

## 衛星放送ワーキンググループ（第4回） 議事要旨

### 1. 日時

令和6年2月13日（火）13時00分～15時02分

### 2. 場所

WEB会議

### 3. 出席者

#### （1）構成員

伊東主査、音主査代理、飯塚構成員、石岡構成員、大谷構成員、奥構成員、坂本構成員、曾我部構成員、長田構成員、林構成員

#### （2）オブザーバー

一般社団法人衛星放送協会、スカパーJ S A T株式会社、全国町村会、  
一般社団法人電子情報技術産業協会、日本放送協会、一般社団法人日本民間放送連盟、  
株式会社放送衛星システム、一般社団法人放送サービス高度化推進協会

#### （3）総務省

山崎大臣官房審議官、金澤情報流通行政局総務課長、  
飯倉同局放送政策課長、山口同局放送技術課長、佐伯同局地上放送課長、  
岡井同局衛星・地域放送課長、飯村同局情報通信作品振興課長、  
後白同局放送政策課企画官、細野同局放送政策課外資規制審査官、  
西村同局放送技術課技術企画官、平野同局地域放送推進室技術企画官

#### （4）ヒアリング

気象衛星ひまわり運用事業株式会社

維持管理運用業務担当 三菱電機株式会社 プロジェクトリーダー 木村様

### 4. 議事要旨

#### （1）衛星放送に係るインフラコストの低減

- ・気象衛星ひまわり運用事業株式会社から以下のとおり説明が行われた。
- ・各構成員等から以下のとおり意見があった。

【岡井衛星・地域放送課長】

前回のワーキングにおきまして、衛星に係る管制・制御などにつき第三者的なお立場からの御説明を伺ったほうがよいのではないかと、このような御示唆をいただきましたので、本日は、先ほど御紹介にございました気象衛星ひまわり運用事業株式会社、略称は英語でHOPEとおっしゃいますが、木村様に御参加をいただいております。HOPE様は、気象庁から気象衛星「ひまわり」の運用を委託されて衛星運用を実施されている企業でございます。HOPE様の詳細につきましては、資料4-1として御提供いただいている資料を御参照ください。本日は時間も限られておりますので、衛星に係る管制・制御などにつきまして、特に前回のワーキングにおいてB-SAT様から御提案がありました高傾斜角運用、こちらを中心に事務局から質問させていただいて、そちらにお答えいただく形で進めさせていただければと思っております。なお、質問に対する御回答につきましては、技術的に難解な話も含まれてくると思っておりますが、傍聴の皆様を含めまして今回も多くの方が御発表を聞いていらっしゃいますので、できるだけ分かりやすく御説明をいただければ幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。それでは、質問に入らせていただきます。

まず最初に、前回の会合におきまして、先ほど申し上げたとおり、衛星の燃料寿命を延ばす方策として高傾斜角運用の御提案があったところでございます。そもそも、このような燃料寿命の延伸を図る場合に高傾斜角運用以外にどのような方策が考えられるか、こちらについて教えてください。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

まず、燃料の延伸を図る方策を考える場合に、衛星の燃料を使用する運用というものに何があるかというのを御説明させていただきますと、燃料を使用する主な方法として4つございます。1つが、衛星の姿勢を地球に向けるための姿勢制御と呼ぶものがございます。それから、衛星の位置のことを軌道といいます。衛星を静止衛星の位置に保持するための制御ということで、これは軌道制御と呼びます。こちらで燃料を使います。3つ目が、宇宙ごみ、デブリと呼びますが、宇宙ごみが飛んできた場合に回避するための、よけるための軌道制御、これも回避制御と呼びますが、これで燃料を使います。それから最後、4つ目が、人工衛星の運用終了時に同じ位置にいますと、他や後継の衛星の邪魔になってしまいますので、軌道外投棄ということで、ほかの衛星にぶつからない軌道に投棄する、そういったための制御があります。これが最終の制御になります。この4つがございます。これらの制御を抑制する方法ということで考えていくこととなります。このうち、前回御指摘いただいた高傾斜角運用というものは、2つ目に言いました軌道の位置を保持するための軌道制御の回数を減らす、やり方をちょっと変えるというものになります。ですので、それ以外の3つについて御説明していきます。

1つ目が、衛星の姿勢を保持するための姿勢制御になります。この回数を抑制する方法としては、1つ、衛星にもよりますが、アンローディングというものがございまして、この回数を減らすという方法が考えられます。効果は比較的小さいものですが、一案としては考えられ

ます。このアンローディングというのは具体的に何かと申しますと、人工衛星は一般に、無重力の空間で太陽輻射、太陽からの熱とか風を受けまして外力を受けております。ですので、放置しておくと回転をしてしまうというものになります。「ひまわり」等の運用では、雲画像を取るためにカメラの向きは常に地球の中心を捉えるように、正面に地球を捉えるように姿勢制御を精密にしているというものがございます。このために、姿勢のずれを検知して、ずれを補正するために衛星にフライホイールと呼んでいます弾み車ですね、回転するものを載せておまして、これの回転の運動量を調整することでこの軸を保つ、姿勢を保つというふうになっています。このフライホイールですが、回転数というものに限界がありますので、ある程度、限界まで回転が回ったら、巻戻しをしてあげないとまた次の姿勢制御ができません。このフライホイールにたまった運動量を外部に排出するというのがアンローディングという運用になります。こちらは作用・反作用の法則なので、実際、フライホイールを反対に回転させて、それをスラスターで噴射して運動量と相殺するという運用がありまして、これをアンローディング運用と呼んでいます。これの回数を減らすという方法が1つございます。実際に衛星の姿勢を精密に制御しないように、姿勢のずれの許容値とか周期、こういったものを設計して減らすという方法が1個あります。ただ、実際の衛星運用では、このアンローディング運用は、軌道制御、先ほど言った軌道の位置を合わせる運用と同時に実施することが多くて、そこは多分、放送衛星さんでも考慮されているとは思いますが、一番いい効率でアンローディングの運用をしているんじゃないかと思うのですが、このアンローディングというのを減らすとスラスターの燃料を抑制できるということになります。これが1つ目の案です。

