

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 18 年度は 6 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、「宇宙生存圏における高エネルギー粒子環境の数値実験」、「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」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、18 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 14 部局、計 47 名に学内研究担当教員を委嘱した。また、従来、所内教員および学内研究担当教員からミッションプロジェクトを募集していたが、18 年度から募集対象を学内教員に広げ、「生存圏科学における放射性炭素 14 利用の可能性」や「インド亜大陸北東部のモンスーン期の降水過程の調査研究」等の合計 9 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(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(古屋仲秀樹、横山 操、大塚史子、佐々木千鶴、Thi Thi Nge、増野亜実)、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

京都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。

2. 本年度の実績

2.1 シンポジウム

生存圏科学の構築に向けた萌芽・融合ミッションシンポジウム

日時：平成 18 年 9 月 26 日(火) 午前 9:30 から

場所：生存圏研究所木質ホール 3 階

プログラム

- 9:30-10:00 生存圏学際萌芽研究センターの活動からみた萌芽・融合ミッションプロジェクト
今村祐嗣 (生存圏研究所)
- 10:00-10:30 太陽エネルギー変換・利用ミッションの萌芽・融合研究
渡辺隆司 (生存圏研究所)
- 10:30-11:00 アカシアインターミッションー人間生活圏・森林圏・大気圏を繋ぐー
矢野浩之 (生存圏研究所)
- 11:00-12:00 アジாமンスーンは森を創り、森はアジாமンスーンを維持する
ー水循環をとおした気候と生命圏の相互作用ー
安成哲三 (名古屋大学地球水循環研究センター)
- 13:00-13:45 電気を通すセラミック
古屋伸秀樹 (生存圏研究所)

生存圏萌芽・融合ミッションシンポジウム

日時：平成 19 年 3 月 15 日 (木) 午前 9:50 から

場所：生存圏研究所木質ホール3階

プログラム

- 9:50 挨拶 川井秀一 (生存圏研究所 所長)
- 10:00 これまでのミッション専攻研究の成果
今村祐嗣 (生存圏研究所 学際萌芽研究センター長)

生存圏ミッション専攻研究員による研究成果の発表

- 10:10 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
- 10:30 横山 操
歴史的建造物由来古材の材質評価に関するデータベースの構築
- 10:50 大塚史子
宇宙生存圏における高エネルギー粒子環境の数値実験
- 11:10 佐々木 千鶴
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
- 11:30 Thi Thi Nge
Development of novel functionalized bacterial cellulose-based biomimetic composites
- 11:50 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

生存圏若手フロンティア研究発表

- 13:20 高橋けんし (次世代開拓研究ユニット)
レーザー技術を用いた大気圏・生物圏における微量成分の変質過程の研究
- 13:50 鈴木史朗 (生存基盤科学研究ユニット)
生産性向上のための早生樹遺伝子解析と分子育種

萌芽ミッションプロジェクトの研究報告

- 14 : 35 今村祐嗣 (生存圏研究所 学際萌芽研究センター長)
 これまでの萌芽ミッションプロジェクト研究の成果
- 14 : 45 梅澤俊明 (生存圏研究所)
 実用樹木バイオテクノロジーの研究開発基盤
- 15 : 00 井上國世 (農学研究科)
 リグナン類を代表とする木質成分による哺乳類とくにヒトの酵素の機能調節に関する分子科学的解析
- 15 : 15 内本喜晴 (人間・環境学研究科)
 固体高分子形燃料電池のための木質系炭素材料電極の開発
- 15 : 30 高林純示 (生態学研究センター)
 遺伝子組み換え植物を用いた「緑のかおり」情報ネットワークの解析
- 16 : 00 陀安一郎 (生態学研究センター)
 生存圏科学における放射性炭素 14 利用の可能性
- 16 : 15 林 泰一 (防災研究所附属流域災害研究センター)
 インド亜大陸北東部のモンスーン期の降雨過程に関する調査研究
 –とくに降雨の高度依存性–
- 16 : 30 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
- 16 : 45 山川 宏 (生存圏研究所)
 磁気プラズマセイル用超伝導電磁石の開発
- 17 : 00 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

2.2 平成 18 年度生存圏学際萌芽センターオープンセミナー

| 回数 | 開催月日 | 演 者 | 題 目 |
|----|------|-----------------------------|--|
| 27 | 5 月 | 佐々木 千鶴 (ミッション専攻研究員) | 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 |
| 28 | | 大塚 史子 (ミッション専攻研究員) | 磁場ゆらぎ中における宇宙線の拡散過程のレイヴィ統計解析 |
| 29 | | Thi Thi NGE (ミッション専攻研究員) | Development of biofunctionalized bacterial cellulose based biomimetic composites |
| 30 | 6 月 | 増野 亜実 (ミッション専攻研究員) | 金属トランスポータ発現植物による環境浄化技術の開発 |
| 31 | | 西 憲敬 (理学研究科・助手) | 赤道大気レーダー (EAR) を用いた層状降水域での上昇流の解析 |

