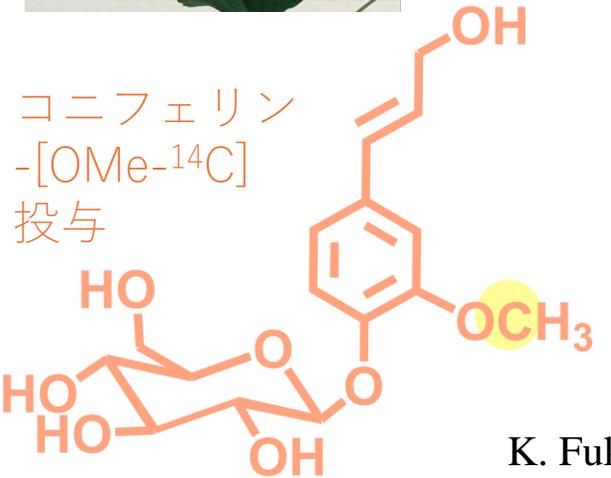
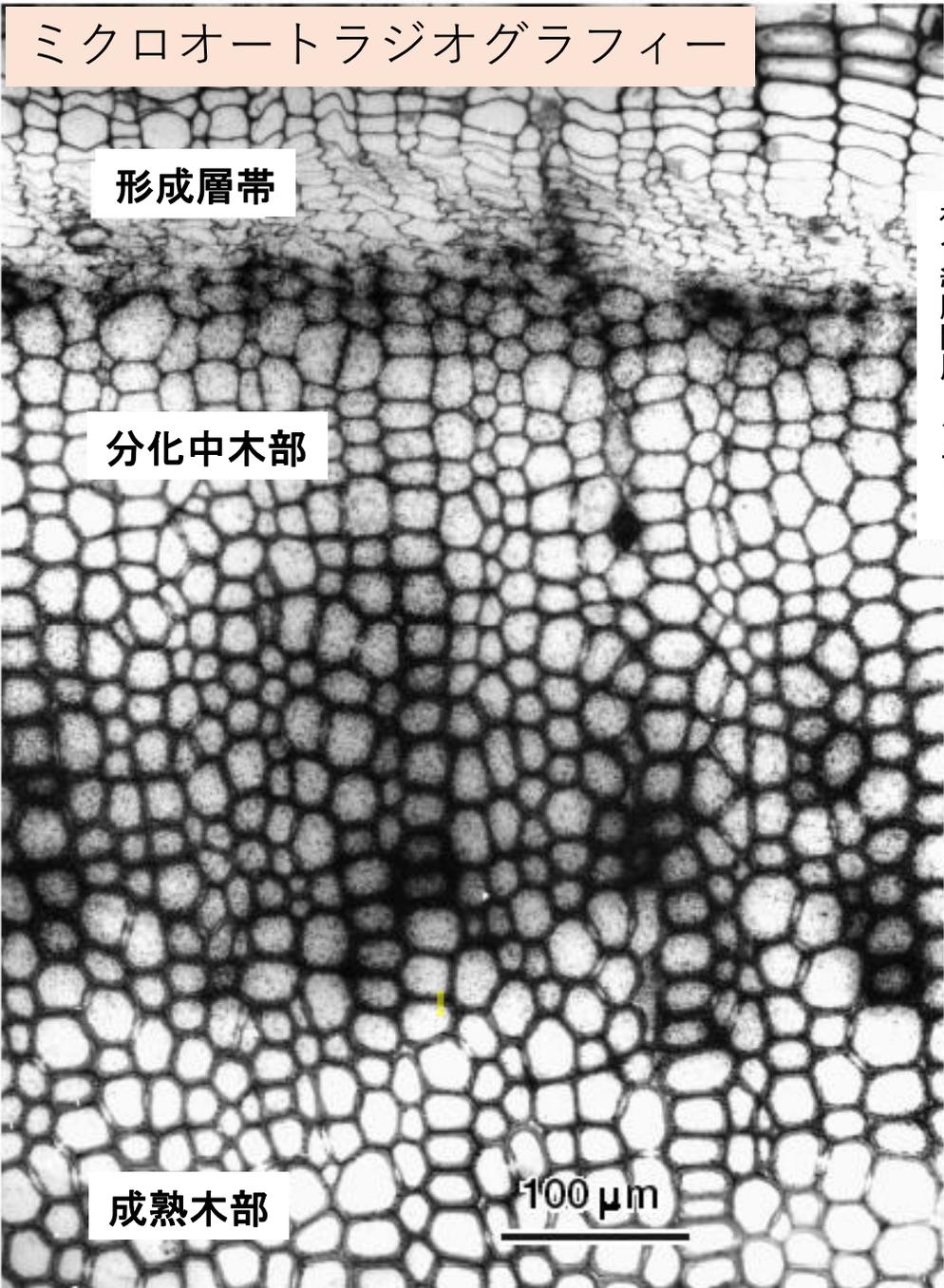


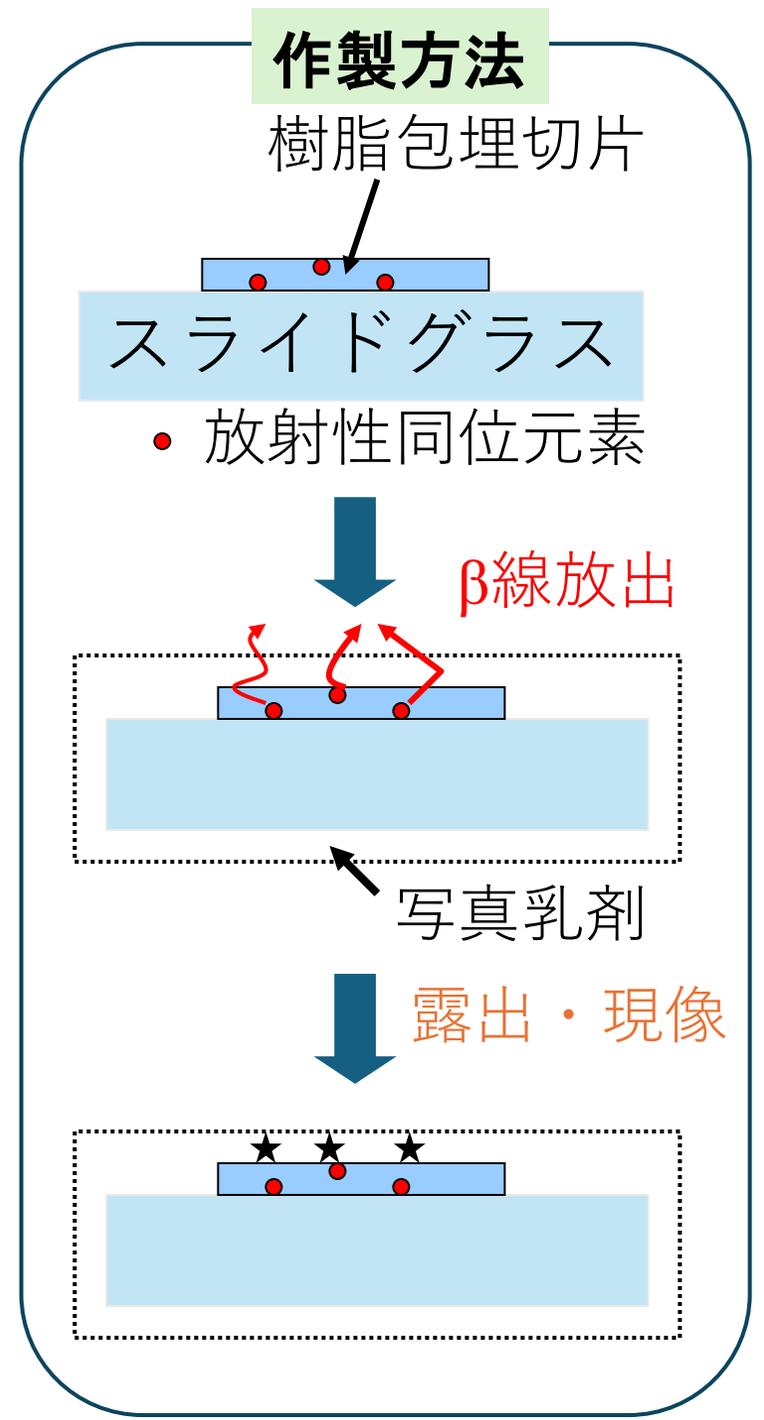
# 私、福島和彦はこれまで何をしてきたか？

- ・植物の主要細胞壁成分であるリグニンの化学構造と生合成に関する基礎研究に首尾一貫して従事(卒論配属から現在まで)
- ・従来の分析手法ではリグニン研究遂行に限界
- ・新しい研究手法の開拓→低分子可溶性物質の可視化に成功
- ・4年前より学術研究・産学官連携推進本部副本部長を拝命  
東海バイオコミュニティ幹事長として正式認定を目指している

