

# 生存圈研究



No. 9

2013年



京都大学 生存圈研究所



「生存圏研究」は、京都大学生存圏研究所がその活動と生存圏の研究に関する報告を行うことを目的として年一回発行する紀要です。本誌は京都大学木質科学研究所の「木材研究・資料」の後継も兼ねています。生存圏の研究に関心を持たれる機関や研究者に広く行き渡るよう無料で配布しています。お問い合わせは当研究所までお寄せください（〒611-0011 宇治市五ヶ庄、電話番号0774-38-3346、E-mail: wabunshi@rish.kyoto-u.ac.jp）。

本第9号は、平成24年度の成果を基に発行します。引き続き、平成25年度の成果に基づく第10号を発行予定です。

## 編集委員

西村 裕志	矢吹 正教	阿部賢太郎
上地 恭子	上田 義勝	梅澤 俊明
梅村 研二	海老原祐輔	大村 善治
岸本 芳昌	鈴木 史朗	反町 始
田鶴寿弥子	古本 淳一	森 拓郎
柳川 綾	山本 衛	渡邊 崇人

## 目次

### 総説

木をみて 木にまなぶ .....	1
	杉山 淳司
安全・安心な木材接着技術 .....	9
	梅村 研二
大気環境変動と森林の関わり .....	17
	高橋 けんし
新しい宇宙ミッション、そして、未来の人工衛星の可能性を考える .....	23
	山川 宏

### 資料

チオグリコール酸リグニン法によるリグニンの迅速定量 .....	31
	鈴木 史朗、土田 敬子、山村 正臣、服部 武文、梅澤 俊明
ウクライナ国ドロゴビチ市聖ユリイ教会堂における樹種調査 .....	35
	田鶴 寿弥子、杉山 淳司
リグニン芳香核構成を分析するためのアルカリニトロベンゼン酸化分解法の 高速・高精度マイクロスケールプロトコール .....	41
	山村 正臣、服部 武文、鈴木 史朗、梅澤 俊明
リグニン $\beta$ -O-4構造を分析するためのチオアシドリシス法の 高速マイクロスケールプロトコール .....	45
	山村 正臣、土田敬子、服部 武文、鈴木 史朗、梅澤 俊明
生存圏科学の新領域開拓 .....	51

## 共同利用

MUレーダー全国国際共同利用 .....	71
電波科学計算機実験装置（KDK）全国共同利用 .....	81
METLAB全国国際共同利用 .....	87
木質材料実験棟全国国際共同利用 .....	101
居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド全国国際共同利用 .....	107
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) 全国国際共同利用 .....	113
先進素材開発解析システム全国国際共同利用 .....	119
生存圏データベース全国国際共同利用 .....	123
生存圏学際萌芽研究センター .....	127
研究業績 .....	173

## 木をみて 木にまなぶ\*

杉山淳司\*\*

### 1. はじめに

文化財に利用されている木製品の樹種やその意味を丹念に調べてゆけば、わが国固有の木の文化を支えてきた「適材適所」の木使いの知識を学べるのではないかと誰もが考えること。しかし文化財の検査は可能な場合であっても非破壊が原則である。多くの場合、目視や文書による樹種の記載は残されているものの、そこに科学的なメスを入れられないかと思ひ、取り組んでいる最近の成果を紹介する。

### 2. 適材適所

昨今、寺社関連の歴史的建造物の多くで耐震補強等の改修が行われている。筆者も用材の樹種識別の関係で現場に立ち会う幸運に恵まれるのだが(図1)、昔からの素材の選択とその加工・利用技術の巧みさには驚くべきものがある。歴史的な文化財には素性の明るい良材が使われるとともに、マツを主に用いた建物でも荷重のかかる大斗(だいと:柱の上の組み物の一つ)にニレ科のケヤキが、湿潤な軒など腐朽を嫌うところにはヒノキ科サワラの材をというように「適材適所」のもの作りを見ることができる。技術者や職人が素材の特性を熟知し、技術を最適化した結果といえ、文化財を維持すると同時に、その巧みを学び、後世に伝えていくことは我々の努めである。



図1 知恩院集會堂修復工事の様子(左)と土居葺(右)。大屋根の土居葺は耐水性の高い樹種として現場では知られるサワラであった。造営関係文書には木曾サワラを8600丁との記述も見つかかり、当時の用材選択と木材流通を知る上で重要な知見が得られた<sup>1)</sup>。

\* 本稿は第9回生存圏研究所公開講演会(2012年10月21日開催)講演要旨に加筆・修正を行ったものである。

\*\* 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所バイオマス形態情報学分野

E-mail: sugiyama@rishi.kyoto-u.ac.jp

### 3. 木をみる

木材は、樹木という生き物の形態ではなく、木材として手にすることが普通であり、木材の樹種を識別することは、考古学や歴史学など様々な局面で有用な情報となる。そのために、光学顕微鏡観察により組織形態的な特徴を見極めて樹種識別する手法が発達してきており、このような方法で現在属レベルでの識別が可能となっている<sup>2, 3)</sup>。

木材の識別には木材の構造を樹幹の軸方向、放射方向、年輪に対して接線方向に見た3断面の観察が不可欠である(図2)。作業としては片刃剃刀やカッターナイフで木材から薄切片を切り出し、プレパラートにして観察する(図3)という単純な作業であるが、識別に有効な断面を定めて、光学顕微鏡で透過できる丁度良い厚さで出来るだけ断面の大きな切片を得るには経験と熟練を要する。また文化財の依頼鑑定品のようにサンプルが極端に小さい場合は、包埋後に薄切するなどの手間の掛かるサンプル調製が必要となる場合もある。もちろん国宝をはじめとする文化財の場合は非破壊が原則であるので、サンプル自体が得られなということも少なくない。

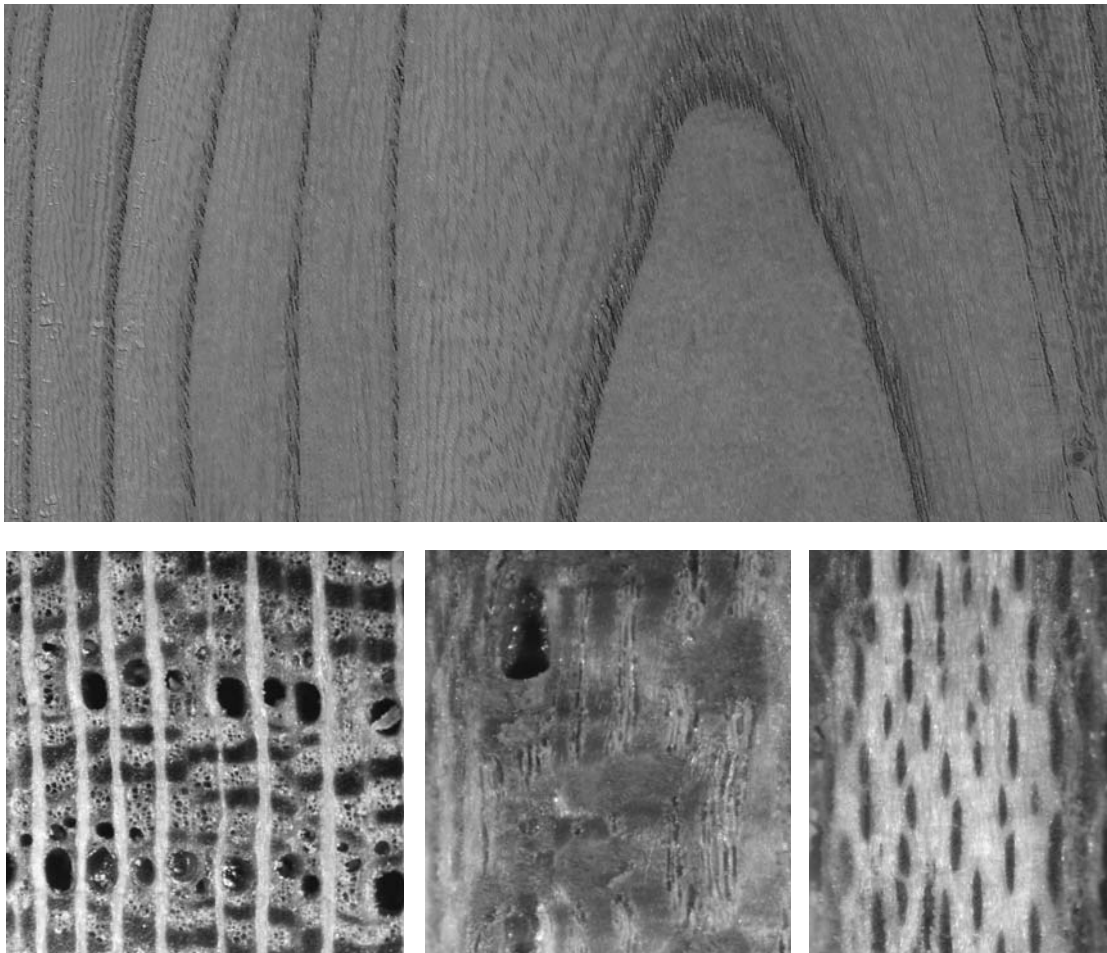


図2 ケヤキ材に特徴的な美しい木目(上段)、木口、柾目、板目断面をルーペ×15倍(下段)でみたもの。ケヤキは社寺建築用材としてヒノキと並んで最も重要。柱、梁などの構造材、棚、天井、床まわりなどの造作材に多く用いられる。道具の発達とともに利用が拡大。西本願寺の御影堂門、二条城東大手門などの柱材。

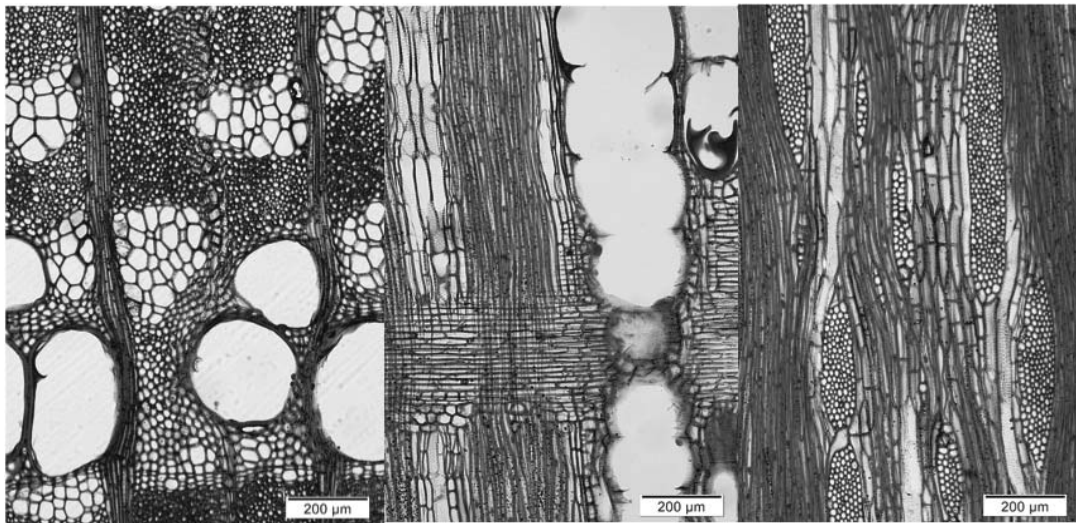


図3 ケヤキの光学顕微鏡像。左から木口面、柁目面、板目面。サフランイン染色。木口面に観察される直径の大きな孔が孔圏道管（春先のできる道管）で、小さく泡状に集まり、集合体として接線方向に帯状に伸びているのが孔圏外道管である。この2種類の細胞の配列が図2上段に示したケヤキ独特の木目の正体である。

#### 4. 微少片をみる

破壊的な試料作成が許されない文化財サンプルに関しては、前述したような切片を作成する事ができないので、X線トモグラフィー（CT）などの非破壊的な手法が期待されてきた。“木材から切片を作って顕微鏡を覗く”代わりに、“X線を使って透過像を撮影し、それをもとに無限に切片を作ること



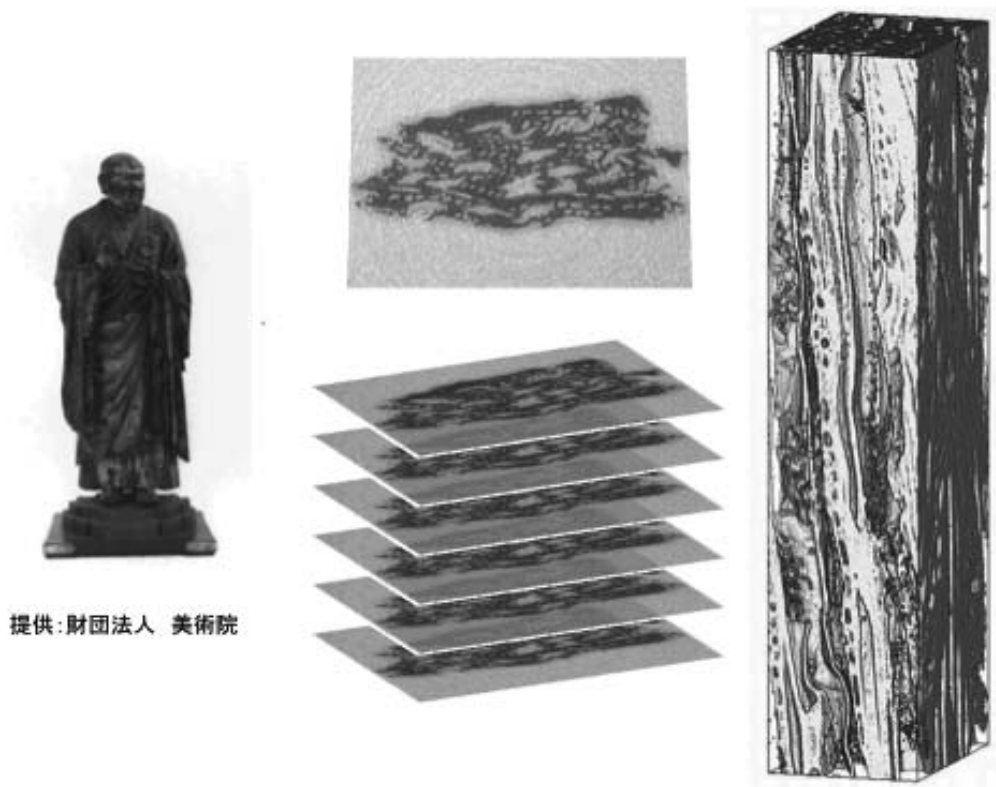
図4 木材を観察するいろいろな道具。(左) ルーペ。サンプルの大きさを問わず、非破壊で表面観察できる。しかし倍率は20倍程度に留まり、木材の解剖学的な特徴をすべてみることはできない。(中) デジタル顕微鏡。持ち運びが可能で光学顕微鏡でみることのできる特徴が観察可能。フィールド調査に便利。ただし、プレパラート切片が必要であり、試料の破壊はさけられない。(上) 大型放射光施設 SPring-8。蓄積リング内を光のスピードに加速された電子から制動放射された X線を利用して研究を行う施設。リング内にいくつもの実験室があり、その中に、CT専用の部屋がある。サンプルの大きさは制限があるものの（1ミリメートル以下）、1マイクロメートルを切る解像力がある。

のできるバーチャルな木材組織を3Dで作製する”という訳である。一般に医療用のシステムでは数百 $\mu\text{m}$ ～1mm程度の分解能に留まるが、図4に示した大型放射光施設SPring-8では、限りなく強く、そして平行に発せられるX線を利用することができる結果、0.5 $\mu\text{m}$ の分解能が保証される。ここまで見えると樹種同定に適したスケールで構造を調べることができる<sup>4)</sup>。

奈良・興福寺所蔵の運慶工房作と伝えられる国宝・木造世親菩薩立像(鎌倉時代)を1例として図5と6に示す。工房の方々の話では色や切削時の感触からはホオノキかカツラか判別できないとのことであった。基部接合部の離落微小片であったため、かなり変形(T方向に約40%圧縮変形)していたものの、3次元構築像や内部の断層像を詳しく調べることで、散孔材、異性放射組織(多列部は2細胞)、道管に多段の階段せん孔(バーの数20以上)などの特徴が認められ、これまでに伝えられてきたと同様にカツラ(*Cercidiphyllum japonicum*)であることが確認された。この事例では、文献で示されていた木材の種類と分析結果が一致したが、時には記載事項が間違っていることもある。また、仏像や木製品などには材種が不明のものが数多い。目視による判断に加えて、科学的な検証を合わせて行うことは、世界的に見ても高度な“木の文化”をもつわが国にとっては意義深く、木材の構造を学ぶものつとめでもあろう。



図5 仏像からの剥離片。最小目盛りが0.5ミリメートル。



提供:財団法人 美術院

図6 興福寺、国宝世親菩薩立像の微小木片から再生された断層像ならびにその3次元レンダリング像。道管の内部に階段せん孔のバーが明瞭に再生された。



次に、図7にイチイのらせん肥厚を観察した結果を示す。らせんの方向にS（図7左の立体図において右下から左上へと向かうらせん）とZ両方向存在することは既に報告があるが、その分布を論じた例は筆者の知る限りではない。理由はおそらく簡単で、光学顕微鏡でも、SEMでも得られる情報はある特定断面に限定されるためであろう。CT断層像の場合は、断層像を動画のように（ぺらぺら漫画のように）見ることが出来るため、らせん突起の回転方向かららせんの方向を知ることができるわけである。したがって、CT法を用いることで、今まで知り得なかった木材の内部の構造的な特徴を解析できる可能性もある。

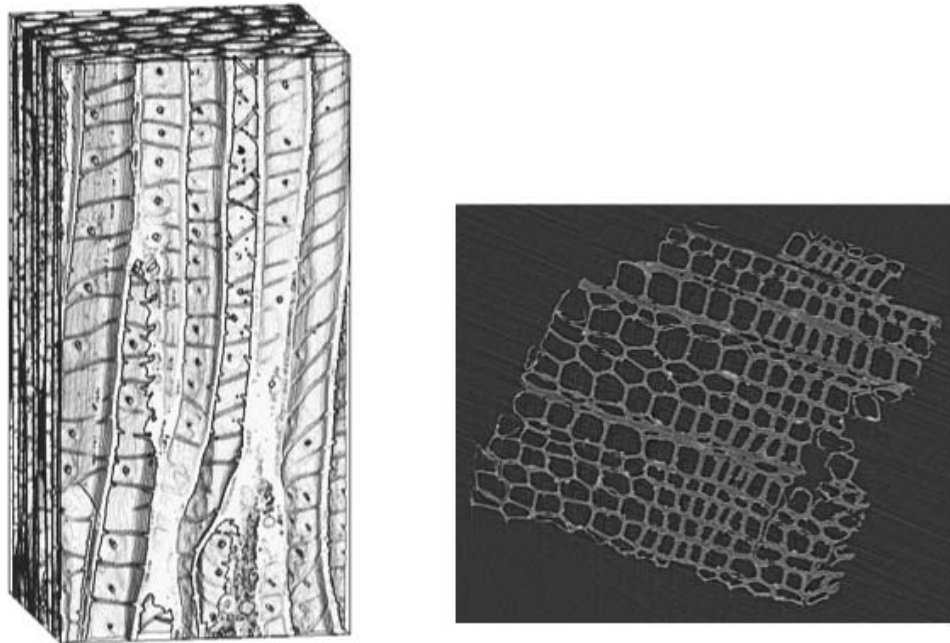


図7 イチイ (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.) の3D像とCT断層像。Sらせんと、Zらせんが混在する。断層像を順に動画観察することでらせんの方向を知ることが出来る。Zらせんの仮道管の分布をRで示した。

## 5. 朝鮮半島由来のお面

朝鮮の仮面戯文化を代表する河回別神クツ面戯に用いられる河回面（ハフェ面：残存する最古の面は韓国の国宝121号に指定されている）に関連する成果を紹介する。役柄ごとに特徴のあるお面の中で、失われたひとつとされていたピョルチェ面と思しき古面が熊本県八代市で見つかった。2007年、博物館学芸研究員の鳥津亮二氏がその2年前から小西行長関連の展示会を計画して、資料を探していたところ「北松江村の農民の家に文禄・慶長の役の折に朝鮮から持ち帰った仮面が伝来している」という18世紀の地域資料（国土誌）「肥後（熊本）国史」の記録を発見した。同氏はその後、同僚の学芸員から「10年くらい前に、どこかのある家族の家で、小西行長の朝鮮出兵に参陣し、祖先が朝鮮から持ち帰ったとする仮面を見たことがある」という話を耳にして、その家を訪問したところ、実物を確認した。



図8 京都新聞(2007年)より

当初、秀吉の朝鮮出兵の際に河回面が持ち帰られたのではないかと、しかも現存するならば最古の面であるということで両国から注目された(図8)。年代的には現在国宝指定となっている河回面より古いものになるので、特に韓国メディアには大きく取り上げられた。

古面は全体的に虫による劣化が厳しく脆いほか、右顎株に大きく破損している部位があり、古面を持ち上げる際に劣化した破片が落下する事があった。博物館に展示するにあたって、保存修理が行われる事になり、それに際して不可避に生じた遊離片の提供を受けて、放射光CT実験に供した。

河回面は伝統的にハンノキ (*Alnus japonica*) で作成されるので、樹種鑑定は真偽を決定する重要な実験であったが、図9に示したとおり結果からはヤナギ属(*Salix* sp.)と推定された。したがって、失われた河回面の一つではないというのが現時点での認識である。しかし依然として朝鮮半島由来の最も古いお面のひとつであると可能性がある<sup>5,6)</sup>。

## 6. 黄腸木について

黄腸木(ファンジャンボク)は国によって樹種が異なる。朝鮮半島では幹が通直な良材のアカマツ(*Pinus densiflora* for *erecta*)を意味し、王宮などの建築物に重用された重要な木材である(図10)。名の謂れは心材が黄色いことによる。中国においても黄腸木は、棺材として利用されていたが、樹種は松ではなくある種のヒノキ科の木であることが知られている。一方日本ではカヤや水に強いコウヤマキが使われてきた。飛鳥・奈良期の日本において、一木彫(一本の木から仏像をつくったもの)をみると、6-7世紀にはジャクダンの代替としてカヤが使われた。その理由は、芳香と難腐朽性という材と

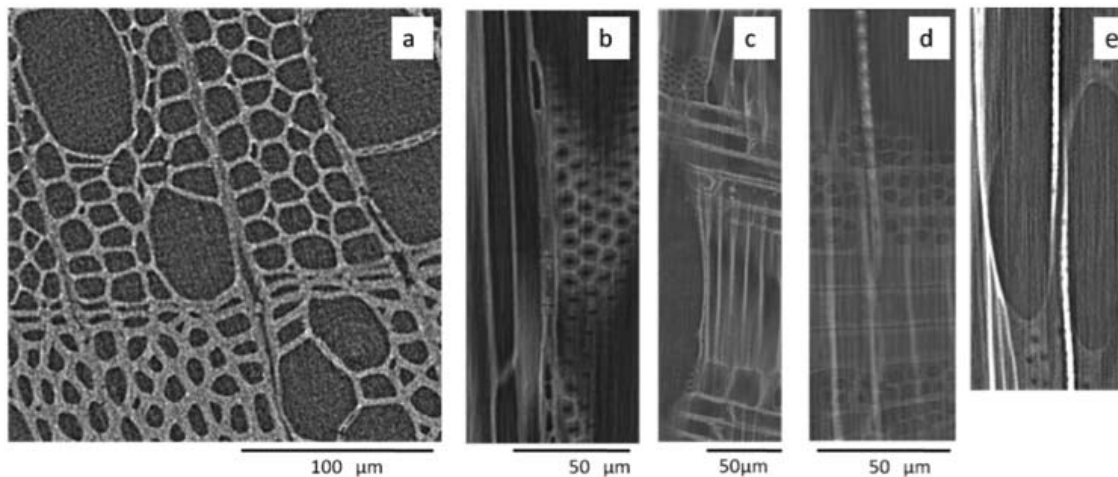


図9 放射光X線CTを用いて撮影した熊本県八代市の木製古面の微小片の木口面(a)、深さ方向の奥行きをだすために連続する断層像を平均化して光学顕微鏡像と比較できるようにした板目面(b)、柁目面(c,d)および単穿孔(e)<sup>6)</sup>。

しての特徴によるとされているが、大切な人々、死者を永遠に守る箱物に黄色のものを用いるという文化的な共通点があることも示唆されている。

日本の歴史が始まる6世紀頃、朝鮮半島から渡来した秦氏は、京都の太秦に広隆寺を建て、そこに弥勒菩薩を祀る。ソウル国立博物館所蔵の弥勒菩薩半跏像とそっくり同じのこの仏像は、朝鮮半島から伝来したとされるが、日本の国宝級仏像では唯一アカマツで作成された貴重な彫刻である。この材質が黄腸木であれば、誰が、いつ、どこから仏像をもたらしたか、歴史書にかかれていない証拠となるかもしれない。

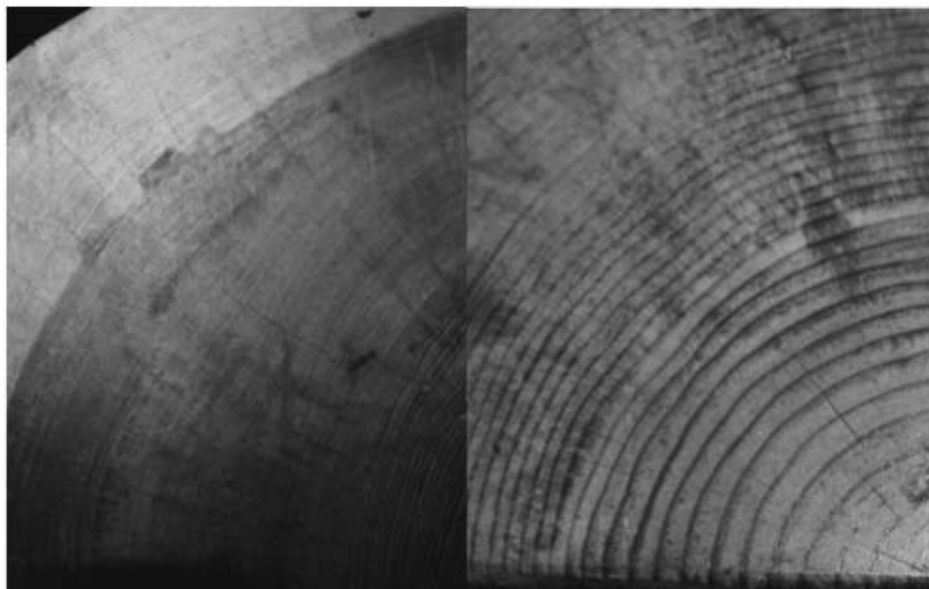


図10 ファンジャンボク(左)と一般的なアカマツ(右)の木口面の違い(実寸)。(江原大学校 金南勲教授提供)

## 7. おわりに

カヤを木彫像に用いたという古代の用材観<sup>7-9)</sup>に関する新しい発見に代表されるように、樹種識別は、歴史学、考古学などとの文理融合研究には欠くことのできない重要な手法となっている。放射光CTによる樹種識別<sup>5,6)</sup>は始まったばかりであるが、国宝等十分なサンプルが得られない場合には有効な手段であり、記録した3次元データを共同利用できるデータベースとして管理できれば、貴重な資料となる。

また、木材は長い年月にわたって、その時代の気候と水分を原料として形成されてきたものであるから、単なる構造体というだけでなく古環境の情報が集積されている。この分野における科学技術は急速に進歩しているので、文化財木製品や古建築用材から、産地同定や自然環境の復元も近い将来可能となるであろう。

## 参考文献

- 1) 水野寿弥子、杉山淳司 2011 重要文化財知恩院集會堂における建築用材の樹種識別調査、建築史学、56, 124-136
- 2) IAWA Committee 2004 IAWA list of microscopic features for softwood identification (H.G. Richter, D. Grosser, I. Heinz, P.E. Gasson eds.), IAWA J. 25(1), 1-70 (海青社より邦訳版)
- 3) IAWA Committee 1989 IAWA list of microscopic features for hardwood identification (E.A. Wheeler, P. Bass, P.E. Gasson eds.), IAWA Bull. n.s.10(3), 219-332 (海青社より邦訳版)
- 4) 木製文化財の樹種識別 SPring8, 播磨, 課題番号 2007B15444 (代表杉山淳司)
- 5) Mizuno, S., R. Torizu, J. Sugiyama 2010, Wood identification of a wooden mask using synchrotron X-ray microtomography, J. Archeol. Sci., 37, 2842-2845.
- 6) 水野寿弥子、高瀬克彦、杉山淳司 2011 シンクロトロン放射光 X 線トモグラフィーを用いた木質文化財の樹種識別、考古学と自然科学, 62, 85-95
- 7) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 1998 日本古代における木彫像の樹種と用材観 七～八世紀を中心に、MUSEUM, No.555, 3-54
- 8) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 2003 日本古代における木彫像の樹種と用材観 II 八～九世紀を中心に、MUSEUM, No.583, 5-45
- 9) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 2010 日本古代における木彫像の樹種と用材観 III 八～九世紀を中心に (補遺)、MUSEUM, No.625, 61-78

# 安全・安心な木材接着技術\*

梅村 研二\*\*

## 1. はじめに

私達の周りには、テーブル、食器棚、椅子、机、本棚など木材を利用した様々な製品があります。ホームセンターなどでは自分で組み立てる木製品も多く売られ、チャレンジされた方も多いと思います。また、木材は建物の柱や壁などの構造部材、鴨居や手すりなどの造作用部材としても多く使われています。このような身の回りの木材製品をよく見ると、木材をそのまま使っていることは少なく、木材同士を接いでいたり、幾層にも積層されていたり、細かな木片の集まりであったりすることが分かります。例えば、カラーボックスの裏側を見ると、細かな木片から出来ていることが分かると思います。この様な、ある一定寸法の木片を接着剤によって接着成型している材料のことを一般に木質材料と言います。木質材料には様々な種類があり、その用途に合わせて色々な接着剤が使われています。そのため、接着剤は木質材料にとって必要不可欠な役割を果たしていると言えます。ここでは、木材接着の基礎や接着剤の現状について概観するとともに、安全・安心な木材接着技術を目指した最新の研究成果について紹介します。

## 2. 木材の接着とは？

### 2.1 木材接着の基礎

日本工業規格 (JIS) によると、接着とは「接着剤を媒体とし、化学的もしくは物理的な力またはその両者によって二つの面が結合した状態」と規定され、接着剤とは「物体の間に介在することによって物体を結合することのできる物質」と定められています<sup>1)</sup>。一般に、接着する際には接着剤が①液体であること、②被着材表面をよく濡らすこと、③固化することの三要素が必要であると言われています。木材に接着剤を滴下すると、接着剤は図1のような液滴を形成します。この液滴の形状は、木材表面と接着剤の性状によって球状のようになる場合や薄く濡れ広がるようになる場合があります。良好な接着を行う場合には、薄く濡れ広がるような状態となることが良いとされています。



図1. 液滴の形成

一概に接着剤といっても、金属、プラスチック、木材といった被着材によって使用する種類が異なり、接着機構も異なります。木材接着での接着機構には、比接着説や機械的接着説をはじめとした諸説が提唱されています。比接着説とは、接着剤と被着材とが分子間力や化学結合により接着し、強度が発現するという説です。一方、機械的接着説とは接着剤が被着材表面のマクロまたはミクロな空隙に進入固化し、錨を打ち込んだような構造が形成されて接着強度が発現するという説です。木材や繊維、紙などの多孔質材料の場合、このような現象が少なからず起こります。しかし、実際の接着では一つの説で単純に説明することはできず、諸説が複合的に作用していると考えられています。

木材を接着剤で接着した接着層部分では、模式的に図2のような5つの力が働いているとされています。これはファイブリンク説と言われており、接着剤の凝集力や界面の結合力、木材の凝集力から

\* 本稿は第9回生存圏研究所公開講演会(2012年10月21日開催)講演要旨に加筆・修正を行ったものである。

\*\* 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所循環材料創成分野。

E-mail: umemura@rish.kyoto-u.ac.jp

ます。これはファイブリンク説と言われており、接着剤の凝集力や界面の結合力、木材の凝集力から構成されています。外部から力が加わった場合、これらのうち最も弱い部分で破壊が生じます。もし、接着剤の凝集力や界面の結合力が木材の凝集力よりも強い場合、木材が破壊することになります。このことは良好な接着が形成されていることを意味し、接着剤はその役割を果たしていることとなります。木材を接着する際に影響を及ぼす因子を大別すると、①木材に関する因子、②接着剤に関する因子、③接着工程に関する因子が上げられます。詳細は省略しますが、十分な接着性能を得るためには、被着材となる木材や接着剤の特徴を理解し、最適な組合せを選択した上で、適切な方法で接着する必要があります。

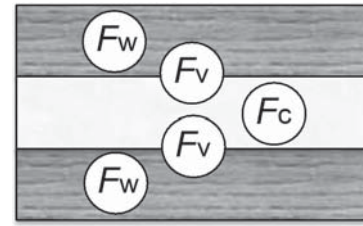


図2. ファイブリンク説  
 $F_w$ ・・・木材の凝集力  
 $F_v$ ・・・界面の結合力  
 $F_c$ ・・・接着剤の凝集力

## 2.2 接着剤の種類

日本接着剤工業会の統計によると、昨年の日本での接着剤生産量は約84万トンであり、用途別出荷量では木材関連分野が約30%を占め、他の分野に比べて最も多くの接着剤を使用しています<sup>2)</sup>。木材用接着剤には、表1に示すようにホルムアルデヒド系をはじめとした様々な種類があります。ホルムアルデヒド系樹脂は、木材用接着剤のなかで最も多量に使われている接着剤で、ユリア樹脂やメラミン・ユリア樹脂、フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂などがありますが、いずれの場合も合成する際にホルムアルデヒドという化合物を使用します。一昔前、このホルムアルデヒドはシックハウス症候群の原因物質の一つとして社会問題となりました。建築物や住宅に使われる建材、家具などにはホルムアルデヒド系接着剤を使った木質材料が多く使われ、そこから遊離したホルム

表1. 主な木材用接着剤

合成系接着剤	熱硬化性樹脂	ホルムアルデヒド系樹脂	ユリア樹脂
			メラミン・ユリア樹脂
			フェノール樹脂
			レゾルシノール樹脂
		エポキシ樹脂	
		ウレタン樹脂	
	熱可塑性樹脂	酢酸ビニル樹脂エマルジョン (PVAc)	
		エチレン・酢ビ共重合樹脂 (EVA)	
		アクリル樹脂系	
		シアノアクリレート系	
	複合系樹脂	水性高分子・イソシアネート系 (API)	
		$\alpha$ -オレフィン・無水マレイン酸樹脂	
	合成ゴム系	クロロプレン系	

アルデヒドが室内に放散されて、人体に悪影響を及ぼすというものです。しかし、最近では接着剤の改良が進み、木質材料からのホルムアルデヒド放散は非常に低く抑えられています。2003年にはJISやJASの木質材料に対するホルムアルデヒド放散区分の表示が変更されるとともに、それ以前よりも放散量の低い等級(F☆☆☆☆)が制定されました。最近の木質材料は、このF☆☆☆☆の製品が増える傾向にあり、パーティクルボードでは生産量の80%以上がF☆☆☆☆製品となっています。

一方、木質材料からのホルムアルデヒド放散を無くするため、ホルムアルデヒドを含まない接着剤の利用も進んでいます。例えば、パーティクルボードでは、ポリメリックMDIと呼ばれるイソシアネート化合物を接着剤として使うことがあります。この接着剤の特徴として、(1)ホルムアルデヒドを含まない、(2)基材含水率の許容範囲が広い、(3)使用樹脂量が少ない、(4)優れた物性が得られる、(5)基材適応範囲が広い、(6)ホルムアルデヒド系樹脂の反応促進や改質が可能であるといったことが上げられます。また、ポリメリックMDIは水性高分子-イソシアネート系接着剤の架橋剤にも使われており、集成材用の接着剤としても使われています。

## 3. 接着剤の原料と脱化石資源化

近年の木材用接着剤には化学工業の進歩に伴って多くの合成樹脂が使われています。合成樹脂は、接着性能はもちろんのこと、作業性や経済性にも非常に優れています。したがって、当面は合成樹脂が接着剤として使われ続けると考えられます。表2は、現在主に使用されている接着剤の原料について示したものです。表から分かるように、接着剤原料の多くは原油（ナフサ）を分解して得られる各種炭化水素を出発原料としています。また、天然ガスからはホルムアルデヒドが合成されています。原油や天然ガスは一般に化石資源と呼ばれ、地質時代にかけて堆積した動植物などの死骸が地中に堆積し、長い年月をかけて変成されて出来たものです。最近の報告によると、石油や天然ガスの可採年数は、それぞれ42年と60年とされています<sup>3)</sup>。この数字の信頼性はともかく、これら化石資源は有限であるため、持続的な社会システムの構築には脱化石資源化が求められ、世界的に重要な課題となっています。

表2. 主な接着剤原料

資源	炭化水素	接着剤原料
原油（ナフサ）	エチレン	ポリビニルアルコール 酢酸ビニル スチレン
	プロピレン	フェノール アクリル酸 メタクリル酸メチル ビスフェノールA エピクロヒドリン
	C <sub>4</sub> 留分	ブチレン ブタジエン クロロプレン 無水マレイン酸
	芳香族化合物	フェノール レゾルシノール スチレン ジフェニルメタンジイソシアネート 無水マレイン酸
天然ガス	メタン	ホルムアルデヒド
水素+窒素	→アンモニア	尿素 メラミン

木材接着の分野でも脱化石資源化に向けた研究が着実に進んでいます。これまでの研究を大別すると、(1)フェノール系接着剤の原料の一部をタンニンやリグニンに置換するといった、既存合成樹脂接着剤における原料置換に関する研究、(2)タンパク系接着剤やデンプン系接着剤など、動植物由来の天然物質を原料に用いた接着剤に関する研究、(3)被着材に含まれる成分を接着成分として捉え、物理的、化学的処理によって一般的な接着剤を使わずに接着する研究、さらには(1)～(3)を組み合わせた研究などが挙げられます。

#### 4. 既存天然接着剤とその特徴

前述した研究のうち、(1)や(2)は天然系接着剤として研究が進められています。図3に主な天然系接着剤を示します。天然系接着剤は大きく5つに分類することができます。さらに幾つかに分けることができます。このうち、瀝青質系を除いたものが動植物由来のいわゆるバイオマスを原料とした接着剤です。多糖類のなかで代表的なデンプンは、アミロースとアミロペクチンからなる高分子で、水と加熱すると糊化して接着剤となります。しかし木材用としては接着性が低いため、何らかの処理が必要です。これまで、熱的・化学的処理<sup>4)</sup>や合成樹脂との併用<sup>5-7)</sup>といった研究が報告されています。タンパク系には膠、大豆、カゼイン

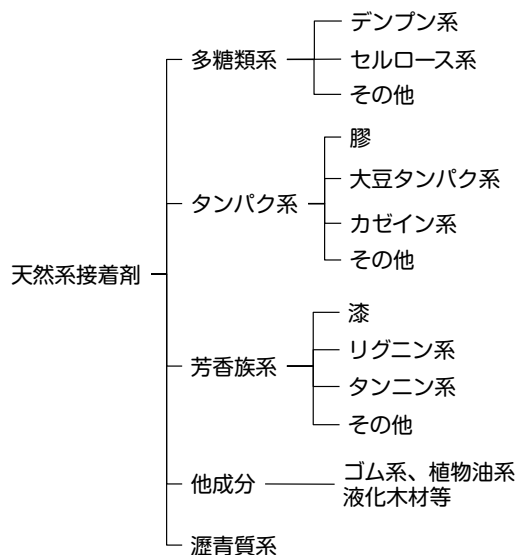


図3. 主な天然系接着剤

などが用いられてきました。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合によって組み合わさった構造です。膠は、加熱するとゾルになり冷却するとゲルになる性質を有するため、それ自体を接着剤として使う

ことができます。また、大豆やカゼインはアルカリ塩を添加することによって水溶性を示すようになり、さらにカルシウム塩によって水不溶の硬化物になります。この性質を利用して大豆グルーやカゼイングルーが調製されてきました。既存のタンパク系接着剤は、常態接着性に優れていますが、水分や湿気の多い環境下での接着性はさほど高くなく、現状ではほとんど使われていません。最近では、大豆タンパクを化学変性して接着剤化する研究が多く報告され<sup>8-13)</sup>、アメリカでは実用化されています。芳香族系におけるリグニンは、フェノール性水酸基を有した非常に複雑な構造をもつ物質で、フェノール樹脂に使われているフェノールの代替原料として検討されることが多く、ホルムアルデヒドと反応させて接着剤化を試みる研究が数多く行われてきました<sup>14,15)</sup>。ただし、良好な接着性能を得るためにはフェノール樹脂との併用といった何らかの方法が必要です。タンニンもリグニンと同様にフェノール性水酸基を有する物質ですが、リグニンに比べて反応性が高く、ホルムアルデヒドやアミン化合物との反応による接着剤化が検討されています<sup>16)</sup>。

このように、既存の天然系接着剤は様々な天然物を原料として利用していますが、優れた接着性を得るためには化石資源由来の化合物を加えることが多くの場合に必要とされてきました。すなわち、これまでの研究では化石資源に依存した研究手法であったと言えます。しかし将来的な観点からすると、化石資源に依存することをできる限り控え、非化石資源のみで接着剤を構成することが望ましいと考えられます。さらに、非化石資源由来物であっても人体や環境への負荷が大きな化合物は使用を避けるべきでしょう。そこで、これらを前提条件として現在進められている研究開発例を以下に紹介します。

## 5. クエン酸を利用した新しい接着技術

### 5.1 クエン酸とは？

クエン酸はレモンなどの柑橘系植物に多く含まれ、図4に示すようなポリカルボン酸です。工業的にはデンプンや糖を微生物で発酵させて生産されています。常温では無色または白色の固体で、水に容易に溶けて水溶液は弱酸性を示します。世界の年間総生産量は推定で140万トンとされ<sup>17)</sup>、酸味料として食品に多用されるほか、合成樹脂の可塑剤、起泡抑制剤、ビタミンC安定化剤、去痰薬など様々な用途で利用されています<sup>18)</sup>。クエン酸のカルボキシル基は水酸基と

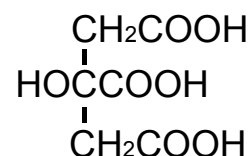


図4. クエン酸の化学構造

容易にエステル結合を形成するため、リグノセルロースに対して利用した研究が既に幾つか報告されています。例えば、ジュート繊維に触媒と共にクエン酸を含浸させて140℃で熱処理すると、エステル結合や架橋の形成によって繊維特性が変化することが報告されています<sup>19)</sup>。また、木片にクエン酸と触媒を含浸させて140℃で処理すると寸法安定性<sup>20,21)</sup>や耐朽性<sup>22)</sup>が向上することも報告されています。近年、我々の研究グループでは、このクエン酸が木材用接着剤として利用できることを新たに見出し<sup>23)</sup>、研究を進めています<sup>24-27)</sup>。

### 5.2 木質成形体の作成

クエン酸を用いた木質成形体の作成では、リグノセルロース粉末とクエン酸粉末を所定の割合で混合し、その粉末を金型に充填後、ホットプレスで熱圧します(図5)。その際、他の化合物の添加は一切必要としません。スギの木粉や樹皮粉末を用いた実験では、乾燥させたこれら粉末にクエン酸粉末を20wt%混合し、予熱した金型に充填後、180~200℃、4MPaで熱圧縮すると成形体を得られます(写真1)。これら成形体の曲げ強度を測定すると、

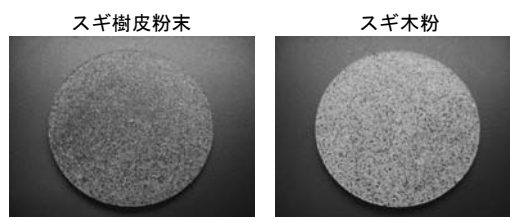


写真1. スギ樹皮およびスギ木粉成形体



樹皮粉末を用いた成形体では24 MPaの値を示し、木粉による成形体では40 MPa近い値が得られました。クエン酸を加えずに樹皮粉末や木粉のみで作成した成形体は非常に脆く、その値は0.7 MPaおよび1.4 MPaでした。したがって、クエン酸を加えることによって30倍前後の高い値を示すことが分かりました。衝撃性能を調べた結果でも、木粉とクエン酸による成形体で1.17 kJ/m<sup>2</sup>の値を示し、クエン酸を加えない成形体の4倍以上高い値であることが分かりました。さらに、耐水性を検討するために煮沸繰り返し処理（沸騰水4時間浸漬→60℃で20時間乾燥→沸騰水4時間浸漬）を行ったところ、処理後も成形体の形状が維持され、良好な耐水性を示すことが確認されました。このように、スギの樹皮粉末や木粉にクエン酸を添加して熱圧するだけで強度や耐水性に優れた成形体を得られることが明らかとなりました。

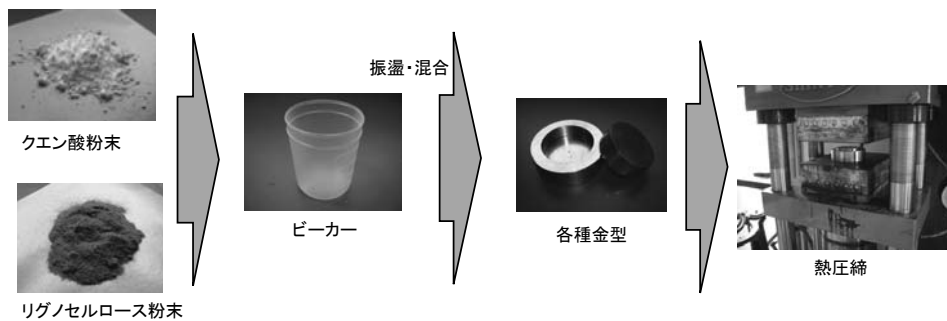


図5. 木質成形体の製造方法

### 5.3 クエン酸の役割

化学的な知見を得るために、煮沸繰り返し処理後の試験片を用いてFT-IR分析を行いました。その結果、木粉のスペクトルと比較すると、クエン酸による成形体では1732cm<sup>-1</sup>付近のピークが大きいことが分かりました。このピークはエステル結合由来のカルボニル基と帰属されることから、クエン酸由来のカルボキシル基が木粉中の水酸基と反応してエステル結合を形成していることが推察されました。すなわち、クエン酸と木粉を熱圧成型すると、クエン酸が木材同士を化学的に接着し、その結果、優れた物性が発現したと考えられました。前述したように、クエン酸はこれまでリグノセルロースの物性改善を目的とした架橋剤としての利用が検討されてきましたが、本研究によって接着剤としても利用可能であることが明らかとなりました。

### 5.4 パーティクルボードの作成

次に、クエン酸の接着技術をパーティクルボードに応用することを考えました。パーティクルは木粉に比べると形状が大きく接着面積が小さくなるので、エステル結合を形成し易い物質としてスクロースの添加を試みました。スクロースはサトウキビなどの植物から得られ、砂糖の主成分としてよ

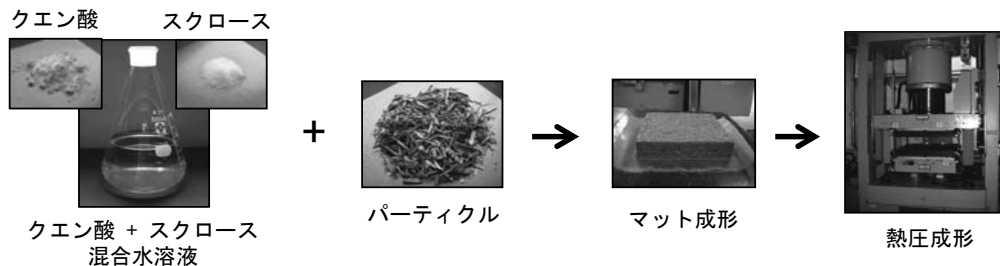


図6. パーティクルボードの製造方法

く知られており、安全性が高く水に容易に溶けます。一般に、パーティクルボードは液状接着剤を噴霧してパーティクルに塗布し、マットを形成後、熱圧して製造されます。そこで、ここでは所定量のクエン酸とスクロースを水に溶かし、この水溶液を接着剤としました。パーティクルにこの水溶液を噴霧塗布し、マットを形成後、ホットプレスによってボードを作成しました(図6)。得られたボードはクエン酸やスクロースの熱変性により茶褐色を示しました(写真2)。

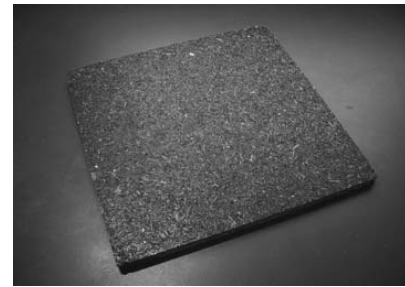


写真2. パーティクルボード

クエン酸とスクロースとの混合比が物性に及ぼす影響を検討したところ、クエン酸だけでもボードを製造することができました。しかし、スクロースを加えると力学的性質や耐水性といったボード物性が向上することが認められ、クエン酸とスクロースとの混合比が25:75で最も優れた物性を示すことが分かりました。スクロースだけでもボードはできますが、耐水性が極めて低い結果となりました。この他、添加量の影響を検討したところ、マット含水率を下げるなど製造条件を変えることで20wt%の添加量でJIS規格とほぼ同等のボードができることが見出されました。クエン酸を主原料とした接着剤はこれまでに例が無く、多くの検討課題があります。しかし、安全性が高く、比較的優れた性能を発現することから、現在、新しい接着剤として開発を進めています。

## 6. おわりに

木材接着の基礎や現状、さらには最近の研究について紹介しました。木材を材料として使う場合、接着は非常に重要な問題です。なぜなら、使用する接着剤によって材料物性が変わるだけでなく、耐久性にも大きく影響するためです。昨今の世界的な資源問題や環境問題を背景に、木材接着もより安全・安心な技術開発が求められ、様々な研究が行われています。ここで紹介したクエン酸による接着技術もその一つですが、近い将来、これまでとは全く違う接着技術を使った製品が生まれるかもしれません。

## 参考文献

- 1) 日本工業規格 (JIS) K 6800
- 2) 日本接着剤工業会HP, <http://www.jaia.gr.jp/statistics/>
- 3) 経済産業省資源エネルギー庁編：日本のエネルギー、p.14 (2010)
- 4) Pan Z., Cathcart A., Wang D.: *Ind. Crops Prod.*, 22(3), 233-240 (2005)
- 5) Desai S.D., Patel J.V., Sinha V.K.: *Int. J. Adhes. Adhes.*, 23(5), 393-399 (2003)
- 6) Imam S.H., Mao L., Chen L. et al.: *Starch-Starke*, 51(6), 225-229 (1999)
- 7) Turunen M., Alvila L., Pakkanen T.T., et al.: *J. Appl. Polym. Sci.*, 88(2), 582-588 (2003)
- 8) Huang J., Li K.C.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 85(1), 63-70 (2008)
- 9) Zhang Z.H., Hua Y.F.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 84(9), 853-857 (2007)
- 10) Leiva P., Ciannamea E., Ruseckaite R.A. et al.: *J. Appl. Polym. Sci.* 106(2), 1301-1306 (2007)
- 11) Yang I., Kuo M.L., Myers D.J. et al.: *J. Wood Sci.*, 52(6), 503-508 (2006)
- 12) Liu Y., Li K.C.: *Int. J. Adhes. Adhes.*, 27(1), 59-67 (2007)
- 13) Wescott J.M., Frihart C.R., Traska A.E., *J. Adhes. Sci. Technol.*, 20(8), 859-873 (2006)
- 14) Pizzi A., "Advanced Wood Adhesives Technology", Marcel Dekker Inc. (1994)
- 15) Pizzi A., "Wood Adhesives Chemistry and Technology Vol.1", Marcel Dekker Inc. (1983)
- 16) Pizzi A.: *J. Adhes. Sci. Technol.*, 20(8), 829-846 (2006)

- 17) 宮崎寿子, 奥野美智子, 月刊フードケミカル, 5, 22-24 (2008)
- 18) 日本化学会編, 化学便覧第6版応用化学編II, 丸善, 東京 (2003) p.1612
- 19) P. Ghosh et al., J. Polym. Mater., 12, 297-305 (1995)
- 20) Sandra Bischof Vukusic et al., Holzforschung, 60, 439-444 (2006)
- 21) Bogoslav Šefc et al., Drvna Industrija, 60(1), 23-26 (2009)
- 22) Radovan Despot et al., Drvna Industrija, 59(2), 55-59 (2008)
- 23) 梅村研二 : PCT/JP2009/062182 (2009)
- 24) K. Umemura, T. Ueda, S. Kawai: J Wood Sci. 58(1). 38-45 (2012)
- 25) K. Umemura, T. Ueda, S. S. Munawar, S. Kawai: J. Appl. Polym. Sci., Vol.123 (4), 1991-1996 (2012)
- 26) K. Umemura, T. Ueda, S. Kawai: Forest Prod. J., 62 (1), 63-68 (2012)
- 27) K. Umemura, O. Sugihara, S. Kawai: J. Wood Sci. 59(3), 203-208 (2013)



