

超域研究機構第1期プロジェクト研究成果（中間）報告書(概要)

自然科学系 木竜 徹

(1) 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

(2) 研究プロジェクト構成員職・氏名：

(プロジェクトリーダー)

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・教授 木竜 徹

(共同研究者)

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・教授 田中 環

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・助教授 岩城 護

新潟大学大学院医歯学総合研究科（地域疾病制御医学専攻）・助教授 松戸隆之

新潟大学大学院医歯学総合研究科（感覚統合医学講座）・助手 飯島敦彦

新潟工科大学工学部（情報電子工学科）・教授 村上 肇

福島大学共生システム理工学類（人間支援システム専攻）・助教授 田中 明

東京工業大学精密工学研究所（知能化工学部門）・助教授 小池康晴

(3) 研究成果の概要

① プロジェクトにおいて目標としたもの

リアルとバーチャルな環境下で、運動時に視覚などの感覚系への刺激が自律神経系へ影響を与えるプロセスをシステム論的にできるだけ正確にモデル化することから始める。具体的には、感覚系への入力信号として映像や音響（リアルな運動の場合は筋活動と移動体の物理量を加える）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。これによって、個人個人の特徴に基づき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。

② 目標に到達するために選択した手法・手段

平成15～17年度にかけて、「フィールド実験」→「解析」→「生体影響予測モデル式の提案と評価」を計画した。最初、研究プロジェクト推進に必要な実験データを計測し、その後、計測データをグループ内で共有できるように情報インフラを整えた。解析は感覚系、運動系、循環器系からの様々な方法で生体影響予測モデル式を検討し、理工学的、神経科学的な評価をめざした。さらに、個人性が関係するため、客観的評価と主観的評価の関係を調べた。

③ これまでの研究で得られた成果

学術的にはマルチ時間スケールに基づく評価プロセスを提案し、実用的には Web-based システムとウェアラブルな計測装置、そして評価法を開発した。具体的な成果は以下のとおりである。

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。計測では心電図、筋電図を主な対象とした。なお、フィールド実験を支援するための仕組みとして、ウェアラブル生体信号計測ユニットと機能分散型 Web-Based システムの開発を行った。リアルな運動では自転車運動時の筋電図から筋活動や筋疲労を推定し、自律神経系の指標である呼吸性洞性不整脈（RSA）の振る舞いから、きつい運動が生体に与える影響を探った。その結果、基礎体力や筋疲労とは独立に RSA の振る舞いが現れていることを見いだした。

バーチャルな運動 スクリーン上に一人称視点の自己運動感のある映像を投影し、映像視聴時の心電図、連続血圧、指尖脈波、呼吸、発汗を計測した。また、映像を定量化するため、カメラの動き成分をグローバル動きベクトル（GMV）として求めた。自己運動感のある映像は臨場感だけでなく時には映像酔いをひきおこす可能性がある。そこで、自律神経系評価指標の時間的振る舞いから、意識上、何らかのきっかけとなった時刻を推定し、その時刻付近での GMV の時間周波数構造を検

討した。その結果、きっかけとなった GMV の時間周波数構造には特徴があり、また、時間周波数構造ときっかけの出現頻度の時間分布とが類似していることをみいだした。なお、GMV を用いた様々なランダムドットパターンの映像を制作し、検証を行った。

④ 更新する期間で目標とする事項及びその研究計画

現在、実運動と同じ効果を期待しつつ、より手軽に、そしてより爽快感や動機付けを優先させようとする運動形態が登場している。例えば、他動運動と呼ばれる騎乗型運動器具や電気刺激装置、そして仮想環境を利用した歩行のリハビリテーション等が代表例である。しかし、様々な運動形態がどのような場面でどの程度効果があるのかを定量的に判断する評価プロセスが未だない。

そこで、前期までの成果を生かしてバーチャルな運動からリアルな運動にわたる様々な運動形態による感覚・運動機能への効果を調べることで、どの様な運動形態がどの様な場面で適しているのかを個人性と関連して判断できる生体影響予測モデル式の提案及び評価プロセスの開発をめざす。

【全体計画と時期】

平成 18～20 年度にかけて、様々な刺激が感覚・運動機能にどのような効果を及ぼすのか、自律神経系への影響を探ることで横断的に評価するため、以下のサブテーマを実施する。

1. ユビキタス・ウェアラブル運動機能計測・解析システムの構築
2. 感覚・運動機能からみた様々な運動形態での効果を探る横断的データベースの作成
3. 客観的評価と主観的評価の統合評価プロセスの開発

⑤ 研究発表実績

平成 15～17 年度における業績等

ア 超域研究機構所属プロジェクトとして発表した学術論文数 8 編

(主要5編)

1. 木童 徹, 南保洋子, 野村恵里, 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", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 9, No. 4 pp.143-144, 2004.
2. 牛山幸彦, 千明 剛, 村山敏夫, 木童 徹, : "膝関節角度を参照した筋電図解析 によるスキー運動時筋疲労評価システム", 生体医工学, Vol. 43, No. 4, pp. 616-622, 2005.
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. 野村恵里, 木童 徹, 中村亨弥, 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.
5. T. Kiryu, S. Kato, K. Irishima, T. Moriya, and Y. Mizuno, "Changes in Physical Activity during Repeated Cycling Trials with a Power-Assisted Bicycle", *Methods of Information in Medicine* (accepted).

