

研究評価委員会
「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」(事後評価) 分科会
議事録

日 時：平成23年11月18日(水) 10:30~18:10

場 所：大手町サンスカイルーム24階E会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	松岡 信一	最高裁判所 知的財産高等裁判所 専門委員/明治大学 理工学部 兼任講師
分科会長代理	河村 能人	熊本大学 大学院 自然科学研究科 複合新領域科学専攻 教授
委員	武林 慶樹	株式会社 神戸製鋼所 アルミ銅事業部門 技術部 製品企画室 主任部員
委員	森 久史	公益財団法人 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 主任研究員
委員	三浦 博己	電気通信大学 大学院 情報理工学研究科 准教授
委員	虫明 守行	森村商事株式会社 金属事業部 テクニカルマネージャ
委員	柳本 潤	東京大学 生産技術研究所 高次機能加工工学研究室 教授

<オブザーバー>

大胡田 稔 経済産業省 製造産業局 素形材産業室 室長補佐

<推進者>

中山 亨	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
古館 清吾	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
前川 一洋	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括主幹
吉木 政行	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
加藤 知彦	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任
一色 俊之	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 職員

<実施者側>

東 健司 (PL)	大阪府立大学 大学院 工学研究科 物質・化学系専攻 マテリアル工学分野 教授
坂本 満 (SPL)	(独) 産業技術総合研究所 九州センター 研究センター長
斎藤 尚文	(独) 産業技術総合研究所 中部センター 研究グループ長
松崎 邦男	(独) 産業技術総合研究所 つくばセンター 研究グループ長
古屋仲茂樹	(独) 産業技術総合研究所 つくばセンター 主任研究員
小山 和也	(独) 産業技術総合研究所 つくばセンター 主任研究員
荷福 正治	(独) 産業技術総合研究所 つくばセンター 契約職員
荻布真十郎	(財) 素形材センター 次世代材料技術室長
笹谷 純子	(財) 素形材センター 次世代材料技術室 金属材料技術部 部長
田邊 秀一	(財) 素形材センター 次世代材料技術室 金属材料技術部 主幹研究員
鎌土 重晴	長岡技術科学大学 機械系 教授

本間 智之	長岡技術科学大学 機械系 助教
滝川 順庸	大阪府立大学 大学院 工学研究科 物質・化学系専攻 マテリアル工学分野 准教授
馬淵 守	京都大学 大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻 教授
山下 友一	三協マテリアル株式会社 執行役員 生産統括室 統括室長
清水 和紀	三協マテリアル株式会社 マグネシウム統括部 用途開発課 課長
花木 悟	三菱マテリアル株式会社 マグネシウム統括部 部長
武田 龍輔	三菱マテリアル株式会社 商品設計部 商品設計課 主任
福井 毅	協業組合 菊水フォージング 理事・技監
伊藤 晴夫	協業組合 菊水フォージング 総務課長
宮本 尚明	宮本工業株式会社 代表取締役社長
関口 常久	宮本工業株式会社 技監
二宮 隆二	三井金属鉱業株式会社 ダイカスト事業部 工場長
近久 武史	株式会社カサタニ 技術部 部長
桂 重弘	株式会社カサタニ 技術部 製品技術課 研究員
田辺 郁雄	株式会社タナベ 常務取締役
桑原 亨	株式会社タナベ 研究員

<NEDO 企画担当>

立石 正明	NEDO 総務企画部 主任
-------	---------------

<事務局>

三上 強	NEDO 評価部 主幹
柳川 裕彦	NEDO 評価部 主査
室井 和幸	NEDO 評価部 主査
松下 智子	NEDO 評価部 職員

一般傍聴者	3 名
-------	-----

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、自己紹介
2. 資料の確認、分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明および質疑
 - 4.1 「事業の位置付け・必要性」および「研究開発マネジメント」について
 - 4.2 「研究開発成果」および「実用化の見通し」について
 - 4.3 質疑応答
5. プロジェクトの詳細説明および質疑

[共通基盤技術、委託研究]

- 5.1 マグネシウム試作鍛造部品の評価、解析、データ集積
- 5.2 マグネシウム合金鍛造加工における微細組織と変形機構との関連性の解明
- 5.3 マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出

(非公開セッション)

[実用化技術、助成研究]

- 5.4 マグネシウム合金の鍛造用ビレット調整技術開発
 - 5.5 マグネシウム合金の鍛造部材開発 (輸送用機器、ロボット)
 - 5.6 マグネシウム合金の鍛造部材開発 (情報家電用機器)
 - 5.7 マグネシウム合金のリサイクルに係る技術開発
 6. 全体を通しての質疑
- (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

議事内容

(公開セッション)

1. 開会 (分科会成立の確認、挨拶)
 - ・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。
 - ・松岡分科会長挨拶
 - ・出席者 (委員、推進者、実施者、事務局) の紹介 (事務局、推進者)
2. 資料の確認、分科会の公開について
 - ・資料の確認
 - ・事務局より資料2-1及び2-2に基づき説明し、「議題5.プロジェクトの詳細説明」の内、[実用化技術、助成研究] (5.4～5.7) および「議題6. 全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法について及び評価報告書の構成

- ・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。
- ・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。

4. プロジェクトの概要説明および質疑

4.1 「事業の位置付け・必要性」および「研究開発マネジメント」について

推進者より資料6に基づき説明が行われた。

4.2 「研究開発成果」および「実用化の見通し」について

実施者より資料6に基づき説明が行われた。

4.3 質疑応答

【松岡分科会長】

ただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問等ございましたら、忌憚のないご意見をお伺いしたいと思っております。なお、技術の詳細につきましては、後ほど議題5で議論いたしますので、ここでは主に、事業の位置づけ、必要性、それからマネジメントについてのご意見をお伺いしたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。委員の方々、よろしく申し上げます。

【柳本委員】 詳しく説明いただきましたし、大変いい成果が上がっているということで、私も大変うれしく思います。ただ、1つお伺いしたいことがございます。特許を出願特許の件数で整理されておられましたけれども、これを実際に、審査請求して公開に至っているものという形で、細かく見た場合、どのような状況になっているかを教えていただきたい。

【古館主査】 出願して、それほど年数がたっておりませんので、公開に至ったものはまだ数件でございます。後ほど助成事業を中心に説明があるかと思っております。

【柳本委員】 公開は1.5年以内ですが、私が気にしているのは、権利化するところまで是非これを持っていてもらいたいと思っておりますものですから、その状況についてちょっとお伺いしたかったということです。

【古館主査】 ありがとうございます。助成事業の方から、主に製品につながる部分での特許を出願しておりますので、特許までつながるようということ、強い部分を出願いたしております。特許にしている方針でございます。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。よろしいですか。その他どうぞ。

【河村分科会長代理】 アメリカとドイツでマグネシウム鍛造プロジェクトが既に実施されていますが、それに対して、今回のプロジェクトの成果との違いを少し説明いただきたい。

【東教授 (PL)】 マグネシウムの鍛造素材の原料を含めた加工の仕方は、かなり政治的な部分での政策の違いに起因すると思っております。そこが日本と欧米、ヨーロッパと基本的に違います。そのため、このプロジェクトでの扱い方、例えば合金成分、あるいは技術、ターゲット、それはすべて、そういった意味で違いが出ていますと理解しています。例えば、アメリカでは、現在、大型の押出用ビレットを製造する方向、即ち自動車の色々なところに使っていくという方向です。ところが、日本の場合には、マグネシウムに対する自動車産業の中での要請が、まだそこまで大きくないので、足回り等を含めた部品に小型の連続鍛造材を適用していくことを考えています。

それ故、当初のプロジェクトでは、1つの考え方として、まずはマグネシウムを使って頂いて、マグネシウムの良さをいろいろなところで理解して頂いて、それで市場性が増えるにしたがって、大型の素形材の方へ展開していくという戦略を考えており、そこが1つ違う点です。もう一つは、先ほどからもお話していますように、原料の安定供給ということに対して、相当シビアな意識を我々は持っていないといけません。マグネシウムは、良い特性で使われたとしても、安定供給という面で、実際、事業化へ

進むときに、かなり制限を受けてしまうことなど、色々考えなければいけないということです。

そういった意味で、今回のプロジェクトに関しては、無難にマグネシウムを使える状況を想定した中で、最もいい工程の鍛造部材開発という観点で位置づけ等をしている訳です。その辺が欧米とかヨーロッパとの違いと考えております。

当然、さらに日本が宇宙航空や色々な新しい産業への方針が決まれば、当然それに対して、先生が実際に進めておられるようなことも含めて、マグネシウムの高度展開ということが、次の世代には必要だろうという風には考えておりますけれども、5年前の状況等を判断した場合には、このプロジェクトのあり方が、日本の特徴、日本の将来のものづくり産業を高度化していく一番無難な、無難というのは失礼な言い方かもしれませんが、最適な方法であったという風に理解をしております。

【河村分科会長代理】 わかりました。もう一つ、これもプロジェクトリーダーの東先生にお聞きしたいのですが、マネジメントしていて、すべてうまくいったとは思えないのですけれども、うまくいったことと苦労したことと、あとは今後のほかのプロジェクトに対して参考となるような反省すべき点があれば、少し説明いただきたい。

【東教授 (PL)】 私は今、非常にうれしく思っております。といいますのは、今のような質問がありましたので、この場をお借りして、私のこの5年間の反省も含めた、そういうことを発言させていただく場を頂いたということで、非常にありがたく思っております。まず1つは、今回のNEDOのプロジェクトで、プロジェクトリーダーを、実施者の集団から外して頂いている。これは非常に重要なことだと思います。

従来ですと、プロジェクトリーダーは実施者の中の一員として行ってきたのですが、今回、私は直接そういう実施者から外して頂いて、NEDOの中に入れて頂き、NEDOに雇われたという形でさせて頂いた。これが非常に大きなポイントです。どういうことかといいますと、当初の実施計画と比べて、世の中の趨勢の変わり方等も含めて、かなりドラスチックに変えることができた等、本当に自分自身のそういう判断のもとで、NEDOとよく相談しながらかなりきついこともやってきました。その辺が非常にフレキシブルにやることができたということは、私がプロジェクトリーダーとして、そういう位置づけであったということが、非常に大きなことだったと1つは思っております。ですからこのパターン、今回のこういう体制というのが非常に有効であったと考えております。

