

（ 2 ）宇宙利用産業について （宇宙利用産業推進における課題）

(1) 民間投資の拡大・新たな宇宙市場の創出の課題 宇宙利用サービス産業に求められる要素

- ビジネス利用には、宇宙から得られる情報が、「地上では代替できないこと」または、「地上よりも優位なものであること」が必要条件。
- 利用拡大には、情報の「質の向上」、「価格の低減」が重要。

ビジネスとしての宇宙利用の必要条件

地上で代替できないこと and/or 地上に比べて優位であること

ビジネスとしての宇宙利用の拡大

情報の「質」の向上

- 継続性・安定性の確保
政府衛星の長期計画化・シリーズ化を進めることにより利用者の予見可能性を高める。
- 利便性の向上
得られる情報の種類や量を増やし、通信速度等を改善すること等により、利用者の利便性を向上させる。

情報取得「価格」の低減

- 需要規模の確保
同種類の技術・部品等の使用回数を増やすことで、規模の経済により、価格の低減を図る。
- 小型化技術の促進
現在、大型衛星・大型ロケットにより実施しているものを小型衛星・小型ロケットに置き換えることにより、価格の低減を図る。

1.- 2) 国内衛星関連企業の競争力強化にかかわる課題

第6回宇宙産業部会
西村委員提出資料

軌道上実証の必要性

- 商用衛星を海外に展開する場合の課題は価格と実績です。
- たとえ日本独自の技術開発により、コストダウンが進んだとしても、衛星バスや搭載機器に十分なフライト実績がない場合には商用衛星としての採用は難しいことが考えられます。

部品調達コスト / 機器調達コスト

- 部品材料費・機器調達費のコストダウンはまとめ買い、Long Term Purchase Agreement (LTPA) が効果的ですが、政府系衛星プロジェクトを含め、将来の受注予測の難しさもあり、まとめ買い、LTPAは事業リスクを伴います。

国際競争力をつけるためには、国産衛星のシリーズ化による打上げ機会のさらなる拡大が大きな役目を果たすと考えています。

2. 産業基盤維持のための施策(案)

