

戦略的創造研究推進事業
発展研究（SORST）

研究終了報告書

研究課題
「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」

研究期間：平成 16 年 11 月 1 日～
平成 21 年 3 月 31 日

研究代表者 舩岡正光
(三重大学大学院生物資源学研究科，教授)

1. 研究課題名

植物系分子素材の逐次精密機能制御システム

2. 研究実施の概要

20 世紀に引き起こした環境攪乱への深い反省から、近年、環境保全、資源のリサイクル活用に関する活発な論議が世界で展開されている。

CREST から SORST へと繋がる船岡研究プロジェクトの目的は、地球生態系物質循環システムの起点に位置する森林資源を『Energy』、『Function』、『Time』の因子で動的に捉え、それを人間社会にけるエネルギーとマテリアルの持続的な流れに具現化する全く新しい炭素資源の逐次循環活用するシステムを構築することにある。

森林資源を複合体から機能性分子へと明確にフローさせるためには、以下の 3 つの要素技術が必要となる。

- ① 樹木細胞壁高分子複合系の精密解放システム
(糖質およびリグニン系分子素材の誘導)
- ② 芳香族系長期循環型素材リグニンの逐次精密分子構造制御システム
- ③ リグニン系機能材料の開発とその多段階活用システム

SORST 研究では、CREST 研究において蓄積された生態情報と植物系分子素材の制御技術をもとに、以下の項目についてさらに集中的に検討し、光合成を起点とする植物系分子の材料・原料としての持続的な流れの構築、それを導く新しい工業ネットワークの確立を目指す。

Stage I : 植物資源変換制御システムの開発 (分子複合系制御グループ)

リグニンおよび炭水化物両者の精密構造制御・分離システムの確立

Stage II : 植物系分子素材の精密機能制御と循環型材料化 (機能材料創製グループ)

機能可変型リグニン系素材 (リグノフェノール) の設計

リグノフェノール系循環型機能材料の開発

分子素材の組み替えと複合化による植物系循環型材料ネットワークの構築

Stage III : 分子構造精密解放システムの確立 (工業原料創製グループ)

リグニンの最終構造制御

(構造体から単純分子への変換, ポスト石油系素材への誘導)

【植物資源連続変換制御システムの開発】

CREST 研究にて構築したバッチシステムを元に、工程の連続化、リグノフェノールの精製、溶媒の回収システムを検討し、完全クロードシステムの構築に必要なデータ取得と連続変換システムへの原型となるモデルプラントの構築を行った。

リグノセルロース資源のフェノール・硫酸系での相分離変換を連続系で行うシステムとして、横型 2 段連続式混錬装置を開発した。本システムは装置間に容量調整を行うバッファ槽を必要とせず、2 機の横型反応槽をポンプなしに直結する新しいシステムである。反応時間 (滞留時間) は内部に設置するテフロンダムの高さと同段攪拌翼の設置により制御が可能であり、さらにインプットとアウトプットユニットを多段で設置することにより、全ての植物資源に対応可能である。分離した有機相は、水にて脱酸後、IPE 処理により、リグノフェノール画分をほぼ定量的に分離精製することが可能であり、さらに工程溶媒は分別蒸留により回収可能である。一方加水分解された糖質を含む水相は、樹脂カラムにより混入したクレゾールを除去後、擬似移動床クロマト方式にて工程硫酸を高濃度 (40% 以上) のまま分離可能であり、これはさらに濃縮、酸の追加によりリサイクル利用が可能である。

本システムは、植物体を構成する炭水化物とリグニンをいずれもその基本循環特性を破壊することなく分離活用へと導く世界唯一のシステムである。システムは工程毎にユニット化 (脱脂・収着ユニット, 相分離系変換ユニット, 精製・回収ユニット) されており、必要に応じて、必要な場所に、必要なユニットのみを移動させ、オンサイトで植物資源を液相変換することが可能である。本システムを介して林業と先端化学工業が繋がり、森林か

ら社会へと繋がる新しい持続的な分子の流れ(バイパス)が始まることを期待している。

【植物種とその資源ポテンシャル】

月桃 (*Alpinia zerumbet*), コウリヤン (*Sorghum nervosum*), バガス (*Saccharum officinarum*), タケ (マダケ *Phyllostachys bambusoides*, モウソウチク *Phyllostachys pubescens*, ハチク *Phyllostachys nigra*), オイルパーム (*Elaeis guineensis*) など草本植物資源は、これまでにほとんど分子素材レベルで総体として活用されてこなかったが、脂肪族および芳香族系分子素材原料としてのポテンシャルは樹木系資源と同等であることが示された。さらにその迅速な成長と更新, 細胞壁中における IPN (Interpenetrating Polymer Network) 構造のゆりみ, エステル結合によるコアリグニンへの有用なモノフェノールの付加などを考慮すると, 持続的分子素材供給基材として極めて有用である。しかし, 樹木では, 生命体と支持体が明確に分離しているのに対し, 草本系植物は総体として生細胞から成り立っているため, C,H,O 以外の元素が全体に分布している。したがって, 無秩序且つ大量の栽培と収穫は, 周辺環境の元素バランスに影響を及ぼすことになり, その利用に際しては慎重であらねばならない。

【分子進化と環境応答特性】

本研究で開発した選択的構造制御システム (相分離系変換システム) により, 植物進化の順 (針葉樹→広葉樹→草本) に構成リグニンの 1 次分子鎖は短小化する傾向にあること, 高縮合リグニンの形成により重力ストレスに応答していると理解されてきた圧縮材リグニンもその 1 次分子鎖のサイズは通常材と大差ないことが明らかとなった。これは, 樹木の環境応答性は構成素材自体の改変により発現するのではなく, 各構成ユニットの量比とそれらの組み合わせ, 凝集構造により発現していることを示している。生態系と融合する材料開発が求められる 21 世紀において, 樹木構成素材の分子進化情報は, 人間活動に対し重要な指針を提供する。

【リグニンの精密機能制御と循環型材料化】

植物系バイオマスから脂肪族系ケミカルスを誘導するシステムは, 技術的には既に確立されており, 発酵, 酸化・還元, 脱水, 水素化などの手法によりアルコール, アセトン, 酢酸, フルフラールなどが効果的に誘導される。一方, 芳香族系 2 次代謝物はその毒性が高く, 通常生体外に排出拡散されるため, バイオマスから芳香族系素材を大量且つ持続的に確保することは容易ではない。生命現象に対しリグニンの形成は 2 次代謝物の無毒化メカニズムと位置付けられるが, このシステムの確立により植物は重力に抵抗し樹体を支える強度を確保し, さらに紫外線や微生物など外部環境からの攻撃に対する抵抗性を獲得した。リグニンは樹体内に高度に濃縮された形態で蓄積されているのみならず, 樹体の生命停止後も土壤中に長くとどまり, 持続的に機能を発現する異色の芳香族系長期循環資源である。したがって, リグニンの芳香族系資源としての持続的高度活用は, 脱石油型のバイオ時代を導くキークアクションである。

本研究ではリグニンを『Energy』, 『Function』, 『Time』のファクターで動的に捉え, 生態系におけるその流れを機能材料として社会に具現化することを意図し, 新しい機能可変型リグニン系新素材リグノフェノールを設計した。リグノフェノールは, その構成ユニットに天然リグニン同様 1 級, 2 級水酸基, アリールエーテル単位, 潜在性多価フェノールユニットを保持しており, さらに新規に機能変換素子として組み込んだ 1,1-bis(aryl)propane-2-ol-aryl ether ユニットの高頻度で有している。必要に応じこれらを逐次活用することにより, 持続的に新しい機能を発現させることができ, これにより多段階に機能性材料として活用することが可能となる。CREST から SORST 終了までに開発した新規材料の例を以下に記す: ①循環型リグノセルロース系プラスチック, ②循環型リサイクル複合材料, ③脱着型接着剤, ④リサイクルポリマーの原料, ⑤リサイクルポリマー部品, ⑥電磁波シールド材料, ⑦分子分離膜, ⑧フォトレジスト, ⑨紫外線防御フィルム, ⑩脱着型バイオリアクター担体, ⑪持続的金属元素吸着固定化体, ⑫バッテリー機能制御, ⑬持続的

抗酸化剤，⑭リグニン系太陽電池，⑮樹脂改質剤など。

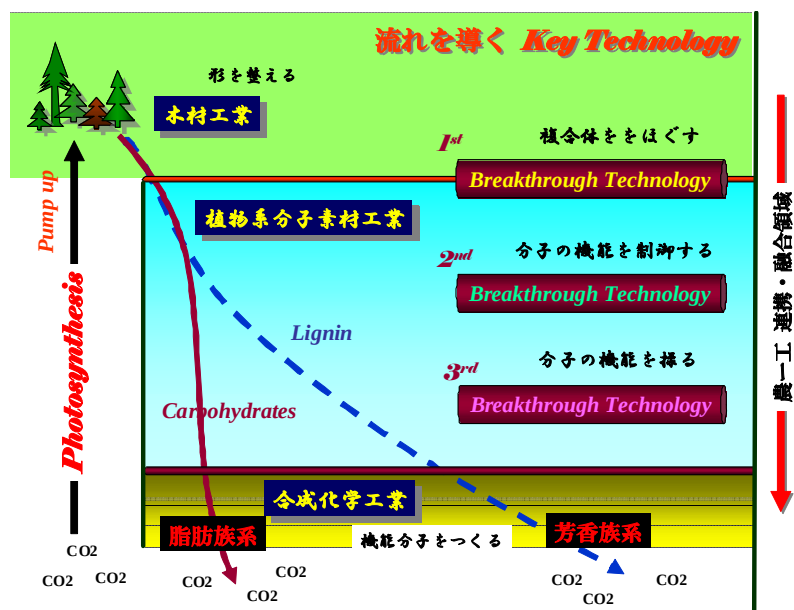
最終的には，分子内機能変換素子を活用し，最多結合系である β -aryl ether ユニットの制御することにより，最終的に 2 量体まで低エネルギーで分子を解放することができる。さらに，各構成単位が保持する 1,1-bis(aryl)propane 単位の特性を活用し，ルイス酸を触媒として用いる核交換反応などの選択的な変換，超臨界・亜臨界処理などを行うことによって，グアイアコール，カテコール，フェノール，クレゾールなどの有用な芳香族系ケミカルが誘導され，これを元に徐々に石油系芳香族ケミカルスを削減していくことが可能となる。

植物資源育成の場は，農場と森林に大別される。前者は食料生産の場，後者は木材生産の場と認識され，それを基盤として現在の 1 次産業の仕組みが形成されている。しかし，経済効果をもたらす区分のみを対象とする従来のシステムは膨大なゴミを生み出し，さらにその一括燃焼廃棄は自然界の仕組みの大規模な攪乱へと繋がっている。生命とその支持体という認識のもとに視点を分子に落とせばそこに全くゴミはなく，全て地球外エネルギーによって構築されたポテンシャルの高い脂肪族系および芳香族系濃縮分子素材である。

食料は生態系で生産するものとして古くから活動が展開されてきたが，一方材料そしてその原料を生物的に生産するというスタンスは我々に乏しい。しかし，石油が使えなくなる時代が目前にあること，地球は有限であることを認識するとき，我々は早急に石油に代わるそしてそのポテンシャルを有する分子原料を持続的に育成，生産しなければならない。従来の農場と森林は，正にそのための持続的分子農場として位置付けられる。

我々は太陽エネルギーによって濃縮されたポテンシャルの高いリグノセルロース資源を木材，紙としてのピンポイント的な活用後，安易に廃棄，拡散させてはならない。人間社会を一つの閉鎖空間とみなし，分子に包含された機能を活用することによってハイポテンシャル型からローポテンシャル型へと逐次構造を切り換え，持続的に活用する社会システムを早急に構築しなければならない。農林水産省と経済産業省が融合することが必要なことはいままでもなく，教育，研究の場においても自然からスタートする農学系と人間からスタートする工学系が融合し，自然からスタートし，人間を経由しながら自然へと帰る全く新しい持続的な学問分野の創成が必要とされる。

Sustainable Industrial Network



3. 研究構想

3. 1 研究の指針

20 世紀に引き起こした環境攪乱への深い反省から、近年、環境保全、資源のリサイクル活用に関する活発な論議が世界で展開されている。重要なことは我々人間が人間社会のみに視点を置き解決策を論ずるのではなく、地球生態系における物質循環システム、そしてその速度を高度に制御している鍵物質の機能を解明し、いかにそれを再現するマテリアル、エネルギーのなめらかなフローを社会に構築するか、にある。

森林は、壮大な年月をかけ微少分子が巨大複合体（樹木）を経て再び分子へと転換される一つの流れの場である。この流れは人間の流れ（平均寿命約 80 年）を大きく越えており、我々は森林の流れの一端しか見ることができない。現行の社会システムでは、その存在を強く認識できるステップ（樹木）のみ利用の対象となり、木材・紙としてのピンポイント的な活用後、そのほとんどが生態系の流れ（機能と時間）を無視した短絡ルート（燃焼廃棄）を経て、CO₂ へと転換されている。

CREST そしてそれに続く SORST 研究の目的は、地球生態系物質循環システムの起点に位置する森林資源を『Energy』、『Function』、『Time』の因子で動的に捉え、それを人間社会にけるエネルギーとマテリアルの流れに具現化する全く新しい炭素資源の逐次循環活用するシステム（循環型分子および循環型材料の設計、その誘導技術の開発、循環型材料をなめらかにフローさせる社会システム）を構築することにある。

森林資源を複合体から機能性分子へとなめらかにフローさせるためには、以下の 3 つの要素技術が必要となる。

- ① 樹木細胞壁高分子複合系の解放システム（糖質およびリグニン系分子素材の誘導）
- ② 芳香族系長期循環型素材（リグニン）の精密分子構造制御システム
- ③ リグニン系機能材料の開発とその多段階活用システム

3. 2 CREST 研究成果

1999 年から 2004 年に行った CREST 研究において、上記要素技術を確立するため、主として以下の項目について集中的に検討を行った。

①に関しては、細胞壁構成素材個々に最適環境（機能環境媒体）を設定し、常温、常圧下で分子機能変換と分離を達成する相分離系変換システムを開発した。システム構成機能環境媒体の特性および変換条件と誘導素材の機能相関、変換系への物理エネルギー付加の効果、分子素材原料としての植物系バイオマスの特性を解析し、目的とする材料機能、カスケード利用ステップ、循環時間（Time Factor）を考慮した効果的な植物資源変換システムを設計した。②および③については、生態系における天然リグニンの持続性機能発現メカニズムを分子レベルで解析すると共に、その構造と機能を活用する新たなリグニン分子機能制御システム（分子内スイッチング素子の設計とその精密機能制御）を考案した。精密分子構造制御によって誘導されるリグニン系新素材（リグノフェノール）の機能を解析すると共に、各種素材（炭水化物、バイオポリエステル、無機質、合成樹脂など）と複合化、それにより発現する新たな特性を解析することによって、循環型分子集合化剤としてのリグノフェノールの特性と応用システムを提示した。さらに、リグノフェノールの高密度炭素骨格を活用する気体の精密分離膜、電磁波シールド材料を設計、その機能特性を解析した。リグニン素材の生理機能開発と生態系における機能的活用を意図し、その基本分子機能（フェノール活性、分子量、立体構造など）を分子内スイッチング素子により制御するとともに、それにより発現する生理機能、金属元素吸着特性を解析した。生体触媒によるリグノフェノールの高分子構造制御システムについて基礎的に検討した。

これらの成果は、森林系分子素材、特にこれまで廃棄を余儀なくされていた芳香族系生体高分子、リグニンに機能性分子素材としての新たな価値を与えるものである。

3. 3 SORST研究構想

バイオエタノール製造をはじめ世界各地でバイオマス利用に関する大規模な活動が起こりつつある。しかし爆砕、加水分解、超臨界・亜臨界処理など高エネルギー処理を含む現行のプロセスは、技術として新しいものではなく、その過程でリグニン区分の高変性を伴う結果、利用は構造制御の容易な炭水化物区分のみに限定されている。油田の発見ピークは1960年代にあること、石油供給のピークは2004年にあり、今後減退すること(IEA 評価)、石油の備蓄は残り約50年分と推定されていることを考えるとき、私たちは今、化石資源の重要なルーツの一つであり、それと同等の資源ポテンシャルと持続性を有する植物を、脂肪族および芳香族系分子素材原料として素材個々に機能的に活用するシステムを構築しなければならない。

SORST研究では、CREST研究において蓄積された生態情報と植物系分子素材の制御技術をもとに、以下の項目についてさらに集中的に検討し、光合成を起点とする植物系分子の材料・原料としての持続的な流れの構築、それを導く新しい工業ネットワークの確立を目指す。

Stage I : 植物資源変換制御システムの開発 (分子複合系制御グループ)
リグニンおよび炭水化物両素材の自立型精密構造制御システムの確立
低エネルギー型コンパクト連続式変換システムプラントの設計と構築

Stage II : 植物系分子素材の精密機能制御と循環型材料化 (機能材料創製グループ)
機能可変型リグニン系素材 (リグノフェノール) の設計
リグノフェノール系循環型機能材料の開発
分子素材の組み替えと複合化による植物系循環型材料ネットワークの構築

Stage III : 分子構造精密解放システムの開発 (工業原料創製グループ)
リグニンの最終構造解放システム
(構造体から単純分子への変換、ポスト石油系素材への誘導)

具体的な研究項目は以下の通りである。

■ 植物資源変換制御システムの開発 (分子複合系制御グループ)

【変換装置】

- ・ 連続変換システムの基本フローを設計、確立する。
- ・ 連続変換システムプラントを立ち上げ、その詳細な稼働試験を実行し、各構成ユニットの効率的な操作条件を決定すると共に、連続システムとしての運転スケジュールを確立する。
- ・ 変換工程におけるシステム構成媒体およびリグノセルロース素材のマテリアルバランスおよびエネルギーフローを明確化する。
- ・ リグノフェノール精製システム、工程溶媒回収システムの基本設計とシステム化装置の試作を行う。
- ・ 硫酸回収システムと糖質の2次変換系を確立する。

【リグノセルロース原料】

- ・ 各種植物系バイオマス (樹木系ハードバイオマス、草本系ソフトバイオマス) の脂肪族および芳香族系素材誘導原料としてのポテンシャルを解析する。
- ・ 植物における生命系および非生命系ステップの資源ポテンシャルを明確化し、伐採木、枯死木等循環ステップの異なる素材の活用指針を確立する。
- ・ 木質形状廃棄物 (現行の木材系製品廃棄物) の分子素材誘導原料としての特性解析を行う。リグノセルロース系複合体の分子素材変換に対する非リグノセルロース混入物の影響を材料毎に明確化する。

- ・ 原料リグノセルロースの循環ステップを酸化，還元処理により制御し，新たな資源循環ステップと誘導素材の機能相関を解析する。
- ・ 各種環境応答植物（Reaction Wood など）のリグニン分子設計を解析し，環境応答型材料設計の基盤情報を取得する。
- ・ 天然系フェノール誘導体によるリグニン変換システムの開発とその自立型資源変換システムへの応用を検討する。

■ 植物系分子素材の精密機能制御と循環型材料化（機能材料創製グループ）

【構造制御と機能開発】

- ・ リグノフェノールの基本構造 (1,1-bis(aryl)propane-2-ol-aryl ether) を応用する新規高分子機能開発に関し，必要となる精密構造制御システムを確立する。
- ・ ポリマーリサイクリングシステムを意図した分子内スイッチングユニットを設計，それを組み込んだ機能可変型リグニン素材を合成，その素材特性，スイッチング機能，それに伴う高分子機能変換挙動を解析する。
- ・ リグノフェノールの構造特性を応用する新規高機能ナノ構造体の設計と合成を行う。
- ・ 低分子量リグノフェノールの分画と機能解析，その応用システムを検討する。
- ・ リグノフェノールの電子伝達系制御と，それを応用する光電変換素子および導電性高分子素材を開発する。
- ・ リグノフェノールの高次構造と分子吸着特性相関を解析し，その応用展開を図る。
- ・ リグノフェノールの生理機能を解析し，その機能的応用を検討する。
- ・ リグノフェノールの潜在性フェノール活性を応用し，持続性に優れたバッテリーを開発する。
- ・ メトキシ基等の潜在性フェノール構造の逐次制御システムの開発とそれに伴う機能変換パターンを解析する。
- ・ リグノフェノールの高密度炭素骨格を活用する機能性分離膜の創製に関し，基礎的試験と性能評価を行う。

【複合系機能制御】

- ・ 有機・無機各種素材とリグノフェノールとの複合化とそれにより発現する新規機能および循環機能解析を行う。
- ・ リグノフェノールー天然系ポリエステル複合系の構築と機能開発を行う。
- ・ リグノフェノールの複合化による木質材料の物性制御システムを開発する。
- ・ リグノフェノールーセルロース複合化による新規リサイクル材料の設計と誘導を行う。
- ・ リグノフェノール複合炭素材料の誘導とエネルギー変換材料としてのその特性を解析する。
- ・ 細胞壁分子複合系の選択的解放によるリグノセルロース素材のプラスチック化とその材料特性を検討する。

【新規合成系開発】

- ・ 不均一系合成反応への相分離反応系の応用を意図し，活性素材に対する機能性担持体の設計と新規反応システムの開発を行う。

■ 分子構造精密解放システムの確立（工業原料創製グループ）

リグニン系高分子素材，リグノフェノールの構造を逐次解放し，有機工業原料化を導くシステムとして，以下の反応に関し基礎的検討を加える。

- ・ 分子内機能変換素子 (1,1-bis(aryl)propane-2-yl ether) を活用する 2 量体への効率的転換
- ・ 酸—フェノール系における選択的核置換反応 (核交換反応) を応用する 2 次的導入芳香核の選択的解放
- ・ エネルギー付加による 1,1-bis(aryl)propane 型構造ユニットの選択的解放
- ・ 高エネルギー環境下におけるリグノフェノール基本骨格の逐次変換制御システムの確立

3. 4 SORST 研究が導くイノベーション

本研究において、植物資源循環活用システム構築の要素技術として開発した相分離系変換システムは、パルプ製造、加水分解等従来の木材化学処理プロセスとは全く異なり、リグノセルロース系分子素材完全活用のためオリジナルに開発 (船岡 1988 年) した手法である。本プロセスのキーポイントは、植物体が親水性炭水化物および疎水性リグニンの複合体として構築されていることに着目、構成炭水化物およびリグニンに対し、それぞれ相互に混合しない個別の反応環境 (機能環境媒体) を設定し、異なる相で個々に精密構造変換することにある。本プロセスは全て常温、開放系にて実行可能であり、したがって、システム稼働に際し、特殊な設備を必要としない。

リグノセルロースが形成、蓄積される場には、①Field (森林、農場)、②Factory (木材工場など)、③City (一般家庭、リサイクル施設など)、がある。各拠点にコンパクトな連続式相分離系変換システムプラントを設置し、固体リグノセルロースを液相 (リグニンおよび糖質変換濃縮液) へと変換する。そしてタンクローリーにて収集、化学処理拠点へと輸送し、ポスト石油系精密分子素材として次の工業システム [植物系分子素材工業 (新設)、化学工業 (既存)] において多段階活用する。近い将来における石油の枯渇は明確であるが、森林資源のポスト石油資源としての多段階活用は、石油枯渇時点での混乱を未然に防ぐのみならず、植物資源生産基盤 (林業、農業) を活性化し、さらには循環系炭素の気—固バランスの保持、化石資源の生態系へのインプット抑制により地球温暖化の抑制を導くことになる。

リグニンおよび炭水化物の生態系における機能と時間を再現する機能性分子としての循環型応用システムは、世界にも例がなく、この技術開発によって世界が模索している持続的社會における材料の前進型フローモデルを提示することが可能となるとともに、現行の産業システムに新しいそして生態系のシステムにしたがうなめらかなマテリアルネットワークが形成されることになる。

4. 研究実施内容

4. 1 植物資源変換制御システムの開発 (分子複合系制御グループ)

4. 1. 1 連続式植物資源変換システムの設計と構築

(1) 実施の内容

現代社会を支えている石油は液体であり、極めて効果的な輸送が可能である。一方、植物資源は低密度、嵩高であり、資源変換施設への輸送は非効率である。したがって、植物資源をポスト石油資源とするためには、可動性に富むコンパクトな連続式システムプラントの開発が必須となる。SORST 研究では、CREST 研究において構築したバッチ式システムプラントの連続化を目指し、その基本設計とモデルシステムの構築、稼働試験を行った。

設計，構築したシステムプラントは，10kg/day のリグノセルロース処理能力を有するユニット結合型システムである（脱脂・収着ユニット，相分離系変換ユニット，精製・回収ユニット）（Fig.1）。

- ・ 脱脂・収着ユニット

抽出成分の除去・フェノール誘導体の収着を行う特殊攪拌槽を設計した(Fig.2)。本装置には溶媒の回収を効果的に行うため，温水ジャケット，減圧ポンプおよび蒸留塔が装備されている。本装置により，脱脂，収着，溶媒回収を 48 時間以内に行うことができ，溶媒回収率は 90%以上である。

- ・ 相分離系変換ユニット（キーユニット）

連続式変換プラントでは，相分離系処理 2 step process I を採用している。ここではリグニンフェニルプロパン単位に対し 3mol 倍のフェノール誘導体を木粉に収着後，72%硫酸を加え，相分離系処理を行う。その後，液体フェノール誘導体により天然リグニンより誘導されたリグノフェノールの抽出を行うとともに，炭水化物とリグニン区分の完全分離を達成する。したがって，本工程では抽出用フェノール誘導体へのリグノフェノールの溶解性，硫酸への炭水化物の溶解性がキーとなる。相分離系変換過程でリグニンはフェノール相と硫酸相の界面で酸と接触し，即座にリグノフェノールへと変換される。しかし，2 step process では反応系内にリグノフェノールの溶媒が少ないため，リグニン区分は不溶解物として水相中に分散している。一方，炭水化物，特にセルロースは結晶構造を有しているため，リグニンのリグノフェノールへの変換速度と比べセルロースの加水分解速度は遅く，硫酸添加直後にセルロースの膨潤により粘性が大きく上昇し，その後加水分解の進行とともに粘性は低下する。これまでの検討により相分離系変換処理系にフェノール誘導体量が多く存在すると，炭水化物と酸の接触頻度は低下するものの，フェノール誘導体によるリグニン抽出効果により炭水化物の加水分解は促進される。連続変換システムにおいても相分離処理初期に抽出用フェノール誘導体を添加することにより，セルロースの加水分解速度，リグノフェノールのフェノール誘導体相への移行を促進することができ，リグニンと炭水化物の分離性を上げることが可能である。しかし，相分離反応初期における抽出用フェノール誘導体の添加は，リグニンの未反応部位に抽出用フェノールが導入される可能性がある。したがって，リグニンの変換が十分に進行した後に抽出用フェノール誘導体を添加しなければならず，このタイミングがプラント変換系制御のキーとなる。

連続変換システムの工程は次の通りである：リグニン C9 単位当たり 3mol 倍の *p*-cresol を含浸した木粉(収着木粉)と 72%硫酸をハステロイ製 1 次高速攪拌装置へ導入する。高速回転する櫛状の攪拌翼が液を交互に攪拌し，さらに攪拌翼と管壁のクリアランスを小さくすることにより薄膜を形成させ，収着木粉と硫酸のアクセシビリティを促進する構造になっている。これによりセルロース膨潤による急激な粘性上昇とその後加水分解の進行に伴う粘性変化への対応が可能となる。しかし，この段階ではセルロースの加水分解は不十分であり，その大半はまだ不溶解状態にある。したがって，可溶性セルロースまで加水分解を進める 2 次混練装置が必要となる。この段階では，セルロースの膨潤による粘性上昇は終了しているため，強力な攪拌は不要である。リグノセルロース資源は，その原料種により細胞壁内における高分子の複合レベル（相互進入高分子網目 IPN 構造）が異なり，こ

れは直接素材の変換・分離時間に反映される。例えば、広葉樹、草本植物はリグニンの架橋密度が低く、複合系変換分離速度は速い。また、親水性の高いフェノール誘導体を使用した場合、フェノール層と硫酸層の親和性が上がり、セルロースの加水分解は促進される。これらの特性に装置を対応させるため、反応時間をコントロールできる多入口・多出口攪拌塔をオリジナルに設計した。反応系からフェノール誘導体によるリグノフェノールの抽出は、リグノセルロース、フェノール誘導体の種類により、その時間が異なるため、同様の多入口・多出口攪拌塔を設計した。これらの2段階の装置を経た反応液は、最終分離塔へと誘導し、有機相（フェノール相）と水相（硫酸相）へと比重差により分離した。

フェノール層と硫酸層の分離性向上には、炭水化物の加水分解促進、リグノフェノールの抽出用フェノールへの迅速溶解が必須となる。1次高速攪拌機から排出される反応液を2次反応塔そして3次反応・抽出塔へと導き、3次反応塔の中程で抽出フェノールを投入し、その後超音波処理により、反応と分離の達成を行った。

上記システムにより連続反応が達成されることを確認したが、さらに装置の単純化により変換反応の信頼性を向上させるためのシステムを設計した (Fig.3)。

ヒノキ *p*-cresol 収着木粉を用いた試験において、硫酸層に僅かな濁りが確認され、セルロース区分の加水分解が若干不足していると判断されるが、分離性は極めて良好である。今後、内部のテフロンダムの高さ、攪拌翼と装置壁クリアランスの調整により、各種植物種に対応した自在な変換が可能となる。



Fig. 1 Continuous system plant for refining lignocellulosics into lignophenols and carbohydrates.



Fig. 2 Extraction and phenol solvation unit.

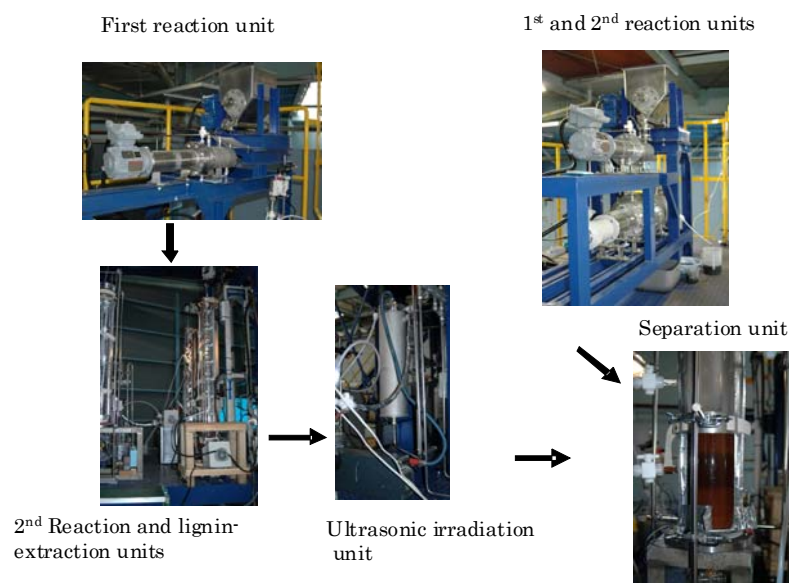


Fig. 3 Continuous phase-separation system plant.

・ 精製・回収ユニット

有機相構成素材の分離・精製・回収工程を Fig.4 に示す。ガラス製の装置 (Fig.5) を構築し、相分離系変換ユニットにて分離されたフェノール層を用いて試験を行った。

分離した有機相 (フェノール層) からのリグノフェノール収率はヒノキリグニン量あたり 102%, その重量平均分子量は 6700 であり, 実験室での誘導と同レベルの変換が達成された。

分離した水相部からの硫酸の回収と糖質の分離は, 前処理でクレゾールを除去した後, 擬似移動層方式クロマト分離装置 (Fig. 6) にて硫酸・糖質分離回収試験を行った。硫酸は 40%以上の濃度で回収できることを確認している。分離糖液区分は, 希酸による 2 次加水分解後, 発酵などの更なる変換処理を行い有用なケミカルスを誘導する予定である。

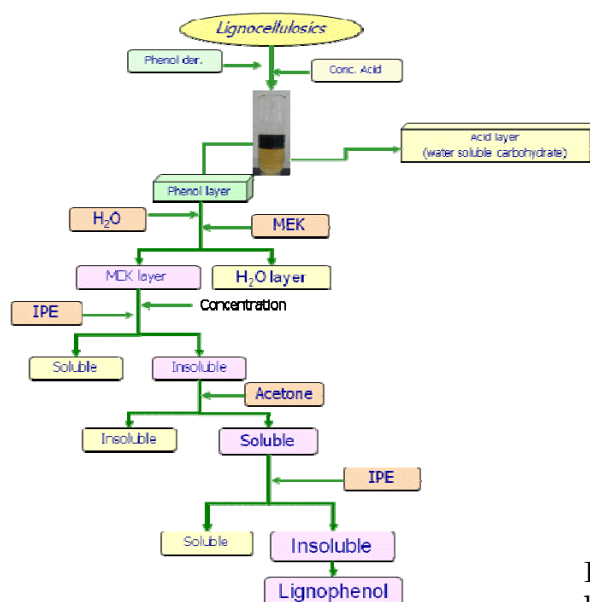


Fig.4 Procedure for purification of lignophenols.



Fig.5 System for purification of lignophenols and recovery of solvents.



Fig. 6 Apparatus for separation of carbohydrates and sulfuric acid.

