

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の代表者 (学長)	(大学名) 岩手大学	機関番号	11201
	(ふりがな<ローマ字>) Fujii Katsumi (氏名) 藤井 克己		

2. 大学の将来構想

本学は、創立以来、農学を中心とした生命科学と工学の教育研究に力を入れつつ、同時に、従来の学問領域と学部を跨ぐような学際性の高い融合的研究を実施してきた。国立大学法人化以降、「生命」・「環境」・「機能材料」の3つの領域を重点項目に据え、寒冷地に立地している利点を活かすとともに、国際性と地域性を融合させた岩手大学発のユニークな教育研究領域の確立に力を注いでいる。具体的には、1) 人類的諸課題を視野に入れた研究領域を横断した基礎研究の推進、2) 国際水準にある研究の構築と発展、3) 独創的で高度な学際的研究の展開、そして、4) 大学発シーズを利用した産官学連携による新研究分野創出を掲げ、本学が有する得意分野を活かすための教育研究組織の改革・充実を将来構想とした。この構想を実現するための重要な第一歩が「生命」と「環境」を連携させた新学問領域「熱-生命システム関連学」の創成であり、本21世紀COEプログラム「熱-生命システム関連学拠点創成」を中心とした新分野実現のための教育研究の推進である。

本COEプログラムは、「本学の寒冷圏における生物学的研究を基盤として熱という物理要素が生命現象に関与する機構について着目し、生物学的アプローチだけでなく工学的、生物情報学的アプローチを加え、寒冷地に於ける熱と生命システムの研究を通じて自然環境の保全、食糧の増産にもつながる領域統合型革新的研究教育領域の拠点形成」を目指すものであり、その基盤となる生命科学、数理・情報工学領域における研究実績に基づき計画された。また、拠点形成を確実かつ継続的に支援するため、独創的研究実績を持つ農学部附属寒冷バイオシステム研究センターを中心とした教育研究体制を充実し、さらに、寒冷バイオシステム機構の解明と寒冷遺伝子資源の活用など熱と生命システムをキーワードとした大学院博士課程専攻の設置を図ってきた。以上を実現するため、以下の6点を強力に推進することとした。

(1) 物理量と生命という今まで接点のなかった新学問領域の創設を目指す；(2) 従来の学部、研究科の壁を取り払った学際的研究を目指し、それを支える；(3)

学外からの若手人材を積極的に登用する；(4) 学長裁量経費など学内戦力経費の重点配分を行う；(5) 本事業をより活性の高いものにするため、年度末ごとに外部評価を行い、その結果のフィードバックを図る；(6) 生まれるシーズを社会還元し、産官学連携で活用する。

本学では、平成16年度国立大学法人移行前後に、人事・予算・運営等に学長がリーダーシップを十分に発揮できるように学内の管理運営体制改革を実施した。さらに、学術担当の理事（副学長）の下に学術推進本部を設置し、本学の学術研究推進のためのマネジメント機能を強化した。この学長主導の新しい大学運営マネジメントシステムを活用し、本拠点形成に対し以下の支援を実施してきている。

1. 学内予算措置：学長裁量経費及び大学活性化経費を増額し、約半分（5000万円程度）を予算措置する。
2. 研究スペースの拠出：従来の教員・学生定員に基づく学部・学科の資格使用面積の配分を見直し、分析機器等の一元化等の施策によって確保された共用スペースを特別に措置する。さらに、学内研究支援施設（地域連携推進センター、インキュベーションラボ、学内共用機器等）の優先的使用を認める。
3. 研究者及び研究支援者の措置：平成14年2月から実施している学長を中心とした計画的な人事管理のもとで、本事業に対する支援と併せて公募制と任期制の導入により優秀な若手研究者の採用を図る。また、RA、TAの優先的割り当て及び事務・技術補佐員等の支援職員の雇用を行う。
4. 連合農学研究科による支援：連合農学研究科長裁量経費を優先的に配分する。
5. 外国との交流支援：外国における関連分野の研究機関との交流協定締結を促進し、研究者及び大学院生等の交流を推進する。
6. 研究専念のための措置：研究教育に専念するため、事業担当者の学内委員会委員の免除等の措置を実施する。
7. 地域社会との連携：地域の住民・自治体、産業

界などと協力し、熱と生命システムをキーワードとする拠点形成のための地域基盤を整備する。

3. 達成状況及び今後の展望

1) 達成状況

1-1) 教育システム：平成 18 年度に連合農学研究科 寒冷圏生命システム学専攻を設置した。本専攻・熱-生命システム学連合講座に連合農学研究科と工学研究科から教員を結集し、本拠点形成が目指す融合教育研究領域を強く推進する環境を整えた。本専攻には、農工融合領域の講義、科学英語、研究インターンシップ、国際学会コミュニケーションなどの講義科目が用意されており、学位取得までに多様な分野の、そして、研究者として必須の実践的な知識が取得できるようなシステムになっている。平成 19 年度採択の文部科学省大学院教育改革支援プログラム「寒冷圏農学を拓く研究適応力育成プログラム」を有効利用し、カナダ・サスカチュワン大学と交流協定を締結し、学生及び学術交流を実施している（平成 20 年度 3 名、平成 21 年度は 2 名の学生を 3 週間の研究インターンシップに派遣）。さらに、主催した国際シンポジウムで RA 及び研究員に口頭発表を与え、さらに、招聘研究者と議論の場（ポスターセッション）を設けるなどして、グローバル思考を持つ優れた若手研究者の育成を推進した。

1-2) 研究システム：本拠点形成で学外から雇用した COE 特任准教授 1 名を岩手大学農学部附属寒冷バイオフィロントピア研究センター准教授として採用した。同センターには、外国人教員（助教）1 名や教授 1 名の増員を認め、本拠点形成を継続的に推進する本学の研究の柱と位置づけ支援を行った。さらに、本拠点形成実施により、学内外共同研究の活性化がもたらされた。例えば、学部を超えた事業担当者間での共同研究（伊藤-長田、鈴木-新貝、上村-新貝など）が新たに立ち上がり論文発表も行っていることから、今後も融合的共同研究を進める基盤が構築された。国際レベルでも、アメリカ、カナダ、オーストラリア、イギリス、スウェーデンなどの研究者との共同研究が行われており、岩手大学発のユニークな研究がグローバルに認識されてきたことを示している。また、企業や自治体との共同研究も盛んに実施されるようになってきている。

1-3) 学内支援マネジメントシステム：本拠点形成に対して、5 年間で拠点形成費補助金（直接経費）の 80% に相当する 324,800 千円の研究費支援を行った。この経費は、大型設備の整備（温度可変装置付レーザー共焦点顕微鏡、人工気象器など）、RA や研究支援職員人

件費、国内外旅費、そして若手研究者支援費として使われ、本研究拠点形成に大きな貢献をした。研究スペースとして本拠点形成に農学部 7 号館（約 700 m²）を優先的に拠出した。さらに、農学部、工学部、そして地域連携推進センターにも研究スペースを置いた。人的支援に関しては、任期付 COE 特任准教授、COE-研究員雇用のための制度改革を実施し、有能な人材確保に力を注いだ。さらに、継続的拠点形成を支援するため、教員ポスト（2 名）を農学部附属寒冷バイオフィロントピア研究センターに重点配置した。一方、事業担当者を研究に専念させるため、学内委員や入試関係委員を免除し、全学的に拠点形成促進に全面的に協力した。

2) 今後の展望

本拠点形成事業の実施により、新領域「熱-生命システム学」の確立と継続的発展の基礎を築くことができた。今後は、本学を挙げて以下の支援を継続し、岩手大学発のユニークな教育研究領域の充実を図る。

(1) 大学院教育専攻教育プログラムの充実：博士課程寒冷圏生命システム学専攻を熱-生命システム学教育研究の拠点とするため、さらなる学位取得までの教育研究プログラム、特に、グローバルレベルで競争可能な研究者育成プログラムの充実を図る。寒冷圏農学を拓く研究適応力育成プログラムやその後継プログラム（申請中）を軸に、カナダ・サスカチュワン大学を初めとした海外寒冷圏に立地する大学への海外インターンシップの充実や海外集会派遣支援を継続支援し、グローバル思考に基づく戦略的な視野を持ち、高い研究倫理を有する若手研究者を育成する。

