

宇宙政策委員会 第9回宇宙産業振興小委員会 議事録

日時：平成29年2月21日（火）13:00～14:59

場所：内閣府宇宙開発戦略推進事務局 大会議室

出席者：

委員：高橋座長、青木委員、阿部委員、石田委員、遠藤委員、小山（公）委員、小山（浩）委員、酒匂委員、鈴木委員、夏野委員、松浦委員、山川委員

オブザーバ：総務省（新田課長）、文科省（堀内課長）、経産省（靄田室長）

事務局：高田局長、佐伯審議官、高見参事官、行松参事官、松井参事官、佐藤参事官

議題

（1）宇宙機器産業の振興について

（2）その他

議事

高橋座長：それでは時間になりましたので、第9回宇宙産業振興小委員会を開催させていただきます。前回第8回では、宇宙利用産業の課題を確認、整理するとともに、課題解決に向けた具体的な対応策について御議論いただきました。本日の第9回会合では、宇宙機器産業の課題を確認、整理した後に、課題解決に向けた具体的な対応策について御議論いただきたいと思います。それでは、事務局から資料1「宇宙機器産業の振興について」を御説明いただきます。

< 事務局より資料に基づき説明 >

高橋座長：ありがとうございました。それでは、今の説明を踏まえて、宇宙機器産業の振興策について、御議論いただきたいと思います。御議論いただくにあたり、論点を分けて進めるのが適切かと思しますので、まず、大型衛星・大型ロケット、その後に小型衛星・小型ロケットといった2つに分けて課題と対応策について議論を進めさせていただきます。

まず大型衛星・大型ロケットと、その対応策について議論させていただきます。それではどなたからでもコメントや御質問があればお願いします。

阿部委員：大型衛星のキーとなる部品・コンポーネントの供給機関が脆弱とあるのですが、大型ロケットには該当しないのでしょうか。ロケットも同じように、電子部品などは今、輸入が多いです。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：ロケットも衛星と同じと考えて下さい。宇宙空間に行く物体という意味では、ロケットは衛星と同じです。

阿部委員：同じという理解ですね。それと29ページに軌道上補償が出ていますが、なぜ小型のほうだけ取り上げられているのか分かりませんでした。実際、H- A、Bでは、

サードパーティーに対する保険は入っていますが、保険での賠償額を超えたものをどこまでカバーするかというのは明記されていないので、大型も小型も同じではないかと思いました。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：それも先程と同じ考えです。数が多く出てくると、軌道上での衝突が増えるという観点からクリティカルなのは小型で、この問題として取り上げているものです。

阿部委員：分かりました。どうもありがとうございます。

高橋座長：衝突する時は大型と小型がぶつかるケースもあると思います。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：2011年にロシアの衛星とアメリカの衛星が宇宙空間でぶつかったというケースも実際に起きています。

高橋座長：夏野委員、どうぞ。

夏野委員：あえてお伺いしたいのですが、数字で見ると、日本で大型衛星を開発している意味がほとんど分かりません。つまり、すでに欧米と比較して負けてしまっているのですが、あえて世界シェア2%の現状で、国として続けている最大の意味としては、技術を自国で持つておくという、いわゆる国防的な意味合いが強いのかどうかを教えてくださいたいです。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：現実には相当苦戦していることも事実です。一方、海外展開の中で、カタールやトルコなど受注できた案件もありますので、現状の数字をもってもう追いつけないと判断するのか、あるいはもう少し頑張ればまだ追いつけると判断するのかは、評価が分かれるかもしれません。

夏野委員：つまり、経済合理性でまだ議論していいものなのか、それとも、他の政治的な要素を考えなければいけないのかによって議論の仕方が変わります。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：自立性という観点で、いざとなったときに自前の衛星があった方がいいという議論はあると思いますが、今、この局面では、もっと普通の産業政策論として議論すべきで、例えば欧州などのやり方に比べて日本はまだ足りない部分があったのではないかと思います。

夏野委員：まだやれることがあるのではないかと思います。もう一つは、衛星と部品の両方で競争力がなくなっているという話ですが、相関性として、いい部品を開発するためには、パッケージとしての衛星を開発している国のほうが圧倒的に有利なのかどうかという点もお聞きしたいです。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：まず、両方とも競争力がなくなっているとは思っていません。部品は一概に全体で議論はできなくて、競争力がある部品、ない部品とあり、日本の部品でも世界シェアを高く持っているものもあつたりします。そういった意味では、部品はそれ自体で伸ばせるものはあります。一方で、衛星をつくっていくとき、例えば、原子時計などアメリカ製の部品などは、納期の観点で日本の衛星組み立てにすごく影響を与えてしまって、なかなか自立化できないのですが、そういっ

たキーコンポーネントは内製できたほうが安全ではないかという議論はあります。衛星は、組み立ててさらに展開する話なので、私は次元として違う話だとは思いますが、部品が弱いと、最終的に部品に振り回されてしまうということもあり得ると思います。夏野委員：パッケージとして衛星を開発している国が、部品の面でも有利ということは余りないということですね。

小山（浩）委員：状況から言いますと、衛星システムの世界と機器・部品の世界はほぼ二分化されています。衛星システムは世界中で衛星メーカー同士が競争しており、日本も遅ればせながら何とかついていこうという状況です。一方、機器・部品は少し別の状況になっており、良い製品であれば競合メーカーであっても使うなど、いわゆる世界標準汎用品といった位置付けとなっています。その観点で、日本は幾つかのコンポーネントでは世界シェアの半分程度を持っているものもあります。

部品に関しては、3種類の区分があると考えています。1つは、先ほど話に出たクリティカル部品というもので、もしアメリカが売ってくれなければ準天頂衛星すらつくれなくなってしまう部品があります。これは将来どうすべきか大きな問題だと思えます。おそらく合理性の他に政策的な観点も絡むと思えます。もう1つは、一般的な汎用部品というもので、これは世界中で複数の販売ソースがあるので、世界調達すればいいというものです。3つめは、日本独自の強みを持って売っていける部品となります。これら3つに分かれると思っています。

