

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05485

研究課題名（和文）木質材料の構造力学的最適化による環境応答戦略の理解

研究課題名（英文）Mechanical optimization of wood in response to the environmental stimuli

研究代表者

杉山 淳司（Sugiyama, Junji）

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：40183842

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 61,600,000円

研究成果の概要（和文）：天然素材の適材適所的な利用の背景には、植物固有の最適化構造が存在している。例えば、サクラやカバの樹皮の微細構造と物性との関係から、樹皮が乾燥によって外側から剥離するように設計されたという生理的な機能と同時に、弥生時代から紐として利用される理由の一端を明らかにすることができた。また、伝統的建造物における屋根工法の一つ、こけら葺に際して、隅板に追証板を使うことが伝承されているが、これがまさに針葉樹に特有の、セル構造体としての特性を利用した先人の知恵であることを証明した。このような、木材の最適化構造に潜む幾つかの特徴から発想して、外部環境に応答する空間設計に活かす木質材料のデザインにも挑戦した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

木材の性質や特性についての科学的な知識を持つことは社会にとって非常に有益である。すなわち、木材の性質や特性を理解することで、より効率的な資源利用が可能となり、木材の種類や特性に合わせた適切な加工方法や設計を選択することで、無駄を減らし、資源の節約に寄与することも可能である。また、教育的な面では、優れた木質の特性をわかりやすく説明することで、持続可能な材料選択や環境への配慮を促進する一助となるだろう。最後に、科学的な点では、開発された生物画像に対する情報処理技術は、形態を観察の対象から解析の対象とする意味で、今後多面的な展開が期待される。

研究成果の概要（英文）：Behind the apt use of natural materials is the existence of plant-specific optimized structures. For example, the relationship between the microstructure and physical properties of cherry and birch bark has revealed the physiological function of the bark, which is designed to peel off from the outside as it dries, as well as part of the reason why the bark has been used as a cordage since the Yayoi period. In addition, we proved that the use of 'O-i-ma-sa' shingles for kokera-roofing, a roofing method for traditional buildings, was the wisdom of our ancestors who utilized the unique cellular structure characteristics of softwoods. Finally, we have tried to design wood materials that respond to the external environment based on these characteristics of optimized structures of wood.

研究分野：木質科学

キーワード：木材組織 微細構造 構造解析 機械学習 力学特性 コンピュータービジョン 環境デザイン 自己形成

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

21世紀当初から、持続可能な炭素循環型社会の実現に向けて、バイオマス由来の新しい材料開発に注目が集まっている。特に、木質バイオマスから得られる素材であるセルロース、リグニンや他の材料に関する研究が盛んに行われており、実用化に向けた取り組みも進んでいる。しかし、有用性が認められているにも関わらず、実際の商品化まで進んでいる例はまだ少ない。これは、樹木が提供する材料のポテンシャルについての理解が不十分であり、活用されていないためだと考えられている。

一方で、生物の優れたデザインから学び、実際の製品開発に応用するという考え方は、既に様々な分野で広く採用されている。木質バイオマスの特性を材料として最大限に生かすためのヒントも、生物自体である樹木に秘められていると考えられる。特に、構造力学的に特殊な機能を持つ伝統的工芸品や伝統的な建築技術の中には、木質バイオマスの高機能材料の創製において貴重な模倣モデルとなる可能性を秘めており、最近では非常に興味深い材料として注目を浴びていた。

### 2. 研究の目的

本研究の目標は、植物や木材の構造的特徴が物理的性質にどのような影響を与えるかを明らかにすることである。そのために、伝統的な工芸素材や技法を研究し、特異な構造を見つけてその仕組みを理解することを目指した。具体的には、工芸品に使われる樹皮や伝統的な建築で使われる屋根材などを調査した。また、組織構造を定量的に分析するために、新しい画像処理と画像解析技術の開発にも取り組んだ。さらに、木材が曲がったり腐ったりするといった欠点を、環境に反応する能力と見なし、それを利点に転じることで、環境と調和した新しい生活空間の材料を開発することを目指した。

### 3. 研究の方法

木材の物性と組織構造の関係を理解するために、以下の3つの課題に取り組んだ。

まず最初に、樹皮に焦点を当てた研究を実施した。この研究では、サクラ類に代わり、より冷涼な気候に生育するカバ類を選び、樹皮の微細構造と水分の役割について調査することを目的とした(業績1)。

