

宇宙総合学研究ユニット NEWS 2020年2月号



第13回 宇宙ユニットシンポジウム 2/8(土)・2/9(日)に 開催!

2020年2月8日(土)・9日(日)に、第13回宇宙ユニットシンポジウム「人類は宇宙文明を作れるかー宇宙教育を通じた挑戦ー」(<https://www.ussu.kyoto-u.ac.jp/symposium13.html>)を開催します。「人類は宇宙文明を作れるか」という主題のもと、ポスター交流会、講演会、パネルディスカッションを開催します。また副題「宇宙教育を通じた挑戦」の通り、新たな宇宙時代へ向けた教育実践とその成果について報告と議論を行います。2月8日(土)には JAXA 宇宙飛行士による基調講演と、ポスター交流会を行います。ポスター交流会では、宇宙に関連した研究開発に関する世代や立場、分野を超えた対話を重視し、全ての来場者が議論・交流する場を設けます。2月9日(日)には各分野の専門家によるシンポジウム講演会とパネルディスカッションを開催します。

京都大学宇宙総合学研究ユニット 第13回シンポジウム

人類は宇宙文明を作れるか

— 宇宙教育を通じた挑戦 —

2.8(土) 13:00~17:30
ポスター展示交流会「宇宙研究の広場2020」
高校生、大学生、企業人、一般参加者がポスターを回覧で交流する場です。
お気軽にお越しください。ポスター発表も募集中です。

* 基調講演
JAXA宇宙飛行士「有人宇宙探査時代に向けて」
(手話通訳がつかます)

2.9(日) 10:00~17:30 (親子向けイベントもありです)
シンポジウム講演+パネルディスカッション

* 登壇予定者
稲富裕光 宇宙総合学研究ユニット 宇宙科学研究所 研究主任 土佐尚子 京都大学 大学院総合生命科学部 特任教授
松井繁助 京都府立総合技術大学院大学 高度学部長 教授 Herman Lee 京都大学 大学院地球宇宙科学部 講師
佐藤将史 spaceSPACETIDE 京都大学 宇宙総合学研究ユニット 特任准教授 寺田昌弘 京都大学 宇宙総合学研究ユニット 特任准教授
川端裕人 作家 土井隆雄 京都大学 宇宙総合学研究ユニット 特任教授

[会場] 国際科学イノベーション棟5階 京都大学吉田キャンパス本部棟内
ホワイエ&シンポジウムホール 参加費無料

主催 京都大学 宇宙総合学研究ユニット 共催 京都大学 大学院理学研究科附属天文台
後援 京都府教育委員会、京都市教育委員会、宇宙航空研究開発機構、京都大学 大学院総合生命科学部
お申し込みはWEBから! <https://www.ussu.kyoto-u.ac.jp/symposium13.html> (携帯版: NABA)
シンポジウムは、天文学部 宇宙総合学 宇宙総合学教育推進センター 宇宙総合学教育推進センター(宇宙総合学)によって実施されます。

Unit of Synergetic Studies for Space, Kyoto University

プログラム

2月8日(土) 基調講演 + ポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2020」

【会場：京都大学国際科学イノベーション棟5階ホール+ホワイエ】

- 13:00 開場
- 13:20-14:20 ポスターコアタイム①
- 14:30-15:30 ポスターコアタイム②
- 15:50 ポスター投票締切
- 16:00-17:00 基調講演 油井亀美也 (JAXA 宇宙飛行士)「有人宇宙探査時代に向けて～有人宇宙飛行の課題」(司会：寺田昌弘・宇宙ユニット)
- 17:00-17:20 発表賞表彰式
- 17:20-17:30 閉会挨拶 (長田哲也・京都大学理学研究科 教授)

