

**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 :	九州大学
(英国)側拠点機関 :	インペリアルカレッジロンドン
(スイス)側拠点機関:	ポールシェラー研究所
(米国)側拠点機関 :	マサチューセッツ工科大学

**2. 研究交流課題名**

(和文) : 高速イオン輸送のための固体界面科学に関する国際連携拠点形成

(英文) : Solid Oxide Interface for Faster Ion Transport (SOIFIT)

研究交流課題に係るウェブサイト : <http://soifit.net>

**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 : 九州大学

実施組織代表者 (所属部局・職名・氏名) : 九州大学・総長・久保千春

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) :

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授・松本広重

協力機関 : 東京工業大学

事務組織 : 国際部国際課

**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 : 英国

拠点機関 : (英文) Imperial College London

(和文) インペリアルカレッジロンドン

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) : (英文) Faculty of Engineering・Professor・

KILNER John Anthony

協力機関 : (英文) NONE

(和文) なし

経費負担区分：パターン1

(2) 国名：スイス

拠点機関：(英文) Paul Scherrer Institut

(和文) ポールシェラー研究所

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) : Material Group・Head of Group・LIPPERT  
Thomas

協力機関：(英文) NONE

(和文) なし

経費負担区分：パターン1

(3) 国名：米国

拠点機関：(英文) Massachusetts Institute of Technology

(和文) マサチューセッツ工科大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) : School of Engineering・Associate Professor・  
YILDIZ Bilge

協力機関：(英文) NONE

(和文) なし

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

イオン伝導性固体酸化物の界面 (Solid oxide interfaces) の構造・機能の解明を課題として、高速イオン輸送の実現を目指した国際研究交流を行う。今後のエネルギー社会において中心的な役割を果たす固体酸化物燃料電池や水蒸気電解、全固体電池に供するエネルギー材料科学に関する拠点形成を目指す。

『界面』は固体内の陽イオン・陰イオンの輸送の障害となり、エネルギー変換デバイスのパフォーマンスを律速する。しかし、界面の組成や構造がイオン輸送に与える影響は体系的には全く理解されていない。界面や表面の組成や構造の基本的な理解を先進的な実験・理論的テクニックによって明らかにし、材料中のイオンの輸送への影響や加速の可能性を明らかにすることが研究目標である。

これまでに築いてきた協力関係、および、イオン伝導性固体界面の分析・実験研究の先進性の観点からヨーロッパおよび米国の3機関をパートナーとして選択した。それぞれ特徴のある世界的に一線級の分析装置と材料の合成・実験施設を備え、その強力な連携により上記の複雑で難しいゴールの達成に挑む。

九州大学、特に WPI 拠点であるカーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I<sup>2</sup>CNER) が日本側の拠点となり本研究交流を実施する。若手研究者を派遣、滞在させる形で共同研究を進め、多機関での実験を体系的に行うことにより、共同研究の効率よい進捗とともに、若手研究者の国際的な経験と研究スキルの育成を図り、かつ、プロジェクト終了後の若手

人材を主体とした国際研究拠点の形成を研究交流の目標とする。

## 5-2 平成30年度研究交流目標

2年目の本年度においては、前年度に形成した研究協力体制を強固にするとともに共同研究に関する進捗と成果の発信を図る。特に、全体会議とセミナーを7月にスイス・ポールシェラー研究所で開催する際に、同研究所が有する研究施設や測定手法についての理解を深め、さらなる共同研究の可能性についても探る。前年度に引き続き若手の派遣および全体会議・セミナーへの派遣を進める。これらを通じて、本事業参加5拠点（九州大、東工大、インペリアルカレッジ、ポールシェラー研究所、MIT）のみならず関連するコミュニティーを巻き込んだ「界面固体イオニクス」に関するグループの形成を図る。

### <研究協力体制の構築>

全体会議は7月にスイス・ポールシェラー研究所、2月に九州大学において開催する。また、7月にスイスにおいてセミナーを開催する。日本から国外の各研究拠点に3名の若手研究者を各々1~3か月程度派遣し、「固体酸化セル材料」および「全固体リチウム電池」に関する共同研究を引き続き進める。セミナー、全体会議での情報共有を行うとともに、国際会議等での成果の発信の体制を整える。