# 大気環境変動と森林の関わり\*

高橋 けんし\*\*

## 1. はじめに

初めに簡単に自己紹介をさせていただきます。私の現在の専門分野は大気環境科学です。地球温暖化、大気汚染、成層圏オゾン破壊といった、空間的・時間的に様々なスケールで生起する地球環境問題を研究しています。研究の武器は、レーザーです。レーザー技術に立脚した超高感度計測装置の開発を行い、それを地球環境問題の研究に応用しています。京都府や滋賀県にある自然林や人工林にあるフィールドステーションへ出かけて行き、多数の共同研究者らと一緒に研究を進めています。なぜならば、森林は地球温暖化や大気汚染といった環境問題において重要かつ多彩な役割を担っており、それらの理解なしには環境問題の解決は成し得ないからです。草木が芽吹く春、蚊や虻の飛び交う夏、紅葉が美しい秋、小雪の舞うこともある冬。自然の息吹を体で実感しながら、観測装置を持ち込み（ときには背負って山道を登ります!）、泥んこ遊び(?)をしています。

## 2. 『森林と大気は、目に見えない物質の交換を通じて、互いにつながっている』

### 2.1 大気の「少数派」

私たちが日ごろ何気なく吸っている空気（大気）は、そのおよそ99%が窒素と酸素から構成されています。しかし、大気には、窒素と酸素以外の物質も含まれています。政治の世界に例えて言えば、「多数派」を占める窒素・酸素に対して、「少数派」が居るわけです。少数派の代表格が、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、オゾンなどです。これらの少数派をまとめて“大気微量成分”と呼んでいます。政治の世界のように多数派と少数派が取引をしたり…、などということはありませんが、少数派である大気微量成分は、地球の大気の化学的性質を特徴づけるとともに、環境問題において中心的な役割を担います。約46億年と言われている地球の長い歴史の中で、生命が誕生し進化してきた背景にも、大気微量成分の活躍は不可欠でした。

大気微量成分の発生源は、自然および人間活動の両方からの寄与を含んでいます。質的には非常に多彩なのですが、量的にはすべてを足し合わせても大気の1%にも達しません。ということは、地球温暖化などの大気環境問題は、大気の中でたったの1%にも満たない成分が、ほんの僅かだけ増減するだけで引き起こされるという、極めて繊細な問題であるということが要点です。つまり、地球の大気環境は非常に微妙なバランスの上に維持されてきたわけです。それゆえ、「大気微量成分を構成する分子がどこからやってきて、どこへ消えていくのか?」、「大気微量成分の循環や変動のプロセスはどのようなメカニズムによって決まっているのか?」といった問題を解明することは、地球の表層環境がどのように維持され、また、そこに人間社会の影響がどのように及びうるか、という問いを考える上で極めて重要な知見を与えます。

### 2.2 森林と大気をつながり

---

\* 本稿は第9回生存圏研究所公開講演会（2012年10月21日開催）講演要旨に加筆・修正を行ったものである。

\*\* 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所大気圏環境情報分野。

E-mail: tkenshi@rish.kyoto-u.ac.jp

大気微量成分の例の一つとして、二酸化炭素があります。二酸化炭素が増加すると、グローバルな温暖化を誘因することは疑う余地はありません。二酸化炭素の収支、つまり、大気中にある二酸化炭素がどこから、どのくらいやってきて、どこへどのくらいの割合ずつで消えていくのか？を知ることは、自然科学はもとより、社会的にも喫緊の問題です。二酸化炭素は、人間活動に伴って大気中へ放出される一方、海洋や森林へと取り込まれます。森林を構成する樹木は、昼間に太陽光のエネルギーを借りて光合成反応を行います。捕捉さ

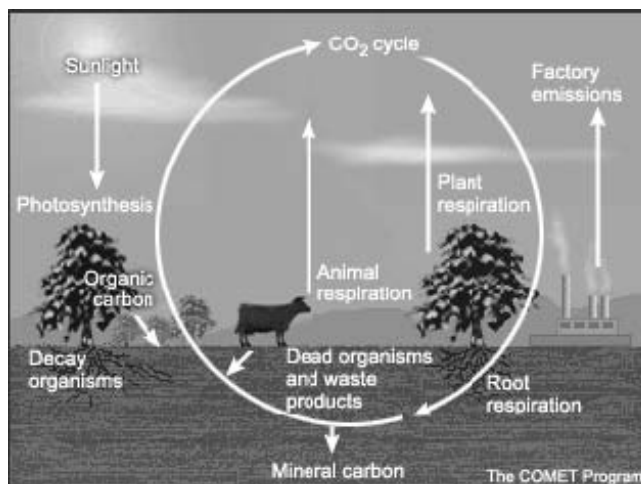


図1：炭素の循環を示した模式図。

れた二酸化炭素は、幹や根へ移動する他、一部は呼吸に伴って大気中へと戻ります。樹木は、一方的に炭素を吸収しているのではなく、光合成と呼吸の差し引き分を、炭素として樹体に蓄積しています。また、落葉樹は秋になれば葉を落としますし、強風によって枝葉が落ちてしまうこともあるでしょう。地面に落ちた葉や枝は、森林土壌に生息する微生物によって分解されますが、その過程では二酸化炭素が大気中へと放出されます。このように、森林から大気へ、大気から森林へ、炭素はぐるぐると循環しているわけです。我が国は、国土の67%を森林に覆われた森林国と言われていますが、山間部の大規模開発や林業の荒廃、森林管理不足によって二酸化炭素の吸収効率の低下が懸念されています。森林樹木の炭素固定能およびその蓄積メカニズムを正しく評価することが求められています。

樹木と大気との間を行き来する微量成分には、二酸化炭素以外の物質もあります。例えばコナラ属の一部は、イソプレン (2-メチル-1,3-ブタジエン) という化合物を大気中へ放出していることが知られています。いったいなぜ樹木がイソプレンを合成し、それを大気中に放出しているのか、その生理学的な理由は完全には解明されていません。樹木からのイソプレン放出量は非常に小さいため、それを正確に測定することはごく最近までは困難でした。イソプレンにまつわる有名なエピソードがあります。

今から30年ほど前、大気汚染の一つである“光化学スモッグ”に悩んでいたアメリカは、その対策に乗り出します。当時、大気環境科学を研究している人たちは、スモッグの原因が自動車や工場から排出した窒素酸化物( $\text{NO}_x$ と呼んでいます)と炭化水素にあることに気が付いていました。ですから、 $\text{NO}_x$ や炭化水素が大気中へ放出されないような技術的対策を取り始めました。その結果、1980年から1995年の間、アメリカ国内で人為的に排出された炭化水素は12%減少し、 $\text{NO}_x$ の排出量はほぼ一定でした。 $\text{NO}_x$ の排出量が一定であったことは、アメリカの人口が1.2倍に増加し、自動車の使用が1.6倍に増加したことを考慮すると、決して規制に失敗したわけではなく、むしろ成功したと見なしてもよいかもしれません。さて、こうした抑制策がスモッグの減少へと結実したのでしょうか？過去30年ほどの長期的な観測によって、一部の都市地域ではスモッグが減ったものの、特に改善の見られない地域も多数あることが判りました。この成否入り混じった結果により、アメリカは大気環境の改善策の練り直しを必要とされることになりました。いったい、抑制策の何が間違っていたのでしょうか？

大気環境科学の研究が進んできた現在、その間違いの原因が分かってきました。30年前に行われた研究では、人間活動に伴って排出される炭化水素のみが着目され、樹木や農作物から大気へと放出される生物起源の炭化水素量を考慮していなかったのです。その重要な化学成分がイソプレンです。今では、アメリカでのイソプレン放出量は、すべての人為起源炭化水素の排出量の合計よりも多いこと

が明らかにされています。極端な話をすれば、人為的に炭化水素を排出しなくても、植生からのイソプレンがスモッグの発生を誘因するという事です。もちろん、人間が炭化水素やNO<sub>x</sub>の排出を続けてよいということの意味するものではありませんが、この例のように、木と大気の間を行き来する非常に微量な物質が、地球表層における大気の化学的特性を特徴づける重要な役割を担っていることが分かってきたのは、ごく最近のことです。

### 2.3 木と大気を行き来する物質を正しく測ること、かなり難しい

前節でご紹介したように、樹木と大気との間では、様々な物質が行き来しています。そして、行き来する物質の種類、速さ、量などの特徴を知ることは、地球温暖化や光化学スモッグといった大気環境問題の正しい解決策を導き出すために大変重要です。また、木と大気を行き来する物質の速さや量は、樹木の生育する気象条件

に依存することも分かってきています。まさに、木から大気へ、大気から木へ、人間の眼には見えない物質の循環を「観る」ことによって、地球環境を「診る」ことへと繋がっていくのです。

私たちの研究チームでは、植生・土壌から大気へ、またその逆に、大気から植生・土壌へ、微量成分が行き来する様子を調べる研究を行っています。この研究により、例えば、森林と大気との間で交換される炭素量や、微量成分が森林圏における大気環境に与える影響などを探っています。そのような着眼点を持った研究者が過去に居なかったのかというと、そうでもありません。しかしながら、そのような研究を進めるための技術は未熟でした。

二酸化炭素を例にして、それを「観る」のが如何に大変かということの説明します。二酸化炭素が、木から大気へ、あるいは大気から木へと行き交う様子を探るためには、二酸化炭素をどうにかして直接測定し、その動きを追尾してあげればよいだろう、という発想は誰もが持ちうると思います。果たして、そんなことが可能なのでしょうか？

大気に含まれる二酸化炭素はおよそ 380 ppm です。ppm という数字は 100 万分の 1 を表します。皆さんがよく使うと思われる“パーセント”に換算すると、0.038%です。冒頭でご紹介したとおり、大気の 99%は窒素と酸素で、その残り 1%の中のさらにそのまた極わずかが二酸化炭素なのです。0.038%



図3：大気環境問題の研究は、福引きで一等賞を引き当てるよりも難しい???

## NEWS & VIEWS



ATMOSPHERIC CHEMISTRY

### Are plant emissions green?

Alex Guenther

図2：科学論文誌に掲載された、とある論文のタイトル。green とは、直訳すると「緑」ですが、ここでは「環境にやさしい」という意味です。森の空気は人をリラックスさせたりすることが知られていますが、「果たして、森の空気は、本当に環境にやさしいだけなのか？」という機知に富んだタイトルです。

という濃度を直感でイメージしてもらうため、福引きを思い出してみてください。福引きのガラガラの中には大気を模した球が入っています。窒素と酸素は白球、二酸化炭素は赤球（当たり?）です。ガラガラの中には、赤球が 0.038%しか入っていません。ほとんど白球なのです。赤球を引き当てるには、いったい何回ガラガラを回したらよいでしょう？これは確率の問題です。およそ 10000 回ガラガラを回すと 38 回赤球が出てくる計算になりますから、大雑把には 250 回ガラガラを回して 1 回赤球が出てくるくらいの確率ということになります。

話が脱線しましたが、大気から一つずつ分子を取り出して数えることができたとして、250 回に 1 回くらいは二酸化炭素に当たるということになります。なんだ、250 回に 1 回くらいの確率なら、それほど大したことないぞ！と思った方いませんか？ それなら、前出のイソプレンならどうでしょう？ 大気中のイソプレン濃度は、とある森林を例にすると 10 ppb くらいです。ppb は 10 億分の 1 を表します。パーセントに換算すると、0.000001%です。イソプレンを青球に例えると、ガラガラから青球を引き当てる確率は…？ これは簡単な算数の問題ですから計算して頂ければ分かりますが、この福引きはびっくりするほど当選確率が低いですね。

このような例え話を通して直感的に理解して頂きたいのは、大気微量成分は非常に濃度が低く、それを直接測定することが如何に難しいかということです。そこで私たちの研究チームでは、最先端のレーザー技術を活用して、二酸化炭素などの大気微量成分を瞬時に検出・定量する新しい方法を開発しています。レーザーは、世界的に有名な物理学者アインシュタイン(Albert Einstein, 1879—1955) によってその基礎的な理論が確立され、1950 年代後半になって実際の開発が進められるようになりました。トランジスタ、超伝導と並んで 20 世紀の三大発明の一つであるという人もいます。レーザーにも様々な種類がありますが、私たちは、半導体レーザーと呼ばれる小型で長寿命な素子を使っています。レーザーを使った方法では、福引のガラガラのように、大気中の分子の一つずつ取り出しては二酸化炭素なのかどうかをチェックしているわけではありません。二酸化炭素は、赤外線と呼ばれる電磁波を吸収する性質があります。大気に含まれる二酸化炭素が多いと、レーザー光が多く吸収されます。二酸化炭素が少ないと、レーザー光はあまり吸収されません。すなわち、二酸化炭素の存在量に応じて、レーザー光の吸収量が変化します。こうして、大気中に隠れている二酸化炭素の濃度を分析することができます。この分析に掛る時間はほんの 0.1 秒程度です。あっという間に、二酸化炭素の濃度を測定してしまいます。私たちは、二酸化炭素に限らず、メタンや亜酸化窒素など、地球温暖化をもたらす物質であり、かつ、森林と大気の間で行き来する物質を測定するために、レーザーを用いた先進的な超高感度技術を創出しています。そして、開発した装置を持って、森林にあるフィールドステーションへ乗り込んでいくのです。

### 2.3 レーザーの基本的特徴

レーザーとはどういったものなのか、手短かに説明します。レーザーは今や、研究や産業、家庭まで幅広く活用されており、身近なものにはレーザープリンタや CD/DVD プレーヤーがあります。では、どうしてレーザーが、大気中の微量な物質を追跡する研究に応用されるようになったのでしょうか。それは、レーザーが通常の光には無い三つの大きな特徴を持っているからです。

#### 1) 一方向に直線状に進み、遠方まで届く

蛍光灯や白熱灯など、通常私たちが日常生活で利用する光は、四方八方に広がります。これは、部屋全体を明るくするには都合がいいのですが、ある一部分だけをよく見るには不都合です。人は知恵を絞り、懐中電灯やレンズという便利な道具を生み出して、光をなるべく狭い領域に集める工夫をしています。しかし、そうした方法をもってしても、広がる光を集めることはできません。遠方までは届きません。ある種のレーザーは、数十キロメートル先までも広がらずに届きます。レーザーはレンズなどを使うことなくはじめからほとんど広がらずに、しかも直線状に遠方まで届きます。

#### 2) 波長の決まった強い光の束である

太陽や蛍光灯の光には種々の波長が混じっており、全体として白っぽく見えます。しかし、空の虹に代表されるように、太陽の光には、赤、橙、黄、緑、青、紫といった、様々な色の光が混じっています。色によって、光の波長が異なっています。虹を待たなくても、小学校の理科では、プリズムを使った実験をしますね。プリズムを通した太陽の光は、虹のように様々な色の光に分離します。こうして取り出した色々な波長の光は、もともとは白色だった光から取り出したほんの一部の光なので、



強度は非常に弱くなってしまいます。レーザーは初めから特定の波長の光だけを射出できます。パワーが特定の波長に集中しているため、非常に強い光になります。この性質は、極微量の分子や原子を高感度に検出しようという場合に役立ちます。

### 3) 非常に短い時間で放出できる

レーザー光は非常に短い時間内にいっきに放出させることもできます。瞬間的に発振するレーザーがパルスレーザーであり、私たちが実験に用いているレーザーの中には、発光時間が一億分の一秒以下のものもあります。カメラのストロボの発光時間が千分の一秒程度ですから、レーザーパルスがいかにか短時間の発光であるかが分かります。短時間に圧縮された光は瞬間的な光子密度が大きく、今回ご紹介するような大気中の微量成分の検出だけでなく、化学や工学の分野でも広く応用されています。

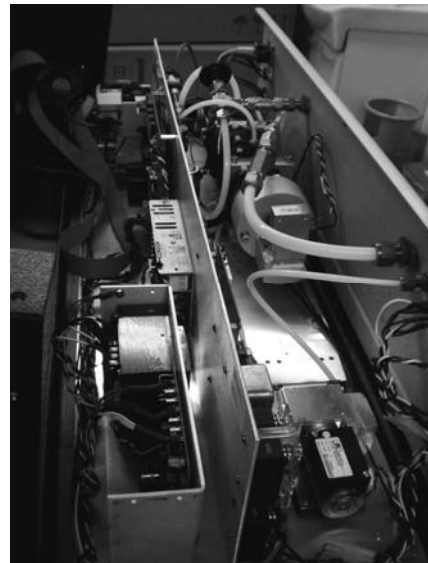


図4：私たちが観測に用いているレーザー装置の写真。

## 2.4 大気環境変動の正しい理解へ向けて

私たちがレーザーを用いた装置を森林へ持ち込んで、実際に行っている研究例<sup>1,2)</sup>をご紹介します。

私たちの研究チームは、京都大学農学研究科、大阪府立大学、森林総合研究所などの研究チームとの共同で、滋賀県大津市にあるヒノキ林や、京都府南部にある混合林で研究を行っています<sup>1,2)</sup>。観測サイトでは、二酸化炭素やメタンといった地球温暖化に関わる微量物質を測定している他、気温や湿度、降水量、日射量といった気象要素の観測も同時に行っています。具体的には、林床およびヒノキの葉や幹が、大気との間で交換する二酸化炭素やメタンの量と速度をリアルタイムで測定しています。こうしたレーザーを用いた計測は、私たちの共同研究チームが世界に先駆けて実施している研究であり、観測サイトではおよそ4年近くに及ぶレーザー測定データの蓄積しつつあります。このような長期にわたる観測は、「気象条件によって樹木に出入りする微量物質の量が、年ごとに違うのかどうか？」を明らかにするためにも重要です。

最近では、人工衛星による観測技術が発展し、二酸化炭素やメタンが全地球的にどのような濃度分布をしているかを、宇宙から測定できる時代になってきました。例えば、若田さんや古川さんの滞在で有名な国際宇宙ステーションにも、地球の大気環境を調べる最先端の観測機器が搭載されています。しかし、二酸化炭素やメタンの全球的な“収支”、すなわち、『二酸化炭素やメタンは、どこからどのくらいの量が大气中へ放出され、大気からどこへ消えていくのか?』という極めて基本的な問いに対して、研究者たちはまだ明確な答えを持ち合わせていません。温暖化をもたらす微量物質の全球的収支の理解不足は、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; 気候変動に関する政府間パネル) の報告書でも指摘されています。私たちが始めた小さな研究が、その答えを導き出すのに重要な貢献をしように違いないと信じて、春夏秋冬、観測に勤しんでいます。

## 3. まとめに代えて

ここまでご紹介してきたように、木から大気へ、大気から木へ、目には見えない微量な物質を「観る」ことは、今の地球環境を「診る」ことにつながります。人口が増え続け、地球の表層環境は確かに人間の影響を受けています。地球温暖化や大気汚染、成層圏オゾンの破壊などの大気環境問題は、その影響の現れです。決して容易には解決しないこれらの問題を解決するためには、工学、農学、理

学のような研究者がスクラムを組んで、複眼的かつ多角的に地球環境の今を診る必要があります。今回の講演会を通じて、私たちの研究の重要性をご理解いただければ望外の喜びです。

## 参考文献

- 1) K. Takahashi, Y. Kosugi, A. Kanazawa, and A. Sakabe, Automated closed chamber measurements of methane fluxes from intact leaves and trunk of Japanese cypress, *Atmos. Environ.*, **51**, 329-332, 2012.
- 2) A. Sakabe, K. Hamotani, Y. Kosugi, M. Ueyama, K. Takahashi, A. Kanazawa, and M. Ito, Measurement of methane flux over an evergreen coniferous forest canopy using a relaxed eddy accumulation system with tuneable diode laser spectroscopy detection, *Theor. Appl. Climatol.*, **109**, 39-49, 2012.

# 新しい宇宙ミッション、そして、 未来の人工衛星の可能性を考える\*

山川 宏\*\*

## 1. はじめに

前半では、当研究室で行っている新しい宇宙ミッションや未来に向けた人工衛星の研究を紹介し、後半では、視点を日本全体に広げて、将来の日本の宇宙開発利用の方向性について考えます。

## 2. 研究室での「新しい宇宙ミッション・未来の人工衛星」への取り組み

研究室の研究テーマの柱は2つあります。1つは、宇宙課題解決型のテーマ「宇宙圏由来危機の理解と対応」です。これは、宇宙に起因する人類の生存圏に対する危機を理解して、それらに対応する方法について研究を行っています。例えば、太陽フレア、プラズマ、宇宙線、地球接近小惑星、宇宙ごみ等の極端宇宙天気や宇宙環境の理解と対応の手法を研究し、社会に提言できればと考えています。将来的には、大気圏現象との連動性の評価（大気圏）、過去の極端宇宙現象の履歴の森林圏での調査による解明（森林圏）、エネルギー等の人間生活圏への影響の評価（人間生活圏）を行う研究者との連携につなげることができればと考えています。

もう1つの研究テーマは、宇宙観測利用型のテーマ「宇宙状況・環境の理解と利用」です。先に挙げた宇宙圏由来の危機の宇宙機による宇宙状況・環境の調査、並びに、それらの宇宙状況・環境を利用・改善する宇宙システムの研究を行っています。宇宙および室内での実験と計算機実験を駆使した研究を推進しています。これは、生存圏研究所の「宇宙環境・利用」というミッションテーマにおける人類の生存圏の持続と拡大のための技術基盤の構築につながるものです。

研究の手段としては一言で言うと「宇宙工学」となります。さまざまな目的の宇宙ミッションを実現するために、ロケット（宇宙輸送システム）、人工衛星（宇宙利用システム）、観測装置等の搭載機器、アンテナ等の地上系の全体システムの設計を行う宇宙システム工学、そして、宇宙プラズマ環境計測のための宇宙機器開発、宇宙プラズマ環境の理解を目的とした宇宙電波工学を駆使します。また、地球や惑星の重力、大気抵抗、太陽光圧、太陽風圧、地球磁場等の影響下での、ロケットや人工衛星が宇宙空間を飛行する軌道の特徴をとらえ、効果的な飛行計画・航法・誘導手法について研究する分野である宇宙機の「軌道工学」の研究手法を使って、電磁気学と力学が融合された宇宙機システムの研究を目指しています。

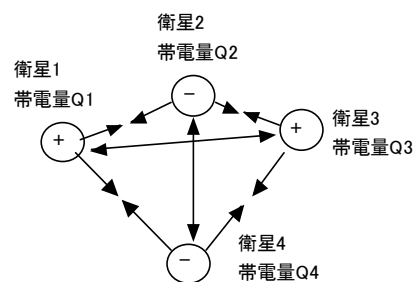


図1：帯電した衛星間のクーロン力による人工衛星編隊飛行の形状維持のコンセプト。正負の符号により引力あるいは斥力になりうる。

\* 本稿は第9回生存圏研究所公開講演会（2012年10月21日開催）講演要旨に加筆・修正を行ったものである。

\*\* 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所宇宙圏航行システム工学分野。

E-mail: yamakawa@rish.kyoto-u.ac.jp

## 2.1 宇宙環境を計測・利用・改善する

具体的研究テーマとしては、「宇宙環境を計測・利用・改善する宇宙システム」の研究を行っています。研究テーマを地球周回軌道と惑星間軌道という2つの領域に分けて整理すると、「地球周回軌道上の宇宙システム構築」という観点では、人工衛星を積極的に帯電させて地球磁場との相互作用で発生するローレンツ力によって姿勢や軌道の制御が可能な帯電衛星の研究、薄膜を展開して太陽光の圧力を推進力に変換するソーラーセイルによる地球磁気圏の連続観測を実現するための研究、地球を周回するスペースデブリ（宇宙ごみ）低減のための大気再突入手法の研究、独自の超小型宇宙電磁環境モニタシステムの開発（小嶋准教授）、月探査機「かぐや」の観測データ解析による宇宙電磁環境解明（小嶋准教授）が挙げられます。

また、「惑星間軌道上の宇宙システム構築」という観点では、地球接近・衝突が予測される小惑星が発見された時の対処法としてのソーラーセイル宇宙機の小惑星衝突による地球接近小惑星の地球衝突回避手法の研究、宇宙機に搭載した超伝導コイルが発生する見えない磁場による帆によって高速のプラズマ流である太陽風を推進力に変換する磁気セイル宇宙機の研究、積極的に帯電させることによって見えない静電的な帆を張って太陽風を推進力に変換する帯電セイル宇宙機の軌道力学に関する研究、地球の生物起源解明の観点から微生物付着微粒子が地球・火星重力から脱出したと仮定した時の火星・地球を往還する可能性の検討、日欧国際共同水星探査計画 BepiColombo の日本の水星磁気圏探査機への観測機器搭載による水星電磁環境探査（小嶋准教授）が挙げられます。

## 2.2 人工衛星を電磁気力で動かす

ここで、帯電衛星の研究について少し詳しく説明します<sup>1)~4)</sup>。少し意外に思う人もいるかもしれませんが、人工衛星は、プラスあるいはマイナスに帯電することがあります。一般に、人工衛星の帯電は、地球周辺のプラズマ中のイオンや電子との衝突により起きます。日照時には、光が衛星表面に当たることで表面の電子が光電子として真空中に放出されやすいために、衛星電位は一般に正の値（+数V~数十V）になり、逆に日陰の場合は負の値になります。

我々の研究室では、この衛星の帯電量を自然現象に任せるのではなく、積極的に制御することにより、地球磁場と帯電衛星との相互作用によって、磁場方向と人工衛星の速度方向の双方に対して垂直方向に働くローレンツ力、あるいは、複数の帯電衛星間に働く引力あるいは斥力であるクーロン力（図1~図4）を用いて、地球を周回する複数の人工衛星の相対位置や軌道・姿勢の制御を行う手法を研究しています。

一般に、衛星における帯電現象は、放電の危険性、観測への支障が予見され、欧州の CLUSTER（クラスタ）衛星などで、周辺のプラズマで満たされている空間の電位と等しくなるように衛星を中和していることからわかるように、通常は回避すべき現象と捉えられています。しかし、本研究の特色は、衛星帯電量の制御という既存の技術

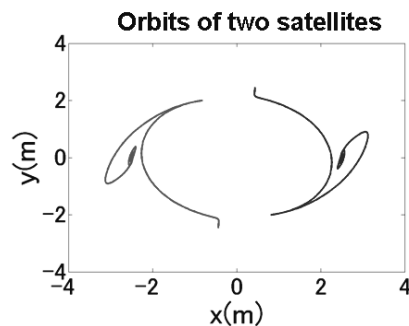


図2：2つ（赤および青）の人工衛星の帯電量、すなわち、クーロン力を、時間に応じて調整することで、2つの帯電した人工衛星の相対的な位置を制御している。x軸は地球中心から半径方向、y軸はx軸と垂直で、かつ、人工衛星の軌道面内にある。x軸上に2つの衛星を誘導することに成功している<sup>5,6)</sup>。

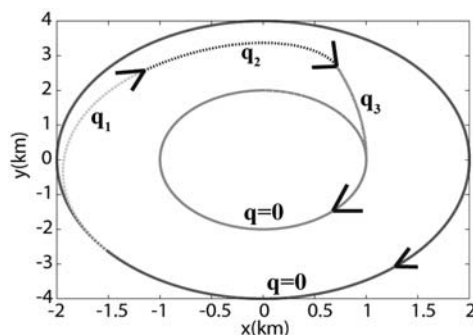


図3：衛星相対運動を記述する回転座標系におけるローレンツ力の調整による軌道移行例。帯電していない人工衛星を中心（原点）として、帯電している人工衛星の相対的な軌道図を表わしており、帯電量を変化させることで、大きな周回軌道から小さな周回軌道に移行している<sup>7,8)</sup>。

を積極的に用いて、新たに人工衛星の軌道制御や姿勢制御に応用する点にあるのです。

人工衛星の帯電量の制御は、能動的な電子放出、あるいは、イオン放出により行うことを想定しており、既に欧州の CLUSTER (クラスタ) 衛星等で搭載されているイオンエミッタ (放出装置) や電子エミッタと同じ原理の軽量の装置を用いることにより実現できます。人工衛星の帯電量のコントロールのためのイオンあるいは電子の放出量は僅かであり、これにより、軌道を修正することができれば、ほぼ燃料 (プロペラント) が不要となる「プロペラントレス」な推進機関と捉えることができます。また、電子やイオン放出の量が、一般のエンジンでのガス放出量と比較すると非常に小さいために、衛星の質量変化は、ほぼなくて質量一定と考えることができ、放出による人工衛星の速度 (ひいては運動量)、および、人工衛星周辺のプラズマ環境に与える影響は無視可能となります。さらに、帯電量の制御に必要な電力は 1 W 程度と小さく、また、帯電量制御に要する時間は数ミリ秒であるために、ほぼ瞬間的に帯電量を制御可能と考えられます。現在は、この積極的に帯電をさせた人工衛星が、地球磁場中を動くときに受ける力 (ローレンツ力) や、複数の帯電衛星がお互いに電気的な力で引きあう力 (クーロン力) の影響を受けたときに、従来の通常の人工衛星では実現できない固有の軌道運動や姿勢運動を解析している段階です。燃料が不要なことを利用して超小型の人工衛星群の実現、そして、それらによる宇宙環境の観測・利用・改善等、近い将来の新たな宇宙ミッションにつなげることを目標にしています。

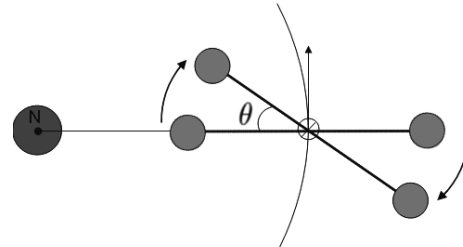


図 4: 地球 (青) を中心とする軌道上にある振り子型人工衛星のコンセプト。帯電部分 (オレンジ) に働くローレンツ力によって、人工衛星の姿勢を回転させるトルクが励起され、振り子型宇宙機の姿勢が変動する<sup>9-12)</sup>。

### 3. 日本の「新しい宇宙ミッション・未来の人工衛星」はどうなるべきか

さて、ここでは、一つの研究室における研究という視点を拡大して、日本全体の宇宙活動という視座を持って議論したいと思います<sup>13)</sup>。

気象衛星による日々の天気情報、通信放送衛星による大量の情報交換、測位衛星による位置情報、リモートセンシングによる地球の災害情報・環境情報、ブラックホール存在の痕跡や遠方の銀河の軌道上望遠鏡による観測 (図 5)、惑星探査機による惑星観測・探査、そして、人類の宇宙空間活動の場を提供する宇宙ステーション。1957 年に人類が初めての人工衛星スプートニク 1 号を宇宙空間に飛ばしてから 50 年の間に、さまざまな目的のために地球の近くから遠くは惑星にまで、人類はロケットを打ち上げて、人工衛星を送ってきました。



図 5: X 線宇宙望遠鏡を搭載した科学衛星 (宇宙科学研究所 内之浦宇宙空間観測所, 2000 年)

日本は 1970 年に、最初の人工衛星「おおすみ」を打上げ、その後も、固体燃料のロケットとしては世界最大級の M-V シリーズロケット (図 6、図 7)、世界レベルの高い 95%以上の信頼性を誇る液体燃料の H-IIA シリーズロケット等を用いて、着実に人工衛星を打ち上げてきました。その一方で、ソ連のスプートニク 1 号からたった 12 年で米国がアポロ 11 号で月面に降り立ったことと比較して、その後の世界そして日本の宇宙開発の進歩は目覚ましくないという人もいます。

しかし、日常的に通信衛星を介した会話、データのやりとりを行い、放送衛星を介した番組を視聴し、米国のGPSの測位衛星（近い将来には日本の準天頂衛星）を介した携帯電話、時計、カーナビで自分の位置を知る生活を送り、X線望遠鏡、赤外望遠鏡、太陽望遠鏡が搭載された科学衛星を介して、宇宙、太陽の物理現象を少しずつ解明し、月、火星、金星のような地球に近い惑星から、水星、小惑星、彗星の遠い天体に向けて、当たり前のように惑星探査機が飛翔し、宇宙ステーションに日常的に宇宙飛行士が滞在し、日本国内の多くの大学が自前の超小型衛星を目差す時代になったことは、やはり大きな進歩があったと言わざるを得ないのだと思います。ちなみに、日本がこれまで打ち上げた月・惑星探査機は以下の通りです。月（ひてん探査機, 1990年打上げ, かぐや探査機, 2007年打上げ）、火星（のぞみ探査機, 1998年打上げ）、金星（あかつき探査機, 2010年打上げ）、水星（日欧共同 BepiColombo 計画, 2014年打上げ予定, 図8）、小惑星（はやぶさ探査機, 2003年打上げ, 図9、図10）、彗星（さきがけ・すいせい探査機, 1985年打上げ）。

1つ宇宙技術が普及していることを示す小話があります。宇宙開発に反対していた人が、「国民の税金を宇宙開発に投ずるよりは、GPS（Global Positioning System）のような技術を開発すべきだ」と言ったそうです。説明はヤボではありますが、GPSシステムは、地球周回軌道上に24機以上の衛星を配置して初めてグローバルに測位機能を発揮するものです。

これは多少の誇張がある話かもしれませんが、宇宙にある人工衛星システムの部分が見えないほどに、宇宙関連技術が日常生活に浸透していることを示しています。自動車や飛行機までの日常性には及ばないものの、かなり宇宙も、それに近い状態になりつつあるということを示すものでしょう。そして、現在の携帯電話を使った生活がたった15年前には全く予想できなかったように、2030年頃までには、現在では想像もできないほど人類の宇宙活動は拡大していると思います。



図6：打上げ直前のM-V ロケット  
(宇宙科学研究所 内之浦宇宙空間観測所, 2000年)



図7：M-V ロケット打ち上げ時の緊迫した場面  
(ISAS 内之浦宇宙空間観測所, 1997年)

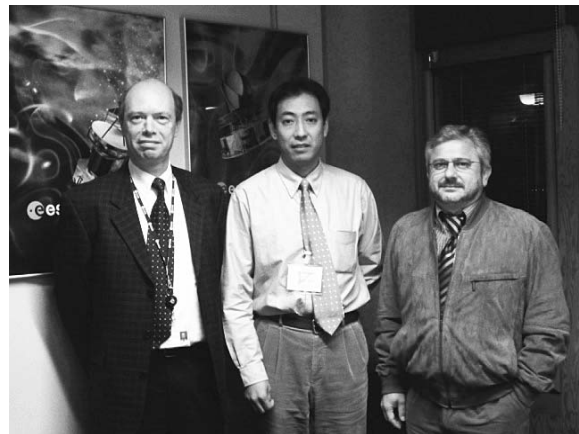


図8：日欧共同水星探査 BepiColombo プロジェクトが進行中  
(欧州宇宙機関のプロジェクトマネージャーと, 2005年)

### 3.1 これまで：宇宙開発は「夢」か「現実」か？

私は、これまで 20 年程度、宇宙開発に携わってきましたが、当初より「宇宙開発」という言葉が古めかしく聞こえて、しっくりきません。何となく、違和感を覚えてしまうのです。舞台を、宇宙と地球の間にある空（そら）で考えてみましょう。昔は、空を飛ぶことは人類の夢だったと思いますが、現代の世界で、身近な交通手段として、しかも、航空ビジネスの世界で運用されている旅客機に乗るということ「夢」と表現する人はいないと思います。その一方で、太陽光エネルギーだけで、無着陸で、世界一周をするんだと聞くと「夢」と思えてくるのです。舞台を「海（うみ）」として考えても同様の比較が可能だと思います。

この宇宙の舞台も、空の舞台に遅れること数十年という状況ですが、気象・通信・放送を中心として、既に、ビジネスが展開され、身近になっています。その反省から、最近ようやく「宇宙開発・利用」と「利用」という言葉が付加されることも多くなりました。でも、未だに、しっくりせず、切れ味が無い表現と言わざるを得ないのです。私は、後で述べる「夢」の部分と、「現実」の部分、として、それらの狭間の部分の全ての活動を包含したいので、意図的に「宇宙活動」という言葉を使うようにしています。それにも、関わらず、本講演のタイトルで使っていないのは、その言葉が一般的とは言えない故の苦渋の判断なのです。

私のように、「宇宙の仕事に従事しています」と自己紹介をすると、一般に2種類の反応があります。宇宙を現実の空間としてとらえるか、あるいは夢の舞台と捉えるかの2つの反応です<sup>13)</sup>。現実空間派は、人工衛星等の宇宙システムを、社会生活のためのインフラ、あるいは、問題解決のためのツールと捉え、夢舞台派は、生命と空間の根源を解き明かす科学の場、そして、人類の活動のフロンティアと捉えます。別な視点から言うと、通信・放送・測位・観測・気象・災害対応・安全保障のための人工衛星が配置されている地球の周辺の領域を思い浮かべるか、あるいは、宇宙飛行士の活躍、太陽系、そして、より遠い深宇宙の領域を思い浮かべるかの違いということになります。

五百年前の大航海時代の世界の海は、まさに国家のフロンティアでありましたが、今は、完全に社会経済活動の領域です。そして、五十年前の冷戦までは、宇宙は、超大国の競争の場であり、大気圏の外は人類のフロンティアでした。しかし、21世紀の今、社会インフラとフロンティアの境目は、少なくとも、地球周辺の宇宙空間にまで広がっていることは確かです。ここで言いたいことは、宇宙開発は、社会インフラの側面とフロンティアの側面を両輪として捉えるべきだということなのです。ただ、日本では、宇宙システムが社会インフラとして機能している意識が他国と比較したとき希薄であると思われます。それは、国家の主権をかけた宇宙政策が進められてきた諸外国と比較して、いわゆる平和利用として進められてきた日本の歴史的な経緯の影響もあると思われるのです。



図9：はやぶさ探査機のための飛行機による無重力実験(1998年)



図10：はやぶさ探査機のNASA 追跡支援会議(1998年)

私は、かつて、太陽系の未踏の領域を目指す惑星探査機の開発、そして一方では、将来の大量宇宙輸送時代を見据えた垂直離着陸型の再使用型ロケットの開発（図 11）に携わっていましたが、前者がフロンティア、そして後者が社会インフラを見据えた研究開発に相当すると言えるかと思えます。また、生存圏研究所は、「人類の生存に必要な領域と空間を生存圏としてグローバルにとらえ、その状態を正確に診断するとともに、それに基づいて現状と将来を学術的に正しく評価・理解し、さらにその生存圏の治療・修復を積極的に行なう」ことを目指した研究を遂行すると宣言しています。宇宙空間も対象に含まれており、人類の生存圏 (Humanosphere) を構成する 1 つの領域として捉えています。また、同様に所属している京都大学の多様な研究科・研究所等の教員から構成されている宇宙総合学研究ユニットは、その扱う領域を、さらに、人文社会系にも広げようとしています（図 12）。

### 3.2 これから：それで、どうする？

これまで、世界の国々で、宇宙開発が展開されてきた原動力は何でしょうか<sup>13)</sup>。一般には、安全保障や経済発展を主たる動機として進められてきており、そこで培われた技術に基づく宇宙システムが、日常生活、つまり、民生分野にも展開されているというのが実情でしょう。日本の宇宙開発の経緯は、世界の中では特異で複雑であると思えますが、いずれにせよ、その結果として、日本は宇宙へのアクセスが自律的にできる、つまり、ロケットという輸送手段と、宇宙システムを構築する人工衛星手段の双方を保有する希少な国になったのです。これは、極めて重要であり、ここで改めて強調しておきたいと思えます。

十分な資源を持たない日本にとっては、人工衛星等が持つ、宇宙空間という場を利用する能力、つまり、情報を取得する能力、情報を伝達する能力、そして、その広域性、継続性、耐災害性を有効に利用することが肝要です。人々の暮らしに、ライフ



図 11：垂直離着陸型再使用型ロケットの開発(宇宙科学研究所 能代ロケット実験場, 2003 年)

ライン、つまり、広義の安全保障に、あらゆる形で役立てることが望ましいと思えます。日本は、自国の宇宙システムを、国民の日常生活に利用するシステムを展開する能力がある極めて恵まれた立場にあります。しかし、その潜在的な力を生かし切っているとは残念ながら言えない状況にあります。日常生活、経済活動において、宇宙の利便性が定着するように、そして、身近で敷居の低い宇宙活動に向けて、あとは判断をし、実行するだけという状況だと思えます。ここで一番重要なことはスピード感をもって進めていき、同時に、世界的な動向に応じて柔軟な対応をするということかと思えます。

現実には、衛星、地上局等の宇宙機器の輸出がここ約十年で落ち込み、宇宙機器産業での従事者数が同様にここ 15 年で激減しています。この状況のもと、これらの民生分野と安全保障分野における実利用宇宙システム、そして、それを支える科学・技術の研究開発と産業基盤が健全に成長する必要があります。

そのためには今後の方向は二つになると考えられます。まずは、生活のさまざまな問題の解決や利便性の向上のために、宇宙分野が貢献できる部分については最大限効率的な利用を進めることでしよう。宇宙活動が貢献できる分野は、気象、通信、放送だけではなく、災害監視、避難誘導、位置認証、物流、交通、観光、農業、漁業、森林管理、食料、土木、測量、資源、生物保護、気象、海洋、科学、



教育、警備、外交、安全保障等のあらゆる分野に広がります。このとき、社会インフラとしての宇宙システムから得られる様々なサービスが継続的に運用されること、地上のシステムとうまく組み合わせることが重要となります。

同時に、産業の観点からは、海外市場への参入をさらに拡大していく必要があります。現状では、日本のロケットは信頼性が高いものの価格面での競争が厳しい状況です。衛星の商業市場では実績が重視される世界であり、日本は政府衛星の実績はあるが商業市場においては新規参入の状況です。海外市場への参入には、政府の後押しも必要でしょうし、いわゆるパッケージ型のインフラ輸出が不可欠となっています。買う側は、人工衛星だけを渡されても困るのであり、データを受け取る受信局、データを使ったサービス、人材育成、他の産業への展開も視野に入るようにすることが望ましいと思います。



図 12：京都大学宇宙総合学研究ユニット発足直前の様子  
(2007年)

もちろん、これらを実現することは簡単ではありません。しかし、こういう時代だからこそ、これから日本が世界で牽引していくことができる分野である宇宙活動を通じて、日本を気持ちの上でも実質的にも元気にすることができると考えています。先端技術、そして、それに基づく生活に直結する実利用のフロンティアも切り拓くことで、プリンシプルがある「宇宙活動」をやっていると胸をはれると思います。明治維新の変革の時代に生きた勝海舟や坂本龍馬、国の経済基盤を構築した渋沢栄一、経済活動の重要性を認識していた白州次郎が、今生きていればどう考えただろうかと想像してしまいます。

最後に、日本のロケットの父と呼ばれる糸川英夫博士と松下幸之助氏が、歴史のある点で交差する場面を紹介します<sup>14)</sup>。「1953年10月3日、糸川博士の経団連主催の講演会「日本でジェットエンジンの研究は遅れたけれど、ロケットはこれから日本でやってもアメリカに遅れをとらないでやれる」、「将来の輸送機として航空機に代わる超音速で超高層を飛べる飛翔体を作ろう、という糸川英夫のこの魅力的な「ロケット機構想」に心を強くとらえられた若い研究者たちが、専門分野を超えて幅広く結集した。そして1953年12月の準備会議を経て、翌年2月5日、AVSAという研究グループが誕生した。」「経団連での講演の後で、糸川は数社を回りロケット開発に協力する会社を探しているが、積極的に協力を申し出るところはなかった。故松下幸之助に至っては「糸川先生、そないなもん、もうかりまへんで。50年先の話や」と、にべもなかった。」

松下幸之助氏の真意は、おそらく、「儲かる段階になるまでは50年かかるだろう。そういう現実を作って出なおしてこい。」ということだったのではないかと筆者は想像します。実は、今2012年は、それから60年が経とうとしているのです。今、まさに、日本が、宇宙活動の将来について決断するときなのだと思います。

#### 参考文献

- 1) 山川宏, “人工衛星の軌道や姿勢を電磁気力で動かす”, 「高校生のページ」, 京都大学電気関係教室技術情報誌 cue 27号, 平成24年3月発行, pp. 57-62
- 2) Torkar, K., et al., ”Active Spacecraft Potential Control for Cluster – Implementation and First Results,”

Annales Geophysicae, Vol. 19, pp. 1289-1302 (2001).

- 3) A. Natarajan, A., Schaub, H., "Linear Dynamics and Stability Analysis of a Two-Craft Coulomb Tether Formation," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, vol.29 no.4, pp. 831-839 (2006).
- 4) Streetman, B. and Peck, M. A., "New Synchronous Orbits Using the Geomagnetic Lorentz Force," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol. 30, No. 6, pp. 1677-1690 (2007).
- 5) Yamamoto, U., Yamakawa, H., "Two-craft Coulomb-force Formation Dynamics and Stability Analysis with Debye Length Characteristics," Paper AIAA-2008-7361, AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference (2008).
- 6) 山川宏,向井祐利,矢野克之,山本詩子,"電磁気力を用いた衛星編隊飛行",第52回宇宙科学技術連合講演会(2008).
- 7) 辻井秀,山川宏,矢野克之,坂東麻衣,"ローレンツ力による衛星編隊飛行に関する一考察",JSASS-2009-4480,第53回宇宙科学技術連合講演会,京都(2009).
- 8) 辻井秀, 矢野克之,坂東麻衣,山川宏,"ローレンツ力を用いた衛星編隊飛行のダイナミクスと制御に関する研究", JSASS Paper 1I05,第54回宇宙科学技術連合講演会,静岡(2010).
- 9) 山川宏,八山慎史,第59回理論応用力学講演会,"帯電した宇宙機の振動運動と回転運動",日本学術会議(2010).
- 10) 八山慎史,坂東麻衣,山川宏,"ローレンツ力と重力による振り子型衛星の姿勢運動に関する研究",JSASS Paper 2I06,第54回宇宙科学技術連合講演会,静岡(2010).
- 11) 八山慎史,坂東麻衣,山川宏,"ローレンツ力と重力による帯電衛星の姿勢運動に関する研究", Paper 1D11,第55回宇宙科学技術連合講演会,愛媛(2011).
- 12) Yamakawa, H., Hachiyama, S., and Bando, M., "Attitude Dynamics of a Pendulum-shaped Charged Satellite," *Acta Astronautica*, Vol. 70, pp. 77-84, 2012.
- 13) 山川宏,"地球圏・生存圏における宇宙開発",日本の宇宙開発は一流か?②,フォーラム新・地球学の世紀34,ウエッジ(WEDGE), pp. 68-69, 2011年8月号.
- 14) ISASニュース : <http://www.isas.ac.jp/ISASnews/No.289/00.html>.

# チオグリコール酸リグニン法によるリグニンの迅速定量\*

鈴木 史朗<sup>1,2</sup>, 土田 敬子<sup>1</sup>, 山村 正臣<sup>1</sup>, 服部 武文<sup>1,5</sup>, 梅澤 俊明<sup>1,3,4</sup>

## High-throughput determination of thioglycolic acid lignin

Shiro Suzuki<sup>1,2</sup>, Keiko Tsuchida<sup>1</sup>, Masaomi Yamamura<sup>1</sup>,  
Takefumi Hattori<sup>1,5</sup> and Toshiaki Umezawa<sup>1,3,4</sup>

### 概要

リグニン定量法の一つであるチオグリコール酸リグニン法を改良して、微量多検体の迅速分析を可能とするプロトコールを開発した。

### 1. はじめに

植物二次細胞壁の主要成分の一つであるリグニンは、細胞壁多糖同士の隙間を埋めるように蓄積しており、細胞壁に物理的強度や疎水性を付与している。しかしながら、これらのリグニンの特性は、パルプ化、飼料の消化、バイオ燃料生産における酵素糖化などに対しては阻害的に働く。そこで、これらの阻害効果を軽減するため、代謝工学により、リグニンの量や構造を改変する研究が進められている。現行の遺伝子組換え技術の技術的制約により、得られた遺伝子組換え植物におけるリグニン改変の程度は、系統ごとにばらつきがあるため、目標とするリグニン改変植物を得るためには、多数の遺伝子組換え体を作成し、リグニンの量や構造に基づいてスクリーニングする必要がある。しかし、従来のリグニン分析法では、一回の実験で処理できるサンプル数が非常に少ないことから、多検体を迅速簡便に分析できる手法の確立が必須であった。そこで、我々は、リグニン定量法の一つであるチオグリコール酸リグニン法を改良して、微量多検体の迅速分析を可能とするプロトコールを開発した<sup>1)</sup>。一連の実験操作では、ピペットマンとディスポーザブルのポリプロピレンチューブを用い、マイクロプレートリーダーを用いた吸光度測定により、従来の定量法が簡便・迅速化された。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料粉碎

1. 植物試料<sup>a</sup>を自然乾燥もしくは凍結乾燥する。
2. 乾燥試料を5×5 mm程度にはさみで細断する。
3. TissueLyser (キアゲン製) 専用粉碎容器に試料 (0.6 g) とステンレススチール製粉碎ボールを入れ、25 Hz、1.5分間 (2回、計3分) 粉碎する。
4. あらかじめ風袋を秤量した2.0 mLのループ付スクリーキャップマイクロチューブ (ザルスタット製、Cat No. 72.693.100) に得られた粉末試料を20 mg (±0.5 mg) 秤り取り、乾燥剤入りデシ

\* 2013年 8月 29日受理

<sup>1)</sup> 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所 森林代謝機能化学分野

<sup>2)</sup> E-mail: shiro-s@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>3)</sup> E-mail: tumezawa@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>4)</sup> 京都大学生存基盤科学研究ユニット

<sup>5)</sup> 現所属：徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

ケータールに入れる。真空ポンプで1時間デシケータールの内部を吸引し、リーク後20分程度において秤量し、チューブの風袋を差し引き、乾燥細胞壁 (DCW, Dried Cell Wall) の重量とする。

## 2.2 夾雑物除去 (工程 4, 7 はドラフトチャンバー内で実施する)

1. 試料入りマイクロチューブに蒸留水 1.8 mL を添加し、10 秒間ボルテックスする。
2. 小型遠心機を使って、室温、16,100 g、10 分間遠心する。
3. 上澄みはピペットマンで吸って廃棄する。
4. 100%特級メタノール 1.8 mL を入れる。
5. 60°C のアルミブロックで 20 分インキュベートする。途中 2 回ほどボルテックスを行う。
6. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
7. 上澄みはピペットマンで吸って廃棄する。
8. 4~7 の操作をさらに 1 回以上繰り返す (抽出液が着色しなくなるまで)。
9. チューブのふたをゆるめて、デシケータールにチューブを入れる。

ダイアフラムポンプで 30 分、真空ポンプで 1 時間乾燥する。リーク後 20 分程度において秤量し、チューブの風袋を差し引き、細胞壁残渣 (CWR, Cell Wall Residue) の重量とする。

## 2.3 チオグリコール酸リグニン調製 (全工程をドラフトチャンバー内で実施し、手袋を着用する)

1. アルミブロックを 80°C にセットする。
2. 試料入りマイクロチューブに 3M 塩酸を 1 mL 添加する。
3. 試料入りマイクロチューブに特級メルカプト酢酸 (ナカライテスク) を 100  $\mu$ L 添加する。
4. しっかり蓋を閉め、軽くボルテックスする。
5. アルミブロックにセットし、80°C、3 時間インキュベートする。インキュベートの途中で 2 回軽くボルテックスする。
6. インキュベート後、チューブを氷中に移し、5 分静置する。
7. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
8. 上澄みをピペットマンで吸って廃棄する。
9. 沈殿に 1 mL の蒸留水を添加する。
10. 30 秒間ボルテックスする。
11. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
12. 上澄みをピペットマンで吸って廃棄する。
13. 9~12 の操作をさらに 1 回繰り返す。
14. 生じた沈殿に 1 mL の 1N NaOH を添加する。
15. 蓋をしっかり締め、チューブを横にし、室温、16 時間、80rpm で緩やかに往復振とうする。
16. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
17. 上澄み全量を新しい 1.5 mL チューブに移す。
18. 200  $\mu$ L の濃塩酸を添加する。
19. 蓋をしっかり締め、5 秒間ボルテックスする。
20. 4°C、4 時間静置する。
21. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
22. 上澄みを廃棄する。
23. 沈殿に 1 mL の蒸留水を添加する。
24. 30 秒間ボルテックスする。
25. 小型遠心機を使って、室温、16,000 g、10 分間遠心する。
26. 上澄みを廃棄する。

## 2.4 プレートリーダーによる定量

- 1 mL の 1N NaOH を試料入りチューブに添加して溶解させる。
- 新しい 1.5 mL チューブに 980  $\mu$ L の 1N NaOH を分注し、20  $\mu$ L の試料溶液を加えて混合する<sup>b</sup>。
- UV 領域が測定可能な 96 穴プレート<sup>c</sup>に、2. で得られた希釈試料 200  $\mu$ L を添加する。また、ブランク用ウェルには、1N NaOH を 200  $\mu$ L を添加する。
- 280 nm の吸光度を測定する。ウェル中の希薄チオグリコール酸リグニン溶液の濃度は、次の計算式で求める<sup>d</sup>。

$$\text{ウェル内溶液のリグニン濃度(mg/L)} = 233.42 \times A_{280}$$

5. 希釈試料の濃度から、希釈前試料の濃度を求め（希釈倍率を乗ずる）、1 チューブに含まれているリグニン量を求める。この値をDCWまたはCWRの重量で割ってリグニン含量を求める。

## 2.5 備考

<sup>a</sup> これまで分析された植物種として、イネ<sup>1,3,4)</sup>、ポプラ、エリアンサス<sup>5)</sup>、ミスカンサス、アカシア・マンギウム、ヤトロファ<sup>6)</sup>、スイッチグラス、シロイヌナズナ等がある。

<sup>b</sup> 吸光度が低い場合 ( $A_{280} < 0.1$ )、希釈倍率を適宜変更する。

<sup>c</sup> UV-Star 96 well plate (グライナー社) など。

<sup>d</sup> マイクロプレートではなく、分光光度計用10mmセルを用いて測定する場合の計算式は、以下のとおりである。

$$\text{セル内溶液のリグニン濃度(mg/L)} = 127.12 \times A_{280}$$

## 3. まとめ

本方法によって求めたイネの各部位のリグニン含量の値<sup>1)</sup>は、クラークソン法で求めたリグニン含量の値<sup>2)</sup>よりもやや小さな値を示した。この理由として、イネの植物体に一割程度含まれるシリカによって、クラークソン法ではリグニン量が多く見積もられるためと考えられる。本法は、イネ変異体<sup>3)</sup>、多種類の形質転換イネ<sup>4)</sup>ほか、エリアンサス<sup>5)</sup>やヤトロファ<sup>6)</sup>などの様々な植物試料に適用例があることから、植物試料一般に広く適用可能であると考えられる。

## 参考文献

- 1) Suzuki, S., Suzuki, Y., Yamamoto, N., Hattori, T., Sakamoto, M., Umezawa, T., High-throughput determination of thioglycolic acid lignin from rice, *Plant Biotechnol*, **26**, 337-340, 2009.
- 2) Zhang, K., Qian, Q., Huang, Z., Wang, Y., Li, M., Hong, L., Zeng, D., Gu, M., Chu, C., Cheng, Z., GOLD HULL AND INTERNODE2 Encodes a Primarily Multifunctional Cinnamoyl-Alcohol Dehydrogenase in Rice, *Plant Physiol.*, **140**, 972-983, 2006.
- 3) Suzuki, S., Ma, J. F., Yamamoto, N., Hattori, T., Sakamoto, M., Umezawa, T., Silicon deficiency promotes lignin accumulation in rice, *Plant Biotechnol*, **29**, 391-394, 2012.
- 4) Hattori, T., Murakami, S., Mukai, M., Yamada, T., Hirochika, H., Ike, M., Tokuyasu, K., Suzuki, S., Sakamoto, M., Umezawa, T., Rapid analysis of transgenic rice straw using near-infrared spectroscopy, *Plant Biotechnol*, **29**, 359-366, 2012.
- 5) Yamamura, M., Noda, S., Hattori, T., Shino, A., Kikuchi, J., Takabe, K., Tagane, S., Gau, M., Uwatoko, N., Mii, M., Suzuki, S., Shibata, D., Umezawa, T., Characterization of lignocellulose of *Erianthus arundinaceus* in relation to enzymatic saccharification efficiency, *Plant Biotechnol*, **30**, 25-35, 2013.
- 6) Yamamura, M., Akashi, K., Yokota, A., Hattori, T., Suzuki, S., Shibata, D., Umezawa, T., Characterization of *Jatropha curcas* lignins, *Plant Biotechnol*, **29**, 179-183, 2012.



