

開発項目 「エネルギー・環境新技術先導プログラム/金属水素間新規熱反応の現象解析と制御技術」 平成27年度～平成28年度のうち平成27年度分中間年報

委託先名 株式会社テクノバ
日産自動車株式会社
国立大学法人九州大学
国立大学法人東北大学
再委託先 国立大学法人名古屋大学(株式会社テクノバ)
共同実施先 国立大学法人神戸大学(株式会社テクノバ)

1. 研究開発の内容及び成果等

事業概要

近年、ナノスケール金属（例えばPdやCu-Ni等）と水素（重水素または軽水素）からなる系において、CO₂を全く排出せず、通常の燃焼反応に比べ3桁以上大きいエネルギー密度を有する「金属-水素間の新規発熱反応」が、日本、米国、イタリアを中心に報告されている。この現象を利用した発電技術が実用化された場合、クリーンでパワフルかつ安価なエネルギーを人類は手に入れることとなり、社会・経済的インパクトははかりしれない。エネルギー資源の乏しい我が国においては、将来的なエネルギー問題は重要課題であり、新規一次エネルギー源となりうる「金属-水素間の新規発熱反応」の研究開発を行うことは非常に有意義であるといえる。

本事業は、①高精度熱計測システムの構築と過剰熱の確認、②過剰熱発生現象の多角的評価、③実用化可能性及び海外動向調査、④研究開発推進委員会の開催を行うことで、「金属-水素間の新規発熱反応」現象を検証し、実用化に向けた課題を明らかにすることで、次期国家プロジェクトへの道筋をつけることが目的となる。

実施内容

①高精度熱計測システムの構築と過剰熱の確認（担当：国立大学法人東北大学、株式会社テクノバ）

従来から使われている熱量評価法に加え、温度分布計測と熱伝導計算とのコンシステンシーを考慮した、発熱量を高精度に評価できる新しい発熱量評価装置（以降、「新装置」とする。）の設計、製作、設置を行う。開発する新装置は、フローカロリメトリー（誤差±1.5%）による熱量計測に加え、熱電対・測温抵抗体による温度計測（誤差±0.1℃）、および熱フラックス計測（誤差±2%）ができ、熱量計測と熱解析の結

果を比較検討することで、計測された過剰熱がエラーでないことを、より高い信頼性で判定することが可能な装置を目指している。今年度、東北大学では新装置の設計が完了し、装置の部材等の発注を終え、一部機器の組み立て・製作に進んだ。

また、テクノバは新装置の設計に関し、テクノバ-神戸大学の現有発熱装置の知見を基に助言を与えた。

②過剰熱発生現象の多角的評価(担当：株式会社テクノバ、国立大学法人神戸大学、国立大学法人東北大学、国立大学法人名古屋大学、国立大学法人九州大学、日産自動車株式会社)

テクノバ-神戸大学の現有発熱装置を用いて、本研究参加機関の研究者が共同で試験および解析を行うことで、化学反応では説明できない過剰熱現象の存在を多角的視点で検討・解釈する。具体的には、試料の装置への組み込みや重水素ガスの導入などの一連の試験状況、得られた熱データ、STEM-EDS、XRD等で得られた反応前後の試料分析結果等を全員で確認・解析し、各参加者の専門を反映した多角的な視点で現象の解釈を行う。

今年度は1月に湿式法によるPS3試料(メソポーラスシリカ担持Pdナノ粒子)、及び3月にメルトスピニング法によるPNZ3試料(ジルコニア担持PdNi₇ナノ粒子)を用いた共同実験が行われた。供試試料は神戸大およびテクノバが調製・準備を行った。各共同実験とも3日の共同作業が行われたが、第一日は試料装荷作業、第二日はアズレシーブド試料の室温重水素ガス吸収試験、第三日は還元試料の室温重水素ガス吸収試験である。また、第二日、第三日には空き時間に、別室にてデータ収集・整理方法の説明と発熱特性、試料分析結果に関する報告および討論が行われた。