もう一つが、宇宙ごみの回避になります。宇宙ごみの回避を行うための回避制御ですが、回数を抑制する方法というものに関しては、宇宙ごみの位置や大きさを正確に把握するというのが最も効果があります。要は、宇宙ごみの大きさとか位置が正確に分からないと、衛星がよける必要があるのか、ないのかというところが分からないということもあって、余計によけてしまう可能性があります。ですので、こういったところを抑制する方法があります。例えばですが、自衛星に向かってくる宇宙ごみの大きさが1メートルなのか、それとも1センチなのか、こういったものの曖昧さがありますと、例えば静止衛星の運用でいいますと、当然、衛星を守らなければいけませんので、どちらか分からない場合には1メートルという、大きいほうを想定してよけます。ただし、ここが例えば1センチだ、ということが分かっていると、もしかしたらよけなくても大丈夫だったかもしれないといったことになると、この回避運用した分だけ燃料を使ってしまうので、そこが抑制するキーになっております。今後、こういった正確な宇宙ごみの観測データを外部から入手する等して運用に活用するということで、回避運用を減らす、その分、燃料を削減できるというようなことが方策の一つにあるかと思えます。これが2つ目の案です。

3つ目は、最終段階での軌道外投棄なんですけど、ここはもう最後、衛星運用を終わらせるところになりますので、ここの燃料を抑制しても、もう運用は終わりますのであまり効果がないということで、こちらについては除外できるのかなと思っておりますので、HOPEとしての案としては先ほどの2つになります。1つ目がアンローディングの回数の再検討、それからもう一つが

宇宙ごみ（デブリ）の回避に関する再検討ということがあるかと思えます。

【岡井衛星・地域放送課長】

続きまして、先ほど御説明の中にも含まれておりました高傾斜角運用、こちらについてお伺いいたします。高傾斜角運用というのは一般には聞き慣れない言葉かと思えますけれども、そもそもこれは衛星をどのように運用するということを意味しているのでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

まず、高傾斜角運用ということについて御説明をさせていただきます。ここで言います傾斜角というのがポイントになります。傾斜角というのは、地球の赤道面の面をゼロ度としまして、実際に衛星が動いている軌道の面がどれくらい傾いているか、赤道面に対してどのくらいずれて傾いて回っているかというところの角度を示すのが傾斜角となります。ですので、静止衛星の場合には地球の赤道面上を動きますので、この傾斜角はゼロという値になります。静止衛星というものはそもそも、地球上の重力であったりとか、先ほどありました太陽の輻射、それから月の引力、こういう影響を受けまして、放っておくと軌道が傾くとか軌道の位置自体もずれていきます。これを補正するために、定期的に、東西方向、それから南北方向の軌道の制御を実施しております。これが東西制御、それから南北制御と呼んでいるものになります。先ほど御質問いただいております部分で、軌道位置を保持するための軌道制御というものが、この東西制御、南北制御になりますが、人工衛星の静止衛星としての保持位置というものは国際的に決まっております、例えば東経何度プラスマイナス0.1度とか0.5度、基本的には0.1ですが、という範囲に収まるように運用するというのが決まっております、ずれないように、規定を守るために定期的に軌道制御を行っているというものが軌道制御です。これに対して高傾斜角運用というものは、この傾斜角をゼロに補正する制御を実施しないと。傾斜角が少しずつ大きくなっていくのを許容するという運用になりまして、具体的には、先ほどの東西と南北でいいますと南北方向の制御ですね、これが傾斜角をゼロに持っていく制御になるんですが、これを実施しないで、基本的には東西だけ、横方向ですね、緯度方向だけ動かして、南北方向には制御しないというものを高傾斜角運用と呼んでおりまして、基本的には衛星の後期となる、寿命の最後のほうの運用ということで考えられる運用になっております。静止衛星の軌道位置であったり、衛星のスペックにもよりますが、もおおよそ1年間で傾斜角は1度ぐらい増加するというようなことが考えられるかと思えます。放送衛星のミッションとしましては、放送のカバーエリア、当然、日本の北海道から沖縄までありますけれども、それ以外も東南アジアとかあると思えますが、カバーエリアを考えると、傾斜角度はどの程度、例えば1度なのか数度なのかの許容値があるかと思えます。そういう許容の角度を見ながら最後の高傾斜角運用を実施するということがあるかと思えます。これは衛星の放送エリアとか衛星アンテナの仕様によりますので、個々の衛星事情で検討が個別に必要になると考えます。地球の赤道面上から傾斜角を持った軌道にある衛星というのは、地球上から見ると具体的にどういうふうに見えるかといいますと、衛星は8の字に動いているように見えます。イメージ

としては、その8の字が、静止衛星の場合はほぼ8の字が小さくて点に見えているのですが、傾斜角が大きくなると8の字の縦方向が大きくなって、南北に大きく動くというようなイメージを持っていただければと思います。傾斜角が大きくなる、高傾斜角になると、8の字が縦長になって、その分、衛星が見えている地球の絵がずれてしまう、動いてしまうということになります。ですので、この南北制御を抑制するということが燃料は抑制できるのですが、その分、衛星が大きく縦に動いてしまいますので、地球に向けるビーム、アンテナというか、放送のエリアが動いてしまう、それがどれだけ許容できるかというところがポイントになります。

以上、一般的な回答となります。また、傾斜角が非常に大きい衛星として、ご紹介するのは、JAXA様などにて開発された「みちびき」という衛星です、準天頂衛星と呼んでいるような衛星がございまして、こちらは傾斜角が40度近いものです。かなり8の字が大きくて、8の字の下のほうはオーストラリアの上空まで動くような大きい衛星もございしますが、さすがにそこまで大きいと放送が当然日本に届きませんので、傾斜角としては先ほど言いました1度から数度までが限界かなと考えます。

