

様式 6 (第 15 条第 1 項関係)

平成 30 年 4 月 4 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 29 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 30 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) 36,380 千円		
代表研究機関以外の協力機関 理化学研究所、東北大学、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、スペイン国立研究院、AIAin病院					
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	
イワツキ カツユキ 岩月 克之	名古屋大学	医学部附属病院	講師	手の外科	
ナカノ トモノリ 中野 智則	名古屋大学	医学部附属病院	助教	手の外科	
イシイ ヒサオ 石井 久雄	名古屋大学	大学院医学系研究科	寄附講座助教	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 ヤスヒサ 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 マコト 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	
ハヤシベ ミツヒロ 林部 充宏	東北大学		教授	知能行動制御 ロボット工学	
計	10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）
みずの りえ 水野 理恵	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頁以降は、交付決定を受けた時点の事業計画の項目に合わせて必要に応じて修正すること。

## 2. 本年度の実績概要

事業計画に従い平成 29 年度は以下の 9 事業を実施した。

### 1. 疫学研究 (Chung, 飛松、陳、田中、山本、西塚、米田)

上肢切断患者の疫学研究を実施した。ミシガン大学、名古屋大学、国立リハビリテーションセンター、兵庫リハビリテーションセンター、中部労災病院が参加して切断患者 398 名を対象に研究が実施し、QOL や EQ-5D を用いた QALY 分析などを実施した。

### 2. レジストリー構築とそれを活用した臨床研究

日米の上肢切断患者レジストリーを活用し、国際共同研究を実施した。成果を第 60 回日本手外科学会、第 1 回 Intelligent Functional Reconstruction of the Hand (IFRH)、及び「義手の使用状況と QOL に関する日米多施設研究報告会」でも報告した。

### 3. 医療ニーズに応じた tacit learning に基づく能動義手の開発 (平田、岩月、下田、林部、柴田、田中、Pons, Moreno, Giraud, Ali)

tacit learning による制御用センサーを開発した。単自由度筋電義手患者 9 名を対象に、tacit learning による制御が患者の脳機能に与える影響に関する探索研究を実施した。柴田はアラブ首長国連邦の Al Ain 病院で tacit learning 技術移転を実施し、スペイン国立研究院と International Conference of Neurorehabilitation との連携プロジェクトを推進した。

### 4. 海外研究機関との相互技術移転 (平田、下田、林部、柴田、竹内、米田、Paul Cederna, David Giraud, Jose Luis Pons, Juan C. Moreno, Peer Mohanmad Muhamed)

ミシガン大学と相互技術移転を行い次世代機能再建治療開発を共同で実施した。林部はフランス国立情報学自動制御研究所と臨床応用可能な埋め込み型機能的電気刺激の開発を継続した。

### 5. 外骨格型上肢機能支援機器に関する相互技術移転 (平田、下田、長谷川、竹内、柴田、Cederna, Pons, Moreno)

ウェアラブルセンサーの適用方法をトヨタ自動車、株式会社榎屋と共同で検討し、特許を共同出願した (特願 2017-249306)。また、竹内は日米共同で開発した human machine interface の有用性を動物実験で確認した。

### 6. 動物実験による新規治療技術開発 (平田、岡田、中野、石井、岡田、Cederna、竹内)

神経幹細胞末梢神経内移植による神経節誘導技術の開発を引き続き実施し、感覚ニューロンも末梢神経内に生着可能であり、皮膚の感覚受容器や筋紡錘の再支配が可能なことを確認した。愛知医科大学では iPS 細胞から誘導した神経幹細胞を移植して MISM 横隔膜ペーシングを MISM technology により実現できることをミニブタモデルにより実証した。

### 7. feasibility study の実施 (平田、下田、栗本、岩月、石井、中野)

tacit learning 制御型多自由度能動義手を用いる探索研究を前腕切断患者 9 名を対象に名古屋大学にて実施した。tacit learning による大脳皮質領域間の機能的結合を 4 名で示した。

