

社会にインパクトある研究

## F. 生命と宇宙が拓く交感する未来へ



F2 宇宙を拓く



# 太陽系の激動を探り、 宇宙に広がる文明を拓く

東北大学 宇宙航空連携研究拠点  
<http://aerospace.gp.tohoku.ac.jp/>

2019年5月14日更新版

© 2019 TOHOKU UNIVERSITY

# プロジェクト理念



地球と太陽系は、その形成から大きな進化と変動を経てきた。惑星環境の脆弱さは、兄弟惑星である金星の灼熱温室や火星の流水痕跡からも明らかである。宇宙から見ると、地球の環境は、我々自身の手によっても今まさに短期間で変貌しつつある。一方、近年、火星には地下水が、木星・土星の氷衛星には地下海の存在が知られるようになった。急激に数を増す系外惑星の中には「第二の地球」も存在しうる。また新たな文明圏の創出を月・火星への国際ミッションも動き出した。生命と文明を育む環境は、もはや地球の占有物ではない。**生命と文明を生むに至った地球とそれを抱える太陽系全域の数十億年から秒単位に跨る激動を掌握し、その基礎にたって太陽系を拓き宇宙に広がる文明を築く**ことは、広大な宇宙でも希少なこの地球の生命と文明の、宇宙史における存在理由でありまた責務である。

東北大学は、地球と惑星を総合的に捉え**惑星・太陽の進化・変動を地球環境変動と統合して解明する「変動地球惑星学」**を進めて来た。また、流動ダイナミクス・極限ロボティクスを軸に宇宙航空工学分野で傑出した成果を挙げ、**宇宙への容易なアクセスと行動の自由度増大を果たす惑星航空機等の「新ビークル創造」**を目指して来た。本プロジェクトは、

# プロジェクト理念



両者を主軸に太陽系を舞台とする多岐に跨る国際・産学官連携を集積し、宇宙航空関連部局<sup>※1</sup>の連携によって複数分野に跨るオープンで息の長い活動により、100・1000年先を目指して**我々の文明を革新し、良き未来創造の推進力を創出**することを目標とする。

本学の強みである、衛星・探査機・独自望遠鏡による地球・太陽系・宇宙の探査、それを自由自在とする宇宙航空工学・ロボティクス・AI・センシング学、地球規模の環境・防災学<sup>※2</sup>、国際宇宙ステーションでの生命・医学、最先端材料・複雑システム・大規模計算理工学を統合し、**太陽系を舞台とする未来構築の設計図を描き出す**。今後生まれ出る諸活動や、近隣のJAXA角田宇宙センターとの連携などを含むこれら諸活動を通じて、**世界水準の教育・人材育成を図り、我が国を有数の総合大学として、世界と日本の未来創造に貢献する**。

※1 2019年4月発足した全学組織「宇宙航空研究連携拠点」(<http://aerospace.gp.tohoku.ac.jp/>)の下で、理学(惑星プラズマ大気研究センターを含む)・工学・生命科学・医学・農学・教育学・法学研究科、流体科学・金属材料・電気通信・多元物質研究所、東北アジア研究センター傘下の研究者チームが遂行する。流体科学研究所、惑星プラズマ大気研究センターを中核とし、事務局を理学研究科・惑星プラズマ大気研究センターに置く。

※2 太陽活動低下による氷河期再来、巨大隕石衝突、太陽巨大爆発による放射線大量飛来等といった宇宙規模現象も想定。

# プロジェクト概要

## 1 社会的課題

地球と太陽系は、大きな進化と変動を経ており、決して安定したものではない。地球環境は我々自身の手によっても短期間で変貌しつつある。一方、火星には地下水、木星・土星の氷衛星には地下海が知られ、新たな生命存在可能環境の存在が示唆される。広大な宇宙でも希少な「生命」と「文明」を生んだ「地球と太陽系」の激動を掌握し、また新たな文明存在可能環境を構築し宇宙へと出て行くことは、我々の存在理由でありまた責務である。

## 2 解決の方法

太陽系を舞台とする先端研究・国際協働を進めて来た本学宇宙航空関連部局を5つに緩やかに束ね、空と宇宙を現場とした横断研究・教育基盤を形成する。(1) 生命・文明存在可能環境の理解と維持・改善、(2) 生命・文明存在可能環境の探索と創造・活用の二つの研究・教育活動を100・1000年先を目指して推進。人類の文明を空と宇宙に展開する。