(2) 寒冷圏生命システム学研究の推進：人的に充実した農学部附属寒冷バイオフィロントピア研究センターの研究環境を整備し、本拠点形成の後継プログラムを実施する。さらに新規の研究分野への発展を試みるため、同センターの研究機関研究員（博士研究員）、技術職員、客員教授、さらには、学内融合研究分野など融合領域における国際研究を推進する制度を有効に利用し、継続的な拠点形成を支援する。

(3) 国際・国内共同研究の推進と知的資源の活用：本拠点形成により培われた国際・国内共同研究を今後も支援し、岩手大学が中心となった寒冷圏生命システム研究を進め、その知見を地球規模での気候変動時代における人類の生活の質の維持・改善に役立てる。特に、環境ストレス応答メカニズムなどの知見を農業生産増加に役立てる国際的活動を大学院生が主体となって実施するシステムを構築する。

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	岩手大学	学長名	藤井 克己	拠点番号	K03	
1. 申請分野	K〈革新的な学術分野〉					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	熱-生命システム相関学拠点創成：生物の寒冷応答機構をモデルとして Establishment of Thermo-Biosystem Research Program ※副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ)					
研究分野及びキーワード	<研究分野：ゲノム科学>(環境応答)(機能ゲノミクス)(細胞情報伝達機構)(アルゴリズム)(バイオバース)					
3. 専攻等名	連合農学研究科寒冷圏生命システム学専攻(連合農学研究科生物資源科学専攻・生物環境科学専攻、工学研究科電気情報工学専攻の一部、平成18年4月1日)、工学研究科電子情報工学専攻					
4. 事業推進担当者	計 9 名					
ふりがな<ローマ字> 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) UEMURA, Matsuo 上村 松生	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・教授	植物生理学 理学博士	プロジェクトの総括 植物生存戦略(傷害回避)の分子機構			
ITO, Kikukatsu 伊藤 菊一	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・教授	分子生物学・生化学 博士(医学)	植物の熱制御システム研究分野サブリーダー 植物発熱メカニズム解析			
OSADA, Hiroshi 長田 洋	工学研究科・電気情報工学専攻・准教授	電子システム工学 博士(工学)	植物発熱システムの工学的解析およびその 応用			
Watanabe, Masao 渡辺 正夫	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・客員教授	分子遺伝学 博士(農学)	熱に対する生物の生存戦略メカニズム研究 分野サブリーダー 植物生存戦略(生殖)の分子機構			
Saitoh, Yasushi 斎藤 靖史	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・准教授	分子生物学 博士(農学)	植物生存戦略(越冬休眠)の分子機構			
TERAUCHI, Ryohei 寺内 良平	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・客員教授	植物遺伝学 農学博士	植物環境適応の遺伝学的解析			
SUZUKI, Koichi 鈴木 幸一	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・教授	生物制御学 農学博士	昆虫生存戦略(越冬休眠)の分子機構			
YOSHIKAWA, Nobuyuki 吉川 信幸	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・教授	植物病理学 農学博士	植物病原微生物・ウイルス生存戦略(繁殖)の 分子機構			
SHINGAI, Ryuzo 新貝 御蔵	連合農学研究科・寒冷圏生命システム学専攻・教授	システム生物学 理学博士	熱適応・応答のシステム生物学的および システム工学研究分野サブリーダー 寒熱に対する細胞内応答シミュレーション			
5. 交付経費(単位：千円) 千円未満は切り捨てる ()：間接経費						
年 度(平成)	16	17	18	19	20	合 計
交付金額(千円)	90,000	85,000	80,130	76,000 (7,600)	77,000 (7,700)	408,130

6. 拠点形成の目的

熱(温度)と生命システムの関係の統合的な研究は、農業および環境問題にも直結する非常に重要な学問領域と考えられるが、未解決部分が多い。本研究領域は、国土の大部分が寒冷地域(最低気温が0°C以下になりうる地域)である我が国が戦略的にリーダーシップを取るべき学問領域の一つとして捉えるべきである。それを背景に、本拠点形成は、熱(温度)という物理要素が生命システムの進化・維持という生命現象に関与する機構について、生物学的アプローチだけでなく工学的、生物情報工学的アプローチを加え、既存の学問領域にはとらわれない切り口で解析し、得られた知見の領域統合型革新的応用を目指すものである。

本拠点が包括する学問領域は下の3分野からなる。

1. **基礎生物学分野**：分子生物学、生理生化学、遺伝学的アプローチにより、熱(温度)シグナル応答ネットワークと生物生存機構の関係や温度環境に対する生物適応の分子論的解明を行う。
2. **工学分野**：工学的アプローチにより生物現象を解析し、熱(温度)という物理要素を介した工学と生物学の有機的な連合および融合を目指すと共に、生物由来の熱工学的デバイス開発を行う。
3. **生物情報工学分野**：システム生物学やバイオインフォーマティクス手法により、多量の情報を統合し、現存する生物システムを模倣した熱(温度)応答解析のための生物モデルを構築する。

具体的な研究に関する目的として、(1) 外界の熱変化を受容して適応する生物の生活環上の基本的な生存戦略に関して、寒冷環境で見られる特異的現象(休眠、発熱、低温傷害回避、繁殖、生殖)をモデルとして解析する、(2) 本拠点が独創的に研究を進めてきた発熱植物の熱制御システムを利用して「熱」という物理要素を生物的信号に変換するアルゴリズムの分子機構を解明し、その産業的利用を図る、そして(3) データの集積と工学的・生物情報学的解析から、熱応答を模倣できる生物モデルを構築し、熱と生命システムを相関させた統合的な、そして新規の情報発信を世界に向けて行う、ことを設定した。研究拠点形成を確実に実施するための本学としての支援を経済的(研究費)および組織的(農学部附属寒冷バイオシステムセンター(平成20年4月より農学部附属寒冷バイオフィロンティア研究センターに改組)の拡充)に行うことを通じて、本学の研究面での改革を行う。

このユニークな拠点形成を支える教育基盤を形成し、

該当領域における大学院教育を継続的に実施するため、以下に示す教育(人材育成)に関する4つの目的、(1) 連合農学研究科が進める寒冷圏ゲノム科学教育研究の実施に貢献する新専攻を設置し、生物の寒冷適応研究者、寒冷地域における農業生産向上を担う高度専門技術者を育成する、(2) 連合農学研究科及び工学研究科の教員及び学生の交流により、大学院生に対して融合研究アプローチの重要性や連携研究の必要性などに関して学問的刺激を与える、(3) 国内外の一流研究者の招聘や国内外への派遣事業などを通して、大学院生および若手研究者に世界レベルの研究を体験させ、世界を意識した研究を推進できる意欲のある、視野の広い研究者となる骨格形成を支援する、そして(4) 世界水準にある研究である本拠点形成を岩手大学大学院の特色(地域環境に立脚した研究の世界への発信)とし、学内外の学生の関心を高めることにつなげ、優秀な人材を集める、を設定した。

生命システムに対する熱(温度)環境の影響を工学的・情報学的立場などから複合的に解析し、それらの相関関係の確立を目指すものが非常に限られていることを考慮すると、本拠点形成はポストゲノム時代における生物学を基盤とした日本発のユニークな新学問領域となりうる。実施に際しては、本学がすでに有している寒冷圏生物学に関する先駆的な研究基盤に工学・情報学的センスを加えることで、独自の複合領域(熱-生命システム相関学)を提案でき、それを担う先駆的かつ独創的な研究者を養成する拠点へと発展することが可能である。

拠点形成期間の終了時には以下のような波及効果が得られる。つまり、熱(温度)環境が生命システムに与える影響を遺伝子発現系、物質代謝系、情報伝達系、ゲノム機能との関連などを統合した分子・細胞・個体レベルで理解することが可能になり、生命システムの熱(温度)応答性を理解できる。さらに、生物特有の熱(温度)受容・制御機構の理解は生物型熱制御デバイス等の革新的技術開発に繋がり、農工連携による大学院教育の活性化や教員交流の活性化、世界の第一線研究者との接触による大学院生や若手研究者への刺激賦与などを通じた領域を越えた研究意欲を与える教育効果が期待できる。

