

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」(事後評価)分科会
議事要旨

日 時：平成24年8月20日(月) 9:30~18:20

平成24年8月21日(火) 10:00~16:20

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	金子 祥三	東京大学 生産技術研究所 特任教授
委員	浅井 知	株式会社東芝 電力システム社 京浜事業所 参事
委員	緒方 隆志	千葉工業大学 工学部 機械サイエンス学科 教授
委員	桑原 利彦	東京農工大学 大学院工学研究院 先端機械システム部門 教授
委員	小関 敏彦	東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授

<推進者>

和泉 章	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長
田谷 昌人	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
松井 直樹	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
井出 陽子	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任

<実施者>

宮田 隆司(PL)	名古屋大学 名誉教授
野城 清	大阪大学 名誉教授
梅本 実	豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授
平岡 和雄	大阪大学 接合科学研究所 客員教授
津崎 兼彰	独立行政法人物質・材料研究機構 元素戦略材料センター センター長
増山 不二光	九州工業大学 大学院工学研究院 物質工学研究系 特任教授
梅澤 修	横浜国立大学 大学院工学研究院 機能の創生部門 教授
小紫 正樹	一般財団法人金属系材料研究開発センター 専務理事
吉田 周平	一般財団法人金属系材料研究開発センター 鉄鋼材料研究部 主席研究員
村木 峰男	一般財団法人金属系材料研究開発センター 鉄鋼材料研究部 主席研究員
蕪木 英雄	独立行政法人日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター
瀬渡 賢	川崎重工業株式会社 システム技術開発センター 生産技術開発部 課長
中西 保正	株式会社 IHI 技術開発本部 フェロー・技監

山岡 弘人	株式会社 IHI 技術開発本部 生産技術センター 溶接技術部 部長
猪瀬 幸太郎	株式会社 IHI 技術開発本部 生産技術センター 溶接技術部 主任研究員
安田 功一	JFE スチール株式会社 スチール研究所 主席研究員
末吉 仁	JFE スチール株式会社 スチール研究所 鋼材研究部 主任研究員
角 博幸	JFE スチール株式会社 スチール研究所 接合・強度研究部 主任研究員
日比 政昭	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 技術開発企画部 部長
井上 裕滋	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所 接合研究センター 主幹研究員
川上 和人	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 先端技術研究所 数理科学研究部 主任研究員
小川 和博	住友金属工業株式会社 総合技術研究所 主監部長研究員
岡崎 喜臣	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 企画担当課長
光原 昌寿	九州大学 大学院総合理工研究院 融合創造理工学部 助教
阿部 富士雄	独立行政法人物質・材料研究機構 元素戦略材料センター 特命研究員
杉田 一樹	京都大学 大学院工学研究科 材料工学専攻 助教
長谷川 泰士	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所 厚板・鋼管・形鋼研究部 主幹研究員
五十嵐 正晃	住友金属工業株式会社 技監
米村 光治	住友金属工業株式会社 総合技術研究所 物性・分析研究開発部 主任研究員
古原 忠	東北大学 金属材料研究所 教授
畑野 等	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 材質制御研究室 室長
大藤 善弘	住友金属工業株式会社 小倉製鉄所 商品開発部 商品開発第二室 グループ長
藤原 正尚	大同特殊鋼株式会社 研究開発本部 副主任研究員
横田 秀夫	独立行政法人理化学研究所 基幹研究所 チームヘッド
小塚 巧	愛知製鋼株式会社 技術本部 技術開発部 第3開発室 室長
宇田川 毅志	愛知製鋼株式会社 技術本部 技術開発部 第3開発室
土田 武広	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 材質制御研究室 主任研究員
常陰 典正	山陽特殊製鋼株式会社 研究・開発センター 軸受・構造用鋼グループ グループ長

<オブザーバー>

植田 文雄	NEDO 理事
高橋 慎治	経済産業省 鉄鋼課製鉄企画室 調査係長

<企画調整>

中谷 充良	NEDO 総務企画部 課長代理
-------	-----------------

<事務局>

竹下 満	NEDO 評価部 部長
------	-------------

三上 強 NEDO 評価部 主幹

内田 裕 NEDO 評価部 主査

松下 智子 NEDO 評価部 職員

一般傍聴者 1名

議事次第

<1日目> 8月20日(月)

【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
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明
事業の位置付け・必要性／研究開発マネジメント
研究開発成果／実用化・事業化の見通し

