

## 準天頂衛星開発利用検討ワーキンググループ第4回会合 議事要旨

1. 日時：平成23年2月10日（木）14:00-15:40
2. 場所：中央合同庁舎第4号館 共用120会議室
3. 出席者：柴崎亮介主査、坂下哲也委員、芦邊洋司委員、清水基夫委員、鈴木一人委員、  
続橋聡委員  
中島務財団法人衛星測位利用推進センター専務理事  
山川宏事務局長、丸山剛司事務局長代理、片瀬裕文審議官、國友宏俊参事官、  
佐藤潤企画官

## 4. 議事概要

- (1) 我が国の測位衛星システムの全体構成に関するケーススタディについて、事務局から資料2に基づき説明があり、以下のような質疑が行われた。

○25ページに東京での仰角として90度から0度まで記載されているが、準天頂衛星が南半球にあるときに、どの程度見えるのかがイメージしにくいので説明してほしい。（事務局から、マスク角（地平線に近い高さのために衛星が有効に機能を発揮できない仰角）として、10度や15度以下を設定する場合、準天頂衛星が南半球に移動すると、東京ではその衛星は使えなくなる可能性が高いと回答。）

○約150日間に2日程度メンテナンスが必要との説明があったが、この時間は、改善の余地がないものなのか。（事務局から、約150日に2日間サービスが停止するというのは、仕様書上の話であり、その期間が短くなることはあり得るが、全くなくなるわけではないと回答。）

○メンテナンスしている間は、電波の送信が止まるのか。それとも、測位精度が劣化するから、使わないほうが良いという話なのか。（事務局から、後者であり、位置が特定できなくなると回答。）

○25ページに記載されているケーススタディについては、静止衛星の配置を日本と同経度

と東と西の3箇所に配置しているが、それぞれの衛星による測位精度に及ぼす効果や仰角に違いはあるのか。（事務局から、静止衛星の配置については便宜的なものであるが、日本と同経度の静止衛星は、8の字軌道の準天頂衛星と同じ方向に見えるため、東ないしは西の外側にあった方が、DOPの改善効果は高いというのが一般的な見方。仰角については、静止衛星の経度により変わり得るものであると回答。）

○過去の各省ヒアリング資料では、高度運転支援システム等において、持続的なものが必要と記載されており、私もその必要性を感じている。25ページの仰角のグラフについては、東京を想定したものと思うが、オーストラリアの南方においては、グラフはどのようになるのか。（事務局から、同じ経度であれば、北緯と南緯が同じ場合には、同じ結果になると思われると回答。）

○参考資料にインドの測位衛星システムであるIRNSSの記載があるが、日本が静止衛星を打ち上げることにより、インドのDOPの改善が図られるという理解でよいか。（事務局から、ご理解の通りと考えると回答。）

○資料2ページ目において、測位精度という大枠のもとに仰角とDOPがあるが、仰角は通信確保とGPSの補完・補強に影響を与えるものであり、DOPは持続測位時の測位精度に影響を与えるものであることから、準天頂衛星システムやそのアプリケーションから見た重要性を考えると、測位精度で両方ともくくってしまうのは、大きく過ぎる。（事務局から、ご指摘のとおりであり、修正したいと回答。）

○準天頂衛星は、平時であれば、GPSの補完・補強を行うものであり、持続測位は緊急時等の特定の条件下で行われものであり、ある種の保険として設定するもの。そのときにDOP値が影響するものであるが、それは必ずしも最優先の課題ではなく、ユーザーの観点では、通常GPSがある中で、より良いサービスをどのようにして提供するのかということが重要。したがって、システム構成を検討するに当たっては、平時と緊急時を分けて考えることが必要。

○6ページの表のうち、黄色の部分と濃い青色の部分の解析結果について言及がなかったが、その理由について教えてほしい。（事務局から、黄色の部分は、メンテナンス時に持続測位ができず、補完・補強ということであれば、ピンクの部分と大きな違いはないことから、あえて言及しなかった。濃い青色の部分については、できるだけ機数を少なくして、ある程度の性能を達成するという観点から、7機で解が得られたことから言及

