

# 生存圏学際萌芽研究センター

## 1. 概要

生存圏学際萌芽研究センターは、生存圏のミッションに関わる萌芽的、学際的、融合的な研究を発掘・推進し、中核研究部および開放型研究推進部と密接に連携して、新たな研究領域の開拓を目指している。そのために、所内教員のほか、ミッション専攻研究員、学内研究担当教員、および学外研究協力者と共同で圏間科学を推進し、4圏の融合による生存圏学際新領域の展開に努めている。

平成20年度は9名のミッション専攻研究員を公募によって採用し、萌芽ミッションの研究推進を図るべく、生存圏科学の新しい領域を切り開く研究に取り組んだ。

また、所内のスタッフだけではカバーできない領域を補うために、20年度は理学研究科、工学研究科、農学研究科を含む17部局、計53名に学内研究担当教員を委嘱した。また、所内教員を含む学内教員からミッションプロジェクトを募集し、20年度は合計12課題について萌芽、融合的なプロジェクト研究に取り組んだ。

また、ミッション専攻研究員を中心にした定例オープンセミナーや研究成果発表のためのシンポジウムを開催し、生存圏が包摂する4圏の相互理解と協力を促し、これに基づく生存圏にかかわる学際的な萌芽・融合研究について、新たなミッション研究を創生・推進することに努めている。このオープンセミナーについては、所員やミッション専攻研究員だけでなく、所外の様々な領域の研究者を囲み、学生達とも一緒になって自由に意見交換を行い、より広い生存圏科学の展開に向けて相互の理解と研鑽を深めるとともに、新しい研究ミッションの開拓に取り組んだ。

センター会議およびセンター運営会議を開催し、センターやミッション活動の円滑な運営と推進を図るための協議を定例的に行った。

### 1.1 当センターの構成員

- ・ センター長（渡辺隆司（兼任））
- ・ 所内教員（萌芽研究分野：篠原真毅・今井友也、融合研究分野：橋口浩之・畑 俊充、学際研究分野：矢崎一史、中村卓司（いずれも兼任））
- ・ ミッション専攻研究員（園部太郎、大橋康典、坂東麻衣、原田英美子、Mustafa Abul Kalam Azad, I. Venkata Subba Reddy, Sasa Sofyan Munawar, Mahabubur Rahman、井口一成）
- ・ 学内研究担当教員（兼任）
- ・ 学外研究協力者

### 1.2 ミッション専攻研究員の公募

生存圏研究所では、ミッション専攻研究員を配置している。ミッション専攻研究員とは、研究所の学際萌芽研究センターあるいは開放型研究推進部に所属し、生存圏科学の創成を目指した4つのミッション（環境計測・地球再生、太陽エネルギー変換・利用、宇宙環境・利用、循環型資源・材料開発）に係わる萌芽・融合的な研究プロジェクトに専念する若手研究者で、公募によって選任している。

## 2. 本年度の実績

### 2.1 ミッション専攻研究員の研究概要

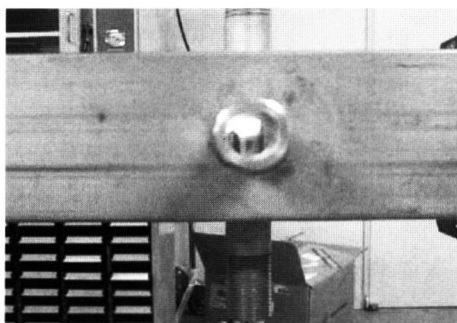
( )は所内共同研究者

**園部太郎（篠原真毅）**：脱化石資源を目指したマイクロ波利用による材料（木質バイオマス料・セラミックス・金属材料）のエネルギー・化学物質変換サーマルプロセスの開発

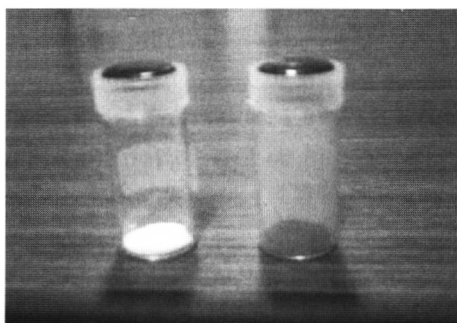
現在の外部加熱方式による材料プロセッシングにおいて、更なる省エネルギー・高効率プロセスの実現

には抜本的なプロセスの転換が必要である。マイクロ波加熱は、対象物の迅速加熱、迅速応答、選択加熱を実現できることから、近年、製鉄・非鉄、窯業・セラミックス産業、有機材料合成など様々な材料プロセッシング分野で新規の省エネルギー熱源として注目されている。

本研究では、家庭用電子レンジから試作加熱装置を駆使して、非平衡的な金属酸化物還元プロセスなどの高温プロセスから、触媒材料の表面改質、有機薄膜アニールなど中低温プロセスに至るマイクロ波加熱試験を実施し、マイクロ波加熱材料プロセッシングの可能性について追及している。これまでに、国内特許2件（特願 2008-42652, 特願 2008-315077）、国際ジャーナル誌3報（うち1報投稿中）に研究成果を纏めている。



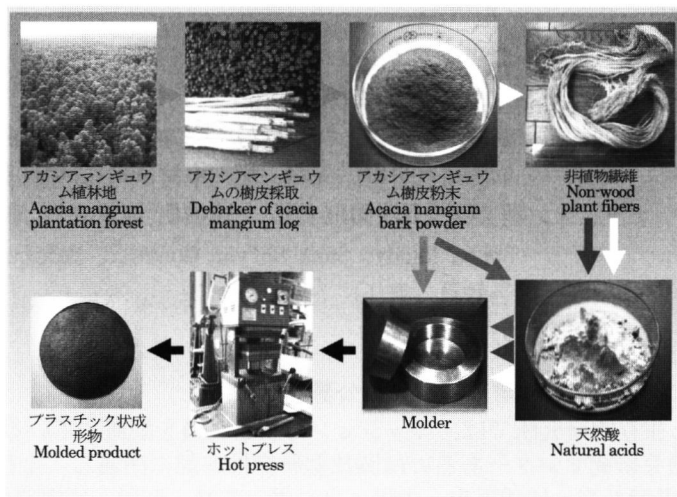
マイクロ波プラズマ発光



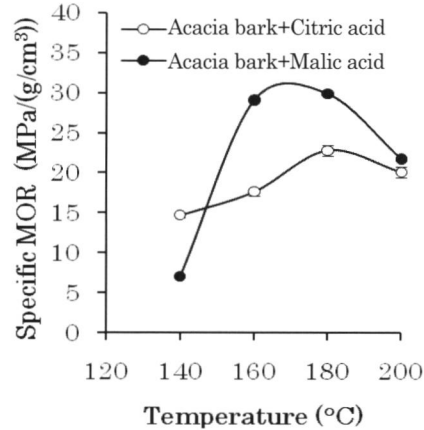
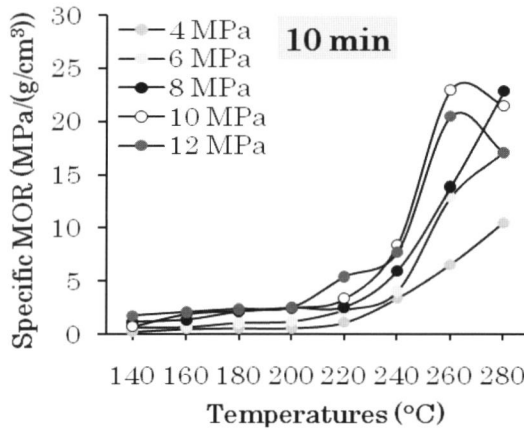
TiO<sub>2</sub>のマイクロ波還元（左：照射前、右：照射後）

### Sasa Sofyan Munawar (Shuichi Kawai) : Development of new plastic-like molded products from acacia mangium bark and natural acid reinforced with non-wood plant fibers

Some renewable resources i.e. acacia mangium bark, natural acids (citric acid, malic acid) and plant fibers (ramie, pineapple, sansevieria) were used as material in the field of molding production. For the first condition, acacia bark powder was molded at 140-280°C and 4-12 MPa for 5-20 minutes. In the second condition, acacia bark powder and short sansevieria fiber (5-10mm of length) were mixed with both of citric acid and malic acid and molded at 140-200°C and 4 MPa for 10 minutes. And the third condition, acacia bark powder and citric acid were mixed with both of ramie, pineapple and sansevieria fibers and molded at 140-200°C and 4 MPa for 10 minutes.



Acacia mangium bark can directly mold and found good mechanical properties (25 MPa) in high pressing temperatures (260-280°C). In addition, the mechanical properties of the molded product made from acacia bark and sansevieria fiber mixed with both of citric acid and malic acid increased by more than 80-90% compared with that of products produced without using acids in low pressing temperatures (140-200°C). Molded products with a modulus of rupture (MOR) of 5 to 30 MPa were obtained. On the other hand, molded products made from mixing of acacia bark, plant fiber and acids showed poor on mechanical and physical properties.



坂東麻衣 (山川 宏) : スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御

宇宙機の軌道近傍の複数のデブリや PHA (地球接近小惑星) を観測するミッションを考えた場合、一台の宇宙機で複数の軌道上をまわるほうが経済的である。近年、Scheeres らにより提案された手法では、ハミルトン系の正準変換の母関数を用いることにより、制御開始時に必要な制御量が、宇宙機の初期位置、対象の位置および時刻をパラメータとする関数として得られるため、複数回最適化問題を解くことなく問題の解を得ることができる。このため、複数対象へのフライバイおよびランデブー制御問題を考えた場合都合が良い。しかし、非線形方程式の最適化問題を直接扱うのではなく、ノミナル軌道から誤差に関するテーラー展開として解を構成するため、ノミナル軌道からの距離が大きくなるほど誤差が増えるという問題点があった。しかし、大きな軌道面の変化を扱うことができないなど適用範囲には限界があるため、もとの非線形方程式を直接扱うことは有用な場面も多いと考えられる。

本研究では、近年提案された Chebyshev 多項式を用いた HJB 方程式の近似計算法を用いることにより、より広い範囲での解が得られることを示し、数値シミュレーションにより提案手法の有効性を確認した (図 2)。

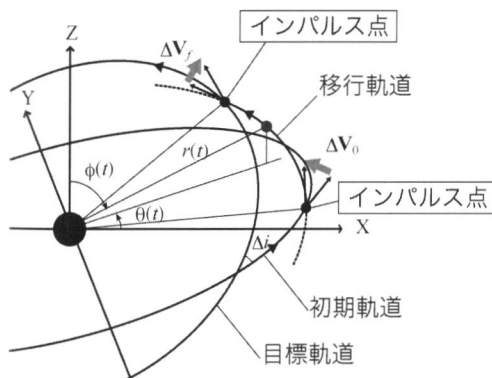


図 1 : インパルスによる軌道変更

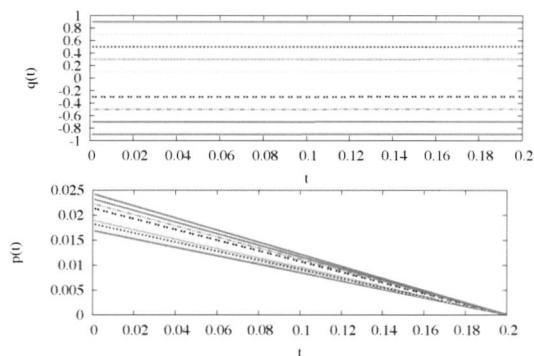


図 2 : 終端で速度が 0 となる軌道  
(上) 位置 (下) 速度

I.Venkata Subba Reddy (Toshitaka Tsuda) : Global variation of water vapor using different observational platforms (Aqua, COSMIC, NCEP and ECMWF)

The spatial and temporal variations of water vapor are very important in understanding abnormal and forecasting

weather and to study climate change as water vapor (WV) is one of the greenhouse gases and it releases latent heat through condensation. Recently different observational techniques were evolved to probe the changes in the atmosphere on a global basis, irrespective of the weather conditions and to monitor continuously, with high temporal and spatial resolutions (both vertical and horizontal) and some of these techniques are self calibrated. The COSMIC, AQUA, NCEP and ECMWF data sets are useful to study the global variation of WV. Each data set has its own special features and these are useful to understand the WV globally more qualitatively and quantitatively. By taking the larger datasets causes for the variability of WV and the influence of WV on global climate change can be studied extensively.