以上のような領域横断的な研究領域の創成は学問の発展に不可欠なものであり、本学が有する研究実績を基盤とした「熱-生命システム相関学」の確立は世界的に見ても新規学問領域の創成が可能になる。

7. 研究実施計画

「熱と生命システム」—この2つは、将来の食糧生産を考える上でも、環境適応という生命生存の基本機構を考える上でも重要な問題である。しかし、これまで国内外で両者間の関連システムを考慮した研究は存在しておらず、各々を別個の学問領域が取り組んできた。本研究拠点は、熱（温度）環境に対する生物の生存に対する生命システムの可塑性や多様性を寒冷(+10～-20°C)条件における生物の生存戦略に焦点を絞って解析する。その結果、抽出された温度感知・制御機構を利用した産業的デバイス開発や生物の熱（寒冷）応答シミュレーションを行い、ポストゲノム時代に向けた新規学問分野創成をめざす。そのため、以下の3つの研究サブグループを設置する。

1. 植物の熱制御システムの研究（伊藤、長田）

植物の特異な寒冷適応進化の一つ「発熱と恒温性制御システム」について、恒温発熱機構の分子生物学的解析および生物制御システムを模倣した温度制御、熱変換システムを構築する。さらに、非線形ダイナミクス等を取り入れた生物原理に基づく工学的デバイスの開発を行う。

2. 熱に対する生物の生存戦略メカニズムの研究（渡辺、上村、斎藤、鈴木、寺内、吉川）

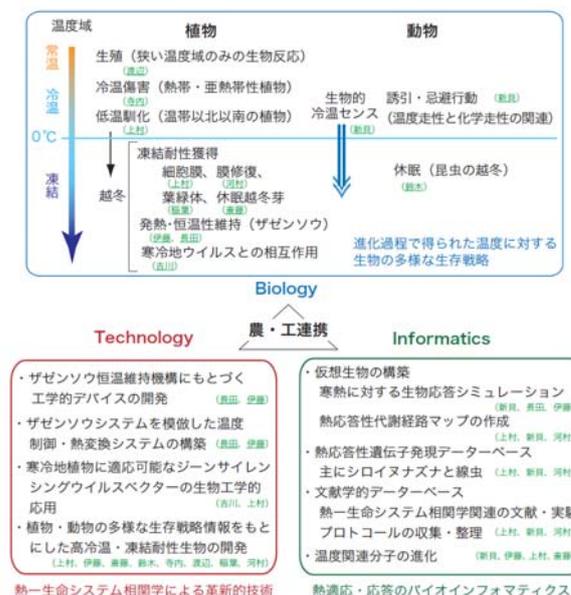
期間内では寒冷に焦点を絞り、この環境条件での生存に関する生物の生存戦略（休眠、越冬、低温障害回避、生殖、繁殖）について、分子生物学的、分子生理学的、遺伝学的に研究する。

3. 熱適応・応答のシステム生物学的および生物情報学的研究（新貝）

生物が持つ熱という物理量を生物学的信号に変換する経路、もしくはシステムを明らかにし、その情報や既知のゲノム情報をコンピューター上で集積し、熱刺激応答反応のシミュレーションが可能な仮想生物モデルを基本としたコンピューター解析ツールを開発する。

これらの3つの研究サブグループは緊密な協力関係を維持するが、サブグループ間での協力関係も同程度に維持していく。このような事業担当者間での有機的連携関係を念頭に具体的な研究方針と計画を示したものが右図である（プログラム構成上、COE 特任教員である稲葉・河村の2名の担当も含まれている）。生命現象を「熱」という側面から理解することに関する研究（Biology 研究）は、常温から凍結という温度域を設定し、寒冷環境に生育する生物（高等植物、昆虫、菌類、ウイルスなど）が持つ寒冷環境における生存に

熱-生命システム相関学



熱-生命システム相関学研究の具体的なイメージ

関わる特異的な現象（休眠を介した越冬機構、寒冷傷害発生やその回避機構、生殖・繁殖機構）を規定している特異的な遺伝子群やタンパク質などを網羅的に同定する。特に、岩手大学発のユニークな研究として進められている植物が持つ特異な寒冷適応進化の一つ「発熱と恒温性制御システム」に関する研究を推進する。それらの反応の分子機能を理解した上で、事業担当者が連携して研究領域をオーバーラップさせながら研究を推進する。

次いで、農工が連携した Technology 研究では、生物学的研究から得られた「熱（温度）」に対して得られた知見を産業的・工学的デバイスシステムに応用して実用化、寒冷地に生息する生物の適応現象に関わる物質機能を解析する新規の生物学的手法の開発、遺伝子改変などの技術を用いて高耐性生物の作成、などを実施、革新的技術研究を推進する。

同時に、Bioinformatics あるいは Biosystem 研究として、モデル生物・線虫の温度応答を既知のニューロンシステムを考慮して研究することによる温度応答のシミュレーションの試行、幅広い温域に適応できるようになった生命システムの分子進化的な研究を実施する。また、生命適応戦略を解明するという拠点形成事業で得られた知見を広く社会と共有するため各種のデータベースの継続的構築を精力的に行い、「熱-生命システム相関学」研究の世界的ハブとなることを目指す。

8. 教育実施計画

本プロジェクトでは、教育目標に基づき多様な分野で活躍する能力を有する人材の輩出を実現する計画を立て、その後、中間評価コメントを参考に若干の修正を施した。

大学院教育の充実：連合農学研究科新専攻の設置

連合農学研究科と工学研究科に所属する本拠点形成事業担当者が主に担当する「熱-生命システム相関学」を教育研究する新専攻を設置し、従来の生物学・農学に囚われず、ゲノム情報、遺伝子-タンパク質間相互作用、構造-機能の相関・変換について「熱・寒冷」をキーワードとした領域横断的教育研究を行い、学際的視野を持ち世界水準を目指す生命科学のリーダーを養成する。具体的な計画は以下の通りである。

1. 関連分野の国内一線級の研究者による特別講義や講演会を開催し、最先端研究に触れる機会を積極的に設ける。
2. 博士課程学生（他専攻を含む）に対して英語による、あるいは、英語に関連した講義を実施し、文化背景や論理的思考法を理解した教育を実施する。
3. 講演会は寒冷地という共通した地域に立地する連合農学研究科構成大学（帯広畜産、弘前、山形、岩手）に所属する博士課程学生へインターネットを用いて同時配信し、情報の共有を図る。
4. 熱-生命システム相関学が目指す領域横断型、学際領域の研究を教授する教育システムを構築する。また、グローバルな視点で研究を実施する根幹を築くカリキュラムを導入する。

研究意欲の亢進と研究者の育成

柔軟性があり国際性豊かで、しかも、独立して研究を実施できる若手研究者を育成するため、以下の計画を立案した。

1. 大学院進学意欲を高め、若手研究者層を厚くして研究の一層の発展を期すため、大学院進学者を研究費付き Research Assistant（審査あり）として採用し、独創的な世界水準の研究を自力で推進する環境を整える。
2. 任期付き特任助教授を公募により採用し、ポストドクや技術スタッフと共に十分な研究費を援助し、研究者を目指す大学院生との議論などを通じて、の研究意欲や競争心を刺激する。
3. 事業担当者とともに研究を行う研究員を公募により採用し、研究員の発想で行う新規の研究の推進

を推奨し、それを資金的に援助する。

4. 世界水準の研究を実際に体験するために大学院生やポストドクを積極的に国際研究会議や海外の研究室に派遣する（旅費援助）。そのために必要な英語での論文発表や学会発表に関する講義やワークショップを継続的に実施する。
5. ポストドクやRAが主催する講演会や講師を招いてのランチョンミーティングなどを企画し、若手研究者としての企画運営力を訓練する。

