

第470回

生存圏シンポジウム

# 生存圏ミツシヨン シンポジウム



2022年2月28日・3月1日

京都大学 生存圏研究所

---

Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH)  
Kyoto University

## セッション①

【セルロースナノファイバー材料における産官学連携  
— 森を抜けて街に出る —】

# 「セルロースナノファイバー材料における産官学連携」 — 森を抜けて街に出る —

矢野浩之

京都大学 生存圏研究所

## 1. はじめに

2050年温室効果ガスゼロエミッションに向けて、大気中のCO<sub>2</sub>から製造でき、軽量化、断熱化により使用時のCO<sub>2</sub>削減に貢献する材料は夢の材料である。唯一、その可能性があるとしたら植物由来の素材、セルロースナノファイバーや紙の原料、パルプやラミーといった植物繊維から作る材料ではないだろうか。植物は光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収してセルロースを合成する。植物中でセルロースは結晶性の高強度ナノ繊維、セルロースナノファイバー(CNF、図1)として存在し、また、パルプやラミー繊維は植物が何億年にもわたる進化の過程でCNFを基本骨格として獲得した軽量、高強度の素材である。

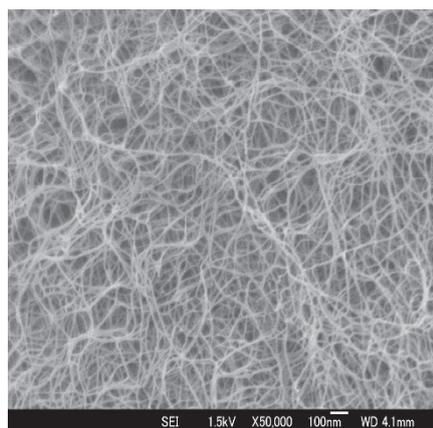


図1 木材細胞壁中のセルロースナノファイバー。  
図中のバーは100nm。

我々は木質科学に関する専門性をベースに2000年からCNFの製造、機能化、構造化に関する研究を進めている。その核となるのが2005年から継続して行っている生存研を集中研とした大型プロジェクトである(図2)

本プロジェクトの特色は“異分野連携”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や機関、そのナノエレメントの化学変性、再構築を行う研究者や機関、さらには材料を部材化し自動車、電子機器への応用に取り組む研究者や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・

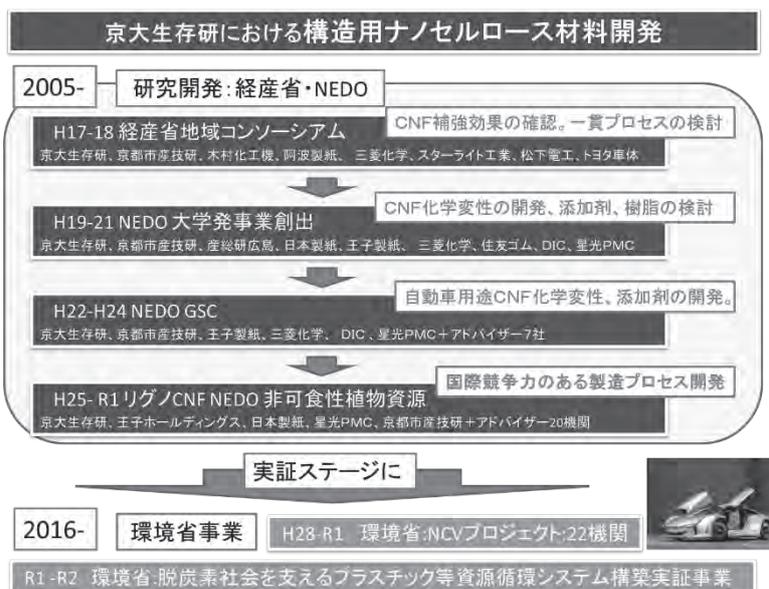


図2 セルロースナノファイバー材料プロジェクト

機関が垂直連携して、先進的バイオマス材料の開発に取り組んでいる。

並行して、共同利用・共同研究拠点が主催する研究集会として CNF に関する共同研究の成果発表や国内外のナノセルロース研究の現状および展望について議論する研究集会を 2004 年から毎年開催している。昨年度は初めてのオンライン開催となったが 800 名近い参加者があり、関連コミュニティの醸成に大きく貢献している。

