

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 15 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22300236

研究課題名（和文） 個人向け運動支援ユビキタスシステムに関する研究

研究課題名（英文） Study on Personal Ubiquitous Support System for Health Promotion

研究代表者

木竜 徹 (KIRYU TOHRU)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：80115021

研究成果の概要（和文）：スキルやパフォーマンスを考慮した疲労モデルを検討し、疲労評価にユビキタスシステム導入を試行した。疲労モデルでは少ない次元で動作を表す筋シナジーを導入し、トレーニング履歴による筋活動様式の変化経過を定量的に可視化した。また、タブレット情報端末による情報の On-Site フィードバックのための Website 試作し、フィールド実験で少人数であるが被験者の体感と比較し、フィードバック効果を高める課題を得た。

研究成果の概要（英文）：Discussing a fatigue model that relates to skill and performance of motion, we try to introduce a ubiquitous system for evaluating fatigue. By the idea of muscle synergy that represents motion with a smaller dimension of actual muscles, a training induced change process in muscle activity quantitatively. Moreover, compared with feeling of participants the problem was clarified for strengthening the effect of on-site feedback by using a tablet terminal.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2011 年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2012 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
総計	11,600,000	3,480,000	15,080,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：運動処方と運動療法，ユビキタス，履歴データベース，スレッド化，筋シナジー，タブレット情報端末

1. 研究開始当初の背景

様々な運動形態の健康機器開発や提案があるが、エビデンスが不十分なまま進んでいる。また、様々な切り口から、自治体が率先して健康維持・増進のための施策を展開している。しかし、現行のシステムはとりあえず平均的な効果を求めるため、あまりにもラフであったり（体格と年齢だけで運動処方を決める）、単に心拍数や血圧の記録を取るだけのものであったりする。その結果、多くの場合、開発された健康機器の寿命は短く、運動処方はローカルなものに留まる。結局、ひと

つの運動処方だけでは効果がまちまちであることが原因である。

これからは健康維持の意識を継続させるため、個人にあわせた運動処方とその効果その場で知る事のできる仕組みが必要となってきた。そして、様々な携帯端末で Web サイトの閲覧が可能な時代となり、さらに、ウェアラブルタイプの生体信号計測システムの実用的なものが登場しつつある。Web を通じた健康管理が一般的となりつつある結果、疲労のコントロールはこれからのキラーサービスである。しかし、運動に伴う疲労の

振る舞いが定性的・定量的によく把握されておらず、機器や運動処方の開発は手探りの状態で行われているのが現状である。

個人個人が何時でも、何処でも、誰でも運動を計測できる（ユビキタス）ことが求められており、幾つかのユニットの活用報告があるものの、エビデンスは不十分である。この際、エビデンスを確保するには、被験者の体感と計測データとの対比、さらに変化を捉える履歴データベースが必要である。

2. 研究の目的

「疲労モデル」では、身体に負荷を与える要因（運動のストローク等による要因）と身体に疲労を蓄積させる要因（筋疲労や自律神経活動に関係する要因）の時間変化を扱う。さらに、スキルとパフォーマンスの観点から疲労の制御を考える Advanced「疲労モデル」を構築する。

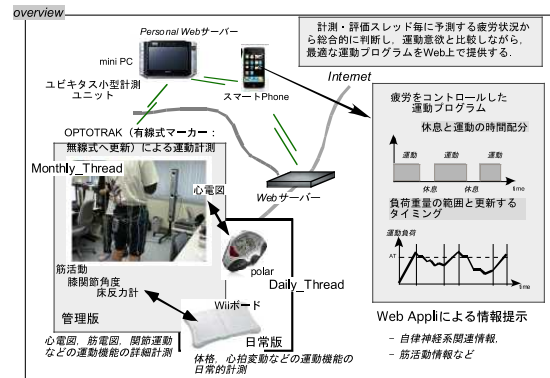
運動処方を安全に効果的に展開するため、Advanced「疲労モデル」での定量的（筋張力あるいは関節トルク）・定性的（筋活動パターンなど）分析結果と、運動負荷を調整した際の効果を評価して、疲労制御に関する個人個人の運動処方の履歴をデータベース化する。

