

# 第7回フロンティアPT 議事録

(平成21年1月26日)

○赤星参事官 それでは、まだ定刻よりも少し早いんですが、先生方、皆様お集まりになりましたので、ただいまからフロンティアプロジェクトチーム第7回会合を開催させていただきます。

冒頭に、本プロジェクトチーム座長の総合科学技術会議相澤議員より御挨拶をいただきます。

○相澤座長 本日は御多忙のところをお集まりいただきまして、まことにありがとうございます。このPTでは、第3期の基本計画の分野別の推進計画につきまして、中間フォローアップを続けていただいているところでございます。

先日、総合PTが開催されまして、その席上でも各PTから御報告を受けて、さらに総合PTとして各PTにお願いするような点も出てまいりました。本日は、このPTでは、宇宙と海洋、両方の分野についてフォローアップしていただいているわけですが、今まで宇宙のほうはかなり中心的でございましたが、海洋のほうについても、いよいよ本日から検討していただくということになっております。どうぞ、活発な御議論をしていただきたいと思います。

それでは、議事の進行につきましては、いつものとおり、座長補佐の久保田先生にお願いしたいと思いますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

○久保田座長補佐 座長補佐を承っております久保田でございます。

それでは、本日の第7回の会合ですけれども、前回、時間の関係で十分議論のできなかった資源開発の観点から見た海洋地球観測探査システムの技術課題、これについて、産業界の方から御意見を伺った上で議論を行うことにしたいと思います。同時に、今、相澤座長からもお話しありました先日開催された総合PTというのがございます。ここで議論になりました技術人材の育成、これについて、フロンティア分野特有の事項という、こういう観点から議論を予定しておりますので、よろしく御議論をお願いしたいと思います。

まず、議事に先立ちまして、事務局から出席者の御紹介と、それからお手元にお配りした配付資料の確認をさせていただきたいと思います。

○赤星参事官 まず、お手元にお配りしております資料の確認からさせていただきます。フロンティア会合の本日の議事次第、1枚もの、その次に、皆様の座席表と本日御出席の先生方の一覧表、次に、資料1といたしまして、住友金属鉱山、阿部専務から御提出いただいております資料、資料2といたしまして、中間フォローアップの海洋部分の取りまとめの案、資料3といたしまして、技術人材の育成についてという事務局からの資料。

続きまして、湯原委員から御提出いただきました新たな海洋産業創出のための重点施策に関する提言という資料、また同じく湯原委員から御提出いただきましたフロンティア分野における人材育成の提案という資料、さらに参考資料といたしまして、今月9日の総合PTに報告いたしました前回の会議以降、皆様の御意見をいた

だいてまとめたフロンティア分野の宇宙関連部分の中間取りまとめの資料が参考資料1です。参考資料2は、今後のフロンティアPT会合のスケジュールとなっております。

順序が相前後いたしました。資料の一番上から3枚目の本日の御出席の皆様方の一覧表を御覧いただけますでしょうか。本日は産業界からの御意見を伺うということで、新たに1名の専門家にお越しいただいております。住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員の阿部様に御出席いただいております。

また、本日は海洋の議論が中心となりますので、前回に引き続きまして、東京大学生産技術研究所の浦教授、また独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の塩川金属資源技術部長にも御出席をいただいております。よろしく願いいたします。

以上です。

久保田座長補佐 それでは、今回の最初の議事であります海洋地球観測探査システム、これを資源開発の観点からということで議論をお願いしたいと思います。

まず、有識者からの御意見として、住友金属鉱山株式会社、阿部様から御説明をお願いしたいと思いますので、よろしく願いします。

○阿部住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員 阿部でございます。どうぞよろしく願いいたします。

私は、非鉄金属鉱山の鉱山開発と鉱山操業を担当しております。今日は、企業の立場として意見を述べさせていただく機会を与えていただきまして、ありがとうございます。

まず、資料の1枚目ですけれども、これはペルーのセロベルデという露天掘りの銅鉱山でして、これだけの大きさで地表ではやっていますよという例として挙げましたが、ここにちょっと点が見えます。これが250トンダンプの大きさです。ですから、どれだけサイズが大きいものかということがお分かり頂けるかと思います。

次に、本日お話しする内容でございます。大ざっぱにまとめてございますけれども、まず海底熱水鉱床開発技術促進化調査に対する考え方、商業化を実現するための課題、非鉄資源開発の観点からの意見、いろいろここに挙げてございます。最後に、まとめをお話いたします。

これは、最近の流れを大まかにまとめたものです。海洋基本計画が2008年3月に閣議決定され、海底熱水鉱床は10年程度をめどに商業化を目標とすると。JOGMECが海底熱水鉱床開発技術促進化調査を開始しております。

目的ですけれども、非鉄金属を安定供給し、ナショナルセキュリティーを強化するというのが目的かと思います。この内容としては、非鉄金属供給源の多様化、それから排他的開発権を有する資源、つまり海洋、日本の経済水域などのところにある資源の確保という意味で、非常に意義深いプロジェクトであり、成功させるべき

と考えております。

次に、ただし、これには大きなリスクがありますよということをお話ししたいと思います。

一企業、グループがすべてのリスクをとって進められるものでは、なかなかないなど考えます。敵を知り己を知らば百戦また危うからずとは全く対極的な位置にいます。敵とは、資源量あるいは資源の質が、全くとは言いませんけれども、まだまだわかっていないこと。己のほうは採鉱技術開発など、これもこれからで、まだまだ何も手についていないということで、それから技術開発など、いろいろ探査、採鉱技術あるいは選鉱技術、これなどを同時進行させていく必要があります。このようなことで、一企業あるいは一つのグループがすべてのリスクをとって進められるものではないなということで、国が主導してやっていくべきものであろうというふうに捉えております。

商業化への課題でございます。まずステークホルダー、すべてのステークホルダーの開発への合意形成がまず求められます。次に、プロジェクトの基本となる資源量の把握、どれだけあって、どのような質のものがどれだけあるのか。これらを探査、採鉱、選鉱・製錬あるいは環境保全のための技術開発が同時に進めて、十分なまともなものとなっておらなければなりません。そこへ経済性評価を行いまして、トータルで F e a s i b i l i t y S t u d y、企業化といいましょうか、商業化の調査を行う事となります。この結果を受けて、商業化ができるのかどうかという考え方で進めるべきでありましよう。ですから、いろいろな要素がいっぱい入りますよというふうに我々は理解しているということであります。

次に、非鉄資源開発の観点からの意見であります。海底熱水鉱床も金属鉱物資源でございます。開発には、陸上資源との共通点がいろいろ多いわけです。非鉄資源開発の知見に基づいた意見をきょうは述べさせてもらうということで、海底熱水鉱床開発に適用できる陸上資源開発技術、これには余り深くはいきませんけれども、それから海底熱水鉱床開発における留意点、これについて述べさせていただきたいと思っております。

まず、資源量の把握でございます。これがすべての出発点ですが、ここでは発見されてからの話にいたします。発見までは、ここでも探査のいろいろ新しい手法、技術を開発していく必要がありますが、きょうの話は見つかったからの話というふうにしたいと思います。

ですから、まずは資源量の把握、見つかったらどれだけあるのか、あるいは経済的に採掘可能なまとまった量の資源があるのかどうか、これを探査していく事となります。探査を推進し、早期に資源量を把握すべきです。どれだけの量があれば考えられるのかというのが、多分我々企業サイドから1つサジェストできることの一つだろうと思っております。私のアイデアでは、商業化時、これを意志決定したときです

ね、1日1万トン、これを365日の10年間、そうすると、約4,000万トンの資源量が必要となるでしょう。事業規模をお金で換算してみますと、鉱石価値を3万円、例えば銅で2万円トン当たり、その他1万円トン当たりと仮に仮定しますと、年間約1,200億円の事業規模となると。これで大きいのか小さいのかで、ここでは私は申し上げますけれども、どの程度のものを、皆様頭に置かれて考えているのかという、そういう見方をちょっとしていただきたいなと思って挙げたわけです。そうすると、現在知られている海底熱水鉱床の1個は100万トンあるいは200万トンだろうと言われていています。そうすると、実に20ないし40個見つけなければ、なかなか難しいのではなからうかというような意味合いで出させていただきました。

それから、鉱床ごとに金属の種類あるいはペナルティーエレメントという、例えば砒素とか、そういう不純物ですけれども、そういう金属の種類に大きな相違があります。これは、開発するときにはいろいろ考えていかなければならないことです。これを割合はつきりくくれるようにしていかなければなりません。時には、選鉱・製錬にはいろいろな種類の鉱石を処理しても、なかなかまともに処理できない、そのような面がございます。

次に、いろいろな種類がありますということですがけれども、ここに3つの例を掲げてございます。一番上は銅、N a u t i l u s社S o l w a r a 1というのがありますけれども、これが6.8%、これは多分ある程度平均的な品位だろうと思います。亜鉛が0.4%。ところが、資源エネルギー庁での資料では2.6%、亜鉛が34.8%と、亜鉛に極めて富むような鉱床もございます。砒素が2,800 p p mとかなり高いものがあると。そのほか、J O G M E Cの資料からは黒鉱鉱床というのが、これは陸上鉱山のものでございますけれども、これも一つの海底熱水鉱床の種類だと思えます。これもこのようなもの。これは、J O G M E Cの資料はある程度平均的なものですが、エネルギー庁の資料は多分部分的な鉱石の分析値だろうと思われれます。非常に高いものがありますけれども、みんなこのようなものというふうに考えるのはちょっとつらいところがございます。

確認探鉱でございます。鉱床発見後、資源量を確定しなければなりません。どのような事業にするのかと。陸上資源では鉱床が存在しても、これを一生懸命探鉱して、結果的に採掘対象にならないものというのが大多数でございます。1,000手がけて3つ鉱山になります。これは一般的に言われていて、最近、リオ・ティントというオーストラリアの大きな会社が本当かなということで、これをチェックしてみたそうです。大体この数字に合いますねということになっています。

鉱床内部には、これは鉱床ですよ 鉱脈ですよ言葉をかえても良いですけれども、品位が低くて経済的に引き合わない部分、一部分はやれますけれども、一部分あるいは真ん中がやれないとか、そういうものをズリと我々は呼んでいます。石炭で言えばボタですね、そういう部分も存在しますということです。見つけたか

ら、全部すぐ対象になりますよということではないことを強調したいということです。

その次に、鉱床の品位分布を確認する現在の我々が持ち合わせている技術はボーリングだけです。格子状のグリッドボーリングというのを実施する必要がございます。

資源カテゴリーとボーリングの孔数、穴の数ですけれども、資源カテゴリー、つまりどの程度確かさの資源量、あるいは鉱量なのかということを確認する必要があります。Nautilus社ではMeasured、これを日本語に置きかえたら、確定鉱量と我々日本語では言いますが、これは25メートルグリッドで打った部分は確定鉱量です。50メートルになりますとIndicated、これは推定鉱量と日本語では置きかえたらいいと思います。さらにはInferred、これは予想鉱量は100メートルごと、ところが200万トンのクラスでは、大体サイズ、例えば250メートル×150メートル×20メートル、100メートルでやったら何本もないわけですよ。それだけラフなものになりますよということです、このInferred、あるいは予想鉱量というのは。ですから、ボーリング孔の間隔、例えばMeasuredに上げたいと思ったら、77本ボーリングを打たなきゃ。間隔50メートルでIndicatedにする場合には、24本のボーリングが必要ですよ。ボーリング孔の数が指数関数的にどんどんふえますよ、要するにMeasuredに上げるには。確かさをしっかりと確認するためには、それだけボーリングの数、ひいてはお金がかかりますということでもあります。ボーリング孔の間隔の適正規模と、それから掘削速度、掘削深度能力、特に20メートルという、なかなかまだ難しいと思います。こういうものの能力の向上が一つのキーになってくるんじゃないでしょうか。