(2) 得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

CRESTにて構築したバッチシステムを元に、工程の連続化、リグノフェノールの精製、溶媒の回収システムを検討し、完全クローズドシステムの構築に必要なデータ取得と連続変換システムのモデルプラントを建設した。(特許出願準備中)

本システムは、植物体を構成する炭水化物とリグニンをいずれもその基本循環設計を破壊することなく分離活用へと導く世界唯一のシステムであり、今後これを基本として、世界各地におけるその生態系、環境に適合したシステムへと改良する予定である。

本システムプラントは工程毎にユニット化(脱脂・収着ユニット, 相分離系変換ユニット, 精製・回収ユニット)されており、必要に応じて、必要な場所に、必要なユニットのみを移動させ、オンサイトで植物資源を液相変換することが可能である。本システムを介して林業と先端化学工業が繋がり、森林から社会へと繋がる新しい持続的な分子の流れ(バイパス)が始まることを期待している。

4. 1. 2 植物種とその資源ポテンシャル

(1)実施の内容

4. 1. 2. 1 オイルパーム系リグノセルロース

近年、化石資源の枯渇および地球温暖化などの環境問題の観点から、再生可能なバイオマス資源が注目されている。マレーシアおよびインドネシアなどの熱帯地域では、オイルパーム (*Elaeis guineensis*) FFB (Fresh Fruit Bunch) の実からパーム油が生産されているが、その際大量の EFB (Empty Fruit Bunch) が排出され、その機能的な利用開発が期待されている。EFB は炭水化物 (セルロースおよびヘミセルロース) およびリグニンからなるが、EFB のいずれの研究もパルプ化および糖化など、炭水化物の利用に集中している。それは複雑に絡み合う構成分子それぞれを精密に構造制御することが困難であることに起因する。実際、オイルパーム産業における EFB の利用は、エネルギー源としての燃焼廃棄や農園の肥料としての利用に留まっている。その結果、EFB は生態系における本来の循環時間よりも速く CO₂ へと転換されることになり、気-固相の炭素バランスを崩し、地球温暖化に代表される環境破壊の一因となっている。

本研究では、本来のオイルパーム循環系に沿った新しい利用システムを構築すべく、EFB を脂肪族系、芳香族系素材原料として再評価した。

相分離系変換システムによる EFB リグニンのリグノフェノールへの変換は針葉樹よりも迅速に進行し、その変換分離挙動は広葉樹に類似した。これは、EFB リグニンおよび広葉樹リグニンはシリンギルユニットを含むため、縮合型構造の頻度が低く、試薬との接触性が高いことに起因する。一方、糖質はペントース、ヘキソース、ダイマーおよびオリゴマーから分子量 10 万程度の水溶性ポリマーとして水相部へ分離され、その分子量分布は広葉樹と類似した。

EFB コアリグニンは、グアイアシルおよびシリンギルユニットからなり、側鎖には主に *p*-Hydroxybenzoic acid (*p*-HBA) がエステル結合にて結合している。EFB 天然リグニンの *p*-HBA は、相分離処理後もリグノフェノールに保持される。EFB リグノフェノールは以下の特性を有する：熱可塑性、重量平均分子量；6,200、導入フェノール量；0.72 mol / C₉、相転移点；162 °C。*p*-HBA は、EFB 天然リグニンおよび EFB リグノフェノールから緩やかなアルカリ処理により回収可能である。EFB 天然リグニンは、*p*-HBA をフェノール系機能環境媒体とした相分離処理により容易に熱安定性に優れた *p*-HBA 系リグノフェノールへと変換され、自律型相分離系変換システムが可能である。今後、カルボン酸を活用した解重合可能なポリエステル樹脂およびイオン交換樹脂などへの活用が期待される。

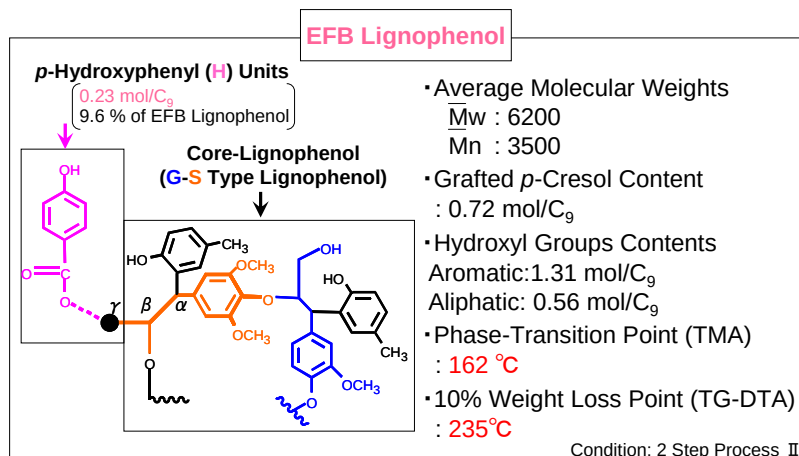


Fig. 1 Characteristics of EFB Lignophenol.

4.1.2.2 草本系リグノセルロース

竹など草本植物は生長が早く、世界に広く分布しており、さらにその蓄積量は膨大であり、すぐれた持続的リグノセルロース系分子形成体とみなしえる。しかし、現在までの利用は、燃料、物理的加工に基づく製品および抽出成分などに限定され、リグノセルロース区分の分子レベルでの機能的な活用は世界的で皆無に等しい。

本研究では、タケ、月桃、コウリヤン、バガスを選定し、相分離系変換システムによるその分子変換特性、誘導される分子素材の機能解析を通し、持続的ポスト石油資源としてのポテンシャルを評価した。

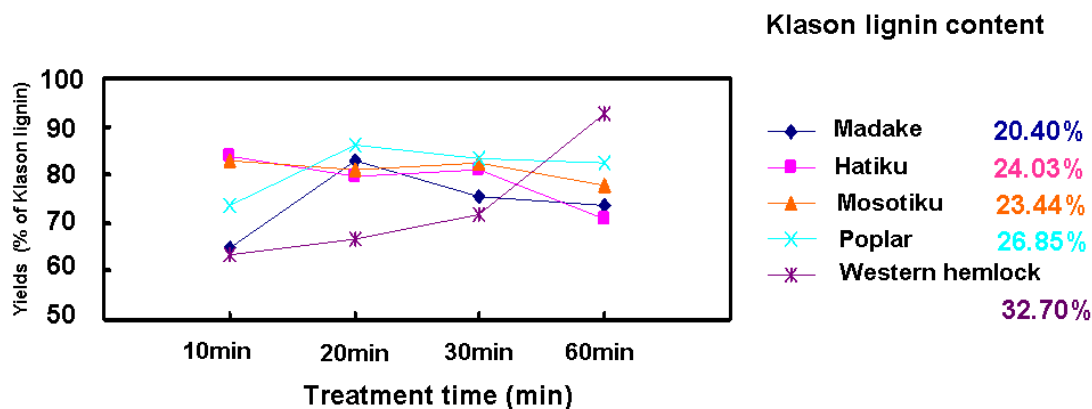


Fig. 1 Yields of lignophenols from bamboo and woody lignocellulosics.

相分離系変換システム1段法によるタケ資源のリグノフェノールおよび炭水化物への分離変換挙動は広葉樹に類似し、処理20分で最大に達し、その後緩やかに減少した。一方針葉樹リグノフェノールの収率は反応時間の延長とともに増加した。Bambooおよび広葉樹天然リグニンの速やかな変換は、シリリングル核の含有により分子総体としてのフレキシビリティが向上し、試薬とのアクセシビリティが高まったことに基づく。タケリグノフェノールの重量平均分子量、フェノール導入量は、それぞれ約6,000, 0.8 mol/C_9 である。タケリグノフェノールは木材由来のリグノフェノールより若干高い流動点を示した。これは、タケリグノフェノールの分子分散比が木材より低く、内部可塑剤として機能する低分子画分

に乏しいことに基づく。FT-IR における 1730 cm^{-1} 付近の吸収は、草本植物資源特有な H 核の存在に基づく。これは、熱分解-GC/MS のパターンからも示される。タケリグノフェノールの熱分解パターンは、従来のタケリグニン試料（クラフトリグニン、硫酸リグニンなど）より極めて単純であり、相分離変換システムにおいて、構造が不規則であるタケ天然リグニンは、選択的に 1,1-bis(aryl)propane unit を高頻度で保持したリニア型ポリマーへと変換されたことが示された。水相に分離された炭水化物区分は、木材試料よりもその分子量が低く、これはタケ試料の細胞壁 IPN 構造のゆるみ、低縮合度を反映している。

一方、月桃、コウリヤン、バガスも相分離系変換システムにより竹と同様迅速にリグノフェノールおよび炭水化物へと変換された。リグノフェノールの収率はクラフソンリグニンにあたりいずれも 55-69%の範囲にあり、樹木系リグノフェノールより低い。これらは、良好な熱流動性を示し、相転移点は $150\text{--}170\text{ }^{\circ}\text{C}$ と木材系リグノフェノールより若干高い値を示した。3 種の草本試料は、FT-IR、熱分解 GC-MS 分析においていずれもエステル化された H 核の存在を示した。

(2) 得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

月桃、コウリヤン、バガス、竹など草本植物資源はこれまでにほとんど分子素材レベルで活用されてこなかったが、その分子ポテンシャルは樹木系資源と同等であることが示され、さらにその迅速な成長と更新、細胞壁中における IPN (Interpenetrating Polymer Network) 構造のゆるみ、エステル結合によるコアリグニンへの有用なモノフェノールの付加などを考慮すると、持続的脂肪族・芳香族素材供給基材として極めて有用であるといえる。

本研究で分子評価に用いた相分離系変換システムは、リグニン単位間結合の内、生合成過程において β -ラジカルが保有するキノンメチドへの隣接リグニンユニット（フェノール性水酸基）の付加により形成されたベンジルアリアルエーテル結合を選択的に開裂させる手法である。本手法により天然リグニンから誘導される分子断片（リグノフェノール）は、生合成過程においてラジカルカップリングで形成された分子鎖を反映している。1 次分子鎖のサイズは、針葉樹→広葉樹→草本の順（進化の順）で短小化しており、これは進化とともに生命サイクルの仕組み、環境応答性が変化し、そしてそれは分子構造にも反映されていることを示しており興味深い。

樹木では、生命体と支持体が明確に分離している。樹体内部の木質部はそのほとんどが $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$ （拡散元素）のみから形成されており、したがってその利用が生態系の元素バランスの攪乱に繋がることはないが、一方草本系植物は、総体として生細胞から成り立っており、 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$ 以外の元素が全体に分布している。したがって、無秩序且つ大量の栽培と収穫、利用は、周辺環境の元素バランスに影響を及ぼすことになり、利用に際しては生態系に対する十分な認識を持ち慎重に行動する必要がある。

4. 2 植物系分子素材の精密機能制御と循環型材料化（機能材料創製グループ）

(1) 実施の内容

4. 2. 1 リグノフェノール誘導体の物理化学的特性

4. 2. 1. 1 光化学電池の開発

リグノフェノール (LP) 並びに化学修飾物と誘導体を光増感剤に用いた酸化チタンナノ多孔質電極を用いた光増感型太陽電池を調製しその特性を評価した。リグノフェノールよりも化学修飾を施したヒドロキシメチル LP や LP の循環型分子設計を用いて誘導した LP 二次誘導体が高い光電変換効率を示した。特に Hinoki cypress-lignophenol (*p*-cresol type, HCLC) の 140°C アルカリ処理誘導体 (HCLC413) は可視・赤外光照射下、 $I_{sc} = 10.23\text{ mAcm}^{-2}$, $V_{oc} = 0.51\text{ V}$, $FF = 0.59$, $\eta = 3.61\%$ の高い性能を示した。この値は合成色素や金属錯体色素の 8-10% には及ばないが、アントシアニンやポルフィリンのような天然系色素の中では高い値であった。しかも、原料のリグニン、電極原料の酸化チタンの天然での存在

量が大きいことから競争力のある応用展開であるといえる。また、LP フェノール樹脂のキノイド構造を利用した一体型電極も高い性能を示しており最適化を計ることで安定性のある複合電極の調製が期待出来る。

4.2.1.2 電気化学的特性

LP の主要な反応性官能基としてフェノール性水酸基と脂肪族性水酸基が豊富に存在するが、特にイオン化しやすいフェノール性水酸基の特性を把握することは種々の複合化や応用の上で重要である。DMF 溶液中で LiClO_4 を電解質に、Pt 系で CV 測定を行った。その結果、2 種類のブロードな還元波が観察され、それぞれ $\text{pK}_a = 7.5, 19.5$ と算出された。このことは安定化されたフェノール性水酸基とフリーな水酸基が存在することを示唆している。また酸化波も 2 ピークとなり、フェノール性水酸基の酸化とメトキシ基の酸化を示唆している。電極面積を挙げてより詳細な酸化還元波を観測し、分光分析と組み合わせて HOMO-LUMO エネルギー差の解明や励起状態の構造把握に貢献できる。

4.2.1.3 光化学的特性

LP は分子中にカルボニルや長共役構造などが少なく、光化学的には特に可視光領域では不活性に近い。しかし溶液が褐色や黄色を呈するなど着色が見られる。また、光化学電池の検討では光励起電子が酸化チタンへ注入されることで電池として機能している。また製品応用時の光耐久という観点からも重要な基礎知見である。THF 溶液の分析では 285 nm に吸収を示したが可視領域には顕著な吸収が観察されなかった。しかし溶液は黄褐色を呈した。285 nm を励起波長として蛍光測定を行うと 420 nm と 700-800 nm の領域に蛍光が観測された。長い Stokes シフトを有する系であり、様々な有機エレクトロニクスのような励起電子の利用に適した電子構造を有している。また、この蛍光の励起スペクトルを測定すると 600 nm 付近の励起光も存在した。このことから LP 溶液に着色の一部は発光である可能性が指摘できる。また、0-0 遷移は波長では 308 nm 付近と 700 nm 付近であり、HOMO-LUMO エネルギーギャップの算出が可能であった。CV と組み合わせることで構造相関と共に励起状態の把握や電子授受の制御が可能となる。

4.2.1.4 分子量分画

これまで分子量分画は液体クロマトグラフィーでの分取カラム使用が一般的であったが歩留まりの低さが課題であった。LP の精製過程において溶解度の異なる溶媒 (CPME 等) を用いることで物性を保持したまま、分子量を制御することが出来た。精製溶媒の種類と LP の溶解度に応じた精製を行うことによって、工業生産レベルで分子量分画を実現できる。分子量は熱的性質に影響を与えたが、他の物性値は殆ど同じであった。

4.2.1.5 吸着特性

LP はタンパク質や金属などを吸着しやすいことはこれまでも知られていた。特にたんばく質の吸着では疎水的結合が LP とのリンクに影響することからカチオン色素等を用いて速度論的考察を加えた。LP ならびに誘導体は速やかに色素と不均一系複合体を形成し沈殿分離した。吸着等温線からの解析で Langmuir 型、フロイントリッヒ型に共に合致する極めてシンプルな単層吸着であった。生じた沈殿からは乾燥後溶媒を替えることで色素が抽出された。活性炭より飽和吸着量は低いが可逆性を示し、脱着が可能な吸着媒体として活用できる。また、たんばく質と同様に LP よりも二次誘導体 II がより高い性能を示したように傾向が類似していることから LP の特異的な吸着能を定量化し、メカニズム解明が可能となり、同時に最適な構造設計が期待できる。

4.2.1.6 酸化チタン複合体

光化学電池の応用でも見られるように LP と酸化チタンは親和性が高く、アルカリ環境下で容易に遊離する可逆的な有機 - 無機複合体が得られた。ナノ構造を有する酸化チタンと特異的に吸着した。吸着すると酸化チタンを被覆するため光照射下に置いても光触媒分解せず安定に存在した。この安定性と可逆性を活かして有機溶媒中、酸性溶液中のリグノ

フェノールの不均一系分離を行った。エーテルのような低沸点の溶媒でも投入するだけで安定した不均一複合体として安全に回収できた。また酸性溶液中ではプロトン吸着も同時に進行し、pH の制御と回収を同時に行うことができた。このことにより酸可溶・分散区分やエーテル可溶区分の LP の選択的回収に成功した。酸化チタンへの吸着は主にカルボキシル基の配位が知られており、このようなフェノール系での可逆選択的な吸着媒体は他にはなく特徴的な応用であるといえる。

4.2.1.7 熱的特性

LP の熱的挙動としては、TMA, DSC, TG, 熱分解 GC-MS, TG-GC-MS などが試みられてきた。近年、TG-GC-MS を用いて 200℃付近でのクエンチングに伴う熱的安定化のメカニズムが解明された。DSC 測定によって熱流動点の 40–50℃低温の領域でベースラインのシフトが観察された。これは主鎖のミクロブラウン運動に由来するガラス転移であるといえる。Tg は発熱ピークの前後で変わらず観察されることから、ベンジル位置とは異なる骨格に由来するといえる。この転移は樹種、フェノール種によらずほぼ同温度で生じることから、普遍的に豊富な構造、すなわちβ-O-4 アリールエーテルに由来すると考えられる。Tg を超えてリグノフェノール分子鎖の中でミクロブラウン運動が盛んになり、徐々に分子の自由度が増し未反応部位の接触が起こり、発熱は生じると推察できる。DMA による動的粘弾性分析においてはTMA熱流動温度以上の領域で粘度が10³ Pas程度となり蜂蜜やポリプロピレンの熔融粘度と同程度の液体になっていると解釈できる。ある温度以上ではゲル化と思われる急激な粘度上昇を見せた。これは過去の検討で重合と分子解放の同時進行が生じ分子量分布が拡大することが知られており、その挙動に合致した。成型加工とりわけ射出成型の可能性を示唆する。

4.2.2 リグノフェノール系新規機能材料の創製と応用

4.2.2.1 酸化カップリングによる高分子量リグノフェノールの合成

リグノフェノールは分子中に多くのフェノール基を含むため、多官能性ポリマーと見なされる。そのカップリングの初期段階では低密度の分子間結合のために、可溶性を保ったままに分子量の増加が見られる。しかし、一般には反応が進行するに従いポリマー間の架橋反応が起こり、構造の制御されない不溶性ゲルが生成する。そのため、可溶性の高分子量体を得るためにはポリマーの反応性を精密制御する必要がある。本研究ではリグノフェノールの酸化重合により、可溶性の高分子量リグノフェノールの合成を目指す。触媒には有機溶媒中で優れた酸化カップリング活性を持つ鉄サレン錯体を用いた。リグノフェノール、リグノ(o-, m-, p-クレゾール)の4種類について、DMF 中で、触媒には酵素モデル触媒である鉄サレン錯体を用い、様々な反応条件の下で酸化カップリングを行った。過酸化水素の添加と同時に反応が開始し、室温 24 時間の反応後、反応溶液をそのまま SEC 分析に用いて反応の追跡と生成物の分子量測定を行った。全てのリグノフェノールにおいて酸化カップリングが進行し、反応条件を適当に設定することで、分子量数十万の高分子量体が生じることがわかった。またいずれの基質についても、より高濃度条件で反応を行うと、反応の開始後直ちにゲル化が起こった。また、同一反応条件では、基質構造の違いによって反応性に差が現れた。これは反応点となるフェノールユニットのオルト、パラ位周囲の立体障害によるものと推測される。更に得られた高分子量体について、光散乱 GPC によってポリマーの絶対分子量等の測定を行った結果、分子量 100 万以上の高分子量体の生成が明らかとなり、また、生成ポリマーが多分岐構造であることがわかった。

次にリグノフェノールとフェノール基含有ポリアミノ酸 (PAA) とのクロスカップリングを行い、ポリアミノ酸—リグノフェノールハイブリッドの合成を行った。得られるポリマーは、より天然の素材に近い複合素材として、従来の合成高分子素材に見られない機能の発現が期待される。反応条件を適当に設定することで出発物質が定量的に消費され、分子量数十万の単一ピークの生成物が得られることがわかった。また、効率良く PAA へのリグノフェノール (またはその逆) の導入 (グラフト化) が進行するような反応条件の検討

を行った。より基質濃度の低い条件で反応を追跡した結果、反応の進行に伴ってリグノフェノール由来のピークが高分子量側にスライドする様子が観察された。これはリグノフェノールのホモカップリングが起こっていることを示すものである。

4.2.2.2 リグノフェノール-シリカハイブリッドの創製

本研究ではゾルゲル法を用いて有機無機ハイブリッドを合成した。有機成分と無機成分の界面制御がハイブリッドの物性・機能に重要であり、化学結合（共有結合）と物理的相互作用（水素結合、 π - π スタッキングなど）を利用する方法が知られている。本研究では共有結合によるリグノフェノールと無機成分のハイブリッド化を検討した。具体的にはリグノクレゾールと 3-Glycidoxytrimethoxysilane (GPTMS)の混合液をアプリケーションャーを用いてガラス板上に塗布し、加熱処理によりハイブリッド塗膜を合成した (Fig.1)。

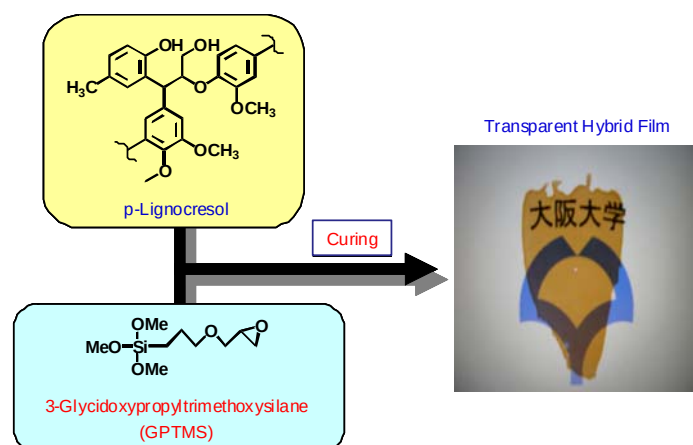


Fig. 1 Synthesis of lignophenol-silica

リグノクレゾールと GPTMS の混合比を変えることにより、均一かつ透明なフィルムが得られた。これはリグノフェノールの水酸基と GPTMS のエポキシ基が反応することで、両成分がナノレベルで分散したハイブリッドが生成したためである。塗膜物性評価には、リグノフェノールは針葉樹由来のリグニンと広葉樹由来のリグニンから合成したものをを用いた。鉛筆硬度は極めて高く、大きな差が無かった。ユニバーサル硬度による評価ではわずかに針葉樹由来のリグノフェノールからの塗膜が高い硬度値を示した。得られたハイブリッドの動的粘弾性を評価した。ガラス転移温度は針葉樹由来のリグノフェノールを用いたほうが高く、硬度の結果と同じ傾向を示した。また、混合比の影響を調べたところ、リグノフェノールを多く含むハイブリッドがわずかに高いガラス転移温度と弾性を示した。

本ハイブリッドの溶解性を調べた。リグノフェノールは極性有機溶媒に容易に溶解したが、ハイブリッドは溶解しなかった。これは有機成分と無機成分が共有結合でつながっていることを示す結果である。一方、2 規定の水酸化ナトリウム水溶液には溶解した。これはリグノフェノールがアルカリ水溶液中で分解したためと思われ、リグノフェノール類の二次利用に向けた材料設計を示す結果である。

4.2.2.3 リグノフェノール-ポリ (L-乳酸) コンジュゲート

本研究ではリグノフェノールが乳酸の環状ダイマーであるラクチドの重合開始点となりうる一級水酸基を持つことに着目し、リグノフェノールを開始剤としたラクチドの開環重合反応により多分岐ポリ乳酸 (リグノフェノール-ポリ乳酸コンジュゲート) を合成し、その物性を評価した。合成はリグノフェノール (LP) と L-ラクチド (LA) を任意の割合で混合し、スズ系触媒(SnOct_2)を全体重量に対して 1wt%用い、アルゴン雰囲気下 130°C, 24h の加熱により行った。

コンジュゲート化の進行は SEC を用いて調べた。リグノフェノール単独に比べ、得られ

た重合物の分子量が増加していることから、リグノフェノールにポリ乳酸をコンジュゲートできていると考えられる。また、ラクチドの仕込み比を増加させることでより分子量が増加することがわかった。リグノフェノールの仕込み比を増加させることで目的重合物以外の副生物（乳酸ホモポリマー）が形成した。そこで、次に再沈殿による精製を行い、良溶媒・貧溶媒について検討した結果、良溶媒をアセトン、貧溶媒をトルエンにして再沈を行った場合に不純物をほぼ除去できた。また、リグノフェノール単独では、クロロホルムに溶けないが、得られた重合物はクロロホルムに溶解するため、コンジュゲート化が進行したと考えられる。

リグノフェノール-ポリ（L-乳酸）コンジュゲートの応用として、ポリ乳酸の可塑剤としての機能を調べた。ポリ乳酸の硬く、脆いといった問題点はポリ乳酸の高い結晶化度によるものと考えられるので、コンジュゲートを添加したポリ乳酸の結晶化度を融解時の融解エントロピーから求めた。コンジュゲートを添加することでポリ乳酸に比べ結晶化度の低下が確認された。また、その中でも仕込み比がリグノフェノール / ポリ乳酸 = 1 / 2 のコンジュゲートを添加することで最もポリ乳酸の結晶化度を低下させることがわかった。これは、1 / 1 のコンジュゲートはリグノフェノールに分子量が近いためにリグノフェノール単独を添加したときと同様に結晶化度の低下が見られないと考えられる。また、1 / 3 のコンジュゲートはよりポリ乳酸の性質に近いので、ポリ乳酸単独と同様に結晶化度の低下が見られないためだと考えられる。ガラス転移温度、融点については、ポリ乳酸単独に比べコンジュゲートを添加してもあまり低下が見られず、ポリ乳酸と同様の耐熱性を保持する

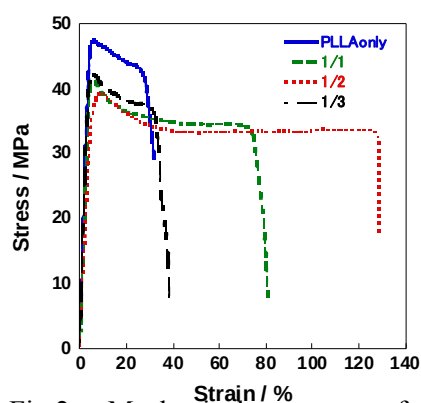


Fig.2 Mechanical property of poly(lactic acid) containing lignophenol – poly (lactic acid) conjugate.



Fig.3 Photos of (left) poly(lactic acid) and (right) containing lignophenol-poly(lactic acid) conjugate.

次に、最も結晶化度が低下した仕込み比が 1 / 2 のコンジュゲートを添加したポリ乳酸の引張試験を行った (Fig. 2)。5wt%コンジュゲートを添加することで最もポリ乳酸の靱性が向上した。しかし、5wt%以上加えると逆に靱性が低下した。これは結晶性の樹脂の場合、可塑剤の添加量によっては表面ににじみ出るブリードがおきやすく、添加量が多いため靱性の低下という結果になったと考えられる。次に、比較のためリグノフェノール単独、また結晶化度があまり低下しなかった仕込み比が 1 / 1, 1 / 3 のコンジュゲートを添加したポリ乳酸について引張試験を行った。リグノフェノール単独をポリ乳酸に添加した場合、ポリ乳酸とうまく混ざり合わず応力、靱性ともに低下した。1 / 1, 1 / 3 のコンジュゲートを添加した場合も、ポリ乳酸より靱性の向上が見られたが、仕込み比 1 / 2 のコンジュゲートを添加したポリ乳酸が最も靱性が向上した。最も可塑化効果が得られた 1 / 2 の仕込み比のコンジュゲートを 5wt%添加したポリ乳酸の透明性について検討した (Fig. 3)。リグノフェノールが薄いピンク色に着色しているため、合成したコンジュゲートを添加したポリ乳酸も薄い茶色に着色した。しかし、透明性については、後ろのマークが確認できるので透明性が保持されたと考えている。

4.2.2.4 リグノフェノールの生化学機能評価

本研究ではリグノクレゾール（リグノフェノール）、リグノカテコール、リグノピロガロールを用い、抗酸化性、疾病関連酵素に対する阻害活性、ダニアレゲン不活性化機能を評価した。スーパーオキシドアニオンは通常の好気性代謝などによって、生体内で常に生成している。そのひとつにキサンチンがキサンチンオキシダーゼによって尿酸に変わる反応がある。この過程で酸素が電子受容体として働くことで同時にスーパーオキシドアニオン（SOD）が発生する。そこで、このキサンチン／キサンチンオキシダーゼ系を用いてスーパーオキシドアニオンを発生させ、化学発光法で検出することにより生成物のスーパーオキシドアニオン消去能、すなわち SOD 様活性を調べた。その結果、リグノピロガロールに極めて高い SOD 様活性が見られ、リグノカテコールの SOD 様活性も高かった。一方、リグノクレゾールはほとんど SOD 様活性を示さなかった。

ヒアルロニダーゼは人間の肌や眼球、鶏のとさかに含まれる保湿成分であるヒアルロン酸を分解する酵素である。真皮中に存在する酵素ヒアルロニダーゼは活性化して、かゆみ・ひりつき・毛細血管の拡張による赤み、むくみなどの炎症を引き起こす。またヒアルロニダーゼは炎症時の血管透過性を増加させることにより、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎やじんましんなどの I 型アレルギー症状にも深く関わっており、抗炎症剤、抗アレルギー剤としてヒアルロニダーゼ阻害剤の開発が求められている。リグノピロガロールにヒアルロニダーゼに対して優れた阻害活性が見られたが、リグノフェノールは阻害活性を示さなかった。

近年、アトピー性皮膚炎、気管支喘息、アレルギー性鼻炎などのアレルギー疾患が問題となっており、その主たる原因として室内塵中に多いチリダニのアレルゲンやスギ花粉アレルゲンが挙げられる。このようなアレルギー疾患に対する対策としてアレルゲン不活性化物質をフィルターに添着した空気清浄機が開発された。フィルター等への添着に適したアレルゲン不活性化物質としてポリ（ビニルフェノール）が用いられている。本研究では高分子型フェノールポリマーとして、リグノフェノール類のダニアレゲン不活性化作用を調べた。ダニアレゲン不活性化機能は、ポリマーの DMF 溶液 80 μ L をダニアレゲンの PBS 溶液 1mL（タンパク濃度 8 μ g/mL）に加え、37 $^{\circ}$ C で 2 時間振とう後、シントーファイン製マイティチェッカーを用いて評価した。リグノカテコールとリグノピロガロールは高いアレルゲン不活性化機能を有しており、既存の不活性化剤であるポリ（ビニルフェノール）よりはるかに高い性能を示した。一方、リグノクレゾールのダニアレゲン不活性化機能はポリ（ビニルフェノール）と同等であった。

本研究ではリグノフェノールを基盤として、酸化カップリング、ポリアミノ酸へのグラフト化、シリカとのハイブリッド化、ポリ乳酸のグラフト化といった新しい合成手法により新材料の創製を行った。また、得られた材料はハードコーティング材料やポリ乳酸用可塑剤としての高機能を示した。また、多価フェノールを用いて作製したリグノフェノールには優れた生化学機能、特にタンパク質との相互作用に基づく新機能が見出された。今後は、このような基盤的成果を元にリグノフェノールの特性をいっそう理解することで、実用的新材料創出につながる研究を推し進めることが求められる。また、このような基礎研究の推進によりバイオプラスチックの普及につながることを期待したい。

4. 2. 3 リグニン系機能性炭素材料の創製

ウルトラマイクロ孔を有するナノ空間材料は、特に新規な研究分野であり、分子レベルでの選択性、ナノ空間での触媒能を利用した高機能性材料として近年世界的に注目され研究が活発化している。ナノ空間材料としてはこれまでに、結晶性のゼオライトやゾルゲル法で合成する多孔質シリカ・アルミナのほか、一連のカーボン材料などが知られている。これらのナノ空間材料は選択的な分子透過による分子ふるい膜材料としての利用が期待できる。本研究ではフェノール系リグニン素材の高密度炭素構造を応用した高分離機能膜プロセスを実現するために、1. リグニン素材の製膜性、2. 膜の気体あるいは液体混合物の分

離性を検討し、高機能性リグニン系炭素膜を創製する。このため平成16年度には、①リグノクレゾールの最適製膜条件の探索を目的に従来の管状炉焼成による炭化法に比べて高速焼成が可能で、透過性能の改善が期待できる高周波誘導加熱法による製膜法の検討と、②液体混合物の膜分離法として蒸留法に比べ省エネルギーで低環境負荷な浸透気化分離用の炭素膜の検討を行った結果、リグニン系炭素膜では管状炉で焼成した膜と比較して、高周波誘導加熱により高速焼成した膜がすぐれた分離選択性を示すこと、さらに実用化しているゼオライト膜と同じ多孔質支持体上へのリグノクレゾール膜の製膜を試み、5回焼成膜が水／アルコールの浸透気化分離において水選択透過性を示すことを明らかにした。平成17年度にはリグノクレゾールを前駆体とする炭素膜の高周波誘導加熱法による高速製膜時の熱分解挙動について詳細な検討を行った。600℃焼成を中心に焼成の極初期の膜の分解・多孔質化の挙動をパイロライザーと質量分析計を使って解析した(Fig. 1)。さらに焼成雰囲気の効果について、窒素中焼成では600℃での保持時間の増加に伴い真空中焼成膜と同様に膜の分解・多孔質化、収縮・緻密化が起こったが、真空中焼成膜のような急激な変化はなく、緩やかに炭化が進行すること、分解ガスの再結合が起こる場合には膜の選択性が向上することがわかった。さらに気体分離性に優れた膜は浸透気化分離においても高い選択性を示すことが明らかになった。さらに平成18年度はリグノフェノールを前駆体とし高周波誘導加熱した焼成条件の詳細な検討結果をもとに分離膜性能の精密制御を目的にナノスペースの細孔構造と透過物性の相関性について検討した。具体的にはFig. 2に示す製膜工程で、1)多孔質化と緻密化の条件が異なることを利用した焼成条件の確立、2)焼成雰囲気の制御と分解・揮発成分の再蒸着による分離性能の向上が明らかとなり、あわせて液体分離系での優れた分離性能が明らかとなった。また、吸着法による細孔径の決定(Fig. 3)とX線光電子分光法(XPS, ESCA)による焼成膜に残る官能基の推定(Fig. 4)が可能になるとともに、粗リグノクレゾールを用いた製膜の目処を得た。平成19年度には、粗リグノフェノールを前駆体とした炭素膜の焼成条件の詳細な検討を試み、1)製膜回数の減少が可能で1回だけのコート焼成で分離性能のある膜の製膜がFig. 5に示すように可能であること、2)膜性能、特に水／エタノールの分離性能について検討した結果、バイオエタノールの脱水膜としての実用化の可能性が見いだせた。最終年度の平成20年度には、共沸混合物を形成し蒸留法による分離が困難な水／アルコール混合物の分離膜の実用化に向け、前駆体として前年度検討し1回のコート製膜で優れた分離性能を示した粗リグノクレゾールを用い、支持体に既にバイオエタノール精製用として実用化しているゼオライト膜と同じサイズの外径12mmの支持体を使用し、高周波誘導加熱法で急速に炭化した炭素膜の浸透気化分離性能(Table 1)を主に検討した結果、実用化の目処とされる膜性能を得た。

フェノール系リグニン素材の高密度炭素構造を応用した高分離機能膜プロセスを実現するために、リグニン誘導体を前駆体高分子とし、急速昇温が可能な高周波誘導加熱装置を用いて高速焼成を行い作製した炭素膜は分子ふるい性を示し、従来の高分子膜をしのぐ優れた分離性を示すことが明らかになった。特に、液体混合物の分離においては、高分子材料は膨潤が起こりやすく選択性が低い、耐久性にも問題があるため実用化が困難な場合が多い。無機材料では、高分子の適用できない系でも応用の可能性があるが、これまでに実用化できたA型やT型ゼオライト膜は高い水濃度や酸性条件下では結晶が溶解する欠点がある。炭素膜は優れた耐酸性、耐溶剤性を示し今後の実用化の進展が期待できる。

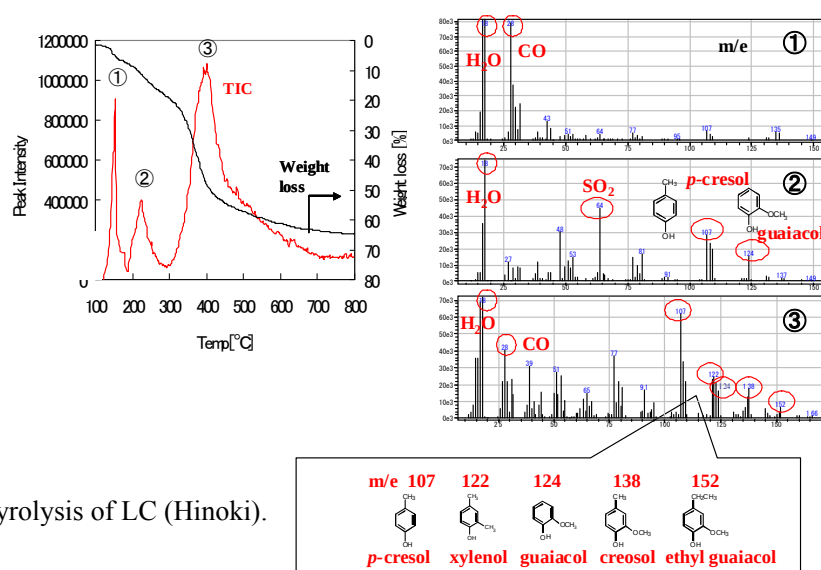


Fig. 1 Pyrolysis of LC (Hinoki).