# ウクライナ国ドロゴビチ市聖ユリイ教会堂における樹種調査\*

田鶴寿弥子\*\*, 杉山淳司\*\*

## Wood identification of Saint George Church located in Drohobych, Ukraine

Suyako Tazuru-Mizuno\*\* and Junji Sugiyama\*\*

### 概要

本研究はウクライナ国ドロゴビチ市聖ユリイ教会堂に使用されている部材の樹種調査を行ったものである。東ヨーロッパ地域の木造建築研究では従来、主に民俗学的・形態学的見地からの研究がメインであり、科学的手法に基づく樹種調査は殆ど行われてこなかった。今回、光学顕微鏡を用いた樹種調査を行った結果、目視による樹種判断とは異なり、モミ属の樹種が使用されていることがはじめて明らかとなった。東ヨーロッパ地域の木造建築では、建築様式をはじめとして日本をはじめとした東アジアの建築との共通項を多々みることができることから、現在筆者らが推進している『東アジアの木文化』研究の一環として、貴重な情報をもたらすと考えられる。本研究は、ウクライナの教会の一例にとどまるが、今後東ヨーロッパにおける木造建造物の樹種調査への足がかりとすることで、日本を含めたアジアの建築研究へも知見をフィードバックさせていくことが重要であると考えられる。

### 1. はじめに

2012年現在、日本で重要文化財に指定されている建造物は、2397件、4521棟である<sup>1)</sup>。国が指定している建造物のうち木造建造物は9割を超える。国土の70%が森林であること、そして建造物や道具など生活に関わる様々なものに木が使用されていることから、日本は木の文化の国であると、多くの日本人が認識している。しかし一方で、日本人が古来より蓄積してきた樹種に関する知恵をよく理解している国民は多くはない。

日本には、古来より受け継がれてきた仏像、美術工芸品をはじめとした豊富な木製文化財があり、中でも世界最古の法隆寺をはじめとした木造建造物群は世界有数の量と質を誇る。このような背景により、多くの日本人は自国を木の文化の国であると自然と認識している。このような木の文化を誇る日本人は、一方でヨーロッパの文化を指す際、石の文化とよく表現することがある。ギリシャ古代のパルテノン神殿などをはじめとして、日本人が見聞してきた近代のヨーロッパを代表する都市建築などが石やレンガを多用していたことや、ヨーロッパの町並み写真などに見る石造建造物などから、ヨーロッパの建築文化は日本の木の文化の対照物として石の文化ととらえられることが多かったのである。確かにヨーロッパの国々では歴史的建造物のみならず、一般の民家をはじめとした建造物にも石やレンガが使用されていることが多く、石の文化と呼ばれたことは、強ち間違いではないだろう。

しかし、一旦視点を転じてみると、ヨーロッパ社会では木の文化が石の文化と共に連綿と引き継が

\* 2013年 8月 21日受理

\*\* 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所 バイオマス形態情報分野  
E-mail: tazurusuyako@rish.kyoto-u.ac.jp

れていることにも気づかされる<sup>2)</sup>。スイスや北欧地域の木造建築群をはじめとして、さまざまな地域で伝統的な木造建築の姿、つまりヨーロッパの社会で徐々に失われてきた木造建築の高い技術といったバリエーションに富んだ様式が鮮明に保たれていることが様々な研究によって明らかとなってきている。ヨーロッパで特に顕著にみられるこのような木の文化と石の文化は、それぞれ二律背反するものではなく、『共存』していると言える。すなわち両者がそれぞれ異なる特徴や共通項を発揮することで、よりよい文化として成り立っている。例えば世界遺産で有名なフランス北部のモンサンミッシェルも、その外見から石の文化の象徴とみなされることが多いが、一歩中に入れば、屋根を初めとして随所に木の適所適材がみとれ、異なる材料がうまく共存・調和している事に気づかされる。今、改めて、木の文化に視点を集中させることが求められている。

木造建築の中でも、中央・西ヨーロッパに比べてヨーロッパの中でも特に東寄りの地域では、調査そのものが比較的遅れているというのが実情である<sup>2)</sup>。近年ようやく、木造建築についての研究が徐々に進んできた東ヨーロッパやその周辺地域では、建築学・民族学・歴史学などの分野の研究が単独で行われることが多かったために、複眼的な総合的研究結果というものが生み出されてこなかったという問題も浮上している。しかしながら東ヨーロッパには、ヨーロッパ全域さらには世界の木造建築を通観するための量・質ともに秀でた膨大な木造建築資料が各地に残存していることが判明していることから、これらのより包括的な調査による理解の深化が今後の課題と考えられる。

そもそも、無機的な石の文化としての建造物に比べて、木の文化には、世界共通に認められる樹木利用への地域ごとのある種の観念が含まれていことが多い。すなわち、樹木への信仰・畏怖・神秘性をはじめとした、地域・民族に共通あるいは異なる規律・原則が認められるのである。石やレンガと異なり、命ある樹木が用いられる建築物には、特定の樹種選択・民族的要素・歴史的背景といった地域毎、あるいは世界共通の文化的背景がみられるはずである。特に、木造建築における樹種選択には、様式・建築構造と同様に木材流通をはじめとした歴史的情報が含有されていることが指摘されている。しかしながら、有機物である木材を使用した木造建築物は、正しい保存がなされないかぎり、朽ち、寿命を迎えることとなる。木造建築の科学的手法に基づいた早急なデータの包括的な収集・蓄積ならびに、情報の共有が、より研究の深化につながると考えられる。

このような背景のもと、本研究では木造建築研究が遅れぎみである東ヨーロッパの中でもウクライナの教会堂に注目し、科学的手法に基づく部材の樹種識別調査を行うことで、樹種選択の見地から、ウクライナをはじめとした地域での木造建築研究に貢献できればと考えたものである。東ヨーロッパ地域の木造建築では、建築様式をはじめとして東アジアの建築との共通項も多々認められる。例えば、本研究で紹介するウクライナの校倉造りを中心とした木造建築などは、主にアジア地域からの影響を少なからず受けていると推測されている。本研究は、ウクライナのある教会の樹種調査の一例にとどまるが、これを今後の東ヨーロッパにおける木造建造物の樹種調査への足がかりとすることで、ヨーロッパのみならず、日本を含めたアジアとの関連性を解明するべく、研究を進めていきたい。

## 2. 試料と方法

本研究ではウクライナ西部に位置するリヴィヴ州ドロゴビチ市に現存する聖ユリイ教会堂を対象とした。ウクライナには、2500棟以上の木造教会が現存するとされているが中でも西部ウクライナにはその80%が集中している。聖ユリイ教会堂は、構成や内部空間における壁画の豊富さなどによりウクライナの木造教会の中でも非常に重要な位置を占めている<sup>3)</sup>。この聖ユリイ教会堂の建設年は、まだ不明な点が多いが、ハタエワ・タチアナ氏の調査によると、図1に示したとおり、校倉造りで、婦人室・礼拝室・祭壇室の3つに分かれた構成をしている<sup>4)</sup>。ハタエワ氏による現地調査の結果からは、婦人室と礼拝室は修復の際、他地域の教会の2室の材を使用したものと思われるが、一方祭壇室は当初より存在していたものと推察されている。



建設年は、1496年のポーランド王室勅令集にまでさかのぼり、その後1499年タターの襲撃により焼失、再建されたのち、再度1525年に焼失とある。聖ユリイ協会の管理団体の記録集によると、1657年に教会を修復するためにドロゴビチ市から60キロ離れたナディエボ村から教会堂を建材として購入したとある<sup>4)</sup>。

本研究では、聖ユリイ教会堂から採取された7部材について、光学顕微鏡を用いた樹種識別調査を行った。図1内1-7で示した

部分からそれぞれ採取された7点の試料は、蒸留水で軟らかくしたのち、両刃・片刃の剃刀を用いて3断面の徒手切片を作成した。スライドガラスにのせた後、グリセリン：エタノール=1：1と共にホットプレートで加熱して切片を脱気して透化させた。その後、再び水洗したのちガムクロールで封入した。オリンパスデジタルカメラDP70を装着した光学顕微鏡を用い、観察を行った。光学顕微鏡で観察される解剖学的特徴により、木材の属レベル（時には種まで）の識別が可能で、そのためのリストが公表されている<sup>5)</sup>。この方法は、目視による見立てに比べて正確で学術的なサポートがあり、さらに簡便であることが特徴である。プレパラート及び試料は現在、京大大学生存圏研究所材鑑調査室にて保管してある。

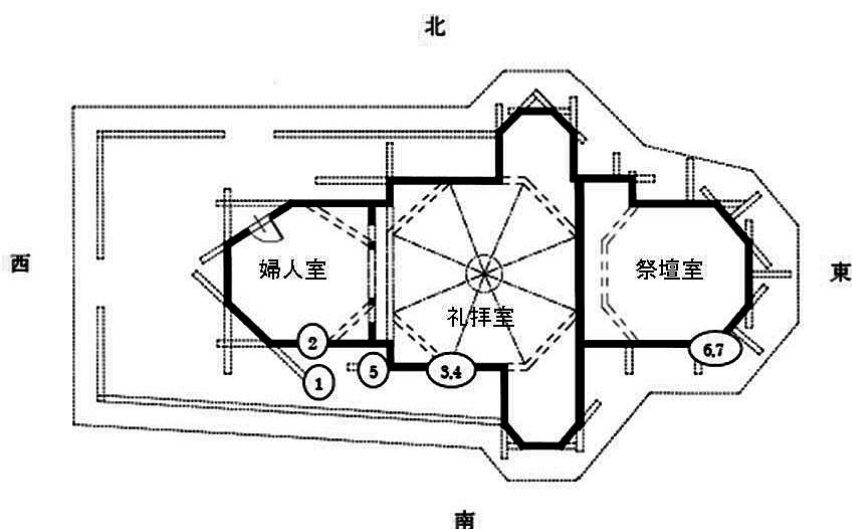


図1 聖ユリイ教会堂の平面図と試料採取位置（1-7）  
(図提供: ハタエワ・タチアナ氏)

### 3. 結果

7点の識別調査を行った結果が表1である。光学顕微鏡写真の一例として、礼拝堂No.3（仕口 南）の部材について木口面・板目面・柃目面・柃目面拡大図を挙げる（図2）。

解剖学的特徴から、7点全てがマツ科モミ属であることが判明した。以下に同定された樹種についての識別根拠を記す。それぞれの顕微鏡写真は材鑑調査室にて保管してある。なお、ウクライナ付近におけるモミ属の分布については、図3に示した通りである。

#### マツ科モミ属

針葉樹。早・晩材の移行はやや急。水平・垂直樹脂道を欠いているが、時に傷害樹脂道がみられることがある。放射仮道管は存在せず、放射柔組織の末端壁は数珠状で分野壁孔はスギ型を示す。多くの場合、結晶が内部にみられることから、他のモミ属樹種と識別できる。

表1 聖ユリイ教会堂から採取した各試料の詳細と識別結果

No.	サンプル名	場所	識別結果
1	婦人室#1	南側の壁	マツ科モミ属
2	婦人室#2	仕口 南西	マツ科モミ属
3	礼拝室#1	南側の壁	マツ科モミ属
4	礼拝室#2	南側の壁	マツ科モミ属
5	礼拝室#3	仕口 南	マツ科モミ属
6	祭壇室#1	仕口 南	マツ科モミ属
7	祭壇室#2	仕口 南	マツ科モミ属

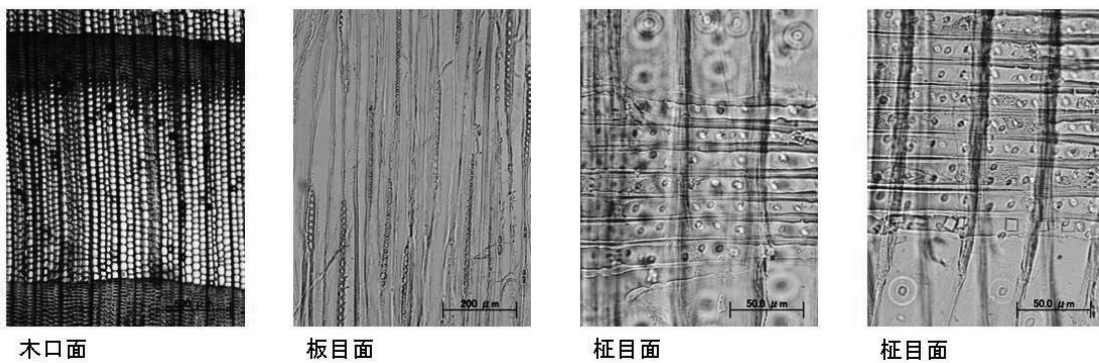


図2 礼拝堂 No.3 (仕口 南) 光学顕微鏡写真。左より木口面・板目面・杵目面・杵目面拡大図。

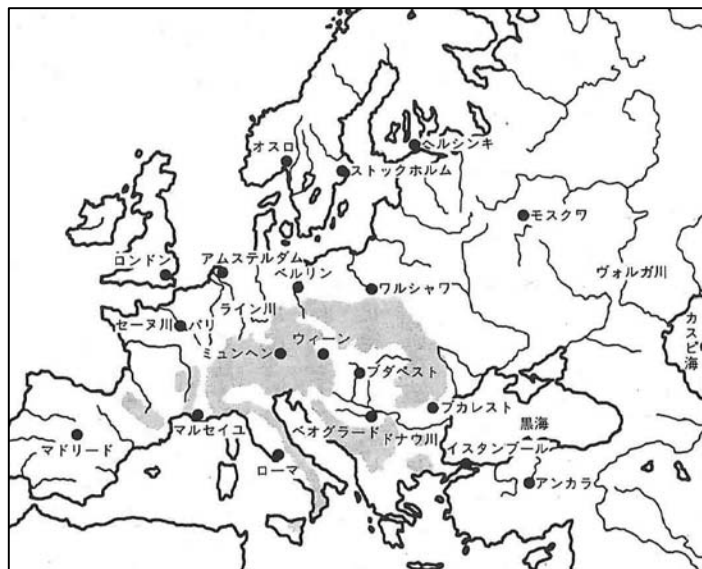


図3 ヨーロッパにおけるモミ属の分布 (灰色部分がモミ属分布域)  
 (出典：東ヨーロッパの木造建築—架構形式の比較研究—, p27 より)

#### 4. 考察

東ヨーロッパに位置するウクライナは、国土のほとんどが、肥沃な平原、ステップ、高原で占められている。国内にはドニエプル川、ドネツ川、ドニエステル川が走り、南のブーフ川とともに、黒海、アゾフ海へと注ぎ込んでいる。ウクライナの最南端にはクリミア山脈が、西部にはカルパチア山脈が連なる。ウクライナは、東ヨーロッパの中では比較的起伏の多い地形をしている国に数えられる。気候は温暖な大陸性気候であるが、クリミア半島の南岸は地中海性気候により近い。降雨量は局所的に偏っており、北部や西部は多く、南部や東部は少ない。

このウクライナには、2500棟以上の木造教会堂が現存すると言われており、そのうちの約80%の木造教会堂は西部ウクライナ(リヴィウ州、イヴァノ・フランキフスク州、ザカルパチア州、チェルニフツィー州、テルノーポリ州、ヴォリーニ州、リヴネ州、フメリニーツキイ州、ヴィンニツァ州)に集中して現存している。ウクライナでは、複雑な歴史的背景や経年により失われてしまった木造教会が多々あることや、そもそも調査自体がなされていない木造教会が多いことなどから、木造教会堂建築に関する研究は、教会堂建築の概要および分類、地域毎の特質以外については遅れているといえる。特に、木造民家調査においても、平面や構成、住空間における資料が多く、また美術的に注目されることの多い木造教会建築においても簡単な図面化などにとどまっている<sup>2)</sup>。

東ヨーロッパの木造教会について概略をまとめる。東ヨーロッパ地域の木造教会は、一般的に校倉造りの教会である。ウクライナ西部に位置するカルパチア山脈一帯の木造教会は、西ヨーロッパの軸組み構造と東ヨーロッパの校倉造りの交流で発展したとされている。ウクライナでは、バロック様式の木造ロシア正教教会が栄え、東スラブ民族の校倉造りの木造教会を発展させて中央ロシア、北ロシアとは異なるタイプの建造物群を形成したとされている<sup>6)</sup>。また、中部・東ヨーロッパでは、カルパチアからウラル山脈に至る豊富な針葉樹に恵まれ、スラブ民族の伝統的な校倉造りのキリスト教木造教会建築が多く存在する。ロシア・ウクライナ・白ロシアの東スラブ民族で代表される木造正教圏は昔からのスラブの形式を保持したまま一貫した校倉造りを取っている。また、カルパチア山脈近郊のポーランド南部地域の小ポーランド地域、シレジア地方には、14世紀後半から15-16世紀にかけて発達した最古ゴシックのマツ材(エゾマツ・モミ)の柿葺屋根を有する校倉造りの木造教会が多く存在し<sup>7)</sup>、ウクライナ西部に位置するスロバキアでは、ローマカトリックの木造教会のひとつ(14世紀)がイチイで造られている。このように日本と同様に、古くから木を信仰し、適所適材の観念が発達していた国であるウクライナであるが、特に今回の聖ユリイ教会堂が位置する西ウクライナには、伝統的に石造と木造という2つの系譜がみられる。特に中心部で9世紀から石造が発展する一方で、ウクライナ全土の村では木造が主流であった。中でも木造教会は伝統的な木造住宅の流れをくむものであったと考えられている<sup>8)</sup>。最も古い教会は15世紀のものであり、現存する木造教会のうち最も数が多いのが17世紀のものである。ウクライナ木造建築の建築方法などは、キリスト教が広まる以前すなわち9世紀頃におよそ成立展開していたと考えられており、ウクライナ民家との関連性が示唆されている。

ウクライナの教会堂の建材として使用された木の種類のなかで、最高の建材と考えられていたのはナラとマツであったとされ、トネリコやトウヒ、シデも使用されたとされている。一方で、教会堂の建材として回避すべき木材はアスペンでありこれは、キリスト教の伝説と関連している<sup>3)</sup>。また変形した幹、空洞がある幹、などは悪魔が住むとされて回避されていた。一方、年輪が詰まった良い木については、日本の大工も「目が詰まっていよいよ木だ」と表現するが、ウクライナでも「鉄や石のように硬い」と表現され珍重されたようである<sup>3)</sup>。また、伐採についても、日本でも特定の時期の伐採が行われることが多かったが、ウクライナにおいても12-2月に伐採することがよいとされた<sup>3)</sup>。また、新月と下弦の頃は虫が活発化するため、また、閏年にも伐採を行わない風習であるとのことである<sup>3)</sup>。教会堂の建設においては、鋸が殆ど使用されなかったが、これは木の繊維が傷つき、そこから水がたまり、木材の耐久性が低くなると考えられていたからであるという<sup>3)</sup>。

本研究では、ウクライナでも重要な位置にある聖ユリイ教会堂の樹種の調査を行った。これにより、聖ユリイ教会堂の婦人室・礼拝室・祭壇室それぞれから採取された部材が全てモミ属であることが判明した。当初、聖ユリイ教会堂付近の建造物で使用されている木材はナラ、カラマツ、トウヒ、マツが多かったことから、当該教会堂も同様の樹種が使用されているものと目視にて考えられてきたが、光学顕微鏡観察により、モミ属が使用されていたことがはじめて明らかとなった。

聖ユリイ教会堂については、その歴史的な移築・転用の経緯について、ドラガンとユルチェンコそれぞれの説がハタエワ氏により検証されてきた<sup>4)</sup>。その結果、上述したとおり、婦人室と礼拝室は修復の際、他地域の教会すなわちナディエボ村の教会堂の2室の材を使用したものであり、一方祭壇室は当初より存在していたものであることが推察された<sup>4)</sup>。しかしながら、未だ不明な点も多々残存している。本調査からは、当初から存在している祭壇室ならびに、修復の際に他の教会の材が転用されたとされる婦人室・礼拝室においても、なべて同じ樹種が使用されていることが明らかとなった。全ての部材がモミ属であったことから、移築・転用の経緯を樹種の違いによって追うことは困難であったが、今後、年代測定を付与することによって、移築・転用の歴史の解明にもつながると考えられる。

これまで、ウクライナの木造教会の樹種について、科学的見地から報告されたものは殆ど確認出来ない。一方、本研究では聖ユリイ教会堂にて僅かな数の部材調査ではあるもののモミ属の使用が認められ、ウクライナの教会建築研究に、新たな視点を付加することができたと考えられる。

本研究により、モミの使用が確認されたが、一般的に、建てられて長時間経過した建造物について、樹種を知ることは非常に困難なことが多い。日本のように建造物における伝統技術が伝来している国においても、目視による識別は困難な場合が多い。例えば、針葉樹であるスギ・ヒノキといった樹種では、経年変化により、大工であっても樹種の判断が困難となる場合がある。そのような意味でも、今回、ウクライナにおける伝統的木造教会の部材の調査を科学的に行ったことは、今後のウクライナにおける文化・地域研究のみならず、伝統文化の継承にも役立つほか、特に今後年輪の調査も進めていくことで、過去の物流解明などへの飛躍へも繋がると考えられる。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、試料提供をはじめ、多大なご協力をいただいた北海道大学ハタエワ・タチアナ氏にこの場をお借りして心からの感謝を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 参考：[http://www.bunka.go.jp/ima/press\\_release/pdf/jubunkenzou\\_shitei\\_121019.pdf](http://www.bunka.go.jp/ima/press_release/pdf/jubunkenzou_shitei_121019.pdf)
- 2) 太田邦夫，「東ヨーロッパの木造建築—架構形式の比較研究—」，相模書房，1988.
- 3) ハタエワ タチアナ，「「木」とウクライナの木造教会堂：ウクライナ人の木に対する思考に焦点をあてて」，*Sauvage : Graduate students' bulletin, Graduate School of International Media, Communication and Tourism Studies, Hokkaido University*, 7, 11-18, 2011.
- 4) ハタエワ タチアナ，「ウクライナ国ドロゴビチ市の聖ユリイ教会堂(1657)の構成上の特質 婦人室の平面形や扉の配置に関する考察」，*日本建築学会計画系論文集*，668, 1989, 2011.
- 5) 伊東隆夫，藤井智之，佐野雄三，安部 久，内海泰弘，「針葉樹材の識別」*IAWA* による光学顕微鏡的特徴リスト」，*海青社*，1 - 60, 2006.
- 6) 野崎勉，「東ヨーロッパのキリスト教木造教会建築 -その1」，*日本建築学会大会学術講演梗概集*，953-954, 1990.
- 7) 野崎勉，「東ヨーロッパの木造教会建築 -その2」，*日本建築学会大会学術講演梗概集*，1205-1206, 1992.
- 8) シェフツォバ・ガリーナ，櫻井敏雄，「ウクライナ木造教会堂の基礎的研究」，*J. School Sci. Eng. Kinki Univ*，40, 63-72, 2004.

# リグニン芳香核構成を分析するためのアルカリニトロベンゼン 酸化分解法の高速・高精度マイクロスケールプロトコール\*

山村 正臣<sup>1,2</sup>, 服部 武文<sup>1,5</sup>, 鈴木 史朗<sup>1</sup>, 梅澤 俊明<sup>1,3,4</sup>

## High throughput and accuracy microscale protocol of alkaline nitrobenzene oxidation method

Masaomi Yamamura<sup>1,2</sup>, Takefumi Hattori<sup>1,5</sup>, Shiro Suzuki<sup>1</sup>, Toshiaki Umezawa<sup>1,3,4</sup>

### 概要

リグニンの芳香核構成を分析する手法であるニトロベンゼン酸化分解法を改良し、微量多検体の分析を可能にするマイクロスケールプロトコールを開発した。

### 1. はじめに

リグニンは一般的に大きく3つのグループ、すなわちグアイアシル(G)リグニン、シリングル(S)リグニン、*p*-ヒドロキシフェニル(H)リグニンに分けられる。裸子植物(針葉樹)は主にGリグニン、被子植物(広葉樹)はGおよびSリグニン、イネ科植物はGおよびSリグニンそして少量のHリグニンで構成されている。S/G比は植物種によって異なっており、高 S/G 比の植物はクラフトパルプ法においてより簡単に脱リグニン化される。したがって、リグニンの芳香族構成は、リグニンを特徴づけるために用いられる必要不可欠な基準の一つである。

これまでリグニンの芳香族構成の分析にはニトロベンゼン酸化分解法が広く用いられてきた。近年、リグニン生合成の代謝工学が活発に研究されている。これらの研究ではそれぞれの遺伝子の発現制御実験において、最低でも 20 ラインの組換え体の分析が必要であるなど、多検体のハイスループット分析が必須となっている。しかし、従来のニトロベンゼン酸化分解法は、技術員の勤務時間(9:00~17:00)内で消化できる検体数が4~6検体と非常にスループットが低く、また、比較的多くのサンプル量が必要であるため、少量しか得られない組換え植物サンプルに従来法を用いることは困難である。

そこで、遺伝子組換え植物のような微量多検体の分析を可能にするために、反応および後処理の工程をマイクロスケール化した<sup>1)</sup>。これにより、スループットが従来の約10倍まで上昇し、さらに重水素標識化合物を内標として用いることにより高精度の定量が可能となった。また、本マイクロスケール・ニトロベンゼン酸化分解法は、試薬の節約、廃液の減少、ディスポーザブルチューブおよびチップの使用による洗いや物の減少などの利点も有している。本稿では、前報<sup>1)</sup>で記載しきれなかった詳細なプロトコールを資料として公表する。

\* 2013年 8月 29日受理

<sup>1</sup>〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所 森林代謝機能化学研究室分野

<sup>2</sup>E-mail: zenstyle@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>E-mail: tomezawa@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>4</sup>京都大学生存基盤科学研究ユニット

<sup>5</sup>現住所: 徳島大学大学院 ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

## 2. 実験方法

### 2.1 試料調製

1. 乾燥試料<sup>a</sup>を5×5 mm程度に細断する。
2. 粉碎作業直前に1時間ほど真空ポンプで乾燥させる。
3. TissueLyser(Qiagen)専用粉碎容器に試料(0.6 g)とステンレススチール製粉碎ボールを入れ、25Hzで1.5分間(2回、計3分間)粉碎する。
4. 得られた粉末試料をメタノール(60°C、5分×20回)、ヘキサン(室温、5回)、水(60°C、5分×5回)の順に抽出し、抽出後の残渣をそのまま凍結乾燥する。
5. 得られた粉末試料を細胞壁残渣(CWR, Cell Wall Residue)とし、マイクロスケール・ニトロベンゼン酸化分解法に供する。

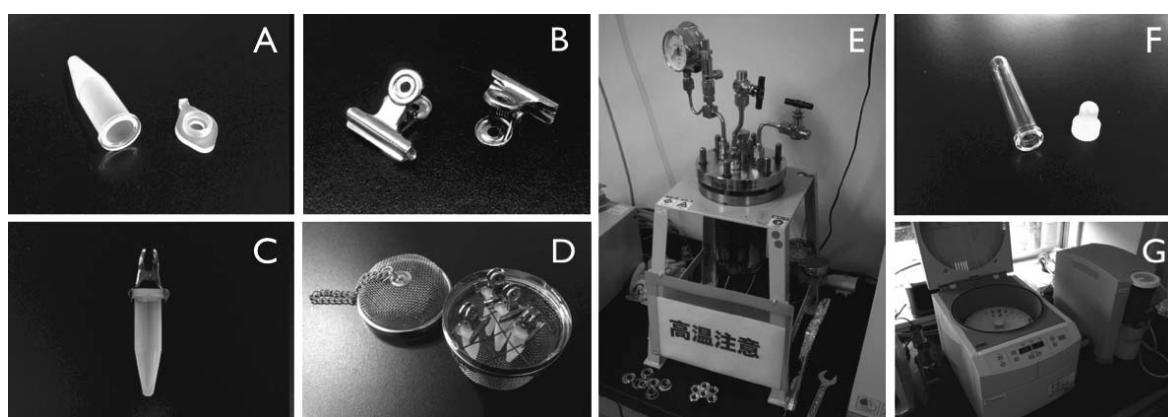


図1：マイクロスケールプロトコールで用いる器具および装置

(A) 1.5ml テフロン製遠心チューブ, (B) 目玉クリップ, (C) 反応容器の蓋の閉じ方, (D) 反応容器の置き方, (E) オートクレーブ, (F) 1ml ガラス製マイクロチューブ, (G) 濃縮遠心機

### 2.2 ミクロスケール・ニトロベンゼン酸化分解法

(下記の工程 3-5, 9-20 はドラフトチャンバー内で作業する。手袋着用。)

1. 実験前にCWRを1時間ほど真空ポンプでよく乾燥させる。
2. 2N NaOH (250  $\mu$ L)が入った1.5 ml テフロン製遠心チューブ (Flonchemical Co.; 1.5 mL PFAサンプリングカップ; 図1-A) にCWR (5-10 mg)を入れる。
3. さらに 2N NaOH (250  $\mu$ L) とニトロベンゼン (30  $\mu$ L) を添加し、蓋を押さえながらよくボルテックスする。
4. チューブの蓋が開かないように、目玉クリップ (Cat. No. クリ-17B, KOKUYO Co., Ltd.; 図1-B) で挟む(図1-C)。
5. このチューブを網カゴにセットする(図1-D)。
6. オートクレーブ (Metal Reactor TEM-D1000M, Taiatsu Techno Co., Ltd.; 図1-E) 内にビーカーを一つ入れ、水を一定量<sup>b</sup>入れる(図2)。
7. オートクレーブ内のビーカーの上に網カゴを置いた後(図2)、オートクレーブを密閉し、加熱および加圧する(170°C, 0.7-0.8 MPa, 1時間)。

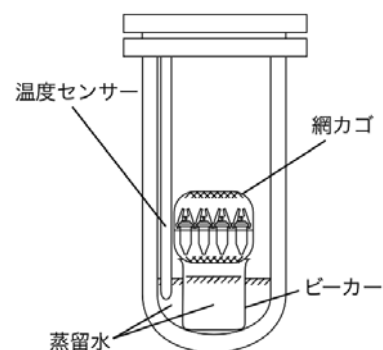


図2：オートクレーブ内の様子

8. オートクレーブの電源をオフにした後、装置内の温度が 80°C 以下、且つ常圧になるまで自然冷却させる。
9. オートクレーブから反応容器を取り出し、氷上で5分冷却した後、卓上遠心機でスピンドウンする。
10. 内部標準の混合液を 10  $\mu$ L (4  $\mu$ L [OC<sup>2</sup>H<sub>3</sub>]Vanillin, 4  $\mu$ L [OC<sup>2</sup>H<sub>3</sub>×2]Syringaldehyde, 2  $\mu$ L [ring-<sup>13</sup>C<sub>6</sub>] *p*-Hydroxybenzaldehyde, 各10 mg/mL)<sup>c, d</sup> を反応液に添加し、10 秒間ボルテックスし、卓上遠心機でスピンドウンする。
11. 上清(250  $\mu$ L)を 1.5 ml ポリプロピレン製(PP)チューブに移す。
12. 酢酸エチル(200  $\mu$ L)を加え、10 秒間ボルテックスする。
13. 卓上遠心機を用いて有機層(上澄み)と水層に分離し、有機層は捨てる。
14. 工程 12~13 をさらに 3 回繰り返す。
15. 水層のみを新しい PP チューブに移し、6N HCl で慎重に pH 2~3 に合わせる。
16. 酢酸エチル(200  $\mu$ L)を加え、10 秒間ボルテックスする。
17. 卓上遠心機を用いて有機層と水層に分離し、有機層を新しいPPチューブに回収する。
18. 工程 16~17 をさらに 2 回繰り返す。
19. 適量の固体のNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を加え、10 秒間ボルテックスし、次いで卓上遠心機でスピンドウンする。
20. 有機層の一部 (5~20  $\mu$ L) を 1 mL ガラスマイクロチューブ(図1-F)に移す。
21. 遠心濃縮器<sup>e</sup> (図1-G)を用いて溶媒を減圧溜去する。
22. さらに 1 時間、真空ポンプで乾固する。<sup>f</sup>
23. GC-MS 分析に供する。

### 2.3 分析方法

1. *N,O*-Bis(trimethylsilyl)acetamide (8  $\mu$ L) を加え、TMS 化する (60°C、45 min)。
2. 卓上遠心機でスピンドウンする。
3. TMS化産物 (0.8  $\mu$ L)<sup>g</sup> を GC-MS にインジェクションする。

### 2.4 分析装置および条件

ガスクロマトグラフィーカラムは Shimadzu Hicap CBP10-M25-025 (内径 0.22 mm × 長さ 20 m × 膜厚 0.25  $\mu$ m) を用い、インジェクションポートの温度は 240°C、インターフェースの温度は 250°C に設定する。分析時のカラムの昇温条件は、0~2 min までは 40°C で維持し、その後毎分 40°C で 230°C まで昇温させ、以降は 230°C の温度を 5 min 維持し続ける。キャリアガスはヘリウムを用い、スプリットレスインジェクションで行なう。キャリアガスのカラム入り口圧は 35 kPa、カラム流量は 0.7 mL/min、線速度は 38 cm/秒、全流量は 50 mL/minに設定している。

### 2.5 後片付け

有機廃液は決められた規則に従って処理する。テフロンチューブは三時間以上洗剤に浸けてから洗う。当研究室ではテフロンチューブを最大で三回は繰り返し使用するが、チューブの変形など劣化がひどい場合は早めに処分することもある。ディスプレイのチップ及びチューブはチャック付きビニール袋にまとめて捨てる。

### 2.6 備考

<sup>a</sup> 前報<sup>1)</sup> ではアカシアを分析試料として用いたが、本プロトコールを用いてシロイヌナズナ、シロイヌナズナ T87 培養細胞、エリアンサス、ミスカンサス、スイッチグラス、ヤトロファ、ミナトカモジグサ等の植物種についてもこれまでに分析を行っている。

- <sup>b</sup> 温度センサーの先が蒸留水に浸かるように水面の高さを調節する。
- <sup>c</sup> 標識体化合物は非常に貴重であるため、植物試料のリグニンの特性によって混合すべき標識体化合物の種類、また添加量についても適宜検討が必要である。
- <sup>d</sup> 内部標準として 5-ヨードバニリンを用いることも可能であるが、標識体化合物を内部標準として用いた場合と比較すると精度が劣る。また、5-ヨードバニリンを用いる際は、後処理の過程で PP チューブの代わりにガラス製マイクロチューブを使用する。
- <sup>e</sup> 遠心濃縮機がない場合は、ダイアフラムポンプ等で代替する。
- <sup>f</sup> 後日分析する場合は、窒素置換し、シリカゲルを入れたチャック付き袋に入れた状態で冷凍 (-20°C) 保存する。
- <sup>g</sup> 使用している分析機器の性能及びコンディションによって異なるため適宜検討が必要である。

## 引用文献

- 1) Yamamura, M., Hattori, T., Suzuki, S., Shibata, D., Umezawa, T., Microscale alkaline nitrobenzene oxidation method for high-throughput determination of lignin aromatic components. *Plant Biotechnol* 27, 305-310, 2010.



# リグニン $\beta$ -O-4 構造を分析するためのチオアシドリシス法の 高速ミクروسケールプロトコール\*

山村 正臣<sup>1,2</sup>, 土田敬子<sup>1</sup>, 服部 武文<sup>1,5</sup>, 鈴木 史朗<sup>1</sup>, 梅澤 俊明<sup>1,3,4</sup>

## High-throughput microscale protocol of thioacidolysis method

Masaomi Yamamura<sup>1,2</sup>, Keiko Tsuchida<sup>1</sup>, Takefumi Hattori<sup>1,5</sup>, Shiro Suzuki<sup>1</sup>, Toshiaki Umezawa<sup>1,3,4</sup>

### 概要

リグニンの特徴的な構造である  $\beta$ -O-4 構造の分析手法の1つであるチオアシドリシス法を改良し、微量多検体の分析を可能とするミクروسケールプロトコールを開発した。

### 1. はじめに

植物二次細胞壁の主要成分の一つであるリグニンは、細胞壁多糖同士の隙間を埋めるように蓄積しており、細胞壁の物理的強度や疎水性を付与している。しかしながら、これらリグニンの特性はパルプ化、飼料の消化、バイオ燃料生産における酵素糖化などに対しては阻害的に働く。それゆえ、目的に適った木質を得るため、近年、リグニン生合成の代謝工学が活発に研究されている。これらの研究では膨大な数の遺伝子組換え植物が作出されるが、従来のリグニン分析法は非常に処理能力(スループット)が低いため、多検体のハイスループット分析法の確立が必須となっている。リグニンには特徴的で主要な構造でもある  $\beta$ -O-4 構造があるが、本構造由来の分解生成物を与える分析手法があり、この分析は試料中のリグニンの存在も決定できるという点で重要である。数種の手法が知られているが、その中でも酸分解を利用してリグニンを脱ポリマー化する分析法の一つであるチオアシドリシス法が最も頻繁に用いられている。近年、Robinson らによりスループットが10倍上昇したチオアシドリシス法のプロトコールが開発<sup>1)</sup>されたが、その抽出工程にはまだ改良の余地が残っていると考えられた。そこで、我々はチオアシドリシス法の特に出工程を改良したミクروسケールプロトコールを開発した<sup>2)</sup>。本プロトコールは、Robinson らのプロトコールに匹敵するスループットを有しながら、反応生成物の収率を僅かではあるが上昇させることに成功した。収率の上昇は、微量しか得られない貴重な植物試料(例えば、形質転換植物体)等の分析をする上で、非常に重要である。また、本プロトコールは、試薬の節約、廃液の減少、ディスプレイブルチューブおよびチップの使用による洗い物の減少などの利点も有している。本稿では、前報<sup>2)</sup>で記載しきれなかった詳細なプロトコールを資料として公表する。

\* 2013年 8月 29日受理

<sup>1</sup> 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所 森林代謝機能化学研究室分野

<sup>2</sup> E-mail: zenstyle@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup> E-mail: tumezawa@rish.kyoto-u.ac.jp

<sup>4</sup> 京都大学生存基盤科学研究ユニット

<sup>5</sup> 現住所: 徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

## 2. 実験方法

### 2.1 試料調製

1. 乾燥試料<sup>a</sup> を 5×5 mm 程度に細断する。
2. 粉碎作業直前に1時間ほど真空ポンプで乾燥させる。
3. TissueLyser(Qiagen) 専用粉碎容器に試料 (0.6 g) とステンレススチール製粉碎ボールを入れ、25Hz で 1.5 分間 ( 2 回、計 3 分間) 粉碎する。
4. 得られた粉末試料をメタノール (60°C、5 分 × 20 回)、ヘキサン (室温、5 回)、水 (60°C、5 分 × 5 回) の順に抽出し、抽出後の残渣をそのまま凍結乾燥する。
5. 得られた粉末試料を細胞壁残渣 (CWR, Cell Wall Residue) とし、ミクロスケール・チオアシドリシス法に供する。



図1:ミクロスケールプロトコールに用いる器具及び装置  
(A)1ml ガラスバイアル, (B)1ml ガラスマイクロチューブ, (C)遠心濃縮機

### 2.2 ミクロスケール・チオアシドリシス法

(以下の工程 3-17 はドラフトチャンバー内で作業する。手袋着用。)

1. 実験前に CWR を 1 時間ほど真空ポンプで乾燥させる。
2. CWR(5-10 mg)<sup>b</sup> をスクリューキャップ付き1 mlガラスバイアル [マルエム マイティーバイアル (No. 3); 図1-A] に入れる。
3. チオアシドリシス試薬 (1,4-ジオキサン:エタンチオール:三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体=87.5:10:2.5, v/v) をガラス製三角フラスコもしくはビーカーに調製する。
4. 試料が入ったガラスバイアルにチオアシドリシス試薬 (0.9 ml) と内部標準としてドコサン (5-10  $\mu$ L, 10 mg/mL)<sup>b</sup> を加え、蓋を閉める。
5. 蓋の部分をつフロンテープでしっかりシールし、よくボルテックスする。
6. ヒートブロックを用いて、ガラスバイアルを加熱する (100°C、4 時間) 。
7. ガラスバイアルを氷上で 5 分間冷却する。
8. 反応液のうち 200  $\mu$ L を 1.5 ml ポリプロピレン製 (PP) チューブ<sup>c</sup> に移す。
9. 1N NaHCO<sub>3</sub> (100  $\mu$ L) を添加し、10 秒間ボルテックスし、次いで卓上遠心機でスピンドアウンする。
10. 1N HClを添加し、反応液の pH を 3~4 に合わせる。
11. ジエチルエーテル (250  $\mu$ L) を添加し、10 秒間ボルテックスする。
12. 卓上遠心機を用いて有機層と水層に分離し、有機層のみを新しい 1.5 ml PP チューブ<sup>c</sup> に回収する。
13. 工程 11~12 をさらに 2 回繰り返す。
14. 回収した有機層に飽和食塩水 (100  $\mu$ L) を加え、10 秒間ボルテックスし、次いで卓上遠心機で有機層と水層を分離する。
15. 有機層のみを新しい 1.5 mL PP チューブに移す。
16. 適量の固体の Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を加え、10 秒間ボルテックスし、次いで卓上遠心機でスピンドアウンする。

17. 有機層の一部 (5–20  $\mu\text{L}$ )<sup>d</sup> を 1 mL ガラスマイクロチューブ (図1-B) に移す。
18. 遠心濃縮器 (図1-C) を用いて溶媒を減圧溜去する。<sup>e</sup>
19. さらに 1 時間、真空ポンプで乾固する。<sup>f</sup>
20. GC-MS 分析に供する。

### 2.3 分析方法

1. *N,O*-Bis(trimethylsilyl)acetamide (8  $\mu\text{L}$ ) を加え、TMS 化する (60°C、45 min)。
2. 卓上遠心機でスピンドアウンする。
3. TMS 化産物 (0.8  $\mu\text{L}$ )<sup>g</sup> を GC-MS にインジェクションする。

### 2.4 分析装置および条件

ガスクロマトグラフィーカラムは Shimadzu Hicap CBP10-M25-025 (内径 0.22 mm × 長さ 20 m × 膜厚 0.25  $\mu\text{m}$ ) を用い、インジェクションポートの温度は 240°C、インターフェースの温度は 250°C に設定する。分析時のカラムの昇温条件は、0–2 min までは 40°C で維持し、その後毎分 40°C で 230°C まで昇温させ、以降は 230°C の温度を 26 min 維持し続ける。キャリアガスはヘリウムを用い、スプリットレスインジェクションで行なう。キャリアガスのカラム入り口圧は 35 kPa、カラム流量は 0.7 mL/min、線速度は 38 cm/秒、全流量は 50 mL/minに設定している。

### 2.5 後片付け

後片付けの作業はドラフトチャンバー内で行う。チオアシドリシス試薬の調製等に使用したガラス器具及び残ったチオアシドリシス試薬はバケツにまとめる。そのバケツに水で希釈した次亜塩素酸ナトリウムを加え、一晩浸けておく。次の日に悪臭が消えていればドラフトチャンバーから出し、水で濯ぎ、洗剤に三時間以上浸けてから洗う。悪臭が消えてない場合はさらに次亜塩素酸ナトリウムを加え、悪臭が消えたら上記と同様に洗う。ディスポーザブルチップ及びチューブはチャック付きビニール袋にまとめて捨てる。

### 2.6 備考

- <sup>a</sup> 前報<sup>2)</sup> ではイナワラ及びアカシアを分析試料として用いたが、本プロトコールを用いてエريانサス、ヤトロファ、ミナトカモジグサ等の植物種についてもこれまでに分析を行っている。
- <sup>b</sup> 分析する植物試料のリグニンの特性(特にリグニン含量)によって植物試料量及び内部標準添加量を適宜検討する必要がある。
- <sup>c</sup> シリコナイズした PP チューブを使用することにより、若干収率が上昇する。
- <sup>d</sup> 低リグニン含量の植物試料の場合は、あらかじめ多めの液量をドライアップすることをお薦めする。
- <sup>e</sup> 遠心濃縮機がない場合は、ダイアフラムポンプ等で代替する。
- <sup>f</sup> 後日分析する場合は、窒素置換し、シリカゲルを入れたチャック付き袋に入れた状態で冷凍 (-20°C) 保存する。
- <sup>g</sup> 分析機器の性能およびコンディションによって異なるため適宜検討が必要である。

### 引用文献

- 1) Robinson, A. R., Mansfield, S. D., Rapid analysis of poplar lignin monomer composition by a streamlined thioacidolysis procedure and near-infrared reflectance-based prediction modeling. *Plant J* 58, 706–714, 2009.
- 2) Yamamura, M., Hattori, T., Suzuki, S., Shibata, D., Umezawa, T., Microscale thioacidolysis method for the rapid analysis of  $\beta$ -O-4 substructures in lignin. *Plant Biotechnol* 29, 419–423, 2012.



