

宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会（第4回）

議事要旨

1. 日時

令和4年2月18日（金）10時00分～12時00分

2. 場所

オンライン

3. 出席者

（1）構成員

草野座長、石井座長代理、岩本構成員、鶴川構成員、江口構成員、海老原構成員、上泉構成員、木本構成員、久保構成員、小泉構成員、五家構成員、國母構成員、込山構成員、齋藤構成員、平構成員、千喜良構成員、津川構成員、豊田構成員、内藤構成員、長妻構成員、苦瓜構成員、廣江構成員、本間構成員、正木構成員、松田構成員、宮田構成員、宮村構成員、村瀬構成員、安井構成員、山上構成員、脇村構成員

（2）オブザーバー

内閣官房 国家安全保障局

内閣官房副長官補（事態対処・危機管理担当）付

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局 準天頂衛星システム戦略室

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

国土交通省 航空局 総務課

国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課

国土交通省 気象庁 総務部企画課

国土交通省 気象庁 情報基盤部気象衛星課

防衛省 防衛政策局 戦略企画課 宇宙海洋政策室

防衛省 航空幕僚監部 防衛部 事業計画二課 宇宙領域班

（3）プレゼンター

大島 NEC 宇宙システム事業部プロジェクトディレクタ

（4）総務省

田原国際戦略局長、山内大臣官房審議官、山口同局宇宙通信政策課長、

小林国際戦略局宇宙通信政策課衛星開発推進官、
塚田総合通信基盤局電波部基幹・衛星移動通信課衛星推進係長
菊地関東総合通信局電波監理部次長

4. 議事要旨

(1) 議題(1) 前回議事要旨について

事務局より、資料「宇天－４－１」に基づき、説明が行われた。

(2) 議事(2) 衛星打上時の地磁気の影響について

事務局より、資料「宇天－４－２」に基づき、石井座長代理より、資料「宇天－４－３」に基づき、説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【草野座長】

Starlink衛星はどのような軌道だったか分かっていますでしょうか。

【長妻構成員】

ネットニュースでの情報ですが、Starlink衛星がトラブルに見舞われたときの高度が250キロぐらいだったと思います。小型衛星のコンステレーションは、トラブルがあったときに、速やかに大気圏突入させて、デブリにならないように消失させることを想定しているので、かなり低い高度で初期チェックを行って、駄目だったら廃棄します。性能を確認できたものを、所定の軌道まで上げて運用するので、通常よりもかなり低いところを飛んでいたことが、大気ドラッグの影響を深刻に受けた要因の1つではないかと思います。

【上泉構成員】

地磁気嵐が起こって、地磁気の擾乱がなぜ大気密度を大きくするのでしょうか。

【石井座長代理】

コロナガスが原因で発生する電場によって、極域に大きな電流が流れます。そこで非常に大きな熱が発生し、大気が膨張するというメカニズムになっています。

(図で示した)赤い領域が、ものすごい電気が流れて、電熱線が加熱されたことが分かります。大気が暖まるまでに時間がかかりますので、ここで打ち上げるとまずいことは、これを見ると分かると思います。

【海老原構成員】

今の説明では、オーロラジェット電流が大気を膨張し、その結果、Starlink衛星が消失したということだと思いますが、このようなトラブルを今後防ぐためには、オーロラジェ

ット電流の予測が今後重要になると考えますでしょうか。

【石井座長代理】

そのとおりだと思います。ジュール加熱が大きく効くと思いますので、オーロラジェット電流の予測は必要だと思います。

【草野座長】

このG A I Aの結果は、密度としてはかなり大きいものになっているのでしょうか。

【石井座長代理】

50%というのは非常に大きな変動だと思います。

(3) 議事(3) 衛星運用分野における影響

豊田構成員より資料「宇天-4-4」に基づき、長妻構成員より「宇天-4-5」に基づき、松田構成員より資料「宇天-4-6」に基づき、NEC大島プロジェクトディレクタより資料「宇天-4-7」に基づき、木本構成員より資料「宇天-4-8」に基づき、小泉構成員より資料「宇天-4-9」に基づき説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【草野座長】

宇宙天気予報の観点から、その場の宇宙環境、温度や密度などプラズマパラメーターを、もし正確に予測することができたら、放電が起きるか起きないかという予測は、かなり正確にできるものでしょうか。

【豊田構成員】

MUSCATにデータを入力して、計算することで、大体の予測はできると思います。

【草野座長】

実験室では、MUSCATのモデルと併せて、かなり再現性のいいモデルになっているということでしょうか。

【豊田構成員】

大きな衛星で再現するのは難しいですが、小さなモデルでは、MUSCATを開発するときに検証はしています。

【草野座長】

ハロウィンイベントのときに「みどりII」号等で事象が発生したということですが、これは衛星を開発している段階で、宇宙天気の変動は想定外だったのでしょうか。あるいは、宇宙環境としては想定内だったけれども、放電現象が発生してしまったのでしょうか、どう捉えられ

ていますか。

【木本構成員】

宇宙環境的には想定外だったと考えています。「みどりⅡ」号は「みどりⅠ」号の後継機で、「みどりⅠ」号も宇宙環境とは違う原因で不具合があったのですが、それらは、設計反映しています。それ以前の分かっている宇宙環境的な事象は反映できていると考えており、ハロウィンイベントであった事象への対応は、想定外だと考えています。

【久保構成員】

銀河宇宙線の予報は、実際にどういう予報があるといいのでしょうか。銀河宇宙線は、基本的には短期的な変動はほとんどないので、長期的な年単位の変動で、フラックスがどのように変化するかという予報があるといいということでしょうか。

