

(添付資料)

- エネルギーイノベーションプログラム抜粋
航空機・宇宙産業イノベーションプログラム抜粋
- 基本計画
- 技術戦略マップ抜粋
- 事前評価書、パブリックコメント募集結果
- 特許論文リスト

エネルギーイノベーションプログラム関連部分抜粋

航空機・宇宙産業イノベーションプログラム関連部分抜粋

イノベーションプログラム 基本計画

平成20年5月16日
経済産業省

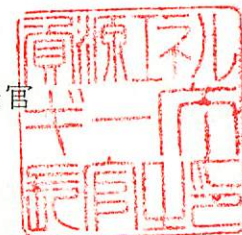
経済産業省

平成20・03・25産局第5号
平成20年4月1日

経済産業省産業技術環境局長



経済産業省資源エネルギー庁長官



エネルギーイノベーションプログラム基本計画の制定について

上記の件について、イノベーションプログラム実施要領（平成16・07・27産局第1号）第4条第1項の規定に基づき、別添のとおり制定する。

エネルギーイノベーションプログラム基本計画

1. 目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、将来の不確実性に対する懸念が緩和され、官民において長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。以下に 5 つの政策の柱毎に目的を示す。

1 - . 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

1 - . 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

1 - . 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

1 - . 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

1 - . 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

2. 政策的位置付け

エネルギー基本計画（2007年3月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

新・国家エネルギー戦略（2006年5月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置付けられている。

経済成長戦略大綱（2006年7月財政・経済一体改革会議）

資源・エネルギー政策の戦略的展開として

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画
5. 資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化

以上が位置づけられている。

京都議定書目標達成計画（2005年4月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

3. 達成目標

3-1. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、エネルギー消費効率を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

3-2. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

3-3. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

3-4. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30～40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

3-5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

4．研究開発内容

4 - . 総合エネルギー効率の向上

4 - - . 共通

(1) エネルギー使用合理化技術戦略的開発（運営費交付金）

概要

省エネルギー技術開発の実効性を高めるために、シーズ技術の発掘から実用化に至るまで、民間団体等から幅広く公募を行い、需要側の課題を克服し得る省エネルギー技術開発を戦略的に行う。

技術目標及び達成時期

中長期的視点に立った省エネルギー技術戦略を構築し、技術開発の相互連携によりシナジー効果が発揮され技術開発が促進されるよう、超燃焼システム技術、時空を超えたエネルギー利用技術、省エネ型情報生活空間創生技術、先進交通社会確立技術、次世代省エネデバイス技術の技術群に重点化して、省エネルギー技術戦略に沿った技術開発を戦略的に推進する。

研究開発時期

2003年度～2010年度

(2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業（運営費交付金）

概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

研究開発期間

2000年度～

(3) 研究開発型中小企業挑戦支援事業（スタートアップ支援事業）

概要

省エネルギー対策に資する中小企業の優れた技術シーズ、ビジネスアイデアの事業化による創業・新事業展開を促進するため、実用化研究開発に要する経費（原材料費、直接人件費、機械装置費、知的財産取得費等）の一部を補助するとともに、補助事業を行う中小・ベンチャー企業等に対して中小企業基盤整備機構によるビジネスプランの具体化・実用化に向けたコンサルティング等を一体的に実施

発揮できることを確認する。

研究開発期間

2005年度～2009年度

4 - . 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

4 - - . 石油・天然ガス・石炭の探鉱・開発・生産技術

(1) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型ノ特別研究(運営費交付金)

概要

石油及び可燃性天然ガス資源の開発に係る技術の振興を図る観点から、大水深、複雑な地層といった悪条件化が進む石油・天然ガスの探鉱・開発技術、利用拡大が見込まれる天然ガス田の開発促進に資する天然ガス有効利用技術等について、短期間で実用化が期待され、民間ニーズに直結した研究開発を提案公募により実施する。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、我が国の石油・天然ガスの探鉱・開発技術力の向上、及び天然ガスの利用の促進に向けた天然ガスの有効利用技術の開発を行う。

研究開発期間

2001年度～2012年度

(2) 石炭生産技術開発(クリーン・コール・テクノロジーの研究開発の一部)

概要

石油代替エネルギーである石炭の安定供給を図るため、低品位炭の有効利用、石炭生産性の向上のための研究開発等を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、インドネシアにおいて低品位炭の有効利用を図ることを目標に、低品位炭の発熱量を高め、自然発火性を抑制する低品位炭改質技術を確立する。

研究開発期間

2001年度～2009年度

(3) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発(運営費交付金)

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から、石油製品等に含まれる化学物質によるリスクを把握し、必要な対策を適切に行うことを可能とするため、*in vitro*培養系技術等の活用により遺伝子組換え細胞等を用いた*in vitro*系簡易有害性予測手法、また、トキシコゲノミクスを活用した短期動物試験結果と相関する遺伝子発現データセットを開発する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、遺伝子導入技術、幹細胞分化誘導技術、生物発光技術等を適用した培養細胞を用いて、試験期間1ヶ月程度、発がん性、催奇形性及び免疫毒性を予測評価できる試験手法を開発し、また、遺伝子発現解析技術を短期動物試験に適用し、28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセット

を完成させる。また、標準的な試験プロトコルを策定する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ(ASTER、PALSAR等)の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

研究開発期間

1981年度～2010年度

(5) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発(運営費交付金)

概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 次世代合成開口レーダ等の研究開発

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した合成開口レーダである次世代合成開口レーダ(PALSAR)の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

技術目標及び達成時期

PALSARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、レーダ技術の高度化(アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等)を図る。

研究開発期間

1993年度～2010年度

(7) 極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システムの研究開発

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した光学センサである資源探査用将来型センサ(ASTER)の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

技術目標及び達成時期

ASTERの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、センサ技術の高度化(ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等)を図る。

研究開発期間

1987年度～2010年度

4 - - . 石油・天然ガスの有効利用技術

(1) 石油燃料次世代環境対策技術開発

概要

バイオマス燃料から製造した石油製品が自動車排出ガスに及ぼす影響、新たな自動車燃焼技術(自着火燃焼(着火までに燃料と空気を十分に混合し、その混合気体を点火プラグの使用なしで圧縮することにより着火させる燃焼法でNOx排出低減、熱効率が高い等の利点がある))に適応した燃料に関する技術開発を実施する。

また、建設機械、発電機等のオフロードエンジンの排ガスによる環境負荷低減や石油燃焼機器の効率的な利用を進めるための技術開発を実施する。

技術目標及び達成時期

バイオマス燃料の利用時における、燃料と自動車エンジン技術の両面の影響評価を進め、技術的課題を解決し、運輸部門における燃料多様化を目指す。

また、オフロードエンジンの規制は欧米が先行していることから、2012年頃、欧米において規制強化が予定されている排ガス規制に対応した技術を確立し、我が国における規制強化に対応可能な燃焼技術を実現することを目指す。

研究開発期間

2002年度～2011年度

(2) 石油精製高度機能融合技術開発

概要

石油精製業を中心とする石油コンビナート全体の横断的かつ高度な運営機能の融合を図り、単独企業のみでは達成困難なコンビナート域内の省資源、省エネルギーの向上を進めるため、異業種異企業間における限りある貴重なエネルギー資源の利用効率の高い生産技術に関し技術の開発・実証を行う。

技術目標及び達成時期

5．政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

5 - ．総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークアプローチの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

5 - ．運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

5 - ．新エネルギー等の開発・導入促進

- 事業者支援補助金等による初期需要創出
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

5 - ．原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

5 - ．化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

6．研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

経済産業省

平成20・03・31産局第5号
平成20年3月31日

経済産業省産業技術環境局長



経済産業省製造産業局長



航空機・宇宙産業イノベーションプログラム基本計画の制定について

上記の件について、イノベーションプログラム実施要領（平成16・07・27産局第1号）第4条第1項の規定に基づき、別添のとおり制定する。

航空機・宇宙産業イノベーションプログラム基本計画

1. 目的

今後、市場規模の拡大が見込まれるとともに、その先端的な部品、材料、システム技術の波及効果を通じて我が国製造業全体の高度化をもたらし、また安全保障上の重要な基盤である航空機産業に関連する技術開発を積極的に推進する。

また、大きな技術波及効果を有し、国民の安全にも密接に関わるだけでなく、高度情報化社会の実現、地球環境の保全、資源開発等多様な社会ニーズに応える基盤となる宇宙産業の国際競争力の強化を図る。

2. 政策的位置付け

第 3 期科学技術基本計画（2006 年 3 月閣議決定）

航空機分野は、先端技術と高度な材料・部品等をシステム統合する分野であり、重点推進 4 分野及び推進 4 分野のうち、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「ものづくり技術」、「社会基盤」、「エネルギー」といった複数の分野にまたがる技術開発課題を有している。航空機分野の技術は他分野への技術波及効果も高く、その開発は産業技術政策上も極めて重要であり、特に、環境負荷低減を実現するための技術課題については、地球温暖化対策等の観点からも積極的に取り組むべきである。

第 3 期科学技術基本計画を踏まえて策定された分野別推進戦略では、航空機分野に関連するプロジェクトは主に「社会基盤」分野に位置づけられており、「高速輸送を可能とし、大量運航によって社会生活を支えているのみならず、産業政策上、安全保障上も重要な役割を担っており、諸外国と同様に研究開発リスクを国が負担しつつ、国民の航空輸送ニーズの多様化に応え、安全や環境問題に配慮した技術開発に取り組む必要がある。特に、我が国主導で航空機およびエンジンをインテグレーションできる技術を向上させるとともに、中長期的に技術を育成するための課題に取り組む必要がある」とされている。本プログラム基本計画に含まれる各研究開発事業についても、戦略重点科学技術及び重要な研究開発課題として指定されている。

宇宙分野は、推進分野である「フロンティア」分野において、国家基幹技術、戦略重点科学技術及び重要な研究開発課題に位置付けられた。また、総合科学技術会議において「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（2004 年 9 月総合科学技術会議）が決定されている。

21 世紀環境立国戦略（2007 年 6 月閣議決定）

世界最高水準にある我が国の優れた省エネ技術等の普及、更なる技術開発により、エネルギー効率の一層の改善を図るため、次世代環境航空機の開発・普及などによる航空機からの CO₂ 排出抑制対策等、物流分野のエネルギー効率の改善を進め、運輸部門にお

ける省エネ対策を推進することとされている。

経済成長戦略大綱（2007年6月改定）

産学官連携により世界の潜在需要を喚起する新産業群を創出するため、特に、極限状態における高信頼性が求められる次世代環境航空機など、我が国の製造業の更なる発展に必要な部品・材料産業の高度化にも大きく貢献する新産業群の実現に向けた環境整備や研究開発を推進することとされている。

また、宇宙分野については、宇宙の利用・産業化を推進することとされている。

経済財政改革の基本方針2007（2007年6月閣議決定）

次世代環境航空機等の戦略的分野の研究開発プロジェクトを推進することとされている。

また、宇宙分野については、宇宙の利用・産業化を推進することとされている。

「e-Japan戦略」（2003年7月、IT戦略本部とりまとめ）

宇宙分野は、新しいIT利活用戦略〔衛星測位システム（GPS等）の高度な活用と、準天頂衛星システム等の測位システムや地理情報システム（GIS）の研究開発や整備を統合的に推進し、我が国の国土空間における正確な位置を知ることができる環境の整備〕、「e-Japan重点計画2004」（平成2004年6月、IT戦略本部とりまとめ）における重点政策5分野の1つに対応するものである。

3. 達成目標

大きな技術波及効果によって環境をはじめ、情報、材料等の分野に高付加価値を生み出す航空機関連技術について、材料・構造・システム関連等の中核的要素技術力を一層強化・保持するとともに、機体及びエンジンの完成機関連技術を強化する。

我が国宇宙産業の国際競争力強化に向け、次世代の宇宙機器の開発及び宇宙利用の促進に資する技術を強化する。これにより、我が国における宇宙開発利用の産業化を促進し、自立的な宇宙産業を育成することで、世界の宇宙機器マーケットにおける我が国のシェア拡大を図る。

4. 研究開発内容

【プロジェクト】

・航空機関連（広く産業技術を対象とした研究開発であって航空機関連技術にも裨益するものを含む）

（1）省エネ用炭素繊維複合材技術開発

概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術や、耐雷対策の低コスト化技術等の研究開発・実証を行う。

技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ低コストであり、曲率の大きな部位の成形も

・宇宙産業関連

1．輸送系産業競争力向上基盤技術開発

(1) 次世代輸送系システム設計基盤技術開発プロジェクト(運営費交付金)

概要

国際ロケット市場における我が国宇宙産業の競争力確保を図るため、ロケットを効率的に開発・運用し、ロケットの開発、衛星の受注から打上までの期間を大幅に短縮する基盤技術開発を行う。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、ロケットの設計及び衛星対応設計の効率化技術等を確立する。

研究開発期間

2001年度～2010年度

2．衛星系産業競争力向上基盤技術開発

(1) 次世代衛星基盤技術開発プロジェクト(準天頂衛星システム等開発プロジェクト)

概要

国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力を強化するべく、準天頂衛星システム(利用者に対し、米国が運用するGPSとの補完による高精度な位置情報等の提供を可能にするシステム)の構築に不可欠な基盤技術(産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を行う。本プロジェクトの一部については、他部門と比較して需要増加の割合が高い運輸部門のエネルギー消費を抑制すべく、自動車、高速車両等の輸送機器の軽量化・効率化にも資する複合材料製造設計等の基盤技術を確立するためのものであり、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

静止軌道と一定の角度をなす傾斜軌道に複数の衛星を配置し、見かけ上、常に天頂付近に最低1つの衛星を位置させるシステム。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、準天頂衛星システムの構築に不可欠な基盤技術(産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を実施し、宇宙空間での技術実証を行う。

研究開発期間

2003年度～2010年度

(2) SERVICEプロジェクト(運営費交付金)

概要

我が国宇宙産業の国際競争力を強化するため、衛星製造の低コスト化、短納期化及び高機能化を実現すべく我が国産業が有する優れた民生用電子部品の活用に向け、耐放射線試験、高温/低温・振動等の地上試験を行う。また、地上試験結果を踏まえ選定した

民生用電子部品を実証衛星に搭載し、宇宙における放射線、高温/低温・真空等の複合環境への耐環境性能を実証するとともに、これら地上試験及び宇宙実証により取得されたデータを知的基盤（データベース、ガイドライン）として整備する。

技術目標及び達成時期

地上試験及び宇宙実証の結果を踏まえ、2010年度までに民生部品・民生技術の活用のための知的基盤（データベース、ガイドライン）を整備することにより、我が国における衛星製造等の低コスト化、短納期化及び高機能化を図るとともに、国際標準化提案についても検討を行う。

研究開発期間

1999年度～2010年度

(3) 小型化等による先進的宇宙システムの研究開発（運営費交付金）

概要

我が国宇宙産業の国際競争力強化や国内宇宙産業基盤維持を図るために、低コスト化・短納期化・小型化等による先進的宇宙システムを構築する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、我が国の既存衛星システムに比べ、開発・製造コスト約15分の1、重量約10分の1、開発期間約3分の1を目標とする超高性能小型衛星（光学分解能1m以下）を開発する。また、設計思想の標準化を図るなど、今後の我が国衛星開発の基盤となる開発思想を構築する。

研究開発期間

2008年度～2010年度

(4) ASTERプロジェクト

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した光学センサである資源探査用将来型センサ（ASTER）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

技術目標及び達成時期

ASTERの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、センサ技術の高度化（ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等）を図る。

研究開発期間

1987年度～2010年度

(5) PALSARプロジェクト

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した合成開口レーダである次世代合成開口レーダ(PALSAAR)の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

技術目標及び達成時期

PALSAARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、レーダ技術の高度化(アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等)を図る。

研究開発期間

1993年度～2010年度

(6) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発(運営費交付金)

概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

研究開発期間

2007年度～2011年度

3. 宇宙利用促進基盤技術の開発

(1) 次世代地球観測センサ等の研究開発

概要

我が国が開発・運用する地球観測センサや2007年度よりNEDOOにて開発が始まったハイパースペクトルセンサ等により得られる地球観測データから、有用な情報を効果的・効率的に抽出するため、スペクトルデータの収集と蓄積、物質ごとの特徴的なスペクトルデータの研究、衛星から得られたデータと地上データと比較・処理解析し、対象物を特定する解析手順・手法、多様なデータとの融合処理等の高付加価値データの処理解析技術等の研究開発を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、環境観測、災害監視、資源探査、農林水産等の分野におけるハイパースペクトルセンサにより得られる地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データ利用の拡大を図る。

研究開発期間

2006年度～2011年度

(2) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ（ASTER、PALSAR等）の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

研究開発期間

1981年度～2010年度

(3) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

概要

新たな電力供給方式として地上において様々な用途への応用が見込まれ、また、長期的には将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システムの中核的技術として応用可能な太陽光発電無線送受電技術を確立するため、安全性等を確保しつつ、太陽エネルギーを効率良く伝送するための要素技術等について研究開発を行う。

技術目標及び達成時期

2010年度までに高効率半導体増幅回路の開発、複数フェーズドアレイパネルの統合による精密ビーム制御技術の開発、高効率受電整流回路の開発を目指すことにより、無線送受電技術の高効率化を図る。

研究開発期間

2008年度～2010年度

5. 政策目標の実現に向けた環境整備

(航空機)

〔人材育成〕

- ・大学から有用な人材を航空機産業に迎えるとともに、開発から次期開発までのサイクルの長い航空機産業において継続的に人材を育成することが重要である。

〔防衛調達等を通じた航空機産業の高度化について〕

- ・効率的な研究開発や生産に向けたインセンティブ等を通じて我が国の航空機産業・技術基盤の維持・育成にも資する防衛調達・研究開発が実現するよう、引き続き関係省庁と連携することが重要である。
- ・防衛機の民間転用を円滑化するための制度整備等について、関係省庁と連携することが重要である。

〔関係機関との連携〕

- ・民間航空機開発推進関係省庁協議会（防衛庁（当時）、文部科学省、国土交通省及び経済産業省局長級による協議会）を設置（平成15年9月）し、研究開発の円滑な実施を図るため、関係省庁の連携を強化。また、協議会の下に、各省庁の担当課長からなる幹事会も併せて設置。産業構造審議会航空機委員会において航空機産業全般にかかる課題と対策を議論。

〔その他〕

- ・中小企業のネットワーク化や認証取得により、我が国の部品・素材の採用拡大を図ることが重要である。
- ・航空機部品へのRFID導入を進めることにより、整備業務等における効率化や高付加価値化を目指すことが重要である。

（宇宙産業）

〔プロジェクト等との主要な連携について〕

（衛星系等基盤技術開発により得られた技術の活用）

A S T E Rプロジェクト及びP A L S A Rプロジェクトの成果を、石油資源遠隔探知技術の研究開発プロジェクトで活用することで、人工衛星から取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

〔関係機関との連携〕

産業化を促進するための環境整備（政府による国産ロケットの優先使用、衛星打上げ輸送サービスの整理、大型試験研究設備の利用等）に向けた関係府省及び機関との連携。

関係府省、機関及び企業をメンバーとする連絡会議を活用した産業化関連プロジェクトの推進。

〔導入普及促進〕

プロジェクトを通じて得られた基盤技術、データ（宇宙利用可能民生部品データベース、リモートセンシングデータ等）等について、成果報告会、データベースの一般公開、画像データの一般提供等により、可能な限り速やかに社会に普及し、民間主導による実用化、新技術への応用を促進する。

6．研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金により実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、実施されるものである。

7．プログラムの期間

プログラムの期間は2003年度から2013年度まで。

8．改定履歴

基本計画

(エネルギーイノベーションプログラム・航空機・宇宙産業イノベーションプログラム)
「高性能ハイパースペクトルセンサ等研究開発プロジェクト」基本計画

機械システム技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

航空機・宇宙産業イノベーションプログラムは、大きな技術波及効果を有し、国民の安全にも密接に関わるだけでなく、高度情報化社会の実現、地球環境の保全、資源開発等多様な社会ニーズに応える基盤となる宇宙産業の国際競争力の強化を図ることを目標としている。具体的には、次世代の宇宙機器の開発及び宇宙利用の促進に資する技術を強化することにより、我が国における宇宙開発利用の産業化を促進し、自立的な宇宙産業を育成することで、世界の宇宙機器マーケットにおける我が国のシェア拡大を図るものである。本プロジェクトはこのプログラムの一環として実施する。