もう一つは、先ほどNEDOの方からご説明がありましたけれども、実施者間の信頼関係です。これが一番重要だったと思っております。こういう信頼関係を構築するために、相当そういうコミュニケーションの場を多く持つことで知識の共有化を図り、その結果、私が想定していた以上の成果がたくさん得られたということです。辛かったことが一杯あったので、5年間で私は十分これで満足しています。ほんとうに怒鳴り合いもあった委員会もしょっちゅうでございました。そういった意味で、その時私はこういう信念を持ってお話しをさせていただいたことでも実施者の方々にはかなり心を苦しめたような発言もあったかと思っておりますので、この場をお借りしてお詫び申し上げます。と同時に、河村先生にこのような発言の機会を頂き、非常に有難く思っております。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。

その他にありますか。何かありましたら。どうぞ。

【三浦委員】 非常にすばらしい成果が出ておまして、実際に強度も特性も上がっており、それが実用化できる見通しがついたということは、非常に意義があることだと思います。ただ、少し感じたのがこの程度のレベルアップで、果たして実際にアルミニウムと比べて4倍から5倍の値段をするものが比強度が高いということで、置き換わって産業化20年後に1,000億強という見積もりを立てておられましたけれども果たして大丈夫なのかという点です。また、比較対象が比強度の弱いアルミニウムを想定されていますが、実質的には多分、ジュラルミンや超々ジュラルミン等に対して優位性を持たなければなら

らないと思いますが、今回の研究を通してそれが実質的にできていくのかどうか、見通しも含めてご意見をいただければと思います。

【東教授(PL)】 またこれも私としては、三浦先生、本当にいい質問をして頂き非常にうれしく思います。先ほどからご説明させていただいているように、まず今回のこのプロジェクトの位置づけです。5年間で、どういうフレーム枠をつくり、マグネシウム鍛造におけるどのような技術基盤を、あるいはマグネシウムの塑性加工という領域の中で、何をすることが重要であるか、ということです。今、おっしゃっていただいたように、非常にいい成果が得られました。それがアルミニウムに対して、どういう位置づけになるのかということになるのですが、それに関しては、アルミニウムも1000系から7000、さらには8000というような新しい合金開発で、強度にとっても非常にバリエーションを持っているということです。ですから、そういった意味でマグネシウムも、そういうバリエーションを当然持つべきだと思います。

ただし、ご存じのように、基本的にマグネシウムというのは結晶粒径をドラスチックに変化させることによって、アルミニウムとは違う、アルミニウムは幾つかの強化機構をうまく組み合わせないとそういう高強度は出ませんが、結晶粒の微細化ということの基本にすればマグネシウムはかなり有効な合金です。それは先生もよくご存じだと思います。そういう中で、結晶粒を如何に微細化するということの学術的な元素のキャラクタリスティック(個性)の同定、あるいはやり方、基本的な概念というようなものを、今回のプロジェクトの中の基礎の部分で得ることができたということは、先生が今おっしゃったようなことをやっていく上で非常に重要なベースを与えたと言えます。ですから先生がおっしゃるように、例えば2000系とか7000系に相当するような材料に関しては、これから、先生を含めた若い世代の方々が、マグネシウムでやっていって頂く、そのベースができたという風に考えています。

【三浦委員】 自分も積層欠陥エネルギーのデータは非常に重要だなという風に感動した次第です。

【東教授(PL)】 ありがとうございます。今後更に高強度化を目指したマグネシウムに関するアプローチ、あるいは新しい発見等が出てくる素地はできたという風に考えております。

【三浦委員】 どうもありがとうございました。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【中山部長】 実施者から、今の質問でコストに関して一言説明します。

【清水課長】 三協マテリアルの清水と申します。後ほど詳細はまたお話しさせていただきますけれども、私ども、マグネシウムを取り扱っている中で、アルミニウムと比べて4~5倍というお話があったのですけれども、我々はそのまでの金額は想定しておりません。この鍛造部材に至ってもそうです。開発いたしました素材自身は、やはり鍛造に供する値段として、目標値を掲げられている、やはり、1,000円/kgというところを目標に素材の開発を進めておりましたので、確かに特性を上げるためには値段が高くなるということも、もちろん必要だとは思うのですけれども、今はやはり、アルミニウムと、少々高いぐらいのもので、より汎用的に広めていけるような価格設定というものの中で、開発を進めさせていただくということになります。

【三浦委員】 どうもありがとうございました。

【松岡分科会長】 よろしいですか。

時間も大分迫ってきましたけれども、最後に私から1つ、午後のことにもかかわることでお聞きしたいと思います。このプロジェクトのテーマは、マグネシウム合金の鍛造部材の開発ということで、先ほど位置づけや必要性についてお聞かせいただきましたけれども、なぜ鍛造に特化したのか?例えばニーズからか、シーズからか、あるいは金属学のおもしろいのか、あるいは世界でやっていなかったからか。そういうところをざっくばらんにお話しいたいて、これからの討論に持っていきたいと思っています。

なぜかという、鍛造だけではなくて、市場では板も要求されています。鍛造というのは軸対称で丸

いものはバンバンやりますけれども、これでは板はできそうにない状況ですね。なぜ鍛造に特化されたのか、端的にお願いします。

【東教授 (PL)】 プロジェクトリーダーとしての個人的な意見になるかもしれませんが、鍛造に特化したのは、日本のものづくりの基盤を支えている中堅中小企業に対して、与えることのできる技術だという信念を私は持っていたからです。先生がおっしゃったような押出型材、圧延板というのは、日本の中堅中小企業のレベルでは、恐らく達成できないものです。そういった汎用的な板とか、押出材はできるかもしれませんが、平成12年に「高速超塑性」で2年間先導研究をさせていただいた経験があるのですが、その時に大手の鉄鋼会社とか色々な企業の人たちと相談した結果、マグネシウムの素形材の押出や板づくりを取り扱うには時期尚早だという結論でした。しかし、放っておいたらマグネシウムは日本の国内の中でだめになる。そこで、少しでもマグネシウムを残すために何をしたら一番いいかと私なりに考えた結果、ものづくりで挑戦して頂ける中小中堅企業の人たちが実際に使えるものをつくって与えるべきであるという結論になり、それが今回、NEDOの方で採択をして頂けたということでございます。

【松岡分科会長】 わかりました。ありがとうございます。

それでは、まだいろいろご意見あると思いますけれども、プログラムの時間が来ましたので、これで終了させていただきます。どうもありがとうございました。ほかにもいろいろありますけれども、後ほどまた、午後の説明のときにご意見いただければ、ありがたいと思います。

5. プロジェクトの詳細説明および質疑

5.1 マグネシウム試作鍛造部品の評価、解析、データ集積

実施者より資料7-1に基づき説明があり、質疑応答が行われた。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございます。

それではただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問等ございましたらお願いいたします。委員の先生方はどうぞ。

【三浦委員】 どうもありがとうございます。率直に申しまして、これだけの先生方が集まっていられるのに最初の目標設定が低いのではないかと。その辺についてちょっとお伺いしたい。

【坂本研究センター長 (SPL)】 目標設定といいますと、特にどのあたりの目標設定でしょうか？

【三浦委員】 例えば、「降伏応力200で伸び15%」これは多分、産総研の方々が設定されたのではないかと判断していたのですけれども。

【坂本研究センター長 (SPL)】 これは課題2の方でも出てくるのですが、実際、あの値といいますのは、「降伏力が200MPa」は破断応力で言うと、340MPaとか350MPaに相当します。それから「伸び15%」というところは、実際に現状のマグネシウムがアルミニウムを代替していくことがいまいかどうかは別問題にして、アルミニウムが一番今使われている例えば6000系の材料というもの、いわゆる一番ボリュームの多いところを見ると、丁度そのくらいの強度になっている。ですからマグネシウムを安い素材でつくるとすると、いわゆる特殊鋼ではなく、一般鋼のようなことを考えると、そのボリュームゾーンと同じぐらいの機械的特性を、ほぼ同じぐらいのコストで達成することができれば、まずマグネシウムというものの可能性が広がるだろうと考えています。ですから、それはチャンピオンデータというわけではなくて・・・。

【三浦委員】 チャンピオンデータというよりも、私の考えではAZ91の押出で均一素材であれば、その後、時効すれば、似たような特性が既に出るのではないかという前提で、少し低過ぎるのではないかという観点で質問させていただきました。

【坂本研究センター長 (SPL)】 それは先ほどのデータベースの中で、素材のデータベースとありまし

たが、素材のデータベースはいろいろ今、現状で加工されているものを見ると、確かにおっしゃるとおり、飛び抜けて高いわけじゃないのですが、それほどあれば、普通に得られる特性ではありません。それが低いか高いかというのは、例えば1桁上がりますというような話からすればとても低いのですが、普通にやって、常に最低レベルであれがクリアできますというレベルからすると、それほど低い値とは、私は思っていない。

【三浦委員】 もう一点よろしいでしょうか。動的再結晶が結晶粒微細化とその後の塑性加工性に非常に貢献するというようなお話だったのですけれども、中で幾つかZパラメーターを用いたご説明がございましたが、Z値が高い部分では変形双晶等の変形誘起の組織による微細化が非常に多いわけですが。一般の方々やこのプロジェクトに参加された方々が、高Z域において熱活性化過程で起こった結晶粒微細化であるという風に間違いが起こるといけなと思いますので、その部分は少し説明項目をつけ加えるとか、改められとかされた方がいいのではないかと思います。

【坂本研究センター長 (SPL)】 非常に有用なご指摘、ありがとうございます。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。そのほかの意見ございますか。どうぞ。

【河村分科会長代理】 大きく分けて2つありまして、大きいことと小さいことがあります、まず細かいことから質問させていただきます。

伸びは微細化すれば出るということですが、最近、ランダム化というのが非常に重要だということが言われていますがここではそのことは全く触れていません。その辺に関してどうお考えかということ。もう一つ、鍛造のテストをした後に、引張試験とか出していますけれども、流動する方向に対して直角方向のデータは取られていませんか？

