

# 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 19 年度は 7 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、「金属トランスポーター発現植物による環境浄化技術の開発」や、「Development of bacterial cellulose based engineered scaffolding biomaterials for potential osteological applications」等の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、19 年度は理学研究科、工学研究科、農学研究科、および情報学研究科を含む 13 部局、計 44 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、19 年度は「熱帯生存圏の数値データの統合的データベース・解析システムの研究開発」や、「ベクトル磁場勾配簡易測定装置の開発と生存圏変動研究への応用」等の合計 10 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。

さらに、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きた。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、所外のよう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(今村祐嗣(兼任))
- ・ 所内教員(萌芽研究分野：渡辺隆司・篠原真毅、融合研究分野：畑 俊充・橋口浩之、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(古屋伸秀樹、Thi Thi Nge、増野亜実、藤田素子、園部太郎、I. Venkata Subba Reddy、Ragil Widyorini)
- ・ 学内研究担当教員(兼任)
- ・ 学外研究協力者

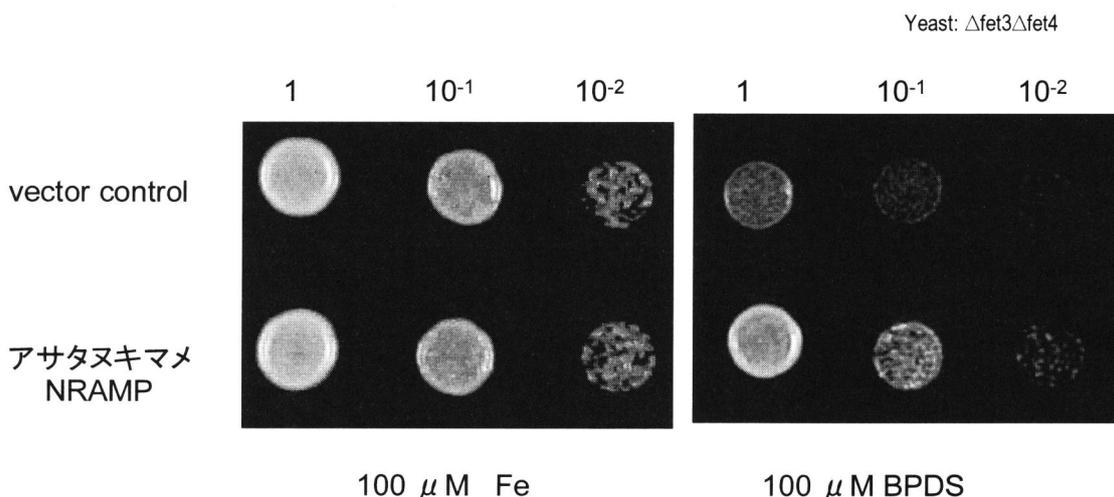
### 1.2 ミッション専攻研究員の公募

京大大学生存圏研究所では、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)に係わるプロジェクトの研究に専念する若手研究者で、公募によって選任している。



**増野亜実 (矢崎一史) : 金属トランスポーター発現植物による環境浄化技術の開発**

カドミウムは微量摂取でも生体に害を及ぼす重金属であり、コメやダイズなどの農作物を介してヒトの健康に重篤な悪影響を与える。したがってカドミウム汚染された土壌は早急に浄化しなければならないが、近年その手法の一つとして、植物を利用した浄化技術、「ファイトレメディエーション」が注目されている。本研究の目的は、金属トランスポーター(輸送体)を利用することによりカドミウムの蓄積部位の制御を考慮した、ファイトレメディエーションに最適化された植物の開発である。本研究ではカドミウムのトランスポーターとして、アサタヌキマメ(*Crotalaria juncea*)から NRAMP(natural resistance-associated macrophage protein)遺伝子を単離した。本膜タンパク質の金属輸送能を、酵母を宿主とした発現系を用いて解析した結果、アサタヌキマメの NRAMP はカドミウムに加えて鉄の輸送にも関与することが明らかとなった。このアサタヌキマメ NRAMP 遺伝子を発現させた形質転換体植物は、カドミウムに抵抗性を示した。また、カドミウム暴露後の形質転換植物体内ではカドミウムおよび鉄の含有量を測定したところ、地上部でのカドミウム蓄積が多く、鉄の吸収量は植物全体に対してコントロールより高かった。このことから、アサタヌキマメ NRAMP を利用することにより、カドミウム含有条件下でも鉄吸収を維持できるので生育し続けられ、かつカドミウムが地上部に蓄積しやすい植物が作出できたと結論づけられる。



**<酵母を用いた生育比較実験>**

左が鉄充分培地、右が鉄欠乏培地。鉄欠乏培地においてアサタヌキマメNRAMPを導入した酵母の方が生育がよいのは、効率よく鉄を取り込めるためと考えられ、すなわち本トランスポーターが鉄の輸送に関与することを示している。

**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**

マイクロ波加熱は被加熱物質を直接内部発熱し、迅速かつ選択的に加熱できることから省エネ、高効率化技術として注目されている。研究はマイクロ波による特異な加熱メカニズムに着目し、新規の熱変換プロセスとしてマイクロ波加熱技術を確立することを目的としている。実験室に、2.45GHz マグネトロン発振器、方形導波管、サーキュレーター、スタブチューナー、短絡板、ダミーロード、パワーメーターからなる定在波シングルモードアプリアケーターを試作し、電界最大、あるいは磁界最大の位置における被加熱物に対する加熱効果を検証している。また、グラファイト被加熱材を利用したマイクロ波の高温熱変換プロセスを開発し、そのバイオマス熱分解またセラミックス材料の合成プロセスへの応用を検討している。これまでに、本

マイクロ波加熱プロセスを用いて、二酸化チタンに炭素を修飾することにより、可視光領域で高活性を示す光触媒を短時間で合成することに成功した(特願 2008-42652)。