## 3 東北大学の強み

本学は、衛星・探査機・独自望遠鏡による地球・太陽系・宇宙の探査、宇宙航空工学・ロボティクス・AI・センシング技術、宇宙を舞台とする極限環境での生命・医学、地球・惑星規模の環境・防災監視、これらの実現に資する最先端材料・複雑システム・大規模計算理工学で多大な成果を上げてきた。これらを連携・統合して推進すべく、2008年以来の学内連携組織を発展させた宇宙航空研究連携拠点が設置された(2019年4月発足)。

## 4 プロジェクトの効果

我々生命・文明の存在理由を掌握し、地球環境の維持・改善を実現する。また、新たな生命生存可能環境を探索、また新たな文明存在可能環境を開拓する。空と宇宙を舞台とする未来図を描き出し、諸活動による教育・人材育成で世界と日本の夢と未来の創造に寄与する。

## 5 組織体制

東北大学宇宙航空連携研究拠点を新設(2019年4月発足)。これを中心とした学内部局の連携により、国内・国際宇宙航空諸機関、大学・研究機関、行政、市民等と共にプロジェクトを推進する。

# 脆弱な環境を抱える惑星 - 地球

## 「惑星・地球」の価値を正面から捉える

- 太陽系で、唯一生命・文明の存在が確認されている地球は、激しい変動を経てきた「宇宙にあまたある惑星」の1つ。
- 兄弟惑星である金星の灼熱温室や火星の流水痕跡からも明らかのように、惑星の環境は脆弱。地球の環境は、人類の手によっても急激に変貌しつつある。
- ➔ 激動する太陽系の中で、我々の生命・文明を生き育んできた地球の価値を捉え、生命・文明存在可能環境を維持し改善する必要がある。



太陽系の激動を理解し、生命・文明環境を維持・改善していく



# 生命と文明の活動可能領域の拡大

## 新たな生命・文明の存在可能環境へ

- 地球は生命・文明を育む宇宙唯一の場所ではない。月の極域には氷、火星には地下水、木星・土星の氷衛星には地下海の存在が指摘されている。ロボット探査により、太陽系内の生命存在可能環境を解明することが重要である。
  - 空では小型無人機活用が急激に増大し、地球周回軌道では衛星・有人活動も急激に民営化が加速。その先に、月・火星がある。極限を探査する技術を開発し、人類の活動領域を宇宙へと拡大していく必要がある。
- ➔ 生命・人類の活動圏を、地球を離れたより広い世界に広げることは、この宇宙に生まれた文明の1つとして我々がなすべき責務である。

