

宇宙×ICTに関する懇談会（第4回）議事要旨（案）

1 日時

平成29年2月6日（月）14:00～16:00

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、坂井構成員、長谷川氏（清家構成員の代理）、迎氏（塚原構成員の代理）、辻構成員、永妻構成員、中村構成員、Ferguson 構成員、三嶋構成員、吉川構成員、吉田構成員

（2）ゲストスピーカー

国立研究開発法人情報通信研究機構、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

（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

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、武田情報通信国際戦略局総括審議官、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）金子総務大臣政務官挨拶

（4）配布資料確認

配布資料の確認及び資料4-1に基づいて前回議事要旨の確認が行われた。

（5）議事

①宇宙環境情報の研究及び利用動向について

Ferguson 構成員から資料 4-2、国立研究開発法人情報通信研究機構から資料 4-3 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。

(坂井構成員)

宇宙天気については、航空機の運行に大きな影響を与えるということで、衛星測位、GPS について研究開発をしているところである。これについて、ICAO で宇宙天気センターが設置されるということであったが、現況と予報も出せるということで、非常に期待している。非常に心強いものなので、是非韓国や中国に負けず、日本に設置していただければと考えている。

(中須賀座長)

日本に設置されることのメリットは、具体的に何かがあるか。

(坂井構成員)

日本では準天頂衛星も打ち上げており、衛星測位の分野でイニシアティブをとれると考えている

(青木構成員)

スカパーJSAT 株式会社も国立研究開発法人情報通信研究機構から情報をいただいて、人工衛星の衛星管制に参考情報として活用している。そういった関係も踏まえて、今日いただいた情報の中で幾つか質問とコメントがある。

資料 4-3 の 15 ページの論点で、欧米はコマーシャルベースで情報を提供する段階にあるとのことだが、それに対して日本では参考情報として利用するのみで、その予報値をもとにアクションをとる余地はなく、身を構えて待っているという状況である。民間のオペレーターが商用ベースで利用するかどうかは、この予報を出すことで、具体的に何か対処する策があるかにかかっていると思う。このイメージがまだ湧いていないので、もしあれば教えていただきたい。

もう一つ、ロイズ・ジャパン株式会社のプレゼンで、最後のページに保険業界として太陽風、太陽嵐のリスクを理解して支援するという記載があるが、これは実際に保険業界が予報を利用して例えば保険料率を下げる、といったメリットが見えてくると、商業化に向けた色々な議論が出てくるのではないかと考えている。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

衛星の運用に当たって、例えば宇宙天気が乱れているときには重要なオペレーションを行

われないといったことを決定していると伺っている。個々の衛星に対してどのような影響があるかを予報する、テラーメイドの宇宙天気というものを我々もいずれ開発していきたいと研究を進めている。衛星の重要なミッションにおいて、そういった宇宙天気の乱れをきちんと反映させていただくと、リスクが減るのではないかと認識している。

(中須賀座長)

アメリカでは、DoD (アメリカ国防総省) に売るといったビジネスもあるのか。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

そういったこともあると聞いている。

(Ferguson 構成員)

保険業界が太陽嵐についてどのように貢献できるのかについて、宇宙天気や太陽嵐が契約の中でカバーされている場合もあることが、余りよく知られていない。保険業界は、衛星の打ち上げや運用など、保険により宇宙空間で使用される資産の防御を手助けできる。一方で、そのようなリスクの規模は、宇宙天気の悪化による地球上にある資産の損害や提供サービスの中断の可能性に比べて比較的小さく、地上のリスクに対してはるかに大きな貢献ができると考えている。特に、教育・啓蒙 (リスクや保険カバーについての周知) や損害予防 (早期警戒データの使用による、損害や事業中断を防いだり最少化したりすることのできる実務的な予防措置についての顧客へのアドバイス) の分野であり、例えばこの時期には影響を受けやすいから運用を休止すると良いのではないかと、といったアドバイスができると考えている。

(青木構成員)

