

平成25年度

生存圏科学の新領域開拓

ロングライフイノベーション共同研究 成果報告



平成25年度

生存圏科学の新領域開拓

ロングライフイノベーション共同研究

成果報告

京都大学 生存圏研究所

はしがき

平成16年4月に発足した京都大学生存圏研究所は、平成17年度から大学附置全国共同利用研究所として本格的活動を開始し、平成22年度からは「生存圏科学の共同利用・共同研究拠点」として活動しております。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、設立当初から、(1)大型設備・施設共用、(2)データベース利用および(3)共同プロジェクト推進の三位一体の活動を目指してきました。その中で、所内の「開放型研究推進部」では、MUレーダーなど大型機器を利用したそれぞれの設備利用型共同利用専門員会を立ち上げて推進しており、一方「生存圏学際萌芽研究センター」では、「生存圏ミッション研究」および40歳以下の若手研究者を対象とした「生存圏科学萌芽研究」という2つのプロジェクト型共同研究を公募・実施するとともに、公募により採用された若手のミッション専攻研究員が、生存圏にかかわる新しい萌芽的研究に取り組んでいます。

これらに加え、平成23年度より生存圏学際萌芽研究センターが中心となり、新事業として、“生存圏科学の新領域開拓”を課題設定型プロジェクトとして立ち上げました。これは、平成22年度に受けた外部評価において、生存圏と人間との関わりに関する方向に研究を発展させるべきであるとの指摘に対応した新事業です。このプロジェクトでは、人を取り巻く生存環境（圏）の特性変化が人の健康に与える影響を科学的に解明し、同時に安心で安全な暮らしを支える超長寿命木質環境を創成するために、生存圏研究所の共同利用環境を活用するとともに学内外の関連機関と連携して、新たな研究テーマを推進しています。主要テーマとして5つの研究課題、1) バイオマス由来の生体防御物質、2) 木質住環境と健康、3) 電磁場の生体影響、4) 大気質と安心・安全、5) 千年居住圏の基盤と維持、があります。

特に、1)「バイオマス由来の生体防御物質」においては、近年のグローバル化に伴ってウイルスをはじめとした感染症のリスクが高まっていることを受け、バイオマスから生理活性物質・生体防御物質を生産するという、新しい研究領域を開拓することを目的としています。これまでに、木酢液・竹酢液の脳心筋炎ウイルスに対する抗ウイルス活性を評価した京都大学ウイルス研究所との共同研究において、蒸留竹酢液に関して抗ウイルス活性を示す主要原因物質を特定し、論文として報告しました。

平成25年度における新しい活動としては、研究所が研究対象としている、居住、森林、大気、宇宙の4圏の間をつなぐ新奇な圏間研究と、所外に目を向けた新研究醸成支援プログラムを公募し、それぞれ4課題および6課題を採択し、研究推進と支援を行いました。さらに、11月27～28日には世界の第一線で活躍中の外国人講師を多数招聘し、新領域開拓に関する国際シンポジウム International Symposium on Frontier Researches in Sustainable Humanosphere 2013 を開催し、広く公開しました。

本報告書は、平成25年度の“生存圏科学の新領域開拓”に関わる学術研究の活動報告を収録しています。生存圏研究所の新たな研究ミッション策定とも深くリンクする研究活動として、開放型研究推進部および生存圏学際萌芽研究センターと連携を深め、さらなる研究の発展と深化を目指します。関係各位のご支援とご協力を賜れば幸甚です。

平成26年3月

京都大学生存圏研究所
所長 津田 敏隆

生存圏科学の新領域開拓
—ロングライフイノベーション共同研究—

新領域開拓共同研究

1. 「バイオマスの生理活性」
 - 1) 木竹酢液の抗ウイルス性物質の探索
渡辺隆司（京都大学生存圏研究所）…………… 1
 - 2) 植物機能性低分子の代謝輸送
高梨功次郎（京都大学生存圏研究所）…………… 3
 - 3) 革新的なバイオマス構造解析技術を基盤とした新領域の創成
西村裕志（京都大学生存圏研究所）…………… 4

2. 「木質住環境と健康」

空気質特性の解明とヒトへの影響解析
川井秀一（京都大学思修館）
松原恵理（(独)森林総合研究所）…………… 6

3. 「大気質の安心・安全」

人間生活圏を取り巻く大気の微量物質の動態把握
高橋けんし（京都大学生存圏研究所）…………… 8

4. 「電磁場の生体影響」

細胞研究のための新たな共鳴結合無線電力伝送システムならびに
免疫細胞における高周波電波ばく露の影響評価研究
宮越順二（京都大学生存圏研究所）…………… 10

5. 「千年居住圏」
 - 1) 「アジア地域に建つ木造建築物のモニタリングによる長期
構造性能評価」
五十田博（京都大学生存圏研究所）…………… 12

 - 2) 「アジア地域の植物バイオマスを活用した循環型材料の開発」
～タンニン・スクロース接着剤を用いた木質成形体に
対するクエン酸の添加効果～
梅村研二（京都大学生存圏研究所）…………… 13

