

2021 年度
同志社大学研究ブランディング事業
外部評価報告書

2022年7月

宇宙生体医工学研究プロジェクト外部評価委員会

同志社大学研究ブランディング事業 外部評価報告書

1. 研究ブランディング事業の実施体制及びブランディング戦略	2
外部評価委員の評価所見	7
2. 研究内容及び研究活動状況	8
外部評価委員の評価所見	17
3. 評価実施年度以降の研究活動の展望及び研究計画	18
外部評価委員の評価所見	20
4. 2020年度の外部評価結果を踏まえた取組状況	22
外部評価委員の評価所見	29
5. 研究ブランディング事業の公表及び研究経過・成果の発信状況	30
外部評価委員の評価所見	39
6. 総合評価	40
研究ブランディング事業の活動状況等について特筆すべき意見	40
(参考資料)	
7. 同志社大学研究ブランディング事業外部評価内規	41
8. 同志社大学研究ブランディング事業外部評価委員会委員	43

1. 研究ブランディング事業の実施体制及びブランディング戦略

(1) 事業の実施体制

○学内の事業実施体制及び自己点検・評価体制、外部評価体制、学外との連携体制等について、下記事項を確認する

①全学的に事業を実施する体制が整備されているか。

本学は、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－躍動する同志社大学－」を策定している。また、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による新たな融合研究の創出を目標としている。さらに、本事業は学長の重点的に取り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。

本学では、全学的な重要事項を審議する機関として部長会（学長・副学長・学部長等で構成）を設置している。研究ブランディング事業は、大学の将来ビジョンに基づき全学的な実施体制及び支援体制を整えて行う取組であり、1 大学 1 件の事業であることから、従来のように研究者が自由に課題を決めることができる学内公募ではなく、学長が要件（建学の精神を踏まえた同志社のブランドとなるプロジェクトの創出、本学の強みの明確化など）を示した上で研究課題の提案を受け、研究戦略ボードでの提案内容の検討、部長会での審議を経て、本事業を優先課題として実施することを学長が決定した。また、2018 年度当初より同志社大学研究拠点形成支援費の活用による重点的な予算措置を行い、ポストアワード等を担当する支援スタッフを配置し、プロジェクトは活動を進めてきた。

2018 年度文部科学省私立大学研究ブランディング事業の選定をうけ（2019 年 2 月）、2020 年度までの 3 年間の実施に加え、大学独自の運営により、2022 年度までの 5 年間のプロジェクトとして継続中である。



また、全学的な事業実施体制については、副学長が機構長を兼務する研究開発推進機構が担っている。本機構は、本学の特色を活かした研究拠点形成と研究支援業務を統括的にを行うことを目的としており、全学的な研究実施組織である先端的教育研究拠点、中核的研究拠点、学際的研究拠点により構成されている。特に、先端的教育研究拠点については、卓越した教育研究拠点を形成する研究センターで構成され、現在学内に設置している60を超える研究センターの中で5拠点のみであるが、本プロジェクトを2018年度より当該拠点に指定している。また、全学的な研究推進組織である研究推進部、リエゾンオフィス、知的財産センターが重点的に事業を推進する体制を整えている。さらに、研究推進部と副学長である学長室長が所管する広報部が連携して研究活動のみならず研究広報も含めたブランディング活動を全面的に推進している。

②事業実施・進捗管理体制は整備されているか。

研究ブランディング事業の実施に当たってプロジェクト運営委員会を設置している。本運営委員会は、プロジェクトの事業実施を統括するプロジェクト責任者に研究担当の副学長が当たり、プロジェクトの企画調整及び運営を統括するプロジェクト代表者、各研究グループの推進リーダー、学内外の研究者等若干名、研究推進部長及び広報部長により構成されている。運営委員会は、プロジェクトの事業計画、実施体制、進捗状況の管理、成果の発信、自己点検・評価及び外部評価に関する事項について審議することを目的としている。

また日常的には、URRが拠点運営支援のポストアワード業務を担うとともに、研究活動をより発展させるために外部資金の獲得に向けたプレアワード業務も行う体制を整えている。

2019年度に、同志社大学京田辺キャンパス訪知館1Fに専用研究室を設置し、2020年度には本研究室に遠心力による3～4Gの仮想重力環境を作る実験装置を整備した。

さらに、光喜館地下1Fの実験室のスペースを確保し、NASA、ARGOS機能に走行負荷制御が可能なトレッドミルを組み合わせた吊り下げ式免荷重実験装置を開発している。2021年度は当該制御装置の安全性、性能、制御方式の有効性の検証を実施した。

2021年度は2020年度に引き続き、成果報告会をWebにて開催し、学術界のみならず、産業界からも研究活動の進捗等について意見をいただいた。最終年度となる2022年度には「国際シンポジウム」を開催し、5年間の達成状況の確認を図り、今後の取り組みに活かすものとしている。

③自己点検・評価体制は整備されているか。

同志社大学自己点検・評価規程では、大学基準協会にて要請されている基準以外に本学独自に研究開発の基準を設けており、同志社大学研究事業の実施に関する方針並びに自己点検・評価実施要項に規定の研究開発に係る自己点検・評価項目及び評価の視点に則って、研究活動及びブランディング戦略並びに事業全体の自己点検・評価を実施する体制を整備している。また、研究プロジェクトに係る自己点検・評価については、同志社大学研究ブランディング事業自己点検・評価委員会申合せに基づき、事前の評価項目の設定、事後評価による効果の検証、次の研究計画への反映等のPDCAサイクルを回すものとしている。

④外部評価体制は整備されているか。

同志社大学研究ブランディング事業外部評価内規に基づき、本事業の進捗状況及び成果について、外部評価を継続的に受ける体制を整備している。外部評価委員には、学術界の有識者として、工学系では京都大学名誉教授 土屋 和雄 氏、医学系では元JAXA主任医長の医療法人

徳洲会 館山病院 内科医師 関口 千春 氏、研究成果の波及が期待される産業界から三菱電機株式会社開発本部技術統括 田中 健一 氏、株式会社MBSメディアホールディングス代表取締役会長・株式会社毎日放送 顧問 河内 一友 氏を委嘱し、研究の方向性や産業界の要請などに関して助言を得るものとしている。

⑤P D C Aサイクルが有効に機能することが期待されるか。

同志社大学内部質保証推進規程に則り、上記の自己点検・評価結果に基づいて、内部質保証推進会議が事業に係る課題の改善とともに特色の伸張に取り組み、各要素のP D C Aサイクルの連関を図るものとしている。

2021年度は文部科学省私立大学研究ブランディング事業（2018年～2020年度）の最終成果報告書を提出し、2月度にその総評を得た。示された改善点については最終年度以降の計画にて引き続き検討を行う。

⑥学外との有機的な連携が期待されるか。

本事業メンバーの 大平 充宣 教授は、日本の初代宇宙飛行士の最終被選考者の一人であり、世界各国の宇宙関連機関との磐石な国際連携ネットワークを構築している。このことから、本事業では、NASA、JAXA、ESA、ISA等の宇宙関連機関やUC San Diego、UC Los Angeles、Univ. Genova等の大学とも国際的な連携関係を展開している。

2021年度は2020年度に引き続き、新型コロナウイルス感染症の影響が大きく、海外の研究者との連携や共同研究、また学生の海外共同研究への参画については停滞している。しかしながら、他機関との連携も含めた大型の競争的研究費や海外研究機関とのプロジェクトの企画は継続して実施したいと考えている。

(2) ブランディング戦略

○学長のリーダーシップの下で実施する研究事業を通じたブランディング戦略について、下記事項を確認する

①当該事業で打ち出す独自色の内容が将来ビジョンの実現に向けた位置付けとなっているか。

VISION2025では創造と共同による研究力の向上を目標の一つと掲げており、14学部16研究科を擁する総合大学としての特色を最大限活かすべく、文理融合や領域横断による融合研究を創出することとしている。宇宙生体医工学は、「高齢化」が抱える健康問題と長期宇宙飛行に伴う宇宙飛行士の健康課題の解決をリンクさせ、地球上の健康寿命延伸という課題と、宇宙環境での有人飛行時の健康管理という双方の課題に挑む国際的な研究を実施する。宇宙での課題を研究する国内外の研究機関との共同研究のみならず、学内の理工学、スポーツ科学、生命医科学、脳科学等の領域横断による創造的な研究活動でもある。さらに本事業の進展には、宇宙環境を利用する際に新たに発生する研究倫理の課題、国際協力を実現するためのグローバル化の課題、地球上での健康維持や健康寿命のための社会実装に必要な心理・社会トリートメントなど心と行動に関する課題、社会福祉や産業創出につながる社会学と経営学の課題なども密接に関わっており、それら人文社会系の研究領域との連携が必須であり、多様な学問体系が本事業の成果創出を支え、かつ創出された成果をそれらの学問体系の教育へと循環させることが可能である点が、VISION2025で掲げる目標に合致した独自色の強い内容となっている。

②当該事業を通して浸透させたい本学のイメージが具体的にされ取組内容に整合しているか。

「人を変え、世界を変えていく、躍動する同志社大学」

本事業は、生理学、生化学、神経科学、生体医工学の視点から、地球上の健康寿命延伸や高齢者等の QOL 向上を目指す研究であるが、その手法として、世界各国の宇宙の研究機関との連携による国際共同研究により、宇宙飛行士の健康や将来の宇宙環境での生活等に関する課題にもアプローチする点に特徴がある。

本事業を通じて浸透させる大学のイメージは、大学ビジョンのメッセージでもある「人を変え、世界を変えていく、躍動する同志社大学」である。

「人を変える」とは、関与する学生や研究者を育成する意味はもとより、地球上での健康寿命延伸として「人」を変えることや、宇宙飛行士の健康課題としての「人」を変えるということに挑むものである。さらに、医療やリハビリの現場で働く「人」の意識を変えることや、宇宙を見据えた国際共同研究で生じる新たな研究倫理に関する課題を本学独自の「良心教育」に繋げることで、「人を変える」ことも意味している。

「世界を変える」とは、高齢社会の問題が日本の課題にとどまらず地球上の課題となることや、将来の宇宙環境での生活を見据えた世界の課題にもチャレンジすることなど、本事業から発生するさらなるグローバルな課題に取り組むことを意味している。

③研究成果の社会への寄与、学生募集や卒業生の進路への影響等の効果を想定し、当該事業のステークホルダーを検討できているか。

本事業の実施にあたり想定するステークホルダーは以下の3セグメントである。

(1) 共同研究の実施や技術移転先、学生のインターンシップ、就職先としての企業

本研究を推進することによって生み出されるさまざまな成果、例えばメタボリックシンドローム発症の分子機構の解明、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などが、新たな産業基盤を生み出し、社会にインパクトをもたらすことは明らかである。これらの成果を具現化した製品として社会に還元するため、すでに本学と連携している企業を本研究の連携先として位置づけている。宇宙環境等を利用した実験の実現は、企業に対しても新たな製品開発や市場開拓の可能性を与えるものであり、産学連携の推進にも繋がると期待している。また、本研究に関係した学生は、チャレンジ精神と国際感覚を持ち、従来にない広い視野とたくましさ具备了な研究力を身につけることが出来るため、就職先となる企業にとっても有用で即戦力のある人材となるはずである。

(2) 国内外の高齢者・福祉関連技術に携わる研究者、研究関連機関、学界

「宇宙生体医工学」という分野は、従来、高齢社会・超高齢社会における老化や寝たきり生活に伴う身体機能や QOL の低下という問題に積極的に利用されていたわけではない。しかし本事業が展開する研究プロジェクトを通じて、世界規模で技術開発が非常に進んでいる宇宙に関する技術と産業界の連携を促進することができれば、福祉関連のみならず新たな健康関連の産業が生み出される可能性も考えられる。また研究活動や研究成果を国内外の研究者に幅広く情報発信することで、本事業に関わる学術分野のさらなる発展を目指すこともできる。

(3) 受験生・在学生および保護者

本事業の特色は、「宇宙」を多様な研究の手段として利用することが可能であること、またそれが地球上の多くの問題解決につながることを明らかにするという側面を有している。本学の多くの学部や研究科で「宇宙生体医工学」について多様な側面から学ぶ機会を広報することで、受験生に対して、総合大学としての同志社大学の魅力をより効果的に伝えることができる。また在学生にとっても本学で学ぶ研究領域や習得したい学問領域を広げることができる。期待できる。

④アンケート調査や意見聴取、既存データの分析等により、現状の本学のイメージ及び認知度の把握・分析ができているか。

2019年度に開催した本プロジェクトのキックオフシンポジウム「新時代を切り拓く、宇宙への挑戦」においては毎日新聞に採録記事を掲載し、アンケート調査を実施した。同志社大学の認知度に関する調査では、近畿圏では有効回答数 211 名に対して、①「どのような大学かまで知っている」という回答が 46%、②「名前は聞いたことがある」が 49.8%となり、全体では 95.8%となった。また、首都圏では有効回答数 208 名に対して、①30.3%、②61.5%、全体 91.8%、福岡では有効回答数 198 名に対して、①21.2%、②74.7%、全体 95.9%となった。

2015 年度、2016 年度に調査した内容に比べて首都圏での認知度がわずかに減少しているが、近畿、福岡では 95%を超えており、大学の認知度は高い評価であることがわかる。本ブランディング事業の効果として、特に理系研究への認知度についての検証を 2022 年度に実施する予定である。

⑤分析結果を踏まえ、効果的な情報発信手段・内容を適切に検討しているか。

本学のイメージおよび認知度の分析結果を踏まえ、本事業における広報対象を 4 つに分類し、効果的な情報発信手段を検討した。

- (1)同志社大学を全く知らない層
- (2)同志社大学についてよく知らない層
- (3)同志社大学が文系の大学と認識している層
- (4)同志社大学の理系の研究について既に知っている層

