

2017年度学術交流支援資金研究報告

(海外の大学等との共同学術活動支援)

【課題名】スポーツサイエンスとコグニティブエルゴノミクス
【申請者】政策・メディア研究科教授 仰木裕嗣
【研究助成金額】800千円

【研究テーマ】

ワイヤレスセンサを使った運動計測・解析手法に関する日豪共同研究XI

【研究概要とこれまでの経緯】

すでに我々は、スマホというセンサを持ち歩くようになって久しい。スマートフォンには、3軸加速度センサ、3軸ジャイロセンサ、3軸地磁気センサという慣性センサが備わっており、また機種によっては高度を測ることも可能である圧力センサも内蔵されているものすらある。従って、誰もが自分の運動や行動をセンシングすることは可能な時代となっている。計測されるデータは今後、その意味を抽出する時代に差し掛かっており、改めて運動を計測する需要が高まると考えられる。またその計測におけるデータはより高速サンプリングの時代を迎えると考えられる。

申請者の仰木は、加速度センサや角速度センサなどの慣性センサを用いた運動解析方法の開発を行ってきたが、これまでの一連の研究で利用してきた慣性センサデバイスは、多くがデータロガー式(メモリ記録式で、事後データを取り出す)であったことから、我々のデータ取得はリアルタイム性に乏しかった。これに対してオーストラリア・グリフィス大学工学部のQueensland Sports Technology Cluster(QSTC)では、Bluetoothや他の無線を運動計測に活用する研究が進められており、同研究所の研究代表者でもあるProf. David Theil氏が率いるグループでは歩行やスポーツ運動の解析において無線活用の提案を早くから行ってきた。

2006年度の学術交流支援資金によってグリフィス大学との交流事業は双方の大学院生・研究者間の交流として結実し、2007年度はお互いの大学間でもちあう技術をさらに融合し、国際会議において慣性センサを用いたヒトの運動計測についてのワークショップを開催し、慣性センサの使用法、時系列データの分析法などを世界各国から参加した学会参加者に対して教えた。2008年度は、我々研究グループの活動が評価され、豪日交流基金(Australia Japan Foundation)によって研究交流事業に対する助成をうけることができたため、学術交流支援資金ならびに豪日交流基金の両方の支援をうけて研究交流を推進した。2009年度に引き続き、小型軽量、省電力と進化するマイクロプロセッサをスポーツに活用するために、技術交流を計画した。またグリフィス大学から派生し、オーストラリアにおいて、サンシャインコースト大学、サザンクロス大学といった他の大学研究者との交流が行われるようになり、テーマも取り組み方法も幅広い新たなメンバーが参画してきた。2010年度には、iPhoneをプラットフォームにしてスポーツ計測アプリケーションを開発するグリフィス大学講師Dr. David Rowlands氏による講演会をSFCで開催した。2011年度には、国内およびオーストラリアにおいて、研究成果発表および研究ミーティングを行い、グリフィス大学が特に集中して研究を進めている水泳研究において様々な討論を行った。また学振特別研究員として当研究室に所属する研究員がサンシャインコースト大学に1年間(2011年6月から2012年5月)にわたって滞在し、当研究室で進めている水中歩数計/エネルギー消費量計の発展的研究実験に従事した。2012年度には、グリフィス大学工学部博士課程学生である、Mr. Mitch Maccahey君を招聘し、彼の課題であるMatlabと無線計測センサとの連携プログラム等についての情報交換を行った。また、同君は来日中に、仰木研究室で進める日本中央競馬会との共同研究である競走馬の運動解析実験に携わり研究補助を果たした。2014年度はグリフィス大学の研究者の招聘、ならびに同研究者らと交えたフィールド計測実験を実施した。また新たに研究グループとして加わった、チャールズ・ダーウィン大学への訪問を果たし、義足・歩行研究についての今後の研究テーマについて討論した。前年度の2015年には研究代表者の仰木がグリフィス大学スポーツ工学研究所SABEL(Sports And Bio-Engineering Laboratory)を訪問し、同大学工学部において工学部大学院生、並びにクィーンズランドアカデミー・オブ・スポーツに在籍する研究者にゲストスピーカーとしての講義を行うなどの活動を実施した。昨年度、2016年度にはGriffith大学工学部講師Dr. Hugo Espinosa氏を招聘した。Dr.Espinosa講師はアンテナ工学の専門家でありながら、衝突工学、3Dモノづくり等、幅広くスポーツ工学研究に関わっておりグリフィス大学では新進気鋭の工学研究者である。Dr.Espinosa氏は2016年度に山形県で開催された日本機械学会スポーツ工学・アンド・ヒューマンダイナミクス年次大会(SHD2016)での学会発表に参加した。学会大会は、2016年9月に開催されたリオデジャネイロパラリンピックに向けて進められた研究開発事業、スポーツ庁ハイパフォーマンスサポート事業パラリンピック研究開発の成果発表の場でもあり、慶應義塾大学SFC研究所仰木研究室で取り組んだ、視覚障害者水泳選手向けに開発した無線トレーニング機器の開発経緯を仰木が発表しDr. Espinosa講師らのグループも研究発表を行った。またグリフィス大学側からの派遣により、同大学工学部准教授のDr. David Rowlands氏も来日し同無線研究所の研究発表を行い、学会大会においてお互いの進捗状況の情報交換を実施した。

