

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H06210

研究課題名(和文) 結び目構造に着目した生物模倣型バイオマス分離法の開発

研究課題名(英文) Development of biomimetic separation system for biomass conversion focusing on the cross-linked structure in lignocellulose

研究代表者

西村 裕志(Nishimura, Hiroshi)

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号：50553989

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,400,000円

研究成果の概要(和文)：植物の細胞壁は芳香族高分子であるリグニンと、多糖であるセルロース、ヘミセルロースが共存し、Lignin-Carbohydrate Complex(LCC)を形成している。本研究課題ではリグノセルロースの「結び目構造」の分子構造解析を行い、リグノセルロースの三次元ネットワークを「ほどく」バイオマス分離法を開発を目的とした。変性を防ぎつつ Lignin-Carbohydrate Complex(LCC)を高純度を含む試料調製に成功し、多次元 NMR法による構造決定に成功した。さらに、温和な条件でのバイオマス変換法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リグニンはセルロースに次いで豊富に存在する有機資源であり、植物細胞壁を構成する主要成分である。リグニンの利活用はバイオマス全体利用の鍵を握る。リグノセルロースの多様な結び目構造を解き明かし、分子構造に基づいてバイオマス変換法を設計することが、植物基礎科学の発展と、植物資源を活かした持続可能な社会の実現につながる。

研究成果の概要(英文)：Lignin and hemicellulose coexist on the plant cell wall to form the Lignin-Carbohydrate Complex (LCC). This research project aims to elucidate the molecular structure of the "cross-linked structure" of lignocellulosic and to develop a biomass separation method that "unravels" the three-dimensional network of lignocellulosic. Here, we successfully prepared a Lignin-Carbohydrate Complex (LCC) sample in high purity without denaturing. We have proved the covalent linkages between hemicellulose and lignin by analyzing the multidimensional NMR. Furthermore, we proposed a biomass conversion method under mild conditions.

研究分野：木質化学

キーワード：lignin lignin-carbohydrate hemicellulose NMR fungi

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

持続可能なエネルギー・有機資源の循環利用社会を実現するために、光合成によってつくられる再生産可能な天然資源である植物バイオマス全体の利活用推進が重要である。植物の細胞壁は芳香族高分子であるリグニンと、多糖であるセルロース、ヘミセルロースが共存し複合体を形成していて、Lignin-Carbohydrate Complex (LCC) と呼ばれている。リグニンは難分解性の不定形芳香族高分子とされ、リグニンと多糖の分離は、植物バイオマスの効率的な変換、利活用を実現する上で中心的な課題である。また、リグニンと多糖という性質の異なる高分子の結合体は植物体を支え、細胞壁の強靱さやしなやかさという特性を賦与する役割を担っていると考えられる。本研究では、リグノセルロース内の高分子の分岐・架橋構造を「リグノセルロースの結び目構造」と捉え、詳細な構造解析を実施し、その強固な三次元ネットワークを「ほどく」方法を構築しバイオマス変換におけるブレイクスルーを目指す。

### 2. 研究の目的

木質バイオマス変換における最大の障壁はリグニンの分離である。そこで、リグノセルロースの「結び目構造」に着目し、その強固な三次元ネットワークを「ほどく」反応に着目する。自然界では木材腐朽菌(主に白色腐朽菌などの担子菌)が温和な条件でリグニンを含めた木質を分解する。特に多糖とリグニンの結合構造を狙い、温和な生化学反応等を用いた環境調和型バイオマス変換法の設計を目的とする。これまで植物細胞壁内部におけるリグニンと多糖間の結合の存在について 1866 年に Erdmann らが提唱して以来、多くの研究が行われてきたものの化学分解法などの間接的な分析に留まっていた。本研究では、リグノセルロース結び目構造部の変性を防ぎつつ、濃縮・分離し、多次元 NMR 法により解明することを目的とする。さらに、生化学反応などの温和な反応系によるバイオマス分離法の開発を目的とする。

### 3. 研究の方法

リグノセルロース結び目構造部の解析において、リグニン-多糖間結合部はバイオマス高分子内の結合頻度と純度の制約からピンポイントで直接観測することは大きな課題である。また、一般的な脱リグニン法に用いられる酸、アルカリ、加熱抽出・分解処理は試料の変性を受ける。本研究ではアカマツ木粉およびブナ木粉を試料として、多糖分解酵素処理と各種クロマトグラフィーによる分離を組み合わせることで、高純度にリグニン・多糖結合部を含む試料調製法を開発し、実施した。リグノセルロース試料は、各種 NMR 測定、 $^1\text{H}$ -,  $^{13}\text{C}$ -, 3 次元 HSQC, HMBC、3 次元 TOCSY-HSQC などの多次元 NMR 法による構造解析を行った。さらに、構造情報にもとづき、温和なリグニンと多糖の分離法の開発・検討を行った。