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明
非公開資料取り扱い、議事次第の説明

6.1 研究開発成果について

6.1.1. 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU (委託)】 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

- (1) クリーン MIG 溶接プロセス技術の開発 (研究開発項目①-1))
- (2) ファイバーレーザ溶接及びレーザ・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発 (研究開発項目①-2))
- (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 (研究開発項目①-3))
- (4) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究 (研究開発項目①-5))

6.1.2. 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU (助成)】 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

- (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 (研究開発項目③-1))
- (2) 熱処理なしで割れのない 9Ni 系低温用鋼用溶接材料の開発 (研究開発項目③-4))
- (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 (研究開発項目③-3))
- (4) レーザ溶接、レーザ・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 (研究開発項目③-2))
- (5) 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 (研究開発項目③-6))

6.1.3. 【高温クリープ SG (委託)】 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

- (1) 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 (研究開発項目①-4))

6.1.4. 【高温クリープ SG (助成)】 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

- (1) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計 (研究開発項目③-5))

6.2. 実用化・事業化の見通しについて

- (1) 川崎重工業株式会社 (研究開発項目③-1))
- (2) 株式会社神戸製鋼所 (研究開発項目③-4))
- (3) 株式会社 IHI (研究開発項目③-1)、③-2))
- (4) JFE スチール株式会社 (研究開発項目③-2)、③-6))
- (5) 新日本製鉄株式会社 (研究開発項目③-3)、③-5)、③-6))
- (6) 住友金属工業株式会社 (研究開発項目③-3)、③-5))

6.3. 全体を通しての質疑 (一日目)

- ・ 明日の予定、その他

< 2日目 > 8月21日 (火)

【非公開セッション】

開会、資料の確認、議事次第の説明

6.4 研究開発成果について

6.4.1. 【制御鍛造 SG (委託)】 先端的制御鍛造技術の基盤開発

- (1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究 (研究開発項目②-1))
- (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 (研究開発項目②-2))

6.4.2. 【制御鍛造 SG (助成)】 先端的制御鍛造技術の開発

- (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 (研究開発項目④-1))
- (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 (研究開発項目④-2))

6.4.3. 【内部起点疲労破壊 SG (委託)】 先端的制御鍛造技術の基盤開発

- (1) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明 (研究開発項目②-3))

6.4.4. 【内部起点疲労破壊 SG (助成)】 先端的制御鍛造技術の開発

- (1) 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 (研究開発項目④-3))

6.5. 実用化・事業化の見通しについて

- (1) 株式会社神戸製鋼所 (研究開発項目④-1)、④-2)、④-3))
- (2) 大同特殊鋼株式会社 (研究開発項目④-1)、④-2))
- (3) 住友金属工業株式会社 (研究開発項目④-1)、④-2))
- (4) 愛知製鋼株式会社 (研究開発項目④-3))
- (5) 山陽特殊製鋼株式会社 (研究開発項目④-3))

6.6. 全体を通しての質疑 (二日目)

【公開セッション】

- 7. まとめ・講評
- 8. 今後の予定、その他
- 9. 閉会

議事要旨

<1日目> 8月20日(月)

【公開セッション】

1. 開会、分科会の設置、資料の確認

- ・開会宣言(事務局)
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、1-2に基づき事務局より説明。
- ・金子分科会長挨拶
- ・出席者(委員、推進者、実施者、事務局)の紹介(事務局、推進者)
- ・配布資料確認(事務局)

2. 分科会の公開について

事務局より資料2-1及び2-2に基づき説明し、「議題6.プロジェクトの詳細説明」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、了承された。

