

課題番号	GS014
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	「共生ネットワークのメタゲノム解析」を基礎とする安定な森林生態系の再生
研究機関・ 部局・職名	京都大学・地球環境学堂・助教
氏名	東樹宏和

1. 当該年度の研究目的

<p>国内外での野外調査をもとに、「共生ネットワークのメタゲノム解析」を本格的に開始する。調査計画の立案において、以下の研究テーマに留意する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● マレーシアの低地フタバガキ林における外生菌根菌の多様性を明らかにし、植物との共生ネットワークの構造を解明する。外生菌根菌とアーバスキュラー菌根菌との間で、その出現頻度や共生ネットワークの構造を比較する。 ● 相利共生だけでなく、寄生者の影響を考慮した生物間相互作用の解析を検討する。ネットワークの構成要素の機能（性質）を考慮した解析の方法論について、理論的検討を行う。 ● メタゲノム解析のインフラとなるDNAバーコーディングのデータベースの増強を行う。各調査地で得られる植物種について、DNA配列と種名を対応させ、データベースに登録する。
--

2. 研究の実施状況

<p>これまでに、京都府吉田山、京都市清水山、北海道大学苫小牧研究林、鹿児島県屋久島、マレーシア・サバ州のヒース林、マレーシア・サラワク州の低地フタバガキ林など、さまざまな地域の様々な気候帯の森林において、野外調査を実施してきた。その過程で得られた菌根や土壌のサンプルをもとに、次世代シーケンスを行い、大量の塩基配列を得、植物と真菌の相互作用や、土壌中の真菌種間の相互作用について、ネットワーク解析を進めて来た。</p> <p>これまでの研究成果から、地下の植物-真菌ネットワークの構造が、今まで知られている地上の生物間相互作用のネットワークと構造面で大きくことなっていることが明らかになった。本研究で得られた地下ネットワークの構造情報をもとに、システムとしての頑健性を評価するシミュレーションを行ったところ、これまでに生態学で想定されてきたしくみとは異なる機構によって、地下の生態系が構築されている可能性が示唆された。</p> <p>森林を対象とした上記の研究成果は、森林再生および農業生態系の設計において、鍵となる情報を提供し得る。どの樹種(作物種)どうしを混植すれば、どういった菌根ネットワークが構築されるのかが明らかになってくれば、植物種間の生長促進効果を活かした植林やアグロフォレストリーのシステムを提案することが可能となるであろう。</p>
--

様式19 別紙1

こうした点に着目し、混植する植物種の組み合わせによって、植物間の成長促進効果がどのように変化するのか、圃場実験をもとに解明を進めている。この実験は最終年度に着手を始める予定であったが、上記の共生ネットワーク分析に関する手法開発が予定よりも早く達成されたため、23年度に前倒して実験圃場の整備を始めた。現在までに、外生菌根性樹種を集めた植物群集と、アーバスキュラー菌根性樹種を集めた植物群集を京都大学理学部植物園内に構築することに成功した。24年度、この実験圃場において、菌根共生ネットワークの共有による植物の成長促進効果を検証する実験を行う予定である。

菌根菌が植物体内の栄養条件に与える影響についても、植物生理学的な観点から研究を進めた。京都市の森林において、コナラの実生を約200個体採集し、根に共生する菌根菌の叢を次世代シーケンシングで明らかにした。これと並行して、各実生個体の葉に含まれるリン量やバイオマスを測定した。次世代シーケンスと生理学的なデータを統合することで、どの真菌種が植物の栄養状態を促進するのか、膨大なデータとともに明らかにすることができた。

近縁な植物種間で、共生する真菌叢がどのように異なるのかについても、次世代シーケンスをもとにした詳細な研究を展開した。ブナ科コナラ属のコナラとアラカシは、里山で混在している。この2種をそれぞれ約200個体採集し、根に共生する真菌の叢を解明した。両者の間で、共生する真菌は似通っていたが、少数のスペシャリスト真菌が、コナラだけに共生していることがわかった。

上記の作業と並行して、真菌の全系統の DNA バーコーディングを行うための ITS ユニバーサル PCR プライマーや、細菌やシアノバクテリアの DNA バーコーディングを行うための 16S ユニバーサル PCR プライマーの開発を、膨大なデータベースシーケンスをもとにして行った。植物の DNA バーコーディングも進めており、各調査地の植物サンプルから、その葉緑体 DNA 配列を決定した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 1 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 0 件</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 東樹宏和 (2011) 「共進化する世界」でつながる生命. 生物科学. 63:2-7. <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 8 件</p>	<p>専門家向け 計 7 件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 東樹宏和. 「共進化の視点で生態系を読み解く」. 農薬系研究施設セミナー (世話人: 吉永直子). 2011 年 7 月 12 日. 京都大学農学研究科. [招待講演] ● 東樹宏和 (企画責任)・瀬川高弘 (企画責任). 未知の多様性探索とゲノム情報. 日本進化学会 2011. 2011 年 7 月 30 日. 京都大学 百周年記念ホール. ● Toju H. "Coevolution, diversification and network structuring in terrestrial ecosystems: Developing an integrative approach for understanding ecological and evolutionary dynamics". Organized by John N. Thompson. Department Seminar of EEB Biology, University of California Santa Cruz. November 16, 2011. University of California Santa Cruz, USA. [招待講演]