平成20年8月27日に宇宙基本法が施行され、我が国の宇宙開発利用は、これまでの研究開発、技術開発を重視した「宇宙開発」の時代から、「宇宙の利用・産業化」を通じた国民生活の質の向上、総合的な安全保障の確保、経済の活性化、産業競争力の向上を目指す時代への転換期を迎えている。総合科学技術会議による第3期科学技術基本計画(平成18年～22年度)の「分野別推進戦略」(平成18年3月22日決定)においても、より利用ニーズに立脚した研究開発を重視した宇宙利用の戦略的拡大の必要性が明記されているところ。特に、先進的なりモートセンシング技術の一つであるハイパースペクトルセンサ^{*1}技術については、資源探査、環境観測、災害監視等の広範な分野における地球観測データの活用の観点から同計画期間中に大きな進展が期待される旨が明記されるとともに、戦略重点科学技術の一つに位置づけられている。

また、エネルギー安全保障を含む我が国の総合的な安全保障や国民の安全・安心の観点からは、逼迫しているエネルギー資源の効率的探査および近年増大する地震、津波、台風等の自然災害や地球規模での環境問題等に対応するため、高頻度で継続的な地球観測の重要性が認識されている。地球観測データの中でも、石油資源の遠隔探知能力の向上・地球環境保全に有効な植生分布・汚染状況の観測精度の向上等を可能とする高い波長分解能を有するハイパースペクトルセンサへのニーズが高まっている。一方、海外においても同様に高波長分解能の地球観測データへのニーズの高まりから、ドイツを中心とした EnMAP プロジェクト、カナダを中心とした HERO プロジェクト等、複数のハイパースペクトル地球観測衛星の開発計画が立ち上がっており、併行して航空機搭載側センサを中心とした地球科学・環境・資源探査・農林業等を目指した利用研究が進められている。またマルチスペクトルセンサ^{*2}衛星は、ハイパースペクトルセンサと比較して波長分解能は劣るが、高頻度・高空間分解能の観測が可能で、その有用性は既に示されており、従来より複数の衛星開発プロジェクトが継続的に実施されてきた。マルチスペクトルセンサ衛星による地球観測データについては、衛星運用および観測画像の配布が長年にわたり民間事業としても実施されており、将来的には、ハイパースペクトルセンサ衛星による観測データについても利用の拡大、事業化の可能性が見えつつある。

本プロジェクトでは、資源探査・環境観測・災害監視等への応用および農林業等、今後地球観測データユーザのニーズの拡大が期待される分野において、広い観測幅による観測頻度の改善、高い波長分解能による識別能力の向上を可能とする世界トップレベルの高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの技術の開発を行うことを目的とする。

本プロジェクトにて開発したセンサは開発終了後、国の衛星等に搭載し、実証実験を行うことにより各開発性能を確認する。

本技術の確立により、資源探査用将来型センサ(ASTER)が担ってきた石油資源等探査の研究開発を継続、高度化することにより、エネルギー安全保障を含む我が国の総合的な安全保障や国

民の安全・安心の実現にも資する。

(2) 研究開発の目標

平成23年度までに資源探査・環境観測・災害監視・農林水産等、多様な用途への活用を可能とする広い観測幅と高い波長分解能を有する高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの技術の開発を行う。詳細な目標値については別紙、研究開発計画に記載する。

本プロジェクトの直接的な目標（アウトプット）は、広範な利用ニーズを満たしうる「高性能な衛星搭載型センサ技術の開発」であり、目標の達成は完成したセンサの性能により判断される。しかし当然のことながら、センサ性能の達成自体はアウトプットに過ぎず、本センサ技術が解析・利用技術との融合することにより、観測された地球観測データが多様なユーザにより活用され、将来的に、市場ニーズ又は社会的ニーズが満たされることが、本プロジェクトを実施する真の意義であり、期待される効果（アウトカム）である。したがって、研究開発主体は、開発したセンサがプロジェクト終了後、より大きな市場ニーズ又は社会ニーズを満たし、広範な分野で利用されていくよう、実用化・事業化のシナリオを明確に意識して本プロジェクトを実施することが求められる。

(3) 研究開発の内容

高性能ハイパースペクトルセンサ等研究開発プロジェクトに係わる以下の項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[委託事業]

- ①高いスペクトル分解能を有する高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサの開発
- ②高い空間分解能を持つ衛星搭載型マルチスペクトルセンサの開発

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本プロジェクトは独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO技術開発機構という。）が、単独ないし複数の本邦の企業、民間研究機関、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること）から公募によって、研究開発実施者を選定後、共同研究契約等を締結する研究体を構築し、委託して実施する。

また研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体にはNEDO技術開発機構が委託先決定後に指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は平成19年度から平成23年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成21年度、事後評価を平成24年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

①成果の普及

本プロジェクトの開発センサにより得られた地球観測データについては、NEDO技術開発機構、実施者間においてデータの配布・普及の方策および体制について検討し、国内外の地球観測データユーザ等に対し、積極的に普及に努めることとする。また得られたセンサ技術については他分野への波及的な効果についても併せて検討を行い、本開発成果の実用化・事業化に努めるものとする。

②知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

なお初年度の概念検討での詳細なスペックのトレードオフの結果、市場の動向の変化、搭載衛星の仕様の変更等が発生した場合は、総合的な目標性能を落とさない形で所定の関係式に基づき、基本計画の目標値を変更することがあり得る。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構第15条第1項第1号のロに基づき実施する。

(4) その他

①搭載衛星開発機関との調整

・研究開発成果であるセンサについては、NEDO技術開発機構および研究開発実施者が連携

の下、本センサを搭載し実証実験を行う衛星側開発機関との調整にあたり、適切なインターフェース調整を行う。また研究開発実施者は可能な限り早期の打上げ実証の実現を目指すこととし、実用化・事業化に向け努力する。

②他機関における事業との連携

- ・本プロジェクトの実施にあたっては、本センサで得られた地球観測データの解析・利用技術の開発を担当する経済産業省が進める「次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発」事業と緊密に連携して、事業を推進することとする。

③成果の普及・利用促進を念頭においたマネジメントの実施

- ・社会・経済的状況、市場の動向に注視し、市場等の変化を踏まえ、より社会ニーズ・市場ニーズが満たせる形となるよう柔軟に開発計画を変更するものとする。
- ・本センサによる観測データの普及・利用促進のための方法論について検討し、開発終了後、円滑に本開発成果が国内外の広範なユーザに活用されるよう調査・検討を行う。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成19年3月策定。
- (2) 平成20年3月ミッション要求審査委員会の審議結果に基づく目標値の変更。
- (3) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画制定により改訂。
- (4) 平成20年3月、宇宙基本法制定により改訂、根拠法の修正。

(別紙) 研究開発計画

1. 研究開発の必要性

広範囲で継続的な地球観測ニーズの高まりから、国内外において地球観測衛星の開発競争が激化しており、高頻度、高空間分解能、高スペクトル分解能を有するセンサの開発が望まれている。一方で搭載衛星の機能あるいはダウンリンクレートの制約から、高性能でありながら小型軽量のセンサの実現が不可欠であり、観測画像の効率的なダウンリンクの技術、画像圧縮技術、軌道上オンボード処理技術等、各種要素技術の開発およびこれらを統合するシステム技術が必要となる。

かかる状況に鑑み、本技術開発では所要の観測幅と観測頻度を実現し広範な利用ニーズ及び産業ニーズを満たすとともに、高空間分解能、高波長精度、高S/N比^{*3}を有する高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの技術開発を行う。

2. 研究開発の具体的内容

本センサ実現のため、搭載衛星との適合性を考慮しつつ以下の研究開発を行う。

(1) センサシステムの開発

ハイパースペクトルセンサおよびマルチスペクトルセンサについて(2)の技術開発を行い、その成果を反映した両センサの評価モデルを設計・製作し、地上検証試験によりセンサ性能目標値の実現性を確認する。衛星軌道上での運用に必要な各種耐環境性、電磁適合性等についても併せて検証する。

(2) センサシステムの要素技術開発

①高S/N比を実現する分光検出系の開発

高S/N比の観測を実現すべく、分光検出系の暗時雑音(熱雑音を含む)およびショット雑音等、各雑音要因に基づく雑音成分^{*4}および迷光について特定・抑制し、システム全体として低雑音の検出系を実現する。また光学系・分光系のハード設計を最適化し、高効率で歪みの少ない構造とする。

②高精度校正技術の開発

様々な校正手法のうち、適切な軌道上校正手法について検討し、可視～短波長赤外領域において高い波長精度およびバンド間相対感度精度を実現する校正技術を開発する。

③高速データ処理系、効率的データ伝送技術の開発

オンボード圧縮技術等の活用により高速なデータ圧縮・処理系を実現する。また観測用途別の波長選択等、限られたダウンリンクレートの制約下において、所要の情報量を効率的に地上へ伝送する手法について検討する。

(3) 実証実験による検証

宇宙実証用のフライトモデルを製作し、必要な確認試験を実施したセンサについて、円滑な軌道上実証実験に向け、搭載・インテグレーション支援作業を行う。

(4) 技術動向調査および市場動向調査

研究開発の効率的な実施のため、国内外の技術動向、市場動向等の情報収集及び分析等を行い、開発計画に反映する。また必要に応じて新たな技術の研究開発への採り入れの可否を判断すべく、フィージビリティの確認を行うための調査研究を実施する。

3. 達成目標

(1) 中間目標

平成20年度末までに以下の中間目標を達成する。

- ①ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの分光・検出系、高速信号処理系、校正系について、要素試作試験等により最終目標性能（HS-1、5～13、MS-1、5～11）のセンサスペックの実現の見通しを得る。
- ②両センサの分光系、検出部、信号処理部、校正部、伝送系を含めた評価モデルを開発し、軌道上環境での熱環境や機械環境に対する耐性、電磁適合性等について試験により確認する。

(2) 最終目標

前項に掲げる技術課題を解決し、下記のスペックを満たす衛星搭載型センサを開発する。ポインティング技術については、衛星側で対応する場合は開発対象外とする。

<ハイパースペクトルセンサ（HS）>

HS	項目	達成目標	2. 研究開発内容との対応
-			
1	空間分解能	30m 以下	(2)①
2	観測幅	30km 程度 (空間分解能の 1000 倍)	(2)①
3	バンド数	185 程度	(2)①
4	観測波長域 ^{※5}	0.4～2.5 μm	(2)①
5	波長分解能（バンド幅）	平均 10nm 以下（VNIR） 平均 12.5nm 以下（SWIR）	(2)①
6	最大入射輝度 ^{※6}	アルベド ^{※7} 70%	(2)①
7	S/N 比	仕様値 450 以上@620nm 仕様値 300 以上@2100nm (前提：アルベド 30%・太陽天頂角 ^{※8} 24.5 度)	(2)①
8	暗時雑音	S/N 比規定レベルの Signal の 1/350 以下	(2)①
9	迷光	S/N 比規定レベルの Signal の 1/100 以下	(2)①
10	MTF ^{※9}	0.2 以上	(2)①
11	ラジオメトリック分解能 ^{※10}	量子化ビット数 10bit 以上	(2)③
12	波長精度	VNIR：誤差 バンド幅の 2%以下 SWIR：誤差 バンド幅の 5%以下	(2)②
13	バンド間相対感度精度	誤差：2%以下	(2)②
14	オンボード圧縮・処理能力	有	(2)③
15	ポインティング機能 ^{※11}	有	(1), (3)

※波長校正時には上記の1/2のバンド幅にて校正を行うこととする。

<マルチスペクトルセンサ（MS）>

MS	項目	達成目標	2. 研究開発内容との対応
-			
1	空間分解能	5m 以下	(2)①
2	観測幅	90km 程度 (空間分解能の 18000 倍)	(2)①
3	バンド数	4	(2)①

4	観測波長域	0.45~0.90 μ m	(2)①
5	最大入射輝度	70%	(2)①
6	S/N比	仕様値 200 以上 @全ての観測帯 (前提：アルベド 70%・太陽天頂角 24.5 度)	(2)①
7	暗時雑音	S/N比規定レベルでの 1/400 以下	(2)①
8	迷光	S/N比規定レベルの Signal の 1/100 以下	(2)①
9	MTF	0.3 以上	(2)①
10	ラジオメトリック分解能	量子化ビット数 8bit 以上	(2)③
11	バンド間相対感度精度	誤差：2%以下	(2)②
12	オンボード圧縮・処理能力	有	(2)③
13	ポインティング機能	有	(1), (3)

※ラジオメトリック分解能については、ゲイン切り替え、データ処理上の工夫等により実質的に 12bit以上の分解能を実現する。

(前提条件)

- ・設計寿命^{※12} 5年以上。目標寿命^{※13} 7年。
- ・衛星実証時の軌道高度：625.7km。

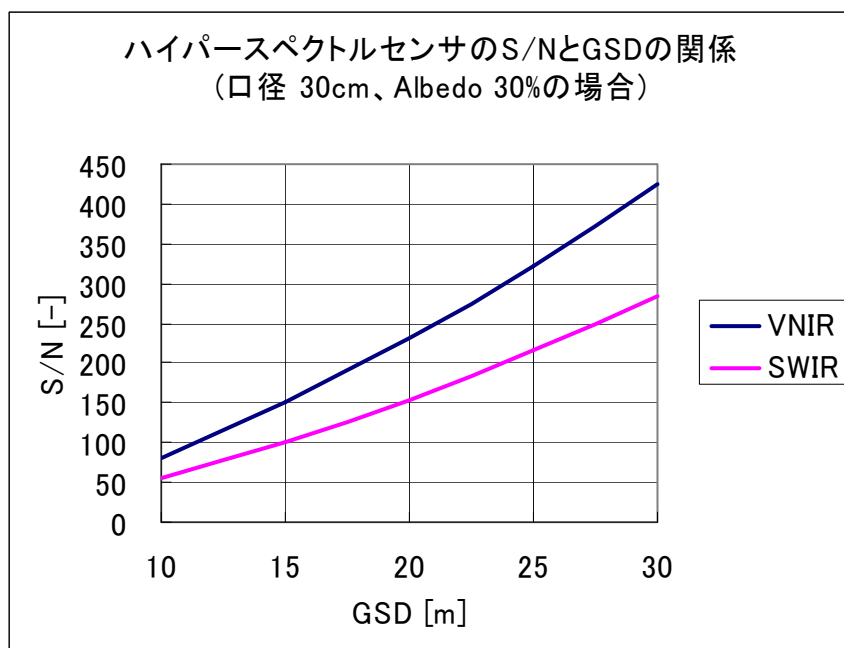
- ※1 ハイパースペクトルセンサ … 高い波長分解能により対象物のスペクトルを細かく計測する機能を持つ画像センサのこと。実際には大体0.4~2.5 μ mの波長域に数百バンドを有するものを指す場合が多い。現在、航空機搭載用による研究が進められており、AVIRIS、CASIといったセンサが活躍。スペクトル分解能の大幅な向上により、岩石・鉱物をはじめ農作物、土壌、海洋諸現象の多分野にわたり従来、困難だった微細な分類/同定精度の改善が期待されている。
- ※2 マルチスペクトルセンサ … 可視近赤外域から熱赤外域までの地球からの放射光・反射光の強度をいくつかの波長帯に分けて観測することにより、物質固有の吸収帯の違いを利用して地表面の対象物を識別するセンサであり、本センサ目標値では可視近赤外域に4バンド程度の観測域を有するセンサを指す。可視光領域の青、緑、赤の波長帯に3~4バンド程度の観測域を持つセンサで撮影し、カラー合成することにより地表面の光学写真の取得が可能となる。
- ※3 S/N比 … 信号量Sの雑音量Nに対する比率(S/N)のこと。リモートセンシングデータにおいては様々な雑音成分が存在するが、光学センサの場合は、入射光量に対する出力(信号電流)と雑音電流の比で評価する。雑音電流は、使用するセンサ素子の種類によって異なり、フォトダイオードの場合は後続の増幅器の影響を大きく受けるが、CCDでは暗電流、ショットノイズが顕著である。
- ※4 雑音成分(Noise) … 雑音成分はショットノイズ、検出器の暗電流、背景光雑音、受信回路の熱雑音からなり、ここではショットノイズ以外の雑音成分(光がセンサに入らない状態での雑音成分)を暗時雑音と規定している。ショットノイズは入射光量の2乗根と線形関係があるため、一般に入射光量が少ない時は暗時雑音が支配的となり、入射光量が大きい時はショットノイズが支配的となる。
- ※5 観測波長域 … 太陽放射スペクトルは概ね表面温度の黒体放射で近似できることから、およそ0.48 μ mにおいて放射強度最大となり、長波長側へ移るにつれて放射強度は低下する。ハイパースペクトルセンサによるリモートセンシングでは、大気上端面での太陽放射スペクトルと地表面からの反射スペクトルの差から大気による吸収・散乱等による影響を除くことにより得られる地表面の吸収スペクトルにより、地表面の属性の判読を行うため、観測波長帯は一定程度以上の反射光の強度が得られる波長域に限られる。
- ※6 最大入射輝度 … 地表面からの反射光強度の最大許容値。本目標値は、晴天時にアルベド70%の地表面(砂漠等)に太陽天頂角24.5°の太陽光があたった時、真上の衛星軌道上で撮影される入射輝度を許容するセンサで規定する。
- ※7 アルベド … 太陽からの入射光の強さに対する反射光の強さの比、つまり全太陽スペクトル(あるいは可視波長範囲)における物体の反射率をアルベドと呼び、砂漠の場合、可視近赤外域から短波長赤外域においてアルベドは70%近くになる。
- ※8 太陽天頂角 … 太陽方向と天頂方向の成す角度。太陽高度角とは補角関係にある。
- ※9 MTF … Modulation Transfer Functionの略。レンズの結像性能を評価するために、被写体のもつコントラストをどの程度忠実に像の中に再生する能力があるかを、空間周波数(単位:本/m)に対して示したもの。MTFは、広い周波数範囲にわたって1に近いフラットな形であることが望ましいが、実際には高周波になるほどコントラストは低下しついには0となる。
- ※10 ラジオメトリック分解能 … アナログ信号をデジタル的に変換する際、変換されたパル

ス信号の振幅を段階的に最小単位で区切る数（8bitの場合、 $2^8=256$ となる）を表し、量子化ビット数で表す。画像のダイナミックレンジを支配する重要な因子である。

- ※11 ポインティング機能 …… センサの観測方向を軌道上で選択できるようにした機能。画像センサの走査幅が隣接軌道間隔よりも狭いときは、全地表面をカバーするために、衛星の進行方向と直角の方向に観測方向を選択できる機能が必要になる。この機能を利用して重点地域の観測頻度を上げたり、異なる位置から同一地域を観測して立体視を行うことができる。
- ※12 設計寿命 …… 軌道上において所定の性能を維持し、稼動することを保証する期間を意味する。
- ※13 目標寿命 …… 設計上の工夫により達成することを目標とする稼動期間を意味する。本センサ開発では、耐放射線、耐紫外線、温度サイクル、クリティカルな部分の冗長化等を考慮した設計等に留意した設計により達成することを目標とすることを意味する。

(参考)

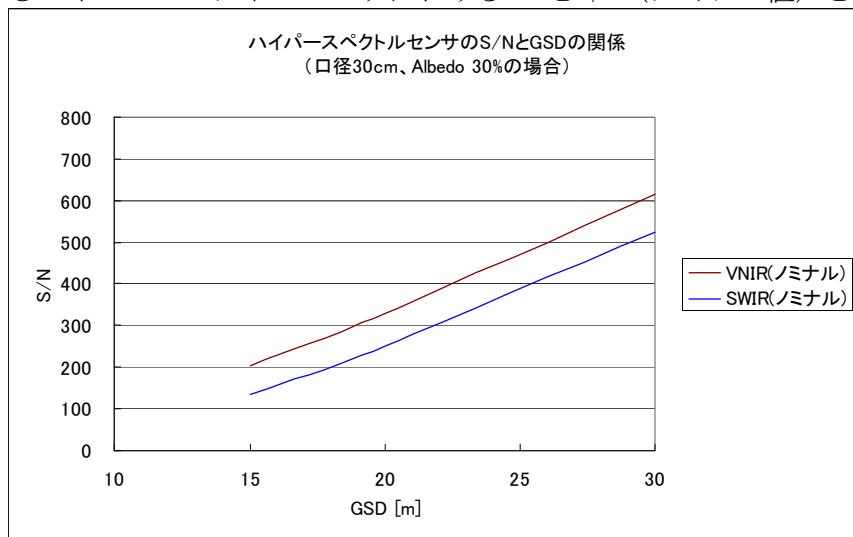
○ハイパースペクトルセンサにおけるGSDとS/N（仕様値）との関係式（例）



VNIR: 可視近赤外放射計 (Visible and Near-infrared Radiometer)

