

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 22 日現在

機関番号：10107

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650202

研究課題名(和文) 機能的脳幹刺激法による小脳性歩行障害の機能再建

研究課題名(英文) Reconstruction of gait capability of cerebellar ataxia using neuro-engineering procedures

研究代表者

高草木 薫 (Takakusaki, Kaoru)

旭川医科大学・医学部・教授

研究者番号：10206732

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は小脳損傷モデル動物の小脳性歩行失調の特徴を抽出し、歩行障害を神経工学的手法によって再建するための基礎研究である。小脳内側部除去ラットでは姿勢制御や円滑な歩行運動などの機械的歩行動作が極めて強く損傷された。一方、外側部除去ラットでは機械的歩行動作への影響は軽微であるにも関わらず、環境変化に対応する歩行動作の変更が稚拙であった。さらに、小脳全除去ラットでは歩行行動を発動することが極めて少なく、運動減少や無動を呈した。これらの成績は、小脳が歩行行動の発動に極めて重要な役割を持つこと、外側部は環境適応に、そして、内側部は姿勢や歩行サイクルなどの機械的歩行動作に各々関与することを示唆する。

研究成果の概要(英文)：This is a basic study aiming at reconstructing gait ataxia of cerebellar damaged animals using neuro-engineering procedures. For this purpose, here we elucidated locomotor ataxia of animals following damages of various areas of the cerebellum. Rats with damages of medial cerebellum displayed hypotonia with severe postural instability and locomotor ataxia. Although such locomotor deficits were not prominent in the rats with damages of lateral cerebellum, they became hypokinetsia when they encountered unfamiliar circumstances. By removal of the whole cerebellum, spontaneous movements were mostly disappeared and the rats became akinesia. These results suggest that the cerebellum plays crucial roles in initiation of locomotor behaviors, and the medial and the lateral part may contribute to posture-locomotor synergies and to locomotor adaptation, respectively. Different neuro-engineering procedures will be required to reconstructing gait ataxia with damages of medial and lateral cerebellum.

研究分野：脳神経科学

科研費の分科・細目：神経・筋肉生理学

 キーワード：小脳性歩行失調 姿勢筋緊張 網様体脊髄路 機能再建 除脳動物 機能的電気刺激 脳深部刺激 プ
 レインマシンインターフェイス

1. 研究開始当初の背景

高齢化と共に、神経変性疾患の患者数は増加傾向にある。近年の脳神経科学の進歩により、パーキンソン病やアルツハイマー病の治療は格段に進歩した。一方、小脳変性疾患では、遺伝子治療に対して期待が集まっているものの、その確率には暫く時間を要するため、未だ有効な治療法が無いのが現状である。特に、その運動機能障害（小脳性歩行失調）を克服する手段を早急に確立することが必要である。

2. 研究の目的

そこで本研究では、小脳損傷モデル動物を作成し、神経生理学的手法と神経工学的手法を用いて、脊髄小脳変性症の運動障害の代表である歩行失調を克服するための歩行機能再建方法の考案を試みた。

3. 研究の方法

ネコ (n=8) とラット (n=27) を研究に用いた。これまでの国内外の研究によって、小脳性歩行失調のメカニズムの一つとして、姿勢筋緊張の低下が上げられている。そこで、姿勢筋緊張の制御と歩行の調節における小脳の機能を評価するため、以下2項目の研究を実施した。さらに、上記研究によって得られた成績に基づいて、脳幹の筋緊張調節領域への電気刺激によって誘発される小脳損傷ラットの歩行運動の解析を試みた。

3-1. 小脳および脳幹網様体における筋緊張調節領域の同定

上丘前縁で上位脳を離断した除脳ネコ標本 (n=4) を用いた。微小電気刺激 (20-40 μA) を小脳 (皮質・白質・小脳核) ならびに、橋・延髄網様体に加えて、筋緊張の変化 (増加ならびに抑制) を誘発する部位を試みた。筋緊張レベルの変化は、後肢筋活動の筋電図により評価した。また、後肢筋伸筋や屈筋を支配する運動細胞の興奮性変化を伸張反射に基づく単シナプス反射と運動細胞の細胞内膜電位に誘発されるシナプス電位によって評価した。

