

「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」
中間評価報告書

平成21年9月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

研究評価委員会

平成21年9月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 村田 成二 殿

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別添のとおり
評価結果について報告します。

目次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	7
研究評価委員会委員名簿	8
第1章 評価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	1-16
2. 1 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業） *溶接技術サブグループ	
2. 2 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業） *高温クリープサブグループ	
2. 3 先端的制御鍛造技術の基盤開発（委託事業） *制御鍛造サブグループ	
2. 4 先端的制御鍛造技術の基盤開発（委託事業） *内部起点疲労破壊サブグループ	
2. 5 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発（助成事業） *溶接技術サブグループ	
2. 6 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発（助成事業） *高温クリープサブグループ	
2. 7 先端的制御鍛造技術の開発（助成事業） *制御鍛造サブグループ	
2. 8 先端的制御鍛造技術の開発（助成事業） *内部起点疲労破壊サブグループ	
3. 評点結果	1-36
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料1 評価の実施方法	参考資料 1-1

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」の中間評価報告書であり、第18回研究評価委員会において設置された「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」（中間評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第22回研究評価委員会（平成21年9月17日）に諮り、確定されたものである。

平成21年9月
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」

中間評価分科会委員名簿

(平成 21 年 7 月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	いりえ ひろさだ 入江 宏定	財団法人 日本溶接技術センター 会長
分科会長 代理	たかき せつお 高木 節雄*	九州大学大学院工学研究院 物質工学部門 教授
委員	うすき ひでき 臼木 秀樹	ジヤトコ株式会社 部品システム開発部 主管
	かねこ しょうぞう 金子 祥三	東京大学 生産技術研究所 特任教授
	しのざき けんじ 篠崎 賢二	広島大学大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 機械材料工学講座 材料複合工学科目 教授
	にしむら りゅうじ 西村 隆司	株式会社日経BP社 建設局 編集委員
	もり もとひで 森 元秀	トヨタ自動車株式会社 パワートレーン材料技術 部 金属材料室 室長

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため（実施者：九州大学大学院 総合理工学研究院 融合創造理工学部門／工学研究院 知能機械システム部門）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程」第 3 4 条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

審議経過

● 第1回 分科会（平成21年7月3日）

公開セッション

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法について
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの全体概要について
6. 研究開発成果の詳細について
- 6-1. 共通基盤技術【委託事業】

非公開セッション

- 6-2. 実用化技術【助成事業】
7. 実用化の見通しについて
8. 全体を通しての質疑

公開セッション

9. まとめ・講評
10. 今後の予定、その他
11. 閉会

● 第22回研究評価委員会（平成21年9月17日）

評価概要

1. 総論

1) 総合評価

鉄鋼材料の高強度・高機能化とそれに伴う溶接技術の開発は、社会インフラに関わる大型構造物の製造力を強化し、日本の産業力を強くする意味において産学官が連携して取り組む課題である。事業目標達成のため、共通基盤技術と実用化技術に分けて産学官が分担する研究開発体制は妥当である。初期の目標設定に対し、比較的順調に研究開発を進めており、大型プロジェクト遂行に関し高く評価できる。高級鋼材の溶接技術に関しては実用化の見通しが高い。

一方、制御鍛造技術に関しては、実用化・事業化がシナリオ通りに行かないことが懸念されるため、今後の実用化や事業化に際しては、ユーザーとの連携が重要であり、信頼性・経済性の視点からの確認と評価を強化するために、早い段階でのユーザーニーズの収集が必要である。

2) 今後に対する提言

個々の要素研究での研究・開発方向は明確で貴重な成果を得ている点は高く評価できる。しかし個々の要素研究の成果が有機的にどのように組み込まれていくかが抽象的で理解しがたい点も多く見られる。委託事業と助成事業とのより緊密な連携も必要である。本研究の最終的な成果は、企業において実用化・製品化されて初めて実現するものであるから、技術上の成果だけを追求するのではなく、コストの面や市場での活用を十分に意識し、市場や社会の変化を見据えた柔軟な対応を期待したい。本研究開発の成果が経済性の面も含めユーザーの将来ニーズに合致したものであるかどうか等、実用化のための現状把握を実施すべきと考える。また、本研究開発の成果が他の材料にも適用可能なフレキシビリティの高いものとなることを期待したい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトに掲げる目標材料は、実用化されれば構造物の部材減量化、発電プラントの発電効率の向上などに直接結びつく、これらは省資源・省力化を通じ、地球環境保護、CO₂ガス排出削減など環境負荷低減に大いに貢献する。

本事業は民間単独の活動では対処できない研究内容を多く含むため、NEDOが積極的に関与すべき事業と判断される。さらに現状の実用材料は、開発途上国への技術移転や模倣により、コスト面で国際競争力を失いつつあり、一歩進

んだ材料、未踏分野の材料を開発することによって技術立国の立場を維持し続けることが可能となり、事業目的は妥当である。最終の実用化までの期間が長期に及ぶものが多々見受けられるが、特に自動車部品を対象とする場合は、構造・システムも大きな変革が予想されるため、自動車の将来動向を見極めながら研究開発を進めて行くことが重要である。コスト競争力等の経済性の面も含め、他国に追随を許さない日本独自の技術として発展することを期待している。

2) 研究開発マネジメントについて

事業目標達成のため、共通基盤技術と実用化技術に分けて産学官が分担する研究開発体制は妥当である。また、国内鉄鋼需要業界 85 社への調査によって、ニーズの高いテーマとして選ばれており、研究開発目標が明確な数値目標として設定されている。さらに、サブグループ単位で、個別の研究課題ごとに研究者間の十分な連携がなされている。社会情勢は昨年より一変したが、参画する企業は実用化に向けて継続推進する予定であり、積極的に取り組む姿勢が評価できる。今後、実用化研究が中心になり、参加企業間の競合と協調という相反する要因も生じる中で、各参加企業の自主性を尊重しつつ、進捗度・完成度の適確な評価に基づく円滑な研究開発のマネジメントに十分配慮すべきである。

3) 研究開発成果について

各テーマともに中間目標を達成し、クリーンMIG溶接 (Metal Inert Gas welding) プロセス技術の開発をはじめ、世界初となる成果も複数出ており、世界最高水準の成果が得られている。溶接法や開発材料は、特許になりにくい分野であるが、一定の成果を上げている。知的財産権等の取得やシンポジウムの開催等による成果の社会への普及は適切に行われている。新しい材料が多く開発されており、標準化、規格化に関する検討が今後重要になると考えられる。

今後、より多くの実験や努力が重ねられれば、多くのテーマで最終目標の達成は十分可能である。可能であれば、最終目標を上げる、期間を短縮する、取り上げていない要素技術を解決するなど、実用化までの期間短縮に繋がるような取り組みを望みたい。

4) 実用化の見通しについて

参加企業は、この研究で開発された材料および技術を最大限に活かすうる製品を考え、実用化に向けて努力しており、実用化や出口のイメージはおおむね明確である。本プロジェクト終了後に、実用化あるいは実用化に向けた研究の加速が期待される。高級鋼の溶接技術に関しては、解決すべき課題も明らかになっており、実用化の見通しも高い。一方、制御鍛造技術に関しては、実用化・

事業化がシナリオ通りに行かないことが懸念され、現状の目標のみでは要素技術開発の達成はできても、実用化の見通しは困難であるため、早期にユーザーと連携してユーザーニーズを取り入れて実用化に向けた検討を進めるべきである。

研究評価委員会におけるコメント

第22回研究評価委員会（平成21年9月17日開催）に諮り、了承された。
研究評価委員会から以下のコメントが出された。

- 国際競争力を担保するために何に取り組むべきかについての議論が重要である。具体的な目標を定めて取り組むべきである。
- 鉄鋼材料分野における溶接、鍛造といったテーマは大学研究の現場で採用されにくい状況にある。NEDOにおいては、日本の基幹産業の底辺をささえている当該技術分野を俯瞰し、且つ溶接や鍛造以外にも多くのテーマがあるので、このようなプロジェクトと同じ視点で全体を眺めるようなプログラムを是非NEDOの中で考えていただきたい。
- このような共通基盤技術の「実用化」は、最終的に何らかの形で一般に普及することであるため、権利化（特許）は重要である。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所 属、役 職
委員長	西村 吉雄	早稲田大学大学院 政治学研究科 (科学技術ジャーナリスト養成プログラム) 客員教授
委員長 代理	吉原 一紘	オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社 最高顧問
委員	安宅 龍明	オリンパス株式会社 新規中核事業企画本部 ヘルスケア事業開発部 企画グループ コーディネーター
	伊東 弘一	学校法人早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
	大西 優	株式会社カネカ 顧問
	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 取締役社長
	小林 直人	早稲田大学 研究戦略センター 教授
	小柳 光正	東北大学大学院 工学研究科 バイオリボティクス専攻 教授
	佐久間一郎	東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学 精密機械工学専攻 教授
	菅野 純夫	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授
	富田 房男	放送大学 北海道学習センター 所長
	架谷 昌信	愛知工業大学 工学機械学科 教授・総合技術研究所所長
宮島 篤	東京大学 分子細胞生物学研究所 教授	

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の「○」「●」「・」が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考として掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価結果

1. 1 総論

1) 総合評価

鉄鋼材料の高強度・高機能化とそれに伴う溶接技術の開発は、社会インフラに関わる大型構造物の製造力を強化し、日本の産業力を強くする意味において産学官が連携して取り組む課題である。事業目標達成のため、共通基盤技術と実用化技術に分けて産学官が分担する研究開発体制は妥当である。初期の目標設定に対し、比較的順調に研究開発を進めており、大型プロジェクト遂行に関し高く評価できる。高級鋼材の溶接技術に関しては実用化の見通しが高い。

一方、制御鍛造技術に関しては、実用化・事業化がシナリオ通りに行かないことが懸念されるため、今後の実用化や事業化に際しては、ユーザーとの連携が重要であり、信頼性・経済性の視点からの確認と評価を強化するために、早い段階でのユーザーニーズの収集が必要である。