#### 【岡井衛星・地域放送課長】

高傾斜角運用を使いますと、衛星自体が重力などによってずれていく際に、南北方向のそのずれを制御することを控えるというようなものと理解いたしました。ありがとうございます。

続きまして、高傾斜角運用を実施した場合ですけれども、これはある程度寿命の延伸を期待されると思うんですが、その検討を行う際にどのような点について留意が必要か、そして課題となるものはどのような点か、この点について御説明をいただければ幸いです。

#### 【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

まず、どのくらい延びるかというところですね。こちらについては先ほど御説明したとおり、放送エリアのカバーエリアの影響が当然放送衛星においては一番大きいのですが、そこを置いて、まず、残燃料、燃料基準として技術的にお答えさせていただくと、燃料の使用量については、実は南北方向のほうが決定的になっているのが実際の静止衛星になっておりまして、一般的に、「ひまわり」を例にしますと、大体、燃料の量を南北を10とすると東西が1ぐらいの割合の燃料になっています。ですので、南北をやめるということは、燃料の消費からするとかなり効率がいいというものになります。軌道制御になるのですが、東西も南北も約1週間から2週間の間に1度というのが一般的な静止衛星の運用かと思えます。ですので、この頻度を単純に計算のベースにさせていただきますと、南北制御を1回実施しないと10回分の東西制御が可能になると考えます。2週間に1度と計算をしますと、月2回、年で24回の東西制御が想定されます。南北も同じです。年に24回、南北制御をしているとすると、南北制御を3回実施しないと、先ほど言いました10分の1ですので、1年間分の東西制御分ができるようになります。ということで、燃料の配分だけ言いますと、南北を3回しないと、1年間、東西制御ができるという燃料が確保できることになります。あとは先ほど言いました南北制御を実施しない場合には、傾斜角がだんだん大きくなっ

ていって8の字が大きくなっていきますので、この傾斜角は基本的には大きくなる方向のみに動きます。ですので、南北制御を例えば今まで3回実施したところをまとめて1回にすれば効率が上がるかというところがもう一つポイントになるかと思います。その場合は、実際に大きくなる方向は一定になるので、例えば1回の南北制御で傾斜角を0.1度補正していた場合を考えますと、例えば補正の頻度を10回に1回にする、要は頻度を下げるといった場合は、1回当たりの傾斜角を1度、例えば0.1掛ける10の運用をしていた場合を、1回で1度補正するというような運用をした場合どうかというところがもう一つポイントになりますが、こちらは基本的に設計上は同じ燃料を使用するというものになりますので、頻度を変えるということに関しては、効率というか、燃料の抑制にはあまり効かないのではないかと考えております。ただ、衛星のスラスタですが、実際に燃料を噴くスラスタの固有の仕様次第ですが、まとめてスラスタを噴射したほうが効率がよいというようなスラスタの仕様であれば、こういった制御の回数を抑制するというのも一つ、効率がよくなる、要は燃料が抑制できる可能性があります。ここは車で例えると、エンジンですね、発車と停止を繰り返すよりも、ある程度一定の速度で走った時間が長いほうがエンジンの効率がいい、要はガソリン代が安い、燃料を消費しないというのがありますので、そういう仕様のスラスタであれば、こういった頻度を下げて運用するというのも、効率として、延命するためには一つあるのかなと思っております。一般的な例として、もう一つ御紹介させていただきますと、高傾斜角運用というのを過去実施した代表的な衛星としましては、これまたJAXA様の静止衛星なのですが、通称「こだま」と呼んでいますデータ中継衛星というのがあります。こちらは2002年に打ち上げをしまして、設計寿命は7年だったので2009年に運用を終える予定だったのですが、2009年から実は南北制御をやるのをやめまして、実際、高傾斜角運用というものに入りました。設計寿命は2009年までだったのですが、実際に燃料が尽きて軌道外投棄したのは2017年ということで、8年間延命ができたという実績がございます。データ中継で衛星である「こだま」は放送ではないのでカバーエリアがなかったため、そのまま放置して傾斜角を大きくしてもよかったため、こんなに延びるといえるのは一概には言えないんですが、過去の実績としては、静止衛星で高傾斜角運用して設計寿命7年に対して8年ほど運用が延ばせたという実績がございますので、参考にいただければと思います。

もう1点、留意点ですね。高傾斜角運用するにおいて検討する際の留意点ですが、何個かございます。1つが、先ほども何度も御説明させていただいていますけども、1年間で傾斜角が約1度増加すると考えると、地球上で放送の電波の受信エリアがずれることとなります。ですので、まずは放送衛星のミッションであります放送を受信者皆さんが受けられるようにするために、どれだけずれても大丈夫かというところ、ずれを許容できるのかというところがまず第1のポイントになります。

あとは、もう一つ、姿勢とかアンテナの出力方向ですね、こういったものを駆動させることができるような衛星であれば、衛星のずれに合わせてエリアの補正をするといった運用ができるかといったところも一つ検討課題かなと思いますので、まずはずれの許容の部分、それから、代替手段として姿勢とかアンテナを振ることでエリアの補正ができるかといったところがポイント

になるかと思えます。

さらにポイントとしては、電波の使用に関する課題というのは、先ほど言いました受信すべき人が受信できないというところが一つポイントでは挙げられるんですが、もう一つのポイントとしては、逆に、電波が届いてはいけないところに届いてしまうというところがもう一つ課題がございまして、周辺の他国に対しては、まず周波数調整ということを打ち上げ前にしてしまして、ある周波数の電波はどれぐらいの強さで周辺各国に届くというのを規定していますので、それ以上強い電波が放送されてしまうと、当然、国際規約の違反になってしまいますし、他国の通信に影響を与えてしまいますので、そういった意味でも、受けるべき人がちゃんと受けられるかという観点と、受けてはいけない、電波が届いてはいけないところに届かないようにするにはどうするかということも考えるべきポイントかと思えます。