利用する媒体(メディア)については、(1)から(3)は、主体的な情報収集を期待する層ではないため、従来型のマスメディア、新聞への出稿を主たる媒体として活用することに加え、Web や SNS についてもその特性に応じて活用するものとする。

新聞への出稿については、特集記事としてシンポジウムの採録記事を掲載、最下段をオープンキャンパスの広告としている。2019 年度のアンケート調査では、広告を見た後の態度変容について、「改めて『同志社大学』に注目した」層が、近畿圏で 44.7%、首都圏で 41.7%、福岡で 40.5%となり、引き続き新聞への広告出稿についての有効性が検証できた。

2019 年度の調査の結果、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。また掲載日前日等より大学公式 Twitter での発信を行う等、SNS を利用する層をターゲットとした広報を実施した。

2021 年度は本コラボ企画の媒体を有効に活用し、プロジェクトの広報を企画したが、前年度に引き続き新型コロナウイルス感染症の影響により、オープンキャンパスとリンクした取り組みは実施に至らず、3000 部程度の広報物の配布にとどまった。

⑥ブランディング戦略の工程、工程ごとの成果指標及び達成目標を策定できているか。

本事業では成果報告を含めた学外向けのシンポジウムによる成果発信を計画しており、SNS での周知、ライブ中継配信、新聞社の Web 枠を使用した記事配信を行うことで、参加者のみならず日本全国を対象として内容の周知を行う。

最終成果報告については、採録記事を単独企画で全面出稿のほか、VISION 2025 と関連づけたプロジェクトの研究成果を広報する。

【外部評価委員の評価所見】

○実施体制：大学の将来ビジョンに基づき、文科省私立大学研究ブランディング事業に加え大学独自の事業として運営されており、評価できる。

事業戦略：総合大学としての文理融合の領域横断型の融合研究として宇宙生体医工学を取り上げ、宇宙飛行士の健康課題の解決とともにその成果を地球上の健康寿命延伸という課題に結び付けたユニークな事業である。

○「同志社大学宇宙生体医工学研究プロジェクト」は自然科学が主導する研究テーマであるが、「人」を検討対象とするテーマであることから、この分野に関する豊富な知見を有する人文・社会科学との融合も進め、総合大学の特徴を生かした研究内容となっている。また、研究活動をサポートする学内の体制も十分に整備されており、同志社大学が掲げる Vision2025 との整合性も取れている。ブランディングの一つの目標である大学の認知度向上に向けた調査も継続的に行われており、その結果に基づいて広報対象毎のメディア戦略を考え、本研究成果の社会への浸透を図っている点は望ましい取り組みである。

○引き続き大学が標榜されている「文理融合」のもと、当事業を推進されていることは大いに評価できる。更に「良心教育」の一環として倫理、心理、社会へどの様に貢献していくのか注目している。

○実施体制に関して以前にも述べたが、複雑でやや難解だが、図式を見ると理解しやすい、なお各部署はおおむね機能していると思われる。

ブランディング戦略では、社会全体での大きな問題である高齢化社会に向けての取り組みや 21 世紀の人類の宇宙進出に向けているという点においては的を射た戦略と思われる。

2. 研究内容及び研究活動状況

【研究内容】

宇宙生体医工学研究プロジェクト Doshisha Space-DREAM Project

Doshisha Research Project for Active Life in Space Engineering and Medical Biology

「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」

宇宙生体医工学研究プロジェクトでは、研究対象を微小重力暴露模擬実験等を駆使した「宇宙生体医工学」という新たな学術領域に展開し、地球上の歩行困難者、宇宙飛行士の新規運動療法、リハビリテーション方策・機器の開発、創薬への実用化に繋げる研究を実施する。また、NASA ジョンソンスペースセンター、アメリカ・カリフォルニア大学、イタリア・ジェノヴァ大学等との国際共同研究を実施することで、特徴的な研究成果の創出や国際的視野を有し実戦できる人材の育成を計画する。

微小重力の宇宙空間では、ロコモティブシンドロームの原因である抗重力筋の萎縮、脳における遺伝子やタンパク質発現の変化が誘発され、宇宙飛行士の地球への帰還後の歩行困難等が報告されている。同じような現象は地球上における老化や寝たきり生活でも誘発され、このような骨格筋萎縮や身体不活動はメタボリックシンドロームに結びつくことがわかっている。本研究では、宇宙環境での実験を利用し、理工学、生命医科学、スポーツ健康科学、脳科学の融合分野からなる、生理学、生化学、神経科学、生体医工学の4つのグループの研究によりヒトの健康に関する分野の統合研究の推進を目指す。



【研究活動状況】

2021年度 研究計画

(1)生理学：マッスルフィジオロジー・リサーチグループ

ヨーロッパ宇宙技術研究センター (ESTEC) における動物用遠心機を用いたマウスの 3-G 負荷実験は、COVID-19 の影響が収束されれば、再開することになっている。国内における研究としては、DAS 社のジェット機を使った弾道飛行による各種の重力レベルに対するヒトのエネルギー代謝の反応を追求する。

また、Space Walker の企画に応募したので、選定されればマウスをロケットに搭載し、宇宙空間 (高度約 120 km) まで打ち上げた後の μ -G 暴露後、通常の飛行機と同様に滑走路に水平着陸させる suborbital flight 実験が可能となる。

これらの実験以外では、すでに実施した実験に於けるデータ解析を進めると共に、論文投稿の予定である。

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

前年度までの研究で、皮下脂肪組織由来 ADSC を微小重力環境下で脂肪分化させることによって、運動トレーニングによる ADSC の脂肪分化能変化は、細胞骨格や細胞接着シグナルパスウェイに修飾されていることが示唆された。そこで、2021 年度は、この背景にある分子基盤をより詳細に検討し、ADSC の脂肪分化過程における細胞骨格・細胞接着関連因子の役割や機能関連、ならびに運動トレーニングや高脂肪食摂取の影響を明確にする予定である。具体的には、ADSC 分化能の静水圧やメカニカルストレスに対する応答性を検討するとともに、運動トレーニングや高脂肪食摂取、微小重力が ADSC や分化脂肪細胞の細胞骨格や細胞接着シグナルパスウェイ (たとえば、インテグリンなどの機械受容器や下流のシグナル伝達系、細胞内・細胞外マトリックス) に及ぼす影響を追求する。2021 年度においては、内臓脂肪組織由来 ADSC についても同様の実験を進め、皮下脂肪組織由来 ADSC と比較検討することで、脂肪組織の解剖学的部位差に依存した生物学的機能の違いの背景にある分子基盤も検討する予定である。

2020 年度には、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生理活性物質 (アディポカイン) の候補として皮下脂肪組織由来 ADSC のエクソソーム内 miRN-325-5p が抽出された。2021 年度では、miRN-325-5p の脂肪組織-骨格筋代謝関連に果たす役割をさらに追求する。

学外研究者は引き続きセレノプロテインに関する研究を継続し、いずれはセレノプロテインの ADSC の脂肪分化過程における役割解明に結び付けたい。加えて、コロナパンデミックの世界情勢に影響されるが、《生理学》と共同で作製予定だった 3G 負荷マウスによる研究も実現させたい。

(3)神経科学：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した。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た。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を進め、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を開始した。運動-筋活動-神経細胞活動の関係を明らかにしながら、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についても検討を開始した。これらの実験システムの開発にはバイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループから

助言があり、実験も同じくバイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループと連携しながら進めている。またマッスルフィジオロジー・リサーチグループによるマウスとラットの実験についても、飼育や麻酔等で協力している。

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

重力免荷能動制御システムの第1次試作の動特性検証結果に基づき、安全性を向上するためフェールセーフ機構の改造を実施し、前後方向移動のための検出センサを改造する。ヒトの懸架をサポートするためのジンバル装置の第1次試作に基づき、ジンバル装置の軽量化と椅子部分の改造を実施する。負荷制御型トレッドミルとの併用でヒトによる重力免荷実験を実施し、負荷状態や関節角度、表面筋電位に基づく下腿骨格筋群の筋活動量を計測し、Alter-Gの解析結果と比較する。

リハビリテーションに適した負荷制御アルゴリズムを開発するため、歩行周期に対して様々な負荷パターンに対して実験を実施し、被験者の数を増やすことで、最適な負荷パターンを探索する。

臥床状態で歩行状態を模擬し、アクチュエータをモータとし、ベルト駆動を導入することで足関節をアクティブに動作可能なリハビリテーション装具に対する仕様検討結果に基づき、既に購入済みの川村義肢(株)(パシフィックサプライ)製の下肢装具ゲイトイノベーションをパシフィックサプライ協力の下改造することで試作を開始する。

2021年度 活動状況

(1)生理学：マッスルフィジオロジー・リサーチグループ

学外での動物実験：

2021年度のヨーロッパ宇宙技術研究センター(ESTEC)におけるマウスの3-G負荷実験は、COVID19にの影響で実現に至らず、未だに現地での実験実施計画が延期となったままである。申請中のSpace Walker企画のsuborbital flight実験についても実施計画が明らかになっていない状態であり、いずれの計画も未着手となった。

同志社大学に於ける動物実験：

これまで実施された動物を使った宇宙実験で、地球帰還後に採取された抗重力筋に損傷が見られたことから、その原因の解明と防止策の開発を目指して、2020年度に同志社大学訪知館実験室に整備した動物用遠心機を利用した実験を実施した。2021年度発表のマウスを使った宇宙実験(npj Microgravity 7: 34, 2021. doi: 10.1038/s41526-021-00164-6)のスケジュール等に合わせ、30日間の後肢懸垂による抗重力筋活動抑制後、各種レベルの過重力暴露後、抗重力筋であるヒラメ筋を採取・分析を進めている。引き続き学外メンバーと共同にて、2022年度に分析結果をとりまとめる。

我々は損傷や萎縮からの骨格筋の再生促進に温熱刺激が有効であるという知見を得ているため、昨年実施したbupivacaine注入により損傷を誘発したラットヒラメ筋の再生に関する論文投稿に向けて追加実験を実施した。分析は進行中である。

Parabolic flight 実験:

ダイヤモンドエアサービス株式会社(DAS社)の小型ジェット機(MU-300)を使い、1, 2, 1/6, 3/8, または μ -G下でのヒトのエネルギー代謝レベルの分析を実施した。

スペースシャトルを利用した研究は終わったが、国際宇宙ステーション(ISS)を利用した研究

等が進んでおり、微小重力環境への人体諸機能の適応の解明やそれらを防止・抑制するための処方 (countermeasure) の開発・報告は枚挙にいとまがない。ところが最近、月および火星長期間にわたる有人探査の実現に向けての準備が着々と進行している。ISS へは食料の輸送等も比較的スムーズに実施されているが、月および火星への輸送は簡単ではない。そこで我々は、1/6-G または 3/8-G 下で生活するヒトたちの安静時エネルギー代謝レベルを推定し、ひいてはそれらの環境での必要摂取カロリーの推定に迫ろうとしている。

JAXA の有人サポート委員会でも、ほとんど話題に上がらないが、上述したように月および火星に長期滞在中の宇宙飛行士における消費カロリーレベルは、その維持に必要な食量の把握にもつながる。そこで、まず安静時の酸素消費量、心拍数、抗重力筋における酸化ヘモグロビン等の血液動態等を追求した。抗重力筋における active な収縮活動を増やした場合の反応ではなく、単に身体各細胞にかかる重力の影響を求めるものであり、顕著な変化は起きないのは当然であるが、それぞれの測定項目の変化は問題なく記録できており、それらの詳細は現在分析中である。

論文 (成果発表) :

アメリカ人宇宙飛行士たちの 1969 年 7 月 20 日 20 時 17 分の月面着陸を記念して、Space Neuroscience 関係の総説をまとめようという招待に応じて投稿した論文が、Neuroscience and Biobehavioral Reviews (136: 104617. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104617>) に採択された。

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

2020 年度までの研究で、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の脂肪組織由来幹細胞 (ADSC) は微小重力 (SMG) 環境に暴露すると 1G 環境下に比べ脂肪分化が促進し、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てきた。そこで、2021 年度において、皮下脂肪組織由来 ADSC の脂肪分化能の静水圧負荷に対する応答性を検討したところ、脂肪分化のマスターレギュレーターであるペルオキシゾーム増殖剤応答性受容体 (PPAR) γ タンパク質の発現量が静水圧と正の相関を示し、回帰直線の傾きは運動トレーニング群で対照群と比較して有意に小さくなることが分かった。さらに、内臓脂肪組織由来 ADSC について皮下脂肪組織由来 ADSC と同様に、SMG 環境と 1G 環境下における脂肪分化後の RNA-seq 解析を行った。GO エンリッチメント解析ならびに KEGG パスウェイ解析の結果、内臓脂肪組織由来 ADSC においても、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が運動トレーニングの修飾を受けるが、内臓脂肪組織由来 ADSC では、皮下脂肪組織由来 ADSC とは異なり、とりわけ DNA の発現や複製に関わる経路が運動トレーニングによって強く影響を受けていることが明らかとなった。こうした運動トレーニングの影響は、運動トレーニングラットの ADSC を SMG 環境下で培養すると、ほぼ消失することがわかった。以上の結果は、新規かつ非常に興味深い知見であるため、2022 年度にさらに実験を進め、より堅牢な研究成果として学会発表、誌上発表を行う予定である。

一方、2020 年度ならびに 2021 年度に計画・実施した 2 つの研究課題、①皮下脂肪組織 ADSC 由来エクソソームの miRN-325-5p がインスリンシグナル経路に与える影響、②メラトニン投与と自発運動の介入実験は予定通り進捗し、現在論文執筆中である。

