

生存圏学際萌芽研究センター

1. 活動の概要

生存圏学際萌芽研究センターは、生存研の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)に関わる萌芽・学際的な研究を発掘・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すことを目的として設置された。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、学外研究協力者と共同で生存圏学際新領域の展開に努めてきた。生存圏研究所は、平成22年度から共同利用・共同研究拠点研究所として、従来から実施してきた施設・大型装置およびデータベースの共同利用に加えて、プロジェクト型の共同研究を推進する。このため、生存圏学際萌芽研究センターが共同研究拠点として機能するための組織変更を平成21年度に実施した。また、組織変更と合わせて、従来学内あるいは所内に限定していた研究助成の応募対象者を学外研究者まで拡大する変革を行った。さらに、生存圏研究所に特徴的なプロジェクト型共同研究を支援・推進するため、フラッグシップ共同研究を立ち上げた。

平成23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、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、平成23年度は理学研究科、工学研究科、農学研究科を含む19部局、計61名に学内研究担当教員を委嘱した。

平成21年度からは、共同利用・共同研究拠点化に向けて、従来ミッション代表者が所内研究者に配分した研究費を、学外研究者を含む公募型研究「生存圏ミッション研究」に変更し、平成23年度は、22件を採択・実施した。また、従来学内に限定した「萌芽ミッションプロジェクト」を学外まで拡大し、40歳以下の若手研究者を対象とする公募プロジェクト「生存圏科学萌芽研究」に改革し、平成23年度は13件を採択・実施した。さらに、平成21年度に生存研に特徴的なプロジェクト型共同研究を支援するため、「生存圏フラッグシップ共同研究」を立ち上げ、公募により3件を採択した。従来、中核研究部を中心とした一部の共同研究プロジェクトは、所内研究費の配分が無いなどの理由により外部から認識されにくい場合があったが、研究所を代表するプロジェクト型共同研究としての地位を賦与することにより、共同研究拠点活動の一環としての可視化を図るものである。現在進めている「生存圏フラッグシップ共同研究」は、以下の3件である。

- 1) 熱帯産業林の持続的生産利用に関する多角総合的共同研究
- 2) バイオナノマテリアル共同研究
- 3) バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究

さらに、バイオマス由来物質、大気質および電磁場の生体影響などに関する学際萌芽的課題と、健康な木質居住環境の構築に焦点を当て、人の健康と安心・安全に資する独創的な研究を展開する“生存圏科学における新領域開拓”プロジェクトを立ち上げ、ミッション専攻研究員、国内外の共同研究者とともに研究を開始した。

また、共同研究集会として生存圏シンポジウムや定例オープンセミナーを開催し、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。今年度は、32件の生存圏シンポジウムを主催・共催し参加者の総数は3115名を数えている。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 センター運営会議委員

林 知行（独立行政法人 森林総合研究所）
荻野瀧樹（名古屋大学 太陽地球環境研究所）
廣岡俊彦（九州大学 大学院理学研究院）
小原隆博（宇宙航空研究開発機構 研究開発本部）
窪寺 茂（建築装飾技術史研究所）
青柳秀紀（筑波大学 大学院生命環境科学研究科）
巽 大輔（九州大学 大学院農学研究院）
センター長（矢野浩之）、副所長（渡辺隆司）、
ミッション推進委員会委員長（塩谷雅人）、
ミッション代表： 矢崎一史、篠原真毅、山川 宏、小松幸平

1.2 センター構成員

- ・ センター長（矢野浩之（兼任））
- ・ 所内教員（学際萌芽研究分野：篠原真毅・吉村 剛・橋口浩之・本田与一・畑 俊充
国際共同研究分野：山川 宏、全国共同研究分野：今井友也（いずれも兼任））
- ・ ミッション専攻研究員（櫻村京一郎、木村彰孝、Sanjay Kumar MEHTA、田鶴寿弥子、
山元誠司、横山竜宏）
- ・ 学内研究担当教員（兼任）
- ・ 学外研究協力者

1.3 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

氏名、（共同研究者）、プロジェクト題目、研究内容

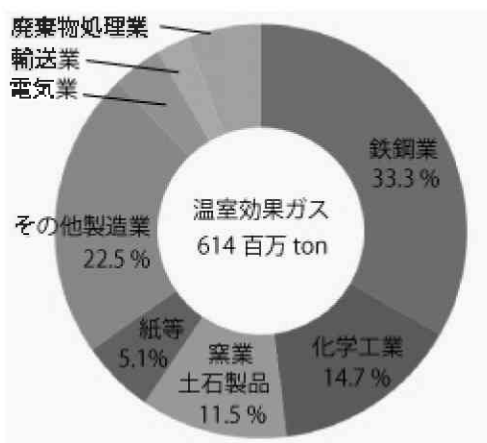
榎村京一郎（篠原真毅）：マイクロ波による低炭素化社会構築への開発研究

図1は我が国における各産業の温室効果排出量を円グラフとしたものである。各産業の温室効果ガス排出量は「鉄鋼業、化学、窯業・土石」の順で大きくなっており、これを速やかに削減することは人類の生存圏確保に大きく貢献できる。近年、この工学問題への解として「マイクロ波」が注目されている。宇宙太陽光発電により得られた大電力は、火炎にかわる21世紀の新しい再生可能なエネルギー源であり、優れたエネルギー伝送能を有する。これを用いれば、素材製造分野において産業革命より採用されてきた化石燃料を、再生可能なマイクロ波エネルギーで代替することが可能となる。これにより、我が国において排出される炭酸ガスを3割削減することが期待できる。

今年度では素材製造分野における再生可能なマイクロ波エネルギーによる新たな化学資源変換法の確立を目的とし、金属精錬・新素材合成プロセス構築へのエネルギー伝送法に焦点を置き、その金属精錬への応用を行った。

図1 我が国における温室効果ガス合計。我が国では製鉄分野における炭酸ガス排出量がその3割をしめている。

[環境省地球環境局地球温暖化対策課：地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度による平成19年度温室効果ガス排出量の集計結果，(2007) p. 25]



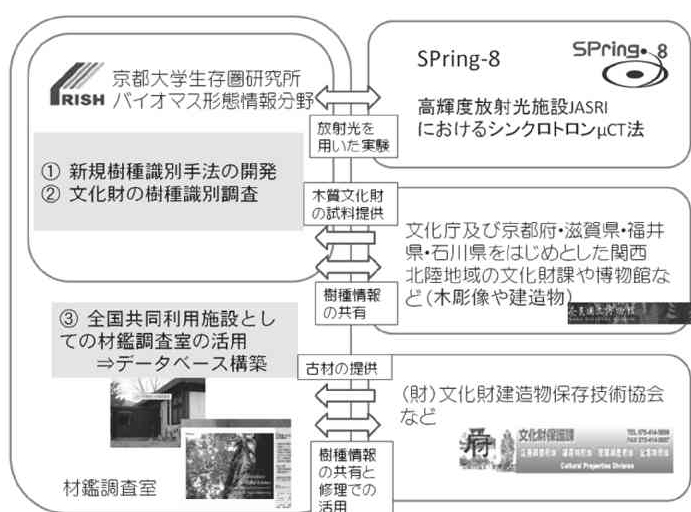
木村彰孝（川井秀一）：人の心理・生理応答による木質内装材の健康維持・増進作用評価システムの開発 — 視覚と嗅覚を指標として —

本研究では、ヒトの心理・生理応答による木質内装材の健康維持・増進作用の評価システムを提案することで、木質材料による健康に配慮した居住圏・生活圏、如いては安全かつ安心な生存圏の創造を目指す。特に、大気浄化機能や香りの鎮静作用などが明らかになりつつあるスギ材とその木口面に着目し、本年度は課題①：室内空間の湿度変化とスギ材由来の視覚・嗅覚刺激がヒトに与える影響、課題②：スギ材の表面形状と内装への使用量・デザインの違いによる視覚刺激がヒトに与える影響、について検討を行うことで、基礎データの蓄積を行った。

課題②については、表面形状の異なる材料として内装材として一般的に用いられている板目材と繊維方向に対して直交方向にスリット加工を施すことで内装表面に木口面を露出させたスリット材を用い、壁面への使用量とデザインの異なる計7種類の空間を作成し、それらの違いがヒトの自律神経活動と気分・感情に与える影響について比較・検討した。その結果、表面形状の違いにより異なる自律神経活動および気分・感情の状態を示すこと、使用量やデザインの条件により、スリット材壁面は板目材壁面に比べ生体を鎮静状態とすること、つまり表面加工を施した材料を用いることでスギ材の使用過多や特異なデザインによる視覚ストレスを緩和する可能性が示唆された。

田鶴寿弥子（杉山淳司）：材鑑調査室を利用した文理融合研究の推進 —木質文化財にみる日本人の木材選択—

日本人は古くより樹種特性と用途における明確な体系を確立してきた。木質文化財のうち特に、宗教・信仰の対象物の制作には、何らかの意味・重要性をもつ樹種が選択されたと想像できる。これらを科学的に明らかにし、古から日本人の根底に流れる精神世界を審らかにすることこそ、人類が歩もうとしている未来への確かな道程となると思われる。本研究では樹種識別への先端科学の適用・古材収集と年輪解析・全国共同利用生存圏データベースの推進を主なテーマとしてきた。特に、樹種識別への先端科学の適用では、国宝や重要文化財といった木片を得ること自体が困難で、修理時に得られても極微量という試料について、得られる試料の状態によらず識別が可能となる新しい方法、シンクロトロン放射光 X 線マイクロトモグラフィー (μ -CT) による識別法を確立し、様々な文化財に応用並びにデータベース構築を進めてきた。2011 年度は、SPring-8 の μ -CT により、従来蓄積してきたデータベースを拡充することに努めた結果、主に京都府並びに滋賀県を中心として更に 120 点の仏像・神像・狛犬・古面といった文化財の樹種データを得る事ができた。中でも神像・狛犬においてはヒノキに加えてカヤの使用の地域性や時代性が示唆される結果が得られ、美術史、考古学、宗教、民俗学といった研究領域と共に新たな考察が可能となった。



Sanjay Kumar MEHTA (Toshitaka Tsuda) : A study on the variation of the tropical tropopause by using high precision satellite data

This study investigated the long term variability of the tropical tropopause layer (TTL) using high precision GPS radio occultation (RO) data from CHAMP satellite mission for the period May 2001-December 2007 and COSMIC satellite mission for the period May 2006 - December 2010 in the latitude belt $\pm 15^\circ$. The radiosonde data for period 1980-2010 in the latitude belt $\pm 15^\circ$ is also used to compare the result. The TTL is the layer in the tropics between the level of main convective outflow level and the cold point tropopause (CPT), about 12-19 km. However, we use temperatures between altitudes 8-30 km which account both tropospheric (below the TTL) and stratospheric (above the TTL) processes besides TTL. The linear regression analysis was applied to the deseasonalized monthly mean temperature time series for the periods 1980-2000 and 2001-2010 separately. The troposphere below the TTL show warming trend (0.1-0.3 K/decade), while the TTL

and above it shows cooling trend (0.2-1.2 K/decade) during 1980-2000. The TTL shows slow warming trend (0.5-1.0 K/decade) during 2001-2010 in contrast to period 1980-2000. The warming in the TTL could be possibly attributed due to increasing greenhouse gases.

横山竜宏（山本衛）:高精細大気圏・電離圏統合モデルによる電離圏擾乱現象の解明

地球大気を覆う電離圏(高度 90-1000km)は、下層大気と宇宙空間を繋ぐ遷移領域であると同時に衛星電波が遅延等の影響を受ける伝搬経路でもある。特に、局所的なプラズマ密度の不規則構造を伴う電離圏擾乱が発生した場合には、電波の振幅、位相の急激な変動(シンチレーション)が生じるため、GPS 等による電子航法に深刻な障害を及ぼすことが知られている。このような電離圏擾乱の発生機構を解明し、発生を事前に予測することが、科学・実用の両面から求められている。従来の地球大気の研究は、下層大気/中層大気/超高層大気/電離圏と高度で区切られた各領域において、各々の専門家によって進められてきた。特に、大気の一部が電離し電磁力学が重要となる電離圏とそれ以外の領域は、それぞれ独立した研究対象と考えられ、両者の結合という観点からの研究は非常に限られていた。近年、学会等でも大気圏・電離圏を統一したセッションが作られる等、中性-電離大気結合の重要性が注目を集めつつある。中性、電離大気それぞれの数値モデルを結合させ、その物理過程を解明することが強く求められている。

そこで本研究では、静力学平衡を仮定しない全球大気圏モデルの開発を見据えた研究を実施する。さらに、このモデルに電離圏プラズマ物理を統合し、大気圏・電離圏を一体のものとして捉えることにより、局所的な現象である電離圏擾乱を全球的な視点から理解し、精度の高い電離圏擾乱の発生予測の実現を目指す。これは、従来型の数値モデルの概念、つまり、静力学平衡を仮定した大規模な現象のみを取り扱う全球モデル、あるいは、局所的な現象のみを取り扱う非静力学モデルといった棲み分けを取り払い、全ての現象を自己完結的に取り扱える数値モデルの開発を目指すものである。まず既存の中緯度電離圏モデルを赤道域まで拡張し、非静力学大気圏モデルを統合する点までを目標とする。赤道域におけるプラズマバブルと呼ばれる電離圏擾乱は、特に深刻な電波障害を引き起こすため、発生機構の解明と発生の予測が強く求められている。インドネシアを中心に展開されている生存圏研究所の観測網と数値モデルとの比較から、プラズマバブルの生成機構解明を目指す。

2.2 平成 23 年度 生存圏学際萌芽研究センター学内研究担当教員

| 部局名 | 職名 | 氏名 | 研究課題 |
|-----------|-----|--------|-------------------------|
| 文学研究科・文学部 | 准教授 | 伊勢田 哲治 | 環境科学における科学知とローカル知の協同 |
| 理学研究科・理学部 | 教授 | 余田 成男 | 赤道域大気変動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 |
| | 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 |

| | | | |
|------------------|------|--------|------------------------------------|
| 理学研究科・理学部 | 教授 | 一本 潔 | 太陽活動と宇宙天気 |
| | 教授 | 嶺重 慎 | 宇宙プラズマ現象 |
| | 教授 | 長田 哲也 | 宇宙空間ダストの赤外線観測 |
| 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 |
| | 准教授 | 柴田 裕実 | 宇宙ダスト・スペースデブリ衝突現象に関する研究 |
| 農学研究科・農学部 | 教授 | 太田 誠一 | 熱帯林の土壌生態 |
| | 教授 | 木村 恒久 | セルロースの機能化に関する研究 |
| | 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 | 森林利用の水資源に及ぼす影響 |
| | 教授 | 井上 國世 | リグナン類の酵素機能調節に関する研究 |
| | 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 |
| | 准教授 | 藤井 義久 | 木材の生物劣化の非破壊診断技術開発 |
| | 講師 | 坂本 正弘 | タケ資源の有効利用 |
| 人間・環境学研究科・総合人間学部 | 助教 | 小杉 緑子 | 森林・大気間における熱・水・CO ₂ 交換過程 |
| | 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 |
| 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 | 陳 友晴 | 鉱山開発による周辺生存圏の変化に関する研究 |
| 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 |
| 情報学研究科 | 教授 | 佐藤 亨 | 大気レーダーイメージング技術の開発 |
| | 教授 | 酒井 徹朗 | 循環型社会における流域情報システム |
| | 教授 | 守屋 和幸 | 繁殖雌牛を利用した小規模放牧管理技術 |
| | 准教授 | 荒井 修亮 | バイオリギングによる水圏生物の生態解明 |
| | 准教授 | 小山 里奈 | 陸上生態系の物質循環における植物の役割の評価 |
| | 助教 | 三田村 啓理 | バイオリギングによる水圏生物の生態解明 |
| 地球環境学堂 | 特定助教 | 奥山 隼一 | バイオリギングによる水圏生物の生態解明 |
| | 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 |
| 化学研究所 | 准教授 | 須崎 純一 | マイクロ波リモートセンシングによる都市域モニタリング |
| | 教授 | 中村 正治 | 化学資源活用型の有機合成化学の開拓 |
| エネルギー理工学研究所 | 教授 | 長崎 百伸 | 先進核融合エネルギー生成 |
| | 教授 | 片平 正人 | NMR 法を用いた木質バイオマスの活用の研究 |
| | 准教授 | 佐川 尚 | 光合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 | 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 |

| | | | |
|-----------------|-----|--------|--|
| 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 |
| | 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」「スマトラアシア林上の乱流輸送過程の研究」 |
| | 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 |
| ウイルス研究所 | 教授 | 藤田 尚志 | 木竹酢液の抗口蹄疫ウイルス活性の研究 |
| 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 |
| | 准教授 | 甲山 治 | 泥炭湿地における大規模植林が周辺環境に与える影響評価 |
| 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 |
| アフリカ地域研究資料センター | 教授 | 重田 眞義 | アフリカにおける在来有用植物資源の持続的利用 |