これは、ある黒鉄鉱床の断面図でございます。ここでブルーの線がいろいろ入っておりますが、これはボーリングの穴の軌跡でございます。それでちょっと分かり難いですが、大体ボーリングの軌跡の入ったあたりはブルーの四角が入っています。線が入っていないところは赤の四角、ブロックが入っております。

これは、我々が鉄石の量を算定するときこのような方法でやるわけです。つまりこのボーリングで、ここで鉄石に当たりましたという場合には、このボーリングで分析したところからの遠さ、距離を参考にして、品位、含有量を割りつけていく。そうすると、この1つが何トンになるか、ちょっとここではわかりませんが、そういうものを一つ一つのブロックにオアバリューといいたいまいしょうか、鉄石の価値といいたいまいしょうか、あるいは金属量を割りつけて、それでこれを全部集計していった計算するという方法なわけです。ですから、ボーリングの数がいっぱい入ったら、より確度の高いものになるということです。このような方法で我々はやっています。

では、その四角に品位なり、あるいはオアバリューを割りつけましたけれども、これはどのような方法でやっているかという、我々はGeostatisticsという、地球統計学という概念でやってございます。これは、陸上の鉱山では極めて一般的なことです。まず、ボーリングの穴の間隔の最適化、これはバリオグラムを検討して、この辺であればよろしいだろうというような値を求めまして、それでボーリングをやるわけです。それで、鉱量計算に、先ほどいいました鉱画、四角へ品位の割りつけをして、Krigingの方法を適用します。これは、推定誤差を最小にする手法でございます。これは、我々の業界では極めて一般的なことであります。そのようなことがここには適用できると、深海底の鉱床にも適用できるというふうに考えております。

次に、一番大変なボーリングマシンの改善でございます。ボーリングのコア回収の目的というのは、地質調査、岩石の種類、あるいは鉱化作用のぐあい、あるいは含有金属の種類、品位、比重、鉱床の厚さなど、そういう極めて基礎的な情報を得るためです。これをコアとして回収しないと、このようなものがなかなかわかりにくいということですね。

次、地盤工学調査、採掘設計のための岩盤強度などの調査も入ります。それから、選鉱あるいは製錬試験用のサンプルの採取というような目的がございます。なかなか海底のボーリングというのは難しく、まだまだ満足できるものではありません。ということで、斬新なアイデアを導入したボーリングマシンの開発が求められます。ここで、ほんのアイデアを述べさせてもらいますと、ROV搭載型の試錐機の開発、これで海の中でどんどん早くやれるようにすると。コアパック等の応用、つまりコア実収率が今極めて低いということ。これを高めるために、陸上では技術があります。そういうものの応用学などをやっていけばいいのかなと。それからコアバレル、コアが入る筒があるわけですがけれども、これを長いものにする。全般的に試錐機の改良だということでもあります。

採掘といいましょうか、採鉱法の確立と生産規模。海底熱水鉱床のボーリングコア実収率は、ほとんど回収されない場合から、高い場合でも7割程度と。これは、鉱石の物理的性状が変化に富む結果であろうと考えます。多様な鉱石性状に合わせた採鉱法の開発が求められます。その性質がまだ必ずしも十分わかっていないということです。それから、これは採掘そのものになりますけれども、海底クラッシャーと揚鉱システムの開発、どのようにやって上へ上げるのという、やはり粉体で上げざるを得ないでしょうねという意味で、海底クラッシャーでございます。

既存の要素技術を組み合わせた採鉱システムの構築は可能であると言われていますが、次の2点が強調したいところです。経済性、確実な採算性、これが求められますよと。それから規模拡張性、スケールメリットを追求するには、規模が大きくなるようなことを考えておかなければならないと。我々、陸上の鉱山の場合も必

ずそうです。一番最初は、割合そんなばかでかいものをつくらないで、後でどんと2倍、3倍に拡張して、経済性を追求していくという手法をよくとります。

陸上銅資源は低品位化、あるいは大型化、低品位ゆえにスケールメリットを追求するのが一般的です。一つの例ですけれども、現在、先ほど一番最初に御覧いただきました露天掘り、1日20万トン、30万トンも掘るといふようなところは、採掘コストが1トン当たり2ないし4ドルでございます。米ドルです。選鉱処理は10万トン、これは全部が鉱石じゃありません。鉱石に上に乗っかっているズリあるいはボタですか、それを取り除いて選鉱処理をします。これが10万トン。これで選鉱コストが4ドルないし7ドル/トンと。

坑内採掘の場合には、そんなばかでかいのはなかなか多くありません。1万トン、1日、これで10ないし15ドルの採掘コストで、選鉱処理は似たようなもの、あるいは倍程度と。ただ品位が高いです、坑内採掘の場合には。

海底熱水鉱床の採掘の場合には、どの程度を考えればいいんだろうかと。仮に、先行している2社がございますけれども、その辺で考えているのは、1日五、六千トンでございます。そこでの採掘コストは、75ないし91ドルという数字が出てございます。もちろん、この場合には海底熱水鉱床のオアバリューというか、金属含有量、含有比率が露天掘りよりはるかに高いですから、単純にそのまま比べるといふわけにはいきません。ただ、せいぜいあっても10倍かな、10倍まであればいいほうかなというふうなイメージは持っております。

ということで、最適な生産規模というのはどのように考えるか。我々の考え方はいろいろな生産規模で考えてみまして、現在価値、Net Present Valueというのがありますけれども、これを試算して、最も現在価値の大きなケースを選択して開発します。この場合、ただいろいろなことを考えまして、例えばできるだけ寿命を長くしたいというような場合には、最適生産規模よりも小規模でやりましょうというようなこと、あるいはまだ十分にわかっていない点があったら、パイロットプラントではありませんけれども、小さなケースで開発して、後で考えていきたいと思いますというアイデアももちろんございます。

次に、選鉱・製錬でございます。選鉱の問題点、海底熱水鉱床は鉱物がまず細粒であろうというふうに我々は考えています。ということで、選鉱実収率の低下というの大きな問題になってきます。これを克服するには細粒磨鉱技術が必要になってきますけれども、これにもいろいろ問題が出てきます。実収率が細かくすればするほど、必ずしもいいというふうにも言えない点がございます。

湿式製錬の問題点。現在、銅鉱山のSX-EWという方法がございます。これでは、金やモリブデンといった副生産物は回収できません。これに塩素を用いる、あるいは違う方法で、オートクレイブみたいなもので、高温高压タンク中で硫酸で溶かすと、そういうものが溶けて回収できる場合がございます。目的とする鉱種によ

ってはプロセスの開発が必要です。この辺が、今我々の業界では各鉱山会社が競って技術開発をやっている分野でございます。

次に、乾式製錬の問題点。これが大体、今、銅でありますと、8割が乾式製錬になっているわけですがけれども、海底熱水鉱床は硫化鉱であるので、既存製錬所での処理自体は技術的に可能でしょうと。ただし、砒素などの不純物は受け入れ条件が厳しくなるので、既存プロセスの改良が必要になりましょうと。つまり、例えば砒素ですと、カラミのほうにも流れて行きます。ある国では、あるいはいろいろな国で、ある程度砒素の含有量の高い鉱石は輸入禁止、輸出禁止ということも現実起きつつあります。

次に、選鉱・製錬の2番目の問題です。残渣投棄場、つまり選鉱した残りかすでございます。テーリングといいます。テーリングをどこへ捨てるか、どこへ堆積するかという問題がございます。ナショナルセキュリティの観点から、我が国で選鉱・製錬する自己完結型が一番望ましいですねと。ただ、我が国の陸上では、残渣投棄場の確保はなかなか容易ではなかろうと思います。

それで、鉱石処理方式の一案として、船の上でバルク精鉱を生産、まとめてあらあんに精鉱をつくっちゃうと。その精鉱だけを陸上に持って行って、今度は銅精鉱、鉛、亜鉛精鉱などに分離して、これを乾式製錬に持っていくということが考えられます。そのとき、船の上で出てくる選鉱尾鉱は海底に戻す、還元すると。投棄でないというのはちょっと強がりみたいなあれですけども、掘ったところに戻すという意味であります。

陸上資源では、確かに海底投棄の事例があります。ただし、最近は大きな環境問題化しております。

環境保全。海底には特異な熱水性の生物群が存在してございます。開発可能地域、不可能地域の区分は、やはりその前にクリアに分けておく必要があるでしょうと。採掘に伴う海底環境の攪乱あるいは擾乱のみならず、船上で発生する排水や鉱石残渣の還元は、環境影響にも極小にする必要があると思います。ということで、これらのことはまだまだ何も決まっておられません。新規の領域につき、これの法整備が非常に大事でありましょう。

陸上の鉱山開発においては、始める前に大変な苦勞をさせられます。E I S、E n v i r o n m e n t a l I m p a c t S t u d y、あるいはE n v i r o n m e n t a l I m p a c t A s s e s s m e n tですね、環境影響評価です。これのプロセスは非常に時間をかけて、お金もかけてやっています。似たようなことが求められるでしょうということです。

次は、これから3枚のスライドは公開資料から抜いていただこうかなと思っています。というのは、非常に私のプライベートな考えですので、余りそういうものに載っけるのはどうかなと思いました。

予察的な経済性評価、えいやでやってみましたということです。まず、採掘量4,000トン、1日、年間百五、六十万トン、10年間操業します。それで、採鉱システムに5億ドルかける。それから、選鉱ほかに1億ドル、合計6億ドルかけますと。オペレーションエクスペンディチャー、操業費です。採掘コスト90ドル、選鉱ほかに20ドル、トン当たりです。これはNeptune社のScoping Studyを参考にしています。銅品位6.8%、これは高過ぎますという印象は持っていますが、Nautilus社の資源量計算書によります。金属価格は、銅が2ドル、金が700ドル、現在、銅は1ドル40、今朝の金は890ぐらいです。

それで、計算してみました。一つのケースは、先ほど言いました1日4,000トン、もう一つ追加しています。1日1万トンで400万トン、どちらも10年で品位は同じ、コストもこのようにやっていって、結果的に出てくるのがIRRといいます。これは、Internal Rate of Return、要するに、これだけ投資したらこれだけ金を稼げますというか、金利みたいな考え方です。こちらの小さいほうは13.9%、1日1万トンですと21.9%、非常にポジティブな結果です。21.9%といったら、私はそんなにこのようないい数字を見た記憶がありません。

そこで、Net Present Value、現在の価値に引き戻してみますと、10%が我々はよく使うんですけれども、そうすると、4,000トンの場合で1億1,200万ドルの価値があると。それからもう一つのほうは6億1,900万、これはいかにも高いなというふうに思えますが、この入力のパラメーターで、結果はどのようにもなります。

一つの例として、それではパラメーターをちょっと変えたらどうなるのということがこれです。まず、銅品位を変えてみました。これが先ほどは6.8%で見えていたけれども、6%、12%減で見ました。そうすると、IRR、先ほどの利率みたいな数字は10%になってしまいます。つまり我々がいつも10%で考えているこれからすぐ下になってしまう可能性がありますよということを言いたいわけです。