学外研究者 (東北大・斎藤) は引き続きセレノプロテインに関する研究を継続している。一方、《生理学グループ》、イタリア・ジェノヴァ大学と共同で実施予定であった 3G 負荷実験は、2021 年度も新型コロナウイルス感染症による渡航制限等の世界情勢に影響され実現できなかったことは残念であった。

以上、総合的に俯瞰すると、2021 年度当初研究計画は概ね順調に進んだといえる。

(3)神経科学：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さらに小型化して完成させた。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製作し、ラットの微細な運動と運動野の神経細胞活動を同時記録し、その関係について解析を進めた。特に微細な運動計測については、バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループから助言を得て、より高精度で小型化を進めた。またマッスルフィジオロジー・リサーチグループと共同で、弾道飛行中のラットから脳活動を記録する準備を進めた。さらに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についても、ニューラルオペラント条件づけの方法を中心に検討した。

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

低重力環境を模擬するために、人の移動に対しても目標となる荷重を常時アクティブに制御可能な、吊り上げ式免荷重装置を開発するため、制御装置の安全性、性能、制御方式の有効性の検証を実施した。PID コントローラによって制御された本装置によって被験者を安全に免荷するために、被験者に見立てた 60 kg のおもりを吊り上げ、実験を行った。実験結果から本装置のモデルを同定し、同定されたモデルを用いてカスケード制御系の設計を実施した。その結果、本装置は 0.10 Hz から 3.0 Hz の周波数範囲で、線形なシステムであることが明らかとなり、提案したモデルおよび制御手法が妥当であることが実証された。

負荷制御型トレッドミルの適切な負荷の検証に関しては、定速トレッドミルでの歩行に比べてヒラメ筋の総筋活動量や立脚終期の足関節モーメントが増加することが明らかとなった。また、負荷パターンを調整することで、負荷量を大きくしても疲労度を抑制しながら歩行を続けられることが示唆された。

また、下肢装具に空気圧シリンダを取り付けたリハビリテーション装置を開発した。開発した装置には、ポテンショメータ、力覚センサを搭載し、リハビリテーションの有効性を検証可能にした。開発したリハビリテーション装置を用いて、ヒラメ筋、腓腹筋を効果的に刺激するリハビリテーション方法を実験により検討した。実験の結果、開発したリハビリテーション装置を用いて空気圧シリンダによる推力に抵抗しながら運動を行うことでヒラメ筋が最も活性化し、効果的なリハビリテーションを実現できることが明らかになった。

(5)同志社大学 人文・社会科学系研究分野との連携

・現在、世界が目指す宇宙居住や宇宙ビジネスの展開における人、組織、国家等の良心の関わりについて、科学技術との関係を検討することを目的とし、同志社大学の人文・社会科学系研究として特徴的な良心学研究センターと連携することにより、学際的な取組を実施した。

具体的には 2020 年度に実施した、良心学研究センターのオンラインシンポジウム「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」をもとに刊行された「パンデミック時代における良心」の以下の章を執筆した。

日時	種別・方法	タイトル
2021 年 3 月 19 日 発行	刊行物	「パンデミックにおける良心」 良心学研究センター 第 18 章 脳・身体のエンハンスメントと格差 櫻井 芳雄 第 21 章 宇宙生体医工学と超高齢社会 辻内 伸好

2021年12月4日	シンポジウム（オンライン）	「サイエンス、キリスト教、そして良心」 主催 良心学研究センター 自然科学とキリスト教が深い関わりがあるという観点から 「良心」が両者をつなぐ役割について検討する。 教授 辻内 伸好
------------	---------------	---

(6)2020年度宇宙生体医工学研究プロジェクト成果報告会の実施

日時	種別・方法	タイトル
2022年3月9日	シンポジウム Zoom Webinar	文部科学省私立大学研究ブランディング事業 同志社大学宇宙生体医工学研究プロジェクト 『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」成果報告会

報告内容

「『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」
プロジェクト概要 宇宙生体医工学研究プロジェクト代表・理工学部 教授 辻内伸好

2021年度 活動内容

- ・マッスルフィジオロジー・リサーチグループ
研究開発推進機構 客員教授 大平充宣
「我々は当初の目的達成に迫ろうとしているのだろうか？」
- ・メタボリックネットワーク・リサーチグループ
スポーツ健康科学部 教授 井澤 鉄也
研究開発推進機構 特別研究員 加藤久詞
「脂肪由来幹細胞の分化機構を制御する身体運動の可能性」
- ・ブレインファンクション・リサーチグループ
脳科学研究科 教授 櫻井 芳雄
「ラットの身体運動－脳神経活動－筋肉活動を精緻に同時計測するシステム」
- ・バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ
理工学部 教授 伊藤 彰人
「低重力環境模擬のための吊り上げ式免荷装置および抗重力筋の活性化を促すリハビリテーション装置の開発」

【若手研究者育成】

若手研究者による論文、学会発表等 若手研究者による成果発信
論文 5件、学会発表・講演 6件

■論文

1. Ohira, T., F. Kawano, Y. Ozaki, S. Fukuda, K. Goto, and Y. Ohira. Roles of satellite cells and/or myonuclei in the regulation of morphological properties of anti-gravitational skeletal muscle in response to mechanical stress. *Biol. Sci. Space* 34: 1-11, 2020.
2. Ohira, T., Y. Ino, Y. Nakai, H. Morita, A. Kimura, Y. Kurata, H. Kagawa, M. Kimura, K. Egashira, S. Moriya, K. Hiramatsu, M. Kawakita, Y. Kimura, and H. Hirano. Proteomic analysis revealed different responses to hypergravity of soleus and extensor digitorum longus muscles in mice. *Journal of Proteomics* 217: 103686, 2020.
3. Ohira, T., Y. Ino, Y. Kimura, Y. Nakai, A. Kimura, Y. Kurata, H. Kagawa, M. Kimura, K. Egashira, C. Matsuda, Y. Ohira, S. Furukawa, and H. Hirano. Effects of microgravity exposure and fructo-oligosaccharide ingestion on the proteome of soleus and extensor digitorum longus muscles in developing mice. *npj Microgravity* 7: 34, 2021. doi: 10.1038/s41526-021-00164-6.
4. Ohira, T., F. Kawano, K. Goto, and Y. Ohira. Responses of neuromuscular properties to unloading and potential countermeasures during space exploration missions. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 136: 104617. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104617>.
5. K.Kitano, A.Ito, and N.Tsujiuchi. Analysis of Dexterity Motion by Singular Value Decomposition for Hand Movement Measured Using Inertial Sensors. 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (0952.pdf), pp.7143-7146, November 2021.
(査読付国際会議議事録)

■学会発表・講演

- 1 加藤久詞、井澤鉄也、「脂肪由来間葉系幹細胞の分化機構に及ぼす運動トレーニングの影響」シンポジウム⑥『肥満症の病態生理とエネルギー代謝機構』、第98回日本生理学会大会・第126回日本解剖学会大会（名古屋）、2020年3月28日～30日
- 2 加藤久詞、大澤晴太、高倉久志、井澤鉄也、「運動トレーニングによって脂肪由来幹細胞から分泌されるエクソソームが脂肪分化に及ぼす影響」、第76回日本体力医学会大会（三重）、2021年9月17日～19日
- 3 大澤晴太、加藤久詞、高倉久志、井澤鉄也、「脂肪由来幹細胞の分化シグナルに及ぼす運動の影響」、第76回日本体力医学会大会（三重）、2021年9月17日～19日
- 4 加藤久詞、井澤鉄也、「運動刺激による褐色脂肪組織の変容」、シンポジウム①『褐色脂肪を基軸とする新たな健康戦略』、第40回日本臨床運動療法学会学術集会（京都）、2021年9月11日～12日
- 5 加藤久詞、井澤鉄也、「時間運動学を基盤とした持続的運動トレーニングの最適な実施タイミング」、シンポジウム4『身体機能の最適化・最大化を目指した若手研究者による最新の基礎運動生理学』、第29回日本運動生理学会学会大会（東京）、2021年8月20日～21日
- 6 北野敬祐、伊藤彰人、辻内伸好 慣性センサによる手指動作計測結果に対する特異値分解と階層型クラスタリングを用いた手指巧緻性の解析 LIFE2020-2021 日本機械学会福祉工学シンポジウム2021、2021年9月

【教育活動への展開】

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、秋学期より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。本講義のシラバスを下記に示す。

登録者数：9名

単位取得者：8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

2021年度秋学期：複合科目「宇宙生体医工学 概論 –健康寿命の延伸のために–」
月曜日 5校時 16：40～18：10 京田辺校地

1	宇宙生体医工学研究プロジェクトが目指すもの	辻内
2	生理学分野から見た宇宙生体医工学 ①微小重力環境下における生体変化 (ゲストスピーカー)	大平 (関口)
3	② 宇宙放射線照射下における生理学	後藤
4	③ 宇宙環境における生命維持システム	後藤
5	生化学分野から見た宇宙生体医工学 ①微小重力環境と細胞内シグナル伝達経路：アウトライン	高倉
6	② 微小重力環境と情報伝達のクロストーク：骨格筋細胞	高倉
7	③ 微小重力環境と情報伝達のクロストーク：骨細胞	高倉
8	神経科学分野から見た宇宙生体医工学 ① 宇宙空間における脳活動の変化	櫻井
9	② 身体の変化と脳活動の対応	櫻井
10	③ 脳活動の選択的な増強	櫻井
11	生体医工学分野から見た宇宙生体医工学 ① 微小重力環境下におけるヒトの運動 (歩行) 形態	辻内
12	② 宇宙生体医工学と健康寿命延伸の関連	辻内
13	③ 宇宙生体医工学を応用したリハビリテーションとは	辻内
14	ふりかえり	辻内
15	まとめ	全講師

【外部資金】

競争的研究費

科学研究費助成事業	基盤研究 (A)	櫻井芳雄	「多様な記憶の形成と高次な統合を担う機能的神経回路の解析」 (R2-R5)26,400 千円
-----------	----------	------	---

	基盤研究 (B)	井澤鉄也	「脂肪由来幹細胞の分化を制御する運動療法の新しい分子機構：細胞内アミノ酸代謝の役割」 (R1-R4) 13,200 千円
	基盤研究 (C)	上林清孝	「アスリートの優れた視覚情報処理機能を支える神経基盤の解明」 (R1-R4) 3,400 千円
	基盤研究 (C)	伊藤彰人	「人の行動理解に基づく人とロボットの協調動作の実現」 (R1-R3) 3,300 千円
	基盤研究 (C)	大平充宣	「老化、不活動等による活性酸素産生および放射線被曝からの生体機能防御策の追求」 (R1-R3) 3,300 千円
	基盤研究 (C)	竹田正樹	「ウェルネスダーツー認知機能低下予防のための認知・脳科学的アプローチ」 (R2-R4)3,200 千円
	若手研究	加藤久詞	「脂肪由来幹細胞から分泌される新規 "exerkine" の探索」 (R3-R5)3,600 千円
学術研究振興資金		辻内伸好	「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」 (R1-3) 9,300 千円

【産学連携・実用化】

・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、2021年度末までに9台が納入された（大学：4、研究所：2、病院：2、その他：1）。2022年度は、2件（大学：1、その他1）が導入検討中である。

関連特許：特願 2018 - 114071 「トレッドミル」 出願日：2018年6月14日

【外部評価委員の評価所見】

○本事業は、研究対象を微小重力暴露模擬実験等を駆使した「宇宙生体医工学」という新たな学術領域を展開し、地球上の歩行困難者、宇宙飛行士の新規運動療法、リハビリテーション方策・機器の開発、創薬への実用化に繋げる研究を実施している。

特に、2021年度成果報告会において、ラットの運動・筋活動・神経細胞活動の同時計測システムを作製し、そのシステムを活用して弾道飛行中のラットの脳活動と筋活動を記録し、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を進めていくことが報告された。その進捗に期待したい。

○新型コロナウイルス感染症の影響で当初予定されていた海外機関との共同研究が未実施になっている状況は残念ではあるが、そのリカバリーを含めて4つのリサーチグループ共に積極的に研究活動を行っている。その結果として、論文や学会発表など多くの研究成果が得られている。

○少数ではあるが床反力計内蔵トレッドミルが他の機関へ出荷され研究・業務に活用されていることは、本研究成果の有効性・妥当性を示す証左でもあり、今後の規模拡大が期待される。

○研究内容をベースとして、学部横断的に受講可能な複合領域科目「宇宙生体医工学 概論 -健康寿命の延伸のために-」を開講したことは評価される。受講生の増加を期待したい。

○研究内容については全くの門外漢なのでコメントは差し控えるが、HPによる発表を読む限り、文理融合はあまり進んでいないように考える。

○概ね予定通り研究活動が実施されているが、COVID-19の影響により国際的な研究活動が制約を受け実施できずにいるのは残念なことである。

○各研究活動内容はやや基礎的な研究に留まっている感があり、しかも本プロジェクトでは宇宙に関連して地上の人間への応用が本筋なのですが、それとは少しかけ離れた基礎的な研究があるような感じがしました。また身体懸垂式体重免荷装置 (ARGOS) は、以前に小生が NASA/JSC にいたときに拝見した装置と似ている感じを受けましたが、その装置との整合性は取れているのか気になりました。

○今後は戦略にも述べているように宇宙研究という本題が基本にあり、宇宙ステーションでの長期滞在や月・火星での人類の活動時の問題点などに焦点を当てつつ、その成果を高齢化社会へのスピノフということを念頭に入れて実施していただきたい。