初等・中等教育へ向けた情報発信への大学院生の関与

研究者が有する社会に対する責任や自己キャリアパス形成を考える上での参考にするため、以下の事業にCOE 准教授、研究員、RAを積極的に参加させる。

1. 得られた成果を一般社会に広く、わかりやすく還元するため、招聘研究者や拠点形成メンバーによる一般向け公開講演会を実施する。
2. 文部科学省指定「スーパーサイエンスハイスクール」や他の高校生を対象に、世界最高水準の研究内容を紹介するとともに、大学における体験実習を積極的に受け入れ、本拠点形成で得られた知見を還元する。
3. 小中校生徒に対しても研究内容や成果を積極的に知らせ、大学公開や地域社会での公開実験などの機会を利用し小中学生のサイエンスに対する興味を刺激する。

情報発信と国際ネットワークの確立

本拠点形成により得られた研究成果や世界の研究情報を発信することや当該研究分野の情報を集積することを中心となっていく機関（ハブ）となるため、得られた知見や情報を積極的に発信する。

1. 英文和文のホームページを充実させリアルタイムで多くの研究者と情報共有ができるようにする。
2. 得られたゲノムやプロテオーム情報、仮想生物モデルを利用した細胞や個体レベルにおける熱応答システムに関するデータベースを構築し、可能な限り一般に公開する。
3. 様々なアプローチで生物の温度適応を研究する世界各地の研究者との交流を促進し、「国際熱-生物システム相関学ネットワーク（International Thermosystem Biology Network; ITBN）」を立ち上げ、国際的な情報交換と研究進展の加速を推進する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

本拠点形成は、熱（温度）という物理要素が生命システムの機能維持、進化という生命現象に関与する機構について、生物学的アプローチだけでなく工学的、生物情報工学的アプローチを駆使して理解することを研究目的とし、この研究を将来的に支える国際的視野を持って研究を推進できる人材育成を教育目的とした。5年間の拠点形成期間において、これらの目的を概ね達成し、期待通りの成果があった。以下にそう判断した理由を述べる。

研究面においては、3つの研究サブグループで、そして、共同研究においても以下のような成果を挙げた。

「植物の熱制御システム研究グループ」では、ユニークで独創性の高い植物の熱発生制御機構の解明が進み、ザゼンソウの発熱制御システムを利用した工学的な熱制御技術が開発された。「熱に対する生存戦略システム研究グループ」では、植物や昆虫の寒冷適応分子機構の解明が進み、予期できない多様な環境変動に適応するために生命システムが持つ頑強な機構が浮かび上がってきた。同時に、外界の熱（温度）環境を生物学的信号に変えるシステム（細胞膜の改変、核一細胞内小器官のコミュニケーション、遺伝子発現・タンパク質発現プロファイリングの変動等）を新たに明らかにし、それらの情報をデータベースとして構築したことも大きな成果である。「熱適応・応答のシステム生物学及びシステム工学研究グループ」では、モデル生物・線虫を材料として温度走性行動と化学走性行動の競合、温度感覚情報と化学感覚情報の神経系内での統合、恒温動物の体温制御を司る遺伝子の進化などの研究成果を挙げ、さらに、神経回路と温度走性行動を結び付けるモデル化とシミュレーションが進んだ。以上の成果には、本拠点形成が目指した異分野間での共同研究の成果も多く含まれており、200報以上の論文として発表され、当初の目的を十分達したと考える。

教育面では、博士課程に寒冷圏生命システム学専攻を設置し、本拠点形成事業推進担当者を中心とした農工連携・学際融合分野で活躍する人材育成の組織的基盤が形成されたことが最大の成果である。同時期にあった文部科学省「大学院教育改革支援プログラム」との採択や大学院教育実質化を推進する単位制施行に呼応して、本専攻における教育カリキュラムにも国際性

を持った意欲的な人材を育てるための講義・演習科目を準備した。さらに、カナダ・サスカチュワン大学への学生派遣（研究インターンシップ）により大学院生が早い時期に海外の研究に触れるチャンスを提供するシステムを構築した。継続的に開催したCOE-フォーラム（80回）やCOE-シンポジウム（5回）で招聘した国内外で活躍する研究者と直接話す機会を与えたことも、若手研究者には大きな刺激となり、国際研究集会での発表（69件）、積極的な論文発表（116報）に繋がり、本学における博士・若手研究者教育の国際化・活性化をもたらした。また、若手研究者に社会への情報発信の場を与えたことも、研究者としての社会責任やキャリアパス形成に対する自覚を促す効果を与えた。

本拠点形成プログラムでは、学外の学術研究、知的財産権、組織管理の専門家に依頼し外部評価を実施した（平成16-18年度は10名、平成19年度は7名、平成20年度は準備中）。単年度の成果報告に基づき、研究、教育、組織支援の3分野について評価とコメントをお願いした。プロジェクト発足当初は本拠点形成の方向性や成果に対するコメントが見られたが、後半に入って成果が出始め、新専攻が設置されるなどの実績が示されるのに従って評価が高くなり、5段階評価で平均4+の高い評価を得た。特に高い評価を得たのは、COE若手研究者による発表論文数の増加（H16、13報；H18、35報）やインパクトファクターの高い雑誌への掲載数の増加、寒冷圏生命システム学専攻の設置とカナダ・サスカチュワン大学との交流締結と学生派遣の開始、COEフォーラムやCOEシンポジウムによる情報発信、そして、大学からの経済的・教育的支援であった。今後の教育プログラムの充実や知的財産権などの応用への展開を求めるコメントもあり、本拠点形成の推進や今後の発展に大いに貢献した。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

第一の成果は、博士課程新専攻「寒冷圏生命システム学専攻」の設置（平成18年度）が挙げられる。本専攻は、本学が継続的に熱一生命システム学を教授する基盤をなし、農学、工学研究科担当教員、そして、(財)岩手生物工学研究センターと(独)東北農業研究センターの連携教員を加え、基礎～応用までの広範な分野を担当できる教員団から構成された革新的な組織である。定員を上回る20名（平成18～21年度合計）が入学し、本拠点形成が目指す広範な視野を持つ国際レベルで活躍する研究者を育成すべく教育研究を行っている。大学院教育実質化の促進を目的に導入した単

位制（平成19年度）に伴い、分子レベルから個体レベルまでの生命システムに及ぼす熱（温度）の影響を複数の学術領域（生命科学、工学、情報学）の基盤に立って講義・演習（生物資源科学特論、寒冷圏生命システム学特別演習など）するとともに、国際性を養う科目（科学英語、研究インターンシップ、国際コミュニケーションなど）も課し、実践教育にも力を入れている。また、本プログラムは英語教育等の目的でCOE特別講義を7回開催した。国際性育成に関しては、寒冷圏に立地するカナダ・サスカチュワン大学と交流協定（平成20年）を締結し、3週間あまりの研究インターンシップを実施している。その結果、修了生の中にはウメオ大学（スウェーデン）にポスドクとして留学する者の出現や3年間連続して日本学術振興会特別研究員（DC2）に採用されるなど、教育効果は確実に表れている。

本拠点形成では大学院生や若手研究者への経済的支援を強く推進した。具体的には、連合農学研究科と工学研究科大学院生をRAに採用（審査有、ランク付、5年間で延べ92名）、また国内外公募により研究員（5年間で延べ56名）を採用した。さらに、研究内容や研究成果を審査して若手研究者支援費を支給した（150万円以下）。また、COE-RA及びCOE-研究員を対象に国際研究集会への参加旅費を補助した（5年間で69件）。以上のような若手研究者への刺激は、発表論文数（査読有、RAや研究員が関与、116件）、COE-研究員（2名）が提案したプロジェクトのNEDO（若手グラント）への採択（平成18年度）、さらには、COE-研究員の科学研究費補助金若手研究・スタートアップ研究への採択（5件）などの成果に確実に結びついている。

国内外の最先端で活躍する研究者による講演（COEフォーラム、COEシンポジウム）も、大学院生や若手研究者に大きな刺激を与えた。ほとんどの講演を連合農学研究科構成大学（帯広畜産、弘前、山形、岩手）にインターネットでライブ配信し、構成大学に所属する大学院生に情報を提供した。COEフォーラムは80回（うち、国外からの招聘は18回）を数え、徐々に講演終了後のQ&Aに長い時間がかかるようになり、積極性と多様な研究への好奇心という科学者に必要不可欠な資質を備えさせることに成功した。研究姿勢を学ぶ講師とのランチョンミーティングをCOE-RAに計画させ、直接、講師と議論する場を設けた影響も大きい。