- 3) 「東アジアの木の文化と科学」
 杉山淳司（京都大学生存圏研究所）
 田鶴寿弥子（京都大学生存圏研究所）…………… 14

圏間共同研究

- 1) 「微細気泡水効果の原理解明と環境・材料・農業分野への応用」
 上田義勝（京都大学生存圏研究所）…………… 15
- 2) 「低炭素居住圏の確立に資する植物由来脂溶性生理活性成分の
 耐虫・耐朽性評価と大量生産デザイン」
 矢崎一史（京都大学生存圏研究所）…………… 16
- 3) 「ヒトと動物に対するリグニンの生理機能の解明と利用」
 梅澤俊明（京都大学生存圏研究所）…………… 17
- 4) 「樹木年輪と歴史・古環境」
 杉山淳司（京都大学生存圏研究所）…………… 18

新研究醸成支援プログラム

研究集会

- 1) 「植物アロマのメタ代謝科学 ～生態学、大気科学、植物科学の融合～」
 杉山暁史（京都大学生存圏研究所）…………… 19
- 2) 「次世代超高層大気研究検討会
 －新規衛星計画にむけたブレストーミング－」
 山本 衛（京都大学生存圏研究所）…………… 20

所外共同研究

- 1) 「LED 光環境と形質発現の相関解析による人工光栽培植物の生産性向上」
 鈴木史郎（京都大学生存圏研究所）…………… 21
- 2) 「光合成微生物を用いた太陽エネルギーによるイソプレレン生産技術の開発」
 矢崎一史（京都大学生存圏研究所）…………… 22

3) 「マイクロ波照射によるバイオマスからのグラフェン合成に関する
研究開発動向調査」
畑 俊充（京都大学生存圏研究所）…………… 23

海外研究者招聘（国際共同研究）

「リグノセルロース成分分離に向けた糖リグニン複合体の共同研究」
西村裕志（京都大学生存圏研究所）…………… 24

新領域開拓共同研究

新領域開拓共同研究

1. バイオマスの生理活性

1) 「木竹酢液の抗ウイルス性物質の探索」

渡辺 隆司（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：渡辺 隆司（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：李 瑞波（京都大学・生存圏研究所）

成田 亮（京都大学・ウイルス研究所）

丸本 真輔（近畿大学・共同利用センター）

西村 裕志（京都大学・生存圏研究所）

谷田貝 光克（東京大学名誉教授）

矢崎 一史（京都大学・生存圏研究所）

藤田 尚志（京都大学・ウイルス研究所）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

バイオマスの生理活性

3. 研究概要

地球温暖化や輸送手段の広域・高速化により、人畜に有害な病原体が広汎かつ迅速に伝播していることは大きな社会問題の一つとなっている。本研究では、再生産可能な木質・森林バイオマスの変換により人の健康や生活に寄与する有用な物質を生産するという新しい研究領域を開拓することを目的とし、木竹酢液の抗ウイルス活性について検討を進めている。木竹酢液は、木竹炭を製造する際に副次的に得られ、セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの熱分解生成物などを含有する。木竹酢液は殺菌をはじめとする様々な生理活性を有することが報告されており、ウイルスなどの病原体の駆除にも有用なバイオマスである可能性が考えられるが、木竹酢液の抗ウイルス活性については十分な科学的根拠が示されているとは言い難い。本研究では、日本や韓国をはじめとして各国で猛威をふるってきた口蹄疫ウイルスなどに対する消毒薬を木竹酢液から生産することを視野に入れて、木竹酢液の抗ウイルス活性試験を行い、木竹酢液の消毒薬への応用の可能性と木竹酢液に含有される抗ウイルス活性物質の探索を行った。これまでに、竹酢液に含まれるフェノールが脳心筋炎ウイルス（encephalomyocarditis virus: EMCV）に対するウイルス不活化活性をもち、酢酸の共存によりその活性が増強されることを示した。平成 25 年度は、ヒノキ木酢液の部分精製物および

構成成分の EMCV に対する抗ウイルス活性の評価を行った。また、ヒノキ木酢液に含まれる 2 成分の口蹄疫ウイルスに対する不活化活性評価を行うとともに、ヒノキの水溶性画分に含まれる抗ウイルス活性をもつ候補物質を合成した。さらに、口蹄疫ウイルスと同じく pH 感受性の高いピコルナウイルスであるライノウイルスに対するヒノキ木酢液とその分画物の抗ウイルス活性を試験した。この他、カラマツ木酢液の分画を行い、中性条件で抗ウイルス活性をもつ水溶性物質を含むことを明らかにした。また、インフルエンザウイルスに対する木竹酢液の抗ウイルス活性評価を実施し、アカマツ、ヒノキおよびカラマツ木酢液は、中性条件でもインフルエンザウイルスの増殖を抑えることを見出した。