3. 評価実施年度以降の研究活動の展望及び研究計画

2022年度 研究計画

(1)生理学：マッスルフィジオロジー・リサーチグループ

ヨーロッパ宇宙技術研究センター (ESTEC) における動物用遠心機を用いたマウスの 3-G 負荷実験は、COVID-19 の影響が収束されれば、再開することになっている。しかし、今年度中の再開予定の計画がたっており、我々の参加に関する可能性は非常に低いと推定している。Space Walker Project も実施に向けての計画が明確に示されていない状況である。2022 年度が最終年度となっているため、プロジェクト期間内の海外機関の実験への参画は極めて難しい状況である。

DAS 社のジェット機を使った弾道飛行による各種の重力レベルに対するヒトのエネルギー代謝の反応を、前年度に続き歩行などの運動中の分析も追求する実験は、8 月と 11 月に予定している。重力に応じた体液シフトの影響で変化するであろうと思われる心拍出量や一回拍出量等の心機能の分析も加える。さらに、筋赤外分光法装置 (NIRS) を使った脳活動の分析も実施する。飛行実験後には、Alter-G トレッドミルを用いて、1, 3/8, および 1/5-G 下に相当する体重免荷状態での歩行中の計測を行う。Alter-G トレッドミルでの免荷は 1/5 までしかできないので、弾道飛行も 1/6-G に変えて 1/5-G で実施する。空気圧、懸垂、重力レベルの調節で作成した同レベルでの体重免荷状態で、同様な測定をするために、NASA JSC での実験も準備している。

動物実験では、脳による指令に基づかない筋の収縮または代謝活動が、筋そのものおよび脳の特性に及ぼす影響を追求する。

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

微小重力 (SMG) 環境を利用した前年度までの研究において、運動トレーニングによる脂肪組織由来幹細胞 (ADSC) の脂肪分化能変化に細胞骨格・接着因子が関わり、静水圧負荷に対する感受性が運動トレーニングによって減弱することを見出している。この知見は、ADSC の脂肪分化能に静水圧刺激に応答するシグナル伝達系が関わり、運動トレーニングがそのシグナル伝達経路を修飾することを示唆している。また、これまでの研究でインテグリンなど細胞膜の接着分子が強く関わることを掴んでいるが、インテグリンは細胞外マトリックス (ECM) の受容体であることから、運動トレーニングによる ECM の変化についても解析する予定である。2022 年度は、こうした現象の背景にある分子機構の全容を明確にする予定である。加えて、得られた知見を基盤として、運動の強度の違いによる影響を比較検討し、運動処方への具体的提案をしたい。さらに、前年度に引き続きセレノプロテインに関する研究を継続し、運動処方とは異なった側面から生活習慣病予防への提言も視野に入れる。

なお、これまで計画していた 3G 負荷マウス作製実験 (マッスルフィジオロジー・リサーチグループおよびイタリア・ジェノヴァ大学との共同研究) については、新型コロナウイルス感染状況等の影響で現地の実験再開の状況を注視しつつ予定には組み込んでおく。しかしながら、実施は困難であることが予想される。

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

これまでに開発したラットの運動・筋活動・神経細胞活動の同時計測システムを活用し、マッスルフィジオロジー・リサーチグループと共同で、弾道飛行中のラットの脳活動と筋活動を記録する。そして、微小重力環境が身体と脳に及ぼす影響と身体-脳の関連性について明らかにする。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解析を進める。ま

た同じく弾道飛行中のヒトの脳活動についても、マッスルフィジオロジー・リサーチグループと共同で計測する。最終的に、動物とヒトの計測結果を対応させ、微小重力環境の脳と身体への影響について総合的に考察する。さらにそれらの考察に基づき、バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループと協力し、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。

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

ジンバル装置の第1次試作結果を基に、安全装置と水平バーおよび懸垂用ハーネスから構成される吊治具に改造し、上下方向の制御性能は確認されたため、慣性センサと加速度センサで構成される前後方向の移動に追従して懸垂装置を移動するための制御手法を構築する。水平方向と上下方向の制御を連動させた、模擬歩行実験を実施し、安全性を検証する。

リハビリテーションに適した負荷制御アルゴリズムを開発するため、一定の大きさの負荷指令値をあたえた際の歩行速度を計測し、歩行速度と下肢筋（下腿三頭筋）活動度に関する調査を実施する。すでに検討した通常歩行時の歩行周期に合わせた部分負荷の実験結果と合わせて、歩行速度と筋活性度の関連を調査し、被験者の数を増やすことで、最適な負荷パターンを探索する。

2020年度アクチュエータを油圧シリンダとした下肢抗重力筋のリハビリ装置を開発した。並行して臥床状態で歩行状態を模擬し、アクチュエータをモータとしたリハビリテーション装具に対する設計を行い、シミュレーションによって動作可能性を検証した。また、装置の使用者の体形や各機械要素の形状による装置の動作への影響もシミュレーションによって検証した。その結果に基づき、既に購入済みの川村義肢（株）（パシフィックサプライ）製の下肢装具ゲイトイノベーションをパシフィックサプライ協力の下改造することで装置を試作し、有効性を検証する。

(5)プロジェクト全体

生理学、生化学、神経科学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。

(6)人文・社会科学研究分野との連携

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、本プロジェクトが開発した「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り、さらなる文理融合を進める。

【教育活動への展開】

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、2021年度に引き続き、2022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。

2022年度秋学期：複合科目「宇宙生体医工学 概論 –健康寿命の延伸のために–」

月曜日 5校時 16：40～18：10 京田辺校地

1	宇宙生体医工学研究プロジェクトが目指すもの	辻内
2	生理学分野から見た宇宙生体医工学 ①微小重力環境下における生体変化 (ゲストスピーカー)	後藤 (関口)
3	② 宇宙放射線照射下における生理学	後藤
4	③ 宇宙環境における生命維持システム	後藤
5	生化学分野から見た宇宙生体医工学 ①微小重力環境と細胞内シグナル伝達経路：アウトライン	高倉
6	② 微小重力環境と情報伝達のクロストーク：骨格筋細胞	高倉
7	③ 微小重力環境と情報伝達のクロストーク：骨細胞	高倉
8	神経科学分野から見た宇宙生体医工学 ① 宇宙空間における脳活動の変化	櫻井
9	② 身体の変化と脳活動の対応	櫻井
10	③ 脳活動の選択的な増強	櫻井
11	生体医工学分野から見た宇宙生体医工学 ① 微小重力環境下におけるヒトの運動 (歩行) 形態	辻内
12	② 宇宙生体医工学を応用したリハビリテーションとは	辻内
13	③ 宇宙生体医工学の福祉機器開発と月面基地開発への寄与	辻内
14	④ アルテミス計画と日本の宇宙開発について	渡辺
15	まとめ	全講師

【外部評価委員の評価所見】

○ラットの運動・筋活動・神経細胞活動の同時計測システムを活用した微小重力環境が身体と脳に及ぼす影響と身体-脳に関連性について明らかにする研究は、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等への展開も期待できるが、微小重力環境の脳と身体への影響について総合的に考察することにより、認知心理学等人文科学へと広がっていく可能性を秘めた研究と思われる。

○『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の形成 成果報告会は専門家向けであったが、今年度が最終年度でもあり、また本プロジェクトが対象とする宇宙は子供から高齢者まで幅広い層の一般市民が興味を持つ領域でもあるので、準備も大変だとは思いますが、初年度に実施されたような一般市民向けの成果報告会も開催されれば良いと思う。

○4 つのリサーチグループ毎の研究内容は理解できるが、グループそれぞれが構成要素として1 つのシステムとしてまとまった時の研究の全体像をより明確にし、5 年間のプロジェクトが終了した時に、何が分かるようになったか、何が出来るようになったか、その結果どのような未来社会の実現が可能になったかなど、本プロジェクトのゴールイメージが示されるとプロジェクト全体の理解が促進されると思う。

○文部科学省からの支援終了後、学内資金だけによる研究や、コロナ禍で当初の予定どおり進んでいるのかどうか。このプロジェクトはいつまで続けるのか。今後のロードマップをどの様に考えているのか。

○いずれの研究も基礎的な研究にとどまらずに、上述もしたが、実際の社会への貢献、特に高齢化社会の問題点の解決などを念頭に入れて研究し、その成果を発信してもらいたい。一方では21世紀の人類の宇宙進出、特に月面での活動の問題点に焦点を当てた研究も興味深い。

4. 2020年度の外部評価結果を踏まえた取組状況

【2020年度外部評価】

2020年度外部評価での指摘事項	2021年度取組状況
<p>同志社大学が日頃、標榜されている「文理融合」のもと、当事業もその方針でいくべきであり、又、良心教育を重視しているのだから、倫理面や社会への貢献がどのように具現化されていくのか注目している。</p>	<p>研究開発推進機構が推進する「諸君ヨ、一人ハ大切ナリ 同志社大学 SDGs 研究」にて、あらたな良心学研究センターを中心とするプロジェクト「ネクスト「深山大沢」プロジェクト——良心の概念拡張と新たな実践」を2022年度より実施する。本プロジェクトではSDGsの「教育」「エネルギー」「気候変動」のゴールを中心に未来デザインを研究するものであるが、人口増大や地球温暖化の社会課題から宇宙分野のシナリオへも展開が計画されており、櫻井芳雄教授、後藤琢也教授が参画されている。</p> <p>また2021年度に実施した（12月）良心学セミナーでは社内教授が参加し、自然科学とキリスト教、そしてそれをつなぐ「良心」についての議論を実施した。</p>
<p>COVID-19のPandemicの影響により、いくつかの研究実施において、特に海外との機関との共同研究活動に支障がでているのは残念であるが、国内で実施できている研究に関しては概ね期待された成果が出ていると思われる。今後はできることをしっかりと進めてもらい、単なる研究結果を期待するだけでなく、それらから得られるspin-offも念頭に入れて進めていただきたい。</p>	<p>2021年度は2020年度に引き続き、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響による海外渡航制限により、海外研究機関との共同研究が停滞した。</p> <p>2022年度は研究者間の交流を再開できることを期待している。</p>
<p>宇宙生体医工学という総合的な学術領域が立ち上げられ、研究グループ間の共同研究、国際共同研究も推進されていることは高く評価できる。学際的活動として宇宙活動に係る倫理学、社会学的課題について良心学研究センターとの連携、教育活動として複合領域科目「宇宙生体医工学概論」の開講がなされている。</p>	<p>複合領域科目において「宇宙生体医工学特論」の方向性を「宇宙開発」分野も含めて領域を拡張するため、後藤教授によるアルテミス計画（アメリカ合衆国政府が出資する有人宇宙飛行（月面着陸）計画）についての講義を加えた。</p>
<p>4つのリサーチグループ共に積極的な研究活動が行われており、論文や学会発表など多くの研究成果が得られている。また、人文・社会科学系研究者や芸術家との議論は本プロジェクトの特徴である文理融合を進める活動と</p>	<p>2021年度も若手研究者育成のセミナー、大学院生などの学外での実験への参画は実現しなかった。2022年度は引き続き計画する。</p>

2020 年度外部評価での指摘事項	2021 年度取組状況
<p>して特筆される。若手研究者の育成に向けた「宇宙医科学セミナーはコロナ禍の影響で延期されたが、2021 年度以降に引き続き実施されることを期待したい。</p>	
<p>各研究分野での成果の発表など意欲的に取組まれていると思うが、特定分野の研究者域内・学界内のものが多く、もっと広く社会にアピールする必要があるのではないかと考える。</p>	<p>2020 年度の「宇宙兄弟」を利用した広報活動においては 2021 年度の講談社メディアアワードを授賞し、メディアからの評価も得た。</p>
<p>次年度も COVID-19 は収束するとは思えず、各研究グループの活動は制約を受けると思われるが、そのような状況を見据えて可能なところに絞って活動していただき、またこの機会を捉えて各グループとの相互理解を深めていってはどうだろうか。また重力免荷装置はリハビリへの応用の期待が高いため高齢化社会への貢献が大きいと考えられ、より一層研究開発努力していただきたい。</p>	<p>生体医工学と神経科学のグループ間では慣性センサの信号処理アルゴリズムの技術について意見交換を実施した。 生理学と生体医工学のグループ間では、共同でパラボリックフライトを利用した実験を実施するなど、グループ間で連携を進めた。さらなる相互理解を目指して、各グループ間の連携を推進する。</p>
<p>宇宙生体医工学の各研究分野における基礎科学研究をより一層進め、微小重力環境におけるヒトの理解を深めていくとともに、今後は、その知見に基づいた歩行困難者の新規療法、リハビリテーション方策・機器の開発、創薬などを旨としたシステム科学研究も進めていただきたい。</p>	<p>引き続き、各分野での研究を推進する。</p>
<p>文部科学省プロジェクトが 2020 年度に終了し、その後の 2 年間は大学独自のプロジェクトとして運営されることは研究の継続性や研究成果の社会への浸透には時間を要する点から好ましい判断だと考える。5 年間のプロジェクトが終了した時点で、何が分かるようになる、何ができるようになる、社会がどのように変わるなど、本プロジェクトのゴールイメージが示されるとプロジェクト全体の理解が促進されると思う。</p>	<p>5 年終了時のゴールイメージと成果の発信方法を検討にまで至らなかった。 2022 年度は成果の取りまとめとして、成果報告時に外部評価委員より提案のあった、成果を残すための手段として、学内紀要への投稿を計画している。</p>
<p>前回に比べ更に厳しさを増してきているコロナ禍のもと、各研究分野は計画通り進んでいるのかどうか、気になる。学内・国内で実施されるものは順当に進捗していくものと見て取れるが、海外で行うもの、海外の機関と連携して行うもので実現できていない分野は、今後、どのようにリカバリー、或いは代替措置が取られるのか注視したい。</p>	<p>2021 年も新型コロナウイルス感染症の影響による海外研究機関との連携による成果創出は停滞した。本プロジェクトの期間内のリカバリーが難しい内容が多いのが現状であるが、代替措置については、前述の報告のとおり、実施している。</p>