<肯定的意見>

- 広範囲で多岐にわたる研究でありながら、良くマネジメントがなされており、着実に成果を挙げている。特に大学と産業（企業）との分担と相互連携がうまくなされている。
- 中間評価の段階としては当初の予定を上回る成果が挙げられており、大きな問題点は見受けられない。また、研究組織についてもサブグループ単位でうまく機能しており、組織改変も必要ないと判断される。選択と集中という観点から、一部の研究については中断を余儀なくされた研究課題もあるが、それらの課題についてもある程度まとまった成果が得られており、高い評価を与えて良いと思われる。
- 各テーマとも、初期の目標設定に対し、比較的順調に研究開発を進めており、大型プロジェクト遂行に関し高く評価できる。またテーマ内のサブテーマ（要素研究）間の連携のための研究マネジメント方向についても比較的明確に設定されており、最終目的への道筋が明確で、成果の実用化の可能性は高い。個々の要素研究では、中間段階までの成果は十分と判断できる。
- 日本が今後、世界をリードするために必要な技術開発を産官学が一体となって実施しており期待をもつことができる。社会的状況や実用化の見通し当がタイムスケジュールとして明確である。
- 鉄鋼材料の高強度・高機能化とそれに伴う溶接技術の開発は、社会インフラに関わる大型構造物の製造力を強化し、日本の産業力を強くする意味において産学官が連携して取り組む課題と考える。特に、鋼材開発技術に優れた我が国が世界に先駆け本研究テーマのような大型プロジェクト研究を実施し

ていることは高く評価できる。また、共通基盤技術研究開発グループと実用化技術研究開発グループに分けて、各グループが目標を明確にし、全体的にうまく連携をとった研究体制は高く評価できる。ほとんどの項目で数値目標をすでに達成しているか、あるいは達成の目処が立っている。また、世界初の技術、材料、事象など意義ある多くの成果が幾つも得られている。また、実用化の可能性が高く、事業化の見通しが立っている成果や波及効果の高い成果が幾つか得られている。これらのことから、プロジェクト全体としての進捗状況は非常に良好と判断できる。

- 省エネ社会の実現、日本の製造業の国際競争力向上のための重要な技術である。中間目標として設定された目標に対してもほぼ到達できており、順調に研究開発が進んでいる。
- 省エネルギー社会の構築に向けて社会の関心やニーズが高まるなか、革新的な研究開発テーマを設定。中間目標のレベルは高いが、超過達成を見込めるものが少なくない。世界初のデータや知見がすでに相次いで得られており、特に成果の達成度は高く評価できる。様々な波及効果も期待でき、国内外の産業界に与えるインパクトは大きい。

<問題点・改善すべき点>

- エネルギー需要をめぐって社会情勢はめまぐるしく変化している。開発や実用化のスピードのさらなる向上も求められる。
- 委託事業（共通基盤技術）そのものは十分な成果が挙げられているが、助成事業（実用化技術）の目標を達成する為の重要な要素技術に関する研究開発の取り組みが不足しているものが見受けられる。また、実用化技術では、実用化までに長期間を有するもの、経済性の面で不安に感じられるものも見受けられた。
- 一部ユーザーの現状を考慮していないところが見受けられ、早い段階でのユーザーニーズの収集が必要と思われる。
- 本事業はプロジェクト研究であるので、共通基盤技術研究開発グループと実用化技術研究開発グループがうまく連携する必要があるが、一部、両者間の連携が不十分な研究も見られたのでこの点を努力してほしい。
- 全体として特に大きな問題点はなく、次項の今後の提言及び個々のテーマの項を参照のこと。

<その他の意見>

- ・ 中断を余儀なくされた研究課題の影響で若干の軌道修正が必要かもしれないが、本プロジェクトの方向性が大きく変わるということはないと判断され

- る。
- 最終的な実用化までの期間を短縮するためにも、ユーザーとの連携が重要である。

2) 今後の提言

個々の要素研究での研究・開発方向は明確で貴重な成果を得ている点は高く評価できる。しかし個々の要素研究の成果が有機的にどのように組み込まれていくかが抽象的で理解しがたい点も多く見られる。委託事業と助成事業とのより緊密な連携も必要である。本研究の最終的な成果は、企業において実用化・製品化されて初めて実現するものであるから、技術上の成果だけを追求するのではなく、コストの面や市場での活用を十分に意識し、市場や社会の変化を見据えた柔軟な対応を期待したい。本研究開発の成果が経済性の面も含めユーザーの将来ニーズに合致したものであるかどうか等、実用化のための現状把握を実施すべきと考える。また、本研究開発の成果が他の材料にも適用可能なフレキシビリティの高いものとなることを期待したい。

<肯定的意見>

- 個々の要素技術は確実にブラッシュアップさせるとともに早い段階での実用化のための現状把握を実施すべきと考える。
- 本研究の最終的な成果は、企業において実用化・製品化されて初めて実現するものであるから、今後、信頼性・経済性の視点からの確認と評価を強化し、綿密な工程で進めて戴きたい。
- サブグループ毎の研究は非常に活発に行われており、今後の進捗に関しても十分な成果を期待できるが、独立したサブグループをいくつかまとめた研究プロジェクトという印象を受ける。鉄鋼材料の高強度・高機能化といった観点から、最終的にどのような出口イメージにするのか、位置づけを意識しながら今後の研究を展開していただきたい。
- 中間目標を上回る成果が相次ぐ点は評価できるが、技術上の成果だけを追求するのではなく、今後の実用化や事業化に向けては費用対効果を十分に考慮する必要がある。コストの面や市場での活用を十分に意識し、市場や社会の変化を見据えた柔軟な対応に期待したい。委託事業と助成事業とのより緊密な連携も必要になると思われる。
- 制御鍛造技術が対象としている自動車部品に関しては、自動車メーカーの将来ニーズに合致したものが、経済性の面も含め確認する必要がある。
- 中間目標は個々の組織の独立した研究・開発目標が中心であり、各組織の連携を強く重要視せずとも達成できるが、最終目標に向けては、各サブグループ内およびサブグループ間での連携が不可欠と考えられる。
- 個々の要素研究での研究・開発方向は明確で貴重な成果を得ている点は高く評価できる。しかしプロジェクト研究としては、中間段階までの要素研究を統合し、最終段階では幾つかの材料を実用化あるいは実用化が見通せる段階

までの目標が設定されている。このために個々の要素研究の成果が有機的どのように組み込まれていくかが抽象的で理解しがたい点も多く見られる。個々の要素研究の成果が独立した成果で終わらないためには、大テーマ内での密な意思疎通のためのマネジメントが重要と思われる。さらに成果が極めて限定された材料の実用化を目的としているが一掲げた材料の実用化がプロジェクトの目的であり非常に重要であるが一、得られた成果がその他の材料へも適用可能なフレキシビリティの高いものとなるように心がけることを期待したい。そうなれば現状材料と目的材料の中間段階での材料にも適用可能となり、成果がより有効に利用されることが期待でき、研究開発投資はより効果的なものになると思われる。

<その他の意見>

- 各種データベースは、第三者も活用できるシステムの構築を検討して頂きたい。

1. 2 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトに掲げる目標材料は、実用化されれば構造物の部材減量化、発電プラントの発電効率の向上などに直接結びつく、これらは省資源・省力化を通じ、地球環境保護、CO₂ガス排出削減など環境負荷低減に大いに貢献する。

本事業は民間単独の活動では対処できない研究内容を多く含むため、NEDOが積極的に関与すべき事業と判断される。さらに現状の実用材料は、開発途上国への技術移転や模倣により、コスト面で国際競争力を失いつつあり、一步進んだ材料、未踏分野の材料を開発することによって技術立国の立場を維持し続けることが可能となり、事業目的は妥当である。最終の実用化までの期間が長期に及ぶものが多々見受けられるが、特に自動車部品を対象とする場合は、構造・システムも大きな変革が予想されるため、自動車の将来動向を見極めながら研究開発を進めて行くことが重要である。コスト競争力等の経済性の面も含め、他国に追随を許さない日本独自の技術として発展することを期待している。

<肯定的意見>

- 鉄鋼材料とその応用は日本の製造業の根幹を支えるものであり、今後日本が世界をリードしていくためには継続した技術力維持が必要である。その意味でも NEDO の事業として妥当である。
- 溶接、制御鍛造ともに今後の動向においては必須の技術であり、またその難易度からも各企業や研究機関ベースでは成立は困難なものであり、NEDO の関与のもと産官学が一体となった開発が望まれるものである。
- 本研究プロジェクトには、サブグループ毎に対象とする鉄鋼材料の機能・特性は異なっているが、特性の客観的評価、将来を見据えた規格化、諸現象の学術的解釈など、民間単独の活動では対処できない研究内容が多く含まれており、NEDO が積極的に関与すべき事業と判断される。また、提案された個別の研究は、いずれも日本が世界的規模で優位性を保っていく上で不可欠の課題であり、NEDO の支援事業目的として妥当である。
- 本研究開発に掲げる目標材料は、実用化されれば構造物の部材減量化、発電プラントの発電効率の向上などに直接結びつく、これらは省資源・省力化を通じ、地球環境保護、CO₂ガス排出削減など環境負荷低減に大いに貢献する。しかし目標材料の開発は、現状の技術を総動員しても容易に達成・実用化されるものではなく、かつ多大の経費が必要である。しかも開発に成功しても、実用化までには多くのステップがあり企業の利益に直接つながらない。したがって民間企業で行うにはリスクであり、人的にも経済的にも不可能であ

り、実用化の手前までは国家プロジェクトとして実施すべきものと考えられ、NEDO プロジェクト事業としては妥当である。さらに現状の実用材料は、開発途上国に技術移転や模倣により、コストの面で国際競争力を失いつつあり、一歩進んだ材料、未踏分野の材料を開発することで技術立国の立場を維持しつづけることが可能となり、事業目的は妥当である。

- 本研究テーマは、国内鉄鋼需要業界 85 社への調査によって、省エネルギー効果、安全性、低炭素化の実現に最も寄与する研究テーマとして、決定されている。いずれのテーマも実現すれば画期的な成果であるが、到底、メーカーのみで解決できるとは考えられず、大学、独法研究機関の高度な解析技術とメーカーのニーズが相まってオールジャパンの体制で検討する必要がある。NEDO 事業で行わなければ、このような研究体制をとりまとめることは困難と思われる。昨年来、社会情勢が一変したが、本事業で取り上げられた研究成果により、HT980、9%Ni が使われるようになれば、外国の技術に対し大きく水をあけることになり、波及効果、地球環境問題にも貢献できる画期的な技術開発である。
- 今後のエネルギー需給動向をみても、プラントや省エネルギー関連の技術開発は急務である。しかも、対象とする要素技術が多岐にわたるうえ、実用化の難易度は高い。民間企業単独での開発や実用化は困難と思われ、NEDO の関与が不可欠な事業といえる。
- 事業の目標値は非常に高いものであり、一民間企業で対応できるレベルではなく、産学官連携が図られた NEDO 事業として実施されることは高く評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- 現段階では、個々の研究グループがそれぞれの目標を達成するために力を注いでいる段階と思われる。プロジェクト全体としての目標を達成し、社会全体に成果を還元するためには、研究グループ間の協力を密にし、より汎用的な知識、技術となるような努力を行っていただきたい。
- 最終の実用化までの期間が長期に及ぶものが多々見受けられるが、特に自動車部品を対象とする場合は、構造・システムも大きな変革が予想されるため、自動車の将来動向を見極めながら研究開発を進めて行くことが重要である。
- 事業によって期待される効果をコストの削減効果で示している点は評価できるが、資源をめぐる価格は常に変動する。当該事業に投じた予算と適宜比較するうえでも、削減コストのさらなる精査が求められる。
- 制御鍛造は開発すべきポイントを絞り込みすぎている感が否めず、もう少し

