

(様式1)

平成19年度 新潟大学超域研究機構プロジェクト研究計画調書
〔第1期プロジェクト課題の再構築構想〕

1. 申請部門	① 創生科学研究部門
	2) 社会貢献研究部門
2. 構成員所属組織	・超域研究機構（専任） ・人文社会・教育科学系 ☒ 自然科学系 ☒ 医歯学系 （複数○可能） ・医歯学総合病院 ・脳研究所 ・その他（ ）
3. プロジェクト の名称	先進的リハビリテーションにおける神経工学的アシスト に関する研究
	[第1期採択時の名称] リアルとバーチャルな運動における感覚刺激 が生体に与える影響に関する研究
4. 研究グループ構成者数 計7名	

研究の概要

1. 第1期プロジェクトのテーマ（H15～、以下「先行テーマ」という。）で目指したものの及び得られた成果又は研究の進展状況

(1) 目指したもの

リアルとバーチャルな環境下で、感覚系に与えられた様々な刺激が生体にどのような影響を及ぼすのかを予測できるモデル式の提案をめざす。具体的には、感覚系への入力信号としてリアルな運動の場合は筋活動、バーチャルな運動では一人称視点映像等を定量化し、多変量生体信号から抽出した自律神経系関連情報を出力とする総合的な生体モデルを推定する。

(2) 得られた成果又は研究の進展状況

リアルな運動 アウトドアで生体信号を計測し、運動ストレス（精神的）や運動負荷（肉体的）に対する自律神経系の調整能力を計測・解析した。その結果、アシスト付き自転車でのアシストの効果が自律神経系の調整能力に現れることを示した。

バーチャルな運動 一人称視点の自己運動感のある映像を投影し、映像視聴時の生体信号を計測した。この際、カメラの動き成分を推定し、特定のカメラの動きをきっかけとする一過性の影響と持続的な影響から成る異なるモデルの概念を示した。

上記の結果をふまえて、昨年よりリアルとバーチャル及び能動運動と受動運動とを座標軸とする運動形態の空間を考案し、さらに、感覚刺激と自律神経系の調整機能の観点から、様々な時間スケール要素から成る生体影響のモデル（時変要因モデル）を提案した。さらに、計測にはユビキタス・ウェアラブルユニットを製作し、いつでもどこでも計測とオンデマンド制御が行えるプロセスを作り上げた。

2. 新たに提案するテーマと先行テーマとの関連性と特色

＜先進的リハビリテーションにおける神経工学的アシストに関する研究＞

リーダーは、リアルとバーチャルな運動の関係を感覚刺激と自律神経系の調整機能の観点から考察し、多数の実験と解析を通じて、これらの関係を統一的に議論できる座標空間と時変要因モデルに至った（<http://www.bsp.eng.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/>）。その間、関連する分野では仮想環境やパワーアシスト等を基礎とする様々な運動形態（自らの動機付けで随意的に筋を活動させる能動運動と、機械的刺激や電気刺激などの強制的な力に対する反射的な筋の運動である受動運動、そして仮想環境）を提供する機器が健康・リハビリテーション・介護などの分野で登場してきた。しかし、これらの技術は生体に与える効果を十分に考慮されていないまま、実用化への道を進もうとしている。実際、仮想環境技術は感覚系に不一致をもたらし、パワーアシスト技術は機械系の技術に留まっている。

そこで、先行テーマの成果を横断的にまとめた座標空間と時変要因モデルに基づく神経工学的アシストを新たに提案し、個人個人の機能や体調を効果的に修復する先進的リハビリテーションの実現をめざす。さらに、より社会的貢献度の高いプロジェクトをめざして再構築を図りたい。特色は以下の通りである。

1. 感覚刺激と自律神経系の調整機能を想定する時変要因モデルに基づき、リアルとバーチャルな運動の具体的な実験で適度（安全）で効果的な運動形態を評価する系統的なプロセスを明らかにする。

2. 生体への効果を評価するプロセスに基づく神経工学的アシスト技術を具体的な場面（例えば歩行機能再建）で新たに構築し、実用化をめざす。

研究計画・方法（年度毎に詳細に記入：（19，20，21年度の別）

※若手研究者の育成方法も記載してください。

平成19年度

【ユビキタスシステムの構築】（木竜，岩城）

その場で生体情報の解析結果をフィードバックする事は神経工学的アプローチでは重要である．そこで．生体信号を計測解析できるポータブルユニット，解析ツールを搭載したPCサーバー，そしてプロジェクターと可搬型スクリーンを用意し，様々な計測・解析結果を表示するGUI(Graphical User Interface)を設計する．

【様々な運動に対する時変要因モデルの構築】（木竜，岩城，飯島，小池）

身体への負荷要因（trigger）と身体に疲労を蓄積させる要因（accumulation）とを仮定した時変要因モデルをリアルとバーチャルな運動へあてはめる．この際，時変性スペクトル解析や独立成分分析などでモデルの要因を推定する．

