

SIC 有人宇宙学研究センター

NewsLetter 2024年11月号 No.35

LignoSat 学生チーム アメリカ横断旅行記

人工衛星開発学生チームでは、9月12日から9月30日にかけて、LignoSat の打ち上げを現地で見るべく、ロサンゼルスからフロリダのケネディ宇宙センターへ、19名でアメリカ横断旅行を行いました。旅費の節約やアメリカを最大限満喫するために、キャンピングカーを3台レンタルし、約6000kmを移動しました。

この旅行記では4回に分けて旅行の様子をご紹介します。第1回では旅行の概要や実際にかかった費用等を、第2回から第4回では参加者が1人1日ずつ書いた日記をご紹介します。

今回の旅行では、キャンピングカー（アメリカではRV、モーターホーム等と呼ばれます）を使用して西海岸のロサンゼルスを出発し、東海岸のフロリダにあるロケット発射場まで向かいました。打ち上げを見に行こうと決めた当初からこのような大人数での大移動を企画していたわけではなく、計画を立てるうちにロサンゼルス着の航空券で安価なものを見つけたこと、移動にはRVを使用すると宿泊費や食費を大幅に抑えられることから、フロリダへ直行するのではなくアメリカを横断することにしました。

アメリカではRVは一般的な文化となっており、郊外の至る場所で走っているのを見るほか、RVパークというRVで宿泊可能なキャンプ場が全米に1.5万か所以上あり、1台当たり30～100ドルという、ホテルに比べて非常に安い費用で利用できます。RVは最大で7人まで乗車可能で、日本の普通自動車免許があれば運転でき、キッチンや冷蔵庫、シャワー、トイレまでついて快適に過ごすことができます。サイズは日本の路線バスより少し大きいくらいですが、アメリカは道も駐車場も広いため、実際に無事故で何の問題もなく運転できました。街同士の距離が離れており、休憩施設も少なく、しかし道路を走るだけでも自然の雄大さを感じることができるアメリカにおいて、「走る家」というのがどれほど旅行に適しているのか実感しました。



旅程については、9月12日（現地）に羽田からロサンゼルスへ向かい、14日からRVで移動を開始、グランドサークルを観光しながらメキシコ国境沿いへ南下、その後はメキシコ湾沿いを東へ移動しフロリダには27日に到着しました。我々の主目的であるLignoSat打ち上げは本来28日に予定されていましたが、ISSでのトラブルや使用するロケットであるファルコン9の不調などにより延期され、当日まで詳細が分からないままでした。結果については28日の日記で確認していただければと思います。

かかった費用についてですが、1人当たりで、航空券が往復で約14万円、RVレンタル費用が約19

万円、宿泊費、食費、ガソリン代等が約 10 万円、お土産や観光地への入場料等が約 6 万円、合計 50 万円ほどになりました。個人によるので一概には言えませんが、今回はかなり観光に費やしたこと、1 ドル 150 円ほどの円安だったこと、アメリカの物価が大幅にインフレしていたことを考えれば、これを超えることはあまりないと思います。

今回の旅では、大変多くの方にお世話になりました。土井先生を始め研究室の皆様、SCH と KSC の駐在員の皆様、そして旅行代理店の皆様、ありがとうございました。今回の経験を活かし、今後の研究活動に一層力を入れてまいります。そして、この旅行記を見て、アメリカを横断しようとする仲間が増えることを願います。(山本陽大 記)

