

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 12 月 7 日現在

機関番号：33920

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24620011

研究課題名(和文)宇宙デコンディショニングの対抗措置の戦略的開発と応用

研究課題名(英文)Statistical development and application of countermeasures for space deconditioning

研究代表者

岩瀬 敏 (IWASE, SATOSHI)

愛知医科大学・医学部・教授

研究者番号：90184879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：宇宙飛行時における生体の変化のうち、微小重力環境の影響に焦点を絞り、その環境に順応し1Gの地球環境下に戻ってきたときに生ずる不都合の宇宙飛行デコンディショニングを、遠心機を利用した人工重力下において、運動を負荷することで防止、改善可能かどうかを検証した。従来4mあった遠心機を、宇宙ステーション内に設置可能な直径2.8mの装置に改造し、坐位で肢を外に向けた形で回転させた(初回改造機)が、これでは十分なGが心臓にかからなくなることが分かり、仰臥位で両脚を挙上し運動させる構造に改造した(第二次改造機)。後者でベッドレスト被験者を用い、G耐性、骨破壊マーカーなどで評価し、有効であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：We assessed whether space flight deconditioning, induced by microgravity, can be prevented and ameliorated by centrifuge-induced artificial gravity with exercise. Old type centrifuge of 4 m in diameter was remodeled to 2.8 m type centrifuge, enabled to be loaded on board in space station. The first remodeled type made the subjects sit on a rotating chair, however, this was revealed not to load the enough G to the heart. We secondly remodeled the rotating chair lying down on the back with their legs elevated to provide the enough G to the heart. Using the second remodeled type, we performed bedrest study, and found the effectiveness in G-tolerance, bone metabolism, myatrophy, etc. We concluded that the short arm centrifuge of 2.8 m in diameter was effective in prevention and amelioration of space flight deconditioning.

研究分野：環境神経生理学

キーワード：人工重力 宇宙飛行デコンディショニング G耐性 筋萎縮 骨粗鬆症 起立性低血圧 長期間臥床 ヘッドダウンベッドレスト

## 1. 研究開始当初の背景

### 1) はじめに

長期宇宙飛行のリスクには、放射線、心理学的孤立、生理学的デコンディショニングなどがある。人工重力は、無重力状態において、重力を加えることにより、無重力により生ずるデコンディショニングを予防するものであるが、遠心力を利用して有効で、効率的なヒトのデコンディショニングを予防するのに適した系であるといえる。長期間宇宙飛行に伴う宇宙飛行デコンディショニングには、骨喪失、筋萎縮、心血管系デコンディショニング、「宇宙酔い」などがあるが、適切な人工重力の適用により防止できると考えられている。しかしながら、宇宙における人工重力研究は限られており、国際宇宙ステーションにおけるヒトを対象とした遠心機は、いまだに実現していない。人工重力研究開発の目的として、遠心機を宇宙船に搭載する前に、どのくらいの重力レベル、重力勾配、回転数、1日の回転時間、どのくらいの回転頻度が適切か、という問題点を解決する必要がある。

### 2) 人工重力の必要性

有人宇宙探査は、これまで地球低軌道 (low earth orbit, LEO) あるいは、月往復に限られていた。このようなミッションの期間は、数日から数週間の間であり、やっと最近になって国際宇宙ステーションへの長期滞在が6ヵ月にわたって行われるようになった。このような短期間の無重量曝露は、あまり人体に影響を及ぼさないし、すぐに元の状態に戻る。しかし探査が、月、小惑星、火星、さらに太陽系内の深宇宙 (deep space mission) に及ぶようになると、ミッション期間は飛躍的に延長せざるを得ない。この長期無重力曝露の結果、宇宙飛行士が重力場に復帰すると、好ましくない機能異常、すなわち宇宙飛行デコンディショニングが発生する可能性が生ずる。

無重力の影響として、米航空宇宙局 NASA が挙げている項目には、1. 視力変化、2. 尿路結石、3. 感覚運動変容、4. 骨折、5. 行動異常、6. 有酸素能力低下、7. 健康異常、8. 尿閉、9. 起立不耐性、10. 腰痛、11. 不整脈、12. 薬剤の影響、13. 椎間板損傷、などがある。最近注目されている障害に、体液移動による脳圧亢進が、宇宙飛行士に緑内障を生ずる、というものがある。このような視力障害は、宇宙飛行のごく初期に生ずるものであるから、現在、最重要問題となっている。もしこのような変化が確立し、不可逆なものになると、深宇宙ミッション時に将来障害を残す可能性がある。したがって脳圧亢進に対する有効な対抗措置を講じなければいけないし、その場合、人工重力は最も有効な手段となり得る。

宇宙飛行中の生理学的デコンディショニングに影響する最重要因が、重力負荷と刺激の喪失ならば、最も有効な対抗措置は、重力を負荷してやることに疑いはない。人工重力 artificial gravity, AG は、地球上の重力を、遠心機あるいは持続的な直線加速により、発生させるやり方である。現状における微小重力に対抗する措置は、各系に対するものであるが、人工重力は多くの系に対して、総合的な対抗措置となり得るものである。

### 3) 人工重力の歴史

人工重力は古い概念である。おそらくその起源は19世紀にさかのぼる。1959年頃になり、NASAでも人工重力を早期の宇宙船に取り入れる必要性が、論議されるようになってきたが、比較的短期のミッションであったため、早期には取り入れられることはなかった。早期の宇宙ミッションでは、比較的短期な無重力曝露は、人体にほとんど影響を及ぼすことがなかったことが判明したが、それはさらに長期の宇宙飛行計画が、人体に深刻な影響を及ぼす可能性を示唆していた。しかし最終的には、搭乗員の健康、安全、操作能力が、不可逆的なリスクを負うまでには達していなかっただけであった。

1970年代になり、Skylab計画が行われ、かなりの長期間、無重力状態に曝露されても、元に戻らないということはないことが判明した。この20年間に、Mirや国際宇宙ステーションISS計画により、系に特異的な対抗措置(筋トレや有酸素運動を合わせた方法)を行っていったら、少なくとも6ヶ月なら生理学的には可逆であることが認められた。しかし最近になりNASAの発表したさらに深宇宙への到達目標を達成するには、議論が必要なことが判明した。まずはLEOを越えて月表面への長期滞在や火星往

復への1000日ミッションである。このような到達地点の延長から、人工重力に対する考えを変える必要があることが判明した。そのため、ワークショップが開かれ、人工重力研究に対する国際合意をする必要が生じ、そして技術的にも宇宙船をどのように回転させるかという実用性を議論しなければならなくなってきた。

