

事後評価報告書

評価委員会開催日：平成18年8月4日

評価委員：（敬称略、順不同）

小林聖一 JALエンジンテクノロジー（株）システム技術グループ マネージャー （主査）

水流 徹 東京工業大学大学院理工学研究科 教授

鈴木俊夫 東京大学大学院工学系研究科 教授

吉葉正行 首都大学東京大学院理工学研究科 教授

記入年月日：平成18年12月26日

課題名	新世紀耐熱材料プロジェクト
研究責任者名及び所属・役職	原田広史 材料研究所超耐熱材料グループ ディレクター（現在：超耐熱材料センター センター長）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	実施期間：平成11年度～平成17年度 使用研究費（期間合計）：運営費交付金：2120百万円、外部資金：7百万円 参加人数：（平成17年度）38人（専任：9人、併任：3人、特別研究員：14人、ポスドク：1人、特定分野支援員2人、外来：4人、技術補助：4人、事務1人）
【研究全体の目的、目標、概要】	研究目的及び具体的な研究目標： 超高効率複合発電や超高効率コージェネレーションなど、CO ₂ 排出量の大幅削減を可能とする高効率エネルギーシステムの開発、次世代ジェットエンジン、高性能ロケットなどの先進パワーエンジニアリング技術開発の途を開く。材料設計、組織構造解析などを基礎に、耐用温度1100℃のNi基超合金、耐用温度1500℃のSi ₃ N ₄ 系セラミック材料、耐用温度1800℃の高融点超合金を開発する。さらに、ガスタービンメーカと協力して超高温仮想タービン試験や実機実証試験を行う。
【全研究期間の成果等（研究全体）】	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）： 材料開発に関しては、材料設計、組織構造解析などを基礎に、目標とした耐用温度1100℃の第5世代Ni基単結晶超合金、耐用温度1500℃のルテチウム添加Si ₃ N ₄ 系セラミック材料の開発に成功した。また高融点超合金に関しては耐用温度1750℃のIr基高融点超合金を開発し、開発目標をほぼ達成した。到達温度はいずれもそれぞれの分野での世界最高耐用温度である。さらに開発超合金に適用する熱力学平衡コーティング、Ni-Co基高強度タービンディスク材などの新コンセプトを発表し海外材料メーカとの協力を開始するなど、当初計画にない研究成果も得られた。 実用化に関しては、メーカ等と協力して世界初の超高温仮想タービンを構築、これを用いて開発材料による熱効率向上効果を計算実証するとともに、開発Ni基超合金について、空冷タービン翼として企業の既存設備を用いたガスタービン発電実証試験、経産省/NEDOプロジェクトへの材料提供による燃焼ガス温度1650℃の超音速ジェットエンジン地上実証試験などを実現し実用性を実証した。このように目標とした実証試験を成功裏に行った。 これらの成果をうけて、平成16年度にはプロジェクト拡充（4年間）が認められ、開発超合金を積極的に活かした新規1700℃大型発電ガスタービン（資源エネルギー庁/三菱重工）、高効率コージェネ用小型ガスタービン（川崎重工）、国産小型ジェットエンジン（経産省/NEDO/IHIほか）の実現を目指して、それぞれ他省庁/国内企業との連携協力を開始した。さらに英国のジェットエンジンメーカ・ロールスロイス社での実用化を目指した共同研究を平成18年4月1日に開始、研究資金提供を受けてロールス・ロイス航空宇宙材料センターをNIMS内に開設することが決定された。実用化に向けたこれらの展開は、当初プロジェクト目標を超える成果である。 論文：39+106. 3件*、プロシーディングス：11+26. 7件*、解説・総説：2+14. 0件*、招待講演数：0+17. 3件*（*：+の前の数

	<p>値は平成11-13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：36件、登録：11件、実施許諾：4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： プロジェクトが明確な目標のもとで組織的に運営され、相当高いレベルの成果が得られていると評価できる。省庁との連携を図りつつ、国内外の民間企業との共同研究が推進され、十分に整った環境下でのプロジェクトの実施が、実用化に大いに役立っていると評価できる。</p> <p>なお、Ir系は「非鉄金属系構造材料」プロジェクトにも出てくるし、コーティングは「高性能耐環境コーティング」課題にも出てくる。研究の仕分けを明確にする必要がある。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 9 評価基準 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： 費用対効果については、プロジェクトの内容を考えると妥当なものとして評価する。実用化を目指した研究で、必ずしも研究論文にこだわる必要はないという観点からして、また、海外企業を含む特許の実施許諾においても、十分な成果を挙げている。プロジェクト参加者の学位取得等の指導も含め、有機的連携の成果が挙げられている。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 8 評価基準 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： 研究開発の難易度は高かったが、明確な目標設定で、当初の計画通りほぼ目標を達成していると、高く評価できる。その目標は、実用化、技術移転までを見据えたものになっており、航空機産業への貢献は大きいと予想される。ただ、耐温度の目標達成と実用化の間のギャップの整理が必要である。例えば、エンジン整備のメンテナンス費用を下げるのに、エンジン寿命も大きなファクターである。エネルギー産業部門への展開は、今後の動向に注目したい。この他、プロジェクト実施においては失敗例もあると思うが、企業にとっては参考になるので、情報を公開してほしい。</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</p> <p>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：</p> <p>総合的に難易度の高い研究開発であり、極めて優秀な結果が得られたと評価できる。世界最高レベルの超耐熱合金は、CO2削減や燃費削減等、地球環境への貢献と、産業界の国際競争力向上の両面で期待が持てる。</p> <p>強度特性に関しては要求を十分クリアしており、これをベースにしたFSは十分期待できる。一方、耐環境性やコーティング技術については、合理的アプローチが難しく、今後継続して検討を続ける必要性がある。耐酸化性コーティングが技術開発の前提なら、構想に入れておくべきであった。Ir系、セラミックス系は開発当初強調したが、尻切れトンボになってしまったのではないか。成果の出なかったNi基超合金以外についても今後の発展を期待したい。</p> <p>今、企業の基盤研究が揺らいでいるので、基盤研究をやるところが必要である。基礎研究の成果を実用化し、企業に成果を渡したあとのNIMSの役割においても、実用段階の情報を再度基礎研究にフィードバックするサイクルを考慮していることは評価できる。</p>						
<p>* 総合評価点（10点満点）：9</p> <p>評価基準</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>9点：すべての点において模範的に優れている</td> <td>5点：平均的</td> </tr> <tr> <td>7点：総合的に優れている</td> <td>3点：期待されたほどではなかった</td> </tr> <tr> <td>3点：期待されたほどではなかった</td> <td>1点：税金の無駄遣いである</td> </tr> </table>		9点：すべての点において模範的に優れている	5点：平均的	7点：総合的に優れている	3点：期待されたほどではなかった	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
9点：すべての点において模範的に優れている	5点：平均的						
7点：総合的に優れている	3点：期待されたほどではなかった						
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						

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
S	A+	S	S