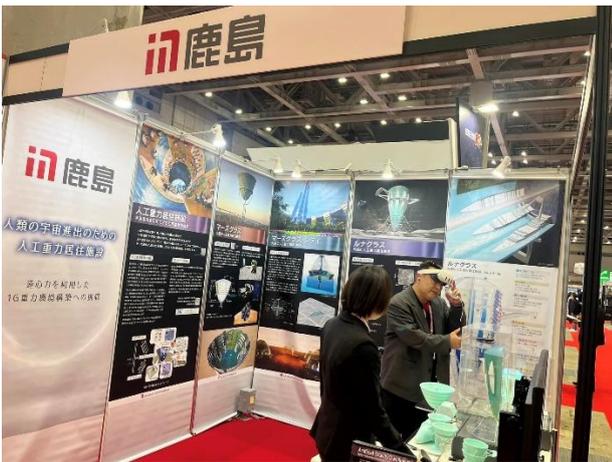
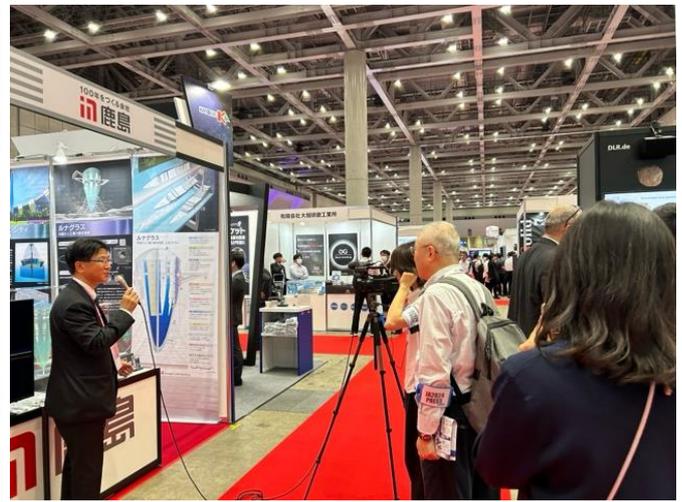


黒線が移動の軌跡、赤点が宿泊地

国際宇宙産業展への出展報告

2024 年 10 月 16-18 日に、東京ビッグサイトで開催された国際航空宇宙産業展に鹿島建設が出展し、共同研究を行なっている京都大学 SIC 有人宇宙学センターもブース出展にて展示を行いました。今回は人工重力施設ルナグラス・マーズグラスの模型展示とともに、VR の展示を行いました。VR においてはネオルナグラス・マーズグラスの外観とともに、HEXATRACK シーンをいれることによって月面での滞在を模した、月面にルナグラスが建設された景色を体感することができるようになっています。会期中は、子供から大人まで非常に多くの年齢層の方々にブースにお立ち寄りいただき、大盛況にて終了しました。今回は鹿島ブース担当の大野氏 (SIC 特任准教授)、そしてセンターからは山敷センター長の他、工学部の松井さん、大学院総合生存学館の大森さんらも説明を行いました。特に大学で開発した VR や、模型が好評で、大変多くの人々に展示を見ていただく機会を得ました。(大森香蓮 記)





公益財団法人大学コンソーシアム京都主催

2024 年度京カレッジリカレント教育プログラム

「現代の教養講座—宇宙移住に向けた社会構築—」の後半プログラム（全 5 コマ）が 10 月 3 日より開講されている。

第 1 回は、山敷庸亮氏（京都大学大学院総合生存学館教授、SIC 有人宇宙学研究センター長）より、「宇宙移住に向けたコアソサエティの条件(II)」をテーマに、火星移住を想定した場合の社会構築における危機管理について語っていただいた。多重防護、非常用生命維持装置、自立救援モジュール・脱出装置、隕石衝突をキーワードに、地球から離れた惑星において、〈想定外の危機〉に対して生命維持機能を準備することの重要性についてご説明いただいた。その他、月面や火星での宇宙放射線の危険性等についても言及いただいた。

第 2 回は、稲谷芳文氏（宇宙航空研究開発機構名誉教授）より、「月に持続的な社会をつく

る・・・人類の宇宙進出について考える」をテーマに語っていただいた。同氏のこれまでの経験から、人間が宇宙へ行くことには様々な価値がある、人類が当たり前のように月をはじめとする宇宙へ行く、宇宙で活動することができる未来に向かっていけるような、夢と期待を抱けるお話をいただいた。