3-2. 歩行制御における小脳の機能局在

小脳の部分除去 (n=11)、或いは、全切除手術 (n=6) を施した慢性無拘束ラットを作成した。解析には、これらの小脳損傷ラットに加えて、小脳無傷ラット (n=5) を用いた。各ラット群において、自発歩行とトレッドミル歩行における歩容 (姿勢動揺、歩行リズム、関節運動) を画像処理ならびに電気生理学的手法を用いて解析し、歩行における小脳の機能局在を評価した。

3-3. 脳幹の筋緊張調節領域への機能的電気刺激による小脳損傷ラットの歩行機能解析

3-1 の実験によって同定した脳幹の筋緊張調節領域に連続微小電気刺激 (10-30 μA) を加え、慢性無拘束小脳損傷ラット (n=3) の自発歩行ならびにトレッドミル上の歩行機能がどの様に修飾されるのかを解析した。

4. 研究成果

4-1. 小脳と網様体による筋緊張の制御

小脳には、筋緊張の調節に關与する領域が存在することが明らかとなった。筋緊張促進部位は主に室頂核の吻側に存在し、筋緊張を減弱・消失させる部位は、室頂核の尾側に位置していた。しかし、促進部位に比べて、抑制部位はやや狭い領域に限局していた。

小脳刺激に基づく筋緊張への作用は伸筋 (抗重力筋) のみならず、屈筋にも作用した。即ち、筋緊張促進野への微小電気刺激は、伸筋と屈筋の伸張反射を共に上昇させた。一方、抑制野への刺激は、伸筋と屈筋の伸張反射を共に低下・消失させた。小脳核への微小電気刺激によって、後肢筋支配運動細胞には、興奮性シナプス電位と抑制性シナプス電位の双方が誘発された。興奮性シナプス電位 (EPSP) は、筋緊張促進作用を、そして、抑制性シナプス電位 (IPSP) は筋緊張への抑制作用に、各々、關与すると考えられる。促進領域と抑制領域の移行部への刺激はしばしば伸筋と屈筋に相反的な作用を誘発した。

小脳室頂核の出力の標的の一つが橋・延髄網様体である。そこで、橋・延髄網様体の出力による筋緊張の調節機構を解析した。橋・延髄網様体にも、小脳と同様に、筋緊張促進部位と抑制部位とが存在していた。促進部位は、主に橋・延髄網様体の腹側部に、そして、抑制部位は網様体の背側部に分布する傾向が認められた。加えて、網様体の抑制野と促進野の境界領域への刺激は伸筋と屈筋に相反的作用を誘発した。

過去の研究により、ラットの脳幹網様体内側部にも筋緊張抑制野と促進野が存在することが報告されている。従って、ネコとラットにおいて、共通のメカニズムによって筋緊張が制御されると考えられる。

4-2. 歩行制御における小脳の機能局在

小脳全切除ラットは、極めて自発動作が乏しく、トレッドミル上で歩行できなかった。小脳虫部と中間部を含む小脳内側部除去ラットでは、トレッドミル歩行時における姿勢動揺、肢関節化屈曲、歩行リズムの乱れ、遊脚相の短縮と着地相 (支持相) の延長などリズムカルで機械的な歩行動作の異常が顕著であった。また、トレッドミル速度の変化や傾斜変化に対する歩行調節も困難であった。小脳全切除ラットと内側部除去ラットの姿勢は、頭部・体幹部が低く、肢関節が過屈曲状態であった。一方、両外側部除去ラットの姿勢の姿勢やリズムカルで機械的な歩行動作は、健常群と比較しても大きな違いが無かった。しかしながら、トレッドミル速度や傾斜面での歩行が極めて稚拙であった。

