, Mr. Yoshihiro Inayama and Dr. Hitoshi Kihara; Managers, Dr. Nobuo Egami, Mr. Hiroshi Kida, Dr. Hideshi Kobayashi, Dr. Makoto Numata, Dr. Hiroshi Hara, and Dr. Naohide Hiratsuka.
2. The Managing Committee (Chairman: Dr. Hiromi Arisawa), the Selection Committee (Chairman: Dr. Nobuo Egami), and the Finance Committee (Chairman: Mr. Nihachiro Hanamura) were appointed.
3. The outline of the International Prize for Biology was adopted.
4. The awarding field of the 1985 Prize was designated.
- September 13 Private contributions to the International Prize for Biology Fund was designated for one year to be exempted from taxation (Notification No.112 of the Ministry of Finance).
- October 2 The second meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The recipient of the 1985 Prize was decided.
- November 15 Presentation Ceremony of the 1985 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. E.J.H. Corner.

1986

- January 17 The third meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The awarding field of the 1986 Prize was designated.
2. The Selection Committee for the 1986 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Yuichi Yamamura.
3. The conference for consideration of the annual awarding field of the Prize was set up.
- September 11 The tax-exemption period of the contributions to the International Prize for Biology Fund was extended for another year (Notification No. 135 of the Ministry of Finance).

年 表

昭和 60 年

- 1 月 14 日 国際生物学賞創設に関する懇談会
- 4 月 25 日 国際生物学賞準備委員会
国際生物学賞の創設
国際生物学賞委員会の設立
国際生物学賞委員会規則の制定
- 4 月 25 日 国際生物学賞委員会（第 1 回会議）
国際生物学賞委員会役員を選出
（委員長 有沢廣巳氏、副委員長 茅 誠司氏、顧問 稲山嘉寛氏、
木原 均氏、幹事 江上信雄氏、木田 宏氏、小林英司氏、沼田 眞氏、
原 寛氏、平塚直秀氏）、
運営委員会（委員長有沢廣巳氏）、審査委員会（委員長江上信雄氏）、
募金委員会（委員長花村仁八郎氏）の設置
国際生物学賞要綱の制定
第 1 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 9 月 13 日 国際生物学賞基金に対する寄付金について、指定寄付金の指定を受ける
（大蔵省告示 112 号）
- 10 月 2 日 国際生物学賞委員会（第 2 回会議）
第 1 回国際生物学賞受賞者の決定
- 11 月 15 日 第 1 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 エドレッド・ジョン・ヘンリー・コーナー博士

昭和 61 年

- 1 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 3 回会議）
第 2 回国際生物学賞授賞分野の決定
第 2 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、山村雄一氏審査委員長に就任
国際生物学賞の授賞分野に関する会議の設置
- 9 月 11 日 指定寄付金の指定期間の延長（大蔵省告示 135 号）

Appendix II Chronological Record 年表

1986

- October 7 The fourth meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1986 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1987 Prize was designated.
- November 20 Presentation Ceremony of the 1986 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Peter H. Raven.
- December 12 Dr. Toshio Kurokawa, President, Japan Academy, was selected as Chairman of the Committee on the International Prize for Biology.
-

1987

- February 24 The fifth meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Yoshio Fujita, Chairman, Section II, Japan Academy, was selected as Vice-Chairman of the Committee on the International Prize for Biology, Dr. Seiji Kaya taking office as an adviser.
2. The Selection Committee for the 1987 Prize was appointed.
- October 8 The sixth meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1987 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1988 Prize was designated.
- November 25 Presentation Ceremony of the 1987 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. John B. Gurdon.
-

1988

- February 17 The seventh meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The Selection Committee for the 1988 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Naohide Hiratsuka.
- September 9 Mr. Shoichi Saba, Vice-President, Federation of Economic Organizations was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- October 7 The eighth meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Yoshio Fujita, Acting Chairman, was selected as Chairman on the International Prize for Biology, Dr. Masao Kotani, Chairman, Section II, Japan Academy, taking office as its Vice-chairman.
2. The recipient of the 1988 Prize was decided.
3. The awarding field of the 1989 Prize was designated.
- November 28 Presentation Ceremony of the 1988 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Motoo Kimura.

昭和 61 年

- 10 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 4 回会議）
第 2 回国際生物学賞受賞者の決定
第 3 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 20 日 第 2 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ピーター・ハミルトン・レーブン博士
- 12 月 12 日 黒川利雄氏（日本学士院長）国際生物学賞委員会委員長に就任
-

昭和 62 年

- 2 月 24 日 国際生物学賞委員会（第 5 回会議）
藤田良雄氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任、
茅誠司氏（副委員長）顧問に就任
第 3 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 10 月 8 日 国際生物学賞委員会（第 6 回会議）
第 3 回国際生物学賞受賞者の決定
第 4 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 25 日 第 3 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ジョン・バートランド・ガードン博士
-

昭和 63 年

- 2 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 7 回会議）
第 4 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、平塚直秀氏審査委員長に就任
国際生物学賞募金委員会を解散し、基金委員会の設置（委員長花村仁八郎氏）
- 9 月 9 日 佐波正一氏（経済団体連合会副会長）基金委員長に就任
- 10 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 8 回会議）
藤田良雄氏（副委員長）国際生物学賞委員会委員長に就任、
小谷正雄氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任
第 4 回国際生物学賞受賞者の決定
第 5 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 28 日 第 4 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 木村資生博士

Appendix II Chronological Record 年表

1988

- December 2
1. Amendments to the Operating Procedures of the Japan Society for the Promotion of Science.
 2. Revision of the Regulations of the Committee on the International Prize for Biology into the Japan Society for the Promotion of Science Regulations on the Awarding of the International Prize for Biology and the Regulations of the Committee on the International Prize for Biology.
- December 28
- The Prize money of the International Prize for Biology was exempted from taxation (Notification No. 182 of the Ministry of Finance).
-

1989

- February 28
- The ninth meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Decision was made to continue the awarding of the International Prize for Biology after the demise of Emperor Showa.
 2. The Selection Committee for the 1989 Prize was appointed.
- October 5
- The 10th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1989 Prize was decided.
 2. The awarding field of the 1990 Prize was designated.
- November 27
- Presentation Ceremony of the 1989 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Sir Eric J. Denton.
-

1990

- February 28
- The 11th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1990 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Noburo Kamiya.
- October 25
- The 12th meeting of the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1990 Prize was decided.
 2. The awarding field of the 1991 Prize was designated.
- December 15
- Presentation Ceremony of the 1990 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Masakazu Konishi.
-

1991

- February 25
- The 13th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1991 Prize was appointed.
- October 3
- The 14th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1991 Prize was decided.
 2. The awarding field of the 1992 Prize was designated.
- November 25
- Presentation Ceremony of the 1991 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Marshall D. Hatch.
-

昭和 63 年

- 12 月 23 日 日本学術振興会業務方法書の改正
国際生物学賞委員会規程の改正
(「日本学術振興会国際生物学賞顕彰規程」「国際生物学賞委員会規程」)
- 12 月 28 日 国際生物学賞として交付される金品について非課税扱いとなる
(大蔵省告示 182 号)
-

平成元年

- 2 月 28 日 国際生物学賞委員会 (第 9 回会議)

平成元年

- 2 月 28 日 国際生物学賞委員会 (第 9 回会議)
昭和天皇の崩御後も国際生物学賞を継続することを決定
第 5 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 10 月 5 日 国際生物学賞委員会 (第 10 回会議)
第 5 回国際生物学賞受賞者の決定
第 6 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 27 日 第 5 回国際生物学賞授賞式 (日本学士院)
受賞者 エリック・ジェームズ・デントン博士
-

平成 2 年

- 2 月 28 日 国際生物学賞委員会 (第 11 回会議)
第 6 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
神谷宜郎氏審査委員長に就任
- 10 月 25 日 国際生物学賞委員会 (第 12 回会議)
第 6 回国際生物学賞受賞者の決定
第 7 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 15 日 第 6 回国際生物学賞授賞式 (日本学士院)
受賞者 マサカズ・コニシ博士
-

平成 3 年

- 2 月 25 日 国際生物学賞委員会 (第 13 回会議)
第 7 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 10 月 3 日 国際生物学賞委員会 (第 14 回会議)
第 7 回国際生物学賞受賞者の決定
第 8 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 25 日 第 7 回国際生物学賞授賞式 (日本学士院)
受賞者 マーシャル・デビッドソン・ハッチ博士
-

1992

- February 21 The 15th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1992 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Takashi Sugimura.
- October 5 The 16th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Naohide Hiratsuka was selected as Vice-chairman of the Committee on the International Prize for Biology, Dr. Masao Kotani taking office as an Adviser.
 2. The recipient of the 1992 Prize was decided.
 3. The awarding field of the 1993 Prize was designated.
- November 30 Presentation Ceremony of the 1992 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Knut Schmidt-Nielsen.

1993

- February 15 The 17th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1993 Prize was appointed.
- October 14 The 18th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1993 Prize was decided.
 2. The awarding field of the 1994 Prize was designated.
- November 29 Presentation Ceremony of the 1993 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Edward O. Wilson.

1994

- February 24 The 19th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1994 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Tokindo S. Okada.
- July 1 Seiji Suzuki, Vice-President, Federation of Economic Organizations, was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- September 14 The 20th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1994 Prize was decided.
 2. The awarding field of the 1995 Prize was designated.
- November 28 Presentation Ceremony of the 1994 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Ernst Mayr.

1995

- February 14 The 21st meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 1995 Prize was appointed.

平成4年

- 2月21日 国際生物学賞委員会（第15回会議）
第8回国際生物学賞審査委員会委員の指名、杉村隆氏審査委員長に就任
- 10月5日 国際生物学賞委員会（第16回会議）
平塚直秀氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任、
小谷正雄氏（副委員長）顧問に就任
第8回国際生物学賞受賞者の決定
第9回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月30日 第8回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 クヌト・シュミットニールセン博士

平成5年

- 2月15日 国際生物学賞委員会（第17回会議）
第9回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 10月14日 国際生物学賞委員会（第18回会議）
第9回国際生物学賞受賞者の決定
第10回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月29日 第9回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 エドワード・オズボーン・ウイルソン博士

平成6年

- 2月24日 国際生物学賞委員会（第19回会議）
第10回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
岡田節人氏審査委員長に就任
- 7月1日 鈴木精二氏（経済団体連合会副会長）基金委員長に就任
- 9月14日 国際生物学賞委員会（第20回会議）
第10回国際生物学賞受賞者の決定
第11回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月28日 第10回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 エルンスト・マイア博士

平成7年

- 2月14日 国際生物学賞委員会（第21回会議）
第11回国際生物学賞審査委員会委員の指名

Appendix II Chronological Record 年表

1995

- September 18 The 22nd meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1995 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1996 Prize was designated.
- November 27 Presentation Ceremony of the 1995 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Ian Read Gibbons
-

1996

- February 19 The 23rd meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Setsuro Ebashi was selected as Vice-chairman of the Committee on the International Prize for Biology, Dr. Naohide Hiratsuka taking office as an Adviser.
2. The Selection Committee for the 1996 Prize was appointed under the Chairmanship of Dr. Setsuro Ebashi.
- September 30 The 24th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1996 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1997 Prize was designated.
- November 25 Presentation Ceremony of the 1996 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Ryuzo Yanagimachi
-

1997

- February 1 Masahiko Furukawa, Vice-President, Federation of Economic Organizations was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- February 20 The 25th meeting of the Committee of the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 1997 Prize was appointed.
- September 24 The 26th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1997 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1998 Prize was designated.
- November 25 Presentation Ceremony of the 1997 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Elliot Martin Meyerowitz
-

1998

- February 23 The 27th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 1998 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Hideo Mohri.

平成7年

- 9月18日 国際生物学賞委員会（第22回会議）
第11回国際生物学賞受賞者の決定
第12回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月27日 第11回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 イアン・リード・ギボンス博士
-

平成8年

- 2月19日 国際生物学賞委員会（第23回会議）
江橋節郎氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任、
平塚直秀氏（副委員長）顧問に就任
第12回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
江橋節郎氏審査委員長に就任
- 9月30日 国際生物学賞委員会（第24回会議）
第12回国際生物学賞受賞者の決定
第13回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月25日 第12回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 柳町隆造博士
-

平成9年

- 2月1日 古川昌彦氏（経済団体連合会副会長）基金委員長に就任
- 2月20日 国際生物学賞委員会（第25回会議）
第13回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9月24日 国際生物学賞委員会（第26回会議）
第13回国際生物学賞受賞者の決定
第14回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11月25日 第13回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 エリオット・マーチン・マイエロヴィツ博士
-

平成10年

- 2月23日 国際生物学賞委員会（第27回会議）
第14回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
毛利秀雄氏審査委員長に就任

Appendix II Chronological Record 年表

1998

- September 17 The 28th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1998 Prize was decided.
2. The awarding field of the 1999 Prize was designated.
- December 7 Presentation Ceremony of the 1998 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Otto Thomas Solbrig
-

1999

- February 1 The 29th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 1999 Prize was appointed.
- September 9 The 30th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 1999 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2000 Prize was designated.
- November 29 Presentation Ceremony of the 1999 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Setsuro Ebashi
-

2000

- February 3 The 31st meeting of the Committee of the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2000 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Koscak Maruyama.
- September 1 Akio Kosai, Vice-President, Federation of Economic Organizations was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- September 26 The 32nd meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Setsuro Ebashi was selected as Chairman of the Committee on the International Prize for Biology and Dr. Saburo Nagakura taking office as its Vice-chairman.
2. The recipient of the 2000 Prize was decided.
3. The awarding field of the 2001 Prize was designated.
- November 27 Presentation Ceremony of the 2000 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Seymour Benzer
-

2001

- January 30 The 33rd meeting of the Committee of the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2001 Prize was appointed.

