

NICT NEWS

国立研究開発法人
情報通信研究機構

No.5

2023

通巻 501



FEATURE

NICT 流宇宙特集

巻頭対談

日経「星新一賞」受賞
SF作家

NICT
研究統括

関元 聡 × 笠井 康子

SF作家と研究者が語る宇宙



FEATURE

NICT 流宇宙特集

表紙写真

木星氷衛星探査機 JUICE を搭載した、欧州宇宙機関 (ESA) のアリアン5ロケット打ち上げの様子 (2023年4月14日)
(Photo: ©ESA-M. Pédoussaut)

対談

- 1 木星圏に生命の兆候を探す**
探査機 JUICE 搭載のテラヘルツ波分光計は何を見せてくれるのか
関元 聡 / 笠井 康子
- 4 木星氷衛星探査機 (JUICE) 搭載のテラヘルツ波分光計 (SWI) における NICT 研究開発について**
山田 崇貴 / 王 蘇芸
- 6 安心安全な宇宙利用社会のための宇宙天気予報の高度化**
津川 卓也
- 8 光宇宙通信を支える光地上局技術**
光衛星通信を地上から支える技術
辻 宏之 / 齊藤 嘉彦 / 鈴木 健治
- 10 宇宙ロケットとの暗号通信**
NewSpace 時代の通信セキュリティ技術の研究開発
吉田 真紀

TOPICS

- 12 Beyond5Gの実現に向けた環境整備**
～B5G電波暗室の竣工～
齋藤 伸吾
- 13 NICTのチャレンジャー File 26 阿部 侑真**
次なる宇宙通信ネットワークの旅へ

INFORMATION

- 14 けいはんな R&D フェア2023開催のお知らせ**
- 14 受賞者紹介**

FEATURE

NICT 流宇宙特集
NICT Way of Space Research



日経「星新一賞」受賞
SF作家

関元 聡

対談

NICT
研究統括

笠井 康子

木星圏に生命の兆候を探す

探査機 JUICE 搭載のテラヘルツ波分光計は何を見せてくれるのか

2023年4月14日、欧州宇宙機関 (ESA) の木星氷衛星探査計画 JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) 探査機が打ち上げられた。木星を周回する氷衛星に生命の兆候を探すのが目的の一つだ。同機には11の観測機器が搭載され、その1つがNICT等が開発したテラヘルツ波分光計だ。氷衛星の大気や地表面を調べる。生命の兆しを示すバイオマーカー分子が見つければ大発見となる。今回はテラヘルツ波リモートセンシング研究の第一人者、NICT研究統括・笠井康子とNICTも協力する日経「星新一賞」のグランプリを2年連続受賞したSF作家・関元聡氏の対談である。さて、科学者とSF作家のコラボはどのように展開していくのか。

笠井 初めまして！ 今日はお話をお聞きの楽しみですね。

関元 よろしくお願ひします。私も昨晩は緊張して眠れませんでした(笑)。

笠井 まず自己紹介から始めましょうか。私の専門は地球や惑星のテラヘルツ波リモートセンシングです。電磁波リモートセンシングは物質と電磁波の相互作用を通して遠隔の物質の物理的性質や量を推定するものです。現在、NICTではテラヘルツ波リモートセンシングの研究を推進しています。JUICE探査機に搭載されているテラヘルツ波分光計は国際

協力ミッションですが、私たちNICTも開発メンバーの一員です。このセンサでは木星の氷衛星におけるバイオマーカー分子も探査します。

関元 私はSFを書いておまして、日本経済新聞社主催の日経「星新一賞」でグランプリを第9回・10回(2022年・2023年)と連続して頂きました。第9回受賞作の『リンネウス』は生物多様性についての作品で、第10回受賞作の『楕円軌道の精霊たち』は地球温暖化やVR(仮想現実)を扱った作品でした。特に『リンネウス』では、先生のご専門でもある木星系の生命についても少し触れて

関元 聡 (せきもと さとし)

SF作家 (日本SF作家クラブ所属) / 環境コンサルタント

第七回日経「星新一賞」にて『Black Plants』で優秀賞を受賞。その後、第九回では『リンネウス』、第十回では『楕円軌道の精霊たち』で、二年連続のグランプリを受賞。その他、第一回日本SF作家クラブの小さな小説コンテストでは特別審査員賞を受賞している。少年時代から星や宇宙に関心があり、JAXAのはやぶさ2プロジェクトで小惑星「Ryugu」の名付け親になったこともある。現在、環境コンサルタントと作家の二足のわらじで活躍中。

笠井 康子 (かさい やすこ)

Beyond5G研究開発推進ユニット
テラヘルツ研究センター 研究統括 / 東京工業大学 環境社会理工学院 教授 / 内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 上席科学技術政策フェロー

1995年博士課程修了後、1999年郵政省通信総合研究所 (CRL、現 NICT) 入所、テラヘルツ波リモートセンシングによる地球惑星観測に従事。木星氷衛星探査 JUICE サブミリ派分光計 (SWI) 開発チームの日本側代表研究者。博士(理学)。

いるので、今日はどんなお話が聞けるのか楽しみです。

笠井 もう一つ受賞作がありますよね。『Black Plants』(第7回優秀賞)。私はあの作品がいちばん好きなんです。人工植物が自律的に進化を始めるという、イン

対談

木星圏に生命の兆候を探す 探査機 JUICE 搭載のテラヘルツ波分光計は何を見せてくれるのか

スピレーションに富んだ作品です。関元さんは大学時代に植物学を専攻されたのですね。

関元 お読みいただき、光栄です！ 私の専攻は樹木生態学で、樹木が環境の中でどのような役割をしているのかを研究していました。今も環境コンサルタントとして自然環境を調査する会社で働いていますので、『Black Plants』や『リンネウス』は、そうした生態学の知識や経験から生まれた作品だと思います。

笠井 SFを書こうと思ったきっかけはなんですか？

関元 通勤途中、電車の中の広告でまたま星新一賞の募集を知りまして応募してみようと思いました。SFは小さい頃から大好きで、小学校に入る前から、SFばかり読んでいました。社会人になってからは忙しくなってしばらく離れていましたが、少し時間に余裕が出てきたところで、自分でも書いてみようと思えました。

笠井 「星新一賞」の趣旨である「理系文学」は素晴らしいですね。私自身SFが大好きでして、星新一の作品はほとんど全部読んでいます。

JUICEは宇宙に存在する巨大ガス惑星の典型としての木星の姿や、氷衛星の内部海における生命存在可能性を総合的に探査するミッションです。テラヘルツ分光計は2012年に搭載が決まり、10年間以上の開発期間を経て2023年に打上げられました。テラヘルツ波は光と電波の境界領域にある電磁波で、新たな電磁波領域のため多くの可能性を持ちます。センシングのみならず、例えば、大容量通信が可能になるため、Beyond 5G / 6G

といった次世代の移動通信システムのターゲットの一つにもなっています。

テラヘルツ波は生命探査最強のツール

関元 テラヘルツ波で天体を見ると何がわかるのですか？

笠井 テラヘルツ波分光計は、これまで技術的に観測が困難であった木星成層圏や氷衛星の大気組成や風速の観測を可能にします。また、氷衛星の地表面状態を観測します。これらにより、木星大気構造を特徴づける成層圏の理解や、氷衛星における生命存在可能性に迫ります。いずれもこれまでにない新たな“テラヘルツの目”による世界で初めての観測による新たな発見が期待されています。

関元 やはり、テラヘルツ波研究を目指した動機には宇宙に生命の兆候を見つきたいという思いがあったのですか？

笠井 そうですね。博士課程では野辺山宇宙電波観測所の望遠鏡で宇宙の彼方に生命体を構成するアミノ酸の存在を探していました。発見できずに博士論文のテーマは変更しましたが（苦笑）。

地球の生命とは異なるシステムを持つ可能性

関元 今度のJUICEの木星圏探査では衛星ガニメデを特に集中的に調べるのですが、地下に海があるといえますね。私たちが生きている間に、地球以外で生命の兆候が見つかるかもしれないなんて、ホントにワクワクします。