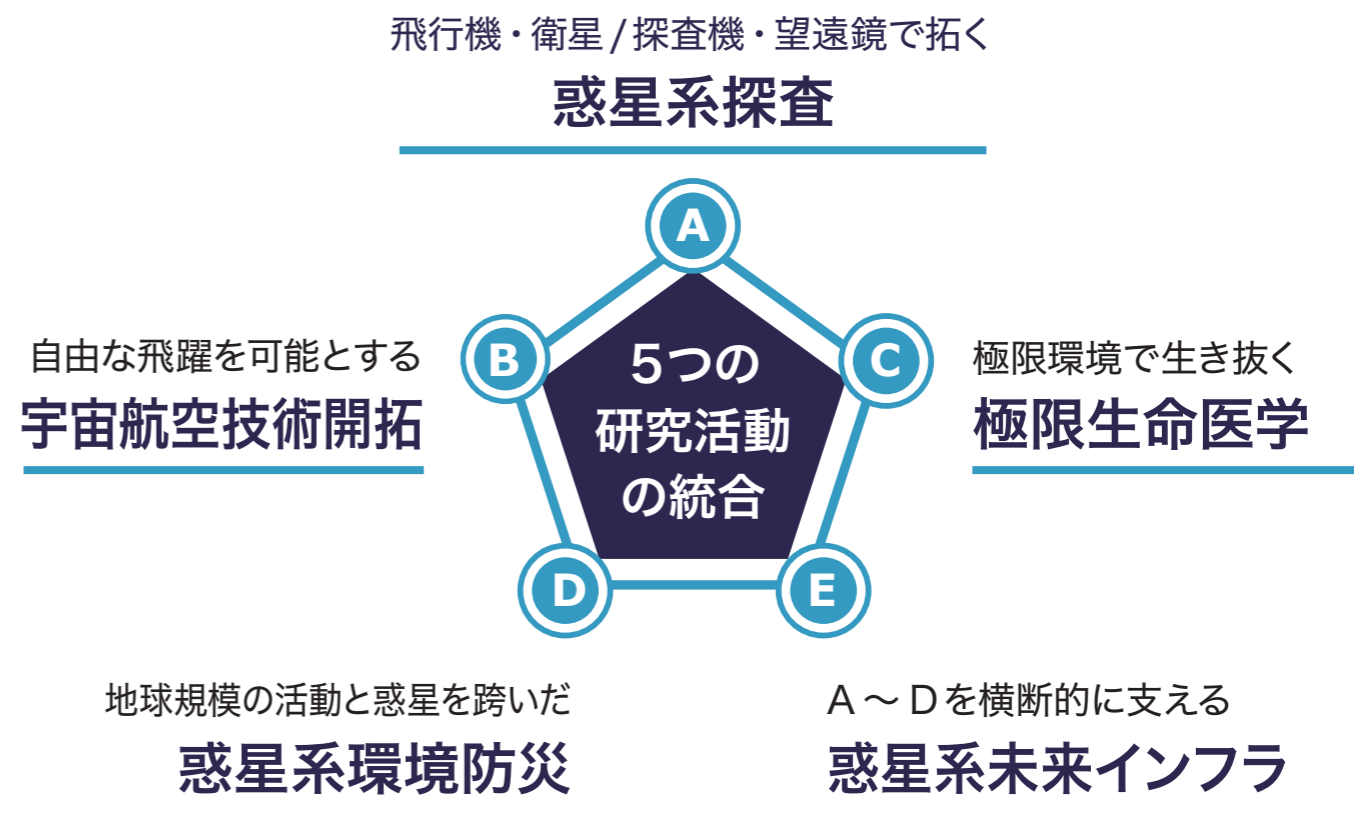


生命・文明を広げ、人類の新たな認識と未来を創る

# 未来へ向けた課題解決：コンセプト

## 5つの研究活動の効果的結合

- 5つの分野は、相互に強力なインパクトを与えつつ、今ある生命・文明の存在可能環境を維持・改善し、また、新たな生命・文明の存在可能環境を探索・開拓する。
- ➔ いずれの分野でも高度な専門化が進行してきたが、**課題と手段を共有する緩やかなチームとして結合を図る。**
- **今後生まれる活動も含めた各分野の協働によって、我が国有数の総合大学たる本学は、「社会インパクト」を構成する諸活動とともに、100年・1000年先へ連なる人類全体の文明活動を支える。**



