

# プロジェクト事前評価報告書(評価委員会案)

評価委員会開催日:平成 27 年 3 月 30 日

評価委員:(敬称略, 五十音順)

芹澤 愛 芝浦工業大学 材料設計工学研究室 助教

中島 英治 九州大学 大学院総合理工学研究院 教授

中西 栄三郎 東京製鐵(株)技術開発部 部長

藤居 俊之 東京工業大学 大学院理工学研究科 教授

確定年月日:平成 27 年 5 月 19 日

プロジェクト名	界面制御による構造材料・構造体の高信頼性化
研究責任者	大村孝仁 構造材料ユニット 副ユニット長
【評価項目】	コメント
①プロジェクトの目的、意義 [社会的・国家的要請等に応える目的が設定されているか、既存プロジェクトとの重複が無い、ほか]	<ul style="list-style-type: none"><li>・震災からの早期復興再生, 先駆的な次世代インフラの構築の観点から, 構造材料に関する課題解決の期待は極めて大きい. これを受けて, 界面に着眼した構造材料の高信頼性化に向けた研究プロジェクトの設定は意義深い.</li><li>・国家的要請等に応える目的は設定されている.</li><li>・本プロジェクトで扱う構造材料は, 鉄鋼, 非鉄合金, 炭素繊維, 樹脂等と多岐に及ぶ.</li><li>・本プロジェクトは, 鉄鋼, 非鉄金属, 樹脂, 炭素繊維やこれらの複合材料の高性能化を目的として, これら材料の結晶粒・異相・異材界面を高度に制御するための基礎技術の確立を目指す. この基礎技術を確立するために, 提案者らの独自の知見や蓄積技術を積極的に活用するとともに, その実験的, 理論的観点からのアプローチを研究開発に取り入れているため, 新しい原理の創出や学理の構築が行われることが期待できる.</li><li>・資源に乏しい我が国においては, 世界をリードするような材料開発を積極的に行っていくことが永久の命題であり, 本プロジェクトはこのような材料開発の基盤技術となるため, 積極的に行われる必要がある.</li><li>・本プロジェクトの実現により, 既存材料の高性能化を実現させるための基盤技術の確立が期待できるため, その社会的・工学的意義は極めて高い.</li><li>・既存の NEDO のプロジェクトと方向性が類似のものがあるが, そのアプローチについては新規性と革新性がある.</li><li>・すでに SIP をはじめとする国家プロジェクトへの参画がなされている状況で, 本プロジェクトとの重複がないか, 個別サブテーマごとに精査すべきである.</li><li>・提案書に記載されている内容の一部については, 既存プロジェクトでもターゲットにしているため, その棲み分けを明確化し, 相補的な研究を行っていく必要がある.</li><li>・外部資金による研究プロジェクトとの相乗効果にも期待する.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造材料の弱点となることが多い界面を，高度に制御し，力学特性を革新的に向 上させようとするプロジェクトである。</li> <li>・界面はバルクとは異なる物性を示す領域であり，ある種の未踏領域である．この 界面を積極的に制御しようとする，意欲的なプロジェクトである。</li> <li>・界面の物性，特性を理解し，プロジェクトの中核に置き，サブテーマ間の連携を とる運営をすることが理解できた．非常に重要な試みであるので，強力に推進して いただきたい。</li> <li>・大きなプロジェクトの中で，設定した4つのサブテーマの階層性が明示されると， テーマの必然性が見出しやすくなる。</li> <li>・個々のサブテーマの目的は明確にされており，サブテーマそれぞれの研究として は大いに期待が持てる。</li> <li>・個々のサブテーマをどのように関連づけて1つの大きな研究プロジェクトの成果 に結びつけるのかの合理的説明が必要である。</li> <li>・研究内容の特徴に基づいてサブテーマや対象材料を階層化した際に，優先性が存 在するか否か，明確にしていきたい。</li> <li>・より多くの課題解決がなされることを期待する一方，総花的研究に陥ることのな いように注意してもらいたい。</li> <li>・国内の材料研究者の枯渇が問題となっている．本プロジェクトから世界に発信す る成果を出し，構造材料の分野に夢を抱く若者の育成を期待する。</li> </ul>
<p><b>②プロジェクトの具 体的な達成目標</b> (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、達成 目標は妥当か(高す ぎる、低すぎる))</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2011年の大震災後，耐震・免震構造の重要性や構造材料の材料信頼性の重要性が 再認識される昨今，本プロジェクトの社会的価値，経済的価値も高いものと判断で きる。</li> <li>・本プロジェクトでは，高次加工技術による組織制御と高性能材料の創出，異種材 料の接着・融着技術，長期信頼性評価法の確立，界面の組織－力学特性関係の原理 的解明等をサブテーマとして取り扱っているが，既存技術の枠組みとは異なる点に 着目した，斬新なアイデアに基づく技術内容も盛り込まれている。</li> <li>・学術的，技術的レベルについては，プロジェクト全体としては十分高いレベルに 到達している。</li> <li>・個別の目標は，水準，社会的インパクトともに適切である。</li> <li>・要素技術発展の面からの目標設定は，サブテーマごとには妥当である。</li> <li>・計画の実現性も高く，達成目標は問題ない。</li> <li>・個々のサブテーマの目標設定は明確であるものの，学術的な側面でサブテーマ間 での連携を，どの段階でどのように進めていくかが，必ずしも明確ではない。</li> <li>・本プロジェクトでターゲットにしている構造材料は，実用材料としても社会基盤 材料として必須の材料であるため，産業界への波及効果が大きい。</li> <li>・実用材料や産業応用を視野に入れた際に，技術的橋渡しがスムーズに可能となる かは疑問が残る。</li> <li>・高性能なものを目指すのはよいが，自動車のような構造物では，信頼性なるもの</li> </ul>

