

第1回『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  
議事録

日 時：平成21年7月3日（金） 9：30～18：45

場 所：コンベンションホールA P浜松町（A会議室）

（東京都港区芝公園2-4-1 ダヴィンチ芝パークB館地下1F）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	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	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	白木 秀樹	ジャトコ株式会社	部品システム開発部	主管
委員	金子 祥三	東京大学	生産技術研究所	特任教授
委員	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	教授
委員	西村 隆司	株式会社日経BP社	建設局	編集委員
委員	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

＜推進者＞

寺本 博信	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	部長
太田 興洋	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	プログラムマネージャー
山森 義之	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	主任研究員
飯田 純生	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	主査
加藤 知彦	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	主任
木場 篤彦	NEDO	ナノテクノロジー・材料技術開発部	職員
福田 修一	経済産業省	製造産業局 鉄鋼課	製鉄企画室 技術係長

＜実施者＞

宮田 隆司	名古屋大学	副総長	
野城 清	ホソカワミクロン株式会社	取締役（最高技術責任者）	
梅本 実	豊橋技術科学大学	生産システム工学系	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	物質・材料研究機構	新構造材料センター	センター長
増山 不二光	九州工業大学	大学院工学研究科	教授
五十川 幸宏	大同特殊鋼株式会社	研究開発本部	プロセス技術開発センター 上席研究員
梅澤 修	横浜国立大学	教授	
小紫 正樹	財団法人金属系材料研究開発センター	専務理事	
城田 良康	財団法人金属系材料研究開発センター	鉄鋼材料研究開発部	主席研究員
日比 政昭	財団法人金属系材料研究開発センター	鉄鋼材料研究開発部	部長
川端 文丸	財団法人金属系材料研究開発センター	鉄鋼材料研究開発部	主席研究員
深川 信	財団法人金属系材料研究開発センター	鉄鋼材料研究開発部	主任研究員
中田 一博	大阪大学	接合科学研究所	所長
白井 泰治	京都大学	大学院工学研究科	教授
駒崎 慎一	室蘭工業大学	もの創造系領域	准教授
西川 友章	愛知製鋼株式会社	室長	
中西 保正	株式会社IHI	技術開発本部	理事/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・生産技術開発部	主幹
瀬渡 賢	川崎重工業株式会社	システム技術開発センター	製造技術部 課長

岡崎 喜臣	株式会社 神戸製鋼所	主任研究員
平岡 和彦	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
安田 功一	J F E スチール株式会社	スチール研究所 主席研究員
大井 健次	J F E 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
角 博幸	J F E 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
石川 信行	J F E スチール株式会社	スチール研究所 厚板・形鋼研究部 主任研究員
井上 裕滋	新日本製鐵株式会社	鉄鋼研究所 接合研究センター 主幹研究員
長谷川 泰士	新日本製鐵株式会社	鉄鋼研究所 鋼材第二研究部 主幹研究員
溝口 昌毅	新日本製鐵株式会社	鉄鋼研究所 鋼材第二研究部 研究員
川上 和人	新日本製鐵株式会社	先端技術研究所 解析科学研究部 主任研究員
大橋 浩	新日本製鐵株式会社	技術開発企画部 マネジャー
五十嵐 正晃	住友金属工業株式会社	総合技術研究所 副所長
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
大藤 善弘	株式会社住友金属小倉	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

<一般傍聴者> 4名

<事務局>

竹下 満	NEDO	研究評価広報部	統括主幹
寺門 守	NEDO	研究評価広報部	主幹
室井 和幸	NEDO	研究評価広報部	主査
吉崎 真由美	NEDO	研究評価広報部	主査
横田 俊子	NEDO	企画調整部	課長代理

議事次第

【公開セッション】

1. 開会、分科会の設置について、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
  - 5-1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - 5-2 プロジェクトの技術開発概要
  - 5-3 質疑応答
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]
    - 6-1-1 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
      - 2) ファイバーレーザー、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
    - 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
  - 6-1-2 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
    - 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) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

#### 【非公開セッション】

#### 6-2. 実用化技術 [助成事業]

##### 6-2-1 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
- 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
- 5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

##### 6-2-2 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
- 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) 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

#### 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

#### 議題 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。
- ・ 入江分科会長挨拶
- ・ 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）

#### 議題 2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1～2-2 に基づく説明ののち、議題 6-2 の実用化技術の詳細説明に関する部分を非公開とすることが了承された。

#### 議題 3. 評価の実施方法について

#### 議題 4. 評価報告書の構成について

事務局より資料 3-1～3-5 および資料 4 で議題 3、4 の説明があり、評価の進め方についての事務局案が了承された。

#### 議題 5. プロジェクトの概要説明

推進・実施者より資料 6 に基づき説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】ただいまのご説明に対して、ご質問ありましたら、よろしくお願いたします。

【西村委員】 実用化の見通しの中で、原油削減メリットについて 3,500 億円という数字が出ていますが、事業の位置付けの部分（8 ページ目）を見ますと、ちょっと数字が異なるようですが。

【飯田主査】 この 3,500 億円は、計算したときが去年の段階での実績で計算していて、私のほうの 8 ページ目のところは直近の実績をもとに計算したものでして、訂正するのを忘れておりました。現状でドル換算、原油換算すると、1,500 億円ぐらいになります。

【西村委員】 逆に言えば、それだけ動きが激しいということなのですね。

【飯田主査】 そうです。

【森委員】 コストに関してもう少し教えていただきたいのですが、今回の大きな目的は、原油を削減してCO<sub>2</sub>削減に貢献することですが、一方、コストという目で見ますと、今回のプロジェクトの中で、材料にかかるコストの検討も含まれるのですか。それとも実用化の中でコストを見ていく予定なのでしょうか。

【宮田プロジェクトリーダー】 もちろん、ここでご紹介した基盤研究の段階で、個々のグループで、コストというのを常に意識して横目で見ながらやっています。ニッケル基合金でいけばいいのはわかっているのですが、オーステナイトやフェライトでも何とかならないかという発想があります。それを踏まえて、各社の実用化段階で加工プロセスも含めてコストの問題が第一義的に入ってくると思います。