これらの成績は、小脳は自発的な運動を発現する上で極めて重要な役割を担うこと。

小脳外側部は、定常的な歩行リズムや姿勢維持よりは、むしろ環境変化に適応的な運動機能の発現に關与すること。小脳内側部は、姿勢筋緊張の調節やリズムカルな歩行動作

の制御に加えて、環境に対する適応的な歩行動作の調節にも関与すること、を示唆する。

4-3. 脳幹の筋緊張調節領域への機能的電気刺激による小脳損傷ラットの歩行機能解析

小脳内側部損傷ラットの機械的歩行動作の障害は、体幹や四肢の筋緊張(姿勢筋緊張)の低下で説明が可能であると考えられる。従って、筋緊張レベルを補うことにより歩行動作が改善するか否かを解明することは極めて興味深い。そこで、小脳内側群障害ラットの脳幹網様体促通野への機能的電気刺激を試みているが、公表に値する見解は得ていない。今後も本研究を継続する。

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37件)*は査読付き論文

1. Nozu T, Takakusaki K, Okumura T. Urocortin 2 blocks the suppression of gastric antral contractions induced by lipopolysaccharide in freely moving conscious rats. Regul Pept. 2014 (in press) *
2. Ota R, Takakusaki K, Katada A, Harada H, Nonaka S, Harabuchi Y. Contribution of the lateral lemniscus to the control of swallowing in decerebrate cats. Neurosci. 2013 19; 254:260-74.*
3. Takakusaki K. Neurophysiology of gait: from the spinal cord to the frontal lobe. Mov Disord. 2013, 28: 1483-1491.*
4. Nozu T, Kumei S, Takakusaki K, Okumura T. Water-avoidance stress enhances gastric contractions in freely moving conscious rats: role of peripheral CRF receptors. J Gastroenterol. 2014, 49: 799-805.*
5. Nozu T, Tsuchiya Y, Kumei S, Takakusaki K, Okumura T. Peripheral corticotropin-releasing factor (CRF) induces stimulation of gastric contractions in freely moving conscious rats: role of CRF receptor types 1 and 2. Neurogastroenterol Motil. 2013; 25: 190-197.*
6. Chiba R, Ogawa H, Takakusaki K, Asama H, Ota J. Muscle activities changing model by difference in sensory inputs on human posture control Adv. Intell. Sys.Comput. 2013: 194; 479-491.*
7. Takakusaki K, Obara K, Nozu T, Okumura T. GABA-ergic basal ganglia efferents to the brainstem control reticulospinal system responsible for REM sleep by modulating the activity of cholinergic PPN neurons. Arch. Ital. Biol. 2011; 149: 385-405.*
8. Nozu T, Kumei S, Takakusaki K, Ataka K, Fujimiya M, Okumura T. Central orexin-A increases colonic motility in conscious rats. Neurosci. Lett. 2012; 498:143-146.*
9. Nozu T, Tsuchiya Y, Kumei S, Takakusaki K, Ataka K, Fujimiya M, Okumura T. Endogenous orexin-A in the brain mediates 2-deoxy-D-glucose-induced stimulation of gastric motility in freely moving conscious rats. J Gastroenterol. 2012; 47: 404-411.*
10. Nozu T, Tsuchiya Y, Kumei S, Takakusaki K, Ataka K, Fujimiya M, Okumura T. Endogenous Orexin-A in the brain mediates 2-deoxy-D-glucose-induced stimulation of gastric motility in freely moving conscious rats. J. Gastroenterol. 2012; 47: 404-411.
11. Takakusaki K. Possible contribution of the basal ganglia-brainstem system in the pathogenesis of Parkinson disease, In: Parkinson's Disease. Chapter 20, pp 433-458, Intech Open Access Publisher, Rijeka, Croatia, 2011.*
12. Takakusaki K, Obara K. Posture, gait and body schema in relation to the basal ganglia movement control. Complex Medical Engineering (CME), 2012. 461-466.*