4. 評価報告書の構成について

評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

5. プロジェクトの概要説明

事業の位置付け・必要性/研究開発マネジメント

研究開発成果/実用化・事業化の見通し

以上の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・「プロジェクト開始当初と終了時では取り巻く背景が変わっている。今日の説明で出されている実施の効果の見積もりは、開始当初のものであったのか、または現時点で求めたものか。例えば、発電プラントはA-USC(先進超々臨界圧発電技術)等の話になっているが、3.11東日本大震災以降、取り巻く環境が変わってきた。現在はもっと期待されているのではないか。その辺は何か反映されているか」との質問があった。この質問に対して、推進者から「市場規模は最近行った各社へのヒアリングの結果であるが、3.11東日本大震災以降のエネルギー事情まで反映したものではない」との回答があった。また、別の推進者から「3.11以降、エネルギー問題への関心が高まっており、期待される効果はさらに大きくなっている」との回答があった。
- ・「定量的な目標設定の根拠について知りたい。一つは、溶接の靱性はマイナス40℃、 $\geq 47\text{J}$ となっているが、靱性は使用環境や構造物によって決まってくる部分が多い。目標値はシャルピー衝撃試験に落とし込まれているが、どのような出口を想定したか。また、耐熱鋼はフェライト系、オーステナイト系で650℃、700℃という目標設定になっているが、プロジェクト開始時点で官民で相当取り組まれていたと思う。多分スタートはP92ではなく、その時点でどの辺まで来ていたのか。そこからどのような経緯を経て各温度で100MPaという目標が決められたのか教えてほしい」との質問があった。この質問に対して、実施者から「現状設定レベルはマイナス15℃、 $\geq 47\text{J}$ が多いが、靱性は将来の設計応力を上げたいとの希望があったため、同じ温度で高い値とするか、より低い温度にシフトして同じ値を要求することを考えた。その結果マイナス40℃に下げて $\geq 47\text{J}$ とした。また、工業的見地からシャルピー衝撃試験を使うことにした」との回答があった。別の実施者からは「10万時間、100MPaというのは、10万時間は

設計応力を決める時間で、材料の使用可能な限界温度で決める。100MPa は実態の強度であり、設計応力はこれに安全率 0.67 を掛けて、大体 70MPa になる。70MPa の設計応力として現在の一番強度の高い材料を同じサイズで 650°C で使う場合には、どうしても 100MPa という数字が出てくる」との回答があった。

- ・ 上記質問に関連して「P92 と比較されたが、プロジェクトのスタート時点でいろいろな技術がすでにあっただのか。あるいは遠い目標設定だったのか」との質問があった。この質問に対して、実施者から「物質材料研究機構で超鉄鋼のプロジェクトが行われており、実験室レベルではかなり高強度の材料があった。ただし、溶接継手の HAZ の劣化はあまり考慮されていなかった」との回答があった。
- ・ 「全体のくくりについて、サブグループには多岐にわたる内容がある。なぜこういう大きな形でくったのか。それによって、どのようなメリットがあったのか」との質問があった。この質問に対して、実施者から「いずれも鉄鋼材料の高機能化を図ることで国際競争力を高める必要がある分野である。鍛造や溶接は材料開発だけではカバーできない、プロセスと一緒に高機能化しなければ高い競争力を得ることができないと考えて取り上げた。また、耐熱材料は開発の効果、社会的な影響力の大きさから組み込んだ。シナジー効果は溶接サブグループと水素脆化サブグループの間で見られた。溶接割れや予熱・後熱フリーといったハイテンの溶接課題を解決するには水素割れの問題を避けて通れない。両者が合体する形で密接な研究会を開催し、(成果を) フィードバックするといった意味でのシナジー効果はかなりあった。全体として一つの大きな成果が出るという形のシナジー効果は今後期待したい」との回答があった。また、推進者から、「将来の産業化を目指したときに何が大事かという鉄鋼需要業界全体で見た入念なニーズ調査の結果から解決すべき課題 5 項目が得られ、産業化を志向する中で特にそのうちの 3 つが大事なポイントであることからテーマを選んだ」との回答があった。
- ・ 上記質問に関連して、「プロジェクトの進め方として、いくつかのプロジェクトに分ける、必要な分だけをまとめて、より密接に相互作用させながら進めていく方法もある。どうしてこの様に大きくくり方をしたのか」との質問があった。この質問に対して、推進者から「鉄鋼分野という大きいくりの中で協調して進むことと、その中身で分けて行うこと、この 2 つを両立させることでマネジメントをしている」との回答があった。
- ・ 「鍛造部品で高強度化と切削性を両立する技術という文言があるが、高強度化に伴って鍛造性が劣ることがより重要ではないか。なぜ切削性になるのか。また、傾斜機能部品を開発してどの程度のコスト効果があるのかデータを知りたい」との質問があった。この質問に対して、実施者から「高強度化すると鍛造しにくくなるのではという質問については、熱間鍛造なので、鍛造中に強度が上がり、鍛造しにくくなるわけではない。鍛造部品のコストの半分は切削にあり、高強度化により被削性が悪くなるのは、産業界としては非常に困る」との回答があった。
- ・ 「鍛造部品の疲労寿命など、特性評価はどう考えているか」との質問があった。この質問に対して、実施者から「鍛造部品の疲労寿命の点では、内部起点疲労破壊で得られた知見を使うことができる。引張り-圧縮支配下で相当なデータが出てきているので、鍛造品でも介在物の制御指針といったようなもの出てくるようになると思う」との回答があった。
- ・ 「プロジェクトのフォーメーションとして、大学(委託)と企業(助成)がペアを組んだ。こういうやり方は NEDO のプロジェクトで先例があるのか。実際に行ってみてうまくいったと判断するか、反省点はあるか」との質問があった。この質問に対して、推進者から「委託・助成を組み合わせたプロジェクトはいくつかある。NEDO の事業なので最終的に産業技術として世の中に出さなければいけないという面と、技術が高度化していくと基礎に返った開発を行い、新しいブレークスルーが必要になる面がある。このバランスをどうとるのが一番重要で、マネ