### <学術的観点>

「固体酸化セル」に関しては、前年度に開始した3つの共同研究に関して進捗を図る。電極表面の分析と理解に関しては英国・インペリアルカレッジとの共同研究を進め、電極材料における表面の分析と電極反応の相関に関して研究を行う。プロトン伝導体の界面ひずみの研究に関して、スイス・ポールシェラー研究所との共同研究をおこない、スイスが材料の作製と物性測定、九州大学が計算を実施する形で連携的に研究を行う。金属酸化物粒界に関する実験および計算を米国・マサチューセッツ工科大学との連携により進める。

「全固体リチウム電池」に関しては、東京工業大学がインペリアルカレッジと共同して、電解質材料中の結晶構造およびリチウムイオン伝導パスに関する研究を行う。

「固体酸化セル材料」および「全固体リチウム電池」共通の研究の土台として、九州大学では、前年度に開始した粒界の電子顕微鏡観察およびDFT・分子動力学による計算機シミュレーションの進捗を図り、界面構造の再現とモデル化という課題に取り組む。

### <若手研究者育成>

上述の共同研究に関し、Thorettonをインペリアルカレッジへ、Ghumanをポールシェラー研究所へ、KlotzをMITに、白岩をインペリアルカレッジにそれぞれ派遣する。また、博士課程学生を含む若手研究者を、7月にスイスで開催する全体会議・セミナーに出席させ、その育成を図る。

### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

日本固体イオニクス学会を含む国内学会との連携を引き続き図っていく。また、本事業の研究概念および研究成果をセミナーおよび国際会議、学会発表等で発信する。

## 平成30年度研究交流成果

### <研究協力体制の構築>

本事業の全体会議を、6月（スイス、PSI）、2月（東京）においてそれぞれ開催し、本事業に関連する研究の進捗状況の報告と研究協力に関するディスカッション、今後のセミナー・会議の日程などについて討議を行った。これらを通じて、「固体酸化物セル材料」および「全固体リチウム電池」の双方のテーマに関し、共同研究の内容については、開始当初よりもよりの絞った実施内容となっており、複数の機関による共同研究もおこるなど、研究協力体制がより強固なものにすることができてきている。

共同研究の実際の進捗を図るために、交流相手国・拠点機関への若手研究者の派遣を行った。具体的には、当初計画した英国・インペリアルカレッジ、米国・マサチューセッツ工科大学への若手研究者の派遣を行った。本事業における研究の土台として「粒界・表面の構造モデルの構築」を昨年度より進めているが、この方向に基づく第一原理計算がスイス・PSIとの共同研究ですすむなど、界面（粒界・表面）の統一した基礎的な洞察の確立という本質的なテーマに関しても研究協力が確立されつつある。

### <学術的観点>

固体酸化物セルに関しては、以下に説明する3つの共同研究に関して進捗を図った。

電極表面の分析と理解に関しては英国・インペリアルカレッジとの共同研究を進めた。学術研究員の Thoreton が約 1.5 ヶ月間、九州大学よりインペリアルカレッジに派遣され、前年度に実施した(La,Sr)CoO<sub>3</sub> (LSCF) 電極材料の表面分析結果をふまえて、その酸素交換反応特性および酸素拡散を Kilner および Niania と協力して調べた。特筆すべきは、水蒸気の効果に関して得られた知見である。表面交換反応は水蒸気により促進され、この結果は予想の範囲内であるが、それだけでなくバルク中の酸素拡散が水蒸気の導入により最大で3桁増大することが分かった。水蒸気は表面にしか存在しないので、それがバルク（すなわち試料内部）の酸素拡散に3桁もの違いを及ぼすことは興味深い発見であり、かつ、不思議と言わざるを得ない。この現象を説明するためにいくつかの仮説を立てており、その検証を次年度以降に進める。また、酸素の拡散に関連して、東工大から白岩が約1ヶ月インペリアルカレッジに派遣、インペリアルカレッジの学術研究員 Zhou 博士を東工大に受け入れる形で BaNdInO<sub>4</sub>に関する共同研究が進められ、酸素の拡散と電気化学的性質が調べられた。この結果については2019年の固体イオニクス国際会議で報告される予定である。