それから採掘コスト、あるいは採掘コストだけでなくても良いのですが、採掘コストだけ取り上げて、115ドルになりましたと。28%増としましたと。そうすると、やはりIRRは10まで下がってしまうと。我々が目安としているのは10%です。ですから、例えばこれだけ銅の含有量がちょっと変わっただけでも、非常にセンシティブに効いてきますよということです。ですから、開発する前にはしっかりと資源量の分布、資源量の確保をやらなければ、我々はとてもじゃないけど手を出せないということになります。

次、資源量なんですけれども、量のみならず、金属種ごとの品位が重要、経済性に大きく影響します。もちろん、鉱山を掘るわけですから。

採掘法、採鉱法。経済性を確保するには、採鉱能率が保証された採鉱システムの開発が必須ですと。初めてだから金がかかるのはというのは、これは始まってか

らではなかなか言いわけになりませんので。それから、間接コスト、探査コスト、環境保全コストも見ていかなければならないはずです。

次に、金属価格です。銅資源については、当分の間、新規鉱床 陸上のことについて言っています。新規鉱床発見や技術開発などにより、需要の増加に見合う十分な埋蔵量を確保できるというふうに私は考えています。というのは、ある程度低品位のものも、需要あるいは価格により開発可能となります。2005年から2008年の金属価格の高騰は、新興国の需要急増に加えて、投機資金の流入が主たる原因です。今後の長期的価格トレンドは、緩やかな上昇はしていくでしょう。ただし、ぼんとまた2倍、3倍になるということはなかなか考えにくいということで、開発に当たって、長期にわたる高値を前提とすべきではありません。

まとめてみました。海底熱水鉱床の開発は、ナショナルセキュリティーを強化させる意味で非常に意義深い。ただし、巨大なリスクを内包しており、ぜひ国に主導して行ってほしいと思います。陸上資源の知見に基づく意見をいろいろ述べさせてもらいましたが、決して私はこのプロジェクトはだめですよ、やめたらということを行っているわけじゃございません。むしろ歓迎しておりますので、誤解ないようにお願いいたします。

我が国は、海洋調査研究、資源開発などで培われてきたすぐれた技術を保有しています。民間を含めて、これらの技術を結集し、このプロジェクトを成功させるべきと思っております。

それで、資源開発には長期的な視点が必要です。一時期の金属価格に一喜一憂して進めるものではございません。先行していると言われているN a u t i l u s社あるいはN e p t u n e社は、最近の金属下落で計画を延期しています。あるいは出資者が引き上げている、要するに何もできない状態になっている。この延期は、現状ではほぼ無期限に近いものです。ということで、やはりこのように企業でやろうとすると、非常にリスクが多いと。それが具現化してしまったというふうには感じております。

ということで、以上で終わります。どうもご清聴ありがとうございました。

○久保田座長補佐 阿部様、どうもありがとうございました。

それでは、御質問とか御意見は後ほどまとめて行うことにいたしまして、予定された資料の説明を続けてお願いしたいと思います。

机上配付として、番号はついていないんですが、新たな海洋産業創出のための重点施策に関する提言として、湯原委員から資料が出ております。これについて、湯原委員から手短かに御説明いただきたいと思います。よろしく申し上げます。

湯原委員 手短かにということですので、簡単に、なぜこの資料を御説明するかということからまず御説明いたしますけれども、第3期を策定したときから現在というのは、3年たっておるわけでありましてけれども、海洋開発にとっては海洋基本法、

海洋基本計画というのができて、国の方針というものが非常に明確に打ち出された。したがって、科学技術政策といいますか、海洋にかかわる科学技術政策もそれなりに発展したものになっていかなければいけないのではないかということで、この資料を説明させていただきます。特に「新たな海洋産業の創出」ということをつけております。

次のページ、1ページめくっていただきますと、従来、東京大学やほかの大学を中心に学協会、20社が中心になりまして、第3期科学技術基本計画策定の2004年、5年から、それから海洋基本法、海洋基本計画の策定にわたって種々の提案をしてまいったわけでありまして。ですから、これは学会、学協会、それから一部産業界も入って、こういう提言を続けてきたということです。

1ページ、その次のページであります。この資料は海洋基本法フォローアップ会議、海洋基本法を策定したり、その後、基本計画の策定をフォローアップしたりする海洋政策財団のテーブルがあつて、そこにかつて提出された資料を、最近の動向に直して多少手を加えたものです。一番基本になっているのは、やはり海洋基本法の第1番初めに書いてありますように、海洋の開発と利用というのは、我が国の産業社会にとって基本的な基盤であるというような、そういう基本理念にのっとり、海洋のサイエンスから、研究開発から、それから事業開発へ行こう、そういうことについての技術開発の提言をしております。

そこに書いてありますように、国の役割、今しがた説明ありましたように、それでは国がどういう役割を果たすのか、あるいは産業界はどういう役割を果たせばいいのかということについて仕分けして提言をしております。

それで、その下の2というふうに書いてあるものであります。資源エネルギー開発にとっては、特にその4点、黒鉱型熱水鉱床、メタンハイドレート、新海洋食料生産システム、それから海洋新エネルギーという、こういう4点をしております。これらのものは、いずれも現在の第3期の分野別推進戦略、海洋のところに重要な開発課題としてリストアップされておりますが、残念ながら、戦略重点分野の技術開発にはリストアップされておられません。

そういうこともありまして、その次のページであります。3と書いてあるものでありますけれども、それを含めて、ポテンシャルマップ、5番、6番、情報管理、7番、海洋環境の保全、それから海事産業というふうについて、最後には人材について提言をしております。これらも、いずれも第3期の現在の分野別には記されているものでありますけれども、より具体的に提言をされております。

先ほどあった海底熱水鉱床については簡単にいたしますけれども、10年間というものの前半の5年間というものをかなりスピードアップして、いろいろな必要なことを官民で役割を分担してやるべきだと。それには、この程度の規模が要るのではないかということを提言しております。

なお、これらの計画の妥当性については、現在、内閣府のほうで評価委員会を設けておりました、こういう計画が適切、妥当であるかどうか、評価が現在されている最中でありますので、具体的にはその評価を待つてすればいいんだと思います。しかし、いずれにしましても、官民の役割というものを分けて、これまでのように、官民の合体のプロジェクトよりはもう少し進めて、官民の役割を明確に分けた上で、まず官から探査やそういうことから、環境から始めていくというふうなことを提言しております。

その次のページの8のところ、メタンハイドレートについても同様の提言、現状の技術レベルと最近の開発の成果を踏まえた上で提言をしております。

同じようにしまして、一つ一つ説明していきたいんですが、時間の関係がありますので、簡単にいたしたいと思いますが、これも具体的に何をどこがいつまでにやるかということ、及び公的資金や民間資金によってこれが実行されるべきであるということを提言しております。

次の11ページであります、これは水産であります、水産も従来の水産業の開発の進め方に加えて、やはりエンジニアリングを導入した開発のあり方、あるいはエネルギー産業や環境産業と合体した形で、新しい水産業を総合的に進めていくべきである。そういう観点で、海洋の開発と利用の中でも非常に重要な位置づけがあって、食料の危機に対する備えをしていくということが基本に置いて考えております。

次の下の14ページであります、これは海流・潮流発電、洋上風力ということが強く提言されておりますけれども、同じように、海流・潮流、日本は非常に豊かな資源を持っておりますので、そういうものを活用していくということの提言と計画について述べております。

そういうようなことで少し飛ばしますが、その下の次のページの右に、海洋産業ポテンシャルマップでありますけれども、非常に広域にわたる排他的経済水域、世界6番目であります、そこを政府が中心となって、国民の財産がどのぐらい本当にあるものか、先ほどの熱水鉱床もそうでありますけれども、排他的経済水域における国民の財産を長年にわたって徹底的に調べていく、そういう産業ポテンシャルマップというものに公的資金を投入して、日本の富を確定していくべきだということであります。

それから、その次の6、情報、これも大変重要でありまして、リモートセンシングを初め、宇宙との連携によって総合的な情報管理を推進していくべきだということあります。

長いので、少し海事のほうは省かせていただきます。

次の下に24と書いてありますが、これは第3期のこのフロンティアの会議でも御説明しましたがけれども、海洋のサイエンスは、日本は大変高いレベルにある。しかし、

海洋産業というものが、プラザ合意以降、非常に壊滅的なことになってしまったために、いわゆる死の谷、海洋工学という面も非常に低調になってしまった。したがって、海洋工学、海洋産業に公的資金、民間資本を入れて、海洋産業を興していく。そのためには幾ら要るのかということをごっと見積もりまして、この5年間ぐらいですと、大体プラスで1,300億ぐらいを投入すべきだという提言をしております。

なお、このテーブルで第3期の推進戦略で策定時に議論がありましたけれども、文部科学省の研究開発予算を原子力、宇宙、海洋というふうに考えてみますと、原子力は3,000億円強であります。宇宙も2,000億円強であります。海洋は400億から500億と、非常に海洋開発、海洋に対する研究がバランスを欠いたものになっているというふうに私どもは絶えず主張しておるわけでありましたが、そのためには、プラス1,000億ぐらいを投資して、今言いましたように、公的資金で海洋産業の基盤を築いていくということが非常に重要だということを改めて申し上げたいと思います。そのように、フォローアップから第4期へかけての非常に重要な方向性じゃないかと考えます。

次のページに掲げておりますのは、先ほどありました熱水鉱床に関して、やはり民間の商事会社でありますとか重工業の会社でありますとか、工業会社であるとかが集まって、海底熱水鉱床の開発をいかにやっていくべきかということですが、そこに書いてありますように、右の上の書いてありますが、学、学協会のいろいろな提言から、今は産業界もそういう中に入って、政、官とともに、今後どういうふうに推進していこうかという状況になっております。ここでも、やはり官民の役割分担と具体的なスケジュールを考えるべきだというようなことでもあります。

次の、8月ごろのまだ金融危機が本格的になっていないときであります。8月の夕刊、それから先月でありますか、読売新聞が同じような記事を出しておりますけれども、海底の資源調査に本格的に乗り出すべきであるというような、そんな記事であります。

以上のように、第3期から第4期にかけて、こういうものを海洋の一つの中心的な課題あるいは科学技術政策の一つの中心的な課題にして、強化して、公的支援による基盤構築というのが非常に重要であるということを改めて申し上げたいと思います。

簡単でありますけれども、以上であります。

久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、資料がもう一つございます。資料2、中間フォローアップ海洋関連取り纏め（案）、これは前回の議論も踏まえまして事務局でまとめましたものですが、この取りまとめ案につきまして、事務局から説明してもらいます。

○赤星参事官 こちらは、本日の議論を円滑に進めるためのたたき台としまして、海洋関連部分の中間フォローアップ取りまとめの案を作成いたしましたので、簡単

に御紹介いたします。

まず1ページ、推進方策、国が担うべき役割でございますが、これは先ほどのプレゼンにもございましたように、日本としての安定的なみずからの資金供給源の確保ということに意義があると。また、賦存量、賦存状況を正確に把握するための国としての技術開発の重要性について触れております。また、民間企業の自主的な開発にゆだねるだけでは、参入リスクの観点からは難しいということで、国家的なイニシアチブのもとで進めることの必要性と、今後、現在政府部内で検討中の海洋エネルギー・鉱物資源開発計画に沿って、採鉱、揚鉱、また製錬技術の開発などを行うとともに、商業規模での生産システムの設計、経済性評価、環境影響評価などの必要性について触れております。また、民間企業との積極的な連携について触れております。

