

宇宙総合学研究ユニット NEWS 2019年8月号



第7回宇宙学セミナー開催報告

2019年7月11日(木)に第7回宇宙学セミナーが、京都大学吉田キャンパス北部構内・理学研究科4号館で開催されました。当日は、白眉センターの榎戸輝揚先生に、「学際研究に挑む：宇宙観測の技術を雷科学にスピノフした体験」というテーマでご講演をいただきました。榎戸先生は、X線天文学を専門とされている一方、雷の研究もされており、雷が原子核反応を生じ、放射線を発していることを見出されました。また、オープンサイエンスをキーワードにアウトリーチ活動にも積極的に取り組んでおられます。多くの学生さんも参加して、大変盛況にセミナーを終えることができました。(寺田昌弘記)

今後の宇宙学セミナー・関連イベントなど

日時	内容	場所
8月5日~10日	Space Camp at Biosphere 2 (SCB2) 1日目 Biosphere 2 の紹介講義・ツアー、各種オリエンテーション 2日目 Tropical Rain Forest Facility の講義・実習 3日目 Ocean Facility の講義・実習 4日目 Desert Facility の講義・実習 5日目 Radiation Monitoring の解析・実習 6日目 学生による最終発表	アリゾナ州オラクル Biosphere 2

木材の宇宙環境における物性変化と宇宙利用への展開

宇宙総合学研究ユニット宇宙木材利用研究会

京都大学宇宙総合学研究ユニット 土井隆雄、三木健司、増田凱斗、伊藤梓、曾東元喜

京都大学農学研究科 村田功二、平田和也、仲村匡司

宇宙航空研究開発機構 清水幸夫、稲谷芳文

黒田工房 臼井浩明

1. 概要

木材は極限環境への耐性を持ち、生物材料であることから環境負荷も小さい。そのため、宇宙進出において木材を使用することが可能になれば、人類の宇宙進出への飛躍的な貢献が期待できる。京都大学宇宙総合学研究ユニットを中心とした研究チームは宇宙環境の中でも特に真空環境に着目し、真空における木材物性の変化を解析してきた。ここでは、宇宙における木材の有用性を議論する。

2. 目的および背景

これまでの人類の宇宙活動においては、アルミニウムやプラスチックなどの人工材料が衛星や国際宇宙ステーションの主な構造体材料として使用されてきており、これらの材料の宇宙利用に関する研究が行われてきている⁽¹⁾。しかし、人類の持続的な宇宙移住や衛星の打ち上げ頻度の急激な上昇を考えると、人と調和し、環境にも優しい生物材料の宇宙利用効果的である。そこで、京都大学宇宙総合学研究所ユニット宇宙木材利用研究会では、模擬宇宙環が境として高真空環境での中長期的な木材物性の変化を観察し、宇宙空間において持続的な木材利用の可能性について検討してきた⁽²⁾。

本稿では、約一年間にわたる長期的な木材の真空暴露の結果と、その結果を踏まえた新たな木材の宇宙環境利用の提案を行う。加えて、宇宙空間における長期的な木材使用における物性変化を調べるため、クリープについて解析を行った。

3. 実験方法

3.1. 長期真空暴露実験

スギ、ホオノキ、センダンを用いた繊維直行方向に対する物性試験を行った。試験体は 100 mm（繊維方向）× 10 mm（半径方向）× 5 mm（接線方向）の木材片とし、前処理として恒温器（Yamato DKM300、ヤマト科学、東京）内で 105℃の環境下で 24 時間の乾燥を行った後、減圧暴露を行った。

減圧暴露は、真空チェンバ（株式会社ジエック東理社、埼玉）内で行った。真空ポンプにより真空チェンバ内を約 1.0×10^{-5} 分の 1 気圧とした。一か月に一回真空チェンバから試験体を取り出し、試験体に対して曲げ試験を行った。スパン 80 mm の中央集中荷重 3 点曲げによりヤング率計測を行った。弾性試験には、デジタルフォースゲージ（ZTS-500N、IMADA、愛知）を用いることによる応力測定を行い、荷重変位測定ユニット（FSA-1K2-5000N、IMADA、愛知）により破壊に至る荷重の 10%程度まで荷重し、曲げ変位を測定することにより応力ひずみ曲線からヤング率を計算した。試験体は各樹種について、5 試験体ずつ用意した。

3.2. クリープ試験

模擬宇宙環境における木材のクリープ試験につなぐための予備実験を行った。繊維平行方向には 1000 g、繊維直交方向には 250 g の錘を載荷してクリープ荷重とした。