笠井 JUICEは日本語で「木星氷衛星探査計画」ですが、生命存在可能性の探究も

ミッションの一つです。木星は直径は地球の11倍、質量は318倍ですが、密度は0.24倍の巨大なガス惑星で、周回する衛星を持ちます。木星の衛星は氷のかたまりのように見えますが、内部は木星の重力による変形などにより加熱され内部海を持つ可能性が示唆されています。その海の中に地球外生命が存在している可能性があります。

関元 地球の深海底にある熱水噴出口の周囲には、チューブワームという硫化水素をエネルギー源とする、私たちとはまったく異なる生命システムを持つ生物がいると聞きます。そういうものが木星の衛星にもいる可能性がありますね。

笠井 そうですね、エウロパなどの衛星ではプリュームと呼ばれる熱水が地下から噴き出していると考えられています。テラヘルツ分光計では大気がどのような成分で構成され、どの高度にどのくらい存在しているかを調べます。こういった中でバイオマーカーと言われる生命が存在する可能性を示す物質が存在するのか、存在するとしたら何がどの程度いるのかを探査します。NICTではこれらのデータを解析する独自のアルゴリズムも開発しています。

関元 有機物があるかどうかともわかるのですか？

笠井 水のほかに硫化水素・メタン・シアン化水素・アンモニアなどの単純な分子の計測は得意です。こういう化学物質の量や割合から生命存在可能性を議論できます。いろいろな生き物の存在を空想して楽しんでいるところです（笑）。

関元 SFの巨匠アーサー・C・クラークの



短編小説に『メデューサとの出会い』（1971年）という作品があります。木星のジェット気流の中に生命体がいるという話です。私はこの作品からずいぶん影響を受けまして、『リンネウス』の中で木星に生息する生命体を登場させました。その生命体は炭素系ではなく高温に強いシリコン系のものを想定したのですが、シリコン系生命体の可能性についてはいかがでしょうか？

笠井 一般論としては厳しいと思いますが、人類が科学を通して知っていることはごく一部ですので、否定をすることもできません。全く違う生命体が見つかる可能性がゼロと言い切ることはできません。

関元 私たちの太陽系の中に違う系統の生命があれば楽しいですね。

笠井 そうですね。楽しくなりそうです。テラヘルツ波分光計は氷衛星の大気中のいろんな分子を確認できますから、広がりそうです。

関元 それは楽しみです。結果はいつ頃わかるのですか？

笠井 2031年に木星圏に到達し、2034年にガニメデ周辺を観測予定です。

関元 木星圏に到着するまで8年もありますから、その間に木星を舞台にしたSFが書けそうです。完成したら謝辞に笠井先生

のお名前を入れさせていただきますね。

笠井 ぜひ楽しみにしています。しかし、関元先生も作品の中で問題提起されていると思いますが、生命ってなんだろうね。更に言うと心や意識は科学的にどう表現するものなのか。科学者として、宇宙の生命探査に関わっていると、そういうことまでいろいろと考えさせられます。

関元 一般的に言えば、生物とは細胞膜を持ち自己複製ができエネルギーの代謝を行うものとされていますが、心ということちょっと分かりません。ただ植物同士は化学物質を飛ばしあうことで情報交換をしているようです。ガニメデやエウロパに、生命がいるとしたらどういふものなのでしょう。

笠井 我々の地球では、生命は、液体の水・有機物・エネルギーの3つを必要とします。テラヘルツ波分光計で、水や大気中のバイオマーカー分子の存在が確認でき、また、化学反応の推定により酸化的な環境か還元的な環境なのかを確認できれば、生命存在の可能性の議論が一気に高まります。知能を持った生命体までは考えにくいですが、なんらかの原始的な生命がいるかどうかなどはぜひ確認したい。

月の水資源をテラヘルツ波で探査

笠井 私たちはテラヘルツ波で月の水資源の探査にも挑戦しています。人類が地

球近傍の宇宙である月に進出するためには、水というエネルギー資源の確保が重要です。水は生命維持に必要ですし、水素と酸素に分解しロケットの燃料にもなります。「水が月のどこにあるのか？」を把握し効率よく採掘することが必要です。そこで私たちは月資源地図『Space Treasure Map』を作ろうと計画しています。

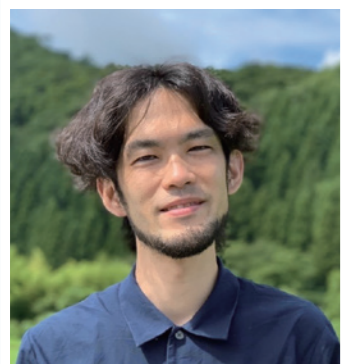
しかし、月表面には水はほとんどありません。いちばん多いとされている場所でもサハラ砂漠の土壤に含まれている水の100分の1です。しかし、地下に水が存在することは科学的にも示唆されています。深いところは採掘が大変。浅い所に水が大量にある場所を探し出したい。その探査を行うために日本の相乗り小型テラヘルツ波月資源探査衛星「TSUKIMI」を開発しています。2025年打ち上げを目指したい。

関元 凄いですね。月の有効活用はほとんど現実味を帯びてきましたが、フィクションの立場からも、最近、SFプロトタイプングという考え方が注目され始めています。SF的思考や最先端の科学技術を活用して創造性やアイデアを引き出す発想法です。来るべき未来に向けて「適応」していくために、SFやエンターテインメントの持つ力は大きいのではないかと思います。

笠井 そうですね。大きいと思います。ドラえもんのような発想で破壊的イノベーションを。

本日は、どうもありがとうございました。

木星氷衛星探査機 (JUICE) 搭載の テラヘルツ波分光計 (SWI) における NICT 研究開発について



山田 崇貴
(やまだ たかよし)

Beyond5G 研究開発推進ユニット
テラヘルツ研究センター
テラヘルツ連携研究室
研究員

2018年大学院博士課程修了。同年、NICT に入所。テラヘルツ波リモートセンシングのための機器開発、解析アルゴリズム、実験室物性測定に従事。博士 (理学)。



王 蘇芸
(Wang Suyun)

Beyond5G 研究開発推進ユニット
テラヘルツ研究センター
テラヘルツ連携研究室
デニュアトラック研究員

東北大学東北アジア研究センター学術研究員を経て、2021年に NICT 入所。惑星探査マイクロ波・テラヘルツリモートセンシングの研究開発に従事。博士 (学術)。

2023年4月14日、欧州宇宙機関 (ESA) の大型ミッションである木星氷衛星探査機 JUICE (Jupiter ICy moons Explorer) の打上げに成功しました。JUICE 搭載の11のサイエンス機器のうち「テラヘルツ波分光計 (SWI)」は、NICT を含む国際チームの協力で開発したもので、NICT は主鏡・副鏡・アクチュエータ開発を分担しました。また、世界でもユニークな試みとして、観測データから生命存在可能性の鍵となる情報などを抽出するためのアルゴリズム研究開発に挑戦しています。

■背景

JUICE は、巨大ガス惑星木星とその周りを周回するガニメデ、エウロパ、カリストなどの氷衛星を観測することで、宇宙に存在する巨大ガス惑星の典型としての木星の姿や、氷衛星の内部海における生命存在可能性を総合的に探るミッションです (図1)。2023年4月14日に打上げ、現在は木星圏に向けて巡航をしています。到

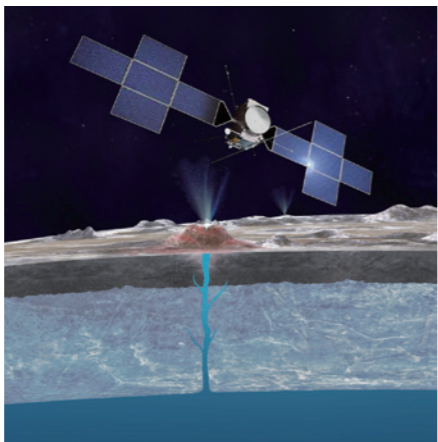


図1 JUICE 衛星とエウロパ表面から吹き出るブリュームのイメージ図
(image:NASA and Airbus, 引用元: <https://www.mynewsdesk.com/se/irf/images/juice-europa-plumes-nasa-airbus-cropped-1506712>)