We made a dataset of the WV with COSMIC data by using 1D-var analysis with JMA-GSM data as an Initial value. The retrieved WV profiles from the COSMIC 1D-var data are to be compared with the Aqua satellite as well as routine radiosonde observations at different latitudes. The NCEP reanalysis and ECMWF data was also used for the comparison and the difference between these observations was studied, especially focused on the variation of WV globally as well as over the pacific region especially in the Indonesia over the latitude  $\pm 20^\circ$  and longitude  $90^\circ$ - $180^\circ$  E. The area is chosen because of where most of the times unusual weather systems occur and it causes the damage of social, economic and human activities. The variation of WV associated with the onset of Indian monsoon was investigated with the dataset of WV with COSMIC data (Figure 1).

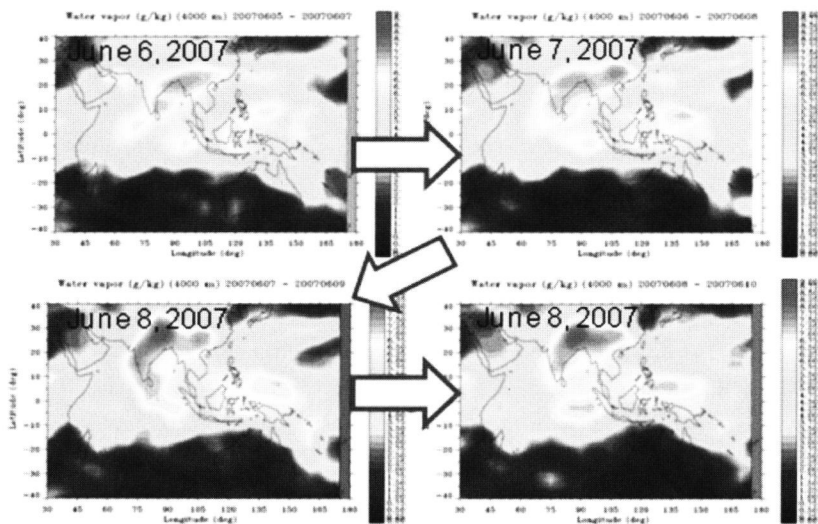


Figure 1: WV variation associated with the Indian monsoon onset.

### **Md. Mahabubur Rahman (Toshiaki Umezawa) : Regeneration and Genetic Transformation of *Acacia mangium***

Regeneration and genetic transformation protocols of *Acacia mangium* and *A. crassicaarpa* were conducted in this project. Different explants such as shoot tip and nodal segments were used for axillary shoot regeneration. The leaf, stem, and phyllode segments were tested for efficient shoot regeneration of both *Acacia* species. The nodular callus was obtained from leaf segments from the both species on MS medium supplemented with  $5.0 \mu\text{M}$  TDZ +  $1.5 \mu\text{M}$  IAA. This callus was subcultured in MS medium containing different concentrations and combinations of PGRs for shoot regeneration, which are on going. The concentration of hygromycin at  $20 \text{ mg/l}$ , G418 at  $30 \text{ mg/l}$ , and basta at  $10 \text{ mg/l}$  in plant growth regulator (PGR) MS medium completely inhibited the growth of *A. mangium* seedlings by necrosis. The pH35CG and pH35GC plasmids harboring eCFP (enhanced cyan fluorescent protein) gene were successfully transformed in *Agrobacterium tumefaciens* GV3101::pMP90 strain, and pIG121-Hm plasmid was transformed to EHA105 strain. As a positive control, genetic transformation of hybrid aspen was performed by *A. tumefaciens* GV3101::pMP90 strain harboring the binary vector pH35CG and pH35GC that carries CFP gene.

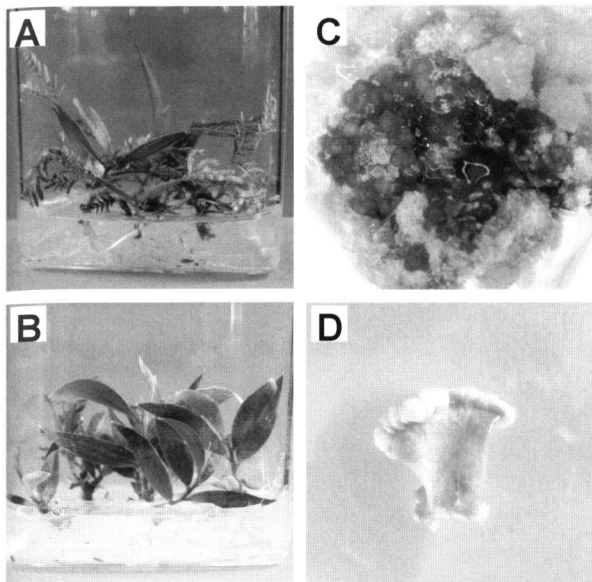


Fig. *In vitro* regeneration of *Acacia mangium* and *A. crassicarpa*. Regenerated axillary shoots of *A. mangium* (A) and *A. crassicarpa* (B). Globular structure callus induced from pinnate segments of *A. mangium* (C) and globular form at cut end of phyllode segment of *A. crassicarpa* (D).

大橋康典（渡辺隆司）：アカシア材の化学資源化を目指したマイクロ波およびその増感剤を利用した反応系の開発

アカシア (*Acacia mangium*) は南洋早生樹であり、厳しい環境においても生育することができるうえ、土壌に与える負荷が小さいことからバイオマス資源として注目されている。一方、木材の化学資源化の際には木材の構成成分である多糖とリグニンを分離することが必要不可欠であるが、一般に用いられている手法は環境に高い付加を与えるものであり、循環型社会を目指したバイオマス利用という観点からは馴染まないものである。そこで本研究では、有機溶媒中に分散させた木材に対してマイクロ波照射と触媒反応とを組み合わせた処理を施し、木材中の多糖成分を残しながらリグニンを効率よく分解することのできる、低環境負荷な反応系の開発をおこなった。本手法を用いてアカシアおよびスギ (*Cryptomeria japonica*) のパウダー (14-30 mesh) を処理した結果、それぞれ木材の 54.4% および 55.7% の糖を回収することができた。この数値は、硫酸もアルカリも用いない処理法としては極めて高い数値である。また、ブナ (*Fagus crenata*) を用いてマイクロ波処理と外部加熱処理とを比較した結果、条件によってはマイクロ波処理の系において外部加熱の倍以上の糖収率を記録した (図1)。さらに、本手法によって分解されたリグニン成分として、無機化されずに芳香環を維持した約 10 種類の化合物が得られた。したがって、これらの化合物を回収・精製することでリグニンからの有用物質の生産につながると期待できる。(特願 2009-013689)

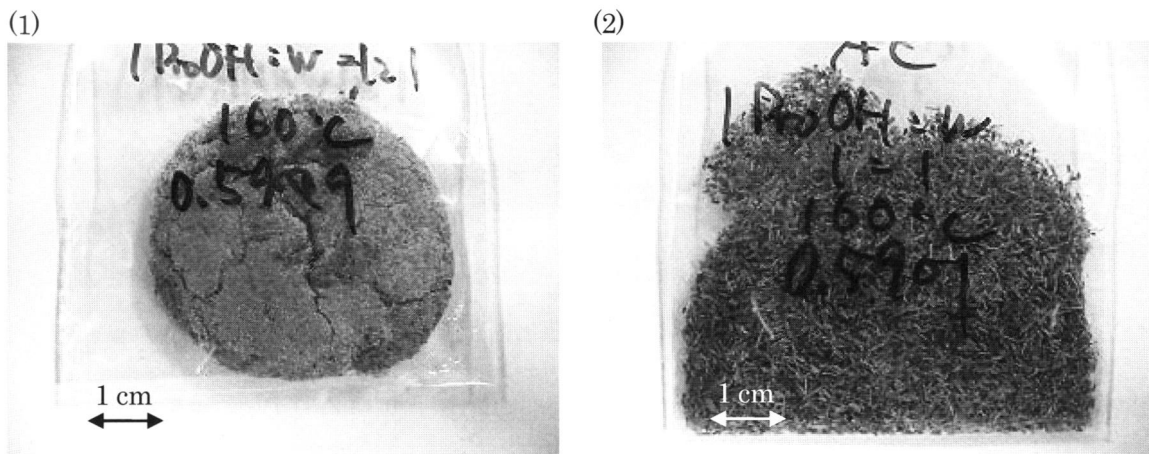


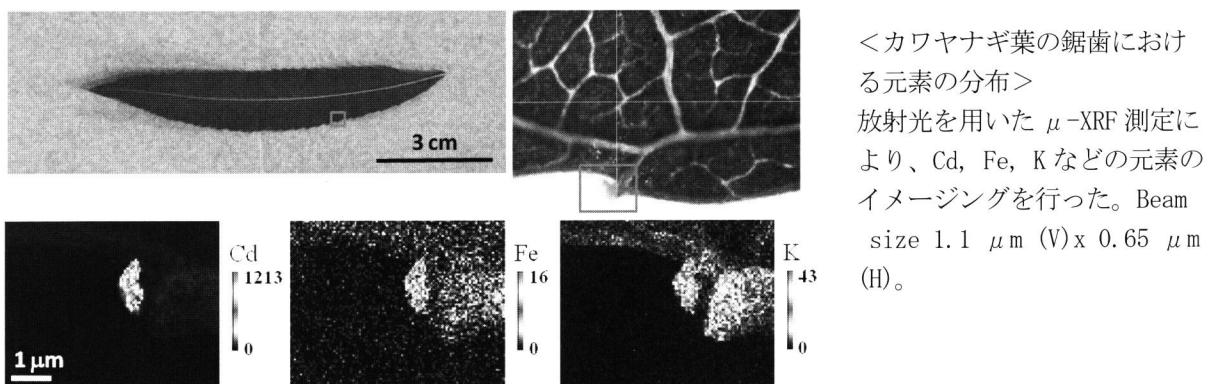
図1 マイクロ波処理(1)と外部加熱処理(2)のサンプル比較

[触媒] = 60  $\mu\text{mol}$  / g wood, 溶媒 : 1-プロパノール/水 (10 g/10 g, w/w) ブナ木粉:溶媒 = 1 g : 20 g, マイクロ波照射条件 : 160°C, 30分  
 糖化率は、(1): 45.1% (40 FPU/g pulp), 17.5% (1 FPU/g pulp), (2): 20.8% (40 FPU/g pulp), 3.9% (1 FPU/g pulp)

