

# 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	261010	学校法人名	同志社		
大学名	同志社大学				
事業名	宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸を目指す統合的研究基盤と国際的連携拠点の形成				
申請タイプ	タイプB	支援期間	5年	収容定員	24456人
参画組織	理工学部、生命医科学部、スポーツ健康科学部、脳科学研究科、宇宙医科学研究センター、システム神経科学研究センター、エネルギー変換研究センター、ナノ・バイオサイエンス研究センター				
事業概要	宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸を目指す統合的研究基盤と国際的連携拠点の形成を目指す。世界の宇宙関連研究機関との国際共同研究により、「宇宙生体医工学」の発展に寄与するとともに、地球上の歩行困難者等への新規運動処方、リハビリテーションデバイス、予防法、治療薬の実用化に繋げ、「超高齢化社会」における「QOL(quality of life)の低下を伴わない健康寿命の延伸」による質の高い社会貢献を目指すとともに宇宙環境での健康維持課題に挑戦する。				
事業目的	<p>本学は、創立150年にあたる2025年に向けた大学ビジョンに基づき、独自性の高い研究と総合大学としての教育研究基盤を活かした「新たな同志社ブランドの確立」を目的とし本事業を構想した。同志社大学の研究の独自性は、研究の自由を尊重しつつ、本学の教育理念である「キリスト教主義」、「自由主義」、「国際主義」、さらには建学の精神である「良心教育」を研究の文脈で読み解き、現代的課題に取り組む点にある。この独自性は、本学が文部科学省21世紀COE事業に取り組む中で示した「本学の研究を、建学の精神を21世紀にふさわしい形で深化・展開していくことを目指す」という方向性を継承するものである。21世紀COE拠点「一神教学際研究センター」、「技術・企業・国際競争力研究センター」の活動は、その後の5年一貫博士課程「脳科学研究科」、リーディング大学院プログラム「グローバル・リソース・マネジメント」、共同利用・共同研究拠点「赤ちゃん学研究センター」等、教育理念を具現化する特色ある取組に繋がり、国内外から高い関心と期待が寄せられている。これらの教育研究拠点形成と相まって、2018年3月現在、企業との共同研究は2008年度比で件数2.5倍(106件)、受入金額4.1倍(186百万円)、公的研究費(科研費を含む)は件数で2.1倍(504件)、獲得金額2.0倍(1,594百万円)と順調に伸びている。</p> <p>しかし、その一方で本学に対するアンケート調査では、「キリスト教」、「文系大学」、「英語教育」といったイメージに代表される様に、理系の研究や教育の特色、優位性に紐づく回答が少ない。この原因として、研究活動を広報に結びつけられていない現状があげられるが、まずはこの実態とイメージのギャップを埋めるために事業実施体制を整備する必要があった。そこで本学は、2017年度、40にわたる学内研究センターの機能別分化に着手し、国際、地域、産学連携等に取り組むセンターを連携事業拠点として重点的に支援する制度(中核的研究拠点制度)を新設した。本制度には、研究成果や業績だけで新たなブランドイメージを形成するのではなく、外部機関との連携による共同研究を実施する過程の中で「高い研究力を有する大学」としてのイメージを定着させる狙いがある。</p> <p>本事業で提案する「宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸を目指す統合的研究基盤と国際的連携拠点」は、我が国が抱える課題と世界規模で技術革新が進む課題を融合させ、新たなキーテクノロジーによるイノベーションの創成、さらには社会システムの変革に寄与することを目的とするものである。アメリカ航空宇宙局ジョンソンスペースセンター(NASA JSC)、欧州宇宙機関(ESA)やイタリア宇宙機関(ISA)等の国際的な連携フレームによる課題融合研究に取り組む、同志社大学に新たなブランドイメージをもたらすべく企図した挑戦的プロジェクトである。</p> <p>研究代表者の辻内伸好(理工学部・教授)は、これまで取組んできた①機械工学を中心とするメカトロニクス分野研究、②脳信号処理から神経回路システムの解明に力点を置いた歩行制御機構の研究、③リハビリテーション分野を中心とする運動・福祉に着目したパフォーマンス向上に関する研究を結集させ、2013年に先端バイオメカニクス研究センターを設置、リハビリテーション先進医療応用に関する実用化技術の開発で多くの実績をあげてきた。また、日本初の宇宙飛行士の最終被選考候補者の1人として宇宙関連研究でも名高い大平充宣(スポーツ健康科学部・教授)率いる宇宙医科学研究センターとの連携実績が認められ、2018年4月に本学7件目の先端的教育研究拠点の指定を受け、「宇宙生体医工学研究プロジェクト」を実施することとなった。本プロジェクトは、本学の中核的研究拠点による外部機関と連携した共同研究を先導し、「研究力」の高度化を通じた世界規模での本学のプレゼンスの向上に取り組む。</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	261010	学校法人名	同志社																														
大学名	同志社大学																																
事業名	宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸を目指す統合的研究基盤と国際的連携拠点の形成																																