2020 年度外部評価での指摘事項	2021 年度取組状況
<p>同志社大学がこのような宇宙に関連して高齢化社会と健康に目を向けた取り組みをしているということを一般に認知してもらうため「宇宙兄弟」というアニメを使っでの広報活動は、なかなかユニークな発想で、効果的だったと思われる。</p>	<p>2021 年度は新たな広報展開が実施できなかった。引き続き、効果的な広報活動を計画する。</p>
<p>総合大学としての特色を活かし文理融合を推進するべきという外部評価結果に対して、広報やシンポジウム開催など着実なフォローがなされている。</p>	<p>引き続き、外部評価や、文部科学省の総評をふまえた成果発信を実施していく。</p>
<p>コロナ禍の影響も大きく、更なる評価はこのリカバリー状況、或いは代替措置の進展を見て後年に評価するべきと考える。</p>	<p>プロジェクト終了後の個々の研究の進展や、大学のブランディング事業としての成果の後年における評価の方法を検討する。</p>
<p>成果報告会での動画を拝見した中で、生理学の大平教授の発表は、小生のこれまでの研究分野の範疇にあることもあり、非常にわかりやすく興味あるものであった。重力免荷装置はリハビリへの応用の期待が高いため高齢化社会への貢献が大きいと考えられ、より一層研究開発努力していただきたい。</p>	<p>引き続き、研究開発を推進する。</p>
<p>本事業は、宇宙医工学という研究領域を立ち上げ、その知見をもとにヒトの健康課題に貢献すること、さらにヒトの心の問題にも迫ろうとする研究活動であると思う。このような学際的研究は、同志社大学のような総合大学でしかできない研究であるが、長い地道な研究の積み重ねが必要と思われる。頑張っていたきたい。</p> <p>日本の科学技術基本法が 25 年の歳月を経て 2020 年 6 月に改正(名称も科学技術・イノベーション基本法へ変更)された。科学は自然科学と人文科学(人文科学と社会科学の 2 つに分ける場合もある)の総称であるが、これまでは自然科学に重点が置かれていた。今回の改正では、自然科学と人文科学が対等な立場に置かれるようになった。本プロジェクトはこのトレンドに先んじて自然科学が主たる研究分野のテーマにおいて、人文科学との連携が具体的に実現されている良い例だと考える。本プロジェクトの活動により、自然科学と人文科学の融合が促進され、その結果、社会に受</p>	<p>引き続き、大学全体として、自然科学領域の研究が社会科学の領域と連携することによる総合知の観点からあらたな学術研究へ発展するしくみを検討したい。</p>

2020 年度外部評価での指摘事項	2021 年度取組状況
<p>け入れられる新たな価値がより多く創造されることを期待したい。</p> <p>同志社大学が名実とも、文理融合のリーディングユニバーシティとしての地位を築いて欲しい。</p>	

【2021 年度成果報告会での外部評価委員総評】

2020 年度成果報告会での総評	研究グループコメント
<p>生理学グループ</p> <p>面白かったのは、温熱効果によって回復が良くなるという研究結果で、どのような温熱（何を：お風呂に入る、etc.）（どの程度の頻度で：毎日なのかどうなのか）が良いのかということを研究していただくと非常に有効なのかという気がした。</p>	<p>これまで、1 日おきに約 42°C のお湯に 30 分間の温浴を加える実験を実施している。当初は麻酔下でのラットで実施したが、脳をその間冷却し続けないと麻酔から回復せず、死亡する例があったので、現在は無麻酔下で実施している。初めはラットによっては戸惑っている様子も見られるが、慣れると温泉にでも入っているかのようにリラックスしている。しかし、念のために頭部には時折冷風をかけてやっている。薬物投与による筋損傷、萎縮筋に温熱刺激を加えた場合の効果のみならず、機械的ストレッチに温熱刺激加えた場合、タンパク質発現にも好ましい効果が得られた。微小重力環境での筋萎縮防止用 countermeasure としての、温熱刺激の有効性も示唆された (Jpn J Aerosp Environ Med 42, 2005)。</p> <p>ヒトでは、温熱シートを皮膚に装着して筋に温熱刺激を加える方法で実験を実施した。筋トレした筋における温熱刺激の有無効果を調べた結果、温熱刺激筋の肥大が有意であったという結果も得た (Jpn J Aerosp Environ Med 44, 2007)。</p>
<p>生化学グループ</p> <p>肥大した脂肪細胞をどういう風に運動で改善できるかという研究だと理解したが、非常に基礎的な研究であると思う。一般的には健康寿命の延伸には運動が良いということは言われているので、具体的にどうしたら（運動のやり方）良いのか、一般的にはエアロビックの運動とアナエロビック（？）の運動は両方ともやったほうが良いのだろうが、人によっては、例えば 1 か月に 1 回やるとか、1 週間に 1 回しかできないとかいう人がいると思う</p>	<p>運動強度・時間・頻度に対する感受性は組織・細胞によって異なり、運動を行う目的によっても運動強度・時間・頻度は異なる。健康維持のための運動としては、いわゆる「ニコニコ運動（お喋りをしながらでも出来る運動、40～50%最大酸素摂取量、乳酸閾値に相当）」の長期的な実施が有効であることは 1970 年代に福岡大学の進藤、田中らのグループから提唱され、以来、「ニコニコ運動」の効用は広く知られている。現在実験に用いている運動強度は、乳酸域値を少し超える 60%最</p>

<p>が、そういう人でも簡単に短時間でも毎日できるような方法があれば非常に効果的かなと思うので、その辺のこともフォーカスしてやっていただければありがたいと思う。</p> <p>運動の強度については触れられていなかったように感じた。例えば有酸素運動が良いという人もいれば低強度の運動でも十分健康になれるという研究（筑波大）もあるので、今回ラットで傾斜5度のトレッドミルで実験されたようだが、それがどの程度の運動強度なのかも併せて考えてあるとよいと思った。</p>	<p>大酸素摂取量の強度に相当するが、体脂肪量、とりわけ内臓脂肪量の調節（減少）という点では、乳酸閾値を超えた運動が効果的であることが、多くの原著論文やシステマティックレビューで示されている。脂肪細胞のホルモン感受性をはじめとする生理的機能の向上についても同様で、最近では、高強度間欠運動（High-Intensity-Interval-Training, HIIT）の効果についても、同じ文脈をもつ論文が増えつつある。ご指摘の通り、運動強度・時間・頻度をめぐる問題は重要な課題と捉えており、今後は低強度および高強度運動の影響についても検討したい。すでに HIIT のサンプルは収集しているが、模擬微小重力環境下で培養した細胞サンプルの解析が残っており、一定の成果を出した後、HIIT サンプルの分析に着手したい。いずれにしても、運動や運動トレーニングに対する細胞の適応機構について、現代の生物科学・生命科学の進歩に即したエビデンスに乏しく、今後も挑戦していきたい。</p>
<p>神経科学グループ</p> <p>精緻な装置を作って基礎的な研究をされている。自分は専門家ではないので具体的なことはわからないが、少し（プロジェクトの）本来の目的と離れてしまっているように感じる。もう少し、健康寿命の延伸ということにも考慮に入れて研究を進めてほしい。</p>	<p>プロジェクトの目的を達成するため、新しい装置の開発を進めてきたが、途中新型コロナ拡大による実験中断もあり、予定より時間がかかっている。しかし装置の開発はほぼ終了したため、今後は健康寿命の延伸につながる研究、すなわち身体-脳相互作用の解明に本格的に取り組んでいる。</p>
<p>生体医工学グループ</p> <p>つり上げ式の免荷装置については、今後この装置の開発によってリハビリテーションをより効率的に行うことができるのではないかと。リハビリ装置の開発を今後も進めていただきたい。つり上げ式の免荷装置は将来月や火星などの低重力環境に行ったときにどのような影響が出るのかということの研究の上でも非常に重要なので、引き続き進めていただきたい。</p>	<p>2021年度は、吊り上げ方向の制御系を構築し、装置の安全性を確認した。2022年度は、前後方向の追従制御手法を確立し、免荷装置としての性能を検証する計画である。本事業終了後も、負荷制御型トレッドミルと併用することで、シミュレーションによって確認した低重力環境下の影響について、検証を進めていく計画である。</p>
<p>有人の宇宙活動では現在アルテミス計画を中心に各国の国際協力が進められているが、このプロジェクトはそれをバックグラウンドとした有人宇宙活動の医学的な基礎研究であるとみている。宇宙環境は3つの低重力・低放射能・低磁場という特徴があるがそ</p>	<p>指摘をふまえた全体の構成を複合領域科目での展開にとりいれている。2022年度は新規に JAXA と共同研究を展開している生命医科学部 渡辺公貴教授に、アルテミス計画と宇宙開発についての講義を組み入れる。</p>

<p>のうちの低重力に焦点を当て、生理学、生化学、脳科学、運動学を含めた非常に総合的な研究が行われていると高く評価している。後藤先生による月の居住環境の創出ということに関連した基礎研究もされていて、それは（プログラムのテーマとの）整合性の有無にはかかわらず、このプログラムはひとつには地上の治療・リハビリへの応用というのが一つのテーマではあるが、それと同時に将来の有人宇宙活動に対しての基礎研究になってほしいと思っている。</p>	
<p>このプログラムの成果特集として論文集を編集していただくなど、その一冊を読めば5年間の研究の過程とその成果が良くわかるというようにすると、公にレファレンスとして残るよう Publish していただきたい。</p>	<p>2022年度ハリス理化学研究所紀要に本成果の論文集をまとめる方向で検討中である。</p>

【文部科学省 成果報告（2018～2020年度）に対する総評】

2021年度は文部科学省私立大学研究ブランディング事業（2018年～2020年度）の実績報告に対して2022年2月に文部科学省より以下の総評を得た。

改善を要する点については、概ね、外部評価においても指摘されている内容と理解でき、PDCAに反映している。一方、大学のブランディング事業としての、後年における成果の検証や、プロジェクト終了後の個々の研究の実施体制については研究開発推進機構と調整して進める。

（優れている点）

運営	<ul style="list-style-type: none"> ・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さまざまな研究を行い、論文を発表している。 ・宇宙生体医工学の研究成果を援用して、健康寿命の延伸に取り組むための統合的研究基盤と国際的連携拠点の形成を目指して研究に取り組み、ほぼ予定通り成果が得られたとの外部評価を得ており、今後も自立的に事業を継続するとしている。
実施体制	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙生体医工学をテーマに、この分野において実績のある研究者を中心に研究基盤の強化と一定の研究成果を創出できている点は大いに評価できる。同大本来の強みを生かして、人文・社会科学系との文理融合も戦略的に進めている点もよい。 ・効果的な媒体等と連携したブランディング戦略も優れている。
専門分野	<ul style="list-style-type: none"> ・コロナ禍により、海外拠点との連携に支障がある状況にも関わらず、以下の諸努力を完遂した点が、高く評価できる。本事業(Space

	<p>Dream)が教育プログラム化され単位化されている点、トレッドミルが製品化され成果が社会還元された点は特筆すべき成果である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MnSODにより、老化に関わる活性酸素種の発生が抑制される発見も、今後に期待できる。 ・公開シンポジウム「宇宙と良心」は他に類を見ない問題設定であり、青年漫画雑誌(週刊モーニング)への漫画家(小山宙也氏)との広報等は、意欲的な情報発信が認められる。 ・NASA ジョンソンスペースセンターで、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、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、運動や肥満の影響の解明、ラットの動物・筋活動・神経細胞活動を精細に同時計測するシステム開発など、学外機関との積極的な連携による様々な研究活動を展開していることは評価できる。 ・学部横断的に受講可能な「宇宙生体医工学 概論—健康寿命の延伸のために—」を開講している。 ・プロジェクト公式ホームページ(日・英)を作成し、研究成果を公開している。
--	--

(改善を要する点)

運営	<ul style="list-style-type: none"> ・理系の研究は実施されているが、同志社大学の資産である文系の研究との融合も望まれる。 ・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ブランド化に留まらず、更なる取組を期待したい。 ・3年間の成果としては、大変高く評価され内容も意欲的であり、かつ独創性に富んでいる。新型コロナの影響によって海外での取り組みが実施できない状況ではあるが、本取り組みを同大学の研究ブランディングとして将来にわたって進める更なる具体的な方策が明確となることが望ましい。 ・研究成果の社会実装を意識しながら、戦略展開していくとなおよい。 ・一部取り組まれてはいるが、4つの研究GP間の戦略的連携・融合についてももっと強く打ち出すとなおよい。 ・非常に優れた取り組みをしているので、イノベーション創出という観点からも、企業連携や市民の巻き込みも一層行うとなおよい。
実施体制	<ul style="list-style-type: none"> ・「宇宙医工学とは何か」に答える総説と著書の発刊は、高く評価できる。しかし、Space DreamのHPを拝見すると、学術誌掲載論文の一部は、既存の研究の単なる延長であるようにも思われる。今後は、本事業の採択により初めて得られた成果の論文化、4研究チームのシナジーのさらなる発展、加えて、本事業の薫陶を受けた学生のキャリアパスに留意した人材育成を期待したい。