第3回は、森裕和氏（宇宙ビジネスコンサルタント、Blue Abyss Confounder VP of Business Development）より、「民間が続々参入する有人宇宙分野の世界トレンド」をテーマに語っていただいた。現役でグローバルに宇宙産業に携わっておられる経験から、最新の宇宙ビジネスに関する情報をご説明いただき、山敷庸亮氏との対談企画では、その中での日本の立ち位置や今後の進出の展望について、研究×ビジネスの視点から詳しくお話をいただいた。（公益財団法人大学コンソーシアム京都 佐藤克信 記）

講義：有人宇宙学

科目ナンバリング		G-LAS15 80002 LB70					
授業科目名 <英訳>	有人宇宙学 Human Spaceology: The Study of Human Space Activities			担当者所属 職名・氏名	総合生存学館 特定教授 土井 隆雄 総合生存学館 教授 山敷 庸亮 教育学研究科 准教授 田口 真奈 ヒト行動研究センター 准教授 足立 幾磨 総合生存学館 関係教員		
	群	大学院横断教育科目群	分野(分類)		複合領域系	使用言語	日本語及び英語
旧群		単位数	2単位	週コマ数	1コマ	授業形態	講義（対面授業科目）
開講年度・開講期	2024・後期	曜時限	水5	配当学年	大学院生	対象学生	全学向
（総合生存学館の学生は、全学共通科目として履修登録できません。所属部局で履修登録してください。）							
[授業の概要・目的]							
有人宇宙活動を宇宙に恒久的に人類社会を創造する活動であると定義する時、人類が宇宙に展開するための新しい総合科学：人間－時間－宇宙を繋ぐ有人宇宙学が必要となる。有人宇宙学は、宇宙－時間（宇宙の進化）、時間－人間（生命の進化および文明の進化）、人間－宇宙（宇宙開発の進化）の4つの進化過程を司る学問である。それは、宇宙に人間社会を創ろうとする試みが、自然科学分野のみならず、人文社会科学分野にも幅広く関係していることによる。この講義では、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、自然科学的・人文社会科学的に解説する。理工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す。							
[到達目標]							
人類の宇宙進出が地球文明にとって何を意味するかを理解し、人類が宇宙に持続可能な社会基盤を構築することが可能であるのかを、有人宇宙学、宇宙環境工学、宇宙探査工学、宇宙生命科学、宇宙生物学、宇宙医学、宇宙霊長類学、宇宙人類学、宇宙法、宇宙居住学など幅広い学問分野の融合から探求することを学ぶ。							
[授業計画と内容]							
【第1回】	10月2日	有人宇宙学（土井・山敷・田口）					
【第2回】	10月9日	宇宙環境工学（山敷）					
【第3回】	10月16日	宇宙探査工学（清水）					
【第4回】	10月23日	有人宇宙学演習1					
【第5回】	10月30日	宇宙生命科学（保尊）					
【第6回】	11月6日	宇宙木材工学（村田）					
【第7回】	11月13日	有人宇宙学演習2					
【第8回】	11月20日	宇宙霊長類学（足立）					
【第9回】	12月4日	宇宙医学（寺田）					
【第10回】	12月11日	宇宙法（青木）					
【第11回】	12月18日	有人宇宙学演習3（土井・山敷）					
【第12回】	12月25日	宇宙人類学（岡田）					
【第13回】	1月8日	宇宙居住学（稲富）					
【第14回】	1月15日	有人宇宙学演習4（土井・山敷・田口）					
【第15回】	1月22日	フィードバック					
講師の都合により、講義日程が前後する可能性がある。							
----- 有人宇宙学(2)へ続く↓↓↓ -----							

11月のイベント予定

日時	内容	開催方法
11月9日(土) 12:30 - 15:20 受付 12:00～ (特別講演 14:10-15:20)	静岡大学浜松キャンパスホームカミングデー 特別講演会 講師 土井 隆雄 題名:「有人宇宙活動～宇宙で暮らすために」 申込先: https://x.gd/GdKed 浜松工業会事務局 053-473-3485 対象:一般の方も参加できます。 当日、静大祭及びテクノフェスタ in 浜松が開催中 (10:00～16:00)	参加費:無料 会場:静岡大学浜松キャンパス S-Port3 階 大会議室 (定員に達し次第、締切)

