

**平成 30 年度研究拠点形成事業  
(A. 先端拠点形成型) 実施報告書**

### 1. 拠点機関

日本側拠点機関：	千葉大学
フィンランド側拠点機関：	東フィンランド
タイ側拠点機関：	タマサート大学
中国側拠点機関：	上海交通大学
カナダ側拠点機関：	ウォータールー大学
米国側拠点機関：	リバーサイドリサーチ

### 2. 研究交流課題名

(和文)：マルチモーダル計測医工学の国際拠点形成

(英文)：International Network of Multi-modal Medical Engineering for Precision Medicine

研究交流課題に係るウェブサイト：

<http://www.cfme.chiba-u.jp/~haneishi/mmme/index.html>

### 3. 採択期間

平成 29 年 4 月 1 日 ~ 平成 34 年 3 月 31 日

(2 年度目)

### 4. 実施体制

#### 日本側実施組織

拠点機関：千葉大学

実施組織代表者（所属部局・職名・氏名）：千葉大学・学長・徳久剛史

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：

フロンティア医工学センター・教授・羽石秀昭

協力機関：富山大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人量子科学技術  
研究開発機構放射線医学総合研究所、東京農工大学

事務組織：千葉大学学務部国際企画課、理工系事務部企画・研究支援課

#### 相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

(1) 国名：フィンランド

拠点機関：(英文) University of Eastern Finland

(和文) 東フィンランド大学

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：（英文）

School of Computing, Head of the School of Computing, Professor,  
**Markku HAUTA-KASARI**

協力機関：（英文）なし

（和文）なし

経費負担区分：パターン1

（2）国名：タイ

拠点機関：（英文）Thammasat University

（和文）タマサート大学

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：（英文）

Sirindhorn International Institute of Technology, Professor,  
**Stanislav S. MAKHANOV**

協力機関：（英文）なし

（和文）なし

経費負担区分：パターン1

3）国名：中国

拠点機関：（英文）Shanghai Jiao Tong University

（和文）上海交通大学

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：（英文）

SJTU-CU International Cooperative Research Center, Associate professor,  
**Fuyou LIANG**

協力機関：（英文）なし

（和文）なし

経費負担区分：パターン1

（4）国名：カナダ

拠点機関：（英文）University of Waterloo

（和文）ウォータールー大学

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：（英文）

Department of Electrical and Computer Engineering, Associate professor,  
**Alfred C. H. YU**

協力機関：（英文）なし

（和文）なし

経費負担区分：パターン1

(5) 国名：アメリカ合衆国

拠点機関：(英文) Riverside Research

(和文) リバーサイドリサーチ

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文)

Director

Dr. Ernest J. FELEPPA

協力機関：(英文) Memorial Sloan Kettering Cancer Center

(和文) メモリアル・スローン・ケタリング癌センター

経費負担区分：パターン1

## 5. 研究交流目標

### 5-1 全期間を通じた研究交流目標

これまでの医療ではレントゲンや超音波、CT などいくつかの巨視的（マクロ）な計測・診断装置（モダリティ）で得られた情報に基づいて画像診断を行っている。一方、疾患の確定的な診断のためには、組織を取り出して顕微鏡による微視的（ミクロ）な病理診断を行うことが多くの場合に必要となる。これらの画像情報間の関係性を詳細に調べ、疾患のミクロな特徴とマクロな特徴を関係づけることで、あるいはまた、異なるモダリティで得られる信号から生体の構造や物性、機能の情報を多角的に獲得していくことで、診断・治療の能力が飛躍的に向上すると期待される。この期待に対して千葉大学では戦略的重点研究強化プログラムとして「マルチモーダル（MM）計測医工学」プロジェクトを進めている。これは、マルチモーダル統合技術とマルチスケール超音波技術を2つの柱として、上記の目標達成を目指すプロジェクトである。このプロジェクトの推進のためには、国内外の有力機関とのネットワークを構築し、共同研究、セミナー等を通して、相互の能力を高め合うことがきわめて効果的である。またそれらの活動を通して若手研究者を育成する。本申請の研究交流では、千葉大学の MM 計測医工学プロジェクトのサブセットとして、4つの課題

A：生体医用工学（東フィンランド大学）

B：医用画像解析（タマサート大学）

C：計算生体力学（上海交通大学）

D：広帯域超音波（ウォータールー大学）

を推進する。カッコ内は主たる相手機関である。研究に関しては、個別の課題ごとに具体的な目標を設定するが、それぞれの課題での要素技術の研究と課題間の連携研究を行う。またこの結果として、国際共著論文を出版すること、また人材育成面では、多数の大学院生を海外機関に中短期派遣して国際共同研究の能力を涵養し、事業終了後も国際意識の高い学生が集まる研究教育拠点となること、を目標とする。

### 5-2 平成30年度研究交流目標

#### <研究協力体制の構築>

当初の相手4機関（東フィンランド大学、タマサート大学、上海交通大学、ウォータールー大学）に加え、29年度中には米国リバーサイドリサーチが新たに相手機関として参加し

た。30年度はこれらの機関との共同研究を進めて研究拠点の一層の充実と拡大を図る。特に30年度は各相手国でのセミナー開催を計画している（新規参加の米国を除く）。ここでは各専門分野の発表が中心となるが、4課題間の相互連携も重要であるため、千葉大学のプロジェクト参加者が、できるだけ自身の専門外のセミナーにも出向いて発表や討論に参加する。