2.3 平成23年度 生存圏科学萌芽研究プロジェクト一覧

| | 氏名(五十音順) | 研究プロジェクト題目 | 共同研究者 | 関連部局 |
|---|----------------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 阿部 賢太郎 (京大大学生存圏研究所・助教) | 高性能ナノフィルターの利用を見据えた低密度・高強度ナノファイバースートの開発 | 伊福 伸介 | 鳥取大学工学研究科 |
| 2 | 有村 源一郎 (京都大学理学研究科・准教授) | 温暖化環境における植物の間接防御メカニズムの解明 | 矢崎 一史 小澤 理香 高林 純示 | 京都大学理学研究科 京大大学生態学研究センター |
| 3 | 上田 義勝 (京大大学生存圏研究所・助教) | 木質材料粉末を利用したメソポーラスカーボンの生成と、その水素吸蔵性能の評価研究について | 古屋仲 秀樹 井藤 幹夫 | 京都大学物質-細胞統合システム拠点 大阪大学工学研究科 |
| 4 | 海老原 祐輔 (京大大学生存圏研究所・准教授) | 宇宙生存圏ハザードマップの基礎開発 | 大村 善治 臼井 英之 笠原 慧 | 神戸大学システム情報学研究科 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究科 |

| | | | | |
|----|---|---|---|--|
| 5 | 齋藤 洋太郎 (京大大学生存圏研究所・ 特定研究員) | 代謝工学を用いた白色腐朽菌 によるCBP(consolidated bioprocessing)技術の開発 | 本田 与一 | |
| 6 | 榑原 圭太 (京都大学化学研究所・ 助教) | セルロースナノファイバーの濃 厚ポリマーブラシ修飾による3 次元階層構造化と新規ソフト マテリアルの創製 | 矢野 浩之 辻井 敬亘 | 京都大学化学研究所 |
| 7 | 士反 伸和 (神戸薬科大学・助教) | アルカロイド輸送体を用いた植 物の環境適応機構の解明と物 質生産への基盤構築 | 杉山 暁史 矢崎 一史 | 神戸薬科大学 |
| 8 | 檀浦 正子 (京都大学農学研究所・ 助教) | 安定炭素同位体と近赤外レー ザー分光法を用いた樹木の CO2 固定量の追跡 | 高橋 けんし 高梨 聡 小南 裕志 | 京都大学農学研究所 森林総合研究所 |
| 9 | 福島 慶太郎 (京都大学フィールド科学教育 研究センター・特定研究員) | 京都府由良川流域における森 林から海までの栄養塩動態: 森林生態系と沿岸生態系の連 環解明に向けて | 杉山 淳司 吉岡 崇仁 徳地 直子 福崎 康司 鈴木 伸弥 | 京都大学フィールド科学教育研究 センター 京都大学農学研究所 |
| 10 | 三谷 友彦 (京大大学生存圏研究所・ 助教) | 大規模フェーズドアレーアンテ ナにおける最適ビームパタン 形成の研究 | 田中 俊二 蛸原 義雄 | 京都大学工学研究科 |
| 11 | 村田 文絵 (高知大学自然科学系・助教) | 世界的豪雨地域インド・メガラ ヤ高原周辺におけるメソスケ ール降水系に関する調査研究 | 橋口 浩之 安藤 和雄 林 泰一 | 京都大学東南アジア研究所 京都大学防災研究所 |
| 12 | 山根 悠介 (常葉学園大学教育学部・ 講師) | 大気環境パラメータデータベー スを活用したインド亜大陸北東 域におけるプレモンスーン期 対流活動の時空間変動に対 する大気環境場の影響解明 | 塩谷 雅人 林 泰一 | 常葉学園大学教育学部 京都大学防災研究所 |
| 13 | 山本 真之 (京大大学生存圏研究所・ 助教) | 赤道大気レーダーを中心とし た複合観測による熱帯対流圏 における大気擾乱の様態解明 | 下舞 豊志 柴垣 佳明 柴田 泰邦 西 憲敬 | 島根大学総合理工学部 大阪電通大学情報通信工学部 首都大学東京システムデザイン学 部 京都大学理学研究科 |

生存圏科学萌芽研究 成果の概要

(1) 高性能ナノフィルターの利用を見据えた低密度・高強度ナノファイバーシートの開発

1. 研究組織

代表者氏名：阿部賢太郎（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：伊福伸介（鳥取大学工学研究科）

2. 研究概要

本研究では、植物資源の新たな用途展開および今後必須となるナノレベルでの精製・分離技術の発展を目指し、植物由来セルロースナノファイバーの優れた性質を活かした“高強度・高性能ナノフィルター”の開発を目的とする。通常、低い密度で作製したナノファイバー不織布の力学性能は非常に低いが、アルカリ処理によるナノファイバー同士の強固な結合が不織布の力学性能が飛躍的に向上させることが明らかとなった。

(2) 温暖化環境における植物の間接防御メカニズムの解明

1. 研究組織

代表者氏名：有村源一郎（京都大学理学研究科）

共同研究者：矢崎一史（京都大学生存圏研究所）、小澤理香（京都大学生態学研究センター）、高林純示（京都大学生態学研究センター）

2. 研究概要

植物—ハダニ—カブリダニ（天敵）の三者間相互作用に着目し、変動する温度環境条件下での相互作用動態のメカニズムの解明に取り組んだ。高温下で発現するハダニ、カブリダニ遺伝子の網羅的なトランスクリプトーム解析を次世代シーケンサーを用いて実施したところ、熱ショックタンパク質である *PpHsp70-1* 等の遺伝子群が同定された。さらに、RNAi 法を用いた遺伝子発現抑制、揮発性物質の解析、ダニの行動解析等を組み合わせることで相互作用動態のメカニズムを明らかにした。

(3) 木質材料粉末を利用したメソポーラスカーボンの生成と、その水素吸蔵性能の評価研究について

1. 研究組織

代表者氏名：上田義勝（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：古屋伸秀樹（京都大学物質-細胞統合システム拠点）、井藤幹夫（大阪大学工学研究科）

2. 研究概要

国内外における木質材料粉末は販売されている物もあるが、廃棄されている材も多く、その有効利用についての議論が活発に行われている。本研究では、準密閉容器内でその木質粉末を急速加熱して液化・再凝固させることで、従来のカーボン材料とは異なる新規な多孔質カーボン（以下 MPC）を精密に合成する研究を行う。この MPC は穴径が一定で表面積も広く、昨年度の生存圏研究所部局活性化経費（若手研究者の競争力強化に関する取組）による助成で行った先行研究において、その孔(4nm)において水素が特殊な状態で捕獲されている事が確認されている。本研究では、将来の萌芽的研究として、材料や生成方法の違いによる水素吸蔵性能を

より詳細に調査するとともに、材料を加工してパラジウム担持させる等の処理を行う事で、その水素吸蔵性能がどこまで上がるかについて評価・研究を行った。

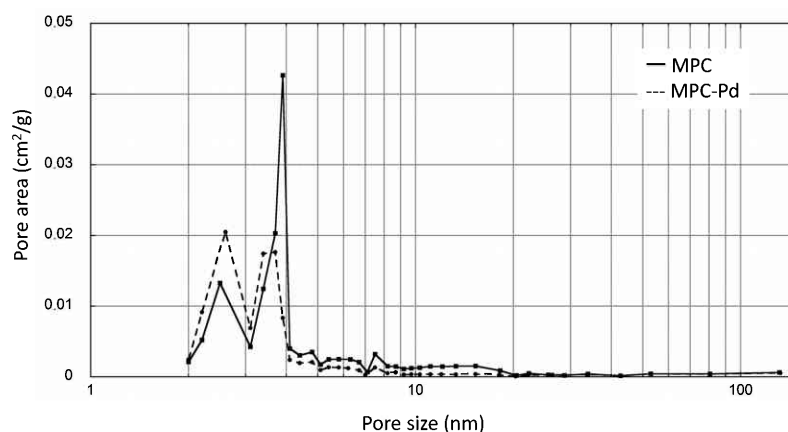


図 1 : 比表面積の比較(MPC と MPC-Pd)

(4) 宇宙生存圏ハザードマップの基礎開発

1. 研究組織

代表者氏名：海老原祐輔（京大大学生存圏研究所）

共同研究者：大村善治（京大大学生存圏研究所）、白井英之（神戸大学システム情報学研究科）、笠原 慧（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）

2. 研究概要

人工衛星は重要な社会基盤としての地位を確立しており、人工衛星が飛翔する地球近傍の宇宙空間は人類の生存圏と言えよう。しかし、高温のプラズマは宇宙機の表面帯電を、高エネルギーの荷電粒子は宇宙機の表面を貫通し内部帯電や半導体のシングルイベントアップセットをもたらすなど、宇宙機にとって宇宙空間は過酷な環境である。宇宙空間を安心・安全に利用するためには実観測に基づくリスク分析と実効的な対策の立案が必要であり、その基盤となるのが宇宙空間を満たす荷電粒子の分布モデルである。これまでの粒子分布モデルは観測データを平均化したものであり、数桁以上にも及ぶ変動を適切に表現することができない。本研究は、人工衛星が観測した粒子フラックスを基礎とし、空間、エネルギー、ピッチ角などを独立変数として粒子フラックス値を表現する「全球 n 次元宇宙粒子環境モデル」を開発するものである。n 個の独立変数について確率分布を持たせることにより、発生確率は低いが高リスクと考えられる事象、つまりテール・リスクが起ころうる事象の提示（「宇宙生存圏ハザードマップ」）を目指す。

(5) 代謝工学を用いた白色腐朽菌によるCBP(consolidated bioprocessing)技術の開発

1. 研究組織

代表者氏名：齋藤洋太郎（京大大学生存圏研究所）

共同研究者：本田与一（京大大学生存圏研究所）

2. 研究概要

化石資源の代替物としてバイオマス、特に食糧と競合しない木質バイオマスの利用を促進するために、木材腐朽菌であるヒラタケの発酵能を強化し、これまで別々に行われていた前処理、糖化、発酵の処理を一気に行うことができる CBP (consolidated bioprocessing) の開発を目指した研究を行った。担子菌においては外来生物の遺伝子発現が困難であることが知られているため、ヒラタケが本来持っている遺伝子の中で発酵に重要な酵素遺伝子を過剰発現することにより発酵能を強化する。

(6) セルロースナノファイバーの濃厚ポリマーブラシ修飾による3次元階層構造化と新規ソフトマテリアルの創製

1. 研究組織

代表者氏名：榊原圭太（京都大学化学研究所）

共同研究者：矢野浩之（京都大学生存圏研究所）、辻井敬亘（京都大学化学研究所）

2. 研究概要

木質細胞壁の解繊技術の発展により幅 15 nm 前後のセルロースナノファイバー (CNF) を安定に単離する技術が開発され、CNF の優れた物性（軽量・高弾性率・低熱膨張性・透明性など）を活用した電子デバイスや高強度プラスチックなどの実用的かつ高性能な材料が次々と報告されている。一般に CNF はその強い水素結合による絡み合いにより、バルク材料内ではネットワーク構造を形成している。一方、CNF 材料の新たな機能の創出を目的として、CNF の階層構造化が注目されつつある。

当研究グループでは、リビングラジカル重合を表面開始グラフト重合へ適用することで、桁違いに高密度な「濃厚ポリマーブラシ」の合成に世界に先駆け成功し、その高伸張配向構造に起因する高圧縮弾性率、極低摩擦特性、厳密なサイズ排除特性、及び生体適合性を解明している。さらに、濃厚ポリマーブラシを付与した微粒子を構成要素とした長距離相互作用に基づく新規コロイド結晶が報告されている。

そこで本研究では、生存圏における圧倒的蓄積量と優れた物性を有するセルロースナノファイバーに、濃厚ポリマーブラシという新しい分子組織体機能を賦与することにより始めて実現する「準ソフト系」階層構造を達成することで、新規なソフトマテリアルの創出を目指す。

(7) アルカロイド輸送体を用いた植物の環境適応機構の解明と物質生産への基盤構築

1. 研究組織

代表者氏名：土反伸和（神戸薬科大学）

共同研究者：矢崎一史（京都大学生存圏研究所）、杉山暁史（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

植物は再生可能な資源であり、その有効利用のためには、植物の環境適応機構の解明が喫緊の課題となっている。タバコ植物は昆虫による傷害を受けた際、二次代謝産物であるニコチンアルカロイドを根で生合成後、地上部へ転流、葉の液胞に蓄積し身を守っている。我々は4つのニコチン輸送体候補 (Nt-JAT1、C215、T449、T408) に着目し、その中の1つ Nt-JAT1 が

葉の液胞へのニコチン輸送を担い転流ならびに防御に関わることを証明してきた (Morita et al. 2009 PNAS)。本研究では、これらニコチン輸送体の過剰発現、発現抑制タバコ及び培養細胞を作成し、そのアルカロイド含量を検討することで、二次代謝産物の輸送を介した環境適応機構の基礎的知見を得ることを試みた。

各輸送体の過剰発現、GFP 融合タンパク質の過剰発現、発現抑制したタバコ植物体、培養細胞の作出を行った。複数回の形質転換並びにウェスタンブロットや蛍光顕微鏡観察による選抜により、タバコ植物体ならびに培養細胞において Nt-JAT1、C215、T408 それぞれについて複数の形質転換体を得ることに成功した。さらにアルカロイド含量の変化を解析したところ、培養細胞 T408 過剰発現 No. 6、18 においてアルカロイド含量の有意な増加が観察され、これら輸送体を用いてアルカロイド生産量の改変が可能であることが示唆された。

薬用植物由来の医薬品には、原料植物の枯渇などにより将来的な安定供給の難しさが危惧されているものも多い。今後、作成した形質転換体をさらに解析し基礎的知見を得ることで、より安定かつ高効率な生産へと発展させ、医薬品の安定な供給を介した人類の持続的生存に貢献していくことを目指したい。