| | | | | |
|----|-----|-----|---|---|
| 32 | | 28日 | 横山 操 (ミッション専攻研究員) | 歴史的建造物由来古材の材質評価に関するデータベースの構築 |
| 33 | | 12日 | 古屋仲 秀樹 (ミッション専攻研究員) | 水素化したマンガン酸化物を利用した海洋リチウム資源開発 -核融合の時代に向かって- |
| 34 | 7月 | 19日 | 川崎 繁男 (京都大学客員教授) | 生存圏研究所における先端無線工学からの寄与～携帯電話のマイクロ波技術の基礎と応用～ |
| 35 | | 26日 | Kim, Gyu-Hyeok (韓国 高麗大学教授、 生存研客員教授) | Bioprocessing and bioleaching of CCA-treated wood wastes as alternative disposal strategies |
| 36 | 9月 | 20日 | 高林 純示 (生態学研究センター・教授) | ボディガードを雇う植物 -生物間相互作用ネットワークの作用中心- |
| 37 | | 27日 | 引原 隆士 (工学研究科・教授) | SiC パワーデバイス開発とその応用の可能性について |
| 38 | 10月 | 11日 | 井上 國世 (農学研究科・教授) | カテキンおよびリグナンのヒトマトリックスメタロプロテインナーゼ 7 (MMP-7) に対する阻害作用 -構造機能相関およびガン転移抑制に対する期待- |
| 39 | | 18日 | 鈴木 史朗 (生存基盤ユニット・助手) | 燃料・化学製品生産のための植物バイオテクノロジー |
| 40 | | 8日 | 山川 宏 (生存圏研究所・教授) | 宇宙輸送、宇宙環境探査、そして、宇宙環境利用 |
| 41 | 11月 | 15日 | 福田 洋一 (理学研究科・助教授) | 衛星重力ミッションとその可能性 |
| 42 | | 22日 | 陀安 一郎 (生態学研究センター・助教授) | 生存圏科学における放射性炭素 14 利用の可能性 |
| 43 | | 29日 | 大西 利幸 (化学研究所 COE 非常勤研究員) | 植物ステロイドホルモンの生合成経路の解明とその応用 |
| 44 | 12月 | 13日 | 馬場 啓一 (生存圏研究所・助手) | DNA と樹種識別 |
| 45 | 12月 | 20日 | 西澤 節 (産業技術総合研究所 固体高分子形燃料電池先端基盤 研究センター・招聘研究員) | 炭素材料のナノ構造制御 |

| | | | | |
|----|----|-----|---------------------------------------|-----------------------|
| 46 | | 27日 | 中村 嘉利 (金沢大学大学院 自然科学研究科・助教授) | 環境保全型技術を用いた木質物質の有用資源化 |
| 47 | 1月 | 17日 | 寺田 暁彦 (地球熱学研究施設 火山センター・研究機関研究員) | 火山噴煙の観測的研究 |
| 48 | | 31日 | 林 泰一 (防災研究所・助教授) | インド亜大陸北東部の世界最大の降雨の観測 |
| 49 | 2月 | 14日 | 畑 信吾 (生命科学研究科・助教授) | 植物と微生物の相利共生：根粒形成と菌根形成 |
| 50 | | 21日 | 内本 喜晴 (人間・環境学研究科・助教授) | 燃料電池における電極反応機構の解析 |

2.3 ミッション専攻研究員の研究概要

() は所内共同研究者

古屋伸秀樹(畑 俊充)：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

銅、クロム、ヒ素を防腐薬剤として含浸させた防腐処理木材(以下 CCA 処理木材)は、1960 年代に我が国に導入されて以来、建材や社会インフラ用資材として長く使われ 1997 年頃まで使用された歴史を持つ。しかしながら 1997 年に、ヒ素に関する排出基準値が改正され、改正值である 0.1 mg/l をクリアするためには膨大な設備費用が必要であることから、防腐処理を行う工場が一斉に CCA 保存剤を断念し、非 CCA 保存剤へと転換を図った経緯がある。また、最終的に CCA 廃材を埋め立て処分した場合、産業廃棄物に適用されるヒ素の溶出濃度の判定基準値である 1.5 mg/l をかなり上回る濃度の溶出が報告された結果、CCA 処理木材は潜在的な有害廃棄物であると見なされるようになった。また、現在の JIS 規格においても CCA 保存剤を用いた防腐処理技術はその規格から削除されており、CCA 処理木材の生産量自体、1996 年から 2000 年にかけて急速な減少を記録した。現在では、CCA 薬剤の教訓や経験を踏まえて新規な保存剤である銅・ホウ素・アゾール系、ホウ素・アルキルアンモニウム系、およびアゾール化合物などに関して精密な環境負荷分析が可能のように、ICP 発光分析法や高速液体クロマトグラフ法などが従来の滴定法などに代わって高精度の分析試験方法として導入されるに至っている。しかしながら、現在 CCA 処理材を利用した多くの家屋やインフラが耐用年数を迎えつつあり、日本では 1,200 ton/year、カナダでは 3,800 ton/year、ドイツでは 600 ton/year、フランスでは 26,000 ton/year、そして合衆国では 73,000 - 108,000 ton/year におよぶ薬剤成分換算量の CCA 廃材の発生が見込まれている。さらに、今後 50 年間、CCA 廃材の発生量は増え続ける。

現在、CCA 廃材の処理に当たっては、同廃材を単に燃焼処理すると、ヒ素や六価クロムを含む灰の大気拡散が懸念されるため、同廃材が含む防腐成分を各種溶媒にいったん抽出して無害化する方法が検討されている。この処理手法は確実に同廃材を無害化するが、二次的に発生する廃液処理のコストが問題となる。したがって、経済的なマイナス面なしに CCA 廃材処理を促すためには、1) 効率的に同廃材から防腐成分を安価な溶媒に抽出する、2) 抽出液が含む高濃度の銅、クロム、ヒ素を別々に分離・回収する、3) 防腐成分除去後の廃材の有効利用技術を確立することで、CCA 廃材を資源としてリサイクル利用することを可能とし、総合的に同廃材の処理コストを低減させることが望まれる。例えば、CCA 処理木材 1 kg あたりには携帯電話 1 つに含まれる銅が含有されているケースもあり、銅の市場価格が従来になく高騰している現在、CCA 廃材を銅のリサイクル資源と見なすと、同廃材処理によって得られる経済的なメリットは

大きい。このことは、同廃材を処理する企業にとって処理を促進するひとつのモチベーションとなるものと考えられる。

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

研究のコンセプト：廃棄物・環境・資源分野におけるナノテクノロジーの応用 京都市大学生存圏研究所 学際萌芽研究センター 古屋仲 秀樹

研究のコンセプト

特色と独創性から期待できる効果

従来の技術

本研究の技術

産業界に還元

生活圏に還元

CCA処理廃材

抽出液 Cu, As, Cr

無害化した廃材

希硫酸

炭素化

ナノ酸化マンガン多孔体による抽出廃液中のヒ素の処理

抽出液からの銅、クロム、ヒ素の個別分離

無害化 (1) (2)

銅・クロム 分離回収

機能性の創成

触媒エアフィルター、導電性電極材 etc.

