

宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会（第5回）

議事要旨

1. 日時

令和4年3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

石井座長代理、岩本構成員、鶴川構成員、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、児玉構成員、込山構成員、斉田構成員、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、廣江構成員、本間構成員、正木構成員、宮田構成員、宮村構成員、村瀬構成員、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

経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課

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）総務省

田原国際戦略局長、山内大臣官房審議官、山口国際戦略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

谷口情報流通行政局放送技術課課長補佐

羽多野総合通信基盤局電波部基幹・衛星移動通信課課長補佐
菊地関東総合通信局電波監理部次長

4. 議事要旨

草野座長が欠席のため、石井座長代理より議事進行が行われた。

(1) 議題(1) 前回議事要旨について

事務局より、資料「宇天－５－１」に基づき、説明が行われた。

(2) 議題(2) ロシア上空回避ルートにおける宇宙天気の影響

石井座長代理より、資料「宇天－５－２」に基づき説明が行われた。

主な意見は以下のとおり。

【本間構成員】

弊社（日本航空株式会社）は、現在、日本からは、日本・ロンドン線のみ運航しており、アンカレッジ、グリーンランドの上空を通過して、ロンドンに向かうルートとなります。

今のところ順調には飛んでいますが、報道にあったようなGPSの精度の問題が出てくるので注視している実況です。

【江口構成員代理（森岡）】

弊社（全日本空輸株式会社）は、現在、中央アジアルートで運航しておりますので、影響は特ないですが、北回りも含めて、これから検討していくところです。

(3) 議題(3) 通信・放送分野における影響

津川構成員より、資料「宇天－５－３」に基づき説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【齋藤構成員】

補足ですが、VHFの電波について、プラズマバブルの影響は基本的には少なく、UHFへの影響で出るような短周期の変動がより強く出るので、VHFを使った衛星通信については、UHFよりも強く出ることがあると思います。

デリンジャー現象について、フレアが起きてから8分後というのは、光の速度で伝わってくるので、情報が伝わったときにはもう現象は起きていることになるので、8分の遅れという表現は適切ではないかもしれません。

【石井座長代理】

衛星通信でもLバンドを使っているものもあるので、プラズマバブルの影響は受けると思い

ますがいかがでしょうか。

【津川構成員】

Lバンド、あるいはSバンドぐらいまでは影響はあると思います。Xバンドぐらいになると周波数が高過ぎて、あまり影響がないと思いますが、事例もなく、今後、精査が必要だと思えます。

【江口構成員代理（森岡）】

GBAS、SBASなど、精密進入において使う、地上の誘導装置あるいは衛星を使ったサービスがありますが、このときに特にプラズマバブルなどが影響すると言われており、太陽活動が活発になると、サービスが使えないという状況に一時的になるのではないかと思います。

(4) 議題(4) 測位分野における影響

斎藤構成員より資料「宇天-5-4」に基づき、三菱電機（株）岩本様より「宇天-5-5」に基づき、内閣府宇宙事務局準天頂衛星システム戦略室前田企画官より「宇天-5-6」に基づき説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【宮田構成員】

準天頂衛星システムが7機体制になった後は、使用する衛星も増え、精度はより改善して、宇宙環境の影響をクリアできるようになると考えてよいでしょうか。

【内閣府 前田企画官】

衛星の数が増えることで、補完サービスの精度が若干上がるかもしれませんが、そもそもGPSに対する補完という位置づけなので、大きな精度の向上はないと思います。

ただし、準天頂だけで測位をされる場合があれば、劇的な精度の向上になると思いますが、そのような使われ方はあまりないと思っています。

宇宙天気との関係では、直接的に、宇宙天気予報の情報を準天頂システムに取り込んで、航法メッセージを生成していないので、7機体制になれば、電離層の影響が非常に少なくなるわけではありません。

【上泉構成員】

2017年の9月にX9.3というフレアが発生したときに、GPSを用いた測位誤差の増大に注意が必要であると、NICTから発表されたと思います。さらにその1週間後ぐらいに、国土地理院が実際の誤差のデータを発表しており、この大きなフレアが発生する前の通常の測位の誤差は、東西南北方向でプラスマイナス2メートル、上下方向ではプラスマイナ