**原田英美子 (矢崎一史) : 樹木を用いた重金属汚染土壌のファイトレメディエーション法の開発研究**

植物を用いて環境汚染を浄化する手法を、ファイトレメディエーションと呼んでおり、重金属汚染土壌修復への適用が考えられている。この手法は主に、重金属蓄積性の草本植物を用いて研究が行われており、木本植物の植物体内での金属の動態や化学形態、また、金属耐性や蓄積性、輸送をつかさどっている遺伝子などについては、未解明の部分が多い。本研究では、重金属を蓄積する樹木であるとされながら、これまであまり注目されなかったヤナギを研究材料に用い、その金属蓄積能力を解明し、土壌の浄化技術を開発することを目指している。

本年度はまず、京都大学生態学センターで維持栽培されており、種鑑定が確実な6種のヤナギを用いて重金属耐性を調べた。その結果、カワヤナギが、すでに重金属蓄積性が報告されているイヌコリヤナギよりも初期成長が速く、カドミウム耐性も強いことから、ファイトレメディエーションに利用可能であると考えられた。ヤナギにおける金属の蓄積部位を調べるため、水耕栽培の系を用いて植物体をカドミウムで処理、各組織ごとにサンプリング後、ICP-AES分析法を用いて金属含有量の測定を行ったところ、木化した枝の樹皮においてカドミウム濃度が高いことが判明した。さらに詳しい金属分布と化学形態を調べるため、シンクロトロンを用いた分光分析を行った。マイクロ蛍光X線分析法 ( $\mu\text{-XRF}$ ) により、カドミウムの重要なシンクと考えられる葉の元素の分布を調べたところ、葉縁の鋸葉先端の細胞が金属を高濃度で蓄積していた。さらにマイクロX線吸収スペクトル近傍構造 ( $\mu\text{-XANES}$ ) を測定し、樹皮および木部、鋸歯先端の細胞におけるカドミウムの化学形態について検討したところ、植物での一般的な化学形態と考えられているCd-Sのスペクトルとはいずれも一致せず、Cd-O、もしくは、Cd<sup>2+</sup>と近いことがわかった。以上の知見から、木本植物における金属の蓄積部位および化学形態は草本植物とは大きく異なっていることが考えられた。樹木を利用することにより、新しいファイトレメディエーション法の開発が可能であると考え、研究を継続中である。

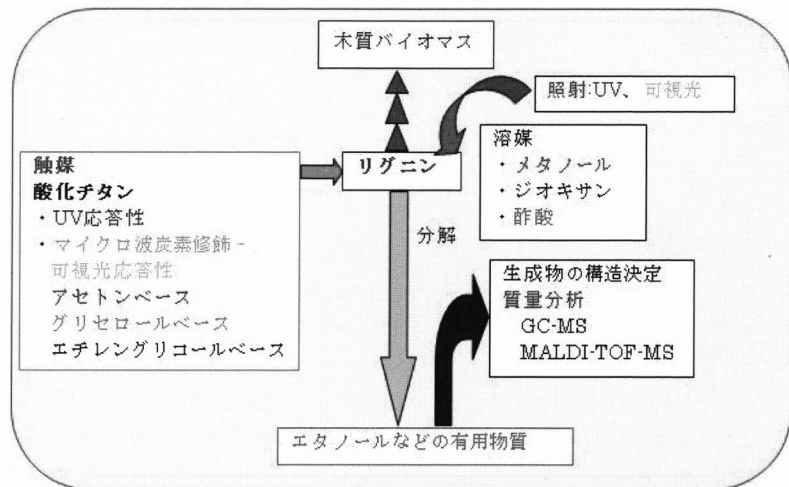


<カワヤナギ葉の鋸歯における元素の分布>  
 放射光を用いた  $\mu\text{-XRF}$  測定により、Cd, Fe, Kなどの元素のイメージングを行った。Beam size 1.1  $\mu\text{m}$  (V)x 0.65  $\mu\text{m}$  (H)。

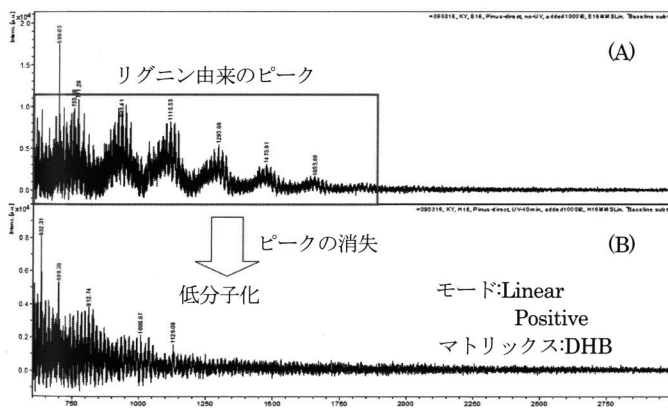
**井口一成 (渡辺隆司、園部太郎) : アカシア材の化学資源化を目指したマイクロ波およびその増感剤を利用した反応系の開発**

化石燃料の大量消費による地球温暖化や枯渇化が深刻な問題となっている今日では、再生可能資源から

エネルギー、燃料および化学品を高効率で生産する手法の開発が求められている。木質バイオマスは地球上に最も多く存在する有機資源であり、食料供給と直接競合しないため注目される。木質バイオマスは主に多糖とリグニンから構成されており、多糖は紙・パルプや化学品への変換など様々な用途開発が進んでいるが、リグニンは熱源として焼却処理されている他は、分散剤など一部の用途を除いて、ほとんど有効利用されていない。このためリグニンから有用物質を生産する変換手法の開発が求められている。リグニンの分解は、リグノセルロース系バイオマスに含まれる多糖の酵素加水分解前処理法としても重要である。本研究では太陽光などの光エネルギーを利用して木質バイオマスから有用物質を生産することを目的とし、マイクロ波炭素修飾 - 可視光応答性酸化チタンあるいは UV 応答性酸化チタンを用いて、溶媒存在下において木質バイオマスやリグニンの分解実験を行い、ガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)およびマトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析(MALDI-TOF-MS)を用いてその分解挙動を調べた。その結果、光感応触媒下でUVや可視光を照射することでGC-MSのチャートやMALDI-TOF-MSスペクトルに変化が表れ、リグニンが分解して低分子化が起こることが明らかとなった。



その結果、光感応触媒下でUVや可視光を照射することでGC-MSのチャートやMALDI-TOF-MSスペクトルに変化が表れ、リグニンが分解して低分子化が起こることが明らかとなった。



図：アカマツのアテ材 MWL のリグニンの UV 応答性酸化チタン触媒による分解物—MALDI-TOF-MS スペクトル  
(A) 照射無し  
(B) 照射時間 10 分

## 2.2 平成 20 年度 生存圏研究所内研究担当教員

部局名	職名	氏名	研究課題
大学院理学研究科・理学部	教授	余田 成男	赤道域大気変動と物質輸送に関する数値実験的研究
	教授	柴田 一成	太陽活動現象
	教授	里村 雄彦	赤道域降水変動に関する観測的及び数値実験的研究

大学院理学研究科・理学部	教授	鍵山 恒臣	火山からの火山ガス放出の遠隔測定の研究
大学院工学研究科・工学部	教授	永田 雅人	回転系対流パターンの非線形安定性解析による大気圏流れの解明
	教授	引原 隆士	マイクロ波エネルギー供給に関連した SiC パワーデバイスの応用に関する研究
大学院農学研究科・農学部	教授	太田 誠一	熱帯林の土壌生態
	教授	東 順一	未利用生物資源の有効利用による資源循環的社会の構築
	教授	谷 誠	森林・大気間における熱・水・CO <sub>2</sub> 交換過程
	教授	中坪 文明	セルロースの機能化に関する研究
	教授	井上 國世	リグナン類の酵素機能調節に関する研究
	准教授	藤井 義久	木材の生物劣化の非破壊診断技術開発
	准教授	山内 龍男	木材パルプ繊維のリサイクル使用に関する研究
	准教授	高部 圭司	木質バイオマスの基本構造と多面的利用に関する研究
	講師	坂本 正弘	タケ資源の有効利用
	助教	小杉 緑子	森林・大気間における熱・水・CO <sub>2</sub> 交換過程
大学院人間・環境学研究科・総合人間学部	教授	内本 喜晴	リチウムイオン二次電池および燃料電池材料の開発
大学院エネルギー科学研究科	教授	坂 志朗	ヤシ科植物の総合的エネルギー利用の研究
	准教授	河本 晴雄	ヤシ科植物の総合的エネルギー利用の研究
	助教	宮藤 久士	ヤシ科植物の総合的エネルギー利用の研究
大学院アジア・アフリカ地域研究研究科	教授	荒木 茂	熱帯強風化土壌における作物栽培の地域間比較
	教授	小杉 泰	イスラーム世界における生存基盤論
	教授	池野 旬	地域経済圏の形成に関する、アジア・アフリカの比較研究
大学院地球環境学堂	准教授	市岡 孝朗	森林生態系における生物間相互作用に関する研究
	准教授	須崎 純一	マイクロ波リモートセンシングによる農地の水資源モニタリング



化学研究所	教授	中村 正治	普遍金属を活用する精密有機合成の開拓
エネルギー理工学研究所	教授	森井 孝	生物機能の工学的利用
	准教授	佐川 尚	光成型エネルギー変換
防災研究所	教授	寶 馨	生存圏諸過程における防災技術政策に関する研究
	教授	川崎 一郎	広帯域地震計で地球磁場変動をとらえる試み
	教授	Sidle, Roy C	Evaluation of land cover change on soil and water resources
	教授	千木良 雅弘	地圏・水圏インターフェースでの岩石風化現象の解明
	教授	中北 英一	大気レーダーの水文学への応用に関する研究
	教授	石川 裕彦	境界層レーダーによる境界層観測とその気象防災への応用
	教授	釜井 俊孝	都市圏における地盤災害
	准教授	林 泰一	「伝染病に対する気象、気候要素インパクト」「スマトラアカシア林上の乱流輸送過程の研究」
	准教授	諏訪 浩	山地災害の水文地形学的研究
	准教授	福岡 浩	森林圏における土砂災害・土砂環境の研究
	助教	王 功輝	森林圏における土砂災害・土砂環境の研究
助教	汪 発武	森林圏における土砂災害・土砂環境の研究	
原子炉実験所	教授	渡邊 正己	東アジアにおける原子力安全教育国際ネットワーク構築研究
東南アジア研究所	教授	松林 公蔵	医学からみた人間の生存圏
	教授	水野 廣祐	東南アジアにおける持続的経済社会とエントロピー
	教授	藤田 幸一	熱帯アジアの水資源利用・管理に関する研究
	教授	河野 泰之	東南アジアの生活・生業空間の動態
学術情報メディアセンター	教授	中島 浩	生存圏に関する計算実験への計算機科学的アプローチ
	准教授	岩下 武史	生存圏に関する計算実験への計算機科学的アプローチ