様式19 別紙1

	<ul style="list-style-type: none"> ● Toju H. "Coevolutionary dynamics in ecological communities: How bioinformatics fill the gap between ecology and evolutionary biology?" Organized by Tadashi Fukami & Mifuyu Nakajima. Fukami Lab Seminar. November 28, 2011. Stanford University, USA. [招待講演] ● 東樹宏和. 「「土壌」から新しい環境科学を育てる：菌根菌を利用した森林再生と農業生態系の設計をめざして」. 京都大学森林生物学研究室 第30回森林生物学特別セミナー（世話人：坂田ゆず・横川昌史）. 2012年1月25日 [開催予定]. 京都大学農学研究科. [招待講演] ● 東樹宏和（企画責任）. 「地下生態系をまるごと解き明かす：ネットワーク理論・物質循環・ゲノム情報を統合した新戦略を立ち上げる」. 第59回日本生態学会大会企画集会. 2012年3月18日. 龍谷大学. ● 東樹宏和・佐藤博俊・山本哲史・田辺晶史・日高周・門脇浩明. 「菌根共生の動態を次世代シーケンシングで解き明かす」. 第123回日本森林学会大会シンポジウム「隠れた森の主演・菌根」（企画：石田孝英）. 2012年3月28日. 宇都宮大学. [招待講演] <p>一般向け 計1件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 東樹宏和. 「生態系の動態を探る：生物は自然界でどうつながっているのか?」. 京都大学微生物科学寄附研究部門主催シンポジウム「微生物科学研究の現状と展望」（企画：島純）. 2011年6月23日. 京都大学 芝蘭会館 稲盛ホール. [招待講演]
<p>図書 計2件(1冊)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 東樹宏和（分担執筆）（2012）『共進化』 In 巖佐庸・遠藤一佳・大島泰郎・河田雅圭・倉谷滋・斎藤成也・塚谷裕一・長谷川真理子・疋田努・深津武馬・三中信宏・矢原徹一 編. 『進化学事典（日本進化学会創立10周年記念出版物）』、ISBN 978-4-320-05777-7 . B5判 996頁. 共立出版. ● 東樹宏和（分担執筆）（2012）『植物と昆虫の共進化』 In 巖佐庸・遠藤一佳・大島泰郎・河田雅圭・倉谷滋・斎藤成也・塚谷裕一・長谷川真理子・疋田努・深津武馬・三中信宏・矢原徹一 編. 『進化学事典（日本進化学会創立10周年記念出版物）』、ISBN 978-4-320-05777-7 . B5判 996頁. 共立出版.
<p>産業財産権 出願・取得状況 計0件</p>	<p>（取得済み）計0件 （出願中）計0件</p>
<p>Webページ （URL）</p>	<p>https://sites.google.com/site/ecoltj/home/jpnpage</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 京都大学11月祭での、一般向けアウトリーチ（「研究室企画：生き物たちのつながりを探る：生物多様性と共生のネットワーク」. 11月23日/26日. 京都大学総合博物館） ● 京都大学微生物科学寄附研究部門主催シンポジウム「微生物科学研究の現状と展望」での一般向け講演（「会議発表」参照）

様式19 別紙1

新聞・一般雑誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	130,000,000	55,240,000	0	74,760,000	0
間接経費	39,000,000	16,572,000	0	22,428,000	0
合計	169,000,000	71,812,000	0	97,188,000	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	55,124,897	0	0	55,124,897	50,506,327	4,618,570	0
間接経費	16,566,000	0	0	16,566,000	0	16,566,000	0
合計	71,690,897	0	0	71,690,897	50,506,327	21,184,570	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	28,448,172	ロシュ・ダイアグノスティクス社製GS Juniorペンチトップシステム、他実験試薬等
旅費	1,811,937	研究成果発表旅費(日本生態学等)
謝金・人件費等	18,228,994	博士研究員4名・事務補佐員1名、DNA実験補助・野外実験補助
その他	2,017,224	植物移入実験に関する整地作業請負、次世代シーケンスサービス RADサンプル調整等
直接経費計	50,506,327	
間接経費計	0	
合計	50,506,327	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ロシュ・ダイアグノスティクス社製GS Juniorペンチトップシステム	—	1	14,973,000	14,973,000	2011/4/25	京都大学
キアゲン ティシュライザー	SD-85300	1	1,049,895	1,049,895	2011/5/30	京都大学
トミー精工 微量高速冷却遠心機	MX-305	1	1,188,810	1,188,810	2011/6/14	京都大学
トミー精工 多本架冷却遠心機	AX-301	1	1,044,225	1,044,225	2011/6/14	京都大学
バイオラッドドラボラトリーズ製 サーマルサイクラー+384wellリアクションモジュール	C1000	1	1,224,300	1,224,300	2011/6/29	京都大学