ス5メートルぐらいだったのが、このフレアが発生した後、9月8日ぐらいには、南北方向で最大7メートル、上下方向では15メートルぐらいの誤差に増えたという情報が出ていました。

そこで、フレアの大きさと測位衛星による位置情報の誤差の関連は、調査されたことはありますでしょうか。または、それらの関係について、予測はありますでしょうか。

また、大きなフレアが発生したときに、NICTは発表されますが、Mクラスでどのくらいの大きさだったら注意報を出すのか決まっていますでしょうか。

【齋藤構成員】

フレアと測位精度の直接的な関係は、様々なプロセスが絡んでいるので、それほどないと思います。

フレアが起きると、それに伴っていろいろな宇宙天気現象が起きます。そのときに一番大きいのは、Coronal mass ejectionと言われる、太陽から物質が放出されて、それが地球に当たって、地球の磁気圏を通して、電離圏がそれに応答する。このときに自分が地球のどの位置にいるかによって、また影響の出方が大きく変わってくるものです。そのため、フレアの大きさと測位精度を直接比較することにはあまり大きな意味はないと考えています。

国土地理院から出されていた誤差は、恐らく何も補正をしなかった場合の値で、普通に使っている場合には、大きく変動することはないものです。

そういう意味では、宇宙天気情報を出すときは、太陽のX線フレアはインパクトがあつて分かりやすい指標なので、それと直接、測位精度につなげたくになりますが、様々なプロセスが絡んでいて、直接的ではないことを啓蒙していく必要があると考えています。

【久保構成員】

現在、NICTでは、臨時情報として出していますが、臨時情報の発出基準は、Mクラスが出た場合、それから、Mクラスにおいても、継続時間が非常に長いようなフレアが起きた場合になります。

ただし、これは臨時情報で出しているものであって、これがプレスリリースになるは、また別の話になり、もう少し大きいイベントにならないと出しません。

(5) 議題 (5) NICTにおける観測網の現状と課題

NICT 久保構成員より資料「宇天-5-7」に基づき説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【石井座長代理】

STEREO衛星について、少し補足できますでしょうか。

【久保構成員】

STEREO衛星は、地球から打ち上げて、STEREO-Aが、地球から公転方向に先行で進み、STEREO-Bが、地球から公転方向とは逆に進む2機体制の衛星群でした。これが2000年代に入りSTEREO-Aは、徐々に地球から離れていき、太陽の後ろ側を通り過ぎて、今現在、一周回ってきて、地球の手前にいる状況です。

STEREO-Bは、公転と逆方向に地球から離れていって、現在、本来地球の手前にいるはずなのですが、残念ながら、太陽を通り過ぎて間もないところで見失い、現在、観測できていない状態です。

【久保構成員】

代替手段として、L5が先行監視として使われ、L5の計画もヨーロッパなどで進んでいると聞いています。

【齋藤構成員】

静止衛星などからの電離圏広域観測について、海の上など観測できないところをどうするかは重要な課題だと思うのですが、どのようなものを考えられていますでしょうか。

【津川構成員】

今、アメリカでは、ゴールドのような話があって、中性大気の観測と紫外線で大気等の観測などもあり得ると思います。紫外線の観測では、静止軌道から、例えば、プラズマバブルの構造、赤道異常の構造も見られたり、オーロラ帯の活動も見られると思います。準天頂衛星のように、高緯度であれば、さらによいと思います。

(6) 議題(6)意見交換

主な質疑応答は以下のとおり。

【津川構成員】

太陽バーストのGPS、GNSSへの影響について、太陽方向にある衛星だけでなく、全ての衛星に対して発生することでよいでしょうか。

【齋藤構成員】

アンテナの指向性によりますが、一般的なGNSSアンテナは、できる限り指向性がないように作っていて、太陽が見えていれば、衛星の信号と太陽の電波が交ざって入ってくるので、全ての衛星について影響を受けることになります。