夏野委員：分かりました。

山川委員：前半の議論で補足させていただきたいのですが、この委員会は産業振興の小委員会なので、経済合理性という観点での議論が中心になっていくと思いますが、ただ、日本の政策全体を見ていけば、日本が宇宙技術を持つ、あるいはインフラを持つということは、基本的に自立性が大前提にあると思っています。もう少し具体的に言うと、政府として持つべき宇宙システムを最悪の場合でも自前で構築することができる、あるいは展開することができる、特に安全保障という観点からそのように理解しています。それがまずベースにあった上で、それを支える産業基盤をしっかりとさせる、あるいは産業自体が自立することが一番いいことなので、より経済合理性を追求するという観点で、私はこの委員会に臨んでおります。

それから、先ほど阿部委員がおっしゃったH- ロケット、あるいはイプシロンでもそうですが、大型、小型は関係なく部品に関しては、開発のスケジュールや経費、納期など全てに重要な意味合いを占めますので、非常に重要だと考えております。先ほど、保険に関連して衝突の話が出ましたが、例えば今、既に10センチ以上のスペースデブリは約2万個と言われています。今後、大規模な超小型衛星あるいは小型衛星のコンステレーションが展開して、仮にそれで1千機増えたとしても、2万個のデブリがいれば2万1千個になるということですので、衝突確率が何桁に上昇するという話ではないと私は思っています。

鈴木委員：今の議論にやや上乘せする形で、一つだけコメントをさせていただくと、今、山川委員がおっしゃった自立性の問題と、経済合理性の問題というのは、ある種のトレードオフの関係になっていて、自立的な部品や自立的なものをつくれれば、コストがかかる場合があります。競争力があるということは、製品がいいというだけではなく、価格が安いというのも競争力ですから、競争力のあるものを外国から安く買うか、あるいは、高くなって自分たちのところでものをつくるのか。ここには納期の問題もかかわってきて、値段は少し高くなっても、自分たちでつくることで、きちんと納期どおりに納入できれば、宇宙システムとしての競争力は維持できますが、もし自分たちでつくって、値段も高く、納期も守れないとなると、これは問題です。このように、ある種のトレードオフ関係にあるということは、頭に置いておいてほしいと思います。

つまり、自立性をとにかく何でもかんでも大前提にしてしまうと、今度は競争力が犠牲になると思うので、どちらをどう採るかということは、先ほど小山（浩）委員がおっしゃったシングルソースでクリティカルな場合や、汎用品の場合は外国から買うことをよしとするかなど、ある種の政策判断が必要になってくると思っていて、そこは自立性が経済合理性かという二者択一の選択ではないと思います。

夏野委員：資料の4ページに大型衛星の国際競争の技術開発力の話が出ていますが、今の話を踏まえた上で、この委員会ではどれだけアクセルを踏むべきかをきちんと提言しないといけないと思います。化学推進系、ハイブリッド、オール電化という流れに日本は乗っていないという話が、どれくらい深刻なのかをお聞きしたい。つまり、ハイブリッド系が出てきているのが2010年代以降ですが、ここからどれくらいアクセルを吹かせれば日本は追いつけるのか。今のままのペースでは追いつくのは無理なのかどうかを判断したいです。

小山（浩）委員：補足しますと、ETS-9は、この図でいうと一番右上を狙っていると認識しています。真ん中のハイブリッドはメーカーの自助努力で頑張っており、対応できる状況になりつつあります。商用衛星のトレンドは現状、右上に向かっていきます。左のグラフで示されるように、商用通信衛星が毎年20機ぐらい打ちあがりますが、その半分ぐらいが現状ハイスループット衛星となり、電気推進や大型化などが必要な状況になっています。このままでは見かけ上、市場が半分になってしまっている状況で、手を打たない場合、今後さらにますます実質的市場は小さくなってしまいます。

夏野委員：欧米がさらにもっと先進的なことをやる可能性はあるのですか。

小山（浩）委員：欧米は技術開発を継続しています。私の私見ではあるのですが、今回、ETS-9で何とか土俵に残れたので、その次の取り組みでどう抜くかということだと思っています。

高田宇宙開発戦略推進事務局長：資料の10ページにEUの現在の取り組みがあります。日本は2000年に入るまでそういった技術開発はしていたのですが、振り返ってみると15年間、技術実証衛星が途絶えていました。こういうことを繰り返さないようにしてい

くということが大事だと思います。

小山（浩）委員：資料の37ページには、ベースロードとして国内官需があり、ここで培った基礎技術をベースに、さらに海外に出ていくためのR&Dを行う仕組みを形作るといふ絵姿を記載頂いています。こうした姿を書いてくださるのは、非常に勇気付けられます。外に出て行くにあたり、通信の他にも様々な分野での技術開発の可能性があり、測位や観測など、その時々で海外に対して競争力を強化する必要があるものをやればよいと思われれます。

また、コスト削減に向けた開発について、工程表にもQCDを見据えた開発という項目を入れていただきました。基本的にはメーカーとして、改良・改善は定常的に実施しており、どうやって海外メカより一歩抜きん出るかを試行錯誤しています。衛星も今まで伝統的なつくり方をずっと続けてきているわけですが、抜本的なQCD改善に向け、あるところでアーキテクチャを根本的に見直したほうがいいのではないかという話も出ております。こういった話になりますと、JAXAを含めた取り組みが必要となり、JAXAの衛星でまず実績を作り、それが積み重なって初めて世界に認められると思っています。こうした観点から、根本的な開発をどのようなものにするのかも併せて、QCDを意識しながら取り組むべきではないかと考えております。

鈴木委員：先ほど高田局長は、技術試験衛星は15年ぶりとおっしゃっていたのですが、8ページにあるように過去の技術試験衛星は、ETS-8まで断続的に行われていて、継続的に何かをやっていたわけではありません。例えばETS-7というのは無人のランデブードッキングで「おりひめ・ひこぼし」という名前がついているプロジェクトですし、ETS-8では大規模アンテナが搭載されたといったように、そのときそのときの技術的に面白そうな課題が断続的に取り上げられてきたというのがこれまでのパターンでしたが、今、取り組んでいるETS-9でオール電化を目指すといった取り組みは、実は初めてのケースで、つくる側のメーカーと使う側のユーザーがコラボレーションをしながらデザイン設計をやっており、先ほど紹介があったようなARTESの考え方にかなり近い形でやっているのです。これまでのETS-8までは、そういったタイプの技術試験ではなかったと言えます。例えば9ページのところに「DS2000」というバスが挙げられていますが、これは別に技術試験をずっとやってきたからできたわけではなく、他のJAXAの衛星で開発されたそれぞれのコンポーネントやバスの開発技術が取り入れられて「DS2000」が製造され、さらにそれを使ったものが、昨今、シンガポールやトルコなどで売れるようになってきたように、メーカーとJAXAのコラボレーションで始まったのです。そういった意味で、技術試験衛星が単にあればいいという話ではなくて、いかにメーカーとJAXAとユーザーがうまく技術試験のデザインをしていくかがポイントだと思うので、技術試験衛星が15年ぶりという点を強調されましたが、15年ぶりだから問題ということではなくて、コラボレーションができるかどうかというのが大事なポイントだと思います。

