イメージング・ビッグデータ・ロボティクスの融合による医療人工知能の開発

①　計画の概要

医療における診断と治療は、個々の基盤技術の一層の発展とそれらの融合によって飛躍的なレベルアップが可能になると考えられる。具体的には、（1）診断および治療支援のための高度画像化技術（イメージング）、（2）それら画像情報や遺伝子情報などから高精度の診断を行い個々の患者・疾患に対して最適な治療を決定するためのビッグデータ解析技術、（3）低侵襲かつ高精度な治療を支援するロボット技術（ロボティクス）、の３分野である。これらは医師の、疾患を見る（診る）目、判断する頭脳、治療する技術を何倍にも高め得るものであり、その融合によって「医療人工知能」を構築できることになる。たとえば、浸潤範囲や転移が不明瞭な悪性腫瘍に関して、診断の際にはビッグデータ解析に基づいて正確に腫瘍領域を認識し、またそれらを手術によって除去する際には、術中の MRI や光学像、超音波像等によって術前に認識した腫瘍領域を正確にトラッキングし、これと連動したロボットがレーザによって焼灼するといった未来医療が想定される。これにより腫瘍のみをピンポイントで除去し健常領域を最大限温存できる高精度低侵襲手術が実現する。

このためには、国を挙げた取り組みとして次の３点が必要である。

１．３つの基盤技術の研究開発を加速するための拠点強化と研究者ネットワークの構築

２．融合技術を実践レベルまで引き上げるための場としての新規施設「統括本部：医療人工知能開発センター」の整備

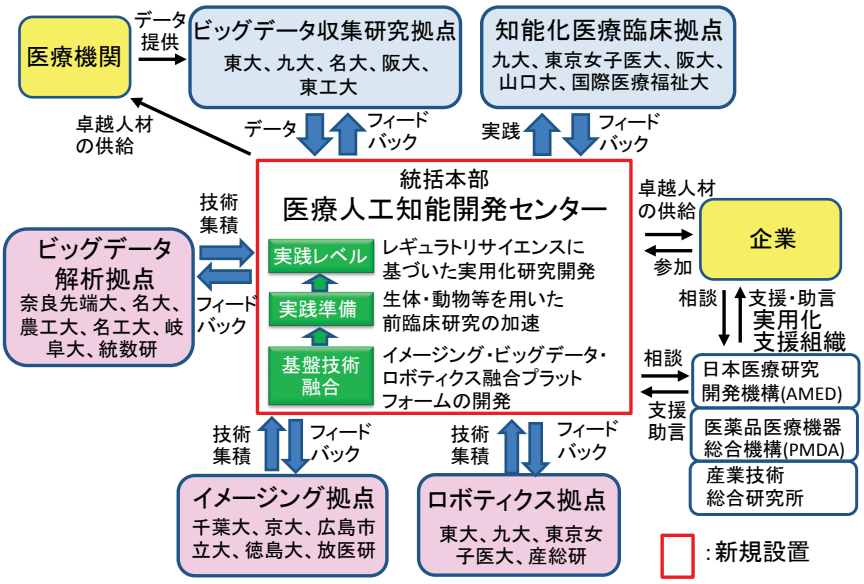
３．「ビッグデータ収集研究拠点」、および、治療を中心とした臨床研究拠点「知能化医療臨床拠点」の強化

また、実用化を目指して関係機関・企業等と連携して開発を進める。実践的な人材育成も併せて行う。

②　目的と実施内容

「医療人工知能」の構築に向けて、以下の６項目を実施していく。

1. 「統括本部:医療人工知能開発センター」の整備・運営
2. 「イメージング」「ビッグデータ解析」「ロボティクス」の３基盤技術拠点の形成と充実
3. 「ビッグデータ収集研究拠点」と「知能化医療臨床拠点」の強化
4. 研究者ネットワーク構築
5. 実用化活動
6. 人材育成・国際共同研究



