

事後評価報告書

評価委員会開催日：平成18年8月29日

評価委員：（敬称略、順不同）

新原皓一 長岡技術科学大学極限エネルギー密度工学研究センター センター長・教授（主査）
 藤森啓安 （財）電気磁気材料研究所 顧問
 中嶋英雄 大阪大学産業科学研究所 教授
 若井史博 東京工業大学応用セラミックス研究所附属セキュアマテリアル研究センター 教授

記入年月日：平成18年12月15日

課題名	素機能融合化技術による安全材料の開発に関する研究
研究責任者名及び所属・役職	新谷紀雄 材料研究所 機能融合材料グループ、ディレクター（平成13年～15年） 岸本 哲 材料研究所 機能融合材料グループ、主席研究員（平成16年～17年）（現在：コーティング・複合材料センター 複合材料グループ 主席研究員）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	実施期間：平成13年度～平成17年度 使用研究費（期間合計）：運営費交付金：254百万円、外部資金：22百万円 参加人数：（平成17年度）14人（専任：4人、併任：4人、ポスドク：3人、技術補助：2人、事務補助：1人）
【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：</p> <p>大型化した構造物や複雑化した各種装置の安全性・信頼性を格段に向上させるために安全性・信頼性に関わる基本的な機能を材料本来の各種機能に融合させる技術の開発と融合的な機能をもったより安全な材料を開発する。特に構造材料として、クローズドセル構造化による衝撃安全性や制振性に優れた超軽量な輸送機器用材料、温度上昇や高応力負荷時に作動する大型の鉄系形状記憶合金及び損傷を自己修復する耐熱鋼等の使用状況に適応する材料を開発する。また、機能材料として、機能を融合化する技術としての粒子アSEMBル技術、多層膜作製技術、微小物組み立て技術の開発により、電流・温度自己制御材料や光を高度に制御できるフォトニック結晶を開発する。また、薄膜化技術により、アクチュエータ機能と機械的性質に優れた微小機械用Ti-Ni系形状記憶合金薄膜を開発する。</p> <p>研究計画概要：</p> <p>構造系の材料としては、衝撃吸収性や制振性のある材料開発としてクローズドセル構造に着目し、セル内にセル壁とは異なる材料を内包させて、製振性や衝撃吸収性等の機能を有する材料創製技術開発を行う。アクチュエータ用形状記憶合金の開発は安価な鉄系形状記憶合金に着目し、熱処理等により微細構造を制御して高性能の合金の開発を行う。実際に使用されている耐熱鋼管に自己修復物質を添加することにより高温損傷自己修復機能を付加させる。また、材料機能を有する材料としては微小粒子や部品を正確に組みあげることによりフォトニクス結晶を創製し、複合粒子化により可撓性と自己温度・電流調節機能を有するセラミックスシートを開発する。また、マイクロマシン用アクチュエータ材として、スパッタ技術により高性能のTi-Ni系形状記憶合金薄膜を開発する。</p>
【全研究期間の成果等（研究全体）】	<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）：</p> <p>研究成果としては、クローズドセル構造金属材料作製法とそれを用いたエネルギー吸収性と制振性を有するクローズドセル構造金属材料を作製し、鉄系形状記憶合金においてはトレーニングを必要としない合金開発とこれを用いた締結部材や建築部材の試作を行った。また、修復元素の添加による高温損傷を自己修復する耐熱鋼等の開発も行い、修復機構も確認した。粒子アSEMBル技術、多層膜</p>