さらに、本拠点形成の特色ある成果に大学院生や研究員を社会へ向けた情報発信の場へ参加させたことが

挙げられる。近隣高校への出前講義（スーパーサイエンスハイスクールでの英語講義を含む）担当やTAとしての参加、大学開放時の高校生の実験指導、小中学生を対象とした公開実験（イーハトーブの科学と技術展）、大学オープンキャンパスでの高校生への説明などを担当した。これらの機会は、自己キャリアパス形成を考えさせる際に効果があったと考えられる。

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

第一に、「熱—生命システム相関学」を確立したことが挙げられる。多様な生物を用いて精力的に得られた研究成果を通して見えることは、熱（温度）環境に適応するための生命のしたたかさ、つまり、生命は種々の熱（温度）環境の変動に対して生命システムを頑強に守る機構を有しているということであった。生命システムは積極的に熱（温度）環境を受容・利用し、生命進化に結びつけてきたのであろう。それ故に、生命システムは温度環境に対し多様な経路で独自の応答を示し（凍結耐性、低温回避、発熱、温度記憶など）、生理機能物質を生産する（ヤママリン）ことが判明した。この考え方は、本拠点が多様な生活戦略を有する生命システムを広範に研究し、各々の研究成果を統合して理解することで初めて得られたものであり、革新的学術分野としての本拠点形成の優れた成果である。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

事業担当者研究者間の共同研究を積極的に推進するため、月例事業推進担当者会議で繰り返して研究グループ間の有機的連携の必要性を議論し確認した。さらに、電子メールや延べ80回開催されたCOEフォーラム後の議論を通じて、研究進捗状況や方向性に関する情報の共有を図った。また、博士課程寒冷圏生命システム学専攻や修士課程バイオフィロンティア専攻の設立準備過程で教育プログラムの内容に関して重ねて会合を持ち、効果的な教育研究システムの確立を図った。その結果、研究期間後半で共同研究に基づく論文も発表され始めた。また、教育システムについても、博士課程で新しい講義（寒冷圏生命システム学特別演習、国際コミュニケーションなど）を提供できるようになり、その成果が出始めている。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

寒冷圏における生命現象を複合的に研究し、同時に国際的に活躍する人材育成プログラムを促進するため、カナダ・サスカチュワン大学と学術・学生交流協定を締結し、共同研究や学生派遣を開始した。また、寒冷圏に位置する大学との交流を開始するためノルウェー

農業生命大学、スウェーデン農業大学・ウメオ大学、アイスランド農業大学の大学院博士課程を調査し、交流の可能性を探っている。研究面では、スウェーデン・ウメオ大学、イギリス・サセックス大学、オーストラリア・アデレード大学と共同研究を進めており、そのパイプを太くすべく努力を続けている。また、国際植物寒冷適応会議や国際低温生物学会の組織委員として参画するなど、関連領域での国際的認知が高まった。

6) 国内外に向けた情報発信

研究成果を国内外に広く発信するため、**生命システムの巧妙な生存戦略に関する国際シンポジウムを4年連続で開催**した。特徴的なのは、いずれのシンポジウムも近隣の研究機関と共同で開催し、多くの研究者との交流と将来的な共同研究の可能性を常に探る努力をしたことである。さらに、積極的に**国際研究集会（国際植物寒冷適応会議、ゴードン研究会議、国際植物神経学会議、Biotechnology Havana、第5回国際イネゲノム機能学シンポジウム、国際植物遺伝資源保存会議）**における招聘講演を行い、一般市民・小中学生（イーハトーブの科学と技術展）、小中高校への出前講義（延べ100+件）、多領域集会における講演（石油学会、伝熱学会など）にも情報発信を行った。最終的な本拠点形成の成果は、「**温度と生命システムの相関学**」として本年7月に東海大学出版会から発行される。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

事業担当者は、申請時に、本プログラムの趣旨を活かして**補助金を人材育成に集中して充てることを決定**した。その方針に従い、補助金の大部分をCOE特任教員、COE-研究員、及びCOE-RAの雇用や彼らの旅費に充て、若手人材の育成を着実に進めた。年度当初に事業担当者が予算配分や方針、具体的使用方法を決定した。本拠点形成に必要な備品費、消耗品費、研究支援者雇用経費、事業担当者・招聘研究者・講師旅費、若手研究者支援費などの**直接経費は、学内経費（5年間で324,800千円を支援）**や事業担当者が取得した**科学研究費および各種外部資金を有効に活用**した。また、第19年度から配分された**間接経費は、**本学の研究支援設備や人材支援に使用され、本拠点形成に貢献した。

②今後の展望

本拠点形成事業の実施により、本学が目指す寒冷地に位置することを活かしたユニークでオリジナリティの高い研究と教育方針を世界に向けて発信し続けるための確固たる基盤が形成された。本プログラムに大き

な貢献をした**農学部附属寒冷バイオシステム研究センターは、平成20年に寒冷バイオフィロンティア研究センターと改組され、同時に、教員2名を増員し重点化した。**研究分野を4分野に増やし、世界的に類を見ない「**温度と生命活動**」の関係をさらに進化させながら、寒冷圏の生命システムの特性を解明しつつ、その成果を地域社会に還元し、世界に向けて「**温度と生命活動**」に関する研究教育成果を情報発信することを目指している。さらに、**本センター所属教員と本拠点形成事業担当者を中心とした修士課程「バイオフィロンティア専攻」を新設し、博士課程「寒冷圏生命システム学専攻」と協力・連結して人材育成を継続すること**にしている。

博士課程「寒冷圏生命システム学専攻」は本学が目指すユニークな領域での人材育成を担うことが期待される。熱-生命システム相関学は、従来の農学あるいは工学といった単独領域における研究教育を目指していない。多様な学術領域が解け合った真の学際領域として、**生命システムの巧妙さを熱（温度）応答という切り口を用いて研究することを実践していく。**我が国唯一の寒冷圏を舞台とした生命現象を複合的視野で教育研究する理念を持つ専攻は、国内外を問わずユニークな存在であり、今後、同様の立地条件にある他大学との共同研究教育が増してくるものと考えられる。事実、平成21年度には**カナダ・サスカチュワン大学との共同講義を予備的に実施し、その結果を見て各国の大学が参加する国際講義（University of the Arctic）へ発展させることを計画**している。このように、国際的舞台上で本学が推進してきた本拠点形成が研究、教育両面において中心的な役割を果たしていくことになる。

③その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

本学は、地域に根ざした大学として教育に重心を置きながらも、その教育の質と内容は国際的に認知された研究で支えられることが必要不可欠と考えている。本拠点形成はその根幹をなすものであり、プログラム採択以降、本学の方針への学内外からの評価が高まった。学内においては、本拠点形成と同様な学術領域横断的な共同研究の兆しが見られるようになり、異分野連携プロジェクトが実施されている。さらに、平成18年度に導入された柔軟性の高い全学的な教員組織「**学系**」を基本とした公募「**学系プロジェクト**」においても、異なった学科・課程や学部にも所属する教員グループでの共同研究が実施されており、本拠点形成が学内の研究活性化に大きな影響を与えたことがわかる。

