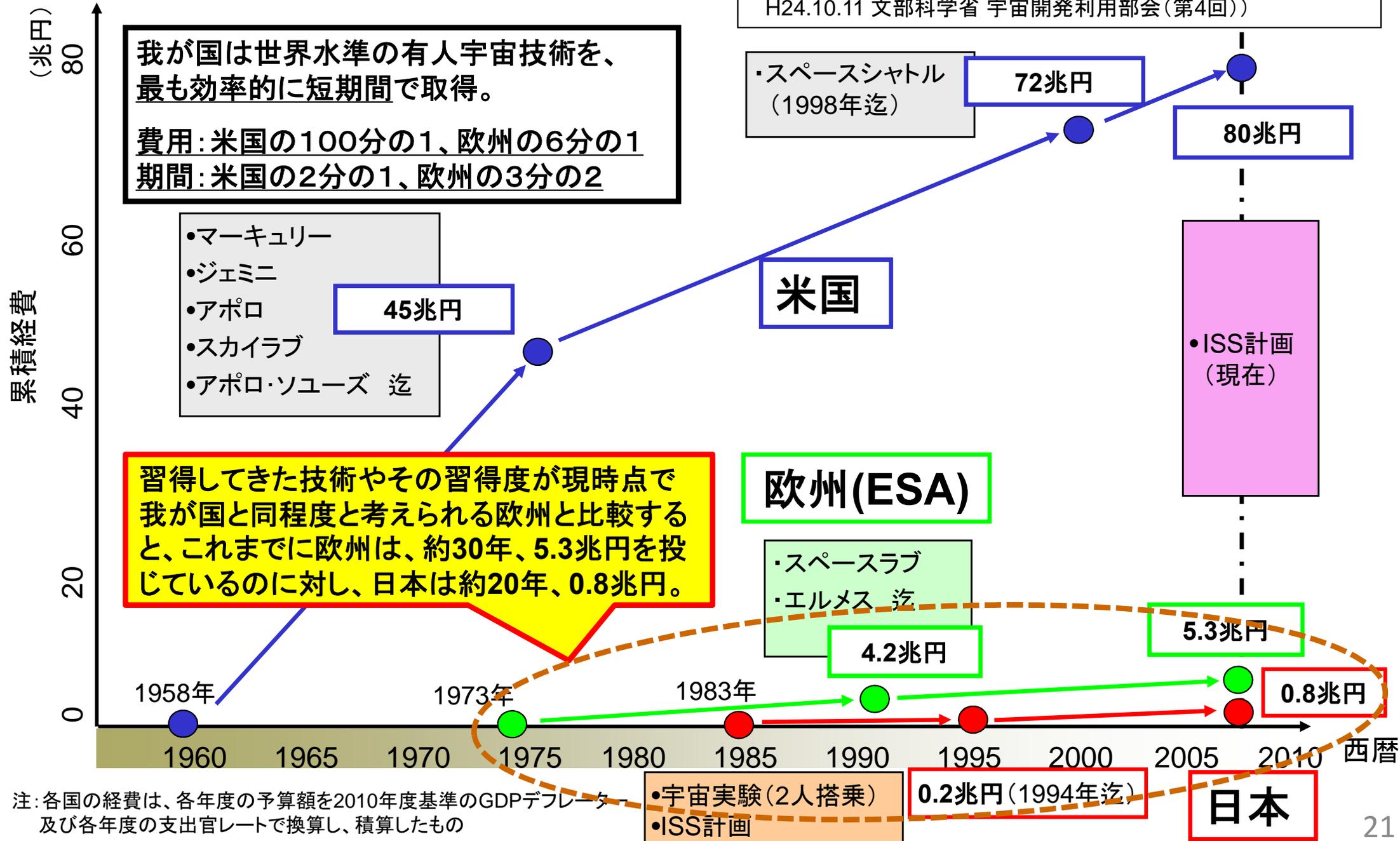


(参考) 有人宇宙技術を習得するまでの経費と時間 (各国との比較)

(出典:「宇宙探査の今後の展望に関する私見」、堀川康発表資料、H24.10.11 文部科学省 宇宙開発利用部会(第4回))