しなかったと回答。)

- 準天頂衛星システムについて、すべての衛星を短期間で打ち上げることはできず、段階的に打上げることになる。準天頂軌道の衛星を増やす場合、3機から4機へ増やすことは、かなり困難や無駄があり、4機から5機、5機から6機と増加するにつれて、だんだん容易になっていくという理解でよいか。(事務局から、5機から6機に増やすことも難しく、3機の次は6機となる。静止衛星の増加については、比較的簡単であると回答。)
- 静止衛星の場合、軌道位置に関する争いの話などが耳に入る。準天頂衛星システムの静止衛星については、その点がある程度考慮されたものなのか。(事務局から、日本が打ち上げている衛星をある程度念頭に置きながらシミュレーションしているが、静止衛星の位置はあくまで便宜的なものと回答。)
- 先ほど、準天頂衛星を3機から4機に増やすのは、困難との説明があったが、既に1機打ち上げられていることから、次に打上げる準天頂衛星が既存の軌道面に対し、3機体制なら120度、4機体制なら90度、5機体制なら72度の軌道面に打ち上げなければならず、2機目の打ち上げでシステム構成が決まってしまうものと思われる。また、静止衛星の軌道位置や周波数の問題について、最近では、周波数の干渉がなければ、同じ軌道位置に置くことも可能になってきている。測位信号は、通信用の信号とは周波数帯が異なることから、不可能ではないのではないかと。ただし、これはITUが所掌する問題なので、総務省に頑張ってもらいたい。
- 例えば準天頂衛星が3機あり、1機追加することになると、衛星の間隔が120度の箇所と60度の箇所が生じる。このような衛星の追加でも、十分な効果が得られる場合はあるのか。(事務局から、投資としては非常に効率的でなく、改善も限定されると思うと回答。)
- 放送衛星など大出力の衛星の場合は、春分・秋分などの静止衛星の食期間にメンテナンスが必要になるケースがあると聞くが、準天頂衛星システムの静止衛星については、そのようなメンテナンスはないということによいか。(事務局から、食期間の話を含め、衛星の運用可能時間について検討する必要があると回答。)
- 例えばジャカルタ、シンガポール、香港、バンコクのように、日本から西に進んでいった場合に、準天頂衛星と静止衛星の最高仰角と最小仰角を整理すると、海外展開の検討をする際に分かりやすい指標となるのではないかと。(事務局から、海外向けのプレゼン

テーションは工夫したいと回答。)

○シンガポールやジャカルタなどでは、静止軌道がほぼ天頂と重なる。中国の測位衛星システムである北斗は、静止衛星を既に5機打ち上げており、中国よりもこれらの国にとって、北斗は使い勝手のいいシステムとなっている。今後中軌道に衛星を27機打ち上げ、全世界的にカバーする予定であるが、現在は、準天頂軌道に3機と静止軌道に5機程度のはずである。今は中国における利用よりも東南アジアにおける利用の方が有利な状態になっているので、これらの国のマーケットとの勝負になっているのであろうと思う。

中国の北斗は、準天頂衛星、中軌道の周回衛星及び静止衛星も備えており、GPSなどよりも、はるかに東南アジアには都合のいいコンステレーションになっている。まだビジネスとしての展開は十分ではないが、今後予定していることから、今後、我が国の準天頂衛星システムの海外展開を考える場合、意識する必要があるのではないかなと思う。

10ページのマップを見ても、準天頂衛星システムのカバレッジは、残念ながらほとんどインドを含んでおらず、東南アジアまでとなっている。海外展開の勝負は、オーストラリアと東南アジアということになると思う。

○10ページのマップは、持続測位のときのものであり、他の測位システムが動いていれば、DOPの値が異なってくることから、それを反映したマップが必要かもしれない。

○他の衛星の軌道は、既に打ち上がっているものや計画が公表されているものは、ある程度は分かるはず。他の衛星と我が国の準天頂衛星システムについて、今回の検討と同様の比較をすることにより、例えばバンコク等の海外の都市においてどちらの衛星システムが優位ということが分かるのではないかな。