【森委員】 ということは、現段階では、コストについては大きな目標の1つとしては定めずに、今後見据えてやっていくというような位置づけと違ってよろしいですか。

【宮田プロジェクトリーダー】 はい。私の感触でいいますと、例えば予熱フリーの100キロハイテンというのは非常に画期的なことで、これができたら大変なことなのですが、これをやるのに、今、残留 $\gamma$ をうまく利用しようとしているわけですね。この残留 $\gamma$ を利用して溶接材料をつくり込む過程が、どのくらいコスト削減できるか、鋼材そのもののコストや溶接プロセスのコストにどのくらい反映してくるか、それをいかに低減するかというのは、大きな課題だと思います。

【森委員】 わかりました。ありがとうございます。

【臼木委員】 私も経済性の面での質問ですが、鍛造について、目標が強度1,000メガ以上ということで、先ほどのご説明ですと、フェライト地になるものですから、その場合に内部起点のサブグループと、サブグループ間の関係がちょっと薄くなるのではないかと思います。そもそも1,000メガ以上の鍛造部材をフェライトパーライトで実施したときの要素技術課題というのは、他に検討されているのでしょうか。

【入江分科会長】 この件につきましては、この後のプロジェクトの詳細の時に議論いたしましょうか。

【飯田主査】 今のお話はかなり詳細になるかと思いますので、次の詳細の部で議論をお願いします。

【臼木委員】 わかりました。

【篠崎委員】 溶接関係は非常に目的がしっかりしていて評価したいと思いますが、テーマとして耐熱鋼の話が入っていますが、この溶接金属に関するお話はなかったように思いますが、これは耐熱鋼、フェライト系、オーステナイト系、ニッケル系と今後使う場合の溶接金属の開発などの検討は既に完了しているとみて、今回のテーマに入っていないのでしょうか。

【宮田プロジェクトリーダー】 はい。耐熱鋼については溶接部も含めております。溶接部も継手係数0.7を保証するというので、中期目標、中間目標としては3万時間、100メガパスカルの強度で素材は、溶接継手はそれに対して0.7の継手係数を保持するというについては中間目標をクリアしております。詳しい説明はできませんでしたが、溶接部についてもいろいろ工夫をしています。

【篠崎委員】 溶接金属そのものの開発も検討しなくていいのでしょうか。

【増山教授】 溶接金属そのものの開発ではなく、溶接継手の製作研究を行っています。フェライト系は共金系、それからオーステナイトは溶金で普通切れますので、オーバーマッチングの溶材を使っています。それからニッケル基については溶材を使わない拡散接合というようなプロセスで継手を作

ることを研究しています。

【篠崎委員】 どうもありがとうございました。

【入江分科会長】 ほかにございますか。

【高木分科会長代理】 情勢の変化の対応のところで、かなり大きな変更があるように見えますが、析出強化と微細化の2本立てで当初計画してあったのが、かなり、微細化のほうはもう撤退というふうなイメージに見えるのですが、この背景を少し教えていただきたいのですが。

【飯田主査】 正直に申しますと、規模の縮小ということをや余儀なくされてしましまして、それで2つのルートをとっているものに関しては1つに資源を集中しようというのが正直なところです。

【高木分科会長代理】 わかりました。

【入江分科会長】 私も同じところを質問しようと思っていたのですが、基本的には、そうすると2ミクロン、1ミクロンという細粒化の研究開発を完全に捨てているわけではないのですよね。どこかに組み込んでいただけるのですか。そういう意味では、単なるVC関係の研究開発だけということでしょうか。

【梅本教授】 制御鍛造を担当しております梅本です。この目標は既にクリアをしております。ただし、微細化だけでは強度が達成できていないということです。微細化グループでは当初から析出強化と複合して強度を達成するという目標をしております。

【入江分科会長】 詳細なところは後で出てきますので、そこでご質問をお願いしたいと思います。

それでは、時間になりましたので、ここで5分ほど休憩とさせていただきます。10時40分に再開します。よろしくお願いいたします。

#### 議題6. 研究開発成果の詳細について

##### 6-1-1 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
- 2) ファ이버レーザ、レーザ・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

委託事業の溶接技術SGから上記3件のサブテーマの成果について資料7-1-1-1で説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】 ありがとうございました。

それでは、質問時間は10分の予定です。少し説明時間が超過しましたが、質問がございましたら、お願いいたします。

【篠崎委員】 目標に対しての達成度は、かなりのところまで行っているという印象だったのですが、最初の出発点として、まずクリーンMIGの背景の考え方ですが、そこの左上に書いておられるように、低能率高品質TIGという手法と、今回あげたMIGという手法で、MIGを選んでクリーンMIG化するという考え方なのですが、ここの下のTIGを高能率化するという考え方でやっていこうということは考えられなかったのでしょうか。

【平岡教授】 高能率TIGというのも、皆さん、さんざん開発されておられて、それも有り得るというふうに思っていますが、我々は、ここで助成ニーズとしては400アンペアレベルのMIG溶接が欲しいという調査結果が出てまいりました。また、TIG溶接はいいのですが、それぞれ電極品質管理など、いろいろな別の作業が入ってしまうためやりたくないというのがございまして、それだったら、やっぱりMIGで革新化しようと思ったのが、私どもの現状でございます。別にT

I Gを捨てているわけでもないのですが、やはり現状はM I Gが一番安定してできるならいいねというのが我々の考えでございます。

【篠崎委員】 それと、ファイバーレーザを用いて厚板の溶接をやるということで、基本的に25キロワットでやるんだということを目標にされているようですが、これを一般の企業が導入できるかという観点で考えたときに、25キロワットというのはほぼ難しいと思うのですが。非常に特定の限られた、こういう板を使う企業だけのための研究ということになってしまわないかなという気がするのですが、その辺はどういうふうにお考えでしょうか。

【平岡教授】 我々ここで実施するのは12ミリから25ミリ、25ミリはマックスでございます。25ミリマックスで使う場合というのはできれば避けたい。というのは、高強度鋼を用いているから肉厚は薄くしたい。あるいは40ミリぐらいで今やっていたものを25ミリにしてレーザを使おうという発想もでございます。それをさらに、100キロまで持ってきたのですから、本当は20ミリ以下にしたいのです。そうすれば10キロワットレベルのものでいける可能性が出てきます。そうであれば、我々は基本データとして、厚くなったときに一体何が起こるかということをお客様に提供することはやはり重要だろうと思ひまして、このプロジェクトとしては25ミリで基盤データを整備したいと考えています。