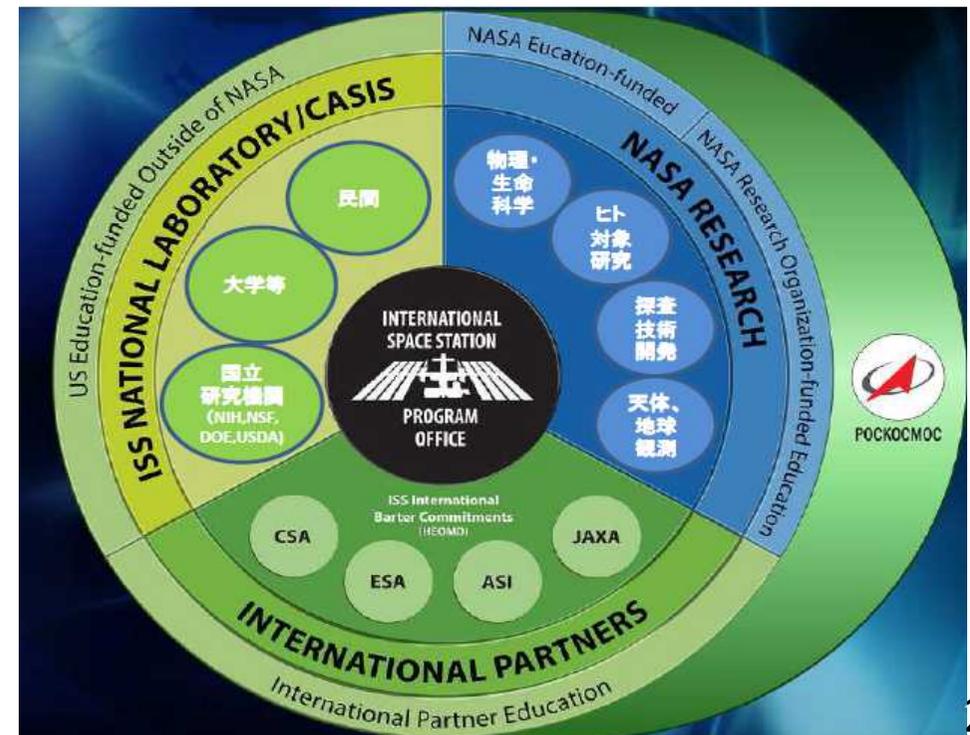
注:各国の経費は、各年度の予算額を2010年度基準のGDPデフレーター及び各年度の支出官レートで換算し、積算したもの

(参考) 海外のISS利用の取り組み(1/3)