平成 10 年

- 9 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 28 回会議）
第 14 回国際生物学賞受賞者の決定
第 15 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 7 日 第 14 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 オットー・トーマス・ソルブリーグ博士
-

平成 11 年

- 2 月 1 日 国際生物学賞委員会（第 29 回会議）
第 15 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9 月 9 日 国際生物学賞委員会（第 30 回会議）
第 15 回国際生物学賞受賞者の決定
第 16 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 29 日 第 15 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 江橋節郎博士
-

平成 12 年

- 2 月 3 日 国際生物学賞委員会（第 31 回会議）
第 16 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
丸山工作氏審査委員長に就任
- 9 月 1 日 香西昭夫氏（経済団体連合会副会長）基金委員長に就任
- 9 月 26 日 国際生物学賞委員会（第 32 回会議）
江橋節郎氏（副委員長）委員長に就任、
長倉三郎氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任
第 16 回国際生物学賞受賞者の決定
第 17 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 27 日 第 16 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 シーモア・ベンザー博士
-

平成 13 年

- 1 月 30 日 国際生物学賞委員会（第 33 回会議）
第 17 回国際生物学賞審査委員会委員の指名

Appendix II Chronological Record 年表

2001

- September 19 The 34th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2001 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2002 Prize was designated.
- December 3 Presentation Ceremony of the 2001 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr. Harry B. Whittington
-

2002

- February 4 The 35th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2002 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Kunio Iwatsuki.
- September 17 The 36th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Saburo Nagakura was selected as Chairman of the Committee on the International Prize for Biology, Dr. Takashi Sugimura taking office as its Vice-chairman.
2. The recipient of the 2002 Prize was decided.
3. The awarding field of the 2003 Prize was designated.
- December 2 Presentation Ceremony of the 2002 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr. Masatoshi Nei
-

2003

- February 14 The 37th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2003 Prize was appointed.
- September 11 The 38th meeting of the Committee of the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2003 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2004 Prize was designated.
- December 1 Presentation Ceremony of the 2003 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Shinya Inouè
-

2004

- January 28 The 39th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2004 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Kiyoshi Aoki.
- September 9 The 40th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2004 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2005 Prize was designated.
- November 29 Presentation Ceremony of the 2004 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Thomas Cavalier-Smith
-

平成 13 年

- 9 月 19 日 国際生物学賞委員会（第 34 回会議）
第 17 回国際生物学賞受賞者の決定
第 18 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 3 日 第 17 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ハリー・ブラックモア・ウィットントン博士
-

平成 14 年

- 2 月 4 日 国際生物学賞委員会（第 35 回会議）
第 18 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
岩槻邦男氏審査委員長に就任
- 9 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 36 回会議）
長倉三郎氏（副委員長）委員長に就任、江橋節郎氏（委員長）顧問に就任、
杉村 隆氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任
第 18 回国際生物学賞受賞者の決定
第 19 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 2 日 第 18 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 根井正利博士
-

平成 15 年

- 2 月 14 日 国際生物学賞委員会（第 37 回会議）
第 19 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9 月 11 日 国際生物学賞委員会（第 38 回会議）
第 19 回国際生物学賞受賞者の決定
第 20 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 1 日 第 19 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 井上信也博士
-

平成 16 年

- 1 月 28 日 国際生物学賞委員会（第 39 回会議）
第 20 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
青木清氏審査委員長に就任
- 9 月 9 日 国際生物学賞委員会（第 40 回会議）
第 20 回国際生物学賞受賞者の決定
第 21 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 29 日 第 20 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 トーマス・キャバリエースミス博士
-

2005

- February 10 The 41th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2005 Prize was appointed.
- September 14 The 42th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2005 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2006 Prize was designated.
- December 5 Presentation Ceremony of the 2005 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr.Nam-Hai Chua

2006

- February 7 The 43th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2006 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Hoshi Motonori.
- September 7 The 44th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2006 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2007 Prize was designated.
- November 20 Presentation Ceremony of the 2006 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr. Serge Daan

2007

- January 29 The 45th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2007 Prize was appointed.
- September 4 The 46th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2007 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2008 Prize was designated.
- November 19 Presentation Ceremony of the 2007 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. David Swenson Hogness

2008

- January 1 Hiromasa Yonekura, Chairman of the Board of Councillors, Japan Business Federation, was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- January 24 The 47th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Takashi Sugimura was selected as Chairman of the Committee on the International Prize for Biology, Dr. Kazuhiko Nishijima taking office as its Vice-chairman.
2. The Selection Committee for the 2008 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Masamitsu Wasa.
- September 17 The 48th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2008 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2009 Prize was designated.
- December 8 Presentation Ceremony of the 2008 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. George David Tilman
-

平成 17 年

- 2 月 10 日 国際生物学賞委員会（第 41 回会議）
第 21 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9 月 14 日 国際生物学賞委員会（第 42 回会議）
第 21 回国際生物学賞受賞者の決定
第 22 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 5 日 第 21 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ナム-ハイ・チュア博士

平成 18 年

- 2 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 43 回会議）
第 22 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
星 元紀氏審査委員長に就任
- 9 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 44 回会議）
第 22 回国際生物学賞受賞者の決定
第 23 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 20 日 第 22 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 サージ・ダアン博士

平成 19 年

- 1 月 29 日 国際生物学賞委員会（第 45 回会議）
第 23 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9 月 4 日 国際生物学賞委員会（第 46 回会議）
第 23 回国際生物学賞受賞者の決定
第 24 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 19 日 第 23 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 デビッド・スウェンソン・ホグネス博士

平成 20 年

- 1 月 1 日 米倉弘昌氏（経済団体連合会評議員会議長）基金委員長に就任
- 1 月 24 日 国際生物学賞委員会（第 47 回会議）
杉村 隆氏（副委員長）委員長に就任、
西島和彦氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任
第 24 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、和田正三氏審査委員長に就任
- 9 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 48 回会議）
第 24 回国際生物学賞受賞者の決定
第 25 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 8 日 第 24 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ジョージ・デイビッド・ティルマン博士
-

2009

- January 23 The 49th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. Dr. Yoshihide Kozai was appointed as Vice-chairman of the Committee on the International Prize for Biology.
2. The Selection Committee for the 2009 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Makoto Asashima.
- September 15 The 50th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2009 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2010 Prize was designated.
- November 30 Presentation Ceremony of the 2009 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr. Winslow Russell Briggs
-

2010

- January 21 The 51th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2010 Prize was appointed.
- October 7 The 52th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2010 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2011 Prize was designated.
- December 6 Presentation Ceremony of the 2010 Prize at the Japan Academy
Recipient: Dr. Nancy Ann Moran
-

2011

- January 17 The 53th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
The Selection Committee for the 2011 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Masamitsu Wada.
- October 17 The 54th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2011 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2012 Prize was designated.
- November 19 Presentation Ceremony of the 2011 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Eric Harris Davidson
-

平成 21 年

- 1 月 23 日 国際生物学賞委員会（第 49 回会議）
古在由秀氏（日本学士院第二部長）副委員長に就任、
第 25 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
浅島 誠氏審査委員長に就任
- 9 月 15 日 国際生物学賞委員会（第 50 回会議）
第 25 回国際生物学賞受賞者の決定
第 26 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 30 日 第 25 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ウィンスロー・ラッセル・ブリッグス博士
-

平成 22 年

- 1 月 21 日 国際生物学賞委員会（第 51 回会議）
第 26 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 10 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 52 回会議）
第 26 回国際生物学賞受賞者の決定
第 27 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 6 日 第 26 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ナンシー・アン・モラーン博士
-

平成 23 年

- 1 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 53 回会議）
第 27 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
和田正三氏審査委員長に就任
- 10 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 54 回会議）
第 27 回国際生物学賞受賞者の決定
第 28 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 28 日 第 27 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 エリック・ハリス・デヴィドソン博士
-

2012

- January 16 The 55th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2012 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Noriyuki Satoh.
- September 7 The 56th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2012 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2013 Prize was designated.
- November 26 Presentation Ceremony of the 2012 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Joseph Altman
-

2013

- February 20 The 57th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2013 Prize was appointed.
- September 17 The 58th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2013 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2014 Prize was designated.
- November 18 Presentation Ceremony of the 2013 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Joseph Felsenstein
-

2014

- January 17 The 59th meeting of the Committee on the International Prize for Biology. The Selection Committee for the 2014 Prize was appointed under the chairmanship of Dr. Yoshinori Fujiyoshi.
- May 13 Dr. Kumao Toyoshima was appointed as Vice-chairman of the Committee on the International Prize for Biology.
- June 3 Sadayuki Sakakibara, Chair, Japan Business Federation, was appointed as Chairman of the Finance Committee.
- September 1 The 60th meeting of the Committee on the International Prize for Biology.
1. The recipient of the 2014 Prize was decided.
2. The awarding field of the 2015 Prize was designated.
- December 1 Presentation Ceremony of the 2014 Prize at the Japan Academy.
Recipient: Dr. Peter Crane
-

平成 24 年

- 1 月 16 日 国際生物学賞委員会（第 55 回会議）
第 28 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
佐藤矩行氏審査委員長に就任
- 9 月 7 日 国際生物学賞委員会（第 56 回会議）
第 28 回国際生物学賞受賞者の決定
第 29 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 26 日 第 28 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ジョセフ・アルトマン博士

平成 25 年

- 2 月 20 日 国際生物学賞委員会（第 57 回会議）
第 29 回国際生物学賞審査委員会委員の指名
- 9 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 58 回会議）
第 29 回国際生物学賞受賞者の決定
第 30 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 11 月 18 日 第 29 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ジョセフ・フェルゼンシュタイン博士

平成 26 年

- 1 月 17 日 国際生物学賞委員会（第 59 回会議）
第 30 回国際生物学賞審査委員会委員の指名、
藤吉好則氏審査委員長に就任
- 5 月 13 日 豊島久真男氏（日本学士院第二部第七分科会員、理化学研究所研究顧問）副委員長に就任
- 6 月 3 日 榊原定征氏（経済団体連合会会長）基金委員長に就任
- 9 月 1 日 国際生物学賞委員会（第 60 回会議）
第 30 回国際生物学賞受賞者の決定
第 31 回国際生物学賞授賞分野の決定
- 12 月 1 日 第 30 回国際生物学賞授賞式（日本学士院）
受賞者 ピーター・クレイン博士
-

The Number of Nominations

	The Awarding Field of the Year	The Number of Nominations	
		Received Nominations in Total	The Actual Number of Nominees after Accounting for Duplications
1985	Taxonomy or Systematic Biology	118	87
1986	Systematic Biology and Taxonomy	105	73
1987	Developmental Biology	66	47
1988	Population Biology	122	49
1989	Marine Biology	55	45
1990	Behavioral Biology	77	59
1991	Functional Biology of Plants	63	50
1992	Comparative Physiology and Biochemistry	103	78
1993	Ecology	59	47
1994	Systematic Biology and Taxonomy	75	50
1995	Cell Biology	83	48
1996	Biology of Reproduction	81	48
1997	Plant Science	58	44
1998	The Biology of Biodiversity	65	49
1999	Animal Physiology	56	41
2000	Developmental Biology	48	39
2001	Paleontology	68	51
2002	Biology of Evolution	51	37
2003	Cell Biology	44	41
2004	Systematic Biology and Taxonomy	52	38
2005	Structural Biology in Fine Structure, Morphology and Morphogenesis	48	32
2006	Chronobiology	68	31
2007	Genetics	61	44
2008	Ecology	38	34
2009	Biology of Sensing	57	46
2010	Biology of Symbiosis	55	46
2011	Developmental Biology	70	47
2012	Neurobiology	55	52
2013	Biology of Evolution	52	40
2014	Systematic Biology and Taxonomy	54	40

国際生物学賞受賞候補被推薦数

	授 賞 分 野	受賞候補被推薦数	
		受 付 数 (件)	実 数 (人)
第 1 回	「系統・分類学を中心とする生物学」	118	87
第 2 回	「系統・分類学を中心とする生物学」	105	73
第 3 回	「発生生物学」	66	47
第 4 回	「集団生物学」	122	49
第 5 回	「海洋生物学」	55	45
第 6 回	「行動生物学」	77	59
第 7 回	「植物を中心とする機能生物学」	63	50
第 8 回	「比較生理学」	103	78
第 9 回	「生態学」	59	47
第 10 回	「系統・分類を中心とする生物学」	75	50
第 11 回	「細胞生物学」	83	48
第 12 回	「生殖の生物学」	81	48
第 13 回	「植物科学」	58	44
第 14 回	「多様性の生物学」	65	49
第 15 回	「動物生理学」	56	41
第 16 回	「発生生物学」	48	39
第 17 回	「古生物学」	68	51
第 18 回	「進化生物学」	51	37
第 19 回	「細胞生物学」	44	41
第 20 回	「系統・分類を中心とする生物学」	52	38
第 21 回	「かたちの生物学」	48	32
第 22 回	「時間生物学」	68	31
第 23 回	「遺伝学」	61	44
第 24 回	「生態学」	38	34
第 25 回	「感覚の生物学」	57	46
第 26 回	「共生の生物学」	55	46
第 27 回	「発生生物学」	70	47
第 28 回	「神経生物学」	55	52
第 29 回	「進化生物学」	52	40
第 30 回	「系統・分類を中心とする生物学」	54	40