を設計出来なくては実用にならない。

- ・「ある条件が揃えば」予測出来るということと、リアルワールドで保証出来るかということとは次元的に異なっており、必要とされる技術も異なってくるし、材料コンセプトも違ったものとなる可能性がある。実用化の上で何が必須の課題なのか、しっかりと見極めて欲しい。この視点を研究の早い段階で、目標・方策に加えておく必要がある。

- ・本研究プロジェクトが基礎的研究中心に進められるとしても、産業応用の観点から目標設定がなされることを期待する。

- ・得られた成果は耐熱材料の世界標準化規格の重要な基礎データとなりうる。その意味でも、規格化の動きを本プロジェクトの中で実施することを念頭に置くとよい。

- ・公表論文についての成果の数値目標は明確であるものの、その他の具体的な数値目標が見受けられない。

- ・本研究プロジェクトの新規性を担保する上で、明確な数値目標の提示が望まれる。

- ・各年度にマイルストーンを設定した方が、円滑に研究が進捗する。

- ・特許取得可能な技術要素も見出せるため、将来的に新しい研究開発分野の創出が期待できる。

- ・産業界への貢献という観点から、知的財産の創出は重要であるため、特許出願数に関する定量的な数値目標の設定が必要である。

#### 【サブテーマ1】「高次加工技術による微視組織制御と高性能材料の創出」について

- ・提案者らが開発した温間加工技術を基盤とした技術開発を行う内容であり、2年度、5年度、最終年度終了時のマイルストーンの定性的な目標設定は妥当である。

- ・マイルストーンが着実にクリアできれば、産業界にとって極めて重要な技術要素を提示することが可能である。

- ・明確な応用分野が提示されていないため、その要求性能を定量的に特定することが難しい。

- ・創出された技術の達成度を評価することが困難になることが予想される。

- ・材料の選定と加工プロセス条件の関係を明らかにするだけでなく、その関係から得られた知見を活用し、どのようにすれば材料の高性能化を実現させることができるかということを明確化する必要がある。

#### 【サブテーマ2】「マルチスケール接合技術の開発」について

- ・マルチマテリアルを対象とした接着・融着技術に関する研究開発であり、2年度、5年度、最終年度終了時のマイルストーンは、そのスケールにおいて段階的に設定されており、その定性的な目標設定は妥当である。

- ・異種界面と接着機能の相関を解明するための界面解析技術の開発というチャレンジな目標が掲げられている。これは、様々な材料で必要不可欠な接着技術の設計指針となり得るため、その社会的・工学的意義は極めて高い。