履歴データベースをスレッド毎に階層化し、Web アプリケーションを通じて疲労を制御するための情報を提示する。履歴や項目が増えるほど、個人にあった情報が提供されるものとする。

3. 研究の方法

個人個人の運動機能の変化を生体信号から読み取ることで、運動の種類、運動量、休息量を設計する「スレッド型計測・評価システム」の開発が最終課題である。この際、計測方式のユビキタス化を目指した。

裏付けに基づく計測・評価プロセスのスレッド化（木竜、牛山）：これまでに様々な計測機器を利用してきた経験に基づき、拘束性が極めて少なく、Active 電極と小型ユニット、USB-AD 変換器及び mini PC にて、できるだけウェアラブルタイプで心電図、筋電図を計測できる様にする。この際、一般に使用されている心電図計測（Polar など）など簡易型の計測器との運動機能推定の比較を行い、生体計測の日常的レベルから詳細な運動機能計測レベルに至るまでの計測・評価プロセスをスレッド化する。



Web アプリケーション向けの履歴データベース設計：Web アプリケーションを作成する上での設計を行う。FileMaker による計測結果の履歴データベース化及び MATLAB を搭載した PC サーバーにてデータ解析を行うシステムを構築する。Web アプリケーションの表示デザインを設計する。これによって、iPhone 等の情報端末によってその場での計測・解析結果をブラウザできる環境の構築をめざす。

様々な運動種目に対する筋疲労モデルの構築：疲労モデルのパラメータ推定では、疲労のきっかけと蓄積からなる筋疲労モデルの2つの要因を推定する。例えば、スクワット運動では、疲労のきっかけを屈曲・伸展の際の10ストローク毎の筋活動から推定する。また、疲労の蓄積は筋疲労や自律神経系の評価指標で推定する。

Advanced「疲労モデル」構築に向けた共通の実験プロトコルによるデータ計測：スキルとパフォーマンス（正しく動作が完結することが重要）に筋疲労がどの様に関わっているかを、繰り返し運動にともなうストローク内での筋活動パターンや関節角度の経時変化から探る。その根拠として、これまでのスキー実験の結果がある（上級者では筋疲労が顕著であるが筋活動パターンの変化が少なく、高いパフォーマンスを実現していた[5]）。そこで、計測の状況や継続性を考慮し、Advanced「疲労モデル」構築の準備のため、以下の実験を実施する。この際、山崎らのグループは運動に伴う自律神経活動の観点から、牛山らのグループは筋疲労の観点から、そして木竜らのグループは総合システムの観点から評価する。また、データの種目毎に履歴データの時間スケールが異なるので、計測・評価スレッドを別々にたてて、計測データの特性にあわせた有効活用をはかる。

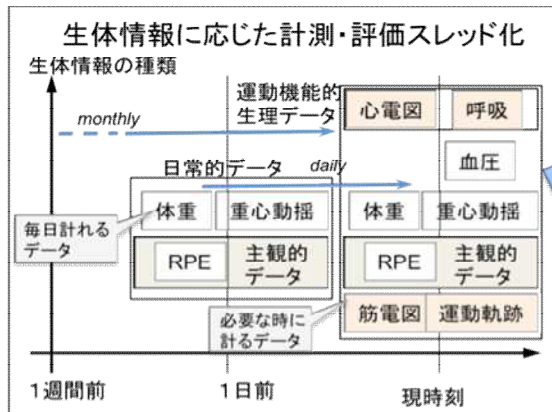
・日常的データ計測：情報端末の Apps として体重や心拍、血圧等の履歴を手軽に計測、記録できる様になった。

・機能的データ計測：フィールドでも十分な計測が可能な生体信号計測ユニットで計測したデータと日常的計測データとあわせた多変量解析によって、筋疲労にともなう運動機能への影響をスキルとパフォーマンスの関係から明らかにする。