今回の予備実験では、大型デシケータ内に塩化ナトリウム飽和水溶液を静置することで、デシケータ内の湿度を 75%に保った。デシケータ内の環境を安定に保つため、測定開始まで錘を電磁石で空中に固定し、測定開始とともに電磁石の電源を切ることによって錘を試験体上に落とすことで遠隔で荷重開始をコントロールした。荷重はスパン 80mm の 4 点曲げで行った。対象樹種はホオノキとし、試験期間を 3 日間とした。

4. 結果

全ての樹種において、繊維平行方向の試験体について初めの 1 か月でヤング率が急激に低下したものが見られたが、原因は特定できていない。しかし、真空暴露一か月後からは、全ての試験体において、樹種に関係なく繊維平行方向、繊維直行方向の二方向について、大きなヤング率変化は見られなかった。本実験により、木材は真空環境に対する耐性が強いことがわかった（図 1）。また、本実験のクリー

ブ試験装置により、3 日間にわたる応力緩和挙動を観測することが可能であった。今後は、異なる含水率下、及び真空環境下でのクリープ試験を実施する予定である。

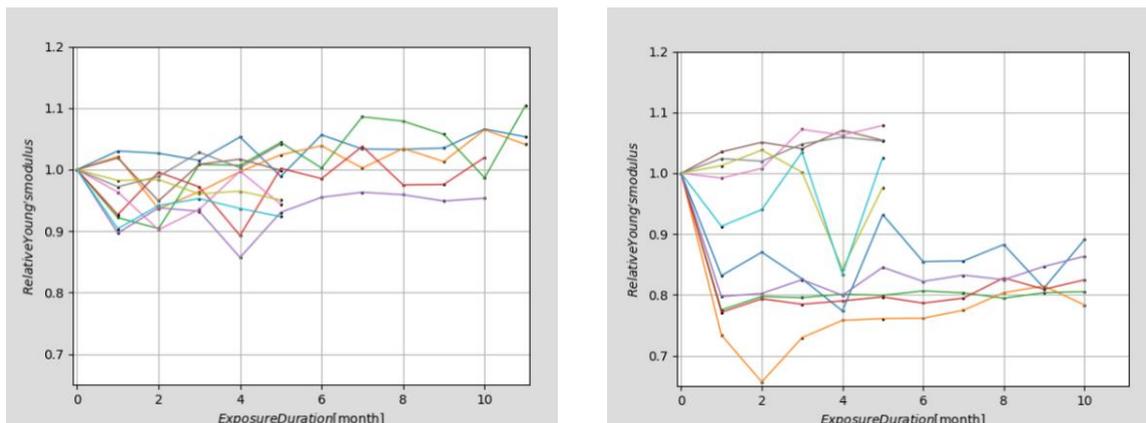


図1 ホオノキのヤング率変化 (左) 繊維直交方向 (右) 繊維平行方向

5. 今後の展望

これまでの研究では、宇宙環境の中でも真空環境に着目して研究を行ってきた。しかし、宇宙環境は真空環境の他に、高放射線環境、極温度環境などの複合的な要素で構成される。そのため、木材の宇宙環境利用を考察するにあたって、その複合的な環境下における木材の物性変化を解析することが不可欠である。そこで、小型衛星であるキューブサットを木材で作成し(図2)、実際に宇宙空間に放出、データ収集を行うことで、宇宙環境における木材の物性変化を解析することを目指す。

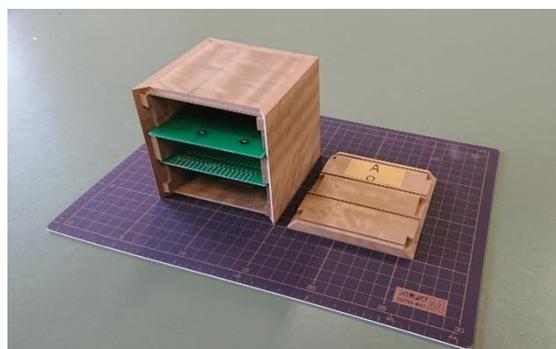


図2 木造キューブサットのプロトタイプ

謝辞

本研究は、2017-2018 年度京都大学融合チーム研究プログラム【SPIRITS】の支援を受けました。

参考文献

- (1) 宮崎英治: 宇宙環境を想定した材料評価方法, Journal of the society of materials science, 66, 262 – 267, (2017).
- (2) 三木健司: 宇宙における木材資源の実用性に関する基礎的研究, 日本木材加工技術協会創立 70 周年記念第 36 回年次大会講演要旨集, 35 – 36, (2018).

京都大学 宇宙総合学研究ユニット

<http://www.uss.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：伊藤梓

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