

## 2016 年度学術交流支援資金研究報告（国際交流）

【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】 750 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 X

### 【研究概要とこれまでの経緯】

人間が運動時にセンサを持ち歩くようになると、その運動を計測する需要が高まると考えられることから、センサネットワーク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、全てデータロガー式（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 Dr. Daniel James 氏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、世界各国から参加した学会参加者に対して慣性センサの使用法、時系列データの分析法などを教えた。2008 年度、および 2009 年度は、無線計測をヒトの運動計測に活用するため、さらに研究を推進するべく本研究助成に応募した。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. Roland 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 Maccathey 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、並びにクイ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。

### 【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。2016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および学生間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) グリフィス大学研究者招聘

2015 年度より，本研究交流事業に加わった，グリフィス大学工学部の Dr. Espinosa 講師を招聘した（期間 2016 年 11 月 7 日-11 月 14 日）. 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．アンテナ工学の数理モデルを専門としており，無線センシング，並びにウェアラブルデバイス開発においてその専門性を活かして，同大学スポーツ工学研究室 SABEL (Sports and Bio-Engineering Laboratory) で積極的に研究をリードしている．

Dr. Espinosa 氏の招聘は主として，(2) で述べる 3D プリンティングのスポーツ用具開発への応用についてを議論することが目的であったが，そのワークショップ開催に先駆けて山形市で開催された，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．

本年度の学会大会は，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トレーニング機器の開発経緯を仰木・谷川が発表した[1]．また，SHD2016 では Dr. Espinosa 講師らのグループも研究発表を行った[2]．

また本研究交流事業による助成ではなく，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 氏が来日し，Dr. Espinosa 氏と同様に SHD2016 において研究発表を行った[3][4]．

同学会滞在中の期間には，山形市蔵王クラレスキージャンツエにおいて仰木研究室が取り組んでいるスキージャンプ研究のフィールドを視察し，競技場内無線 LAN システム，選手の飛翔軌跡を計測するレーザーレンジファインダーシステムなどについてを紹介し，その研究成果について意見交換した．

学会終了時には，国際スポーツ工学会の国際会議が 2018 年にグリフィス大学ゴールドコーストキャンパスで開催されるアナウンスがあり，慶應義塾大学研究者を始め，多くの工学研究者への誘致活動を行った．なお，仰木は同学会大

会の誘致推薦人の一人でもあり、今後慶應義塾大学とグリフィス大学が2018年の国際会議開催に向けて、協力していくことを確認しあった。特に慶應義塾大学側はアジア、日本からの参加者をリクルートする役目を果たすことを確約した。

## (2) 3Dプリンティングによる車いすマラソン用グローブ作成ワークショップ

Dr. Espinosa 講師をはじめとするグリフィス大学 SABEL の研究メンバーは、現在クリケットボールの中に慣性センサを入れた、スマートボールプロジェクトの開発を進めている。これに対して慶應義塾大学仰木研究室では2005年以降、野球ボールの中に慣性センサを内蔵し、投球後の飛翔におけるボールの挙動を観測してきた。すでにグリフィス大学よりも先んじて、加速度センサー、ジャイロセンサーを組み込んだセンサボールの開発に成功している。

しかしながら、現在のところ捕球時の衝撃加速度による回路破断によってボールの耐久性が著しく低く、実用化には至っていない。そこでグリフィス大学では、3Dプリンティングによって生体構造を模倣した衝撃緩衝能をもつボールの開発に挑んでいる。我々、慶應義塾大学ではボールに対する3Dプリンティングの試みは行なっていないものの、リオデジャネイロパラリンピックを目指した選手に対して、3Dプリンティングによる車いすマラソン用グローブの開発を2016年度に行ってきた。このように両大学においてスポーツ用具向けに3Dプリンティングを用いた応用研究が進んでいることから、今回はスポーツ用具における3Dプリンティングに関する意見交換が、交流事業の主たる内容であった。

仰木研究室では2016年度、リオデジャネイロパラリンピック代表選手である、副島正純選手 (SOCIO SOEJIMA) が、パラリンピック本番で使用したグローブを、(株)JSRとの共同研究によって提供した。この3Dプリンターによって作る車いすマラソン用グローブの3Dモデリング・3Dプリンティングを障害を持つ子供たちに対して教える、「車いすマラソン用グローブ製作ワークショップ」を開催した。

