

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：32665

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05939

研究課題名(和文)重力変動や閉鎖環境による循環調節機構の変化

研究課題名(英文)Changes in the Cardiovascular Regulatory Mechanism due to Gravitational Variations and Confinement

研究代表者

岩崎 賢一(IWASAKI, Kenichi)

日本大学・医学部・教授

研究者番号：80287630

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 61,400,000円

研究成果の概要(和文)：ヒトが宇宙飛行した際、微小重力や閉鎖環境ストレス、往還時の過重力等により循環調節機構が変化する可能性があり、特に重要臓器の脳の循環に重点を置きながら、その影響について研究した。地上模擬実験においては、過重力曝露や、閉鎖環境曝露、高二氧化碳素と頭部方向体液シフトの複合曝露等が、脳血流調節や頭蓋内圧を変化させることを明らかにした。また、国際宇宙ステーション利用実験では、脳血流や血圧などを測定した。その結果、飛行後に血圧は変化しないにもかかわらず脳血流速度が増加したこと、その変化に血液中ヘモグロビン濃度の低下が関連したことを認めた。さらに頭蓋内圧推定値も飛行前に比べて飛行後に変化を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

宇宙飛行により種々の人体臓器が変化すると分かっており、近年特に頭の臓器(脳や眼球)が形態を含め変化することが報告され注目されている。その変化の因子や病態を明らかにすることは宇宙医学分野などで科学的に重要なだけでなく、今後の月・火星探査等に際し、その知見を基に予防手段を講じ宇宙飛行士の健康を維持しミッションを成功させるためにも重要である。つまり今回判明した脳循環に影響を与える環境因子を制御することが、今後の宇宙開発に役立つと考えられる。また、閉鎖環境が循環系に与える影響に関しては、地上における災害時の孤立や避難、新型コロナウイルス感染症禍での長期隔離の際の健康維持などにその成果が応用できる。

研究成果の概要(英文)：Human cardiovascular system has been known to be altered by several factors, such as microgravity, stress response to confinement during space flight, and hypergravity with a launch and a return to the Earth. We have investigated the effects of these factors on cardiovascular system, while mainly paying attention to brain circulation. As results of ground-based simulated experiments, we have found that an exposure to hypergravity, psychological stress due to confinement, or a combination of hypercapnia and head-ward fluid shift has a potential to affect brain circulation and intracranial pressure. In addition, an experiment measuring cerebral blood flow on International Space Station (ISS) astronauts has revealed that cerebral blood flow velocity increased after the several months spaceflight in spite of unchanged arterial blood pressure, associated with decreases in hemoglobin concentration. Furthermore, we have found that estimated intracranial pressure changed after the spaceflight.

研究分野：宇宙医学

キーワード：宇宙医学 宇宙飛行 循環調節 脳血流 微小重力 過重力 頭蓋内圧 血圧

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトが宇宙飛行した際、循環調節機構が大きく変化することが知られている。これらの変化は宇宙滞在中の微小重力曝露や往還時の過重力曝露、滞在中の身体活動量の減少や閉鎖環境ストレスなど、幾つかの環境因子により発生していると考えられる。また、循環器系は、脳、眼、心臓、末梢など、種々の循環調節機構で各々調節され、それらが協調し全体の恒常性を保っているが、宇宙での変化は臓器ごとにも異なり複雑である。特に近年、頭部の臓器(脳や眼球など)の形態や体液の代謝、循環などが長期の宇宙滞在で著しく変化することが相次いで報告された。頭部の重要な臓器の変化であることから、より長期の飛行となる近未来の宇宙探査において、宇宙飛行士の健康を害するリスクとして心配され、NASA などを中心に世界各国で活発に研究が推進されるようになった。

