

プロジェクト事前評価報告書

評価委員会開催日：平成22年4月2日

評価委員：（敬称略、五十音順）

岡部徹 東京大学 生産技術研究所 サステイナブル材料国際研究センター 教授・副センター長

木原重光 (株)ベストマテリア 社長

福田博 東京理科大学 基礎工学部 教授

松宮徹 新日本製鐵(株) 顧問

確定年月日：平成22年6月4日

プロジェクト名	エネルギー変換効率向上に寄与する新規耐熱・耐環境材料（「低炭素化社会を実現する耐熱・耐環境材料の開発」に改題）
研究責任者の所属・役職・氏名	ハイブリッド材料センター センター長 黒田聖治
実施予定期間	平成23年度～平成27年度
研究目的と意義	<p>火力発電、ジェットエンジン、自動車エンジンなど燃焼機関のエネルギー効率を向上させ、CO₂の排出量削減に寄与するための、新規耐熱・耐環境材料創製の指導原理を確立する。高温材料開発で最も要となるのは、クリープ、熱疲労などの高温機械特性および酸化、高温腐食などに対する耐環境特性であるが、両者が求める材料組成・組織は相反する傾向にある。近年の高温材料研究を見ると、往々にして材料の耐酸化・耐高温腐食特性が使用環境の要求に応えられず、材料開発が停滞している。コーティングなどによる表面改質が行われるが、使用温度が高くなるほど、基材と表面改質層の拡散、組織変化が激しくなる上に、使用可能な表面改質材も限られてくる。</p> <p>そこで本プロジェクトでは、まず高温機械特性に優れた基材と耐酸化・耐高温腐食特性に優れた表面改質材・手法を創製するための指導原理を確立する。現在の高温材料開発は、最も燃焼温度が高い部位で使用される単結晶Ni基超合金の耐熱温度向上など、チャンピオンデータは更新されているが、圧縮機など中温域（本プロジェクトでは500～900℃を中温域と定義）では、チタン合金や耐熱鋼など従来材がそのまま用いられているのが現状である。中温域の材料は鉄やチタンなどの存在比率の高い（クラーク数の大きい元素）金属を用いており、これらの耐熱性を向上させ、軽量化を進め、さらに上記表面改質手法を適用することにより、コストパフォーマンスに優れた実用材料を開発することができる。さらに、中温域材料の耐熱性を向上させることにより、燃焼機関全体の耐熱性が向上し、エネルギー効率を上げることができる。</p>
研究内容	<p>1. 材料設計・シミュレーション、2. 超耐熱鉄合金、3. 高温軽量合金、4. 厚膜系表面改質、5. 薄膜系表面改質の5つのサブテーマを置き、設計、基材開発、表面改質技術の三者が連携しつつ研究を進める。サブテーマ1では、計算と実験の両面から基材とその表面改質材料を設計し、基材と表面層の相互作用が少なく、かつ耐環境特性に優れた材料の組み合わせを提案する。サブテーマ2、3では、析出強化、加工熱処理等の冶金的手法を駆使して、耐熱性を向上させた超耐熱鋼および鉄基超合金、$\alpha+\beta$-チタン基合金、高温形状記憶合金の材料設計指針を確立する。サブテーマ4、5では、上記テーマと連携しつつ、耐環境性能に優れた厚膜コーティング、および高温トライボロジー特性を目的とした薄膜系のプロセス開発を行う。</p>
ミッションステートメント（具体的な達成目標）	<p>（サブテーマ1 材料設計）高温使用中の拡散・組織変化を最小限に抑制するような表面改質層とそれに対応する基材を設計し、使用可能温度を50℃上げる。</p> <p>（サブテーマ2 超耐熱鉄合金）：1万時間クリープ破断強度が、フェライト系超耐熱鋼は700℃で100MPa、オーステナイト系合金は750℃で160MPaを目標とする。</p>