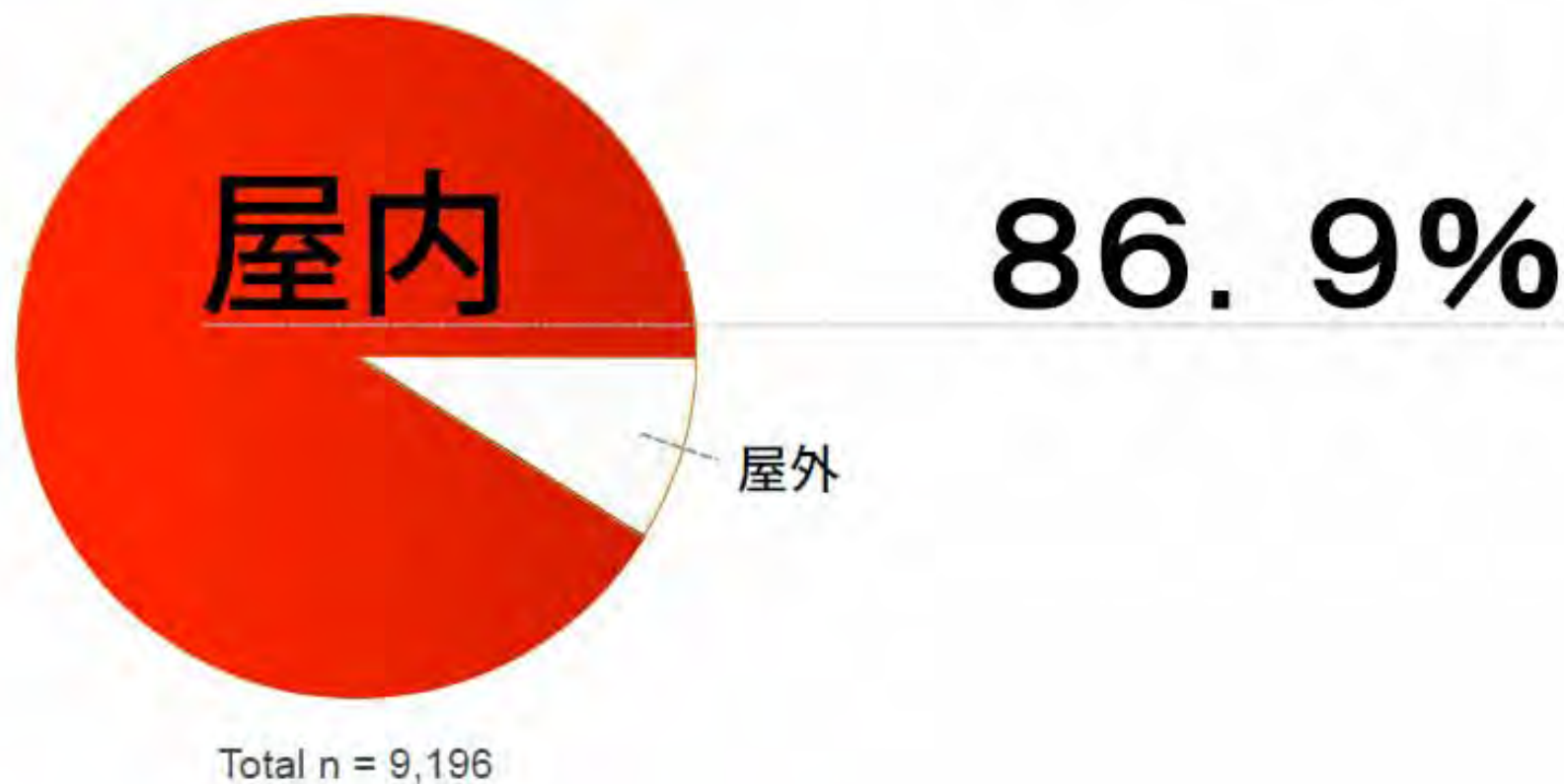
2. 先端技術開発・実証プログラムの推進による国際競争力の維持・強化

- 我国が技術的優位性を持つハイパースペクトルセンサ・大気観測センサの継続的な性能向上、および利用促進に向けた実証プログラム・データベース整備
- 商用通信衛星市場における競争力維持・向上のため、静止衛星バスおよび通信ミッション機器の継続的技術開発を進める官民連携プログラムの創出
- 安全保障利用を含む次世代の衛星通信システムに関する研究・開発・実証の推進（光通信、フレキシブルなデジタル通信、移動体ブロードバンド通信等）

まず、国として必要なインフラを整備するための、技術マップを作ってください、それをベースに、国レベルの売り込みやリモートセンシング法など必要な法整備を含め国内衛星関連企業の民間事業拡大のご支援をお願いすることになります。

（ ２ ）宇宙利用産業について （ 準天頂衛星システムの利活用 ）

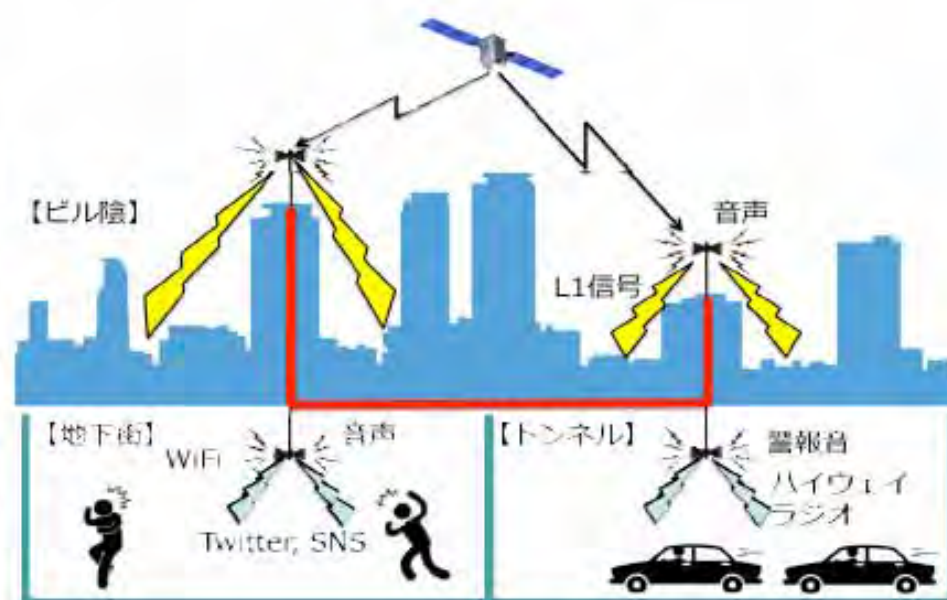
都市生活者の屋内滞在の割合



出所: Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, Behar JV, Hern SC, Engelmann WH., "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants", Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, March 2001, pp.231-252.

