

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01481

研究課題名(和文) ミリ波・共焦点蛍光X線による保存処理木材の品質管理システムの構築

研究課題名(英文) Development of quality evaluation system of impregnated wood using millimeter wave and confocus X-ray

研究代表者

藤井 義久 (Fujii, Yoshihisa)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：10173402

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,400,000円

研究成果の概要(和文)：共焦点型微蛍光X線分析装置を用いて、銅系保存剤による処理木材に含まれるCu元素分布情報の取得し、それが破壊的手法で計測した結果と合致することを確認した。またCu濃度分布に及ぼす木材の組織構造の影響を明らかにした。さらにX線計測に及ぼす木材の含水率の影響も検討し、これを補正するための手段として、マイクロ波からミリ波帯の周波数領域でのFMCWレーダを用いて木材の含水率分布を非破壊的に求めた。両者の計測手法によって、正確な元素分布を非破壊で評価できることを明らかにした。本研究によって、天然物由来で不均質の材料である木材に対して、非接触非破壊の新たな品質管理技術を体系への道が開かれた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は共焦点方式の蛍光X線計測方式によって、材料の一定深さにおける所定の元素の濃度情報を選択的に計測し、またFMCWレーダ方式の装置によって材料の含水率の深さ方向の分布を計測し、その結果によってX線計測の結果を補正し、正確な元素分析が可能になることを示した。これによって、天然物由来で不均質の材料である木材の新たな品質管理技術を体系への道が開かれた。本研究の成果であるハード技術と、昨今急速に進歩しつつあるICT技術が融合することで、木材のように材質変動の大きな材料に対して、合理的に全数検査が可能となる新規で高度な品質管理の新たなパラダイムの開拓が可能となる。

研究成果の概要(英文)：Distribution of Cu component in the cross section of pine wood impregnated by preservative was evaluated non-destructively by confocus X-ray fluorescence device. The influence of the anatomical features of wood on the intensity was also clarified. For example, Cu intensity in the late wood of higher specific density was smaller than the one in the early wood of lower density. In this study, Cu profile up to the depth of 100 micro-meter was obtained. The feasibility of the method to evaluate of atomic components from surface to surface region was clarified. The influence of wood moisture content on the X-ray measurement was also investigated. In the system developing, an idea of compensation of X-ray measurement using simultaneous evaluation of moisture content by FMCW radar was employed. The radar device operated in the frequency region from microwave to millimeter wave, 10 to 20 GHz gave the profile of the reflection intensity due to the moisture content in the direction of depth.

研究分野：木質科学

キーワード：共焦点蛍光X線計測 FMCWレーダ 保存処理木材 含水率

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

今後の木質資源の利用について求められている方向は、森林育成と利用の循環が持続的に実現できる管理された森林から伐採された木材を、可能な限り有効にかつ長期にわたってマテリアル利用することである。一方、木材や木質建材や腐朽や虫害といった耐久性を阻害する因子に対する対応が求められる。そのために、現代では各種の保存処理を木材に施し、耐久性を向上することが一般的となっている。

既往の保存処理では、抗菌性や殺虫能力を有する薬剤を、木材に塗布、含浸や注入する手法が一般的である。しかし近年では、人体への影響や環境に対する配慮から、これらの薬剤は低毒性化する傾向にある。その一方で、木材の材質に由来して注入量の不足や不均質性が常に問題となり、薬剤の低毒性化と相まって、耐久性不足の問題が根本的な課題となっている。

木材関連産業界では、少なくとも不適な処理状態の材料を選別し、これを排除しながら製品の品質を確保することを望んでいるが、処理状態の把握には、現状では生産ラインからのサンプリング標本を分析する手法しかなく、非破壊・非接触で、かつ高速で全数検査できる新規な品質管理システムの出現が待望される状態にある。

