

令和 2 年 7 月 1 日現在

機関番号：34444

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01541

研究課題名(和文) 前庭リハビリテーションの効果を支える神経基盤の解明と効果促進に関する研究

研究課題名(英文) the neural mechanism of vestibular rehabilitation and neuromodulation of the vestibular system

研究代表者

松木 明好 (Matsugi, Akiyoshi)

四條畷学園大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：20624026

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：安定した姿勢を保持する能力や動いているものを見る能力、まためまい等を改善することを目的に前庭リハビリテーションが行われます。健康者を対象に行った一連の実験によって、頭を動かしながら物を見る練習や耳の後ろから微弱な電流を流すことで、バランスがよくなったり、そのバランスに関連する反射が調整されたり、目の動きが変化することを明らかにしました。さらに、磁気などの非侵襲的な刺激を小脳に加えることで、リハビリの効果が変化することも明らかにしました。今後は、バランスの障害のある方やめまいのある方を対象に頭部と目の運動練習や電気刺激、磁気刺激が効果を示すか調べる必要があります。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでめまいやふらつき、動くものが見難さなどに対して前庭リハビリテーションが適用されてきましたが、どういう機序で作用しているのかは明らかではありませんでした。我々の研究成果は、その効果の神経基盤の一部を明らかにしただけでなく、その効果促進の可能性まで示すことができました。神経疾患のみならず、不活動によってバランス能力が落ちてふらつきがでる方は多数いますが、我々の研究成果はそれらの改善に一部貢献する可能性があります。

研究成果の概要(英文)：Gaze stabilization exercise (GSE) improves postural stability and vestibulospinal reflex, and eye-head coordination movement is modulated. Further, cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation (crTMS) modulates the GSE effect on eye-head coordination. Low intensity stochastic galvanic vestibular stimulation (GVS) alone cannot affect on lying healthy human, but GVS after crTMS can modulate the vestibulospinal reflex. The effect of GSE and GVS for vestibular rehabilitation may depend on modulation the vestibular reflex and the cerebellum may contribute to this effect.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：リハビリテーション 前庭 小脳 電気刺激 磁気刺激 姿勢制御 前庭脊髄反射 眼球運動

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

前庭リハビリテーション(前庭リハ)で用いられる Gaze stability exercise(GSE)や、Galvanic vestibular stimulation(GVS)は前庭迷路系の疾患によって生じるめまいや眼球運動障害、バランス障害の改善だけではなく、高齢者のバランス改善や転倒予防など幅広く用いられていた。さらに、この前庭リハにおける機能改善は、小脳などの上位中枢の関与によってもたらされると考えられているが、その神経基盤については不明な点が多かった。またリハビリでよく使われる運動イメージへの小脳の貢献、小脳への非侵襲刺激が姿勢制御に貢献する脊髄反射へ及ぼす影響についても明らかではなかった。これらの疑問に答える新しい知見は、前庭リハの適応、効果予測、さらに効果促進のための技術開発に貢献すると考えられた。

### 2. 研究の目的

- (1) GSE 直後に直立姿勢を安定化するか、前庭脊髄反射を調整するかを明らかにすることを目的とした<sup>[1]</sup>。
- (2) GSE によって姿勢制御における前庭覚貢献度が変化するか<sup>[2]</sup>、を明らかにすることを目的とした。
- (3) GSE によって頭部運動中の物体視認識能力が向上するが、これが頭部運動と眼球運動の協調性向上によるものか、さらにその効果に小脳が関与しているかを明らかにすることを目的とした<sup>[3]</sup>。
- (4) 前庭リハで用いられる前庭電気刺激が前庭脊髄反射の興奮性を変調させるのか、またその効果発現に小脳は関与しているのかを明らかにすることを目的とした<sup>[4]</sup>。
- (5) 小脳が運動イメージに関与しているかを明らかにすることを目的とした<sup>[5]</sup>。
- (6) 小脳が姿勢制御に重要な役割を果たす脊髄運動神経に及ぼす影響を調べることを目的とした<sup>[6]</sup>。