イ 超域研究機構所属プロジェクトとして国際会議で発表した論文数 11 編

ウ 研究会、シンポジウムなどで発表した論文数 25 編

エ 全国大会などで発表した論文数 8 編

⑥ 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

特になし

⑦ 新聞等のメディアに掲載された事項

1. 新潟日報 (2005 年 8 月 11 日)・リハビリ支援機器開発へ (プロジェクトの成果により受託した NEDO プロジェクト)

⑧ 情報提供 Website

<http://www.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/CTRSite>

超域研究機構第1期プロジェクト研究成果（中間）報告書（詳細）

自然科学系 木竜 徹

(1) 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

(2) 研究プロジェクト構成員職・氏名：

（プロジェクトリーダー）

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・教授 木竜 徹

（共同研究者）

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・教授 田中 環

新潟大学大学院自然科学研究科（情報理工学専攻）・助教授 岩城 護

新潟大学大学院医歯学総合研究科（地域疾病制御医学専攻）・助教授 松戸隆之

新潟大学大学院医歯学総合研究科（感覚統合医学講座）・助手 飯島敦彦

新潟工科大学工学部（情報電子工学科）・教授 村上 肇

福島大学共生システム理工学類（人間支援システム専攻）・助教授 田中 明

東京工業大学精密工学研究所（知能化工学部門）・助教授 小池康晴

(3) 研究成果の概要

① プロジェクトにおいて目標としたもの

リアルとバーチャルな環境下で、運動時に視覚などの感覚系への刺激が自律神経系へ影響を与えるプロセスをシステム論的にできるだけ正確にモデル化することから始める。具体的には、感覚系への入力信号として映像や音響（リアルな運動の場合は筋活動と移動体の物理量を加える）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。これによって、個人個人の特徴に基づき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。

② 目標に到達するために選択した手法・手段

平成15～17年度にかけて、「フィールド実験」→「解析」→「生体影響予測モデル式の提案と評価」を計画した。最初、研究プロジェクト推進に必要な実験データを計測し、その後、計測データをグループ内で共有できるように情報インフラを整えた。解析は感覚系、運動系、循環器系からの様々な方法で生体影響予測モデル式を検討し、理工学的、神経科学的な評価をめざした。さらに、個人性が関係するため、客観的評価と主観的評価の関係を調べた。

③ これまでの研究で得られた成果

研究計画

【平成15年度】

1. リアルな運動として、フィールドにおける自転車走行テストを行う。この際、視線、筋電図、心電図、呼吸、関節角、そしてペダルトルク、スピード、ケイダンスなどの車両情報を計測する。被験者数は10～20名を目標とする。

2. バーチャルな運動として、リアルな運動時に撮影した映像を視聴した際の心電図、血圧、呼吸、発汗、眼球運動、瞳孔反射を計測する。被験者はリアルな運動と同一とする。

3. 次年度に行う解析の準備として、計測データをデータベース化する。なお、データ圧縮の技術である動きベクトルで映像を定量化する。また、音響を統計的に独立な成分に分割しておく。これらの前処理によって感覚刺激のどのような要因が生体に影響を与えているのかを特定できるように準備する。

【平成16年度】

4. 自転車走行テストで計測した視線、身体性データ、車両情報の様々な多変量データ、さらに筋疲労と自律神経活動からの評価指標を抽出する。また、バーチャルな運動時の視線、頭部動揺、眼球運

動、自律神経活動関連評価指標を求める。これらの計測データを共有し、それぞれ専門とする立場で生体影響予測モデルを試みる。

5. 例えば、動きベクトルを入力、自律神経関連の生体信号を出力とするモデルを試みているので、動きベクトルから映像酔いが予測できているか検討しながら、研究を進める。また、映像要素（動きベクトル）や音響要素をもとにシミュレーション映像を制作し、生体影響を与える要因を特定するための実験を行う。この際、従来のオプティカルフローでの研究と比較する。

