

宇宙総合学研究ユニット NEWS 2019 年 2 月号

宇宙
ユニット



「人類は宇宙社会をつくれるか？」 —宇宙教育を通じた挑戦—

第 12 回宇宙ユニットシンポジウムを 2019 年 2 月 9 日(土)・10 日(日)に、京都大学国際科学イノベーション棟にて開催します。ポスターセッション・講演会・パネル討論を通して、人類の宇宙進出・有人宇宙活動にかかわる様々な問題を検討し、宇宙時代へ向けた教育・宇宙を通じた教育について議論します。また、世代・立場・専門分野を超えた対話を重視し、全ての来場者が密接に議論・交流するポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2019」を設けます。是非ご来場ください！

一般参加はシンポジウムの特設ページ(<https://www.ussf.kyoto-u.ac.jp/symposium12.html>)に設置した専用 Web フォームからお申込みください。多くの皆様の参加をお待ちしております。



シンポジウム会場となる国際科学イノベーション棟のアクセスマップ

「宇宙研究の広場 2019」のポスター出展一覧

シンポジウム初日(2/9(土))の「宇宙研究の広場 2019」の出展内容が決定しました。高校生・大学生・大学院生・大学教職員・各種団体と多くの皆さまから計 56 件のご出展をいただきました。なお、会場には書籍販売コーナー「手に取る宇宙」なども併設されます。お楽しみに！

高校生

- ・ 安藤万瑞奈, ダークマターのモデルシミュレーションの開発
- ・ 石井すず, 宇宙の距離はしご 球状星団 M3 の距離推定から
- ・ 福王悠星, エウロパの表面氷における最適なサンプルリターン機構の開発

- [東京学芸大学附属高等学校](#), 衛星データを利用した横浜市都筑区（神奈川北西部）の遺跡に関する考察
- [東京学芸大学附属高等学校](#), 衛星データを利用した神奈川南部の地形と東海道に関する検証
- [兵庫県立舞子高等学校 天文気象部](#), 環境放射線と修学旅行
- [滋賀県立守山高等学校ハビタブル研究会](#), 宇宙の引っ越し先を探そう！
- [京都市立京都工学院高等学校サイエンスクラブ](#), 新たな黒点相対数を用いた太陽フレアの予報

大学生・大学院生

- [京都大学 MACS スタディグループ 10 能と宇宙の融合チーム、オリイ研究所](#), 能楽とかいて宇宙遊泳とく、そのころはロボットに！
- [京都大学 MACS スタディグループ 10 ロボット宇宙活用チーム、オリイ研究所](#), Orihime ロボは星の夢をみれるか？宇宙探索における分身ロボットの可能性
- [宇宙建築学サークル TNL](#), 宇宙建築学サークル TNL「宇宙で暮らすを実現する」
- [宇宙開発フォーラム実行委員会](#), 宇宙開発フォーラム実行委員会 2018 活動報告 1 ～宇宙を拓く、社会を変える～
- [宇宙開発フォーラム実行委員会](#), 宇宙開発フォーラム実行委員会 2018 活動報告 2 ～宇宙を拓く、社会を変える～
- [宇宙広報団体 TELSTAR](#), 宇宙広報団体 TELSTAR の活動
- [KEK 第 12 回サマーチャレンジ演習 04 班](#), 原子核の崩壊における β 線測定 ～ニュートリノの存在に迫る～
- [Made in Space Unit](#), 国際宇宙ステーションで 3D プリントするなら何作る？
- [有人宇宙学実習第 2 期生](#), 花山宇宙ステーション -130 時間滞在記-
- [2018 年度卒業研究 S2](#), 飛騨天文台からまだ見ぬ太陽の活動を探る
- [行方宏介](#), 太陽におけるスーパーフレアと地球への影響
- [宇野航平、岡本颯真、糟谷悠、中澤淳一郎](#), 月面基地をデザインする
- [京大全学共通有人宇宙学受講者第 4 グループ](#), スケールが違う、この星の海。宇宙進出の最前席に棲む。放射線あり、陽当たり悪し、でも私たちが解決します！
- [KPC-3](#), 「どいたかお」課題の検討と宇宙酔いについての考察 ―微小重力空間における空間認知の歪み―
- [KPC-4](#), 重力という常識 -無重力から生まれるころ-
- [本多郁](#), 山岳地帯でも現在地を確認し、道迷い遭難を防ぐ GPS 登山アプリ - SkyWalking
- [澤田涼](#), 元素合成で探る重力崩壊型超新星の爆発機構
- [黄于蔚](#), NLTE 輻射輸送コードの開発と太陽噴出現象における応用
- [生松聡](#), 地球磁気圏における長周期地磁気脈動とプラズマ粒子の関係
- [土田亮](#), 洪水リスクといかに付き合うか？ -スリランカ山間部ラトゥナプラに着目して-
- [長島瑠子](#), 宇宙教育業界について（IAC2018 JAXA 派遣プログラム成果報告）
- [高須浩平](#), ノルウェー領スヴァールバル諸島でのオーロラ爆発発生メカニズムについての学習・研究
- [神品芳孝](#), インド北西部ラダックにおける農村社会の変化とその要因～衛星写真とフィールドワークを利用して～
- [THEL PHYU PHYU SOE](#), ミャンマー・シャン州ニャウンシュエ郡における生業転換とその村落林管理への影響
- [安田晴皇](#), 超新星残骸の進化モデルとその星周環境との相互作用
- [木邑真理子](#), 私たちの目で見えるブラックホール近くの爆発現象
- [山本和弘](#), ワシントンからのレポート～粒子と波と、ときどき火星～
- [坂上峻仁](#), 京大・理・附属天文台による CaII K 太陽全面像の長期観測事業

