

## 宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会（第3回）

## 議事要旨

## 1. 日時

令和4年2月4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、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、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

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 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 航空幕僚監部 防衛部 事業計画二課 宇宙領域班

## (3) 総務省

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、

梶原総合通信基盤局電気通信事業部電気通信技術システム課課長補佐、

羽多野同局電波部基幹・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

(1) 議題(1) 前回議事要旨について

事務局より、資料「宇天－3－1」に基づき、説明が行われた。

(2) 議事(2) 新学術領域研究「太陽地球圏環境予測」(PSTEP)の概要報告について

石井座長代理より、資料「宇天－3－2」に基づき、説明が行われた。

主な質疑応答は以下のとおり。

【山口宇宙通信政策課長】

PSTEPの研究の後、このような分野横断的な学術研究プロジェクトが、これからも立ち上がる予定はあるのでしょうか。

【草野座長】

PSTEPの成果に基づいて、様々な分野で発展的にこれを継承していこうという取組が進められています。宇宙放射線を中心としたプロジェクトの形成を目指した取組や、太陽地球系をさらにほかの系外惑星や宇宙全体に広げるような取組、地球のみならず他の惑星の環境を調べる取組も進められています。

【山口宇宙通信政策課長】

こうした分野横断的な研究体制は今後も維持されるべきだと思いますが、行政として何か支援できることがあるとしたら何でしょうか。

【草野座長】

宇宙天気予報は、非常にアカデミックな研究と社会的な運用、予報運用とか社会影響の評価など非常に幅が広いので、今ある個々のファンディングの性質とうまくマッチングさせるところが簡単ではないと思います。PSTEPの予算獲得にも、その点非常に検討を重ねて実現できましたが、基礎科学から社会展開まで含めた幅広いプロジェクトに対するファンディングをうまくできるような仕組みを整備してもらえると非常にありがたいと思います。

【松田構成員】

人工衛星の帯電リスク評価について、衛星システムメーカーとしては、JAXAが開発したMUSCATという帯電解析のソフトウェアを使って、衛星の帯電を解析していますが、その違いなど紹介してもらえないでしょうか。

【石井座長代理】

MUSCATは、外から与えた環境に対して、どこが帯電するかを推定する人工衛星の帯電モデルですが、そこに私たちの知見である宇宙環境のモデルを組み合わせました。例えば、現在、太陽嵐が起こったときに、どこにある、どこの衛星の、どの部分が、脆弱になる可能性があるかを推定することを目的としています。

今後の展開としては、特定の衛星の形状及び素材の情報を基に、個別の衛星への警告も出せるのではないかと考えています。

【安井構成員】

若手育成とか大学院の支援について、育成した若い人たちの活躍の場をどうやってつくっていくかを考える必要だと思いますが、何か検討されている活動、あるいは方向性、希望はありますか。

【石井座長代理】

個人的な考えとしては、宇宙天気情報は今後必ず社会で必要になってくるものであり、そのためには若い人たちのコントリビューションは不可欠だろうと思います。例えば、会社をつくる、コンサルタント的な活動をする、あるいは情報サービスをもっと進めていくような受皿をつくっていきたいと考えています。

【草野座長】

宇宙天気は非常に複合的な領域であるという特徴があります。宇宙天気に関わる学問とか社会影響とかの全体を見渡せる人材が、今後必要になってくると思います。そうすると、例えば理学部と工学部を連携したような教育システムや、社会影響を考えると社会学や経済学の知見を持ち、加えて国際的に活躍できる人材が今後求められると思います。

私の宇宙地球環境研究所では、そのような観点で、幅広い分野をつなぐ融合的な研究をしようと取組をしていますし、名古屋大学では、理学部、工学部、環境学と、3つの研究科から人が1つの研究所で研究する取組も進めています。そのような複合的な人材育成が、ほかの大学や研究所でも拡大していくとよいと思います。

もう一つは、民間との連携が今後非常に重要になってくると思っています。残念ながら宇宙天気研究に関しては、産学連携が、ほかの分野に比べて実はあまり進んでないので、早急に整備していかなければいけないと思います。その重要性は大学の中でも認識されつつありますので、様々な分野の方々と協力して人材育成できればよいと考えています。

(3) 議事(3) 電力分野における影響について

海老原構成員より資料「宇天-3-3」及び「宇天-3-4」に基づき、説明が行われた。  
また、千喜良構成員より資料「宇天-3-5」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】