【時変要因モデルからみた自律神経系調整機能にとって適度な負荷とは（負荷のタイミング，休息と運動の時間配分）】（大西，木竜）

自転車運動を対象に負荷をタイミングよく加え，自律神経系の調整機能や筋疲労の状態を調べる．一方，同じ被験者にて一人称視点の自転車運動映像を与え，ブレや自己運動感のある映像負荷に対して，同様な生体影響を調べる．

【免荷式歩行訓練機でのアシスト比率に関する予備実験】（中澤，木竜，三村）

神経工学的アシストが最も必要なのは免荷式歩行機能再建訓練の場面である．これを実現するロボット型歩行訓練機 Lokomat では運動をアシストする比率を変えられるが，その最適化は十分定量化されていない．ここでは，随意運動と反射運動の関係を定量化し，さらに自律神経系の調整機能を調べることで，最適なアシストを設計できるか否かの予備実験を行う．

平成20年度

【時変要因モデルからみた自律神経系調整機能にとって適度な負荷の検証】

負荷の程度を個別の生体情報に基づいて制御し，ダメージのある疲労に至らぬよう神経工学的なアシストを設計し，その有効性を検証する．具体的には，アシスト付き自転車での神経工学的アシストの実現や動機付け映像での不快感の防止をめざす．

【免荷式歩行訓練機におけるアシスト比率の最適化に関する実験】

Lokomat による健康者を対象とした実験を繰り返し，神経工学的アプローチによるアシスト比率の最適化に関するモデル式の構築をめざす．

平成21年度

【免荷式歩行訓練機におけるアシスト比率の最適化に関する検証実験】

【自律神経系調整機能を賦活する運動負荷や視聴覚刺激の実現】

若手研究者育成法

最終目標を Walk Again での神経工学的アシストとする．これは，脊髄損傷や脳血管障害で歩行ができなくなった人々を再び立って歩けるようにするプロジェクトであり，海外では様々なアプローチによる成功例が紹介され，交通事故などで車椅子しか選択肢のなかった人々に希望を与えてきている．この実現には様々な分野の研究者がその専門性を発揮して参加する必要がある，極めて若手研究者を惹きつけるプロジェクトである．この様に社会的貢献度の高いプロジェクトを意識させ，さらに神経工学的アシスト技術の専門性を修得させることで，この分野で活躍できる若手研究者の育成をはかる．なお，大学院生を含め参加する若手研究者には海外での研究発表を前提に指導を進め，RIC (Rehabilitation Institute of Chicago)等との共同研究をめざす．

研 究 業 績

研究グループ構成員（学外者を除く。）が最近5カ年間に発表した論文、著書、工業所有権等、招待講演のうち、本研究に関連するもので重要なものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり、発表年（暦年）毎に点線を引いて区別（点線は移動可）し、記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限りします。

発表年	氏 名	発表論文名・著書名 等 (例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)について記入してください。) (以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入)しても可。なお、研究代表者及び研究分担者にはアンダーラインを付してください。)
2006 以降	木竜 徹 (リーダー)	1. 山形 潤, 木竜 徹, 呼吸性洞性不整脈と筋活動からみた登坂におけるハイブリッド自転車の効果, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J90-D, No. 2, pp.578-585, 2007. 2. 野村恵理, 木竜 徹, 飯島淳彦, 板東武彦, 生体信号から推定した映像酔いとそのきっかけとなった映像の動きベクトルの特徴, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J89-D, No. 3, pp. 576-583, 2006. 3. Z. Wang and T. Kiryu, A Java-based enterprise system architecture for implementing a continuously supported and entirely Web-based exercise training solution, IEEE Trans. Inform. Technol. Biomed, Vol. 10, No.2, pp. 403-411, 2006. 4. T. Kiryu and J. Yamagata, Relationship between Muscle Activity and Autonomic Regulation during Cycling with a Torque-Assisted Bicycle, in Proc 28th Annu. Int. Conf. of the IEEE/EMBS, pp. 2702-2705, New York, 2006. 5. R. Fujimoto, M. Iwaki and T. Kiryu, A Method of High Bit-rate Data Hiding in Music using Spline Interpolation, Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IHHMSP-2006-IS01-003, pp.11-14, 2006.
	岩城 護	6. A. Iijima, T. Kiryu, K. Ukai, et al., Motion picture effects on eye movements and blood flow in the frontal area, Neuroscience Research 55, S149-S149 Suppl, 1, 2006. 7. A. Miki, A. Iijima, M. Takagi, et al., Pupillography of relative afferent pupillary defect contralateral to monocular mature cataract. Can J Ophthalmol, Aug, 41(4), pp. 469-471, 2006.
	飯島敦彦	8. 三村宣治, 小野寺良二, 佐谷明映, 駆動冗長パラレルマニピュレータに用いる内力センサについて, 日本機械学会論文集(C編), 72巻, 715号, pp.211-217, 2006.
	三村宣治	
2005	木竜 徹	9. Z. Wang, T. Kiryu, N. Tamura, Personal customizing exercise with a wearable measurement and control unit, Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation 2005, 2:14, 2005. 10. 林 容市, 田中喜代次, 中垣内真樹, 木竜 徹, 強度を自己選択した運動中における骨格筋活動と強度認知との関係, 体育学研究, Vol. 50, No. 4, pp. 437-447, 2005. 11. Z. Wang, N. Tamura, and T. Kiryu, Development of a Wearable Measurement and Control Unit for Personal Customizing Machine-Based Exercise, in Proc. 27th Annu. Int. Conf. of the IEEE/EMBS, 0769.pdf, Sahanghai, China, 2005. 12. Z. Wang, T. Kiryu, M. Iwaki, and K. Shibai, An Internet-Based Cycle Ergometer Health Promotion System for Providing Personally Fitted Exercise, IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E88-D, No. 8, pp. 1985-1992, 2005. 13. T. Kiryu, A. Iijima, and T. Bando, Relationships between Sensory Stimuli and Autonomic Regulation During Real and Virtual Exercises, in Proc. 27th Annu. Int. Conf. of the
	岩城 護	
	飯島敦彦	