2月9日(日) シンポジウム講演 + パネルディスカッション

【会場：京都大学国際科学イノベーション棟5階ホール+ホワイエ】

- 9:30 開場
- 10:00 開会 (司会：辻廣智子・宇宙ユニット)
- 10:00-10:10 開会挨拶 (嶺重慎・京都大学理学研究科 教授)
- 10:10-12:00 講演会・第一部 (司会：伊勢田哲治・京都大学文学研究科 准教授)
- 講演①：土佐尚子 (京都大学総合生存学館 特定教授)
- 講演②：松井紫朗 (京都市立芸術大学 美術学部 教授)
- 講演③：川端裕人 (作家)
- 12:00-13:00 昼食
- 13:00-14:20 講演会・第二部 (司会：中道晶香・京都産業大学 教授)
- 講演④：寺田昌弘 + 京都大学学生代表
- 講演⑤：Herman LEE (京都大学理学研究科 講師)
- 14:20-14:30 休憩
- 14:30-15:50 講演会・第三部 (司会：関山健・京都大学総合生存学館 准教授)
- 講演⑥：水島淳 (SPACETIDE/西村あさひ法律事務所)
- 講演⑦：稲富裕光 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 教授)
- 15:50-16:00 休憩
- 16:00-17:20 パネルディスカッション「人類は宇宙文明を作れるか」(司会 木村大治・京都大学アジア・アフリカ地域研究研究科 教授)
- 土佐尚子・松井紫朗・川端裕人・水島淳・稲富裕光・土井隆雄 (宇宙ユニット)
- 17:20-17:30 閉会挨拶 (山敷庸亮・京都大学総合生存学館 教授)

基調講演（2月8日）

油井亀美也 氏（JAXA 宇宙飛行士）

著書「星宙の飛行士」が話題の油井亀美也飛行士による基調講演を開催します。欧米を中心に有人宇宙探査時代が本格的に始動しつつある今、月への有人宇宙探査やゲートウェイ計画などのプロジェクトとその将来について、宇宙飛行士の立場からお話していただく予定です。

※基調講演には手話通訳がつきます。



宇宙木材ワークショップ（第15回宇宙学セミナー）

日時 2019年3月29日（金） 13時00分～17時30分

場所 京都大学北部総合教育研究棟小林・益川記念室

テーマ 宇宙における木材利用・樹木育成の可能性探求

国土の2/3が森林に覆われている日本では、樹木は文化に深く根付き、価値を生み出してきました。このため、宇宙空間における樹木利用の可能性の追求は、日本が取り組める独自の宇宙開発の一つであると言えます。本ワークショップでは、宇宙における木材利用・樹木育成の基礎的知見を得るために、木材・樹木の宇宙空間における物理化学的特性および宇宙での木材・樹木利用の可能性について学ぶことを目的とします。

プログラム

13:00-13:05 開会の辞

13:05-14:25 第一部 宇宙における木材の利用

14:25-14:40 休憩

14:40-16:00 第二部 宇宙における植物・樹木育成

16:00-16:15 休憩

16:15-17:25 第三部 木材産業の宇宙展開の可能性を探る

17:25-17:30 閉会の辞

大学院分野横断型講義「有人宇宙学」修了式

2020年1月29日15回目の有人宇宙学講義・演習が終了しました。有人宇宙学は、人類が宇宙における持続可能な社会基盤を構築するために何が必要なのかを探求するものです。自然科学系ばかりでなく人文社会系学生が、宇宙における持続的社会的構築という命題の中に、自分の研究分野との接点を見つけ、自分の研究の新たな意義と新しい方向性を見出すことをめざしています。受講学生は、宇宙班、月班、火星班、小惑星班に分かれ、それぞれの天体で150人の社会を如何に作るかを考え、その設計を行いました。最終講義では、それぞれの社会の全容が発表され、修了証書の授与が行われました。（土井隆雄 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
3月5日(木) 15:00-16:30	第12回 宇宙学セミナー タイトル：NASA 留学経験者が語る宇宙医学の現状 ～宇宙時代に知っておくべき体の変化とそのカウンター メジャーについて～ 講演者：中里龍生氏（藤岡外科内科クリニック）	北部総合教育研究 棟1階小林・益川 記念室 一般対象
3月9日(月) 15:00-16:30	第13回 宇宙学セミナー タイトル：はやぶさ2の挑戦 ～未踏小惑星リュウグウへの往復探 査～ Challenges of Hayabusa2 -Round-trip Mission to Unexplored Asteroid "Ryugu" 講演者：津田雄一氏（JAXA 宇宙科学研究所 はやぶさ2プロ ジェクトマネージャー）	理学研究科セミナー ハウス 一般対象
3月11日(水) 15:00-16:30	第14回 宇宙学セミナー タイトル：未定 講演者：山形俊男氏（宇宙総合学研究ユニット 特任教授）	総合生存学館2階 一般対象
3月30日(月) 13:00-17:00	第15回 宇宙学セミナー 第3回 宇宙木材ワークショップ テーマ：宇宙における木材利用・樹木育成の可能性探求	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。