1ページの2番目の資源賦存状況に見合ったシステムづくり、これは前回のプレゼンにもございましたように、資源ごとに賦存の状況が全く異なっておりますので、それぞれの資源ごとに見合ったシステムをつくっていく必要があるということで、既存技術を正確に把握した上で、さまざまな手法を比較・検討しながら全体を整理してまとめていく必要があるということを書いてございます。

1ページ目の③の海外の連携と独自技術という点につきましては、前回のプレゼンテーションの中で、現在日本で利用されております探査機器や海中ロボットの重要部品に国産品が非常に少ないという御指摘がございまして、こうした個別の技術ごとに海外との比較優位性、技術の重要度やニーズなどを勘案して、海外と連携すべき領域、また独自技術を開発すべき領域等をきちっと整理していくことが必要であるということを書いております。

2ページ目でございますが、こちらは海底熱水鉱床に関する技術課題ということでまとめてございます。

まず1点目は、現在JOGMECにおいて、深海底鉱物資源探査専用船を着実に用いておられるわけですが、今後より高度な探査機の活用についても検討するということと、また、これらの精密海底調査機能の向上に向けた技術開発に当たっての関係省庁の連携ということを書いてございます。

2番目としまして、調査技術として2点、1点目はリモートセンシング技術の高度化についての内容と、2点目が先ほどのプレゼンにもございました、最終的にはボーリングが必要になりますので、ボーリングに係る技術の改良、またコアの回収率を高めるための技術開発ということについて触れております。

③でございますが、資源の賦存量を把握した後、今度は採鉱技術などについても並行的に検討する必要があると思われるところ、採鉱システム、揚鉱のためのシステム開発、海上支援船などのエンジニアリングの重要性について触れております。

一方で、こうした技術の進展と並行して、やはり経済的な検討というものも重要

でございますので、最近の資源価格のトレンド、陸上も含めたトレンドや環境規制などの要因も十分考慮していくべきであるということを書いております。

4番目としまして、環境影響評価、これは実際には季節変動を調べたり、ある程度攪乱をしてモニターをするといった取り組みも必要であろうと思われまので、そのためには一定の時間がどうしてもかかるということ。また、環境影響評価というのは非常に自然科学との、ある意味学際分野でもございますので、海外の例にならって、引き続き関係省庁間の連携を図っていくべきであるということを書いております。

最後に、メタンハイドレートに関する技術課題につきましては、事務局で調査しまして、エネルギーグループのほうとも相談してまとめた内容でございます。減圧法という日本で開発した世界初の技術のさらなる改良とその確立が重要であるということ。また、安定的に日々一定量以上の量を採取するための回収法の研究と。また、その他関連するセンサーの開発及び周辺技術についての重要性についても触れてございます。

以上です。

久保田座長補佐 ありがとうございます。

以上お二方の御説明、それから事務局からの説明をしていただきました。本日は、浦教授、塩川部長においでいただいております、お二人には前回プレゼンをいただきました。思い出しながら御議論いただきたいと思っておりますけれども、そういうことで、前回の議論、それからきょうのお二方の御説明、事務局からの説明、これをまとめまして、この海洋関連に関する議論をしたいと思っております。

本日はあともう一つ、人材育成という審議事項もございますので、時間の関係もありますので、なるべく多くの方から御意見いただきたいと思っておりますので、お一人の御発言はできるだけ手短にということをお願いしたいと思いますけれども、いかがでしょうか。どういうところからでも結構でございますので、御質問、御意見お願いいたします。

○河野委員 最初に、阿部専務のほうからお話があった件なんですが、結論としては値段の問題というようなこともあるので、当座はパイロットを組むなり、何かそういうことで進めるのはどうかというお話だったんですが、それはそれでやるべきだと私は思いますが、もう一つは、地上と比べまして、海底というのは周りに圧力が高いとか、あるいは海水があるとか、そこら辺が一番ポイントになるのかなという気がするんですが、それについてはアセスメント等でやるのでおっしゃったんですが、具体的にはどういう問題が考えられるんでしょうか。

○阿部住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員 環境のほうで答えてよろしいんでしょうか。あるいは技術的なことでしょうか。

○河野委員 両方です。

○阿部住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員 両方ですか。やはり技術的には深いところ、高圧で大分離したところでやるという、そういうところに、採掘機械あるいはクラッシャー、破碎機等を使ったり、なかなか見えないわけですね。ほこりがたつというか、多分粉体状のもので、モニターなんかで簡単に見えるようにはならないと思います。ということで、要するに量の問題ですね、1番は。採掘機械が本当に1日1万トンも掘れるような機械を何台も動かせば、そうなりましょうけれども、それだけの大きな鉱山機械をつくれるかしらという疑問が1つございます。

それからもう一つは、やはり環境ですね。我々鉱山業というのは、一番環境破壊の業界だというふうに思われていますので、随分センシティブになっているんですけれども、本当に海洋のものをごちゃごちゃ動かして、それで変わった生物が全滅するようなことはあってはならないわけですから、その辺はつきりわからないと、どういう手だてをとっていいかわからない。要するに、わからないことだからから調べなきゃいけないということ、その辺がなかなか兼ね合いが難しいなと思っております。

○河野委員 だから、まだそこら辺については余り精細なというか、進行しているようなプログラムがあるとか、そういうわけではないんですか。

○阿部住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員 先ほどのNautilusあるいはNeptuneという会社は、環境に対しては、陸上に関しての環境対策は十分したはずです。実際フォローというふうに決めて始めようとしていた矢先にやめちゃったんですけれども。ただ、海底については、どのような環境の保護を考えているかは、私は必ずしもよくわかっておりません。

○河野委員 ありがとうございます。

○久保田座長補佐 どうぞ。

○浦東京大学海中工学研究センター長 今、御質問にあった海と山の鉱山との違いなんですけれども、もちろん海の鉱山はほとんどないからわからないところがあるんですが、いろいろ考えられていることは、ディスアドバンテージばかりが御指摘されていますね。しかし、アドバンテージもたくさんございますね。結局、一つの鉱山が小さかったならば、その上に船というか、プラットフォームを一つ持って行って、開発し終わったら、またそれをそのままどこか違うところへ持っていけるのです。陸ではそういうことはできなくて、道をつくって、周りに住んでいる人たちにいろいろやっていく。これが海の陸と全く違うところなんです。現在はそういう観点でシステム開発とか技術開発ということがされているわけではないんです。

ドリリングで例をとれば、JAMSTECさんが持っている地球というドリリング装置は世界じゅうどこへでも持っていけるわけです。それ1つがあれば。それは山の開発とは全然違うところであるということをお理解いただきたい。

それから、2つ目の環境の問題なんですけれども、環境に関しましては確かにわ

からないです。なぜならば、海の底の観測というのはほとんどやられていなくてわからないんです。そこには同じようにディスアドバンテージもありますけれども、アドバンテージもあるわけですね。なぜならば、周りに人が住んでいません。

それから、熱水性鉱床に住んでいるバクテリアたちというのは、とても太古から住んでいて、ある意味言ったらば、悪い環境に住んでいるわけなんです。そういう生物たちというのは人間とは違ってすごく強くて、そんじょそこらのことではくたばらないんだと。ちょっと下品なものの言い方ですが、というのがバクテリアを研究している生物の人たちのものの考え方のようです。

もちろん、壊滅的に全滅させるようなことを起こすと考えなければならないのですが、水中ではラーバがというか、卵が流れていって、広いところに散らばっていきます。あっちがだめでもこっちに、また熱水性鉱床も、実は1,000年と同じところで熱水が吹いているわけじゃなくて、100年ぐらいでとまっちゃうようです。10年ぐらいでとまっちゃうところもあるわけです。それはどういうことかという、その生物は、つまり熱水で生きている生物は絶滅してしまうんです。それが海の現実なわけですね。ですから、環境というものは確かに言うのは易しいんですけれども、陸とは違った問題があって、それをしっかり研究することが熱水開発研究の1つじゃないかなということだと思います。

それから、もう一点手短かに申し上げますが、今、問題は「鉱量がどのくらいあるか」です。これがなかなかわからない。開発にあたってこれは確かに非常に重要な問題で、国を挙げてやらなきゃなりません。今の阿部さんの4枚目に書いてあるところの4,000万トンという鉱量が一体海においてはどのくらいなのかとおっしゃっていましたが、先ほどはこれの1けた小さい数しかないんじゃないかということをおっしゃられていました。しかし私の経験で、この前調査に行った伊是名海穴ですと、1キロ×1キロのところに熱水性鉱床が広がっているというふうに思われます。例えばその深さを50メートルと考えますと、5,000万トンの鉱量がある。これは厳密なもの言い方でないかもしれませんが、少なくとも水平面的な広がりはそのぐらいのものがあるようです。実はそういうことがまだ調査されていません。鉱量に関しては、あまり悲観的な考え方を持つのは国としてはよくないと考えます。もちろん楽観的過ぎるのもいけないんですけれども、悲観的になることはない。そのためには、十分な調査をする新しい調査機器を用いていろいろ観測するのが、国としての努めではないかというふうに思います。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございました。

このPTはフロンティアという名前なんですけれども、要するに極限状態を扱うという意味で、海洋と宇宙というのは非常に似たところがありまして、今のお話を伺っても、海洋探査というのは宇宙探査と何か似ているような気もいたしました。

ほかに御意見いかがでしょうか。

平さん。

○平委員 全体的なことですけれども、今、浦さんの言ったことには私も基本的には賛成で、海底の熱水鉱床に関しては、ほとんどまだその鉱量というのはわかっていないということがあって、陸上の黒鉱床というのは、それが今地層の中にある状態で掘っているわけですけれども、その保存状態等々を考えると、現存している熱水鉱床というのは、海底にあるものは、地層として保存されないものも実は海底にあるということでございます。というので、非常に規模が大きいのではないかとというのが私の推定でございます。JOGMECと今、海底熱水鉱床開発技術促進化計画というもとに、我々も委員会をつくって、これを進めているところでございまして、開発的な技術というようなことや探査ということに関しては、数年先にはいろいろなことが見えてくる、環境に関してもいろいろなことが見えてくるというふうに思います。

私も、質問というかコメントに近いんですけれども、阿部さんにもちょっと質問させていただきたいなと思うんですけれども、いろいろな海底の開発等々で、赤星さんのまとめにも、省庁間の連携が必ず必要だと、外国でもそういうのをやっていますよと。あるいは、民間と省庁の開発はどういうフェーズでやったらいいのかと。湯原さんは、割とまずお金を政府が出して、それを民間につなげていくというようなことがありますと。いろいろなやり方があると思うんですけれども、それは一つのやり方であって、民間と省庁、あるいは大学が最初から取り組むようなやり方だって幾らでもあり得るだろうと。それは、どういう分野をどのように分担してやっていくかということになるわけですけれども、やはり一番問題は、そのときの司令塔となるところ、だれが旗を振って、どういうふうにそれを進めていくのかというのが、今のところは、どちらかというところと政府、あるいは、この場合はエネ庁の某課