6. ここまでで得られたデータに対してデータマイニングの手法をあてはめ、神経生理学的知見を参照した自律神経系反応に関する個人性のクラスタリングを行う。

【平成 17 年度】

7. 自己運動感のある映像の予測要求レベル、視聴覚刺激に対する自律神経系の反応の個人性を含めた総合的な生体影響予測モデル式を提案する。

8. 生体影響予測モデル式から不快感をブロックする方法を探る。例えば、予測能力を高める訓練や予測し易くした映像は効果があるのか？あるいは、自律神経系に酔い以上に強い影響、例えば運動によって心拍数を増加させる事は役立つのか？

9. これまでの研究成果を共同研究者それぞれの立場で評価し、研究成果と課題を明らかにする。

学術的にはマルチ時間スケールに基づく評価プロセスを提案し、実用的には Web-based システムとウェアラブルな計測装置を開発した。具体的な成果は以下のとおりである。

研究成果

学術的にはマルチ時間スケールに基づく評価プロセスを提案し、実用的には Web-based システムとウェアラブルな計測装置、そして評価法を開発した。具体的な成果は以下のとおりである。

【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。計測では心電図、筋電図を主な対象とした。なお、フィールド実験を支援するための仕組みとして、ウェアラブル生体信号計測ユニット [論文 3, 5] と機能分散型 Web-Based システムの開発を行った [論文 2, 4, 6]。リアルな運動では、自転車運動時の筋電図から筋活動や筋疲労を推定し、自律神経系の指標である呼吸性洞性不整脈（RSA）の振る舞いから、きつい運動が生体に与える影響を探った。その結果、基礎体力や筋疲労とは独立に RSA の振る舞いが現れていることを見いだした [論文 8]。

【バーチャルな運動】

スクリーン上に一人称視点の自己運動感のある映像を投影し、映像視聴時の心電図、連続血圧、指尖脈波、呼吸、発汗を計測した。また、映像を定量化するため、カメラの動き成分をグローバル動きベクトル（GMV：映像のストリーミングにおける基本成分）として求めた [論文 1]。自己運動感のある映像は臨場感だけでなく時には映像酔いをひきおこす可能性がある。そこで、自律神経系評価指標の時間的振る舞いから、意識上、何らかのきっかけとなった時刻を推定し、その時刻付近での GMV の時間周波数構造を検討した。その結果、きっかけとなった GMV の時間周波数構造には特徴があり、また、時間周波数構造ときっかけの出現頻度の時間分布とが類似していることをみいだした [論文 7]。なお、GMV を用いた様々なランダムドットパターンの映像を制作し、検証を行った。

キーワード：能動／受動運動、筋活動、感覚刺激、自律神経系の調整機能、爽快感、疲労感

④ 更新する期間で目標とする事項及びその研究計画

前期までに、フィールドでの生体信号計測が可能なユビキタス・ウェアラブル計測ユニットやダイナミックな運動時での感覚・運動機能を評価する時変性生体信号処理を開発済みである。その結果、自転車エルゴメータ、自転車、スキー運動などを手がけると共に、映像による仮想運動体験（一

人称視点)に関する計測データの蓄積が進んだ。

この3年間を顧みてみるに、健康ブームの中で様々な目的(ストレス解消、フィットネス、ウェルネス、トレーニング、リハビリテーション)に対して、実運動と同じ効果を期待しつつ、より手軽に、そしてより爽快感や動機付けを優先させようとする運動形態が登場した。例えば、他動運動と呼ばれる騎乗型運動器具や電気刺激装置、そして仮想環境を利用した歩行のリハビリテーション等が代表例である。しかし、様々な運動形態がどのような場面でどの程度効果があるのかを定量的に判断する評価プロセスが未だない。

そこで、前期までの研究成果を生かしつつ、新たな展開と具体的なシステム開発をめざして、バーチャルな運動からリアルな運動にわたる様々な運動形態による感覚・運動機能への効果の違いを調べることで、どの様な運動形態がどの様な場面で適しているのかを個人性と関連して判断できる生体影響予測モデル式の提案及び評価プロセスの開発をめざすこととする。

【全体計画と時期】

様々な刺激が感覚・運動機能にどのような効果を及ぼすのか、自律神経系への影響を探ることで横断的に評価するため、以下のサブテーマを順次実施する。

1. ユビキタス・ウェアラブル運動機能計測・解析システムの構築
2. 感覚・運動機能からみた様々な運動形態での効果を探る横断的データベースの作成
3. 客観的評価と主観的評価の統合評価プロセスの開発

【研究の意義・価値】

少子高齢社会では、できるだけ自立した生活を過ごすための努力が要求される。改正介護保険法による「高齢者の筋力向上トレーニング」はその代表例である。その結果様々な運動形態(能動・受動運動:能動運動は自らの動機付けで能動的に筋を活動させる実運動であり、受動運動は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)を提供する健康機器の開発が進んでいる。さらに、ゲームではシミュレータに代表される様に感覚刺激を強調することで、運動を疑似体験させる形態が出現した。ゲームは児童の脳の発育に与える影響が議論されている。