LignoSat 学生チーム活動紹介

今回は COMM 班から通信系の開発状況および京都大学地上局で成功した SAKURA の受信についてご紹介します。

【通信系の開発状況】

LignoSat 1 号機の引き渡しが終わり、現在 LignoSat 2 号機の開発が進められています。2 号機の開発において COMM 班が主に行っていることは、パッチアンテナの開発です。LignoSat 2 号機では、木造人工衛星という特徴を活かして衛星内に通信用アンテナを内蔵しようと試みています。木材は電波を良く通すので、木造構体内にアンテナを設置することが可能となります。衛星内に設置するのに適した形状のアンテナが、板状のアンテナであるパッチアンテナ(図 1)です。パッチアンテナの特徴としては、誘電体を含む基板上的単純なパターンによって単方向に強い感度を有するアンテナです。そのため、パッチアンテナを用いて地上局と通信するためには、パッチアンテナの指向性に合わせて衛星自体の姿勢制御をする必要があります。現在 MISSION 班を中心に LignoSat 2 号機の姿勢制御システムの開発も進められています。

我々がパッチアンテナの開発を始めるにあたり、九州工業大学の電波暗室にてパッチアンテナの基礎実験を行いました。本基礎実験の主な目的は、木板による通信性の

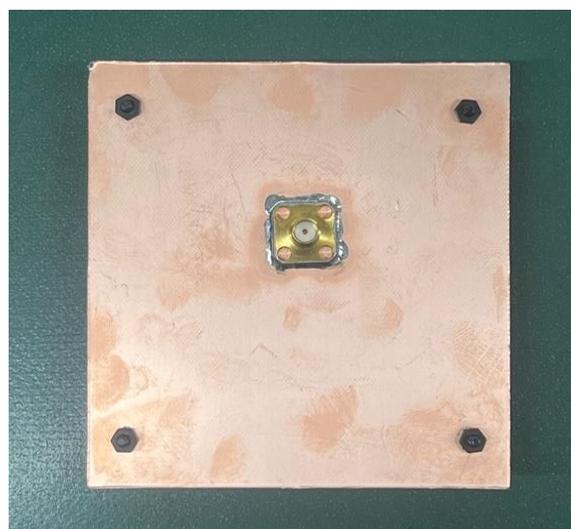


図 1 パッチアンテナ

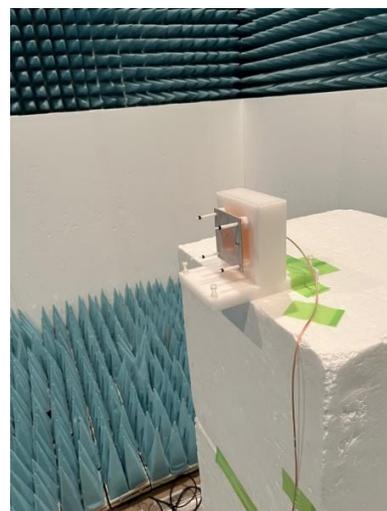


図 2 専用治具にパッチアンテナを設置した様子 (@九州工業大学電波暗室)

影響の観察です。パッチアンテナと木板を並行に設置し、「木板の厚さ」「パッチアンテナと木板の距離」の2変数を変えて、測定されるアンテナパターンの変化を確認しました。本実験を行うにあたり、COMM 班は専用の治具を設計・発注しました。