今の話を聞いてもう一つ。商業用の衛星オペレーションでは、衛星の寿命が保険のコスト要因として大きくなっていると思われる。これは通信衛星だけでなく、そのほかの周回衛星や観測衛星でも同様だと思うが、それをいかに下げるかというのが重要だと思う。その中で、仮にこういった宇宙天気をベースにしたアドバイスや、推奨する運用方法を準拠すればその分保険料率を下げられるようになると、積極的な衛星の導入、購入への理由付けになると思う。

(Ferguson 構成員)

衛星が現在よりも小さくなる。そうすると、打ち上げの頻度は多くなり、打ち上げのコストと衛星そのもののコストは安くなるということで、保険コストも安くなると思う。そして、衛星の信頼度が良くなると、保険料率を下げることは十分考えられる。

宇宙に関する保険は非常に専門的であり、保険業界の中でも専門家はわずかしかないと思われるが、その中で議論ができれば、将来性のある企画ができると思う。

(中須賀座長)

推奨される運用方法を準拠して運用していけば、その分信頼度が上がり、そういう運用をしている場合には保険料率が下がるというロジックだと思う。

(迎氏(塚原構成員代理))

今の2つの議論を聞いて、宇宙アセット側で何に貢献できるだろうかということ色々考えており、御教示いただきたいことがある。太陽活動をモニタリングしている、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が打ち上げている太陽観測衛星(SOLAR-B)というのがあり、サイエンスの観点で非常に大きな成果を挙げているものの、残念ながら後継機の構想がまだないと聞いている。衛星の寿命が尽きると、データを入手できなくなり、そのインパクトが結構あるのではないかと思うのだが、その点について少し聞かせていただきたい。また、単なるサイエンス目的ではなくて、オペレーショナルに必要な衛星だということになれば、その継続性をどのように担保するかという議論が必要ではないかということ提言したい。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

観測データは、そういった衛星、あるいは米国の衛星からの情報を使って運用しているというような状況であるため、定常的にデータが来ることを前提として予報を出している。先ほどの懸念であるが、継続的にデータが得られる状況を何らかの形で担保しなければならないと考えているところであり、衛星による観測継続性の提言を我々も希望したい。

(吉川構成員)

サイエンスの立場から太陽観測衛星のデータをよく見ているが、宇宙天気予報で利用されているのか、国立研究開発法人情報通信研究機構にお伺いしたい。実際に、太陽観測はサイエンスとして非常に重要であるが、今の「ひので」衛星がなくなった後はどうなるか。次期衛星の検討はされているが、まだ決まっていない。日本は、太陽観測を長年続けてきているので、私自身は是非継続したいと思っている。実際に、こういったサイエンス以外のニーズがあるということを強く言っていただくのは良いことだと思う。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

宇宙天気予報に「ひので」の観測データも利用している。

(中須賀座長)

関連して1つ聞きたい。予報となると、「ひので」が観測する前にデータをとる必要があるのではないかと思うのだが、どうか。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

米国等で打ち上げている別の衛星から、「ひので」が観測するより前に観測したデータが送られてきている。我々もそれらの衛星からのデータを受信して、すぐに予報に用いるというやり方をしている。

(吉川構成員)

資料 4-3 の最後で、地球近傍天体やスペースデブリとの総合的な活動について述べられていたが、簡単にコメントしたい。まさに先週、国連の COPUOS (宇宙空間平和利用委員会) が開催されたが、天体の地球衝突問題に関して、国際的にはかなり議論されている。国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構でも、アジア地域で地球に接近する天体を積極的に観測しようという観測網をつい最近立ち上げており、そういったものと、この宇宙天気予報と何かコラボレーションができれば良いのではないかと思った。検討いただきたい。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

日本ではスペースデブリのみが大きく言及されているが、その他についてはあまり言及されていないというのが現状と認識している。我々も一緒に議論したり、コラボレーションしたりということができればと考えている。

(安達構成員)

