

プロジェクト中間評価報告書

評価委員会開催日：平成20年10月1日

評価委員：（敬称略、五十音順）

川原田 洋 早稲田大学先進理工学研究科 教授
 酒井 茂男 三菱重工業（株）技術本部名古屋研究所 所長
 野口 博司 九州大学大学院工学研究院機械科学部門 教授

確定年月日：平成20年11月16日

プロジェクト名	構造材料の時間依存型損傷評価技術の構築
研究責任者の所属・役職・氏名	材料信頼性センター センター長 緒形俊夫
実施期間	平成18年度～平成22年度
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> <ul style="list-style-type: none"> ・サブテーマ1：高Cr耐熱鋼とその構造部材の組織劣化及び損傷のメカニズムを解明し、材料特性・寿命を予測するため、長時間クリープでの高Cr耐熱鋼とその構造部材の組織劣化及び損傷機構の解明、及び超長時間域でのクリープ特性・寿命予測システムを開発する。 ・サブテーマ2：介在物及びファセットを起点とした内部破壊機構の解明を行い、構造材料のギガサイクル疲労強度評価技術の構築を目指すため、拡散性水素の影響、表面硬化処理の影響、平均応力の影響について評価指針を確立する。高温高サイクル疲労特性の研究から、疲労強度低下が粒度と関係づけて予測できることを明らかにする。 ・サブテーマ3：宇宙ロケット用チタン合金の内部疲労破壊起点形成機構の解明及び燃料電池車用材料の高圧水素環境下の水素脆化評価技術の構築を目指し、疲労破面の下部組織の損傷過程も把握するとともに、簡便な高圧水素環境材料試験法を確立する。 ・サブテーマ4：腐食損傷の発生・成長機構を明らかにすることによって、応力腐食割れ(SCC)寿命予測に関する技術基盤の構築を目指し、すきま腐食あるいはSCCが発生し成長して行く様相を明らかにし、応力腐食割れ寿命予測に関する技術基盤を構築する。 ・サブテーマ5：一次元の微小材料の創製・計測技術を確立し次世代構造材料としてのマイクロマシン用高信頼性材料の技術基盤を構築するため、ナノワイヤーをその場観察・計測できる高精度かつ正確な材料試験評価システムを開発する。 ・サブテーマ6：ナノ組織を有する金属細線・極薄板の創製を試み、ミクロン細線引張試験、延性測定技術の確立、表面欠陥や結晶粒径の強度に及ぼす影響を明らかにする。 <p>研究計画概要：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サブテーマ1：先進高Cr耐熱鋼の母材と溶接継手について、クリープ損傷の成長過程を定量的に解明し、材料と構造体の寿命を評価するシステムの開発を行う。 ・サブテーマ2：介在物及びファセットを起点とした内部破壊機構の解明を行い、構造材料のギガサイクル疲労強度評価技術の構築を目指す。 ・サブテーマ3：液体ロケットエンジン用材料の実環境下における変形機構や破壊機構を解明する。また、簡便高圧水素中材料試験法を開発する。 ・サブテーマ4：すきま腐食あるいはSCCが『いつ、どこで、どのように』発生し成長して行くかを明らかにし、応力腐食割れ寿命予測に関する技術基盤の構築を目指す。 ・サブテーマ5：ナノワイヤーや数十nmサイズのマイクロナノコンポーネントなど微小材料をレーザーにより接合する技術を開発する。 ・サブテーマ6：ナノ組織を有する金属細線・極薄板を創製し、ミクロン金属素

	材の信頼性評価技術を確立する。	
平成18年度～平成20年度中間評価時までの成果等	<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> <ul style="list-style-type: none"> ・サブテーマ1：高Cr耐熱材料鋼の母材及び溶接部において、有害相（Z相）を可視化することに成功し、有害相の析出条件とクリープ強度との関係を明らかにした。この結果は、高Cr耐熱鋼と構造部材の安全性・信頼性評価技術の基盤となり、発電プラントの高効率化や次世代発電プラントの開発に貢献する。 ・サブテーマ2：ギガサイクル疲労特性を簡便に評価できる加速試験技術の確立は、ギガサイクル疲労を考慮した耐疲労設計や疲労限の有無と設計疲労曲線の妥当性の検討に貢献し、超音波疲労試験による介在物検査法が普及した。AFMとナノインデンテーションを利用したナノ・メゾ組織・強度解析技術は、実施と普及が求められている。 ・サブテーマ3：従来は評価が困難であった低温高圧水素環境中の脆化特性評価を可能にする簡便法を開発した。燃料電池車の高圧タンク用材料の実用的なスクリーニング手法として採用され、他の極限環境中材料特性評価法への適用が期待されている。 ・サブテーマ4：金属/ガラス-すきま下で発生・進展するすきま腐食に関しては、その場観察することに世界で初めて成功した。すきま腐食の数値計算モデル化が可能となり、すきま腐食やそれを起点とするSCCに関する寿命評価を行える見通しを得た。 ・サブテーマ5：微小材料引張試験器を開発し、マイクロメートルスケールまでの微小材料の材料強度の評価を可能とした。マイクロメディカルカプセルなど医療・生体用機器など幅広い分野への応用が期待される。 ・サブテーマ6：ナノ組織を有する金属細線の連続製造技術を確立した。200nmのマイクロ組織をもつスチールワイヤー（φ0.5-3mm）の創製が可能となり、マルチサイトを上回る強度を有し、ネジなどの高信頼性部品への展開と省エネルギー効果が期待される。 	
【評価項目】	コメントおよび評価点	
①研究開発の目的・目標管理・マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・環境問題としてのCO2削減等により、製品の高性能化、LCC(Life cycle cost)削減のための長寿命化及び製品安全性からの信頼性向上は社会的要求であり、それらを実現するための寿命評価技術は非常に重要であり、本研究テーマを継続実施していく事の意義は大きい。但し、寿命評価に用いる材料、条件は世の中のニーズを十分に分析して、真に必要なものから実施する必要がある。 ・研究目的にあるマイクロ材料、ナノ材料の寿命評価手法を、これまで蓄積のある疲労、破壊評価技術を基にして開発することが今後重要である。 ・サブテーマ1～4は目標が明確であるのに対して、サブテーマ5と6の具体的な目標が曖昧である。 ・サブテーマ間の交流・協力をもっと活発にすべきである。 	
	評価基準	<p>評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、下記評価基準を参考に記入してください。：</p> <p>9：よく練られており、全く問題ない。</p> <p>7：優れている。</p> <p>5：概ね問題はない。</p> <p>3：修正が必要である。</p> <p>1：大きな問題がある。プロジェクトを中止すべきである。</p>
	各委員の評価点	7、9、6（順不同）
	平均評価	7.3（小数第二位以下四捨五入）