某課といったらおかしいな、一つの役所の一つのセクションが旗を振っているだけであって、決して全体としてのグランドデザイン、ナショナルセキュリティーとしての支援から、それをやっていくためのグランドデザインをどういうところでやっていくのかというのがよく見えないと。CSTPは多分そういうところの場所の一つではあるのかなとは思いますが、しかし、ここはそういうような政策の立案から予算のつけることまで、全部一つのところがやるというわけではないと思いますので、我々はやはりそのリーダーシップをとるところが非常に問題だろう、マネジメントをすることが問題だろうというふうに思っているんですが、それをもう少し民間がしっかり主導していくという、そういうオプションというのは、阿部専務にとっては、それはお金等のフィシビリティーがない限りは、そういうようなリスクの多いところには手を出さないと、そういうスタンスでしょうか。それとも、もっと知恵を出すところとかは民間と一緒にやっていけるとかということだと

いう、そこら辺のところをちょっとお聞きしたいなと思ったんですけれども。

○阿部住友金属鉱山株式会社取締役専務執行役員 私どもは非鉄金属の会社でして、そちらから同業の会社の方たちのスタンスを見ていますと、必ずしも積極的でないのが事実でございます。ドマーとかドルドとか、どっちかが今残っているはずですが、そういうところを通じてということだったらあり得ると思いますけれども、例えば私どもの会社が一生懸命旗振ってということは、非常に考えにくい状況でございます。

というのは、やはりこれは一企業が旗を振って、大きなリスクを負っていくべきでないというふうな考え方が根底にございます。マンガノジュールのときには、あのときは私どもの会社が割合旗を振りましたが、結果的に、今だれも技術者が残っていません、あれに関しては。おまえ、またやるのかと言われてたら、私もちょっとまだ上にいますので、つらいところがあります。

○久保田座長補佐 よろしいですか。

○平委員 よく理解はできるところでございますけれども、湯原先生の出したような、例えば海洋技術フォーラムのようなところは、会社も入って、大学とも一緒になって知恵を出していこうということだと思っておりますけれども、湯原さんの感じでは、そこら辺のところはどんな感じなのか。

○湯原委員 ですから、やっぱり新しい産業をつくっていくに等しいことだと思いますので、産業基盤というものをやはり公的資金でしっかり築いて、そういう土俵の上で民間産業が採算をとりながら産業としてやっていくと、これが基本だと思います。現状では、とてもじゃないけれども、ある企業がそこにやって回収できるというような状況にはなっていないんじゃないかというのは共通の意見、全くそのとおりかと思えます。

それから、海洋技術フォーラムはむしろ学協会の連合体でありまして、ここの一員で入っているプロジェクト産業協議会のようなところで、民間側の方々と意見の交換や研究開発のプログラミングを一緒に考えていると、そういう状況であります。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

平委員、さっきちょっと触れられたんですけれども、この中間フォローアップですよね。これの書きぶりについては、今のような議論、これでよろしいですか。

平委員 1点だけ、ちょっと抜けているというか、大幅に抜けているのは、大水深というか、非常に深い海での石油天然ガスの開発というのは海洋資源エネルギーでも圧倒的に大きくて、熱水鉱床やメタンハイドレートというのは赤ちゃんみたいなもので、今は石油の3分の1から4割近くは海底から出ているわけで、その技術が日本には全くと言っていいほどないという、そういう恐ろしい状態にあるわけですが、そのことに何も触れないというのは、実は海底のフロンティアの技術探査というのは深海底の石油天然ガスの開発から始まったわけですから、もう少し

ここにそんなに大部ではなくても結構なんですけれども、メタンハイドレートと一緒に入れていたらなというふうに思いました。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

じゃ、その辺は……

赤星参事官 書きぶりを検討させていただきます。

○久保田座長補佐 わかりました。

湯原委員 もう一つすみません、取りまとめ、この中間フォローアップでよろしいでしょうか。

ちょっとやはりまだまだバランスを欠いていると、海底熱水鉱床がたくさんスペースをとり過ぎていて、現在国が、例えばメタンハイドレートには熱水鉱床に比べて何倍もの予算を投入して開発を進めているわけですから、もう少し技術課題について、フォローアップとして書かれるべきでありますし、先ほど私が御説明したような8項目については、第3期科学技術基本計画の中にフロンティアの推進戦略なんかきちっと書かれているわけですから、そういうことにもちゃんと触れたフォローアップにしていきたいと思います。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。あと、いかがでしょうか。

さっき、阿部専務のお話の中に法整備が必要ということがありました。青木委員から見て、法的なことを何か御質問等ありますか。

○青木委員 今、1つお伺いしたいことがあったんですけれども、これは国際海底機構には鉱区の選定などに対して何らかの報告というんでしょうか、申請というんでしょうか、そういうことはしなくていい場所なんでしょうか。

ということが1つと、あと、これは必ずしも法的という話ではないんですけれども、経済水域についても日本が幾つかの紛争を抱えていますし、同じ鉱区で同様のことを考えている他国があって、ライバルがいるので、早く着手しないと危ないというような状況はないのでしょうか。

○久保田座長補佐 これはどなたにお答えいただく……

○赤星参事官 それでは、ちょっと私のほうでお答えして、もし違いましたら、塩川部長なり御補足いただければと思います。

まず、国際海底機構との調整でございますが、現在、国で検討中の海底熱水鉱床につきましては、一応EEZの水域の中を対象にしておりまして、いわゆる国際海底機構との調整が必要な事項につきましては、現在調査は進めておりますが、そこらはまだ国際的なルールが検討中ということで、現時点では俎上には上がってございません。

また、確かに日本の水域の中でも近隣諸国との境界上といえますか、問題になっている部分がございますが、現在ここで議論になっておりますような海底熱水鉱床

の部分につきましては、直接そのような係争中のものには当たっていないというふうに理解しております。

○浦東京大学海中工学研究センター長 近隣の諸国について申し上げますと、韓国あるいは中国が、こういう鉱物資源に対して非常に興味を持っていて、海底開発を含めて新しい遠隔操縦式のROVをつくったり、船をつくったりして乗り出しています。彼らもスローガンに挙げてやっているのですが、向こうは民間というわけではなくて、国家的な取り組みが進んでいるというふうに考えたほうがよろしいかと思えます。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

○湯原委員 私の資料の5ページの最後に出ておりますけれども、排他的経済水域でも、鉱業法による探査権や開発権の付与ということが不十分と考えられております。5ページの一覧表の一番上に法整備のことが書いてあります。

それと、ネプチューン・ミネラルという海外の会社が海外でお金を集めて、日本に法人をつくって、鉱業法に基づく鉱区申請をしておるわけでありましてけれども、そういうことに対して、排他的経済水域で適切な鉱業法の適用が図れるかどうかというのも一つの問題で残っていると考えております。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、まだ御意見おありかと思えますが、次の審議事項がございますので、このくらいで……

○赤星参事官 1点だけ、また今後中間フォローアップにつきましては、専門家の先生方の御意見をメールなどでいただきながら、修正を加えていきたいと考えておりますが、先ほど湯原委員のほうから御指摘のございましたフロンティア分野で取り上げている8項目全般について書くべきではないかという御指摘でございますが、今回の中間フォローアップに限りましては、重点的に議論すべき事項ということで資源探査を中心に進めるということをごさいますして、その点御理解をいただければというふうに存じます。

また、メタンハイドレートの部分が、書きぶりが非常に少ないということもございしますが、実はこれは全くメタンハイドレートの議論をここで排除する意図はないんですが、一方で、既に評価専門調査委員会という別の総合科学技術会議の委員会に、一度このメタンハイドレートの報告を受けておまして、現在資源エネルギー庁で進めている当該プロジェクトが、今年度までがちょうど第1フェーズと。これの結果を評価専門調査委員会のほうで別途、今後議論する予定が決まっているものですから、余りちょっと事前に中途半端な形でやるのもどうかということで、今回の議論ではその部分は余り大きく取り上げなかったという状況がございますので、その点もちょっと御斟酌いただければというふうに思います。

○久保田座長補佐 それも含めて、宇宙関連も含めて、予定としては、次回のPTでこの中間フォローアップをもう一度議論していくということになると思います。

塩川部長、せっかくおいでいただいたので、一言ございますか。

○塩川JOGMEC金属資源技術部長 先ほどの鉱区についてですが熱水鉱床につきましては、経済水域を対象としたポテンシャルの把握を、先般お話ししましたように、自分の領海なり大陸棚をEEZにどのくらい量があるかということは今調査させていただいており、それについては、国連、国際海底機構に申請をしなければ開発できないということではありません。

一方、コバルト・リッチ・クラストは、南鳥島周辺海域の公海域で調査をこれまで国の仕事としてやってきていますけれども、これは公海ですから、やはり国際海底機構が定める鉱業規則に則り、現在検討中でございますけれども、これができた暁にその権利を申請し、開発を目指すという流れになろうかと思えます。

以上でございます。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、よろしいでしょうか。

では、海洋関連の議論については以上とさせていただきます。

それでは、宇宙関連につきましては、前回までの議論を含めまして中間取りまとめを行っておりました。これを1月に開催された総合PTへ報告することになっておりましたが、その結果について、事務局から説明をお願いしたいと思います。

赤星参事官 それでは、まず参考資料1を御覧いただけますでしょうか。こちらが今月9日に開催されました総合PTに報告をいたしました前回まで御議論の中間取りまとめの資料でございます。

昨年12月の会議の後、書面で先生方から御意見を賜りまして、修正をしてまとめたものがこちらでございますが、実は書面でやりとりするにはちょっと重たい内容の、意見が少し分かれるところが1点ございまして、そこだけちょっと本日は御紹介させていただきたいと思えます。

参考資料1の2ページ目であります、2.の(1)の①、利用のプライオリティーの明確化という部分でございます。ここは、主にユーザーの方の御意見を聞きながらまとめていたということもございまして、やはり中長期的に見て利活用を促進するために、設計段階からある程度どういうものを主たる利用者として、利用として考えていくかということ、プライオリティーを明確化していくことも必要ではないかという御意見を当初原案では書いておったんですが、これに対しまして、やはり国で開発される研究開発衛星というものは、ユーザーニーズに対応しながら、センサーの高機能化、高性能化を図り、利用実験を通じて新たな利活用の創出、定着を図る多目的の利用実施を行うこと引き続き非常に重要である、不可欠であるという御意見がございまして、この部分につきましては、この中間取りまとめの中で

は、一応こういった両方の御意見があり、今後引き続き検討を行うということで両論併記という形をさせていただいております。そのほかの件につきましては、先生方からいただいたコメントをもとに修正を施しております。

それからちょっと続けて、時間の関係もございますので、人材育成に係る総合P Tにおける御議論について、資料3を用いて紹介させていただきます。

資料3、1枚めくっていただきまして、1ページ目は、これまでこのフロンティアP Tにおきまして、前回、前々回、人材育成に関連していただいた御意見を1ページに書いてございます。ここはちょっと割愛させていただきます。

2ページ目が、今年9日に開かれた総合P Tにおける人材育成フリーディスカッションの議論の概要でございまして、その中から特に当分野に関係のある部分だけを紹介してございまして、全体の議論概要につきましては、また改めて資料等で皆様に御覧いただきたいと思っておりますが、簡単に御紹介しますと、(2)の①のところでございますが、1点目が、ものづくりの現場などにおける技術者の高齢化と技術承継が課題になっているということ。特に、中小企業で問題が深刻であるという御意見が1点目です。

それから2点目は、大学における各個別要素の教育はカリキュラムとして充実しているものの、要素を統合するシステム工学を学ぶ機会が少ないと。このため、プロジェクトの経験を積ませることが必要であるというのが2点目の御意見です。