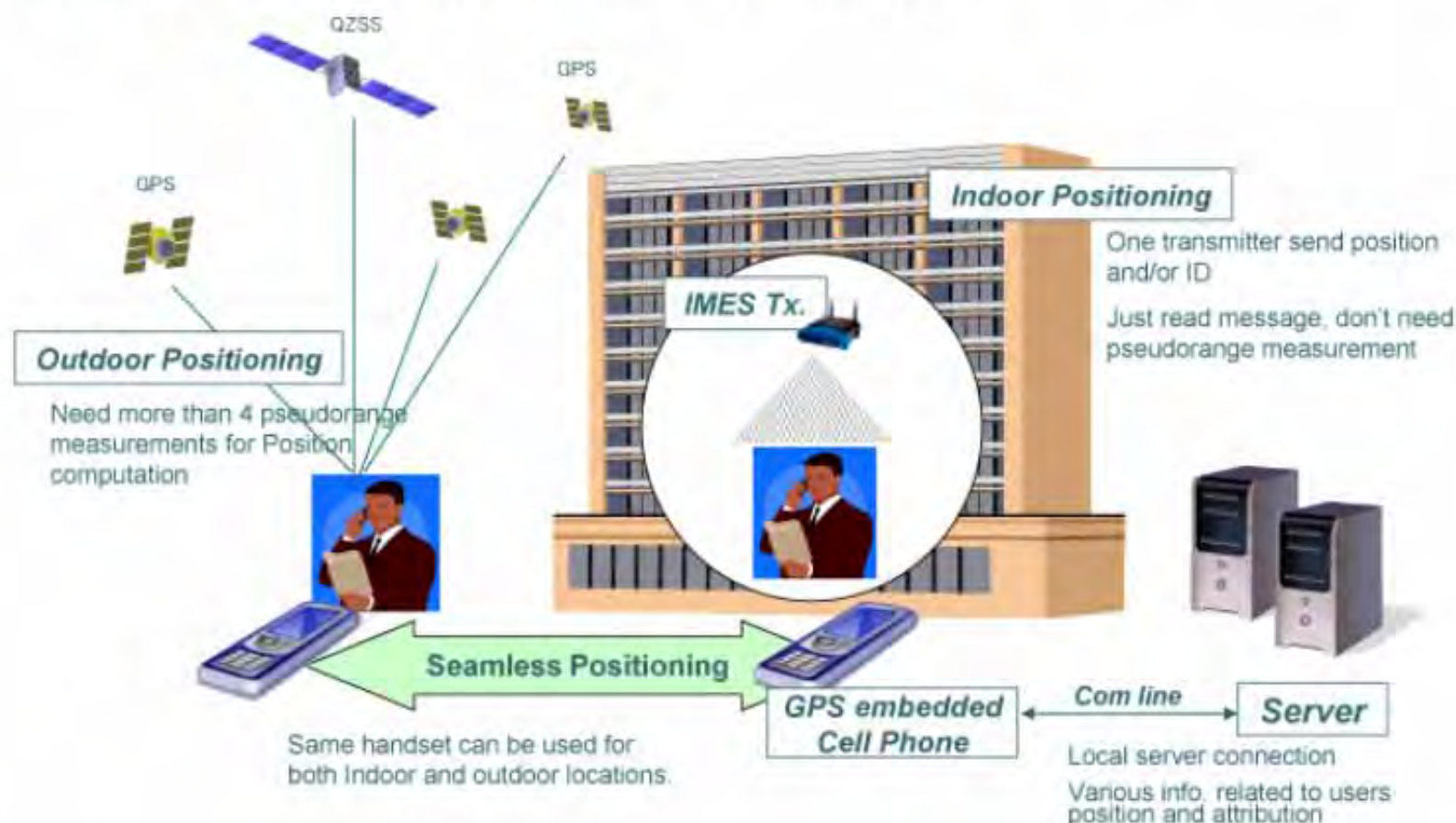
屋内「補強」「補完」「メッセージ」システムとの連携

- ◆ 屋内外シームレスな「補強」「補完」「メッセージ」実現のための仕組み作り
 - ◆ インタフェース, データフォーマットの統一など
- ◆ 屋内測位: 携帯基地局, WiFi, 非可聴音, IMES, 可視光, NFC, QRコード



IMES: Indoor MESSaging System

- ◆ 準天頂衛星初号機システム開発の過程で誕生したJAXA発のシームレス測位・メッセージ配信方式 (PRNコード:173-182)



準天頂衛星システム災危通報サービス実証

- ◆ 2009年より要求分析, システム設計を開始(文部科学省事業)
- ◆ 当初より国内および海外での利用を念頭に設計
 - ◆ アジアオセアニア地域での災害を想定した通報フォーマット, 位置定義仕様, 他言語対応など
- ◆ 2009-12年: システム実証, 2012-2014年: ユーザビリティ評価・海外展開検討
 - ◆ 静岡, 横浜でのユーザビリティ評価, 静岡, 横浜, バンコク, ジャカルタでのシステム評価実施済み



横浜でのユーザビリティ実証

準天頂衛星システム災危通報サービス実証

- ◆ アジア各国政府・国際防災機関関係者との設計検討で得た知見・需要
 - ◆ 100%完璧なシステムでなくても使えるのであればすぐに利用したい
 - ◆ サービスの仕様は？ インタフェース仕様は？ 窓口は？ いつから？ (いつまで？)
 - ◆ 社会インフラが整っていない地域では、平常時の情報配信(天気予報など)も有用



国際防災機関RIMES(バンコク)



ASEAN防災人道支援調整センター(ジャカルタ)¹⁸

国際連携におけるキーパーソン

- ◆ 準天頂衛星システム災危通報サービス実証のための国際連携の例
 - ◆ 友好的・積極的に連携を進めることのできる機関には日本で学んだキーパーソンがいることが多い
- ◆ 相互理解や持続的なヒューマンネットワーク構築のためにも人材育成は有効
 - ◆ 国際連携事業、関連設備設置運用(電子基準点など)、標準化、人材交流、情報収集など