【本間構成員代理（赤木）】

準天頂衛星について、監視局として国内13局、海外23局とありましたが、海外の23局は、地球の裏側にもありますが、これはどういう目的でしょうか。

【内閣府 前田企画官】

準天頂システムの測位信号だけを受信して、準天頂システムの軌道位置、時刻を推定するシステムではなくて、GPSの信号も受信して、GPSのそれぞれの軌道位置、時刻も推定します。それらを重ね合わせることで、準天頂衛星の軌道、時刻の推定精度も高めるシステムになっているので、準天頂のサービスエリア外においても、GPSの信号を受信するための監視局を設けています。

【石井座長代理】

電離圏の擾乱を軽減させるというフォーマットについて、もう少し説明いただけないでしょうか。

【内閣府 前田企画官】

カルマンフィルターを用いて、ある特定のフォーマットをつくってありますが、伝送経路が2kbpsという制約があるので、工夫することで、できるだけたくさんの補強対象衛星をつくり出して、精度を高めるといった仕組みになっています。

【三菱電機 佐藤様】

電離層の状態量を、カルマンフィルターを使い最適化することで、補強対象衛星を、以前は11機までとしていたところを、令和2年の11月30日より最大17機に増やす変更をしました。それにより、電離層の補正に関する情報量も増えたので、測位精度の劣化を軽減できるようになったという状況です。

【齋藤構成員】

石垣のDEURAS-Hを使えたらよいという話について、これはどういうことを考えられているのでしょうか。

【岩本構成員】

プラズマバブルは、日本の場合は西から接近するので、大宜味局の西側の領域の検知というのは重要になると考えており、大宜味局の西側で斜入射で短波帯が取れると、その検知に貢献するのではないかと期待しています。DEURAS-Hが貴重な位置に置かれており、もし可能性があれば、プラズマバブルなどへの対応が加速されると期待しています。

【齋藤構成員】

DEURAS-Hは、やって来る電波の方向を測るものなので、NICTでも同じシステムを使って、赤道を越えて伝わってくる短波の方位を測って、プラズマバブルの検出をやっているのですが、使いでのあるDEURASそのものを使うのは難しいかもしれませんが、同じシステムとしては使いでがあるものと考えます。

ただし、赤道横断伝搬で見ると、もっと離れた場所、すぐそばを見ることができないこと

には注意が必要だと思えます。

【上泉構成員】

準天頂衛星システムの補強サービスの Sub-meter Level や Centimeter Level は、カーナビとかスマホにも適用はされているのでしょうか。

【内閣府 前田企画官】

補強サービスは、測位信号とは別の電波で送信しているので、それを受信する専門の受信機を用意する必要があります。

【本間構成員代理（赤木）】

SBASの Alert Limit とその精度について、精度が16メートル、Alert Limit 40メートルとあり、通達等を確認すると、Alert Limit の40メートルとはありますが、精度の16メートルは、どういう条件で出てきているのか教えていただけないでしょうか。

【岩本構成員】

16メートルは、規格書の値で、実測値はもっとよい値が出ていると報告されています。規定の手続で受信すると、精度として16メートルという数値が規格書に記載されています。

【本間構成員代理（赤木）】

特に気候のフェーズや進入に限らず、どの状況でもこの値ということでしょうか。

【岩本構成員】

デジジョンハイトの手前の特定の高度までの進入になると思います。

【本間構成員代理（赤木）】

SBASの Category 1 に、精度と Alert Limit が16メートルと40メートルがあり、この16メートルは、高度等がどの値になるかを教えていただけないでしょうか。

【齋藤構成員】

この16メートルは、基本的に全ての衛星数が対象になります。ただし、一番厳しくなるのは、デジジョンハイトになるので、Category 1 であれば、高度200フィート、60メートルになると思いますが、そのCategory 1 のアプローチをしている間、全ての中でこの16メートルは満たされるべきものとなっています。

【廣江構成員】

補足しますが、16メートルと40メートルというのは、水平の精度と Alert Limit の関係で、航空の世界では厳しい値が垂直の方向に課せられていて、垂直の精度は4メートル、Alert Limit というと10メートルという、もう少し厳しい精度で満足するように規定されています。

5. 閉会

事務局から、次回会合は次週3月25日10時予定との連絡があった。