

# プロジェクト中間評価報告書

評価委員会開催日：平成20年11月17日

評価委員：（敬称略、五十音順）

神谷 信行 株式会社KMラボ 社長  
 重里 有三 青山学院大学大学院理工学研究科 教授  
 西方 篤 東京工業大学大学院理工学研究科 准教授

確定年月日：平成20年12月22日

プロジェクト名	ナノ構造化燃料電池用材料研究
研究責任者の所属・役職・氏名	燃料電池材料センター センター長 西村 睦
実施期間	平成18年度～平成22年度
研究全体の目的、目標、概要	<p>研究目的及び具体的な研究目標：                      革新的クリーンエネルギー技術である燃料電池の実用化は地球環境問題、エネルギー問題を左右する重要課題である。その実現には技術的な課題がまだまだ山積しているが、それらは現在の技術の改良では解決できず、水素の製造・貯蔵、燃料電池システムに関わる材料のブレークスルーに基づく新技術の開発が不可欠とされている。本プロジェクトの目的は、将来における燃料電池の普及を実現するために、材料の基礎に立ち返ることである。すなわち、材料中のナノ領域の特徴的な微細構造、界面構造および表面構造がイオン伝導度、触媒機能等に与える影響を精査し、潜在する機能を十分に発揮できるような組織制御を行う。これによって、革新的な特性・効率、安定性を有するナノ構造化燃料電池用材料（固体電解質・電極材料およびスタック用金属系セパレータ材料）、水素製造用材料（燃料改質用触媒材料、水素精製用合金膜）を開発し、提示する。</p> <p>研究計画概要：                      NIMSが保有する高度解析装置群などを活用して、対象とする物質内部、表面・界面のナノ構造と特性との関係を解析して、ナノ領域において発生する効果の解明を図る。研究を効率的に推進するべく、計算材料科学手法を併せ用いて、この効果を最大化・最適化する。あわせて特性の長期安定性を確保するためのナノ構造の制御方法を確立して、できるだけ貴金属等の希少資源に頼らずに優れた性能と使用寿命を持つ中低温（200～500℃）用固体電解質・電極材料、Niフリーステンレス鋼系セパレータ、水素製造用燃料改質触媒、水素分離膜材料の開発を行う。</p>
平成18年度～平成20年度中間評価時までの成果等	<p>研究成果（アウトプット）、成果から生み出された効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）：                      従来のマイクロリアクターの耐熱性、触媒層と容器との密着性、貴金属触媒使用の問題を解決した。これにより、Pd使用量を極力（通常の1/50以下まで）抑え、300℃以下の中低温域で高い処理速度を持つ高性能水素分離システム、メンブレンリアクターの実現が見込まれる。ナノ組織構造制御による性能や安定性の向上、および分子設計の視点（超分子科学的視点）からの燃料電池用材料の高度化研究を他に先駆けて行い、実績をあげ、材料科学の世界にその道を拓いた。その結果を活かしつつ、高性能と長期安定性を併せ持つ材料の開発と、燃料電池デバイスへの応用の可能性を見極める研究を推進することで、今後の水素/燃料電池の開発に大きなブレークスルーを与えると期待される。金属セパレータ用素材の開発に当たっては、0.2mmの薄板加工とプレス加工性の確保が目標となるが、これまでの組織制御の取り組みにより、将来的にはNiフリー高窒素鋼でも目標が達成される見込みである。このような薄板加工性が確保されると、燃料電池以外にも生体分野等におけるインプラント材等への波及効果が期待される。</p>

【評価項目】	コメントおよび評価点	
①研究開発の目的・目標管理・マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前評価結果に対する対応状況からも研究の方向性、目標達成の可能性は十分に評価できる。</li> <li>・進捗状況はサブテーマにより異なるが、進捗状況から研究の方向性、目的・目標は的を射ており、大きな見直しは必要ない。</li> <li>・低温のPEFC（固体高分子型燃料電池）が、コストと耐久性の点でブレークスルーが必要な現状の中で、本プロジェクトが中低温システムとその材料の開発をターゲットにしている点はいへん興味深く、高く評価できる。</li> <li>・燃料電池の研究開発に関しては現在、技術的には一つの方向に固まっておらず、多くの可能性が示されている。そのような状況を考えると、4つのグループによる多様なアプローチは妥当である。</li> <li>・技術の方向性に多様な可能性はあるものの、あくまでもアプリケーションの立場に立った視野も持ち、そこから基礎的に研究を深めることで、真に「シーズ提案型」となる高度な研究を推進してもらいたい。</li> <li>・開発する材料の諸特性（触媒特性、水素透過性、耐食性など）の具体的な目標値をある程度設定する必要がある。</li> </ul>	
	評価基準	評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、下記評価基準を参考に記入してください。： 9：よく練られており、全く問題ない。 7：優れている。 5：概ね問題はない。 3：修正が必要である。 1：大きな問題がある。プロジェクトを中止すべきである。
	各委員の評価点	9、9、8（順不同）
	平均評価点	8.7（小数第二位以下四捨五入）
②研究開発の進捗状況及び進め方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画に従って精力的に研究が進められている。今後、プロジェクト内各グループ間の連携及び外部研究グループとの連携を深めることによって、相乗効果が出てくることを期待する。</li> <li>・それぞれのサブテーマの研究の進捗状況には、最先端を行くものが見られた。研究はこのまま継続し、研究資源の再配分の考慮は必要ない。</li> <li>・Ni3Al 箔の作製と触媒特性の評価は順調に進んでいる。H19年度から開始したNi3Al 以外の新規金属間化合物触媒の探索については今後の研究に期待する（サブテーマ1）。</li> <li>・水素透過膜の研究は、既存のPd-Ag膜と比較して、不純物ガスの存在下での優位性が示されているなど、順調に進んでいる（サブテーマ2）。</li> <li>・500℃で酸化物イオン伝導であるセリアの焼結体の作製に成功したことは高く評価される。今後、伝導度を実用レベルまで上げることを期待する（サブテーマ3）。</li> <li>・新規触媒(Pt-CeO<sub>2</sub>)に関しては、PEFCあるいはDMFC（ダイレクトメタノール型燃料電池）環境下での有効性が示されたが、このプロジェクトの本来の目標である、中低温用に開発されたセリア電解質との組み合わせでの、特性調査が必要である。新規超高分子固体電解質については、今後2年での開発を期待する（サブテーマ3）。</li> <li>・中低温領域での燃料電池を開発することが目標であることから、今後電解質と触媒電極の開発は連携して行うべきである（サブテーマ3）。</li> <li>・高窒素ステンレス鋼を使ったセパレータの加工が終了したことから研究は順調に進んでいる。高窒素ステンレス鋼の耐食性については、PEFC環境で従来のグラファイトとほぼ同等の特性を示すことから、低温の燃料電池でも有望である。</li> </ul>	