以下に得られた測定結果の一部を示します。

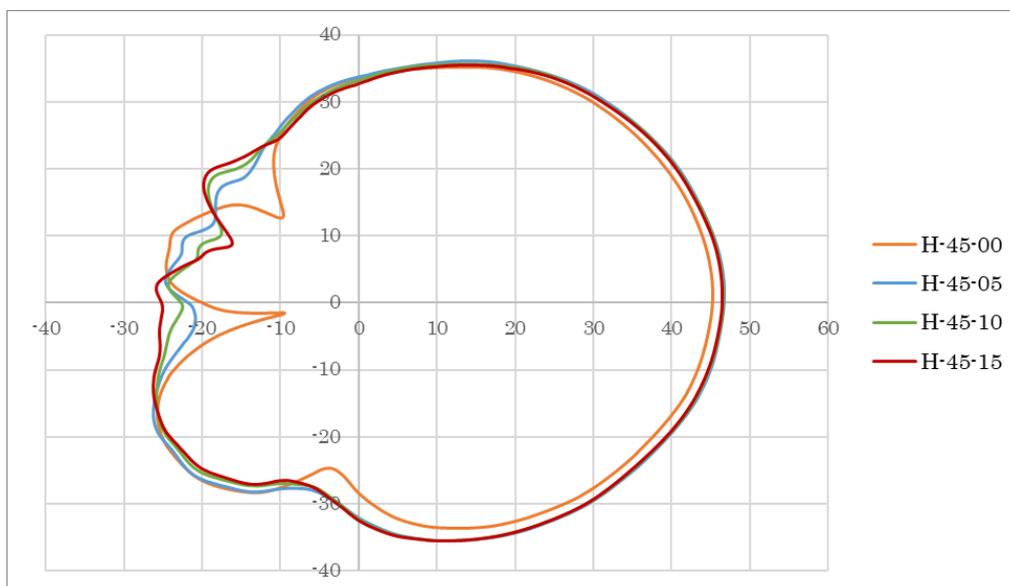


図3 木板（厚さ 4.5 mm）、間隔（0.0, 0.5, 10, 15 mm）のアンテナパターン

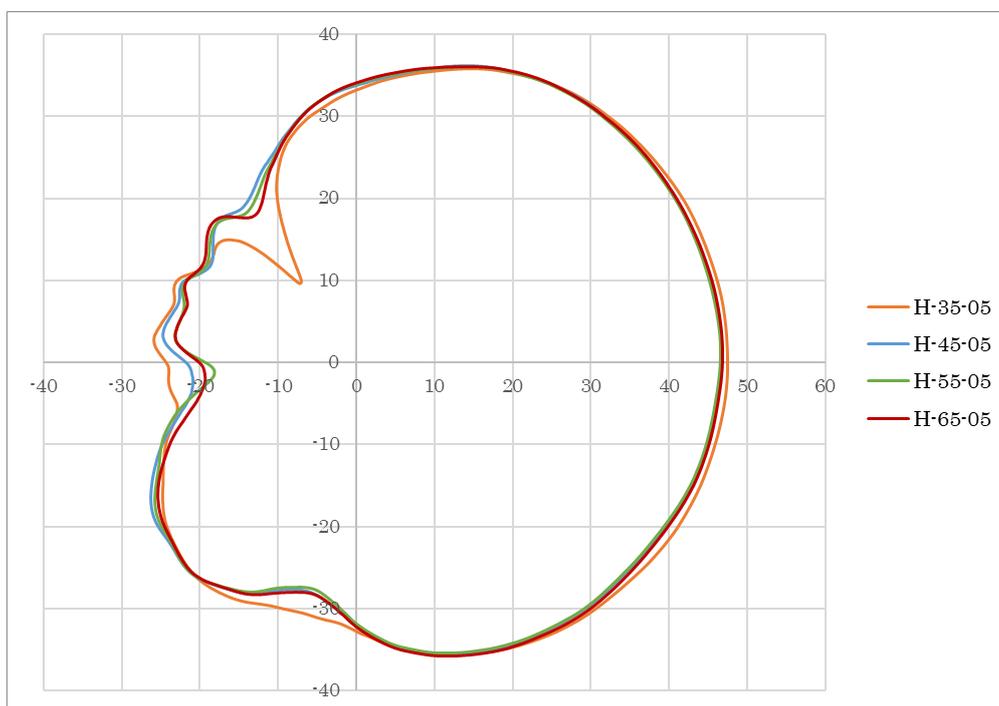


図4 木板（厚さ 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 mm）、間隔 0.5 mm のアンテナパターン