プロトン伝導体の界面ひずみの研究に関するスイス・ポールシェラー研究所との共同研究については、九州大学の学術研究員 Ghuman が派遣され、界面の原子構造に関する分子動力学計算を行った。プロトン伝導体 (SrZrO<sub>3</sub> や SrCeO<sub>3</sub>) を扱う予備研究として、ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub>の界面の構造をシミュレートし、界面構造の再現と転移構造の再現に成功した。

金属酸化物粒界に関する実験および計算を米国・マサチューセッツ工科大学との連携により、九州大学より学術研究員の Klotz の派遣により進められた。界面のイオン伝導性を評価するためのインピーダンス測定手法として光に対する応答という新たな手法への取り組みを開始した。一方、この研究は、PSIを加えた3者の共同研究に発展し、粒界を薄膜の形で測定するために、PSIが薄膜作製を担当することになった。現在、九州大学にて薄膜用のターゲットが作製されており、次年度に薄膜作製と評価が実施される予定である。

「全固体リチウム電池」に関しては、インペリアルカレッジの Kilner および Agudero がガーネット系の Li イオン伝導性金属酸化物の Li イオン伝導性および Li イオン電池試験を実施している。東京工業大学がインペリアルカレッジと共同して、電解質材料中の結晶構造およびリチウムイオン伝導パスに関する研究を行っており、次年度以降に Li イオン伝導パスの可視化に取り組む。

「固体酸化物セル材料」および「全固体リチウム電池」共通の研究の土台として、粒界の電子顕微鏡観察および DFT・分子動力学による計算機シミュレーションの進捗を図った。九州大学の松田は、モデル材料として Y 安定化ジルコニア (YSZ) 多結晶中の粒界の TEM 観察を行い、その原子配列について TEM 像のシミュレーションの手法による構築を試みている。まだ、手法として確立するには至っていないが、上記の種々の研究で扱う表面、界面の検討においてはその原子配列の情報が非常に有用であり、その確立を急ぐ。

#### <若手研究者育成>

学術研究員の Thoreton、Ghuman、Klotz および博士研究員である白岩を海外連携機関に派遣し、若手研究者の育成を図った。これらを含め本事業に参加している研究員・学生は、スイスおよび東京で開催されたセミナー・全体会議にも参加させ、本プロジェクトへのより実質的なコミットメントを図った。これらを通じて、若手研究者が、海外連携機関において障壁なく研究や議論ができる土壌が形成されてきている。次年度には、当該博士学生が学術研究員として本事業に参加し、海外との連携を図るなど、より一層の若手育成を実施していく。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

セミナーをスイスおよび東京において開催し、本事業のテーマである界面を利用したイオン伝導性の促進に関連する研究者の講演を企画した。これを通じて本事業参加者と関連研究者の間での交流が大きく促進された。また、2年目を迎えた本事業では、国際会議における成果報告を行っているが、そのような場においても本課題に関する討論や興味・認識の共有が諮られた。このように本事業は事業参加者から関連研究者へと波及しており、これを進めて拠点形成を図っていきたい。

#### <今後の課題・問題点>

以上の取り組みを通じて本事業の目的である「イオン伝導性固体酸化物の界面 (Solid oxide interfaces) の構造・機能の解明」に向けた国際的連携拠点の形成については、事業参加者間での共同研究は活発化しているが、事業外の関連研究者との交流には、まだ拡大の余地があると考えられ、セミナーにおける交流のみならず、国際会議等への成果の発信等をより積極的に行っていきたい。また、国内外の学会との連携に関しては、初歩的な成果を得た後に、その連携を画策していきたいと考えているが、その取り組みが遅れているように感じられ、次年度にその改善を図る。