# 生存圏科学の新領域開拓

## 新領域開拓共同研究

バイオマス由来の生体防御物質	
木酢液・竹酢液の抗ウイルス活性物質 .....	51
丸本 真輔 (京都大学・生存圏研究所)	
新規生体防御物質 —植物機能性低分子の代謝輸送— .....	52
高梨 功次郎 (京都大学・生存圏研究所)	
バイオマスの分析技術開発 .....	53
西村 裕志 (京都大学・生存圏研究所)	
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— .....	54
川井 秀一 (京都大学・生存圏研究所)	
松原 恵理 (京都大学・生存圏研究所)	
人間生活圏を取り巻く大気の微量物質の動態把握 .....	56
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)	
電磁場の生体影響	
—共鳴送電下における生体影響評価のためのばく露装置の開発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— .....	58
宮越 順二 (京都大学・生存圏研究所)	
千年居住圏 —東アジアの木の文化 国内外での研究経過— .....	60
田鶴 寿弥子 (京都大学・生存圏研究所)	
杉山 淳司 (京都大学・生存圏研究所)	

## 新シリーズ開拓

生存圏における放射性物質の動態解明と低減を目指した新技術開発 .....	62
上田 義勝 (京都大学 生存圏研究所)	
超高層大気観測用超小型衛星群の設計 .....	63
山本 衛 (京都大学・生存圏研究所)	
構造制御セルロースによる新規バイオマテリアル開発研究 .....	64
今井 友也 (京都大学生存圏研究所)	
木質系炭素電極を用いた静電容量型脱イオン法による 土壌・地下水の放射性汚染低減の試み .....	65
畑 俊充 (京都大学・生存圏研究所)	
境界層レーダー LQ7 の観測高度範囲拡大 .....	66
橋口 浩之 (京都大学 生存圏研究所)	
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— .....	68
篠原 真毅 (京都大学・生存圏研究所)	
植物由来気体テルペンの酸性表面への沈着メカニズム .....	70
江波 進一 (京都大学・白眉センター)	

## バイオマス由来の生体防御物質

### 1) 木酢液・竹酢液の抗ウイルス活性物質

丸本 真輔

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：成田 亮（京都大学・ウイルス研究所）

山元 誠司（京都大学・生存圏研究所、ウイルス研究所）

西村 裕志（京都大学・生存圏研究所）

尾野本 浩司（千葉大学・真菌医学研究センター）

矢崎 一史（京都大学・生存圏研究所）

谷田貝 光克（東京大学名誉教授、木竹酢液協会会長、  
木竹酢液認証協議会会長）

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

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

#### 3. 研究概要

地球温暖化などによる環境変動、グローバル化による人・動物・物の移動により、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。木酢液、竹酢液はバイオマスの熱分解物であり、これまでに消毒や土壌改良剤、皮膚疾患への薬効や抗菌性が一部認められているが科学的な検証は十分ではない。本研究では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、これまでにほとんど知見がない木酢液、竹酢液成分の抗ウイルス活性について検討を行った。特に昨年来、日本、韓国をはじめ猛威をふるっている口蹄疫などの有害なウイルスの消毒薬を未利用バイオマスから生産することを視野に入れて、木酢液、竹酢液成分の抗ウイルス性試験を行い、木酢液、竹酢液の消毒薬への応用の可能性を検討した。

## 2) 新規生体防御物質 —植物機能性低分子の代謝輸送一

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）

### 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を、効率よく高蓄積および大量生産させることを目指して、植物が有する生理活性物質の輸送・蓄積機構に関する研究を行っている。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、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以下3点の解析を行った。1) EST (Expressed Sequence Tag) からのベルベリン輸送タンパク質 (CjMATE1) の絞り込み、2) CjMATE1 の局在膜の確認、3) CjMATE1 遺伝子の組織特異的発現解析。これらの解析から CjMATE1 が新規ベルベリン輸送体であることが示唆されたので、来年度も引き続き CjMATE1 の解析を行い、オウレンにおけるベルベリン蓄積機構の解明を試みる。



### 3) バイオマスの分析技術開発

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

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

木質バイオマスは地球上に最も多く蓄積されている有機資源である。これを有効に変換、利用して生理活性物質をはじめとした有用物質やバイオエネルギーを生産することは、環境調和型の持続可能な社会の実現に貢献すると期待される。木質バイオマスは主にセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンによって構成されているが、木材組織の中でこれらの構成物質がどのような分子構造をとっているかを正確に把握することは重要な課題である。また、木質バイオマスの変換過程における構造変化を把握することで、木材細胞壁構造およびその分解機構を包括的に理解することは、バイオリファイナリーのための基盤技術として重要である。我々は木材を可能な限りインタクトな状態で溶液 NMR 法に適用することで、化学処理や成分分離をすることなく、木材組織内部の化学構造を分子レベルで把握することを目指している。木材細胞壁構造解析のためには、できる限り温和な条件での微粉末化と NMR 測定溶媒への溶解が重要である。同時に、高分解能かつ高感度で NMR スペクトルを取得することが求められる。試料調製法と測定法の検討の結果、高精度で  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  直接相関 2 次元 NMR スペクトル(HSQC)および遠隔相関スペクトル(HMBC)を得ることができた。また、NMR による構成成分の定量法について TROSY 法を用いた補正法の開発を行った。以上の手法を元に木材腐朽菌による木質生分解過程の解析を行った。陸上生態系における炭素循環において、木材腐朽菌は樹木に固定化された炭化水素の分解者として重要な役割を担っている。しかしながら、木材腐朽過程における細胞壁構造の変化を天然状態で解析した例は少ない。そこで、木質バイオマスの生分解過程を包括的に理解するために、その構造を精密かつ定量的に捉えるとともに、分解過程の変化の分子レベルでの解析を試みた。

## 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—

### 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：松原 恵理（京都大学・生存圏研究所）	課題 1, 3, 4, 5
仲村 匡司（京都大学・農学研究科）	課題 2
木村 彰孝（長崎大学・教育学部）	課題 1, 2
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
辻野 喜夫（大阪府環境農林水産総合研究所）	課題 1, 3
上堀 美知子（大阪府環境農林水産総合研究所）	課題 1, 3
中山 雅文（中山倉庫株式会社）	課題 1
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
宮越 順二（京都大学・生存圏研究所）	課題 5'
成田 英二郎（京都大学・生存圏研究所）	課題 5'
藤田 佐枝子（有限会社ホームアイ）	課題 1, 2, 3, 4, 5

### 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

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. 木材から放出する VOC の分析とヒトの生理・心理応答

課題 5. 木材パネルの設置が睡眠の質に及ぼす影響

課題 5'. 抽出成分の分析とヒト細胞の生理応答 (25 年度に報告予定)

## 人間生活圏を取り巻く大気の微量物質の動態把握

### 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： 中山 智喜（名古屋大学・太陽地球環境研究所）  
青木 一真（富山大学・大学院理工学研究部）  
林 泰一（京都大学・防災研究所）

### 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、光化学オキシダント、エアロゾル、揮発性有機化合物、  
森林－大気相互作用、健康影響、接地境界層  
ミッション1：環境計測・地球再生

### 3. 研究概要

大気質の変動は、健康や植生に対する影響、気候変動への関与など、多岐に亘って影響を及ぼすことが懸念されている。安全で安心な大気環境を確立・維持するためにも、現在の大気質変動の動態を詳細に把握し、将来的な変動を正しく予測する必要がある。しかしながら、その対策の際に必須の知見となる大気質特性の変動要因には、未解明な部分も多く残されている。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提案する。2010年秋および2011年春の予備調査ならびに予備観測を踏まえて、2011年9月には滋賀県甲賀市にある信楽MU観測所（34.9° N, 136.1° E）において、接地境界層におけるエアロゾル・微量気体プロファイル観測実験（AEROGAP - Phase I）を実施した。この観測では、新しい試みとして、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。また、地上設置の直接測定およびリモートセンシング計測データと、係留気球を上空に飛翔させて観測したデータとを突き合わせ、エアロゾルの物理・化学・光学特性の立体分布特性を考察した。この観測から、オゾン濃度の高度勾配の時間変化や、鉛直方向の風速と関連すると思われる極微細なエアロゾル粒子の濃度の変化など、今まで直接的な観測が困難であった現象を捉えることができた。2012年8月には同観測所において、AEROGAP-Iで発見した現象を更に精密に探査するために、AEROGAP - Phase II を実施した。AEROGAP-II では、

AEROGAP-I で開発した地上および上空の大気質計測システムに加えて、走査機構を付加した型ラマンライダーの新規開発と試験運転を行った。走査ライダー手法が、水蒸気とエアロゾルの時空間変動の精緻な観測に走査型ラマンライダー有効であることを示唆する結果が得られた。また、人為汚染大気のトレーサーとして、上空100mにおける黒色炭素粒子の連続観測を試みた。一方で、野外で発生する光化学オキシダントやエアロゾルは、我々の居住空間にも容易に入り込む。居住空間内における大気質の問題、いわゆる、indoor air quality を評価するシステムの開発も2012年度から新たに始めた。

## 電磁場の生体影響

### －共鳴送電下における生体影響評価のためのばく露装置の開発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－

#### 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. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

新領域研究：電磁場の生体影響

#### 3. 研究概要

##### <共鳴送電下における生体影響評価のためのばく露装置の開発>

現代社会は、生活環境で目には見えない電磁波があふれている。身の回りの電磁波の発生源としては、高圧送電線、家電製品、携帯電話とその基地局、医療の電磁波機器などがある。このような電磁波の健康影響の可能性についてはこれまでから人々の関心事であり、そのため、多くの研究が実施されてきた。

近年、新しい無線電力伝送技術として、電磁共鳴方式が注目を集めている。この方式では、従来から実用化されている電磁誘導方式と異なり、送電側と受電側のコイルの共振周波数を一致させることで、数メートルの距離を高効率で伝送することが可能であり、早期の実用化が期待されている。しかしながら、共鳴送電下における生体影響の可能性について実験的に評価した例はない。

本研究では、共鳴送電下における生体影響評価を細胞実験により実施するために必要となる細胞実験用ばく露装置の開発に取り組んだ。開発したばく露装

置は、12.6MHz の共振周波数において 72.4%の伝送効率を有するとともに、細胞ばく露位置において、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）の定めるガイドラインで示される磁界強度 80A/m を実現している。また、細胞培養に必要なとなる、適切な温度、湿度、二酸化炭素濃度等の条件を有していることを、実際の細胞培養により実験的に確認した。

今後の展開として、開発したばく露装置を用いて、共鳴送電下において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、共鳴送電下における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>

生体の恒常性を保つために、我々の体には、生体内に侵入した異物を生体外にする、免疫と呼ばれる防御システムが存在する。この免疫力が低下すると、人は感染を引き起こしやすくなるなど、健康を保てなくなる。本研究では、周波数 2.45GHz のマイクロ波に対する細胞学的影響評価の一環として、1 ならびに 10W/kg の SAR で電波ばく露を行い、免疫細胞の基本的な機能であるサイトカイン分泌特性に対して ELISA 法を実施し、電波が細胞の免疫機能に影響を与えないかどうかについて検討した。

U937 細胞及び、Jurkat 細胞を用いて、2.45GHz 電波の 4 時間連続ばく露（SAR：1、10W/kg）を行い、ELISA 法によって免疫細胞から産生される各種サイトカイン量への影響を検討した。これらの条件での、電波ばく露によって、いずれの細胞から分泌されたサイトカインにおいても、統計学上有意な差は見られなかった。本研究結果からは、細胞のサイトカイン産生を指標とした電波ばく露の影響は観察されなかったが、今後、今回検討しなかったサイトカインや貪食能など、さらに細胞の免疫機能への影響評価を進める予定である。

## 千年居住圏

### 東アジアの木の文化 国内外での研究経過

田鶴寿弥子<sup>1</sup>、Mechtild Mertz<sup>1</sup>、杉山 淳司<sup>1</sup>、柳川 綾<sup>2</sup>、吉村 剛<sup>2</sup>

京都大学・生存圏研究所

<sup>1</sup> バイオマス形態情報学分野

<sup>2</sup> 居住圏環境共生分野

#### 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：金 南勲（江原大学校・森林環境科学科）

李 元熙（慶北大学・林産工学科）

高妻 洋成（奈良文化財研究所）

田鶴 寿弥子（京都大学・生存圏研究所）

Mechtild Mertz（京都大学・生存圏研究所 客員研究員）

柳川 綾（京都大学・生存圏研究所）

吉村 剛（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

千年居住圏、樹種識別、新しい分析手法、木材保存

ミッション1：環境計測・地球再生

ミッション4：循環型材料開発、持続的生活圏

#### 3. 研究概要

日本国内での木質文化財調査として、旧園田家住宅（石川県）用材の樹種識別調査、国宝朝光寺本堂（兵庫県）用材の樹種識別調査、総持寺祖院（石川県）用材の樹種識別調査ならびに年代測定、松尾大社（京都府）における神像の樹種識別調査、与謝野町（京都府）一帯における神像・狛犬の樹種識別調査、滋賀県地域における神像・狛犬樹種識別調査を行った。また、指定文化財木彫像の9点の鑑定（美術院 国宝修理所、京都国立博物館、奈良国立博物館）を完了した。



8月3日生存圏研究所にて、「東アジアの木の文化」と題する日韓文化財関連国際共同研究ワークショップを開催した(図1)。江原大学教授金教授との共同研究として、韓国産のアカマツの中でも材質にすぐれる黄腸木の解剖学と耐久性に関する研究を開始した。また慶北大学李教授との共同研究として、韓国世界文化遺産海印寺所蔵、八萬大藏経に使用された木材の材質調査のための非破壊調査法の検討を開始した。X線関連の分析にあたっては九州国立博物館今津氏(文化財用大型CT装置、9月10日に実験開始)とソウル大学李教授(10月29日-11月3日杉山が特別講義ならびに共同研究実施にソウル大訪問)との共同研究を開始した。また8月3日韓国江原大学校山林環境科学大学との間でMOUを締結した。

所内客員研究員 Mechtild Meltz

博士との共同研究でチベットシッキム地域の寺院用材の調査を11月4日より12月2日の予定で実施した。H25年2月、インド林業研究所のサンギッタ博士を招聘し、第12回木の文化「木の文化へのいざない -インド・東ヒマラヤ」を主催すると同時に、インド産木材の樹種識別に関する共同研究を実施した。

最後に、ベトナムハノイ市内の12世紀の遺跡、タンロン遺跡より出土する木材の樹種識別と保存に関する、ベトナム林業大学、奈良文化財研究所、生存圏研究所間の共同研究が開始した、11月にはフン准教授が来室し、1月には高妻、杉山がベトナム林業大学を訪問し、特別講演と学生指導の方針について話会うとともに、タンロン遺跡現地における木材保存状態の調査ならびに指導を行なった。

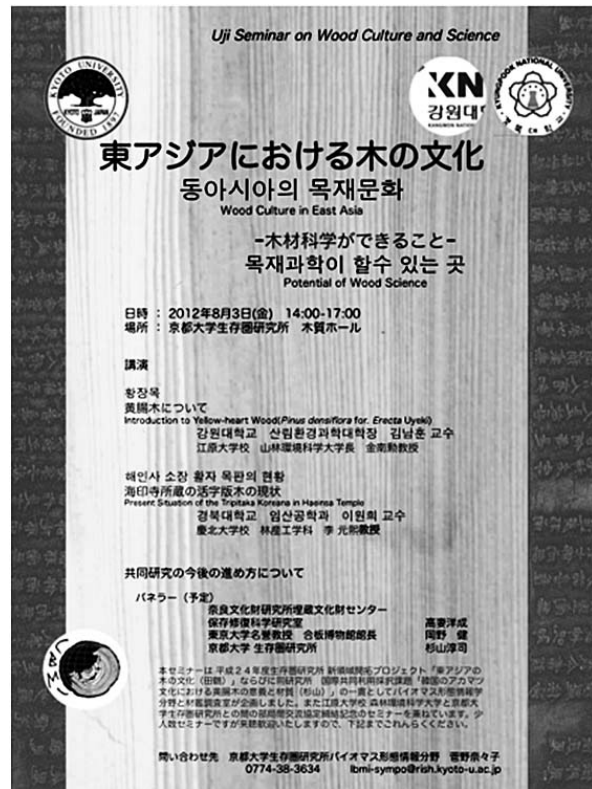


図1 「東アジアの木の文化」と題する日韓共同研究ワークショップのポスター。

## 生存圏における放射性物質の動態解明と低減を目指した 新技術開発

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）

伊藤 嘉昭（京都大学 化学研究所）

徳田 陽明（京都大学 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

東日本大震災、原発事故、除染、農業再生

ミッション1：環境計測・地球再生

### 3. 研究概要

本研究は、生存圏研究所の新規ミッションの一つとして、福島原発近郊（避難区域以外の比較的汚染度の高い地域）にて実際に放射性セシウムで汚染された土壌の効率的な除染技術、及び、農作物への低吸収技術の提案を目的とする。本テーマでは福島県農業総合センターと緊密に連携し、実際の汚染土壌を用いて技術の実証研究を行う。申請者らのグループは、昨年度から微細気泡水を用いて放射性セシウム汚染を除染する技術や、非放射性セシウム水溶液を用いて水耕栽培したダイズに関し、葉、茎、種子などの各組織におけるセシウム蓄積部位について検討を行ってきた。これまでの研究経緯として、第191回（2012年1月）および第215回（2012年11月）生存圏シンポジウム「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」における議論を踏まえ、新規ミッションとして重要テーマとするべく、福島県農業分野の復旧・復興への貢献に軸足をシフトしつつある。具体的には、代表者上田義勝、徳田陽明によるナノバブル水等による除染技術と、杉山暁史、伊藤嘉明による蛍光X線を利用した高分解能蓄積部位解析を統合的に活用し、学内での連携研究として化学研究所とも共同で、福島県農業センターとの緊密な連携の下で支援事業を行う。

## 超高層大気観測用超小型衛星群の設計

山本 衛

京都大学・生存圏研究所

### 1. 研究組織

代表者氏名：山本 衛（京都大学・生存圏研究所）

共同研究者：斎藤昭則（京都大学・理学研究科）

坂野井健（東北大学・理学研究科）

Roland Tsunoda（米国 SRI International）

Sri Kaloka（インドネシア航空宇宙庁）

Timbul Manik（インドネシア航空宇宙庁）

### 2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

キーワード：大気圏、宇宙圏、宇宙天気

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. 研究概要

当研究所では MU レーダー、赤道大気レーダー（Equatorial Atmosphere Radar; EAR）を中心とし、国内外の大学・研究機関と協同して地球大気の地上観測網を設置し研究を推進してきた。EAR は 2001 年の完成から現在まで、インドネシア航空宇宙庁（LAPAN）を運営のカウンターパートとし、赤道大気の長期連続観測を実施してきた。現在は、文部科学省科学技術戦略推進費（国際共同研究の推進）「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」（平成 22～24 年度の 3 年計画）（以下では「インドネシア宇宙天気」と呼ぶ）を得て超高層大気の研究を推進している。

インドネシアを初めとする東南アジア地域で超高層大気を共同研究する上で最近感じられるのが、各国の宇宙開発への熱意である。当研究所では地上観測網を中心として大気研究を推進してきたが、これを一段と発展させる手段として超小型衛星を活用することを考え始めた。一方で LAPAN は同国の宇宙開発を推進中であり、衛星の活用方法を求めている。そこで本課題では、超小型衛星を用いた超高層大気観測を新しい研究シーズとして捉え、LAPAN と共同で実現可能な計画を策定する。具体的には、SATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力）に提案することを目指している。更に本課題は、例えば新しい環境観測衛星構想に発展することもあり得る。つまり本課題は、当研究所全体にとっても新しい研究シーズ開拓としての重要性が高いと考えられる。

# 構造制御セルロースによる新規バイオマテリアル開発研究

今井 友也

京都大学・生存圏研究所

## 1. 研究組織

代表者氏名： 今井友也（京都大学生存圏研究所）  
共同研究者： 杉山淳司（京都大学生存圏研究所）  
堀川祥生（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

セルロース生合成、膜タンパク質複合体、高次構造制御

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

セルロースは、水系溶媒中では、複数のセルロース分子が集合した状態で通常存在する。高分子は一般に、その分子集合体の構造が変化すると、物性も様々に変化する。セルロースの場合、セロファンやレーヨンにその例を見ることができる。これらのセルロース材料は再生セルロースとも呼ばれ、セルロース（パルプ）の溶解・再生の過程を経て作られる。そして優れた透析能や、滑らかな光沢のある風合いなど、天然セルロースとは異なる性質を持つ。

一方、天然のセルロースは生物の細胞膜で合成される。そこには溶解・再生の過程は存在せず、高分子量化の過程の直後に構造形成過程が存在すると考えられている。そして大変興味深いことに、ほぼ例外なく I 型結晶かつ微小繊維（マイクロフィブリル）の形態を持つことから、セルロース合成酵素には、特殊な構造形成機構が存在すると推察される。したがって、その機構の実体に変異を導入することができれば、分子集合構造の改変が原理上可能となる。そこで本研究課題では、組換え体セルロース合成酵素を使ったセルロース合成系の開発を行い、部位特異的変異を導入した合成酵素を使用することで、*de novo* 構造制御による新規セルロース性材料の開発を目指す。

また、自由な構造制御のためには、上述の「特殊な構造形成機構」を解明することが重要となる。そこで、セルロース合成酵素の生化学的・生物物理学的研究という観点も含めて、総合的に研究を進める。

# 木質系炭素電極を用いた静電容量型脱イオン法による土壌・地下水の放射性汚染低減の試み

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：本間千晶（北海道立総合研究機構林産試験場）

P. M. Biesheuvel（ワーゲニンゲン大学・環境技術科）

## 2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

土壌・地下水、放射線汚染の低減、木質系多孔質炭素電極、静電容量型脱イオン法、放射性核種

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

東日本大震災以降の原子力発電事故により福島県やその周辺で広範囲に放射性物質が拡散し、生活圏に多大な影響が出ている。土壌や地下水中のセシウムのような放射性核種を減少させるため、静電容量型脱イオン(CDI)法を用いた放射性汚染の低減を提案する。CDI法では海水からイオンを回収した後、電圧を減少することによってイオンを再回収し少量のイオンとして放出する。一方、多孔質炭素電極は使用後再生され、再び使用に供することができるので新たな公害源とはならない。ここでは、木質系多孔質炭素電極をCDI法に適用できるかどうかの予備的検討を行った。スギ炭で1.2Vの電圧をかけたところ、異なる種類のサンプルで、イオン吸着容量は最大値0.56mg/g、充電効率は最大値0.49であった。これらの値は文献値の炭素電極と比較して小さく、実用に供するためには木質系炭素電極の電気伝導度をもっと向上させるための工夫が必要であることがわかった。一方、鉛イオン吸着後に処理物表面に形成される金属錯体の微細構造を調べたところ、カルボキシル基等イオン交換性官能基が多量に存在しており、それらの官能基と鉛イオンが塩形成等により化学的に結合することが示された。鉛イオンで得られたこれらの結果はセシウムイオンにも適用可能であることから、セシウムイオンの吸着についても同様の結果が得られることが示唆される。

## 境界層レーダーLQ7の観測高度範囲拡大

橋口 浩之

京都大学・生存圏研究所

### 1. 研究組織

代表者氏名：橋口 浩之（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：山本 衛（京都大学 生存圏研究所）

山本 真之（京都大学 生存圏研究所）

川村 誠治（情報通信研究機構）

### 2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

大気境界層、大気運動、大気質

ミッション1：環境計測・地球再生

### 3. 研究概要

地上から高度 2km 程度までの大気の最下層は大気境界層と呼ばれ、人間生活にも直接関係する重要な領域である。信楽 MU 観測所設置の境界層レーダーLQ7(図1)は大気境界層を含む高度数 km までの風速を観測するための周波数 1.3GHz の小型レーダーである。雨や雲のない透明な大気の動きを知る上で有用であるため、新領域開拓研究の課題「大気質の安心・安全」の観測にも一部利用されているが、観測領域が地表に近いと、送信アンテナからほぼ横向きに漏れ出す弱い電波が周辺の山や建物に当たって強いエコー（クラッタエコー）を生じ、観測対象である大気乱流エコーを遮ってしまうという問題がある。本課題では、すでに利用が終わった情報通信研究機構の LQ7 用クラッタフェンスを信楽 MU 観測所に移設して、LQ7 の観測能力を向上させ、共同利用課題や「大気質」課題における大気微量成分の輸送の定量的把握に資することを目的とする。



図 1. 信楽 MU 観測所に設置の境界層レーダーLQ7

## 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-

篠原 真毅

京都大学・生存圏研究所

### 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：檜村 京一郎（京都大学・生存圏研究所）

佐藤 元泰（中部大学・工学部）

吉川 昇（東北大学・環境科学研究科）

堀越 智（上智大学・理工学部物質生命理工学科）

### 2. 新領域開拓のキーワードと関連ミッション

フラッグシップ共同研究「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」に関連する。

キーワード：マイクロ波利用、マイクロ波化学、災害復興

### 3. 研究概要

本研究は生存圏研究所のフラッグシップ共同研究「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」に関連し、今年度から京都大学、中部大学、東北大学、上智大学ら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「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-」として推進したものである。本研究はマイクロ波加熱炉による、瓦礫の無害化・再資源化処理に関する研究である。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以下の効果を期待する。

- (1) 無害化を促進、コンクリート廃材再生可能なセメント原料および安全な埋め立て用資材化する。コンクリート廃棄物に含まれるアスベスト類を加熱処理することで、再生セメント原料や二次汚染を気にすることのない埋め立て用の資材にする
- (2) 利用不可能な木材・燃料，即ちハイブリッド加熱処理の前段燃焼炉熱源として活用する。



- (3) 非飛散性アスベストの無害化・塩分含有有機物の燃焼によって生じるダイオキシンを迅速に無害化する。
- (4) 事例の緊急に鑑み、法令と関連当局の認可のもとに、迅速に無害化処理を開始し、その有効性を実証する。

本計画では、これまでに研究者らが実証してきた新技術を結集し、高効率で迅速に廃棄物を無害化・減容できる設備を構築運用するための研究である。

## 植物由来気体テルペンの酸性表面への沈着メカニズム

江波 進一

京都大学・白眉センター

### 1. 研究組織

代表者氏名： 江波 進一（京都大学・白眉センター）  
共同研究者： 塩谷 雅人（京都大学・生存圏研究所）  
高橋 けんし（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

大気質、大気圏、生物圏

ミッション1：環境計測・地球再生

### 3. 研究概要

地球の気候変動を正しく理解・予測するためには大気圏と生物圏の複雑な相互作用を解明する必要がある。生物圏から年間数百 Tg という膨大な量が放出されているテルペンは、その反応性の高さから容易に大気エアロゾルを生成し、また大気中の  $\text{HO}_x$  濃度に重要な影響を与えている。しかし、その大気での消失過程には未知のファクターが多い。近年、フィールド観測によって相当量のテルペンが植物表面に乾性沈着している可能性が示唆されている。この場合、現在見積もられているテルペンの放出量は過大評価されていることになる。筆者は新規気液界面反応測定装置を用いて、気体の  $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、リモネンがどのように酸性表面に吸着・変質するかを調べた。その結果、これらのテルペンは pH4 以下の水の表面に吸着し、気液界面でオリゴマー化することが明らかになった。pH4 以下の弱酸性表面は実際の森林に存在しており、この反応が気体テルペンの未知のシンクになっている可能性がある。本研究で得られた取り込み係数から推測される実際の森林大気における影響度を評価した。

## MU レーダー/赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会

委員長 山本 衛 (京都大学生存圏研究所)

### 1. 共同利用施設および活動の概要

#### 1. 1. 概要

信楽 MU 観測所は、滋賀県甲賀市信楽町神山の国有林に囲まれた山中に 1982 年に開設された。観測機器の中核を担う MU レーダー (中層・超高層大気観測用大型レーダー; Middle and Upper atmosphere radar) (図 1)は、アジア域最大の大気観測用大型レーダーであり、高度 2 km の対流圏から、高度 400 km の超高層大気(熱圏・電離圏)にいたる大気の運動、大気循環を観測する。1984 年の完成以来、全国共同利用に供され、超高層物理学、気象学、天文学、電気、電子工学、宇宙物理学など広範な分野にわたる多くの成果を上げている。MU レーダーの最大の特徴は、アンテナ素子毎に取り付けた小型半導体送受信機 (合計 475 個) を個別制御することにより、1 秒間に 2500 回という高速でレーダービーム方向を変えることが可能であり、また、25 個のサブアレイアンテナに分割して使用することも可能である点である。こうした柔軟なシステム設計のため、大型大気レーダーとしての感度は世界 4-5 番目ではあるものの、開発後 30 年近くを経た今も世界で最も高機能な大型大気レーダーとして活躍を続けている。なお、MU レーダーシステムには、レーダー、計算機工学の進歩に合わせ最新のレーダー観測技術を導入しシステム拡充が行なわれている。1992 年に「実時間データ処理システム」、1996 年に「高速並列レーダー制御システム」、2004 年に「MU レーダー観測強化システム」が導入された。特に、MU レーダー観測強化システムでは、空間領域及び周波数領域の柔軟なレーダーイメージング観測が可能となった。



図 1: 信楽MU観測所全景 (左) と MU レーダーアンテナアレイ(右上)、MU レーダー観測強化システムで導入された超多チャンネルデジタル受信機 (右下)。

一方、赤道大気観測所はインドネシア共和国西スマトラ州の赤道直下に位置しており、本研究所の重要な海外拠点として、国内外の研究者との共同研究によって生存圏の科学を推進するという大きな役割を担っている。同時にインドネシアおよび周辺諸国における研究啓発の拠点として、教育・セミナーのための利用も想定される。観測機器の中核を担う赤道大気レーダー (Equatorial Atmosphere Radar; EAR) (図 2)は平成 12 年度末に完成した大型大気観測用レーダーであり、MU レーダーと比べて最大送信出力が 1/10 であるものの、高速でビームを走査することが可能である。運営はインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) との協力関係のもとに進められている。平成 13~18 年度には、EAR を中心として赤道大気の地表面から宇宙空間に接する領域までの解明を目指した科研費・特定領域研究「赤道大気上下結合」を実施し、事後評価において最高位の評価結果：A+ (期待以上の研究の進展があった) を得た。現在では図 1 のように観測装置が充実した総合的な観測所に成長している。平成 17 年度から全国国際共同利用を開始した。平成 22 年 7 月からは、科学技術戦略推進費(旧 科学技術振興調整費)「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」課題(22~24 年度)が実施されており、対流圏・下部成層圏・電離圏の切替観測を標準的に実施している。

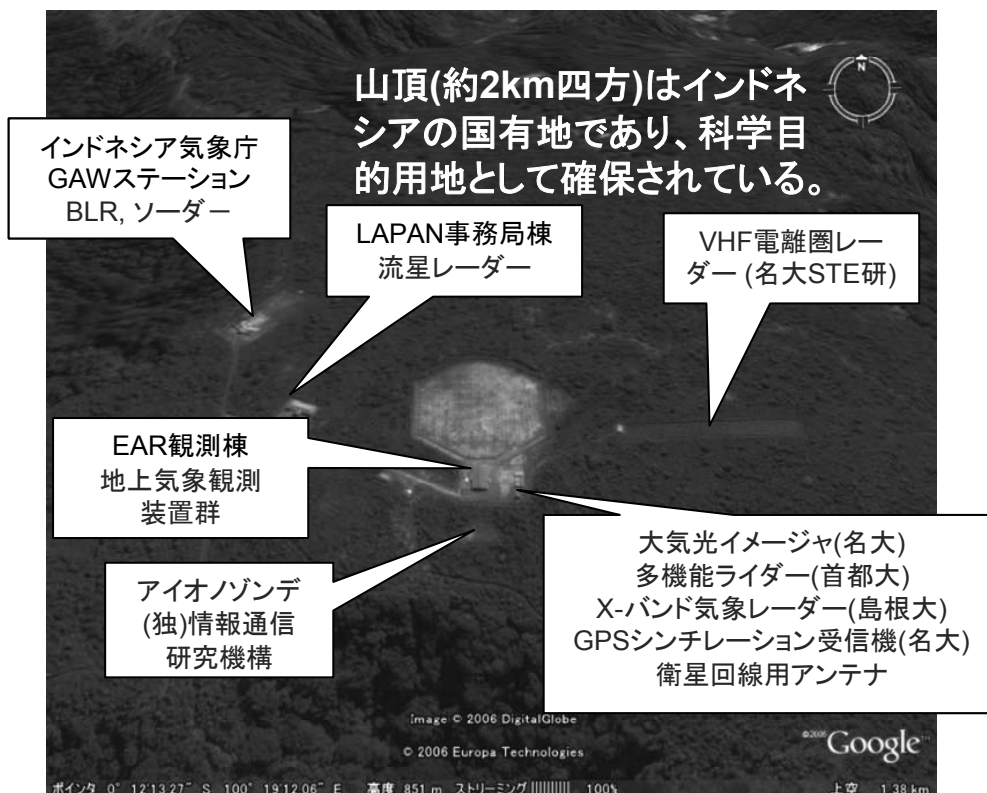


図 2 赤道大気レーダー (中央) を含む観測所全景と観測装置群

これまで異なる共同利用専門委員会を組織し、課題の審査やレーダー運用等の議論を行ってきたが、近年、MU レーダーを使って開発された周波数イメージング等の観測技術が赤道大気レーダーに応用されるなど、両共同利用で密接に関連する課題も増えてきている。

また、現在、南極昭和基地に PANSY レーダーの建設が進められており、また、北極域アンドローヤには MAARSY レーダーが完成し、インドガダンキ MST レーダーでもアクティブフェーズドアレー化の改良が計画されるなど、MU レーダー・EAR タイプのレーダーシステムのネットワークができつつある。今後、MU レーダー・EAR を含むこれらのレーダーの連携した研究をより積極的に推進し、また委員会の効率的な運営を図るため、2012年6月に両委員会を統合し、MU レーダー/赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会を発足した。

#### 1. 2. 共同利用に供する設備

MU レーダー、赤道大気レーダー、アイオノゾンデ、地上気象観測器（気圧・気温・湿度・風速・降水強度・降雨粒径分布）、レイリー・ラマン・ミーライダー、流星レーダー、境界層レーダー、マイクロレインレーダー、シーロメータ

#### 1. 3. 共同利用の公募

共同利用の公募は年2回としており、ホームページ (<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/mu+ear/>) に掲載すると共に、各種メーリングリストでも案内している。専門委員会において、応募課題の審査や MU レーダー・EAR の運営状況について議論し、観測時間の割当て等を行う。国際的な共同研究プログラムからの観測依頼など、緊急を要する場合は専門委員長が採否を決定する。必要に応じて電子メールベースで委員に回議する。

#### 1. 4. 運営と予算状況

特殊観測装置である MU レーダーの運用は、製造メーカーへの業務委託により行われており、観測所の維持を含めた運営費は附属施設経費・装置維持費・特別教育研究経費の一部が充てられている。運営費は決して充分でないため、共同利用者の希望よりも運用時間を削らざるを得ないのが実情である。EAR の運営はインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) との MOU に基づき共同で行なっており、例えば現地オペレーターには LAPAN 職員が就いている。その他の運営費は日本側の負担であり、装置維持費と特別教育研究経費の一部が充てられている。EAR の運営費も決して充分ではないため、時々競争的資金を活用している。

### 2. 共同利用研究の成果

○MU レーダーによるイメージング観測

2004年に「MU レーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージング(映像)により、分解能が飛躍的に向上した観測が可能となっている。MU レーダーのレンジイメージングとレイリーライダーやラジオゾンデを併用した観測キャンペーンにより、乱流の動態が明らかになりつつある(Luce・橋口・矢吹他)。RASS 観測へのレンジイメージングの適用

やサンプルシフト機能を活用した、高分解能での気温・水蒸気プロファイル観測の開発も行われている(古本・津田他)。また、MU レーダーで開発されたイメージング観測技術を赤道大気レーダーや小型のウィンドプロファイラーに応用する試みも行われている(山本(真)・中城・橋口他)。

#### ○MU レーダーによる中間圏・電離圏観測

ろくぶんぎ座、りゅう座、ふたご座などの流星群の集中観測が実施され、ヘッドエコー観測による軌道決定など、その実態解明が進められている(阿保・中村他)。流星が中間圏・下部熱圏領域の金属層に与える影響についても研究されている(江尻・中村他)。国際宇宙ステーションからの超高層大気撮像観測(ISS-IMAP)とMU レーダーによるFAI やIS 同時観測も開始されている(齊藤(昭)・山本(衛)他)。

#### ○熱帯性降雨に関する研究

赤道域では、強い日射と豊富な水蒸気量に伴い降水量が非常に多いため、降雨に関する研究が数多く行なわれている。EAR・X 帯気象レーダー・地上降雨の長期データ解析による対流システムの階層構造の研究(柴垣他)、EAR・境界層レーダー・ディストロメータによる降雨粒径分布の研究(Marzuki・古津・Findy 他)、EAR・ライダーによる層状性降水特性の研究(山本(真)・阿保他)、X 帯気象レーダーを用いた衛星回線降雨減衰統計に関する研究(前川他)などが行われている。

#### ○ライダーによる対流圏・成層圏・中間圏の観測

高機能ライダーが設置されており、対流圏から成層圏にかけてのエアロゾル層、目に見えない薄い巻雲が長期間連続に観測され、EAR との比較研究が行われている(阿保・山本(真)他)。レイリーライダーによる成層圏～中間圏領域及びラマンライダーによる対流圏上部～成層圏領域の気温分布や、中間圏上部に存在する金属原子層の観測が行われ、赤道域における非常に貴重なデータを提供している。対流圏界面領域のオゾン分布の高分解能観測も開始された(長澤・阿保・柴田他)。

#### ○電離圏イレギュラリティの研究

磁気赤道を中心として低緯度電離圏にはプラズマバブルと呼ばれる強い電離圏イレギュラリティ(FAI)が発生し、衛星＝地上間の通信に大きな悪影響を与える。EAR・大気光イメージャ・ファブリペロー干渉計・GPS 受信機・VHF レーダー・イオノゾンデを駆使した研究が展開中である(山本(衛)・大塚・塩川・長妻他)。例えば、昼間の高度130～170km付近に出現するFAI エコーの特性などが研究されている(大塚・塩川他)。また、赤道スプレッドFの太陽活動極小期における特徴が、C/NOFS 衛星データも併用して研究されている(横山・Pfaff 他)。

### 3. 共同利用状況

下表に示すとおり、MU レーダーの利用件数は 50～60 件程度、EAR のそれは 20～30 件程度で順調に推移している(図 3・4)。統合後は 100 件を越えており、今後も活発な共同利用研究が行われると期待される。また国際共同利用を実施しており、特に EAR は約 3 割が国際共同利用課題である。平成 19 年度からは毎年度に赤道大気レーダーシンポジウムを開催しており、平成 24 年度には 8 月 30～31 日に MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウムを開催した。なお、観測データのうち標準観測については観測後直ちに、その他の観測については 1 年を経過したデータを「生存圏データベース共同利用」の一環として共同利用に供している。

表 MUR/EAR 共同利用状況

年度 (平成)		16	17	18	19	20	21	22	23	24
採択 課題数*	MUR	48 (0)	48 (2)	54 (6)	49 (2)	59 (8)	54 (10)	51 (5)	52 (8)	104 (27)
	EAR		21 (4)	22 (2)	33 (9)	34 (10)	30 (9)	25 (7)	26 (9)	
共同利 用者数 **	MUR	223	162	102	215	310	261	292 学内 103 学外 189	267 学内 122 学外 145	580 学内 233 学外 347
	EAR		108	165	205	214	190	156 学内 42 学外 114	167 学内 48 学外 119	

\* ( )内数字は国際共同利用課題数

\*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

### 4. 専門委員会の構成及び開催状況 (平成 24 年度)

#### 委員会の構成

山本衛(委員長、京大 RISH)、橋口浩之(副委員長、京大 RISH)、津田敏隆(京大 RISH)、塩谷雅人(京大 RISH)、矢野浩之(京大 RISH)、吉村剛(京大 RISH)、高橋けんし(京大 RISH)、古本淳一(京大 RISH)、山本真之(京大 RISH)、家森俊彦(京大理)、佐藤亨(京大情報)、塩川和夫(名大 STE 研)、高橋正明(東大大気海洋研)、長澤親生(首都大)、中村卓司(国立極地研)、廣岡俊彦(九州大理)、藤吉康志(北大低温研)、村山泰啓(情報通信研究機構)、山中大学(海洋研究開発機構)、大塚雄一(名大 STE 研)、下舞豊志(島根大)、齋藤享(電子航法研)

国際委員(アドバイザー) A. K. Patra (インド NARL)、Robert D. Palmer (米オクラホマ大)、Thomas Djameludin (インドネシア LAPAN)

平成 24 年 5 月 14 日に MU レーダー専門委員会を、11 月 16 日に MU レーダー/赤道大気レーダー専門委員会を開催し、申請課題の選考などを行った。

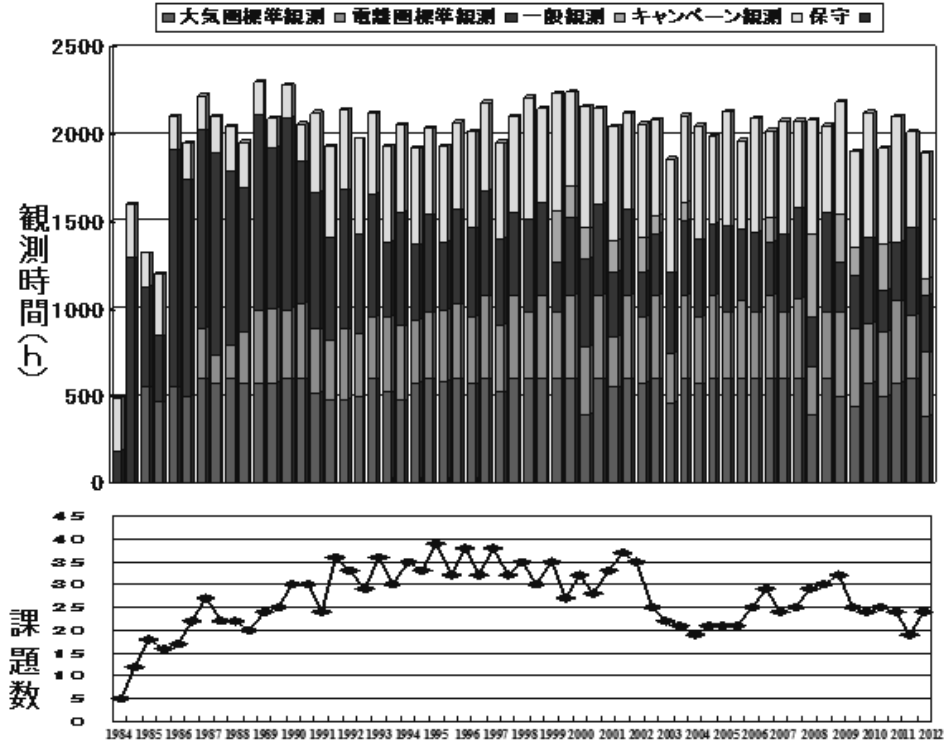


図 3. MU レーダー観測共同利用の観測時間及び課題数の年次推移

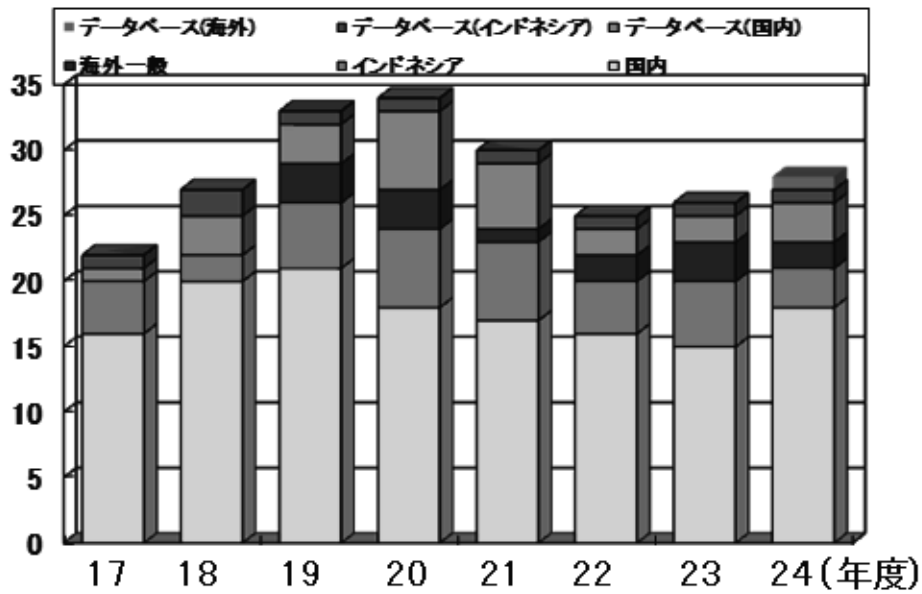


図 4. 赤道大気レーダー (EAR) 観測共同利用の課題数の年次推移



## 論文リスト

### ・修士論文

- 松田真, Development of a scanning Raman lidar for observing the spatio-temporal distribution of water vapor (水蒸気量の時空間分布観測のための走査型ラマンライダーの開発), 平成 24 年度京都大学情報学研究科通信情報システム専攻修士論文.
- 濱口良太, 大気環境変動の統計解析システムの開発に関する研究, 平成 24 年度京都大学情報学研究科通信情報システム専攻修士論文.
- 藤田俊之, コンフィギュラブルな大気レーダー用ソフトウェア受信機の開発, 京都大学情報学研究科通信情報システム専攻修士論文.
- 埤下翔, MU レーダー高時間分解能観測に基づいた積雲対流の研究, 平成 24 年度大阪電気通信大学修士論文.
- 浅越章宏, 2 周波大気レーダによる赤道域雨滴粒径分布プロファイル推定: MJO・SCC 通過に伴う特性変化, 平成 24 年度島根大学総合理工学部修士論文.
- 稲田一輝, MRR 観測及びモデル計算に基づく融解層の等価レーダ反射因子特性, 平成 24 年度島根大学総合理工学部修士論文.

### ・学士論文

- 塚本実奈, 六ヶ所村ウィンドプロファイラーで観測されたヤマセの事例解析, 平成 24 年度弘前大学理工学部地球環境学科学士論文.
- 和田幸恵, ウィンドプロファイラーとラジオゾンデの同時観測に基づく気球の運動の流体力学的考察, 平成 24 年度弘前大学理工学部地球環境学科学士論文.
- 佐藤大樹, 国際宇宙ステーションからの超高層大気撮像観測: 630nm 大気光変動の観測, 平成 24 年度名古屋大学工学部学士論文.
- 山本拓矢, ウィンドプロファイラレーダーによる福井県嶺北地方海岸地域における水平風観測に関する研究, 平成 24 年度福井工業大学電気電子情報工学科学士論文.
- Liu Yutong, ライダーによる大気中微小粒子の検出法に関する研究, 平成 24 年度京都大学工学部学士論文.
- 伊中茂, ウィンドプロファイラの側方放射を利用した水蒸気推定手法に関する研究, 平成 24 年度京都大学工学部学士論文.
- 阪本洋人, 産学連携に基づく比良おろしの実態解明に向けた観測データベースの構築, 平成 24 年度京都大学工学部学士論文.
- 岩本広之, ウィンドプロファイラで観測された熱帯降水雲に関する研究, 平成 24 年度大阪電気通信大学学士論文.
- 紺谷大祐, ウィンドプロファイラ観測に基づいた台風の鉛直構造の研究, 平成 24 年度大阪電気通信大学学士論文.
- 長山幸平, 赤道大気レーダー上層高度データの風速推定に関する研究, 平成 24 年度大阪電気通信大学学士論文.
- 山内健, MU レーダー観測に基づいた降雨落下速度の推定, 平成 24 年度大阪電気通信大学学士論文.
- 小山基樹, 融解層における等価レーダ反射因子の高度プロファイル特性と雨滴粒径分布の関係, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.
- 佐藤佑介, 3 周波衛星搭載降雨レーダによる雨滴粒径分布推定, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.
- 渡邊祐里子, レーダ降雨強度推定のための雨滴粒径分布モデル化, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.

- 木上祐輝, スマトラにおける TRMM/PR Ver7 データと地上降雨レーダー観測データとの比較, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.
- 末廣匡祥, MRR(マイクロレインレーダ)を用いた松江における降雨鉛直構造の解析, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.
- 松田真海, 簡易全天カメラの製作および得られた全天雲画像による小規模大気波動の抽出, 平成 24 年度島根大学総合理工学部学士論文.

・ 学術論文誌

- Marzuki, Walter L. Randeu, T. Kozu, T. Shimomai, M. Schonhuber, and H. Hashiguchi, Estimation of raindrop size distribution parameters by maximum likelihood and L-moment methods: Effect of discretization, *Atmos. Res.*, 112, 1-11, doi:10.1016/j.atmosres.2012.04.003, 2012.
- Patra, A. K., P. P. Chaitanya, N. Mizutani, Y. Otsuka, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, A comparative study of equatorial daytime vertical  $E \times B$  drift in the Indian and Indonesian sectors based on 150 km echoes, *J. Geophys. Res.*, 117, A11312, doi:10.1029/2012JA018053, 2012.
- Sudarsanam, Tulasi Ram, M. Yamamoto, B. Veenadhari and Sandeep Kumar, Corotating Interaction Regions (CIRs) at sub-harmonic solar rotational periods and their impact on Ionosphere-Thermosphere system during the extreme low solar activity year, 2008, *Indian Journal of Radio and Space Physics*, 2011-SP-IJRSP-001, 41, 294-305, 2012.
- Thampi, S. V. and M. Yamamoto, Evolution of plasma bubbles over Vietnam region observed using the CERTO beacon on 1 board C/NOFS satellite, *Indian Journal of Radio and Space Physics*, 2011-SP-IJRSP-004, 41, 233-239, 2012.
- Hamada J.-I., S. Mori, H. Kubota, M. D. Yamanaka, U. Haryoko, S. Lestari, R. Sristoyowati and F. Syamsudin, Interannual rainfall variability over northwestern Jawa and its relation to the Indian Ocean dipole and El Nino southern-oscillation events. *SOLA*, 8, 69-72, 2012.
- Kamimera, H., S. Mori, M. D. Yamanaka and F. Syamsudin, Modulation of diurnal rainfall cycle by the Madden-Julian oscillation based on one-year continuous observation with a meteorological radar in west Sumatera. *SOLA*, 8, 111-114, 2012.
- 山口弘誠, 金原知穂, 中北英一, X バンド偏波レーダーを用いた雨滴粒径分布とその時空間構造及び降水量の推定手法の開発, *土木学会論文集 B1 (水工学)*, 68, I\_367-I\_372, 2012.
- Otsuka, Y., K. Shiokawa, M. Nishioka, and Effendy, VHF Radar Observations of Post-Midnight F-Region Field-Aligned Irregularities over Indonesia during Solar Minimum, *Indian Journal of Radio and Space Physics*, 41, 199-207, 2012.
- Otsuka, Y., K. Shiokawa, and T. Ogawa, Disappearance of equatorial plasma bubble after interaction with mid-latitude medium-scale traveling ionospheric disturbance, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L14105, doi:10.1029/2012GL052286, 2012.
- Nishioka, M., Y. Otsuka, K. Shiokawa, T. Tsugawa, Effendy, P. Supnithi, T. Nagatsuma, and K. T. Murata, On post-midnight field-aligned irregularities observed with a 30.8-MHz radar at a low latitude: Comparison with F-layer altitude near the geomagnetic equator, *J. Geophys. Res.*, 117, A8, A08337, doi:10.1029/2012JA017692, 2012.
- Fukushima, D., K. Shiokawa, Y. Otsuka, and T. Ogawa, Observation of equatorial nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances in 630-nm airglow images over 7 years, *J. Geophys. Res.*, 117, A10324, doi:10.1029/2012JA017758, 2012.
- Otsuka, Y., Seasonal and Local Time Variations of E-Region Field-Aligned Irregularities Observed with 30.8-MHz Radar at Kototabang, Indonesia, *International Journal of Geophysics*, 2012, 695793, doi:10.1155/2012/695793, 2012.

- Tsujii, T., T. Fujiwara, T. Kubota, C. Satirapod, P. Supnithi, T. Tsugawa, and H. Lee, Measurement and simulation of equatorial ionospheric plasma bubbles to assess their impact on GNSS performance, *Journal of Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 30, 2012.
- Ogawa, T., N. Nishitani, T. Tsugawa, and K. Shiokawa, Giant ionospheric disturbances observed with the SuperDARN Hokkaido HF radar and GPS network after the 2011 Tohoku earthquake, *Earth, Planets, and Space*, 64, 1295-1307, 2012.
- Tulasi Ram, S., N. Balan, B. Veenadhari, S. Gurubaran, S. Ravindran, T. Tsugawa, H. Liu, K. Niranjana, and T. Nagatsuma, First observational evidence for opposite zonal electric fields in equatorial E and F region altitudes during a geomagnetic storm period, *J. Geophys. Res.*, 117, A09318, doi:10.1029/2012JA018045, 2012.
- Nishioka, M., Y. Otsuka, K. Shiokawa, T. Tsugawa, Effendy, P. Supnithi, T. Nagatsuma, and K. T. Murata, On post-midnight field-aligned irregularities observed with a 30.8-MHz radar at a low latitude: Comparison with F-layer altitude near the geomagnetic equator, *J. Geophys. Res.*, 117, A08337, doi:10.1029/2012JA017692, 2012.
- Maruyama, T., T. Tsugawa, H. Kato, M. Ishii, and M. Nishioka, Rayleigh wave signature in ionograms induced by strong earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 117, A08306, doi:10.1029/2012JA017952, 2012.
- Wichaipanich, N., P. Supnithi, T. Tsugawa, and T. Maruyama, Thailand low and equatorial F2-layer peak electron density and comparison with IRI-2007 model, *Earth, Planets, and Space*, 64, 485-491, 2012.
- Watthanasangmechai, K., P. Supnithi, S. Lerkvaranyu, T. Tsugawa, T. Nagatsuma, and T. Maruyama, TEC prediction with neural network for equatorial latitude station in Thailand, *Earth, Planets, and Space*, 64, 473-483, 2012.
- Kubokawa, H., M. Fujiwara, T. Nasuno, M. Miura, M. K. Yamamoto, and M. Satoh, Analysis of the tropical tropopause layer using the onhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model (NICAM): 2. An experiment under the atmospheric conditions of December 2006-January 2007, *J. Geophys. Res.*, 117, D17114, doi:10.1029/2012JD017737, 2012.
- Yamamoto, M. K., New observations by wind profiling radars, in *Doppler Radar Observations - Weather Radar, Wind Profiler, Ionospheric Radar, and Other Advanced Applications*, J. Bech and J. L. Chau ed., 247-270, InTech, Rijeka, Croatia, ISBN:978-953-51-0496-4, doi:10.5772/37140, 2012.
- Mega, T., M. K. Yamamoto, M. Abo, Y. Shibata, H. Hashiguchi, N. Nishi, T. Shimomai, Y. Shibagaki, M. Yamamoto, M. D. Yamanaka, S. Fukao, and Timbul Manik, First simultaneous measurement of vertical air velocity, particle fall velocity, and hydrometeor sphericity in stratiform precipitation: Results from 47-MHz wind profiling radar and 532-nm polarization lidar observations, *Radio Sci.*, 47, RS3002, doi:10.1029/2011RS004823, 2012.
- Luce, H., N. Nishi, J.-L. Caccia, S. Fukao, M. K. Yamamoto, T. Mega, H. Hashiguchi, T. Tajiri, and M. Nakazato, Kelvin-Helmholtz billows generated at a cirrus cloud base within a tropopause fold/upper-level frontal system, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L04807, doi:10.1029/2011GL050120, 2012.
- Kaur M., S.K. Dhaka, V. Malik, Savita M. Datta, K.L. Baluja, A. Jain, Y.S. Sharma, A.P. Singh, S. Malik, Y. Shibagaki, H. Hashiguchi, and T. Shimomai, "Characteristics of tropospheric gravity waves using the Equatorial Atmosphere Radar at Koto Tabang (0.20S, 100.32E), Indonesia during CPEA-2 campaign," *Atmospheric Research*, 98, doi:10.1016/j.atmosres.2012.02.004, 2012.
- Luce, H., N. Nishi, J.-L. Caccia, S. Fukao, M. K. Yamamoto, T. Mega, H. Hashiguchi, T. Tajiri, and

- M. Nakazato, Kelvin-Helmholtz billows generated at a cirrus cloud base within a tropopause fold/upper-level frontal system, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L04807, doi:10.1029/2011GL050120, 2012.
- Sudarsanam, Tulasi Ram, M. Yamamoto, R. T. Tsunoda, and S. V. Thampi, "On the application of differential phase measurements to study the zonal large scale wave structure (LSWS) in the ionospheric electron content," *Radio Science*, 47, RS2001, doi:10.1029/2011RS004870, 2012.
- Suzuki, S., K. Shiokawa, Y. Otsuka, S. Kawamura, and Y. Murayama, Evidence of gravity wave ducting in the mesopause region from airglow network observations, *Geophys. Res. Lett.*, in press, doi:10.1029/2012GL054605, 2013.
- Iyemori, T., Y. Tanaka, Y. Odagi, Y. Sano, M. Takeda, M. Nose, M. Utsugi, D. Rosales, E. Choque, J. Ishitsuka, S. Yamanaka, K. Nakanishi, M. Matsumura and H. Shinagawa, Barometric and magnetic observations of vertical acoustic resonance and resultant generation of field-aligned current associated with earthquakes, *Earth Planets Space*, in press, 2013.
- Pezzopane, M., E. Zuccheretti, P. Abadi, A. J. de Abreu, R. de Jesus, P. R. Fagundes, P. Supnithi, S. Rungraengwajiake, T. Nagatsuma, T. Tsugawa, M. A. Cabrera, and R. G. Ezquer, Low-latitude equinoctial Spread-F occurrence at different longitude sectors under low solar activity, *Annales Geophysicae*, 31, 153-162, doi:10.5194/angeo-31-153-2013, 2013.
- Marzuki, H. Hashiguchi, M. K. Yamamoto, M. Yamamoto, S. Mori, M. D. Yamanaka, R. E. Carbone, J. D. Tuttle, Cloud episode propagation over the Indonesian Maritime Continent from 10 years of infrared brightness temperature observations, *Atmos. Res.*, 120-121, 268-286, doi:10.1016/j.atmosres.2012.09.004, 2013.
- 児玉安正・佐藤悠・石田祐宣・堀内征太郎・瀬古弘・津田敏隆・橋口浩之・古本淳一・東邦昭, 青森県津軽平野で行われた冬季季節風とヤマセの高層気象観測, および気象庁非静力学モデルを用いたダウンスケール再現実験, *天気*, 60, 11-20, 2013.
- Tsunoda, R. T., S. V. Thampi, T. T. Nguyen, and M. Yamamoto, On validating the relationship of ionogram signatures to large-scale wave structure, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, doi:10.1016/j.jastp.2012.11.003, in press, 2013.
- Wilson, R., H. Luce, H. Hashiguchi, M. Shiotani, and F. Dalaudier, On the effect of moisture on the detection of tropospheric turbulence from in situ measurements, *Atmos. Meas. Tech.*, in press, 2013.