着は2031年の予定です。JUICE 搭載機器のうちの一つであるテラヘルツ波分光計 (SWI) では、これまで困難であった木星大気物質と風速の観測から木星成層圏構造の理解や、氷衛星の大気物質や表面の観測から生命存在可能性に迫ります。いずれも世界で初めての観測で様々な可能性が期待されています。SWI は NICT を含む国際チームの協力で開発したもので、NICT は主鏡・副鏡・アクチュエータ開発を分担しました。また、独自の試みとして、木星圏といった特殊な条件下において観測されたデータから生命の存在可能性の鍵となる情報などを抽出するためのアルゴリズム研究開発を推進しています。

SWI の測器性能と観測分子を図2に示します。SWI の主鏡は開口直径30 cm のオフセット・カセグレンアンテナであり、観測周波数は0.6 THz帯と1.2 THz帯の2つです。受信したテラヘルツ波電磁波は高分解能分光計 (CTS) と広帯域分光計 (ACS) を用いて、最終的に縦軸強度・横軸周波数の分光スペクトルに変換します。SWI によるテラヘルツ波リモートセンシングでは、大気中の風速・気温・各種微量分子の存在量高度分布や、地表面状態の推定が可能です。太陽光に依存しない昼夜の観測が可能です。太陽光に依存しない昼夜の観測が可能です。

ガニメデやエウロパの表面を覆う地殻は氷を多く含み、地殻の下には広大な内部海が広がっていると考えられています。この内部海が酸化的であるのか還元性物質を含むのかなど、その組成の理解は生命存在可能性の議論において重要です。特にエウロパでは、地下海または氷地殻の水等が表面から宇宙空間に噴き出るブリュームの存在が明らかになっており、大気組成の観測から内部海の組成の推定が



図2 左) SWI 機器 (Credit: MPS (Max Planck Institute for Solar System Research)), 中央) SWI の測器仕様¹⁾、右) SWI 観測物理量と観測精度¹⁾

できる可能性もあります。SWI によるテラヘルツ波観測では大気中の水、酸素、一酸化炭素とその同位体に加え、H₂S, CH₄, NH₃, C₃H₂, CH₃OH, H₂CO などの鍵となる分子種の探査が期待されています。

■世界的にもユニークな NICT テラヘルツ波放射伝達モデル

大気や地表面の情報を正しく推定するには、新たな物理プロセスを正しく表現するテラヘルツ波放射伝達モデルの開発が必須です。テラヘルツ波放射伝達モデルは、電磁波と媒質の相互作用を支配する物理的メカニズムを理解するもので、そのアルゴリズムの開発や、基礎物理パラメータの取得が重要な役割を果たします。NICT では、主に2つの独自アルゴリズム開発と、基礎物理パラメータの取得のための実験室測定を実施しています (図3)。以下にそれぞれのアルゴリズムの概要を紹介します。

氷衛星には非常に希薄な大気が存在しています (地球の10⁻¹¹倍以下)。この大気中の分子のふるまいの理解は木星と氷衛星の磁気圏相互作用の理解につながるだけでなく、新しい分子種の探査や水分子 (H₂O) と同位体分子である HDO や H₂¹⁸O の存在比は惑星における物質循環や物理進化の議論の鍵となります。これら分子存在量の定量化には、地球とは異なる分子の準位分布の平衡状態を求める必要があります。Non-LTE (非局所熱平衡) モデルの開発が必要となります。NICT ではこれらの物理過程を理解するために独自に Non-LTE モデルを組み込んだテラヘルツ波放射伝達モデルを開発しており²⁾、世界のモデルと比較をしたところ、最も精度が良く標準となるものでした。JUICE/SWI の観測データを用いて巨大ガス惑星木星-氷衛星の

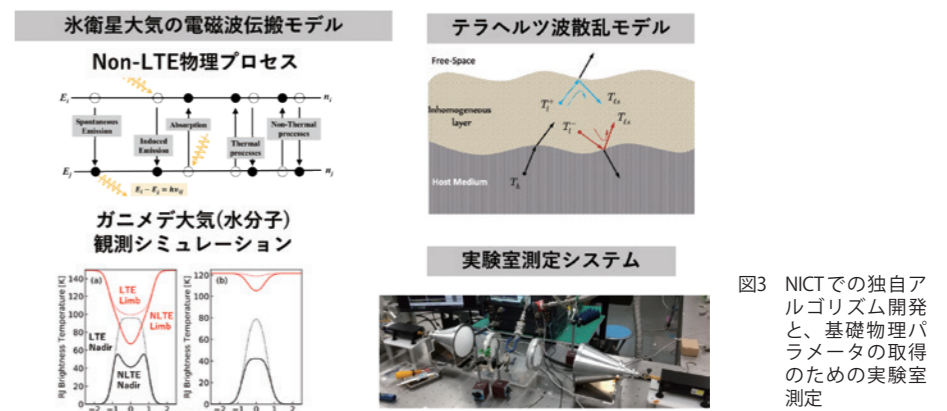


図3 NICT での独自アルゴリズム開発と、基礎物理パラメータの取得のための実験室測定

相互作用などのダイナミックな研究によりこの木星圏を「特徴づける」ことが期待されています。

月や惑星・小惑星などの天体の地表面には、レゴリスと呼ばれる粒子、固体の岩石の表面を覆う堆積層が存在します。レゴリスは、表面を粗く覆った粒子等で構成されています。レゴリス表面は粗く凸凹しており、その粗さのスケールは観測する電磁波の波長に対応します。電磁波伝搬において、表面の粗さや不均質な分布は、散乱を引き起こします (表面ラフネス散乱)。さらに、電磁波が伝搬する媒質の構造、密度、誘電率、温度、氷の含有量、組成による分布の不均一性は、体積散乱を引き起こし、テラヘルツ波電磁波伝搬を更に複雑化します。NICT では世界でも唯一となる惑星のこれら表面ラフネス散乱や体積散乱を考慮した、多層相互作用効果を含むテラヘルツ放射伝達モデルを開発しており、今後の JUICE/SWI の観測データから、氷衛星の地表の氷分布など地表面物性の推定が可能になると期待されています。

■今後の展望

2023年6月現在、JUICE/SWI は少しづ

つ問題を抱えながらも宇宙空間において正常に機能していることが確認できたところです。今後の JUICE/SWI での深宇宙での観測により上記のテラヘルツ波の特性を活かし、開発したアルゴリズムを用いて、宇宙の謎に迫る挑戦を続けていきます。さらに、NICT は、テラヘルツ波リモートセンシングによる月面の広域な水エネルギー資源探査に向けた開発も実施しており、月模擬土に関するテラヘルツ波物性データベースや月観測電磁波伝搬モデルの構築や実際に月に行き観測するためのテラヘルツ波放射計の開発を実施しています。

始まったばかりの分野である「テラヘルツ波宇宙惑星探査」は大いなる可能性を秘めており、多くの人々に夢と発見を与えることに挑戦し続けていきます。

【参考文献】

- *1 笠井ら, "みんなでふたたび木星へ、そして氷衛星へ その2~サブミリ波分光計 JUICE-SWI の挑戦~," 日本惑星科学会誌, vol.23,no.2,pp.140-148, 2014.
- *2 T. Yamada et al., "Solving non-LTE problems in rotational transitions using the Gauss-Seidel method and its implementation in the Atmospheric Radiative Transfer Simulator", Astronomy and Astrophysics, vol.619, A181, 2018.

