

私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

学校法人番号	131065	学校法人名	東京理科大学		
大学名	東京理科大学				
事業名	スペース・コロニー研究拠点の形成 ～宇宙滞在技術の高度化と社会実装の促進～				
申請タイプ	タイプB	支援期間	5年	収容定員	14705人
参画組織	工学部、理工学部、基礎工学部、国際火災科学研究科、総合研究院				
事業概要	<p>本学が有する宇宙関連の技術を結集し、人類のフロンティアである宇宙等の開発に不可欠な極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術の研究開発を行う。これにより、<u>将来的には宇宙で利活用が可能で、地上においても有用な宇宙滞在技術の高度化を実現し、これらを本学と連携する民間企業に速やかに導出することで、技術の社会実装に加え、我が国の国土強靱化、食糧問題の解決、宇宙産業の活性化等に貢献する。</u></p>				
事業目的	<p><事業概要> 本学が有する人工衛星の部品開発、機能性材料、創エネルギー、建築、IoT・センサ技術等を結集し、人類のフロンティアである宇宙や海洋等の開発に不可欠な極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術の研究開発を行う。この研究開発の過程で様々な技術が生み出されるが、技術を束ねて実用化する力を持つ民間企業に速やかにこれらの技術を導出し、<u>将来的には宇宙で利活用が可能で、地上においても有用な技術の高度化を実現することで、我が国の国土強靱化、食糧問題の解決、経済の活性化に貢献する。</u></p> <p><本学、外部環境、社会情勢等に係る現状と課題の分析と研究テーマとの関連> 近年、多くの国々で月や火星への探査計画に関する挑戦が始まっている。しかし、宇宙ステーション、月等の天体における基地のように、重力や大気が地上と異なる状態にある人工的な閉鎖環境で人間が自給自足をしながら長期滞在するためには、太陽電池等の創エネルギー技術の高度化に加え、水や食料、空気を循環利用すること、長期間の閉鎖環境内で滞在者の健康を維持すること等、<u>解決すべき課題は非常に多い。</u> 現在、この課題に対してNASAを始めとして国内外の複数の機関による挑戦が始まっているが、<u>宇宙という閉鎖環境において完全に外部からのエネルギーや物資の供給を絶って人間が生活することは未だ不可能である。</u> このような状況の一方で、本学には、JAXAと連携して宇宙開発システムの構築を推進している教員と要素技術である太陽電池や熱発電電といった創エネルギー技術、空気中の有害成分を除去する光触媒技術、大気中の二酸化炭素、酸素、窒素からの肥料合成や細菌の繁殖を抑えるためのプラズマ技術、得られたデータを解析するためのビッグデータや人工知能の技術等を専門とする教員が結集するとともに、<u>技術を束ねて実用化し、社会実装するための最適解を提示できる竹中工務店を初めとする企業群との連携体制が整いつつあり、この人類共通の課題にチャレンジする機運が高まっている。</u></p> <p><上記の分析内容に照らした事業目的> 研究の方向性としては、上記概要に記載したとおり、本学の様々な叡智を結集し、<u>将来的には宇宙で利活用が可能で、地上においても有用な技術の高度化を実現することであり、本学から積極的に企業に技術を導出し、社会実装までの期間を短縮することにある。</u>この過程で、<u>宇宙開発に興味を持つ若手人材の育成や起業化マインドの醸成も行っていく。</u> 従来の我が国の宇宙開発は、人工衛星やロケット開発といった官需により主導され、結果として我が国の世界シェアは1%に留まるが、<u>宇宙開発は国の総合力で臨むものであり、昨今では政策的にも非宇宙産業との融合による宇宙民生利用の重要性が訴えられている。</u>本学は宇宙航空学科を持たないが、これが従来の宇宙開発の固定観念に捕らわれない発想によって<u>様々な学部が連携する原動力となり、宇宙研究の機運が高まる本学と企業の連携による非宇宙分野からの我が国の宇宙産業の活性化への突破口になると考える。</u></p> <p><事業目的と大学の将来ビジョンとの整合性> 本学は<u>向井千秋宇宙飛行士が副学長</u>を務め、2015年度より文部科学省から「<u>宇宙教育プログラム</u>」の委託を受け、様々な教育を実践するとともに、本年度より理工学部に学科・分野を超えて宇宙を学べる「<u>宇宙理工学コース</u>」を設置した。本学の活動には既に中高大生からも熱い視線が向けられ、<u>本学入学への大きな志望動機となっている。</u>このように本学は近年、宇宙分野の教育と研究に力を入れているが、本申請は、さらに<u>技術の社会実装を目指す宇宙研究を本格的に開始し、本学のブランドとして定着させることを目指すものである。</u> また、<u>研究成果を連続的に社会に導出するという視点で研究開発を行うことは、本学の研究ビジョンである「東京理科大学研究戦略中期計画」（概要は3.ブランディング戦略に記載。）における産学連携の推進やアントレプレナーシップの醸成にも繋がる。</u> 昨今ではイノベーションを起こすためには異分野融合が重要であると政策的にも謳われているが、<u>本学は36年前から異分野融合を促進する総合研究院という仕組みを導入し、文部科学省からの「戦略的研究基盤形成支援事業」等の補助を活用しつつ、学部・学科を横断した研究を組織的に推進するノウハウを醸成してきた。</u>今回の申請は、このノウハウを最大限に活かせるものであり、この点においても<u>将来ビジョンである「東京理科大学研究戦略中期計画」と本事業の目的は完全に整合している。</u></p>				