大学教職員・研究室

- [京都大学宇宙線研究室 MeV グループ](#), SMILE で切り拓く MeV ガンマ線天文学
- [大庭弘継、玉澤春史、河村聡人](#), 天体衝突回避のための核兵器という「究極の選択」：あなたは、核兵器を許容しますか？

- [宇宙木材利用研究会](#), 宇宙での木材利用と樹木育成の探求
- [宇宙ユニット系外惑星チーム](#), 京都系外惑星観測入門
- [宇宙生物学ゼミ・環境災害研究会](#), 太陽系外惑星データベース ExoKyoto の活用について
- [宇宙生物学ゼミ・環境災害研究会](#), 太陽系外惑星データベース ExoKyoto の発展性

企業・各種団体・個人

- [有人宇宙システム株式会社\(JAMSS\)](#), 宇宙ステーションの商業利用拡大に向けた取り組み
- [ナイス株式会社 素適住宅研究所](#), 宇宙木造住宅の夢
- [スカラ株式会社](#), 「スカラの電子瞳孔計 DK-100」瞳孔の対光反応を計測することによってストレスをチェックします
- [株式会社京都 Space Gamma](#), 天体ガンマ線イメージング技術の社会応用を目指して
- [NPO 法人 日本スペースガード協会](#), 地球に小惑星が衝突！ ～その時われわれは何をすべきか？～
- [一般社団法人 航空宇宙振興会 夢宙](#), 関西発の市民衛星：ドリームサテライトプロジェクト
- [ミーナ理科](#), 重力を感じてみよう
- [子ども宇宙アカデミー](#), 「子ども宇宙アカデミー」の挑戦 ～親子で学ぶ！小学生からの本格宇宙講座で目指していることとは～
- [Landsat データ活用体験有志の会](#), 地球観測衛星ランドサットのデータを見て・触って・加工して・体験して楽しむ！
- [認定 NPO 法人花山星空ネットワーク](#), 天文学を歴史的側面から知るまちあるき「京都千年天文学街道」
- [全国宇宙教材コンテスト（自由が丘サイエンスキッズ）](#), 全国宇宙教材コンテスト（自由が丘サイエンスキッズ 宇宙実験室）
- [宙ツーリズム推進協議会](#), 楽しむ！見上げる空から、行って見る宙まで☆「宙（そら）ツーリズム」
- [島元弘樹](#), 戻ってくるペットボトルロケット
- [Satellite Hack](#), Satellite Hack