【松田構成員】

そのとおりです。衛星設計の段階では、運用期間全てをフォローアップして、一番悪いところをベースに組立てていきますので、長期的に見てかなり厳しくなるという予報があれば、それも取り込めるので、ありがたいと思っています。

【久保構成員】

影響のところにUV、宇宙放射線、陽子線、電子線と書かれてますが、陽子線、電子線と宇宙放射線は、何か使い分けがあるのでしょうか。言葉の定義の違いによって議論がかみ合わないことがあるので、確認したいと思います。

【松田構成員】

ここでの宇宙放射線は銀河宇宙線のことを想定して、電子線は捕捉電子線があり、陽子線は捕捉陽子線と太陽陽子線があります。

【津川構成員】

深宇宙探査機の宇宙天気予報について、どのくらいのリードタイムが必要なのでしょうか。

【NEC大島プロジェクトディレクタ】

先ほど一、二週間という話もありましたが、あまり長期は難しいのではないかと考えており、例えば二、三日前に分かれば、何らかの対応を急遽やることは可能だと思います。

【草野座長】

衛星の対策について、現実問題として、例えば放電を避けるようなオペレーションは可能でしょうか。

【豊田構成員】

静止軌道では放電を避けるのは難しいです。絶縁体を張りつけている、特にカバーガラスがITOコーティングされていない状況であれば、必ず放電はします。ただし、放電はしますが、

ひどい放電にならないような対策は事前にはしていますので、運用不能になることはないようにしています。

(4) 宇宙天気ユーザー協議会衛星分科会の取組

安井構成員より、資料「宇天－4－10」に基づき、説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり

【草野座長】

衛星分科会を21日に開催予定ということですが、今後、どういう形で行われるのでしょうか。

【安井構成員】

第1回はメンバーの方が、JAXAや衛星メーカー、損保会社と、これからどういうふうに情報を活用していくかを、お互いにプレゼンをしながら議論することを考えています。

3月、4月に集中的に議論して、例えばひまわり高機能化という話もありますので、何を狙っていくべきか、どう重点化すべきか、ビジネスもつなげた上で、説得力、訴求力を強化していきながら、さらに並行して技術を絞っていきたいと思います。技術面とビジネス面で狙いを、まずつないでみたいと考えています。

【長妻構成員】

現在、ひまわり高機能化で宇宙環境計測装置の開発に取り組んでいますが、それが今後どういう形でユーザー様に利活用され、ビジネス展開していくかのアウトラインを、4月ぐらいまでの間に固めていきたいと考えています。その後、定期的に、ひまわり高機能化の開発状況や、この間の議論を通じて、また、宇宙天気予報に対しての要望も踏まえて、意見交換をしていく流れになると思います。

【安井構成員】

衛星関係は、運営、運用も含め、長期的に非常にお金のかかる活動になりますので、訴求力を高めていくことが非常に重要だと思っています。サイエンティフィックなところだけではなく、ビジネスまでつないだ説明が今は求められますので、そのようなところを強化して、エコシステムができると思っています。

(5) 意見交換

主な発言は以下のとおり。

【國母構成員】

Space Xの軌道について、近地点が210キロで、遠地点が330キロぐらいの軌道に初

期投入したようです。この衛星の電気推進系は、最大推力が低いですが、推進効率がいいものであり、大規模コンステレーションを構築する衛星では、電気推進スラスタを採用することが避けられない感じになっています。OneWeb社の衛星も、最初に低めの高度に投入して、電気推進スラスタで高度を上げていくという戦略を取っています。

これはデブリ回避という意味もあり、ISOで大規模コンステのデブリ抑制のための標準を定めようとしていますが、初期故障が起こった場合には短期間で、軌道離脱するような高度に投入すること、それから目的の高度まで衛星を持っていくこととなっていて、低い高度に投入してから上げるというのは、半ば強制的な制約になりつつあり、近い将来なるであろうというものです。

衛星をたくさん上げる場合には、電気推進で上げたほうが、トータルで見たコストが安くなる可能性があり、低いところに投入することに意義や価値がある状況です。

今回のような失敗や事故を起こさないようにするためには、適切な予報、予測ができることが重要で、まさに宇宙天気予報の重要性を分からせてくれたイベントだと理解しています。

【村瀬構成員代理（安藤）】

ラグランジュL3ポイントのような、太陽の裏側から観測を行うことを、これまで検討されたことや、もしくは将来の計画がありますでしょうか。今後の様々なサービスをしていく上で、リードタイムや深宇宙の探査機の話もあり、今後重要になってくるのではないかと思います。

【草野座長】

L3はあまり検討されていないと思いますが、L4やL5は、海外で検討はしていると思います。日本に対しても、これまで打診がありました。

太陽をあらゆる角度から観測するというのは、国際的なコミュニティの中では高い意識が持たれていて、将来計画を立てようということが考えられています。

太陽の北極や南極が見られるような角度からも観測しようという計画もあり、日本もかつて計画を立てていますし、今でもサイエンティフィックに太陽を調べるという意味でも非常に重要なので、そのようなプロジェクトを立ち上げつつある状況だと思います。地球以外の角度から太陽観測するというのは、宇宙天気予報的にも非常に重要なミッションになるので、関連する各国での検討は進んでいるのが現状だと思います。

【久保構成員】

L5に関しては、NICTでも、衛星を打ち上げることを検討していたことがあります。様々な理由により、実現には至りませんでした。L4、L5での観測が重要だということは認識しています。

5. 閉会

事務局から、次回会合は3月18日（金）10時予定との連絡があった。