・受賞

- 津川卓也, 地球電磁気・地球惑星圏学会 大林奨励賞, 2012年10月.
- 佐々木健治・中城智之・橋口浩之, 「下部対流圏レーダーで観測された大気境界層の季節変化」, 電子情報通信学会北陸支部・学生優秀論文発表賞, 電気関係学会北陸支部連合大会, 富山県立大学, 平成24年9月.

## 電波科学計算機実験装置（KDK）全国共同利用専門委員会

委員長 大村 善治（京都大学生存圏研究所）

### 1. 共同利用施設および活動の概要

電波科学計算機実験装置（KDK）は宇宙プラズマ、超高層・中層大気中の波動現象および宇宙電磁環境などの計算機実験による研究を推進させるために導入された専用計算機システムである。電波科学計算機実験装置は京都大学学術情報メディアセンターに設置されており、Cray 製 XE6 の 160 ノード（1 ノードあたり 32 コア、64 GB 共有メモリ）、GreenBlade 8000 の 32 ノード（1 ノードあたり 16 コア、64 GB 共有メモリ）、2548X の 5 ノード（1 ノードあたり 32 コア、1.5 TB 共有メモリ）および約 424 TB の補助記憶装置を使用している。また、生存圏研究所内に 190TB の容量を持つ RAID 型補助記憶装置と解析用ワークステーションを有している。

柔軟な計算機システム運用によって、大規模計算を長時間実行する環境を提供し、宇宙圏を中心とした生存圏科学において、従来の小規模な計算機実験では知り得なかった新しい知見を得ることに貢献している。

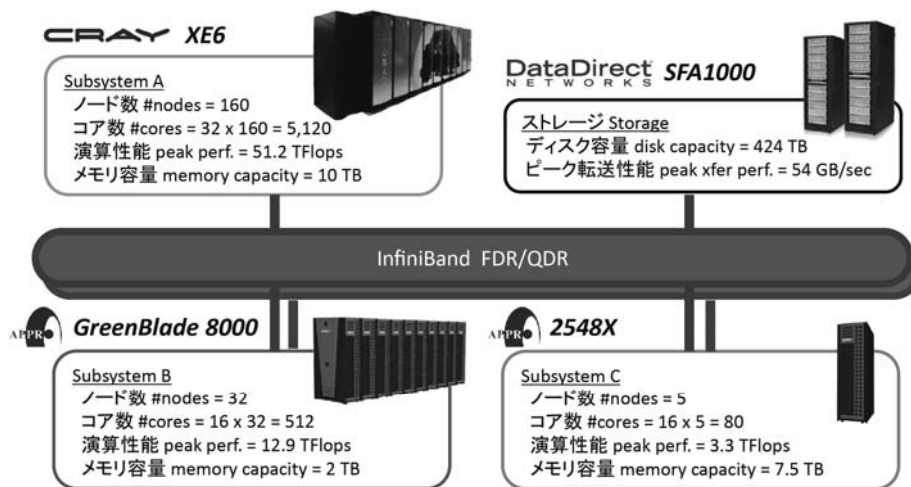


図 1： 電波科学計算機実験装置（京都大学学術情報メディアセンターに設置）

### 2. 共同利用研究の成果

#### 2-1 研究課題

電波科学計算機実験装置 全国共同利用では以下の課題を募集しており、今年度の利用代表者数は 44 名である。

- ・宇宙プラズマ電磁環境解析（波動粒子相互作用、プラズマ波動解析等）
- ・宇宙機-プラズマ相互作用解析（衛星帯電、非化学推進等）
- ・中性大気波動力学解析

- ・電波応用、電波科学一般
- ・その他の生存圏（森林圏、人間生活圏など）関連の計算機実験
- ・大規模計算機実験に有効な数値解析手法開発

## 2-2 公表論文

1. Omura Y., and Q. Zhao, Nonlinear pitch-angle scattering of relativistic electrons by EMIC waves in the inner magnetosphere, *J. Geophys. Res.*, 117, A08227, doi:10.1029/2012JA017943, 2012.
2. Omura Y., D. Nunn, and D. Summers, Generation processes of whistler-mode chorus emissions: Current status of nonlinear wave growth theory, AGU Monograph "Dynamics of the Earth's Radiation Belts and Inner Magnetosphere", 10.1029/2012GM001347, 2012.
3. Ebihara, Y., and Tanaka, T., Fundamental properties of substorm-time energetic electrons in the inner magnetosphere, *Journal of Geophysical Research*, in press, 2013.
4. Nunn, D., and Y. Omura, A computational and theoretical analysis of falling frequency VLF emissions, *J. Geophys. Res.*, 117, A08228, doi:10.1029/2012JA017557, 2012.
5. Shoji, M., and Y. Omura, Precipitation of highly energetic protons by helium branch electromagnetic ion cyclotron triggered emissions, *J. Geophys. Res.*, VOL. 117, A12210, doi:10.1029/2012JA017933, 2012.
6. Hikishima, M., and Y. Omura, Particle simulations of whistler-mode rising-tone emissions triggered by waves with different amplitudes, *J. Geophys. Res.*, 117, A04226, doi:10.1029/2011JA017428, 2012.
7. Yoshihiro Kajimura, Ikkoh Funaki, Masaharu Matsumoto, Iku Shinohara, Hideyuki Usui, Hiroshi Yamakawa, Thrust and Attitude Evaluation of a Magnetic Sail by 3D Hybrid PIC Code. *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 28, No. 3, pp. 652-663, May-June, 2012.
8. Yoshihiro Kajimura, Ikkoh Funaki, Masaharu Matsumoto, Iku Shinohara, Hideyuki Usui, Kazuma Ueno, Yuya Ooshio, Hiroshi Yamakawa, 3D Hybrid Simulation of Pure Magnetic Sail on Ion Inertial Scale in Laboratory, *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol. 10, No. ists28, pp. Pb\_51-Pb\_57, 2012.
9. Ashida, Y., Funaki, I., Yamakawa, H., Kajimura, Y. and Kojima, H., Thrust Evaluation of a Magnetic sail by Flux-Tube Model, *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 28, No. 3, pp. 642-651, 2012.
10. K. Tsubouchi, Generation process of magnetic decreases and the resulting kinetic effects on energetic particles within corotating interaction regions, *Journal of Geophysical Research*, vol.117, A07102, doi:10.1029/2012JA017639, 2012.
11. Nagasaki, Y., Nakamura, T., Funaki, I., Ashida, Y. and Yamakawa, H., Conceptual Design of YBCO Coil with Large Magnetic Moment for Magnetic Sail Spacecraft, *IEEE Trans. Appl.*

- Supercond, in press, 2013.
12. Miyake, Y., H. Usui, H. Kojima, and H. Nakashima, Plasma Particle Simulations on Stray Photoelectron Current Flows Around a Spacecraft, *J. Geophys. Res.*, vol. 117, A09210, 2012.
  13. Miyake, Y., C. M. Cully, H. Usui, and H. Nakashima, Plasma Particle Simulations of Wake Formation Behind a Spacecraft With Thin Wire Booms, to be submitted.
  14. Y. Nariyuki, T. Hada, and K. Tsubouchi, Nonlinear dissipation of circularly polarized Alfvén waves due to the beam-induced waves: 2-D hybrid simulations, *Phys. Plasmas* 19, 082317, 2012.
  15. Shoji, M., Y. Omura, and L. C. Lee, Multidimensional Nonlinear Mirror-mode Structures in the Earth's Magnetosheath, *J. Geophys. Res.*, 117, A08208, 2012.
  16. Shoji, M., and Y. Omura, Triggering Process of Electromagnetic Ion Cyclotron Rising Tone Emissions in the Inner Magnetosphere, submitted to *J. Geophys. Res.*
  17. Sakaguchi, K., Y. Kasahara, M. Shoji, Y. Omura, Y. Miyoshi, T. Nagatsuma, A. Kumamoto, and A. Matsuoka, Akebono observations of electromagnetic ion cyclotron waves in the slot region of radiation belts, submitted to *Geophys. Res. Lett.*
  18. Kurita, S., Y. Katoh, Y. Omura, V. Angelopoulos, C. M. Cully, O. Le Contel, and H. Misawa, THEMIS observation of chorus elements without a gap at half the gyrofrequency, *J. Geophys. Res.*, 117, A11223, doi:10.1029/2012JA018076, 2012.
  19. Matsuda, K., N. Terada, Y. Katoh, and H. Misawa, A simulation study of the current-voltage relationship of the Io tail aurora, *J. Geophys. Res.*, 117, A10214, doi:10.1029/2012JA017790, 2012.
  20. Daisuke Tsuzuki, Dong-sheng Cai, Haruka Dan, Yasushi Kyutoku, Akifumi Fujita, Eiju Watanabe, Ippeita Dan, Stable and convenient spatial registration of stand-alone NIRS data through anchor-based probabilistic registration, *Neuroscience Research*, 72, 2, 2012.
  21. Naoki Okada, Dong Zhu, Dongsheng Cai, James B. Cole, Makoto Kambe, Shuichi Kinoshita, Rendering Morpho butterflies based on high accuracy nano-optical simulation, *J. Optics*, Volume 42, Issue 1, pp 25-36, 2013.
  22. Fujita, S., H. Yamagishi, K. T. Murata, M. Den, and T. Tanaka, A numerical simulation of a negative solar wind impulse: Revisited, *J. Geophys. Res.*, 117, A09219, doi:10.1029/2012JA017526, 2012.
  23. Hori, T., A. Shinbori, N. Nishitani, T. Kikuchi, S. Fujita, T. Nagatsuma, O. Troshichev, K. Yumoto, A. Moiseyev, K. Seki, Evolution of negative SI-induced ionospheric flows observed by SuperDARN King Salmon HF radar, *J. Geophys. Res.*, in press, 2013.
  24. Fujita, S., and T. Tanaka, Possible generation mechanisms of the Pi2 pulsations estimated from a global MHD simulation, *Earth Planets Space*, in press, 2013.

2-3 学位論文（平成 24 年度取得）

- ・ 趙慶華（京都大学工学研究科電気工学専攻・修士論文）  
「Test particle simulation of relativistic electron microbursts induced by EMIC waves in the Earth's radiation belts」
- ・ 松田和也（東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻・博士論文）  
「A simulation study of observational characteristics of the Io-related auroral and radio emissions」
- ・ 八木耀平（神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻・修士論文）  
「適合格子細分化プラズマ粒子シミュレーションコードの高効率並列化手法に関する研究」

（計 3 件）

2-4 学会賞

1. 海老原祐輔、地球電磁気・地球惑星圏学会 田中館賞

3. 共同利用状況

3-1 共同利用課題採択件数及び共同利用者数

年度	16	17	18	19	20	21	22	23	24
採択 課題数 *	43	44	37	35	32	27	23	25	27(0)
共同利 用者数 **	114	76	92	89	85	68	51 学内 19 学外 32	61 学内 20 学外 41	44 学内 17 学外 27

\* ( )内数字は国際共同利用課題数

\*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数



3-2 利用実績 (平成 24 年 5 月～平成 25 年 2 月上旬)

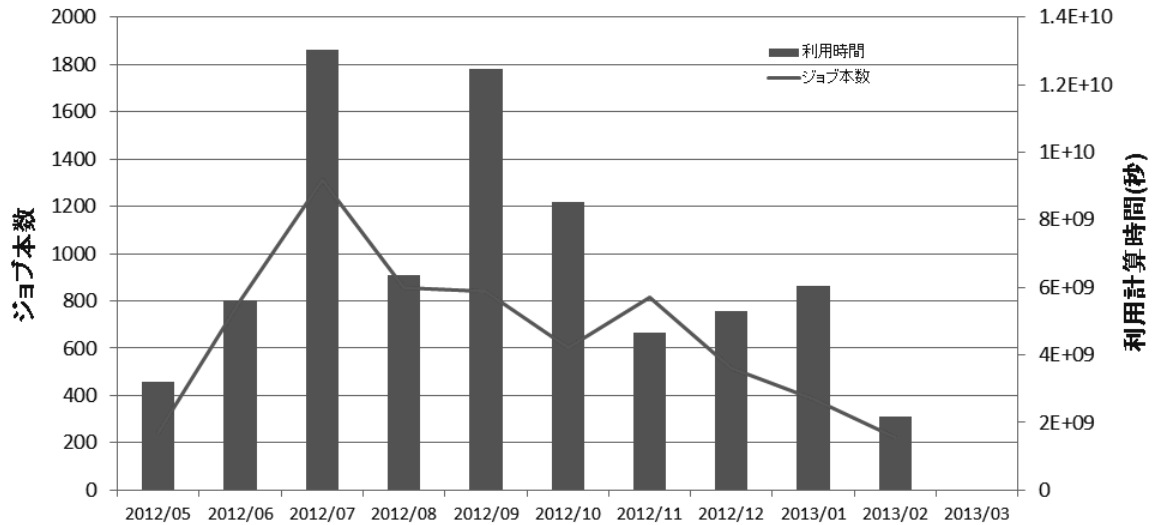


図 2：主システム(システム A)の月別利用状況

4. 専門委員会の構成及び開催状況 (平成 24 年度)

4-1 専門委員会の構成

石岡圭一(京大 理学研究科)、鵜飼正行(愛媛大)、臼井英之(神戸大)、梅田隆行(名大 STE 研)、小野高幸(東北大)、蔡東生(筑波大学)、佐藤亨(京大 情報学研究科)、篠原育(JAXA)、町田忍(京大 理学研究科)、松清秀一(九州大)、村田健史(情報通信研究機構)、八木谷聡(金沢大)、海老原祐輔(京大生存研)、大村善治(委員長、京大生存研)、小嶋浩嗣(京大生存研)、田中文男(京大生存研)、橋口浩之(京大生存研)、山本衛(京大生存研)

4-2 専門委員会の開催状況

日時 : 平成 25 年 3 月 7 日 (木) 13 時 00 分～15 時 00 分  
 場所 : 京都大学生存圏研究所 中会議室 (S243)  
 主な議題 : 平成 25 年度電波科学計算機実験装置利用申請課題の審査  
 内規改定の審議等

5. 特記事項

- ❑ 電波科学計算機実験装置のウェブページ  
<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/kdk/>
- ❑ KDK シンポジウム開催 (第 222 回生存圏シンポジウム)  
 日時 : 平成 25 年 3 月 7, 8 日  
 場所 : 京都大学生存圏研究所 木質ホール



## METLAB 全国国際共同利用専門委員会

委員長 篠原真毅 (京都大学生存圏研究所)

### 1. 共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所ではこれまで宇宙太陽発電所 SPS(Space Solar Power Satellite/Station)とマイクロ波エネルギー伝送の研究を長年行ってきた。SPS は太陽電池を地球の影に入らない静止衛星軌道(36,000km 上空)に配置し、雨でもほとんど吸収されないマイクロ波を用いて無線で地上に電力を伝送しようという発電所構想である。マイクロ波による無線エネルギー伝送は、SPS だけでなく、携帯電話の無線充電や電気自動車の無線充電にも応用可能で、近年急速に産業化が進んでいる技術である。生存圏研究所ではマイクロ波エネルギー伝送技術を中心として研究を進め、世界の SPS とマイクロ波エネルギー伝送研究の中心となっている。

本共同利用設備は平成 7 年度にセンター・オブ・エクセレンス (COE) による先導的研究設備経費として導入されたマイクロ波無線電力伝送実験用及び生存圏電波応用実験用電波暗室及び測定機器で構成される「マイクロ波エネルギー伝送実験装置 METLAB (Microwave Energy Transmission LABORatory)」と、平成 13 年度に導入された宇宙太陽発電所研究棟(略称 SPSLAB)、及び平成 22 年度に導入された「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置 A-METLAB(Advanced Microwave Energy Transmission LABORatory)」(図 1(a))及び「高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・レクテナシステム」(図 1(b))が中心となる。

METLAB は高耐電力電波吸収体( $1\text{ W/cm}^2$  以上)を配した  $7\text{ m} \times 7\text{ m} \times 16\text{ m}$  の電波暗室で、ターンテーブルと X-Y ポジショナを設置してある。その横の計測室にはスペクトラムアナライザやネットワークアナライザ、パワーメータ等の各種マイクロ波測定器を備える。暗室には、 $2.45\text{ GHz}$ 、 $5\text{ kW}$  のマイクロ波電力をマグネトロンで発生させ、直径  $2.4\text{ m}$  のパラボラアンテナから電波暗室内部に放射することが出来る設備も備えている。

SPSLAB は、平成 12 年度に導入された研究設備「宇宙太陽発電所マイクロ波放送受信システム」SPORTS2.45(Space POver Radio Transmission System for  $2.45\text{ GHz}$ )の一部として導入された近傍界測定サブシステムが設置されている  $100\text{ dB}$  シールドルームをはじめ、 $30\text{ dB}$  シールド実験室や実験準備室等を備え、マイクロ波エネルギー伝送及び宇宙太陽発電所の研究を発展させることができる。

平成 22 年度に導入された A-METLAB は  $34.0\text{ m(L)} \times 21.0\text{ m(W)} \times 9.97\text{ m(H)}$  の建物(建築面積  $714.00\text{ m}^2$ 、述べ床面積  $824.72\text{ m}^2$ )の内部に設置された  $18\text{ m(L)} \times 17\text{ m(W)} \times 7.3\text{ m(H)}$  の電波暗室と、 $10\text{ m}\phi$ 、 $10\text{ t}$ 、 $10\text{ kW}$  のフェーズドアレーを測定可能な plane-polar 型の近傍界測定装置で構成される。暗室には  $1\text{ W/cm}^2$  に耐える電波吸収体を備え、class 100,000 のクリーブースとしても利用できるようになっていたため、将来のマイクロ波エネルギー伝送を行うための人工衛星(最大  $10\text{ m}\phi$ 、 $10\text{ t}$ 、 $10\text{ kW}$  のフェーズドアレー衛星を想定)を測定することが出来る世界唯一の実験設備である。

高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・受電レクテナシステムは世界最高性能を持つマイクロ波エネルギー伝送用フェーズドアレーとレクテナアレーである。フェーズドアレーは256素子のGaNFETを用いたF級増幅器(7W, >70% (最終段))と同数のMMIC 5bit移相器で構成され、5.8GHz、1.5kWのマイクロ波を放射・制御可能である。レトロディレクティブ、REV法、PAC法、並列化法他の目標推定手法とビームフォーミング手法を備えている。レクテナアレーは1mW入力時に50%以上の変換効率を持つレクテナ256素子で構成され、再放射抑制用FSS(Frequency Selective Surface)や負荷制御装置を備えた実験設備である。本設備は、様々なビームフォーミング実験、目標追尾アルゴリズム実験、制御系を利用したアンテナ開発研究、アンテナを利用した回路開発研究、レクテナ実験、無線電力伝送実験等が可能な実験設備である。

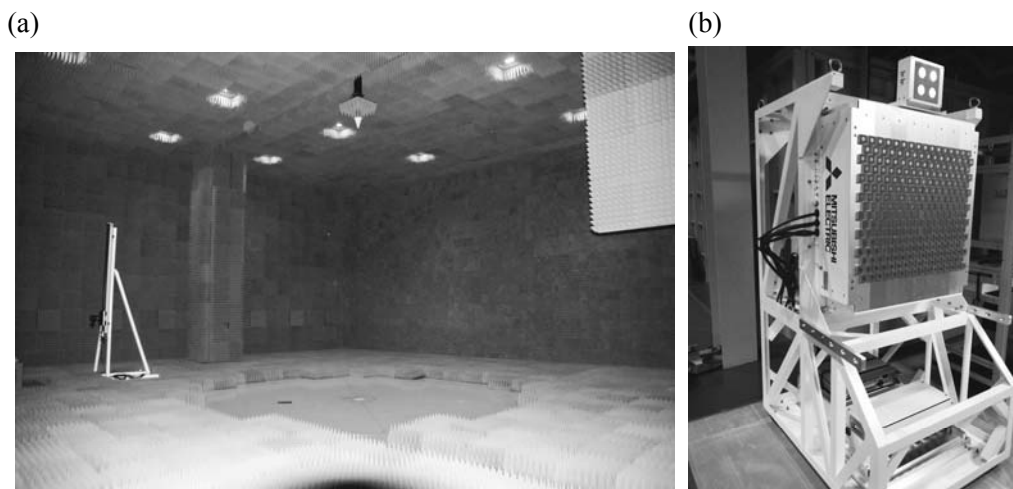


図1 (a) A-METLAB 暗室 (b) 高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレーシステム

平成24年度にメディアで取り上げられた成果は以下のとおりである。

[新聞]

- (1) ' 12.4.23 (朝刊 24面広告) 日経新聞 「Next Challenge 次代をつくるチカラ」
- (2) ' 12.7.10 (web版) 日経新聞 「4m以上離れた場所に10kW級の出力でワイヤレス給電できる技術」
- (3) ' 12.7.11 日刊工業新聞 「EVにワイヤレス給電」
- (4) ' 12.8.15 (朝刊 31面(京滋版)) 日経新聞 「関西発エネルギーのあした - 宇宙太陽発電 -」
- (5) ' 12.8.16 (朝刊 27面(京滋版)) 日経新聞 「関西発エネルギーのあした - バイオ燃料 -」

[雑誌]

- (8) ' 12.6 RIETI KANSAI 「宇宙太陽光発電所構想」
- (9) ' 12.6 関西版合格サプリ 「研究特集 宇宙太陽光発電」
- (10) ' 12.7.9 日経エレクトロニクス 「トラックやバスに非接触給電」

- (11)' 12.9 大学の約束(リクルート) 「産学で夢見る「未来の設計図」」
- (12)' 12.10.5 京都大学 by AERA 「京大キャンパスめぐり」
- (13)' 13.1.7 日経エレクトロニクス「特集 宇宙民営化元年」

## 2. 共同利用研究の成果

2012年度の共同利用採択テーマは以下の通りである。

- 1) バッテリーレスセンサネットワークの基礎研究  
三谷友彦(京大生存研)
- 2) マイクロ波無線電力伝送システムに関する研究  
藤原栄一郎 (株式会社IHI エアロスペース)
- 3) 高次の球面波合成を用いた実効的大開口径を持つ小型アンテナの基礎研究  
石川容平(京大生存研)
- 4) 小形マイクロ波アンテナの効率に関する研究  
塩見英久(大阪大)
- 5) GaN SBDを用いたレクテナの研究  
大野泰夫(徳島大)
- 6) 高効率RF-ID用マイクロ波受電素子の開発  
篠原真毅 (京大生存研)
- 7) 24GHz帯整流回路の開発  
篠原真毅 (京大生存研)
- 8) 車両上部へのキロワット級マイクロ波無線給電システムの開発  
篠原真毅 (京大生存研)
- 9) マイクロ波エネルギー伝送駆動による火星飛行探査機の研究  
米本浩一(九州工大)
- 10) SPS用薄型送電パネルの評価試験  
田中孝治 (宇宙航空研究開発機構)
- 11) 宇宙太陽光発電におけるフェーズドアレーアンテナのビーム最適化手法に関する研究  
石川峻樹 (京大生存研)
- 12) 偏波・周波数共用ループアンテナ  
松永真由美 (愛媛大)
- 13) 固体惑星内部探査用レーダ試作モデルの性能評価実験  
真鍋武嗣 (大阪府大)
- 14) 地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発  
織笠光明 (NICT)
- 15) 電波天文用広帯域フロントエンドの開発  
川口則幸(国立天文台)
- 16) 2.45GHz帯レクテナへの15kW送電試験

- 古川実(日本電業工作)
- 17) マイクロ波発振器の漏洩電磁波の精密測定  
籠橋章(高砂工業)
- 18) マイクロ波エネルギー伝送システムの評価検討  
本間幸洋(三菱電機通信機製作所)
- 19) バッテリレス無線端末のための給電・通信スケジューリング  
山本高至(京都大学情報学研究科)
- 20) 衛星携帯電話と無線LAN等との周波数共用に関する研究  
長山博幸(三菱総合研究所)

### 3. 共同利用状況

表 1 METLAB 共同利用状況

年度 (平成)	16	17	18	19	20	21	22	23	24
採択 課題数	8	12	10	16	14	9	9	14	20
共同利 用者数 *	45	52	69	112	69	54	49 (学内 14 学外 35)	73 (学内 19 学外 54)	89 (学内 31 学外 58)

\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

### 4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成 24 年度）

- ・川崎 繁男 (JAXA/ISAS, 教授)
- ・田中 孝治 (JAXA/ISAS, 准教授)
- ・高野 忠 (日本大学理工学部電子情報工学科, 教授)
- ・藤野 義之 (NICT新世代ワイヤレス研究センター 宇宙通信ネットワークグループ, 主任研究員)
- ・藤森 和博 (岡山大学大学院 自然科学研究科, 助教)
- ・多氣 昌生 (首都大学東京大学院理工学研究科 電気電子工学専攻, 教授)
- ・大平 孝 (豊橋技術科学大学 情報工学系, 教授)
- ・臼井 英之 (神戸大学大学院 システム情報学研究科, 教授)
- ・和田 修己 (京都大学大学院工学研究科電子工学専攻, 教授)
- ・佐藤 亨 (京都大学大学院 情報学研究科通信情報システム専攻, 教授)
- ・宮坂 寿郎 (京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻, 助教)
- ・渡邊 隆司 (生存圏研究所 バイオマス変換分野, 教授)
- ・山本 衛 (生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野, 教授)
- ・篠原 真毅 (委員長) (生存圏研究所 生存圏電波応用分野, 教授)

- ・小嶋 浩嗣 (生存圏研究所 宇宙圏電波科学分野, 准教授)
- ・橋口 浩之 (生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野, 准教授)
- ・三谷 友彦 (生存圏研究所 生存圏電波応用分野, 助教)
- ・Tatsuo Itoh (国際委員 (アドバイザー)) (TRW Endowed Dept. of Electrical Engineering, UCLA, Chair)

平成 24 年度は平成 25 年 3 月 15 日に専門委員会を開催した。あわせて第 12 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会を実施し、共同利用成果の発表を行った。

## 5. 特記事項

本共同利用設備は特に開発結果を測定に来る利用方法であるために、随時申請を受け付け、審査を行っている。また後期に利用が集中する傾向にある。また、実験型の運用であるため、実験補助員は必須であるが、現状では研究所スタッフがこれを勤めており、今後は実験補助員の充当が必要である。

平成 24 年度共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文  
共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文

1) 受賞

Takuya Ichihara, 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012) Best Paper Award (Silver), for Takuya Ichihara, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Study on Intermittent Microwave Power Transmission to a ZigBee Device”, 2012.5.10-11

Yuta Kubo, IEEE MTT-S Kansai Chapter Best Young Presentation Award, Yuta Kubo : IEEE MTT-S Kansai Chapter Best Young Presentation Award, for “Development of a kW Class Microwave Wireless Power Supply System to a Vehicle Roof”, 2012.10.13

長谷川直輝, 電子情報通信学会 マイクロ波研究会 学生研究優秀発表賞, for 長谷川直輝, 三谷友彦, 篠原真毅, 大代正和, 瀬郷久幸, 桂陽子, 渡辺隆司, “木質バイオマス糖化前処理のための簡易型マイクロ波照射装置の設計”, 2012.10.19

久保勇太, IEEE AP-S Kansai Chapter ポスター賞, for “車両に対するマイクロ波無線給電システムのための送電アンテナの設計”, 2012.12.15

辰巳隆二, 映像情報メディア学会放送技術研究会学生発表部門・優秀賞, 2013.1.31

松永真由美, 日経エレクトロニクス「NE ジャパン・ワイヤレス・テクノロジー・アワード・優秀賞, 2013.1

2) 著書

篠原真毅,(監修, 著), “宇宙太陽発電 (知識の森シリーズ)”, ISBN978-4-274-21233-8, オーム社, 2012

篠原真毅, 木村周平, “クリーン・エネルギーをめぐる科学技術と社会 - 宇宙太陽発電を事例に -”, 「人間圏の再構築 - 熱帯社会の潜在力 - 講座生存基盤論第 3 巻」速水洋子, 西真如, 木村周平編, 第 3 編 人間圏をとりまく技術・制度・倫理の再構築 第 9 章, 京都大学学術出版会, 2012, pp.275-298

篠原真毅, “電磁波発電によるエネルギーハーベスティング技術”, Electric Journal 別冊 2012 エネルギーハーベスティング技術 第 1 編エネルギーハーベスティング技術第 3 章, 電子ジャーナル, 2012, pp.26-30

Naoki Shinohara, “The wireless power transmission ; inductive coupling, radio wave, and resonance coupling”, Wiley Interdisciplinary Reviews : Energy and Environment, John Wiley & Sons, Ltd., Published Online Sep 12 2012, DOI: 10.1002/wene.43

<http://wires.wiley.com/WileyCDA/WiresArticle/wisId-WENE43.html>

篠原真毅, 第 3 編グロッサリー, 東長靖, 石坂晋哉編, “持続型生存基盤論ハンドブック”, 京都大学学術出版会, 2012



篠原真毅 (編集委員), “電磁波発電と無線電力伝送”, 「環境発電ハンドブック」監修 鈴木雄二, 第4章, NTS, 2012, pp.43-52

篠原真毅, “第3章第2節 ワイヤレス給電の電磁環境対策”, 「スマートシティの電磁環境対策」監修 藤原修, S&T 出版, 2012, pp.141-152

[解説記事]

篠原真毅, “宇宙環境を利用した新エネルギーへの軽金属材料の適用”, 軽金属, Vol.62, No.4, 2012.4, pp.177-184

篠原真毅, “ZigBee ネットワークとマイクロ波ワイヤレス給電システムの干渉抑制”, 電磁環境工学情報 EMC, no.290, 2012.5. pp.85-92

篠原真毅, “宇宙太陽光発電所と無線送電の開発 (特集宇宙)”, アルミニウム, vol.19, no.84, 2012.5, pp.1-3

篠原真毅, “宇宙太陽発電所 SPS とマイクロ波送電”, 応用物理学会誌, vol.81, no.7, 2012.7, pp.582-584, (+学会誌表紙)

篠原真毅, “無線電力伝送の現状と動向”, 日本設計工学会誌, vol.47, no.9, 2012.9, pp.19-23

篠原真毅, “マイクロ波を用いた無線電力伝送の新展開 (特集ワイヤレス給電技術)”, OHM, 2013.2, pp.50-52

3) 学術論文誌

K. Kashimura, S. Suzuki, M. Hayashi, T. Mitani, K. Nagata and N. Shinohara: “Surface-Plasmon-Like Modes of Graphite Powder Compact in Microwave Heating”, Journal of Applied Physics, Vol.112, No.3, pp.034905, 2012

Keiichiro Kashimura, Motoyasu Sato, Masahiro Hotta, Dinesh Kumar Agrawal, Kazuhiro Nagata, Miyuki Hayashi, Tomohiko Mitani and Naoki Shinohara, “Iron Making from Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and Graphite using Microwave Energy at 915MHz”, Materials Science & Engineering A (Elsevier), pp.977-979, 2012

Junji Miyakoshi, Tomonori Sakurai, Eijiro Narita, and Naoki Shinohara, “Intermediate frequency magnetic field at 23 kHz does not modify gene expression in human fetus-derived astroglia cells”, Bioelectromagnetics, Vol.33, No.8, pp. 662-669, 2012

Keiichiro Kashimura, Jun Fukushima, Tomohiko Mitani, Motoyasu Sato and Naoki Shinohara, “Metal Ti-Cr Alloy Powders Nitriding under Atmospheric Pressure by Microwave Heating”, Journal of Alloys and Compounds, no.550, pp.239-244, 2013

K. Kashimura, N. Hasegawa, S. Suzuki, M. Hayashi, T. Mitani, K. Nagata and N. Shinohara: “Effects of Relative Density on Microwave Heating of Various Carbon Powder Compacts—Microwave-Metallic Multi-particle Coupling using Spatially Separated Magnetic Fields”, Journal of Applied Physics, Vol.113, pp. 024902, 2013

4) 修士論文

長谷川直輝, “木質バイオマスリファイナリーを目指したマイクロ波照射装置の研究開発”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻修士論文, 2013

波多野健, “24GHz 帯レクテナの開発およびMMIC 化に関する研究”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻修士論文, 2013

久保勇太, “車両上部へのマイクロ波無線給電システムにおける送電アンテナの研究”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻修士論文, 2013

長濱章仁, “Study on a Magnetron-based Microwave Power Transmission System for a Mars Observation Airplane”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻修士論文, 2013

辰巳隆二, 「建造物表面形状や物体の移動がその周囲の電波伝搬に与える影響の解析」, 愛媛大学大学院理工学研究科電子情報工学専攻, 平成24年度修士論文

猪俣和史, 「媒質の違いが建造物内及び周辺の電波伝搬に及ぼす影響に関する研究」, 福岡工業大学大学院工学研究科情報通信工学専攻, 平成24年度修士論文

5) 学士論文

吉野純樹, “宇宙太陽光発電所のための小型実証衛星用送電アンテナの研究”, 京都大学工学部電気電子工学科学士論文, 2013

中島陵, “リグニン系機能性ポリマー創成のための広帯域電磁波照射容器の設計”, 京都大学工学部電気電子工学科学士論文, 2013

岩清水優, “火星飛行探査機へのマイクロ波無線電力供給用送電システムにおける方向検知の研究”, 京都大学工学部電気電子工学科学士論文, 2013

日野 佑哉, 「クロスループアンテナの小型化」, 愛媛大学工学部電気電子工学科, 平成 24 年度卒業論文

白神 昌弥, 「折り返しダイポールアンテナの検討」 愛媛大学工学部電気電子工学科, 平成 24 年度卒業論文

米田 浩平, 「ループアンテナ用給電部変換回路の設計」 愛媛大学工学部電気電子工学科, 平成 24 年度卒業論文

久永 祐樹, 「マイクロ波バンドフィルタの設計」 愛媛大学工学部電気電子工学科, 平成 24 年度卒業論文

田中 浩樹, 「円形凸起を有するコンクリート壁周囲の電波伝搬解析」 愛媛大学工学部電気電子工学科, 平成 24 年度卒業論文

星加 堯之, 「建造物外壁における形と媒質の違いによる電磁波散乱」 福岡工業大学情報工学部情報通信工学科, 平成 24 年度卒業論文

6) 学会発表

(Invited) Naoki Shinohara, “Antenna Technologies for Wireless Power Transmission – Short to

- Long Distance –“, Antenna Technology Workshop 2012, Korea, 2012.4.20, Proceedings pp.145-166
- (Keynote) Naoki Shinohara, “Recent SPS Projects in Japan”, 1<sup>st</sup> International Conference on Telecommunications and Remote Sensing (ICTRS), Blugaria, 2012.8-29-30, Proceedings pp.19-23
- (Invite) Tomohiko Mitani, Takuya Ichihara, Nozomu Suzuki, and Naoki Shinohara, “Feasibility Study on Microwave Power Transmission to a ZigBee Device for Wireless Sensor Network”, 1<sup>st</sup> International Conference on Telecommunications and Remote Sensing (ICTRS), Blugaria, 2012.8-29-30, Proceedings pp.29-34
- (Tutorial Workshop) Naoki Shinohara, “Coexistence of Wireless Power Transmission and Wireless Communication”, International Symposium on Antenna and Propagation (ISAP) 2012, 2012.9.29
- (招待) 篠原真毅, “ワイヤレス電気自動車の現在と未来”, 電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM S1-1.pdf, 2012.9.24
- (招待) 篠原真毅, “電子情報通信学会無線電力伝送時限研究会と世界の無線送電関連学会の現状”, 第 15 回宇宙太陽発電システム(SPS)シンポジウム, 東北大学, 講演集 pp. , 2012.9.25-26
- (特別) 篠原真毅, “電子情報通信学会無線電力伝送時限研究会と世界の無線送電関連学会の現状”, 電子情報通信学会第 14 回無線電力伝送研究会, 2012.11.8-9, 信学技報 WPT2012-25(2012-11) pp.27-32
- Naoki Shinohara, “Recent Innovative Wireless Power Transmission in Japan”, Workshop/Exhibition on Wireless Power Transfer (WPT2012), Seoul, 2012.4.4, Proceedings pp.113-131
- Yuta Kubo, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Development of a kW Class Microwave Wireless Power Supply System to a Vehicle Roof”, 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.205-208
- Takaki Ishikawa and Naoki Shinohara, “Study on Microwave Power Beam Correction Method with Deployment System for Panel Structure SPS”, 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.25-28
- Akihito Nagahama, Tomohiko Mitani, Naoki Shinohara, Keita Fukuda, Kei Hiraoka, and Koichi Yonemoto, “Auto Tracking and Power Control Experiments of a Magnetron-based Phased Array Power Transmitting System for a Mars Observation Airplane”, 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.29-32

- Kohei Mizuno, Junji Miyakoshi, and Naoki Shinohara, "Coil Design and Dosimetric Analysis of a Wireless Energy Transmission Exposure System for in Vitro Study", 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.79-82
- Ken Hatano, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani, Tomohiro Seki, and Munenari Kawashima, "Development of Improved 24GHz-Band Class-F Load Rectennas", 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.163-166
- Takuya Ichihara, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, "Study on Intermittent Microwave Power Transmission to a ZigBee Device", 2012 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications (IMWS-IWPT2012), Kyoto, 2012.5.10-11, Proceedings pp.209-212
- K. Maki, M. Takahashi, K. Miyashiro, K. Takana, S. Sasaki, K. Kawahara, Y. Kamata, and K. Komurasaki, "Microwave Characteristics of a Wireless Power Transmission Panel Toward the Orbital Experiment of a Solar Power Satellite," IEEE IMWS-IWPT 2012, Kyoto, FRI-F-06 (2012)
- K. Tanaka, K. Maki, M. Takahashi, T. Ishii, and S. Sasaki, "Development of Bread Board Model for Microwave Power Transmission Experiment from Space to Ground Using Small Scientific Satellite," IEEE IMWS-IWPT 2012, Kyoto, FRI-F-22 (2012)
- T.Yagi, H.Shiomi and Y.Okamura, 'Phase Control Experiment of the PLL Oscillator for a Phased Array Antenna,' IWPT2012 FRI-F-15, May 2012.
- Mayumi Matsunaga and Toshiaki Matsunaga, "A Dual-Polarization Single-Layered Antenna for GPS and ISM Bands," Proceedings of the 2012 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and CNC/USNC/URSI National Radio Science Meeting (IEEE AP-S/USNC-URSI) (Chicago, IL, USA), IEEE Xplore, July. 7 - 14, 2012.
- N. Shinohara, N. Yoshikawa, S. Horikoshi, T. Mitani, T. Kishima K. Kashimura and M. Sato, "Applications of Microwave Powers for the Rubble Processing to the Great East Japan Earthquake - Test System for "Rendering Asbestos Harmless in the Crashed Slate", 2<sup>nd</sup> Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Long Beach, 2012.7.23-27
- Tomohiko Mitani, Masakazu Daidai, Katsuyuki Yano, Naoki Hasegawa, Naoki Shinohara, Masafumi Oyadomari, Hisayuki Sego, Yoko Katsura, and Takashi Watanabe, "Study and Development of Continuous Woody Biomass Pretreatment Systems by MW Irradiation", 2<sup>nd</sup> Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Long Beach, 2012.7.23-27
- Takaki Ishikawa and Naoki Shinohara, "Study on Position Estimation of Antenna Panels for

- Panel-Structure Solar Power Satellite / Station with Pilot Signal”, 2012 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA'12), SouthAfrica, 2012.9.3-6, pp.474-477
- Takashi Watanabe, Tomohiko Mitani, Naoki Shinohara, Keigo Mikame, Yasunori Ohashi, Koichi Yoshioka, Yosuke Kurosaki, Masato Katahira, Masakazu Daidai, Hibiki Matsushita, Kenzo Koike and Hideshi Yanase, “Wood biorefinery by microwave processing and ethanogenic bacteria”, Lignobiotech II, Fukuoka, 2012.10.14
- Naoki Shinohara, “Recent Wireless Power Transmission via Microwave and Millimeter-wave in Japan”, 42<sup>nd</sup> European Microwave Conference 2012, Amsterdam, 2012.10.29-11.2, Proceedings pp.1347-1350 (CD-ROM MC121839.pdf)
- Mayumi Matsunaga and Toshiaki Matsunaga, “A Multi-Polarization Multi-Band Cross Spiral Antenna for Mobile Communication Devices,” Proceedings of the 2012 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP) (Nagoya, Japan), pp.299 - 302 , Oct. 29 – Nov. 2, 2012.
- T.Yagi, H.Shiomi, Y.Okamura, "Phase variable PLL oscillator using imperfect integral loop filter," 2012 Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings (APMC),pp.1229-1231, 4-7 Dec. 2012 doi: 10.1109/APMC.2012.6421878
- Naoki Shinohara, “Wireless Power Transmission Progress for Electric Vehicle in Japan”, 2013 IEEE Radio & Wireless Symposium (RWS), Austin, 2013.1.20-23, Proceedings pp.109-111
- Ken Hatano, Naoki Shinohara, Tomohiro Seki, and Munenori Kawashima, “Development of MMIC Rectenna at 24GHz”, 2013 IEEE Radio & Wireless Symposium (RWS), Austin, 2013.1.20-23, Proceedings pp.199-201
- 篠原真毅, 坂本栄樹, “フェーズドアレー衛星実験用電波暗室 AMETLAB”, 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会(SANE 研), 2012.4.126-27, 信学技報 SANE2012-10 (2012-04) pp.53-58
- 松室堯之, 石川容平, 篠原真毅, “球形誘電体共振器の放射 Q 値解析”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2012.9-11-14, C-2-65
- 黒田悠平, 松永真由美, “RFID, GPS および携帯電話に対応した三周波共用スパイラルアンテナ,” H24 年電気関係学会九州支部連合大会論文集, pp. 574, 2012 年 9 月 25 日 (長崎大)
- 猪俣和史, 松永利明, 松永真由美, 内田一徳, "方形建造物内および周辺における壁面の厚さと媒質の違いによる電界強度分布", 平成 24 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, pp.430、2012 年 9 月
- 星加堯之, 松永利明, 内田一徳, "建造物外壁における媒質の違いによる反射波と透過", 平成 24 年度電子情報通信学会九州支部第 20 回学生会講演会・講演論文集、B-25、2012 年 09 月
- 石川峻樹, 篠原真毅, “パネル構造をもつ SPS のためのパネル位置推定を用いた位相補正技

- 術の研究”, 第15回宇宙太陽発電システム(SPS)シンポジウム, 東北大学, 2012.9.25-26, 講演集
- 松室堯之, 石川容平, 篠原真毅, “ユビキタス型宇宙太陽発電システムのための地上用受電アンテナの基礎研究”, 第15回宇宙太陽発電システム(SPS)シンポジウム, 東北大学, 2012.9.25-26, 講演集
- 高橋将司, 田中孝治, 牧 謙一郎, 佐々木進, 川原 康介, 宮代健吾, 小紫公也, “SPS小型衛星による軌道上実験を目指したブレードボードモデルの開発”, 第15回宇宙太陽発電シンポジウム, 6, 仙台市 (2012)
- 三谷友彦, 長谷川直輝, 篠原真毅, 黒崎陽介, 近田司, 野崎義裕, 渡辺隆司, “同軸構造による広帯域電磁波照射容器の設計”, 第6回日本電磁波エネルギー応用学会, 2012.10.4-5, pp54-55
- 長谷川直輝, 三谷友彦, 篠原真毅, 代々正和, 瀬郷久幸, 桂陽子, 渡辺隆司, “木質バイオマス糖化前処理における簡易型マイクロ波照射装置の設計開発”, 第6回日本電磁波エネルギー応用学会, 2012.10.4-5, pp.52-53
- 本間幸洋, 佐々木拓郎, 鮫島文典, 高橋智宏, 篠原真毅, “マイクロ波エネルギー伝送技術の応用システムの検討”, 第6回日本電磁波エネルギー応用学会, 2012.10.4-5, pp.50-51
- 長谷川直輝, 三谷友彦, 篠原真毅, 大代正和, 瀬郷久幸, 桂陽子, 渡辺隆司, “木質バイオマス糖化前処理のための簡易型マイクロ波照射装置の設計”, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2012.10.18-19, 信学技報, vol. 112, no. 251, MW2012-107, pp. 147-152
- 黄勇, 篠原真毅, 三谷友彦, “弱電レクテナに適用した DC 電源回路の開発”, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2012.10.18-19, 信学技報, vol. 112, no. 251, MW2012-108, pp. 153-156
- 市原卓哉, 三谷友彦, 篠原真毅, “ZigBee 端末への間欠マイクロ波電力伝送のための受電装置の改良”, 電子情報通信学会第14回無線電力伝送研究会, 2012.11.8-9, 信学技報 WPT2012-29(2012-11) pp.53-58
- 古川実, “ワイヤレス給電の黎明期”, Microwave Workshop & Exhibition 2012, Workshop01-03, 2012.11
- 井上史也, 田中孝治, 牧 謙一郎, 高橋将司, 宮代健吾, 村口正弘, 佐々木進, “SPS小型実証実験衛星搭載用アンテナにおけるアンテナ素子配列の検討”, 電子情報通信学会第14回無線電力伝送研究会, 港区 (2012)
- 牧謙一郎, 高橋将司, 田中孝治, 佐々木進, 川原 康介, “太陽発電衛星の送電実験用ブレードボードモデルのマイクロ波特性評価”, 第56回宇宙科学技術連合講演会, 3C11, 別府市 (2012)
- 山本 敦士, 下川床 潤, 津留 正臣, 佐々木 拓郎, 本間 幸洋, “5.8GHz 帯レクテナアレイシステムの高効率化,” 信学技報WPT2012-31, pp. 1-5, Dec. 2012.
- 辰巳隆二, 松永真由美, 松永利明, “円形凸起を有するコンクリート壁周囲の CIP 法による電

- 波伝搬解析,"映像情報メディア学会放送技術研究会(熊本大学), pp. 45 - 48, 2013年1月30日
- 猪俣 和史, 松永利明, 松永真由美, 内田一徳, "窓ガラス構造の違いによる建造物内および周辺の電波伝搬," 映像情報メディア学会放送技術研究会(熊本大学), pp. 41 - 44, 2013年1月30日
- 牧謙一郎、高橋 将司、井上 史也、田中 孝治、佐々木 進、川原 康介、“太陽発電衛星(SPS)のブレッドボードモデルにおける位相補正による送電性能の向上”、第13回宇宙科学シンポジウム、P2-174、相模原市 (2013)
- 高橋将司、井上史也、牧 謙一郎、田中孝治、佐々木進、川原康介、宮代健吾、小紫公也、“太陽発電衛星のブレッドボードモデルにおける位相誤差による送電性能への影響の評価”,H24年度エネルギーシンポジウム(2013)
- 山下翔大, 井元則克, 市原卓哉, 山本高至, 守倉正博, 篠原真毅, “マイクロ波給電を用いるバッテリーレス無線センサの残エネルギー適応スケジューリングの実験,” 電子情報通信学会総合大会, March2013
- 井元則克, 山下翔大, 市原卓哉, 山本高至, 守倉正博, 篠原真毅, “間欠マイクロ波給電中の無線 LAN フレームの送信実験,” 電子情報通信学会総合大会, March 2013.
- 2012 年度秋季天文学会：広帯域フィードの開発 (長谷川)
- 2012 年度秋季天文学会：野辺山 45m 電波望遠鏡搭載
- 45GHz 帯受信機光学系および冷却受信機の開発 (高津)
- 2012 年度 VLBI 懇談会：同上(両名)
- 13th 東アジア受信機ワークショップ：広帯域フィードの開発 (長谷川)





## 木質材料実験棟全国国際共同利用専門委員会

委員長 小松幸平 (京都大学生存圏研究所)

### 1. 共同利用施設および活動の概要

木質材料実験棟 (Wood Composite Hall) は、1994年2月に完成した大断面集成材を構造材とする三階建ての木造建築物である (写真1)。1階には、木質構造耐力要素の性能評価用試験装置、木質由来新素材開発研究用の加工、処理、分析・解析装置等が備えられている。3階には、140名程度収容可能な講演会場の他、30名程度が利用できる会議室がある。付属的施設として実験住宅「律周舎」(写真2)の他に、北山丸太の活用法をアピールする木質系資材置き場 (写真3)が平成22度から新たに加わった。



写真1 木質材料実験棟全景



写真2 実験住宅「律周舎」



写真3 北山丸太製資材置き場



写真4 堅型油圧試験機

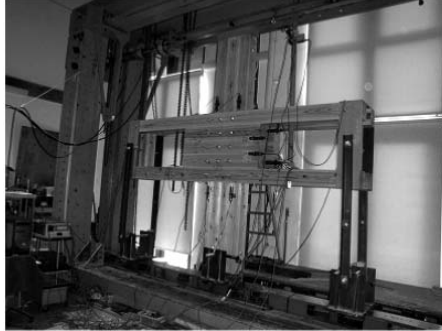


写真5 鋼製反力フレーム



写真6 X線光電子分析装置

1階の実験室に設置されている主たる設備と活動状況は以下の通り

- 1) 1000 kN 堅型サーボアクチュエーター試験機 (写真4) : 試験体最大寸法は高さ 2.5 m、幅 0.8 m、奥行き 0.8 m 程度まで適用可能。集成材各種接合部の静的・動的繰り返し加力実験、疲労実験、丸太や製材品の実大曲げ実験、実大座屈実験その他に供用されている。
- 2) 500 kN 鋼製反力フレーム水平加力実験装置 (写真5) : 試験体最大寸法 : 高さ 2.8 m、長さ 4.5 m (特別の治具を追加すれば 6 m まで可能)、奥行き 1 m。PC 制御装置と最大ストローク 500 mm の静的正負繰り返し加力用オイルジャッキを備えている。耐力壁、木質系門型ラーメン、その他構造耐力要素の実大 (部分) 加力実験に供用されている。
- 3) X線光電子分析装置 (ESCA) (写真6) : 試料の最表面 (5 nm) を分析可能。イオンエッチングを行うことで深さ方向の分析も可能である。現在のところ、主に、木質系炭素材料の表面分析に供用されている。

4)木造エコ住宅(律周舎:写真2):平成18年11月に完成した自然素材活用型木質軸組構法実験棟。金物を一切使わず、木、竹、土等の自然素材だけで構造体を構築したユニークな木造実験住宅である。平成24年度の採択課題数は14件で、表1に平成24年度の受付課題名、代表研究者、所内担当者の一覧を示す。

表1 平成24年度木質材料実験棟共同利用採択課題一覧

課題番号	研究課題	研究代表者名(共同研究者数)所属・職名/所内担当者
24WM-01	木質起源物質の化学修飾と炭素化物への物質変換	木島正志(3)筑波大学大学院数理工学物質科学研究科・准教授/畑 俊充
24WM-02	CLT(Cross laminated timber)を用いた中・大規模木造建築物の開発	中谷 誠(4)宮崎県木材利用技術センター・主任研究職員/森 拓郎
24WM-03	小角 X 線散乱および画像処理を用いた炭素材料の構造解析とナノ空間の利用	押田京一(6)独立行政法人国立高等専門学校機構 長野工業高等専門学校・教授/畑 俊充
24WM-04	京都府産木材の有効活用に関する研究	明石浩和(2)京都府農林水産技術センター・主任/森 拓郎
24WM-05	熱電変換材料の構造解析と物性評価	北川裕之(4)島根大学 総合理工学部・准教授/畑 俊充
24WM-06	住宅床下への木材劣化生物の侵入生態の把握とその予防に関する基礎的検討	築瀬佳之(3)京都大学大学院農学研究科・助教/吉村 剛
24WM-07	木質熱処理物のイオン交換性およびその金属錯体の元素分布	本間千晶(3)地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場・主査/畑 俊充
24WM-08	強制腐朽処理接合部における残存耐力の定量評価に関する研究	野田康信(4)地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場・研究主任/森 拓郎
24WM-09	エネルギーの有効活用のための高熱伝導性炭素-金属複合材料の開発	西宮 耕栄(1)地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場・主査/畑 俊充
24WM-10	木質ラーメンフレームと構造用合板を用いた耐力壁を併用した門型フレームの水平加力実験	瀧野 敦夫(2)申請時は大阪大学、現在は奈良女子大学・生活環境学部、講師/森 拓郎
24WM-11	クエン酸利用接着への微量塗布技術の適用とそれを用いた極薄積層材料の開発	山内秀文(2)秋田県立大学木材高度加工研究所・准教授/梅村研二
24WM-12	木口挿入型接合具を用いた木材接合法の設計法の検討	井上正文(5)大分大学工学部福祉環境工学科建築コース・教授/森 拓郎
24WM-13	横引張力を起因とする接合部における破壊のクライテリアの検討	神戸 渡(2)東京理科大学工学部第一部建築学科・助教/森 拓郎
24WM-14	パネル化した直交積層材を用いた高強度耐力壁の開発	小松幸平(6)京都大学生存圏研究所・教授/小松幸平

## 2. 共同利用研究の成果

1) 課題番号:24WM-08「強制腐朽処理接合部における残存耐力の定量評価に関する研究」(代表:野田康信、北海道立林産試験場)では、ビスの一面せん断試験体を対象に局所的に腐朽させる手

法として、小型の腐朽源ユニットを用いた強制腐朽処理方法を実施した（写真 1）。鋼板ビス留めトドマツ心材・辺材試験体各 60 体、合計 120 体を用意し、旭川および宇治市の軒下環境、ならびに恒温室の 3 か所で心材・辺材試験体の各 20 体を強制腐朽処理した。腐朽処理は 6 月中旬開始、処理期間は最長 20 週間、4 週ごとに心・辺材試験体各 4 体ずつ腐朽の程度を確認（写真 2）後、正負交番繰り返し加力試験に供した。腐朽程度はピロディン打ち込み深さによって評価した。心材試験体は 16 週処理以降に最大荷重において、無処理試験体の間に有意差が現れたが、ピロディンの打ち込み深さにおいては、有意差は無かった。一方、辺材試験体においては、4 週経過後、最大荷重、ピロディンの打ち込み深さとも有意差が現れた。全試験体の最大荷重とピロディンの打ち込み深さとの間に負の相関が得られ（図 1）、残存耐力の評価にピロディン打ち込み深さが有効であることが分かった。

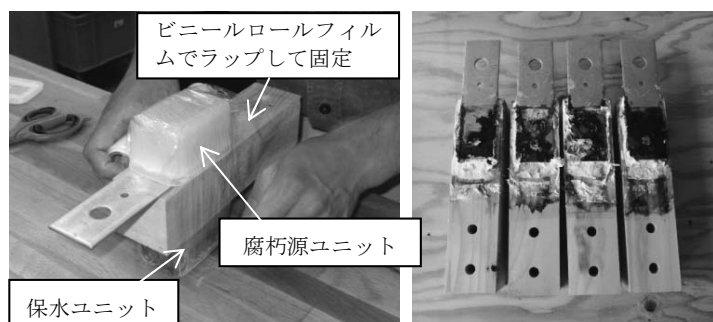


写真 1 強制腐朽処理方法

写真 2 腐朽処理後の例

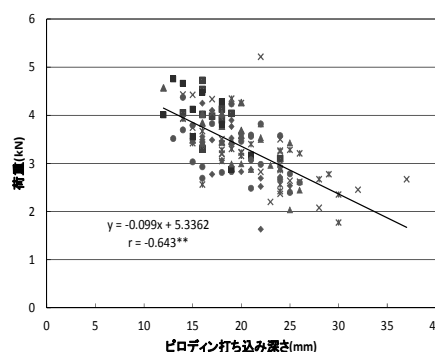
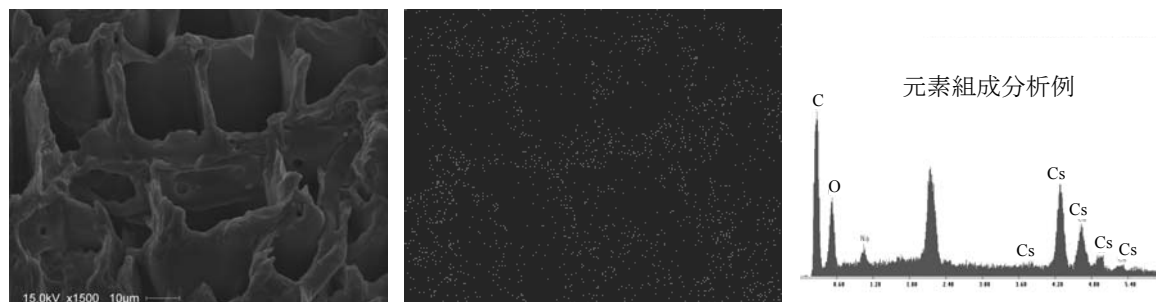


図 1 荷重とピロディン打ち込み深さの関係

2)課題番号:24WM-07「木質熱処理物のイオン交換性およびその金属錯体の元素分布」(代表:本間千晶、北海道立林産試験場)では、木質熱処理物のイオン交換性およびその金属錯体の特性の把握を目的とし、木質熱処理物化学構造およびセシウムイオン(Cs+)導入が及ぼす金属錯体の性質、錯体中の元素分布等への影響に関する検討を行った。



Cs 錯体の SEM 像

Cs 分布状態

図 1 トドマツ材熱処理物 Cs 錯体の SEM 像と錯体中の O, Cs 分布状態 (SEM-EDX により Cs 錯体の元素組成および Cs 分布状態を分析した。)

イオン交換性、表面化学構造に関する分析の結果、トドマツ材熱処理物と Cs+との反応では、主にカルボキシル基との反応が示された。アルカリ処理物では、ラクトン開環に伴い、より多くのイオン交換性官能基が生じ、Cs+と化学的に結合すると考えられた<sup>1)</sup>。トドマツ材熱処理物の Cs 錯体中の

Cs 含有量は、約 15%となり、アルカリ処理物では約 25%となった。アルカリ処理に伴うラクトン開環、イオン交換性官能基量の増大が Cs 吸着保持量の増大に寄与したと考えられた<sup>1)</sup>。SEM-EDX による金属錯体の微細構造及び元素分布の分析では、錯体中の C、O、Cs の存在が示されるとともに、Cs が酸素の分布に沿って分布する様子が観察された。これは、Cs 錯体が、Cs<sup>+</sup>と、熱処理物中のイオン交換性官能基との結合により形成したことを支持するものと考えられた<sup>1)</sup>。

[引用文献 1):本間千晶、畑俊充:第10回木質炭化学会“木質熱処理物の化学構造および金属イオン処理による錯体の形成”、19-20(2012).]