#### <学術的観点>

5つの課題について具体的な研究交流目標を示す。

A：生体医用光学（R1）：分光画像技術、情報光学に優れる東フィンランド大学との研究交流を進める。具体的には29年度から共同研究を進めている、

- (1) 舌色の分光測定と診断への応用
- (2) 眼底画像解析
- (3) 手術用最適LED照明の開発

に関し、共同研究の継続や国際共著論文投稿のための打合せなどを行う。上記以外の新規共同研究課題も模索する。

B：医用画像解析（R2）：画像のセグメンテーションの分野で知見と経験を有するタマサート大学と研究交流を進める。具体的には29年度から共同研究を進めている、

- (1) 光学病理画像と顕微超音波画像との位置合わせおよび相関解析
- (2) 複数狭視野眼底画像からの広視野眼底画像の合成

に関し、共同研究の継続や国際共著論文投稿のための打合せなどを行う。上記以外の新規共同研究課題も模索する。

C：計算生体力学（R3）：30年度は、特に胎児や幼児から高齢者までの心臓血管系循環器機能を評価できる心臓血管系多機能の多階層・多物理計算モデルを開発し、臨床応用に耐えられるような平均化モデルと患者個別モデルの統合則の確立と、年齢別心臓血管系疾患の予測等の研究を行う。具体的には、

- (1) 胎児、幼児、児童、成人及び高齢者を網羅可能な全身 closed-loop 0-1 次元(0D-1D)血行力学モデルの開発と不確かさ定量化と感度解析(UQ-SA)
- (2) 先天性心疾患 Fontan 手術予測や心機能の評価、大動脈二尖弁疾患と大動脈瘤形成の相関の血行力学的因子解明など、心臓血管系疾患への臨床応用の研究を実施する。

D：広帯域超音波（R4）：本プロジェクトで必要とする「生体内の超高速イメージング技術」に関し、実測を中心とした超音波を用いた生体情報の取得と解析手法の検討を行う。具体的には、

- (1) ウォータールー大学で新規構築した超高速超音波撮像系の計測精度を検証
- (2) 上記で取得した信号に対し、千葉大学で開発した生体の散乱特性解析法を適用
- (3) 生体模擬ファントムの作成と上記二項目への適用

等を実施する。

E：生体音響物性（R5）：超音波による生体組織の性状解析技術に関して、他国の研究機関も交えて広く連携し、これまでに共同で提案してきた新規技術の精度向上と検証を中心に進めるとともに、新たな超音波テクノロジーの創出についても検討する。具体的には、

- （1）超高周波超音波を用いたマイクロ音響物性解析技術の精度向上
- （2）生体深部の超音波診断精度を向上させるセンサの開発
- （3）上記を踏まえた各種超音波信号処理技術の検証と新規提案

等を実施する。

#### <若手研究者育成>

若手研究者（助教や大学院生）を1～6ヶ月程度、相手機関に派遣して共同研究を進める。このことを通して、研究能力の向上のみならず、国際的な場でのコミュニケーション能力の獲得、さらには国際的研究動向の把握などの観点で、若手研究者を育成していく。また千葉大学で開催する国際シンポジウムの運営にも、若手研究者に積極的に参加させ、そのことを通してネットワーク作りの意識も高めていく。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

「5. 全期間を通じた研究交流目標」でも述べたように、千葉大学では「マルチモーダル（MM）計測医工学」プロジェクトを平成27年度より進めており、この中には、MRI や PET などのモダリティも含んでいる。日本学術振興会の本事業は光と超音波を主たる対象モダリティとしているが、さらにその他のモダリティとの融合を模索することも重要である。そこで医用画像の国際会議などにも積極的に参加して、より広いモダリティ範囲を視野に入れて国際交流を進めていく。

## 6. 平成30年度研究交流成果

### <研究協力体制の構築>

- ・ フィンランド、タイ、中国、カナダの相手国にてそれぞれセミナーを開催し、日本からも参加メンバーを派遣して研究発表を行い、相互に活発な交流を行った。
- ・ これまでに超音波分野で活発な研究交流のあったフランスの研究機関と連絡をとり、31年度から正式に本拠点形成事業の相手機関に入ってもらったことになった。これにより、研究ネットワークがより一層強化・拡大された。
- ・ 平成29年度途中から米国 Riverside Research が本事業の相手機関として加わっているが、さらにその連携機関として Memorial Sloan Kettering Cancer Center が加わることで了承され、これにより病理標本のマルチモーダル画像解析に関する国際共同研究体制が整った。
- ・ タイのセミナーにはフィンランドからの参加研究者も出席し、相手国間での協力体制の強化を目指した。このように、日本がネットワークの核になりつつ、グループ全体での研究協力体制構築も進めている。

### <学術的観点>

平成30年度は、本事業における共同研究の成果として9本の論文が採択され刊行された。現在査読中のものも数本あり、今後さらに成果として蓄積されていくことが期待される。

また、国内外での学会において、大学院生を含む参加メンバーが積極的に発表を行い、研究成果の発表を行うにとどまらず、国内外の研究者との意見交換・情報交換を活発に行った。さらに、各相手機関においてセミナーを開催したことも交流を更に促進する要因となった。

本年度は初年度からの取り組みが結実した一年であったといえる。研究課題毎に学術的観点での成果概要を以下に示す。

A：生体医用光学（R1）：共同研究の成果として、国際論文誌に共著論文を投稿し1編が掲載され、さらに1編が掲載決定となった（掲載は30年度）、今後の更なる共同研究の可能性についても模索を始めている。

B：医用画像解析（R2）：博士課程ダブルディグリープログラム開始以来最初の学生が千葉大学に入学し、共同研究を促進しただけでなく国際交流に重要な役割を果たした。国際的な人材の育成という観点からも成果のある1年となった。また、MSKCC（米）との病理画像解析に関する共同研究もスタートした。

