

## きぼう利用推進有識者委員会 第2回会合議事録

日時：平成28年2月26日(金) 10:00～12:00

場所：日本宇宙フォーラム 第1、2会議室

(東京都千代田区神田駿河台新御茶ノ水アーバントリニティビルディング2階)

出席者：別紙のとおり

### 議題1. きぼう利用推進有識者委員会の運営について(審議)

事務局から、資料1に基づいて説明し、改訂案のとおり了承された。

### 議題2. 前回の有識者委員会での議論のサマリ及びISSをめぐる最近の状況について(報告)

事務局から、資料2-1から資料2-4に基づいて説明。主な発言、質疑応答は以下の通り。

(委員)資料2-3の下線部(2)の投入予算に見合った科学的成果があったか、「きぼう」で行う必然性があったかについて、専門家による厳格な審査をすることは誰も反対しないが、投入予算の内訳を明確にする必要がある。大学では、研究者の獲得予算に対して評価するが、きぼうの運用費もすべて含めた何千億円を投入予算として考えるならば、どんなに素晴らしい科学的成果を出したとしても、投入予算に見合った科学的成果は少なかったとなってしまう。「きぼう」を利用するための建設等の場の形成にかかる予算とプロジェクト研究予算は切り分けるべきである。

「きぼう」で行う必然性に関しては、「きぼう」でやって良かったと判断できるのは実施後の評価であるが、やってみないと分からないのがサイエンスであり、その評価が難しい。文献数での議論は文科省的で分かりやすいが、産業界では文献の数は必然ではない。場合によってはノウハウや特許であり論文文化はしないので、企業が行っている研究の論文数は少ない。大学で論文文化した時に、企業ではアンダーグラウンドで既にやっている場合が多い。例えば、大学の先生が発表した時に製薬企業が発表していなかったのは、すでにドラッグデザインにそれらの情報を使っているからであり、敢えて発表していない。産業界での評価をする場合には、その状況をうまく説明するべきである。大学と同じように競争的資金のような評価をするのは無理がある。その誤解を解く作業が必要である。

(委員)科学的成果となると論文数に目が行きやすいが、「きぼう」は科学技術的成果であろう。技術的成果では評価の仕方が変わってくる。

- (委員)宇宙の実験では企業と一緒に装置を作製しており、日本の知財や研究者にとって、その役割は大きく、研究を支える装置は重要である。タンパク質、小動物飼育、植物生育の装置などは優れており、技術があつてこそ研究が成り立っていることを評価に加えるべきである。
- (JAXA)ご指摘いただいた観点について、この委員会やユーザからも発信し、今後ともご協力いただければ有難い。
- (委員)コンセプトは別にして、何らかの数字と具体的な提示は必要。
- (JAXA)ESA や NASA とはテーマも同じように進めており、数でも比較できるが、論文や有償利用の指標などに対して、日本の方が優れている。米国のように第三者的に評価する公開討論の場を設けたいと考えている。研究者側でまとめた成果でなく、研究評価委員会での辛口の評価も含めて成果をまとめたい。
- (委員)最近の政府のきぼう利用方針に、微小重力利用研究者の多くが嫌気を感じて離れていく傾向があることを懸念している。日本マイクロ重力応用学会では微小重力利用の軸足を、きぼう利用から人類の地球外移住にターゲットを移しつつある。この傾向が続くと、今まで地道にやってきた研究者が少なくなり、ISS 運用を、2024 年に延長しても、物質・材料の研究者がいなくなる心配がある。
- (委員)費用対効果で科学的な成果のみが語られている。民間が自前で設備等を準備して行くと大きな予算がかかるが、きぼうを利用できるが故に予算が抑制され、日本全体の投入費用が抑えられて経済的な成果が上がるという、違った見せ方もある。SPring-8(大型放射光施設)の成果を何かの製品に使ったとしても、その成果が売上げの何%を占めるかを定量的にはかることは難しいため、定性的な部分と定量的な部分をうまく見える化する必要がある。
- (委員)研究プラットフォームとしての貢献という主張である。
- (委員)その通りである。
- (委員)タンパク質の構造解析を自前で行ったらどの位かかるか、研究プラットフォームを使って解析する方が効率的という話と同様である。