し広範囲な検討を行っても良いのではないかと思われる。

<その他の意見>

- 制御鍛造による軽量化技術は非常に高度な技術であり、日本の素形材製造業の競争力向上に寄与できるものと考えるが、自動車部品生産がグローバル化されている中で、単に軽量化技術ではなく、経済性の面でコスト競争力も問われることになる。この技術を日本の強みとするために、最終目標に向けた取り組みの中では、経済性の面も含めた研究開発が望まれる。
- 対象とした材料は非常に限定的である。したがって得られた成果がその材料以外では利用できない可能性は高い。これは限られた年数と予算の範囲内で実施するプロジェクトとしてやむを得ない。研究開発の中で、成果が特定した材料以外にも適用できるようにできるだけ配慮をお願いしたい。
- 本研究成果が他国に追従を許さず、日本独自の技術として発展することを期待している。

2) 研究開発マネジメントについて

事業目標達成のため、共通基盤技術と実用化技術に分けて産学官が分担する研究開発体制は妥当である。また、国内鉄鋼需要業界 85 社への調査によって、ニーズの高いテーマとして選ばれており、研究開発目標が明確な数値目標として設定されている。さらに、サブグループ単位で、個別の研究課題ごとに研究者間の十分な連携がなされている。社会情勢は昨年より一変したが、参画する企業は実用化に向けて継続推進する予定であり、積極的に取り組む姿勢が評価できる。今後、実用化研究が中心になり、参加企業間の競合と協調という相反する要因も生じる中で、各参加企業の自主性を尊重しつつ、進捗度・完成度の適確な評価に基づく円滑な研究開発のマネジメントに十分配慮すべきである。

<肯定的意見>

- 個々のテーマ（チーム）の責任者ならびにプロジェクトリーダーには、国内における適任な人材を配置している。通常このような広範囲なプロジェクトを組むと、ベクトルが揃わずバラバラになりやすいが、3段階での会議を数多く設定することで連携が図られ、個々の成果を共有して研究開発できる体制となっており評価できる。成果をプロジェクト参加企業が実用化するのであれば、体制は整えられていると判断できる。
- 事業目標達成のために、共通基盤技術と実用化技術に分けて産学官が分担して研究開発を進める体制は妥当であり、評価できる。
- サブグループを単位として、個別の研究課題ごとに研究者間の十分な連携がなされており、産学連携による効率的な研究成果が得られている。企業と大学間の研究内容の分担も適切になされており、費用対効果の観点からも満足できる成果が得られている。
- 溶接技術サブグループ、制御鍛造サブグループとも市場動向を踏まえて定量的に目標を設定しており、そのレベルも高い。戦略的な目標設定と考えられる。要素技術もそれぞれ適切に設定されている。
- これまでは大学中心の依託事業の比重が大きかったこともあり、開発目標、開発計画とも良くマネジメントがなされていると判断される。
- 国内鉄鋼需要業界 85 社への調査によって、ニーズの高いテーマとして選ばれており、研究開発目標が明確な数値目標として設定されている。研究目標に対し、立案されている研究項目は妥当であり、計画通り進めば、実用化へ比較的短期間で移行できるものとする。研究体制は共通基盤技術グループと実用化技術グループに分けて、シーズ技術を持っている大学、独法研究機関が学術面からサポートし、メーカーにおいて実用化が考えられ、まさにオールジャパンの体制である。社会情勢は、昨年より一変したが、参画する企

業は実用化に向けて現状のままで推進する予定であり、積極的に取り組む姿勢が評価できる。

- 目標、計画、体制ともに妥当なものであると判断する。

<問題点・改善すべき点>

- 制御鍛造において強度のみの目標では達成は容易なことは明白であることから、強度のみではなく、背反事項（機械加工性など）の成立も目標として取り上げるべきではないか。
- 事業の最終目標に対して、解決すべき要素技術課題の全貌が提示されていないため、取り組まれている要素技術が最重要課題であるのかが不明瞭となっている。また、経済性の目標設定が無いため、ユーザーに受け入れられる技術になるのかが懸念される。
- 今後、実用化の研究が中心になっていく中で、競合と協調という相反する要因もあるなかで、各企業の自主性を尊重しつつも、進捗度・完成度の適確な評価に基く、しっかりしたマネジメントが望まれる。
- 本事業を効率よく推進するためには、実用化技術研究開発グループと共通基盤技術研究開発グループ間あるいはグループ内での緊密な連携が不可欠である。たとえば耐熱鋼の開発には材料開発とともに溶接技術の開発も必要不可欠である。溶接技術サブグループでは溶接技術を主に取り扱い、メンバーもその専門家を配しているの、高温クリープサブグループにおける溶接技術に関しても溶接技術サブグループとより緊密な連携をとることが必要ではないかと思う。
- 昨今のエネルギー事情を考えると、開発計画のさらなるスピードアップも必要である。
- 国家プロジェクトである以上、成果は国内企業全体が成果を何らか形で利用されることが好ましい。ある段階（知的財産が保護された段階）で広く社会に還元される体制を考慮すべきである。
- 本プロジェクトの最終的な出口イメージを明確にするためにも、サブグループ間の更なる連携強化が必要と思われる。

<その他の意見>

- ・ 研究者の数に比べて研究課題数が多く、研究者一人当たりの負担が重すぎるように思われたが、選択と集中による課題数削減によって、より効果的な研究展開が可能となるように期待したい。
- ・ 予算の総額、配分が妥当か否かは判断できない。（判断できる資料がない）開発フェーズや開発時間は、サブテーマ、担当部門により異なることは当然

であり、進行に従いフェーズのずれにより横の連携がとれず、バラバラになる危惧は残されている。予算配分や会議設定を状況に応じて柔軟に設定し、今後も円滑な研究開発に十分配慮すべきである。

3) 研究開発成果について

各テーマともに中間目標を達成し、クリーンMIG溶接（Metal Inert Gas welding）プロセス技術の開発をはじめ、世界初となる成果も複数出ており、世界最高水準の成果が得られている。溶接法や開発材料は、特許になりにくい分野であるが、一定の成果を上げている。知的財産権等の取得やシンポジウムの開催等による成果の社会への普及は適切に行われている。新しい材料が多く開発されており、標準化、規格化に関する検討が今後重要になると考えられる。

今後、より多くの実験や努力が重ねられれば、多くのテーマで最終目標の達成は十分可能である。可能であれば、最終目標を上げる、期間を短縮する、取り上げていない要素技術を解決するなど、実用化までの期間短縮に繋がるような取り組みを望みたい。

<肯定的意見>

- すでに複数の世界初となる成果が出ており、中間目標は概ね達成できている。なお、可能であれば、最終目標を上げる、期間を短縮する、取り上げていない要素技術を解決するなど、実用化までの期間短縮に繋がるような取り組みを望みたい。
- 研究成果として挙げられている合計 28 の項目のうち、5 割弱の 13 項目が中間目標として定めた達成度を上回る見込みであり、残りもすべて目標値をクリアできると考えられる。個々の要素技術の成果だけでなく、全体としての達成度も高く評価できる。クリーンMIG溶接プロセス技術の開発をはじめ、世界初の成果が相次いでいる。汎用性もあり、成果の意義についても評価できる。
- サブグループ毎に若干の差はあるものの、全体としては目標を上回る成果が得られていると判断できる。
- おおむね中間目標を達成し、すぐれた成果を挙げている。
- 数値目標に関しては最終目標値を達成しているものも多く、中間目標は十分に達成している。一方、数値目標を示していない項目についても中間目標は達成しているものと思われる。個々の研究は世界水準のものが多く、成果の展開も十分に期待できる。また、社会に研究成果を還元するため、シンポジウムも実施されており、知的財産権等の取得や成果の普及は適切に行われている。以上のようなことから、本事業の現段階での成果は、高く評価できる。
- 中間段階として各テーマともに中間目標を達成しているものと思われる。また、適切に論文発表や知的財産として登録されていると判断する。
- 達成度は中間目標をほぼ達成していると思われる。また成果は世界最高水準である。溶接法や開発材料は、特許などにはなりにくい分野ではあるが、一

定の成果を上げている。

<問題点・改善すべき点>

- 新しい材料が多く開発されており、標準化するには規格化が重要と考えられる。その取り組みがまだあまりなされていないようなので、今後、このような点も検討してほしい。
- 最終目標に対しては、実施者間の連携だけではなく、ユーザーとの連携も必要と思われる要素技術も見受けられるので、検討をお願いしたい。
- 成果の公表：論文発表は、十分とは言えないが、中間段階であり、知的財産保護の観点もあり、今後開発の目標が達成された後（特許などの取得が終了した後）、速やかに公に発表されることを期待する。
- 制御鍛造においては、現状の目標のみでは要素技術開発の達成はできても、実用化の見通しは困難であるため早期にユーザーの現状に即した実施計画を取り込むべき。
- プロジェクトの中間段階としては、知的財産権の取得、特性の評価法の確立、実用化に向けた規格化など多くの問題が残されているが、今後の活動展開に期待したい。
- 研究発表や講演で成果を積極的に発表しているが、新聞や雑誌などへの掲載が少なく、減少している。一般に向けても、より積極的な情報発信を試みるべきである。

<その他の意見>

- ・ 今後、より多くの実験や努力が重ねられれば、多くのテーマで最終目標は達成できる可能性は十分あると思われる。開発目標を達成するため、それぞれのテーマにおいて限られた範囲で研究進められているため汎用化には遠い。汎用化が可能な技術は、汎用化のためのデータベース構築も同時に進めることを期待したい。(汎用化はプロジェクトの主目的ではないが)

4) 実用化の見通しについて

参加企業は、この研究で開発された材料および技術を最大限に活かす製品を考え、実用化に向けて努力しており、実用化や出口のイメージはおおむね明確である。本プロジェクト終了後に、実用化あるいは実用化に向けた研究の加速が期待される。高級鋼の溶接技術に関しては、解決すべき課題も明らかになっており、実用化の見通しも高い。一方、制御鍛造技術に関しては、実用化・事業化がシナリオ通りに行かないことが懸念され、現状の目標のみでは要素技術開発の達成はできても、実用化の見通しは困難であるため、早期にユーザーと連携してユーザーニーズを取り入れて実用化に向けた検討を進めるべきである。