C：計算生体力学（R3）：本事業に関する共同研究をテーマにした国際共著論文が5編刊行され、学術的に非常に重要な成果を挙げた。

D：広帯域超音波（R4）：ウォータールー大学に大学院生が長期滞在して先方と協力しながら共同研究を進めた結果として論文が採択されたほか、国際学会での発表で賞を受賞した。

E：生体音響物性（R5）：フランス国立科学研究センター(CNRS)機械・音響研究室（相手国・拠点機関追加承認済）とリバーサイドリサーチ（米国）との連携を進め、国際会議での発表や学会での受賞などの成果をあげた。

### <若手研究者育成>

- ・ タイのセミナーに合わせ、大学院生を6名先方に派遣し、タマサート大学の学生とともに課題に取り組んだ。（本事業経費外）
- ・ 若手研究者を相手国（カナダ）へ半年派遣して先方の研究者らと共同研究を推し進めた。（本事業経費外）
- ・ セミナーや国際学会での発表の機会を多く設け、若手の研究者や大学院生の国際コミュニケーション能力向上の機会となった。

上記活動を通じ、若手研究者、大学院生が世界の研究の動向に触れ、かつ国際意識が高まった一年となった。

### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

#### 【国際拠点形成のための相手機関の追加】

平成29年度途中に、ニューヨークの研究機関 Riverside Research を相手国・相手機関として追加したが、これを足掛かりとして、平成30年度には米国側の協力機関に、同じニューヨークの Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC) を加えることが合意され

た。MSKCC のデジタル病理部門はこの分野で世界トップクラスの研究・データ収集環境を有しており、本事業で病理標本に関するマルチモーダル画像解析を行うにあたり、きわめて充実した共同研究環境を整えることができた。

また、平成30年度中には、新たな相手国・拠点機関としてフランス国立科学研究センター(CNRS)機械・音響研究室を追加すべく先方との打ち合わせを重ね、平成31年度からの追加が承認された。CNRS も世界に名だたる研究機関であり、拠点機関として本事業に参加することにより、医用超音波の先進研究国が揃って共同研究を推し進めることが可能となった。

上記以外にも拠点形成に向けてシンガポール国立大学や中国科学院深圳先進技術研究院の研究室を訪問するなど、さらなる国際拠点を広げるべく積極的に活動を行った。

### 【千葉大学戦略的重点研究強化プログラムとしての「マルチモーダル計測医工学」プロジェクトの強化】

実施計画書「5. 全期間を通じた研究交流目標」でも述べたように、千葉大学では「マルチモーダル計測医工学 (MME)」プロジェクトを平成27年度より進めており、この中には、MRI や PET などのモダリティも含んでいる。学術振興会の本事業は光と超音波を主たる対象モダリティとしているが、さらにその他のモダリティとの融合を模索することも重要である。そのような活動のひとつとして、本事業の参加者を、その他のモダリティに関する国際会議などに積極的に派遣した。一方、本学で開催したMMEシンポジウム(拠点形成事業との共同運営)に、米国の Mayo Clinic およびシンガポール工科大学から MRI 関連の研究者各1名を、また米国 Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC) からデジタル病理の研究者1名を講演者として招待し、より広いモダリティ範囲を視野に入れた国際交流を進めた。この招聘と意見交換もまた上述の MSKCC との連携合意に寄与したため、2つの事業の相乗効果と言える。

### <今後の課題・問題点>

- ・中長期での若手研究者の派遣

研究者の派遣に関して、30年度は2週間から2ヶ月程度の期間の派遣を多く行った。これらの比較的短期間の滞在でも、先方研究者・学生らとの密な共同作業・ディスカッションを通して研究は大きく進展し、国際研究者人材の育成にもつながっていると考える。一方で、先方機関固有の設備やデータを長期間にわたって十分に利活用するために、半年や1年程の長期間派遣が必要な場合もある。国際的多様性に対するより深い理解や、海外から見た日本の位置づけの再確認など、本事業を通じて真に国際感覚をもつ人材を育成することにも寄与する。31年度以降の交流においてはこの課題に対応することを考える。

- ・相手国研究者の千葉大への来訪

当初計画として30年度は先方機関でのセミナー開催の年としたこともあり、30年度の研究交流のうち相手国研究者の千葉大への来訪は、あまり多いたとは言えなかった。先方機関としても、セミナー開催や千葉大からの研究者受入に基づいた共同研究推進の年であった

とも言える。しかしながら我が国の拠点形成の意味でも、31年度は相手機関からの来訪を増やしたい。

## 7. 平成30年度研究交流実績状況

### 7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
共同研究課題名	(和文) マルチモーダル計測医工学に寄与する生体光学情報の取得と解析 (英文) Acquisition and Analysis of Biomedical Optics Information				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 羽石秀昭・千葉大学・教授・1-1 (英文) Hideaki HANEISHI・Chiba University・Professor・1-1				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) Markku HAUTA-KASARI・University of Eastern Finland・Professor ・2-1				
30年度の 研究交流活動	<p>分光画像技術、情報光学に優れる東フィンランド大学との研究交流を進めた。30年度は主に、(1)手術用最適LED照明の開発、(2)眼底画像解析、について共同研究を実施した。</p> <p>(1)に関しては、密に連絡を取りながら29年度の共同研究成果をまとめ、国際論文誌に共著論文を投稿した(刊行済)。その後も別の観点でのスペクトル最適化も行って成果を得、2019年4月に電子情報系で世界最大級の学会であるIEEEにて発表することが決定している。</p> <p>(2)に関しては、眼底RGB画像から血管ごとに酸素飽和度を推定する手法を構築し、国内で連携する東京農工大学と小動物実験に基づいた共同研究を行う一方で、29年度にフィンランドにおいて共同で収集したヒト眼底画像にも手法を適用し、その利用可能性を確認した。</p> <p>これらの成果は9月に東フィンランド大学で開催されたセミナーにおいて発表し、先方との意見交換を行った。なおこのセミナーには、教員4名(うち1名別経費)、学生2名が参加した。</p> <p>その他の研究課題として、東フィンランド大学側から、脳外科手術中の脳動脈瘤内酸素飽和度のリアルタイム算出について共同研究の申し出があった。ノウハウをもつ東京農工大学とも相談し、今後の進め方について検討を開始した。</p>				