【坂本研究センター長 (SPL)】 そうですね。

【河村分科会長代理】 その辺のデータも非常に重要だと思いますが、それがなくても大丈夫なのかという心配です。

それと特許のところ、35/37ページのところですけれども、特許(知財)登録で、平成21年だけ5件ありますが、下に、ただし書きで「鍛造データベースを産総研知財部に登録」ということで、この辺特許の登録というのは要するに成立した特許のことなのか、何なのか、よくわからない状態なので、そこを説明していただきたい。

【坂本研究センター長 (SPL)】 こちらは産総研のノウハウとして登録したもので知財という言い方はよしくなかったかと思うのですが、特許ではなくて、知財としてのノウハウの登録でございます。特許ではございません。

【河村分科会長代理】 わかりました。あと細かいこと、もう一つですが、データベースのところで、レコード数が1/1ということは1件しか登録されていないところと、1/42ということは42件登録ということなんですけれども、実際どれぐらいの登録数があるのかを教えてください。

【坂本研究センター長 (SPL)】 これの話ですか。

【河村分科会長代理】 レコード数というのが頭の方にありますが、1/1ということは、まだ1件しか入力されていない1件分を表示しているということですか？

【坂本研究センター長 (SPL)】 これは斎藤の方から答えます。

【斎藤研究グループ長】 今回のスライドでは図面を省略しておりますけれども、事業原簿のIII-2.1-30のところ、図2.1.5というのがあります。そこに各データベースに入っていますサンプル数が、数として出ております。例えば試作鍛造データベースの場合ですと、AZ91に関するデータが……。

【松岡分科会長】 ちょっと待ってください。どこですか。

【斎藤研究グループ長】 事業原簿のIII-2.1-30というページです。そこに各データベースのデー

タ数というのが図面として載っております。例えば試作鍛造データベースですと、AZ91に関するものが195、AZX911に関するものが109、そういう風に数が出ております。そこを見ていただきますとわかると思います。

【河村分科会長代理】 わかりました。

【坂本研究センター長 (SPL)】 登録データ数はそれなりにありますのでよろしくをお願いします。

【河村分科会長代理】 先ほどのランダム化の点と横方向は、どうして必要ではないのかという点は？

【斎藤研究グループ長】 これは非常に現実的な制約があります。今回出しました引張試験というのは、いわゆるスプールの形状のものから引張試験を作製したのですけれども、そうしますと、なかなか、例えば後方押出部ですと、押出方向に対して垂直方向は円弧を描いていますので、そこから引張試験を作るのが難しかったということがありまして取っていません。

【河村分科会長代理】 試験の仕方があまりよくなかったということですか？

【斎藤研究グループ長】 試験片の採取に制約があったということだと思います。試作鍛造品の形状の都合がありまして、例えばもうちょっと単純な据込圧縮をやったものについては圧縮方向に垂直のもの、あとは圧縮方向に対して平行なものと、2種類とって比較はしております。

【坂本研究センター長 (SPL)】 ただいまお話ししましたとおり、形状の制約があったということ、それから単純な据込圧縮試験では、そういう両方、圧縮方向に垂直と平行を取りまして、ある閾値を超えれば差はないということは確認しております。ですけど、場合によっては差が出てくるというのがあります。

もう一つ、結晶粒微細化だけではなくて、ランダムな組織の結晶粒にすると伸びに影響があるのではないかというお話がありました。これは鍛造プロセスとはちょっと違うのですが、板材の方では確かにそういうことは確認されていて、非常に効果があります。薄板の場合はランダム方位にすると延性が出てくるというのはよくわかっていますが、鍛造の場合はそれに関してのそういうことがあるということで、評価方法の中で多分そういうことの形状によってはそういうことが出てくるかもしれないということで、評価は一応、結晶粒の評価もしているのですが、それは鍛造した部材に応じて、何が重要かということがあって、その都度するべきだろうと考えました。

それから結晶粒の方位をランダムにするという観点から、加工性を高くしていくというようなことは、このプロジェクトの中では取り組んでいませんでした。確かに知見としてはわかっていますが、テーマとしては、この中には入っていないということを申し上げたいと思います。

【鎌土教授】 長岡科学技術大学の鎌土です。河村先生のご質問の件ですが、1つはAZ91で、我々の方でも押出や何かでも評価したことはあるのですが、低温側で加工した場合には、動的析出が起こって、かなり析出物の強化というのがなされます。同時に、通常AZ31だと押出材で、例えば引張方向と圧縮、引張と圧縮では全然異なった耐力が出るのですが、実際には、AZ91の場合には、その析出物の強化によって、圧縮耐力もほぼ引張耐力と同じぐらいまで上がるということは、すでに報告しています。そういった関連からいくと、今回の分ですと、最終的には250℃ぐらいのかなり低い温度で加工して、耐力が250MPaぐらいまでいっているということは、析出強化も十分になされていると。ですから、そういった観点からいけば、圧縮強度、圧縮耐力も、ほぼ同等ぐらいまで上がっているだろうということは簡単に予測できます。

もう一つ、ランダム配向化ということもそうですが、低温で加工すると動的析出が起こることによって、結晶化移転が簡単に起こらなくなります。そうすると、強い底面集合組織というのは形成しにくくなるのです。実際に、例えば400℃と300℃で押出した場合ですと、300℃の方が当然、結晶化移転が不十分になって、ランダムまではいかないですが、配向が弱まる。それによる伸びが出てくるという、そういう結果もありますので、ほぼ同じような結果が、この鍛造の場合にも、組織と

しては形成されているだろうということは言えます。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。そのほかございますか。どうぞ。

【森委員】 2点ほど、できればお願いしたいのですが、1点は、我々は車両メーカーとか、そういうところで指標にするのですけれども、降伏応力と引張強さの比というのをよく使います。それがやはり結晶粒の微細化と、どういう風な傾向にあるのかということを知りたいと思いました。

2点目ですけれども、やはり我々のところで引張試験というのはなかなかできないので、硬さで置きかえるのですけれども、このような、非常に微細な組織を持つ材料について、マイクロビッカースで打つ場合と、普通のビッカースで打つ場合と、若干硬さが異なってきたりするので、どちらが硬さ評価にいいのかという評価の例、そして降伏強さと硬さには、一般的に3倍の比例の関係がありますけれども、こういう微細な材料については、やはり比例関係があるのでしょうか。そういうところをお聞かせいただければと思います。

【坂本研究センター長 (SPL)】 硬さに関しては、確かにマイクロビッカースのようなものと、普通のビッカースでは違うというのはわかります。それから今回取り上げたAZ91というのは2層を析出している2層組織になっていますので、まさに硬さ試験のサイズによって違います。ですから、そういう意味では、私たちはあまりマイクロビッカースというもので評価するというのは勧めていないところですよ。

それから、3倍になるかどうかというのは、3倍という数値がはっきりしないのですけれども、他の金属と同じように評価できるということはわかっております。

それから降伏応力と引張強さとの比が結晶粒との関係でどうなっているか、これは、PLから。

【東教授 (PL)】 当然、結晶粒径が大きいと、加工硬化が大きいですので、その比は大きくなります。結晶粒径が細かくなっていくと、その比は小さくなります。ただし、その下がり方も現状でいいですよと、大体30 μm 前後ぐらいで少し変わります。変わるというのは、そこから先はあまり変わらないという意味です。ただし、実験室レベルで2~3 μm 以下のものだと、耐力と引張強さの差は非常に小さくなって、ほとんど平らになり、粒界の緩和機構が結構働いてきます。ですから、大体一般論的に言えば、20 μm 、10 μm のところぐらいまではその比はかなり下がってきて、そこからは緩やかになって、1 μm 以下になると、ほとんど変わらないような傾向になっていたと思います。ただし、マグネシウムの場合には、結晶粒径が細かくなりますと、あまり伸びが出ないので、今のような傾向は非常にわかりにくくなるという結果ではなかったかと思えます。

【森委員】 わかりました。

【東教授 (PL)】 それは逆に、車両関係で疲労の特性に関して必要な話でしょうか？

【森委員】 まず安全性の設計で、降伏するとだめだということと、破断する場合がだめだということがありまして、その比、塑性比ですね。大体どのくらいあるのかなというのを二次的によく使いますので、それだけちょっと知っておきたいと。

【東教授 (PL)】 一般的にはどれくらいの比だと使えるのでしょうか。

【森委員】 それは構造の部材の箇所によって違うのですけれども、型でしたら曲げモーメントがきついで、そのあたりはしっかりとっておく。あとは側溝体では、剛性がきくので、そこでは少し緩やかにできる。そういうふうにならばちょっと使い分けして設計したいと思いましたので、聞かせていただきました。

【坂本研究センター長 (SPL)】 ありがとうございます。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【柳本委員】 まず素形材の製造について、基礎的なデータベースにおとりになっているところですが、これについてコメントしたいと思います。こういうデータは結構あちこちでとられているので

すけれども、まとまって存在していないというのが非常に問題で、鉄鋼材料もアルミニウムもマグネシウムも全部同じだと思います。特に鍛造のような業界だと、ものができればいいじゃないかみたいなところが、周りから見ているとあるように思います。ですから、データを結構なおざりにしているところがありますが、今回はそれをまとまった形でおとりになったというのは大変結構なことで、これはNEDOとしては、是非ほかの材料に拡充してでもやってもらいたいと思っております。そういう意味での非常にいい事例を積んでいただいたということで、大変私はよいと思っております。それがまず1つ目です。

2つ目は質問ですが、細かい話になりますが、造形工程から成形工程を2段階で、要は低速から高速という形でやっておられますけれども、見方を変えれば、据込鍛造は、要は押出と同じような意味を持っているわけですね。

【坂本研究センター長 (SPL)】 そうです。

【柳本委員】 そうしますと、ちょっと私が気になるのは、据込のところ、温度低下がかなり問題になってくるのではないのか。実際の鍛造の実務に持っていったときです。そのあたりはどういうふうにお考えかというのがまず1つ。