以上の結果から、パッチアンテナの指向性を確認することができました。また、木板とパッチアンテナの間隔に関しては、間隔が 0.0 mm の場合のみ少しアンテナパターン半径が小さくなっていることから、パッチアンテナを木板と密着させない方が通信精度の向上を図ることができると考えました。木板の厚さに関しては、厚さが 3.5 mm の場合のみ少しアンテナパターンの半径が大きくなっていることから、木板の厚さは

薄い方が通信精度の若干の向上を図ることができると考えました。しかし、木板を薄くすると強度が低下するデメリットもあるため、あらゆる観点から検討する必要があります。

現在は、2.4 GHz に加えて 5.8 GHz のパッチアンテナを設計しております。またセルロースナノファイバーを含む基板を用いたパッチアンテナの作成にも挑戦しています。ニュースレターでそれらのパッチアンテナを用いた試験結果をご報告できることを楽しみにしております。

【他衛星受信に関して】

2024年8月29日に国際宇宙ステーションより千葉工業大学の人工衛星 SAKURA が放出されました。京都大学では放出初日より SAKURA の CW（モールス信号）の受信に成功しました。LignoSat 1号機を乗せたロケットは、2024年11月2日にケネディ宇宙センターから打ち上げられる予定です。現在も SAKURA の運用は続いているため、LignoSat 学生チームは LignoSat 1号機運用に向けた SAKURA での受信訓練を進めてまいります。いよいよ世界初木造人工衛星の運用が始まると思うと楽しみです。(小泉壮平 記)

研究紹介

森林でパンデミック

京都大学樹木育成学生チーム 池田武文

はじめに

京都盆地を取り囲む山々をご覧ください。例えば京都大学からも見ることができる東山の如意ヶ岳山頂近くでは送り火の夜に「大」の字が浮かび上がります。送り火では火床に積み上げた松（アカマツ）の割木を燃やしています。他の四箇所の送り火でも同様です。ところが、今、「大」の周辺にはシイノキを主とする常緑広葉樹が茂り、ほとんど松の木はありません。いつからこのような状況になったと思いますか。実は数十年前まで「大」の周辺はアカマツが茂る山でした。その後急激に松は衰退し、常緑広葉樹に変わりました。以前は送り火で使う松は「大」周辺から調達していましたが、今はその松が手に入りにくくなっています。以下に松の木が残り少なくなり常緑広葉樹に変わっていった理由を記し、そのことから、火星に森を創ろうとするときに心掛けなければならない事柄が浮かび上がってきます。

松林の推移

ある地域で一定の広がりをおさめる植物集団のことを「植生」と言います。植物が全く存在しない、例えば火山が噴火し、あたり一面が焼き尽くされて溶岩に覆われた地域でも、時の経過とともに種々の植生が再生します。西日本の教科書的な事例では、最初にコケ・地衣類、そしてススキなどの草本、背の低いウルシなどの樹木、背の高いアカマツと続き、最終的にシイノキなどの常緑広葉樹へと植生は移り変わります。このような変遷を「植生遷移」と言います。京都盆地の東山で現在見られる常緑広葉樹林は植生遷移が進み最終段階に達している状態（クライマックス）です。遷移の各段階が進むにつれて土壌は肥沃化します。マツが常緑広葉樹よりも植生遷移の前の段階の樹木であることは、マツが常緑広葉

