

**研究評価委員会**  
**「中小企業基盤技術継承支援事業」**  
**(事後評価) 第1回分科会 議事録**

日 時：平成21年7月28日(火) 13:00～17:45  
場 所：東京国際フォーラム 5階 G502 会議室

**出席者(敬称略、順不同)**

<分科会委員>

分科会長	齋藤 義夫	東京工業大学 大学院理工学研究科 機械制御システム専攻 教授
分科会長代理	櫻井 大八郎	ものづくり大学 技能工芸学部 製造技能工芸学科 教授
委 員	青山 英樹	慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 教授
	石川 英孝	株式会社 ヒキフネ 専務取締役
	白瀬 敬一	神戸大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授
	平岡 弘之	中央大学 理工学部 精密機械工学科 教授
	山崎 和雄	日刊工業新聞社 論説委員

<推進者>

内藤 貴浩	METI 中小企業庁 経営支援部 創業・技術課 産学官連携一係長 (オブザーバー)
清林 哲	METI 中小企業庁 経営支援部 創業・技術課 (オブザーバー)
岡野 克弥	NEDO 機械システム技術開発部 部長
月舘 実	NEDO 機械システム技術開発部 主任研究員
九津見 啓之	NEDO 機械システム技術開発部 主査
花田 幸太郎	NEDO 機械システム技術開発部 主査
金山 恒二	NEDO 機械システム技術開発部 主査

<実施者>

松木 則夫	産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター センター長
花田 康行	同上 副センター長
岡根 利光	同上 チーム長
澤田 浩之	同上 チーム長
梶野 智史	同上 研究員
尾崎 浩一	同上 チーム長

今村 聡	同上	主任研究員
徳永 仁史	同上	主任研究員
瀬渡 直樹	同上	研究員
古川 慈之	同上	研究員
住田 雅樹	同上	契約職員
篠崎 吉太郎	同上	契約職員
廣瀬 伸吾	産業技術総合研究所	先進製造プロセス研究部門 主任研究員
大森 整	理化学研究所 基礎研究所	大森素形材工学研究室 主任研究員
亀山 雄高	同上	協力研究員
常木 優克	同上	協力研究員
水谷 正義	同上	基礎科学特別研究員
佐々木 慶子	同上	業務支援員

<事務局>

竹下 満	NEDO 技術開発機構	研究評価部	統括主幹
寺門 守	NEDO 技術開発機構	研究評価部	主幹
広田 健	NEDO 技術開発機構	研究評価部	主査
吉崎 真由美	NEDO 技術開発機構	研究評価部	主査
村瀬 智子	NEDO 技術開発機構	企画調整部	課長代理
他5名			

<一般傍聴者> 0名

**議事次第**

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
  - 4.1 「事業の位置付け・必要性」、「研究開発マネジメント」
  - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化の見通しについて」
5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発
    - (1) 鋳造テンプレート・鍛造テンプレート
 

<休憩>
    - (2) 切削テンプレート
  - 5.2 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発
 

MZ プラットフォーム

6. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

### **議題1. 開会、分科会の設置、資料の確認**

事務局より開会宣言のあと、資料 1-1、1-2 に基づき研究評価委員会分科会の設置・成立についての説明があり、予め NEDO 理事長より使命された齋藤分科会長が紹介された。齋藤分科会長の挨拶ののち、メインテーブルに着席の出席者（委員、推進者、実施者、事務局）が紹介され、続いて事務局から配布資料の確認が行われた。

### **議題2. 分科会の公開について**

事務局より資料 2-1、2-2 に基づき説明し、研究評価委員会の公開についての説明が行われ、本分科会はすべて公開とすることが了承された。

### **議題3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について**

事務局より資料 3-1～3-5、資料 4 に基づき、評価の実施方法と評価報告書の構成についての提案説明が行われ、事務局案通りで了承された。

### **議題4. プロジェクトの概要説明**

#### **4.1 事業の位置づけ・必要性、研究開発マネジメント**

#### **4.2 研究開発成果、及び実用化・事業化の見通しについて**

資料 5-2 に基づき、推進者より 4.1 に関して、実施者より 4.2 に関して、プロジェクトの全体概要の説明が行われた後、質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。ただ今のご説明に対して、これからご意見、ご質問等を受け付けたいと思います。技術の詳細につきましては、このあと議題 5 の方でやりますので、ここでは主に研究の必要性、マネジメントについてのご意見をお願いしたいと思っています。

【山崎委員】 パワーポイントの 10/34 のⅡ. 研究開発マネジメントについてというところで、旧事業の資料をちょっと見たのですが、デジタルマイスタープロジェクトの中でも、加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発とか、けっこうこれより多い項目でなさっています。それでプラットフォームもやっつけちゃる。先ほど 5 年間やった事業と、今回の 3 年間の事業の違いを説明して頂きました。もう一つ良く分からないのですが、前の事業はかなり一般的な話で、今回は個別企業に適用するようなイメージでよろしいのでしょうか。

【松木（実施者）】 範囲が非常に広いのは、たしかにご指摘のとおりですが、どちらかというと、ものづくりを IT で支援する形を想定していて、加工技術の方は各加工法のさま

さまざまな事例を公開するとか、整理して紹介するとか、加工毎にどういうことが行われているかを整理していくような電子ハンドブック的なもの、現場ですぐ使えるようなハンドブックを15の加工法について作っていくのが大きな目的です

今回の事業はそれより一步踏み込んで、技能を何とか残したい。それぞれの技能を残すことを主たる目的にしましたので、かなり大変であろうということもありますし、期間も短い、予算もかなり厳しい状況で、各加工法において技能の抽出、活用に絞り込んだというところが、加工法についての違いです。

前の事業は7年間で実施する目標で計画、運用していたのですが、諸般の事情で5年間に短縮されてしまったことがあって、まだやり残しているところがたくさん有るという認識もありました。それを活用しながら新しいところへも展開して行って欲しいという要望から、新しく理化学研究所さんにも入って頂きました。

ソフトウェアの部分についても、今までの物でも良いけれども、より簡単に使えるようなものにして欲しいと言うことで、ソフトウェア側の研究開発項目を入れました。そういう意味での連続性は確かにありますし、基本計画でも連続性については謳われています。ただそれは土台として活用するということであり、違った内容の研究開発であると言うことは、先ほどご説明した通りです。

**【山崎委員】** もう一つよろしいですか。いま理研の話が出ましたが、前は産総研だけでやっていて、切削なども入っていたと思います。今回、理研を加えたのにはどう言う意味があるのでしょうか。

**【松木（実施者）】** これは本来、中小企業庁さんにお答え頂いた方が良いのかも知れませんが、やるならオールジャパン的にやって欲しいという要請があったと理解しています。広い技術ですし、大森先生のところも、研削を中心とした製作、プレスの研究をずっとされているので、一緒にやった方が良いのではないかと。産総研だけよりは多くの人間が参加した方が効率的にできるという判断から、ご推薦があって、ご紹介を頂いたので、大森先生とご相談して共同で提案をさせて頂いたと言うことです。

**【久津見（推進者）】** 補足しておきます。理化学研究所と産総研とで共同で提案して頂きましたが、あくまでもこれは公募で行っています。最初に4件ぐらい提案があり、外部委員による採択委員会を経て、産総研と理研の提案を採択しているという経緯です。