しかし、適度な感覚・運動機能への刺激に関する研究はほとんど進んでいない。そこで、個人性にあわせて様々な運動形態を正しく選択するため、感覚・運動機能への効果を神経工学的に計測・評価するプロセスの確立が望まれている。

特に、スポーツ、健康、リハビリテーションの分野でシミュレータに代表される仮想環境(VE)技術を導入しようとする動きが進んでいる。しかし、形だけの運動で実運動と同じ効果は果たして望めるのか?さらに、実空間を真似た仮想環境でも運動機能は同じ様に働いているのだろうか?そして、運動感を感覚系だけへの刺激で済ますことが自律神経系の調整機能を乱す可能性はないのか?従来のアプローチでは、このような疑問点への解答は出てこない。

従来のアプローチは、バイオメカニクスや運動体力を基本として比較する統計的評価がほとんどであり、同じ被験者に対して複数の運動を実践し、筋活動と自律神経活動の調整機能の観点から運動様式の効果を横断的に調べた報告は少ない。その結果、個人性に対応した評価法ではなく個人性を誤差(個人差)として扱う傾向が強く、どの運動形態が適しているのかを個人個人が判断する情報は手薄であった。

【期待される研究成果】

1. 客観的評価法に主観的評価法を加えた統合評価プロセスを提案することによって、個人個人が自らの体調とその場にあった効果的な運動を選択できる環境が整う。
2. 個人性や個人個人の体調に合わせて運動や訓練を提供できる健康器具の開発が可能となり、安全に運動意欲を維持できる方策を提供できるようになる。
3. 実用的なレベルでは主観的評価に反映される個人性を階層化意思決定法によって解析するこ

とで、生体信号の計測を必要としない簡便な評価プロセスや分かり易い評価指標の提案をめざす。
これによって、さらに様々な健康サービスの開発が進むと考える。

⑤ 研究発表実績（平成 15～17 年度における業績等）

【超域研究機構所属プロジェクトとして発表した学術論文】

1. 木童 徹, 南保洋子, 野村恵里, 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", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 9, No. 4 pp.143-144, 2004.
2. Z. Wang, T. Kiryu, K. Shibai, and S. Sakahashi, "A Flexible Distributed Computing System and Its Application for Signal Processing," *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, E87-D, 2, pp. 509-512, 2004.
3. Z. Wang, T. Kiryu, and N. Tamura, "Personal customizing exercise with a wearable measurement and control unit", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2:14, 28 June 2005.
4. Z. Wang, T. Kiryu, K. Shibai, and M. Iwaki, "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.
5. 牛山幸彦, 千明 剛, 村山敏夫, 木童 徹, : "膝関節角度を参照した筋電図解析 によるスキー運動時筋疲労評価システム", 生体医工学, Vol. 43, No. 4, pp. 616-622, 2005.
6. 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.
7. 野村恵里, 木童 徹, 中村亨弥, 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.
8. T. Kiryu, S. Kato, K. Irishima, T. Moriya, and Y. Mizuno, "Changes in Physical Activity during Repeated Cycling Trials with a Power-Assisted Bicycle", *Methods of Information in Medicine* (accepted).

【超域研究機構所属プロジェクトとして国際会議で発表した論文】

1. 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, June 24-26th, Villa Olmo, Como, Italy, 2002.
2. 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 & Kinesiology*, Boston 2004.
3. 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, September 1-5, 2004.
4. 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*, San Francisco, CA, 3330-3333, 2004.
5. T. Kiryu, N. Tamura, J. Yamagata, Z. Wang, "Biosignal-based Workload Control with a Wearable Unit and Distributed Computing", in *Proc 6th Asian-Pacific Conference on Medical and Biological Engineering*, pp. 2-31.pdf, Tsukuba, 2005.
6. T. Kiryu, E. Nomura, M. Kobayashi, A. Iijima, and T. Bando, "Study on Motion Vectors of Video Images under Cybersickness for Visual Image Safety", in *Proc CIE Meeting 2005*, Leon, Spain, 2005.
7. T. Kiryu, A. Iijima, and T. Bando, "Evaluation of Differences between Real and Virtual Exercises for Preventing Cybersickness", in *Proc TIES 2005*, San Diego, California, 2005.