【篠崎委員】 そこで1つ本質的な問題があると思ひます。いわゆるレーザを使って母材を突き合わせて溶接して、そこにまた一部ホットワイヤを入れて、ワイヤで溶接金属をつくっていくということですね。そうすると、母材とワイヤの希釈等を考えていかないとイケませんね。

先ほどの結果で、ほぼ均一になっているというふうなご説明ありましたが、これを見る限り、先ほどのスライドをお願いいたします。例えば、これは酸素という観点で見られて均一になっているというご説明だと思うんですが、これ、ほかの金属を見てみると、完全にまざっているとは言いがたいと思うのですが、この辺はいわゆる溶接金属をレーザでつくるという観点で考えているわけですね。成分の均一化という観点ではどのようにお考えでしょうか。

【平岡教授】 均質化というのは、このレーザ溶接をやる場合、非常に難しく、ニッケルをトレーサとしているのですが、実際は980の素材に対して、多分、低合金系のワイヤ添加になると思うのです。だから980鋼成分に対して少しある成分を増やすような形になると思ひます。ですから、極端に、ニッケルをトレーサとして表現したほど極端な成分差は多分出てこないだろうと思ひます。

しかし、実際の低合金系のワイヤを入れたときの組織がどういふふうに変わって行って、組織系が全体にわたって何か違和感のある形になるのかならないのか、それを調べておきたいと思ひます。それが成分系にシビアであるならば、見直す必要があると思ひます。

【篠崎委員】 ということは、今回開発されるクリーンマルテンサイトと残留オーステナイトの組織系に関して言えば、それほど成分的な問題はなさそうだと基本的に思っているわけですね。例えば、ニッケルとかクロムとか、その辺が十分攪拌されていなくても。

【平岡教授】 そうですね。我々、問題はありますが、多層盛の溶接をやります。そうすると希釈率というのは、場所によって全部変わるわけですね。そこまでフォローし切れないところがあります。要するに多層で盛った全体の中に残留γがどのぐらいあったらいいのかというポイントを押さえればいいと思ひます。だから、そういうワイヤ成分設計をします。各パスにおいてすべてが等しい残留γ量を持つ必要はないと思ひます。

【篠崎委員】 しかし、今レーザを使う限りは、基本的に多層盛と言ひますが、これはワンパスでやるということをお頭に置かれているのではないのでしょうか。

【平岡教授】 ニッケルクロム系というのは、アークをやる場合にニッケルクロム系の溶接材料を使います。レーザの場合は、基本的に共金系、980の共金系、つまり低合金用のワイヤを使いますからニッケルクロム系は適用いたしません。

【篠崎委員】 そうですか。

【平岡教授】 はい。すいません。ちょっと混同したかもしれません。

【入江分科会長】 そこで本当に2%O<sub>2</sub>で、マランゴニー効いているのですか。熱対流のほうが支配的じゃないのですか。

【平岡教授】 基本的には、これと同じレーザ、アークの配置で、シールドガス中の酸素をゼロにします。そうすると、やはり下に潜っていった痕跡が出ないのです。マランゴニー対流があると、ここをずっと入っていくと考えざるを得ません。マランゴニーがなくてプラズマ気流だけだったら、溶け込み上部の辺で拡散して渦巻くようなイメージをとらえていますが、明確なところはわかりません。

【入江分科会長】 せっかく酸素を減らそうと片方でやって、これでわざわざ入れて、問題ないとはいえ、本当にあるかどうか、確認されたほうがいいと思いますが。

【平岡教授】 そうですね。少し考えますが、1つの制御手法としては、やはり酸素があって、50 ppm以下にすれば問題がないというのも、やはり1つの閾値であるならば、少しぐらい入れてもいいのではないかと考えていますが、検討してみます。

【入江分科会長】 ちょっと時間超過しましたが、もう1点、何か、簡単にどうぞ。

【森委員】 私、この建設業界の厚板というのはあまり知識がなくて申しわけないのですが、疲労の寿命は向上するようなことが示唆できたと聞きましたが、なかなかハイテンを使うと疲労強度がついてこなくて大変困っているような状況があるのですが、疲労強度という意味での目標は、何か明確にされているのでしょうか。

【平岡教授】 ここでは一応、マルテンサイト変態膨張というのを使って、溶接部の残留応力が低減できるということを今回定量的に示しました。多分このことからすれば、疲労強度は上がることは間違いないと思います。これがどのくらい上がるか、それが今回の中間目標の命題になっているわけで、それを今、疲労試験をやっているところです。この効果が従来の疲労強度を2倍に上げるのか、3倍に上げるのか、それをまず見きわめたいと思っています。我々としては3倍くらい上がるであろうという予測は持っていますが、果たしてそれが証明できるかどうか、今年度中には解が出せると思っています。

【入江分科会長】 ありがとうございます。まだほかにあるかもしれませんが、少し時間超過しましたので、これで打ち切らせていただきます。

では、続いて溶接部の水素ぜい化研究について、説明を15分をお願いいたします。

##### 5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究

委託事業の溶接技術SGから上記サブテーマの成果について資料7-1-1-2で説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】 ありがとうございます。それでは、ご質問ありましたら、お願いいたします。

【高木分科会長代理】 大変おもしろい、新しい結果がたくさん得られて、十分な成果が得られていて予定以上の成果が出ているのではないかと思います。水素が非常に特異な、カーボンや窒素と違って、我々の従来の常識を覆すような、拡散1つとってもバルク型のほうが早いと。これはやはり

水素の自由電子密度が高く、鉄との結合力が非常に強いということが原因と考えていいのでしょうか。転位などがありますと、欠陥側に自由電子密度が高いところがありまして、そことある程度共有結合みたいな結合性があるのでしょうか。バルクの中では非常に等方的ですから、みんな等価ですね。ですから相互作用全部異方性がないということで、かえって欠陥のほうが、サイズ効果よりも、そのような電子的な効果の引力が強くて拡散係数を下げていると考えてよろしいのですか。

【津崎センター長】 拡散の場合には、あるポテンシャルから次のポテンシャルまでの拡散をするときの活性化エネルギーの問題が大事でございまして、今ここで申し上げましたのは結合のエネルギーですので、次のサイトに行くときの活性化エネルギーが問題になります。