計画の概要

③　学術的な意義

基盤技術の研究開発において、特に以下のような学術的意義がある。

（1）ビッグデータ解析

暗黙知とみなされる臨床知識と過去症例の大規模かつ多元的な時空間情報を総合した統計数理モデルを用いて、治療後の状態の統計的予測を行い、治療効果を最大限引き出す意思決定情報を導き出す。人間では扱いきれないビッグデータに基づき、医師の能力を超える意思決定情報の導出を目指す点に、科学としての挑戦があり学術的意義がある。例えば、がん診断治療において、患者の画像情報に加えて、過去の治療歴、血液検査、遺伝子情報などを入力として、がんの鑑別診断、最適治療法の選択、およびその治療法における最適治療計画立案と治療効果の予測を自動的に行う。さらに、診断治療の数理的機序の解明、および先端医療施設の医療知識パッケージ化による地域格差の無い医療の提供や医学教育への活用を実現する。

（2）ビッグデータ解析に基づいたイメージングとロボティクス

本計画の中では顕微超音波イメージング、MR I 粘弾性イメージングなど新規技術開発を含み、それら自体学術的価値が高いものである。一方、新規な医用画像とビッグデータ解析との融合により膨大な統計と多角的な視点に基づく解析から疾患機序の理解を進めることができ、各画像の医学的意味づけを速く正確に達成できる。ロボティクスにおいても、たとえば手術工程データに対する統計解析に基づいたロボット支援の最適化など、ビッグデータ解析との組み合わせによってはじめて可能になる技術を確立できる。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

- 人工知能の観点では、IBM Watson が記号推論で対応可能な医療人工知能を目指しているのに対して、本提案では実患者のセンシング、実患者へアクチュエーションを行う人工知能を目指している点で異なる。
- 医用画像に基づいた臓器形状や疾患パターンの統計数理モデルの研究が、本邦の科研費新学術領域や米国 NIH で行われているが、最適な治療法選択・治療計画立案という専門医の高度な推論能力が必要とされる課題には着手していない。
- 米国ブリガムウィメンズ病院の先端的マルチモーダル手術室(AMIGO)には最新の医用画像機器とレーザ治療などの組合せが導入されている。一方、先端的イメージングデバイスの導入や人工知能の活用は含まれていない。

⑤ 実施機関と実施体制

実行組織（以下）は統括本部、基盤技術拠点３グループとデータ収集研究・臨床研究拠点２グループから構成される。

I. 統括本部：医療人工知能開発センター（新設：九大）

a）プロジェクト管理・各拠点間の調整　b）基盤技術の統合から実践レベルまでの技術構築

c）実用化支援組織や企業との連携　d）国際共同研究の支援と運営

II 基盤技術拠点

II-A. イメージング拠点

a）マルチモーダル・マルチスケールイメージング（千葉大、徳島大）　b）マルチフィジックスイメージング（京都大）

c）超高解像度時空間MRIイメージング（広島市立大）　d）次世代機能分子イメージング（放医研）

II-B. ビッグデータ解析拠点

a）画像ビッグデータ数理基礎（名工大、統数研）　b）画像ビッグデータ機械学習（農工大）

c）画像ビッグデータ高性能計算・高信頼性通信（名大）　d）画像ビッグデータ医療意思決定支援（奈良先端大、岐阜大）

II-C. ロボティクス拠点

a）脳疾患ロボット治療（東大）　b）腹部対象知能化手術ナビゲーション（九大）

c）ロボット融合ー低侵襲がん治療（東京女子医大）　d）ロボット手術安全性評価（産総研）

III. ビッグデータ収集研究・知能化医療臨床拠点

III-A. ビッグデータ収集研究拠点

a）画像ビッグデータ集積スキームの構築と試行（東大、九大、名大、阪大）　b）医療情報セキュリティ（東工大）

III-B. 知能化医療臨床拠点

a）知能化医療臨床研究の統括（九大）　b）人工知能治療の実践（東京女子医大、阪大）

c）人工知能画像診断の実践（山口大）　d）知能化医療グローバル化活動（国際医療福祉大）

⑥ 所要経費

所要経費は初期投資30億円、運営費等50億円、総額80億円である。初期投資として高性能計算・大規模ファイルサーバ・収集用サーバや各種基盤設備を要し、また運営費として、人件費、サーバ増設費、各種試作費、消耗品費、旅費等を要する。

