

## 宇宙×ICTに関する懇談会（第3回）議事要旨

### 1 日時

平成29年1月25日（水）16:00～18:00

### 2 場所

総務省10階 総務省第1会議室

### 3 出席者

#### （1）構成員

中須賀座長、六川座長代理、青木構成員、安達構成員、新井構成員、宇野沢構成員、永島構成員、加藤構成員、門脇構成員、金本構成員、来田構成員、坂井構成員、佐藤構成員、清家構成員、塚原構成員、辻構成員、内藤構成員、寶迫氏（永妻構成員の代理）、中村構成員、Ferguson 構成員、三嶋構成員、吉川構成員

#### （2）ゲストスピーカー

Surrey Satellite Technology Limited (Sir. Martin Sweeting)、  
三菱航空機株式会社、株式会社 ispace、国立研究開発法人情報通信研究機構

#### （3）オブザーバ

内閣府宇宙開発戦略推進事務局  
文部科学省研究開発局宇宙開発利用課  
農林水産省大臣官房政策課技術政策室  
経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課宇宙産業室  
環境省地球環境局総務課研究調査室

#### （4）総務省

あかま総務副大臣、金子総務大臣政務官、谷脇情報通信国際戦略局長、  
武田情報通信国際戦略局総括審議官、吉田情報通信国際戦略局参事官、  
野崎技術政策課長、山口技術政策課企画官、新田宇宙通信政策課長

### 4 議事要旨

#### （1）開会

#### （2）あかま総務副大臣挨拶

#### （3）配布資料確認

配布資料の確認及び資料 2-1 に基づいて前回議事要旨の確認が行われた。

#### (4) 議事

##### ①事務局からの説明

資料 3-2 に基づいて事務局から説明が行われた。

##### ②宇宙通信分野の動向について

Sir. Martin Sweeting から資料 3-3、三菱航空機株式会社から資料 3-4、青木構成員から資料 3-5、門脇構成員から資料 3-6 に基づいてプレゼンテーションが行われた。

意見交換の様子は、以下のとおり。

(加藤構成員)

門脇構成員のプレゼンについて、若干コメント、感想を述べたい。重要なキーワード、5G、IoT、UAV、低軌道、静止衛星、多彩な通信技術が今、世の中に出ている。私自身も IEEE の通信関係の仕事を担当しており、多少世界の動向が入ってくるのだが、個別の技術は我が国でも開発しているけれども、その連携という意味では、例えば UAS、低軌道、小型衛星、静止衛星、陸海空といったような連携技術の開発が極めて足りないなという感想を持っている。もちろんお金のかかる研究開発ではあるが、個人的にはやはりリモートセンシングにしても通信にしても、それぞれ従来の技術の延長線上ではなかなか新しいビジネスが出てこなくて、やはり例えばセンシングと、こういった通信の各階層の連携技術によって初めて新しさが出てきて、そこからビジネスの芽が出てくるという印象である。

なので、やはり個人的にはあまり悲観的なことを申し上げたくないが、二、三回の研究会、懇談会を開催してすぐビジネスが出てくるとは思っておらず、やはり新しい技術を作りながら、みんなでビジネスのことを考えていく必要があると思っている。

(中須賀座長)

大変大事な御指摘。これは、どこが動きをドライブしていけばよいだろうか。

(加藤構成員)

例えば、アメリカ、中国あたりで UAS、例えば衛星との連携、車との連携、そういった国家プロジェクトレベルで多くの重点研究開発が準備されていて、色々な研究開発が行われていると聞いている。そのために、IEEE でも色々な特集号や論文誌などが提案されている。例えば、もちろん低軌道でも静止軌道でもセンシングはできるが、やはりリアルタイムでセンシングすることも重要と思っており、色々な対象があるけれども、そのための通信技術、センシングした情報、IoT の情報を瞬時に大量に色々なバラエティーをもって届けるとい

う、このベースとなる技術を、今果たして我々が持っているのかという危惧がある。そこがポイントだと思っている。

(中須賀座長)

国家プロジェクトという言葉が出てきたが、これも1つの課題と思う。

(佐藤構成員)

3点ほど、特にプロフェッサー・スウィーティングにお伺いしたいことがあるのだが、今日の話の中で、衛星通信のこれからのユーザサイドの話というのが大事だと、スウィーティング先生のお話だけではなくて全体を聞いて思ったのだが、先ほど衛星通信の中で、金融も1つの分野であるというお話があり、ほかのプレゼンターからも、航空旅客とか、海洋というキーワードが出てきたと思うけれども、今後、衛星通信のコンステレーション等が整備されていく中で有望となる産業側のユーザ分野がどこになると考えられているのか。