本研究の代表者である藤井らは、これまでミリ波帯からマイクロ波帯の電磁波を用いた木材や木造の非破壊診断技術の開発に従事してきた。とりわけ FMCW レーダ方式を採用したセンサによって木造壁体内の含水率や劣化状態の 3 次元可視化に成功している。さらに近年では、伝統的木造に伝統的に用いられてきた銅製金具の防腐効果を蛍光 X 線分析によって解明しつつある。また共同研究者の土井らは、X 線計測に関して長年先駆的な開発研究を実施しており、近年ではとりわけ共焦点技術を利用した、材料内部における元素分布の 3 次元マッピング技術について、基礎から応用研究を幅広く展開している。

2. 研究の目的

本研究では、木質資源の長期利用のための基本技術である各種保存処理について、これまで不可能とされてきた処理状態を非破壊・非接触で、かつ高速で全数検査できる新規な品質管理システムの構築を目指して、その根幹となるセンシング技術を開拓する。具体的には、銅系薬剤などによる注入保存処理について、産業界で問題となっている不均一注入や注入不足をサンプリング検査でなく全数検査を可能とするために、蛍光 X 線およびミリ波帯の電磁波を併用したセンシングを行う。特に、蛍光 X 線については共焦点技術による 3 次元マッピング技術を援用した材内部での銅等の有効成分濃度の測定を、ミリ波については FMCW レーダ方式をとりあげ、材内部での含水率の測定を行い、両者を併用して、材料の含水率管理、さらに含水率を補正した正確な材内部での銅濃度分布の測定方法の確立をめざす。

3. 研究の方法

本研究では、まず(1)保存処理木材の有効成分分布と処理条件との関係の解明するため、蛍光 X 線顕微鏡を用いて、断面での元素分布を測定し、開発装置の希求条件を検討した。その際含水率の影響も検討した。続いて(2)共焦点型蛍光 X 線方式を用いて木材表層から 10mm までの銅等の有効成分の濃度マッピングの可能性を検討した。さらに(3)ミリ波レーダ技術による木材の水分状態や内部欠点の非破壊検出の可能性を検討した。また(4)ミリ波によって得られた水分データによる蛍光 X 線データの補正による高精度濃度マッピングの可能性を検討し、(5)蛍光 X 線技術とミリ波技術の融合を試みた。最後に、非破壊診断装置の基本設計、試作と性能評価することを目的として(6)データ分析とマッピング結果の 2 次元、3 次元データのパターン認識による高速で大量の個別品質管理技術の構築のための指針を検討した。

4. 研究成果

蛍光 X 線分析装置を用いて Cu 系保存剤を加圧注入した木材の切断断面における Cu 分布を把握した上で、共焦点型蛍光 X 線分析装置を用いて、非破壊的に木材に含まれる銅系防腐剤の元素分布情報の取得を試みた。切断断面の分析結果から、表面付近での Cu 濃度やそれに及ぼす木材の組織構造の影響を明らかにした。例えば、木材の晩材部(高密度)には早材部(低密度)に比べ Cu の分布が少ないことが分かった。さらに晩材部と早材部について、共焦点型微小部蛍光 X 線分析装置を用いて、深さ方向の元素の濃度分布を得た。分布は切断断面で得られた Cu 濃度分布と対応し、測定原理の妥当性が示された。本研究では最大で 100 μ m 程度の深さまでの情報を得ることができ、既往の手法のような表層での元素分析から表層直下やより深部での計測の途が開かれた。今後計測方式、出力や感度の向上を果たすことでより深部での計測が可能になる。

一連の X 線計測では、木材の含水率の影響も検討した。その結果、含水率の上昇とともに X 線の検出性能が低下することや、検量線を用いることで含水率の補正が可能になることも分かった。そのため実用化システムではマイクロ波からミリ波帯の周波数領域での FMCW レーダを用いて木材の含水率分布を求め、木材の水管理だけでなく、その結果を用いて X 線計測の結果を補正することとした。実験の結果、10 から 20GHz の周波数において、木材表面から深さ方向での水分分布に対応する反射強度プロファイルが獲得できた。またプロファイルにおよぼす密度や組織構造の影響、さらに空気層や異種材料による障害物の影響も明らかになった。

本研究によって、天然物由来で不均質の材料である木材に対して、新規な品質管理技術を体系への道が開かれた。本研究の成果であるハード技術と、昨今急速に進歩しつつある ICT 技術（インターネットなどを活用した大量・高速のデータ処理・管理のためのソフト技術）が融合することで、木材のように材質変動の大きな材料に対して、合理的に全数検査が可能となる新規で高度な品質管理の新たなパラダイムの開拓が可能となる。

