

プロジェクト事前評価報告書

評価委員会開催日：平成20年7月31日

評価委員：(敬称略、五十音順)

木原重光 (株) ベストマテリア 社長

新田明人 (財) 電力中央研究所 材料科学研究所 所長

藤山一成 名城大学理工学部 教授

増山不二光 九州工業大学大学院工学研究院 教授

確定年月日：平成20年8月18日

プロジェクト名	次世代高効率発電用高強度耐熱鋼の開発と信頼性の確立(「次世代高強度耐熱鋼の開発と信頼性の確立」に改題)
研究責任者の所属・役職・氏名	共用基盤部門データシートステーション ステーション長 木村一弘
実施予定期間	平成21年度～平成25年度 {但し、平成22年度(第二期中期計画終了年)にプロジェクトの後半のあり方を見直す}
研究の目的と意義	<p>クロム量を15%に増加させ、フェライト組織とすることにより、焼戻しマルテンサイト組織を有する既存のフェライト耐熱鋼よりも優れた長時間クリープ強度を発現できることが明らかとなった。しかし、15Cr フェライト耐熱鋼の組織の形成機構や強度の発現機構については、いまだ不明な点が多い。そこで本プロジェクトの当初2年間は、15Cr フェライト耐熱鋼の組織形成機構と強度発現機構を解明するとともに、長時間クリープ強度評価法を確立するための基礎的知見を得ることを目的とする。さらに後半の3年間においては、高強度フェライト耐熱鋼の新しい材料設計指針を開発するとともに、そのオーステナイト耐熱鋼への適用の可能性を明らかにする。さらに、高強度フェライト耐熱鋼の実用化に必要な溶接性等の諸特性を明らかにするとともに、長時間クリープ強度評価法を確立することを目的とする。</p> <p>本研究で期待される成果が得られた場合、フェライト耐熱鋼の高強度化、とくに長時間域におけるクリープ寿命延長に対する新しい材料設計指針を提示することができる。また、本プロジェクトの目標を達成することができれば、フェライト耐熱鋼の使用可能な上限温度を大幅に上昇させることができ、USC (Ultra Supercritical) 火力発電プラントのエネルギー効率を格段に向上させることが可能となる。さらに、火力発電プラント以外の多くの用途にも、高強度フェライト耐熱鋼を適用できる可能性があり、社会的・経済的側面での波及効果は多大である。</p>
研究の概要	<p>本プロジェクトは、「組織形成機構の解明」、「強度発現機構の解明」、「強度特性評価法の開発」という3つのサブテーマから構成される。「組織形成機構の解明」(サブテーマ1)において、15Cr フェライト耐熱鋼の組織形成機構の解明と、成分設計許容範囲の決定を目的とする。「強度発現機構の解明」(サブテーマ2)において、15Cr フェライト耐熱鋼の強度発現機構の解明を目的とする。「強度特性評価法の開発」(サブテーマ3)において、15Cr フェライト耐熱鋼の長時間クリープ強度予測評価法の開発を目的とする。以上の基礎的研究成果をもとに、焼戻しマルテンサイト組織を有する既存の高強度フェライト耐熱鋼とは異なり、フェライトを母相とする新しい高強度フェライト耐熱鋼の実用化の可能性を明らかにする。</p>
ミッションステートメント(具体的達成目標)	既存のフェライト耐熱鋼よりも優れたクリープ強度を有する高強度フェライト耐熱鋼の材料設計指針(強化法)と長時間クリープ強度評価法を開発する。さらに、

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。特に事前評価で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、研究は実施されます。