## 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	<p>(和文) 固体酸化物セル高性能化に向けたイオン伝導への表面・粒界の影響に関する研究</p> <p>(英文) Effect of surface and grain boundary on ionic conduction toward high performance solid oxide cells</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(和文) 松本 広重・九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授・1-1</p> <p>(英文) Hiroshige MATSUMOTO・International Institute for Carbon-Neutral Energy Research・Professor・1-1</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(英文) Bilge YILDIZ・Massachusetts Institute of Technology・Professor・4-1</p>				
30年度の 研究交流活動	<p>米国・マサチューセッツ工科大学 (MIT)、英国・インペリアルカレッジおよびスイス・ポールシェラー研究所 (PSI) と、固体酸化物セル (燃料電池、水蒸気電解) に用いる固体電解質・電極の界面 (表面、粒界) に関して、共同研究を行った。蛍石型およびペロブスカイト型酸化物を選定し、その表面組成、粒界組成・構造と電極、電解質特性との相関を解明し、高速イオン輸送・反応の要因を明らかにすることを目標とした。</p> <p>(1) インペリアルカレッジには九州大学より Thoretton が派遣され (1.5 か月)、酸化物電極材料の表面分析に関する研究を行った。九州大学においても表面分析や電極反応などの相補的な実験を行った。また、新規酸素イオン伝導性材料の検討を東工大白岩がインペリアルカレッジに派遣される形で進めた。</p> <p>(2) PSI には Ghuman が派遣され、プロトン伝導性酸化物薄膜のひずみ効果に関する研究の予備研究として、蛍石型構造酸化物の分子動力学計算を実施した。</p> <p>(3) MIT には九州大学より Klotz が派遣され、プロトン伝導性酸化物のモデル材料として Y ドープ SrZrO<sub>3</sub> (SZY) を選定し、その粒界特性に関する電気化学的、分光学的応答の手法による研究を行った。</p> <p>R-2 と共通の課題として「粒界の原子構造モデル」の構築を目指し、九州大学において電子顕微鏡観察および DFT・分子動力学計算による界面構造の再現を試みた。</p>				

<p>30年度の 研究交流活動 から得られた 成果</p>	<p>(1) 電極表面の分析と理解に関しては、前年度には(La,Sr)CoO<sub>3</sub> (LSCF) 電極材料の表面分析により、表面における Sr の偏析、および、それが酸素交換反応に与える影響に関する知見を得ている。英国・インペリアルカレッジとの共同研究 (Kilner および Niania) の結果、LSCF の表面交換反応が水蒸気により促進されること、および、バルク中の酸素拡散が水蒸気の導入により最大で 3 桁増大することが分かった。前者の結果は予想の範囲内であるが、後者に関しては、水蒸気は表面にしか存在しないので、それがバルク (すなわち試料内部) の酸素拡散に 3 桁もの違いを及ぼすことは興味深い発見である。この現象を説明するためにいくつかの仮説を立てており、その検証を次年度以降に進める。また、新規酸化物イオン伝導体である BaNdInO<sub>4</sub> に関する共同研究が進められ、酸素の拡散と電気化学的性質が調べられ、その拡散パスや局所構造が明らかとなった。</p> <p>(2) プロトン伝導体の界面ひずみの研究に関するスイス・ポールシェラー研究所との共同研究については、九州大学の Ghuman が界面の原子構造に関する分子動力学計算を行った。プロトン伝導体 (SrZrO<sub>3</sub> や SrCeO<sub>3</sub>) を扱う予備研究として、ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> の界面の構造をシミュレートし、界面構造の再現と転移構造の再現に成功した。</p> <p>(3) 金属酸化物粒界に関する実験および計算、九州大学 (Klotz) が米国・マサチューセッツ工科大学との連携により進められ、界面のイオン伝導性を評価するためのインピーダンス測定手法として光に対する応答という新たな手法への取り組みを開始した。その結果、通常の電気化学的インピーダンス試験との相関が得られ、今後、それぞれの手法により、粒界のイオン伝導に関して得られる情報を整理する。また、金属と酸化物の界面のイオン伝導特性を調べるため、PSI を加えた 3 者の共同研究を開始し、今年度は、九州大学にて薄膜用のターゲットが作製された。次年度に薄膜作製と評価を実施する。</p> <p>(4) TEM と第一原理計算、分子動力学シミュレーションの併用による粒界構造モデルの構築については、(2)の CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 界面および ZrO<sub>2</sub> 界面に関する粒界の TEM 観察および分子動力学シミュレーションの結果の比較を行い、初期的な構造モデルができつつある。今後、より現実的な構造モデルを構築・提案する。</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	(和文) 全固体二次電池に向けたリチウムイオン伝導への表面・粒界の影響に関する研究				

