

森林科学専攻

URL:<http://www.forest.kais.kyoto-u.ac.jp/>

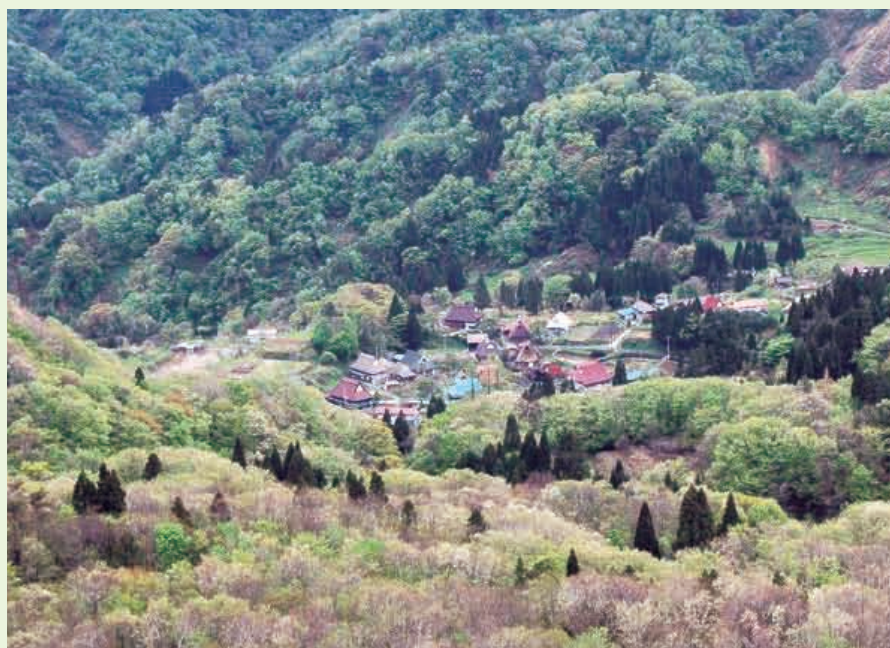
天然資源の過度の利用が地球環境問題を引き起こすことが明らかになった現在、生産性増大のみをめざすのではなく、環境保全に配慮し、限られた資源を有効に利用する生活様式を確立することが、人類の直面する大きな課題となっています。そのためには、地球—人類共生の可能性を見いださなければならず、陸地面積の約31%を占め、枯渇に至る化石燃料に代わる資源・材料を提供できる森林の持続的管理が重要であることは間違いないところです。木材などの生物資源を活用しながら森林の環境保全作用を維持していくという、国内外を通じた21世紀の大問題に 대응するためには、森林に関する科学的知識に基づき、人類が自然と調和しながら持続的に発展していくことに寄与する研究が強く求められています。

森林科学専攻では、森林生態系の機能・構造と物質循環を基礎として、森林資源の持続的な生産技術、木材や紙をはじめセルロースや生分解性プラスチックなどさまざまなバイオマス資源の利用法、水や大気などの環境保全に果たす森林の役割など、森林にかかわるさまざまな課題に取り組むとともにこれらの社会科学的評価を通じて、広く森林を取り扱う総合科学の確立をめざしています。

森林科学専攻は、5講座12分野および7つの協力講座から構成され、「森林と人との共生」を目指し、森林の保全・維持、あるいは森林資源の持続的生産を図るとともに、森林の公益的効用、木材などの森林資源を有効に利用するための技術など、幅広く森林に関する諸問題について、国際的かつ学際的な視野に立った研究・教育を行っています。

分野名

- 森林・人間関係学
- 熱帯林環境学
- 森林利用学
- 森林生物学
- 環境デザイン学
- 山地保全学
- 生物材料設計学
- 林産加工学
- 生物繊維学
- 樹木細胞学
- 複合材料化学
- 生物材料化学
- 森林情報学
- 森林育成学
- 木造構造情報
- 生物機能材料
- 循環材料創成
- 居住圏環境共生
- 木質構造機能
(生活圏木質構造科学)



持続的森林の利用

森林は再生可能資源であるとともに、水資源や大気環境にも大きな影響を及ぼしています。このため、地球環境問題や人類の安全保障にとって重要な要素となっています。日本のように、森林利用の歴史が極めて古く、組織的な植林林業の発生が17世紀にまで遡れるような国から、東南アジア各国のように大規模な森林開発が20世紀半ばから始まった国々まであり、それにともない森林と人間の関係は国地域によって大きく異なっています。しかし、森林の持続的利用と保全に対する認識は世界中で深まりつつあり、森林管理の制度と技術の改善や整備が求められています。



森林動態の長期モニタリングを続けて多様性維持の機構や温暖化の影響などを調べています。



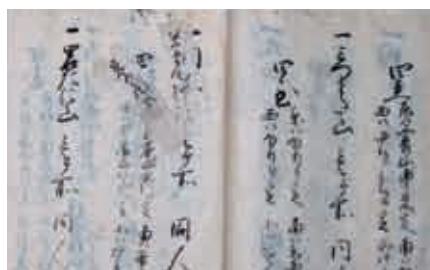
林冠にツリークライミングの技術を駆使してアプローチし、生物多様性や着生植物の生態を調査します。

多面的・統合的アプローチ

森林・人間関係学研究室では、森林の保全・利用にかかわるさまざまな問題に対して、多面的かつ統合的な視点からの研究を目指しています。具体的には、熱帯林の生物多様性インベントリーと長期動態の解明、生態学的・経営的に持続可能な森林管理手法の開発、森林の炭素貯留機能の評価、非木材生産物やエコツーリズムの活用による効率的な保全と利用、林産物の需給・価格に関する数量的分析、日本の国有林や入会林野の管理経営などのテーマに取り組み、フィールドワークは日本、東南アジア、ヨーロッパに及んでいます。



文化財修復に必要な大径材の市場での供給可能性について研究しています。



近世の山林文書をたよりに、日本の共同体林業である入会制度の成立時期の状況を調べます。

■ **キーワード** 生物多様性、森林の長期ダイナミクス、持続的森林管理、認証制度、木材・非木材林産物の生産・流通、エコツーリズム、森林計画、国有林、保安林、保護林、入会林野、日本、インドネシア、タイ、ミャンマー

教授：神崎 護

准教授：松下 幸司

特定准教授：内藤 大輔

TEL: 075-753-6072

E-mail: mkanzaki@kais.kyoto-u.ac.jp

matsu@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.forsoc.kais.kyoto-u.ac.jp/>

熱帯林など世界の森林の機能的理解と保全を目指す

熱帯林などの世界の森林生態系の機能的な理解は、地球上の生物多様性の保全や地球規模の気候変動の理解と政策的対応の上でも重要な課題です。本分野では、熱帯林構成樹種の機能的な理解を進めることを中心に、さまざまな森林の生態学的機能を正確に評価する研究を基礎として、森林の多面的機能を最大化する管理法の創出に貢献する研究を目指します。

熱帯林の生物多様性と森林動態を探る

中南米・東南アジア・アフリカの森林保護区の長期モニタリングサイトなどを利用して森林の構成樹種の機能的形質に基づく森林構造、更新動態、環境要因の時間空間的変異への反応を研究しています。また、最近では土壌と植生の間のケイ素循環や、野生のシカやブタによる攪乱の影響などの研究にも力を入れています。