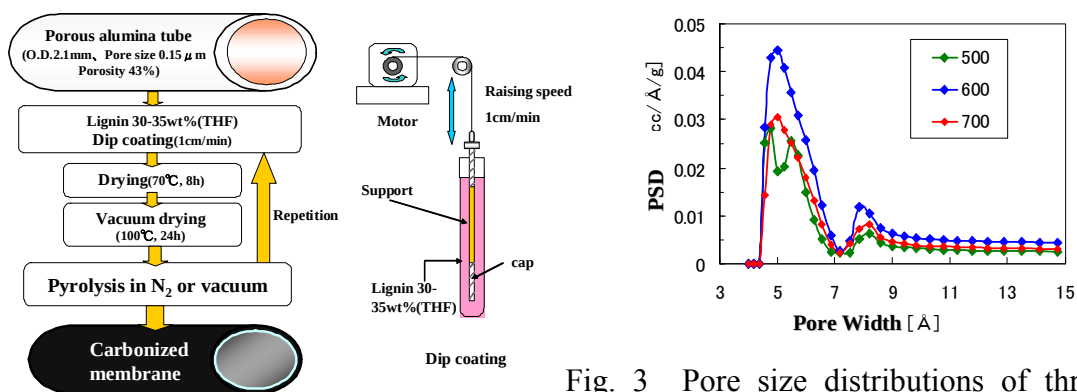


Fig. 2 Membrane formation

Fig. 3 Pore size distributions of three carbon membranes obtained from NLDFT analysis of CO₂ isotherm at 273.10K.

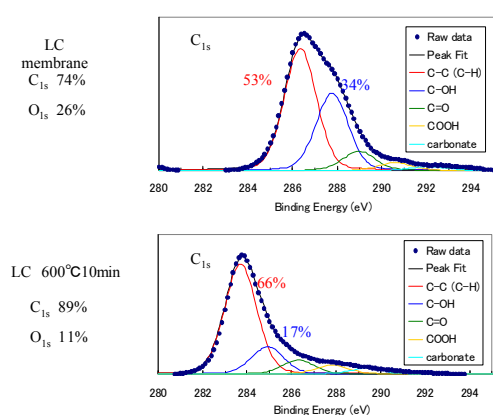


Fig. 4 XPS analysis of lignocresol (LC) membrane and carbonized lignocresol membrane.

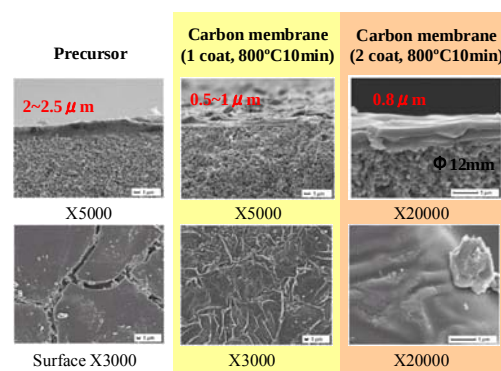
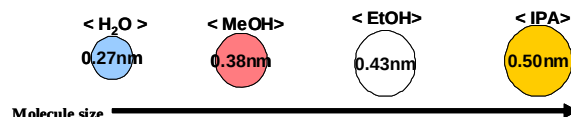


Fig. 5 SEM photo of carbon membranes and a precursor membrane.

Table 1 Pervaporation performance of carbon membranes derived from lignocresol.

Pyrolysis		Pervaporation(75°C)			
Temp (°C)	Coat (time)	Feed (H ₂ Owt%)	Permeate (H ₂ Owt%)	Flux (kg/m ² h)	Separation factor
500	2	H ₂ O / EtOH(10)	57	0.88	12
600	2	H ₂ O / EtOH(10)	99	0.47	1800
700	2	H ₂ O / EtOH(10)	99	0.41	2000
	1	H ₂ O / EtOH(10)	98	1.2	700

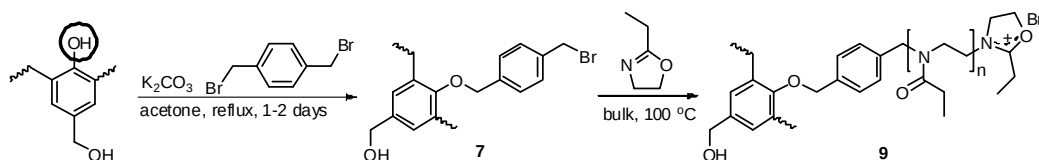


4. 2. 4 リグニン系ナノ構造体の構築とその応用

4.2.4.1 グラフト化リグノフェノールとそのポリマーブレンドへの応用

リグノセルロース資源に含まれるリグニンはセルロースに次ぐ資源量を誇りながら、その分離が難しく、これまであまり利用されてこなかった。船岡プロジェクトで開発されたリグノフェノールは、バイオマスの有効利用への道を切り拓くものである。本研究では高分子反応を用いてリグノフェノールに反応性を付与し、さらに様々な有機・重合反応を行うことでリグノフェノールの特性を活かした材料の開発を目的としている。その中でも高い反応性を有するベンジルハライドを有するリグノフェノールを合成し、カチオン開環重合可能な 2-ethyl-2-oxazoline の重合開始剤とすることで、種々高分子材料との相溶性を示すことが知られているポリオキサゾリンをグラフト鎖に持つ新しいリグノフェノールの合成を行った。さらに得られたポリマーのフィルム化や他の高分子材料との相溶性の評価も行った。

汎用高分子やエンジニアリングプラスチックと高い相溶性を示すポリオキサゾリンを側鎖に有するリグノフェノールの合成は、Scheme 1 に示すように二段階で行った。まず反応性高分子は、リグノフェノールと過剰のキシリレンジブロミドから合成した。ブロモメチル基の導入率は元素分析により求めた。その結果、1 g 当たりの **7** には 1.50 mmol の Br 基（ベンジルブロミド）が含まれていることがわかった。次にブロモメチル基を開始剤とする 2-ethyl-2-oxazoline の開環重合を行うことにより、グラフトポリマー **LP-POZO** を合成した。



Scheme 1 Preparation of graft-shaped polymer.

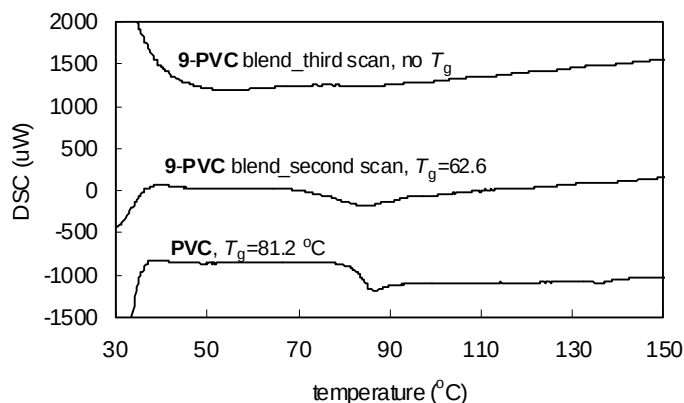


Fig. 1 DSC analyses of PVC and 4-PVC blend.

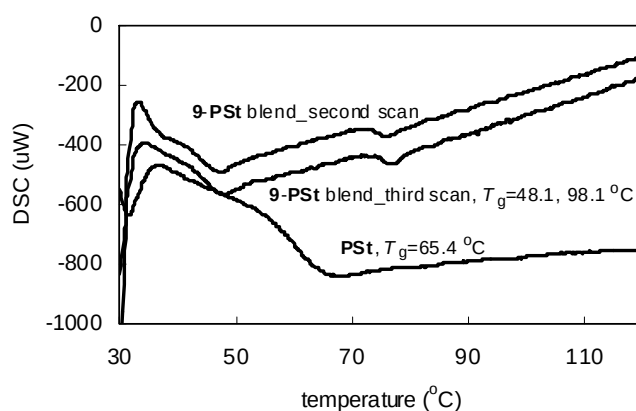


Fig. 2 DSC analyses of PSt and 4-PSt blend.

次に、得られたポリマー**LP-POZO**を用いて種々汎用高分子[poly(bisphenol A carbonate) (**PC**), poly(vinyl chloride) (**PVC**), poly(vinylpyrrolidone) (**PVP**), polystyrene (**PSt**)]との複合体を作成し、その混和性 (compatibility, miscibility) について DSC を用いて評価した。**LP-POZO** と **PC** との混和性 (相溶性) に関しては DSC 測定からガラス転移点が 138 °C (**PC** の T_g は 150 °C) 付近に確認できたことから、**PC** と **LP-POZO** は相溶性を有することが示唆された。

次に Table 1, run 1 の DSC 結果を Fig.1 に示す。**PVC** の T_g と比較すると second scan で低温領域にシフトしているが、third scan では消失してしまった。これは **LP-POZO** 及び **PVC** のポリマー鎖が互いに完全に混ざり合ったためだと考えられる。**PVP** に関して (Table 1, run 3) も同様な理由から T_g が消失してしまった。Poly(oxazoline)s はその構造から若干塩基性であり、かつ極性を有するポリマーである。そのために極性の強い **PC** 及び **PVP** とは容易に混和したものと考えられる。また、Cl 基を数多く有する **PVC** は酸性を帯びていると考えられ、塩基性である **LP-POZO** と相溶性を示したものと考えることができる。

一方、**PSt** に関しては (Table 1, run 4), 他の汎用高分子とは異なった挙動を示し、**PSt** の T_g (65.4 °C) よりも低温側と高温側に T_g が確認できた。低温側は poly(oxazoline) の T_g もしくは **PSt** と poly(oxazoline) が混ざり合ったことから現れたものと考えられるが、高温側に見られたのは過去の報告にも記載されていない。**9** の基本骨格は poly(oxazoline) ではなくリグノフェノールであることから、芳香性の強い **PSt** とリグノフェノール由来の部位で何らかの相互作用が働いた結果、このようなシフトが見られたのかもしれない (Fig.2)。

Table 1. Polymer blends of **9** with **PVC**, **PC**, **PVP** and **PSt**.

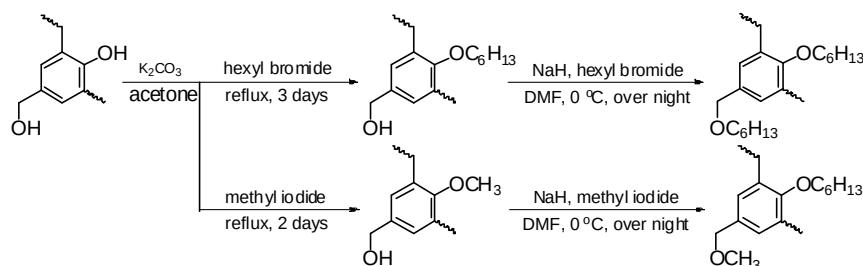
run	9 (g)	polymer (g)	T_g^{*1} (°C)
1	0.1	PVC (0.1)	*2 (62.6 *3)
2	0.1	PC (0.1)	142.1
3	0.1	PVP (0.1)	*2
4	0.1	PSt (0.1)	48.1, 98.1

*1 : Glass transition temperature, third scan. *2 : Not detected.

*3 : Second scan.

4.2.4.2 修飾型リグノフェノールの光学材料としての可能性

リグノフェノールに含まれる水酸基をアルキル基で保護することでポリマー鎖間の強い相互作用（水素結合）を抑制し、成膜性の向上さらには炭素価の増加による高屈折率材料への応用を目指した。光学材料としての評価を行うためには十分なフィルム形成能を必要とするが、メチル基程度の導入では、残念ながら透明性が高く強靱なフィルムを得ることができなかった。そこで、水酸基に種々の長さのアルキル基を導入したところ、炭素数6程度でフィルムを形成することがわかった。それ以上炭素数を大きくしても屈折率の低下を伴うため光学的性質の測定は下記のスキームより得られたポリマーを用いた (Scheme 2)。



Scheme 2. Preparation of alkyl ether of Lignophenol.

得られたフィルムは、可視領域に吸収を示さず、高い透明性を有している。屈折率を算出したところ約 1.54 であり、複屈折は 0.0003 であった。アッベ数は現在正確な値を検討中であるが、30~40 と比較的高い値を示すことがわかった。レンズに用いるには屈折率はまだ低い、透明フィルムとしての用途は期待できそうである。

4. 2. 5 リグニン系循環型高分子材料の設計と合成

リグノフェノールは、その化学的性質から、木材由来のフェノール樹脂代替材料とみなすことができる。現在、石油由来の合成フェノール樹脂の工業的用途は、汎用製品から先端材料まで非常に多岐にわたり、人間社会において欠かすことのできない材料であると同時に、将来の発展のためにも必要不可欠なものである。これをリグノフェノールに置き換え、さらには、木材に由来する新規な機能が付与できれば、将来的に大変有望な材料、製品になる可能性が大きい。本研究では、まず、1) フェノール樹脂代替材料としての可能性の探索を目的とし、リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の開発、硬化物のキャラクタリゼーションに加え、木材に由来する新しい機能性として、加熱、アルカリ、高温高湿処理による分解性（具体的には接着剤の剥離性）の付与を目指した。さらに、2) リグノフェノールは木材中の芳香族成分を抽出したものとみなせるので、木材自身よりも難燃性であると考えられる。市販されている木材用難燃剤としては、有機リン、無機物の配合が主なものであるが、いずれも有害性、溶出等の問題点を抱えている。もし、リグノフェノールあるいはリグノフェノール由来材料を難燃剤として使用できれば、これらの問題をクリアし、環境適合性に優れた新規な難燃技術の開拓につながると期待される。そこ

で、リグノフェノール単独での難燃性評価により木材難燃化技術の基礎的知見の確立、および水ガラスと組み合わせた常温硬化系樹脂による難燃化について研究を行った。

4.2.5.1 エポキシ樹脂への展開

Table 1 Reaction condition and property of epoxy resins

RUN	1	2	3	4	5
Lignophenol (g)	5	5	5	5	5
NaOH (g)	2	1	0.5	0.5	0.5
epichlorohydrin (g)	300	300	300	300	300
Temp. (°C)	55-60	55-60	55-60	115-120	55-60
yield (g)	2.32	4.22	4.73	4.65	5.10
Insoluble (g)	4.02	1.41	1.20	0.96	0.55
E.E.W.	878	818	782	1267	745
Mw	6190	7580	7720	7690	-
Mw/Mn	2.64	3.07	3.23	5.56	-
epoxidated (%)	35	37	39	24	41

RUN1-4: Hinoki-based Lignophenol, RUN5: Beech-based Lignophenol

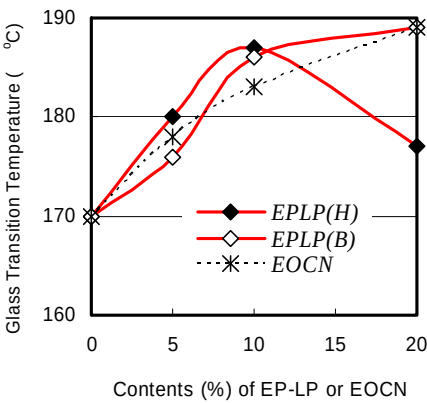


Fig.1 Tg of cured EP-LP or EOCN/EP828 systems

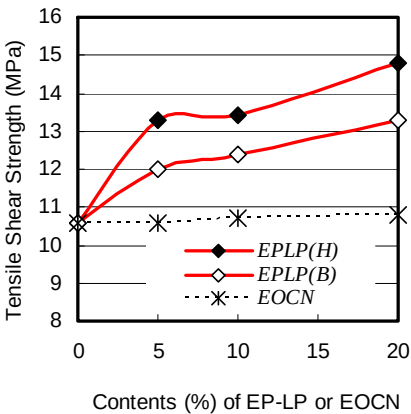


Fig.2 Tensile shear strength of cured EP-LP or EOCN/EP828 systems

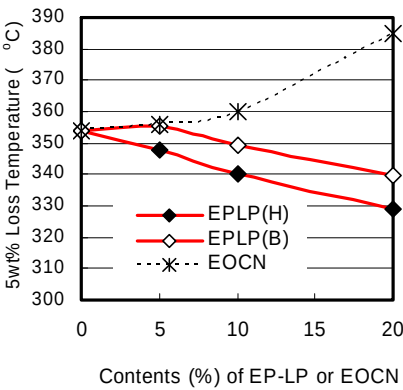


Fig.3 5wt% loss temperature of cured EP-LP or EOCN/EP828 systems ;

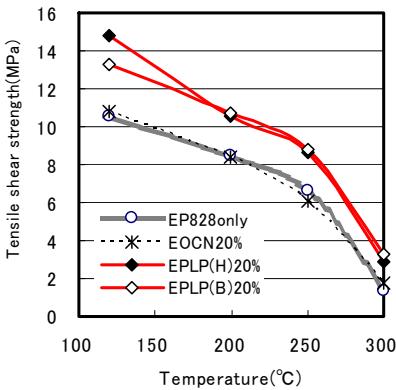


Fig.4 Adhesive strength of cured EP-LP or EOCN/EP828 systems after oven heating

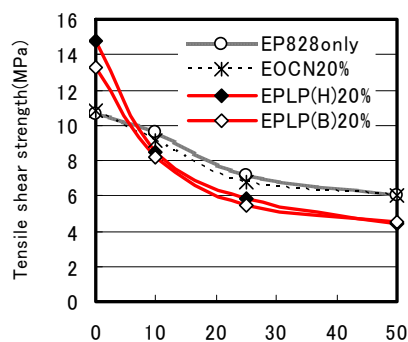
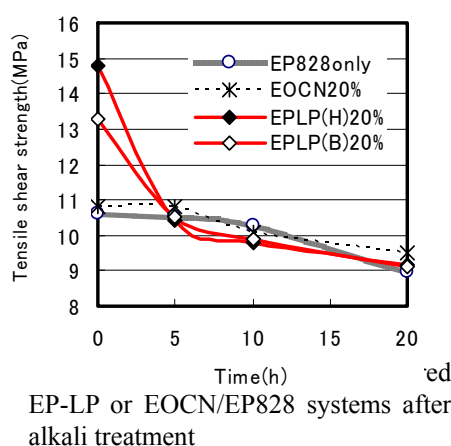


Fig.6 Adhesive strength of cured EP-LP or EOCN/EP828 systems after pressure cooker test

リグノフェノールのエポキシ化反応について検討した結果を Table1 に示す。低温で反応させることにより、エポキシ当量の小さなものを得ることができた(Run3, 5)。また、IR, NMR 測定からは、フェノール水酸基のエポキシ化反応のみが起こっており、リグノフェノール骨格そのものに変化がないことを確認している。推定構造から算出したエポキシ化率は Hinoki(H)由来 39%, Beech (B)由来 41%となった。したがって、熱溶解すると自己硬化する現象がみられた。得られたエポキシ樹脂 (EP-LP) は常温で固形であり、溶解粘度が高く取り扱いにくいいため、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (EPIKOTE828, ジャパンエポキシレジン(株)製) に添加し各種硬化剤を用いて硬化させ、硬化物の物性を評価した。また、EP-LP の対照品としてクレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (EOCN, エポキシ当量 194g/eq. 日本化薬(株)製) を使用した。硬化剤としては、トリエチレングリコールジアミン (TEGDA), ジアミノジフェニルメタン (DDM), メチルヘキサヒドロフタル酸無水物 (MHHPA), 2-エチル-4-メチルイミダゾール (2E4MZ), ジシアンジアミド (DICY), 2,4,6-トリス (ジメチルアミノ) フェノール (DMP-30) を用いた。2E4MZ を用いた場合に EP-LP の添加効果が最も顕著であったため、ここでは 2E4MZ 硬化系についての結果を紹介する。まず、耐熱性については動的粘弾性測定によるガラス転移温度(Tg)で評価した (Fig.1)。2E4MZ 系では、EOCN と同様に EP-LP 添加量増加に伴って耐熱性の向上が見られた。これはリグノフェノール骨格の剛直性と、架橋密度の増加によるものと思われる。一方、接着試験の結果を Fig.2 に示す。EOCN 添加系では、添加量が増加してもほとんど接着強度に変化は見られないのに対し、EP-LP 添加系では添加量の増加に伴って大きく接着強度が向上していた。これは、EP-LP はアルコール性水酸基を多く有しており、接着性向上に有利であること、またフェノール核間を炭素数のより多い鎖で結合し、加えて屈曲性のあるエーテル結合を多く含んでおり、引張応力をより吸収することが可能になるためと考えられる。次に熱分解特性について検討した。リグノフェノール骨格には熱により解裂しやすいベンジル炭素があり、接着剤として使用後に、高温加熱により解体可能な解体性接着剤となる性質を有している。TG-DTA による 5%重量減少温度を Fig.3 に示す。EOCN 添加と共に 5%重量減少温度が高温側にシフトしていることが分かる。一方、EP-LP 添加系では、逆に熱分解温度が低下しており、リグノフェノール骨格の影響が熱分解特性に影響していることが分かる。この結果をふまえて、接着剤として使用した際の分解特性について検討した。リグノフェノールの構造中には多くのフェノール基が存在していることから、アルカリによる分解を受けやすいのではないかと予想されるのでアルカリ処理を、また水分の影響も受けやすいと考えられるので高温高湿処理も行った。すなわち、接着試験片を加熱処理 (200, 250, 300℃ の 3 条件で 60 分間処理), アルカリ処理 (10wt%NaOH, 80℃, 5,10,20 時間浸漬), 高温高湿処理 (プレッシャーコッカー試験: 120℃, 100%RH の条件で, 10, 25, 50 時間処理) した後の接着性について評価した。まず、加熱処理後のせん断接着強度を Fig.4 に示す。EP-LP20%を用いた場合の接着強度は、EPIKOTE828 のみ、及び EOCN20%の接着強度より大きく、加熱処理を受けてもその順序は変わらず並行に低下していく傾向が見られた。加熱処理だけでは EP-LP 添加系に解体性を付与することができず、逆に、より耐熱性で、信頼性に優れていることを示している。次にアルカリ処理の

結果を Fig.5 に、高温高湿処理の結果を Fig.6 に示す。EP-LP 添加系では、アルカリ処理時間を長くするほど接着力がより低下する傾向が見られた (Fig. 5)。詳細を見ると、汎用エポキシ樹脂 EPIKOTE828 のみと EOCN20% の場合、変化が少なかった (ともに約 11MPa → 9MPa) のに対し、H20%, B20% では大きく接着力の減少が見られた (それぞれ 15MPa → 9MPa, 13MPa → 9MPa)。接着層は非常に薄いため、接着界面へのアルカリ浸透の容易さが接着力に大きく影響し、剥離しやすくなっていると推測される。一方、興味深いことに、プレッシャーコッカー処理の結果 (Fig.6) は、アルカリ処理の結果と類似の結果を示した。また、H20%, B20% の場合は 25 時間までに大きく減少し、その後は減少率も緩やかになっている。アルカリがなくても剥離しやすくなるという結果は、リグノフェノール構造由来の部分に含まれる水酸基を介して水が浸透したために、より剥離しやすくなったものと考察される。

4.2.5.2 難燃剤への展開

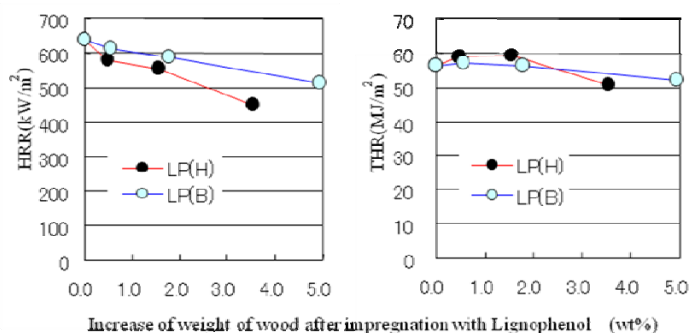


Fig.7 Flame-retardancy of lignophenol-impregnated wood, HRR and THR after 300sec.

リ
グノフェノールの 1, 5, 10wt%アセトン溶液を調製し、木材試験片 (ヒノキ) に 1 分間含浸後、恒温恒湿室にて質量変化がなくなるまで (約 1 週間) 放置し、燃焼試験に供した。燃焼性評価は、コーンカロリメータ法 (ISO5660) により燃焼試験を行い、発熱速度 (HRR)、総発熱量 (THR) を測定した。コーンカロリメータとは、試料をコーンヒータにより強熱 (火災初期時に相当、約 700℃) し、燃焼させ、燃焼ガスの一部をサンプリングし、酸素濃度減少度から材料の燃焼による発熱速度を酸素消費法 (燃焼による発熱量は材料、組成によらず消費された酸素量にほぼ比例するという原理) を利用して測定する。現在、建築基準法の防火材料の評価試験に用いられている。燃焼試験結果を Fig.7 に示す。リグノフェノール H, B とともに、含浸量が多いほどより最大発熱速度 (HRR) が低く抑えられる傾向を示した。発熱速度は定性的には物が燃えるときの炎の勢い、と解釈され、その最大値が低く抑えられるほど難燃性が高いといえる。一方、総発熱量 (THR) に関しても、傾向としてはリグノフェノール含浸量が多くなればより小さくなる傾向が見られた。総発熱量は、燃え得る物質 (一般的に有機物) の量が多い分だけ大きくなると考えられるが、リグノフェノールを含浸させたものでは、より高濃度の含浸溶液を用いた方が燃え得る量は増加しているにもかかわらず、HRR, THR とともに抑えられる傾向にある。H10%のときに、最大発熱速度が 30%, 総発熱量で 10%の減少が確認できた。さらに、リグノフェノール/水ガラス水溶液 (LP/NaSi aq./H₂O 比 4g/16g/80g) を調製し、紙を 1 分間浸漬後、乾燥させた試料の難燃性試験結果を Fig.8 に示す。HRR が 100 kW/m² 付近まで大きく抑制されていることが分かる。

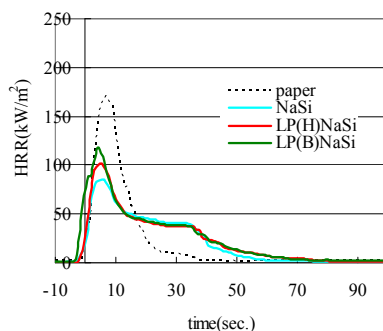


Fig.8 Flame-retardancy of LP/NaSi-impregnated papers

リグノフェノールを出発原料とする新規エポキシ樹脂(EP-LP)は、ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂へ添加することにより、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂(EOCN)添加系と同等の耐熱性を示し、また接着性に関しては、EOCNはその添加量に対して全く変化がみられなかったのに対し、EP-LPを用いると、最大で約1.5倍もの向上が見られた。これはリグノフェノールに含有するアルコール性水酸基の影響によるものと考えられ、高耐熱性かつ高接着性という優れた性能の樹脂であることが分かった。また興味深いことに、より高性能化されていながら、アルカリや、プレッシャークッカー処理によって接着剥離しやすくなる傾向を示すことも分かった。これらのことから、EP-LPは接着剤として使用時には従来以上の性能を有し、その材料としての役目を終えた後には、適当な処理によって剥離が可能な、すなわちリサイクル性材料として期待される。また、リグノフェノールは、木材から燃えやすいセルロース成分を取り除いたフェノール構造を多く含む材料であるため、難燃効果が期待される。実際、リグノフェノール単独あるいは水ガラスとの複合材料を用いた木材あるいは紙基材の難燃性に関する検討を行ったところ、確かに難燃効果を有していた。しかし、実際の工業材料として木材用難燃剤に用いる際には、その含浸方法に工夫が必要と思われる。また、水ガラスとの複合材料を含浸させた紙基材に関しては、その良好な接着性を活かし、難燃性積層材料への展開が可能であろうと考えられる。

4. 3 分子構造精密解放システムの確立（工業原料創製グループ）

(1)実施の内容

4. 3. 1 天然リグニンネットワーク構造の逐次解放による低エネルギー型芳香族原料化

相分離系変換システムは、植物の主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロース、リグニンを迅速かつ定量的に分離・機能変換することが可能である。この相分離系変換過程により天然リグニンは1,1-ビスアリールプロパン構造を持つリグノフェノールへと変換される。まず、この過程で天然リグニンに存在するベンジルアリールエーテルが開裂し、さらに、ベンシル位にフェノールがグラフティングされ、フェノール活性が増加する。現在、このリグノフェノールのフェノール活性や熱可塑性特性を利用し、様々な分野への応用研究が行われている。

このリグノフェノールは、アルカリ処理を行うと容易に低分子化することが可能である。この反応は導入フェノール核のフェノレートアニオンがリグニン側鎖C2位を求核攻撃することによると考えられる。この反応により導入フェノール核とリグニン母体芳香核でフェノール性水酸基が交換され機能変換され、リグニン中に存在する潜在的フェノール性水酸基を復活されることが可能である。

そこで本研究では、芳香族石油代替原料としての有用性が期待されるルイス酸処理による二次機能変換体主要化合物メトキシル基の脱メチル化によるフェノール化とモノフェノール化を検討した。

4.3.1.1 Lignocresol 二次機能変換体の構造解析

Lignocresol 二次機能変換体の主要生成物である GPC 分析において見られる分子量約 400 程度のピークを分取 GPC により分取した後、TLC により繰返し精製し、LC/MS, ^1H -NMR, ^{13}C -NMR にて主要生成物を分析した結果、この化合物は Lignocresol の導入クレゾールからの隣接基関与反応により生成した 5 員環構造 2 量体グアイアシルアリアルクマランであることが明らかとなった。

一方、広葉樹 Lignocresol 二次機能変換体からは針葉樹より単離されたグアイアシルアリアルクマラン 2 量体とともに Fig. 1 のようなシリングルアリアルクマラン 2 量体が単離された。

Fig.1 に針葉樹および広葉樹 lignocresol より誘導・単離された 2 量体の収率を示した。針葉樹 lignocresol と比べ広葉樹 lignocresol からは約 3.5 倍のアリアルクマラン 2 量体は単離された。このことから、広葉樹 lignocresol には多くの β -O-4 結合が含まれており、特にシリングル単位における β -O-4 結合が多いことを示された。

4.3.1.2 三臭化ホウ素によるリグノフェノールの脱メチル化

Spruce Lignocresol 170°C 二次機能変換体 2 量体画分を同様に -78°C, N_2 下, BBr_3 で処理し、LC/MS 分析を行なった結果、Fig.2 のように、アリアルクマラン 2 量体($m/z=285$)の他に脱メチル化物と思われる $m/z=270$ のピークが検出された。

続いて、脱メチル化体の構造決定を行なうため、 BBr_3 反応物をアセチル化した後、TLC で精製し、LC/MS, ^1H -NMR, ^{13}C -NMR で構造解析し、カテコールタイプのアリアルクマラン 2 量体であることが確認された(Fig. 3, 4)。

また、広葉樹 Birch Lignocresol 由来のシリングルアリアルクマランの BBr_3 処理条件をコントロールし、LC/MS 分析した結果、シリングルアリアルクマランからメトキシ基が 1 個脱メチル化された 3-メトキシカテコールアリアルクマランと 2 個脱メチル化されたピロガロールアリアルクマランの生成をコントロールすることが可能であった。

4.3.1.3 針葉樹 Lignocresol 二次機能変換体の核交換処理

spruce lignocresol 170°C 2 次機能変換体を 110°C で 4 時間核交換処理した結果、spruce lignocresol 170°C 2 次機能変換体あたりの収率は catechol: 1.05%, guaiacol: 28.89%, *p*-cresol, 28.84%, *o*-cresol: 1.95% となった。spruce lignocresol 170°C 2 次機能変換体に含まれる *p*-cresol 量は過去の分析結果ら 25~27% であることから、過去交換処理によりほぼ定量的に *p*-cresol が回収されていることがわかる。またリグニン核由来の guaiacol もほぼ定量的に回収された。また核交換処理過程で生じるメトキシ基の脱メチル化により生成する catechol は少なく、今回の核交換処理条件では、メトキシ基の脱メチル化はあまり生じなかった。

また、グアイアシルアリアルクマランが主成分である LCspr170CFr-2 を同条件で核交換処理した結果、LCspr170CFr-2 あたりの収率は、catechol: 3.31%, guaiacol: 27.53%, *p*-cresol, 23.31%, *o*-cresol: 2.10% となった。LC/MS 分析の結果から LCspr170CFr-2 の大部分がグアイアシルアリアルクマランであることから、spruce lignocresol 170°C 2 次機能変換体よりもモノフェノールの収率は少し高くなると予想されたが、若干低い値となった。これは、LCspr170CFr-2 が低分子であるため核交換処理条件が強すぎた可能性と spruce lignocresol 170°C 2 次機能変換体が粉体で得られるのに対し、LCspr170CFr-2 は油状となっているため、実際の基質重量がもう少し少ない可能性が考えられた。

今回は catechol の収率は少なかったが、メトキシ基の脱メチル化は核交換処理温度に依存することから処理温度を上げることにより、catechol の収率を上げることは可能である。また、核交換処理過程で catechol は安定であることから、今回は検討していないが、三臭化ホウ素によりメトキシ基を脱メチル化した後、核交換処理をすること、また、得

られた **guaiacol** を三臭化ホウ素で処理することによっても **catechol** を高収率で得ることは可能と考えられる。

これらの結果、リグノフェノールのアルカリ 2 次機能変換処理体の核交換処理により、定量的に構成フェノール核を回収することが可能である。

近年、植物資源はサステナブルマテリアルとして再注目され、生分解性プラスチックとして、トウモロコシやサツマイモのデンプンからのポリ乳酸の誘導やパームオイルや大豆油を用いた洗剤やバイオディーゼルなどが実用化されている。これらは主に脂肪族化合物としての利用が中心となっている。したがって、石油代替原料として植物資源からの芳香族化学原料の誘導は極めて重要である。リグニンは芳香族化合物として最も豊富に存在する天然フェノール化合物であるが、そのフェノール活性は低く、フェノール性水酸基は、生合成過程でそのほとんどがエーテル化されている。しかし、生態系ではリグニンは土壌分解過程で微生物によりエーテル基の分解とメトキシル基の脱メチル化によりフェノール活性が復活し、土壌中で金属成分のトラップなどの役割を担っている。この生態系におけるシステムを活用することにより、リグニンの芳香族化学原料としての活用が期待される。

従って、1st step として相分離系変換処理により、リグニン生合成キノンメチドへの求核付加により生成したベンジルエーテルの開裂、2nd step としてアルカリ 2 次機能変換処理によりラジカルカップリングにより生成した β -エーテル結合の開裂、3rd step として三臭化ホウ素処理によりリグニン前駆体モノリグノール生成過程での形成されたメトキシル基の脱メチル化、そして、三フッ化ホウ素を用いた核交換処理による脱アルキル化により、天然リグニンに含まれる潜在的フェノール性水酸基を逐次開放することにより、カスケード的にリグニンを活用し、最終的に高収率でモノフェノールへと誘導し、芳香族化学原料として活用することが可能である(Fig.5)。

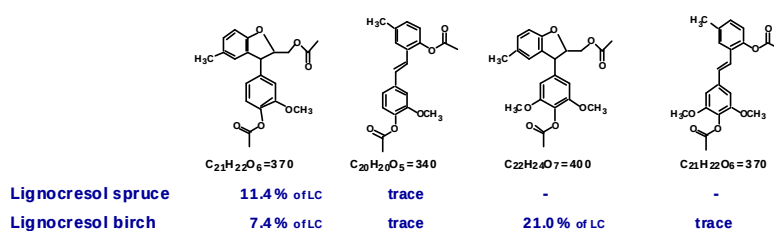


Fig. 1 Structures and yields of lignocresol 2nd derivatives dimmers.