また、そういった金融や海洋分野の方々は多分直接の顧客にならず、例えば既往の通信事業者や地上でビジネスを行っている通信系のエスアイヤーなどが間に入ると思うのだが、そのあたりのビジネスモデルとは。例えば、誰が SSTL の直接の顧客になって、その顧客が誰にサービスを提供するのか、そういった商流のところを、簡単に教えていただきたい。

最後に、ナノからマイクロというキーワードがあったけれども、もしかするとそういったユーザの領域と、ナノからマイクロへの変遷の部分に関係があるのかと。もしユーザサイドからのニーズがあって、技術の最適化としてマイクロになる必要があるのであれば、そのあたりもコメントいただきたい。

(Sir. Martin Sweeting)

今、もしもユーザコミュニティがどこになるのかということ私を私が予測できるのなら、私は今すぐユーザコミュニティを把握するために、会社を設立すると思う。

ビジネスモデルについてイリジウムを例にとってお話すると、ある種のユーザがいたけれどもそのユーザには資金が十分になく、それから、ユーザの人口が十分でなかったために、イリジウムに関わるコストを全員で頭割りにしても払えるだけのユーザがいなかったという問題があった。だから、実際に誰がユーザであって、そしてそのユーザが実際にお金を持っているのかということを考えてターゲットユーザを設定するというのが、そもそもビジネスモデルをつくる上で重要である。にもかかわらず、やはり今のビジネスプランというのは、そういう意味において弱いのではないかと思っている。

また、いわゆる都市エリアというのは、もはやメインユーザではないだろうと思っている。メインユーザになり得るところは、もっと分散して住んでいたり、遠隔地に住んでいた

りする住民であって、都市住民ではない。もしもその方々をターゲットにするのであれば、ちゃんとそのエリアに経済活動があってお金が払えるという状況にあるかどうかということ担保する必要がある。

もう一つの質問で、金融機関、あるいは金融産業というのが直接のユーザになるのかどうかという話があったと思うが、私は金融のディーリングをやっているわけではないのでわからないが、ただ、聞き及ぶところによると、やはり、数ミリ秒の違いがトレーディングの結果に大きな影響を及ぼすと言われているそうである。速度において、フリースペースでの高速と、ファイバー上の高速というのも差があるので、SSCSAの回路を使った場合のレイテンシはものすごく大きくなる、そういう意味で、低軌道衛星におけるサービスというのをユーザとして考えたときには、金融業界というのものはものすごく大きなユーザになり得ると思う。

(清家構成員)

海運業界は、衛星通信のユーザという立場になると思う。ここでは、海運業界が「現在衛星通信をどのように利用しているのか」、「この先どのように利用していくか」、それから、要望が2点あるので簡単にお話ししたい。

現在、我々が利用しているのは、Lバンド、Kuバンド、それからKaバンドの衛星。Kaバンドのサービスはここ最近のサービスであり、数隻に導入を考えている。世界中の海運会社の中には船上にWi-Fi設備を構築し、乗組員が自室からスマートフォンを使える環境を整えている会社もある。当社でも一部実現している。問題点は、地球上の全エリアを1つの周波数帯の衛星サービスがカバーできていないこと。このため、船上にはLバンド設備とKuバンド設備の両方を備える必要がある。サービスも各々契約が必要。船上ではKuバンドが利用できないときは自ら手動でLバンドに切りかえる必要もある。

実際に私も、3年前まで液化天然ガス船の船長をしており、Kuバンド、Lバンドを使っていたが、通信中に途中で途切れることもあった。例えば、皆さんもお使いのスマートフォンで撮ったカメラの写真を4、5枚まとめてEメール環境で送ろうとすると、雨が降ったり、全天が厚い雲に覆われていたりすると、Kuバンドでも若干途切れる場合がある。そういったときに、船長はメールを送れるまでパソコンの前に10分、20分拘束される。陸上にいると考えられないことであるが、実際はそういった環境である。ただ、私が入社した二十数年前と比較すると雲泥の差であり、今は船上と家庭がテレビ電話でつながって顔を見ながら電話ができる。船員は一度乗船すると7箇月、8箇月家族と離れて暮らす。一隻当たり20名から28名ぐらいが乗船していて、フィリピン、インドネシア、ロシア、様々な国籍の乗組員が乗っている環境なので、乗組員の福利厚生上も衛星通信の発達はありがたい。