マレーシアの低地熱帯多雨林

熱帯林の利用・保全・修復について

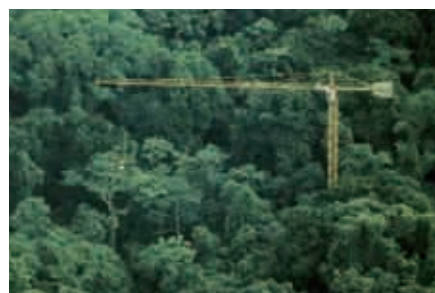
人為攪乱を受けた自然林は現在、熱帯地域に残された森林の大半を占めるようになっていました。このような森林において、持続的な林業利用、地元住民による森林資源利用、生物多様性保全などの多面的な生態系サービスの最大化をめざす国際共同研究にも取り組めます。



違法伐採・販売される木材

世界の森林の環境変動への応答

林冠上部にクレーンでアクセスして直接測定する手法なども用いて、葉の光合成と呼吸のバランスなどが、気候条件や樹種の機能的形質にどう影響されるかを調べ、生態系の炭素収支が気候変動等にどう影響されるかシミュレーションする研究をしています。



熱帯林の気候変動への応答の予測

■ **キーワード** 森林の構成樹種の機能形質、生物多様性と生態系機能の関係、熱帯林と気候変動の相互作用、森林生態系の攪乱応答、択伐天然林の持続的経営、植物を介してのリン・窒素・ケイ素などの元素循環、植物・動物・微生物の相互関係、早生樹植林や有用植物の持続的生産の影響の評価

教授：北 島 薫

准教授：小 野 田 雄 介

助 教：金 子 隆 之

TEL: 075-753-6360

E-mail: kaoruk@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.tofre.kais.kyoto-u.ac.jp/>

森林科学専攻 森林利用学分野

ミクロからマクロまで

森林の多様な機能を、将来にわたって持続的に発揮させるためには、バランスのよい森林とのつきあい方を考えていかなければなりません。私たちの研究室では、ミクロからマクロまでさまざまな観点から、森林の特長を生かしつつ持続的に森林を利用していくための研究をおこなっています。

森林の構造発達と炭素循環

森林のもつ機能の中で木材生産および炭素吸収と貯蔵機能の理解の基礎となる、森林の構造発達様式とそのメカニズムを、年輪、数学モデル、生態学的フィールド調査を組み合わせることで調べています。また、地球温暖化の影響がはやくあらわれると考えられている亜寒帯林を対象として、炭素動態と蓄積量を推定する仕事をおこなっています。カナダ北西部、中央シベリア、北欧、日本がおもなフィールドです。

樹木の生活様式と木部構造

樹木の外部形態の多様性とは対照的に、幹の内部構造については機能的な収斂が見られることが指摘されています。言い換えれば、与えられた環境の下で木部構造のとりうる選択肢には制限があるということです。こうした生態木材解剖学的な見方から、水分通導をおこなう導管の大きさや分布などが、開葉や枝の伸長、そして樹木の成長速度とどのような関係にあるか調べています。また、温帯地域に比べて研究が立ち遅れている熱帯樹木の生長と木部形成の関係について、安定同位体や樹木生理学的手法を使って研究を進めています。タイ、マレーシアなどの熱帯林がおもな対象です。

森林炭素循環の解明

炭素の吸収機能が注目される森林ですが、二酸化炭素(CO_2)を吸収して酸素(O_2)を放出するだけでなく、エネルギーを得るために O_2 を吸収して CO_2 を放出する呼吸活動も行うので、 CO_2 は樹体内をめぐり、一部は樹体や土壌を通して放出され、残りは蓄積されることになります。この炭素の流れをガス分析や安定同位体を用いて調べています。また特に未知の部分が多い地下部根系をめぐり炭素循環について研究を行っています。主なフィールドは関西地方の落葉広葉樹林やフランスです。



リタートラップを設置した
カナダのマツ林。



乾季の落葉性熱帯季節林。



フランス・マツ林での
安定同位体ラベリング実験。

■ キーワード 森林構造発達、炭素循環、木部構造、安定同位体、年輪

准教授：岡田 直紀 助教：檀浦 正子

TEL: 075-753-6096
E-mail: okad@kais.kyoto-u.ac.jp
URL: <http://www.soma.kais.kyoto-u.ac.jp>

森林の生物多様性を保全・管理する

森林生態系は、樹木や動物、昆虫など多様な生物で構成されています。本分野の研究は、生物多様性の実態解析と保全、生物間相互作用などを明らかにする基礎科学的側面と、野生生物の保護管理や森林保護などを行う応用科学的側面を持っています。生態学的手法及び遺伝学的手法によって、(1) 植物の繁殖生態、系統解析、絶滅危惧種の保全、(2) 動物の食性解析、行動生態、種子散布、(3) 昆虫の行動生態と寄主植物の利用様式に関する研究を行っています。

生物多様性を理解し保全する

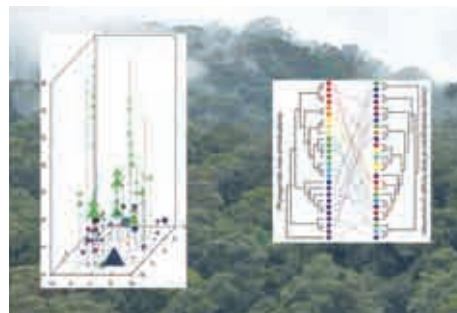
森林は陸上で最もバイオマスが大きく、豊かな生物多様性を保持している生態系ですが、長い進化の歴史の結果育まれてきた生物多様性は危機的状況にあります。森林に生育・生息する生物を対象に、フィールドワークと各種遺伝マーカーを用いた解析で、生物個体群の更新過程、種分化プロセスを明らかにし、生物多様性創出・維持メカニズムを理解することをめざしています。また、絶滅危惧種に関しては、全野生個体の遺伝子型を明らかにする事で、適切かつ効果的な保全策を構築しています。研究フィールドは、日本各地、オーストラリア、ニュージーランド、ハワイ、インドネシア、タイ、中国などです。

ほ乳類が生態系に与える影響を探る

大型ほ乳類は生態系に大きな影響を与えることがあります。例えば、ニホンジカによる食害によって、各地で植生の変化・衰退が起こっています。シカを排除する実験柵の設置によって採食圧をコントロールして、シカの採食強度と植生推移過程や、昆虫など他生物との相互作用について解析を行っています。

養菌性キクイムシの寄主木選択

カシノナガキクイムシが運搬する菌類が原因で、ブナ科樹木が枯死する現象（ナラ枯れ）が各地で問題になっています。カシノナガキクイムシの寄主木選択過程を明らかにするために、被害木の特性や林内における分布を解析しています。



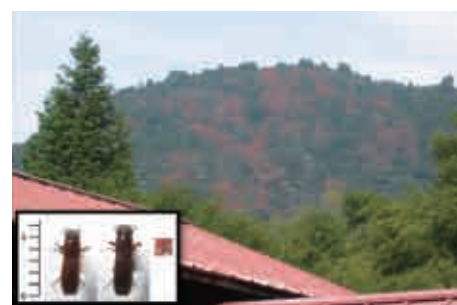
大量遺伝情報解析による、熱帯多雨林における多様性空間分布解析(左)と系統解析(右)。



詳細な遺伝解析で絶滅危惧種を保全する。



シカを排除した実験区。



カシノナガキクイムシによるナラ枯れ。

■ キーワード 生物多様性、生物保全、系統地理、野生動物管理、森林昆虫、DNA

教授：井 鷲 裕 司

准教授：高 柳

敦

助教：山 崎 理 正

TEL: 075-753-6422

E-mail: isagiy@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.forestbiology.kais.kyoto-u.ac.jp>