### 議題3. 「きぼう」利用戦略について(討議)

事務局から、資料3に基づいて説明。主な発言、質疑応答は以下の通り。

- (JAXA)企業の利用については有償利用に舵を切った。資金を稼ぐという趣旨ではなく、企業に成果独占の機会を提供するという趣旨である。これまでの無償利用は成果を公開することが前提になっている。企業利用については、無償利用で件数を増やすよりは、成果独占で非公開とした方が真剣な提案が出てくる。また、有償にすると投資について経営判断がなされることになる。過去に、経営判断まで行っていないもの又は企業で予算がつかなかったものが応募された事例があり、それほど高額ではない形で有償にした方が、より真剣な成果が

より早く得られると判断した。ベンチャー企業のペプチドリームと有償の包括契約を締結した。ベンチャー企業のスピード感に合わせ宇宙実験をスピードアップさせてきており、一件毎の契約より数件をまとめ、すぐに対応できるようにした。トライアルユースの契約で成果もあげており、包括契約を締結するに至った。我々のスピード感が企業のスピードに合ってきており、有償にして真剣に検討頂いた今回のようなケースを、サクセスモデルとしたい。

(委員)15年位前と比べると分かりやすく、その通りだと思う。特に SPring-8 の例が分かりやすく、共用促進法のもと、ビームラインをリーズナブルに使うことができる。成果独占の場合にわずかであっても対価を払うとなると、企業の真剣度が違うので、基本は有償がよい。例えば、研究会等でも会費をとれば、何に使うのか関心を持って発言する。「きぼう」利用の状況は、スパコン京の後継機のフラッグシップ 2020 プロジェクトと同じような状況にある。スパコン京後継建設に 1,200~1,300 億円をかけて、年間維持に 100 億規模が想定されているが、それに見合った成果が問われている。共用促進法で運営されている SPring-8 や「SACLA」(X 線自由電子レーザー施設)、J-PARC(大強度陽子加速器施設)などは、投入した予算に対する成果を何年も問われながらやっている。広報活動で宇宙をうまく示すには、そのような所と JAXA がうまく連携すればよい。科学技術立国として最先端の大型先端科学施設を日本が維持することが、結局質の高い技術成果、論文、人的資産を生み出す。アジアのトップリーダーの維持を目指して、他国のような安い人件費と同じ土俵で戦うことは避けるべきである。日本では高度の医療・生活を受けられる点などが、科学技術立国たる恩恵であり、それに対する波及効果をうまく取り入れる。SPring-8 や宇宙ステーションを使うことが国のミッションの一つであるというポジショニングを明確にして、連携をうまくとってほしい。

(JAXA)その形で説明している。宇宙ステーションも共用促進法と同じ形でという話もあった。宇宙ステーションは、決まったものを維持するのではなく、どれだけ工夫してどれだけ変えていくかである。それに、他の国との関係もある。ただ、使い方は同じであるので、うまく説明して行きたい。米国も同じようにナショナルラボとして民間に開放している。米国は無償で行っており、何年か前の日本の姿だとイメージしている。SPring-8 などと同じ形であるとうまく説明して行きたい。

(委員)共用促進法では難しいことは承知している。共用促進法でやっている大型施設とうまく連携して欲しい。SPring-8 やスパコンの京などは、宇宙の研究で必ず使うので、そこと連携し予算を獲得してもらうなどで、応援してもらう形がよい。

(JAXA)SPring-8 はタンパク質実験で連携して大きな成果を上げている。外国でも例がない。京も含めて進めたい。

(委員)「こうのとりのゆりかご」は H-II で打ち上げ、ISS から離れた後は回収せずに燃やしてしまうが、再利用を考えれば日本の技術力は高くなる。日本の技術力は優秀で、