生態学研究センター	准教授	陀安 一郎	集水域の同位体生態学
地域研究統合情報センター	准教授	柳澤 雅之	生態環境資源の地域住民による利用と管理に関する研究
	助教	星川 圭介	人間の自然環境への適応形態と生存基盤の変化に関する研究
フィールド科学教育研究センター	教授	柴田 昌三	竹資源の有効活用の促進
	助教	坂野上 なお	木造住宅生産システムと木質材料の供給に関する研究
生存基盤科学研究ユニット	助教	鈴木 史朗	分子育種による循環型社会に適合した早生樹の創出

### 2.3 平成20年度 生存圏萌芽ミッションプロジェクトの研究概要

	氏名	研究プロジェクト題目	共同研究者	関連部局	関連ミッション
1	有村 源一郎 (理学研究科)	揮発性テルペンが媒介する生態系生物間情報ネットワーク	矢崎 一史 高林 純示	理学研究科 生態学研究センター	1
2	安藤 和雄 (東南アジア研究所)	ブラマプトラ川流域における生存圏のエコシステムの持続的発展の可能性	塩谷 雅人 林 泰一 小林健一郎 橋爪 真弘 寺尾 徹	東南アジア研究所 防災研究所 生存基盤科学研究ユニット 長崎大学熱帯医学研究所 香川大学教育学部	1
3	大串 隆之 (生態学研究センター)	樹木の遺伝的多様性が節足動物群集と生態系機能に果たす役割の解明	矢崎 一史 原田英美子 加賀田秀樹 内海 俊介	生態学研究センター	1
4	鍵山 恒臣 (理学研究科)	活動的火山湖からの湖面蒸発量測定の新手法開発 ーライダー技術の「安全・安心」への応用ー	中村 卓司 橋本 武志 寺田 暁彦	理学研究科 北海道大学理学研究院	1
5	須崎 純一 (地球環境学堂)	多偏波干渉合成開口レーダ(POLInSAR)を用いた水田と都市域の散乱モデルの構築と衛星画像への適用	津田 敏隆 中村 卓司 山口 芳雄	地球環境学堂 新潟大学工学部	1
6	田上 高広 (理学研究科)	鍾乳石と熱帯樹を用いたアジア赤道域の気候・環境変遷の復元	津田 敏隆 杉山 淳司 余田 成男 竹村 恵二 陀安 一郎 中塚 武 渡邊裕美子	理学研究科 生態学研究センター 北海道大学低温科学研究所	1

7	高谷 光 (化学研究所)	ポスト石油リファイナリーのためのメタル化ペプチド触媒によるリグニンの精密酸化分解反応開発	渡邊 隆司 中村 正治	化学研究所	2
8	陀安 一郎 (生態学研究センター)	森林生態系の攪乱回復過程における、食物網炭素動態変化の解明	吉村 剛 内田 昌男 原口 岳	生態学研究センター 国立環境研究所	1, 4
9	徳地 直子 (フィールド科学教育 研究センター)	同位体トレーサーと土壌酵素活性を用いた森林土壌窒素動態の把握	服部 武文	フィールド科学教育研究センター	4
10	矢崎 一史 (生存圏研究所)	熱帯樹木のプレニル化フラボノイド分泌に関わる組織学的解析とミツバチの利用形態	青山 卓史 熊沢 茂則	化学研究所 静岡県立大学生活健康科学研究科	1, 2
11	山川 宏 (生存圏研究所)	スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御	柴田 裕実 吉川 真 矢野 創 坂東 麻衣 森本 睦子	工学研究科 宇宙航空研究開発機構	3
12	山本 衛 (生存圏研究所)	GNU Radio デジタル・ビーコン受信機と GPS-TEC を用いた中規模電離圏擾乱のトモグラフィ観測	斎藤 昭則 Smitha V. Thampi	理学研究科	1, 3

(1) 揮発性テルペンが媒介する生態系生物間情報ネットワーク

1. 研究組織

代表者氏名：有村源一郎（理学研究科）

共同研究者：矢崎一史（生存圏研究所）・高林純示（生態学研究センター）

2. 研究概要

植物は植食性昆虫などの害虫の食害に抵抗するため様々な防御戦略を発達させている。これらの戦略には、害虫に対する防御物質などを用いた直接的な防衛手段と、植物から放出される揮発性成分（テルペン化合物などの香り成分）を介し、害虫の天敵を誘引する間接的な防衛手段などがある。この防衛戦略の分子メカニズムに関する研究は、生存圏における生物間相互作用ネットワークの解明につながるものであり、生物の適応戦略・多様性メカニズムを解明する手段の一つでもある。本研究では、香り成分の有力候補であるテルペン類（特に、オシメン）の生合成遺伝子を発現させた組み換え植物を作成し、直接防御と間接防御の誘導に関する分子メカニズムの解明を試みた。

(2) ブラマプトラ川流域における生存圏のエコシステムの持続的発展の可能性

1. 研究組織

代表者氏名：安藤和雄（東南アジア研究所）

共同研究者：塩谷雅人（生存圏研究所）・林 泰一（防災研究所）  
小林健一郎（生存基盤科学研究ユニット）・橋爪真弘（長崎大学熱帯医学研究所）  
寺尾 徹（香川大学教育学部）

## 2. 研究概要

インド亜大陸北東部のブラマプトラ川流域（図1）は、南アジア、東南アジアの枠組みで区切られ、地域研究の対象として見過ごされてきた地域である。この地域では河川との共生を基礎として従来の生活形態が残っている。この築き上げられてきたエコシステムを、将来的にうまく持続的に発展させる可能性を探ることが本研究の目的である。対象地域であるアッサム、メガラヤ、バングラデシュでは、世界の最多雨で年間 10000mm を越えるような降雨量をもたらすモンスーンが、ブラマプトラ川の本流と大小の支流河川を介して独特の自然環境を特徴づけていて、自然環境適応型の農業生態系などのエコシステムを形成してきた。しかし、近年「近代灌漑農業の拡大」「衛生的な生活を求めた地下水の飲料水源利用」「焼畑の定畑化」「森林伐採」「氾濫原での道路網・堤防の整備」などの開発と発展の追求は、このエコシステムを一変させようとしている。それに連動して、地球規模の気象変動が、これまで経験したことがないような雨季の大洪水害の発生、乾季の地下水灌漑稲作の拡大による飲料用地下水砒素汚染などの環境問題群が発生し健康被害を及ぼすようにもなった。ここでは、以下の2つの項目について調査研究を進めることにより本地域の持続的発展の可能性を探ることを目的とした。

(1) モンスーン変動の地域水文環境（風水害など）への影響。

(2) 地域的な環境変化の要因となった生態家の変遷過程（農林水産業・生活様式・社会システム・生活インフラ<道路・堤防など>）の件年の変容。

さらに、本研究では、ブラマプトラ川流域を統合的地域としてとらえ、マクロの地球規模気候変動からミクロの村落の農業生態系までを結びつけて、体系的に持続的発展の可能性を探ることが目的である。具体的には、モンスーン気候と気象災害、農業生態をはじめとするエコシステムの関係をより鮮明に分析するため、気象データと衛星画像（Landsat や Quickbird など）を用いて焼畑、水田などの土地利用を中心とする農業生態系の変化をデジタル画像化し広域に分析した。

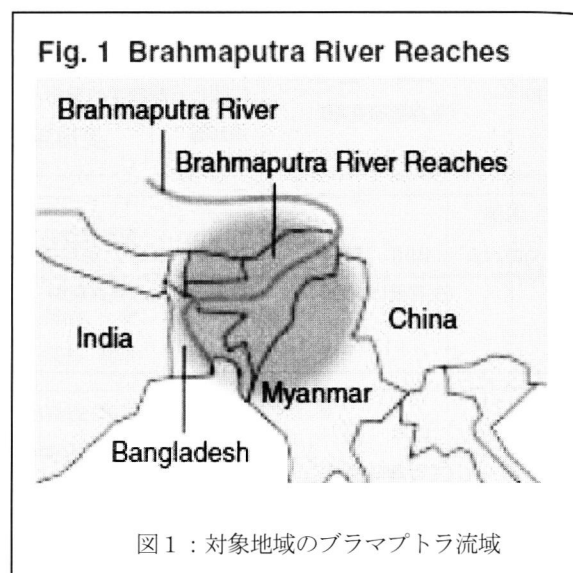


図1：対象地域のブラマプトラ流域

### (3) 樹木の遺伝的多様性が節足動物群集と生態系機能に果たす役割の解明

#### 1. 研究組織

代表者氏名：大串隆之（生態学研究センター）

共同研究者：加賀田秀樹（生態学研究センター）・内海俊介（生態学研究センター）

矢崎一史（生存圏研究所）・原田英美子（生存圏研究所）

#### 2. 研究概要

西日本に広く分布するジャヤナギを対象として、野外自生個体から挿し木を作って実験圃場に導入し、その後の生長やそれを利用する節足動物群集の構造、落葉の分解速度を調査した。これにより重要な生態系機能である生産、消費、分解の各プロセスの間の連関とそれに対する植物の遺伝子型の効果を評価した。その結果、植食性昆虫による食われやすさと落葉の分解のされやすさの間には、正の相関があることが明らかになった。加えて、ジャヤナギの遺伝子型について、マイクロサテライトマーカーを使用したクロー

ン解析によって評価したところ、ジャヤナギはきわめて少数の遺伝子型から構成されるクローン集団であるという驚くべき結果が得られた。これに伴い、圃場に導入したジャヤナギの多くが同一遺伝子型をもつ個体であったことが判明した。そのため、今回の圃場実験で検出された、食べられやすさと分解のされやすさの間の関係は、遺伝子型の効果と同一遺伝子型における表現型可塑性の効果の両方を含むものであると推測された。

