

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成25年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	低侵襲な知覚・運動支援により脳神経系の再構築を促す心身覚醒 RT
研究機関・ 部局・職名	早稲田大学・理工学術院・准教授
氏名	岩田 浩康

1. 当該年度の研究目的

本研究では、片麻痺者に対し、麻痺側の身体感覚情報(関節覚や足底圧覚等)を非麻痺側肢体に触覚バイオフィードバック(BF)し、麻痺側への注意・気づきを喚起することで、リハビリ効率を飛躍的に向上させる新しいリハビリ支援装置(以降、**知覚支援 RT(Robotics Technology)**と呼ぶ)の設計手法ならびに、この**知覚支援 RT**がもたらす**身体への気づきおよび脳可塑性への効果を脳神経生理学的に検証するための方法論を確立**することを目的とする。

最終年度は、平成 24 年度までに開発した手法の片麻痺者における臨床評価を継続的に実施することに加え、主に以下の三つのテーマを中心に研究を進めた。

① 足圧重心の触覚BF呈示による立位バランス能の改善手法の構築

片麻痺や整形外科疾患の患者では、罹患後や術後に立位バランス能が低下し、歩行能力の回復に時間を要する。そこで、回復曲線を早めるべく、歩行訓練に先立ち、バイオフィードバック(BF)に基づく立位バランス訓練を行い、体性感覚に注意を向かせることで、バランス能ひいては歩行能力を高める方法を案出する。具体的には、足圧重心の正中からの偏在を前後左右方向の4値でデジタル化し、皮膚に装着した4つの振動刺激に基づき姿勢制御させることでバランス能を鍛え、訓練前後でその効果を検証する。

② 運動補助RTを用いた運動訓練における注意水準に応じた関節角再現能の違いの検証

知覚支援 RT や運動補助 RT を用いてリハビリ効果を高める技術や訓練法の開発は重要である一方、患者が呈示刺激や訓練の意味を理解できなかつたり、自身の身体感覚に適切な注意を向けていなければ、RT による支援の効果も半減し得る。こうしたリハビリ阻害要因を抑制する新たな RT 開発を行う上で、まず、リハビリ阻害要因が知覚訓練効果に悪影響を及ぼし得ることを定量的・科学的に立証しておく必要がある。そこで、関節角度の再現訓練(2条件：能動/運動補助 RT による他動)において、角度記憶時の身体感覚への注意水準に応じた再現誤差角への影響について脳神経学的観点も含めて検証する。

③ 片麻痺急性期における運動補助RTを用いた関節知覚訓練法の導出

最新の現象学によれば、知覚から運動への作動システムはその逆より著しく強いことが知られている。急性期に関節知覚訓練を開始できれば、リハビリ効率を一層高められるものの、重い運動障害により急性期には能動的に関節を動かせない。そのため、他動訓練が前提となるものの、能動と他動では関節角度の認識に差が生じ得ることから、従来の他動装置を知覚訓練にそのまま適用しても効果を上げられないのが現状である。そこで、能動訓練が困難な急性期において、他動装置による関節知覚でも能動知覚水準を再現可能な訓練法および運動補助 RT の要件を導出する。

2. 研究の実施状況

① 足圧重心の触覚BF表示による立位バランス能の改善手法の構築

(a) 足底に設置した重心センサから**重心位置を検出した上で、その偏在方向を4つの振動子の振動位置で気づかせるバランス訓練RTを開発**した(Fig.1). このBF装置は、3つの要素で構成されている: ①中心に対する重心位置の偏在方向を感知するバランスボード、②重心位置の偏在方向に応じて4点のいずれかが振動する振動呈示ユニット、③訓練後に訓練の成果が画面で視認できるモニター。②に関しては、前後左右の4ヶ所にモータを配置した骨盤ベルト方式あるいは、四角形の各隅にモータを配置した平板を背面に装着するゼッケン方式を案出した。今回開発した**腰部バイオフィードバック(BF)型**のバランス訓練RTをFig.1に例示する。骨盤ベルトにはバックル構造を採用したため、高齢者でもワンタッチで取り付け/取り外すことができる。体の前後の左右には、振動を与えるモータが内蔵されており、振動の位置で重心のずれた方向がわかる仕組みである。

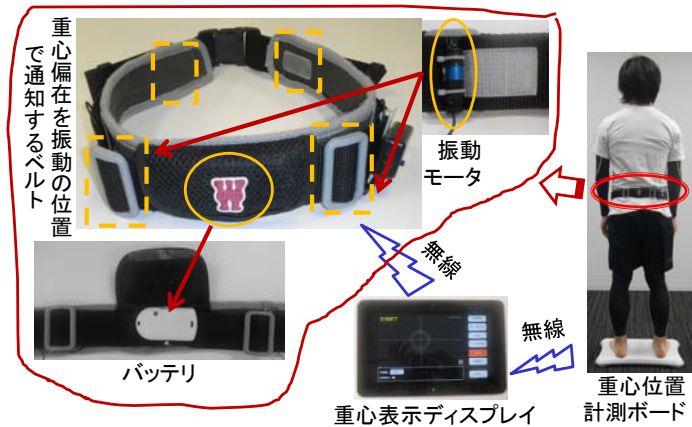


Fig.1 重心偏在を振動の位置で通知する腰部 BF 型バランス訓練 RT

(b) 訓練プロトコルとして、**足圧重心が動揺する領域(円で近似)を被験者ごとに事前計測しておき、最小の円直径の外部に重心が外れると、該当する象限のモータが振動するように設計**した。そのため、ベルトが振動しないように体のバランスを調整することで安定した姿勢を維持できるようになる(無振動状態を維持=良好な体姿勢)。なお、目標円の大きさは自由に変更でき、年齢や症状、個人のバランス能力に合わせて、訓練の難易度の調整が可能である。

(c) 健常成人を対象に、バランス訓練RTを用いて、閉眼時の立位安定性に与える影響を検証した。健常成人14名(男性7名、女性7名、平均年齢 21.9 ± 3.73 歳)をBF使用群と不使用群にランダムに振り分けて行った。t検定の結果、**不使用群に対しBF群では、有意に重心動揺面積が低減**した($p=0.0138$) (Fig.2)。また、訓練後および10分経過後は、訓練前に比べて、**重心動揺面積が有意に減少**しており(Fig.3)、**体姿勢の調整能力が短期的に向上**したことが確認された。