	(英文) Effect of surface and grain boundary on lithium ion conduction toward high performance all solid secondary battery
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 石原 達己・九州大学カーボンニュートラル・エネルギー 国際研究所・教授・1-2  (英文) Tatsumi ISHIHARA・International Institute for Carbon-Neutral Energy Research・Professor・1-2
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) John Anthony KILNER・Imperial College London ・Professor・2-1
30年度の 研究交流活動	九州大学、東京工業大学、英国・インペリアルカレッジおよびスイス・ ポールシェラー研究所 (PSI) の間で、全固体リチウム電池に関する共同 研究を行った。  (1) 東京工業大学より白岩がインペリアルカレッジに派遣され、リチウム イオン伝導性固体 (ガーネット) に関する研究を行った。ガーネット の焼結体について、その結晶構造の精密化およびリチウムイオン伝導 パスに関する測定・解析を実施した。  (2) インペリアルカレッジにおいて、ガーネットを用いた Li イオン電池セル の in-situ 測定が実施された。
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	(1) 東京工業大学とインペリアルカレッジとの共同研究により、リチウム イオン伝導性固体 (ガーネット) に関する結晶構造およびリチウムイ オン伝導パスに関するモデルが得られつつある。イオン伝導性固体は、 リチウムイオン電池の全固体化に必須であり、本研究で対象とするガ ーネットは、リチウムイオン伝導性が最も高いものの安定性に難があ る硫化物に代わる材料として重要である。ガーネットの最も大きな課 題は、セル作動時に問題となるデンドライト形成の抑制であり、本成 果は、デンドライト形成の機構解明に役立つ。  (2) 上記デンドライト形成に関してインペリアルカレッジの <b>Kilner</b> および <b>Aguadero</b> がガーネット系の Li イオン伝導性金属酸化物の Li イオン伝 導性および Li イオン電池試験を実施し、デンドライト形成の in-situ 観 察およびその生成条件等に関する情報を得た。(1)の電解質材料中の結 晶構造およびリチウムイオン伝導パスに関する研究と合わせて、今後、 デンドライト形成はガーネットの安定な作動条件の確立に取り組む。



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3回 高速イオン輸送のための固体界面科学に関するワークショップ・セミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “3rd Workshop on Solid Oxide Interfaces for Faster Ion Transport”
開催期間	平成30年 7月23日 ~ 平成30年 7月24日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) スイス・ベルゲン
	(英文) Switzerland・Bergen
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 松本 広重・九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授・1-1
	(英文) Hiroshige MATSUMOTO・International Institute for Carbon-Neutral Energy Research・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) Thomas LIPPERT・Paul Scherrer Institut・Professor・3-1

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 スイス		備考
		A.	B.	
日本	A.	11/ 116		
	B.	0		
英国	A.	5/ 20		
	B.	0		
スイス	A.	3/ 6		
	B.	24		
米国	A.	2/ 8		
	B.	0		
合計 〈人/人日〉	A.	21/ 150		
	B.	24		

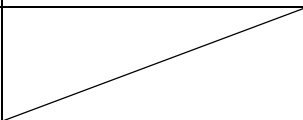
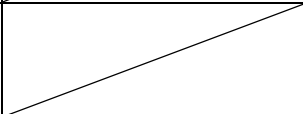
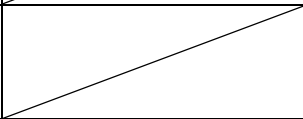
A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