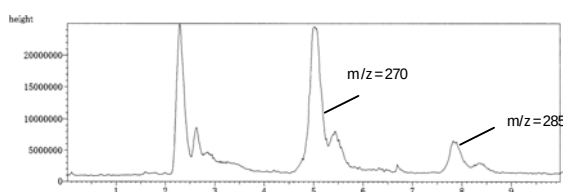


Fig. 2 Total ion chromatograms of lignocresol spruce 2nd derivatives dimmers treated with BBr_3 .

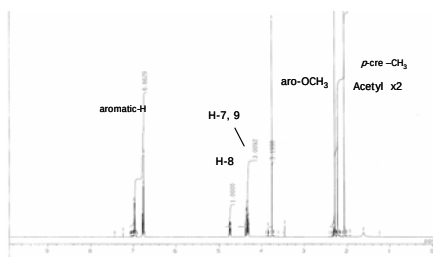


Fig.3 ^1H -NMR spectrum of guaiacyl aryl coumaran of spruce.

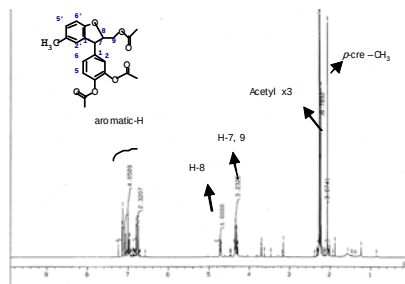


Fig.4 ^1H -NMR spectrum of catechol aryl coumaran of spruce lignocresol 2nd derivatives (acetylated)

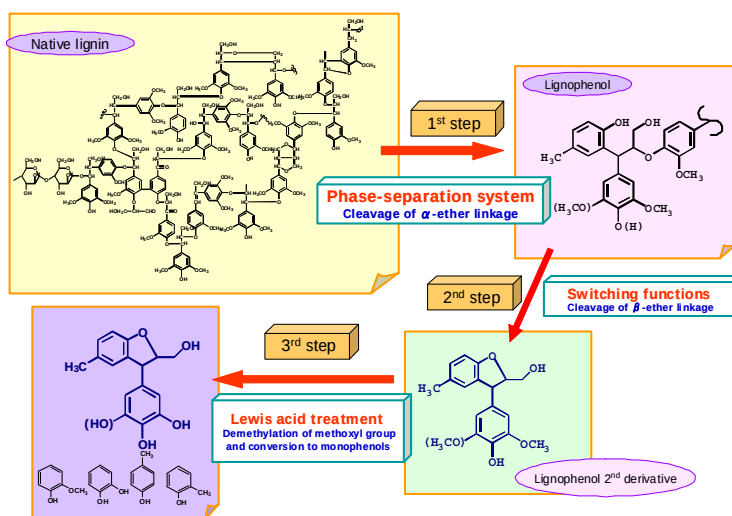


Fig.5 Successive releasing system of latent phenolic hydroxyl group of lignin..

4. 3. 2 リグノフェノールの高エネルギー型芳香族原料化

リグノセルロース原料をフェノール類により溶媒和したのち、常温常圧下の濃酸処理を行う（相分離系変換プロセス）ことにより高収率で得られるリグニンを、リグノフェノールという。用いるフェノール類の名前をつけて、例えば、リグノ-*p*-クレゾールなどと呼ぶこともある。淡色のフェノール系高分子であり、低温で流動し、アセトンなどの汎用有機溶媒に可溶、かつ、用いる植物原料種やフェノール溶媒の種類、各種反応により性質や分子量をコントロールできるという、従来の工業リグニンにない特徴を有する。これまで本研究プロジェクトにおいて、芳香族系高分子素材として、様々な分野への応用が検討されてきた。さらにリグノフェノールを芳香族原料へ高い収率で変換することができれば、森林と化学工業を結ぶリグニンの高度なカスケード利用が実現する。

針葉樹のリグニンは、グアイアシルプロパン単位（Fig.1）のラジカル脱水素重合、それに続く反応で高分子化したフェノール性の芳香族系高分子である。フェニルプロパン同士の結合（Fig.1）は β -0-4結合が約50%を占めていることから、リグニンはエーテル結合リッチな高分子である。広葉樹は、グアイアシルプロパン単位と、その5位にさらにメトキシ基が導入されたシリングルプロパン単位がおよそ半分ずつを占める。シリングルプロパン単位は、フェノール性水酸基に対する o 位でのラジカル重合が不可能なため、広葉樹のリグニンは、針葉樹に比べてリグニンの縮合度が低く、分岐が少ないという構造的

な特徴を有する。相分離系変換プロセスにおいて、用いるフェノール類がベンジル位に導入される結果として、リグノフェノールは、1,1-ビスアリールプロパン構造を主要単位とした、 β -0-4 エーテル結合リッチな均一性の高いリニア型高分子となっている (Fig.2)。最小で芳香環二量体にまで低分子化可能な分子設計が存在するものの、高収率かつ高選択性の単環芳香族原料への変換にはさらに新たな技術開発が必要である。本研究では、分子内に頻度高く存在するエーテル結合に着目し、加水分解と熱分解の双方による迅速かつ選択的な低分子化が期待される水熱条件下において、リグノフェノールの分解特性の検討を行ってきた。

実験条件を Table 1 に示す。リグノフェノール試料には、ベイマツ (針葉樹, softwood), カバ (広葉樹, hardwood) より、相分離プロセス 2 段法 Process II で得られたリグノ-*p*-クレゾールを用いた。反応器には、外径 1/2 inch, 肉厚 5 mm, 長さ 8 cm の SUS316 管の両端を Swagelok キャップ (SUS316) で閉じた回分式小型リアクタ (容積約 8.5 mL) を使用した。所定量の試料を、溶媒とともに封入して、加熱された熔融塩浴に浸すことにより反応を開始する。塩浴は、熔融塩中に挿入された K 熱電対および温度調節器により 230–370°C の範囲で温度制御が可能である。それ以上の温度での実験にはマッフル炉を使用した。所定時間反応ののち、反応器を水浴に移して急冷し、反応を終了させる。

反応終了後、キャップを外し、リアクタ内容物を水とアセトンにより洗浄回収し、ガラス繊維ろ紙を用いてろ過した。ろ物をアセトン不溶画分 (Acetone insoluble) とした。ろ液中のアセトンをエバポレーターにより留去し、残留物を分液漏斗に移してエーテル抽出を行った (Fig.3)。エーテル可溶画分 (Ether soluble) には、目的の単環芳香族原料が含まれる。GC-MS 分析により生成物の定性を、GC-FID 分析により各生成物の定量を行い、GPC や FT-IR 分析を行った。

4.3.2.1 針葉樹リグノフェノールの水熱分解

いずれの実験条件においても、主要な生成単環芳香族化合物は、クレゾールとグアイアコールであった。Fig.4 に 300°C, 365°C における両者の収率を示す。時間増加とともにクレゾール収率は上昇し、365°C では 8% に達するのにに対し、生成グアイアコールは消失していく。Fig.5 に各画分の収率を示す。温度上昇、時間増加とともに、アセトン不溶画分、不明区分 (=ガス) が増大し、チャーやガス化の進行が認められた。反応条件 300°C, 10 min の際のエーテル不溶、エーテル可溶画分の GPC 分析により、前者は、試料リグノフェノールより高分子化、後者は低分子化していることが確認され、加水分解による低分子化と再重合が同時に進行していることが示唆された。365°C 以下ではいずれの条件においても、アセトン不溶画分とエーテル不溶画分の和が約 50% で一定である (Fig.5) ことから、一度高分子化してエーテル不溶になった化合物は、さらに高分子化が進行してチャーが生成することが推測された。単環フェノール類 (モノフェノール) への高効率な転換のためには、低分子化促進のための触媒探索、高分子化を抑制するための水素供与体の存在、ガス化進行抑制のための比較的低温な反応条件が重要であると考えられる。

300°C, 10 min の反応において Ni 触媒を添加したとき、クレゾール、グアイアコールの収率に変化は認められなかった。しかし、エーテル不溶画分の収率は 51% から 19% に減少し、伴ってエーテル可溶画分の収率は大きく向上した。Ni 触媒は加水分解による低分子化には有効であるが、高収率のモノフェノール生成のために必要な 1,1-ビスアリール構造の切断には効果がないことが示唆された。

4.3.2.2 広葉樹リグノフェノールの水熱分解

Fig.6 に各画分の収率を示す。300°C では 1 min で 5 割以上が、10 min で約 8 割がエーテルに可溶化した。針葉樹と比較して低分子化反応は迅速で、エーテル可溶画分の割合も多い。アセトン不溶画分とエーテル不溶画分の和は約 20% に収束した。これは、広葉樹リグニンには縮合構造が少なく、相対的に分子内にエーテル結合が多く存在することに起因する。

モノフェノールとしては、主にクレゾール、グアイアコール、シリンゴールが検出された。エーテル可溶画分の収率は大きいが、クレゾール収率はほぼ針葉樹と同様、グアイアコールは約半分であった。つまり、針葉樹同様、1,1-ビスアリール構造の開裂促進が課題である。

4.3.2.3 ギ酸の添加効果

ギ酸は熱水中において、 $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ により水素を与えるが、水素ガス以上の水添効果を示すことが知られている。溶媒として 0.1 M ギ酸溶液を用いたときにはほとんど変化が認められなかったが、0.5 M において、針葉樹、広葉樹リグノフェノール双方に対して、顕著なアセトン不溶画分の減少、エーテル可溶画分の増加が認められた。ギ酸がリグノフェノールの高分子化の抑制、低分子化に有効であることが明らかになり、水素供与体として機能したことが推定される。しかし、モノフェノール収率に大きな増大は認められなかったことから、1,1-ビスアリール構造の切断が律速段階であることが推測された。

4.3.2.4 アルカリ触媒の添加効果

フェノール樹脂前駆体の水熱分解にアルカリ触媒の添加が効果的であるとの報告がある。本研究においても、1,1-ビスアリール構造をもつ 4,4'-メチレンジフェノールをモデル化合物として水熱分解を行い、炭酸ナトリウムの有効性を確認した。そこで、リグノフェノールに対しても同量の炭酸ナトリウムを加え、水熱分解を行った。Fig.7 に 365℃における針葉樹リグノフェノール分解の際の生成モノフェノールの時間変化を示す。無触媒のときと比べて、クレゾールの収率は微増だが、反応初期にカテコール、グアイアコールが多量に生成するのが特徴である。アルカリ条件下、リグニンのグアイアシル核のメトキシ基の一部は脱メチル化によってカテコール核となり、グアイアシル核とカテコール核の双方が脱離したと推測される。また、生成したグアイアコールは時間経過とともに脱メチル化が進み、カテコールへと変換される。カテコールもまた 60 分後にはほぼ消失する。無触媒の際認められなかったフェノールは時間とともに増加するが、これは主にクレゾールの脱メチル化に起因すると考えている。

モノフェノールの種類は時間とともに変化するが、針葉樹、広葉樹ともモノフェノールの最大収率は 20%を超えた (Table 2)。リグノフェノールに含まれる芳香環数を考えれば、さらなる収率の増大が望まれる。エーテル結合の加水分解が不完全で遊離フェノール性水酸基量が十分でない可能性や、1,1-ビスアリール構造におけるアルキル側鎖の影響が考えられる。

アルカリ触媒を添加した水熱分解により、水素供与体なしでモノフェノール収率 20%以上を達成した。主要な分子構造が既知であるメリットを生かして、今後、戦略的に触媒の探索、反応条件の最適化を進めれば、さらに芳香族原料収率向上の余地がある。例えば、リグノフェノール製造時にクレゾールを用いるリグノ-*p*-クレゾールの分解において、製造時に用いた量以上のクレゾールを得られ、加えてフェノール、グアイアコール、カテコールのような化合物が得られるプロセスが実現できれば、クレゾールの完全リサイクル、および、石油系芳香族原料の代替につながる。クレゾールのリサイクルは、炭素を長く用いるという点からも好ましい。リグノクレゾールの高分子としての用途の開発は進んでいるだけに、この分解技術の収率の向上により、植物資源、特に炭素循環時間の観点よりポイントとなるリグニンの高度カスケード利用の形がはっきりと見えてくる。

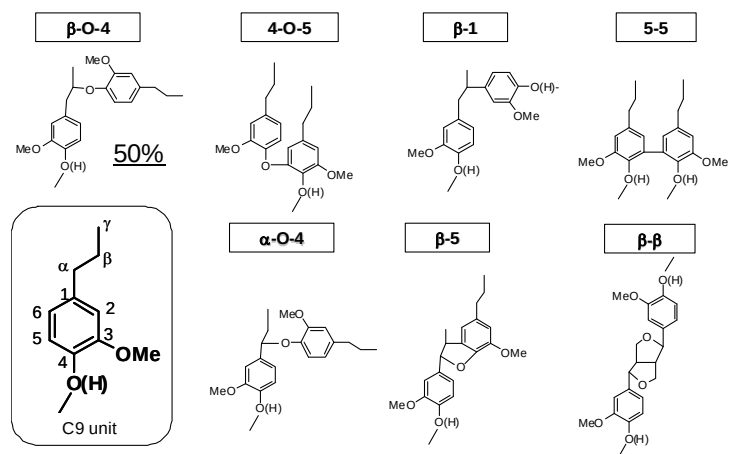


Fig. 1 Various types of bonds between monomeric units of softwood lignin.

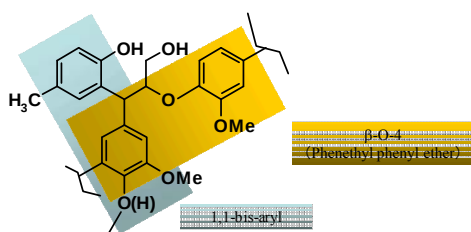


Fig. 2. Major structure of lignophenol.

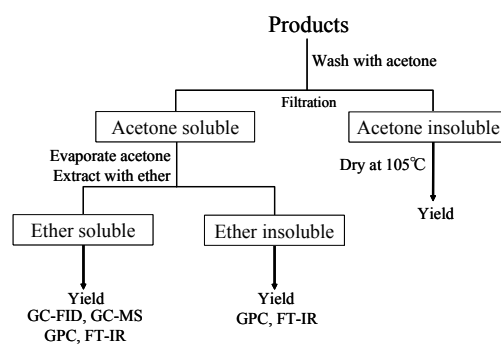


Fig. 3. Analysis of

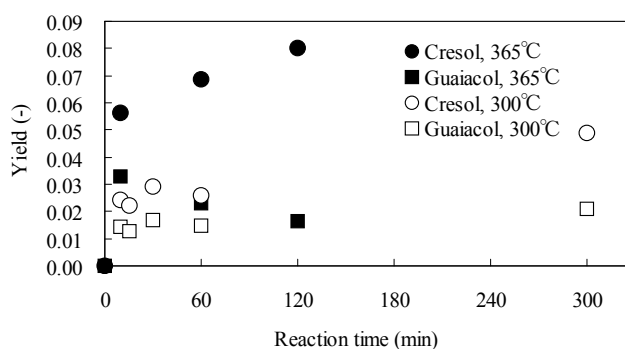


Fig. 4 Yields of *p*-cresol and guaiacol for softwood ligno-*p*-cresol under hydrothermal conditions

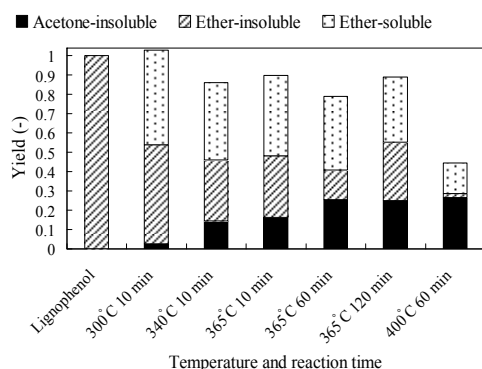


Fig. 5. Yields of acetone-soluble, ether-insoluble and ether-soluble fractions for softwood ligno-*p*-cresol.
* A portion of this fraction has been lost.

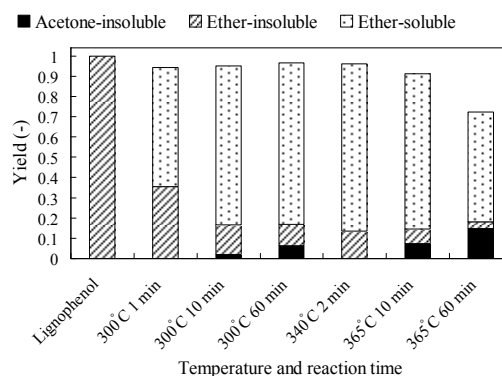


Fig. 6. Yields of acetone-soluble, ether-insoluble and ether-soluble fractions for hardwood ligno-*p*-cresol.

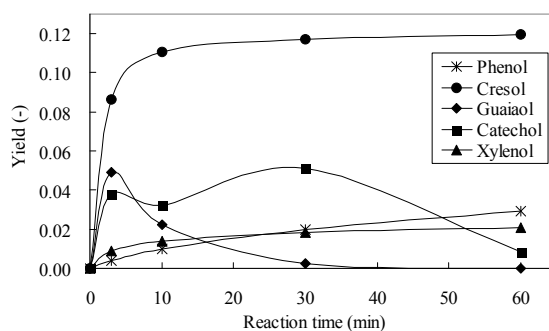


Fig. 7. Yields of monophenols from softwood ligno-*p*-cresol at 365°C with Na_2CO_3 .

Table 1 Experimental conditions.

Sample	Lignocresol derived from softwood and hardwood <i>p</i> -Cresol, 4,4'-Methylene diphenol
Sample weight	0.1, 0.3, 0.8 g
Solvent	Distilled water or 0.5 M Formic acid or 0.047 M Na_2CO_3 , 3.4 g
Catalyst	With or Without Raney Ni (0.1 g)
Atmospheric gas	Air
Reaction temperature	300, 340, 365, 400°C
Reaction time	1, 2, 10, 15, 30, 60, 300 min

Table 2 Maximum yields of total monophenols from softwood and hardwood lingo-*p*-cresols.

Compounds	Softwood (365°C, 30 min, Na_2CO_3), %	Hardwood (365°C, 10 min, Na_2CO_3), %
Phenol	2.0	0.8
<i>p</i> -Cresol	11.7	9.0
Guaiacol	0.2	1.4
Catechol	5.1	6.2
Xylenol	1.8	0.9
Other monophenols	2.3	1.7
Total monophenols	23.1	20.0

(2) 得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

脱石油型社会の構築には、地球外エネルギーにより炭素の濃縮と解放を繰り返している植物から生態系を攪乱することなく芳香族系および脂肪族系資源を持続的に確保する技術開発が必須となる。植物系バイオマスから脂肪族系ケミカルスを誘導するシステムは、技術的には既に確立されており、発酵、酸化・還元、脱水、水素化などの手法によりアルコー

ル、アセトン、酢酸、フルフラールなどが効果的に誘導される。一方、芳香族系 2 次代謝物はその毒性が高く、通常生体外に排出拡散されるため、バイオマスから芳香族系素材を大量且つ持続的に確保することは容易ではない。生命現象に対しリグニンの形成は 2 次代謝物の無毒化メカニズムと位置付けられるが、このシステムの確立により植物は重力に抵抗し樹体を支える強度を確保し、さらに紫外線や微生物など外部環境からの攻撃に対する抵抗性を獲得したのである。リグニンは生態系に高度に濃縮された形態で大量に蓄積されている唯一の芳香族系素材である。したがって、リグニンの芳香族系資源としての高度活用は、脱石油型のバイオ時代を導くキーマクションである。

これまでリグニンの利用を意図し、様々な誘導体化が試みられ、また利用分野が提案されている。しかしこれまでの方向は概してリグニンが生態系において本来発現しているその分子機能を積極的に活用するものではない。天然リグニンから出発した新たなそして積極的な分子設計はほとんどなされておらず、既に複雑な 2 次変性を被った工業リグニンを既存製品への代替原料として増量剤的に用いる範疇のものである。

本研究ではリグニンを『Energy』、『Function』、『Time』のファクターで動的に捉え、生態系におけるその流れを機能材料として社会に具現化することを意図し、新しい機能可変型リグニン系新素材リグノフェノールを設計し、その構造と機能に関し集中的に検討を加えた。CREST 時代の成果に加え、上述したようにさらに多くの機能的そして循環的活用分野が見いだされている。今後はこれら様々なリグニンの機能的応用製品を実際に社会で具現化し、徐々にその規模を拡大すること、そしてさらにそれぞれの応用展開を生態系での流れの順に整理し、高分子体から機能性モノマまでなめらかに繋がる芳香族系材料の流れ（材料代謝）を社会に創成しなければならない。

脂肪族および芳香族系素材の材料としてのなめらかな代謝の具現化は、生態系における循環系炭素の気-固バランス保持に寄与し、結果として脱石油型の、そして生態系を攪乱しない新しい社会が導かれる。

SORST 船岡プロジェクト 活動の総括

本研究は、『資源変換システム開発』と『リグノフェノール応用技術開発』に大別される。『資源変換システム開発』は船岡研究室が担当し、『リグノフェノール応用技術開発』は船岡研究室に加え外部機関の研究者により実施した。

1. 資源変換システム開発（船岡研究室担当）

（リグノセルロース資源の持続的カスケード型分子材料循環を導く要素技術）

CREST 研究にて立ち上げたバッチシステムを連続変換可能な流通系へと発展させるべく、装置設計、試作、試験、改良を行った。このシステムの完成により、リグノセルロース資源が形成、集積されるその現場で液相系への変換が可能となり、効率的な分子レベルでの資源フローが達成される。研究室レベルの装置・技術開発試験とともに、試験の一部を外部機関に依頼し、実用化レベルのデータ取得を行った。

1.1 連続変換装置開発

資源前処理部

① 脱脂、フェノール収着ユニットの設計とプラントの立ち上げ

資源変換・分離部（要素変換制御ユニット）

① 粉体原料連続供給装置（速度可変フィーダー）の開発

② 相分離系変換装置（強制薄膜方式特殊一次混錬ユニット）の設計、試作と効率試験

③ リグノフェノール向流抽出塔の設計、試作と機能試験

④ 超音波反応装置の設計、試作と効率試験

⑤ 比重差分離塔の設計と試作、機能試験

⑥ 多段出入口付帯 2 次反応塔（反応時間制御システム）の開発

⑦ 多段出入口付帯リグノフェノール抽出塔（抽出時間制御システム）の開発

⑧ 連続式横型特殊反応・抽出装置の開発

⑨ ポンプ、バッファ槽を使用しない新規連続システムの開発

分離・回収部

① リグノフェノール回収、精製システムの開発

1.2 実用化に向けた外部試験委託

2005 年度

- ・ 『リグノフェノールの高機能化試験』 新神戸電機株式会社
- ・ 『植物資源変換連続システム設計』 関西化学機械製作株式会社

2006 年度

- ・ 『リグノフェノール製造前処理装置製作』 関西化学機械製造株式会社
- ・ 『リグノフェノール製造試験装置製作』 関西化学機械製造株式会社
- ・ 『リグノフェノール誘導体の精製プロセス検討』 京菱ケミカル株式会社
- ・ 『リグニン分離後の糖液のバイオマス発酵への応用に関する調査』 (株)藤井基礎設計事務所
- ・ 『JST・SORST 三重大学船岡正光教授関連プロジェクトの特許調査』 匠リサーチアンドイノベーション

2007 年度

- ・ 『リグノフェノール製造試験装置改造』 関西化学機械製造株式会社
- ・ 『リグノフェノール資源変換装置運転管理業務』 (株)ケー・ワイ・ビー
- ・ 『リグノセルロース資源構成炭水化物の分離・精製・利用システム調査』 (株)藤井基礎設計事務所

- ・ 『クロマト分離法による硫酸回収検討』(株) 藤井基礎設計事務所
- ・ 『リグノフェノール誘導体の精製および溶媒回収プロセスの設計』(株) ケー・ワイ・ビー
- ・ 『木質バイオマスの有効利用を目指す転換試験』(株) 藤井基礎設計事務所

2008 年度

- ・ 『リグノフェノールの高度活用に関する事前調査』 匠リサーチアンドイノベーション
- ・ 『リグノフェノール誘導体の精製および溶媒回収プロセスの設計』 (株) ケー・ワイ・ビー
- ・ 『リグノセルロース資源構成炭水化物の分離・精製・利用システム調査』 (株) 藤井基礎設計事務所
- ・ 『リグノフェノール資源変換装置改造』 関西化学機械製作株式会社
- ・ 『リグノフェノール誘導体の精製および溶媒回収試験』 (株) ケー・ワイ・ビー
- ・ 『リグノセルロース相分離系変換システムにおける水相部構成素材の分離・回収・利用システムの構築』 (株) 藤井基礎設計事務所
- ・ 『リグノセルロース相分離系変換システムにおける有機相構成素材の分離・回収・精製・再利用システムの構築』 平玄(株)

2. リグノフェノール応用技術開発 (船岡研究室および外部研究機関)

リグニン系新素材リグノフェノールは、その分子内に機能変換素子を組み込んだ循環型フェノール系高分子素材である。現行の社会にリグニンを活用する基盤は存在せず、したがって社会におけるその多段階な活用には、リグノフェノールの機能を逐次活用する新規な材料開発が必須となる。

2.1 植物種とその資源ポテンシャル

- ・ オイルパーム系リグノセルロース
- ・ 草本系リグノセルロース

2.2 植物系分子素材の精密機能制御と循環型材料化

- ・ リグノフェノール誘導体の物理化学的特性
- ・ リグノフェノール系新規機能材料の創製と応用
- ・ リグニン系機能性炭素材料の創製
- ・ リグニン系ナノ構造体の構築とその応用
- ・ リグニン系循環型高分子材料の設計と合成

2.3 分子構造精密解放システムの確立

- ・ 天然リグニンネットワーク構造の逐次解放による低エネルギー型芳香族原料化
- ・ リグノフェノールの高エネルギー型芳香族原料化

5. 類似研究の国内外の研究動向・状況と本研究課題の位置づけ

植物資源を食糧および工業原料として高度に活用する試みは、戦時中および 1960 年代において世界で活発に試みられた。日本でも北海道に大規模なプラントが建設され本格的製造体制に入ったが、結局製品を出荷することなく工場は閉鎖となった経緯がある。これは糖質の活用技術は確立されているものの、酸性条件下において植物体の 20-30% を占めるリグニンの構造を制御することができず、結局廃棄を余儀なくされたことによる。近年バイオエタノールが話題になっているが、この取り組みは過去の失敗の再来であり、技術的かつ活動としての新規性はない。リグニン廃棄の下にセルロース由来ブドウ糖の発酵生成物(エタノール)を取得し、瞬時に炭酸ガスへ戻すシステムであり、環境の世紀といわれる 21 世紀に生態系を攪乱するバイオマテリアルのピンポイント活用が再び社会の話題となっていることに注意しなければならない。

これまでリグニンの利用を意図し、様々な誘導体化が試みられ、また利用分野が提案されている。しかしこれまでの方向はリグニンが生態系において本来発現しているその分子機能を積極的に活用するものではない。天然リグニンから出発した新たなそして積極的なリグニン本体の分子設計はほとんどなされておらず、既に複雑な2次変性を被った工業リグニンを既存製品への代替原料として増量剂的に用いる範疇のものである。

生態系は個々の生命ユニットそしてそれを構成する分子のネットワークにより稼働する精密なシステムであり、そこには不要な物質は存在しない。しかし、これまでの植物資源利用工業は、いずれも構造制御困難なリグニン区分の廃棄の下に成り立っている。生態系を攪乱することなくポスト石油資源として植物資源を完全循環活用するためのブレークスルーポイントは、植物細胞壁内における炭水化物およびリグニンの相互進入高分子網目 (IPN) 構造をそれぞれの素材特性、生態系循環機能を犠牲にすることなくいかに効果的に解放するか、そして生態系長期循環資源であり構造を特定することが困難な多機能系リグニンをいかに逐次高機能化し、循環的に長期活用するか、にある。

本研究において開発した相分離系変換システムは、高エネルギー処理を含む従来の化学処理プロセスとは異なり、リグノセルロース資源の機能を分子レベルで理解し、それを構成素材個々に材料機能として具現化させる全く新規な資源活用プロセスである。システムのキーポイントは、環境変化にきわめて鋭敏なリグニンに対し独自の循環型分子設計を予め与え、さらに糖質の加水分解レベルをも同時に制御することにより、リグニンおよび糖質の同時完全循環利用を達成することにある。相分離系処理プロセスを現行の植物資源利用プロセス (分子複合系形態利用) の後ろに直列配置することにより、高分子高次複合系 (木材) からポスト石油資源レベルまでのなめらかな材料フローの達成が期待される。

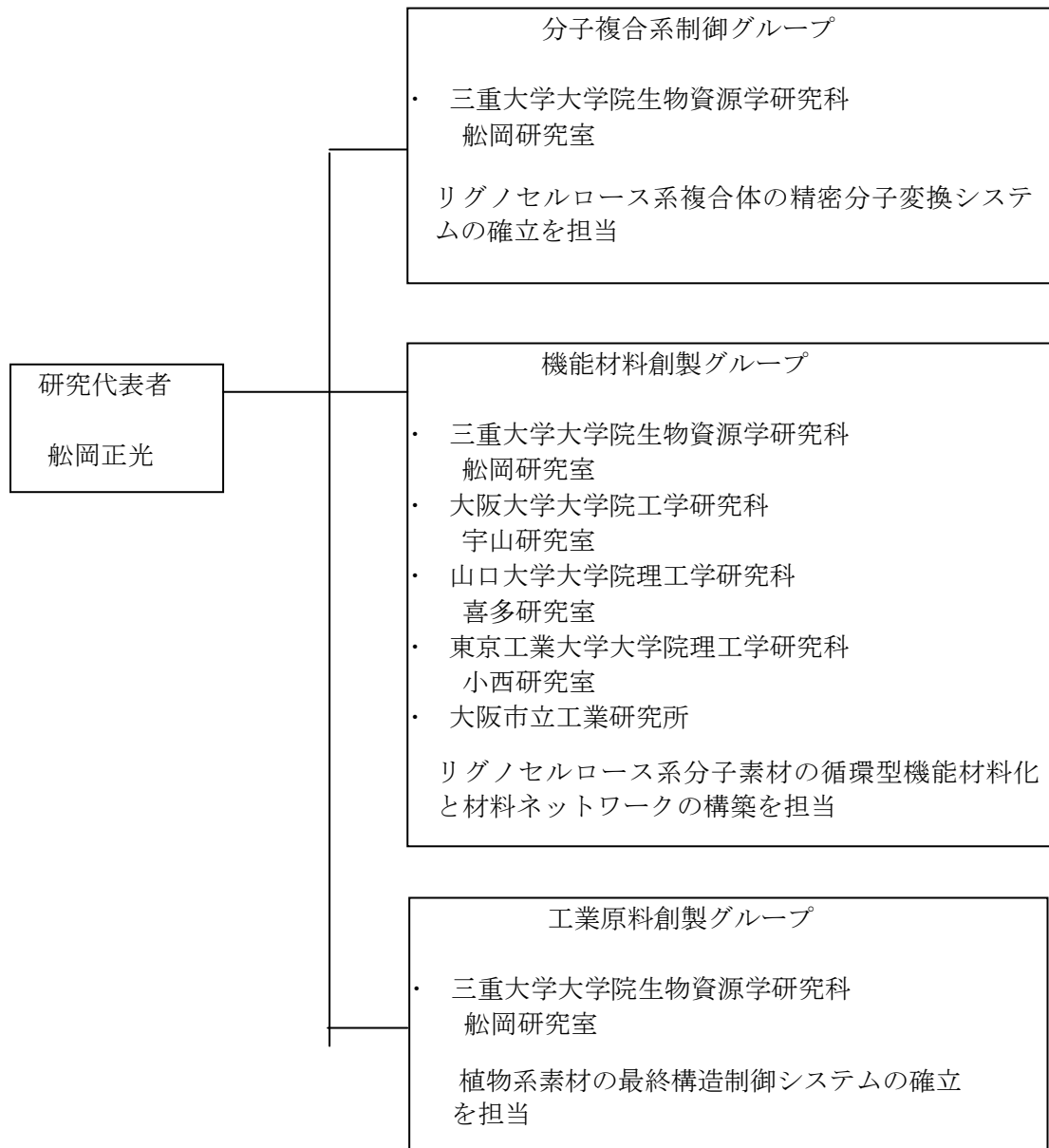
リグノセルロース資源の分子レベルでの循環活用を目指し、研究代表者 (船岡) は約 30 年前に研究を開始した。1999 年の CREST 研究それに続く SORST 研究により研究規模を大幅に拡大し現在に至っている。この間リグノセルロース関連学会のみならず高分子学会、日本化学会、化学工学会、繊維学会など多くの資源材料系学会で活動を公開し、さらにヨーロッパ、東南アジア、USA など海外でも積極的に活動を公開してきた。