8. T. Kiryu, E. Nomura, A. Iijima, and T. Bando, "Time-frequency structure of image motion vectors under vection-induced cybersickness", 2358.pdf, Vol. 6, in *Proc. 11th Int. Conf. on Human-Computer Interaction*, Las Vegas, Nevada, 2005.
9. 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. IEEE/EMBS*, 0769.pdf, Sahanghai, China, 2005.
10. 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. IEEE/EMBS*, 1594.pdf, Sahanghai, China, 2005.
11. T. Kiryu, S. Kato, K. Irishima, T. Moriya, and Y. Mizuno, "Changes in Physical Activity during Repeated Cycling Trials with a Power-Assisted Bicycle", in *Proc. 5th Int. Workshop on Biosignal Interpretation*, pp. 267-270, 2005, Tokyo, 2005.

【研究会、シンポジウムなどで発表した論文】

1. 木童 徹, 南保洋子, 板東武彦, 小林直樹: "動きベクトルを用いた要素分解による自己運動感のある映像の生体影響評価", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2003 9, pp. 47-52, 2003.
2. 野村恵里, 木童 徹, 中村亨弥, 板東武彦: "動きベクトルのパラメータ変化による生体影響評価", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2003-64, pp. 45-50, 2003.
3. 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.
4. 氏家弘裕, 斎田真也, 阿部聖二, 鶴飼一彦, 木童 徹: "視覚運動刺激による映像酔いと回旋眼球運動", 第18回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 211-214, 新潟, 2003.
5. 木童 徹, 板東武彦: "映像の動きベクトルと生体信号による映像酔いの評価", 第18回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 215-218, 新潟, 2003.
6. 小林倫丈, 木童 徹: "自己運動感をともなう映像が与える生体影響の予測", 第18回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 389-390, 新潟, 2003.
7. 小林倫丈, 木童 徹: "システム同定を用いた自己運動感をともなう映像が与える自律神経活動の予測", 第56回日本自律神経学会総会, 新潟, 2003.
8. 野村恵里, 木童 徹, 中村亨弥, 板東武彦: "動きベクトルのパラメータ変化が与える自律神経系への影響評価", 第56回日本自律神経学会総会, 新潟, 2003.
9. 木童 徹: "リアルな運動と自己運動感のある映像での自律神経活動の相違に関する検討", 第56回日本自律神経学会総会, 新潟, 2003.
10. 馬場 裕子, 木童 徹, 山崎 健: "運動パフォーマンスに対する呼吸性洞性不整脈の有効性", 生体医工学シンポジウム2004, 札幌, 2004.
11. 野村恵里, 木童 徹, 飯島敦彦, 板東武彦: "生体信号に見られるCybersicknessの特徴ときっかけとなった動きベクトルとの関係", 第19回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 79-80, 大阪, 2004.
12. 青木航太, 木童 徹, 牛山幸彦: "運動機能評価のための計測・解析機能分散型支援システムの開発", 第19回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 291-292, 大阪, 2004.
13. 駒形成司, 飯島淳彦, 木童 徹, 鶴飼一彦, 板東武彦: "瞳孔径-輝度変化のコヒーレンス関数による映像生体影響の評価", 第20回生体・生理シンポジウム論文集, pp.117-118, 東京, 2005.
14. 村山敏夫, 牛山幸彦, 千明剛, 木童 徹: "高齢者の筋力トレーニングにおける表面筋電図などの生体情報の活用", 第20回生体・生理シンポジウム論文集, pp.289-290, 東京, 2005.
15. 内山絵里, 木童 徹, 飯島淳彦, 板東武彦: "実写映像と同じ動きベクトルを持つ シミュレーション映像による動きベクトル成分の映像酔いへの影響評価", 電子情報通信学会技術研究報告,

MBE2005-2, pp. 5-8, 2005.

16. 本多直孝, 山形 潤, 木竜 徹: "パワーアシスト付自転車における生体情報を考慮した制御をめざして", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2005-5, pp. 17-20, 2005.
17. 千明 剛, 牛山幸彦, 木竜 徹: "フィールドにおける運動機能評価のためのユビキタスサービスをめざして", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2005-9, pp. 33-36, 2005.
18. 牛山幸彦, 村山敏夫, 千明 剛, 木竜 徹: "膝関節角度を参照した筋電図解析によるスキー運動時筋疲労評価システム", File5-7, 生体医工学シンポジウム 2005 講演予稿集 (CD-R), 大阪, 2005.
19. 馬場裕子, 木竜 徹, 山崎 健: "運動パフォーマンスに対する休息期の評価", File 4-6, 生体医工学シンポジウム 2005 講演予稿集 (CD-R), 大阪, 2005.
20. 木竜 徹, 山形 潤: "自転車運動における運動機能の評価", 第 8 回日本電気生理運動学会, pp. 26-27, 倉敷, 2005.
21. 木竜 徹, 牛山幸彦, 千明 剛, 村山敏夫: "長時間でのスキー運動時の筋疲労を探る", 第 8 回日本電気生理運動学会, pp. 28-29, 倉敷, 2005.
22. 田村直喜, 王 質輝, 林 容市, 木竜 徹: "ウェアラブルユニットと個人適合プロセスによる自転車エルゴメータシステムの開発", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2005-101, pp. 37-40, 2005.
23. 山形 潤, 木竜 徹, 清水健一: "自律神経活動と筋活動からみたハイブリッド自転車制御システムの設計", 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2005-96, pp. 17-20, 2005.
24. 渡邊弘毅, 木竜 徹: "感覚刺激に対する自律神経応答の非線形解析", 日本感性工学会感性計測評価部会研究会報告, pp. 10-11, 2005.
25. 神保昌弘, 木竜 徹, 飯島淳彦, 板東武彦: "ベクションをもたらす映像刺激における眼球運動の時間周波数構造", 日本感性工学会感性計測評価部会研究会報告, pp. 12-13, 2005.