国際防災機関RIMES



東京大学で学位取得

インドネシア大学



慶應義塾大学で学位取得

オランダ航空宇宙技術研究所



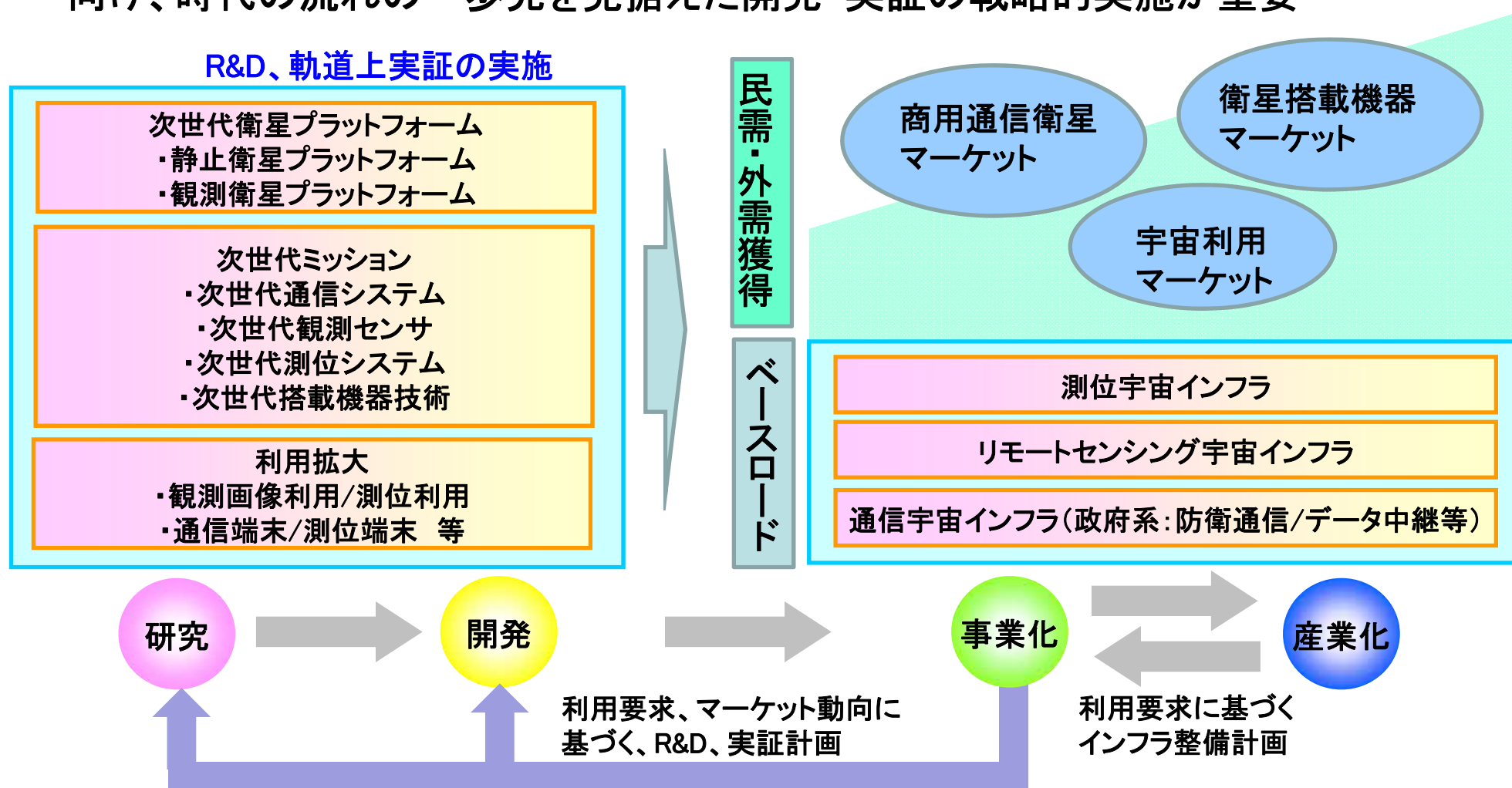
東芝→NECに勤務

(人材育成プログラムがきっかけ)20

(3) 宇宙利用ニーズを宇宙機器開発へ繋 げる取り組みについて

4. まとめ(2/2)

- 利用を出口とした研究～産業化迄の一環した仕組みの構築が必要
- 継続的な宇宙インフラ整備・維持によるベースロード確保に加え、民需・外需獲得に向け、時代の流れの一步先を見据えた開発・実証の戦略的实施が重要



提案(3) 「社会への価値提供」の視点

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



- 宇宙開発利用の成果がより一層社会に価値を生み出せるよう、社会のニーズを踏まえた研究開発と利用拡大への取り組みを実施。
- 民間・利用省庁・自治体などの幅広いステークホルダと連携した利用研究・利用実証、及び、衛星データの利用技術の研究開発を、JAXAの強みを活かして実施。

上記提案を進めるにあたっては、民間・関係機関等と意思疎通を図り、社会的ニーズの反映や民間の事業計画と協調する。

※提案(3)については、宇宙産業部会 第3回(平成25年5月)及び第5回(平成25年10月)においてご説明済みであるので、今回資料では各論には言及しない。

3. 欧州の宇宙産業化に向けた取組み

欧州の取組み事例(競争力強化)

■欧州の衛星通信分野の競争力強化 **ARTES***プログラム

- ESA出資のプログラムであり、欧州内通信インフラ整備と共に**国際競争力強化**、実利用喚起に向けた開発、軌道上実証を実施
- ARTES1-33にはすべて異なった役割が与えられており、基礎研究から市場分析、衛星開発からエンドユースに至るまで、通信衛星事業のすべてを網羅
- 専任組織であるESA TIA**が統括

ARTESプログラムの実施状況

全般

- ARTES1: 市場分析、技術・システム動向調査等
- ARTES3-4: 搭載機器の開発
- ARTES5: 通信技術
- ARTES20: 統合アプリケーション(通信、測位の統合利用)

固有ミッション・システム開発

- ARTES7: 欧州データ中継衛星の開発
- ARTES8: 次世代通信衛星(Alphasat)
- ARTES10: 次世代航空交通管理システム
- ARTES11: 小型静止システム(Small GEO)
- ARTES14: 次世代プラットフォーム(NEOSAT)
- ARTES21: 衛星船舶自動識別装置
- ARTES33: パブリック・プライベート・パートナーシップ