NICTのメールを受信して活用していることについて、こういう情報があるとよいなど、何か改善点があれば教えてもらえないでしょうか。

【千喜良構成員】

今の情報で十分と考えています。社内の体制を備えるところを主に考えておりますので、太陽フレアの活動を把握できる今の情報で過不足は感じていません。

【久保構成員】

太陽フレアの情報の中のどの部分に注目して、アクションを起こす、起こさないの判断をしているのでしょうか。

【千喜良構成員】

主に着目しているのは光学重要度です。

【久保構成員】

そうするとX線の強度が高くても光学重要度が小さければ、アクションを起こすことはないということでしょうか。

【千喜良構成員】

そのとおりです。

【草野座長】

フレアが起きてから、磁気嵐が起きるまで、早いと1日以下で地球まで来ると思いますが、、その体制を取るために必要な時間はどのくらいでしょうか。

【千喜良構成員】

太陽フレアに限定することなく、電力会社としては、いつでも、電力設備異常等が発生したときには、早期の復旧が行えるような体制を構築していますので、先ほどの説明の17時間といった時間があれば、十分というところでは。

【上泉構成員】

キャリントンクラスのフレアが発生しても、新福島、新筑波、新富士の変電所のGICの電流は、電力設備では問題ないという説明と、電力設備Aに関しては、500アンペア近く流れるので安全ではないという説明がありましたが、この3つの変電所と電力設備Aの違いは何か分かっているのでしょうか。

【海老原構成員】

一般的な話として、海岸付近で一般的な地電場が強まる傾向があることと、様々な送電線のパラメータや設置抵抗などの組合せによって、この量が決まってきます。

【千喜良構成員】

電力設備Aがどこか分かりませんが、送電線の距離がどれくらいだとか、変電所によって設備形態が異なり、様々な方向に送電線がつながって電流が流れますので、一概には言い切れないと考えています。

【上泉構成員】

今の日本の送電網は、まだ安全とは言い切れないということでしょうか。G I Cによる大停電事故が起こるような可能性は、日本の送電網にもまだあると、今後は考えるべきでしょうか。

【海老原構成員】

アメリカの基準に照らし合わせると、基準を超えていることで、注意が必要であるという説明をしました。例えば変圧器が熱により焼損事故を起こしたとしても、アメリカなどの事例を見ても、直ちに停電につながっていませんので、必ずしも、これだけの電流が流れると停電になると言い切れないところがあります。現時点で断定はできず、リスクはゼロではないという認識です。

【千喜良構成員】

補足しますが、この設備が故障したから即大停電にはつながらないというところですか。

【草野座長】

1つの同じイベントでも、それぞれの場所でG I Cは違うと思いますが、その分散というか、どのぐらいの幅が全国の変電所の中で計算上予測できるのでしょうか。

【海老原構成員】

ばらつきは非常に大きくて、ほとんど流れないところもあれば、非常に大きく流れるところもあります。送電線は、ネットワークのように張り巡らされていますので、送電線の向きと地電場の向き、あるいは様々なパラメータが複雑に絡み合った結果ですので、分散が大きい結果となっています。

【草野座長】

電力設備Aでの82アンペアというのは、計算の結果でしょうか。

【海老原構成員】

計算の結果、2つ目の変電所で流れるであろうG I Cの値を25倍したものです。

【込山構成員】

様々なパラメータがG I Cの大きさには関わってくることについて、送電線の向きであるとか、地下の構造であるとか、どのパラメータが一番大きく影響しているのでしょうか。地下構造を調べるのは大変だと思う一方で、送電線の向きは分かりやすいと思うので、送電線の向きの方がインパクトが大きいのであれば、そこから検討していく方法もあると思いました。

【海老原構成員】

何が効くかは、日本列島全体に関わる電場の振幅と、送電網のネットワークの形態、この

2つが大きいと思っています。計算で求めたものですが、ネットワークの端で流れやすい傾向があります。そして、日本列島に関わる電場が磁気嵐によって高まると、全体的にレベルが上がっていきます。

また、地下の複雑な構造も影響しますが、大局的に見れば副次的な効果であると思っています。日本列島にかかる電場が一様だとした場合に求めた電場と、地下の構造を入れて計算したものを比較して、地下の構造を入れると測定値に近づきますが、全体的な振幅の値としては一様と仮定してもそれほど悪い近似ではないと考えています。

【村瀬構成員代理（安藤）】

変電所に対する影響の説明について、保護リレーの部分に関しては、特に影響はないと考えてもよいのでしょうか。

【千喜良構成員】

保護リレーについては、地磁気誘導電流で準直流電流が流れると説明しましたが、それ以外も、電気現象に応じて過渡的な直流電流が流れることは多々あります。その際に、保護リレーが誤動作をしないように、直流成分につきましては、フィルタでカットする形で対策を実施していますので、直流成分によって誤検知はないと考えています。

【村瀬構成員代理（安藤）】

福島や筑波の変電所においても影響を受けるようなフレアが、どれぐらいの規模となるのか、計算したことはありますでしょうか。

【海老原構成員】

キャリントンを超えるような磁気嵐を懸念すべきですが、まだ検討していません。ただし、過去の古文献を調べますと、過去には、19世紀、17世紀には非常に大きな磁気嵐が発生したようで、キャリントンを超える磁気嵐も1872年に発生しています。