安心安全な宇宙利用社会のための宇宙天気予報の高度化



津川 卓也
(つがわたくや)
電磁波研究所
電磁波伝搬研究センター
宇宙環境研究室
室長

大学院修了後、日本学術振興会特別研究員（名古屋大学、マサチューセッツ工科大学）等を経て、2007年NICT入所。宇宙天気予報に関する研究開発・業務に従事。博士（理学）。

太 陽活動を源として発生する地球近傍の宇宙環境の変動は、通信・放送、衛星測位、電力網、人工衛星運用などの社会システムに影響を及ぼし、時としてその安定利用に障害を引き起こすことがあります。このような宇宙環境の変動、すなわち「宇宙天気」による災害に備え、24時間監視・予報する宇宙天気予報を行うとともに、予報の基盤となる現況把握及び予報技術の高度化と、ユーザーニーズに即した情報提供に向けた研究開発や取組を進めています。

■背景

約11年の周期で変動する太陽活動は、2019年12月から新たな第25期と呼ばれる周期に入り、2025年頃に極大期を迎えると予想されています（図1）。実際に、太陽面の爆発現象である太陽フレアは、最大規模となるXクラスが2021年に2回、2022年に7回、2023年は6月までに8回発生するなど、太陽活動は徐々に活発化しています。他方、民間の小型衛星群による衛星通信計画や自動運転・ドローン等での高精度衛星測位の利用が進むなど、近年ビジネス分野でも急速に宇宙利用が拡大しつつあります。

このような状況の中、米国や英国をはじめとする各国や国際機関では、宇宙天気現象が社会インフラに与える影響及びその対応策について検討されてきました。例えば、国際防災機関（UNDRR）と国際学術会議（ISC）では、対処すべき災害の一つに宇宙天気の諸現象が位置付けられています^{*1}。我が国でも、2022年1月総務省において「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」（以下、「検討

会」）が設置され、宇宙天気現象の観測・分析・予測・警報の強化や、社会インフラに対する影響と対処、政策的な在り方等について検討が行われました。同年6月にその報告書が取りまとめられ、我が国では初めてとなる極端な宇宙天気現象がもたらす最悪シナリオや、国外でも例がない社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準の検討結果等も含めた提言が示されました^{*2}。

激甚宇宙天気災害に備えるため、NICTでは宇宙天気予報の基盤となる現況把握及び予報技術の高度化と、ユーザーニーズに即した情報提供につながる取組を進めています。

■宇宙天気の現況把握及び予報技術の高度化

宇宙天気の現況を把握する観測能力の向上として、人工衛星による宇宙からの定常観測と国際協力による地上観測の拡充に取り組んでいます。宇宙天気現象に起因する衛星運用への影響予測のためには、衛星軌道上の宇宙環境を正確に把握することが必要ですが、日本上空には定常的に宇宙環境を監視する衛星がなく、観測の空白地帯となっています。この解消のため、NICTでは、気象庁、総務省と連携し、2029年運用開始予定のひまわり10号への搭載を目指した宇宙環境センサの開発を進めています（図2）。本開発において、現状のひまわりに搭載されている高エネルギー電子・陽子センサの観測エネルギー領域を拡張するとともに、その精度を向上し、日本上空での宇宙環境監視能力を強化します。

通信・放送・測位へ影響を与える電離圏は、太陽や上層の磁気圏だけでなく、

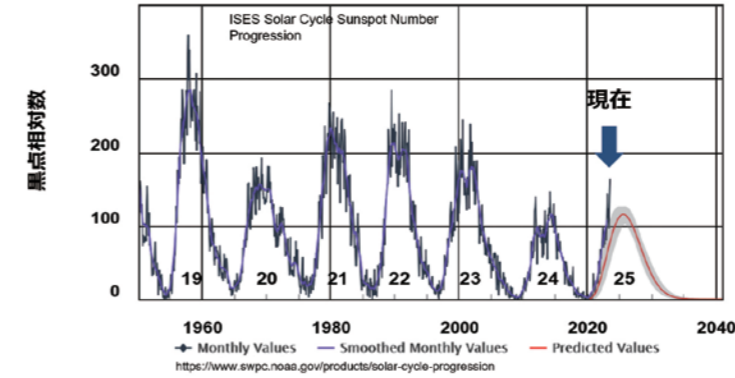


図1 1950～2023年までの太陽活動変化（赤線は予測値）

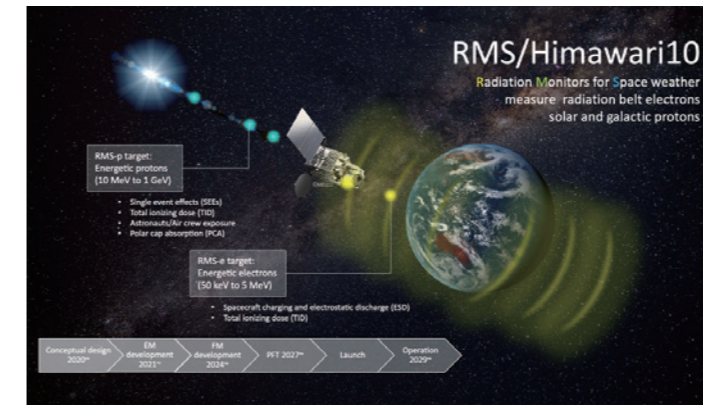


図2 ひまわり10号への搭載を目指した宇宙環境センサの開発

下層の大気圏の影響も強く受けて局所的な変動を伴うため、正確な現況把握には広い領域をカバーする多点観測網が必要です。国内においてはNICTにより70年以上にわたり電離圏定常観測が行われています。また、測位に深刻な影響を与える電離圏現象「プラズマ・バブル」の監視や予測のため、国際協力の下、東南アジアにおいて世界的にも有数の規模の電離圏観測網を構築し観測を行っています。さらに、欧米等との連携により、磁気圏や電離圏の変動予測に必要な太陽風観測衛星データの24時間受信を行っています。

予測能力の向上として、高速計算機を利用したシミュレーションや、データ同化、AI等を利用した予報技術の高度化を進めています。電離圏の予測精度向上に向け、大気圏・電離圏結合モデル「GAIA」のデータ同化モデルの開発を進めています。電離圏より上層にある磁気圏のモデルとして、極端現象を再現でき

るモデルの構築や、衛星深部帯電の要因となる放射線帯電子の予報モデルの開発を進めています。さらに、磁気圏や電離圏における変動予測の高精度化とリードタイム延伸のため、太陽風到来予報モデル「SUSANOO」や、ディープラーニング手法を用いた太陽フレアAI予報モデル「DeepFlareNet」の開発を進めています。

■ユーザーニーズに即した情報提供のために

宇宙天気の現況・予測情報をわかりやすくユーザーに提供するためのサービス・アプリケーションとして、太陽放射線被ばく警報システム「WASAVIES」（図3）、衛星表面帯電リスク評価システム「SECURES」、短波帯電波伝搬シミュレータ「HF-START」などのウェブサービスを開発・公開しています。こうしたサービスやアプリケーションの開発や改善にはユーザーとの対話やニーズ・シズマツ



図3 航空機被ばく警報システムWASAVIESウェブサイト (https://wasavies.nict.go.jp/)

チングが重要であり、「宇宙天気ユーザーズフォーラム」や「宇宙天気ユーザー協議会」を今後も継続して開催していきます。また、「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」の報告書の提言を踏まえ、社会的影響を考慮した新たな基準による予報・警報の実運用等、必要とされる情報を必要とされる頻度・精度で必要とされるユーザーに提供できるよう取組を推進していきます。

*1 Hazard Definition & Classification Review: Technical Report, International Science Council <https://council.science/publications/hazards/>
*2 宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会 https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/space_weather/

光宇宙通信を支える光地上局技術

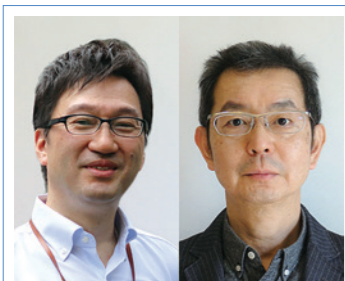
光衛星通信を地上から支える技術



辻 宏之 (つじひろゆき)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
室長

大学院修士課程修了後、1992年に郵政省通信総合研究所（現NICT）入所、航空機や衛星通信システムなどの研究に従事。電気通信大学・東京農工大学大学院客員助教授。博士（工学）。