# *Ginkgo biloba* (イチョウ)



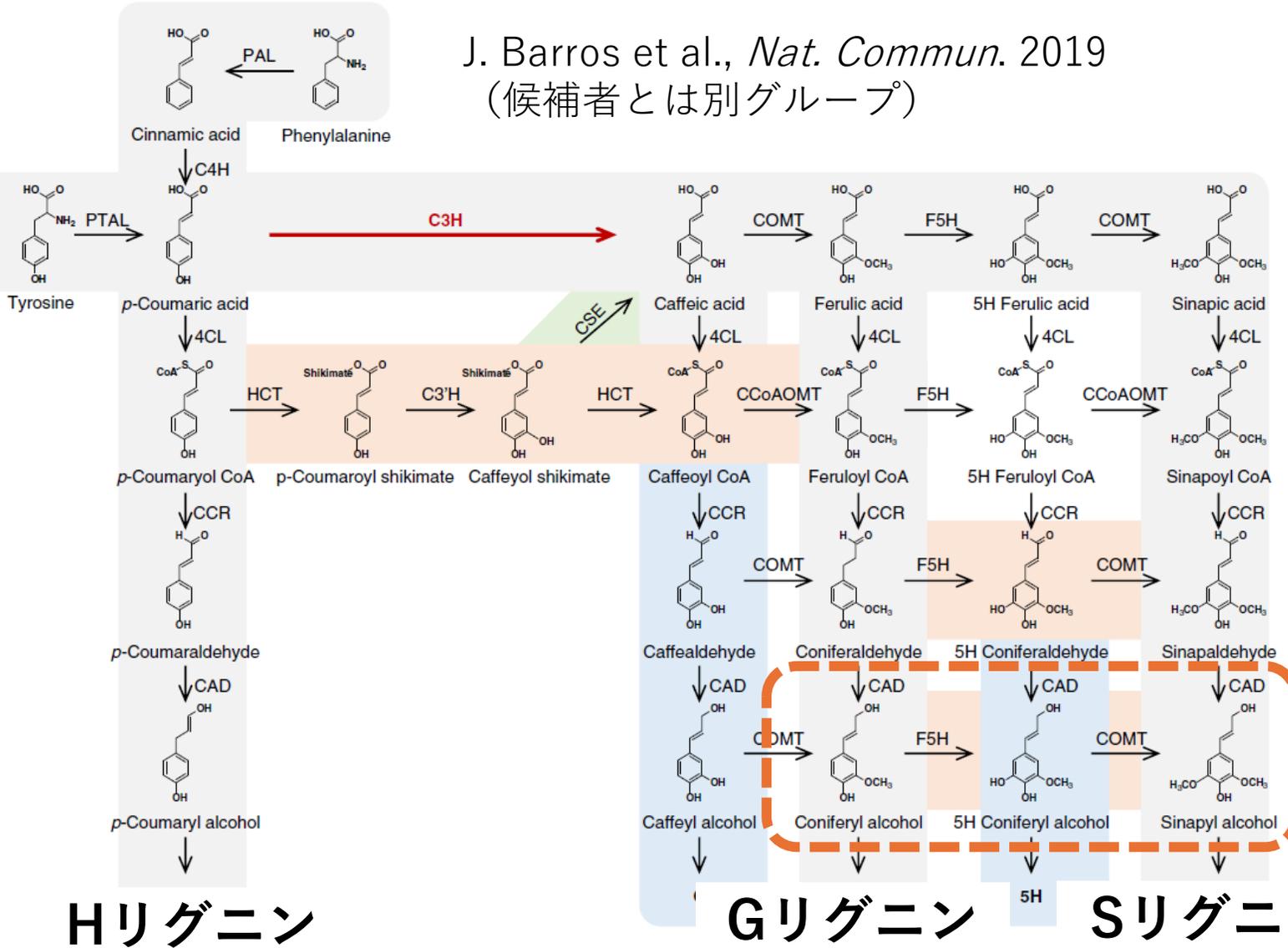
K. Fukushima & N. Terashima, Holzforschung, 45, 87-94 (1991)