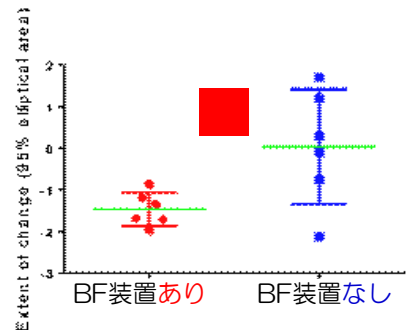


Fig.2 BF 有無による動揺の低減割合

② 運動補助RTを用いた運動訓練における注意水準に応じた関節角再現能の違いの検証

足関節角度再現課題において目標値を記憶する際に二重課題(暗算)を課すことで、関節角への注意に与える影響を検証した(Fig.4)。また、足関節を目標値まで誘導する際に、RTによる他動または能動とで再現誤差角に与える影響を検証することとした。以下では、二重課題はDT(Dual Task)、暗算なしではST(Single Task)と表記する。

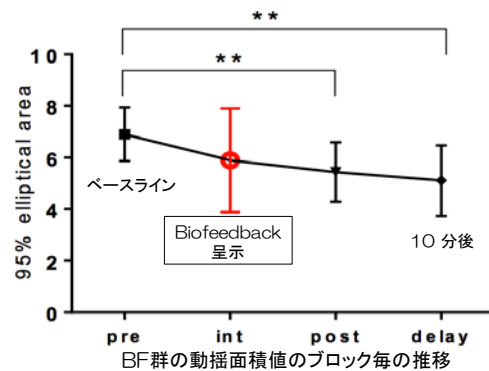


Fig.3 訓練前後での重心動揺面積の比較

(a) 試験条件として、以下の4つ(2(他動・能動)×2(ST・DT)条件)を設定した: ①他動×ST条件: 他動運動で目標角度の再現だけを行わせる, ②他動×DT条件: 暗算をさせつつRTによる他動運動で目標角度を再現させる, ③能動×ST条件: 能動運動で目標角度の再現だけを行わせる, ④能動×DT条件: 暗算をさせつつ自ら動く能動運動で目標角度を再現.

(b) 試験プロトコールは以下の通りである. 被験者には, 閉眼座位でヘッドフォンを装着させ, 足関節の能動/受動が可能RTを取り付ける. ヘッドフォンから「角度を覚えなさい」という音声指示が出た後, 例えば, 条件①では, RTによりスタート位置(10°)から底屈方向まで他動的に関節を誘導し, 目標角度に達した時点で自動停止させ, 被験者に関節角度を記憶させる. 13秒間後にスタート位置に一度戻った後, 再びRTで底屈方向へ関節を誘導し, 被験者は記憶した角度に一致した感じたとき右手に把持したボタンを押す. 他方, 条件②では, 目標角度に達した時点で二桁の数字が音声で提示され, 運動させつつ, 3秒毎にピッチ音に合わせて-3ずつ引き算を行わせる点が異なる. 各条件の関節再現課題を各々9回ずつ実施した(目標角度は20°を5回, 25°を4回程ランダム選択).

(c) 評価のため, 条件ごとに目標角度と再現角度間の角度誤差と暗算課題の正答率を算出した. 角度誤差(恒常誤差(誤差の+/-方向への偏向程度を示す))に関して, 他動運動は能動運動に比べて有意に低値を示し(p<0.01)(Fig.5), 暗算課題の正答率は99%であった. つまり, 他動と能動では角度誤差に差異がみられたものの, 暗算課題が簡単すぎたため, 計算にそれほど注意を奪われず, 角度の再現に影響を与えなかったものと考えられる.

(d) そこで, 暗算課題の難度を上げ, 新たに被験者16名を対象に, -7ずつ引き算を行わせる追加試験を行った. その結果, 正答率は59%まで低下したことに加え, 二重課題を課した場合には, 能動/受動によらず, STに比べ, DTにおける角度誤差(絶対値誤差)の方が有意に高値を示した(p<0.05)(Fig.6). このことから, 関節運動への注意を低下させる要因が存在する場合, 能動/受動によらず, 運動の精度が有意に低下することが明らかとなった. これは, 認知神経リハビリテーションを実施する上で, 訓練部位の体性感覚に注意を傾注させることが, 運動パフォーマンスにも影響を与えることを示唆しており, 重要なエビデンスになると考えられる.

③ 片麻痺急性期における運動補助RTを用いた

関節知覚訓練法の導出

実験的検証を通じて, 運動の補助が関節知覚に影響を与えるメカニズムに関する仮説を立てた上で, その妥当性を評価した. さらに, 他動による関節知覚への影響を軽減しつつ能動知覚水準を再現する上で必要となる他動訓練法の条件を導出することとした.

(a) 知覚情報を記憶する場合, それを得るために行った運動の主観体験(主体感と運動負荷に対する評価)が, 記憶される情報に補正を加えている可能性が指摘される. そこでまず, 求心性信号の

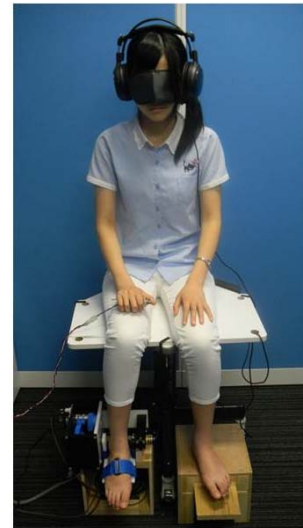


Fig.4 二重課題試験(暗算と足関節角度再現)

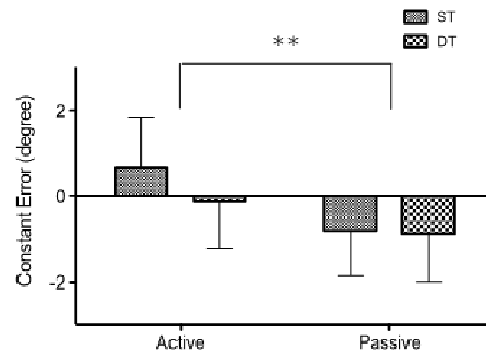


Fig.5 二重課題の有無および能動/他動に応じた再現角度誤差の比較

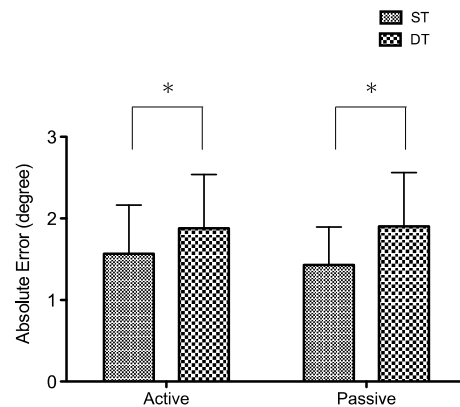
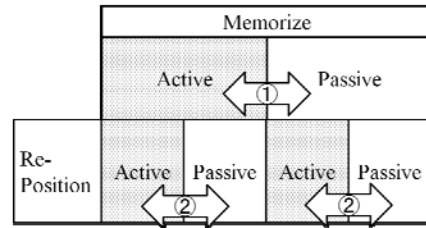