もう一つは、サーボプレスをお使いになった、これも非常に事業の上で、私は大変結構だと思いますが、最後にこの結果をもとにリンクプレスに置きかえればいいじゃないかというようなことをちょっと坂本さんがおっしゃっていたと思いますが私はむしろ逆だと思っていて、こういうデータが出たのだから、サーボプレスを使ってやりなさいぐらいのことを言ってもいいのではないかと思います。それについてご見解をお聞かせいただけないでしょうか。以上、2点の質問です。

【坂本研究センター長 (SPL)】 データベースに関しては、本当にお褒めいただいたと思って、ありがたく感じております。ただ、これから先の課題としましては、これは今、プロジェクトをやっているときには一生懸命取って、全部整備したいということですが、やはりデータベースは維持管理して、拡張していかないとあまり意味がない。死んでしまったら意味がないと思っていて、そういうところはなかなか費用もかかるということで、頭を痛めていて、ただし、他のいろいろなデータベースとリンクしたり、うまく協力しながら、何とか拡張していきたいとは考えています。

それから温度低下の話ですが、それは確かに大きなものとか、ある程度サイズがあるものだと、それは確かにあるというのは、私たち現場で経験しておりますが、今は金型の温度とブランクの温度をきちんとコントロールしてやると、そこを測定して、評価して大丈夫というところでやっています。ですから、そこは確かにできるだけ注意しなきゃならないところだと思って、そのとおりで思っております。

サーボプレスに関しては、確かにこのプロジェクトでは、最初、現実にサーボプレスを使って、皆さんが持っていたわけではないので、ちょっと半信半疑な部分もあったわけですがけれども、だんだんやっていくと、やはりサーボプレスの威力というのは非常にありまして、それは先生おっしゃるとおり、確かにサーボプレスを使ってやっていかなきゃならない。世界に冠たる日本のサーボプレスの技術なので、それを積極的に使って、良いものを造っていくというのは、そのとおりで思っています。

ただし、実際に企業の現場で、それでなきゃだめだと言ってしまうと、それは余りにも金ピカの技術過ぎるのではないかという声やはりあって、特に中小の製造現場というのはそういうことがありますので、そこに工夫して使えないようだと技術として非常に弱いんじゃないのかなということで、そういう組み合わせで使う、鍛造の現場で押出材のような組織をつくり込んでいくというようなことをやればできますよということを言っているのです。ですから押出材を使うのと同じことじゃないかということ、ちゃんとわかっていたら、そのとおりで思っています。ですからそこは、何でもかんでもできるんだとか、サーボプレスを使えば何でもできるんだということではないということで、

こういうことをおっしゃっていることを理解いただければありがたいと思います。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。大分時間も来たのですが、最後に私から1つ、要望というか、今後そうしてほしいということも含めて伝達いたします。いろいろ大変な成果を挙げられているということで、非常にこのプロジェクトはよかったなということなのですからけれども、実際に、一般的に見たときには、技術水準が全くわからない。どこにも何も無い。精度もない。それじゃあどこが、どの点がすぐれているのか、悪いのかということが全くわからない。これは示すべきですね。せつかくやったのなら示すべきです。これからずっと各部門で発表されると思いますけれども、もしなければ、次の大まとめをされるときには、こういう技術水準がないとやはり世界に打って出ようということは難しいと思いますので、それはやってください。

【坂本研究センター長 (SPL)】 わかりました。

【松岡分科会長】 それでは時間が来ましたので、どうもありがとうございました。

次に議題「5.2 マグネシウム合金鍛造加工における微細組織と変形機構との関連性の解明」についての説明をお願いいたします。

5.2 マグネシウム合金鍛造加工における微細構造と変形機構との関連性の解明

実施者より資料7-2に基づき説明があり、質疑応答が行われた。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございました。

それではただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問等ございましたら、お願いいたします。委員の皆さんが今考えていますので、私がいじわるな質問を1つします。今ご説明になったところで、世界初の知見、世界初の成果、「世界初」というのがいっぱい出てくるのですけれども、この成果が受賞業績になっているのですか。この成果のどの部分ですか。

【斎藤研究グループ長】 受賞ですか？

【松岡分科会長】 これはすばらしい技術だから何とか賞をあげますよというところのものがありませんかということです。

【斎藤研究グループ長】 国内では、この研究成果の幾つかが受賞の対象にはなっております。

【松岡分科会長】 受賞はされていないということですか？

【斎藤研究グループ長】 受賞しています。

【松岡分科会長】 要するに何が言いたいかということ、世界初だったならば、そんな世界初の知見ならば、どこの学会も、じゃああげましょうということになるとは思いますけど・・・。

【斎藤研究グループ長】 そこはPLにちょっと補足をしていただけたらと思います。

【東教授 (PL)】 まず研究の論文という分野での受賞と、もう一つは、それを研究した若手の方への賞も、大学関係では相当たくさん頂いております。私どもの研究室でも、大学院の学生さんが頂いております。

【松岡分科会長】 それは先生の名前でもらっているんじゃないですか。

【東教授 (PL)】 いや、そうじゃなくて、やはり学生さんが一生懸命やったからだと思います。また今後とも、そういう成果の点での評価はまた上がってくるものと期待いたしております。ありがとうございます。

【松岡分科会長】 そうですね、期待しています。

【柳本委員】 均質化熱処理をすると低温化できるという話ですけども、恐らくその場合、均質化熱処理をして効果ある、均質化処理前の組織は限定されてしまうのではないかと思います。このプロジェクト全体を通して見たときには、やはりCCビレットを利用して鍛造するというのは大きなコンセプトになっているので、お伺いしたいことの1点目は、均質化熱処理をするときに、例えばCCのビレットを均質化して同じ効果があったのかどうかということがまず1点です。

もう一つは、Z値とそれからSFE (Stacking Fault Energy : 積層欠陥エネルギー) です。積層欠陥エネルギーをパラメーターにして、d (動的再結晶粒径) を整理できましたということは、最初もお話が出てきましたけれども、これは非常に大きな成果だと思います。元来、鍛造は、例えば鍛造している素材の断面内の温度も歪み速度も不均一なので、Z値が一定の値ということはありません。ですからこの場合で言うZ値というのは、一体何を目標として、Z値でもって工程のデザインができるというようなことまで含めたようなニュアンスでお話しになるのかというのが、私はちょっとわからない。例えば鍛造のマップも、鍛造マップとおっしゃっているけれども、私が見たら、塑性加工の観点から、どっちかという圧縮変形のマップにしかなくなってないような気がします。せっかくいい成果が出ているので、不均質な温度なり変形を持ったような、そういう不均質性を持ったところまで展開しようということをは是非なさっていただきたいという気がします。別に今までやりなさいという意味じゃなくて、これから後の話ですけども、それについて何かご見解がありますでしょうか。これが2つ目の質問であります。

【斎藤研究グループ長】 1点目ですけども、今回対象にしていますのはDC鍛造材ですけども、これについては、今紹介しましたように、均質化処理というのは非常に有効である。それは特に、アルミニウムを多く含んだ合金について均質化処理をすることで、十分にアルミニウムを固溶させてそれによって動的再結晶が発現できるということがわかっています。CCについては、今回、対象としなかったもので、実験はやっていませんけれども、やはり同じような結果が出るのではないかと考えております。

2点目に関しては、確かにご指摘のとおり、鍛造加工マップといいながら圧縮試験のデータをもとにしていますので、圧縮試験のマップであるというのは、私どももそう思っていて、今後、果たして実際に例えば据込鍛造をやっているようなものと比較をして、同じような荷重と温度の経過が出るのかというのは検証しなくちゃいけないということで、今検討しているところです。

実は今回、データは出しませんが、集中研でやった試作鍛造と同時に、荷重ストロークと時間の関係というのが出ますので、そのときの鍛造の荷重というデータを求めて実際のこのマップから推定した変形抵抗と比較をしたのですけれども、オーダー的にほぼ合ってきていますので、このマップ、もうちょっといろいろ工夫は要りますけれども、実際の鍛造荷重を推定するのに使えそうであるというような感触は持っています。

【柳本委員】 ただ、オーダーが合っているというのは全くだめでありまして、オーダーが合うのは当たり前です。やはり2割ぐらいの精度でちゃんと合わない、鍛造の場合はまず、今使えないということになります。私の意見では、データとしては十分だと思います。それを、例えば今、委託先にいろいろな企業がおられるので、そこのCAEとドッキングしてどういう結果が出たかというようなところまでフォローアップしていただければいいのではないかと思います。それは是非お願いしたいなと思っております。

【斎藤研究グループ長】 企業さんとの共同研究は、実はプロジェクト終了後も続いておりまして、そこら辺の話はぜひとも産総研としても引き続きやりたいと考えております。ありがとうございました。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。どうぞ。

【鎌土教授】 今のお話で、素材そのものはすべて東リーダーシップのもとに、すべて同じ試料を用いています。我々の大学でも、CCビレットを用いた実験で、そのデータはそのまま企業でも使えるというデータになっています。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【瀧川准教授】 大阪府立大学の瀧川です。先ほどZパラメーターの話が少しありましたので、ご説明させていただきます。まず1つの意義としましては、どのような元素を添加したら微細化できるかというような、そういう合金元素選択の意味で1つ意味がある成果かなと思っています。

もう一つは、先ほどご指摘ありましたように、シミュレーションで鍛造シミュレーションした場合の歪み速度が部位によって違いますので、そういう場合の組織がどうなるかということ、ある程度あれで予測できると。実際、我々のグループでも、そういうシミュレーション結果と組織の変化をあらわした実験をしていますけれども、かなりよく合っているということで、そういう部分では使えるのではないかと考えております。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【武林委員】 大変すばらしい成果だと思うのですが、動的再結晶粒径に着目して、いろいろな合金元素を見て、アルミニウム、錫とか、非常によさそうだというのがわかったのですが、ここではアルミニウムしか出てこないんですけれども、錫とか、ほかの合金系ではやられなかったのですか？

【斎藤研究グループ長】 今回、プロジェクトの中では合金設計というか、そこまでは対象外ということだったものですから、既存のAZ91しか扱っていませんけれども、そこら辺は今後の課題になってくると思います。