第一回共同実験(PS3試料)；室温条件での重水素吸収時には、化学反応(水素吸蔵熱)で説明できる程度の発熱(35kJ/mol·D)しか観測されなかった。

第二回共同実験(PNZ3試料)；室温条件では、初期重水素吸収時にD/M=4以上の水素吸収および、熱(61kJ/mol·D)が観測された。二回目の重水素吸収時にはD/M=2程度の水素吸収および、初期よりは少ないが、47kJ/mol·Dの熱が観測された。

実験に用いた試料については各研究機関でSTEM-EDS、XRD、XRF、ICP等で結晶構造や組成等の分析を行った。PNZ3試料ではXRDにより、ZrO₂の他に合金としてZrNi₂が存在することが明らかになった。ZrNi₂の水素吸収時は吸熱反応だが、ナノ粒子化したその存在が発熱特性に影響を及ぼす可能性があることが議論された。

また、今後予定している共同実験に供する試料として、九州大学では、シリカ被覆Pdナノ粒子試料について日産自動車の協力を得て、調製条件の最適化を行い、得られた条件での作製を開始した。名古屋大学では、水素雰囲気下で安定な粒径および形状が制御されたPd粒子の多量合成に目途を付けた。

③実用化可能性及び海外動向調査（担当：日産自動車株式会社、株式会社テクノバ）

当該技術分野の海外における技術開発動向（研究者、実験方法、材料系、熱量、応用研究等）を調査し、研究開発の方向性および実用化可能性を検討する。

今年度は海外動向調査として、ロシアを中心に文献、学会調査を実施した。その結果、加熱、放電、超音波照射による金属－水素間反応による発熱が多数報告され、中にはkW級の出力の報告もされていることが分かった。

実用化可能性調査では、産業利用のために不可欠な熱電気変換システムとして主に熱動力変換システムについて文献調査を行った。出力の大きさや熱源温度等によって適切なシステムがあることがわかった。また、参考情報として熱を直接電気に変換する熱電変換素子の調査も行った。現時点では変換効率が低いものの、熱を電気に直接変換するという面ではシステム的に小型化できる可能性が高く、継続的なウォッチングが必要である。

④研究開発推進委員会の開催（担当：株式会社テクノバ、国立大学法人東北大学、日産自動車株式会社、国立大学法人九州大学、国立大学法人神戸大学、国立大学法人名古屋大学）

研究進捗内容の議論および国家プロジェクトの立ち上げに向けた検討を目的として、活動の事務局となる機関を選定し、研究推進委員会を設置し、年数回程度を開催する。

事務局としてテクノバを選定し、今年度は第1回研究推進委員会を2月5日（金）に開催した。議題は、第1回共同実験データについて各機関での解析結果報告と討論、各機関の進捗報告等であった。

第1回共同実験解析結果および討論では、重水素吸収時の発熱については、Pdへの水素吸蔵熱で説明がつくものと結論した。今回のPS3試料はSTEMで100nm程度の大きな凝集粒子が観察されていたことから、予想よりも熱の発生が少なかったものと考えられた。今回の実験は室温で行っており、より多くの熱を得るには、昇温実験も考慮に入れる必要があるとの議論もなされた。

進捗報告では、内容については前述しているが、各機関ともほぼスケジュール通りに進捗している事を報告した。

次回予定として、第2回研究推進委員会は4月15日（金）に開催することを決定した。

2. 成果（当該年度分についてのみ記載）

(1) 研究発表・講演（口頭発表も含む）

なし

(2) 特許等

なし

(3) 受賞実績
なし

3. その他特記事項（当該年度分についてのみ記載）

(1) 成果普及の努力（プレス発表等）
なし

(2) その他
なし

3. その他特記事項（当該年度分についてのみ記載）

(1) 成果普及の努力（プレス発表等）
なし

(2) その他
なし

契約管理番号	1 5 1 0 1 7 9 2 - 0
	1 5 1 0 1 7 9 3 - 0
	1 5 1 0 1 7 9 4 - 0
	1 5 1 0 1 7 9 5 - 0