森林科学専攻 環境デザイン学分野

緑豊かなランドスケープの保全と創造

緑豊かなランドスケープ（景観）の保全と創造のための理論と技術を開発し、具体的な緑地計画やデザインを提示していくことを目的としています。対象とする環境は、従来の造園学が取り扱っていた庭園や公園から、都市や里地里山などに広がっています。研究テーマは、造園史や原論だけでなく、緑化や、生物多様性の保全、自然再生、健康の分野など多岐にわたっています。

環境デザインの原理を探る

過去や現在の庭園や里山、町並みの景観などを対象とし、美しさや心地よさを生み出すデザインの原理、人の行動と空間の関係、社会活動と景観との関係等を、歴史的・文化的・社会的な視点や、心理的・生理的なデータに基づき明らかにします。



自然環境の保全と賢明な利用法の研究

都市や里地里山に生息する生き物の分布や、生息環境に関する調査・研究を行い、人が健全な生活を営みながら、多様な生き物と共に生きるための緑地のデザインや計画、管理のあり方について研究を行っています。



緑化・樹木診断・自然再生の技術の開発

斜面や屋上、壁面等の困難な環境において健全な緑を育てるための技術開発を行っているほか、科学的データに基づいた樹木の健康診断方法の開発、地域の生態系との調和を図る自然再生の研究等を行っています。



■ キーワード ランドスケープデザイン、緑地計画、ランドスケープエコロジー、庭園、公園、里地里山、自然保全、自然再生、緑化技術、樹木診断、緑と健康、リモートセンシング、GIS

教授：柴田 昌三

准教授：深町 加津枝

助教：貫名 涼

TEL: 075-753-6083

E-mail: sho@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.landscape.kais.kyoto-u.ac.jp/>

山のしくみ、本当はどうなっているの？

山地は日本の陸地の7割を占めており、毎年各地で土石流や斜面崩壊による悲惨な災害が発生しています。このような土砂災害を防止して、被害を軽減することが求められています。また、山地のほとんどを占める森林は「緑のダム」機能を持ち、利水や治水に寄与していると言われますが、科学的に実証されたわけではありません。本分野では、フィールド観測、室内実験、数値シミュレーションなどの手法を組み合わせ、山地での土砂や水の移動の実態を明らかにし、より安全で快適な社会の構築に貢献すべく研究を行っています。

土砂災害の発生を予測し防止・軽減する

土砂災害を防止・軽減するには、砂防ダムなどの施設によるハード面の対策と、ハザードマップを用いた居住制限や避難というソフト面での対策があります。いずれの対策でも、土砂災害の発生場所、規模、時刻を予測する必要があります。崩壊に関するフィールド観測や土石流に関する実験、数値シミュレーションを行うことにより、よりの確で効果的な防災技術の確立を目指しています。



H23 紀伊山地災害

山地に降った雨が河川に流出する過程を解明する

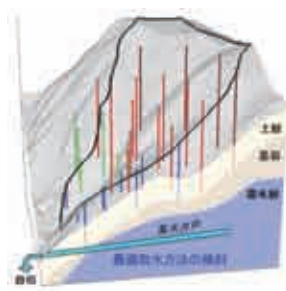
山地に降った雨が河川に流出するまでの過程は複雑です。雨水の浸透は土の種類や構造に大きく支配されます。土の中にほとんど浸み込まず、表面流として直ぐに河川に流出する成分がある一方で、土層の下にある岩の層へ地中深く浸透していく成分もあります。イメージ先行で議論されることが多い森林の「緑のダム機能」について、複雑な過程を解明し、山地が利水・治水に果たす役割を科学的に評価しようとしています。



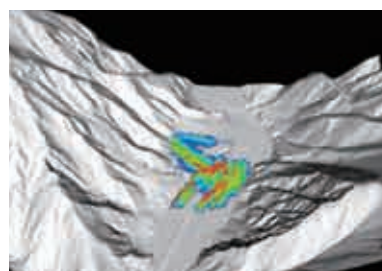
H26 広島土砂災害



山地からの湧水の観測



ボーリングによる地下水観測



土石流の数値シミュレーション

■ **キーワード** 土砂災害、砂防、土石流、斜面崩壊、地すべり、天然ダム、雪崩、溪流環境、土砂管理、火山、斜面緑化、緑のダム、森林の水源涵養機能、森林土壌、水循環、水資源

教授：小杉 賢一朗

助教：中谷 加奈

特定助教：正岡 直也

TEL: 075-753-6091

E-mail: kos@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.blumoon.kais.kyoto-u.ac.jp/start-jp.html>

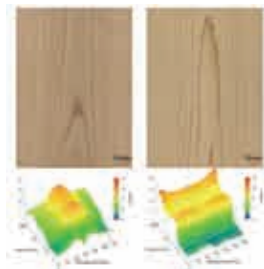
森林科学専攻 生物材料設計学分野

木材の魅力と体力のサイエンス

木材は柱や梁など住まいを支える構造用材として用いられることはもちろん、人が直接見て触れる内装用材としても多用されます。いわばハードにもソフトにも使える木材の希有な材料特性には、樹木が地球上で生存していくために培ってきた植物体としての合理性が寄与しています。本分野では、木材の有用な物理的特性を解明することでこの材料のポテンシャルを引き出し、安全で快適な住環境の構築や新規な木質材料の開発に活かすことを目指しています。

画像工学的手法による材面特性の評価

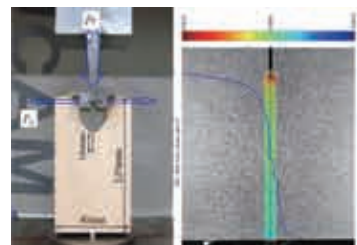
木材の表面には、あたたかな木材色、千変万化の木目模様、まろやかな光沢など、独特の外観の特徴が現れており、見る者を魅了します。「木らしさ」とは何かを追究するために、画像解析法やコンピュータ・グラフィックスの技法などを積極的に取り入れて、木材特有の材面特性を数量的に表現し、評価する研究を展開しています。



画像解析による材面の光反射特性の評価。

木材の破壊挙動の可視化と数値解析

木材は方向によって力学的特性が異なる異方性材料なので、外力が作用したときの内部ひずみの分布や破壊に至るメカニズムが相当に複雑です。木材はどのように壊れていくのか、木質ボード類の場合にはどうなるのかなど、木材の特異な力学的特性や破壊挙動に対して、画像解析法やコンピュータ・シミュレーションを駆使することで、理論と実験の両面からアプローチしています。



割裂試験と亀裂先端付近のひずみ分布解析。

力学特性に基づいた未利用樹種材の用途開発

世界的な森林資源保護の動きにより、かつて日本にふんだんに輸入されていた木材がどんどん手に入りにくくなっています。今後、成長の早い早生樹材や国産広葉樹材を積極的に利用する機運が高まるものと考えられます。そのような未利用樹種材の代替適性を力学特性に基づいて評価するとともに、材質改変処理やエンジニアードウッド原料としての活用などを検証しています。



北海道産カンバ材でエレキギターを試作。

木材と人の関係の解析

私たちは木材に対して他の材料以上に親しみを覚えます。この親和感の根源を究明するために、木材や木質環境に相対した人に生じる心理反応（主観的な心地よさなど）や生理応答（脳波や心拍変動など）などを測定し、木材の特徴や特性との対応関係を解析、評価しています。主観的な「木の良さ」に迫るこの研究は、人の評価軸に基づいた住環境や木製品などの設計につながります。



木質内装空間の人への影響を調査。

■ キーワード 木材、早生樹材、広葉樹材、弾性、塑性、強度、破壊力学、木質材料、画像解析、ひずみ測定、木材色、木目模様、木材光沢、木質構造、住宅、居住性、感性、認知反応、生理応答