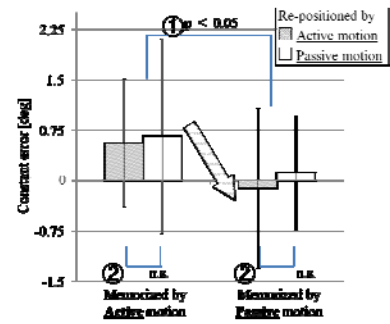
Fig.6 二重課題の難度を高め, 関節覚に注意しづらくした際の再現角度誤差の比較

様式19 別紙1

変化と記憶時の補正とが角度の記憶に与える影響を比較する試験を行った。ロータリエンコーダとモータ、手持ちボタンからなるペダル形の足関節角度計測システムを構築し、足関節の目標角度を記憶させた後、モータで他動し、覚えた角度に一致したと感じた時にボタンを押させる課題を健常者に課し



(a) Condition components



(b) Experimental results

Fig.7 関節角度記憶時における能動/他動による角度再現性の違い

た。このとき目標を記憶する時だけでなく照合時も能動・他動とする合計4条件を設定した。

(b) 能動で関節角度を記憶した場合と他動で記憶した場合において、再現誤差の分布の中心を比較したところ、**他動運動では能動運動の時と比べ、角度がより小さく記憶される傾向が強い**($N=16, p<0.01$)ことが示された。一方、能動性の影響は記憶のフェーズ($N=15, p<0.05$)にだけ現れ(Fig.7 ①)、角度を記憶する必要がない照合のフェーズには有意な影響が現れなかった(Fig.7 ②)。以上より、**認識の差は主に、角度を記憶する際に知覚情報に加わる補正に起因している**ものと考えられた。

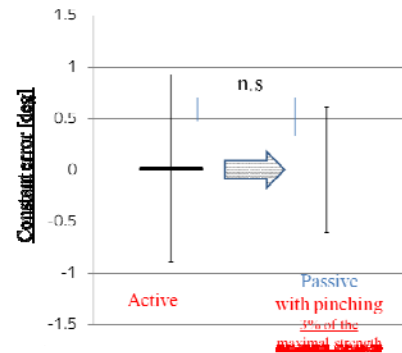
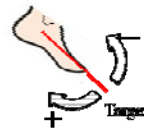
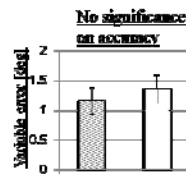


Fig.8 主体感覚の付与による能動/他動間の再現誤差の低減

(c) 運動の行為者としての主体感が、能動と他動とで記憶される角度に差を生んでいるとすれば、それを解消するには、**他動装置による関節運動において、自身の行為による能動運動と同等の主体感が生じるように錯覚させればよい**。そこで、**他動的な関節駆動と無関係な部位の運動とを単純な規則で対応付けるシステムを構築し、他動運動へ主体感を付与することで記憶される角度に生じる変化を検証した**。具体的には、対側の手指の軽いつまみ動作(負荷はほぼなし)を検出して足関節を駆動するシステムを用いて、指への運動指令で足関節角度を操作できるように設定し、上記の試験と同様の検証を行った。

角度を記憶するフェーズを2条件(①能動, ②受動+つまみ運動による操作)として得られた結果を以下に示す(Fig.8)。上記試験で観測された能動・他動間の再現誤差の分布の有意差が現れず、**主体感覚の付与によって能動・他動間の角度記憶の差異が消失したことが確認できた**。今後、**急性期の脳卒中患者を対象に、介護・リハビリテーションを援助する運動支援RTを設計してゆく上で、知覚への影響を抑えながら関節を駆動する方策が導出されたことの意義は非常に大きい**。