30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>29年度から始まった共同研究のうち、手術用最適光源および眼底画像解析の研究について成果をまとめ、それぞれ国際論文誌に投稿した。このうち、前者については論文が <b>Journal of Artificial Life and Robotics</b> に掲載された。また本課題の主担当の博士後期課程1年生（平成30年当時）は企業との共同研究もキーパーソンとして展開している。本拠点形成事業を通じて自信をつけており、若手研究者育成という観点でも大きな成果につながっている。後者の研究課題については <b>IEEE Access(IF=3.56)</b> に投稿したところ高評価を得、修正なしで採択に至った（掲載は31年度）。</p> <p>なお、東フィンランド大学側では、本共同研究の実績に基づいて新たな国際共同研究支援事業（公募型）に応募しており、本拠点形成事業による研究交流もその計画に含まれている。本共同研究の活動が、より一層の研究加速に向けた研究促進活動につながっている好例とも言える。</p>
---------------------------------	---

整理番号	R-2	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
共同研究課題名	<p>(和文) 医用画像のセグメンテーションおよび位置合わせ法の開発</p> <p>(英文) <b>Development of Methods for Segmentation and Registration of Medical Images</b></p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(和文) 羽石秀昭・千葉大学・教授・1-1</p> <p>(英文) <b>Hideaki HANEISHI・Chiba University・Professor・1-1</b></p>				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(英文)</p> <p><b>Stanislav S. MAKHANOV・Thammasat University・Professor</b></p> <p><b>・3-1</b></p>				
30年度の 研究交流活動	<p>画像のセグメンテーション（領域分割）の分野で知見と経験を有するタマサート大学と研究交流を進めた。具体的には、</p> <p>(1) 光学病理画像と顕微超音波画像との位置合わせおよび相関解析</p> <p>(2) 携帯電話内蔵カメラで得た眼底画像からのセグメンテーション技術に関し、共同研究を行った。このうち(1)については、29年度に若手研究者が2か月間タイに滞在して進めた共同研究をベースに発展させており、病理画像のマルチモダリティ画像解析の新規な研究分野を構築しつつある。</p> <p>(2)については、博士課程ダブルディグリープログラムの学生が主担当で進める課題であり、29年度にタイで進めた研究を30年度に千葉大でおおよそ完成させることができた。</p> <p>その他の活動として以下が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・(一部上述) ダブルディグリープログラム開始以来最初の学生が千葉大学へ入学した（～10月）。</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タイで開催されたセミナーに教員 5 名（うち 1 名別経費）、学生 8 名（うち 6 名別経費）が参加した。このセミナーに合わせて、千葉大学の学生とタマサート大学の学生が課題に取り組む共同学習プログラムが行われ、1 週間ほどの間に二つの大学の学生たちがコミュニケーションをはかりながら協力して研究課題に取り組んだ。</li> <li>・ニューヨークの、Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC) とともに、病理画像解析の共同研究を開始することとし、具体的な進め方の相談を始めた。</li> </ul>
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>病理画像解析に関して光学病理像と顕微超音波像を関連付けるマルチモーダル画像解析手法を新規に考案した。この共同研究成果を国際的にトップレベルの学会である <b>MICCAI 2018 Workshop</b> において発表した。また、眼底画像解析をダブルディグリープログラムの大学院生が中心になって進め、共著論文を投稿準備中の状況にある。</p>

整理番号	R-3	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
共同研究課題名	(和文) 精密医療を目指す心臓血管系モデリングの平均化と個別化の統合 (英文) <b>Integration of Population-and Individual-based CVS Models for Precise Medicine</b>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 劉浩・千葉大学・教授・1-3 (英文) <b>Hao LIU・Chiba University・Professor・1-3</b>				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) <b>Fuyou LIANG・Shanghai Jiao Tong University・Associate professor            ・4-1</b>				
30年度の 研究交流活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上海交通大学の Liang 准教授と上海児童医療センターと協力して、1) 胎児から成人までの循環器系全身 0-1D 力学モデルの開発、2) 脳動脈瘤破裂の力学的因子の予測、3) 大動脈二尖弁疾患と大動脈瘤形成の相関の血行力学的因子解明などを実施した。</li> <li>・先方との共同研究の打合せや実施などのために特別研究員 1 名及び博士後期課程学生 1 名をそれぞれ約 1 ヶ月程度上海交通大学に派遣した。代表者が上海交通大学を 3 回以上訪問し共同研究の打合せや論文作成、国際シンポジウム主催などを実施した。また中国科学院深圳先進技術研究院にも 2 回ほど訪問し新たな患者個別モデルの共同研究を開始した。</li> </ul>				

30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	上述の共同研究1)～3)から、国際共著論文5編の刊行と2編の投稿： 1) Computers in Biology and Medicine(IF=2.115)での刊行と International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering(IF=2.338, invited)への投稿(査読中)、2) Journal of Biomechanics(IF=2.431)と Computers in Biology and Medicine での刊行、3) J. Biomech Eng Sci.での刊行と Journal of Biomechanics への投稿(査読中)他などの成果が得られ、30年度の学術的な目標が予定以上に達成できた。
---------------------------------	---

