

様式6（第15条第1項関係）（採択年度＝平成26年度以降）

平成28年 4月 7日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿	研究機関の設置者の 所在地	〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町	
	研究機関の設置者の 名称	国立大学法人名古屋大学	
	代表者の職名・氏名	総長 松尾 清一 (記名押印)	
	代表研究機関名 及び機関コード	名古屋大学	13901

平成27年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金  
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	S2703	補助事業の 完了日	平成28年 3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	整形外科学 (8306)
補助事業名（採択年度） 修復不能上肢障害に対する人工知能を活用するサイボーグ医療 開発の国際拠点形成（平成27年度）				補助金支出額（別紙のとおり） 23,290,681 円	

代表研究機関以外の協力機関  
理化学研究所、愛知医科大学

海外の連携機関  
ミシガン大学形成外科 フランス国立情報学自動制御研究所

1. 事業実施主体

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野
主担当研究者 ヒラタ ヒトシ 平田 仁	名古屋大学	大学院医学系研究科	教授	手の外科
担当研究者 クリモト シゲル 栗本 秀	名古屋大学	大学院医学系研究科	特任講師	手の外科
ニシヅカ タカノブ 西塚 隆伸	名古屋大学	大学院医学系研究科	特任講師	手の外科
オカダ ヨウヘイ 岡田 洋平	愛知医科大学	医学部	准教授	内科学講座（神経内科）
ハセガワ ケスヒサ 長谷川 泰久	名古屋大学	大学院工学研究科	教授	ロボット工学
シモダ シンゴ 下田 真吾	理化学研究所	知能行動制御連携ユニット	ユニットリーダー	知能行動制御
計6名				

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先（電話番号、e-mailアドレス）
シモワダ トモヤス 下和田 智康	研究協力部研究支援課外部資金係	Tel: 052-747-6482 E-Mail: ken-jsps@adm.nagoya-u.ac.jp

## 2. 本年度の実績概要

平成27年度は本邦と米国における四肢切断者疫学研究と患者レジストリーの構築、及び人工知能を活用した能動義手の技術移転と現地ニーズを取り込んだ機器の改良を実施する事となっていた。

### 1. 疫学研究（指導 Kevin Chung、担当山本、西塚）

米国では切断患者のレジストリーとビッグデータ解析に関する取り組みが始まっており、指レベルの切断に関してはFRANCHISE Studyとして多施設共同研究がスタートしており、Dr. Kaur (Senior Research Associate, Research and scientific affairs American Society of Plastic Surgeons)がリーダーとなって患者レジストリーがスタートしている。西塚はKaurと密に連携して日本でもFRANCHISE Study in Japanを設立し、名古屋大学、市立奈良病院、清恵会病院、聖隷浜松病院、男山病院奈良県立医科大学が参加して現在切断患者レジストリーの整備が進められている。手関節より近位での**major amputation**に対する疫学研究はKevin Chungの指導のもの山本が取り組みを始めている。**major amputation**は新規発生患者数が限られるため患者取り扱い数の多い3施設（兵庫県立リハビリテーション中央病院、中部労災病院、国立身体障害者リハビリテーション病院）に参加を要請し、患者レジストリーの構築を準備している。国内では厚生労働省労働局にも支援を依頼し、現在厚生労働省により保存されている患者ビッグデータの利用に関する協議を進めている。国内での患者レジストリー体制の整備に時間を要しており、当初平成28年1月としていた山本の派遣時期が遅れているが、米国での**major amputation**に対するレジストリーの具体的な検討を昨年11月よりインターネット会議を繰り返し、また本年2月には平田、山本がミシガン大学を訪問してKevin Chungと具体的な協議を行った。本年3月より山本が渡米し、本格的な研究に着手する。