夏野委員：それは世界でも一緒なのですか。

鈴木委員：世界では当たり前に行っています。

夏野委員：つまりNASAは、メーカー側にオペレーション機能を持たせているのではないのですか。

鈴木委員：NASAといっても様々なケースがあって、例えば宇宙ステーションなどは実用とは全く別の世界で行っているのが例外かもしれませんが、例えば気象衛星などでは、NOAAがメーカーと一緒に技術開発を行っていますし、この他にもメーカーとユーザーが一緒になって行っているケースもたくさんあります。

高橋座長：そうだとすると技術試験衛星という呼び方や性格はそれでいいのかという話になると思います。ETS-8でも社会インフラとして商用市場への展開はあるわけですね。

松浦委員：ETS-8では、衛星に乗っかっている大型アンテナで離島や災害地などへの通信を確保する、あるいはスマートフォンにアタッチメントをつけて、直接衛星から通信がどこでもできるようにするというミッションが前提としてありました。ETS-9になるとハイスループットの市場になっていて、ミッション設定の段階で、企業も含めたユーザーサイドとの議論を取り込んで成立させているというのが新しい点です。通常はJAXAが決めた仕様で衛星をつくっていただくという流れですが、今回は踏み込んで、選定した企業のニーズも織り込んで、産業振興の要素も取り込むという意味では、かなり大きな違いがあると思っています。

石田委員：事務局資料を見ると、技術かコストかという議論が基本で、それが二大ファクターなのだろうと思いますが、本当にそれ以外の差別化の余地はないのでしょうか。昨年末にアメリカに行ったときに、たまたま現地のパーティーでSpaceXの方と会って話を聞いたのですが、コスト競争力で勝っているのかと聞いたら、勝っていないという言い方をします。最初は勝っていたのですが、競合他社も下げってしまったから今は勝っていませんと言っていました。競争力とは、打ち上げの頻度とスケジュールの自由度と投入軌道の自由度であるということを行っていたのですが、彼らは極めてサービス業として行っていると感じました。

他には、アメリカの商業打ち上げ市場などを見ている業界団体の方とお会いしたときには、価格の観点でいくと、アメリカの商業打ち上げ産業としては、インドのロケットがプライスリーダーになっていると考えていて非常に危機感を持っていると言っていました。このように、必ずしもアメリカのSpaceXがプライスリーダーであるとも限らないような気がしていて、差別化の軸として、コスト競争力の他に、ある一定の技術力がないと、そもそも土俵に乗れないのだと思います。日本では宇宙に限らず、グローバルニッチ市場をいかにとるかという戦略にシフトしているメーカーがすごく多いと思っていて、マクロで見ると世界シェア10%しかないのですが、その10%の市場において市場シェア100%を取ると、利益率が10%とか15%出るといった戦略にシフトしている企業が今、すごく増えています。宇宙の世界でも大型の衛星や大型の打ち

上げロケットに関して、年間20から30発ある世界の中で、例えばそのうちの10%の3発だけは明らかに違うマーケットで、その複雑且つ難易度の高い要望に対応して、その市場を支配できれば、実は利益を出すことができるといった市場が本当はないのかと考えています。そこで何か参入障壁が築けるのであれば、見かけ上の世界シェアが小さくても、産業競争力と利益は得られると思います。

夏野委員：宇宙産業は3,000億円なのですよね。他の産業からすると本当に小さくて、例えば今年、映画産業は「君の名は」のヒットで3,000億に届きます。他の業界に比べると本当に小さいのです。金があるが国防などと紐付いているので自前衛星は開発できない国は山ほどあって、そういったところからお金を引っ張ってくるということも政策の中に入れてしまうようなことはあり得ないのでしょうか。

鈴木委員：自分たちでつけれないのですが、衛星が欲しいという国は世の中に50ぐらいあって、アメリカもヨーロッパも日本も、こういった顧客に対して営業をかけています。

夏野委員：それはオーダーメイドでしょうか。

鈴木委員：衛星は量産ではなくて、一つ一つユーザーの要望やニーズに合わせてつくるものですから、全てオーダーメイドです。そこでの差別化はすごく難しく、例えば三菱電機が「Turksat」を受注したわけですが、内閣府と文科省と一緒に現地に行って、トルコの大臣と覚え書きを交わして、人材育成などもパッケージに含めた売り込みをやって、製品の付加価値をつけていきました。ただ衛星を売るだけではなくて、トルコは今、宇宙庁をつくりたいと言っているのですが、宇宙庁をつくるサポートなども提案して、競争力を得るといのが基本的な売り方になっています。参入障壁が最も高いのは官需ですが、今のところ明白にWTO調達規定に引っかからないで、堂々と参入障壁を設けることができるのは、国の衛星を打ち上げるロケットです。また、WTO調達協定と日米政府衛星調達合意で入札対象外になって衛星は安全保障衛星と研究開発目的衛星であり、それ以外は平場の勝負ということで、いかにお土産をつけられるかというのが勝負になっているというのが今のマーケットです。

夏野委員：宇宙開発衛星では、必ずJAXAが発注し、それで一つのモデルをつくって、それを売りに行くというサイクルになっているのですが、そのサイクルだといつまでたっても欧米より先に行けない気がします。やり方として従来の方法と並行していいのですが、例えばお金があってもっと先のことをやりたい50の国の1つでも実施するといったやり方はあるのかと思いました。