◆米国

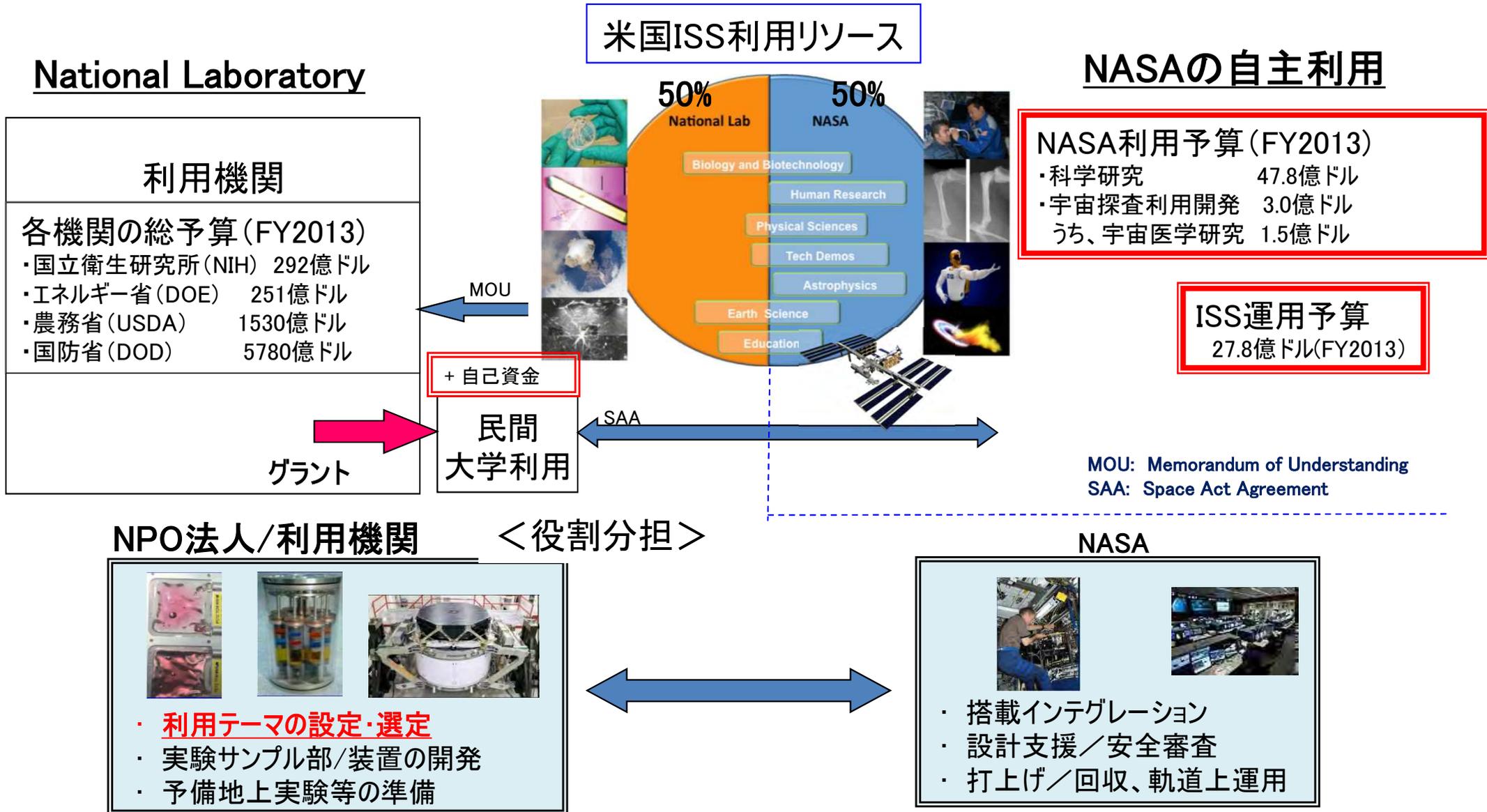
- 米国は、ISSを“National Lab”と位置付け、NASA以外の米国内の国立機関(NIH、DOE、USDA、DOD等)や民間等にもISS米国区画の利用機会開放し、米国の有するISS利用リソース(特に、軌道上作業時間)の50%を提供している。
- 本戦略は、NASAをISSの施設提供・運用という役割に位置付けるとともに、米国内の政府機関・国立機関・大学・民間等に資金(ファンディング)を与え、ISS利用を発展・促進させることがコンセプト。利用する国立機関や民間等は、ISSの当該研究開発等の費用を負担し、NASAはISSの運用・維持経費(軌道上実験装置の維持、更新を含む)の役割を担っている。
- このNASA以外の利用への支援としてNPO法人(CASIS)を2010年12月に設立、CASISが利用者支援・テーマ公募・実験準備等の役割を担っている。現在、タンパク実験、材料実験、ISSからのリモートセンシング及び幹細胞研究の公募を実施している。今後、National Labの利用拡大に向けた技術開発実験、骨・筋肉・免疫系の研究、創薬及びナノ材料等の分野への展開を検討している。

- 一方、NASAは、独自の研究活動として、有人活動や探査につながる研究、技術開発に重点を置いて活動
- 更に、2014年4月、NASAは2020年以降のISS活動を見据えた長期的な視野で、ISSの最大限の活用を目指すために、企業を含めたアイデアを募る活動を開始した。本活動で得られた知見を将来、民間が所有・運用するであろう軌道上施設での活動(微小重力実験研究や他活動)へ継続的に繋げる ことが目標。



(参考) 海外のISS利用の取り組み(2/3)