このような過去の経緯から引き続き、2017年度の交流事業を実施した。2017年度の学術交流支援資金における研究活動は、オーストラリアおよび日本国内における2つの活動が主たる成果である。

【研究目的】

本研究は、スポーツ運動をはじめとする人間の運動解析において、無線計測技術の応用事例と具体的データ解析手法の提案を日豪の共同研究によって進めることを目的とする。2017年度は、慶應義塾大学、グリフィス大学、サンシャインコースト大学およびダーウィン大学の研究者との交流によって無線慣性センサの応用研究を進める。

【研究成果】

1. オーストラリアにおける活動報告

(ア)研究課題：水泳ストローク技能評価のための慣性センサ利用に関する技術的な問題点についての討論。

(イ)日時・場所

日時 2017年7月25日(火)

場所 プリスベンコンベンションセンター内・国際バイオメカニクス学会会場内談話室

(ウ)参加者

仰木裕嗣(政策・メディア研究科教授)

Prof. David Lloyd(School of Allied Health Sciences, Griffith University)

Prof. Peter Milburn(Exercise & Sport, School of Allied Health Sciences, Griffith University)

Dr. Dr Claudio Pizzolato(Post-Doctoral Research Fellow, Griffith University)

Rebecca Pahl(Centre of Excellence for Applied Sport Science Research, Queensland Academy of Sport & Griffith University博士課程学生)

(工) 討論課題

現在、Griffith大学において進められている慣性センサを用いた水泳選手の泳能力評価について観測データの分析方法に関する討論を行った。すでに仰木は1998年以降20年近くにわたって、水泳選手の泳ぎの研究に慣性センサを用いることに取り組んできており、実験時の計測ノウハウ、観測されたデータを使った機械学習や、泳法判別などについての実績と特許などを保有している。Griffith大学側では、博士課程学生Ms. Rebecca Pahlがこの課題に取り組んでおり、外部アドバイザーとしてのMs. Pahlの研究について指導を行った。

慶應義塾大学側ではウェアラブル水泳用端末の研究を進めてきたが、最新の成果として腕装着型のウェアラブルセンサによって、自由形においては消費エネルギーの推定が精度高く実施できることも披露し、その実験方法なども紹介した。今後は、同学生の研究に対する支援と引き続きのGriffith大学、さらにはQueensland Academy of Sportsとの協力的な関係を築けるものと考えられる。

2. 日本における活動報告

(ア)研究課題：陸上競技におけるバイオメカニクス共同研究

今回の事業のうち日本国内における活動としては、研究室の現在のテーマの一つである歩行・走行研究の一環で「陸上競技の曲走路における走行」について、日豪の研究メンバーに共同研究実験を行った。また新たな研究協力者として、鹿屋体育大学の研究者チームもこれに加わった。

(イ)日時・場所

日時 2018年2月21日(水)から2月23日(金)

場所 鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス棟屋内陸上トラック

(ウ) 参加者

慶應義塾大学側参加者：

仰木裕嗣(政策・メディア研究科教授)

石塚辰郎(政策・メディア研究科修士課程1年)

佐野川 怜(SFC研究所訪問所員)

前田時生(SFC研究所訪問所員(上席))

和田佑太(慶應義塾大学理工学研究科修士課程1年, 体育会競争部OB)

水野敬介(慶應義塾大学理工学部4年, 体育会競争部員)

学外協力研究者：

松尾彰史(鹿屋体育大学教授, スポーツバイオメカニクス)

和田智仁(鹿屋体育大学准教授, 情報工学)

オーストラリア側参加者：

Dr. Rebecca Mellifont (サンシャインコースト大学准教授, 解剖学, バイオメカニクス)

Dr. James Lee (チャールズダーウィン大学講師, バイメカニクス)

(エ) 研究課題

陸上トラック競技において、100m走を除けば全ての競技で曲線路を走ることが必然であり、この曲走路の走行にも選手技能の優劣があることが過去に報告されている。100mを走行する場合でも、リレー種目であれば全ての走者が幾分かの曲線路を走ることが義務付けられているため、曲線路における走行技術は非常に重要であると考えられる。しかしながら世界的に見ても曲線路における走行に着目した研究は非常に少なく、その事例もさることながら走行原理について言及されたものも非常に少ないのが現状である。