斉藤 嘉彦 (さいとうよしひこ) (左)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
主任研究員

国立天文台ハワイ観測所や東京工業大学での勤務などを経て、2017年にNICT入所。光空間通信や補償光学系の研究開発に従事。博士（理学）。

鈴木 健治 (すずきけんじ) (右)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
研究技術員

1983年郵政省電波研究所（現、NICT）入所。以来、衛星管制技術、移動体衛星通信の研究、MVLの研究、JEM開発（NASDA-JAXA 出向）、小型衛星を用いた研究、光・ミリ波マルチファイダリングに関する研究、光衛星通信のためのサイトダイバーシティの研究、現在ETS-9地上系システムの開発に従事。

Beyond 5Gや6Gの時代では、通信ネットワークを海や空、宇宙などにグローバルに拡張する非地上系ネットワーク（Non-Terrestrial Networks：NTN）が注目され、研究開発や実用化に向けた活動が国内外で進展しています。特に衛星コンステレーションなど衛星通信の多様化・大容量化への期待の高まりや周波数資源逼迫の解決にこたえ、衛星-衛星間や衛星-地上間の光通信は今後重要な技術となります。一般にNTNでは衛星側のミッションに注目が集まっていますが、ここでは光衛星通信の実現に向けた地上側の研究開発を紹介します。

■光地上局アンテナ

地上と衛星間で電波を使って通信する場合、地上ではパラボラアンテナのような電波用アンテナを地球局として使い通信を行います。宇宙と地上間の光通信には、衛星と地上で結ぶ微弱な光（レーザ光）を光地上局の光アンテナ、いわゆる望遠鏡により送受信し、その光を衛星の位置に合わせて自動捕捉追尾する技術が必要となります。NICTでは、衛星と地上間の光通信の研究開発を30年以上行っており、世界的にも最先端な光地上局設備を保有しています。天文用の望遠鏡と違うところは、天文用望遠鏡では地球の自転速度程度の追尾性能であればよいところ、光アンテナでは、低周回軌道（LEO）の衛星を追尾する必要があります。さらに36,000 km離れた静止軌道衛星からの光を、髪の毛の約10分の1の光ファイバーに結合させるだけの高精度な追尾を行う必要があります。

現在、NICTの本部（小金井市）、鹿島

宇宙技術センター（鹿嶋市）、沖縄電磁波センター（恩納村）にそれぞれ口径1 m以上の反射型望遠鏡の光地上局を運用しています（図1）。さらにLEO衛星による衛星コンステレーションや月等の深宇宙通信に対応できるよう、新たに日本最大級となる口径2 mの反射型望遠鏡の光地上局を鹿島宇宙技術センターに、口径40 cmの光地上局を本部、鹿島、未来ICT研究所（神戸市）にそれぞれ整備を進めています（図2）。また、これらの光地上局は10 Gbps級のネットワークに接続され、統合的な制御とデータ伝送が可能となります。この光地上局ネットワークシステムが完成すると、雨や曇り時に光通信ができない場合に、光通信ができる場所に切り替えて通信が途切れない衛星-地上間光通信が可能となります。

■環境データ情報収集装置とサイトダイバーシティ技術

地上-衛星間の光通信の課題の一つとして、雨や雲による通信断を回避する技術の開発が重要となっています。その解決方法として、雲のない場所と衛星間を切り替えて接続する、サイトダイバーシティ技術があります。この技術の構築及び検証するため、NICTは全国の離れた場所で可視光全天カメラ画像や雲高計などの情報を習得する環境データ情報収集装置（図3）により光通信のための環境データを取得し蓄積しています。このデータから光通信と関係するパラメータを抽出します。一例として、地上-衛星間光通信の評価用雲量（快晴時を0%とし最大100%）が独自のアルゴリズムにより計算できます。

図4に、6月8日～7月16日の平均的梅

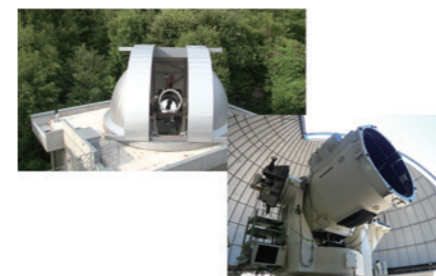


図1 本部（小金井市）の口径1 m（左）及び口径1.5 mの光アンテナ



図2 整備中の光地上局ネットワークシステム



図3 環境データ情報収集装置（沖縄）の外観

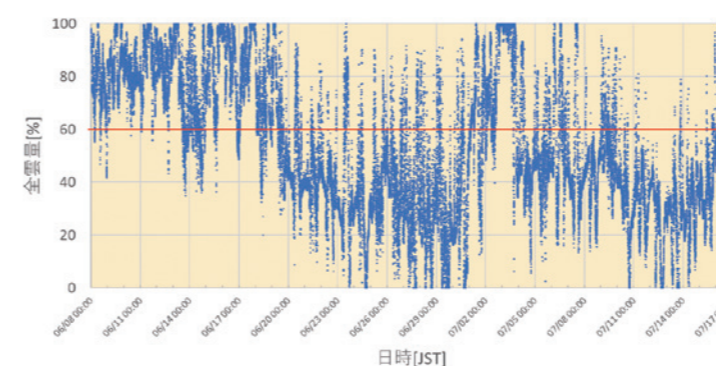


図4 梅雨時の全雲量の変化例（沖縄観測点、2020年）

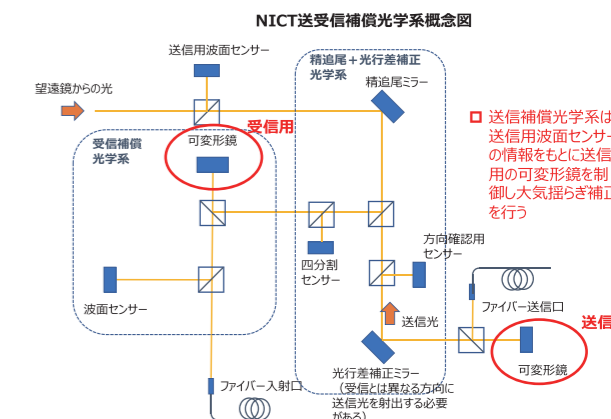


図5 補償光学技術による波面補正

雨時期の期間における2020年の沖縄県に設置された装置で得られたデータから雲量を計算した結果を示します。全雲量が60%以下であれば光衛星通信が可能と仮定した場合、沖縄単独で光衛星通信が可能なのは65%となります。ここで沖縄と天候に相関がなく、同じ通信確率である他の地点を組み合わせる事ができれば、3地点間合わせて光衛星通信の確率が94%、さらに5地点間を組み合わせると99%と改善されます。

■補償光学技術

地上と衛星間で光通信を行う際のもう一つの課題として、その経路に存在する大気による光信号の劣化があります。その劣化のうち大気の屈折率ゆらぎによる波面の乱れに対しては受信側で補正をすることが可能です。その補正技術は補償光学（Adaptive Optics：AO）と呼ばれる技術で、時々刻々変化する波面乱れの情報をリアルタイムに検知し、その情報をもとに可変形鏡や位相変調器などを制

御することによって波面を整える技術です（図5）。AOの技術は本来天文学の世界において大口径望遠鏡の性能を引き出すために成熟してきた技術であり、すでにその効果は実証されています。一方、光通信の用途においては、光アンテナ（望遠鏡）によって集めた光を最終的に入射コアの直径が約10 μm（髪の毛の約10分の1）のシングルモードファイバー（SMF）への結合を維持する必要があります。その際、衛星側に起因する受信光のふらつきもAOの効果に影響するため、その追尾を行う精追尾光学系が果たす役割も大きくなります。また光通信では光アンテナ側から衛星に向けて送信を行う場合があるため、送信のためのAOが必要になります。送信においては光が届くまでに衛星が移動してしまうことを考慮し、光行差補正という補正を行う必要もあります。