私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

学校法人番号	131065	学校法人名	東京理科大学		
大学名	東京理科大学				
事業名	スペース・コロニー研究拠点の形成 ～宇宙滞在技術の高度化と社会実装の促進～				
事業成果	<p><研究活動の事業成果></p> <p>■チーム1:宇宙居住環境技術創造プラットフォームとしてデモジュールを設置した。また、QOL維持に必要な主要技術として、ウェアラブルの新しい複数の生体情報取得技術の研究開発を実施し、腸管蠕動音計測技術、ストレス蓄積に起因する歩行パターン変化検出技術・顔温度分布偏在検出技術・指先作業効率低下検出技術などについても検討した。さらに、機械学習を用いた顔画像から疲労度を推定する方法論の開発を行い、また、仮想人物とアイコンタクトがはかれるVR空間の開発をおこなった。居住空間における通信については、人工知能を搭載したIoTを開発し、通信品質の改善を示した。さらには、低重力空間での歩行挙動について検討するために、NASAアポロ計画の月面探査歩行時の公開映像を分析し、また、既往の低重力歩行シミュレーターを調査した。</p> <p>■チーム2:当初計画を1年前倒して特殊仕様の植物工場を専用室に設け、閉鎖環境下での植物育成実験の環境を整備した。また、フロー式水中プラズマ装置を基本構造とした液肥製造装置を試作し、専用室に設置した植物工場に導入した。この水中プラズマ装置には、長期間運用できるような工夫を施した。現在、性能面の評価を行うと同時に、実運用に向けた調整を行っている。本成果の一部は、民間企業との共同研究を通して、地方創生EXPO等でも発表し広く社会へ情報発信することに努めた。</p> <p>■チーム3:高効率発電用太陽電池およびIoTデバイス向け透明太陽電池を超軽量ポリイミド基板上に作製し、従来比100倍以上の放射線耐久性を有することを明らかにした。高性能長寿命CFRPフライホイールバッテリーを設計し、試作・および本成型を実施した。汎用炭素繊維二種類(高弾性のものと高強度のもの)を用いて直径40センチのCFRPフライホイールバッテリーを成型した。金属系熱電池温度差発電システム設計のための高精度熱発電デバイスシミュレーションプログラムの開発および発電システムの基本設計を行なった。</p> <p>■チーム4:光触媒を利用して廃棄物であるメタンから抗菌剤となる過ギ酸を作り出し、カビの殺菌に成功した。また、光照射無しで抗菌を示し、光照射でさらに抗菌効果が向上する材料を見出した。これまで継続していた光触媒担持体を用いた模擬的な空気浄化試験の成果を踏まえて、来年度以降、JAXAと共同で光触媒空気浄化システムの開発に取り組むことが決まった。</p> <p><ブランディング戦略の事業成果></p> <p>ブランディング戦略の各種情報発信手段を駆使し、事業の対象者である受験生、研究者、企業に対して積極的に情報を発信した。実績は以下の通りである。</p> <p>■国内向け</p> <table border="1"> <tr> <td>主な取り組み</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・キックオフミーティング開催(参加者 学内40名、学外105名) [2017] ・Space Food Xに参画(図3) [2018] ・スペース・コロニー研究開発コンソーシアムを設立 [2018] ・オープンキャンパスでの取り組み紹介(図4) [2018,2019] ・Innovation Japan 組織展示への協力(図5) [2018,2019] ・宇宙を学べる大学への進学説明会へ協力 [2018,2019] ・2018成果報告会の開催(参加者 学内51名、学外44名) [2018] ・スペースコロニーデモンストレーションモジュール(デモモジュール) オープニングセレモニー(図6) [2019] ・第63回宇宙科学技術連合講演会で「OS-34 