また、太陽によく似た星で起きたフレアを調べたところ、最近の研究によると、キャリントンを超えるフレア、例えば100倍を超えるようなフレアの発生頻度は、二、三千年に1度起こると言われていて、キャリントンを超える磁気嵐も、今後起こる可能性は全くゼロではないという認識です。それに対し、日本の送電網にどういった影響を及ぼすかについては、まだ検討していません。

【津川構成員】

フレアが大きければ、地磁気への影響も変わってくると思いますが、地磁気への影響は、どのように考えていますでしょうか。

【千喜良構成員】

変圧器への影響が考えられます。ここに直流電流が流れて温度が上昇することになります

が、変圧器には、電圧がショートしないように、絶縁油が中に入っています。その油が、加熱をして温度上昇していく現象ですが、油なので温度が上昇するのも時間がかかることになります。

そのため、中性点電流を計測のほかにも普通の変圧器の異常等を監視するために温度等、様々な要素を計測し、変圧器の異常を計測しています。実際、電流が流れることで影響がありますので、地磁気が発生したことで対応するというよりは、実際には変圧器に異常な状態が発生したところで対応をしています。

【草野座長】

米国の基準の225アンペアについて、日本ではこれに対応するような基準やガイドラインはあるのでしょうか。

【千喜良構成員】

私が知る限りでは、そのようなガイドラインというものはないと考えています。

【草野座長】

米国の基準を1つの目安として、日本でも考えることは妥当な考え方でしょうか。

【千喜良構成員】

東京電力では、共通のガイドラインという形ではなく、変圧器ごとに、ある電流を見て、運転を停止しているという体制をとっています。

#### (4) 意見交換

主な発言は以下のとおり。

【石井座長代理】

日本の地下構造が複雑で、それを知る必要があるという説明がありましたが、具体的にどれくらいの深さまで知れるとよいのでしょうか。

【海老原構成員】

磁気嵐のスケールを数時間とすると、その電磁波が地下に浸透する深さが大体500キロとか、1,000キロメートルとか非常に深いマントルに達しますので、非常に深いところまで含めた3次元的な情報が、正確な予報のために必要だと考えています。

水平方向にも構造を持っていて、例えば伊豆半島とか神奈川県を横切るような、局所的に電場が強まるところも想定されますので、水平面あるいは垂直方向に密な情報があると精度が高まるという認識です。

【草野座長】

日本の地下構造のデータベースは、海外に比べて整っているのでしょうか。

【海老原構成員】

非常に遅れていると言えます。アメリカでは、体系的に全米随所で、地下の構造の探査をGICの予測のために実施しています。ところが、日本の場合は、局所的に非常に多くの観測点で地下の構造は分かっていますが、アメリカのような体系的な調査が行われておらず、3次元的な分布、モデルはなく、不十分だと思っています。

【村瀬構成員代理（安藤）】

WASAVIESなどの航空機被曝の警報システムを公開して、これによって航空機が航路を変えたり、高度を変えたりといった事例はあるのでしょうか。

【石井座長代理】

日本では航路を変えたという事例は聞いていません。ただ、これが始まったのが、2019年11月7日とまだ2年間で、この頃、太陽活動が低かったこともあると思います。これから太陽活動が高まっていくと、これを参考に運航する事例も出てくるのではないかと思います。

米国のエアラインでは航路変更をしたという事例があったと思います。

【小泉構成員】

衛星運用については、帯電とシングルイベント・アップセット、この2つが重要で、このシングルイベント・アップセットについて、リアルタイムの予報システムなど、何か考えはありますか。

【石井座長代理】

シングル・アップセットについては、統計的なところで検討するしかないので、帯電について、表面帯電と内部帯電の2つを中心に考えていこうと思っています。現在検討中の「ひまわり」のセンサも、そういう観点で検討を進めています。

【草野座長】

電力業界で、宇宙天気のバックグラウンドを持ったような人材が今後求められるのでしょうか。あるいは、そういう知識なり経験なりを求められるとしたら、どういう人材が必要となりますでしょうか。

【千喜良構成員】

電流の異常な状態を計測して対応可能と考えていますので、予測などの知識、学問は、今の業務とのつながりは思いつかないところです。ただ、電力会社には、様々な部門がありますので、そのような知見も活用する場もあると思います。

【吉川オブザーバー】

日本の設計基準という話がありましたが、経済産業省として定めている、電気設備の技術



基準があり、その中では変圧器に対しての火災の予防、防止の措置であるとか、熱的強度といった技術仕様について性能を求めています。その中で民間の規格を引用し、細かい指標は求めていく立てつけとなっていますので、日本では全くないというのは誤解になってしまうと思いますので、コメントいたします。

【草野座長】

その中には電流量の基準のものもあるのでしょうか。

【吉川オブザーバー】

民間の規格を引用している中で、試験の方法などを規定する形となっています。

## 5. 閉会

事務局から、次回会合は2月18日10時予定との連絡があった。