【全国大会などで発表した論文】

1. 木竜 徹: "映像の動きベクトルと映像酔い", 第43回日本ME学会大会, 金沢, pp. 183, 2004.
2. 木竜 徹, 神保昌弘, 山田裕史, 板東武彦: "映像酔いが生じている際の自己運動感のある映像の動きベクトルの特徴", 第43回日本ME学会大会, 金沢, pp. 122, 2004.
3. 岩城 護, 木竜 徹: "自律神経活動の時間的振る舞いを参照することによる聴覚心理実験の評価", 第 43 回日本ME学会大会, 金沢, pp. 251, 2004.
4. 田村直喜, 王 質輝, 山下一樹, 木竜 徹: "ウェアラブル計測制御ユニットを用いた自転車エルゴメータの負荷制御法", 第 44 回日本生体医工学会論文集, pp. 576, 2005.
5. 山形 潤, 木竜 徹: "筋疲労評価指標を用いたハイブリッド自転車制御システムの検討", 第44回日本生体医工学会論文集, pp. 577, 2005.
6. 神保昌弘, 野村恵里, 木竜 徹, 板東武彦: "Cybersickness における動きベクトルの時間的振る舞い", 第44回日本生体医工学会論文集, つくば, pp.580, 2005.
7. 岩城 護, 木竜 徹: "音判断作業の生体影響と解析", 第44回日本生体医工学会論文集, pp.136, 2005.
8. 飯島淳彦, 駒形誠司, 木竜 徹, 鶴飼一彦, 板東武彦: "映像ストレスによる生体影響の定量的解析- 視覚系を中心に -", 第 44 回日本生体医工学会論文集, つくば, pp.137, 2005.

【オーガナイズドセッションの企画】

・第18回生体・生理工学シンポジウム

日時: 平成15年10月7日, 新潟, 場所: 新潟県健康づくりスポーツ医科学センター
セッションテーマ: 「映像の生体影響」

・第43回日本エム・イー学会

日時: 平成16年5月20日, 場所: 金沢, 石川厚生年金会館
セッションテーマ: 「ユビキタス映像社会における臨場感と Cybersickness」

- The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
Date: September 1-4, 2004, Venue: San Francisco, USA
Session: Evaluation of Visually-Induced Motion Sickness
- The 11th International Conference on Human-Computer Interaction
Date: July 22-27, 2005, Venue: Las Vegas
Session: Toward a Sickness-Free Virtual Environments
- The 27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
Date: September 1-4, 2005, Venue: Shanghai, China
Session: Sensorymotor Systems in (Real and Virtual) Movement
- 第20回生体・生理工学シンポジウム
日時：平成17年9月7日，場所：東京，法政大学
セッションテーマ：「生体・生理工学のスポーツ・健康・福祉産業応用」

⑥ 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

特になし

⑦ 新聞等のメディアに掲載された事項

1. 新潟日報（2005年8月11日）・リハビリ支援機器開発へ（プロジェクトの成果により受託した NEDO プロジェクト）

⑧ 情報提供 Website

[http:// www.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/CTRSite](http://www.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/CTRSite)

資 料

1. 研究グループ構成者が獲得した競争的資金内訳(平成15～17年度)