## 2. 研究の目的

### 1) 人工重力の必要性

実際、宇宙計画の早期における多くの火星ミッションは、人工重力を動員している。ほとんどは、回転体を宇宙船の中に設置するという方法をとっている。しかし現在ではこの方法は、その技術困難性と採算、エネルギーの面から推奨できない。回転体の中で生活し、火星などの表面で非回転生活をを行い、さらに帰還時には回転するという生活が、地球上の1Gに再適応できるか、という問題は、現在不明である。最近の研究により短腕式の回転体中での高頻度回転に、人体は適応できることが示唆されたため、宇宙船を回転するという方法より、生活居住空間に短腕式遠心機を設置し、人工重力を治療的に供給するという考えが主流となってきた。本法は簡便でデザインとしても可能といえる。

運動負荷は、現在の宇宙飛行における主要な骨格筋系、心循環系、骨代謝系に対する対抗措置として採用されているし、感覚運動系にも有効かもしれない。国際宇宙ステーション(ISS)計画の中でも、十分な運動を行えば、上記4系の対抗措置となり得ることが、証明されている。これまでの研究で、筋骨格系や心循環系への影響が最適なプロトコルは、いわゆる sprint protocol と呼ばれるもので、これは筋トレと有酸素運動を組み合わせる運動処方である。エルゴメーター、トレッドミル、さらには Advanced Resistive Exercise Device, ARED と呼ばれる機械を組み合わせ、270 kg (600 ポンド) までの体重負荷に耐えるように作られている。2014年のデータ(Ploutz-Snyder)によれば、AREDの使用で、筋力、骨電解質密度、骨強度は、亢進するとのことである。

LEOの長期宇宙飛行時に運動を対抗措置として使用する現在のデータによれば、Sprintのようなプロトコルを使用すれば、火星往復の期間くらいならば、筋力、骨強度、筋操作性、有酸素運動能力を維持することは可能であろう。しかしそれに人工重力を加えることで、運動プログラムをより効率的にし、航行中の搭乗員の時間を無駄に使用しないと思われる。

長期間の深宇宙有人探査において、運動処方は必須であるが、人工重力を負荷することが宇宙飛行重量、出力、時間などを減らし、運動をより効率的にすることになるかという疑問は残る。多くの宇宙機関が深宇宙への有人ミッションを考える上では、人工重力は必須であるため、搭乗員への至適処方を研究開発し、生理学的および人体要因について考慮する必要があると考えている。

### 2) 人工重力の要素

#### 2-1) 定義

現在までに連続的人工重力を発生させるには、遠心力を利用した重力印加が最適と考えられる。それには、宇宙飛行船を、中心周りに回転させる、2つの宇宙船を結合させ、真ん中を軸として回転させる、宇宙船内に短腕式遠心機を設置する、の3案が考えられる。

#### 2-2) 重力レベル

負荷する最低の重力レベルをどの位にするかは、重要な要因となる。通常は遠心機の縁で測定するが、心循環系を重視する研究者は心レベルでの測定を基準とする。

#### 2-3) 重力勾配

回転体の中での遠心力は、身体における軸に近い側と縁に近い側で差が生ずる。これを重力勾配というが、 $p=d/2(h^2-r^2)\omega_{c2}r$  ( $h$ : 軸から足先の距離、 $r$ : 軸から頭の距離、 $\omega_{c2}$ : 角速度)で与えられる。しかし、無重量の影響を大きく受けるのは、足先の血管であるため、この勾配もむしろ有利に働くのではないかと考えられる。

#### 2-4) コリオリ力

回転開始時と終了時には、コリオリ力が働くが、それほど大きな影響はないと考えられている。

### 3) これまでの宇宙研究における人工重力

短腕式遠心機に関しては、多くの研究がこれまでに行われてき

ており、特に地上研究では、IBMPの研究やNASAの研究が知られている。一方で、実際に搭載する遠心機では荷重の問題もあって、あまり実行に移されなかったが、International Multilateral Artificial Gravity (IMAG)プロジェクトが2005年に提案された。このプロジェクトは残念ながら中止された。

2009年、ヒトの遠心機計画が筆者を中心に提案され、AGREEプロジェクト(Artificial Gravity with Ergometric Exercise)と呼ばれた。本計画は初めて人工重力が有効であることを無重力下で試験するものであったが、残念ながら途中で中止となった。

#### 4) 将来的ロードマップ

2014年2月19-20日、NASAのAmes Research Centerにおいて、International Workshop on Research and Operational Considerations for Artificial Gravity Countermeasuresが行われた。世界各国から人工重力研究者が集まり、宇宙飛行における人工重力の現状について報告が行われた。筆者は、演題を発表し、さらにArtificial Gravity with Exercise Groupのメンバーと研究打ち合わせを行った。その結果がNASA Evidence Reportとして発表された。それに基づき、2016年、2月12日、TexasのGalvestonにおいてThe International Roadmap for Artificial Gravity Researchが開催され、筆者も日本における人工重力研究の現状について発表し、将来的なロードマップが提唱された。

短腕式遠心機を人工重力として使用し、長期の生理的デコンディショニングを防止する計画が記載されている。特に、脳圧に及ぼす影響や、視力障害に対する影響が付け加えられ、交叉結合性角速度(コリオリ力との相互関係)についての研究を進めるべきであるという示唆は、興味深い。

### 3. 研究の方法

前記の4mの遠心機を利用した結果をもとに、2.8mの第一次改造型遠心機を製作した。しかし、本装置は、回転中心から心臓までの位置が短く、心臓に対するG負荷が十分でないという理由で、新しい改造を施すことになった。下および右に本装置による回転時の循環器パラメータを示す。



### 研究の結果

#### 1) 循環器パラメータの変化

回転中には、血圧の上昇、胸部から下腿への体液移動が認められる。また、心拍数、交感神経活動、副交感神経活動を表す心電図R-R間隔のスペクトル解析を行うと、回転中には、心拍数の増加、交感神経活動の亢進と副交感神経活動の抑制が認められる。

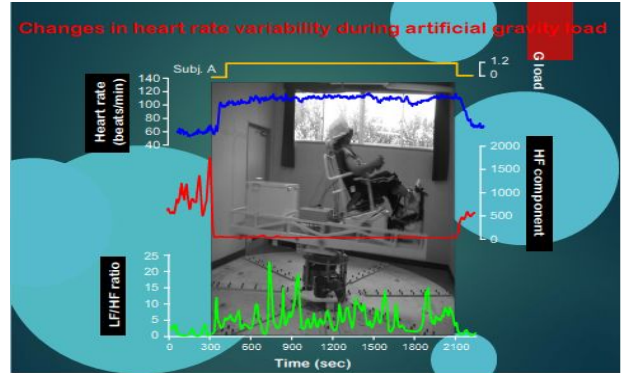
また、第二次改造を施した遠心機を右に示す。このように足を拳上し、心臓を回転軸より少し離すことで、人工重力効果を心臓、足先に及ぼすことが出来る。ここで問題になるのは、G勾配である。それは中心に近い部位ほどG負荷が弱く、周辺部になるほど強いということである。この点は足先ほど過重力がかかる方が四肢末端の血管反応が強力となるという意見により合理化される。