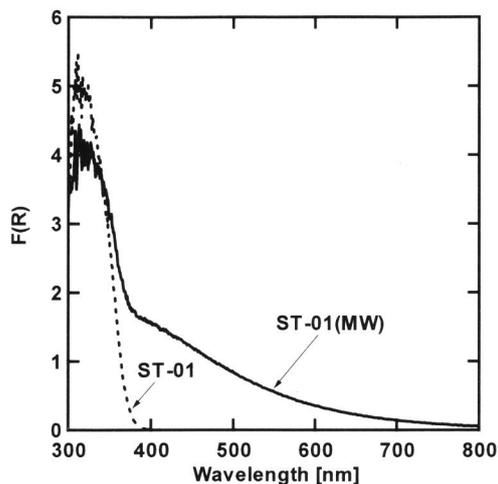


図1 紫外-可視吸収スペクトル

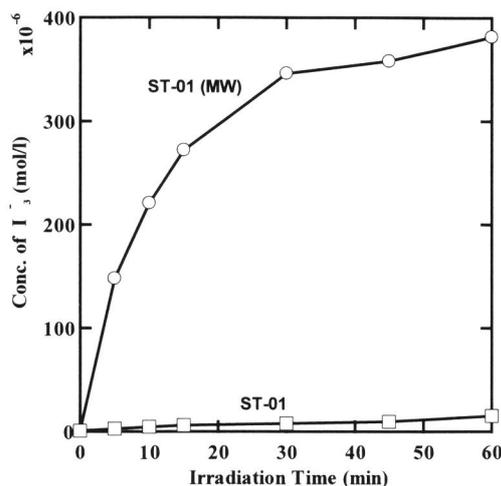
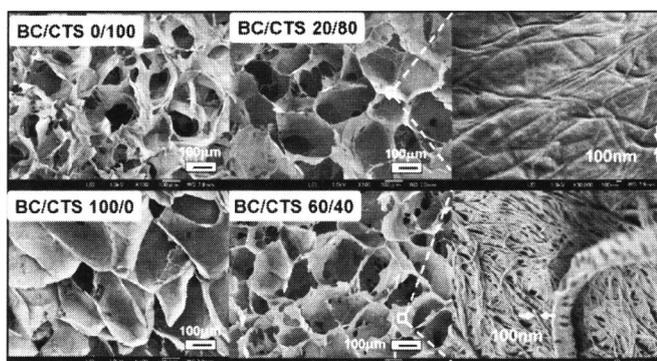


図2 可視光光触媒活性：三ヨウ化物イオン生成挙動

### Thi Thi Nge (Junji Sugiyama) : Development of novel biofunctionalized bacterial cellulose-based biomimetic composites

In this project, bacterial cellulose (BC) derived materials, such as, *N*-acetylglucosamine (GlcNAc) incorporated bacterial cellulose (BC-GlcNAc), peptide immobilized BC gel (BC-RGD), bacterial cellulose/chitosan (BC/CTS) porous scaffolds were prepared and characterized for their potential use as biomedical materials in the field of reparative tissue engineering. The amount of GlcNAc incorporation of BC-GlcNAc, detected with liquid scintillation counting (LSC), was 0.04 to 0.28 mole% depending on the culture medium containing different sugar compositions (glucose:*N*-acetylglucosamine- Glc:GlcNAc). The mineral nucleation potential and biocompatibility of BC-GlcNAc were studied. For the second material BC-RGD, the cell adhesion property was investigated. Finally, BC/CTS porous composite scaffold, the third in the series, was fabricated and the structure-property relationships of developed scaffolds were characterized by FE-SEM, ATR-FTIR and mechanical testing. The mean pore diameter within the range of 100- 300  $\mu\text{m}$  with ca 90% porosity of porous BC/CTS scaffolds (Figure.1) can be fabricated through freezing and lyophilization process. The compressive moduli ( $\sim$ 0.23-0.69 MPa) of scaffolds were found to be within the range of those of articular cartilage (0.5-1.0 MPa).

Figure 1. FE-SEM images of chitosan and bacteria cellulose porous scaffold (left), bacterial cellulose/chitosan, BC/CTS scaffolds (w/w%) (middle) and, respective magnified images of pore wall morphology (right).



### 藤田素子 (吉村 剛) : 持続可能なアカシア植林地に関する生態学的研究

インドネシア・スマトラ島では大規模アカシア植林が生息域の減少・改変を引き起こしている可能性がある。種多様性を維持するためには、ランドスケープ構造や管理方法を検討する必要がある。そこで本研

究では鳥類を対象に、アカシア植林地の中に設けられた、保全二次林とアカシア林との多様性の違いを明らかにすることを目的とした。特に、種の供給源であると考えられる保全二次林からの距離やアカシアの林齢に応じた鳥類相の変化に着目して、アカシア林が鳥類相の維持環境として機能するための保全二次林の配置やアカシアの林齢を明らかにする。調査地はインドネシア・スマトラ島、南スマトラ州に位置する PT. Musi Hutan Persada 社が所有する 26 万 ha のアカシア植林地とした。約 3,000ha の保全林内部 4 箇所、保全林からそれぞれ 0.5km, 1-2km, 5-6km, 10-15km の距離にある 0-1 齢のアカシア林 4 箇所と 4-5 齢のアカシア林 4 箇所の計 12 箇所において、鳥類の調査を行った。鳥類の調査では、10 分間のポイントカウント法により記録された半径 25m 以内の出現種は密度推定に、25m 内外の出現種は鳥類相データとして用いた。また補足する目的で、IC レコーダーを用いてポイントカウントと同時に 10 分間の録音を行った。その結果、アカシア林に比べ保全林で種数が高く、特に 0-1 齢のアカシア林で低い傾向を示した (表 1)。一部のアカシア林では種数が高かったが、25m 以内の生息密度は非常に低いことから、アカシア林の周辺の混交植生に生息する種を記録したためと考えられる。また、保全林からの距離に応じた鳥類種数の変化は認められなかった。

表 1. 保全二次林とアカシア林における鳥類調査 (ポイントカウント法) の結果.

	ポイント名	種数/センサス	個体数 /半径 25m 以内のセンサス	全種数
保全二次林	conserv4	26	2.52	56
	conserv5	24	2.46	
	conserv6	24	7.45	
	conserv7	29	3.22	
1 齢 アカシア林	1y05	13	1.13	32
	1y2	16	1.92	
	1y6	24	2.06	
	1y10	11	0.40	
4 齢 アカシア林	4y05	26	4.16	36
	4y2	22	4.21	
	4y6	11	1.60	
	4y10	12	4.27	

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

The spatial and temporal variations in water vapor (WV) are very important in the study of global climate change, because water vapor is one of the greenhouse gases and it releases latent heat through condensation. Recently different observational techniques evolved to probe the changes in the atmosphere on a global scale, irrespective of the weather conditions and to monitor continuously, with high temporal and spatial resolutions (both vertical and horizontal). Some of these techniques are self calibrated. To study the global variation of WV, we used COSMIC, AIRS, NCEP and ECMWF data sets. Each data set has its own salient features and these are useful to understand the water vapor globally more qualitatively as well as quantitatively. The COSMIC mission provides high vertical resolution data with limb scanning technique and Aqua satellite provides with high horizontal resolution using the nadir technique. By

combining these two, both vertical and horizontal variation of WV is studied globally as well as over the India and Indonesia regions. The estimation of WV from the satellites has the potential applications to study the evolution, onset and progression of the Indian summer monsoon. Similar studies can also be carried out over the Indonesian region and to study the Asian summer monsoon. The WV profiles from COSMIC 1dvar, AIRS are compared with those estimated from the radio sonde data over different geographical locations in Malaysia and also over the Gadanki, India are compared. The comparison is fairly good in most of the cases between COSMIC and radio sonde. However, AIRS is under estimating in all the cases. The NCEP reanalysis and ECMWF data are also used along with COSMIC and AIRS data sets for the comparison. The enhanced WV is observed along the ITCZ. WV estimated from COSMIC and AIRS are in consistent with the NCEP and ECMWF model results. The difference between these observations and their latitudinal and longitudinal variation of WV are discussed.