SWIR: 短波長赤外放射計 (Short Wave Infrared Radiometer)

○ハイパースペクトルセンサにおけるGSDとS/N（ノミナル値）との関係式（例）



(関係式)

ショットノイズが支配的な場合、GSDを変更した時のS/N比とGSD・Albedoとの間の関係は、以下の式から求められる。

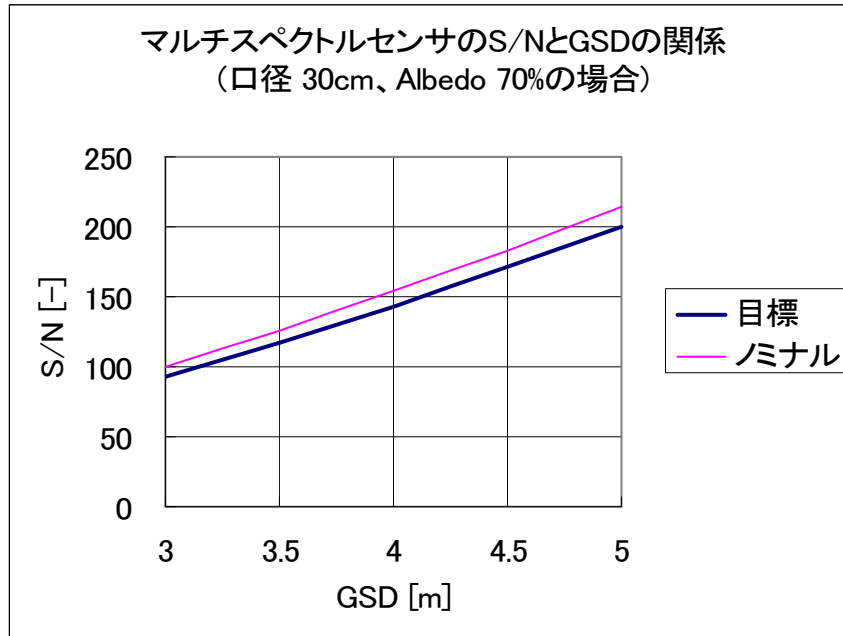
$$\frac{S}{N} = \left(\frac{GSD}{15m} \right)^{3/2} \cdot \sqrt{\frac{Albedo}{30\%}} \cdot SN$$

GSD：空間分解能設定値（m）

Albedo：アルベド設定値（%）

SN：空間分解能15m、望遠鏡径30cm、Albedo30%時のS/N値

○マルチスペクトルセンサにおけるGSDとS/N（仕様値）との関係式（例）



(関係式)

ショットノイズが支配的な場合、GSDを変更した時のS/N比とGSD・Albedoとの間の関係は、以下の式から求められる。

$$\frac{S}{N} = \left(\frac{GSD}{5m} \right)^{3/2} \cdot \sqrt{\frac{Albedo}{70\%}} \cdot SN$$

GSD：空間分解能設定値（m）

Albedo：アルベド設定値（%）

SN：空間分解能5m、望遠鏡径30cm、Albedo70%時のS/N値

※観測幅（＝空間分解能の18,000倍）、ラジオメトリック分解能（現在のS/Nに基づき規定）
暗示雑音等、他の関連するスペックについても変更されることがありえる。但しこの場合、
総合的な目標性能を落とさないことを条件とし、スペック変更の内容について精査する。

技術戦略マップ関連部分抜粋

宇宙分野

宇宙産業の歴史はほぼ半世紀であるが、宇宙産業の代表格である人工衛星の利用は、すでに様々な分野で生活に直結する技術基盤として定着している。気象衛星からの雲の画像は、台風シーズンには欠かせないものであり、衛星放送は、多チャンネル時代を到来させた。また、測位・航行衛星を利用したカーナビゲーションや GPS 付き携帯電話数は国内で 3000 万台と云われる。このように、宇宙産業は、高い技術波及効果を有している一方で、国の安全保障に密接に関係することから、諸外国においても戦略的産業として位置づけられている。また、宇宙開発・利用については、高度情報化社会の実現、地球環境の保全、資源探査・開発、あるいは安全・安心な社会の実現など多様な社会ニーズに応える基盤となる産業であることから、宇宙産業の国際競争力強化を国家戦略として推進する必要がある。このような状況下、2008 年 5 月に成立した「宇宙基本法」(同年 8 月施行)では、宇宙の平和的利用、安全保障に資する宇宙開発利用を含む国民生活の向上等、産業の振興、人類社会への発展、国際協力等の推進、そして環境への配慮という 6 つの基本理念を示しており、2009 年 5 月を目処に、我が国の国家戦略となる宇宙基本計画を作成中であるとされる。このような政府内の検討状況を踏まえ、本技術戦略マップにおいて、我が国全体の活動を俯瞰的に捉え、宇宙開発に関する施策を総合的にかつ計画的に推進すべく、2025 年までの長期の視点で到達すべき目標を設定し、宇宙技術に係わる戦略的な技術開発について取りまとめた。特に、今後 5~10 年程度は、各分野で必要となる基盤的な技術の蓄積を確実に実施し、宇宙実証機会の確保を重点的に取り組み、宇宙関連産業の競争力と自律性を強化し、さらにその後の宇宙産業の振興に寄与するものとする。同時に、宇宙機器試験方法などを始めとした標準化に向けた取組を産官学挙げて戦略的に進めることとする。

宇宙分野の技術戦略マップ

．導入シナリオ

(1) 宇宙分野の目標と将来実現する社会像

宇宙基本法では、宇宙の平和的利用、安全で安心な社会形成や安全保障に資する宇宙開発利用などの国民生活の向上、国際競争力強化を踏まえた産業の振興、新たな知の獲得やフロンティア挑戦などの人類社会への発展、外交を含む国際協力等の推進、そして近年多いに危惧されているデブリ問題を含む環境への配慮という 6 つの基本理念を示している。

〔宇宙の平和的利用〕

宇宙開発利用は、宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束の定めるところに従い、日本国憲法の平和主義の理念にのっとり、行われるものとする

〔国民生活の向上等〕

国民生活の向上、安全で安心して暮らせる社会の形成、災害、貧困その他の人間の生存及び生活に対する様々な脅威の除去、国際社会の平和及び安全の確保、我が国の安全保障に資する宇宙開発利用の推進

〔産業の振興〕

宇宙開発利用の積極的かつ計画的な推進、研究開発の成果の円滑な企業化等による我が国の宇宙産業その他の産業の技術力及び国際競争力の強化

〔人類社会の発展〕

人類の宇宙への夢の実現や人類社会の発展に資する宇宙開発利用の推進

〔国際協力等の推進〕

国際社会における役割を積極的に果たし、我が国の利益の増進に資する宇宙開発利用の推進

〔環境への配慮〕

宇宙開発利用が環境に及ぼす影響に配慮

(2) 関連施策の取組み

第3期科学技術基本計画においては、「宇宙輸送システム」及び「海洋地球観測探査システム」が国家基幹技術として選定され、人工衛星を宇宙輸送システムによって、必要な時に、独自に宇宙空間に打上げる能力を将来にわたって維持するとの基本方針の下、国際競争力の強化による宇宙開発・利用の産業化という目標を実現するため、関連機関との連携等関連施策と研究開発を一体的に推進する方針が示された。

2008年の宇宙基本法成立を受け、宇宙開発利用に関する施策の総合的・計画的な推進を行うため、我が国の宇宙開発利用の司令塔として宇宙開発戦略本部が内閣に設置され、現在、2009年5月を目処に我が国の国家戦略となる宇宙基本計画を作成しているところである。これまでの我が国の宇宙開発利用は、ロケットや衛星等の技術開発

に力点がおかれていたが、今後は国民、社会生活の向上と国の安全保障の確保や国家技術基盤としての競争力強化に寄与すべく、技術開発力を高めつつ、利用を重視する政策転換を図る。さらに、宇宙関連の4つの国際条約への対応を含めた宇宙活動に関する法制度の整備、宇宙関連機関の体制見直しと総合的・一体的な推進のための行政組織のあり方の検討を予定している。

宇宙開発においては、技術開発の困難性・不確実性に加え、莫大な資金と長期間の研究開発・投資を必要とし、技術開発リスク・事業リスクが極めて大きいことから、政府による強力な支援の下、着実な技術の蓄積・競争力強化を図り、標準化の取組と併せ、世界市場におけるシェア拡大を図っていくことが重要である。

更なる産業化を促進するため、重要技術・機器を輸入に頼らないために我が国宇宙用部品等基盤産業の強化、優れた産業技術を持つ企業の参入を図るべく民生部品・民生技の宇宙機器等への転用に係るガイドライン等整備、産業としての国際競争力を高め、中小企業やベンチャー企業を含めたプレーヤーの拡大を図るために国内需要の政府調達保証・優遇措置・関連法制度整備等の推進施策整備、海外から受注を目指し商業打上げに向けた射場環境整備、標準化の推進など、関係府省及び関係機関との連携を通じて、宇宙開発を支える環境を強化することが重要である。また、宇宙技術関連の人材育成、技術の継承、そして若年層教育への寄与、あるいは国際協力・貢献を通じた我が国の地位向上など、根底を支える活動の充実が肝要である。特に、未来を創造し、将来の宇宙産業を背負うこととなる人材の育成については、基盤産業の強化戦略と併せ、重点的な取組が必要である。

(3) 研究開発の取組み(基本的な方向性と施策)

技術戦略マップでは、宇宙基本法で示された11の基本的施策、そして宇宙基本計画の基本的な方向性について(2008年12月宇宙戦略本部発表)で示された国の基本戦略を立案する上での5つの基本的な方向性に沿って、各分野の研究開発の取組みについて整理している。研究開発の推進については、開発目標を戦略的に設定するとともに、効率的な研究開発体制の構築が重要である。各分野における施策における将来像、利用分野などについては【参考資料：宇宙分野の技術戦略ロードマップ補足説明資料】に取りまとめる。

全般として、人工衛星及び宇宙輸送システムの競争力強化や宇宙利用促進に資する基盤技術開発については、国が実証機会の創出や一定規模市場維持を担い、あるいは積極的な研究開発を行いつつ、20年後には、世界に比して極めて高い水準のサービスを提供するために必要な技術力と産業としての国際競争力を有するためのシナリオとする。

[宇宙を地上の豊かさ・安全・安心に]

国民生活の向上等に資する宇宙開発利用を推進するために、今後は宇宙開発戦略本部のもと政府全体が一体となり、行政及び民間の多様な利用ニーズに対応できるよう

衛星技術の蓄積を図り、継続的に安定した公共的サービスの提供を行っていく。

「通信放送・測位分野」では、当面、大型アンテナを備え移動体との通信を行う技術試験衛星 VIII 型「きく 8 号 (ETS-VIII)」や超高速インターネット衛星「きずな (WINDS)」を用いた高度通信実証、そして打上げが予定されている測位実験を行う準天頂衛星を活用した地上システムとも連携しつつ測位分野での新たなサービス創出を図ることが重要である。しかし、静止通信衛星については具体的な開発計画はなく、準天頂衛星も初号機のみ開発に留まっている。ETS-VIII のアンテナ規模を超える実利用を主眼においた移動体通信衛星についての検討が関係機関において開始されており、大規模災害時、離島など通信格差地域における固定・移動体通信インフラ、あるいは防衛を含む行政向けの衛星通信サービスの確保（公共サービスの充実）将来のわが国の通信機器技術のための高度通信実証（産業競争力強化）そして、衛星を用いた高度情報化社会・ユビキタスへの対応を通じた新たなサービスの創出（市場拡大）等が期待できる。この静止通信衛星分野では、国際的な商業市場が存在しているが、現在は、欧米大手 5 社の合計でシェア 8 割強が占められている。衛星製造企業の国際競争力を評価するにあたり重要な因子となるのが、価格、衛星の技術・性能、衛星バスのラインアップのほか、衛星バスの受注・打上げ実績が大きく影響する。実績が重要視される背景として、通信衛星事業者は巨額の初期投資を、15 年かけて回収しなくてはならないというビジネスモデルに起因している。顧客にとっては、軌道上で衛星故障リスクを回避すべく、信頼性が重要視され、15 年の寿命を全うできるかどうかの重要な判断基準が「実績」である。この実績確保という側面において、政府による継続的な静止衛星の調達・技術開発は重要な役割を果たすものである。

さらに準天頂衛星を活用した測位地上システムは沿岸安全航行、カーナビやマンナビ等の航行支援（ナビゲーション）に加えて地震、火山監視、地殻変動観測の測位（ポジショニング）、インターネット接続、移動体通信接続、電力施設の周波数管理上の時刻同期（タイミング）をサービスの基本とする 21 世紀の国家基盤インフラとすることで、国内宇宙産業の一大分野へ発展するだろう。

「地球観測分野」では、人類共通的課題である地球環境変動の解明のための全地球観測システムの構築を温室効果ガス観測技術衛星「いぶき (GOSAT)」, 地球環境変動観測ミッション「GCOM」あるいは全球降水観測計画「GPM」といった地球環境観測衛星シリーズ、そして次期気象衛星として整備される静止地球環境観測衛星から得られるデータを活用する。これらは、気候変動や地球環境問題への積極的な貢献となり、長期間に亘る継続的な観測を行っていく必要がある。また、資源探査・開発や農林水産業などの行政での利用、国土管理や災害監視等の公共的利用など、国民・社会への貢献を主眼とする地球観測分野に対しては、従来技術開中心から利用ニーズ主導により、衛星開発を継続的に進める必要があり、現在、陸域観測技術衛星「だいち (ALOS)」の後継機や次世代の地球観測センサであるハイパースペクトルセンサの開発が行われ

ている。

これらのサービスを確実に実施していくため、国の衛星データアーカイブ機能と利用促進機能を保有するナショナルデータセンター構想を実現すべく「地上システム・データ利用技術分野」を新たに設け、その構想実現に向けたシナリオを作成する。現在、各衛星プロジェクト単位あるいは機関単位であるデータアーカイブシステムでは、その有機的な活用を阻害しかねない。地球観測データは、我が国の貴重な資産であるとの認識を持ち、国が責任を持って長期的にこれを維持・管理していく必要がある。

〔21世紀の戦略的産業の育成〕

宇宙活動の水準は宇宙産業の国際競争力に密接に関係し、我が国の宇宙産業の国際競争力強化を国家戦略として推進する必要がある。先進的宇宙システム「ASNARO」の取り組みのように、我が国の持つ先端技術の強みを活用し、宇宙システム全体の高性能化を進め、衛星技術の一つの潮流である軽量化・小型化を進め、国際市場で優位となるよう低コスト化と短納期化を図ることにより中小企業やベンチャー企業を含む民間事業者による活動を促進しなくてはならない。さらに、政府による衛星とロケットの計画的な開発・調達計画を広く周知し、安定的な需要機会を提供することで、民間事業者側も長期的な研究開発・製造計画を立てることが可能となり経営の安定につながる。また、国際競争力の獲得に必要な宇宙実証の機会も確保することで、新たな機器の信頼性確保を強化できる。さらに、極限環境での高機能を要求する月・惑星探査や、最先端の科学観測を行う「宇宙観測分野」は、まさに最先端の技術を萌芽させ、最上流の実証機会と捉えることができ、戦略的産業技術のインキュベータとして役割を担う環境整備も必要である。なお、国際市場参入にあたっては、価格競争力、実績（信頼性、長寿命化）そして機能・性能面での競争力などをバランスよく勘案し総合的な競争力をあげ、官民が一体となった戦略的な取組みが必然となる。現在の国際市場は欧米列強が支配するマーケットであり、直ちにこの競争に勝ち抜くにはまだ障壁が高い。そこで、まずは新興国市場を狙うことがひとつの方策となる。「先進国並みの社会インフラ充実」を背景に、多くの新興国が衛星保有に関心を示している。しかし、欧米に加え、中印もこの市場に参入をはじめており、外交の場を活用し政府主導の売り込み競争は今後も活発化していくこととなる。

「地球観測分野」では、国内需要の顕在化や宇宙実証機会の増加などにより民間事業者の参入を促進する施策をとり、一定産業規模としての地盤形成を推進する。中小企業や大学等の宇宙産業への参入を図るため、小型かつ低価格の衛星システムの開発を実施することにより、宇宙実証の機会を確保し、産業競争力の強化を図る施策等が考えられる。また、「地上システム・データ利用技術分野」として政府衛星の観測データのみならず、今後我が国の民間企業等が独自に事業を行う場合には、商業衛星データをも活用したナショナルデータセンターの機能を活かし衛星データ利用産業の拡大に取り組む。

国際市場に対して魅力的な衛星を提供するとともに、中小企業や大学等の際立った技術を含め宇宙産業を支える重要基盤技術の強化するため「基盤技術分野」での取り組みは重要である。国として保有すべき基盤技術・部品等を明確化し、戦略的に技術開発等を実施する必要がある。上述した超小型衛星との施策と連携させ、利用者のニーズを実現できるシステムを開発しつつ、基盤技術・部品の技術開発・維持、発展を狙うことも考えられる。

一方で、我が国の自立的な打ち上げ手段を今後も維持・発展し、更なる信頼性の向上を図るべき「ロケット・輸送系分野」においては、基幹ロケット群の確立と多様なミッションへの対応を掲げ、大型ロケット H-IIA/B シリーズの着実な打上げ、安全保障分野への利用ニーズも期待される GX ロケット、ならびに次期小型固体ロケットの開発を進める。将来的には、宇宙また、打上げ射場等の基盤インフラ整備も進めることで、およそ 20 年後には世界最高水準の信頼性と競争力を有する宇宙輸送手段を保有する。ロケットにおいても商業受注に関しては打上げ実績が重要な因子を占めるため、衛星と同様に機会創出を政府として担保することが必要である。また、将来の有人宇宙活動あるいはすでにニーズが顕在化している宇宙旅行市場に対応すべく、有人輸送にも対応可能な技術開発も情勢をふまえつつ取り組む時機と考えられる。特に、宇宙旅行が複数の海外民間企業により実現が見込まれていることから、新たな輸送手段としてのサブオービタル往還機への取組み、あるいはアジアにおけるスペースポート（ハブ空港）の立地など、情勢を見つつこの市場への参入を判断していく必要が生じている。

〔人類の夢・次世代への投資〕

数々の科学的・技術的成果を挙げ、世界を先導する立場にある天文観測や月・惑星探査などの宇宙科学分野、宇宙環境利用科学、宇宙探査分野では、新たな知見の獲得そしてフロンティアへの挑戦を今後も推進する。また、国際宇宙ステーション計画への参加により有人宇宙技術の蓄積を行い、将来の有人宇宙活動の在り方について、着実な技術基盤の構築も含め検討を進める。あわせて、宇宙ステーション等を利用する微小重力研究も、材料科学、燃焼科学、ライフサイエンス、あるいは宇宙医学などの分野での実験機会の確保を進め、宇宙環境利用科学分野の科学的成果の獲得に貢献していく。

ここでは、諸外国の宇宙活動の情勢変化を踏まえ、「月・惑星探査・有人宇宙活動分野」と分野を統合し、無人探査と有人探査を一体としたシナリオを描いている。

我が国は地球周回衛星の経験を生かして、これまでプラズマ物理計測を主体とした惑星環境探査において、世界第一線の成果を挙げてきた。それらに加えて近年には、小惑星探査機「はやぶさ（MUSES-C）」によって、電気推進などの深宇宙航行技術や遠隔ロボット技術を駆使し、小惑星「イトカワ」への科学観測と離着陸を果たした。月以外の天体への離着陸は世界初である。現在も人類史上初の深宇宙往復航行を続けな

がら、2010年の地球帰還を目指している。続く月周回衛星「かぐや（SELENE）」においても、我が国はアポロ計画以来最大規模の月の総合調査を行い、21世紀における月探査レースの先頭を走っている。これらにより我が国は現在、月・惑星探査の科学・技術の両面で、世界を先導する立場にあり、国民からの支持も高く、他国の宇宙機関からの国際協力の要請も多い。今後もフロントランナーの地位を他国に譲ることなく、我が国独自の月・惑星探査を、継続的かつ戦略的に推進・発展させていくことが大切である。

また国際宇宙ステーション計画以降の次期有人宇宙活動の判断は、適切な時期に国の政策判断を踏まえ、将来の我が国の有人探査活動を検討することとなる。その際、国際協力のもと進める大規模プロジェクトへの参加となるが、自国プログラムの自律性・自在性を確保し、他国技術との差別化を図ることで、主導的立場を確保することが重要である。これは、相手国の情勢に大きく左右され計画自体が修正・遅延を余儀なくされ、結果的に予算増を招いた国際宇宙ステーション計画の一つの教訓でもある。