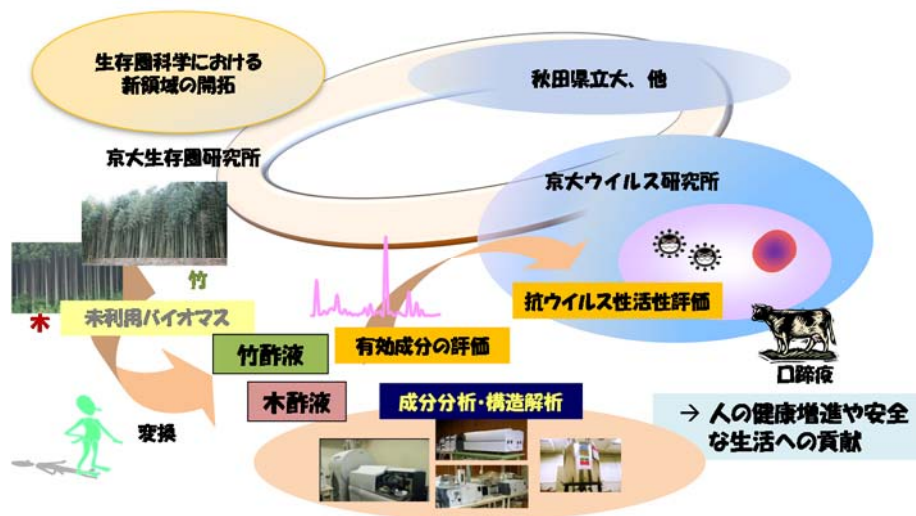


図 1 木竹酢液の抗ウイルス活性の評価と原因物質の探索研究

2) 「植物機能性低分子の代謝輸送」

高梨 功次郎（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：高梨 功次郎（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）

佐藤 文彦（京都大学・大学院生命科学研究科）

山田 泰之（京都大学・大学院生命科学研究科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

生理活性、植物二次代謝産物

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 研究概要

植物が生産する多種多様な生理活性物質の効率的な高蓄積および大量生産を目指して、植物が有する生理活性物質の輸送・蓄積機構の解明を試みている。今年度は、抗ウイルス活性などの生理活性を有するベルベリンの植物細胞内における蓄積機構を解明するために、前年度に引き続きベルベリン生産植物であるオウレン (*Coptis japonica*) の培養細胞を用いて研究を行った。そして、前年度ベルベリン輸送タンパク質の候補としてクローニングされた CjMATE1 が酵母発現系において、ベルベリン輸送能を有すること、2) CjMATE1 の発現がベルベリン生産量のより多い培養細胞系統でより大きいこと、3) CjMATE1 とベルベリン生合成遺伝子群が同じ転写因子によって制御されていることを明らかにした。H26年度はさらに詳細に CjMATE1 の輸送能を解析すると共に、同じ制御系の下流にあることが判明したベルベリン生合成遺伝子群と CjMATE1 の相互作用の有無を明らかにする予定である。

3) 「革新的なバイオマス構造解析技術を基盤とした新領域の創成」

西村 裕志（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：西村 裕志（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：片平 正人（京都大学・エネルギー理工学研究所）

渡辺 隆司（京都大学・生存圏研究所）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

バイオマスの生理活性、先端分析化学

ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

3. 研究概要

バイオマスは生物が作り出す有機資源であり、多様な分子から成る。このため化成品材料やエネルギー資源のみならず、生理活性物質などの高機能性物質としても高いポテンシャルを持っている。中でも樹木に代表される植物バイオマスは未利用かつ豊富なバイオマス資源として注目されている。植物細胞壁は、主にセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンによって構成されていて、互いに多様な結合で三次元の高分子を形成している。この高分子ネットワークの結合構造を正確に把握することは植物バイオマスの戦略的な変換、利用につながる。特に、リグニンの分岐構造やリグニンと糖の結合構造は、その存在量は少ないもののバイオマスの高分子ネットワークを“ほどく”ための鍵となる構造であり、バイオマスの成分分離、変換反応を開発する上で重要であるが、現在のところ、核磁気共鳴法（NMR法）によってのみ観測可能である。そこで化学の目でバイオマスの利活用を進める基盤としてNMR法を中心に質量分析法と組み合わせて木質バイオマスを分子レベルで捉え、化学分解や成分分離、微生物分解など、さまざまなバイオマスの変換反応過程における構成成分の変化を評価する手法の開発を目的として研究を進めている。

本研究ではまず、木質バイオマスを包括的に測定可能な溶液NMR法を用いて、構成成分の存在比を定量する手法の改良を進めた。2次元NMR上の相関シグナルから構成成分の相対量を見積もり、得られた定量値を校正する手法を開発した。さらに、分子量の異なる混合物について定量する手法を開発した。次に、木質バイオマス中における高分子ネットワークの結合構造で特に重要なリグニンの分岐構造および糖-リグニンの複合体構造をロングレンジ相関NMR法を用いて解析した。また、木材腐朽菌による微生物分解過程の解析をおこなった。木質バイオマスの生分解過程におけるリグノセルロース構造の変化や生分解過程で分泌される腐朽菌由来の二次代謝物を分析することで、環境負荷の小さい効果的なバイオマス変換法構築へ向けた基盤構築が期待できる。その他共同研究を通じて様々なバイオマスおよびバイ

オマス由来の反応生成物の分析を行った。溶液 NMR 法を用いてバイオマス成分の包括分析と定量評価法、精密構造解析、バイオマスの変換反応や生分解過程における動態解析における有用性が示された。