**Ragil Widyorini (Shuichi Kawai) : Evaluation of biomass production of plantation forest in tropical area  
~A case study of Acacia plantation forest, PT Musi Hutan Persada, Indonesia~**

This research focused on dynamic analysis of tree growth and biomass production of Acacia plantation in South Sumatra, Indonesia. The data used in this study came from permanent plots established in the operational plantations of *Acacia mangium* Willd. managed by PT. Musi Hutan Persada (hereinafter referred as MHP) at Subanjeriji area in South Sumatra. The analyses were based on the long-term inventory data of planted stands from 2000-2005 that recorded from 2001 to 2006 (1-6 years old). The effect of block area and stand age was statistically evaluated. Correlation among tree growth parameters (i.e. diameter, height, stand volume, stand age) was then described. Annual increment was calculated and its relation with annual rainfall was discussed. The biomass of standing tree at 5 years of age can be estimated at around 94 Mg/ha, with the estimated carbon content of forest biomass is about 72 Mg C/ha.

2.2 平成 19 年度生存圏研究所学内研究担当教員

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
大学院医学研究科・医学部	教授	杉本 直三	画像認識による木材の識別
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	藤田 稔	木質バイオマスの多面的利用に関する研究

大学院農学研究科・農学部	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的構築
	教授	谷 誠	森林・大気間における熱・水・CO2 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
	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・CO2 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
	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
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
エネルギー理工学研究所	教授	吉川 暹	次世代太陽電池の開発
防災研究所	教授	鈴木 祥之	伝統木造建築物の構造力学的解明
	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	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	Sidele, Roy C	Evaluation of land cover change on soil and water resources
	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	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	伊藤 潔	内陸地震の予知と災害軽減に関する研究
	准教授	諏訪 浩	山地災害の水文地形学的研究
	教授	釜井 俊孝	都市圏における地盤災害

防災研究所	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
	准教授	福岡 浩	森林圏における土砂災害・土砂環境の研究
	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」
	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
基礎物理学研究所	教授	嶺重 慎	生存圏としての宇宙プラズマ環境の研究
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
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
フィールド科学教育研究センター	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
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

### 2.3 平成19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	安藤 信 (フィールド科学教育 研究センター)	大面積長期観測プロットによるブナ科樹木の 衰退と気候変動との関係	杉山 淳司 山中 典和 馬場 啓一 金子 隆之	フィールド科学教育研究センター 鳥取大学乾燥地研究センター 農学研究科	1
2	家森 俊彦 (理学研究科)	ベクトル磁場勾配簡易測定装置の開発と 生存圏変動研究への応用	津田 敏隆 橋爪 道郎 Kamduang, Weerapong	理学研究科 チュラロンコン大学	1
3	小杉 緑子 (農学研究科)	熱帯雨林における生物起源揮発性有機炭 素(BVOC)放出量の計測	東野 達 谷 誠 中村 卓司	エネルギー科学研究科 農学研究科	1

4	須崎 純一 (地球環境学堂)	マイクロ波散乱計測による水田の土壌水分推定モデル構築と合成開口レーザ画像からの広域土壌水分推定	津田 敏隆 中村 卓司	地球環境学堂	1
5	高林 純示 (生態学研究センター)	緑のかおりが媒介する生態系生物間情報ネットワーク	矢崎 一史	生態学研究センター	1
6	田上 高広 (理学研究科)	アジア赤道域の気候・環境変遷の復元に関する基礎研究 -鍾乳石の同位体データと熱帯樹の成長輪データの高精度対比-	津田 敏隆 杉山 淳司 余田 成男 竹村 恵二 陀安 一郎 高津 文人 渡邊 裕美子	理学研究科 生態学研究センター	1
7	陀安 一郎 (生態学研究センター)	シロアリにおける無機元素循環系の解明に向けた基礎的検討	吉村 剛 中山 友栄 中野 孝教	生態学研究センター 総合地球環境学研究所	1, 4
8	中村 卓司 (生存圏研究所)	大気圏・生物圏・森林圏におけるフィールド計測のためのレーザー分光技術の開拓	塩谷 雅人 高橋 けんし	次世代開拓研究ユニット	1
9	福田 洋一 (理学研究科)	レーザー干渉方式高精度衛星重力ミッションによる陸水・土壌水分モニターの可能性に関する研究 -沿軌道データの利用可能性について-	津田 敏隆 山本 圭香 長谷川 崇	理学研究科	1, 3 アカシア
10	堀之内 武 (生存圏研究所)	熱帯生存圏の数値データの統合的データベース・解析システムの研究開発	塩谷 雅人 中村 卓司 山本 真之 山根 悠介	次世代開拓研究ユニット	1, 3 アカシア

## (1) 大面積長期観測プロットによるブナ科樹木の衰退と気候変動との関係

### 1. 研究組織

代表者氏名：安藤 信（フィールド科学教育研究センター）

共同研究者：杉山淳司（生存圏研究所）、山中典和（鳥取大学乾燥地研究センター）、

馬場啓一（生存圏研究所）、金子隆之（農学研究科）

### 2. 研究概要

京都大学フィールド科学教育センター芦生研究林に1992年に設置されたモンドリ谷集水域長期観測プロット(16ha)にて、ブナ・スギ群落の長期観測が行われている。これまでに、胸高直径10cm以上の樹木について5年ごとに3回の毎木調査を行ってきた。今年度4回目の調査を行った。

1992-1997年を第I期、1997-2002年を第II期、2002-2007年を第III期とすると、冷温帯林の優占樹種であるブナ(*Fagus crenata*)では、第I期、第II期、第III期と進むにつれて、直径成長量が減少してい

た。また、ミズナラ (*Quercus crispula*) では、第 III 期に胸高直径の増加に伴う枯死率の増加が認められた。ミズナラではカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が運搬する病原菌 (*Raffaelea quercivora*) による枯死が集団的に発生することが知られているが、第 III 期に見られた傾向はカシノナガキクイムシが寄主として太い木を選好する傾向に合致するものである。

冷温帯林の主要構成種のこれら衰退には、地球温暖化の影響が少なからず関与していると考えられ、今後も継続して観測することが、貴重な自然林の保全対策を考える上で重要である。

## (2) ベクトル磁場勾配簡易測定装置の開発と生存圏変動研究への応用

### 1. 研究組織

代表者氏名：家森俊彦（理学研究科）

共同研究者：津田敏隆（生存圏研究所）、橋爪道郎（チュラロンコーン大学・理学部）

Kamduang, Weerapong（チュラロンコーン大学・理学部）

研究協力者：小田木洋子（理学研究科）

### 2. 研究概要

遺跡を傷つけることなく古代窯跡等に記録された残留磁化の方向を推定するために、磁化物体近傍の磁場ベクトルの勾配を、その場で簡易に測定する装置の製作と改良および実地調査を行った。今年度は、センサーの向きの調整機構等、機械部分の改良を行った結果、向きの不一致からくる誤差を一桁近く軽減することができた。その装置を用いて、約 900 年前と考えられるタイ・クメール時代の窯跡で実地試験測定を行った。