### 4. 研究成果

植物バイオマスは主にリグニン、ヘミセルロース、セルロースの 3 大成分によって構成される。リグニンと多糖間に存在する共有結合の解明は変換反応の設計の点から重要であり、植物細胞壁の形成という植物科学における根源的な学理探究でもある。リグニン-多糖間結合はポリマー主鎖に対してごく僅かであり、変性を防ぎつつ結合点を濃縮することが難しく、150 年前に提唱されて以来、直接の証明がされていなかった。天然由来の高分子複合体の構造解析は、単一成分の有機分子やタンパク質と異なるアプローチが必要である。天然高分子の混合物である木質試料を目的に応じて可溶化、濃縮・分画し、さらにオーバーラップするシグナルを NMR スペクトル上で分離することで構造解析を進めた。本研究では高効率な分離・抽出法を確立し、多次元溶液 NMR 法を駆使して、世界で初めてリグニン-多糖間結合の直接証明および周辺構造の分子構造解析に成功した (Nishimura et al., *Sci Rep* 2018, 8:6538)。本論文は Web of Science 高被引用論文(分野トップ 1%)である。図に示すように、HSQC, HMBC, TOCSY-HSQC などの 2 次元、3 次元 NMR 法により共有結合(スピン結合)のつながりとして、リグニン・多糖間結合とその周辺構造を決定することに初めて成功した。構造解析の結果、リグニンの  $\beta$ -O-4'結合ユニットの  $\alpha$  位とヘミセルロースであるグルコマンナンのマンノース 6 位間にエーテル結合が存在することがわかった。本研究成果は複雑なバイオマス高分子の混合試料から特定構造部を濃縮し、シークエンシャルに周辺構造を含めて構造決定する方法論としても重要である。

次に、広葉樹における主要なリグニン-多糖間結合の解析を進め、グルクロノキシランとリグニン  $\alpha$  位間のエステル結合について、リグニンの  $\gamma$  位における結合( $\gamma$ ester 型 LCC)は少なくともマイナーであり主要な結合は  $\alpha$ ester 型であるという、従来の学説を修正する結果を明らかにした。以上の木質科学における基幹的な学術知見をベースに、バイオマス分離法の開発に着手し、