事業成果	<p>同志社大学は、学長のリーダーシップの下、創立150周年を迎える2025年を展望して「同志社大学 VISION2025ー躍動する同志社大学ー」を策定している。本ビジョンの実現に向けた中期行動計画において、私立大学研究ブランディング事業を新たな融合研究の創出を目標として進めてきた。本事業は学長の重点的に取組む課題にも掲げられ、全学的に広報されるとともに ALL DOSHISHA で実施する事業に位置付けられている。本事業で実施の「宇宙生体医工学」を利用した健康寿命の延伸を目指す統合的研究基盤と国際的連携拠点の形成」は理工学部教授、辻内伸好を代表とし、理工学部、生命医科学部、スポーツ健康科学部、脳科学研究科、宇宙医科学研究センター、システム神経科学研究センター、エネルギー変換研究センター、ナノ・バイオサイエンス研究センターから構成した宇宙生体医工学研究プロジェクトとして運営している。</p> <p>またブランディング効果を高めるため、プロジェクトの英語名「Doshisha Research Project for Active Life in Space Engineering and Medical Biology」より、プロジェクトの呼称をDoshisha Space-DREAM Projectとした。</p> <p>支援期間の2018年度～2020年度に加え、当初の5年計画を実行するべく、2022年度までをプロジェクト期間とし、学内予算を投入して実施予定である。</p> <p>事業支援期間中は国際シンポジウムの参加者アンケートや、新聞の採録記事に対する読者アンケートを実施し、その分析結果や、外部評価委員による評価結果を実行計画に反映し、研究担当副学長を委員長とする運営委員会にてこれを承認し、事業をすすめている。</p> <p>(1)主な研究成果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>学術誌掲載論文</th> <th>査読付き講演論文</th> <th>総説論文</th> <th>講演発表</th> <th>著書</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2018</td> <td>12</td> <td>1</td> <td></td> <td>49</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>26</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>121</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>28</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>47</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>66</td> <td>5</td> <td>11</td> <td>217</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・初年度、NASAジョンソンスペースセンターにおいて、ARGOS(重力免荷能動制御システム)を利用した低重力環境下の歩行解析のシミュレーションを実施。ジョンソンスペースセンターへ装置一式を持ち込み、実験系を組上げることで、Bluetooth等の通信系の検証を実施、予備実験を実施した。当初はNASA-JSCとの共同研究を予定していたが、NASA-JSC保有「ARGOS」の使用が困難となったため、上下方向と進行方向に自由度を有する重力免荷能動制御システムの開発する計画に変更し、重力免荷能第1次試作を完了し、重力制御アルゴリズムとして「速度ベース型出力フィードバック制御」を開発して搭載した。</li> <li>・自走式トレッドミル(負荷制御型トレッドミル)は、バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループが開発した制御S/Wを搭載した床反力計内蔵トレッドミルが、共同研究先であるテック技販株式会社により製品化され、8台が納入済みとなった(大学:3、研究所:2、病院:2、その他:1)。</li> </ul> <p><b>マッスルフィジオロジー・リサーチグループ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヨーロッパ宇宙技術研究センター(ESA-ESTEC)に設置されている動物用遠心機を用いた3-G負荷による抗重力筋活動の促進がマウスの生理的特性に及ぼす影響を検証する実験のためのジェノバ大学との共同研究を開始し、抗重力筋活動抑制、それに伴う活性酸素産生、X線照射の影響を、ラットおよびマウスを使って追求した。不活動により産生される活性酸素およびX線被曝による(特に骨格筋への)影響は、manganese superoxide dismutase(MnSOD) 投与で軽減されるという示唆を得た。</li> </ul> <p>本実験のpre-testとして、15日間連続の3-G負荷を行い、アムステルダム大学で解剖・サンプリングを実施した。</p>				学術誌掲載論文	査読付き講演論文	総説論文	講演発表	著書	2018	12	1		49	4	2019	26	3	7	121	1	2020	28	1	4	47	4	合計	66	5	11	217	9
	学術誌掲載論文	査読付き講演論文	総説論文	講演発表	著書																												
2018	12	1		49	4																												
2019	26	3	7	121	1																												
2020	28	1	4	47	4																												
合計	66	5	11	217	9																												