松浦委員：さらに先の話として、相手国は衛星も欲しいのです。

夏野委員：権益が欲しいのですか。

松浦委員：いえ、技術が欲しいのです。

夏野委員：技術も欲しいのですね。

松浦委員：サービス提供だけだったら、それほど難しくないのですが、本当は衛星を自

分たちでつくりたいので、人材育成も含めて、そういった最先端の技術が欲しいのです。そういった技術者を我が国でも育てたいというマインドがあるので、日本の技術をどれだけ相手とシェアしていいかというのは、おそらく一番のポイントになってきます。どれだけ守るのか、あるいは共有するのかという議論をした上でないと、なかなか組めません。

夏野委員：共有して、相手国が作り出したものを全て採用してしまえばいいのです。

松浦委員：我が国の技術を確保するという利害が一致すればよいのかもしれません。

夏野委員：あとは権利関係で、特許をどのように所持するかという話と、ビジネスとしていったときに、ライセンス権をどれくらい渡すかという話を分けてするとよいと思います。

高橋座長：海外需要をいかに取り込むかは次回のテーマとしても設けているので、そこでも議論したいと思います。3,000億円を増やすという話は、11ページを見ていただいたらいいと思いますが、上半分が宇宙に特化したもので、これは今、使える予算ということです。JAXAの他にも防衛省、総務省、経産省など、それぞれで予算はありますが、合わせて3,000億です。ですが、下の一般分野でも、これだけの予算があるわけですから、この辺を宇宙に振り向けられれば3,000億円というパイは広がります。例えば防衛省などは今度予算が増えて、実用段階に近いものの発注はかなり見込まれるので、その中に宇宙関係があれば、とれないことはないのだろうし、内閣府の予算だって、研究開発絡みで宇宙分野でとれないこともないと思うので、そういった部分で可能性はあると思います。

でも、予算をいかにとるかという話は、政治も絡む話なのですが、国内で様々な衛星がそれなりに打ち上げられていく一連の流れの中で、少ない予算でいかにミッションを調整しながら技術力を磨いていくか、そのコストを下げたコラボレーションの仕組みがきちんとできているのかどうかは、私はよく分からないのですが、そこは今、できているのでしょうか。例えば総務省による準天頂では産業振興の観点では、他の省庁と協力されているのでしょうか。

佐伯審議官：準天頂は、そもそも総務省、経産省、JAXAと協力してつくって、それぞれ得意の技術を持ち寄っています。その上で、今、内閣府は具体的に実用的なものを整備しているのですが、例えばそれを使った自動運転などは総務省にも協力してもらっていて、横串を入れるような仕組みはできつつありますので、その部分には気を配っています。ただ、歴史を見てみますと、例えば今のALOS-2にしても、もともとは経産省がつくったセンサーをJAXAが引き継いで、育てて、非常に実用度の高いものに仕上げたように、それなりの交流はしてきましたが、ETS-9についてはもっと戦略的にやっ
ていこうと、取り組んでいる例だと思っております。

高橋座長：それなりに行われているという解釈でよろしいですね。

佐伯審議官：行われていますが、さらに戦略的に取り組むことも必要だと思います。

鈴木委員：つけ加えて言いますと、ETS-8までは宇宙基本法ができる前なのです。つまり、宇宙基本法が2008年にできたときに、相当考え方が変わって、それは技術試験衛星の考え方にも反映されていると私は見ています。これまではJAXAは技術開発をする組織であって、新しい技術や最先端の技術を開発するためにETSがあったのですが、ETS-9から考え方が変わって、利用を見据えた形にしないといけないと変わってきました。2008年に宇宙基本法ができて、2012年にJAXA法が改正されて、考え方が変わってきたので、今、高橋座長がおっしゃったようなことは、徐々にできつつある、あるいはそういった形に向かっていると思います。

高橋座長：あと出ていない論点だと、調達の話でしょうか。利益率の話など、やろうと思えばできる話ですか。

松浦委員：すでにJAXAでは確定契約はかなり取り組んでいます。技術を理解して仕様を決めて、これぐらいの金額というのを算出して、応札する企業はそれよりも安ければ自分のもうけになるというインセンティブが働くような仕組みはやっています。問題は、値決めができないものが、JAXAではたくさんあることです。市場価格というものが決まっていればそれを購入するという、非常にシンプルな形なのですが、そうではないものがほとんどのケースで、その値段が幾らになるかを算定しなければいけません。基本的には原価の積み上げ方式で、それに上乘せして利益が何%かと計算します。それを1個の衛星ではなくて、各々のコンポーネントなど分かれて別々にやっているというのもあって、トータル価格が幾らの値段だと正解なのかを説明するのは非常に大変です。そういった中で、企業から利益率についてよく言われるのですが、NASAでは3から15%乗せているのに対して、日本ではすごく小さな利益しか乗せられない、例えばベンチャー企業と話をしていると、その何倍ももらわないと会社が潰れてしまうといった議論になり、JAXAと既存の宇宙関連企業であれば通じることが、新しいプレーヤーが入ってくる時に、それが障壁になることを認識しておりまして、そこを今、変えようとしております。但し、我々も値決めに関する説明責任を負わなければいけません。今のように利益率を低く決めて、これでおしまいということではなくて、徐々にそれが適正になるように話を進めているところです。

夏野委員：23ページの左側の「現状の利益率では『収益 投資』の好循環が困難との指摘」とありますが、これはどこから来ているのですか。

小山（浩）委員：経団連の宇宙開発利用推進委員会の提言です。

夏野委員：日本の企業のほとんどは管理職が多くてホワイトカラーの生産性が低いのです。技術開発を行っていないような社員がたくさんいるにもかかわらず、人件費を全部乗せているので、余りここに真剣に取り組む必要はないと思います。

小山（浩）委員：本件に関しては客観的な検討が必要と考えています。防衛省も契約制度研究会といった取り組みを平成22年から継続的に実施しており、この中で企業との契約の制度面についてなど、有識者を交え検討を行っています。議題を見ますと、例

えばリスクシェア型のインセンティブ契約はどうあるべきか、複数年度契約はどうあるべきか、コストダウン、インセンティブを引き出す契約制度のあり方はどうあるべきかなど様々なトピックを決めながら議論されています。ユーザーサイドの方の意見も踏まえながら、具体的に施策を打っているようですが、このように当事者以外の第三者も含めた形で客観的な検討が必要ではないかと思っております。