# リグニン前駆体の生合成における新規経路の発見

J. Barros et al., *Nat. Commun.* 2019  
(候補者とは別グループ)

特定位置を同位体標識する技術によりS:G比を制御する新規経路を発見・証明



生合成の最終段階での制御機構の発見でありこれまでの常識を覆した

←我々が発見・証明したルート

Hリグニン

Gリグニン

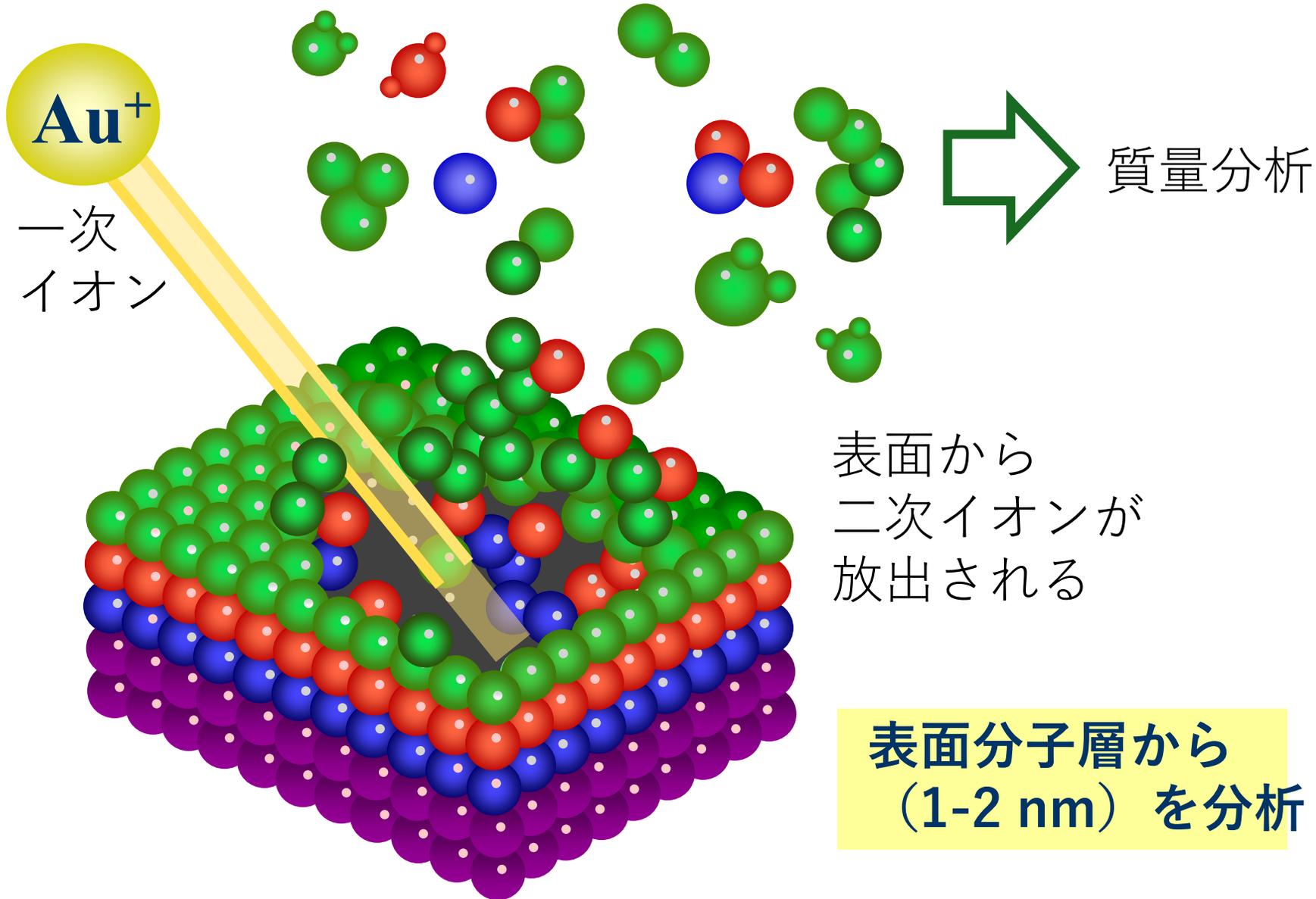
Sリグニン

F. Chen, S. Yasuda and K. Fukushima  
*J. Wood Sci.* **45**(6), 487-491 (1999)  
*Planta* **207**(4), 597-603 (1999)

# 顕微質量分析によるリグニン及びリグニン前駆物質のケミカルマッピング

## *TOF-SIMS*

飛行時間形-  
二次イオン質量分析



$Au^+$   
一次  
イオン

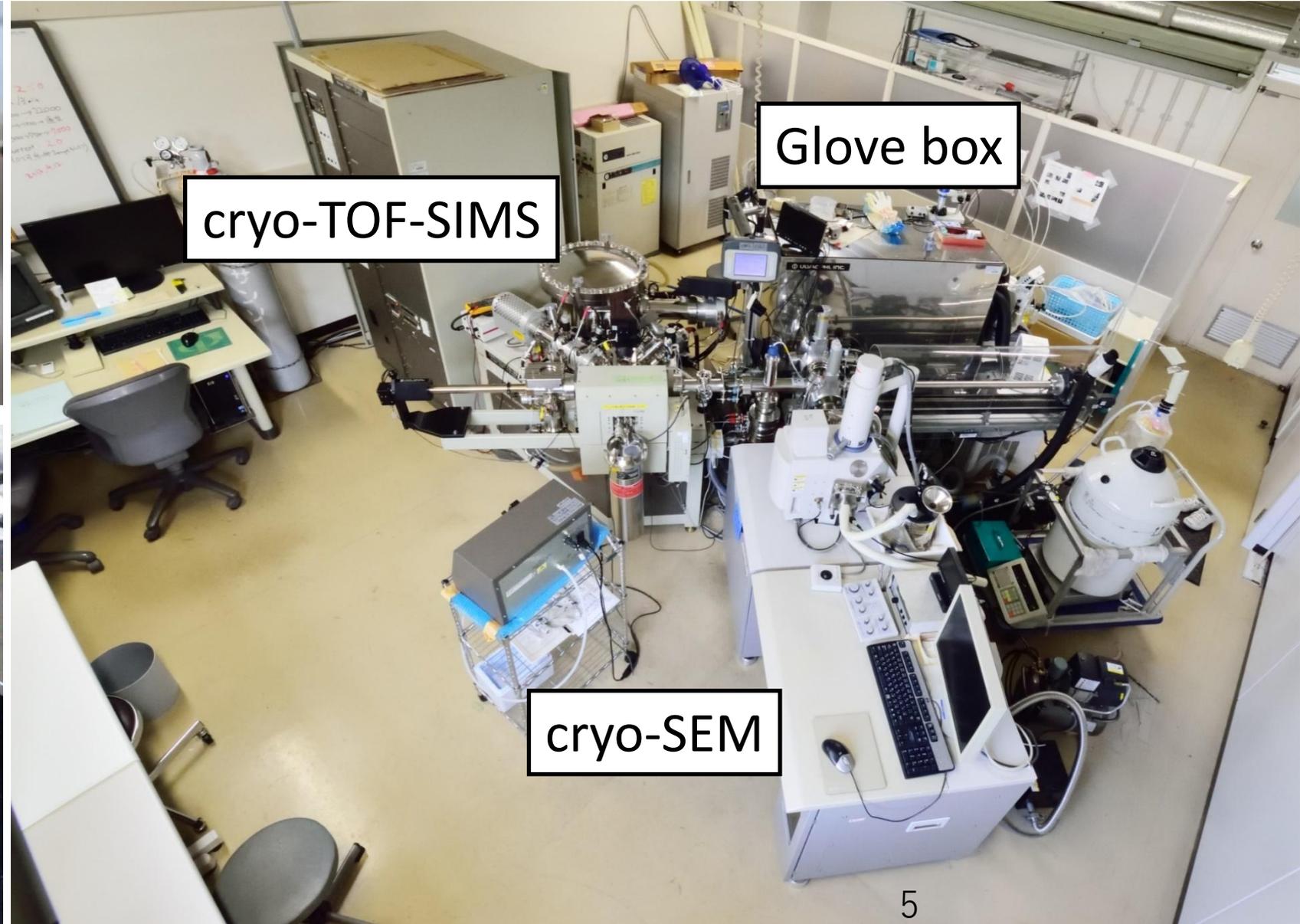
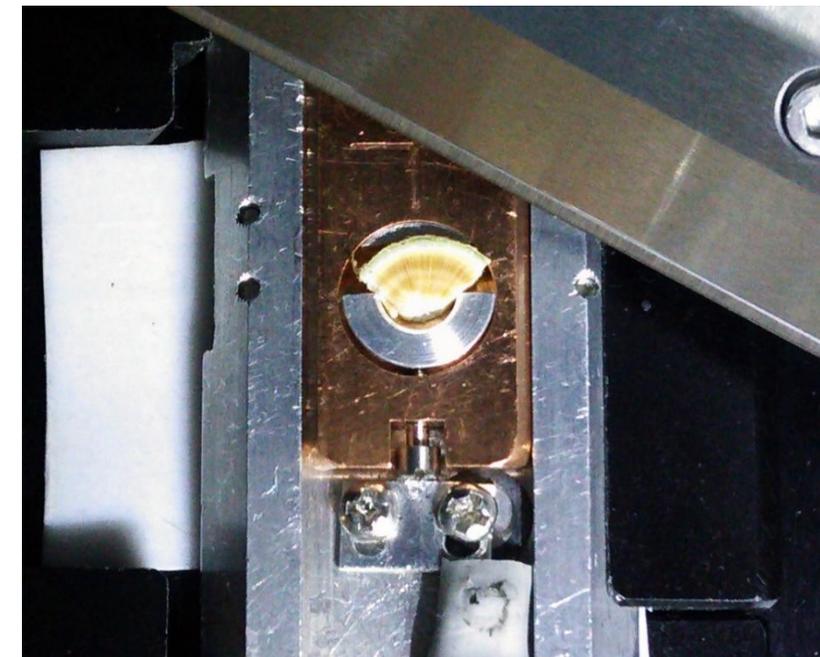
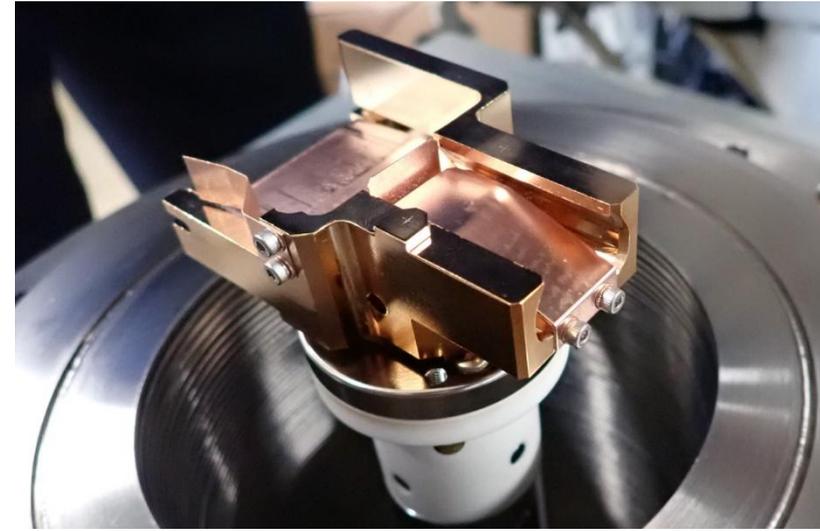
質量分析