この際、基本姿勢や指導法などの実験プロトコルをあわせ、基本的な計測法・計測項目を共通化する。これによって、履歴データベース化に必要な人数を短期間でそろえる。

具体的には、スクワット運動での筋疲労を共通の課題とし、さらに、スキー運動等、より実践的な場面での計測データとつきあわせて、運動に伴う疲労がスキルやパフォーマンスとどのような関係にあるのかを定量化する。

計測した生体情報を情報端末（iPhone など）に入力すれば、Webアプリケーションを通じて、その場で、疲労の制御に役立つ情報が得られる仕組みを開発する。このようなm-Healthに関する研究報告は多いが（IEEE Trans. ITAB など）、その導入にはデータベース構築等、用意しなければならない要件が多すぎて簡単ではない。そこで、その場で得られる範囲の情報、例えば運動と休息の適度な時間比率などを提供するユビキタスシステムの開発をめざす。



には、安価なセンサユニット計測を高価で高精度計測センサユニット計測で裏付ける必要がある。そこで、従来よりも広い範囲を計測できるマトリックス電極を導入する事で、表面電極の添付位置依存要因を探る。

スキルやパフォーマンスを評価するユビキタスシステムとするべく、精度の高い計測・疲労評価法を裏付けとした汎用デバイスの精度検証を用い、個人向け運動支援システムの実用化を目指す。さらに、フィールドでOn-Site フィードバックの実効性を高める課題を明らかにする。

この際、専門分野の研究者による評価を得ながら、実際の場面での活用事例（指導法の情報共有）を進める。実際に、個人がその場で運動意欲と疲労のバランスを考慮した安全な運動を判断できるシステムとなりうるか否か、実用的な場面で有効性を検証する。

スキルに関するスキー運動、筋力トレーニングとしてのスクワット運動の場面、その場での運動機能（筋活動、関節運動、自律神経系）計測・評価に必要なシステムを構築し、実用性を検証した。具体的には、生体信号の計測にウェアラブルやワイヤレス技術を導入し、ユビキタスシステムをめざす。



さらに、計測データ量（履歴）が増えれば、計測項目の種類に応じて疲労の経過情報（履歴）を追って提供できスレッドシステムとする。

筋活動と自律神経活動の観点からスキルやパフォーマンスを考慮したAdvanced「疲労モデル」を検討するフィールド実験、タブレット情報端末による情報のOn-Site フィードバック、さらに履歴データベース構築を目指したWebsite構築を目指す。

運動評価の手法に運動習慣（熟練度）との関係性を評価するため、スクワット動作を対象に計測データの履歴を取得し筋シナジーの観点から解析する。

運動状態の計測でユビキタス性を上げる

(1) 計測

被験筋は右足の外側広筋（VL：Vastus Lateralis）、内側広筋（VM, vastus medialis）、大腿二頭筋（BF：Biceps Femoris）、半膜様筋（SM, semimembranosus）、腓腹筋外側（GL, gastrocnemius lateralis）、腓腹筋内側（GM, gastrocnemius medialis）、前脛骨筋（TA：Tibialis Anterior）、ヒラメ筋（SOL, soleus）を対象とした。表面筋電図電極は、この際、シート状の16ch表面筋電図電極（電極間隔：10 [mm]、ELSCH016、OT Bioelettronica製）を用いて神経支配帯を事前に調べ、神経支配帯を挟んでいない位置に2-barアクティブ電極（電極間隔：10 [mm]、DE 2.3 SEMG sensor、Delsys製）を貼付した。さらに、膝関節にフ

レキシブルゴニオメータを付け、運動中の膝関節角度を計測した。なお、スキー運動ではターン動作を解析するため VL, BF, TA, GM を対象とし、胸部誘導 (V6) で心電図を計測した。

以上の生体信号を、ユビキタスマルチテレメータ計測ユニット (Myomonitor IV, Delsys 製) を用いてサンプリング周波数 2000 [Hz] で計測し、量子化ビット数 16 [bit] で A/D 変換後、ノート PC にワイヤレスで保存した [1-3]。また、On-Site フィードバックのため、歩行運動用に設計した筋疲労状態の推移の Graphical User Interface (GUI) [4] を検証した。