もう一つ、衛星管制という視点もございまして、当然、先ほど言いました衛星の制御とか衛星の監視をしているシステムがあると思うのですが、この衛星管制という視点からは、地上のアンテナが衛星とちゃんと通信できるかというところがあります。当然、衛星は高傾斜角運用をすると8の字が大きくなっていきますので、衛星は動きますので、ちゃんと動く衛星を追いかけられるかというところが地上のシステムとしてのポイントになります。衛星の追尾ですね、尻尾を追うということで追尾と呼んでいますけども、衛星の追尾ができるかというところも地上システムの機能としては必要になりますので、ここも課題というか、検討課題の一つかと思っております。

#### 【岡井衛星・地域放送課長】

それでは、最後の御質問です。衛星の燃料寿命の延伸を想定した場合に、先ほど、個々の衛星事情によって検討が個別に必要というコメントもございましたけれども、このような高傾斜角運用を導入するに当たってどのようにお考えでしょうか。ポジティブ、ネガティブなど、そういった方向性がございましたら、ひょっとしたらHOPEさんにとってはということかもしれませんけれども、お答えいただければ幸いです。また、様々な課題や影響の可能性についてどのような方策や解決策を講ずることができるか、そちらも併せてよろしく願いいたします。

#### 【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

まず、高傾斜角運用の導入につきまして御回答させていただきます。今回、「ひまわり」の運用をしていますHOPEとして回答させていただく分としては、衛星の燃料寿命の延伸を想定した場合の運用としてはネガティブというふうに考えております。高傾斜角運用は、「ひまわり」については実際に導入するのは難しいと考えております。理由としましては、先ほどカバーエリアの話もさせていただきましたけども、気象衛星の「ひまわり」においては、観測データの品質の劣化につながる可能性があります。特に観測エリアですね、「ひまわり」の雲画像のエリアは中心のポイントが決まっています、そこから全球、それから半球ですね、地球の全体を取るのと半分を取るもの、それからポイント、ポイントでデータを取るのが決まっていますので、気象庁様のそういう厳しい御要求が緩和されなければ、高傾斜角運用を導入することはできないと考

えておりますので、ここはサービスの品質との調整かなと思っております。

もう一つ、課題に対する対策になります。こちらは先ほどまで何度か御説明をしておりますけれども、個々の衛星の役割とか事情によりますのでなかなか難しいところはあるのですが、「ひまわり」を例に取りますと、基本的には、衛星寿命というものをベースに、計画的に衛星寿命の前に後継の衛星を継続して打ち上げていくというのがまずは確実な運用方法になりますので、打ち上げてから衛星の寿命を延ばすというのはなかなか難しいので、まずはやはり打ち上げ前の設計というところがポイントになるかと思えます。衛星の運用の前提としましては、気象もそうですし、衛星放送の衛星もそうなのですが、公共性、それから公益性、こういったものが非常に高いところになりますので、運用の継続性というものが重要になります。「ひまわり」もそうですが、冗長の構成を取るとというのが一般的になっております。この冗長というのは衛星を2つ上げるという意味になります。「ひまわり」では8号と9号というものを2機、同一の軌道上に打ち上げておきまして、運用としての継続性を担保しております。つまり、運用衛星、待機衛星というのを必ず確保したというのが気象衛星になっておきまして、実際に雲画像などの取得をしている方を運用衛星と呼んでいます。待機していて、運用衛星に何かあった場合にすぐに切り替えて観測を継続するために同じ軌道上にあるのが待機衛星と呼んでいます、この待機衛星を急ぎ運用に切り替える、運用の継続をするという運用を行っているのが「ひまわり」になります。このHOP Eの衛星管制は、観測運用の継続のスペックというのが決まっておきまして、運用衛星に何か異常があった場合には待機衛星に切り替えるための時間がスペックとして切られておきまして、この制約もあって高傾斜角運用を導入するというのはなかなか難しく、必ず待機衛星も南北制御を実施して、同一軌道上に、要は静止の位置に保持しているというのが実際になっております。ですので、設計、打ち上げ前であれば、2機を打ち上げるというのが一つあるかなと思ってます。

もう一つ、実際に冗長構成というのはもう一つありまして、衛星に載せる装置を2つ載せる、冗長化するという方法もよく用いられておきまして、衛星に載った装置が壊れた場合には、衛星の中で切り替えて運用するというようなこともございます。こういった部分はほぼ設計段階で、衛星の製作段階で考慮するということにはなりますが、そういったことも考慮していただくと安定した衛星運用ができるかなと考えております。

#### 【奥構成員】

明快な説明をいただきましてありがとうございます。ちょっと素人ながらの質問です。一般的に、静止衛星というのは3万6,000キロメートルの高さで、地球から見て同じ位置にいてBS・CSが運用されていると理解しています。先ほどの例え話で出た、準天頂「みちびき」ですが、これは3万6,000キロメートルよりもっと低いところを飛んでいるから8の字になっているという理解でいいのでしょうか。3基、4基で運用されていると伺っています。それから、最近話題のスターリンクについては、これはかなり低い高度で運用されていると推測します。静止衛星、準天頂、スターリンク、3つの違いについて教えていただきたいと思っております。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

まず、「みちびき」になりますが、「みちびき」は大分特殊でして、8の字を描いているときに上側の丸が小さくて、下側の丸が大きいような軌道を実は通ってしまっていて、この8の字の丸が小さいほうは実はすごく高い軌道を通っています。下の大きい丸のときは低い軌道を通っているので、地球に対してちょっと楕円を描くような形の絵になってしまっていて、日本の上空でいうと、衛星の位置が高い、頭の上に高いような位置を通っています。というようなちょっと特殊な衛星になっているので、楕円なのですけど、日本の上空は軌道が高い、オーストラリアのほうに行くと静止軌道よりも低い位置にいるような衛星になっております。