## 2. 政策とセルロースナノファイバー

2014 年には CNF の将来展開プランについて経済産業省、農林水産省と議論を進め、CNF 技術ロードマップの策定やナノセルロースフォーラムの設立に関わった。フォーラムはナノセルロースジャパンとして民間主導の組織へと発展し、100 を越える企業を含む産官学の機関が参加している。

さらに、2014 年 6 月には“「日本再興戦略」改訂 2014 に“セルロースナノファイバー（超微細植物結晶繊維）の研究開発等によるマテリアル利用の促進に向けた取組を推進する“ことが明記された（日本再興戦略」改訂 2015、改訂 2016、未来投資戦略 2017、2018、バイオ戦略 2019 にも継続して記載）。これを契機に同年 8 月にはナノセルロースに関係する農林水産省、経済産業省、環境省、文部科学省、国土交通省が連携してナノセルロースに関する政策を推進することとし、政策連携のためのガバニングボードとして「ナノセルロース推進関係省庁連絡会議」が創設された。また、2016 年 5 月には、セルロースナノファイバー活用推進議員連盟が発足し、日本における CNF 材料開発を支援している。これらについては、当時、経済産業省紙業服飾課長の立場で渡邊政嘉先生（現生存研特任教授）が主導的に関わった。

## 3. セルロースナノファイバー複合材料の自動車への実装に向けて

省庁間の連携は大型プロジェクトでも行われている。ナノセルロースヴィークル（NCV）プロジェクトは、臼杵有光先生（元豊田中央研究所、現生存研特任教授）がリーダーとなった林業から自動車までを垂直連携でつなぐ環境省の大型プロジェクトである。NEDO プロジェクトの成果を実走するクルマにおいて評価する目的で、3 年半かけて CNF 材料を出来るだけ多く使用したクルマ:NCV を試作し、東京モーターショーに出展した。2019 年末に行った走行テストでは、CNF 材料の使用により一般的な車に比べ 16%軽量化し燃費が 11%向上することが明らかになった。

本プロジェクトは引き続き環境省ナノセルロースマッチング事業：NCM、ナノセルロースプロモーション事業：NCP として、生存研が京都市産技研と共同開発した技術である京都プロセスで製造した CNF 材料を 20 を越える企業に提供して評価を受け、それに基づきカスタマイズを行うことで、各企業における CNF 材料の実用化を支援している。材料、部材開発と並行して CO2 排出に関する LCA 評価も進めており、生存圏科学が CNF 材料を核として様々な分野に広がっていていることを実感している。

## セッション②

【バイオマスプロダクトツリー産学共同研究】

## 「バイオマスプロダクトツリー産学共同研究」

渡辺隆司<sup>1,2</sup>、北山健司<sup>2,3</sup>、黒田慶子<sup>4</sup>、中村正治<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> 京都大学 生存圏研究所

<sup>2</sup> 京都大学 バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門

<sup>3</sup> 株式会社 ダイセル

<sup>4</sup> 神戸大学 大学院農学研究科

<sup>5</sup> 京都大学 化学研究所

### 1. 概要

京都大学と株式会社ダイセルは、木材や農水産廃棄物などのバイオマスを高機能な材料や化学品に変換し、その価値を森林の再生や、農水産廃棄物の高付加価値利用に還元することにより、森、川、海、農山漁村、都市を再生し、自然と共生する低炭素社会の実現、地域活性化、新産業創出などに寄与することを目的とした包括連携協定を令和3年10月に締結しました。また、この包括連携協定のもと、バイオマスの新しい変換プロセス「新バイオマスプロダクトツリー」実現に向けた研究開発と持続的循環利用を共通テーマとした基礎的研究と研究成果の社会への還元を目指し、京都大学の大学院農学研究科、大学院人間・環境学研究科、化学研究所、エネルギー理工学研究所および生存圏研究所とダイセルのリサーチセンター間において、包括的研究連携協定を締結しました。さらに、こうした研究活動を支える産学連携共同研究の拠点「バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門」を京都大学宇治キャンパス内に、京大大学生存圏研究所、化学研究所、エネルギー理工学研究所とダイセルの共同ラボとして設置しました。この拠点は、国内外の多様な分野から優秀な人材が集い、学術分野、産業界、地域を繋ぐハブとして機能することを目指します。バイオマスの新しい付加価値創成を通して、持続的で豊かな社会の創成に貢献します。