○GPSは皆が知っているが、今後システム構築が見込まれる中国の北斗とインドのIRNSSは、ライバルになると思われる。ヨーロッパのガリレオについては、システムが構築されるまでには、まだ暫く時間がかかる。これらのこともすべてシミュレートした上で、東南アジア、オーストラリアのユーザーの立場に立ち、他システムとの差異を意識した売り込みが準天頂衛星には必要。(事務局から、特に、アジアは非常に重要と考える。12ページについて、幾つかの東南アジアの都市でDOPのシミュレーションを行ったが、東南アジアのほうが日本よりもDOPが良かった。赤道直下に位置することは、非常に優位であり、例えばバンコクでは、準天頂衛星の8の字が常に見えることになる。むしろ日本のDOPが悪いときでも、東南アジアでは良いと概ね言えるというのが、と

りあえずの結果であった。プレゼンテーションの今後の仕方については、ご指摘を踏まえてしっかりと工夫したいと思うと回答。)

○資料6ページのマトリックスについて、準天頂衛星は、概ね入り口が4機、5機、6機と決まっている。このマトリックスのそれぞれの性能の検討の次に、コストに係る検討が必要となる。具体的な数字を出すほど、まだ詰まっていないと思うが、これらの情報について、このワーキングの中でいつか議論ができるような材料を準備していただけるのか。それとも、3月までのこの短い期間の中では難しいのか。(事務局から、今回の検討作業は、8月の予算の概算要求の是非の判断、年末の予算措置の是非に関する判断が大きなマイルストーンになっている。このマイルストーンのそれぞれまでには、コストについても確度の高い数字を固めていく必要があると思っている。3月は中間地点であり、必ずしもコストについて詳細なものを決める必要があるという状況ではないと考えている。今日時点では定性的な話しかできないが、例えばコストというのは機数に比例する面があり、他のミッションと相乗りすること等によりコストの削減が図られる。また、準天頂では軌道面が1機ごとに違うため、恐らく一度に2機打ち上げることは難しいが、静止衛星では、衛星の重さとロケットの能力さえ適合すれば、論理的には複数打ち上げが可能。相乗りの是非などは、衛星のスペックによって決まってくるが、それも含めて、8月、12月というマイルストーンを意識しながら、しっかり詰めて、ワーキンググループでもご議論いただきたいと思っていると回答。)

○機数が増えれば多いほど測位精度が向上するが、その反面コストが増加する。コストについて検討する際に、準天頂衛星については4つ特徴がある。1点目が、設備投資ビジネスの典型的なパターンであるということ。2点目が、極めて固定費に依存するビジネスモデルであるということ。3点目が、コスト効率が設備ビジネスとしては悪いということ。仮に準天頂衛星を3機打ち上げた場合、衛星自体は24時間稼働しているが、天頂にいる間が3分の1とすると、コスト効率は3分の1と見るべき。仮の数字だが、1機当たり100億円かかるとして、3機上げると200億が、寝ている時間の設備になってしまうという特徴がある。4点目が、打ち上げた後にコストダウンすることが、非常に難しいビジネスであり、最初のコストの設計で大きく決まってしまうところである。これらの点を踏まえつつ、準天頂衛星の構成を検討する必要があると考えている。

コストのモデルというのは、後々シミュレーションを行わなければならないので、何

らかのコストドライバーを出しておかなければならない。初期投資として、衛星本体、打ち上げ費用、地上設備、運用コストに大きく区切られるのではないかと考えている。

また、時系列ではもう一つ見ておく必要がある。例えば、仮に1機100億、打ち上げを含めてかかるとして、6機上げると600億。10年維持するとして、大体地上設備と運用費が同等かかるとすると、トータルで1,200億ぐらいのビジネスになる。思い切った仮定ではあるが、官民で50%ずつとし、10年とすると、民間で大体60億の利益を上げなければいけない。これを5%とすると、大体1,200億ぐらいのビジネスに仕立てる必要がある。これを携帯電話のように6,000万人を普及限界点とすると、1人当たり年間2,000円の支払いが成り立つビジネスを考えなければいけない。前回のヒアリングのときに、SPACから、IT農業など、いろいろなビジネスアイデアがあったと思う。SPACのアイデアは、すごく良い切り口であることから、国内市場としてどれぐらいの市場規模があるのか、海外での市場というのはどれぐらいあるのかという仮説を立てて検討していく必要があるのではないかと感じている。