### 2. 研究の目的

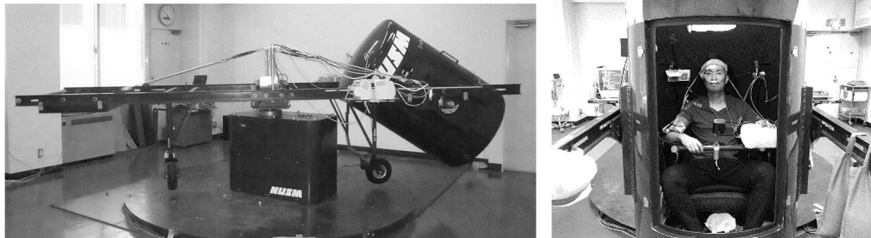
当計画研究では、宇宙・特殊環境の研究を基礎医学的な方向に発展させ、宇宙飛行から想定される「循環調節機構を変化させる主要な3環境因子(重力変動、運動不足、閉鎖環境ストレス)」を分離して実験し、それら各々の環境因子による臓器ごとの循環調節機構の変化を評価する。例えば、脳循環の評価においては、経頭蓋ドプラ血流計と連続血圧計から得られた脳血流速度と動脈圧に伝達関数解析などを施し、脳循環調節機能や頭蓋内圧値を推定・評価する。そして最終的には、循環調節系の総合的な変化の様相を明らかにすることを目指した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 「重力変動による循環調節機構の変化」

##### 、可変重力

頭から足方向への重力( $G_z$ )を、0~2 $G_z$ (0.5 $G_z$ ごと5段階)の強度で急性に10分ずつ負荷し、その際の脳血流速度や血圧波形を測定して、可変重力が脳循環に与える基礎生理学的な影響を検討した。0~1 $G_z$ の負荷はティルトベッドを用い、過重力負荷にはヒトを乗せて水平面で回転するヒト用の遠心人工重力負荷装置(下写真)を用いた。この研究結果をもとに、その後、過重力による影響( )と微小重力模擬による影響( )について、各々より詳細な検討に入った。



##### 、過重力環境

#### i) 過重力環境における脳血流及び血圧の経時的変化

往還時の過重力曝露に際して、また、微小重力影響の予防対策に遠心人工重力を宇宙で使用するに際して、過重力曝露中の脳血流や血圧の経時的変化を把握しておくことが重要となる。そのため、頭から足方向への重力(+ $G_z$ )を+1.5 $G_z$ の強度でヒト用遠心人工重力装置(上写真)を用いて健康成人に負荷し、負荷開始から20分間の脳血流及び血圧の経時的変化を評価した。

#### ii) 過重力環境における局所酸素飽和度の変化

宇宙滞在による様々な生理学的変化に対し、軽度過重力負荷が予防・改善策となりうると考えられている。しかしながら、過重力負荷が軽度であっても、負荷中の脳循環のモニターが必要であり、非侵襲的かつ簡便なモニタリング手段が求められる。そこで、一般臨床においても脳循環の非侵襲的かつ簡便なモニターとして普及が進んでいる近赤外分光計(NIRS)が過重力環境におけるモニターとしても有用か明らかとすることを目的に、過重力負荷中に経頭蓋ドプラによる中大脳動脈の脳血流速度と、前額部に装着した近赤外分光計(NIRS)による局所脳組織酸素飽和度の同時測定を行った。また、上肢の局所循環も変化する可能性があると考え、近赤外分光計(NIRS)を上腕部にも装着し、同部の局所組織酸素飽和度を測定した。

#### iii) 過重力環境における動的脳血流自動調節の解析

脳血流速度と動脈圧の波形を、一心拍毎の値に変換して伝達関数解析を施し、急速な変動に対する脳循環調節機構(動的脳血流自動調節機能)を評価した。

## 、微小重力模擬

### i) 微小重力模擬と高二酸化炭素の脳循環、頭蓋内圧などへの影響

近年、視神経乳頭浮腫を発症する宇宙飛行士がみとめられ脳循環や頭蓋内圧の変化の関与が示唆されている。その発生因子として「頭部方向への体液シフト」と、空気の自然対流が起こらないことによる「高濃度二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 曝露」が疑われている。そこで、両因子の組み合わせの影響を検討する実験を行い、本研究助成をもとにその実験データに最新の解析方法を追加応用した。