教授：仲村 匡司

講師：村田 功二

TEL: 075-753-6236

E-mail: nakamasa@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.bmd.kais.kyoto-u.ac.jp/>

木材を無駄なく、適切に長く使おう

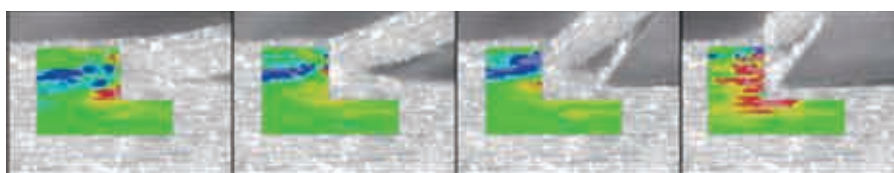
住宅や家具の材料として利用される木材。資源や環境問題を背景にして、木材を有効かつ長期間にわたり使用し、都市や居住空間における炭素固定量を確保することが重要です。木材加工（プロセッシング）や非破壊検査などのセンシングに関する研究を通じて木材の有効利用の途を考究しています。

「木を加工する」、「木で造る」技術

木材加工技術は、伝統的な木工や大工技術をベースに、ハイテク技術と融合しながら進化してきました。切削・研削や接合技術について、木材の物性、独特の加工性や質感（テクスチャ）に適した加工技術を研究しています。また触感や視覚特性に対応した表面性状の評価、加工プロセスの理論的解析、伝統的な木工芸・建築技術の解析と利用なども研究しています。



かなな削り



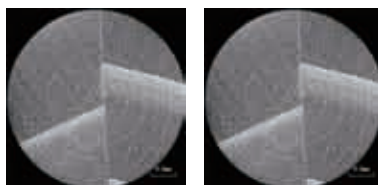
画像相関法(DIC)による切削時の木材中のひずみ解析

「木を診る」技術

木材の性質は、細胞などの組織構造に由来する異方性やバラツキがあり、さらに水分の影響をうけます。X線、マイクロ波・ミリ波、弾性波などを利用した木材や木質建材の物性や水分分布の非破壊的な評価を行い、さらに新規な品質管理手法の開発を行っています。



X線CT装置



木材接合面や細胞組織のCT画像



電磁波レーダを用いた木質構造体の診断装置

「木を長く使う」技術

天然が与えてくれた至高の材料である木材やこれを使った建築も、水分管理や維持管理が不適切であると、これを栄養とする生物（昆虫や菌類）によって劣化します。AEモニタリング、代謝ガスセンサ、レーダ技術、X線技術を用いた劣化の検出技術開発、伝統木造、住宅や文化財の耐久性評価や保存技術の研究を行っています。



シロアリ食害を検出するAEセンサ



シロアリの代謝ガスを検出するガスセンサ



文化財建造物の耐久性調査

■ キーワード 木材加工、木造建築、非破壊検査、木質文化財

教授：藤井 義久

准教授：築瀬 佳之

助教：澤田 豊

TEL: 075-753-6245

E-mail: fujii@h3news1.kais.kyoto-u.ac.jp

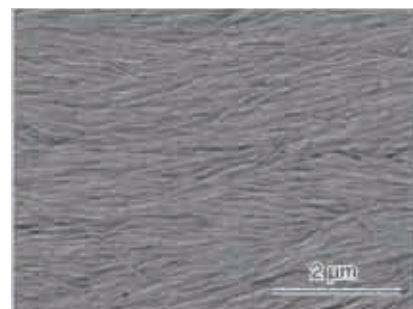
URL: <http://h3news1.kais.kyoto-u.ac.jp/>

バイオマス素材の構造を知る —高度利用への橋渡し—

資源・エネルギー問題の立場から、バイオマスの利用が注目されています。当研究室では、セルロースを中心とする様々な多糖の固体構造、物理的性質、化学反応、特異な現象の解明を目指した研究に取り組んでいます。そして、それら構造や物性に関する基礎的知見を礎とし、磁気プロセッシングなどの手法によって高機能性材料の開発に関する研究も行っています。

高度に配向が制御されたセルロース系材料の創成

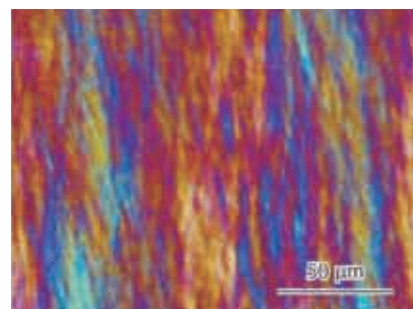
材料からその究極の性能を引き出すためには配向制御が重要です。それにより、光学的、力学的、電気的、熱的、圧電的な、材料の持つ固有の物性を極限まで発揮させることができます。植物繊維であるセルロースは様々な処理により、パルプレベルからナノウイスカーレベルまでのサイズの繊維に調製できます。我々はこれらのセルロース繊維を磁場や電場で配向させる技術を確立し、光学フィルム、ソフトアクチュエーター、力学的異方性フィルムの開発を行っています。



電場配向セルロースのSEM像

酵素触媒重合による非天然型多糖の合成と構造・物性解析

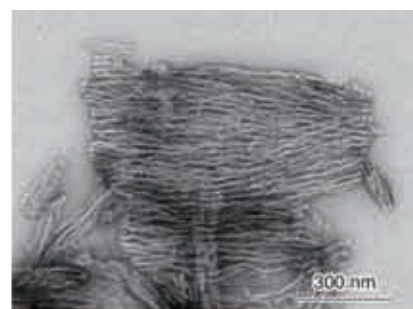
植物細胞壁などから抽出した多糖は、多くの場合において均一な化学構造を有しておらず、精製しても取り除くことができない夾雑物が存在します。酵素を上手く活用すれば、天然には存在しない構造の制御された純粋な多糖を大量合成できます。我々は、新たな特性を有する高分子材料の開発を目指して非天然型多糖を酵素触媒重合し、構造と物性との相関解析を進めています。



磁場配向セルロースの偏光顕微鏡像

NMRによる多糖の構造解析と新規解析手法の開発

核磁気共鳴 (NMR) は溶液もしくは固体状態の物質の構造を解明する有力な手法であり、ハードウェア・方法論ともに発展を続けています。我々は、酵素触媒重合を利用した¹³Cラベル化に加え、高速MASや多次元法など最新のNMRテクニックを積極的に取り入れつつ、様々な多糖の構造解析を進めています。また、特殊な動的磁場により微結晶を三次元的に精密配向させる技術(擬単結晶化法)と固体NMRを組み合わせた、新しい構造解析手法の開発も試みています。



酵素合成グルカンのTEM像

■ **キーワード** バイオマテリアル、セルロース、キチン・キトサン、多糖、酵素重合、配向制御、繊維材料、固体構造解析、X線回折、中性子線回折、固体NMR、電子顕微鏡、高分子科学、磁気科学

教授：和田 昌久 助教：久住 亮介・小林 加代子

TEL: 075-753-6246
E-mail: wadam@kais.kyoto-u.ac.jp
URL: <http://www.fiber.kais.kyoto-u.ac.jp/>

“分子－細胞－樹木” 樹木はなぜ巨大な生命体になれるのか

樹木は数百年から数千年にわたり生き続け、その幹は木材となるや、千年以上の長きにわたって家屋の素材として機能することが可能です。樹木細胞学分野では、なぜ樹木が大きくなるのか？細胞がどのようにして木材を作り出すのか？なぜ木材は長く使用できるのか？など、樹木や木材に関する疑問について、細胞レベルから分子レベルにわたって、電子顕微鏡などの様々な顕微鏡的手法を駆使して調べています。