**【齋藤分科会長】** よろしいでしょうか。

**【青山委員】** いまご質問させて頂くのは、たぶん概論的なところだと思うのですが、まずはテンプレートがあって、技能抽出手法があって、成果として、いくつかのテンプレートなり、結果としての技能が出てきた。そのように理解をしたのですが、先ずテンプレートそのものはスタティックというか、固定なのでしょうか。ダイナミックには変化しないと言うことですね。たぶんダイナミックは相当難しいので、スタティックだろうと思いますが。もう一つ、この技能抽出手法を開発したという理解ではなくて、技能を抽出するために何か手法を適用したものを技能抽出手法と呼んでいると理解して良い訳ですか。

**【松木（実施者）】** それにつきましては、いろいろやって来て、そのままでしょうがな

いかと思っていたのですが、進めて行って、使って行った時に、これはどうも整理できるのではないかと。本当に手法を適用して、この方法で行けば、技能が抽出できるだろうと言うような方法は、実は正直取っていないで、加工テンプレートの集大成として、何らかの形が見えて来るのではないかとする想定は当初あったのですが、そこまで行くかどうか分からずに進めて行ったのが実情です。

【青山委員】 例えば注湯の力センサでの検出方法のご説明がありましたが、ああ言う手法ですと、中小企業の方で独自にノウハウを自社のデジタルデータとして蓄積するのはあり得るのでしょうか。

【松木（実施者）】 あれをどれぐらいの値段にするかという問題はもちろんあると思いますが、われわれが持って行って使って頂ければ、十分可能性はあると思います。

実はあれ以外にガラス研磨についても作りました。これは研磨している下にセンサを4カ所入れたのですが、実際には最初は非常にいやがりました。こんな面倒くさいことはやりたくない。ただ可視化して絵が出てくると、非常におもしろがるということがあって、やはり現場としては、そういうものを見る方法がなかった。それが見えて来ると言うのは、現場に対するフィードバックも非常に大きいと思うので、商品になるかどうかは別ですが、手法としては有効ではないかと考えています。

【青山委員】 技術的に非常に高いところがあり、学術的にはすごく高いポイントかと感じるのですが、中小企業の技能レベルで見た時にはどうかと、正直感じているところがあります。

【松木（実施者）】 これもいろいろな意見があると思いますが、単純に比較するだけで、それに合わせるのは非常に難しいということを感じているのは一つです。なぜそういうことをやっているのかについて、彼らが本当に理解しているかと言うと、これは非常に難しいところがある。ただ、これをきっかけにして使っていく方向はあると思います。これは広い意味での技能継承、将来に向けての技能継承であろう。だから教育的なところを普及に入れているのも、そういうことからです。

大学の先生なら知っていることを、現場の人は知らないというのはたくさん有るわけで、その事実を伝えていく。その伝え方は、現場の持っている技術を通じてやると、非常に理解してもらいやすい。一般論では分からないけれども、個別の技能では分かるというようなことはあるような気がしています。だからこれは継続していくことによって、今後の技能継承に役に立つのではないかと、いま私自身は思っています。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか。

【櫻井分科会長代理】 直接これに関係あるかどうか分かりませんが、要するにもものづくりは、ここで言う鋳造とか、熱処理とか、加工とか、そういう各プロセスだけであるのか、それとも例えば鋳造品を作る。そうすると木型から始まって、熱処理もある、溶解もある、鋳造もある。それから最後は機械加工まである。そういった各プロセスをどう通していくか。そこで各プロセスに対する目標値が設定されて、それで初めて各プロセスが動き始める。その工程設計と言うのか、工程管理と言うのか、そういうものがないともものづくりにならない。その辺に対して、どうも今回のプロジェクトはあまり目を向

けていないのではないかという気がします。いかがでしょうか。

【松木（実施者）】 これは何人かの人からお答えがあると思いますが、まず私から。先生のおっしゃる通りだと思います。ただそれは非常に難しかった。金属テンプレートの方で試みているのが、それに近いところだと思いますが、結局われわれが取り組んだのは、ある判断値、バリューに対する技能に近いところのものと、それから動作制御に関するものの二つ、2種類ぐらいにしか取り組めなかった。

技能の世界は非常に広い。関係する領域が非常に広いと言うことで、われわれのものが完全だとは思っていません。先生のおっしゃるような工程設計、特に設計段階と終わったあとのトラブルシューティングのところ、この二つに対する要望が非常に高いのは分かっているのですが、3年間という限られた中で取り組むのは非常に難しかった。

ただわれわれがやったことを一つの方法として整理することによって、先生のおっしゃったところに行くステップとしての可能性はあると私自身は思っています。

【櫻井分科会長代理】 実は非常に良い話ではあったと私は思っているのですが、これをうまく使うための仕掛けが必要です。さっき言った工程設計のようなプログラムがないと、上手く使えない。そこを何とかして頂かないと、多分メーカーさんとして困るだろう。

いまめっきの方がいらしていますが、例えば鋳鉄に対するめっきと、アルミに対するめっき、スチールに対するめっき、これは全部違います。だから何をどうするのかと言うターゲットが出て来ないことには、技能も発揮しようがない。

だからこれからの話ですが、もう次元違うところをもう少しやって頂いた方がありがたい。そうするとこの研究開発が非常に生きて来るのではないかという気がしています。

【大森（実施者）】 ちょっと視点がずれたコメントになるかも知れませんが、当初この事業を始めた時に、技能をメモして置く場所がないというか、現場の方の頭の中には入っているけれども、どこに貯めて置くか分からない。そういう記録する手段が無いということから、そこにニーズが有るのではないかと言うことでアプローチをして来ました。それから技能の捉え方に関して、いろいろ加工法によっても違うのですが、理研の持ち味として、理研ではいまも現場で研究機器を作っていて、そういう技能者が若干います。お客さんの製品ではなくて、所内で使う製品なものですから、わりと開示して頂き易い。そう言ったことから、所内の工作現場にヒアリングに行きました。

何が技能なのかとヒアリングをして行きますと、意外と彼らが自分では技能だと思っていないことでも、ヒアリングをしていく過程で、われわれから見たら技能だろうということが改めて分かる。それではそれを貯めるにはどうしたら良いかということで、対話して行く中で、何が技能かということが改めて浮き彫りになって来たようなところがあります。

それを意見交換会やセミナーに企業の方を呼んで情報発信したりすると、うちがやっていたこういうことも実は技能だったのかとか、なぜこの切削条件を選んだのか、前任者がそう決めたから理由が分からなかったけれども、理由がよく分かったとか、掘り起こして行きますと、技能の意味が分かって来る。それはこれに取り組んで、非常に有意義

だったのではないかと思います。

今回も新たなスキームで普及して、実用化していく予定ですが、更にいろいろな技能がありますし、またなぜその技能にこだわったのか、気が付いたのかと言う気づきをどういうふうにサジェスチョンして行くかとか、そういったところも今後はポイントとして情報発信して行ければと考えています。

**【齋藤分科会長】** ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

**【白瀬委員】** 今回はこう言うプロジェクトと言うことで、技能をどうしてまとめるかというのは恐らく口で言うのは簡単であるが、まとめるのは非常にご苦勞があったと思います。

既に指摘がありましたように、こういうものを将来に渡ってどうやって活用して行くかと言うことを考えた時に、今はこのプロジェクトの費用でこう言う整理というか、技能の抽出が行われた訳ですが、これを将来に渡って続けて行こうとすると、だれがこれを担うのか。プロジェクトがこれで終わってしまうと、費用が途切れてしまう訳です。つまりここで途切れてしまうと、宝の持ち腐れと言いますか、苦勞して作ったものが宙に浮いてしまうと言うか、陳腐化が始まる訳です。その辺り、何かお考えがあれば、お聞かせ下さい。