10 分間の負荷前データ (水平仰臥位) を測定後、吸入ガス (プラセボ = 空気、もしくは 3% CO<sub>2</sub>) と体位 (水平仰臥位、もしくは 10 度ヘッドダウンティルト: HDT) を組合せた全 4 種類 (プラセボ / 仰臥位、CO<sub>2</sub> / 仰臥位、プラセボ / HDT、CO<sub>2</sub> / HDT) の負荷を 10 分間施行した。連続血圧計による橈骨動脈圧波形と経頭蓋ドブラ血流計による中大脳動脈血流速度波形を記録した。脳循環調節機能の解析は血圧変動と脳血流変動間の伝達関数解析を用いて、頭蓋内圧は頭蓋内構成モデルを応用したシステム解析法を用いて評価した。

### ii) 微小重力環境曝露に伴う体内水分量減少の模擬

微小重力環境への持続的な曝露に伴う血管内水分量の減少を利尿剤の血管内一回投与により急性模擬した実験のデータに対して、最新の数理モデル解析を応用して頭蓋内圧や脳循環の物理学的特性などの変化を評価した。また、一晚の絶飲食による体内水分量の減少が脳循環調節に与える影響を、夜間睡眠の前後で脳血流速度波形や血圧波形を記録して解析することで検討した。

## (2) 「閉鎖環境」

JAXA が有する閉鎖環境適応訓練設備に 2 週間滞在する実験にサンプルシェアとして参加した。

第一回目は、14 日間の閉鎖環境が、体循環および脳循環調節機能に及ぼす影響について検討した。被験者 8 名を対象に、経頭蓋ドブラ血流計、心電図計、連続血圧計を用いて、一心拍毎の動脈圧、心電図 R-R 間隔、脳血流速度を測定し、体循環調節機能として圧受容器心臓反射を、脳循環調節機能として動的脳血流自動調節能を評価した。閉鎖環境施設への入室前日と退室翌日の合計 2 回、データを測定し閉鎖環境前後で比較した。

## (3) 「その他の因子」

### 「睡眠導入剤がヒトの循環系に及ぼす影響」

宇宙滞在で使用される睡眠導入剤においては、緊急ミッション等に備え、平衡感覚や循環動態などに影響が少ないものが適しているとされる。そこで、将来の宇宙での使用が期待されるオレキシン拮抗薬と従来から日常臨床でよく使用されているベンゾジアゼピン系薬の循環調節機能への影響を比較した。健康成人 15 名 (×2 回測定 = 30 回) を対象とし、睡眠導入剤は、オレキシン受容体拮抗薬スボレキサント (20mg × 1 錠) とベンゾジアゼピン系薬剤プロチゾラム (0.25mg × 1 錠) を使用し、睡眠導入剤服用前と、21 時に薬剤を服用させ、服用後 1.5 時間後に内服後データの測定を行った。各データの測定は、仰臥位安静の被験者に、経頭蓋ドブラ血流計、連続血圧計、心電図、呼気炭酸ガスモニター、動脈血酸素飽和度モニター、BIS モニターを装着し、脳血流速度波形、動脈圧波形、心電図波形、カプノグラムを連続記録した。循環調節機能は、血圧と脳血流の関係から動的脳血流自動調節能を、血圧と心拍の関係から圧受容器心臓反射を評価した。

### 「頭部位置の違いによる脳循環調節機能の変化」

椅子に座り頭部を正中位に保った状態を維持したのち、頸部の前屈および後屈時の角度が 45 度になるように頭部固定器具の高さおよび傾斜角度を調節した。その状態で心電図計、非観血的連続血圧計、呼気炭酸ガスモニター、経頭蓋ドブラ血流計などを用い測定した。測定は、各々の体位で 6 分間とした。

## (4) 「国際宇宙ステーション利用実験」

### 「飛行前後の頭蓋内圧、脳血流量の変化、飛行中の頭蓋内圧亢進関連症状」

国際宇宙ステーション利用実験として数か月におよぶ長期宇宙飛行を行った前後で脳血流や血圧を 11 例の宇宙飛行士から測定した。それらのデータに数理モデル解析などを応用して、頭蓋内圧を推定した。また、飛行中に遠隔の問診、視診を行い、頭蓋内圧亢進や視機能の変化に関係する症状があるか評価した。