(2) 実験

健康・スポーツ指導者の監督の基でトライアルの様子を撮影し、参加者に映像視聴してもらった。その上で、被験者には事前に本研究の趣旨および目的を加えて、いかなる時でも被験者の意思により実験を中止できることを説明し、参加の同意を得た。

(a) スクワット運動：スクワット動作は膝をつま先より前に出さない動作とし、屈曲角度を合わせる条件として大腿部が床と平行になるまで膝を屈曲させるパラレルスクワットを用いた。速度は 4 秒毎のストロークで最大 100 ストロークとした。また、5 ストローク毎に Borg の自覚的運動強度を調べ、その値が 18 を超えた場合、中止か続行かの意思確認をとった。被験者は健康な成人男性 11 名 (22.4 ± 1.4 歳) である。

(b) スキー運動：スキー運動の技術レベルによるターンの特徴をみるため、滑走日数と SAJ が定めた検定基準により被験者をアマチュアスキーヤー (1 名)、上級スキーヤー (1 名)、トップスキーヤー (2 名) に依頼した。ここで、アマチュアスキーヤーは生涯滑走日数 100 日以下で検定の 2 級程度の技術を習得している者、上級スキーヤーは生涯滑走日数 100 日以上で、検定の 1 級程度の技術を習得している者、トップスキーヤーは生涯滑走日数 100 日以上で指導員資格を有している者である。スキーゲレンデの全長は約 4000m であり、前半部分が中斜面 (最大傾斜: 約 20deg)、後半部分が緩斜面 (最大斜度: 約 7deg) になっている。コース全体の平均斜度は約 14deg である。スキー運動は、1 日の中で連続的に 1~4 トライアルの繰り返し運動とした。

(3) 解析

ストローク毎のデータは膝関節角度の最大伸展時を基準にして、連続した表面筋電図のデータから抽出した。ストローク内における表面筋電図の特徴量 RMS (Root Mean Square) の時間推移を区間長 500 [ms]、シフト長 10 [ms] として RMS (m) を推定した。さらに、事前に計測した膝関節の等尺性最大随意収縮時の最大 RMS で RMS (m) を規格化し

て %RMS (m) [%] とし、ストローク毎に %RMS (m)_k (k: ストローク番号, K: 全ストローク数) を推定した。

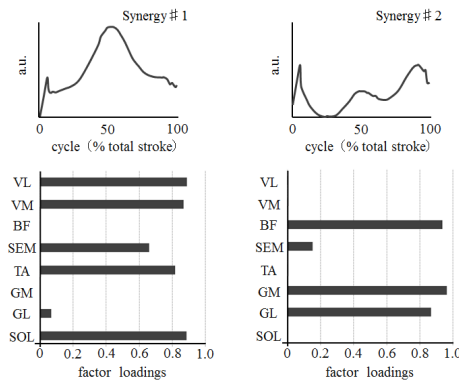


図 1 筋シナジープロフィール (上) と因子負荷量 (下)

さらに、各被験筋で全ストロークにおける各ストロークの動作期間を 0~100 [%] にして時間軸を規格化し、%RMS (m)_k プロフィールとした。

スクワットトレーニングにおける熟練者 (過去のトレーニング経験によるスキルを持った者) の表面筋電図データを基に統計処理ソフト (JMP 9, SAS 製) を用いて筋シナジー [5] および因子負荷量の抽出をおこなった。

抽出方法には主因子法バリマックス回転による因子分析を用いた [6]。回転後の固有値が 1.0 以上、累積寄与率が 75% 以上の因子を有効な筋シナジープロフィール及び因子負荷量とした (図 1)。さらに、筋シナジーとストローク毎に算出した %RMS (m)_k との相関係数 R_k をプロフィールから算出した。

1 対の拮抗筋の筋活動様式は、主動筋と拮抗筋を交互に収縮させる相反収縮と、同時収縮させる共収縮の 2 つに大別される。相反収縮は負荷のないゆっくりとした運動時やリズムカルな運動時に発生する [7]。一方、共収縮は関節周りの剛性を増加させて姿勢を安定させたり、膝の損傷した靭帯を保護したりする [8]。しかし、共収縮では動作の柔軟性が失われる。これらの拮抗筋の筋活動様式の違いは筋力トレーニングにおいて熟練度と密接な関係がある [9]。