	<p>同志社大学の教育と研究に「宇宙医工学」を浸透させ、同志社大学OCW(オープンコースウェア)などを活用し、受験生・市民へ広報して、引き続きブランディング確立に注力されたい。</p> <p>・外部評価で指摘され、学部生を対象に複合科目を開講したことは評価できるが、大学の規模に比べ受講者が余りに少ない。初年度と言うこともあつただろうが、学内でも未だブランディング化出来ていないということも考えられ、今後に期待したい。また、MnSOD 投与により老化現象が抑制されたという記述があるが、老化現象は広い内容を含む言葉でもあり、今後の情報発信等においてはより丁寧な説明がなされることが期待される。</p>
専門分野	<p>・教育活動により得られた成果ならびに学生や講師による評価をもとに、今後どのように展開していくのか、PDCA サイクルを有効に機能させるための方策が望まれる。「宇宙生体医工学」という複合領域において、若手研究者をどのように育成していくか、今後の活動が望まれる。</p>

【外部評価委員の評価所見】

<p>○学部横断的に受講可能な複合領域科目「宇宙生体医工学 概論 ―健康寿命の延伸のために―」が開講されている。講義ノートを纏てこの分野の入門書として刊行されることを期待したい。</p> <p>○前年度までと同じく、外部評価に対する対応は適切に行われており、研究成果の質を上げるPDCAのサイクルは機能していると考ええる。</p> <p>○前述のとおり、資金面、コロナ禍などを踏まえ、どの様に今後、すすめていくのか。当初の方針から修正をされているのか。</p> <p>○外部評価の貴重な意見を取り入れて概ね研究を進めていると思われる。</p>

5. 研究ブランディング事業の公表及び研究経過・成果の発信状況

広報活動として、年間を通じて、下記の発信を実施した。

2021年5月	<p>・文部科学省私立大学研究ブランディング事業 2020年度進捗状況報告書・外部評価結果報告書をHPにて掲載</p> <p>https://space-dream.doshisha.ac.jp/research_activities/activities.html</p>
2021年10月	<p>2020年度に実施した「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画が(株)講談社のメディアアワードを受賞</p> <p>講談社 C-station ウェブサイト</p> <p>https://c.kodansha.net/news/detail/39305/</p>
2021年11月	<p>2020年度に実施した「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画の講談社メディアアワード受賞を大学ニュースにて広報</p> <p>https://space-dream.doshisha.ac.jp/news/2021/1108/news-detail-45.html</p>
	<p>2020年度に実施した「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画の講談社メディアアワード受賞ニュースを同志社大学創立 150周年（2025年）ビジョン共有サイト「VISION2025」に掲載</p> <p>https://doshisha-vision2025.jp/news/211028.html</p>
	<p>2020年度に実施した「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画の講談社メディアアワード受賞ニュースを『同志社大学広報』No.519（2021年11月30日発行）に掲載</p>
2021年12月	<p>同志社大学 神学部・理工学部・良心学研究センター主催 公開シンポジウム「サイエンス、キリスト教、そして良心」にて辻内伸好教授が司会を務める</p> <p>https://youtu.be/U9PVyHvJy-U</p>
2022年2月	<p>私立大学研究ブランディング事業成果報告書と成果報告書に関する委員からのコメントをHPに掲載</p>
2022年3月	<p>文部科学省私立大学研究ブランディング事業、「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」プロジェクト 2021年度研究成果報告会を開催</p>
2022年4月	<p>2020年度に実施した「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画の講談社メディアアワード受賞ニュースを『同志社時報』第153号（2022年4月発行）に掲載</p>
	<p>2021年度研究成果報告会の動画をプロジェクトHPにて公開</p> <p>（動画URL： https://dsmsf.doshisha.ac.jp/Gateway/contentPlayAction.do?contentId=202204062032）</p> <p>ニュース記事を大学公式ウェブサイト、同志社大学創立 150周年（2025年）ビジョン共有サイト</p> <p>https://space-dream.doshisha.ac.jp/news/2022/0407/news-detail-47.html</p> <p>https://doshisha-vision2025.jp/news/220309.html</p>

【研究業績】

学術誌掲載論文：30件、査読付き講演論文：1件、2021年度目標値の78%達成

講演発表：22件、目標値の34%達成

著書：1件

■論文

(1)生理学：マッスルフィジオロジー・リサーチグループ

1. Gaku Yamazaki; Yuta Suzuki; Takuya Goto; Takuya Nagasaka; Daisuke Nagata; Jingjie Shen; Kazuki Saito; Takashi Watanabe. Microscopic Corrosion Process and Electrochemical Properties of JLF-1 Steel (Fe-9Cr-2W) in the Molten Salt LiF-NaF-KF. *Fusion Science and Technology*, 77(7-8) 766-772, November 17, 2021.
2. Rei Akasegawa; Heishun Zen; Kan Hachiya; Kyohei Yoshida; Takuya Goto; Takashi Sagawa; Hideaki Ohgaki. Mode-selective excitation of an infrared-inactive phonon mode in diamond using mid-infrared free electron laser. *Japanese Journal of Applied Physics*, 60(10) 102001-102001, October 1, 2021.
3. Hata, M.; Saito, I.; Kadoya, Y.; Tanaka, Y.; Hitomi, Y.; Kodera, M. Enhancement of cancer-cell-selective cytotoxicity by a dicopper complex with a phenanthrene amide-tether ligand conjugate via mitochondrial apoptosis. *Dalton Transactions*, 51(12), 2022.
4. Yasuyuki Yamada; Kentaro Morita; Takuya Sugiura; Yuka Toyoda; Nozomi Mihara; Masanari Nagasaka; Hikaru Takaya; Kiyohisa Tanaka; Takanori Koitaya; Naoki Nakatani; Hiroko Ariga-Miwa; Satoru Takakusagi; Yutaka Hitomi; Toshiji Kudo; Yuta Tsuji; Kazunari Yoshizawa; Kentaro Tanaka. Close-Stacking of Iron-Oxo-Based Double-Decker Complex on Graphite Surface Achieved High Catalytic CH₄ Oxidation Activity Comparable to that of Methane Monooxygenases. *ChemRxiv* 2021, June 4, 2021 DOI: 10.26434/chemrxiv.14728860.v1
5. Ohira, T., Y. Ino, Y. Kimura, Y. Nakai, A. Kimura, Y. Kurata, H. Kagawa, M. Kimura, K. Egashira, C. Matsuda, Y. Ohira, S. Furukawa, and H. Hirano. Effects of microgravity exposure and fructo-oligosaccharide ingestion on the proteome of soleus and extensor digitorum longus muscles in developing mice. *npj Microgravity* 7: 34, 2021. doi: 10.1038/s41526-021-00164-6.
6. Zhang, S.*, D. Ueno*, T. Ohira, H. Kato, T. Izawa, S. Yamanouchi, Y. Yoshida, A. Takahashi, and Y. Ohira. Depression of bone density at the weight-bearing joints in Wistar Hannover rats by a simulated mechanical stress associated with partial gravity environment. *Frontiers Cell Develop. Biol.* 9: 707470, 2021. doi: 10.3389/fcell.2021.707470. *: Equally contributed authors.
7. Ohira, T., F. Kawano, K. Goto, and Y. Ohira. Responses of neuromuscular properties to unloading and potential countermeasures during space exploration missions. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 136: 104617, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104617>.
8. Hasebe, R., K. Murakami, M. Harada, N. Halaka, H. Nakagawa, F. Kawano, Y. Ohira, T. Kawamoto, F.E. Yull, T.S. Blackwell, J. Nio-Kobayashi, T. Iwanaga, M. Watanabe, N. Watanabe, H. Hotta, T. Yamashita, D. Kamimura, Y. Tanaka, and M. Murakami. ATP spreads inflammation to other limbs through crosstalk between sensory neurons and interneurons. *J. Exp. Med.* 219 (6): e20212019, 2022: <https://doi.org/10.1084/jem.20212019>.

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

9. Yoshiro Saito. Diverse cytoprotective actions of vitamin E isoforms- role as peroxy radical

- scavengers and complementary functions with selenoproteins. *Free radical biology & medicine* 175, 121-129, November 1, 2021.
10. Yuichiro Mita, Risa Uchida, Sayuri Yasuhara, Kohei Kishi, Takayuki Hoshi, Yoshitaka Matsuo, Tadashi Yokooji, Yoshino Shirakawa, Takashi Toyama, Yasuomi Urano, Toshifumi Inada, Noriko Noguchi, Yoshiro Saito. Identification of a novel endogenous long non-coding RNA that inhibits selenoprotein P translation. *Nucleic Acids Research*, June 18, 2021.
 11. Yoshiro Saito. Selenium Transport Mechanism via Selenoprotein P-Its Physiological Role and Related Diseases. *Frontiers in nutrition* 8, 685517-685517, 2021.
 12. Takakura H; Yamada T; Furuichi Y; Hashimoto T; Iwase S, Jue T; Masuda K Muscle immobilization delays the abrupt change in myoglobin saturation at the onset of muscle contraction. *J Phys Fitness Sports Med*, 11(2) 87 - 96, March 2022.
 13. Swe Mar Oo, Hein Ko Oo, Hiroaki Takayama, Kiyoo-aki Ishii, Yumie Takeshita, Hisanori Goto, Yujiro Nakano, Susumu Kohno, Chiaki Takahashi, Hiroyuki Nakamura, Yoshiro Saito, Mami Matsushita, Yuko Okamatsu-Ogura, Masayuki Saito, and Toshinari Takamura (2022) Selenoprotein P-mediated reductive stress impairs cold-induced thermogenesis in brown fat. *Cell Reports*, 38, 110566.
 14. Machiko Honda, Tatsuya Segawa, Kiyoshi Ishikawa, Masahiro Maeda, Yoshiro Saito, and Shigeyuki Kon (2022) Nephronectin influences EAE development by regulating Th17/Treg balance via reactive oxygen species. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, in press.
 15. Nanako Kitabayashi, Shohei Nakao, Yuichiro Mita, Kotoko Arisawa, Takayuki Hoshi, Takashi Toyama, Kiyoo-aki Ishii, Toshinari Takamura, Noriko Noguchi, and Yoshiro Saito (2022) Role of selenoprotein P expression in the function of pancreatic beta cells: Prevention of ferroptosis-like cell death and stress-induced nascent granule degradation. *Free Radical Biology & Medicine*, 183, 89-103
 16. Marco Vinceti, Tommaso Filippini, Ewa Jablonska, Yoshiro Saito, Lauren A. Wise (2022) Safety of selenium exposure and limitations of selenoprotein maximization: molecular and epidemiologic perspectives. *Environmental Research*, 211 , 113092

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

17. Yury Ivanenko; Daniel P. Ferris; Kyuhwa Lee; Yoshio Sakurai; Irina N. Beloozerova; Mikhail Lebedev. Editorial: Neural Prostheses for Locomotion. *Frontiers in Neuroscience*, 15, November 2021.
18. Yukitoshi Sakaguchi; Yoshio Sakurai. Paradoxical Enhancement of Spatial Learning Induced by Right Hippocampal Lesion in Rats. *Symmetry*, 13(11) 2138-2138, November 2021.
19. Yukitoshi Sakaguchi; Yoshio Sakurai. Disconnection between Rat's Left and Right Hemisphere Impairs Short-Term Memory but Not Long-Term Memory. *Symmetry*, 13(10) 1872-1872, October 2021.
20. Motoki Yamada; Yoshio Sakurai. Medial prefrontal cortex stimulation disrupts observational learning in Barnes maze in rats. *Cognitive Neurodynamics* (In press, published online), September 2021.
21. Shogo Takamiya; Kazuki Shiotani; Tomoya Ohnuki; Yuma Osako; Yuta Tanisumi; Shoko Yuki; Hiroyuki Manabe; Junya Hirokawa; Yoshio Sakurai. Hippocampal CA1 Neurons Represent Positive Feedback During the Learning Process of an Associative Memory Task. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15(article 718619), September 6, 2021.
22. Tomoya Ohnuki; Yuma Osako; Hiroyuki Manabe; Yoshio Sakurai; Junya Hirokawa. Overrepresentation of fundamental decision variables in the prefrontal cortex underlies decision bias. *Neuroscience Research*, 173, 1-13, December 2021.
23. Yuma Osako; Tomoya Ohnuki; Yuta Tanisumi; Kazuki Shiotani; Hiroyuki Manabe; Yoshio Sakurai;

Junya Hirokawa. Contribution of non-sensory neurons in visual cortical areas to visually guided decisions in the rat. *Current Biology*, 31, 1-13, July 12, 2021.

24. Yuta Tanisumi; Kazuki Shiotani; Junya Hirokawa; Yoshio Sakurai; Hiroyuki Manabe. Bi-directional encoding of context-based odors and behavioral states by the nucleus of the lateral olfactory tract. *iScience*, 24(4) 102381-102381, April 2021.

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

25. K.Kitano, A.Ito, and N.Tsujiuchi. Analysis of Dexterity Motion by Singular Value Decomposition for Hand Movement Measured Using Inertial Sensors. 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (0952.pdf), pp.7143-7146, November 2021. (査読付国際会議議事録)
26. A.Oshima, T.Wakahara, Y.Nakamura, N.Tsujiuchi, and K.Kamibayashi. Time-series changes in intramuscular coherence associated with split-belt treadmill adaptation in humans. *Experimental Brain Research*, Vol.239 [DOI: 10.1007/s00221-021-06127-3], pp.2127-2139, July 2021.
27. Katsuki Takahashi; Kiyotaka Kamibayashi; Taku Wakahara. Gluteus and posterior thigh muscle sizes in sprinters: Their distributions along muscle length. *European Journal of Sport Science*, 19, April 10, 2021.
28. Katsuki Takahashi; Kiyotaka Kamibayashi; Taku Wakahara. Muscle size of individual hip extensors in sprint runners: Its relation to spatiotemporal variables and sprint velocity during maximal velocity sprinting. *PLOS ONE*, 16(4) e0249670-e0249670, April 5, 2021.
29. Atsushi Ueda; Aoi Matsumura; Takafumi Shinkuma; Takeshi Oki; Yasuo Nakamura. Scapular dyskinesis type is associated with glenohumeral joint and scapular kinematic alteration during pitching motion in baseball players. *Journal of bodywork and movement therapies*, 28, 332-340, October 2021.