今の議論に関連して、資料 4-3 の最後に出ていた宇宙天気、スペースデブリ、地球近傍天体について、いずれもある 1 つの国の利益というよりは、地球規模の安全性をどう担保するかということ、国際協力の中で日本が何を分担し、どういう役割を果たすかという議論を、先ほどの COPUOS のような場でしっかり進めるべきと思う。また、各国の協力が得られなかったとしても、日本独自にきちんと安全が担保できるための最低限の技術をどう維持していくか、この 2 つの軸で、日本の、国としての戦略を検討するべきではないかと感じた。

(中須賀座長)

COPUOS の中では、どう分担していくかといった議論にはもう入っているのか。

(吉川構成員)

具体的な議論が始まっており、実際、COPUOS の中で 2 つのグループがあり、1 つが IAWN (International Asteroid Warning Network) といい、これはまさに地球に接近してくる天体を積極的に探して警告を出そうということ、主に天文台が参加して議論している。もう 1 つは SMPAG (Space Mission Planning Advisory Group) といい、これはまさに地球にぶつかる天体があったときに、それにどう対応しようかということ、主に国際宇宙機関が集まって議論している。その中で、まだこれだというやり方は決まっていないが、どうすれば天体衝突を回避できるか、被害を最小限にできるかという議論を、幾つかのテーマを選定し

て、議論を進めているという状況である。

(中須賀座長)

その予算をどうするかなど、具体化をしていく上で大きな問題があると思うが、国際的に色々議論していかなければならない課題だと思う。

②基盤技術の開発動向について

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構から資料 4-4、永妻構成員から資料 4-5、国立研究開発法人情報通信研究機構から資料 4-6 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。

(坂井構成員)

時空計測について、GPS 等の衛星測位に使う衛星に周波数標準が積まれているという話があった。日本も準天頂衛星を打ち上げているところであるが、搭載している原子時計が、実は外国製のものであると聞く。測位衛星で一番重要な原子時計が外国製であるということであるが、日本で開発する必要があるか、意見をお聞きしたい。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

衛星搭載用の原子時計の開発というのは、受注したメーカーに委ねられることになるのではないかと。

その一方で、1 ページ目のスライド左側の紫色の「周波数標準技術」に示す「チップスケール原子時計」について記載しているように、我々は原子時計を小さくしてチップレベルにもっていく研究開発を実施している。それが実現すると、スマートフォンの中にも搭載できる。我々はトップレベルの技術開発を実施するのがミッションである。

(中須賀座長)

衛星搭載の原子時計について、これはしっかりと議論しなければならないと我々も感じている。入手できなくなれば、準天頂衛星も一切作れなくなってしまう。以前、日本でも水素メーザについて研究していたと思うが、今はどうなっているのか。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

周波数標準に用いる水素メーザは、我々のところでも以前研究開発していた。

(中須賀座長)

それを衛星用に改造していくかどうか、また議論が必要。

(迎氏 (塚原構成員代理))

光格子時計は、確かに日本の発明によって世界の秒の基準を3桁も上げようとする大発明だと思うので、時刻管理の分野で、世界のトップランナーを走り続けるということは非常に重要だと思っている。一方、次のステップでは、おそらく可搬型を作ることになり、更にその先には、例えば宇宙にも搭載するといった世界が広がることを期待しているけれども、可搬型の時計を作るところで、まだ我々産業界が出て行くには、市場性といった難しい問題があると認識している。国として可搬型時計を世界に先んじて作っていくという計画について、どのように考えているかお聞きしたい。

(国立研究開発法人情報通信研究機構)

光格子時計については、まだ可搬型というところまでは達成できていない状況である。光格子時計を安定に運用していくというところで我々も苦勞しているところ。これは、各国でもしのぎを削っている部分であると聞いている。

(中須賀座長)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構に質問したいのだが、衛星から地上における色々なセンサー情報を集めるという、ストアアンドフォワードやM2M (Machine-to-Machine)と言われるものを我々も研究しているが、地上に置いたセンサーに宇宙から給電して、その電力で電波を上げられないかということを考えているのだが、それは可能だろうか。