本シンポジウムでは、産学連携研究の概要、企業としての取り組み、里山再生に向けた活動、バイオマスを解体してセルロースを取り出す触媒反応や、森林再生・地域復興に向けた取り組みを以下のように紹介します。

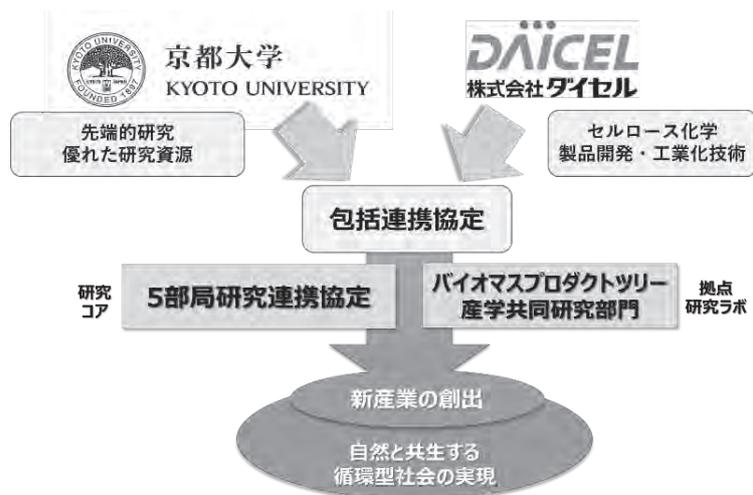
渡辺隆司 ”バイオマスプロダクトツリー産学共同研究”

北山健司 ”バイオマス資源活用のためのプロセス開発の考え方”

黒田慶子 ”里山資源のカスケード利用で循環型社会へ”

中村正治 ”有機酸触媒を用いる「やさしい」シン・ナノセルロースの合成”

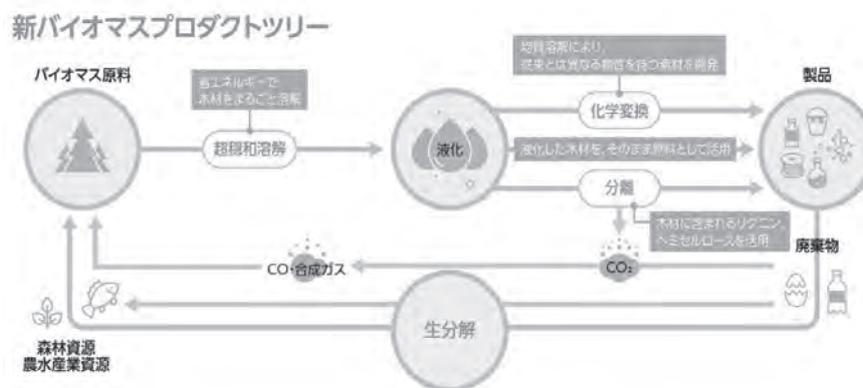
バイオマスプロダクトツリー産学共同研究



京都大学とダイセルの包括連携協定、包括的研究連携協定、産学共同研究部門



森、川、海、農山漁村、都市をつなぐバイオマスプロダクトツリー産学共同研究



バイオマスプロダクトツリーによる循環型モノづくり

## セッション③

**【ワイヤレス給電の実用化に向けた産官学連携の取り組み】**

# ワイヤレス給電の実用化に向けた産官学連携の取り組み

篠原 真毅

京都大学 生存圏研究所

2004年に生存圏研究所が発足して以降、生存圏科学の中でも特に生存圏を宇宙開放系へと広げることのできる宇宙太陽発電所 SPS と、SPS のキー技術であるマイクロ波送電(ワイヤレス給電, WPT)の研究開発に取り組んできた。研究所発足以降、遠い将来技術と思われがちな SPS へ確実に技術をつなげるために、産学官連携による WPT の実用化に力を入れ、成果をあげてきた。