詳しくは申し上げずに恐縮でしたが、その拡散の活性化エネルギーが非常に大きい。これはなぜかということ、直感的には、水素は小さいから、こういうポテンシャルの山がこうあったときに下のほうにいます。炭素は水素に比べるとものすごく大きいのです。ポテンシャルの下のほうにいたことができないということです。よく最近言われて、洗濯機のホース、あの蛇腹がございませぬ。ビー玉はころころあの中を動いて、すぐ落ちていけますよね。ところがけし玉がいたら、途中でひっかかって出てきません。そういうものであると言って、基本は間違いございませぬ。ご理解いただけましたか。

【高木分科会長代理】 わかりました。

【篠崎委員】 このような基礎的な結果に基づいて、これを溶接のほうに持っていくということ、これは非常にすばらしいと思うのですが、実際の溶接に持っていく場合に、溶接金属の中の組織がありますよね。そのような組織上で、例えば、今回やっている残留オーステナイトとマルテンサイトがあって、マルテンサイトの中のいわゆる水素のトラップとか、そういうことも当然あるわけですね。その残留オーステナイトとマルテンサイトの兼ね合いみたいなこともあって、それが確実に粒界破壊を起こすかどうかはわからないのではないかと思います。その辺は、この後、今後のプランとして、どこまで出せそうでしょうか。

【津崎センター長】 コメントありがとうございます。まず、マルテンサイトについてですが、助成研究の新日鐵様、JFEスチール様から指示を受けまして、実験研究ではマルテンサイトを対象にした粒界割れを行っています。発表でも申し上げましたが、その合金組成は共金系を対象にしたモデル合金です。これは溶接サブグループ内の共通のモデル合金になっています。

一方で、残留オーステナイトがある場合については未着手です。当初は、共金系について集中して研究を進める予定でした。しかし、今後は残留オーステナイトも含めた検討をするということになっています。粒界で割れるかどうかの問題はありますが、今のところは幸いなことに低温割れが起こっていないのです。その限界を知ることが重要です。残留オーステナイトが数%等の材料であれば、強度レベルが1,200から1,300メガパスカルまでの実験データしか私は持っていませんが、その場合には割れ形態が、残留 $\gamma$ が数%存在している場合も、水素量が多くなると粒界になるということがあります。したがって、そこから類推しますと、非常に水素量が、今こころで落ちていますが、もっと大きな、もっと多量の水素量のところで、そのような粒界割れが起こる。強度レベルが1,300、私が知っているものから比べると下がって1,000メガパスカルになりますので、より安全側ではありますが、どこかに限界があり、そこを見つけることが1つの使命だと思います。安全域、危険域を具体的数値で示すことが、これまでも目標なのですが、対象とする溶接金属がこれまで共金系のみであったのを、残留 $\gamma$ を含むものも対象にするということで、そこまではやりたいと思っています。



【入江分科会長】 どうもありがとうございました。大分時間を超過しましたので、この講演については終わらせていただきます。

それでは、これからお昼の休憩を取ります。予定どおり12時半から再開したいと思います。よろしく願いいたします。

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  
委託事業の高温クリープSGから資料7-1-2に基づき説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】 ありがとうございます。それでは、ご質問をお願いいたします。

私から質問です。基本的には10万時間は確認できないわけですから、現在の予測精度の向上研究の結果で3万時間のクリープ強度データを延長して材料設計されるということでもいいですか。

【増山教授】 そうです。当然、この研究期間の間では、10万時間は到底達成できませんし、それよりも短いデータを使って外挿するのですが、そのときに10万時間の強度が、この強度予測法で保証された劣化の過程を明らかにした組織パラメータを考えながら10万時間を推計するということになると思います。

【入江分科会長】 わかりました。それで、例えば、材料開発のほうでは、現在の思想を延長していけば、3万時間以上の強度なら100メガよりも上に行くということですね。

【増山教授】 はい。そうです。

【臼木委員】 先ほどモデル提案ということで成分系が出ていましたけれども、ボロン添加の効果というのを、当初、予想どおりだったのか、そうでなかったのか。それで、要するに3万時間ぐらいのデータで寿命を計算できるようにするわけですから、3万時間のデータというのは、多分これからもとれると思いますが、ボロンを最大限に発揮する成分系というのは、ほかにないのかというようなアプローチは、今やっておかなくていいのでしょうか。

【増山教授】 それは文献等でいろいろ調べた上、それで長時間にわたって組織が安定化するためには、最初から平衡して存在する金属間化合物のほうが一番だという思想に立っておりまして、まずは三元状態図、鉄、ニッケル、それからMと、いろいろ調べました。鉄、ニッケル、クロムという状態図は従来から研究されているのですが、このMについていろいろ研究した結果、ニオブが最適だということまで行き着いております。これは従来はニオブ系、あるいはチタン系の元素については、ほとんど研究例がないということで、この研究で初めて、そのような鉄-ニッケル-ニオブ系の状態のものはやられているということです。それをベースにして、将来的にも安定な金属間化合物のほうでコンセプトとして材料開発に適していると考えています。それから、これは助成研究のほうで説明があると思いますが、さらにこれを実際に鍛造して、実機溶解、ラボ溶解しまして、その試験にもう既に進んでいるところです。

【臼木委員】 わかりました。

【森委員】 同じよう質問ですが、ボロンの効果というのは、オーステナイト系でご説明がありましたが、フェライト系も同じようなものなのですか。フェライト系でのボロンというのは、どういう効果なのでしょう。もう一つ、中間目標達成というところで、このグラフの見方を教えていただきたいのですが、これは見込みですか、それとも、もう既に3万時間行っているのを見ているのですか。

【増山教授】 まず、ボロンの効果ですが、オーステナイト系では、粒界被覆率の向上が強度向上に寄与していると考えられます。フェライト系の場合には、ボロンもやはり150ppm前後添加していますが、それは窒素の80ppmとの関係で、固溶ボロンを残す格好の適正量というもので、固

溶ボロンが溶接部の強度低下を防止します。それも、やはり固溶ボロンを残していると、変態の関係で、粒界に析出物がそのまま残って強度低下が起こらないということを確認していきまして、そのメカニズム、機構を明らかにした上で、ボロンの最適量を決めていく予定です。