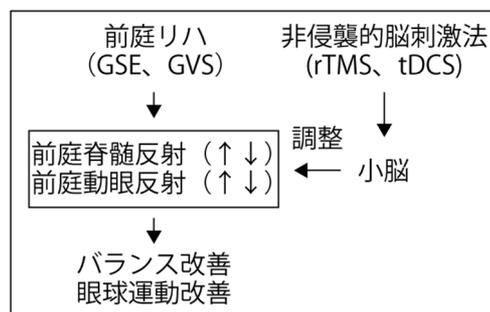
### 3. 研究の方法

- (1) 健常若年者を対象に GSE 前後で直立姿勢保持中の足圧中心総移動距離(COP-L)、直流前庭電気刺激による脊髄運動神経群興奮性を反映するヒラメ筋 H 反射の変調量を比較した<sup>[1]</sup>。
- (2) また、GSE の前後で開眼・閉眼、ラバーフォーム有・無条件による COP-L を解析検討した<sup>[2]</sup>。
- (3) 健常若年者を対象に繰り返す GSE 中の頭部運動、眼球運動を記録しタイムコースを解析した。またその前に crTMS もしくは偽 crTMS を負荷しこの適応的運動変化を操作するかを検討した<sup>[3]</sup>。
- (4) うつ伏せに寝た若年対象者に real- or sham-crTMS、その後 real- or sham-nGVS(noisy galvanic vestibular stimulation)を負荷した。crTMS 前後、および nGVS 後に前庭電気刺激によるヒラメ筋 H 反射変調の程度を計測<sup>[7]</sup>し、比較検討した<sup>[4]</sup>。
- (5) 健常若年者を対象に、右第一背側骨間筋の収縮を伴う右示指外転運動の実行およびリラックスのイメージ中の小脳抑制を計測した<sup>[5]</sup>。
- (6) 健常若年者を対象に、右小脳半球への陽極、陰極、および偽 transcranial direct current stimulation(tDCS)前後で、小脳 TMS によるヒラメ筋 H 反射促進量<sup>[8]</sup>を比較した<sup>[6]</sup>。

### 4. 研究成果

- (1) GSE 直後に前庭脊髄反射が変調し、直立姿勢が安定化することを明らかにした<sup>[1]</sup>。
- (2) また、GSE 直後には直立姿勢制御における前庭覚貢献度が向上することを明らかにした<sup>[2]</sup>。
- (3) GSE を繰り返すと頭部運動に対する眼球運動範囲が徐々に変化するが、小脳の機能を一過性に低下させる crTMS を負荷すると、この適応的運動変化が生じなくなることを明らかにした。このことは、前庭リハで使われる GSE による dynamic gaze ability の向上に頭部と眼球運動の協調性向上が貢献している可能性、さらにその学習に小脳が関与している可能性を示唆する。
- (4) nGVS、crTMS 単独では前庭脊髄反射を変化させなかったが、crTMS 後の nGVS は前庭脊髄反射を変調させた<sup>[4]</sup>。このことは、前庭リハで使われる nGVS の効果に小脳が関与している可能性を示唆する。
- (5) 筋収縮時は小脳抑制が脱抑制されるが、リラックスイメージには小脳は関与していない可能性が示された<sup>[5]</sup>。このことは、小脳障害患者の運動イメージ練習効果には課題依存性がある可能性を示唆する。
- (6) 小脳 TMS によるヒラメ筋 H 反射促進量<sup>[8]</sup>は tDCS の極性に依存して変調することを明らかにした<sup>[6]</sup>。このことは、小脳の脊髄反射調節機能は小脳皮質興奮性の影響を受けて変化する可能性を示唆する。
- (7) 上記の成果を踏まえ、リハビリテーションの中心である理学療法効果に小脳が関与していることについてまとめ、報告した<sup>[9,10]</sup>。

今回の一連の研究によって、前庭リハビリテーションで用いられる GSE や GVS は前庭脊髄反射や前庭動眼反射を調整し、バランス能力や動的視認能力の向上に寄与していることが示された。さらに、小脳への非侵襲的脳刺激方法 (rTMS、tDCS) によってこれらの変化を修飾する可能性も示された(右図)。これらの知見は、前庭リハビリテーションの効果判定に前庭脊髄反射や前庭動眼反射の変調が有効である可能性、効果を得るためには小脳が機能的である必要性、さらに小脳興奮性を操作することで前庭リハビリテーション効果を修飾できる可能性を示している。今後は、バランス障害患者やめまい患者を対象に小脳への非侵襲的脳刺激方法を負荷し効果が促進されるかを検討する必要がある。