2. 木質住環境と健康

「空気質特性の解明とヒトへの影響解析」

川井 秀一（京都大学・思修館）

1. 研究組織

| | |
|--------------------------|------------|
| 代表者氏名：川井 秀一（京都大学・思修館） | |
| 矢野 浩之（京都大学・生存圏研究所） | |
| 共同研究者：木村 彰孝（長崎大学・教育学部） | 課題 1, 2 |
| 仲村 匡司（京都大学・農学研究科） | 課題 2 |
| 高橋 けんし（京都大学・生存圏研究所） | 課題 3 |
| 矢吹 正教（京都大学・生存圏研究所） | 課題 3 |
| 光永 徹（岐阜大学・応用生物科学部） | 課題 4 |
| 松原 恵理（森林総合研究所） | 課題 3, 4, 6 |
| 東 賢一（近畿大学・医学部） | 課題 5 |
| 萬羽 郁子（近畿大学・医学部） | 課題 5 |
| 宮越 順二（京都大学・生存圏研究所） | 課題 6 |
| 小山 眞（京都大学・生存圏研究所） | 課題 6 |
| 成田 英二郎（京都大学・生存圏研究所） | 課題 6 |
| 古田 裕三（京都府立大学・生命環境科学研究科） | 課題 7 |
| 三好 由華（京都府立大学・生命環境科学研究科） | 課題 7 |
| 古谷 真理子（京都府立大学・生命環境科学研究科） | 課題 7 |
| 辻野 喜夫（大阪府環境農林水産総合研究所） | 課題 1 |
| 中山 雅文（中山倉庫株式会社） | 課題 1 |
| 藤田 佐枝子（有限会社ホームアイ） | 課題 1 - 6 |

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

木質住環境と健康

ミッション 1：環境計測・地球再生

ミッション 4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

木材（とくにスギ材）には優れた空気浄化機能があり、また木材内装仕上げによって抑うつや不眠などの症状改善が観察されている。そこで本研究では、木質住環境における空気質特性の解明およびヒトへの影響解析により、居住者の健康改善・増進に寄与するデータの蓄

積を目的としている。最終的には、木材を有効活用する技術開発を開拓、推進することを目
標とする。

本年度は、以下に示す研究課題を設定して遂行した。

- 課題 1. 木材による調湿および空気汚染物質除去に関する研究
- 課題 2. 木質住環境の見えが生理・心理・認知反応に及ぼす影響
- 課題 3. 木質住環境内の空気質計測
- 課題 4. 木材由来香り成分による生理・心理応答と自律神経活動
- 課題 5. 木材パネルの設置が睡眠の質に及ぼす影響
- 課題 6. 抽出成分の分析とヒト細胞の生理応答
- 課題 7. スギ木ロスリット材の吸放湿機能の向上に関する技術開発

3. 大気質の安心・安全

「人間生活圏を取り巻く大気の微量物質の動態把握」

高橋 けんし（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名： 高橋 けんし（京都大学・生存圏研究所）

矢吹 正教（京都大学・生存圏研究所）

津田 敏隆（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者： 林 泰一（京都大学・防災研究所）（課題1）

青木 一真（富山大学・大学院理工学研究部）（課題1）

中山 智喜（名古屋大学・太陽地球環境研究所）（課題1）

松田 和秀（東京農工大学・農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター）（課題1）

久世 宏明（千葉大学・環境リモートセンシング研究センター）（課題2）

小杉 緑子（京都大学・農学研究科）（課題3）

川井 秀一（京都大学・思修館）（課題4）

松原 恵理（森林総合研究所）（課題4）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

大気質変動、エアロゾル、揮発性有機化合物、森林－大気相互作用、接地境界層、居住圏空気質

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 研究概要

本プロジェクトでは、人間生活圏および森林圏に近い大気の化学的動態の変動に着目し、大気微量成分（ガスおよび粒子状物質）の時空間分布を精細に描写する新しい大気計測手法を開拓することを目指している。これまでに、係留気球をプラットフォームとして活用することにより、微量気体成分ならびにエアロゾル粒子の個数濃度と粒径分布の鉛直立体分布を観測する方法を考案した。具体的には、信楽 MU 観測所において夏季に観測キャンペーンを実施し、接地境界層付近における物質変動の立体分布特性を精密に捉えることができた。昨年度には、走査機能を付加したラマンライダーの新規開発と試験運転を行い、水蒸気・エアロゾルの時空間変動の精緻なリモートセンシング観測が可能となった。また、新領域開拓研究の別課題である“木質住環境と健康”との共同研究として、居住空間内における大気質を評価するシステムを開発した。本年度は、以上の背景を踏まえて、

- 1) 接地層付近における物質分布の鉛直構造とその変動要因の探査
 - 2) ライダーによる大気微量物質の時空間変動の把握
 - 3) 生態系微量ガスフラックス計測法の開発
 - 4) 居住圏環境における大気質の評価（新領域開拓研究課題“木質住環境と健康”と共同研究）
- の四つの課題に取り組んだので、その進捗や成果について報告する。

