

## 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）

水流 徹 東京工業大学大学院理工学研究科 教授（主査）

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

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11月27日

課題名	新世紀構造材料（超鉄鋼材料）の研究の推進
研究責任者名及び所属・役職	長井 寿 超鉄鋼研究センター センター長（現在：環境・エネルギー材料領域コーディネータ）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	<p>実施期間：平成14年度～平成17年度</p> <p>使用研究費（期間合計）：運営費交付金：1,144百万円、外部資金：37百万円（但し、民間資金23件の合計）</p> <p>参加人数：（平成17年度）37人（専任：18人、ポスドク：3人、外来研究員：1人、技術補助員：9人、事務・派遣職員：6人）</p>
【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>超鉄鋼第1期研究で発見した指導原理を発展させ、鉄鋼材料の高強度化・長寿命化を行う。高強度化では、厚板製造技術を確立し、溶接構造物の強度2倍化を実証する。また、マルテンサイト組織制御により複雑部品製造技術を確立して疲労強度の2倍化を実証し、1800MPa級でも遅れ破壊を起こさない高強度ボルトを実証する。一方、長寿命化では、長時間組織安定化を基に超々臨界圧の条件で使用できることを実証すると共に、構造物模擬体を施工製作して建設用耐食鋼の寿命2倍化を実証する。具体的対象として、「都市新基盤の構築に貢献する超鉄鋼材料」と「高効率火力発電プラントの実現に貢献する超鉄鋼材料」を選び、①強度も寿命も2倍とするファクター4の超鉄鋼の創製、②大型サイズあるいは実部品形状の超鉄鋼材料を製造できる創製原理の創出、さらに③超鉄鋼の優れた機能を生かす新構造・設計の提案を目標とした。</p> <p>研究計画概要：</p> <p>1）<u>新都市基盤に資する高強度耐食鋼の研究（高強度耐食鋼）</u>では、微細粒化技術によって、高強度で高耐候性を兼ね備えた「ファクター4」超鉄鋼を厚板サイズで創製し、1期で開発した超狭開先GMA溶接、大出力パルス変調CO<sub>2</sub>溶接により構造模擬体を製作する。さらに、ボルト接合では、耐候性組織での2000MPa鋼の創製とボルト化に取り組む。</p> <p>2）<u>高効率火力発電用耐熱鋼の研究タスクフォース（耐熱鋼）</u>では、第1期で得られた粒界近傍組織を長時間安定化する材料設計指針に基づき、主蒸気管等の大径厚肉鋼管創製の材料最適化をはかるとともに、溶接HAZの薄肉化や細粒部の析出抑制によるタイプIVクリープ破壊の抑制、表面保護皮膜による高温水蒸気中の耐酸化性向上をはかり、耐熱鋼構造部材の高強度化と長寿命化を達成する。</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>高強度化では、建設用耐食鋼を対象に、超微細粒（粒径1ミクロン以下）で強度を二倍化し、0.17C-0.8Si-1.5Mn-0.8Al成分で、溶接靱性（従来鋼以上）と耐候耐食性（従来の2倍以上）の確保を実現した。また、25ミリ以上の厚板製造、溶接材の引張強度の母材並み確保、疲労強度の2倍化を実現した。また、疲労強度が2倍の高強度鋼を開発し、1800MPaでも遅れ破壊のない開発鋼を用いてM22の高強度ボルトを試作した。</p> <p>長寿命化では、ボロン強化と窒化物強化の融合によって、耐熱鋼の母材の650</p>

	<p>°C、10万時間クリープ破断強度目標（90～100MPa）を達成した。また、ボロン添加によって溶接材のクリープ特性を母材並に確保できることを見出した。さらに、Ar中で650°C、100h以上予酸化させ、韌性確保に不可欠な低Si鋼（0.3%Si）においても良好な高温水蒸気中耐酸化性を実証した。これらによって、開発鋼の超々臨界圧の条件での使用可能性を実証した。</p> <p>論文：130.53件*、プロシーディングス：170.15件*、解説・総説：58.0件*、招待講演数：137.19件*（*：研究の寄与率を考慮した平成14～17年の値）  特許出願：46件（うち外国21）、登録：4件（うち外国2）、実施許諾：4件</p>
【評価項目】	コメントおよび評価点
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>コメント： 2つのサブテーマで構成されているが、相互に独立したサブテーマなので特段の連携は求めなくてもよいであろう。企業より多くの人材を派遣するなど、効果的かつ有効に民間との共同研究を行っている。プロジェクトの推進戦略も明確であり、組織的かつ着実に研究を展開し、効果的に成果を挙げている。</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>	
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>コメント： 国際誌への掲載も増え、優れた成果が発表されている。論文数、プロシーディングス数、解説・総説数・招待講演数も十分である。高強度耐食鋼及び火力発電用耐熱鋼のメカニズムの研究が、基礎から十分になされている。</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>	
目標の達成度 その他アウトカム、波及効果	<p>コメント： 十分な研究開発により、目標を大きく上回る成果が得られた。これにより将来の構造材料の芽が見えてきている。  本研究で開発された耐食鋼は、実用化が近いと期待される材料であるだけに、実用化に向けては企業と一層の共同研究を進める必要がある。ただ、実用化までの展望と評価項目が不明確であり、今後早急にこれらを明確化して、実用化を目指すべきであると考え。特に、水蒸気酸化メカニズムに関しては、予備酸化で酸化皮膜を1回形成するだけでは不十分であり、皮膜が損傷・剥離した場合に、自己補修によって新たな皮膜を再生できるかが重要であり、実用化への分かれ道である。</p>
<p>*評価点（10点満点）：8  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>多くの企業と共同で十分な研究開発がなされ、目標も達成された優れたプロジェクトであった。本プロジェクトによって、超鉄鋼というインパクトのある概念が十分認識され、鉄鋼材料に対する新しい視点が学問的にも創造されたと言える。今後はこの材料と手法が早急に実用化に繋がるような枠組みを模索してもらいたい。しかし一方で、プロセスとのマッチングはどうか、どれ位量産性があるのかなどの疑問点も残る。</p> <p>構造材料のように、耐久性や安全性の確認、規格が必要なものは、実用化には10年以上の年月が必要である。したがって、実用化までの期間が短い機能材料などに比べて評価は難しく、できればそれぞれの課題ごとに異なる評価の基準と視点を設定する必要があるだろう。</p>						
<p>* 総合評価点（10点満点）：8</p> <p>評価基準</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">9点：すべての点において模範的に優れている</td> <td style="width: 50%;">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>1点：税金の無駄遣いである</td> <td></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	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						
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+	A+	A+