ウッドカーボン

＜研究の成果 1＞

防腐剤成分の個別分離と資源化に成功

- ◆ 安価な希硫酸煮沸による防腐成分の完全抽出
- ◆ 抽出液からの銅、クロム、ヒ素の個別分離
- 1) 抽出廃液中の銅を硫化物として沈殿分離
- 2) 水中の亜硫酸に対して選択的な吸着性をもつ多孔体を使って高温でのヒ素を吸着分離
- 3) クロムを水酸化物として沈殿分離
- ◆ 抽出液の再利用による廃液容量のミニマム化

ナノ酸化マンガン多孔体による抽出廃液中のヒ素の処理

抽出液

特開2007-039791 水溶液中のヒ素とクロムを分離する方法

出願人 独立行政法人 京都大学 公開日 平成19年2月20日

＜研究の成果 2＞

防腐剤成分抽出後の木材残渣から機能性材料の合成に成功

- 1) 抽出後の木材残渣を炭素化
- 2) 形のある活性炭の合成に成功
- 3) 無電解析法で触媒金属を表面に析出させることに成功

木材残渣を、昇温速度10°C/sec. 到達温度900°Cの急速加熱法によって、酸化・炭素化・再炭素化させて得られた直径20mm、厚さ0.7mmのマクロポーラス・カーボン

10 mm

木材残渣を炭素化して形のある活性炭を合成した例と、その走査型電子顕微鏡写真

素材—産ジャーナルへの論文投稿

Macroporous carbon prepared by flash heating of sawdust, Carbon, pp. 671-673, (2007) In Press

横山 操（川井秀一、杉山淳司、矢野浩之、浜島正士（別府大学）、今村峯雄（歴史民俗博物館）、光谷拓実（奈良文化財研究所・年代学研究室）、窪寺 茂（奈良文化財研究所・建造物研究室）、栗本康司（秋田県立大学）、伊東隆夫（京都大学名誉教授））：歴史的建造物由来古材の材質評価に関するデータベース構築

人類にとっての健全な「生存圏」、なかでも生活圏—森林圏のあるべき姿を考えると、持続可能な生存基盤の重要な要素のひとつとして、人間活動、すなわち“文化”への視点が不可欠である。生活圏—森林圏については、“科学的診断”のみならず、その背景である“文化”にも軸足を置いた評価を行うことにより、環境保全と資源利用のよりよい調和への指針が得られると考えられる。

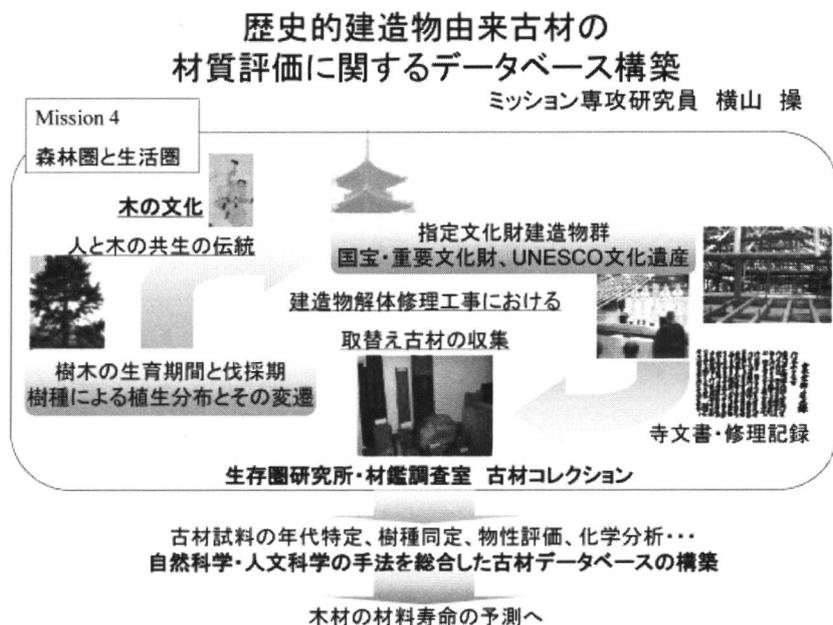
わが国における木質資源利用の歴史は、UNESCO 世界文化遺産や国宝・重要文化財に指定されている現存する多数の木造建造物群にも象徴的に示されている。それらの歴史的建造物群は、建築学や考古学、美術史などさまざまな分野における研究対象となっているが、次世代の木質資源循環システム確立を視野に入れた情報源として捉えるならば、人文科学・自然科学といった既存学問の枠組みにとらわれることのない、新たな学際領域において分野横断的に協働体制をとった研究活動を行う必要がある。

そこで、近年、著者らが、生活圏—森林圏についてのさまざまな情報を重層的に有する試料として注目しているのが、それらの歴史的建造物群に由来する古材である。

歴史的建造物群に由来する古材は、木材の材料寿命や耐用年数、用材における樹種の選択的利用や資材供給の変遷についてなど、生活圏—森林圏に関する多くの情報をもたらす潜在的な可能性を有するにもかかわらず、これまで学術的・文化的価値を持つ試料として研究活動に有意義に利用されてきたとは言い難かった。しかし近年、文化財所有者をはじめとする関係者の了解を得て、国宝・重要文化財の指定建造物解体修理工事等から生じる取替え古材を、生存圏研究所において、価値ある古材標本として公式に収集することが可能となった。材鑑調査室は、現生材のみならず古材を系統的に収集・保管する世界で唯一ともいえるべき研究施設であり、今後、これらの古材材鑑を単なる展示物としてではなく、研究所の貴重な財産とし

て活用するためには、各々の古材試料の材料特性をはじめとする情報を整理し、データベースとして発信する必要がある。

本研究では、自然科学と人文科学、両者の視点とアプローチの併用による歴史的建造物由来古材の材質評価に関する“木の文化と科学”データベース構築に着手することにより、これまで個別的経験的な情報にとどまっていた木材の由来や生育年代、部材の使用年代、など古材の履歴とその材質について、客観的統一的な記述を行い、木材の経年による物性変化についての評価を試みた。