**【松木（実施者）】** これは研究所の研究活動の方針にもかかわると思いますが、われわれとしてはこの成果を産総研の中で非常に重要だと言うことを言い続けて、今後も、運営交付金の中で回して行きたいと言うのが一つあります。

それからもう一つは、学協会の中でやはり技能は継続的に取り上げられると思うので、そこに情報提供して行きながら生かして行く。そしていろいろな先生方の意見を聞きながら、やはり企業と学が合わさる場所としての学会の役割は非常に重要だと思うので、そこで学会の中で回して行けるようなやり方が出来ないかなと個人的には考えています。それからもう一つは各県の公設試験研究機関が、やはり技能に関して一定の役割を担って行かなければいけないと思うので、これはまだ完全にはっきりしていませんが、何らかの予算的な措置を頂きながら回して行く。われわれとしては営利でやっている訳ではありませんので、これを上手く残して行く方式があれば、積極的に出して行きたい。

それから現在、海外の研究機関もスキルに関してはいろいろな形で興味を持たれています。特に少子高齢化が進んでいるような国に関しては、今あるスキルをどう言うふうに将来に残して行くかということに興味を持っているので、純粋に学として、国際的な研究もスタートする可能性があると考えています。

その中でわれわれは今の成果を、守秘義務は守りながら、うまい形で回して行ける方法を探って行くと言うのが、実行者の一つの責務だと思っています。

**【大森（実施者）】** 理化学研究所の立場で、テクニスト技術研究会を発足し、民間の方と意見交換をしながら、この実用化を進めて行くスキームを作ったのですが、その中で気が付いたことがあります。

方案設計とか、工程設計とか、今まで蓄積された技能をテンプレート化して行くことも、技能の抽出・整理という意味で非常に重要で、新たに気付かせるところから、改めてそ

れをブラッシュアップするためのきっかけになることでは非常に良いと思います。

もう一つは、実はテクニスト技術研究会は民間企業さんから参加費を頂いて、既に運営を始めているのですが、みんな何のために参加費を出すかと言うことを個別に聞いてみました。そうしたら本当にぶっちゃけた話、こういうテンプレートではなくて、中に入っているデータで使えそうなものがあれば非常に良いという意見が多かったのです。

例えば切削テンプレートの薄肉部材の加工とか、難削材とか、微細加工とか、いま非常に難儀しており、これが出来れば、出来ない物が出来るようになるとか、短納期化できるとか、コストが半分になるとか、そういった競争力が得られるわけです。

今まで貯めていた技能のテンプレートに基づいて、その中に入れた事例を参考にしながら、難加工材とか、複雑形状部品の加工とか、新たな知見を得ると言うか、そう言ったところに皆さんの期待があるようです。

ですから中身として、どう言うコンテンツをこれから入れて行くかと言うのは、継続的にわれわれのアクティビティとして続けて行って、中身でちょっと使えそうなものをご紹介しながら、これを継続的に発展させて行くことを考えています。

**【山崎委員】** 基本的なことでは恥ずかしいのですが、今の大森先生の話をお聞きすると、加工テンプレートの中に既に熟練技能者のノウハウが入っているような感じですか。基本的に加工テンプレートは白紙で、そのノウハウを抽出するやり方だとか、どういうふうに測定してデータにすれば良いかということが入っている。それで A 社がその測定手法を使って、A 社なりの加工テンプレートを作っていくというふうに理解をしていたのですが、お手本みたいなものが既に入っていると考えると良いですか。

**【松木（実施者）】** おっしゃる通りで、お手本がないと使い方が分からないと言うことがあるので、テンプレートには公開しても良いデータが一部入っています。それが無いと使えませんので、入っています。それから加工テンプレートは、最初に理論があって出来たモノでは無いので、いろいろな種類があります。例えばシミュレーションはそのままシミュレーションソフトが入っていますし、ある程度の材料の値とかも入っていますので、それ自身が内容だと言っても良いものです。

われわれが企業と一緒にやらせて頂いたものについては中身は出せませんので、入れ物だけになります。ただ理研さんのように、中に技能者がいて、出しても良いと言うものについては、中身もたっぷり詰まっていますので、それを参考にされて、その中身が重要で欲しいとおっしゃられているところもあります。一つには切れません。いろいろな見方があって、その加工法、その会社によって、要求はいろいろ有るなと言うのが私自身の実感です。

**【齋藤分科会長】** よろしいでしょうか。

**【石川委員】** 使い方としては、このテンプレートはこれで 1 セットという考え方でよろしいですか。それとも例えばめっき業であれば、めっきのテンプレート、プレス屋であればプレスのテンプレートという使い方なんでしょうか。

**【松木（実施者）】** 一応 60 個あるので、一個一個使って頂くのが基本です。もちろんまとめて使って頂いてもかまいませんし、めっきだったら、めっきの 10 個を使って頂いて



も良いのですが、業種や製品によっても違いますので、たぶん全部をお使いになる会社はあまりないと思います。

それからもう一つは、テンプレートそのままではお使い頂けないものが、残念ながら有るので、うちではこんな条件は使わないよとか、こんな加工はしていないから、この部分は要らないというところがある。

それはユーザーインターフェースを修正すれば済むものもありますし、中身を少し変えなければいけないものもあるということで、そこもグラデーションがありますので、研修を受けて頂いて、コンサルティングを受けて頂く必要があるものと、そのまま使えるものの両方があります。

後でご紹介しますが、鍛造などはそのまま使っただけの傾向がけっこう強いですね。鑄造とか、金属テンプレートとかはかなりコンサルティングが必要であるような感じがします。

**【石川委員】** 技能の継承・伝承という点で言うと、私はめっきをやっているものですから、めっきの話にどうしてもなってしまうのですが、その前後と言うものも、一連の流れの中で必ず繋がって来ることです。だからめっきだけ技能継承されても、その前の素材のところで問題があったものはめっきでは解決できないとか、そういう関連性があるものですから、そのところが上手く利用できるように設計されているのかなと言うのが気になりました。

**【松木（実施者）】** めっきについては担当が来ていますが、6社と一緒にやって来ました。そこで活用して行くには、当然、現場の改善みたいなものも少し入らざるを得ないので、そう言う意味では仕入れた材料や支給部品の問題がどうなのかと言う切り分けとかのようなところも一部含んでいるという理解です。

これは研究所だけで3年間やって終わったものを、さあ使ってくださいと言うことではなくて、やっている間ずっと企業の方に入って頂いた。それが強みと言うか、そう言うやり方です。そうでないと使えませんので、少なくともその会社にとっては有効性のあるものが出来ていると考えています。

**【石川委員】** 分かりました。

**【岡野（推進者）】** 先ほど白瀬先生から、宝の持ち腐れにならないようにするにはどうするかという非常に重大なご指摘を頂きましたので、ちょっと補足をさせて頂きたいと思います。

これはご指摘のとおり、実施主体が企業ではありませんので、企業の商品化、商品開発といったことには結びついて行きません。産総研さんはやはり営利追求団体では無いので、自ずと限界があります。

先ほど運営交付金の中でいろいろな研修事業とか、そのようなお話があったのですが、しっかりご認識は頂きながら、これはやはりわれわれ NEDO がしっかり責任を持って、この成果を世の中にどうやって普及させて行くかと言うことを追求してまいります。

具体的には、これは中小企業がいかに使うかと言うことですので、中小企業を広く面として網で捉える時に一番重要なのは、中小企業研修というか、中小企業大学校があり、

中小企業を教育する場があります。ですからわれわれ NEDO が責任を持って、中小企業庁等に働きかけをしながら、中小企業を教育する各種のカリキュラムの中に中小企業の人が入るのが極めて重要なことだと思っていますので、その展開をして行きたいと思っています。