	<p>実用化に必要な溶接性等の諸特性を明らかにするとともに、新しい材料設計指針（強化法）のオーステナイト耐熱鋼への適用可能性を明らかにする。</p> <p>具体的達成目標：650～750℃において、</p> <p>① 既存のフェライト耐熱鋼に比べて、1万時間クリープ破断強度が2倍以上</p> <p>② 長時間（3万時間）クリープ破断強度がSUS316と同等以上</p> <p>【当初2年間の達成目標】：15Crフェライト耐熱鋼の組織形成機構と強度発現機構を解明する。また、長時間クリープ強度評価法を確立するための基礎的知見を取得して、それを実行するための設備・体制を整備する。</p>
【評価項目】	コメントおよび評価点
①目的・ミッションステートメント（具体的達成目標）	<ul style="list-style-type: none"> ・フェライト系高Cr鋼自体は従来から実用に供されているが、強度部材としては種々の問題があり使用されていない。本研究は全く新しい概念に基づいてこの種の材料を高強度化し、高効率発電部材に適用できるように開発することを目的としており、学術的にも新領域を創出するものとして妥当であり、出口製品も一応明確にされている。目標は妥当である。 ・次世代高効率発電用ということを最終目標とした場合、700℃級火力（Ni基合金使用）に対抗するには、本プロジェクトの目標は妥当である。 ・現在国のプロジェクトとしてNEDOで推進中のA-USC（Advanced-Ultra Supercritical）石炭火力プラント用耐熱材料の開発との関係、本プロジェクトの成果のA-USCへの取り込み、別途推進中の超高純度合金に対する優位性などを、明確にすべきである。 ・本プロジェクトによる開発材料の応用先はA-USCのみに絞っているのか。 ・本プロジェクトは「次世代フェライト系高強度耐熱鋼」に関する研究としても良い。 ・物材機構の第二期中期計画の残り2年間の達成目標は定量的・具体的に示されているが、5年間の全研究期間の最終ターゲットに対する位置づけがはっきり説明されると、さらに明確になる。
評価基準	<p>評価点（1～10の10点満点）：</p> <p>9：大変魅力的で高いレベルを目指しており、説得力がある。</p> <p>7：目的・達成目標がよく考えられている。</p> <p>5：妥当である。</p> <p>3：もう少し考慮の余地がある。</p> <p>1：重要性が感じられず、魅力を感じない。説得力が無い。</p>
各委員の評価点	8、8、8、8（順不同）
平均評価点	8.0

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。特に事前評価で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、研究は実施されます。

<p>②学術的側面での意義・独創性</p>	<p>コメント欄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Cr 濃度を高め、フェライト系で高強度耐熱鋼を目指すという、新しい概念の材料開発に挑戦しようとするものであり、評価できる。 ・従来数多くの研究がある中で、世界的にも未達成である分野に挑戦する点で学術的・技術的にもイノベーションをもたらし得る研究である。 ・高温強度と組織に関する研究としては、大いに意義があり、その成果は将来の耐熱鋼開発に革新をもたらすと期待できる。 ・学術的には低転位密度による高強度化という従来材料では実現されていない強化法を開発するという点で評価できる。 ・難しい課題が多々あるため、最高度の現有技術レベルのみでなく、革新的なコンセプトの構築も必要となる。特に長期安定性の評価については、NIMS の総力をあげて取り組む必要がある。例えば Phase-field 法などシミュレーション手法も可能なら、利用できるものは積極的に取り入れて欲しい。 ・650℃～700℃用の新材料群を開発する新たな基盤作りとして高温材料技術の発展に本プロジェクトが寄与するところは大きい。 	
	<p>評価基準</p>	<p>評価点（1～10の10点満点）：</p> <p>9：高い独創性で大変意義があり、この点において国費を投入する価値がある。</p> <p>7：科学的・技術的に大変意義がある。</p> <p>5：平均的である。</p> <p>3：学術的意義が低い。</p> <p>1：全く感じられず、この点において国費は投入すべきではない。</p>
	<p>各委員の評価点</p>	<p>9、9、9、10（順不同）</p>
	<p>平均評価点</p>	<p>9.3（小数第二位以下四捨五入）</p>
<p>③社会的・経済的側面での意義</p>	<p>コメント欄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェライト系耐熱鋼をさらなる高温・高圧下での実用材料とするためには解決すべき課題が多く、ハードルが高いと考えられるが、これを突破できれば応用分野は極めて広い。 ・実用化までには長い時間が必要と思われる。耐食性、溶接継ぎ手特性、長時間脆化などの課題をクリアする必要がある。短期間での実用化が難しいからこそ、国費の投入が必要である。 ・今後はますます石炭火力の重要性が増してくるので、本プロジェクトの対象を次世代石炭火力に限定して説明した方が、わかりやすい。 ・実用先を A-USC とするのであれば、実用温度、適用部位などを考えておくことが望ましい。 ・実際のコンポーネントの寸法、板厚、使用条件を想定して、材料製造と組織コントロールが現実的に可能かどうかをチェックして、一次評価レベルでも良いから、それをクリアすることを確認すれば、実用化への一ステップを踏み出すことになる。 ・フェライト鋼の物理特性が熱応力に対して有利に働くのみならず、高強度化による薄肉化も熱応力の低減に大いに貢献することも、強調するとよい。 ・特許に対しては、基本特許を取得、出願中であるが、今後発生する特許も含めて、知財に対する戦略を練る必要がある。 	