ケニア半乾燥地からマレーシア湿潤熱帯の研究を宇宙木材の 研究に繋げる

辻 祥子 教務補佐員
(宇宙総合学研究ユニット)

はじめに

私はこれまで、半乾燥熱帯と湿潤熱帯における森林生態に関して、様々なフィールド調査を通して樹木の水分生理・森林生態の多様性研究を行い、これらの生態系の間での水環境の違いが及ぼす影響の重要性の違いを明らかにしてきました。乾燥林と熱帯雨林という二つの森林生態系における乾燥ストレスの大きさの違いが、水環境への適応戦略の多様性から森林の樹木多様性維持の解明にもつながると考えています。

これらの研究経験は、近年の環境問題を議論する上で重要な「森林生態系を構成する多様な生物の有機的な繋がり」に大変深く関わっている内容です。熱帯樹木の乾燥ストレスに対する適応戦略の多様性に関する研究は、地球上での生態学保全の重要性への理解と、その維持機構の解明に貢献でき

ます。

今回は、私がこれまで行ってきた樹木に関する研究成果と、また、現在宇宙総合学研究ユニットで取り組んでいる宇宙木材に関する研究内容についてご紹介します。

研究内容

植物は、生存に不可欠な水の確保のため多様な戦略を持つことが知られている(Grzesiak et al.1999, Torrecillas et al. 1999, Mediavilla & Escudero 2003, Clavel et al. 2005)。私は、これら樹木の水環境への適応形質の中でも、樹木の水環境に対する戦略と密接に関わりがあると予想される水輸送器官である、葉や道管の形態や生理的特徴に着目して研究をすすめてきた(Aloni & Griffith 1991, Maherali et al. 2004, Liu et al. 2005, Breda et al. 2006, Kondoh et al. 2006)。これらの研究の特徴は、2つのまったく異なる水環境での食物の形質を比較したことにある。具体的には、乾期の乾燥ストレスが極めて大きいアフリカ・ケニアと、年中湿潤で生産性の高いマレーシア・サラワクという全く水環境の異なる二つのサイトにおいて、樹木の葉や道管の形態的・機能的特徴の種間比較をおこなうことで、ケニア半乾燥熱帯における乾燥耐性とマレーシア湿潤熱帯における水環境に対する適応の多様性とその生態学的意義について議論し、これら二つの森林生態系間の水分利用特性の違いに関する議論を展開できた。これらの研究は以下の三つに要約できる。

(1) 調査地アフリカ・ケニア・キツイ造林試験地において、ケニア造林樹種の5種について研究をおこなった。これらの樹種の乾燥耐性を理解するために、樹木の生長（樹高と胸高直径）と枯れ下がり頻度と程度、枝の道管径と枝の通水性の測定をおこなった。半乾燥熱帯では、乾期にしばしば樹木の最上部から下方向への枯れである「枯れ下がり」が見られる。結果は、枯れ下がりが見られる種（*Senna siamea*）と、全く見られない種（*Melia volkensis*）があり、樹高生長と通水性、道管径の大きさの間には正の相関があり、枯れ下がり抵抗性との間には負の相関があった。つまり、樹木の生長と乾燥耐性のトレードオフ関係が示された。また、湿潤条件下での早い生長は乾燥耐性を低くすることが示されたが、「乾期の落葉性」によって高い生長率にも関わらず枯れ下がりやを全く起こさない種（*Melia volkensis*）があり、乾期の落葉によって葉部分の水の消費を抑えることで、枯れ下がりやをあらかじめ回避していると考察した(Kondoh et al. 2006 Fig.1-Fig.4)。