#### 2) 耐Gスコアの変化

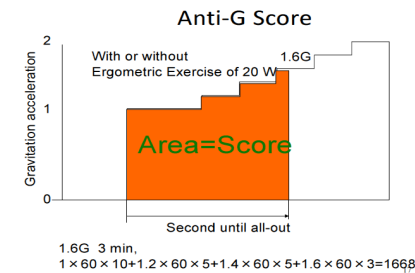
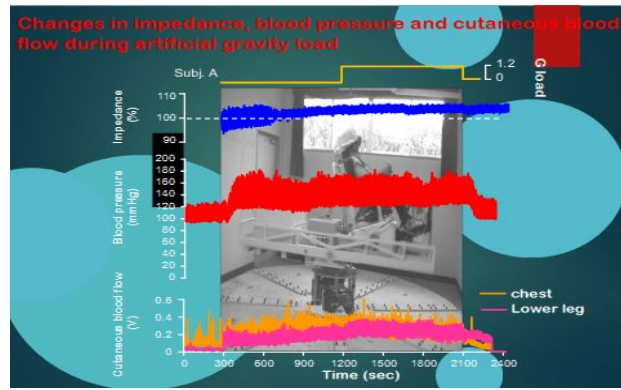
耐Gスコアは、G負荷に時間を乗じたものの総和と定義される。耐Gスコアを人工重力+運動負荷群と対照群と比較したところ、数が少ないので有意差は検出できなかったが、明らかに負荷群に

おいて、スコアの増加が観察された。一方、対照群においてはスコアの低下がみられた。

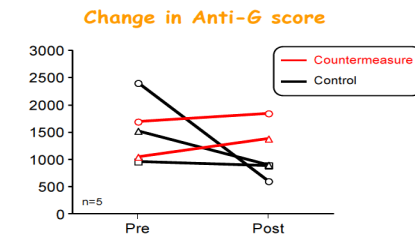
人工重力負荷中の心拍変動を高周波成分HFと低周波成分LFの変化に分けて以下に示す。



人工重力負荷中の胸部インピーダンス、血圧、胸部と下腿における血流量を示す。

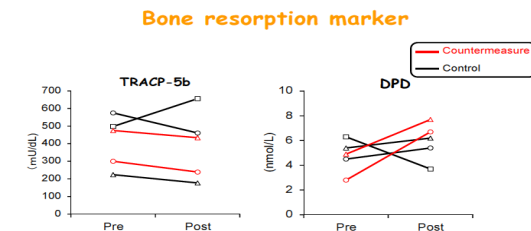


耐Gスコアの算出方法。増加するG強度と時間との積の合計をスコアとする。



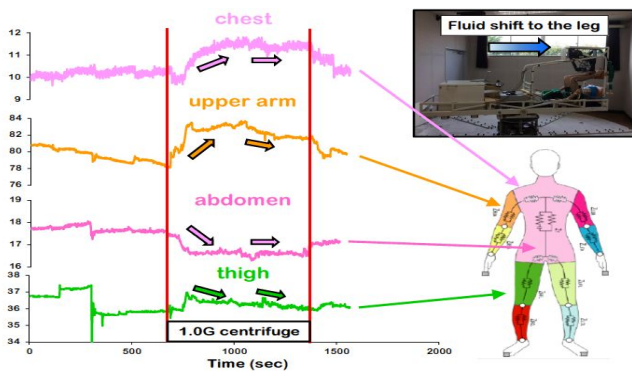
耐Gスコアのベッドレスト前後における変化。人工重力負荷被験者においては増加したが、対照者では減少した。

また、骨吸収マーカーの変化を以下に示す。

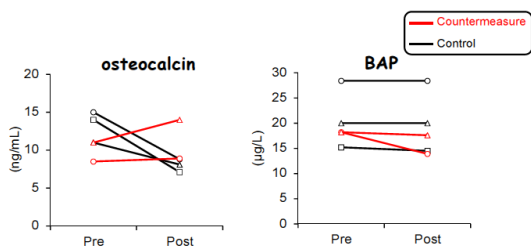




TRACP-5b では明確な変化は認められなかったが、DPD においては、明らかに増加がみられた。Osteocarcin においては明らかに有効であったが、BAP ではあまり有効ではなかった。以上から、骨吸収マーカーにおいては、有効であることが認められた。

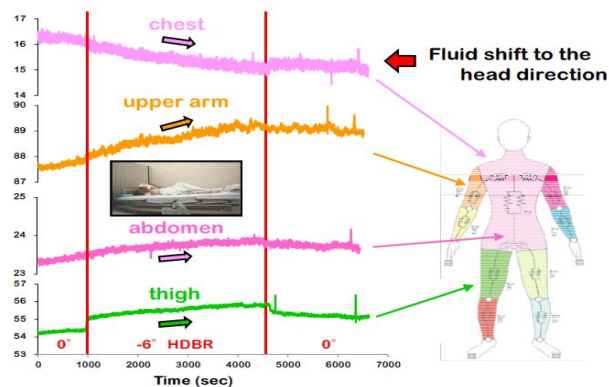


Bone formation marker



### 3) 体液移動におけるヘッドダウンベッドレストと人工重力の影響

以下は、バイオインピーダンス法を利用した体液移動の変化をヘッドダウンベッドレスト時に表した図(上)である。インピーダンス法では水分が増加したときに減少し、水分の減少に伴い増加する。



ベッドレストにより上肢、下肢、腹部の体液は、胸部に移動することが分かる。

一方、遠心機による体液移動を同様にバイオインピーダンス法により計測すると、胸腔内、上肢から腹腔、下肢に移動することが分かる。(下)

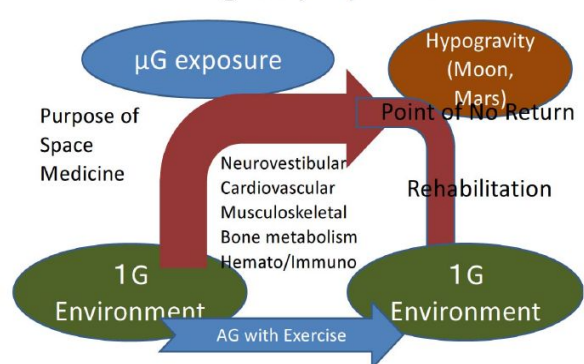
### 4. 研究成果

このように人工重力は、宇宙飛行デコンディショニングに陥ろうとする人体に対し、それを軽減するように働くことがみとめられた。

将来的に宇宙探査が、月基地、火星探査に進む以上、その場合に生ずる順応はなるべく押さえるようにすべきであり、その順応をさせないようにする方法としては、人工重力+運動負荷が有効

であることが示された。他の系に対しても、有効な手段であることを証明していくべきであると考える。

### Spaceflight deconditioning followed by microgravity exposure



### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)  
〔雑誌論文〕(計 31 件)