5つの活動を有効に結合し、人類活動の拡大につなげる



# 未来へ向けた課題解決：方法

## 1 生命・文明存在可能環境の理解と維持・改善

太陽・惑星系の進化や激動を理解の上  
に立ち、地球の環境・防災を構想今我々  
の手の中にある生命・文明存在可能環境  
の維持・改善を目指す

3つのテーマ



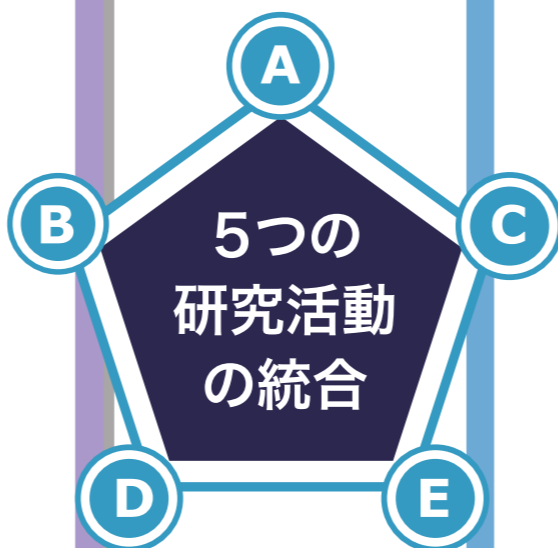
太陽系の  
進化と激動を理解



地球・惑星環境の  
探査・予測技術を開発



地球環境と防災能力を  
維持・向上



## 2 新たな生命・文明存在可能環境の探索と創造・活用

未だ手が届かない新たな生命存在可能  
環境の探査、新たな文明存在可能環境の  
構築を可能とする未来の技術・システム・  
思想を創り出す

3つのテーマ



未来文明のモビリティを探求



極限環境の  
生命・医学を探求



宇宙航空の  
未来インフラを構築

# 人類の文明を空と宇宙に展開し、良き未来の創造に貢献






# (1) 生命・文明存在可能環境の理解と維持・改善

 <h2>太陽系の進化と 激動を理解</h2> <p>地球、太陽系、そして宇宙に散在する惑星環境の探査によって、その進化と激動を探求</p> <p>衛星・探査機搭載センシング・分析技術 同位体分析等の惑星サンプル解析技術 地球・太陽・惑星の大量データ解析技術 等</p>	 <h2>地球・惑星環境の 探査・予測技術を開発</h2> <p>地球・惑星環境の現在、そしてその過去・未来の新たな探求を可能とする探査技術・シミュレーション技術を開発</p> <p>惑星探査ロボット・ビーグル開発 惑星のサンプル回収技術開発 地球・惑星系の進化・変動シミュレーション 等</p>	 <h2>地球環境と防災 能力を維持・向上</h2> <p>太陽・惑星系の理解を地球環境・防災の維持改善につなげる手段と思想を構築</p> <p>地球環境観測・防災に資する最先端センシング技術 環境・防災のより良き運用に連なる予測技術・大規模データ処理技術 これらの幅広い産業等への展開活用 等</p>
中心的分野 	中心的分野 	中心的分野 
相互に強いインパクトを創出し、我々の生存を可能するこの世界を探る		

## 太陽系の激動を理解し、環境維持と防災の力へ

# (2) 生命・文明存在可能環境の探索と創造・活用

 <h2>未来文明のモビリティを探求</h2> <p>新たな生命・文明存在可能環境の開拓に向け、空と太陽系全域への自由自在な到達・往還に要する輸送・推進・ロボットの極限技術を探求</p> <p>新探査に資する小型の飛翔体・衛星開発 無人探査に資するロボティクス開発 有人探査に資する生命維持手段開発 等</p> <p>中心的分野 <b>A</b> <b>B</b> C D E</p>	 <h2>極限環境の生命・医学を探求</h2> <p>無重力下・惑星深部等の極限環境での生命や、新たな文明存在可能環境の構築に基礎となる医学の可能性を探求</p> <p>生命の無重力実験 地球・太陽系の極限環境探索 宇宙長期滞在の医学試験 等</p> <p>中心的分野 A B <b>C</b> D E</p>	 <h2>宇宙航空の未来インフラを構築</h2> <p>空と宇宙に新たな文明存在可能環境を構築し、そこを利用・滞在・居住するために必要なインフラ技術・極限技術・社会思想を創出</p> <p>高信頼巨大・複雑システムの開拓 次世代の高強度・超軽量材料の開発 大規模高速計算・高度AI情報処理技術の開発 等</p> <p>中心的分野 A B C D <b>E</b></p>
<p>相互に強いインパクトを与え、我々の生存を可能する新しい世界を作り出す</p>		

# 100年・1000年先の文明を切り拓く

# 東北大学の強み



## 東北大学 宇宙航空研究連携拠点

宇宙航空研究・教育の連携・協力と情報交換を推進する  
全学的組織（2017年2月設置）

流体科学研究所+工学研究科+理学研究科（惑星プラズマ・大気研究センター）

生命科学研究所、医学研究科、農学研究科、教育学研究科、金属材料研究所、電気通信研究所、東北アジア研究センター、多元物質研究所など

## 東北大学の研究蓄積

### A 惑星系探査

- 国内外の衛星・探査プロジェクトで数々の遠隔・近接観測機器を主導
- 観測計画やサンプルリターン資料解析で国内外のプロジェクトに貢献
- 独自の望遠鏡・探査機による活動も企画・推進

### B 宇宙航空技術開拓

- 小型・超小型衛星の独自開発により国際貢献
- 地球高層・火星大気の長時間飛行を目指す新飛行機の開発
- 地球・惑星を横断的に支える電波/レーダーや可視/赤外線観測・解析技術

### C 極限生命医学

- 極小重力下での数々の生命実験・医学利用および材料試験を提案・主導
- 太陽系の各所に潜む「生命存在可能環境」の探索にも乗り出す

### D 惑星系環境防災

- 宇宙から全地球の環境・災害モニター・地下探査
- これらを支える観測手段開発と大規模データ処理・予測技術の開発

### E 惑星系未来インフラ

- 地球・惑星、エンジン・推進、微小流体運動までを跨ぐ大規模計算技術
- 「新たな文明環境」構築の基礎となる高強度・小型軽量・高信頼技術の開拓（先端材料・通信・計測・情報・・・）