### 2. 医療ニーズに応じたtacit learningに基づく能動義手の開発（指導：下田、林部 担当：柴田、竹内、栗本）

柴田が本年1月より米国派遣予定であったが、家族の不慮の事故に伴い派遣を取りやめる必要が生じた。このためフランス国立情報学情報制御研究所より林部が名古屋大学に本年1月から2月に亘り滞在し、本邦で技術開発を実施した。人工知能 tacit learning は従来前腕回旋制御に用いてきたが、人工知能により制御する運動自由度を大幅に高めるため artificial neural network の活用に関して検討を行った。その結果、複数関節の運動制御プログラムを選択的に活用できる技術が確立されつつある。また、3月初旬には平田、長谷川、竹内がミシガン大学を訪問し、Paul Cederna と協議を行って技術移転の具体的な進め方を取り決めており、3月中旬よりは竹内が渡米して実際の技術移転を開始する。

### 3. サイborg技術の核となるインターフェースの開発（指導：Paul Cederna, 長谷川, 岡田 担当竹内ほか）

末梢神経と人工知能とのインターフェースに関する開発は日米が平行して現在実施している。本邦では平田研の中野が名古屋大学で異所性神経節形成に関する技術開発を行っており、末梢神経内に運動ニューロンを生着させ、機能的電気刺激により骨格筋の運動制御を行う技術をほぼ完了した。また、平田研の新海愛知医科大学で岡田の指導の下に human iPS 細胞より分化誘導した運動ニューロンを用いて中野の方法により異所性神経節形成を誘導する事に既に成功しており、3月からはミニ豚を用いた実証実験を開始する。電極の開発も長谷川研の中島、竹内によりマイクロナノテクノロジーを駆使した微小電極の開発が進んでおり、竹内は Paul Cederna とも協議をして本年3月からはミシガン大学で同技術を用いた電極開発を米国の研究者と推進する事となっている。

### 3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

#### 1. 疫学研究の進捗状況

本年度の実績概要に詳述したように当初計画通りに順調に進行している。手指切断に関する患者レジストリーである FRANCHISE study では患者データの収集作業が既にはじまっている。major amputation に関しては現時点では患者登録まで進めていないが、参加3施設では広域から患者が集積しており、今後倫理委員会の承認が得られれば急速にデータが収集できるものと期待している。national big data を用いる解析に関しては厚生労働省労働局と提供可能なデータセットに関して協議中であり、次年度大きく展開できる状況が整いつつある。

#### 2. 人工知能 tacit learning の開発と技術移転

本年度の実績概要に詳述したように、技術開発は順調に進行しており、ユーザーの脳機能への影響に関しても本年2月末に NIRS 脳機能改正装置が名古屋大学に整備され、これを用いた検討が既に始まった。サイボーグ医療においては負荷パーツの internalization がもっとも重要な技術要素であり、これによりユーザーは違和感なくスムーズに負荷パーツを操作できるようになる。次年度は従来よりも人工知能により制御される運動自由度を高めた状況に対応できる技術の開発が進むものと期待している。

#### 3. インターフェース開発

中島、竹内らの開発した微小電極の埋植試験は既に平田研で中野が取り組んでいる。中野が開発した異所性神経節を開発した微小電極を介して刺激する試みが続いており、短期評価では有用性を確認できている。竹内が渡米し、Paul Cederna と合流した後には日米合同での開発が予定されており、Cederna 研が霊長類を用いたインターフェースの評価技術を確立している事から、今後人体への適用を目指したインターフェースの開発が急速に進むものと期待している。異所性神経節誘導に関する技術開発に関しては岡田研を中心に human iPS 細胞による誘導実験が3月開始予定となっており、次年度には tacit learning を介した動作制御を試みる事が可能と考えている。