- Shimizu Y, Matsuura Y, Yamaguchi Y, Iwase S. Sleep-related rhythm in 6 cpm power of electrogastragram during sleep in constipated young women, *Biological Rhythm Research* 44(5), 2013, 822-829.
- Tanaka K, Nishimura N, Sato M, Kanikowska D, Shimizu Y, Inukai Y, Abe C, Iwata C, Morita H, Iwase S, Sugenoja J. Arterial pressure oscillation and muscle sympathetic nerve activity after 20days of head-down bed rest. *Auton Neurosci*. 2013 Oct;177(2):266-70.
- Iwase S\*, Kawahara Y\*, Nishimura N, Nishimura R, Miwa C, Kataoka Y, Kobayashi C, Suzuki T, Shigaraki M, Maeda Y, Takada H, Watanabe Y. A comparison of head-out mist bathing, with or without facial fanning, with head-out half-body low-water level bathing in humans—a pilot study. *Int J Biometeorol*. 2014 Jul;58(5):999-1005.
- Iwase S, Kawahara Y, Nishimura N, Nishimura R, Sugenoja J, Miwa C, Takada M. Effects of isotonic and isometric exercises with mist sauna bathing on cardiovascular, thermoregulatory, and metabolic functions. *Int J Biometeorol*. 2014 Aug;58(6):1109-17.
- Iwase S, Inukai Y, Nishimura N, Sato M, Sugenoja J. Hemifacial hyperhidrosis associated with ipsilateral/contralateral cervical disc herniation myelopathy. Functional considerations on how compression pattern determines the laterality. *Funct Neurol*. 2014 Jan-Mar;29(1):67-73
- Kuwahara Y, Tsukahara R, Iwase S, Shimizu Y, Nishimura N, Sugenoja J, Sato M. Arousal electrical stimuli evoke sudomotor activity related to P300, and skin vasoconstrictor activity related to N140 in humans. *Clin Neurophysiol*. 2015 May;126(5):933-42.
- Iwase S, Nishimura N, Mano T. Role of sympathetic nerve activity in the process of fainting. *Front Physiol*. 2014 Sep 15;5:343. doi: 10.3389/fphys.2014.00343. eCollection 2014. Review.
- Takakura H, Furuichi Y, Yamada T, Jue T, Ojino M, Hashimoto T, Iwase S, Hojo T, Izawa T, Masuda K. Endurance training facilitates myoglobin desaturation during muscle contraction in rat skeletal muscle. *Sci Rep*. 2015 Mar 24;5:9403. doi: 10.1038/srep09403.
- Iwase S\*, Kawahara Y\*, Nishimura N, Sugenoja J. Effect of micro mist sauna bathing on thermoregulatory and circulatory functions and thermal sensation in humans. *Int J Biometeorol*. 60(5), 699-709.
- Imai M, Kuwahara Y, Hirai M, Nishimura R, Nishimura N, Shimizu Y, Fujii T, Iwase S. Effects of Defecation Strain at Various Bed Reclining Angles on Intrarectal Pressure and Cardiovascular Responses. *Nurs Res*. 2015 Nov-Dec;64(6):413-21.
- Eckberg DL, Cooke WH, Diedrich A, Biaggioni I, Buckley JC Jr, Pawelczyk JA, Ertl AC, Cox JF, Kuusela TA, Tahvanainen KU, Mano T, Iwase S, Baisch FJ, Levine BD, Adams-Huet B, Robertson D, Blomqvist CG. Respiratory modulation of human autonomic function on Earth. *J Physiol*. 2016 Oct 1;594(19):5611-27.
- Eckberg DL, Diedrich A, Cooke WH, Biaggioni I, Buckley JC Jr, Pawelczyk JA, Ertl AC, Cox JF, Kuusela TA, Tahvanainen KU, Mano T, Iwase S, Baisch FJ, Levine BD, Adams-Huet B, Robertson D, Blomqvist CG. Respiratory modulation of human autonomic function. Long-term neuroplasticity in space. *J Physiol*. 2016 Oct 1;594(19):5629-46.
- Wakita Y, Hamano K, Izumi J, Usami J, Kitagawa W, Yamamoto S, Ibuki E, Iwase S, Maekawa M. Effect of left ventricular diastolic dysfunction on the onset of vaso-vagal syncope. *The Autonomic Nervous System* 53(1) 41-47, 2016.
- Nakagaki A, Inami T, Minoura T, Baba R, Iwase S, Sato M. Differences in autonomic neural activity during exercise between the second and third trimesters of pregnancy. *J Obstet Gynaecol Res*. 2016 Aug;42(8):951-9.
- Munetsugu T, Fujimoto T, Oshima Y, Sano K, Murota H, Satoh T, Iwase S, Asahina M, Nakazato Y, Yokozeki H. Revised guideline for the diagnosis and treatment of acquired idiopathic generalized anhidrosis in Japan. *J Dermatol*. 2016 Oct 24. doi: 10.1111/1346-8138.13649
- 岩瀬 敏. 発汗学への期待. *発汗学* 20(1): 1, 2013.
- 岩瀬 敏. 発汗の自律神経学的基礎とその異常. *発汗学* 20(1): 26-28, 2013.
- 「特発性後天性全身性無汗症診療ガイドライン」作成委員会(中里 良彦(埼玉医