温和な条件下でリグニンおよびリグニン多糖複合体を分離する方法を考案した。

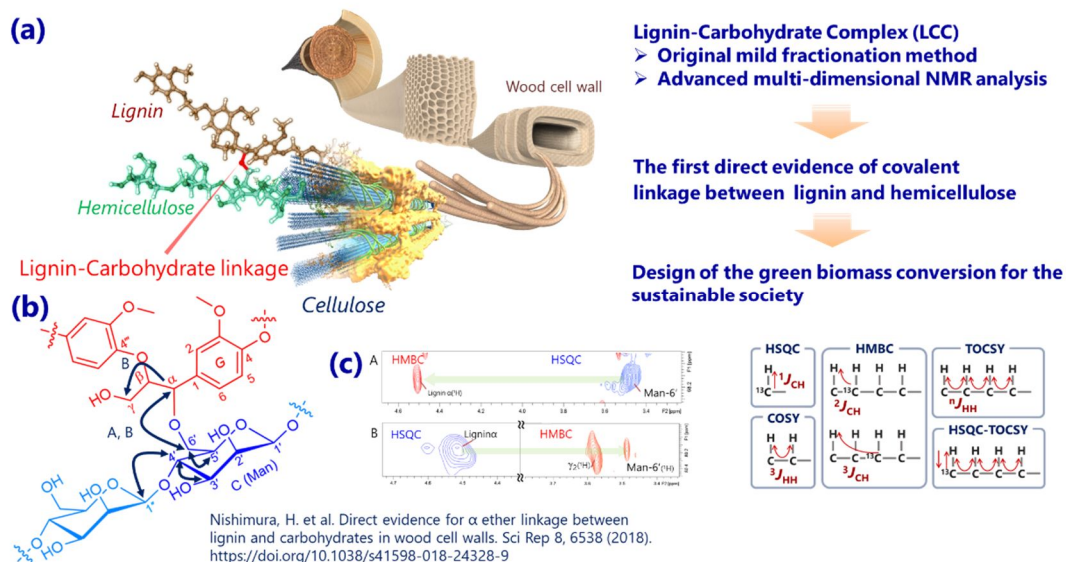


図. リグノセルロース結び目構造の解析

木材細胞壁中のリグニンとヘミセルロース多糖間結合の多次元 NMR 法による構造決定。木材細胞壁構造の模式図(a)およびリグニン - 多糖間結合の分子構造(b)、および代表的な NMR 相関スペクトル A, B (c) を示す。リグニンとヘミセルロース多糖間の共有結合の解明は、分子構造に基づいた環境調和型バイオマス変換法設計の基盤的な知見である。温和な条件下での効率的な分離法と  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HSQC (直接結合した C-H の検出) および  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMBC (主に 2-3 結合離れた遠隔相関)、3次元 TOCSY-HSQC などの各種スピン結合相関 NMR 法を用いて、リグノセルロース中のリグニン - 多糖間結合構造の解明に成功した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Aoki Dan, Nomura Kenta, Hashiura Masashi, Imamura Yoshinori, Miyata Sonoka, Terashima Noritsugu, Matsushita Yasuyuki, Nishimura Hiroshi, Watanabe Takashi, Katahira Masato, Fukushima Kazuhiko	4. 巻 73
2. 論文標題 Evaluation of ring-5 structures of guaiacyl lignin in Ginkgo biloba L. using solid- and liquid-state <sup>13</sup> C NMR difference spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Holzforschung	6. 最初と最後の頁 1083 ~ 1092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/hf-2019-0011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西村 裕志	4. 巻 2
2. 論文標題 リグノセルロースの結び目構造を解く～リグニン・多糖結合の多次元NMR解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 アグリバイオ, 2, 9, Aug.	6. 最初と最後の頁 64-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西村 裕志	4. 巻 12
2. 論文標題 木に学ぶ、きのこに学ぶサイエンス(総説)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 生存圏研究	6. 最初と最後の頁 11-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 西村 裕志	4. 巻 12
2. 論文標題 革新的なバイオマス構造解析技術を基盤とした新領域の創成	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 生存圏研究	6. 最初と最後の頁 111-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Nishimura, Akihiro Kamiya, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe	4. 巻 8
2. 論文標題 Direct evidence for ether linkage between lignin and carbohydrates in wood cell walls	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 6538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-24328-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計57件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Kaori Saito, Yutaka Makimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Structural analysis of the free phenolic terminal and non-phenolic units connected through various interunit linkages in lignin polymer
3. 学会等名 20th ISWFPC (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ruibo Li, Ryo Narita, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Antiviral activity of phenolic compounds in pyroligenous acid, and structure-activity relationship
3. 学会等名 20th ISWFPC (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Production of antiviral compounds from sugarcane bagasse by microwave solvolysis
3. 学会等名 20th ISWFPC (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Yuki Tokunaga, Satoshi Oshiro, Kaori Saito, Hiroyuki Okano, Hiroshi Nishimura, Takashi Nagata, Keiko Kondo, Masato Katahira, Katsuhiro Isozaki, Hikaru Takaya, Masaharu Nakamura
2. 発表標題 Strategy of lignocellulose conversion using catalysts with controlled affinity to lignin
3. 学会等名 1st International Lignin Symposium (ILS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Nishimura, Kazuma Nagata, Misato Yamada, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Structural analyses of covalent linkages between lignin and hemicellulose in wood cell walls
3. 学会等名 1st International Lignin Symposium (ILS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Saho Kashima, Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Yasuhiro Shimane, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaoki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Fractionation and analysis of lignin-carbohydrate complex using lignin-degrading enzymes