⑦ 年次計画

１～２年目：ビッグデータ収集研究拠点・知能化医療臨床拠点における臨床応用ターゲットの診断・治療・（治療後）の総合的解析に基づき、画像ビッグデータ集積スキームの構築を進める。イメージング拠点：術中利用の光学計測デバイス、顕微超音波、弾性MRI、高分解能PETなど、複数の新規イメージング技術の研究開発。ビッグデータ解析：医療データ特有の性質を考慮した統計数理モデル、アルゴリズム、計算・通信方式の開発。最適診断治療情報推定・提供システムの構築。ロボティクス拠点：精密誘導治療システムおよび術中データ収集のための生体計測デバイス仕様策定。

３～５年目：統括本部を中心に、イメージング・ビッグデータ解析・ロボティクスそれぞれの基盤研究拠点の研究成果を融合させ、統合技術の前臨床試験を行う。また、臨床試験に臨めるレベルの技術については、各臨床応用ターゲットに対して、治療人工知能の実践レベルでの実用化研究開発と臨床評価を、新規患者でのリアルタイムの評価も含めて行う。データベースやシステムの公開を進め、実用化研究を促進する。

⑧ 社会的価値

本計画は、先端的イメージング、情報学、ロボティクスの導入により、医療水準の全体的向上を実現する。我が国では、生命科学基礎研究者と情報学研究者との共同研究は活発化しているが、情報学と臨床医学の協力が不十分である。本計画では統括本部を中心にこの領域の卓越した人材の育成を図る。情報学と臨床医学の密接な連携に基づいて、「医療人工知能」を構築し、それを核として、広域学際的連携プラットフォームにより世界の知識を集約する。経済的・産業的観点から、本計画は、医療産業を大幅に活性化するための社会資産を提供し、我が国の臨床医学の水準を産業・経済に結び付ける役割を果す。

⑨ 本計画に関する連絡先

橋爪　誠（日本コンピュータ外科学会）

国立沖縄自然史博物館の設立－東・東南アジアの自然の解明とビッグデータ自然史科学の実現－

①　計画の概要

日本の自然史系博物館体制を一新して自然史研究を刷新・加速するため、国立沖縄自然史博物館は大学院に準じる新しい研究・教育拠点、つまり「博物館を持った研究所」として以下の６項目を実施する。1. 東および東南アジアを中心に網羅的に自然を調査し、大量の自然史標本と情報を収集し、次世代へ継承する。2. 収集した自然史標本を様々な最新手法で研究した成果に、国内外の自然史系博物館等との連携下で共有した自然史情報を加えて膨大な自然史データを統合する。これを情報科学との連携の下で解析し、世界のどこでもまだ実現していない新分野「ビッグデータ自然史科学」を創出する。3.「ビッグデータ自然史科学」は科学インフラとして様々な応用研究や未知の資源発見を促し、自然と人類の持続可能性を確保する対策の案出に貢献する。4. 大学や大学院の教育に参画し、自然史研究の後継者、自然史科学を理解する教員、専門技術職員等を育成する。5. 先端技術を駆使した展示と自然観察を併用して自然との共生を発想できる教育・普及活動を行い、自然は無尽蔵と考える従来型自然観を一新する。6. 遺伝資源の利用から生じる利益の公正で衡平な配分（ABS 問題：Access and Benefit Sharing）に対処し、世界分類学イニシアティブ（GTI:Global Taxonomy Iniciative）や地球規模生物多様性情報機構（GBIF: Global Biodiversity Information Facilitiy）に参画するなど、様々な国際貢献を果たす。

設立地は、多様な自然環境、東南アジア諸国との好位置関係、島嶼域としての特異な地史、気候帯の移行域であること、観光立地、そして予想される東南海地震による標本喪失のバックアップなどを考慮すれば、沖縄県が最適である。

②　目的と実施内容

地球環境を人為的破壊から守り、人類の存続をはかるという究極目標を達成するために取り得る重要手段として、60 年近く前からの日本学術会議の主張を引き継ぎ、世界の自然史科学を先導する国立沖縄自然史博物館を設立する。