## (3) 熱帯雨林における生物起源揮発性有機炭素 (BVOC) 放出量の計測

### 1. 研究組織

代表者氏名：小杉緑子（農学研究科）

共同研究者：東野 達（エネルギー科学研究科）、谷 誠（農学研究科）、

中村卓司（生存圏研究所）、奥村智憲（エネルギー科学研究科）、

中川健太（エネルギー科学研究科）、高梨 聡（森林総合研究所）

### 2. 研究概要

森林はイソプレン、モノテルペンなどの生物起源揮発性有機化合物 (BVOC) を放出している。本研究では、アジア熱帯雨林の葉群においてイソプレンをはじめとする BVOC の放出量を計測し、また同時に光合成過程や気象条件を観測することにより、その放出過程について考察した。特に高温かつ現存量の多い熱帯林における BVOC の放出量、放出過程、そのメカニズムについては、昨今世界的に注目され始めているものの、観測例は圧倒的に少なく、本研究はその先駆的なものとして位置づけられる。

## (4) マイクロ波散乱計測による水田の土壌水分推定モデル構築と合成開口レーダ画像からの広域土壌水分推定

### 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（生存圏研究科）

### 2. 研究概要

近年、世界的に旱魃の被害が報告され、旱魃の影響を緩和するために衛星リモートセンシングによる対策が望まれている。本研究では、水田のマイクロ波散乱計測、水田のマイクロ波散乱モデルの確立、および合成開口レーダ (SAR) 画像を用いたタイ東北部の非湛水期水田の土壌水分推定を試みた。まず、圃場にて 3 次元デジタイザを用いてイネの葉の 3 次元座標を計測し、イネの 3 次元モデルを構築した。次に、水田を模した供試体を作成し、電波暗室において水田のマイクロ波散乱を計測した。またイネの 3 次元モデルを用いて、4 成分分解手法<sup>1)</sup>を適用して水田における散乱特性を把握した。一方、タイ東北部ブリラム県の

天水田において、土壌水分量と土壌温度の計測を継続した。最後に、地上計測データを活用して、旱魃リスク評価に活用可能な、1990年代のブリラム県の水田の土壌水分分布図を作成した。

## (5) 緑のかおり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：高林純示（生態学研究センター）

共同研究者：矢崎一史（生存圏研究所）

### 2. 研究概要

イネの師管液を吸う吸汁昆虫であるセジロウンカの吸汁加害によって、イネに糸状菌病であるいもち病菌に対する抵抗性が誘導される。今回、セジロウンカの加害は、細菌病である白葉枯病に対しても強い抵抗性を誘導することを明らかにした。一方、セジロウンカの近縁種であるトビイロウンカに加害されたイネでは、ほとんど抵抗性が誘導されなかった。この間接誘導抵抗性の差を詳細に解析したところ、「緑のかおり」の成分を合成する酵素遺伝子の発現がセジロウンカの加害時のみ誘導されており、実際に、白葉枯病菌の増殖を抑制する「緑のかおり」のひとつ、青葉アルデヒドがセジロウンカ加害時にイネ体内に有意に蓄積していることが明らかとなった。また、青葉アルデヒドが抵抗性誘導時の「情報」として利用されている可能性も示された。これらのことから、「緑のかおり」がイネにおける間接防衛機構において重要な役割を持つことが明らかとなった。

## (6) アジア赤道域の気候・環境変遷の復元に関する基礎研究 -鍾乳石の同位体データと熱帯樹の成長輪データの高精度対比-

### 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）、高津文人（生態学研究センター）、  
渡邊裕美子（理学研究科）

### 2. 研究概要

アジア赤道域の中核に位置するインドネシア・ジャワ島において、鍾乳石試料を用いた同位体/化学分析と年代測定、および、熱帯樹の成長輪の分析を行い、それらを気象の観測データも含めて高精度対比することにより、当該地域の気候・環境変遷を多元的に復元する。加えて、日本を含む中緯度域でも同様の高精度対比を行い、赤道域との比較検討を進める。

まず、西ジャワ地域の鍾乳石について、組織観察と年縞の同定、複数セクションにおける縞数え、および、ウラン-トリウム法と鉛 210 法を用いた放射年代測定を行い、鍾乳石の成長に関する正確な時間モデルを確立する。次に、年縞ごとに酸素・炭素同位体比の高精度時系列データを得る。

また、同じ地域から入手した熱帯樹試料について、成長輪の観察と同定、および、複数セクションにおける縞数えを行い、熱帯樹成長の時間モデルを確立する。その後、成長輪ごとに綿密な安定同位体比分析を行う。試料よりセルロース分を分離精製し、安定同位体用質量分析計により測定することにより、酸素などの同位体比の高精度時系列データを得る。

最後に、これら2組の時系列データセットと、過去およそ100年間に蓄積された、当該地域の気象観測データとの比較対比を行う。鍾乳石の酸素・炭素同位体比変動は、岩盤浸透水(ドリップウォーター)を通じて、鍾乳洞付近の局地的な降水量の指標となる事が知られており、事実これまでの予察的な研究結果から、赤道域でも良好な指標となる事が期待される。また、熱帯樹の酸素同位体比変動も、樹液を通じて、局地的な降水量を反映する事が知られている。そこで、気象観測により得られた、実際の降水量の年々変動とこれらの指標データを高精度対比し、上記二つのアプローチの信頼度評価を行う。

## (7) シロアリにおける無機元素循環系の解明に向けた基礎的研究

### 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）、中山友栄（生存圏研究科）、  
中野孝教（総合地球環境学研究所）

### 2. 研究概要

シロアリは、熱帯域を中心として温帯域にまで分布している社会性昆虫であるが、物質循環の側面からみても重要な役割を果たしている。シロアリが有機物の分解者であることから、有機元素の安定同位体分析に関しては多くの研究がなされてきた。特に炭素・窒素の安定同位体比を用いた物質変換過程の知見は多い。

本年の研究は、これら有機元素に加え無機元素の動態に関する知見を深めることを検討したものである。放射性元素である  $^{210}\text{Pb}$  および  $^{137}\text{Cs}$  を用いる試みを既に行っており<sup>1)</sup>、本研究では安定同位体指標としてホウ素 ( $^{11}\text{B}$  と  $^{10}\text{B}$ ) やストロンチウム ( $^{87}\text{Sr}$  と  $^{86}\text{Sr}$ ) の無機元素を用いる試みを行った。食材性昆虫であるシロアリにおける無機元素循環系の解明に向けた基礎的研究として、ホウ素安定同位体比分析方法の確立およびシロアリ体内のストロンチウム同位体比の測定を行い、その可能性を示した。