13. Takakusaki K. Neurophysiology of gait for understanding basal ganglia motor disorders—from animal behaviors to the constructive approach -. Proc. 5th Int. Symp. on Adaptive Motion of Animals and Machines (AMAM2011); 2011: 1-2.*
14. Umeda T, Takakusaki K, Isa T. Pathways mediating the ipsilateral cortical excitation to forelimb motoneurons in monkeys. Neurosci Res. 2012, (Suppl) P2-b25.
15. Ogawa H, Chiba R, Takakusaki K, Asama H, Ota J. Method for obtaining quantitative change in muscle activities by difference in sensory inputs about human posture control. Proc. 5th Int. Symp. on Adaptive Motion of Animals and Machines (AMAM2011); 2011: 9-10.*
16. Chiba R, Takakusaki K, Ota J, Ogawa H, Asama H. Muscle activities changing model by difference in sensory inputs on human posture control", Proc. 12th Int. Conf. on Intelligent Autonomous Systems (IAS-12), 2012. 2: 479-491.*
17. Uozumi M, Yamada K, Asama H, Takakusaki K. Automation of supervisory service and examination of the subject of operation. 2012, Proc. 2012 SICE Annual Conf. (SICE 2012): 903-908.*
18. Uozumi M, Yamada K, Murai S, Asama H, Takakusaki K. The effect and reaction of information presentation in surveillance service. 2013. Proc. SICE Annual Conf. 2013: 2323-2328.*
19. Nakagawa J, An Q, Ishikawa Y, Oka H, Takakusaki K, Yamakawa H, Yamashita A, Asama H. Analysis of joint correlation between arm and lower body in dart throwing motion. Proc. 2013 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2013), 2013: 1223-1228.*
20. Uozumi M, Yamada K, Murai S, Asama H, Takakusaki K. The effect and reaction of information presentation in surveillance service", Proc. 1st Int. Conf. on Service-ology (ICServe 2013), 2013: pp. 291-296.*
21. Tsuji T, Yamakawa H, Yamashita A, Takakusaki K, Maeda T, Kato M, Oka H, Asama A. Analysis of electromyography and skin conductance response during Rubber-Hand illusion. Proc. 2013 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO 2013), 2013: 88-93.*
22. Ping J, Zhifeng H, Yanjiang H, Chiba R, Takakusaki K, Ota J. Stance control model in consideration of feed-forward control by reticulospinal tract. Robotics and Biomimetics (ROBIO), 2013. 346-351.*
23. 高草木薫 運動麻痺と皮質・網様体投射・脊椎脊髄ジャーナル 2013; 27(2): 99-106
24. 高草木薫 大脳皮質・脳幹-脊髄による歩行の制御機構 脊髄外科 2013; 27(3): 208-215
25. 高草木薫 脚橋被蓋核(PPN)領域の機能 分子精神医学 2013; 13(4): 297-300
26. 高草木薫 脚橋被蓋核(PPN)の機能とパーキンソン病 神経内科(印刷中)
27. 高草木薫 歩行のメカニズム 脳神経外科プラクティス(印刷中)
28. 高草木薫 歩行・姿勢の制御とその障害 小児神経学の進歩 41: 129-142 (2012)
29. 高草木薫 姿勢制御に関する一考察 札幌保健科学雑誌 2012; 1: 1-9.
30. 高草木薫, 小原和宏, 奥村利勝. オレキシンと情動性脱力発作のメカニズム. Clinical Neuroscience 2012; 30: 189-193.
31. 高草木薫 アセチルコリンと神経系 =運動機能=. Clinical Neuroscience 2012; 30: 248-249.
32. 高草木薫 大脳基底核とコリン作動性ネットワーク. Clinical Neuroscience 2012; 30: 652-654.
33. 高草木薫 歩行・姿勢の制御とその障害・小児神経学の進歩. 2012; 41:129-142.
34. 高草木薫 姿勢制御に関する一考察 札幌保健科学雑誌. 2012; 1:1-9.
35. 高草木薫 てんかん発作のメカニズムに関する一考

察・てんかんを巡って．2012; 30:17-22.