機 関 名	岩手大学	拠点番号	K03
拠点のプログラム名称	熱—生命システム相関学拠点創成：生物の寒冷応答機構をモデルとして		
1. 研究活動実績			
①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】			
<ul style="list-style-type: none"> ・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕 ・本拠点形成計画の成果で、DP（ディスカッション・ペーパー）、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの <p>※著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入 波下線（_____）：拠点からコピーが提出されている論文 下線（_____）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p>			
Adachi R, Osada H, Shingai R. Phase-dependent preference of thermosensation and chemosensation during simultaneous presentation assay in <i>Caenorhabditis elegans</i> . <i>BMC Neuroscience</i> 9: 106 (2008).			
Adachi R, Wakabayashi T, Oda N, Shingai R. Modulation of <i>Caenorhabditis elegans</i> chemotaxis by cultivation and assay temperatures. <i>Neuroscience Research</i> 60: 300-306 (2008).			
Chhun T, Aya K, Asano K, Yamamoto E, Mrinaka Y, Watanabe M, Kitano H, Ashikari M, Matsuoka M, Ueguchi-Tanaka M. Gibberellin regulates pollen viability and pollen tube growth in rice. <i>Plant Cell</i> 19: 3876-3888 (2007).			
<u>Endo M</u> , Tsuchiya T, Saito H, Matsubara H, <u>Hakozaki H</u> , Masuko H, Kamada M, Higashitani A, Takahashi H, Fukuda H, Demura T, Watanabe M. Identification and molecular characterization of novel anther-specific genes in japonica rice, <i>Oryza sativa</i> L. by using cDNA microarray. <i>Genes & Genetic Systems</i> 79: 213-226 (2004).			
<u>Fujita K</u> , Shimomura K, <u>Yamamoto K</u> , Yamashita T, Suzuki K. A chitinase structurally related to the glycoside hydrolase family 48 is indispensable for the hormonally induced diapause termination in a beetle. <i>Biochemical and Biophysical Research Communications</i> 345: 502-507 (2006).			
<u>Hikage T</u> , Saitoh Y, Tanaka-Saito C, Hagami H, Satou F, Nakano Y, Takahashi M, Takahata Y, Tsutsumi K. Structure and allele-specific expression of novel alpha/beta hydrolase fold proteins in gentian plants. <i>Molecular Genetic and Genomics</i> 278: 95-104 (2007).			
Igarashi A, Yamagata K, Sugai T, Takahashi Y, Sugawara E, Tamura A, <u>Yaegashi H</u> , Yamagishi N, Takahashi T, Isogai M, Takahashi H, Yoshikawa N. Apple latent spherical virus vectors for reliable and effective virus-induced gene silencing among a broad range of plants including tobacco, tomato, <i>Arabidopsis thaliana</i> , cucurbits, and legumes. <i>Virology</i> 386: 409-416 (2009).			
<u>Ito T</u> , <u>Ito K</u> . Nonlinear dynamics of homeothermic temperature control in skunk cabbage, <i>Symplocarpus foetidus</i> . <i>Physical Review E</i> 72: 051909 (2005). (Selected Virtual Journal of Biological Physics Research, Nov. 15, 2005) (Science NowやNew Scientist誌に取り上げられ、紹介される)			
Kazama T, Nakamura T, Watanabe M, Sugita M, Toriyama K. Suppression mechanism of mitochondrial ORF79 accumulation by Rf1 protein in BT-type cytoplasmic male sterile rice. <i>Plant Journal</i> 55: 619-628 (2008).			
Kouno T, Mizuguchi M, Tanaka H, Yang P, Mori Y, Shinoda H, Unoki K, Aizawa T, Demura M, Suzuki K, Kawano K. The structure of a novel insect peptide explains its Ca ²⁺ channel blocking and antifungal activities. <i>Biochemistry</i> 46: 13733-13741 (2007).			
<u>Matsukawa K</u> , Kamata T, Ito K. Functional expression of plant alternative oxidase decreases antimycin A-induced reactive oxygen species production in human cells. <i>FEBS Letters</i> 583: 148-152 (2009).			
<u>Matsukawa K</u> , Ogata M, Hikage T, <u>Minami H</u> , <u>Shimotai Y</u> , Saitoh Y, Yamashita T, Ouchi A, Tsutsumi R, Fujioka T, Tsutsumi K. Antiproliferative activity of root extract from Gentian plant (<i>Gentiana triflora</i>) on cultured and implanted tumor cells. <i>Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry</i> 70: 1046-1048 (2006).			
Matsuoka T, Gomi S, Shingai R. Simulation of <i>C. elegans</i> thermotactic behavior in a linear thermal gradient using a simple phenomenological motility model. <i>Journal of Theoretical Biology</i> 250: 230-243 (2008).			
Minami A, Fujiwara M, Furuto A, Fukao Y, Yamashita T, Kamo M, Kawamura Y, Uemura M. Alterations in detergent-resistant plasma membrane microdomains in <i>Arabidopsis thaliana</i> during cold acclimation. <i>Plant and Cell Physiology</i> 50: 341-359 (2009).			
<u>Minami H</u> , Takahashi J, Suto A, Saitoh Y, Tsutsumi K. Binding of AlF-C, an Orc1-binding transcriptional regulator, enhances replicator activity of the rat aldolase B origin. <i>Molecular and Cellular Biology</i> 26: 8770-8780 (2006).			
<u>Nasir K</u> , Takahashi Y, Ito A, Saitoh H, Matsumura H, Kanzaki H, Shimizu T, Ito M, Fujisawa S, Sharma PC, Ohme-Takagi M, Kamoun S, Terauchi R. High-throughput in planta expression screening identifies a class II ethylene responsive element binding factor-like protein that regulates plant cell death and nonhost resistance. <i>Plant Journal</i> 43: 491-505 (2005).			
<u>Onda Y</u> , Ito K. Changes in the composition in xylem sap during development of the spadix of skunk cabbage (<i>Symplocarpus foetidus</i>). <i>Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry</i> 69: 1156-1161 (2005).			
<u>Onda Y</u> , Kato Y, Abe Y, Ito T, Ito-Inaba Y, <u>Morohashi M</u> , Ito Y, Ichikawa M, <u>Matsukawa K</u> , Otsuka M, Koiwa H, Ito K. Pyruvate-sensitive AOX exists as a non-covalently associated dimer in the homeothermic spadix of the skunk cabbage, <i>Symplocarpus renifolius</i> . <i>FEBS Letters</i> 581: 5852-5858 (2007).			
<u>Onda Y</u> , Kato Y, Abe Y, Ito T, <u>Morohashi M</u> , Ito Y, Ichikawa M, <u>Matsukawa K</u> , Kakizaki Y, Koiwa H, Ito K. Functional coexpression of the mitochondrial alternative oxidase and uncoupling protein underlies thermoregulation in the thermogenic florets of skunk cabbage. <i>Plant Physiology</i> 146: 636-645 (2008).			