写真:半乾燥地ケニア・キツイの植林風景と *Melia volkensis* の植林プロットの様子

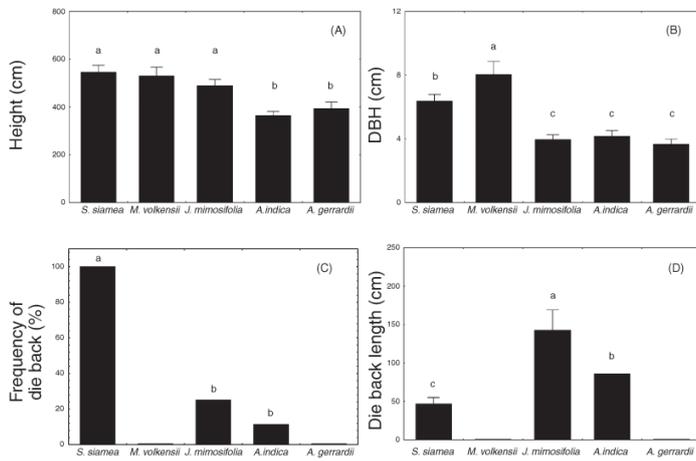


Figure 1. Height (A) and diameter at breast height (DBH;B) of 4-year-old trees of the study species *S. siamea*, *M. volkensii*, *J. mimosifolia*, *A. indica* and *A. gerrardii*. Also shown are the frequency of die-back (C) and die-back length (D) of the species. Within a panel, different letters indicate significant differences ($P < 0.05$). Black bars and error bars indicate means and standard deviations, respectively.

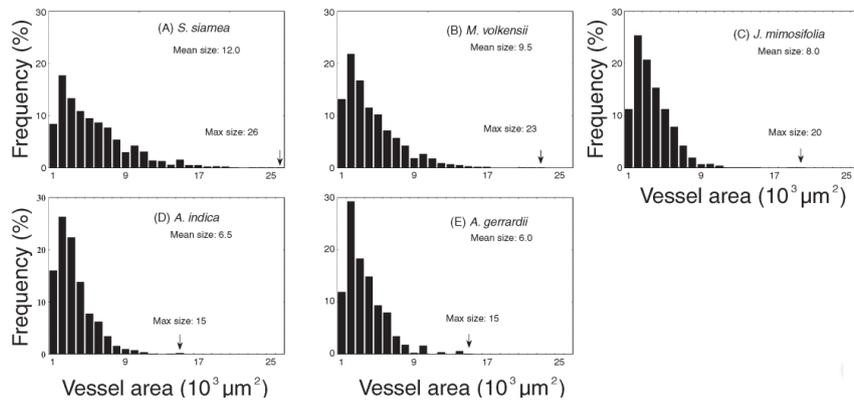


Figure 3. Frequency distributions of vessel sizes of 4-year-old trees of the study species (A) *S. siamea*, (B) *M. volkensii*, (C) *J. mimosifolia*, (D) *A. indica* and (E) *A. gerrardii*. The mean and maximum vessel sizes of each species are shown in each graph.

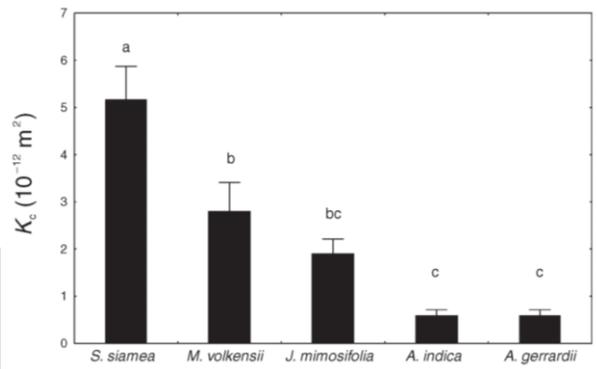


Figure 2. Specific hydraulic conductivity (K_c) of branches of 4-year-old trees of the study species *S. siamea*, *M. volkensii*, *J. mimosifolia*, *A. indica* and *A. gerrardii*. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$). Black bars and error bars indicate means and standard deviations, respectively.