次に、仮道管の組織構造の年輪内変動について詳しく調べるための技術開発を行った。具体的には、木材の断面を光学顕微鏡で観察し、レターデーションという手法を用いてマイクロフィブリルの傾角を測定した。さらに、画像処理と1細胞認識技術(生成型AI)を組み合わせ、各細胞の形態とマイクロフィブリル傾角を同時に測定する方法を確立した(業績2)。

また、伝統的な屋根の部材である隅木が曲がりやすい性質に着目し、柱目、板目、追柱目取りの木材の曲げ試験を比較検討した。この際に、変形途中の木材組織の動画を撮影し、1細胞認識技術を使用して、全細胞の変形挙動を解析した。その結果から、針葉樹特有の組織構造と物性に関する考察を行った(業績3)。

最後に、水分量に応じて変化するアクティブな環境応答型木材の社会実装について、共同研究を実施した。

#### 4. 研究成果

##### カバ樹皮の組織構造と力学的特性について

カバ材コルクの接線方向の引張試験を行った。湿潤状態のコルクは、乾燥状態のものに比べて有意に高い伸展性を示した。コルクの組織化学的構造を顕微鏡観察および分光分析により調べた。白樺コルクの細胞壁は2層構造であり、細胞壁と接する内部物質が存在した。透過型電子顕微鏡写真では、四酸化オスミウムが外層と内層を、過マンガン酸カリウムが内層と内層を染色した。スベリンとリグニンを除去すると内層のみが残り、フーリエ変換赤外スペクトルはセルロース I パターンを示した。偏光顕微鏡写真から、外層と内層の分子鎖はスベリン層に対して垂直に配向しているのに対し、内層の分子鎖は縦方向に配向していることがわかった。これらの結果から、外層と内層は主にスベリンからなり、内層と複合中層はリグニン、セルロース、その他の多糖類から構成されていることが示唆された。セルロースマイクロフィブリルがらせん

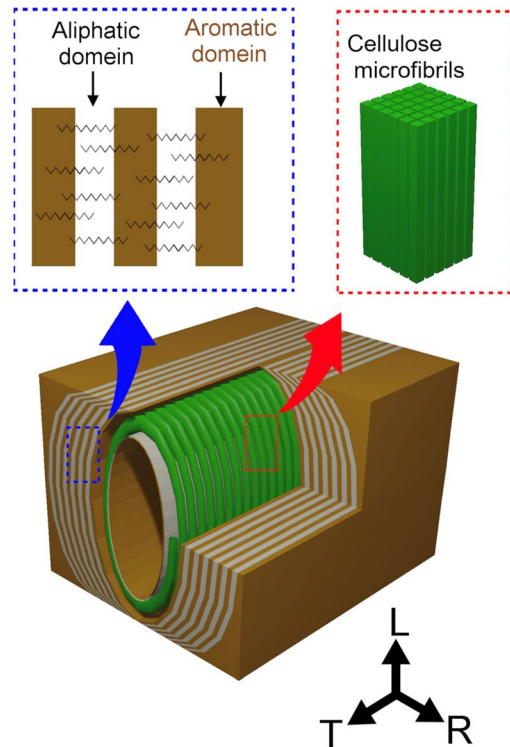


図1 カバ樹皮のコルク細胞壁の模式図

状に配置されたリグニンの細胞壁は、硬化した外層と内層に挟まれており、内層のセルロースマイクロフィブリルが引張荷重を負担していると考えられた。湿潤状態では、水とセルロースは引張応力を伝達する。乾燥状態では、この応力伝達システムの機能が低下し、応力を負担する細胞が少なくなる。外層と内層のスベリンは、樹皮の機械的特性を維持し、幹の直径の成長に伴う引張応力を負担するために、絶対乾燥を防ぐことができると考察した。乾燥した樹皮でも、サクラほど完全に韌性が失われなかったことは、生育する冷涼な環境と関係があるのか、今後検討する必要がある。

##### 木材細胞壁構造の新しい光学顕微鏡イメージングによる解析

木材の細胞壁は、さまざまなスケールの微細構造が階層的に構築されたものである。自在に変化する細胞の形態と、それを形成するセルロースからなる壁層構造、これらの連関を明らかにすることは、細胞壁の特性をより深く理解する上で重要である。しかし、従来の手法では、これらを実現することは困難であった。そこで、偏光顕微鏡、蛍光顕微鏡、画像分割を組み合わせた新し