国立沖縄自然史博物館は本館とフィールドステーションで構成され、本館は教育・管理棟、標本棟、研究棟、展示棟、ゲストハウスを備える。

標本棟は、最新の外気遮断構造と省エネ型冷房・除湿設備で恒温・恒湿に保たれ、移動棚や DNA 研究用標本の冷凍保存庫を備え、日本各地を含む東アジアおよび東南アジアから収集した大量の自然史標本を収蔵する。自然史標本は研究棟に備えた最先端機器で研究する。たとえば、メタゲノム解析で未知種の解明を加速し、X 線 CT スキャナーを用いて 3 次元形態情報を取り出し、次世代シーケンサー、同位体解析装置、元素解析装置等を駆使して多面的な情報を集積する。これらに、ネットワーク構築下で内外の自然史系博物館と共有する情報などを加え、多種大量の自然史情報を統合する。

展示棟では、特に近年の人為的自然破壊の歴史に焦点を当て、それらを証拠立てる自然史標本を中心にしながら 3 次元映像などを駆使し、自然と人類の危機について人々の理解を深め、自然と共生する持続的な社会の実現に貢献する。

ゲストハウスには、国内外からゲストを多く受け入れ、自然史研究の研究能力向上と若手研究者の育成に貢献する。

東南アジア各国との連携の下でフィールドステーションを選定し、恒常的な自然の観察・研究を推進する。

③　学術的な意義

国立沖縄自然史博物館では、最新の研究手法に基づき自然史科学を刷新・加速する。たとえば、多様な自然に恵まれながらその解明が進んでいない東南アジア地域を中心に、国際協力によるフィールドステーションを選定し、恒常的な自然観測を強化し、自然の解明を果たす。先進国唯一の生物多様性ホットスポットである我が国を含む東アジア、そして東南アジアで網羅的に収集した自然史標本を、様々な最新の手法で研究して多種多様な自然史情報を得る。さらに、国内外の自然史系博物館と連携し、自然史情報を共有する。このようにして集積した莫大な自然史情報を、情報科学と連携して解析・統合することにより、「ビッグデータ自然史科学」とも言うべき、これまで例のない研究を創設・推進する。

「ビッグデータ自然史科学」はいわば科学インフラであり、その成果は、環境変動の解明、資源探査、工学的応用等の応用研究を発展させると同時に地球環境政策の立案を促し、人類の持続可能性を高めることに貢献する。たとえば、日本各地の生物分布情報を統合して解析すれば生物多様性の高い地域が特定でき、効率的・重点的な保全政策が可能となる。あるいは、生物体の形態要素における類似を解析することで、生物の重要機能と形態の相関を特定し、それを生物規範工学などに応用すれば、省エネルギー政策など、自然と人類の持続可能性を確保する新しい対策の案出に貢献する。

地球環境の破壊がもたらす危機を乗り越えるには自然資源探査も急務である。失われる前に、人類に役立つ未知の生物種、未知の次世代省エネルギー素材、未知の自然構造・機能、未知の食料等の発見に国立沖縄自然史博物館は貢献する。

④　国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

ヨーロッパの研究機関はアフリカにおいて、アメリカの研究機関は主に中南米で、自然史研究を進めてきた。このため地球全体を見ると、自然環境に恵まれた東南アジア地域の研究は遅れている。この空白地帯とも言える東南アジアの自然を国立沖縄自然史博物館が解明することは、全地球環境の解明につながり、世界的に見てきわめて重要である。国立沖縄自然史博物館は、様々な専門分野の連携によって自然史研究を推進するとともに、内外の自然史系博物館とのネットワークを介して自然史ビッグデータを構築する。そして、これまでの自然史博物館がなし得なかった新たな学術的展開を実現する。

⑤　実施機関と実施体制

国立沖縄自然史博物館は、既存の大学、国立科学博物館、地方の博物館等とは異なる学術組織となる。そこで、学術コミュニティ（学会連合など）、設立地となる沖縄県や琉球大学から選ばれた委員によって構成される国立沖縄自然史博物館設立実行委員会を組織して基本構想を策定する。基本構想によって、博物館のミッションと設置目的、研究・教育方針、館内組織構成、施設概要等を明らかにする。基本構想策定の後、博物館開館までの業務は国立沖縄自然史博物館準備室（以下、準備室と略）が担当する。