WPT は 2022 年現在でもまだその市場は非常に小さい。そのような 0 スタートのイノベーション技術を実用化し、市場を拡大するためには、米国のように突出したイノベーターがリーダーシップをとって市場を開拓するようなやり方は我が国ではおそらく難しい。我が国においては自由な発想とリーダーシップを発揮することができる「学」が中心となり、「産」を鼓舞して実用化を後押しし、さらに「産」を後押しするために「官」を巻き込んで全体として市場を少しずつ拡大するしかないと考える。逆に「官」が動くことで我が国の「産」も自信をもって実用化を目指し始める。同時に世界との協力/協調/競争を推進し、日本だけではないことも示していくことも必須である。我が国ではまずともかく 0 を 1 することができれば、それを種火にして産官学の連携を図れば、1 はすぐ 10 になり、100 にすることができる。大学の 3 期 18 年で、研究所は WPT 技術においてそのような活動をうまく軌道に乗せることができたと自負している。

## 1 期目 [2004-2009]

SPS ありきというそれまでの考え方を、生存圏科学という新しい枠組みで捉え直し、WPT とともにマイクロ波を用いた「太陽エネルギー変換・高度利用」を推進し始めた時期である。2005年に始まった NEDO バイオマスエネルギー先導技術研究開発を皮切りに、以降 15 年以上にわたり NEDO や JST 等で電磁波エネルギー応用=加熱応用の研究を行った。2006年に発足した日本エネルギー応用学会(JEMEA)にも第 1 回シンポジウム(2007)から参加し始めた。「人間生活圏」の技術としてマイクロ波加熱の実用化を進めることで、「宇宙圏」の SPS の実現可能性を高め、中間段階の WPT の実用化も進めることができるようになった。SPS や WPT も電子情報通信学会での各種委員を務めつつ、学会の宇宙太陽発電時限研究専門委員会(SPS2 種研)でも活動を行ってきた。2009年秋には研究所客員教授として Prof. Ke Wu(その後米国学会 IEEE マイクロ波ソサイエティ(MTTS)President)を招聘し、国際協力の転換となった。

## [2 期目 [2010-2015]

1 期目の学術研究やプロジェクト研究が花開き始める。まず「学」として、2010 年には SPS 研を 2010 年に改組し、無線電力伝送時限研究専門委員会(WPT2 種研)を発足させ、さらに 2014 年には篠原が初代委員長となり WPT 研を常設研として WPT 研究をより発展させた。宇宙太陽発電学会(SSPS 学会)も 2014 年委発足し、篠原は理事として活動を支えた。また JEMEA の理事を 2012 年から務め始め、2014 年には JSPS に電磁波励起反応場第 188 委員会の設立メンバーとしても参加し始めた。2013 年より参加した産学連携研究プロジェクト「JST COI ストリーム」は 2022 年まで続き、後述の WPT 実用化に多大な寄与を行った(講演 3-2)。国際的には Prof. Ke Wu との協力により 2011 年に現在の IEEE Wireless Power Transfer Week(WPW)となる国際学会の礎の学会を京大でスタートさせ、IEEE MTTTS Technical Committee 26 も設立し、研究所は国際的な WPT 研究の中心となり始めた。同時に「産官学」連携のためのコンソーシアム WiPoT(現在企業会員 41 社)を 2013 年に発足させ、WPT の実用化と標準化/法制化の後押しを始めた。WPT の国際標準を議論する International Telecommunication Union(ITU)に参加し始めたのも 2015 年頃からである。