い手法の枠組みを提案した。このフレームワークを針葉樹のモデル樹種であるヒノキ *Chamaecyparis obtusa* に適用し、ライアルファイル内における MFA の年内推移と仮道管の形態を特徴付ける実験を行った。その結果、仮道管 1 細胞ごとに両者の特性を追跡することを可能とし、 $S_2$  ミクロフィブリル角と仮道管の形態（内腔径、接線方向壁厚、細胞壁占有率）の間に高い相関（があることを明らかにした。また、ラジアルファイルにおいて、早材から晩材に至る複雑な遷移挙動が初めて明らかになった。この実験手法の開発によって、細胞内のセルロースの配向と形態特性を同時に評価することで、組織構造における不均一性の把握が容易となり、樹木細胞の特性を評価するための手法として大きな可能性を持つ。

コンピュータービジョンによる細胞毎変形の追跡

生成型 CNN モデルの一つである U-NET を利用して、変形下の実体顕微鏡動画画像における針葉樹仮道管を一つずつラベル化した。さらにトラッキングアルゴリズムを利用して、ラベル化された数千個の細胞を紐付けした。これらのデータから、個々の仮道管の解剖学的特徴、すなわち面積、偏心率、フィット楕円のアスペクト比などを計測して、解析した。

観察から、放射組織の方向や板表面に対する角度が、MOE や MOR に大きく影響されるという、比較的予想しうる結果とは別に、木材という複合材料に備わる特徴というのが明らかになった。典型的なセル構造体として、剪断による変形が大きいという事実に加えて、細胞レベルの変形が、局所にとどまらずに散在する不均一な複合材料に特有の挙動を示すことも示された。