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

2005 Committee on the International Prize for Biology

* As of September 2005

Nagakura, Saburo	(Chair) President, The Japan Academy
Sugimura, Takashi	Chairman of Section II, The Japan Academy
Ebashi, Setsuro	Member of the Japan Academy
Okuda, Hiroshi	Chairman, Japan Business Federation
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Kosai, Akio	Adviser, Japan Business Federation
Asashima, Makoto	President, Zoological Society of Japan
Chihara, Mitsuo	Professor Emeritus, University of Tsukuba
Hakoshima, Shinichi	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences, Okazaki National Research Institutes
Hashimoto, Genichi	President, Japan Broadcasting Corporation (NHK)
Hieda, Hisashi	President, The National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hiwatashi, Koichi	Member of the Japan Academy
Hoshi, Motonori	Professor, Faculty of Science and Technology, Keio University
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Katsumata, Tsunehisa	Chairman, The Federation of Electric Power Companies
Kawanabe, Hiroya	Director General, Lake Biwa Museum
Koeda, Itaru	Chairman, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc
Komamine, Atsushi	Director, The Research Institute of Evolution Biology
Koshida, Hiroshi	President, Japan Securities Dealers Association
Kuroiwa, Tsuneyoshi	Professor, Science, Rikkyo University
Maeda, Terunobu	Chairman, Japanese Bankers Association
Mimura, Akio	President, Japan Iron and Steel Federation
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, The University of Tokyo
Morishita, Yoichi	Chairman, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Sasaki, Masamine	Director General, National Science Museum
Sasaki, Mikio	Chairman, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Seya, Toshio	Chairman, Regional Banks Association of Japan
Shimura, Yoshiro	President, National Institutes of Natural Sciences
Takeuchi, Ikuo	Professor Emeritus, Kyoto University
Toyoshima, Kumao	Adviser, Riken SNP Research Center
Umeda, Sadao	President, Japan Federation of Construction Contractors
Wada, Masamitsu	President, Botanical Society of Japan
Watanabe, Itaru	Professor Emeritus, Keio University
Watari, Fumiaki	President, Petroleum Association of Japan
Yokoyama, Shinichi	Chairman, The Life Insurance Association of Japan

国際生物学賞委員会歴代委員名簿（2005年以降）

第21回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成17年9月時点

委員長	長 倉 三 郎	日本学士院長
副委員長	杉 村 隆	日本学士院第二部部長
顧問	江 橋 節 郎	日本学士院会員
顧問	奥 田 碩	日本経済団体連合会会長
審査委員長	青 木 清	上智大学名誉教授
基金委員長	香 西 昭 夫	日本経済団体連合会顧問
幹 事	浅 島 誠	日本動物学会会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	梅 田 貞 夫	日本建設業団体連合会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	勝 俣 恒 久	電気事業連合会会長
幹 事	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
	黒 岩 常 祥	立教大学理学部教授
	小 枝 至	日本自動車工業会会長
	越 田 弘 志	日本証券業協会会長
	駒 嶺 穆	進化生物学研究所理事
	佐々木 正 峰	国立科学博物館館長
	佐々木 幹 夫	日本貿易会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	瀬 谷 俊 雄	全国地方銀行協会会長
	竹 内 郁 夫	京都大学名誉教授
	千 原 光 雄	筑波大学名誉教授
	豊 島 久真男	理化学研究所研究顧問
	箱 島 信 一	日本新聞協会会長
	橋 本 元 一	日本放送協会会長
	濱 清	岡崎国立共同研究機構生理学研究所名誉教授
	日 枝 久	日本民間放送連盟会長
幹 事	樋 渡 宏 一	日本学士院会員
	星 元 紀	慶應義塾大学理工学部教授
	前 田 晃 伸	全国銀行協会会長
	三 村 明 夫	日本鉄鋼連盟会長
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	森 下 洋 一	日本電機工業会会長
	横 山 進 一	生命保険協会会長
	和 田 正 三	日本植物学会会長
	渡 辺 格	慶應義塾大学名誉教授
	渡 文 明	石油連盟会長

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2006 Committee on the International Prize for Biology

* As of September 2006

Nagakura, Saburo	(Chair) President, The Japan Academy
Sugimura, Takashi	Chair of Section II, The Japan Academy
Mitarai, Fujio	Chair, Japan Business Federation
Hoshi, Motonori	Professor Emeritus, Tokyo Institute of Technology
Kosai, Akio	Adviser, Japan Business Federation
Ando, Toshio	President Japan Securities Dealers Association
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Asashima, Makoto	President, Zoological Society of Japan
Chihara, Mitsuo	Professor Emeritus, University of Tsukuba
Cho, Fujio	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, inc.
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences, Okazaki National Research Institutes
Hashimoto, Genichi	President, Japan Broadcasting Corporation (NHK)
Hirose, Michisada	President, The National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hiwatashi, Koichi	Member of the Japan Academy
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Kataoka, Keiji	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Katsumata, Tsunehisa	Chair, The Federation of Electric Power Companies
Kawanabe, Hiroya	Director General, Lake Biwa Museum
Kitamura, Masatoh	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Komamine, Atsushi	Director, The Research Institute of Evolution Biology
Kuroiwa, Tsuneyoshi	Professor, Science, Rikkyo University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, The University of Tokyo
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Saito, Katsutoshi	Chair, The Life Insurance Association of Japan
Sasaki, Masamine	Director General, National Science Museum
Sasaki, Mikio	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Seya, Toshio	Chair, Regional Banks Association of Japan
Shimura, Yoshiro	President, National Institutes of Natural Sciences
Toyoshima, Kumao	Adviser, Riken SNP Research Center
Umada, Hajime	President, Japan Iron and Steel Federation
Umeda, Sadao	President, Japan Federation of Construction Contractors
Wada, Masamitsu	President, Botanical Society of Japan
Watanabe, Itaru	Professor Emeritus, Keio University
Watari, Fumiaki	President, Petroleum Association of Japan

第 22 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 18 年 9 月時点

委員長	長 倉 三 郎	日本学士院長
副委員長	杉 村 隆	日本学士院第二部部長
顧問	御手洗 富士夫	日本経済団体連合会会長
審査委員長	星 元 紀	東京工業大学名誉教授
基金委員長	香 西 昭 夫	日本経済団体連合会顧問
	青 木 清	上智大学名誉教授
幹 事	浅 島 誠	日本動物学会会長
	安 東 俊 夫	日本証券業協会会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	梅 田 貞 夫	日本建設業団体連合会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	片 岡 啓 治	日本電機工業会会長
	勝 俣 恒 久	電気事業連合会会長
	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
幹 事	北 村 正 任	日本新聞協会会長
	黒 岩 常 祥	立教大学理学部教授
	駒 嶺 穆	進化生物学研究所理事
	斉 藤 勝 利	生命保険協会会長
	佐々木 正 峰	国立科学博物館館長
	佐々木 幹 夫	日本貿易会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	瀬 谷 俊 雄	全国地方銀行協会会長
	千 原 光 雄	筑波大学名誉教授
	張 富 士 夫	日本自動車工業会会長
	豊 島 久 眞 男	理化学研究所研究顧問
	橋 本 元 一	日本放送協会会長
	馬 田 一	日本鉄鋼連盟会長
	濱 清	岡崎国立共同研究機構生理学研究所名誉教授
	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	樋 渡 宏 一	日本学士院会員
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
幹 事	和 田 正 三	日本植物学会会長
	渡 辺 格	慶應義塾大学名誉教授
	渡 文 明	石油連盟会長

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2007 Committee on the International Prize for Biology

* As of November 2007

Nagakura, Saburo	(Chair) Former President, The Japan Academy
Sugimura, Takashi	Former Chair of Section II, The Japan Academy
Mitarai, Fujio	Chair, Japan Business Federation
Hoshi, Motonori	Professor, the Open University of Japan
Ando, Toshio	President, Japan Securities Dealers Association
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Asashima, Makoto	Managing Director, Executive Vice President, The University of Tokyo
Chihara, Mitsuo	Professor Emeritus, University of Tsukuba
Cho, Fujio	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences, Okazaki National Research Institutes
Hashimoto, Genichi	President, Japan Broadcasting Corporation (NHK)
Hirose, Michisada	President, The National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hiwatashi, Koichi	Member of the Japan Academy
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Katsumata, Tsunehisa	Chair, The Federation of Electric Power Companies
Kawanabe, Hiroya	Director General, Lake Biwa Museum
Kitamura, Masatoh	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Komamine, Atsushi	Director, Kihara Institute for Biological Research
Kuroiwa, Tsuneyoshi	Professor, Science, Rikkyo University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, The University of Tokyo
Ogawa, Tadashi	Chair, Regional Banks Association of Japan
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Kuniei	Chair, The Life Insurance Association of Japan
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Sasaki, Masamine	Director General, National Science Museum
Sasaki, Mikio	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Sato, Noriyuki	President, Zoological Society of Japan
Shimura, Yoshiro	President, National Institutes of Natural Sciences
Shouyama, Etsuhiko	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Toyoshima, Kumao	Adviser, Riken SNP Research Center
Umada, Hajime	President, Japan Iron and Steel Federation
Umeda, Sadao	President, Japan Federation of Construction Contractors
Wada, Masamitsu	President, Botanical Society of Japan
Watari, Fumiaki	President, Petroleum Association of Japan

第23回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成19年11月時点

委員長	長 倉 三 郎	前日本学士院長
副委員長	杉 村 隆	前日本学士院第二部部長
顧問	御手洗 富士夫	日本経済団体連合会会長
審査委員長	星 元 紀	放送大学教授
	青 木 清	上智大学名誉教授
幹 事	浅 島 誠	東京大学理事・副学長
	安 東 俊 夫	日本証券業協会会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	梅 田 貞 夫	日本建設業団体連合会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 圀 衛	生命保険協会会長
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 川 是	全国地方銀行協会会長
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	勝 俣 恒 久	電気事業連合会会長
	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
幹 事	北 村 正 任	日本新聞協会会長
	黒 岩 常 祥	立教大学理学部教授
	駒 嶺 穆	木原生物学研究所所長
	佐々木 正 峰	国立科学博物館館長
	佐々木 幹 夫	日本貿易会会長
	佐 藤 矩 行	日本動物学会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	庄 山 悦 彦	日本電機工業会会長
	千 原 光 雄	筑波大学名誉教授
	張 富 士 夫	日本自動車工業会会長
	豊 島 久 眞 男	理化学研究所研究顧問
	橋 本 元 一	日本放送協会会長
	馬 田 一	日本鉄鋼連盟会長
	濱 清	岡崎国立共同研究機構生理学研究所名誉教授
	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	樋 渡 宏 一	日本学士院会員
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
幹 事	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	和 田 正 三	日本植物学会会長
	渡 文 明	石油連盟会長

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2008 Committee on the International Prize for Biology

* As of November 2008

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, The Japan Academy
Nishizima, Kazuhiko	Former Chairperson of Section II, The Japan Academy
Mitarai, Fujio	Chair, Japan Business Federation
Wada, Masamitsu	President, Botanical Society of Japan
Yonekura, Hiromasa	Chairman of the Board of Councillors, Japan Business Federation
Ando, Toshio	President, Japan Securities Dealers Association
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Aoki, Satoshi	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Asashima, Makoto	Managing Director, Executive Vice President, the University of Tokyo
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Fukuchi, Shigeo	President, Japan Broadcasting Corporation (NHK)
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hirose, Michisada	President, the National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hoshi, Motonori	Professor, the Open University of Japan
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Katsumata, Nobuo	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Kawanabe, Hiroya	Director General, Lake Biwa Museum
Kitamura, Masatoh	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Komamine, Atsushi	Director, Kihara Institute for Biological Research
Kuroiwa, Tsuneyoshi	Professor, Science, Rikkyo University
Matsuo, Kenji	Chair, the Life Insurance Association of Japan
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, the University of Tokyo
Mori, Shosuke	Chair, the Federation of Electric Power Companies
Muneoka, Shoji	President, Japan Iron and Steel Federation
Nakayama, Makoto	Chair, the Japan Electrical Manufacturers' Association
Ogawa, Tadashi	Chair, Regional Banks Association of Japan
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Sasaki, Masamine	Director General, National Science Museum
Sato, Noriyuki	President, Zoological Society of Japan
Shimura, Yoshiro	President, National Institutes of Natural Sciences
Tenbo, Akihiko	President, Petroleum Association of Japan
Toyoshima, Kumao	Adviser, Riken SNP Research Center
Umeda, Sadao	President, Japan Federation of Construction Contractors