(8) 安定炭素同位体と近赤外レーザー分光法を用いた樹木の CO₂ 固定量の追跡

1. 研究組織

代表者氏名：檀浦正子（京都大学農学研究科）

共同研究者：高橋けんし（京都大学生存圏研究所）、小南裕志（(独)森林総合研究所）、高梨 聡（(独)森林総合研究所）

2. 研究概要

陸上生態系の中で、森林は主たる二酸化炭素の吸収源である。しかし森林を構成している樹木は、一方的に炭素を吸収し続けるわけではなく、光合成と同時に呼吸も行うため、その差し引き分が炭素として樹体に数十年にわたって蓄積されることになる。そこで、樹木内にいつでもどれだけ炭素が吸収され、放出され、その結果どこにどれだけ炭素が蓄積されるか、またそれは環境要因によりどの程度変化するか、より詳細に調査することが必要であるが、二酸化炭素は透明であるため、観測は容易ではない。本研究では、炭素安定同位体ラベリング手法を森林樹木に適用し、最新のレーザー同位体分光装置を用いて測定することによって、樹体に取り込まれた炭素が森林生態系をどのように滞留・循環し、放出されていくのかを精密に定量化することを目指している。観測の結果、コナラ成木において、葉に取り込まれた炭素が呼吸として放出されるまでのタイムラグを計測し、炭素の移動速度を計算することができた。それらは夏には速く、冬には遅くなることが明らかになった。

(9) 京都府由良川流域における森林から海までの栄養塩動態：森林生態系と沿岸生態系の連環解明に向けて

1. 研究組織

代表者氏名：福島慶太郎（京都大学フィールド科学教育研究センター）

共同研究者：杉山淳司（京都大学生存圏研究所）、吉岡崇仁（京都大学フィールド科学教育

研究センター)、徳地直子(京都大学フィールド科学教育研究センター)、
福崎康司(京都大学農学研究科)、鈴木伸弥(京都大学農学部)

2. 研究概要

人間の生存基盤には多くの場合水が必要であり、適切な河川水質が確保されなくてはならない。日本の河川では多くの場合、上流が森林に覆われ、流下に伴って農地や耕作地、市街地面積が増加する。このように、森林から海に至る間に人間活動の影響を強く受けた土地利用形態が増加し、人為に起因する窒素(N)やリン(P)の負荷量が増大する。Pと同様にNの形態の一つである硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)が河川に多量に流出すると、富栄養化して下流域の生態系機能を損なう。また、飲用水に NO_3 を多量に含むと人間の健康を脅かすことも知られており、流域単位で人間の生存圏保全を考えるためには河川中の NO_3 の挙動と負荷源の特定が重要である。

そこで本研究は、京都府北部を流れる由良川を対象に、流域内の河川 NO_3 濃度の分布と、 NO_3 のNとOの安定同位体組成($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$)を用いた負荷源の特定を行い、流域の土地利用との関係を明らかにすることを目的とした。また、由良川上流に存在するダム湖の NO_3 の濃度と $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$ から、 NO_3 生成・消費過程を明らかにした。

調査は2010年から年4回、由良川上流の源頭から丹後海に注ぐまでの本流・支流の計60地点の河川水とダム湖水を採取し、 NO_3 濃度と NO_3 の $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$ を測定した。

由良川流下過程で農耕地や市街地等の占有率が上昇するにつれて、河川 NO_3 濃度・ $\delta^{15}\text{N}$ が上昇した。農耕地と市街地の面積比率を α 、市街地率 $\gamma=1/(1+\alpha)$ で算出すると、 γ と $\delta^{15}\text{N}$ に正の相関が認められ、農地から $\delta^{15}\text{N}$ の低い肥料が、市街地から $\delta^{15}\text{N}$ の高い下水由来の NO_3 が河川に流入していることが示唆された。森林率の高い上流では土壤硝化由来の NO_3 が優占的であった。また、 NO_3 濃度の低い源頭部では $\delta^{18}\text{O}$ が高い傾向が見られ、森林流域では $\delta^{18}\text{O}$ の高い降雨由来の NO_3 の混入が濃度形成に影響する可能性が示された。ダム湖内では夏季に放水口に近い中層付近で NO_3 生成が、底層では貧酸素条件下での脱窒による NO_3 消費が見られた。このことから、夏季にはダム湖由来の NO_3 がダムより下流の生態系に影響を及ぼすことが示唆された。

(10) 大規模フェーズドアレーアンテナにおける最適ビームパターン形成の研究

1. 研究組織

代表者氏名：三谷友彦(京都大学生存圏研究所)

共同研究者：田中俊二(京都大学工学研究科)、蛭原義雄(京都大学工学研究科)

2. 研究概要

フェーズドアレーアンテナは、MUレーダーに代表されるように大気観測用レーダー等に実用化されていることや、宇宙太陽光発電のマイクロ波送電システムとして検討されており、生存圏科学に資する最重要技術課題の一つである。本研究では、デジタル移相器で発生する挿入損失を考慮したフェーズドアレイアンテナの最適ビームパターン形成問題について取り組んだ。アンテナの励振振幅・励振位相を単純な逐次的解法で求める場合、アンテナ素子数が20素子程度でも天文学的な計算時間がかかってしまう。よって、最適解もしくは最適解に等しい近似解を高速で求めるアルゴリズムの開発は極めて重要である。本研究では、最適ビームパターン形成のための励振振幅・励振位相決定アルゴリズムを開発し、多種多様なフェーズドアレー

アンテナ条件を考慮したアンテナ利得・ビームパタンを得ることを目指す。本研究で開発されるアルゴリズムは、宇宙太陽発電所送電アンテナのみならず、レーダー用アレーアンテナ、通信用アダプティブアンテナ等、生存圏科学に関連するフェーズドアレーアンテナのビームパタン形成問題に対しても貢献することができる。

研究成果として、昨年度までに開発した位相決定アルゴリズムを拡張し、エッジテーパリング（アンテナの両端部の電力強度を中央部と比較して低減させる手法）や不等間隔素子（アンテナ素子を不等間隔に配列する手法）を導入した際の最適ビームパタン形成について計算機実験を実施した。エッジテーパリングおよび不等間隔素子を導入することで、ビーム収集効率が増加し、サイドローブレベルが低減されることを明らかにした。また、アナログ移相器とデジタル移相器の差異によるビームパタンへの影響はあまり大きくないが、移相器シフト時の損失が大きいほど、また移相量が離散的であるほどビーム収集効率やサイドローブレベルが悪化することを明らかにした。

(11) 世界的豪雨地域インド・メガラヤ高原周辺におけるメソスケール降水系に関する調査研究

1. 研究組織

代表者氏名：村田文絵（高知大学自然科学系理学部門）

共同研究者：橋口浩之（京都大学生存圏研究所）、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）

2. 研究概要

メガラヤ高原の豪雨を形成する水蒸気の通り道であるすぐ南に位置するバングラデシュの水蒸気変動を観測するため、5～8月の間2地点にGPSアンテナを設置し、GPS可降水量を初めて算出した。この結果を現地に設置している地上観測及び気象ドップラーレーダーと合わせて解析することによりメソスケール降水系に伴う短時間の気象場の変動を明らかにした。

(12) 大気環境パラメータデータベースを活用したインド亜大陸北東域におけるプレモンスーン期対流活動の時空間変動に対する大気環境場の影響解明

1. 研究組織

代表者氏名：山根悠介（常葉学園大学教育学部）

共同研究者：塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）、林 泰一（京都大学防災研究所）

2. 研究概要

本研究は、世界的にも対流活動が活発な地域の一つであるインド亜大陸北東域を対象として、対流活動の時空間変動特性に与える大気環境場の影響について明らかにしようとするものである。平成21年度及び平成22年度の生存圏科学萌芽研究において、衛星データを用いたインド亜大陸北東域の対流活動の時空間変動特性の解明とアジア域大気環境パラメータデータベース作成を行ってきた。ここで大気環境パラメータとは、大気環境の状態を診断するためのパラメータである。本研究では、これら2つのこれまでの成果に基づき、インド亜大陸北東域における対流活動と大気環境パラメータの時空間的変動特性の関係性について調査し、もって対流活動の時空間変動に大気環境場の変動が与える影響について明らかにすることを目的とし

ている。

(13) 赤道大気レーダーを中心とした複合観測による熱帯対流圏における大気擾乱の様態解明

1. 研究組織

代表者氏名：山本真之（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：下舞豊志（島根大学総合理工学部）、柴垣佳明（大阪電通大学情報通信工学部）

柴田泰邦（首都大学東京システムデザイン学部）、西 憲敬（京都大学理学研究科）

2. 研究概要

インドネシア・スマトラ島の赤道大気観測所に設置された赤道大気レーダー（EAR）・多機能ライダー・Xバンド気象レーダー・ラジオゾンデの観測データセットを活用し、熱帯域における大気擾乱の様態解明とその定量化に向けた手法開発とデータ解析を行った。CLEAR（Cloud experiment using Lidar and the Equatorial Atmosphere Radar）期間中における層状性降水域内の鉛直流・降水粒子観測データを解析して得られた成果を査読付き学術論文誌に投稿した。短時間で高品質観測データセットを作成するために必要となるデータ処理プログラムの改良にも取り組んだ。

2.4 平成23年度 生存圏ミッション研究プロジェクト一覧

| | 氏名（五十音順） | 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 | Venkatesh Raghavan （大阪市立大学 創造都市研究科・教授） | 都市環境モニタリングのための 高精度位置情報取得システム の開発 | 津田 敏隆 佐藤 一敏 Eugenio Realini 林 博文 米澤 剛 吉田 大介 | 京都大学学際融合教育 研究推進センター 大阪市立大学創造都市 研究科 帝塚山学院大学リベラル アーツ学部 | 1 |
| 2 | 伊藤 嘉昭 （京都大学化学研究所・ 准教授） | 酸性雨モニタリング用環境 評価指標植物のイオウ標準 の作成 | 矢崎 一史 福島 整 杉山 暁史 | 京都大学化学研究所 物質材料研究機構 | 1 |
| 3 | 入江 俊一 （滋賀県立大学 環境科学部・准教授） | リグニン分解酵素発現を支 配するカルモデュリン経路の 解析 | 本田 与一 | 滋賀県立大学環境科 学部 | 1,2,4 |
| 4 | 上田 義勝 （京都大学生存圏研究所・ 助教） | 「重合率傾斜型」有機-無機 ハイブリッド膜の燃料電池用 電解質膜の高機能化 | 横尾 俊信 徳田 陽明 | 京都大学化学研究所 | 3 |

| | | | | | |
|----|-----------------------------------|--|---|---|-------|
| 5 | 梅澤 俊明 (京都大学生存圏研究所・ 教授) | 熱帯産業造林樹種の分子育 種展開 | 矢崎 一史 服部 武文 鈴木 史朗 杉山 暁史 柴田 大輔 三位 正洋 | かずさDNA研究所 千葉大学園芸学部 徳島大学ソシオアーツ アンドサイエンス研究 部 | 1.2.4 |
| 6 | 及川 靖広 (早稲田大学理工学術院・ 准教授) | 平面波音源を用いた RASS (Radio Acoustic Sounding System)の構築 | 津田 敏隆 山崎 芳男 佐藤 晋介 川村 誠司 足立 アホロ | 早稲田大学理工学術 院基幹理工学部 独)情報通信研究機構 NICT (センシングシス テム) 気象研究所 | 1 |
| 7 | 片岡 靖夫 (中部大学工学部 建築学科・教授) | 自然素材活用型住宅におけ る耐力要素の改良と動的・ 静的構造特性の比較検証 | 小松 幸平 森 拓郎 北守 顕久 脇田 健裕 鄭 基浩 | 中部大学工学部 静岡大学教育学部 | 4 |
| 8 | 片平 正人 (京都大学エネルギー理工学 研究所・教授) | 超高感度溶液NMR法によ る木質バイオマスの丸ごと、 高分解能、リアルタイム計測 法の開発と応用 | 渡辺 隆司 小瀧 努 西村 裕志 吉岡 康一 | 京都大学エネルギー 理工学研究所 | 1.2.4 |
| 9 | 川井 秀一 (京都大学生存圏研究所・ 教授) | 地上および衛星データを用 いた熱帯植林地のバイオマ ス生長量の動態評価ならび に樹木成長に及ぼす気象要 素の影響に関する研究 | R. Widyorini EB.Hardiyanto B. Subiyanto A. Firmanti 大村 善治 甲山 治 渡邊 一生 小林 祥子 塩谷 雅人 山根 悠介 | Gadjah Mada Univ., LIPI Res.Inst.for Human Settlements, 京都大学東南アジア 研究所 立命館アジア太平洋 大学 常葉学園大学教育学 部 | 1.2.4 |
| 10 | 北井 礼三郎 (京都大学理学研究科・ 准教授) | 1926年-1940年の太陽活 動画像データベースの作成 | 林 寛生 上野 悟 浅井 歩 磯部 洋明 富田 良雄 五島 敏芳 山下 俊介 前原 裕行 | 京都大学理学研究科 京都大学宇宙総合学 研究ユニット 京都大学総合博物館 | 3 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|---|--|---|-------|
| 11 | 小嶋 浩嗣 (京大大学生存圏研究所・ 准教授) | 科学衛星における電磁適合性(EMC: ElectroMagnetic Compatibility)に関する研究 | 早川 基 高島 健 松岡 彩子 齋藤 義文 平原 聖文 笠羽 康正 八木谷 聡 中澤 暁 上田 義勝 | 宇宙航空研究開発機構 東京大学理学研究科 金沢大学理工研究域 東北大学理学研究科 | 3 |
| 12 | 齊藤 昭則 (京大大学理学研究科・ 助教) | 超高層大気-海洋-固体地球結合モデルによる津波推定に関する研究 | 山本 衛 宮崎 真一 石川 洋一 松村 充 穂積 裕太 | 京大大学理学研究科 | 1 |
| 13 | 柴田 裕実 (京大大学工学研究科・ 准教授) | 超高速ダストと固体との衝突物理実験 | 山川 宏 池田 卓矢 大橋 英雄 佐々木 晶 野上 謙一 小林 正規 岩井 岳夫 平井 隆之 | 東京海洋大学海洋環境学科 国立天文台 獨協医科大学 千葉工業大学惑星探査研究センター 東京大学工学系研究科 総合研究大学院大学物理科学研究科 | 3 |
| 14 | 津田 敏隆 (京大大学生存圏研究所・ 教授) | 流星飛跡の高度分布に見る地球環境変化 | Timbul Manik Effendy Mario Batubara Peberlin Sitompul | インドネシア国立航空宇宙研究所 | 1,3 |
| 15 | 仲村 匡司 (京大大学農学研究科・ 講師) | 木材および木質内装の見えに関する実大検証 | 川井 秀一 木村 彰孝 東 賢一 萬羽 郁子 藤田 佐枝子 | 近畿大学医学部 (有)ホームアイ | 4 |
| 16 | 畑 俊充 (京大大学生存圏研究所・ 講師) | 原子状酸素照射によるオルガノソルブリグニン炭素化物の酸化・浸食機構とその抑制 | 梶本 武志 田川 雅人 小嶋 浩嗣 | 和歌山県工業技術センター 神戸大学工学研究科 | 3,4 |
| 17 | 畑 俊充 (京大大学生存圏研究所・ 講師) | 木質からの白金代替燃料電池用カソード触媒合成条件の Py(熱分解)-GC/MS による最適化 | 内本 喜晴 本間 千晶 | 京大大学人間環境学研究科 北海道立総合研究機構林産試験場 | 2,3,4 |

| | | | | | |
|----|-----------------------------------|---|--|---|-----|
| 18 | 深尾 昌一郎 (福井工業大学工学部・ 教授) | MUレーダー・ラジオゾンデ気 球高分解能観測による微小 乱流の日仏共同研究 | 橋口 浩之 塩谷 雅人 山本 衛 古本 淳一 矢吹 正教 中城 智之 柴垣 佳明 Hubert Luce Richard Wilson Francis Dalaudier Alain Protat | 福井工業大学工学部 大阪電気通信大学 Toulon-Var Univ, LATMOS | 1 |
| 19 | 本間 千晶 (北海道立総合研究機構 林産試験場・主査) | 選択液化による未利用植物 資材の機能化 | 渡辺 隆司 畑 俊充 | 北海道立総合研究機 構林産試験場 | 2,4 |
| 20 | 松村 康生 (京都大学農学研究科・ 教授) | セルロースナノファイバーの 利用による新たな食品物性 の創出 | 矢野 浩之 松宮 健太郎 | 京都大学農学研究科 | 4 |
| 21 | 山根 千弘 (神戸女子大学家政学部・ 教授) | 木質パルプのナノファイバー 化によるアルカリ可溶化とそ の総合利用 | 阿部 賢太郎 浅見 孝志 上田 一義 | 横浜国立大学工学研 究科 オーミケンシ株式会社 | 4 |
| 22 | 渡邊 崇人 (京都大学生存圏研究所・ 助教) | 担子菌由来発酵阻害物質分 解性ラッカーゼアインゾイム の同定と酵母での発現条件 の最適化 | Chartchai Khanongnuch Woottichai Nachaiwieng | Chiang Mai Univ | 2 |