宇宙飛行に関係する様々な因子によるヒト循環系への影響の統合的な知見を得るために、この宇宙実験で得られた結果と、地上模擬実験で得られた種々の結果を比較検討した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 「重力変動による循環調節機構の変化」

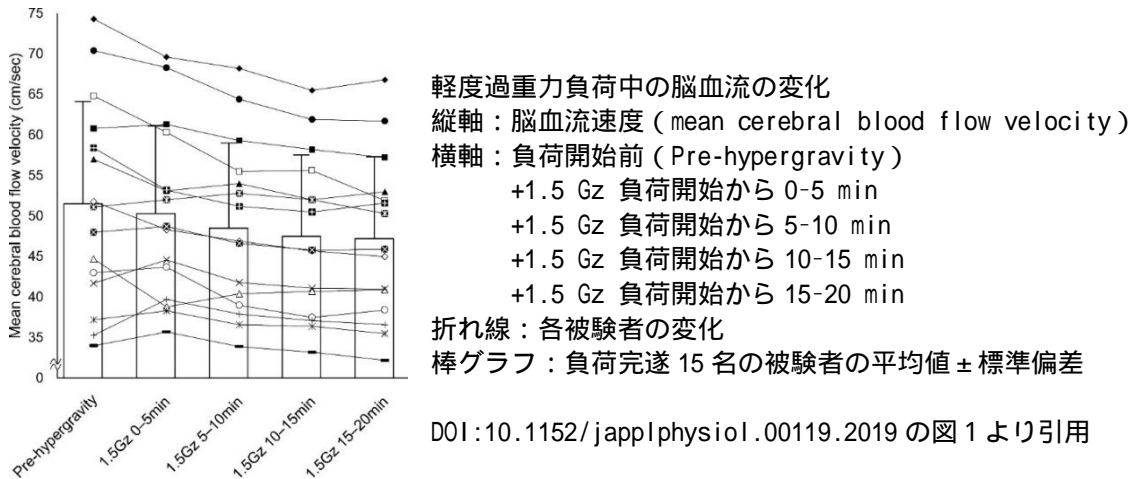
###### 、可変重力

頭から足方向への重力 (+Gz) を、ティルトベッドと遠心人工重力装置を用いて0~2Gz (0.5Gzごと5段階) の強度で急性に負荷すると、脳血流速度は重力強度依存性に減少した。つまり、過重力曝露中は脳血流低下のリスクがあり、その経時変化を把握しておくことが重要と考えられた (成果発表欄の原著論文)。

###### 、過重力環境

###### i) 過重力環境における脳血流及び血圧の経時変化

そこで、1.5Gzの負荷開始から20分間の脳血流及び血圧の経時変化を評価した。その結果、図のごとく、脳血流は負荷開始から徐々に低下し始め、5分以降で有意な低下となることが確認され、1.5Gz程度の軽度であっても曝露開始から5分以降は特に注意が必要と考えられた (成果発表欄の原著論文)。



###### ii) 過重力環境における局所酸素飽和度の変化

一方、NIRSの局所脳組織酸素飽和度指標は1.5Gz負荷中に無変化で、脳血流量の経時的な軽度の低下を捉えることができないと示唆された。その理由として、NIRSを使用する際の前提条件(動静脈血液比、ヘモグロビン濃度や、脳活動が測定部位において変化しないなど)が遠心人工重力負荷中は成立していない可能性が示唆された。一方、前失神症状を呈し24%を超える過度の脳血流速度の低下を示した1例では、経頭蓋ドプラ血流計で測定した脳血流速度の変化にNIRSによる局所脳組織酸素飽和度指標の変化がよく追従し、脳血流量の低下を捉えることができたと考えられた。つまり、過重力の基礎実験における脳血流量の評価においては経頭蓋ドプラ血流計が精度が高く適しているが、将来実際に遠心人工重力装置を宇宙飛行中に運用する際の前失神状態の早期把握用モニターとしては、取扱が簡便なNIRSも使用できる可能性が見出された。さらに、上腕部の局所酸素飽和度は負荷完遂者で変化がなかったものの、前失神症状を呈した1例では著大な上昇を呈し、上腕の皮膚末梢動脈の拡張があったと考えられ、この測定パラメーターも前失神症状のモニターとして使用できる可能性が示唆された(成果発表欄の原著論文)。