Distribution of Cu component in the cross section of pine wood impregnated by preservative was evaluated by X-ray fluorescence microscope. Same specimen was tested by confocus X-ray fluorescence device and the profile of Cu intensity in the direction of depth was evaluated non-destructively. The results of the former experiment showed the intensity of Cu near the specimen surface and the influence of the anatomical features of wood on the intensity. For example, Cu intensity in the late wood of higher specific density was smaller the one in the early wood of lower density. The results of the latter non-destructive experiment showed the Cu profile in the direction of depth agreed to the results from the former destructive method. In this study, Cu profile up to the depth of 100 micro-meter was obtained. The feasibility of the method to evaluate of atomic components from surface to surface region was clarified.

The influence of wood moisture content on the X-ray measurement was also investigated. The resolution and the sensitivity of the measurement decreased in accordance with the increase of the moisture content. It was also clarified that this change can be compensated by applying suitable calibration curve. In the system developing, an idea of compensation using simultaneous evaluation of moisture content by FMCW radar technique in the frequency region from microwave to millimeter wave was employed. The results of the experiments using FMCW radar device of 10 to 20 GHz gave the profile of the reflection intensity due to the moisture content in the direction of depth. The influence of the wood specific density, anatomical feature and the barrier layer of air or alias materials was also clarified. This study clarified the feasibility of the novel method for quality control of heterogeneous natural-originated wood.