36. 高草木薫 脊髄神経回路網による筋緊張と運動の統合的制御．脊髄機能診断学．2011; 32(1): 1-9.
37. 高草木薫 姿勢と歩行運動制御の基礎研究．めまい平衡医学．2012; 71(2): 136.

[学会発表](計48件)

1. Takakusaki K, Nozu T, Okumura T. Modulation of the excitability of hindlimb motoneurons by the basal ganglia efferents to the brainstem in relation to the control of postural muscle tone and locomotion in the decerebrate cat. Society for Neuroscience 2013, Nov. 9-13, 2013, San Diego, USA.
2. Takakusaki K. The physiology of Gait, From CPG to the frontal lobe. 1st International Freezing of Gait Congress. 2014, Feb. 5-7, The Dead Sea, ISRAEL. Invited Lecture.
3. Tsuji T, Yamakawa H, Yamashita A, Takakusaki K, Maeda T, Kato M, Oka H, Asama H. Analysis of electromyography and skin conductance response during rubber-hand illusion. 2013 IEEE Workshop on Advance Robotics and Its social Impacts. 2013, Sep. 7-9, Tokyo, JAPAN.
4. Jiang P, Huang Z, Chiba R, Takakusaki K, Ota J. Stance control model in consideration of feed-forward control by reticulospinal tract. 2013 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2013). 2013, Nov. 9-13, Shenzhen, CHINA.
5. Takakusaki K. Posture, gait and body schema in relation to the basal ganglia movement control. IEEE/ICMA CMA 2012. (invited lecture). 2012, Jul. 3-5, Kobe, JAPAN.
6. Takakusaki K. Neural substrates for gait control in relation to the basal ganglia function. The Neural Basis of Motor Control. Jenelia Conference(invited lecture) 2011, Oct. 30 – Nov. 2, Washington DC, USA.
7. Takakusaki K. Neurophysiology of gait for understanding basal ganglia motor disorders. The 5th International symposium on Adaptive Motion in Animals and Machines (invited Plenary lecture). 2011, Oct. 11 – 14, Kobe, JAPAN.
8. Takakusaki K. Atonia mediating mechanisms from the forebrain structures to spinal cord. World sleep-2011; International Congress of the World Federation of Sleep Research and Sleep Medicine Societies(invited lecture). 2011, Oct. 16 – 20, Kyoto, JAPAN.
9. Jiang P, Huang Z, Huang Y, Chiba R, Takakusaki K, Ota J. Realization of stance postural control based on a musculoskeletal model. 計測自動制御学会 システム情報部門 学術講演会 2-13 (SSI2013). 2013年11月18-20日．滋賀
10. 高草木薫, 太田亮．外側毛帯による嚙下運動の調節機構．第36回日本神経科学大会．2013, 6月20-23日, 京都