### 8. 次世代サイボーグ技術開発と人材育成 (平田、下田、林部、西塚、柴田、Cederna, Chung, Giraud, Pons, Moreno, Ali)

次世代サイボーグ技術の開発と人材育成を目的とする国際研究グループ Intelligent Functional Reconstruction of the Hand を立ち上げ、国内外 60 名を超える研究者が参加を表明した。更に、スペイン国立研究院が 2008 年に設立した International Conference of Neurorehabilitation (ICNR) と相互訪問して情報・技術交流を進めた。

### 9. 国際拠点化の足固めと、国際ネットワークの構築、若手研究者のキャリアパス形成 (平田、下田、長谷川、岡田、林部、栗本、西塚、石井、Cederna、Giraud)

第 60 回日本手外科学会に合わせて第一回 TFRH を名古屋市国際会議場で開催した。ロボット手

術、四肢移植、能動義手開発、医療用ロボット開発、人工知能などの第一人者 20 名が各分野のトピックをレクチャーし、翌日には全国から 50 名あまりの若手研究者も討論に加わって国際シンポジウムを開催した。第 2 回 IFRH は 3 年後にハワイで開催することを決めた。一方で、ICNR を活用した情報発信の取り組みを先端医療振興財団と連携して推進し、本年 10 月の第 5 回 ICNR に際して国際ワークショップを本邦主導で開催することが決まった。

### 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

研究成果を平成 30 年 1 月 13 日に東京で開催した「義手の使用状況と QOL に関する日米多施設研究報告会」で報告した。事業計画書にあげた目標を達成できたと考えている。

#### 2. レジストリー構築とそれを活用した臨床研究

米国、日本の主要な研究機関と連携し、ビックデータを活用した疫学研究を強力に推進し、複数の国際共同論文を作成した。事業計画書にあげた目標を達成できたと考えている。

#### 3. 医療ニーズに応じた tacit learning に基づく能動義手の開発

連携研究施設に加えてトヨタ自動車や株式会社榎屋などの研究者も参画して開発を行い、tacit learning やセンサー技術、human machine interface の開発も大きく進歩した。事業計画書にあげた目標を達成できたと考えている。

#### 4. 海外研究機関との相互技術移転

27 年度当初は 4 施設間での技術移転であったが、IFRH や ICNR を活用して欧米アジアの多くの研究機関と技術交流を推進できた。また、アラブ語圏で新興国への技術移転を実施した。事業計画書にあげた範囲を超えて達成できたと考えている。

#### 5. 外骨格型上肢機能支援機器に関する相互技術移転

独自のセンサー技術の開発に成功し、特許申請に漕ぎ着けた。また、電磁給電方式での human machine interface の開発にも成功し、サイボーグ医療の基盤技術に目処を立てた。事業計画書にあげた目標をほぼ達成できたと考えている。

#### 6. 動物実験による新規治療技術開発

iPS 細胞由来神経幹細胞により横隔膜の活動を制御する呼吸ペースメーカー技術をミニブタを用いる実験で実証し、サイボーグ医療の可能性を明確に示すことができた。事業計画書に掲げた目標を達成できたと考えている。

#### 7. feasibility study の実施

tacit learning 制御型多自由度義手の有用性を運動解析と推定エネルギー消費量を指標に明確に示し、論文化した。一方で、脳機能解析を指標とする feasibility study は機器の導入が遅れたことや被験者の都合などもあり研究期間中に完了できなかったが、残り 5 名の計測も今後実施する予定である。米国での feasibility study も計画したが実施できず、課題を残した。

#### 8. 次世代サイボーグ技術開発と人材育成

IFRH を立ち上げ、ICNR との連携を深めて人材育成に努めた。ICNR では平田と下田がプレナリーレクチャーを行った。事業計画に掲げた目標を達成できたと考えている。

#### 9. 国際拠点化の足固めと、国際ネットワークの構築、若手研究者のキャリアパス形成

8 に述べたことと重複するが上肢機能再建の革新的技術開発を目指す国際的なネットワークを構築することができた。更に、neurorehabilitation 分野の専門家と国内外で交流を深め、ICNR などの neurorehabilitation 領域の主要な学会と交流を図った。この分野でのキャリアパス形成を目指す若手研究者に大きな福音となっている。これらのことより事業計画に掲げて目標を達成できたと考えている。