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。

	<p>(サブテーマ3 高温軽量合金) : チタン基合金の耐熱温度を650℃以上 (137MPa-1000時間クリープ)に、高温形状記憶合金は、200から600℃で2%の回復を示す。</p> <p>(サブテーマ4 厚膜系表面改質) : 耐環境コーティングとして、設計(原料)に対して組成のずれを5%以内で、大気中成膜可能なプロセスを開発する。</p> <p>(サブテーマ5 薄膜系表面改質) : タービン等高温機器のベアリングの動作温度を200℃向上させる。</p>
【評価項目】	コメント
<p>①プロジェクトの目的、ミッションステートメント</p> <p>{優れている点、内容が不足している点、目的や目標を絞る必要はないか、達成目標が高すぎる(低すぎる)か、既存プロジェクトとの重複(差別化)、など}</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・中温域用耐熱材料の開発という目的は、シンプルで分かりやすい。 ・ミッションステートメントでは数値目標が明記されており、それを達成するための方法論もかなりの程度示されている。 ・定量的目標が、全てのサブテーマのミッションステートメントについて挙げられている。その数値目標の達成の効果については個々に見積もられている。インクリメンタルな改良目標である。 ・目標に対する具体的なプロジェクト提案のつながりが不明瞭で分かりにくい所がある。 ・各サブテーマの意義は理解できるが、プロジェクトとしてまとめた意味があまりよく分からない。 ・サブテーマの高温形状記憶合金の部分は記述がやや弱い。 ・ガスタービン、あるいは、ジェットエンジンの効率をある一定量上昇させるために、マトリックス、コーティング(トライボロジーと耐熱性強化)、形状記憶によるクリアランス維持のそれぞれのミックスで、どう達成できるのかのシナリオも欲しい。 ・指導原理、設計指針といった言葉が頻出するが、具体性に乏しい。
<p>②プロジェクトの意義</p> <p>(学術的レベル、技術的レベル、社会的価値、経済的価値、将来新しい研究開発分野となるか、実用材料につながるか、産業界にとって重要か、重要特許になりうるか、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・チャレンジングな開発課題がいくつか入っており、学術的にも技術的にもプロジェクトの意義は大きい。 ・火力発電の効率を上げ、CO₂排出削減に効果がある。 ・超耐熱合金、軽量高温材料の耐熱温度(クリープ強度から見た)が上がり、さらに厚膜コーティング技術との組み合わせで耐酸化性が上昇する。また、薄膜コーティング技術で、高温トライボロジー性の高い部材の適用が可能となる。 ・基材とコーティング材の組み合わせに関する設計シミュレーション技術が生まれる。 ・チタン系合金については、十分な耐酸化性能が達成できるのか、もっと説明が欲しかった。具体的なアイデア、プランを示して欲しい。
<p>③プロジェクトの内容、ロードマップ、推進体制、マネジメント、予算計画</p> <p>(研究内容、目的の実現可能性、計画の問題点、推進体制、マネジメント、予算使途の問題点、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実施体制、マネジメントは適切である。 ・ロードマップ、予算計画は概ね妥当である。 ・NIMS内の、実績のある、ポテンシャルの高い分野の研究者が連携した推進体制を取っている。 ・外部との連携は問題ない。 ・クリープ試験には長い時間がかかり、クリープ試験機も複数並列で設置しなければならないことは重々承知しているが、サブテーマ2でも3でもクリープ試験機の購入を予定しており、外部の人には納得しにくい。丁寧な説明が必要である。

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。

<p>④見込まれる直接の成果(アウトプット)、効果・効用(アウトカム)や波及効果(インパクト)</p> <p>(質の高い成果は期待できるか、論文・特許数は十分出そうか、新技術・デバイスにつながるか、多くの外部資金獲得・共同研究につながるか、他分野への波及効果は、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・これらの技術が確立されれば、火力発電プラントの発電効率やジェットエンジンの燃焼効率を上げることができ、CO₂削減に寄与し、インパクトも大きい。 ・実用には企業の協力が必要であるが、NIMSとしては特許などで権利を保持することを考えるべきである。 ・評価用資料の作成に注意を払って欲しい。項目7.(p.28)で記されたサブテーマの順番は、冒頭のサブテーマの順番と違う(2、3と4、5が入れ替わっている)。 	
<p>⑤総合評価</p> <p>(研究全体に対する総合的所見、及び上記評価項目①～④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>	<ul style="list-style-type: none"> ・チタン系合金の高温材料の開発は、非常に重要な課題である。 ・それぞれのサブテーマの数値目標がバラバラにインクリメンタルな向上を示すものであれば、例えばある発電システムのCO₂エミッションを20%削減するためにはそれぞれの数値目標はどうなるのか、を念頭におけば、そのための努力の配分の重み付けができる。 	
<p>総合評価点 (10点満点)</p>	<p>7.8 (小数第二位以下四捨五入)</p>	
<p>各委員の評価点 (10点満点)</p>	<p>8, 7, 8, 8 (順不同)</p>	
<p>評価点</p>	<p>評価</p>	<p>評価基準</p>
<p>10</p>	<p>S</p>	<p>全ての点において模範的に優れている。</p>
<p>9</p>		<p>計画を変更することなく推進すべきである。</p>
<p>8</p>	<p>A</p>	<p>総合的に優れている。</p>
<p>7</p>		<p>一部計画を見直し推進すればS評価になる可能性がある</p>
<p>6</p>		<p>平均的なプロジェクトである。</p>
<p>5</p>		<p>プロジェクトの実施は認めるが、一部計画を見直した方が良い点がある。</p>
<p>4</p>	<p>B</p>	<p>期待されたほどではない。</p>
<p>3</p>		<p>計画を見直して推進すべきである。</p>
<p>2</p>	<p>C</p>	<p>大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきである。</p>
<p>1</p>		<p>プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更がなければ実行すべきではない。</p>

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。