現在、社会ではなおバイオエタノールを典型例とする単発的な資源利用が繰り返されているが、一方では徳島県那賀町、島根県隠岐の島町、三重県津市をはじめいくつかの市町村で、生態系の仕組みを肯定した当方の資源活用技術の意義と重要性が認識され、当研究の技術移転と社会でのモデル作りに対する要望が出てきている。海外でもフィンランド、マレーシアをはじめいくつかの拠点で既に当方の技術に関する試験が実施され、組織の整備と早急の技術移転が要求されている。

流体資源石油を基盤として成り立っている社会の仕組みを改変することは容易ではない。しかし、今こそ資源に乏しい日本において独自の持続的そして自律型資源循環社会システムのモデルを立ち上げ、それを世界に公開するときである。そのための基盤技術はもうすでに日本に揃っているのである。国を操る内閣府そして文科省、経産省、環境省、農水省はこれまでの認識を改め、次世代の仕組みを海外に求めるのではなく、世界がそれをモデルとする日本独自の社会モデルを世界に提示しなければならない。生態系となめらかに融合する社会の構築には、規範となるモデルが必要なのである。

6. 研究実施体制

(1) 体制



(2) メンバー表

①分子複合系制御グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
船岡正光	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	教授	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
野中 寛	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	変換システム設計	平成 17 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
鈴木直行	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	素材変換解析, 原料特性解析	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
内迫貴幸	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	助教	変換システム設計, 原料特性解析	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
田村博巳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (博士)	変換システム解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
竹内健悟	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	資源変換・素材分析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
宮坂知佳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	変換システム解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
金田哲也	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 16 年 11 月～ 平成 18 年 3 月
任 浩	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 9 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成 17 年 10 月～ 平成 20 年 9 月

	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	研究員		平成 20 年 10 月～ 平成 21 年 1 月
科野孝典	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 17 年 4 月～ 平成 19 年 3 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
岩崎邦寿	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
梅谷奈緒	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
内藤 堯	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
米倉聡子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 18 年 4 月～ 平成 20 年 3 月
浅野允博	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
往蔵麻衣子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
室田将哉	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
チョン ミン ホ	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
堀井慎平	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材変換解析	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

永松ゆき子	三重大学生物資源学部共生環境学科森林資源環境学	JST 研究員	資源変換・素材分析	平成 16 年 11 月～平成 17 年 3 月
三亀啓吾	住友林業株式会社筑波研究所	研究員	変換システム解析，資源変換・素材分析	平成 16 年 11 月～平成 18 年 6 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員		平成 18 年 7 月～平成 21 年 3 月
青柳 充	コクヨ株式会社 RDI センター技術開発室	研究員	変換システム解析，資源変換・素材分析	平成 16 年 11 月～平成 17 年 3 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員		平成 17 年 4 月～平成 21 年 3 月

②機能材料創製グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
船岡正光	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	教授	循環材料精密設計	平成 16 年 11 月～平成 21 年 3 月
野中 寛	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	循環材料機能制御	平成 17 年 10 月～平成 21 年 3 月
鈴木直行	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	材料物性解析	平成 16 年 11 月～平成 21 年 3 月
内迫貴幸	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	助教	循環材料精密設計，素材特性解析	平成 16 年 11 月～平成 21 年 3 月
田村博巳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (博士)	機能材料開発	平成 16 年 11 月～平成 17 年 3 月
竹内健悟	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	植物繊維変換利用	平成 16 年 11 月～平成 17 年 3 月

宮坂知佳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	循環設計	平成16年11月～ 平成17年3月
金田哲也	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	バイオマス変換利用	平成16年11月～ 平成18年3月
任 浩	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	バイオマス変換利用, バイオマス機能開発	平成16年11月～ 平成17年9月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成17年10月～平成 20年9月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	研究員		平成20年10月～ 平成21年1月
科野孝典	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能解析, バイオマス機能開発	平成17年4月～ 平成19年3月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成19年4月～ 平成21年3月
木村隆之	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)	バイオマス機能開発	平成19年4月～ 平成21年3月
岩崎邦寿	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成18年4月～ 平成20年3月
梅谷奈緒	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成18年4月～ 平成20年3月
内藤 堯	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成18年4月～ 平成20年3月
米倉聡子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成18年4月～ 平成20年3月

浅野允博	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
往蔵麻衣子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
室田将哉	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
チョン ミン ホ	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
堀井慎平	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	バイオマス機能開発	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
喜多英敏	山口大学大学院理工学研究科環境共生系専攻	教授	炭素材料創製	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
宇山 浩	大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻	教授	機能性高分子設計・合成	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
小西玄一	東京工業大学大学院理工学研究科有機・高分子物質専攻	准教授	機能性高分子設計・合成	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
長谷川喜一	大阪市立工業研究所加工技術課高性能樹脂研究室	研究主幹	高分子機能開発	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
門多丈治	大阪市立工業研究所加工技術課高性能樹脂研究室	研究員	機能性高分子合成	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
永松ゆき子	三重大学生物資源学部共生環境学科森林資源環境学	JST 研究員	循環材料設計	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
三亀啓吾	住友林業株式会社筑波研究所	研究員	循環材料開発	平成 16 年 11 月～ 平成 18 年 6 月

	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員		平成 18 年 7 月～ 平成 21 年 3 月
青柳 充	コクヨ株式会社 RDI センター技術開発室	研究員	循環材料開発	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員		平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月

③工業原料創製グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
船岡正光	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	教授	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
野中 寛	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	変換システム設計	平成 17 年 10 月～ 平成 21 年 3 月
鈴木直行	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	准教授	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
内迫貴幸	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	助教	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
田村博巳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (博士)	素材構造解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
竹内健悟	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	変換効率解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
宮坂知佳	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材構造解析	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月

金田哲也	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材構造解析	平成16年11月～ 平成18年3月
任 浩	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材構造解析	平成16年11月～ 平成17年9月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成17年10月～平成 20年9月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	研究員		平成20年10月～ 平成21年1月
科野孝典	三重大学大学院生物資源学研究科森林資源学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成17年4月～ 平成19年3月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)		平成19年4月～ 平成21年3月
木村隆之	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (博士)	素材解析	平成19年4月～ 平成21年3月
岩崎邦寿	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成18年4月～ 平成20年3月
梅谷奈緒	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成18年4月～ 平成20年3月
内藤 堯	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成18年4月～ 平成20年3月
米倉聡子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成18年4月～ 平成20年3月
浅野允博	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成19年4月～ 平成21年3月

往蔵麻衣子	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
室田将哉	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
チョン ミンホ	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成 19 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
堀井慎平	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	院生 (修士)	素材解析	平成 20 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
喜多英敏	山口大学大学院理工学研究科環境共生系専攻	教授	変換素材機能試験	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
宇山 浩	大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻	教授	変換素材機能試験	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
小西玄一	東京工業大学大学院理工学研究科有機・高分子物質専攻	准教授	変換素材機能試験	平成 18 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
長谷川喜一	大阪市立工業研究所加工技術課高性能樹脂研究室	研究主幹	変換素材機能試験	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
門多丈治	大阪市立工業研究所加工技術課高性能樹脂研究室	研究員	変換素材機能試験	平成 16 年 11 月～ 平成 21 年 3 月
永松ゆき子	三重大学生物資源学部共生環境学科森林資源環境学	JST 研究員	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
三亀啓吾	住友林業株式会社筑波研究所	研究員	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 18 年 6 月
	三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員		平成 18 年 7 月～ 平成 21 年 3 月
青柳 充	コクヨ株式会社 RDI センター技術開発室	研究員	変換システム設計	平成 16 年 11 月～ 平成 17 年 3 月

三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻	JST 研究員	平成 17 年 4 月～ 平成 21 年 3 月
------------------------	---------	-----------------------------

7. 研究期間中の主な活動

(1) ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2005/3/14	H16 年度 SORST 第 1 回研究報告会	三重大学生物資源学部 中 会 議 室 (津市)	25	研究会議・非公開
2005/11/4	H17 年度 SORST 第 1 回研究報告会	三重大学生物資源学部 中 会 議 室 (津市)	23	研究報告・非公開
2006/5/25	H18 年度 SORST 第 1 回研究報告会	名古屋国際 会議場 (名古屋市)	15	研究報告・非公開
2006/10/ 26-27	公開シンポジウム； 森林から化学工業へ～ 分子レベルでの新しい 接点～	コラボ産学 官プラザ in TOKYO (東京・船 堀)	174	研究報告・公開
2007/3/14	SORST 船岡研究プロ ジェクト実用化研究成 果報告会	大阪科学技 術センター (大阪市)	20	研究報告・非公開
2007/5/29	H19 年度 SORST 第 1 回研究報告会	平 安 会 館 (京都)	31	研究報告・非公開
2007/11/30	三重大学船岡研究室 (SORST)研究発表会	島根県民会 館(松江市)	60	研究報告・公開
2008/03/19	H19 年度 SORST 第 3 回研究報告会	三重大学生物資源学部 大 会 議 室 (津市)	32	研究報告・非公開
2008/05/28	H20 年度 SORST 第 1 回研究報告会	メルパルク 横浜(横浜 市中区)	16	研究報告・非公開

2008/07/04	三重大学船岡研究室 (SORST)研究発表会	アスト津 (津市)	111	研究報告・公開
2009/01/ 14-15	SORST 船岡研究プロジェクト総括シンポジウム; Lignocellulose を解く	日本科学未来館 7F みらい CAN ホール (東京都江東区)	300	研究成果報告会・公開

(2) 招聘した研究者等

氏 名 (所属、役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間
Professor Yuan-Zong Lai (Ph. D.) State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Dept. of Paper and Bioprocess Engineering, USA	JST SORST 発展研究 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウムでの講演、研究打合せ、意見交換	東京	平成 21 年 1 月 13 日 ～ 平成 21 年 1 月 17 日
Professor Mohd Ali Hassan (Ph. D.) Universiti Putra Malaysia, Malaysia	JST SORST 発展研究 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウムでの講演、研究打合せ、意見交換	東京	平成 21 年 1 月 14 日 ～ 平成 21 年 1 月 16 日
Professor Kari Kolppo (Ph. D.) Tempere University of Technology, Finland	国際共同研究、 研究打合せ	東京	平成 21 年 1 月 13 日 ～ 平成 21 年 1 月 17 日

8. 発展研究による主な研究成果

(1)-1 論文発表 (英文論文 62 件 邦文論文 28 件)

1. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : A new polymeric photosensitizer for dye-sensitized solar cell with porous TiO₂ from forest carbon resources, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 164, 53-60 (2004)
2. Xiao-Shui Wang, Tsutomu Suzuki and Masamitsu Funaoka : Production of Crystallized Carbon for Electromagnetic Shielding from Lignocresol by Nickel-Catalyzed Carbonization-Influence of Calcium Co-loading (I), *Materials Science Research International*, 10, 48-52 (2004)
3. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Conversion pattern of lignocellulosics in the phase-separation system, *Ed.T.Ona Improvement of Forest Resources for Recyclable Forest Products*, 129-136 (2004)
4. 門多丈治, 長谷川喜一, 船岡正光, 鷺見 章 : 植物資源由来リグノフェノールを用いた接着剤, 日本接着学会誌, 40, 101-105 (2004)
5. 門多丈治, 長谷川喜一, 船岡正光 : リグノフェノールを硬化剤に用いたポリウレタン系接着剤, 日本接着学会誌, 40, 380-384 (2004)
6. Eriko Ohmae, Masamitsu Funaoka and Syuzo Fujita : Mechanical and Thermal Properties of Biopolyester-Lignophenol Films, *Materials Science Research International*, 10, 78-83 (2004)
7. Miyoko Uehara, Yukiko Nagamatsu and Masamitsu Funaoka : Plasticization of Lignocellulosics through the Phase-Separation System for the Resources Circulation, *Materials Science Research International*, 10, 84-89 (2004)
8. Hidetoshi Kita : Gas and vapor separation membranes based on carbon membranes, *Chapter 14 of the Material Science of Membranes for Gas and Vapor Separation* Wiley, (2004)
9. Norio Seki, Kuniyasu Ito, Toshio Hara and Masamitsu Funaoka : Synthesis of Lignophenol-Based Network Polymer with Hydrogel Property, *Trans. MRS-J*, 29, 5 2471-2474 (2004)
10. Yukihiko Akao, Norio Seki, Yoshihito Nakagawa, Hong Yi, Kenji Matsumoto, Yukie Ito, Kuniyasu Ito, Masamitsu Funaoka, Awake Maruyama, Makoto Naomi and Yoshinori Onawa : A highly bioactive Lignophenol derivative from bamboo lignin exhibits a potent activity to suppress apoptosis induced by oxidative stress in human neuroblastoma SH-SY5Y cells, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 12, 4791-4801 (2004)
11. 船岡正光, 青柳 充 : フェノール系リグニン誘導体を光増感材とする光電変換プロセスの開発, ケミカルエンジニアリング, 49, 60-64 (2004)
12. 門多丈治 : 接着 リグノフェノールの木材用接着剤への応用, 高分子刊行会, 48, 2, 63-67 (2004)
13. Hidetoshi Kita, Tomoko Koga, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto and Masamitsu Funaoka : Molecular sieve carbon membrane from lignin-based materials by rapid pyrolysis, *8th International Conference on Inorganic Membranes*, 171-174 (2004)
14. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto and Masamitsu Funaoka : Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials, *Abstract of APCChe 2004*, 3P07092, 1-7 (2004)
15. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏, 岡本健一, 船岡正光 : リグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜の高速製膜, 膜シンポジウム, 16, 37-39 (2004)
16. Masamitsu Funaoka : Sustainable Flow of Forest Resources in the Molecular Level from the Forest to the Chemicals Industry, *Integrative Approachs towards*

- sustainability in the Baltic Sea Region (W.L.Filho, A.Ubelis, eds.), 431-437 (2004)*
17. Takashi. Yoshida, Zuyong Xia, Kei-ichi Takeda, Takahiro Katsuta, Kazutoshi Sugimoto and Masamitsu Funaoka : Peroxidase-catalyzed polymerization and copolymerization of lignin-based macromonomer (lignocresol) having high content of *p*-cresol and thermal properties of the resulting polymers, *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 16, 783-788 (2005)
 18. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Masayuki Kuriyama, Masamitsu Funaoka and Kenjiro Makino : Reductive Adsorption of Gold(III) by Crosslinked Lignophenol, *Chem. Lett.*, 34 (1), 34-35 (2005)
 19. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Keisuke Ohto, Tatsuya Oshima, Atsushi Murota, Masamitsu Funaoka and Kenjiro Makino : Gels of lignin derivatives for adsorption of metal ions, *Reactive and functional polymers*, 62, 129-139 (2005)
 20. 青柳 充, 船岡正光 : 天然リグニン誘導体リグノフェノールの光励起プロセスの活用, 高分子論文集, 62, 6, 283-290 (2005)
 21. 船岡正光, 青柳 充, 喜多英敏 : リグノセルロースー循環型機能材料としての新しい展開, *Cellulose Communication*, 12 (1), 2-7 (2005)
 22. 船岡正光 : 植物系分子素材の高度循環活用システムの構築, エネルギー・資源, 26, 107-110 (2005)
 23. 船岡正光 : リグノセルロース 持続的資源としての新しい展開, 木材学会誌, 51, 60-61 (2005)
 24. 船岡正光, 吉田 孝 : 天然リグニンの精密構造変換と酵素重合, *Bioindustry*, 7, 2005 (2005)
 25. 船岡正光 : 森林資源の新しい展開 ～森林から化学工業への新しい流れ～, 山林, No.1453, 2-10 (2005)
 26. Masamitsu Funaoka : Out of Wood, *The Japan Journal*, March Vol.1, No.11, 31 (2005)
 27. 船岡正光 : 分子レベルで森林資源を活用する, *Bionics*, 6, 39-45 (2005)
 28. 船岡正光, 井上勝利 : リグノフェノール誘導体の構造とその金属吸着特性, 接着, 49 8, 14-20 (2005)
 29. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Kenichi Okamoto and Masamitsu Funaoka : Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials by rapid pyrolysis, *International Congress on Membrane Processes*, PM158, 1-2 (2005)
 30. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka and Masamitsu Funaoka : Molecular Sieve Carbon Membranes Derived from lignophenols, *The 2nd International Workshop on Gas Hydrate Studies and Other Related Topics*, (2005)
 31. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka and Masamitsu Funaoka : Rapid Pyrolysis of Lignin-based Materials for the Synthesis of Molecular Sieve Carbon Membranes, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 31, 287-290 (2006)
 32. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Polymer structure of Lignophenol I-Structure and function of fractionated lignophenol-, *Polymer Journal*, 38, 6, 585-591 (2006)
 33. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Polymer structure of Lignophenol II-Comparison of molecular morphology of lignophenol and conventional lignins-, *Polymer Journal*, 38, 6, 592-596 (2006)
 34. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Conversion and separation pattern of lignocellulosic carbohydrates through the phase-separation treatment, *Polymer Journal*, 38, 7, 694-702 (2006)

35. 船岡正光：持続的分子形成の場としての森林の新しい価値，森林技術，766，8-12 (2006)
36. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : A photochemical cell sensitized with a lignin-based polymer with high recyclability, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 31, 4, 891-894 (2006)
37. 青柳 充，船岡正光：高度循環型分子設計を有する天然リグニン誘導体リグノフェノールを用いた光化学電池，ネットワークポリマー，27，1，20-29 (2006)
38. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : A photochemical cell with nano-porous TiO₂ electrode sensitized by lignophenol under visible light irradiation, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 181, 1, 114-119, (2006)
39. 船岡正光：リグニンの循環設計とその逐次機能制御システム，化学工学，70，8，394-398 (2006)
40. Durga Parajuli , Hidetaka Kawakita , Katsutoshi Inoue and Masamitsu Funaoka : Recovery of Gold(III), Palladium(II), and Platinum(IV) by Aminated Lignin Derivatives, *Ind.Eng.Chem.Res.*, 45, 6405-6412 (2006)
41. 門多丈治，長谷川喜一，船岡正光：植物資源由来リグノフェノールを原料とする新規エキシボ樹脂，ネットワークポリマー，27，3，118-125 (2006)
42. 船岡正光：リグノセルロースの新しい展開，グリーンスピリッツ，12，3，3-7 (2006)
43. 青柳 充，梅谷 奈緒，船岡 正光：高度循環型分子設計を有するリグニン系ポリマーを用いた光電変換，第 25 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集,1-2 (2006)
44. 門多丈治：植物資源由来リグノフェノールを原料とする接着剤の開発，日本接着学会誌，43，1，20-25 (2007)
45. 齊藤 猛，船岡正光：木粉ーリグノフェノール複合成形体の調製とその物性，木材学会誌，53，3，134-140 (2007)
46. Takayuki Kimura, Hiromi Tamura and Masamitsu Funaoka : Research in Relationship between Negative Electrode Performance of Lead Acid Battery and Molecular Structure of Lignin using Lignophenol, *Transactions of Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1091-1094 (2007)
47. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Correlation between polymer structures and functions of lignophenols, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1127-1130 (2007)
48. Hao Ren and Masamitsu Funaoka : Function and Potential of Bamboo Lignins, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1095-1098 (2007)
49. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : Applications of Lignophenol / Nano-Structured Titanium Dioxides Composites, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1103-1106 (2007)
50. Mitsuru Aoyagi, Nao Umetani and Masamitsu Funaoka : Photochemical Cells Sensitized by Lignophenol Derivatives, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1107-1110 (2007)
51. Mitsuru Aoyagi , Satoko Yonekura and Masamitsu Funaoka : Selective Phenolation of Lignins Using Cellulose Supports for Functionality Control, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1111-1114 (2007)
52. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : Conductive Composites of Lignophenol and Polyaniline, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1115-1118 (2007)
53. Mitsuru Aoyagi, Kunihiisa Iwasaki and Masamitsu Funaoka : Response of Lignophenol under High Energy Condition, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1119-1122 (2007)

54. Mitsuru Aoyagi, Takashi Naito and Masamitsu Funaoka : Design of Multilayered Cellulose Molds-Lignophenol Composites , *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1123-1126 (2007)
55. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Control of conversion and separation of lignocellulose components by phase-separation conditions, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32, 4, 1131-1134 (2007)
56. 古賀智子, 喜多英敏 : 炭素膜の開発と水/エタノール分離, 化学工学, 71, 825-828 (2007)
57. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka and Masamitsu Funaoka : Molecular Sieve Carbon Membrane Derived from Lignophenols, Gas Hydrates for the Future Energy and Environment, *Kitami Institute of Technology*, ISBN 978 4 903845 00, 525-28 (2007)
58. 三亀啓吾, 山本泰子, 船岡正光 : ファイバーボードの分子素材原料としてのポテンシャル, 廃棄物学会, 印刷中
59. 船岡正光 : バイオベースポリマー 植物資源由来の高分子材料, 材料, 56, 12, 1189-1193 (2007)
60. Kyoko Suzuki, Tsutomu Suzuki, Naohiro Takazawa and Masamitsu Funaoka : Crystallinity and mesoporosity of carbon produced from lignin-*p*-cresol and their improvement by pulverization and acid treatment, *Holzforschung*, 62, 157-163 (2008)
61. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Hidetaka Kawakita, Keisuke Ohto, Hiroyuki Harada and Masamitsu Funaoka : Recovery of precious metals using Lignophenol compounds, *Minerals Engineering*, 21, 61-64 (2008)
62. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Tsutomu Suzuki, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka, Isao Kawafune and Masamitsu Funaoka : Carbon Membranes from Wood Materials and their Separation Properties, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 825-828 (2008)
63. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : Successive structural conversion of lignin for chemical feedstock, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1149-1152 (2008)
64. Keigo Mikame, Yasuko Yamamoto and Masamitsu Funaoka : Refining of fiberboards through the phase-separation system, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1201-1204 (2008)
65. Hao Ren and Masamitsu Funaoka : Conversion and Separation of Bamboo Lignocellulosic Components, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1141-1144 (2008)
66. Hao Ren and Masamitsu Funaoka : Separation and Features of Carbohydrates in Bamboo Lignocellulosics, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1145-1148 (2008)
67. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka, Yoshihito Shirai and Mohd Ali Hassan : Potential of Oil Palm EFB (Empty Fruit Bunch of *Elaeis guineensis*) as Industrial Raw Materials, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1181-1184 (2008)
68. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka, Yoshihito Shirai and Mohd Ali Hassan : Characteristics of Oil Palm EFB (Empty Fruit bunch of *Elaeis guineensis*) Lignin, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33, 4, 1185-1188 (2008)
69. 小西玄一 : デザイン型フェノールの精密重合 : フェノール樹脂の新展開, 有機合成化学協会誌, 66, 705 (2008)
70. 青柳 充, 船岡正光 : リグノフェノール誘導体の光化学電池への応用, 化学工業, 59, 7, 18-27 (2008)

71. 船岡正光：リグノセルロースー持続的社會における新しい展開ー，環境資源工学，55，2，98-102（2008）
72. 船岡正光：環境応答性素材ーLIGNINーその分子設計と持続的社會への展開，高分子，57，6，426-429（2008）
73. Katsutoshi Inoue, Durga Parajuli, Khunathai Kanjana, Hidetaka Kawakita, Keisuke Ohto, Masamitsu Funaoka and Alam Shafiq : Adsorptive Separation, Concentration and Purification of Precious Metals Using Lignophenol Compounds : Novel Environmentally Benign Polymeric Materials Prepared from Wood Wastes, *Hydrometallurgy 2008-6th International Symposium-Honoring Robert Shoemaker*, 849-857（2008）
74. Takashi Yoshida, Rong Lu, Shuqin Han, Kazuyuki Hattori, Takahiro Katsuta, Keiichi Takeda, Kazutoshi Sugimoto and Masamitsu Funaoka : Laccase-catalyzed Polymerization of Lignocatechol and Affinity on Proteins of Resulting Polymers, *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 47, 3, 824-832（2009）
75. Takashi Tsujimoto, Naokichi Imai, Hiroshi Kageyama, Hiroshi Uyama and Masamitsu Funaoka : Network Polymers from Epoxidized Soybean Oil and Bio-based Phenolic Polymers, *Network Polymers*, 29, 4, 192-197（2008）
76. Ataru Kobayashi and Genichi Konishi : Synthesis and Analysis of Resorcinol-Acetone Copolymer, *Molecules*, 14, 364（2009）
77. Tadamasa Nemoto, Isamu Amir and Genichi Konishi : Synthesis of a High Molecular Weight Bisphenol A Novolac, *Polym. J.*, 41, in press（2009）
78. Tadamasa Nemoto, Isamu Amir and Genichi Konishi : Synthesis of a Formyl Group-Containing Reactive Novolac, *Polym. J.*, 41, in press（2009）
79. Tadamasa Nemoto, Isamu Amir and Genichi Konishi : Novel Reactive Novolac: Synthesis of Alkoxyated Phenolic Resins Containing an Acetyl Group and Their Functionalization by Grignard Reaction, *Polym. J.*, 41, in press（2009）
80. Tadamasa Nemoto, Genichi Konishi and Masamitsu Funaoka : Preparation of Lignophenol-*graft*-poly(2-ethyl-oxazoline) and its Application for Polymer Blends with Commodity Polymers” *Biomacromolecules*, , in press（2009）
81. Mitsuru Aoyagi and Masamitsu Funaoka : Separation by Molecular Weight during Purification Process of Lignophenol, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
82. Mitsuru Aoyagi, Nao Umetani and Masamitsu Funaoka : Influences of Lignophenol-Derivatives on Performances of Photo-Chemical Cells, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
83. Mitsuru Aoyagi, Satoko Yonekura, Chika Miyasaka and Masamitsu Funaoka : Preparation of Novel Lignophenol-based Polymers using Cellulose Fibers as Vanishing Reaction-Supports, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
84. Maiko Okura and Masamitsu Funaoka : Rearrangement and Function of Lignin Polymer Network with Lignin Precursors, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
85. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka, Yoshihito Shirai and Mohd Ali Hassan : Creating Sustainable Flow of Aliphatic and Aromatic Materials Initiated from Oil Palm Field - New EFB Refining System Using Structural Units of EFB Lignin -, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
86. Hirohiko Yasui and Masamitsu Funaoka : Creating Sustainable Industrial Network through Successive Functionality Control of Lignocellulosics -Oki-Island Model-, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press

87. Shinpei Horii and Masamitsu Funaoka : Response of lignophenols for oxidation and reduction systems, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
88. Keigo Mikame and Masamitsu Funaoka : : Functionality control of Lignophenol by demethylation of methoxyl group -Successive structural conversion of syringyl type lignophenol-, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
89. Hao Ren and Masamitsu Funaoka : Potential of bamboo forest as molecule forming fields, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press
90. Minh Jung and Masamitsu Funaoka : Structural features of lignophenols - Isolation and characterization of ether-soluble fractions -, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, in press

(1)-2 著書

1. 船岡正光, 永松ゆきこ : 高分子の架橋と分解 -環境保全を目指して-, 第 9 章 4 天然素材リグニンを利用する機能性材料の開発, 株式会社シーエムシー出版, 6 月, 280-290 (2004)
2. 鈴木 勉 : エレクトロニクス用カーボン技術大全集, バイオマスからの電磁波シールド用結晶炭素の製造, 情報技術協会, 8 月, 541-552 (2004)
3. 永松ゆきこ, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 2 章 1 循環型ウッドプラスチックの設計と誘導, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
4. 永松ゆきこ, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 3.1 リグノセルロース系循環材料への展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
5. 永松ゆきこ, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 3.2 有機・無機質集合化材への展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
6. 三亀啓吾, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.1 酵素複合系の機能変換, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
7. 三亀啓吾, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 5 章 3.1 糖質の精密制御, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
8. 青柳充, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 2 章 3 機能性塗料の新展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
9. 青柳充, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 4.1 光電変換デバイスの設計と構築, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
10. 大前江利子, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.4 バイオポリエステル可塑剤への応用, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
11. 吉田 孝, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.3 酵素による重合制御, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
12. 鈴木 勉, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 5.2 電磁波シールド材料の開発, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
13. 喜多英敏, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 5.1 機能性分離膜の創製, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
14. 関 範雄, 伊藤国億, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.2 H I V プロテアーゼ活性阻害剤としての機能, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
15. 関 範雄, 伊藤国億, 原 敏夫, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 3.5 高吸水性樹脂の設計と機能, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
16. 門多丈治, 長谷川喜一, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 3.3 機能性接着剤への展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
17. 門多丈治, 長谷川喜一, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 3.4 感光性材料への展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
18. 藤田修三, 船岡正光 : 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.6 持続的抗酸化剤としての

- 機能, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
19. 井上勝利, Durga Parajuli, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 2.5 金属元素吸着固定化体としての機能, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 20. 寺田正幸, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 4.2 鉛蓄電池負極素材への応用, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 21. 近藤和博, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 9 章持続的工業システムの展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 22. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 1 章木質系有機資源の潜在量と循環資源としての新しい視点, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 23. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 3 章 1 界面制御反応による精密リファイニング, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 24. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 第 4 章 1 天然リグニンの精密機能制御システム, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 25. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開, 株式会社シーエムシー出版, (2004)
 26. Masamitsu Funaoka : Sustainable Flow of Forest Resources in the Molecular Level from the Forest to the Chemicals Industry, *Integrative Approachs towards sustainability in the Baltic Sea Region (W.L.Filho, A.Ubelis, eds.)*, 431-437 (2004)
 27. 青柳充, 船岡正光: 薄膜太陽電池の開発最前線, 第 4 章 2.8 リグノフェノールを用いた光化学電池の開発, 株式会社シーエムシー出版, 296-306 (2005)
 28. 「緑のループ」編集委員会+船岡研究室: 夢ある未来の鍵は木シリーズ 緑のループ, 森の風プロジェクト, 1-169 (2005)
 29. 船岡正光: 木質新素材で循環型もの作り, 『木のびっくり話 100』, 第 1 章 科学技術でわかった木のびっくり話 35 溶かして再利用! 木質新素材, 日本木材学会編, 82-83 (2005)
 30. 門多丈治: 接着便覧第 24 版, 第 1 編 5 リグノフェノールの接着剤への応用, 高分子刊行会, 125-134 (2005)
 31. 船岡正光: プラントミメティックス～植物に学ぶ～, 第 3 編 第 2 章 1 樹木の循環設計とその応用, 株式会社エヌ・ティー・エス, 300-310 (2006)
 32. 船岡正光: エコマテリアルハンドブック, 4 4.1.2 新しい循環型リグニン利用システムの開発, 丸善株式会社, 221-223 (2006)
 33. 船岡正光: 持続的社会と森林～物質形成の場としての新しい価値, *Argus-eye*, 1, 8-15 (2007)
 34. 船岡正光: 森林と木材を活かす大事典, 9 編 4.2 木質バイオマスの化学的総合利用, 産調出版, 436-437 (2007)
 35. 船岡正光: 植物由来プラスチックの高機能化とリサイクル技術, 第 13 章リグニンのリグノフェノールへの変換技術, *サイエンス&テクノロジー*, 96-113 (2007)
 36. 永松ゆきこ, 門多丈治, 長谷川喜一, 船岡正光: 植物由来プラスチックの高機能化とリサイクル技術, 第 14 章リグノフェノールを用いた樹脂の開発, *サイエンス&テクノロジー*, 96-140 (2007)
 37. 船岡正光: 森林から化学工業へ ～分子レベルでの新しい接点～, 日本材料学会 (第 30 回材料講習会), 1-15 (2007)
 38. 船岡正光, 門多丈治, 長谷川喜一: 感光性樹脂の応用技術, 第 7 章 3 リグニン由来の感光性樹脂, 株式会社シーエムシー出版, 223-237 (2009)
 39. 小西玄一: 新しいフェノール樹脂: 合成法と応用展開, *プラスチックエージ*, 印刷中
 40. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, “Sustainability”を導く～基盤資源リグノセルロースの持続的活用指針, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 41. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, 相分離系反応システムによるリグノセルロースの精密分子リファイニング, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 42. 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, 循環型リグニン系ポリマーの設計と天然リグニンの逐次機能制御システム, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 43. 青柳 充, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグニンの電子伝達系を応用する

- 光電変換素子の設計, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
44. 青柳 充, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールー酸化チタン複合系の特性, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 45. 青柳 充, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールの高分子物性とその機能的活用, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 46. 三亀啓吾, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, 天然リグニンの逐次分子機能制御, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 47. 野中 寛, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールから芳香族モノマーの誘導, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 48. 科野孝典, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, オイルパームの資源ポテンシャル, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 49. 任 浩, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, タケリグノセルロースの資源特性, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 50. 宇山 浩, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノール系機能性高分子材料の開発, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 51. 小西 玄一, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグニン系機能性高分子の設計, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 52. 藤田修三, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールの生体機能開発, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 53. 長谷川喜一, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグニン系樹脂とその機能, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 54. 井上 勝利, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールの金属元素吸着特性とその応用, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 55. 喜多英敏, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, リグニン系分離膜の創成とその応用, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 56. 三苫好治, 船岡正光: 木質系有機資源の新展開 II, 還元によるリグノフェノールの機能変換, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 57. 船岡正光, 米倉聡子: 木質系有機資源の新展開 II, 樹木細胞壁をミミックする新規高分子変換系の開発, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 58. 船岡正光, 内藤 堯: 木質系有機資源の新展開 II, リグノフェノールーセルロース繊維複合系の機能とその応用, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)
 59. 船岡正光, 室田将哉: 木質系有機資源の新展開 II, 樹木の環境応答特性とその分子機能相関, 株式会社シーエムシー出版, 印刷中 (2009)

(2) 口頭発表

①学会

国内 336 件, 海外 94 件

1. 永松ゆきこ, 大前江利子, 永松和成, 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大), 三亀啓吾(住林株): 各種リグノセルロース系素材の相分離系変換システムによる資源変換効率, 化学工学会第 69 年会, 堺, 4 月 2-4 日 (2004)
2. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムにおけるリグノセルロース素材の分離挙動と物質収支, 化学工学会第 69 年会, 堺, 4 月 2-4 日 (2004)
3. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニン誘導体リグノフェノールを光増感剤として用いた光電変換プロセスの開発, 化学工学会第 69 年会, 堺, 4 月 2-4 (2004)
4. 喜多英敏, 濱野剛央, 古賀智子, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン系分子ふるい炭素膜による気体分離(II), 化学工学会第 69 年会, 堺, 4 月 2-4 日 (2004)
5. 井上勝利, 栗山正之, 田村暢康, 大渡啓介, 大島達也(佐賀大), 船岡正光(三重大), 牧野賢次郎(南山曹ミクロン): 化学修飾リグニンの金属吸着特性, 化学工学会第 69 年会, 堺, 4 月 2-4 日 (2004)
6. Takashi Yoshida, Keiichi Takeda, Takahiro Katsuta(北見工大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Urushi laccase-catalyzed Polymerization of lignocatechol, 5th International Symposium on the New Horizon of Bioscience in the Field of Forest Products, Korea, April 22-23 (2004)
7. Tsutomu Suzuki, Xiao-Shui Wang, Mitsumori Miyamoto, Tetsuo Yamada(北見工大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Nickel-catalyzed carbonization of woody biomass to produce crystallized carbon for electromagnetic shielding, 5th International Symposium on the New Horizon of Bioscience in the Field of Forest Products, Korea, April 22-23 (2004)
8. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニン誘導体リグノフェノール-TiO₂—電極を用いた木質系光電変換デバイスの開発—, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
9. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグニン系ポリエステル型材料の創製とその機能, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
10. 永松和成(科技構), 竹内健悟, 船岡正光(三重大): 植物系分子複合体の相分離系機能制御システム—超音波エネルギーによる反応制御と素材特性—, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
11. 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 藤田修三(青森県保大): リグノフェノールの構造と PHB 可塑剤としての機能, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 (2004),
12. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムにおけるリグノセルロース成分の挙動—処理条件と変換・分離特性—, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
13. 西 智広, 船岡正光(三重大), 三亀啓吾(住林株): リグノフェノール-多孔質ガラス複合系による酵素機能制御, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
14. 竹内健悟(三重大), 永松和成(科技構), 船岡正光(三重大): リグノセルロース系複合材料の分子素材原料としての特性—相分離系変換システムにおける素材変換・分離挙動—, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
15. 宮坂知佳(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムを応用したリグノフェノールの機能変換—分子内スイッチング素子の機能制御—, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)