第 24 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 20 年 11 月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	西 島 和彦	日本学士院前第二部部長
顧問	御手洗 富士夫	日本経済団体連合会会長
審査委員長	和 田 正三	日本植物学会会長
基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会評議員会議長
	青 木 清	上智大学名誉教授
	青 木 哲	日本自動車工業会会長
幹 事	浅 島 誠	東京大学理事・副学長
	安 東 俊 夫	日本証券業協会会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	梅 田 貞 夫	日本建設業団体連合会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 川 是	全国地方銀行協会会長
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	勝 俣 宣 夫	日本貿易会会長
	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
幹 事	北 村 正 任	日本新聞協会会長
	黒 岩 常 祥	立教大学理学部教授
	駒 嶺 穆	木原生物学研究所所長
幹 事	佐々木 正 峰	国立科学博物館館長
	佐 藤 矩 行	日本動物学会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	天 坊 昭 彦	石油連盟会長
	豊 島 久真男	理化学研究所研究顧問
	中 山 眞	日本電機工業会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	福 地 茂 雄	日本放送協会会長
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
	星 元 紀	放送大学教授
	松 尾 憲 治	生命保険協会会長
	宗 岡 正 二	日本鉄鋼連盟会長
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	森 詳 介	電気事業連合会会長

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2009 Committee on the International Prize for Biology

* As of November 2009

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, The Japan Academy
Kozai, Yoshihide	Chairman of Section II, The Japan Academy
Mitarai, Fujio	Chair, Japan Business Federation
Asashima, Makoto	Director, Development Research Laboratory, AIST
Yonekura, Hiromasa	Chairman of the Board of Councillors, Japan Business Federation
Ando, Toshio	President, Japan Securities Dealers Association
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Aoki, Satoshi	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Fukuchi, Shigeo	President, Japan Broadcasting Corporation
Fukuda, Hiroo	President, Botanical Society of Japan
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hirose, Michisada	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hoshi, Motonori	Professor, The Open University of Japan
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Katsumata, Nobuo	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc
Kawanabe, Hiroya	Director General, Lake Biwa Museum
Komamine, Atsushi	Director, Kihara Institute for Biological Research
Kondo, Shinji	Director General, The National Museum of Nature and Science
Mawatari, Shunsuke	Professor, School of Science, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, University of Tokyo
Mori, Syosuke	Chair, The Federation of Electric Power Companies
Muneoka, Shoji	Chair, Japan Iron and Steel Federation
Nishida, Atsutoshi	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Nomura, Tetsuya	President, Japan Federation of Construction Contractors
Ogawa, Tadashi	Chair, Regional Banks Association of Japan
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Satoh, Noriyuki	President, Zoological Society of Japan
Sato, Yoshio	Chair, The Life Insurance Association of Japan
Shimura, Yoshiro	President, National Institutes of Natural Science
Tembo, Akihiko	President, Petroleum Association of Japan
Toyoshima, Kumao	Research Adviser, RIKEN
Uchiyama, Hitoshi	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Wada, Masamitsu	Professor, Graduate School of Science, Kyushu University

第 25 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 21 年 11 月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	古 在 由 秀	日本学士院第二部部長
顧問	御手洗 富士夫	日本経済団体連合会会長
審査委員長	浅 島 誠	産業技術総合研究所器官発生工学ラボ長
基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会評議員会議長
	青 木 清	上智大学名誉教授
	青 木 哲	日本自動車工業会会長
	安 東 俊 夫	日本証券業協会会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	内 山 斉	日本新聞協会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 川 是	全国地方銀行協会会長
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	勝 俣 宣 夫	日本貿易会会長
	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
	駒 嶺 穆	横浜市立大学木原生物学研究所所長
幹 事	近 藤 信 司	国立科学博物館館長
	佐 藤 矩 行	日本動物学会会長
	佐 藤 義 雄	生命保険協会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	天 坊 昭 彦	石油連盟会長
	豊 島 久真男	理化学研究所研究顧問
	西 田 厚 聰	日本電機工業会会長
	野 村 哲 也	日本建設業団体連合会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
幹 事	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	福 田 裕 穂	日本植物学会会長
	福 地 茂 雄	日本放送協会会長
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
	星 元 紀	放送大学教授
	馬 渡 駿 介	北海道大学大学院理学研究院教授
	宗 岡 正 二	日本鉄鋼連盟会長
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	森 詳 介	電気事業連合会会長
幹 事	和 田 正 三	九州大学大学院理学研究院特任教授

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2010 Committee on the International Prize for Biology

* As of December 2010

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, The Japan Academy
Kozai, Yoshihide	Chairman of Section II, The Japan Academy
Yonekura, Hiromasa	Chair, Japan Business Federation
Asashima, Makoto	Director, Research Center for Stem Cell Engineering, AIST
Aoki, Kiyoshi	Professor Emeritus, Sophia University
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Fukuchi, Shigeo	President, Japan Broadcasting Corporation
Fukuda, Hiroo	President, Botanical Society of Japan
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hayashida, Eiji	Chair, Japan Iron and Steel Federation
Hirose, Michisada	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hoshi, Motonori	Professor, The Open University of Japan
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Kawanabe, Hiroya	Professor Emeritus, Kyoto University
Kitazawa, Michihiro	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Komamine, Atsushi	Director, The Research Institute of Evolutionary Biology
Kondo, Shinji	Director General, The National Museum of Nature and Science
Mawatari, Shunsuke	Professor Emeritus, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, University of Tokyo
Nomura, Tetsuya	President, Japan Federation of Construction Contractors
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Ono, Motoyuki	President, Japan Society for the Promotion of Science
Satoh, Noriyuki	President, Zoological Society of Japan
Shiga, Toshiyuki	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Shimizu, Masataka	Chair, The Federation of Electric Power Companies
Shimura, Yoshiro	Professor Emeritus, Kyoto University
Tembo, Akihiko	President, Petroleum Association of Japan
Toyoshima, Kumao	Research Adviser, RIKEN
Uchiyama, Hitoshi	President, Japan Newspaper Publishers and Editors Association
Utsuda, Shoei	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Wada, Masamitsu	Professor, Graduate School of Science, Kyushu University
Watanabe, Koichiro	Chair, The Life Insurance Association of Japan

第26回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成22年12月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	古 在 由 秀	日本学士院第二部部長
顧問・基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会会長
審査委員長	浅 島 誠	産業技術総合研究所幹細胞工学研究センター長
	青 木 清	上智大学名誉教授
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	内 山 斉	日本新聞協会会長
	槍 田 松 瑩	日本貿易会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	小 野 元 之	日本学術振興会理事長
	川那部 浩 哉	滋賀県立琵琶湖博物館館長
	北 澤 通 宏	日本電機工業会会長
	駒 嶺 穆	進化生物学研究所理事
幹 事	近 藤 信 司	国立科学博物館館長
	佐 藤 矩 行	日本動物学会会長
	志 賀 俊 之 孝	日本自動車工業会会長
	清 水 正 孝	電気事業連合会会長
	志 村 令 郎	自然科学研究機構長
	天 坊 昭 彦	石油連盟会長
	豊 島 久 眞 男	理化学研究所研究顧問
	野 村 哲 也	日本建設業団体連合会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
	林 田 英 治	日本鉄鋼連盟会長
幹 事	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	福 田 裕 穂	日本植物学会会長
	福 地 茂 雄	日本放送協会会長
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
	星 元 紀	放送大学教授
	馬 渡 駿 介	北海道大学大学院理学研究院教授
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
幹 事	渡 邊 光 一 郎	生命保険協会会長
	和 田 正 三	九州大学大学院理学研究院特任教授

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2011 Committee on the International Prize for Biology

* As of November 2011

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, the Japan Academy
Kozai, Yoshihide	Chairman of Section II, the Japan Academy
Yonekura, Hiromasa	Chair, Japan Business Federation
Wada, Masamitsu	Professor, Graduate School of Science, Kyushu University
Anzai, Yuichiro	President, Japan Society for the Promotion of Science
Aoki, Kiyoshi	Director, Sophia University Institute of Bioethics
Asashima, Makoto	Executive Director, Japan Society for the Promotion of Science
Fujiyoshi, Yoshinori	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Fukuda, Hiroo	President, Botanical Society of Japan
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hayashida, Eiji	Chair, Japan Iron and Steel Federation
Hirose, Michisada	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Hoshi, Motonori	Visiting Professor, the Open University of Japan
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Kawanabe, Hiroya	Professor Emeritus, Kyoto University
Kondo, Shinji	Director General, the National Museum of Nature and Science
Matsumoto, Masayuki	President, Japan Broadcasting Corporation
Mawatari, Shunsuke	Professor Emeritus, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, the University of Tokyo
Nagahama, Yoshitaka	President, Zoological Society of Japan
Nomura, Tetsuya	President, Japan Federation of Construction Contractors
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Okamoto, Michio	Professor Emeritus, Kyoto University
Satoh, Noriyuki	Professor, Okinawa Institute of Science and Technology
Shiga, Toshiyuki	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Shimomura, Setsuhiro	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Shimura, Yoshiro	Professor Emeritus, Kyoto University
Tembo, Akihiko	President, Petroleum Association of Japan
Torii, Motoyoshi	Managing Director, Japan Newspaper publishers and Editors Association
Toyoshima, Kumao	Research Adviser, RIKEN
Tsutsui, Yoshinobu	Chair, the Life Insurance Association of Japan
Utsuda, Shoei	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Yagi, Makoto	Chair, The Federation of Electric Power Companies

第 27 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 23 年 11 月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	古 在 由 秀	日本学士院第二部部長
顧問・基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会会長
審査委員長	和 田 正 三	九州大学大学院理学研究院特任教授
	青 木 清	上智大学生命倫理研究所所長
幹 事	浅 島 誠	日本学術振興会理事
	安 西 祐一郎	日本学術振興会理事長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	檜 田 松 瑩	日本貿易会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	岡 本 道 雄	京都大学名誉教授
	川那部 浩 哉	京都大学名誉教授
幹 事	近 藤 信 司	国立科学博物館館長
	佐 藤 矩 行	沖縄科学技術大学院大学教授
	志 賀 俊 之	日本自動車工業会会長
	志 村 令 郎	京都大学名誉教授
	下 村 節 宏	日本電機工業会会長
	筒 井 義 信	生命保険協会会長
	天 坊 昭 彦	石油連盟会長
	鳥 居 元 吉	日本新聞協会専務理事
	豊 島 久真男	理化学研究所研究顧問
	長 濱 嘉 孝	日本動物学会会長
	野 村 哲 也	日本建設業団体連合会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
	林 田 英 治	日本鉄鋼連盟会長
幹 事	広 瀬 道 貞	日本民間放送連盟会長
	福 田 裕 穂	日本植物学会会長
	藤 吉 好 則	京都大学大学院理学研究科教授
	星 元 紀	放送大学客員教授
	松 本 正 之	日本放送協会会長
	馬 渡 駿 介	北海道大学大学院理学研究院教授
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	八 木 誠	電気事業連合会会長

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2012 Committee on the International Prize for Biology

* As of November 2012

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, The Japan Academy
Kozai, Yoshihide	Chairman of Section II, The Japan Academy
Yonekura, Hiromasa	Chair, Japan Business Federation
Sato, Noriyuki	Professor, Okinawa Institute of Science and Technology
Akiyama, Kotaro	Managing Director, Japan Newspaper publishers and Editors Association
Anzai, Yuichiro	President, Japan Society for the Promotion of Science
Aoki, Kiyoshi	Director, Sophia University Institute of Bioethics
Asashima, Makoto	Executive Director, Japan Society for the Promotion of Science
Fujiyoshi, Yoshinori	Director, Cellular and Structural Physiological Institute, Nagoya University
Fukuda, Hiroo	President, Botanical Society of Japan
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hoshi, Motonori	Visiting Professor, the Open University of Japan
Inoue, Hiroshi	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Iwatsuki, Kunio	Director, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
Kawanabe, Hiroya	Professor Emeritus, Kyoto University
Kimura, Yasushi	President, Petroleum Association Of Japan
Kondo, Shinji	Director General, the National Museum of Nature and Science
Matsumoto, Masayuki	President, Japan Broadcasting Corporation
Matsuo, Kenji	Chair, the Life Insurance Association of Japan
Mawatari, Shunsuke	Professor Emeritus, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, the University of Tokyo
Nagahama, Yoshitaka	President, Zoological Society of Japan
Nomura, Tetsuya	President, Japan Federation of Construction Contractors
Ohtsubo, Fumio	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Shimura, Yoshiro	Professor Emeritus, Kyoto University
Toyoda, Akio	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Toyoshima, Kumao	Research Adviser, RIKEN
Utsuda, Shoei	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Wada, Masamitsu	Professor, Graduate School of Science, Kyushu University
Yagi, Makoto	Chair, the Federation of Electric Power Companies