4. 電磁場の生体影響

「細胞研究のための新たな共鳴結合無線電力伝送システムならびに免疫細胞における高周波電波ばく露の影響評価研究」

宮越 順二（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：宮越 順二（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：水野 公平（京都大学・生存圏研究所）

成田 英二郎（京都大学・生存圏研究所）

小山 眞（京都大学・生存圏研究所）

三谷 友彦（京都大学・生存圏研究所）

篠原 真毅（京都大学・生存圏研究所）

鈴木 敬久（首都大学東京・理工学研究科）

多氣 昌生（首都大学東京・理工学研究科）

2. 関連領域

新領域研究：電磁場の生体影響

3. 研究概要・目的

細胞研究のための新たな共鳴結合無線電力伝送システム

近年、新しい無線電力伝送技術として共鳴結合方式が注目を集めており多くの研究が進められている。しかし、共鳴結合無線電力伝送下における生体影響の可能性を実験的に評価した例はない。本研究では、共鳴結合無線電力伝送下における生体影響の可能性を評価することを目的に、安定した共鳴結合無線電力伝送環境、国際的なガイドラインを踏まえた電磁ばく露環境、厳密に管理された細胞培養環境を兼ね備えた、細胞研究のための新たな共鳴結合無線電力伝送システムの開発に取り組んだ。今後、開発したシステムを用い、細胞の基本動態や遺伝毒性を指標とした評価を実施することにより生体影響の可能性を明らかにしていく。

免疫細胞における高周波電波ばく露の影響評価研究

T細胞依存性抗原に対する特異抗体が産生されるまでには、マクロファージや樹状細胞などの抗原提示細胞、T細胞ならびにB細胞が必要とされる。T細胞依存性抗体産生の場合、上記のいずれかの細胞の機能に異常が起きたとしても最終的にはT細胞依存性抗体産生に変化がみられることになる。従って、幅広く細胞の機能の変化をとらえるためにはT細胞依存性抗体産生能の測定が有効である。しかしながら、T細胞依存性抗体産生試験にはマウスまた

はラットを用いてインビボでのヒツジ赤血球を抗原とする抗体産生能をプラークの検出により行うのが最も一般的であり、培養細胞株を用いたインビトロの測定系は確立されていないのが現状である。

そこで、培養細胞株を用いたインビトロの測定系の検討を行い、T細胞依存性抗体産生能の電波ばく露による影響を調査することを目的とし、電波ばく露条件は、周波数 2.45GHz、SAR2 および 10W/kg、4 および 24 時間で評価した。

5. 千年居住圏

1) 「アジア地域に建つ木造建築物のモニタリングによる 長期構造性能評価」

五十田 博（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：五十田 博（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：北守 顕久（京都大学・生存圏研究所）

森 拓郎（京都大学・生存圏研究所）

脇田 健裕（中部大学・工学部建築学科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

千年居住圏

ミッション1：環境計測・地球再生

ミッション4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

長期にわたり安心して安全な建物を維持するためには、外乱に対する状態を常時監視し、必要に応じ適切な対処を実施することが重要となる。本研究は、資源循環型材料の代表である木材を用いた建物を対象に加速度計による長期振動計測を実施し、構造性能を評価するヘルスマonitoringシステムを構築し、実証実験をおこなうものである。本年度はヘルスマonitoringシステムの全体像を示し、建物の初期性能を求めるために実施した常時微動測定の方法、結果について述べるとともに、長期計測を開始した建物のシステムの概要、今後の測定計画、損傷検知のための演算の試行について示す。

2) 「アジア地域の植物バイオマスを活用した循環型材料の開発 ～タンニン・スクロース接着剤を用いた木質成形体に 対するクエン酸の添加効果～」

梅村 研二（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：梅村研二

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

千年居住圏

ミッション4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

縮合型タンニンは比較的反応性が高く、接着剤原料として古くから研究されているが、接着剤化にはアルデヒド化合物やアミン化合物、合成樹脂などの化石資源由来の化合物との反応が必要であった。当研究室では、縮合型タンニンにスクロースを加えると接着剤として利用できることを見出し、木質材料への適応性について研究を進めている。今年度は、タンニン・スクロース接着剤を用いた木質成形体の作成に対するクエン酸の添加効果について検討した。その結果、クエン酸の少量添加は熱圧温度の低下や熱圧時間の短縮に有効であることが示唆された。

3) 「東アジアの木の文化と科学」

田鶴寿弥子、杉山淳司（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：杉山 淳司（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：田鶴 寿弥子（京都大学・生存圏研究所）

金南勲（韓国・江原大学）

李元熙（韓国・慶北大学）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

千年居住圏

3. 研究概要

東アジア地域の中でも特に、韓国・中国などと共同で行ってきた木質文化財や木製建造物調査についての研究成果を報告する。並びに、シルクロードの終着点ともいえる日本国内において、インド・中国・韓国の影響を受けたのち日本に伝来した仏教関連遺品ならびに神仏習合遺品の樹種調査から見える樹種選択とその意味について報告する。