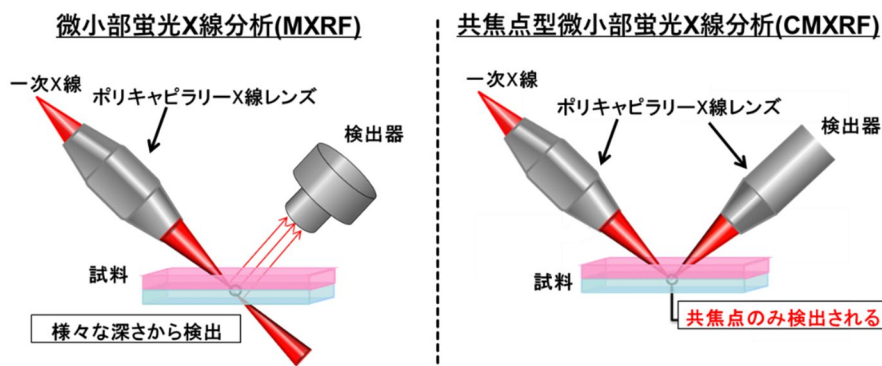


図1 蛍光 X 線顕微鏡（左）と共焦点 X 線顕微鏡の（右）の測定原理

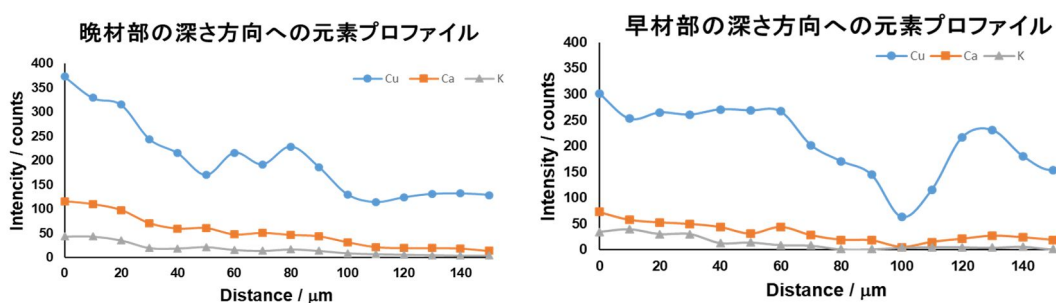


図2 共焦点 X 線装置で計測した木材表面から深さ方向の元素強度プロフィール

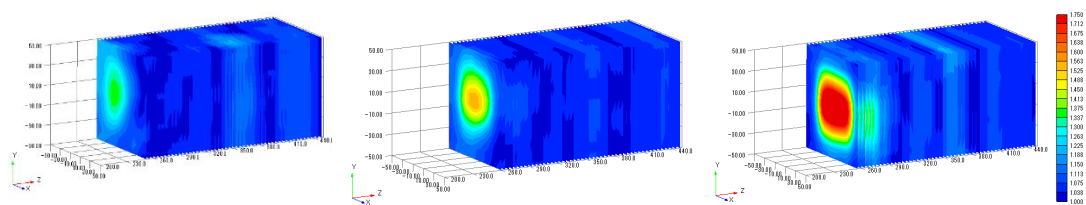


図3 FMCW レーダによる木材表面から 12 mm の位置での含水率マッピングの結果（左から 12%、40%、80%）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Watanabe H, Yanase Y, Fujii Y | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 Continuous nondestructive monitoring of larval feeding activity and development of the bamboo powderpost beetle <i>Dinoderus minutus</i> using acoustic emission | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Wood Science | 6. 最初と最後の頁 138-148 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10086-017-1678-4 | 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 築瀬佳之, 森 拓郎, Emiria Chrysanti, 吉村 剛, 大村和香子, 板倉修司, 藤井義久 | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 アコースティック・エミッションおよびマイクロ波によるアメリカカンザイシロアリ食害の非破壊検出 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 環動昆 | 6. 最初と最後の頁 41-47 |
| 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 Yosuke Matsuda, Yuko Fujiwara, Yoshihisa Fujii | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 Strain analysis near the cutting edge in orthogonal cutting of hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i>) using a digital image correlation method | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Wood Science | 6. 最初と最後の頁 566-577 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10086-018-1724-x | 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 Masumi Minagawa, Yosuke Matsuda, Yuko Fujiwara, Yoshihisa Fujii | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 Relationship between crack propagation and the stress intensity factor in cutting parallel to the grain of hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i>) | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Wood Science | 6. 最初と最後の頁 758-766 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10086-018-1760-6 | 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 仲西桃太郎, 中野ひとみ, 藤原裕子, 藤井義久, 辻 幸一 | 4. 巻 50 |
| 2. 論文標題 微小部蛍光X線分析法による銅系防腐処理木材の元素分布解析 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Adv. X-Ray. Chem. Anal., Japan | 6. 最初と最後の頁 105-112 |
| 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 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 Watanabe H, Yanase Y, Fujii Y | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 Nondestructive evaluation of egg-to-adult development and feeding behavior of the bamboo powderpost beetle <i>Dinoderus minutus</i> using X-ray computed tomography | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Wood Science | 6. 最初と最後の頁 506-513 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI 10.1007/s10086-017-1642-3 | 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 Yosuke Matsuda, Yuko Fujiwara, Koji Murata, Yoshihisa Fujii | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 Residual strain analysis with digital image correlation method for subsurface damage evaluation of hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i>) finished by slow-speed orthogonal cutting | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Wood Science | 6. 最初と最後の頁 615-624 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10086-017-1659-7 | 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 佐藤 あさひ, 藤原裕子, 仲村匡司, 高妻洋成, 藤井義久 | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 礫石と接触している木材の白化部分に存在する物質の推定 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 木材保存 | 6. 最初と最後の頁 139-147 |
| 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 竹口 彩; 藤原裕子; 藤井義久; 木川りか; 佐藤嘉則; 古田嶋智子; 犬塚将英 | 4. 巻 56 |
| 2. 論文標題 湿度制御した温風処理による漆仕上げ材の表面ひずみの測定 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 保存科学 | 6. 最初と最後の頁 165-174 |
| 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 小峰幸夫; 原田正彦; 斉藤明子; 佐藤嘉則; 木川りか; 藤井義久 | 4. 巻 56 |
| 2. 論文標題 日光の歴史的木造建造物における新たな害虫モニタリング手法の実用性の検討 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 保存科学 | 6. 最初と最後の頁 77-88 |
| 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 藤井義久, 藤原裕子, 鈴木祥之 | 4. 巻 11 |
| 2. 論文標題 加子母明治座の耐久性調査 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 歴史都市防災論文集, | 6. 最初と最後の頁 255-258 |
| 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 築瀬佳之 | 4. 巻 72 |
| 2. 論文標題 木造建築物におけるシロアリ食害の非破壊検出 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 木材工業 | 6. 最初と最後の頁 296-300 |
| 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 Himmi S K, Yoshimura T, Yanase Y, Torigoe T, Akada M, Ikeda M, Imazu S | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Volume Visualization of Hidden Gallery System of Drywood Termite Using Computed Tomography: A New Approach on Monitoring of Termite Infestation | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 McLellan B (ed) Sustainable Future for Human Security | 6. 最初と最後の頁 61-68 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-981-10-5430-3_6 | 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 - |