**【青山委員】** 今の点でちょっとご質問をしたかったのですが、産総研さんはだいぶ前からこれに類する仕事をされて来て、デジマイの前にも溶接系、切削系のデータベースを作っていたと思います。この種の国プロは、ずっと昔から何度も起きて、消えてはいないのですが、メンテされないから消えるという状況になるのでしょうか。要はメンテナンスしない限り、数年で陳腐化すると言うことを、これまで何度も繰り返して来ていると思います。

NEDO さんは今おっしゃったような形でのフォローを考えていらっしゃるようですが、もっと積極的に、これをどこかの会社に渡して、会社がそれを販売して、それでメンテを続けていくような、あるいは中小企業に導入して行くような仕組みを考えられても良いかなと私は個人的には思います。

**【松木（実施者）】** 今のことに関しては、別に否定しているわけではなく、先ほど言いましたプラットフォームに関しては、TLO を経由して契約をしています。これはもう知財化していますので、それぞれの加工テンプレートについて企業で興味があれば、ご提供して行くことはもちろん可能です。

ただ現実的には中小企業の方の技能継承に関しては、ものすごく大変で、ペイするビジネスになるかどうかの別の問題もありますので、やはり公的なセクターがサポートをして、活用して頂きたいと言うのが、実は私の本音です。それが本当にビジネスになれば、どんどんやって頂ければ良いと思います。

**【櫻井分科会長代理】** もうずいぶん昔から鑄造にかかわる IT 化はやられていて、例えばあるソフトは 500 本ぐらい売られている。ところが実際に中小企業さんで使われている例はほんの僅かしかない。確かに買いはしたけれども使っていない。それはなぜかと言うと、それを使いこなすエンジニアがいない。あるいはそこで使うべき物性値とか、境界値とか、いろいろな数値が必要になっても、そういったものをメンテしてくれる所がないとか、あるいはニーズが変わるとインターフェースが変わって来るけれども、それをメンテしてくれる人がいない。

そう言ったことで、10 年ぐらい前から既に使われている訳ですが、現実問題としては生かされていない。そういったこともあって、せっかく作られた良いソフトですから、それが 10 年あるいは 15 年、20 年と使われて行くような仕掛けが無いと、さっき皆さんがおっしゃったように、すぐ陳腐化してしまい、だれも使ってくれない。

実は 30 年ほど前に、私はある企業でまさにこれと同じ仕事をやりました。ところが私がその企業を去ったとたんにだめです。だからそこで使える人、使い方、そういったものをきちんと中小企業さんにうまく植え付けて行き、それからその仕組みを常にメンテナンスして行くと言う仕掛けを産総研さんあたりがしっかり持ってやって頂く。その辺を是非お願いしたいと思っています。

【松木（実施者）】 おっしゃったことはその通りだと思っています。ただ現状、大企業においてもいろいろな技能の喪失が問題になっていて、それに関する関心が少し高まっているのかなと言うのはあると思います。

もう一つは将来における技能のあり方をどうして行くかという中で、やはり技能者自身も少し変わっていかねばいけない。俺は分からないから、こんなものは使えないと言うのではなくて、やはりある程度勉強して行くような方向に行かないと、本当に厳しいアジアの競争の中で勝てて行けるかと言う視点もあると思います。

そういう教育的な視点も含めて、全体の仕組みの中で、これをどう生かして行くのかと言うのは、理研さんも、われわれもそうですが、国の研究機関や大学の役割だと思えます。ご活用頂けそうなところがあれば、ぜひ言って頂ければ、われわれとしてはぜひ普及に努めたいと思っています。

【白瀬委員】 これに関してよろしいですか。やはりどこか一つのところが努力すると言うのは限界があると思います。日本工作機械工業会などでも冗談っぽく言っているのは、データを提供する人がいて、利用する人がいて、初めて回る仕組みなので、データを提供する人にとって何かメリットがあるとか、ポイント制ではないですが、この情報は良いと言うことで、使った人が提供した人になにがしかのものを払う。何かそういう新しいビジネスモデルか何か分かりませんが、そうでないと、なかなか回って行かない。

1人の管理者がいくら頑張っても、やはりそこは限りがあるので、情報を提供することでメリットがあれば、どんどん情報が集まって来ます。何かそういう仕組みも含めて考えて頂いたら良いのかなと思います。ちょっと余談ですけども。

【松木（実施者）】 分かりました。ありがとうございました。

【齋藤分科会長】 結論に行ってしまったようなところがありますが、質問の段階です。平岡先生、何かありますか。

【平岡委員】 マネジメントを評価しろという話なので、たぶん当初考えていたことと最後の結果がかなり違っているのではないかと思います。状況がこう言うふうに変えることが分かって、こう言うふうに変えたと言うことがあれば、教えて下さい。

【松木（実施者）】 私が想定していたのは、もう少し単純化された指標、要するに数値化されたものしか取れないので、ある程度数値を取って、それらの背後にある関連性を見付け出して、それを指標化して可視化して行くような、そういう手法を当初想定して、それがどの程度展開できるかと言うのが提案書の時の想定でした。

ただユーザーからの要望を見ると、とてもそれでは対応できない多種多様なものがあるので、何らかの形で技能が残るのであれば、これは現場の役に立つことが重要である。それからもう一つは能動的に残って行くと言うか、ある種自律的に回る仕組みを想定するかどうかと言うことで、それに向かっていけば良いと考えて、途中から少し幅広く技能の継承のやり方を取り上げて行くようにしました。

その結果、企業の方からいろいろな意見を頂いて、いっぱい広がって、これは收拾がつかないかなと思ったのですが、あとで整理してみると、いくつかの型に収斂して来る。これはやはりプロジェクトとしてやって、現場の役に立つところを基準にする重要性に

気が付いた。もし私なり大森先生なりが、この方法を適用しようと言ったら、非常に狭い範囲になってしまったかも知れない。だから結果としては非常にバラバラになっている感じですが、これがやはり技能の現状で、真正面から取り組んだ結果だと思っています。

もう一つ一番大きかったのは、予算が毎年 40%も減らされてしまって、私としては非常に忸怩たる思いではあったのですが、こういう基礎的な研究に対しては、今は国の方からなかなか予算がつかない。その中でどの部分で力の入れ具合を変えるかが一番大変でした。最終的に昨年度、NEDOさんと中小企業庁さんにご相談をして、基本計画は変えないという判断をさせて頂きながら、その中で出来る範囲で頑張ると言うのが、私としては一番大変なところでした。

【久津見（推進者）】 そういう意味では、基本計画自体の目標のうち、技術・技能継承・共有化ツールについてはクリアしています。加工テンプレートのかたち自体については、確かに最初に考えていたものとはちょっと変わって来たかなというところはあります。しかし少なくとも加工テンプレートの形はこう言うものでなければいけないと規定していたものではないし、実際に使えるものを作って下さいと言うことで、だんだん少しずつ変わって行って、最終的にこういう形になったと考えています。

【松木（実施者）】 その点でやめたのは自動組成、ソフトウェアをつくるツールです。全部の加工テンプレートのプロトタイプを作ってから、それをソフトウェアツールで再度、全部作り直すと言うことが、一応、目標としてあったのですが、その部分はなくとも良いではないか。現場で使えれば良いと言うことにしました。その部分が出来なかったのは、本当に単純に予算の問題だけだったので、いまは残念だったと思っています。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。時間になりました。殆ど皆さんに質問して頂いたので、私の質問事項は残っていないぐらいですが、後ほど、また質疑の時間がありますので、そちらの方に回したいと思います。