3番目の御意見、3つ目の○は、これは一つの例示としては、例えば橋梁の分野の技術のように、日本におけるマーケットが小さくなってきている分野において、どのようにそういった研究者にインセンティブを与えていくか、エンジニアに対するキャリアパスをいかにして構築していくかといった御意見でございます。日本だけでなく、海外における活動をどのように広げるかといったことが課題ではないかという御指摘がございました。

4番目は、O J Tによる教育の重要性、5番目の○は、システムが巨大化することに対して、国の機関と大学が共同で取り組むべきという御意見、それから6番目の○でございますが、この技術の成果が社会に展開される仕組みを念頭に置いた研究開発の重要性ということで、研究と開発、製造、普及といった4つの分野の融合が重要であるという御意見がございました。

また最後に、これはフロンティア分野に関して、非常に大きな大規模科学技術においては、全体を俯瞰的に見渡せる人材育成の重要性といったことがございました。

総合P Tからこの各分野別P Tに対する検討依頼事項が2ページ目の②でございまして、各分野別P Tにおいて分野固有の問題点を中心に議論し、具体施策にどう反映させるかを検討することと。特に、各分野だけで解決できないような課題について、問題点を具体的に提示してほしいというミッションが来てございます。

これを踏まえまして、1月9日の議論を踏まえまして、事務局でフロンティア分

野の研究機関の方々から御意見を伺った内容が3ページ、4ページ、5ページに書いてございますので、こちらにも簡単に紹介させていただきます。

まず、産業界全般についての現状認識ということで、特にフロンティア分野の産業界というのは規模も決して大きくなく、研究開発力や人材の受け入れのマーケットといったものも非常に限られていると。特に海洋分野で、この分野が極めて限定的であるという御指摘です。

それから2番目としまして、研究機関における現状ということでの御意見であります。これはやはり研究機関の取り扱われる事業の内容によって、任期つき職員と任期の定めのない職員の比率が全く異なっているという現状がございます。一般論としまして、理学系の研究職の方は任期つきの方が多いと。一方、工学系の技術職の場合は、メーカー等への就職機会が比較的多いといった、そういった背景もあるかと思いますが、長期雇用を就職の条件とすることが傾向が強く、特に技術承継がやはり重要であるという御意見が複数の研究所の方からお声を伺っております。また、全体的な人員不足、総人件費の制約の問題、また任期つきの研究者の方については処遇や評価の統一が難しいといった課題、また研究所における理工融合の必要性といった御指摘もございました。

一方で、研究所におかれても、民間企業からの受け入れもかなり行っておられるところもありますが、最近では企業側も非常に厳しいということで、なかなか人材を出すほうも余裕がないという状況をいただいております。

次に、技術承継と人材育成ということで、特にエンジニアリングの部門においては、継続的な技術の承継のための人の育成と確保が重要であるという御指摘がございました。

4ページ、こうした中で、研究所によっては産業界からの中途採用を行っておられると。また、所内で複数年程度のOJTをやっておられるといった話もございました。

それから次、(3)でございますが、問題解決のための提案、要望といたしまして、フロンティア分野特有技術の習得機会の向上と。習得機会をふやすという御指摘で、大学研究機関、産業界の連携を図りながら、大学生などに対する経験を提供するという事。また、プロジェクトのみならず、大学では学ぶことができないような特殊な要素技術についても同様であるという御意見がございました。

それから、②の技術承継のための長期にわたる事業計画の策定ということで、どうしてもフロンティアの場合は大型のプロジェクトを通じて経験を積んでいくということが効果的であるということで、国としての長期にわたる事業計画の策定、また研究機関のみならず、産業界も含んだオールジャパンでの人材維持・強化の視点が重要という御指摘がございました。

3番としましては、外部機関との連携によるトップレベル人材育成の体制構築と

いった御指摘もございました。

その次のページ、最後でございますが、連携大学院などの取り組みを現在進められている事例もございますが、今後はより学生さんが研究機関の課題に積極的に参加、研究していくような体制の構築を期待するといったお声や、海外機関との連携による世界トップレベル拠点組織の検討といった御意見もございました。

そのほか、最後に、任期つき研究員に係る御意見でございますが、人材の流動化を促進する観点、また国の機関が人材のいわば輩出源の役割を果たすという観点から、任期つき職員の採用は有効であるという御意見、一方で、エンジニアの育成については難しい側面もあるという御指摘がございました。

簡単ではございますが、以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、問題を2つに分けたいと思います。最初の宇宙分野の中間取りまとめの件が1つ、それから最後の人材育成の件です。最初のほうの宇宙関連の中間取りまとめで1点御意見を伺いたいということがございました。衛星のシステム設計、利用のプライオリティーをどうするか、研究開発とユーザーのニーズというのを両立させるというようなことが書いてあるんですが、こういう書きぶりはいかがかという、これを5分以内ぐらいでちょっと御意見をいただいておりますと、次回、海洋分野とあわせて、この中間取りまとめをつくる時に非常に参考になると思いますので、これもできれば二、三分ぐらいであれしたいんですが、どなたか御意見いただけますでしょうか。

松尾委員 かなりわかりにくいですね、この表現は。多機能というのと単機能というのを対置しているのかどうか、そこもわかりません。それから、プライオリティーをつけていないのがいけないんじゃないかとおっしゃっているのか、プライオリティーのつけ方が問題があるとおっしゃっているのか、そこら辺も含めて、ちょっと何と何が対比されているのか、かなりわかりにくいと思います。一方と言われても、何が一方なのか、少しわからない。今後検討を引き続きされるということなので、ぜひその辺をよろしく願いいたします。

プライオリティーの問題というのは、多機能なら必ず出てくるわけですし、それを避けろとおっしゃるなら、これは単機能にするより、場合によっては仕方がないわけですね、そのプライオリティーの問題を。そこまでおっしゃっているのか、プライオリティーの議論を全然しないというのはおかしいとおっしゃっているのか、そこを含めてちょっとわかりかねるところです。

○赤星参事官 私どもがこの場でお聞きした意見、また事務局で関係の方からお伺いした意見をちょっと簡単に御紹介させていただきますと、まず究極の姿としては、ユーザーの方から見ると、割り切った、極端なことを言うと単機能目的の衛星で、もちろんいろいろな方に使っていただくことはよしとしても、やはり特定の目的を

ある程度念頭に置いた上で、それで一番使いやすいものを実現してほしいという意見がユーザーのお立場であれば当然かもしれませんが、そういう意見があったということを当初原案では書かせていただいております。

しかしながら、一方で、国で開発される研究開発衛星は、いろいろな目的、それから利用用途を利用実証をして、どういうものに使えるかということ調べていくということが国の研究開発の重要な目的なので、やはりどうしてもそういう側面が残るといいますか、それは引き続きそういうことをやっていく必要があるんだという御指摘がございましたので、私どもとしては、どちらも全く御意見としては両方それぞれのお立場であろうと思いますので、例えば両論併記というような形でここに書くというような、ちょっと書き方がわかりにくいかもしれませんが、例えば両論併記で書くというようなやり方もあるのではないかなというふうに考えております。

○久保田座長補佐 研究開発だけに絞るのか、ユーザーのニーズだけに絞るのか、絞りづらいところがここに出ているということですね。

どうぞ、中須賀委員。

○中須賀委員 今のは両方やらなきゃいけないだと思います。別にそれは対比する話ではなくて、今、徹底的にないのは、それをどっちに絞るかという話ではなくて、そういうことをきっちりと検討する土台がないと。つまりユーザーが集まって、この分野はこういうセンサーをこれからつくっていかなくちゃいけないと。それを今はこれが要るからこれをつくる、将来的にはこういう技術が要るから、その技術を国のお金で開発する。さらにその先にはどういうビジョンがあるかということを検討する組織が極めて弱いですよね。だから、今はほとんどそういう議論 ある程度やっているんだろうけれども、本当の意味での深い議論がなく、どんどんつくっては打ち上げているという、そういう状況で、そこの部分についてのもっと徹底した議論、それから将来戦略ですよね。あるものは海外から持ってきてもいいし、国でつくるものもあっていい。国産、海外で持ってくるものの区別があっても構いませんけれども、そこも含めた長期戦略をしっかり立てて、今はどれを開発して、次はどれを開発すると、これをつくる組織が要ると。そちらのほうがはるかに大事だと個人的には思います。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

立川委員、いかがですか。

○立川委員 似たような意見ですが、要するに1つにまとめるからいけないので、分けてください。利用について考えるときは、できるだけそれにターゲットを充てるべきです。ところが、衛星システムとして考えるときに、機能はいろいろ付備したほうがいいわけですから、余りプライオリティーを明確にしないでもいいわけです。だから、項目を1つにされて利用のプライオリティーの明確化と書いてあるか

らおかしくなるんで、分けたらどうですか。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

今伺った御意見をいただいております、次回、修正のが出てくるんですよ。

○赤星参事官 また、次回会合の事前に御覧いただけるようにしたいと思いますので、また……

○久保田座長補佐 御意見を出していただいてもいいんですね。

○赤星参事官 はい。もちろんまた改めて御意見をちょうだいできればと思います。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、2番目の問題に移ります。人材育成でございます。これにつきましては、先ほど御説明いただいたんですよ。ですので、実は湯原委員からもう一つ御提言がございますので、これも簡単にお願ひできますか。

○湯原委員 それでは、簡単にいたします。

先ほどの第7回総合PTの議論にあるとおりでありまして、それを海洋という分野に当てはめると、こういうことになるのではないかと考えて持ってまいりました。

1ページの下にありますのは、これも第3期の策定のときから、こういうことは申し上げておりますけれども、それをまとめたものです。3つあって、やはり海洋国家基盤創造プログラムのような海洋に特定した人材育成プログラムが要するということでもあります。

それで、まず1番目は、やはり海洋というのは非常に分野が広いので、理学、工学、水産学等を連携・融合したような、そういう研究開発プログラムを特定して、そこに特定したお金をつけていって育成するということが1点であります。

2番目は、人材育成の中でも教育のプログラムと、それからアウトリーチと言われる一般への啓発のプログラム、こういうことがどうしても必要だということでもあります。

3番目がエンジニアリングを含めたものでありまして、地域に新しい海洋新産業をつくり出していくために、地域の経済基盤となり得るような産業のためのパイロットプロジェクトを起こしていくというようなことでもあります。こういうことは、実は次のページを見ていただきますと、その次の次でありますけれども、既に米国やヨーロッパや韓国に至るまで、やはり海洋の分野というものは、海洋国家であるならば意図的に絞って人材育成を図らないと、なかなか総合的な海洋力といえますか、海洋開発力といえますか、そういうものが生まれえないということで、2けた億から3けた億円のものを特定して、今のような3点のところに集中して人材育成投資をしていると。

同じように日本も、次の3ページと書いてあるところでありますけれども、各省庁に本当に広範囲にまたがった分野が一つのプロジェクトをやっつけていかなければいけないという面がありますので、そういうことをマネジメントできる、あるいは理

解できる総合的な海洋人材も育成する必要があるということでもあります。したがって、こういう日本版シーグラントというと、この言葉だけで拒否反応を示される方がおりますけれども、そうではなくて、総合的な海洋人材を育成するためには、そのための特別な人材育成プログラムが必要なんだということを御提案申し上げているわけです。

以上です。

久保田座長補佐 ありがとうございました。

それでは、先ほどの事務局の説明と、今の湯原委員の資料につきまして、御質問とか御意見ございましたらお願いいたします。例えば研究機関、具体的に言いますと、JAXAとかJAMSTECとか、その辺からの意見も伺っていました。それは先ほどの資料の中に入っていたと思うんですが、そういうことも勘案しながら御議論いただけましたらと思います。