## 5 . 主な発表論文等

### [学術論文]

1. Matsugi A, Ueta Y, Oku K, Okuno K, Tamaru Y, Nomura S, et al. Effect of gaze-stabilization exercises on vestibular function during postural control. *Neuroreport* 2017; 28 (8):439-443.
2. Ueta Y, Matsugi A, Oku K, Okuno K, Tamaru Y, Nomura S, et al. Gaze stabilization exercises derive sensory reweighting of vestibular for postural control. *J Phys Ther Sci* 2017; 29 (9):1494-1496.
3. Matsugi A, Yoshida N, Nishishita S, Okada Y, Mori N, Oku K, et al. Cerebellum-mediated trainability of eye and head movements for dynamic gazing. *PLoS One* 2019; 14 (11):e0224458.
4. Matsugi A DS, Hasada R, Mori N, Okada Y, Yoshida N, Nishishita S, Hosomi K, Saitoh Y. Cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation and noisy galvanic vestibular stimulation change the vestibulospinal function. *Frontiers in Neuroscience* 2020.
5. Tanaka H, Matsugi A, Okada Y. The effects of imaginary voluntary muscle contraction and relaxation on cerebellar brain inhibition. *Neurosci Res* 2017.
6. Matsugi A, Okada Y. Cerebellar transcranial direct current stimulation modulates the effect of cerebellar transcranial magnetic stimulation on the excitability of spinal reflex. *Neurosci Res* 2019.
7. Okada Y, Shiozaki T, Nakamura J, Azumi Y, Inazato M, Ono M, et al. Influence of the intensity of galvanic vestibular stimulation and cutaneous stimulation on the soleus H-reflex in healthy individuals. *Neuroreport* 2018; 29 (13):1135-1139.
8. Matsugi A. Do changes in spinal reflex excitability elicited by transcranial magnetic stimulation differ based on the site of cerebellar stimulation? *Somatosens Mot Res* 2018; 35 (2):80-85.
9. Matsugi A. *Physical Therapy for Cerebellar Ataxia*. In: Suzuki T, editor. *Neurological Physical Therapy*: IntechOpen; 2017.
10. 松木明好. 小脳と理学療法. *理学療法京都* 2018; 47:5.

### [学会発表]

1. rTMS to the cerebellum modulates the effect of noisy GVS. 堂地晋弥, 松木明好, 羽佐田力也, 森信彦, 吉田直樹, 西下智, 岡田洋平, 細見晃一, 齋藤洋一、第 56 回日本リハビリテーション医学会学術集会 2019 年 6 月
2. Cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation modulates the effect of

gaze stabilization exercise、Akiyoshi Matsugi, Naoki Yoshida, Satoru Nishishita, Nobuhiko Mori, Yohei Okada, Shinya Douchi, Rikiya Hasada, Koichi Hosomi, Youichi Saitoh、13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress 2019年6月