研究費の名称	期 間	研 究 課 題 等	交付を 受けた者	経費額 (千円)
競争的資金				
1. 中谷電子計測 技術振興財 団第20回研究 助成	平成16年度	機能分散型健康増進支援システムのための ウェアラブル生体情報計測・制御ユニットの 開発	木竜 徹	1,800
2. カシオ科学振興 財団第23回研 究助成	平成17年度 採択で、18 年度実施	様々な運動形態に対する個人適合性評価プ ロセスの解析的アプローチに関する研究	木竜 徹	1,000
3. 学系長裁量経費	平成16年度	個人個人の特徴にあわせた適度なパワーア シストに関する研究	木竜 徹	400
共同研究費				
4. 経済産業省 基 準認証研究開 発事業(映像の 生体安全性評 価法の標準化)	平成15年度 ～17年度	映像酔いに関与する映像の物理的特徴の生 理的影響及び心理的影響に関する研究	木竜 徹	4,400
5. 日立製作所 (NEDO: 新エ ネルギー・産業 技術総合開発 機構関連)	平成17年度	人間支援型ロボット実用化基盤技術開発 「介護予防のための筋力向上トレーニングロ ボットシステムの研究開発」	木竜 徹	14,619
6. ヤマハ発動機	平成17年度	生体情報によるアシスト付き自転車の負荷 制限とその効果	木竜 徹	1,000
奨学寄附金				
7. シャープ	平成16年度	映像要素と生理指標の相関解析に関する研 究助成	木竜 徹	1,000

2. 研究交流の状況

国内研究者との意見交換

【Visiting】

2003年5月22日, 人間情報システム研究所にて

- ・近江政雄（金沢工業大学）先生の研究室を訪問し情報交換

2005年11月2日, 日立ケーイーシステムズにて

- ・椎名 司氏（モーションシステム設計部チーフプロデューサー 副部長）を訪問し、映像にあわせた仮想運動での酔いを押さえる技術としてのモーションライドの調査

2005年12月13日, NTTコミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部にて

- ・前田太郎氏（主任研究員）を訪問し、前庭系への電気刺激によって映像にあわせて体動を引き起こす方向誘導技術の調査

2006年2月22日, 大阪電気通信大学医療福祉工学部にて

- ・森本正治先生, 吉田正樹先生との情報交換, リハビリテーション応用に関する研究調査

2006年2月23日, 大阪工業大学情報工学部にて

- ・大須賀美恵子先生との情報交換, VR 技術と生体への効果に関する研究調査

【Visitors】

2003年10月9日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・長野明紀（理化学研究所 姫野龍太郎研究室）先生と研究室学生との研究交流会

2003年11月4, 5日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・森谷敏夫（京都大学）先生と研究室学生との研究交流会

2005年6月20日～24日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・易 強（静岡県静岡工業技術センター・プロジェクト研究部・ユニバーサルデザイン・福祉技術スタッフ）研究員と研究室学生との研究交流会（筋活動の評価）

2005年8月17日～19日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・牧川方昭（立命館大学理工学部ロボティクス学科教授）先生と研究室学生との研究交流会（VR技術の応用）

2005年9月13日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・鵜飼一彦（早稲田大学理工学部応用物理学科）先生と研究室学生との研究交流会（視覚特性の評価）

2005年9月20日～21日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- ・吉田正樹（大阪電気通信大学医療福祉工学部医療福祉工学科）先生と研究室学生との研究交流会（リハビリテーションにおける筋活動の評価）

海外研究者との意見交換

【Simulator Sickness Symposium】

Date: March 8, 2004, Venue: NAVAIR, Orland, USA

- ・Robert Kennedy, RSK Assessments Inc.
- ・Michael E. Hoffer, Department of Defense Spatial Orientation Center, Naval Medical Center San Diego.
- ・Jason Kring, Army Research Institute.
- ・Ronald Maurant, Virtual Environments Laboratory, Northeastern University.
- ・Kim R. Gottshall, Department of Defense Spatial Orientation Center, Naval Medical Center San Diego.
- ・Keith Brendley, Artis, LLC.
- ・LT Rick Arnold, NAVAIR Orlando TSD.

【Visiting】

Date: March 11-12, 2004

- ・C. J. De Luca, NuroMuscular Research Center, Boston University.
- ・Paul A. DiZio, Psychology and Volen Center for Complex Systems Human Spatial Orientation and Motor Control, Brandeis University.
- ・Charles Oman, Man-Vehicle Laboratory, Massachusetts Institute of Technology.

- Paolo Bonato, Motion Analysis Laboratory, Dept of Physical Medicine and Rehabilitation Harvard Medical School at Spaulding Rehabilitation Hospital.