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。特に事前評価で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、研究は実施されます。

	<p>評価基準</p> <p>評価点（１～１０の１０点満点）： ９：大変意義があり、この点において国費を投入する価値がある。 ７：意義は大きい。 ５：平均的である。 ３：社会的・経済的意義は小さい。 １：意義が全く感じられず、この点において国費は投入すべきではない。</p>
	<p>各委員の評価点</p> <p>１０、９、９、８（順不同）</p>
	<p>平均評価点</p> <p>９．０</p>
<p>④研究内容・計画・予算計画 マネージメント・研究推進体制</p>	<p>コメント欄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全期間（５年）の最終目標と、それに至る物材機構の第二期中期計画の残り２年の中間時点での中間目標を明確にし、整合性を考えた計画とすべきである。 ・適切なマイルストーンごとに、サブテーマ間の情報フィードバックの仕組みがなされると良い。 ・将来の実現可能性については、説得力のある説明がなされているが、従来のフェライト系、マルテンサイト系、オーステナイト系、及び現在世界でチャレンジされている候補鋼種について、その性能指標をもとにマッピングすることによって、開発材の可能性がより明確に目視化できる。 ・かなり決め打ちの材料選定となっているが、もし到達できないと予測された時を想定してバックアップの計画があると良い。 ・従来にない強化機構をもとに開発研究を実施していくために、詳細な組織解析装置、高温強度試験装置が必要である。 ・研究者、推進体制についても概ね妥当な計画である。 ・予算は妥当である。
	<p>評価基準</p> <p>評価点（１～１０の１０点満点）： ９：よく練られた内容で、目的達成が期待できる。奥行きもある。 ７：よくまとまっている。 ５：平均的である。 ３：内容の修正が必要である。 １：問題が多く、プロジェクトを実施すべきではない。</p>
	<p>各委員の評価点</p> <p>８、８、８、８（順不同）</p>
	<p>平均評価点</p> <p>８．０</p>
<p>⑤総合評価</p>	<p>コメント欄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本研究の応用分野を限定せずもう少し広く対象を増すようにして、その基盤研究と位置づけるのが良い。 ・プロジェクト名を「次世代高効率発電」としたのは、原子力（FBR等）への適用をイメージしているためかもしれないが、石炭火力に限定してもよい。 ・限界条件で使用される構造材料は、材料の特性と構造の両方を最適化することによって実用化されることから、構造を意識した材料特性パラメータ（性能指標）の選択が重要である。 ・長期安定性の評価指標を明確化することも重要である。 ・目標は実験的に検証する目標だけではなく、加速試験による推定目標（実用レベルの目標）も明確にした方が良い。

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。特に事前評価で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、研究は実施されます。

	・耐熱鋼やクリープの研究は息の長い仕事である。試験設備の整備、若手人材の育成も考慮してプロジェクトを推進されたい。
評価基準	総合評価点（1～10の10点満点）： 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①～④の評価結果に大きな問題があり、研究を実施すべきではない。
各委員の評価点	8、8、9、8（順不同）
平均評価点	8.3（小数第二位以下四捨五入）
<p>その他</p> <p>・次世代火力発電プラントにも熱疲労損傷が問題となる運用は必至であるため、クリープ強度、耐食性に加えて熱疲労強度（クリープ疲労強度）が重要になる。本プロジェクトではそこまで対象にはできないが、延性の改善が疲労寿命の向上に寄与することが期待される。</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。特に事前評価で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、研究は実施されます。