- Osada H, Yamaguchi T, Nakamura S, Hatafuku H, Chiba S, Oka H. Measurement of residual stress in magnetic substances using surface acoustic waves. *Journal of Applied Physics* 103: 07E706 (2008).
- Rakshit S, Rakshit A, Matsumura H, Takahashi Y, Hasegawa Y, Ito A, Ishii T, Miyashita NT, Terauchi R. Large-scale DNA polymorphism study of *Oryza sativa* and *O. rufipogon* reveals the origin and divergence of Asian rice. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 731-743 (2007).
- Saito S, Saito CT, Shingai R. Adaptive evolution of uncoupling protein 1 conferred novel nonshivering thermogenesis on ancestral eutherian mammals. *Gene* 408: 37-44 (2008).
- Saito S, Shingai R. Evolution of thermoTRP ion channel homologs in vertebrates. *Physiological Genomics* 27: 219-230.
- Sakurai J, Ahamed A, Murai M, Maeshima M, Uemura M (2008) Tissue- and cell-specific localization of rice aquaporins and their water transport activities. *Plant and Cell Physiology* 49: 30-39 (2006).
- Sasaki Y, Takahashi K, Oono Y, Seki M, Yoshida R, Shinozaki K, Uemura M. Characterization of growth phase-specific responses of *Arabidopsis thaliana* suspension cultured cells to cold. *Plant, Cell and Environment* 31: 354-365 (2008).
- Shiba H, Kakizaki T, Iwano M, Tarutani Y, Watanabe M, Isogai A, Takayama S. Dominance relationships between self-incompatibility alleles controlled by DNA methylation. *Nature Genetics* 38: 297-299 (2006). (大学院生が関与した論文)
- Shimotai Y, Minami H, Saitoh Y, Onodera Y, Mishima Y, Kelm RJ Jr, Tsutsumi K. A binding site for Pur alpha and Pur beta is structurally unstable and is required for replication in vivo from the rat aldolase B origin. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 340: 517-525 (2006).
- Suwabe K, Suzuki G, Takahashi H, Shiono K, Endo M, Yano Y, Fujita M, Masuko M, Saito H, Fujioka T, Kaneko F, Kazama T, Mizuta Y, Kawagishi-Kobayashi M, Tsutsumi N, Kurata N, Nakazono M, Watanabe M. Separated transcriptomes of male gametophyte and tapetum in rice: validity of a laser microdissection (LM) microarray. *Plant & Cell Physiology* 49: 1407-1416 (2008).
- Suzuki K, Yang P. Identification of peptides controlling insect diapause: prospects of developing novel biopharmaceuticals, *In: Insect Physiology: New Research* (Ed, Maes RP), Nova Publishers (in press) (2009).
- Takahashi, K, Ito T, Chiba S, Ito K, Osada H. Modeling of thermoregulation in the skunk cabbage in relation to meteorological factors. *Agricultural and Forest Meteorology* (published on line, doi:10.1016/j.agrformet.2008.12.008) (2009).
- Takahashi K, Ito T, Endo T, Chiba S, Ito K, Osada H. Algorithm for temperature control in the skunk cabbage: *Symplocarpus foetidus*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 22: 959-963 (2008).
- Takahashi K, Ito T, Onda Y, Endo T, Chiba S, Ito K, Osada H. Modeling of the thermoregulation system in the skunk cabbage: *Symplocarpus foetidus*. *Physical Review E* 76: 031918 (2007).
- Takahashi M, Hikage T, Yamashita T, Saitoh Y, Endou M, Tsutsumi K. Stress-related proteins are specifically expressed under non-stress conditions in the overwinter buds of the Gentian plant *Gentiana triflora*. *Breeding Science* 56: 39-46 (2006).
- Takahashi T, Yoshikawa N. Analysis of cell-to-cell and long-distance movement of Apple latent spherical virus in infected plants using green, cyan, and yellow fluorescent proteins. *In: Plant Virology Protocols* (series Methods in Molecular Biology, vol.451) (Forester G, Johansen E, Hong Y, Nagy P, Eds), Springer, pp. 545-554 (2008).
- Takahashi Y, Berberich T, Kanzaki H, Matsumura H, Saitoh H, Kusano T, Terauchi R. Serine palmitoyl transferase, the first step enzyme in sphingolipid biosynthesis, is involved in nonhost resistance. *Molecular Plant Microbe Interactions* 22: 31-38 (2009).
- Takahashi Y, Bin Nasir KH, Ito A, Kanzaki H, Matsumura H, Saitoh H, Fujisawa S, Kamoun S, Terauchi R. A high-throughput screen of cell-death-inducing factors in *Nicotiana benthamiana* identifies a novel MAPKK that mediates INF1-induced cell death signaling and non-host resistance to *Pseudomonas cichorii*. *Plant Journal* 49: 1030-1040 (2006).
- Takata N, Saito S, Tanaka-Saito C, Nanjo T, Shinohara K, Uemura M. Molecular phylogeny and expression of poplar circadian clock genes, *LHY1* and *LHY2*. *New Phytologist* 181: 208-819 (2009).
- Yaegashi H, Isogai M, Tajima H, Sano T, Yoshikawa N. The combinations of the two amino acids (Ala40 and Phe75 or Ser40 and Tyr75) in the coat protein of Apple chlorotic leaf spot virus are crucial for infectivity. *Journal of General Virology* 89: 2611-2618 (2007).
- Yaegashi H, Takahashi T, Isogai M, Kobori T, Ohki S, Yoshikawa N. Apple chlorotic leaf spot virus50 kDa movement protein acts as a suppressor of systemic silencing without interfering with local silencing in *Nicotiana benthamiana*. *Journal of General Virology* 88: 316-324 (2007).
- Yaegashi H, Tamura A, Isogai M, Yoshikawa N. Inhibition of long-distance movement of RNA silencing signals in *Nicotiana benthamiana* by Apple chlorotic leaf spot virus50 kDa movement protein. *Virology* 382: 199-206 (2008).
- Yamazaki T, Kawamura Y, Minami A, Uemura M. Plant freezing tolerance dependent on extracellular calcium involves membrane resealing via synaptotagmin SYT1. *Plant Cell* 20: 3389-3404 (2008). (注目される研究を取り上げる "In Brief" コーナーで紹介される)
- Yang P, Abe S, Sato Y, Yamashita T, Matsuda F, Hamayasu T, Imai K, Suzuki K. A palmitoyl conjugate of an insect pentapeptide causes growth arrest in mammalian cells and mimics the action of diapause hormone. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology* 76: 63-69 (2007).
- Yang P, Tanaka H, Kuwano E, Suzuki K. A novel cytochrome P450 (CYP4G25) of the silkworm *Antheraea yamamai*: cloning and expression pattern in pharate first instar larvae in relation to diapause. *Journal of Insect Physiology* 54: 636-643 (2008).
- Yoshida K, Saitoh H, Fujisawa S, Kanzaki H, Matsumura H, Yoshida K, Tosa Y, Chuma I, Takano Y, Win J, Kamoun S, Terauchi R. Rice blast association genetics reveals three novel avirulence genes, AVR-Pia, AVR-Pii and AVR-Pik/km/kp, whose products are recognized inside rice cells. *Plant Cell* (in press) (2009).

②国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

✓ 岩手大学—東北大学ジョイント国際シンポジウム

開催日時：2005年8月9～10日

場所：東北大学長陵会館(仙台市)

参加人数：150名(外国人10名)

主な招待講演者：Michael Schlappi (Marquette University, USA)

共催：東北大学

✓ 岩手植物科学シンポジウム 2006 : Iwate Plant Science Symposium 2006: The Frontier of Molecular Plant Biology -Abiotic Stress Responses and Host-pathogen Interactions

開催日時：2006年10月18～19日

場所：盛岡市アイーナホール

参加人数：150名(外国人10名)

主な招待講演者：Paul M. Hasegawa (Purdue University, USA)、Sophien Kamoun (Ohio State University, USA)、Nijat Imin (Australian National University, Australia)

共催：岩手生物工学研究センター

✓ 2007 岩手生物科学国際シンポジウム : 2007 Iwate International Symposium on Biological Sciences: The Impacts of OMICS

開催日時：2007年10月29日

場所：盛岡市アイーナホール

参加人数：150名(外国人10名)

主な招待講演者：Charles Guy (University of Florida, USA)、Gunter Kahl (University of Frankfurt am Main, Germany)、Detlev Kruger (Humboldt University, Germany)

共催：岩手生物工学研究センター、岩手医科大学

✓ 寒冷圏農学国際シンポジウム 2008 : 2008 IU-UGAS/IU-GSA/IU-COE Joint Symposium: The Effect of Climate Change on Biological Systems in Cold Regions

開催日時：2008年10月27日～29日

場所：盛岡市アイーナホール

参加人数：120名(外国人20名)

主な招待講演者：Dirk Hinch (Max-Planck-Institute, Germany)、Bruce Coulman (University of Saskatchewan, Canada)、Teh-hui Kao (The Pennsylvania State University, USA)

共催：岩手大学大学院連合農学研究科・農学研究科

✓ COE フォーラム講演に海外から以下の研究者を招待した(80回中18回)。毎回、40～60名の参加者(学部・大学院生、博士研究員、教職員など)の参加があった。

Claus Schnarrenberger (Free University, Germany; 2004年11月19日)

Jian-Kang Zhu (University of California, Riverside, USA; 2005年3月22日)

Makoto Endo (The University of Melbourne, Australia; 2005年8月25日)

Nicole Grant (University of Wollongong, Australia; 2005年9月6日)

Haruhiko Washida (Washington State University, USA; 2005年10月21日)

Rony Swennen (Katholieke Universiteit Leuven, Belgium; 2005年11月9日)

Tina Romeis (Free University Berlin, Germany; 2006年2月8日)

Kentaro Inoue (University of California at Davis, USA; 2006年6月9日)

F. Sehnal (Biology Centre of the Academy of Sciences, Czech; 2006年7月26日)

Karen Tanino (University of Saskatchewan, Canada; 2006年11月20日)