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 藤井義久、原田正彦、北原博幸、藤原裕子、木川りか、佐藤嘉則、小峰幸夫、犬塚将英、古田嶋智子、日高真吾、斉藤明子、福岡 憲 |
| 2. 発表標題 湿度制御した温風処理による甲虫類の駆除 湿度制御した温風処理による甲虫類の駆除 - 社寺建築における効果の検証 - |
| 3. 学会等名 文化財保存修復学会第40回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 藤井義久、原田正彦、北原博幸、藤原裕子、木川りか、佐藤嘉則、小峰幸夫、犬塚将英、古田嶋智子、日高真吾、斉藤明子、福岡 憲 |
| 2. 発表標題 木造建築に施された漆層表面のひずみの経時変化 |
| 3. 学会等名 文化財保存修復学会第40回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中野ひとみ、駒谷慎太郎、藤原裕子、藤井義久 |
| 2. 発表標題 ハンドヘルド型蛍光X線分析装置を用いたこけら葺き屋根の銅元素の現場測定 |
| 3. 学会等名 日本文化財科学会第35回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 藤井義久 |
| 2. 発表標題 伝統木造にみられる蟻害・甲虫害の特徴 |
| 3. 学会等名 日本環境動物昆虫学会創立30周年記念大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 坪田篤憲, 藤原裕子, 築瀬佳之, 澤田豊, 藤井義久 |
| 2. 発表標題 木殺し・水分付与が仕口接合部の引き抜き強度に与える影響 |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第36回年次大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 越村梓穂、築瀬佳之、藤原裕子、澤田 豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 仕口接合の強度試験時におけるアコースティック・エミッション(AE)の検出 -低荷重域におけるAEの検出性能改善の試み- |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第36回年次大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名 今泉早貴、築瀬佳之、藤井義久 |
| 2. 発表標題 竹材の油抜処理が乾燥特性におよぼす影響 |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第36回年次大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 皆川真澄、松田陽介、藤原裕子、澤田 豊、村田功二、藤井義久 |
| 2. 発表標題 ヒノキの縦切削に伴う先割れの進展と応力拡大係数の関係 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松田陽介、藤原裕子、藤井義久 |
| 2. 発表標題 画像関連法によるヒノキの二次元縦切削における切れ刃近傍のひずみレベルの簡易評価 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 古川隼人、藤原裕子、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 ヒノキ平削り面における毛羽立ちの生成機構の考察と定量評価（第2報） |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 竹口 彩、藤原裕子、藤井義久、木川りか、佐藤嘉則、犬塚将英、古田嶋智子 |
| 2. 発表標題 湿度制御した温風処理による漆仕上げ材の表面ひずみの測定（第3報） |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 福井杜史之、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 動的ヤング率と損失係数を用いた繊維飽和点以上のスギ材含水率推定 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 篠崎美帆、藤原裕子、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久、吉村 剛 |
| 2. 発表標題 腐朽後乾燥による木材細胞の配列乱れを示す CT 画像の特徴量の抽出 - 抽出方法の信頼性向上の試み - |
| 3. 学会等名 日本木材保存協会第34回年次大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yoshihisa Fujii, Katsunori Gokan, Sulaeman Yusuf, Nikhom Laemsak |
| 2. 発表標題 How can we introduce modern Japanese wooden housing technologies to the South-east Asian countries ? |
| 3. 学会等名 日米木質科学国際会議2018、SWST (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 篠崎美帆、藤原裕子、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 腐朽後乾燥による木材細胞の配列の乱れを示す特徴量の抽出 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 坪田篤憲, 藤原裕子, 築瀬佳之, 澤田豊, 藤井義久 |
| 2. 発表標題 嵌合度の異なる仕口接合部の画像相関法によるひずみ分布解析 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 越村梓穂, 築瀬佳之, 藤原裕子, 澤田豊, 藤井義久 |