## 議題5. プロジェクトの詳細説明

### 5.1 技術・技能の継承・共有化ツール(加工テンプレート)の開発

#### (1) 鋳造テンプレート・鍛造テンプレート

実施者（産総研）より、(1)技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発のうち、資料 5-3-1 に基づき、①鋳造テンプレートに関して、資料 5-3-2 に基づき、②鍛造テンプレートに関して、プロジェクトの詳細説明が行われた後、質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。それでは引き続いて質疑応答に入りたいと思います。ただ今のご説明に関して、何かご質問、ご意見はありますか。

【青山委員】 先ず記憶に新しい鍛造のテンプレートのことです。ちょっとお尋ねしたいのですが、これは産総研さんで開発した FEM のシステムを無償で配布するという事でよろしいでしょうか。

【岡根（実施者）】 はい、そうです。

【青山委員】 産総研が独自で開発されたものを無料で提供いたしますよという話だと思いましたが、それでテンプレートとおっしゃっていて、テンプレートと言われるとテンプレートかも知れませんが、要は設計に必要な情報、大きく分けると三つの情報をシミュレーションで提供しますよという理解でよろしいですか。

【岡根（実施者）】 はい、その通りです。

【青山委員】 それをテンプレートと呼んだと言うことでよろしいですか。

【岡根（実施者）】 それに必要なデータを入れることが出来、必要な結果が出て来ると言うことを目的にしています。

【松木（実施者）】 例えば仕事が来た時に、これが自分のところの機械で打てるのか、打てないのかと言うことは従来もベテランの方が判断していました。ただベテランの方は人によって違うそうです。3人いると3人、値が違っていて意見が合わない。今回のテンプレートに必要なデータを入れて数値が出て来ると、それで合意が出来たという例もあるようです。

そういう意味で従来の技能継承とはある意味で違って、これも議論が中でもいろいろあったのですが、今いる人を置き換えると言うことを考えると、やはり自律的に動く仕組みでないと役に立たない。過去の事例をいくら入れても合わないで、そうするとシミュレーションというのは技能を抽出した一つの結果になるだろうと言う視点で、もう一回整理し直してみると、実際にはいま持っている技能よりも高くなっているかも知れない。

【青山委員】 いまおっしゃっていたことを次に質問したかったのですが、これはノウハウのデジタル化というよりは、技術を技能者の方にお伝えしていると言う方が近いのではないですか。

【松木（実施者）】 ここは微妙なところで、たぶん大手さんでは大きなシミュレーションをCADデータでやられていたと思います。でもわれわれのポイントは、中小企業でも使えるように、先ず簡略化して、実は5つぐらいの形に絞ってしまう。パラメータも絞ってしまう。

【青山委員】 形状もある程度限定しているのですか。

【松木（実施者）】 そうです。絞ってしまう。材料も鉄を中心とした材料を前提にするという絞り込みをさせていただきます。だから汎用ではない。ただそれがどうもマグネシウムにも使えるし、アルミにも使えることが分かって来た。

だから絞り込んで、使えるツールにして行って、一つの判断材料として見て下さいと言うことで、これが正解という訳ではないのです。

【青山委員】 いま材料の話が出て来たのですが、形状を絞り込んでいると言うことは、近い形状を指定して下さいと言うことだと思います。仮にその形状がなければ困るでしょうが、近い形状を指定する。そして材料が変わったり、例えば鍛造条件を変えなくなった時には、加工圧力の計算式も当然変わって来る訳で、それは常に産総研さんの方で、要求される材料に対して、あるいは鍛造条件に対して出していかなければいけない。要

はメンテナンスを続けなければいけない状況になっているのですかと言うことです。

【松木（実施者）】 基本的には硬さを見ていて、一括の硬さを入れていきます。硬さでの比例式なので、中の式は変えていませんが、それがどこまで適用出来るかと言うのは分かりません。そこは今後やっていかなければいけないのですが、鉄を主体とした式で展開をしていて、いま適用範囲を広げています。チタンについてなど。

【梶野（実施者）】 それではチタンについて説明させていただきます。一応、対象としている加工を定常変形に限定ですとか、冷間に限定といったことをしていますので、そこから外れたものには確かに対応できないのですが、一つの目安として見る分には、これは使えると考えています。

実際に企業の方でも、加工圧力テンプレートを熱間の判断基準として使った例もありますので、そういった応用ができます。先ほどセンター長が言われたのですが、正解を求めることが目的ではなくて、これを一つの判断基準にして、そこから何かをすることといった使用法でやって行く。

実際にベテランの方も正解を出すことよりは、そういう一つの目安を出すことをメインに置いていますので、そういった意味ではこの鍛造技能が継承出来ているのではないかと考えています。

【青山委員】 分かりました。それでは最初の方の鑄造についてご質問させていただきます。先ず注湯の時の力センサで、ベテランの方のパターン、注湯の速度変化のようなものを取られています。これはたぶんベスト解かどうかは別として、ベター解ではあると思います。

要はシミュレーションをやれば、ベスト解がたぶん出て来る訳ですが、仮にベスト解が出た時に、どうやってそれを作業者の方に教えるのですか。こうやったら良いですよと言うことが分かった時に、どうやって教えるのですか。

【岡根（実施者）】 現状、湯流れのシミュレーション等ではベストの解は出ないという状況です。

【青山委員】 それでは質問を変えます。ベター解でも良いです。力センサでベター解が出た時に、若い作業者の方にそれをどうやって体感で教えるのですかという質問です。

【岡根（実施者）】 この注湯のテンプレートであれば、熟練の人と若い人に同じ作業をしてもらって、どういう速度変化なのか。例えば最初の 30%の速度、真ん中の 40%の速度、最後の 50%の速度、または平均の速度を、今は 6つのパラメータとして評価しています。

【青山委員】 要は若い方の作業を測定して、それでちょっとずつ変えて行くと言うやり方を取ると言うことですね。

【岡根（実施者）】 そうです。

【青山委員】 分かりました。その他のもう 1 点は、鑄造方案の提案をするという所がありました。提案はもちろん何らかのルールなり、そういう知識ベースから提案出来ると思いますが、もう一つ大事なポイントとして、失敗事例もありますね。失敗事例をここで取り扱う工夫はされているのですか。

【岡根（実施者）】 鑄造方案の中に、事例の蓄積のデータベースと言うことで、必要なデ

一タだけを取るというテンプレートの趣旨からは外れますが、その作業をしたらこういう結果が出たと言うデータも入れられるようになっていきます。それは少しオプション的な評価の方法ですが、こういう方案で作ったら、こういう欠陥が出たと言う、後での評価も可能になっています。

【青山委員】 たぶん失敗事例は、「失敗学のすすめ」と言うことをおっしゃっている方もいるように、かなり重要な情報だろうと思いますので、重要な機能かなと思って質問させて頂きました。ありがとうございました。

【岡根（実施者）】 補足しますと、別に「欠陥判別・対策」のテンプレートと言うことで、そこだけを独立した形でテンプレートを出しています。そこでは失敗事例を蓄積して、対策方法等の関連を抽出出来るようにしてあります。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

【櫻井分科会長代理】 この鑄造方案設計テンプレートは非常に良く考えられています、例えば押し湯も、湯口も、鑄造方向が決まって来ないと何も決まりません。それはどうやってお決めになるのですか。