(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

駆動電力をどうするかということで、宇宙からコマンドと電力を高周波で降り注ぐというのは、1つの可能性としてはあるが、通常衛星から送れるのはコマンドのみになると思う。このコマンドでバッテリーを起動させてセンサーを働かせ、軌道上の衛星を使って情報を吸い上げるためには、センサー自体が持っている発電機能をうまく使う。例えば温度の変化や振動といった環境が変化したときにそのエネルギーを電力に変え(環境(自己)発電: エナジーハーベスタ)、その電力でセンサーを駆動させてデータを蓄積し、衛星からのコマンドで電子細胞チップを駆動し、軌道上の衛星などにチップを用いたアレーアンテナからデータ伝送を行う。高周波で宇宙から、あるいは、地上の適切な場所など、軌道上の衛星とは違うところから何か刺激(センサーデータ伝送やバッテリーへの給電のタイミング)を与えてあげると、それは可能かと思う。

(中須賀座長)

日ごろセンシングしているときの電力は小さいと思うけれども、電波を上げるときは非常に強いエネルギーが要るので、それをためて、電波を上げると同時にしばらくそのための電力でセンシングしていくことができるとうれしいなと思う。

(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

バッテリーを非常に小さくして、駆動のタイミングを与えることによってそのバッテリーを駆動させるというやり方と、バッテリーレスにして、上(軌道上の衛星)からあるいは横(地上の、安全で他の電子機器への電磁干渉のない適切な場所)から、実際に電力を無線で送って、それにレスポンスして蓄積したセンサデータを送信し、それらを吸い上げるところが衛星であるといったようなスキームができると思う。

(中須賀座長)

永妻構成員にお伺いしたいのだが、低軌道衛星から静止衛星に情報を送るというのは、我々小さな衛星でやっている者にとっては大変ありがたい話で、光で通信しようということを考えて、国立研究開発法人情報通信研究機構とも色々話をしている。これをテラヘルツで通信しようとしているということであるが、光とテラヘルツそれぞれのメリット、デメリットとは何だろうか。

(永妻構成員)

情報量という意味では同じだろうと思う。テラヘルツのメリットは、ビームの位置決めが極めてやりやすく、1,000倍の違いというのが効いてくる。それから、ビームの位置決めをするときのアンテナのフェーズドアレイも、電氣的に可能といったところがメリットではないかと思う。

また、このテラヘルツ無線に関して世界各国がしのぎを削っているのは、275GHz以上の周波数に対して国際的な周波数割当てがなされていないというところにある。そういった意味では、275GHz以上の周波数に大きなビジネスがあったとすると、私たち自身もそこにWRCやITU-Rに打って出ることができる。2020年に向けたテラヘルツの周波数割当てに関する議論が2018年頃から始まると言われているので、そういったところにここでの議論をインプットすると、我が国としても非常に有利ではないかと思う

(中須賀座長)

インプットするためには、そのようなユーザがたくさんいて、こういう産業が広がりそうだというアイデアをこちらから出していくことが必要。

(中村構成員)

光格子の話は、実は国立研究開発法人産業技術総合研究所の中でも計測標準という部門で研究している。また、地質を研究している部門では、重力計として使えるのではないかという話や、火山の地下からマグマが上がってくるのが見えるという話がある。これらは、我々

だけではなく、国立研究開発法人理化学研究所や国立大学法人東京大学などかなり広範で検討されているようで、先ほど迎氏から話があったように、日本としてまさにこれから進めていくべき技術ということもあるので、国全体としての進め方について、何かイメージがあれば、他省庁との連携も含めて、是非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)

我々としては研究開発の段階から各組織と協力をしていきたいと考えており、各組織がもつ得意、不得意を補ってあげればと思っている。例えば、国立研究開発法人理化学研究所の香取先生の研究室では、世界的にトップレベルのデータを出すということに精力を注ぎ込んでいると思うし、一方で我々は、国家標準に用いることができるように、光格子時計の安定的な運用というのを目指している。各組織の方向性が異なるというところで、お互い協力しながらやっていくという進め方をしている。