整理番号	R-4	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
共同研究課題名	(和文) 超高速広帯域超音波組織性状診断システムの開発 (英文) Development of ultra-high speed and wide band ultrasound tissue characterization system				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 山口匡・千葉大学・教授・1-2 (英文) Tadashi YAMAGUCHI ・ Chiba University ・ Professor 1-2				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) Alfred C. H. YU ・ University of Waterloo ・ Associate professor ・ 5-1				
30年度の 研究交流活動	<p>千葉大学で開発してきた複数の散乱特性解析技術について、ウォータールー大学において開発されてきた超高速超音波イメージング技術で取得されたエコー信号が適用可能であるかについて、互いの研究室を複数回訪問し、長期間の実験などで基礎検討を行った。</p> <p>具体的には、千葉大学の博士後期学生1名がウォータールー大学に4月から10月までの7カ月間の期間で滞在し、先方の所有装置における基本原理や操作法について学び、自らの設計で多種の平面波超音波を任意のターゲットに照射可能とした。また、複数の自作生体模擬ファントムを多種条件の平面波で観察し、取得されたデータに対して散乱特性評価を行い、一般的な超音波エコー法との際について検証を行った。</p> <p>加えて、異なる超高速超音波イメージングの適用も考慮し、富山大学との連携実験も4月に2日間、2月に3日間行い、その結果について検討を進めている。</p> <p>10月12日には、ウォータールー大学において本事業の超音波関係者による連合のシンポジウムを開催した。詳細はセミナーの項に記す。また、10月20-21日の2日間、ウォータールー大学の研究員と学生の計5名が千葉大学を訪問し、施設見学および研究討議を行った。</p>				

30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	昨年度の初期検討とウォータールー大学での長期にわたる基礎検討により、平面波超音波（並列ビーム技術）を用いて超高速にターゲットを観察した際に生じる散乱特性評価への影響についての基本的理解が進んだ。具体的には、超音波の照射条件を工夫することで、通常の高分解能な超音波観察（ただし低速）と同等の精度を担保可能であることが確認された。また、その結果を踏まえ、富山大学の所有装置や複数の臨床用超音波診断装置でも同様の検討を行い、それぞれにおいて超高速観察や超音波ビーム形状の制限がある場合においても精度低下を避けることが可能であることが確認された。ウォータールー大学での検討結果と国内での検討結果について、それぞれに学術論文として投稿している。また、博士後期学生が複数の国際会議および国内学会で発表し、国際会議では受賞もしている。
---------------------------------	--

整理番号	R-5	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
共同研究課題名	(和文) 高周波超音波を用いた生体音響物性評価技術の開発				
	(英文) Development of biological acoustic property evaluation technique using high frequency ultrasound				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 山口匡・千葉大学・教授・1-2				
	(英文) Tadashi YAMAGUCHI ・ Chiba University ・ Professor 1-2				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文)				
	Ernest J. FELEPPA ・ Riverside Research ・ Director ・ 6-1				
30年度の 研究交流活動	<p>超音波による生体組織の性状解析技術に関して、リバーサイドリサーチと米国拠点として複数の連携研究機関も交えて共同研究を行った。具体的には、8月および9月に千葉大学の博士前期学生2名がそれぞれリバーサイドリサーチに1カ月強の期間で滞在して研究を実施した。一名は、超高周波超音波を用いた超高分解能での生体音響物性評価について、ニューヨーク大学およびコロロンビア大学とも連携し、両機関の研究室内で実測および信号解析を実施した。もう一名は、リバーサイドリサーチで先行実施してきたアニュラアレイプローブの作成技術を基礎から学び、千葉大学においても作成可能な状況とした。また、リバーサイドリサーチの研究者2名を、2月に千葉大学をそれぞれ2週間招聘し、上記研究の追検討を行った。</p> <p>加えて、千葉大学およびリバーサイドリサーチの両者と連携体制にあるフランス国立科学研究センター（CNRS）機械・音響研究室内の2つの研究所に博士前期学生2名それぞれを1カ月強派遣し、本事業の関連研究を推進した。1名は、8月にCNRSとソルボンヌ大学の連携研究所において超高</p>				

	<p>分解能超音波像の画像処理について新研究を開始し、もう一名は 7 月に CNRS とエイクス-マルセイユ大学の連携研究所において生体組織の後方散乱係数評価の高精度解析についての検討を行った。また、エイクス-マルセイユ大学の研究者が 10 月に千葉大学に一週間滞在し、上記研究の追検討を行った。</p>
<p>30年度の 研究交流活動 から得られた 成果</p>	<p>アニュラアレイプローブに関する検討は、センサの作成のみならず模擬生体試料や実生体の観察および性状評価も行っており、その成果が学術論文として採択されている。また、超高周波超音波に関する検討については、同プロジェクトに参加している千葉大学の博士後期学生（平成 31 年 3 月修了）が、同じく参加者でありコロンビア大学に在籍していた研究者がシンガポール内に新規に立ち上げた研究所に、令和元年 6 月からポスドク研究員として赴任することが決定している。</p> <p>各研究の成果について、複数の国際会議で計 11 件の発表を、国内学会で多数の発表を行い、国際会議で 2 件、国内学会で 2 件の受賞がある。</p> <p>加えて、平成 30 年の成果を踏まえ、連携体制にある CNRS の機械・音響研究所と千葉大学の医用超音波研究所の間で長期の共同研究協定を締結するとともに、令和元年より本事業のフランス拠点として登録されたため、国際的な研究活動のさらなる飛躍が期待できる。</p>