###### iii) 過重力環境における動的脳血流自動調節の変化

さらに、軽度過重力負荷中には、動的脳血流自動調節機能の指標が負荷後半にむけ改善する結果が得られた。つまり、過重力負荷中の脳血流低下に対して、脳血流変動を低減させ失神を抑制するように動的脳血流自動調節が代償的に増強していることを示唆すると考えられた (成果発表欄の原著論文)。

###### 、微小重力模擬

###### i) 微小重力模擬と高二氧化碳素の脳循環、頭蓋内圧などへの影響

「体液シフト」と「二酸化炭素曝露」の混合影響で脳循環調節機能の減弱が認められることや、主に「体液シフト」の影響で頭蓋内圧が上昇することなどが新たに明らかになった。詳細としては、10度ヘッドダウンティルトを用いた「頭部方向体液シフト」により頭蓋内圧が上昇するものの、「二酸化炭素曝露」は頭蓋内圧上昇に対して付加効果を示さなかったことから、微小重力環境で頭蓋内圧に影響すると考えられる因子のうち、「頭部方向体液シフト」が頭蓋内圧の上昇に強く影響する可能性が考えられ、3%程度までの二酸化炭素曝露は頭蓋内圧上昇に対して付加効果を示さないと考えられた (成果発表欄の原著論文)。一方、脳循環調節機能については、10

度ヘッドダウンティルトと 3%二酸化炭素の組合せにより減弱することを認め(成果発表欄の原著論文)、「頭部方向体液シフト」の状態において、高二酸化炭素の頭蓋内圧と脳循環調節機能への影響は異なることが示唆され、宇宙船内の二酸化炭素の許容濃度について、健康影響の何をターゲットにするかにより更なる検討が必要と考えられた。

### ii) 微小重力環境曝露に伴う体内水分量減少の模擬

微小重力環境への持続的な曝露に伴う血管内水分量の減少を利尿剤投与により急性模擬した実験データから頭蓋内圧や脳循環指標の変化を評価した結果、10%程度の血管内水分量の急性減少は頭蓋内圧には影響を与えないものの脳血流や脳血管の物理学的特性を変化させると考えられた(成果発表欄の原著論文)。また、一晚の絶飲食による体内水分量の減少が脳循環調節を減弱させる可能性を認めた(成果発表欄の国内学会発表)。

### (2) 「閉鎖環境」

2週間の閉鎖施設滞在により、平均脳血流速度や平均動脈圧、心拍数には変化がなかった。また圧受容器心臓反射も有意な変化を示さず、14日間の閉鎖環境は体循環調節機能に大きな影響は与えないと考えられた。一方、動的な脳循環調節機能の指標であるGain(血圧変動と脳血流変動の間の伝達の割合)は低周波数帯(LF)において有意に増加し、この周波数帯に対応する脳循環調節機能が減弱したことが示唆された。つまり、災害時の孤立や避難、長期隔離の際の健康維持などにこの知見が応用できると考えられた(成果発表欄の原著論文)。

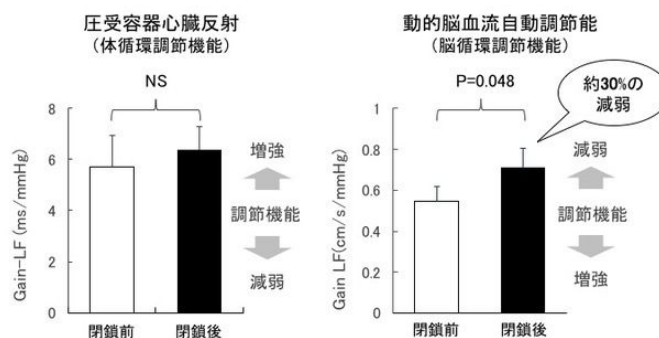


図 閉鎖環境滞在による体循環及び脳循環調節機能の変化

### (3) 「その他の因子」

#### 「睡眠導入剤がヒトの循環系に及ぼす影響」

将来の宇宙での使用が期待されるオレキシン受容体拮抗薬スボレキサント(20mg×1錠)と従来から臨床使用されているベンゾジアゼピン系薬剤プロチゾラム(0.25mg×1錠)は、種類の異なるにもかかわらず、両薬剤が脳循環調節に関しては類似した影響を示すことが明らかとなった(成果発表欄の学会発表)。つまり、オレキシン受容体拮抗薬の使用に際して脳循環調節に関しては従来薬と特に異なった注意をする必要はないと考えられた。