- ・産業界でニーズの高い材料をターゲット材料に設定し、系統立てた接着・融着技

	<p>術を開発した方がより優れた成果が得られる。</p> <p>【サブテーマ3】「表面・界面の長時間挙動解析に基づく長期信頼性評価」について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高強度耐熱鋼をターゲット材料とした異種界面や組織の不均質部ー均質部境界における劣化挙動を解明するとともに、その長期信頼性評価法の確立をめざす研究開発であり、2年度、5年度、最終年度終了時のマイルストーンは段階的に設定されており、その定性的な目標設定は妥当である。</li> <li>・本研究内容は、構造材料の信頼性という観点から、工学的に極めて重要な課題である。</li> <li>・本技術の確立により、高強度耐熱鋼をはじめとした各種構造材料への展開が期待できるため、その社会的・工学的意義は極めて高い。</li> <li>・鉄鋼材料で重要な水素脆化の評価法の確立も目標としており、極めて重要な研究テーマである。</li> <li>・ターゲット材料が明確であり、また、その解決すべき課題が的確に捉えられている。</li> <li>・本技術は社会的要請の強い内容であるため、知的財産に関する定量的な数値目標を設定することが望ましい。</li> </ul> <p>【サブテーマ4】「界面のナノスケール組織ー力学関係の原理的解明」について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・従来から利用されている ECCI, TEM, EDX 等の界面分析手法の高精度化・高効率化を行うことにより、各種組織因子（偏析や析出等）を定量的に測定する技術を開発するとともに、ナノインデンテーションや電子顕微鏡等を用いた微小スケールでの界面近傍における力学的特性を解析する手法を確立する研究開発である。</li> <li>・界面近傍の力学特性をモデル化するために、計算科学的手法も取り入れ、マルチスケールに対応した組織ー力学関係の原理を解明することも視野に入れた研究開発である。</li> <li>・2年度、5年度、最終年度終了時のマイルストーンは設定されているが、本サブテーマの技術内容と直接的に関連する内容の記述が少なく、曖昧である。</li> <li>・目標設定に関しては、どのような因子をどのようにするか等の記述が必要である。</li> <li>・構造材料に求められる特性、さらには構造材料として用いる際に重要となる力学的特性と組織の関連性の観点にフォーカスした技術開発が望まれる。</li> </ul>
<p>③プロジェクトの計画、ロードマップ、推進体制、マネジメント、予算計画  (研究達成目標の実現可能性、計画の問題点、研究成果の最大化のための推進体制、マネジメント、予算用途の問題点、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本プロジェクトは、我が国の基幹材料である鉄鋼材料をはじめとした、マルチマテリアルの高性能化と高信頼性化を実現させるための基盤技術の開発を行うものであり、様々な材料開発に必要な技術要素が盛り込まれた計画となっている。</li> <li>・プロジェクトを実施するサブテーマ責任者の実績も高く、問題ない。</li> <li>・本プロジェクトの推進体制は、NIMS 内外の研究者が含まれており、計画推進が十分に行えるポテンシャルを有する。</li> <li>・各サブテーマでは、国内外の産学との共同研究体制が計画されており、参画する研究者は、本プロジェクトを計画通り推進するに相応しい経験豊かなメンバーが揃えられている。</li> </ul>

・サブテーマごとに国内外を含めた産学官の連携体制が十分に構築・整備されている。このため、基盤技術の構築のみならず、産業化を意識した研究開発の推進も見込まれる。

・サブテーマ間で対象とする材料が大きく異なることにより、サブテーマを連携・統合した成果が得にくくなっているか懸念される。

・NIMS 内の推進体制については、具体的な進め方が記載されており、有機的な連携体制の構築が期待できる。

・例えば、クロスアポイントメント制度などを活用して、これまで以上に大学教員の活用を行ってはどうか。

・企業とよく協議していく必要があるが、企業の中でも商品の成立性を熟知している人たちとやってほしい。

・運営のやり方で企業、他の研究機関と密接に取り組むのは大変よいことだと思う。

・NIMS 人材が企業研究開発へ、逆に企業研究開発者が NIMS にきて仕事をするなど、長期的に企業と研究機関で人事が流動できるようにしてほしい。

・プロジェクト全体でのセミナーや報告会の実施は計画されているものの、マネジメント面でのサブテーマを連結する推進体制が見えにくい。

・界面に着目したプロジェクト全体での成果をどのように具現化できるか、より明確な体制の提示が望まれる。

・研究の場を通じた人材育成にも配慮し、次代を担う材料研究者の輩出にも貢献を期待する。このことに関する具体策の検討を強く希望する。

・主要設備備品の導入は、研究の流れに沿って適切な年度に計画されており、予算計上については、大きな問題点は見あたらない。

・NIMS 外の推進体制については具体的な記載があまりなく、どのような形で進めていくかについての検討が必要である

**【サブテーマ 1】「高次加工技術による微視組織制御と高性能材料の創出」について**

・温間加工を基盤技術とした研究開発を計画しており、その推進体制やマネジメントについても順当である。

・ロードマップに関しては、温間加工および複層構造化の関連技術が連続的な年度で行えるような体制にした方が、研究の効率が高まる。

・予算計画に関しては、平成 31 年度に温間加工機の導入が予定されているが、研究計画を見る限り、平成 29 年度から温間加工に関する研究の開始が予定されている。このため、大型設備の導入時期に関しては、より早い年度の方が望ましい。