圈間共同研究

圏間共同研究

1) 微細気泡水効果の原理解明と環境・材料・農業分野への応用

上田 義勝（京都大学・生存圏研究所）

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：杉山 暁史（京都大学・生存圏研究所）

徳田 陽明（京都大学・化学研究所）

伊藤 嘉昭（京都大学・化学研究所）

二瓶 直登（東京大学・大学院農学生命科学研究科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

震災復興連携支援研究、圏間共同研究

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 研究概要

本研究では新たな可能性を秘める微細気泡水について、圏間を融合した大きな研究分野として確立する事を大目標として、分野横断型の多角的な応用研究を3つの個別テーマ（1：除染、2：無機化学合成への応用、3：農業分野への応用）として設定し、研究を推進し、微細気泡水が本来持つ特性について多角的な視点から捉え、その基礎原理を正確に解明する。

2) 低炭素居住圏の確立に資する植物由来脂溶性生理活性成分の 耐虫・耐朽性評価と大量生産デザイン

矢崎 一史 (京都大学・生存圏研究所)

1. 研究組織

代表者氏名：矢崎 一史 (京都大学・生存圏研究所)

共同研究者：吉村 剛 (京都大学・生存圏研究所)

高梨 功次郎 (京都大学・生存圏研究所)

小野 和子 (京都大学・生存圏研究所)

豊岡 公德 (理化学研究所)

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

生理活性、環境未来千年居住圏

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 研究概要

本研究では、住宅居や文化財の原料である木材の耐虫・耐朽性を担う物質を、石油資源によらない脂溶性の植物生理活性成分に求め、その活性の定量評価と応用に向けた大量生産を目指している。材料としてナフトキノ系脂溶性生理活性物質（シコニン類）を生産するムラサキ科ムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon*) の培養細胞に着目し、H25年度はまずムラサキ抽出物の耐虫性・耐朽性の評価を行った。乾燥させたムラサキの根（硬紫根）のアセトンおよびメタノール抽出エキスをを用い、イエシロアリ (*Coptotermes formosanus*) に対する活性を評価した。その結果、メタノール抽出液処理区において顕著な殺シロアリ活性が観察された。同様に、2種の木材腐朽菌 (*Trametes versicolor* および *Tyromyces palustris*) に対する活性を評価したところ、アセトンおよびメタノール両抽出液処理区において生育阻害活性が観察された。これらの活性は、現況で使用されている化学合成耐腐朽剤と比べ高いものではなかったものの、ムラサキ抽出成分が抗虫性を示す事、また木材腐朽菌に対して抗菌活性を有することは初めての知見となった。大量生産デザインに関しては、ムラサキ培養細胞を材料にしてシコニン生産時に機能する遺伝子の網羅的解析に着手し、植物における生理活性物質の生産調節機構の解明を試みた。

3) ヒトと動物に対するリグニンの生理機能の解明と利用

梅澤 俊明（京都大学・生存圏研究所）

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：吉村 剛（京都大学・生存圏研究所）

河田 照雄（京都大学・大学院農学研究科）

奥西 智哉（農研機構・食品総合研究所）

柴田 大輔（かずさDNA研究所、京都大学・大学院農学研究科）

山村 正臣（京都大学・生存圏研究所）

鈴木 史朗（京都大学・生存圏研究所）

青柳 秀紀（筑波大学・大学院生命農学研究科）

坂本 正弘（京都大学・大学院農学研究科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

バイオマスの生理活性、リグニン、食品機能、未利用芳香族資源、シロアリ、木材保存、
圏間共同研究

ミッション1：環境計測・地球再生

ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

ミッション4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

リグニンは地球上のバイオマスの2~3割を占めるにも関わらず、かつてはパルプ化、酵素糖化、あるいは飼料消化における阻害的成分として、負の印象を以て語られることが多かった。しかし近年では、その芳香族バイオマスとしての重要性が再認識され、有効活用が社会的に強く求められるに至り、研究代表者らも代謝工学による有用リグニンの増加を図る研究を進めている。一方リグニンの機能として従来ほとんど看過されてきたのが、ヒトを始めとする動物に対する生理機能である。そこで、本研究では、食物繊維リグニンの食品生理機能の解明とリグニンがシロアリに及ぼす生理機能の解明を目指し、本年度は、まず食品中のリグニンの評価系構築と食物繊維高含有食品のリグニン解析を行った。

4) 樹木年輪と歴史・古環境

田鶴 寿弥子（京都大学・生存圏研究所）

渡邊 裕美子（京都大学・理学研究科）

1. 研究組織

代表者氏名：杉山 淳司（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：津田 敏隆（京都大学・生存圏研究所）

田鶴 寿弥子（京都大学・生存圏研究所）

反町 始（京都大学・生存圏研究所）

田上 高広（京都大学・理学研究科）

渡邊 裕美子（京都大学・理学研究科）

大山 幹成（東北大学・学術資源研究公開センター植物園）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

圏間共同研究

ミッション1：環境計測・地球再生

千年居住圏

3. 研究概要

テーマ A: 材鑑調査室の歴史的古材を活用した樹木年輪データベースの構築と応用

京大生生存圏研究所材鑑調査室には貴重な古材試料が数多く所蔵されているだけでなく、現在も収集が続けられている。主に目録の記録にのみ頼って分類されている古材試料に多義的な価値を持たせ、様々な研究分野で活用するために、科学的手法に基づいた正確な暦年代をつける必要がある。そのために、古材年輪の測定、標準年輪曲線の構築、標準年輪曲線延長と補強、古気候復元の精度向上を進めてきたので報告する。