平成 24 年度に共同利用研究活動の中で作成された卒業論文のリストを以下に示す。

- 24WM-01 (代表:木島正志、筑波大学)加藤 寿一:  $\gamma$ -シクロデキストリンを利用した機能性炭素合成
- 24WM-03 (代表:押田京一、長野工業高等専門学校):西入真央:小角 X 線散乱と高分解能透過電子顕微鏡を用いた白金を担持したカーボンナノチューブの構造解析
- 24WM-05 (代表:北川裕之、島根大学)三村直樹:メカニカルアロイングーパルス通電焼結による Bi<sub>0.5</sub>Sb<sub>1.5</sub>Te<sub>3</sub> 熱電材料のキャリア濃度制御、山田千弘:湿式メカニカルアロイング法により作製した Bi<sub>0.5</sub>Sb<sub>1.5</sub>Te<sub>3</sub> 粉末の焼結特性
- 24WM-12 (代表:井上正文、大分大学)福田佳奈恵:接合金物と接着剤を併用した木材接合法の強度発現機構に関する研究-支点間距離が大きい場合の割裂耐力及び繊維直交方向の材端部に挿入された場合の強度性能-

### 3. 共同利用状況

木質材料実験棟過去 7 年間の利用状況の推移

期間	平成 18 年 度	平成 19 年 度	平成 20 年 度	平成 21 年 度	平成 22 年 度	平成 23 年 度	平成 24 年 度
採択 課題数	20	20	22	15	16	17	14(2) *
共同利用 者数**	97	105	111	74	81	69	66

\*( )内数字は国際共同利用課題数

\*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

### 4. 専門委員会の構成及び開催状況 (平成 24 年度)

小松幸平 (委員長、京大 RISH)、井上正文 (大分大工)、巽 太輔 (九大農)、川瀬 博 (京大 防災研)、林 知行 (森林総研)、仲村匡司 (京大農)、篠原直毅(京大 RISH)、山内秀文(秋田木高研)、野田康信(北林産誌)、矢野浩之(京大 RISH)、佐々木貴信 (秋田木高研)、渡辺浩 (福岡大工)。平成 24 年度の専門委員会は、全てメール回議によって行った。

### 5. 特記事項

特になし。

平成 24 年度共同利用研究活動の中で作成された研究の成果による  
学術賞および学術論文誌に発表された論文

[査読付き論文]

- 24WM-03 (代表：押田京一、長野工業高等専門学校) K. Oshida, M. Murata, K. Fujiwara, T. Itaya, T. Yanagisawa, K. Kimura, T. Nakazawa, Y.A. Kim, M. Endo, B.-H. Kim, K.S. Yang : Structural analysis of nano structured carbon by transmission electron microscopy and image processing, Applied Surface Science, (in Press)

[その他：学会口頭発表]

- 24WM-01 (代表：木島正志、筑波大学) 島田武, 木島正志, 畑俊充：「ヒドロキシエチルセルロース由来微粒子状炭素の調製」、第 39 回 炭素材料学会年会、8 月、2012.
- 24WM-02 (代表：中谷 誠、宮崎県木材利用技術センター) 中谷 誠、森 拓郎、小松幸平、中島昌一：CLT (Cross laminated timber) からの LSB の引き抜き性能、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.303-304、2012.
- 24WM-03 (代表：押田京一、長野工業高等専門学校) K. Oshida, M. Murata, K. Fujiwara, T. Itaya, K. Osawa, M.Nishiiri, Y. Yajima, T. Yanagisawa, K. Kimura, T. Nakazawa, K. Y. Jung, K. C. Park, M. Endo : Structural Analysis of Carbon Nanotubes for Energy Storage by Three Dimensional and High Resolution Transmission Electron microscopy, The Annual World Conference on Carbon (CARBON2012), Krakow, Poland, 758,(2012.6)
- 24WM-03 (代表：押田京一、長野工業高等専門学校) 西入真央, 渋谷みさき, 押田京一, 村田雅彦, 藤原勝幸, 板屋智之, 柳澤 隆, 木村晃一, 遠藤守信：エネルギーデバイス用カーボンナノチューブの透過顕微鏡と画像処理を用いた構造解析、第 39 回炭素材料学会年会 要旨集, PI08, p.58 (2012.11)
- 24WM-04 (代表：明石浩和、京都府農林水産技術センター) 明石浩和、森 拓郎、田淵敦士、宅間健人：設置後 8 年経過した木製治山ダムの部材曲げ強さ、第 63 回日本木材学会大会 ポスター発表、3 月、2013.
- 24WM-05 (代表：北川裕之、島根大学) 永尾幸次朗、山田千弘、北川裕之：MA により作製した  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$  の熱電特性に及ぼす混合助剤の影響、日本鉄鋼協会・日本金属学会 中国四国支部 鉄鋼第 55 回・金属第 54 回 合同講演大会、2012 年 8 月 9~10 日、鳥取大学 工学部 (鳥取市)
- 24WM-07 (代表：本間千晶、北林産試) 本間千晶、畑俊充：第 10 回木質炭化学会 “木質熱処理物の化学構造および金属イオン処理による錯体の形成”、19-20(2012).
- 24WM-08 (代表：野田康信、北林産試) 森 拓郎、野田康信、森 満範、戸田正彦、小松幸平：強制腐朽処理を施した木ねじ接合部の一面せん断性能評価、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.609-610、2012.

- 24WM-08 (代表:野田康信、北林産試) 森 拓郎、野田康信、森 満範、東 智則、戸田正彦、小松幸平:“強制腐朽処理を施した木ねじ接合部の一面せん断性能 その2 腐朽源ユニットを用いた場合”、第 63 回木材学会大会研究発表要旨集、CD-ROM、2013.3
- 24WM-10(代表:瀧野敦夫、奈良女子大学) Takuro Mori, Atsuo Takino, Wataru Kambe, Kohei Komatsu : Lateral Performance of Wooden Portal Frame Combined With Shear Wall using Plywood, *proceedings of WCTE 2012*, Auckland, NZ, 2012.7
- 24WM-12 (代表:井上正文、大分大学) TANAKA Kei, KAWANO Kotaro, NOGUCHI Yuji, MORI Takuro and INOUE Masafumi : Proposal of Calculation Method for Pull-out Strength of Glued-in rod Connector Embedded in Perpendicular to the Grain in Glulam, *proceedings of WCTE 2012*, Auckland, NZ, 2012.7
- 24WM-12 (代表:井上正文、大分大学) 姜 暁光、伊東和俊、田中 圭、森 拓郎、井上正文:接合金物と接着剤を併用した木材接合法の強度発現機構 に関する研究 (その 12) 材端部に繊維直交方向挿入された場合の強度性能、日本建築学会九州支部研究報告、第 52 号、pp.697-700、2013.
- 24WM-12 (代表:井上正文、大分大学) 栗野利博、野口雄司、神戸 渡、田中 圭、森 拓郎、井上正文:繊維直交方向に挿入した GIR 接合部の割裂耐力推定法 (その 3) 支持スパンが割裂耐力に与える影響、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.567-568、2012.
- 24WM-13 (代表:神戸 渡、東京理科大学) 田中 圭、姜 暁光、伊東和俊、神戸 渡、森 拓郎、井上正文:繊維直交方向に挿入した GIR 接合部の割裂耐力算定法について (その 3) 支点間距離が大きい場合の割裂耐力、日本建築学会九州支部研究報告、第 52 号、pp.705-708、2013.
- 24WM-13 (代表:神戸 渡、東京理科大学) 野口雄司、姜 暁行、神戸 渡、田中 圭、森 拓郎、井上正文:繊維直交方向に挿入した GIR 接合部の割裂耐力推定法 (その 1) コンパクトテンション試験による破壊靱性値を用いた推定法の提案、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.563-564、2012.
- 24WM-13 (代表:神戸 渡、東京理科大学) 田中 圭、姜 暁行、野口雄司、神戸 渡、森 拓郎、井上正文:繊維直交方向に挿入した GIR 接合部の割裂耐力推定法 (その 2) コンパクトテンション試験による破壊靱性値を用いた推定法の検証、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.565-566、2012.
- 24WM-14 (代表:小松幸平、京大生存研) 小松賢司、闕 澤利、中島昌一、Wen-Shao Chang、小松幸平:脚部に LSB-鋼板添え板 HTB 締め長孔摩擦接合法を用いたスギ CLT 高性能耐力壁の開発、第 63 回日本木材学会大会発表要旨集、CD-ROM、2013.3

## 居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド

### 全国国際共同利用専門委員会

委員長 吉村 剛（京都大学生存圏研究所）

#### 1. 共同利用施設および活動の概要

平成 17 年 6 月から別個に全国共同利用施設としての使用を開始した京都大学生存圏研究所居住圏劣化生物飼育棟（以下 DOL と略）と生活・森林圏シミュレーションフィールド（以下 LSF と略）は、平成 20 年度から統合され、平成 24 年度は、国際共同利用 1 件を含む 14 件の研究課題を採択した。

DOL は木材及び木質系材料を加害する生物を飼育し、材料の生物劣化試験、生物劣化機構、地球生態系・環境への影響(例えば、シロアリによるメタン生成)などを研究するための生物を供給できる国内随一の規模を有する施設である。飼育生物としては、木材腐朽菌、変色菌、表面汚染菌などの微生物とシロアリやヒラタキクイムシなどの食材性昆虫が含まれる。従前より、木材や新規木質系材料の生物劣化抵抗性評価や防腐・防蟻法の開発に関して、大学だけでなく公的研究機関、民間企業との共同研究を積極的に遂行してきた。



一方 LSF は、鹿児島県日市吹上町吹上浜国有内に設置されたクロマツとニセアカシア、ヤマモモなどの混生林からなる約 28,000 平方メートルの野外試験地であり、日本を代表する 2 種の地下シロアリが高密度で生息し、これまで既に 30 年近くにわたって木材・木質材料の性能評価試験、木材保存薬剤の野外試験、低環境負荷型新防蟻徳の開発や地下シロアリの生態調査、大気環境調査等に関して国内外の大学、公的研究機関及び民間企業との共

同研究が活発に実施されてきた。



### 生活・森林圏シミュレーションフィールド (LSF)

左より時計回りに、LSF 入口、木材・木質材料の防蟻野外試験、シロアリの階級分化に関する国際共同研究

## 2. 共同利用研究の成果

以下に、代表的な共同利用研究の成果として、本年度新たに採択された国際共同研究である「未利用農産廃棄物を原料とする住宅用ボード類の生物劣化抵抗性評価」(研究代表者: 京都大学 吉村 剛)、および5年目の継続課題である「振動・音響的アプローチによるシロアリの嗜好・忌避挙動の解明」(研究代表者: 大分大学 大鶴 徹)に関する研究成果概要とそれらの学術的意義について紹介する。また、共同利用研究の成果として平成24年度に発表された修士論文、学術論文、報告書・資料・要旨集及び学会発表を示す。

### (1) 未利用農産廃棄物を原料とする住宅用ボード類の生物劣化抵抗性評価

本研究は、未利用農産廃棄物を用いて住宅用ボード類を作製し、その生物劣化抵抗性をDOL国際共同利用研究によって評価することを目的としている。本年は、パイナップル葉繊維を用いて中比重繊維板(MDF)を作製し、その生物劣化抵抗性について検討した。

接着剤としては高分子量PF樹脂と高分子量+低分子量PF樹脂の2種類を用い、パイナップル葉繊維を平行(OB)あるいは直角(CB)に3層重ねた厚さ4mmのMDFを作製した。目標密度は0.8 g/cm<sup>3</sup>、熱圧条件は160°C x 10分 x 4.5 MPaである。作製したMDFをJIS K1571-2010に準拠した室内耐シロアリ性能試験および耐腐朽性能試験に供した。

4種類のMDFすべてが高い耐シロアリ性を示し、平均質量減少率は高分子量PF樹脂を用いたもので約2%、高分子量+低分子量PF樹脂を用いたもので1.5%程度となった。一方、対照として用いたスギ辺材試験体(20 x 20 x 4 mm (L))では約16%の質量減少率が観察された。この時の職蟻の死亡率は、高分子量PF樹脂を用いたもので約20%、高分子量+低分子量PF樹脂を用いたものでほぼ100%となった。接着剤の違いによってシロアリの死亡率に大きな差が認められた理由としては、未硬化の低分子量PF樹脂の存在が挙げられる。なお、繊維の方向による質量減少率への影響は観察されなかった。耐腐朽性能試験は現在実施中である。パイナップル葉繊維とPF樹脂を用いて作製したMDF(密度



0.8 g/cm<sup>3</sup>) は高い耐シロアリ性能を示し、今後の多方面への応用が期待される。

## (2) 振動・音響的アプローチによるシロアリの嗜好・忌避挙動の解明

本研究の目的は、シロアリが木材を摂食する際の振動・音響信号の収集・分析と振動・音響信号の木材への付加による摂食活性の変化の調査を行うことによる新しいノン・ケミカル工法の開発である。5年目の本年度は、引き続き振動・音響信号の分析および木材へ付加する信号の種類・量と摂食活性に関する実験、さらにコロニーによる実験結果の差異に関する検討を行った。その結果、以下に示す新しい知見が得られた。

①切断面を向かい合わせて設置した片方の木材 (A 材) にスピーカを両面テープで貼付け、信号を出力し、反対側の材を B 材として、DOL より採集したイエシロアリを中央部に投入して自由に摂食させた。2週間経過後、各試験体それぞれの A 材と B 材の摂食量の平均値  $F_{A\_avg}$ 、 $F_{B\_avg}$  と A 材と B 材の摂食量の和の平均値  $F_{sum\_avg}$  を算出したところ、スピーカの加振面の振動加速度レベル ( $L_{a,SS}$ ) と  $F_{sum\_avg}$  の間には負の相関が認められた。

②イエシロアリコロニー間での音響に対する反応の違いを検討するために、信号を木材に付加しない条件 (T0) とこれまでのコロニー B を用いた研究から  $F_{sum\_avg}$  が最も小さい結果となった条件 (T4) による実験を、DOL の別コロニー (コロニー C) を用いて行った。その結果、C コロニーの T0 :  $F_{sum\_avg}$  と T4 :  $F_{sum\_avg}$  の差に対し対応のない  $t$  検定を用いたところ、コロニー B 同様差が有意差が認められた。しかし、T4-C における  $F_{A\_avg}$  と  $F_{B\_avg}$  の差に対し対応のある  $t$  検定を用いたところ、T4-B と異なり有意差は認められず、コロニー間で音響に対する反応が異なる結果となった。

## (3) 修士論文、学術論文誌等に発表された論文、報告書・資料・要旨集等及び学会発表リスト

### 修士論文

平成 24 年度岐阜大学大学院工学研究科 (博士前期課程)・機能材料工学専攻・材料創成工学第 2 講座・服部 陽介：インドネシア原産植物 *Protium javanicum* Burm. f. に含有する化合物と各種クマリン骨格を有する化合物の抗シロアリ活性

### 学術誌に掲載された論文

M. Adfa, Y. Hattori, T. Yoshimura, and M. Koketsu: Antitermite activity of 7-alkoxycoumarins and related analogs against *Coptotermes formosanus* Shiraki. Int. Biodet. Biodeg., 74, 129-135 (2012).

M. Adfa, Y. Hattori, M. Ninomiya, Y. Funahashi, T. Yoshimura and M. Koketsu: Chemical constituents of Indonesian plant *Protium javanicum* Burm. f. and their antifeedant activities against *Coptotermes formosanus* Shiraki. Nat. Prod. Res., 27 (3), 270-273 (2013).

Yanase Y, Fujii Y, Okumura S and Yoshimura T: Detection of metabolic gas emitted by termites using semiconductor gas sensors. For. Prod. J. (2013) (in press).

Yanase Y, Miura M, Fujii Y, Okumura S and Yoshimura T: Evaluation of the concentrations of hydrogen and methane emitted by termite using a semiconductor gas sensor. *J. Wood Sci.*, DOI: 10.1007/s10086-013-1325-7 (2013) (in press).

森拓郎、築瀬佳之、田中圭、河野孝太郎、野田康信、森満範、栗崎宏、小松幸平：生物劣化を受けた木材の曲げ及び圧縮強度特性とその劣化評価、*材料*、62(4) (2013) (in press).

伊藤貴文：高充填竹バイオマスプラスチックの開発。*木材工業*、67(11)、545-548 (2012).

#### **報告書・資料・要旨集等**

富来礼次、大鶴徹：振動・音響信号を利用したシロアリの摂食活性制御の可能性。騒音制御、37(1)、20-25 (2013).

橋本 茂：「平成24年度業務年報」：徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所発行

市原孝志、野地清美、中川範之、松岡良昭、吉村 剛：熱処理あるいはヒノキ精油塗布処理スギ材の耐久性。日本木材学会中国・四国支部第24回研究発表要旨集、92-93、徳島大学 (2012) .

市原孝志、川島幹雄、三好和広：過熱蒸気による環境に優しい木材保存技術に関する研究。平成24年度高知県立森林技術センター研究成果報告書 (2013) (印刷予定) .

伊藤貴文：過熱蒸気処理木竹材の性能とそれらをフィラーとした高充填WPC。第42回木材の化学加工研究会シンポジウム講演集、25-30(2012).

増田勝則：木材・プラスチック複合材のイエシロアリ誘引性。森林防疫。(投稿中)

#### **学会発表**

河野孝太郎、温水章吾、森 拓郎、田中 圭、築瀬佳之、小松幸平、井上正文：生物劣化を受けた柱-土台接合部の残存強度性能（その1）シロアリ食害の場合、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、619-620(2012).

温水章吾、河野孝太郎、森 拓郎、田中 圭、築瀬佳之、栗崎 宏、林 康裕、小松幸平、井上正文：生物劣化を受けた柱-土台 接合部の残存強度性能（その2）腐朽による劣化の場合、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、621-622(2012).

井上正文、田中 圭、河 野孝太郎、森 拓郎、築瀬佳之、小松幸平、栗崎 宏、森 満範、野田康信：生物劣化を受けた国産針葉樹の残存強度性能、第19回日本木材学会九州支部大会講演集、43-44(2012).

### 3. 共同利用状況

年度	17	18	19	20	21	22	23	24
課題数*	12	16	17	16(2)	21 (4)	16(3)	14(2)	14(2)
LSF								
DOL	13	13	7	12(2)				
共同利用者数**	53	72	80	81	109	75	70	71
LSF					学内 43 学外 66	学内 30 学外 45	学内 20 学外 50	学内 18 学外 53
DOL	45	51	46	50				

\* ( )内数字は国際共同利用課題数 \*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

### 4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成24年度）

(1)国内委員：吉村 剛(委員長、京大生存研)、柳川 綾(京大生存研)、上田義勝(京大生存研)、松浦健二(京大院農)、片岡 厚(森林総合研究所)、竹松葉子(山口大)、酒井温子(奈良県森林技術センター)、秋野順治(京都工芸繊維大)、森 満範(北海道立総合研究機構 森林研究本部・林産試験場)、板倉修司(近畿大学)

(2)国際委員(アドバイザー)：Brian T. Forschler(ジョージア大学)、Chow-Yang Lee(マレーシア理科大学)

(3)専門委員会開催状況

平成25年2月20日(平成24年度第1回委員会)

議題：平成25年度申請課題の審査他

申請課題の審査は、予め各委員に申請書類を配信し、委員会開催時に出席委員による評価を経て採択した。

### 5. 特記事項

(1)DOL/LSF で行われた研究成果を広く社会に公開するため、研究成果報告会を第218回生存圏シンポジウムとして平成25年2月19日に実施し、併せて成果要旨集を出版した。

(2)平成24年2月16日に、温湿度計、気圧計、雨量計、風向・風量計から構成される気象測器の設置を行ったが、その後、順調にデータを集積している。



## 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) 全国国際共同利用専門委員会

委員長 矢崎一史 (京都大学生存圏研究所)

#### 1. 共同利用施設および活動の概要

人類が持続的生存を維持するためには、太陽エネルギーによる再生可能な植物資源によって、食糧生産、資源確保、エネルギー供給を支えるシステムを構築することが、世界的な緊急課題となっている。また地球環境の保全のためには、植物を中心として、それを取り巻く大気、土壌、昆虫、微生物など様々な要素の相互作用、すなわち生態系のネットワークを正しく理解することも必要である。これらは当研究所のミッション1、4、およびアカシアプロジェクトに密接にかかわっている。そして、環境修復、持続的森林バイオマス生産、バイオエネルギー生産、高強度・高耐久性木質生産などを最終目標として、種々の有用遺伝子機能の検証と並び、樹木を含む様々な形質転換植物が作成されている。

こうした研究を支援するため、平成19年度の京都大学概算要求(特別支援事業・教育研究等設備)において、生存圏研究所は生態学研究センターと共同で「DASH システム」を申請し、これが認められて生存圏研究所に設置された。本システムは、樹木を含む様々な植物の成長制御、共生微生物と植物の相互作用、ストレス耐性など植物の生理機能の解析を行なうとともに、植物の分子育種を通じ、有用生物資源の開発を行なうものである。一方、平成18年度より全国共同利用として運用してきたFBASは、前者の分析装置サブシステムと内容的に重複するところが多いことから平成20年度よりDASHシステムと協調的に統合し、一つの全国・国際共同利用として運用することとした。後者は複雑な木質バイオマス、特にリグニンおよび関連化合物を中心として、細胞レベルから分子レベルにいたるまで正確に評価分析する、分析手法の提供をベースとした共同利用研究である。

本システムを構成する主要な機器と分析手法は以下の通りである。

#### 主要機器

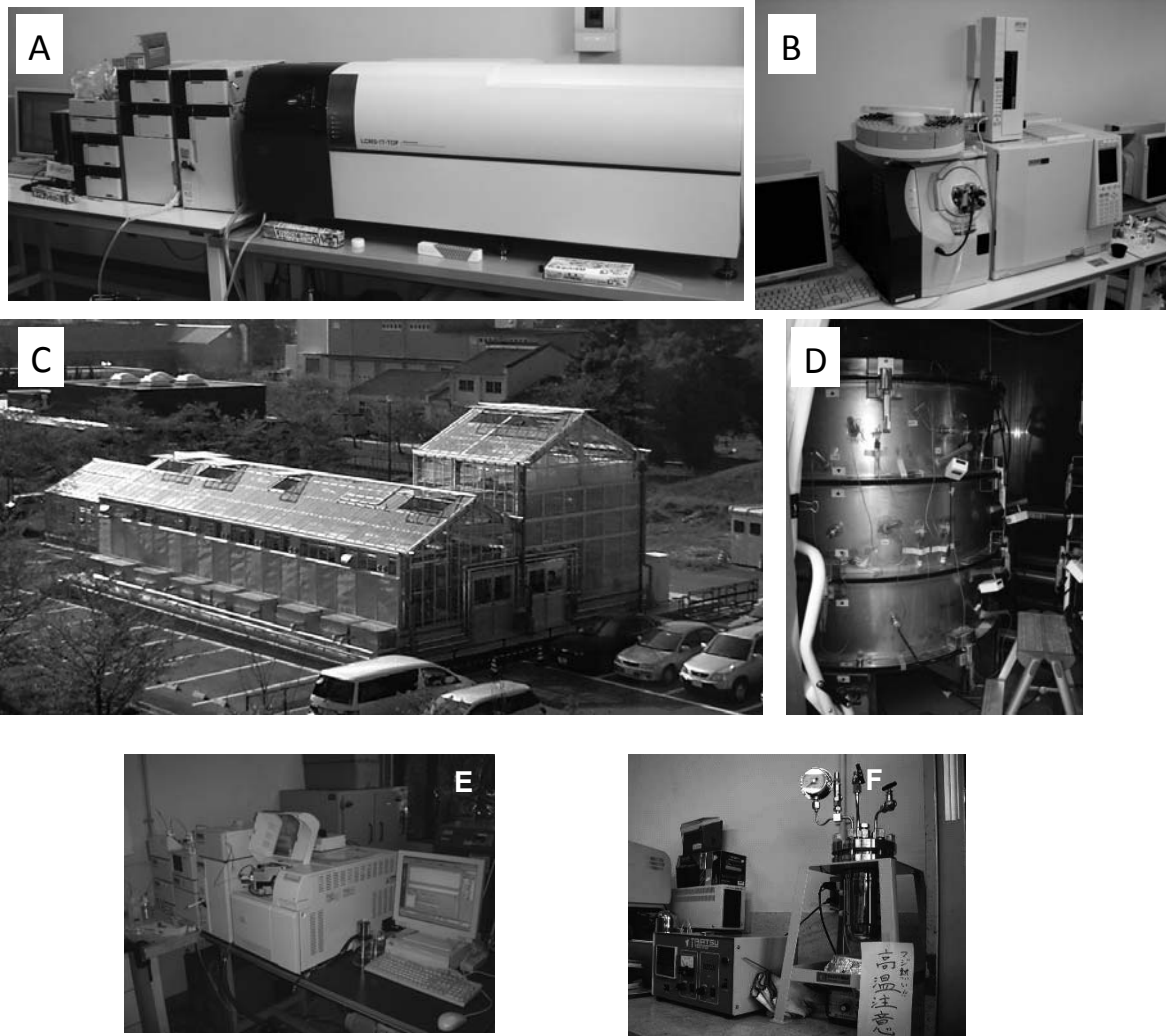
##### ・DASH 分析装置サブシステム

1) 代謝産物分析装置	LCMS-IT-TOF	1台 [図 A]
2) 植物揮発性成分分析装置	GC-MS	2台 [図 B]
3) 土壌成分分析装置	ライシメータ	2台 [図 D]

##### ・DASH 植物育成サブシステム

組換え植物育成用 (8温室 + 1培養室 + 1準備処理作業室) [図 C]

大型の組換え樹木にも対応 (温室の最大高さ 6.9m)



図：DASH/FBAS 構成機器（抜粋）

- ・FBAS として共同利用に供する設備
  - 四重極型ガスクロマトグラフ質量分析装置
  - 高分解能二重収束ガスクロマトグラフ質量分析装置 [図 E ]
  - 四重極型液体クロマトグラフ質量分析装置 [図 F ]
  - ニトロベンゼン酸化反応装置
- ・その他の装置
  - 核磁気共鳴吸収分光装置
  - 透過型電子顕微鏡

#### 主な分析手法

- チオアシドリシス、ニトロベンゼン酸化分解（リグニン化学構造分析）
- クラークソンリグニン法、アセチルブロマイド法（リグニン定量分析）

## 2. 共同利用研究の成果

共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文のリスト、共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文リストは以下のとおりである。

### 共同利用の研究活動の中で作成された修士論文（平成 24 年度）

- ・ ミヤコグサ MATE 型輸送体の発現特性と機能解析（太田喜寛）
- ・ ミヤコグサ根粒における輸送体 SWEET 及び ALMT の解析（齊田有桂）
- ・ レモンのクマリン基質プレニル基転移酵素の機能解析（棟方涼介）
- ・ ダイズ根におけるイソフラボノイド分泌機構の生化学的解析（山下和晃）
- ・ Crystallization of hinokiresinol synthase（ヒノキレジノール合成酵素の結晶化）  
(母利大地)

### 共同利用研究の成果による学術賞、及び学術論文誌に発表された論文

#### <学会発表>

- Hiroshi Nishimura, Wood Biomass Conversion: Lignin Biodegradation and Structural Analysis, Humanosphere Science School (HSS2012), 46-51, Bandung, Indonesia (Lecture), 2012.8.28
- Hiroshi Nishimura, Masato Katahira, Takashi Watanabe, Analysis of wood cell wall structures and secondary metabolites during the biodegradation of white-rot fungi using solution NMR, Lignobiotech II, Fukuoka, Japan (Plenary Lecture), 2012.10.16
- Mikame, K., Ohashi, Y., Nishimura, H., Katahira, R., Kozawa, Y., Katahira, M., Sugawara, S., Koike, K., Watanabe, T., Masato Katahira, Takashi Watanabe, Natural organic ultraviolet absorbers from lignin derivatives, Lignobiotech II, Fukuoka, Japan (Poster), 2012.10.15
- Marumoto, S., Yamamoto, S. P., Nishimura, H., Onomoto, K., Narita, R., Yatagai, M., Yazaki, K., Fujita, T., Watanabe, T., Identification of germicidal compounds against picornavirus in pyroligneous acid, Lignobiotech II, Fukuoka, Japan (Poster), 2012.10.15
- Hiroshi Nishimura, High resolution and quantitative NMR analysis of whole milled wood and biodegraded wood, International Symposium on Sustainable Development and Human Security in Southeast Asia through Biorefinery and Low Cost House, Proc. SABH2012, 59-62, 宇治, 2012.12.11
- Marumoto, S., Yamamoto, S. P., Nishimura, H., Onomoto, K., Narita, R., Yatagai, M., Yazaki, K., Fujita, T., Watanabe, T., Identification of germicidal compound against picornavirus in bamboo pyroligneous acid, International Symposium on Sustainable Development and Human Security in Southeast Asia through Biorefinery and Low Cost House, Proc. SABH2012, 63-66, 宇治, 2012.12.11
- Hiroshi Nishimura, Biodegradation of Wood Biomass by Selective White-rot Fungi, The first Bristol-Kyoto Symposium 2013, Bristol, UK, 2013.1.11

#### <論文>

- T Cabanos C, Ekyo A, Amari Y, Kato N, Kuroda M, Nagaoka S, Takaiwa F, Utsumi S, Maruyama N. High-level production of lactostatin, a hypocholesterolemic peptide, in transgenic rice using soybean A1aB1b as carrier. Transgenic Research, 2012 PMID 23129483
- Takanashi, K., Yokosho, K., Saeki, K., Sugiyama, A., Sato, S., Tabata, S., Ma, JF., Yazaki, K., LjMATE1, a citrate transporter responsible for iron supply to nodule infection zone of *Lotus japonicus*. Plant Cell Physiol., 54(4), 585-594(2013).

- Shitan, N., Dalmás, F., Dan, K., Kato, N., Ueda, K., Sato, F., Forestier, C., Yazaki, K., Characterization of *Coptis japonica* CjABCB2, an ATP-binding cassette protein involved in alkaloid transport, *Phytochem.*, 91, 109-116(2013).
- Munakata, R., Inoue, T., Koeduka, T., Sasaki, K., Tsurumaru, Y., Sugiyama, A., Uto, Y., Hori, H., Azuma, J., Yazaki, K., Characterization of coumarin-specific prenyltransferase activities in *Citrus limon* peel, *Biosci Biotechnol Biochem.* 76(7), 1389-1393, 2012.
- Takanashi, K., Takahashi, H., Sakurai, N., Sugiyama, A., Suzuki, H., Shibata, D., Nakazono, M., Yazaki, K., Tissue-specific transcriptome analysis in nodules of *Lotus japonicus*, *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 25(7), 869-876, 2012.
- Inui, T., Kawano, N., Shitan, N., Yazaki, K., Kiuchi, F., Kawahara, N., Sato, F., Yoshimatsu, K., Improvement of benzyloisoquinoline alkaloids productivity by over-expression of 3'-hydroxy-*N*-methylcoclaurine 4'-*O*-methyltransferase in transgenic *Coptis japonica* plants, *Biol. Pharm. Bull.* 35 (5), 650-659, (2012).
- Tsurumaru, Y., Sasaki, K., Miyawaki, T., Uto, Y., Momma, T., Umemoto, N., Momose, M., and Yazaki, K., Characterization of HIPT-1, a membrane-bound prenyltransferase responsible for the biosynthesis of bitter acids in hops, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 417(1), 393-398 (2012).
- Tanaka, R., Uto, Y., Ohnaka, K., Ohta, Y., Yazaki, K., Umemoto, N., Nakata, E., Hori, H., Prenylated acylphloroglucinol derivatives: isoprenomics-based design, syntheses and antioxidative activities, *Adv. Exp. Med. Biol.*, 737 (4), 251-256, 2012.
- Takanashi, K., Sugiyama, A., Sato, S., Tabata, S., Yazaki, K., LjABCB1, an ATP-binding cassette protein specifically induced in uninfected cells of *Lotus japonicus* nodules, *J. Plant Physiol.*, 169(3), 322-326 (2012).
- Kamimoto, Y., Terasaka, K., Hamamoto, M., Takanashi, K., Fukuda, S., Shitan, N., Suzuki, H., Shibata, D., Wang, B., Pollmann, S., Geisler, M., Yazaki, K., *Arabidopsis* ABCB21 is a facultative auxin im/exporter regulated by cytoplasmic auxin concentration, *Plant Cell Physiol.*, 53(12), 2090-2100, 2012.
- Hattori T, Murakami S, Mukai M, Yamada T, Hirochika H, Ike, M, Tokuyasu K, Suzuki S, Sakamoto M, Umezawa T (2012) Rapid analysis of transgenic rice straw using near-infrared spectroscopy. *Plant Biotechnol* 29:359-366.
- Suzuki S, Ma JF, Yamamoto N, Hattori T, Sakamoto M, Umezawa T (2012) Silicon deficiency promotes lignin accumulation in rice. *Plant Biotechnol* 29:391-394.
- Yamamura M, Akashi K, Yokota A, Hattori T, Suzuki S, Shibata D, Umezawa T (2012) Characterization of *Jatropha curcas* lignins. *Plant Biotechnol* 29:179-183.
- Yamamura M, Hattori T, Suzuki S, Shibata D, Umezawa T (2012) Microscale thioacidolysis method for the rapid analysis of  $\beta$ -*O*-4 substructures in lignin. *Plant Biotechnol* 29:419-423.
- Yamamura M, Noda S, Hattori T, Shino A, Kikuchi J, Takabe K, Suzuki S, Shibata D, Umezawa T (2013) Characterization of lignocellulose of *Erianthus arundinaceus* in relation to enzymatic saccharification efficiency. *Plant Biotechnol* (in press).
- Umezawa T, Ragamustari SK, Nakatubo T, Wada S, Li L, Yamamura M, Sakakibara N, Hattori T, Suzuki S, Chiang VL (2013) A lignan *O*-methyltransferase catalyzing the regioselective methylation of matairesinol in *Carthamus tinctorius*. *Plant Biotechnol* (in press).
- Ragamustari SF, Shiraiwa N, Hattori T, Nakatubo T, Suzuki S, Umezawa T (2013) Characterization of three cinnamyl alcohol dehydrogenases from *Carthamus tinctorius*. *Plant Biotechnol* (in press).



Nishimura, H., M. Sasaki, H. Seike, M. Nakamura and T. Watanabe, Alkadienyl and alkenyl itaconic acids (ceriporic acids G and H) from the selective white fungus *Ceriporiopsis subvermispora*: A new class of metabolites initiating ligninolytic lipid peroxidation, *Org. Biomol.Chem.*, 10, 6432-6442 (2012).

Nishimura, H., K. Murayama, T. Watanabe, Y. Honda and T. Watanabe, Diverse rare lipid-related metabolites including  $\omega$ -7 and  $\omega$ -9 alkenylitaconic acids (ceriporic acids) secreted by a selective white rot fungus, *Ceriporiopsis subvermispora*, *Chem. Phys. Lipids*, 165, 97-104 (2012).

<総説>

丸山伸之、石本政男、長谷川久和、種子貯蔵タンパク質を利用した作物によるバイオ医薬品の生産、*バイオサイエンスとインダストリー*2013年2号

<著書>

Sugiyama, A., Yazaki, K., Root exudates of legume plants and their involvement in interaction with soil microbes, In: *Signaling and Communication in Plants* 12, Springer, 27-48. (Total 291 page) (2012)

共同利用研究の成果の例

今年度の共同研究利用の例として、再生可能資源・エネルギーとしてのバイオマス利用に絡んだ DASH 植物育成サブシステムの方から 1 課題と、セルロース合成酵素の持つ反応機構を理解するための DASH 分析機器サブシステムの方から 1 課題、それぞれの成果をこの後紹介する。

1) リグニン生合成の代謝工学

研究代表者：梅澤俊明（京都大学生存圏研究所）

2) 酢酸菌におけるセルロース生合成機構の解明

研究代表者：今井友也（京都大学生存圏研究所）

**3. 共同利用状況**

平成 17 年度から 24 年度に渡って共同利用状況については以下の通りである。本全国共同利用設備は、平成 18 年度に FBAS として共同利用を開始した。その後平成 19 年度の京都大学概算要求にて DASH の設置が認められた。内容的に両方で重複する部分が多かったため、平成 20 年度からは両者を融合して DASH/FBAS として全国共同利用の運用をしている。

傾向として、利用面積が問題となる植物育成サブシステムに関しては、長時間を必要とする植物の育成が主な機能であることから、利用件数の大きな変動はない。採択件数が減少傾向にあるのは、随時受付を行っている DASH 分析装置サブシステムの利用者数の変動が原因となっていると見なされる。

表 DASH/FBAS 共同利用状況

年度 (平成)	17年	18年 FBAS	19年 FBAS	20年 DASH FBAS	21年 DASH FBAS	22年 DASH FBAS	23年 DASH FBAS	24年 DASH FBAS
採択課題数		8	8	15	22	17	15	16
共同利用者 数**		25	45	97	129	95 (学内 47 学外 48)	80 (学内 54 学外 26)	82 (学内 50 学外 32)

\*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

#### 4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成24年度）（18名）

平成25年1月現在の専門委員会を構成する委員名・所属先は以下の通りである。

矢崎一史（生存圏研究所・委員長）、西谷和彦（東北大学大学院）、村中俊哉（大阪大学大学院）、重岡成（近畿大学）、太田大策（大阪府立大学大学院）、松井健二（山口大学大学院）、柴田大輔（財団法人かずさDNA研究所）、明石良（宮崎大学）、青木俊夫（日本大学）、河合真吾（静岡大学）、高林純示（生態学研究センター）、大串孝之（生態学研究センター）、塩谷雅人（生存圏研究所）、渡辺隆司（生存圏研究所）、梅澤俊明（生存圏研究所）、山川宏（生存圏研究所）、杉山暁史（生存圏研究所）、今井友也（生存圏研究所）

平成24年度の専門委員会は、共同利用申請課題の審査、採択に関して、メール会議にて開催した。主な開催日は以下の通りである。

平成24年5月30日 平成24年度DASH/FBAS追加申請課題の採択について（24DF-13）  
 平成24年7月13日 平成24年度DASH/FBAS追加申請課題の採択について（24DF-14）  
 平成24年12月11日 平成24年度DASH/FBAS追加申請課題の採択について（24DF-15）  
 平成24年12月18日 平成24年度DASH/FBAS追加申請課題の採択について（24DF-16）  
 平成25年1月28日 平成25年度申請研究課題の審査依頼  
 平成25年2月25日 平成25年度申請研究課題の審査結果について（承認依頼）  
 平成25年3月5日 平成25年度申請研究課題の審査結果について（予定）

#### 5. 特記事項

この年度の特記事項として、DASH植物育成サブシステムが設置後5年目となったことから、初めての総合的なメンテナンスを行ったことが挙げられる。温室はその機能を長持ちさせるためには、年に1回のルーチンのメンテナンスに加え、数年に1回の総合的なメンテナンスが望まれる。緊急を要する懸念は指摘されなかったが、土台のコンクリートのひび割れ防止に関する検討など、将来的に起こりうる問題点の指摘何点かを受けたため、次年度以降の予算状況に応じて検討をする予定である。

分析機器サブシステムに関しては、幸いに、他に大きなトラブルがなかったことに加え、全所的な理解とサポートが得られたため、必要とされるメンテナンスを行うことができた。

## 先進素材開発解析システム全国国際共同利用専門委員会

委員長 渡辺隆司 (京都大学生存圏研究所)

### 1. 共同利用施設および活動の概要

京都大学生存圏研究所先進素材開発解析システム(Analysis and Development System for Advanced Materials, 以下 ADAM と略)は、「高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム」、「超高分解能有機分析サブシステム」、「高分解能多元構造解析システム」から構成される実験装置であり、平成23年度後期から共同利用設備としての運用を開始した。本設備は、世界唯一の多周波マイクロ波加熱装置、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS)、無機用および有機用電子顕微鏡などからなる複合研究装置であり、マイクロ波加熱を用いた新材料創生、木質関連新材料の分析、その他先進素材の開発と解析などに用いられる。本装置は研究所のフラグシップ共同研究「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」推進のための中核研究装置としても使われる。

#### 高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

マイクロ波信号発生器、2.14GHz帯650W進行波管増幅器、2.45GHz帯1kWマグネトロン発振器、5.8GHz帯600Wマグネトロン発振器、800MHz~2.7GHz帯250W GaN 半導体増幅器、アプリケーション、スペクトラムアナライザ、他



高度マイクロ波加熱応用  
及び解析サブシステム

#### 超高分解能有機分析サブシステム

1. フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS) (ブルカー・ダルトニクス株式会社製)
2. 多核磁気共鳴装置  $\lambda$ -400 (日本電子株式会社製)



FT-ICR-MS

#### 高分解能多元構造解析システム

1. 無機用電界放出形電子顕微鏡 (200kV FE-TEM) (日本電子株式会社製)
2. 有機用透過電子顕微鏡(120kV TEM) (日本電子株式会社製)
3. 比表面積/細孔分布測定装置 アサップ 2020 (島津-マイクロメトリックス社製)



無機用電界放出  
形電子顕微鏡



有機用透過  
電子顕微鏡

#### 先進素材開発解析システム(ADAM)見学会の開催

平成24年11月13日に第2回先進素材開発解析システム(ADAM)見学会を開催し、ADAMを構成する「高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム」、「超高分解能有機分析サブシステム」、「高分解能多元構造解析システム」の装置類の機能を一般にわかりやすく紹介した。

第2回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウムの開催

平成24年11月13日に第2回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウムを、セッション2 および生存圏フラッグシップ共同研究の活動紹介のためのシンポジウムと合同の形式で開催し、活発な議論を行った。

2. 共同利用研究の成果

[ I ] 学術雑誌論文

1. K. Kashimura, N. Hasegawa, S. Suzuki, M. Hayashi, T. Mitani, K. Nagata and N. Shinohara: Microwave Heating Behavior of Conductive Multi-particles using Spatially Separated Electric and Magnetic nodes - Effects of Relative Density on Absorption Properties of Various Carbon Powder Compacts -, J. Appl. Phys., 113, 1, 024902 -1-5 (2013).
2. J. Fukushima, K. Kashimura, S. Takayama, M. Sato, S. Sano, Y. Hayashi and H. Takizawa: In-Situ Kinetic Study on Non-Thermal Reduction Reaction of CuO during Microwave Heating, Mater. Lett., 91, 252-254 (2013).
3. K. Kashimura, J. Fukushima, T. Mitani, M. Sato and N. Shinohara: Metal Ti-Cr Alloy Powders Nitriding under Atmospheric Pressure by Microwave Heating, J. Alloys and Compounds, 550, 239-244 (2013).
4. K. Kashimura, S. Suzuki, M. Hayashi, T. Mitani, K. Nagata and N. Shinohara: Surface-Plasmon-Like Modes of Graphite Powder Compact in Microwave Heating, J. Appl. Phys., 112, 3, 034905 -1-5 (2012).
5. K. Kashimura, M. Sato, M. Hotta, D. K. Agrawal, K. Nagata, M. Hayashi, T. Mitani and N. Shinohara: Iron Making from Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and Graphite using Microwave Energy at 915MHz, Mater. Sci. & Eng. A, 556, 977-979 (2012).
6. J. Fukushima, K. Kashimura, S. Takayama and M. Sato: Microwave-energy Distribution for Reduction and Decrystallization of Titanium Oxides, Chem. Lett., 41, 39-41 (2012).
7. J. Fukushima, K. Kashimura, and M. Sato: Chemical bond cleavage induced by electron heating -Gas emission behavior of titanium-metalloid compounds (titanium nitride and oxide) in a microwave field -, Mater. Chem. and Phys., 131, 178-183 (2011).
8. S. Horikoshi, S. Matsuzaki, T. Mitani, N. Serpone, Microwave frequency effects on dielectric properties of some common solvents and on microwave-assisted syntheses: 2-Allylphenol and the C12-C2-C12 Gemini surfactant, Radiation Phys. Chem., 81, 1885-1895 (2012).
9. S. Horikoshi, A. Osawa, S. Sakamoto, N. Serpone, Control of microwave-generated hot spots. Part IV. Control of hot spots on a heterogeneous microwave-absorber

- catalyst surface by a hybrid internal/external heating method, Chem. Eng. Proces., (2013) accepted.
10. S. Horikoshi, T. Sato, N. Serpone, Rapid synthesis of Gemini surfactants using a novel 915-MHz microwave apparatus, J. Oleo Sci., 62, 39–44 (2013).
  11. S. Horikoshi, T. Sumi, N. Serpone, Unusual effect of the magnetic field component of the microwave radiation on aqueous electrolyte solutions, J. Microwave Power Electromagnetic Energy, 46, 215–228 (2012).
  12. K. Oshida, M. Murata, K. Fujiwara, T. Itaya, T. Yanagisawa, K. Kimura, T. Nakazawa, Y.A. Kim, M. Endo, B.-H. Kim, K.S. Yang: Structural analysis of nano structured carbon by transmission electron microscopy and image processing. Appl. Surface Sci., (in Press) (2013).
  13. A. Uesaka, M. Ueda, A. Makino, T. Imai, J. Sugiyama, and S. Kimura, Self-Assemblies of Triskelion A2B-Type Amphiphilic Polypeptide Showing pH-Responsive Morphology Transformation, Langmuir, 28, 6006–6012 (2012).
  14. H. Nishimura, M. Sasaki, H. Seike, M. Nakamura, T. Watanabe, Alkadienyl and alkenyl itaconic acids (ceriporic acids G and H) from the selective white fungus *Ceriporiopsis subvermispora*, A new class of metabolites initiating ligninolytic lipid peroxidation, Org. Biomol. Chem., 10, 6432-6442 (2012).

## [II] 著書

1. S. Horikoshi, N. Serpone, Microwaves in Organic Synthesis, 3rd ed., (Eds. by A. de la Hoz and A. Loupy), Chapter 9, Wiley-VCH Verlag, GmbH, Weinheim, Germany (2012).
2. 堀越 智、マイクロ波化学プロセス技術 (監修: 和田雄二/竹内和彦)、第2および4章 (2012) マイクロ波化学 最近のトピックス (シーエムシー出版)
3. 三谷友彦、渡辺隆司: バイオマス分解・燃料化、マイクロ波プロセス技術II、シーエムシー出版、262-272 (2013).
4. T. Watanabe, and T. Mitani, Microwave technology for lignocellulosic biorefinery, The Role of Green Chemistry in Biomass Processing and Conversion, eds. by H. Xie, N. Gathergood, John Wiley & Sons, 281-291 (2012).