### 3 期目 [2016-2021]

1-2 期でまいた産学官連携の種が 3 期で花開き始める。IEEE WPW は 2021 年には IEEE MTTTS のフラッグシップの国際学会の一つに成長し、IEEE WPT Initiative も 2019 年に開始され、世界の WPT 研究教育に多大な貢献をしている。篠原は世界で年に 2-3 名しか選ばれない IEEE MTTTS Distinguish Lecturer(DML)に選ばれ、2016-18 の 3 年間の任期中に世界で 54 回の DML 講演を実施した。JEMEA では 2018-20 年に理事長、SSPS 学会は 2021 年より理事長を務めており、「学」の拡大に貢献している。ITU では 20 年来の悲願であった WPT の ITU Report が 2016 年に発行され、2022 年現在次のステップへの議論を行っている。産官学連携の WiPoT 活動や、国際の IEEE や ITU での活動を受け、総務省が WPT のための電波法の省令改正のための議論を正式にスタートしたのが 2018 年 12 月である。長い議論の結果、2022 年 3 月には世界初の WPT のための電波法の省令改正が行われる予定である。また 2018 年には日本初の WPT ベンチャー会社の設立に関与し、省令改正後に日本初の WPT 製品の販売を目指している(講演 3-1)。これら WPT や加熱の産官学連携の拡大と実用化の推進により、SPS も 2021 年改訂の我が国の宇宙基本政策の重点事項として記載され、2009 年より続く篠原を委員長とする経産省 SPS 委員会のプロジェクトの次ステップとして小型衛星実証実験の推進も決まった。このような産官学連携をへて持続可能な生存圏の拡大へとつなげることは、研究所発足がなければあり得なかったことである。今後もこの活動を継続/拡大していく。

## セッション④

**【木材の建築利用に関する産官学の取り組み】**

## 「木材の建築利用に関する産官学の取り組み」

五十田 博

京都大学 生存圏研究所

木材の建築利用の潮流

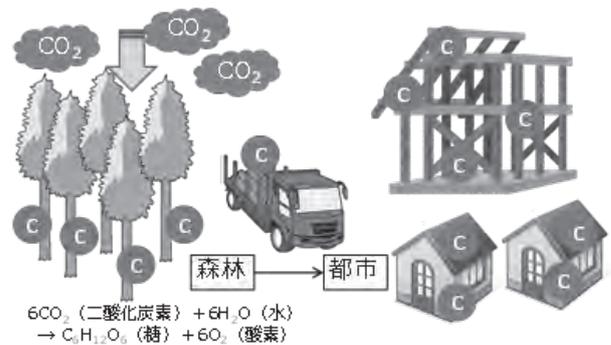
京都大学生存圏研究所 五十田博

戦後植林した人工林を有効利用しようという国内的な事業ばかりでなく、欧州、北米をはじめ木材の建築利用は世界的な潮流となっている。本セッションでは木材利用の背景、わが国の動き、民間の取り組みについて紹介し、今後の利用拡大に向けて一考の場としたい。

木材利用の背景 脱炭素への貢献と木材の癒し

東京大学大学院農学生命科学研究科 恒次祐子

本発表では建築への木材利用を進める意義を 2 つの面から考える。1 点めは地球温暖化緩和や脱炭素社会の構築への貢献、2 点めは人間の心身への良い影響である。木材は樹木が吸収した二酸化炭素を炭素の形で貯蔵していることから（図）、気候変動枠組条約やパリ協定における吸収源の一つとして位置付けられている。国内における木材の使用量は建築部門が圧倒的に多いため、建築における木材利用の動向は我が国における木材による吸収量の算定値に大きな影響を与える。特に今後は中高層木造や非住宅建築における内装木質化などの新たな動きを踏まえて、木材による吸収源効果を最大限に発揮できる木材利用のあり方を考える必要がある。一方木材には人に対するいわゆる「癒し」効果があると考えられており、関連する研究も多く行われるようになってきている。これまでは建築における木材利用の中心は住宅であったが、前述のように、例えばオフィス、学校、福祉施設など、非住宅建築における木材利用が積極的に進められていることから、新たな観点から木材が人に与える「良さ」を明らかにしていく必要がある。最近の研究を紹介し、今後の研究の方向性などについて述べさせていただきます。