Sharon Robinson (University of Wollongong, Australia; 2007年7月5日)

Jennifer R Watling (University of Adelaide, Australia; 2007年7月5日)

C. Maurel (CNRS/INRA/Agro-M, France; 2007年7月17日)

Danny J. Schnell (University of Massachusetts, USA; 2008年1月6日)

Roger S. Seymour (University of Adelaide, Australia; 2008年3月7日)

Rolf D. Schmid (University of Stuttgart, Germany; 2008年3月17日)

Yoichi Nakatani (Universite Louis Pasteur/CNRS, France; 2008年4月28日)

Anthony Moore (University of Sussex, UK; 2008年8月11日)

Nikolay Kardjilov (Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy, Germany; 2008年9月22日)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

1. 連合農学研究科「寒冷圏生命システム学専攻」の設置

平成 16 年度から、本拠点形成が目指す農工領域が連携融合した新学術領域「熱-生命システム学」研究を推進する教育研究組織の創設を目指し、寒冷圏に生息する生命活動の理解とその成果の応用を目的とした博士課程新専攻の設置準備を開始した。平成 18 年 4 月に連合農学研究科及び工学研究科に所属する教員から構成される「寒冷圏生命システム学専攻」を新設し、国際的感覚を有し、熱（温度）と生命を包括した融合的で高度な研究を展開する人材育成がスタートした。さらに、平成 19 年度にゼミナール制から単位制に移行し、大学院教育の実質化を徹底させ、副指導教員を交えた単位取得や研究の方針を決定するシステムを構築し、複数教員による教育を推進している。同年には、文部科学省「大学院教育改革支援プログラム」に採択された連合農学研究科の「寒冷圏農学を拓く研究適応力育成プログラム」と協力し、国際的な視野を有し、早い時期から文化の違いを理解した上で海外の研究者や学生と議論する場を与えることを目的に海外インターシップ（カナダ・サスカチュワン大学）を継続的に実施している（平成 20 年度から）。以上の教育システムの充実や下記に述べる国際的視野を持った研究を促進する活動により、生命科学・情報学・工学を含む学際的視野で熱（温度）環境を利用している生命システムの巧妙な機構を理解し、その知見をさらに広げながらグローバルキャリアを築くという目的が順調に達成されている。

2. 若手研究者の研究環境を整備する COE-RA および COE-研究員の採用と若手研究者支援費制度

本拠点形成では、既存の学術領域にとどまらず多領域を横断したユニークな研究の推進を目指し、本 COE プログラムの研究方針や目的などを理解しそれに合致する研究を対象に連合農学研究科を構成する 4 大学（岩手、帯広畜産、弘前、山形）に所属する博士課程所属学生から COE-RA を公募した（年 2 回、4 月と 10 月）。さらに、同様の方法で、COE 研究推進に担う人材を求めて COE-研究員を国内外に公募した（随時）。申請書と面接・口頭試問（約 30 分）の結果に基づき、事業担当者が合議して採用を決定した。その結果、COE-RA を 92 名（H16、15 名；H17、22 名；H18、25 名；H19、19 名；H20、12 名）及び COE-研究員を 56 名（H16、6 名；H17、13 名；H18、12 名；H19、13 名；H20、12 名）採用した。研究内容や研究に対する意欲、研究成果を厳密に査定（採用継続の場合）し、研究を支援した。さらに、研究成果（年度末成果発表会や公表論文内容などを考慮）を審査し、若手研究者支援費（年間 150 万円以下）を支給して若手研究者の自発的な優れた研究を支援した。

3. 国際的視野を持った優れた研究者を育成するための大学院生・若手研究員を対象とした教育システムの構築

3-1. COE-RA および COE-研究員研究成果報告会

全ての事業担当者、COE-准教授、COE-研究員及び COE-RA が参加し、毎年度末に研究員と RA による研究成果報告会を 2 日間にわたって実施した。報告は口頭とし、継続雇用を希望する場合は次年度計画を合わせて発表した。成果報告会はホームページやポスターによって学内外に広く告知し、本拠点の研究内容を学内外に理解してもらおうと同時に、参加者による十分な質疑応答を行い COE プログラム関係者間での情報の共有を図った。研究成果は年度毎にまとめ、冊子（H16～H17）あるいは CD 版（H18～）で発行、さらにはホームページ上でも掲載し、常時閲覧可能な状況になっている（H20 準備中）。

3-2. COE 国際シンポジウムや COE-フォーラムによる国内外で活躍する研究者との意見交換

COE 国際シンポジウムや COE-フォーラムで来学した研究者と COE-RA や COE-研究員の企画運営によるランチョンミーティング、あるいは夕食会を実施し、研究内容に限らずキャリア形成に関わる内容に関するお話を伺う機会を積極的に設けた。さらに、国内の大学研究機関からの招聘講演者とも積極的にランチョンミーティングを実施し、協力を得た研究者からは岩手大学博士課程学生の積極性と強い好奇心などについて非常に高い評価を得たことから、本プログラムが目指した若手研究者の視野を広げて国際性を目指す企画は着実に成果を挙げたと考えられる。

3-3. COE 国際シンポジウムや COE フォーラムのインターネットを用いたリアルタイム配信と質疑応答の実施

本拠点形成は連合農学研究科を構成する岩手大学以外に所属する博士課程学生が参画していたため、COE 国際シンポジウムや COE-フォーラムを可能な限りインターネットで同時配信した。同時に、電子メールによる質問も受け付け、遠隔地で視聴している学生にも積極的に参加する機会を与えた。さらに、ホームページ上に講演動画をアーカイブし継続的に視聴可能な状況にしている。アーカイブ上には英語講演も多くあり、海外学会参加に向けた語学学習や発表技術の習得に効果を上げている。

3-4. 論理的思考と英語表現技術取得のための特別講義実施

拠点形成開始当初から、博士課程学生を対象に科学的知見を効果的に発表するための論理的思考訓練と科学英語論文執筆や英語口頭発表技術の習得を目指した特別講義を 5 回実施した（数名～50 名参加）。講師には、海外大学教員、海外研究経験のある他大学教員、英語論文校閲・編集経験者などを依頼し、科学的文章（日本語・英語）の特徴と書き方、英語論文の構成と執筆のポイント、単語使用の特徴や正確な使用技術の習得、口頭発表の構成とそのデリバリーについてワークショップを含む多様な形式で繰り返して習得を図った。

3-5. 積極的な国際会議派遣支援

研究成果の発表と実際に海外学会で多くの研究者と意見交換を行う場を提供することを目的に COE-RA、COE-研究員及び COE 特任教員の国際会議への参加を推奨した。その結果、年間 10～15 件の海外派遣が実施された（主な派遣学会：Plant Biology, Gordon Conferences, Keystone Symposium, International Meeting of Arabidopsis Research, International Congress on Plant Mitochondrial Biology, International Rice Genetics Symposium, Asian-Pacific Congress of Entomology）。参加学会で表彰（1st Postdoctoral Poster Prize, 15th Annual Meeting of the Society for Molecular Biology & Evolution, 2007）も受けている。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は概ね達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、新たな専攻を設置し、様々な人材育成プログラムを推進するなど、意欲的に当初計画に沿った努力が行われた。大学からも相当な額の経費支援があったことなども、評価できる。

人材育成面については、新専攻を設置し、多くの大学院学生を確保するなど、当初計画に沿った努力が重ねられているが、若手研究者のより一層の活躍を期待するためには、研究職を中心とした就職先の開拓が必要である。

研究活動面については、生命の温度変化に対する適応機構に関して、ザゼンソウの発熱機構を中心にいくつかの注目すべき論文が出されるなど一定の成果をあげているが、研究対象がかなり限定され、生命全般に関する包括的な研究が展開された訳ではないので、革新的な新領域が開拓されるに至らなかったことは残念である。農工連携もまじめに取り組んだことは評価できるが、実学的な成果には至っていない。今後、限られた領域ではあるが、拠点として国際的なレベルで研究教育を推進するには、更に教育体制の整備や応用分野への展開などに努力し、特に、本分野の今後の発展を担う若手研究者を適切な研究・教育機関に送り出すなどの努力が期待される。