- 科大学 神経内科). 佐藤 貴浩, 朝比奈 正人, 横関 博雄, 岩瀬 敏, 片山 一朗, 佐野 健司, 藤本 智子, 宗次 太吉, 渡辺 大輔) 自律神経 50(1): 67-73, 2013.
19. 岩瀬 敏. 【足の特異な症候】 Painful legs and moving toes . 脊髄脊髄ジャーナル , 26(7): 721-727, 2013.
  20. 岩瀬 敏. しびれを感じるメカニズム . レジデントノート , 15(9): 1649-1652, 2013.
  21. 西村 直記(愛知医科大学 医学部生理学). 吉岡 洋, 岩瀬 敏, 犬飼 洋子. 交感神経節の汗腺支配分布 ETS 後の代償性発汗分布から . 発汗学 (1340-4423) 20 巻 2 号 Page 69-72 (2013.12)
  22. 岩瀬 敏, 西村直記 . 1 . 汗腺の構造と機能 . 日本皮膚科学会雑誌第 124 巻第 7 号 1277-1282, 2014
  23. 岩瀬 敏, 西村直記 . 特集 / 知っておきたい汗の必須知識 . 発汗のメカニズム . Monthly Book Derma, 第 220 号, 2014 年 7 月号, 220: 1-8, 2014 .
  24. 西村直記, 岩瀬 敏. 【特集】汗と皮膚病 . 汗腺の構造と発汗のメカニズム . 皮膚病診察 2014 年 8 月号 36 (8): 690-697, 2014.
  25. 岩瀬 敏. 皮膚の交感神経支配 . 特集: 自律神経系の正常における構造と機能, 自律神経系の最新情報 . Clinical Neuroscience 32 (12), 1368-70, 2014.
  26. 岩瀬 敏, 西村直記, 犬飼洋子. 発汗の基礎 . 特集: 汗とアレルギー . アレルギー・免疫 22(3), 12-21, 2015.
  27. 岩瀬 敏 . 5 . 宇宙飛行士の体温制御と神経系, 循環系の相互作用 . 特集 『宇宙医学』 循環制御 36(2), 88-97, 2015.
  28. 岩瀬 敏 . 特集 / 汗の対処法 update, 発汗と交感神経活動 . Monthly Book Derma, 244: 1-16, 2016.
  29. 岩瀬 敏 . 特集号: 無汗症と多汗症 . マイクロニューログラフィによる無汗症・多汗症の病態解析 . 発汗学 23 suppl: 39-46, 2016.
  30. 岩瀬 敏 . 特別講演 . 宇宙飛行と失神 . 心電図 36 suppl: S2-3-S2-9, 2016.
  31. 岩瀬 敏 . パーキンソン病と多系統萎縮症における発汗異常 . 第 68 回日本自律神経学会総会シンポジウム 7, 多系統萎縮症 vs パーキンソン病—自律神経症候から見た鑑別法—, 自律神経 53: 227-230, 2016
- 【学会発表】(計 68 件)
- 学会会長, 会頭(岩瀬 敏)
1. 第 66 回日本自律神経学会会長 2013 年 10 月 24 日 ~ 25 日愛知県産業労働センター WINC あいち
  2. 第 28 回日本マイクロニューログラフィ学会会長 2013 年 10 月 26 日愛知医科大学
  3. 第 32 回公益社団法人人体制御学会学術集会 集会長 2014 年 8 月 31 日名古屋市立大学医学部総合情報センター川澄分館
  4. 第 34 回公益社団法人人体制御学会学術集会 集会長 2016 年 8 月 28 日 名古屋市立大学医学部総合情報センター川澄分館
  5. 第 62 回日本宇宙航空環境医学会大会・日本宇宙生物科学会第 30 回大会 合同大会大会長 2016 年 10 月 13 日 ~ 15 日愛知医科大学たちばなホール, 一号館
- 学会発表, シンポジウム等
- 2013 年
  1. Satoshi Iwase, IAA COMMISSION 2 on Space Life Sciences and IAF Technical Committee on Space Life Sciences Joint Meeting Wednesday, March 23rd 2016 11:00 h – 13:00 h Room Newport J CAP 15 Conference Centre 1 – 13 Quai de Grenelle, 75015 Paris
  2. 岩瀬 敏, 西村直記, 菅屋潤壹, William Paloski, Laurence R. Young, Jack J.W.A. van Loon, Floris Wuyts, Gilles Clement, Jorn Rittweger, Rupert Gerzer, James Lackner, 秋岡 広, 片山敬章, Fu Qi. 無重量状態によるヒトの宇宙デコンディショニングに対する運動併用人工重力の有効性 . 第 90 回日本生理学会大会 シンポジウム 30, オーガナイザー: 岩瀬 敏, 森田啓之 . 2013 年 3 月 28 日, タワーホール船堀, 東京 .
  3. Iwase Satoshi, Clinical Application of Microneurography. ANS workshop, Small Fiber Tests and Disorders. 自律神経研討会, 2013 年 4 月 13 日, 2013 神経医学連合国際学術検討会, 国防医学院, 台北, 台湾 .
  4. Iwase S, Nishimura N, Tanaka K, Mano T. Effectiveness of an improved short arm centrifuge device for artificial gravity as the countermeasure for spaceflight deconditioning. Session Vlb, Artificial Gravity, chaired by Laurence R. Young, Satoshi Iwase. 19th IAA Humans in Space Symposium 2013, July 7-12, Koeln, Germany.
  5. PI2.7 Iwase S, Kuwahara Y, Tsukahara R, Sugenoya J, Mano T-. Role of skin sympathetic nerve activity in cognition and somatosensory sensation. Joint meeting of isan-efas, 8th Congress of the International Society for Autonomic Neuroscience (ISAN), and 15th Meeting of the European Federation of Autonomic Societies (EFAS), July 29-August 2, 2013, Gissen, Germany.
  6. 岩瀬 敏 . 特別講演 「マイクロニューログラフィによる交感神経活動記録と環境変動に伴う変化」第 31 回公益社団法人人体制御学会学術集会 2013 年 9 月 1 日, 名古屋市立大学, 名古屋 .
  7. 岩瀬 敏 . 特別講演 「多汗症における交感神経活動記録と腋窩多汗症等の多汗症に対する Minor 法による発汗範囲の評価」第 19 回日本胸腔鏡下交感神経遮断研究会, 2013 年 9 月 14 日, NTT 東日本札幌病院, 会長: 御村光子 (NTT 東日本札幌病院ペインクリニックセンター), 札幌 .
  8. Iwase S, Nishimura N, Tanaka K, Mano T. Effectiveness of an improved artificial gravity with ergometric exercise device as a countermeasure for spaceflight deconditioning. September 22-27, 2013, International Astronautical Federation Technical Committee on Space Life Sciences Fall Meeting
  9. Satoshi Iwase, IAA COMMISSION 2 on Space Life Sciences Open Coordination Meeting
  10. 自律神経学会総会会長講演 岩瀬 敏 . 環境変化に対する自律神経応答のニューログラム解析
- 2014 年
11. 岩瀬 敏, 人工重力の最近の知見 . 宇宙基地医学研究会 . 2014 年 2 月 7 日, 東京慈恵会医科大学 .
  12. 岩瀬 敏 . 心機能低下を予防する人工重力下の運動 . 平成 25 年度第 1 回宇宙医学生物学研究ワークショップ「宇宙医学と高齢」—老年医学からの視点 . 2014 年 2 月 18 日, 秋葉原 UDX カンファレンス .
  13. Iwase S, Short Arm Centrifuge in Aichi Medical University, 2014 International Workshop on Research and Operational Considerations for Artificial Gravity Countermeasures - Mars Missions, Astronaut Performance, Long Duration Space Flight, Centrifugal Force, NASA Ames Research Center, February 19-20, 2014.
  14. Satoshi Iwase, IAA COMMISSION 2 on Space Life Sciences and IAF Technical Committee on Space Life Sciences Joint Meeting Wednesday, March 23rd 2016 11:00 h – 13:00 h Room Newport J CAP 15 Conference Centre 1 – 13 Quai de Grenelle, 75015 Paris.