ジメントの問題である。これはプロジェクトの形や企業と大学の役割の見直しを含め、努力した。また、委託と助成との間のコミュニケーションが重要であり、サブグループのリーダーに意思疎通をうまくやってもらいながら、助成側のニーズを委託側にうまくつなげて開発をしてもらうマネジメント上の工夫をしている」との回答があった。

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明

非公開資料の取り扱いに関する説明

- 6.1 研究開発成果について
- 6.2 実用化・事業化の見通しについて
- 6.3 全体を通しての質疑（一日目）
省略

- ・ 明日の予定、その他

< 2日目 > 8月21日（火）

【非公開セッション】

開会、資料の確認、議事次第の説明

- 6.4 研究開発成果について
- 6.5 実用化・事業化の見通しについて
- 6.6 全体を通しての質疑（二日目）
省略

【公開セッション】

7. まとめ・講評

（桑原委員） 本プロジェクトの参加者が真摯に取り組んでいることがよく分かった。論文、学会発表、受賞もかなりの数がある。努力に敬意を表したい。ただ、説明を聞いて、少し波がある印象を持った。今回、かなりの部分が自動車、関連部品メーカーの関わる技術開発であり、各分野の技術者が本当のニーズを捉えてテーマを決定したのか、と感じた。各分野の最先端はここで、それを上回るために、グループが結集してここを攻めるという立ち位置が知りたかった。現状はここで、ここからさらにという立ち位置を感じる事ができたプロジェクトと、感じる事ができなかったプロジェクトがあった。

今後は、自動車部品関連で安全性と耐久性、製品のバラツキのなさが求められるので、認証や評価を行う委員会を早期に立ち上げて、成果をなるべく早く世界に普及させてほしい。

（緒方委員） 5年間でここまで成果を出すには、非常に多くの人に関わってきたと思う。敬意を表したい。印象的な点は、日本の鉄鋼業の将来に向けて外からの追い上げがある中で、ポテンシャルを伸ばすために、技術がある程度飽和し、既存技術をただ改良するだけでは他を引き離せない状況の下で、基礎研究と応用開発研究（大学と企業）が連携しながら、メカニズムに戻って新しい知見を解明することによってブレークスルーをはかり、技術開発につなげていくやり方を取り、その成果が随所に見られたことである。

ボイラーの効率化や自動車の軽量化と同時に、安心・安全というキーワードがある。火力発電プラント用の材料は厳しい状況で使われるようになり、また、従来の考え方では設計が立ちいかなくなってきた。今使用している材料を新しい材料を置き換えてコストを抑えることがで

できれば、安全・安心面でのメリットは大きい。

各グループの目標は大体クリアされている。ぜひ、ここで開発した技術を実用化につなげてほしい。

(浅井委員) 製造業の国際競争力強化と、産学連携で強い製造業を目指すという観点から見て、目標以上の成果があがっている。実用化に向けての道筋が明確になっており、評価できる。昨日は溶接技術についての研究であり、信頼性が問題になる分野であった。実用化には、認証や補償など多くのステップを踏む必要がある。時間はかかるが、関連した企業で何とか実用化に持って行ってほしい。

火力発電用の新しいクリープ強度の高い材料の開発、さらには溶接接手強度の劣化がない技術の開発は、素晴らしい成果である。ただし、溶接性や耐割れ性に対する評価の提示があまりなかった。実用化に向けてはその辺も必要になってくる。