細胞壁を形成する細胞の営み

木材は樹幹の木部細胞の細胞壁そのものです。木材の細胞壁成分は、細胞膜およびゴルジ装置などの細胞小器官の働きによって合成され、細胞骨格や小胞輸送の関与によって細胞壁へ輸送されます。より生きた状態に近い細胞構造を保持できる高圧凍結法、微小管重合阻害剤の投与、免疫標識法、などを駆使し、細胞壁形成に関わる細胞骨格および細胞小器官の働きを調べています。

細胞壁の形成と微細構造、化学成分分布

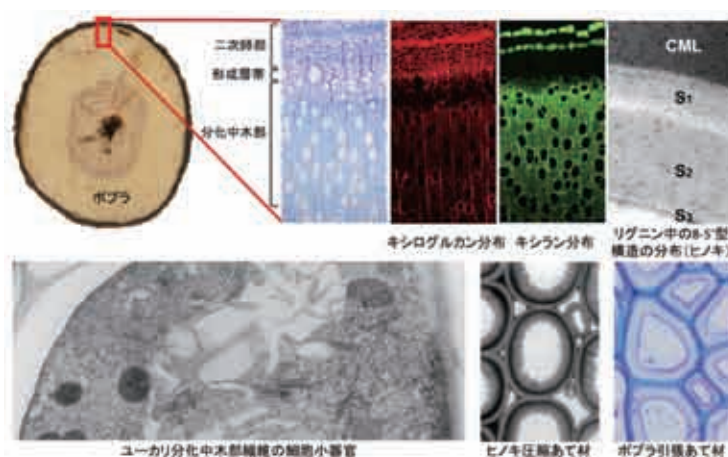
木材の細胞壁はセルロース、ヘミセルロース、リグニンなどの高分子が複雑に複合した構造を持ちます。リグニンの特定の部分構造や、糖鎖を認識するモノクローナル抗体を用いて免疫標識し、細胞壁の形成にともなう微細構造と成分分布の変化を明らかにしようとしています。

あて材の形成と細胞壁微細構造、化学成分分布

樹木はその姿勢を制御するために、あて材と呼ばれる特殊な組織を作ります。針葉樹の圧縮あて材ではリグニンを増加させ、広葉樹の引張あて材ではセルロースを増加させます。あて材の細胞壁の微細構造や成分分布を電子顕微鏡法、免疫標識法を組み合わせることで、各構成成分があて材の機能発現に果たす役割について考察しています。

心材形成と光合成産物の輸送

樹幹中心部に形成される心材に含まれる成分、すなわち心材成分は木材の腐朽耐性、強度、寸法安定性を高めるだけでなく、色調やにおい、浸透性など、木材の性質に重要な影響をおよぼします。心材成分は葉で合成された光合成産物を原料として合成されます。光合成産物の通路と考えられている師部の物質輸送を阻害することにより、光合成産物の心材形成部位までの輸送について調べています。



■ キーワード 組織構造、木部形成、細胞壁、木化、リグニン、ヘミセルロース、電子顕微鏡、免疫組織・細胞化学

准教授：吉 永 新 助 教：栗 野 達 也

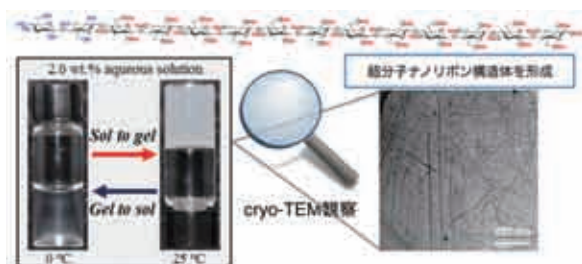
TEL: 075-753-6240
E-mail: yoshinaga.arata.5a@kyoto-u.ac.jp
URL: <http://www.tcb.kais.kyoto-u.ac.jp>

森林科学専攻 複合材料化学分野

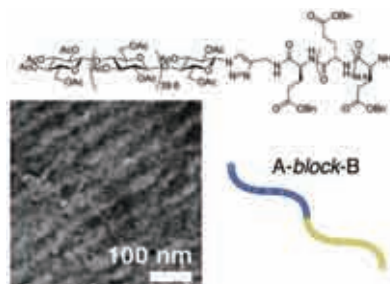
バイオマスから次世代機能材料を！

バイオマス構成成分は、分子レベルで水素結合、被化学修飾能、キラリティー、半剛直性を、分子集合体レベルでは、ゲル・錯形成、液晶形成能を有しています。私たちはこれらの正確な理解に努め、環境・生体適合性の高い異種素材（ポリマー・オリゴマー・無機物）との微視的複合化手法を駆使しつつ、バイオマスから界面活性剤、生体適合性ゲル材料、ドラッグデリバリー材料、生分解性プラスチック材料、液晶光学材料、物質分離材料、ナノ磁性材料、発泡体・成型物などへと導く研究を行なっています。

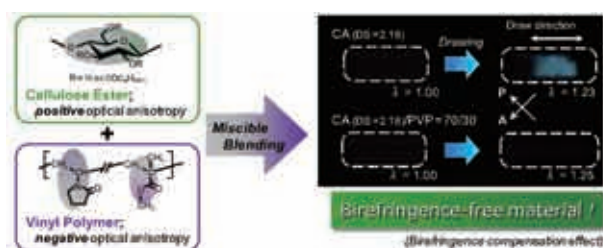
熱応答性超分子ヒドロゲル材料



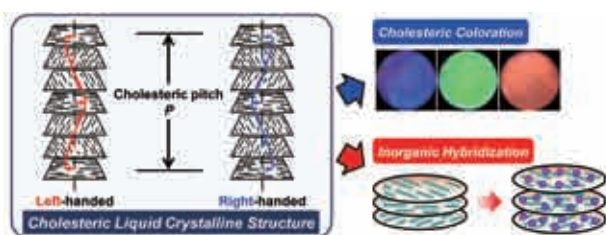
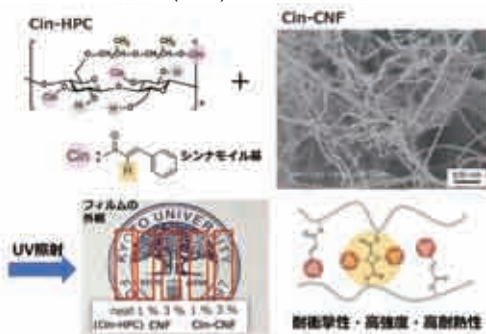
自己組織化によるミクロ相分離構造の発現



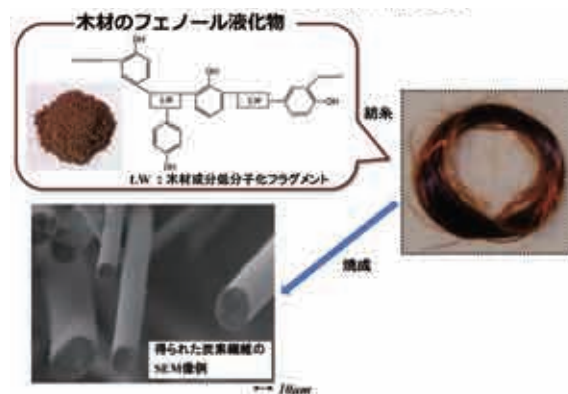
相溶ブレンドの設計と機能開拓



ラセン構造制御による液晶光学材料の特性化

光応答性ヒドロキシプロピルセルロース/
(HPC)
セルロースナノファイバー複合体
(CNF)