もう一つ、スターリンクですね、たくさんの衛星を何千基と上げるような衛星なのですが、これはもっと全然低くて、大体400キロメートルから500キロメートルぐらいの高度を周回しております、周回軌道と呼んでいるものです。なので、静止衛星は24時間で地球の周りを一周する。地球と同じ、自転と一緒になのですが、スターリンクなんかの衛星でいうと400キロメートルから500キロメートルで地球の周りを大体1時間半から2時間ぐらいで一周するような、もっと低いところを飛んでいるような衛星になります。

【伊東主査】

先ほど、「ひまわり」の場合には高傾斜角運用は難しいだろうというお話がございました。その理由は、地上との通信といいますか、下りのテレメトリーと、上りの制御用情報のやり取り等々については、恐らくしっかりと衛星を追尾する装置が具備されているので、問題がないという理解でよろしいのでしょうか。その一方で、観測する画像の中心ポイントがずれることが問題なのだ、ということでもよろしいのでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

はい、御理解のとおりです。衛星を実際観測している地上のアンテナは動きます。衛星がある程度動いても追尾できるようになっていますので、「ひまわり」に対しては問題ないのですが、衛星側から見て、雲画像の中心ですね、ここがずれると、今まで観測していた画像との比較をして天気予報をしていますので、日々中心ポイントが動いてしまつとなかなかデータの品質がよくないので、基本的にはデータを取る中心というのは毎日同じところということがポイントになっています。

【伊東主査】

分かりました。データの送受信については、追尾装置がついていれば衛星の位置の多少のずれに対してはほとんど問題がない、そういう理解でよろしいのでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

はい、御理解のとおりです。それで問題ありません。

【伊東主査】

ありがとうございます。ただ、ちょっと話はずれるのですが、雲の画像は、もともと地球が丸いから、通常、我々が見ている2次元平面上の正方格子のドットで構成された画像に変換するにはどちらにしてもひずみ補正が要ると思うので、中心ポイントが多少ずれても、ひずみ補正で何とかなるんじゃないかと思うのですが、それはなかなか難しいということなのではないでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

御理解のとおり、ひずみ補正はしていますので、多少のずれは大丈夫だと思っています。ただ、実際に、難しいのですが、先ほど言いました全球という地球全体を取っている画像と、それとは別に、ポイントで例えば東京のある位置を取っているという小さい画像があるのですね。取っているのですが、そこを向かせるときは、アンテナの角度を東京って入れるのは難しいので、ある中心ポイントに対してどこを見なさいと相対的に指令を出しているところがございまして、中心ポイントがずれると、その分ちょっと指令値を変えないといけないみたいなのがありまして、その辺の、実際にやればできるかもしれませんが、なかなか瞬時に、難しいのは、今このポイントの画像を取ってくださいという指令が2分半前に来たりするんですね。その2分半で次のポイントに向けたりするので、なかなかその計算を動いている衛星に対してするのは難しいということもあります。

【伊東主査】

分かりました。レスポンスが要求されるということですね。ポスト処理のための時間がある程度許されれば、多少のずれは補正できるだろうけれどという理解でもよろしいですね。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

そうですね、そのとおりです。例えば次の日の画像を前の日に予約しておくみたいなレベルであればできると思うんですが、今みたいに2分とか3分で指令値を変えていかなきゃいけない運用をしておりますので、なかなか衛星の位置を把握しながらというのは難しいかなと思います。

【曾我部構成員】

燃料を節約する運用について、設計段階からやらないといけないというようなお話が御説明の最後のほうで出てきたと思うのですが、それは運用の話なのか、それとも冗長性の設計の話なのか、ちょっとうまく聞き取れずに混乱しておりまして、この辺りについて改めて御説明いただくと幸いです。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

基本的に御説明したのは、先ほど言いました「ひまわり」でいうと観測のずれ量とか、放送衛星でいうと例えば放送エリアのずれ量ですね、こういったものがどれだけずれても大丈夫かとい

うものを、設計段階であればどれくらいずれても大丈夫かということを前提に運用を検討しているんですが、打ち上がってしまった後にアンテナの位置を補正するというのはなかなか難しいので、そういうのでいうと、やっぱりそういうずれを、補正を考えるのであれば、設計段階で考えておいたほうがよいと思いますという意見になります。

【曾我部構成員】

そうしますと、今日御説明いただいたような運用の方向、方針の変更みたいなことというのは、やはり当初から計画しておく必要があって、途中から方針を大きく変えるというのは少なくとも一般的ではないというようなことでよろしいのでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

そうですね。一般ではなかなか高傾斜角運用自体をやっている衛星も少ないので、最初から考えているというのであればいいんですが、途中からはなかなか難しいかなと思うので、先ほど言いましたように、高傾斜角運用しても多分延ばせる寿命としては1年もしくは2年というところが、実際の先ほどのミッションの角度ですね、放送エリアのカバーエリアを考えると長くても2年と考えられますので、そういう意味では、最初からそういう衛星を上げるのであれば2年分の燃料を積んでおくとか、そういうほうがより設計者としてはいい運用かなと思います。

【曾我部構成員】

いずれにしても、これはそもそも高傾斜角運用のお話ということですね。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

はい、そうです。

【飯塚構成員】

前半のところで、燃料をどうやって節約するのかということで2つ、アンローディングの回数を減らすということと、それからデブリ（宇宙ごみ）をどうやって避けるかということを御提案いただいたかと理解しております。実際、その2つについては、HOPEさんのほうでは既に実施しているという理解でよろしかったでしょうかということが1点。聞き逃していたらすみません。