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 12 件
計 22 件	<p>[1] K.YASUDA, Y.SATO, N.IIMURA, <u>H.IWATA</u>, "Allocation of Attentional Resources toward a Secondary Cognitive Task Leads to Compromised Ankle Proprioceptive Performance in Healthy Young Adults," Rehabilitation Research and Practice, vol. 2014, Article ID 170304, 7 pages, 2014. doi:10.1155/2014/170304</p> <p>[2] K.YASUDA, Y.SATO, N.IIMURA, <u>H.IWATA</u>: "Novel supplementary tactile biofeedback system providing online center of foot pressure displacement for balance training rehabilitation: a preliminary study, " International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, vol.1, no.148, doi:10.4172/2329-9096.1000148, 2013</p> <p>[3] 菅野重樹, 岩田浩康, 菅岩泰亮, 「人間共存ロボット TWENDY-ONE によるコンプライアントマニピュレーション」, 日本ロボット学会誌, 日本ロボット学会, vol.31, no.4, pp.29-34, May., 2013</p> <p>[4] Z.TANG, S.SUGANO, <u>H.IWATA</u>: "Magnetic Resonance Compatible Hand Rehabilitation Robot, " Int. J. Mechatronics and Automation, Inderscience Enterprises Ltd., vol.3, no.2, pp. 132-140, Apr., 2013</p> <p>[5] M.KAMEZAKI, G. A. Dominguez, J.YANG, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO: "Development of a Tele-Operation Simulator Based on Virtual Reality Environment for Advanced Unmanned Construction," Proc. of 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2013), paper no.TP1-I.2, Kobe, Dec., 2013</p> <p>[6] M.KAMEZAKI, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO: "Practical Object-Grasp Estimation without Visual or Tactile Information for Heavy-Duty Work Machines," Proc. of IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS'13), pp.3210-3215, Tokyo, Nov., 2013</p> <p>[7] K.KOJIMA, T.SATO, A.SCHMITZ, H.ARIE, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO: "Sensor Prediction and Grasp stability Evaluation for In-Hand Manipulation," Proc. of IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS'13), pp.2479-2484, Tokyo, Nov., 2013</p> <p>[8] A.Rifqi, K.ITO, S.SUGANO, <u>H.IWATA</u>: "Internal Bleeding Detection based on Extraction of Low-brightness Areas around Organ Boundary, " Proc. of the 9th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS13), pp.54-55 (paper no.S2-02), Tokyo, Sep. 2013</p> <p>[9] M.KAMEZAKI, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO : "An Object Grasp Motion Model using Control Signal and Cylinder Pressure in Demolition Machines for Disaster Response Work", Proc. of the SICE Annual Conference 2013, paper no. 629, Nagoya, Sep.14-17, 2013</p> <p>[10] Z.TANG, S.SUGANO, <u>H.IWATA</u>: "An one DOF Finger Rehabilitation Device Driven by Ultrasonic Motor," Proc. of IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2013), paper no.ThAT2.5, Wollongong, Jul. 2013</p> <p>[11] Z.TANG, S.SUGANO, <u>H.IWATA</u>: "A Finger Exoskeleton for Rehabilitation and Brain Image Studies, " Proc. of IEEE Int. Conf. on Int. Conf. on Rehabilitation Robotics (ICORR2013), paper no.A20, Seattle, Jun. 2013</p> <p>[12] M.KAMEZAKI, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO: "Visualization of Comprehensive Work Tendency Using End-Point Frequency Map for Human-Operated Work Machines," Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA' 13), pp.752-757, Karlsruhe, May, 2013</p>
	(掲載済み一査読無し) 計 3 件
	<p>[13] 岩田浩康, 菅野重樹, 中村京太, 春成伸之, 森村尚登, 「FAST 感度向上のためのエコー画像処理に基づく内出血貯留域の抽出」, 日本救急医学会雑誌, vol.24, no.8 p.609, O96-5, 2013 年 8 月</p> <p>[14] 岩田浩康, 菅野重樹, 「低輝度領域と臓器境界線の画像識別に基づく内出血領域抽出手法」, 日本コンピュータ外科学会誌 第 22 回日本コンピュータ外科学会大会特集号, pp.94-95, vol.15, no.2, 2013 年 9 月</p> <p>[15] 原田達也, 大武美保子, 岩田浩康, 杉原知道, 山下淳, 岡田慧, 十倉征司, 金岡克弥, 栗田雄一, 山野辺夏樹, 鍋蔦厚太, 安藤健, 新妻実保子, 松下光太郎, 門田和雄 (日本ロボット学会次世代構想分科会), 「日本ロボット学会の次世代構想」, 日本ロボット学会誌, vol.30, no.10, pp.98-108, 2013 年</p>
	(未掲載一査読有り) 計 7 件
	<p>[16] M.KAMEZAKI, <u>H.IWATA</u>, S.SUGANO: "Time-Series Primitive Static States for Detailing Work State and Flow of Human-Operated Work Machine, " Advanced Robotics," The Robotics Society of Japan, 2014 (in press)</p>

	<p>[17] M.KAMEZAKI, H.IWATA, S.SUGANO: "An Adaptive Basic I/O Gain Tuning Method Based on Leveling Control Input Histogram for Human-Operated Machines," Proc. of IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS'14), Chicago, Sep., 2014 (in press)</p> <p>[18] H.IWATA, K.YASUDA: "Validation of Vibro-biofeedback Technology based Balance Training System in Healthy Adults," Proc. of 2014 Proc. of the SICE Annual Conference 2014, Sep. 2014 (in press)</p> <p>[19] J.YANG, M.KAMEZAKI, H.IWATA, S.SUGANO: "Analysis of Effective Environmental-Camera Images Using Virtual Environment for Advanced Unmanned Construction," Proc. of 2014 IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM'14), Besançon, France, Jul. 2014 (in press)</p> <p>[20] M.KAMEZAKI, J.YANG, H.IWATA, S.SUGANO: "An Autonomous Multi-Camera Control System Using Situation-Based Role Assignment for Tele-Operated Work Machines," Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA'14), Hong Kong, May 31st -Jun 5th, 2014 (in press)</p> <p>[21] 岩田浩康, 石川牧子, 「遠隔操作・自動走査が可能なエコー診断支援ロボット」, 未来型心血管エコーへの提案, 第25回日本心エコー学会学術集会抄録集, p.135, 2014年4月 (in press)</p> <p>[22] 安田和弘, 佐藤勇起, 貝吹奈緒美, 原島宏明, 新見昌央, 岩田浩康, 「脳卒中による重度深部覚障害例に対する体感型バイオフィードバック装置の使用経験ー足圧中心位置を振動呈示することで体性感覚情報を補完するヒューマン・マシン・インターフェースの開発ー」, 脳科学とリハビリテーション, 脳機能とリハビリテーション研究会, vol.14, pp.9-17, 2014 (in press)</p>
<p>会議発表</p> <p>計 34 件</p>	<p>専門家向け 計 22 件</p> <p>[1] 亀崎允啓, 楊俊傑, 岩田浩康, 菅野重樹, 「遠隔操作シミュレータを用いた無人化重機作業の時間効率性に関する基礎分析」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 3A3-1, 東京, 2013年12月</p> <p>[2] 柯強, 楊俊傑, 岩田浩康, 菅野重樹, 「移動型ロボットの段差乗り越えの基礎検討」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 2E1-4, 神戸, 2013年12月</p> <p>[3] 小島康平, 佐藤高志, 有江浩明, Alexander SCHMITZ, 岩田浩康, 菅野重樹, 「機械学習を用いた接触状態推定と評価に基づく操り動作計画法の提案」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 3H3-4, 神戸, 2013年12月</p> <p>[4] 岩田浩康, 佐藤勇起, 安田和弘, 「重心偏在を体性感覚で感知させる BF 型重心バランス訓練システムの開発」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 3F1-4, 神戸, 2013年12月</p> <p>[5] 岩田浩康, 安田和弘, 佐藤勇起, 「装着容易性と刺激識別性を両立可能な知覚共感ウェアの設計」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 3F1-5, 神戸, 2013年12月</p> <p>[6] アブドル リフキ ワリド, 菅野重樹, 岩田浩康, 「確率的パターンマッチングに基づく血流量計測のための血管分岐位置同定システム」, 第14回 SICE システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), paper no. 3F2-4, 神戸, 2013年12月</p> <p>[7] 岩田浩康, 岩見雅人, 金原秀行, 荻原直道, 中村美緒, 二瓶美里: パネラー, 【特別企画 大討論会】「バイオメカニズムでキャッチする!! えっ! 何を?—異分野交流からの創発に向けて—」, オーガナイザー: 持丸正明, 木塚朝博, 井上剛伸, 廣瀬秀行, 第34回バイオメカニズム学術講演会予稿集, pp.1-2, 埼玉, 2013年11月</p> <p>[8] 岩田浩康, 菅野重樹, 「療法士・片麻痺者間で接地感覚を共有可能な知覚共感ウェアの設計」, 第34回バイオメカニズム学術講演会予稿集, pp.47-48(B1-1-1), 埼玉, 2013年11月</p> <p>[9] 岩田浩康, 菅野重樹, 中村京太, 春成伸之, 森村尚登, 「FAST 感度向上のためのエコー画像処理に基づく内出血貯留域の抽出」, 第41回日本救急医学会総会・学術集会, pp.609, O96-5, 東京, 2013年10月</p> <p>[10] 佐藤高志, 小島康平, 有江浩明, Alexander SCHMITZ, 岩田浩康, 菅野重樹, 「統計解析による対象物サイズに非依存な操り安定性評価指標の選定手法の提案」, 第31回日本ロボット学会学術講演会論文集 (RSJ'13), paper no. 3G1-3, 東京, 2013年9月</p> <p>[11] 野久陽介, 高橋城志, 藤倉理詠, 小島康平, Alexander SCHMITZ, 岩田浩康, 菅野重樹, 「受動柔軟ハンドの操りにおける誤差許容性の高い姿勢経路による把持力安定化」, 第31回日本ロボット学会学術講演会論文集 (RSJ'13), paper no. 3G3-7, 東京, 2013年9月</p> <p>[12] 亀崎允啓, 橋本諭, 岩田浩康, 菅野重樹, 「負荷変化率を用いた操作入力の無効化による双腕引き剥がし作業の安全性向上」, 第31回日本ロボット学会学術講演会論文集 (RSJ'13), paper no. 1H3-7, 東京, 2013年9月</p> <p>[13] 岩田浩康, 菅野重樹, 「自己受容覚・逆モデルの個別更新を可能とする運動学習手法の評価」, 第23回バイオメカニズム・シンポジウム予稿集, バイオメカニズム学会, pp.281-290, 京都, 2013年7月</p> <p>[14] H.IWATA, "Emergency Medicine Assistive Robot Technology for Non-Invasive Bleeding Search," Minisymposium on Robot Technology for Advanced Medicine and Healthcare, IEEE Int. Annual Conf. on Engineering in Medicine and Biology (EMBC2013), Osaka University, Jul. 7th, 2013</p> <p>[15] Y.SATO, K.YASUDA, N.IIMURA, H.IWATA: "Effects of Vibrotactile-biofeedback Device on Postural</p>