## (8) 大気圏・生物圏・森林圏におけるフィールド計測のためのレーザー分光技術の開拓

### 1. 研究組織

代表者氏名：中村卓司（生存圏研究所）

共同研究者：塩谷雅人（生存圏研究所）、高橋けんし（次世代開拓研究ユニット）

### 2. 研究概要

生存圏研究所が人類の持続的発展をめざして取り組んでいる 4 つのミッションのひとつである「環境計測・地球再生」ミッションでは、大気圏の計測が重要な要素となっている。その計測の範囲を森林圏・生物圏へと拡大し、圏間の物質輸送・エネルギー輸送や相互作用を観測して地球再生への方向性を捉えることが火急に必要なとなっている。本研究では、レーザー技術をキーワードに、フィールド観測のための新しい計測装置を技術開発することを目的とした。開発は、大気圏・森林圏・生物圏における大気微量成分の遠隔および近接観測に焦点を当て、レーザーレーダーによる遠隔計測と、レーザー分光によるフィールド近接観測の 2 つの課題を中心に、フィールド展開の可能性を探った。

遠隔観測においては、これまで生存圏研究所・信楽MU観測所で開発してきた大型ラマン・ミー・レイリーライダー、また小型のラマンライダー装置の観測で車載型のラマンライダーを開発して、水蒸気混合比やエアロゾル（後方散乱比）の大気境界層内での空間時間変化を観測することに応用してきた背景を受け、本課題ではさらに装置を小型化して森林圏での計測、すなわち林地でのフィールド計測を行なうための装置の開発や改良、さらに今後種々の微量成分の計測に発展させるための基礎データを得ることを目標とした。レーザー分光による近接観測においては、大気圏・森林圏・生物圏の化学過程において重要な役割を担っている窒素酸化物や二酸化炭素などの微量成分をターゲットとし、従来のガスクロや質量分析では困難であった、フィールドでのオンサイト計測を高い時間分解能で行うことができるような、独自の光学計測技術の開拓を目標とした。超長光路レーザー吸収分光法やレーザー誘起蛍光分光法などを用いて、先端的なフィールド計測装置を開発するために、新しいレーザー計測技術を探究した。本報告では特にレーザーレーダーの開発に関してその詳細を述べる。

## (9) レーザー干渉方式高精度衛星重力ミッションによる陸水・土壌水分モニターの可能性に関する研究—沿軌道データの利用可能性について—

### 1. 研究組織

代表者氏名：福田洋一（理学研究科）

共同研究者：津田敏隆（生存圏研究所）、山本圭香（理学研究科）、  
長谷川崇（理学研究科）

## 2. 研究概要

2002年3月に打上げられた米国とドイツのジョイント・ミッションであるGRACE(Gravity Recovery and Climate Experiment)では、全球的な重力の時間的変化を、約1000kmの空間分解、約30日程度の時間分解能で観測することができ、広域な重力変化の研究に大きく寄与している<sup>1)</sup>。GRACEによる重力場の測定には、Low Low Satellite to Satellite Tracking(L-L SST)と呼ばれる方法が用いられているが、GRACEの後継ミッション GRACE-FO(Follow On)では、衛星間の距離測定にレーザー干渉測距による SSI(Satellite to Satellite Interferometry)を採用することで、GRACEより2~3桁感度が向上するといわれている。本研究では、衛星重力の応用として最も実用的かつ重要な陸水・土壌水分のモニターを想定し、GRACE-FOが実現した場合、どの程度の精度・空間分解能が得られるかについて検討を行い、その可能性を探った。本年度は、特に、GRACEのLevel-1データに相当する、沿軌道データの利用可能性について検討を行い、気圧補正の重要性を指摘した。

### (10) 熱帯生存圏の数値データの統合的データベース・解析システムの研究開発

#### 1. 研究組織

代表者氏名：堀之内武（生存圏研究所）

共同研究者：塩谷雅人（生存圏研究所）、中村卓司（生存圏研究所）、  
山本真之（生存圏研究科）、山根悠介（次世代開拓研究ユニット）

#### 2. 研究概要

研究代表者らが開発を行っている、数値データを Web ブラウザで解析・可視化可能な形でデータベース化を行うツール Gfdnavi を用いて、熱帯生存圏研究のためのオンラインデータベースを試作した。また、そのための開発を行った。これにより、Gfdnavi が学際的な生存圏研究にふさわしいとの見通しを得ることができた。

## 2.4 平成19年度オープンセミナー

回数	開催月日		演 者	題 目
51	5 月	30 日	古屋仲 秀樹 (ミッション専攻研究員)	R型二酸化マンガンによる水の酸化と二酸化炭素の還元
52	6 月	13 日	Thi Thi Nge (ミッション専攻研究員)	Development of bacterial cellulose-based functional biomaterials
53		20 日	増野 亜実 (ミッション専攻研究員)	カドミウム汚染土壌を対象とした浄化植物の開発
54		27 日	Ying Hei Chui (客員教授・カナダ)	Forestry and Forest Product Industries in Canada
55	7 月	4 日	藤田 素子 (ミッション専攻研究員)	鳥類排泄物による栄養塩の運搬 —都市域ランドスケープと山地帯ランドスケープの比較—
56		11 日	園部 太郎 (ミッション専攻研究員)	熱プロセスにおけるバイオマスおよびセラミックス材料の物性評価の研究 —マイクロ波加熱・照射効果の展望—

57	9 月	19 日	家森 俊彦 (理学研究科・教授)	歴史遺跡と地磁気永年変化
58		26 日	福田 洋一 (理学研究科・教授)	衛星重力ミッションGRACEによる最近の応用研究
59	10 月	10 日	田上 高広 (理学研究科・教授)	インドネシアの鍾乳石を用いたアジア赤道域の古気候学的研究 (KAGI-21 鍾乳洞プロジェクト)
60		17 日	堀之内 武 (生存圏研究所・助教)	熱帯生存圏の数値データの統合的データベース・解析システムの研究開発
61		24 日	Ragil Widyorini (ミッション専攻研究員)	Evaluation of biomass production of plantation forest in tropical area -A case study of Acacia plantation forest, P.T. Musi Hutan Persada, Indonesia-
62	11 月	14 日	陀安 一郎 (生態学研究センター・准教授)	シロアリにおける無機元素循環系の解明に向けた基礎的研究
63		21 日	I.V.Subba Reddy (ミッション専攻研究員)	The global variation of water vapor using COSMIC and Aqua satellites
64		28 日	中村 卓司 (生存圏研究所・准教授)	レーザーレーダーを用いた大気圏・森林圏のフィールド観測
65	12 月	12 日	安藤 信 (フィールド科学教育研究センター・准教授)	芦生のブナは生き残れるか？ -天然林の長期動態調査-
66		19 日	Michael Lenz (客員教授・オーストラリア)	The usefulness of pest termites: Models for understanding termite biology
67	1 月	16 日	高林 純示 (生態学研究センター・教授)	植物の間接防衛戦略を雨よけハウス内の害虫防除に応用しよう！
68		23 日	須崎 純一 (地球環境学堂・准教授)	旱魃モニタリングのための合成開口レーダ画像を用いた水田の土壌水分推定
69		30 日	小杉 緑子 (農学研究科・助教)	ガス交換という視点でみた東南アジア熱帯雨林の機能
70	2 月	6 日	Chow-Yang Lee (客員教授・マレーシア)	Urban pest management in South East Asia - Changing trends, current and future perspectives -