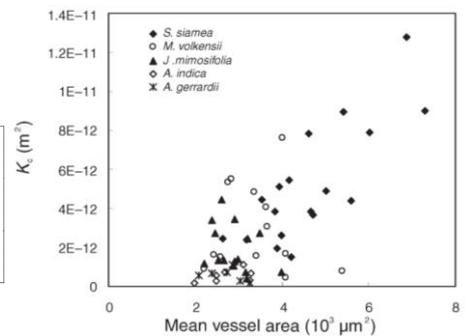


Figure 4. Correlation between vessel size and specific hydraulic conductivity (K_c) of branches of 4-year-old trees of the study species *S. siamea*, *M. volkensii*, *J. mimosifolia*, *A. indica* and *A. gerrardii*. Mean cross sectional area of a single vessel was positively correlated with K_c ($r = 0.90$, $P = 0.037$, $n = 58$). The intra-specific correlation was positive ($r = 0.79$, $P < 0.05$, $n = 18$) only for *S. siamea*.



写真:熱帯雨林マレーシアボルネオ島ランビルヒルズ国立公園の林冠風景と高さ 80m クレーンによる野外調査 (ゴンドラ林冠調査)

さらに、熱帯湿潤林において2つの研究をおこなった。熱帯湿潤林における高い林冠層の樹木に関しては、野外調査による生理的研究は未だ少ない。林冠層のアクセスが困難である事、種の多様性が高い森林内での繰り返し個体数の確保のためには広範囲にわたる移動が必要である事、また、広範囲の移動に伴う日変化データの同時測定が困難である事等のさまざまな理由からである。本研究では、この困難を拡幅するために、広範囲の林冠調査が可能で、高さ80m、半径75mのクレーンを使用し、野外環境の日中変化に伴う多種の生理的データを取得し、解析、水分利用特性に関して理解を深める事ができた。

(2) 調査地マレーシア・サラワク・ランビルヒルズ国立公園において、熱帯雨林の林冠構成樹種9種(フタバガキ科ショレア属5種とそれ以外4種)の水環境への適応戦略を理解するために、日中の光と水分条件の変化に対する生理的特性反応(気孔閉鎖や葉の水ポテンシャル低下)の調査をおこなった。さらに、得られた日中変化の実測値から、「ジャービスモデル解析」により、各種の気孔閉鎖要因を明らかにした。解析の結果、乾燥ストレスへの反応の違いに従った気孔閉鎖要因の種間差が示されると同時に、多くの種において、大気飽差増大が気孔閉鎖に最も大きく影響している事を示した。また、最大気孔コンダクタンスは樹高と正の相関があり、これは半乾燥熱帯ケニアで示されたパターンと逆であった。つまり、年中湿潤の熱帯雨林でも樹木に日変化レベルで乾燥ストレスがあり、「樹高の高い樹種ほど、気孔閉鎖は大気飽差や葉の水ポテンシャルにより敏感に反応する」との新たな仮説が構築され、今後検証されるべき一つの課題である。

(3) 湿潤熱帯における林冠構成種の水利用戦略を理解し、それらの戦略を形態的特徴と関連づけた。解析には、マレーシア湿潤熱帯林冠構成樹種9種のデータの主成分分析を用いた。解析の結果、9種の樹木は5つのグループに分類された。これらの分類は、三つの独立した戦略、すなわち「外的または内的環境変化を引き金とした気孔の開閉」と「水ストレス耐性の強さ」、の様々な組み合わせとして示された。内的環境(葉の水ポテンシャル低下など)に反応しておこる気孔の開閉は、湿潤環境における光合成に最適化されたシステムをエンボリズムから守る意義があると考察された。しかし、これらの水利用戦略の違いを説明する形態的特徴は明らかにされなかった。道管や葉の水輸送器官の観察は、道管径だけでなく、道管接合部のせん孔と道管壁面の壁孔や、葉の細胞壁の観察に基づく考察がさらに今後必要である。また、乾燥ストレスが小さい湿潤熱帯特有の結果と思われる「乾燥ストレス回避にも耐性にも貧弱な樹種」があったが、このような樹種の詳細な観察の継続が必要である。