第 28 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 24 年 11 月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	古 在 由 秀	日本学士院第二部部長
顧問・基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会会長
審査委員長	佐 藤 矩 行	沖縄科学技術大学院大学教授
	青 木 清	上智大学生命倫理研究所所長
幹 事	秋 山 耿太郎	日本新聞協会会長
	浅 島 誠	日本学術振興会理事
	安 西 祐一郎	日本学術振興会理事長
	井 上 弘	日本民間放送連盟会長
	岩 槻 邦 男	兵庫県立人と自然の博物館館長
	檜 田 松 瑩	日本貿易会会長
	大 坪 文 雄	日本電機工業会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	川那部 浩 哉	京都大学名誉教授
	木 村 康	石油連盟会長
	近 藤 信 司	国立科学博物館館長
	志 村 令 郎	京都大学名誉教授
	豊 島 久真男	理化学研究所研究顧問
	豊 田 章 男	日本自動車工業会会長
	長 濱 嘉 孝	日本動物学会会長
	野 村 哲 也	日本建設業団体連合会会長
幹 事	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
幹 事	福 田 裕 穂	日本植物学会会長
	藤 吉 好 則	名古屋大学細胞生理学研究センター長
	星 元 紀	放送大学客員教授
	松 尾 憲 治	生命保険協会
	松 本 正 之	日本放送協会会長
	馬 渡 駿 介	北海道大学大学院理学研究院教授
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	八 木 誠	電気事業連合会会長
	和 田 正 三	九州大学大学院理学研究院特任教授

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2013 Committee on the International Prize for Biology

* As of September 2013

Sugimura, Takashi	(Chair) Vice President, The Japan Academy
Kozai, Yoshihide	Chairman of Section II, The Japan Academy
Yonekura, Hiromasa	Chair, Japan Business Federation
Satoh, Noriyuki	Professor, Okinawa Institute of Science and Technology
Agata, Kiyokazu	President, Zoological Society of Japan
Anzai, Yuichiro	President, Japan Society for the Promotion of Science
Aoki, Kiyoshi	Director, Sophia University Institute of Bioethics
Asashima, Makoto	Executive Director, Japan Society for the Promotion of Science
Fujiyoshi, Yoshinori	Director, Cellular and Structural Physiological Institute, Nagoya University
Fukuda, Hiroo	Professor, Graduate School of Science, University of Tokyo
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hayashi, Yoshihiro	Director General, the National Museum of Nature and Science
Hoshi, Motonori	Visiting Professor, the Open University of Japan
Inamura, Jyunzo	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Inoue, Hiroshi	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Iwatsuki, Kunio	Professor Emeritus, University of Tokyo
Kawanabe, Hiroya	Professor Emeritus, Kyoto University
Kimura, Yasushi	President, Petroleum Association of Japan
Matsumoto, Masayuki	President, Japan Broadcasting Corporation
Mawatari, Shunsuke	Professor Emeritus, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, University of Tokyo
Nagahama, Yoshitaka	Professor, Institution for Collaborative Relations, Ehime University
Nakamura, Mitsuyoshi	President, Japan Federation of Construction Contractors
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Sato, Yoshio	Chair, the Life Insurance Association of Japan
Shimura, Yoshiro	Professor Emeritus, Kyoto University
Shiraishi, Kojiro	Managing Director, Japan Newspaper publishers and Editors Association
Tobe, Hiroshi	President, Botanical Society of Japan
Toyoda, Akio	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Toyoshima, Kumao	Research Adviser, RIKEN
Utsuda, Shoei	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Wada, Masamitsu	Professor, Graduate School of Science, Kyushu University
Yagi, Makoto	Chair, the Federation of Electric Power Companies

第29回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成25年9月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院幹事
副委員長	古 在 由 秀	日本学士院第二部部長
顧問・基金委員長	米 倉 弘 昌	日本経済団体連合会会長
審査委員長	佐 藤 矩 行	沖縄科学技術大学院大学教授
	青 木 清	上智大学生命倫理研究所所長
	阿 形 清 和	日本動物学会会長
幹 事	浅 島 誠	日本学術振興会理事
	安 西 祐一郎	日本学術振興会理事長
	稲 村 純 三	日本電機工業会会長
	井 上 弘	日本民間放送連盟会長
	岩 槻 邦 男	東京大学名誉教授
	槍 田 松 瑩	日本貿易会会長
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	川那部 浩 哉	京都大学名誉教授
	木 村 康	石油連盟会長
	佐 藤 義 雄	生命保険協会会長
	志 村 令 郎	京都大学名誉教授
	白 石 興二郎	日本新聞協会会長
	戸 部 博	日本植物学会会長
	豊 島 久眞男	理化学研究所研究顧問
	豊 田 章 男	日本自動車工業会会長
	長 濱 嘉 孝	日本動物学会会長
	中 村 満 義	日本建設業連合会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
	林 良 博	国立科学博物館館長
幹 事	福 田 裕 穂	東京大学大学院理学系研究科教授
幹 事	藤 吉 好 則	名古屋大学細胞生理学センター長
	星 元 紀	放送大学客員教授
	松 本 正 之	日本放送協会会長
	馬 渡 駿 介	北海道大学名誉教授
	毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授
	八 木 誠	電気事業連合会会長
	和 田 正 三	九州大学大学院理学研究院特任教授

Appendix IV

Past and Present Members of the Committee on the International Prize for Biology (After 2005)

国際生物学賞委員会歴代委員名簿(2005年以降)

2014 Committee on the International Prize for Biology

* As of October 2014

Sugimura, Takashi	(Chair) President, The Japan Academy
Toyoshima, Kumao	Adviser, Riken SNP Research Center
Sakakibara, Sadayuki	Chair, Japan Business Federation
Fujiyoshi, Yoshinori	Specially Appointed Professor, Cellular and Structural Physiological Institute, Nagoya University
Agata, Kiyokazu	Professor, Graduate School of Science, Kyoto University
Anzai, Yuichiro	President, Japan Society for the Promotion of Science
Aoki, Kiyoshi	Director, Sophia University Institute of Bioethics
Asashima, Makoto	Executive Director, Japan Society for the Promotion of Science
Fukuda, Hiroo	Professor, Graduate School of Science, University of Tokyo
Hama, Kiyoshi	Professor Emeritus, National Institute for Physiological Sciences
Hayashi, Yoshihiro	Director General, the National Museum of Nature and Science
Hoshi, Motonori	Administrative Director, Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology
Ike, Fumihiko	Chair, Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
Inoue, Hiroshi	President, National Association of Commercial Broadcasters in Japan
Iwatsuki, Kunio	Professor Emeritus, University of Tokyo
Kawanabe, Hiroya	Professor Emeritus, Kyoto University
Kimura, Yasushi	President, Petroleum Association of Japan
Kobayashi, Eizo	Chair, Japan Foreign Trade Council, Inc.
Mawatari, Shunsuke	Professor Emeritus, Hokkaido University
Mohri, Hideo	Professor Emeritus, University of Tokyo
Momii, Masato	President, Japan Broadcasting Corporation
Nagahama, Yoshitaka	Professor, Institution for Collaborative Relations, Ehime University
Nakamura, Mitsuyoshi	President, Japan Federation of Construction Contractors
Nakanishi, Hiroaki	Chair, The Japan Electrical Manufacturers' Association
Okada, Tokindo S.	Professor Emeritus, Kyoto University
Satoh, Noriyuki	Professor, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University
Shimura, Yoshiro	Professor Emeritus, Kyoto University
Shiraishi, Kojiro	Managing Director, Japan Newspaper publishers and Editors Association
Takeda, Hiroyuki	President, Zoological Society of Japan
Tobe, Hiroshi	President, Botanical Society of Japan
Wada, Masamitsu	Professor Emeritus, Tokyo Metropolitan University
Watanabe, Koichiro	Chair, the Life Insurance Association of Japan
Yagi, Makoto	Chair, the Federation of Electric Power Companies

第 30 回国際生物学賞委員会委員名簿

※平成 26 年 10 月時点

委員長	杉 村 隆	日本学士院院長
副委員長	豊 島 久眞男	理化学研究所研究顧問
顧問・基金委員長	榊 原 定 征	日本経済団体連合会会長
審査委員長	藤 吉 好 則	名古屋大学細胞生理学研究所センター・創薬科学研究科 特任教授
幹 事	青 木 清	上智大学生命倫理研究所所長
	阿 形 清 和	京都大学大学院理学研究科教授
	浅 島 誠	独立法人日本学術振興会理事
	安 西 祐一郎	独立法人日本学術振興会理事長
	池 史 彦	日本自動車工業会会長
	井 上 弘	日本民間放送連盟会長
	岩 槻 邦 男	東京大学名誉教授
	岡 田 節 人	京都大学名誉教授
	川那部 浩 哉	京都大学名誉教授
	木 村 康	石油連盟会長
	小 林 栄 三	日本貿易会会長
	佐 藤 矩 行	沖縄科学技術大学院大学教授
	志 村 令 郎	京都大学名誉教授
	白 石 興二郎	日本新聞協会会長
	武 田 洋 幸	日本動物学会会長
	戸 部 博	公益社団法人日本植物学会会長
	中 西 宏 明	日本電機工業会会長
	長 濱 嘉 孝	愛媛大学社会連携推進機構教授
	中 村 満 義	日本建設業連合会会長
	濱 清	自然科学研究機構生理学研究所名誉教授
林 良 博	国立科学博物館館長	
福 田 裕 穂	東京大学大学院理学系研究科教授	
星 元 紀	東京工業大学地球生命研究所事務部門長・特任教授	
馬 渡 駿 介	北海道大学名誉教授	
毛 利 秀 雄	東京大学名誉教授	
粕 井 勝 人	日本放送協会会長	
八 木 誠	電気事業連合会会長	
和 田 正 三	九州大学学術研究員（嘱託）、東京都立大学名誉教授	
渡 邊 光一郎	生命保険協会会長	

Appendix V

Past and Present Members of the Selection Committee (After 2005)

国際生物学賞審査委員会歴代委員名簿(2005年以降)

Past and Present Members of the Selection Committee (After 2005)

Selection Committee on the 2005 International Prize for Biology

Aoki, Kiyoshi	Hama, Kiyoshi	Kondo, Shigeru	Brown, Malcolm R.
Asashima, Makoto	Hasebe, Mitsuyasu	Kuroiwa, Tsuneyoshi	Chua, Nam-Hai
Chihara, Mitsuo	Hoshi, Motonori	Machida, Yasunori	Hall, Brian K
Endo, Hideki	Ishikawa, Harunori	Noguchi, Tetsuko	Keller, Ray
Fujiyoshi, Yoshinori	Komamine, Atsushi	Osumi, Noriko	

Selection Committee on the 2006 International Prize for Biology

Hoshi, Motonori	Fukuda, Yoshitaka	Kuroiwa, Tsuneyoshi	Block, Gene D.
Aoki, Kiyoshi	Honma, Ken-ichi	Mohri, Hideo	Daan, Serge
Asashima, Makoto	Ishikawa, Fuyuki	Shimamoto, Ko	Dunlap, Jay C.
Araki, Takashi	Iwatsuki, Kunio	Tomioka, Kenji	Wirz-Justice, Anna
Ebihara, Shizufumi	Kondo, Takao	Wada, Masamitsu	

Selection Committee on the 2007 International Prize for Biology

Hoshi, Motonori	Ishikawa, Fuyuki	Okada, Kiyotaka	Tsunewaki, Koichiro
Asashima, Makoto	Komamine, Atsushi	Sato, Noriyuki	Gehring, Walter J.
Fujiyoshi, Yoshinori	Kuroiwa, Tsuneyoshi	Shimura, Yoshiro	Mattaji, Iain
Gojobori, Takashi	Mohri, Hideo	Shinozaki, Kazuo	Nei, Masatoshi
Hotta, Yoshiki	Ogawa, Tomoko	Takahata, Naoyuki	Phillips, Ronald L.

Selection Committee on the 2008 International Prize for Biology

Wada, Masamitsu	Matsumoto, Tadao	Takamura, Noriko	Mooney, Harold A.
Asashima, Makoto	Mohri, Hideo	Toda, Masanori	Pierce, Naomi E.
Kawanabe, Hiroya	Nakashizuka, Toru	Wada, Eitaro	Léveque, Christian
Hoshi, Motonori	Sato, Noriyuki	Washitani, Izumi	Sugihara, George
Iwatsuki, Kunio	Shigesada, Nanako	Yamagiwa, Juichi	

Selection Committee on the 2009 International Prize for Biology

Asashima, Makoto	Hoshi, Motonori	Omori, Harunori	Wada, Masamitsu
Aoki, Kiyoshi	Komamine, Atsushi	Sato, Noriyuki	Bray, Dennis
Arikawa, Kentaro	Matsuoka, Makoto	Shichida, Yoshinori	Hildebrand, John G
Fujiyoshi, Yoshinori	Mori, Ikue	Shimamoto, Ko	Kay, Steve A
Fukuda, Hiroo	Mori, Yuji	Takahashi, Hideyuki	Stavenga, Doekele G

国際生物学賞審査委員会歴代委員名簿 (2005年以降)

第21回国際生物学賞審査委員会委員名簿

青木 清	黒岩 常祥	長谷部 光泰	Brown, Malcolm R.
浅島 誠	駒嶺 穆	濱 清	Chua, Nam-Hai
石川 春律	近藤 滋	藤吉 好則	Hall, Brian K
遠藤 秀紀	千原 光雄	星 元紀	Keller, Ray
大隅 典子	野口 哲子	町田 泰則	

第22回国際生物学賞審査委員会委員名簿

星 元紀	岩槻 邦男	富岡 憲治	Block, Gene D.
青木 清	海老原 史樹文	深田 吉孝	Daan, Serge
浅島 誠	黒岩 常祥	本間 研一	Dunlap, Jay C.
荒木 崇	近藤 孝男	毛利 秀雄	Wirz-Justice, Anna
石川 冬木	島本 功	和田 正三	

第23回国際生物学賞審査委員会委員名簿

星 元紀	黒岩 常祥	志村 令郎	毛利 秀雄
浅島 誠	五條 堀孝	高畑 尚之	Gehring, Walter J.
石川 冬木	駒嶺 穆	常脇 恒一郎	Mattaji, Iain
岡田 清孝	佐藤 矩行	藤吉 好則	Nei, Masatoshi
小川 智子	篠崎 一雄	堀田 凱樹	Phillips, Ronald L.