生存圏ミッション研究 成果の概要

(1) 都市環境モニタリングのための高精度位置情報取得システムの開発

1. 研究組織

代表者氏名：Venkatesh Raghavan (大阪市立大学創造都市研究科)

共同研究者：津田敏隆 (京都大学生存圏研究所)、米澤 剛 (大阪市立大学創造都市研究科)、
佐藤一敏 (京都大学学際融合教育研究推進センター)、Eugenio Realini (京都
大学生存圏研究所)、林 博文 (大阪市立大学創造都市研究科)、吉田大介 (帝
塚山学院大学リベラルアーツ学部)

2. 研究概要

本研究は低コストおよび精度の高い位置情報の測位・取得を目的とした GPS 基盤を設計・
作成し、一般的に入手可能な環境センサと統合することで、地球環境情報と位置情報を効率的
かつ高精度で蓄積するシステム、環境ロガーを開発することを目的としている。具体的な環境

センサとして、都市環境を評価するために基本的な気温、湿度、気圧、CO₂を観測できるセンサユニットを導入した。各センサから取得したデータと位置情報を用いることで、GISに展開することができ、地図上に可視化すれば位置ごとの都市環境解析をおこなうことができ、環境モニタリングシステムとして利用可能である。

(2) 酸性雨モニタリング用環境評価指標植物のイオウ標準の作成

1. 研究組織

代表者氏名：伊藤嘉昭（京都大学化学研究所）

共同研究者：福島 整（物質材料研究機構）、矢崎一史（京都大学生存圏研究所）、
杉山暁史（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

環境問題は生存圏における最も重要な問題の一つである。かつての公害のように特定地域で特に深刻になる問題から、地球温暖化などのグローバルな問題まで、世紀と地域を超えて継続する問題である。特に、環境省では昭和 58 年度から我が国の酸性雨の実態及びその影響を明らかにするために検討会を設置すると共に、酸性雨対策を実施してきた。酸性雨については、これまで酸性沈着等を主要因と断定される樹木衰退等は確認されていないが生態系に及ぼす影響が今後判明した場合にはその内容、程度に応じ適切な施策を行う必要がある。これは生存圏研究所のミッション1の目指す方向と整合性が高い研究であり、我々の計測技術の環境計測への展開は、このミッション研究に不可欠な環境情報を確実に把握する基盤技術の確立として位置づけられる。

植物体内の無機イオウは、生育環境に応じて-2 価から+6 価まで状態が変化し、グルタチオンなど有機化合物内のイオウもジスルフィド結合(S-S結合)の形成により状態が変化する。本課題では、植物に吸収された酸性雨に関する環境植物指標になるSに対し、1結晶及び2結晶分光法により精密な分光測定を行って、酸性雨による植物体内のSの化学結合状態の変化を検討した。これにより、酸性雨の影響等の環境評価を行うための基礎データを把握し、実用的な分析を実現できる。

化学状態変化による環境評価法の確立は、国内外において前例のないユニークな研究であり、植物や土壌のX線分光法による元素及び状態分析を行うことで、酸性雨による植物の地域分布や季節的变化を調査し、次世代への影響評価における実用的な手法として検討している。

今回は、実験室におけるモデル実験での酸性雨の影響評価を行ったので、その結果を報告する。

(3) リグニン分解酵素発現を支配するカルモデュリン経路の解析

1. 研究組織

代表者氏名：入江俊一（滋賀県立大学環境科学部）

共同研究者：本田与一（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

推定的カルモデュリン(CaM)相互作用タンパク質遺伝子の詳細なアノテーションを行い、

白色腐朽菌における木質リグニン分解系の発現調節に関与すると考えられるタンパク質をコードする遺伝子を選抜した。次に、cDNA のコード部分のクローン化を行い、大腸菌を宿主として当該タンパク質を生産した。得られたタンパク質と CaM との相互作用をプルダウン法にて解析する。

(4) 「重合率傾斜型」有機-無機ハイブリッド膜の燃料電池用電解質膜の高機能化

1. 研究組織

代表者氏名：上田義勝（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：横尾俊信（京都大学化学研究所）、徳田陽明（京都大学化学研究所）

2. 研究概要

将来の生存圏における低炭素化社会に向けたクリーンエネルギー源の一つとして燃料電池は非常に注目されており、特に中温作動型の燃料電池はポータブル用途での実用化を見据えた研究が広く行われている。燃料電池を構成する Pt 触媒の被毒を防止するためには、150°C程度での中温での動作が適切とされているが、その温度域での使用に耐えうる電解質膜材料が無いため、現状では 80°C程度での動作が上限とされている。また、電解質膜は動作温度の上昇により発電効率が向上することが知られており（NAFION 比 125%の報告例あり）、多くの研究開発が試みられているが、今なお十分なパフォーマンスを有する電解質膜は得られていない。本研究で、中低温域で作動する燃料電池用電解質膜の合成を目的とし、リン酸ベースの電解質膜の合成を行った。

P-OH 基を有する vinylphosphonic acid (VPA)は、ビニル基を有するため分子鎖に固定が可能な亜リン酸であり、広く伝導体として研究されている [Tokuda et. al, J. Mater. Res. 2011]。今年度においては発電効率や電気化学特性の測定精度を上げるため、新たな測定治具を設計導入しその特性についての検証を行った。

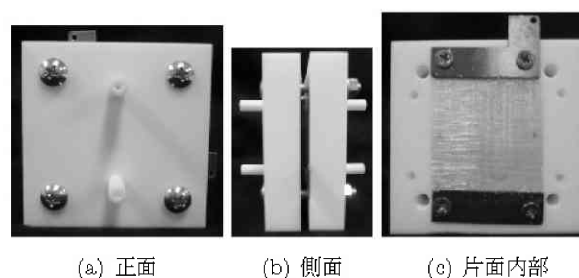


図 1：新規測定治具

(5) 熱帯産業造林樹種の分子育種展開

1. 研究組織

代表者氏名：梅澤俊明（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：矢崎一史（京都大学生存圏研究所）、杉山暁史（京都大学生存圏研究所）、服部武文（京都大学生存圏研究所）、鈴木史朗（京都大学生存圏研究所）、柴田大輔（かずさDNA研究所）、三位正洋（千葉大学園芸学部）

2. 研究概要

木質は再生可能バイオマス資源の内最も蓄積量が多く、今後人類が持続的に生存を続けるうえで必須の再生可能バイオマス資源である。そこで、木質の持続的生産・利用を経済的に成り

立たせるために、代謝工学に基づく木質の高付加価値化や劣等な生育条件での高成長性の付与等が産業界から強く求められている。本研究では、過去数年間にわたり継続してきた研究で確立された熱帯産業造林樹種、特にアカシアやユーカリなどの分子育種基盤の一層のさらに高効率化とその応用を進めた。

(6) 平面波音源を用いた RASS (Radio Acoustic Sounding System)の構築

1. 研究組織

代表者氏名：及川靖広（早稲田大学理工学術院）

共同研究者：津田敏隆（京都大学生存圏研究所）、山崎芳男（早稲田大学理工学術院）、佐藤晋介（(独)情報通信研究機構）、川村誠司（(独)情報通信研究機構）、足立アホロ（気象研究所）

2. 研究概要

境界層における気温・風速の高度分布を連続観測するために各種のリモートセンシング技法が開発されているが、その一つにレーダーと音波発射装置を組み合わせた RASS (Radio Acoustic Sounding System)がある。RASS は音波発射装置から上空に発射される大音量の音が空中を伝搬する際に起こす屈折率変動をレーダーの散乱体とする。音波面の伝搬速度（音速）をレーダーで観測し、音速と気温の関係から気温プロファイルを求める斬新な計測方法である。しかし、RASS は有力な観測手法であるにもかかわらず、可聴域の大出力の音を使用するので、周囲への騒音問題により民家が少ない山間部でしか運用できない難点があった。本研究では、側方放射を抑制できるマルチセル型平面スピーカおよびパラメトリックスピーカの RASS への活用を試みる。

まず、マルチセル型平面スピーカを用いた長距離伝搬実験を行い、その特性を確認した。30cm×30cmのマルチセル型平面スピーカを3×3枚並べ放射する方式と反射板を利用し背面へ放射される逆相成分を同相化させ前面に放射させる方式を比較した。さらに上空に向け放射した場合の地面（反射面）の状況による周囲への音の漏れの調査を行った。これら基礎的検討に基づき、気象研究所にて平面波音源を用いた RASS による上空観測実験を行った。その結果、電波の反射と共に上空の温度を確認することができた。さらに、従来のスピーカシステムに比して周囲への音の漏れを改善することができた。

周囲への音の漏れをより減らすために、大出力パラメトリックスピーカを作成した。現状復調音に関しては十分な音圧が得られていないが、大出力長距離伝搬への利用の可能性を見いだすことができた。

(7) 自然素材活用型住宅における耐力要素の改良と動的・静的構造特性の比較検証

1. 研究組織

代表者氏名：片岡靖夫（中部大学工学部）

共同研究者：小松幸平（京都大学生存圏研究所）、森 拓郎（京都大学生存圏研究所）、北守顕久（京都大学生存圏研究所）、脇田健裕（中部大学工学部）、鄭 基浩（静岡大学教育学部）

2. 研究概要

自然素材活用型木造住宅建設プロジェクトにおいて提案されたプレファブ土壁を研究対象とし、その耐力特性及び振動特性を静的・動的試験により比較検討するとともに、土壁の超音波パルス伝播速度による損傷推定手法を用いて土壁の損傷メカニズムの解明と非破壊的損傷推定手法の提案を行った。またプレファブ土壁の弱点である初期剛性の向上を目的とした改良型プレファブ土壁の提案とその基礎実験を実施し基本的な力学特性について検討した。

(8) 超高感度溶液NMR法による木質バイオマスの丸ごと、高分解能、リアルタイム計測法の開発と応用

1. 研究組織

代表者氏名：片平正人（京都大学エネルギー理工学研究所）

共同研究者：渡辺隆司（京都大学生存圏研究所）、小瀧 努（京都大学エネルギー理工学研究所）、西村裕志（京都大学エネルギー理工学研究所）、吉岡康一（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

化石資源の消費量を減らし、持続可能な社会を構築するために、木質バイオマスを変換・利用してバイオエネルギーや化成品を高効率で生産することが注目を集めている。自然界においては木材腐朽菌が木質バイオマスの主要な分解者であり、その生分解過程の解明は重要な知見を与える。この解明に向けた基盤として、木材細胞壁成分を精密かつ定量的に把握しモニタリングする技術の開発が必要である。今回試料調製法と測定法の検討を行った結果、インタクな状態の木質バイオマスに関し、高感度かつ高分解能な ^1H - ^{13}C HSQC NMR スペクトルが得、構成成分を丸ごと解析する事に成功した。また TROSY/anti-TROSY 法を応用する事で、構成成分であるリグニンや糖を定量する方法論を開発した。さらに白色腐朽菌や褐色腐朽菌による木質生分解過程を経時的にサンプリングして NMR 法で解析した結果、リグニン側鎖 B-O-4, B-B, B-5, 5-5 結合の減少など、木材細胞壁成分の化学構造変化を追跡する事に成功した。

(9) 地上および衛星データを用いた熱帯植林地のバイオマス生長量の動態評価ならびに樹木成長に及ぼす気象要素の影響に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：川井秀一（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：R. Widyorini (Gadjah Mada Univ)、EB. Hardiyanto (Gadjah Mada Univ)、B. Subiyanto (LIPI)、A. Firmanti (Res. Inst. for Human Settlements)、大村善治（京都大学生存圏研究所）、甲山 治（京都大学東南アジア研究所）、渡邊一生（京都大学東南アジア研究所）、小林祥子（立命館アジア太平洋大学）、塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）、山根悠介（常葉学園大学教育学部）

2. 研究概要

南スマトラに位置する MHP 社、10,000 ha の樹木生長量に関する地表データを継続的に取

集してバイオマス成長量の時系列解析を行い、蓄積量の動態を評価した。さらに、伐採/排出に関わるフローの解析を実施し、ストック及びフローを合わせて早生樹植林地を原生林や草地と比較検討し、植林地においては毎年一定面積の伐採と植林が繰り返され、個別の林分では蓄積/増分/フローに変化があるものの、林地を全体としてみれば、一定の安定した蓄積量と増分を期待できるなどの特性を明らかにした。

一方、熱帯域には大気水蒸気量・雲被覆の影響を受けにくいマイクロ波を用いた衛星リモートセンシングが有効であり、同地域の地上観測データを用いて衛星データの解析に取り組んだ。位相情報を含んだポーラリメトリデータの電力分解（4成分分解）により得られた成分から幹材積を推定するための手法の検証を行い、蓄積量と地表面散乱との負の相関および二回反射散乱との正の相関を一定程度見出した。

さらに、同地域 12 万 ha の植林地全域にわたり計 8 地点の気象観測点を設置して雨量、気温、日射量、相対湿度等の観測を継続した。これらの気象要素の日変化・季節内変化・季節変化等の詳細な変動特性の調査に活用できるように、観測データから 10 分値及び 1 時間値のデータセットを作成した。

(10) 1926 年－1940 年の太陽活動画像データベースの作成

1. 研究組織

代表者氏名：北井礼三郎（京都大学理学研究科）

共同研究者：林 寛生（京都大学生存圏研究所）、上野 悟（京都大学理学研究科）、浅井 歩（京都大学宇宙総合学研究ユニット）、磯部洋明（京都大学宇宙総合学研究ユニット）、富田良雄（京都大学理学研究科）、五島敏芳（京都大学総合博物館）、山下俊介（京都大学総合博物館）、前原裕行（京都大学理学研究科）