植物の特性をいかした実物大プロトタイプ

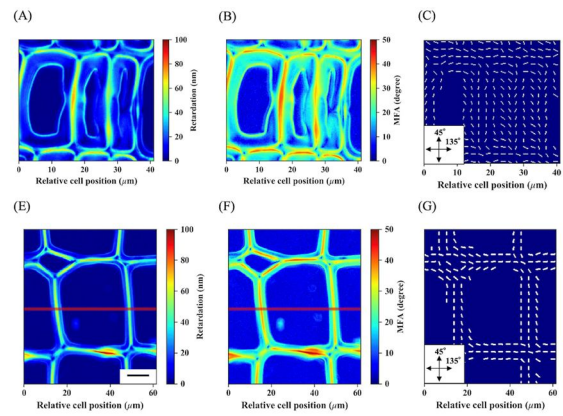


図 2 晩材（上）と早材（下）の仮道管横断面内における、レターデーション（左）、ミクロフィブリル傾角（中央）、方位角（右）を示したもの。

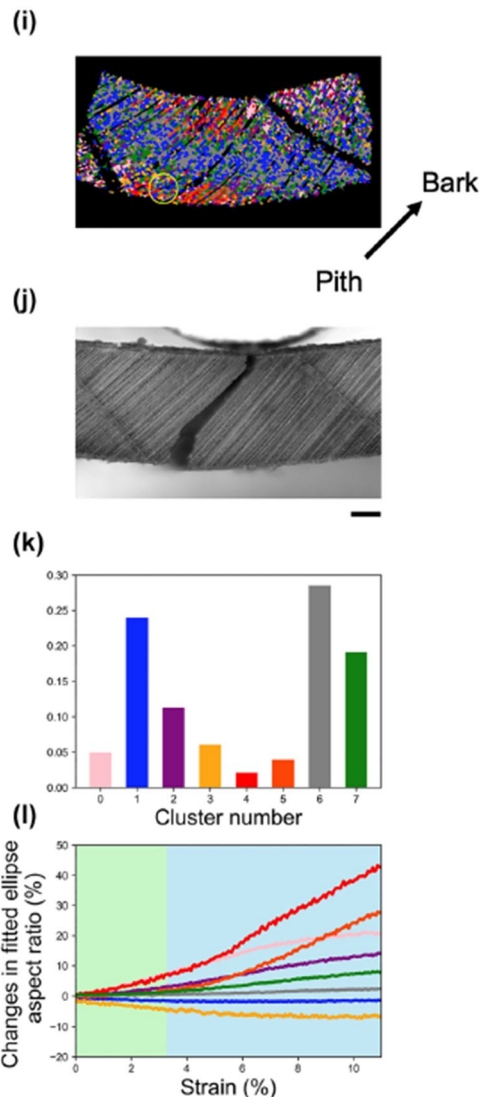


図 3 破断直前における細胞変形の度合いを示す 2 次元マップ (i) と破断後 (j) のサンプル図。図 (i) 中の色に対応する細胞の構成比率 (k)、図 (i) 中の色に対応する歪みとアスペクト比の変化率 (l)。

## ブの設計・製作・実験

研究機関の後半にかけて、いわば木材としては欠点となるが、動くことのできない植物体としては生存に関係する、環境に応答する能力を利用したものづくりに取り組んだ。すなわち、水分による狂いは材料としては望まれない性質であるが、それを逆に利用して、朝と夜に開いて太陽光が地表に届くようにし、昼には閉じて太陽光を遮断するような構造物のプロトタイプを、木質材料の特性を活かして設計した。本研究で得た基礎データを踏まえ、プロトタイプの大規模化や社会実装について検討を継続する予定である。

## 特筆すべき業績

- [1] Histochemical structure and tensile properties of birch cork cell walls  
Shingo Kiyoto, Junji Sugiyama  
Cellulose 2021 年 7 月 12 日
  
- [2] Flexural behavior of wood in the transverse direction investigated using novel computer vision and machine learning approach  
Shuoye Chen, Tatsuya Awano, Arata Yoshinaga, Junji Sugiyama  
Holzforschung 76(10) 875-885 2022 年 10 月 26 日
  
- [3] Intra-annual fluctuation in morphology and microfibril angle of tracheids revealed by novel microscopy-based imaging  
Yusuke Kita, Tatsuya Awano, Arata Yoshinaga, Junji Sugiyama  
PLOS ONE 17(11) e0277616-e0277616

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Kita Yusuke, Awano Tatsuya, Yoshinaga Arata, Sugiyama Junji	4. 巻 17
2. 論文標題 Intra-annual fluctuation in morphology and microfibril angle of tracheids revealed by novel microscopy-based imaging	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 277616-277616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0277616	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 Chen Shuoye, Awano Tatsuya, Yoshinaga Arata, Sugiyama Junji	4. 巻 76
2. 論文標題 Flexural behavior of wood in the transverse direction investigated using novel computer vision and machine learning approach	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Holzforschung	6. 最初と最後の頁 875 ~ 885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/hf-2022-0096	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 該当する
1. 著者名 Cipta Hairi, Kobayashi Kayoko, Chen Shuoye, Sugiyama Junji	4. 巻 68
2. 論文標題 Examination of Cinnamomum camphora interlocked grain adopting X-ray computed tomography combined with particle image velocimetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s10086-022-02064-z	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 該当する
1. 著者名 Cipta Hairi, Nugroho Widyanto Dwi, Tazuru Suyako, Sugiyama Junji	4. 巻 68
2. 論文標題 Identification of the wood species in the wooden sheath of Indonesian kris by synchrotron X-ray microtomography	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s10086-022-02072-z	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 該当する