開催報告：宇宙医学ワークショップ（第 13 回宇宙学セミナー）

2019 年 1 月 11 日（金）に宇宙医学ワークショップ（第 13 回宇宙学セミナー）が開催されました。これまでの宇宙医学は、宇宙ミッション時に宇宙飛行士が身体的に受ける影響について研究・議論されてきました。特に宇宙環境中の微小重力や宇宙放射線などによって、骨格系への影響、循環器系への影響、精神心理系への影響など多岐に渡って人は身体に影響を受けます。宇宙滞在が長くなるにつれて、我々の体は宇宙環境に適応しますが、ミッション終了時に地球に帰還した際に宇宙に適応した状態では様々な問題が生じます。現在の宇宙医学は健康な宇宙飛行士が宇宙環境に適応して帰還した際の問題点を最小限にすることを目的としています。しかし、今後は宇宙飛行士のみでなく、一般の方々が宇宙旅行などを経験する時代に突入します。宇宙に滞在する期間も、短期間から長期間と様々になるはずです。

そこで、今回の WS ではその時代に合った宇宙医学とは何かを議論するために、多くの分野の専門家を招集して、講演を行っていただきました（表 1）。合計 9 名の先生方にお話しいただきましたが、各先生の概要を簡単に記載いたします。浜田信行先生からは、現在の宇宙飛行士への宇宙放射線影響についてと今後の火星ミッションにおける懸念事項などをお話しいただきました。嶋田和人先生には、宇宙飛行士の担当医であるフライトサーजनのお仕事のご紹介をしていただきました。岩瀬敏先生には、人工重力装置の有効性を実験結果と共にお示しいただきました。志波直人先生には、臨床医学が宇宙でのリハビリテーションへ貢献できる可能性をご発表いただきました。山田深先生には、長期ミッションから帰還した宇宙飛行士のリハビリテーションの様子をご紹介いただきました。田中邦彦先生には、開発中の宇宙服のご紹介をしていただきました。井上夏彦先生には、宇宙ミッションに必要な閉鎖環境研究についてお話しいただきました。野村泰之先生には、宇宙酔いのメカニズムについて詳細にご説明いただ

きました。関口千春先生には、民間宇宙旅行の計画についてご紹介いただきました。各先生のお話は大変興味深く、今後の宇宙医学の在り方を議論するのに大変参考になりました。また、WSの最後にはグループ討論として先生方を交えて3チーム（A:短期宇宙滞在、B:長期宇宙滞在、C:宇宙への永住）に別れて、それぞれの宇宙滞在期間で必要となる宇宙医学的観点を議論していただき、まとめの発表を通じて問題点や改善方法などの意見を共有させていただきました。

学会以外でこのように異なる分野の先生方が一同に会して講演する機会は大変貴重であり、移行行く時代に即した宇宙医学とは何かを議論でき、大変有意義なWSでした。ご協力いただいた先生方はじめ、スタッフの皆様に感謝いたします。（寺田 昌弘 記）

表1：講演タイトルと講演者情報

講演タイトル	演者
「電離放射線の健康影響」	電力中央研究所 浜田信行 主任研究員
「有人宇宙飛行に必要なとされる医学支援業務」	JAXA 嶋田和人 医長
「微小重力が循環機能，自律神経機能に及ぼす影響と対抗措置」	愛知医科大学 岩瀬敏 教授
「宇宙環境で有効なトレーニング装置の研究と開発 ―宙陸両用の装置を目指して―」	久留米大学 志波直人 教授
「宇宙飛行士のリハビリテーション」	杏林大学 山田深 准教授
「心臓，耳，そして宇宙服」	岐阜医療科学大学 田中邦彦 教授
「閉鎖環境影響」	JAXA 井上夏彦 主任開発員
「宇宙酔いメカニズム」	日本大学 野村泰之 診療准教授
「民間人の宇宙旅行」	東京慈恵会医科大学 関口千春 客員教授

今後の宇宙学セミナー・関連イベントなど

日時	内容	場所
2月9日（土） 13:00~17:30 2月10日（日） 10:00~17:30	第12回 宇宙ユニットシンポジウム 「人類は宇宙社会をつくれるか？―宇宙教育を通じた挑戦―」 2月9日 ポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2019」+基調講演 2月10日 シンポジウム講演+パネルディスカッション	京都大学国際科学イノベーション棟5階 一般対象
3月27日（水） 13時00分 ～14時30分	第14回宇宙学セミナー 2018年度グローバル人材育成のための派遣プログラム学生報告	京都大学 吉田キャンパス 北部総合教育研究棟 1階 小林・益川記念室 一般対象
3月29日（金）	融合チーム研究プログラム SPIRITS「宇宙における木材資源の実用性に関する基礎的研究」宇宙木材ワークショップ（第15回宇宙学セミナー） テーマ：宇宙における木材利用可能性の模索 講師：土井隆雄 特定教授(宇宙ユニット)、他	京都大学 吉田キャンパス 北部総合教育研究棟 1階 小林・益川記念室 一般対象