これらの研究を通して、半乾燥熱帯と湿潤熱帯では、全く異なるタイプの乾燥への適応が存在することが明らかになった。半乾燥熱帯では、乾燥ストレスへの耐性と水が潤沢にある環境下での成長率の間にトレードオフがあったのに対して、湿潤熱帯では水ストレス回避戦略と成長率の間に正の相関が示された。この違いは、これらの生態系の間で、道管サイズが水輸送に及ぼす影響の重要性の違いに起因すると考察された。半乾燥熱帯では、乾燥ストレス耐性のために道管サイズを小さくして水輸送効率を下げる事なしには植物の生存は困難である。それに対して、湿潤熱帯では、乾燥ストレスへの耐性は、まれに起こる乾燥状態において、水輸送効率の良い大きいサイズの道管を乾燥ストレスによる水輸送の遮

断から守る「安全装置」の役割を果たしていると考えられた。また、これら二つの生態系における乾燥ストレスの大きさの違いが、水環境への適応戦略の多様性に影響を与えていると考えられた。半乾燥熱帯においては、植物の乾燥ストレスに対する耐性と結びついた、いくつもの形質がシンドロームを形成している。それに対して、多様な湿潤熱帯の植物の戦略は、「日中の大気飽差増大への反応による乾燥回避」、「日中の水ポテンシャル低下への反応による乾燥回避」、「乾燥ストレス耐性（乾燥ストレスに対して気閉鎖による回避をしない）」という三つの戦略の様々な組み合わせとして示すことができた。

最近はこちらのデータに新たな解析を加えて、熱帯林冠木における大気飽差に対する気孔反応と葉の特性に関する研究として論文にまとめている。日中の大気飽差(VPD)の変化に伴う気孔コンダクタンス(Gs)と葉の水分特性の関係について、マレーシア湿潤熱帯雨林の林冠樹種9種について新たに次の解析をした。日中の VPD 変化に対する Gs 変化の関係性を明らかにするために、葉の水分特性や Gs および気象データの日内変動を測定し、VPD に対する気孔の感受性への木材の解剖学的特性の影響を評価した。いずれの種でも、葉周辺の大気飽差 (VPDleaf) と Gs の間に負の相関があり、VPDleaf が 1.2-5.9 kPa の範囲における Gs の応答が得られた。また、平均道管直径の大きい種ほど VPDleaf に対する Gs の反応性が高く、わずかな VPDleaf の変化に対して気孔が素早く応答していた。一方で、葉の萎れ点での相対含水率 (RWctlp) と葉の萎れ点での水ポテンシャル (Ψ_{tlp}) については、種間で有意な差が得られたが、これらの葉の水分特性と VPDleaf に対する気孔の応答性には相関がみられなかった。以上より、対象樹種においては日中の VPDleaf の変化が気孔に対する主要な刺激要因であり、大きな道管径の樹木は、日中の VPDleaf 変化に対して気孔の応答性が高く、これにより日中の日射や VPD 変化に対する葉の水分状態を維持出来ていると考察した。

また、京都大学宇宙総合学研究ユニットにおいて、「樹木と木材」の研究に参加させて頂いている。

研究課題は、「課題 1：微小重力下における植物の重力応答に関する研究」と「課題 2：火星移住を想定した減圧環境下における植物の環境ストレスに対する応答」の2つのテーマに取り組んでいる。課題 1 では、樹木の周年短縮サイクル（日長と温度を制御し多枝化個体を得る技術）を用いることによって、小さな個体での樹形形成観察が可能となった。これによって、樹木の周年短縮サイクルを利用した疑似微小重力環境を生み出すクリノスタット上で育成した際の樹形観察による疑似微小重力下における樹形形成に関する研究を行っている。樹木全体の形態が宇宙環境でどのように変化するかについては、樹木の成長過程における宇宙環境応答の中で極めて興味深く、宇宙空間での木材利用や樹木生育などを行う際の知見となると期待している。