<肯定的意見>

- 実用化や出口のイメージはおおむね明確であり、電力・エネルギーやタンク、造船、建築、橋梁など様々な分野への波及効果も期待できる。
- サブグループ毎には研究の目的や出口イメージは明確であり、本プロジェクト終了後に、実用化あるいは実用化に向けた研究が加速されることが期待される。また、提案されている研究課題は、いずれも社会的基盤をなす重要な工学分野に関するもので、大きな波及効果を期待できる。
- 参画企業において、この研究で開発された材料および技術を最大限に活かす製品を考え、実用化に向けて努力されている。今のところ製品造りにおける課題も明確になっており、これを解決する手段の見通しも得られていることから、実用化の可能性が高く、事業化の見通しが立っている成果や波及効果の高い成果が幾つか得られており、高く評価できる。
- 実用化のターゲットが極めて明確であり、プロジェクト終了後の実用化のための課題もかなりクリアされつつある。実用化が達成されれば経済的・社会的効果は大きい。また関連分野への波及効果も大いに期待できる。
- 溶接、水素脆化、高温クリープにおいては実用化イメージが明確であり、見通しは有望と思われる。
- 高級鋼の溶接技術に関しては、解決すべき課題も明らかになっており、実用化の可能性・事業化の見通しも高いものと判断できる。
- 実用化のイメージはほぼ明確であり、成果の応用についても期待できる。

<問題点・改善すべき点>

- 制御鍛造においては、現状の要素技術のみでは実用化のための必要十分条件がそろっておらず見通しは不透明である。早期にユーザーニーズを交えた計画への取り込みが必要と考える。各テーマともにコストに対する意識

が低いと感じられるため、計画の中にコスト見通しも含めるべきではないか。

- 実用化のためには、成功したときのデータだけでなく、目標を達成できなかったときのデータも蓄積し、開発段階での多くのデータを集積データベース化しておく必要がある。この作業は地道な作業であり、目途や方向が明確になった中間段階でデータベース化の方針を出すべきである（ただし一部のサブテーマではすでにデータベース化が認められる）
- 出口イメージは明確とはいえ、個々の「実用化のシナリオ」の中には市場規模の見方や根拠が甘いものも見受けられる。エネルギー需給の変動に応じて、コスト削減効果の値も適切か否かを適宜、見直すことが求められる。
- 一部の技術については、信頼性・経済性の見地から、もう少しきめ細かい検証を織り込んだマイルストーンが必要と考えられる。
- 得られた研究成果をどのように取り入れるかは、個々の企業の力量で決まるが、事業化計画に少し長い期間を想定している企業も見られたが、是非、できるだけ早い実用化、事業化を行い、他国の企業の追随を許さず、日本の優位性を保つようにしてほしい。
- 制御鍛造技術に関しては、実用化・事業化がシナリオ通りに行かないことが懸念される。特に、NEDO 事業として、鋼材や部品としての生産技術の取り組みが弱く、また、ユーザーとの連携も不足しているため、最終的な経済性評価を難しくしているものとする。

<その他の意見>

- ・ 基本的には構造材料が実用化され普及するまでには、非常に多くのステップがある。実験室段階での開発→実用化規模へのスケールアップ→実機プラントの一部への適用と性能・安全性確認→普及が一般的ステップと思われる。これを考慮した計画にした方がベターではないか？あるいは実用化レベルの段階（商品化や企業開発入り口など）を明記した方が良い。
- ・ 日本の製造業が国際競争力を問われている中で、技術の優位性を維持しさらに発展していく上では、将来に渡って優秀な人材を確保し続けることも重要であり、人材育成の面でもこの事業を活用し、他への波及効果を生み出していくことが望まれる。

2. 個別テーマに関する評価結果

2. 1 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業）

* 溶接技術サブグループ

- 1) クリーン MIG 溶接プロセス技術の開発
- 2) ファイバーレーザ、レーザー・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発
- 3) 高強度鋼、低温用鋼厚板のための高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究
- 5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究

研究開発成果 および 今後に対する提言

新たな MIG 溶接法開発、ファイバーレーザ溶接適用、溶接金属の低温割れ機構解明など、研究開発は順調に進捗している。いずれも中間目標を達成、または目標を大きく上回る見込みで、世界初の技術も相次ぎ実証しており、溶接技術全体への波及効果が期待できる。

今後は、溶接金属における残留オーステナイトの安定性や量、ならびに接合部の残留応力の経時変化、疲労強度、じん性などの溶接継手全体での特性評価と、新たな溶接金属組織における低温割れ発生予測、阻止方法に関する理論的裏付けなどにより、各種メカニズムの解明と実用化のための信頼性の最終確認を詰めていただきたい。

<肯定的意見>

- 厚板の新たな接合手段として画期的な手法が提案されており、提案された接合技術が確立されれば極めて大きな波及効果を期待できる現段階では、クリーン MIG 溶接、ファイバーレーザ溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接による溶接性の評価がなされ、接合部の低酸素化を実現すると同時に、疲労や靱性に対する残留 γ の有用性が実証されている。また、水素による低温割れについては、学術的に重要な新たな知見が数多く得られており、鉄鋼の低温割れ機構の解明に寄与するところが大きい。したがって、中間評価としては当初の目標を上回る成果が得られていると判断できる。
- 全体として非常に優れた成果が得られており、中間目標を十分達成している。今後の研究による、溶接全体への波及効果が期待できる。
- 純アルゴンによるクリーン MIG 溶接技術の実用化に目途をつけた研究成果は大いに評価できる。
- いずれも中間目標を達成、過達見込みであり、研究開発が順調に進捗していると評価できる。なお、可視化技術は、メカニズムの解明による技術の進歩に欠かせないものであり、その場観察システムの開発は非常に意義のある成

果である。また、水素の挙動解明は、鉄鋼材料の高強度化に欠かせない重要な要素技術であり、この成果は関連分野への波及効果も期待できるものである。

- 溶接技術サブグループの 1)、2)、3)、5)とも、すべてに中間目標の超過達成の項目が見られる。世界初の技術も相次ぎ実証しており、高く評価できる。最終目標を達成できる可能性も高いと思われる。
- 水素 S G は計算および実証からの双方向からメカニズム解明を行っており成果として明確である。
- HT980 鋼および 9%Ni 鋼を今より広範囲の構造物に使えるようにするため、新しい溶接金属組織設計を行い、この溶接金属を得るため新たな MIG 溶接法の開発、ファイバーレーザ溶接の適用、溶接金属の低温割れ機構の解明を行ったテーマすべてについて、中間目標数値を達成しており、また、得られた成果は世界初の結果も多く含まれている。また、成果の発表も順次行われており、最終目標への見通しも立っていることから、高く評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- 溶接金属部の特性を中心に研究開発が行われている。開発溶接法や溶接材料により HAZ じん性も十分所定の特性が得られなければ溶接継手としては使用できない。したがって最終的には溶接継手全体での特性評価も行うべきである。
- 高強度鋼に関しては確実な割れの防止、低温鋼に関しては靱性と疲労強度の確保など実用化のための信頼性の最終確認を詰めていただきたい。
- 今後、水素脆化 BRU との連携を密にしてクリーンマルテンサイト組織と残留 γ という、新たな溶接金属組織における低温割れ発生予測、阻止方法に関する理論的裏付けを明確にしてほしい。
- 残留オーステナイトを接合部に利用する技術が提案されているが、実用面では応力を付与された条件下での長時間の使用を想定して、残留オーステナイトの安定性や量、ならびに接合部の残留応力の経時変化についても明確にしておく必要がある。
- 溶接における疲労強度の達成目標とその計画の提示がほしい。靱性も重要であるが 980 級ハイテンにおいては溶接部の疲労強度も重要な因子と考える。水素の要素技術開発の進展はすばらしいが溶接という出口とのつながりを明確にすべき。
- 最終目標である HT980 を対象とするプロジェクトの後半は、HT780 に対する技術の延長では解決できない課題が発生する可能性もあり、期間内に完結できるよう実施者間の密な連携が望まれる。

<その他の意見>

- クリーン MIG では 2%O₂ ではじん性確保が困難であり、レーザー・アークハイブリッド溶接では 2%CO₂ は溶湯の挙動にとって有利で溶接金属の特性も問題ないとしている。結果オーライではなく、この2つの結論に対し統一した「解」がなければ、安心して使用できるとは言い難い。メカニズムの解明を期待したい。水素ぜい性については溶接金属部と HAZ での複雑な構造での部分への適用モデルの確立を期待したい。レーザー・アークハイブリッド溶接はスタートが遅く、今後の研究開発に多くを期待するが、非常にパラメータが多いため研究加速を望みたい。チャンピオンデータだけでなく、さまざまな条件でのデータも蓄積することが望ましい。

2. 2 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業）

* 高温クリープサブグループ

4) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の開発

研究開発成果 および 今後に対する提言

フェライト系耐熱鋼およびオーステナイト系耐熱鋼の耐クリープ強度向上への合金設計指針を出し、長時間クリープ強度予測法を数種類提案しており、研究は当初の計画通りに着実に進捗している。さらに、予測技術開発に欠かせない「クリープ損傷高温その場計測装置」を世界で初めて開発するなど、達成度は高く評価できる。また、溶接法に関しては接合条件、特に接合温度による材料劣化の影響等の配慮が必要であり、フェライト鋼では世界で初めてその劣化機構を解明して、劣化や強度低下が生じない溶接継手を開発している。但し、オーステナイト系耐熱鋼および Ni 基合金の溶接継手に関するクリープ特性研究は従来から少ないので、本プロジェクトで開発した材料の溶接継手の評価研究も助成研究として連携の中で順次進めてほしい。外挿による 10 万時間クリープ強度予測技術の経済的効果は極めて大であるが、その予測手法の信頼性の確保が極めて重要である。プロジェクト後半は、委託側の最終目標も達成できるよう、助成側とのさらなる連携が望まれる。

<肯定的意見>

- 中間目標を上回る達成状況が見られ、さらに「クリープ損傷高温その場計測装置」を世界で初めて開発するなど、今後の予測技術の開発に欠かせない技術を確認した。達成度は高く評価できる。
- フェライト系耐熱鋼およびオーステナイト系耐熱鋼の耐クリープ強度向上への合金設計指針を出し、長時間クリープ強度予測法を数種類提案しており、中間目標を十分達成しており、また、得られた成果には、世界初のクリープ損傷高温その場計測装置の開発も含まれている。また、成果の発表は多くの論文で発表しており、最終目標への見通しも立っていることから、高く評価できる。
- 大変困難な課題であるが、火力発電の効率を改善して CO₂ を削減するためには継続的に行うべき不可欠の研究である。華々しい成果が出づらい分野ではあるが、700℃での使用を目的とした耐熱鋼の合金設計に関して有意義な提案がなされている。研究は当初の計画通りに着実に進捗しているものと判断できる。
- B 添加の効果を明確にし達成イメージを示すことができている。