	<p>Stability Without Visual Information in Healthy Young Adults, " Proc. of the 17th Annual Meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC17), p.105 (paper no.P1-079), San Diego, Jul. 2013</p> <p>[16] K.YASUDA, Y.SATO, N.IIMURA, H.IWATA: "Dual-task effect on proprioceptive position-matching task by young healthy adults, " Proc. of the 21st Int. Conf. of Int. Society for Posture & Gait Research, paper no. P3-N-234, pp.20-21, Akita, Jun. 2013</p> <p>[17] Y.SATO, K.YASUDA, N.IIMURA, H.IWATA: "Undershooting of target angles in a joint position matching task derives from passive movement in the position memory phase, " Proc. of the 21st Int. Conf. of Int. Society for Posture & Gait Research, paper no. P4-B-52, pp.20-21, Akita, Jun. 2013</p> <p>[18] 亀崎允啓, 石井孝洋, 岩田浩康, 菅野重樹, 「操作型作業機械の知能化に関する研究 ～第10報: 手先の外力・移動方向を用いた物体把持推定の高精度化～」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 論文集 (Robomec'13), paper no. 1A1-Q10, 2013 年 5 月</p> <p>[19] 岩田浩康, 飯村直之, 佐藤勇起, 安田和弘, 菅野重樹, 「触覚バイオフィードバックに基づくリハビリ歩行支援システム ～第10報: 知覚共感ウェアの提案～」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 論文集 (Robomec'13), paper no. 1A2-D05, 2013 年 5 月</p> <p>[20] 伊藤慶一郎, 菅野重樹, 岩田浩康, 「内出血貯留箇所探索に基づく救急診断支援システムに関する研究」, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会(SCI'13), paper no. 126-2, 2013 年 5 月</p> <p>[21] 高橋城志, 尾形哲也, 岩田浩康, 菅野重樹, 「全探索と人間のアフォーダンスとの定量的差異の検証」, 日本赤ちゃん学会, 第13回学術集会, P-43, 福岡, 2013 年 5 月</p> <p>[22] 安田和弘, 佐藤勇起, 飯村直之, 岩田浩康, 「足圧中心位置の振動刺激によるバイオフィードバックはヒト空間定能力を向上させか?」, 第20回脳機能とリハビリテーション研究会抄録集, p.6, Apr. 21st, タワーホール船堀, 千葉, 2013 年 4 月</p> <p>一般向け 計 12 件</p> <p>[1] 岩田浩康, パネラー, パネルディスカッション 「若手・女性研究者が輝く 2030 年」, NEXT 研究者の代表として岩田が手掛ける研究紹介に加え 2030 年に拓かれるべきロボット研究を大胆に予測, FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」へのシナリオ, 日本学術振興会(早稲田総研イニシアティブ), ベルサール新宿グラウンド, 2014 年 2 月 28 日</p> <p>[2] 岩田浩康, 石川牧子, 遠隔操作による超音波診断ロボット, 「ロボット実証実験実施結果報告会 2」, かながわロボットミーティング, 神奈川県, 厚木商工会議所, 2014 年 2 月 28 日</p> <p>[3] 岩田浩康, 「日本ロボット学会の将来構想分科会からの提言～学会誌, 査読, 学術講演会, 権威化～」, パネラー, パネルディスカッション: スペシャルセッション『日本ロボット学会の次世代構想』, 第30回日本ロボット学会学術講演会, 札幌コンベンションセンター, 2013 年 9 月 20 日</p> <p>[4] 岩田浩康, 「人を幸せにするロボットの在り方とは?」, 早稲田大学オープンカレッジ「最新! 早稲田のロボット学」, 早稲田大学エクステンションセンター早稲田校, 東京, 2013 年 8 月 6 日</p> <p>[5] 岩田浩康, 「世界初! 救急救命ロボット(その 2)」, 早稲田大学オープンキャンパス 模擬講義, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 東京, 2013 年 8 月 4 日</p> <p>[6] 岩田浩康, 「人と共生するロボット開発最前線(その 2)」, 早稲田大学オープンキャンパス 模擬講義, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 東京, 2013 年 8 月 4 日</p> <p>[7] 岩田浩康, 「世界初! 救急救命ロボット(その 1)」, 早稲田大学オープンキャンパス 模擬講義, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 東京, 2013 年 8 月 3 日</p> <p>[8] 岩田浩康, 「人と共生するロボット開発最前線(その 1)」, 早稲田大学オープンキャンパス 模擬講義, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 東京, 2013 年 8 月 3 日</p> <p>[9] 岩田浩康, 「最先端研究: リハビリ支援ロボット」, 早稲田大学オープンカレッジ「最新! 早稲田のロボット学」, 早稲田大学エクステンションセンター早稲田校, 東京, 2013 年 7 月 30 日</p> <p>[10] 岩田浩康, 「世界初の試み: 救急救命支援ロボット」, 早稲田大学オープンカレッジ「最新! 早稲田のロボット学」, 早稲田大学エクステンションセンター早稲田校, 東京, 2013 年 7 月 23 日</p> <p>[11] 岩田浩康, 「モバイル端末で操作可能な超音波診断ロボットの実用化に向けて」, テクノトランスファー-in かわさき 技術提供セミナー, 神奈川サイエンスパーク, 東京, 2013 年 7 月 10 日</p> <p>[12] 岩田浩康, 「人の巧みさに迫る ～ロボットハンドの開発～」, 早稲田大学オープンカレッジ「最新! 早稲田のロボット学」, 早稲田大学エクステンションセンター早稲田校, 東京, 2013 年 7 月 9 日</p>
<p>図 書</p> <p>計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p>	<p>(取得済み) 計 1 件</p> <p>[1] 特許第 5166836, 「ロボット装置」, 平 25.5.31, 学校法人早稲田大学, 株式会社トヨタ自動車 (発明者: 市川 健太郎, 菅野 重樹, 岩本 国大, 菅岩 泰亮, 岩田 浩康), 国内</p>