山川委員：基本的にこういった契約方式にしる、産業界側のインセンティブを担保するような仕組みにぜひしてほしいと思います。経費節減してもその分だけ差っ引かれる形ではやる気はしないというのが、一番大事な点だと思います。

ちょっと違う話題になりますが、全ての問題を解決するのはベースロード、つまり政府予算を増やすことであり、本来は第1段階として目指すべきことだと思いますが、難しいから様々な対処策を考えているのだと思います。

2つ目としては、先ほどの石田委員とちょっと意見が違うのですが、いわゆるニッチを狙うのではなくて、メインの部分、正攻法に回帰すべきではないかと私は思っています。例えばアクセルスペースは、ベンチャー企業ですが、やろうとしていることはある種の正攻法です。画像データを使ってビジネスを展開するという意味では正攻法ですし、先ほどの議論で出てきた技術試験衛星ETS-9も、結局は世界のメインの市場である通信衛星にどう切り込んでいくかという観点で、政府と産業界が連携してやっていくという話であり、これはニッチではなくて、むしろメインの市場に打って出るという政策だと私は認識しています。

部品に関して言うと、あるときから認定部品が急激に減っています。その減っている部分は主に半導体関係なのですが、半導体というのはそれこそメインであって、どんな衛星、どんなロケットでも必ず使われる。ただし、宇宙環境でどう対処していくかは難しいので、例えばそういったところに回帰すべきではないかと思っています。日本の電気産業界全体が今、だんだん下がっている中で、難しいのは承知していますが、そこに切り込んでいかないと、世界の部品市場を何十%もとるとするのは結局は難しいと私は思っています。先ほど石田委員は、市場全体の10%のニッチ市場で100%を狙いに行くのもあるかもしれないという話をされたかと思いますが、そうではなくて何十%市場をとりに行くべきだと私は思います。そうでないと10%もとれないのではないかというのが、私の個人的な考えです。そういった意味では、文科省の革新的衛星技術実証プログラムや、経産省のSERVISプログラムなどは引き続きやっていくべきだと私は思っています。

但し、ここから少しだけネガティブなことを言いますが、例えば部品開発プログラムにおいて取り組んでいないのは、以前も議論が出ましたが、低コスト化技術や大量生産技術であって、JAXA内にそういったことに興味がある人は全くいないと思います。華々しい内容ではありませんが、結局はそれが産業界を牽引していくベースになると思っているのが、部品レベルでまずは結構なのですが、JAXAとしてもぜひこういった

観点にかなり力を入れた取り組みがなされるといいと思います。たしか数年前に産総研と共同プログラムを進めたと記憶していますので、今それがどういう状況かわかりませんが、そういった観点も入れていくのがいいのではないかと考えています。

夏野委員：今の山川委員に私はすごく賛成なのですが、そういった中で国として3,000億円を増やしていくことや、官民一体となって外に売り込むことを本格的にやり始めるために避けて通れないのは、業界の再編の議論です。半導体も結局ルネサスに集約して何とかやっている。ディスプレイもJDIに集約して何とかやっている。結局、あれらは全部だめになってから、救済のためにやったのですが、それだともう遅いと思います。

もう1つは、オペレーターの顔を見るための人員が各メーカーにたくさんいて、あの人がああいうことを言ったというのを聞きつけてきては物すごく社内で議論するのが仕事になっている人が山ほどいて、これがすごくコミュニケーションロスに繋がっています。そういった観点でも、業界の再編のようなことも、必要性を含めて議論しなければならないと思います。

高橋座長：26ページにはそれを示唆する事例は書いてありますね。

松浦委員：先程のQCDに関して、以前も少しお話しさせていただいたのですが、部品・コンポーネントの研究開発は、JAXAが先導して、その後企業が売っていくという構図を改めて、最近では共同で進めるという方法を試行しております。まだ1件が、スタートしたばかりですが、部品・コンポーネント戦略と立てていただいたので、これを見据えながら、JAXA側が先導するのではなくて、ここが売れると分かっている、やる気のある企業と組んで、共同で開発する方式にしています。

QCDの研究について、一人もいないとおっしゃったとおり、まさにJAXAでは安く大量につくるというノウハウや能力の構築は諦めたほうがいいので、そういった点は企業にやっていただいて、どうしても企業ができないような先に行く研究開発の部分で協同した方が、より効率的かと考えておまして、そういったうまい役割分担の中で進めていければ、勝てる製品は出てくると思っています。

鈴木委員：39ページ、40ページに部品・コンポーネント技術戦略という話があって、特に40ページの「選定の考え方」というところに、「必要性・重要性」と「実現可能性」ということが書いてあります。日本の役所がこういうものを書くとき、いつもこういう必要性・重要性、実現可能性という概念が出てくるのですが、これはすごく曖昧な基準だと私は思っています。つまり、これは必要ですと誰かが言うと、必要性が成立してしまう悪いくせがあって、何が本当に必要なのかがよく分からなくなってしまう、かなり主観的に判断できてしまう要素を持っている基準だと思います。だから、先ほど小山（浩）委員がおっしゃったシングルソースであるもの、世界でこの会社しかつくっていないものはリスクが大きいので、そういったものは日本でもやるとか、競争力があるものは日本でやる、でも汎用品として複数のソースがあって、それらが

マーケットで競争しているような状態だったらマーケットから買うなど、議論の余地の少ない客観的な基準で部品・コンポーネント戦略を考えていくべきではないかと思っています。先程の安くて大量のものは企業がやるべきだと思いますが、その中でも、一体どこを狙っていくのかということを考えるときに、グローバルマーケットの状況を見ながら、技術戦略的なロードマップを書いていくことが大事になってくるのではないかと思うので、この点については一言コメントさせていただきました。

小山（浩）委員：先ほど松浦委員がおっしゃったQCDの件で、JAXAにもQCDを担う役割をお願いしたいところがあります。先ほど申し上げたことの補足ですが、例えば通常のレベルの改良や改修は企業努力でやっているわけですが、例えばシステムのアーキテクチャを根本的に変えることによって、QCDに大きく影響するような開発はあり得ると思っています。一例ですが、今、衛星の中は大量のケーブルが機器同士の接続に使用されており、このケーブルだけで数百キロの重量となります。一個一個が数十～百ピン程度のコネクタで接続されているわけですが、地上の様々な計算機を見ますと、今はLAN1本で済むのです。もし仮に衛星の中身がこうした仕組みで統一化されたシステムの構造が日本で確立したとすると、それは非常にQCD向上に有効な技術として、実績品として世界に打って出ることができます。こうした活動において軌道上で中心的に実証し、実績を積み重ねてくださるのはJAXAだと考えています。