【米国のNational Labプログラム】



- ◆ NASAのISS利用権、リソースの50%を、NASA以外の米国国立機関・大学・民間等に開放。
- ◆ 米国政府は、上記の各機関に地上研究経費等の資金を付与。
- ◆ NASA自身は、将来有人宇宙探査技術開発や宇宙医学研究に重点。

(参考) 海外のISS利用の取り組み(3/3)

◆欧州

- 欧州宇宙機関(ESA)は、ISS欧州実験棟(コロンバス)の利用国を、現行の「ESA加盟国(18カ国)」から「ESA加盟国またはEU加盟国」の計29カ国へ拡大。
- このELIPS(4年毎に見直しを行う)を受けて、ISS利用テーマの候補をESAが募集。ただし、ESAは、計画が成熟していない準備段階のものも含めて、科学的意義が高い候補テーマをFS提案として選定している。
 - ✓ 選定後に、研究者や企業など交えた“topicalチーム”を立ちあげ、チームとして装置の技術検討やフライトプロジェクトとしての検討を詳細化したあと、最終的に実験要求書にまとめる。
 - ✓ その過程で、利用者自らが外部競争的資金の獲得を行い、資金確保ができた時点で宇宙実験に移行する。資金確保ができない場合、宇宙実験に移行しない。
 - ✓ 4つの領域を定め、7つの分野(人間機能・生理学、生物学、宇宙生物学、大気・環境研究、材料科学、流体物理・燃焼、基礎物理)を軸に、有人探査、技術開発、気候変動及び教育活動を実施。



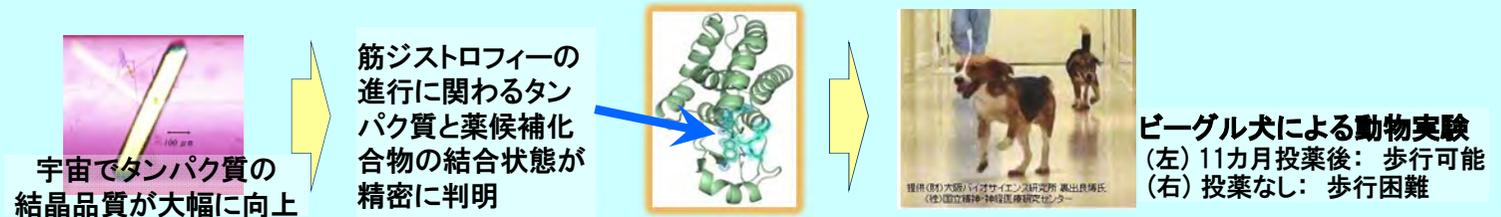
- ①Cosmic Climate
- ②Understanding Gravity
- ③Life in the Universe
- ④Cosmic Magnetism and High Energy Particles in Space

- ESA予算削減もあり、2013年5月以降、ISS利用運用に係る経費削減の対応として、利用運用を行う組織をESA外に移し、民間への委託を進めている。
 - ✓ 2012年ESA閣僚会議(“C/Min-2012”)で、テレコミュニケーションや気象など、成長分野や経済に直結する分野の研究に注力すべきとの方針を出し、2013-2016年のESAの科学プログラム、地球観測分野及びISS利用に係る予算を承認した。
 - ✓ 但し、ELIPS-4サイエンスプログラムの予算規模は、210Mユーロ(2013-2016年)となっており、要求額の54%の獲得に留まっている。これにより、現在実施中のISS利用実験への影響はないが、2013年以降の新規実験装置等の開発については制限を掛けざるを得ない状況となっている。

(参考)タンパク質結晶生成実験サービスでの民間企業参入推進

これまでの取り組み

- 広く一般公募により、主として大学研究者による様々なタンパク質の結晶化実験を実施、高品質結晶生成のための技術開発を実施してきた。
- その結果、条件が整えば(結晶化溶液の粘度とタンパク質試料の純度が高い組合せにできれば)、約7割以上の確率で地上(重力下)よりも高品質の結晶が生成でき、地上では解明できなかった癌関連タンパク質の構造やタンパク質・薬候補化合物の結合状態が詳細に分かる精密構造データの取得が可能となった。
- 例:筋ジストロフィーの進行を遅らせる薬候補化合物の開発(動物実験による安全性等確認試験フェーズへの移行)等の成果も創出できている。