**【サブテーマ 2】「マルチスケール接合技術の開発」について**

・マルチマテリアルを対象とした接着・融着技術に関する研究開発を計画しており、その推進体制やマネジメントは妥当であり、計画通りの研究推進が期待できる。

・接合技術の難しさは、接合部そのものの高性能化・信頼性の確立などの課題に加えて、生産におけるロバスト性や構造となった時の腐食、電食、破壊モードと保証

強度など総合的に成立させなければならない点にある。何が成立の為の要件なのか、何が材料基礎として求められるのかについて企業と製品を熟知している人と密に協議して進めてほしい。

- ・ロードマップに関しては、得られた研究成果が次年度にフィードバックできるような構成になっており、よく練られている。
- ・予算計画に関しては、ロードマップの内容とよく対応づけられている。
- ・本研究を実施するための人員数（ポスドク、研究業務員等も含める）が他のサブテーマと比較して少ないため、マンパワーが十分な体制になっているかという点が気がかりである。

【サブテーマ3】「表面・界面の長時間挙動解析に基づく長期信頼性評価」について

- ・高強度耐熱鋼をターゲット材料とした異種界面や組織の不均質部－均質部境界における劣化挙動の解明とその長期信頼性評価法の確立をめざす研究開発であり、研究推進体制やマネージメントには問題がない。

- ・ロードマップに関しては、最終年度に基礎データの取得が掲げられているが、最終年度の前年度までに完了していることが望ましい。
- ・長期信頼性評価法の確立に向けて、劣化メカニズムの解明は必要不可欠であるため、より早い年度からこの項目に関する研究の実施が望ましい。
- ・損傷評価の基礎学理については大学に知の集積があるので、大いに活用することを推奨する。
- ・予算計画に関しては、消耗品費やその他の項目の計上額が高い感が否めない。
- ・FESEMの導入が平成30年度に予定されているが、この分析装置は表界面の分析をする上で必要不可欠であると考えられるため、研究開始早々にでも導入した方が研究の効率化に繋がる。

【サブテーマ4】「界面のナノスケール組織－力学関係の原理的解明」について

- ・多様な解析技術によるマルチスケールでの組織の定量化や数値計算援用による理論解析の研究テーマを連携させて1つのサブテーマとして設定していることは高く評価できる。
- ・従来から利用されている界面分析手法の高精度化・高効率化、各種組織因子（偏析や析出等）を定量的に測定するための技術開発、微小スケールでの界面近傍における力学的特性を解析する手法を確立する研究開発であり、推進体制やマネージメントは順当である。
- ・ロードマップに関しては、前年度の成果を次年度に展開できるような構想になっており妥当である。
- ・環境場を考慮した特性発現の解明という項目があるが、どのような環境場を対象としているのかが、本提案書から読み取ることができない。対象とする環境場を具体的に提示してほしい。
- ・予算計画に関しては、消耗品費やその他の項目の計上額が高い感が否めない。
- ・大型設備の導入が研究の後半に計画されているが、研究推進の高効率化の観点か

	<p>ら、より早い時期の導入が望ましい。</p>
<p><b>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)</b>  (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、新技術や実用材料につながるか、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、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトで対象としている材料は鉄鋼材料、Ti 合金、Mg 合金で、現在、将来にわたり社会で必要となる材料であり、問題はない。</li> <li>・プロジェクトの表には出す必要はないが Al 合金について検討することにより、プロジェクトの幅がさらに拡大される。</li> <li>・プロジェクト責任者は、構造材料における豊富な知識、開発経験を有することから、本プロジェクトの高い研究成果の取得が大いに期待できる。</li> <li>・年度ごとの発表論文数が数値目標として掲げられており、学術面での十分な成果が期待できる。</li> <li>・実用材料を見据えた基盤技術を対象としているので、多くの論文を輩出すると期待できる。</li> <li>・研究の推進ならびに研究成果の発信の面において申し分ない。</li> <li>・新技術の開発も本プロジェクト内に多く盛り込まれており、技術的なイノベーションの創出も期待できることから、多数の特許取得が見込める。</li> <li>・本研究の性質から、サブテーマのすべてにおいて特許に直結する成果を求めることは適切ではないが、可能な限り、特許取得にも意識した研究展開を望む。</li> <li>・外部との連携は非常によい。</li> <li>・NIMS 外の連携体制や産学官の研究体制もしっかりと構築されており、実用材料に繋げるための基盤技術が構築されることが期待できる。</li> <li>・連携はなるべく早期に行うことが重要と思われる。</li> <li>・外部との連携を通じて、特に新技術開発を加速させる体制を構築していくとよい。</li> <li>・国立研究開発法人としての特徴を活かし、産と学の橋渡しの役割を担って、新たな共同研究のプロトタイプが提案されることを期待したい。</li> <li>・研究を推進していく上で、必要な学理や技術開発が生じた際には、より多くの産学との積極的な連携が必須となる。</li> <li>・シーズ技術が応用・実用につながる構想が描けるために、共同研究などの前に、業界の専門集団に意見を聞いてみる(スタディ)のもよいのではないかと。論文と特許は十分出せられると思われるが、実用につながるかは、上記指摘への対応レベル次第である。</li> <li>・最終ユーザが何を求めるかを常に見据えた取り組みをすれば、実用への道も開ける。</li> <li>・鉄鋼メーカーと密接にやるのはよいかもしれないが、将来技術への取り組みでは、副作用も大きな面がある。</li> <li>・構造材料の市場規模が大きいことから、本研究で得られる成果の産業界への波及効果も大きい。</li> <li>・基盤技術の開発をベースにした研究開発であるため、学術的・技術的に得られた知見を有効に活用した共同研究や外部資金獲得は大いに期待できる。</li> <li>・NIMS 構造材料研究拠点を場とした様々な共同研究の展開が計画されており、人</li> </ul>