1. 著者名 Endo Rie, Sugiyama Junji	4. 巻 54
2. 論文標題 New attempts with the keratin-metal/magnesium process for the conservation of archaeological waterlogged wood	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cultural Heritage	6. 最初と最後の頁 53 ~ 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.culher.2022.01.002	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 Hwang Sung-Wook, Sugiyama Junji	4. 巻 17
2. 論文標題 Computer vision-based wood identification and its expansion and contribution potentials in wood science: A review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Methods	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13007-021-00746-1	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 Chen Bingwei, Zhai Shengcheng, Kan Yu'na, Fan Xiaodong, Wang Xinzhou, Pan Biao, Mei Changtong, Sugiyama Junji	4. 巻 28
2. 論文標題 New insights into Chinese traditional handmade paper: influence of growth age on morphology and cellulose structure of phloem fibers from Pteroceltis tatarinowii	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cellulose	6. 最初と最後の頁 9943 ~ 9957
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10570-021-04150-9	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 Kiyoto Shingo, Sugiyama Junji	4. 巻 29
2. 論文標題 Histochemical structure and tensile properties of birch cork cell walls	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cellulose	6. 最初と最後の頁 2817 ~ 2827
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10570-021-04036-w	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 Kayoko Kobayashi, Sung-Wook Hwang, Junji Sugiyama	4. 巻 38
2. 論文標題 Non-destructive method for wood identification using conventional X-ray computed tomography data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cultural Heritage	6. 最初と最後の頁 88-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.culher.2019.02.001	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 Kobayashi K, Kegasa T, Hwang S-W, Sugiyama J	4. 巻 14, 8
2. 論文標題 Anatomical features of Fagaceae wood statistically extracted by computer vision approaches: Some relationships with evolution.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0220762
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0220762	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 Y Kita, S Mizuno-Tazuru, J Sugiyama	4. 巻 415
2. 論文標題 Two-dimensional microfibril angle mapping via polarization microscopy for wood classification	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 12028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/415/1/012028	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 SW Hwang, Kobayashi K, Sugiyama J	4. 巻 415
2. 論文標題 Evaluation of a model using local features and a codebook for wood identification	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 12029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/415/1/012029	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 T Nakajima, Kobayashi K, Sugiyama J	4. 巻 415
2. 論文標題 Anatomical traits of Cryptomeria japonica tree rings studied by wavelet convolutional neural network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 12027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/415/1/012027	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 Sung Wook Hwang, Kayoko Kobayashi, Junji Sugiyama	4. 巻 66
2. 論文標題 Detection and visualization of encoded local features as anatomical predictors in cross-sectional images of Lauraceae	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s10086-020-01864-5	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 Huang Yinglai, Meng Shiyu, Hwang Sung-Wook, Kobayashi Kayoko, Sugiyama Junji	4. 巻 15
2. 論文標題 Neural Network for Classification of Chinese Zither Panel Wood via Near-infrared Spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioResources	6. 最初と最後の頁 130-141
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 該当する

1. 著者名 Salma, Gunawan P. H., Prakasa Esa, Damayanti Ratih, Sugiyama Junji	4. 巻 1
2. 論文標題 Classification of Japanese Fagaceae Wood Based on Microscopic Image Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICoICT.2019.8835270	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 該当する