テーマ B: アジア赤道域における季節スケールの気候・環境変遷の復元

本プロジェクトでは、インドネシアの樹木年輪の構成要素を複数分析し、気象観測データと高精度で対比することにより、「アジア赤道域における季節スケールの気候・環境変遷の復元」を目指している。これまでに、インドネシア産 熱帯樹（スンカイ 1 個体; SungkaiNAN7）のマルチ樹木年輪データと気象観測データの系統的な比較から、古気候指標としての信頼度を評価した。加えて、インドネシア産の樹木サンプルに関する情報収集を行い、数多くの樹木ディスク（主にスンカイとチーク）を収集することに努めた。

新研究醸成支援プログラム

新研究醸成支援プログラム

研究集会

1) 植物アロマのメタ代謝科学 ～生態学、大気科学、植物科学の融合～

杉山 暁史（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：杉山 暁史（京都大学・生存圏研究所）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

新研究醸成支援プログラム

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 目的と具体的な内容

植物が放出する様々な揮発性有機化合物（植物アロマ）は、大気微量成分として大気質の変動に大きなインパクトを持ち、森林圏と大気圏を繋ぐインターフェースとしての役割を持つと見なされる。植物アロマに関する研究は、これまで主に生態学や植物生理学の分野で行われ、生存圏研究所や生態学研究センター、農学研究科においても研究が進められている。一方、大気化学の分野では放出された後の植物アロマの化学研究が主体であって、両方を包括して生存圏全体の生物圏構造を、植物アロマを介した生物間相互作用により理解しようとする試みはこれまでにない。

そこで、植物アロマを共通のキーワードとし、地球環境の将来変動を異分野融合の元で議論できる研究会を企画した。植物アロマに関して、大気科学、植物科学、生態学の研究者が一堂に会し講演とディスカッションを行った。森林圏と大気圏を繋ぐ鍵分子である植物アロマの動態に関して相互の理解が深まった。

2) 次世代超高層大気研究検討会 ～新規衛星計画にむけたブレインストーミング～

山本 衛（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：斎藤 昭則（京都大学・理学研究科）
（生存圏研究所担当者：山本衛）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

新研究醸成支援プログラム

ミッション1：環境計測・地球再生

ミッション3：宇宙環境・利用

3. 目的と具体的な内容

本研究集会は、地球電磁気・地球惑星研学会（SGEPSS）の分科会である中間圏・熱圏・電離圏（MTI）研究会を中心とする日本の超高層大気研究分野の若手・中堅研究者が集まり、新規衛星計画を中心としたブレインストーミングを行って、次世代超高層大気研究の長期計画立案の端緒を開く事を目的として、平成26年2月14日に京都大学東京オフィスにて開催された。

研究集会では、国内外で現在運用・計画中の中・大型衛星ミッションのレビュー、計画されている小型・超小型衛星についての現状紹介や実現可能性、これらの衛星計画を利用したサイエンスターゲットについて講演が行われた。その後のブレインストーミングでは、100-300kmをカバーする極軌道衛星や大気光・オーロラ撮像衛星、マイクロ衛星による多点電離圏・磁気圏観測などの具体的なアイデアが出され、衛星観測実現までのスケジュールや戦略なども含めて活発に議論された。

所外共同研究

1) LED 光環境と形質発現の相関解析による 人工光栽培植物の生産性向上

鈴木 史朗（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：鈴木 史朗（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：柘植 知彦（京都大学・化学研究所）

肥塚 崇男（山口大学・農学部）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

新研究醸成支援プログラム

ミッション1：環境計測・地球再生

3. 研究概要

人工光利用型植物工場において、省エネルギーや収益性向上という観点から、今後 LED を光源とするものが主流になると予想されている。しかし、LED 照明では高成長、高品質を達成できない植物が多く、その原因究明が LED 照明活用のために不可欠である。そこで本研究では、シロイヌナズナをアブラナ科植物のモデルに用い、光受容体変異株やその多重変異株および野生株を LED 照明下および蛍光灯照明下で栽培し、LED 光環境が植物の香気成分や器官形態などの種々の農業形質発現に及ぼす影響について調べた。

2) 光合成微生物を用いた太陽エネルギーによるイソプレン生産技術の開発

矢崎 一史（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：矢崎 一史（京都大学・生存圏研究所）
共同研究者：杉山 暁史（京都大学・生存圏研究所）
福澤 秀哉（京都大学・生命科学研究科）
梶川 昌孝（京都大学・生命科学研究科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

バイオエネルギー、循環型材料
ミッション1：環境計測・地球再生
ミッション2：太陽エネルギー変換・利用
ミッション4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