【岡根（実施者）】 鑄造方向、姿勢ですね。どちらを上にするか、下にするか、どこでパーティングラインを切るか、そこがある意味で最初のポイントだと思いますが、現状ではそれを決める指標に関しては、取れていません。ただ事例として、この姿勢で取ったという事例は蓄積できるようにしてあります。

【櫻井分科会長代理】 質問ではないのですが、産総研さんと理研さんがいるので、鑄造方向の論理化ぐらいやって頂けたら、ありがたかったと言うことです。

【岡根（実施者）】 方法論としては幾つかあるのですが、それを適切に評価する指標が見付からなかったと言うのが現状です。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。他にいかがでしょうか。

【青山委員】 鍛造について、変形抵抗を硬さに全部置き換えていて、ブリットルネスと言うと変ですが、いわゆる延性値と硬さと言うのは、確かに 80%ぐらいの相関率はあったと思いますが、残りの 20%はいかが致しましょうか。

【梶野（実施者）】 繰り返しのなってしまいますが、やはり 20%分は補正值とかで対応する手もありますし、現状、正直なところを言いますと、やはり目安を出す上で、20%はそんなに大きな問題ではないだろうという判断で、作らせてもらっています。実際に加工圧力自身も、同じ部品、同じ材料を打ったとしても、1割、2割は出て来ます。ただ計算自体は簡単ですので、例えば、硬さ値の 1.1~0.9 倍までを計算してもらって、この範囲で実際はバラつくだろうと言うような使い方でもらえると、対応できるかなと考えています。

【青山委員】 ちょっとニュアンスが通じなかったようですが、要するに力はそれで良い。割れに対してはどう考えていますかという議論です。

【松木（実施者）】 それでは共同で開発した共同開発者の篠崎から答えさせてもらいます。

【篠崎（実施者）】 共同開発者の篠崎です。割れは対象にしていません。そこまで間に合いませんでした。

それから前のご質問で、変形抵抗に対して残りの 20%をどうするのかとおっしゃったことについて、松木も言ったのですが、変形抵抗は炭素鋼の応力ひずみ曲線の室温における低速の応力ひずみ曲線をもとにしています。そして材質の違いはビッカース硬さでカバーしています。ビッカース硬さと塑性変形は相関があるということをもとにしています。

さらに温度の影響がありますが、温度は少し仮定しています。常温の変形抵抗から融点までを直線で結んでいます。温度が変わると直線的に変わるだろうということで、やや強引なのですが、実際にやってみますと割りと合います。

応力計算でもし温度変化が分からない場合は、適当にたぶん 200℃変わるだろうと推定して、パラメータで補正しながら使うことになっています。これは変形抵抗が炭素鋼の硬さの加工硬化の特性と似ていることを前提にしていて、合わない場合は残念ながら合わないのですが、割りと事象の範囲では合うのではないかなと思っています。

【松木（実施者）】 補足しますと、完璧なものはないのは分かっていますが、いま言ったようなことを、本来、熟練技能者、働いている人に理解して頂きたい。われわれのシミュレーションがどういう原理に基づいて計算をしているのかということは伝えてありますし、そういう教育をして行きます。

シミュレーションが違っていると思ったら、前提を直して頂くなり、範囲を決めて頂くと言うことが、鍛造の技能をある意味で伝えながら高度化していく一つのポイントではないか。プロジェクトリーダーとしてはそういう理解をしていて、完璧に合うものを出すことが、今回の技能継承としてのテンプレートの目標とは必ずしも合っていないと言うことです。

【齋藤分科会長】 よろしいでしょうか。

【櫻井分科会長代理】 鍛造のスキル、いわゆる技能というものと、鍛造技術の区分けと、松木さんの区分けは少し違っているのかなと言うところがあります。例えば熱間での free forging になってくると、ブツを見て、熱い、ぬるい、その辺を見ながら圧力を見て、コントロールしながら寸法を出して行く。そういった鍛造の制御をするところにスキルがかなり生きて来る。それに対して、機械的にボスンとやって形を作るとなると、もう技術屋の世界であって、オペレーターの世界ではない。そこの所の区分けが少し違っているのではないかという気がしました。

それから確かに計算上の粗さみたいなものは、シミュレーションですから、正直言って、1割、2割出て来るのはやむを得ないと思います。ただそう言ったことでテンプレートを作って、データを貯めて行って、後はどうお使いになるのか。これを使う人のレベルが非常に高ければ良いのですが。私はいま高卒の学生を一生懸命教えている訳ですが、現時点の高卒のオペレーターに、このようなシミュレーションが出来るのかなと。ここはちょっと疑問を持っている所です。その辺に対して、いかがですか。

【松木（実施者）】 もう一回、共同開発者の篠崎の方から。

【篠崎（実施者）】 おっしゃる通り、ハンマーとか、フリクションプレスみたいな加工の鍛造品が対象であって、ハンマーのエネルギーを全部ぶつけて加工するようなことは、



まだ扱えません。これはクランクプレスとか、XM プレスといった機械プレスで速度が決められた場合の操作になって、速度を与えます。

ハンマーで自由鍛造みたいなものをする時には、温度の変化と広がり具合等でエネルギーを消費しながら変わりますから、速度が変わると思います。これはもう一度厳密にやらないといけないので、普及させながら、据込みの温度が加工条件によって変わるところは、テンプレートの補足というか、延長で出来そうなので、やろうと思っていますが、いまは対応出来ていません。

**【齋藤分科会長】** ありがとうございます。よろしいですか。

**【白瀬委員】** 今の議論を聞いていると、かなり細かいところをつつき合っているような気がしてしょうがないのですが、今日ご紹介いただいた鑄造テンプレートも、鍛造テンプレートも、アプリケーションを絞って、条件を制約して、それで成功した例です。ただ結局これはどちらかというところ、このシステムを開発した人のスキルが入っていて、本当にこれが作業者のスキルかなという気がする訳です。

これに本当に作業者のスキルを入れようとする、例えばこれをベースにして、先ほどから議論されているように、鑄造なり、鍛造なりにどの程度の手間暇で拡張できるかというところがポイントかなと思います。だから議論すべきはそこであって、細かいところが合う、合わないはもう目をつぶる。

例えばこれは上手く行きました、上手く行った例と言うことで了解しますが、いま議論になっている他の事例に拡張する時に、現場の人が先ほどあったような講習会を受ければ、パラメータを修正するとか、境界条件を修正するとか、そう言うことでこれぐらい展開できそうなのか、今はしんどいと言うのか、むしろその辺りを聞かせて頂きたいと思います。

**【松木（実施者）】** われわれは熟練技能者が暗黙知、暗黙的に計算をしていると言う仮定で考えておりますが、暗黙的にやられている内容を想定出来ない訳です。そこで、暗黙的に計算をしていると思われる対応物を想定して、計算機上で実現するものとしてシミュレーションを用意しました。

そのときに熟練の方が感知をして、暗黙的に使用しているパラメータをなるべく見逃さないようにしたい。もしそれを見落としたのであれば、ずれてくるだろう。もしそれが合っているのであれば、ある程度の範囲内で答えが合ってくるだろうと言うのが、もとの前提になります。

だからこれで完璧だと言うことではないのですが、われわれはそれ以外の方法が見当たらず、そういう対応物を見つけて、まず出してみました。これが現実にある範囲内で合っていれば、この理論で動いていると言うことを、もう一回、熟練技能者なり、エンジニアの方なりにフィードバックして、それで高度化をして行くと言うのが、私がいま考えている技能の抽出と今後の方向です。