- 中間目標に対する達成度、発表論分数、出願特許件数とも妥当なものと評価できる。いずれも従来の延長線上にはない難課題であるが、技術的に深堀された研究が進められており最終目標に対する成果が期待できる。
- 溶接継手を含めて 100MPa の 3 万時間クリープ強度の目途をつけた成果は大いに評価できる。
- クリープは現在 10 万時間信頼性評価であるが、限られたプロジェクト時間において 3 万時間破断強度の向上と 10 万時間への信頼性の高い外捜方法の開発により目標を達成使用とする計画は高く評価できる。3 万時間破断強度では中間目標をクリアしており、今後 10 万時間強度値の向上は十分期待できる。

<問題点・改善すべき点>

- 現在素材開発を中心に研究開発を進めているが、目的である溶接継手に適用するための溶接方法の検討を積極的に行うべきである。接合法として液相拡散接合を採用することは妥当であり、インサート材に母材成分に B を添加したものを採用すれば上記の合金設計指針とも合致するが、信頼性の高い大型継手を作ることは容易ではない。スケールアップを前提とした接合法の検討も実施すべきである。現状では溶接法への配慮が少ないように思われる。接合条件、特に接合温度によっては、HAZ の材料劣化は避けられない。接合条件の確立を急ぐべきである。
- 次世代超々臨界圧プラントの実用化のためには、事業対象としている耐熱鋼は必須のものであり、プロジェクト後半は、委託側の最終目標も達成できるよう、助成側とのさらなる連携を図っていくことが望まれる。
- 溶接継ぎ手のクリープ特性を組織劣化の観点から評価する手法がいくつか提案されているが、研究者相互の連携・情報交換を強化して、本プロジェクト終了段階では最適の評価方法が提案されることを期待したい。
- 主としてフェライト系耐熱鋼の溶接継手のクリープ特性に関する検討を行っており、オーステナイト系耐熱鋼および Ni 基合金の溶接金属、熱影響部に関するクリープ特性の研究があまりなされていない。今後、新たに開発されたこれらの材料の溶接継手の特性に関する研究も順次進めていってほしい。
- 3 万時間達成という中間目標に対して、現段階のデータでは外挿により見込みを得たものであり、達成を確認したわけではない。
- 10 万時間クリープ強度を 3 万時間で予測できる技術はその経済的効果は極めて大であるが、その信頼性についての社会的責任も極めて大であるので、着実な研究の延長を期待する。

<その他の意見>

- 短時間クリープ強度から 10 万時間強度値を外推できる信頼性の予測法が確立できれば、他の素材での強度データ確保にも波及効果は絶大である。大いに成果を期待したい。また参考として高温引張り強度は必要ないか？

2. 3 先端的制御鍛造技術の基盤開発（委託事業）

* 制御鍛造サブグループ

- 1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究
- 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術開発

研究開発成果 および 今後に対する提言

VC析出による1000MPa以上の高強度化が可能であることを示し、鍛造部材の組織制御に関する制御メカニズム解明と予測手法確立の道筋をつけており、当初の計画を上回るペースで研究が進捗している。しかし、じん性などの性能要求に関するデータ提示がほとんどなく、これらも把握すべきである。実用の観点では、強度予測式は、制御因子である化学成分と温度、時間、加工度などの加工熱処理条件であることが望ましい。また、完ぺきな材質予測は困難であると考えられるので、材料毎に分けて、それぞれの程度の信頼性で材質予測が可能かを明確にしていきたい。

<肯定的意見>

- VC析出はミクロな析出物でありそれを定量化するすべを確立したことは評価に値する。
- 組織制御による素材開発については強度レベルに関する中間目標を達成している。バーチャルラボは実データを対比しながら開発を行っており妥当。
- 本研究課題は、VCによる析出強化の寄与を制御することによって、部材内部の強度や延性を制御しようとする発想で提案されており、これまでの研究では、VCの析出挙動に及ぼす時効条件や加工の影響について検討がなされている。当初の計画を上回るペースで、研究が進捗していると判断できる。
- 組織予測のためのバーチャルラボシステム造りに向けてのデータベース化が進み、中間目標を超える研究成果が出ており、高く評価する。
- 1)、2)とも中間目標を超過達成する見込みであり、VC析出との相互作用を考慮できるモデルなどを世界で初めて開発した。バーチャルラボシステムは様々な分野に展開できるものであり、波及効果も期待できる。高強度化部と軟質部との造り込み技術は自動車用部品にとどまらず、幅広く活用できる技術として評価できる。
- VC析出強化で1000MPa以上の高強度化が可能であること、広範囲の炭素含有量、V含有量の成分系に対して強度予測を可能とすることができたことは、学術的にも工業的にも意義深い成果である。
- 鍛造部材の組織制御について、その制御メカニズムの解明と予測手法の確立

の道筋をつけた成果は大いに評価できる。

<問題点・改善すべき点>

- バーチャルラボシステム基盤技術の開発については、鉄鋼材料の組織と強度について不明な点も多く残されており、焼き戻しマルテンサイトのように複雑な組織を有する材料については完ぺきな材質予測は困難と思われる。本プロジェクトでは、材料毎に分けて、それぞれどの程度の信頼性で材質予測が可能かを明確にしていきたい。
- 自動車部品などへの適用を前提としている以上、他の性能要求についても考慮すべきである。例えばじん性や焼入れ性などは考慮されているが、ほとんどデータが呈示されていない。これらの特性についても把握すべきである。
- 実用合金のVの析出にはCとNが複雑に寄与するため、VC、VNにて評価すべきである。
- 強度予測式は工業的には、制御因子である化学成分と温度、時間、加工度といった加工熱処理条件であることが望ましい。

<その他の意見>

- ・ Vの市場価格は日々変動しており、また高値にとどまることが多いためVは効果があっても使いづらい元素である。本検討の結果をVC系にとどめず、析出強化論として一般解に落とし込むことを期待する。
- ・ 最終的に、高強度化と傾斜機能化を達成するための加工熱処理条件を提示できても、実生産ラインでの温度制御技術が最大の課題になる。この生産技術課題の取り組みが望まれる。
- ・ プロジェクト終了後にモジュール開発を進める際、基本プログラムを公開する予定になっているが、日本がプログラムの分野でイニシアティブを取るためにも、より戦略的な視点に基づいたプログラムの公開が求められる。
- ・ 限られた年数でのプロジェクトのため分散粒子をVCに限定することは止むを得ないが、その他にも多くの炭化物、窒化物粒子が考えられ、強度向上メカニズムの解明に基づく他の粒子の可能性をも考慮すべきである。あるいは他の粒子を利用したときの指針や可能性についても明示すべきではないか（必ずしも実証する必要はないが、指針を打ち出すべきである）。

2. 4 先端的制御鍛造技術の基盤開発（委託事業）

* 内部起点疲労破壊サブグループ

3)高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

研究開発成果 および 今後に対する提言

新たな軸受け鋼における疲労き裂発生メカニズム解明のため、介在物の高速・自動切削法による3次元構造観察技術や磁場顕微法による疲労き裂先端の検出技術を確立し、当初の計画を上回る成果が得られている。実用性に富み、期待が大きい技術であるが、本研究で開発している素材にどのように組込まれるかは明確ではなく、今後の研究で素材開発と融合することを期待したい。鍛造材では表面起点も取り入れるべきで、開発目的材での内部き裂による疲労破壊と表面き裂発生による疲労破壊の応力（臨界応力）の比較を行う必要があるのではないか。

<肯定的意見>

- 明確な思想に基づいた計算モデルを実験データと対比させながら構築しており、新高強度鍛造開発材への適用と一般材への適用が十分可能で応用の広い研究開発と判断できる。成果は十分得られている。
- 目標達成しており、非常に興味深い優れた成果である。なお、疲労初期亀裂の3次元観察技術の高度化は、この技術領域の発展には欠かせないものであり大いに評価できる成果である。
- 高強度鍛造材の転動疲労のき裂発生・伝播のメカニズムを解明し、その計測・評価技術を見出した成果は大いに評価できる。
- 介在物の高速・自動切削法による3次元構造観察技術や磁場顕微法による疲労き裂先端の検出技術を確立。中間目標を上回る成果を達成した。従来にない異分野の連携に取り組んだ点も高く評価できる。
- 軸受け鋼の高清浄化に伴って、従来の評価法では予測が困難な鉄鋼材料が開発されつつある。本提案はこうした新たな軸受け鋼について疲労亀裂の発生メカニズムを解明しようとするもので、磁場顕微鏡観察による疲労劣化診断の可能性を提案するなど、当初の計画を上回る成果が得られていると判断できる。
- 精密切削による介在物自動観察手法は実際の開発現場や製造現場での実用性に富むものであり、非常に期待できる技術である。

<問題点・改善すべき点>

- 実用化のための評価技術のさらなる高精度化と信頼性の向上を期待する。

- 軸受も使用環境が変化してきており、温度、水素など他因子に関する研究への進展も期待したい。
- そのままのテーマは高強度鍛造材におけるき裂発生、伝播メカニズムということであるが、今回の内部起点モデルは鍛造材ではなく、高強度に熱処理したヘルツ応力によるき裂モデルでありテーマの主旨からはずれている感が否めない。鍛造材では表面起点も取り入れるべきである。
- 介在物での応力集中による疲労き裂を起点として計算モデルを構築して、介在物の大きさと疲労き裂発生 criteria を明確化する研究となっている。開発目的材での内部き裂による疲労破壊と表面き裂発生による疲労破壊の応力（臨界応力）の比較を行う必要があるのではないか。

<その他の意見>

- ・ 本研究が開発している素材にどのように組込まれるかは明確ではないが、今後の研究により素材開発と融合することを期待したい。すなわち素材での粒度・粒子分散状態と内部き裂発生確率を議論しなければ要素研究のままで実用化材に適用できるかどうかは不明瞭である。

2. 5 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発（助成事業）

* 溶接技術サブグループ

- 1) クリーン MIG 技術の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用性究明と継手性能評価
- 2) レーザー溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接技術の 980MPa 級高強度鋼への適用と、制御手法、継手性能評価法の提示
- 3) 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用溶接材料の開発
- 4) 熱処理なしで割れない 9Ni 系低温用鋼用溶接材料の開発
- 6) 980MPa 級継ぎ手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築