	点	
②研究開発の進捗状況及び進め方		<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれのサブテーマについては、ほぼ予定通りに進捗していると考えられる。 ・サブテーマ1～3の進捗状況は良い。しかし、サブテーマ4～6の進捗状況については評価が難しい。運営費交付金を、研究者数、貢献によって、再配分してはいかがか。 ・損傷評価手法だけでなく、熱処理方法の提案等もできている点は評価できる。 ・疲労（特にギガサイクル疲労）での水素等の拡散は、単に現象の観測にとどまらず、水素原子あるいは水素イオンがどのようなメカニズムで材料強度を劣化させるのかについて、ナノスケールの分析等で解明する必要がある。 ・ナノ材料は必ずしも自前で作製する必要はなく、むしろ従来から定評のある疲労、破壊の評価に物材機構のオリジナリティを出すことが重要である。 ・国際標準化への貢献や国際会議での評価も十分であると思うが、日本の立場をより強化する取り組みをしてほしい。
	評価基準	<p>評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、下記評価基準を参考に記入してください。：</p> <p>9：極めて順調であり、研究資源の再配分を増やすべきである。</p> <p>7：優れており、このまま継続すべきである。</p> <p>5：進み具合は妥当である。</p> <p>3：進み具合が遅れており、計画の見直しが必要である。</p> <p>1：大幅に遅れており、研究を中止すべきである。</p>
	各委員の評価点	9、6、7（順不同）
	平均評価点	7.3（小数第二位以下四捨五入）
③論文、特許等の直接の成果、効果・効用、波及効果		<ul style="list-style-type: none"> ・信頼性評価は長期間にわたるので、またデータも総合的な判断が必要であるため、論文の数という点では成果が出にくく不利であるが、それを考慮しても十分な量と質がそろっている。 ・論文数、特許数は十分出されているが、内容のレベルアップを常に考えてほしい。 ・本プロジェクトの成果はデータシート作成や事故相談の基礎となる。研究もしっかり行っている。 ・直接的な波及効果を明確にする事は難しいが、本プロジェクトの評価手法やデータは製品開発時に広く参照されるものであり、その貢献は大きい。
	評価基準	<p>評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、下記評価基準を参考に記入してください。：</p> <p>9：質・量共に世界的水準である。</p> <p>7：優れた成果・効果が出ている（見込まれる）。</p> <p>5：平均的水準である。</p> <p>3：平均より少なく、対応策を練る必要がある。</p> <p>1：質・量共に大いに問題があり、プロジェクトは中止すべきである。</p>
	各委員の評価点	9、9、6（順不同）
	平均評価点	8.0

④総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・データシートはエンジニアや研究者にとって必要で欠かせないものであるが、これを継続して作成している研究機関はない。ぜひ今後も続けてほしい。 ・本プロジェクトは安全、安心の確立にとって重要な材料サイドの基礎研究といえる。 ・データシート作成や事故解析などの多忙な業務の中で、よく研究している印象である。 ・得られた結果が、より一般性のある形にレベルアップすることを期待する。 ・本プロジェクトは材料信頼性のための基本となるメカニズム解明や評価法を開発するものであり、もっと運営費交付金の配分で優遇してもよいのではないか。 	
	評価基準	総合評価点（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の10点満点）を、下記評価基準を参考に記入してください。： 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①～③の評価結果に大きな問題があり、研究を中止すべきである。
	各委員の評価点	6、9、9（順不同）
	平均評価点	8.0
その他 （気になる点、ヒアリングの第一印象など、なんでも） 特になし。		

なお平均評価点は、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を併記する。
 評価委員の点数の平均点（小数点第二位以下四捨五入）をXとすると、S: $X=10$, S-: $9 \leq X < 10$, A+: $8 \leq X < 9$, A: $7 \leq X < 8$, A-: $6 \leq X < 7$, B+: $5 \leq X < 6$,（以下同じ考え方）・・・とする。

平均評価点まとめ

研究開発の目的・目標管理、マネージメント	研究開発の進捗状況及び進め方	論文、特許等の直接の成果、効果・効用、波及効果	総合評価
A	A	A+	A+