今後の企業参入方策

創薬等に繋がる成果の短期創出を目指し、企業の参入を促進する方策として以下を実施。

- 産業化が期待できる企業団体(日本製薬工業協会等)、個別企業との緊密・具体的な対話を通じ「企業ニーズ」の詳細を把握。
- 上記「企業ニーズ」に適合した「高品質結晶生成技術やプロセス」(JAXAの強み)を、JAXAから企業にトータルサービスパッケージとして提供。
- 企業が参入し易い新制度の導入
 - 技術サポートの強化、知財取扱いでの工夫など、よりきめ細かなユーザ支援。
 - 有償利用に向けた、試行利用(無償)の導入。

企業ニーズへの対応強化

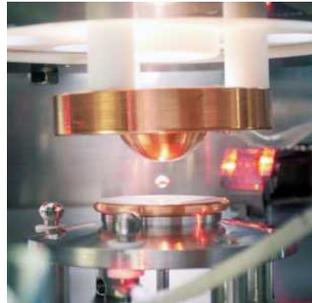
新制度導入により、大手製薬企業などが参加し始めている

(参考) 多様な民間利用を目指した取り組み

超耐熱材料や高性能ガラスの研究開発に繋がる物性計測・提供 (静電浮遊溶融)

■ 民間利用拡大への取り組み

- 地上の装置で目途をたて(判断ポイント)、宇宙でデータを取得する、リスク軽減ステップを設定。
- 宇宙での成果創出の確度を高めるとともに、地上のみでも成果が創出できるよう、民間スピードに配慮
- NIMSとの連携協力や民間への営業活動を実施。民間企業が、地上段階でのデータ取得を実施中。



静電浮遊法による無容器実験。直径2mmの金属球を浮遊溶融。

新規宇宙材料や部品の耐宇宙環境評価データ取得 (長期宇宙曝露)

■ 民間利用拡大への取り組み

- 成果公開型(無償)のサンプル募集及び、成果占有型(有償)のサンプル利用機会を提供
- JAXA内の宇宙用部品の研究開発部門や民間への営業を実施し、一部民間からの需要あり
- 民間の需要を受け、成果公開型のサンプル募集を実施。

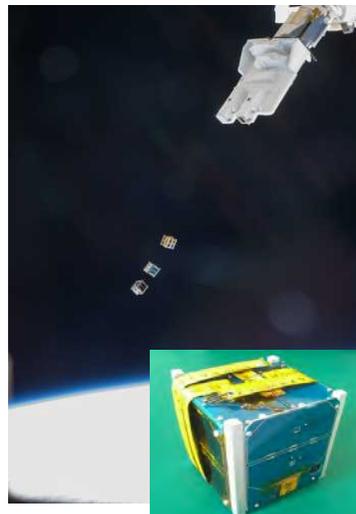


アルミニウム蒸着した単層ポリイミドフィルムが原子状酸素の影響を受けて破断(1年間の曝露後。ISSでの先行実験)

「きぼう」のエアロックとロボットアームによる小型衛星放出

■ 民間利用拡大への取り組み

- 有償の利用機会を設けることにより、商業目的や複数回の利用を可能にする。(平成26年度から試行開始)
- 米国は、NASA支援のもと、ベンチャーが衛星放出ビジネスを展開中。



民間からの研究開発利用にきめ細やかに応える「きぼう」有償利用

- 「きぼう」の貴重な軌道上のリソース(クルータイムや打上げ機会等)を、民間の研究開発に提供。
- 民間の研究開発プロセスに対して、魅力あるツールとして、民間需要に沿ったきめ細やかなサポートを行い、「きぼう」の産業競争力強化に繋がる成果を創出。
 - ⇒ 定型化した利用サービス; タンパク、静電浮遊溶融、長期材料曝露、小型衛星放出
 - ⇒ 民間ユニークな利用: 個々にきめ細やかな対応
- 個々に企業への働きかけを実施している。