松浦委員：それはそのとおりだと思っていまして、そういった研究開発というのは、産業振興に資するような研究開発と称して、今、JAXAの中で取り組んでいます。そういった役割はもちろん果たさせていただいているのですが、鈴木委員がおっしゃった話も、一種本質を突いていて、部品・コンポーネント戦略はでき上がっているのですが、ここから先に進むときに、企業にもお金を分担していただくという仕組みを考えています。つまり、企業も本気で売るという前提で、JAXAもそれ以降の研究開発を進めていくという構図をつくらうとしていて、何とか売れる製品を研究開発して、なおかつ売れるという形にするといったステップを踏みつつあると思っています。

高橋座長：単体の部品のコストを下げるというのもあるのですが、システムとしていかに性能を上げ、コストを下げるかという闘いになっていくわけですね。そういったことをリードしていくことを、民間とJAXAが一緒にやっていくということですね。小型のほうも含めて、意見があればお願いしたいと思います。

阿部委員：今までの議論だと、衛星は衛星の議論だし、ロケットはロケットの議論となっているのですが、ロケットを開発するときは、一応10年、20年のずっと先まで考えながらやるのですが、先が長いので、当然いろいろと変わってきます。衛星の開発においては、ロケットとのマッチングというよりは、どちらかという衛星のニーズで開発されているような感じがしていて、衛星を開発するときにロケット側との互換性などは見られているのでしょうか。例えば、デュアルローンチが主流になれば、デュアルローンチができるような2つの衛星に分けてみようなど、世界のトレンドも参考に

しつつ、お互いにとってシナジーが出るような衛星開発の仕方もあるのではないのでしょうか。

松浦委員：先のものになると非常に難しいのですが、ロケットインターフェースは一つの項目として考えています。もちろん、国産ロケットが大前提ですが、バックアップという意味でも、他のロケットとも互換性をとれるように考えてやるようにしています。

阿部委員：打ち上げに際してロケットのフェアリングを変えたりもされるのですが、変えるフェアリングが世界のロケット市場の中で、使われるフェアリングになるように、お互いにシナジーが出るような形の開発をしていただいたほうがいいかと思っています。

松浦委員：まさにおっしゃるとおり、国産のH- AやH-3で打ち上げる前提でどうしても考えがちですが、広い視野をもって取り組んでいきたいと思っています。

阿部委員：新しくつくったフェアリングがそのまま他のところでも世界的に使えるような、つまり日本固有の指標にならないように考えていただきながら、衛星側も考えられると、お互いに良いのではないかと思います。

松浦委員：承知していますが、他方で企業からのインプットも期待したいところで、JAXAだけで決めていくと、どうしても固有なものになりがちなのです。企業から、ここをもう少し工夫してくれたら、さらに売れるといったインプットがないと、なかなかJAXAも変化していかないのです。

阿部委員：先ほど話があったオール電化などは軽くなりますね。例えばそういった時に、H- でデュアルで上げるのに効率がいい重量配分にしていただくなどが考えられます。そういった見方もちょっと入れていただくと、よくなるのではないかという気がします。

青木委員：ポテンシャルカスタマーと話す人はJAXAですか、三菱重工ですか。本来は三菱重工が世界中のカスタマーと話をし、ニーズを踏まえて、こういう開発をしましょうと提案しながら、JAXAと一緒に開発すべきだと思います。アリアンは実際にそうやっていて、三菱電機用の施設も実際にあるし、ボーイングが来たらボーイング用に用意してあげて、エアバスの要請が来たらエアバス用に合わせてくれているので、三菱電機の商用衛星はアリアンで打ち上げられています。今の話を聞いていると、その辺のニーズをどちらがつかむのかは、今まで少しずれていたのではないかと思います。その辺の認識合わせをしないといけないと思いました。

19ページのグラフで言うと、5年後にH- ができて、今のファルコン9と同じ価格帯になりますが、5年後にファルコン10、11、12が出てきて、この価格の半額以下に恐らくなると思います。その辺も見越した上でコストダウンを考えているのが少し心配です。私も技術者時代にH- ABで打ち上げていて、品質の高さとデリバリーの部分は世界トップクラスだと分かっているのですが、なおさら勝てる部分はあると思っています。

です。そうであれば、もう少しやりようがあるのではないかと思い、コメントさせていただきました。

松浦委員：先ほどのETS-9より先行して、H- ロケットは、ミッションの最初にJAXAは十分意見を聞いてつくっています。前だったら、これで終わり、あとはつくるだけだったのですが、開発段階に入った後でもニーズを踏まえて、より売れる形にするという方式をとっています。価格については様々なご意見があるかもしれませんが、決めたから昔のようにそのとおりつくって、それで終わりではない進め方になっていると御理解いただければと思います。

夏野委員：今の一連のお話を聞いていると、NTTとメーカーの関係と全く同じです。現場でビジネスをやっていたり、リスクがある人間でないアイデアは湧かないのです。歩み寄りという意味で今の議論はすごく大事だと私は思いますが、メーカーの役割と、JAXAの役割が相互依存にならないように、きちんとした契約関係の整理をすることは重要で、そうしないと余り競争力の強化にはつながらないと思います。

山川委員：夏野委員と全く同じ感覚を持ちました。三菱重工さんとして、リードしていくようなお立場でもあるのではないかと私は思いました。

阿部委員：ロケット側のほうというよりは、国内の衛星を開発するときに、ロケット側のトレンドも見ながら、やっていったほうがいいのではないかとということです。衛星を開発するときには、必ずしも一致しているように見えないので、そこはある程度、歩み寄りができる仕組みがあったほうがよいと思います。

夏野委員：三菱重工が衛星もつくって、提案すればいいのではないですか。

阿部委員：それができればよいのですが、なかなかそれだけの能力は現時点ではありません。

夏野委員：一緒になってしまえばいいのではないですか。つまり、そこにコミュニケーションロスがたくさん発生していて、世界と闘えるレベルにっていない感じがします。阿部委員の提案は、例えば一緒にやってくれば実現できるということです。