大塚史子（大村善治）：宇宙生存圏における高エネルギー粒子環境の数値実験

太陽フレアなどの太陽の活発な活動に伴い、通常の宇宙空間のプラズマよりも高いエネルギーの荷電粒子(宇宙放射線)が放出される。これらの高エネルギー粒子は、宇宙空間の磁場擾乱に散乱されながら、地球近傍へ伝搬してくる。また、宇宙空間の波動擾乱により途中で加速され高エネルギー粒子として地球磁気圏内へ侵入してくるものもある。一方、地球上空には GPS 衛星や通信・放送衛星、気象衛星などのさまざまな衛星が周回している。高エネルギー粒子は、これら衛星機器のエラーや太陽電池パネルの劣化を引き起こす。本研究では、現代の生活に欠かすことの出来ない人工衛星への障害を未然に防ぎ、安全かつ安心な社会を構築するために、高エネルギー粒子の伝搬・加速過程のモデル化を目指す。

これまでの、高エネルギー粒子の伝搬過程は、ブラウン運動に代表される古典拡散（準線形理論）の枠組み内で議論されてきた。しかし、宇宙空間で観測される波動擾乱の多様な特性を反映し、その伝搬過程は通常の古典拡散とは異なることが期待される。たとえば、磁場擾乱が全くないところでは粒子は磁力線に沿って直線的に伝搬するが、磁場擾乱が局所的に卓越したところでは多数回の反射を受けて捕捉される。また、磁場擾乱が空間的に一様な乱流状態ではなく、波動の発達段階にある非均一乱流の場合、散乱強度が場所により異なるため、統計的一様性を仮定する古典拡散が妥当であるか検証する必要がある。

本研究では特に地球前面衝撃波（パウショック）上流域の、非均一な磁場擾乱下における高エネルギー粒子環境の数値実験を行った。非均一な磁場擾乱モデルとして、人工衛星の観測と矛盾しない順カスケードモデル、およびハイブリッド計算と整合性のある逆カスケードモデルを採用した。さらに、比較のため一様乱流モデルの合計 3 つのモデルにより、散乱過程の定性的な違いを明らかにした。また、順カスケード過程の場合に最も放射線粒子の到達時間が早いことを定量的に明らかにした。これらの研究成果は「宇宙天気予報」における放射線粒子増大の予測モデルの発展に貢献することが可能であると考えられる。

佐々木千鶴 (渡邊隆司) : 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

今なお続く環境汚染問題への打開策としてカーボンニュートラルなエネルギー物質を生産する研究に関心が集まっている。中でも廃木材、草本類などの木質バイオマスからエタノールやメタンガスを生産する研究は比較的多く行われている。このような、「再生産可能な木質バイオマスのエネルギー物質への変換」の基本概念をもとに、本研究では、木質バイオマス由来の炭素源により土壌から採取された放線菌を培養し、二次代謝物である抗菌性、生分解性を有する機能性ポリマーの生産をめざす。炭素源となるグルコースは、木質の内部より迅速加熱が可能マイクロ波照射と、強固なリグニンネットワークを破壊するための脱リグニン木材腐朽菌処理を複合的に酵素糖化前処理として木質バイオマスに施すことで、高効率に得る。次に、目的とする機能性ポリマーの木質バイオマスからの生産方法の確立とその応用について検討する。

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

Bacterial cellulose/apatite biomimetic composites were fabricated by soaking freeze-dried bacterial cellulose (BC) scaffold in a simulated body fluid (1.5 SBF) as well as alternate soaking in calcium and phosphate solutions at physiological conditions, at 37°C and pH 7.4. Surface modification of native BC was performed by biofunctionalization during microbial synthesis as well as chemical functionalization after microbial synthesis. The mineral nucleation potential of functionalized BC to induce apatite formation was then investigated by means of Ca/P ratio, ATR-FTIR and FE-SEM. The possible mechanism of apatite formation as well as surface interaction between bacterial cellulose microfibrils surface and newly formed Ca-P crystals and subtle morphological changes are then discussed.

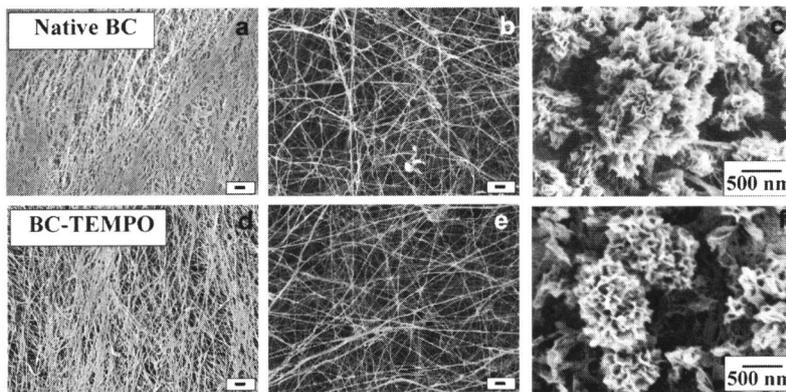


Figure 1. FE-SEM images of BC surface before (a, b, d, e) and after soaking in 1.5 SBF for 21 days (c, f) - scale bar - 1 μm