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。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>全体会議と併催し、本事業の中心的研究テーマである「界面イオニクス」に関する研究の方向性、研究拠点形成に関する周知を図るとともに、同テーマに関する実験的手法等に関する情報共有を行う。当該テーマに関してこれまでに研究を行ってきている研究者による講演を盛り込み、また、本事業の参加者による研究報告を行うことで情報の共有・発信を行う。</p>		
<p>セミナーの成果</p>	<p>本セミナーは、スイス・PSIにて開催されたが、PSIは世界有数の放射光施設を備え、セミナーにおいては、本テーマに関わる様々な放射光を用いた測定手法に関する講演が多数行われた。その結果、中性子線、X線をプローブとする様々な分析手法、および、その「界面イオニクス」への有効性が議論、共有できた。一方、PSIの研究者を中心として、分析を専門とする研究者との間に「界面イオニクス」に関する課題共有ができ、今後、PSIにおける試料測定を通じてさらなる共同研究の可能性が見いだせた。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>スイス・ポールシェラー研究所、Lippertが主催した。ヨーロッパ開催であったことから、EPSRCのCore-to-Coreプロジェクトを実施している英国インペリアルカレッジがサポートした。日本側の参加者のとりまとめは、九州大学が担当した。</p>		
<p>開催経費 分担内容 と金額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費, 不課税取引・非課税取引に係る消費税</p>	<p>金額 1,914,005</p>
	<p>(スイス)側</p>	<p>内容 セミナー開催経費</p>	
	<p>(英国)側</p>	<p>内容 外国旅費</p>	
	<p>(米国)側</p>	<p>内容 外国旅費</p>	

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「第5回 高速イオン輸送のための固体界面科学に関するワークショップ・セミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “5 <sup>th</sup> Workshop on Solid Oxide Interfaces for Faster Ion Transport ”
開催期間	平成31年 1月24日 ~ 平成31年 1月25日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、東京、ブリティッシュ・カウンシル (英文) Japan, Tokyo, British Council
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 松本 広重・九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授・1-1 (英文) Hiroshige MATSUMOTO・International Institute for Carbon-Neutral Energy Research・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.	18/36		
	B.	3		
英国	A.	7/14		
	B.	0		
スイス	A.	0/0		
	B.	0		
米国	A.	1/2		
	B.	0		
合計 〈人/人日〉	A.	26/52		
	B.	3		

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>本年度1月に、関連研究を行っている研究者を招聘し、参加者メンバーを含めた講演セミナーを行うことを通して、研究分野の最新の研究状況の情報収集及びセミナー及び本事業の国内外への更なる周知並びに講演内容を含めた研究の進捗状況及び今後の研究内容の方針について議論と目標の共有を目的とする。セミナーでは本関連分野で著名な研究を行っている東北大学・雨澤浩史教授、東京工業大学・長澤剛助教、東京大学・Feng Bin 助教を招聘し、本メンバーを含めた講演セミナー形式を行う。なお、本セミナーの開催に伴い、当初2月に九州大学において開催する計画であった全体会議を本セミナーの前後に開催する。</p>		
セミナーの成果	<p>招待講演者として、東北大学・雨澤教授からは、プロトン伝導性酸化物に対する酸化物電極の作動機構の温度による違いを in-situ XAFS により測定された結果が発表された。また、東京工業大学・長澤助教からは、ToF-SIMS による酸素拡散の測定結果が発表された。これらの情報は、本事業における酸化物電極の表面に関する検討において、非常な有用な情報であり、今後、本事業の進捗に生かされる。一方、本事業参加者からは、研究成果が発表され、招待講演者を含むセミナー参加者に成果が発信できた。招待講演者である東京大学・Feng 助教からは、本事業が対象とする粒界の理想的な一つの形態である双晶に関する構造解析の結果が発表された。ここで示された手法は、本事業において主に九州大学で取り組んでいる粒界構造モデルの構築に用いているのと類似の手法であり、今後の進捗の参考としていく。</p> <p>以上のように、招待講演者の講演からは、本事業の今後の進捗に有用な情報が提供されるとともに、本事業参加者の発表からは、事業の成果やその中心的な課題に関する情報が参加者との間に共有できた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>セミナーの運営は東京工業大学が実施した。米国・スイス・英国からの参加者のとりまとめは、九州大学と東京工業大学が担当した。プログラム作成は、東京工業大学が担当した。</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 セミナー開催経費、国内旅費	金額 1,358,443
	(英国)側	内容 外国旅費	/
	(米国)側	内容 外国旅費	