阿部委員：もし衛星とロケットを一つの会社で開発するのであれば実現できる可能性はありますね。

夏野委員：そうならば、こちらのほうはコストが安いけれども、JAXAが言うような衛星を開発すると、コストが高くなるがいいのかと突きつけられます。価格という定量的な形で出せれば判断しなければいけない。そういったシステムとして建設的になるような形にすることが大事かと思えます。

高橋座長：そのうち海外でも似た問題が起きると思いますが、海外ではそういったことは起きていないのですか。

青木委員：海外では価格のニーズを把握していますね。アリアンなどと話をしている、日本はそこを分かっていないという声を現場から聞いていました。自分が技術者としてロケット選定をやるときに、何か足りていない部分があるのではないかとというのは、

ずっと危惧していましたし、衛星をつくっている人からはそういった声が出ています。阿部委員：誰がそのときにリーダーをとるかでトレンドは変わってきます。一時はファルコンがリーダーをとりました。おそらく打ち上げる軌道にしても、ファルコンがリーダーをとったのです。それがまた違うところに移ったりするもので、必ずしも常にどこかがリードをとっているというわけではありません。それぞれのサービス提供者はその時々での市場の動向を見ながらそれに合わせようと、様々な試みをやってきています。アリアンもデュアルローンチでやろうとしたのですが、デュアルローンチだとなかなかスケジュール的に制約が大きかったり、上側と下側の重量の配分がうまく合わなかったりといった課題を持っています。ファルコンはファルコンで、先ほどのオール電化の衛星を2つ合わせて上げられると始まって、最初は売れたのですが、その後はなかなか売れていません。例えばフェアリングを変えたり、デュアルローンチができるようなパフを用意したりと、各社、様々な取り組みをしています。但し、衛星と同じで、実績がないとなかなか最初は採用してもらえないので、政府系の衛星で実績をつくって、それから市場に出てくるケースが多いです。その辺のサイクルは、現在のロケットで言うと、アリアンやアメリカのほうで早く回ってきているというのが実態です。

H- Aもできてから20年超経っているので、その間に衛星側も様々な技術を使って開発されてきています。同じ国内の衛星でも、互換性がなくH- Aで上げられなかったり、あるいはH- Aのフェアリングがもう少し大きいものがあれば幾つか受注できるのに、そういったフェアリングを我々が持っていないといったこともあります。そういったフェアリングつくるような機会がなかなかないといったことは、個々の商談では障害になっているので、先ほどからおっしゃっている衛星開発の中でご配慮頂ければ、さらに良い方向に行くと思った次第です。

高橋座長：他にも論点がありますが、例えば小型衛星ビジネスに参入するとき、日本ではありませんが、大手と提携するという話や、射場の問題なども、事務局から問題提起されています。この観点で何か御意見がある方はいらっしゃいますか。

酒匂委員：弊社も間もなくインドから衛星を上げますが、衛星を上げる前に既に衛星の部品が生産中止となるなど、割と部品の問題は、大型、小型に限らずあるのかと思います。

半導体系のおもしろい対策をアメリカで見たので一つご紹介ですが、宇宙用の部品はそんなに高度なハイエンドのプロセスでもないですし、数も少ないということで、彼らはジェネリックなデバイスと言っていて、もともと先端でつくっていたものをどこかの小さな会社が譲り受けて、ちまちまと安く、かつてのデバイスとコンパチなものをつくって、顧客に供給するといったメーカーがいます。これも一つおもしろい手かと感心した記憶があります。

また話が変わりますが、48ページのとおりJAXAは小型衛星のために御尽力いただい

て、衛星が上がる仕組みをスキームとしてつくっていただいて、現場の担当者の方はすごく意欲的に小型衛星を宇宙に持っていこうということを考えていらっしゃると思いますが、JAXA全体としてはそんなに熱心ではないと感じます。複数の実証ツールの一体運用があるというのはそのとおりですが、事業化を迅速かつ戦略的に支援はしていないと感じています。

さらに31ページの国際周波数調整の流れですが、この表を見ると、あたかも9カ月程度で1番から5番まで完了する印象を受けますが、まず最初の1番にたどり着くところまでに年単位でインプットしなくてはなりません。あと、4番の国際調整は、ここの図を見ると、数カ月ぐらいで終わるように見えますが、私が2年前に総務省に出した資料はまだITUに上がっていないといったように、ここのところだけで数年足踏みするということがこの業界ではあります。書類の大変さもそうですが、時間軸的にも、今の周波数調整だとビジネス、事業化には即さない状況であり、そこは何とかしたいと思っております。

鈴木委員：小型に関して、一つは技術移転の問題があります。宇宙用につくった立派なものをベンチャー企業に移転するというプロセスがないと、ベンチャー企業が一から全てをやるのは結構大変ですので、技術移転のプロセスがもう少し何らかの形で整備されていくべきだと思います。既に何らかの形でJAXAやメーカーがつくったけれども使っていないものなどを活用する仕組み、例えばアメリカではボーイングやロッキードで開発した技術が移転される形でSpaceXでも使われている部分があります。そういった技術移転のところは今回、課題に挙がっていなかったので入れておくべきポイントかと思います。

47ページのサービス調達とは、ベンチャー企業に何か仕事をさせてJAXAに納入させるという話だろうと思いますが、それは例えばNASAが今やっている、商業化支援というものですね。いわゆるCOTSと言われるようなアウトソースで、ISSへの物資や有人の輸送を、今まではNASAのスペースシャトルがやっていたのを、民間に競争させて、その上で選定をして、最終的にはボーイングやSpaceXにやらせているわけです。NASAの仕事を民間へアウトソースする大型の取り組みですが、小型でもこういったことは可能かと思っています。JAXAや大手メーカーがこれまでやってきた仕事も、何らかの形でアウトソースしていくものがあるとすれば、例えばALOSなど、衛星をつくるプロセスが技術開発という名目でつくられていて技術開発をしているのですが、ほぼ実用的なミッションを背負っているようなものは、JAXAが衛星を開発し、軌道上で動作確認をし、半年なり運用した後に払い下げ、技術の譲渡といった形でベンチャービジネスがアクセスできる仕組みができると、おもしろいことになると思います。さらには、アウトソースすることによって、JAXAは一体何をやる存在なのかというのがもう少し明確になってくると思います。つまり、技術開発のところまではJAXAがやりますが、運用は民間企業がやるなど、そういった形で役割分担をしていくことがある意味、JAXA