#### 「頭部位置の違いによる脳循環調節機能の変化」

頭部の前屈や後屈によって、前庭系への入力、頭蓋内圧、頸動脈圧受容器への入力、体性自律神経反射への入力などが変化しても、動的脳血流自動調節は保たれることを示唆する結果を得た(成果発表欄の国際学会発表)。本実験手法を飛行後の重力酔いの研究に応用可能と考えた。

### (4) 「国際宇宙ステーション利用実験」

#### 「飛行前後の頭蓋内圧、脳血流量の変化、飛行中の頭蓋内圧亢進関連症状」

国際宇宙ステーションに数か月滞在した宇宙飛行士において、飛行後に血圧は変化しないにもかかわらず脳血流速度が増加したこと、その変化に血液中ヘモグロビン濃度の低下が関連したことを認めた。これらの結果から、長期宇宙飛行により、地球に戻った後で貧血傾向になり、それに対して、脳への酸素供給量を一定に維持するための脳血流自動調節機構が適切に働き脳血流量を代償性に増やしたと考えられた。さらに頭蓋内圧推定値も飛行前に比べて飛行後に変化を認めた。現在この結果を論文発表するためのJAXAでの手続きを実施中である。

これら頭蓋内圧や脳血流の変化は、地上の微小重力模擬実験の結果と異なる可能性が見出された。つまり、宇宙飛行中の脳循環の変化は、微小重力以外の因子に影響を受けている可能性や、頭蓋内圧に関してはヘッドダウンティルトの地上実験が微小重力環境の適切な模擬になっていない可能性、長期宇宙飛行中に経時的に複雑な変化をする可能性、飛行直後の変化は飛行中の変化と異なる可能性などが考えられた。これらのことから、長期宇宙飛行中に脳循環の変化を経時的に詳細に検討することが意義深いと考え、現在継続中である(新型コロナウイルス感染症の関係で2019年度末から執筆時点では一部被験者の実験などをやむなく中止や停止している)長期宇宙飛行中に繰返し脳循環の評価を行う実験(国際宇宙ステーション滞在中の宇宙飛行士自身に脳血流、血圧、心電図を取得してもらう実験)を拡充・発展させることが重要と考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Konishi Toru, Kurazumi Takuya, Kato Tomokazu, Takko Chiharu, Ogawa Yojiro, Iwasaki Ken-ichi	4. 巻 127
2. 論文標題 Changes in cerebral oxygen saturation and cerebral blood flow velocity under mild +Gz hypergravity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 190-197
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1152/jappphysiol.00119.2019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 小西 透, 倉住拓弥, 田子智晴, 加藤智一, 小川洋二郎, 岩崎賢一	4. 巻 56
2. 論文標題 軽度過重力負荷中の動的脳血流自動調節能の経時変化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 宇宙航空環境医学	6. 最初と最後の頁 25-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） -	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kato Tomokazu, Yanagida Ryo, Takko Chiharu, Kurazumi Takuya, Inoue Natsuhiko, Suzuki Go, Ogawa Yojiro, Furukawa Satoshi, Iwasaki Ken-ichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Dynamic cerebral autoregulation after confinement in an isolated environment for 14?days	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Health and Preventive Medicine	6. 最初と最後の頁 23:61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12199-018-0751-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kurazumi Takuya, Ogawa Yojiro, Morisaki Hiroshi, Iwasaki Ken-ichi	4. 巻 4
2. 論文標題 The effect of mild decrement in plasma volume simulating short-duration spaceflight on intracranial pressure	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 npj Microgravity	6. 最初と最後の頁 19.1-19.4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41526-018-0053-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Konishi Toru, Kurazumi Takuya, Kato Tomokazu, Takko Chiharu, Ogawa Yojiro, Iwasaki Ken-ichi	4. 巻 89
2. 論文標題 Time-Dependent Changes in Cerebral Blood Flow and Arterial Pressure During Mild +Gz Hypergravity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Aerospace Medicine and Human Performance	6. 最初と最後の頁 787 ~ 791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3357/AMHP.5106.2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kurazumi T, Ogawa Y, Yanagida R, Morisaki H, Iwasaki K.	4. 巻 88
2. 論文標題 Dynamic cerebral autoregulation during the combination of mild hypercapnia and cephalad fluid shift.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Aerosp Med Hum Perform	6. 最初と最後の頁 819-826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3357/AMHP.4870.2017.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kurazumi T., Ogawa Y., Yanagida R., Morisaki H., Iwasaki K.	4. 巻 89
2. 論文標題 Non-invasive intracranial pressure estimation during combined exposure to CO2 and head-down tilt.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Aerosp Med Hum Perform.	6. 最初と最後の頁 365-370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3357/AMHP.5015.2018.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ogawa Y, Yanagida R, Ueda K, Aoki K, Iwasaki K	4. 巻