## 2.5 シンポジウムの開催

### (1) 生存圏研究ミッションシンポジウムの開催

日時：平成 19 年 12 月 7 日（金） 午前 10：50～

場所：化学研究所バイオインフォマティクスセンター講義室（総合研究実験棟 2 階）

## プログラム

- 10:50 挨拶・研究所ミッションに関する説明  
今村祐嗣（京都大学生存圏研究所 学際萌芽研究センター長）
- 11:00 「ミッション1：環境計測・地球再生」  
ミッション1：環境計測・地球再生について  
塩谷雅人（京大RISH）  
樹木からのイソプレン放出の意義と大気環境へのインパクト  
矢崎一史（京大RISH）  
陸域・海域生物圏と地球大気変動  
秋元 肇（海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター）
- 12:50 「ミッション2：太陽エネルギー変換・利用」  
ミッション2：太陽エネルギー変換・利用について  
渡辺隆司（京大RISH）  
大電力レクテナの開発ー宇宙太陽発電からのスピノフー  
篠原真毅（京大RISH）  
「餌ーシロアリー腸内微生物叢」系を用いた新規微生物スクリーニング法の開発  
青柳秀紀（筑波大）
- 13:40 「ミッション3：宇宙環境・利用」  
ミッション3：宇宙環境・利用について  
大村善治（京大RISH）  
宇宙環境・利用のための技術開発  
小嶋浩嗣（京大RISH）  
宇宙プラズマ環境の能動利用ー磁気プラズマセイル推進ー  
船木一幸（宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部）
- 14:50 「ミッション4：循環型資源・材料開発」  
ミッション4：循環型資源・材料開発について  
小松幸平（京大RISH）  
多糖類を用いた木材用天然接着剤の開発  
梅村研二（京大RISH）  
低炭素社会における木造住宅の役割ー200年住宅ビジョンー  
井上雅文（東京大）
- 15:40 「インターミッション：アカシアプロジェクト」  
インターミッション：アカシアプロジェクトについて  
矢野浩之（京大RISH）  
Evaluation of Biomass Production of Plantation Forest in Tropical Area  
Ragil Widyorini  
地域研究と生存圏科学をつなぐ  
河野泰之（京大 東南アジア研究所）
- 16:30 ディスカッション：研究所ミッションの現状と今後  
座長 津田敏隆（京大RISH 開放型研究推進部長）

## (2) 生存圏萌芽・融合ミッションシンポジウムの開催

日時：平成20年3月10日（月）午前9：30～

場所：生存圏研究所木質ホール3階

### プログラム

- 9：30 挨拶 川井秀一（生存圏研究所長）  
[萌芽ミッションプロジェクト]
- 9：35 須崎純一（京都大学地球環境学学）  
マイクロ波散乱計測による水田の土壌水分推定モデル構築と合成開口レーダ画像からの広域土壌水分推定
- 9：47 家森俊彦（京都大学理学研究科）  
ベクトル磁場勾配簡易測定装置の開発と生存圏変動研究への応用
- 9：59 中村卓司（京都大学生存圏研究所）  
大気圏・生物圏・森林圏におけるフィールド計測のためのレーザー分光技術の開拓
- 10：11 高林純示（京都大学生態学研究センター）  
緑のかおりが媒介する生態系生物間情報ネットワーク
- 10：23 小杉緑子（京都大学農学研究科）  
熱帯雨林における生物起源揮発性有機炭素（BVOC）放出量の計測
- 10：35 安藤 信（フィールド科学教育研究センター）  
大面積長期観測プロットによるブナ科樹木の衰退と気候変動との関係
- 10：47 福田洋一（京都大学理学研究科）  
レーザー干渉方式高精度衛星重力ミッションによる陸水・土壌水分モニターの可能性に関する研究 – 沿軌道データの利用可能性について
- 10：59 堀之内武（京都大学生存圏研究所）  
熱帯生存圏の数値データの統合的データベース・解析システムの研究開発
- 11：11 田上高広（京都大学理学研究科）  
アジア赤道域の気候・環境変遷の復元に関する基礎研究  
– 鍾乳石の同位体データと熱帯樹の成長輪データの高精度対比–
- 11：23 陀安一郎（京都大学生態学研究センター）  
シロアリにおける無機元素循環系の解明に向けた基礎的検討  
[ミッション専攻研究員]
- 11：40 古屋伸秀樹  
廃棄防腐処理木材無害化過程のミニマム・エミッション化
- 11：55 Thi Thi Nge  
Development of novel functionalized bacteria cellulose-based biomimetic composites
- 13：15 増野亜実  
金属トランスポーター発現植物による環境浄化技術の開発
- 13：30 藤田素子  
持続可能なアカシア植林地に関する生態学的研究
- 13：45 園部太郎  
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
- 14：00 I. VENKATA Subba Reddy

The global variation of water vapor using different observational platforms (COSMIC, Aqua, NCEP and ECMWF)

14:15 Ragil Widyorini

Evaluation of biomass production of plantation forest in tropical area  
-A case study of Acacia Plantation Forest, P. T. Musi Hutan Persada, Indonesia-

### 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 1 では、MU レーダー、衛星、ロケット、バルーンなどを用いた観測によって地表近くから電離圏に至る地球大気全体の研究、および木質の遺伝子生化学と木質資源の有効利用の研究をより深化・融合させることで、環境計測と地球再生の科学研究を実施し、社会的な要請に応えるべくさまざまな研究活動を推進している。具体的には、信楽 MU レーダーを中心とするアクティブリモートセンシング技術の開発、赤道大気レーダー (EAR) を中心とする大気観測、衛星観測及び観測データベースに基づくグローバル大気環境の研究などのミッションプロジェクトにもとづいて、将来予測を可能とするような精緻な地球大気環境の情報を蓄積しつつある。特に、地球大気運動を駆動する心臓部ともいえる熱帯域において、新たな観測拠点を展開し、国際的な共同利用体制の中で、先端的な大気計測を実施している。また、有用な代謝・輸送遺伝子の探索と分子育種による高機能性樹木の創出、木質形成バイオシステムの統御機構の解明と木質資源再生、森林微生物による森林圏土壌活性化機構に関する研究などのミッションプロジェクトを通して、森林の回復保全と汚染環境の改善を果たしつつ、持続的に木質資源を生産・利用するシステム構築に向けた取り組みを行っている。さらに、萌芽・融合的な研究として、植物及び根圏微生物による環境修復技術の開発、熱帯域における森林・大気相互作用に関する研究などの萌芽プロジェクト研究を進めた。平成 19 年度の特筆事項としては、「持続可能生存圏開拓診断 (DASH) システム」が京都大学概算要求 (生態学研究センターと共願) において承認され、ミッション 1 および 2 を中心として DASH 設置準備委員会を立ち上げ、年度末に本システムを完成させた。

#### 研究課題：

- 「森林バイオマス形成統御因子の網羅的解析に対する基盤整備」
- 「微細構造観察による引張あて材の応力発生機構解析」
- 「イソプレン合成遺伝子によるプラントマス増大に関する基礎的研究と応用基盤」
- 「セルロース生合成酵素を活性化するホスファターゼを過剰発現する組換えポプラの作出」
- 「ホヤセルロースのインビトロ合成系の確立」
- 「銅系保存処理廃材の森林担子菌によるレメディエーションに関する基礎研究」
- 「地上付近の大気の変動の遠隔計測・フィールド計測に関する研究」