11. 高草木薫．大脳基底核から脳幹へのGABA作動性投射とレム睡眠．日本睡眠学会第38回定期学術集会2013年6月27-28日, 秋田
12. 高草木薫．網様体脊髄路-脊髄介在ニューロン系における筋緊張制御の仕組み．第28回日本大脳基底核研究会2013年7月27-28日, 修善寺
13. 高草木薫, 野津 司, 奥村 利勝．基底核-脳幹投射系による歩行と筋緊張の制御．第93回生理学会北海道地方会．2013年8月31日．旭川
14. 高草木薫．歩行のメカニズム．第26回自律分散システムシンポジウム．2014年1月23-24日．東京(招待講演)
15. 白石匠, 高草木薫, 千葉龍介, 太田順．小脳部分切除ラットの歩行運動における四肢の軌道・伸筋の筋電計測による部位特性の考察．第26回自律分散システムシンポジウム．2014年1月23-24日．
16. 魚住光成, 山田耕一, 村井秀聡, 浅間一, 高草木薫．監視サービスの管制員に対する情報提示の効果と反応．サービス学会第1回国内大会．2013年4月28-29日．京都．
17. 辻琢真, 山川博司, 山下淳, 高草木薫, 前田貴紀, 加藤元一郎, 岡敬之, 浅間一．ラバーハンド錯覚における錯覚生起時間測定法の提案．日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'13．2013年5月22-25日．筑波
18. レ・クオン・ズン, 山川博司, 岡敬之, 魚住光成, 高草木薫, 山下淳, 浅間一．レーザーのレース中のストレスを確定するための生体指標計測．第19回創発システムシンポジウム．2013年8月31日—9月2日．大阪
19. 魚住光成, 山田耕一, 村井秀聡, 浅間一, 高草木薫．監視サービスの管制員に対する情報提示の影響評価．情報処理学会第12回情報科学技術フォーラム．2013年9月4-6日．鳥取．
20. 松本倫実, 濱崎岐資, 前田貴紀, 加藤元一郎, 山川博司, 高草木薫, 山下淳, 浅間一．身体運動に同期した単純聴覚指摘が運動主体感に与える影響の評価．第31回日本ロボット学会学術講演会．2013年9月4-6日．東京．
21. 太田順, 今水寛, 関和彦, 浅間一, 出江紳一, 芳賀信彦, 近藤敏行, 内藤栄一, 村田哲, 花川隆, 高草木薫, 稲田哲也．身体性システム科学の構築を目指して．継続自動制御学会システム・情報部門学術講演会．2013年11月18-20日．大津．
22. 辻琢真, 山川博司, 山下淳, 高草木薫, 前田貴紀, 加藤元一郎, 岡敬之, 浅間一．手姿勢の変化に基づく体性感覚がラバーハンド錯覚に与える影響．第14回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会．2013年12月18-20日．神戸．
23. 魚住光成, 山田耕一, 村井秀聡, 浅間一, 高草木薫．作業者に対する情報提示の効果の評価．第14回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会．2013年12月18-20日．神戸．
24. 松本倫実, 濱崎岐資, 前田貴紀, 加藤元一郎, 山川博司, 高草木薫, 山下淳, 浅間一．聴覚刺激およびリズムの周期性が運動主体感に与える影響の評価．第23回ライフサポート学会フロンティア講演会．2014年2月28日-3月1日．東京．
25. 魚住光成, 山田耕一, 村井秀聡, 浅間一, 高草木薫．作業者に対する情報提示の生理的影響．サービス学会第2回国内大会．2014年4月28-29日．函館．
26. 高草木薫．運動麻痺と皮質-網様体脊髄路．第18回スパインフロンティア(招待講演)．2012年10月19-20日．京都．
27. 高草木薫．PPNの機能とパーキンソン病．第6回パーキンソン病・運動障害疾患コンgres(招待講演)．2012年10月10-12日．京都．
28. 高草木薫．黒質網様部-脚橋被蓋核投射とレム睡眠の神経機構．第92回日本生理学北海道地方会．2012年9月1日．札幌．
29. 高草木薫．歩行の神経機構と歩行障害．歩行フォーラム(招待講演)．2012年7月7-8日．東京．
30. 高草木薫．脳幹網様体の機能．日本バース研究会・関東甲信越ブロック研修会(招待講演)．2013年2月9日．東京．
31. 高草木薫．歩行・姿勢の制御とその障害．第41回小児神経学セミナー(招待講演)．2011年9月17-19日．大阪．
32. 高草木薫．姿勢と歩行運動制御の基礎研究．第70回日本めまい平衡医学会総会(招待講演)．2011年11月16-18日．幕張．
33. 高草木薫．運動制御の神経基盤(歩行の神経科学)歩行フォーラム(招待講演)．2011年7月23-24日．福岡．
34. 高草木薫．PPN(脚橋被蓋核)の生理．第64回日本自律神経学会総会(招待講演)．2011年10月16-20日．秋田．
35. 高草木薫．運動制御と姿勢筋緊張-大脳基底核疾患の病態理解に関する一考察．第72回札幌脳外科集談会(招待講演)．2011年11月16日．札幌．
36. 高草木薫．運動制御から見た脳の可塑性と理学療法．第15回山梨県理学療法士学会・学術集会(招待講演)．2011年12月12日．甲府．