一次イオンビーム径は  
 $1\mu m$ 以下で、  
顕微分析が可能

表面から  
二次イオンが  
放出される

表面分子層から  
(1-2 nm) を分析

# Cryo-TOF-SIMS/SEMシステムの開発



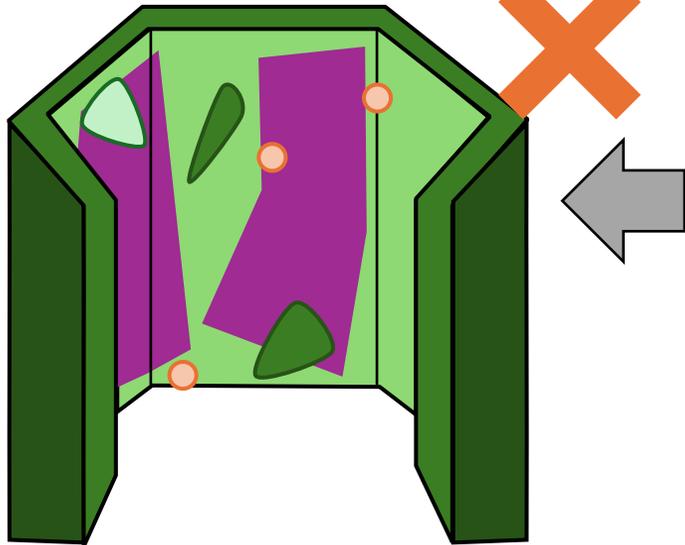
# 可動性分子可視化への挑戦

水溶性のリグニン前駆体など、可動性の低分子成分をそのまま可視化する手法はなかった

**Cryo-TOF-SIMS/SEM**  
システムの開発

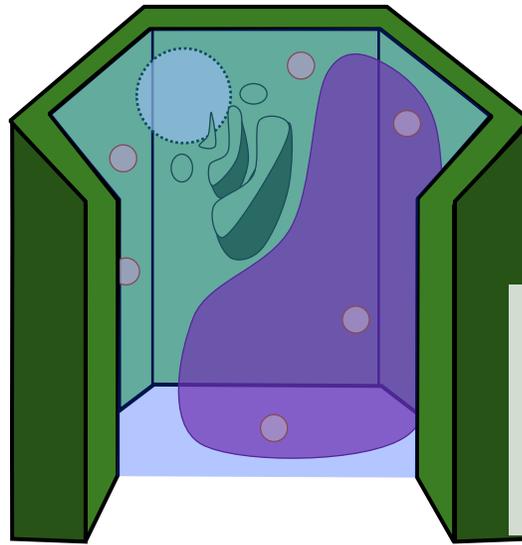
## 乾燥試料

乾燥に伴う物質移動により位置情報が劣化



## 生体試料

生体分子は水中で働く



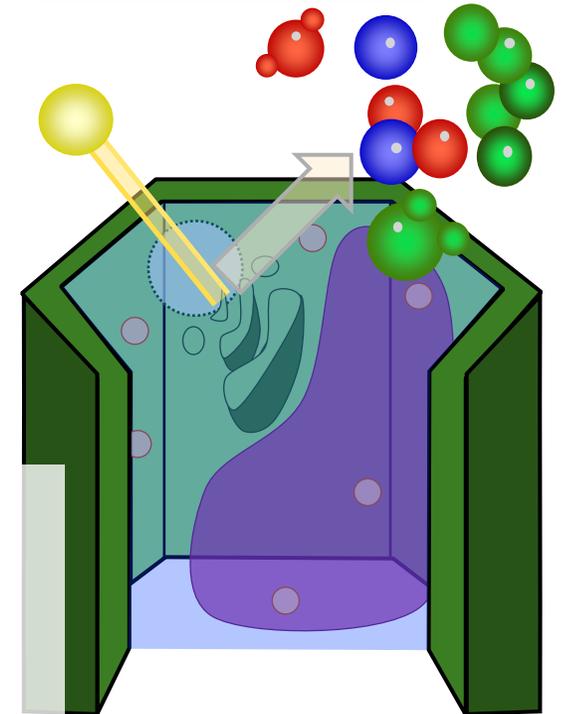
瞬間的な状態を凍結固定し、そのまま分析

-120°C以下

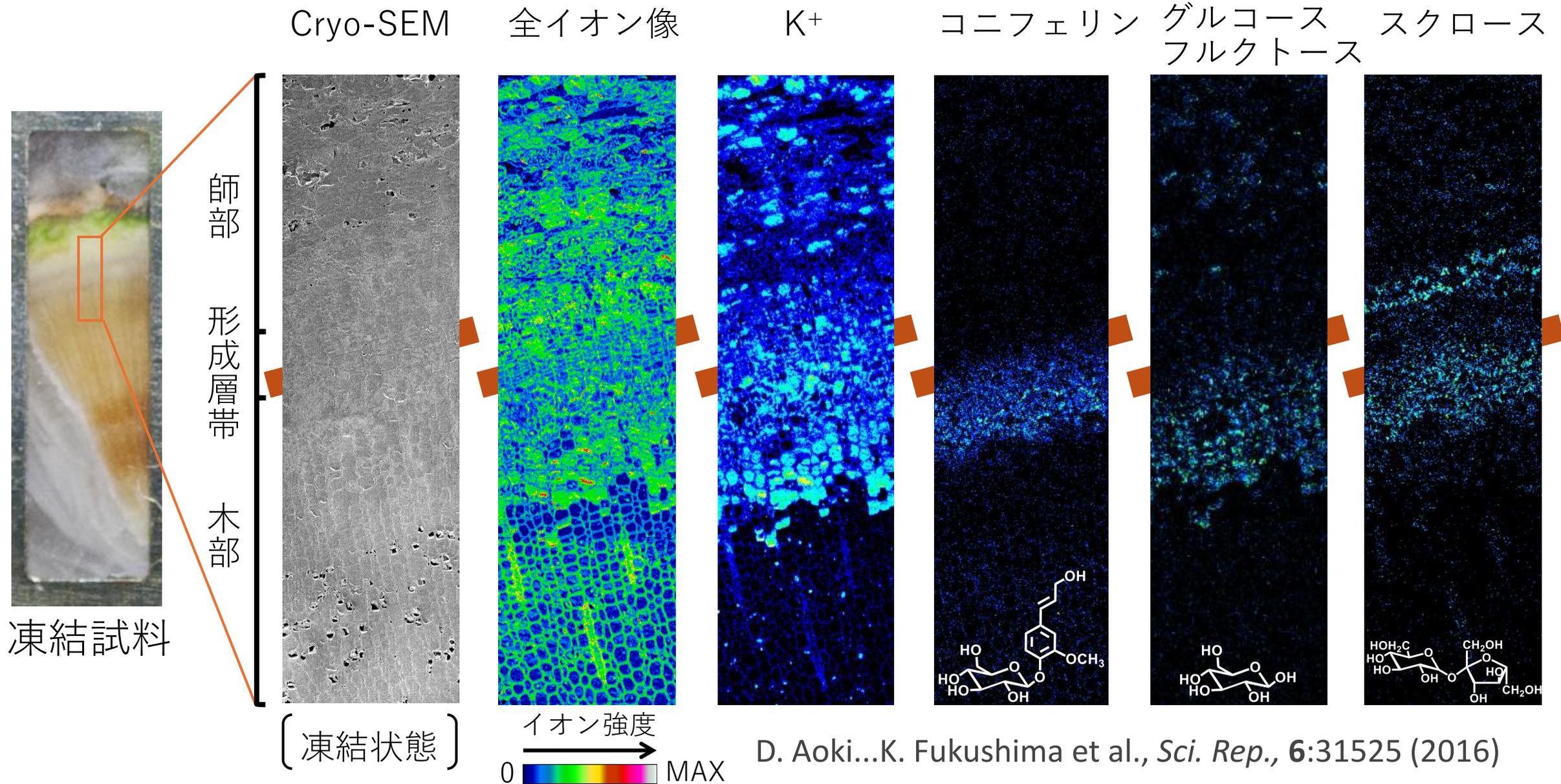


凍結固定により断面の作製、表面分析が可能

## 凍結試料



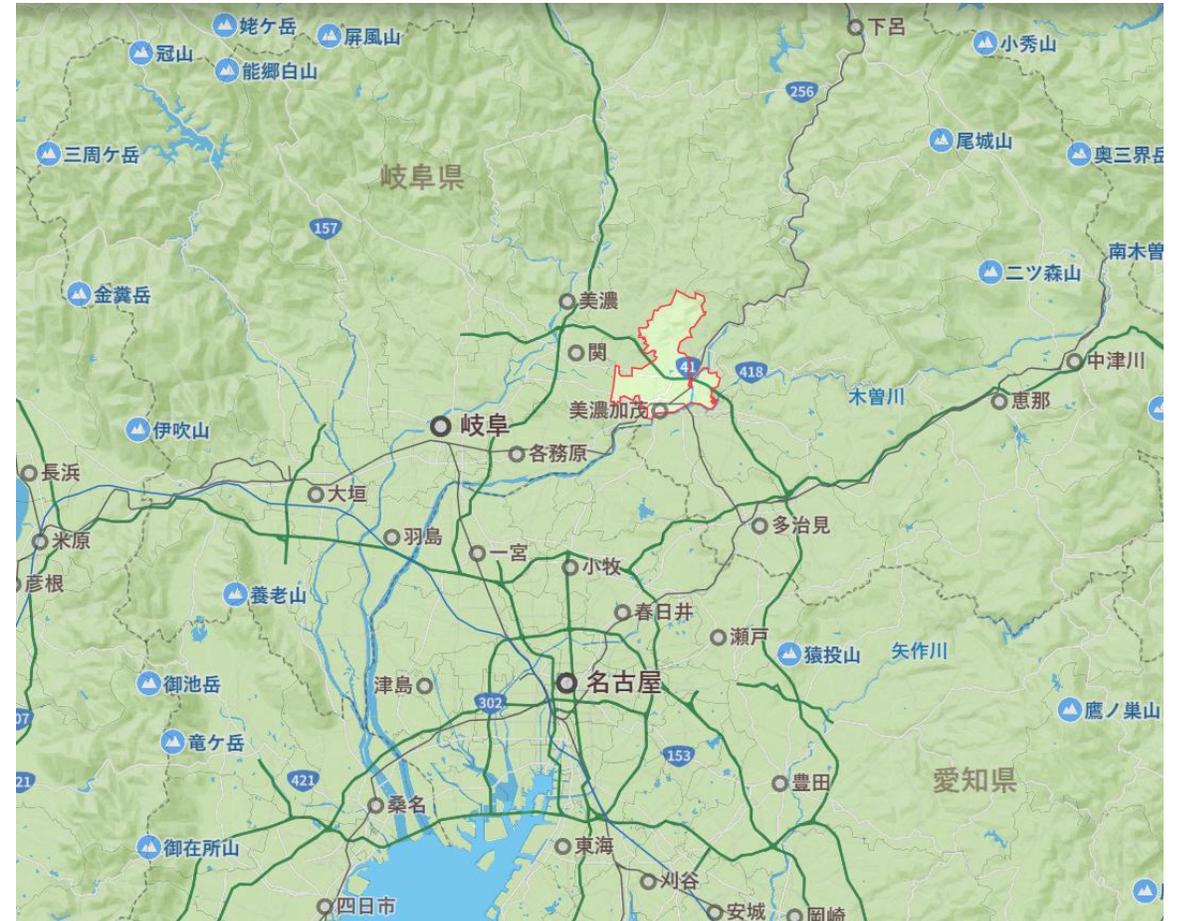
# 凍結状態から様々な生体分子を同時可視化



# 東海バイオコミュニティ取り組み紹介事例

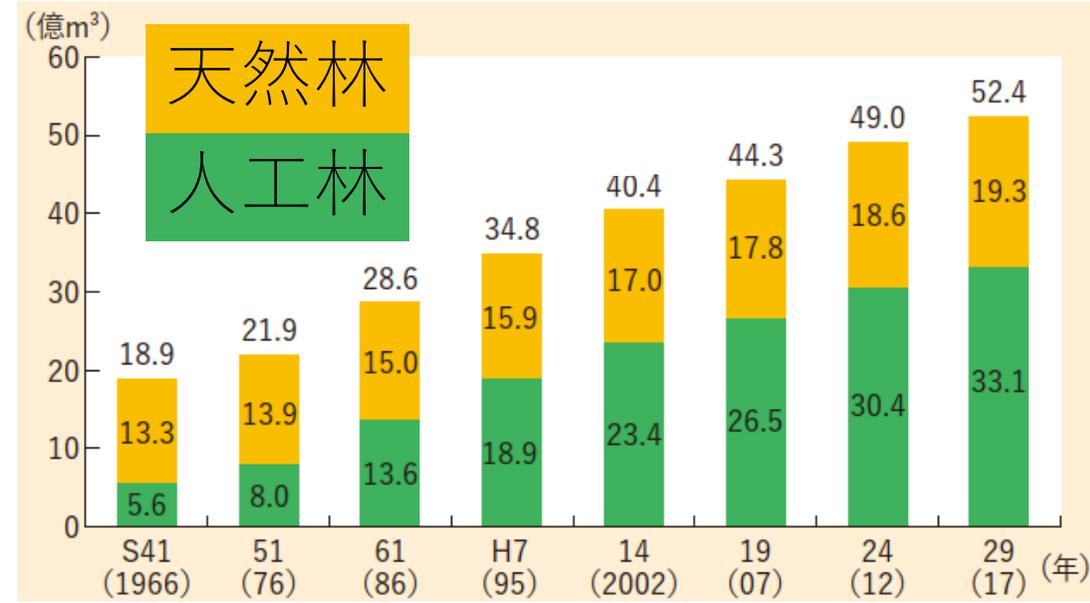
## 森林資源由来の機能性材料 改質リグニン

名古屋大学・岐阜大学  
ウッドフレンズ  
フルハシEPO  
豊田合成  
Spiber  
リグニンラボ  
王子ホールディングス



# 背景 カーボンニュートラル社会に向けて

- 日本の森林資源蓄積は人工林を中心に**毎年約1億 $m^3$ 増加**し、現在約52億 $m^3$