【武林委員】 是非、せっかくだいい成果が出ているので、最後、AZ91だけではちょっとおもしろくないので、その辺是非やってほしいと思います。

もう一点、29ページ、引張強度が150°Cの鍛造で一番高い。確かにこれは世界初というか、非常に高い強度が出ているのですが、組織が非常に不均一ですね。

【斎藤研究グループ長】 そうです。

【武林委員】 アルファがまだかなり残っているのですが、なぜこんな組織で高い強度が出ているのか、ちょっとその辺に違和感があるのですが、その辺いかがでしょうか？

【斎藤研究グループ長】 そのこのところは私たちも、まだ完全には解明し切れていないのですけれども、1つは、これだけ低温ですから、かなり中に転位が一種の加工硬化状態になっているのではないかと考えています。それによって強度が上がったのではないかとこの風には考えております。そこら辺は今、検証中です。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【河村分科会長代理】 ここは非常にいい成果が出ていると思いますが、2点ほどあります。粒径がZパラメーターを、Stacking Fault Energyの3乗で割った値に比例するという、物理的根拠はわかっているのですか？

【瀧川准教授】 物理的根拠については、これという決め手になるものはわかっておりません。ただ、いろいろな解析をした結果……。

【河村分科会長代理】 実験データをまとめると、今はそういう風になると、きれいにまとまるということで、その辺の科学的な理解は今後ということですか？

【瀧川准教授】 そうです。色々こういうことではないかという考え方はありますが、まだ明らかにはなっていません。

【河村分科会長代理】 わかりました。あと1つ、今の話と、あと動的再結晶の話と、鍛造マップの話が、全然個別の話で統合されていません。その辺、難しいとは思いますが統合していくようなことはお考えでしょうか？

【斎藤研究グループ長】 全く統合していないかということ、そういうわけではなくて、やはり素材選択肢として、どういう合金元素が微細化に有効とか、そういう風な素材選択の部分というのを一番最初の大学への再委託の研究も含めたところできちんと確立をして、それを踏まえた上でその素材を使って鍛造マップをつくるという風に流れていますので、流れとしては、各々3つが全く違ったことをやっているという風には考えておりません。

【河村分科会長代理】 ただ、重要なことは粒径と配向性と、あと粒成長をいかにとめるかということなの

で、何かうまくやれば統合できそう。このAZ91だけではなくて、ほかの合金系にも転用できるように展開できるのかなと期待しています。

【斎藤研究グループ長】 多分、基本的な考え方は、AZ91に限らずこういう第二相が出てくるような合金に対しては展開ができるのではないかという風には考えております。

【松岡分科会長】 比較検討のために、91以外の、61とか31というのは全くされなかったんですか。91のみをとにかく突貫工事で、ぱーっとやられたのですか。

【斎藤研究グループ長】 今回は主に91、そして部分的には、それにカルシウムを添加して911と、2つ使っていますけれども、主に91にはぼ特化して実験をやっています。

【松岡分科会長】 何が言いたいかというと、本当に91の特性なのか、あるいは何か入れたときの特性なのか、わからないんですね。例えば31か61を同じようなことをやられると、ああこれは、例えば添加元素の影響なのか、あるいは歪み速度の影響なのかというのがわかりますけれども、1個だけやっていますと、やはり比較対象がないと、独断的な考えに落ちてしまうので、それは危ないのではないかと申し上げたい。いや、されていないならばしょうがないですけども、そういうところを気を遣っていただければありがたい。

【斎藤研究グループ長】 わかりました。

【東教授(PL)】 本当に先生におっしゃっていただいていることが、まさしく非常に重要なことだと、我々は、認識しております。残念ながら、このプロジェクトを立ち上げた時に、縦割と言ったら申しわけないのですが、合金成分等に関する部署というのと、加工技術をやる部署が違うということで、最初から合金設計はなしという基本計画で進めていかざるを得なかったというどうしようもない意向がありました。それでAZ31からAZ91に変えるときにも、今回のような、微細化、動的再結晶、動的析出などへの有利性を明らかにした上で、思い切って、私が責任を持ってNEDOと相談して全面的に変えさせていただきました。先生が今おっしゃったような錫を添加した合金を使ったような研究を実は実施しなかったのですけれども、このプロジェクトではできていません。ただし、他の大学での個別の研究の中では、そちらの方についても十分やっておられるはずですので、今後そういったデータは学会等で、順次データとして出てくると思います。錫の場合の結果とかは、例えばリョービさんは、錫を入れた合金で、実際に実用化しているというような例もございますので、その辺はこれからです。

【松岡分科会長】 そうですか。

【東教授(PL)】 ええ、今回の分に関しては、そういった事情があるということで、PLの私の方からご説明申し上げて、それ以上はご勘弁していただきたい。

【松岡分科会長】 わかりました。

【柳本委員】 ちょっと余計な口出しをするようですが、今、東先生のご説明は私も非常によく理解できる場所があって、というのは合金をフリーにしてみると、強度延性の変化シロがものすごく広がってしまうわけですね。そうするとプロジェクトの目標というのは、これはあくまでも鍛造のプロジェクトなので、それが非常にあいまいになってしまうということを多分お考えになったのではないかと。多分それで今のようなご判断をされたのではないかと思います。ですから私は、それはそうだなと思って今、聞いていました。ただ、AZ31との比較は割に簡単にできるので、我々も実はやったことがあるぐらいですから、これから少しやって頂いて、追加のデータをお出しになったらいかがかなという気はいたします。多分、析出の様子が少し変わってくる。あるいは、析出は時間的に依存した変化ですから、はやく固溶したとしてそれが一体どこで析出物として出てくるか、変わってくる可能性があるのですが、それはデータとして出してみたらどうかという気はいたします。

【東教授(PL)】 わかりました。どうもありがとうございます。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。

【瀧川准教授】 すみません、今の件で少しコメントよろしいでしょうか。

【松岡分科会長】 どうぞ。

【瀧川准教授】 鍛造加工マップのもとになっている構成方程式、いわゆる歪み速度と応力、温度の関係のような、そういう方程式というのは、マグネシウムの固溶合金に対するものというのは、このプロジェクトの中で提案しております。固溶元素が変わったり、その量が変わったりすれば、応力がこれぐらい変わるよというのは予測できておまして、それは大学の方の基礎研究では、それと同じような結果が出ておきますので、ベースになるものというのは、このプロジェクトの中でも、ある程度は出ております。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございます。どうぞ。

【三浦委員】 済みません、幾つか質問があるんですけども、内容的には非常に有用なデータが得られていて、今後につながるものだと思います。幾つかの質問の中にまず1つ、世界初というのが結構出てまいりますけれども、何に対して世界初なのかがわからない。例えばホールペッチのプロットは、昔からあるものでありまして、何が世界初なのかわからない、それをはっきり示していただかないと、何かオーバーステートメントみたいな印象を受けてしまうということです。例えばさっきのホールペッチのプロット、例えば変形双晶の場合での微細結晶粒の生成とか、150°Cでの鍛造、さまざまなパラメーターが絡んでいて非常に複雑ですけども、そこをしっかりと、最終報告書には示していただきたいということです。

それと一番重要な成果の1つに、積層欠陥エネルギーを低下させる元素をマグネシウムに添加すれば、動的再結晶粒は微細化するというので、積層欠陥エネルギーによって、その結晶粒径が理解できるような説明になっていますけれども、幾つかの合金につきましては、300°Cの鍛造中に析出物が出るとか、あるいは Solute Drag Effect が関係しているとかがあるので、このままでの最終報告はまずいと思います。学術的に問題があるということです。実験データとしては、1つの線で結べたというところは重要なものかもしれませんが、後に続く方々が誤解をしてしまう可能性があるのも、その辺は是非直していただきたいと思います。例えば80とかは、300°Cで析出物がいっぱい出るのに対して、それ以外のものは出なかったですとか。だから Zener pinning の効果とかも、絶対必ず含まれている。ただこのまとめ方は積層欠陥のみで話しているということなので、問題があるということです。

あと、150°Cでの鍛造が可能になったということですけども、クロスヘッドのスピードというのですか、1mm/sec と書いていますが、試験片が大きくなれば、歪み速度は遅くなりますので、実際に重要なのは、多分歪み速度だと思います。その歪み速度が幾らであったかというような情報を示す必要があります。もし大きな試験片であれば、150°Cで鍛造するのは全然問題ない、簡単なことです。例えば小さな試験片で、1mm/sec で、150°Cの鍛造をしたのであれば、これは非常に大きな、有用な成果ですので、そこを理解していただくためにも、そこを明示していただきたい。

【斎藤研究グループ長】 そうですね、一応スライドのほうには25/46ページにありますように、直径が35mm、高さが35.8mmの素材を、これは鍛造用のブランクとして使っています。

【三浦委員】 歪み速度はぜひ出していただきたい。なぜなら、鍛造マップの中に、やはり歪み速度で整理されているところがあって、ほかの委員の方々も若干の違和感を感じたように、実際この鍛造と圧縮の実験のデータの乖離が少し見受けられるような気がします。

【斎藤研究グループ長】 そうです。実際に初期歪み速度は出ると思うんです。あとは高さがどんどん変わりますので、歪み速度がどんどん変わりますけれども、わかりました。歪み速度は多分、すぐ求まりますのでちょっと整理をします。

【三浦委員】 その関連で、なぜ鍛造マップの中に150°Cは入らなかったのでしょうかというのを伺いたい。

【斎藤研究グループ長】 それは実は、先ほどもご指摘あったように、この鍛造加工マップ自体のものになっていますのは、高温での圧縮試験のデータです。それ自体、試験温度が250℃、300℃、330℃というふうに、比較的加工しやすい条件でやったデータを基にしていますので、150℃というのは、その時点ではまだ圧縮試験というのをやっていなかったものですから入っていません。今後、今準備しますけれども、せっかくこういう風に150℃で鍛造ができたものですから、250℃以下でも圧縮試験をやって、データを増やして、さらにこのマップというのを拡張しようという風な試みは今やっております。