#### (4) 活動的火山湖からの湖面蒸発量測定の新手法開発 –ライダー技術の「安全・安心」への応用–

##### 1. 研究組織

代表者氏名：鍵山恒臣（理学研究科）

共同研究者：中村卓司（生存圏研究科）・寺田暁彦（理学研究科）

橋本武志（北海道大学理学研究院）

##### 2. 研究概要

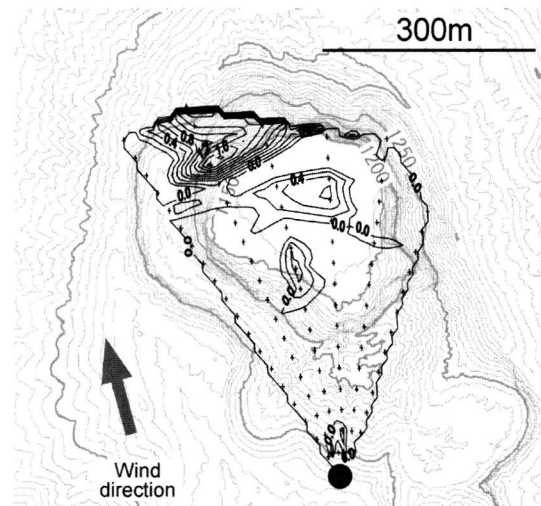
阿蘇火山には、東京ドームの1.5倍の面積を有する火山湖が存在する。湖は水温 70 °C、湖水の pH は 0 前後、全周にわたり比高 150 m の断崖に囲まれるなど、湖は極端に厳しい自然環境にある。この火山湖からは、旧型原発 1 基分に相当する膨大な熱が放出されていると考えられている。このような火山湖から蒸発する水量を精度よく測定することで、火山地下浅部の流体輸送機構を定量的に理解し、火山噴火を予測するための情報が得られる。

そこで、生存圏研究所が開発した可搬型ラマン・ライダーを阿蘇火山に持ち込んで、湖面から蒸発する水蒸気量を測定することを試みた。また、特別なブイを開発、設置して湖水温度を直接測定し、水温から湖面蒸発量を計算した。この計算結果とライダーで測定した湖面蒸発量とを比較することで、阿蘇火山から放出される水蒸気量を、従来よりも高い信頼性の元でモニタリングすることを目指している。

ライダーによる臨時観測の結果、火山湖上空の水蒸気の空間分布が明らかになった（図）。これは、活動的火山に存在する火山湖としては、世界初である。噴煙の移動速度を 3.6 m/s として水蒸気 flux を概算すると、105 kg/s と計算された。

また、阿蘇火山として初めて水温連続観測に成功した（寺田・吉川，2009）。湖面蒸発量は、気象庁の赤外放射温度計による測定結果、および湖面積のモニタリング結果（Terada et al., 2008）などに基づいて、Ryan の式から 73 - 98 kg/s と見積もられる。

このように、ライダーとブイに基づく水蒸気 flux の推定値は、ほぼ同じ値を与えた。一方、2006 年に実施した試験的観測では、ライダー観測の方が小さな値を与えている。正確な湖面蒸発量を知ることは、火山湖を通じた熱活動を評価する上で大きな課題であり、ライダーは、阿蘇において蒸発量を実測する唯一の手段である。ライダーによる水蒸気 flux 計測の確からしさは、風向きと湿度に左右される。今後も研究を継続することで、蒸発量推定の精度向上が期待できる。



図：ライダーによって計測された水蒸気混合比の分布。ここで示したのは、背景の混合比からの増加分である。

#### (5) 多偏波干渉合成開口レーダ (POLInSAR) を用いた水田と都市域の散乱モデルの構築と衛星画像への適用

##### 1. 研究組織

代表者氏名：須崎純一（地球環境学堂）

共同研究者：津田敏隆（生存圏研究所）・中村卓司（生存圏研究所）  
山口芳雄（新潟大学工学部）

## 2. 研究概要

近年、衛星搭載型の多偏波合成開口レーダ(Polarimetric Synthetic Aperture Radar: POLSAR)が定常運用され、幅広い応用可能性が研究されている。本研究では、POLSAR による水田と都市のモニタリング手法の確立を念頭に置いて、電波暗室におけるマイクロ波散乱計測と、水田と都市のマイクロ波散乱モデルの確立を試みた。

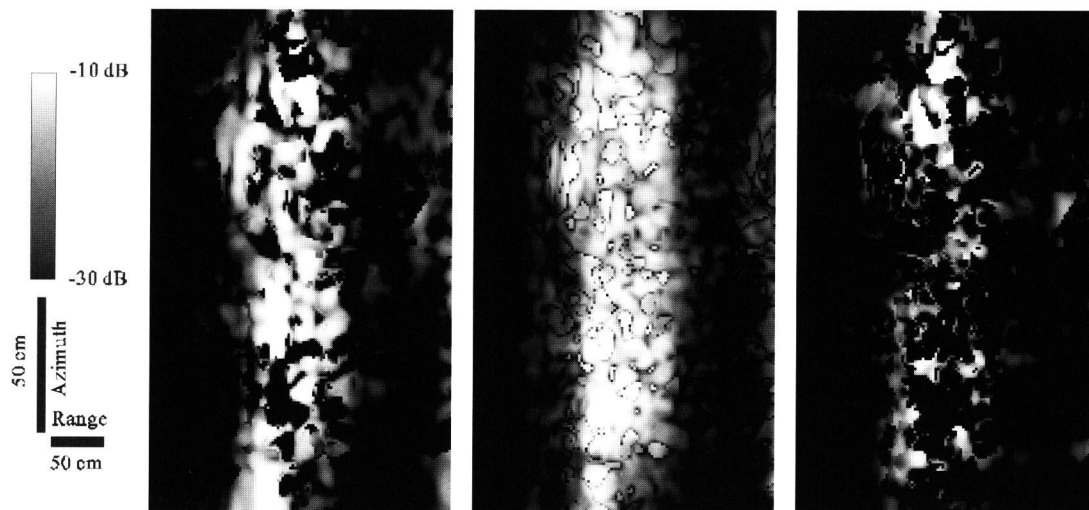


図1：「体積含水率 49%、イネ 4 株」の状態での 2 回反射（左）、体積散乱（中）、表面散乱（右）の電力値（dB 表示）

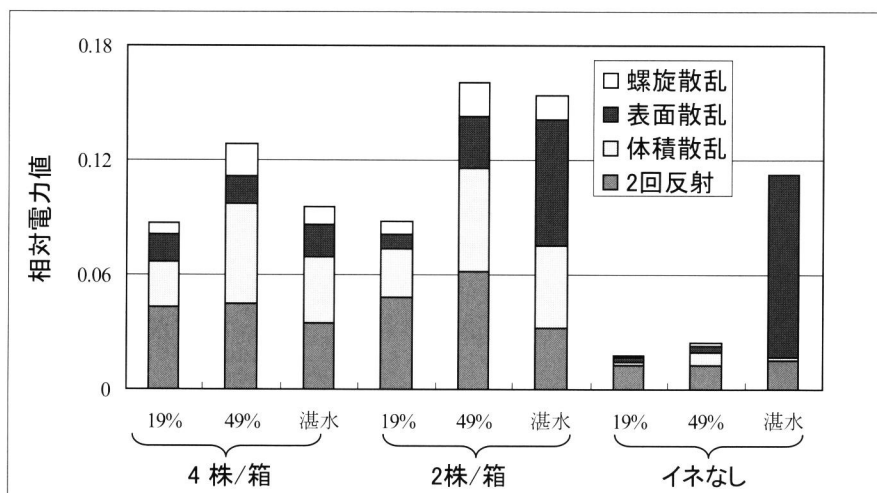


図2：イネの株数と土壌条件を変えたときの後方散乱の正規化電力値。「19%」「49%」は体積含水率を意味する。

## (6) 鍾乳石と熱帯樹を用いたアジア赤道域の気候・環境変遷の復元

### 1. 研究組織

代表者氏名：田上高広（理学研究科）

共同研究者：津田敏隆（生存圏研究所）、杉山淳司（生存圏研究所）、  
余田成男（理学研究科）、竹村恵二（理学研究科）、  
陀安一郎（生態学研究センター）、中塚 武（北海道大学低温科学研究所）、  
渡邊裕美子（理学研究科）

### 2. 研究概要

本プロジェクトでは、赤道域での鍾乳石データと熱帯樹成長輪データの高精度対比を行うことにより、「赤道域での多面的かつ高精度な気候・環境変遷の復元」を目指している。インドネシア・ジャワ島において、過去50年分の鍾乳石の炭素・酸素同位体時系列データと降水量との比較を行い、鍾乳石が降水量の指標となることを明らかにした。それと平行して、降水量データの無い、より古い時代の試料の分析を進め、エルニーニョ南方振動やインド洋ダイポール現象に代表される、熱帯域の気候・環境変動イベントに伴う降水量の変動を過去にさかのぼって復元することを現在試みている。同様の研究を樹木においても展開しており、鍾乳石と樹木の双方を利用して、それぞれ長期的（数年～1万年オーダー）、短期的スケール（季節オーダー）での降水量変動の解明を進める。

## (7) ポスト石油リファイナリーのためのメタル化ペプチド触媒によるリグニンの精密酸化分解反応開発

### 1. 研究組織

代表者氏名：高谷 光（化学研究所）

共同研究者：渡辺隆司（生存圏研究所）・中村正治（化学研究所）

### 2. 研究概要

本研究ではバイオリファイナリーによる芳香族系化合物の生産を目的として、リグニン中の脂肪族炭素鎖を選択的に切断して低分子量の芳香族有機分子を与える新しいタイプの触媒開発を目指すものである。具体的には側鎖に触媒金属が化学結合した人工アミノ酸／ペプチドの開発とおよびこれらを用いるリグニンの触媒的分解反応に関する基礎研究を行った。

## (8) 森林生態系の攪乱回復過程における、食物網炭素動態変化の解明

### 1. 研究組織

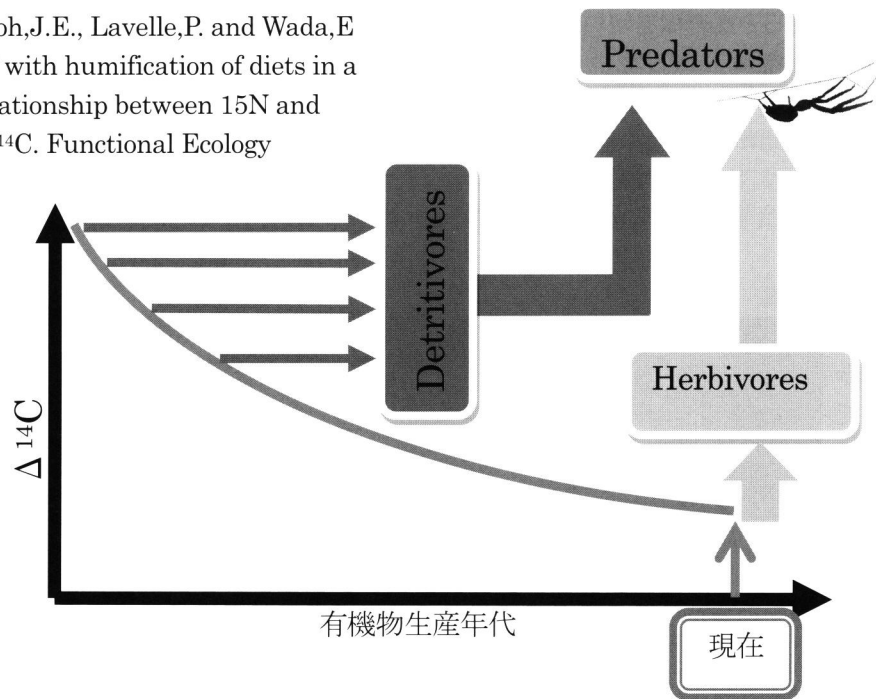
代表者氏名：陀安一郎（生態学研究センター）

共同研究者：吉村 剛（生存圏研究所）・原口 岳（生態学研究センター）  
内田昌男（独）国立環境研究所）

### 2. 研究概要

生食—腐食食物網経路からなる炭素循環系の観点から、陸域生態系の構造及び維持機構を解明する事は、人類による資源利用の在り方を評価する上での重要な課題である。本研究では、特に森林伐採後の攪乱回復過程において陸域の食物網構造がどのように変化するかに着目し、局所的な食物網構造の頂点にたつ分類群としてクモ類を対象に研究を行った。Hyodo et al.<sup>1)</sup>が示したように、土壌有機物は分解に伴って同位体濃縮を生じ、分解の進んだ有機物はより昔に固定された有機物である。また、生物の同位体値は摂食する有機物の同位体値を反映する。そこで、本年度はクモ類の安定同位体比および炭素放射性同位体比を分析し、その結果からクモ類の利用するエサには腐植由来のものが含まれる事が分かった。また、腐食食物網経路への依存度は、攪乱回復過程で変化すると同時に、樹間に生息するか地表に生息するか、という住み場所の違いによっても生じる事が分かった。