ここでは、筋シナジー # (S#) における相関係数を $R\#$ とし、($R1$, $R2$) をトライアルの特徴パラメータとした。この特徴パラメータを基に横軸を $R1$ 、縦軸を $R2$ として二次元散布図を作成し、クラスター分析でクラスター 1~4 に分類した。ここで、 $R1$ が小さければ相反収縮、大きければ共収縮となり、逆に $R3$ が小さければ共収縮、大きければ相反収縮となる。すなわち、クラスター 1, 2 が共収縮、クラスター 3, 4 は相反収縮を表すことが予想される。

4. 研究成果

(1) ユビキタス計測

筋活動計測のユビキタス性を追求するため、u-EMG ユニット（単極同心円電極，OT Bioelettronica 製）に依る SEMG 計測を行った。u-EMG ユニットは安価で計測データをメモリカードに保存する。計測後，専用の Website にアップロードすればスペクトル解析結果が得られる。しかし，サンプリング周波数は 1000Hz に固定されており，チャンネル数は 1 であるため，計測対象の筋と電極の添付位置を正確にする必要がある。また，拮抗筋活動の同時計測には向かない為，対象とする筋を特定する必要があった。

(2) 筋シナジー

因子負荷量が大きい BF (図 1) で被験者毎に筋シナジーと %RMS プロフィールとの相関係数の特徴パラメータ (R_1 , R_2) のクラスター分析結果を図 2 に示す。ここで，筋シナジー S1 に対する R_1 による筋活動様式の推移は筋疲労とは大きな関係がなく，むしろ熟練度との関係が強かった。クラスター 1 では R_1 が高く， R_2 が低いため相反収縮である。一方，クラスター 4 は R_1 が低く， R_2 が高いため共収縮である。クラスター 2, 3 は相反収縮と共収縮の中間的な筋活動様式であり，その中でもクラスター 2 は相反収縮に近く，クラスター 3 は共収縮に近い筋活動様式であった。すなわち，クラスター 1 から 4 への移行は被験者の運動への熟練度と関係していた [10]。

筋シナジーが動作を形成する要因であると考えられることから，特に変化を示す筋を特定して，筋活動を計測すれば良いのではないか。スクワット動作では，運動への熟練度と関係した変化が見られた筋として BF を特定した。この際，スクワットの回数（筋疲労）による変化は見られなかった。また，スキーターン動作では，熟練者ほど VL と BF が動作に強く関係し，筋疲労によると思われる筋活動プロフィールのブレが少なかった。

(3) On-Site フィードバック

実験に使用したグレンデでは計測データ（約 200MB）を Web サーバーに転送し，ターゲット区間の解析・表示までの送受信に約 1 時間（送信 200kbps，受信 350kbps）を要した（Notebook PC では約 8 分）。その結果，On-Site フィードバックを実効的に実現するには通信機能にあわせたデータ処理，さらにわかりやすい提示表現の設計が必要であった。しかし，実験日から数週間後のフィードバックであったが，筋活動の計測結果と体感とのマッチングが確認できた。

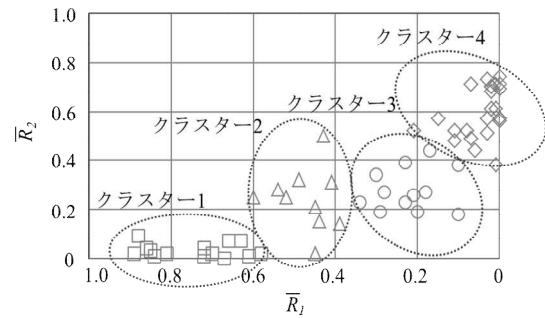


図 2 特徴パラメータ (R_1 , R_2) のクラスター分析による筋活動様式の種類

(4) まとめ

On-Site での運動計測・提示による定量的評価は，運動のスキルやパフォーマンスを理解する上で非常に重要であった。しかし，フィールドでの計測・評価結果データの通信処理では，動的運動時の筋運動機能の変化を反映した計測データ区間を選択する等，更なるアイデアが必要であった。また，u-EMG ユニットの様な簡便な筋電図計測で筋活動様式を解明する際の電極貼付位置の許容範囲を確認した。今後，携帯型運動機能データ収集器とタブレット端末で，On-Site フィードバックの更なるユビキタス性実現を目指す予定である。