新領域開拓研究との関わりを見ると、本研究は、生命科学と大気化学の融合研究で行った、植物からのイソプレン放出研究をさらに一步、問題解決型の研究の方向に発展させ、光合成微生物による化学原料の生産技術開発に取り組むものであり、研究所の現ミッションの発展型として位置づけられるものである。これは現象解明研究や計測技術開発に対するウエイトに比べ、問題解決型の応用研究の展開は弱いとの指摘のある中で、現行のミッション研究や新領域研究のテーマには類似のものが認められない、新奇な方向性を持った課題解決型の研究である。

3) マイクロ波照射によるバイオマスからのグラフェン合成に関する 研究開発動向調査

畑 俊充（京都大学・生存圏研究所）

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：三谷 友彦（京都大学・生存圏研究所）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

電磁場の生体影響、新研究醸成支援プログラム

ミッション1：環境計測・地球再生

ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

ミッション3：宇宙環境・利用

ミッション4：循環型資源・材料開発

3. 研究概要

木質からグラフェン層結合体を世界で初めて合成し、電子顕微鏡を用いて観察しその電子状態を明らかにした。グラフェンは炭素原子がベンゼン環構造に緻密に圧縮された単層で、カーボン繊維、ナノチューブおよびフラーレンなどの基本となる構造である。このグラフェンを対象とした研究者に2010年、ノーベル物理学賞が授与された。グラフェンには六角形の網構造をもつ炭素原子が一面にだけ存在する。しかし量産技術の確立が遅れており、従来法ではSiC上に熱分解により生成する方法や触媒金属層上に化学的気相法で成長させる方法であり大量生産には向かない。木材は難黒鉛化材料といわれ結晶化しにくい材料と考えられていて、木質からのグラフェンの合成は不可能と考えられていた。しかし、研究代表者らが開発した方法により高度に発達した黒鉛構造体を経て、酸化、超音波およびマイクロ波加熱処理によりグラフェン層構造体を合成し、電子顕微鏡による観察で確認した。さらに、グラフェンに関する研究・開発動向についてフランスの研究機関において調査し、今後の研究方向についての示唆を得た。

海外研究者招聘（国際共同研究）

リグノセルロース成分分離に向けた糖リグニン複合体の共同研究

西村 裕志（京都大学・生存圏研究所）

1. 研究組織

代表者氏名：西村 裕志（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）

片平 正人（京都大学・エネルギー理工学研究所）

Gunnar Westman（チェルマース工科大学・化学生物工学科）

Lisbeth Olsson（チェルマース工科大学・化学生物工学科）

Filip Nylander（チェルマース工科大学・化学生物工学科）

Hampus Sunner（チェルマース工科大学・化学生物工学科）

2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

バイオマスの生理活性、先端分析化学


ミッション2：太陽エネルギー変換・利用

ミッション4：循環型資源・材料開発


3. 研究概要

樹木が生産する木質バイオマスは、地球上でもっとも生産量の多い有機資源であり、食糧と直接競合せず、その高度利用法の開発は森林の育成・循環利用を介して環境修復や経済活性化にも貢献できるため、世界各国で研究開発が活発化している。植物細胞壁中で、リグニンはヘミセルロースと共有結合して Lignin Carbohydrate Complex (LCC) を形成しており、細胞壁の強度や分解性に大きな影響を与えている。バイオマス変換において、このリグニン・糖間結合の切断を高効率で行えれば、主要3成分の分離効率は大きく上昇すると期待される。本国際共同研究では、リグニン・糖間結合を直接切断する酵素に着目して、エステル型 LCC モデル化合物の合成と酵素による分解反応を行い、LCC の分析と構造解析、酵素の反応特性と分解反応を詳細に解析するとともに、実際の植物細胞壁成分と反応させて起こる構造変換への応用を目指している。本国際共同研究ではリグニンと糖の結合構造のモデル化合物の有機合成グループ (F. N., G. W., スウェーデン・チェルマース工科大)、微生物由来の糖の結合構造分解酵素研究グループ (H. S., L. O., スウェーデン・チェルマース工科大)、LCC 構造解析・分解反応解析グループ (H. N., M. K., T. W., 京都大) が連携して糖リグニン複合体分解反応の解析を進めている。本国際共同研究では、2014年2月にスウェーデンの研究者を生存圏研究所に招聘し共同研究を進め、バイオマス変換に関するセミナーを開催した (Figure 1.)。

また関連して2013年10月と2014年3月にスウェーデンと日本で相互に二ヶ国間研究者交流を行うとともに、研究セミナーを開催し、国際共同研究の基盤を構築した。



Special seminar on biomass science



Prof. Gunnar Westman
” **Chemical manipulation of cellulose hydrolysis, dissolution and regeneration towards new materials and applications**”

Prof. Lisbeth Olsson
” **Enzymatic conversion for production of chemicals and materials from lignocellulose derived molecules**”

**Dept. Chemical and Biological Engineering,
Chalmers University of Technology , Sweden**

Feb. 12 (Wed), 13:30-14:45 HW525, Uji Research Bldg., Kyoto Univ.

Figure 1. スウェーデンからの招聘研究者によるバイオマスセミナー(2014.2.12. 生存圏研究所)