<sup>1)</sup>Hyodo, F., Tayasu, I., Tondoh, J.E., Lavelle, P. and Wada, E. Gradual enrichment of <sup>15</sup>N with humification of diets in a below-ground food web: relationship between <sup>15</sup>N and diet age determined using <sup>14</sup>C. *Functional Ecology* 22:343-351, 2008



#### (9) 同位体トレーサーと土壌酵素活性を用いた森林土壌窒素動態の把握

##### 1. 研究組織

代表者氏名：徳地直子（フィールド科学教育研究センター）

共同研究者：服部武文（生存圏研究所）

##### 2. 研究概要

森林生態系の生態系サービスは、そのなかで最大のバイオマスをもつ樹木と大気・水・土壌などの環境との間の物質循環によって形成される。中でも窒素の循環は、生物にとって不可欠な多量必須元素であると同時に、有機態・無機態・正荷電 ( $\text{NH}_4^+$ )・負荷電 ( $\text{NO}_3^-$ ) などその形態をさまざまに変化させることにより、他の物質にも大きな影響を与える。申請者らのこれまでの研究により、森林生態系における窒素収支は樹木の生育段階によって大きく変化することが明らかになった。しかしながら、これまでの方法では生態系内部の微生物体への取り込み速度や他の養分物質との関係が明らかにされておらず、窒素収支が変化するかについて十分な説明ができなかった。

そこで、本研究では、従来無視されてきた微生物の取り込み速度を同位体トレーサーから推定し、森林における窒素循環様式の変化が、植物と競合関係にある微生物が寄与しているためか、あるいは、他の制限要因が生じているのか、などの考察を行う。

#### (10) 熱帯樹木のプレニル化フラボノイド分泌に関わる組織学的解析とミツバチの利用形態

##### 1. 研究組織

代表者氏名：矢崎一史（生存圏研究所）

共同研究者：青山卓史（化学研究所）・熊沢茂則（静岡県立大学食品栄養科学部）

##### 2. 研究概要

植物は動物や昆虫の栄養となるだけでなく、昆虫などの生活の場を提供し、また自らを食害などから守る多くの生理活性成分を作り、活性天然物としてこれを人類に供給している。人間と昆虫と植物の関わりを考えたとき、最も古い歴史があるのはミツバチによる蜂蜜などの採集である。ハチの集める植物生産物



には蜜以外に「プロポリス」と呼ばれる樹脂状物質があるが、これには抗菌、高ウイルス、消炎、抗酸化など多様な活性が古くから知られ、最近では人間生活の質の向上(QOL)にメリットのある天然資源として、大きな注目を集めている。本研究では、国内産プロポリスの中でも最強の抗酸化活性を示す沖縄産プロポリスに着目し、その原料植物が熱帯樹木のオオバギであるとの最新の知見を基盤に、有用成分であるプレニル化フラボノイドのオオバギにおける蓄積の特徴を組織化学的に明らかにすることとした。またこうした化合物を集めるためのミツバチの利用について検証した。

## (11) スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御

### 1. 研究組織

代表者氏名：山川 宏（生存圏研究所）

共同研究者：坂東麻衣（生存圏研究所）・柴田裕実（工学研究科）

吉川 真（宇宙航空研究開発機構）・矢野 創（宇宙航空研究開発機構）

森本睦子（宇宙航空研究開発機構）

### 2. 研究概要

地球に非常に接近する可能性がある小惑星が近年多数見つかっており、これら地球接近小惑星の詳細な研究が必要となっています。しかし、従来の惑星探査の手法では、1つの探査機で数年間のミッション期間中に最大数個の小惑星しか探査することができず、その効率を上げることが望まれています。そこで太陽光圧を推進力に変換するソーラーセイルを利用することにより、網羅的な近地球型小惑星近傍との会合と観測を実現する手法を提案検討し、その実現性を確認しました。

## (12) GNU Radio デジタル・ビーコン受信機と GPS-TEC を用いた中規模電離圏擾乱のトモグラフィ観測

### 1. 研究組織

代表者氏名：山本 衛（生存圏研究所）

共同研究者：斎藤昭則（理学研究科）・Smitha Thampi（生存圏研究所）

### 2. 研究概要

我々は、夏季の夜間に頻繁にあらわれる中規模電離圏擾乱(Middle-Scale Traveling Ionospheric Disturbance; MSTID)の構造を研究している。日本全国に千地点以上に展開するGPS受信機網GEONETから求められる全電子数(Total Electron Content; TEC)の水平分布から、MSTIDが北西から南東に延びる波面を持ち水平伝搬方向が南西方向に集中するという特徴が明らかにしてきた。しかしMSTIDの鉛直構造については理解が不十分である。TECの観測手法として、衛星から2波(あるいは3波)のビーコン電波を送信し地上でその位相差を測定するという衛星ビーコン観測がある。高度数百kmから千km程度を飛行する、いわゆる低軌道衛星が使用されるため、地上から見た一回の衛星パスが10~15分間と短時間である。衛星パスに沿って多点観測を行い、トモグラフィ解析を行うことによって、衛星パスに沿った電子密度分布の鉛直分布が推定可能である。

本研究では、地上GPS受信機網と新規の衛星ビーコン多地点観測を組合せ、MSTIDの空間構造を明らかにすることを目的として実施した。具体的には、7~9月の期間、我々が開発したデジタル・ビーコン受信機(既製品に比べて価格が1/10かつ高性能)を潮岬・信楽・福井の3地点に設置し観測した(図1)。図2に電離圏電子密度のトモグラフィ解析結果を示す。(a)~(h)がそれぞれ2008年7月10日12:00UT, 23:00UT, 7月11日06:15UT, 08:10UT, 10:00UT, 12:15UT, 20:00UT, 22:00UTに対応している。緯度範囲28度~41度において電子密度分布が良好に推定された。(a), (e), (f)は夜間に当るが、MSTIDと見られる緯度高度構造が現れている(特に(a)と(f)で顕著)。日中の(c)と(d)については、低緯度側に電子密度の増大が見られる。これは電子密度の大規模分布が磁気緯度10度付近で最大となる、いわゆる赤道異常といわれる分布の北側の様子を捉えたものである。

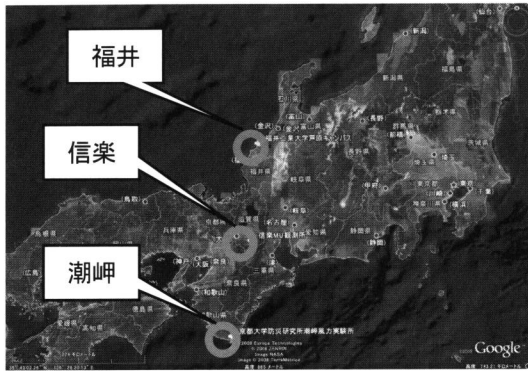


図 1：ビーコン受信機の配置図。衛星パスは南北に近いいためトモグラフィ解析に適している。

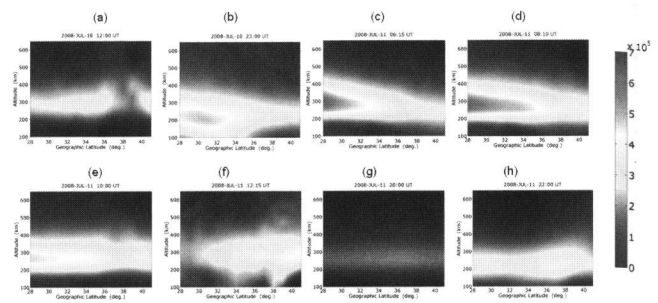


図 2：2008 年 7 月 10～11 日の観測からトモグラフィ解析で得られた電子密度分布の緯度・高度分布。

## 2.4 平成 20 年度 オープンセミナー

回数	開催月日	演 者	題 目	
71	6 月	山本 衛 (生存圏研究所・教授)	GNU Radio に基づく電離圏観測用衛星ビーコン受信機の開発	
72		孫 暁剛 (東南アジア研究所・特定助教)	東アフリカ牧畜社会における不確実性への対応とリスクマネジメント	
73	7 月	上出 洋介 (生存圏研究所・特任教授)	地上磁場データから宇宙天気図をつくる	
74		高橋 けんし (次世代開拓研究ユニット・助教)	大気圏・森林圏における微量成分の変質過程に関する研究 —新しいレーザー分光計測技術の開拓—	
75		園部 太郎 (ミッション専攻研究員)	マイクロ波加熱による材料プロセッシングの萌芽研究	
76		原田 英美子 (ミッション専攻研究員)	重金属蓄積植物 分子機構の解明と環境浄化への応用	
77	9 月	大橋 康典 (ミッション専攻研究員)	アカシア材の化学資源化を目指したマイクロ波およびその増感剤を利用した反応系の開発	
78		坂東 麻衣 (ミッション専攻研究員)	スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御	
79		I.V Subba Reddy (ミッション専攻研究員)	Retrieval of Water vapor with COSMIC data by using 1D-var analysis and comparison with different observational platforms (Aqua, COSMIC, NCEP and ECMWF)	
80	10 月	1 日	高谷 光 (化学研究所・准教授)	メタル化ペプチドを用いる金属の精密集積制御