## 事業成果

### バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

#### 負荷制御型トレッドミルの開発



負荷制御型トレッドミルと免荷装置を組み合わせ、低重力環境を実現させ、下肢抗重力筋の活動状態と機能発揮状況をより詳細に解明を目指す

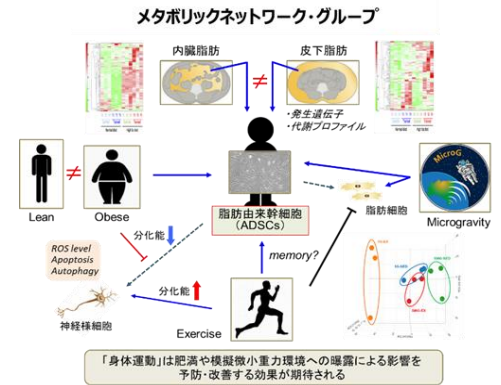


ヨーロッパ宇宙機関 (ESA)、イタリア宇宙機関 (ISA) に加え、イタリアやオランダ、ベルギー、日本の大学やアメリカのフロリダ州立大学等から参加したチームでの共同研究であり、ESA-ESTEC に設置されている動物用大型遠心機を利用し、オスマウス (C57BL/6J) を15日間 3-G環境で飼育した場合の生体反応を追求するもので、解剖・臓器採取は、1-G環境で飼育したコントロールマウスも含めて、アムステルダム市のアムステルダム大学で実施、本実験にはプロジェクトの若手研究者や大学院生も参加した。しかしながら、ヨーロッパ宇宙技術研究センターやジェノバ大学との共同研究を現在中断中である。

- ・筋骨格モデルによる重力の抗重力筋に与える影響の評価として、ALTER-Gを用いた下半身免荷実験による歩行形態の変化を纏め、国際学会で発表した。
- ・老化促進マウスによる活性酸素産生およびX線照射による生体への悪影響がMnSOD投与で抑制できるか追求する実験ではコントロールとしてrMnSODに変えてphosphate-buffered saline (PBS) を投与した群では、実験前に比べて3か月間の実験後には2倍以上発現が増えたり、半分以下に減った遺伝子発現が認められたが、rMnSOD投与により顕著にその数が減少した。老化現象がrMnSOD投与により、抑制されたことが示唆された。

### メタボリックネットワーク・リサーチグループ

- ・研究開始当初予定のヨーロッパ宇宙技術研究センターをはじめとする海外研究機関や研究者との共同研究が中断したことをうけて、プロジェクト後半で実施する予定であったADSCの機能や特性に及ぼす運動や肥満の影響の解明に着手した。その結果、運動や肥満は脂肪由来幹細胞の多分化能や細胞内代謝プロファイルを大きく変化させること、内臓脂肪、皮下脂肪といった由来の異なる脂肪由来幹細胞は特性や運動、肥満に対する感受性が異なることなどを新規発見した。
- ・9週間の運動トレーニングを実施したラットの皮下脂肪組織由来ADSCはSMG環境に暴露すると1G環境下と比べ脂肪分化が促進し、RNA-seqに対応したGOエンリッチメント解析ならびにKEEGパスウェイ解析の結果、運動トレーニングは細胞骨格や細胞接着パスウェイに関連する遺伝子の発現を強く修飾することを明らかにした。



- ・脂肪組織-骨格筋のメタボリックネットワークを仲介する新規アディポカイン探索については、皮下脂肪組織由来ADSCから放出されるエクソソームのmiRNAマイクロアレイ解析を実施し、miRN-325-5pが運動トレーニングによって有意に増加することを発見した。エクソソーム内miRN-325-5pを抽出し、マウス由来筋芽細胞株C2C12と共培養したところ、インスリン刺激によるインスリンシグナルの有意な増強が起ることを明らかにした。