準備室の仕事は、施設設計・建設、設備備品の選定、管理・運営の具体的方針の策定、研究目標や研究内容の具体化、教育・普及活動方針の策定、展示内容の具体化など多岐にわたる。開館後、準備室構成員はそのまま国立沖縄自然史博物館の職員となる。具体的な活動方針の策定に当たって、既存の自然史系博物館や研究機関との連携に留意する。特に自然史標本を国家的な規模で合理的に収集・保存するシステムを構築するため、文部科学省や農林水産省あるいは環境省などに属する研究機関と覚え書きを交わし、国税によって収集された自然史標本が国立沖縄自然史博物館に集積されるようにする。

⑥　所要経費

スタッフ数は研究部門100名、研究支援部門50名、教育普及部門50名、事務部門（理事、館長を含む）100名の合計300 名。建物と建設費用は、研究棟（2棟78億円）、標本棟（外気遮断構造と省エネ型冷房・除湿設備を備える：2棟118億円）、展示棟（44億円）、教育・管理棟＋ゲストハウス（外部研究者用）＋大型駐車施設（27億円）。自然環境の研究と教育・普及活動のためフィールドステーションを3カ所に設置（90億円）。さらに、展示費用（総面積6600 ㎡）が66億円。以上の合計は423億円となる。主な設備・備品は３次元Ｘ線マイクロＣＴスキャナー、透過型／走査型電子顕微鏡、次世代／第三世代シーケンサー、元素分析装置、安定同位体分析装置、バーチャル画像装置、情報の収集と解析用のサーバーとコンピュータ、標本棟設備（移動棚、 保存用冷凍庫他）等に 30 億円。以上、設立総経費は453億円である。運営費は70億円／年で、その内訳は、人件費23億円、研究費15 億円、展示費10億円（企画展開催費、展示物管理費・修繕費）、教育・普及費4億円、そして一般管理費（冷房・除湿電気料を含む）18 億円である。

⑦　年次計画

準備室は施設、館内組織、研究、展示、教育普及活動等に関する具体的な計画を初年度に策定する。施設設計は2年度に完了し、建設には3年を要するため3年度に開始し、6年度に開館する。標本室に設置する設備備品の選定や入札作業は5年度に行う。展示の基本計画は初年度に作成し、展示本体の作成に2年を要するため展示完成は5年度の初頭となる。自然史情報の収集・構築・解析方法の具体策を初年度に策定し、標本情報や観察情報の作成・収集を2年度・3年度の2年間で行う。さらに、情報ネットワーク構築作業を2年度に開始し、4年度末にはデータ解析を実現できるようにする。

準備室は初年度にアジア各国の自然史研究の現状を調査し、フィールドステーション選定に各国の協力を要請する。日本各地の自治体、大学などが運営する自然史系博物館との情報交換を初年度から開始し、自然史標本や自然史情報の共同管理と利用、自然史研究ネットワークの形成、研究・教育機能の共有および高度化などをめざした連携を3年度末までに実現する。

自然史標本収集のためには東南アジアなどの諸外国と生物多様性条約（CBD: Convention on Biological Diversity）に定められた遺伝資源の利用から生じる利益の公正で衡平な配分(ABS 問題）に配慮した協定を結ばなければならない。ABS 問題については各国の省庁間の調整が必要となるため、協定締結までに約2年を要する。標本収集は博物館の要となるため、ABS 対策は初年度から開始し、4年度までに主要な対象国と協定を締結する。

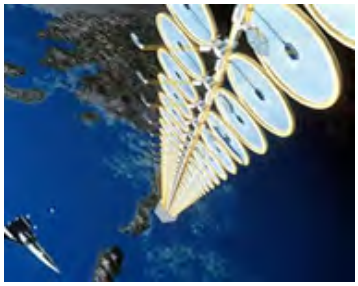
⑧　社会的価値

国立沖縄自然史博物館は、国土の自然環境と生物多様性の変遷を証拠だてる自然史標本を対象に自然史研究を推進することで、美しい自然環境を保全する心をはぐくむという稀有な社会的価値を持つ。さらに、科学コミュニケーターの活動と魅力的な展示で来館者を引きつけ、直接の利潤を生み出さないように見える学問への知的興味と社会的認知の裾野を広げ、サポーターを増やすことで、科学と社会のインターフェイスとしての役割を果たす。加えて、国立沖縄自然史博物館は、自然史標本を時間軸で比較することで自然環境の変遷をとらえ、その原因を探ることで、将来予測に貢献し、生物多様性保全と資源の適正活用の方策を提言し、様々な関連応用研究に資することで人類の持続可能性を確保する。