これはあくまでもサンプルありで、先ほど言いましたように、理論といっても、その一部分だし、実験式になるともっと粗々だし、データを貯めるとなると、もっと粗々になってしまう。でも現状の技能を使えるという視点から見ると、われわれとしてはこう言

う方法をとらざるを得なかった。

ただそれは半歩かもしれない知れないけれども、進んだので、ご批判を頂きながら使って頂くことによって、技能を抽出するという困難な課題に取り組む第一歩にはなったと思っています。お答えになっているかどうかは分かりませんが、そういう方針で行きたいと思っています。

【白瀬委員】 議論の中で、期間が短くなったとか、予算がずいぶん削られたという話を聞くと、恐らくそうなのだろう。確かにこのひな型にしても、われわれが聞いていても、将来がある話なのか。あるいは技能者ではちょっと無理で、やはりもっと手間暇がかかると言うのでは問題があるなどということになります。これがベースになって、将来性が有りますよと言って頂いたら、成る程と思います。

【松木（実施者）】 入力部分はけっこう重要で、わけの分からない数値を入れると、とても使って頂けないので、その部分でずいぶん絞らざるを得なかったと言うのは当然あります。特に形状に関して、CAD データを作って下さいとか、CAE で簡略化して下さいと言えば簡単ですが、そんなことはとても出来ないのです、そこは何%か、何 10%かも知れませんが、割り切る。

でも使って頂くと、こう言うやり方で、この仕事が置き換えられるかも知れないと思って頂くことが非常に大きいと思っています。

これはこのプロジェクトでは出来なかったのですが、われわれとしてはそれこそ実用化という形で、皆さんにご提供することで、それを生かして行くことは出来る、生かしたいと思っています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

時間がもう少しあるようですので、私の方からちょっと質問させて頂きたいと思います。技能者と技術者という区別はなかなか難しいと言うことと、われわれは技術者を大学で育てようとしている。だけど技能者も必要だろう。何が違うのかなと言うことをいろいろと大学の中でも議論しています。

そういう意味では、やはり個人が持っている能力で、本人が積み重ねたものが技能なのだろうと私は思っています。それをうまくデータベースだとか、こう言うふうに見えるような形にすること自体は良いのだろうと思いますが、その結果はたぶん皆さんが簡単に使えるようなものでは無いのかなというのが、私の考えです。

例えば注湯の時のスピードが非常にコンスタントに出来ている。でもそれが出来るのは、その人が長年やって来て、自分の体のいろいろなセンサを使ってコントロールをしている。だから若い人が力任せにやると、速く出来るかも知れないけれども、コントロールするにはやはり自分の能力を磨かないと出来ない。だから一定にしろと言われても、たぶん若い人は出来ないだろう。

そういう意味で、本来、何を若い人に教えなければいけないかと言うと、一定にしろといても、一定にするためにはどうするか。それは「たくさんやれ」ということになる部分があるのではないかと思います。

それはわれわれ大学でも非常に悩ましいところですが、いろいろなデータを取った時に、

次の技能者というか、伝承の意味として、教育的な形で次に行くことは可能なのですか。今まで鋳造、鍛造をやられてどうでしょうか。例えば簡単に見積もれるとなると、それに頼るので、その人の技能というか、知識の体系作りの一助にはならないのではないかなという気がします。どうでしょうか。

【岡根（実施者）】 先ず注湯とかでも、伝えるべきポイントをわれわれは探した。そのポイントに従ってやりましょうと言うことです。先ほど回数をこなすということがありましたが、注湯の場合は実際に溶けた金属を扱うので非常に危険ですので、例えばそれは同じように水でやれば良い。ただ教えられる方は、自分が評価されるポイントは明示化し、次にどうしたら良いかは自分で値を見ながらやって行くと言うのが、注湯の場合の指標化のポイントだったのかなと思います。

あと鍛造については、今は電卓みたいなイメージで、こことこの値を決めると、この圧力が出て来るというものですが、熟練の方は硬さと形状をイメージすると、圧力がイメージ出来る。それをそのまま移すことは出来ないけれども、式の形に置き換えて、式+補正項という形であれば、次の方に教えられる。もちろんこう言う式が決まって行って、こことこういう関係があるのですと言うことは教えられるので、補正項は一般的な条件からの補正、例えば自社で摩擦、そういうものを評価した上で、理屈+補正という形で次の方に教えられるのではないかなと考えています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。

【櫻井分科会長代理】 実は私のところは技能と技術の両方を教えろと言うことで、やっている訳です。結局、技能の技術化と言うと変ですが、要するに技能というものを項目で表すことが重要である。項目で表していくと層別できる、あるいは数値化できる。それによって、オペレーター、技能者が習得し易くなる。どういった場合、あるいはどういった数字になれば良いよと言うのが非常に掴み易くなる。それによって技能が進んで行く。そう言うことだと思っています。

それで実際にわれわれのところでも、鋳鉄を鋳込ませてみると、言葉ではこう言っていたけれども、なるほどこう言う項目が要るのだなということが体感できる。それでもって項目がそれぞれ出て来る。

それは技術的な項目かも知れないし、あるいは単なる言葉かも知れないのですが、そう言ったものが非常に重要なファクターだろうと思っています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。よろしいでしょうか。時間の方もだいぶ押していますので、ここで休憩時間を取りたいと思います。約10分間の休憩で、55分から次の発表に行きたいと思います。それでは休憩に入ります。

<休憩>

## 議題5. プロジェクトの詳細説明

### 5.1 技術・技能の継承・共有化ツール(加工テンプレート)の開発

#### (2) 切削テンプレート

実施者（理研）より、(1)技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発のうち、資料 5-3-3 に基づき、③切削テンプレートに関して、プロジェクトの詳細説明が行われた後、質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、いま説明頂いた切削テンプレートについて、質疑を進めたいと思います。ご質問等ありましたらお願いします。

【青山委員】 切削に関しては、今までかなりいろいろなところでデータベースを作るプロジェクトはあったと思います。ただ、今回、ケーススタディ、事例集的な取り組みでデータベースを集約して行くという切り口が従来と違うのかなと思います。

その場合、たぶん問題となるのは、ケーススタディをどれだけ集めるかが、これを使うか使わないかのポイントになると思います。集める時に、現場の作業者がパソコンに向かって文字を打つことが有り得るのか。この点についてはどうでしょう。

【亀山（実施者）】 ご指摘の通りです。企業の皆様方にも十中八九、いまご指摘頂いた問題はご指摘頂きました。結局、技能者が独自にテンプレートに事例を蓄積することは考えていません。私どものテンプレートは、ある程度工数を食いますが、技能を持っている人、技能を受け継ぎたい人の他に、第三者がもう一人必要です。先ほどこちらの資料（17/27）にマンガのようなものがあって、3 人の真ん中に記録者がいました。そういう形で、テンプレートに事例を蓄積するために、ある程度労力を割いて下さる方がどうしても必要になるかとは思っています。

【青山委員】 その方は公的な方ですか、会社の方ですか。

【亀山（実施者）】 その方は会社内だと想定しています。

【青山委員】 会社の中で会社のノウハウを蓄積すると言うことであれば、たぶん本気の会社ならやるかなと言う印象を受けます。私のもう一つの印象で言うと、こういう事例が集まって事例が使われた時に利益を得る方がいるとすれば、その方に積極的にやってもらえるのではないかと。

例えば工具メーカーが新しい工具を開発した、材料メーカーが新しい材料を作った時、そういう人たちが積極的にここにデータを打ち込む仕組みが出来ていれば、データベースを検索して「この工具を使えばこういう加工ができる」と分かれば、工具メーカー、材料メーカーを巻き込んだ仕組みも有り得るのかと思いました。