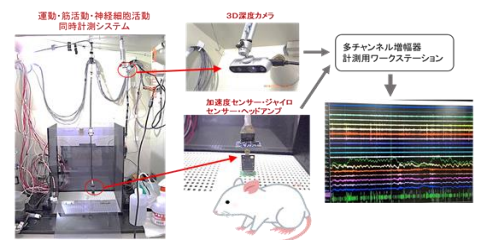
## 事業成果

### ブレインファンクション・リサーチグループ

- ・ラットの運動・筋活動・神経細胞活動を精細に同時計測するシステムを開発。小型の3D深度カメラを改良し、加速度センサー、ジャイロセンサー、ヘッドアンプを一体化した超小型の集積回路を作製し、そのシステムを活用し、ラットの微細な運動と運動野・大脳基底核の神経細胞活動の対応について解析、特に抗重力筋の活動抑制や活動促進が脳活動に及ぼす影響についても解析中。システムの天井には小型の3D深度カメラを取り付け、ラットの身体の動きを計測。またラットの頭部には小型の加速度センサー、ジャイロセンサー、ヘッドアンプを取り付け、微細な運動と脳内の神経細胞の活動を同時計測。それら計測した信号を多チャンネル増幅器で増幅したのち計測用ワークステーションで解析し、運動-筋活動-神経細胞活動の関係を明らかにする。

### ブレインファンクション・グループ

- ・ラットの運動・筋活動・神経細胞活動を精細に同時計測するシステムを開発した。
- ・抗重力筋の活動抑制や活動促進が脳活動に及ぼす影響を調べている。
- ・脳機能を活性化するためのトレーニング法やリハビリテーション法を提案する予定である。



### (2)教育活動への展開

本事業では外部評価において、教育活動への展開の提案がなされたことをうけ、2020年度秋学期に複合科目を開講した。プロジェクトの研究者、学外講師により、宇宙生体医工学とはいったい何か、それは何に役立つかについて幅広く教育活動を行うため、学部横断的に受講可能な複合領域科目として「宇宙生体医工学 概論 -健康寿命の延伸のために-」を開講した。  
 登録者数:13名 単位取得者:11名 受講者の所属:文化情報学部, 心理学部, 生命医科学部, 理工学部

### (3)異分野との融合

本事業では外部評価において、同志社大学の特徴である「良心教育」をはじめとする人文・社会科学の研究分野との連携によるブランド力の強化への提案がなされたことをうけ、2020年度は異分野との連携を実施した。