そのようなところからコストの話を検討するときには、初期投資、コストドライバー、市場規模をある程度想定しておかなければいけない。これらがまとまってくると、累積の累積を解消するまでにあと何年でやるとしたら、目標の投資額はどれぐらいにしないといけないというのが、算出されると思う。おそらく先々そのような議論をしなければいけないと考えている。

○その話はそのとおりだが、もう既に検討済みの部分がある。準天頂衛星は、2000年からもともとは官民協力のプロジェクトとして検討されていて、当時はASBC（アスピック）という民間会社が準天頂衛星を使ったビジネスを考え、様々な検討を行った結果、実現困難ということが分かり、現在の状況に至っている。当時は準天頂衛星3機というモデルでの計算であったが、それでもかなり厳しかった。現時点でそういった経験を踏まえて言うと、コストドライバーなどの話はそのとおりで、設備投資ドリブンのシステムで、固定費が非常に大きく、打ち上げてしまうと変えられないという仕組みのシステムである。準天頂衛星システムについて考えるときには、これはあくまでもビジネスをやるためだけのものではなく、公共財としてパブリックサービスを提供するためのものだとことから、議論をスタートさせる必要がある。純粋にコストと費用対効果の観点だけで検討すると、おそらく、やらないほうが良いという結論になる。したがって、

今我々が考えなければいけないのは、公共財として打ち上げられる準天頂衛星システムがあって、それを使って生まれるビジネスであると理解している。準天頂衛星というのは、あくまでもパブリックグッズとしての機能をまず持っていて、そこから得られる信号を使って、さまざまなビジネスが派生的に生まれてくるだろうという位置づけで考えていくことで、コストをどういう形で見えていくのかということが決まってくるのではないかと考えている。

ただし、その際もパブリックサービスとはいえ、どう使われるのかということが重要である。ただ単に民間のために打上げるのではなく、例えば防災など、さまざまな政府の業務をサポートする仕組みのもので利用されることで、効果が高まっていく。人命などについては、費用では計れないものである。ポイントとしては、ただ単に衛星を打ち上げて信号を降らせばよいというものではなく、公的政策、公的事業に利用することを第一義的な目的として設計し、これをSPACやJIPDECが活用し、展開してもらうことが、大いに望まれるという話の持っていく方なのではないかと理解している。それを踏まえた上で、コスト計算等について考えるべきなのかなというふうに考えている。

○指摘のとおり。ビジネスドリブンで考えてしまうと、絶対にノーという答えしか出てこない。あくまでも派生して何かビジネスをすればしたら、どんなことができるかという位置づけでないと、議論は組み立てられない。コストの話ばかり取り上げるとするのは、議論が偏ってしまうため、よくない。

○防災投資のようなものでも、いわゆるコストベネフィットアナリシスのように、ビジネスとして回収はできないけれども、社会全体でどのくらい価値を生み得るかということのを定量化しようという試みもある。そのようなものも参考にしながら、ある程度評価できるようにしていくと良いのだろう。

○そうでないと、幾ら金かけても良いという話になってしまう。実際にGPSなどは、もともとは軍事目的のシステムであり、国の安全保障のために打ち上げるシステムとして、コストよりも機能、性能のほうを重視するといったようなストーリーになっていたと思う。しかしながら、準天頂衛星は、そのようなシステムではなく、ある程度ベネフィットを得ることを目的として、どのくらいコストをかけるかというバランスが必要だろう。(事務局から、国民に説明可能な意思決定が絶対に必要だと思っている。説明責任としては、コストがどの位かかり、どういう意味があるのかということだと思う。ご議論い