(参考)「きぼう」船外実験プラットフォームの利用方法

①大型ミッション: 船外打上・船外ポート利用

- これまでと同じ形態の船外実験ペイロード
- 質量約500kg、寸法80×100×185[cm]
- 比較的規模の大型の観測ミッションなど



(例)全天X線監視装置

②中型ミッション: 船内打上・船外ポート利用

- 船内カーゴとして打ち上げ、きぼうエアロックを通して船外に出し、ロボットアームで船外ポートに取り付けて利用するペイロード
- 重量約200kg、寸法37×80×48[cm]
- 宇宙技術・開発品の軌道上実証など



エアロックを介して
船外へ移動

きぼうロボットアーム
の子アームで取付

ポートに取り付け
て運用

③小型ミッション: 船内打上・簡易船外利用

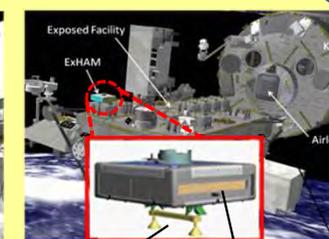
- 船内カーゴとして打ち上げ、きぼうエアロックを通して船外に出し、エアロックに取り付けたまま、またはロボットアームで把持したまま、もしくは船外のハンドレール等に取り付けて利用するペイロード
- 材料の宇宙曝露実験、技術・開発品の実証など
- 小型衛星の放出も



実験装置 エアロック
エアロック取付形態



ロボットアーム
把持形態



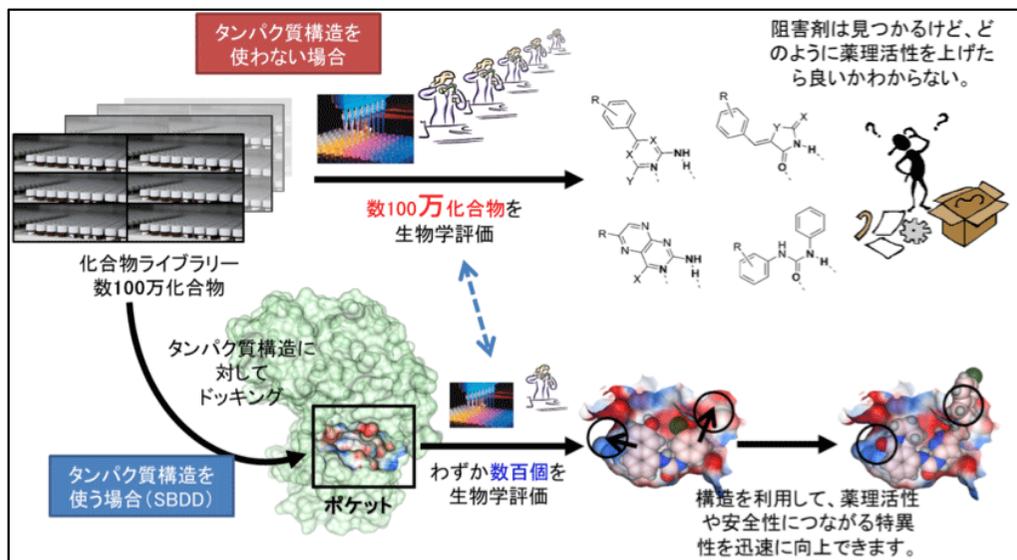
ハンドレール 実験サンプル
ハンドレール取付
型材料曝露実験

(参考) 新薬開発のプロセスと創薬系実験テーマ(代表例)の状況

← 9~17年 →

JAXAが貢献可能な領域

	創薬研究		開発研究		臨床試験(3~7年)			審査・承認へ (1~2年)
	標的分子同定	リード骨格の探索 (合成品)	開発候補品の 絞り込み	前臨床試験 (3~5年)	第I相 臨床薬理試験 健常人/患者	第II相 探索/検証試験 患者	第III相 検証試験 患者	
デュシエンヌ型 筋ジストロフィー治療薬				現段階				→
経口投与可能な低 分子抗がん剤		現段階						
インフルエンザ 治療薬	現段階		通過率 0.03%	通過率 38%			通過率 30%	