フェノール液化木材からの炭素繊維の調製



■ キーワード バイオマス、木材、複合材料、セルロース、ヘミセルロース、リグニン、天然ゴム、キチン・キトサン、精密高分子合成、ブロック共重合体、グラフト共重合体、ポリマーブレンド、界面活性剤、液晶・光学機能材料、磁性材料、ナノコンポジット、セルロースナノファイバー・ナノクリスタル

教授：上 高原 浩

准教授：吉 岡 まり子

助 教：杉 村 和 紀

TEL:075-753-6250

E-mail:hkamitan@kais.kyoto-u.ac.jp

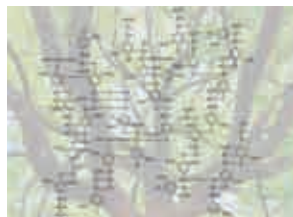
URL:http://www.fukugou.kais.kyoto-u.ac.jp/

生物材料の化学成分の役割を理解し、活用する

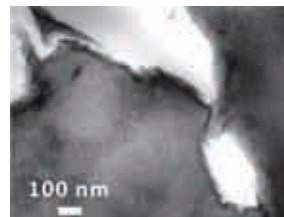
当分野は、1996年にセルロースの人工合成に世界で初めて成功した研究室です。明確な分子構造の情報を基に、材～繊維・複合材～ナノ～分子レベルを自由に行き来しながら、木材成分（セルロース・ヘミセルロース・リグニン）やキチン・キトサンをはじめとする生物材料の化学的研究を展開しています。生物材料の複雑な構造にまつわる基礎研究から、機能材料創製や既存材料の課題解決につながる研究テーマを設定し、「生物材料でなければならないこと」を探究します。

生物材料の複雑な構造の解明

- リグニンの構造解明のためのリグニンモデル化合物の合成と部分構造データベースの構築
- 木材成分のナノスケールでの存在形態の可視化



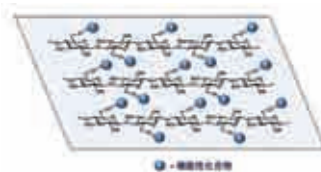
リグニンの分子構造イメージ



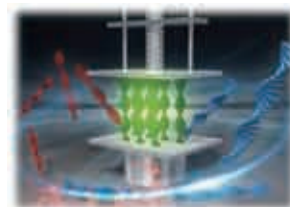
WPC添加剤の分布の可視化

バイオベース機能材料の開発

- 光電変換機能を発現するセルロース誘導体やキトサン誘導体の開発（太陽電池・有機EL材料への応用）
- 圧力履歴を記憶して円偏光で応答するセルロース液晶メカノクロミック複合材料の開発



位置選択的置換による機能化



メカノクロミック液晶材料

バイオナノ素材の活用

- セルロースナノファイバー（CNF）のシンプルなプロセスによる機能材料への変換
- ライフサイエンス用材料への展開（感温性高伸縮ゲル、細胞培養用基材、診断ペーパーなど）



感温性高伸縮ゲル



CNFを活用した診断ペーパー

生物材料関連産業の既存プロセス・製品の基礎研究

- パルプ化前処理への応用を目指すリグニンの低環境負荷型電解反応の開発
- 木材/プラスチック複合材(WPC)の物性向上のカギを握る添加剤のはたらきの解明

■ **キーワード** セルロース、リグニン、抽出成分、タンニン、キチン・キトサン、セルロースナノファイバー、木材化学、有機化学、分析化学、高分子科学

教授：高野 俊幸

准教授：寺本 好邦

TEL: 075-753-6254

E-mail: takatmys@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.chembiomater.kais.kyoto-u.ac.jp>

本研究分野では、森林を含む流域全体の環境動態解析や、森林の持つ諸機能の評価とそれに基づく森林資源の利用などに関して研究している。具体的には、森林からの物質流出機構の解明と水系への影響評価、森林の生物資源・環境資源としての諸機能の定量化と評価、森林資源の管理と流通に関する研究などを行っている。

森林生態系の動態研究

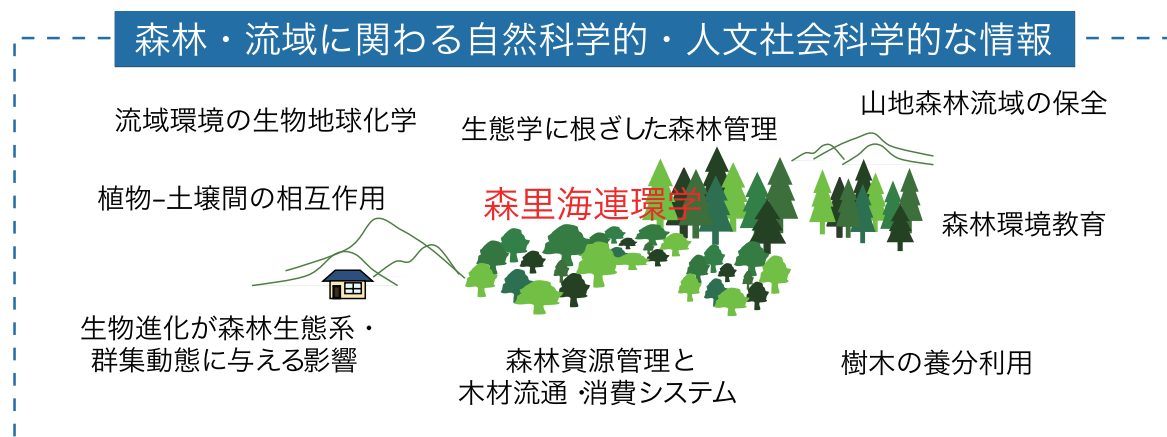
森林生態系を理解するためには、植物の生活史や植物と土壌の相互作用を明らかにする一方で、長期動態研究が不可欠である。当分野では、根圏微生物による窒素循環が樹木に及ぼす影響、樹木の栄養利用、天然林での長期にわたる森林動態と量水観測及び溪流に流出する粒子状物質動態などの研究を行っている。また、針葉樹を中心に長寿命な樹木の種子・実生、若木、成木といった各段階の構造・動態とそれらの環境不均一性との対応関係、生物進化の観点からの森林生態系や群集動態に関する研究も行っている。

森林資源管理と木材消費・流通システム

近年、合板や集成材の材料として国産木材消費量が増大し、合板工場、集成材工場の大量消費システムに適合するよう、国産木材の加工・流通システムの変革が進められている。加工・流通システムの様態が大きく変化する一方で、皆伐後に再造林が行われず、除間伐などの手入れ不足が見られるなど、人工林の管理放棄の問題も明らかとなりつつある今、日本の森林資源管理はどうあるべきか、実態把握に基づいて研究を進めている。

森里海連環学研究

森林流域環境を対象とし、環境と生物、さらには、地域や人とのつながりについて、生態学、物質循環学、環境社会学などの幅広い学問分野の情報を持ち寄ることで、学際的に解明しようとしている。



■ キーワード 森林流域、物質循環、群集動態、生活史、生物進化、木材流通、森林資源管理、環境影響評価

教授：吉岡 崇仁 准教授：舘野 隆之輔 講師：中島 皇・小林 和也
助教：寄元 道德・坂野上 なお・中西 麻美

TEL: 075-753-6421
E-mail: yoshioka@kais.kyoto-u.ac.jp
URL: <http://www.forestinfo.kais.kyoto-u.ac.jp/>