2. 研究概要

京都大学理学研究科附属天文台では、太陽彩層の全面観測を 1926－1969 年の 44 年行ってきた。長期にわたって太陽活動・彩層活動をこのような長い期間観測したものは世界でも稀であり、貴重な一級の資料であるため、我々はこれを活用する策を検討してきた。資料はすべて写真乾板資料であって既に 90 年近く経過してその劣化が進みつつあり、デジタル化して活用することが急がれる。我々は、この資料の画像データをデータベース化して、関連諸分野の研究者が利用しやすいように整備・公開することを計画した。

資料は、期間の前半が 1926－1940 年のもので滋賀県の山本天文台に保管されていたものであり、後半は 1940 年－1969 年のもので飛騨天文台に保管されているものである。我々は、データベース構築の初期段階としてこれらの資料のメタデータの整備を行うことにした。そして、そのメタデータをデータベース化し IUGONET を介して公開することにした。次の段階としては、画像のスキャンを行いデジタル化する作業を計画している。このデータベースが完成した暁には、11 年周期の太陽彩層活動の 4 サイクル分の画像を提供することが可能となり、（1）彩層活動と黒点相対数変化の相関の研究、また、（2）CaIIK 線強度が太陽紫外線放射の良好な Proxy Index であることから、地球上層大気加熱研究の基礎的な資料を提供することができる。

(11) 科学衛星における電磁適合性(EMC: ElectroMagnetic Compatibility)に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：小嶋浩嗣（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：早川 基（宇宙航空研究開発機構）、高島 健（宇宙航空研究開発機構）、
松岡彩子（宇宙航空研究開発機構）、齋藤義文（宇宙航空研究開発機構）、
平原聖文（東京大学理学研究科）、笠羽康正（東北大学理学研究科）、
八木谷 聡（金沢大学理工研究域）、中澤 暁（宇宙航空研究開発機構）、
上田義勝（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

科学衛星において「ノイズ計測を行い、軽減させる」ための EMC 技術は他の地上機器に対してのそれと大きく異なっており、科学衛星に的を絞った技術の確立が重要である。科学衛星におけるノイズ測定手法や対処方法を確立し、統一したコンセプトのもので EMC に取り組めるよう、本研究では、実際の搭載機器の試験を繰り返し、改良を加えていく。また同時に、EMC 用の小型高感度電磁界センサーの開発も行い、EMC 計測の現場で効果を発揮できるようにする。

本年度はこれまで同研究課題で取り組んできた研究の総まとめの年度であった。昨年度まで、BepiColombo MMO の Engineering model から単体 EMC 試験を行い、特に common mode noise の軽減を中心に各機器別対策を行い、その有効性について検討を行い、また、実際に対策を行ってきた。その対策を踏まえた平成 23 年度は、Flight model の単体 EMC 試験に加え、衛星にすべて機器を組み込み、システムとしてどれほどのノイズが出てくるかの試験を実際に行った（システム EMC 試験）。

一方、EMC 試験用に利用できる小型の EMC センサーの開発も並行して行ってきたが、昨年度までのものに改良を加え、上記、BepiColombo のフライトモデルのシステム EMC において実際に使用し、特に高周波磁場ノイズの衛星全体の様相を捉えることに非常に有効であった。

(12) 超高層大気-海洋-固体地球結合モデルによる津波推定に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：齊藤昭則（京都大学理学研究科）

共同研究者：山本 衛（京都大学生存圏研究所）、宮崎真一（京都大学理学研究科）、
石川洋一（京都大学理学研究科）、松村 充（京都大学理学研究科）、
穂積裕太（京都大学理学研究科）

2. 研究概要

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の直後に電離圏において、プラズマ大気の構造が観測された。これらは、震源地域上空で発生し、水平方向へ同心円状に伝搬していたため、地震による地殻変動が海面隆起を励起し、海表面で鉛直方向へ伝搬する大気波動が生成され、その大気波動が高度 300km の電離圏高度に到達して、プラズマ大気を変動されたものと考えられる。その変動の中心は、震央よりも東方に 100km 程度ずれており、この位置が、地震による最初の海面隆起の発生場所と考えられる。

地震による最初の海面隆起は津波伝搬予測の初期条件として非常に重要であるが、現在、海面の広範囲の 2 次元の観測は非常に困難なため、地震波及び地殻変位の観測による固体地球の

変動の推定をもとにした推定値が用いられている。

本研究では、地震に関わる超高層大気—海洋—固体地球の変動を統合的に扱い、この三領域の観測データに整合的な、地殻変動—海洋変動—超高層大気変動の物理過程の解明を進めた。従来のモデルが用いている地殻変動と海洋変動に加え、超高層大気変動を用いる点が特色である。

GPS 観測データをもとにした本地震によるプレートの動きの再現、海洋モデルを用いた海面隆起による津波の伝搬の再現、大気モデルを用いた海面隆起による超高層大気変動の再現、を行った。それらの結果の比較により、津波の太平洋域における伝搬速度と超高層大気中の大気重力波によるプラズマ変動の伝搬速度が同程度である事が示された。ハワイ周辺において観測された、津波と電離圏変動の同時出現とその伝搬速度の一致は、津波によって局所的に電離圏変動が作られているのではなく、海面隆起の直上へ伝わる音波によって、震央付近直上の下部熱圏で作られた大気重力波の伝搬によっても説明が出来る事が明らかにされた。

(13) 超高速ダストと固体との衝突物理実験

1. 研究組織

代表者氏名： 柴田裕実（京都大学工学研究科）

共同研究者： 山川 宏（京大大学生存圏研究所）、池田卓矢（京都大学工学研究科）、大橋英雄（東京海洋大学海洋環境学科）、佐々木 晶（国立天文台）、野上謙一（獨協医科大学）、小林正規（千葉工業大学惑星探査研究センター）、岩井岳夫（東京大学工学系研究科）、平井隆之（総合研究大学院大学物理科学研究科）

2. 研究概要

惑星間や星間における宇宙塵（以下ダストと呼ぶ）と固体との衝突によって起こる現象を実験室で模擬する実験を行う。直径数 10 nm から数 10 μm の微粒子（宇宙ダストを模擬したもの）を MV 級高電圧静電加速器および軽ガス銃で毎秒数 km から数 10 km の超高速に加速し¹⁾、金属、高分子、セラミックスなどの物質に衝突させ、電荷測定、二次イオン質量分析、発光測定などにより衝突機構を解明する。

(14) 流星飛跡の高度分布に見る地球環境変化

1. 研究組織

代表者氏名： 津田敏隆（京大大学生存圏研究所）

共同研究者： Timbul Manik（インドネシア国立航空宇宙研究所）、Effendy（インドネシア国立航空宇宙研究所）、Mario Batubara（インドネシア国立航空宇宙研究所）、Peberlin Sitompul（インドネシア国立航空宇宙研究所）

2. 研究概要

地球温暖化が進行していることは多くの科学者が認めているが、21 世紀末までに地表気温が何度上昇するかを正確に予測することは難しい。温暖化にともない、高度約 15km 以上では逆に寒冷化すると予想されており、実際、高度 30km 付近では地表付近の温暖化の数倍以上の変化率で寒冷化していることを示す観測例が報告されている。さらに空気が薄い高度 100km では

より拡大された変化トレンドが検出されると期待される。

本研では、高度 100km 付近に出現する流星飛跡の高度分布が大気密度および温度構造に依存することを活用して、地球環境変動のシグナルを検出することを目指した。具体的には、京大・生存研が 1990 年代よりインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) との国際共同で、西スマトラ、西ジャワ、パプアで運用している流星レーダーによる大量の観測データを統計解析し、変化トレンドを調べた。これまでの解析では、あまり明確な変化傾向が認められなかったが、今後、流星群の影響、LOCAL TIME に対する依存性などを含む、さらに綿密な検討を進めたい。

(15) 木材および木質内装の見えに関する実大検証

1. 研究組織

代表者氏名：仲村匡司（京都大学農学研究科）

共同研究者：川井秀一（京都大学生存圏研究所）、木村彰孝（京都大学生存圏研究所）、
東 賢一（近畿大学医学部）、萬羽郁子（近畿大学医学部）、
藤田佐枝子（(有)ホームアイ）

2. 研究概要

本研究の目的は、住空間への木材の導入を促進するために、居住者にちょうどよい木質内装デザインを科学的根拠に基づいて提案することにある。今回は空気浄化作用や調湿性能を有するスギ木ロスリット材（スギ材の板目面に多数の溝を等間隔に彫って木口面を露出させた木質建材）の視覚効果を抽出するために、これを実空間に壁面意匠として実装して 11 名の男性被験者に観察させた。観察中の被験者の視線の動きおよび壁面に対する見た目の印象評価を、スリットのある場合と無い場合とで比較したところ、壁面デザインが同じ場合、視線の停留回数や停留点分布へのスリットの有無の影響は小さく、また、印象プロファイルの差異も小さかった。

(16) 原子状酸素照射によるオルガノソルブリグニン炭素化物の酸化・浸食機構とその抑制

1. 研究組織

代表者氏名：畑 俊充（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：梶本武志（和歌山県工業技術センター）、田川雅人（神戸大学工学研究科）、小嶋浩嗣（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

オルガノソルブリグニン炭素化物に Si を含有させた焼結体試料を作成し、宇宙環境をシミュレートした実験を行った結果、オルガノソルブリグニン炭素化物中のシリコンと炭素間の反応生成物が原子状酸素抵抗性の発現に関与していることが推察された。原子状酸素が試料表面に照射されることによって SiO₂ 結合が形成され、試料炭素部分の浸食が抑制されたと考えられる。

(17) 木質からの白金代替燃料電池用カソード触媒合成条件のPy(熱分解)-GC/MSによる最適化

1. 研究組織

代表者氏名：畑 俊充（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：内本喜晴（京都大学人間環境学研究所）、本間千晶（北海道立総合研究機構林産試験場）

2. 研究概要

近い将来のレアメタルや石油資源の枯渇が危惧されることから、これらの再生可能資源からのエコ燃料電池の開発が急務である。本研究では、木質バイオマスの50%程度を占める主成分であるセルロースを出発原料とし、白金代替燃料電池用カソード触媒(WFC)合成を試みた。

(18) MUレーダー・ラジオゾンデ気球高分解能観測による微小乱流の日仏共同研究

1. 研究組織

代表者氏名：深尾昌一郎（福井工業大学工学部）

共同研究者：橋口浩之（京都大学生存圏研究所）、塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）、山本 衛（京都大学生存圏研究所）、古本淳一（京都大学生存圏研究所）、矢吹政教（京都大学生存圏研究所）、中城智之（福井工業大学工学部）、柴垣佳明（大阪電気通信大学）、Hubert Luce（Toulon-Var Univ）、Richard Wilson（フランス国立科学研究センター）、Francis Dalaudier（フランス国立科学研究センター）、Alain Protat（フランス国立科学研究センター）

2. 研究概要

乱流混合は熱や物質の鉛直輸送に寄与する重要なプロセスであるが、そのスケールが極めて小さいことから観測が難しい現象の一つである。例えば、対流圏界面褶曲は特に活発な乱流混合をもたらし、積乱雲の成層圏貫入とともに、対流圏・成層圏間大気交換の主要因の一つとなっている。下層大気中には大気乱流の発生源が多く存在しており、乱流は発生源・背景大気状態・大規模場との相互作用などによって特性を様々に変化させる。しかしながらこれらの特性の詳細はまだ充分明らかになっていない。MUレーダーは2004年に高機能化への改修が行われ、レーダーイメージング(映像)観測が可能となった。これまで周波数イメージング観測手法の開発・改良が重ねられており、現在ではレンジ分解能が飛躍的に向上した観測が可能となっている。MUレーダーは現在のところ乱流を最も正確に映像化でき、それらの発生・発達・形成メカニズムや、メソ～総観規模現象との関連を研究する上で最も強力な測器である。本研究では、乱流特性の解明を目指して、フランス人研究者2名を招へいし、MUレーダーのイメージングモードによる超高分解能データに加えて、ラジオゾンデ気球の集中放球及びライダーなど信楽MU観測所設置装置との同時観測を実施した。

(19) 選択液化による未利用植物資材の機能化

1. 研究組織

代表者氏名：本間千晶（北海道立総合研究機構林産試験場）

共同研究者：畑 俊充（京都大学生存圏研究所）、渡辺隆司（京都大学生存圏研究所）

2. 研究概要

直パルス通電加熱による木質バイオマスから有用物質を得るための熱分解条件を把握するため、木質バイオマス主要成分、未利用植物資材の熱分解液化条件および生成物の組成、熱分解残渣の性状および機能、熱分解液化物の組成について検討した。その結果、液化物収率がセルロースでは 600℃、もみ殻は 500℃で最大となることなど熱分解液化条件と生成物組成との関係が示されたほか、処理温度と熱分解残渣のアンモニア吸着能との関係、セルロースの 400～800℃処理による熱分解液化物中に levoglucosan が高い割合で含まれることが示唆されるなど、液化物構成成分と処理温度との関係に関する知見が得られたので報告する。

(20) セルロースナノファイバーの利用による新たな食品物性の創出

1. 研究組織

代表者氏名：松村康生（京都大学農学研究科）

共同研究者：矢野浩之（京都大学生存圏研究所）、松宮健太郎（京都大学農学研究科）

2. 研究概要

生存圏研究所生物機能材料分野においては、既に木材・食品原材料由来の廃棄物や未利用素材から、セルロースナノファイバーを効率的に分離・製造する技術が確立されており、調製されたセルロースナノファイバーは、新たな機能性材料として様々な用途に利用されている。セルロースは、食品成分としてみた場合には、食物繊維としての役割が広く認識されているが、そのほかにも、物性改良材として食品の品質に大きな影響を与える。セルロースナノファイバーは、従来、食品産業で用いられてきたセルロース素材とは、形態が極めて異なっていることから、新たな物性改良材としての可能性が指摘されている。本研究では、セルロースナノファイバーを様々な食品モデル系に加えた時に、その物理化学的特性やコロイド安定性、そして食感といった、広い意味での食品物性に表れる影響を解析することにより、セルロースナノファイバーが新たな食品物性を創出するための素材となり得るのか検証することを目的として実験を行う。様々な食品系のうち、本年度は特に、澱粉を主体とするペースト、タンパク質分散液、乳化液を対象として、それらの品質に及ぼすセルロースナノファイバーの添加効果について検討を加えた。その結果、米粉ペーストの物性や老化挙動、タンパク質分散液や乳化液の安定性にセルロースナノファイバーが影響を与えることを見出した。

(21) 木質パルプのナノファイバー化によるアルカリ可溶化とその総合利用

1. 研究組織

代表者氏名：山根千弘（神戸女子大学家政学部）

共同研究者：阿部賢太郎（京都大学生存圏研究所）、浅見孝志（オーミケンシ株式会社）、
上田一義（横浜国立大学工学研究科）

2. 研究概要

木質パルプに爆砕処理を施すと、セルロースが水酸化ナトリウム水溶液に溶解することが近年見出された。今までのセルロース溶剤が二硫化炭素、銅アンモニア、メチルホルホルンオキ

サイドなどであることを考えると、環境面で極めて有利である。しかし、木質パルプのアルカリ可溶化には爆砕処理を行わなくてはならず、幅広く再生セルロースを展開するには、設備コスト、運転コストの面で大きな課題を抱えたものであった。このような状況の中、爆砕に代わるセルロースの前処理方法を検討してきたところ、木質パルプのナノファイバー化がセルロースのアルカリ可溶化に極めて効果的なことがわかった。

針葉樹サルファイト法溶解パルプ（日本製紙（株）製、平均重合度（DP）800）をメディア式湿式粉碎機で処理すると、処理パルプの水酸化ナトリウム水溶液への溶解性は、爆砕処理以上であった。一般的にセルロースの平均重合度（DP）が上がると溶解性が悪くなり、例えば、今までの爆砕処理では、DP の上限は 350 であった。すなわち、爆砕処理法では、木質パルプの DP を、低 DP 側に調整する必要があった。一方、メディア式湿式粉碎機で処理した木質パルプは、DP750 でも溶解することが、未溶解物量、粘度挙動などから確かめられた。一般的に溶解パルプの DP はこの程度なので、これは、DP 調整無しで、原料パルプが溶解できることを示している。得られた再生セルロースの物性は DP に強く依存し、DP750 の再生セルロースフィルムの強度は DP350 のその 2.5 倍ほどの値であった。脱爆砕と高物性により、はじめてセルロースのアルカリ可溶化が実質的に展開できることになった。すなわち長年にわたる再生セルロースの本質的課題が完全に解決される可能性が見出された。現在のところ、研究はこのような現象論の蓄積にとどまっているが、今後は、アルカリ可溶化につながるセルロースの構造要因を明らかにするとともに、まず食品分野への応用展開を図る。水酸化ナトリウムは食品の加工に使用可能な薬品なため、食品分野はセルロースのアルカリ可溶化の特徴を最も生かすことのできる分野だからである。

(22) 担子菌由来発酵阻害物質分解性ラッカーゼアイソザイムの同定と酵母での発現条件の最適化

1. 研究組織

代表者氏名：渡邊崇人（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：Chartchai Khanongnuch (Chiang Mai Univ.)、

Woottichai Nachaiwieng (Chiang Mai Univ.)