#### ミッション 2：太陽エネルギー変換・利用

地球人口の爆発的増大と、それに伴う石油、石炭などの化石燃料の大量消費により、地球温暖化問題とエネルギー資源の枯渇問題が深刻化している。本ミッションでは、宇宙太陽発電所 (SPS) の根幹技術としてのマイクロ波送受電技術の開発、木材加工へのマイクロ波応用に関する基礎技術開発、マイクロ波と白色腐朽菌を利用した木質バイオマス変換、バイオマス変換に適した白色腐朽菌の機能解析と分子育種、木材基板のアンテナ応用に関する基礎技術開発、木材劣化生物を用いた木質バイオマスの効率的エネルギー

変換、自己放熱性炭素基板材料の開発など、太陽エネルギー変換利用に関連した様々な学際・融合プロジェクトを発掘・推進してきた。具体的な成果としては、ミッションプロジェクトとして、マイクロ波制御技術と微生物利用の研究が融合したプロジェクトを推進し、新規白色腐朽菌の屋外大量培養法、新規なバイオマス変換用マイクロ波照射装置およびソルボリシス前処理法を開発した。また、マイクロ波制御技術の根幹となる位相制御マグネトロンを性能を大幅に向上させることに成功した。SPSへ応用するための高いレベルの無線送電技術の開発を目指し、軽量・高効率マイクロ波送電器、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、および低雑音マグネトロンの開発やそのシミュレーションコードなどを行ってきた。また、位相制御マグネトロンやビーム制御技術を応用した、飛行船からの送電実験のためのシステムを設計製作した。さらにSPSやマイクロ波送受電の実験設備であるMETLAB等を全国共同利用に供してきた。

バイオマスエネルギーの生産に関しては、この他、シロアリを用いてバイオマスから水素やメタンを生成する研究を世界に先駆けて開始した。さらに、宇宙太陽発電所の基盤材料となる高性能自己放熱性炭素材料や木材でできたアンテナを開発した。さらに、マイクロ波照射技術を組み入れた木材の変換プロセスを機能性ポリマーの発酵生産に応用した研究を進めている。ミッション2プロジェクトの中で、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が、現在では、競争的外部資金を獲得し、他大学、公設研究機関、民間企業などを交えた共同研究プロジェクトに発展しているものも多い。例えば、マイクロ波・微生物複合系を利用した木質バイオマスからのエタノール生産のプロジェクトは、萌芽ミッションプロジェクトとして開始したが、平成17年度よりNEDOの支援を得て研究開発を推進し、平成20-23年度には、連続式マイクロ波照射装置を組み込んだエタノール製造プラントを建設する予定である。

学際・融合的なミッション研究を推進するためには、研究者コミュニティの拡充や社会への啓蒙活動が広く求められる。このため、宇宙太陽発電とバイオマス変換の融合を目指した「持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム」を毎年開催するとともに、全学共通科目「生存圏の科学 太陽エネルギー変換・利用」やKSIサステナビリティ学コース「生存圏開発創成科学論」を開講し、社会や学生への教育・啓蒙活動にも努めている。

#### 研究課題：

- 「マイクロ波・微生物複合系を利用した木質バイオマスからの機能性ポリマーの発酵生産」
- 「マイクロ波被加熱体を用いたバイオマス熱分解の高効率化を目指した萌芽研究」
- 「宇宙太陽発電での利用をめざした熱伝導自己制御型炭素系複合材料の開発とその評価」
- 「飛行船からの送電実験」
- 「マンガニンイオンによる白色腐朽菌リグニン分解系の up-regulation 機構の網羅的解析」

### ミッション3：宇宙環境・利用

ミッション3では宇宙環境の理解とその利用に向けて基礎研究から関連技術開発まで幅広く研究を進めている。新しい宇宙空間飛行技術として、高速のプラズマ流である太陽風のエネルギーを、宇宙機の周囲に人工的に生成した磁気圏によって受け止め、推進力に変換する磁気セイル宇宙機に関して、磁場発生に用いる超伝導コイルの設計を行い、超伝導特性の推進力に与える影響を評価した。また、科学観測や宇宙利用の自由度を飛躍的に増加させるために、複数の人工衛星を積極的に帯電させることにより、クーロン力により相互の位置を制御する新しい概念を取り扱い、デバイ長の影響を考慮したクーロン力調整による相対位置制御の手法を構築した。宇宙圏電磁環境モニターシステムの開発として、システムを構成するセンサーノードにおけるアナログ回路の小型化に向けたアナログASICの開発を引き続き行った。宇宙圏電磁環境におけるプラズマ波動・粒子相互作用を直接観測するために「プラズマ波動・粒子相互作用観測器」を設計し、そこで必要となる波形較正などのデジタル処理をFPGA(Field Programmable

Gate Array)内に実現、ワンチップ化することに成功した。これらの宇宙環境モニターの筐体部やアンテナに使用する目的で、導電軽量木質材料の開発と特性評価を行ってきた。三次元形状を保持した状態で炭素化することで宇宙用材料に要求される導電率、密度、電気シールド効果、強度を持つ中抜き球体を作成することが可能であることがわかった。

一方、計算機シミュレーションによる宇宙環境研究として、宇宙機とプラズマ環境との相互作用について研究を行っている。太陽パネル表面は誘電体であるガラスで覆われており、金属である衛星本体との帯電差（部分帯電）が生じる。この帯電緩和のために、電子を低エネルギー（熱速度）でかつ高密度で放出することにより衛星電位をプラズマ電位にまで引き上げられることがわかった。また、誘電体面の近くには、プラズマ放出装置を設置するのが望ましいことがわかった。宇宙機搭載イオンエンジンのイオンビーム中和には放出電子が用いられるが、ビームの中和状況がイオンエンジンの耐久評価に大きく影響する。3次元粒子シミュレーションの結果から、イオンビーム外周における電子についてはその温度がイオンビーム内の電子温度より高くなるという結果を得られた。1次元電子ハイブリッドシミュレーションにより磁気赤道付近で発生しているホイッスラーモード・コーラス放射を計算機シミュレーションで再現し、新しい非線形成長理論の構築に成功した。放射線帯電子の加速機構としてコーラス放射による加速が注目されている。昨年度に発見した相対論的加速過程（RTA）に加えて、さらに高いエネルギーでの加速過程（URA）が存在することを発見し、コーラス放射により放射線帯電子フラックスが形成される過程を示した。

#### 研究課題：

- 「太陽風エネルギーを利用した磁気セイル宇宙機に関する研究」
- 「クーロン力を用いた複数の人工衛星の編隊飛行に関する研究」
- 「宇宙圏電磁環境モニターシステムの開発」
- 「プラズマ波動－粒子相互作用観測器の開発」
- 「導電軽量木質材料の開発と特性評価」
- 「3次元粒子シミュレーションによる極域衛星帯電の能動的緩和に関する研究」
- 「イオンエンジンにおけるビーム中和電子粒子解析」
- 「ホイッスラーモード・コーラス放射の発生機構の研究」
- 「放射線帯電子の加速機構の研究」