大型のものを運び、ロボットで船外に装置等を搬出できる技術があり、その見せ方が重要である。回収技術は難しいが、回収できることを示せれば、新しい展開ができるので、どこかに入れ込みたい。

(JAXA)タンパク質実験はロシアと協定を結び、ロシアの輸送機で打ち上げて回収している。年2回実施し、無償で打ち上げる代わりに3分の1をロシアが使っている。米国の輸送機を使って実験回数をさらに2回増やし、年4回できるように進めているが、それが限界である。タンパク質は一月半で精製できるので、能力をフルに使うと年8回できる。回収手段については、輸送機全体を回収するとなると付加装置が大型になり、パイロットが減ってしまう。回収の対象となるのは実験サンプルなので、今は170kg程度の回収カプセルを開発している。「こうのとりのとり」で打ち上げ、実験終了後、カプセルに詰めてサンプルを回収するように開発を進めている。「こうのとりのとり」7号機で、来年実証実験をする予定である。それができると、もう少し頻度が増える。

(委員)サンプル回収もよいが、本体の回収も検討して、有効に再利用できるというモデルとして、今までできなかった実験や回収ができるという新しい視野も入れて検討して欲しい。

(JAXA)「こうのとりのとり」9号機の後には最新技術を使ってリニューアルするが、その中で全体回収も含めて検討する。

(委員)高融点材料のプラットフォームについて、業界では高融点材料とは2,000°C以上のものである。ヨーロッパでは25年位前からTEMPUSという電磁浮遊炉を開発し、ISSに搭載された。米国ではDRUMSという装置を開発している。日本は15年位前から静電浮遊炉の開発を始め、装置が完成して今回2回に分けて打ち上げられた。融点が2500°C以上の金属のような超高温材料については、電磁浮遊炉の方がよく合っているので、この分野で戦うのは難しい。日本独自の分野で戦うとすれば酸化物や化合物の分野である。その場合、2,000°C以上では蒸気圧との関係で分解してしまうので、雰囲気制御が必要となる。単に溶かして性質を見るだけでなく非平衡状態で凝固させて新しい物性を見つけるには、試料寸法を大きくする必要があり、今の静電浮遊炉ではパワーが足りない。雰囲気をコントロールするため、場合によってはガスの圧力制御も必要で、予算が少ない中で「高融点材料研究支援プラットフォーム」と打って出ることが現実的か心配している。高融点を看板にすると、1,500~2,000°Cで非平衡状態で準安定相で材料を作りたい研究者が多いことを考慮すると、魅力のない名前であり、工夫することが必要。後発組として工夫をしないと勝てないが、予算がかかることが予想されるが大丈夫なのか。