【三浦委員】 そうですか。是非よろしくをお願いします。

【松岡分科会長】 せっかく今ご質問あった中で、世界初というのは具体的に例えばどのグラフだったら、どの範囲が世界初の業績なのか、成果なのかお示しいただくならば、我々もちょっと納得します。何かあれば、1つでいいです。

【斎藤研究グループ長】 わかりました。

【中山部長】 何か事例はありますか。

【田谷主任研究員】 疲労強度なんかそうですね。こういうことでいいのか……。33/46ページみたいな書き方だったらよろしいということでしょうか。「AZ系マグネシウム合金の疲労強度としては世界最高」とか、そういう例示をすればよろしいという理解でよろしいでしょうか。

【松岡分科会長】 結構です。

【田谷主任研究員】 わかりました。

【斎藤研究グループ長】 わかりました。

【三浦委員】 済みません、例えば14/46ページとか、世界初の成果と書いていますけれども、これは何が世界初の成果なのか。済みません、僕さっきホールペッチと間違っていたと言いましたが、Zパラメーターで整理したということ、それ自体は前からあるわけですね。

【斎藤研究グループ長】 そうですね。

【三浦委員】 積層欠陥エネルギーで整理したら、うまく線に乗ったということが多分世界初だと思うのですが、その前に幾つか世界初が出ていたので、若干の違和感を持ったというところでは。

【斎藤研究グループ長】 すみません。あまり安売りしないようにします。

【松岡分科会長】 いや、ほんとうに世界水準ならいいですよ。どうもありがとうございます。そのほかございますか。

【森委員】 どうも貴重なデータをありがとうございました。今、議論になっている疲労強度のところですけども、我々が調べたところでは、AZ系の合金ではやはり微細粒化して、疲労強度が世界最高水準というのは、まあ、到達しているという風に感じます。大体140とかありますけれども、ここまで上がっていれば、構造特性としてはいい材料かなと思います。ただ、このように非常に組織を微細化すると、疲労強度のばらつきというのがどのくらいあるのかとか、設計では疲労のばらつき、例えば寿命の90%確率とか、そういうので評価しますので、そういう形でデータが整理されたりすればいいかなと思います。

もう一つ、これは教えていただきたいのですが、鍛造マップ、これは非常に有望だと思いますが、計算するときの活性化エネルギーをどう考えるのかというところで、ちょっと教えていただきたい。例えば歪み速度 0.01 s^{-1} と、ひずみ速度 10 s^{-1} では恐らく変形メカニズムが変わるというふうな話になれば、当然活性化エネルギーが変わってくると思いますが、その場合に計算は変えないといけなのでしょうか。

【斎藤研究グループ長】 今回、Qの値は変えないで計算をしています。

【森委員】 変形メカニズムはすべて同じだという風に理解すればよろしいのでしょうか。活性化エネルギ

一というところの議論になりますが。

【斎藤研究グループ長】 そうですね、今回計算しました範囲では、そういう仮定で計算をしています。

【森委員】 わかりました。

【東教授 (PL)】 Qの値ですか？

【森委員】 Qの値です。どう考えるのか。

【東教授 (PL)】 活性化エネルギーですと、この場合は全部粒内変形ということで、格子拡散のQの値を使って全部計算しています。それに関しては、例えば粒界すべりのような挙動は今回ありませんので、基本的には、私は Q_L でいいと思います。ただし、もっと厳密に言えば、 Q_{ch} 、例えばマグネシウムにアルミニウムを入れたら、アルミニウムのマグネシウムの中での相互拡散係数の活性化エネルギーの値を使わないといけないと言われると、物理から言えば、おっしゃるとおりですとなりますが、その Q_{ch} の値は、 Q_L とそんなに大きく変わらないでしょうから、また、どのトップジャーナルを見ても、恐らく格子拡散の活性化エネルギーで代用していますので、この値でよろしいのではないかと思っています。

【森委員】 わかりました。ありがとうございました。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございます。ほぼ時間になりましたので、議論も大分尽くせたとお思います。これで終了させていただきます。ありがとうございます。

次に「5.3 マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出」について説明をお願いいたします。

5.3 マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出

実施者より資料 7-3 に基づき説明があり、質疑応答が行われた。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございました。

それではただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問等がございましたら、よろしくお願ひいたします。どうぞ。

【虫明委員】 今はマグネシウムの市中スクラップのリサイクルというのは、非常に重要な問題でして、なかなかいい方法がないということで、非常に意味ある研究であると思います。ちょっと質問が幾つかありまして、1つは、過熱水蒸気を用いて切削油を除去するということですが、この残留炭素量0.1%以下という目標がどこから来たのか？あと、今はコスト的にちょっと難しいということで、ある程度量が出ないと実際には実用化できないというお話ですが、それは例えば、月に何トンぐらい出れば、大体キロ幾らで処理できるとか、そういう検討例はありますか？

【古屋仲主任研究員】 コストに関しましては補足資料として、スライドを1枚設けておいて、そちらに300kg/hrのプラントをイメージして、ランニングコストを試算しています。それで見ますと、大体kg当たり5円ぐらいのランニングコストで処理できるということで、界面活性剤や有機溶剤を使って洗浄するといったものよりは、非常にコストが安いと考えております。ただし、装置の特性として、これはタナベさんの方から後ほど説明があるかとは思いますが、やはりスケールアップを図らないとメリットが出にくいものではないかと私自身は考えております。市中スクラップ、工場スクラップなどで現状のマグネシウムのリサイクル切削物の状況を考えますと、そうした設備が日本に何台も必要になるというような状況では残念なならないと思っています。それと前半のお話は？

【虫明委員】 目標の残留炭素量0.1%というのは？

【古屋仲主任研究員】 その数値に関しましては、アルミニウムとか真鍮、ステンレス、そういったものは現在行われている同様の切削粉の油分の除去といったところで、そういった数値を目標というか、基準として処理しておりますので、それと同等ということで設けた数値目標でございます。

【虫明委員】 レーザーで分離されるというところですが、今、実は自動車ではマグネシウムがステ

アリングに使われ始めたのがこれから廃車としてどんどん出てくるような時期に来ていまして、自動車会社さんの方も、できればステアリングのスクラップをそのままステアリングに戻したいと考えています。どう分別するかというのを今、非常に問題にしているんですけども、このデータだとマグネシウムで86.6%まで分離できるということですけども、これはこの後を分離しようとするとやはり人間が手で分けざるを得ないという感じですか？

【古屋伸主任研究員】 マグネシウムの分離という意味では、マグネシウムと他の素材の分離という意味と、マグネシウム合金同士の分離と、2つの意味があります。90%前後の分離というのが、アルミニウム等の他の素材の分離ということで、成果として示させてもらっています。ハンドル芯で言えば、やはりAM系の合金が、恐らく伸びとかの関係で主要な合金として使われておりますので、それだけを他のマグネシウム、例えばAZ系の合金と分けるようなシステムが必要になるだろうと思っています。

その時に、多分その辺の手法というのは非常に難しく、現在のやり方と言うと、恐らく蛍光X線を使ったソーターのような、あるいは透過X線もございしますが、そういったもので元素を特定して分別するという機械はあることはありますが、1台1億円程度で市販されているもので非常に高価です。今回、私たちが提案している技術は、単に形と重さで分ける技術ではございますが、コストは非常に安く、数百万円の装置でできておりますので、今のところ端緒をつかんだという状況ではございますが、もう少し、今後継続的に性能評価等を行いまして、そういったところにほんとうに使えるかどうかやっていきたいと考えているところでございます。

【虫明委員】 わかりました。どうもありがとうございました。

【松岡分科会長】 ありがとうございます。ほかにどうぞ。

【柳本委員】 最初に、非常にくだらない質問で申しわけないのですが、ホットプレス押出の温度は300℃、350℃ということは、これは熱間温度域、マグネシウムに熱間温度が意味があるかどうかは別にして、そういう理解でよろしいですか。

【松崎研究グループ長】 そういうことです。

【柳本委員】 今までの話に比べると、大分、高温域での話をしていらっしゃる、そういうことですね。

【松崎研究グループ長】 そうです。

【柳本委員】 それともう一つ、ドライ切削の場合は云々というお話がありましたが、そちらの方が特性がいいというお話がまず最初にあって、それは要は酸化物の影響だろうということですが、これは要するに切削時の表面の酸化物が、そのまま巻き込まれて残ってそれが分散してくると効果がいいとか、そういうような話になっているということですか？

【松崎研究グループ長】 今のは耐食性のお話ですか？

【柳本委員】 そうです。切削時にドライですと、切屑に、要は表面に酸化物が付着した状態で、それで固化成形されますので、結果的に酸素が巻き込まれるということになりますけれども、それをうまく分散させると、結局いい結果が出る。そういうことですね？

【松崎研究グループ長】 はい。耐食性が向上するというような結果です。

【柳本委員】 わかりました。どうもありがとうございます。

【松岡分科会長】 実際には、ここにも書いてありましたが、リサイクルに障害となる、銅とかニッケルが邪魔になるということですけども、全くゼロでなくてはいけませんか？こんな程度ならいいですよという幅がありますか？リサイクルするときに。まあゼロのほうがいいに決まっていますけどね。

【松崎研究グループ長】 たしか銅とかニッケルの場合、ASTMの規格で多分何%以下というようなことはあると思いますが、ゼロとかどうかはまだ検証は実際にはしていませんが、やはりそういう基準があるのだということです。

【松岡分科会長】 その基準に合致しているのですか？要するにこのままだと、ゼロじゃないといけないよ

うなお話もあったのですけれども、そうじゃないと。要するに幅があっていいということですか？

【古屋伸主任研究員】 銅、ニッケルという元素の問題でございますけれども、今回、我々は自動車を対象にいろいろ調べたところ、実際、シュレッダー工場で破碎されて、物理選別、ある程度選別した後の、銅とアルミニウムとか、マグネシウムの合金そのものを分別するというのは、既存の技術でもかなりできるところがありまして、問題となるのは表面に付着した塗装とか、微量なコンタミですね。そういったところが恐らく問題になるだろうと思っておりました。ただ、調べてみてわかったのですが、実際、問題になってくるほど銅、ニッケルというのが入っていないものを回収することができるのではないかと考えておまして、今回お示したマグネシウムの破砕片を見ましても、ほとんどの合金の表面は もちろん酸化はされていますけれども、銅、ニッケルといったような、特に腐食性を高めるような、問題となる元素の混入は、銅片を除いてやるのがきっちりできれば、あまり問題になることはないのではないかと今回わかったということでございます。