■著書

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

1. 外山喬士、工藤琉那、斎藤芳郎 (2021)「セレンとメチル水銀の相互作用」Medical Science Digest 特徴微量元素欠乏（亜鉛 セレン等）と疾患, 3Vol 47

■学会発表・講演

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

1. 加藤久詞, 大澤晴太, 高倉久志, 井澤鉄也, 「運動トレーニングによって脂肪由来幹細胞から分泌されるエクソソームが脂肪分化に及ぼす影響」, 第76回日本体力医学会大会(三重)、2021年9月17日～19日
2. 大澤晴太, 加藤久詞, 高倉久志, 井澤鉄也, 「脂肪由来幹細胞の分化シグナルに及ぼす運動の影響」, 第76回日本体力医学会大会(三重)、2021年9月17日～19日
3. 加藤久詞, 井澤鉄也, 「運動刺激による褐色脂肪組織の変容」, シンポジウム①『褐色脂肪を基軸とする新たな健康戦略』, 第40回日本臨床運動療法学会学術集会(京都)、2021年9月11日～12日
4. 加藤久詞, 井澤鉄也, 「時間運動学を基盤とした持続的運動トレーニングの最適な実施タイミング」, シンポジウム4『身体機能の最適化・最大化を目指した若手研究者による最新の基礎運動生理学』, 第29回日本運動生理学会学会大会(東京)、2021年8月20日～21日

5. 齋藤芳郎「セレノプロテインPの抗酸化機能と疾患—その発現と細胞内抗酸化システムの変化」第74回日本酸化ストレス学会 第21回日本NO学会 合同学術集会 SFRRJ/NOSJ 合同シンポジウム 活性酸素とNO:化学反応から生体応答、そして応用、2021年5月19日 [オンライン開催]
6. 齋藤芳郎「セレノプロテインと抗加齢医学—糖尿病とレドックス制御」第74回日本酸化ストレス学会 第21回日本NO学会 合同学術集会 SFRRJ/NOSJ 第21回日本抗加齢医学会総会、2021年6月25日 [オンライン開催]
7. 齋藤芳郎「膵β細胞のインスリン分泌におけるセレノプロテインの機能—リソソーム活性の制御」第94回日本生化学会大会、2021年11月3日 [オンライン開催]
8. 齋藤芳郎「必須微量元素セレンを含むアミノ酸の代謝と疾患- 新たな輸送経路と生体内レドックス制御」第11回新アミノ酸分析研究会、2021年11月12日 [オンライン開催]
9. 齋藤芳郎「必須微量元素セレンと超硫黄分子による生体防御とレドックス—カルコゲンによるシグナルネットワーク」第2回レドックスR&D戦略委員会 春のシンポジウム、2022年3月4日 [限定ハイブリッド開催 (仙台)]

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

10. 櫻井芳雄 シン・ブレインマシンインターフェイス—神経活動のオペラント条件 日本行動分析学会第30回年次大会、2021年08月28日
11. Junya Hirokawa 知覚意思決定バイアスに関わる前頭前野—皮質下回路 立命館大学システム視覚科学研究センターセミナー、2022年03月10日

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

12. 寺川翔, 辻内伸好, 伊藤彰人, 大島裕子, 青井伸也(京都大学), 土屋和雄(京都大学) その場歩行とその場走行の遷移現象の解析 第65回システム制御情報学会研究発表講演会、2021年5月
13. 黒川美月, 辻内伸好, 伊藤彰人, 迫田空 筋骨格モデルを用いたトラクタの乗降性評価 日本機械学会 2021年度年次大会、2021年9月
14. 友國佑哉, 辻内伸好, 伊藤彰人, 大内陽, 廣瀬圭(久留米工業大学) 負荷制御型トレッドミルの負荷パターンが下肢へ与える影響評価 日本機械学会 2021年度年次大会、2021年9月
15. 松岡大成, 辻内伸好, 伊藤彰人, 安田和磨, David Gonzalez Pomares 慣性センサによる手首推定位置に基づいたロボット遠隔教示システムの構築 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2021、2021年9月
16. 北野敬祐, 伊藤彰人, 辻内伸好 慣性センサによる手指動作計測結果に対する特異値分解と階層型クラスタリングを用いた手指巧緻性の解析 LIFE2020-2021 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2021、2021年9月
17. 三間郭凱, 伊藤彰人, 辻内伸好, 北野敬祐, 植田慎也 慣性センサによるヒトの関節位置を考慮した上体運動計測モデルの構築 日本機械学会第17回「運動と振動の制御」シンポジウム、2021年12月
18. 江上静子, 寺川翔, 大島裕子, 伊藤彰人, 辻内伸好, 青井伸也(京都大学), 土屋和雄(京都大学) 足踏み動作の力学解析—垂直床反力パターンの解析— 2021年度計測自動制御学会関西支部・システム制御情報学会シンポジウム, pp.73-74、2022年
19. Atsushi Oshima; Yasuo Nakamura; Taku Wakahara; Kiyotaka Kamibayashi. Modulation of muscle synergies during locomotor adaptation in humans. Neuroscience 2021, October 8,9, and 11, 2021.
20. 森田涼介; 大島惇史; 北村将也; 上林清孝 歩行速度の違いが左右非対称性の知覚に及ぼす影

響 第76回日本体力医学会大会、2021年09月17,19日

21. Takeda M., Ohta, K., Migita, A., Suzuki, K., Miura, R., Hatakeyama, N., Miyamoto, A., Miyamoto, N. Stroke Analysis during a Canoe Canadian 500 m Time Trial using Highly Precision Kinematic Global Navigation Satellite System. 26th Annual Congress of the European College of Sport Science. 8-10th September, 2021. Virtual congress.
22. Miyamoto, N., Takeda, M., Miura, R., Hatakeyama, N., Miyamoto, A. Kinematic Analysis of Canoe Sprint Kayak Single using Wearable Centimeter-level GNSS. 26th Annual Congress of the European College of Sport Science. 8-10th September, 2021. Virtual congress.

2020年度以前未報告分

■論文

(1)生理学：マッスルフィジオロジー・リサーチグループ

1. M. Honda; T. Goto; Y. Sakanaka; T. Yaita; S. Suzuki. Electrochemical Cs removal and crystal formation from Fukushima weathered biotite in molten NaCl-CaCl₂. *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 3(2) 102-110, 2019.
2. Gaku Yamazaki; Takuya Nagasaka; Juro Yagi; Takuya Goto; Teruya Tanaka; Takashi Watanabe; Akio Sagara. Electrochemical measurements of the corrosion of pure Fe and JLF-1 steel in HF-containing molten FLiNaK salt. *Fusion Engineering and Design*, 162, 112134-112134, January 2021.
3. Ohira, T., F. Kawano, Y. Ozaki, S. Fukuda, K. Goto, and Y. Ohira. Roles of satellite cells and/or myonuclei in the regulation of morphological properties of anti-gravitational skeletal muscle in response to mechanical stress. *Biol. Sci. Space* 34: 1-11, 2020.
4. Ohira, T., Y. Ino, Y. Nakai, H. Morita, A. Kimura, Y. Kurata, H. Kagawa, M. Kimura, K. Egashira, S. Moriya, K. Hiramatsu, M. Kawakita, Y. Kimura, and H. Hirano. Proteomic analysis revealed different responses to hypergravity of soleus and extensor digitorum longus muscles in mice. *Journal of Proteomics* 217: 103686, 2020.

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

5. Kosuge, M., Furusawa-Nishii, E., Ito, K., Saito, Y., and Ogasawara, K. Point mutation bias in SARS-CoV-2 variants results in increased ability to stimulate inflammatory responses. *Scientific Reports*, 10, 17766, 2020.
6. 斎藤芳郎 【食と健康を結ぶメディカルサイエンス 生体防御系を亢進し、健康の維持に働く分子機構】(第2章)食による生体防御系の活性化 抗酸化 セレノプロテインの機能と疾患 食とセレンの代謝 実験医学、38(10), 1654-1662, 2020年6月
7. 外山喬士, 星尚志, 斎藤芳郎, 永沼章, 黄基旭 ミクログリアにおけるメチル水銀によるMAPキナーゼを介したTNF- α 発現誘導機構 *The Journal of Toxicological Sciences*, 45(Suppl.) S129-S129, 2020年6月
8. 角田洋平, 外山喬士, 永沼章, 斎藤芳郎, 黄基旭 マウス脳内におけるTNF受容体3の発現細胞特定およびメチル水銀による中枢神経障害における役割の解明 *The Journal of Toxicological Sciences*, 45(Suppl.) S134-S134, 2020年6月
9. 水野彩子, 堤良平, 斎藤芳郎 セレン含有タンパク質セレノプロテイン P のセレン運搬活性における受容体 ApoER2 バリエーションの関与 日本薬学会年会要旨集 140 年会 26P-am155S, 2020年3月
10. 斎藤芳郎 ホメオスタシスにおける活性酸素の功罪 生活習慣病と抗酸化タンパク質セレノ

- プロテイン P 日本運動生理学雑誌、26(2) 45-49、2019 年 12 月
11. 高橋理子, 鈴木民恵, 石渡潮路, 村上礼一, 秋田美季, 宮川泰子, 三上正治, 八代壇, 齋藤芳郎, 野口範子, 松熊祥子 角層 DJ-1 を用いた体内の酸化ストレス評価 加齢皮膚医学セミナー 14(2) 70-70、2019 年 12 月
 12. 齋藤芳郎 ビタミン E 類の多様な抗酸化作用 必須微量元素セレンとの関わり ビタミン 93(9) 424-424、2019 年 9 月
 13. 高山浩昭, 御簾博文, 齋藤芳郎, 篁俊成 革新的治療法を生み出すセレノプロテイン研究 抗酸化ヘパトカイン"セレノプロテイン P"が惹起する全身の糖尿病関連病態 日本生化学会大会プログラム・講演要旨集 92 回 [3S15m-01]、2019 年 9 月
 14. 佐藤公雄, 菊地順裕, 齋藤芳郎, 下川宏明 革新的治療法を生み出すセレノプロテイン研究 肺動脈性肺高血圧症の新しい治療標的 セレノプロテイン P 日本生化学会大会プログラム・講演要旨集 92 回 [3S15m-02]、2019 年 9 月
 15. 高橋理子, 鈴木民恵, 石渡潮路, 村上礼一, 秋田美季, 宮川泰子, 三上正治, 八代壇, 齋藤芳郎, 野口範子, 松熊祥子 角層 DJ-1 を用いた体内の酸化ストレス評価 加齢皮膚医学セミナー 14(1) 49-57、2019 年 6 月
 16. 高橋理子, 鈴木民恵, 石渡潮路, 村上礼一, 秋田美季, 宮川泰子, 三上正治, 八代壇, 齋藤芳郎, 野口範子, 松熊祥子 角層 DJ-1 を用いた体内の酸化ストレス評価 加齢皮膚医学セミナー 14(1) 68-68、2019 年 6 月
 17. 蔭地野稔; 山田達也; 小間陸嗣; 芝口翼; 高倉久志; 増田和実 発育期における骨格筋ミトコンドリアの生合成とミオグロビン発現量の連関 北陸スポーツ・体育学研究, 2 17 - 28, 2021 年 03 月
 18. Rikuhide Koma; Tsubasa Shibaguchi; Claudia Pérez López; Toshihiko Oka; Thomas Jue; Hisashi Takakura; Kazumi Masuda. Localization of myoglobin in mitochondria: implication in regulation of mitochondrial respiration in rat skeletal muscle. *Physiological reports*, 9(5) e14769, March 2021.
 19. Takakura Hisashi; Takahashi Kazuya; Sudo Mizuki; Ando Soichi; Kato Hisashi; Oosawa Seita; Izawa Tetsuya. Effect of hypoxia exposure after endurance training on muscle oxidative metabolism. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 9(6) 324-324, November 2020.

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

20. Yuma Osako; Tomoya Ohnuki; Yuta Tanisumi; Kazuki Shiotani; Hiroyuki Manabe; Yoshio Sakurai; Junya Hirokawa. Visually-evoked choice behavior driven by distinct population computations with non-sensory neurons in visual cortical areas. *Cold Spring Harbor Laboratory*, June 15, 2020.
21. 大貫朋哉; 大迫優真; 塩谷和基; 櫻井芳雄; 廣川純也 高次皮質領域における単一ニューロンコーディングとポピュレーションコーディング 日本神経回路学会誌, 29, 89-90, 2019 年 09 月
22. Kazuki Shiotani; Yuta Tanisumi; Junya Hirokawa; Yoshio Sakurai; Hiroyuki Manabe. Encoding of odor information and reward anticipation in anterior cortical amygdaloid nucleus. November 20, 2020.
23. Paul Masset; Torben Ott; Armin Lak; Junya Hirokawa; Adam Kepecs. Behavior- and Modality-General Representation of Confidence in Orbitofrontal Cortex. *Cell*, 182 (1), 9 July 2020, Pages 112-126.e18
24. Armin Lak; Emily Hueske; Junya Hirokawa; Paul Masset; Torben Ott; Anne E Urai; Tobias H Donner; Matteo Carandini; Susumu Tonegawa; Naoshige Uchida; Adam Kepecs. Reinforcement biases subsequent perceptual decisions when confidence is low: a widespread behavioral phenomenon. *eLife*, 2020 Apr 15;9:e49834. doi: 10.7554/eLife.49834.