次に、強度の予測ですが、このオーステナイトにつきましては、ベース鋼ではここまでデータが出ておりまして、この3万時間のところは、長時間側はこれを平行に結んでいます。要するに、この点とこの点が1つの長時間を予測する曲線なのですが、ボロンを添加した材料は、これに平行に引いて、この強度を予測しております。

【森委員】 そこが平行になるというのは、見込みとしては正しいのでしょうか。

【増山教授】 材料の基本的な組織の類似性といいますか、ボロンが入っていないけれども、ベースは同じですので、ガンマダブルプライムと、それからLavesの析出状態、あるいはその安定性というのはベース鋼と同じだろうという評価で、この3万時間、100メガパスカルを達成したと評価しています。

【森委員】 ありがとうございます。

【入江分科会長】 最初の篠崎先生のお話に関連しますが、溶接継手については、この設計を適用できるのですか。

【増山教授】 フェライト系の溶接材料ですか。

【入江分科会長】 ええ。

【増山教授】 溶接継手はこの発想では難しいかもしれません。ボロンが高いものですから、高温割れだとか、いろんなほかの要因が出てきます。ただ、これまでに一応、溶接材料も含めて試験はされていますので、もっとその辺を改良していきましたら可能だと思います。

【五十嵐部長】 一部補足させていただきます。私、住友金属の五十嵐と申します。助成研究のほうで一緒させていただいています。ただいまのご質問に対しまして、今回、フェライト、オーステナイト、ニッケル基それぞれ溶接金属に関しては、母材よりも強いものを基本的に使って、溶接金属で壊れることがない、すなわち、継手としては健全なものをつくるというのを前提にしています。それでオーステナイトの場合にはオーバーマッチの材料を、ニッケル基の場合には、高強度の材料はいろいろありますが、ボイラーにニッケル基というのは、全くこれまで経験のない材料ですから、まずは安全性を考慮して、既存の溶接材料を使う選択ではなく、今回の開発では、ニッケル基に関しては液相拡散接合で、溶接金属を用いないことを選択しました。ですから、溶接金属に依存しない継手で評価するという前提で考えています。それで、結構、非常にいい成果が出てきていますので、今後は、実用化の段階では重工メーカーさんが溶接をやられますので、そういうところで重工メーカーさんと一緒になって、溶接金属の最適化というのは、次の実用化フェーズ、2020年にはプラントを目標にしていますので、このプロジェクトが終わって、実用化のフェーズで開発をご一緒させていただきたいと、考えています。

【入江分科会長】 よろしいですか。ちょうど時間もいいようです。どうもありがとうございました。

#### 6-1-2 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

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

委託事業の制御鍛造SGから上記2件のサブテーマの成果について資料7-2-1で説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】 ありがとうございます。それでは、ご質問ありましたら、お願いします。

【森委員】 今回、バナジウムに着眼されて、V Cの挙動というお話から始まっていますが、析出強化するような元素というのは、ほかにもいろいろあると思いますが、バナジウムに着眼されたいきさつがあれば教えていただきたいのと、バナジウムでもいろいろな析出形態と窒化物もあると思いますが、そういうところへは今回はアプローチはされていないのでしょうか。

【梅本教授】 最初に申しましたように、傾斜機能というか強度をつくり込める、違う強度をつくり込むということで、バナジウムカーバイドが最も適していると考えています。例えば、ニオブカーバイドの場合には、固容量の温度変化が非常に小さいということで、非常に制御しにくいだろうということがあります。

それから、バナジウムカーバイド以外にバナジウムの窒化物、窒素をもう少し振ったらどうかというのは非常にいいご意見で、我々、もし次のステップがあれば、おそらくそういう方向に行くと思っています。

【森委員】 わかりました。

【西村委員】 最後にある基本プログラムの公開プログラムの普及というところですが、基本プログラムの公開とはどのような形をイメージしているのかを教えてくださいませんか。

【梅本教授】 実は、このプロジェクトではデータベースをつくっておりますので、そのデータベースは、やはり企業さんもおそらく公開に賛同は得られないだろうと思いますが、どういう係数をどういう実験で決めたら、例えばバナジウム以外の析出物を利用されたい会社には、こうしたらいいいですよということがわかるように提示するというのが1つです。

それで、基本的な骨組みといいますか、どういう形の式を、どういうデータを使って、そのデータそのものは数年間公開できないにしても、どういうデータ取りをすれば、こういう係数がこういうふうに決まりますということを公開するということです。

【西村委員】 わかりました。

【入江分科会長】 ラボのデータというのは、降伏強度予測値と実測値で出されているのですが、これ自身は、これはミクロ的なバナジウムカーバイドの析出挙動を考慮して、こういうのが出ているのですか。それともマクロ的なものなのですか。

【梅本教授】 実は、現段階では最初に入れたカーボン量とバナジウム量で析出強化量が決まるという予測式にしております。その場合の前提としては、全部固溶した状態から相変態が始まるということですが、実際には、このように全部が固溶していない場合もありますので、今のところバナジウムカーバイドのデータについてはばらついております。それで、今後はこれがどういう析出形態をしているかということを取り込んで予測をおこないます。先ほどの前方押し出しは、1度全部溶け込ませているので、実際に値が合うわけです。

【入江分科会長】 そうすると、途中で出されていたようなステップクーリングみたいなものも全部入ってくるわけですか。

【梅本教授】 そうですね。冷却過程については、どんな冷却過程でも対応は可能です。

【森委員】 例えば11/19ページのようなグラフで、硬さの向上例というのをご紹介いただきましたが、この中には、これはカーバイドによるものだけと考えてよろしいのですか。