宇宙居住へ向けた宇宙一地上Dual開発の試み:スペースコロニー研究センター」を実施 [2019] ・宇宙科学研究所賞を木村副センター長が受賞 [2019] ・2019成果報告会の開催(参加者:関係者のみ) [2019] </td> </tr> </table>			主な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・キックオフミーティング開催(参加者 学内40名、学外105名) [2017] ・Space Food Xに参画(図3) [2018] ・スペース・コロニー研究開発コンソーシアムを設立 [2018] ・オープンキャンパスでの取り組み紹介(図4) [2018,2019] ・Innovation Japan 組織展示への協力(図5) [2018,2019] ・宇宙を学べる大学への進学説明会へ協力 [2018,2019] ・2018成果報告会の開催(参加者 学内51名、学外44名) [2018] ・スペースコロニーデモンストレーションモジュール(デモモジュール) オープニングセレモニー(図6) [2019] ・第63回宇宙科学技術連合講演会で「OS-34 宇宙居住へ向けた宇宙一地上Dual開発の試み:スペースコロニー研究センター」を実施 [2019] ・宇宙科学研究所賞を木村副センター長が受賞 [2019] ・2019成果報告会の開催(参加者:関係者のみ) [2019]
主な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・キックオフミーティング開催(参加者 学内40名、学外105名) [2017] ・Space Food Xに参画(図3) [2018] ・スペース・コロニー研究開発コンソーシアムを設立 [2018] ・オープンキャンパスでの取り組み紹介(図4) [2018,2019] ・Innovation Japan 組織展示への協力(図5) [2018,2019] ・宇宙を学べる大学への進学説明会へ協力 [2018,2019] ・2018成果報告会の開催(参加者 学内51名、学外44名) [2018] ・スペースコロニーデモンストレーションモジュール(デモモジュール) オープニングセレモニー(図6) [2019] ・第63回宇宙科学技術連合講演会で「OS-34 宇宙居住へ向けた宇宙一地上Dual開発の試み:スペースコロニー研究センター」を実施 [2019] ・宇宙科学研究所賞を木村副センター長が受賞 [2019] ・2019成果報告会の開催(参加者:関係者のみ) [2019] 				



図1 デモモジュール

さらには、低重力空間での歩行挙動について検討するために、NASAアポロ計画の月面探査歩行時の公開映像を分析し、また、既往の低重力歩行シミュレーターを調査した。

■チーム2:当初計画を1年前倒して特殊仕様の植物工場を専用室に設け、閉鎖環境下での植物育成実験の環境を整備した。また、フロー式水中プラズマ装置を基本構造とした液肥製造装置を試作し、専用室に設置した植物工場に導入した。この水中プラズマ装置には、長期間運用できるような工夫を施した。現在、性能面の評価を行うと同時に、実運用に向けた調整を行っている。本成果の一部は、**民間企業との共同研究を通して、地方創生EXPO等でも発表し広く社会へ情報発信**することに努めた。

■チーム3:高効率発電用太陽電池およびIoTデバイス向け透明太陽電池を超軽量ポリイミド基板上に作製し、従来比100倍以上の放射線耐久性を有することを明らかにした。高性能長寿命CFRPフライホイールバッテリーを設計し、試作・および本成型を実施した。汎用炭素繊維二種類(高弾性のものと高強度のもの)を用いて直径40センチのCFRPフライホイールバッテリーを成型した。金属系熱電池温度差発電システム設計のための高精度熱発電デバイスシミュレーションプログラムの開発および発電システムの基本設計を行なった。