81	10月	15日	Sasa Sofyan Munawar (ミッション専攻研究員)	Development of new plastic-like molded products from acacia mangiumbark and natural acid reinforced with non-wood plant fibers
82		22日	有村 源一郎 (理学研究科・准教授)	植物の食害防衛メカニズム 直接防衛と間接防衛
83		29日	田上 高広 (理学研究科・教授)	鍾乳石と熱帯樹を用いたアジア赤道域の気候・環境変遷の復元
84	11月	5日	鍵山 恒臣 (理学研究科・教授)	火山活動の予測に関する研究の現状と展望 ーマグマからの脱ガスを捉えるー
85		19日	徳地 直子 (フィールド科学教育研究センター・ 准教授)	森林施業が森林生態系に与える影響
86		26日	大串 隆之 (生態学研究センター・教授)	生物多様性を生み出す生態系ネットワーク
87	12月	9日	寺田 暁彦 (理学研究科・研究機関研究員)	火山における水輸送を捉える～マグマから大気へ
88		17日	矢崎 一史 (生存圏研究所・教授)	熱帯樹木のプレニル化フラボノイド分泌に関わる組織学的解析とミツバチの利用形態
89		24日	山川 宏 (生存圏研究所・教授)	ソーラーセイルによる地球接近小惑星サーベイ観測
90	1月	14日	須崎 純一 (地球環境学堂・准教授)	多偏波干渉合成開口レーダ(POLSAR)を用いた水田と都市域の散乱モデルの構築と衛星画像への適用
91		21日	陀安 一郎 (生態学研究センター・准教授)	森林生態系の攪乱回復過程における食物網構造の変化：安定同位体解析による推定
92		28日	林 泰一 (防災研究所・准教授)	インド亜大陸北東部のブラマプトラ川流域における自然環境とエコシステムについて

## 2.5 シンポジウムの開催

### (1) 生存圏研究所ミッション推進シンポジウム

日時：平成20年12月10日(水) 9時30分～16時

場所：京都大学宇治キャンパス 北4号棟4階 エネルギー理工学研究所大会議室

#### プログラム

9:30	所長挨拶	川井秀一
9:40	ミッション推進委員会報告	大村善治
9:50	ミッション1：環境計測・地球再生	矢崎一史

10:20	ミッション2：太陽エネルギー変換・利用	橋本弘蔵
10:50	ミッション3：宇宙環境・利用	山川 宏
11:20	ミッション4：循環型資源・材料開発	小松幸平
13:00	インターミッション報告	矢野浩之
13:30	学際萌芽研究センター 活動報告	渡辺隆司
14:00	開放型研究推進部 活動報告	塩谷雅人
14:40	パネルディスカッション	津田敏隆、今村祐嗣
	ミッションの検討	
	概算要求・拠点	
	概算要求・設備要求	
	プロジェクト	

## (2) 生存圏萌芽・融合ミッションシンポジウム

日時：平成21年3月19日(木) 午前9:30～

場所：京都大学生存圏研究所 木質ホール

### プログラム

- 9:30 挨拶 川井秀一（京都大学生存圏研究所長）
- 9:35 渡辺隆司（京都大学生存圏研究所 生存圏学際萌芽研究センター長）  
生存圏学際萌芽研究センター活動の概要
- [ミッション専攻研究員]
- 9:45 大橋康典  
アカシア材の化学資源化を目指したマイクロ波およびその増感剤を利用した反応系の開発
- 10:00 坂東麻衣  
スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御
- 10:15 原田英美子  
樹木を用いた重金属汚染土壌のファイトレメディエーション法の開発研究
- 10:30 Sasa Sofyan Munawar  
Development of new plastic-like molded products from acacia mangium bark and natural acid reinforced with non-wood plant fibers
- 10:45 Mahabubur Rahman  
Regeneration and Genetic Transformation of *Acacia mangium*
- 11:00 園部太郎（京都大学エネルギー科学研究科）  
脱化石資源を目指したマイクロ波利用による材料(木質バイオマス材料・セラミックス・金属材料)のエネルギー・化学物質変換サーマルプロセスの開発
- 11:15 井口一成  
光感応触媒を用いたバイオマス資源からの有用物質生産プロセスの開発

### [萌芽ミッションプロジェクト]

- 11:25 陀安一郎（京都大学生態学研究センター）  
森林生態系の攪乱回復過程における、食物網炭素動態変化の解明

- 11:37 山川 宏 (京都大学生存圏研究所)  
スペースデブリ・地球接近小惑星環境計測のための軌道制御
- 11:49 山本 衛 (京都大学生存圏研究所)  
GNU Radio デジタル・ビーコン受信機と GPS-TEC を用いた中規模電離圏擾乱の  
トモグラフィ観測
- 13:20 有村源一郎 (京都大学大学院理学研究科)  
揮発性テルペンが媒介する生態系生物間情報ネットワーク
- 13:32 安藤和雄 (京都大学東南アジア研究所)・林 泰一 (京都大学防災研究所)  
ブラマプトラ川流域における生存圏のエコシステムの持続的発展の可能性
- 13:44 大串隆之 (京都大学生態学研究センター)  
樹木の遺伝的多様性が節足動物群集と生態系機能に果たす役割の解明
- 13:54 寺田暁彦・鍵山恒臣 (京都大学大学院理学研究科)  
活動的火山湖からの湖面蒸発量測定の新手法開発  
ーライダー技術の「安全・安心」への応用ー
- 14:06 須崎純一 (京都大学大学院地球環境学堂)  
多偏波干渉合成開口レーダ (POL SAR) を用いた水田と都市域の散乱モデルの構築と  
衛星画像への適用
- 14:18 高谷 光 (京都大学化学研究所)  
ポスト石油リファイナリーのためのメタル化ペプチド触媒によるリグニンの精密酸化分解  
反応開発
- 14:30 田上高広 (京都大学大学院理学研究科)  
鍾乳石と熱帯樹を用いたアジア赤道域の気候・環境変遷の復元
- 14:42 矢崎一史 (京都大学生存圏研究所)  
熱帯樹木のプレニル化フラボノイド分泌に関わる組織学的解析とミツバチの利用形態
- 14:54 徳地直子 (京都大学フィールド科学教育研究センター)  
同位体トレーサーと土壌酵素活性を用いた森林土壌窒素動態の把握

### 3. ミッションプロジェクト研究

生存圏研究所ミッションに関連して以下の研究プロジェクトを実施した。

#### ミッション 1: 環境計測・地球再生

##### ミッション研究の活動内容

「環境計測・地球再生」を進めるミッション 1 では、大気圏を中心とした現在の生存圏の状態を先端計測に基づいて正確に把握すると共に、環境を保全しつつ森林圏で生産されるバイオマス資源の持続的な蓄積・利活用を進める研究をおこなっている。平成 20 年度からは全国・国際共同利用設備である持続可能生存圏開拓診断 (Development and assessment of sustainable humanosphere; DASH) システムも運用を開始し、ミッション 1 とも密接に関連して、遺伝子組換え植物対応型の大型温室と集中的な評価分析機器を用いた研究も始まっている。さらに学内の予算処置を受けて、次の 2 で述べるような萌芽的・試験的な研究をおこなっている。

##### 研究課題

平成 20 年度には以下 7 件の研究課題を採択した (括弧内は研究代表者)

- ・東南アジア域における赤道スプレッド F 現象の発生予測 (山本衛)

- ・熱帯実用植物の分子育種基盤構築(梅澤俊明)
- ・イソプレン放出植物の耐熱性機構と持続可能農業のための分子育種(矢崎一史)
- ・小型衛星による GPS 電波掩蔽観測(津田敏隆)
- ・木材組織学と同位体化学の融合によるヒノキ年輪を用いた古気候復元の試み (杉山淳司)
- ・森林が雨を降らせるメカニズム(林隆久)
- ・ポリガラクチュロナーゼ構成発現体植物の微細構造解析(馬場啓一)

## 平成20年度に重点的に予算配分された研究活動と成果

特に重点的に予算配分された研究課題(上記の最初の2件)を中心に、研究活動と成果を以下に報告する。

### 「東南アジア域における赤道スプレッドF現象の発生予測」

本研究では、SEALION 観測点に、我々が独自に開発してきた衛星ビーコン観測用のデジタル受信機 GRBR を設置し、ESF の発生前後の電離圏全電子密度の緯度・経度構造を明らかにしようとした。具体的には、2009年1~3月の期間に、ベトナム、インドネシア、タイの3ヶ所に GRBR を設置し、観測を開始した。

### 「熱帯実用植物の分子育種基盤構築」

具体的成果として3点が挙げられた。1) 熱帯アカシア(マンギウムなど)の個体再生および形質転換条件について検討し、nodular callus あるいはシュートの再生に成功した。2) アカシア・マンギウムの分化中木部およびシュートより cDNA ライブラリを作製し、EST データベースを作成した。3) 木質バイオマス形成を統御する因子をコードする遺伝子の候補を取得し、形質転換個体を作成してリグニンおよび生合成前駆体の含量を測定した。

### 「イソプレン放出植物の耐熱性機構と持続可能農業のための分子育種」

イソプレンの放出が植物の高温耐性と深く関わっていることを突き止め、イソプレン放出が植物に高温耐性を付与することができるかについて調べた。

### 「小型衛星による GPS 電波掩蔽観測」

「GPS 掩蔽法」について、データ解析、データベース構築ならびにデータの科学・実利用に関する研究を行った。

### 「木材組織学と同位体化学の融合によるヒノキ年輪を用いた古気候復元の試み」

ヒノキ材試料の酸素・炭素などの同位体比の推移を明らかにし、気候データや古文書の記載などとの相関から、わが国における古気候復元の可能性について検討した。

### 「森林が雨を降らせるメカニズム」

葉の表層に棲息する微生物が大気中に舞い、その細胞壁表層で水が凝集して水滴になるという仮説のもと、葉の表面に棲息する微生物と雨の中の微生物との関連性を調べた。

### 「ポリガラクチュロナーゼ構成発現体植物の微細構造解析」

ポプラを用いてポリガラクチュロナーゼを構成発現させる植物体作出し、その伸長成長、肥大成長を野性型と比較したところ、茎の伸長成長が野性型よりも遅いことが分かった。

## ミッション 2: 太陽エネルギー変換・利用

### ミッション研究の活動内容

化石資源依存型社会から太陽エネルギー依存型持続的社會への変革を目指し、炭素循環系に負担がかからない革新的技術の開発を行う。すなわち、太陽エネルギーの変換・利用手法を多角的に研究し、化石資源に依存した社会からの脱却をはかることを目的とし、CO<sub>2</sub>削減に繋がる宇宙太陽発電とバイオマスのエネルギー・化学資源化の基盤技術を構築するため、太陽エネルギーの直接的利用である宇宙太陽発電所(SPS)の根幹技術としてのマイクロ波送電技術の開発、微生物・熱化学的方法を用いた木質バイオマスのバイオフェーエル、バイオケミカルス、高機能炭素材料への変換に取り組む。

## 研究課題

マイクロ波送電技術の関連では、マイクロ波ビーム制御技術やその屋外実験システム、低電力用ならびに高電力用の高効率受電システム、ユビキタス電源、電気自動車無線充電システム、建物内無線配電システムの開発などを行ってきた。木質バイオマスからの機能性材料生産に関しては、自己放熱性炭素基板材料の開発を行った。マイクロ波加熱技術の応用としてエタノール生産をはじめとしたバイオマス変換、ポリマーの発酵生産、高機能材料プロセス装置の開発を行ってきた。このうち、微生物・マイクロ波複合処理による木質バイオマスからバイオエタノールを生産する研究は、萌芽ミッションプロジェクトとして開始したが、NEDOの支援を得て、ベンチプラントを建設するプロジェクトに発展した。平成20年度は、連続式マイクロ波照射装置を開発した。また、経済産業省の地域イノベーション創出研究開発事業を通して、スギ材からバイオエタノールを生産するための湿式粉碎酵素糖化前処理法のベンチプラントを建設し、実証試験を実施した。また、シロアリおよびその腸内微生物を利用した水素およびメタンの発酵プロセスの解析と応用研究、バイオマス変換にとって有用な担子菌の木材腐朽機構の解析や高効率形質転換法の開発研究を実施した。