# 宇宙航空の研究蓄積と全学を挙げた連携体制



TOHOKU  
UNIVERSITY

# プロジェクトの効果

我々の存在理由の掌握と  
環境の維持・活用



太陽系・惑星の歴史と現実への理解を深め、今ある地球環境の維持・改善・防災を進める

新たな生命・文明存在  
可能環境の探索と開拓



生命が存在しうる環境を探索・発見し、また、新たな文明活動を展開できる空間を開拓する

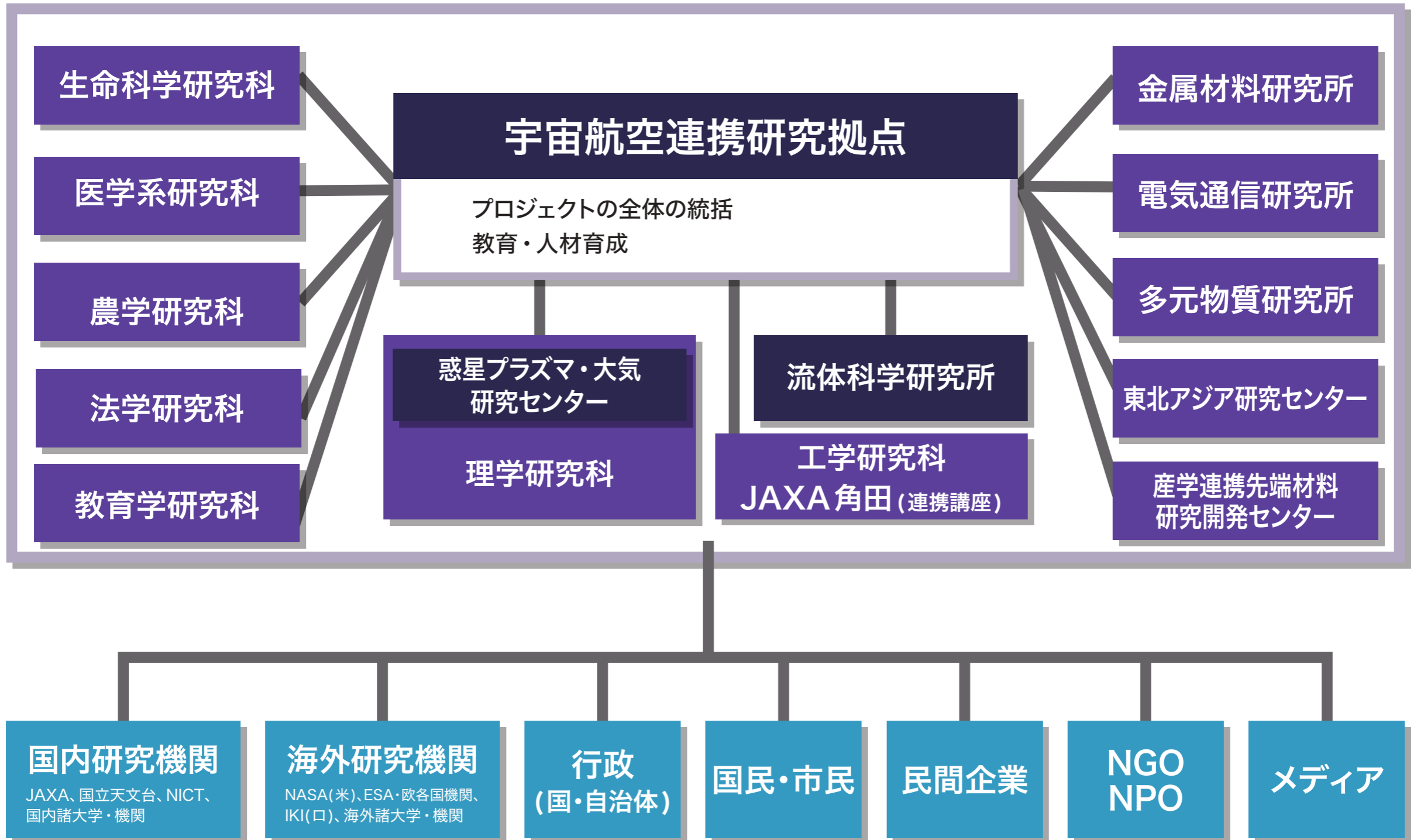
人類の未来を開拓する  
人材の輩出



地球・惑星・太陽系全体を舞台とした未来図を描き推進する、新たな人材を世界へ輩出する

## 宇宙と空から人類の新たな文明を拓く

# 組織体制





# 今後のマイルストーン