ただいたように、コストは当然定量化できるが、ベネフィットは定量化できないものもあるのではないかと。特に測位の技術をきちんと持続的に維持していくということについては、長期的スパンの話でもあり、さらに安全保障の話でもあるが、できるだけ説明可能にするということで、議論の整理をしていきたいと思っていると回答。)

○6ページにA、B、Cという3案が記載されているが、どれが良いのかをある程度考える必要があるのではないかと。いずれも持続測位及びメンテナンス中の測位が可能であり、9ページでA、Bのケースが取り上げられており、AはDOPの劣化量が小さく、Bは仰角がとれるということの選択肢があり、優先順位からすると仰角を考慮し、Bではないかという結論になる。これが最終結論には当然ならないと思うが如何か。(事務局から、仰角は必要だが、持続測位を可能にする意味が、万が一GPSが使えなくなった場合に、ある程度公共サービスを利用可能にするということであれば、15ページにあるようにDOPが35まで低下するというような極めて不安定な状況が2週間に1日あることについて相当議論する必要があると考えると回答。)

○今回のWGは、結論を出す場ではないが、A案かB案が適当であり、これが1つポイントであると思う。B案を採用し、静止衛星をもう一機打ち上げると、6ページの青の部分に入るの、そこまでゆとりがあるかどうかは別として、青の可能性が残るという点を考慮すると、魅力的であると思う。(事務局から、資料6ページで、B案というのは最終的な姿ではなく、さらに1機静止衛星を打ち上げて、A案の右隣に来ないといけないうことではないかと思うと回答。)

○例えば静止衛星のメンテナンス時の性能を比較すると、A案(12ページ)とB案(15ページ)では、どちらかというともB案のほうが優れていると考える。B案は、7機で打ちどめになるかどうか1つの問題であり、7機打ち上げてみたが、実際にメンテナンス時に支障が生じることから、もう1機上げるということが可能かどうか重要。そこまで財源に余裕があるわけではないので、難しいかもしれないが、不可能ではないシナリオ。例えば、ビジネスにおいて、7機ではA案にしてもB案にしても、メンテナンス時に多少支障が生じるということであれば、民間で追加の1機を打ち上げるようなことがあっても、おかしくはないと思う。つまり、確率は低いとは思いますが、7機そろえるまでは政府の仕事であり、そこから先、より良いサービスを提供するためのアップグレードについては、それを必要としている人が費用を負担するというような考え方もあるので



はないか。そのため、パブリックグッズとして提供するのには、官が最低限ここまで整備するというのがまずあって、そのシビルミニマムみたいなものがそろった段階で、そこから先は必要な人が考えるということでもあるのではないかと思う。（事務局から、ぜひ様々なアイデアについてご議論いただきたい。他方、15ページのDOPで、20、30のときは、事実上使えないということであり、最低限の機能と言えるかどうかという、恐らく答えはかなりネガティブではないかというのが、私どもの見方であると回答。）

○グラフを見て、単純にA案が最適だと思ったが、DOPが10、あるいは30、35というものが、具体的にどういう意味を持つのか今日でなくて構わないが、教えてほしい。（事務局から、今回の解析はSPACに協力をいただいた。今日はSPACの中島専務に出席いただいていることから、中島専務から簡単に説明いただきたいと回答。）

（SPAC中島専務から、23ページにあるとおり、DOPの数値と測距精度をかけると位置・航法精度が算出できる。例えば、DOPが5と35の場合、位置・航法精度に7倍の違いが生じることになる。DOPが5の場合の誤差を例えば5メートルとすると、DOPが35の場合の誤差は35メートルになると考えていただければ、大体直観的な解釈としては問題ないと回答。）

○本日様々な意見を頂いたが、ワーキングとしては、今回提出いただいた解析結果を了解することとしたい。今後、この解析結果をベースにして、事業のあり方や利用の可能性についての議論を深めていく。

（2）最後に事務局から、次回会合は、2月24日に国土交通省からのヒアリングを行う予定と連絡。

以上