NICT本部の1 m光アンテナでは、今後打ち上げ予定の技術試験衛星9号機（ETS-9）の通信光を受信するためのAO

の開発を行い、AOがない場合と比較してSMFの結合効率が5 dB以上改善することを可能としました。また、この光アンテナには上述の精追尾光学系も備わっています。現在研究開発を進めているのは送信のためのAOであり、NICT独自のアイデアを実装したシステムを完成させる予定です。

■今後の展望

雨や曇りが多い日本では、地上と衛星、さらには地球と月など宇宙との間を高速かつ確実な光通信を実現するには、地上側でサイトダイバーシティ技術や補償光学技術が重要な役割を担っています。また、環境データ情報収集装置の結果が示すように、確実な光通信の実現に向けては日本のみならず、外国との連携も視野に入れる必要があります。このためNICTでは、すでに欧州やカナダの研究機関と連携を始めており、今後も国際光地上局ネットワークの実現に向けて研究開発を進めていきます。

宇宙ロケットとの暗号通信 NewSpace時代の通信セキュリティ技術の研究開発



吉田 真紀
(よしだ まき)
サイバーセキュリティ研究所
セキュリティ基盤研究室 主任研究員
大学院博士課程修了後、大阪大学助教を経て2013年、NICTに入所。以来、情報セキュリティの研究開発に従事。博士（工学）。

NewSpace（ニュースペース）と呼ばれる民間主導の宇宙開発が世界で活発化しています。宇宙ロケットなどの小型宇宙機との無線通信において、公共の安全を脅かさないためには第三者による成りすましや改ざんを受けてはならず、学術・商用に高い価値を有するデータが盗聴されることは好ましくありません。また、商用化に向けては宇宙機に搭載される暗号化装置のコストを意識する必要があります。私たちは、最高レベルのセキュリティである情報理論的安全性を低コストで達成する通信セキュリティ技術の研究開発を進めています。

■背景

宇宙船やロケット、人工衛星の開発、そして有人飛行といった宇宙開発は、国家主導かつ公益目的の時代から、NewSpaceと呼ばれる大改革を迎え、民間主導かつ民需目的で自由な開発の時代に入りました。2023年7月10日現在、地球軌道上の人工衛星9,943機のうち1,329機が2023年に入ってからの打上げで^{*1}、一日平均7機以上と、小型衛星が学術・商用目的で多数打ち上げられるようになってきました。それに伴い小型衛星の打上げに特化した低コスト民間ロケットの開発が進展しています。

日本では2018年に「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」、いわゆる宇宙活動法が施行されました。宇宙活動法に関する諸ガイドラインには人工衛星の打上げ用ロケットの型式認定や飛行許可にあたって、重要なシステム等に関する信号の送受信については適切な暗号化等の措置が求められる旨が記載

されています。実際、重要なシステム等に関する信号には飛行中断などクリティカルなコマンドが含まれており、公共の安全を脅かさないためにも、第三者による成りすましや改ざんを受けてはなりません。それ以外の信号についても、学術・商用に高い価値を有するダウンリンクデータが盗聴されることは好ましくありません(図1)。また、商業利用では暗号化装置のコストについても意識する必要があります。

■NewSpace時代の通信セキュリティ技術の研究開発

サイバーセキュリティ研究所セキュリティ基盤研究室では、小型衛星や打上げ用ロケットなどの小型宇宙機の乗っ取り防止による飛行の安全確保と伝送データの保護のため、低コストと高セキュリティを両立する通信セキュリティ技術の研究開発に、インターステラテクノロジズ株式会社及び法政大学と共同で取り組んでいます(図2)。

研究の初期段階で、公共の安全のために可能な限り高いセキュリティレベルを達成し、商業利用のために装置コストを可能な限り下げることが目標としました。そして、通信の秘匿・認証で最も高いセキュリティレベルである情報理論的安全性^{*2}が達成可能であることを見だし、通信方式を提案し理論的に安全性を証明した上で、民生電子デバイスを用いたプロトタイプ通信装置を実装し、これまでに観測ロケット MOMO^{*3}上で飛行実験を4回実施しました。これらの飛行試験の目的は、提案した通信方式を介してすべてのデータが正しく伝送され、宇宙飛行環境で重大なハードウェアバ



図1 宇宙機と地上局との無線通信のセキュリティ

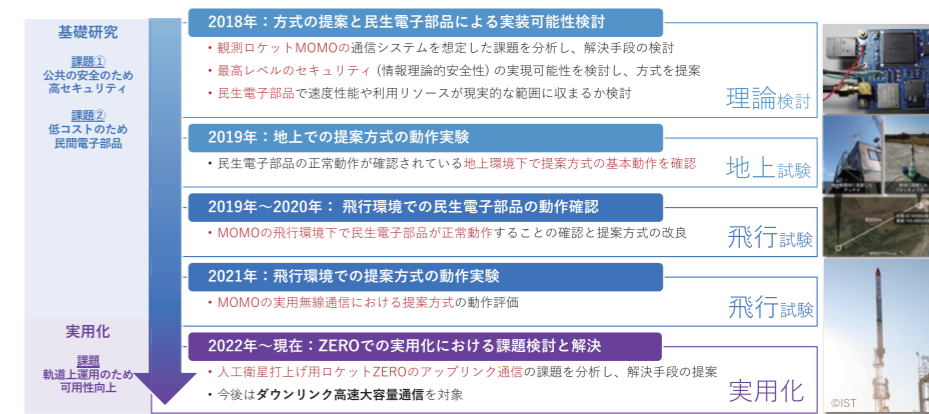


図2 共同研究開発の進行

イスの問題が発生しないことを確認することであり、試験目的は完全に達成されました。2021年7月31日には実効速度512 kbpsでのダウンリンク伝送に成功し(図3)、提案した通信方式が実用に資することを実証できました。また、装置コストのみならず、宇宙専用のプロセッサ・デバイスを必要性を減らし、コスト上昇を抑制することで、多様な小型宇宙機に利用可能としています。

■実用化に向けて

現在は、提案した通信方式を小型衛星打上げ用ロケットZERO^{*3}で実用化することを目指しています。提案方式では、一般的な情報理論的に安全な方式と同様に、送信側と受信側が事前共有した鍵を使い捨てていくため、両者が同時に同じ鍵を使うこと(鍵同期)を保証する必要があります。観測ロケットMOMO上の飛行試験でトラブルは発生しませんでした。実用に耐える鍵同期には細心の注意が必要です。なぜならば、非宇宙用通信と比較し、不安定な無線環境による通信パケットの欠落や遅延、宇宙線等による半導体処理装置の一時的故障などの誤動作のリスクが高くなるためです。これは、鍵の同期ずれを引き起こし永続的な宇宙機の損失(宇宙機との通信の永続的な喪失、すなわちミッションの失敗)につながります。よって、このような誤動作の影響を最小化できる高信頼な鍵同期方式の実現に取り組んでいます。

そのために、上述の誤動作の影響を最

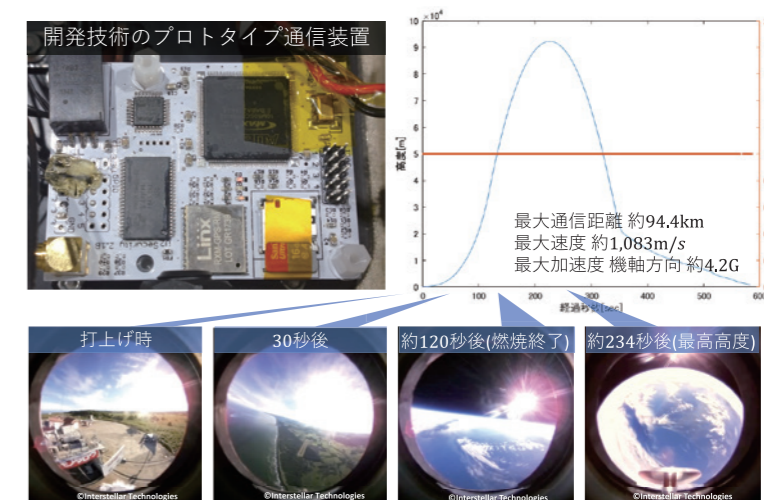


図3 提案した通信セキュリティ技術の飛行試験(2021年7月31日)