○茂原委員 資料を拝見させていただいて、こういう人材が欲しいということは、ここにほとんどリストアップされていると思います。これもほかの施策と同じように、抽象論で議論してははどうしようもない。とにかくこれは、きょう、あしたの大事な問題ですから、本当にどうやったらこれが具体化できるかということを考えたい。要するに、もう少し体系的、具体的に考えることを提案したい。

例えば一つのプロジェクトで考えますと、プロジェクトの始まりは最初はアイデアがあって、それから次に計画設定、つまり概念設計、Feasibility Studyがあって、スペックが決まって、3番目のフェーズで実際の設計があって、4番目で製造があって運用と、こんなふうに上流から下に流れます。多分一番大きな切れ目が、計画と実行の間にあるわけです。

実行の後には、実施組織の問題で、基本的には今日の問題。お金と人の縛りの中でどうやって人を配分するかの問題になる。また専門性への要求もフェーズでどんどん変わる。したがって実開発以降の段階の人材は、基本的には実施組織の問題だと考えます。

そうすると、国が面倒を見なきゃいけないのは、最初のアイデアと計画の段階だと思います。そこに既に多くの要求が提起されています。人材の要求を独立して個々に考えるのではなく、国の中長期の戦略ベクトルの上にそれを重ねて、その線上で考えると対応が具体化できると思います。総合科学技術会議で国家戦略という先の戦略を決めていますから、その線上でそれを実現するためにはどういう人材が要るか、そういう目線で整理するのが一番早いと思います。

例えば、今一番重要な国家戦略は科学技術創造立国だということで、創造というキーワードが出てくる。必要なのは創造力のある人材です。これをもうちょっと下層でみると、地球環境でデータセンターができない、サイエンスとサービスの間が繋がっていないという課題にぶつかる、それを人材につなげると、IT技術者、

情報処理技術者や統合モデルが組めるシステムエンジニアなどの必要が出てきます。ですから、そういう総合科学技術会議の持つ戦略マトリックスと、今の実際の機関がどれだけポテンシャルを持っているかをマトリックスに重ねれば、どこが充足していて、どこが欠けているかというようなことが明示できると思います。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

資料3ですけれども、3の2ページという下のほうに、今後の検討方針というところがありまして、実はこれは総合PTで出された宿題なんです。分野固有の問題点を中心に議論して、具体施策にどう反映させるかを検討してこいということがありまして、今、茂原委員のことはこれの線上にあるのかなと思ったんですが、具体的な施策とおっしゃっているのは、いわば総合科学技術会議の基本計画であつたりということでしょうか。

茂原委員 そのとおりです。それが国としてあるべき戦略を決めているわけですから。人というのは、それを実現するための手段なわけです。ですから、当然その上で考えるべきであつて、ボトムから希望を聞く話ではないと思います。むしろトップの国家戦略があつて、それに対してどこが欠けているか、どこを充足しなきゃ駄目だという目線で調べるべきじゃないかというのが私の意見でございます。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。具体的な案もお持ちだという、これはいずれ御議論いただければと思いますが。

どうぞ。

○河野委員 資料3ですけれども、1ページの1.の②で、最初に希望どおり就職できるとは限らずと書いてある部分ですが、この文章は削除していただきたいと思います。というのは、そうすると、すぐ学科の問題とか何か細かい話になってきますので、せっかくいい学生が来ているとしても、なんか規模縮小とか、そういう話をするのが霞が関じゃないのかなと思ったもので、これは削除をお願いしたいと思いますが、背景を申せば、これ全体を読みますと、やっぱり宇宙とかいうのはシステムで、それでプロマネを育てるというようなことをやってきて、そういう学問をやれば、どこへ行っても通用するんだということやってきたんじゃないかなというふうに思いますので、もう一つ広い視点でここは考えていただきたいというふうに思います。

後のほうにも、何かそういう観点から見ると、ちょっと消極的なようなところもあるんですが、そこはちょっと注意していただければと思います。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

今おっしゃられたその辺は注意して、それとシステム工学であるというのは、この分野の非常に重要なポイントだと思いますね。システム工学をやっている間に、それをやりながら人材が育っていくというのは、この分野の特有のことかなと私も

思っておりました。

あと、いかがでしょうか。

大林先生。

大林委員 せっかくですから。今、お二人の委員の方々が言われたことと少しラップするんですけれども、この事務局が取りまとめていただいた内容は、これなりに非常にいろいろな方面からまとまっているんですが、どうもロケットとか人工衛星とか、かなり巨大プロジェクトに視点を置いた記述がずっと並んでいるような感じがするんですね。この会議で何回か前に衛星データの利用ということが、今、茂原委員もおっしゃっておられますけれども、そういったことが随分議論されたわけですから、そういう視点からの人材育成というのは、別にあるんじゃないかなという感じがするんですね。もう少し産業的には小さいかもしれませんが、最終的にはデータを使っていくというのであれば、そういうところを重点に置いた記述が少しあってもいいのかな、もう少し具体的な記述があってもいいのかなと、そういう感じがするという事。

それともう一つですが、これはちょっとコメントですが、この問題解決のための提言、要望というのが具体性をもう少し出してもいいんじゃないかなと。難しいとか、あるいは何々が不足しているとかという言い方じゃなくて、もっとこういうことをやりたい、やろうよというようなことがあってもいいのかなと。そういった表現があってもよろしいのかなという感じがするんですが、いかがでしょうかということ。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

今の御意見に対していかがでしょうか。

中須賀委員が手を挙げて……関連ですか。

中須賀委員 例えば具体策ということで、今、大学のほうが、いわゆるものづくりとか、いわゆるシステムエンジニアリング、プロジェクトマネジメント、こういったものの教育にどう関与していけるかということで、なかなか座学ではできないので、やはりプロジェクトをベースにした教育が大事だろうということで、我々は今、大学宇宙工学コンソーシアムという組織をつくって、34大学、43の研究室が入って、400人以上の学生がここで日夜、衛星づくり、それからハイブリッドロケットなんかでしのぎを削っているという、こういう状況で、既に7基の衛星を打ち上げ、また先週の金曜日に4基を打ち上げていただきまして、トータル11基打ち上がるということで、非常に今盛り上がって、元気にやっております。

一つは、大事なのは、そういうところに実験をするといいますか、こういうような衛星をつくる機会を提供していただけないかということ、それは何かというと、例えばH2Aでのロケット打ち上げ、ピギーバック打ち上げの機会を提供していただ

けると。これはすごく大事なことだというふうに思いますので、こういうのをどんどんやっていただくと。

また宇宙研、今の I S A S、J A X A ですけども、昔の宇宙研さんのほうでは、気球であるとか、それから S-300 というようないわゆる観測ロケットの打ち上げなんかを随分やっておられて、そういうところで、我々は非常に勉強して力をつけてきたという経緯がございます。こういうのをやっぱりどんどん提供していただくような、そういうことが、ものづくり、プロジェクトマネジメントの教育にとって極めて大事であると。そういうところで、実は失敗しないといけないんですね。つまりプロジェクトが小さいうちに失敗して、失敗とはどういうものかということを経験した上で大きなプロジェクトに入っていけるような、こういう環境をつくっていく。最近、どうもそういう小さなプロジェクトが減りつつあります。J A X A さんでの H 2 A の打ち上げは今回初めて行われましたけれども、それ以外がどうも少なくなってきているので、もっともっとそういう機会をふやしていただく。これが一つのものづくり、その機会をふやしていただければ学生は喜んでやりますので、そういう機会をつくっていただくという機会提供ということがすごく大事であるというふうに思います。

以上です。

○久保田座長補佐 H 2 A の次号機も乗る小型衛星は決まっているんですよ。

○中須賀委員 はい、決まっています。

○久保田座長補佐 だから、ああいうのをその次、その次というぐあいに機会をふやしてほしいということもそうですよね。

立川委員 あれは毎年やります。

中須賀委員 ぜひ継続的にお願いしたいと思います。

それからもう一つ、大林先生がおっしゃったいわゆる利用のほうということもすごく大事でありまして、今のものづくりだけではなくて、例えば利用に関していうと、学生が今上がっている衛星なんかのデータとかいろいろなものを使って、いろいろな人を巻き込んで、何か利用の実験をやるというような、こういうことを一つのコンテストみたいな形でもいいですし、少しお金をあげてもいいですから、そういうことを試行錯誤的にやるような、そういう土俵をつくったらいんじゃないかなと常々思っています。

日本人は、なかなかいわゆるアントレプレナーシップ的に弱いもので、そういうのをどんどん学生が出ていくという機会はないんですけども、それから、そういうモチベーションも少ないんですけども、それをあえてやって、要は利用というのも一つの分野だけではなくて、いろいろな分野のノウハウとか知識を寄せ集めていかないとできないということなので、そこはある程度の訓練が要ると思います。その訓練がしやすいような、あるいはモチベーションがわくような施策をとってい

くということが大事だと思います。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

今、宇宙関連のことが議題になっていますけれども、例えば海洋関係のコンテストとかシーグラントという話がありましたけれども、いろいろあり得るんですよ。

○浦東京大学海中工学研究センター長 今のお話と関連していえば、例えば海底でも、3,000メートルのところには何かできるようなものを学生たちに公募して、いろいろ提案をしてもらって、つくって、そこでテストをして、何かがうまくいったり、うまくいかなかったりする。そういう機会は今のところ全くございませんね。そういうコンペティションなりトライアルの機会をつくるのがオンザジョブトレーニングとしても非常に重要です。そのときにやり損なうということは、今おっしゃっているように学生たちの経験値が上がってくることになります。これはJAMSTECさんへのお願いなんですけど、ぜひそういうふうなシステムを、宇宙と深海とは、同じくらいめったに行けないことなんで、そういうふうな機会ができれば、学生たちも行けることになります。

ところが、人工衛星も同じですが、水中もののある程度のレベルの道具をつくらうと思うとお金がかかる。そのお金をシーグラントのような別途の予算を獲得していかないと、科研費では到底つくれるようなものではない。それも、1年後にシップタイムがとれて、この前も申し上げましたが、2年後に海の底に行くんじゃないで、今年計画したら、年の末にはそういうテストができる。そういう足の速い企画が必要です。学生たちとやっているときに、5年後にこれができますよというんじゃ、何もモチベーションがわからないわけです。そういうふうなプログラムは、宇宙における宇宙はシーグラントとは言わないんでしょうが、宇宙グラントにしても、シーグラントにしても、機械工学なり開発工学、それからシステムエンジニアリングの道をフロンティアという特殊なところに用意してほしい。それがフロンティアPTに課された非常に重要な課題であって、それが湯原先生のおっしゃっているシーグラントのようなものになることを期待しているわけです。

○久保田座長補佐 どうぞ。

○茂原委員 先生方のお話と大体つながるのですが、そこへ重ねて、私の一つの案を申し上げます。大学の小型衛星は、中須賀先生が非常にいいリーダーシップを発揮されて、新しい分野を開拓されました。研究分野は、ボトムの研究が革新的な発想を出しますから、革新的な成果に繋がります。しかし、例えば先ほどの地球センターみたいなものは、研究と実業をつなぐ間の死の谷をどうするかというフェーズの話で、研究者の手を離れているから、研究者は手出しをしない。しかし大きな巨大システムを実現するという、新しい組織と仕組みと人が要ります。それは、非常に大きな統合的なシステムをつくる機構であり、リーダーだと思います。