#### 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、責任著者に「※」印を付して下さい。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>を付して下さい。</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「○」印を付して下さい。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。</li> </ul>	
1	Automatic Human Movement Assessment with Switching Linear Dynamic System: Motion Segmentation and Motor Performance, Roberto de Souza Baptista, Antonio P. L. Bo, <u>Mitsuhiro Hayashibe</u> , IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL SYSTEMS & REHABILITATION ENGINEERING, (2017), 25(6):628-640. (査読有)
2	A Generic Transferable EEG Decoder for Online Detection of Error Potential in Target Selection, S. Bhattacharyya, A. Konar, D.N. Tibarewala, <u>M. Hayashibe</u> , Frontiers in Neuroscience, (2017), 11:226, (査読有)
3	Synergetic learning control paradigm for redundant robot to enhance error-energy index, <u>M. Hayashibe</u> and <u>S. Shimoda</u> , IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, pp. 2-13, 2017(査読有)
◎ 4	A Systematic Review of Different Implants and Approaches for Proximal Interphalangeal Joint Arthroplasty. <u>Yamamoto M.</u> , Malay S, Fujihara Y, Zhong L, <u>Chung KC</u> . Plast Reconstr Surg. 2017 May;139(5):1139e-1151e. (査読有)
◎ 5	The Effect of Workers' Compensation on Outcome Measurement Methods after Upper Extremity Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. <u>Fujihara Y1</u> , Shauver MJ, Lark ME, Zhong L, <u>Chung KC</u> . (査読有)

##### 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、責任発表者名は「※」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>を付して下さい。</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○印を付して下さい。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。</li> </ul>	
1	A novel approach for currently untreatable paralyses. <u>H. Hirata</u> , Invited lecture at the Singapore Society for Surgery of the Hand. Singapore, Oct. 7, 2017.
2	末梢神経における胎児由来神経前駆細胞移植による感覚神経再生. 浅野研一、 <u>中野智則</u> 、 <u>栗本秀</u> 、 <u>平田仁</u> 他 28回日本末梢神経学会 2017年8月25-26日 名古屋市 口演
3	末梢神経における胎児由来神経前駆細胞移植による感覚神経再生. 浅野研一、 <u>中野智則</u> 、 <u>栗本秀</u> 、 <u>平田仁</u> 他 32回日本整形外科基礎学術集会 2017年10月26-27日 那覇市 口演
4	手指切断に対する治療法別にみた患者満足度の検討 丹羽智史、 <u>中野智則</u> 、 <u>平田仁</u> 他 90回日本整形外科学会 仙台 ポスター発表
5	Reconstruction of motor function in peripheral nerves by transplantation of human iPSC-derived motor neuron progenitors Satoshi Niwa, <u>Shigeru Kurimoto</u> , <u>Hitoshi Hirata</u> Annual Meeting of Orthopedic Research Society New Orleans 2018/3/9-13 poster presentation

5. 若手研究者の派遣実績（計画）

【海外派遣実績（計画）】

年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	合計
派遣人数	2人	2人 (2人)	4人 (2人)	4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・特任講師

<p>（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）                  ミシガン大学と国立リハビリテーションセンター、兵庫県立リハビリテーションセンター、中部労災病院が参加する他施設共同疫学研究を実施した。                  （具体的な成果）                  研究成果を平成30年1月13日に東京で日米他施設研究報告会を実施した。また、ミシガン大学と同じ共同論文を複数出版した。</p>				
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	317日	5日	326日

派遣者②の氏名・職名：柴田アルナジャーナルファディエスケー・研究員

<p>（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）                  柴田は下田、林部と共に制御用人工知能 tacit learning の開発を担当しており、今回のプロジェクトを支える最も重要な工学サイドのメンバーである。ミシガン大学では Cederna と共に human machine interface の研究にも参加し、その後竹内に引き継いだ。                  （具体的な成果）                  本年度はアラブ首長国連邦の AIAin 病院において Ali と連携して技術移転を行うと共に tacit learning を活用する医療技術開発を主導し、また、研究人材の育成に励んだ。これとドバイを拠点に国際連携研究の推進にも尽力した。具体的には、2017年12月から2018年1月にスペイン国立研究員に滞在し、Pons, Moreno と連携して人工知能や再生医療を活用する次世代技術開発を行い、また、ドバイに戻った後も人工知能の導入による神経可塑性誘導を定量解析する国際共同研究の立ち上げを行なった。この研究成果は2018年10月にイタリアで開催される International Conference on Neurorehabilitation において我々が主導してワークショップを開催し、世界に向けて発信する予定となっている。</p>				
--	--	--	--	--