©理化学研究所資料より

「きぼう」利用の目標

- 宇宙環境及びJAXAの結晶生成技術を用いて、地上よりも品質のよい高品質タンパク質結晶の生成を行うこと。
- その結晶をもって、SPring-8等を利用し、開発候補化合物の選定に役立つ詳細構造データを獲得すること。

結果得られる効果

- 製薬企業における開発研究段階移行へ
- ベンチャー企業による構造データの販売

地上よりも高品質のタンパク質結晶が得られることで、左記プロセスにおける、リード骨格の探索をより高精度で行うことが可能となり、創薬研究プロセスの短縮化に繋がります。

(参考)日本の先端研究技術との連携(案)

我が国の先端研究技術・施設を支える、高品質なタンパク質結晶の供給インフラとして、各々の長所を最大限活かした「研究開発プラットフォーム」の一翼を担うことにより、生命科学研究・創薬研究を加速する。

超高性能計算技術



協力先の候補例

⇒タンパク質と化合物間の結合の強さを精密にそして高速に計算し、標的タンパク質だけに強く作用する新しい化合物を設計。
「きぼう」による高品位な構造情報提供により、データの正確性、信頼性を向上。

大規模シミュレーション、高度なデータ解析による生命現象の理解、高精度医薬品設計を可能とする先端技術

ユーザ

現在、超高分解能X線解析技術 (SPRING-8) を活用中。



タンパク質の超精密原子核情報の提供

「きぼう」は安定的に高品質タンパク質結晶・大型結晶を供給可能 (SPRING-8、J-PARC、京の強みを最大化可能) な唯一のインフラ

タンパク質の超精密電子密度情報の提供

超高分解能中性子解析技術



協力先の候補例

超高分解能X線解析技術



協力先の候補例

化学反応、性質発現に関わる外殻電子の挙動を直接観察可能な先端技術

相補利用解析

現状況：
1mm³を超える大型結晶が必要だが、汎用的な大型結晶作製法は地上に存在しない。
⇒「きぼう」が供給可能。

現状況：
1 Å 分解能を超える高品質結晶が必要だが、汎用的な高品質結晶作製法は地上に存在しない。
⇒「きぼう」が供給可能。

(参考) 有人宇宙技術のスピノフ事例

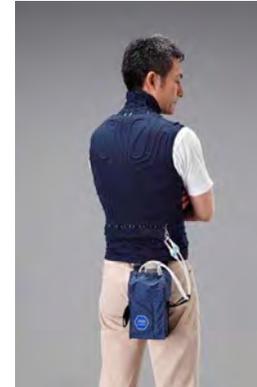


- 消臭機能を有する新素材「ムッシュオン」東レ(株)
- 「ムッシュオン」を使った高機能ビジネスシャツ「ハイブリットセンサー」フレックスジャパン(株)



ゴールドウィンHPより

- 加齢臭と汗の匂いを大幅に減らす宇宙下着の技術が応用された消臭下着、枕カバー (株)ゴールドウィン



- 宇宙服の研究開発を基にした暑熱環境下での作業に役立つ冷却ベスト (公財)日本ユニフォームセンター/日本帝国繊維(株)



- 日本人宇宙飛行士用に開発された宇宙食カレーハウス食品(株)



- 宇宙分野で培った独立検証評価技術 (IV&V技術) が、航空機業界や自動車業界に展開され活用



コンフォーカルサイエンスHPより

- タンパク質の立体構造解析向けの実験キット「C-Tube」 (株)コンフォーカルサイエンス

- 微小重力環境を模擬する理化学実験装置「3Dクリノスタット」 (株)エイ・イー・エス



千代田アドバンスト・ソリューションズHPより

- 細胞医療の効率性と安全性を高める「自動細胞加工培養システム」 (株)メディネット、千代田アドバンスト・ソリューションズ(株)、(株)アステック、(株)細胞科学研究所、ニプロ(株)



エイ・イー・エスHPより

- 水棲生物飼育用の水質浄化バイオフィルター (株)エイ・イー・エス



エイ・イー・エスHPより

- 宇宙飛行士模擬訓練・体験サービス (株)エイ・イー・エス



エイ・イー・エスHPより