  15. Iwase S, Artificial Gravity and Exercise, Symposium: Artificial Gavity, at Life in Space for Life on Earth, 35th Annual International Gravitational Physiology Meeting, 13th European Life Sciences symposium, 1st Aging in space symposium, 16–20 June 2016
  16. S. Iwase, N. Nishimura, K. Tanaka, T. Mano, at Life in Space for Life on Earth, 35th Annual International Gravitational Physiology Meeting, 13th European Life Sciences symposium, 1st Aging in space symposium, 16–20 June 2016, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 200, University Avenue west, Waterloo, Ontario, Canada,
  17. 伊吹恵理, 岩瀬 敏, 犬飼洋子, 西村直記, 山口英明. 葛根湯が短期間に奏効した 20 年来の無汗症の一例
  18. 犬飼洋子, 岩瀬 敏, 西村直記, 清水祐樹, 佐藤麻紀, 鬼塚知里, 菅屋潤壹 . 同側対側の頸椎椎間板ヘルニアによる無汗の代償と考えられる顔面半側多汗 多汗の側性は脊髄の圧迫位置による
  19. 西村直記, 西村のみ子, 岩瀬 敏 . 高濃度炭酸泉浸漬部位での温度感覚上昇と TRP チャネルとの関わり . 第 22 回日本発汗学会・第 28 回運動と体温の研究会 合同大会 2014 年 9 月 17 日 18 日 長崎大学文教キャンパス
  20. IAC-14.A1.2.9. Iwase S, Nishimura N, Tanaka K, Mano T. Artificial gravity by short arm centrifuge of 1.4 m with exercise as the countermeasures for spaceflight deconditioning. 5.4 Technical papers by Symposium, A1. IAA/IAF Space Life Sciences in Symposium. A. 1.2. Human Physiology in Space. 65th International Astronautical Congress, 29 September – 3 October 2014, Toronto Metro Convention Centre, Toronto, Canada
  21. 清水祐樹, 岩瀬敏, 西村直記, 吉岡洋, 玉田康彦, 村瀬允也. 胸部交感神経遮断術の術中にみられる血流・発汗の変化.
  22. 犬飼洋子, 岩瀬敏, 柳下武士, 玉田康彦, 渡辺大輔. 味覚性半側発汗障害の病態解析.
  23. 岩瀬敏, 西村直記. 間野忠明. 失神における交感神経の役割.
  24. 西村直記. 岩瀬敏. 経皮吸収された CO2 による皮膚血管拡張と温度感覚上昇機序の検討. 第 42 回自律神経生理研究会 2014 年 12 月 6 日 日本光電本社研修センター
  25. Satoshi Iwase, Yuko Kuwahara, Reiko Tsukahara†, Naoki Nishimura, Junichi Sugenoya, and Tadaaki Mano, Role of skin sympathetic nerve activity in cognition and somatosensory sensation, 14th Japan-China-Korea Joint Workshop on Neurobiology and Neuroinformatics NBNI 2014 Dec 18 (Thu) -20(Sat) Okazaki Conference Center
- 2015 年
26. 岩瀬 敏, 西村直記, 田中邦彦, 間野忠明 . 人工重力発生 + 運動負荷装置の国際共同研究 . 第 29 回宇宙環境利用シンポジウム 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙環境利用科学委員会, 2015 年 1 月 24 日, 25 日, 宇宙航空研究開発機構相模原キャンパス 研究管理棟 2F 会議場 . 研究チーム報告
  27. 岩瀬 敏, 西村直記, 田中邦彦, 間野忠明 . 短腕式遠心機による人工重力発生 + 運動負荷装置の宇宙飛行デコンディショニングに対する効果 . 第 29 回宇宙環境利用シンポジウム 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙環境利用科学委員会, 2015 年 1 月 24 日, 25 日, 宇宙航空研究開発機構相模原キャンパス 研究管理棟 2F 会議場 .
  28. 岩瀬 敏 . S21-4 宇宙飛行デコンディショニングに対する短腕遠心機による人工重力 + 運動負荷装置の効果 Effects of artificial gravity by short arm centrifuge of 1.4 m with exercise as the countermeasures for spaceflight deconditioning . 第 92 回日本生理学会大会シンポジウム . 神戸国際会議場, 3 月 21 日, 2015 年 .
  29. Iwase Satoshi, Sympathetic control of thermoregulatory functions in humans ISAM 2015, The 11th World Congress of the International Society for Adaptive Medicine. May 27-30, 2015, Yonago Convention Center.
  30. 岩瀬敏 「失神における交感神経の役割」座長水牧功一, 第 6 回失神研究会平成 27 年 7 月 4 日 (土) 昭和大学上条講堂, 東京都品川区
  31. 岩瀬 敏 . ワークショップ 「発汗評価法: 汗の実相に迫る」 1 . 精神性発汗の機序とその評価 . 2015 年 8 月 28 日 ~ 29 日, 千葉市文化センター, 千葉
  32. Satoshi Iwase Autonomic nervous system under microgravity, and effect of artificial gravity as the countermeasure, Stress and Immunity: bridging the ANS to extreme conditions of life.
  33. Symposium 22, Chaired by Satoshi Iwase and Vaughan Macefield, Yuko Kuwahara (Presented by Satoshi Iwase) Cognitive response and sweating, and somatosensory response and vasoconstriction
  34. Inukai Y, Iwase S, Nishimura N, Shimizu Y, Sato Maki, Onizuka C, Sugenoya J, Sato Motohiko. Hemifacial hyperhidrosis develops compensatory to the anhidrotic area caused by cervical disk herniation or cervical spondylosis.
  35. Inukai Y, Iwase S, Yanagishita T, Tamada Y, Watanabe D, Sato Motohiko, Sugenoya J. Gustatory sweating pathways are different from thermal sweating pathways: An interpretation from the findings of a case of hemifacial gustatory sweating deficit.
  36. Niimi Y, Hasegawa Y, Iwase S, Ieda T, Okada A, Yamana T, Yamagishi T, Mano K, Koike Y. Seasonal changes in orthostatic tolerance in Parkinson's disease without autonomic failure.
  37. Sato Maki, Kanikowska D, Iwase S, Shimizu Y, Nishimura N, Inukai Y, Sato Motohiko, Sugenoya J. Seasonal differences in saliva melatonin concentrations and heart rate variability during sleep in obese men.
  38. Ieda T, Hirayama M, Yarita S, Iwasaki J, Kawai Y, Iwade N, Satake Y, Hamada K, Niimi Y, Iwase S, Hasegawa Y, Takahashi A. 123-iodipane (DaTscan(TM)) revealed presynaptic nigrostriatal involvement in two elderly patients with pure autonomic failure. 32-38, ISAN 2015 (International Society for Autonomic Neuroscience), 2015.9.26-29. (Stresa, Italy) poster