3. 学会等名 1st International Lignin Symposium (ILS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ruibo Li, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Microwave-assisted degradation of woody biomass for application as antiviral agent against encephalomyocarditis virus
3. 学会等名 1st International Lignin Symposium (ILS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤香織, 牧村裕, 西村裕志, 渡辺隆司,
2. 発表標題 リグニンフェノール性水酸基のメチル化によるフェノール性末端の構造と高分子化学構造の解析
3. 学会等名 第70回日本木材学会鳥取大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村裕志, 鹿島早帆, 山田美紗登, 永田一真, 永田崇, 片平正人, 渡辺隆司
2. 発表標題 広葉樹リグニン - 多糖間結合の多次元NMR法による構造解析
3. 学会等名 第70回日本木材学会鳥取大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村智洋, 李瑞波, 應田涼太, 西村裕志, 藤田尚志, 渡辺隆司
2. 発表標題 マイクロ波ソルボリシスにより創出した抗ウイルス活性リグニンの構造および作用機構の分析
3. 学会等名 第70回日本木材学会鳥取大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡野啓志, 齋藤香織, 大城理志, 西村裕志, 渡辺隆司
2. 発表標題 リグニン親和性ペプチドを結合した白色腐朽菌ラッカーゼによるリグニン分解
3. 学会等名 日本農芸化学会関西支部例会 (第512回講演会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村裕志、鹿島早帆、山田美紗登、渡辺隆司、大田ゆかり
2. 発表標題 質量分析法によるリグニンの酵素分解反応の解析
3. 学会等名 第4回 京都生体質量分析研究会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichi Tanida, Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Roles of extracellular metabolites produced by selective white-rot fungi
3. 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Lignin-based antiviral inhibitor produced by microwave glycerolysis from sugarcane bagasse
3. 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 リグノセルロース高分子のNMR法による構造解析
3. 学会等名 高分子学会NMR研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Hiroshi Nishimura
2. 発表標題 Structural analysis of lignocellulosic biomass towards the efficient utilization
3. 学会等名 e-ASIA kick-off symposium, Bangkok, Thailand, 2019.10.13 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 分子特性を活かした天然型リグノセルロース高分子の新展開
3. 学会等名 新化学技術研究奨励賞-新化学技術推進協会(JACI) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村智洋, 李瑞波, 應田涼太, 西村裕志, 藤田尚志, 渡辺隆司
2. 発表標題 サトウキビバガスのマイクロ波ソルボリシスによる新規抗ウイルス活性物質の創出
3. 学会等名 第69回木材学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ruibo Li, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Ryo Narita, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Conversion of woody biomass into antiviral compounds by microwave degradation
3. 学会等名 第69回木材学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題	Production of Antiviral Compounds from Sugarcane Bagasse by Microwave Reactions
3. 学会等名	Proceedings of the 2018 Society of Wood Science and Technology/Japan Wood Research Society International Convention, 369-370 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Kazuma Nagata, Takashi Nagata, Masato Katahira, Yukari Ohta, Takashi Watanabe
2. 発表標題	Fractionation and structural analysis of enzyme-treated lignin-carbohydrate complexes
3. 学会等名	lignobiotech 2018, p17, 5th Symposium of Biotechnology Applied to Lignocelluloses, Helsinki (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	大田ゆかり, 西村裕志, 片平正人, 磯崎勝弘, 中村正治
2. 発表標題	ホワイトバイオでつなく ~リグニンから機能性芳香族モノマーへ~
3. 学会等名	第67回高分子討論会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Chihiro Kimura, Ryota Ouda, Ruibo Li, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe
2. 発表標題	Production of Antiviral Compounds from Sugarcane Bagasse by Microwave Reactions
3. 学会等名	The 3rd Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, NCHU, Taiwan, 20180926: P16 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 Saho Kashima, Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaoki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Fractionation and analysis of lignin-carbohydrate complex in wood cell wall
3. 学会等名 The 3rd Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, NCHU, Taiwan, 20180926: P19 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Chen Qu, Satoshi Oshiro, Hiroshi Nishimura, Keiichiro Kashimura, Takashi Nagata, Masato Katahira, Katsuhiko Isozaki, Hikaru Takaya, Masaharu Nakamura