37. 高草木薫 . 歩行の神経生理学 . 京都大学霊長類研究所共同利用研究会 . 2012年3月17-18日 . 犬山 .
38. 高草木薫 . セラピストのための脳神経科学 . 平成23年度 熊本県理学療法士会・第3回学術研修会 (招待講演) . 2012年1月29日 . 熊本 .
39. 高草木薫 . 小脳性歩行失調の病態生理と治療への示唆 . 2011年度 小脳研究会 学術集会・総会 (招待講演) . 2012年1月23日 . 東京 .
40. 高草木薫 , 小原和宏 , 奥村利勝 . 黒質網様部 - 脚橋被蓋核投射とレム睡眠の神経機構 . 第26回日本大脳基底核研究会 . 2011年7月2-4日 . 箱根 .
41. 高草木薫 . 大脳基底核 - 脳幹投射によるレム睡眠の調節機構 . 第89回日本生理学会大会 . 2012年3月29-31日 . 松本 .
42. 魚住光成 , 山田耕一 , 淺間一 , 高草木薫 . 監視サービスの自動化と監視員のオペレーションの課題 . 第29回日本ロボット学会学術講演会 2011年9月 東京 .
43. 魚住光成 , 山田耕一 , 淺間一 , 高草木薫 . 監視サービスの自動化と監視員のオペレーションの検討 . 第12回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2011) , 2011年12月 , 京都 .
44. 太田順 , 淺間一 , 高草木薫 , 村田哲 , 近藤敏之: "セロトニン仮説の数理表現と分岐パラメータ同定" . 第12回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2011) , 2011年12月 , 京都 .
45. 魚住光成 , 山田耕一 , 村井秀聡 , 淺間一 , 高草木薫 . 監視サービスにおける管制員に対する情報提示とその効果 . 第11回情報科学技術フォーラム (FIT2012) , 2012年9月 , 東京 .
46. 千葉龍介 , 小川広晃 , 高草木薫 , 淺間一 , 太田順 . 人間の姿勢制御時の感覚情報の変化に伴う筋活動のモデル化 . 第30回日本ロボット学会学術講演会 . 2012年9月 , 札幌 .
47. 魚住光成 , 山田耕一 , 村井秀聡 , 淺間一 , 高草木薫 . 監視サービスの管制員に対する情報提示の効果と反応 . 第30回日本ロボット学会学術講演会 , 2012年9月 , 札幌 .
48. 辻琢真 , 山川博司 , 山下淳 , 高草木薫 , 前田貴記 , 加藤元一郎 , 岡敬之 , 淺間一 . 筋緊張計測を用いたラバーハンド錯覚の測定 . 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2012) , 2012年12月 , 福岡 .

〔図書〕(計4件)

1. 高草木薫 第一章 意識/基礎編 意識と行動. 脳と心のプライマリケア 朝倉書店, 東京 . pp. 51-60, 2012.
2. 高草木薫 第5章 大脳基底核-脳幹網様体-脊髄における姿勢制御機構. 姿勢の脳・神経科学, 市村出版, 東京 . 2011; 70-84.
3. 高草木薫 筋・脊髄 標準生理学第8班(教科書・分担) 2014 . 総ページ 1140.
4. 高草木薫 Posture. In: Principles of Neural Science (5th edition) 日本語翻訳・分担 2014 .総ページ 1649.

〔産業財産権〕

出願状況 (計0件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 出願年月日 :
 国内外の別 :

取得状況 (計0件)

名称 :

発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 取得年月日 :
 国内外の別 :

〔その他〕
 ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高草木 薫 (TAKAKUSAKI, Kaoru)
 旭川医科大学・医学部・脳機能医工学研究センター・教授
 研究者番号 : 10206732

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

太田 順 (Ota, Jun)
 東京大学・人工物工学研究センター・教授
 研究者番号 : 50233217