	<p>的交流による若手研究者育成にも大きな寄与が期待できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・推進体制については、多くの実績のある研究者が各サブテーマのリーダーを担っており、いずれのサブテーマも十分な研究者により構成されている。</li> <li>・各サブテーマでは企業との共同研究が計画されており、産業応用を意識した研究推進が期待できる。</li> <li>・サブテーマごとに期待される成果の産業応用については、具体的な製造技術や実用材料への言及が少なく、界面に着目した本研究テーマの産業応用可能な直接の成果が見出だしにくくなっている。</li> <li>・本プロジェクトの界面に着眼した研究展開、4つのサブテーマの設定が、どのようなブレークスルーに結びつくかの見通しを提示されたい。</li> </ul>
<p>各委員の総合評価点 (降順, 10点満点)</p>	<p>9, 9, 8, 8</p>
<p>総合評価点平均 (10点満点)</p>	<p>8.5</p>
<p>その他 ①～④に入らない所見、またチャレンジングである、学際的であるなど、プロジェクトの性格について、あるいはプロジェクトに対する印象など自由にご記入ください</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材料工学の観点からのものづくりの優位性を獲得するためにも、是非推進すべき課題である。</li> <li>・本研究を実現させることで、従来のものづくりからことづくりへと昇華させてほしい。</li> <li>・現在までに、構造材料に特化した大型プロジェクトは決して多くはなかったが、構造材料の高度化に焦点を当て、ニッチではあるが今後の日本の材料技術の地位を高めていく上で、極めて重要な研究開発である。</li> <li>・組織観察法の最先端を常に導入することを想定しており、他分野への貢献も大きいものと推察する。このような最先端の観察法の開発、応用は界面の基礎学理構築において必要不可欠である。</li> <li>・基礎研究段階で、どこまで材料パラメータを広げてみるのか、それは何故かを明確にしておくことは重要と思われる。</li> <li>・マルチマテリアルの界面を研究対象とするとき、どの材料の組み合わせを選択するか学術的な基準が提示されると、他の研究分野、研究者に対して、極めて有益な情報が提供できる。この点において、本プロジェクトは界面研究分野における学術的発展への期待が大きい。</li> <li>・バックキャストの視点からの材料設計が今後重要となるため、産業界とのより強固な連携体制の構築を期待する。</li> <li>・各サブテーマを担当するグループ間の研究実施体制および研究計画とロードマップの合理性を再確認し、NIMS内外の研究員との有機的な連携を図る体制を構築することで、プロジェクトの大目的に沿った効率的に研究推進がなされることを望む。</li> </ul>

第4期中期計画プロジェクトの事前評価基準

評価点	評価	評価基準
10	S	全ての点において模範的に優れている。
9		特に顕著な成果が期待できる。 計画はそのまま推進すべきである。
8	A	総合的に優れている。
7		顕著な成果が期待できる。
6	B	平均的なプロジェクトである。
5		着実な成果が期待できる。
4	C	全体的に工夫、改善の余地が大きい。
3		計画を大幅に修正する必要がある。
2	D	大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきである。
1		プロジェクトの抜本的な見直し、計画の抜本的な変更が必要である。