がやることと民間のビジネスをつないでいくような可能性みたいなものをつくり上げていくのではないかと考えています。ですので、アウトソースといってもNASAと同じような形のアウトソースにはなりにくいとは思いますが、何らかの形でそうしたJAXAがやってきた事業を、研究開発と運用の部分とにある程度分けて考えていくようなことは一つのやり方としてあるのかと思っています。

高橋座長：そこはいかがですか。

松浦委員：47ページの話はそのとおりかと思っていまして、アメリカのスペース・アクト・アグリーメントなどを今、検討しています。さすがに適用するのは難しいですが、今、鈴木委員がおっしゃったように、JAXAが実施する研究開発を明確にするために、ある部分に関してはサービス調達という形を視野に入れていきます。

直接結びつくわけではないですが、2020年度に打ち上がる予定の先進光学衛星ですと、衛星そのものはJAXAが開発するのですが、地上システムとデータの活用については企業が自分で地上設備を整備して、それを販売する形態です。JAXAもデータを購入するなど、地上システムに関してはサービスを調達する形に移行しております。衛星までは、まだたどり着きませんが、いずれそういったことも視野に入れることも、JAXA内では検討しています。

その話をしていくと、どうしても技術移転の話とリンクします。鈴木委員がおっしゃったように技術移転の話が入っていないのですが、知財の活用ということについて、今、急速に内外から、こういった技術を活用させてほしいといった依頼が来ており、知財という形態にして、技術移転できるような状況にするのが重要なファクターだと思っていますので、そういった作業を進めさせていただいております。

もう一点、先ほど酒匂委員からコメントをいただいた48ページですが、事業化を迅速かつ戦略的にしていないという点に関しては、H-Aの相乗りになりますと、余剰重量が出てきてからの活用となりますので、事業化の話とはなかなかリンクしないのが現状です。山川委員がおっしゃったように、革新的衛星技術実証プログラムのほうでは実証するために提供する場が2年に1回あります。さらに今、推し進めているのが、その下の「きぼう」からの放出や曝露実験といった宇宙ステーションの設備を使うものもありまして、これですとかなり定期的に部品やCubeSatなどの50キロ級の衛星の実証ができます。今まで宣伝が足りていないので、この辺を中心にもう少しきちんと皆様に、こういった実証の場がありますと御説明して、活用して頂きたいです。この方法だと、オーダーを受けてから数カ月で宇宙空間に放出することが可能ですので、こういったものも中心に実証のツールとして使っていただければと思っております。

高橋座長：それにしても、JAXAへの期待は大きいですね。

石田委員：先ほど鈴木委員がおっしゃったCOTSの話聞いていて感じたのは、これもアメリカに行ったときに聞いたのですが、NASAではCOTSとは別に小型ロケットのためのVCLS、Venture Class Launch Servicesというプログラムをやっているそうです。COTS

もVCLSもどちらもコマーシャル・スペース・ポリシーの中でやっているらしいのですが、両社は明らかに違っています。COTSでは、民間の投資も含めることで、民間とリスクシェアをしましたが、COTSプログラムの成功に対してはNASAはコミットをしていました。要するに、COTSは失敗するわけにはいかないというスタンスでやっていたのですが、一方のVCLSでは、民間のロケットベンチャー企業などが主導していて、技術的によければ、将来、NASAでも活用しますといったスタンスでやっているのです。極論を言ったら、プロジェクトが失敗した場合でも、NASAとして別に責任を持つわけではなく、あくまでも民間企業の責任となります。コマーシャル・スペース・ポリシーの中でも何段階かあって、どこまで政府機関がコミットするのか、どこから先を民間に任せるのかというのは、おそらく2~3段階に分かれているのではないかとあって、この委員会でも何回か出たNOAAのビッグデータプロジェクトも、別にサービス調達契約になっているわけではなくて、あくまでもR&D契約のような形で、たしか3年間ぐらいの期間限定で進められており、その後どうするかはまだ決まっているわけではありません。他にもNOAAのデータパイロットというプロジェクトでは、民間からデータを買ってみるといった試みなどもしています。ですので、例えばサービス調達と言ったときに、いきなりロングタームの検討をするのが難しかった場合は、パイロットという形で試しに短い期間でやってみて、その結果を踏まえて次に進んでいくようなステップを踏むことが大事だと思います。その方が、最初の施策の導入を早められますし、ハードルを下げることに繋がります。例えばベンチャー支援といっても、2段階程度できちんと設けて、エントリーを早めてハードルを下げる段階と、実際に実力が出来たベンチャーとの間でサービス調達をするなど、政府として活用していく段階とに分けたほうが日本の場合だと早く動けるのではないかとあと思うので、そういった具体化ができるといいと思いました。

高橋座長：それはおっしゃるとおりですね。そういった分けた考えをすること自体は別に難しくないですね。

松浦委員：どちらかというところ、そういったやり方のほうがより簡単に進められますね。サービス調達に関していうと、JAXAでは何が研究開発で何がサービス調達かが非常に重要になって、それがさらにロングタームになればなるほど時間がかかってしまいます。そういった状況ですので、試しにこういったサービスを使ってみて、例えばJAXAの研究開発と整合性があるかどうかの議論が進められれば、比較的短時間で進められる話かと思えます。

高橋座長：研究開発と一言で言ってもいいか分からないのですが、割と基礎に近いところから製品化が見えているようなところまで幾つかの段階に分けて、それぞれで投資方針を変えていくというのはあり得ますね。

松浦委員：それはそのとおりだと思います。

高橋座長：他にありますか。とりあえず、今日の議論はここまでにして、次回のスケジ

ユール等について、事務局からご説明をお願いします。

高見参事官：御議論ありがとうございました。次回の第10回は3月14日に開催の予定です。海外展開、人材等の環境整備や今まで積み残したことについて御議論をいただければと思っています。なお、補足ですがお配りしました参考資料1は、第8回の議論のときに、夏野委員からRESASの御紹介があったので、事務局で概要について調べたものですので、後ほどお読みいただければと思います。

高橋座長：それでは、今日はこれで終わらせていただきます。ありがとうございました。