(注)
青字は競争力強化プログラム

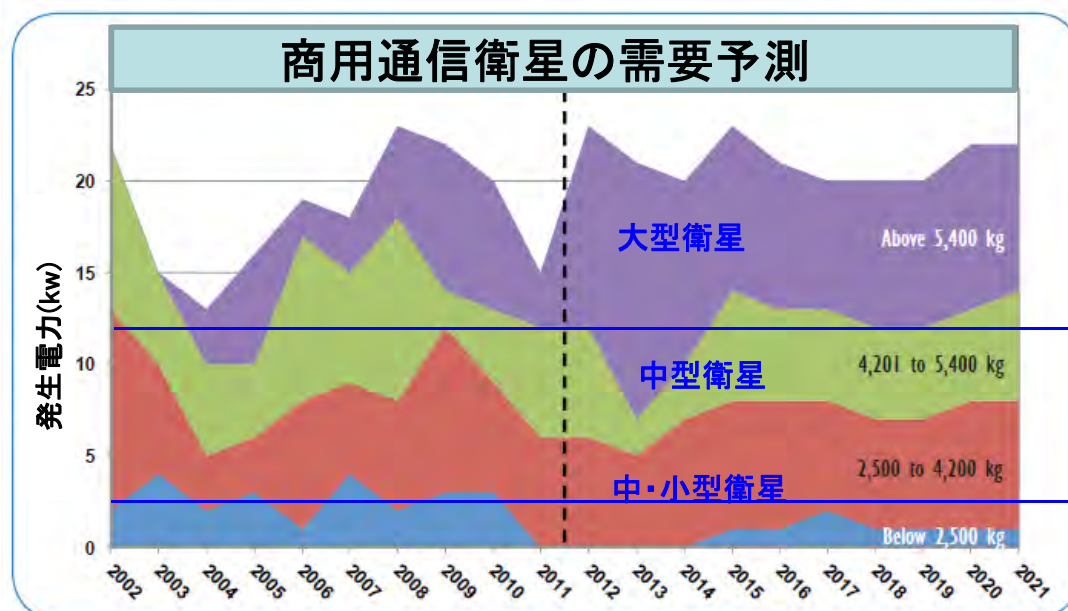
*Advanced Research in Telecommunication Systems

**Telecommunications and Integrated Applications directorate

3. 欧州の宇宙産業化に向けた取組み

欧州の取組み事例(競争力強化)

- 商用通信分野における国際競争力確保を目的にARTES8、11、14を実施
- 今後需要増が見込まれる打上げ重量6トン級以上をAlphasat(ARTES8)として、3トン級以下をsmall GEO(ARTES11)として実施
- 更に、打上重量3～6トン級の商用通信衛星市場での競争力低下を懸念、次世代プラットフォームNEOSATをARTES14として追加実施



出典 COMSTAC「2012 Commercial Space Transportation Forecasts」

ARTESでの
取組み

Alphasat
Extension

Alphasat
(ARTES8)

NEOSAT
(ARTES14)

Small GEO
(ARTES11)

【参考】

弊社、標準静止衛星
プラットフォーム
DS2000は
約3kw～12kw級
に対応

3. 欧州の宇宙産業化に向けた取組み

欧州の取組み事例(競争力強化)

■ Alphasat(ARTES8)

- 今後需要増が見込まれる次世代通信衛星をESA・CNES/欧州企業にて開発
 - 6トン級の静止衛星バス(～22kW級)
 - 次世代高速通信ペイロード



■ NEOSAT(ARTES14)

- 90年代に開発された欧州企業の衛星プラットフォームは、いずれも投入後10年以上経過、2020年頃には競争力が低下、次世代バスの早期開発着手が必須と判断
- 3～6トン級衛星の優位性維持のため、革新的な次世代バスをESA・CNES/欧州企業にて開発
- 2020年までに軌道上実証を完了、2030年までの市場でシェア50%以上確保を目標
- PFM開発迄に約260M€を投入



(4) 宇宙システムの海外展開について

2. 産業基盤維持のための施策(案)

3. 宇宙利用の自律性を確保するための政策的な取り組み（ロケットと衛星の両方について）

- 国内の部品・機器供給メーカに対する支援（キー部品・技術の国内維持）
- 輸入部品の入手自在性の確保（特定国への依存を回避）

長期的ではあるが重要な取り組みである、「自在性確保のための政府施策」についても具体的に進展させていただきたい。

4. 新興国向けパッケージインフラ輸出推進を目的としたオールジャパン体制の構築

- 産官学が一体となった新興国向け人材育成・教育の標準プログラム構築
- 政府と一体となって案件形成を実施するコンソーシアムの設立

省庁間の枠組みを越えた宇宙政策を実現するための仕組み・プロセスを立ち上げていただき、その中で国内の各宇宙関連機関の役割/権限の強化、明確化もお願いしたいと考えています。

(2) 競争力強化に向けた対応の方向性

研究開発成果の利用円滑化について

- 産業競争力強化には、国の有する知的財産等の研究開発成果の更なる活用を促進することは重要。

JAXAの知的財産・技術情報の取り扱い

	財産権等の扱い	ライセンス制度
産業財産権 (特許・著作権等)	・ 取得時の非金銭での貢献度に応じ、民間企業とJAXAで共有。 ・ 民間企業が特許権等取得のため経費を負担すれば、持ち分の100%を取得可能。 <u>(事実上のバйдール適用)</u>	・ 企業は商業使用に当たり、取得時の寄与度に応じて、JAXAに対し使用料を支払う
技術情報 (ノウハウ・設計情報・研究成果等)	・ 全ての権利はJAXAに帰属。 ・ 企業側への移管ルールなし。	・ 企業は商業使用に当たり、取得時の寄与度に応じて、JAXAに対し使用料を支払う