だから、研究者のもうちょっと下流で、実業につなげる新しい分野の人材は、やっぱりトップの国が発想してつくっていかなくてはならないと思います。

なぜそういうことかという、組織を離れて世の中を見てみますと、ボトム組織からは、改良の意見は出ても、変革して新体制を作る提案は出てきません。現状を変革するような新しい組織や人材の要求は、既存の体制からは出にくいのが自然ですから、そのような分野は、戦略に沿ってトップから発想しないとだめだと思います。研究者は、現状を否定するところから発想できますが、体制に組み込まれた組織、人からは、それを否定するような、特に自らが痛むような改革提案は出せないでしょう。

特に今、宇宙は基本法が出まして、非常に大きな分野で、新しい考え方というのが要求されていますが、新しい発想を出せる組織が必要だということも申し上げておきたいと思います。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

総合科学技術会議と、それからもう一つ、日本学術会議という、いわば車の両輪だと言っておりますが、日本学術会議では幾つかの分科会がありまして、相澤先生の前任の柘植先生が分科会長をしている巨大複雑系の社会経済システムの創成力を考える分科会というのがあります。そこが対象は巨大複雑系です。宇宙とか原子力とか、コンピューターも考えていたんですかね。そういうところの人材をどうするかという問題があるということで、去年、シンポジウムを行いました。そのときには、立川委員にも多分パネラーを依頼されたんじゃないかと思いますが、そのときの人材育成に関する結論は、そういうところをわかる俯瞰的な人材を育成すべきであるというようなことではあったんじゃないかと思います。

今、茂原委員がおっしゃられたそういう方向と何か一致しているような気がしたんですけども、あのとき、立川委員出られて、システム工学の立場からというようなお話もされていたような気がするんですけども、いかがでしょうか。

立川委員 はい。日本のフロンティアも、巨大システムをやっている分野、さらに通信も入っていましたけれども、あの中には。だから、そういう分野では総合的に見る力が必要だから、システムエンジニアリングをもっとやって、日本ももう少しそういう資格を持った人を増やしたらどうですかというような方向だったですかね、皆さんのお考えは。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

あと、御意見どうでしょうか。

きょうのこの議論は結論が出るわけじゃなくて、御意見をいただいておいて、それをどういう格好でまとめるか。さっきの宿題がありまして、この宿題の答えを出す方向にまとめていくのかなと思うんですが、具体施策にどう反映させるかということと、各分野だけでは解決できないような課題については、問題点を具体的に提

示していただきたいというようなことです。それについてだと思えます。

どうぞ。

○立川委員 これのまとめ方の整理として、やはりフロンティア分野というのは、もともと産業界としては産業になっていないんだからフロンティアなんで、最初の書き出しがいかにもひどいなと思えます。我々フロンティア分野は、これから開発していこうとしているわけですから、将来展望があるわけで、こういう後ろ向きに書かれたら困ります。海洋開発が成っていないと書いてありますよ。ちょっとひどいなと。これからの産業だから、これを今からどうやって育てていくのかというのが大変重要だという視点でぜひ書いてもらいたいですね。よろしくお願ひしたい。

ぜひ総合PTからの宿題に答えるためには、やはりフロンティア分野の最大の特徴は、これからまだ時間がかかるということです。今、産業化していないんだから。これから産業化に向けてどうやっていったらいいかという点が特徴的な分野だと思いますね、この分野は。だからその観点で、ぜひ研究者から実業界にわたるまでの人間の育成をトータルとして見ていただきたいという点が僕は特徴じゃないかなという気がしますので、そういう点を踏まえて書いていただけるとありがたい。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

先に中須賀さんだったかな。

○中須賀委員 すみません。もう一点だけ追加ですけれども、将来大学とか、いわゆるアカデミックなキャリアに行こうとする人たちが、こういうものづくり等をやっているのは非常に大事なことで、プロジェクトをやっているんですけれども、非常に大きな問題は論文がなかなか書けないというところがございまして、論文がなかなか書けないと、次に行けないんですね。これは、非常にこういうものづくり、プロジェクトをベースにするような分野に特有的なことでありまして、だから言ってみれば、こういう分野の学問体系をきっちりして、たくさん論文が書けるような環境をつくっていくということも、1つ、いわゆるインフラストラクチャーとして要るかなと常々考えております。

これは我々の責任でもあって、いわゆる学問体系としてこういうシステムエンジニアリング的なものをちゃんと高めていくということが必要かなというふうに思いますので、この辺も少しどこかに書いておいていただければというふうに思います。多分ほかの分野でもそういう問題点があるところはあるんじゃないかと思えますので、よろしくお願ひいたします。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

平委員でしたっけ。

○平委員 フロンティアという分野は、どうしてもやっぱり工学やエンジニアリングという、そういう分野を切り開いていくという意味で強調されるんですけれども、そのドライビングフォースとして理学というのがあるわけなんですけれども、その中

で、理学と工学の融合というのは常に言われているわけですが、具体的に、先ほどいろいろな例がありましたけれども、そういういろいろな場、それからオポチュニティー、機会を提供するという中で、大学等々、我々も積極的に理学と工学の学生、あるいはエンジニア、それから研究者、科学者というものをブレンドしてつくっていくそういうプログラムというものをしっかり立てていくということは非常に大事だというふうに思います。これは団体学だけじゃなくて、我々研究機関サイドとしても、一緒にそういう人たちをるつぼの中に入れて切磋琢磨やっていくというのが基本中の基本だと。オンジョブトレーニングでもそういうふうに思いますので、ぜひその点は黒鉱の中で強調されればというふうに思っていますので、よろしく願いいたします。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

続いて、そばにおられる高畑委員はいかがですか。

○高畑委員 大学における宇宙関係では、このような小型衛星の打ち上げに大変気合いが入っており、多数の学生が積極的に参加していると思います。しかしながら、そのような学生がそれをつなげて就職につけるかということ、就職先がかなり限られるという問題があり、結果的にはメーカーさんなどに就職しています。そこでも宇宙の部品開発などに貢献してくれていると思います。ここでは、システムエンジニアばかり強調されておりますが、やはりそういうところに対しても、すなわちメーカーさんなどで活躍しているということも重要ではないかというふうに思います。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

谷口委員 具体策ということになりますと、前々から問題になっているポストクの、つまり優秀な人材はあるんだけど、言葉は悪いですが、その利活用というのがいまひとつなんです。ポストクの話が出ると、いろいろなところで、産業界はポストクの採用を渋っていると。僕は、いつもその答えは渋っているわけではありませんとっておきまして、ぜひポストクを含めて人材を活用していくということを具体的に展開する必要があるんだろうと思うんですね。これは大学側も、あるいは研究機関、産業界、両方に僕は責任があると思うんですね。そういう意味では、ちょっといい言葉は見つかりませんが、職に対する、あるいは仕事をするということに対する意欲の問題、意義の問題等々、そういうことをしっかりやって、やっぱりインターンシップ、先ほど各委員からお話が出ましたように、システム的な思考、仕事を片づけていくと、こういう機会、場にもっと接してもらいたいと思うんですね。私は狭い範囲のこれしかやりませんという、そういうポストクは、私は大変もったいないなと思っているんですね。だから、ぜひ人材の活用という意味では、ベースはでき上がっている人材が豊富にあるわけですね、ポストクというところに。そういう人たちをもっともっと活用するといいますか、力をかりるということを実

剣に考えたほうが良いと思いますね。具体的に考えるべきではないでしょうか。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

湯原委員、さっき手を挙げられたでしょうか。

○湯原委員 では、ちょっと全体的な取りまとめで、やはりフロンティアの第3期の最大の特徴は宇宙基本法、海洋基本法ができたというところであって、トップダウンの方向性が非常に明確になったということをやはりピックアップして、それで、先ほど来皆さんの意見のあるトップダウンからの方向性ということに対して、第4期へ向けてどういう第3期の総括をしていくかと、そういうことが大事じゃないかと思うんです。ですから、余りユーザーから見たとか、海洋は資源に限定するとかいうことではなしに、そういう観点からやはりきちんとフォローアップすべきではないかと私は思います。

それで、具体的には、海洋ですと、海洋基本計画ということが10年後にこうするんだということが具体的に掲げられているわけですから、それに対する科学技術をどういうふうにやっていくのかということを書いていくというのが重要かと思えます。

以上です。

○久保田座長補佐 ありがとうございます。

それでは、大体委員の皆さんの御意見を伺いましたので、このいただきました御意見は事務局で取りまとめまして、次回以降、再度御議論いただくことになるかと思えます。

そういうことで、議事、以上で終了でございますので、相澤座長に進行をお返ししたいと思います。

○相澤座長 どうも長時間にわたりまして御議論ありがとうございました。フォローアップにつきましては、先ほど来いただいた御意見をもとに、また次の回までにまとめを事務局より提示させていただくようにさせていただきますと思います。

それから、ただいま議論いただいた人材育成関係でございますけれども、今までいただきました御意見のまとめと、きょういただきました御意見で、幾つかこのところで、きょうは御議論に出てこなかったところで、各研究機関、大学等も含めて、ここで職員の問題が随分出てきております。つまり任期制との絡みですね。このことに関しては、もう少しきちっとした議論をしていただく必要があるのではないかなと思います。つまり現行システムで何か問題があるのか。それをどう改善したらよろしいのか。やりくりでどうにかなるのか。このあたりのところが、いただいている御意見の範囲では非常にわかりにくいんですね。ですから、ぜひそこら辺のところは議論を進めていただいて、明確にしていただければというふうに思えます。

それから、総合PTからの御依頼ということで2点を挙げておりますが、きょう

後半で御議論いただいていることが、まさしく私どもが求めているところでございます。ですから、ぜひそのところをさらに具体的に進めていただければと思いますが、この議論についても、今まではややもすれば、人材の問題は大学における教育の問題、あるいは大学院における教育の問題ということに限られていたような感じがいたしますが、きょうはもっと広がりのある議論というふうに伺いました。ですから、ぜひそのあたりのところを、システム上は何をすればいいのか。このところをぜひ御議論いただいて、具体的に明示していただければと思います。

そのときに、ここでは分野固有問題があれば、それをぜひ明確にさせていただきたいということと、もう一つは、先ほど来も出ておりますように、日本全体として国はどうするべきかという議論との接点なんですけれども、この辺のところは、ややもすると、今まで各分野から、みんなその分野における人材が必要だ、必要だということは出るんですけれども、これを全体の人材問題としてとらえるときには、なかなか整理がつかないんですね。ですから、そのことは何を意味しているかということ、具体的な施策が持てないということになってしまいます。ですから、固有の問題は固有の問題としてアイソレートした問題ではなく、全体として何を進めるべきなのかということ策定するために、それらの問題を明確にさせていただきたいということであります。そういうことで、さらに次回議論を続けていただくようお願いをして、私からの言葉とさせていただきます。

それでは、本日、長時間にわたりまして御議論いただきましてありがとうございます。これで閉会させていただきたいと思っております。どうもありがとうございます。

○久保田座長補佐 事務局はいかがでしょうか。

○赤星参事官 事務局から事務的な御連絡でございますが、フォローアップにつきましては、本日会議でいただいた御意見のほかに特段の御意見がございます場合は、来週月曜日を一応目途に、事務局までメールなりファクス等、何でも結構でございますので、提出をいただければ幸いです。

なお、次回会合は3月を予定しておりますが、日程調整及び先生方の御出欠につきましては、後日事務局から確認させていただきますので、次回も御参集のほどよろしくお願いいたします。

きょうは、ありがとうございました。