※宇宙学セミナーの詳細は随時 Web ページ（<http://www.uss.kyoto-u.ac.jp/seminar.html>）で公開いたします。

たかが木目，されど木目

仲村 匡司 准教授

（農学研究科 森林科学専攻）

1. はじめに

私は農学研究科の森林科学専攻ということで，木材の有効利用のための教育と研究に携わっています．木材という植物由来の材料の特性を理解して，私たちの社会でより巧みに活かすことを希求しており，分野的には材料学の範疇です．ここに人の心理や生理（あるいは感性）を持ち込もうとするのが私の研究領域であり，「木材と人の関係」を科学的に捉える仕事に取り組んでいます．ですので，これはもはや“職業病”ですが，視野に入った木材が気になって仕方がありません．先日も親戚を JR 京都駅まで見送りに出たときに“変な木”を見つけてしまい，見送りそっちのけで写真を撮っていました．



図 1 JR 京都駅新幹線ホームのキオスクの壁面にあしらわれた“なぐり”仕上げ風の腰壁

図 1 の①は新幹線ホームのキオスクの壁面で，下半分になぐり（名栗）仕上げされたクリの木が腰壁として貼られています．なぐり加工というのは，「手斧」などの刃物を使って独特の削り痕の凹凸を残す日本の伝統的な木材加工技術です．数寄屋建築に欠かせない意匠であり，“京都っぽい”木の使い方と言えるかもしれません．「JR もなかなかやるな」と思いながら②や③を撮影したのですが，かなり近寄ってみて初めて「あれ？」と気づきました．④はこの腰壁にタブレットの側面（つまり直線）を当てたときの写真ですが，隙間なくぴったりくっついていました．何と！この腰壁は錯覚を誘起する精巧な木目印刷シートが貼られた凹凸の無い平面だったのです．

木目印刷シートが貼られた建材や家具は実はありふれていて，使用者が本物の木と信じていることもしばしばです（最近の木目印刷は相当に精巧です）．このことの是非はともかく，私が気になるのは「どうして印刷までして木目を用いるのか？」です．それは木目模様ニーズがあるから，つまり，私たちが木目を欲しているからに違いありません．では，私たちはなぜ木目を欲するのでしょうか？ 私はその理由が，私たちが木材に対して並々ならぬ親和感を抱いていることにあると考えています．この親和感の源が木材という材料の本性（外観的特徴，力学的性質，熱特性など）にあると仮定して実験的検証を行っているのですが，本稿では最近の研究事例を 2 つほど紹介したいと思います．

2. ヴァイオリンの背板に現れる照りの移動¹⁾

木材は、一瞥しただけでそれが「木」という材料であることが伝わる外観的特徴を有しています。だからこそ、リアルな木目印刷シートが求められていると見ることもできます。この木材の外観的特徴に対して、私は大きく「あたたかな木材色」「千変万化の木目模様」「まろやかな光沢」の 3 つに分けてアプローチしています。先に「最近の木目印刷は相当に精巧です」と述べましたが、木材の 3 つの外観的特徴のうち、色と柄はほぼ完璧に印刷で再現されています。しかし、光沢の再現はまだ完璧にはほど遠い状況です（時間の問題かもしれませんが）。