JAXA契約の大半を占める「研究開発契約」の例

3 . 新たな宇宙利用・新規参入の拡大等について

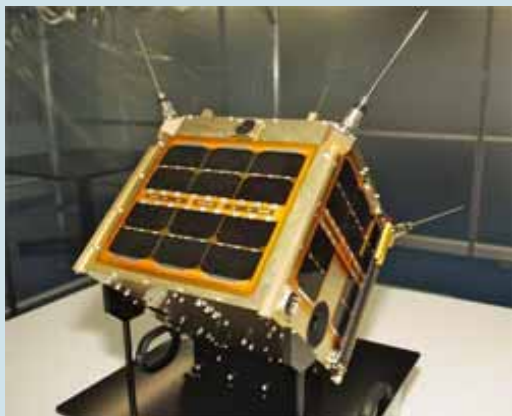
(1) 民間投資の拡大・新たな宇宙市場の創出の課題

我が国における新規参入の動き

第6回宇宙産業部会
経済産業省提出資料

- 我が国でも, 小型衛星による新たなビジネスの動き。
- 民間事業者が法的予見性を持って, 事業活動を行って行くためには, 制度面での環境整備が重要。

(株) ウェザーニューズ



北極海の流氷を観測し, 航路情報を提供すること等を目的に, 超小型光学衛星WNISAT-1(重量10kg、分解能500m)を打上げ。

衛星はアクセルスペース社から調達

宇宙開発利用に関する「国」と「民間」の関係を規定する法律の保有国 一覧

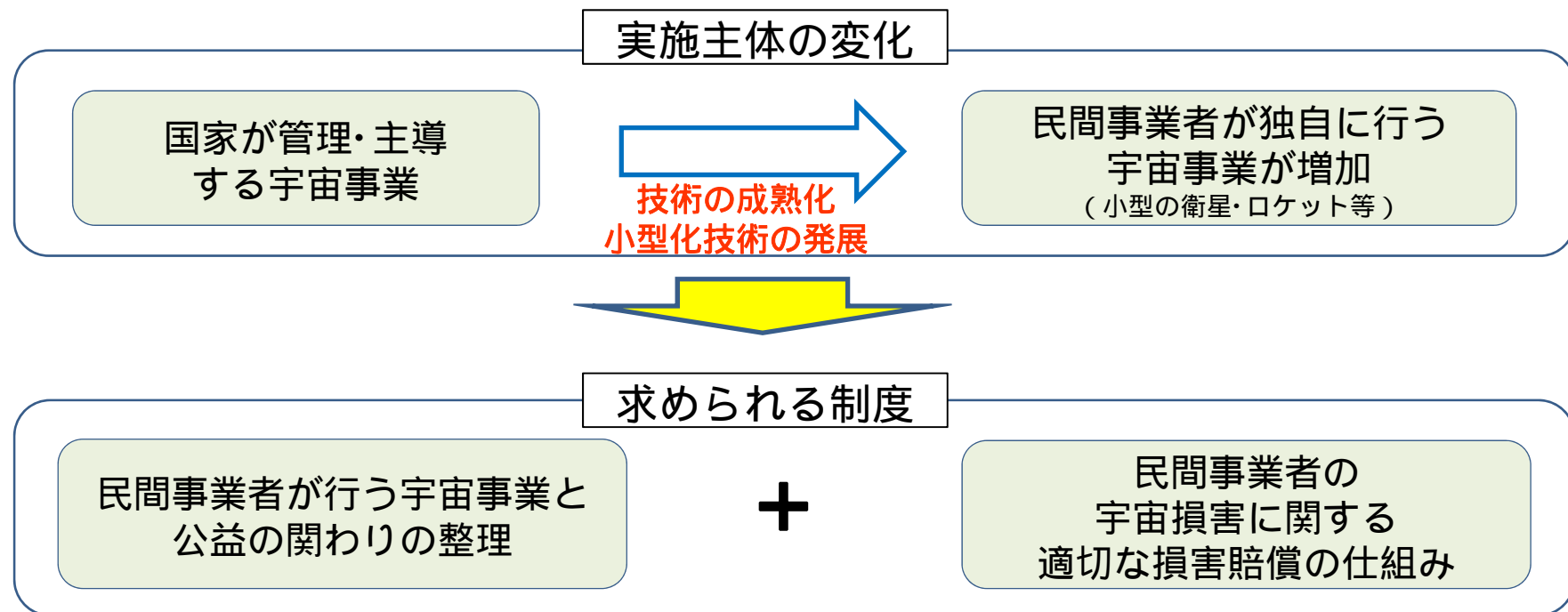


※ 整備済み国を赤色で表示

(2) 民間投資の拡大・新たな宇宙市場の創出に向けた 対応の方向性 新たな制度・環境整備の検討

第6回宇宙産業部会
経済産業省提出資料

- 新たな事業者の参入に資する法的予見性を高めるような制度面での環境整備が重要。



➡ 適切な場における, 制度・整備に向けた検討が重要

SSPS研究の目的・内容

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



- 将来の安定的でかつ二酸化炭素排出の極めて少ないエネルギー源として、宇宙空間から太陽光エネルギーを低コストで地上に伝送し、電力等に変換して利用することを目指す。
- マイクロ波やレーザー光によるエネルギー伝送技術の確立、宇宙空間での大規模構造物の構築技術の確立を目標に、地上間、宇宙ー地上間でのエネルギー伝送実験や構造物の組立実験を実施。

JAXAが主導する技術的研究

(マイクロ波地上伝送実験はJ-spacesystemsと連携して実施)

有識者委員会主導の社会・経済的視点の検討 (JAXAとまとめ)

①無線による送受電技術の研究

- マイクロ波によるエネルギー伝送技術の研究
- レーザーによるエネルギー伝送技術の研究

研究成果の
社会還元

ニーズの提示

③無線送受電技術のスピノフのための取組み

- 産業界へのヒアリング新たなニーズの掘り起こし 等

無線送受電技術の社会的
認知度、受容度の向上による
改善効果を期待

要求の提示

中核技術
の向上

②SSPSの技術的課題、コストの精査・低減に関する研究・検討

- 大型構造物組立技術に関する試作/試験
- 宇宙空間での実証の検討
(費用対効果の検討を含む)
- SSPS総合システムの検討
(輸送費の精査、低減の検討を含む)