様式19 別紙1

<p>計2件</p>	<p>(出願済) 計1件</p> <p>[2] 特願 2013-241895, “運動支援システム及び運動支援プログラム”, 平 25.11.22, 学校法人早稲田大学 (発明者: 岩田浩康), 東京都立産業技術研究センター (発明者: 後濱龍太), 国内</p> <p>(特許出願予定:準備中) 計1件</p> <p>[3] “注意再獲得支援システム、訓練用画像生成装置及びそのプログラム”, 学校法人早稲田大学 (発明者: 岩田浩康), 東京都立産業技術研究センター (発明者: 後濱龍太), 国内</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>[1] 岩田浩康, 最先端・次世代研究開発支援プログラム http://www.jubi-party.jp/</p> <p>[2] 早稲田大学 高等研究所, 研究員/岩田浩康 http://www.waseda.jp/wias/researchers/monthly/spot_h_iwata.html</p> <p>[3] 早稲田大学 研究者データベース, 教員氏名/岩田浩康 https://www.wnp7.waseda.jp/Rdb/app/ip/ipi0211.html?lang_kbn=0&kensaku_no=3422</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>(主な国民との科学・技術対話活動) 計13件</p> <p>イノベーションジャパンやテクノトランスファーin かわさき, BioJapan などイノベーション系展示会におけるブース出展をはじめ, 高校生や親御さんを対象とした進学説明会やオープンキャンパス, シニアを対象とした生涯学習センターでの先端ロボット技術に関する複数回の集中講義など, 一般人から技術者に至るまで広く研究内容を知って頂くよう精力的に理解増進活動を展開した. 超音波診断ロボットの開発研究に関しては, 神奈川県産業振興課より, 公募型「ロボット実証実験支援事業」に採択して頂き, 新規開発したロボットの初公開の場を提供して頂いた. その結果, NHK や日本経済新聞社などのメディアを通じて, 翌日には最新の成果がテレビでお茶の間に放映されるという新たな技術発信のスタイルを構築できた. また, 最先端・次世代研究開発支援プログラムの研究内容や研究成果を掲載する専用のホームページを2011年度に立ち上げ, 業績リストやポストドク公募情報等の周知を2013年度も継続した結果, 既知・未知/一般人・研究者を問わず, 数千人の方々に訪れて頂き, 研究活動への興味や理解増進を図ることに成功した.</p> <p>具体的な国民との科学・技術対話に関する活動状況を以下に示す.</p> <p>[1] パラメディカル勉強会, 「高背屈性とロッカー機能を両立した下垂足抑制 RT」, 参加者 15 名, 秋葉病院, 2014 年 3 月 18 日</p> <p>[2] ロボット実証実験公開デモ, 「遠隔操作による超音波診断ロボット」, 黒岩知事によるブース視察および5分程度の説明+ディスカッション+メディア取材, 参加者 200 名, 神奈川県産業技術センター, 2014 年 3 月 3 日</p> <p>[3] ロボット実証実験, 「遠隔操作による超音波診断ロボット」, NHK・日本経済新聞社からの取材, 参加者 25 名, 神奈川県産業技術センター, 2014 年 1 月 29 日</p> <p>[4] ブース出展, 「片麻痺リハにおける Patient-in-loop 治療のための知覚共感ウェア」, システム・コントロール・フェア 2013 (SCF2013), 参加者 47,529 名, 東京ビッグサイト, 2013 年 11 月 6 ~8 日</p> <p>[5] ブース出展, 「モバイル端末による遠隔操作が可能な超音波診断ロボット」, 国際ロボット展 (iREX), 神奈川県産業振興課の出展ブース, 参加者 103,804 名, 東京ビッグサイト, 2013 年 11 月 8 日</p> <p>[6] ブース出展, 「非侵襲に内出血の抽出が可能なモバイル端末操作型エコー遠隔診断ロボット」, BioJapan 2013 World Business Forum, 参加者 12,487 名, パシフィコ横浜, 2013 年 10 月 9 ~11 日</p> <p>[7] ブース出展, 「仮想と現実のフュージョン ~AR を体験しよう! ~」, 大学進学フェスタ 2013, 神奈川新聞社・中萬学院, 参加者 6,078 名, パシフィコ横浜, 神奈川, 2013 年 9 月 23 日</p> <p>[8] ブース出展, 「ブラシが走り出す? ~お掃除もできるデコロボを作ってみよう~」, 大学進学フェスタ 2013, 神奈川新聞社・中萬学院, 参加者 6,078 名, パシフィコ横浜, 神奈川, 2013 年 9 月 23 日</p> <p>[9] ブース出展, 「ビジュアルいりゅ〜じょん ~あなたは本当に「見えて」いる? ~」, 大学進学フェスタ 2013, 神奈川新聞社・中萬学院, 参加者 6,078 名, パシフィコ横浜, 神奈川, 2013 年 9 月 23 日</p>