7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第2回フィンランドー日本医用光学シンポジウム」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “The 2nd Finnish - Japanese Medical Photonics Symposium”
開催期間	平成30年9月24日 ～ 平成30年9月25日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) (和文) フィンランド、クオピオ (24日) フィンランド、ヨーエンス (25日) (英文) (英文) Finland, Kuopio (Sep.24) Finland, Joensuu (Sep.25)
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 羽石秀昭・千葉大学・教授・1-1 (英文) Hideaki HANEISHI・Chiba University・Professor・1-1
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Markku HAUTA-KASARI・University of Eastern Finland・ Professor・2-1

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 フィンランド		備考
		A.	B.	
日本	A.	5/25		
	B.	1		
フィンランド	A.	7/14		
	B.			
合計 〈人／人日〉	A.	12/39		
	B.	1		

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※人／人日は、2／14 (=2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してください。※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	<p>本セミナーは、共同研究課題「R-1：マルチモーダル計測医工学に寄与する生体光学情報の取得と解析」を中心としつつ、広く生体光学（<b>medical photonics</b>）に関する研究分野において千葉大学および東フィンランド大学（<b>University of Eastern Finland</b> 以下、<b>UEF</b> と略す）が行っている研究について、講演と討論を行うものである。タマサート大学などにも参加を促す。なお、このセミナーは、2015年に日本学術振興会二国間セミナーとして実施した <b>The 1st Finnish - Japanese Medical Photonics Symposium</b> の後継のシンポジウムにも位置づける。</p> <p>このセミナーでは、共同研究の成果を発表して内容を詳細に共有するとともに、今後の研究の方向性などを議論することを第一の目的とする。さらに、それぞれが医用光学に関して進める研究を発表して情報交換するとともに、一部は共同研究に発展させ、この分野の国際拠点グループを形成していくことも目的とする。</p>		
セミナーの成果	<p>平成 30 年 9 月 25 日に、本拠点活動の一環として、セミナー <b>ADVANCED PHOTONICS 2018 IN CLINICAL MEDICINE AND SURGERY</b>、を東フィンランド大学において実施した。千葉大学からは教員 4 名（1 名別経費）、学生 2 名が参加した。セミナーでは、双方の大学から手術用照明設計、眼底画像解析、舌スペクトル分析等の研究発表を行い、活発に討論・意見交換を行った。これを通して研究進捗状況や成果を共有できた。また、先方大学の工学系研究施設や病院内の施設見学なども行い、相手国側の医工学技術や、医療分野の動向をよく認識することができた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>東フィンランド大学のコーディネーターである <b>Markku Hauta-Kasari</b> 教授を中心に、先方の拠点メンバーがセミナーの実質的な運営にあたった。プログラム編成に際しては、日本側コーディネーター羽石も積極的に関与した。</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費	金額 1,843,041
	フィンランド側	内容 国内旅費、謝金、備品・消耗品購入費、その他経費、	

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「マルチモーダル医工学分野の画像処理技術セミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Seminar on Image Processing in Multimodal Medical Engineering”
開催期間	平成30年12月12日 ~ 平成30年12月12日 (1日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) タイ、バンコク
	(英文) Thailand, Bangkok
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 羽石秀昭・千葉大学・教授・1-1
	(英文) Hideaki HANEISHI・Chiba University・Professor・1-1
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Stanislav S. MAKHANOV・Thammasat University・Professor ・3-1

#### 参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 タイ		備考
		A.	B.	
日本	A.	12/	111	セミナーに合わせて 共同学習プログラムを 開催(別経費)
	B.			
フィンランド	A.	1/	4	コーディネーターが出席
	B.			
タイ	A.	6/	6	
	B.			
合計 〈人/人日〉	A.	19/	121	
	B.	0		

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※人/人日は、2/14 (=2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してください。

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	マルチモーダル医工学分野において重要となるセグメンテーション技術、位置合わせ技術を中心とした各種の医用画像処理技術について、タマサート大学および千葉大学の研究成果を発表する。平成29年度より共同研究として進めている内容も含む。発表および討論を通して、各研究内容の一層のレベルアップを図るとともに、大学院生や若手研究者の育成も目指す。		
セミナーの成果	平成30年12月12日に、タマサート大学においてセミナーを実施した。千葉大学からは教員5名（うち1名別経費）、学生8名（うち6名別経費）が参加した。セミナーでは、双方の大学から病理画像解析、網膜画像処理等の研究発表を行い、活発に討論・意見交換を行った。これを通して研究進捗状況や成果を共有でき、さらには共著論文執筆に向けた準備が進んだ。また双方をよく知るダブルディグリー在籍中の学生が積極的に交流に関与し、交流の懸け橋となった。さらにこのセミナーに続く約10日間、大学院生の画像処理グループワークを実施した。これにより、参加した学生の国際的技術者に向けた意識付けなどが進んだ。		
セミナーの運営組織	先方タマサート大学のコーディネーターである S. S. Makhanov 教授を中心に、先方の拠点メンバー P. Aimmanee, W. Kongprawechnon らがセミナーの実質的な運営にあたった。プログラム編成については日本側コーディネーターも積極的に関与した。		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費	金額 1,279,171
	タイ側	内容 国内旅費、謝金、備品・消耗品購入費、その他経費	

整理番号	S-3
セミナー名	(和文) 英文のみ
	(英文) 2018 SJTU Workshop (Joint Seminar with JSPS Core-to-Core Program) on Medical Imaging and Computational Modeling in Cardiovascular and Pulmonary Diseases
開催期間	平成 30 年 11 月 3 日～平成 30 年 11 月 4 日
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 中国、上海、上海交通大学闵行キャンパス
	(英文) China, Shanghai, Minhang Campus, Shanghai Jiao Tong University
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 劉浩・千葉大学・教授・1-3
	(英文) Hao LIU ・ Chiba University ・ Professor ・ 1-3
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号  (※日本以外での開催の場合)	(英文) Fuyou LIANG ・ Shanghai Jiao Tong University ・ Associate professor ・ 4-1