| 2. 発表標題 仕口接合部の弾性波の伝搬特性と強度試験時のアコースティック・エミッションの挙動 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 嶋崎雄介, 築瀬佳之, 澤田豊, 藤原裕子, 藤井義久 |
| 2. 発表標題 木材穿孔時のスラスト力と密度との関係 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 今泉早貴, 築瀬佳之, 藤井義久 |
| 2. 発表標題 竹材の油抜処理が材の乾燥特性に与える効果の検討 |
| 3. 学会等名 第70回日本木材学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 篠崎美帆、藤原裕子、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 腐朽後乾燥した木材の細胞の形態的特徴量と物性パラメータとの関係 |
| 3. 学会等名 日本木材保存協会第33回年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡辺祐基、築瀬佳之、藤井義久 |
| 2. 発表標題 チビタケナガシンクイの生活史および食害行動の非破壊評価 |
| 3. 学会等名 日本木材保存協会第33回年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Watanabe H, Yanase Y, Fujii Y |
| 2. 発表標題 Nondestructive analysis of oviposition of the bamboo powderpost beetle <i>Dinoderus minutus</i> using acoustic emission and X-ray CT |
| 3. 学会等名 IRG Annual Meeting |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|-----------------------------|
| 1. 発表者名 藤井義久、藤原裕子、鈴木祥之 |
| 2. 発表標題 加子母明治座の耐久性調査 |
| 3. 学会等名 第11回歴史都市防災シンポジウム |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 福井杜史之、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 スギ心持ち直角材の乾燥過程における振動特性を用いた内部含水率の推定 |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第35回年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 古川隼人、藤原裕子、築瀬佳之、澤田豊、藤井義久 |
| 2. 発表標題 ヒノキ平削り面の毛羽立ちの生成機構の考察と定量評価 |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第35回年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 皆川真澄、藤原裕子、藤井義久、松田陽介 |
| 2. 発表標題 木材切削時の先割れ先端近傍での応力拡大係数の変化 |
| 3. 学会等名 日本木材加工技術協会第35回年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| <p>京都大学大学院農学研究科林産加工学分野 http://h3news1.kais.kyoto-u.ac.jp/index.html 大阪市立大学大学院工学研究科化学系専攻（辻 幸一研究室） http://www.a-chem.eng.osaka-cu.ac.jp/tsujilab/ 京都大学生存圏研究所居住圏環境共生分野 http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/lih/ 富山県農林水産総合技術センター/木材研究所 http://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/mokuzai/ 京都大学大学院農学研究科林産加工学分野 http://h3news1.kais.kyoto-u.ac.jp/index.html 大阪市立大学大学院工学研究科化学系専攻（辻 幸一研究室） http://www.a-chem.eng.osaka-cu.ac.jp/tsujilab/ 京都大学生存圏研究所居住圏環境共生分野 http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/lih/ 富山県農林水産総合技術センター/木材研究所 http://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/mokuzai/</p> |
|---|

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 |
|-------|---|--|----|
| 研究分担者 | 築瀬 佳之 (Yanase Yoshiyuki) (00303868) | 京都大学・農学研究科・助教 (14301) | |
| 研究分担者 | 栗崎 宏 (Kurisaki Hiroshi) (20446644) | 富山県農林水産総合技術センター・富山県農林水産総合技術センター木材研究所・課長 (83207) | |
| 研究分担者 | 辻 幸一 (Tsuji Koichi) (30241566) | 大阪市立大学・大学院工学研究科・教授 (24402) | |
| 研究分担者 | 吉村 剛 (Yoshimura Tsuyosi) (40230809) | 京都大学・生存圏研究所・教授 (14301) | |