「車いすマラソン用グローブ作成ワークショップ」

日時 2016年11月11日(土)―12日(日)

場所 長崎県諫早市名水の宿いこいの里長崎

参加者 一般社団法人ウィルチェアアスリートクラブ ソシオ SOEJIMA 所

属選手（副島正純選手，以下特別支援学校の高校3年生3名）

概要 リオデジャネイロパラリンピックにおいて使用した副島正純選手が使用した3Dプリンター製車いすマラソングローブを変形させ，高校生選手自らが自分の手にあった形状，大きさのグローブ作りを行う。

初日は，まず3D造形の基本的な知識の習得と，使用するソフトウェア（Sculptrisis/Mac版・Windows版）の使用法を学び，各選手は自らの手形と，元データである副島正純選手との手形との比較によって大まかなサイズ修正を試みた（図1）．その後造形し（図2），夜間に印刷を行った（図3）

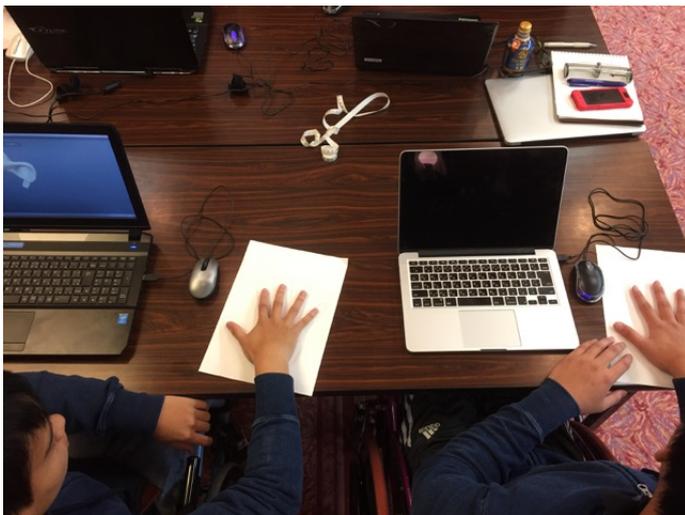


図1 各自の手の大きさと特徴にあったデザインに変形

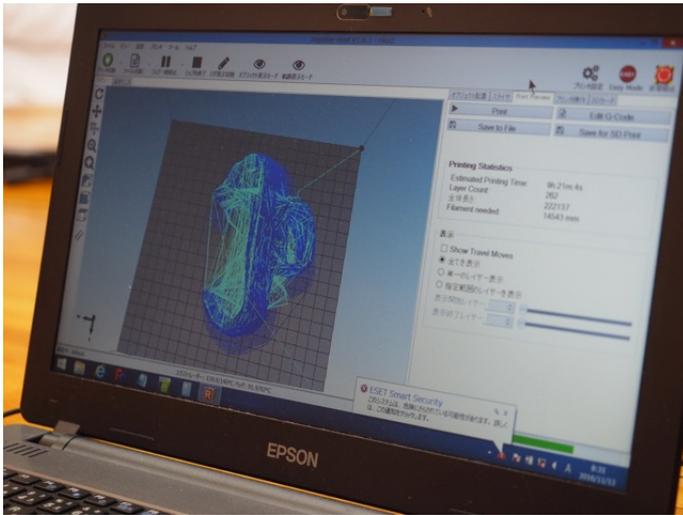


図2 3Dモデリングソフトウェアにて整形の後に印刷

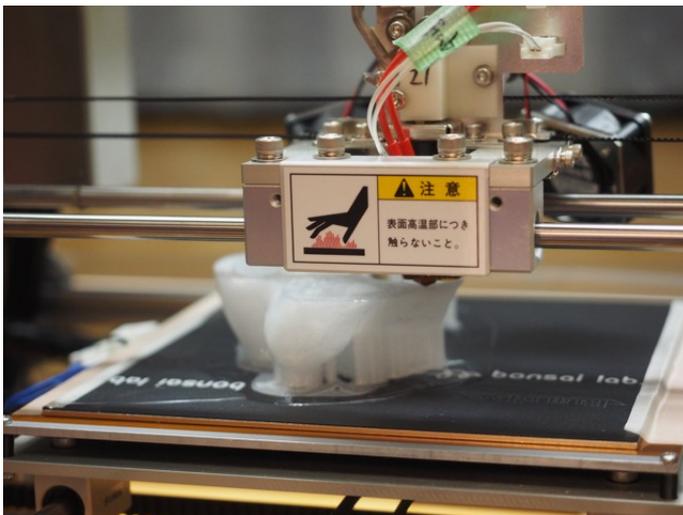


図3 3Dプリンタによって印刷

ワークショップにおける3D造形技法の指導、3Dプリンティングの指導は仰木研究室学部4年生がおこなった(図4)。造形の指導の後、各自が変形修正したカスタマイズされたグローブは夜間に印刷を行った。印刷には、およそ7時間を要するため、この夜間で行った印刷結果は翌日の2日目に各自の手元に片側ぶんだけが届けられた。



図4 仰木研究室4年生，亀屋諒亮による指導

2日目のワークショップでは，午前中にレーサー用車いすの体験会が，長崎県立陸上競技場において行われた（図5）．ここでは，このワークショップ開催前に3Dプリンタによって造形されたグローブを実際に使って，健常者がレーサー用車いすを体験する機会が設けられた．車いす体験会後のワークショップ2日目午後には，試作して印刷された各自の3Dプリンタによるグローブを実際に手にとってみて，そのサイズが適合するかを確認した上で，さらなる微修正を試みる，という流れで全体の2日間のメニューを消化した．



図5 車いす体験会におけるレーサ用車いすの試乗（Dr. Espinosa）

このワークショップでは3Dモデリング・3Dプリンティングのいずれの知識・

経験のない、車いすマラソン選手の高校生らに彼ら自身の用いる車いすマラソン用のグローブ作りを体験させる、というものであった。受講者である高校生車いす選手たちのいずれも、自分自身が用いる道具の開発に自らが参加するという高い目的意識の元で高い集中力を発揮し、造形の基礎技術を習得したと言える。今後は彼ら自身でさらに3D造形技法を学ぶことで、障害者向け用具の開発が障害者自らの手で行えるようになることを目指してこの研究活動を進めていく予定である。