2. 論文標題 The relationship between widespread changes in gravity and cerebral blood flow.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Environmental Health and Preventive Medicine	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12199-016-0513-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 小川洋二郎、小西 透、倉住拓弥、田子智晴、加藤智一、大屋直子、柳田 亮、岩崎賢一
2. 発表標題 一晩の絶飲食による自然脱水が脳血流調節に及ぼす影響
3. 学会等名 第90回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Konishi T., Kurazumi T., Kato T., Takko C., Ogawa Y., Iwasaki K.
2. 発表標題 Time Course of Changes in Cerebral Oxygen Saturation by NIRS and Cerebral Blood Flow Velocity by TCD under Mild +Gz
3. 学会等名 90th Aerospace Medical Association Annual Scientific Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kato T., Konishi T., Kurazumi T., Takko C., Ogawa Y., Iwasaki K.
2. 発表標題 Dynamic cerebral autoregulation during flexion and extension of the neck in healthy adults
3. 学会等名 The ninth international meeting on Cerebral Haemodynamic Regulation (CARNet meeting) in collaboration with International Symposium on Intracranial Pressure and Neuromonitoring 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kurazumi T., Ogawa Y., Takko C., Kato T., Konishi T., Iwasaki K.
2. 発表標題 The increases in intracranial pressure during rapid fluid infusion
3. 学会等名 The ninth international meeting on Cerebral Haemodynamic Regulation (CARNet meeting) in collaboration with International Symposium on Intracranial Pressure and Neuromonitoring 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 小西 透、倉住 拓弥、田子 智晴、加藤 智一、小川 洋二郎、岩崎 賢一
2. 発表標題 軽度過重力負荷中の動的脳血流自動調節能の経時変化
3. 学会等名 第65回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kurazumi T., Ogawa Y., Takko C., Kato T., Konishi T., Iwasaki K.
2. 発表標題 The effects of mild intravascular dehydration on intracranial pressure and cerebral circulation.
3. 学会等名 8th Meeting of the Cerebral Autoregulation Network (CARNet) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田子智晴、小川洋二郎、小西 透、加藤智一、倉住拓弥、柳田 亮、岩崎賢一
2. 発表標題 睡眠導入剤がヒトの脳循環動態に及ぼす影響
3. 学会等名 第64回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小西 透、倉住拓弥、加藤智一、田子智晴、柳田 亮、小川洋二郎、岩崎賢一
2. 発表標題 遠心人工重力装置を用いた過重力環境曝露時の脳血流と脳内酸素飽和度の変化
3. 学会等名 第89回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉住拓弥、小川洋二郎、田子智晴、加藤智一、小西 透、岩崎賢一
2. 発表標題 急速輸液投与による血液希釈を伴う循環血液量増加が頭蓋内圧に与える影響
3. 学会等名 第46回日本集中治療医学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川洋二郎
2. 発表標題 特別講演「宇宙医学 ～心と体の変化を探る～」
3. 学会等名 第130回 日本心身医学会関東地方会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎賢一
2. 発表標題 宇宙環境における循環調節の変化（シンポジウム：宇宙環境における生体影響）
3. 学会等名 第65回日本職業・災害医学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉住拓弥、小川洋二郎、柳田 亮、小西 透、加藤智一、田子智晴、岩崎賢一
2. 発表標題 「頭部方向体液シフト」と「高二酸化炭素血症」が頭蓋内圧に与える影響
3. 学会等名 第63回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小西 透、倉住拓弥、加藤智一、大屋直子、田子智晴、小川洋二郎、岩崎賢一
2. 発表標題 遠心人工重力装置による軽度過重力負荷中の脳血流及び血圧の変化
3. 学会等名 第63回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤智一、柳田 亮、田子智晴、倉住拓弥、井上夏彦、鈴木豪、小川洋二郎、古川聡、岩崎賢一
2. 発表標題 14日間の閉鎖環境が循環調節機能に与える影響
3. 学会等名 第63回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤智一、柳田 亮、田子智晴、倉住拓弥、井上夏彦、鈴木 豪、小川洋二郎、岩崎賢一
2. 発表標題 14日間の閉鎖環境は脳循環調節機能に影響をもたらす
3. 学会等名 第87回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小川洋二郎、岩崎賢一
2. 発表標題 宇宙医学って何？
3. 学会等名 第542回 日本大学医学会例会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Iwasaki K.
2. 発表標題 Non-invasive assessment of intracranial pressure for spaceflight and related visual impairment for one year mission
3. 学会等名 1-Yr Mission Investigators' Working Group
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kurazumi T., Iwasaki K., Ogawa Y., Yanagida R., Aoki K.
2. 発表標題 Effects of the combination of CO2 and cephalad fluid shift on dynamic cerebral autoregulation
3. 学会等名 16th International Symposium on Intracranial Pressure and Neuromonitoring in conjunction with the 6th Annual Meeting of the Cerebral Autoregulation Research Network (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 岩崎賢一
2. 発表標題 シンポジウム6宇宙医学、「宇宙での脳循環変化の研究」
3. 学会等名 第29回宇宙生物科学会大会
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