【梅本教授】 実はカーバイドによるものはすごく大きいのです。ですから、組織の微細化も入っているのですが、その部分は非常に小さいです。

【森委員】 ほとんどはカーバイドによるもの。

【梅本教授】 その通りです。カーバイドの大きさも重要です。高温ではカーバイドが大きくなり過ぎて、やわらかくなってしまっています。

【森委員】 加工材は、加工硬化は入っているのですか。

【梅本教授】 これは再結晶しておりますので入っていません。

【森委員】 この向上率の中には、今回評価された材料というのは、窒素は含まれていないのですか。

【梅本教授】 非常にわずかです。

【森委員】 あえて抑えられているということですか。

【梅本教授】 はい。

【森委員】 はい。わかりました。

【入江分科会長】 よろしいですか。ほかはないようでしたら、大体時間になりましたので、この発表を終わらせていただきます。

【梅本教授】 ありがとうございます。

### 3) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

委託事業の内部起点疲労破壊SGから資料7-2-2で説明が行われた後、質疑応答がなされた。

【入江分科会長】 ありがとうございます。それでは、ご質問お願いします。

【高木分科会長代理】 非常に新しい方法で、画期的なことで期待しておりますけれども、この材料はすべて研究に用いられるようなSUJ2ですか。

【梅澤教授】 はい。最終的にはSUJ2になります。電子線後方散乱回折は、最初の、今回お示ししているデータはSCM420を使っています。高温焼き戻しのマルテンサイトで、まずアプローチしています。

【高木分科会長代理】 そうですか。なぜそう申し上げたかという、やはりSUJ2の場合は、一次炭化物の影響がかなり大きくて、それとき裂の相互作用というのは結構、炭化物の分解が起こるか起こらないかとかいうことが、き裂の発生、進展、あるいはまた組織変化に効いてくるので、少しSUJ2と一次粒子のないマルテンサイトでは現象が違うのではないかということ、ちょっとお聞きしたかったのですが。

【梅澤教授】 はい。既にSUJ2での検討もあわせて行っています。まず組織変化についてですが、例えばWEAとか、旧来から知れているような炭化物が溶け出して組織変化が起こるという事象については、我々の見解では、それはき裂がそこを通過した後に起こる現象で、き裂形成そのもの、あるいはき裂先端のところでは、そういった炭化物が溶解するような組織変化は起こっておらず、後から起こると理解をしています。

【高木分科会長代理】 2番目の質問は、実はそこに関してですが、応力レベルによって少し違うのではないかという気がするのです。その応力レベルごとの挙動の解析とかは計画に入っているのでしょうか。

【梅澤教授】 現状のスラスト試験は定格のもので行っておりまして、おっしゃるように、そういう意味では非常に厳しい条件で、加速試験をしております。もし、その加圧する力、ヘルツ応力が下がったときにどうなるかということについては、今現在では検討の項目に入っていませんが、後ほどまた検討をどうするか相談いたします。

【高木分科会長代理】 といいますのは、経験上、私もかなりこういう勉強をさせてもらったのですが、応力が高い状態では組織変化が起こる以前に、き裂が力わざで進展していくということで、あまり

組織変化に起因したき裂伝搬挙動というのではないのですが、応力レベルが下がって、ひずみの蓄積が促進されるような状況でやりますと、組織変化が先に起こってき裂が発生してということがありますので、その辺は少し気をつけられてやられたほうがいいと思います。

【梅澤教授】 はい。ありがとうございます。

【森委員】 介在物の3次元形態を切削することによって見ていけるというお話、非常におもしろくて、ぜひ、今後、発展を期待しているのですが、現段階ではどのぐらいの大きさの介在物まで見る事ができるのかということと、それを見ながら、組成まで見ることはできるのでしょうか。

【梅澤教授】 はい。原理的には、すべて可能でございます。それで、今、バルクのサンプルを、いわゆる通常のフライス盤の中にセットしておりますので、サイズとしては、かなり大きいとご理解いただいて構いません。ですから、もちろん時間との兼ね合いがございますが、フライトバイトで平面を切削していただくだけで、領域は数十ミリとか、数センチとか、数十センチとか、いくらでも拡大は可能です。

分解能としては0.05ミクロン程度が最高分解能で表面を出せます。ですから、あとは時間と積層するメモリとの関係になります。

それから、その場でその他の情報をとれるかどうかということですが、同じ光軸上のところに、例えば、蛍光X線の装置をつけるとか、あるいは自動の回っているところに、ラインの上にそれをセットすれば、それは可能でございます。常に元素分析はしようと考えて、今、計画中でございます。

【森委員】 わかりました。あと、削り込む量というのも可変できるわけですか。

【梅澤教授】 はい。可変できます。

【森委員】 わかりました。ありがとうございます。

【入江分科会長】 この内部き裂の疲労の問題と、先ほどのVCの析出のものとは最終的には結びつくのですか。

【梅澤教授】 現段階で直接的に我々が何か制御鍛造部材そのものの疲労と内部疲労破壊を見ているということではございませんが、強度を基本的に非常に高めると結晶塑性の立場からすれば変形の異方性が厳しくなりますので、界面への応力集中が高まります。したがって結果として内部疲労破壊が起こる、顕在化するということは共通の事象としてあり得ます。ですから、バネ鋼の世界もそうですし、浸炭の世界もそうですし、オーステナイトやチタンなど、ほかの材料でも強度を上げると同様のことが起こります。ここで開発している技術や考え方は共通的な基盤の上に乗っておりますので、その考え方、あるいは技術を制御鍛造のほうで開発された傾斜部材ができ上がったときに、そこの実際の疲労評価が必要になったところへうまく使っていただけたらと考えております。

【入江分科会長】 それでは、2時まで休憩といたします。再開後は知的財産権の保護ということで非公開になりますので、一般傍聴の方はご遠慮願います。では、休憩に入らせていただきます。

以降の議題6-2と議題7、8は非公開で説明・質疑がおこなわれた。

## 6-2. 実用化技術 [助成事業]

### 6-2-1 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
- 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
- 5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

#### 6-2-2 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
- 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) 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

議題 7. 実用化の見通しについて

議題 8. 全体を通しての質疑

以降の議題 9 以降は公開で行われた。

議題 9. まとめ・講評

【入江分科会長】 では、再び公開となりますので、しばらくお待ちください。

それではここでの審議は終了したということで、評価委員の皆さんから講評をいただきたいと思  
います。森委員から順に 1 人 1～2 分、講評をいただければと思います。