39. 岩瀬 敏, 西村直記, 桑原裕子, 塚原玲子, 菅屋潤壹. 予測制御としての精神性発汗・血管収縮機能と体温調節に及ぼす影響. 日本生気象学会 2015 年 11 月 6~7 日, 中京大学名古屋キャンパス, 名古屋.
40. 岩瀬 敏. Parkinson 病の発汗, ワークショップ 日本自律神経学会 2015 年 10 月 29-30 日, WINC あいち, 名古屋.
41. 桑原裕子, 岩瀬敏, 塚原玲子, 西村直記. 視覚弁別課題により誘発された皮膚交感神経活動. 第 43 回自律神経生理研究会 2015 年 12 月 5 日, 東京都新宿区日本光電本社講堂.
42. 今井美香, 桑原裕子, 岩瀬千尋, 西村のみ子, 西村直記, 岩瀬 敏. 異なる Valsalva 負荷方法による胸腔内圧と直腸内圧の関係および循環系の反応. 第 43 回自律神経生理研究会 2015 年 12 月 5 日, 東京都新宿区日本光電本社講堂.
43. Jack J.W.A. van Loon, VU University Medical Center. Amsterdam, NL, Floris Wuyts (Univ. Antwerp, BE), Nahtalie Bravenboer (VUmc, Amsterdam, NL), Olivier White (Univ. Bourgogne, FR), Martina Heer, (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn), Felice Strollo (Elle-di, Rome, IT), Patrick Cras (Univ. Antwerp, BE), Richard Boyle (NASA-Ames, Moffett Field, US), Kim Prisk (Univ. California, San Diego, US), Stephane Blanc (CNRS, Strasbourg, FR), Igor Mekjavic (Jozef Stefan Institute, Ljubljana SI), Krijn Bok (BetaQua, Hardinxveld, NL), Monica Monici (Univ. Florence, IT), Marcel Rutten (Tech. Univ. Eindhoven, NL), Kevin Fong (Univ. College London, UK), Daniel Belavy (Deakin University, Burwood, AUS), Bill Paloski (NASA-JSC, Houston, US), Peter Suedfeld (Univ. of British Columbia, Vancouver, CA), Dieter Felsenberger (Charité Univ. Berlin, DE), Millie Hughes-Fulford (Univ. California, San Francisco, US), Satoshi Iwase (Aichi Medical University, Nagakute, JP), Edwin Mulder (DLR, Cologne, DE), Christian Lüthen (Erasmus Univ., Rotterdam, NL), Rene Delfos (Univ. Delft, NL), Marco De Angelis (Univ. of L'Aquila, IT), Cesare Lobascio (Thales Alenia Space, Turin, IT), Jelte Bos (TNO, Soesterberg / VU, Amsterdam, NL), Larry Young (MIT, Cambridge, US), Nandu Goswami (Univ. Graz, AT). MOON AS A STEPPING STONE FOR MARS: CENTRIFUGES ON MOON! Moon 2020 - 2030 A New Era of Coordinated Human and Robotic Exploration ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 15-16 December 2015
- 2016 年
44. G-37 岩瀬 敏, 西村直記, 間野忠明, 田中邦彦. 国際宇宙ステーション後のロードマップ 月, 火星探査上における宇宙医学.
45. G-38 西村直記, 増尾善久, 岩瀬 敏. セグメント別 BIA を用いた -6° head-down bed rest 中の体液分布の経時変化. 第 30 回宇宙環境利用シンポジウム 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所相模原キャンパス (神奈川県相模原市) 2016 年 1 月 19 日, 20 日
46. Satoshi Iwase and Naoki Nishimura. Results from the Aichi Medical University Centrifuge, The International Roadmap for Artificial Gravity Research, February 12, 2016, Galveston Convention Center, Galveston, TX, USA.
47. 岩瀬 敏. 教育講演 1. 視床下部による自律神経の制御. 第 26 回日本脳下垂体腫瘍学会, ザ・セレクトン福島 2016 年 2 月 19~20 日.
48. Satoshi Iwase. IAA COMMISSION 2 on Space Life Sciences and IAF Technical Committee on Space Life Sciences Joint Meeting Wednesday, March 23rd 2016 11:00 h - 13:00 h Room Newport J CAP 15 Conference Centre 1 - 13 Quai de Grenelle, 75015 Paris
49. 第 93 回日本生理学会大会, 2016.3.22-24, 札幌コンベンションセンター (札幌) 3/22oral  
西村直記, 岩瀬敏, 田中邦彦, 間野忠明.  
宇宙デコンディショニングに対する対抗措置としての人工重力負荷と運動負荷の有用性. シンポジウム 39「重力変化に対する生体適応」
50. 塚原玲子, 桑原裕子, 岩瀬敏, 西村直記.  
素早い随意筋収縮における皮膚交感神経活動への中枢運動過程の寄与.  
第 93 回日本生理学会大会, 2016.3.22-24, 札幌コンベンション C (札幌)
51. 大飼洋子, 岩瀬敏, 柳下武士, 玉田康彦, 渡辺大輔, 佐藤元彦, 菅屋潤壹.  
味覚性発汗神経路は温熱性発汗神経路と異なる: 味覚性半側発汗障害患者の病態解析からの推定.  
第 93 回日本生理学会大会, 2016.3.22-24, 札幌コンベンション C (札幌)
52. 第 115 回日本皮膚科学会総会, 国立京都国際会館・グランドプリンスホテル京都.  
学会長, 中川秀己東京慈恵医科大学皮膚科学教授 2016 年 6 月 3 日~5 日  
教育講演 EL41-3 岩瀬 敏, 中枢神経から末梢神経までの神経支配とこれをターゲットとした発汗異常症の治療法
53. Satoshi Iwase, Tadaaki Mano, Kunihiko Tanaka, and Naoki Nishimura. Effectiveness of newly fabricated short radius centrifuge device with ergometric or squatting exercise as a countermeasure for spaceflight deconditioning in humans. Joint Life Science Meeting "Life in Space for Life on Earth", 5-10 June 2016, Toulouse France. 14<sup>th</sup> European Life Sciences Symposium and 37<sup>th</sup> Annual International Gravitational Physiology Meeting.