#### 参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 中国		備考
		A.	B.	
日本	A.	7/30		
	B.			
中国	A.	6/12		
	B.			
合計 〈人/人日〉	A.	13/42		
	B.	0		

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※人/人日は、2/14 (= 2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してください。

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	<p>「オーダーメイド医療」を目指す心臓血管系モデリングにおける最も挑戦的なボトルネックは平均化モデルと個別化モデルの統合問題である。本セミナーでは、医工学、臨床医学及びコンピューターサイエンスなどの専門家が一堂に会し、臨床応用に資するための心臓血管系力学モデリングの現状や問題点、今後の機運や挑戦などについて、情報交換や議論を行うことを目的とする。</p>		
セミナーの成果	<p>平成 30 年 11 月 3～4 日上海交通大学にて、本事業の一環として“ジョイントワークショップ” 2018 SJTU Workshop on Medical Imaging and Computational modeling in Cardiovascular and Pulmonary Diseases”を共催した。医工学、臨床医学及びコンピューターサイエンスなどの専門家が一堂に会して、臨床応用に資するための心臓血管系力学モデリングの現状や問題点の確認を行った。それぞれの専門分野に関する口頭発表を行い、人工知能の心臓血管系モデリングへの適用可能性や今後の展望について議論を交わした。</p> <p>このセミナーにより、本研究テーマにおける今後の更なる発展のための有益な情報交換と共同研究の促進ができた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>千葉大学の戦略的重点研究強化プログラムに位置付けられる「マルチモーダル計測医工学」プロジェクトのメンバーと拠点機関上海交通大学 Fuyou Liang ら関係者が、シンポジウムの運営を担当した。</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費	金額 1,331,815
	中国側	内容 国内旅費、謝金、備品・消耗品購入費、その他経費	

整理番号	S-4
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「超高速広帯域超音波組織性状診断に関するセミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Seminar on Ultra-high Speed and Wide Band Ultrasound Tissue Characterization”
開催期間	平成 30 年 10 月 12 日 ~ 平成 30 年 10 月 12 日 ( 1 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) カナダ、ウォータールー、ウォータールー大学 (英文) Canada, Waterloo, University of Waterloo
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号	(和文) 山口匡・千葉大学・教授・1-2 (英文) Tadashi YAMAGUCHI・Chiba University・Professor・1-2
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Alfred C. H. YU・University of Waterloo・Associate professor ・5-1

#### 参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 カナダ		備考
		A.	B.	
日本	A.	3/ 11		
	B.			
カナダ	A.	5/ 5		
	B.			
米国	A.	1/ 2		
	B.			
合計 〈人／人日〉	A.	9/ 18		
	B.	0		

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※人／人日は、2／14（＝2人を7日間ずつ計14日間派遣する）のように記載してください。

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	<p>本セミナーは、共同研究課題「R-4：超高速広帯域超音波組織性状診断システムの開発」を中心とした研究分野において千葉大学およびウォータールー大学が行っている研究について、講演と討論を行うものである。このセミナーでは、共同研究の成果を発表して内容を詳細に共有するとともに、今後の研究の発展の方向性などを議論することを第一の目的とする。さらに、それぞれが超高速広帯域超音波に関して進める研究の成果を発表して情報交換するとともに、一部は共同研究に発展させ、この分野の国際拠点グループを形成していくことも目的とする。</p>		
セミナーの成果	<p>10月12日に、ウォータールー大学のコーディネーターである Alfred C.H.Yu 教授を中心に開催され、ウォータールー大学から5件、千葉大学から2件、富山大学から1件、リバーサイドリサーチから1件の演題が発表され、関連技術に関する討議が行われた。また、施設見学および今後の研究推進計画の調整が行われた。</p> <p>関係者が集結して深いディスカッションを行ったことで、技術開発のみでなく、各国における臨床検討の問題点や方向性についても明確となり、相互連携の具体的方針が確定した。</p> <p>また、特にウォータールー大学の研究員および学生にとって、臨床を含めた他国の動向を知る良い機会であり、将来的な日本・アメリカでの活動も視野に入る状況となった。それを受けて、10月20-21日にはウォータールー大学の複数の若手スタッフが千葉大学を訪問しており、千葉大学の若手スタッフと共に、互いに大きな刺激を受ける良い機会となった。</p>		
セミナーの運営組織	<p>ウォータールー大学のコーディネーターである Alfred C.H.Yu 教授を中心に、先方の拠点メンバーがセミナーの実質的な運営にあたった。プログラム編成に際しては、日本側主担当山口も積極的に関与した。</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費	金額 1,009,438
	カナダ側	内容 国内旅費、謝金、備品・証文品購入費、その他経費	

整理番号	S-5
セミナー名	(和文) なし
	(英文) Chiba University IGPR and JSPS Core-to-Core Program Multimodal Medical Engineering (MME) Workshop -Color Imaging in Medicine-
開催期間	平成 31 年 3 月 18 日 ~ 平成 31 年 3 月 18 日 ( 1 日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 日本、千葉市、千葉大学、西千葉キャンパス
	(英文) Japan, Chiba, Chiba University, Nishi-Chiba Campus
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・研 究者番号	(和文) 羽石秀昭・千葉大学・教授・1-1 (英文) Hideaki HANEISHI・Chiba University・Professor・1-1
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・研 究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

#### 参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 日本		備考
		A.	B.	
日本	A.	20/ 20		
	B.			
フィンランド	A.			
	B.	1		
台湾	A.			
	B.	1		
合計 〈人／人日〉	A.	20/ 20		
	B.	2		