【森委員】 今日 1 日、ありがとうございました。勝手な質問ばかりさせていただいて申しわけありま  
せんでした。非常に参考にさせていただきましたし、ほんとうに産官学がしっかり連携して取り組  
んでいるとことをうかがわせていただきました。これから鉄の業界をますます盛り上げていくた  
めには必要な部分だと思っておりますし、ましてや今、去年頃から急に風向きが変わりまして、少  
し個人的なことを申し上げますと、自動車業界も、非常にコストをしっかりと見ていかないと、従来  
以上にしっかりと見ていかないといけないという中では鉄の重要度というのが非常に増えてきており  
ます。そういう中で今回のプロジェクトは、自動車を題材にいただいているものも幾つかござ  
いましたし、建設などいろいろありましたので、非常に有意義なものになると思いましたので、ぜ  
ひ継続してやっていただきたいと思えます。その中で幾つか要素技術的なものがあったかと思いま  
す。水素や、それから先ほどの制御鍛造の析出の話など、こういう要素技術的なものは、できるだ  
け一般界というか、広く使えるようなところにぜひ高めていただけるとありがたいと思えますし、  
個別の応用の部分は、しっかりとそれぞれで詰めていかないといけないと思えます。

特に制御鍛造や転動疲労などの部分に関しましては、非常にユーザのわがままでいろいろな注文  
をつけますので、できるだけ早いタイミングで一緒に取り組むというか、情報を共有するような進  
め方で出口を見ていただけると、より早い実用化にこぎ着けるのではないかと思いました。  
本日はどうもありがとうございました。

【西村委員】 どうもありがとうございました。すばらしい技術がこれから世に出てくることに大きな  
期待感を持って聞いておりました。この達成状況を見ましても、すべての中間目標の達成が可能と  
予想され、さらに中間目標を超過達成しているとされる技術も少なからずあったと思えます。逆に  
そのことが若干、懸念材料にもなっていて、今回は中間評価ですので、そこまで突っ込んだ話  
にはならなかったと思えますが、結局、コストをこれからどう見ていくかということになると思  
います。これだけの技術ですから、一日も早く市場に投入していただきたいと思うのですが、逆に品  
質を追求し過ぎることで、それが結果的にコストにはね返って、なかなか市場で使われないとい  
うケースも他産業ではよく聞きますので、今後は価格と品質のバランスをとりながら、市場はすこ  
動いておりますので、委託のグループと助成のグループとがうまく連携をとって柔軟に対応し、一

日も早く実用化されることを願っております。

【篠崎委員】 本日はどうもありがとうございました。大変いい勉強になりました。私は溶接を専門としておりまして、溶接の観点から言いますと、非常に画期的なアイデアと画期的な技術をうまく取り入れられそうだとということで、ハイテン980がほんとうに実用的にいろいろな構造物に使われ出すと非常にいいと思います。全体を見て連携が非常にうまくいっている印象を受けておりまして、そういう点でも、やはり産官学のうまい連携で、こういうオールジャパンのプロジェクトを遂行できるということで、いい成果が出ているのだと思います。

1点、ちょっと危惧するのは、このような新しいものが他国というか、韓国や中国など、そういった国に追従されてしまうというようなことがないようにするにはどうしたらよいか、私はよくわかりませんが、アイデアがオープンになってしまうと、それをたやすく追従されてしまうと問題だと思いますので、その辺が少し危惧されるころだという気がして、先ほどおっしゃられたように、一日も早い実用化に向けて製品をいっぱい出して、優位性を保つということで進めていただきたいと思います。

【金子委員】 今日は1日、ありがとうございました。溶接と鍛造、これは私の専門ではないのですが、話をずっと聞かせていただいて、いわゆる大学・官への委託と、それから企業への助成が非常によく連携してインターフェースをとりながらうまく進めておられるという印象でした。ただ、これから実用化ということになりますと、もう少し練って、徹底的に議論をし、結構ハードルは高いので、ぜひそこは乗り越えて進めていただきたいと思います。

それから、私の専門でもあるのですが、USC、あるいはA-USCに向けての高温材料ですが、これまでフェライト系の高温材料については日本がダントツの技術力と製造能力を持って世界を席卷してきました。鉄系については、少なくともA-USCにおいても、フェライト系、オーステナイト系共に今までの圧倒的な力をぜひ維持していただきたいと思います。ただ、何度も申し上げましたけれども、ユーザーも相当厳しい目で見ると、やはり規格化ということがきちんできるところまで追い込んでいきませんと、なかなか実用化が進まないということになりますので、頑張ってくださいと思います。

できれば、ニッケル系についても頑張ってくださいなのですが、日本の実績というのが鉄系の場合には圧倒的ですが、ニッケルの場合にはまだそこまでいってないかと思っておりますので、とりあえず鉄系においては、今までの高いレベルを引き続き世界で維持していくところを何とかしてでもお願いしたいと思います。

【臼木委員】 本日はありがとうございました。全体を通して見ますと、中間評価としては、ほとんど丸、一部過達という状況ということで、これまでの講評に出ていましたけれども、やはり産学官連携してNEDOの事業としてやった成果なんだろうと思う一方、かなり世界初とか、世界一とか、そういう技術がこの3年のプロジェクトで達成できているという状況を見ると相当苦労されてきているんだろうと思いますが、なかなかこういう場ではそういう話は聞かせていただけないので、すんなりうまくいっているのだったら、もっと目標値を上げてもいいのではないかと、単純にそう思ってしまう。また、産学官で取り組むときも、やはりそれぞれが課題としていること、苦労していること、そういったことをサブグループ間できちんと共有化しながら進めていかれているのだらうと思いました。

それと、テーマ内容と対象としている用途の話で言いますと、自動車もかなりシステムなりが変わっていく中で、特に10年後ぐらいの実用化ターゲットになりますと、今の設計技術では多分、

10年後は違う設計技術なり設計要件になっている可能性もありますし、そういう意味で自動車メーカー相手の仕事は、この技術についても日常のコミュニケーションをよくしていかないと実用化が遠くなって道を外してしまうと思いますので、その辺の連携はぜひお願いしたいと思います。

【高木分科会長代理】 どうも皆様、お疲れさまです。大変よく頑張っておられて、特に産学連携で役割分担がきちっとできているということと、それと、勝手に別々にやっているのではなくて、きちんと課題を共有してインターフェースがうまくつながっているという印象を持ちました。実質的な産学連携によるプロジェクトということで成果が出ていると思います。