樹よりやせえた土壌でも成長できることを示しています。京都盆地に平安京が置かれて以後の京都盆地を取り囲む山々の状態は、その時々描かれた絵図からうかがい知ることができます。すなわち、山では芝や草などの植生が広く見られ、禿山もありました。その中で背の高い木としては松の割合が多かったようです。その理由は平安京の造営や寺社仏閣、家屋の建設、度重なる戦乱からの復興材、人々が日々使う燃料などを周囲の山々から切り出される木材に依存していたからです。自然の状態であれば落ち葉や枯れた幹や枝は山で分解されて山の土を肥沃化しますが、大量の木材が山から持ち出されたため、それは叶わず、山の土壌はやせた状態が続き、つい最近まで常緑広葉樹へと遷移が進むことはなかったのです。ところが松林は 1950 年代の燃料革命を境に一変します。それまで人々が生活の場で使用する燃料は山から切り出す「木」でしたが、石油をはじめ化石燃料を使う燃料革命によって山の木は使わなくなり、日常的に人々が山に出入りすることすら稀になりました。このことで山の土壌は徐々に肥沃化が進み始め、植生もマツから常緑広葉樹へと変化し始めました。ところが最近の変化スピードが早すぎるのです。その理由は松林にパンデミックが起きたからです。

松林で発生したパンデミックとは

植物を栽培している方々は植物も病気に罹ることはご存知でしょう。松の木も様々な病気にかかります。通常、病気で松が枯れることはほぼありませんが、まれにしか起こらない病気が日本中（北海道を除く）の松林で蔓延しています。それは「松枯れ」と呼ばれることもありますが、正式には「マツ材線虫病」という病気に罹って松が枯れているのです。この病気の致死率は 90%以上と強烈です。これには理由があります。発病には病気を起こす病原（寄主）と病気になる宿主が必要です。マツ材線虫病では病原であるマツノザイセンチュウ（写真-1）（線虫、人に寄生する回虫なども線虫です）が宿主のマツ（日本ではアカマツ、クロマツ、リュウキュウマツなど）に侵入することでマツが枯れます。日本のマツ類はマツノザイセンチュウに対して抵抗力がありません。そのため、日本ではマツが次々に枯れて、多くの松林がなくなりつつあります。マツ材線虫病による松枯れは日本だけでなく、東アジアやヨーロッパでも松が枯れる被害が発生しています。これらの地域のマツ類もまたマツノザイセンチュウに対して抵抗力がありません。一方、マツノザイセンチュウは北アメリカ原産で、北アメリカに分布する種々のマツはマツノザイセンチュウに抵抗性があるので、マツ材線虫病で枯れることはありません。

防疫

マツノザイセンチュウは元々日本には生息せず、約 120 年前に北アメリカから侵入しました。といっても人が意図して持ち込んだのではなく、輸入された松材に含まれていたのです。ということは、輸入する段階で松材の中にマツノザイセンチュウがいないかをしっかりした体制で検査をしていればマツノザイセンチュウが日本に入ることにはなかったわけです。実際にはマツ材線虫病という松の病気があること、そしてマツノザイセンチュウがその病原であることがわかったのは 1971 年ですので、120 年前では知る由もなかったわけですが。海外旅行のお土産として日本に持ち込もうとした果物を入国の際に没収された経験をお持ちの方はおられませんか。果物だけでなくあらゆる生き物を持ち込むときには同様の対応が取られています。植物を対象とした場合は植物防疫といって、海外から病害虫を自国に入れないための大事な手続きです。それでも完全にシャットアウトするのはなかなか難しいようですが。なお、現在は松材のみならず松で作った製

品についても輸出前の検査が行われています。これらのことを火星、月にあてはめてみましょう。地球でマツ材線虫病のようなパンデミックが起こっても、その後に育ってくる樹木や植物が存在します。しかし、土星、月では持ち込んだ樹木にパンデミックが発生すると、それを補う植物は存在しません。0か1なのです。地球から持ち込む樹木（農作物も同様）には火星、月で絶対に病害虫を発生させない、が基本的なスタンスでしょう。持ち出し、持ち込みの両面において徹底した防疫対策の確立と実施が必修です。



写真-1 マツノザイセンチュウ

引用文献、参考文献

田中和博編 2008 古都の森を守り活かす. 京都大学学術出版会

京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター

<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス本部構内 総合研究 16 号館 208 号室

編集人：宇宙木材研究室 三本勇貴、豊西悟大、山本陽大

Tel: 075-753-5129 Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter No.35

2024 年 11 月 1 日発行