SSPS技術
的検討結果

SSPSの社
会、経済的課
題を提示

④SSPSの事業性、競合技術、社会的受容性の調査・検討

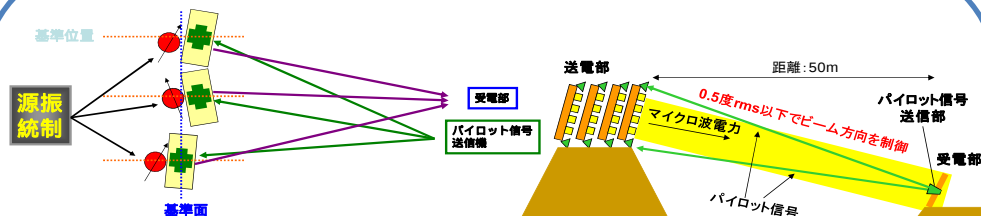
- エネルギー事業としての成立性の検討
- SSPSに競合する各種技術の動向調査
- 安全性を含む社会的受容性の調査等

SSPS研究のこれまでの成果

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



マイクロ波伝送技術の研究

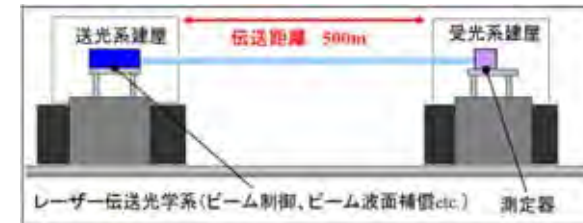


ビーム方向制御方式として振幅
モノパルス&REV法を選定

マイクロ波地上伝送実験
(J-spacesystemsと共同実施)

静止軌道からの伝送時の目標制御精度0.001度に対し、アンテナ素子数から換算される目標制御精度である1.6度rms以下の0.8度rmsを達成した。(ビーム方向制御装置評価モデルにて)

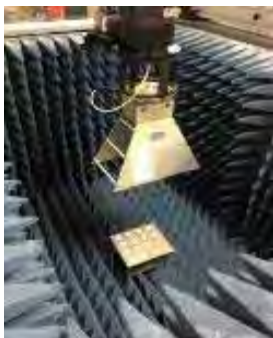
レーザー伝送技術の研究



レーザー伝送地上実験(@JAXA角田)

レーザー地上伝送試験(伝送距離500m)を実施し、ビーム制御精度を計測。
精度は、大気擾乱の小さい時(シンチレーションインデックス(σ_{I2}) ≤ 0.1)に数 μ rad、大気擾乱の大きい時($\sigma_{I2} \geq 1.0$)に数十 μ radであることを確認した。

発送電一体パネルの試作・試験



マイクロ波1GW級Basicモデル
SSPSを想定した発送電一体型パ
ネルの試作を行った。

太陽電池セル実装アンテナ試
作試験(@JAXA相模原)

大型構造物組立技術の研究



展開トラス地上実験(@JAXA筑波)

展開トラス組立実験装置の設計・製作・試験を
実施。軌道上組立を想定したトラス自動展開・
結合機能を確認した。

新たな「きぼう」利用の方向性

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



【これまで (Before)】

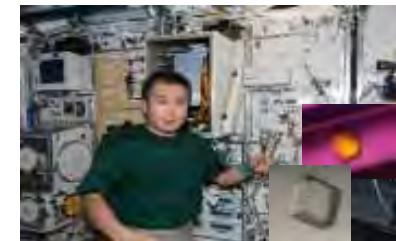
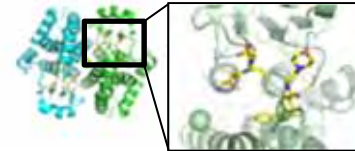
宇宙環境利用の可能性を切り開く、様々な分野・領域の利用実験を実施。

- 宇宙環境が有効に作用する研究分野・領域の見定めやコミュニティの発掘に効果。
- 2013年度までに約80件の利用実験を実施。利用開始5年目で、研究成果(学術論文)や民間による利用が始まり始めたところ。
- 2020年までを見据えた基礎研究分野の「きぼう利用シナリオ」を策定し重点化に着手。
- これまでの成果の中やシナリオから、社会や産業競争力強化への貢献しうる有望分野(「きぼう」の強み)を識別。
 - a) 骨・筋肉・免疫領域における加齢・老化モデル(後天的ゲノム修飾の研究に)
 - b) タンパク質結晶の高品質化技術
 - c) 先端技術の実証場としての利用

【これから (After)】

国の戦略的な科学技術研究の場 「National Lab」として活用促進

医療分野など国の戦略・最先端研究テーマに「場」を提供し、国の科学技術施策と連携した組織的な取り組みで「きぼう」利用を促進。



民間企業の利用・新規参入の拡大

高品質タンパク質結晶生成実験など、民間企業の需要にあった、使いやすい新たな仕組みを構築、より参入を促進。

先導的技術の獲得

我が国の優位性を顕示する宇宙技術の実証(我が国の宇宙技術や宇宙医学等の発展への積極活用)

「きぼう」利用による
社会イノベーションの創出

国際競争力の
確保

「きぼう」民間利用拡大に向けた取組み (1)

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



高品質タンパク質結晶生成実験

■ テーマ選定に当たっての基本方針

- 民間企業の利用を促進し、産業競争力の強化、社会還元成果の創出等を図るため、新たに「**民間利用促進コース**」を新規設定し、民間企業ユーザのテーマの発掘・取り込みを図る。
民間企業が利用しやすい制度の構築、培ったタンパク質結晶化技術等をトータル・サービスパッケージ化して提供等
- 大学・公的研究機関を対象ユーザとした「**基盤研究利用コース**」を設定し、社会的・学術的に価値の高い高難易度タンパク質の構造解明等や新たなJAXA技術開発に資するテーマを選定する。