第24回国際生物学賞審査委員会委員名簿

和田 正三	重定 南奈子	松本 忠夫	Mooney, Harold A.
浅島 誠	高村 典子	毛利 秀雄	Pierce, Naomi E.
岩槻 邦男	戸田 正憲	山極 寿一	Léveque, Christian
川那部 浩哉	中静 透	鷲谷 いづみ	Sugihara, George
佐藤 矩行	星 元紀	和田 英太郎	

第25回国際生物学賞審査委員会委員名簿

浅島 誠	佐藤 矩行	藤吉 好則	和田 正三
青木 清	七田 芳則	星 元紀	Bray, Dennis
蟻川 謙太郎	島本 功	松岡 信	Hildebrand, John G
大森 治紀	高橋 秀幸	森 郁恵	Kay, Steve A
駒嶺 穆	福田 裕穂	森 裕司	Stavenga, Doekele G

Appendix V

Past and Present Members of the Selection Committee (After 2005)

国際生物学賞審査委員会歴代委員名簿(2005年以降)

Selection Committee on the 2010 International Prize for Biology

Asashima, Makoto	Inouye, Isao	Nagasawa, Kazuya	Yumoto, Takakazu
Fukatsu, Takema	Iwatsuki, Kunio	Satoh, Noriyuki	Bisseling, Ton
Fukuda, Hiroo	Kawanabe, Hiroya	Takabayashi, Junji	Cavalier-Smith, Thomas
Hidaka, Michio	Kouchi, Hiroshi	Tsukaya, Hirokazu	Pierce, Naomi E.
Hoshi, Motonori	Mawatari, Shunsuke	Wada, Masamitsu	Weis, Virginia M.

Selection Committee on the 2011 International Prize for Biology

Wada, Masamitsu	Machida, Yasunori	Satoh, Noriyuki	Bosch, Thomas
Agata, Kiyokazu	Mohri, Hideo	Takahashi, Yoshiko	Bronner, Marianne
Asashima, Makoto	Nagahama, Yoshitaka	Takeda, Hiroyuki	Jurgens, Gerd
Fukuda, Hiroo	Okada, Kiyotaka	Tsukaya, Hirokazu	Tam, Patrick
Hoshi, Motonori	Osumi, Noriko	Yasugi, Sadao	

Selection Committee on the 2012 International Prize for Biology

Satoh, Noriyuki	Hama, Kiyoshi	Mohri, Hideo	Okano, Hideyuki
Aoki, Kiyoshi	Hoshi, Motonori	Nagahama, Yoshitaka	Mandel, Gail
Fujiyoshi, Yoshinori	Iriki, Atsushi	Noda, Masaharu	Reichardt, Louis F.
Fujita, Ichiro	Kengaku, Mineko	Oda, Yoichi	Zeki, Semir
Fukuda, Hiroo	Koizumi, Osamu	Okamoto, Hitoshi	

Selection Committee on the 2013 International Prize for Biology

Satoh, Noriyuki	Hoshi, Motonori	Nagahama, Yoshitaka	Yasugi, Sadao
Agawa, Kiyokazu	Iwatsuki, Kunio	Saitou, Naruya	Friedman, William Ned
Fujiyoshi, Yoshinori	Katoh, Makoto	Tamura, Kouichiro	Gouy, Manolo
Fukuda, Hiroo	Kuratani, Shigeru	Wada, Masamitsu	Thompson, John N.
Hasebe, Mituyasu	Mawatari, Shunsuke	Yahara, Tetsukazu	Wagber, Gunter

Selection Committee on the 2014 International Prize for Biology

Fujiyoshi, Yoshinori	Hosoya, Tsuyoshi	Murakami, Noriaki	Ytow, Nozomi
Agata, Kiyokazu	Imaichi, Ryoko	Nishikawa, Teruaki	Moestrup, Øjvind
Fukuda, Hiroo	Inouye, Isao	Nishida, Mutsumi	Nielsen, Claus
Hayashi, Yoshihiro	Iwatsuki, Kunio	Satoh, Noriyuki	Robers, David McL.
Hoshi, Motonori	Mawatari, Shunsuke	Tobe, Hiroshi	Schneider, Harald

第 26 回国際生物学賞審査委員会委員名簿

浅島 誠	佐藤 矩行	深津 武馬	和田 正三
井上 勳	高林 純示	福田 裕穂	Bisseling, Ton
岩槻 邦男	塚谷 裕一	星 元紀	Cavalier-Smith, Thomas
川那部 浩哉	長澤 和也	馬渡 駿介	Pierce, Naomi E.
河内 宏	日高 道雄	湯本 貴和	Weis, Virginia M.

第 27 回国際生物学賞審査委員会委員名簿

和田 正三	佐藤 矩行	福田 裕穂	Bosch, Thomas
阿形 清和	高橋 淑子	星 元紀	Bronner, Marianne
浅島 誠	武田 洋幸	町田 泰則	Jurgens, Gerd
大隅 典子	塚谷 裕一	毛利 秀雄	Tam, Patrick
岡田 清孝	長濱 嘉孝	八杉 貞雄	

第 28 回国際生物学賞審査委員会委員名簿

佐藤 矩行	小田 洋一	濱 清	毛利 秀雄
青木 清	見学 美根子	福田 裕穂	Mandel, Gail
入來 篤史	小泉 修	藤田 一郎	Reichardt, Louis F.
岡野 栄之	長濱 嘉孝	藤吉 好則	Zeki, Semir
岡本 仁	野田 昌晴	星 元紀	

第 29 回国際生物学賞審査委員会委員名簿

佐藤 矩行	斎藤 成也	藤吉 好則	和田 正三
阿形 清和	田村 浩一郎	星 元紀	Friedman, William Ned
岩槻 邦男	長濱 嘉孝	馬渡 駿介	Gouy, Manolo
加藤 真	長谷部 光泰	八杉 貞雄	Thompson, John N.
倉谷 滋	福田 裕穂	矢原 徹一	Wagber, Gunter

第 30 回国際生物学賞審査委員会委員名簿

藤吉 好則	岩槻 邦男	林 良博	村上 哲明
阿形 清和	佐藤 矩行	福田 裕穂	Moestrup, Øjvind
伊藤 希	戸部 博	星 元紀	Nielsen, Claus
井上 勳	西川 輝昭	細矢 剛	Robers, David McL.
今市 涼子	西田 睦	馬渡 駿介	Schneider, Harald

Appendix VI

Past and Present Members of the Finance Committee(After 2005)

国際生物学賞基金委員会歴代委員名簿(2005年以降)

Past and Present Members of the Finance Committee(After 2005)

Finance Committee on the 2005 International Prize for Biology

Okuda, Hiroshi	Hieda, Hisashi	Maeda, Terunobu	Seya, Toshio
Kosai, Akio	Katsumata, Tsunehisa	Mimura, Akio	Umeda, Sadao
Hakoshima, Shinichi	Koeda, Itaru	Morishita, Yoichi	Watari, Fumiaki
Hashimoto, Genichi	Koshida, Hiroshi	Sasaki, Mikio	Yokoyama, Shinichi

Finance Committee on the 2006 International Prize for Biology

Mitarai, Fujio	Hashimoto, Genichi	Kitamura, Masatoh	Umada, Hajime
Kosai, Akio	Hirose, Michisada	Saito, Katsutoshi	Umeda, Sadao
Ando, Toshio	Kataoka, Keiji	Sasaki, Mikio	Watari, Fumiaki
Cho, Fujio	Katsumata, Tsunehisa	Seya, Toshio	

Finance Committee on the 2007 International Prize for Biology

Mitarai, Fujio	Hirose, Michisada	Okamoto, Kuniei	Umeda, Sadao
Ando, Toshio	Katsumata, Tsunehisa	Sasaki, Mikio	Watari, Fumiaki
Cho, Fujio	Kitamura, Masatoh	Shouyama, Etsuhiko	
Hashimoto, Genichi	Ogawa, Tadashi	Umada, Hajime	

Finance Committee on the 2008 International Prize for Biology

Mitarai, Fujio	Fukuchi, Shigeo	Matsuo, Kenji	Ogawa, Tadashi
Yonekura, Hiromasa	Hirose, Michisada	Mori, Shosuke	Tenbo, Akihiko
Ando, Toshio	Katsumata, Nobuo	Muneoka, Shoji	Umeda, Sadao
Aoki, Satoshi	Kitamura, Masatoh	Nakayama, Makoto	

Finance Committee on the 2009 International Prize for Biology

Mitarai, Fujio	Fukuchi, Shigeo	Muneoka, Shoji	Sato, Yoshio
Yonekura, Hiromasa	Hirose, Michisada	Nishida, Atsutoshi	Tembo, Akihiko
Ando, Toshio	Katsumata, Nobuo	Nomura, Tetsuya	Uchiyama, Hitoshi
Aoki, Satoshi	Mori, Syosuke	Ogawa, Tadashi	

国際生物学賞基金委員会歴代委員名簿（2005年以降）

第21回国際生物学賞基金委員会委員名簿

奥田 碩	小枝 至	箱島 信一	三村 明夫
香西 昭夫	越田 弘志	橋本 元一	森下 洋一
梅田 貞夫	佐々木 幹夫	日枝 久	横山 進一
勝俣 恒久	瀬谷 俊雄	前田 晃伸	渡 文明

第22回国際生物学賞基金委員会委員名簿

御手洗 富士夫	片岡 啓治	佐々木 幹夫	馬田 一
香西 昭夫	勝俣 恒久	瀬谷 俊雄	広瀬 道貞
安東 俊夫	北村 正任	張 富士夫	渡 文明
梅田 貞夫	斉藤 勝利	橋本 元一	

第23回国際生物学賞基金委員会委員名簿

御手洗 富士夫	小川 是	庄山 悦彦	広瀬 道貞
安東 俊夫	勝俣 恒久	張 富士夫	渡 文明
梅田 貞夫	北村 正任	橋本 元一	
岡本 圀衛	佐々木 幹夫	馬田 一	

第24回国際生物学賞基金委員会委員名簿

御手洗 富士夫	梅田 貞夫	天坊 昭彦	松尾 憲治
米倉 弘昌	小川 是	中山 眞	宗岡 正二
青木 哲	勝俣 宣夫	広瀬 道貞	森 詳介
安東 俊夫	北村 正任	福地 茂雄	

第25回国際生物学賞基金委員会委員名簿

御手洗 富士夫	内山 斉	天坊 昭彦	福地 茂雄
米倉 弘昌	小川 是	西田 厚聰	宗岡 正二
青木 哲	勝俣 宣夫	野村 哲也	森 詳介
安東 俊夫	佐藤 義雄	広瀬 道貞	

Appendix VI

Past and Present Members of the Finance Committee(After 2005)

国際生物学賞基金委員会歴代委員名簿(2005年以降)

Finance Committee on the 2010 International Prize for Biology

Yonekura, Hiromasa	Hirose, Michisada	Shiga, Toshiyuki	Uchiyama, Hitoshi
Fukuchi, Shigeo	Kitazawa, Michihiro	Shimizu, Masataka	Utsuda, Shoei
Hayashida, Eiji	Nomura, Tetsuya	Tembo, Akihiko	Watanabe, Koichiro

Finance Committee on the 2011 International Prize for Biology

Yonekura, Hiromasa	Matsumoto, Masayuki	Shimomura, Setsuhiro	Tsutsui, Yoshinobu
Hayashida, Eiji	Nomura, Tetsuya	Tembo, Akihiko	Utsuda, Shoei
Hirose, Michisada	Shiga, Toshiyuki	Torii, Motoyoshi	Yagi, Makoto

Finance Committee on the 2012 International Prize for Biology

Yonekura, Hiromasa	Kimura, Yasushi	Nomura, Tetsuya	Utsuda, Shoei
Akiyama, Kotaro	Matsumoto, Masayuki	Ohtsubo, Fumio	Yagi, Makoto
Inoue, Hiroshi	Matsuo, Kenji	Toyoda, Akio	

Finance Committee on the 2013 International Prize for Biology

Yonekura, Hiromasa	Kimura, Yasushi	Sato, Yoshio	Utsuda, Shoei
Inamura, Jyunzo	Matsumoto, Masayuki	Shiraishi, Kojiro	Yagi, Makoto
Inoue, Hiroshi	Nakamura, Mitsuyoshi	Toyoda, Akio	