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・Paul Cederna 教授	0 日	60 日	0 日	60 日
アラブ首長国連邦・ドバイ、Al Ain Hosupital Peer Mohanmad Muhamed Ali	0 日	0 日	280 日	280 日
スペイン・マドリッドスペイン国立研究院 ・医用工学・Jose Luis Pons	0 日	0 日	40 日	40 日

派遣者③の氏名・職名：竹内大・助教

<p>(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)</p> <p>竹内は長谷川のもとでマイクロナノ工学技術を用いたサイボーグ医療技術開発を行っており、ミシガン大学では埋め込み式インターフェースの開発を Cederna の元で行ない、帰国後も平田と研究を継続している。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>ミシガン大学では体外給電式 human machine interface の開発に成功し、現在名古屋大学において動物試験を実施し、国際共同研究を継続している。</p>				
---	--	--	--	--

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・Paul Cederna 教授	6 日	344 日	87 日	437 日

派遣者⑥の氏名・職名：米田 英正・助教

<p>(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)</p> <p>ミシガン大学において Kevin Chung 教授の指導のもとで重度上肢機能障害患者の疫学研究を national database などを活用して推進し、重度上肢麻痺治療の課題と、医療ニーズの解明を行なった。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>平成 30 年 3 月で派遣を完了し、研究成果はすでに一編が国際誌に出版され、また、現在 4 編の論文が投稿中となっている。</p>				
--	--	--	--	--

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	0 日	0 日	324 日	324 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	1 人 ( 1 人)	3 人 ( 0 人)	4 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：Kevin Chung

<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）</p> <p>四肢切断患者をはじめとする重度上肢機能障害患者の疫学研究を主導した。西塚、山本、米田を指導し、現状の能動義手の課題抽出や、我々が開発する次世代技術に対する患者ニーズの研究を推進した。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>四肢切断治療に関する国際共同研究を実現し、その成果を4月の第60回日本手外科学会、第1回IFRHにおいて報告し、さらに複数の国際共著論文を出版し、国際誌にメタアナリシス、あるいはシステマティックレビューに纏めて公表した。また、次世代上肢機能再建治療技術開発の国際共同研究と人材育成を目的にIFRHを我々と共に設立した。</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	
ミシガン大学・形成外科・アメリカ 平田 仁（名古屋大学）	日	日	6 日	6 日

招へい者③の氏名・職名：Paul Cederna

<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）</p> <p>ミシガン大学においてサイボーグ医療の基盤技術である human machine interface の開発に関する日米共同開発を指導した。また、次世代上肢機能再建治療技術開発の国際共同研究と人材育成を目的にIFRHを我々と共に設立した。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>竹内と共に電磁給電方式の human machine interface の開発に成功した。また、IFRH は第1回大会を名古屋市で4月28,29日に平田が会長として開催したが、第2回をCedernaが会長を務めてハワイで2022年に開催することになっており、今回の研究グループを核とする国際研究拠点作りに尽力している</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	
ミシガン大学・形成外科・アメリカ 平田 仁（名古屋大学）	日	日	6 日	6 日



招へい者④の氏名・職名：David Giraud

（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）  
 フランス情報学研究所において林部を指導し、下田、柴田らと連携して tacit learning による運動制御技術開発を行い、また、独自の機能的筋肉移植を用いた運動再建治療の臨床試験を実施した。

（具体的な成果）  
 平成 29 年に東北大学に赴任した林部と連携して国際共同研究を継続しており、その成果を多くの国際共著論文として出版している。

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・情報学・フランス 平田 仁（名古屋大学）	日	日	6 日	6 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

該当なし

※ 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。