グリフィス大学からの参加であった、Dr. Espinosa は今回の取り組みの趣旨と方法論に対して大いに賛同してくれたと同時に、大学生が高校生を教えるという半学半教の精神についても高い評価を与えてくれた。このワークショップではグローブ開発をテーマにしたものの、その期間中にはスマートボールプロジェクトに関する、両大学間での意見交換がなされたことも大きな収穫であった。



図6 車いすマラソン用グローブ作成ワークショップ参加者（仰木研究室，株式会社JSR，ソシオ SOEJIMA メンバー，グリフィス大学 Dr. Espinosa）

#### 参考：2016 年度発表履歴

[1] 仰木裕嗣, 谷川哲朗, 小林真, 鈴木完爾, 塚本昂佑, 山本明, 野崎基範, 寺田雅裕, 生田泰志, 野口智博, 視覚障がいスイマーのためのトレーニング支援装置の開発, 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 2016 (USB 抄録集), 2016 年 11 月 9 日-11 日, 山形市

[2] Hugo G. Espinosa, Karoline Seibert, Federico Colombo, David V. Thiel, Measuring the court pace rating of tennis courts using low-cost portable devices』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 2016 (USB 抄録集), 2016 年 11 月 9 日-11 日, 山形市

[3] 和田智仁, Jonathan Shepherd, David Rowlands, Daniel James, AHRS を用いたスポーツ用車椅子の移動計測, 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 2016 (USB 抄録集), 2016 年 11 月 9 日-11 日, 山形市

[4] Mitchell McCARTHY, Daniel James, James Lee, Tomohito Wada, David Rowlands, Effect of machine learning techniques upon wearable devices, 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 2016 (USB 抄録集), 2016 年 11 月 9 日-11 日, 山形市