写真：1D クリノスタットによる疑似微小重力実験：1ヶ月間 1D クリノスタット搭載後のギンドロ (*Populus alba* L.) の様子

課題 2 では、主に「減圧」に注目し、宇宙で樹木を育成した場合に育成する際の雰囲気気圧を可能な限り低下させることについて研究している。樹木がどれだけの減圧環境で育成可能かを明らかにすることで、樹木育成空間の被覆構造物を簡略化できる。これは、地球から運搬する資材の軽減に繋がり、宇宙開発における低コスト化への大きな貢献が期待できる。今回、宇宙ユニットでは、火星の気圧環境を想定した 1/100 気圧下まで真空状態にできる減圧下樹木育成実験装置を開発している。この装置を用いて火星環境に類似した減圧下での育成実験を行うことにより、樹木の育成特性を調べ、樹木・木材の宇宙利用の可能性を実験的に明らかにしている。この研究課題では、人類が宇宙に展開するための資源調達の問題を解決する手段として、宇宙における樹木の育成の可能性を探求することを目的としており、減圧下における樹木育成による宇宙での樹木・木材を資源として利用するための技術的課題の解明を計るものである。



写真:宇宙総合学研究ユニットが作成した真空チャンバーによる樹木減圧実験の様子（実験対象種：ギンドロ (*Populus alba* L.)）

引用文献： Aloni, R. et al. *Planta* 184: 123-129., Breda, N. et al. *Ann. Forest Sci.* 63: 624-644., Clavel D. et al. *Environ. Exp. Bot.* 54: 219-230., Grzesiak, S. et al. *Journal of Agro. Crop Sci.* 183: 183-192., Kondoh, S. et al. *Tree Physiol.* 26:899-904, Liu, F. H. et al. *Genetic Res. Crop Evol.* 52: 497-506., Maherali, H. et al. *Ecology* 85: 2184-2189., Media, S. and Escudero, A. *Plant Ecology* 168: 321-332., Torrecillas, A. et al. *Journal of Agri. Sci.* 132: 445-452.

おわりに

私は、これまでの樹木の水分生理研究に加えて、科学研究費（基盤 C:2018-2020 年度）にて草本植物から木本植物までの多種比較の光阻害に関する光合成研究も行っており、包括的な生態系の理解に繋がる研究成果を目指しています。これは炭素循環をはじめとする物質循環・エネルギー循環のシステムの解明にも貢献できると考えています。バイオマス変換分野におけるプロジェクト研究員の際には、樹木木材のリグニンを抽出し新エネルギーの開発に関するプロジェクトに従事した経験があり、これ

は「持続可能な社会の構築に向けた健全な森林生態系の維持・森林資源の循環的利用」に関して大いに貢献できる分野の研究でした。この「持続可能な社会構築」には、現在の私にとっては、地球のみならず「宇宙空間における木材利用による資源の循環利用」の意味も持ち合わせています。

これまで取り組んできた野外調査における高さ 80m のクレーン操作でのゴンドラ乗車による 12 時間に及ぶ単身での高所作業も大変エキサイティングな経験でした。近年の宇宙総合学研究ユニットにおける宇宙木材実験も、熱帯調査と同じくらいエキサイティングな研究課題です。宇宙総合学研究ユニットでは、環境計測器や CO₂・O₂ センサーを使った制御用ソフトウェアを C 言語によるプログラミングから作成し、植物の減圧チャンバーをゼロから自作し実験を推し進めています。これらの宇宙を想定した植物研究は、私にとって先駆的な非常にやりがいを感じるテーマです。今後、微小重力環境や減圧環境下も含めた様々な環境における樹木の水分生理の維持や生理応答、また、科研費採択課題でもある光阻害に関連した光合成も含めた植物生理の研究に森林生態学の面から宇宙環境まで、幅広い視野を持ち大きなスケールで思考し、より深く今後も研究に取り組みたいと思います。

京都大学 宇宙総合学研究ユニット

<http://www.usss.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: usss@kwasan.kyoto-u.ac.jp