	三村宣治	IEEE/EMBS, 1594.pdf, Sahanghai, China, 2005.
2004	木竜 徹	14. 三村宣治, 小野寺良二, 複数加速度計を使用した6軸加速度センサシステムの安定性解析, 日本機械学会論文集(C編), 71巻, 707号, pp.116-122, 2005. 15. Z. Wang, T. Kiryu, K. Shibai, and S. Sakahashi, "A Flexible Distributed Computing System and Its Application for Signal Processing, IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E87-D, No. 2, pp. 509-512, 2004. 16. 木竜 徹, 南保洋子, 野村恵理, 板東武彦, 小林直樹, 自己運動感を伴う映像の動きベクトルによる生体影響評価法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 9, No. 4, pp. 361-368, 2004. 17. T. Kiryu, S. Kato, T. Moriya, and Y. Mizuno, Control of Torque-Assisted Bicycle based on Physical Activity during Repetitive Prolonged Cycling Exercise, in Proc. XVth Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, pp. 261, ISEK2004, Boston, 2004. 18. T. Kiryu, H. Yamada, M. Jimbo, and T. Bando, Time-Varying Behavior of Motion Vectors in Vection-Induced Images in Relation to Autonomic Regulation, in Proc. 26th Annu. Int. Conf. IEEE/EMBS, pp. 2403-2406, San Francisco, CA, 2004. 19. Z. Wang and T. Kiryu, Design of a Web-Based Health Promotion System and Its Practical Implementation for Cycle Ergometer Exercise, in Proc. 26th Annu. Int. Conf. of the IEEE/EMBS, pp. 3330-3333, San Francisco, CA, 2004.
2003	木竜 徹 岩城 護	20. T. Kiryu, T. Moriya, and Y. Mizuno, Design of wearable units for personal fitting process in wellness environment, 019584-1.pdf, Asia-Pacific Conference on Biomedical Engineering 2003, Keihanna, 2003. 21. T. Kiryu, Y. Nanbo, E. Nomura, M. Kobayashi, N. Kobayasi, and T. Bando, Influence of Vection-Induced Images on Autonomic Regulation Evaluated by Time-Varying Behavior of Motion Vectors, 生体医工学シンポジウム2003, 札幌, 2003. 22. M. Iwaki, N. Nakamura, Illusory Continuity of Intermittent Pure Tone in Binaural Listening and Its Dependency on Interaural Time Difference, 8th European Conference on Speech Communication and Technology, pp.2065-2068, 2003. 23. 岩城 護, 木竜 徹, 中村則雄, 音探索課題下での指尖脈波と呼吸の変化と課題難易度との関係, 第18回生体・生理工学シンポジウム, 3P-16, pp.391-392, 2003.
2002	木竜 徹	24. 佐々木 績, 木竜 徹, 林 容市, 田中喜代次, 個人の運動体力にあわせた中高年者向け自転車エルゴメータのインテリジェント負荷制御法, 電子情報通信学会論文誌(D-II), Vol. J85-D-II, No. 2, pp.329-336, 2002. 25. 中村享弥, 金子秀和, 木竜 徹, 鈴木慎也, 斉藤義明, Karhunen-Loeve展開を用いた筋活動状態評価法へのMotor Unit発火パターンの影響, 電子情報通信学会論文誌(D-II), Vol. J85-D-II, No. 3, pp.523-532, 2002. 26. T. Kiryu, Y. Nanbo, N. Kobayasi, and T. Bando, Relationship between Motion Vectors of Vection-Induced Image and Multivariate Biosignals under Visual Tasks, in Proc. 4th International Workshop On Biosignal Interpretation, pp. 517-520, Como, Italy, 2002.

※1 プロジェクトリーダーの業績を中心として記入してください。

2 2頁以内でまとめてください。