#### 4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

##### ①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。</li> <li>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</li> <li>・著者名について、主著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。</li> <li>・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。</li> </ul>	
1	<u>Nishizuka T*</u> , Shauver MJ, Zhong L, Chung KC, <u>Hirata H</u> . A Comparative Study of Attitudes Regarding Digit Replantation in the United States and Japan. <i>J Hand Surg Am</i> . 2015 Aug;40(8):1646-1656.
2	Hara T*, <u>Nishizuka T</u> , <u>Yamamoto M</u> , <u>Iwatsuki K</u> , Natsume T, <u>Hirata H</u> . Teletriage for patients with traumatic finger injury directing emergency medical transportation services to appropriate hospitals: A pilot project in Nagoya City, Japan. <i>Injury</i> . 2015 Mar 3. pii: S0020-1383(15)00109-6.
3	Shimojo D*, Onodera K, Doi-Torii Y, Ishihara Y, Hattori C, Miwa Y, Tanaka S, Okada R, Ohyama M, Shoji M, Nakanishi A, Doyu M, Okano H, <b>Okada Y</b> . Rapid, efficient, and simple motor neuron differentiation from human pluripotent stem cells. <i>Mol Brain</i> . 8(1):79. 2015
4	<u>Fady Alnajjar*</u> , Matti Itkonen, Vincent Berenz, Maxime Tournier, Chikara Nagai and <u>Shingo Shimoda</u> , “Sensory Synergy as Environmental Input Integration”, <i>Front. Neurosci.</i> , Vol. 8, Article 436, 2015
5	<u>Kurimoto S*</u> , Jung J, Tapadia M, Lengfeld J, Agalliu D, Waterman M, Mozaffar T, Gupta R. Activation of the Wnt/ $\beta$ -catenin signaling cascade after traumatic nerve injury. <i>Neuroscience</i> . 2015 May 21;294:101-8

##### ②学会等における発表

発表題名 等	
<p>（発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、主たる発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。</li> <li>・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。</li> <li>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</li> <li>・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付してください。</li> </ul>	
1	<u>西塚 隆伸*</u> , <u>山本美知郎</u> , <u>岩月克之</u> , <u>平田仁</u> . 指切断時の decision making における医師・患者の優先事項の違い. 第58回日本手外科学会学術集会, 2015. 東京
2	<u>西塚 隆伸*</u> , <u>山本美知郎</u> , <u>岩月克之</u> , <u>平田仁</u> . 指切断損傷に対する日米手外科医における再接着嗜好性の比較. 第125回中部日本整形外科災害外科学会, 2015. 名古屋
3	中野智則*, <u>栗本秀</u> , <u>石井久雄</u> , <u>新海宏明</u> , <u>平田仁</u> . 「遊離神経片内に移植したmotoneuronは中枢神経系類似環境を構築し支配神経として機能する」第30回日本整形外科学会基礎学術集会、2015、富山
4	中野智則*, <u>栗本秀</u> , <u>加藤宗一</u> , <u>新海宏明</u> , <u>平田仁</u> . 「遊離神経片内へ移植したmotoneuronを新たな支配神経とする脱神経筋再建」第58回日本手外科学会学術集会、2015、東京

5	Tomonori Nakano*, <u>Shigeru Kurimoto</u> , <u>Hisao Ishii</u> , <u>Katsuyuki Iwatsuki</u> , <u>Hitoshi Hirata</u> . 「The function reconstruction of denervated muscle by reinnervation from an artificial ganglion」 70th ASSH、2015、Seattle
6	中野智則*、栗本秀、杉浦知花、 <u>新海宏明</u> 、 <u>平田仁</u> 。「遊離神経片内へ移植した motoneuron を新たな支配神経とする運動機能再建法」第14回日本再生医療学会総会、2015、横浜
7	末梢神経内への運動ニューロン移植による運動機能再建。栗本 秀* 中野 智則 加藤 宗一 <u>新海 宏明</u> <u>岩月 克之</u> <u>山本 美知郎</u> <u>平田 仁</u> 。第5回細胞再生医療研究 2015/7/26 神戸
8	末梢神経内への運動ニューロン移植による運動機能再建。栗本 秀* 中野 智則 加藤 宗一 <u>新海 宏明</u> <u>岩月 克之</u> <u>山本 美知郎</u> 石黒 直樹 <u>平田 仁</u> 。第88回日本整形外科学術総会 2015/5/24 神戸
9	神経損傷による神経筋接合部の変性を防ぐために-Wnt/ $\beta$ カテニン経路の検討。栗本秀* <u>岩月克之</u> <u>山本美知郎</u> Ranjan Gupta <u>平田 仁</u> 。第58回日本手外科学会学術集会 2015/4/16 東京
10	<u>岡田洋平</u> *、iPS細胞を用いた神経再生と神経疾患研究、SBMAの会 第3回医療セミナー、名古屋、2015年5月16日
11	<u>S. Shimoda</u> *, A. Costa, G. Asin-Prieto, S. Okajima, E. Inaez, <u>Y. Hasegawa</u> , J. M. Azorin, J. L. Pons and J. C. Moreno, “Joint Stiffness Tuning of Exoskeleton Robot H2 by Tacit Learning”, International Workshop on Symbiotic Interaction, 2015
12	F. SK. Alnajjar *, M. Itkonen, C. Nagai and <u>S. Shimoda</u> , “Sensory Synergy: Modeling the Neural Dynamics of Environmental Feedback to the Central Nervous System”, 7th International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering, 2015
13	Masato Sano*, Masahiro Nakajima, <u>Masaru Takeuchi</u> , <u>Yasuhisa Hasegawa</u> , <u>Shigeru Kurimoto</u> , Tomonori Nakano, <u>Hiroaki Shinkai</u> , and <u>Hitoshi Hirata</u> . Title: Fabrication of micro flexible electrode to stimulate peripheral nerve for rodent model