2. 研究概要

担子菌 *Trametes versicolor* RC3 株はリグニン分解酵素の 1 つラッカーゼを菌体外に分泌する。このラッカーゼについては、培養条件によって分子量や等電点の異なるラッカーゼ（アイソザイム）が複数分泌される。また、これまでの研究から木質バイオマス前処理後の発酵プロセスの阻害物質（バニリン、フルフラール等）を分解するラッカーゼが存在すると推察している。本研究では、RC3 株が産生するラッカーゼアイソザイムの単離・同定を試み、また、酵母を用いた RC3 株由来ラッカーゼ遺伝子の異種発現を行った。

2.5 生存圏フラッグシップ共同研究

生存研に特徴的なプロジェクト型共同研究を支援するため、フラッグシップ共同研究を立ち上げ、公募により3件を採択した。フラッグシップ共同研究は、従来中核研究部などで個別に実施していたプロジェクト型共同研究を、可視化・研究支援することを主な目的とする。



(1) バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究

1. 研究組織

代表者氏名：篠原真毅（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：渡辺隆司（京都大学生存圏研究所）、三谷友彦（京都大学生存圏研究所）、杉山淳司（京都大学生存圏研究所）、今井友也（京都大学生存圏研究所）、畑 俊充（京都大学生存圏研究所）、蜂谷 寛（京都大学エネルギー科学研究科）、園部太郎（京都大学エネルギー科学研究科）、築瀬英司（鳥取大学大学院工学研究科）、吉川 昇（東北大学大学院環境科学研究科）、佐藤元泰（核融合科学研究所） 他

2. 研究概要

本フラッグシップ共同研究の目的はマイクロ波プロセスを応用した木質バイオマスからのバイオエタノール、バイオケミカル生成の高効率化、及び無機系の材料創生のマイクロ波プロセスの開発である。本フラッグシップ共同研究は、生存圏研究所の特色を生かし、マイクロ波工学と化学研究者、及び物質構造解析の研究者が参加することにより、マイクロ波プロセス科学の発展と応用技術開発を目指す。平成21年度導入された「先進素材開発解析システム(Analysis and Development System for Advanced Materials, ADAM)」研究設備は現在全国共同利用設備として広く利用されており、様々な研究成果をあげている。マイクロ波アプリケーション、様々な周波数対応の大電力マイクロ波発生装置、マイクロ波測定装置、質量分析器、有機用/無機用の2種類の電子顕微鏡等で構成されたADAMを用いた研究は生存圏研究所のフラッグシップ共同研究としての大きな特色である。

これまでマイクロ波プロセスを応用した木質バイオマスからのバイオエタノールは当研究所渡辺教授をプロジェクトリーダーとしてNEDO「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/バイオマスエネルギー先導技術研究開発」プロジェクトを中心に研究を行ってきた。本プロジェクトに加え、平成23年度より同渡辺教授をリーダーとした新プロジェクトJST/CRESTの「電磁波応答性触媒反応を介した植物からのリグニン系機能性ポリマーの創成」(研究領域「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と生産物活用のための基盤技術の創出」)が開始された。本研究では、植物細胞壁を固めるリグニンへの親和性と電磁波吸収能を付与した新規触媒を合成するとともに、周波数を連続的に変化させることができる電磁波化学反応装置を開発し、電磁波の特性を活かした高効率リグニン分離・分解反応系を構築する。また、リグニンを含む植物の包括精密構造解析と電磁波反応を組み合わせ、リニア型リグニンの分離法やモノマーへの分解法、精製法を開発し、強度、耐溶媒性、分散性、耐衝撃性、紫外線吸収特性

などに優れる芳香族ポリマーに変換する。

今年度は当研究所とエネルギー理工学研究所、及び民間企業との共同研究として、「次世代太陽電池材料の創生」を目指し、ミストを用いるマイクロ波加熱法による導電性薄膜材料の新プロセス探索研究が開始された。今年度はミストに対するマイクロ波照射効果の基礎データ収集を行った。

さらに次年度以降に向け、研究プロジェクトの申請も行っている。京都大学、東北大学、上智大学の研究グループで環境省環境研究総合推進費による研究事業に研究提案を行った。「マイクロ波による瓦礫中の有害物質迅速処理—アスベスト飛散とダイオキシン発生防止—」という研究テーマであり、マイクロ波加熱炉による、瓦礫の無害化・再資源化処理を提案した。東日本大震災で発生した瓦礫は、セメント、木材、および、プラスチック、有機物・金属などに、大量の塩分(海水由来)が含まれており、これらの混在物をマイクロ波で1050℃にまで加熱することで大量処理・無害化を行うことを目的とする。現在(2012/2)審査結果を待っている状況であるが、結果のいかんに関わらず本研究グループは今後もこの方向性の研究を続けていく。

また日本電磁波エネルギー応用学会JEMEA(Japan Society of Electromagnetic Wave Energy Applications)との連携も深めている。JEMEAは平成18年度に活動を開始した若い学会であるが、電磁波エネルギーの応用に関する研究開発の日本の中心として積極的に活動を行っている。年に1度開催しているJEMEAシンポジウムの第6回を当研究所篠原が大会委員長となり平成24年10月に京都大学で実施する。それ以外にも平成24年3月6日にJEMEA主催第2回電磁波エネルギー応用セミナー—マイクロ波照射・加熱による有機・無機・金属材料の反応事例—を京大宇治キャンパスおうばくプラザで開催する。今後もJEMEAとの連携を深め、フラグシップ共同研究を加速していく。

3. 研究の成果

今年度の研究の一例として、マイクロ波による金属チタンの大気圧下窒化に関する研究例を報告する。本研究は当研究所ミッション研究員の榎村京一郎氏によって成されたものである。1950年代頃から知られていた有機物のマイクロ波加熱に対し、金属がマイクロ波加熱されることは1997年のRoy et al.の報告以降であって、非常に新しい現象である。本研究では金属の中でもチタン粒子を加熱のサンプルとして、マイクロ波・金属粒子相互作用の解明を目的としたものである。本来、金属チタンは酸化する傾向を強く有しており、大気圧加熱下では速やかに酸化物となる。しかし、「マイクロ波加熱下では大気圧下においても窒化チタンを得る」ことができる(図1)。この研究ではマイクロ波による酸化チタン加熱機構、反応速度及び電子状態に焦点を絞り、電磁波のもつ磁場成分が酸化チタンからの酸素放出を促進させるメカニズムを実験・理論の両面より明らかにした。電気炉等の一般的な加熱の場合、一番遅い反応(律速反応)が全体の反応速度を決定するが、加熱の選択性のあるマイクロ波加熱の場合、場合によってはこの律速反応を選択的に加熱できている可能性が高い。この化学反応の促進効果はマイクロ波の位相・周波数が一致した際に顕著に観測されることも判明した。図2はマイクロ波加熱下における酸化銅還元反応のアレニウスプロットである。この結果によれば、周波数変調をかけたマイクロ波で加熱された試料は電気炉による加熱と近い勾配を示すのに対して、変調なしのマイクロ波では全く異なる反応速度挙動を示している。この結果は、物質構造がマイクロ波の有する情報と相互作用を有していることを示す。本研究は位相を制御した電磁波と物質の相互作用とし

て物理的に興味深いとともに、その化学反応の振る舞いが触媒を有した系と近い点も魅力的である。研究の進展によっては、不足が懸念されているレアメタル資源を省いた工学的プロセスの構築が期待できる。

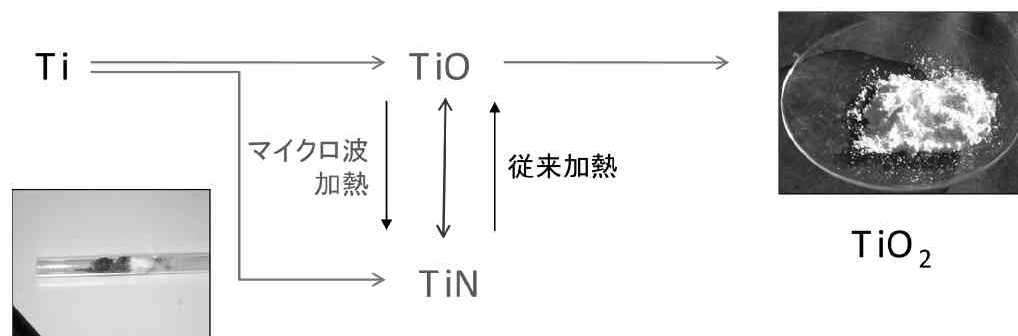


図1：金属チタンの酸化還元

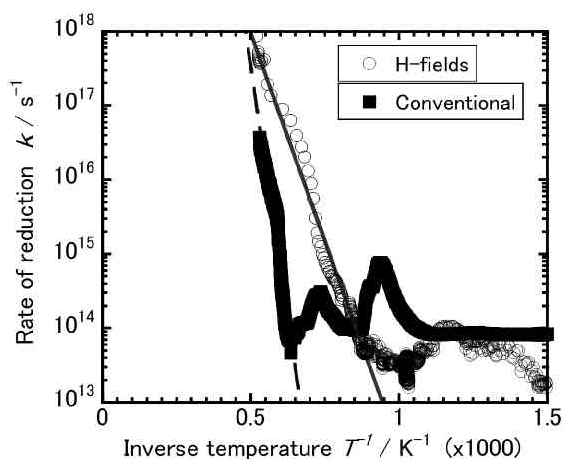


図2：真空下(10^{-9} atm)における酸化銅還元反応速度と温度の関係(素反応: $4\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$)。変調なしのマイクロ波下で観測されたプロット勾配は変調ありに比して異なる値を示している。これはコヒーレントなマイクロ波下では酸化銅還元反応の活性化エネルギーが異なることを意味している。

(2) 熱帯産業林の持続的生産利用に関する多角総合的共同研究

1. 研究組織

代表者氏名：梅澤俊明（京大生存圏研究所）

共同研究者：川井秀一（京大生存圏研究所）、矢野浩之（京大生存圏研究所）、大村善治（京大生存圏研究所）、塩谷雅人（京大生存圏研究所）、小松幸平（京大生存圏研究所）、吉村 剛（京大生存圏研究所）、矢崎一史（京大生存圏研究所）、渡邊隆司（京大生存圏研究所）、杉山淳司（京大生存圏研究所）、今井友也（京大生存圏研究所）、黒田宏之（京大生存圏研究所）、梅村研二（京大生存圏研究所）、鈴木史朗（京大生存圏研究所）、他生存圏研究所員多数
服部武文（徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部）、柴田大輔（かずさDNA研究所）、三位正洋（千葉大学園芸学部）松本義勝（越井木材工業（株））、バンバン スピヤント（インドネシア科学院）

2. 研究概要

化石資源の大量使用に基づく急激な地球環境の悪化や化石資源の枯渇予想により、エネルギー・食糧・工業原材料の供給を、環境保全及び経済成長との折り合いのもとに達成する方策の確立が今後の人類の生存に必須となっている。そして、この方策の確立こそ、生存圏科学に与えられた使命と言える。

化石資源に代わり、再生可能資源に対する依存度を上昇させることへの必然性は、既に世界的共通認識となっている。太陽エネルギーや風力エネルギーを始めとして、再生可能資源には様々なものがあるが、エネルギー供給に加え、炭素系工業原材料の供給が可能な植物バイオマス資源はとりわけ重要であり、その資源育成と有効利用システムの確立が、世界的に強く求められている。とりわけ、熱帯地域における樹木生長量は、温帯域のそれをはるかに上回っており、熱帯産業造林の持続的維持管理とそこで得られる森林バイオマスの効率的利用が、再生可能資源依存型社会において極めて重要となる。

以上に鑑み、京都大学生存圏研究所では、その発足と共に、国内外の研究機関と連携して、アシアマンガウムやアシアハイブリッド植林地において、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・融合的研究を推進してきた。

本共同研究では、熱帯アシア資源の持続的生産利用基盤を確立を最終目的として、従来生存圏研究所で蓄積してきた熱帯アシア人工林に関する個別の成果に基づき、関係するあらゆる研究プロジェクトの有機的連携を再構築するための総合研究を実施する。

3. 研究の背景と目的

[背景]

熱帯地域における持続的な大規模産業造林は、持続的、循環的な木質バイオマス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、遺伝的多様性に乏しい限られた系統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。これらの課題の解決には従来の技術では不十分であり、関連学術基盤の深化に基づく圧倒的な技術革新が必須である。これらの課題解決に向け、生存圏研究所ではその発足とともに内外の研究機関と連携して、インドネシア南スマトラ州、リアウ州、マレーシアサバ州などの事業植林地をフィールドとして、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質バイオマス資源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総合的研究を行ってきた。その結果、アシア人工林の育成と利用に関して多くの個別プロジェクトが進行しそれぞれ成果を上げてきた。

[目的]

本共同研究の目的は、従来生存圏研究所で蓄積してきた熱帯アシア人工林に関する個別の成果に基づき、関係するあらゆる研究プロジェクトの有機的連携を再構築し、以て熱帯アシア資源の持続的生産利用基盤を確立することである。

4. 研究の結果および考察

従来行われてきた個々のアカシア関連プロジェクトは、開始以来数年が経過しており、組織的に一層の連携融合を図ることが今後の研究の飛躍的進展に必須となっている。よって本共同研究では、昨年度に引き続き、これらの旧アカシアインターミッション傘下の個々の研究プロジェクトの深化継続を図るとともに、熱帯人工林の持続性、熱帯早生樹の特性、熱帯早生樹の利用、熱帯早生樹のバイオテクノロジー、の4項目に関する調査研究を行い、研究の必然性と将来の研究の方向性について再検討した。