それから、宇宙ごみについては、今、低軌道衛星がかなり打ち上がっておりまして、ごみが大分増えてくるのではないかと思うのですけれども、今後、そのごみを避けるということが一つ大きな問題になり、どうやって避けるのかというのが結構重要なテーマになってくると思います。素人考えで恐縮なのですが、こういったごみの効率的な避け方というのはもう既に技術として確立されていて、導入されて実装されているという理解でよろしかったでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

2点御説明をさせていただくと、「ひまわり」ですね、HOPEの運用としましては、1つ、アンローディングに関しては、途中で御説明した内容としては、アンローディングだけで実施するのではなくて東西制御とか南北制御に併せて実施すると、その分、効率がよくなるということがありまして、単独ではなくて、アンローディングに関しては軌道制御と併せて実施して効率化を図るという運用を実施しています。これはどちらかということ、多分、放送衛星さんもしている可能性は高いかなと思うのですが、一応案としてはそういうものがございますということで御紹介させていただきました。

もう一つ、宇宙ごみですね。デブリの回避につきましては、HOPEでは、実際にデブリを監視しているわけではないのですが、それを回避するための衝突確率を再計算するようなシステムを導入しておりまして、ツールみたいなものなのですが、その衝突確率が、例えば一般的な衝突確率50%とか30%といったものに対して再計算させて、より精度を上げてその衝突確率が10%とか5%になったりとか、逆に80%になったりとかするのですが、そういう再計算をするようなシステムを持っています。HOPEとしてはそういうのをやっておりますというところですよ。

もう一つ、宇宙ごみの今後の展望に関しては、今、なかなか一般の民間ではないのですが、国の施策として、この宇宙ごみを観測するというようなプロジェクトが走っていたりしまして、一般の衛星メーカーより正確な宇宙ごみの情報を提供するようなプロジェクトも走っておりますので、そういったところがもう少し一般に本当に使われるようなシステムになってきたら、この回避をする、しないというところのより正確な判断ができるのではないかなと思っております。

【飯塚構成員】

その衝突確率の再計算というのは、御社独自のシステムということであって、ほかの会社さんがそれを利用させてもらうというケースはありましたでしょうか。

【気象衛星ひまわり運用事業株式会社（木村様）】

いや、これはHOPEのほうで作っているもので、特に提供はしておりませんが、多分、同じようにそういうツールを作って運用して効率を上げているところは多いのではないかなと思います。

- ・株式会社放送衛星システムから、資料4-2に基づき、説明が行われた。
- ・スカパーJ S A T株式会社から、資料4-2に基づき、説明が行われた。
- ・事務局から、資料4-3に基づき、説明が行われた。
- ・各構成員等から以下のとおり意見があった。

【音主査代理】

資料4-2の中で、先ほど、B-S A Tさん、スカパーJ S A Tさんそれぞれから共同衛星の

打ち上げの時期のことの御説明をいただきましたけれども、5ページ目のところで、B-SATさん、2030年よりも早期に打ち上げる必要はないというお話をいただいて、それに関してスカパーJ-SATの小川さんのほうから、そのことが、いや、厳しいのではないのかという御見解だったと思うんですけれども、B-SATさん、この2030年早期に打ち上げる必要がないということに関してスカパーJ-SATさんから御懸念のことがございましたが、これ、両者にそのところの確認なんですけど、どういうお考えなのかいただけますでしょうか。

【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】

我々、前回でもそうなんですけれども、高傾斜角運用と、あと2機同時製造あるいは長納期部品の同時調達というようなところがあると考えておりました。なので、もともと打ち上げ失敗の場合に2年置くという発想がまずございません。なおかつ、ここでは1年4か月というのは、2030年の8月とした場合でも1年4か月というふうにしています。この8月というのは昔ながらのBSの打ち上げ時期ではあるのですけれども、これを早くすれば当然2年になるわけです。ということで、2030年より前に打ち上げを設けるということは要らないのではないかと考えていました。

【スカパーJ-SAT株式会社（小川取締役）】

今、浜崎様からの御説明だと、2030年8月よりも前の打ち上げもあり得るということであれば、私が主張しております2年ぐらい衛星製造にかかる場合には、打ち上げをあと6か月早めることも可能だと受け取ってよろしいでしょうか。どれだけ次の衛星の製造に時間がかかるかというものを確認した上で打ち上げ時期をしっかりと決めないといけないと思います。2機同時調達を本当にするのであれば、それは方針としてそれを決めないといけないと思います。以上でございます。

【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】

すみません、もう一度お話をちょっとしないといけないかなと今思いました。当然、2030年内のところでは打ち上げというのはあると思います。ただ、必ず2年置かなければいけないかというところに関しては、我々も先ほど来申し上げていますが、2機同時製造というのは実は同じ仕様にする大変安くなります。衛星としてはコストが安くなります。こういうことを考えながらやはり議論をして、それで同意、合意しないといけないというところはあるかもしれないと思っています。

【音主査代理】

今のお話は承知いたしました。ここからは私の意見といいたしましうか、考え方ですけれども、この後、考えなくてはいけないことの一つは、左旋をどうするかという問題だと認識をしております。B-SATさん、スカパーJ-SATさん、両社ともこの左旋に対する対応はある程度両方展開ができるというお話をいただいたかと思ひますし、逆に、この件に関しましてはこのワーキングでの議論の中でじっくりきっちり検討していかなくちゃいけないことだと認識をしております。

ます。あわせてなんですけれども、共同衛星の管制の在り方に関しても、先ほど事務局のほうで考え方の取りまとめをしていただいて、特に衛星の独占の問題なども含め、将来的・長期的な在り方も含めて慎重に検討することが適当ではないかという御提示をいただいています。私もまさに、非常に大きな問題なので、十分に検討すべきだというふうな認識をしております。そういう意味においては、まさに左旋の問題、右旋ももちろんなんですけれども、しっかりと検討しないこの衛星打ち上げと連動しないのではないのかなということ、改めてお二方の御発表をお聞きしながら感じた次第です。