- 「伐って、使って、植える」**資源の循環利用**がカーボンニュートラル社会の構築に不可欠
- 国内需要、資源増加量に対して利用実績は半分以下であり**木質資源の有効活用**が課題



# バイオリファイナリーによる木材利用イノベーション

## 都市の木質化

エネルギー多消費型  
資材を代替



木質を新素材・エネルギーに  
作り替えるバイオリファイナリーを最適  
化するために、  
木質の**化学的理解**が必須

## 新素材開発

プラスチック代替



電子基板



自動車用内外装材 等

## エネルギー利用

バイオエタノール等  
化石燃料代替



クリーン  
エネルギー

R3 林野庁資料より

木質バイオマスボイラー

木質バイオマスの  
高度利用による  
**木材利用イノベーションへ**

# 背景 木質バイオリファイナーに向けて

木質とは細胞壁である

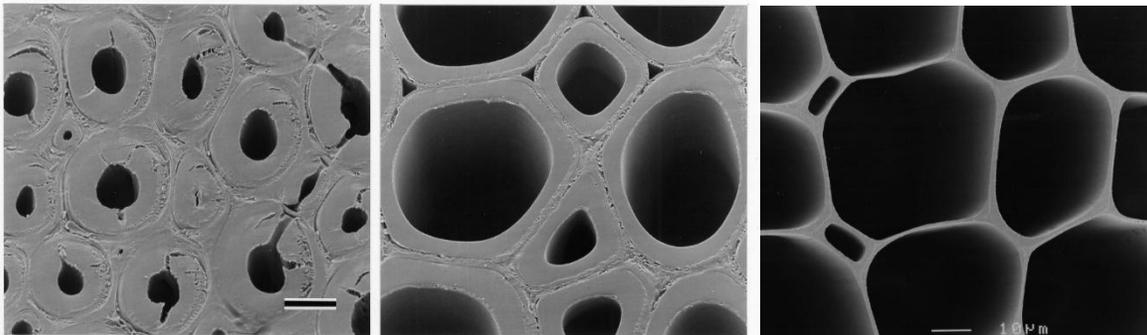


細胞形状は  
樹種・組織によって  
大きく異なるが・・・

リグナムバイタ  
(最も重い樹種)

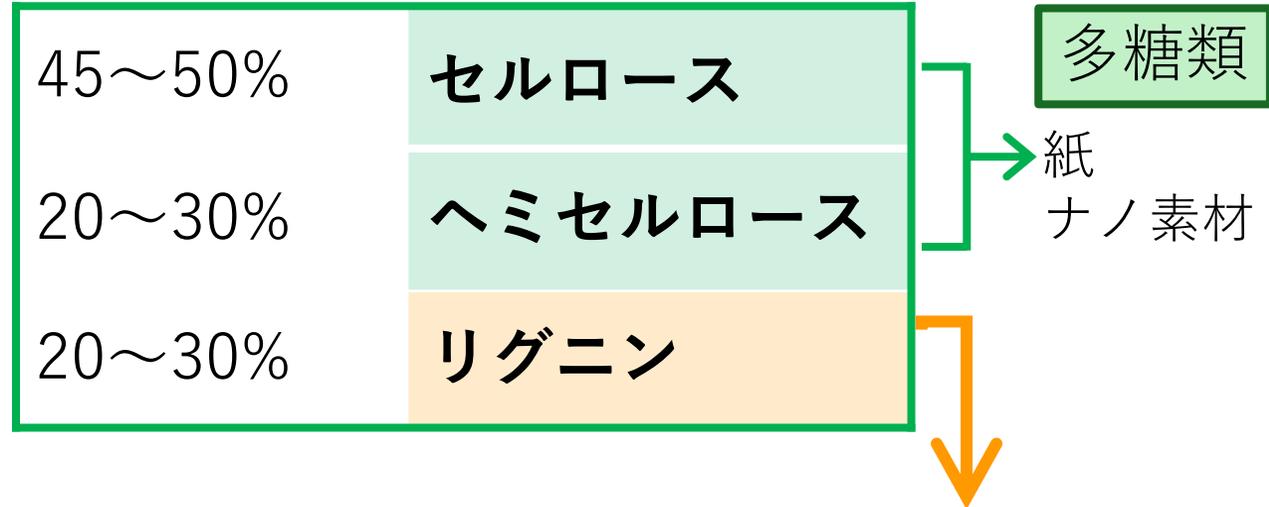
イタヤカエデ

バルサ  
(最も軽い樹種)



(北海道大学・佐野雄三氏提供SEM写真)

細胞壁の主成分はおおよそ同じ



リグニンは複雑な構造をもち、  
単離が難しい・生分解性に乏しいなど、  
木質利用のボトルネックになっている

背景

# リグニン：3種の原料から作られる複雑な高分子

主要な前駆体

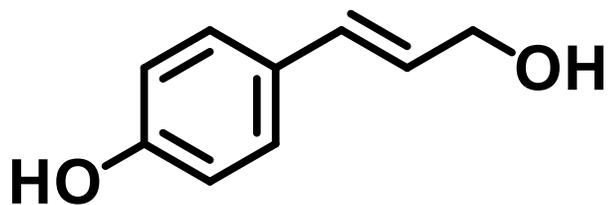
(モノリグノール)