①研究開発成果、②実用化の見通し、③今後に対する提言

研究開発部隊と実用化部隊の連携は十分取れており、各参加企業がそれぞれ得意とする製品を選び、本研究で得られた成果を取り入れ実用化に向けて検討している。高い開発目標にもかかわらず、いずれも中間目標はほぼ達成目処がついており、最終目標も達成できる可能性は高い。継手としての総合評価が実用上重要で、じん性評価や小さな試験片レベルだけではなく、最終的には大型部材による実用レベルでの検証が望まれる。今後は実際の作業現場での溶接環境を考慮するとともに、実用化のための十分なデータの蓄積が必要であり、溶接施工裕度をどの程度確保できるかがキーポイントとなるのではないかと。

また、新規溶接材料の規格化についても検討を望む。

<肯定的意見>

- 開発目標のレベルが高度であるにもかかわらず、1)～4)と 6)のいずれもが中間目標を達成できる見込みである。最終目標までの道筋も示しており、最終目標を達成できる可能性も高い。新たな技術領域を開拓し、市場に大きなインパクトを与えるものと期待できる。実用化や出口のイメージも妥当なものである。
- 当初の計画通り、順調に研究が進捗していると判断できる。
- 研究開発部隊と実用化部隊の連携は十分取れており、成果は評価できる。実用化の可能性は高いと評価できる。
- いずれも中間目標はほぼ達成目処がたっており、最終目標も達成できる可能性は高い。
- 水素による低温割れの解明において低温域からのトラップサイトのピーク分離は最終目標達成に対しての大きなアプローチが期待できる。また、マイ

クロプリント法による水素存在位置の定量化も水素挙動解明の大きな手がかりと考える。

- 各参画企業がそれぞれ得意とする製品を選び、本研究で得られた成果を取り入れ実用化に向けて検討されており、中間目標をほぼ達成しており、高く評価できる。実用化に必要な課題を克服する計画もたてており、順調に進めば最終目標を達成できると思われる。
- 同軸複層ワイヤ、プラズマ MIG それぞれの特徴を生かした応用製品の明確化と実用化完成度の向上を期待したい。

<問題点・改善すべき点>

- 省エネルギーをめぐる社会のニーズがますます強まることを考えると、実用化までのスケジュールの短縮や前倒しを検討してもよい。新設の市場や構造物を主な対象としているようだが、今後のインフラは維持管理や更新へとシフトしていく。維持管理の分野にも効果が及ぶよう考えてもらいたい。国内のインフラ市場が拡大する可能性は高くない。企業間の競争がさらに厳しくなる点も踏まえ、対象とする市場規模の精査も必要。
- 委託研究では、溶接部の疲労特性や靱性に対する残留オーステナイトの有用性が実証されているが、実際に大型の部材を溶接した場合、残留オーステナイトの量や分布が異なることも予想される。最終的には大型部材による検証が望まれる。
- ファ이버レーザについては更なる改善と実用化対象の明確化が必要と考える。
- 溶接金属の評価は極めて良好であるが、継手としての総合評価が実用上重要である。HAZ じん性評価や小さな試験片レベルだけではなくモックアップのような実用化レベルでの試験も可能な範囲で実施すべきである。
- 新しい溶接材料、溶接金属組織を用いて溶接継手を作ることになるので、今までに経験のない事象がでる可能性もある。実用化に当たっては、理論的根拠と実験的検証に基づき、慎重にデータ取得を行っていただきたい。新溶接材料の規格化に向け、積極的に検討していただきたい。低温割れ低減に関して限界水素量を理論的に求め、信頼性保証につなげてほしい。
- 研究開発対象が広範囲であるが、いずれも重要技術であり、他への波及効果を考えると、確実に最終目標を達成し実用化を図っていく上で、プロジェクトの後半はより助成事業の実施者間と委託事業との連携が望まれる。

<その他の意見>

- ・ 今後は実際の作業現場での溶接環境を考慮し、例えば振動条件下などの厳し

い環境でも効果が実証されるよう期待する。

- レーザー溶接、レーザーハイブリッド溶接において割れ感受性 P_{cm} の値の妥当性が不明であり、この P_{cm} の意義をきっちりと示したほうが良いと考える。
- 実用化のためには十分なデータの蓄積が必要であり、溶接施工裕度をどの程度確保できるかがキーポイントとなるのではないか。あまりに施工条件が狭いと実用化は非常に困難となる。

2. 6 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発（助成事業）

* 高温クリープサブグループ

5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

①研究開発成果、②実用化の見通し、③今後に対する提言

高 B,N フェライト系耐熱鋼で、HAZ での Type IV 損傷が起こらない溶接継手は画期的であり、新たにオーステナイト系耐熱鋼、Ni 基合金も開発され良好な成果を得るなど、当初の計画通り順調に進捗している。ただし、モデルケースではなく実用化の見通しのある開発材料について接合法の確立と溶接継手でのクリープ評価の早急な実施を希望する。最終目標に対する課題も多く見受けられるが、その技術的な難易度、優先度を加味し、めどが付いたものから順次実用化するなどのマネジメントが必要である。接合法については、液相拡散接合法だけでなく、熔融接合法も選択肢の一つとして検討してほしい。また、フェライト鋼に関しては3万時間クリープ強度の実証を確実に達成し、Factor of 1.2 の予測技術の確立を望む。

<肯定的意見>

- 本検討の意義、目標が非常に明確であり説得力が感じられる。
- フェライト鋼、3万時間クリープ強度の実証を確実に達成し、また Factor of 1.2 の予測技術の確立をお願いしたい。
- すでに3万時間での目標クリープ強度を達成した材料は開発されており、加速クリープとそのデータによる信頼性の高い外捜法が適用できれば、実用化への見通しは十分あると評価する。したがって高精度強度予測技術を、既存長時間データ等も用いて確立する研究を実施しており評価できる。
- 世界で例のない実験データを取得しており、中間目標の超過達成を見込める項目もある。成果はすべて目標値をクリアしており、高く評価できる。平成 21 年度中に相次いで特許出願を予定しており、知的財産権への対応も適切である。
- 次世代超々臨界圧プラントの実用化のためには、事業対象としている耐熱鋼は必須のものであり、未だ課題は多くあるものの、中間段階で最終目標を達成できる目処が立ちつつあることは評価できる。
- 高 B,N フェライト系耐熱鋼の実用化を目指し、溶接継手のクリープ特性を評価した中で、HAZ での Type IV 損傷が起こらない溶接継手ができそうであるのは画期的であり、高く評価できる。また、新たにオーステナイト系耐熱鋼、Ni 基合金も開発され良好な成果が得られている。実用化に必要な課題を克服する計画もたてており、順調に進めば最終目標を達成できると思わ

れる。

- 基礎的な研究に関しては、当初の計画通り順調に進捗していると判断できる。

<問題点・改善すべき点>

- Ni 基合金の接合方法として液相拡散接合法を採用し、継手としての目処が立ったような表現となっているが、現時点の結果では、その判断は早すぎるように思う。溶融溶接法も選択肢の一つとして検討してほしい。新しく開発した特にフェライト系耐熱鋼は、規格化して世界規模で使用されるように検討してほしい。
- 委託・助成研究の役割分担は明確になっているものの、やや複雑な scheme になっている。最終目標に対する課題も多く見受けられるが、その技術的な難易度、優先度を加味したマネジメントが必要である。
- 実用化への具体的なイメージが見えない。本プロジェクト終了段階で、開発された材料が実際に使用可能なのか、あるいは実用化に向けてどのような課題が残されているのかを明確にしていきたい。
- めどが付いたものから順次実用化するなど、開発スピードのさらなる向上も考えてもらいたい。
- 液相拡散接合は単なる一つの断面での立証であり、実用化に対するイメージがつかめない。もっと実際に即した検討が必要ではないのか。
- 早急にモデルケースではなく、実用化の見通しのある開発材料について接合法の確立と溶接継手でのクリープ評価を早急に実施すべきである。上記委託研究と同様に接合温度次第では HAZ 特性変化が極めて重要な因子となる。したがって接合条件が実用化のための重要なキーファクタとなると考えられる。

<その他の意見>

- ・ クリープ特性評価は他の特性評価と比較して、桁違いに実用化までのステップと時間を必要とする。このため実用化の可能性が示され、その指針が明確になればプロジェクトとしての目標は十分と思われる。良好な結果のデータの蓄積だけでなく、意図しない結果のデータにおいてもその解析を実施し、確実にデータを蓄積することが望ましい。

2. 7 先端的制御鍛造技術の開発（助成事業）

* 制御鍛造サブグループ

- 1) 高強度化・傾斜機能付与のための合金設計・プロセス開発
- 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築

①研究開発成果、②実用化の見通し、③今後に対する提言

V 添加型非調質鋼では困難とされていた1000MPa以上の降伏強度と強度傾斜させた部材の試作に研究室レベルで成功し、バーチャルラボに関しても中間目標を達成可能であり、基礎的な分野で順調に研究が進捗している。経済性の点では少ないV含有量で、加工熱処理プロセスにより強度を作り込むのが重要で、鍛造温度制御はその設備対応も含め高度な生産技術が必要となる。実用部品の選定に関しては、自動車メーカーとの連携が非常に重要であるため、早期にユーザーとの接点を有する計画立案をたて、応用対象製品・部品の明確化と、“傾斜機能”が付加価値を上げ、競争力を増すことの検証を望む。バーチャルラボに関してはデータの蓄積とモデリングの妥当性評価とモディファイも考慮に入れた実用化のためのデータベースを早急に確立すべきである。

<肯定的意見>

- 適用ターゲット（対象材料と具体的部品の対象箇所）は絞り込まれており、それについての合金設計とプロセス開発については、十分な可能性が確立されつつあると評価できる。
- 同一部品内で鍛造条件や冷却条件を変化させ、傾斜機能を持たせるという意義は大きい。バーチャルラボにて組織、特性を予測し机上で傾斜機能の計算ができるということは部品設計、評価の短期間化、費用の低減、さらに省エネルギー化という観点でも大いに期待できるものである。
- 2)は、研究開発項目に定めた五つの項目がすべて中間目標を達成可能であり、1)は三つの開発項目がすべて中間目標を超過達成する見込みである。いずれも中間目標の達成度は十分に満足できるレベルであり、評価できる。1)では、高強度部と軟質部を併せ持つ部材の実用化を目指している。各部材に適した強度の設定が可能になり、その発想は高く評価できる。自動車や産業用機械部品にとどまらない波及効果が期待できる。
- V 添加型非調質鋼では困難とされていた1000MPa以上の降伏強度を、しかも強度傾斜させて達成できることを成果として出したことは、中間目標を過達しており評価できるものである。
- 傾斜機能を有する鍛造材の製造の目途をつけたことは大いに評価できる。