25. Ohnuki T; Osako Y; Manabe H; Sakurai Y; Hirokawa J. Single neuron and population coding in a higher-order cortical area. 日本神経回路学会誌, 29 89 - 90, 2019 年 09 月

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

26. Aoi Matsumura; Atsushi Ueda; Yasuo Nakamura. A new method of estimating scapular orientation during various shoulder movements: A comparison of three non-invasive methods. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 44, 46-55, February 2019.
27. Kenta Matsumoto; Nobutaka Tsujiuchi; Akihito Ito; Hiroshi Kobayashi; Masahiko Ueda; Kosuke Okazaki. Proposal of Golf Swing Analysis Method Using Singular Value Decomposition. *Proceedings*, 49(1) 91-91, June 15, 2020

■ 著書

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

1. 櫻井芳雄 『心理学評論』、心理学評論刊行会、2020 年。編者(編著者), 特集号「未来へつなぐ心理学ー若手研究者の今ー」刊行にあたって. 63, 1-2

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

2. 中村康雄 『文化情報学事典』村上、征勝 監修,著者総数 105 名(中村康雄含む)、勉誠出版、2019 年 12 月。分担執筆, スポーツバイオメカニクス「スポーツ動作」研究の方法と事例 ; 519 頁~525 頁 (総ページ数 850)

■ 学会発表・講演

(2)生化学：メタボリックネットワーク・リサーチグループ

1. 加藤久詞、井澤鉄也、「脂肪由来間葉系幹細胞の分化機構に及ぼす運動トレーニングの影響」シンポジウム⑥『肥満症の病態生理とエネルギー代謝機構』, 第 98 回日本生理学会大会・第 126 回日本解剖学会大会 (名古屋)、2020 年 3 月 28 日~30 日

(3)神経科学：ブレインファンクション・リサーチグループ

2. Junya Hirokawa. Discrete subpopulations in Orbitofrontal cortex represent distinct decision variables. *Systems Neuroscience and Decision Making* (Aarhus, Denmark), August 7, 2019.

(4)生体医工学：バイオメカニカルエンジニアリング・リサーチグループ

3. Takahashi K; Kamibayashi K; Wakahara T. Built for fast sprint running: phase-specific association of individual hip extensor sizes with sprint velocity and step variables. 24th Annual Congress of European College of Sport Science, July 3, 2019 (ポスター発表)
4. 植田篤史; 松村葵; 天野太一; 新熊孝文; 大木毅; 中村康雄 投球動作における非投球側の肩甲骨運動は体幹回旋と投球側の肩関節負荷の変化に関連する 第 7 回日本スポーツ理学療法学会学術大会 (オンライン)、2021 年 01 月 24 日
5. 植田篤史; 植田篤史; 松村葵; 新熊孝文; 大木毅; 中村康雄 肩甲骨運動異常を有する野球選手の投球動作中の肩関節の運動解析 第 17 回 日本肩の運動機能研究会 (札幌, オンライン併用)、2020 年 10 月 9 日

6. 植田篤史; 植田篤史; 松村葵; 天野太一; 新熊孝文; 大木毅; 中村康雄 Glenohumeral Internal Rotation Deficit は投球動作中の肩甲上腕関節と肩甲骨運動に関連する 第 31 回日本臨床スポーツ医学会学術集会 (オンライン)、2020 年 10 月 2 日
7. 松本賢太; 辻内伸好; 伊藤彰人; 小林宏; 植田勝彦; ゴム工; 岡崎弘祐 熟練度の異なるゴルファーの協調動作の分析 日本機械学会シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2020、2020 年 11 月
8. 岡崎弘祐; 辻内伸好; 伊藤彰人; 杉本翔; 植田勝彦; 中村佑斗 スイングによる調子が異なるシャフトでの変形挙動の差の分類 日本機械学会シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2020、2020 年 11 月
9. 岡崎弘祐; 辻内伸好; 伊藤彰人; 杉本翔; 植田勝彦; 中村佑斗 スイング中のトルクの振動解析結果と力学モデルによるスイング推定手法の開発 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2020、2020 年 09 月
10. Naoto Miyamoto; Masaki Takeda; Thomas Stöggl; Olli Ohtonen; Vesa Linnamo; Tatsuo Morimoto; Nozomu Hatakeyama; Ryuji Miura; Akira Miyamoto; Masanori Hariyama; Stefan Lindinger. Validation of wearable kinematic GNSS receiver for cross-country skiing. 8th International Congress on Science and Skiing, Vuokatti, Finland, 11-15, March, 2019. Book of Abstract: 94., March 2019. (ポスター発表)
11. Masaki Takeda; Naoto Miyamoto; Olli Ohtonen; Stefan Lindinger; Vesa Linnamo; Thomas Stöggl. Classical cross-country skiing technique detection by high precision kinematic global navigation satellite system. 8th International Congress on Science and Skiing, Vuokatti, Finland, 11-15, March, 2019. (Invited Lecture). Book of Abstract: 93, March 2019.
12. 宮本直人, 太田向柊, 右田温哉, 鈴木海渡, 三浦隆治, 畠山望, 宮本明, 竹田正樹 高精度 GNSS を用いたカヌースプリントのストローク検出 日本機械学会 シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2021. オンライン開催. 2020 年 11 月 13, 14, 15 日
13. 近藤亜希子, 友野一希, 竹田正樹, 廣瀬圭 慣性・地磁気センサを用いたフィギュアスケート・ジャンプにおける 3 次元回転軸推定に関する研究 日本機械学会 シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2021. オンライン開催. 2020 年 11 月 13, 14, 15 日
14. 近藤亜希子; 廣瀬圭; 辻内伸好; 伊藤彰人 ウェアラブルセンサを用いた負荷制御型トレッドミルにおける運動計測法の構築に関する研究 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演要旨集, (一社)ライフサポート学会, 2019 34 - 34, 2019 年 09 月
15. 松原真己; 益戸直也; 河村庄造; 中垣明美; 伊藤彰人; 辻内伸好 妊娠体験ジャケット着用者の歩行動作分析 Dynamics and Design Conference 2019 講演論文集, 2019 年 08 月

【外部評価委員の評価所見】

○特に問題はない

○情報発信に関する世の中のトレンドを的確にとらえ SNS や人気コミックとのコラボによる成果の発信を実施したことはユニークな取り組みである。2020 年度に実施された「同志社大学 x 宇宙兄弟」タイアップ企画により講談社のメディアアワードを受賞したことは、その価値が客観的に評価された結果であり、ブランディング事業が目指す成果の発信方法として特筆される成果である。

○手元資料を見る限り、発信状況について（イ）少なすぎるのではないか、（ロ）もっと世間一般にわかりやすく発信されることを望む。広報戦略の具体策はどのようなものなのか、お粗末すぎなのでは。たとえばメディアへの更なるアプローチ、または校友会への働きかけなどがあった方が良いのではないか。

○多くの成果の公表や研究論文の発表がなされていると思われ、今後も研究発表を十分にしていきたい。

6. 総合評価

当該事業が目的の実現に向け着実に実施されており、目的の達成が期待できるか、今後の展望について下記の評価基準に基づき5段階にて評価する。

評価	基準
A	S 計画以上に順調に進んでおり、特段の成果が期待できる。
A	A 計画どおり順調に進んでおり、一層の発展が期待できる。
B	B 概ね計画どおりに進んでおり、当初の成果が期待される。
B	C 一部計画どおりに進んでなく、一層の努力が必要である。
	D 現状では成果が期待できなく、計画の変更が必要である。

(総評) 同志社大学研究ブランディング事業の活動状況等について特筆すべき意見

○微小重力環境下のヒトの生化学、生理学、脳科学、運動力学を統合的に研究する「宇宙生体医工学」という新しい研究領域を立ち上げることができた。今後、宇宙生体医工学の各研究分野における基礎科学研究をより一層進め、微小重力環境におけるヒトの理解を深めていくこと、特に、微小重力環境での身体-脳の関連性について明らかにする研究を踏まえて認知心理学等人文科学へと研究分野を広げていただきたい。又、その知見に基づいた歩行困難者の新規療法、リハビリテーション方策・機器の開発、創薬などを目指したシステム科学研究も進めていただきたい。

○本プロジェクトは計画通りの成果を得られていると考えるが、その中でも特筆される成果として下記の項目が挙げられる。

- ・自然科学が主導する研究テーマであるが、「人」を検討対象とするテーマであることから、この分野に関する豊富な知見を有する人文・社会科学との融合も進め、総合大学の特徴を生かした研究内容となっていること

- ・4つのリサーチグループの研究成果もさることながら、メディアアワードの受賞をはじめとする間接部門によるサポート体制・活動内容が秀逸であること

○計画どおり進んでいるのかどうか、資料からの判断は難しいが、期待を含めBとした。繰り返しになるが、資金減(予想している)、コロナ禍での制約の中で、今後の目標、方針を示すべき。前回も述べたが、文理融合は日本の多くの大学が標榜している中、当事業が本学の名実ともにリーディングユニバーシティとしての地位を築く、牽引の役目を担って欲しい。

更に、複合科目として京田辺で開講されているが、(イ)24,000名あまりの学生のうち、9名は少なすぎる。(ロ)文理融合授業といいながら京田辺校地だけでの開講は問題ではないか。今出川校地の学生も受講できる工夫(例えばオンライン活用など)を考えてはどうか。

要は、素晴らしい当事業(授業)をもっと学内、学外に広く知らしめる工夫をすべきだと思う。

○COVID-19の影響により国際的な研究活動が制約を受けているのは残念なことである。また上記2にも述べたように、各研究活動内容はやや基礎的な研究に留まっている感があり、今後は高齢化社会への問題点の解決に向けた貢献をさらに念頭に入れて実施していただきたい。

7. 同志社大学研究ブランディング事業外部評価内規

同志社大学研究ブランディング事業外部評価内規

2018年5月24日 制定

(外部評価の目的)

第1条 本学は、学長のリーダーシップの下、大学として推進する研究ブランディング事業（以下「研究ブランディング事業」という。）の更なる進展を図るとともに、研究成果の波及に関する専門的な知見を得るため、学長の下に外部評価委員会を設置し、その進捗状況及び成果の評価（以下「外部評価」という。）を実施する。

(外部評価委員会の構成)

第2条 外部評価委員会は、研究ブランディング事業の研究内容について専門的な知見を有する学外者及び研究成果を波及させようとするステークホルダーをもって次のとおり構成し、評価委員は学長が委嘱する。評価委員の任期は1年とし、再任を妨げない。

- (1) 研究ブランディング事業の研究内容について専門的な知見を有する学外者若干名
- (2) 研究成果を波及させようとするステークホルダー若干名
- (3) 研究開発推進機構長

(外部評価委員会の運営)

第3条 外部評価委員会に、委員長を置く。委員長は、前条第3号に規定する委員をもってあてる。

2 外部評価委員会は、委員長が招集し、議長は委員長があたる。

3 委員長は、別に定める「同志社大学研究ブランディング事業外部評価実施要領」（以下「実施要領」という。）に基づいて、評価委員の評価活動の進捗を管理する。

4 評価委員は、委員長の指示及び実施要領に沿って評価活動を行う。ただし、委員長は、第4条第1号から第5号に定める評価活動には加わらない。

(外部評価の方法)

第4条 外部評価は、実施要領に基づいて次の方法で行う。

- (1) 評価委員による「同志社大学研究ブランディング事業経過・成果報告書」（以下「経過・成果報告書」という。）の書面評価の実施
- (2) 評価委員による本条第4号及び第5号の評価事項の検討
- (3) 評価委員による研究ブランディング事業の実施担当者からの説明に基づく研究活動の現状調査の実施
- (4) 評価委員による研究ブランディング事業に関する研究施設設備、研究活動の現地調査の実施
- (5) 評価委員による大学及び研究ブランディング事業関係者へのヒアリング調査の実施
- (6) 評価委員による評価結果の審議
- (7) 評価委員による「同志社大学研究ブランディング事業外部評価結果報告書」（以下「評価結果報告書」という。）の作成

(外部評価の評価項目)

第5条 外部評価の評価項目は次のとおりとする。

- (1) 研究ブランディング事業の実施体制及びブランディング戦略
- (2) 研究内容及び研究活動状況
- (3) 評価実施年度以降の研究活動の展望及び研究計画
- (4) 前回の外部評価結果を踏まえた取組状況
- (5) 研究ブランディング事業の公表及び研究経過・成果の発信状況

(外部評価結果に関する対応)

第6条 外部評価委員会は、「評価結果報告書」を学長に提出する。

2 学長は、評価結果報告書を研究開発推進機構のホームページにおいて公表する。

3 学長は、外部評価結果と別途実施する自己点検・評価結果に基づき、研究ブランディング事業の改善及び更なる推進に取り組む。

(外部評価の期間)

第7条 外部評価は、毎年度継続的に実施する。

(外部評価の事務)

第8条 外部評価に関する事務は、研究開発推進機構研究企画課が行う。

(改廃)

第9条 この内規の改廃は、部長会の審議を経て、学長が決定する。

附 則

この内規は、2018年5月1日から施行する。

8. 同志社大学研究ブランディング事業外部評価委員会委員

(1) 研究ブランディング事業の研究内容について専門的な知見を有する学外者

医療法人徳洲会 館山病院 内科医師 (元 J A X A 主任医長)

関口 千春 氏

京都大学 工学研究科 名誉教授

土屋 和雄 氏

(2) 研究成果を波及させようとするステークホルダー

株式会社 毎日放送

顧問

河内 一友 氏

三菱電機株式会社 開発本部 技術統括

田中 健一 氏

(3) 研究開発推進機構長 (委員長)

同志社大学 理工学部 教授

副学長

脳科学研究科長

塚越 一彦