最後の2つの要望について、1つ目は常時接続を実現していただきたいというところ。その理由は、現在、海運各社は連続的に運航データを取得しようという取組みが主流。運航データとは、エンジンの回転数、スピードやメインエンジンのファクターなど。温度や圧力を10秒おき、あるいは1分おきで安定的に取得したい。連続的にモニターすることで機関係トラブルを予兆して未然に防止したい。ぶつぶつと通信が切れてしまうようではダメ。要望の2つ目はコストをできるだけ抑えていただきたいというところ。是非実現いただきたい。

(中須賀座長)

大変よくわかるニーズ。船会社の方々にとって大事なテーマだと思う。

### ③宇宙資源探査分野の動向について

株式会社 ispace から資料 3-7、国立研究開発法人情報通信研究機構から資料 3-8 に基づいてプレゼンテーションが行われた。

意見交換の様子は、以下のとおり。

(中村構成員)

小型衛星で火星探査という、非常にエキサイティングなミッションだと思うし、サイズの非常に価値があって面白いということはわかるのだが、資源と言われると、大気中の酸素が見えたとしてもかなり微量だと思われる。そのあたりの戦略や道筋を少し教えていただきたい。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

まず地表面に露出している水であれば、軌道上からのテラヘルツ受信によって、誘電率などの測定を行うことができるので、そこで見つけられることができるだろうと考えている。また、大気の成分に関しては、成分の動態を見ることによって、過去にどのくらいの活動があったかということも実際にわかってくるので、惑星のサイエンスとして進化の内容を見ることで、惑星上の水の割合を出せるのではないかと考えている。

(吉川構成員)

どちらも非常に面白いミッションで、それぞれ月と火星とのことだが、1つコメントとして、地球に接近してくる小惑星も最近多く、例えば地球と同じ軌道長半径、1天文単位の小惑星も、既に軌道が正確に求まっているものだけでも20個ぐらいいはあるので、月よりも少し遠くなるが火星よりはかなり近いという、そういったところにも資源が存在している可能

性がある。つい最近、アメリカが新しいミッションとしてサイキ・ミッション、これは金属の小惑星に行くというミッションをついに発表した。地球に近い軌道でも、そういった資源がありそうな天体が存在している可能性もあるので、そういったところも視野に入れていただくと面白いと思う。

(中須賀座長)

大体の分布はわかっているのか。そばに来て初めてわかるのか。

(吉川構成員)

小惑星の資源は、正確なデータは行ってみないとわからないが、スペクトルを見ることによって、例えばM型小惑星は金属を含んでいるのではないかといった傍証はある。それからもう一つは、表面の反射率、あるいは自転周期の速さなどである程度は推定している。

(中須賀座長)

新しいターゲット、観測のターゲットということで大事だと思う。

(中須賀座長)

株式会社 ispace にお伺いしたいのだが、こういう惑星探査の技術というのは、例えば国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構には、はやぶさ等で培った技術があり、そういったものとは独立して技術を作っていくのか、それとも日本で培われた技術もうまくあわせてやっていくのか、そのあたりの技術戦略というのはいかがか。

(株式会社 ispace)

そういった技術を取り入れてやっている。今、HAKUTO のローバーも、東北大学の吉田構成員の研究をベースに進めている。今後、月面探査、月面開発をする上でも、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の知見や経験というのが非常に重要だと思っているので、そういった分野で一緒にやっていきたいと思っている。今動いている、発表しているものでは、将来5年間、月面資源開発を進めるための研究開発をする覚書を国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構と結んでいる。

(中須賀座長)

今度は吉川構成員にお伺いしたいのだが、例えばそういった研究を民間がやっていくということに対して、これまで培った技術を提供していくということに関しては、ポジティブという理解でよいのか。

(吉川構成員)

多くの方にアイデアを出していただいてやっていくというのは、当機構としても非常にメリットがあると思っている。

(青木構成員)

株式会社 ispace に質問したい。こういった形で資源探査、特に月を商用ベースでやっていこうということの商流を、今日初めて見せていただき、面白いと思った。ただ、この中で実際にこの商流で、こういった大規模な開発が本当に成り立つのかという懸念もあって、やはり政府の支援というのも必要で、民間のコンソーシアムのような目的意識というのがないと成り立たないと思う。そのときに、本当のインセンティブとは何だろうと。これはひょっとすると、いわゆる月の資源に対する権利の確保、あるいはそれが将来的にはインベストメントとして見合うものになるという姿がこの中に入っていないと、どうしても民間として入っていこうという気持ちにはなりにくいのかと思った。そういった観点を入れると、もう少し実現性のあるものになるのではないかと思った。

(株式会社 ispace)