さらに，動作を形成する筋シナジーを推定することで，筋疲労と熟練度に関係する共収縮から相反収縮への筋活動様式の変化を確認した。その結果，動作の熟練度への寄与が高い筋を特定する方法を提案した。

参考文献

- [1] 阿久津俊彦，木竜 徹，牛山幸彦，村山敏夫：表面筋電図と膝関節角度からみたスキー運時の筋疲労がパフォーマンスに与える影響の評価，計測自動制御学会論文集，Vol. 44, pp. 905-910, 2008.
- [2] 大貫孝志，木竜 徹，林 豊彦，前田義信，渡辺哲也：パラレルスクワットにおける筋疲労評価のための膝運動パラメータ，信学技報，MBE2009-75, pp.23-28, 2009.
- [3] 栗田敦志，木竜 徹，林 豊彦：スクワット運動による下肢トレーニングにおける運動速度の個人適合 ～ 拮抗筋活動パターンの観点からの最適化 ～，信学技報，MBE2009-40, pp. 13-18, 2009.
- [4] 市島洋輔，木竜 徹：筋疲労状態の推移を評価するグラフィカルユーザインタフェースの開発，信学技報，MBE2007-9, 33-36, 2007.
- [5] F. Hug, NA. Turpin, A. Guével and S. Dorel: Is interindividual variability of EMG patterns in trained cyclists related to different muscle synergies? J. Appl Physiol, Vol.10,

- pp.1727-1736, 2010.
- [6] V. Monaco, A. Ghionzoli and S. Micera: Age-Related Modifications of Muscle Synergies and Spinal Cord Activity During Locomotion, *J Neurophysiol*, Vol.104, pp.2092-2102, 2010.
- [7] A. Smith : The coactivation of antagonist muscles, *Canadian J. Physiol Pharmacol*, Vol.59, 733-747, 1981.
- [8] N. Hogan: Adaptive Control of Mechanical Impedance by Coactivation of Antagonist Muscles, *IEEE Trans. Auto. Cont*, Vol.29, 681-690, 1984.
- [9] J.J. O'Connor: Can muscle co-contraction protect knee ligaments after injury or repair?, *British Editorial Society of Bone and Joint Surgery*, Vol.75, 41-48, 1993.
- [10] R. Osu, D. W. Franklin, H. Kato, H. Gomi, K. Domen , T. Yoshioka and M. Kawato: Short-and long-term changes in joint co-contraction associated with motor learning as revealed from surface EMG , *J. Electromyogr. Kinesiol*, Vol.88, 991-1004, 2002.

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 7 件)

- ① T. Kiryu and Y. Endo: Evaluation of Training Types in Squat Exercise based on Muscle Synergies. in XIXth Congress of ISEK, Cong. Proc., MPSSO1.1, p.122, July 19-21, Brisbane, Australia, 2012, 査読有.
- ② T. Murayama, T. Kiryu, and Y. Ushiyama: Evaluation by Muscle Activity Feature Parameters of Surface Electromyography for Lower Limb Muscles during Skiing. in XIXth Congress of ISEK, Cong. Proc., MPSSP1.6, p.355, ISEK2012, July 19-21, Brisbane, Australia, 2012. 査読有.
- ③ 村山敏夫, 遠藤勇気, 木竜 徹, 牛山幸彦: スキー滑走を対象にした下肢筋活動に基づく運動スキルの定量的評価の提案, *生体医工学*, Vol.49, No. 6, pp. 911-917, 2011, 査読有.
- ④ 笠巻純一, 山崎 健: 市民健康・栄養調査に基づく健康行動評価尺度に関する研究—生活習慣病予防対策に向けた健康政策への適用を目的として. *Health and Behavior Science*, Vol. 9, pp.127-135, 2011, 査読有.
- ⑤ T. Kiryu, T. Murayama, and Y. Ushiyama: Influence of Muscular Fatigue on Skiing Performance during Parallel Turns. Proc. of the 33rd Annu. Int. Conf. of the IEEE/EMBS, Boston, USA, pp. 8187-8190, 2011, doi: 10.1109/IEMBS.2011.6092019 査読有.