様式19 別紙1

	<p>[10] ブース出展,「20分で卓上の電子オルガンが 作れちゃう?!」, 大学進学フェスタ 2013, 神奈川新聞社・中萬学院, 参加者 6,078名, パシフィコ横浜, 神奈川, 2013年9月23日</p> <p>[11] ブース出展,「転倒予防のための重心バランス・トレーニング・システム」, 医療分野「W-23」, イノベーションジャパン 2013-大学見本市, 内閣府・JST・NEDO, 参加者 21,010名, 東京国際フォーラム, 2013年8月29日~30日</p> <p>[12] ブース出展,「救急救命ロボット」, 早稲田大学 オープンキャンパス, 早稲田大学 理工学術院, 参加者 10,957名, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 東京, 2013年8月3日~4日</p> <p>[13] ブース出展,「モバイル端末で操作可能な超音波遠隔診断ロボットの実用化に向けて」, 岩田浩康研究室, テクノトランスファーin かわさき, 神奈川サイエンスパーク, 参加者 1,000名, 東京, 2013年7月10日</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計8件</p>	<p>(新聞・一般雑誌への掲載) 計7件</p> <p>[1] 岩田浩康,「超音波診断ロボットの遠隔操作実験を実施」, 大学の今を知る News Report, CAMPUS NOW 2014 早春号, 早稲田大学, no.210, p.4, 2014年3月</p> <p>[2] 岩田浩康,「物理的な距離を越えた治療ができる未来を目指して」, Special Report~人とロボットの幸せな未来へ~, CAMPUS NOW2014 新年号, 早稲田大学, no.209, p.11, 2014年1月</p> <p>[3] 岩田浩康,「ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013 報告 企業展示」, ヒューマンインタフェース学会誌, ヒューマンインタフェース学会, vol.15, no.4, p.348, 2013年11月</p> <p>[4] 岩田浩康,「次世代医療に生かす各分野の先端技術 ロボット工学」, Special Edition Part2, 早稲田理工 PLUS2014, 朝日新聞出版, no.209, pp.18-19, 2014年3月</p> <p>[5] 日経産業新聞,「遠隔地から胎児診断. 早大、超音波検査ロボ試作」, 10面, 離れた病院から妊婦の胎児の様子を検査可能な遠隔操作ロボットを試作したことが紹介, 日経産業新聞, 2014年2月4日</p> <p>[6] 日経産業新聞,「体の重心バランス訓練. 早大が装置、リハビリに. 偏ると振動で伝達」, 10ページ (746文字, 提供写真2枚掲載), 重心バランスを鍛えるウェアラブル装置 (腰部ベルトに内蔵されたモータの振動位置で重心の偏在方向がわかり, 良いバランスとなる身体感覚が身につく) が写真つきで紹介, 日経産業新聞, 2013年9月10日</p> <p>[7] 日経産業新聞,「足感覚まひ患者のリハビリ. 正しい歩き方, 装置で共有」, 11ページ (808文字, 提供写真2枚掲載), 脳卒中患者の麻痺足の接地状態を療法士と患者が同一モダリティ (背部への分布型振動刺激 (6箇所)) 共有可能な知覚共感ウェアが写真つきで紹介, 2013年8月29日</p> <p>(Web 配信による紹介) 計1件</p> <p>[8] マイナビニュースのホームページ,「早大、妊婦用「超音波診断ロボット」の実証実験を実施」, 「超音波診断ロボット」(画像)を利用し, 遠隔地からの妊婦への超音波診断を想定した実証実験を1月29日に実施したことを紹介, 2014年2月6日配信 http://news.mynavi.jp/news/2014/02/06/100/</p>
<p>その他 計7件</p>	<p>(受賞) 計1件</p> <p>[1] 『ベストプレゼンテーション表彰』, 岩田浩康, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会(ROBOMECH2013), 2013年5月 (「触覚バイオフィードバックに基づくリハビリ歩行支援システム ~第10報: 知覚共感ウェアの提案~」)</p> <p>(テレビによる紹介) 計3件</p> <p>[1] NHK, おはよう日本,「ロボットを遠隔操作し妊婦を超音波検査」, 離れたところで操作しながら超音波で妊婦への検査を行うロボットの実証実験が1月29日に神奈川県海老名市で行われましたことが紹介され, 岩田がロボットの仕組みと未来医療の展開について語っているシーンが放映, 7:57~7:58 (1分間), 2014年1月30日</p> <p>[2] テレビ朝日,【ヨシズミアカデミ】コーナー, モーニングバード,「命を救える可能性を高める“最新医療支援システム”」,『搬送中から処置をスタートできる救急大けが発見器』として紹介され, 岩田がその仕組みや最新搭載機能について語っているシーンが放映, 9:30~9:32 (2分間), 2013年12月23日</p> <p>[3] テレビ東京,【トれたま】コーナー, ワールド・ビジネス・サテライト,「ベルトを巻いてバランストレーニング」, 重心バランスを鍛えるウェアラブル装置が紹介され, 岩田がその仕</p>