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

別紙の通り

※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
3 / 10 ( 0 / 0 )	1 / 3 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	21 / 64 ( 0 / 0 )	25 / 77 ( 0 / 0 )

## 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	951,945	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	7,431,478	
	謝金	60,000	
	備品・消耗品購入費	1,981,244	
	その他の経費	2,437,050	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	638,283	
	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

派遣元	派遣先	四半期	日本	英国	スイス	米国	フランス(第3国派遣)	ドイツ(第3国派遣)	イタリア(第3国派遣)	韓国(第3国派遣)	ベルギー(第3国派遣)	カナダ(第3国派遣)	南アフリカ(第3国派遣)	合計
日本	1			0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 5 ( 0 / 0 )	1 / 5 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 4 ( 0 / 0 )	1 / 2 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	6 / 29 ( 0 / 0 )
	2			1 / 3 ( 0 / 0 )	11 / 116 ( 0 / 0 )	1 / 49 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 4 ( 0 / 0 )	1 / 3 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	17 / 187 ( 0 / 0 )
	3			2 / 51 ( 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 )	1 / 10 ( 0 / 0 )	4 / 65 ( 0 / 0 )
	4			1 / 14 ( 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 )	1 / 14 ( 0 / 0 )
	計			4 / 68 ( 0 / 0 )	12 / 121 ( 0 / 0 )	3 / 58 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	2 / 10 ( 0 / 0 )	2 / 7 ( 0 / 0 )	1 / 2 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 10 ( 0 / 0 )	28 / 295 ( 0 / 0 )
英国	1	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 )
	2	0 / 0 ( 0 / 0 )			0 / 0 ( 5 / 20 )	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 ( 5 / 20 )
	3	0 / 0 ( 1 / 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 )
	4	0 / 0 ( 12 / 24 )			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 ( 12 / 24 )
	計	0 / 0 ( 13 / 24 )			0 / 0 ( 5 / 20 )	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 ( 17 / 44 )
スイス	1	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 )
	2	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 )
	3	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 )
	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 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	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 )	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 )
	2	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 2 / 8 )			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 ( 2 / 8 )
	3	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 )
	4	0 / 0 ( 1 / 2 )	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 ( 1 / 2 )
	計	0 / 0 ( 1 / 2 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 2 / 8 )			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 ( 3 / 10 )
合計	1	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 5 ( 0 / 0 )	1 / 5 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 4 ( 0 / 0 )	1 / 2 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	6 / 29 ( 0 / 0 )
	2	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 3 ( 0 / 0 )	11 / 116 ( 7 / 28 )	1 / 49 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 4 ( 0 / 0 )	1 / 3 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	17 / 187 ( 7 / 28 )
	3	0 / 0 ( 1 / 0 )	2 / 51 ( 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 ( 0 / 0 )	1 / 10 ( 0 / 0 )	4 / 65 ( 1 / 0 )
	4	0 / 0 ( 13 / 26 )	1 / 14 ( 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 )	1 / 14 ( 13 / 26 )
	計	0 / 0 ( 14 / 26 )	4 / 68 ( 0 / 0 )	12 / 121 ( 7 / 28 )	3 / 58 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	2 / 10 ( 0 / 0 )	2 / 7 ( 0 / 0 )	1 / 2 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 6 ( 0 / 0 )	1 / 10 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	28 / 295 ( 21 / 54 )