日本大学医学部社会医学系衛生学分野  
<http://www.med.nihon-u.ac.jp/department/spacemed/index.html>  
 宇宙に生きる  
<http://living-in-space.jp/planning-study/A02-1/>

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小川 洋二郎  (OGAWA Yojiro)  (60434073)	日本大学・医学部・准教授    (32665)	
研究分担者	柳田 亮  (YANAGIDA Ryo)  (00644741)	日本大学・医学部・兼任講師    (32665)	
研究分担者	田子 智晴  (TAKKO Chiharu)  (70780229)	日本大学・医学部・助手    (32665)	
研究分担者	大平 宇志  (OHIRA Takashi)  (40633532)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・有人宇宙技術部門・研究開発員    (82645)	
研究分担者	上田 要  (UEDA Kaname)  (00598964)	日本大学・医学部・助手    (32665)	
研究分担者	青木 健  (AOKI Ken)  (60332938)	日本大学・医学部・助教    (32665)	
研究分担者	篠島 亜里  (SHINOJIMA Ari)  (60647189)	日本大学・医学部・助教    (32665)	
研究協力者	倉住 拓弥  (KURAZUMI Takuya)		

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	加藤 智一  (KATO Tomokazu)		
研究協力者	小西 透  (KONISHI Toru)		
研究協力者	鈴木 孝浩  (SUZUKI Takahiro)  (60277415)	日本大学・医学部・教授   (32665)	
研究協力者	前田 剛  (MAEDA Takeshi)  (70366615)	日本大学・医学部・准教授   (32665)	
研究協力者	広瀬 倫也  (HIROSE Noriya)  (80366608)	日本大学・医学部・助手   (32665)	
連携研究者	近藤 裕子  (KONDO Yuko)  (40599031)	日本大学・医学部・助手   (32665)	