(委員)1,500°Cは、中融点材料というのか。

(委員)セラミックスの分野では高融点とは言わない。

(委員)あえて高融点と言わなくてもよいのではないか。材料研究とか先端材料などはどうか。

- (JAXA)ヨーロッパの電磁浮遊炉は最高温度 2,000°Cまでの加熱であり、2,000°Cを超えるのは静電浮遊炉のみである。雰囲気制御は日本の方は二酸化炭素や窒素ガスでできる。2,000°Cを超えた雰囲気制御が可能なのは、静電浮遊炉だけである。日本のプラットフォームとして金属等の高融点材料も含めてセラミックスにも対応しており、説明できる形になっている。
- (委員)DLR では 2,000°Cを超えて地上では実験していた。
- (JAXA)地上ではフルパワーでできるが、ISSでは安全性の観点でパワーを落としている。また、位置制御が難しく、試料との距離関係ですぐに汚れてしまう。TEMPUS に関してはそこまでいっていない。
- (委員)日本の静電浮遊炉はフルパワーまで出せるのか。
- (JAXA)小さいパワーの 500~600W で電力を集中して 2,000~3,000°Cで実験できる。高融点材料研究に見合う仕様になっている。
- (委員)ユーザが多いのは、高融点材料単体の物性を測るのではなく、準安定相で材料を作製するところである。そのためには、試料寸法を大きくとりたいが、パワー不足であることを心配している。
- (JAXA)力を入れているのは粘性とか表面張力の熱物性であり、パワーの点では難しい。
- (委員)それではユーザは限られないか。高融点での融点や表面張力を決める研究は、数値が出て理科年表に載ればそれで終わりである。行政側からは、費用に対して数値を決めただけでよいのかと指摘される。産業に貢献するような新物質を出したという話にするにはもう一工夫必要で、そのためには相当なお金がかかる。
- (JAXA)静電浮遊炉は現在「きぼう」でチェックアウト中である。ユーザ開拓をしながら、国の科学技術戦略の材料や企業のセラミックス等の材料のニーズを調べ、宇宙での静電浮遊炉の強みについて検討して、2024 年の延長もあるので早めに見極め、グレードアップが必要であれば検討したい。
- (JAXA)地上の炉もあり、酸化物についてメーカーから引き合いもある。まずはメーカーの利用を温めながら、できるものから実験を行い、径の大きさや雰囲気制御などの機能を拡大し、有償枠を広げるようにして資金も確保したい。
- (委員)プラットフォームをどこに定着させるのか。広く民間に知らせ国民に定着させるには、有償利用は範囲が限られるので積極的なプロモーション活動が必要である。プラットフォームとして定着するまでの時間とかけられる予算や工数を考えたときに、定着を図るための戦略を考えればよく、定着までが目的ではない。棲み分けをきちんとして、定着の後の定常化を目的としても、募集の仕方や広報のやり方が見えるようにした方がよい。
- (委員)広報とも関係する。
- (JAXA)ペプチドリームのように象徴的なものを作っていく。名の知られた業界から働きかけてもらうような広報的な利用戦略が重要である。

(JAXA)これまで宇宙ステーションの利用で行ってきた公募では、広い範囲でいろいろなアイデアが出たが、定着化は進んでいないため、ターゲットを絞り込み、影響力のあるところと重点的に組みたい。ペプチドリームと組んだのは、基本的な技術を多くの製薬企業に提供するので広がり大きい企業であることと開拓意欲が優れていることから、大きな波及効果を生むと判断したからである。他の部分での戦略パートナーは少ない。絞り込んだプロモーション活動の重要性は認識している。

(委員)有償利用について、お金を出すとすると社内で揉まれる。企業も投資して大丈夫かを審議される。100%大丈夫というところに至るまでとはいわないが、無償での事前のプレ試験等と共に、サポートが必要である。宇宙の状況が分からない中で、自分らの目的に対して本当にできるかをある程度確認できるサポートがないと、有償で利用するという判断が得られない。このあたりも含めたアナウンスが必要である。有償で利用する際には、成果として自前で実施した場合に比べて費用がどれだけ安くすむという説明が企業内では求められるので、その辺を公募の中で示しておけば、「きぼう」の成果として外に対して見え易くなる。

具体的な目標値を設定する時は、根拠を明確にする必要がある。その数値を達成することの価値を示せば、より明確になる。民間でも根拠がなくても目標値を設定する場合があるが、根拠がないのであれば根拠がないということを明確にしておく必要がある。

(委員)計画や年間の目標値に関し、長期スパンで設定することがふさわしい目標値であるならば、年度毎に目標値を設定するようなことをしなくても、3年後、10年後を目指した目標値を明確にすればよい。目標とする時期までに徐々に縮めていくのか、ある機会があれば一回で目標値を達成できるものなのか、それでどのくらいの費用対効果があるのか、どの位の工数をかければそうなるのかが分かるようにする必要がある。最終的な目標値だけでなく、中間的な目標を置けるものは置いた方が分かりやすくなる。