東日本大震災の際、被災文化財は公的な救助・修復活動で救われた。一方、被災自然史標本は、ボランティア依存の不十分な救助活動のもと、汚損・破壊された標本の多くが失われた。この教訓を生かし、国立沖縄自然史博物館は自然史標本のセーフティーネット拠点を提供し、国民の財産であり、自然史財とも言える自然史標本を将来にわたって守り、継承する。

⑨　本計画に関する連絡先　岸本　健雄（お茶の水女子大学　サイエンス&エデュケーションセンター）

宇宙インフラ整備のための低コスト宇宙輸送技術の研究開発



宇宙から地球に太陽エネルギーを送る軌道太陽エネルギー伝送（上）と通信用や情報収集に用いる人工衛星（下）。

①　計画の概要

今後のエネルギー需要に対する軌道太陽エネルギー伝送や、人工衛星による通信環境や各種情報の提供等、将来の国民の生活水準の維持のためには、宇宙インフラの建設や維持が必要である。そのために飛躍的に経済的な宇宙輸送システムとしてハイブリッド宇宙エレベータと有翼式宇宙輸送システムの研究開発と施設整備を提案する。この技術は高速航空飛行にも適用される。社会科学的観点から事業成立性や国際競争の検討などを並行して行い、適切な判断を伴う事業計画とする。

宇宙エレベータ技術からの波及効果としては通信・放送サービスや監視システム技術への寄与などが挙げられる。有翼式宇宙輸送システム技術からは微小重力試験環境の提供や衝突実験環境の提供、高温気流技術への寄与などが挙げられる。また長期プロジェクトへの社会科学的な評価手法も、他分野に適用することが可能となる。

本提案は10年計画であり、前半5年で宇宙エレベータ技術の確立と検証の準備を行い、また有翼式宇宙機の技術確立と飛行試験準備、そのための試験設備整備を行う。後半5年ではハイブリッド宇宙エレベータの技術検証実験、有翼式宇宙機の飛行実証試験、設備整備を行う。その間、社会科学的な検討や評価を行い、計画の見直しや技術開発への反映を行う。All Japan の体制で実施する。総費用は700億円である。

②　目的と実施内容

今後の激的なエネルギー需要の増加に対し、軌道上からの太陽エネルギー伝送が提案されている。一方、人工衛星による通信環境や情報は日常生活や安全保障上、欠くことのできないものとなっている。将来の国民の生活水準の維持のためには、このような宇宙インフラの建設や維持が必要であり、飛躍的に経済的な宇宙輸送システムの構築が急務である。

本提案では革新的な輸送手段として地上－成層圏間と低軌道－静止軌道間のエレベータを組み合わせたハイブリッド宇宙エレベータ実現のための研究開発を行う。

軌道上への資材運搬のため、既存ロケットより格段に低コストの輸送能力を持つ、空気吸込式エンジンを搭載した有翼機を研究開発する。衛星の経済的な軌道投入も可能となる。本提案では機体およびエンジンの開発に加えて、高速走行試験設備や打上発射場の整備を行う。また高速航空輸送システムへの応用も行う。

こうした新輸送システム実現に関して経営学的な検討も進める。シナリオプランニング法を用いて事業性評価やリスク分析を行い、技術に対する要求を明確化する。またロードマッピング法を用い、技術達成度や技術革新の時期、想定される外部環境の変化を取り込んだ戦略を設計する。現在構築中の、先端的技術開発が社会に価値を蓄積させるモデルも適用する。

