

二国間交流事業 共同研究報告書

平成 22 年 05 月 11 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 燃料電池材料センター

職・氏名 ^(ふりがな) 副センター長 森 利之

1. 事業名 相手国（オーストラリア）との共同研究 振興会対応機関（オーストラリア研究会議）

2. 研究課題名 量子ビーム活用薄膜固体酸化物燃料電池デバイスの開発

3. 全採用期間

平成21年04月01日 ～ 平成23年03月31日（2年0ヶ月）

4. 研究経費総額

(1) 本事業により交付された研究経費総額 4,950 千円

初年度経費 2,475 千円、 2年度経費 2,475 千円、 3年度経費 0 千円

(2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 85.5 千円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者

氏名 (ふりがな)	所属・職名	研究協力テーマ
フェイ イェ Fei Ye	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター 研究員	固体電解質薄膜と電極界面の作成及び予備的ナノ構造解析
ヤン ヨンカ Yan Yongke	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター ポスドク研究員	ナノ構造化電極材料の合成と評価
ジッペン リー Zhipeng LI	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター ポスドク研究員	固体電解質薄膜と電極界面の作成及び予備的ナノ構造解析
ペンフェイ ヤン Pengfei YAN	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター ポスドク研究員	固体電解質薄膜と電極界面の作成及び予備的ナノ構造解析
すが ひろかず 菅 広和	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター NIMS ジュニア研究員	ナノ構造化電極材料の合成と評価
ふがねけいすけ 府金慶介	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター NIMS ジュニア研究員	薄膜単セル発電試験評価、ナノ構造化電極触媒材料の合成及び表面構造解析
とがさき ひろたか 戸ヶ崎 寛孝	物質・材料研究機構 燃料電池材料センター NIMS ジュニア研究員	薄膜単セル発電試験評価、ナノ構造化電極触媒材料の合成及び表面構造解析

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 クイーンズランド大学 電子顕微鏡センター センター長 John DRENNAN

(3) 相手国参加者（代表者の氏名の前に○印を付すこと）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
○John DRENNAN (PhD)	クイーンズランド大学 電子顕微鏡センター センター長 教授	薄膜固体電解質/電極界面 3次元ナノ界面構造の精密解析
Jin ZOU (PhD)	クイーンズランド大学 電子顕微鏡センター	薄膜固体電解質/電極界面 3次元ナノ界面構造の精密解析
Graeme AUCHTERLONIE (Mr.)	クイーンズランド大学 電子顕微鏡センター 助手	燃料電池デバイス中の電極触媒中のナノ構造精密解析
Gordon Kearley (PhD)	Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO) Research Officer	固体電解質内ナノ構造および電極触媒内ナノ構造の精密解析

6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

これまで、日豪二国間において検討を続けてきた、ナノ構造の最適化による燃料電池材料の高性能化・高安定性確保に関する研究をもとに、燃料電池用デバイスの高性能化研究へと発展させ、両国における燃料電池デバイスの普及促進と、両国を中心とした環境・エネルギー分野における国際的リーダーシップの確立をはかることを目的として国際共同研究を実施した。

平成 20 年までに、燃料電池材料高性能化の為に、日豪二国間において着実に成果をあげてきた固体電解質材料及び電極触媒材料を用いて、燃料電池用デバイス材料の作製を行ってきたが、そのデバイスの作製時に、固体電解質と電極触媒界面間における物質の拡散や、固体電解質中のナノ構造の変化が観察され、燃料電池デバイス特性の低下が現れることが分かった。

そこで、燃料電池用セルの作製時に起こる、こうした固体電解質内のナノ構造の変化（微量（1-2%）の電極活物質の固体電解質内への拡散の様子）を観察したところ、固体電解質として用いている Gd ドープ CeO₂ 内の Ce サイトへの電極活物質の固溶が、課題提案者らの透過電子顕微鏡観察と、高分解能エネルギー損失分光器を用いることで、平成 20 年度までに明らかにされてきた。

こうした平成 20 年度までの、日豪二国間で実施した共同研究結果を踏まえて、特性に大きな影響を与える電極活物質の固体電解質内への拡散を、どの程度までに抑制すれば、性能を維持できるのか？、さらには、高い特性の安定性はどうすれば確保できるのか？、電極表面上の電極性能をより向上されるためにはどうすれば良いのか？、などを考察し、高性能で安定な、燃料電池デバイス設計開発を両国が協力して行うことを目的に国際共同研究を実施した。

本国際共同研究を実施するなかで、高性能分析透過電子顕微鏡や放射光施設を十分に活用することで、これまで、固体電解質と電極触媒界面間における物質の拡散により、第 2 相ができない場合は、整合界面ができていないことを前提にデバイスの開発が行われてきたが、本研究により、アノード内界面、アノード/固体電解質界面、カソード/固体電解質界面に、それぞれ、相互拡散現象に伴う、酸素欠陥が秩序化した超格子構造の形成が明確に観察された。その相互拡散層の厚みは、50~200nm 程度であった。

この燃料電池デバイス内各種界面における超格子構造の形成は、X線回折試験では、検出することが難しいものの、酸化物イオンの拡散を阻害し、あわせて、電荷移動現象のさまたげとなるものと考えられた。

本研究では、この超格子構造の特徴を、注意深い観察により詳細に検討し、超格子構造形成のメカニズムについても、1つのモデルを提案しており、今後の酸化物形燃料電池デバイスの研究開発に極めて有用な情報を提供できる結果が得られたものと確信している。