	<p>作製技術により、電流と温度を自己制御する材料やこれを用いたフレキシブルヒーターと保護素子、微小物組み立て技術によるフォトニック結晶を開発した。また、薄膜化技術により、アクチュエータ機能と機械的性質に優れた微小機械用Ti-Ni系形状記憶合金薄膜を開発し、マイクロマシンに応用した。これらの成果を特許、論文、プレス発表として報告している。</p> <p>社会・経済等への効果としては、本研究で開発された技術が特許使用許諾され、共同研究の数も年々増加している。特に企業との共同研究が増加しており、本研究で開発された技術・材料が徐々に企業において利用されていくものと思われ、材料の安全性向上につながると考えられる。</p> <p>波及効果としては、論文発表した内容の図が4回、雑誌の表紙（Advanced Engineering Materials Vol.6, No.4, Advanced Materials Vol.15, No.11およびVol.14, No.16, Nature Materials, Vol.2, No.2）に採用されるなど、新しい材料の開発として、世の中にインパクトを与えている。企業との共同研究が年々増加し、プロジェクト終了後の現在も継続あるいは新たな締結が行われ、本研究で培われた技術は広く波及するものと確信する。</p> <p>論文：14+38.5件*、プロシーディングス：8+41.0件*、解説・総説：6+20.25件*、招待講演数：0+30.7件*（*：+の前の数値は平成13年の数値、+の後ろは研究の寄与率を考慮した平成14-17年の値）</p> <p>特許出願：47件、登録：18件、実施許諾：1件</p>
【評価項目】	コメントおよび評価点
<p>マネジメント 実施体制 (サブテーマ間関係、外部との共同研究の有効性)</p>	<p>コメント： 「安全材料」という新しい材料設計コンセプトを提案し、その材料に必要な複数の機能を一つの材料内に組み込むために、素機能融合化（多機能複合化）を達成しようとするスマート材料的なアプローチと、機能材料に関する基礎的研究アプローチを合体させたプロジェクトである。その結果、サブテーマが構造材料から電子機能材料まで多種類にわたるため、研究が個別になり、各サブテーマで得られた優れた成果を統一する為の、サブグループ間の連携が少し不足したのでは、との印象を受けた。しかし、外部企業や大学等との連携は密に行われており、高く評価できる。本プロジェクトで創製された材料・システムの実用化に関しては、今後の展開に期待したい。</p>
<p>*評価点（10点満点）：8 評価基準</p>	<p>9点：研究の効率向上に明確に寄与している 7点：よく考えられている 5点：平均的な体制 3点：もう少し考慮の余地があった 1点：プロジェクト遂行の支障となった</p>
<p>アウトプット (論文、特許等の直接の成果。費用対効果を考慮)</p>	<p>コメント： 研究の寄与率を考慮しても、論文数、プロシーディングス数、解説・総説数、招待講演数、および特許など、アウトプットについての費用対効果は問題ない。本プロジェクトでは、斬新なアイデアを基礎にして、新しい材料コンセプト、アプローチが提案されている。現時点では、未だ基礎研究のレベルとの印象が強いが、多岐にわたる新規な知見が見出されており、今後は外部機関との連携も強め、研究を深めていくことによって、近い将来に開花することが期待できる。</p>
<p>*評価点（10点満点）：8 評価基準</p>	<p>9点：質・量共に平均的プロジェクトの水準を大きく上回っている 7点：平均的水準より優れる 5点：平均的水準 3点：少ない 1点：問題がある</p>

<p>目標の達成度 その他アウトカム、波及 効果</p>	<p>コメント： 安全材料という新しいコンセプトの提案及びそれを基にした各サブグループの研究成果は、国内外で高く評価されており、全体として所期の目的は十分に達成している。しかし、各々のサブテーマの研究内容が個別的で、物材機構における「安全材料」の、基本的な研究開発姿勢が見えにくいのは残念である。 サブテーマ1のクローズドセル構造金属では、セラミックス内包セル構造体の防振構造材や電子機器基盤材への応用が期待されるが、具体的にどのように実用化に結びつくのか、が不明である。今後の産業応用を考えると、高分子を内包するセル構造の実現に期待したい。他のサブテーマの対象材料でも、種々の応用が考えられ、期待されているようだが、これらも今後実用化に向けて、どのように展開が可能かを具体的に示すことが大事である。プロジェクト終了後も、さらなる研究展開に期待したい。</p>
<p>* 評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：一つの分野を形成した 7点：目標は十分達成され、当該分野に影響を与えた 5点：目標はなんとか達成された 3点：目標の部分的な達成 1点：目標達成にはほど遠い</p>	
<p>総合評価 研究全体に対する総合的な所見を記入。 また上記設定評価項目に含まれないその他の評価ポイントがあれば追加してコメント。</p>	<p>コメント： 本プロジェクトでは、新しい材料設計コンセプトを基に、従来プロセスで新構造、新機能を実現し、比較的実用化に近い研究が展開された。しかしながら、本プロジェクトの研究タイプは基礎研究となっていて、基礎と実用化のいずれもが中途半端になったきらいがある。もっと積極的に実用化研究に踏み込んでよかったのでは、と感じる。今後は、民間企業との連携・共同研究を、さらに加速することを期待したい。企業との共同研究・実用化では、たとえば、いかに安価にできるかという思想が必要で、そのような観点から、企業が魅力を感じるような研究の方向性や、またそのアピールの仕方、あるいは、どこまで物材機構で実施するか等、に配慮しながら進めて欲しい。いずれにしても、本プロジェクトで、「安全材料」というコンセプトを打ち出したことは、高く評価できる。ぜひ国際的にもアピールして、さらに展開していくことを期待する。</p>
<p>* 総合評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：すべての点において模範的に優れている 7点：総合的に優れている 5点：平均的 3点：期待されたほどではなかった 1点：税金の無駄遣いである</p>	

なお評価点は、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を併記します。

- 9、10 S
- 8 A+
- 6、7 A
- 5 A-
- 3、4 B
- 0~2 C

評価点まとめ

マネジメント実施体制 (内外連携)	アウトプット	目標達成度、アウトカム 波及効果	総合評価
A+	A+	S	S