16. 村雲 功(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いた導電性高分子ポリアニリンの機能制御, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
17. 金田哲也, 船岡正光(三重大): 分子機能変換によるリグノセルロース系プラスチックの誘導, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
18. 米本孝子(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大), 藤田修三(青森県保大): リグノフェノール誘導体の構造とその金属吸着特性, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
19. 古賀智子, 喜多英敏, 岡本健一(山口大), 王 暁水, 鈴木 勉(北見工大), 船岡正光(三重大): リグニン系分子ふるい炭素膜—製膜条件の検討, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
20. 勝田剛弘, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の酵素重合, 第 53 回高分子学会年次大会, 神戸, 5 月 25-27 日 (2004)
21. 永松ゆきこ(科技構), 市川智也, 船岡正光(三重大): リグニン-ファイバー系循環材料の設計とその機能, セルロース学会第 11 回年次大会, 仙台, 7 月 15-16 日 (2004)
22. 永松ゆきこ(科技構), 竹内健悟, 船岡正光(三重大): 超音波によるリグノセルロースの相分離系変換制御, セルロース学会第 11 回年次大会, 仙台, 7 月 15-16 日 (2004)
23. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムにおけるリグノセルロース構成分子の分離・変換挙動と物質収支, セルロース学会第 11 回年次大会, 仙台, 7 月 15-16 日 (2004)
24. 金田哲也(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグノセルロース系プラスチックの誘導とその材料特性, セルロース学会第 11 回年次大会, 仙台, 7 月 15-16 日 (2004),
25. Takashi Yoshida, Kei-ichi Takeda, Takahiro Katsuta(北見工大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Enzyme-catalyzed polymerization of lignophenols, 3rd International Symposium on High-Tech Polymers and Polymeric complexes, China, July 16 (2004)
26. Hidetoshi Kita, Tomoko Koga, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Molecular sieve carbon membrane from lignin-based materials by rapid pyrolysis, 8th International Conference on Inorganic Membranes, Usa(Ohio), July 18-22 (2004)
27. Masamitsu Funaoka: Design and Synthesis of Lignin-Based Structure Controllable Polymers, XIII International Materials Research Congress 2004, Cancun-Mexico, August 22-26 (2004)
28. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): 植物資源由来リグノフェノールを硬化剤とするポリウレタン系接着剤, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
29. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールをバックボーンとするポリエステル型素材の設計とその機能, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
30. 永松ゆきこ, 青柳 充, 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 三亀啓吾(住林株): 相分離系変換システムによるリグノセルロース系資源を起点とした新しい物質循環システム, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
31. 永松ゆきこ, 青柳 充, 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 三亀啓吾(住林株): 循環型リグニン系ポリマーの設計とその応用, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
32. 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 藤田修三(青森県保大): リグノフェノールのカスケード活用と PHB の機能化, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
33. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの光励起プロセスの応用森林資源由来循環型ポリマーを用いたサステナブルエネルギー変換—, 第 53 回高分子

- 討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
34. 竹内健悟(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 製紙用リグノセルロース系繊維の分子素材ポテンシャル, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 35. 金田哲也(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 循環型リグノセルロース系プラスチックの誘導とその機能, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 36. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムにおけるリグノセルロース分子の分離・変換制御, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 37. 宮坂知佳(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): C1 フェノール核を活用したリグノフェノールの逐次構造制御, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004),
 38. 田村博巳, 船岡正光(三重大): Pb 固定化体としてのリグノフェノールの特性, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 39. 勝田剛弘, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の酵素重合とポリフェノールの性質, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 40. 竹田景一, 勝田剛弘, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノカテコールのラッカーゼ酵素重合によるポリマー生成とその性質, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 41. 喜多英敏, 古賀智子, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): 高周波誘導加熱法により作製したリグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 42. 鈴木 勉, 王 暁水, 高澤直弘(北見工大), 船岡正光(三重大): ニッケル触媒炭化によるリグノフェノールからの電磁波シールド用結晶炭素の製造, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 43. 関 範雄(岐阜生研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの逐次機能変換とその機能, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 44. 福岡徳馬(京大院工), 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大), 小林四郎(京大院工): 酵素関連触媒を用いた天然資源由来のフェノールポリマーの合成と応用, 第53回高分子討論会, 札幌, 9月15-17日 (2004)
 45. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): 高周波誘導加熱法によるリグニン系分子ふるい炭素膜の創成, 化学工学会下関大会, 下関, 9月27日 (2004)
 46. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン系機能性分離膜の創製—ナノスペースを利用した新しい分離膜をめざして, 「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」第6回公開シンポジウム, 東京, 10月15日 (2004)
 47. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials, 10th THE APCCHE 2004, Kitakyushu, October 17-21 (2004)
 48. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールのエステル化パターンとその機能コントロール, 第54回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10月21-22日 (2004)
 49. 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 藤田修三(青森県保大): 循環型リグノフェノール-PHB 複合系の材料特性, 第54回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10月21-22日 (2004)
 50. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): ネットワーク型リグノセルロース材料の相分離系処理による機能制御, 第54回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10月21-22日 (2004)
 51. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの光励起プロセスの活用, 第54回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10月21-22日 (2004)

52. 宮坂知佳, 船岡正光(三重大): C1 位スイッチング素子の逐次フェノール化によるリグノフェノールの機能制御, 第 54 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 21-22 日 (2004)
53. 宇山 浩(阪大院工), 福岡徳馬, 小林四郎(京大院工), 船岡正光(三重大): 酵素関連触媒を用いた天然資源由来のフェノールポリマーの合成と応用, 第 54 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 21-22 日 (2004)
54. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系植物資源交換システムと超音波エネルギーによるその制御, 第 13 回ソノケミストリー討論会, 東京, 11 月 11-12 日 (2004)
55. 青柳 充(コクヨ株), 村雲 功, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの電子伝達系の活用ー森林資源由来循環型ポリマーを用いた電子材料開発ー, 第 13 回ポリマー材料フォーラム, 名古屋, 11 月 11-12 日 (2004)
56. 永松ゆきこ, 大前江利子(科技構), 青柳 充(コクヨ株), 船岡正光(三重大), 三亀啓吾(住林株): 循環型基材としてのリグノフェノールのポテンシャル, 第 13 回ポリマー材料フォーラム, 名古屋, 11 月 11-12 日 (2004)
57. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): リグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜の高速製膜, 膜シンポジウム 2004, 京都, 11 月 18-19 日 (2004)
58. 喜多英敏, 古賀智子, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): 高周波誘導加熱法により作製したリグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜, 第 53 回高分子討論会, 札幌, 9 月 15-17 日 (2004)
59. 青柳 充(科技構): リグノフェノールの光励起プロセスの活用, 産業総合研究所平成 16 年度第 2 回セミナー, つくば, 11 月 19 日 (2004)
60. 勝田剛弘, 杉本和俊, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール類のラッカーゼによる重合と生理材料化, 第 39 回高分子学会北海道支部研究発表会, 札幌, 2 月 1 日 (2005)
61. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールのポリエステル型高次構造制御, グリーン・サステイナブルケミストリーシンポジウム 2005, 東京, 3 月 7-8 日 (2005)
62. 科野孝典(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムによるオイルパーム構成分子の循環型機能材料化, グリーン・サステイナブルケミストリーシンポジウム 2005, 東京, 3 月 7-8 日 (2005)
63. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): エステル架橋型リグノフェノール高分子の機能特性, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
64. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムによる樹木細胞壁構成炭水化物の機能変換パターン, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
65. 青柳 充(コクヨ株), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いた光化学太陽電池ならびに電子材料の開発, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
66. 宮坂知佳(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): C1 フェノール核の精密構造制御によるリグノフェノールの変換特性コントロール, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
67. 竹内健悟(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): パルプ構成分子の精密機能変換と新しい循環型利用システム, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
68. 任 浩(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離変換システムにおける Bamboo Lignocellulose の変換特性, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
69. 金田哲也(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 木材高分子複合系のプラスチック化とその材料特性, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
70. 科野孝典(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): オイ

71. 齊藤 猛(三重県科技セ工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体による木質材料の表面改質, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
72. 関 範雄(岐阜生研), 船岡正光(三重大): 水溶性リグノフェノールの HIV-1 プロテアーゼ活性阻害機能, 第 55 回日本木材学会大会, 京都, 3 月 16-18 日 (2005)
73. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): リグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜の高速製膜とその透過物性, 化学工学会第 70 年会, 名古屋, 3 月 22-24 日 (2005)
74. 井上勝利, Durga Parajuli, 大渡啓介(佐賀大理工), 船岡正光(三重大), 牧野賢次郎(山曹ミクロン): リグノフェノールによる金の選択的回収, 化学工学会第 70 年会, 名古屋, 3 月 22-24 日 (2005)
75. 宮坂知佳(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): C1-フェノール核を基点としたリグニン系ポリマーの高度循環型高分子設計, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
76. 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグニン系ポリマーのエステル型高次構造デザイン, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
77. 青柳 充(コクヨ㈱), 船岡正光(三重大): 天然リグニン誘導体高分子リグノフェノールの電子伝達系の活用, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
78. 科野孝典(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): オイルパーム空房の分子素材資源としてのポテンシャル, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
79. 任 浩(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 三亀啓吾(住林㈱), 船岡正光(三重大): 竹リグノセルロース高分子複合系の解放と素材の構造特性, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
80. 金田哲也(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 繊維強化型リグノセルロース系プラスチック素材の創製とその機能, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
81. 三亀啓吾(住林㈱), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの構造可変機能と誘導される分子構造特性, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
82. 青柳 充(コクヨ㈱), 船岡正光(三重大): リグバるキューブを用いた新しい炭素循環教材, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
83. 増田健司, 臼田和正, 竹野淳一, 青柳 充(コクヨ㈱), 船岡正光(三重大): 展開可能な立方体を用いた森林起点の新しい炭素循環学習教材, 日本化学会第 85 春季年会, 横浜, 3 月 26-29 日 (2005)
84. Masamitsu Funaoka : Design and functions of structure controllable lignin-based polymers, 7th Forum International Lignin Institute, Hotel HESPERIA SANT JUST, Barcelona-Spain, 27 April (2005)
85. 宮坂知佳(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 分子内スイッチング素子の構造とリグノフェノールの循環特性, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
86. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 森林資源由来高分子リグノフェノールの電子材料への応用, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
87. 科野孝典(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): オイルパーム空房(Empty Fruit Bunch, EFB) の資源特性, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
88. 任 浩(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 三亀啓吾(住林㈱), 船岡正光(三重大): 竹の分子素材としてのポテンシャル, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
89. 金田哲也(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): リグノセルロース系プラ

- スティックの機能変換 ―植物繊維複合の効果―, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
90. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 加水分解制御型相分離変換システムによるリグノセルロースの分離・変換, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
 91. 竹内健悟(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 製紙用パルプの分子変換特性, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
 92. 勝田剛弘, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール類の酵素重合と生理材料化, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
 93. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): 植物資源由来リグノフェノールのエポキシ化と硬化物物性, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
 94. 古賀智子, 喜多英敏, 岡本健一(山口大), 船岡正光(三重大): 高周波誘導加熱法により作製したリグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜の気体透過性, 第 54 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 25-27 日 (2005)
 95. 船岡正光(三重大): 天然リグニンの精密機能制御と新しい応用展開, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 96. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの電子材料への応用, (独)科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業・発展研究(SORST), SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 品川, 6 月 29-30 日 (2005)
 97. 竹内健悟(三重大), 永松和成(科技構), 科野孝典, 任 浩, 船岡正光(三重大), 関 範雄(岐阜生研): リグノセルロース系素材の分子素材誘導材料としてのポテンシャル, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 98. 青柳 充(コクヨ株), 永松和成, 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 超音波照射による相分離系変換システムの効率化と金属酸化物ナノ粒子を用いた精製過程の改善, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 99. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムによる樹木細胞壁構成成分の機能変換パターン, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 100. 永松ゆきこ(科技構), 宮坂知佳, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの精密構造制御とポリエステル型高分子の設計, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 101. 金田哲也, 上原みよ子(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 船岡正光(三重大): 植物細胞壁の解放によるリグノセルロース系プラスチックの誘導とその素材特性, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 102. 勝田剛弘, 杉本和俊, 竹田景一, 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの酵素重合によって得られたポリマーのタンパク質吸着特性, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 103. 高山 猛, 景山 弘, 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基盤とする有機無機ハイブリッド材料の開発, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 104. 関 範雄(岐阜生研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの環境対応機能と生体対応機能の活用, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 105. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の開発, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29-30 日 (2005)
 106. 大前江利子(科技構), 船岡正光(三重大), 藤田修三(青森県保大): 逐次機能制御によるリグノフェノールの PHB 可塑化効果, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和

- 型新材料とその活用, 東京, 6月29-30日 (2005)
107. Durga Parajuli, 井上勝利(佐賀大), 船岡正光(三重大): リグノフェノールによる金の吸着・回収, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6月29-30日 (2005)
 108. 鈴木 勉, 鈴木京子, 高澤直弘(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノクレゾールからの結晶性メソ孔炭素の製造-粉砕、酸洗浄の効果, SORST ジョイントシンポジウム(3)環境調和型新材料とその活用, 東京, 6月29-30日 (2005)
 109. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの接着剤への応用, 第43回日本接着学会年次大会, 吹田, 6月24日 (2005)
 110. Masamitsu Funaoka: Sustainable Circulation of Lignocellulosics through the Phase-Separation System, SYMPOSIA OF ICMAT & ICEM 2005, Singapore, 6 July (2005)
 111. 任 浩(三重大), 永松ゆきこ(科技構), 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): Bamboo Lignocellulose の資源特性, セルロース学会第12回年次大会, 福岡, 7月21-22日 (2005)
 112. 科野孝典, 船岡正光(三重大): オイルパーム分子複合系の解放と持続的マテリアルフロー, セルロース学会第12回年次大会, 福岡, 7月21-22日 (2005)
 113. 金田哲也, 船岡正光(三重大): 分子素材変換によるリグノセルロース系プラスチックの誘導とセルロース系ファイバー複合化の効果, セルロース学会第12回年次大会, 福岡, 7月21-22日 (2005)
 114. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): 加水分解抑制型相分離系変換システムにおけるリグノセルロースの分離・変換特性, セルロース学会第12回年次大会, 福岡, 7月21-22日 (2005)
 115. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 116. Hidetoshi Kita, Akemi Noda, Masakazu Satoh, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Pervaporation through Molecular Sieve Carbon Membranes derived from Lignin-based Materials, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 117. Takanori Shinano and Masamitsu Funaoka(三重大): Potential of EFB (empty fruit bunch) of *Elaeis guineensis* as raw materials for industrial production of functional materials, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 118. Keigo Mikame(住林株) and Masamitsu Funaoka(三重大): Conversion pattern of lignocellulosics components through the phase-separation system, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 119. Hao Ren(三重大), Yukiko Nagamatsu(科技構), Keigo Mikame(住林株) and Masamitsu Funaoka(三重大): Structural Features of Bamboo Lignocellulosics as Industrial Raw Material, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 120. Tetsuya Kinda and Masamitsu Funaoka(三重大): Preparation of new types of lignocellulose plastics through the phase separation system, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 121. Mitsuru Aoyagi, Yukiko Nagamatsu(科技構), Keigo Mikame(住林株) and Masamitsu Funaoka(三重大): Successive flow of lignocellulosic resources through the phase separation system, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 122. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): A development of photochemical solar cell sensitized with lignophenol, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 123. Kiichi Hasegawa, Joji Kadota(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大): Applications of Lignophenol to Adhesives, IPC2005, Fukuoka, July 26-29 (2005)
 124. Joji Kadota, Kiichi Hasegawa (大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大):

125. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials by rapid pyrolysis, ICOM2005, Korea, August 21-26 (2005)
126. Akemi Noda, Hidetoshi Kita, Kengo Hirata, Tomoko Koga, Koji Nanbu, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Pervaporation through Molecular Sieve Carbon Membranes, ICOM2005, Korea, August 21-26 (2005)
127. Masamitsu Funaoka: A novel process for refining and selective structure control of Lignocellulosics composites, The XIV International Materials Research Congress 2005, Cancun-Mexico, 24 August (2005)
128. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Hiroyuki Harada, Keisuke Ohto, Hidetake Kawakita(佐賀大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Adsorption of Precious Metals on Aminated Lignophenol Gels, SCEJ 37th Autumn Meeting(Okayama, 2005), Okayama, September 15-17 (2005)
129. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする炭素膜による気体分離, 化学工学会第 37 回秋季大会, 岡山, 9 月 15-17 日 (2005)
130. 佐藤正和, 野田朱美, 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする炭素膜による PV 分離, 化学工学会第 37 回秋季大会, 岡山, 9 月 15-17 日 (2005)
131. Masamitsu Funaoka: Refining and Successive Functionality Control of Lignocellulosic Components, Renewable Resources and Biorefineries, Ghent-Belgium, 19-21 September (2005)
132. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の開発, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
133. 吉田 孝, 勝田剛弘, 竹田景一(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノカテコールのラッカーゼ酵素重合と生理機能材料化, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
134. 高山 猛, 景山 弘, 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基盤とする有機・無機ハイブリッド材料の開発, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
135. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜の透過物性, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
136. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 高度循環型分子設計を有するリグニン系ポリマーの電子伝達系の活用, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
137. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 酸化チタンナノ粒子を用いたリグノフェノールの新規回収法, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
138. 科野孝典, 船岡正光(三重大): オイルパーム空房(Empty Fruit Bunch of *Elaeis guineensis*)の分子変換と循環型材料化, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
139. 金田哲也, 船岡正光(三重大): リグノセルロース系プラスチックの機能に対するセルロースアセテートの効果, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
140. 任 浩(三重大), 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): Bamboo Lignocellulosics の機能変換, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)
141. 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの構造可変機能とその誘導体の分子構造特性, 第 54 回高分子討論会, 山形, 9 月 20-22 日 (2005)

142. Durga Parajuli, 川喜多英孝, 大渡啓介, 原田浩幸, 井上勝利(佐賀大), 船岡正光(三重大): リグニン誘導体による貴金属の吸着・分離, 資源・素材 2005 秋季大会, 室蘭, 9 月 25-27 日 (2005)
143. Masamitsu Funaoka : Sustainable Flow of Lignocellulosics from Forest to Chemical Industry, COST E31, Bordeaux-France, 30 September (2005)
144. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いた新規エポキシ樹脂の開発, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
145. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニン誘導体リグノフェノール電子伝達系の光化学電池への応用, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
146. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノール電子伝達系の電子材料への展開, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
147. 任 浩(三重大), 三亀啓吾(住林株), 船岡正光(三重大): Bamboo Lignocellulose の特徴とその機能性リグノフェノールへの変換, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
148. 金田哲也, 船岡正光(三重大): リグノセルロース系プラスチックの機能制御, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
149. 高山 猛, 景山 弘, 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基盤とする有機・無機ハイブリッド材料の開発, 第 55 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 13-14 日 (2005)
150. 科野孝典(三重大), 白井義人(九州工大), 船岡正光(三重大): オイルパーム空房の分子機能変換とその構造特性, 2005 年度日本木材学会中部支部大会, 福井, 10 月 13-14 日 (2005)
151. 科野孝典, 任 浩(三重大), 白井義人(九州工大), 船岡正光(三重大): 草本系リグノセルロース資源のポテンシャル, 2005 年度日本木材学会中部支部大会, 福井, 10 月 13-14 日 (2005)
152. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Masayuki Kuriyama(佐賀大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Selective Recovery of Gold (III) by Using Crosslinked Lignophenol Gel, JSWME 16th (SENDAI), Sendai, October 31- November 2 (2005)
153. Durga Parajuli, Katsutoshi Inoue, Masayuki Kuriyama(佐賀大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Selective Uptake Recovery of Gold (III) in the Form of Elemental Gold by Using Crosslinked Lignophenol Gel, RESOURCES RECYCLING TECHNOLOGY-2005, China, November 9-15 (2005)
154. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノセルロース資源を起点とした炭素資源循環システムリグノフェノールの電子伝達系の応用, 第 14 回ポリマー材料フォーラム, 東京, 11 月 15-16 日 (2005)
155. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): ナノ粒子酸化チタンによるリグノフェノール精製プロセスの改善, 第 14 回ポリマー材料フォーラム, 東京, 11 月 15-16 日 (2005)
156. 古賀智子, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン誘導体を前駆体とする炭素膜の製膜, 膜シンポジウム 2005, 京都, 11 月 24-25 日 (2005)
157. 野田朱美, 古賀智子, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを前駆体とする炭素膜による浸透気化分離, 膜シンポジウム 2005, 京都, 11 月 24-25 日 (2005)
158. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): 植物資源由来材料を用いたポリウレタン系接着剤, 日本接着学会関西支部第 1 回若手の会, 大阪, 12 月 8 日 (2005)
159. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): A Photochemical Cell Sensitized with a Lignin-Based Polymer with High Recyclability, The 16th Symposium of The Materials Research Society of Japan, Tokyo, December 9-11

160. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Rapid Pyrolysis of Lignin-based Materials for the Synthesis of Molecular Sieve Carbon Membranes, The 16th Symposium of The Materials Research Society of Japan, Tokyo, December 9-11 (2005)
161. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノセルロース資源の逐次多段階利用ーリグノフェノール電子伝達系の活用ー, 第 6 回 GSC シンポジウム, 東京, 3 月 7-8 日 (2006)
162. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka(三重大), Yoshihito Shirai and Mohad Ali Hassan(九州工大) : Potential of oil palm EFB as industrial raw materials *synthesis of phenolic lignin-based polymers, lignophenols, and their functions*, International Conference on Agricultural Wastes, Malaysia (Kualalumpur), March 21-23 (2006)
163. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール-ナノ粒子酸化チタン複合体を利用した相分離系変換システムの生成プロセス改善, 日本化学会第 86 春季年会 (2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
164. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノセルロース資源を原料とする 1,1-bis(aryl)propane-2-*O*-arylether 型構造を有する高度循環型リグニン系材料の活用, 日本化学会第 86 春季年会(2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
165. 科野孝典, 任 浩, 船岡正光(三重大) : 非木材系リグノセルロース資源の分子変換特性, 日本化学会第 86 春季年会(2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
166. 科野孝典(三重大), 白井義人(九州工大), 船岡正光(三重大) : GSH Type Lignin の特性～相分離系変換システムによる Oil Palm からの変換, 分離～, 日本化学会第 86 春季年会(2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
167. 金田哲也, 船岡正光(三重大) : 選択的界面制御システムによる樹木細胞壁複合系の精密変換, 日本化学会第 86 春季年会(2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
168. 任 浩, 船岡正光(三重大) : GSH Type Ligni の特性～相分離系変換システムによる Bamboo からの変換, 分離, 日本化学会第 86 春季年会(2006), 千葉, 3 月 27-30 日 (2006)
169. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : ナノ粒子酸化チタンを用いた相分離系変換システムにおけるリグノフェノールの新規回収法, 化学工学会第 71 年会, 東京, 3 月 28-30 日 (2006)
170. Durga Parajuli, 川喜多英孝, 大渡啓介, 原田浩幸, 井上勝利(佐賀大), 船岡正光(三重大) : Recovery of Valuable Metals by Using Chemically Modified Wood Lignin, 化学工学会第 71 年会, 東京, 3 月 28-30 日 (2006)
171. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大) : リグニン素材を前駆体とする炭化膜の透過物性, 化学工学会第 71 年会, 東京, 3 月 28-30 日 (2006)
172. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : A Lignin-Based Photosensitizer for a Nano-Structured Titanium Dioxide Electrode under Visible Light Irradiation, XXIst IUPAC SYMPOSIUM ON PHOTOCHEMISTRY, Kyoto, April 2-7 (2006)
173. 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール類の生化学機能評価, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
174. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大) : 植物資源由来リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の硬化物物性, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
175. 任 浩, 船岡正光(三重大) : Bamboo lignophenol の構造特性, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
176. 金田哲也(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノセルロース系プラスチックの誘導とその特性, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)

177. 科野孝典, 船岡正光(三重大): オイルパーム EFB の資源特性, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
178. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の熱的特性, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
179. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): 消失型担持体を用いる不均一系リグニン変換手法の開発, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
180. 梅谷奈緒(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの構造が光電変換に与える影響, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
181. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムにおけるリグノフェノールのナノ粒子酸化チタンによる回収, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
182. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノール-ナノ粒子酸化チタン相互作用の活用, 第 55 回高分子学会年次大会, 名古屋, 5 月 24-26 日 (2006)
183. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大): 高度循環型分子設計を有するリグニン系ポリマーを用いた光電変換, 第 25 回エネルギー・資源学会研究発表会, 大阪, 6 月 8-9 日 (2006)
184. 古賀智子, 藤野暁成, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): 各種リグニン系素材を前駆体とする分子ふるい炭素膜, 日本膜学会第 28 年会, 札幌, 6 月 8-9 日 (2006)
185. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大): 森林資源由来高機能リグニン系ポリマーを用いた光化学電池, 平成 18 年度繊維学会年次大会, 東京, 6 月 12-14 日 (2006)
186. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): セルロースフレームワーク構造の制御によるリグノセルロース系複合材料の機能変換, 平成 18 年度繊維学会年次大会, 東京, 6 月 12-14 日 (2006)
187. 金田哲也(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノール・セルロース複合系の機能と応用, 平成 18 年度繊維学会年次大会, 東京, 6 月 12-14 日 (2006)
188. Tomoko Koga, Noda Akemi, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Gas separation and Pervaporation through Molecular Sieve Carbon Membrane from Lignin-based Materials, ICIM9, Norway (Lillehammer), June 25-29 (2006)
189. 古賀智子, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン系分子ふるい炭素膜, 第 4 回木質炭化学会研究発表会, 北見, 6 月 27-28 日 (2006)
190. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の硬化物物性, 日本接着学会第 44 回年次大会, 愛知, 6 月 30 日-7 月 1 日 (2006)
191. 門多丈治(大阪工研): 植物資源由来リグノフェノールを原料とする接着剤の開発, 日本接着学会第 44 回年次大会, 愛知, 6 月 30 日-7 月 1 日 (2006)
192. Masamitsu Funaoka: Successive Structure Control System of Lignin for Sustainable Utilization: Design and Construction of Intramolecular Functionality Control Units, XV International Materials Research Congress 2006, Cancun-Mexico, 22 August (2006)
193. Tomoko Koga, Noda Akemi, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka(山口大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Pervaporation through Carbon Membranes derived from Lignophenol, AMS2006, China (Beijing), August 23-25 (2006)
194. Kiichi Hasegawa, Joji Kadota(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大): Applications of Lignin-based polymer, Lignophenol, The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System, Kyoto, August 30-September 1 (2006)
195. 青柳 充, 三亀啓吾(科技構), 野中 寛, 船岡正光(三重大): 二相分離系界面反応に

- よるリグノセルロース分子複合系の精密機能制御, 化学工学会第 38 回秋季大会, 福岡, 9 月 16-18 日 (2006)
196. 青柳 充(科技構), 米倉聡子(三重大), 船岡正光(三重大): 消失型担持体を用いた機能性リグニン系高分子の逐次精密合成システム制御, 化学工学会第 38 回秋季大会, 福岡, 9 月 16-18 日 (2006)
 197. 野田朱美, 古賀智子, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): リグノクレゾールを前駆体とする炭素膜による浸透気化分離, 化学工学会第 38 回秋季大会, 福岡, 9 月 16-18 日 (2006)
 198. 佐藤正和, 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする炭素膜のマイクロ波加熱法による製膜とその透過物性, 化学工学会第 38 回秋季大会, 福岡, 9 月 16-18 日 (2006)
 199. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン誘導体を前駆体とする分子ふるい炭素膜, 化学工学会第 38 回秋季大会, 福岡, 9 月 16-18 日 (2006)
 200. 吉田 孝, 勝田剛弘(北見工大), 船岡正光(三重大): 漆ラッカーゼを用いるリグノカタコールの酵素重合とタンパク質吸着性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 201. 青柳 充, 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニンを原料とした機能可変型フェノール系高分子素材の誘導 - 相分離系界面制御システムの効果とその応用, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 202. 青柳 充, 三亀啓吾(科技構), 野中 寛, 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムを用いたリグノセルロース資源の精密機能制御, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 203. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の合成と硬化物物性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 204. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする分子ふるい炭素膜の透過物性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 205. 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノール類の生化学機能評価, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 206. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): リグノセルロース高分子複合系の機能変換パターン, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 207. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノール/酸化チタン複合系の機能とその応用, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 208. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの電子伝達系の活用, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 209. 梅谷奈緒(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 電子伝達系としてのリグノフェノール分子の特性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 210. 任 浩, 船岡正光(三重大): Bamboo lignin の高分子特性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 211. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): 高エネルギー環境下におけるリグノフェノール分子の応答, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 212. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): セルロースを担持体とするリグニン分子の選択的フェノール化反応, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 213. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): セルロース高次構造体を基本ユニットとする新しい多層セルロース-リグニン複合成形体の設計と機能, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 214. 科野孝典(三重大), 白井義人(九州工大), 船岡正光(三重大): Oil Palm Lignocellulose の資源特性, 第 55 回高分子討論会, 富山, 9 月 20-22 日 (2006)
 215. Masamitsu Funaoka : Successive Production of Functional Materials and Energy

216. Masamitsu Funaoka : Artificial wood material, Kick-Off meeting, Macon-France, 3 October (2006)
217. Kiichi Hasegawa, Joji Kadota(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Applications of Lignophenol to Thermosetting-Type Adhesives, The 3rd World Congress on Adhesion and Related Phenomena, WCARP-III, China (Beijing), October 15-18 (2006)
218. Joji Kadota, Kiichi Hasegawa (大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Applications of Lignophenol to Thermoplastic-type Adhesives, The 3rd World Congress on Adhesion and Related Phenomena, WCARP-III, China (Beijing), October 15-18 (2006)
219. 米倉聡子(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : 消失型担持体を応用する不均一系におけるリグニンの選択的フェノール化反応, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
220. 梅谷奈緒(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール電子伝達系の二次制御と発現する新しい機能, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
221. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール由来エポキシ樹脂の硬化物物性と分解性, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
222. 三亀啓吾, 青柳 充(科技構), 野中 寛, 船岡正光(三重大) : 天然リグニンの循環設計を応用する構造可変型リグニン系ポリマーの誘導とその逐次構造制御, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
223. 岩崎邦寿(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : 高エネルギー環境下におけるリグノフェノール分子の応答, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
224. 任 浩, 科野孝典(三重大), 三亀啓吾, 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : G-S-H 型リグニンの資源特性, 第 56 回ネットワークポリマー講演討論会, 吹田, 10 月 19-20 日 (2006)
225. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : 不均一系複合体形成によるリグノフェノールの新しい機能開発, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)
226. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノセルロース誘導体の精密機能変換と 2 次誘導分子の構造特性, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)
227. 宇山 浩(阪大院工), 辻本 敬(龍谷大理工), 船岡正光(三重大) : リグノフェノールを基盤とする新規機能材料開発, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)
228. 長谷川喜一, 門多丈治(大阪工研), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール系樹脂の設計と応用, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)
229. 古賀智子, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大) : リグニン系機能性炭素材料の創製ーリグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)
230. 任 浩, 科野孝典, 船岡正光(三重大) : Function and Potential of G-S-H Type Lignins, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10 月 26-27 日 (2006)

231. 藤田修三(青森県保大), 大前江利子(科技構), 米本孝子(三重大), 井岡浩之, 井藤篤男(㈱マルトー), 佐藤 伸, 森永八江(青森県保大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の生体機能, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
232. 青柳 充 (科技構), 船岡正光 (三重大): 不均一系複合体形成によるリグノフェノールの新しい機能開発, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
233. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノール系樹脂の設計と応用ーエポキシ樹脂系機能性接着剤への展開ー, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
234. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): オイルパーム EFB リグノフェノールの構造特性, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
235. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): リグノセルロース系リサイクル材料の設計～ 多層複合系の設計とその材料特性 ～, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006),
236. 米倉聡子(三重大), 船岡正光(三重大): セルロースを担持体とするリグノフェノールの選択的フェノール化反応, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
237. 梅谷奈緒(三重大), 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの構造が光電変換に与える影響, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
238. 岩崎邦寿(三重大), 船岡正光(三重大): 高エネルギー環境下におけるリグノフェノールの分子応答特性, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
239. 木村隆之, 寺田正幸(新神戸電機 (株)), 田村博巳, 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いたリグニン構造と鉛蓄電池の負極性能に関する研究, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」公開シンポジウム「森林から化学工業へ」, 東京, 10月26-27日 (2006)
240. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの分画と機能開発, 第15回ポリマー材料フォーラム, 大阪, 11月16-17日 (2006)
241. 青柳 充(科技構), 岩崎邦寿, 米倉聡子, 内藤 堯, 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基材とした新規材料の開発, 第15回ポリマー材料フォーラム, 大阪, 11月16-17日 (2006)
242. 古賀智子, 田中一宏, 喜多英敏, 川舟功朗, 船岡正光: リグニン誘導体を前駆体とする炭素膜の分離性と細孔構造の評価, 膜シンポジウム, 京都, 11月21-22日 (2006)
243. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka(山口大), Masamitsu Funaoka(三重大) and Isao Kawafune(大阪工研): Pore structure of Molecular Sieve Carbon Membranes from Lignin-based Materials, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
244. Takayuki Kimura (新神戸電機), Hiromi Tamura and Masamitsu Funaoka(三重大): Research in Relationship between Negative Electrode Performance of Lead Acid Battery and Molecular Structure of Lignin using Lignophenol, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
245. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): Correlation of polymer structures and functions of lignophenols, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)