「宇宙観測分野」においては、我が国が得意とする X 線天文学、赤外線天文学、電波天文学、そして太陽観測の各研究領域において、継続的に衛星を打ち上げることで、国際的なプレゼンスの確保を確実にする。そして、月惑星探査における科学研究とあわせ、宇宙科学のトップサイエンスセンターとしての国際的な認知を図る。「宇宙環境利用科学分野」では、2008年より利用が開始された国際宇宙ステーション日本実験棟 JEM での実験、そしてバルーン等を活用した短期間微小重力実験を実施していく。「宇宙エネルギー分野」においては、およそ 30～40 年後における実用フェーズを目指し、着実な研究開発を進め進めるとともに月面拠点開発等での活用を視野にいれ、地上への送電実証を行う。

〔宇宙を活用した安全保障〕

平和利用の理念にのっとり、政府全体として専守防衛の範囲内において、宇宙基本法に沿った宇宙開発利用について検討が開始されている。防衛省より発表された「宇宙開発利用に関する基本方針について」（2009年1月15日）においては、我が国防衛力整備の主眼として C4ISR（Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance）の強化が挙げられており、従来の上通信システムや装備品、センサに加え、国家領域に属さず地形等の制約を受けることのない宇宙空間の特性を利用することは、極めて有効な手段と期待されている。上記基本方針によれば、画像情報収集、電波情報収集、早期警戒、通信、ならびに打上げシステムなどを推進すべき施策として掲げ、次期の防衛計画大綱および中期防衛力整備計画において、その所要の検討を行うことが見込まれている。

安全保障面という新たな政府需要は、諸外国の例を見てもわかるとおり、市場にとっての重要なニーズを構成し、宇宙技術を民生分野と安全保障分野のデュアルユースで活用していくことで、効果的な政府予算運用となりえる。

〔宇宙外交の推進〕

国際宇宙ステーション計画への参加を通じた国際協力の推進、アジア地域への気象衛星ひまわりデータの配信、センチネルアジアや国際災害チャーターを通じた災害時の衛星画像の提供などにより国際的な役割を積極的に果たしてきた。今後も引き続き国際協力を推進し国際社会のリーダーシップを発揮する。特に、地球観測分野は近年関心の高い気候変動観測や安心・安全等の基盤情報として、また、世界を先導する科学成果と先端技術をバーゲニングパワーとして有する惑星探査と、国際協調を基盤とする有人月探査についても、宇宙外交上の有力なツールであることを認識し、その活用を積極的に図ることが肝要である。

さらに、宇宙開発技術や知見を他国との外交ツールとして、政府開発援助（ODA）等の適切な活用を含め、官民一体となった戦略的な展開を図るという新たな取組みも必要である。例えばフランスは ODA 活用やキャパシティービルディングとのセットにより、新興国（例えばベトナムなど）に対する衛星輸出を図っている。他にも、中国はナイジェリアとベネズエラの通信衛星を受注しているが、これは、相手国における石油資源獲得を狙いとした外交スキームの一環として宇宙技術が活用されている。

〔環境の保全〕

2007 年の中国衛星破壊実験、2008 年の軌道上で不具合が発生した米偵察衛星の破壊、さらに 2009 年 2 月に起こった老朽化したロシア通信衛星と米イリジウムの衝突により、高度 1000km 以下の軌道上でのデブリ状況は悪化の一途をたどり、国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）などにおいてデブリを巡る議論が活性化している。また、宇宙状況把握（認識）（SSA: Space Situation Awareness）が各国政府より重要視されている。これは、衛星の状況、衛星に対する脅威を評価するものであり、特に、デブリ環境の詳細な把握が含まれている。当面、軌道上環境保全に関する国際的なガイドライン整備に我が国が積極的に関与し、地上からの観測技術とモデリング技術の精度を高め、衝突防止と今後の対策立案について知見を与えることが重要である。また、回避困難なデブリに対する衝突耐性・防御技術の研究開発も進め、将来的には、新たなデブリの発生を抑制する衛星としての技術的対応、そして軌道上デブリ削除・回収を実現するための研究開発に取り組む。

（４）海外での取組み

世界の宇宙産業市場はここ数十年の間、着実に成長してきている。特に、米国では政府による巨額の直接投資が、米国宇宙産業の現状に強い影響を及ぼしてきている。そもそも、二つの超大国が宇宙プログラムによって得られる国威、国際影響力、あるいは国家安全保障上の優位を競った 1960 年代の政府による巨額の支出が宇宙産業を誕生させ、巨大化させ、さらに、数々の先端技術を生み出してきた。その後、冷戦終結に伴い、政府主導の宇宙開発市場から、商業的市場へと緩やかに移行してきた。このような流れの中で、1990 年代末には、衛星電話イリジウムに代表される多数の通信衛

星からなる衛星群プログラムの勃興、そして米国の高解像度地球観測衛星への規制解除も相成り、21世紀初頭には、宇宙産業は飛躍的な拡大をすると予想されていた。しかしながら、度重なる通信衛星事業の失敗を契機に、民間投資家も手を引き、商業市場は当時期待された程の成長を見せることができていない。このような状況のもと、現在、各国政府とも国の自立性を確保し技術基盤を確固たるものとするために、自国の宇宙技術を支えることに焦点を当てた施策を取りつつある。

現在においても圧倒的な影響力を持つ米国においては、2006年10月に新たな国家宇宙政策が発表された。前回の同政策（1996年）と比較して、おおよその構成等は踏襲しているものの、国の優先順位の第一として、国家安全保障のための宇宙開発をより強調した政策文書として仕上がっている。これは、今後数年は国家の最優先事項として、国家・国土安全保障のために宇宙活動を積極的に利活用していくという政策である。

一方、欧州における宇宙技術開発及び宇宙産業の育成は、長年にわたり欧州宇宙機関(ESA: European Space Agency)が担当してきた。2003年11月にはESAと欧州委員会(EC: European Commission)の間でFramework Agreementが締結され、今後欧州として統一のとれた宇宙政策・計画の立案を共同で行う体制が構築された。Framework Agreementの目的は、先ずEUの政策の支援及び社会ニーズへの対応に用いる宇宙システム及びインフラストラクチャーを対象とする欧州宇宙政策を発展させること、そして、EU、ESAそれぞれの責務を考慮し、効率良くかつ相互利益的な協力ができると調整を図ることである。2004年より欧州宇宙政策(European Space Policy)策定の活動は開始されたにもかかわらず、欧州憲法条約の批准に係わる混乱などにより議論が滞っていたが、2007年4月にECが欧州宇宙政策最終案を策定し、翌5月に開催された第四回宇宙理事会において正式に欧州宇宙政策として採択されている。当面の政策として、宇宙の戦略的重要性を認識し、欧州宇宙産業の競争力強化を図り、国際協力を進めるとしている。

(5) 改訂のポイント

- 「宇宙基本法」および「宇宙基本計画の基本的な方向性について」(2008年12月宇宙戦略本部発表)での整理に基づき、研究開発の取組み構成の組み替えを行った。

技術マップ

(1) 技術マップ

我が国宇宙産業の国際競争力の強化による宇宙開発・利用の産業化を図る上で必要となる技術課題を衛星基盤技術、通信放送・測位、地球観測、地上システム・データ利用技術、エネルギー利用、デブリ対策、宇宙観測、宇宙環境利用、月・惑星探査/有人宇宙開発、及びロケット・輸送系分野に分けて抽出し俯瞰した技術マップを作成した。

(2) 重要技術の考え方

技術マップにおいて抽出された各技術項目はいずれも不可欠であり、官民の一体的取組みまたは民間の主体的な取組みによって積極的な開発が望まれるが、宇宙基本計画の基本的な方向性で示された分野（豊かさ・安心・安全社会、安全保障の強化、戦略的産業の育成、宇宙外交の推進、人類の夢・次世代への投資、その他環境保全等）における観点から必須であり重要として評価されるものを重要技術と位置づけ、技術マップ中に色分けして示した。

(3) 改訂のポイント

- 重要技術の選定を宇宙基本計画の方向性との適用で整理。
- 衛星基盤技術：多様なミッションに対応するための周回衛星バス小型化、軽量化、高度化技術を追加。
- 地球観測分野：光学センサを分解能・観測幅の分類で再整理、熱赤外センサを追加。静止高度からの大気観測、マイクロ波サウダ等を追加。日本が行うべきセンサ要素技術を追加。
- 通信放送・測位分野：安全保障分野での利用を念頭におき、通信秘匿技術、堅牢性向上技術を追加。
- ロケット・輸送系分野：次世代の輸送系に対応するための「運用高度化技術」の追加。デブリ対策の重要性から「再突入安全化技術」「ポストブーストステージ」の重点化。射場関連の技術開発の重要性から「宇宙ベース管制技術」の重点化。ハイブリッドロケットエンジン、移動式発射機技術、作業期間短縮化技術の追加。
- 地上システム・データ利用技術：産業振興、データ利活用促進のために衛星データ利用促進に繋がる分野を新設。
- 宇宙環境利用、宇宙科学、月・惑星探査、有人宇宙：全体的な構成の見直し。

・技術ロードマップ

(1) 技術ロードマップ

技術マップの各技術課題のうち、重要技術課題として選定された技術を中心としてについて、その要素技術等を時間軸に沿って展開する技術ロードマップを作成した。なお、それぞれの技術開発の目標（ゴール）をミッションマイルストーンとして整理している。

(2) 改訂のポイント

- 地球観測分野：ハイパー、マルチセンサを中心に、最新の状況、計画に併せて見直し。
- データ利用技術分野：「衛星データを国のアーカイブとして確実に管理する体制」としてナショナルデータアーカイブを位置づけ、必要となる技術開発要素、体制を明確にし、技術ロードマップを新規作成。

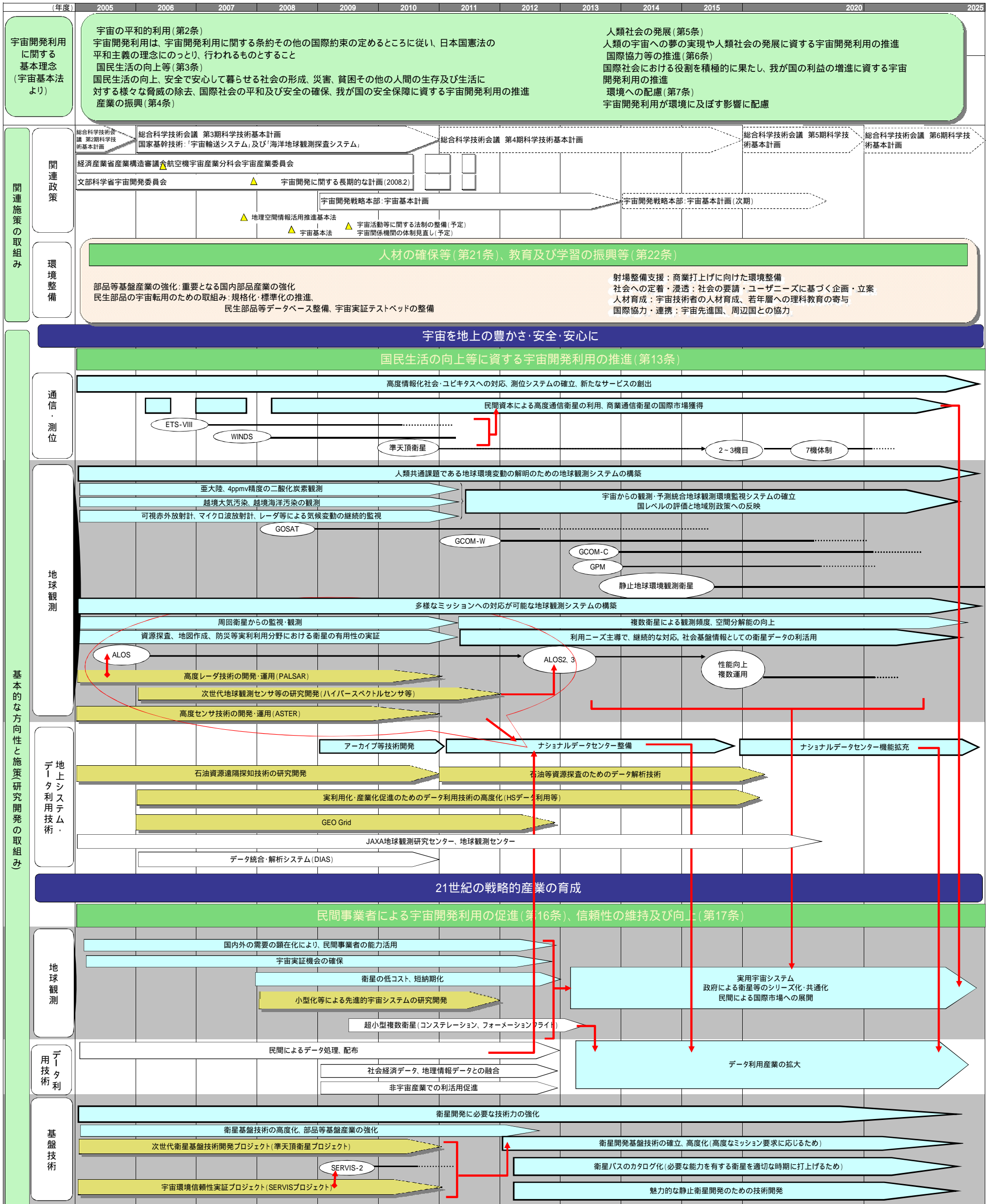
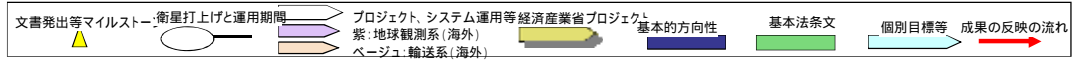
- 宇宙エネルギー分野：これまで JAXA、USEF の両機関で検討されていた技術ロードマップを統合し、ミッションマイルストーンを見直した。またこれに伴い、技術ロードマップを修正。
- ロケット・輸送系分野：GX を中心に各種ロケットのマイルストーンを現状の計画に合わせて見直し。小型ロケットについて、次期固体ロケットと空中発射のマイルストーンを明確化。軌道上回収システムについて、HTV 発展型回収モジュールのマイルストーンを追加。
- デブリ対策分野：デブリ対策の方向性として、デブリ監視、抑制、削減、防御の流れをミッションマイルストーンとして設定、その流れに併せて技術ロードマップ全体を見直し。
- 宇宙環境利用、宇宙科学、月・惑星探査、有人宇宙：国際情勢を踏まえた最新の計画に基づき、ミッションマイルストーン、技術ロードマップを刷新。

. その他の改訂のポイント

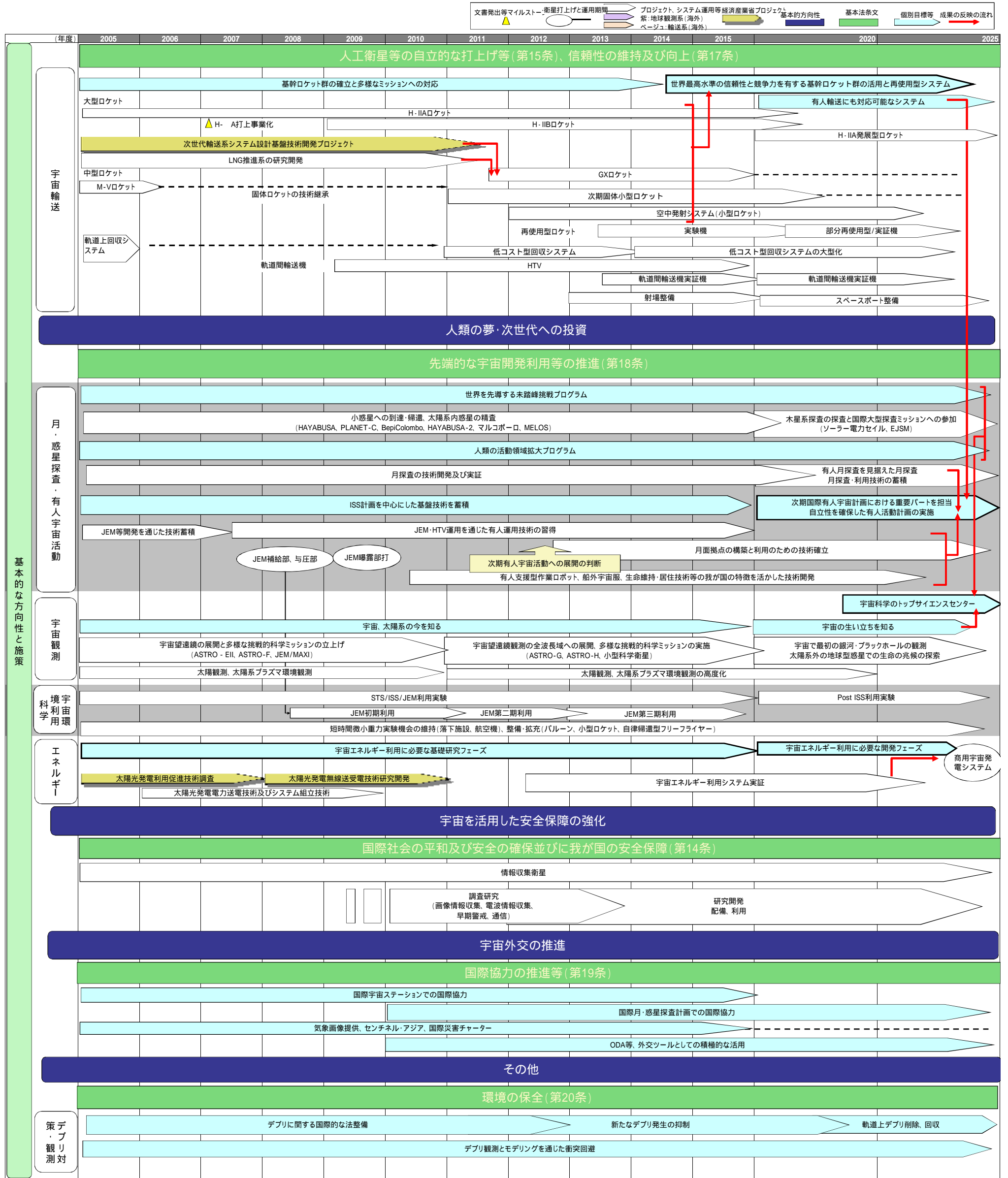
国際競争ポジション（ベンチマーキング）

- 宇宙分野における市場規模、そして特許出願技術動向や研究論文動向について、競争相手となる諸外国との比較を行った【宇宙分野の国際競争ポジション】。

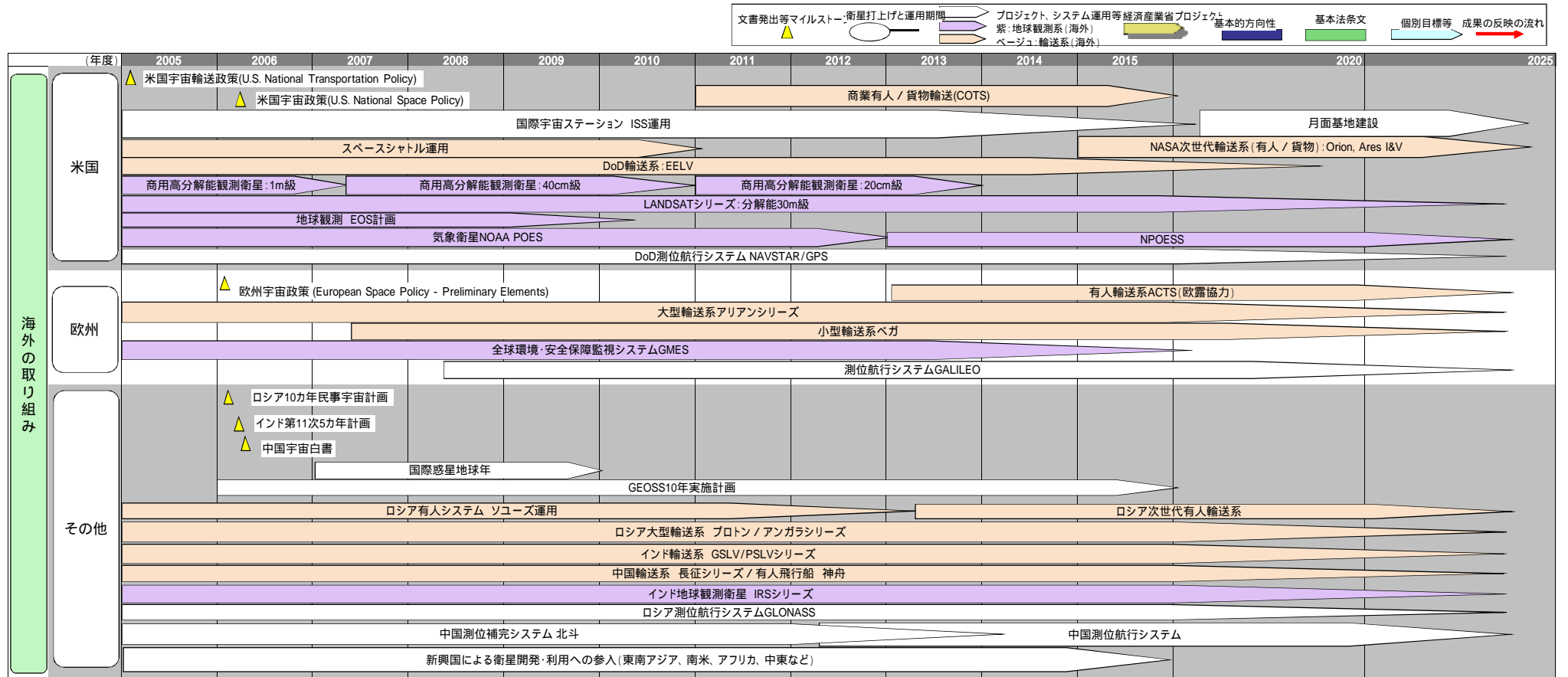
宇宙分野の導入シナリオ(1 / 3)