#### 【伊東主査】

今の御質問に関連しているのですけれども、1機目の衛星が運悪く失敗したときに2機目を打ち上げるまでにどの程度の時間が必要なのか、これについては、2機目に関して予めどのような準備をしておくのかによって変わるというお話であったと思います。部品をどこまで共通にしておくのか等々、この辺りについては、何を前提にすれば2機目を製造するまでの期間がこれぐらい短縮できるというところ、前提条件を少しくクリアにしてお話しいただくと私どもも理解しやすいのかなと思いますので、すみませんが、B-SAT様、スカパーJSAT様、その辺り、もう一度御意見を頂戴できればと存じます。

#### 【石岡構成員】

次の議論に進むための一つの意見を申し上げておきたいと思います。このワーキングでしばしば言及される「独占」問題について、競争法を専門としている立場からコメントさせていただければと思います。

共同衛星について管制等が1社になってしまうことへの懸念がしばしば出てくるようですが、結論的には、ここではそれほど問題にならないのではないかと考えています。問題になるとすれば、放送事業者に対して、管制等のサービスを提供するハード事業者（人工衛星を所有・運用する事業者）が中継機等の利用料について独占価格を設定するなど独占の弊害が具体的に現れる可能性が生ずる段階において、競争法上の問題として「独占」の懸念が認められることになるのではないかと思います。したがって、このワーキングが議論している段階でというよりは、CS、そしてBSの衛星を管理している事業者が、今後、どのような形で価格などの取引条件を放送事業者に対して設定をしていくかという次の段階の問題だと思います。ですから、ここでは独占の問題は取りあえず置いておき、次の段階で議論されていくのが適切だと思います。

この点、前回もちょっと話題になっておりましたので、意見というか、コメントさせていただきます。

#### 【坂本構成員】

事務局の方がまとめていただいた論点に対する意見をちょっと述べたいと思いますが、挙げられている4点について、私はおおむね書かれている内容で良いのではないかと感じました。

ただ、1点目ですね、2機目の新たな衛星の調達費用ということについても、同様に共同で調達して打ち上げを行うことが望ましいのではないかというような書き方なんですけど、私の中では、2機目以降というか、今後ずっとそれが前提で話が進んでいくと思っていましたので、2機目までというふうに決めると、また3機目以降となると新たに検討し直すということになるのかなというのがちょっと気になりました。基本的には2機目以降は共同です。もし何かがあって共同をやめるときには検討するかもしれないけれども、基本的には2機目以降共同というほうで決めておくほうがいいのではないかと。これだと、3機目のときはまた検討しなきゃいけないのかなと感じた次第です。コメントです。

#### 【岡井衛星・地域放送課長】

御指摘ありがとうございます。こちらで2機目と書かせていただいた前提として、次期の衛星体制につきまして現用と予備の2機を打ち上げるということを想定していました。その1機目と2機目、つまり次期体制全てを想定して書いた趣旨になります。もちろん、失敗があった場合は3機目の打ち上げなどがあるかもしれませんが、ひとまず今運用していくことが想定される新規衛星は2機ですので、その2機について述べたということでございます。逆に次の次の体制ということになりますと、また、その設計寿命か、燃料寿命か分かりませんが、さらに15年くらい先ということになりますので、そのときには恐らく状況もかなり変わっていることが想定されますし、まずはこの直近で打ち上げることが想定される2機について、いずれも共同が望ましいのではないかという方向で書かせていただいたものでございます。そのさらに15年先につきましては今想定することはなかなか難しい部分もございますので、その際に共同かどうかというのはまた別途の御検討かなと思っております。

#### 【坂本構成員】

確かにそうですね。15年たったら状況は大分違うということで了解いたしました。ありがとうございます。

#### 【伊東主査】

本機と予備機でセットになっているので、その2機に関しては同じ扱いにしたらどうかと。新しいセット、次世代、次々世代というのでしょうか、になるときにはまた時代も変わっているだろうから、改めて考える必要があるかと思えます。ひまわりさんの今日の御発表でも2機というお話がございましたので、大体それがセットになっているのかなと思えます。

#### 【伊東主査】

資料4-2の1ページの左側の3つ目の黒丸では、B-SATさんのところですが、「現在の伝送容量で比較すれば既にCSの固定料金の半額近いBSの料金」という記述がございます。これについては、何度か見た表現のように思うのですが、その算出根拠について教えていただきたい

と思っております。と申しますのも、現在の主流であるBS並びにCSの右旋帯域で提供されている2K番組を対象にして、いずれも1トラポンで4番組を放送している場合、1トラポンの伝送容量はBSで約52Mbps、CSで約39Mbpsであったと思いますので、これを同じ伝送容量で比較するというのもし御主張なのであれば、BSのトラポン料金を52分の39倍、すなわち0.75倍してからCSのトラポン料金と比較するということになるのかなと想定しております。そうした場合にBSのトラポン料金はCSのトラポン料金の半額近くになっているということなのでしょうか。ここを教えてくださいということでございます。よろしく申し上げます。

【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】

伝送容量による比率は、伊東先生のおっしゃるとおりです。私どもの顧客はやはり無料民放とかそういう方々が多くいらっしゃいます。そのために変動料金ではなくて固定料金で恐らく計算をしないとイケないだろうと考えておまして、スカパーJ SATさんの固定料金、ここにも書きましたけども、固定料金と我々のトラポンの料金、それを伝送比率で計算して半額近くと申し上げております。

【伊東主査】

この御主張の根拠になっているところを、数字を出して簡単に説明していただくとありがたいです。どちらも同じ番組数で比較してもらわないと、例えばBSでは16スロットずつで3番組のトラポンもあれば、24スロット使っていて2番組のトラポンもあって、幾つかパターンがございますので、同一の番組数で比べるとすると1トラポンのペイロードの比率で考えれば良いのかなと私自身は思っているのですけれども。