具体的には、以下の項目について、

1) 熱帯人工林の持続性

熱帯人工林の必要性

熱帯アカシア森林におけるバイオマスの持続的生産

熱帯人工林の生物多様性

熱帯人工林のリモートセンシング評価

熱帯人工林の大気観測

熱帯産樹木の年輪気候学

熱帯人工林の地域研究

2) 熱帯早生樹の特性

熱帯早生樹材の物理特性

熱帯早生樹材の組織構造

熱帯早生樹材の化学成分特性

熱帯アカシアの生物学、生育特性（生育適地）、病害

3) 熱帯早生樹の利用

熱帯早生樹材の利用

アカシア樹皮タンニンの利用と課題

熱帯早生樹のパルプ化

熱帯早生樹のバイオリファイナリー

熱帯早生樹のセルロースナノファイバー利用

4) 熱帯アカシアのバイオテクノロジー

マメ科植物のバイオテクノロジー

熱帯アカシアのバイオテクノロジー

ユーカリのバイオテクノロジー

熱帯早生樹（特にアカシアを対象とし、ユーカリも含める）の持続的生産利用の現状把握と将来展望について客観的・合理的評価を行いその結果について取りまとめ、「生存圏研究」に投稿した¹⁻¹³⁾。

5. 今後の展開

上記調査研究を基に、樹木にとどまらず様々な熱帯バイオマス資源の持続的生産に係る様々な課題を視野に入れた今後の研究展開について詳細な討議を行う予定である。

6. 引用文献

- 1) 川井秀一、フラッグシップ共同研究（熱帯人工林）研究調査－熱帯人工林の持続的生産利用の現状把握と将来展望－熱帯域の森林再生に向けて、生存圏研究、印刷中
- 2) 川井秀一、ラギール・ウドヨリーニ、フラッグシップ共同研究（熱帯人工林）研究調査－熱帯人工林の持続的生産利用の現状把握と将来展望－熱帯造林地におけるバイオマス生産の持続性、生存圏研究、印刷中
- 3) 田鶴寿弥子、杉山淳司、津田敏隆、田上高広、渡邊裕美子、熱帯早生樹の年輪年代・古気候学、生存圏研究、印刷中
- 4) 吉村剛、竹松葉子、山下聡、藤田素子、服部武文、本田与一、大村和香子、築瀬佳之、土居修一、熱帯人工林の生物多様性、生存圏研究、印刷中
- 5) Ridwan Yahya、高瀬 克彦、今井 友也、D. Silsia、Joseph Gril、杉山 淳司、アカシア材の組織構造、生存圏研究、印刷中
- 6) 黒田宏之、熱帯アジアに分布するアカシア－分類、生育特性、病害－、生存圏研究、印刷中
- 7) 梅澤俊明、熱帯*Acacia* の化学成分調査、生存圏研究、印刷中
- 8) 渡辺隆司、熱帯早生樹のバイオリファイナリー、生存圏研究、印刷中
- 9) 矢崎一史、ユーカリの形質転換による代謝工学、生存圏研究、印刷中
- 10) 鈴木史朗、熱帯アカシアのバイオテクノロジー、生存圏研究、印刷中
- 11) 矢野浩之、阿部賢太郎、アカシア材からのナノファイバー製造、生存圏研究、印刷中
- 12) 小川荘介、矢野浩之、アカシアマングウム樹皮からの接着剤および成型物の製造、生存圏研究、印刷中
- 13) 小松幸平、アカシアマングウム材を用いたプレファブ型モデル耐震木造住宅建設のインドネシアでの試み、印刷中

7. 付記

「第2回生存圏フラッグシップポジウム（熱帯地域における持続的バイオマス生産に向けて）」を平成24年3月21日に開催する予定である。

(3) バイオナノマテリアル共同研究

1. 研究組織

代表者氏名：矢野浩之（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：中坪文明（京都大学生存圏研究所）、阿部賢太郎（京都大学生存圏研究所）、伊福伸介（鳥取大学工学研究科）、能木雅也（大阪大学産業科学研究所）、アントニオ・ノリオ・ナガライト（徳島大学大学院）（他20名）

2. 研究概要

植物細胞の基本骨格物質であるセルロースナノファイバーは、鋼鉄の1/5の軽さで、その5倍以上の強度(2-3GPa)、ガラスの1/50以下(0.1ppm/K)の線熱膨張係数を有するスーパーナノ繊維である。木材等、植物資源の50%以上を占めるほぼ無尽蔵の持続型資源でありながら、ナノファイバーレベルまでの解繊コスト、ナノファイバー故の取り扱いの難しさなどから、これまで工業的利用はほとんどなされてこなかった。しかし、近年、新規のグリーン・高機能ナノ材料として、世界中で、急速に研究が活発化している。このような背景のもと、本フラッグシップ共同研究は、生存研が有するセルロースナノファイバー材料やキチンナノファイバー

材料といったバイオナノマテリアルに関する10年近い共同研究実績を基に、生存研にバイオナノ材料において世界をリードする共同研究拠点を構築することを目的として行っている。本共同研究の特色は“異分野連携”、“垂直連携”といった“連携”である。生存圏科学の拡がりを利用して、生物資源材料を扱う研究者・機関、そのナノエレメントの化学変性や再構築を行う研究者・機関、さらには材料を部材化し自動車や電子機器への応用に取り組む研究者・機関、といったこれまでつながりの薄かった分野の研究者・機関が垂直連携して、先進的生物材料の開発に取り組んでいる。

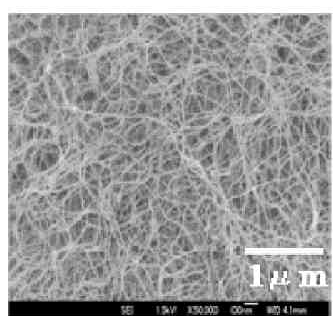


図1 セルロースナノファイバー(上)とそれを基盤としたバイオナノマテリアル研究の拡がり(右)。



3. 研究の成果

本年度のミッションシンポジウムでは、軽量・高強度・低熱膨張のセルロースナノファイバーにより既存のプラスチックやバイオ系プラスチックを補強し自動車に使用できる高機能化グリーン部材とするための基盤技術について、平成21年度から異業種・垂直連携の体制で進めているNEDOプロジェクトの研究成果を紹介する。

自動車は10%の車体重量の軽量化で燃費を10%向上でき、炭酸ガスの排出を10%低減できる。このことから、内燃機関による自動車だけでなくハイブリット車や電気自動車といった、いわゆるエコカーにおいても車体重量の軽量化は喫緊の研究開発課題となっている。車体重量の軽量化には、単位重量あたりの強度に優れた樹脂材料の開発と採用が重要であり、樹脂材料のさらなる強度性能向上、用途拡大を目指して、繊維材料による樹脂補強が進められている。その中でも、植物繊維をパルプ化し、さらにナノ解繊したセルロースナノファイバー(CNF)は、鋼鉄の5倍以上の強度、ガラスの1/50の低い線熱膨張を有していることから、サーマルリサイクル容易な低環境負荷の補強用繊維として注目されている。生存圏研究所では、平成21年度からNEDOグリーンサステイナブルケミカルプロセス(GSC)基盤技術開発プログラムにおいて、

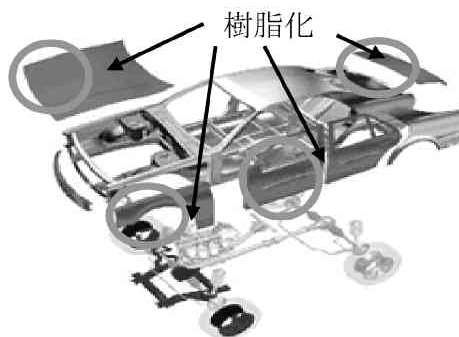


図2：樹脂による自動車部材の軽量化

化学研究所、京都市産業技術研究所、王子製紙、三菱化学、D I Cと共同で、生存圏研究所を集中研とし異業種・垂直連携の体制でセルロースナノファイバー強化による軽量・高強度自動車用部材の開発に取り組んでいる(図2)。その中で、ナノファイバー/樹脂間の精密界面制御に関する基盤技術開発を、1)セルロースナノファイバーの化学修飾技術開発、2)セルロースナノファイバー表面での高分子精密重合技術開発、3)界面制御用の添加剤開発により進めている。さらに、基盤技術の応用展開を目指して、アドバイザーとして参画している自動車・自動車部材メーカー(トヨタ車体、日産自動車、スズキ、デンソー)にCNF補強熱可塑性樹脂コンパウンド等を提供し、自動車メーカーの視点から成形加工性や性能評価を行うとともに、化学変性セルロースナノファイバーの実用化技術を開発している。本開発研究の成果は、自動車以外に家電品や建材、包装容器、等への幅広い応用が期待できる(図3)。

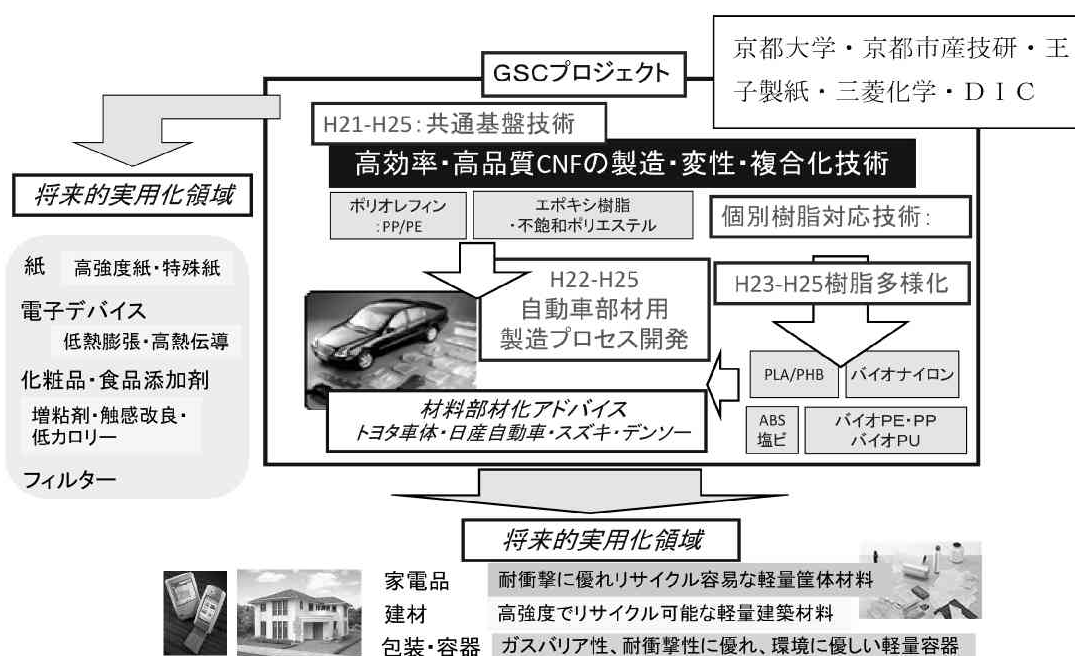


図3：セルロースナノファイバー材料の将来的展開

本年度の主要な成果は以下の通り。

1. リビングラジカル重合によるセルロースナノファイバー化学修飾の精密制御・多様化
 - 1) CNFと相溶剤(MAPP)の化学結合に成功。5wt%の変性CNF添加でHDPE樹脂の強度、弾性率が1.7倍にまで増大した。化学結合の無い従来品では1.2倍の補強効果。
 - 2) CNF表面に長さの揃った長鎖アルキル基の導入に成功。グラフト鎖の本数、重合度が広い範囲で精密制御できる様になり、剛から柔までの多様な界面設計への途が拓けた。
 - 3) エポキシ樹脂硬化システムへのCNF組み込みに成功(図13)。現段階では5wt%のCNF添加で弾性率は1.2倍の増加であるが、樹脂とCNFとの直接結合が可能になったことで、今後、更なる性能向上が期待される。

2. セルロースナノファイバー補強 PP 樹脂製造技術の改良

1) 超臨界炭酸ガス処理で弾性率が 1.5 倍に増大することを発見。その結果、30%CNF 強化 PP 樹脂において曲げ弾性率が 6GPa に到達した。

2) 超臨界炭酸ガス発泡処理で、PP 樹脂(密度: 0.91 g/cm³) と同じ弾性率で、CNF 強化 PP の密度を 0.6 にまで低下させることに成功。これは PP 樹脂をさらに 1/3 軽量化する効果に匹敵する。

3. 樹脂の多様化

1) バイオポリアミド、ABS 樹脂の CNF 強化に成功。固相せん断押出機を用いた CNF 複合化において 10%の未変性 CNF 添加でバイオポリアミド: PA11 の弾性率が 1.7 倍、強度が 1.5 倍に到達した。また、ABS 樹脂においても弾性率が 1.5 倍に (強度は 1.3 倍) なるなど、CNF 補強が多くの樹脂の機械的特性の向上に有効であることが示された。

4. CNF 強化樹脂の自動車用部材化プロセスの構築

1) 自動車メーカーへのサンプル供給と評価を推進。自動車メーカーで 30%CNF 強化 PP 樹脂コンパウンドや 10%CNF 強化 PE 樹脂コンパウンドを評価した結果を複合材料製造プロセスにフィードバックした。それに基づき開発した改良 CNF 強化ポリオレフィン樹脂を自動車メーカーに供給した。

2) 樹脂との混練時に CNF 表面を疎水化できる添加剤を見出した。さらに、この処理をスケールアップして行った CNF10wt%添加 HDPE 樹脂において、ニート樹脂の 2 倍の弾性率、強度が得られている。

3) CNF 強化樹脂マスターバッチの開発に着手。自動車メーカーとの議論から、材料の高機能化の指標は、強度、寸法安定性など一義的に決まるものではなく、部品や企業の戦略によって異なること、材料の機能は部材に加工され、使用されて初めて明らかとなる点が多いことが明らかとなった。