「木材に光沢？」と疑問や違和感を覚える方が多いかもしれませんが、木材表面での光反射は、ガラスや金属などの人工材料が可能にする“平面”で生じる光反射とは相当に様態が異なります。微視的に見ると、木材は極細のストローを束ねたような構造を有しています。1 本 1 本のストローは、木材が樹木という植物体として生育していたときの名残の細胞壁のチューブです。私たちが見たり触れたりする木材の表面の多くは、丸太をストローの長手方向に沿って切断したときに現れる断面で、そこには縦割りされたストローがマイクロな溝（凹部）となって無数に並んでいます。このため、面全体が一様にギラリと光をはね返すことはなく、細かい輝点が材面に分散したまろやかな光沢が現れることとなります。さらに、植物体としての成長に応じて組織構造が変化するため、光沢の現れ方にゆらぎも生じます。照明－材面－観察者（カメラ）の位置関係を動的に変化させると、このゆらぎによって材面の照る部分が刻々と変化し、「照りの移動」という木材に特有の光沢特性が顕在化します。



図 2 ヴァイオリンの背板に現れる照りの移動

木製楽器のヴァイオリンの背板には、^{はじょうもく}波状空という特殊な木目模様が現れたカエデ材（メイプル）がしばしば用いられます。波状空は材面への光の当たり方によって照る部位が波のように動いて見えるのでその名があります。この照りの移動を画像として安定的に捉え、画像解析によって数値化することを試みました。京都大学の交響楽団に在籍していたヴァイオリニストが研究室にやって来て実現した実験です。

カメラとヴァイオリンを固定して、照明だけが楽器の周囲を回転する（照明方位が変わる）手作りの撮影装置を組んだところ、図 2 のような画像を得ることができました。この画像に対して、多重解像度コントラスト解析というオリジナルの画像解析法を適用し、「どのくらいの大きさの特徴がどのくらい目立つのか」を表すスペクトルを得ました。その例が図 3 で、

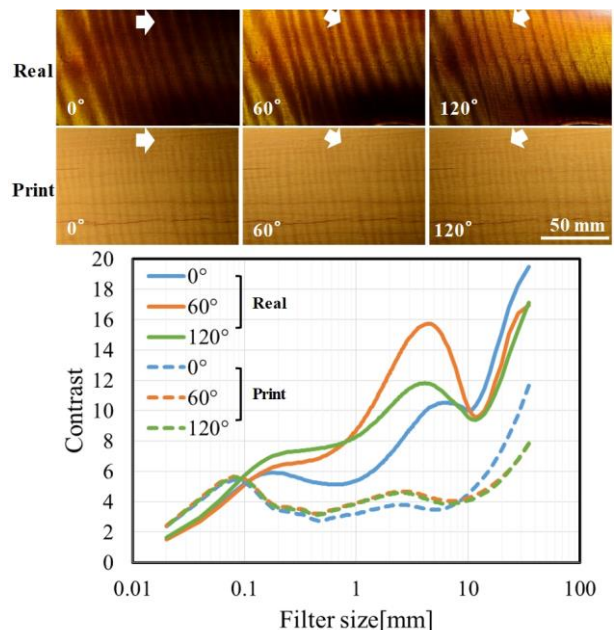


図 3 照明方位を変えながら撮影されたヴァイオリンの背板(Real)と木目印刷シート(Print)の比較

本物の木材は照明方位角によってスペクトルの形状が大きく変わる（すなわち、照りの移動の発生）のに対し、波状空を写し込んだ精巧な木目印刷シートではそのような変化が現れないことが示されています。

照明方位角を変えながら撮影された一連の画像を動画化し、これを観察する人の視線の動きを追跡するアイトラッキングを行ったところ、照りの移動はとても誘目性の高い意匠であることや、主観的に「変化に富んだ」印象を与えやすい波状空と「均一な」印象を与えやすい波状空とでは、視線の停留分布が異なることなどが示されました。このヴァイオリンを用いた検討は、波状空というそもそも照りの移動の現れやすい木材を対象としたわけですが、その後、新たな着想を得て、とても単純・簡単な加工方法で照りの移動の生じる材面を創り出すことに目下発展中です。

3. 材面の粗滑感評価に現れる視覚バイアス^{2, 3)}

先述のように、木材の表面にはミクロな溝が列をなしています。その幅は多くの場合数十 μm ですが、視認できるほど幅の広い溝が現れる樹種もあり、木材ならではの手触りに影響すると考えられます。そこで、木材の手触り、中でも「粗滑感」について、ちょっと手の込んだ実験的検討を行うことにしました。