宇宙分野の導入シナリオ(2 / 3)



宇宙分野の導入シナリオ(3 / 3)



宇宙分野の技術マップ(1 / 4)

分野	技術課題		重要技術の選定理由						
			社会的要請への貢献		国際競争力強化				
			国として保有すべき基盤技術	利用ニーズの多様化等に対し将来必要となる技術	小型・軽量化	信頼性向上	低コスト化	短納期化	
衛星基盤技術	バス系システム小型化・軽量化・高度化技術	静止衛星バスシステム	1~2トン級 3~4トン級						
		周回衛星バスシステム	1トン以上						
			数100kg~1トン級						
			100kg以下級 10kg以下級						
	バス系技術	構体系技術	低熱歪構体技術						
		熱制御系技術	高排熱技術						
		電源系技術	高電力効率化・高蓄電効率化						
		姿勢・軌道制御系技術	高速マヌーバ・姿勢決定技術・高精度軌道制御技術・制御アルゴリズム						
		データ処理・通信系技術	大容量データ記録技術・高速大容量データ伝送技術 高性能MPU・高密度メモリ						
	共通基盤技術	設計開発	開発・設計・試験検証手法	(特に即応型)					
			先進的アーキテクチャ						
			冗長性、信頼性、IV&V 小型・軽量化技術						
		衛星機能高度化	民生部品・民生技術活用、ソフトウェア化等						
			衛星内情報系標準化 シミュレーション高度化技術						
			軌道上リコンフィギュレーション 宇宙機制御技術(自律化・高知能化・統合化) 高精度時刻管理技術						
衛星運用高度化技術	フォーメーションフライト・コンステレーション運用等 コンステレーション管制 テレメトリ・コマンド相互運用機能(SLE: Space Link Extension) 運用の自動化、自立化、無人化 リモートアクセスコントロール(どこでも運用)								
衛星共通地上システム技術	追跡管制技術								
地球観測	受動型光学センサ	高分解能陸域観測	マルチスペクトルセンサ パナクロマティックセンサ ターゲット観測用マルチ/パナクロセンサ						
		中分解能地域観測	ハイパースペクトルセンサ マルチスペクトルセンサ						
			熱赤外センサ						
		低分解能全球観測	グローバルイメージャ						
		共通技術	オンボード画像処理技術						
	可視・赤外サウンダ ライダ								
	受動型マイクロ波センサ	マイクロ波放射計	マルチバンド放射計 サブミリ波帯放射計 Lバンド放射計						
	能動型マイクロ波センサ	マイクロ波サウンダ							
		合成開口レーダ	X, KuバンドSAR						
			LバンドSAR						
			CバンドSAR						
		共通技術	ポラリメトリ技術						
			インタフェロメトリ技術						
			デジタルビームフォーミング技術						
			オンボード画像処理技術 状況適応技術						
降雨レーダ									
測雲レーダ									
マイクロ波散乱計									
マイクロ波高度計									
静止軌道観測	気象観測	可視・赤外イメージャ 可視・赤外サウンダ							
	常時観測センサ	マルチスペクトル・熱赤外センサ 大気観測分光計							
センサ基盤技術	受動型光学センサ技術	ディテクタ(可視、赤外) 冷却器 大口径鏡面							
	能動型マイクロ波センサ技術	パルス型進行波管電力増幅器							
	受動型マイクロ波センサ技術	高精度鏡面アンテナ 大口径反射鏡							

宇宙分野の技術マップ(2 / 4)

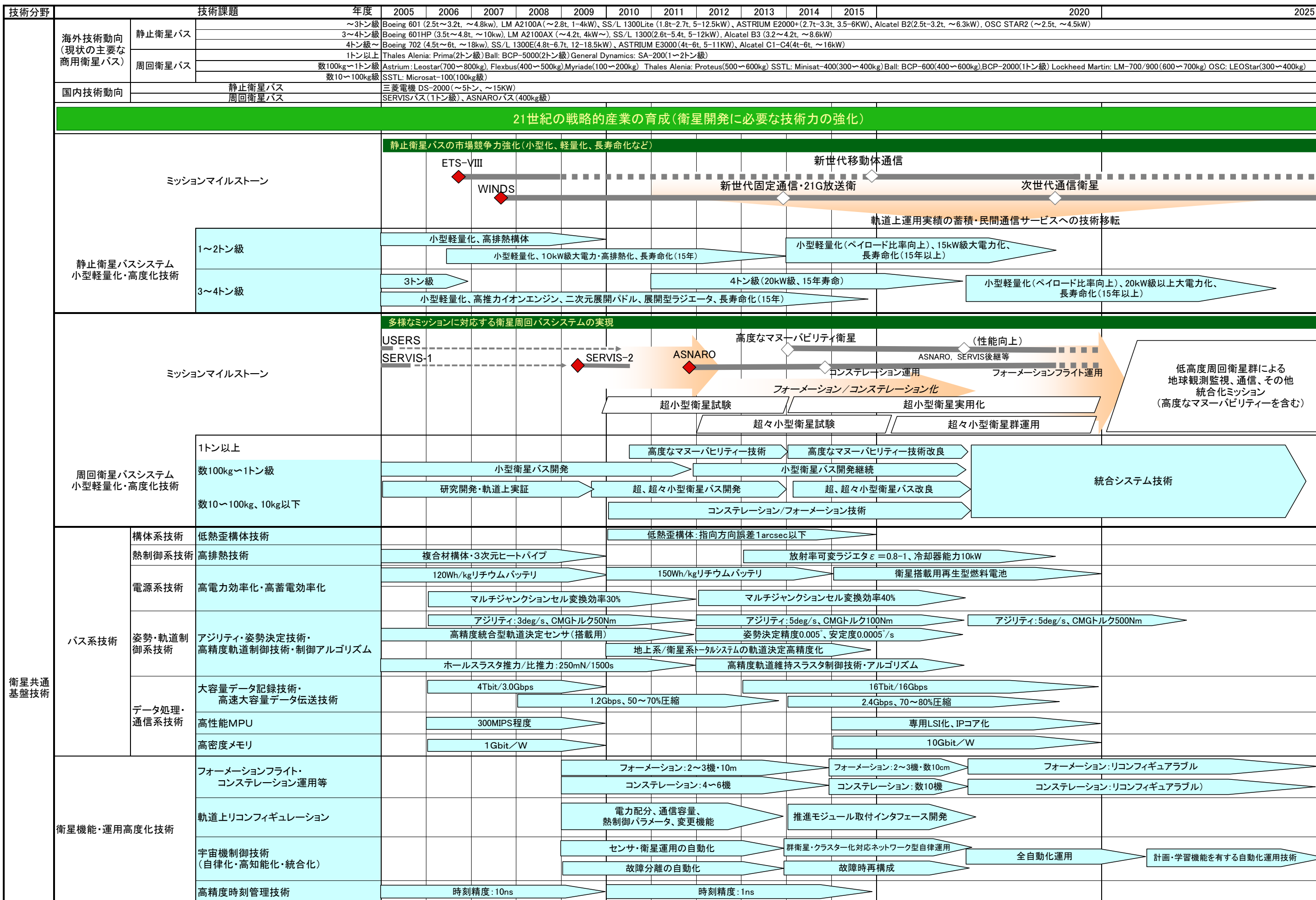
分野	技術課題	重要技術の選定理由					
		社会的要請への貢献		国際競争力強化			
		国として保有すべき基盤技術	利用ニーズの多様化等に対し将来必要となる技術	小型・軽量化	信頼性向上	低コスト化	短納期化
通信・放送	移動体通信技術	反射鏡大型化技術					
		マルチビーム数増加技術					
		SSPA出力向上技術					
	固定超高速通信 固定放送	無指向化、超小型化、携帯化					
		伝送速度向上技術					
		ミリ波、超広帯域ミリ波通信技術					
		アンテナ性能向上技術					
		高効率超小型RF機器開発技術、超小型マルチポート開発技術					
		IPルータ化					
		可搬化、小型携帯化					
	衛星間通信 データ中継システム	伝送速度向上技術					
		超高精細画像放送技術					
秘匿技術							
衛星システム堅牢性向上技術							
測位	システムの信頼性向上						
	中断回避技術						
	測位アルゴリズムの改良						
	シームレス環境 / インドア用信号ポスト開発						
	測位信号の高信頼性 / 高精度化						
	インテグリティ監視・通報技術						
	システム誤差補正技術						
	マルチパス誤差軽減技術						
	予測軌道適時配信技術						
	地上システム・データ利用技術	受信技術	アンテナの小型化・高性能化				
複数衛星からの受信 / データ処理技術							
高自由度観測データ取得技術							
自動化・省力化による運用の簡素化							
ミッション運用管理技術		L0生産技術の高度化					
		送受信ネットワークの整備					
		宇宙通信のIP化対応技術					
		観測スケジュールの最適化技術					
校正・検証技術		複数衛星の協調運用対応技術					
		衛星の自律化に応じた運用管理技術					
		災害時等における即応性向上技術					
標準処理プロダクト作成技術		衛星オンボード処理との協調・連携技術					
		校正・検証手順の共通化					
		校正・検証の高速化・高精度化					
		校正・検証用の資料・データの一元管理					
アーカイブ技術		プロダクト検証・品質維持向上技術					
		高速大容量データ処理技術					
		利用目的に応じた処理アルゴリズムの開発					
データ検索技術 & データ要求処理		災害時等における即応性向上技術					
		衛星オンボード処理との協調・連携技術					
		長期間確実なデータアーカイブ技術					
データ配信技術		大容量データへの高速アクセス技術					
		多様・大容量データ統合管理技術					
		カタログ情報・ファイル構造の整備					
解析技術		ユーザインタフェースの最適化					
		多様かつ大容量なデータの統合検索					
	有用な情報やデータの選択的検索・取得						
ITC技術(基盤技術)	検索処理の高速化技術						
	ユーザ入手時間短縮技術						
	災害時等における即応性向上技術						
セキュリティ技術(基盤技術)	高自由度データ配布技術						
	様々なデータ形式・フォーマットへの対応技術						
	解析成果の高付加価値化						
標準化技術(基盤技術)	多種・多時期データの統合化						
	利用目的に則した情報抽出アルゴリズム開発						
	国産解析ソフトウェアの開発と普及						
省エネルギーITC技術(基盤技術)	ISO, OGC標準技術						
	異なる組織・システム間との連携技術						
	データ・プロダクト品質管理						
		グリーンIT技術					

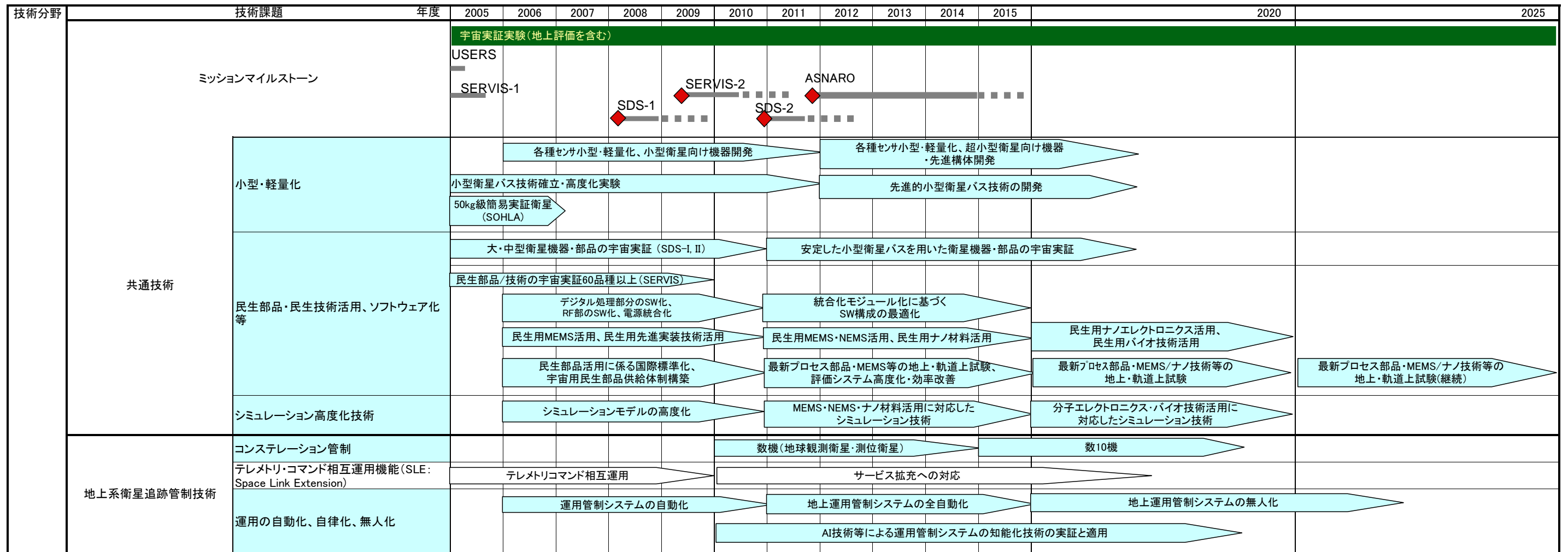
宇宙分野の技術マップ(3 / 4)

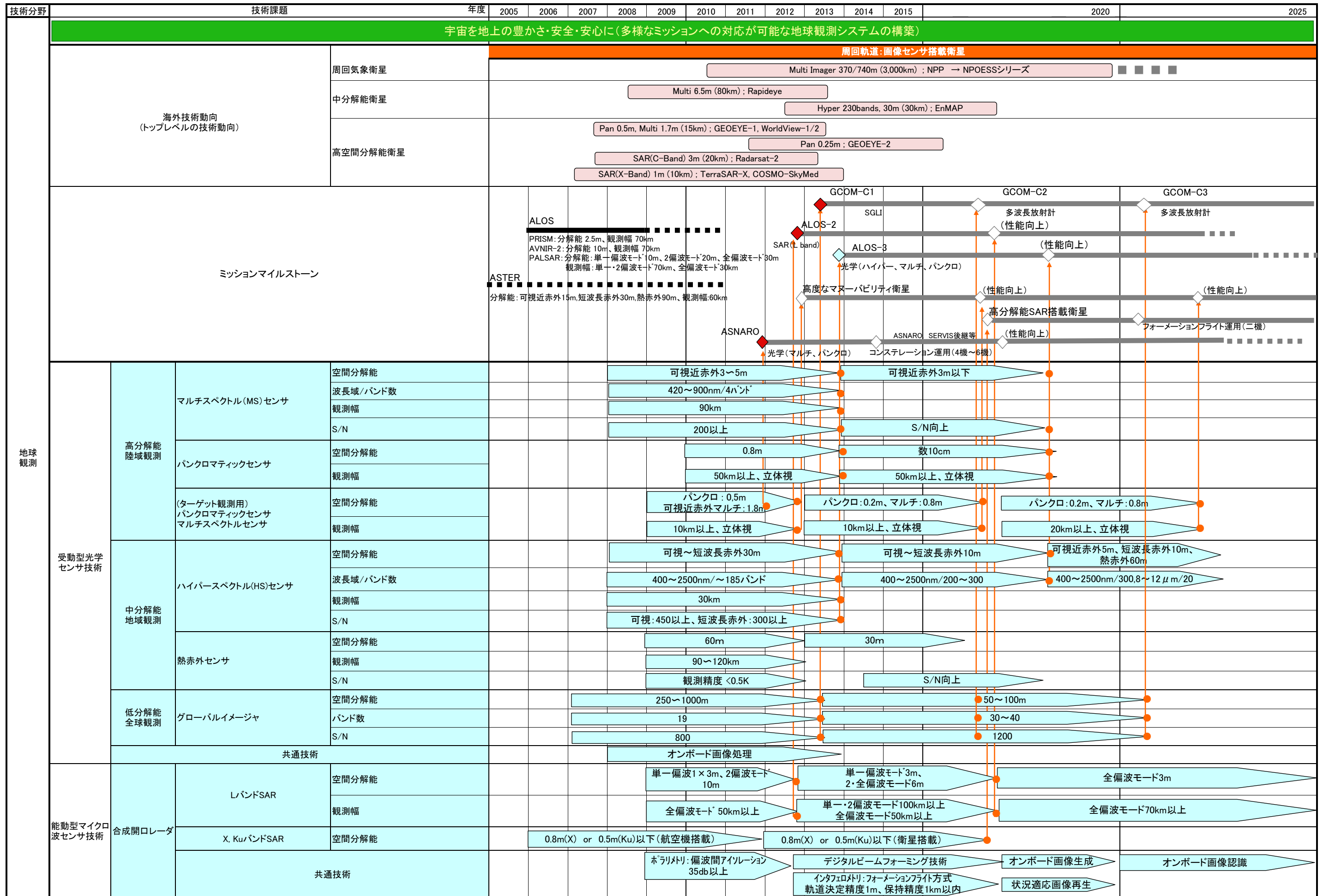
分野	技術課題		重要技術の選定理由					
			社会的要請への貢献		国際競争力強化			
			国として保有すべき基盤技術	利用ニーズの多様化等に対し将来必要となる技術	小型・軽量化	信頼性向上	低コスト化	短納期化
システム技術	システム高信頼化技術	事前保証技術の確立						
		検証技術の高度化						
		ロバスト設計						
		最適冗長化						
		整備・点検自動化技術						
	アポロ技術(フルタイム)							
	運用高度化技術	ミッション対応設計高度化						
		高度情報化						
	打上げ能力向上技術	2段アップグレード						
		1段アップグレード						
	推進系技術	液体ロケットエンジン	推進系弁類高信頼化技術					
			新推進薬(LNG等)エンジン技術					
			従来推進薬エンジン技術					
			エンジンクラスタ化技術					
推進制御技術								
推力制御(スロットリング)、再着火・断続燃焼技術								
無毒推進系技術								
ストラプルエンジン高性能化(比推力向上)技術								
燃料移送・保管・給油技術								
ハイブリッドロケットエンジン								
固体ロケットモータ	固体ロケットモータ技術							
	非化学ロケット推進	電気推進性能向上技術						
	空気吸込エンジン	ラム/スクラムジェットエンジン						
	姿勢制御技術	ポストブーストステージ						
構造・機構技術	構造	高性能・低コスト構造技術						
		軽量構造(金属)技術						
	軽量複合材フェアリング							
分離機構	複数衛星分離機構							
	空中発射用分離機構							
衛星環境緩和	ペイロード制震技術							
	音響緩和技術							
アピオニクス	衝撃緩和分離機構							
	民生品利用化技術							
アピオニクス	モジュール化技術							
	機器統合低コスト化技術							
アピオニクス	誘導航法システム高度化技術							
	電波系機器高度化技術							
デブリ発生防止技術	再突入安全化技術							
	デブリモニタリング/ヘルスチェック技術							
再突入・回収技術	高性能熱防御システム技術							
	検査補修技術							
	自律再突入飛行技術							
軌道制御技術	陸上回収技術							
	エアロキャプチャ技術							
射場設備、飛行管制、帰還着陸設備	射場設備技術	海上発射技術						
		打上げ環境緩和技術						
		設備高度化(知能化)技術						
		(地上)移動式発射機技術						
		作業期間短縮化技術						
	飛行管制技術	宇宙ベース管制技術						
		空中発射管制技術						
		部分再使用型ロケット管制技術						
	帰還・着陸設備技術	回収技術						
		無害化技術						
エネルギー利用	共通技術	システム化技術						
	排熱技術							
エネルギー利用	M-SSPS (マイクロ波による宇宙太陽利用システム)	大型構造物組立・保全技術						
	発電技術							
エネルギー利用	L-SSPS (レーザーによる宇宙太陽利用システム)	マイクロ波送電技術						
	マイクロ波受電技術							
エネルギー利用	レーザー伝送技術							
	レーザー発振技術							
エネルギー利用	レーザー受光技術							
	レーザー受光技術							
デブリ対策・観測	デブリ抑制技術	デブリ抑制打ち上げ前対策(運用高度、回収推進系、破砕防止)						
		回収衛星技術						
	デブリ衝突耐性・防御技術	ランデブドッキング、ロボットアーム回収						
		導電性テザー技術						
	デブリ処理・回収技術	軌道上デブリ探知(レーダ)技術						
		デブリ吸収回収技術						
	補給方式衛星システム(軌道上延命)	デブリ処理技術(レーザー等)						
補給型宇宙機技術								
デブリモニタリングシステム	燃料補給技術(ランデブドッキング、ロボット)							
	軌道上デブリ観測技術(レーダ/アクティブ/パッシブセンサ技術)							
デブリモデル化	地上系デブリモニタリングシステム							
	実測データの反映/モデル構築							