曲線路を選手が走行している状況を質点モデルによって考えると、走行中に選手が受ける外力の時間積分が、重心の移動軌跡が曲走路に沿ったものになる条件を満たしている、ということに他ならない。この時、鉛直方向に作用する重力と地面反力の鉛直方向成分は選手の平行移動に関しての運動には何ら関係なく、結局は選手の受ける地面反力の水平方向成分の問題へと帰着できる。

そこで、うまく地面反力を測定することで、曲線路における陸上選手の走行技能のメカニズムを明らかにできるのではないかと考えた。

近年、走行時に身体を駆動する原動力として、筋力のみならず腱や靱帯といった組織のもつバネ特性も重要な要素であることも知られてきており、選手の下肢全体がもつ解剖学的な特性も見逃せない因子であることが指摘されている。従って、本事業における研究実験では2名のバイオメカニクス、応用解剖学を専門とする研究者を招聘し、実験に参加してもらうとともに、走行時の選手の動きについて討論を行った。

従って、本研究活動における研究目的は、日豪の研究者及び学生とともに陸上競技における走行、特に曲線路における走行技能を明らかにする、という研究課題に取り組むものである。

本研究では、実験環境が重大な意味を持つ、曲線路において走者が任意の位置に足をつく、という予測不能な着地位置における地面反力を計測しなければならないために、床反力計が無数に存在する環境を必要とする。鹿屋体育大学ではこれを可能にする世界で唯一の設備をスポーツパフォーマンス棟に有している。今回は陸上競技におけるバイオメカニクス研究の権威である、同大学松尾彰史教授、ならびに無線慣性センサを使った運動解析に取り組む、同大学和田智仁准教授の協力を得て、国際共同実験が実現した。和田智仁准教授は過去にGriffith大学工学部に留学しており、その時にすでに仰木とは交流ができており、人的ネットワークがGriffith大学との交流を通じて今回は国内研究者とのネットワーク作りへと発展したことも大きな成果である。

招聘した外国人研究者の2名はともに、解剖学、バイオメカニクスを専門としており、特にDr. Rebecca Mellifont氏はモーションキャプチャ実験において関節標識点の適切な場所について、解剖学者としての専門知識を慶應義塾大学側学生に指導をしてもらうことができた。

(オ) 研究活動概要

研究活動は、主として走行技能に関する討論、並びに走行データの採取である。2018年2月1日から2月15日の期間内に慶應義塾大学側のスタッフによってSFCにおける実験リハーサルを入念に行った上で、2018年2月20日ー3月23日鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス棟における実験で実走行実験を行った。



図1:鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究棟



図2:スポーツパフォーマンス研究棟内屋内実験トラック



図3:スポーツパフォーマンス研究棟内屋内実験トラック (50mトラック全体にフォースプレートが埋設)



図4:実験準備風景



図5:実験準備風景



図6:実験風景



図7:実験風景 (Dr. Mellifont, Dr. Lee, Dr. 和田)

参考：2017年度発表履歴

Heike Katrein Brock, Yuji OHGI, Assessing Motion Style Errors in Ski Jumping Using Inertial Sensor Devices, IEEE Sensors Journal, Vol.17, Issue 12, pp. 3794-3804, 2017.

松本拓也, 太田憲, 仰木裕嗣, 高橋敏之, 間弘子, 湯川治敏, 走行するサラブレッドの遊脚期における振動数の調整, バイオメカニズム学会誌, Vol. 41, No. 2 p. 91-97, 2017

前田時生, 仰木裕嗣, 床反力計を用いない歩行解析方法の評価, 日本機械学会シンポジウムスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2017USB論文集, A-17, 2017年11月9日-11日, 金沢

石塚辰郎, 前田時生, 山路紗皇, 仰木裕嗣, 柴山史明, 渡津裕次, 萩原心一, 久保田拓也, 関英子, 光学式モーションキャプチャシステムと大面積圧力センサを用いた歩行解析, 日本機械学会シンポジウムスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2017USB論文集, A-36, 2017年11月9日-11日, 金沢

Sanogawa Ryo, Ohgi Yuji, A mechanism of knuckleball pitching, Proceeding of XXVIth Congress of the International Society of Biomechanics, USB抄録集, 2017, Brisbane, 2017年7月23日-27日. (口頭発表)

Heike Brock, Yuji Ohgi, James Lee, Learning to judge like a human: convolutional networks for classification of ski jumping errors, Proceeding ISWC '17 Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers, pp.106-113., 2017(口頭発表)