<p style="text-align: center;"><b>事業成果</b></p>	<p>具体的に良心学研究センターとの共同で、シンポジウム「良心と宇宙—もしも宇宙に行くのなら」、対談「パンデミック時代における良心—世界観を更新するための学際的研究・宇宙生体医工学と超高齢社会」等を実施した。いずれも、ストリーミング配信を実施。</p> <p>また、あらたな取組として、芸術分野との連携を模索し、京都国際芸術祭にて、「エクスペリメンタルとは2 宇宙生体医工学×身体表現」にて芸術家(ダンサー)との対談により、宇宙もふくめた未知の環境で、精神的・身体的にどんな備えをしたら人類は生き残れるのかという問いから出発した対談にて、新しい動きを作ること、新しい環境にリアクションできる身体の準備、そのためのイメージの仕方について、討論を実施した。</p> <p>研究成果報告については2020年3月9日、オンラインにて成果報告会を実施。プロジェクトホームページにて、動画を公開している。  <a href="https://space-dream.doshisha.ac.jp/news/2021/0329/news-detail-44.html">https://space-dream.doshisha.ac.jp/news/2021/0329/news-detail-44.html</a></p> <p><b>ブランディング活動</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト公式ホームページ(日・英)を作成、研究成果、メディアへの配信状況などを公開している。  <a href="https://space-dream.doshisha.ac.jp/">https://space-dream.doshisha.ac.jp/</a></li> <li>・プロジェクトのロゴを作成、メディア配信などに効果的に運用。</li> <li>・2019年度はキックオフとして、国際シンポジウムを実施、JAXA金井宇宙飛行士の講演を含め、共同研究先であるイタリア、ロシアの研究者の講演をおこなった。シンポジウムの参加者のアンケートを回収し、ブランディング活動の効果を検証した。</li> <li>・同シンポジウムと並行して、国内の宇宙医学等に取り組む大学院生と海外研究者のサテライト・ミーティングを実施し、大学院生の発表や海外研究者とのディスカッションを実施した。</li> <li>・国際シンポジウムの内容は毎日新聞にて採録記事を掲載し、読者アンケートを実施して、ブランディング活動の効果を検証した。</li> <li>・KBSラジオ番組 さらピン京都への出演を行い、プロジェクトの内容を発信した。</li> <li>・2020年度は上記、検証結果から広報物の内容としては、同志社を知るきっかけとして特に若者に訴求するような媒体を用いること、研究の魅力を分かりやすく伝えること、ある程度斬新で目を引くが伝統的な同志社のイメージを損なわないこと、に留意した広報活動を行うのが効果的ではないかと結論に至ったことを踏まえ、2020年度は講談社と協力して、人気コミックの宇宙兄弟(作者小山宙哉氏)とコラボしたプロジェクト紹介記事を作成し、週刊モーニング誌に掲載する企画をおこなった。</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>今後の事業成果の活用・展開</b></p>	<p><b>プロジェクト全体</b></p> <p>本事業は国際連携を中心とした研究活動を実施することを主軸の一つとしている。2020年度より、新型コロナウイルス感染症の影響により、海外機関との連携が困難となり、結果として、いくつかの計画を中断せざるを得なくなっている。引き続き、プロジェクトを当初予定の5年計画で継続することで、2021年度の研究計画を策定し、実施している。パンデミックの状況によるところは大きいですが、海外機関との共同研究を再開し、継続した連携活動を実施する予定である。</p> <p>プロジェクト内では、マッスルフィジオロジー・リサーチグループ、メタボリックネットワーク・リサーチグループ、ブレインファンクション・リサーチグループのマウスを用いて得られた結果を基に、各グループとの連携を進め、例えばリン酸化低下を筋収縮による機械的刺激で防ぐために必要な張力発揮量や神経細胞の活動などの定量的な結果を有効に活用するなど、ヒトのサルコペニアの原因解明、リハビリテーション処方策・器具の実用化、歩行困難者や宇宙飛行士向けの新規トレーニング方法の構築を図る。</p> <p><b>人文・社会科学研究分野との連携</b></p> <p>我々が開発している「自走式トレッドミル」も従来のトレッドミルよりも効率的に下肢の筋肉に負荷を与えることができるが、その分「苦しさ」を伴う。また当然、リハビリテーションに「苦痛」を伴うことも避けられない。それをいかに、自主的に「継続」させられるかは、非常に重要な「心の動きに根ざした問題」である。そこに、例えば「ナッジ理論」のような行動科学や心理学の分野からの協力を得て、我々が開発した「福祉機器、健康機器」を効果的に社会に展開できれば、総合大学である同志社大学で「宇宙生体医工学研究プロジェクト—健康寿命の延伸—」を実施している意味がある。したがって、さらなる文理融合を進める。</p> <p><b>教育活動への展開</b></p> <p>宇宙生体医工学とはいったい何か、それは何に役立つかについて幅広く教育活動を行うため、2020年度に引き続き、2021年度においても複合領域科目として「宇宙生体医工学 概論 —健康寿命の延伸のために—」を開講する。宇宙や健康寿命に興味をもつ学生の積極的な参加を促し、また若手研究者育成にも力をいれたい。</p> <p><b>ブランディング活動</b></p> <p>2020年度の講談社の「宇宙兄弟」(作者 小山宙哉氏)、週刊モーニング誌とのタイアップ記事による広報活動の効果を検証し、同志社大学、また宇宙生体医工学研究プロジェクトの認知度向上にむけた広報ツールを検討する。</p> <p>既に作成済みの掲載紙面の別刷りを、2021年6月に計画する教員対象説明会をはじめ、年度内に実施する入試説明会、オープンキャンパス等で約3000部の配布を行う等、広報展開を戦略的に計画し、その効果を検証する。</p> <p>また、本事業の取組実績、ノウハウをもとに、他の研究プロジェクトの研究成果の効果的な広報など、ブランディング活動に波及させる。</p>