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※人／人日は、2 / 14（＝2人を7日間ずつ計14日間派遣する）のように記載してください。

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	<p>本事業で進めている共同研究 R-1 のテーマに深く関連するテーマである、医療におけるカラー画像技術に焦点を置き、東フィンランド大学の Parkkinen 教授には「スペクトル画像と色」について基調講演をしていただき、中国文化大学の Shyu 教授には「ハイダイナミックレンジ画像技術」について講演をしていただく。当該分野における世界トップレベルの研究について学ぶだけでなく、センターで行われている研究紹介を大学院生が行い、コミュニケーション能力の向上を図る。</p>		
セミナーの成果	<p>生体光学において、分光画像技術および高ナミックレンジ画像技術は、対象の詳細な情報取得や効果的な情報提示のために非常に重要である。本セミナーにおいて各技術の世界的権威の研究者にチュートリアル的な講演をしてもらったことで、本拠点形成の研究者・大学院生がこの技術についての重要な知識を獲得できた。また、研究発表を行った大学院生に対してアドバイス・情報交換の時間を設け、今後の研究にも意義のあるものとなった。</p>		
セミナーの運営組織	<p>千葉大学の戦略的重点研究強化プログラムに位置付けられる「マルチモーダル計測医工学」プロジェクトのメンバー及び本事業の日本側コーディネーター羽石が中心となってセミナーを運営した。</p>		
開催経費分担内容と金額	日本側	<p>内容 基調講演者宿泊代 及び航空券購入手数料</p>	39,142

### 7-3 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし

## 8. 平成 30 年度研究交流実績総人数・人日数

## 8 - 1 相手国との交流実績

別紙のとおり

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

※相手国以外の国へ派遣する場合、国名に続けて(第三国)と記入してください。

## 8 - 2 国内での交流実績

第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
8 / 24 ( / )	0 / 0 ( 5 / 14 )	16 / 66 ( 4 / 10 )	4 / 11 ( 2 / 6 )	28 / 101 ( 11 / 30 )

## 9. 平成 30 年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	1,485,990	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の 50% 以上であること。
	外国旅費	9,417,757	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	5,453	
	その他の経費	1,779,418	学会参加費、海外旅行保険等
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	811,382	
	計	13,500,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,350,000	研究交流経費の 10% を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合 計		14,850,000	

## 8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四半期	日本	フィンランド	タイ	中国	カナダ	米国	チェコ (第3国)	ポルトガル (第3国)	アイルランド (第3国)	シンガポール (第3国)	合計	
日本	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	2 / 17 ( / )	/ ( 1 / 180 )	1 / 7 ( / )	1 / 7 ( / )	2 / 14 ( / )	/ ( / )	/ ( / )	6 / 45 ( 1 / 180 )	
	2	/ ( / )	5 / 25 ( / )	/ ( / )	1 / 12 ( / )	/ ( / )	1 / 16 ( 3 / 56 )	/ ( / )	/ ( / )	3 / 16 ( / )	/ ( / )	10 / 69 ( 3 / 56 )	
	3	/ ( 1 / 10 )	/ ( / )	6 / 39 ( 6 / 72 )	7 / 40 ( / )	2 / 12 ( 1 / 20 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	15 / 91 ( 8 / 102 )	
	4	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	1 / 21 ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	3 / 31 ( 1 / 7 )	
	計	1 / 2 ( 1 / 10 )	5 / 25 ( 1 / 10 )	6 / 39 ( 6 / 72 )	11 / 90 ( 0 / 0 )	2 / 12 ( 2 / 200 )	2 / 23 ( 3 / 56 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	2 / 14 ( 0 / 0 )	3 / 16 ( 0 / 0 )	2 / 10 ( 1 / 7 )	34 / 236 ( 13 / 345 )	
フィンランド	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	3	/ ( 1 / 7 )	/ ( / )	/ ( 1 / 4 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 2 / 11 )	
	4	1 / 2 ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	1 / 2 ( 0 / 0 )	
	計	1 / 2 ( 1 / 7 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 1 / 4 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 2 ( 2 / 11 )	
タイ	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	3	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	4	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	計	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
中国	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	3	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	4	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	計	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
カナダ	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	3	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	4	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	計	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
米国	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )	
	3	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( 1 / 2 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 1 / 2 )	
	4	1 / 2 ( 3 / 31 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 3 / 31 )	
	計	0 / 0 ( 3 / 31 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 1 / 2 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 4 / 33 )	
合計	1	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	2 / 17 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 1 / 180 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	2 / 14 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	6 / 45 ( 1 / 180 )
	2	0 / 0 ( 0 / 0 )	5 / 25 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 12 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 16 ( 3 / 56 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	3 / 16 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	10 / 69 ( 3 / 56 )
	3	0 / 0 ( 1 / 10 )	0 / 0 ( 1 / 10 )	6 / 39 ( 7 / 76 )	7 / 40 ( 0 / 0 )	2 / 12 ( 2 / 22 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	15 / 91 ( 11 / 115 )
	4	1 / 2 ( 3 / 31 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 21 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	2 / 10 ( 1 / 7 )	4 / 33 ( 4 / 38 )	
	計	1 / 2 ( 4 / 38 )	5 / 25 ( 1 / 10 )	6 / 39 ( 7 / 76 )	11 / 90 ( 0 / 0 )	2 / 12 ( 3 / 202 )	2 / 23 ( 3 / 56 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	2 / 14 ( 0 / 0 )	3 / 16 ( 0 / 0 )	2 / 10 ( 1 / 7 )	35 / 238 ( 19 / 388 )	