小化できる条件を見だし、その条件下における鍵同期方式を提案し理論的に安全性を証明しました。そして、民生電子デバイスを用いてプロトタイプ送受信機を実装し、10.2 Mbpsで鍵同期とデータ伝送が可能であることを確認しました。提案した鍵同期方式の特徴は、鍵読み出しなどの制御にGNSSから定期的に得られる時刻を利用し、制御情報を装置内部に恒常的に保持しないことです。これによって、誤動作の影響は当該通信パケットの棄却のみに限定され、次の通信パケットでは鍵同期が回復します。さらに、基礎研究で提案した通信方式と組み合わせることで、誤動作発生時であっても第三者による成りすましや改ざんは不可能であることを暗号学的に証明しています。以上より、環境的要因による宇宙機損失だけでなく、意図的な攻撃による宇宙機損失を回避でき、安全安心なミッ

ション遂行につながります。

■今後の展望

宇宙機と地上局との無線通信において、低コストと高セキュリティ、そして高速大容量化の全てを達成する技術の実現可能性を見だし、今後は改良と検証を繰り返しながら実用化を進めます。そして、本技術の研究開発を通し、民間主導かつ民需目的の宇宙開発に貢献していきます。

*1 UNOOSA, Online Index of Objects Launched into Outer Space, <https://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp>, (参照2023-07-10)。
*2 インターネット等で広く用いられている共通鍵暗号や公開鍵暗号は、攻撃に要する計算能力は有限であるが膨大になるという計算量的安全性に基づいているが、情報理論的に安全な暗号には攻撃側が無制限の計算リソースを有するとしても解読できないという特長がある。
*3 インターステラテクノロジズ株式会社, <https://www.istellartech.com> (参照2023-07-18)。

Beyond5Gの実現に向けた環境整備 ～B5G電波暗室の竣工～

Beyond5G研究開発推進ユニットテラヘルツ研究センター企画室室長／テラヘルツ連携研究室主任研究員 齋藤 伸吾

2023年3月末にB5G伝送基盤技術開発環境の整備の一部として、B5G電波暗室棟が竣工されました。B5G実現へのタイムリーな研究開発のために必須となる、アンテナ特性、トランシーバ伝送特性等を集中的に効率良く測定・評価する環境として使用するための電波暗室を備えており、B5Gで想定されるテラヘルツ帯を含んだ超高周波数帯に対応する性能を有しています。

Beyond 5G時代の世界市場において日本企業の地位を確保するためには、早急にオープンな開発環境を整備し、当該技術を有するNICTを中心とした国内外の協働体制を整備する必要があります。また、世界共通の無線通信基準を策定する世界無線通信会議（WRC 2019年）で、将来の携帯電話システムの周波数帯としてテラヘルツ帯の一部（275-450GHz）を活用することが決定されました。

これらを受けて、我が国でもBeyond 5Gに期待される超高速・超低遅延・超多数同時接続の更なる高度化を実現する伝送技術の研究の機運が高まりつつあります。研究開発が進むにつれて、高周波・占有的な実験が必須となり、電波暗室の利用を希望するNICT内外ユーザーが増加、特にB5G、超高周波数帯に対応した専用施設整備の要望が増えてきました。

そこで、社会成果に直接移転可能な研究開発を加速し、民間企業との連携を促進するために、NICTが持つ研究リソース（人、技術、ノウハウ）を活かして、B5G電波暗室棟を整備しました。実験室内での電波の散乱を防ぐことにより、アンテナ特性等の評価を可能とするとともに、無線局の開設に至る前段階の状態であっても、法令を遵守した実験が可能であり、Beyond 5Gにおいて活用が期待されているテラヘルツ波を含む超高周波帯の電波を使った伝送技術の研究開発を強く推進することを実現します。

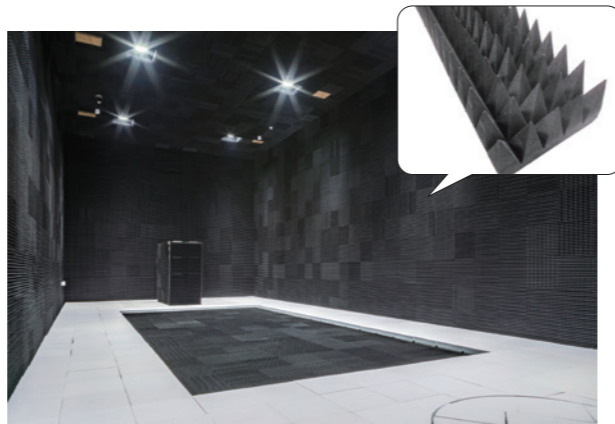
このB5G電波暗室棟は、民間企業によって研究開発された無線機器の持ち込みが可能な測定環境として、効率的な性能評価と機能確認による開発への迅速なフィードバックを可能にすることを目的としています。

電波暗室は、回転テーブルやアンテナ治具（ポジションナ）等を備えた奥行き20 m、幅8.5 m、高さ7.5 mの大きさを有しており、10 GHz以上の電波に対応した電波吸収体が天井面、側面に固定されており、また、床面の吸収体は敷設・収納が可能です。金属床面状態での利用が可能となっています。

このB5G電波暗室棟は、2023年6月から運用を開始し、所内



B5G電波暗室棟外観

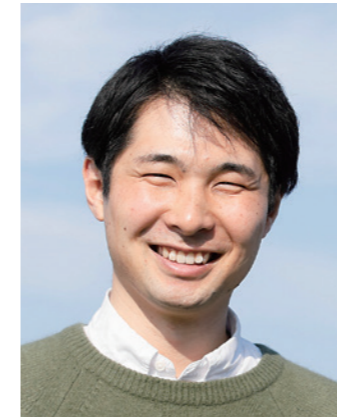


B5G電波暗室 右上の写真は、電波暗室の壁面等に設置された電波吸収体（高さ120 mmの四角錐）

研究者による性能評価を行いつつ、順次、共用利用を進めていく予定です。

この整備は、Beyond5G研究推進ユニットテラヘルツ研究センターテラヘルツ連携研究室の研究者をはじめとした多くの研究者のみならず、財務部、経営企画部、業務企画部など、NICTの部署を横断した連携によって進められました。

次なる宇宙通信ネットワークの旅へ



阿部 侑真

（あべ ゆうま）

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
研究員
博士（工学）

- 経歴
 - 1992年 青森県にて誕生、東京都にて育つ
 - 2015年 慶應義塾大学工学部物理情報工学科卒業
 - 2017年 同大学大学院工学研究科修士課程修了後、NICT入所
 - 2020年 同大学大学院工学研究科博士課程修了・現職
- 受賞歴等
 - 2018年 計測自動制御学会 論文賞・武田賞
 - 2021年 第36回電気通信普及財団賞 テレコムシステム技術学生賞 受賞

一問一答

- Q 研究者になってよかったことは？
 - A 1つのことを考えることに多くの時間を割けること。様々な国へ行き、様々な国の方と知り合いになり、様々な文化を知れること。
- Q 最近ハマっていること
 - A 地図やストリートビューを使って擬似旅行をし、その都市の成り立ちについて考えたり調べたり、想像したりすることです。なぜここに人が集まり、都市ができたのだろうか…？
- Q 休日の過ごし方は？
 - A 風景や建築物の写真を撮りながら散歩することが好きです。2年前からFUJIFILM X-S10を使っています。撮影した写真はSNSに投稿しているので、興味を持っていただいた方はご連絡お待ちしております（笑）。