【松岡分科会長】 そうですか。ありがとうございます。

【古屋伸主任研究員】 ですので、先ほどお示したようなハンドル芯だけをとることができれば、そういった不純物の問題はほとんどなく、再生まで持っていけるのではないかと思います。

【松岡分科会長】 それからもう一つは、固化成形したときに、ここのサンプルはすべて後方押出をされていますが、後方押出でないといけないという技術なのか、あるいは前方だって何でもできるよということか？

【松崎研究グループ長】 固化成形の場合は、特に押出であれば、後方でも前方でも、特に問題はないと思います。

【松岡分科会長】 問題ないですか？

【松崎研究グループ長】 はい。

【松岡分科会長】 要するにその場合は、やはり固化して前方押出しなきゃいけないということですね。

【松崎研究グループ長】 結局は、粉を接合する場合には、剪断をかけなきゃいけないので、そういった意味では、やはり押出というのが非常に有効な方法なので、その場合、後方でも前方でも、やはり剪断というのはかかるので、固化成形の場合はどちらでも大丈夫です。

【松岡分科会長】 その場合は一旦固化しなければいけないわけですね、圧縮で。

【松崎研究グループ長】 もちろんです。

【松岡分科会長】 ダイレクトでできないのですか？

【松崎研究グループ長】 その辺は、ちょっとはやっていますが、ホットプレスの後すぐに鍛造した場合には、やはり最初に出てくる部分は非常に弱いところがありまして、そこにやはり割れが発生してしまうので、なかなか……。

【松岡分科会長】 最初は悪いのですけれども、定常的に流れれば、押出でどんどん長いものが得られるのではないですか？

【松崎研究グループ長】 そうです。だから結局は鍛造部材がどういう歪みとか、それを受けることによって、もしかしたらホットプレスのままでも鍛造製品としての成形は可能かもしれません。

【松岡分科会長】 ご存じのように後方押出ですと、やはり長いものは得られないと。直径も稼げないと。そうするとやはり前方押出ししないとイケないと。そうすると、前の方だけ捨ててもいいから、もう一回リサイクルすればいいから、定常的なやつがどんどん流れればいいじゃないかという議論になると、スクラップでそのままやった方が、コストパフォーマンスでいいじゃないかとなるのですけれども、その辺は今後、まだされていないなら今後……。

【松崎研究グループ長】 最近やっと粉をプレスしただけで、それでやったらどうかというのを始めたところですよ。

【松岡分科会長】 できますか？

【松崎研究グループ長】 先端はどうしても、やはりだめなので、その後はある程度ちゃんと固化してというのを確認しています。ただそこは、どれくらいの強度とかは、まだ調査の段階なので今のところははっきり言えません。

【松岡分科会長】 いや、ある程度ちゃんとしたいいものができますよ。

【松崎研究グループ長】 それにこしたことはないのですけど。

【松岡分科会長】 世の中にありますよ、ちゃんと。

【河村分科会長代理】 2点ほどあります。まず、この鍛造プロジェクトの中でリサイクルをやっている位置づけが、ちょっと明確ではないですけれども、その辺をもう少し明確に。

【松崎研究グループ長】 マグネシウムを使っていく場合には、最終的にはリサイクルがどうしても必要になるということで、その観点から、最初にリサイクルというようなことも入れて、研究開発を始めたわけです。

【河村分科会長代理】 リサイクルはすべての分野で重要でして、どうしてこの鍛造プロジェクトでやらなきゃいけなかったかというところが、ちょっと弱いような気がします。重要性は十分認識していますが・・・。

【松崎研究グループ長】 1つはリサイクルすることによって、素材というか、そういうのが安定供給できる可能性があるわけです。特に今、合金は中国に偏っているわけですし、その場合、色々な事情で入ってこないことが今後予想されることもありますし、あとは素材の値段を下げるためには、やはりリサイクルしておけば一番いいじゃないかということなんですけれども、特にマグネシウムの素材というか、鍛造部材というのは高価というのが、1つの実用化を阻害する問題となっていますので、リサイクルによって安い素材ができれば実用化を促進するという観点からやっております。

【河村分科会長代理】 あと、過熱水蒸気処理した後の表面にできているものは酸化物ですか、それとも水酸化物ですか？その辺の分析は？

【馬淵教授】 十分な評価はしていないけれども、恐らく酸化物だろうと思います。かなり増えていますので、酸化物だろうと思っています。

【河村分科会長代理】 じゃあ水酸化物はない？ 水酸化物は何℃で分解するんですか？

【松崎研究グループ長】 水酸化物は確か350℃ぐらいで分解します。

【河村分科会長代理】 ということは、350℃以上で固化すれば、要するに水酸化物がまじったまま固化されると、後で水素の悪影響が出てくるので、その心配はないと思っていいということですね？

【松崎研究グループ長】 はい。

【馬淵教授】 そうです。

【河村分科会長代理】 わかりました。

【松岡分科会長】 そのほか委員の方々、ありますか。

【武林委員】 最初に、切粉が国内で1,000トンぐらい産廃処理されているということで、これは非常に重要な課題だと思います。ランニングコストも5円/kg できますという、あとは固定費だろうと思うのですが、この辺、固定費は幾らぐらいなのか、それと1,000トン、市場にあるというのであれば、なぜ実現していかないのかというのがよく理解できないのですが？

【古屋伸主任研究員】 固定費に関しましては、そのスケールによっていろいろ変わるとは思いますが、その辺、詳しくは後ほど、実用化開発を担当されたタナベさんのほうで詳しいご説明をいただけたと思います。多分、数千万とか、それくらいのオーダーはかかるものだと思います。処理スケール、大きなプラントをつくれれば、もちろん高くなるということです。それと1,000トンということですが、日本全国でございますので、発生箇所、箇所を見ると、非常に少量でございます。ですから、そういったもの

をまとめるというのが、リサイクルの場合は輸送のコストが非常にかかるところでございまして、そういったものが集約されて、発生していれば十分な量かもしれませんが、薄く広く出ているというところですので、ビジネスとしてやる場合には、その辺がどうしてもネックになってしまう。もう少し量が出てこないと進みにいくと思っています。

【武林委員】 そうすると、もっとコンパクトな装置で、安い装置にするとできるということになりますね。

【古屋伸主任研究員】 それは1つの方向性としてあると思います。

【松岡分科会長】 よろしいですか。

どうもありがとうございます。ほぼ予定した時間が来ましたので、これにて終了させていただきます。

(非公開セッション)

5.4 マグネシウム合金の鍛造用ビレット調整技術開発：資料 7-4 により説明・質疑

省略

5.5 マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）：資料 7-5 により説明・質疑応答

省略

5.6 マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）：資料 7-6 により説明・質疑

省略

5.7 マグネシウム合金のリサイクルに係る技術開発：資料 7-7 により説明・質疑

省略

6. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

7. まとめ・講評

【柳本委員】 今日は1日長い時間どうもご苦労さまでございました。こういう立場で聞かせていただきましたが、非常に多岐にわたる内容が綿密にいろいろな方が入っている割にはという言い方をしたら変なのですけれども、緻密に設計されていて非常にうまく回っていたなということがよくわかりました。大変感銘を受けた次第です。

2つばかり申し上げます。素形材というのはよくご存じのように、部品の1つにしかになっていないところが個々に見るとあるわけです。ただ、これが製品のサプライのチェーンには実はかなり密接に組み込まれているのは最近色々な事例があって、割に世間でも知られるようになってまいりましたし、こういう技術を日本が持つことがいかに大事であるかを逆にわかってきたということではないかなと思います。いざ失われたら取り返しがつかないことははっきりわかっている技術でございます。ですから素形材、もしくは部材技術を、このマグネシウムの鍛造という1つのいいトピックを中心として、いい成果を出しておやりになられたのは大変意義があることではないかと思っております。

お願いしたいこと、これは2つ目の内容ですけれども、まず実用化技術を担われた各社の方々には、是非これで、大いに実用化技術としての発展を図っていただきたいと思っております。基礎研究を担当された産総研には、基礎研究としておやりになったこの部分をさらに発展させるように是非やっていただきたい。いずれも NEDO がこれからも見てくれれば一番いいでしょうけれども、それはそれとして、そういう形で発展していくことをこれからも期待しているということでございます。

【虫明委員】 今日はどうもありがとうございました。私はマグネシウムの販売がメインな仕事で、マグネの鍛造品というと日本でもあまり市場がなく世界的にもほとんど市場がないもので、あまり使えないものだなという意識がありました。今日の開発プロジェクトを聞かせていただいて、最初の連铸のところから基礎的な変形機構の解明、あとリサイクル、その後の実用化ということで、最初から最後まで一貫した研究開発が行われておりまして、今日の話しでマグネシウムの鍛造品は結構使えるのではないかなという感じになりました。

輸入品がメインなので、私は結構海外の情報もありますが、今日のお話を聞くと、結構日本が世界的にもトップのほうに来ているのではないかという印象を受けました。今、航空機の方で、軽量化ということで、アメリカの航空連邦宇宙局が大型の民間機でも内装部品にマグネシウムを今までは禁止されていましたが使用を許可する方向で動いていまして、ボーイングやエアバスが軽量化ということでマグネシウムの部品に結構興味を持っています。マグネシウムの鍛造品だとコストが高いということでどこに使えるかというのが実際的には問題になりますが、こういう航空機とかではコスト的には許される範囲がありますので、日本が狙える分野ではないかと思いました。これから特に実用化を期待しております。

