

プロジェクトプレ終了評価報告書

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 副センター長・教授

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18日

プロジェクト名	次世代高強度耐熱鋼の開発と信頼性の確立
研究責任者の所属・役職・氏名	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22年度
研究目的と意義	<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（第三期中期計画プロジェクトの中で実施予定）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>
研究内容	<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基に、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（具体的な達成目標）	<p>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、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> <ol style="list-style-type: none"> 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 ② 長時間（3万時間）クリープ破断強度がSUS316と同等以上 <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</p>

	<p>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>
<p>平成21年度～平成22年プレ終了評価時までの主な研究成果（アウトプット）及び研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）</p>	<p>1) 主な研究成果（アウトプット）： 金属組織のその場観察により、計算により予測した状態図の妥当性を検証し、開発鋼の初期組織を制御するための基礎的知見を取得した。開発鋼に析出する第二相は金属間化合物であり、その大きさは実用鋼で認められる粗大な析出相と同等以下であり、粗大化の速度は小さく、高温での安定性が高いことを明らかにした。溶体化したフェライトを母相とする15Cr系開発鋼は、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よりも長いクリープ破断寿命を有するとともに、100分の1以下の小さなクリープ速度を示し、焼戻しマルテンサイト組織と炭窒化物等による析出強化の効果よりも、溶体化したフェライト組織と金属間化合物による析出強化の方が有効であることを明らかにした。さらに、オーステナイトを母相とするSUS316と同等以上のクリープ破断寿命を有することを明らかにした。この結果から、目標の①である「1万時間クリープ破断強度が従来型フェライト耐熱鋼の2倍」を達成した。目標の②である「3万時間クリープ破断強度がSUS316同等以上」も達成できる見通しがついた。</p> <p>2) 研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）： 溶体化したフェライト組織と金属間化合物による析出強化を利用して、焼戻しマルテンサイト組織を有する実用の高強度フェライト耐熱鋼よりも優れ、750℃の高温においてオーステナイト系耐熱鋼のSUS316と同等以上のクリープ強度を達成した。本プロジェクトの開発鋼は、従来にない新しい高強度耐熱鋼分野を開拓するものであり、高温強度に関する学術面での新知見を与えるとともに、多くの高温材料利用分野に対して多大な波及効果をもたらすことが期待される。</p>
<p>プレ終了評価時の進捗状況とそれから予測したプロジェクト終了時の目標の達成度合い及び自己点検</p>	<p>高温での組織変化をその場観察する技術を確立し、計算により予測した状態図の妥当性を検証するとともに、溶接性に関して改善すべき検討課題を明らかにした。析出強化相である金属間化合物を同定するとともに、その高温での安定性を明らかにした。具体的な達成目標の①「1万時間クリープ破断強度が従来型フェライト耐熱鋼の2倍」を達成し、具体的な達成目標の②「3万時間クリープ破断強度がSUS316同等以上」も達成できる見通しがついた。</p> <p>以上のように、各サブテーマの研究内容が当初の計画通り順調に進捗しており、具体的な達成目標を達成できる見通しがついた。また、クリープ試験の継続実施により、長時間クリープ強度特性に及ぼすCo及びNi等の化学成分の影響をより明確にすることができると期待される。</p>
<p>【評価項目】</p>	<p>コメント</p>
<p>①研究計画、実施体制、マネージメント、連携 （計画はきめ細かったか、ロードマップに問題はなかったか、実施体制は十分だったか、マネージメントの是非、連携の範囲や連携課題、連携の成果はどうだったか、どこが問題なのか、など）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマの設定は優れている。 ・独自性も高い。 ・研究計画、実施体制、マネージメントに問題はない。 ・ロードマップに問題はなく、実施体制も十分である。 ・研究期間が1年しか経っていないので、評価しづらい面もあるが、ロードマップは妥当と判断される。

<p>②研究開発の進捗状況及び具体的目標の達成度 (研究責任者の自己評価を踏まえて、進み具合はどうだったか、目標は達成されそうか、目標は具体的であったか、世界レベルで見て目標は高かったか・低かったか、問題点は何か、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・主要研究成果概要を見る限りでは、どれも当初計画（平成21年度分）は達成している。 ・開発鋼の1万時間クリープ破断強度の数値目標をすでに達成しており、3万時間の数値目標も達成できる見通しである。 ・研究開発の進捗状況及び具体的目標の達成度は、現時点で60%であるとのことであるが、進み具合には問題は感じられない。目標達成の目途は立っていると言える。 ・目標としていたクリープ強度を有するフェライト耐熱材料が開発される見込みであり、その機構は長時間安定性の高い1μm以下の金属間化合物の高数密度析出であることも明らかにした。 ・目標は具体的であり、かつ、目標レベルも世界的に高い。ただし、溶接割れ抑制と両立させた成分設計が可能であることを実証するワークは残っている。 	
<p>③論文・特許等の直接の成果（アウトプット）、効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト） (世界レベルの質の成果が出たか、どのような効果・効用あるいは波及効果が出たか/期待されるか、研究タイプを考慮した費用対効果は、問題点は何か、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・平成20年の事前評価でも新しい概念に基づいた材料開発として評価されていたが、この技術が完成すれば、高温材料利用分野への波及効果は大きい。 ・特許もすでに2件出願されており、国際会議3件を含む4件の発表（プロシーディング）がなされている。論文も出ると期待される。 ・研究期間がまだ1年であるが、プロシーディングや特許出願も出始めている。 ・実用化に向けてデータパッケージの整理が不可欠である。 	
<p>④総合評価 (研究全体に対する総合的所見、及び上記評価項目①～③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"> ・当初の計画通り、順調に進捗している。 ・NIMSの第三期中期計画の時期とのからみで平成22年度までのプロジェクトになったのであろうが、いい研究をしている。 ・実用化に向けたビジョンをもっと明確に示し、アピールして欲しい。 	
<p>総合評価点 (10点満点)</p>	<p>8.5</p>	
<p>各委員の評価点 (10点満点)</p>	<p>9, 9, 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継続すべきである。</p>
<p>8</p>	<p>A</p>	<p>総合的に優れている。</p>
<p>7</p>		<p>一部計画を見直し継続すれば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>継続は認めるが、継続する時に、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>計画を見直して継続すべきである。</p>
<p>2</p>		<p>大きな問題があり、継続を中止すべきである。</p>
<p>1</p>	<p>C</p>	<p>プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更が必要である。</p>