54. Naoki Nishimura, Satoshi Iwase, Kazuhisa Masuo, Kunihiko Tanaka, and Tadaaki Mano. Changes in body fluid distribution with postural changes using segmental bioelectrical impedance analysis. Joint Life Science Meeting "Life in Space for Life on Earth", 5-10 June 2016, Toulouse France. 14<sup>th</sup> European Life Sciences Symposium and 37<sup>th</sup> Annual International Gravitational Physiology Meeting.
55. 岩瀬 敏 「しびれの生理学的機序」  
第 2 回静岡県東部しびれ研究会  
2016 年 6 月 22 日, 沼津リバーサイドホテル
56. 塚原玲子, 桑原裕子, 岩瀬 敏, 西村直記  
すばい随意筋収縮における皮膚交感神経活動への中枢運動過程の寄与  
岩瀬 敏, 宮崎誠司, 池田健彦, 間野忠明  
C 侵害受容器発射賦活化に伴う虚血後異常知覚の病態生理  
第 29 回日本マイクロニューログラフィ学会,  
2016 年 7 月 23 日, 東京大学山上会館
57. シンポジウム「宇宙と汗」  
座長: 河合康明, 岩瀬 敏  
岩瀬 敏 宇宙における体温調節 2016 年 8 月 27 - 28 日 大阪大学銀杏会館
58. 演題発表: 大飼洋子, 岩瀬 敏, 西村直記, 佐藤麻紀. 幼児期からの低汗症の後に Crohn 病 / 炎症性腸炎を発症した 1 女性例. 愛知医科大学生理学講座. 2016 年 8 月 27 - 28 日 大阪大学銀杏会館
59. 櫻井博紀, 佐藤麻紀, 牛田享宏, 西村直記, 岩瀬 敏. 慢性病患者における全身温冷曝露試験での自律神経応答
60. 西村直記, 岩瀬 敏, 人工炭酸泉浸漬部位での温度感覚上昇および皮膚血管拡張機序
61. 岩瀬 敏. しびれの生理学的機序  
第 34 回生体制御学会学術集会長, 名古屋市立大学医学部総合情報センター川澄分館
62. Iwase S, Nishimura N, Tanaka K, Mano T. Effectiveness of newly fabricated short radius centrifuge device with ergometric or squatting exercise as a countermeasure for spaceflight deconditioning in humans. A1. IAA/IAF Space Life Sciences in Symposium.
63. Iwase S, Nishimura N, Tanaka K, Mano T. The need for artificial gravity in the tethering satellite with connection by the space elevator. IAC16. D4.3.13, D4. 14th IAA symposium on visions and strategies for the future. 67th International Astronautical Congress, 26 - 30 September 2016, Guadalajara EXPO, Guadalajara, Mexico.
- 〔図書〕(計 10 件)
- Iwase S, Nishimura N, Mano T. Osteoporosis in Spaceflight. In: Flores MV ed, Topics in Osteoporosis. ISBN 978-953-51-1066-8, Published: May 15, 2013 under CC BY 3.0 license. DOI: 10.5772/54708, pp. 259-279.
  - Iwase S, Hayano J, Orimo S Clinical Assessment of the Autonomic Nervous System, Springer; 1st ed. 2016 ISBN-10: 4431560106 ISBN-13: 978-4431560104
  - 岩瀬 敏. Section 13 運動と体液 — 4. 微小重力, 宮村美晴編: ニュー運動生理学 ( ), 真興交易(株)医書出版部, 東京, pp 254-267, 2015.
  - 岩瀬 敏. ロバートソン自律神経学原著第 3 版, 高橋昭, 間野忠明〔監訳〕, 岩瀬敏, 長谷川康博, 菅屋潤壹 (編集) エルゼビアジャパン 第 1 章 中枢性自律神経統御, 第 2 章 末梢自律神経系, 第 21 章 交感神経リズムの同調化, 第 22 章 身体の器官系間のクロストーク: 正常と疾患における呼吸系と心血管系間のカップリング, 第 23 章 日周期 (サーカディアンリズム) と自律神経機能, 第 24 章 圧反射, 第 25 章 心臓神経およびそのほかの内臓求心性神経, 第 26 章 心臓の自律神経性制御, 第 27 章 迷走神経の心臓神経節, 第 28 章 血管の神経性制御, 第 29 章 起立性の生理学, 第 30 章 脳循環, 第 31 章 下部気道の自律神経性統御, 第 32 章 消化管機能, 第 33 章 内臓循環, 第 34 章 腎臓の自律神経性統御, 第 35 章 下部尿路の自律神経性制御, 第 36 章 膀胱機能の正常と異常, 第 37 章 瞳孔の調節, 第 38 章 中枢性体温調節, 第 39 章 発汗, 第 40 章 代謝の調節, 第 41 章 骨格への自律神経支配, 第 42 章 交感神経機能の性差, 第 43 章 妊娠中の自律神経統御, 第 47 章 宇宙生理学, 第 55 章 神経調節性失神, 第 56 章 高血圧における交感-迷走神経間のアンバランス, 第 57 章 圧反射不全, 第 58 章 血圧変動性, 第 59 章 肥満に関連する高血圧, 第 60 章 起立性高血圧, 第 61 章 心不全, 第 62 章 ストレス関連性心室肥大とたこつば症候群, 第 63 章 自律神経性疾患の臨床的評価, 第 64 章 ティルト台試験 (傾斜台試験), 第 65 章 マイクロニューログラフィによる交感神経活動記録, 第 66 章 マイクロニューログラフィの臨床応用, 第 67 章 交感神経の臨床的画像診断, 第 68 章 周波数領域アプローチによる交感神経の心血管系統御の評価, 第 69 章 発汗機能の評価, 第 70 章 皮膚自律神経支配: 皮膚生検による評価. p3-20, 113-224, 241-244, 287-366, 2015, エルゼビアジャパン, 東京.
  - 岩瀬 敏. 重力と自律神経. 日本自律神経学会編 自律神経機能検査第 5 版, p. 74-79, 文光堂, 東京.
  - 岩瀬 敏. 水圧と自律神経. 日本自律神経学会編 自律神経機能検査第 5 版, p. 80-84, 文光堂, 東京.
  - 岩瀬 敏. 検査室のオリティコントロール. 日本自律神経学会編 自律神経機能検査第 5 版, p. 93-95, 2015, 文光堂, 東京.
  - 岩瀬 敏. マイクロニューログラフィ. 日本自律神経学会編 自律神経機能検査第 5 版, p. 199-206, 文光堂, 東京, 2015.
  - 岩瀬 敏, Section V 特殊検査法, 5. 自律神経検査法 7. 微小神経電図検査, 平山恵造監修, 廣瀬源二郎, 田代邦雄, 葛原茂樹 編集, 臨床神経内科学 改訂 6 版, p 819-824, 南山堂, 東京. 2016 年 2 月 15 日.
  - 岩瀬 敏, 第 1 章 基礎知識 C 視床下部の機能. 平田結喜緒, 山田正三, 成瀬光栄 編, 下体疾患診療マニュアル改訂第 2 版 診断と治療社内分泌シリーズ, 診断と治療社, p18-19, 2016 年 11 月 25 日
- 〔産業財産権〕0 件  
〔その他〕なし
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
岩瀬 敏 (Iwase Satoshi) 愛知医科大学・医学部・教授 研究者番号: 90184379
- (2) 研究分担者  
西村直記 (Nishimura Naoki) 愛知医科大学・医学部・講師 研究者番号: 10308950  
大飼洋子 (Inukai Yoko) 愛知医科大学・医学部・講師 研究者番号: 40278362  
佐藤麻紀 (Sato Maki) 愛知医科大学・医学部・助教 研究者番号: 60351102
- (3) 連携研究者 なし  
(4) 研究協力者 なし