(JAXA)事前のコンサルティングについては、提示したペプチドリームの記事の図の左にあるようにコンサルティングフェーズがある。ペプチドリームとの契約では重要な部分である。特に、宇宙実験の特殊性があり、宇宙実験に見合った試料の作り方がある。そこに JAXA のノウハウが必要になるので、今回そこを充実させている。フィジビリティスタディの募集でも、各選考委員からコンサルティングの重要性について指摘を受けている。手間がかかるが、それがキーとなる。トライアルユースとして、一回の無償の宇宙実験の機会は設けている。これとコンサルティングによって、フィジビリティを判断いただき有償の経営判断につなげていただく、という仕組みは設けている。これは少しずつ改善していきたい。期間短縮の効果と費用対効果については、いくつか目途を立てている。ロシアの2回と米国の2回で、頻度を倍にする。これには小規模なコスト増があるが、

莫大な増ではない。目途を立てて倍化を図る。これに基づいて、何年までに何をどのような手段で行うかの年度計画をこれから立てるところ。それができた段階で、より明確なビジョンを示すことができる。

(JAXA) 2020年までに少しずつ期間短縮を図る。2020年の目標設定を示すとともに、そこに至るまでのロードマップとして途中の目標設定も順次示し、具体化をはかる。

(委員) 加齢は代謝物等様々なものの影響を受けているものであり、エピゲノムの変化だけではない。エピゲノムの柱については、全体としてエピゲノムか加齢疾患のどちらに重点があるか、少し分かりにくい。

(JAXA) 目指すは加齢であるが、今の段階では、宇宙での環境の変化とエピゲノムまでであれば、今計画している実験で成果が生まれ出せると考えそのような言い方にしている。ゴールとしては加齢に直接的にもって行きたいが、そこまで言うほどの知見がない。

(委員) エピゲノムというと研究者が限られてしまうので、エピゲノム等とした方がよい。

(委員) 「加齢性疾患」の「疾患」という言葉はあるのか。エピゲノムという具体的な形を示すのは良いが、エピゲノムだけだと限られるので指摘のようにエピゲノム等がよい。エピゲノムは後天性遺伝子修飾であり、コホート研究とも結びつき、JST が国際エピゲノムコンソに入っているので、エピゲノムというキーワードを使うのは良いが、エピゲノムすなわち加齢性と限定するのは良くない。

(委員) 「加齢性疾患」の「疾患」はなくてもよい。

(委員) 最大化における3本柱は、今置かれている状況として極めて分かりやすい。一方において、地上ではできない生命科学、宇宙の根源というような基礎基盤研究を宇宙で行うことは重要である。それを重要と言うと出口志向の今の世の中から外れてしまうが、それをやっていくことを考えるならば、加齢性疾患とは言わないまでも、加齢という現象に結びつくような生命科学の基礎基盤研究をできるだけ採択する。外向けには出口であるが、基礎的な研究を宇宙でやらないと本当の意味での宇宙の成果にならない。企業ではやれないような研究を学官が中心になって行い、その成果がヒントになって産業界が形にするのが本当の姿である。出口志向で文書化するのは良いが、エピゲノム等といって加齢研究を広くとらえて、宇宙でやるべきテーマを採択する姿勢が重要である。

(委員) 「エピゲノム疾患」の「疾患」まで言ってしまうとかなり限定されてしまう。

(JAXA) 科学的なところで進めているが、出口を意識して書いている。

(委員) 科学界にはエピゲノム研究者というグループがあり、そのグループでないと入れないのかという誤解を招く虞がある。

(委員) JAXA の閉鎖系実験の被験者の応募が多かった。経験をしてみたい、心理状態がどうなっているか、そこで暮らせるのか知りたい人という人が多く、JAXA としては国民に分かりやすい募集であった。宇宙飛行士は、その状態に置か