3. Effect of visually guided tracking training using own foot center of pressure on upright postural stability -A preliminary study-、Akiyoshi Matsugi、5th International Meeting of Asia Rehabilitation Science 2018年12月
4. Effect of random noise galvanic vestibular stimulation on the excitability of vestibulospinal response -A double blind sham-controlled pilot study-、Akiyoshi Matsugi、5th International Meeting of Asia Rehabilitation Science 2018年12月
5. 小脳への反復経頭蓋磁気刺激が前庭脊髄機能に及ぼす影響、堂地 晋弥, 松木 明好, 羽佐田 力也, 森 信彦, 吉田 直樹, 西下 智, 岡田 洋平, 細見 晃一, 齋藤 洋一、臨床神経生理学 46(5) 456-456 2018年10月
6. 小脳 rTMS が前庭脊髄反応興奮性および random noise GVS による前庭脊髄反応興奮性変調に与える影響、松木 明好, 堂地 晋弥, 羽佐田 力也, 森 信彦, 吉田 直樹, 西下 智, 岡田 洋平, 細見 晃一, 齋藤 洋一、第 12 回 motor control 研究会 2018年8月
7. Task-dependent modulation of cerebellar brain inhibition during motor imagery、H Tanaka, A Matsugi, Y Okada、Clinical Neurophysiology 0-1-25. 2018年
8. Cortical silent period during force control task、A Matsugi、Clinical Neurophysiology 0-1-24 2018年
9. Transcranial magnetic stimulation over the cerebellum facilitates excitability of spinal reflex in spinocerebellar ataxia、A Matsugi, Y Kikuchi, K Kaneko, Y Seko, M Odagaki、Clinical Neurophysiology P3-2-05. 2018年
10. 力制御中の皮質性サイレントピリオド、松木明好, 石井達也, 加藤ほのか, 今野瑠香, 清水凱斗, 富永亮、臨床神経生理学 45(5) 397 2017年10月1日
11. 小脳経頭蓋磁気刺激の脊髄反射への影響 純粋小脳型の脊髄小脳失調症症例における検討、松木明好, 菊地豊, 兼子健汰, 世古悠太, 小田垣雅人、臨床神経生理学 45(5) 479 2017年10月1日
12. 筋収縮イメージ及びリラックスイメージが小脳抑制に与える影響、田中宏明, 松木明好, 岡田洋平、臨床神経生理学 45(5) 397 2017年10月1日
13. 小脳への経頭蓋直流電気刺激が小脳経頭蓋磁気刺激によるヒラメ筋 H 反射促進現象に及ぼす影響、松木明好, 岡田洋平, 菊地豊, 澳昂佑、理学療法科学 32(Suppl.7) 23 2017年9月23日