246. Hao Ren(三重大) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Function and Potential of Bamboo Lignins, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
247. Mitsuru Aoyagi(科技構), Satoko Yonekura and Masamitsu Funaoka(三重大) : Selective Phenolation of Lignins Using Cellulose Supports for Functionality Control, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
248. Mitsuru Aoyagi(科技構), Nao Umetani and Masamitsu Funaoka(三重大) : Photochemical Cells Sensitized by Lignophenol Derivatives, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
249. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Applications of Lignophenol / Nano-Structured Titanium Dioxides Composites, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
250. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Conductive Composites of Lignophenol and Polyaniline, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
251. Mitsuru Aoyagi(科技構), Kunihiisa Iwasaki and Masamitsu Funaoka(三重大) : Thermal Response of Lignophenol under High Energy Condition, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
252. Mitsuru Aoyagi(科技構), Takashi Naito and Masamitsu Funaoka(三重大) : Design of Multilayered Cellulose Molds-Lignophenol Composites, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
253. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Control of conversion and separation of lignocellulose components by phase-separation conditions, The 17th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 8-10 (2006)
254. 長谷川喜一(大阪工研) : リグニン系素材 (リグノフェノール) の高分子機能材料としての応用, 第 30 回関西バイオポリマー研究会, 12 月 12 日 (2006)
255. 科野孝典, 船岡正光, 黒田洋平, 脇坂港, 白井義人 (九工大院), Mohd Ali Hassan(UPM) : 新規素材開発原料としてのパームオイル産業廃棄物の可能性, 第 2 回バイオマス科学会議, 広島, 1 月 16-17 日 (2007)
256. Hao Ren, Takanori Shinano and Masamitsu Funaoka(三重大) : Potential of bamboo and oil palm as industrial raw materials, GSC-AON2007, Tokyo, March 6-9 (2007)
257. Keigo Mikame(科技構), Kunihiisa Iwasaki, Satoko Yonekura, Nao Umetani and Masamitsu Funaoka(三重大) : Advanced recycle process for lignophenols, GSC-AON2007, Tokyo, March 6-9 (2007)
258. Mitsuru Aoyagi(科技構), Takashi Naito, Tetsuya Kinda, Nao Umetani and Masamitsu Funaoka(三重大) : Recent applications of lignophenols, GSC-AON2007, Tokyo, March 6-9 (2007)
259. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノフェノールの物質吸着機能, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)
260. 任 浩, 船岡正光(三重大) : 竹リグノセルロース系分子の精密変換・分離, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)
261. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九工大院), Mohd Ali Hassan(USP) : オイルパーム EFB の分子機能変換と資源特性, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)
262. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : 超音波照射によるリグニン精製法の効率化, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)

263. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 川舟功朗(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする分子ふるい炭素膜一膜構造と透過物性の相関, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)
264. 白井義人, 脇坂 港, 黒田洋平, Ariffin Hidayah(九工大院), Mohd Ali Hassan, Soplah Sharifah, Zainudin Huzairi(USP), 科野孝典, 船岡正光(三重大): 油椰子空房(EFB)からのリグノフェノール生産, 化学工学会第 72 年会, 京都, 3 月 19-21 日 (2007)
265. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムを用いた植物資源の汎用資源化, 第 1 回 EEFA NPO シンポジウム, 京都市, 3 月 21 日 (2007)
266. 青柳 充, 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムによる植物資源の汎用資源化, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
267. 青柳 充(科技構), 岩崎邦寿, 梅谷奈緒, 米倉聡子, 内藤 堯, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの材料への展開, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
268. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの不均一系分子吸着機能, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
269. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの回収法による分子量の変化, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
270. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): セルロース担持体を用いるリグニン誘導体の選択的構造制御, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
271. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): 高エネルギー環境下におけるリグノフェノールの分子応答特性, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
272. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): メトキシル基制御によるリグノフェノールの機能変換, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
273. 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の光化学電池への応用, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
274. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): オイルパーム EFB リグノフェノールの分子変換とその構造特性, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
275. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): リグノセルロース系リサイクル材料の設計, 日本化学会第 87 春季年会, 大阪, 3 月 25-28 日 (2007)
276. 古賀智子, 野田朱美, 佐藤正和, 田中一宏, 喜多英敏, 船岡正光: リグニン系素材を前駆体とする炭素膜による浸透気化分離, 日本膜学会第 29 年会, 東京, 5 月 10-11 日 (2007)
277. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): リグニン潜在フェノール性水酸基の逐次解放システム, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
278. 任 浩, 船岡正光(三重大): Bamboo 系高分子素材の特性と資源ポテンシャル, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
279. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): オイルパーム EFB リグニンの分子特性, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
280. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): リグニン誘導体のフェノール化構造修飾における消失型担持体の効果, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
281. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの熱的応答性, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
282. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): セルロース高次構造の制御による多層リグノセルロース系複合材料の設計, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
283. 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大), 青柳 充(科技構): 光化学電池におけるリグノフェノール分子構造の効果, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
284. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 分子吸着媒体としてのリグノフェノールの挙動, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)

285. 宇山 浩, 元木浩二, 尹 一男(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノール-ポリ乳酸コンジュゲートの合成と応用, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
286. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): 植物資源由来リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の硬化物分解性, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
287. 古賀智子, 喜多英敏, 田中一宏(山口大), 川舟功朗(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグニン素材を前駆体とする分子ふるい炭素膜の膜構造, 第 56 回高分子学会年次大会, 京都, 5 月 29-31 日 (2007)
288. Masamitsu Funaoka(三重大), Keigo Mikame and Mitsuru Aoyagi(科技構): Design and Synthesis of Functionality Controllable Lignin-Based Polymers, Renewable Resources and Biorefineries, Belgium, June 2-8 (2007)
289. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いたイオン性色素の吸着, 平成 19 年度繊維学会年次大会, 東京, 6 月 20-22 日 (2007)
290. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): 多層リグノセルロース系リサイクル材料の設計とその特性, 平成 19 年度繊維学会年次大会, 東京, 6 月 20-22 日 (2007)
291. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノール由来エポキシ樹脂の硬化物分解性, 第 45 回日本接着学会年次大会, 東京, 6 月 28-29 日 (2007)
292. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka(山口大), Isao Kawafu(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大): Molecular sieve carbon membranes from lignophenol -pore structure and permeation properties, AMS4(The fourth conference of aseanian membrane society), Taipei, August 16-18 (2007)
293. Khunathai Kanjana, Parajuli Durga, Adhikari Chaitanya, Kawakita Hidetaka, Ohto Keisuke, Inoue Katsutoshi(佐賀大) and Funaoka Masamitsu(三重大): Novel Lignin Gel for the Recovery of Precious Metals, 化学工学会第 39 回秋季大会, 札幌, 9 月 13-15 日 (2007)
294. 藤野 暁成, 古賀 智子, 植村 一広, 田中 一宏, 喜多 英敏(山口大), 船岡 正光(三重大): リグニン誘導体を前駆体とする金属含有炭素膜の透過物性, 化学工学会第 39 回秋季大会, 札幌, 9 月 13-15 日 (2007)
295. 古賀 智子, 田中 一宏, 喜多 英敏(山口大), 川舟 功朗(大阪工研), 船岡 正光(三重大): リグノクレゾールを前駆体とする分子ふるい炭素膜-透過物性と吸着特性の相関, 化学工学会第 39 回秋季大会, 札幌, 9 月 13-15 日 (2007)
296. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 芳香族系化学工業原料への天然リグニンの逐次構造変換, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
297. 宇山 浩, 元木浩二, 尹 一男(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを核とする分岐状ポリ乳酸の合成と応用, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
298. 任 浩, 船岡正光(三重大): 竹リグノセルロース系資源の分子変換・分離特性, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
299. 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大), 青柳 充(科技構): 光化学電池で発現するリグノフェノールの機能, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
300. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): Oil Palm EFB Lignin の芳香族系分子素材としてのポテンシャル, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
301. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): セルロース高次構造制御による多層リグノフェノール-セルロース複合成型体の設計とその特性, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
302. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの選択的構造修飾における消失型担持体の効果, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)

303. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの熱に対する応答性, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
304. 往蔵麻衣子, 船岡正光(三重大): 天然系フェノール/リグニンハイブリッドの誘導と特性, 第 56 回高分子討論会, 名古屋, 9 月 19-21 日 (2007)
305. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニンネットワーク構造の逐次解放による芳香族原料化, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
306. 米倉聡子, 船岡正光(三重大): 細胞壁構造をミミックするリグノフェノールの選択的構造制御, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
307. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): オイルパーム EFB リグニンの芳香族系ポリマーとしての特性, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
308. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): 植物資源由来リグノフェノールを原料とするネットワークポリマーに関する研究, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
309. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂の硬化物分解特性, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
310. 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大), 青柳 充(科技構): リグノフェノールの分子構造と電子伝達特性, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
311. 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの環境応答特性, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
312. 任 浩, 船岡正光(三重大): Bamboo lignin の分子変換と資源特性, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
313. 内藤 堯, 船岡正光(三重大): 多層リグノセルロース系リサイクル材料の設計, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
314. 室田将哉, 船岡正光(三重大): 植物の環境応答特性とリグニンの高次構造変化, 第 57 回ネットワークポリマー講演討論会, 福岡, 10 月 18-19 日 (2007)
315. 門多丈治(大阪工研): リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂, エポキシ樹脂技術協会第 35 期第 2 回特別講演会, 東京, 10 月 24 日 (2007)
316. 古賀智子, 末岡加奈, 長野祐也, 植村一広, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 川舟功朗(大阪工研), 船岡正光(三重大): 分子ふるい炭素膜の気体および浸透気化分離性能, 膜シンポジウム 2007, 山口, 11 月 14-15 日 (2007)
317. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka(三重大), Yoshihito Shirai(九工大院) and Mohd Ali Hassan(UPM): Potential of EFB (Empty Fruit Bunch of *Elaeis guineensis*) as a post-petroleum resource, Fourth Biomass-Asia Workshop, Malaysia, November 20-22 (2007)
318. Hao Ren and Masamitsu Funaoka(三重大): Potential and characteristics of bamboo lignocellulosics as industrial raw materials, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
319. Masamitsu Funaoka(三重大) and Keigo Mikame(科技構): Successive utilization system in the molecular level of lignocellulosic components, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
320. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): Successive functionality control of lignin for chemical feedstocks, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
321. Takanori Shinano and Masamitsu Funaoka(三重大): Characteristics of EFB (empty fruit bunch of *Elaeis guineensis*) Lignin, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
322. Masaya Murota and Masamitsu Funaoka(三重大): Environmental Response of

323. Satoko Yonekura and Masamitsu Funaoka(三重大): Selective phenolation of lignin derivatives using hydrolysable supports, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
324. Joji Kadota, Kiichi Hasegawa (大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Application of Lignophenol as epoxy resin material, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
325. Hidetoshi Kita, Tomoko Koga, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka(山口大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Structure and Separation Performance of Carbon Membrane from Lignin-based Material, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
326. Hiroshi Uyama, Koji Motoki, Yuinan Yin(阪大) and Masamitsu Funaoka(三重大): Synthesis and Application of Branched Poly(lactic acid) with Lignophenol Core, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
327. Hiroshi Nonaka and Masamitsu Funaoka(三重大) : Recovery of monophenols from a lignin-based polymer: lignophenol, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7 (2007)
328. Hao Ren and Masamitsu Funaoka(三重大) : Conversion and Separation of Bamboo Lignocellulosic Components, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
329. Hao Ren and Masamitsu Funaoka(三重大): Potential of bamboo forest as molecule forming fields Separation and Features of Carbohydrates in Bamboo Lignocellulosics, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
330. Takanori Shinano and Masamitsu Funaoka(三重大) : Potential of Oil Palm EFB (Empty Fruit Bunch of *Elaeis guineensis*) as Industrial Raw Materials, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
331. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka(三重大) and Yoshihito Shirai(九工大) : Characteristics of Oil Palm EFB (Empty Fruit bunch of *Elaeis guineensis*) Lignin, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
332. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Successive structural conversion of lignin for chemical feedstock, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
333. Keigo Mikame(科技構), Yasuko Yamamoto and Masamitsu Funaoka(三重大) : Refining of fiberboards through the phase-separation system, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
334. Hidetoshi Kita, Tomoko Koga, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka(山口大), Tsutomu Suzuki(北見工大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Carbon Membranes from Wood Materials and their Separation Properties, The 18th Symposium of The Materials research Society of Japan, Tokyo, December 4-7 (2007)
335. 野中 寛, 船岡正光(三重大) : 相分離変換システムによるリグノセルロース資源の長期有効利用, 日本エネルギー学会 第3回バイオマス科学会議, 京都, 1月15-16日 (2008)
336. 船岡正光(三重大): 21世紀を支える素材 Lignocellulose～分子レベルでの新しい展開～, 東海バイオマスフェア, 名古屋, 2月25-26日 (2008)
337. 任 浩, 船岡正光(三重大) : Bamboo Lignocellulosics の資源ポテンシャル～樹木との特性比較～, 第8回 GSC シンポジウム, 東京, 3月6-7日 (2008)

338. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大): 持続的工業原料としての Oil Palm EFB のポテンシャル～自立型相分離系変換システムの可能性～, 第 8 回 GSC シンポジウム, 東京, 3 月 6-7 日 (2008)
339. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 天然リグニンの分子量およびフェノール活性制御, 第 8 回 GSC シンポジウム, 東京, 3 月 6-7 日 (2008)
340. 西川絵里(三重大), 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 松枯れ木の資源特性 ～生命支持体の時間変動～, 第 8 回 GSC シンポジウム, 東京, 3 月 6-7 日 (2008)
341. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグニン由来材料を原料とする新規エポキシ樹脂, 第 8 回 GSC シンポジウム, 東京, 3 月 6-7 日 (2008)
342. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): 相分離系変換システムを用いた植物資源の汎用資源化, 近畿バイオマスフェア in 京都 2008, 京都, 3 月 8-9 日 (2008)
343. 喜多英敏, 古賀智子, 田中一宏(山口大), 川舟功朗(大市工研), 船岡正光(三重大): リグニクレゾールを前駆体とする炭素膜による浸透気化分離, 化学工学会第 73 回年回, 静岡, 3 月 17-19 日 (2008)
344. 門多丈治, 長谷川喜一(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグニン由来材料を原料とする新規エポキシ樹脂の室温硬化系の検討, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
345. 宮崎真衣, 原内洋輔, 辻本 敬, 宇山 浩 (阪大院工), 船岡正光(三重大): 電界紡糸によるリグノフェノール含有不織布の作製, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
346. 任 浩, 船岡正光(三重大): Bamboo 系高分子素材のリファイニングとその機能, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
347. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): メトキシル基制御によるリグノフェノールの機能変換-シリリング核の逐次構造変換-, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
348. 往蔵 麻衣子, 船岡正光(三重大): 天然系フェノール/リグニンハイブリッドの誘導とその機能, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
349. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九工大): Oil Palm Lignin 構成ユニットの組み替えによる新規機能性リグニン素材の誘導～自立型相分離系変換システムの構築に向けて～, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
350. 鄭 珉昊, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの構造分布 -エーテル可溶画分の単離と構造的特徴-, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
351. 西川絵里(三重大), 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 枯死木の資源ポテンシャル～相分離変換系を用いた評価～, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
352. 堀井慎平, 船岡正光(三重大): 酸化反応系を応用する天然リグニンの逐次精密機能制御, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
353. 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大), 青柳 充(科技構): リグニン系光電変換ユニットの設計 -リグニン素材の構造と変換効率-, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 5 月 28-30 日 (2008)
354. 船岡正光(三重大): 植物系分子素材の逐次精密機能制御システム, フォローアップシンポジウム, 仙台, 5 月 30 日 (2008)
355. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 内藤 堯, 金田哲也(三重大), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの最近の応用事例 (1), フォローアップシンポジウム JST-CREST「資源環境・エネルギーミニマム型システム技術」の新展開 - 環境調和型社会を目指して -, 仙台, 5 月 30 日 (2008)
356. 青柳 充(科技構), 米倉聡子, 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの最近の応用事例 (2), フォローアップシンポジウム JST-CREST「資源環境・エネルギーミニマム型システム技術」の新展開 - 環境調和型社会を目指して -, 仙台, 5 月 30 日 (2008)

357. Masamitsu Funaoka(三重大), Keigo Mikame and Mitsuru Aoyagi(科技構) : Selective functionality control and separation of plant cell wall components / design of flow-through conversion system working at room temperature, the 4th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB4), Rotterdam, June 1-4 (2008)
358. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Advanced Applications of lignophenol and its derivatives, the 4th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB4), Rotterdam, June 1-4 (2008)
359. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Successive Structure Control and Utilization of Native Lignin, the 4th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB4), Rotterdam, June 1-4 (2008)
360. Masamitsu Funaoka(三重大), Keigo Mikame Mitsuru and Aoyagi(科技構) and Hiroshi Nonaka(三重大) : Functions and Applications of Structure-Variable Polymers Derived from Native Lignins, IUPAC 42nd World Polymer Congress (Macro 2008), Taipei, June 29- July 4 (2008)
361. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Polymer structures and functions of lignophenols, IUPAC 42nd World Polymer Congress (Macro 2008), Taipei, June 29- July 4 (2008)
362. 船岡正光(三重大) : 森林資源～流れを導く Key Technology ～, 公開シンポジウム 「森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れをつくる～」, 津, 7月4日 (2008)
363. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : 相分離系変換システムについて, 公開シンポジウム 「森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れをつくる～」, 津, 7月4日 (2008)
364. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大) : リグノフェノールの用途開発, 公開シンポジウム 森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れをつくる～」, 津, 7月4日 (2008)
365. 古賀智子, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大) : リグノフェノール炭素分離膜の開発, 公開シンポジウム 「森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れをつくる～」, 津, 7月4日 (2008)
366. 船岡 正光(三重大) : 森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れをつくる～, 津ふるさと元氣大使シンポジウム 「森を活かす！」 木質バイオマスで地域産業の活性を, 津, 7月5日 (2008)
367. 青柳 充(科技構), 三亀啓吾(科技構), 野中 寛(三重大), 船岡正光(三重大) : リグノフェノールの用途開発 (地域林業と化学工業の連結に関する提案) , 津ふるさと元氣大使シンポジウム 「森を活かす！ 木質バイオマスで地域産業の活性を」, 津, 7月5日 (2008)
368. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大) : リグノセルロース資源としてのオイルパーム EFB のポテンシャル, セルロース学会第 15 回年次大会, 京都, 7月10-11日 (2008)
369. 任 浩, 船岡正光(三重大) : 持続的セルロースおよびリグニン系分子形成体としての竹の特性, セルロース学会第 15 回年次大会, 京都, 7月10-11日 (2008)
370. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Kazuhiro Tanaka, Ken-ichi Okamoto (山口大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Carbon membrane from lignin-based materials, ICOM 2008, Honolulu, July 12-18 (2008)
371. Inoue Katsutoshi, Parajuli Durga, Kanjana Khunathai, Hidetaka Kawakita, Keisuke Ohto(佐賀大), Funaoka Masamitsu(三重大) and Shafiq Alam(Memorial Univ) : Adsorptive Separation, Concentration and Purification of Precious Metals Using Lignophenol Compounds : Novel Environmentally Benign Polymeric Materials Prepared from Wood Wastes, Hydrometallurgy 2008-6th International Symposium-Honoring Robert Shoemaker, Arizona, August 17-20 (2008)
372. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Akemi Noda, Kana Sueoka, Kazuhiro Uemura,

- Kazuhiro Tanaka(山口大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大) : Pervaporation performance of carbon membrane from lignin-based materials, 10th International Conference on Inorganic Membranes, Tokyo, August 18-22 (2008)
373. 青柳 充(科技構), 米倉聡子, 船岡正光(三重大) : 消失型担持体を用いたアルキルフェノール導入リグノフェノール誘導体の調製, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
374. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大) : 光化学電池に及ぼすリグノフェノール誘導体の構造の影響, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
375. 任 浩, 船岡正光(三重大) : 分子形成フィールドとしての竹林のポテンシャル, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
376. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大), HASSAN Mohd Ali : オイルパーームフィールドの新展開 -持続的分子農場としての価値-, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
377. 堀井慎平, 船岡正光(三重大) : 酸化・還元系におけるリグノフェノールの応答, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
378. 鄭 珉昊, 船岡正光(三重大) : 天然リグニンの構造分布 ~リグノフェノールの分子特性とその起源~, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008) 安井裕彦(株藤井基礎設計事務所), 船岡正光(三重大) : 分子農場としての森林-隠岐の島モデルの解析-, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
379. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : リグニン精製法の効率化, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
380. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : 天然リグニンエーテル結合の逐次コントロール, 第 57 回高分子討論会, 大阪, 9 月 24-26 日 (2008)
381. 野中 寛, 船岡正光(三重大) : 機能性リグニン・リグノフェノールの水熱分解特性, 化学工学会第 40 回秋季大会, 仙台, 9 月 24-26 日 (2008)
382. 科野孝典, 船岡正光(三重大), 白井義人(九州工大), Mohd Ali Hassan(UPM) : リグニン構成要素の組み替えによる新規リグニン系素材誘導システム, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
383. 青柳 充(科技構), 米倉聡子, 宮坂知佳, 船岡正光(三重大) : 消失型担持体を用いたリグニン系素材の精密構造制御システム, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
384. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大) : 植物資源連続式変換システムの設計, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
385. 小西玄一, 小林 中, 船岡正光(三重大) : 機能性リグノフェノールおよびリグニン類似ポリマーの合成, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
386. 辻本 敬, 元木浩二, 尹 一男, 宇山 浩(阪大院工), 船岡正光(三重大) : リグノフェノールをコアとする分岐状ポリ乳酸の開発, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
387. 青柳 充(科技構), 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大) : 高エネルギー環境下におけるリグノフェノールの分子応答特性, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
388. 堀井慎平, 船岡正光(三重大) : 酸化・還元系におけるリグノフェノールの機能開発, 第 58 回ネットワークポリマー講演討論会, 東京, 10 月 9-10 日 (2008)
389. 長野祐也, 古賀智子, 植村一広, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大) : ケイ素含有炭素膜の透過物性, 化学工学会姫路大会 2008, 姫路, 11 月 17-18 日 (2008)
390. 末岡加奈, 古賀智子, 植村一広, 田中一宏, 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大) : リグノクレゾールを前駆体とする炭素膜の浸透気化分離, 化学工学会姫路大会 2008, 姫路, 11 月 17-18 日 (2008)

391. 青柳 充(科技構), 任 浩, 科野孝典, 室田将哉, 往蔵麻衣子, 竹内健吾, 船岡正光(三重大): 様々なリグノセルロース資源の構造転換と特性の活用, 第 17 回ポリマー材料フォーラム, 広島, 11 月 27-28 日 (2008)
392. 青柳 充(科技構), チョン ミンホ, 堀井慎平, 岩崎邦寿, 米倉聡子, 宮坂知佳, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの環境応答性の材料への適用, 第 17 回ポリマー材料フォーラム, 広島, 11 月 27-28 日 (2008)
393. Mitsuru Aoyagi, Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大), Applications of New Lignin-Derivative Polymers / There are NOVEL ways beside present Biomass Utilization, Tampere University of Technology, mini-FUNAOKA Symposium in Finland, Tampere, Finland, Tampere University of Technology, December 2 (2008)
394. Mitsuru Aoyagi(科技構), Satoko Yonekura, Chika Miyasaka and Masamitsu Funaoka(三重大): Preparation of Novel Lignophenol-based Polymers using Cellulose Fibers as Vanishing Reaction-Supports, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
395. Keigo Mikame(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): Functionality control of lignin by successive cleavage of aryl ether linkage, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
396. Hao Ren and Masamitsu Funaoka(三重大): Potential of bamboo forest as molecule forming fields, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
397. Takanori Shinano, Masamitsu Funaoka(三重大), Yoshihito Shirai(九工大) and Mohd Ali Hassan(UPM): Creating Sustainable Flow of Aliphatic and Aromatic Materials Initiated from Oil Palm Field - New EFB Refining System Using Structural Units of EFB Lignin -, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
398. Hirohiko Yasui(Fujii consulting & associates.Co.) and Masamitsu Funaoka(三重大): Creating Sustainable Industrial Network through Successive Functionality Control of Lignocellulosics - Oki-Island Model -, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
399. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Akemi Noda, Kana Sueoka, Yuya Nagano, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka(山口大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大): Pervaporation through carbon membranes for dehydration of bioethanol, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
400. Tomoko Koga, Hidetoshi Kita, Akemi Noda, Kana Sueoka, Kazuhiro Uemura, Kazuhiro Tanaka(山口大), Isao Kawafune(大阪工研) and Masamitsu Funaoka(三重大): Structure and separation performance of carbon membranes from lignin-based materials, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
401. Mitsuru Aoyagi(科技構), Nao Umetani and Masamitsu Funaoka(三重大): Influences of Lignophenol-Derivatives on Performances of Photo-Chemical Cells, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
402. Mitsuru Aoyagi(科技構) and Masamitsu Funaoka(三重大): Separation by Molecular Weight during Purification Process of Lignophenol, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
403. Minh Jung and Masamitsu Funaoka(三重大): Structural features of lignophenols -Isolation and characterization of ether-soluble fractions-, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
404. Maiko Okura and Masamitsu Funaoka(三重大): Rearrangement and Function of Lignin Polymer Network with Lignin Precursors, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13 (2008)
405. Shimpei Horii and Masamitsu Funaoka(三重大): Response of lignophenols for oxidation and reduction systems, IUMRS-ICA 2008, Nagoya, December 9-13

(2008)

406. 船岡正光(三重大): リグノセルロースの精密分子制御システム, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
407. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの機能とその持続的応用展開, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
408. 三亀啓吾(科技構), 船岡正光(三重大): 連続式植物資源変換システムプラントの設計, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
409. 喜多英敏(山口大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール系分子ふるい膜の創製, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
410. 宇山 浩, 辻本 敬(阪大院工), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基盤とする高分子新材料, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
411. 長谷川喜一, 門多丈治(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールの高分子機能材料としての応用展開, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
412. 小西玄一, 根本忠将, 小林 中, 船岡正光(三重大): リグノフェノールを基盤とする新しい機能性高分子の合成, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
413. 野中 寛, 船岡正光(三重大): リグノフェノールの芳香族原料への変換, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
414. 井上勝利(佐賀大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール化合物による金の回収技術, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
415. 松枝美幸, 井上勝利(佐賀大), 船岡正光(三重大): 麦藁、稲藁由来のリグノフェノールによる貴金属の回収, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
416. 鈴木 勉, 鈴木京子, 高沢直弘, 王 暁水(北見工大), 船岡正光(三重大): リグノフェノール由来結晶性メソ孔炭素の実用化に向けた粉碎-酸洗浄, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
417. 佐藤 伸, 向井 友花, 乗鞍 敏夫, 藤田 修三(青森県保大), 船岡正光(三重大): リグノフェノールのメタボリックシンドロームにおける生理的意義と応用, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
418. 吉田 孝(北見工大), 船岡正光(三重大): 漆ラッカーゼ酵素によるリグノフェノール類の重合, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
419. 木村隆之(新神戸電機(株)), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを用いた鉛蓄電池添加剤の研究, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
420. 斉藤 猛(三重科振セ工研), 船岡正光(三重大): リグノフェノールによる木質材料の表面改質, 船岡研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密機能制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1月14-15日 (2009)
421. 青柳 充, 三亀啓吾(科技構), 野中 寛, 任 浩(三重大), 安井裕彦(株)藤井基礎設計事務所), 船岡正光(三重大): 総合ポスター「Lignocellulose を解く」, 独立行政法人科

422. 青柳充, 三亀啓吾(科技構), 野中 寛, 任 浩(三重大), 安井裕彦(株藤井基礎設計事務所), 船岡正光(三重大): Lignocellulose の「液化」輸送, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究・発展研究 (SORST) 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1 月 14-15 日 (2009)
423. 青柳 充(科技構), 内藤 堯, 米倉聡子, 金田哲也, 船岡正光(三重大): リグノセルロースの逐次精密構造制御とその応用, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究・発展研究 (SORST) 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1 月 14-15 日 (2009)
424. 青柳 充(科技構), 岩崎邦寿, 船岡正光(三重大): 高エネルギー環境下におけるリグノフェノールの分子応答特性, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究・発展研究 (SORST) 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1 月 14-15 日 (2009)
425. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体の電子伝達系の活用, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究・発展研究 (SORST) 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1 月 14-15 日 (2009)
426. Shang-Ning Chien(SUNY-ESF), Mitsuru Aoyagi(科技構), Thomas Amidon(SUNY-ESF) and Yuan-Zong Lai(SUNY-ESF): Attempts on the Separation of Wood Polymers by Carboxymethylation, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究・発展研究 (SORST) 船岡正光研究プロジェクト「植物系分子素材の逐次精密制御システム」総括シンポジウム「Lignocellulose を解く」, 東京, 1 月 14-15 日 (2009)
427. 青柳 充(科技構), 梅谷奈緒, 船岡正光(三重大): リグノフェノール誘導体を光増感剤とする光化学電池, SORST シンポジウム(2)フレキシブルデバイス／マテリアルの未来像, 東京, 2 月 12-13 日 (2009)
428. 青柳充(科技構), 三亀啓吾(科技構), 野中 寛(三重大), 船岡正光(三重大), リグノセルロースの逐次構造制御とマテリアルとしての価値, SORST シンポジウム(2)フレキシブルデバイス／マテリアルの未来像, 東京, 2 月 12-13 日 (2009)
429. 長谷川喜一(大阪工研): リグノフェノールを原料とする熱硬化性樹脂系接着剤の分解特性, 2008 年度第 2 回解体性接着技術研究会, 大阪, 2 月 17 日 (2009)
430. 喜多英敏, 武居勇希, 古賀智子, 植村一広, 田中一宏(山口大), 川舟功朗(大阪工研), 船岡正光(三重大): リグニンクレゾールを前駆体とする炭素膜の透過物性－表面処理の効果, 化学工学会第 74 年会, 3 月 18～20 日 (2009)

②その他（招待講演，含学会講演会）

国内 94 件， 海外 13 件

1. 船岡正光：「夢ある未来の鍵は木」分子レベルのリサイクル，関西インテリアプランナー協会第 11 回総会・記念講演会，大阪，4 月 10 日（2004）
2. 船岡正光：夢ある未来の鍵は木，森林資源循環活用フォーラム，三重，5 月 22 日（2004）
3. 船岡正光：森林を構成する分子～持続的資源としてのそのポテンシャル～，バイオ特別講演会，北九州，5 月 31 日（2004）
4. 船岡正光：生まれ変わる天然リグニン＝最新分子設計技術と循環材料への応用＝，04-2 ポリマーフロンティア 21 植物に学ぶ新材料，東京，6 月 11 日（2004）
5. 船岡正光：森林資源を機能性分子へ～新しい分子変換システムとその応用～，第 80 回エネルギー・環境・安全技術部会の講演会，大阪，7 月 13 日（2004）
6. 船岡正光：持続的な社会とは～森林に学ぶ～，三重県林業技術普及協会総会記念講演会，三重，8 月 12 日（2004）
7. Masamitsu Funaoka : Design and Synthesis of Lignin-Based Structure Controllable Polymers, XIII International Materials Research Congress 2004, Cancun-Mexico, August 22-26（2004）
8. 船岡正光：リグニンーその循環設計を材料へー，フィトンチッドフォーラム 2004，東京，9 月 8 日（2004）
9. 船岡正光：森林資源を機能性分子へー精密分子変換システムと循環型素材としての新しい展開ー，「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」第 6 回公開シンポジウム，東京，10 月 15 日（2004）
10. 船岡正光：木質資源の新規利用技術，全日本木工機械商業組合，名古屋，10 月 28 日（2004）
11. 船岡正光：植物系分子素材の高度循環活用システムの構築ー生態系循環素材としてのリグニンー，平成 16 年度第 3 回新素材交流研究会，山口，12 月 10 日（2004）
12. 船岡正光，永松ゆきこ（科技構）：森林資源を機能性分子へー持続的社會へ向けた新しい展開ー，第 8 回ケナフ等植物資源利用研究会と第 11 回特別講演会，東京，12 月 10 日（2004）
13. 船岡正光：天然リグニンの構造とその精密機能制御システム，高分子学会高分子同友会，東京，12 月 16 日（2004）
14. 船岡正光：リグノセルロースの新展開，工学アカデミー，東京，1 月 26 日（2005）
15. 船岡正光：木質資源のポテンシャル，工業研究所特別セミナー，和歌山，1 月 28 日（2005）
16. 船岡正光：新しい木の時代ー森の資源を活かすー，第 38 回林業技術シンポジウム，東京，2 月 3 日（2005）
17. 船岡正光：地球環境と木質資源，日本林業同友会，大阪，2 月 24 日（2005）
18. 船岡正光：リグニンの新しい循環活用，APAST，東京，2 月 25 日（2005）
19. 船岡正光：天然系ポリフェノールの形成とその機能，和歌山県工業技術センター，和歌山，3 月 11 日（2005）
20. 船岡正光：リグニンの機能制御と新規材料開発，(株)リコー主催，東京，3 月 18 日（2005）
21. 船岡正光：森林の新しい価値，奈良県林業研究会，奈良，3 月 24 日（2005）
22. Masamitsu Funaoka : Design and functions of structure controllable lignin-based polymers, 7th Forum International Lignin Institute, Hotel HESPERIA SANT JUST, Barcelona-Spain, 27 April（2005）
23. 船岡正光：森林資源の高機能物質への変換技術，地球環境技術推進懇談会 バイオエネ関西研究会，大阪科学技術センター，大阪，4 月 19 日（2005）
24. 船岡正光：森林から化学工業へ，日本木材加工技術協会中部支部，名古屋，5 月 13 日（2005）
25. 船岡正光：資源の新しい流れをつくる ～森林から化学工業への新しい展開～，バイ