今日の自動車関係の鉄鋼材料は実用化に向けてのサイクルが比較的速いという印象を持った。非常に優れた最先端の計測技術が開発されており、実用化の道筋ができています。自分たちだけではなく、鍛造メーカー、軸受けメーカーなど企業同士が連携して実用化を進めてほしい。

(金子分科会長) 今回のプロジェクトは以下の2点で非常に特徴のあるプロジェクトであった。1つは、国際的に日本の鉄鋼産業を維持するために、差別化する技術が必要であるという明確な意識がある点である。そのために大学と産業界・企業が一緒になってやっていくやり方をとった。全体をまとめたプロジェクトリーダー、サブグループリーダーにはいろいろご苦労があったと思う。このやり方による成果が出た。

もう一つ大事なことは、タイミング的にもこのプロジェクトは非常に重要であったことである。鉄鋼関係の国際競争力はアメリカやEUではなく日本が世界を引っ張っているものの、中国と韓国が強力に追い上げている状況にあるため、日本はもう一度国際競争力、差別化技術を育てようというタイミングの意味でも大きな意味があった。産業界だけが頑張るのは大変であり、大学も産業界がなければ高いレベルの研究を保つことができない。この成果を生かして、次につなげてほしい。今後は企業が成果をどう生かしていくかがポイントになる。客観的情勢では、電気料金が上がるなど各企業の状況は厳しいが、実用化に向けた計画、施策が実行に移されて成果をあげるように頑張ってもらいたい。

8. 今後の予定、その他

9. 閉会

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-2 事業原簿 (非公開)
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化・事業化の見通し
- 資料 7-1-1 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・委託】 研究開発項目①-1)、2)、3)
- 資料 7-1-2 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・委託】 研究開発項目①-5)
- 資料 7-1-3 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・助成】 研究開発項目③-1)
- 資料 7-1-4 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・助成】 研究開発項目③-4)
- 資料 7-1-5 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・助成】 研究開発項目③-3)
- 資料 7-1-6 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・助成】 研究開発項目③-2)
- 資料 7-1-7 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【溶接技術 SG+水素脆化 BRU・助成】 研究開発項目③-6)
- 資料 7-1-8 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【高温クリープ SG・委託】 研究開発項目①-4)
- 資料 7-1-9 プロジェクトの詳細説明 (非公開) 【高温クリープ SG・助成】 研究開発項目③-5)
- 資料 7-2-1 実用化・事業化の見通し (非公開) (川崎重工) 研究開発項目③-1)
- 資料 7-2-2 実用化・事業化の見通し (非公開) (神戸製鋼) 研究開発項目③-4)

- 資料 7-2-3 実用化・事業化の見通し（非公開）（IHI）研究開発項目③-1）、③-2）
- 資料 7-2-4 実用化・事業化の見通し（非公開）（JFE スチール）研究開発項目③-2）、③-6）
- 資料 7-2-5 実用化・事業化の見通し（非公開）（新日鉄）研究開発項目③-3）、③-5）、③-6）
- 資料 7-2-6 実用化・事業化の見通し（非公開）（住友金属）研究開発項目③-3）、③-5）
- 資料 7-3-1 プロジェクトの詳細説明（非公開）【制御鍛造 SG・委託】 研究開発項目②-1）、②-2）
- 資料 7-3-2 プロジェクトの詳細説明（非公開）【制御鍛造 SG・助成】 研究開発項目④-1）、④-2）
- 資料 7-3-3 プロジェクトの詳細説明（非公開）【内部起点疲労破壊 SG・委託】 研究開発項目②-3）
- 資料 7-3-4 プロジェクトの詳細説明（非公開）【内部起点疲労破壊 SG・助成】 研究開発項目④-3）
- 資料 7-4-1 実用化・事業化の見通し（非公開）（神戸製鋼）研究開発項目④-1）、④-2）、④-3）
- 資料 7-4-2 実用化・事業化の見通し（非公開）（大同特殊鋼）研究開発項目④-1）、④-2）
- 資料 7-4-3 実用化・事業化の見通し（非公開）（住友金属）研究開発項目④-1）、④-2）
- 資料 7-4-4 実用化・事業化の見通し（非公開）（愛知製鋼）研究開発項目④-3）
- 資料 7-4-5 実用化・事業化の見通し（非公開）（山陽特殊鋼）研究開発項目④-3）
- 資料 8 今後の予定

○その他

以上