2.6 平成 23 年度 オープンセミナー

| 回 | 開催月日 | 演 者 | 題 目 | 参加者数 |
|-----|----------|---------------------------------------|----------------------------|------|
| 131 | 6 月 29 日 | 櫻村 京一郎 (京大大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | 材料創製分野におけるマイクロ波加熱の魅力 | 26 |
| 132 | 7 月 20 日 | 田鶴 寿弥子 (京大大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | SPring-8 で紐解く木質文化財からのメッセージ | 26 |
| 133 | 7 月 27 日 | 山元 誠司 (京大大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | 木質バイオマス由来抗ウイルス性化合物の探索 | 23 |

| | | | | | |
|--------|-----|-----|---|--|-----|
| 134 | 9月 | 14日 | 畑 俊充 (京都大学生存圏研究所・講師) 上田 義勝 (京都大学生存圏研究所・助教) | 国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID) への申請経緯 福島県下における土壌・水質汚染の実地調査と放射 性核種の高速除去技術の実証研究 | 15 |
| 135 | | 21日 | 森 拓郎 (京都大学生存圏研究所・助教) | 東北地方太平洋沖地震における木造被害調査 | 22 |
| 136 | | 28日 | 木村 彰孝 (京都大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | 快適な室内空間と木材 | 15 |
| 137 | 10月 | 5日 | Sanjay Kumar MEHTA (京都大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | Long-term behavior of the temperature structure in the tropical tropopause layer | 16 |
| 138 | | 19日 | 畑 俊充 (京都大学生存圏研究所・講師) | 木からダイヤモンドは作れるのか? | 21 |
| 139 | | 26日 | 海老原 祐輔 (京都大学生存圏研究所・准教授) | 宇宙の天気、宇宙の嵐 | 15 |
| 140 | 11月 | 2日 | 檀浦 正子 (京都大学大学院農学研究科・ 助教) | 安定炭素同位体と近赤外レーザー分光法を用いた樹 木の CO2 固定量の追跡 | 12 |
| 141 | | 16日 | Cheow-Yang Lee (京都大学生存圏研究所・ 客員教授) | 東日本大震災の余波―害虫問題とその対策 | 15 |
| 142 | | 30日 | 藤原 正智 (北海道大学大学院 環境科学院・准教授) | 熱帯下部成層圏の水蒸気の季節～10年規模変動 | 19 |
| 143 | 12月 | 14日 | 横山 竜宏 (京都大学生存圏研究所・ ミッション専攻研究員) | 赤道大気レーダーによる電離圏観測の10年 | 13 |
| 144 | | 21日 | 恒次 祐子 (独)森林総合研究所 構造利用研究領域・研究員) | 森林浴の生理的効果 | 20 |
| 145 | 1月 | 18日 | 津川 卓也 (独)情報通信研究機構・ 主任研究員) | GPS 全電子数観測により捉えられた東北地方太平洋 沖地震後の電離圏変動 | 13 |
| 146 | | 25日 | 三宮 工 (東京工業大学材料工学専攻・ 助教) | ナノプラズモニクスによるバイオセンシングと化学 反応のモニタリング | 16 |
| 参加者数合計 | | | | | 287 |

2.7 「生存圏ミッションシンポジウム」の開催

第197回 生存圏シンポジウム 生存圏ミッションシンポジウム

プログラム

3月1日(木) (宇治おうばくプラザ きはだホール)

10:00 挨拶 津田敏隆 (京都大学生存圏研究所 所長)

【生存圏研究所 研究ミッション活動紹介】

10:10 ミッション1：環境計測・地球再生

「健全な森林圏のすすめ ---マツ林の場合---

黒田宏之 (京都大学生存圏研究所)

10:25 「高精度衛星測位データを用いた気象予測システムの構築」

佐藤一敏 (京都大学学際融合教育研究推進センター)

10:40 ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

「パネル構造型宇宙太陽発電所のためのパネル位置推定を用いたビーム形成技術の研究」

石川峻樹 (京都大学工学研究科修士課程2年)

篠原真毅 (京都大学生存圏研究所)

10:55 「マイクロ波と高速発酵細菌を用いたバイオエタノール生産」

黒崎陽介 (京都大学生存圏研究所)

11:10 ミッション3：宇宙環境・利用

「宇宙天気シミュレータの開発」

海老原祐輔 (京都大学生存圏研究所)

11:25 「粒子シミュレーションによる磁気セイル宇宙機の推力特性に

関する研究」

芦田康将 (京都大学工学研究科修士課程2年)

11:40 ミッション4：循環型資源・材料開発

「自然素材活用型住宅における耐力要素の改良と動的・静的構造特性の比較検証」

片岡靖夫 (中部大学工学部)

脇田健裕 (中部大学工学部)

11:55 「クエン酸接着における実用化への課題」

梅村研二 (京都大学生存圏研究所)

【開放型研究推進部共同利用専門委員会 活動報告】

13:10 先端電波科学計算機実験装置(A-KDK)

「活動報告」

大村善治 (京都大学生存圏研究所)

- 13:20 「地球内部磁気圏における電磁イオンサイクロトロントリガード放射のシミュレーション」
小路真史（京都大学工学研究科博士課程3年）
- 13:35 MUレーダー
「活動報告」
山本 衛（京都大学生存圏研究所）
- 13:45 「航空機とMUレーダーによる鉛直風速の同時観測：エアロゾルによる物理への影響の理解へ向けて」
小池 真（東京大学理学系研究科）
- 14:00 マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB/SPSLAB)」
「活動報告」
篠原真毅（京都大学生存圏研究所）
- 14:10 「地上衛星共用電話システム用反射鏡付き小規模受信DBF装置の基礎実験」
織笠光明（独立行政法人情報通信研究機構）
- 14:25 赤道大気レーダー(EAR)
「活動報告」
橋口浩之（京都大学生存圏研究所）
- 14:35 「赤道大気レーダー観測に基づいた西スマトラ山岳地域の降水活動の研究」
柴垣佳明（大阪電気通信大学）
- 15:05 木質材料実験棟
「活動報告」
森 拓郎（京都大学生存圏研究所）
- 15:15 「木質熱処理物のイオン交換性およびその金属錯体の微細構造」
本間千晶（北海道立総合研究機構森林研究本部）
- 15:30 居住圏劣化生物飼育棟(DOL)/生活・森林圏シミュレーションフィールド(LSF)
「活動報告」
吉村 剛（京都大学生存圏研究所）
- 15:40 「「餌-シロアリー腸内微生物叢」系を活用したアメリカカンザイシロアリーの腸内微生物群集構造の解析とその利用」
青柳秀紀（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
- 15:55 持続可能生存圏開拓診断(DASH)/森林バイオマス評価分析システム(FBAS)
「活動報告」
矢崎一史（京都大学生存圏研究所）
- 16:05 「揮発性物質が媒介する生物間情報ネットワークの解明」
有村源一郎（京都大学理学研究科）
- 16:20 先進素材開発解析システム (ADAM)
「活動報告」
渡辺隆司（京都大学生存圏研究所）
- 16:30 「無機用電界放出形電子顕微鏡による先進素材の組織・構造解析」
畑 俊充（京都大学生存圏研究所）

- 16:45 生存圏データベース
「活動報告」
塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）
- 16:55 「経年に伴う木材の色変化－古材を用いた検討」
松尾美幸（京都大学農学研究科博士課程3年）
- 17:30 ポスター発表・交流会（宇治おうばくプラザ 2階 ハイブリッドスペース）
- | | |
|------------|-----|
| 萌芽研究 | 13件 |
| ミッション研究 | 22件 |
| ミッション専攻研究員 | 5件 |

3月2日(金)（総合研究実験棟4階 遠隔会議室 HW401）

【生存圏学際萌芽研究センター ミッション専攻研究員 成果報告】

- 9:30 「概要説明」
矢野浩之（京都大学生存圏研究所）
- 9:35 「マイクロ波による低炭素化社会構築への開発研究」
樫村京一郎
- 9:50 「人の心理・生理応答による木質内装材の健康維持・増進作用評価システムの開発
－視覚と嗅覚を指標として－」
木村彰孝
- 10:05 「A study on the variation of the tropical tropopause by using high precision
satellite data」
Sanjay Kumar MEHTA
- 10:20 「高精細大気圏・電離圏統合モデルによる電離圏擾乱現象の解明」
横山竜宏

【生存圏フラッグシップ共同研究 紹介】

- 10:35 「概要説明」
矢野浩之（京都大学生存圏研究所）
- 10:40 「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」
篠原真毅（京都大学生存圏研究所）
- 10:55 「熱帯産業林の持続的生産利用に関する多角総合的共同研究」
梅澤俊明（京都大学生存圏研究所）
- 11:10 「バイオナノマテリアル共同研究」
矢野浩之（京都大学生存圏研究所）

3. 共同研究集会

生存圏の正しい理解と問題解決のために、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・材料開発をミッションとし、ミッションと深く関わる研究テーマについて、全国・国際レベルでプロジェクト研究を展開するとともに、公開シンポジウムを積極的に開催して成果を社会に発信する。

本年度のシンポジウム実施状況

本年度は第 171 回、172 回、175 回から第 204 回の生存圏シンポジウムを開催（*東日本大震災の影響により H22 年度採択の延期開催 4 件を含む）した。32 件のうち、生存圏研究所の全国共同利用の展開と研究所ミッションの推進に関連した専門委員会主催のシンポジウムが 9 件である。残りの 23 件は生存圏科学研究の関連分野における萌芽的研究に関するテーマや生存圏プロジェクトに関連の深いテーマについて全国の研究者が集中的に討議する「公募型シンポジウム」である。また、国際会議も 8 件（第 172、176、177、180、183、184、185、186 回の 8 件、参加人数 1021 人）を数える。参加人数は 3115 名であった。

生存圏シンポジウム

| 回 | 開催日（開催場所） | シンポジウムタイトル |
|---------|---|---|
| 第 171 回 | 平成 23 年 12 月 16 日 （京大生存圏研究所/木質ホール） | 熱帯地域における衛星観測データの有効活用に関する検討ワークショップ |
| 第 172 回 | 平成 23 年 11 月 29 日-12 月 1 日 （京都大学芝蘭会館/山内ホール） | 第 6 回国際大気リム観測会議 6th Atmospheric Limb Conference |
| 第 175 回 | 平成 23 年 6 月 15-16 日 （京大生存圏研究所/木質ホール、宇治おうばくプラザハイブリッドスペース） | 生存圏ミッションシンポジウム |
| 第 176 回 | 平成 23 年 5 月 12-13 日 （京大宇治キャンパス/おうばくプラザきはだホール） | IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series (IMWS) on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications IMWS-IWPT2012) 米国電気学会マイクロ波ワークショップシリーズ - 革新的無線電力伝送・技術・システム・アプリケーション |
| 第 177 回 | 平成 23 年 8 月 6 日-9 日 （京大宇治おうばくプラザ） | 木の文化と科学 京都 2011 Wood Culture and Science Kyoto 2011 (WCS Kyoto 2011) |
| 第 178 回 | 平成 23 年 6 月 20 日 （京大生存圏研究所/遠隔講義室（S143）） | DASH/FBAS 全国共同利用成果報告会 ー第 2 回ー |
| 第 179 回 | 平成 23 年 8 月 3-4 日 （京大理学研究科/セミナーハウス） | メタ情報のデータベースを利用した地球科学研究の進展 |

| | | |
|---------|---|---|
| 第 180 回 | 平成 23 年 9 月 3-6 日 (京都大学百周年時計台記念館) | 第 1 回 ICSU 世界データシステム会議 – 世界のデータが切り開くグローバルな科学 The 1st ICSU World Data System Conference – Global Data for Global Science |
| 第 181 回 | 平成 23 年 9 月 5-6 日 (京都大学芝蘭会館稲盛ホール) | MESSENGER-BepiColombo 共同ワークショップ(水星探査に関する共同ワークショップ) MESSENGER-BepiColombo Joint Workshop (Joint workshop on the exploration of Mercury) |
| 第 182 回 | 平成 23 年 9 月 8-9 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール) | 第 5 回赤道大気レーダーシンポジウム |
| 第 183 回 | 平成 23 年 9 月 14-16 日 (アメリカ合衆国オクラホマ州/オクラホマ大学) | International Symposium on Earth-Science Challenges (ISEC) The 2nd Summit Between the University of Oklahoma and Kyoto University |
| 第 184 回 | 平成 23 年 9 月 22-23 日 (ジャカルタ インドネシア研究技術省(RISTEK)) | 赤道大気レーダー10周年記念国際シンポジウム International Symposium on 10th Anniversary of Equatorial Atmosphere Radar |
| 第 185 回 | 平成 23 年 9 月 30 日-10 月 3 日 (インドネシア/マルク州アンボン市・Baileo Oikumen および Swiss belhotel Ambon) | 生存圏科学スクール 2011 Humanosphere Science School 2011 (HSS2011) |
| 第 186 回 | 平成 23 年 10 月 8-9 日 (京都大学宇治キャンパス/きはだホール) | The 2nd International Conference on Sustainable Future for Human Security (Sustain) 2011 |
| 第 187 回 | 平成 23 年 8 月 30 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール) | 東日本大震災復興に向けた生存圏科学 Sustainability Humanosphere Science for reconstruction from the Great East Japan Earthquake |
| 第 188 回 | 平成 23 年 10 月 18-20 日 (京都大学化学研究所/大会議室(CL-110 号室)) | 大気化学討論会 |
| 第 189 回 | 平成 23 年 10 月 29 日 (大分文化会館会議室) | 木質構造に関する最新研究成果発表・討論会 Part2 |
| 第 190 回 | 平成 23 年 11 月 14 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール) | 第 8 回 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 – マイクロ波高度利用と先端分析化学 第 1 回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウム – マイクロ波高度利用生存圏フラッグシップ共同研究 |
| 第 191 回 | 平成 24 年 1 月 6 日 (京都大学宇治キャンパス/きはだホール) | 東日本大震災以後の福島県の現状及び支援の取り組みについて |
| 第 192 回 | 平成 24 年 2 月 28 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール) | 生存圏データベース全国共同利用研究成果発表会 Biennial meeting of Humanosphere Database |

| | | |
|---------|---|---|
| 第 193 回 | 平成 24 年 2 月 29 日 (キャンパスプラザ京都) | 木の文化と科学 XII - 年輪研究最前線 Wood Culture and Science - Frontier in Tree-Ring Research |
| 第 194 回 | 平成 23 年 12 月 18 日 (京都大学宇治おうばくプラザ /きはだホール) | 角田邦夫先生追悼シンポジウム 「木材保存学の垣根を越えて -角田邦夫先生のご業 績を偲ぶ」 |
| 第 195 回 | 平成 24 年 2 月 20 日 (京大大学生存圏研究所/木質 ホール) | 居住圏劣化生物飼育棟 (DOL) /生活・森林圏シミュレ ーションフィールド (LSF) 全国・国際共同利用研究 成果報告会 |
| 第 196 回 | 平成 24 年 2 月 21-22 日 (京大大学生存圏研究所/木質 ホール) | RISH 電波科学計算機実験シンポジウム (KDK シンポジ ウム) |
| 第 197 回 | 平成 24 年 3 月 1-2 日 (京都大学宇治キャンパス/き はだホール、遠隔会議室 (HW401)) | 生存圏ミッションシンポジウム |
| 第 198 回 | 平成 24 年 3 月 2 日 (京都大学宇治キャンパス/遠 隔会議室 (HW401)) | 生存圏科学の新領域開拓 ーロングライフイノベーション共同研究ー |
| 第 199 回 | 平成 24 年 3 月 8-9 日 (金沢大学角間キャンパス/自 然科学研究棟 2 号館 7 階 2B716 号室) | SGEPSS 波動分科会 ～波動観測データ解析と将来の波動観測技術～ |
| 第 200 回 | 平成 24 年 3 月 12 日 (京都テルサ テルサホール) | 第 7 回バイオ材料プロジェクト 「未来の自動車は“植物”で創る」-セルロースナノ ファイバーを用いた高機能で Green な材料開発- |
| 第 201 回 | 平成 24 年 3 月 16 日 (宇治キャンパス総合研究棟 遠隔会議室 HW401) | 第 11 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会 |
| 第 202 回 | 平成 24 年 3 月 5 日 (京都大学化学研究所共同研 究棟/大セミナー室) | バイオテクノロジーと情報科学の接点 -最先端の生 物学、農学、バイオテクノロジーにおいて必要とされ る情報科学は何か?- |
| 第 203 回 | 平成 24 年 3 月 21 日 (京都大学化学研究所共同研 究棟/大セミナー室) | 第 2 回熱帯人工林フラッグシッププロジェクトシン ポジウム 熱帯地域における持続的バイオマス生産に向けて |
| 第 204 回 | 平成 24 年 3 月 26 日 (京大大学生存圏研究所/木質 ホール) | 木質材料実験棟 H23 年度共同利用研究発表会 |