Finance Committee on the 2014 International Prize for Biology

Sakakibara, Sadayuki	Kimura, Yasushi	Nakamura, Mitsuyoshi	Watanabe, Koichiro
Ike, Fumihiko	Kobayashi, Eizo	Nakanishi, Hiroaki	Yagi, Makoto
Inoue, Hiroshi	Momii, Masato	Shiraishi, Kojiro	

第26回国際生物学賞基金委員会委員名簿

米倉弘昌	北澤通宏	天坊昭彦	広瀬道貞
内山 齊	志賀俊之	野村哲也	福地茂雄
槍田松瑩	清水正孝	林田英治	渡邊光一郎

第27回国際生物学賞基金委員会委員名簿

米倉弘昌	下村節宏	鳥居元吉	広瀬道貞
槍田松瑩	筒井義信	野村哲也	松本正之
志賀俊之	天坊昭彦	林田英治	八木 誠

第28回国際生物学賞基金委員会委員名簿

米倉弘昌	槍田松瑩	豊田章男	松本正之
秋山耿太郎	大坪文雄	野村哲也	八木 誠
井上 弘	木村 康	松尾憲治	

第29回国際生物学賞基金委員会委員名簿

米倉弘昌	槍田松瑩	白石興二郎	松本正之
稲村純三	木村 康	豊田章男	八木 誠
井上 弘	佐藤義雄	中村満義	

第30回国際生物学賞基金委員会委員名簿

榊原定征	木村 康	中西宏明	八木 誠
池 史彦	小林栄三	中村満義	渡邊光一郎
井上 弘	白石興二郎	初井勝人	

Subscribers to the International Prize for Biology Fund

(Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

経済団体・企業等

(株)アイシーエス企画	(株)久保田鉄工	住友信託銀行(株)
アサヒビール(株)	(株)熊平製作所	住友生命保険相互会社
味の素(株)	(株)京王プラザホテル	(社)生命保険協会
アトー(株)	ケンウッド(株)	(株)西友
(株)アブック社	共進理工	清和商事(株)
アルプス電気(株)	(株)講談社サイエンティフィック	石油連盟
アンリツ電気(株)	(株)合同製鉄	(社)セメント協会
(株)医学書院	(株)神戸製鋼所	(社)全国相互銀行協会
池上通信機(株)	コーセル(株)	(社)全国地方銀行協会
伊藤忠商事(株)	国際電気(株)	セントラル硝子(株)
伊藤萬(株)	国際電信電話(株)	全日本空輸(株)
岩崎通信機(株)	(株)小松製作所	双信電機(株)
Extreme Networks	(株)埼玉銀行	ソニー(株)
エルゼビア・サイエンス(株)	三共(株)	(株)第一勧業銀行
(株)老川工芸所	(株)山共建設	第一生命保険相互会社
大倉商事(株)	参天製薬(株)眼企室	第一熱学建設(株)
大阪瓦斯(株)	三洋電機(株)	第一法規出版(株)
(社)岡崎市医師会	(株)三和銀行	(株)大同特殊鋼
沖電気工業(株)	指月電機製作所(株)	大日本印刷(株)
(株)カクイチ	品川法律事務所	(株)ダイヘン
兼松江商(株)	(株)島津製作所	(株)太陽神戸銀行
(株)河合楽器製作所	昭和電工プラスチックプロダクツ	(株)大和銀行
(株)川崎製鉄	新白砂電機(株)	(株)高丘製作所
川鉄商事(株)	(社)信託協会	(株)高見澤電機製作所
関西電力(株)	(株)新日本製鉄	(株)寶酒造
神田通信工業(株)	(株)じんのう	立石電機(株)
京セラ(株)	住友化学工業(株)	田辺製薬(株)
(株)協和銀行	(株)住友銀行	田淵電機(株)
協和醗酵工業(株)	(株)住友金属工業	(株)タムラ製作所
麒麟ビール(株)	住友商事(株)	(株)田村電機製作所

中外製薬(株)	(株)中山製鋼所	日本通運(株)
中統教育図書(株)	(株)夏目製作所	日本通信工業(株)
中部電力(株)	株式会社 ナリシゲ	日本電気(株)
蝶理(株)	(株)成茂科学器械研究所	(社)日本電機工業会
帝国通信工業(株)	ニチメン(株)	日本電気精器(株)
(株)テルサ日本海ガス	日商岩井(株)	日本電子(株)
電気事業連合会	(株)日新製鋼	日本電子データム(株)
(社)電子情報技術産業協会	日新電機(株)	日本電信電話(株)
東亜薬品株式会社	日東メディック株式会社	日本ビクター(株)
(株)東海銀行	日本アイ・ビー・エム(株)	日本ベーリンガーインゲルハイム(株)
東京海上火災保険(株)	日本海ガス(株)	(社)日本貿易会
東京瓦斯(株)	日本化学繊維協会	(社)日本民営鉄道協会
(株)東京銀行	(社)日本ガス協会	日本無線(株)
(社)東京倶楽部	(社)日本筋ジストロフィー協会	野崎産業(株)
東京証券取引所正会員協会	(社)日本建設業団体連合会	バイエル薬品(株)
東京電力(株)	(株)日本鋼管	パイオニア(株)
(株)東芝	(株)日本興業銀行	(株)バイリンガル・グループ
(株)東食	(株)日本交通公社外人旅行事業部	(株)長谷川電機製作所
東洋信託銀行(株)	日本光電工業(株)	浜松ホトニクス(株)
東洋通信機(株)	日本コンデンサ工業(株)	(株)半導体エネルギー研究所
東洋電機製造(株)	(株)日本債券信用銀行	萬有製薬(株)
(株)トーメン	(社)日本自動車工業会	(社)ビール協会
(株)トピー工業	(社)日本証券業協会	日立工機(株)
徳川園(株)	(株)日本製鋼所	(株)日立製作所
トヨタ自動車	日本製紙連合会	ファイザー製薬(株)中央研究所
豊田通商(株)	日本生命保険相互会社	(株)富士銀行
内外施設工業(株)	日本製薬団体連合会	富士写真フィルム(株)
(有)中澤製作所	(社)日本損害保険協会	富士ゼロックス(株)
長瀬産業(株)	日本たばこ産業(株)	富士通(株)
(資)中浜商店	(株)日本長期信用銀行	富士電機(株)

Appendix VII

Subscribers to the International Prize for Biology Fund (Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

藤本製薬(株)	丸善(株)	(株)明電舎
(社)不動産協会	丸紅(株)	(株)メディカルフォーラム貝谷久宣
(株)プロフェッショナルバンク	(株)三井銀行	(株)ヤクルト本社
(株)文光堂	三井信託銀行(株)	(株)安川電機製作所
(株)ベネッセコーポレーション	三井物産(株)	安田火災海上保険(株)
(株)保育社	三菱化成工業(株)	安田信託銀行(株)
北陸電気工業(株)	(株)三菱銀行	有機合成薬品工業(株)
星電器製造(株)	三菱重工業(株)	(株)淀川製鋼所
(株)北海道拓殖銀行	三菱商事(株)	リードケミカル(株)
松下通信工業(株)	三菱信託銀行(株)	理学電機(株)
松下電器産業(株)	(株)三菱製鋼	理研電具製造(株)
松下電工(株)	三菱電機(株)	ローム(株)
松下電送(株)	明治生命保険相互会社	(株)ワコール
マツダ(株)	明星電気(株)	

財団法人・学術団体等

(財)旭硝子工業技術奨励会	(財)風戸研究奨励会	(財)河野臨床医学研究所
旭硝子財団	(財)カシオ科学振興財団	(財)興和生命科学振興財団
井口記念人間科学振興基金	(財)鹿島学術振興財団	医療法人社団 湖聖会銀座
(財)遺伝学普及会	(財)学会誌刊行センター	(財)材料科学技術振興財団
稲盛財団	(財)加藤科学振興会	(財)佐々木研究所
(財)井上科学振興財団	(財)加藤山崎教育基金	(財)サッポロ生物科学振興財団
(財)医薬資源研究振興会	関東労災病院 柳澤信夫	(財)サントリー生物有機科学研究所
ウイルス肝炎研究財団	(財)北里研究所	(財)実験動物中央研究所
(財)上原記念生命科学財団	京ヶ峰岡田病院 岡田庸男	(財)循環器病研究振興財団
お茶の水女子大学理学部生物学科	(財)俱進会 勝見允行	(財)昭和聖徳記念財団
科学技術交流財団	医療法人社団 敬祥会 幸田産婦人科	(財)食生活研究会
かき研究所	(財)健康科学振興財団	(財)心臓血管研究所

(財)住友財団	(財)日産科学振興財団	(学)廣池学園
医療法人西城病院 理事長 西城健	日本医科大学	(財)福武学術文化振興財団
生命誌研究館	(財)日本園芸生産研究所	藤枝市立総合病院 阿曾佳郎
瀬川小児神経学クリニック	(財)日本学会事務センター	(財)ブレインサイエンス振興財団
第18回日本受精着床学会	日本菌学会	(財)三共生命科学研究振興財団
大日本蚕糸会	(社)日本動物学会	(財)三共生命科学振興財団 小幡誠
蛋白質研究奨励会	日本福祉大学	(財)三共生命科学振興財団石井法律事務所
学校法人帝京大学	(財)額田医学微生物学研究所 理事長 額田煜	(財)三菱財団
(財)東京海上各務記念財団	(財)脳科学・ライフテクノロジー研究所	(財)村田学術振興財団
(財)東京生化学研究会	(財)野田産業科学研究所	(財)山田科学振興財団
(財)動物繁殖研究所	(財)野村学術振興財団	医療法人行定病院
(財)東レ科学振興会	(財)服部報公会	(財)倫理研究所
(財)内藤記念科学振興財団	(財)微生物科学研究会	

個人

青木 清	旭 正	新井 輝隆	生田 房弘
赤池 紀生	熱海 佐保子	新井 良一	井口 定男
赤池 弘次	安孫子 保	有井 達夫	井口 洋夫
明石 源二	阿部 巖	栗生 修司	池上 明
赤羽 治郎	阿部田 早苗	安藤 敏夫	池田 和隆
赤間 峰子	阿部 裕	飯田 秀利	池中 一裕
有賀 祐勝	阿部 正和	飯塚 孝三	石川 新次
秋葉 俊彦	天野 美代子	飯野 正光	石川 春律
秋元 稔	天羽 喜久子	菴谷 利夫	石川 秀夫
秋山 寿子	雨宮 昭南	井形 昭弘	石川 芳明
秋山 祐介	雨宮 忠	五十嵐 寛	石倉 光子
朝倉 昌	新井 健一	井川 一朗	石坂 公成
浅田 浩二	新井 賢一	幾島 明	石崎 コウ

Appendix VII

Subscribers to the International Prize for Biology Fund (Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

石崎泰樹	今井嘉門	大井龍夫	岡晃弘
石田行雄	今井昭一	大賀皓	岡垣壯
石田行知	今井宣久	大木幸介	岡田節人
石橋タヅ	今堀和友	大坂紘一郎	岡田茂
石渡信一	今村寿明	おおさかとしくに	小方文哉
伊豆津公作	今村博	大澤弘之	緒方道彦
伊瀬敏郎	井村裕夫	大澤雅彦	岡田泰伸
伊勢典夫	入澤彩	大澤三代子	岡田善雄
磯部光章	岩崎健三	大高道也	岡部繁男
板井征也	岩槻邦男	太田隆久	岡村豊
板井孝	岩月郁雄	太田英彦	岡本克美
市古貞次	宇井理生	太田緑子	岡本彰祐・歌子
一瀬宏	上代淑人	大塚栄子	岡本仁
市原明	植田啓嗣	大塚正徳	岡本道雄
市山新	上野紀男	大塚恭男	岡本洋
井出マリ子	植村泰忠	大槻磐男	岡山善子
伊藤栄子	上山義雄	大留桂子	岡芳子
伊藤宣夫	牛越廣	大西利子	おがわかざこ
伊藤春生	内田章	大根田美和子	小川靖男
伊藤正男	内田幸宏	大庭明夫	小木曾彰
伊藤幹雄	馬来珠子	大橋元明	奥川和子
稲垣克彦	海野麻未	大原かおり	奥田佳久
稲木恵子	宇山明美	大場方子	尾崎浩一
稲山誠一	江上信雄	大平仁夫	尾崎佐和子
井上明男	榎本つね	大村智	尾崎詢子
井上明宏	江橋節郎	大村敏朗	小澤鏝二郎
井上勲	江橋精一	大村裕	小田知枝
井上和子	江橋文子	大森治紀	落合廣
井深大	遠藤實	大森玲子	越智良子
今井功	大池直子	大山超	尾西裕文