【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】

我々、画質を落とせばこれだけ入るところまで申し上げますと、今のCSのハイビジョンは地デジよりもずっと品質は落ちていきますので、詰め込むことに専念をした番組の体系と考えております。そういうふうな考えますと、なかなかBSの品質を保つというのとまた違うので、ハイビジョンとは一言で申し上げても、CSのハイビジョン、地デジのハイビジョン、BSのハイビジョン、それぞれ放送事業者さんが我慢できる品質ということがございますので、我々も伝送比率で計算をしようというふうな形でこのような形を申し上げます。

【伊東主査】

CSの場合はこういう前提で、BSの方はこういう前提で計算されているのかが分かれると有難いです。何回かこういう御発言があったと思うので、その算出根拠をぜひ教えてくださいということでございます。

**【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】**

事務局にお送りするようにします。

**【林構成員】**

資料4-3、1ページ目の囲みにありますように、「ハード事業者におけるコストを低減させることが不可欠」という問題意識に賛成です。これも事務局資料にあったように、「衛星を共同で調達して打ち上げを行うことにより、コストの低減を図る」という方向性を関係者間で共有した上で、その準備期間において、両社様との実務協議を綿密にやることにより、衛星製造業者選定等の細部はその場で詰めていけばよいのではないかと思います。いかがでしょうか。その際、議論が折り合わない部分が出てきた場合には、最終的な免許手続を担う総務省に調整役・仲裁役を期待できればと思いますが、どうでしょうか。

**【岡井衛星・地域放送課長】**

問題意識に賛成いただいた点に感謝申し上げつつ、衛星製造業者選定等の細部はその場で詰めていけばというところですが、おっしゃるとおり、準備期間においてそのような調整をしていくことというのは必要になってくると思います。ただ、製造業者の選定という部分に限りましては、総務省から「この事業者を使ってください」と言うわけにもいきませんので、関わる方々、関係者の方々の中で調整いただいて、そして将来、免許手続が必要になった場合に免許を申請していただくというようなことになるかと思えます。また、免許手続に際しまして、このような要件を満たしてくださいという免許方針につきましては、また総務省のほうで検討して出していくことになろうかと思えますので、それに沿うような申請を行っていただければ幸いです。

また、調整役・仲裁役といったところがございますけれども、こちらが免許という観点から申しますと、こちらは行政として必要な免許条件をつかった上で申請をお待ちするという立場になります。ただ、今回、例えばこのワーキングのように、現用の衛星事業者様におきまして、その知見であるとか専門性などを議論のほうに活用していきたいと思っている場合につきましては、このように専門的な御知見から御発言をいただいて、さらに、どういったものが望ましいかというところの話合いなども促進していきたいと思っておりますので、このワーキングの議論の促進に際しましては、引き続き現用の運用を行っていらっしゃる衛星事業者の皆様にご意見を頂戴しながら進めていければと思っております。よろしく願いいたします。

**【伊東主査】**

事務局の総務省としての立場もあるということかと思えます。

**【曾我部構成員】**

今の林先生の御発言、それから事務局のリプライに関わることなんですけども、私も林先生と同感のところがありまして、これは以前も申し上げたかもしれませんが、さっきの事務局ペーパー

一にも「合意が得られるのであれば」という記述がありますので、2社で御議論いただく部分は実務協議の中でもっと詰めた形でやっていただくと。その上で、必要に応じて総務省が調整役をしていただくというのが望ましいのかなと思います。この場でずっと御主張をお聞きしてもなかなかの明かない部分もありますので、2社で御調整いただく部分はそういう形でやっていただくと。

これに対して、今日の事務局ペーパーでも左旋の状況ですとかそういった部分については、総務省あるいはこの場でしっかり方向性を打ち出すべき論点だと思いますので、そういう意味では論点を切り分けて、この場できっちりやっていく部分と2社の協議でやっていただく部分とに切り分けて進めていくのがいいのではないかと思います。すみません、私もよく分かっていないので的外れかもしれませんが、この数回お聞きしてずっと率直にそう思った次第ですので、申し上げておきたいと思います。

**【伊東主査】**

今のお二方の御意見、並びに事務局のお立場などについてお話がございました。資料4-3には4つの論点が挙げられております。一番上の論点では、コスト低減を図るためには、次期衛星の1機目も2機目も共同で調達して打ち上げることが望ましいという趣旨の記載がございますが、この点については構成員の皆様の御異論がなかったように思うのですけれども、そういう理解でよろしゅうございますでしょうか。共同で打ち上げることに対して何か異論があるということであれば御発言をお願いしたいと思います。長田様から「異論はありません」ということでございました。それでは、B-SATさん、スカパーJ-SATさんはいかがでしょう。両社とも共同衛星にするという点については異論がないという理解でよろしゅうございますか。

**【スカパーJ-SAT株式会社（小川取締役）】**

スカパーJ-SATとしては異論ございません。

**【株式会社放送衛星システム（浜崎取締役）】**

B-SATも異論ございません。

**【伊東主査】**

どうもありがとうございました。構成員並びに関係するB-SATさん、スカパーJ-SATさんの両社とも、共同衛星にするという点については異論がないようでございますので、まず、論点1に関しましては合意ができていう前提で、残っているところについて、今後、議論を進めてまいりたいと思います。そのときに、曾我部先生から御意見がございましたけれども、このワーキングで主として検討すべきことと、関係する2社間にお任せした方が良いことがあるのではないかとということでした。その辺りの切り分けも含めて、各論点の深さといいますか、どこまで検討するのかということについても、もう少し事務局のほうで整理していただければと思い

ます。事務局、よろしゅうございますか。

【岡井衛星・地域放送課長】

承知いたしました。次回会合に向けて準備をまいります。

(2) 閉会

事務局から、第5回会合は3月6日(水)15時からの開催を予定している旨連絡があった。