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 ユージェル メラル, 杉山淳司, 五十田博, 松尾美幸, 陳碩也, 李瑞
2. 発表標題 植物の特性をいかした実物大プロトタイプ的设计・製作・実験
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演（近畿）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中田未友希, 勝田亮紀, 須河勇輝, 吉川 実玖, 栗野達也, 吉永 新, 杉山淳司, 出村 拓
2. 発表標題 主茎切断後に生じるユーカリ側枝の屈曲と引張あて材の形成
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演（近畿）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 陳碩也, 椎名 令, 仲井一志, 栗野達也, 吉永 新, 杉山淳司
2. 発表標題 機械学習によるスプルー材横方向の物性予測
3. 学会等名 第73回日本木材学会大会（福岡）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 喜多祐介, Titis Setiyobudi, 栗野達也, 吉永 新, 杉山淳司
2. 発表標題 偏光顕微鏡によるMFAイメージング・X線回折法を用いた日本産広葉樹材のMFA測定
3. 学会等名 第73回日本木材学会大会（福岡）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小川芳樹, 陳碩也, 栗野達也, 吉永 新, 杉山淳司
2. 発表標題 木口面光顕画像の自動化された細胞種判別のSVMによる精度向上
3. 学会等名 第73回日本木材学会大会(福岡)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中川侑樹, 小川芳樹, 陳碩也, 栗野達也, 吉永新, 杉山淳司
2. 発表標題 隣接細胞グラフにみるクスノキ科木口面断面画像の特徴
3. 学会等名 第73回日本木材学会大会(福岡)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 ユージェル メラル, 杉山淳司, 五十田博, 中川貴文, 松尾美幸, 陳碩也, 李瑞
2. 発表標題 木材の吸湿変形性能による自己形成特性に着目した形態デザインとその性能実験
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演(北海道)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 陳碩也・杉山淳司
2. 発表標題 コンピュータービジョンおよび機械学習による木材細胞壁変形の解析
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演(北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 椎名 令、陳 碩也、仲井 一志、粟野 達也、吉永 新、杉山 淳司
2. 発表標題 スプルーンス響板材の物性への木取りの影響および機械学習によるその予測
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 小川 芳樹、陳 碩也、粟野 達也、吉永 新、杉山 淳司
2. 発表標題 木口面光顕画像の機械学習によるセグメンテーションと細胞毎の形態指標の定量化
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 喜多 祐介、粟野 達也、吉永 新、杉山 淳司
2. 発表標題 針葉樹材木口断面の顕微イメージングによるMFA・仮道管形態パラメーター新規同時評価手法の開発
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Shuoye Chen, Tatsuya Awano, Arata Yoshinaga, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Deformation of wood cell wall during three-point bending test studied by computer vision and machine learning
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 杉山淳司, 五十田博, 中川貴文
2. 発表標題 伝統建築こけら葺屋根の材料選択に学ぶ -木取りによるこけら板の曲げ異方性-
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Takeshi Nakajima, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Machine learning approaches to analyze the annual growth pattern of Cryptomeria japonica.
3. 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kita, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Two dimensional MFA mapping and its potential for wood classification.
3. 学会等名 The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junji Sugiyama
2. 発表標題 Tree ring anatomical traits of Cryptomeria japonica studied by wavelet convolutional neural network
3. 学会等名 5th Indonesia Forestry Researchers (INAFOR) Expo on "Enforcing Forest Restoration and Waste Management for Better Environment and Socio Economic Benefits" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kita, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Two-dimensional MFA mapping by polarization optical microscopy - A potential for wood classification using CNN model.
3. 学会等名 5th Indonesia Forestry Researchers (INAFOR ) Expo on "Enforcing Forest Restoration and Waste Management for Better Environment and Socio Economic Benefits" ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sung-Wook HWANG, Kayoko KOBAYASHI, Junji SUGIYAMA
2. 発表標題 Anatomical features represented by visual words and their quantification
3. 学会等名 5th Indonesia Forestry Researchers (INAFOR ) Expo on "Enforcing Forest Restoration and Waste Management for Better Environment and Socio Economic Benefits" ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Nakajima, Kayoko Kobayashi, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Data mining in annual growth pattern of Cryptomeria Japonica using wavelet convolutional neural network
3. 学会等名 韓国木材工学会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kita, Junji Sugiyama
2. 発表標題 Visualizing MFA distribution from cross-section of wood cell wall
3. 学会等名 韓国木材工学会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Isoda
2. 発表標題 Experimental Seismic Behavior of a Two-Story Cross-Laminated Timber Structure without Tensile Anchor
3. 学会等名 5th Pacific Timber Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Isoda
2. 発表標題 Recent developments and testing in Japan
3. 学会等名 Symposium on NEESWood Capstone Project a Decade Later (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧 裕、中川貴文、五十田博
2. 発表標題 木造住宅のロッキング挙動による地震時入力低減に関する解析的検討
3. 学会等名 日本木材学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山淳司
2. 発表標題 木材解剖学におけるコンピュータビジョンと機械学習 —自動分類や特性予測の可能性—
3. 学会等名 画像関連学会連合会 印刷学会第140回研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五十田 博
2. 発表標題 木造住宅の耐震性能の見える化
3. 学会等名 第14回京都大学附置研究所・センターシンポジウム 京都大学浜松講演会「京都からの挑戦-地球社会の調和ある共存に向けて」(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	五十田 博  (ISODA Hiroshi)  (40242664)	京都大学・生存圏研究所・教授   (14301)	

	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
研究協力者	ファン ソンオク  (Hwang Sung-Wook)	博士研究員	
研究協力者	清都 晋吾  (Kiyoto Shingo)		
研究協力者	陳 碩也  (CHEN Shuoye)		



6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	ユージェル メラル (MERAL Yujel)	構造計画研究所・研究員	
研究協力者	李 瑞 (LI Lui)	構造計画研究所・研究員	
研究協力者	中川 貴文 (NAKAGAWA Takafumi)	京都大学・生存圏研究所・准教授	
研究協力者	松尾 美幸 (MATSUO Miyuki)	京都大学・生存圏研究所・准教授	
研究協力者	粟野 達也 (AWANO Tatsuya)	京都大学・大学院農学研究科・助教	
研究協力者	吉永 新 (YOSHINAGA Arata)	京都大学・大学院農学研究科・准教授	

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0件

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