小野重義	鎌田昭次	川村美代治	栗城眞也
小野武年	鎌田博	川目勝宏	栗原敏
小野元之	守尾一隆	菅野義信	栗本宗治
小野田通雄	上村洸	菊池健	栗山熙
小野幹雄	神谷高明	菊池吾郎	黒川道
尾前照雄	神谷宏	菊池節	黒川孝子
尾本惠市	上山春平	岸本忠三	桑澤清明
香川靖雄	神谷律夫	木田宏	桑田胖
柿木隆介	上良夫	北村和夫	小穴孝夫
春日長俊	龜山勉	北村新蔵	小泉忠弘
粕谷豊	龜山恒夫	木下一彦	古賀律子
片桐千明	龜山正樹	君島健次郎	小坂俊夫・克子
勝見允行	鴨沢久代	木村敏雄	小島覚
加藤順三	鴨下重彦	木村登志子	呉大順
加藤正三	茅野實	木村能章	小谷誠
加藤仁	かりやきみお	吉良龍夫	小西和彦
加藤輝隆	川合述史	九鬼憲子	小幡邦彦
加藤寿治	川上正舒	久木田文夫	小林英司
加藤雅啓	川口泰雄	楠進	小林勝則
加藤雅美	川崎尚	楠智一	こばやししげる
加藤隆一	川崎雅弘	沓掛文子	小林修子
門田健	川島博行	工藤宣夫	小林利彦
鹿取信	川瀬俊夫	久保田くら	小林登
金岡祐一	河田隆一	窪田道典	小林博
金澤一郎	川戸佳	久保田康	小原一夫
金澤太郎	川名陽子	久保義弘	小松英彦
金森順次郎	川那部浩哉	熊谷洋一	小宮尊
金子章道	河端静子	倉智嘉久	小森葆子
金谷和子	川村正樹	栗岡勝彦	小山晋太郎
金田禮子	川村恒明	栗城繁夫	小山弘志

Appendix VII

Subscribers to the International Prize for Biology Fund (Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

近藤和子	佐羽内恒夫	霜鳥秋則	瀬川昌威
近藤喜代太郎	鮫島達也	白木原弘子	関成一
近藤 杲	猿渡留美	白木原康雄	瀬山一正
さいだこういち	サロン・ド・ゆき	白須徹夫	曾我部敢二
斉藤郁子	沢田敏男	白田美佐子	曾我美勝
斎藤公司	沢田敏雄	水流弘通	祖父江逸郎
酒井敏夫	澤田正教・治子	菅野富夫	染谷保
酒井恒	澤博史	杉浦壽康	田浦フミ子
酒井素子	三ヶ月章	杉浦精治	高岡善人
酒井悠次	塩見勉三	杉浦全代	高木昭夫
坂口公道	四方淳一	杉浦昌弘	高木敬次郎
坂西明郎	重井達朗	杉田秀夫	高木博司
坂部知平	重信弘毅	杉村隆	高木正雄
坂本ヒロ子	下康郎	杉本恒明	高木雅行
阪本英二	篠崎時子	杉山純多	高曾根宏明
崎谷康文	篠田義一	杉山隆一	高田安隆
佐久間昭	柴崎明博	鈴江俊彦	高野達哉
佐々木和夫	柴崎浩	鈴置二郎	高橋和雄
佐々木 互	柴田宣彦	鈴木昭憲	高橋克仁
佐々 茂	渋谷健	鈴木紘一	高橋清久
佐田登志夫	渋谷正史	鈴木幸男	高橋正道
佐藤昭夫	島津邦造	鈴木茂	高橋萬右衛門
佐藤温重	清水孝雄	鈴木直仁	高橋康夫
佐藤次郎	清水竹子	鈴木光	高橋保夫
佐藤妙子	清水輝夫	鈴木裕	高橋祐子
佐藤 猛	清水光明	鈴木義昭	高村圭一
佐藤忠徳	清水美穂	鈴田達男	田川承利
佐藤禎一	清水雪代	須藤和夫	滝和子
佐藤英美	志村令郎	陶山明夫	瀧本敦
佐渡卓朗	霜田光一	諏訪邦夫	竹内郁夫

竹内喜久子	田山篤	戸張さく	中本靖
竹内重夫	田山篤義	富田忠雄	長安敏水
竹内正幸	田山憲	友池仁暢	長屋鶴子 他8名
武内三世	多留淳文	豊岡照彦	中山隼雄
竹下和子・正子	丹治順	豊倉康夫	永山国昭
武田伸一	丹波義衛	豊島久眞男	中山久子
竹谷和視	千谷晃一	とよしまひであき	名取禮二
武田誠郎	秩父志行	豊島陽子	仁木厚・初美
武田正昭	茅野真男	内藤知津江	西尾泉
たけだみちこ	千葉元丞	永井克孝	西田治文
竹中小夜江	千原光雄	中井浩二	西野仁雄
田澤仁	塚原眞佐子	中井準之助	西村幹夫
田嶋英夫	月田承一郎・早智子	中尾静枝	西村元子
多田啓也	津久井菱子	中尾真・順子	西村暹
多田卓夫	辻繁	中川富士雄	二松康
多田富美栄	辻田代史雄	中川迪夫	沼田眞
橘正道	津島慶三	長倉三郎	根岸晃六
舘野茂子	辻本明	中澤透	根平邦人
田所作太郎	筒井和義	中嶋寛之	野依良治
田中健二	椿啓介	永瀬一郎	能村哲郎
田中利男	坪井正道	永田保太郎	野口照久
田中實	寺川進	永津俊治	野口晏弘
田邊等	天満和子	中西釦治	野澤義則
谷玲子	堂前章	中西重忠	野島庄七
田之倉優	徳永史夫	中根千枝	野島博
太原育夫	徳永万喜洋	長野晃三	野田春彦
田原哲士	豊島智子	長野豊美	野津克巳
田部井正次郎	戸田總子	中村桂子	野中康義
玉木あさ	戸塚武	中村元臣	野々村禎昭
田村正昭	殿村弘子	中村隆一	唄孝一

Appendix VII

Subscribers to the International Prize for Biology Fund (Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

灰野 和	原田 典子	福田 淳	北條 健次郎
羽賀 道信	針谷 祥一	福田 英臣	宝谷 紘一
萩原 孝	番園 努	福田 裕穂	星合 孝男
萩原 正敏	番園 と免	福富 國紀	星 元紀
萩原 康子	東 惠彦	総山 孝雄	細田 瑳一
橋本 周久	東 尚巳	藤井 隆	細谷 憲政
橋本 敬太郎	彦坂 興秀	藤井 カツ	堀田 恵子
橋本 芙紗子	久野 恭子	藤井 孝弘	堀田 凱樹
橋本 道男	日高 弘義	藤井 義明	堀 幸夫
橋本 敏行	肥田野 直	藤井 儔子	堀江 滋夫
長谷川 泉	日比 五郎	藤崎 博也	堀越 知之
長谷川 栄一	平田 久子	藤田 凱三	前川 正
長谷川 善一	平田 雅人	藤田 昌英	前川 昭
長谷川 勇悦	平塚 直秀	藤田 稠清	前川 修
畠中 達夫	平塚 利子	藤田 完吉	前田 章夫
畑 裕	平野 俊夫	藤田 忍	前田 雄一郎
秦野 節司	平野 正男	藤田 拓男	増尾 郁子
服部 信	平本 幸男	藤田 恒夫	まさき ともお
葉原 芳昭	廣海 啓太郎	藤田 良雄	松井 香
濱 清	廣川 信隆	藤永 善作	松井 英男
浜口 幸久	廣川 秀夫	藤野 和宏	松井 道太郎
濱田 稔	広瀬 恵子	藤野 澄子	松口 豊
早石 修	広津 千尋	伏見 康治	松崎 吉彦
林 和男	弘中 哲治	藤本 正昭	松下 宏
林 和弘	深田 吉孝	藤森 岳夫	松島 俊也
林 恭三	福井 巖	藤吉 好則	松田 源治
林 四郎	福沢 利夫	藤原 順子	松波 謙一
林田 英樹	福嶋 義博	藤原 良子	松原 純子
林 良三	福士 尹	古川義宣・由紀子	松宮 弘幸
原 幸三郎	福田 一郎	古河 太郎	松本 進作

松本元	宮脇昭	守屋明	山下辰久
松山清治	三好和夫	森脇和郎	山科郁男
馬淵隆一	三吉野産治	森分敬一	山添三郎
真弓忠	三輪史朗	森亘	山田真弓
丸山工作	向山光昭	矢可部隆雄	山田厚
丸山敬	村尾里子	矢可部武司	山田栄吉
圓山幸子	村上正二	八木康一	山田和廣
丸山三郎	村上武夫	八木直人	山田カネ
三浦悌二	村上珠樹	八木則子	山田重男
三木(能村)堆子	村上秀史	八木美智子	山田武範
三木秀子	村上幸雄	八木康夫	山田康之
三嶋隆英	村松信治郎	矢崎義雄	山根容子
水澤英洋	村松正實	矢沢和人	山野俊雄
水島裕	村山文世	矢澤健司	山本貞次郎
水野均	室伏擴・きみ子	矢沢範子	山本泰望
水野義邦	毛利秀雄	柳浦才三	山本威夫
水平敏知	最上堯子	柳田敏雄	山本英夫
三須良實	最上要	築瀬正邦	山本續子
美宅成樹	持立克身	谷野勝則	湯本まさ
三谷昌平	本芳則	矢野光夫	横尾和子
三井悦子	森井真理	矢部裕	横瀬アイ子
南定雄	森川耿右	山岡静三郎	横田英夫
南直樹	森沢正昭	山上健次郎	吉岡亨
宮内哲	森茂美	山川武	吉岡利忠
宮川壽夫	森下興寛	山岸俊一	吉川純子
宮嶋和男	森田恭生	山口正弘	吉川千江子
宮島龍興	森万里子	山崎高應	吉田繁夫
宮武正	森本郁子	山崎舜平	吉田舜
宮田雄平	森本史郎	山崎敏光	吉田幹晴
宮原美千子	森本幸生	山下勝幸	吉田もと

Appendix VII

Subscribers to the International Prize for Biology Fund (Japanese Language Only)

国際生物学賞寄付者一覧

吉 田 喜 久

吉 村 節 子

米 本 恭 三

米 山 た つ

Lee Keun Young

若 林 克 三

若 林 健 之

若 林 元

若 松 澄 夫

渡 辺 昭

渡部祥延・日出子

渡 邊 卓 郎

渡 辺 允

渡 邊 マサ子

渡 邊 康 裕

渡 辺 和平司

和 田 昭 允

和 田 正 三

和 田 達 雄

和 田 尚 子

和 田 春 美

和 田 博

晝 馬 輝 夫

匿名 希 望

Appendix VIII

Memorial Symposia 2004 - 2013

2004

Eukaryotic Cells: Their Origin, Evolution, and Diversity

Organized: National Museum of Nature and Science

Tokyo; Nov. 30 – Dec. 1, 2004

2005

Morphology, Morphogenesis and Molecules

Organized: Nagoya University

Nagoya; Nov. 30 – Dec. 1, 2005

2006

Chronobiology

Organized: The University of Tokyo

Tokyo; Dec. 1 – 2, 2006

2007

Genetics

Organized: Kyoto University

Kyoto; Nov. 21 – 22, 2007

2008

Ecology for the Changing World

Organized: Tohoku University

Sendai; Dec. 10 – 11, 2008

2009

Biology of Sensing

Organized: Kyoto University

Kyoto; Dec. 2 – 3, 2009

2010

Biology of Symbiosis

Organized: University of Tsukuba

Tsukuba; Dec. 7 – 8, 2010

2011

Genetic Regulation of Development

Organized: Kyoto Sangyo University

Kyoto; Nov. 30 – Dec.1, 2011

2012

Neurogenesis throughout Life

Organized: RIKEN

Kobe; Nov. 28 – 29, 2012

2013

Influences and Impacts of Evolutionary Biology

Organized: Kyusyu University

Kyusyu; Nov. 21 – 22, 2013

国際生物学賞記念シンポジウム一覧

- | | | |
|-----------------|--|-----------------------|
| 第20回
(平成16年) | 「真核細胞 – その起源、進化、多様性 –」
開催期間：平成16.11.30～12.1
主催機関：国立科学博物館 | 於：日本学士院 |
| 第21回
(平成17年) | 「かたちの分子生物学」
開催期間：平成17.11.30～12.1
主催機関：名古屋大学 | 於：名古屋大学野依記念学術交流館 |
| 第22回
(平成18年) | 「時間生物学」
開催期間：平成18.12.1～2
主催機関：東京大学 | 於：東京国際フォーラム |
| 第23回
(平成19年) | 「Genetics」
開催期間：平成19.11.21～22
主催機関：京都大学 | 於：京都大学芝蘭会館 |
| 第24回
(平成20年) | 「未来への生態学の役割」
開催期間：平成20.12.10～11
主催機関：東北大学 | 於：仙台国際センター |
| 第25回
(平成21年) | 「感覚の生物学」
開催期間：平成21.12.2～3
主催機関：京都大学 | 於：京都大学芝蘭会館 |
| 第26回
(平成22年) | 「共生の生物学」
開催期間：平成22.12.7～8
主催機関：筑波大学 | 於：つくば国際会議場 |
| 第27回
(平成23年) | 「発生の遺伝学的制御」
開催期間：平成23.11.30～12.1
主催機関：京都産業大学 | 於：京都ガーデンパレス |
| 第28回
(平成24年) | 「Neurogenesis throughout Life」
開催期間：平成24.11.28～29
主催機関：理化学研究所 | 於：発生・再生科学総合研究センター |
| 第29回
(平成25年) | 「進化生物学の影響とインパクト」
開催期間：平成25.11.21～22
主催機関：九州大学 | 於：九州大学稲盛財団記念館、医学部百年講堂 |