(事務局)

各省との連携という意味では、先ほどのディスカッションにもあったとおり、典型的なのは、準天頂衛星への原子時計の搭載ということだと思う。準天頂衛星は、2号機から4号機は既に製造を終えて、早晚の打ち上げという構図になっているけれども、例えば5号機から7号機についてどうするのか、内閣府が主にディスカッションをしているところである。

今打ち上げている1号機の後継機の時計はどうかという議論もあって、コストか納期か理由は正確ではないけれども、結果的には従前の時計だったと理解しているが、日本発の時空計測技術が実際に商用展開、あるいは実用化されるという動きを各省連携で取り組むことが重要と考えている。

事務局から1つ、テラヘルツの関係で伺いたい。2015年11月に開催されたWRC-15で、次回の2019年に275GHz以上の分配に関して議論することを決めたのだが、その場にちょうど担当として参加していた。私の肌感覚として、確かにテラヘルツ技術は日本の強みの技術だと思った。2019年に議論することをリードしたのは日本であったが、アメリカやヨーロッパの関係者は、日本が進めるならそれでいいのではないかといった状況だった。

一方で、光通信とテラヘルツの比較では、軸合わせという面では確かにテラヘルツが勝っているが、やはり通信デバイス、通信機器の量産性のところで、光通信のほうがテラヘルツよりも一日の長がある。大量に、より普及する技術になるということが重要であり、そういう意味では、日本の強みであると同時に、諸外国の研究動向に合わせて切磋琢磨しながら研究開発を進めていくということが重要と理解している。永妻構成員の感触として、ヨーロッパ、あるいはアメリカにおけるテラヘルツの技術開発動向について、将来の見込みをどのように考えているか、お聞きしたい。

(永妻構成員)

実は十数年前に 120GHz 帯の無線を開発した際、日本で初めて 100GHz を超える周波数帯の無線局免許が総務省から与えられた。それは、世界で 100GHz 以上の周波数、300GHz に向けて日本がイニシアティブを取るのであればそれを後押ししていこうという、非常に大きなトリガーになった。そういう意味で感謝している。

一方、諸外国の中でも、国がバックアップしたという点と、パナソニック株式会社や日本放送協会といったところが一緒にやっているという点で、日本は非常にまれなケースと思う。諸外国では、大学や国の研究所などが非常に飛び抜けたデバイス技術等を持っているが、それをシステムまでもって行って、さらにフィールドデモンストレーションをして、ユーザがつくところまでというのは、諸外国でも例はない。だから、日本がイニシアティブをとって欲しいということを彼らも願っている。ただし、デバイス関係は、例えば化合物半導体のテラヘルツのトランジスタというのは、アメリカが数年先行っている。一方、ヨーロッパはどうかというと、ヨーロッパは日本と違って、国の研究所でできてきた、IMEC もそうだが、色々なファウンドリーがあり、色々なプレーヤーが、そのファウンドリーを使って IC をつくるのが可能。日本の場合は、非常に高い技術を持っていて、しかも産業界と国がリンクしているのだが、ハードウェアの技術というのは、例えば CMOS に関しては、台湾のファウンドリーが作っており、我が国のメーカーは、それを作ることはできない。どちらかというと設計力やインテグレーション力といったところでやっていくというところがあるので、どうしても国際協力でやっていかなければいけない。日本だけでは、制度的な問題もあるし、システムをインテグレートするときのデバイスのアベイラビリティという問題でも、国際協力が必要だと思っている。

(中須賀座長)

日本が主導する国際協力か。

(永妻構成員)

それが必要だと思うし、テラヘルツに関しては、総務省のバックアップもあり、日本を非常に信頼してくれているので、やはり私たちが政策的にも色々な意味でリーダーシップをとっていくということが重要だと思っている。

③事務局からの説明

資料 4-7 に基づいて事務局から説明が行われた。

④その他

事務局から、資料 4-8 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。

(6) 閉会

以上