リグニン構造単位

リグニン

複雑な構造を持つ  
巨大天然高分子

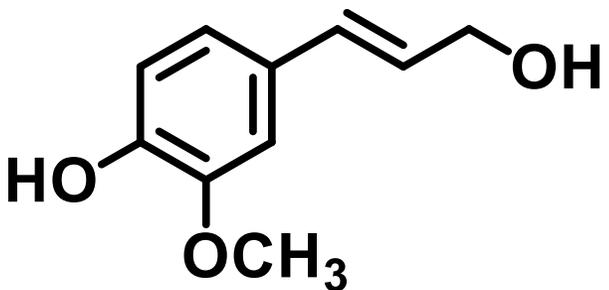
1



Hリグニン

p-ヒドロキシフェニル核  
メトキシ基なし

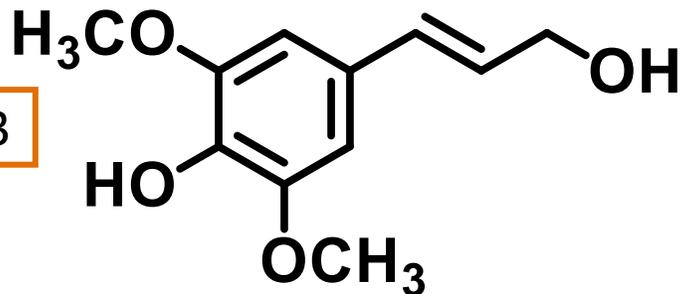
2



Gリグニン

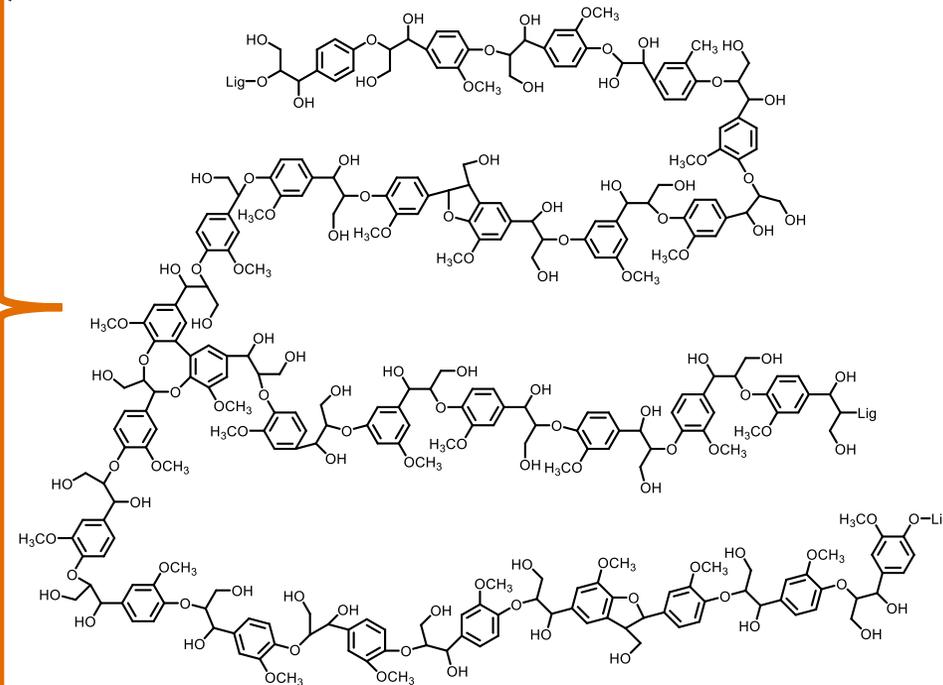
グアイアシル核  
メトキシ基1つ

3



Sリグニン

シリングル核  
メトキシ基2つ

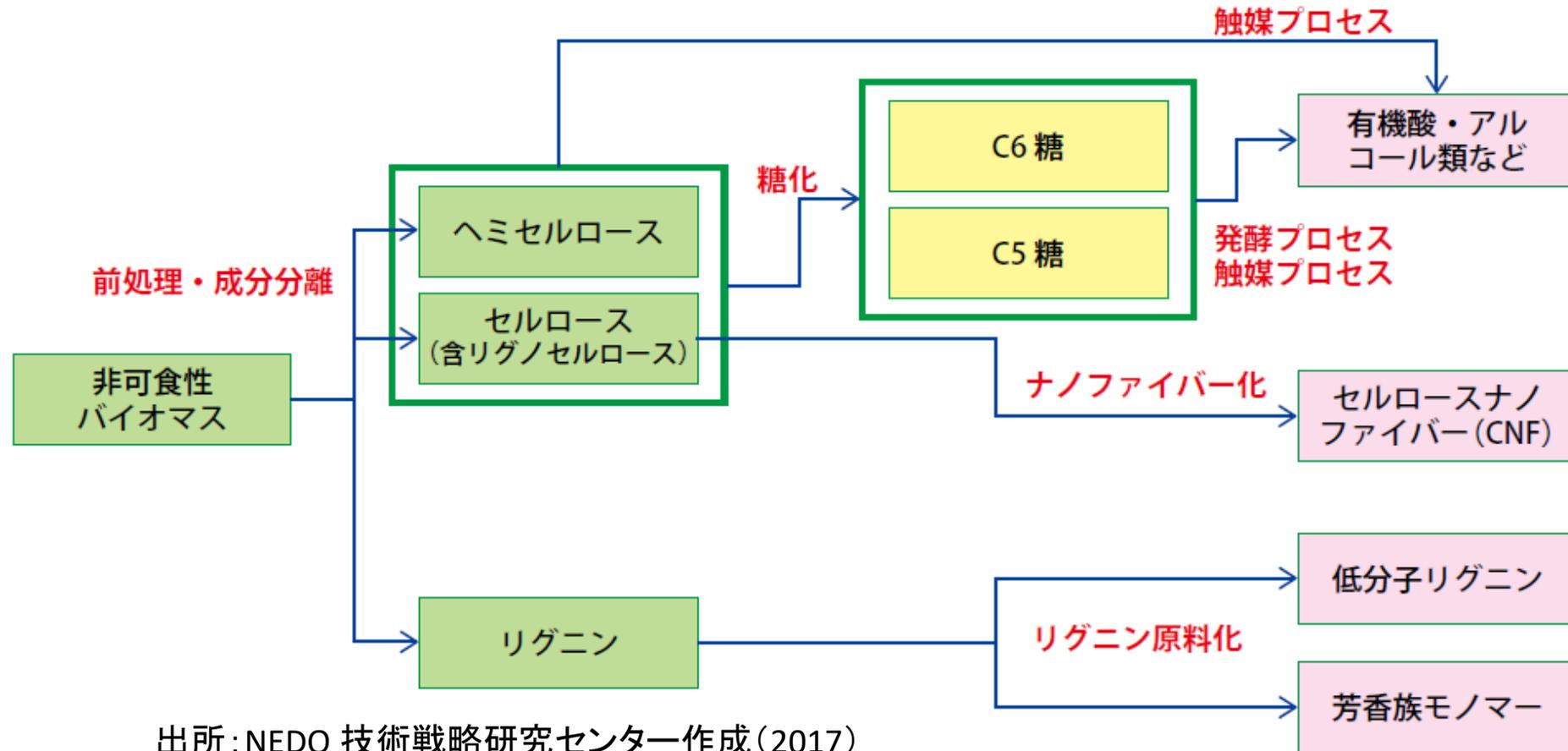


1) p-クマリルアルコール、2) コニフェリルアルコール、3) シナピルアル

# バイオリファインリー(biorefinery)

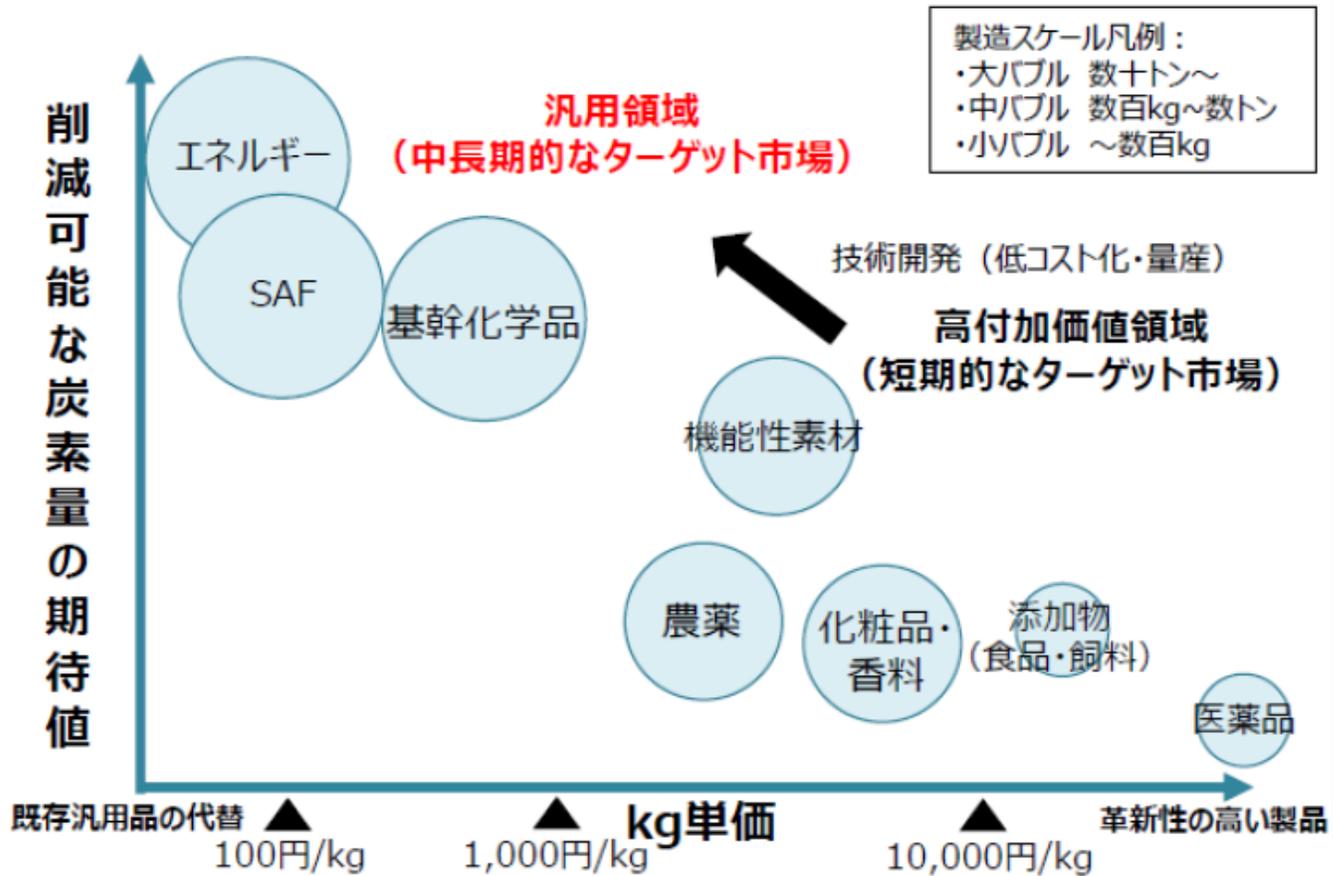
再生可能資源であるバイオマスを原料にバイオ燃料や樹脂などを製造するプラントや技術