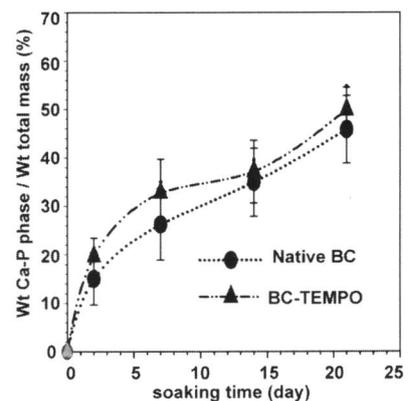
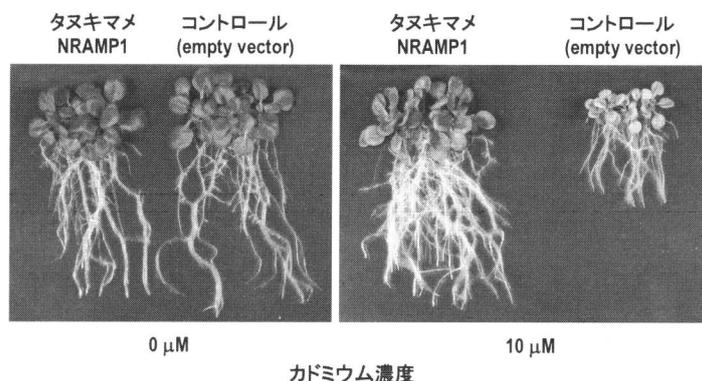


Figure 2. Relative deposit weight of Ca-P phase as a function of soaking time

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、異なる植物の遺伝子を組み合わせた、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。それはすなわち、金属トランスポーター（輸送体）の発現部位や金属の輸送方向を精密に制御することによって、土壌中のカドミウムを効率よく植物体内へ取り込むことを可能とした植物である。本研究ではまず、カドミウムトランスポーターとして、タヌキマメ [*Crotalaria juncea*] の NRAMP [natural resistance-associated macrophage protein] 1 をコードする遺伝子を単離した。その遺伝子産

物の機能解析を行った結果、NRAMP1 がカドミウム輸送に直接関与することを見出した。また、本遺伝子の導入により、カドミウム耐性が向上した植物を得ることができた。



<タヌキマメNRAMP1を高発現させたシロイヌナズナにおけるカドミウム耐性実験>
耐性試験14日後の写真。左が0 μM、右が10 μMのカドミウムを含む。コントロールに比べ、
形質転換体の方が、葉も大きく根も長いことから耐性を獲得していることが分かる。

2.4 萌芽ミッションプロジェクト研究の成果

研究課題：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

研究組織：代表者；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）

研究概要

地球の磁場は常に変動しており、数百年の考古学的な時間スケールでは数度から場所によっては数十度地磁気の方角、すなわち偏角が変動する。このことは、ある遺跡が作られた当時の偏角の情報がそこから求めることができれば、逆にその年代を推定できる可能性を示す。タイ国内に多数存在するクメール時代の寺院遺跡の方角もコンパスが用いられたことを示唆する。しかし、これはあくまでも憶測であり、証拠づける文献などは今のところ見つかっていない。しかし、それを証拠づけるためには、文献がおそらく残されていない以上、何らかの科学的手段を用いる必要がある。その一つとして、窯跡の残留磁化測定がある。

タイ北部に位置するシ・サッチャナライは、12～13世紀頃のクメール時代、中国から伝わった焼き物（青磁）の一大産地として栄えた窯跡が200ヶ所以上存在する。これらの窯で焼き物を作る際に、窯の内部の温度が1,000度以上になり、それが冷えるときに地球の磁場により窯の内壁は磁化すると考えられ、その磁化の方向を調べれば、当時の地球磁場の方向を推定できると考えられる。しかし、窯の内壁に残された残留磁気を測定するためには、窯の内壁をはがし、サンプルを実験室に持ち帰って調べる必要があり、貴重な文化遺産に傷を付けることになる。そこで、古代窯跡等の残留磁化を、その場で簡易に測定する装置の製作と現地での予備調査および測定を行った。

調査は、窯跡の寸法と形状の測定、プロトン磁力計による磁場絶対値分布の測定、フラックスゲート磁

力計による壁面からの距離と絶対値の関係、試作装置によるベクトルの測定からなる。測定の結果、壁面付近では数 10～数 100 ナノテスラ (nT) の磁気異常が存在し、磁場ベクトル分布を測定するのに十分な大きさであることがわかった。ただし今回現地を持ち込んで使用した装置のセンサー支持部分は使用中、可動部などの構造に問題のあることが判明し、十分な測定ができなかったので、今後改良版を製作し、再度測定する予定である。

研究課題：リグナン類を代表とする木質成分による哺乳類とくにヒトの酵素の機能調節に関する分子科学的解析

研究組織：代表者；井上國世（農学研究科）

共同研究者；保川 清（農学研究科）、梅澤俊明（生存圏研究所）

研究概要

ガン転移に関与することが知られているヒトマトリックスメタロプロテイナーゼ 7 (MMP-7) に対する 9 種類の dibenzylbutyrolactone 系リグナン類および 2 種類の生化学的前駆物質による阻害効果を検討した。阻害に対するリグナン類の構造活性相関から、阻害には 2 個のベンジル環 (A, B 環) とラクトン環が必須であり、とくに A 環に比べて B 環に導入したジオキシメチレン基や水酸基が阻害効果の増強に関与することが示された。最も強い阻害を示した 5-hydroxypluviatolide の阻害物定数 K_i は $50 \mu\text{M}$ であった。以上の結果は、MMP-7 の阻害剤開発に有用な知見を提供するものと期待される。

研究課題：固体高分子形燃料電池のための木質系炭素材料電極の開発

研究組織：代表者；内本喜晴（人間・環境学研究科）

共同研究者；畑 俊充（生存圏研究所）

研究概要

木質炭素が加熱温度や加熱速度といった製造条件を変化させることにより、微細構造を比較的容易に変えられることに着目し、新規な高耐久性・高活性を有する固体電解質形燃料電池 (PEFC) 用の木質系炭素電極材料の開発を目指した。