木材の炭素貯蔵効果

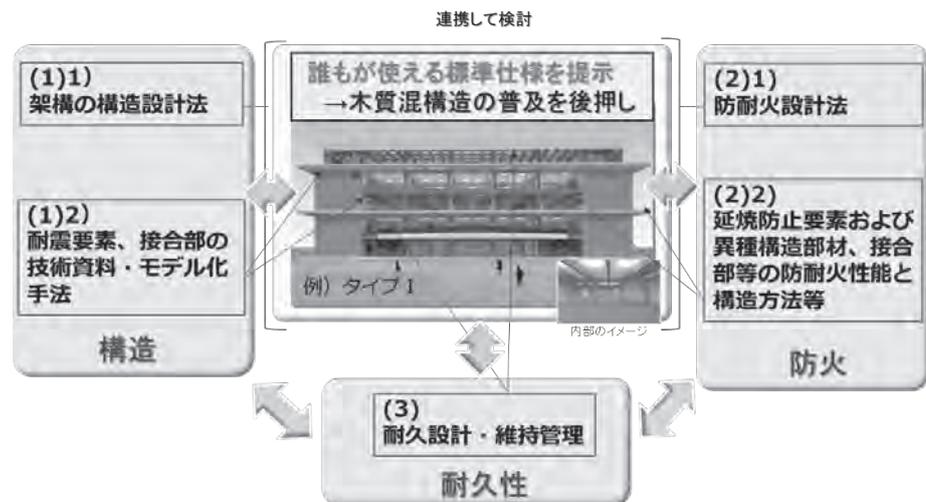
国土交通省の木材利用の取り組み（主に木質混構造総プロ）

国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 基準認証システム研究室 荒木康弘

国土交通省では、昨今の建築分野での木材利用のニーズに対応するべく、総合技術開発プロジェクト「新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発」（H29-R3、以下「混構造総プロ」と記載）の中で、CLT 等の木質系大型パネルを用いた木造と RC 造や S 造等の他構造種別、また CLT 工法

## 木材の建築利用に関する産官学の取り組み

と集成材の併用構造などの混構造建築物の設計・施工技術の整備を目的として、構造・防火・耐久性の分野で相互に連携しつつ技術開発を行ってきた。また国土交通省では、木材を建築物に利用する際にネックとなる防火関係の規定について、火災時倒壊防止構造や長時間準耐火構造、近年様々な規制緩和に取り組んできた。本シンポ



木質混構造総プロの検討イメージ

ジウムでは混構造総プロで検討してきた混構造プロトタイプ的设计事例や構造・防火・耐久性に関する技術開発、また防火関係規定の緩和に向けた国土交通省の取り組みについて紹介する。

## 三菱地所グループの木造木質化事業の取組

三菱地所 関連事業推進室 CLT WOOD PROMOTION ユニット、三菱地所設計 R&D 推進部 木質建築推進室、MEC Industry 企画営業部 商品開発課 海老澤渉

2016年に三菱地所株式会社内の新規事業提案制度を活用し CLT ユニット（現 CLT WOOD PROMOTION ユニット）を立ち上げました。自社のアセット開発に CLT を取り入れる手法の研究開発、木材活用の事業化を目的とした R&D ユニットで、いままでに日本国内で高層建築初となる CLT-鉄骨ハイブリッド構造マンションの建設、空港やオフィスビル、商業施設、ホテルなどで木造化（CLT 等木材利用）を実践してきました。本シンポジウムでは、この実案件にてチャレンジした内容および実案件を通して得られた課題を報告します。

また実案件から得られた課題を解決し、自社アセット開発での木材利用だけではなく、広く木材利用を普及推進していくことが可能となるよう製造から販売までを一気通貫で行う総合木材会社 MEC Industry を設立しました。MEC Industry の新建材事業では特殊で限られた人しかできない木造化木質化技術ではなく、木質デザイン未経験の人、木材利用を通じて環境貢献をしたみたい人など、あらゆる人が気軽に木材利用を可能にする商品を提供します。本講演会ではその一部も紹介します。