2. 発表標題 Approaches for valorization of lignocelluloses using microwave technology and lignin-binding catalysts
3. 学会等名 lignobiotech 2018, p21, 5th Symposium of Biotechnology Applied to Lignocelluloses, Helsinki (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村 裕志
2. 発表標題 リグノセルロースの分岐構造解析とバイオマス変換
3. 学会等名 AIKOC-2
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Nishimura
2. 発表標題 Multi-dimensional NMR analyses for the linkages between lignin and polysaccharide
3. 学会等名 Gordon Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村 裕志
2. 発表標題 木材成分の分子構造とグリーンコンバージョン
3. 学会等名 分子設計学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shizuka Sakon, Hiroshi Nishimura, Misato Yamada, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaoki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Analysis of Lignin-Carbohydrate Complexes in woody biomass by using NMR
3. 学会等名 HSS2017 and 7th ISSH meeting, Bogor, Indonesia (poster) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志、山田美紗登、市川淳子、黒澤佳奈子、大田ゆかり、近藤敬子、山置祐大、片平正人、渡辺隆司
2. 発表標題 木材リグニンの 04開裂酵素反応前後の分析
3. 学会等名 第356回生存圏シンポジウム、京都大学 poster
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 齋藤香織、酒井亮、牧村裕、西村裕志、渡辺隆司
2. 発表標題 リグニンフェノール性末端の構造解析と酸触媒ソルボリシスにおける反応性：スギとユーカリの比較
3. 学会等名 第62回リグニン討論会、名古屋大学, oral
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Hiroshi Nishimura, Chen Qu, Misato Yamada, Shizuka Sakon, Takao Kishimoto, Masaharu Nakamura, Keiko Kondo, Takashi Nagata, Makoto Katahira
2. 発表標題 Structural analysis of lignocellulosic biomass by solution-state NMR for future biorefinery
3. 学会等名 The 8th International Symposium of Advanced Energy Science - Interdisciplinary Approach to Zero Emission Energy (poster) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 木質バイオマスを知り活かす化学へ
3. 学会等名 第1回触発型有機化学研究会 (AIKOC-1)、名古屋大学 (poster)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村 裕志
2. 発表標題 Structural analysis towards the lignocellulosic biomass conversion
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Fuels and Energy, International Conference Center Hiroshima, Hiroshima
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志、永田一真、岸本崇生、中村正治、Qu Chen、片平正人、渡辺隆司
2. 発表標題 バイオリファイナリーのための超高感度NMRによるリグニン及びリグニン - 糖複合体の構造解析
3. 学会等名 京都大学エネルギー理工学研究所ゼロエミッションエネルギー研究拠点平成28年度共同利用・共同研究 成果報告会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河野孝彰, 西村裕志, 渡辺隆司
2. 発表標題 標識メチオニン添加による選択的白色腐朽菌の代謝物分析
3. 学会等名 日本木材学会大会 (福岡大会) Poster
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田美紗登, 辻 祥子, 市川淳子, 黒澤佳奈子, 大田ゆかり, 片平正人, 渡辺隆司, 西村裕志
2. 発表標題 酵素反応親和性リグニンフラクションによるフェニルプロパノン化合物のワンポット酵素生産
3. 学会等名 日本木材学会大会 (福岡大会) Poster
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志, 左近静香, Arnling Baath Jenny, Ristinmaa Amanda, Nilsson Johanna, Westman Gunnar, Olsson Lisbeth, 永田一真, 永田 崇, 片平正人, 渡辺隆司
2. 発表標題 リグノセルロースの糖-リグニン複合体とその酵素反応の解析
3. 学会等名 日本木材学会大会 (福岡大会) Poster
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斉藤香織, 酒井 亮, 牧村 裕, 西村裕志, 渡辺隆司
2. 発表標題 酸触媒ソルボリシスにおけるリグニンフェノール性末端の影響: スギとユーカリの比較
3. 学会等名 日本木材学会大会 (福岡大会) Oral
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田美紗登、辻祥子、渡辺隆司、市川淳子、黒澤佳奈子、片平正人、大田ゆかり、西村裕志
2. 発表標題 温和なリグニン抽出法と海洋微生物由来酵素による物質生産
3. 学会等名 第330回生存圏シンポジウム 第13回持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 左近静香, 西村裕志, Arnling Baath Jenny, Ristinmaa Amanda, Nilsson Johanna, Westman Gunnar, Olsson Lisbeth, 永田一真, 永田 崇, 片平正人, 渡辺隆司
2. 発表標題 木質バイオマス中の糖 - リグニン複合体の解析と酵素による分解
3. 学会等名 第330回生存圏シンポジウム 第13回持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志、渡辺隆司
2. 発表標題 木材表面リグニンの分子イメージング
3. 学会等名 第330回生存圏シンポジウム 第13回持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山置佑大、永田一真、清石彩華、西村裕志、加納ふみ、村田昌之、大田ゆかり、渡辺隆司、永田崇、片平正人
2. 発表標題 木質バイオマスにおける超分子構造とステレオ選択的な酵素反応及び核酸のin-cell NMR
3. 学会等名 第55回NMR討論会、広島国際会議場、Oral
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T.Watanabe, H.Nishimura,T.Kishimoto, M.Nakamura, C. Qu, K. Nagata, T.Nagata, M.Katahira