研究課題：遺伝子組み換え植物を用いた「緑のかおり」情報ネットワークの解析

研究組織：代表者；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）

研究概要

我々はすでにシロイヌナズナ (アブラナ科モデル植物) がコナガ幼虫あるいはモンシロチョウ幼虫の食害を受けた際に、それぞれの食害に特異的な揮発性成分を誘導的に生産し、各幼虫の寄生蜂がそれらの匂いブレンドに誘引されること、さらにその誘引には緑のかおりが重要な役割を果たしていることを明らかにしてきた。本研究計画では、緑のかおり生産性が異なると予測されるシロイヌナズナ遺伝子組み換え体として、キュウリのリポキシゲナーゼ遺伝子をセンスに導入し、緑のかおりの生産性を向上させた組み換え体 (LOX-sense) 2 ライン SL-6、SL-14 を用い、かかる天敵誘引性が、遺伝子の改変によってどのように変化するのかを詳細に解析する。さらに緑のかおり生産性の変異が、「緑のかおり」情報ネットワーク構造のどのように影響するのかを調べた。

研究課題：生存圏科学における放射性炭素 14 利用の可能性

研究組織：代表者；陀安一郎（生態学研究センター）

共同研究者；角田邦夫・吉村剛（生存圏研究所）、武田博清（農学研究科）

柴田康行（国立環境研究所）、米田穰（東京大学大学院新領域創成科学研究科）

兵藤不二夫（総合地球環境学研究所）

研究概要

大気中に存在する天然の放射性炭素 14 (^{14}C) は、宇宙線起源の連鎖反応により成層圏で生成したものが大気中に拡散したものであり、その生成過程では太陽圏磁場の影響を受けている。一方、その消失過程は一次反応で記述されるため、地球上の炭素循環の側面からみると、時間の関数として与えられる。これらのことから、 ^{14}C 研究は地球の生命圏を横断する生存圏科学として考えることができる。本研究は、生態学の観点からこの ^{14}C 値の利用可能性についての検討を行なったものである。まず、Tayasu et al. や Hyodo et al. が行なった先駆的研究を発展させ、陸上生態系において ^{14}C 値が分解者による分解過程を反映するパラメータであることを示した。これにより、Tayasu et al. によって提唱された、 $\delta^{15}\text{N}$ を用いた分解過程の記述方法の有効性を検証することとなった。また、 ^{14}C 値を用いた研究を水域生態系にも応用する試みも行なった。琵琶湖流入河川食物網構造に応用することにより、陸上生態系・水域生態系を通して ^{14}C を用いた研究のもつ可能性を示唆することが出来た。

Hyodo, F., Tayasu, I. and Wada, E., Estimation of the longevity of C in terrestrial detrital food webs using radiocarbon (^{14}C): how old are diets in termites? *Functional Ecology* 20, 385-393, 2006

Tayasu, I., Abe, T., Eggleton, P. and Bignell, D. E. Nitrogen and carbon isotope ratios in termites: an indicator of trophic habit along the gradient from wood-feeding to soil-feeding, *Ecological Entomology* 22, 343-351, 1997

Tayasu, I., Nakamura, T., Oda, K., Hyodo, F., Takematsu, Y. and Abe, T., Termite ecology in a dry evergreen forest in Thailand in terms of stable- ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) and radio- (^{14}C , ^{137}Cs and ^{210}Pb) isotopes, *Ecological Research* 17, 195-206, 2002

研究課題：インド亜大陸北東部のモンスーン期の降水過程の調査研究

研究組織：代表者：林 泰一（防災研究所）

共同研究者：塩谷雅人（生存圏研究所）、安藤和雄（東南アジア研究所）

寺尾 徹（大阪学院大学情報科学部）、村田文絵（総合地球環境学研究所）

松本 淳（首都大学東京理学系研究科）

研究概要

インド亜大陸の北東部のインドのメガラヤ、アッサム、およびバングラデシュにおける夏季モンスーン期の降雨過程を調査研究する。この地域は、世界最大の豪雨地域であり、この研究では、インド亜大陸の北東部のバングラデシュ、インドのメガラヤ、アッサムを対象として、水循環の大きな要素である降水過程を調査する。この地域を対象とするのは、平均年間降水量が 12,000 mm という世界一の豪雨地帯であり、これまでも多くの洪水を発生させてきている。とくに、高度約 2,000 m のメガラヤ高地の南の急な斜面であり、この南斜面の降水はすべてバングラデシュの平原に流入し、短時間洪水の原因となっている。また、メガラヤ高地の北側のアッサムには、南アジア有数のブラマプトラ河の氾濫による洪水が発生している。

ここでは、すでに他のプロジェクトで設置済みの雨量計観測点の資料に基づいて、この地域の降水の日変化について考察することを目的とする。

世界最大の豪雨を、高分解能時空間分解能を持つ観測資料を解析することは、生存圏ミッションのミッション 1 「環境計測地球再生」に適合している。

研究課題：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

研究組織：代表者：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）

研究概要

衛星で地球の重力を測るというアイデアそのものは古くからあるが、それが現実のものとなったのは 21 世紀に入ってからで、特に、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 1,000 km 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。

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。L-L SST では、低高度 (400-500 km) の同一軌道に 2 つの衛星を数 100 km の間隔で打ち上げ、マイクロ波レーダーによる距離測定により、互いの衛星間距離の時間変化 (range rate)、すなわち速度の測定を行う。この時、エネルギー保存則により、重力ポテンシャル V による位置エネルギーと運動エネルギーとの和は一定であるので、速度変化を測定することで、結果として重力場の変化を測定することができる。一方、GRACE の後継、GRACE-FO (Follow On) としては、衛星間の距離測定にレーザー干渉測距を用いた SSI (Satellite to Satellite Interferometry) が検討されている。SSI では、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、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、実際の GRACE のデータ処理に沿った形でのシミュレーションを実施し、その応用の可能性について検討した。

研究課題：磁気プラズマセイル用超伝導電磁石の開発

研究組織：代表者；山川 宏 (生存圏研究所)