図2 高放射線耐性高効率発電用太陽電池(左)と高性能長寿命CFRPフライホイールバッテリー試作イメージ(右)

■チーム4:光触媒を利用して廃棄物であるメタンから抗菌剤となる過ギ酸を作り出し、カビの殺菌に成功した。また、光照射無しで抗菌を示し、光照射でさらに抗菌効果が向上する材料を見出した。これまで継続していた光触媒担持体を用いた模擬的な空気浄化試験の成果を踏まえて、**来年度以降、JAXAと共同で光触媒空気浄化システムの開発に取り組むことが決まった。**

<ブランディング戦略の事業成果>

ブランディング戦略の各種情報発信手段を駆使し、事業の対象者である受験生、研究者、企業に対して積極的に情報を発信した。実績は以下の通りである。

■国内向け

事業成果

主な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・キックオフミーティング開催(参加者 学内40名、学外105名) [2017] ・Space Food Xに参画(図3) [2018] ・スペース・コロニー研究開発コンソーシアムを設立 [2018] ・オープンキャンパスでの取り組み紹介(図4) [2018,2019] ・Innovation Japan 組織展示への協力(図5) [2018,2019] ・宇宙を学べる大学への進学説明会へ協力 [2018,2019] ・2018成果報告会の開催(参加者 学内51名、学外44名) [2018] ・スペースコロニーデモンストレーションモジュール(デモモジュール) オープニングセレモニー(図6) [2019] ・第63回宇宙科学技術連合講演会で「OS-34 宇宙居住へ向けた宇宙一地上Dual開発の試み:スペースコロニー研究センター」を実施 [2019] ・宇宙科学研究所賞を木村副センター長が受賞 [2019] ・2019成果報告会の開催(参加者:関係者のみ) [2019]
--------	--

メディア掲載等	[2017]新聞雑誌等への記事掲載4件、受験生向け発信2件 [2018]新聞雑誌等への記事掲載16件、受験生向け発信5件 [2019]TV等の放映2件、新聞雑誌等への記事掲載71件、受験生向け発信4件
---------	--



図3 Space Food Xキックオフミーティング



図4 オープンキャンパスでの高校生向け説明会

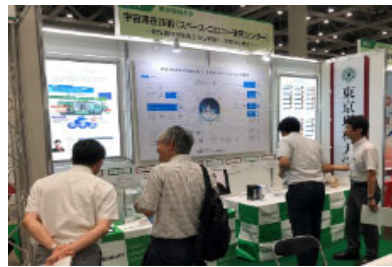


図5 Innovation Japan 2018組織展示



図6 デモジュールオープニングセレモニー

■海外向け:

主な取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・Foreign Press Tour実施(特派員8名参加、記事掲載3件)[2017] ・2014年にノーベル平和賞を受賞したマララ・ユスフザイ氏来校(図7)[2018] ・International Astronautical Congress 2019でJAXAブースに協力(図9)[2019] ・OKINAWA COLLOIDS2019でSymposiums「Science & Technologies for the Sustainable Space Colony Life」を実施[2019] ・アジア工科大学院(AIT)と協力に関する覚書(MOU)を締結[2019] ・The 3rd International Moon Village Workshop & Symposium共催(図8)[2019] ・外務省「外国報道関係者招へい事業」への協力[2019]
メディア掲載等	[2017]TV等の放映1件、新聞雑誌等への記事掲載3件 [2018]TV等の放映1件、新聞雑誌等への記事掲載10件 [2019]TV等の放映0件、新聞雑誌等への記事掲載4件



図7 マララ・ユスフザイ氏来校



図8 The 3rd International Moon Village Workshop & Symposium



図9 International Astronautical Congress 2019でJAXAブースに協力

<目標達成度の測定方法>

2018年度に成果目標項目を確定した。研究活動に関する指標としては「論文件数(査読あり)」、「共同研究件数」、「特許出願件数」、ブランディング戦略に関する指標としては「新聞等記事掲載件数」、「講演会等開催件数」、「HPアクセス数」を設定した。実績は以下の通りである。