- 各社中間目標を十分に超える成果を達成しているので、高く評価する。
- 同一部材内で異なった機械的特性を付与するという興味深い技術が提案されており、研究室レベルでは、場所によって特性が大きく異なる部材の試作に成功している。基礎的な分野においては、当初の計画通り、順調に研究が進捗していると判断できる。

<問題点・改善すべき点>

- 応用対象製品・部品の明確化と、“傾斜機能”が明らかに付加価値を上げ、競争力を増すことの検証をお願いしたい。
- 鉄鋼材料で傾斜機能を付与するには、部材の場所毎の冷却速度を適切に制御することが不可欠であり、工業的にどのような部材に対してどのようなプロセスが適用できるのか、具体的な事例まで提案していただくことを期待したい。
- バーチャルラボシステムについては、思想（モデリング）は確立されているが、バックアップするデータベースが少なく、妥当性を評価できる段階にはないと判断できる。現在のモデリングの妥当性評価とモディファイをも考慮に入れて、実用化を前提としてのデータベースを早急に確立するためのデータを蓄積すべきと思われる。個々の要素研究とその統合化のためのロードマップを明確にし、実用化への見通しを明確にすべきである。
- 温度を下げて鍛造し強度を低下させるということに関しては、型寿命や材料の変形能からの制約が大きく実用化にはほど遠い。今回解析していく析出強化機構をさらに発展させ、高温の鍛造においても低温鍛造と同等の析出となるような機能を発現させてほしい。現状の検討では、実部品を実際に作成するというにはあまり触れられていない。各社の出口イメージにおいても今後の課題というスタンスでは、到底乗り切ることにはできず、現段階からのアプローチが必要と考える。傾斜機能といっても機能（強度）をゆるやかに傾斜させるのではなく、急激な特性変化が部品では求められる。そのようなユーザーニーズを反映させないままの検討では出口はありえない。早期にユーザーとの接点を有する計画立案が必要であると考えます。
- V含有量が高い成分系で研究開発が進められているが、経済性の観点では、V含有量を如何に少なくして、加工熱処理プロセスで強度を作り込むかが重要である。また、鍛造プロセス内の温度制御はその設備対応も含め、かなり高度な生産技術が必要となることが予想され、最終目標の達成に向けた開発が進むことを期待する。

<その他の意見>

- 2)では、バーチャルラボで得られた貴重なデータを、これまで以上に委託事業の研究グループにフィードバックし、役立ててもらいたい。
- 3次元的に強度傾斜させた部品設計手法とバーチャルラボを活用したプロセス設計技術を繋げていくツール・方法も合わせて検討していく必要がある。また、鍛造部品の軽量化は、当該部品の強度アップで可能となる場合の他に、強度と靱性のバランスで決まる場合や剛性で決まる場合、相手部品で決まる場合など、対象部品によって種々状況が変わり総合的な取り組みが必要となるため、実用化部品の選定に関しては、自動車メーカーとの連携が非常に重要である。

2. 8 先端的制御鍛造技術の開発（助成事業）

* 内部起点疲労破壊サブグループ

3) 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示

①研究開発成果、②実用化の見通し、③今後に対する提言

清浄度の高い軸受け鋼の転動疲労寿命に対する非金属介在物の性状と応力を考慮した予測技術として世界初の知見も得られ、中間目標を超える成果があり、高く評価する。ただし、V非調質鋼の高強度化・傾斜機能化で課題としている内部起点型疲労損傷との関係が不明瞭である。実際の高強度鍛造品ではほとんどが表面の凹凸や形状からの応力集中によるものである。最終的な実用化に際しては、これらの成果を材料開発にフィードバックし介在物の大きさと分散状態を制御する手法の確立が必要である。費用対効果と保証の観点も重要であり、本プロジェクト終了段階では、微小介在物の検出法や規格化に関する総合的な指針提示を期待したい。

<肯定的意見>

- 材料の信頼性向上を最終製品の信頼性向上または製品保証に近づけようという発想と努力は大いに評価できる。
- 数十 μm という微小な介在物の検出・評価法や介在物からの亀裂発生メカニズムについて検討がなされ、清浄度の高い軸受け鋼の寿命予測に関して、有意義な知見が得られている。現段階では、当初の計画通り、順調に研究が進捗していると判断できる。
- すでに適用部品と適用箇所を特定し、破壊メカニズムのモデル化は終了しており、これを前提とした実用化の中間段階としての成果は評価できる。
- 転動疲労寿命に関係する、介在物の臨界サイズを例示し、鋼材製造への指針を与えられるようになり、中間目標を超える成果が出ており、高く評価する。
- 世界初の知見が相次いで得られており、中間目標を超過達成できる見込みである。研究開発成果の達成状況は高いレベルにある。出口イメージも明確である。
- 非金属介在物の性状と応力を考慮した転動疲労寿命の予測技術は、非常に重要な技術であり、中間目標を過達する成果が出ていることは、評価できる。
- 精密超音波探傷の開発は信頼性確保に非常に期待できる技術である。さらなる発展を期待する。

<問題点・改善すべき点>

- ケーススタディーにならないよう、研究者間の連携を密にして、客観的か

つ系統的な成果が得られるように研究を進めることが重要である。本プロジェクト終了段階で、微小介在物の検出法や規格化に関する総合的な指針が示されることを期待したい。

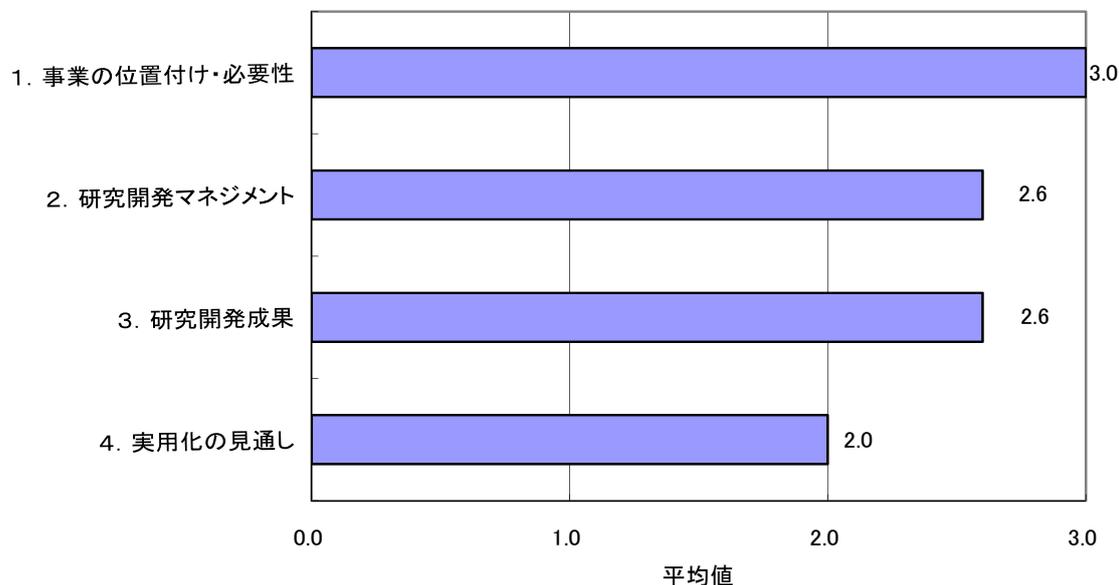
- 内部起点疲労破壊は介在物の大きさと分布及びそれに基づく統計的処理が非常に重要となるが、これらの成果を材料開発にフィードバックし介在物の大きさと分散状態を制御する手法を確立しなければ実用化につながらない。実用化レベルでの組織制御はプロジェクト後の企業努力としても、材料開発グループと破壊メカニズム解明グループがコンセプトを一体化し、指導原理を明確にする開発研究を実施すべきではないか。必ずしも【7】、【8】の研究の意思統一が成されていない印象をうける。
- 最終的な実用化のためには、最終製品の特性を十分に踏まえた予測精度の向上と信頼性の確保が必要と考える。
- 検出できると保証できるは別問題。費用対効果という観点で保証という目を持って検討を進めるべきである。今回の実用化見通しは、いずれもベアリングであり当初の目標である高強度鍛造材とは異なる。これは設定目標が内部起点としているためであり、目標がずれているのではないか。表面起点を入れるべきではないかと考える。実際の高強度鍛造品ではほとんどが表面の凹凸や形状からの応力集中によるものである。
- 制御鍛造サブグループが対象としているV非調質鋼の高強度化・傾斜機能化で課題としている内部起点型疲労損傷との関係が不明瞭である。

<その他の意見>

- ・ 介在物の性状を考慮した軸受の寿命設計が可能となることは非常に意義のあることであるが、最終的に部品として寿命保証するためには、鋼材の非金属介在物保証技術がキーになる。製鋼技術、鋼材検査技術の開発が進むことを期待したい。

3. 評点結果

3. 1 プロジェクト全体



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	A	B	B	A	B	A	A	A
3. 研究開発成果について	2.6	B	A	B	B	A	A	A	A
4. 実用化の見通しについて	2.0	B	B	B	C	A	A	A	C

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

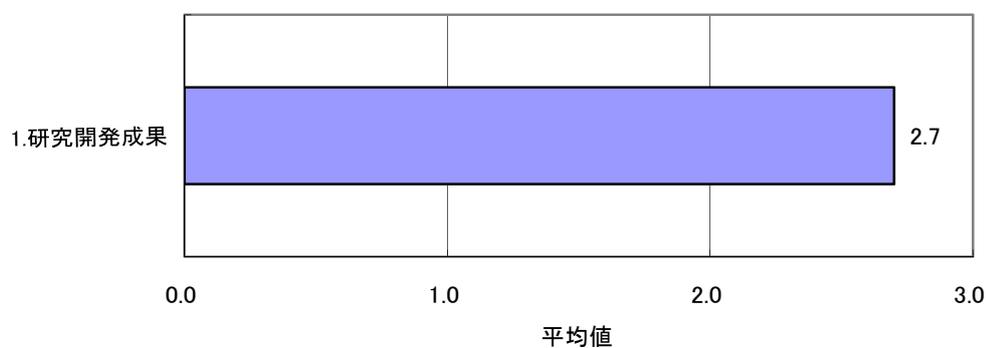
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