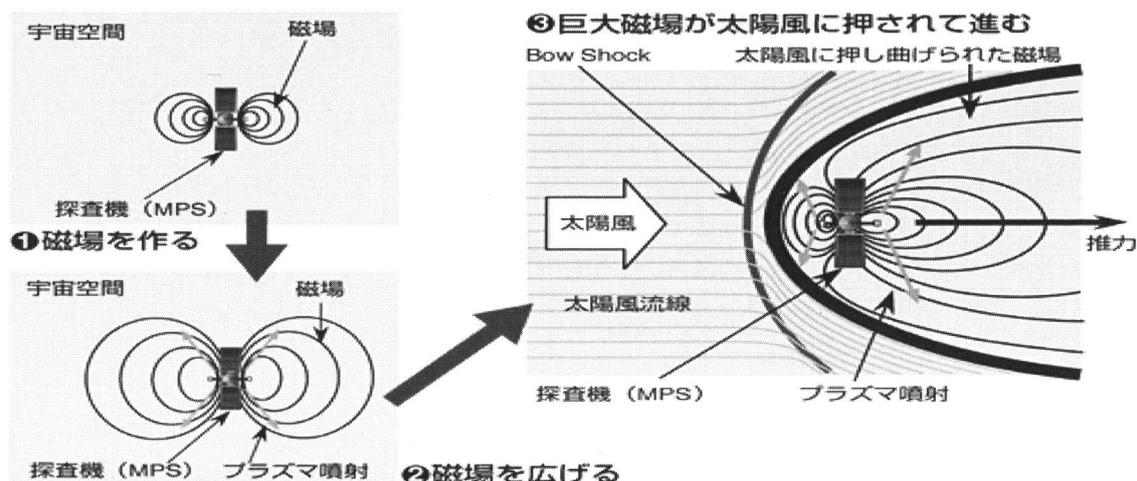
共同研究者：小嶋浩嗣 (生存圏研究所)、上田義勝 (生存圏研究所)

中村武恒 (工学研究科)、船木一幸 (宇宙航空研究開発機構)

南 祐一郎 (工学研究科)

研究概要

惑星間空間には太陽を起源とする高速のプラズマ流である太陽風が吹き荒れている。磁気セイルは、宇宙機の周辺に超伝導コイルにより人工的なダイポール磁場を発生させることで、この太陽風の運動エネルギーを受け止め、宇宙機に推進力を与えるシステムである。この宇宙機のまわりのごく小規模な磁気圏をプラズマ噴射にて広範囲に展開させて太陽風を受け止める磁気プラズマセイルという概念が R. Winglee によって提案された。我々のグループは国内の研究者と共同して、このような画期的な推進システムを持つ宇宙機の実現可能性を追及すべく、プラズマ数値シミュレーション、および、真空チャンバを使用したスケールモデル実験により磁気プラズマセイルの基本原理の確認を行ってきた。しかし磁気セイル宇宙機の中核技術である宇宙用超伝導電磁石システムに関しては、具体的な検討は世界的に見ても手付かずの状態であり、その結果として、重量、電源、熱制御等の宇宙機システム設計の観点から多くの未着手の領



域が存在する。そこで、宇宙用超伝導コイルの開発を本研究の目的として、磁気セイル用超伝導コイルの設計（形状、電流、磁場、質量）、超伝導コイルを利用した基本特性の取得を行なった。また、近い将来に計画している小型磁気セイル実験衛星の超伝導コイルシステムの予備的な設計を行なった。

研究課題：実用樹木バイオテクノロジーの研究開発基盤

研究組織：代表者：鈴木史朗（生存基盤科学研究ユニット）

共同研究者：梅澤俊明（生存圏研究所）、服部武文（生存圏研究所）

柴田大輔（かずさ DNA 研究所）、櫻井望（かずさ DNA 研究所）

研究概要

実用樹木、特に熱帯性早生樹における研究開発基盤確立の一環としてアカシア・マンギウム の分化中木部の網羅的遺伝子解析を行うため、アカシア・マンギウム の分化中木部を採取し、EST データベース構築を行う。

2.5 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ミッション専攻研究員を中心に進めている。

研究課題：

「植物培養細胞のセルロースインビトロ合成系の確立」

「森林微生物による森林圏土壌活性化機構に関する研究」

「引張あて材の応力発生機構に関する微細構造解析」

「ポプラにおけるイソプレネ放出の改変と生理的意義の検定」

「組換えポプラの隔離圃場における安全評価試験」

「実用樹木の分子育種に対する基盤整備」

「大気圏に接するインターフェイス領域における新しい大気観測手法に関する研究」

「大気圏が衛星測位（GNSS）の精度に与える影響に関する研究」

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

で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、木材基板のアンテナ応用に関する基礎技術開発、木材劣化生物及び放射線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、新規なバイオマス変換用マイクロ波照射装置を開発した。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、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、および低雑音マグネトロンやそのシミュレーションコードなどの開発を行ってきた。また 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、ガンマ線照射前処理の研究を実施した他、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ミッション専攻研究員が中心となり進めている。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。

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」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：

- 「白色腐朽菌を利用した木質バイオマス変換」
- 「木材加工へのマイクロ波応用に関する基礎技術開発」
- 「木材基板のアンテナ応用に関する基礎技術開発」
- 「木材劣化生物及び放射線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」
- 「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生産」
- 「SPS およびマイクロ波送電技術の開発」
- 「マイクロ波送電技術の応用」

ミッション 3：宇宙環境・利用

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および、宇宙用導電軽量木質材料の開発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。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。本ミッションが主体となって取り組んできた萌芽プロジェクトとしては、エネルギー収支の確率変動に基づく生存圏リスク評価の数理モデル開発、および、宇宙プラズマにおける非平衡現象の統計解析が挙げられる。いずれもミッション専攻研究員が中心となり研究を進めている。

また、宇宙環境の理解には、昨今の計算機技術の発展に伴い、大規模数値シミュレーション手法が大きく注目されている。生存圏研究所は、改組以前から宇宙プラズマ電磁環境に関する計算機シミュレーションの中核拠点であり、電波科学計算機実験共同利用 (KDK 共同利用) を 10 年以上運用している。毎年公募で研究課題を受けつけ、約 40 件を採択し共同利用研究を推進している。この研究課題の成果発表の場