ただ、ちょっと頑張られ過ぎて、このペースでいきますと、中間評価でこれだけすごい成果が出て、5年後、最終評価するときに、その後、あまり出ていないじゃないかと見られることを少し危惧するぐらい、すごいデータ等も出ているようですので、その辺、あまり無理をされないように。それから、これはお願いですが、日本は物をつくって応用するのが非常にうまいといわれますが、先ほど金子先生からも出ていましたけど、日本が弱いのは規格化というのが非常に弱くて、いいものをつくっても規格を勝手に外国につくられて、そっちに合うような材料が使われるということが過去多々あったので、いい成果が出ていますので、規格化をきっちりやりましょうというところが全体的に弱いのではないかと思うところが唯一です。実用化、実用化とNEDOがプッシュするものですから、かなり頑張って、無理して実用化というのを言っているのはよくわかるのですが、我々評価委員はそうはあまり思っていないです。着実に、正確に、きちんとした将来の発展に期する要素技術の基盤を提案していただければ、それがナショプロの使命ではないかと思っています。

ですから、鉄鋼というのは、化学系と違って、アウトプットが出るのに、20年先でやっと自動車に使われるような時代ですから、私はそういう目で評価したいと思いますので、これまでに出されたことをきちっと裏づけをとられて、解析をきっちりやられて、将来の礎になるような研究に仕上げていただきたい。少し出口を広げ過ぎて、実用化面で提案を見ますと、少し大風呂敷を広げたようなところもあるのではないかという気がしました。ですから、もう少し絞られてもいいと思いますので、ぜひそのように進めていただきたいと思います。

特にバーチャルラボは、これはとても3年で出るような領域ではないと私は思っています。ですから、大学の人間としてのご願いは、ナショプロで出てくる評価というのは大きいですから、材料予測は変なうその式を提案していただきたくないの、やはりきちっと従来の過去のデータ等の見直し、例えば、組織強化の加算則だとか、組織評価の基本理だとか、そういうところをきちんと見直していただいた上で足すべきものは足す、こういう場合には足していけないとか、ケース・バイ・ケースだと思いますので、ぜひオリジナルな材質予測式を提案していただきたいと思っています。結果的には非常に過ぎるぐらいの成果が出ておりますので、ほんとうに皆様、よく頑張っておられると思います。

【入江分科会長】 最後に、分科会長を仰せつかりました入江ですが、本日は評価委員の皆さん、あるいは実施者と取りまとめの皆様、どうもありがとうございました。

皆さん、同じようなことを言われているので私は言うことはありませんが、これから評価が出てきてまとめていきますが、皆さんご意見が一致しているようですのでまとめるのは楽ではないかと思っています。私もNEDOの評価は2回目で、ほかの評価もやらせていただいています。これだけの大きな規模にしては非常によくチームワークがとれているというのが印象です。基本的には、世界一か日本一かはわかりませんが、チャンピオンデータを狙っておられるわけで、これが実用化するということは通常は当分ないと思われま。データがそろわないし、周辺技術も当然追いつかな



いわけですから、実験室レベルでうまくいっても、それができるのは先の先です。高木先生と同じだと思いますが、そういう意味では、そんなに焦るということはないと思っております。そういう観点で評価するつもりはなくて、とにかくチャンピオンデータを狙ってどこまでいけるかということがわかれば私はいいのではないかと思っております。基本的には、それができれば、周辺技術や過去のデータを使える、一歩か二歩下がったところの技術、つまり、現在よりは進んでいるけれども、チャンピオンまではいかない日本の技術がどんどん実用化するのだろうと期待しております。あとはまとめるだけです。そのときは質問が評価委員の方から行くかもしれませんが、特にリーダーの方、よろしく願いいたしたいと思っております。どうもありがとうございました。

#### 議題 10. 今後の予定、その他

事務局より資料 8 に基づき説明があった。

引き続き、NEDO 研究評価広報部統括主幹より本分科会に対し、お礼の言葉ともにご挨拶があった。

#### 議題 11. 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 N E D O 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 技術評価における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 評価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 N E D O 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）
- 資料 7-1-1-1 プロジェクトの詳細説明（公開）【溶接技術 S G ・委託】  
研究開発項目①- 1)、 2)、 3)
- 資料 7-1-1-2 プロジェクトの詳細説明（公開）【溶接技術 S G ・委託】  
研究開発項目①- 5)
- 資料 7-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）【高温クリープ S G ・委託】  
研究開発項目①- 4)
- 資料 7-2-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）【制御鍛造 S G ・委託】  
研究開発項目②- 1)、 2)
- 資料 7-2-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）【内部起点疲労破壊 S G ・委託】  
研究開発項目②- 3)
- 資料 7-3-1-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【溶接技術 S G ・助成】  
研究開発項目③- 1)
- 資料 7-3-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【溶接技術 S G ・助成】  
研究開発項目③- 2)
- 資料 7-3-1-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【溶接技術 S G ・助成】  
研究開発項目③- 3)
- 資料 7-3-1-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【溶接技術 S G ・助成】  
研究開発項目③- 4)
- 資料 7-3-1-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【溶接技術 S G ・助成】  
研究開発項目③- 6)
- 資料 7-3-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【高温クリープ S G ・助成】  
研究開発項目③- 5)
- 資料 7-4-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【制御鍛造 S G ・助成】  
研究開発項目④- 1)、 2)
- 資料 7-4-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）【内部起点疲労破壊 S G ・助成】  
研究開発項目④- 3)
- 資料 7-5-1 実用化の見通し（非公開）（i. 川重）
- 資料 7-5-2 実用化の見通し（非公開）（ii. I H I）
- 資料 7-5-3 実用化の見通し（非公開）（iii. J F E）

資料 7-5-4 実用化の見通し（非公開）（iv. 新日鐵）  
資料 7-5-5 実用化の見通し（非公開）（v. 住金）  
資料 7-5-6 実用化の見通し（非公開）（vi. 神鋼）  
資料 7-5-7 実用化の見通し（非公開）（vii. 大同特殊鋼）  
資料 7-5-8 実用化の見通し（非公開）（viii. 住金小倉）  
資料 7-5-9 実用化の見通し（非公開）（ix. 愛知製鋼）  
資料 7-5-10 実用化の見通し（非公開）（x. 山陽特殊製鋼）  
資料 8 今後の予定

以上