## 非可食性バイオマスからの化学品製造の技術体系



出所: NEDO 技術戦略研究センター作成(2017)

## <産業領域別の付加価値インパクト>



(出所) ADL 生物化学産業に係る国内外動向調査を元に経済産業省作成

## 重点領域とステップ

- ① 高付加価値領域での製品創出力の強化  
(高機能素材・化粧品等)
- ↓
- ② 技術開発 (低コスト化・量産)  
規制や市場の在り方の検討
- ↓
- ③ 汎用領域  
(基幹化学品・エネルギー分野等)

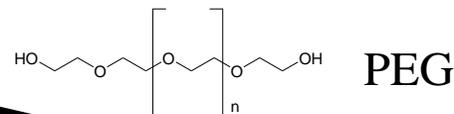
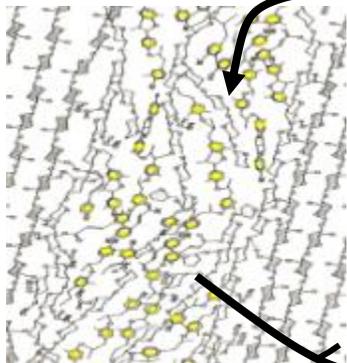
# ポリエチレングリコール(PEG)による改質

ポリエチレングリコール(PEG)は化粧品等に多用される安全性の高い素材  
生物材料との相互作用が高いユニークな物質

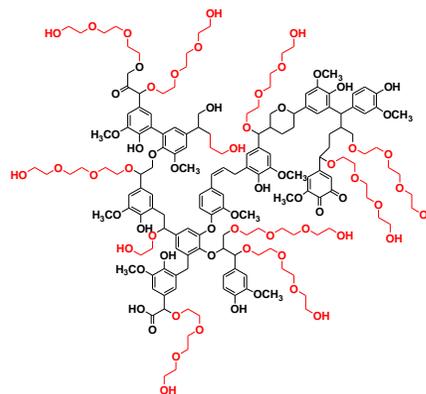
## アイデア

PEGは相互作用が高く、物性制御も可能  
反応の度合いを制御できればPEG中でリグニン抽出が可能！  
加えて酸加溶媒分解ではPEG導入も同時におこる！

木材の化学構造の模式図



## 改質リグニン

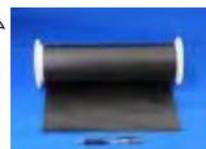


★PEGは、化粧品、洗浄剤等、に多用されている毒性のない水溶性高分子であり、多くの化粧品に添加されています。  
PEGはリグニンとのなじみがよく、相互作用で物性を変化させることができます。

**PEGによるリグニン抽出とPEGによる誘導体化を同時に達成する技術開発に成功！**

# 様々な先端材料の素材として活用できます 改質リグニンだからこそ達成できた製品展開

改質リグニン-粘土ハイブリッドフィルム



ロール生産技術の成功



銅箔塗工の成功



銅箔塗工型改質リグニンハイブリッドフィルムとその電子基板への展開



改質リグニン配管シール材



アルミ箔塗工型改質リグニンハイブリッドフィルムとその放熱材への展開



改質リグニンコンポジット射出成型品



改質リグニン製の不燃材  
(公的認証取得済)



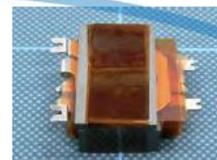
改質リグニン製  
自動車用内装材



ヒーティングモジュールの開発



電着技術を開発



絶縁材料の開発



改質リグニン系コンクリート用化学混和剤



改質リグニン製  
3Dプリンター用基材

世界最軽量レベル  
の炭素繊維強化材



改質リグニン製自動車  
用外装材(ボンネット)改質リグニンCFRP



改質リグニン材を導入した自動車

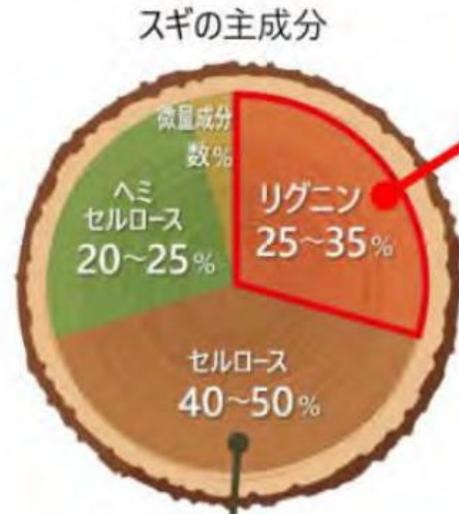


改質リグニンCFRPを導入したハイパ対応スピーカー



改質リグニンCFRP  
ウーファーユニット

<豊田合成の木質バイオ材活用の取り組み>  
<豊田合成の木質バイオ材活用の取り組み>



**今回** 改質リグニン配合プラスチック

リグニンを化学的に抽出



改質リグニン

森林研究・整備機構の技術

各種プラスチックへ配合

(適用例)  
改質リグニン配合ウレタン 改質リグニン20%配合ナイロン



成形

ハンドル用ウレタン<sup>※3</sup>



ハンドルインサート(点線部)<sup>※3</sup>



豊田合成の技術

CNF 強化プラスチック

<活用例>



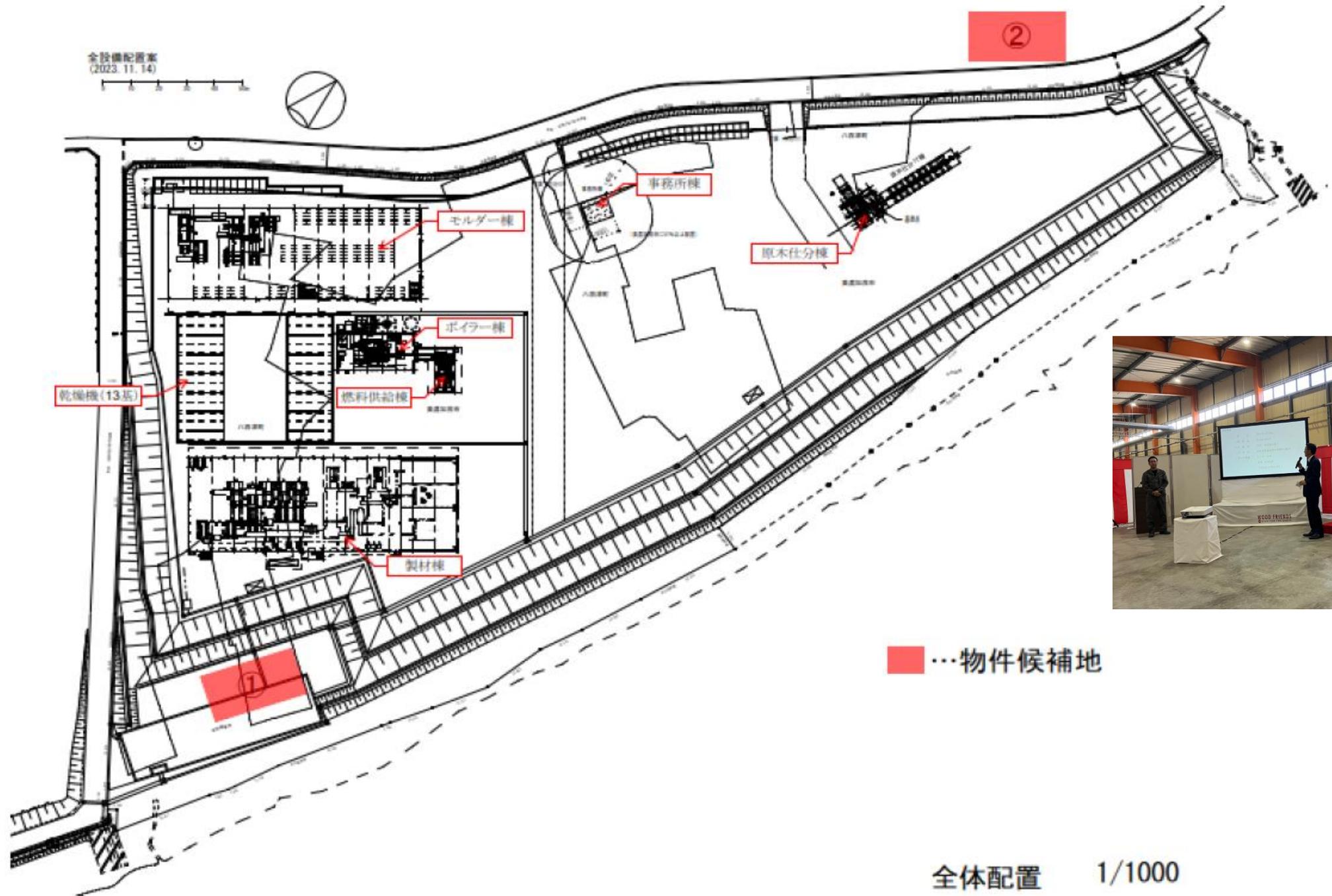
通い箱



外装製品  
(ルーフ・バンパー)