触覚実験の試料として選んだホワイトオーク材は、幅広の溝がそこかしこに現れる樹種の代表格で、フローリングや家具などに頻用されています。ここでは、美しい木目模様が現れたホワイトオーク材から0.5mm 厚の薄板を連続的にスライスし、この薄板を A3 判程度の大きさの合板に貼って、互いによく似た木目模様が現れている板を得ました。表面に施す塗装を工夫して、段階的に程度の異なる凹凸を材面に付与し、12 種類の試料を調製しました。図 4 に、12 試料の表面をレコード針のような触針でトレースしたときの凹凸（表面粗さプロファイル）を示します。

この試料の表面を被験者の利き手の五指で前後に擦ってもらい、粗さの程度を主観的に評価してもらいました。このとき、見ないで擦る被験者群（40 名）と見ながら擦る被験者群（35 名）に分けて、試料を擦りながら評価を行わせました（図 5）。この“ながら評価”は、タブレット PC に表示された評価スケールを非利き手でタップさせることで可能となった、従来にない試みです。

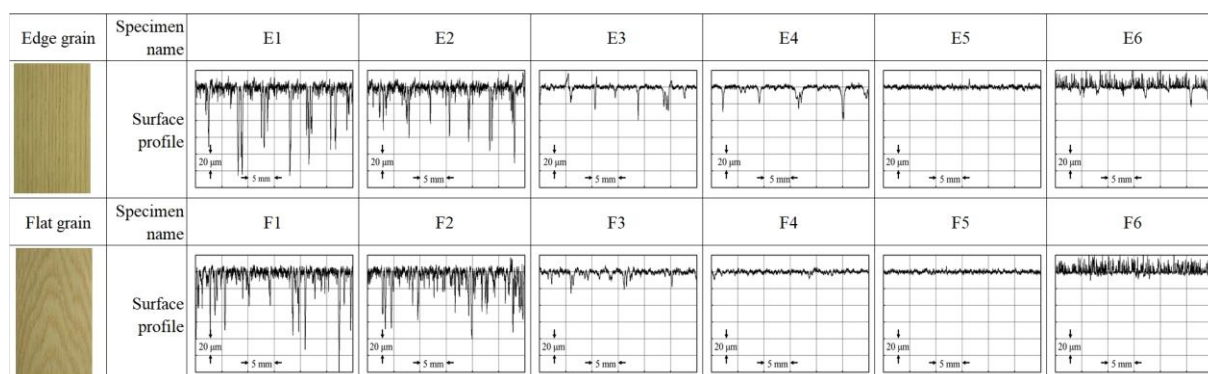


図 4 12 種類の触感評価用試料の表面粗さプロファイル

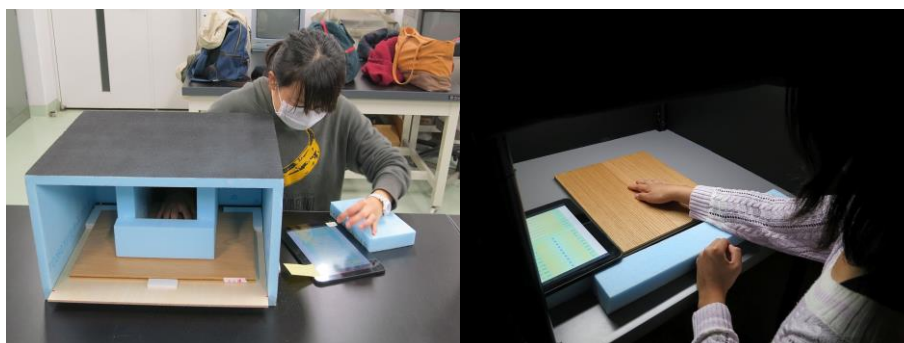


図 5 粗滑感の評価（左：見ないで擦る，右：見ながら擦る）

図 6 に結果の一部を示します。並んだ 3 つのグラフの横軸は見ないで擦ったときの評価、縦軸は見ながら擦ったときの評価を表しており、視覚が入ことで触覚のみのときよりも評価が統計的に有意に変化した場合には、試料番号にアスタリスクが付してあります (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)。

図 6 左図は、「粗い－滑らかな」という両極尺度の場合で、試料 E3, E4, F4, E5 は視覚が加わると「粗さ」が有意に増大しています。また、材面に細かな凸部が付された試料 E6 と F6 は逆に「粗さ」が