森林の生態や環境を知り、管理方法を考える

森林育成学研究室では、生物多様性や水土保持といった森林が持つ機能の持続性や生態系の健全性を考慮した新たな森林管理方法の開発を目指して、原生的な森林、里山などの二次林、スギ人工林などを対象に、養分物質の利用や動態、効率的で有効な森林資源の管理方法に関する研究を進めています。

養分物質の動態と利用

窒素などの養分物質の動きは気象、樹種、樹齢、管理法などによって変わることから、養分物質の動きや利用のパターンを樹木個体レベル、林分レベル、集水域レベルで調べ、各々の森林生態系の特徴の解明とそれが生み出す生態系サービスの関係解明を進めています。また、生態系サービスの持続可能な利用についても検討しています。



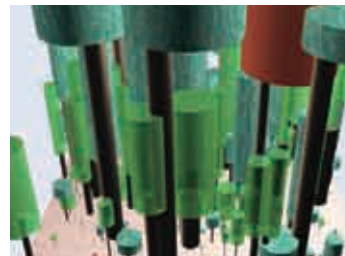
持続可能な木材生産のための森林管理・利用方法の開発

木材は太陽エネルギーを元に再生産される持続的利用が可能な資源ですが、材価低迷や中山間地域の過疎化などにより、森林管理・利用については持続的手法が確立していません。そこで精密林業という視点から、リモートセンシングデータ等先端技術の森林管理への応用と、次世代林業の体制構築に関する研究を行っています。



森林動態のシミュレーション

気候や地形などの環境要因に応じてどのような森林が成立し、やがて遷移によってどのように構造が変化していくか、それにとまって水や炭素の循環がどうなるかをシミュレーションすることで、生態系の将来や気候変動の影響について研究しています。



森林の物質生産と多様性

樹木は森林の主要な一次生産者であり、森林という構造を作っています。繁殖や成長といった樹木の生態をより深く理解することを通じ、環境変化によって森林生態系の生産力や多様性がどのように変化しつつあるのかを多地点・長期データを活用し解明しようとしています。



■ **キーワード** 森林生態系、原生的森林、人工林、里山、養分物質、物質循環、土壌、水、植物土壌系、持続的管理、生態学的管理、資源生産、生物多様性

教授：徳地 直子 准教授：長谷川 尚史・伊勢 武史・石原 正恵

TEL: 075-753-6442

E-mail: tokuchi@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.silvi.kais.kyoto-u.ac.jp/>

森林科学専攻 木材構造情報分野

木材の構造から分かること、知りたいこと

木材細胞壁は樹木という生命体を維持し、道具や建物として我々の生活や文化を支える木材の基本構造です。木材に刻まれた様々な情報の科学的診断を通して学際的また文理融合研究を進めると同時に、組織から分子に至るマルチスケール構造解析から、木質バイオマスの形成・分解機構を探究しています。

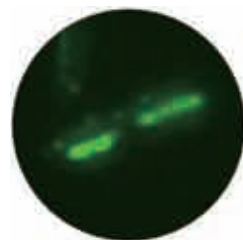
あたらしい計量形態学をめざして

人工知能を利用して木材の精緻な形態情報を数量化して系統的に解析します。観察だけでは知ることの出来ない新しい樹種の特徴を見つけることも可能です。非破壊診断像の画像認識に応用することで、木製品の判定への利用も検討しています。



バイオマス形成の酵素機構を明らかにする

木材等バイオマスは一般に高分子性の固体です。その合成は酵素により行われる常温常圧下での高分子構造制御であり、酵素学的にも高分子科学的にもなぞ深い生物現象です。この生物機構を生化学と高分子科学を使って解明します。



樹木の木部形成機構を科学する

木材は樹木が産み出す資源です。樹幹内部で木材が形成される機構や細胞壁成分と材質形成の関係について、遺伝子組換え体や人工環境を用いて研究し、材質向上や産業利用の基礎となることを目指しています。



文理融合的な研究を木材の標本が拓く

適材適所の木使いの歴史を学びます。植物学的にも、学術的にも、文化的にも重要な木材の材鑑を有効に利用して、学際・文理融合的研究を進めています。京大の誇る材鑑データベースはウェブから。

<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/bmi/>



■ キーワード 顕微鏡学、木材解剖学、計量形態学、生化学、分子生物学、木の文化と科学、文化財科学

教授：杉山 淳司

准教授：今井 友也

助教：馬場 啓一・田鶴 寿弥子

TEL: 0774-38-3634

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

URL: <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/lbmi>

バイオ材料の未来を創る

セルロースナノファイバーは、鋼鉄の5倍の強度、ガラスの1/10以下の線熱膨張を有する幅4-20nmの結晶性ナノファイバーです。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すが、その工業的利用はほとんどなされていません。本分野では、この持続性ナノファイバーを用い、IT機器、自動車、建築、医療等、幅広い用途へ応用できる高強度材料や透明低熱膨張材料の開発を進めています。また、単離したセルロースナノファイバーから樹木細胞壁を再構築することによって樹木の様々な力学的性質を解析しています。

植物ナノ繊維から創る透明フィルム

植物細胞壁を構築するセルロースは、非常に高い強度を持ちながら、可視光波長より十分細いために、透明性を保ったまま透明プラスチックを補強することができます。得られる高強度・低熱膨張の透明材料は有機ELディスプレイや太陽電池の透明基板への応用が検討されています。セルロースナノファイバーは全ての植物に含まれるため、木材に限らず様々な植物資源からセルロースナノファイバーを単離する手法の開発も行っています。



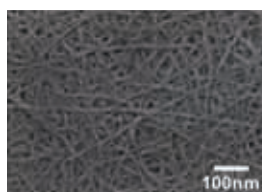
セルロースナノファイバー透明フィルム



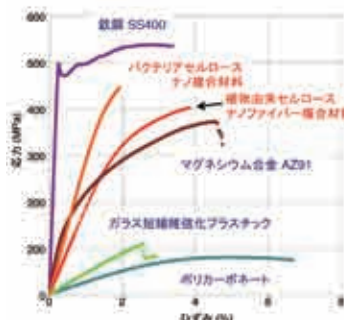
セルロースナノファイバー透明基盤上で発行する有機EL素子

鋼鉄のように強い植物材料

パルプ（紙の原料）をさらに細かくほぐすと、均質なナノファイバーが得られます。これを樹脂と複合することによって、軽いうえに鋼鉄のように強い材料になります。この材料を鋼鉄に代わる軽量の自動車用材料として利用するための研究を進めています。



紙を解したナノファイバー



セルロースナノコンポジットと他材料における曲げ試験の比較

その他の研究テーマ

セルロースナノファイバーのゲル化を利用した高強度繊維（またはフィルム）の開発を行っています。従来必要であった特殊な溶剤を使用することなく、簡便に強い繊維を作製することが可能になります。また、材料開発とは別に、樹木から単離したセルロースナノファイバーを足場として樹木細胞壁を再現することによって、木化の力学的寄与や樹木の様々な力学的性質（成長応力の発生やあて材の特異な性質）を解析しています。



セルロースナノファイバーゲル

■ キーワード 植物バイオマス、ナノ材料、セルロースナノファイバー、持続型環境材料、木材物性

教授：矢野 浩之 准教授：阿部 賢太郎

特任教授：中坪 文明・臼杵 有光・渡邊 政嘉・川井 秀一

特任准教授：久保 木 隆司

TEL:0774-38-3658

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

URL: <http://www.rishi.kyoto-u.ac.jp>

森林科学専攻 循環材料創成分野

木質資源の循環を目指すものづくり

木質バイオマスの持続的な生産から加工・利用、さらには廃棄、再生利用にいたる一連の生産利用循環システムの構築を見据えた材料開発を行っています。すなわち、木質バイオマスの物理的・化学的特徴を生かした低環境負荷型木質新素材を創成するとともに、持続循環的な生産利用システム構築のための共同研究を実施しています。