れるが、今までは打ち上げ後、しばらくしてからデータを取っている。個人情報もあるが、ウェアラブルで常時データがとれる最新の技術を使えば、今まで取れなかった精神状態、加齢の問題、睡眠等の新しいデータを取ることができる。最先端技術を取り入れながら更に新しい技術を開発していくことが大事であり、入れてもらいたい。宇宙飛行士でできなければ、ネズミでやるようにすれば、国民に分かりやすい。

(JAXA)閉鎖実験は、2週間の実験を3回、その後2か月等の実験を計画している。ロシアとも似たような計画を検討している。我々は、ストレスマーカーに重点を置いているが、ウェアラブルまで技術を広げることを検討したい。

(委員)地上で行った実験が宇宙でどこまで使えるのか、地上での限界、宇宙を使わなければならないというところが分かってくるので、ぜひ進めてもらいたい。

(委員)「きぼう」の戦略については、今のご意見を含めて事務局において検討を進めていただきたい。

#### 議題4. 「きぼう」利用フィジビリティスタディテーマ募集について(報告・審議)

・平成27年度テーマ募集の選定結果(報告)

・平成27年度募集・選定の総括と次回の募集方針(審議)

事務局から資料4-1、4-2および4-3に基づいて説明。主な発言・質疑は以下のとおり。

(委員)国の戦略的研究募集区分では、疾患に関連するエピゲノム等となっている。むしろ加齢に関連するエピゲノム等ではないか。

(委員)その方がよい。

(委員)疾患という什么都入り、広すぎる。加齢といえば大体入るが、テーマとしては、ヒトの生命現象から病気まで対象になる。タンパク質の構造解析はベースに入っていることで良いか。

(JAXA)タンパク質構造解析は、別の募集区分で行っているのので、ここには入れていない。タンパク質構造解析の募集先はこの募集要項にも提示する。

(委員)宇宙医学と生命科学の統合は良い。宇宙医学分野は宇宙飛行士を対象とした独特の医学分野である。生命科学と統合したときに、宇宙飛行士を対象としたということが狭い分野と捉えられて、選考の際に不利にならないか。

(JAXA)古川グループ長が新学術領域で、宇宙医学の研究を募集している。宇宙飛行士の健康については、そちらで見た方が良く考えている。宇宙飛行士だけの健康管理のテーマでは2020年までに成果を出すという時間軸が合わない。宇宙飛行士を被験者としながらマウスを使って、地上の研究に資することを主軸としている。その意味で、生命科学と宇宙医学を統合している。

(委員)そのように区別されていれば、基本はその方向で良い。

(JAXA)古川宇宙飛行士の科研費は大型で、年間2~3億円である。



(JAXA)不採択であった研究者より、同じ時期に次の応募機会があれば、JAXA のコメントについても検討して応募すると前向きであった。JAXA 内で調整して、4月には募集したい。

(委員)加齢の部分は修正して、進めることでよいか。  
異議なし。

**議題5. きぼう利用テーマ選考評価委員会委員が研究者に助言等するためのガイドラインについて(審議)**

事務局から資料5に基づいて説明し、本ガイドラインで進めることが了承された。

次回は、夏から秋にかけて、募集の報告などを行う予定である。

以上

(別紙)

きぼう利用推進有識者委員会 第2回会合 出席者名簿

	氏名	役職
委員長	永井 良三	自治医科大学学長
委員	浅島 誠	独立行政法人日本学術振興会学術顧問 独立行政法人産業技術総合研究所名誉フェロー・招聘研究員
委員	澤岡 昭	大同大学学長
委員	西島 和三	持田製薬株式会社 医薬開発本部フェロー 東北大学 未来科学技術共同研究センター客員教授
委員	平岡 利枝	三菱電機株式会社 住環境研究開発センター副センター長 兼 製品化技術開発部長
委員	森 直子	日本電気株式会社 スマートエネルギービジネスユニットスマ ートエネルギー企画本部 シニアマネージャ

■宇宙航空研究開発機構

浜崎敬、三好寛、小川志保、白川正輝、村上敬司、他