宇宙分野の技術マップ(4 / 4)

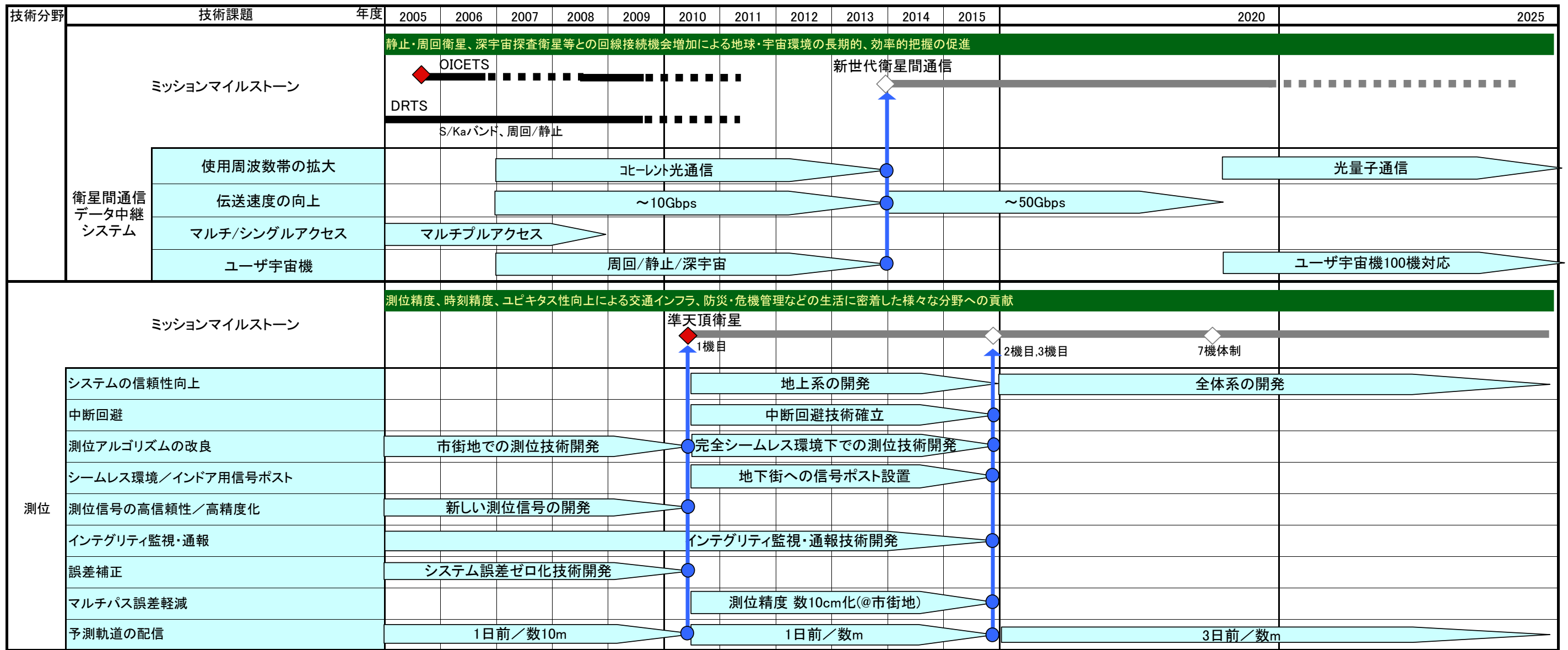
分野	技術課題		重要技術の選定理由					
			社会的要請への貢献		国際競争力強化			
			国として保有すべき基盤技術	利用ニーズの多様化等に対し将来必要となる技術	小型・軽量化	信頼性向上	低コスト化	短納期化
宇宙環境利用	実験環境向上技術(利用技術)	微小重力環境改善技術						
		テレサイエンス技術						
		搭載用実験装置開発						
	実験機会提供技術	宇宙ステーション	レイトアクセス/アーリーアクセス改善技術					
		フリーフライヤー	安全性・信頼性向上技術(有人対応)					
		回収型カプセル	(個別技術は有人探査技術で記述)					
	小型ロケット	長期間型無人宇宙実験システムとしての改善						
	バルーン	短期間型無人宇宙実験システムへの改善						
		(輸送系小型ロケットに共通)						
宇宙観測	天文観測	X線/ 線望遠鏡技術						
		赤外線望遠鏡技術						
		電波望遠鏡技術						
		重力波望遠鏡技術						
	太陽観測	X線望遠鏡技術						
		可視光磁場望遠鏡技術						
		極端紫外線望遠鏡技術						
	太陽地球系プラズマ環境観測	プラズマ計測技術						
	小型科学衛星	編隊飛行技術						
		柔軟な小型標準バス技術						
		ミッション機器技術						
月惑星探査・有人宇宙探査	無人月・惑星探査技術	月・惑星探査共通技術	各種観測機器技術					
			ペネトレータ技術					
			月惑星環境利用技術					
			探査エネルギー技術					
			低温熱制御技術					
		月探査技術	エントリ・リエントリ技術					
			高度通信技術					
			深宇宙ネットワーク技術					
			着陸探査センサ技術					
			着陸・離陸技術					
		惑星探査技術	軌道・航行技術					
			ロボット・ローバー技術					
			掘削・土壌ハンドリング技術					
			越夜技術					
			ソーラー電力セイル技術					
	磁気プラズマセイル技術							
	電気推進技術							
	深宇宙航行技術							
	試料採取技術							
	惑星上移動技術							
	マイクロプローブ							
	着陸探査センサ技術(微小重力天体)							
	着陸・離陸技術(微小重力天体)							
	地球外物質保管・初期分析技術							
	惑星検疫対応技術							
	有人軌道上拠点・月面探査技術	開発管理・システム統合技術	大規模システム統合技術					
			開発管理技術					
			有人システム設計要求・基準					
		有人施設技術	有人システム検証技術					
			有人システム設計・維持機能技術					
			生命維持・居住技術					
			活動支援技術(ロボット技術、宇宙服等)					
			月面基地建設・運用技術					
		有人運用技術	発電、エネルギー伝送・利用技術					
			月面与圧有人ローバ技術					
			実時間運用管制技術					
		搭乗員関連技術	運用サポート技術					
			搭乗員養成					
		有人安全技術	健康管理技術(宇宙医学)					
			健康管理運用					
	有人輸送技術	安全評価・管理技術						
		信頼性管理技術						
			(個別技術は輸送系技術で記載)					





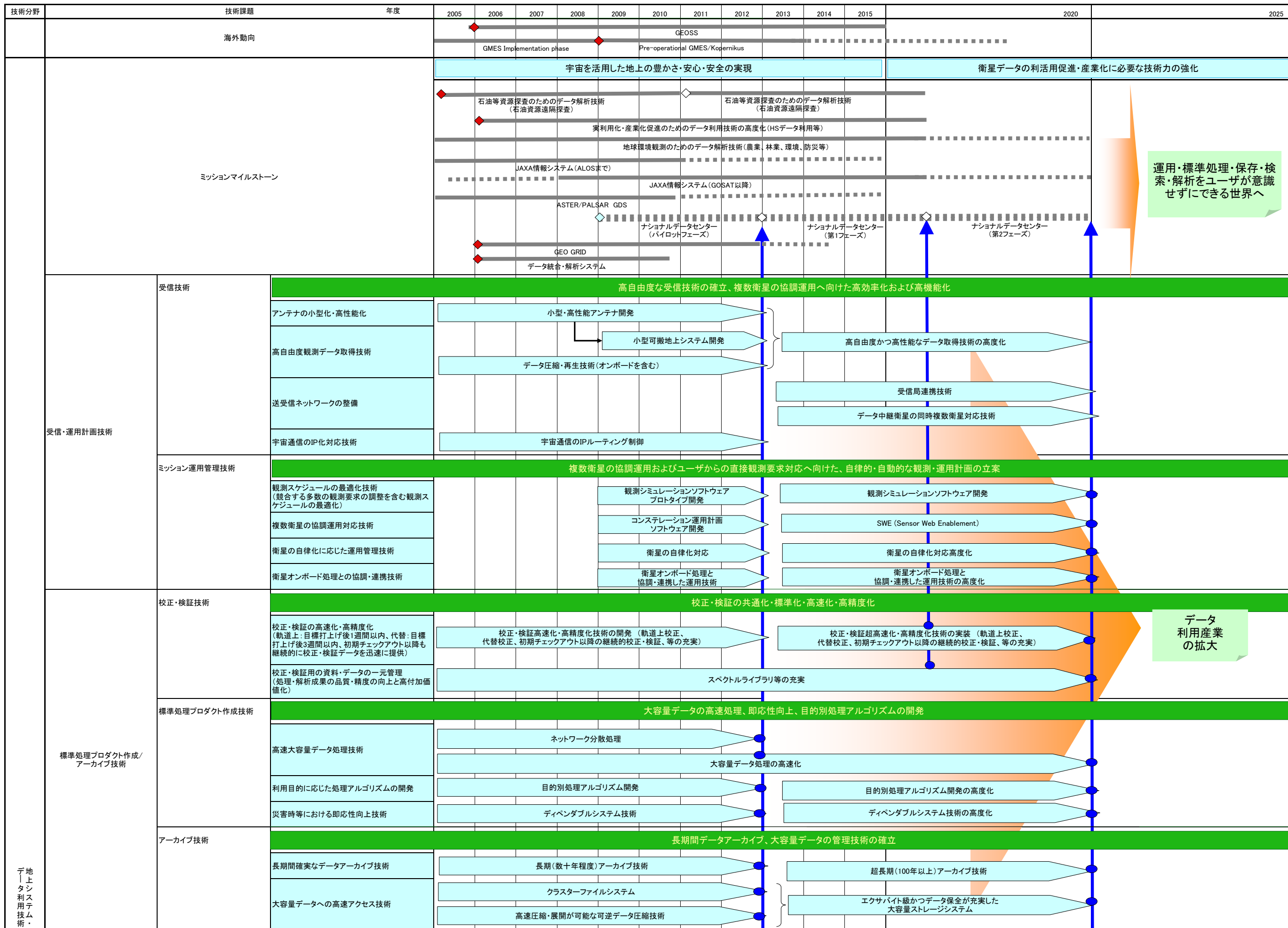


技術分野	技術課題		年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	
宇宙を地上の豊かさ・安全・安心に(人類共通課題である地球環境変動の解明のための地球観測システムの構築)																	
海外技術動向 (トップレベルの技術動向)			静止軌道: 画像センサ搭載衛星														
			<p>Imager 5ch, 可視1km 中間~熱赤外 4km - 8km, Sounder : 19ch, 10km ; GOES-N, O, P</p> <p>Imager(ABI) 16ch, 可視0.5km - 1km 中間~熱赤外2km ; GOES-R, S</p> <p>Imager 16ch, 可視~熱赤外1.2km ; Meteosat Third Generation(MTG)</p>														
ミッションマイルストーン			<p>MTSAT</p> <p>水平分解能: 可視1km, 赤外4km</p> <p>次期気象衛星 (性能向上・サウンド追加)</p> <p>水平分解能: 可視0.5km, 赤外2km</p> <p>静止光学観測衛星 (性能向上)</p> <p>分解能: 20m(マルチ), 観測範囲: 4000km</p>														
能動型光学 センサ技術	気象観測センサ	可視・赤外イメージャ	<p>水平分解能: 可視500m, 赤外2km, 多波長化</p> <p>ナビゲーション精度向上: 可視0.5km対応</p> <p>可視・赤外センサ性能向上</p> <p>次世代対応</p>														
		可視・赤外サウンド	<p>サウンド開発</p> <p>サウンド高度抽出アルゴリズム開発</p>														
	常時観測センサ	マルチスペクトル・熱赤外センサ	空間分解能	20m → 10m													
		大気観測分光計	観測範囲	4000km → 全域													
			<p>光学系口径</p> <p>3m級 → 5m級</p> <p>赤外検出器素子数</p> <p>4,000 × 4,000画素 → 10,000 × 10,000画素</p> <p>空間分解能・周波数分解能向上</p> <p>性能向上</p>														
海外技術動向 (トップレベルの技術動向)			周回軌道: 非画像センサ搭載衛星														
			<p>可視~短波長赤外2ch 2.25 km × 1.29 km ; OCO(失敗)</p> <p>OMPS 300-380nm (mapper), 250-310nm (profiler) 50km × 50km (mapper), 250km × 250km (profiler) ; NPP → NPOESシリーズ</p> <p>ATMS 22ch 23.8GHz - 183.31GHz/16km - 75km ; NPP → NPOESシリーズ</p> <p>Poseidon-3 13.6GHz, 5.3GHz 測定精度 4cm ; Jason-2</p>														
ミッションマイルストーン			<p>TRMM PR</p> <p>AQUA AMSR-E</p> <p>GOSAT</p> <p>GCOM-W1 AMSR2</p> <p>GOSAT後継</p> <p>GPM DPR EarthCARE CPR</p> <p>GCOM-W2</p> <p>GCOM-W3</p> <p>マイクロ波放射計</p> <p>マイクロ波放射計</p> <p>温室効果ガス観測: 亜大陸単位, 4ppmv</p> <p>温室効果ガス観測: 国単位, 1ppmv</p>														
受動型光学 センサ技術	可視・赤外サウンド	空間分解能	5km(可視~熱赤外) → 2km → 1km														
能動型光学 センサ技術	ライダ	波数分解能・バンド数・S/N	波数分解能・S/N向上														
受動型マイクロ 波センサ技術	マイクロ波放射計	高分解能/高出力固体レーザ	<p>分解能: 0.2m, 固体レーザ出力: 100mJ・100Hz</p> <p>分解能: 0.1m, 固体レーザ出力: 200mJ・100Hz</p>														
		マルチバンド放射輝度計測技術	7~90GHz帯で0.5K以下														
	マイクロ波サウンド	サブミリ波帯放射計関連技術	システム感度<1K・20チャンネル														
能動型マイクロ 波センサ技術	降水レーダ	L帯放射計高分解能化関連技術	空間分解能<30km・ラジオメトリック分解能<1K														
		マイクロ波サウンド	サウンド開発														
	測雲レーダ	走査幅: 13.6GHz 245km, 35.5GHz 100km	走査幅の拡大、観測頻度の向上														
	マイクロ波散乱計	垂直分解能: 500m, 感度: -36dBZ, 測定精度<1m/s	高精度(3周波)														
マイクロ波高度計	海上風速精度1m/sec以下	走査型(アクティブフェーズドアレイ)															
観測センサ 基盤技術	受動型光学 センサ技術	可視	高感度、高速化、高アレイ化														
		赤外	宇宙適用3次元ナノ構造形成技術														
	冷却器	高感度、高速化、高アレイ化															
	大口径鏡面	小型・軽量、長寿命化															
	能動型マイクロ 波センサ技術	パルス型進行波管電力増幅器	軽量化、大口径化														
受動型マイクロ 波センサ技術	高精度鏡面アンテナ	大口径反射鏡	高出力・長寿命化														
		大口径反射鏡	性能向上														
			軽量化、大口径化														



宇宙分野の技術ロードマップ(地上システム・データ利用技術分野)

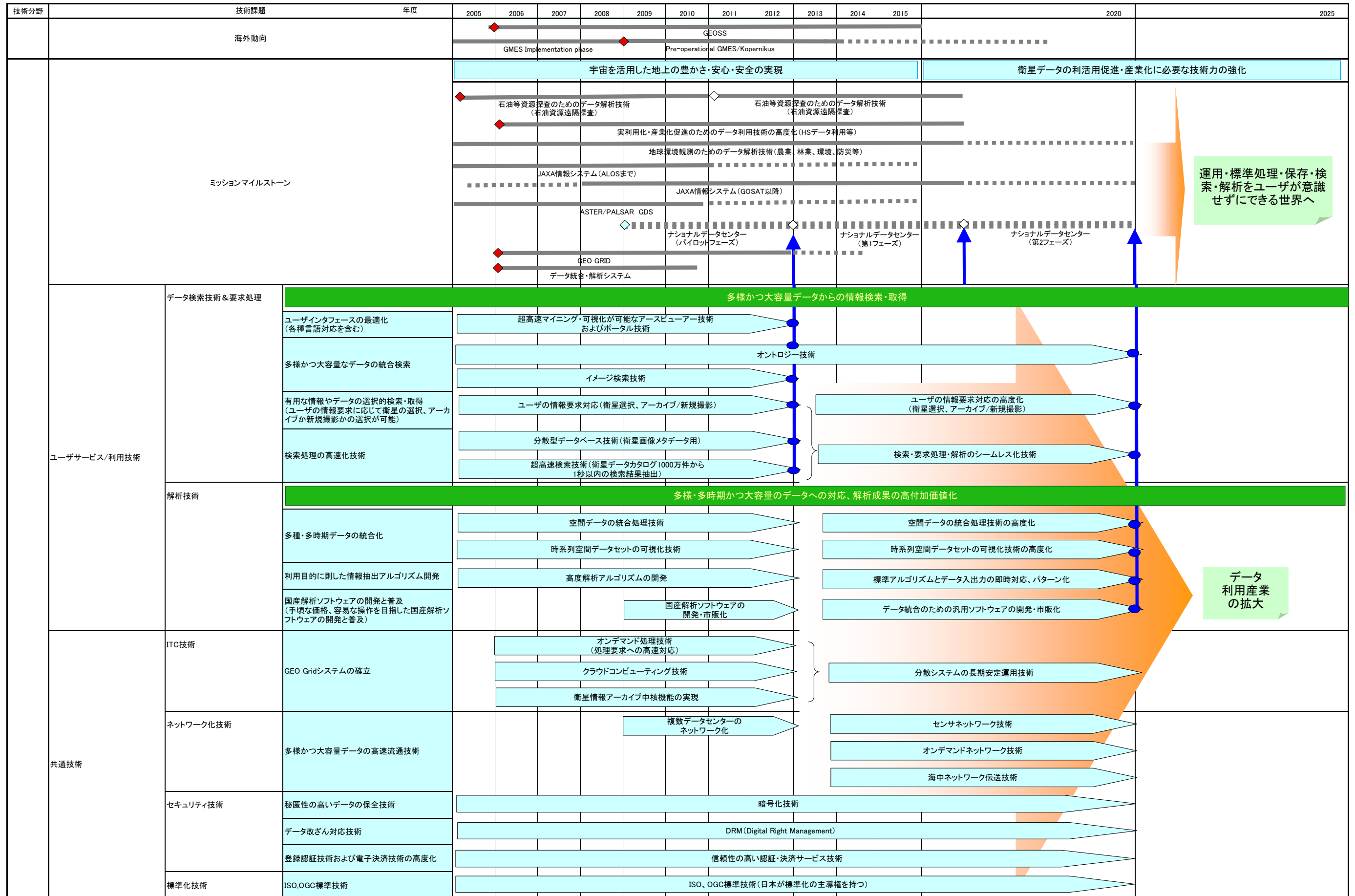
◆ : 運用、開発中ミッション ◇ : 研究ミッション ◊ : 将来想定ミッション