グリーン接着技術の開発

地球環境問題や資源問題を背景に、非化石資源由来の原料を使用した接着剤や接着技術の開発を進めています。すなわち、動植物由来の天然物質を成分とした接着剤の開発や、合成樹脂接着剤の使用量をできる限り減らす技術開発に取り組んでいます。最近では、糖を主成分とした天然接着剤の開発を進めています。また、接着剤の調製や作業性、安全性を考慮した技術開発にも取り組んでいます。



新しい木質材料の創成

合板、パーティクルボードをはじめとする既存の木質材料の進化形、または新規材料として、地球環境に優しい木質材料の開発に取り組んでいます。例えば、超軽量ファイバーボード、バインダレスボード、植物繊維や農産廃棄物を利用した木質材料などの研究があります。また、木材をプレスで複雑形状に変形加工する技術にも取り組んでいます。



木質材料の劣化・耐久性評価

木質材料の劣化メカニズムや耐久性を明らかにすることは、信頼性の観点から非常に重要です。劣化は水分、熱、光といった様々な因子が複合的に作用して起こります。これらの劣化因子の作用機構について、物理的・化学的側面からの解明を行っています。また、材料の劣化挙動から寿命予測を行うことも試んでいます。



■ キーワード 接着剤、接着技術、木質材料、循環材料、林産工学、植物資源、材料開発、耐久性、劣化機構、寿命予測、木材の変形加工

准教授：梅 村 研 二

TEL: 0774-38-3652

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

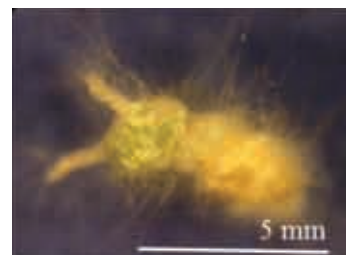
URL: <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/lsm/index.html>

環境調和型木質資源の持続的有効利用をめざして

自然環境及び都市・住宅環境における木質共生系の持続的有効利用は、木質資源に関する基礎的研究に基づいた人類生存圏における環境調和型資源循環システムの構築なしでは成立しない。具体的な研究テーマは、①環境共生型の総合的木材保存システムの開発、②木材劣化生物・熱変換・抽出技術を用いた環境浄化やエネルギーの創成、③ウッドカーボンのナノ構造解析と機能性炭素材料への応用、④熱帯人工林におけるシロアリ多様性、⑤生物的防除を利用した持続型農業生産、⑥社会性昆虫の生体防御機構。

総合的木材保存システムの研究開発

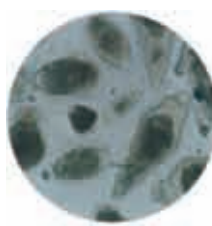
シロアリ・木材腐朽菌など木材劣化生物の生理・生態学的基礎的研究を通じて、環境と調和した新しい総合的木材保存・害虫管理システムの構築を目指している。全国・国際共同利用施設である居住圏劣化生物飼育棟 (DOL) / 生活・森林圏シミュレーションフィールド (LSF) の運用も重要なミッションである。



木材の生物劣化の重要な要因であるシロアリと微生物を用いた防除の試み。

木材劣化生物・木材の熱変換・抽出技術を用いた環境浄化・新規エネルギーの創製

最先端の技術を活用し、木材保存処理に由来する重金属類の回収・環境浄化システムの開発を行うとともに、木材劣化生物の能力・木材の熱変換・抽出技術を生かした木質資源からのバイオ水素、バイオメタン、バイオオイルなどガス化・有用化学物質の創製を目指す。



バイオエネルギーガスの生産者である共生原生動物とバクテリア。

急速熱分解炉

新規木質系炭素材料の研究開発

直接加熱処理方法と触媒や種々の炭素化条件を組み合わせ、ミクロ構造炭素の制御により木質系炭素材料の開発を行い、エネルギーデバイスへ応用したり、Si/C 複合材料を開発するなど、機能性材料の研究開発を行う。X線装置・透過電子顕微鏡による構造解析を元に木質炭素の新規用途開発による木材の高付加価値化を図る。



木炭中のミクロ黒鉛層



木炭から作ったSiCナノロッド

■ キーワード 環境調和型資源循環システム、総合的木材保存システム、シロアリ、木材腐朽菌、木材劣化生物、熱変換、抽出技術、環境浄化、エネルギー、ウッドカーボン、ナノ構造、エネルギーデバイス、CO₂吸蔵炭、天敵微生物的防除、昆虫病理

教授：吉村 剛 講師：畑 俊充 助教：柳川 綾

TEL: 0774-38-3664

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

URL: <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/W/LIH/index.html>

森林科学専攻 木質構造科学分野(生活圏木質構造科学分野)

あらゆる構造物を木材・木質材料で構築する

我々の研究分野では、あらゆる構造物（住宅、伝統建築物、中大規模建築物、中高層建築物、橋梁、その他）を木材、もしくは木材を原材料とする木質材料を用いて構築していく方法について研究を進めています。この目的のために、ティンバーエンジニアリングと呼ばれる工学的手法に基づいて、木質系構造物の変形と強度性能をモデル的に解析し、それらの妥当性を実大実験を通じて評価し、環境に負荷をかけない木質構造の提案をおこなっています。

中大規模木造建築物を開発する

木材は軽量の割には強く、空間の美しさばかりでなく、建築構造材料として魅力的なものです。大規模な木造建築物は古くから建てられていますが、実験的な研究に加えて、先端の構造解析技術を駆使することにより、安全で安心な中層大規模木造建築物の開発が盛んにおこなわれています。我々の研究室でも世界的に注目を浴びている材料や技術を対象に実大実験、解析、そして振動台実験などを実施しています。研究成果は新しい材料や構造の設計方法の構築などに大きく寄与しています。



CLTを用いた5層建物実験

木造建築物の耐震性能を見える化する

阪神淡路大震災等の近年の地震被害を受けて、木造建築物の耐震性に関する研究が盛んにおこなわれ、我が国の木造の耐震性能は飛躍的に向上しています。我々の研究室ではこれまでの知見を活用して、様々な木造建築物の耐震シミュレーション手法の開発を行っています。研究成果はフリーソフトとしてホームページで公開され、研究機関だけでなく、住宅会社や建材メーカー等で実務でも幅広く活用されています。



シミュレーションによる振動台実験の再現

伝統技術を見直し現代に活かす

京都という立地に立脚し、我が国の伝統的木造技術の研究をおこなっています。伝統構法の多くは木材本来の性質に由来したねばり強い性質を持ちますが、これまで省みられることの少なかったこれらの性質を力学的に解明することで現代の構造に取り入れる事を目指します。また、同様の伝統木造を有する東アジア地域と構造特性解明に関し、共同研究を実施しています。



差し鴨居接合部を有する垂れ壁の軸組実験 接合部要素実験

■ **キーワード** 木質構造、木質材料、併用構造、解析シミュレーション、ウォールスタット、見える化、CLT、マスティンバー、ハイブリッド部材、高層木造、大規模建築、伝統木造、軸組構造、高耐震住宅、モーメント抵抗接合、耐力壁、垂れ壁付き独立柱、耐震補強、耐震診断、生物劣化、耐久性、木材利用

教授：五十田 博

准教授：中川 貴文

TEL: 0774-38-3674

E-mail: lsf+info@rsh.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.rsh.kyoto-u.ac.jp/lsf/>