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Matsugi A, Douchi S, Hasada R, Mori N, Okada Y, Yoshida N, Nishishita S, Hosomi K, Saitoh Y	4. 巻 in press
2. 論文標題 Cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation and noisy galvanic vestibular stimulation change the vestibulospinal function	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	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) 10.3389/fnins.2020.00388	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 Matsugi Akiyoshi, Douchi Shinya, Suzuki Kodai, Oku Kosuke, Mori Nobuhiko, Tanaka Hiroaki, Nishishita Satoru, Bando Kyota, Kikuchi Yutaka, Okada Yohei	4. 巻 10
2. 論文標題 Cerebellar Transcranial Magnetic Stimulation Reduces the Silent Period on Hand Muscle Electromyography During Force Control	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 63 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci10020063	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 Matsugi Akiyoshi, Yoshida Naoki, Nishishita Satoru, Okada Yohei, Mori Nobuhiko, Oku Kosuke, Douchi Shinya, Hosomi Koichi, Saitoh Youichi	4. 巻 14
2. 論文標題 Cerebellum-mediated trainability of eye and head movements for dynamic gazing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0224458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0224458	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 Okada Yohei, Shiozaki Tomoyuki, Nakamura Junji, Azumi Yuji, Inazato Miyo, Ono Moe, Kondo Honoka, Sugitani Miyuki, Matsugi Akiyoshi	4. 巻 29
2. 論文標題 Influence of the intensity of galvanic vestibular stimulation and cutaneous stimulation on the soleus H-reflex in healthy individuals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 1135 ~ 1139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001086	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 Matsugi Akiyoshi, Ueta Yusuke, Oku Kosuke, Okuno Kojiro, Tamaru Yoshiki, Nomura Shohei, Tanaka Hiroaki, Mori Nobuhiko	4. 巻 28
2. 論文標題 Effect of gaze-stabilization exercises on vestibular function during postural control	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 439 ~ 443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000000776	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 Tanaka Hiroaki, Matsugi Akiyoshi, Okada Yohei	4. 巻 133
2. 論文標題 The effects of imaginary voluntary muscle contraction and relaxation on cerebellar brain inhibition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 15 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2017.11.004	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 Matsugi Akiyoshi	4. 巻 92
2. 論文標題 Reader response: Cerebello-spinal tDCS in ataxia: A randomized, double-blind, sham-controlled, crossover trial	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurology	6. 最初と最後の頁 1121.2 ~ 1121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1212/WNL.00000000000007623	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 Matsugi Akiyoshi	4. 巻 36
2. 論文標題 Changes in the cortical silent period during force control	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Somatosensory & Motor Research	6. 最初と最後の頁 8 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08990220.2018.1563536	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 Matsugi Akiyoshi, Okada Yohei	4. 巻 150
2. 論文標題 Cerebellar transcranial direct current stimulation modulates the effect of cerebellar transcranial magnetic stimulation on the excitability of spinal reflex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 37 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2019.01.012	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 Matsugi Akiyoshi, Kikuchi Yutaka, Kaneko Kenta, Seko Yuta, Odagaki Masato	4. 巻 29
2. 論文標題 Cerebellar transcranial magnetic stimulation facilitates excitability of spinal reflex, but does not affect cerebellar inhibition and facilitation in spinocerebellar ataxia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 808 ~ 813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001036	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 Matsugi Akiyoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Do changes in spinal reflex excitability elicited by transcranial magnetic stimulation differ based on the site of cerebellar stimulation?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Somatosensory & Motor Research	6. 最初と最後の頁 80 ~ 85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08990220.2018.1465403	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 Ueta Yusuke, Matsugi Akiyoshi, Oku Kosuke, Okuno Kojiro, Tamaru Yoshiki, Nomura Shohei, Tanaka Hiroaki, Douchi Shinya, Mori Nobuhiko	4. 巻 29
2. 論文標題 Gaze stabilization exercises derive sensory reweighting of vestibular for postural control	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1494 ~ 1496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.29.1494	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 松木明好	4. 巻 47
2. 論文標題 小脳と理学療法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理学療法京都	6. 最初と最後の頁 38-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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11件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 松木明好
2. 発表標題 Vestibular neuromodulation and cerebellum
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akiyoshi Matsugi, Naoki Yoshida, Satoru Nishishita, Nobuhiko Mori, Yohei Okada, Shinya Douchi, Rikiya Hasada, Koichi Hosomi, Youichi Saitoh
2. 発表標題 Cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation modulates the effect of gaze stabilization exercise
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堂地晋弥, 松木明好, 羽佐田力也, 森信彦, 吉田直樹, 西下智, 岡田洋平, 細見晃一, 齋藤洋一
2. 発表標題 rTMS to the cerebellum modulates the effect of noisy GVS
3. 学会等名 第56回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松木明好
2. 発表標題 小脳と電気生理
3. 学会等名 第1回小脳リハビリテーション研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akiyoshi Matsugi
2. 発表標題 Effect of visually guided tracking training using own foot center of pressure on upright postural stability -A preliminary study-
3. 学会等名 5th International Meeting of Asia Rehabilitation Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akiyoshi Matsugi
2. 発表標題 Effect of random noise galvanic vestibular stimulation on the excitability of vestibulospinal response;A double blind sham-controlled pilot study
3. 学会等名 5th International Meeting of Asia Rehabilitation Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堂地 晋弥, 松木 明好, 羽佐田 力也, 森 信彦, 吉田 直樹, 西下 智, 岡田 洋平, 細見 晃一, 齋藤 洋一
2. 発表標題 小脳への反復経頭蓋磁気刺激が前庭脊髄機能に及ぼす影響
3. 学会等名 臨床神経生理学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松木 明好、堂地晋弥、羽佐田力也、森信彦、吉田直樹、西下智、岡田洋平、細見晃一、齋藤洋一
2. 発表標題 小脳rTMSが前庭脊髄反応興奮性およびrandom noise GVSによる前庭脊髄反応興奮性変調に与える影響
3. 学会等名 第12回motor control研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松木明好
2. 発表標題 小脳と理学療法
3. 学会等名 第28回京都府理学療法学会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊地豊, 松木明好, 小田垣雅人, 池田佳生, 美原盤
2. 発表標題 視覚feedbackを用いない運動課題による介入が有効であった脊髄小脳失調症(SCA31)の1例
3. 学会等名 日本神経学会学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松木明好, 菊地豊, 兼子健汰, 世古悠太, 小田垣雅人
2. 発表標題 小脳経頭蓋磁気刺激の脊髄反射への影響 純粋小脳型の脊髄小脳失調症症例における検討
3. 学会等名 臨床神経生理学
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	西下 智  (Nishishita Satoru)	リハビリテーション科学総合研究所・研究員	
連携研究者	吉田 直樹  (Yoshida Naoki)  (40261325)	岡山医療専門職大学・健康科学部・教授  (35315)	
連携研究者	岡田 洋平  (Okada Yohei)  (80511568)	畿央大学・健康科学部・准教授  (34605)	