- ⑥ 山崎 健, 同一運動強度とみなされるランニング実施中の瞬時心拍変動, *ランニング学研究*, Vol. 22. Pp. 60-62, 2010, 査読有.
- ⑦ T. Kiryu, H. Inada, and N. Sato, Multi-Time scale evaluation of prolonged fatigue for Customizing Electric Torque-Assisted Bicycles, in XVIIIth Congress of ISEK, Cong. Proc, Alborg, Denmark, 2010, 査読有

[学会発表] (計 9 件)

- ① 山本光太郎, 木竜 徹: 生体情報に基づいたテニスのフォアハンドストロークにおけるスイング動作と筋活動の関係性, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2012-110, pp.109-114, 玉川大学工学部, Mar. 14, 2013.
- ② 土嶺大雄, 木竜 徹, 牛山幸彦, 村山敏夫, 岩城 護, 前田義信: スキー運動時における定量的パラメータのオンサイトフィードバックが及ぼす効果, 第 32 回生体医工学学会甲信越支部大会講演論文集, pp.3-4, 新潟大学駅南キャンパス, Sept. 21, 2012
- ③ 遠藤勇気, 木竜 徹: 下肢筋シナジーから観た定期的スクワットトレーニングによる筋活動様式の変化, 第 33 回バイオメカニズム学術講演会予集, pp.115-118, 東北大学医学部, Dec. 15, 2012.
- ④ 遠藤勇気, 木竜 徹: 下肢筋シナジーに基づいたトレーニングスタイル決定法の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2011-4, pp.15-20, 富山大学工学部, May, 20, 2011.
- ⑤ K. Yamamoto and T. Kiryu: Analysis of Muscle Activation of Swing Motion in Various Movement Forms Based on Vital Signal, 第 26 回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp.191-196, 立命館大学, Sept. 20, 2011.
- ⑥ 広 霞, 上島 慶, 井上 保, 飯塚進柱, 関 有李, 牛山幸彦, 五十嵐久人, 八坂剛史: トレーニング機器装着による筋疲労からみた筋機能評価に関する研究, 日本体育学会第 61 回大会, 中京大学, Sept. 8, 2010.
- ⑦ 栗田敦志, 木竜 徹, 林 豊彦: 下肢筋力トレーニングにおけるパフォーマンス向上のための定量的スキル評価指標の提案, 第 31 回バイオメカニズム学会学術講演会論文集, pp.323-326, 静岡大学工学部, Nov. 7, 2010.
- ⑧ 土田俊憲, 木竜 徹, 岩城 護, 村山敏夫: 運動機能評価による個人に相應しい運動の選択プロセスの検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2010-57, pp.13-16, 名古屋大学工学部, Dec. 19, 2010.
- ⑨ 村山敏夫, 木竜 徹, 牛山幸彦: 表面筋電図と膝関節角度を用いるスキー運動時のパフォーマンス評価とコーチングシステムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2010-58, pp.17-22, 名古屋大学工学部, Dec. 19, 2010.

[その他]
ホームページ等

<http://bsp.eng.niigata-u.ac.jp/personal/kiryu/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木竜 徹 (KIRYU TOHRU)
新潟大学・自然科学系・教授
研究者番号：80115021

(2) 研究分担者

山崎 健 (YAMASAKI KEN)
新潟大学・人文社会・教育科学系・教授
研究者番号：50092739
牛山 幸彦 (USHIYAMA YUKIHIKO)
新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授
研究者番号：20213415