全設備配置案

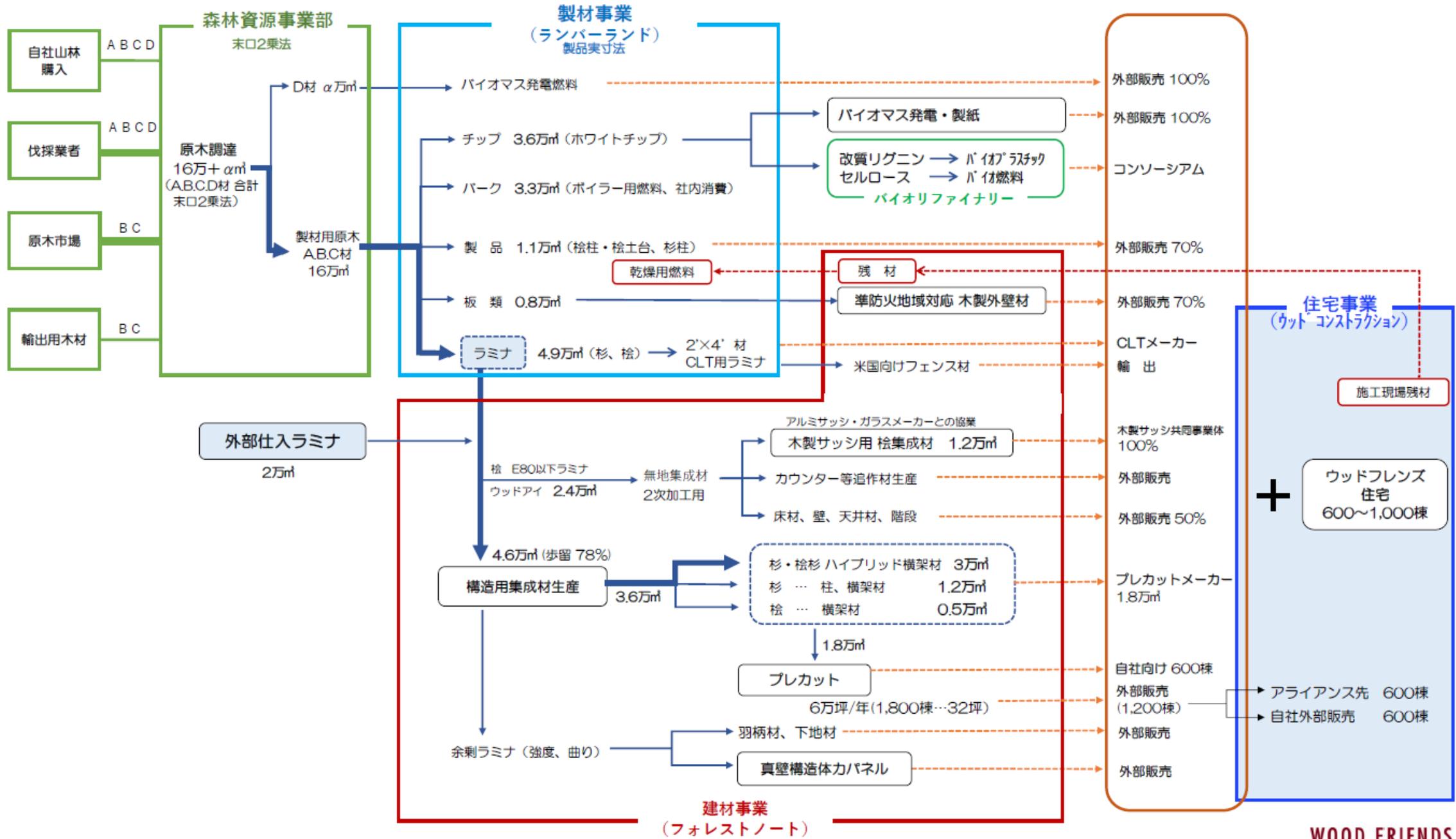
(2023. 11. 14)



全体配置 1/1000



# 木質資源カスケード生産システム

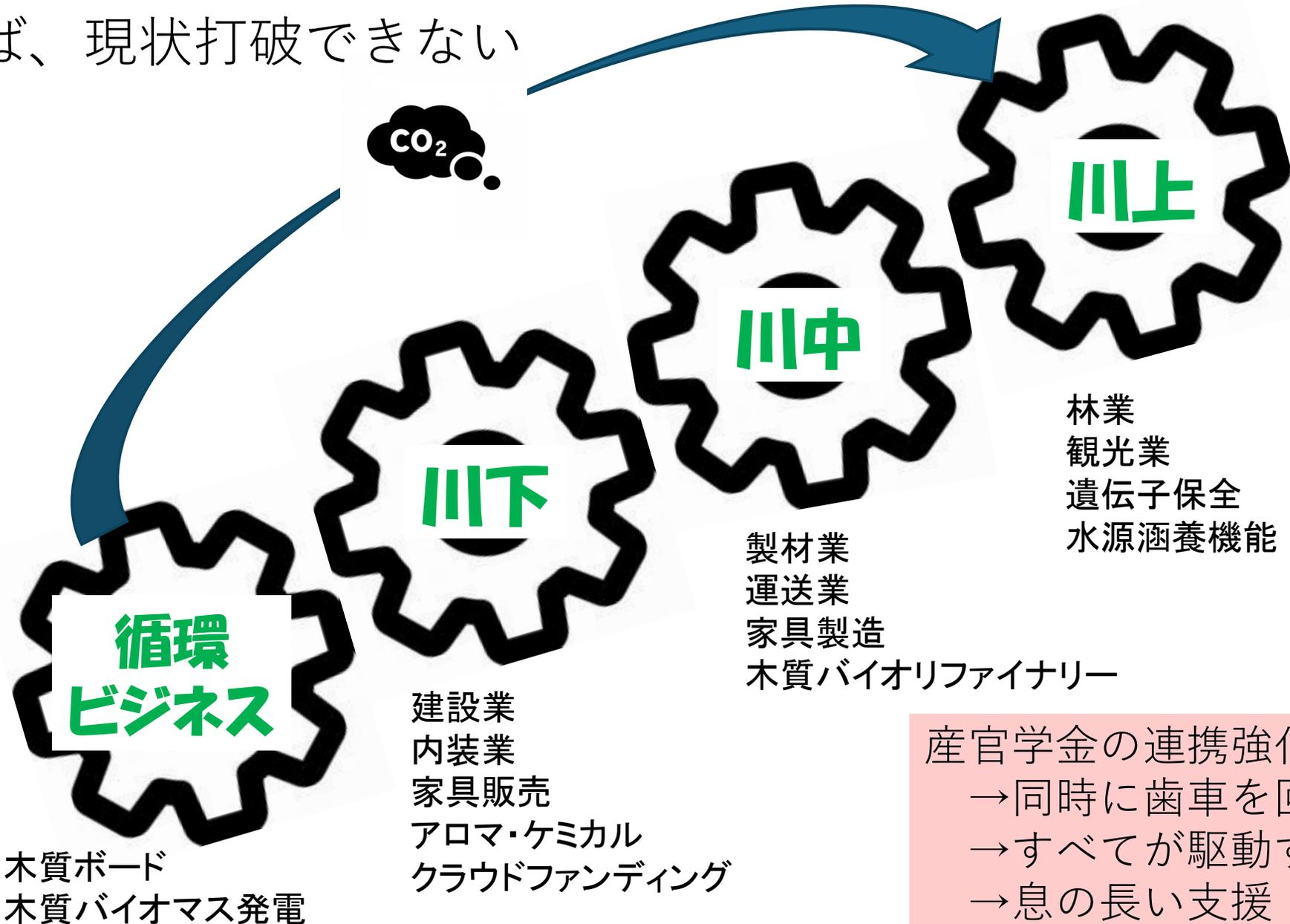


# リサイクルで足りない資源は木質バイオマスから供給 →サーキュラーエコノミーの推進

日本の人工林の成長量は約2800万t/年で、現在、伐採搬出されている木材は約1200万t/年→1600万tが未利用資源として理論上调達可



川上・川中・川下が一体となって行動  
しなければ、現状打破できない



産官学金の連携強化  
→同時に歯車を回す  
→すべてが駆動する政策  
→息の長い支援