- オビジネス創出研究会第 10 回基本講座, 滋賀, 5 月 16 日 (2005)
26. 船岡正光: 持続的社會とは 森林に学ぶ, 平成 17 年度第 1 回 21 世紀ゼミナール, 三重, 6 月 27 日 (2005)
 27. 船岡正光: 天然リグニンの精密機能制御と新しい応用展開, SORST シンポジウム(3) 環境調和型新材料とその活用, 東京, 6 月 29 日 (2005)
 28. Masamitsu Funaoka : Sustainable Circulation of Lignocellulosics through the Phase-Separation System, SYMPOSIA OF ICMAT & ICEM 2005, Singapore, 6 July (2005)
 29. Masamitsu Funaoka : A novel process for refining and selective structure control of Lignocellulosics composites, The XIV International Materials Research Congress 2005, Cancun-Mexico, 24 August (2005)
 30. 船岡正光: 生態系と機能材料, 平成 17 年度近畿化学協会講演会, 三重, 9 月 2 日 (2005)
 31. Masamitsu Funaoka : Refining and Successive Functionality Control of Lignocellulosic Components , Renewable Resources and Biorefineries , Ghent-Belgium, 19-21 September (2005)
 32. Masamitsu Funaoka : Sustainable Flow of Lignocellulosics from Forest to Chemical Industry, COST E31, Bordeaux-France, 30 September (2005)
 33. 船岡正光: リグニンの循環設計と新しい逐次利用システム, 森林資源『リグニン』をベースにした新しい化学工業の創成 NTS セミナー, 東京, 10 月 17 日 (2005)
 34. 青柳 充(科技構), 船岡正光(三重大): リグノフェノールを光増感剤に用いた光電変換素子の開発, NTS 講演会“森林資源『リグニン』をベースにした新しい化学工業の創成～構造材から電子部品へ～”, 本郷・学生会館分館, 10 月 17 日 (2005),
 35. 船岡正光: リグノセルロース資源の新しい展開～林業と化学工業をなめらかにつなぐ～, 2005 年秋期バイオマス変換研究会講演会, 岐阜, 10 月 21 日 (2005)
 36. 船岡正光: 森林からはじまる新しい物質の流れ～林業と化学工業をなめらかにつなぐ～, 紀州林業懇話会総会講演, 和歌山, 10 月 25 日 (2005)
 37. 船岡正光: 森林からはじまる新しい物質の流れ～林業と化学工業をつなぐ～, 第 3 回環境・エネルギー研究会, 東京, 10 月 31 日 (2005)
 38. 船岡正光: 生まれ変わる天然リグニン, 第 67 回ニューフロンティア材料部会例会, 大阪, 11 月 22 日 (2005)
 39. 船岡正光: 木材の化学的特性と資源としての有用性について, 公庫林業資金友の会講演会, 大阪, 11 月 30 日 (2005)
 60. 船岡正光: 森林を基盤とする新しい 21 世紀型社会ー林業と化学工業をつなぐー, 東京都, 東京, 12 月 15 日 (2005)
 61. 船岡正光: リグノセルロース ～持続的社會におけるその新しい展開～, 佐賀大学理工学部, 佐賀, 1 月 25 日 (2006)
 62. 船岡正光: 天然リグニンからポリマーへ, 富士ゼロックス, 神奈川, 2 月 2 日 (2006)
 63. 船岡正光: 森林資源ー分子レベルでみたその潜在価値ー, 大阪府立大学大学院工学研究科, 大阪, 2 月 10 日 (2006)
 64. 船岡正光: 森林資源の新展開ー化学工業へとつながる新しい分子の流れー, 環境・エネルギーシンポジウム 日本工学アカデミー, 京都, 3 月 2 日 (2006)
 65. 船岡正光: 木材工業から化学工業へ ～持続的な分子の流れをつくる～, 第 36 回木材の化学加工研究会シンポジウム, 京都, 6 月 23 日 (2006)
 66. 船岡正光: 森林～持続的分子形成フィールドとしての新しい価値～, 展示の前で研究者に会おう!, 日本科学未来館, 東京, 7 月 22 日 (2006)
 67. 船岡正光: 樹木と化石資源, 東京技術研究会, 8 月 1 日 (2006)
 68. 船岡正光: 森林から化学工業へ 生命系、非生命系の流れとその持続的活用, 日本化学会中国四国支部地区講演会, 広島, 8 月 7 日 (2006)
 69. Masamitsu Funaoka : Successive Structure Control System of Lignin for Sustentable Utilization: Design and Construction of Intramolecular Functionality Control Units, XV International Materials Research Congress 2006, Cancun-Mexico,

- 22 August (2006)
70. 船岡正光：森林と化学工業の新しい接点，財団法人協和協会，東京，9月11日 (2006)
 71. Masamitsu Funaoka : Successive Production of Functional Materials and Energy from Lignocellulosics through the Phase-Separation System, Biomass for Energy Conference, Bruges-Belgium, 25 September (2006)
 72. Masamitsu Funaoka : Artificial wood material, Kick-Off meeting, Macon-France, 3 October (2006)
 73. 船岡正光：化石資源から循環系資源へ，大阪技術研究会，大阪，10月16日 (2006)
 74. 船岡正光：リグノセルロース～森林から化学工業へのなめらかな流れ～，バイオエンジニアリング研究会，東京，11月17日 (2006)
 75. 船岡正光：リグノセルロースの精密変換とその持続的活用，平成18年度日本生物工学会シンポジウム，三重，11月21日 (2006)
 76. 船岡正光：森林と化学工業の新しい接点，第2回ST/GSCロードマップ討論会，(財)化学技術戦略推進機構，東京，12月8日 (2006)
 77. 船岡正光：新しい持続的工業ネットワーク～森林から化学工業へ～，三重大学東京フォーラム，三重大学，東京，12月15日 (2006)
 78. 船岡正光：「森林からはじまる21世紀型持続的物質循環システムの構築」森林から化学工業へ：ウッドケミカル産業創造，森林バイオマス資源有効活用セミナー，那賀町，徳島県，1月18日 (2007)
 79. 船岡正光：持続的社会におけるリグノセルロースのポテンシャル，第7回オイルピークを見据えたエネルギー関連研究戦略検討委員会，産業技術総合研究所，東京，1月19日 (2007)
 80. 船岡正光：新しい持続的工業ネットワーク～森林から化学工業をつなぐ～，トヨタ車体(株)，愛知，2月23日 (2007)
 81. 船岡正光：森林からはじまる21世紀型持続的物質循環システムの構築＝森林からはじまる四国の未来＝，環境資源シンポジウム実行委員会，徳島市，3月13日 (2007)
 82. 船岡正光：緑のループを世界へ～新しい資源の流れを作る～，NPO法人EEFA，京都，3月21日 (2007)
 83. Masamitsu Funaoka, Keigo Mikame and Mitsuru Aoyagi : Design and Synthesis of Functionality Controllable Lignin-Based Polymers, Renewable Resources and Biorefineries, Belgium, 2-8 June (2007)
 84. 船岡正光：森林の新しい展開，森林施策懇談会，津，7月5日 (2007)
 85. 船岡正光：森林から化学工業へ～新しい分子の流れをつくる～，日台農業生物技術とその応用セミナー，台湾，7月13日 (2007)
 86. 船岡正光：森林から化学工業へ～新素材リグノフェノールの新しい展開～，NPO法人EEFA南丹支部設立記念講演会，京都，9月8日 (2007)
 87. 船岡正光：森林と持続的社会～光合成から始まる物質とエネルギーの新しい流れ～，2007日台科学技術フォーラム，台湾，9月13日 (2007)
 88. 船岡正光：未来社会をささえる新素材～森林の新しい価値～，親子で参加する大学説明会，東京，10月7日 (2007)
 89. 船岡正光：21世紀を支える素材～リグノセルロース～その新しい価値～，地域バイオマス利活用セミナーin四日市，四日市，10月17日 (2007)
 90. 船岡正光：パームバイオマスとリグノフェノール循環社会，エコ・テクノ2007【地球環境・新エネルギー技術展&セミナー】，北九州市，10月18日 (2007)
 91. 船岡正光：リグノセルロースの循環設計と逐次機能制御システム，第38回中部化学関係学協会支部連合秋季大会，津，11月10日 (2007)
 92. 船岡正光：森林から化学工業へ～分子レベルでの新しい接点～，第30回材料講習会，大阪，11月13日 (2007)
 93. 船岡正光：森林を解く～分子農場としての新しい展開～，三重大学船岡研究室(SORST)研究発表会，島根，11月30日 (2007)
 94. 船岡正光：森林～持続的社会における新しい価値～，隠岐の島 里山活性化シンポ

- ジウム, 隠岐の島, 12月1日 (2007)
95. 船岡正光: 森林からはじまる新しい持続的工業ネットワーク～ポスト石油資源誘導のKEY～, バイオマス推進PT・農林水産部会合同会議, 東京, 12月4日 (2007)
 96. 船岡正光: リグノフェノール技術の可能性, 群馬県バイオマス発見・活用促進セミナー, 高崎市, 1月23日 (2008)
 97. 船岡正光: 森林から化学工業へ—Lignocellulose分子複合系の精密リファイニング—, 三重大学大学院生物資源学研究科 先進的プロジェクト『安全・安心で持続可能な社会構築に寄与する先端的基盤技術に関する基礎研究』公開シンポジウム, 1月25日 (2008)
 98. 船岡正光: 森林 ～ポスト石油資源としての新しい展開～, GLOBE Japan シンポジウム, 地球環境国際議員連盟(GLOBE), 東京, 2月4日 (2008)
 99. 船岡正光: : 森林から化学工業へ～新しい持続的工業ネットワーク～, 第2回三重大学発産学官連携セミナー2007in 伊賀, 2月8日 (2008)
 100. 船岡正光: 持続的社會における新しい価値～物質、エネルギー資源としての新展開～, あおもり農工ベストミックスセミナー, 青森, 2月14日 (2008)
 101. 船岡正光: 21世紀を支える素材 Lignocellulose ～分子レベルにおける新しい持続的展開～, JCII 戦略推進部2月講演会, 東京, 2月19日 (2008)
 102. 船岡正光: 木材を機能性分子へ～その要素技術と新しい展開～, 木質資源利用技術研究会, (財)広島市産業振興センター, 広島, 2月28日 (2008)
 103. 船岡正光: 森林 ～ポスト石油資源としての新しい展開～, ウッドケミカル産業創造シンポジウム, 那賀町・ウッドケミカル産業創造シンポジウム実行委員会, 徳島市, 5月26日 (2008)
 104. 船岡正光: 植物系分子素材の逐次精密機能制御システム, フォローアップシンポジウム, 仙台, 5月30日 (2008)
 105. Masamitsu Funaoka, Keigo Mikame and Mitsuru Aoyagi : Selective functionality control and separation of plant cell wall components / design of flow-through conversion system working at room temperature, the 4th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB4), Rotterdam, June 1-4 (2008)
 106. 船岡正光: リグノセルロース～持続的社會における新しい展開～, 環境資源工学会第120回例会, 環境資源工学会, 吹田市, 6月12日 (2008)
 107. 船岡正光: 森林の新しい展開～ポスト石油資源としての新展開～, 隠岐の島「緑のコンビナート」講演会, 隠岐の島町, 6月21日 (2008)
 108. 船岡正光: Lignocellulose～ポスト石油資源としての新しい展開～, SRI(住友ゴム工業株式会社), 神戸市, 6月25日 (2008)
 109. 船岡正光: 木質バイオマスの将来～分子レベルからみる森林資源～, 平成20年度森林・林業・山村活性化研修会, 全国町村会・全国市町村林野振興対策協議会, 東京, 6月27日 (2008)
 110. Masamitsu Funaoka, Keigo Mikame Mitsuru, Aoyagi and Hiroshi Nonaka : Functions and Applications of Structure-Variable Polymers Derived from Native Lignins, IUPAC 42nd World Polymer Congress (Macro 2008), Taipei, June 29-July 4 (2008)
 111. 船岡正光: 森林資源～流れを導く Key Technology, 森林の新しい価値～持続的なLignocellulose～, 科学技術振興機構, 津, 7月4日 (2008)
 112. 船岡正光: 森林の新しい価値～持続的な物質・エネルギーの流れを作る～, 津ふるさと元気大使シンポジウム「森を活かす」, 津市, 津, 7月5日 (2008)
 113. 船岡正光: 船岡正光氏「木の新しい見かた、使いかた」, 展示の前で研究者に会おう! 常設展示「地球環境とわたし」公開記念シリーズ Vol1., 日本科学未来館, 東京, 10月18日 (2008)
 114. 船岡正光: 森林資源活用—新しいキーテクノロジー—, 平成20年度第3回環境分科会「バイオ燃料特集」, NPO バイオものづくり中部, 名古屋, 11月14日 (2008)

115. 船岡正光：森林資源のポテンシャル ～ポスト石油資源としての新展開～，日本合成ゴム協会，津，11月18日（2008）
116. 船岡正光：森林資源の新しい展開 ～ポスト石油資源を導く～，大倉工業株式会社，香川，11月19日（2008）
117. 船岡正光：分子に学ぶ新しい社会システム，生涯就業セミナーNo.4，三重大学大学院生物資源学研究科，津，12月3日（2008）
118. 船岡正光：リグノセルロース資源の新展開，和歌山大学との発表会，和歌山市，12月5日（2008）
119. 船岡正光：リグノセルロースの新しい変換利用システム，平成20年度第2回リサイクル技術分科会開催のご案内，（社）日本粉体工業技術協会，津，12月8日（2008）
120. 船岡正光：リグニンの高度活用技術開発，早稲田大学総合研究機構「イノベーションデザイン研究所」シンポジウム，早稲田大学総合研究機構「イノベーションデザイン研究所」，東京，12月12日（2008）
121. 船岡正光：リグノセルロース～流れとしての認識とポスト石油資源としての新展開～，機能性リグニンの抽出と石油代替資源としての効果的な利用技術セミナー，技術情報協会，東京，12月18日（2008）
122. 船岡正光：Lignocellulose～物質・エネルギーの持続的な流れを作る～，第3回大学院博士後期課程重点課題に関するシンポジウム「地球環境に求められる新エネルギーと新素材」，三重大学大学院生物資源学研究科，津，1月8日（2009）
123. 船岡正光：森林の新しい価値～脱石油型社会のキー～，中部異業種間リサイクルネットワーク協議会平成21年1月研究会，中部異業種間リサイクルネットワーク協議会（CRN），名古屋，1月22日（2009）
124. 船岡正光：リグノフェノールを用いた高機能樹脂の創製，平成20年度東海シンポジウム，高分子学会東海支部，名古屋，1月30日（2009）
125. 船岡正光：木質バイオマスの新展開，材料開発研究会，日本ペイント株式会社 R&D本部材料開発研究所，大阪，2月6日（2009）
126. 船岡正光：環境応答性素材ーリグニンー，第44回プラスチックフィルム研究会講座，高分子学会 プラスチックフィルム研究会，東京，3月3日（2009）
127. Masamitsu Funaoka：Frontier Industrial Network Connecting Forests and Chemical Industries－Creating Sustainable Flow of Lignocellulosics in Molecular level－，Japan—UK150th Anniversary Next Generation Energy Project Japan—Next Generation Energy Symposium，EEFA，London，March（2009）

(3)特許出願（SORST 研究の成果に関わる特許（出願人が JST 以外のものを含む））

	件数
国内出願	19
海外出願	6
計	25

①国内

1. 船岡正光, 青柳 充「リグニン誘導体の分離及び回収方法」科学技術振興機構, 特願 2005-167103(JST B74-P01) 出願日 H17.6.7 特開 2006-341151 公開日 H18.12.21
2. 船岡正光, 宇山 浩, 景山 弘「有機無機ハイブリッド」国立大学法人大阪大学, 科学技術振興機構, 特願 2005-170164 (JST B74-P02) 出願日 H17.6.9 特開 2006-342270 公開日 H18.12.21
3. 船岡正光, 宇山 浩, 藤原昭彦「アレルゲン抑制化合物」国立大学法人大阪大学, 科学技術振興機構, 積水化学工業株式会社, 特願 2006-123130 (JST B74-P03) 出願日 H18.4.27 特開 2007-291287 公開日 H19.11.8
4. 船岡正光, 宇山 浩, 藤原昭彦「新規酵素阻害剤」国立大学法人大阪大学, 科学技術振興機構, 積水化学工業株式会社, 特願 2006-122722 (JST B74-P04) 出願日 H18.4.26 特開 2007-291034 公開日 H19.11.8
5. 船岡正光, 野田秀夫「植物資源相分離系変換装置」関西化学機械製作(株), 科学技術振興機構, 特願 2007-114874 (JST B74-P05) 出願日 H19.4.24
6. 船岡正光, 青柳 充「リグノフェノール系吸着媒体及びそれを用いた有機物の処理方法」科学技術振興機構, 特願 2007-035527 (JST B74-P06) 出願日 H19.2.15
7. 船岡正光, 青柳 充「リグノフェノールの製造方法」科学技術振興機構, 特願 2007-052107 (JST B74-P07) 出願日 H19.3.1
8. 船岡正光, 三亀啓吾「リグノフェノールの製造方法及びそれから得られる低分子量リグノフェノール」科学技術振興機構, 特願 2007-071633 (JST B74-P08) 出願日 H19.3.19
9. 船岡正光, 宇山 浩, 元木浩二, 尹 一男「リグノフェノールーポリ乳酸複合体」国立大学法人大阪大学, 科学技術振興機構, 特願 2007-118329 (JST B74-P09) 出願日 H19.4.27
10. (JST B74-P10) → 01PCT から国内移行されてくる予定
11. 船岡正光, 野田秀夫「植物資源相分離系変換装置並びに方法」関西化学機械製作(株), 科学技術振興機構, 特願 2008-273633(JST B74-P11)出願日 H20.10.23
12. 船岡正光, 三亀啓吾「リグノフェノール誘導体の分離精製方法」科学技術振興機構, 特願 2008-269241 (JST B74-P12) 出願日 H20.10.18

<JST 他>

1. 船岡正光, 服部貴幸, 市川直哉「リグニン系高分子を含むタイヤ用ゴム組成物」国立大学法人三重大学, SRI 研究開発株式会社, 特願 2007-134344 出願日 H19.5.21
2. 船岡正光, 野寺明夫, 武川直祐「ポリカーボネート樹脂組成物」国立大学法人三重大学, 出光興産株式会社, 特願 2008-331366 出願日 H20.12.25
3. 船岡正光, 三亀啓吾「リグノフェノール誘導体を結着材とした成型体及び成型炭並びにその製造方法」船岡正光, 三亀啓吾, 山名俊介, 特願 2009-21968 出願日 H21.1.8

②国外

1. Masamitsu Funaoka, Mitsuru Aoyagi「リグニン誘導体の分離及び回収方法」, 科学技術振興機構, PCT/JP2006/311263 (JST B74-01US(PCT))
2. Masamitsu Funaoka, Hideo Noda「植物資源相分離系変換プロセス」, 科学技術振興機構

<JST 他>

1. Masamitsu Funaoka, Kabushiki Kaisha Maruto「新規なリグニン誘導体、そのリグニン誘導体を用いた成形体及びその製造方法」出願国 ヨーロッパ 出願番号 97940375.5 出願日 2005/05/25
2. Masamitsu Funaoka, Kabushiki Kaisha Maruto「新規なリグニン誘導体、そのリグニン誘導体を用いた成形体及びその製造方法」国際出願番号 PCT/JP97/03240 国際出願日 1997/09/12 国際公開番号 WO99/14223 出願国 アメリカ 出願番号 10/619,930 特許発行日 2005/01/11 公開番号 6,841,660 B1
3. Masamitsu Funaoka, Kabushiki Kaisha Maruto「新規なリグニン誘導体、そのリグニン誘導体を用いた成形体及びその製造方法」出願国 カナダ 出願番号 2,303,122 ; 分割出願日 2006/07/13 出願番号 2,551,418 親出願 2,303,122(1997/9/12 出願)
4. Masamitsu Funaoka, Kabushiki Kaisha Maruto「新規なリグニン誘導体、そのリグニン誘導体を用いた成形体及びその製造方法」出願国 韓国 出願番号 2000-7002616 特許番号 484029
5. Masamitsu Funaoka, Kabushiki Kaisha Maruto「新規なリグニン誘導体、そのリグニン誘導体を用いた成形体及びその製造方法」出願国 中国 出願番号 97182421.5 ; 分割出願番号 200410004958.4

メンバー所属先でのリグノフェノール関連特許出願

<機能性木質新素材技術研究組合>

1. 三亀啓吾:「セルロース系ファイバー成形体およびその製造法」, 機能性木質新素材技術研究組合, 特願 2006-177958
2. 三亀啓吾:「リグノセルロース系材料の分離方法」, 機能性木質新素材技術研究組合, 特願 2006-179232
3. 三亀啓吾:「リグノフェノール誘導体を利用した樹脂組成物」, 機能性木質新素材技術研究組合, 特願 2006-179243
4. 三亀啓吾:「漆塗装方法および樹脂組成物」, 機能性木質新素材技術研究組合, 特願 2006-179217

(4) その他特記事項

①新聞・雑誌報道

1. 船岡正光, こどもタイムズ 水漏れしない木のひみつ, 中日新聞, 4月4日 (2004)
2. 船岡正光, 失敗伝説 リグニン 「ベージュ色」に興奮, 読売新聞(夕刊), 5月8日 (2004)
3. 船岡正光, 木の可能性を探る 津で森林資源活用フォーラム, 伊勢新聞, 5月23日 (2004)
4. 船岡正光, 森林資源循環活用フォーラムを開催しました, ローカルニュース津, 5月23日 (2004)
5. 船岡正光, 新・森林産業を築く⑦ 人工木材の夢「リグニン」分離・結合自在の「循環型」, 日本経済新聞(夕刊), 10月19日 (2004)
6. 船岡正光, 日経地球環境技術賞 三重大船岡教授 木材から高機能素材, 日本経済新聞, 10月25日 (2004)
7. 船岡正光, 日経地球環境技術賞 人工木材作れる新素材, 日経産業新聞, 10月25日 (2004)
8. 船岡正光, 日経地球環境技術賞 日本経済新聞, 11月5日 (2004)
9. 船岡正光, 第14回日経地球環境技術賞 木材を有効活用 接着成分で新材料作る, 日本経済新聞, 11月26日 (2004)
10. 船岡正光, 森林フォーラムを本に 津の市民団体が講演録『緑のループ』, 伊勢新聞, 12月25日 (2004)
11. 船岡正光, 植物資源が化石資源代替へ リグニンが化学工業製品の原料に, 化学工業時報, 1月5日 (2005)
12. 船岡正光, 「緑のループ」を出版, 三重タイムズ, 2月11日 (2005)
13. 船岡正光, 森林フォーラムの講演録「緑のループ」が完成, 伊勢新聞, 2月11日 (2005)
14. 船岡正光, 土に戻るプラスチック開発 光で分解する「リグニン」 愛地球博にも出品, 三重タイムズ, 3月25日 (2005)
15. 船岡正光, ケナフ原料プラ実証プラント, 日刊工業新聞, 3月29日 (2005)
16. 船岡正光, Out of the Wood, The Japan Journal, MARCH (2005)
17. 船岡正光, 分子レベルで開花する目に見えない森の革命, 森の響き, 2005Spring (2005)
18. 船岡正光, 進化するビジョン② 石油依存から脱却できるか分子リサイクルシステム, 林政ニュース, 4月20日 (2005)
19. 船岡正光, 森林資源の夢の循環, Green Power, 31, 6月 (2005)
20. 船岡正光, 森林の循環わかりやすく, 読売新聞, 7月1日 (2005)
21. 船岡正光, 逆転の発想から始まった木質資源利用の新しい展開, Future, 第31号, 9月5日 (2005)
22. 船岡正光, やっぱ科学って面白い, 伊勢新聞, 9月10日 (2005)
23. 船岡正光, 脱石油! 木からプラスチックを作り出す, Edge, AUTUMN VOL.03, 10月 (2005)
24. 船岡正光, 生態系に根ざした科学を, NTS ニュース, 12月 (2005)
25. 船岡正光, 持続的分子形成の場としての森林の新しい価値, 森林技術, 1月10日 (2006)
26. 船岡正光, 植物ボディー実現へ, FujiSankei Business i, 2月22日 (2006)
27. 船岡正光, 石油ルートから植物ルートへ、「リグニン」がつくる未来, THE BIG ISSUE JAPAN, 46号, 3月15日 (2006)
28. 船岡正光, 環境・エネルギーシンポジウム, EAJ NEWS, 109, April (2006) 船岡正光, 特集 生き方大転換ー石油から植物へ、森林資源社会と「リグニン」のお話し, THE BIG ISSUE JAPAN, 60号, 11月1日 (2006)
29. 船岡正光, リグノフェノールで抗アレルギー製品も、船岡教授らがシンポ, 林政ニュ

- ース, 11月8日 (2006)
30. 船岡正光, 未来科学館でリグニンの特別展示, 森林技術, 11月10日 (2006)
 31. 船岡正光, ケナフを原料としたバイオ・プラスチックで、クルマのボディをつくる GREENPLA JOURNAL, 26, Winter (2006)
 32. 船岡正光, 木から石油代替素材抽出, 山陰中央新報, 9月12日 (2007)
 33. 船岡正光, 東京モーターショー出展へ トヨタグループ 環境や安全前面, 中日新聞, 10月18日 (2007)
 34. 船岡正光, “地産地消”の世界作りたい, フジサンケイ ビジネスアイ, 11月2日 (2007)
 35. 船岡正光, 「町いちばん」で世界一, フジサンケイ ビジネスアイ, 11月3日 (2007)
 36. 船岡正光, 木材から脱石油素材を バイオマス推進シンポ, 山陰中央新報, 12月3日 (2007)
 37. 船岡正光, 究極のリサイクル, JST NEWS, 2008 4月号 (2008)
 38. 船岡正光, GLOBE Japan 通信 no.50 シンポジウム 地球温暖化対策のための具体的課題, 月刊地球環境, 2008 5月 (2008)
 39. 船岡正光, バイオマスに理解を 徳島市でシンポ 那賀の取り組み紹介, 徳島新聞, 5月27日 (2008)
 40. 船岡正光, 倒木や海草エネルギー化 隠岐の島で講演会, 山陰中央新報, 6月22日 (2008)
 41. 船岡正光, 石化製品「リグニン」を代替に 5日に津でシンポ, 中日新聞, 7月3日 (2008)
 42. 船岡正光, 森林資源で化学工業 リグニン研究の成果披露, 伊勢新聞, 7月5日 (2008)
 43. 船岡正光, 森林資源のシンポ 津市 船岡教授の講演や討論, 伊勢新聞, 7月6日 (2008)
 44. 船岡正光, バイオマスで森林活性化! 津市にモデルプラント建設を, 三重タイムズ, 7月11日 (2008)
 45. 船岡正光, ポスト石油の資源と技術はある ーリグニンが拓く「持続的な工業ネットワーク」, THE BIG ISSUE JAPAN, 99号, 7月15日 (2008)
 46. 船岡正光, 森林資源環境学講座, 三翠, 7月31日 (2008)
 47. 船岡正光, 大学発 フロントランナー 困難な木材資源再利用に成功, 産経新聞, 8月12日 (2008)
 48. 船岡正光, リグノフェノール使用 表面処理技術 実用化へ, 日刊木材新聞, 8月29日 (2008)
 49. 船岡正光, 最新! J 科学 Vol.42 古紙 100%のリサイクル木材?, 論座, 9月号 (2008)
 50. 船岡正光, 緑のコンビナート構想 隠岐の島町を「エコ島」に, 山陰中央新報, 9月1日 (2008)
 51. 船岡正光, オークラボード新工場竣工, 日刊木材新聞, 11月22日 (2008)
 52. 船岡正光, リグノフェノールの船岡プロジェクトがシ総決算, 林政ニュース, 1月28日 (2009)
 53. 船岡正光, 木のリグニンを使いこなす 石油に代わる原料開発, deep_science topics vol018, 2月 (2009)
 54. 船岡正光, 木を社会のなかで循環させるということ, Me+Sci, 2月 (2009)
 55. 船岡正光, 総括シンポジウム「リグノセルロースを解く」, 三重大学フラッシュニュース, 2月28日 (2009)

②テレビ, ラジオ等

1. 船岡正光, プラス1 キャッチ 植物から生まれる新素材, 中京テレビ, 12月19日 (2005)
2. 船岡正光, 放送大学 (2007)

3. 船岡正光, 情報満開!しまねっと, NHK 松江局, 11 月 30 日 (2007)
4. 船岡正光, おはよう日本, NHK 松江局, 12 月 1 日 (2007)
5. 船岡正光, おはよう日本, NHK 松江局, 12 月 2 日 (2007)
6. 船岡正光, まるっと津ガイド まちのできごと, 津市ケーブルテレビ, 7 月 8-15 日 (2008)
7. 船岡正光, プラザ津, 津ふるさと元気大使シンポジウム 基調講演「森林の新しい価値」～持続的な物質、エネルギーの流れを作る～, 津市ケーブルテレビ, 8 月 1-7 日 (2008)

③受賞

平成 15 年 6 月 20 日(金)

第 83 回日本化学会春季年会 (平成 15 年 3 月 20 日、早稲田大学) 講演奨励賞

「天然リグニン誘導体リグノフェノールを用いたナノ多孔質酸化チタン色素増感太陽電池の開発」

三重大生物資源 CREST JST 青柳 充、船岡正光

平成 16 年 10 月 21 日(木)

第 28 回合成樹脂工業協会 (関西大学) 学術奨励賞

「機能性リグニン系ポリマーの設計に関する研究」

三重大生物資源学部 CREST JST 永松ゆきこ

平成 16 年 11 月 4 日(木)

第 14 回日経地球環境技術賞

「植物系分子素材の持続的循環活用システムの開発」

三重大生物資源学部 船岡正光

平成 17 年 11 月 16 日(水)

第 14 回ポリマー材料フォーラム優秀発表賞

「リグノセルロース資源を起点とした炭素資源循環システム」

三重大生物資源学部 SORST JST 青柳 充

平成 18 年 6 月 30 日(金)

日本接着学会奨励賞

「植物資源由来リグノフェノールを原料とする接着剤の開発」

大阪市立工業研究所 SORST JST 門多丈治

平成 18 年 10 月 19 日 (木)

合成樹脂工業協会 学術賞

「天然リグニンの逐次精密機能制御とその循環型材料化に関する研究」

三重大大学大学院生物資源学研究科 船岡正光

平成 18 年 10 月 19 日 (木)

合成樹脂工業協会 学術奨励賞

「植物資源由来リグノフェノールを原料とするネットワークポリマー材料に関する研究」

大阪市立工業研究所 SORST JST 門多丈治

平成 18 年 12 月 9 日 (土)

第 17 回日本 MRS 学術シンポジウム セッション N「生物系資源の最近の進歩」発表会

特別賞

「Function and Potential of Bamboo Lignins」

三重大学大学院生物資源学研究科 任 浩

平成 18 年 12 月 9 日 (土)

第 17 回日本 MRS 学術シンポジウム セッション N「生物系資源の最近の進歩」発表会
奨励賞

「Selective Phenolation of Lignins Using Cellulose Supports for Functionality Control」

「Photochemical Cells Sensitized by Lignophenol Derivatives」

「Applications of Lignophenol / Nano-Structured Titanium Dioxides Composites」

「Conductive Composites of Lignophenol and Polyaniline」

「Thermal Response of Lignophenol under High Energy Condition」

「Design of Multilayered Cellulose Molds-Lignophenol Composites」

三重大生物資源学部 SORST JST 青柳 充

平成 18 年 12 月 9 日 (土)

第 17 回日本 MRS 学術シンポジウム セッション N「生物系資源の最近の進歩」発表会
奨励賞

「Research in Relationship between Negative Electrode Performance of Lead Acid
Battery and Molecular Structure of Lignin using Lignophenol」

新神戸電機株式会社 木村隆之

平成 19 年 10 月 1 日 (月)

三重大学知的財産最多届出賞

三重大学大学院生物資源学研究科 船岡正光

平成 20 年 11 月 28 日 (金)

第 17 回ポリマー材料フォーラムポスター優秀発表賞

「様々なリグノセルロース資源の構造転換と特性の活用」

三重大院生物資源 SORST JST 青柳 充

三重大学大学院生物資源学研究科 船岡正光, 任 浩, 科野孝典, 室田将哉, 往蔵麻衣子,
竹内健悟

9. 結び

環境を攪乱しない、そして化石資源に依存しない社会とは.....その解は、地球外のエネルギーにより地球上の炭素の濃縮と解放を一見呼吸のごとく繰り返す植物の仕組みにある。植物、中でも樹木は壮大な年月をかけ炭素の濃縮と解放を繰り返している。我々はその流れの一端を樹木として認識しているにすぎない。木材、紙としての利用は上流側の形態利用の一つにすぎず、近年話題になっているバイオエタノールも構成炭水化物の一部のみに視点を置いた短絡的利用の一つである。

石油の時代が終わりを告げようとしている今、我々は真摯に石油のルーツの一つであり、同等の分子ポテンシャルを有する樹木の機能に目を向け、その仕組みを破壊しない、そしてその仕組みにしたがった複合体から分子へと繋がる新しい利用システムを構築しなければならない。この観点から生態系に最大量蓄積しながら未だに効果的な利用システムが見いだされない芳香族資源リグニンに焦点を当て、約 30 年前から従来の農学的視点に加え、分子生態学、精密分子工学、ナノ材料工学の視点から新しい切り口でアプローチを展開してきた。この過程で、1999 年に CREST 研究として、さらに 2004 年からは SORST 研究として大きなバックアップを JST からいただき、その結果、これまでのフラスコワークを超え、蓄積した知見を実際に検証すべく他分野との連携の下に発展的な検討を行ってきた。新規循環型リグニン素材（リグノフェノール）の開発、相分離系変換システム（新規リファイニングシステム）の開発とプラントの設計、多くのリグニン系機能材料の開発など実用化のための基盤データと技術が整ってきた。しかし、石油系の単機能高性能材料が氾濫する中で多機能系リグニン材料を社会に浸透させるにはまだ大きな障壁が存在する。それは、ピンポイント評価に適した単機能石油系材料氾濫の中で多機能系リグニンを如何に信頼性高く機能材料として循環的に多段階で活用するのかということである。これまでリグノフェノールの機能を活用するユニークなリグニン応用分野を開発してきたが、この単発的な活用と廃棄では真の長期循環資源であるリグニンの生態循環系は社会で再現されない。

今重要なことは、多機能リグニンの特性を精密分子工学視点から個別に段階的に規格化し、石油系物作り社会の仕組みの中で共通のプラットフォームで扱える素材としての規格を明示することである。世界でこれまで誰も実現できなかったリグニン実用化への最後の砦ともいえるこの課題をクリアする基盤データと技術、人材はこれまでの CREST および SORST 研究の中で蓄積されている。

今 SORST 研究は終了するが、今後は石油に依存しないそして生態系を攪乱しない新しい持続的社会システムの具現化に向け、技術の実用化と新しい評価法の確立を中心とした新しいフェーズへと活動を転換していきたい。

2009 年 1 月 14 日、15 日に東京科学技術未来館において SORST 船岡正光プロジェクト総括シンポジウムを開催した。本シンポジウムは公式には SORST 終了シンポジウムであるが、我々はこれを新しい時代に向けた SORST Phase II への Kick Off Symposium と位置付けている。



CREST 研究そしてそれに続く SORST 研究に対し約 10 年間にもわたり大きなバックアップをいただいた（独）科学技術振興機構，そして技術の実用化に向け公私を超え常に適切なアドバイスをいただいた田村 亘弘 技術参事にここに厚くお礼申し上げます。