## [III] 卒業論文

加藤 寿一「 $\gamma$ -シクロデキストリンを利用した機能性炭素合成」、筑波大学理工学群 応用理工学類 (平成 24 年度)

## [IV] テレビ、新聞等

1. FNS 仙台: 「がれきのアスベストを無害化 研究進む」、ニュース (H24/12/20),
2. 日刊工業新聞: 「震災がれき処理にマイクロ波が一役—非飛散性アスベストの無害化コスト半減」 (H24/2/14)

3. NHK サイエンスゼロ：「電子レンジで鉄が作れる！？ 未知のマイクロ波効果を活用せよ」（H24/1/23）

#### [V] 特許・共同研究 等

1. 特願 2012-160636、マイクロ波によるチタン直接還元法（H24/7/19）
2. 特願 2012-210875、マイクロ波反応装置（H24/9/25）

#### [VI] 受賞

1. 日本電磁波エネルギー応用学会 第5回シンポジウム ベストペーパー賞，2022 福島潤、樫村京一郎、佐藤元泰「マイクロ波による酸化金属の還元」
2. 環境研究総合推進費モデル事業選出，行政刷新会議ワーキンググループ，「新仕分け」，（2013/ 11/ 16）分資料 2 / 3
3. 材料技術研究協会討論会 ゴールドポスター賞、2012年12月7日、鷺見卓也・堀越智・酒井秀樹・阿部正彦
4. 第10回木質炭化学会大会・優秀発表賞（2012年6月）畑俊充、朝倉良平、内本喜晴、本間千晶「木質からの白金代替燃料電池用カソード触媒合条件のPy-GC/MSによる最適化」

### 3. 共同利用状況

ADAM は平成 23 年度後期から共同利用を開始し、15 件の共同利用課題を採択し、24 年度は 18 件となった。

年度	16	17	18	19	20	21	22	23	24
採択課題数	-	-	-	-	-	-	-	15	18
共同利用者数**	-	-	-	-	-	-	-	86 学内 53 学外 33	101 学内 58 学外 43

\*\* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

### 4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成 24 年度）

ADAM 共同利用専門委員会は以下の委員から構成される。平成 24 年 11 月 13 日に第 2 回先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用専門委員会を開催した。

ADAM共同利用専門委員会委員：福島和彦（名大大学院生命農学研究科、教授）、二川佳央（国土館大理工学部、教授）、飯尾英夫（大阪市大大学院理学研究科、教授）、松村竹子（ミネラルバライトラボ、主任研究員）、岸本崇生（富山県立大工学部、准教授）、木島正志（筑波大大学院数理物質科学研究科、准教授）、石井大輔（龍谷大理工学部、助教）、渡邊隆司（京大生存研、教授）、杉山淳司（京大生存研、教授）、篠原真毅（京大生存研、教授）、今井友也（京大生存研、准教授）、畑俊充（京大生存研、講師）、三谷友彦（京大生存研、准教授）

## 生存圏データベース全国国際共同利用専門委員会

委員長 塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）

### 1. 共同利用施設および活動の概要

「生存圏データベース」は、生存圏研究所が蓄積してきたデータの集大成で、材鑑調査室が収集する木質標本データと生存圏に関するさまざまな電子データとがある。材鑑調査室では1944年以来収集されてきた木材標本や光学プレパラートを収蔵・公開している。また、大気圏から宇宙圏、さらには森林圏や人間生活圏にかかわるデータを電子化し、インターネット上で公開している。これら生存圏に関する多種多様な情報を統括し、全国・国際共同利用の中の一形態であるデータベース共同利用として管理・運営を行なっている。

#### 1-1. 材鑑調査室

材鑑調査室は、1978年に国際木材標本室総覧に機関略号KY0wとして正式登録されたことを契機に1980年に設立され、材鑑やさく葉標本の収集をはじめ、内外の大学、研究所、諸機関との材鑑交換を行なっている。現有材鑑数は18710個(178科、1131属、3617種)、永久プレパラート数は9945枚にのぼり、わが国では森林総合研究所に次ぐ第2の規模である。生存圏研究所に特徴的なものとして、古材コレクション(412点)がある。これらは指定文化財建造物の修理工事において生じる取替え古材を文化財所有者や修理事務所の協力に基づき、系統的に収集したものである。実験試料として破壊試験を行なうことができる我が国唯一のコレクションであり、木の文化と科学に寄与する様々な研究テーマに供されている。また木材の組織構造観察にもとづく樹種同定を通して、昨今耐震改修の進む歴史的建造物の部材毎の樹種や、木彫像を初めとする文化財の樹種のデータベース化を進めている。



収集している古材コレクションの一例(左)、生存圏バーチャルフィールド：世界の木材、歴史的木材、木製品の展示ならびに顕微鏡観察コーナ、情報端末をそなえる(右)。

2008年の改修により、管理室と見学スペースを分離すると同時に、生存圏データベース共同利用の拠点設備として生存圏バーチャルフィールドを開設した。現在は、法隆寺五重塔心柱、祇園祭船鉦車輪をはじめ数多くの文化財級の部材や工芸品を展示し、年間1000名に達する見学者に随時公開している。さらに、2009年には増加する歴史的建造物資料を保管するため小屋裏倉庫を設け、柱材や梁などの大型古材や文献・書籍などを収納している。

## 1-2. 電子データベース

生存圏データベースの一環として、研究成果にもとづいて蓄積してきた電子情報を以下のような種々のデータベースの形態でこれまでに公開してきた。**宇宙圏電磁環境データ**：1992年に打ち上げられ地球周辺の宇宙空間を観測し続けている GEOTAIL 衛星から得られた宇宙圏電磁環境に関するプラズマ波動スペクトル強度の時間変化データ。**レーダー大気観測データ**：過去20年以上にわたってアジア域最大の大気観測レーダーとして稼働してきた MU レーダーをはじめとする各種大気観測装置で得られた地表から超高層大気にかけての観測データ。**赤道大気観測データ**：インドネシアに設置されている赤道大気レーダーで取得された対流圏及び下部成層圏における大気観測データと電離圏におけるイレギュラリティ観測データを含む関連の観測データ。**グローバル大気観測データ**：全球気象データ(ヨーロッパ中期気象予報センターの再解析データと気象庁作成の格子点データ)を自己記述的でポータビリティの高いフォーマットで公開。**木材多様性データベース**：材鑑調査室が所蔵する木材標本ならびに光学プレパラートの文字情報、識別プレパレート画像と識別結果、また文献データベースでは日本産広葉樹の木材組織の画像と解剖学的記述を公開。**植物遺伝子資源データ**：植物の生産する有用物質(二次代謝産物)とその組織間転流や細胞内蓄積に関与すると考えられる膜輸送遺伝子に焦点を絞り、有用な遺伝子の EST 解析を行ない、その遺伝子の情報を集積。**木質構造データ**：大規模木質構造物・木橋等の接合方法や伝統木造建築の構造特性などの観点から、国内の主たる木質構造について、接合部などの構造データ、建物名や建築年代、使用樹種などのデータを集積。**担子菌類遺伝子資源データ**：第二次世界大戦以前より収集されてきた希少な標本試料(木材腐朽性担子菌類の乾燥子実体標本；写真も含まれる)の書誌情報や生体試料の遺伝子情報を収集。

これら以外に H23 年度より、所内外の研究者の方々から生存圏に関わる以下のデータベースの提供を受けて公開している。**南極点基地オーロラ観測データ**：南極点基地で撮像したオーロラ全天画像のデータベース。**静止衛星雲頂高度プロダクト**：静止気象衛星の赤外輝度温度観測から推定した、雲頂高度および光学的厚さに関するデータベース。**アカシア大規模造林地気象データベース**：2005年よりインドネシア南スマトラ島のアカシア大規模造林地においておこなわれている地上気象観測データ。

これら電子データベースは、<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/>から公開している。





## 2. 共同利用研究の成果

- ① 全国大学間ネットワーク：北海道大学、東北大学、東京大学、森林総合研究所、京都大学、九州大学が参加して、国内に所蔵される材鑑のデータベース化とネットワーク化を推進している。昨年度から公開した、北海道大学、東北大学、ならびに京都大学のコレクションに加えて、今年度末には九州大学のコレクションを追加し、生存圏データベースサイトから全木材標本が検索可能となる予定である。また名古屋大学の材鑑情報約 300 点の整理が進められた。
- ② 木材標本採集会：森林総合研究所が中心となり推進する国産樹種採集会を 5 年前から全国共同利用研究の一つとして行なっている。今年度は上半期に愛媛県、下半期に山形県最上郡を中心とした地域で標本採集を行なった。参加者の専門は、木材学のみならず、植物学、歴史学、考古学、年輪学と広く、学際的な雰囲気の中、採集のノウハウ、植物分類学の基礎、植生と気候区分などを学ぶ貴重な機会となっている。
- ③ 中国産木材解剖学大成：約 8 千種ともいわれる中国産材から有用な 1000 種を扱った中国木材に関する集大成が完成間近である。京都大学と南京林業大学の研究者の協力のもと、日、英、中 3ヶ国語による解剖学の書籍の出版を予定している。
- ④ 樹種識別講習会：大学院生ならびに学部生を対象に、解剖学の基礎講義に加えて寺社等での実地サンプリング・同定作業の体験プログラム。本年度は株式会社千本銘木のご協力を得て、伝統木工用材を扱う工房ならびに酢屋見学会を実施した。樹種同定を通して人と木とのかかわりを調べる文理融合的な研究を推進する若手研究員の育成を目指している。

## 3. 共同利用状況

平成 20 年度から 24 年度にかけての共同利用状況については、以下の通りである。

期間	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度
材鑑調査室 採択課題数	18	18	16	17	16
材鑑調査室 共同利用者数*	76	60	67 (学内 32, 学外 35)	66 (学内 31, 学外 35)	68 (学内 36, 学外 32)
電子データベー スへのアクセス	5, 328, 254 50, 065GB	6, 340, 066 197, 654GB	13, 890, 937 240, 608GB	49, 710, 485 163, 082GB	99, 726, 042 188, 735GB

\* 共同利用者数は各課題の研究代表者と研究協力者の延べ人数

## 4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成 24 年度）

専門委員会は、所外委員 9 名[高妻洋成(奈文研)、中島英彰(NIES)、藤井智之(森林総研)、船田良(東京農工大)、村田健史(NICT)、中村卓司(極地研)、堀之内武(北海道大)、斎藤幸

恵(東大・農)、高部圭司(京大・農)]と所内委員4名[塩谷雅人、杉山淳司、小嶋浩嗣、橋口浩之]、および海外委員1名[金南勲(江原大, 韓国)]からなっている。平成24年度の委員会は平成25年2月21日13:30から開催され、平成24年度の活動報告、平成25年度生存圏データベース(材鑑調査室)共同利用申請課題の選考などについて論議を行なった。

## 5. 特記事項

- ① 九州大学大学院農学研究院環境農学部門サステナブル資源科学講座が所蔵する南洋材ならびに南洋植物のタイプ試料を含む金平コレクションを見学し、今後のネットワーク活動の方向について議論した(2013年1月31日)。
- ② バーチャルフィールド内の木材識別講習用資料の整備として、国産、外材を含む針葉樹有用材の材鑑ならびにプレパラートの作製と、それらの電子情報のデータベース化を行なった。
- ③ 材鑑調査室の共同利用研究に関わって以下のような成果が上がっている。
  - 横山操ら、国立歴史民族博物館研究報告、176、57-80(2012)。
  - 横山操、杉山淳司、川井秀一、国立歴史民族博物館研究報告、176、119-128(2012)。
  - 「木の考古学 出土木製品用材データベース」(著書):伊東隆夫、山田昌久編集(海青社、2012年発行)。

English

木材標本関連データベース

検索は矢印をクリック下さい。

- ▶北海道大学 農学研究院
- ▶東北大学 植物園
- ▶森林総合研究所
- ▶京都大学 生存圏研究所

宇治キャンパス見学の際、また材鑑調査室見学の際には以下のサイトもご利用ください。

- ▶宇治キャンパスの木
- ▶材鑑調査室の紹介

-20120104 東北大データ公開。インデックス再構築。  
-20111227 コンテンツ追加。  
-20111221 調査室、バーチャルフィールド関連コンテンツ追加。  
-20111220 北大木材データ公開。  
-20111219 インデックス再構築、新

貴重な学術・研究資料として、北海道大学、東北大学、森林総合研究所、東京大学、名古屋大学、京都大学、九州大学の関連機関で木材標本ネットワークの構築を進めています。

Copyright: 京都大学生存圏研究所  
バイオマス形態情報分野

新しい材鑑の大学間ネットワークページの立ち上げ。

## 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24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24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60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24年度は、26件(うち国際共同研究7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24年度は15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。本年度は研究所主導のシンポジウムを3件企画するとともに、生存圏科学研究に関するテーマについて全国の研究者が集中的に討議する生存圏シンポジウムを21件、公募により採択し、参加者の総数は2056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ような領域の研究者を囲み学生達とも一緒になって自由に意見交換を行い、より広い生存圏科学の展開に向けて相互の理解と研鑽を深めるとともに、新しい研究ミッションの開拓に取り組んだ。

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

## 2. センター構成員

### 運営会議委員

- 林 知行（独立行政法人 森林総合研究所）
- 廣岡俊彦（九州大学 大学院理学研究院）
- 高妻洋成（独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所埋蔵文化財センター）
- 草野完也（名古屋大学 太陽地球環境研究所）
- 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）
- 船木一幸（宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所）  
（センター長）矢野浩之、（副所長）渡邊隆司、  
（ミッション推進委員会委員長）矢崎一史  
（ミッション代表）塩谷正人（副所長）、篠原真毅、山川 宏、小松幸平

### センター会議構成員

- ・ 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・畑 俊充・鈴木史朗  
国際共同研究分野：山本 衛、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、Sanjay Kumar MEHTA、横山竜宏、鈴木 遥、中宮賢樹、松原恵理）
- ・ 学内研究担当教員（兼任）
- ・ 学外研究協力者

### 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。

### 3. ミッション専攻研究員の研究概要

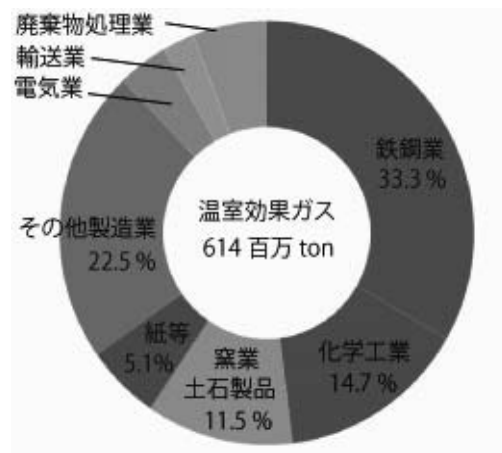
氏名、(共同研究者)、プロジェクト題目、研究内容

#### 樫村京一郎(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。各産業の温室ガス排出量は「鉄鋼、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。

ミッション研究員として、素材製造分野における再生産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はその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. p. 25]



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

The trends and various interannual variability components in the tropical tropopause layer (TTL) over the tropics (15°S-15°N) were examined by employing upper air data from GPS radio occultation (RO), radiosonde (IGRA, RICH, and HadAT2), and ERA-Interim during the period 2001-2010. The detection capability of the GPS RO, though with limited data coverage, has been shown in previous studies. The temperature anomalies from unadjusted radiosonde (IGRA), adjusted radiosonde (RICH and HaAT2), and ERA-Interim show favorable comparison with the GPS RO except at 100 hPa in the

ERA-Interim data. A detailed analysis of the warming observed in the TTL from 2001 to 2010 using both standard linear and multiple regressions is carried out. The temperature trends estimated using standard linear regression analysis (with only constant and linear trend terms) reveals a strong warming of about 0.5-1.5 K/decade in the TTL (about 16-19 km) with maximum warming at about 18 km in each dataset during 2001-2010. Further, multiple regression analysis is performed while including various interannual components, such as quasi-biennial oscillation (QBO), El Niño southern oscillation (ENSO), and stratospheric aerosol optical depth (AOD). We performed two types of multiple regression analysis that do not consider and that consider seasonal modulation of the interannual components. The distinct warming in the TTL is partially but not completely removed on removing the QBO and ENSO components. However, on removing the AOD along with the QBO, the ENSO removes the distinct warming in the TTL. Therefore, this study shows that the strong distinct warming in the TTL is partly associated with minor volcanic eruptions during the first decade of the 21<sup>st</sup> century. Positive and significant AOD responses to the temperatures of about 0.1-0.2 K are observed in the TTL region, explaining about 5% to 15% of the total variance during 2001-2010.

#### 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、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。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。下層大気が電離圏の及ぼす影響について定量的に考察するとともに、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を行い、プラズマバブルの生成機構解明を目指す。

本年度の成果として、現在までに独自に開発を進めてきた中緯度電離圏の数値モデルの高速化をさらに進め、南北両半球を結合させた数値モデルを完成させた。南北両半球で同時に観測される MSTID をモデルで再現し、両半球において不安定を成長させる風向の場合に最も成長が速い様子が見られた。また、E 領域の条件は変化させていないにもかかわらず、F 領域の成長速度に応じて E 領域の密度変動も影響を受けている様子が見られた。つまり、F 領域の MSTID の成長が、E 領域の密度構造にフィードバックしていることが明らかとなった。

### 鈴木 遥 (森 拓郎) : 木質資源の循環利用システムを地域社会＝文化においてどう構築するか

地域社会＝文化の実情に沿った木質資源の循環利用システムに向けた技術開発の方向を検討することを目指して、地域材を用いた住宅に着目し、現状の問題点とその解決方法を検討する。具体的には、持続的な木材利用システムが求められている地域のひとつである京都府与謝野町加悦地区を対象に、木造住宅の修理・改修状況と木材供給の構造を分析し、そこにみられる課題を考察することを本研究の目的とした。

現地調査および文献精読の結果、当該地域では、木造住宅の修理・修復に対する意識は高いが、それを地域材でまかなうことに対する意識は低く、商社による木材供給の寡占や製材所の減少など、地域材を利用するための社会基盤は衰退していると考えられた。

今後は、以前木材を買い付けていた隣町を含むより広域な地域内で、地域材利用システムの再構築を検討することがまず課題となる。また、工務店・設計事務所がもつ木造住宅に関する情報や技術を生かしながら、木造住宅の保存に対するインセンティブを建築・木材関連産業の活性化につなげてゆくことも必要である。

### 中宮賢樹 (山川 宏) : 地球周辺の宇宙環境の積極的改善に向けた工学研究

1957年のスプートニク1号打ち上げ以来、人類は活動範囲を宇宙に広げて多くの人工衛星を打ち上げてきた。しかし、それと同時に、打ち上げで使用したロケット等の破片や運用を終了して地球の周囲を浮遊している人工衛星等の宇宙ゴミ(スペースデブリ)は増え続けており、2012年1月現在、地上からの観測でカタログ化(地球低軌道で10cm以上)されているだけでも16000個を超える<sup>1)</sup>。デブリは地球低軌道では約7 km/sの速度で移動しており、これらが運用中の人工衛星や国際宇宙ステーションなどに衝突すれば装置が壊れたり、乗員の生命に危険及ぼしたりする恐れがあり、宇宙開発を継続する上で国際問題となっている。

さらに各国のデブリ推移モデルにより、これ以上打ち上げを行わなくても、既に軌道上にあるデブリ同士が衝突することによって、デブリの数がどんどん増加してしまう自己増殖がすでに開始していると考えられており<sup>2)</sup>、実際、2009年にはアメリカ・ロシアの通信衛星同士が衝突する事件等が起こっている。

従って、今後これ以上スペースデブリを発生させないように努力するだけでは不十分で、今既にあるスペースデブリを能動的に取り除く必要がある。しかし、デブリは地球低軌道などのいくつかの軌道にまとまって存在しているため、デブリ全てを除去する必要はなく、そのような軌道から年間5個程度の大型のデブリを除去し続けることでデブリが衝突する危険度を効果的に下げることができる<sup>3)</sup>。

能動的に地球近傍のスペースデブリを除去するには、例えば、デブリ除去衛星を打ち上げてデブリを捕獲し、軌道を変換してデブリを地球大気圏に突入させる方法が考えられる。しかし、従来から人工衛星で使われているガスジェットを使ってデブリの軌道を変更させるには多量の推進剤が必要となる。そこで本研究では、地球周辺の宇宙環境を積極的に利用して、宇宙空間に存在するプラズマにより除去衛星を帯電させ<sup>4,5)</sup>、その帯電した衛星が地磁場を横

切って得るローレンツ力を推力とすることで、推進剤無しにデブリの軌道変換を行う新しい手法について検討を行った。

**松原恵理（川井秀一）：木質資源の“心地良さ”と生理応答の評価システムの確立**

ヒトが木質環境の良さを感じるとき、見た目の印象ばかりではなく、木材から放出されるにおいも重要な刺激因子である。木質環境の居住性に関する研究において、内装による視覚的効果に関する研究報告は蓄積されつつあるが、においに関する報告は多くない。そこで、木材由来の揮発性有機化合物(VOC)による心理的快適性や生理応答を評価するシステム確立を目指して、本年度は、二つの研究課題を設定し検討を行った：課題①「スギ材施工空間における作業時の心理・生理応答解析」、課題②「木材由来の揮発性有機化合物による脳機能への影響解析」。課題①では、実大環境で木材由来 VOC がヒトへ与える影響について明らかにすることを目的とした。スギ材を施工した室内の空気中 VOC の定性・定量分析、スギ材由来 VOC に対する主観的な評価や計算作業量の分析、作業前・中・後の生理・生化学的な解析を行った。課題②では、木材由来 VOC による脳の局所的な反応と心理的な応答について明らかにするために、試薬で嗅覚を刺激し前頭葉血流量の変化を計測した。また、実験に供した試薬に対する主観的な評価を行った。

**4. 平成 24 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
	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
	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
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	阪井 康能	植物由来揮発性化合物を介した生物間相互作用の研究
	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



農学研究科・農学部	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
	助教	小杉 緑子	森林・大気間における熱・水・CO <sub>2</sub> 交換過程
人間・環境学研究所・総合人間学部	教授	内本 喜晴	リチウムイオン二次電池および燃料電池材料の開発
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
	教授	佐川 尚	光合成型エネルギー変換
	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	バイオロ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	バイオロギングによる水圏生物の生態解明
地球環境学堂	教授	柴田 昌三	竹資源の有効活用の促進
	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	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
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
	教授	石川 裕彦	境界層レーダーによる境界層観測とその気象防災への応用
	教授	釜井 俊孝	都市圏における地盤災害
	准教授	林 泰一	「伝染病に対する気象、気候要素インパクト」「スマトラ アカシア林上の乱流輸送過程の研究」
	准教授	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

東南アジア研究所	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	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

### 5. 平成 24 年度 生存圏科学萌芽研究プロジェクト一覧

	氏 名	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 (京都大学生存圏研究所・助教)	樹木細胞壁の人工創製:樹木はどうやって立っているのか?	西村 裕志	
2	池谷 仁里 (兵庫県立大学 生命理学研究科・客員教員)	琵琶湖の環境変遷に関わる生物由来難分解性有機物の特定	西村 裕志 菓子野 康浩	兵庫県立大学生命理学研究科
3	石井 大輔 (龍谷大学理工学部・助教)	イミダゾリウム基を側鎖に含む新規セルロースゲル電解質の作製と電池材料としての特性評価	矢野 浩之 飯島 康司 林 久夫 安藤 大将	龍谷大学理工学研究科 京都大学農学研究科
4	伊福 伸介 (鳥取大学工学研究科・准教授)	表面疎水化によるパイオナノファイバーの産業利用の促進:低コスト化、分散性・相溶性の向上	阿部 賢太郎 矢野 浩之 Zameer Shervani	鳥取大学工学研究科
5	今井 友也 (京都大学生存圏研究所・准教授)	有害物質を排出しない木質瓦礫減量化のための諸課題研究	柳川 綾 櫻村 京一郎 齋藤 洋太郎	奈良先端科学技術大学院大学
6	ウリントヤ (豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系・助手)	電化道路タイヤ間変位電流による電動カート走行中給電技術の実機試作および検証	篠原 真毅 大平 孝 坂井 尚貴	豊橋技術科学大学
7	甲山 治 (京都大学東南アジア研所・准教授)	熱帯泥炭湿地林の持続的な利用に向けた泥炭地水文モデルの開発	川井 秀一 嶋村 鉄也 伊藤 雅行 Kok-Boon Neoh	愛媛大学農学部 京都大学東南アジア研究所
8	榊原 圭太 (京都大学化学研究所・助教)	濃厚ポリマーブラシ付与セルロースナノ構造体が形成する階層構造薄膜の光学材料への展開	阿部 賢太郎 辻井 敬亘	京都大学化学研究所
9	土反 伸和 (神戸薬科大学・講師)	アルカロイド輸送能の改変植物を用いた環境適応機構の解明と物質生産	杉山 暁史 矢崎 一史	神戸薬科大学

10	高梨 功次郎 (京大大学生存圏研究所・ 特定助教)	根粒菌との共生機構を利用した マメ科植物由来有用物質の大量生産	池田 啓	国立科学博物館植物研究部
11	徳田 陽明 (京都大学化学研究所・ 准教授)	マイクロバブル水を出発原料とする 無機材料合成	上田 義勝 横尾 俊信	京都大学化学研究所
12	中城 智之 (福井工業大学工学部・ 准教授)	レーダーレンジイメージングを用いた 局地循環の観測的研究	山本 真之 柴垣 佳明 橋口 浩之	大阪電気通信大学情報通信工学部
13	古本 淳一 (京大大学生存圏研究所・ 助教)	超高解像度数値モデルと稠密観測による 交通障害をもたらす局地的おろし風の 解明	東 邦昭 橋口 浩之	
14	三宅 洋平 (神戸大学システム情報学 研究科・特命助教)	超並列粒子コードを用いた宇宙 圏プラズマ理工学シミュレーション	大村 善治 小路 真史	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
15	山根 悠介 (常葉学園大学教育学部・ 講師)	熱帯域における降水システム及び 大規模人工林と大気の相互作用 解明に資する気象データベースの 充実化	塩谷 雅人 Slamet Riyanto	PT. Musi Hutan Persada

## 生存圏科学萌芽研究 成果の概要

### (1) 樹木細胞壁の人工創製：樹木はどうやって立っているのか？

#### 1. 研究組織

代表者氏名：阿部賢太郎（京大大学生存圏研究所）

共同研究者：西村裕志（京大大学生存圏研究所）

#### 2. 研究概要

樹木細胞壁内においてリグニンがどのように構造化し、またリグニンの堆積が細胞壁に及ぼす力学的寄与について深く理解するための基礎研究として、本研究では木材細胞壁のモデル作製を行った。木材細胞壁から単離したセルロースマイクロフィブリルを用いてゲル基板を作製し、その基板内において人工リグニンの合成を行った。

### (2) 琵琶湖の環境変遷に関わる生物由来難分解性有機物の特定

#### 1. 研究組織

代表者氏名：池谷仁里（兵庫県立大学生命理学研究科）

共同研究者：西村裕志（京大大学生存圏研究所）、菓子野康浩（兵庫県立大学生命理学研究科）

#### 2. 研究概要

琵琶湖の富栄養化による水質汚濁は、外部流入負荷よりもプランクトンの一次生産による内部負荷の寄与率の方が遥かに大きく、湖水生物によって分解され難い有機物（難分解性有機物）の蓄積が指摘されている。我々はこれまでの研究で、シアノバクテリア

*Aphanothece* sp.の細胞外マトリクス多糖（粘質鞘）には難分解性有機物が含まれることを明らかにし、琵琶湖汚染の一因である可能性を示した。そこで、本研究では *Aphanothece* sp.の粘質鞘に含まれる難分解性有機物の特定を目的とし、生化学的な解析をおこなった。

*Aphanothece* sp.の粘質鞘を単離し、微生物による生分解試験をおこなった結果、粘質鞘の残渣から多糖類は検出されず、殆どがタンパク質であったことから、粘質鞘を構成するタンパク質が難分解性有機物であることが分かった。生分解試験後の試料について GC/MS および LC/MS 分析をおこない、新たに生じたピークの解析を行った。我々は *Microcystis* sp.の細胞増殖に影響する難分解性有機物を精製するにあたり、生体試料 からではなく、琵琶湖湖水から難分解性有機物の精製を試みた。琵琶湖で *Aphanothece* sp. から *Microcystis* sp.に遷移する秋から冬にかけての湖水（2011年の8月から翌2012年3月）を用いて *Microcystis* sp.に与える影響を調べたところ、9月と1月の湖水で *Microcystis* sp.の細胞増殖がみられた。更に、9月に採水した湖水を逆相クロマトグラフィーによる HPLC 精製の結果、精製された試料が少なく難分解性有機物の特定には至らなかったが、*Microcystis* sp.の細胞増殖に影響する複数の画分を得ることができた。

### (3) イミダゾリウム基を側鎖に含む新規セルロースゲル電解質の作製と電池材料としての特性評価

#### 1. 研究組織

代表者氏名：石井大輔（龍谷大学理工学部）

共同研究者：矢野浩之（京都大学生存圏研究所）、飯島康司（龍谷大学理工学研究科）、  
林 久夫（龍谷大学理工学部）、安藤大将（京都大学農学研究科）

#### 2. 研究概要

耐熱性に優れるバイオマス由来高分子であるセルロースをベースとする二次電池用ゲル電解質の開発を目標として、熱安定性に優れる新規セルロース溶剤として注目されているイミダゾリウム型イオン液体のカチオン骨格であるイミダゾリウム基をセルロース側鎖官能基として有する新規セルロースゲルを作製した。

### (4) 表面疎水化によるバイオナノファイバーの産業利用の促進：低コスト化、分散性・相溶性の上

#### 1. 研究組織

代表者氏名：伊福伸介（鳥取大学工学研究科）

共同研究者：阿部賢太郎（京都大学生存圏研究所）、矢野浩之（京都大学生存圏研究所）、  
Zameer Shervani（鳥取大学工学研究科）

#### 2. 研究概要

キチンナノファイバー（NF）を疎水性に改質するために表面にフタロイル基を導入した「フタロイル化キチン NF」を作成した。平均置換度は 0.19 であった。フタロイル化反応後も NF の形状が維持されていた。フタロイル化キチン NF は主に非プロトン製極性有機溶剤に対して高い親和性を示した。特にジメチルスルホキシドに対しては均一に分散した。またフタロイル化キチン NF 分散液は 0.1%の濃度で UV-B および C 領域の紫外線をほぼ完全

にカットした。更に、ベンゼンやトルエン、キシレンの芳香族系溶剤に対して高い親和性を示し、均一に分散した。そして、それらの分散液は 25 度付近で分散／沈殿の温度相転移の性質を示した。

## (5) 有害物質を排出しない木質瓦礫減量化のための諸課題研究

### 1. 研究組織

代表者氏名：今井友也（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：柳川 綾（京都大学生存圏研究所）、櫻村京一郎（京都大学生存圏研究所）、齋藤洋太郎（奈良先端科学技術大学院大学）

### 2. 研究概要

2011 年 3 月の東日本大震災では、津波による甚大な被害が沿岸部で発生した。津波により破壊された木造家屋由来の木質瓦礫は、一次集積地において自然発火による燃焼や腐敗による悪臭発生の原因となっている。木質瓦礫の処理法として最も現実的な方法は焼却処理だが、海水由来の塩素を含んだ木質瓦礫からは、低温燃焼条件でダイオキシンの発生が危惧される。そこで、安全な木質瓦礫処理を担保するために、①木質瓦礫に含まれる塩分量の測定と、②塩分が含まれていても実行可能な木質瓦礫処理として、堆肥化処理の検討の二課題を行った。まず塩分量の分析を、誘導結合プラズマ発光分光分析装置（以降、ICP-AES）および電気伝導度測定ベースの Na 含量計で行ったところ、塩分含有量は極めて低いことが確認された。また海水処理木材の模擬降雨実験では、海水をかぶった場合でも、その後の降雨で木片から塩分が十分除去される。木材腐朽試験においては、海水処理した木材でも、無処理木材と同程度の重量減少が観察された。また野外・土中に杉材試験片を 3 か月埋設したところ、手でも簡単に割れるなど、明確な劣化が確認され、木質瓦礫の処理法として、本法の有効性が示された。

## (6) 電化道路タイヤ間変位電流による電動カート走行中給電技術の実機試作および検証

### 1. 研究組織

代表者氏名：ウリントヤ（豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系）

共同研究者：篠原真毅（京都大学生存圏研究所）、大平 孝（豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系）、坂井尚貴（豊橋技術科学大学電子情報工学専攻）

### 2. 研究概要

本研究は V-WPT 方式のハイパワー給電の有用性を示すため、1/10 スケールモデル EVER システムの試作、実証実験を行った。結果、伝送効率 61%で 10W の DC モーターが正常に駆動できることを確認した。

## (7) 熱帯泥炭湿地林の持続的な利用に向けた泥炭地水文モデルの開発

### 1. 研究組織

代表者氏名：甲山 治（京都大学東南アジア研究所）

共同研究者：川井秀一（京都大学生存圏研究所）、嶋村鉄也（愛媛大学農学部）、

伊藤雅行（京都大学東南アジア研究所）、Kok-Boon Neoh（京都大学東南アジア研究所）

## 2. 研究概要

泥炭地劣化と火災という問題を抱えるインドネシアリアウ州において水文データを蓄積し、泥炭湿地林の保全回復に向けた解析を行う。対象とするギアムシアックチル・ブキットバトゥバイオスフィアリザーブ（以下 GSK-BB BR）は、中央に自然林の保護区コアゾーンが、その周囲に緩衝ゾーンとよばれるアカシアプランテーション林が、さらに外側を囲むように住民が利用する遷移ゾーンが存在する。GSK-BB BR は、中央に自然林保護区コアゾーン（17.9 万 ha）が、その自然林コアゾーンを囲む林業企業が保有する緩衝ゾーン（22.2 万 ha）、更に外側を囲むように、住民によるオイルパーム植栽を中心とした遷移ゾーン（30.4 万 ha）が存在する（図 1 左図参照）。各ゾーンに雨量計と水位計を設置し、水文モデル開発に向けたデータを蓄積した。またコアゾーンにおける違法伐採と周辺部における土地利用の改変に関しても、衛星データを用いて解析した。

## (8) 濃厚ポリマーブラシ付与セルロースナノ構造体が形成する階層構造薄膜の光学材料への展開

### 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：阿部賢太郎（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

セルロース繊維をナノサイズレベルにまで解繊したセルロースナノファイバー（CNF）<sup>1)</sup>やセルロースナノクリスタル（CNC）はナノセルロースと呼ばれ、優れた物性（軽量・高弾性率・低熱膨張性・透明性など）を有することからプラスチックの繊維補強材料などに適用されている。新たな機能の創出を目的としてナノセルロース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が解明された<sup>2)</sup>。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<sup>3)</sup>。そこで本研究では、ナノセルロースに濃厚ポリマーブラシという分子組織体機能を賦与することでその階層構造薄膜を作製し、セルロースの複屈折性とキラリティーを活かした新しい光学材料の創製を目指す。

## (9) アルカロイド輸送能の改変植物を用いた環境適応機構の解明と物質生産

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

### 2. 研究概要

人類は再生資源である植物から多くの医薬品原料を抽出し用いている。しかし植物の減

少や生産量の少なさなどの問題から、より安定して植物が有用産物を生合成・蓄積する機構の解明が求められている。我われは、根で生産したニコチンアルカロイドを葉に転流・蓄積するタバコ植物をモデルに、アルカロイドの輸送蓄積機構の解明に取り組んでいる。本研究では、ニコチン輸送体候補である Nt-C215、T408 の過剰発現、発現抑制したタバコ植物および培養細胞を作成し、そのタンパク質発現ならびにニコチン含量の変化を検討した。またこれら解析より、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目的とした。

## (10) 根粒菌との共生機構を利用したマメ科植物由来有用物質の大量生産

### 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：池田 啓（国立科学博物館 植物研究部）

### 2. 研究概要

本研究ではマメ科薬用植物と共生する窒素固定細菌（根粒菌）を自然界から単離して、その種を同定することにより、地域間による植物－根粒菌の共生における選択性を評価する。さらに、根粒菌との組み合わせによるマメ科薬用植物由来有用物質の含量変化を測定し、最終的には微生物－植物共生系の利用から植物由来生理活性物質の大量生産を試みる。

## (11) マイクロバブル水を出発原料とする無機材料合成

### 1. 研究組織

代表者氏名：徳田陽明（京都大学化学研究所）

共同研究者：上田義勝（京都大学生存圏研究所）、横尾俊信（京都大学化学研究所）

### 2. 研究概要

大気汚染や水質汚染は、生活圏を脅かす問題であり、種々の解決策が提案されている。その一つとして、チタニアに代表される光触媒の利用がある。その中でも、高機能化、省資源化、低環境負荷の観点から、ナノ粒子に注目が集まっている。本研究では、種々のナノ粒子を作製する新規な手法を探索し、生存圏科学に資する材料を作製することを最終的な目標とする。

さて、マイクロメートルオーダーのサイズの泡を含む水は、マイクロバブル水と呼ばれており、特異な物理化学的挙動を示すことが知られている<sup>1),2)</sup>。バブル表面が負に帯電しているため、バブル同士の静電反発によって、長時間消滅しないことや、表面張力が低下することなどが知られている。また、バブル圧壊時に、衝撃波が発生することなども、実験的に明らかとなっており、特異な反応場を生み出す可能性がある。また、超音波照射下では一般的に容易ではない、高温下、高圧下といった反応条件を用いることもできる。このようにマイクロバブル水を出発原料とする材料合成は、新規な反応場を生み出しうる萌芽的な研究である。

本研究では、環境触媒材料であるアナタース型の酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) のナノ粒子を高効率に作製することを最終目的とした。具体的には、水を用いるゾルゲル法に着目し、出発

原料としてマイクロバブル水を用いることによって、低温度での結晶化、高効率（高い結晶成長速度）な反応を試みる。

今年度は、ナノ粒子のブラウン運動から粒径を測定する手法に着目し、バブル径と濃度の評価手法の確立を行った。また、酸化亜鉛ナノ粒子の水溶液合成についての検討を行い、結晶成長に及ぼすマイクロバブルの効果の検証を行った。

## (12) レーダーレンジイメージングを用いた局地循環の観測的研究

### 1. 研究組織

代表者氏名：中城智之（福井工業大学工学部）

共同研究者：山本真之（京都大学生存圏研究所）、柴垣佳明（大阪電気通信大学情報通信工学部）、橋口浩之（京都大学生存圏研究所）

### 2. 研究概要

ウィンドプロファイラレーダー（以下、WPR）は、大気境界層における局地循環の実態を詳細に観測可能な大気レーダーである。本研究では、2012年3月に設置された福井工業大学あわらキャンパスのWPRを用いて、北陸の海岸地域の降雨・降雪に関係する局地循環の観測を実施した。また、北陸の海岸地域の特徴を明らかにするため、山岳地域のMU観測所に設置のWPRのデータとの比較を行った。

福井工業大学WPRの初期観測は2012年7月から開始され、装置の調整を行った後、12月から本観測に入った。初期観測および本観測のデータ解析結果を気象庁アメダス三国局の地上気象要素データと照合することにより、北陸の海岸地域において降雨・降雪が観測される場合の特徴的な風のパターンを検出することに成功した。具体的には、降雨・降雪時に発生する風系として、(i) 地上付近では南風で上空では西寄りの風が卓越する風系、(ii) 地上付近では東寄りの風で上空では西寄りの風、その中間の高度では北風が卓越する風系および(iii) 全層で西寄りの風が卓越する風系の計3つの風系に分類されることが確認された。(i)と(ii)はMU観測所のWPRのデータには見られない風系であり、海陸風循環に起因する海岸地域特有の風系であると考えられる。特に、(i)の風系が観測され始めた数時間後に降雨および降雪が観測される例が多く、今後、豪雨や豪雪の短期予測に役立つ情報が得られることが期待される。

また、福井工業大学のWPRには、より高い高度分解能での観測が可能となるレンジイメージング機能が搭載されている。レンジイメージングとは、複数の異なる周波数によるエコー信号に対して適合処理を行うことにより高度分解能を高める手法である。本研究では、信楽MU観測所においてレンジイメージング観測を実施し、福井工業大学ではWPRの基本機能の確認終了後、2013年に入ってレンジイメージング機能を用いた観測を実施した。現在、福井工業大学のデータ解析を実施中であり、信楽MU観測所との比較により海岸地域の局地循環の特徴がさらに明確にされることが期待される。

## (13) 超高解像度数値モデルと稠密観測による交通障害をもたらす局地のおろし風の解明

### 1. 研究組織



代表者氏名：古本淳一（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：東 邦昭（京都大学生存圏研究所）、橋口浩之（京都大学生存圏研究所）

## 2. 研究概要

琵琶湖周辺の大気現象は非常に複雑で、特に湖の西側の山地は琵琶湖と近接している上、急峻で大小様々な谷が存在し、わずか 1~2 km の区間で風速 30 m/s 以上の強風（比良おろし）が吹き荒れるなど非常に変化が激しい。特にこのおろし風は交通障害を引き起こし人間生活に大きな影響を与えており社会的にも問題となっている現象である。本研究では比良山地山麓で発生した典型的な比良おろしの事例について高解像度数値シミュレーションを行った。比良山地風下側では地表付近に大気安定度のまだら構造が存在し、特に安定度が悪い地点とおろし風の発生地点との対応が良いこと、おろし風が発生する前に湖から陸地に向かう風が存在することを明らかにした。また NTT ドコモと連携して比良山地山麓に約 1km の空間スケールで 19 点の地上気象観測機器を設置し、稠密観測網を展開し、京都大学・NTT ドコモ・JR 西日本・大津市教育委員会と産学連携ネットワークを構築した。

## (14) 超並列粒子コードを用いた宇宙圏プラズマ理工学シミュレーション

### 1. 研究組織

代表者氏名：三宅洋平（神戸大学システム情報学研究科）

共同研究者：大村善治（京都大学生存圏研究所）、小路真史（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）

### 2. 研究概要

本研究は、ジオ・スペースプラズマ環境に関する理工学問題について、超並列化された大規模シミュレーションによって取り組むことを目的とする。理学的な問題として、電磁イオンサイクロトロン(EMIC)トリガード放射と呼ばれる、周波数上昇を伴う自然波動放射現象について取り扱った。イオンスケールの運動論現象を取り扱えるハイブリッドコードによって、EMIC トリガード放射と高エネルギーイオンとの非線形波動粒子相互作用の解析を行った。内部磁気圏において、磁気嵐時に強く生じるイオンの温度異方性によって自発的に発生する EMIC トリガード放射を、磁気赤道付近の 1 次元リアルスケールシミュレーションによって再現したところ、衛星観測や地上観測で見られる、間欠的な波形を持った波動が磁気赤道周辺で励起された。波動励起に重要な、波動電場、磁場のそれぞれの方向の共鳴電流がシミュレーション中で交互に現れている様子を示し、それぞれが波動の非線形成長、周波数上昇を支えていることを明らかにした。一方、工学的観点からは、CLUSTER 衛星に搭載されるプローブ型電場センサーに衛星周辺プラズマじょう乱が及ぼす影響を全粒子シミュレーションにより評価した。特に、磁気圏ローブ中において問題となる高密度光電子雲と衛星ウェイクが作る空間電位分布構造に着目し、それによって引き起こされる不要電場成分の特性を明らかにした。

**(15) 熱帯域における降水システム及び大規模人工林と大気 of 相互作用解明に資する気象データベースの充実化**

**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）、Slamet Riyanto（PT. Musi Hutan Persada）

**2. 研究概要**

本研究は、2005年より京都大学生存圏研究所が行ってきたインドネシアアカシア大規模造林地における地上気象観測によって得られた気象データベースのさらなる充実化に資することを目的としたものである。人工林における気象環境とそれが森林生態に及ぼす影響を短期から長期の時間スケールで明らかにするためには今後も比較的長い期間に渡って気象データを安定的・継続的に取得すべく観測体制を維持していく必要がある。そこで本研究では、長年の使用で老朽化が目立ってきたデータ記録装置の全面的な交換を行った。これにより、コンパクトかつ耐久性にも優れたデータ記録装置を配備し、もって今後も比較的長期に渡って気象データを継続的かつ安定的に取得する体制を再構築することができた。

**6. 平成24年度 生存圏ミッション研究プロジェクト一覧**

	氏名	研究プロジェクト題目	共同研究者	関連部署	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)	大気観測とGPS気象学のための低コストハードウェアの設計	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)	土壌環境によるイオウ結合形態の変動とその評価手法の開発	福島 整 矢崎 一史 杉山 暁史 谷川 東子	京都大学化学研究所 物質材料研究機構 独立行政法人森林総合 研究所	1
3	入江 俊一 (滋賀県立大学 環境科学部・准教授)	担子菌における炭素代謝リプレッサー遺伝子の解析	渡辺 隆司 西村 裕志 本田 与一	滋賀県立大学環境科学 部 京都大学農学研究科	2,4
4	上田 義勝 (京都大学生存圏研究所・ 助教)	ナノ粒子分散型有機-無機ハイブリッド膜を用いた燃料電池用電解質膜の電気特性評価	横尾 俊信 徳田 陽明	京都大学化学研究所	3,4
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代謝工学	矢崎 一史 杉山 暁史 鈴木 史朗 柴田 大輔 三位 正洋	かずさDNA研究所 千葉大学園芸学部	1,2,4

6	及川 靖広 (早稲田大学理工学術院・教授)	天候の影響を受けにくい平面波音源の開発とそれを用いたRASS (Radio Acoustic Sounding System)の運用	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 NICT (センシングシステム) 気象研究所	1
7	川瀬 博 (京都大学防災研究所・教授)	間伐材を利用した外壁貼付け方式の新しい耐震補強工法の開発	小松 幸平 松島 信一 三宅 英隆 山口 秋生	京都大学防災研究所 大阪府木材連合会 越井木材株式会社	4
8	北井 礼三郎 (京都大学理学研究科・准教授)	1926年-1969年の44年間にわたる太陽活動 CaIIK 画像データベースの作成	津田 敏隆 上野 悟 浅井 歩 磯部 洋明 新堀 淳樹 羽田 裕子	京都大学理学研究科 京都大学宇宙総合学 研究ユニット	3
9	小嶋 浩嗣 (京大大学生存圏研究所・准教授)	小型電磁波センサーノードによるセンサーネットワークの開発	高島 健 八木谷 聡 尾崎 光紀	宇宙航空研究開発機構 金沢大学理工研究域	3
10	小杉 緑子 (京都大学農学研究科・助教)	アジアモンスーン森林湿地域における温室効果ガス吸収および放出機能の評価	高橋 けんし 安宅 未央子 坂部 綾香	京都大学農学研究科	1
11	児玉 安正 (弘前大学理工学研究科・准教授)	ウィンドプロファイラー・RASS・ライダー・ゾンデ気球観測によるヤマセの実態解明	石田 祐宣 橋口 浩之 矢吹 正教 古本 淳一 東 邦昭 佐々木 耕一	弘前大学理工学研究科 日本原燃(株)環境管理センター	1
12	小林 祥子 (立命館アジア太平洋大学・助教)	多偏波 SAR データを用いた熱帯産業植林地における森林バイオマス量推定手法の高度化と動態評価	大村 善治 川井 秀一 Ragil Widyorini Bambang Supriadi	立命館アジア太平洋大学 Gajamda Univ Musi Hutan Persada	1,3
13	篠原 真毅 (京大大学生存圏研究所・教授)	マイクロ波再生式高温集塵効果の実験的研究	櫻村 京一郎 木嶋 敬昌 三谷 友彦	日本スピンドル製造(株)技術開発室	1,2,4
14	小司 禎教 (気象研究所 気象衛星・観測システム研究部・室長)	精密衛星測位を用いた全球可降水量の長期解析	津田 敏隆 佐藤 一敏	気象研究所 京都大学学際融合教育研究推進センター	1
15	田川 雅人 (神戸大学工学研究科・准教授)	導電性木質炭素化物の低軌道宇宙環境耐性向上に関する研究	畑 俊充 小嶋 浩嗣 梶本 武志	神戸大学工学研究科 和歌山県工業技術センター	3,4
16	本田 与一 (京都大学農学研究科・教授)	白色腐朽菌を用いた医療用糖タンパク質の生産	渡辺 隆司 吉岡 康一	京都大学農学研究科	2

17	本間 千晶 (北海道立総合研究機構 林産試験場・主査)	化石資源代替材料創製に向けた木質バイオマスの選択液化	渡辺 隆司 畑 俊充	北海道立総合研究機構 林産試験場	2.4
18	松村 康生 (京都大学農学研究科・ 教授)	天然原材料由来の高分子ナノファイバーの食品機能に関する研究	矢野 浩之 谷 史人 阿部 賢太郎 松宮 健太郎	京都大学農学研究科	4
19	山川 宏 (京大大学生存圏研究所・ 教授)	宇宙環境を利用した宇宙ごみ(スペースデブリ)除去に関する研究	中宮 賢樹 河本 聡美	宇宙航空研究開発機構	3

## 生存圏ミッション研究 成果の概要

### (1) 大気観測と GPS 気象学のための低コストハードウェアの設計

#### 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 (京大大学生存圏研究所)、佐藤一敏 (京都大学学際融合教育研究推進センター)、Eugenio Realini (京大大学生存圏研究所)、林 博文 (大阪市立大学創造都市研究科)、米澤 剛 (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・作成した。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、CO<sub>2</sub>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 GPS 気象学において都市の微気候研究や突然の局所的な大雨を予報するための可降水量 (PWV) 推定位置情報を用いることで、さらに密度の高い環境モニタリングシステムとして利用可能である。

### (2) 土壌環境によるイオウ結合形態の変動とその評価手法の開発

#### 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 (京大大学生存圏研究所)、杉山暁史 (京大大学生存圏研究所)、谷川東子 (独立行政法人森林総合研究所)

#### 2. 研究概要

申請者らは先行研究において、生体・環境分析への導入例が世界的にほとんど無い高分解能蛍光 X 線分析法 (装置は、京大が世界で唯一本格稼働) を使い、植物体内イオウの状

態分析を成功させた。この方法は、試料の乾燥等の前処理も不要で、簡便かつイオウに関し高感度という他にはない利点を有する。この方法を用い、本課題では以下の2点、すなわち①本技術による世界初の土壤中イオウの結合形態の分析法の確立、及び②流域の酸性化が懸念されている伊自良湖周辺域の土壤のイオウ結合形態の評価を目的とした。地球環境問題は生存圏を長期・広域にわたり脅かすため、我々の計測技術を植物から土壤計測へ展開する当課題は、健全な生存圏維持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。

### (3) 担子菌における炭素代謝リプレッサー遺伝子の解析

#### 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：渡邊隆司（京都大学生存圏研究所）、西村裕志（京都大学生存圏研究所）、  
本田与一（京都大学農学研究科）

#### 2. 研究概要

炭素代謝リプレッサー遺伝子 *CRE1/CREA* (5'-SYGGRG-3' に結合する C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 型ジンクフィンガー構造を持つタンパク質) は子囊菌類の炭素代謝抑制に重要な役割を果たしていることが知られている。しかし、担子菌類においては、殆ど解析されていない。全ゲノムデータベースにより解析したところ、白色腐朽性担子菌 *Phanerochaete chrysosporium*、ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) のセルラーゼ遺伝子群、およびヒラタケのラッカーゼ遺伝子群のプロモーター領域に *CRE1/CREA* 結合モチーフ (5'-SYGGRG-3') が存在することが確認された。さらに全ゲノムデータから *P. chrysosporium* における *CRE1/CREA* オーソログ遺伝子 *PhCREA* を推定し、この遺伝子の一部配列をもつ二本鎖 RNA (dsRNA) を合成した。この dsRNA を *P. chrysosporium* プロトプラストへ導入したところ、Cellulose-Azure 分解能がコントロールよりも向上し、炭素代謝抑制の解除が示唆された。*P. chrysosporium* の場合と同様に、ヒラタケ *CRE1/CREA* オーソログ遺伝子、*PoCREA* を推定した。この情報を基に *PoCREA* 破壊カセットを構築し、PEG/Ca<sup>2+</sup>法よりヒラタケ  $\Delta ku80$  株 (20bH1 株) を形質転換することにより、*PoCREA* 破壊株を得た。

### (4) ナノ粒子分散型有機-無機ハイブリッド膜を用いた燃料電池用電解質膜の電気特性評価

#### 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

エネルギー供給の多様化や地球温暖化問題の解決のため、燃料電池への注目が集まっている。プロトン交換膜型の燃料電池の高効率化のためには 100℃ 以上の中温領域での作動が不可欠である（白金触媒の被毒を避けるため）。本研究では、表面で耐久性を保持し、内部でプロトン伝導性を示すような傾斜機能性を有する有機・無機ハイブリッド膜の新規な合成法を考案し、中温・無加湿下で作動するプロトン伝導膜の高機能化を行う。共同研究

者らは、無溶媒下でのアルコール縮合を利用して、バルクサイズの有機-無機ハイブリッド膜を得る方法を考案した。得られたケイリン酸塩系有機-無機ハイブリッド膜は、リン酸基(POH)を多く含み、中温領域での高いプロトン伝導性が期待でき、昨年度の生存圏ミッション研究により、 $5 \times 10^{-3} \text{ S/cm@85}^\circ\text{C}$ という比較的高いプロトン伝導性を示す事がわかった (Tokuda et al., J. Mater. Res.