#### ミッション 4：循環型資料・材料開発

自然素材活用型実験住宅における床下工法と微生物相の変化プロジェクトでは、低環境負荷・資源循環型木造エコ住宅において、ベタ基礎工法と土壌あらし工法による2種類の床下を設定し、床下空間浮遊菌、土台付着菌、地表菌という3つのカテゴリーの菌類について定期的にサンプリングを実施して、異なる床下工法における床下菌類相の違いについて検討した。現在までのところ、すべての試料において土壌あらし工法の場合に生育したカビ類コロニー数が有意に多くなり、担子菌類についても同様であった。

未利用バイオマス資源からのナノファイバー製造プロジェクトでは、サトウキビやキャッサバからのバイオエタノール製造プロセスにおいて排出される粗繊維(Crude fibers)、砂糖ダイコンからのショ糖抽出プロセスにおいて排出される粗繊維やキャッサバからのデンプン抽出プロセスにおいて排出される粗繊維について、デンプンやリグニン、ヘミセルロースを取り除く前処理を行うことで、いずれからでも、グライNDER処理で簡単に均一なナノファイバーを製造できることが明らかになった。いずれのバイオマス資源も、ナノファイバー資源として有望である。

歴史的建造物構成部材の樹種に関するデータベースの構築プロジェクトでは、美術院（京都国立博物館）、奈良国立博物館、八代市博物館、関西外国語大学、京都市文化財保護課、建築研究協会を通して金閣寺、西本願寺、和田岬灯台などの主に歴史的建造物、木彫像、木製品を中心に樹種識別を行った。また新しい観察方法としてX線トモグラフィーの検討を始めた。

人間生活圏を拡大する Energy Harvesting 技術に関する研究プロジェクトでは、電磁波エネルギーに注目した Energy Harvesting 技術、さらに進んで電磁波エネルギーそのものを作り出す技術の研究を行ってきた。本研究では災害時の Energy Harvesting のシステムとして飛行船からの電力でのシステムを提案し、そのシステムの一部を開発した。本飛行船実験は 20 年度春に実施予定である。

北山丸太を用いた耐力壁の開発プロジェクトでは、北山丸太を、雇い実を介して列柱上に並べた耐力壁を開発した。雇い実の部分に H 型の面内剛性補強金物を用いることで、北山丸太特有の意匠性能を損なうことなく、剛性と耐力の向上を図ることが出来た。今回開発した耐力壁は壁倍率換算で約 1.0 を発揮するものであった。

資源循環型木質系材料及び天然系接着剤の開発プロジェクトでは、キトサン接着での性能向上を目指し、キトサンの分子量やグルコースの添加量を変化させてフィルム特性を明らかにするとともに、接着性能についても検討し、最適条件を見出した。

廃棄 CCA 木材の無害化処理の深化とリサイクル性の創造プロジェクトでは、希硫酸を用いた前抽出によって CCA のほとんど全てを溶出させ、その溶出液から、ザンセート試薬および水素化された酸化マンガンを使うことで銅、クロム、ヒ素を分離する方法を提案した。また、廃木材の経済的なリサイクルのための応用例としてマクロポーラス・カーボンを試作した。

Development of a novel biostable/biodegradable biomimetic composites based on bacterial cellulose プロジェクトでは、再生医科学研究所と共同研究を実施した。すなわちバクテリアペリクルの微粉碎試料を出発材料として、ポアサイズを制御した膜素材を調製する方法を見いだした。さらに、バイオコンパティビリティについて検討したところ、これをモレキュラースカフォールド（分子足場）として利用できる道が拓けた。

#### 研究課題：

「自然素材活用型実験住宅における床下工法と微生物相の変化」

「未利用バイオマス資源からのナノファイバー製造」

「歴史的建造物構成部材の樹種に関するデータベースの構築」

「人間生活圏を拡大する Energy Harvesting 技術に関する研究」

「北山丸太を用いた耐力壁の開発」

「資源循環型木質系材料及び天然系接着剤の開発」

「廃棄 CCA 木材の無害化処理の深化とリサイクル性の創造」

「Development of a novel biostable/biodegradable biomimetic composites based on bacterial cellulose」

#### 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 －熱帯人工林の環境貢献とその持続的生産・利用－

日射量の豊富な熱帯地域における持続的な大規模産業造林は、持続的、循環的な木材資源の生産基盤として、我が国の資源確保や地元住民の経済活動、福祉に大きく貢献している。その一方で、単一樹種の連続的かつ土地集約的な植林に伴う「生産の問題」、土壌栄養分の短期収奪に関する「持続性の問題」、地域住民の生活保証や経済振興といった「社会問題」、木質資源の効率的な材料変換やエネルギー変換に関わる「利用の問題」など生存圏全体に関わる、様々な課題が存在している。この様なことから、生存圏研究所発足と共に、国内外の研究機関と連携して、スマトラ島のアカシアマンギウム植林地（19 万ヘクタール、

大阪府面積に相当)において、大気圏・森林圏・人間生活圏の物質循環の精測を行い、それに基づき、地域の環境を損ねることなく木材生産の持続性と循環性を保証する方策を考えることを目的とした統合的・融合的研究を開始した。

H19年度は、アカシア産業造林を経営する Musi Hutan Persada、インドネシア科学院バイオサイエンス部と生存圏研究所との3者間MOUを延長した。これに基づき、アカシア産業造林地および周囲の天然林に設置した4台の観測器(Acacia Center, Air Kemang, Tanjung, Lontar)、防災研究所と共同で設置した3箇所(Niru, Merbau, Matrapura)の雨量計で気象観測をおこない、これらの観測データをMHP社の職員の協力のもと、1ヶ月に1回の回収・転送を行い、解析を進めている。インドネシア科学院とは、組換えファルカタを作出するとともに、アカシアの形質転換に関する新技術を開発した。

また、MHP社から提供された土壌状況、植林状況等に関する情報と現地調査に基づき、アカシア生長量評価を行い、産業造林地における炭素循環を推測し炭素フロー図として示した。同時に、衛星情報による大規模造林の時系列解析のために、衛星情報の解析を進めている。さらに、アカシア造林値および周辺の二次林における鳥類の多様性に関する現地調査および解析を行い、生態学的観点からのアカシア産業造林地持続性に関する研究を推進した。

一方、生命科学の観点から、アカシアハイブリッドの育種(越井木材との共同研究)やアカシアマンギウム木部のESTデータベース構築に関する研究を進めた。また、材料科学の立場より、アカシア材から木質系材料を製造するための天然系瀬着剤の開発を行った。

さらに、今年度から生存圏研究所が東南アジア研究所などの地域研究研究者や社会科学研究者と連携して開始したG-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、アカシアプロジェクトと連携したイニシアティブ3:様々な熱帯人工林の環境貢献とその持続的生産・利用が立ち上がった。