として、毎年シンポジウムを開催している。また、国際的には、宇宙空間シミュレーション国際学校・シンポジウム (ISSS) の開催運営にも指導的役割を果たしている。また、国内学会である地球電磁気・地球惑星圏学会ともつながりは深く、その分科会のひとつである波動分科会の開催も生存圏シンポジウムと共催で行った。学内では、これまで「宇宙科学」であった全学共通科目を平成 17 年度に「生存圏の科学 宇宙環境・利用」と改名し、生存圏のひとつとしての宇宙圏におけるさまざまな現象およびその環境を利用した人類の活動について、学生への教育・啓蒙することにも努めている。

研究課題

「宇宙環境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」

「小型宇宙電磁環境モニター装置の開発」

「宇宙用導電軽量木質材料の開発」

「エネルギー収支の確率的変動に基づく生存圏リスク評価の数理モデル開発」

ミッション 4：循環型資料・材料開発

低環境負荷・資源循環型長寿命木造住宅の開発プロジェクトでは、木質ホール横の敷地に、床面積 40 坪程度の自然素材活用型木造軸組構法住宅を建設した。これまでに、プレファブ土壁および板壁の耐力壁の性能評価、接合部の性能評価を完了し、H17 年度に床の性能評価を行った。以上を踏まえて、これまでの耐力要素に関する成果を凝縮した木造軸組住宅の建設を完了した。

低環境負荷型シロアリ防除システムの開発プロジェクトでは、実大試験住宅 (エコ住宅) の床下土壌中にヤマトシロアリコロニーを設置し、2 種の無薬剤防蟻工法を施工することによってその性能に関する実証研究を開始した。具体的には、外断熱工法への物理的防蟻工法の応用と蟻害探知技術の開発、および岩石破砕物を用いた物理的防蟻法の検討、の 2 工法である。

天然系接着剤の開発プロジェクトでは、新しい天然接着剤となりうる海洋性天然多糖類の接着特性を詳細に検討するため、分子量を変化させて常態強度や耐水性、耐 pH 性等について試験を行い、その接着特性を明らかにした。

資源循環型木質系材料開発プロジェクトでは、木材資源自律型循環システムの構築のために 2050 年におけるわが国の未来シナリオを作成し、木材利用や住宅の寿命を予測し、100 年住宅を提唱した。また、アカシア樹皮タンニンを物理的に高効率で抽出する技術を開発し、実用化に成功し、厚物構造用合板の製造等に应用されている。更に、圧密化木材の軸組接合具 (ダボ) としての応用、圧密化竹材の壁・床用釘としての応用技術の開発を行い、実証住宅に適用した。そしてセルロースナノファイバーを基本エレメントとする世界で初めての透明・低熱膨張・高強度材料を開発した。

木造住宅とマイクロ波利用プロジェクトでは、木材を仮定したシミュレーションを行い、部屋内部の電磁環境の評価を行った。また、種々の電波吸収材料、電磁シールド材料の最新動向の情報を収集した。

CCA 処理廃棄木材の無害化プロジェクトでは、開発したヒ素吸着剤の基本的な物理特性の測定および水中での化学特性の確認がほぼ終了した。成果は J. Neutron Res. などの専門誌で公表されている。現在は抽出廃水中の重金属の分離方法、および木材残渣の有効利用方法の検討にとりかかっている。

研究課題

「低環境負荷・資源循環型長寿命木造住宅」

「木造住宅とマイクロ波利用—住宅材料の電波吸収特性とユビキタス電源—」

「低環境負荷型シロアリ防除システムの開発」

「エコ住宅用空気質調整材料の開発と調湿機能評価」

「天然系接着剤の開発」

「資源循環型木質系材料開発」

「CCA 処理廃棄木材の無害化」

「遺伝子発現を指標としたスギの材質特性の解明」

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グウム植林地（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。

2005年8月31日には、アカシア大規模産業造林を管理している Musi Hutan Persada (MHP 公社)、インドネシア科学技術院生命科学部門、生存圏研究所の3者間で研究協力協定を結び、これら3者と、学内客員を初めとする学内研究所・研究科教員、秋田県立大学木材高度加工研究所教員が連携し、1) 衛星情報による大規模造林の時系列解析、土壌・森林・大気・人間生活圏間の炭素・酸素・水などの物質循環の精測を行い、2) それを用いた物質フロー解析・ライフサイクル評価に基づき、3) アカシア産業造林の持続的・循環的生産システム構築に資する基盤技術構築について協働して研究を進めている。

H18年度は、アカシア産業造林地および周囲の天然林に設置した4台の気象観測器 (Acacia Center, Air Kemang, Tanjung, Lontar) で、10分毎の日射量、温度、湿度、降雨量の観測をおこなうとともに、防災研究所と共同で雨量計をさらに3箇所 (Niru, Merbau, Matrapura) に設置した。これらの観測データは、MHPの職員の協力のもと、1ヶ月に1回データの回収・転送を行い、解析を進めている。

また、上空の大気中の水蒸気やエアロゾルの時間高度分布を計測するために開発した小型可搬のラマンライダーを森林上部の大気の観測に応用することを目指して、これまで上方にのみ向けていたライダーを水平方向に向けて観測することを試みるなど、森林大気計測をめざした大気ライダーでの低高度観測技術の開発を進めている。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るとともに、実際に、インドネシア・スマトラ島のアカシア造林において、バイオマス量調査を行い、衛星情報との対応について明らかにしてきた。さらに、アカシア産業造林を営む Musi Hutan Persada 社から土壌状況、植林状況等に関する情報を入手し、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。

一方、産業造林の持続的・循環的生産システム構築のために、生命科学の観点から、アカシアに関するバイオテクノロジーやアカシアマングウムの生育を促進あるいは阻害するキノコに関する研究を始めている。また、材料科学の立場より、アカシア樹皮に含まれる主要栄養塩の樹皮内分布の解析を進め、それを基に、接着剤や木質材料原料、あるいは高機能材料としての樹皮の有効利用に関する研究を進めた。

このような成果は、これまでにアカシアに関する国際シンポジウムや4度の生存圏シンポジウムを通じて広く一般に紹介し、より大きなコミュニティ形成に努力している。