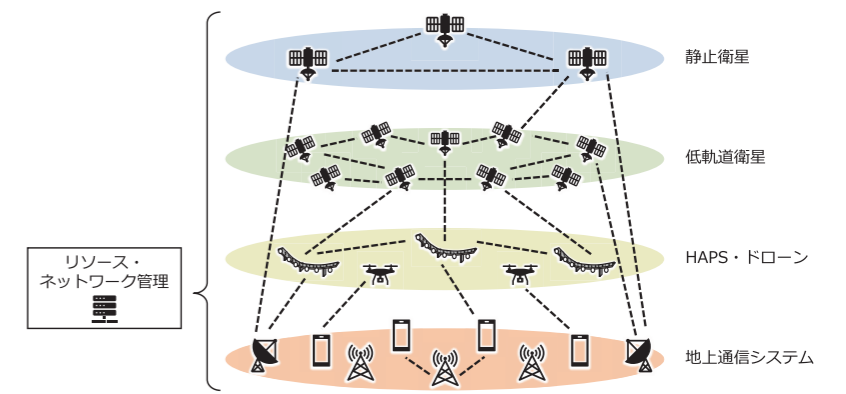
「宇宙」は皆さんにとってどのような存在でしょうか？遠い存在としての宇宙から、最近では航空機内のインターネットやSpace XのStarlinkなど、身の回りで宇宙が使われている製品やサービスも増えていると思います。

Beyond 5Gでは拡張性という観点から、人工衛星、HAPS（高高度プラットフォーム）、ドローンなど、多様な通信プラットフォームを介して海、空、宇宙などの空間を相互につなぐ「非地上系ネットワーク（NTN：Non-Terrestrial Network）」が注目されています。私の研究テーマは、NTNと地上通信システムを含めたネットワークの最適化と制御です。NTNでは、通信を要求するユーザの数やその要求の内容、通信に利用可能なノードの数、通信回線の品質など、様々な要素が時々刻々と変化します。このような状況で途切れない通信ネットワークを構築するためには、周波数帯域や電力などのリソースや、通信トラフィックの経路などを効率的に制御し

なければいけません。そのために必要となるシステムの構成要素、ネットワーク構造、ネットワーク制御アルゴリズムなどを考え、シミュレーションで評価や解析を行っています。

私はNICTの国際人材派遣制度を用い、2023年6月より訪問研究員としてルクセンブルク大学に滞在しています。ルクセンブルクは多言語国家として知られており、私が所属している研究グループにも様々な

国籍の方が在籍しているため、英語だけでなくスペイン語、フランス語、ヒンディー語など、多様な言語が聞こえてきます。このグループで進めているプロジェクトの内容を聞いて自分の研究の方向性が間違っていないことに安心することもありますし、自分に足りない知識にも気づくことができます。ここでの経験をを経て、研究者としての自分の可能性を更に高めたいと思っています。



宇宙通信ネットワークの概念図

けいはんな R&Dフェア 2023

【来て・見て・触れよう けいはんなのミライ】

ユニバーサルコミュニケーション研究所

開催日 2023年 10月 **6日** 金 10:00~17:00 . **7日** 土 10:00~16:30

会場 けいはんなプラザ（リアル開催）

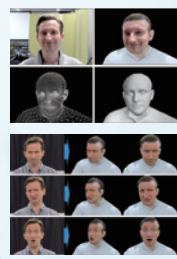
入場料 無料 **URL** <https://keihanna-fair.jp/>



- **基調講演** | 6日 金 10:40～11:40
「科学と研究都市の未来」 日本経済新聞社 竹下 敦宣 氏
- **パネルディスカッション** | 6日 金 15:00～16:30
「どうするけいはんな？ 研究者が語るミライ」
- **エデュテイメント・サイエンスショー** | 7日 土 11:00～12:00
「身近なもので楽しい科学実験」 大阪成蹊大学 福岡 亮治 氏
- **体験型イベント、ワークショップ**
 - 水のワークショップ(サントリー)
 - 究極のエコ「燃料電池を体験しよう」(産総研)
 - 地震に強い建物を作ろう(積水ハウス)
 - あなたはどこを見てる？(理研) ほか



- **NICT: 技術講演** | 6日 金 13:00～14:30
「多言語翻訳・通訳技術の現在地」
 情報通信研究機構フェロー 隅田 英一郎 ほか
- **NICTの主なデモ・展示**
 - 衛星通信を体験しよう! with NICTモバイルラボ
 - 音の聞こえるエリアを制御する次世代テクノロジー：音声マルチスポット再生システム
 - REXR(レクサー)～本人のリアルな3Dアバターの構築・再現技術～ 等
- **NICT: トークセッション** | 7日 土 15:00～16:30
「語り合おう、“愛”CTでつくるわたしたちのミライ」
 NICT 現役研究者と一緒に語りあう中・高校生向け参加型イベント



「電波の日」・「情報通信月間」は、電波利用又は情報通信の発展に貢献した個人及び団体、デジタルコンテンツの今後の創作活動が期待される者に対して表彰が行われます。

※所属・役職名は受賞者決定時点のものです。

令和5年度「情報通信月間」総務大臣表彰

隅田 英一郎 (すみた えいいちろう)

ユニバーサルコミュニケーション研究所 主管研究員/NICTフェロー

- **受賞日**：令和5年6月1日
- **受賞内容**：高精度な自動翻訳技術を開発するとともに、ボイストラなどを通じた社会実装や翻訳バンクによるデータ収集エコシステムの構築、更にはAIによる同時通訳の基盤技術の確立など多岐に渡る活躍により、我が国における自動翻訳技術の発展に多大な貢献をした。

- **受賞のコメント** 今回の受賞は、人工知能(AI)を利用した音声翻訳に関する国家プロジェクト(逐次通訳のための「グローバルコミュニケーション計画」、同時通訳のための「グローバルコミュニケーション計画2025」)、高精度MTのためのデータ集積基盤である「翻訳バンク」などの研究開発と、その具体的な成果である



写真は、左から隅田英一郎、盛合志帆、笠松章史

「VoiceTra」や「TexTra」が評価されたものです。これは、研究所の皆様をはじめ、本部のスタッフ部門や役員の方々のご支援の賜物であり、深く感謝しております。

令和5年度「情報通信月間推進協議会会長表彰」志田林三郎賞（個人）

笠松 章史 (かさまつ あきふみ)

未来 ICT 研究所 小金井フロンティア研究センター 研究センター長

- **受賞日**：令和5年6月1日
- **受賞内容**：長年にわたりテラヘルツ波の研究チームの代表としてデバイス開発技術や計測技術等の発展に寄与するとともに、IEEEにおける初めての300GHz帯無線通信規格の

- **受賞のコメント** 日本の電気工学や通信技術に多大な業績を残した志田林三郎博士の名

を冠した賞をいただくことができ、身に余る光栄に存じます。テラヘルツ波の研究は、多くの皆様のご指導とご協力により進められていますので、私だけでなく関係者全員の貢献をご評価いただいたものと考えています。テラヘルツ波の本格的な実用化に向けては道半ばですので、今後も有益な研究開発を実施できるよう努めていきたいと思っております。

令和5年度「情報通信月間推進協議会会長表彰」情報通信功績賞（個人）

盛合 志帆 (もりあい しほ)

執行役/サイバーセキュリティ研究所 研究所長

- **受賞日**：令和5年6月1日
- **受賞内容**：長年にわたり暗号技術の研究開発、標準化及び社会実装に尽力するとともに、国立研究開発法人情報通信研究機構サイバーセキュリティ研究所長として、我が国におけ

- **受賞のコメント** 暗号技術の研究開発にたずさわり始めてからちょうど30年となる年

にこのような賞を頂くこととなり、大変感慨深く感じております。セキュリティ技術の裾野は広がり、社会への影響力、重要性は格段に増しております。引き続き、我が国のサイバー攻撃対処能力の向上や安心・安全なデータ活用の推進を目指し、サイバーセキュリティの研究開発、社会実装、人材育成等に取り組んでまいります。