## 平成20年度に重点的に予算配分された研究活動と成果

研究課題	研究課題:成果	研究代表者
1	飛行船を用いたマイクロ波による電力無線伝送技術に関する研究： 世界で初めて、飛行船（高度 30m）から地上に向けて、マイクロ波による無線電力伝送実験に成功した。その後、公開実験も行った。	山川宏
2	マイクロ波加熱による高機能材料プロセス装置の開発： 装置の改良を行い、二酸化チタンのカーボンフリーマイクロ波還元反応プロセスの研究開発や、有機薄膜太陽電池のマイクロ波アニーリングの研究を行った。	三谷友彦
3	レトロディレクティブシステムの屋外実験： 総務省からの免許を受け、暗室内では5.4mだった伝搬距離が屋外では25mで、8素子10mWのアクティブフェーズドアレイを用いて実験することができた。	橋本弘藏
4	宇宙太陽発電での利用をめざした熱伝導自己制御型の熱電変換炭化ケイ素複合材料の開発： 二酸化ケイ素と炭素を液相で反応させ、炭化ケイ素ロッドを含む多孔性 SiC/C 複合材料を作製し、放熱と発電を両立させる木質系エコ材料を開発した。	畑俊充

## ミッション3：宇宙環境・利用

### ミッション研究の活動内容

本ミッションでは、宇宙空間に存在するプラズマ、宇宙線、惑星間物質等に関する研究を発展させるとともに、それらが生命体、材料等に与える影響を検討する。同時に、宇宙機の軌道力学、ミッション解析に関する研究を深めることにより、地球近傍の宇宙空間の環境調査と月および惑星の探査技術の開発、並びにそれらの環境を利用した宇宙システムに関する研究を行う。宇宙および室内での実験と計算機実験を駆使して、宇宙自然環境・飛翔体環境の定量解析、さらには、これらの環境下での木質系新素材の開発、宇宙空間利用などの研究を推進し、宇宙空間を人類の新たな生活圏に拡大していくための技術基盤の構築を目指す。

### 研究課題

ミッションプロジェクトとして、小型宇宙電磁環境モニター装置の開発、宇宙プラズマ計測のための波

動粒子相関計測器の開発、月周回衛星「かぐや」による波動解析、宇宙用導電軽量木質材料の開発、イオンエンジンにおけるビーム中和電子粒子解析、超伝導コイルを用いた磁気セイル宇宙機の推力特性の基礎研究、太陽光圧を利用したソーラーセイル宇宙機の軌道ダイナミクス、衛星帯電を利用した宇宙機の位置制御に関する基礎的研究を行った。これらの学際・萌芽的研究は、ミッションプロジェクトとして所内研究費を利用して開始した。また、宇宙環境解析に関連した研究プロジェクトとしては、宇宙環境シミュレータ、特に衛星環境プラズマシミュレータの開発、放射線帯高エネルギー粒子生成機構の研究を推進した。また、宇宙プラズマの階層型粒子シミュレーション技術の開発、および、その磁気セイル宇宙機の推力発生メカニズム解析への応用に関する研究を推進した。これらは、基本的には、競争的外部資金を用いて推進しており、他大学や研究機関の関連研究者との共同研究プロジェクトである。

#### 平成 20 年度に重点的に予算配分された研究活動と成果

研究課題	研究課題・成果	研究代表者
1	宇宙環境・利用のための宇宙航行力学に関する研究： 太陽光圧を利用したソーラーセイル宇宙機による地球近傍小惑星フライバイ探査の手法を構築した。	山川宏
2	宇宙空間における波動粒子相互作用の直接検出に関する研究・開発： プラズマ波動と粒子を衛星機上でデータ処理する模擬装置の開発を行い、実現可能な処理性能を示した。	上田義勝
3	磁気セイル宇宙機用超伝導電磁石の研究： 太陽風エネルギーを推進力に変換する磁気セイル宇宙機に用いる超伝導コイルの実験装置の開発を行った。	山川宏
4	新しい燃料電池素材・燃焼性ガスセンサー利用としての R 型二酸化マンガンの電気特性解析： 常温下における水素ガスセンサーとしての特性を計測する事でその実現可能性を示し、電気特性の基礎解析を行った。	上田義勝
5	科学衛星搭載電界センサー特性に関する電磁粒子シミュレーション解析： 宇宙プラズマ環境および衛星からの光電子環境における電界センサー特性を電磁粒子シミュレーションで解析する手法を構築した。	白井英之
6	電磁粒子モデルを用いた高周波発生装置数値シミュレータの開発： マイクロ波発生用電子管であるマグネトロン内部の電子-電磁界相互作用を 3 次元的に再現しマイクロ波発生過程を定量的に評価できる数値シミュレータの構築を行った。	白井英之
7	月周回衛星「かぐや」の波動解析： 「かぐや」に 1MHz 以下の波動観測装置を搭載し、月周辺とりわけウエイクの影響を受けた静電波動や掩蔽を利用した地球からの波動観測と解析を行った。	橋本弘藏
8	導電軽量炭素材料からなる宇宙環境モニター用筐体部の作成と木質炭素化合物の酸化腐食性の検討： 導電軽量炭素材料からなる宇宙環境モニター用筐体部作製のための人造黒鉛製板材料を作製した。	畑俊充



## ミッション 4：循環型資料・材料開発

### ミッション研究の活動内容

平成18年に完成した木造エコ住宅は、耐震性や断熱性、エネルギー消費の面で改善すべき点が多々指摘され、真のエコ住宅とは言えない状況にある。これらの弱点を改善し、長寿命で環境への負荷が少ない「真の木造エコ住宅」に相応しい住宅を実現することを目標として、平成20年度は、「木造エコ住宅の耐震性向上と省エネルギー・長寿命化を可能とする研究」という一つの目標を定めて活動を行った。

### 研究課題

全部で11の小研究課題が提案された。その内、特に予算を必要としない文献調査を主たる研究内容とする小課題を除く小課題6件に対し、合計250万円の予算（平成19年度実績は280万円）を配布した。

### 平成20年度に重点的に予算配分された研究活動と成果

「小課題1：天然系超軽量素材を用いた断熱材料の開発」

超低比重（ $\rho=0.023$ ）天然素材系材料を住宅の断熱性能向上に適用させるための研究を行った。

「小課題2：Energy Harvesting を利用した低環境負荷給電システム」

無線電力伝送技術を応用した Energy Harvesting により有線、電池等の資源を不要とする新しい低環境負荷給電システムの開発を行った。

「小課題3：木材の大気浄化機能と調湿機能の開発」

スギ材木口面の $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$ など大気汚染物質の吸着機能や調湿機能を最大限に活用するための切削、加工技術の開発と共に、外構材や内装材として実用化するための技術開発を行った。

「小課題4：高強度木質系ナノ材料の開発」

建築用途やサブ課題5に使用できる安価で高強度のセルロースナノファイバー補強材料の開発研究を行った。

「小課題5：自動劣化検出システムと自己修復機能を装備した住宅の長寿命化と温故知新的技術による住宅快適化の検討」

今まで要素・個別技術として開発してきた劣化診断技術と保守管理技術を集約化して組み込むことにより住宅の長寿命化をはかる。また、ブラインドや散水による住宅の快適性維持の効果に学術的な検討を加えた。

「小課題6：超長期住宅の設計に資する歴史的建築物由来木材の学術情報収集」

歴史的建造物に使われている木材を調べることで、どのような木材の使い方や樹種が高耐久性を生み出すのかヒントを貰うことができるとの考えに基づき、歴史的建築物由来木材の学術情報を収集・整理した。

## インターミッション

生存圏研究所は、「圏」の概念に基づき、生存圏の科学的診断と治療技術による、地球環境と人間活動の共存を目指している。その中で、インターミッションは、生存圏科学の創成に向けて、圏間を結ぶ融合プロジェクトを遂行する重要な場である。現在は、大気圏－森林圏－人間生活圏を結んだ先導的プロジェクトとして、インドネシア・スマトラ島やマレーシア・ボルネオ島の大規模産業造林をフィールドに「アカシアプロジェクト」を行っている。

### アカシアプロジェクト ー熱帯人工林の環境貢献とその持続的生産・利用ー

森林圏および大気圏の炭素、水蒸気などの物質循環を精測して、物質フロー解析やライフサイクル評価による環境負荷影響評価を行い、大気圏・森林圏の圏間相互作用を明らかにするとともに、それに基づく、地域の環境と木材の持続的生産の維持およびそこから生まれる木質資源の利活用技術について研究してい

る。

平成16年度からインドネシア、スマトラ島における20万haのアカシア産業造林地をフィールドとし、アカシア造林地の複数ヶ所に気象観測器の設置を進め、降雨量等のデータ収集・解析を行っている。また、インドネシア科学院生命科学部門、産業造林を管理運営しているMUSI HUTAN PERSADA社ならびに京都大学生存圏研究所の三者間でMOUを締結し、アカシアマングウム植林地における持続的生産と林産物利用に関する研究について共同研究を進めている。20年度には、森林バイオマス生長量評価に関してこれまで実施してきた地表データによる評価および気温や降雨量に関する気象データ収集に加え、衛星データを用いた広域森林バイオマスのリモートセンシングによる評価手法の開発に着手した。また、アカシアマングウムのESTデータベース作成とアカシアマングウムなどの形質転換系構築を進めた。さらに、インドネシア科学院 (LIPI) との共同研究で、アカシアマングウムの遺伝子組換え法として新しいユニークな技術を開発した。

一方、グローバルCOEプログラム「生存基盤持続型の発展を目指す地域研究拠点」において、東南アジア研究所と協働で人文・社会経済的な視点を加えた文理融合・問題解決型の統合研究サイトとして新たな展開を目指しつつある。その中で、インドネシア、スマトラ島リアウ州にある自然林、観光林および SinarMas 社の産業人工林が複合した Riau Biosphere Reserve (78 万 ha) において、リアウ大学、インドネシア科学院 (LIPI)、林業省などと共同研究を展開するための準備を進めた。

このほか、平成 19 年度に KM HYBRID PLANTATION SDN BHD 社と熱帯域の持続的林業経営と生産に関する覚書を交換し、これに伴って、同社のマレーシア、サバ州における用材生産を目指したアカシアハイブリッド林 (約 4,000ha) において、気象測器の設置、バイオマス生産の調査、ならびにシロアリの生息 (生物多様性) 調査を開始した。20 年度は、バイオマス生長量の地表データを集積するとともに、アカシアマングウムおよびハイブリッド 2, 3 年生の部位別樹木バイオマスを調査した。また、地域の生物多様性評価のためにシロアリと菌類を指標とした生物多様性調査を実施した。加えてアカシア材の利用に関する種々の評価を実施した。