Date: September 7, 2004

- Robert V. Kenyon, Postural Orientation Lab, Northwestern University.
- Emily Keshner, Rehabilitation Institute of Chicago, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Northwestern University

Date: July 22, 2005, Venue: San Diego:

- Dr. Michael E. Hoffer,
Department of Defense Spatial Orientation Center,
Naval Medical Center San Diego

2006年3月10日, Hong Kong University of Science and Technologyにて

- Dr Richard H. Y. So との研究打ち合わせ

【Visitors】

Date: May 21-22, 2004, Venue: Niigata University

第 43 回日本エム・イー学会で招聘した後, 研究交流のために新潟大学へ

Dr Richard H. Y. So, Hong Kong University of Science and Technology

3. 学生の状況

【学生構成】

平成15年度

- 4 年次学生 : 5 名 (工学部福祉人間工学科). 平成16年度に博士前期課程へ3名進学
- 博士前期課程学生 : 6 名. 平成16年度に博士後期課程へ1名進学
- 博士後期課程学生 : 6 名 (留学生1名, 教育人間科学部より1名, 社会人2名, 休学中 (社会人) 2名)

平成16年度

- 4 年次学生 : 5 名 (工学部福祉人間工学科). 平成17年度に博士前期課程へ5名進学 (1名は脳研究所)
- 研究生 (H17.4より大学院前期課程学生) : 1 名 (奈良工業高等専門学校より)
- 博士前期課程学生 : 6 名. 平成17年度に博士後期課程へ1名進学
- 博士後期課程学生 : 7 名 (留学生1名, 教育人間科学部より1名, 社会人3名, 休学中 (社会人) 2名)

平成17年度

- 4 年次学生 : 5 名 (工学部福祉人間工学科). 平成18年度に博士前期課程へ5名進学 (1名は東北大学, 1名は東京工業大学)
- 博士前期課程学生 : 5 名.
- 博士後期課程学生 : 6 名 (留学生1名, 教育人間科学部より1名, 社会人3名, 休学中 (社会人) 1名)

【学生を中心とした研究交流】

2003年10月6〜8日, 新潟県健康づくりセンター

- 第18回生体・生理工学シンポジウム運営と発表への研究室学生の参加

2003年11月4, 5日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- Dr. So (Hong Kong University of Science and Technology) と研究室学生との研究発表会

2004年5月21日, 新潟大学大学院自然科学研究科にて

- 共同研究先の東北大学の博士課程学生と研究室学生との研究発表会

2004年6月14日, 新潟大学医学部にて

- 共同研究先の医学部での研究室学生の研究発表会

2004年10月18日, 新潟大学医学部にて

- 共同研究先の医学部での研究室学生の研究発表会

2005年3月17日, 新潟大学医学部にて

- 共同研究先の医学部での研究室学生の研究発表会

2005年12月13日, 信州大学繊維学部感性工学科にて

- ・日本感性工学会感性評価研究会での研究室学生相互の研究発表会

2006年3月24日, 新潟大学医学部にて

- ・共同研究先の医学部での研究室学生の研究発表会

4. その他プロジェクトにおいて特にPRする事項

- ・関連する学会でオーガナイズドセッションを開催し, この分野の研究活動をアピールした. また, 国際会議の機会をとらえてアメリカやヨーロッパを中心に国際的な意見交換を活発に行った.
- ・超域研究機構所属プロジェクトとして発信しているホームページ

アドレス: [http:// www.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/CTRSite](http://www.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/CTRSite)

- ・超域研究機構所属プロジェクトとして受けた評価
(外部機関による評価又は学術誌等による紹介など)
 - 映像酔い (Cybersickness) の国際的な Website (<http://www.cybersickness.org>) に研究センターリストとして掲載されている
 - 映像の安全に関する国際規格を目指した ISO International Workshop on Image Safety (<http://unit.aist.go.jp/humanbiomed/i-safety/IWA-workshop.htm>) でのゲストスピーカー (Title: Analysis of Motion Vectors and Their Use, Tokyo, Dec. 7-9, 2004)
 - 研究内容の紹介
- 1. BME誌 (日本生体医工学会雑誌), 「特集 ユビキタス映像社会における健康と安全」, Vol. 18, No.1, pp. 40-44, 2004. 「映像の定量化と動きベクトルによる映像の生体影響」
- 2. 画像ラボ (画像関係の専門誌), Vol. 16, No. 8, pp.1-5, 2005. 「自己運動感を伴う映像の生体への影響を探る」
- 3. Brain Medical (医学関係の専門誌), 「特集 情報化社会における脳」, Vol. 17, No. 4, pp. 317-322, 2005. 「仮想空間でのアクティブな運動」

5. 技術講習会

- ・表面筋電図の講習会:
静岡県客員研究員「アクティブ電極による筋電図測定・筋負担評価法, 筋電図による動作認識の方法」, 平成 16 年 12 月 20 日~22 日, 静岡県工業技術センター, 10 名
- ・ウェアラブルユニットの講習会:
先導的戦略研究「生体情報の工業製品への応用に関する調査研究」技術講演会, 「ウェアラブル計測で運動機構を計る」, 平成 17 年 11 月 21 日, 新潟県工業技術総合研究所, 20 名