	2017年度	2018年度	2019年度
論文件数(査読あり)(報)	54	50	51
共同研究件数(件)	1	3	30
特許出願件数(件)	0	0	1
新聞等記事掲載件数(件)	8	27	70
講演会等開催件数(回)	1	6	8
HPアクセス数(ユーザー/日)	-	16	28

(自己点検・評価)

研究活動は全てのチームにおいて概ね計画通り進んだ。加えて、研究成果の情報発信により、2018年に設立した研究開発コンソーシアムへの参加希望が増加した。学会やSpace Food X、光触媒工業会等の団体との交流により、共同研究も増加している。さらに、国の大型研究開発制度への申請に向けて、本事業の取り組みを核とした産学官での議論を通じて、次のステップに向けた研究開発の枠組みを構築することができた。

ブランディング戦略においては、様々なメディアを通じた積極的な情報発信とPDCAにより、受験生、研究者、企業の認知度が向上した。具体的には、国際学会の共催、海外大学からの連携協定締結希望、国内外からの共同研究や実用化等の問合せが着実に増加している。

(外部評価)

事業計画の一部に未達の項目があるが、この3年間で事業の実施に必要な体制が適切に整備された。

研究開発については、地上の技術を宇宙に転用して、そこで研ぎ澄まされると、また地上に帰ってくるという流れがしっかりと形成されている。産学官連携についても、JAXA、民間企業、国内外の大学等との連携が進展し、人材育成プログラム開発、衣食住に関する技術、小型カメラ、太陽電池、熱電池、蓄電技術、水空気再生技術で複数の共同研究を実施しており、理科大を核とした有人宇宙技術に関する研究開発ネットワークが着実な広がりを見せている。さらに、地上にも展開できる優れた技術も醸成されつつあるので、ベンチャー立ち上げなどで民間の資金を調達する道も探索できる環境が整ってきた。

今後、JAXAとの連携も一層強化すると共に、企業や大学等が集まるコンソーシアムを強化し、「この分野は理科大」となるコミュニティの形成を目指していただきたい。

本拠点では、スペースアグリ技術、創・蓄エネルギー技術、水・空気再生技術が一体となり、スペースQOLデザインチームが事業と統括する体制で3年間の研究を実施した。これらの研究開発による技術の蓄積は大学の研究力の基盤となるものであり、本拠点が培った知見や技術を大学の資産として活用するため、事業終了後も研究拠点を継続・発展させる。現在、本拠点を核とする共同研究30件を実施するとともに、関連研究課題に関する公的研究費事業を3件実施している。さらに、2020年度には本拠点を核として国の大型研究開発制度への申請を計画している。

本拠点は、学内の研究者は勿論のこと、広く社会へ開かれたものとして、事業終了後も産業界等のニーズを反映しつつ開発を継続する。これを国内外を問わず学外の企業や研究機関との共同研究等に活用することで、**実学と技術導出の宇宙研究**といえ**ば東京理科大学と認識されることを目標**とし、本学の「中期計画」にも掲げる「世界の理科大」の一翼を担う研究拠点へと継続的に発展することを目指す。

さらに、教育面では、全学的な取り組みとして、先行して文部科学省の宇宙航空科学技術推進委託費宇宙航空人材育成プログラムの支援により教育プログラムの開発を進めている「宇宙教育プログラム」、理工学研究科の大学院生対象の分野横断型コースと連携し、教育・研究を一体的に実施する体制整備を進める予定である。これにより実際のミッション「本物」につながる宇宙居住を含めた、宇宙に関する総合的なシステム研究という他には見られない特徴と、導入から「本物」までを段階的につなぐ教育システムを効果的に連携し、**宇宙についての多様なひと、技術とミッションが循環する仕組み実現**することができる。

今後の事業成果の活用・展開



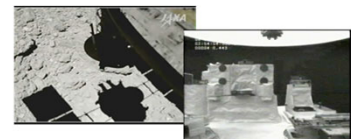
宇宙教育プログラム

宇宙の体験



宇宙理工学コース

宇宙研究への参加



研究室での本格的な宇宙研究

本格的な宇宙研究



スペース・コロニー研究センター

図10 宇宙に関する総合的なシステム研究による若手人材育成プログラムのスキーム