様式19 別紙1

	<p>組みや応用展開について語っているシーンおよびキャスターが装置でバランス訓練をしているシーンが放映, 23:30~23:33 (3分間), 2013年9月19日</p> <p>(Web配信による紹介) 計3件</p> <p>[1] 神奈川県ホームページ, 「遠隔操作による超音波診断ロボット(早稲田大学)」, 国から地域活性化総合特区「さがみロボット産業特区 ーロボットで支える県民のいのちー」として指定を受けている神奈川県による公募型『ロボット実証実験支援事業』に採択され, その成果報告の様子が紹介, 2014年3月31日配信中</p> <p>http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f430080/p781890.html</p> <p>[2] 早稲田大学ホームページ, 「遠隔地から妊婦を超音波診断, 理工・岩田准教授, 医療分野のロボット実証実験を実施」, 神奈川県産業技術センターと神奈川県立こども医療センターとを通信でつなぎ, ロボットの遠隔操作を実施するデモの様子が紹介, 2014年3月31日配信中</p> <p>http://www.waseda.jp/jp/news13/140205_robopoe.html</p> <p>[3] イノベーションジャパン 2013ー大学見本市, 岩田研より出展した『医療分野「W-23」: 転倒予防のための重心バランス・トレーニング・システム』に関して技術の概要や展示の見どころが紹介, 2014年3月31日配信中</p> <p>http://www.jst.go.jp/tt/fair/ij2013/exhibitors_page/en10561.html</p>
--	---

4. その他特記事項

● 学会・研究会における役職

- 2014年3月~2014年3月, 代議員, ロボティクス・メカトロニクス部門, 日本機械学会
- 2013年4月~2014年3月, 将来構想分科会委員, 日本ロボット学会
- 2013年4月~2014年3月, 評議委員会委員, 日本コンピュータ外科学会
- 2013年4月~2014年3月, 表彰委員会委員, 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門
- 2013年4月~2014年3月, 幹事, 医工融合システム部会, 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門
- 2013年4月~2014年3月, 幹事, バイオメカニクス学会
- 2013年4月~2014年3月, コーディネータ, 医工連携コーディネータ協議会
- 2013年4月~2014年3月, 日本ロボット学会査読小委員会委員, 日本ロボット学会
- 2013年4月~2014年3月, 日本ロボット学会会誌編集委員会委員, 日本ロボット学会
- 2013年6月~2014年2月, 災害対応ロボットプロジェクト委員, 産業競争力懇談会(COCN)

● 学会における座長等

- 2013年11月~2014年3月, プログラム委員会委員・OSコーディネータ(OS:人間機械協調), 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門学術講演会 (Robomec2014)
- 2013年12月, 座長(計2セッション, OS:実学としての医工融合研究と医工ものづくりシステム, OS:ヒューマノイドロボット) 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013
- 2013年4月~2013年11月, Program PaperPlaza Management Chair, IEEE-RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS2013)
- 2013年4月~2013年9月, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 展示委員長
- 2013年11月~2013年9月, 実行委員, 第22回日本コンピュータ外科学会大会
- 2013年4月~2013年9月, Publicity Chair, Asian Conf. on Computer Aided Surgery (ACCAS2013)
- 2013年9月, Session Chair, Asian Conf. on Computer Aided Surgery (ACCAS2013)
- 2013年4月~ 2013年7月, Program Co-Chair, IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2013)
- 2013年4月~2013年7月, Associate Editor, IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2013)
- 2013年6月~ 12月, プログラム委員会委員・OSオーガナイザ(OS:実学としての医工融合研究と医工ものづくりシステム, OS:ヒューマノイドロボット), 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013
- 2013年7月, 座長, バイオメカニクス・シンポジウム 2013
- 2013年7月, 座長, 早稲田大学情報・機械系融合ワークショップ GCOE 報告会, 早稲田大学 グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター
- 2013年4月~5月, プログラム委員会委員・OSコーディネータ(OS:人間機械協調), 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門学術講演会 (Robomec2013)

実施状況報告書（平成25年度） 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況（累計）

（単位：円）

	①交付決定額	②既受領額 （前年度迄の 累計）	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③) 未受領額	既返還額（前 年度迄の累 計）
直接経費	124,000,000	92,719,000	31,281,000	0	0
間接経費	37,200,000	27,815,700	9,384,300	0	0
合計	161,200,000	120,534,700	40,665,300	0	0

2. 当該年度の収支状況

（単位：円）

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 （未収利息を 除く）	④(=①+②+ ③) 当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④- ⑤) 当該年度 未執行額	当該年度返還 額
直接経費	32,467,752	31,281,000	0	63,748,752	63,695,592	53,160	0
間接経費	2,289,981	9,384,300	0	11,674,281	11,674,281	0	0
合計	34,757,733	40,665,300	0	75,423,033	75,369,873	53,160	0

3. 当該年度の執行額内訳

（単位：円）

	金額	備考
物品費	20,925,173	PC用変換アダプタ、他
旅費	7,939,349	研究成果発表学会旅費、研究出張費等
謝金・人件費等	22,390,517	研究助手、研究補助者賃金、被験者謝金等
その他	12,440,553	学会・講演会参加費、装置使用・設置料等
直接経費計	63,695,592	
間接経費計	11,674,281	
合計	75,369,873	

4. 当該年度の主な購入物品（1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの）

物品名	仕様・型・性 能等	数量	単価 （単位：円）	金額 （単位：円）	納入 年月日	設置研究機関 名
足底圧分布計測シ ステム一式	P-WALK-2M	1	2,604,000	2,604,000	2013/4/30	早稲田大学
バランスシステム	DELL Latitude10、Wii Fit、振動ヘルム、無線ト ンガール	1	2,713,095	2,713,095	2013/6/25	早稲田大学
ピエゾステージ・ ドライバ装置一式	SSL-Z100NB、 MS-2503	1	546,000	546,000	2013/12/13	早稲田大学
胎児超音波ファン トム	S P A C E F A N - S T	1	606,900	606,900	2013/12/18	早稲田大学
視線計測装置	Tobii X2-607°ロ フェッショナルパッケージ	1	2,730,000	2,730,000	2014/1/15	早稲田大学
超音波検診ロボッ ト	SEEDイッシキ 3032085	1	3,465,000	3,465,000	2014/2/24	早稲田大学
重心訓練システム	振動呈示用ベル ト一個	1	525,000	525,000	2014/3/7	早稲田大学
知覚共感ウェア複 製費用	共感ウェア一着、 インソール左右一枚 ずつ	1	1,260,000	1,260,000	2014/3/7	早稲田大学