## 5. 若手研究者の派遣実績（計画）

### 【海外派遣実績（計画）】

年度	平27年度	平28年度	平成29年度	合計
派遣人数	2 人	4 人 ( 2 人)	2 人 ( 1 人)	5 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名： 山本美知郎（講師）

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）  
 切断患者の疫学研究とそれに基づく患者ニーズの解析

（具体的な成果）

米国 FRANCHISE Study と連携し、FRANCHISE Study in Japan をスタートさせた。また、Kevin Chung 教授の指導を受け、国内主要 3 施設と共同で major amputation に対する疫学研究をスタートさせた。national big data を用いる解析に関しては米国での解析研究をスタートさせ、また、本邦の national big data の利用に関して厚生労働省労働局との協議を行った。日米比較研究の準備として国内での作業が今年度は大半となっているが、本年 3 月末より来年 3 月末まで派遣予定であり、この間に日米比較研究がスムーズに進められる準備を米国と密に連携しながら推進できた。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
ミシガン州・アメリカ、ミシガン大学、形成外科、Kevin Chung 教授	4 日	361 日	0 日	365 日

派遣者②の氏名・職名： 竹内 大（特任助教）

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）  
 インターフェース開発と tacit learning を活用する外骨格型上肢ロボットの開発

（具体的な成果）

マイクロナノテクノロジーを活用したインターフェース開発を推進した。当初 29 年度の派遣予定であったが、柴田が家族の病気により派遣を見合わせる事となり急遽派遣が決まった。3 月初旬にミシガン大学を訪問し、現地スタッフと密に共同開発計画を打ち合わせ、派遣は 3 月末からとなっているが、既にインターフェース開発は共同で進めており、順調に進んでいる。また、長谷川教授と研究を進めている上肢用外骨格型ロボットの開発も順調に進行しており、リハビリテーションでの活用を米国と検討しており、次年度に具体的な成果を期待できる状況になっている。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
ミシガン州・アメリカ、ミシガン大学、形成外科、Kevin Chung 教授	6 日	354 日	0 日	360 日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

## 6. 研究者の招へい実績（計画）

### 【招へい実績（計画）】

年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	合計
招へい人数	1 人	3 人 ( 1 人)	3 人 ( 3 人)	3 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

### 【本年度の招へい実績】

招へい者①の氏名・職名： 林部充宏（准教授）

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） 人工知能 tacit learning の機能高度化</p> <p>（具体的な成果） 本年1月から2月にかけて名古屋大学に滞在し，artificial neural network を用いた tacit learning の多機能化に取り組んだ。これにより過去に学習した運動制御プログラムを柔軟に引き出し，また、状況に応じて修正をする事が可能となり，制御の自由度が格段に高まった。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成27年度	平成28年度	平成29年度	
フランス国立情報学自動制御研究所、ロボット工学、フランス 平田仁（名古屋大学）、下田真吾（理化学研究所）	33 日	30 日	30 日	93 日

※本年度の招へい者毎に作成すること。

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画

--

※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。