	<p>ただし、接触抵抗の評価や、より長期の安定性評価が必要である(サブテーマ4)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本来の目的である中低温用燃料電池用セパレータとしての特性についても検討すべきである(サブテーマ4)。</li> <li>・触媒セパレータ等で低温のPEFCやDMFC中でも高い特性を示しているものもあるので、中低温だけでなく低温でも実験を続けるべきである(サブテーマ4)。</li> </ul>
評価基準	<p>評価点(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点)を、下記評価基準を参考に記入してください。:</p> <p>9: 極めて順調であり、研究資源の再配分を増やすべきである。</p> <p>7: 優れており、このまま継続すべきである。</p> <p>5: 進み具合は妥当である。</p> <p>3: 進み具合が遅れており、計画の見直しが必要である。</p> <p>1: 大幅に遅れており、研究を中止すべきである。</p>
各委員の評価点	9, 8, 9 (順不同)
平均評価点	8.7 (小数第二位以下四捨五入)
③論文、特許等の直接の成果、効果・効用、波及効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多くの研究成果は高いレベルの雑誌に掲載されており、研究の質は高い。</li> <li>・論文発表及び特許出願・登録は十分なされている。</li> <li>・購入物品の中にはグループ間で共用すればよいものもあるようである。セクションごとの壁をできるだけはずし、大きな金額で有効な物品を購入するにすべきである。</li> </ul>
評価基準	<p>評価点(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点)を、下記評価基準を参考に記入してください。:</p> <p>9: 質・量共に世界的水準である。</p> <p>7: 優れた成果・効果が出ている(見込まれる)。</p> <p>5: 平均的水準である。</p> <p>3: 平均より少なく、対応策を練る必要がある。</p> <p>1: 質・量共に大いに問題があり、プロジェクトは中止すべきである。</p>
各委員の評価点	7, 9, 9 (順不同)
平均評価点	8.3 (小数第二位以下四捨五入)
④総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一つの目標に向かうプロジェクトとしては研究テーマがバラバラである。例えば200℃位の燃料電池と500℃の燃料電池では材料も大きく異なるので、それらを合わせた成果は期待できない。しかし、それぞれのサブテーマについての研究はよく進められており、研究成果は論文数、特許からも十分評価に値する。</li> <li>・中低温の燃料電池の開発が目標であることから、電解質、触媒、セパレータの開発は連携して進められるべきである。現状では、それぞれが別々に進行している印象である。</li> <li>・元素戦略や環境負荷の問題も視野に入れて研究が進められている。機能や性能の高度化のみではなく、環境や安全性、サステナビリティに対しても、今後も配慮を継続することが必要である。</li> <li>・シミュレーション技術の材料設計への本格的な展開を期待する。</li> </ul>

	評価基準	総合評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、 下記評価基準を参考に記入してください。： 9：すべての点において模範的に優れている。 7：総合的に優れている。 5：平均的なプロジェクトである。 3：期待されたほどではない。計画の見直しが必要である。 1：上記評価項目①～③の評価結果に大きな問題があり、研究を 中止すべきである。
	各委員の 評価点	9、9、8（順不同）
	平均評価 点	8.7（小数第二位以下四捨五入）
<b>その他</b> （気になる点、ヒアリングの第一印象など、なんでも） ・国際化が進んで、日本の科学技術の発展には海外からの若い研究者の力が大きく寄与していることは間違いない。しかし、その中で日本独自の発想による独創性が強く求められる。本プロジェクトの役割ではないかも知れないが、若い技術者を育てながら研究の成果を挙げてほしい。		

なお平均評価点は、公表時一般にもわかり易いように、以下のようにS, A, B, Cを併記する。  
 評価委員の点数の平均点（小数点第二位以下四捨五入）をXとすると、S:  $X=10$ , S-:  $9 \leq X < 10$ , A+:  $8 \leq X < 9$ , A:  $7 \leq X < 8$ , A-:  $6 \leq X < 7$ , B+:  $5 \leq X < 6$ ,（以下同じ考え方）・・・とする。

#### 平均評価点まとめ

研究開発の目的・目標管理、マネージメント	研究開発の進捗状況及び進め方	論文、特許等の直接の成果、効果・効用、波及効果	総合評価
A+	A+	A+	A+