地上システム技術

宇宙分野の技術ロードマップ(地上システム・データ利用技術分野)

◆ : 運用、開発中ミッション ◇ : 研究ミッション ◊ : 将来想定ミッション



運用・標準処理・保存・検索・解析をユーザが意識せずにできる世界へ

データ利用産業の拡大

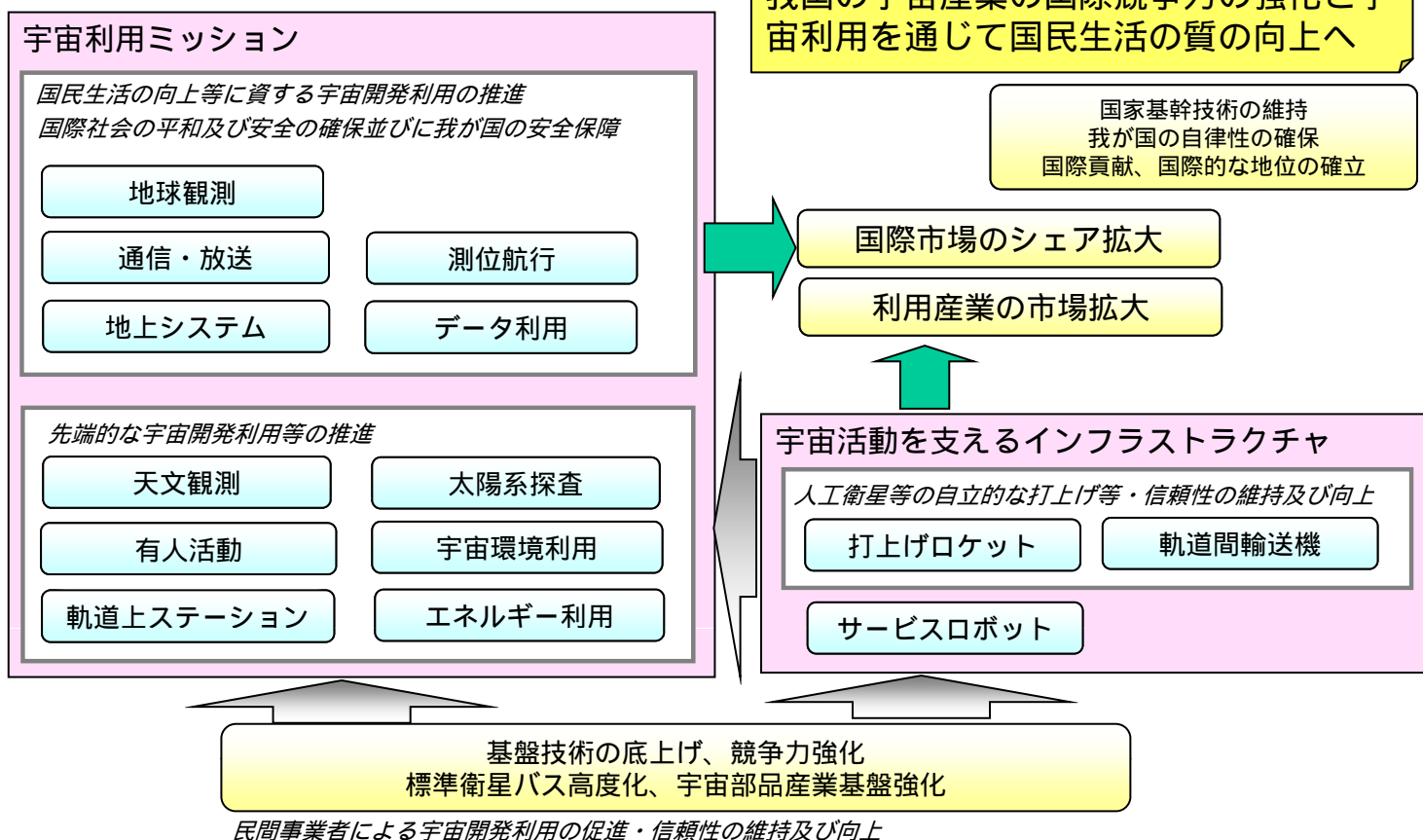
宇宙分野の技術戦略マップ

補足説明資料

環境の保全

宇宙分野の技術戦略マップ

宇宙分野技術戦略の全体像



衛星基盤技術分野

基盤技術の利用が想定される主な分野

技術課題		主な利用分野					
		通信・放送	測位	地球観測	エネルギー利用	科学観測	環境利用・デブリ回収
静止衛星バス小型軽量化・高度化技術							
周回衛星バス小型軽量化・高度化技術							
バス系技術	構体系技術	低熱歪構体技術					
	熱制御系技術	高排熱技術					
	電源系技術	高電力効率化・高蓄電効率化					
	姿勢・軌道制御系技術	高速マヌーバ・姿勢決定技術・高精度軌道制御技術・制御アルゴリズム					
	データ処理・通信系技術	大容量データ記録技術 高速大容量データ伝送技術 高性能MPU・高密度メモリ					
ミッション最適化・高度化技術		フォーメーションフライト コンステレーション運用 軌道上リコンフィギュレーション 宇宙機制御技術 (自律化・高知能化・統合化) 高精度時刻管理技術					
共通技術	アーキテクチャ技術	標準バスの開発/開発手法					
		衛星内情報系					
		先進的アーキテクチャ					
		冗長系、信頼性、V&V(評価・検証)					
		小型・軽量化					
		ソフトウェア化					
		民生部品・民生技術活用 シミュレーション高度化技術					
地上系衛星追跡管制技術		コンステレーション管制 テレメトリ・コマンド相互運用機能 運用の自動化、自律化、無人化					

:対象となる技術の利用が想定される分野

:特に関連が強い分野

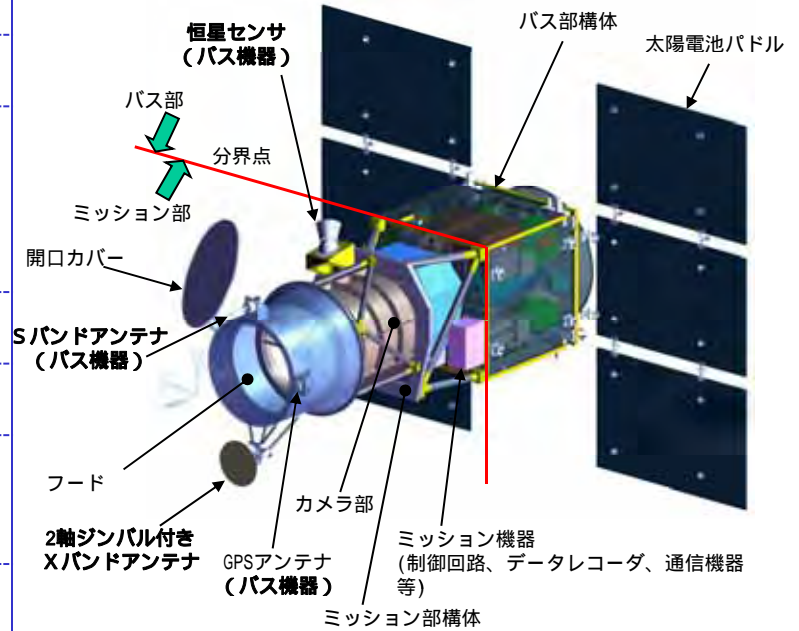
小型化等による先進的宇宙システム(ASNARO)

Advanced Satellite with New System ARchitecture for Observation

衛星システム主要諸元	
ミッション 光学センサ - データ伝送	パンクロ/マルチャー体型 GSD: 0.5m/2m以下 (Pan/Multi, 高度510km) 観測幅: 10km Xバンド 16相QAM, 約800Mbps
撮像範囲 アジリティ	±45deg × ±45deg (加工/アングトラック) 45deg/45秒 (平均 1deg/秒)
打上 軌道	2011年度 (想定) 次期固体ロケット (想定) (H-IIA, Dnepr 等の主要ロケットにも適合) 太陽同期準帰軌道 (高度510km) 軌道傾斜角: 97.4° 降交点通過太陽地方時刻: 10時30分
地上局	Sバンド追跡管制局: TBD Xバンドデータ受信局: TBD
設計寿命 運用期間	3年 3年以上
質量	・バス 250kg (推薬除く) ・ミッション 150 kg ・推薬 50kg <TOTAL> 450 kg
軌道上形状	約 2.5m X 3.5m X 3.2m
電力	発生電力: 1300 W (3年後) ミッション供給電力: 400 W

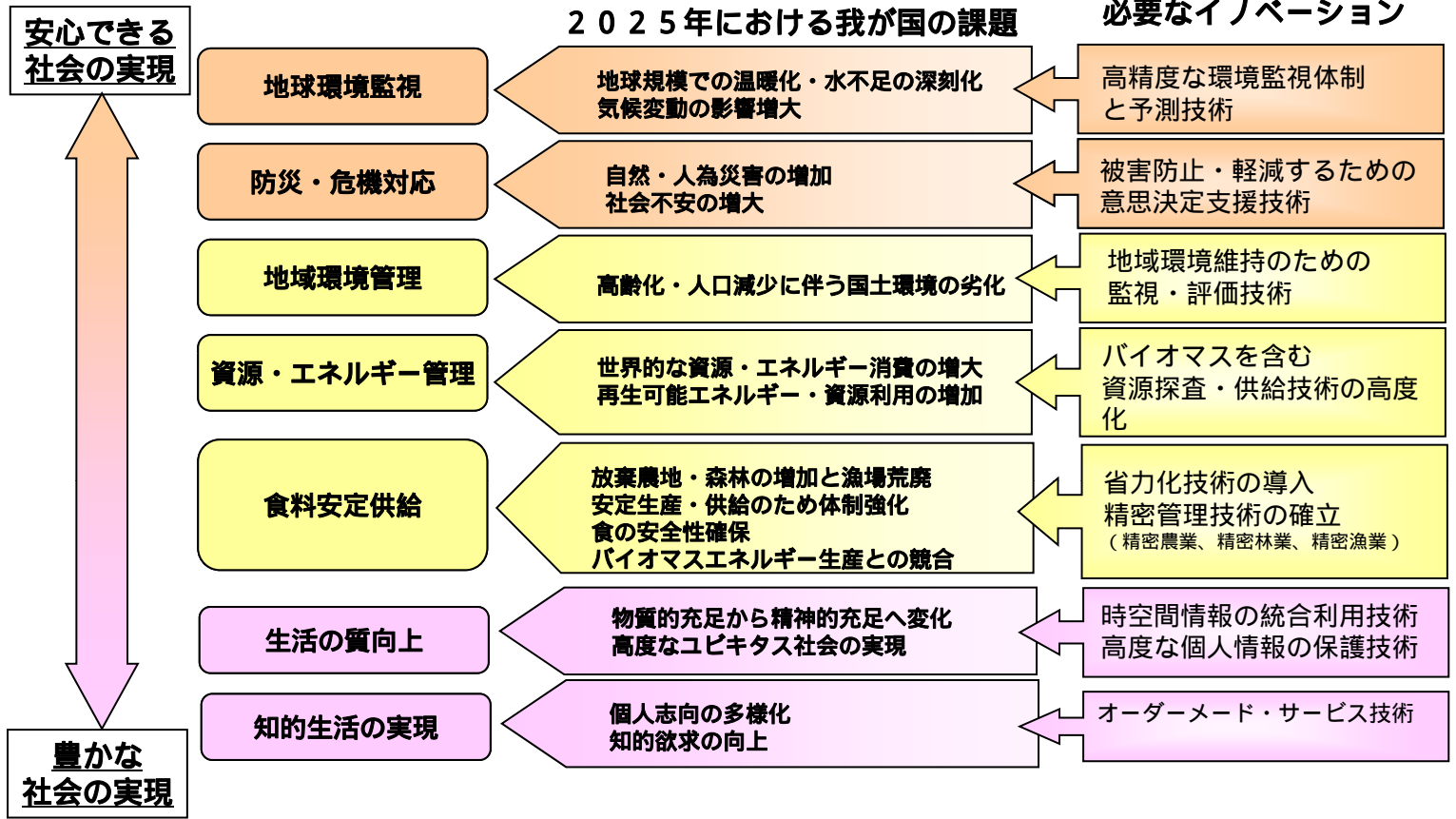
プロジェクトの目的

- (1) 先進的な宇宙システム開発手法の確立
- (2) 標準的小型衛星バスの開発
- (3) 高性能な地球観測搭載ミッション機器の開発

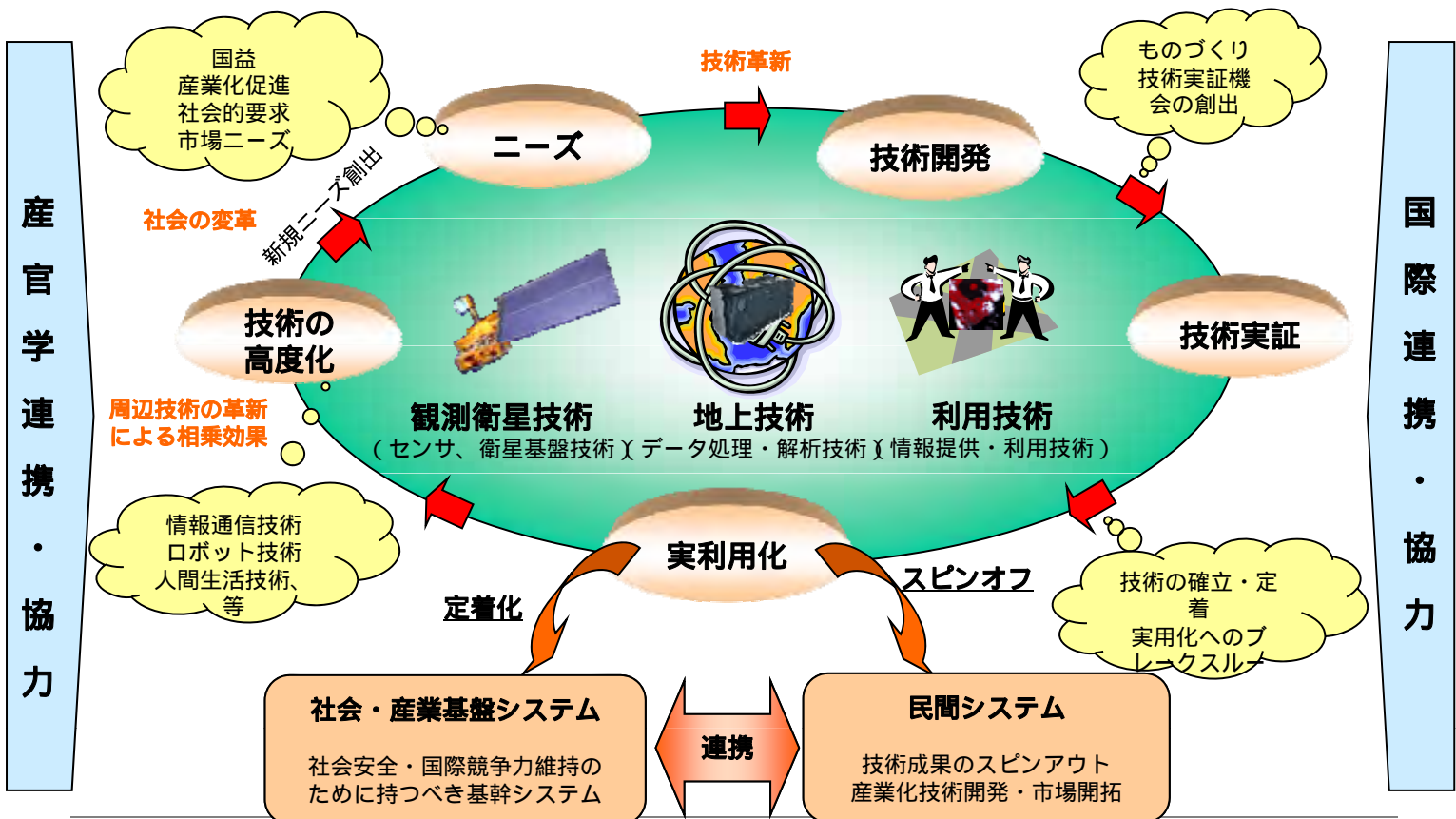


地球観測分野

地球観測データに対する将来ニーズ



産業化促進・国際競争力強化のためのプロジェクト循環



地球観測技術の方向性

観測衛星技術 : 世界最先端の衛星観測システムの実現と継承

センサ技術

- 観測技術とデータの継続性確保
- 将来のキーテクノロジーとなる高度センサ技術の開発

衛星基盤技術

- 観測・衛星運用の高マヌーバビリティ技術
- 観測・衛星運用の自律化・高知能化
- 民生部品・技術利用の促進

適切なタイミングでの確実な観測

必要とする情報の確実な抽出

地上技術 : 時空間情報の融合化・高度化

データ処理・解析技術

- グリッド技術による情報共有基盤の確立
- 衛星データと地上データ・空間情報の融合化
- データ流通プラットフォームの確立

衛星データを有効活用する社会の仕組み作り

利用技術

: 社会・公共システムとの融合化
: 新産業創出へ繋がる利用・応用技術の開発と展開

情報提供・利用技術

- ユーザに応じたサービス技術の開発
- 情報抽出アルゴリズムの標準化
- 社会システムとの融合化
- 人材育成、民間への技術移転（産業創出）

我が国の社会・産業基盤となる観測システムの確立

地球観測センサによる観測データの想定される用途

観測用途	気候変動・温暖化観測				水循環・気象・海象観測			地図作成		資源分布把握・開発生産管理				環境保全			
	温暖化ガス等	雲・エアロゾル	吸収源(バイオマス)	温暖化現象(凍土溶解等)	気象	海象	土壌水分	地形図	土地利用・都市開発	エネルギー・鉱物資源	森林資源	農業資源	水産資源	水資源	大気汚染	水質汚染	土壌汚染

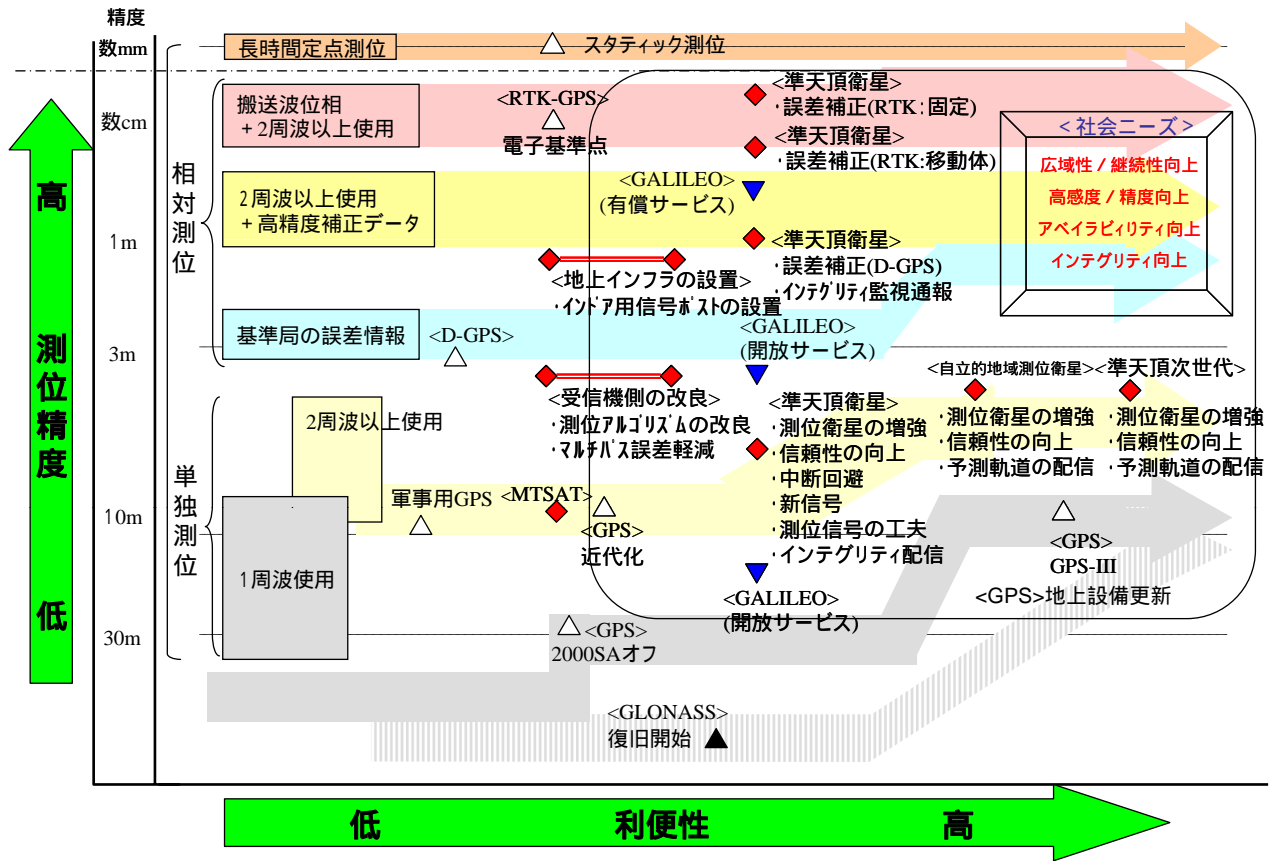
技術課題				用途															
センサタイプ	観測方式	観測対象	高度	気候変動・温暖化観測				水循環・気象・海象観測			地図作成		資源分布把握・開発生産管理				環境保全		
				温暖化ガス等	雲・エアロゾル	吸収源(バイオマス)	温暖化現象(凍土溶解等)	気象	海象	土壌水分	地形図	土地利用・都市開発	エネルギー・鉱物資源	森林資源	農業資源	水産資源	水資源	大気汚染	水質汚染
光学センサ	受動型	気象センサ	静止高度																
		低空間分解能光学観測	低高度	グローバルイメーჯ															
		CO2・オゾンセンサ																	
	中空間分解能光学観測	マルチスペクトルセンサ																	
	ハイパースペクトルセンサ																		
高空間分解能光学観測	パナクロマティックセンサ																		
常時監視センサ	静止高度																		
能動型	レーザ観測	ライダー	低高度																
マイクロ波利用センサ	受動型	マイクロ波放射計	低高度																
		合成開口レーダ																	
		マイクロ波散乱計																	
	能動型	マイクロ波高度計																	
		降水レーダ																	
		測雲レーダ																	