【三浦委員】 今日はどうもありがとうございました。いろいろな意味で勉強になりました。特に産官学連携で、企業の方々がブレイクスルーされまして、実際に鍛造品をつくれるようになったことが非常に重要だと思います。ただ中国のマグネシウム展示会等に伺ってみると、実にさまざまな製品が実際に既につくられています。製品ができて終わりではなく、中国の特性値あるいはコストを超えるような製品に是非育てて頂いて、日本の産業に大きな波及効果をもたらして頂けるような努力を続けて頂ければと思います。

【森委員】 今日はどうも1日ご苦労さまでした。以前どこかの記事でアルミニウム合金の歴史と発見のような雑誌を読んだ時に、スーパーメタルとか、微細粒のアルミニウムの研究について書いてあった記事がありまして、そこでは材料をつくり込むところだけは、いわゆる熱処理とか、そういうところまでは国が頑張ってくれていますけれども、その先の部品づくりのところでお金が出ないと、そういう記載がありまして、そういうところから見れば、今回の鍛造のプロジェクトというのはそこをブレイクした非常にいいプロジェクトではないかという風に思っております。国もなかなか考えたなと思っております。

さて、ずっと聞かせていただいたところですが、マグネシウムもかなり進展しておりまして、そろそろ実用化というところも見えてくるように思いますけれども、我々のような輸送のところでは、やはり強度とか加工性も必要ですけれども、やはり安全性というところが非常に重要になってきます。そこで今回のプロジェクトでもかなり安全性について検討されておられましたけれども、やはり今後も安全性というところを重視して検討していただきたい。もう一つ、よく聞かれるのが、アルミニウムをマグネシウムに置き換えた時のメリットは何ですかという話があります。ただ単に置換するだけではマグネシウムに変えるメリットはない。我々としては、アルミニウムからマグネシウムに変えるメリットとしては、やはりリサイクルができる、そういう付加価値をつけ加えて、鉄道車両とか、そういう輸送機器に提案したい。そういうところから考えればリサイクルもやはり重要になると思います。全体的にそういうところが今回はすべて備わったプロジェクト内容でして、非常によかったと思います。

あと要望ですけれども、我々、今回聞かせていただいた以上に、さあこれから先5年、10年、それぞれの研究がどのように発展していくのかという方向性が、1つの図とか、表などに表していただければ、我々の設計を考えていく1つの糧になると思います。これからどうぞ頑張ってください。よろし

くお願いいたします。

【武林委員】 今日日は1日お疲れ様でした。どうもありがとうございました。マグネシウム鍛造という非常にニッチな世界ですが、これに対してこれだけ大きなプロジェクトができたというのは本当にすごいと思います。あと非常によかったと思うのは、やはり実用化に向けてコスト目標を入れて取り組んでおられたのが非常によかったと思います。なかなかナショプロでコスト目標は出てこないのですが、そういうのを掲げて、当然商品化に近いところでやられているということもありますけれども、そういうのはよかったですのではないかと思います。

もう一つ、基盤技術のところがもうちょっと、例えば潤滑技術ですとか、金型の表面処理も含めてですが、まだまだ基盤でやることもあったのではないかなと思います。この辺はこれからも何かの機会に取り組んでいただけたらと思います。それと実用化に向けて、それぞれ皆さんテーマを持っておられるので、是非実用化に向けて、特に先ほども言いましたけれども、切粉のリサイクルなどは足元の課題でするので、是非やり遂げていただきたいと思います。

【河村分科会長代理】 今日1日、準備と説明ありがとうございました。4点ほどコメントさせていただきます。まず私は中間評価委員でもあったのですが、その頃に較べれば格段に産学官連携がうまくいっておりまして、非常に良かったです。私もプロジェクトをやっているとして、実は産学官連携のベクトル合わせは非常に大変でして、それをよくまとめられたプロジェクトリーダーである東先生には敬意を表したいと思います。そのおかげで大分頭も白くなってこられたのかなと思いますけれども。

あと企業の方にもお願いですけれども、今、リーマンショックと円高で非常に厳しい状況ですけれども、必ず5年、10年後には明るい世界が来るという確信を持って、継続して研究開発を進展して行って頂きたいと思います。

それに関連してNEDOの方にもお願いがありましてマグネシウムに関して戦略を立てて世界で日本が生き残れるように継続して取り組んでいていただきたいと思いますので、よろしくお願いします。

【松岡分科会長】 それでは最後に私からですが、もう皆さん、私の言いたいことを全部言われましたので、さほど大きなことではないのですけれども、まず冒頭、いろいろとこの業績を蓄積されました、プロジェクトリーダー初め皆さんのお働きというか、要するにこの論文に対しまして敬意を表します。ご存じのようにマグネシウム合金の用途拡大は環境問題と直結して、色々と騒がれておりまして特にこの動向や展開は非常に重視されているところです。こういう中でNEDOのプロジェクトで今回されたということは、非常に時勢に合ったプロジェクトだと思っております。なおかつ先ほども言いましたように、膨大な資料を5年間という期間でありましたけれども、出していただいてさぞかし大変だったろうと思います。これには敬意を表します。

ただそこで1つだけ、冒頭にも申し上げましたように、せっかくこういういい成果を出したのであれば技術水準というものを掲げるべきだと思います。これは社会に出したときには絶対必要です。全体を通して、個々の技術に関しても、いやおれのところは世界一だとか、初だよという話もありましたけれども、そうじゃなくて、何がいいのかわかるのか、悪いのかわかるのか、不足しているのかということを出していただかないと、実社会ではなかなか拾ってくれないようなこととなります。ただ学術会議に発表したり学会に発表したりだけじゃなく、実用化を促すのであれば、そういう技術水準を出すべきだと私は思います。是非ともそういうことを、グラフ1枚で結構ですからしたためて頂きたいと思います。

最後に、やはりこのプロジェクトは何がよかったかと申しますと、他のプロジェクトも審査させて頂いたことはありますが、物や素材を創成したり、つくったり、ものづくりをすることはよく皆さん考え

られるのですが、最初からリサイクルまで考えられたことはまずありません、今まで。この会へ来て、このプロジェクトで、いやいや、リサイクル技術あるじゃないかと私は思いまして、当初からものづくりに関しては、つくりっ放しじゃなくて、こういうリサイクル技術までを含めた案を構築されたということは、大変いいことだと思います。是非この仕事も、素材をつかって、あるいは加工して、それからリサイクルするというのは、一連の流れでございますので、その面においてはLCAの技術に乗っているのかなと思ひまして、非常に敬意を表しているところでございます。どうも長い間ご苦労さまでした。ありがとうございました。

それでは以上でございますが、委員の方からのご意見は終わりましたけれども、推進部長、あるいはプロジェクトリーダーから何か最後に一言であれば。あれば結構ですが、お願いいたします。

【中山部長】 今日本当にどうもありがとうございました。実はこのプロジェクトが6年前でございますが、企画された頃に違う立場でこのプロジェクトにかかわったものでございますから、今日こういう形でいろいろ発表させていただき、また最後に大変温かいコメントを先生方からいただいて、非常にありがたく思っております。リサイクルがどうしてここにいるのだということの質問が色々ありましたけれども、確かに、正直申し上げますと鍛造とリサイクルは狭義には直接つながらないと思っております。ただ鍛造の技術を獲得することでマグネシウム製品の市場を拡大させたいというのがもともとあった話なものですから、市場を拡大させたいというのだったらちゃんと後始末まで考えて技術体系にしないとだめだということを当時私も申し上げた記憶がございます。そういう意味で、最後にここまで含めてプロジェクトになっていることを評価していただければ大変ありがたいなと思ひます。

もう一点、集中研究所のほうで加工データベースの整備をしていただいて、非常にこういう関係の技術は重要なことだと思ひているのですけれども、なかなか日本の予算制度は、プロジェクトには金が出るけれども、できたものを維持メンテナンスしていくのは、設備にせよ知的基盤にせよ、なかなか予算化が難しいという非常に悲しい現実がございます。これをこの後、どういう風に維持、メンテナンス、さらに膨らませていくかは我々の大きな宿題だと思います。うまくできるかどうかあまり自信はありませんけれども、精いっぱい知恵を働かせていきたいと思ひますので、引き続きよろしくご指導願ひします。

【東教授 (PL)】 本当に今日は皆さんありがとうございました。私も最初からこのプロジェクト、私がPLになるという予定で始まったわけではなく、今頃愚痴を言っても仕方がないのですけれども、途中で急遽PLをさせていただくことになって、やはりそういう中で、私自身としても引き受けたからにはという責任感がついて回ったことは確かです。かなりプレッシャーもありましたし、冒頭お話をさせていただきましたように、かなり厳しいことも申し上げて、数多くの方から嫌われたと思ひしております。しかし5年間やってみて、ようやくマグネシウムがキーワードとして、金属材料の1つ、構造材料の1つということで、かなり認知度は増えてきました。それに関わる研究者そして技術者も増えつつあるなど実感いたしております。今後は是非、我々のプロジェクトが終わっても、人材育成あるいは知財等も含めたものづくりを、何とか行政も含めながら、色々難しい問題があるのはお聞きしておりますけれども、続けていって頂いて、また、今日審査等をお願いしていただいている先生方にもバックアップご支援を賜って、私もこれで一応辞めますが、特に精神的なサポートは絶対に惜しみませんので、是非継続して進めていっていただきたいと、最後にそのことを願ひして、私のPLとしての挨拶に代えさせていただきます。どうも本当に今日はありがとうございました。

【松岡分科会長】 どうもありがとうございます。これにて分科会を終わらせていただきます。

8. 今後の予定、その他

- ・今後の予定について事務局より資料8に基づき説明が行われた。

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）
- 資料 7-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
「マグネシウム試作鍛造部品の評価、解析、データ集積」
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
「マグネシウム合金鍛造加工における微細組織と変形機構との関連性の解明」
- 資料 7-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
「マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出」
- 資料 7-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造用ビレット調整技術」（三協マテリアル）
- 資料 7-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）」（宮本工業）
- 資料 7-6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）」（菊水フォーGING）
- 資料 7-7 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）」
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）」（三井金属鉱業）
- 資料 7-8 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）」（カサタニ）
- 資料 7-9 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
「マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）」（タナベ）
- 資料 8 今後の予定

以上