2. 発表標題 Structural analysis of lignin and lignin-carbohydrate by ultra-high sensitivity NMR for biorefinery
3. 学会等名 Proc. 7th Int. Symp. Adv. Energy Sci.,188-188 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松下泰幸, 寺島典二, 今村良教, 野村健太, 青木弾, 西村裕志, 渡辺隆司, 片平正人, 福島和彦
2. 発表標題 13C標識法を用いた細胞壁リグニンの構造解析
3. 学会等名 第 21 回高分子分析討論会、名古屋国際会議場
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y.Matsushita,K.Nomura,N.Terashima,D.Aoki,H.Nishimura,T. Watanabe,M.Katahira,K.Fukushima
2. 発表標題 Structural analysis of lignin by a selective 13C-enrichment technique combined with solid-state 13C NMR
3. 学会等名 Proc. 7th Int. Symp. Adv. Energy Sci., 187 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Okamura, H., Kamba, K., Nishimura, H., Kigawa, T., Watanabe, T., Nagata, T., Katahira, M.
2. 発表標題 Accurate and molecular-size-tolerant NMR quantitation of diverse compounds, and real-time monitoring of enzymatic reaction
3. 学会等名 The XXVIIth International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems, Kyoto International Conference Center、2016.21-26 (国際学会)
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 Watanabe, T., Yamaguchi, A., Oshiro, S., Suetomi, T., Nishimura, H., Nagata, T., Mashima, T., Katahira, M., Isozaki, K., Takaya, H., Nakamura, M.
2. 発表標題 Analysis of molecular interaction of peptides with lignin for lignocellulosic biorefinery
3. 学会等名 4th Symposium on Biotechnology applied to Lignocelluloses. CSIC downtown Campus (Madrid), 2016.6.19-22 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 リグノセルロースの構造分析と環境調和型変換 [招待あり]
3. 学会等名 バイオマス変換研究会春季講演会 (第68回日本木材学会大会) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 木質バイオマスの分子構造とマイルドな変換法 [招待あり]
3. 学会等名 バイオマス資源の利活用に向けた化学生命研究の最前線 (バイオマスプロジェクト講演会-高知大学) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 溶かして知る・活かす、木の化学 [招待あり]
3. 学会等名 京都大学森林科学公開講座 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 木質バイオマスの生分解機構の解析
3. 学会等名 第345回生存圏シンポジウム（第8回DASH/FBAS）（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 木材成分のリグニンから機能性化学品へ 微生物に学ぶ有効活用 [招待あり]
3. 学会等名 京都大学総合博物館 2017 Lecture series - 研究の最先端 - (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 Structural analyses and the bioprocesses for wood biomass conversion
3. 学会等名 Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Penang, Malaysia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 リグニン-多糖複合体の解析と定量2次元NMR法 [招待あり]
3. 学会等名 第61回リグニン討論会 企画講演 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 Accurate and molecular-size-tolerant NMR quantitation of diverse compounds, and real-time monitoring of enzymatic reaction in solution [招待あり]
3. 学会等名 The XXVIIth International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西村裕志
2. 発表標題 木質バイオマスの生分解機構の解析
3. 学会等名 第7回DASH/FBAS全国共同利用成果報告会 第317回生存圏シンポジウム
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 西村裕志 "植物バイオマスの複雑高分子の多次元NMR構造解析"	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ニューサイエンス社	5. 総ページ数 64
3. 書名 月刊「細胞」 構造生物学の最前線 The forefront of structural biology	

1. 著者名 西村裕志 "リグニンとヘミセルロースをつなぐ共有結合の解明 ~植物バイオマスの高度利用"	4. 発行年 2019年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 100
3. 書名 アグリバイオ セルロースナノファイバーによる有用材料の開発 Development of valuable materials from cellulose nanofibers	

1. 著者名 大田ゆかり、西村裕志、片平正人、磯崎勝弘、中村正治	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 225
3. 書名 分担執筆 "第4章 リグニンの応用展開 11 海洋微生物酵素群によるリグニン分解高度化と人工漆材料への展開" リグニン利活用のための最新技術動向 梅澤俊明編	

〔産業財産権〕

〔その他〕

植物細胞壁中のリグニン・多糖間結合を初めて解明 <a href="http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2018/180425_5.html">http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2018/180425_5.html</a>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Wood Biomass Conversion - Green chemistry and biological processes [Organized Session] The 2nd Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science	開催年 2017年～2017年
---	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------