政策面からも分析を行い、工学および経営学からの提案を評価する。宇宙輸送技術は民間・軍事の両方に適用可能な技術であるため、政治的な評価は特に必要である。国際競争状況の分析や政治的な優先順位等についても評価を行う。

③　学術的な意義

本提案の研究活動により、宇宙への新しい輸送技術を獲得することができる。ハイブリッド宇宙エレベータの研究開発からは、高電波強度・広範囲の通信・放送、災害監視等の観測・監視システム分野、ロボット研究への波及成果が期待できる。

有翼宇宙機の研究では機体航法、制御、管制等の宇宙機体関連技術や、極超音速で動作する高効率エンジン技術の実証、関連する高温空気力学、燃焼、構造・材料等の理学、工学の分野への波及効果が想定される。飛行制御技術はサブオービタル機への適用も可能である。これら宇宙機用の技術は大気中を極超音速で飛行する二地点間輸送機の技術としても有用である。高速走行軌道試験装置や打上げ発射場の整備は、技術実証のための手段として直接寄与するとともに、各種衝突試験での利用や、宇宙輸送のアクセスポイントたる宇宙港が持つべき社会的な利便性、経済性などの事前検証にも役立つ。

本提案のように技術経営の観点、政治学の観点から宇宙輸送システムの在り方を検討することで、事業的観点から輸送システムへの性能要求を明確化することができる。また長期にわたるプロジェクトへの手法拡張を図ることができる。

④　国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

宇宙エレベータは国際的に基礎研究が活発化している。本研究では、軌道まで一体で整備する前の段階としてハイブリッド方式を位置付け、宇宙エレベータ成立性を示す。空気吸込み式エンジンを搭載した有翼機の技術は、NASA により高速飛行試験が行われたが、地上からの加速を含めた宇宙機としての実証は世界的に未達である。我が国の技術レベルは米国等と比肩できる水準までに来ており、本研究を通しての技術実証による有効性確認が急がれる。

高速輸送機の経済的成立性については既に検討の実績があり、さらに長期の宇宙輸送システム開発について検討を進める。

⑤　実施機関と実施体制

本提案は JAXA が中心となり、国内の多くの大学・メーカと All Japan の体制で進める。

宇宙エレベータについては静岡大学、日本大学を中心に進める。宇宙機の機体研究は大阪府立大学、九州大学、静岡理工科大学、東京大学、室蘭工業大学が中心になり、特に小型実証機は九州工業大学と JAXA で進める。宇宙・航空用エンジンは慶応大学、中部大学、東海大学、北海道情報大学、早稲田大学と JAXA で進める。高速走行軌道試験設備は室蘭工業大学が、運用環境としての打上げ発射場の検討は北海道大学と北海道宇宙科学技術創生センターが担当する。技術経営学的な検討は立命館大学にて、また政治学的検討は北海道大学にて進め、技術研究と連携して適宜宇宙輸送システム開発計画の見直しを図る。

⑥　所要経費

総経費 700　億円

・ハイブリッド宇宙エレベータ技術検証システム：総額　200　億円

（内訳）

クライマ研究開発 40 億円
通信・管制設備整備 10 億円
成層圏プラットフォーム飛行試験 30 億円
衛星バスシステム開発 30 億円
衛星ミッションシステム開発 30 億円
衛星打ち上げ 10 億円
その他 50 億円