2011, Tokuda et al., Solid State Ionics 2012)。さらに光重合時の紫外光阻害を利用して重合率を膜厚方向に傾斜させたチタノリン酸塩系有機無機ハイブリッド膜は、プロトン放出サイトを内部に保持し、かつ表面が完全重合層となって耐久性を確保できるような、新規な合成プロセスを見いだした。本研究では、有機・無機ハイブリッド材料の化学的耐久性と柔軟性を併せ持つプロトン伝導膜を作製することを最終目的としている。プロトンが膜を伝達するためには、分子レベル、マイクロ構造レベル（伝導パスの存在）での構造制御が不可欠である。さらにマクロ構造レベルでの構造設計により目的を達成する。

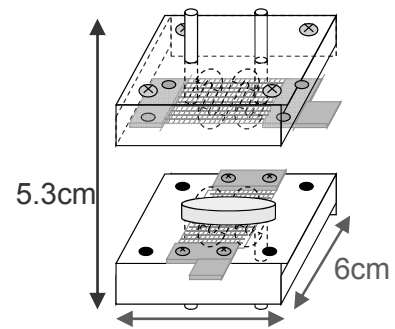


図1. 新規測定治具

## (5) 熱帯産業造林樹種の代謝工学

### 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）、  
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下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) 天候の影響を受けにくい平面波音源の開発とそれを用いた RASS (Radio Acoustic Sounding System) の運用

### 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

昨年度、マルチセル型平面スピーカと反射板を用いることにより側方放射を抑制した長

距離伝達に有効な音源を実現し、RASS への活用を試みた。その結果、上空の温度を確認するとともに周囲への音漏れを従来のスピーカシステムに比して改善することができた。しかし、雨などの影響を受けやすい構造であり、天候の影響を受けにくい平面波音源の開発が必要である。

今年度は、平面波音源を用いた RASS の運用を目指し、天候などの影響を受けにくい音源の開発を行った。具体的には、大出力パラメトリックスピーカを製作し、RASS への応用を検討した。さらに風向き等の気象条件を考慮した音波伝播の数値計算、大出力パラメトリックスピーカから放射される音波の数値計算を行い、音波放射の制御などについても検討を加えた。その結果、パラメトリックスピーカの応用の可能性を示すことができた。

## (7) 間伐材を利用した外壁貼付け方式の新しい耐震補強工法の開発

### 1. 研究組織

代表者氏名：川瀬 博（京都大学防災研究所）

共同研究者：小松幸平（京都大学生存圏研究所）、松島信一（京都大学防災研究所）、  
三宅英隆（大阪府木材連合会）、山口秋生（越井木材株式会社）

### 2. 研究概要

従来から古い木造住宅の耐震補強は喫緊の課題と言われてきているが、これまでの耐震補強工事では、多額の費用と引越等々の多大な手間を必要とするため、結果的に耐震化が進んでいないのが現状である。

そこで我々は、これまで間伐材（以下壁柱と呼ぶ）を連結させて壁状にした耐震補強工法を検閲してきた。この工法は、柱間に間伐材をボルトと金具で連結させることにより耐震性を向上させるものである。しかし、外壁部に配置する際には施工上の問題が多い。そこで今回外壁部を補強するために、壁柱方式の耐震補強部材を外部から取り付ける工法を考え、その性能を評価するための静的実験を計画した。その結果、外壁に取り付けた場合でも高い降伏耐力と大きな変形性能が確保されることが確認され、これまで外壁に取り付けることが困難だった耐震補強部材を簡便に設置できることがわかった。

## (8) 1926年－1969年の44年間にわたる太陽活動CaIIK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：津田敏隆（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）、新堀淳樹（京都大学生存圏研究所）、羽田裕子（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、昨年度これらの資料のメタデータの整備を行った。今年度は、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。

## (9) 小型電磁波センサーノードによるセンサーネットワークの開発

### 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：八木谷 聡（金沢大学理工研究域）、高島 健（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）、尾崎光紀（金沢大学理工研究域）

### 2. 研究概要

人間が日常生活を送っている空間には、様々な電磁波が存在している。それは、人間活動に伴う人工的なものもあれば、自然発生的に存在する電磁波もある。また、その周波数も様々である。我々はこれまで宇宙空間においてプラズマ波動観測を行ってきた。高感度のプラズマ波動観測器は、それそのものは高感度の電磁波観測器であり、それは地上においても宇宙空間においても利用できるものである。そこで本研究では、小型化したプラズマ波動観測装置を用い、それと無線チップを組み合わせた形で小型センサーノードを開発することにより、多くの点で同時に電磁波を計測し、空間分布・時間変化を記録できる電磁波センサーネットを開発するための技術開発を目的とする。ターゲットとするシステムは宇宙空間における電磁波計測に限定せず、地上において居室の中や屋外での電磁波分布など様々な用途で利用できるシステムを想定する。

ここで開発する小型センサーノードは、小型の電磁界センサー(すなわち、電界センサーと磁界センサー)をもち、その筐体内には、チップ化されたプラズマ波動観測器をベースとする電波観測受信器と、それを制御、データを取りだすためのデジタル部(CPUを含む)と、位置捕捉のための小型GPS受信器、および、小型の通信装置からなる。これらをインプリメントした小型のセンサーノードを多数空間に配置することにより、電磁波強度の空間分布・時間変動を多点で同時にモニターすることが可能となる。

本研究課題では、この小型センサーノードを実現し、多点で同時に計測できるシステムの実現を目指す。この目的達成に向けて、具体的には、「プラズマ波動観測器の更なる小型化」、「センサーノードシステム設計」、「小型無線装置のインプリメント」に取り組む。



## (10) アジアモンスーン森林湿地域における温室効果ガス吸収および放出機能の評価

### 1. 研究組織

代表者氏名：小杉緑子（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）、安宅未央子（京都大学農学研究科）、  
坂部綾香（京都大学農学研究科）

### 2. 研究概要

地球温暖化の克服に対し、森林は海洋とともに「地球の肺」としての機能を期待されている。社会一般に認識されている森林の「地球の肺」としての機能は、「森林は二酸化炭素やメタンを吸収してくれる」というイメージに代表されるが、このイメージと実際の森林生態系が大気との間で様々なガス態物質を交換する実態とは、時として大きく乖離している場合もある。森林は光合成により莫大な二酸化炭素のシンクであると同時に、生態系呼吸により莫大なソースでもあるため、生態系呼吸、中でも土壌圏における炭素蓄積・放出と環境要因との複雑な関係を知ることが森林機能評価のためには欠かすことが出来ない。また森林はメタンの吸収源と見積もられているが、アジアモンスーン森林、熱帯泥炭森林、タイガ林などの森林生態系内に湿地域が内在する森林においては、放出源となる可能性も指摘されている。しかし実測に基づいた評価例は非常に少なく、単純な予測式に基づいた不確定な数値計算が先行しているのが現状である。

特にアジアモンスーン森林においては、小規模湿地などのライバリアンゾーンが点在し、このことが森林域内の環境を複雑にしており、高温期と多雨期が重なるアジアモンスーン特有の気候と相まって、CO<sub>2</sub> や CH<sub>4</sub> など温室効果ガスの吸収・放出機能について欧米諸国の森林とは一風違う挙動をとると考えられる。

本研究は、アジアモンスーン森林湿地域の土壌圏において、CO<sub>2</sub> および CH<sub>4</sub> の吸収および放出速度を、自動開閉チャンバー法によって連続測定することにより、湿地域土壌圏の環境変動が温室効果ガスの吸収・放出機能にどのような影響を与えるかを詳細に評価するものである。

## (11) ウィンドプロファイラー・RASS・ライダー・ゾンデ気球観測によるヤマセの実態解明

### 1. 研究組織

代表者氏名：児玉安正（弘前大学理工学研究科）

共同研究者：石田祐宣（弘前大学理工学研究科）、橋口浩之（京都大学生存圏研究所）、  
矢吹正教（京都大学生存圏研究所）、古本淳一（京都大学生存圏研究所）、  
東 邦昭（京都大学生存圏研究所）、佐々木耕一（日本原燃（株）環境管理センター）

### 2. 研究概要

ヤマセは、東北地方の太平洋側で初夏から盛夏にかけてしばしば観測される背の低い（100～数 1000mの）東寄りの風であり、霧や下層雲を伴い、一般に冷涼である。長期間続くと日照不足と低温及び高湿により稲作が阻害されるため、ヤマセは地元では「飢饉風」として恐れられてきた。ヤマセは大気や海洋・陸面の影響を受けた多様な側面を持ち、そ

の全貌を捉えるには、様々な視点から研究を進める必要がある。海上でのヤマセの振る舞いについては理解が深まりつつあるが、陸上のヤマセについては、実用的な重要性が大きいかかわらず、研究例は少なく、丘陵の斜面における対流圏のごく下層の観測に留まっていた。従って、陸上でのヤマセの鉛直構造の観測が切望されていた。

我々は京大生存基盤科学研究ユニットのサイト型機動研究(H22-23年度)により、平成22年10月にウィンドプロファイラーを太平洋岸の青森県六ヶ所村環境科学技術研究所に移設し、連続観測を開始した。ウィンドプロファイラーでは、時間分解能1分・高度分解能100mで鉛直流を含む風速3成分の高度プロファイルを連続観測することが可能である。24年3月に騒音問題の恐れがない六ヶ所村内の日本原燃(株)再処理事業部構内にウィンドプロファイラーを移設し、RASS(電波音波併用法)による風・気温プロファイルの連続観測を開始した。本研究では、7月にウィンドプロファイラー・RASSに加えて、ラジオゾンデ(気圧・気温・水蒸気・風向・風速)を用いた集中観測を実施した。7月19日から23日にかけてのヤマセ吹走期間に、六ヶ所アメダスによる地上風速が日中に強まる顕著な日変化が見られた。ウィンドプロファイラーによる最下層(海拔415m)データでも地上ほど顕著でないが、風速の大きな変化が見られた。陸上におけるヤマセの実態解明には、今後も観測を継続し、多くの事例を集めることが重要である。

## (12) 多偏波 SAR データを用いた熱帯産業植林地における森林バイオマス量推定手法の高度化と動態評価

### 1. 研究組織

代表者氏名：小林祥子(立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部)

共同研究者：大村善治(京大生存圏研究所)、川井秀一(京大生存圏研究所)、Ragil Widyorini (Gajamda Univ., Indonesia)、Bambang Supriadi (Musi Hutan Persada, Indonesia)

### 2. 研究概要

本研究課題では、2007～2010年のマイクロ波合成開口レーダ(ALOS/PALSAR)データと地上観測された森林パラメータを突き合わせて解析し、関係性を調べた。結果、マイクロ波衛星データと地上観測データ間に明確な相関関係が得られたことから、本研究成果は、地上観測と衛星観測の突き合せによる確実性の高い森林バイオマスの評価に、大きく寄与するものと期待できる。

## (13) マイクロ波再生式高温集塵効果の実験的研究

### 1. 研究組織

代表者氏名：篠原真毅(京大生存圏研究所)

共同研究者：樫村京一郎(京大生存圏研究所)、木嶋敬昌(日本スピンドル製造(株))、三谷友彦(京大生存圏研究所)

### 2. 研究概要

木質系瓦礫の燃焼により生じる有害物質捕集フィルタ開発を提案する。東日本大震災で発生した瓦礫は、適切な燃焼処理を施行することで、速やかに生存圏に還元されるべきである。しかし、これらはセメント、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)が含まれおり、現行法による処理では多量の有害物質を排出する。本研究では、塩分含有木質瓦礫の燃焼により生じる有害物質(ダイオキシン、SOX、NOX)を高速で処理する集塵フィルタを開発し、これにより、震災で生じた瓦礫を速やかに生存圏サイクルへと返還するプロセス構築に貢献する。

#### (14) 精密衛星測位を用いた全球可降水量の長期解析

##### 1. 研究組織

代表者氏名：小司禎教(気象研究所 気象衛星・観測システム研究部)

共同研究者：津田敏隆(京大生存圏研究所)、佐藤一敏(京大学際融合教育研究推進センター)

##### 2. 研究概要

衛星測地学の最新の知見を利用し、全球測位システム(Global Positioning System: GPS)の地上観測網データから、1999-2012年の5分間隔可降水量(Precipitable Water Vapor: PWV)データセットを作成した。得られたPWVを、高層ゾンデ観測と比較した結果、以下を確認した。①従来手法に比べてゾンデとの一致度の増加、②高層ゾンデの機種に依存する湿度バイアス、③夏季の日中に高層ゾンデ観測に比べGPSによるPWVは正の偏差傾向が増大する。

#### (15) 導電性木質炭素化物の低軌道宇宙環境耐性向上に関する研究

##### 1. 研究組織

代表者氏名：田川雅人(神戸大学工学研究科)

共同研究者：畑俊充(京大生存圏研究所)、小嶋浩嗣(京大生存圏研究所)、梶本武志(和歌山県工業技術センター)

##### 2. 研究概要

オルガノソルブリグニン炭素化物(Cw)にSiを含有させたスパッタリングターゲットを用いて薄膜を作製し、宇宙環境をシミュレートした実験を行った。原子状酸素照射に伴い試料表面においてSi化合物の形成を確認した。原子状酸素照射に対する試料薄膜の抵抗機構解明につながる結果が得られた。

#### (16) 白色腐朽菌を用いた医療用糖タンパク質の生産

##### 1. 研究組織

代表者氏名：本田与一(京大農学研究科)

共同研究者：渡邊隆司(京大生存圏研究所)、吉岡康一(京大生存圏研究所)

##### 2. 研究概要

リグノセルロースを変換利用する際に、バイオプロセスを用いて付加価値の高いパイプ

ロダクトを生産することは、リファイナリー系全体のコスト問題の解決に貢献することが期待される。本研究では、木材中のリグニンを効率よく分解する白色腐朽菌であるヒラタケを用いて、安全で安価な医療用ヒト型糖タンパク質を生産するための系を開発することを目的として実験を行った。

具体的には、ヒラタケの宿主ベクター系で生産した組換えタンパク質を精製し、修飾糖鎖の構造解析を行うことを目指し、野生株及び組換えタンパク質発現株について、種々の培地にて培養を行い菌体外に生産される MnP 活性の測定を行った。比較的高い MnP 活性が観察された培養液を濃縮し、SDS-PAGE および二次元電気泳動による分離を行った。しかし、組換えタンパク質に相当する 42 kDa 付近で pI 値が 3.65 未満の領域には該当するスポットが観察されなかった。今後は、培養方法および精製方法の検討を行い、MALDI-MS を用いた質量分析を行って、修飾糖鎖の構造解析を行っていく予定である。

## (17) 化石資源代替材料創製に向けた木質バイオマスの選択液化

### 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

二酸化炭素の大量放出を続け地球温暖化が問題となっている現状において、低炭素社会実現に向けて未利用植物資材から化石資源代替となる化学品を生産することは急務である。一方、木質バイオマスの急速熱分解により、きわめて短時間で、粘性をもった液化物および熱分解残渣が得られることが知られている。本研究は、直パルス通電加熱による急速熱分解を適用し、木質バイオマスから得られた液化物、熱分解残渣を有用物質として活用することを目的とし、触媒種が、熱分解生成物、液化物組成に及ぼす影響、熱分解残渣性状の分析、機能化の検討を行う。本研究で検討する熱分解液化においては、触媒利用による熱分解条件の最適化により、化学肥料、塗料、医薬品などの基本化学品を選択的に製造することが可能となる。さらに、液化物生産と同時に得られる熱分解残渣と触媒との複合物にも、処理条件毎に各々異なる機能を有することが期待される。

## (18) 天然原材料由来の高分子ナノファイバーの食品機能に関する研究

### 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）、谷 史人（京都大学農学研究科）、阿部賢太郎（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、既に甲殻類の殻からキチンナノファイバー（CN）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 CN の新たな機能性材料として用途拡大が試みられている。これまで、CN の食品機能に注目した研究は、ほとんど行われていなかったことから、本研究では、物性改良効果と生理機能という2つ

の側面について、CN の可能性を検証した。まず、CN がゼラチンゲルの物性に与える効果を検討したところ、CN を加えることによって、ゼラチン溶液のゲル化が促進されるとともに、ゲル強度が上昇することが明らかとなった。また、CN の摂食を想定して、腸管粘膜系にかかわる細胞群における CN の識別について検討したところ、セルロースナノファイバーに比べて CN は、マウス結腸由来の上皮細胞株 CMT-93 ならびにマウス骨髄由来樹状細胞(BMDCs)において有意に識別されることを明らかにした。

## (19) 宇宙環境を利用した宇宙ごみ（スペースデブリ）除去に関する研究

### 1. 研究組織

代表者氏名：山川 宏（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：中宮賢樹（京都大学生存圏研究所）、河本聡美（宇宙航空研究開発機構研究開発本部）

### 2. 研究概要

これまで数多くの人工衛星が打ち上げられてきたが、それと同時に、打ち上げで使用されたロケット等の破片や運用を終了して地球の周囲を浮遊している人工衛星等の宇宙ゴミ（スペースデブリ）は増え続けており、2012年1月現在、地上からの観測でカタログ化されているだけでも16000個を超える<sup>1)</sup>。デブリは地球低軌道では約7 km/s の速度で移動しており、これらが運用中の人工衛星や国際宇宙ステーションなどに衝突すれば装置が壊れたり、乗員の生命に危険及ぼしたりする恐れがあり、宇宙開発を継続する上で国際問題となっている。

さらに各国のデブリ推移モデルにより、これ以上打ち上げを行わなくても、既に軌道上にあるデブリ同士が衝突することによって、デブリの数がどんどん増加してしまう自己増殖がすでに開始していると考えられており<sup>2)</sup>、実際、2009年にはアメリカ・ロシアの通信衛星同士が衝突する事件等が起こっている。

従って、今後これ以上スペースデブリを発生させないように努力するだけでは不十分で、今既にあるスペースデブリを能動的に取り除く必要がある。しかし、デブリは地球低軌道などのいくつかの軌道にまとまって存在しているため、デブリ全てを除去する必要はなく、そのような軌道から年間5個程度の大型のデブリを除去し続けることでデブリが衝突する危険度を効果的に下げることができる<sup>3)</sup>。

能動的に地球近傍のスペースデブリを除去するには、例えば、デブリ除去衛星を打ち上げてデブリを捕獲し、軌道を変換してデブリを地球大気圏に突入させる方法が考えられる。しかし、従来から人工衛星で使われているガスジェットを使ってデブリの軌道を変更させるには多量の推進剤が必要となる。そこで本研究では、地球周辺の宇宙環境を積極的に利用して、宇宙空間に存在するプラズマにより除去衛星を帯電させ<sup>4)</sup>、その帯電した衛星が地磁場を横切って得るローレンツ力を推力とすることで、推進剤無しにデブリの軌道変換を行う新しい手法について検討を行った。

7. 平成24年度 生存圏ミッション研究（国際共同研究）プロジェクト一覧

	氏名	研究プロジェクト題目	共同研究者	関連部局	関連ミッション
1	川井 秀一 (京大大学生存圏研究所・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 渡邊 一生 小林 祥子 塩谷 雅人 山根 悠介	Gadjah Mada Univ., Center for Innovation, 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	1,3,4
2	高妻 洋成 (独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所 埋蔵文化財センター 保存修復科学研究室・室長)	東アジア地域の木材利用の歴史から探る持続的社会的構築	杉山 淳司 田代 亜紀子 Thi Ngoc Bich Le Xuan Phuong	奈良文化財研究所 ベトナム林業大学	4
3	津田 敏隆 (京大大学生存圏研究所・教授)	SCOSTEP 国際共同研究プロジェクト:CAWSES の推進	Nat Gopalswamy F.-J. Luebken Marianna Shepherd Joe Davila	SCOSTEP (NASA/GSFC, US) SCOSTEP (IAP, Germany) SCOSTEP (York-U, Canada) CAWSES (NASA/GSFC, US)	1,3
4	橋口 浩之 (京大大学生存圏研究所・准教授)	MU レーダー・ライダー・気球 高分解能同時観測による大気乱流特性の国際共同研究	矢吹 正教 山本 真之 古本 淳一 山本 衛 柴垣 佳明 中城 智之 深尾 昌一郎 Hubert Luce Richard Wilson Dalaudier Francis Delanoe Julien Hauchecorne Alain Protat Alain	大阪電気通信大学 福井工業大学 Toulon-Var Univ. (LSEET) LATMOS, CNRS LATMOS	1

5	矢野 浩之 (京都大学生存圏研究所・教授)	生存圏フラッグシップ共同研究「バイオナノマテリアル」の国際化に向けて	中坪 文明 阿部 賢太郎 磯貝 明 能木 雅也 伊福 伸介 山根 千弘 西野 孝 Lars Berglund Tanja Zimmermann Kristiina Oksman Pia Qvintus Derek G. Gray Mohini Sain	東京大学農学生命科学研究科 大阪大学産業科学研究所 鳥取大学工学部 神戸女子大学家政学部 神戸大学工学研究科 スウェーデン王立工科大学 スイス材料科学技術研究所 ルレア工科大学 フィンランド産業技術研究センター マックギル大学	4
6	山本 真之 (京都大学生存圏研究所・助教)	新型ソフトウェア受信機を用いた大気レーダーの乱流解像手法の開発	Tian-You Yu 山本 衛 橋口 浩之	オクラホマ大学大気レーダー研究センター	1
7	山本 衛 (京都大学生存圏研究所・教授)	GPS 電波掩蔽観測のデータ解析手法に関する国際共同研究	津田 敏隆 新堀 淳樹 横山 竜宏 Thomas Djamaluddin Clara Yatini Rizal Suryana Yoga Andrian Noersomadi Dyah R.Martiningrum	LAPAN	1,3

生存圏ミッション研究（国際共同研究） 成果の概要

**(1) 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 (Center for Innovation, LIPI)、A. Firmanti (Res. Inst. for Human Settlements)、大村善治（京都大学生存圏研究所）、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

インドネシヤスマトラ島南部の熱帯早生樹植林地における森林バイオマスの地上観測とマイクロ波衛星データの突き合せによる動態解析を行い、明確な関係性を示した。これらの解析結果は、衛星データによる樹木バイオマスの動態評価に有用な研究成果である。

### (2) 東アジア地域の木材利用の歴史から探る持続的社会的構築

#### 1. 研究組織

代表者氏名：高妻洋成（(独)国立文化財機構 奈良文化財研究所埋蔵文化財センター）

共同研究者：杉山淳司（京都大学生存圏研究所）、田代重紀子（奈良文化財研究所）、Thi Ngoc Bich（ベトナム林業大学）、Le Xuan Phuong（ベトナム林業大学）

#### 2. 研究概要

タンロン皇城遺跡からの出土木材については、一部の木材については樹種同定がなされており、2011年には、既にベトナム林業大学の共同研究者である Bich 教授を代表とする研究チームにより報告されている<sup>1)</sup>。本研究では、ハノイを中心としたベトナム北部から出土したいくつかの木材を対象に樹種同定をおこなう。本年度は、ベトナムのタンロン皇城遺跡より出土した木製遺物ならびにベトナム産の木材の中できわめて密度の大きい4樹種について、樹種識別のためのプレパラートの調製および最大含水率、容積密度ならびに最大収縮率などの基本的な物性試験をおこなった。また、共同研究を推進する目的でベトナム林業大学においてワークショップを開催した。

### (3) SCOSTEP 国際共同研究プロジェクト：CAWSES の推進

#### 1. 研究組織

代表者氏名：津田敏隆（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：Nat Gopalswamy（SCOSTEP (NASA/GSFC, US)）、F.-J. Luebken（SCOSTEP (IAP, Germany)）、Marianna Shepherd（SCOSTEP (York-U, Canada)）、Joseph Davila（CAWSES (NASA/GSFC, US)）

#### 2. 研究概要

我々の大気環境は太陽放射エネルギーを主な駆動源として形成されており、必然的に太陽活動の長・短周期変動の影響を受け、同時に自然界に内在する多様な変動を含んでいる。この諸過程を研究対象とする太陽地球系科学（Solar Terrestrial Physics: STP）では、理論・数値シミュレーションに加えて、地上・衛星観測が本質的に重要である。ICSU傘下の太陽地球系科学委員会（SCOSTEP; Scientific Committee for Solar-Terrestrial Physics）は、2004-2013年に国際プロジェクトとして「太陽・地球系の気候と天気、CAWSES: Climate and Weather of the Sun-Earth System」を実施している。CAWSESでは、様々な時間・空間スケールの太陽活動と地球大気圏・電磁気圏(Geospace)の変動、ならびにそれらの結合過程を研究している。本研究の代表者は、CAWSESの国際リーダーとして研究プロジェクトを運営している。



CAWSES の活動の一環として、2012 年 9 月 17-26 日にインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)が Puncak で開催した国際スクール、およびインドの Pune で 2012 年 11 月 9-11 日に開かれた ISSTP(International Symposium on Solar-Terrestrial Physics)において、CAWSES に関する研究活動に関する情報発信を行った。

#### **(4) MU レーダー・ライダー・気球高分解能同時観測による大気乱流特性の国際共同研究**

##### **1. 研究組織**

代表者氏名：橋口浩之（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：矢吹正教（京都大学生存圏研究所）、山本真之（京都大学生存圏研究所）、古本淳一（京都大学生存圏研究所）、山本 衛（京都大学生存圏研究所）、柴垣佳明（大阪電気通信大学）、中城智之（福井工業大学）、深尾昌一郎（京都大学名誉教授）、Hubert Luce (Toulon-Var Univ.), Richard Wilson (LATMOS, CNRS)、Dalaudier Francis (CNRS)、Delanoe Julien (LATMOS)、Hauchecorne Alain (CNRS)、Protat Alain (CNRS)

##### **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。我々は大気乱流の観測的研究を続けてきた。2000 年に実施した MUTSI 観測キャンペーンでは、高度分解能 20cm の超高感度ラジオゾンデと MU レーダーとの同時観測から、厚さ 10m 以下という従来の常識を越える極めて薄い乱流薄層が多重に存在するという驚くべき姿を明らかにし、従来の下層大気における乱流渦による鉛直拡散過程の再考察を迫った。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)により、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る測器である。一方、私の研究グループでは近年、レイリーライダーによる乱流計測技術の開発を精力的に進めており、信楽 MU 観測所設置のレイリーライダー装置にその技術を適用し、MU レーダーとの同時観測を実施した。MU レーダー・ライダーに加えてラジオゾンデ気球も放球し、顕著な乱流イベントを捉えることに成功した。なお、本研究は、MU レーダーイメージング観測・データ解析のために Luce 博士が、ライダー観測・データ解析のために Dalaudier 博士と Hauchecorne 博士が、ラジオゾンデ観測・データ解析のために Wilson 博士が来日し、日仏の国際共同研究として実施された。

#### **(5) 生存圏フラッグシップ共同研究「バイオナノマテリアル」の国際化に向けて**

##### **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）、磯貝 明（東京大学農学生命科学研究科）、能木雅也（大阪大学産業科学研究科）、伊福伸介（鳥取大学工学部）、山根千弘（神戸女子大学家政学部）、西野孝（神戸大学工学研究科）、Lars Berglund（スウェーデン王立工科大学）、Tanja

Zimmermann (スイス材料科学技術研究所)、Kristiina Oksman (ルレア工科大学)、Pia Qvintus (フィンランド産業技術研究センター)、Derek G. Gray (マックギル大学)、Mohini Sain (マックギル大学)

## 2. 研究概要

本国際共同研究は、生存圏フラッグシップ共同研究の国際化を軸に、ナノセルロース(セルロースナノファイバー、セルロースナノウィスカーの総称)に関する国際的な研究コミュニティの形成を図るものである。ナノセルロースについては、ISOの議論においてまず命名法が先行して取り上げられるなど、呼び方ひとつとっても混沌とした状態にある。加えて、ナノセルロースの製造法には、植物パルプを機械的手法で解繊する方法や高濃度の硫酸等の化学的手法で解繊する手法、バクテリアの培養で製造する手法等があるが、用いる解繊装置、化学薬品の違いにより、得られるナノファイバーの形態、物性、表面化学が大きく異なる。さらに、同じ原料、解繊装置を用いても研究者が異なると得られるナノファイバーの形態も様々である。このことから、本国際共同研究は、過去10年にわたりナノセルロース関連の研究について世界をリードしてきた研究者を中心に学術的な観点からナノセルロース材料の製造法や評価法といった研究基盤となる部分を整理し、研究者コミュニティ内で情報共有することを目指すものである。本年度は、日本、カナダ、米国、スウェーデン、フィンランド、スイス、インドネシアのナノセルロース研究者が京都に集まり、研究者間での原料、ナノセルロースサンプルの共有および評価について議論するとともに、先行して、スイス、EMPAと生存研の間でナノセルロース評価研究を開始した。

### (6) 新型ソフトウェア受信機を用いた大気レーダーの乱流解像手法の開発

#### 1. 研究組織

代表者氏名：山本真之(京大大学生存圏研究所)

共同研究者：Tian-You Yu(オクラホマ大学先端レーザー研究センター)、山本 衛(京大大学生存圏研究所)、橋口浩之(京大大学生存圏研究所)

#### 2. 研究概要

大気屈折率の擾乱に起因する電波散乱を利用する大気レーダーは、他の観測機器では困難な晴天乱流の測定が可能である。本研究では、多周波切替え送信と適応信号処理を併用するレンジイメージング(RIM)と、従来のレンジサンプリング間隔(送信パルス幅に相当)より短いレンジ間隔でサンプルを行うオーバーサンプリング(OS)を併用することで、晴天乱流を従来にない鉛直分解能で解像する手法の開発に取り組んだ。OSつきRIM(RIM-OS)が可能な新型ソフトウェア受信機を開発し、さらに1.3GHz帯のウィンドブローファイラと新型ソフトウェア受信機を用いた観測を実施することで、RIM-OSが鉛直スケール100mの小スケール晴天乱流を検出できることを示した。

### (7) GPS電波掩蔽観測のデータ解析手法に関する国際共同研究

#### 1. 研究組織

代表者氏名：山本 衛(京大大学生存圏研究所)

共同研究者：津田敏隆（京都大学生存圏研究所）、新堀淳樹（京都大学生存圏研究所）、横山竜宏（京都大学生存圏研究所）、Thomas Djameluddin (LAPAN)、Clara Yatini (LAPAN)、Rizal Suryana (LAPAN)、Yoga Andrian (LAPAN)、Noersomadi (LAPAN)、Dyah R. Martiningrum (LAPAN)

## 2. 研究概要

インドネシア科学技術庁 (RISTEK) <sup>1)</sup> は、インドネシア人研究者を約3ヶ月にわたって外国の大学・研究機関に派遣して研修を積ませる外国研修プログラムを開始している。インドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) <sup>2)</sup> の若手研究者がこの外国研修プログラムに応募し、当研究所を訪問する旅費と滞在費を獲得した。本研究は、LAPAN 研究者が生存圏研究所に滞在中の支援を目的としている。今回の来日研究者のうち3名はGPS 掩蔽の原理およびデータ解析方法についての研修を受け、1名は電離圏イレギュラリティのレーダー観測について研修を受けた。

## 8. 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) 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（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：川井秀一（京都大学生存圏研究所）

矢野浩之（京都大学生存圏研究所）

大村善治（京都大学生存圏研究所）

塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）

小松幸平（京都大学生存圏研究所）

吉村 剛（京都大学生存圏研究所）

矢崎一史（京都大学生存圏研究所）

渡邊隆司（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）

黒田宏之（京都大学生存圏研究所）

梅村研二（京都大学生存圏研究所）

鈴木史朗（京都大学生存圏研究所）

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 スビヤント（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、アカシアマンガウムやアカ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、熱帯アカ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カ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、アカシア人工林の育成と利用に関して

多くの個別的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カ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、以て熱帯アカ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。本共同研究では、昨年度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。これに引き続き、本年度は、平成24年度生存圏研究所研究集会「熱帯産業林の持続的生産利用に向けたバイオテクノロジーの新展開」および生存圏研究所の国際共同利用・共同研究に関する研究プロジェクト「熱帯早生樹バイオテクノロジーの新展開」のご支援を受け、The 3<sup>rd</sup> Flagship Symposium of Tropical Artificial Forest (The 213<sup>th</sup> Sustainable Humanosphere Symposium) Tree Biotechnology towards Sustainable Production of Forest Biomass を平成24年10月13日に開催した。この国際研究会では、米国ノースカロライナ州立大学 V. L. Chiang 教授による樹木バイオテクノロジーの現状と将来についての基調講演、インドネシア科学院 Bambang Subiyanto 教授の熱帯林業の現状分析と将来展望に関する基調講演のほか、日本製紙河岡明義博士によるパルプ産業から見た精英樹作出の必要性に関する講演、森林総合研究所山田竜彦博士によるバイオリファイナリー構築に向けた新規リグニン利用方法に関する講演、埼玉大学刑部敬史博士による遺伝子組換えとみなされない組換え技術に関する講演、京大生存研の Md. Mahabubur Rahman 博士によるアグロバクテリウムを用いたアカシアの形質転換法の開発に関する講演が行われた。本シンポジウムでは、樹木のバイオテクノロジーの将来展望につき、産業界から見た方向性、官学における技術開発の現状、遺伝子組換え技術の社会的受容性などに関して総合的に討論がなされ、産官学の役割分担と相互連携に関する共通認識が醸成された。

また、本研究会のサテライト勉強会として平成25年3月4日に「熱帯地域におけるイネ科バイオマス植物の持続的生産と利用に向けて」を開催した。上記国際シンポジウムが主として樹木を対象としたものであるのに対し、本勉強会は草本系バイオマス植物の持続的生産利用に関する研究会である。ここで、九州大学田金博士による東南アジアにおけるサトウキビ近縁野生種と育種への利用、食品総合研究所徳安博士によるバイオマス植物の特性に対応したバイオエタノール製造プロセスの開発、九州沖縄農研我有博士によるエリアンサス資源利用、京大生存研梅澤によるエリアンサスの化学成分特性と酵素糖化性の解析に関する講演があった。さらにこの勉強会に基づく連携等の推進について討議された。

以上のような現状把握に基づき、平成25年2月20～27日に梅澤がマレーシアサバ州ケニンガウ近郊の KM Hybrid Plantation SDN. BHD. 社のアカシアハイブリッド植林地並

びに、インドネシアボゴール近郊のスーパーソルガム植栽地の調査を行った。前者では、関連各界が注目しているアカシアハイブリッド植林事業における生産性と持続性に関する現状調査、後者ではバイオエタノール生産性の高さから近年注目を集めているスーパーソルガムの生産利用状況について調査を行った。

## 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、具体的な研究展開を図る予定である。

### (2) 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（京大大学生存圏研究所）  
共同研究者：渡辺隆司（京大大学生存圏研究所）  
三谷友彦（京大大学生存圏研究所）  
杉山淳司（京大大学生存圏研究所）  
今井友也（京大大学生存圏研究所）  
畑 俊充（京大大学生存圏研究所）  
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（中部大学） 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、マイクロ波プロセッシング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端技術研究開発」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て、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。

今年度はさらに京都大学、中部大学、東北大学、上智大学ら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「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—」を推進した。災害に見舞われた地域では、家屋や様々な瓦礫を始めとする多量の物質の処理が復興への大きな課題である。本研究グループは様々な技術を融合し、災害復興のための技術開発研究を行う事を目的としている。本研究グループではマイクロ波-燃焼ハイブリッド加熱炉による、瓦礫の無害化・再資源化処理に関する研究開発を行った。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)が含まれおり、これらの混在物をマイクロ波で約 1050℃にまで加熱することで以下の効果を期待している。

- (1) 無害化を促進、コンクリート廃材再生可能なセメント原料および安全な埋め立て用資材化する。コンクリート廃棄物に含まれるアスベスト類を加熱処理することで、再生セメント原料や二次汚染を気にすることのない埋め立て用の資材にする
- (2) 利用不可能な木材・燃料、即ちハイブリッド加熱処理の燃焼炉熱源として活用する。
- (3) 非飛散性アスベストの無害化・塩分含有有機物の燃焼によって生じるダイオキシンを迅速に無害化する。アスベスト含有廃材をマイクロ波により加熱し、人体への侵食性を奪って無害化する。

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1996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2012年10月4-5日に京都大学吉田キャンパス百周年記念ホールで実施した。研究発表89件(口頭発表55件、ポスター発表29件、特別講演3件、招待講演2件)であり、企業展示15件、企業発表12件であった。参加者196名であり、併催のShort Courseと共に大変盛況であった。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

写真1は宮城県名取市閑上中学校跡地に設置したマイクロ波処理炉、写真2は主要実験メンバーである。この処理炉を用いて2012年12月から2103年2月に実証実験を実施した。その結果、2トン以上/日でのアスベスト無害化の実証に成功した。写真3(a)はマイクロ波処理前の瓦礫(スレート瓦)の顕微鏡写真、写真3(b)はマイクロ波処理後の顕微鏡写真である。これらは以下の手順で分析を行ったものである。

#### 1. アスベスト繊維の同定

アスベストの種類ごとに異なった染色液を使い、蛍光着色出来た繊維状の像をアスベ

ストと認める。図 3(a)はクリソタイル(白石綿)に蛍光着色する顔料によって、紫色に蛍光を発している状態を示しています。

2. この蛍光着色した繊維の内、アスペクト比(長さ/直径の比)が、3以上の繊維を有害と見なす。法的にアスペクト比が3を下回ったものは無害となる。
3. 約70視野を覗き、アスベストをカウントする。

分析の結果、実験前のスレート瓦のアスベスト含有量は約12%、実験後の含有量は0.07%と大幅に減少し、無害化に成功した。



写真1 : 現地に設置されたマイクロ波処理炉



写真2 : 主要実験メンバー

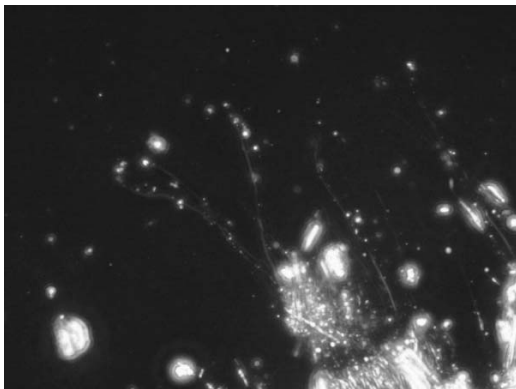
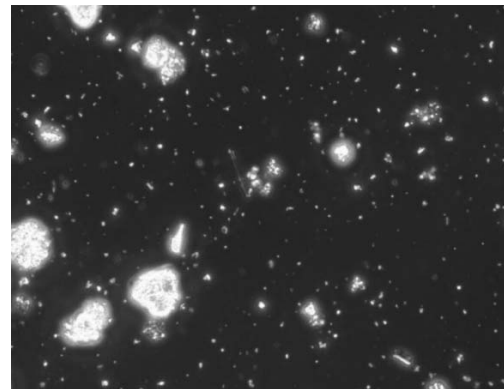


写真3 : (a)マイクロ波処理前の瓦礫の顕微鏡写真



(b) 処理後の顕微鏡写真

本プロジェクトは2014年度までの2年間のプロジェクトであり、来年度はマイクロ波を用いると通常加熱よりも低温でアスベストが処理される科学に関し詳細を研究する。さらに本マイクロ波処理炉の事業化に向け、活動を加速する。

### (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 (京大大学生存圏研究所)

共同研究者 : 中坪文明 (京大大学生存圏研究所)

阿部賢太郎 (京大大学生存圏研究所)



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

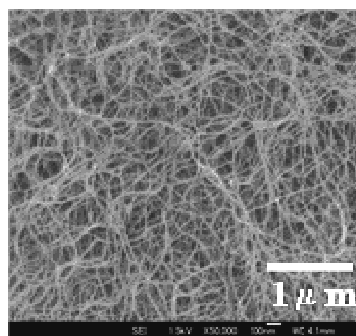


図1 セルロースナノファイバー(上)とそれを基盤としたバイオナノマテリアル研究の拡がり(右)。



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活用して、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。

## 3. 研究の成果

本年度はセルロースナノファイバー強化による自動車用高機能化グリーン部材の研究開発について紹介する。

自動車では燃費の向上のために、部材の軽量化が研究されている。その一つの方向として、ポリプロピレンやポリエチレンといった軽量樹脂部材への置き換えが進められているが、これらの樹脂は強度が低く、また、熱膨張が大きく、既存の樹脂による置き換えには限界がある。そこで、NEDO グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術プログラム (GSC) において、生存圏研究所を集中研として、京都市産業技術研究所、王子製紙(株)、三菱化学(株)、

DIC(株)、星光PMC(株)と共同でセルロースナノファイバーによる自動車用樹脂の強度、寸法安定性の向上に取り組んだ。今年度は、下記の成果が得られている。

①化学変性したセルロースナノファイバーをポリエチレン、ポリプロピレンに10-15%添加し、その強さを3-4倍も向上させることに世界で初めて成功した。熱による伸び縮みも1/5にまで大きく抑えられる。

②化学変性した製紙用パルプを熔融した樹脂と混合するだけで、パルプをナノ化し、樹脂中に均一分散する技術を開発した。これによりセルロースナノファイバー強化樹脂材料の製造プロセスを単純化することが出来、実用化に大きく前進した。



図2 染色したセルロースナノファイバーで補強した樹脂射出成型体(ミニカー)。コットンなどの繊維素材に行われてきた染色技術をセルロースナノファイバーに施すと(カラードナノファイバー)、材料補強とともに材着(樹脂の着色)も同時に行える。

③セルロースナノファイバー強化樹脂を超臨

界二酸化炭素で発泡させることで、既往の自動車用材料と同等の強度を半分の軽さで得られるようになった。

④コットンなどの繊維素材に行われてきた染色を施すことで、ナノファイバー添加で補強とともに樹脂の材着(着色)も可能にした(カラードナノファイバー)。

本材料は、自動車部品だけでなく、家電、住宅、包装・容器等に用いられている樹脂部品への展開も可能である。

これらの成果については、第61回高分子討論会および生存圏研究所の主催で開催した国際シンポジウム”Nanocellulose Summit 2012”において発表した。

#### 4. 今後の予定

次年度は経済産業省の支援により変性パルプ製造のテストプラントを建設する。それにより変性パルプ、変性セルロースナノファイバーを様々な樹脂、様々な部材で評価できるようになる。将来的には、自国の森林資源等、非可食性バイオマス資源からバイオベースのポリプロピレン・ポリエチレン等も作ることで、100%自国バイオマス資源による自動車用高機能樹脂材料の製造が可能である。自国資源だけで高機能材料を製造し輸出することも夢ではない。

## 9. 平成24年度 オープンセミナー

回	開催月日	演 者	題 目	参加者数	
147	6月	13日	Cihat Tascioglu (京大生存圏研究所・客員教授)	Biological performance of wood-based composites post-treated with preservatives	9
148		20日	石川 容平 (京大生存圏研究所・特任教授)	生存圏科学と新産業	29
149	7月	11日	Sanjay Kumar MEHTA (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	Longitudinal dependence in the interannual variation of the temperature anomalies	20
150		18日	松原 恵理 (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	においの心理生理学的な効果と木材利用	22
151		25日	鈴木 遥 (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	木質資源の循環利用と地域	23
152	9月	12日	中宮 賢樹 (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	宇宙ゴミ(スペースデブリ)を除去しよう!	13
153		19日	横山 竜宏 (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	超高層大気のロケット観測	11
154		28日	櫻村 京一郎 (京大生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	無機・冶金プロセスにおけるマイクロ波加熱の魅力	14
155	10月	17日	Mertz Mechtild (京大生存圏研究所・外国人客員准教授)	Wood Identification of Ancient Buildings in China and in the Tibetan Cultural Realm	22
156		24日	池谷 仁里 (兵庫県立大学 生命理学研究科・客員教員)	顕微鏡で接合藻類アオミドロのお見合いを見る	16
157		31日	北守 顕久 (京大生存圏研究所・助教)	木質構造研究と木造建築	22
158	11月	14日	片岡 龍峰 (東京工業大学 理学研究流動機構・特任助教)	オーロラの高速撮像実験	12
159		21日	Roger M. Rowell (米国農務省林産物研究所・ウィスコンシン大学名誉教授)	Importance of Sustainable Biomaterials	40
160	12月	12日	河本 聡美 (JAXA 研究開発本部・主任研究員)	スペースデブリの現状と除去の必要性について	10
161		19日	江波 進一 (京大白眉センター・特定准教授)	植物由来の揮発性物質テルペンの気液界面反応	15

162	1月	16日	堀越 智 (上智大学理工学部 物質生命理工学科・准教授)	マイクロ波で駆動する化学	17
163		23日	大平 辰朗 (独立行政法人森林総合研究所 樹木抽出成分研究室・室長)	樹木の香り成分による空気質の改善	23
164		30日	伊勢田 哲治 (京都大学文学研究科・准教授)	環境科学における科学知とローカル知の協同	20
					338

## 10. 「生存圏ミッションシンポジウム」の開催

### 第223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13日(水) (京大大学生存圏研究所 木質材料実験棟(木質ホール))

9:45 挨拶 津田敏隆 (京大大学生存圏研究所 所長)

【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】

9:50 「概要説明」

矢野浩之 (京大大学生存圏研究所)

9:55 「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

10:10 「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

10:25 「木質資源の循環利用システムを地域社会＝文化においてどう構築するか」

鈴木 遥

10:40 「地球周辺の宇宙環境の積極的改善に向けた工学研究」

中宮賢樹

10:55 「木質資源の“心地良さ”と生理応答の評価システムの確立」

松原恵理

【生存圏フラッグシップ共同研究 成果報告】

11:20 「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 (京大大学生存圏研究所)

11:35 「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 (京大大学生存圏研究所)

- 11:50 「バイオナノマテリアル共同研究」  
矢野浩之（京大大学生存圏研究所）
- 【開放型研究推進部共同利用専門委員会 活動報告】
- 13:10 MU レーダー/赤道大気レーダー (EAR)  
「活動報告」  
山本 衛（京大大学生存圏研究所）
- 13:18 「MU レーダー、赤道大気レーダーによる電離圏不規則構造の研究とその衛星  
航法支援への応用」  
斎藤 享（独）電子航法研究所）
- 13:36 先端電波科学計算機実験装置 (A-KDK)  
「活動報告」  
大村善治（京大大学生存圏研究所）
- 13:44 「地球内部磁気圏・放射線帯におけるホイッスラーモード・コーラス放射の  
生成過程に関するシミュレーション研究」  
加藤雄人（東北大学大学院理学研究科）
- 14:02 マイクロ波エネルギー伝送実験装置 (METLAB)  
「活動報告」  
篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
- 14:10 「電動トラック用 2.4GHz 帯 10kW レクテナへの送電実験」  
古川 実（日本電業工作㈱）
- 14:28 木質材料実験棟  
「活動報告」  
小松幸平（京大大学生存圏研究所）
- 14:36 「木質ラーメンフレームと構造用合板を用いた耐力壁を併用した門型フレー  
ムの水平加力実験」  
瀧野敦夫（奈良女子大学）
- 15:05 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（京大大学生存圏研究所）
- 15:13 「Biological resistance of the medium density fiberboard (MDF) produced  
from a renewable biomass, pineapple leaf fiber」  
Dr. Yulianti Indrayani (Tanjungpura 大学林学部)
- 15:31 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 (FBAS)  
「活動報告」  
矢崎一史（京大大学生存圏研究所）
- 15:39 「リグニン生合成の代謝工学」  
梅澤俊明（京大大学生存圏研究所）

- 「酢酸菌におけるセルロース生合成機構の解明」  
今井友也（京都大学生存圏研究所）
- 15:57 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）
- 16:05 「高品質機能性発光錯体のマイクロ波合成と精密分析評価」  
松村竹子（有限会社ミネルバライトラボ）
- 16:23 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）
- 16:31 「木材多様性データベースの充実を目指して」  
伊東隆夫（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）
- 17:15 **★ポスター展示発表★**
- |                |      |
|----------------|------|
| 生存圏科学萌芽研究      | 15 件 |
| 生存圏ミッション研究     | 19 件 |
| 生存圏ミッション研究（国際） | 7 件  |
| ミッション専攻研究員     | 6 件  |
| 新領域開拓共同研究      | 7 件  |

**3月14日(木)（京都大学生存圏研究所 木質材料実験棟(木質ホール)）**

**【生存圏研究所 研究ミッション活動紹介】**

- 9:30 ミッション1：環境計測・地球再生  
(代表) 塩谷雅人（京都大学生存圏研究所）
- 9:40 ミッション2：太陽エネルギー変換・利用  
(代表) 篠原真毅（京都大学生存圏研究所）
- 9:50 ミッション3：宇宙環境・利用  
(代表) 山川 宏（京都大学生存圏研究所）
- 10:00 ミッション4：循環型資源・材料開発  
(代表) 小松幸平（京都大学生存圏研究所）

## 11. 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している。

### 本年度のシンポジウム実施状況

本年度は第 205 回から第 228 回の生存圏シンポジウムを開催した。24 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 7 件である。残りの 17 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 4 件（第 208、209、213、214 回の 4 件、参加人数 649 人）を数える。参加人数は 2056 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	参加者数
第 205 回	平成 24 年 6 月 25 日 (宮崎県木材利用技術センター 大会議室)	京都大学生存圏研究所と宮崎県木材利用技術センターとの研究協定締結記念シンポジウムー両機関の研究紹介と今後の共同研究の可能性についてー	80
第 206 回	平成 24 年 6 月 28 日 (京都大学生存圏研究所/木質 ホール)	大震災から考えることー木質構造に着目してー	39
第 207 回	平成 24 年 7 月 18 日 (京都大学生存圏研究所/遠隔 会議室 (S143))	DASH/FBAS 全国共同利用成果報告会ー第 3 回ー	27
第 208 回	平成 24 年 8 月 27 日-30 日 (インドネシア/バンドン市)	生存圏科学スクール 2012・第 2 回国際生存圏科学シンポジウム Humanosphere Science School 2012 (HSS2012)・ The 2nd International Symposium for Sustainable Humanosphere (The 2nd ISSH)	74
第 209 回	平成 24 年 10 月 15 日 (京都テルサ)	NanoCellulose SUMMIT 2012	461
第 210 回	平成 24 年 9 月 8 日 (京都大学宇治キャンパス/お うばくプラザきはだホール)	生存圏フォーラム第 5 回総会・特別講演会	72
第 211 回	平成 24 年 8 月 30 日-31 日 (京都大学生存圏研究所/木質 ホール)	第 6 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム	58
第 212 回	平成 24 年 10 月 1 日-2 日 (東京工業大学 百年記念館 3 階フェライト会議室)	第 2 回極端宇宙天気研究会	25
第 213 回	平成 24 年 10 月 13 日 (京都大学生存圏研究所/木質 ホール)	The 3rd Flagship Symposium of Tropical Artificial Forest Tree Biotechnology towards Sustainable Production of Forest Biomass	34

第 214 回	平成 24 年 12 月 11 日-12 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	International Symposium on Sustainable Development and Human Security in Southeast Asia through Biorefinery and Low Cost House (SABH 2012)	80
第 215 回	平成 24 年 11 月 30 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	第 2 回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	54
第 216 回	平成 24 年 12 月 14 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	植物と微生物—大気中の C1 化合物を介した気候変動との関わりへの理解に向けて	42
第 217 回	平成 24 年 11 月 13 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	第 9 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 2 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	51
第 218 回	平成 25 年 2 月 19 日 (京都大学生存圏研究所/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	40
第 219 回	平成 25 年 2 月 22 日 (キャンパスプラザ京都)	木の文化と科学 XII 木の文化へのいざない -インド・東ヒマラヤ-	34
第 220 回	平成 25 年 2 月 27 日 (京都テルサ)	Nanocellulose Symposium 2013 第 9 回バイオ材料プロジェクト 『生物が創り出すナノ繊維』～セルロースナノファイバー 広がる用途開発～	458
第 221 回	平成 25 年 2 月 28 日-3 月 1 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	地球環境科学における分野横断研究の最前線 - 分野横断研究のための e-infrastructure とサイエンスへの応用 -	49
第 222 回	平成 25 年 3 月 7 日-8 日 (京都大学生存圏研究所/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)	45
第 223 回	平成 25 年 3 月 13 日-14 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール、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	107
第 224 回	平成 25 年 3 月 14 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	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	64
第 225 回	平成 25 年 2 月 21 日 (京都大学/東京オフィス 第 1 会議室)	衛星測位データの有効活用に関する検討ワークショップ	29
第 226 回	平成 25 年 3 月 11 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	木質材料実験棟 H24 年度全国共同利用課題研究報告会	34
第 227 回	平成 25 年 3 月 15 日-16 日 (京都大学生存圏研究所/木質ホール)	第 12 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会	59
第 228 回	平成 25 年 3 月 11 日 (京都大学/芝蘭会館別館)	「有機太陽電池開発：バイオと化学のコラボ」 -実用化への新たなアプローチ-	40
			2056



## 研究業績

当研究所の研究業績は、京都大学教育研究活動データベースにまとめられており、平成 24 年度の研究業績についても本データベース <http://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/view/index.html> を参照されたい。



生存圏研究 第9号

発行日	平成25年11月15日
編集兼発行者	京都大学 生存圏研究所 京都府宇治市五ヶ庄
印刷所	株式会社 田中プリント 京都市下京区松原通藪屋町東入