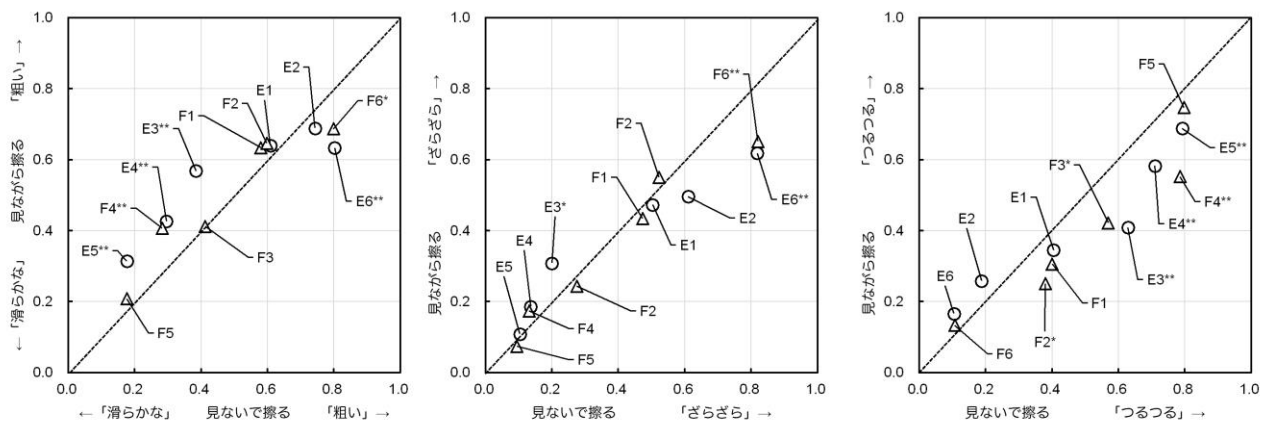


図 6 見ないで擦ったときと見ながら擦ったときの粗滑感の比較

有意に減少しています。これらの粗滑感の変化が視覚による触覚への影響、すなわち視覚バイアスと考えられます。興味深いのが図 6 中図と右図です。中図は「ざらざら」というオノマトペを用いた単極尺度の場合で、試料 E6 と F6 のみ有意に「ざらざら」感が減少しています。同様に右図は「つるつる」というオノマトペを用いた単極尺度の場合で、試料 E3, E4, F4, E5 などで「つるつる」感が有意に減少しています。これらを考え合わせると、左図で試料 E6 と F6 の「粗さ」が減少したのは、視覚的な「つるつる」感が増したのではなく「ざらざら」感が減じたため、また、左図で試料 E3, E4, F4, E5 の「粗さ」が増大したのは、視覚的な「ざらざら」感が増したのではなく「つるつる」感が減じたため、と言えます。つまり、「粗い－滑らかな」の両極尺度と「ざらざら」「つるつる」のオノマトペの単極尺度を組み合わせること、図らずも視覚による粗滑感へのバイアスの構造が明確になったと考えています。

この研究では、使用した試料の表面状態を画像解析で定量表現し、主観的な粗滑感との対応関係を調べることも行いました。また、最近では木材の接触温冷感の“ながら評価”も試みており、目下データ収集中です。

4. おわりに

いろいろな SF 映画の中で、人類が遅く宇宙に進出していく様子が描かれています。が、登場人物の居室に木材が使われているシーンにお目にかかったことがありません。宇宙空間のような極限環境で作業してきた人が休んで寛ぐ空間には、木材のような材料が使われればいいなと常々考えています。

文献 1) 加藤茉莉子, 仲村匡司 (2016) 木材学会誌, 62 (6), 284-292; 2) 堀田修吾, 他 4 名 (2017) 材料, 66(10), 719-724; 3) Nakamura M et al. (2018) Eur J Wood Prod, 76(6), 1571-1580

京都大学 宇宙総合学研究ユニット

<http://www.uss.s.kyoto-u.ac.jp/>

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 吉田キャンパス北部構内 北部総合教育研究棟 403 号室

編集人：出口雅規

Tel&Fax: 075-753-9665 Email: uss.s@kwasan.kyoto-u.ac.jp