・宇宙輸送機・高速航空機 500　億円

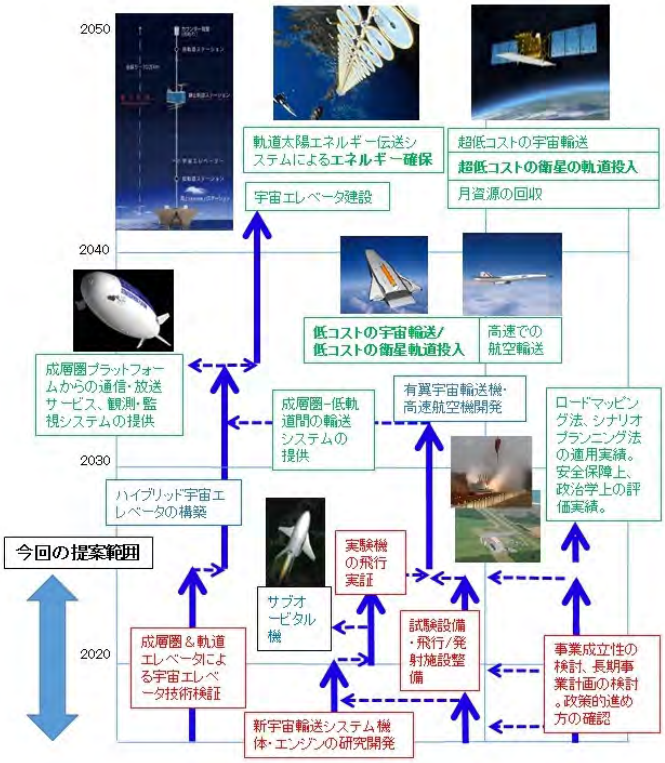
（内訳）

有翼小型制御技術実験機　5 億円
試験設備整備（高速路、風洞）　40 億円
機体・エンジン統合化研究　35 億円
試験場・打上げ発射場の整備　120 億円
統合化実証機飛行試験　250 億円
その他　50 億円

・社会科学（技術経営学・政治学検討）　0.1　億円

（内訳）

調査費、備品購入費など　0.1 億円



実施計画と将来計画

⑦　年次計画

2017 年－2022 年の前半期間、(1)ハイブリッド宇宙エレベータの研究では、クライマの昇降、テザー形状制御等の技術検証と、成層圏エレベータおよび 100km 軌道エレベータの検証実験準備を進める。(2)有翼式宇宙輸送システム研究では、小型実験機を用いた有翼機の飛行制御技術の確立、有翼機体・新エンジン設計技術の確立とその飛行実証準備、これらの研究と飛行実験のための高速走行路や飛行場整備等を行う。(3)社会科学的な検討では、(1)や(2)の事業成立性の検討や政策的な進め方の評価等を行う。(1)、(2)ではこの検討結果や評価による社会的なフィードバックを技術開発に反映させる。

2022 年－2027 年の後半期間、(1)ハイブリッド宇宙エレベータでは成層圏および軌道エレベータによる技術検証実験を実施する。(2)有翼式宇宙輸送システムでは、新エンジンを用いる有翼宇宙輸送機と高速航空輸送機の飛行試験を実施する。また 2027 年以降の開発に必要な試験場などのインフラ整備を進める。引き続き(3)社会科学的な検討を行い、計画の見直し等を行う。

本提案後には、(1)ハイブリッド宇宙エレベータの構築を行う。低コストでの衛星の軌道投入や宇宙インフラの建設が可能となる。成層圏プラットフォームからは通信サービスの提供等も実施する。(2)有翼式宇宙輸送機を開発し、低コストでの衛星軌道投入や宇宙エレベータの建設を行う。高速航空輸送機の開発と短時間輸送も行う（太平洋横断を 2 時間に短縮）。(3)社会科学的には、投資が大きく期間も長い事業に対する評価手法を検証することも可能となる。

⑧　社会的価値

革新的な低コスト宇宙輸送システムの実現によって、軌道太陽エネルギー伝送や低コストでの衛星の軌道投入手段などの軌道インフラを整備することにより、将来にわたる国民の生活水準の維持が可能となる。また宇宙輸送コストが劇的に下がるため、無重力で実施することのメリットが謳われている産業分野に対して、低費用で利用の機会が提供される。サブオービタル機は高層大気観測環境を提供し、宇宙観光への適用も検討されている。有翼宇宙機の技術は高速大陸間輸送機の開発につながり、旅客、物流産業に革命をもたらす。また輸送機体の製造は総合的な技術力を必要とするため、日本の工業全体に新たな需要を生む。ハイブリッド宇宙エレベータが使用する成層圏プラットフォームは高電波強度・広範囲の通信・放送サービス、観測・監視システムの提供により社会に貢献する。また、安全保障の面では、高速走行軌道試験設備を用いて、不慮の航空機墜落やテロ攻撃に対する耐衝撃試験が行える。

⑨　本計画に関する連絡先

苅田　丈士（宇宙航空研究開発機構　研究開発部門　第 4 ユニット）