: 主目的となる利用分野

: 適用が可能な利用分野

: 条件つきにて利用可能な分野

測位衛星の将来像



地上システム・データ利用技術分野

地上システム・データ利用技術の範囲と方向性

地上システム・データ利用技術の範囲

- データ受信
- ミッション運用管理
- 校正・検証
- 標準処理プロダクト作成
- アーカイブ
- データ検索&要求処理
- 解析技術

地上システム・データ利用技術の方向性

・受信 ・ミッション 運用管理

- 高自由度・高性能な受信技術の確立
- 複数衛星の協調運用対応、受信局連携
- ユーザからの直接観測要求対応
- 自律的・自動的な観測・運用計画の立案

自由度の高い、
受信・衛星運用

・校正・検証 ・標準処理 プロダクト作成 ・アーカイブ

- 大容量データの高速処理、目的別処理アルゴリズムの開発
- 長期間データアーカイブ、大容量データ管理技術の確立
- 校正・検証の共通化・標準化・高速化・高精度化
- グリッド技術による情報共有基盤の確立
- 衛星データと地上データ・空間情報の融合化

衛星データを国の
アーカイブとして
確実に管理する体制

・データ検索& 要求処理 ・解析技術

- 多様かつ大容量データからの情報検索・取得
- 多種・多時期データの統合化
- 利用目的に即した情報抽出アルゴリズムの開発
- 解析価値の高付加価値化
- 人材育成、民間への技術移転（産業創出）

必要とする情報
の確実な抽出

社会システムとの
融合化、利用産業の
競争力強化

宇宙を活用した地上の豊かさ・
安心・安全の実現へ

20

NDC（ナショナルデータセンター）とは

位置づけ

「衛星データを国のアーカイブとして確実に管理する体制」（宇宙基本計画の基本的な方向性について）を確立するために必要不可欠なもの

果たすべき役割

以下のデータについて、適切な処理形態により長期的かつ確実に保存・管理する

- ・ 過去から将来にわたり我が国が開発・運用した観測衛星センサから受信・取得された観測データ
- ・ 諸外国が開発・運用した観測衛星センサより我が国政府・機関が受信・取得した観測データのうち、長期的な保存・管理が必要と判断された観測データ
- ・ その他、国際的な枠組もしくは国内の法律・制度等に基づき、我が国政府が保存・管理する責務を有する観測データ

幅広いユーザからの要求に対応した簡便かつ迅速なデータ提供サービスを提供する
宇宙を活用した地上の豊かさ・安心・安全の実現への貢献

保有すべき機能

パイロットフェーズ

- ・ 将来にわたり世界および我が国にとって重要な観測データを確実に保存・管理する機能
- ・ 標準処理プロダクト、アーカイブ

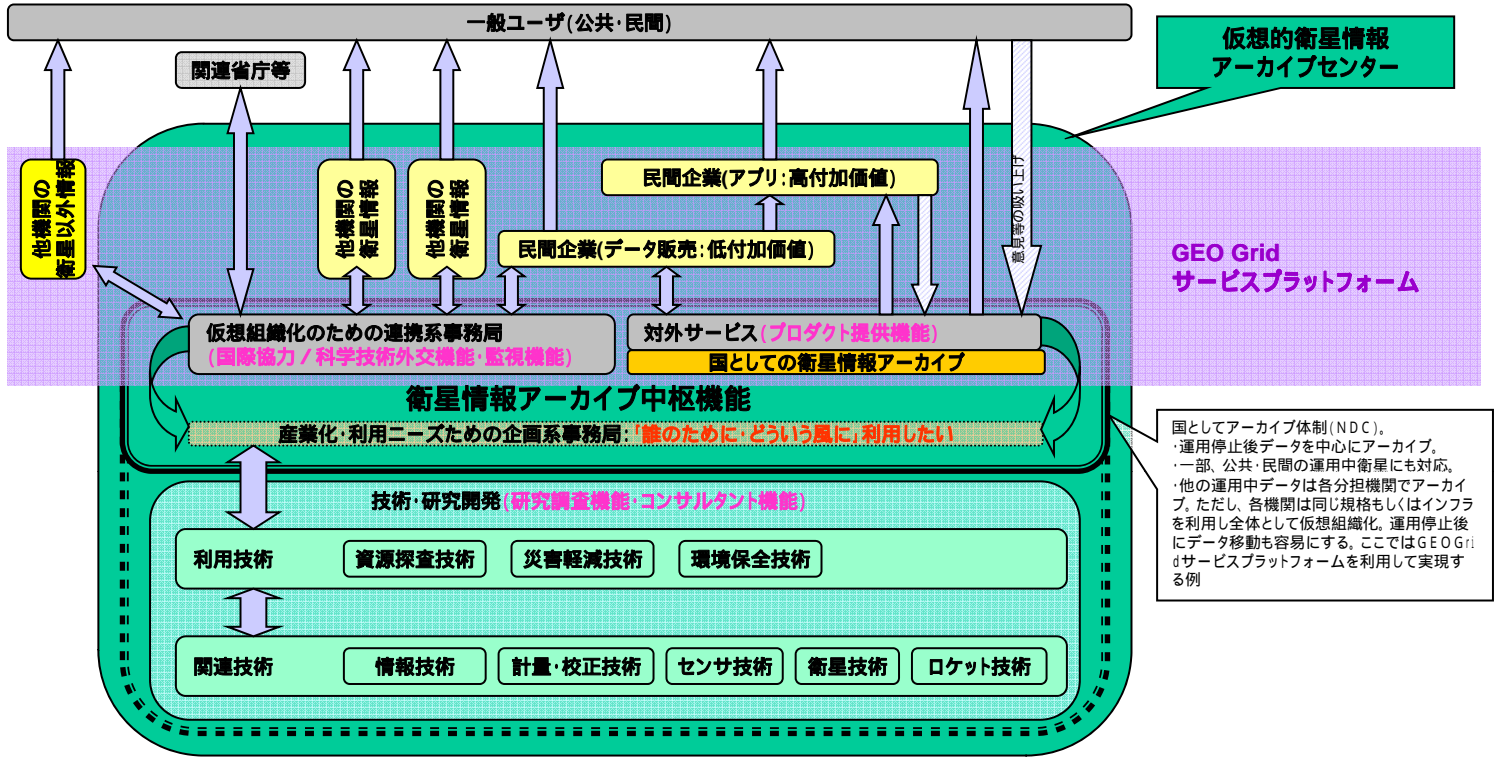
第1フェーズ

- ・ 時代のニーズに応じた形態で適切にデータを提供するための機能
- ・ 校正・検証、データ検索&要求処理

第2フェーズ

- ・ 地球観測衛星データの利用・解析技術の提供機能
- ・ ミッション運用管理、解析技術（高次）

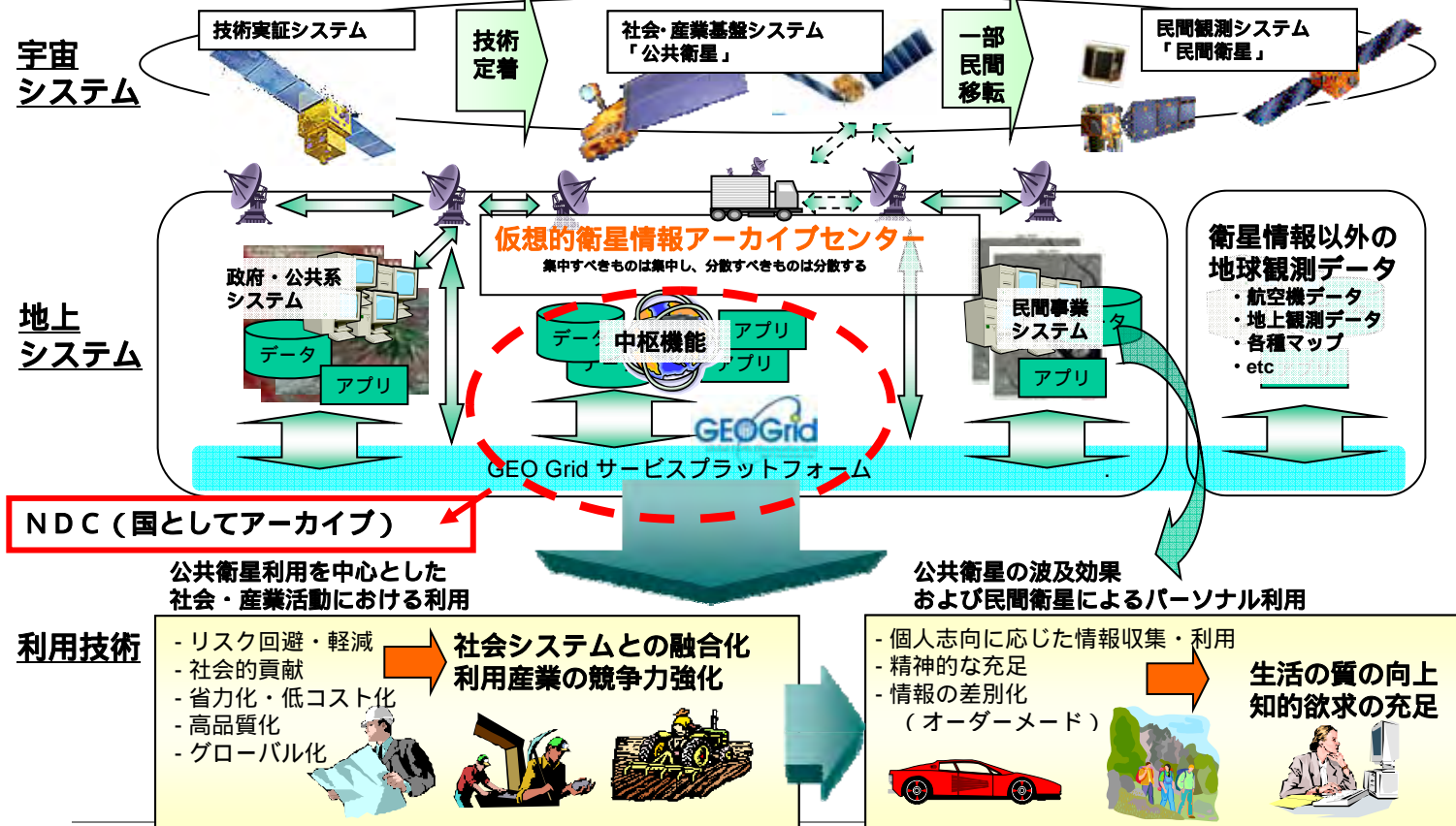
参考) 地球観測衛星情報アーカイブ中枢機能 (NDC) (案)



出典: データ利用技術に関するAd-hoc WG産業技術総合研究所資料

参考) 地球観測衛星情報アーカイブの将来像の例

(GEO Gridサービスプラットフォーム利用例)



出典: データ利用技術に関するAd-hoc WG産業技術総合研究所資料

地上システム・データ利用技術発展に向けての要検討事項

『NDC（ナショナルデータセンター）』構想の実現における課題

- 産官学が保有・取得しているデータを含めた統合的なセンターが必要
- NDCの役割・必然性・意義についての十分なコンセンサス
- 観測データは目的に応じて形態が様々であり共通性と特殊性の整理が必要
- 衛星画像にかかる法体制（官民役割分担・料金体制等）の整備

今後のデータ利用技術の開発における、産官連携のあり方

- 官による基礎研究・インフラ整備と民間による継続的な運用・サービス
- 関係機関が一同に会する継続的な議論の場の設定が必要
- 関連機関の連携に向けて強い牽引力を持つ機関（連携事務機能）が必要

我が国が本分野において技術競争力を確保・維持するためには

- 海外とのインターオペラビリティを考慮した日本独自の技術開発
- 産業化・利用ニーズの洗い出し
- ユーザの裾野拡大と定着

長期的に我が国のデータ利用および地上システムに関わる技術開発のあるべき方向性

- 「長期的な見通しを持つことは容易ではない」との現実を見つめて随時見直しが必要
- 目的意識を持って共有し実施すること。成功例を2、3作ったらデモをしながら理解を得ていく
- 国内の地球観測統合システムの一翼を効果的に担うべく技術開発を進め、その成果を海外市場に展開する

デブリ対策分野

事前評価書

事前評価書

	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">作成日</td> <td style="padding: 2px;">平成 18 年 12 月 11 日</td> </tr> </table>	作成日	平成 18 年 12 月 11 日
作成日	平成 18 年 12 月 11 日		
1. 事業名称 (コード番号)	高性能ハイパースペクトルセンサ等研究開発プロジェクト		
2. 推進部署名	機械システム技術開発部		
3. 事業概要	<p>(1) 概要：我が国の一次エネルギー供給に占める石油依存度は 50%程度と高く、今後も石油の安定的な供給の確保が重要である。また増大する地震、津波、台風等の自然災害や地球規模での環境問題等に対応するため、継続的な地球観測の重要性が認識されており、地球表面の常時監視が可能な衛星地球観測データのうち石油資源の遠隔探知能力の向上、地球環境保全に有効な植生分布、汚染状況等を精度よく計測可能な波長分解能を向上した衛星データが要求されてきている。</p> <p>本事業では、これらの要求に応えることのできる高性能な衛星搭載センサを実現するためのハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの技術の開発を行う。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費（国費分） 約 81 億円</p> <p>(3) 事業期間：平成 19 年度～23 年度（5 年間）</p>		
4. 評価の検討状況			
<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>我が国ではエネルギー資源探査等を目的として地球観測画像データを利用し、地層構造解析が行われてきている。本事業は技術戦略マップにおいても、これまで続けてきた地球観測の技術を活用した貢献が非常に重要であるとし、経済産業省開発の ASTER 後継センサとしてマルチスペクトルセンサおよび観測対象物の各状況を詳細に把握できるハイパースペクトルセンサによるデータ提供が取り上げられている。また、総合科学技術会議においても、分野別推進戦略のうちフロンティア分野の戦略重点科学技術に位置づけられており、環境観測、災害監視、資源探査等の広範な分野への地球観測データの活用が期待されている。</p>			
<p>(2) 研究開発目標の妥当性</p> <p>本事業の研究開発目標は、前項の環境観測、災害監視、資源探査等への応用および地球観測画像ユーザの希望である、広い観測幅による観測頻度の改善、高い波長分解能による識別能力の向上を目的として設定されている。これらの目標性能は国内外において既存および計画中のハイパースペクトルセンサの性能以上の研究開発目標であり、広い観測幅を有するマルチスペクトルセンサをも併せ持つことにより、本事業の完了時には欧米をリードするセンサの実現が期待できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハイパースペクトルセンサ目標性能 <ul style="list-style-type: none"> 空間分解能 : 15m～30m（スペクトル分解能と S/N 比による） 観測幅 : 15～30km バンド数 : 150～200 バンド 波長(μm) : 0.4～2.5 ・マルチスペクトルセンサ目標性能 <ul style="list-style-type: none"> 空間分解能 : 5m 観測幅 : 90～100km バンド数 : 4 バンド 波長(μm) : 0.4～0.8 			
<p>(3) 研究開発マネジメント</p> <p>本事業は、国内の複数の宇宙開発関連機関において、産学官連携による集中的な取り組みを行う必要があるとあり、最適な研究開発体制及び JAXA 等との情報共有体制を構築し、知識の合流・融合を進める。</p>			

(4) 研究開発成果

既存の地球観測衛星センサ（ASTER）による日本の地球観測データの継続を図り、さらにマルチスペクトルセンサの観測幅拡大による観測頻度の向上およびハイパースペクトルセンサの波長分解能向上による対象物の識別性能の向上が実現でき、これまでの地球観測データのユーザの期待に答えるとともに新規ユーザの拡大が期待できる。

(5) 実用化・事業化の見通し

本事業にて開発したセンサは開発終了後、国の衛星等に搭載し実証することにより、その後、実用に供せられる見込みである。また本センサにより観測したデータを一般に提供することにより国内および海外における地球観測データの継続的な提供が可能となることに加え、国内の地球観測衛星による既存の観測データと比較し、より高分解能で高頻度な観測データ提供によりさらなるユーザの拡大が期待でき、地球観測データの利用の広範な普及に寄与することが期待できる。

(6) その他特記事項

特に無し。

5. 総合評価

以上の評価結果により今後、地球観測データ利用者の具体的なニーズ、あるいは新たな有用情報の抽出に資するセンサ仕様について検討し、開発計画を策定・精査することが必要である。

事前評価書パブリックコメント募集結果

(1) NEDOPOST2

平成 18 年 12 月に事前評価書案を作成し、NEDOPOST2 によるパブリックコメントを募集したところ、コメントは 0 件であったため、当初案どおり事前評価書（添付評価書参照）を策定した。

(2) NEDOPOST3

平成 18 年 3 月に、上記事前評価を反映した基本計画書案を作成し、NEDOPOST3 によるパブリックコメントを募集したところ、コメントは 0 件であったため、当初案どおり基本計画（添付の本プロジェクトの基本計画）を策定した。

特許論文リスト

特許リスト

番号	出願者	出願番号	国内 海外 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	NEC東芝ス ペースシ テム株式会 社	特願 2009 -150811	国内 ※海外出 願準備中	2009 年 6 月 25 日	出願中	撮像装置、撮 像方法及び撮 像回路	岡田 俊策 野口 一秀 坂下 孝史

論文リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年
1	津 宏治 大木 永光	ERSDAC JAROS	Hyper-spectral and Multi-spectral sensor system development	1st International Spaceborne Imaging Spectroscopy Working Group (ISIS WG) (口頭)	なし	2007
2	大木 永光	JAROS	Hyper-spectral and Multi-spectral sensor system development - Current Status -	2nd International Spaceborne Imaging Spectroscopy Working Group (ISIS WG) (口頭)	なし	2008
3	大木 永光 鹿志村 修	JAROS ERSDAC	Hyper-spectral and Multi-spectral sensor system development - Current Status -	3rd International Spaceborne Imaging Spectroscopy Working Group (ISIS WG) (口頭)	なし	2009
4	加藤 雅胤 鹿志村 修 大木 永光 成松 義人	ERSDAC ERSDAC JAROS NEC	ハイパースペクトルデー タ利用基盤技術の研究 開発の概要	日本リモートセンシング 学会、第46回(平成21年 度春季)学術講演論文集, 2009.5 21-22, p131-132	なし	2009
5	大木永光 原田尚史 辰巳賢二 川西登音夫 成松義人 稲田仁美 川島高弘	JAROS JAROS JAROS JAROS NEC NEC NEC	衛星搭載用ハイパース ペクトル/マルチスペク トルセンサの開発	日本電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニク ス研究会 SANE 2009-46(2009-6), p181-184	なし	2009