3. 2 個別テーマ

3. 2. 1 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業）

* 溶接技術サブグループ

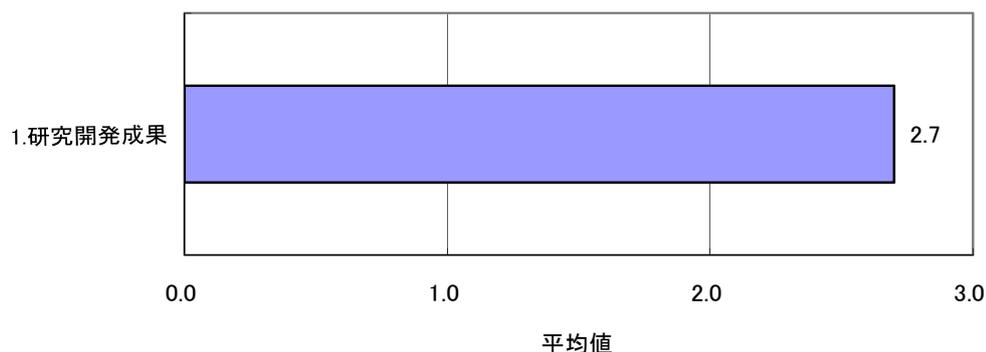
- 1) クリーン MIG 溶接プロセス技術の開発
- 2) ファ이버レーザー、レーザー・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発
- 3) 高強度鋼、低温用鋼厚板のための高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究
- 5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究



3. 2. 2 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発（委託事業）

* 高温クリープサブグループ

- 4) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の開発

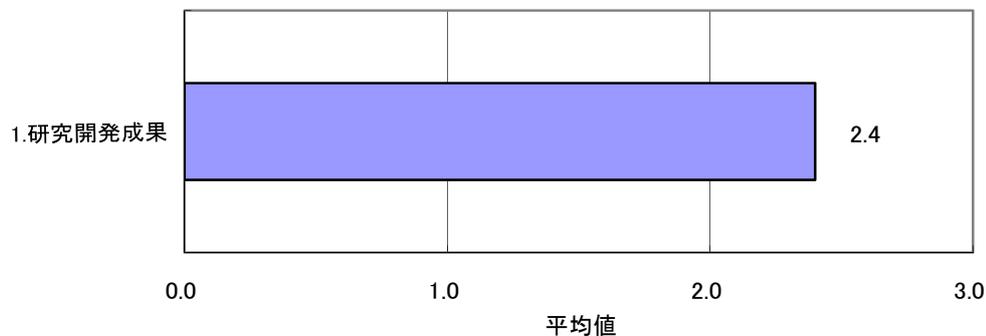


3. 2. 3 先端的制御鍛造技術の基盤開発（委託事業）

* 制御鍛造サブグループ

- 1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究

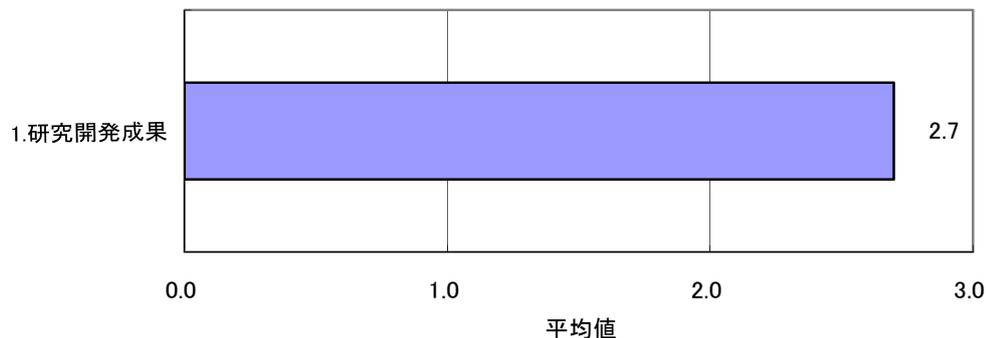
2)組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術の開発



3. 2. 4 先端的制御鍛造技術の基盤開発 (委託事業)

* 内部起点疲労破壊サブグループ

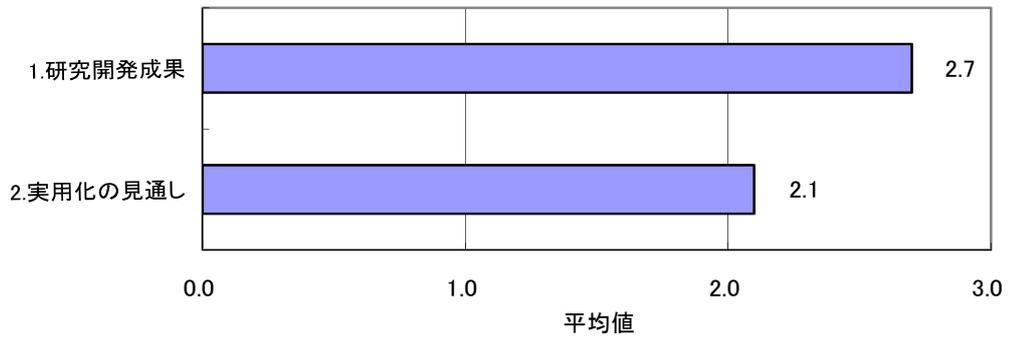
3) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明



3. 2. 5 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発 (助成事業)

* 溶接技術サブグループ

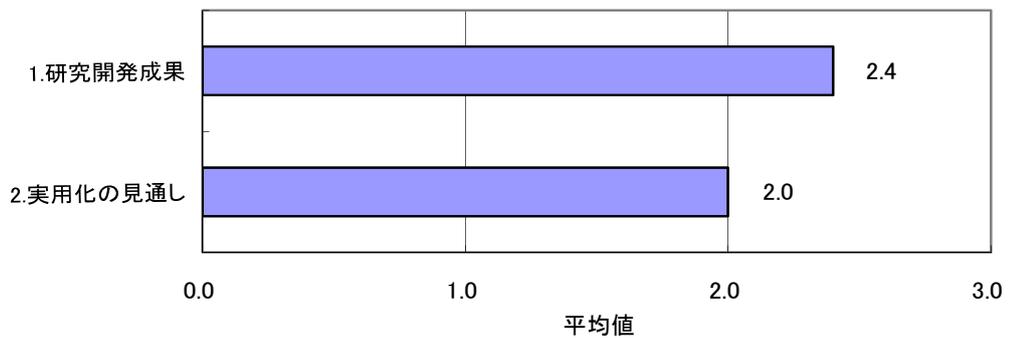
- 1) クリーン MIG 技術の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用性究明と継手性能評価
- 2) レーザー溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接技術の 980MPa 級高強度鋼への適用と、制御手法、継手性能評価法の提示
- 3) 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用溶接材料の開発
- 4) 熱処理なしで割れの無い 9Ni 系低温用鋼用溶接材料の開発
- 6) 980MPa 級継ぎ手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築



3. 2. 6 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発 (助成事業)

* 高温クリープサブグループ

5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

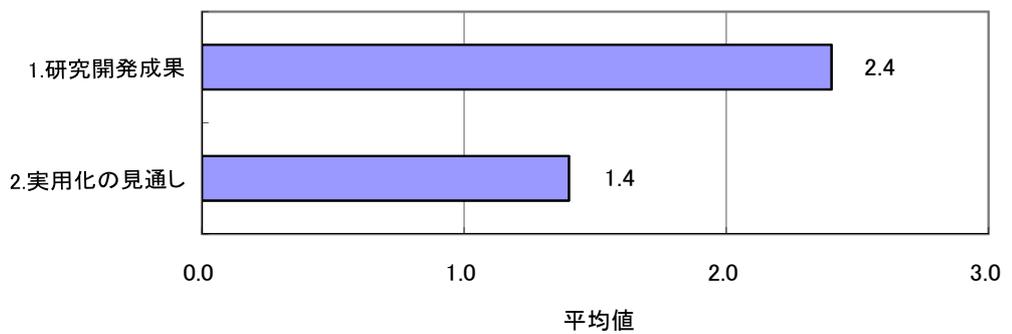


3. 2. 7 先端的制御鍛造技術の開発 (助成事業)

* 制御鍛造サブグループ

1) 高強度化・傾斜機能付与のための合金設計・プロセス開発

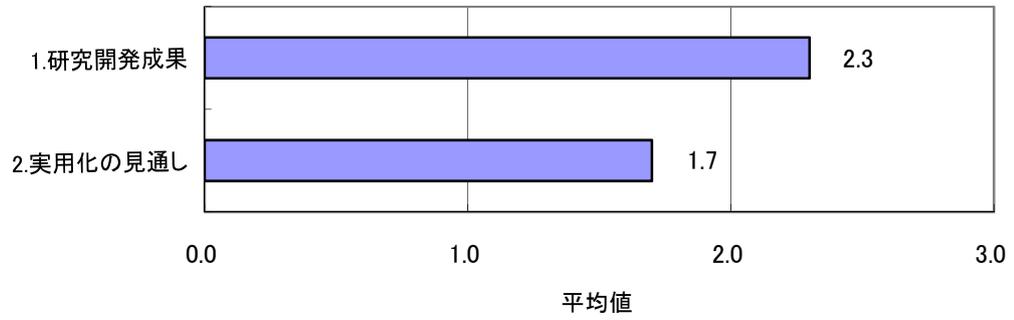
2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築



3. 2. 8 先端的制御鍛造技術の開発（助成事業）

* 内部起点疲労破壊サブグループ

3) 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
3. 2. 1 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発 (委託事業) *溶接技術サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	A	B	A	B	A	
3. 2. 2 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発 (委託事業) *高温クリープサブグループ									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	A	A	B	B	A	
3. 2. 3 先端的制御鍛造技術の基盤開発 (委託事業) *制御鍛造サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.4	A	B	B	B	A	B	A	
3. 2. 4 先端的制御鍛造技術の基盤開発 (委託事業) *内部起点疲労破壊サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	A	A	B	A	
3. 2. 5 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発 (助成事業) *溶接技術サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	A	B	A	A	B	
2. 実用化の見通しについて	2.1	A	A	B	B	C	B	B	
3. 2. 6 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発 (助成事業) *高温クリープサブグループ									
1. 研究開発成果について	2.4	A	A	B	B	B	B	A	
2. 実用化の見通しについて	2.0	B	B	B	A	C	B	B	
3. 2. 7 先端的制御鍛造技術の開発 (助成事業) *制御鍛造サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.4	A	B	B	B	A	B	A	
2. 実用化の見通しについて	1.4	A	C	C	B	C	D	B	
3. 2. 8 先端的制御鍛造技術の開発 (助成事業) *内部起点疲労破壊サブグループ									
1. 研究開発成果について	2.3	A	B	B	B	B	B	A	
2. 実用化の見通しについて	1.7	A	C	C	B	B	C	B	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化の見通しについて

- | | | |
|----|----------------|----|
| →A | ・明確 | →A |
| →B | ・妥当 | →B |
| →C | ・概ね妥当であるが、課題あり | →C |
| →D | ・見通しが不明 | →D |