今御指摘いただいた点、重要な点だと思っている。今出しているエコシステムは、かなりきれいな形で書いているが、実際はやはり利権が非常に大きなインセンティブになると思っている。今の宇宙資源開発ルールのベースラインも、基本的には早い者勝ちが原則になっているので、技術を持っているところが先に取っていくということになると思う。そこでさらに市場が見えてくると、そのインセンティブがさらに拡大していくので、民間企業もどんどん参入していくということになると思う。

(加藤構成員)

惑星資源探査を実施するための通信インフラで、もっと太い回線が欲しいというところは非常に切実なところだと思う。現在、深宇宙を色々と探査している国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の宇宙科学研究所では、わりと細い回線を使っているということであるが、多分資源探査に使うにはかなり足りないのではないかと思う。我々技術開発側からだと、光通信というのが一番有望だと思っているのだが、現実問題として、例えば月から通信するのにどのぐらいの容量が欲しいといった、何か具体的な数字はあるか。

(株式会社 ispace)

まだ具体的な数字までは導き出せてはいないが、今ある通信回線だとかなりきついと思っている。NASA もラディールとかで光通信の実験を月の周回軌道からやっていたりして、600メガヘルツで可能になっていると聞いている。我々は、画像データをどこまで送るかというのがキーだと思っている。最初は我々も小型化から入っていこうとしているので、コンピューテーションの力がまだまだ弱いということ的前提にすると、地球に送り返してきて分析する

というのが、ある程度必要と思っているので、そうすると通信の需要というのは結構あると  
思っている。

(加藤構成員)

是非そのあたり、連携できるところは連携しながらできればと考えている。

(中須賀座長)

もっと遠い火星はどれぐらいのビットレートがあればいいのか。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

今のところ、Xバンドを予定しているが、やはり遠いので、そんなに太い回線はできない  
と思っている。なので、今回のミッションではそんなに大きいことは考えられないと思う  
が、将来的にはやはり画像を送りたいという要望があると思うので、光であるとかそういっ  
たところがターゲットになってくるのではないかと思う。

(中須賀座長)

火星上から光というのは、可能性としてはあるか。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

あると思う。

(中村構成員)

資源の話をするときに、何となく普通の人が資源というと、地球に持って帰ってきて何か  
役に立つものという話になるが、別に水を地球に持って帰ってきて何の役にも立たない。  
むしろ、いくらでももっと安い水がここにはある。前提として、地球外に人が行って暮らそ  
うと思うと、水が一番貴重な資源になるということ。そうすると、そもそもそこに人が行か  
ないのなら別に要らないという話になってしまいかねないので、アメリカではイーロン・マ  
スク氏が人を連れて行く、と。NASAに任せておくと何年かかるかわからないから自分がや  
ると言っているわけで、そのときは明らかに、火星に人が行けば当然火星の水というのは大  
きな資源になる。だから、同様に例えば月に行って、月の氷を取ったときにそれが資源にな  
るというためには、やはりそこに人がある程度行って、それこそ南極のように、ある期間こ  
こに住むから、初めてそれが地球から持ってくる水よりも安くなるという、何かそういうス  
トーリーが必要になると思うので、そのあたりは単純に資源だというだけではなく、ISS後  
の有人ミッションをどうするかということも含め、国として将来の動向を考えると、初めて  
そこで月の水が資源になるという話が出てきて、青木構成員からお話があったような、ビジ  
ネスモデルというか、商流が描けるのではないかと思った。

(中須賀座長)

これは私の個人的な意見だが、月は人が行かなくても、燃料を作り出せる場所というだけで1つ使い道が出てくると思う。つまり、月の水を燃料化し、燃料補給基地として利用ができるのではないか。だから、月で水が見つかったというのはすごく大事なことで、人間が行かなくてもそれなりの利用価値が出てきたと個人的には思う。

(中村構成員)

軌道から運び出すことを考えると、多分エネルギー的には火星の月のほうが地球の月よりも近いという話もあるので、どこが一番よいかという検討は必要。

(佐藤構成員)

中村構成員から話があった、何のために月に行くのかというところの見せ方だが、宇宙空間でやれることは色々あって、短期的に見ても、地球に対してフィードバックできるとしたら衛星との連携というのはあるのかと思っている。月で得られたエネルギーを衛星に補給したり、技術的に実現すれば、宇宙太陽光発電の実現というところにも資源として使えたりするとも考えられる。いわゆる宇宙探査に漠然としたイメージがあると思うけれども、衛星の活用というところに、この宇宙資源探査が生きてくるという考え方をすると、1つのシナリオになると思う。

#### ④その他

事務局から、資料 3-9 に基づき、懇談会の今後のスケジュールについて説明が行われた。

#### (5) 閉会

以上