■ テーマ選定状況

	第1回実験 搭載予定タンパク質数 (H26.3.26打上予定)	第2回実験 応募タンパク質数 (H26.9月打上予定)
民間利用促進コース	3	5
基盤研究利用コース		
- 創薬系	2 3	2 4
- 産業用酵素	1 2	1 5
- その他(結晶解析技術研究等)	4	5
- JAXA技術開発	3	5

■ 民間利用促進コース

- 第2回実験応募時点までで、4ユーザ(製薬企業、創薬ベンチャー企業、バイオ企業と連携のある大学)が参加予定

■ 基盤研究利用コース

- 利用開拓(営業)活動の結果として、国の戦略・最先端研究の一つであるJSTのERATOやCREST等の外部資金獲得テーマについても参画予定(全25ユーザ中16ユーザ)

「きぼう」民間利用拡大に向けた取組み (2)

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



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。

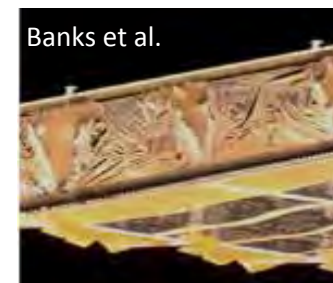


静電浮遊法による無容器実験。
直径2mmの金属球を
浮遊溶融。

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。



Banks et al.

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 (平成26年度から予定) を可能にする。
- 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: 個々にきめ細かな対応

- 個々に企業への働きかけを実施している。

「きぼう」利用における過去6年の主な成果例

第7回宇宙産業部会
JAXA提出資料



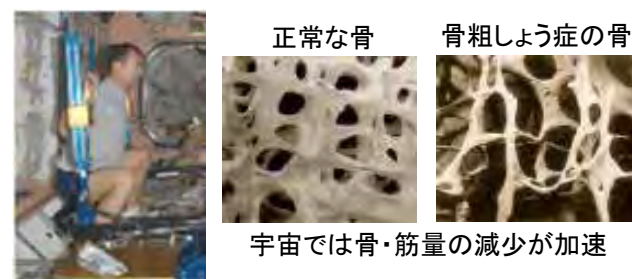
①創薬プロセスの加速に繋がる成果 ＜タンパク質結晶生成実験＞



「きぼう」で生成した高品質タンパク質結晶から得た分子構造情報を元に、難病治療薬等の研究・開発が進行中。

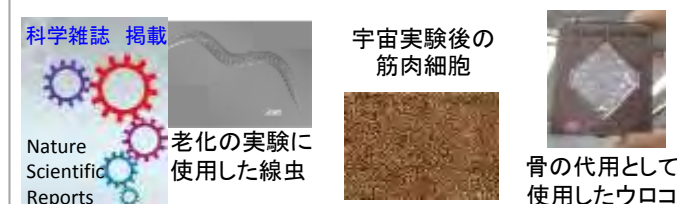
- ・筋ジス治療薬開発（動物実験が最終段階）
- ・その他、アルツハイマー病研究、副作用の少ない飲む抗がん剤、型によらないインフルエンザ治療薬開発等（分子構造解析中）
- ・地上の膜タンパク実験成果がNature掲載

②高齢者医療・福祉に繋がる成果 ＜宇宙飛行士の体を使った実験＞



- ・無重力環境で骨や筋量減少が加速される効果を利用、骨粗鬆症治療薬の「予防」効果を確認。
- ・宇宙飛行士の健康管理技術の獲得を通じ、地上での筋力低下対策やリハビリ技術にも応用可能な技術や知見を蓄積。

③筋肉や骨の衰え、老化等の対応策に繋がる生命科学に関する学術的成果 ＜動植物の細胞や小動物を用いた実験＞



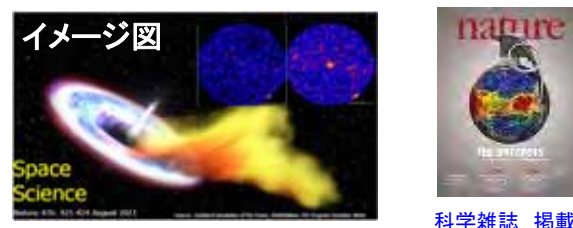
- ・宇宙では神経や内分泌の信号伝達に関わる遺伝子の働きが低下、老化が遅くなることを発見。
- ・筋肉萎縮の原因酵素の働きを解明。（筋肉萎縮予防食を開発中）
- ・宇宙での骨を壊す細胞の活性化、骨粗鬆症薬候補物質の骨密度低下抑制効果を確認。（地上で動物実験中）

④電子デバイスの高性能化等に繋がる物質・材料科学に関する学術的成果 ＜材料の結晶生成等の実験＞



- ・高性能・低消費電力の電子デバイスに繋がる次世代半導体結晶の生成手法を宇宙で実証。
- ・自然界の基本物質である水について、氷の結晶成長の新理論を構築。食品や臓器の冷凍保存技術等への応用が期待。

⑤X線天文学の最先端の学術的成果 ＜船外の搭載装置による観測＞



- ・星を吸い込む巨大ブラックホールを世界初観測（Nature掲載）。新星爆発開始直後のX線、観測史上最大級のガンマ線バースト（Science掲載）など、数々の世界的な観測・発見。
- ・世界最速ペースでX線天体を発見（4年半で12個）、発見を世界に速報し世界規模の追観測の起点として貢献。

⑥東日本大震災や火山噴火、洪水等の規模・状況把握に繋がる情報の提供 ＜飛行士や船外搭載カメラによる撮影＞



- ・宇宙飛行士が直接「観る」「撮影する」という利点を活かし、被害状況等の情報を国際的な災害情報共有の仕組みを通じ被災国等に提供。