【亀山（実施者）】 ありがとうございます。まさにご指摘の通りだと思います。加工メーカーさんなどの知見とうまくリンクさせることも、テンプレートの活用で非常に有効かと思っています。それが例えば工具メーカーさんの宣伝になると、労力を割くところについてポテンシャルエネルギーを得られるのではないかと思います。

【青山委員】 お互いにメリットの有ることが出来れば、ふくらんで行くのかと思いました。細かい質問ですが、事例なので自分の事例がどれに当たるか、事例の検索の方法が難しいのではないかと思います。

【亀山（実施者）】 検索は、似たような事例を引き出して来るのは事例が増えれば増えるほど難しくなります。そのための工夫として、ただ単に何でも良いからフリーテキスト

で書いて下さいと言うのでなくて、例えば工程を一つひとつ分類してそれぞれに属性をつける、タグを付けるというご説明をしました。

例えば仕上げ加工の中でどういう治具を使うといった形で絞り込み検索をして行くことによって、必要な情報にアプローチし易く出来るのではないかと思います。ただ、この点については、これから実用化に向けてやって行く際に、まだブラッシュアップが必要かとは思いますが。

【青山委員】 ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか、どうぞ。

【平岡委員】 今の質問に関連しますが、例えば言葉みたいなものは大丈夫ですか。特に違う会社の人が使うと、概念が少しずれていたりする気がします。

【亀山（実施者）】 要はタームの意味、方言と言いますか、そういう意味ですね。それはもちろん、ご指摘の通り有ると思います。こう言った形で事例を蓄積して頂くに当たっては、言葉の使い方のガイドラインを定めて、その中でやって頂くことがどうしても必要になってしまうかなと思います。

グーグルの検索ではないですが、一歩進めれば類似の言葉も一緒に検索でヒットしてくれる仕組みがあればなお良いのかなという気はします。現実問題としては、データを蓄積して頂く時に気を付けて頂くと言うことをご案内するしかない状態です。

【平岡委員】 何かそのための工夫みたいなものは、特にされていませんか。

【亀山（実施者）】 また、現状では「使い方でご案内下さい」という言い方になっています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょう。

【大森（実施者）】 切削テンプレートの事例は、最初どういったものをチョイスして行ったら良いか非常に悩んだところです。実際、切削の加工の仕方をどれだけシンプルに説明できるかと考えると、工具・ワーク・治具、あとはクーラント、切削条件です。もちろん、工作機械はあります。

そういったもののユニークさ、最適性、例えば工具にコーティングをかければすごく長寿命化できたと。それをテンプレート化しようとか、それぞれの様相に関するテンプレートを最初にざっと作ってみました。

そうこうしているうちに難削材が出て来たり、例えばチタン合金でインプラントが出来たらすごいねと言うことで、具体的な部品、キーパーツにかかわるどういうテンプレートがあるのかということで、物に関するテンプレートもいくつか事例が出て来ました。

その中で、製品になってしまうと汎用性がなくなる。途中で見直して行く過程で、今回出ているような加工方案、段取り、治具といったものに最終的には難易度をレベル分けして落ち着いて来た状況です。

先ほどの検索に関しても、タームの統一性、あるいは方言を認める検索エンジンみたいなものを今後これに付加して行く考えを持っています。

自分が欲しい事例がどれになるか。ワークにかかわることなのか、工具にかかわることなのか、クーラントなのか治具なのか、段取りなのか、最適条件なのか、工作機械なの

か。そういったシンプルなタームで一番適切な事例にアクセスできる仕組みを考えて、使い易いものにして行きたいと考えています。

先ほども説明にありましたが、切削テンプレートは、例えば汎用旋盤など手動で動かしている機械の技能を抽出して非熟練者に教えようと考えていましたが、実は手動の機械でやっている技能をそのまま転写しても会社の先進性にはあまり繋がらないことが、調査して行くうちにだんだん分かって来ました。

自動化のために NC 工作機械に移して行く。あとはプログラミングで、技能的な色彩のものをプログラムの中に集約出来ると言ったイメージから、NC 化が出来るテンプレートということです。先ほどもマシニングセンタを活用した加工が事例にありましたが、そういったものをメインに据えて行こう。どうせ継承して行くのであれば、より競争力の強い会社の先進性に繋がる NC 加工などについても考慮しました。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。ご質問、ご意見ありませんか。

【青山委員】 また細かい点です。7/27 の情報だけではないのかと思いますが、記入する情報です。工作機械やツーリングの情報が加工条件にすごく効いて来ると言うけれども、そういったものも入っていますか。

【亀山（実施者）】 作業フローチャートを中心としたもので、現状ではこの中に、そういう枠組み（工作機械やツーリングの情報など）は入っていません。加工機の情報に関しては、別に入力するところがあります。

【青山委員】 つまり、同じ材料を同じ工具で削っても、ツーリングや工作機械が違くと剛性が違って来ます。かなり大きなファクターかと思えます。

【亀山（実施者）】 そうですね。必要な情報は、今後も検討して精査していく必要があると考えています。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか。

【櫻井委員】 切削加工と少し異なるかもしれませんが、普通、削るとなると色々な機械を使います。こういうふうの一つで出来る場合もあるし、例えばターニングを使わなければいけない、ミーリングを使わなければいけない、いろいろな機械を使ってボール盤で行く。そうした場合、芯出しをどうするか。芯出し、マーキング、けがきと言うのかわかりませんが、それによって全体を通しての加工段取り、加工量が全部変わって来ちゃう。その辺に対するロジックは何かありますか。

【亀山（実施者）】 工程設計の最適化という問題ですね。当初、テンプレートを開発している段階では、工程設計の最適化もテンプレートで求められているのではないかという議論もありました。実際問題、例えば取り代をどう配分して行くのが良いかと言ったところまでやるのは時間的に非常に困難だろうという判断に至りました。それで、もう少し絞り込んだ形で事例ごとのフローという形態になった次第です。

ただ、今回、いまご指摘頂いたような点に対する情報を何か与えてくれるものも加え、これからテンプレートをもう少しモディファイして行きたい。例えばバックデータとうまく連動させたりすると、そういった可能性もあるかと考えています。今後、ぜひ開発

して行きたいと思います。

【大森（実施者）】 そういう意味では、基本加工要素の集約はテンプレートで一番初めに取り組んだところでは。技能オリンピックの題材を例題として取って、それを加工して行く際の平準的な作業工程みたいなことをピックアップした経緯があります。

旋盤加工をやっているのでもそこで芯出し、あるいは段取りといったことを一応は経験しています。ただ、まだそれを深掘りできていないところもあります。今後全般的に、そういうことを反映する必要があると思います。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。よろしいでしょうか。時間も迫ったので、ここから次に移りたいと思います。

## 議題5. プロジェクトの詳細説明

### 5.2 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発

#### MZ プラットフォーム

実施者（産総研）より、資料 5-4 に基づき、工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発 MZ プラットフォームに関して、プロジェクトの詳細説明が行われた後、質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、ただ今のご説明に対して質疑応答に入りたいと思います。何かご質問、ご意見はございませんか。

【青山委員】 学会並みに難しくまだ理解していないのですが、先ず分からなかったのは、最初のお題目で「アプリケーションのフローを描けば自動的にアプリケーションができます」ということが開発した技術と言うことになっています。タスクフローを分析するというか、その図を描くのはだれですか。

【澤田（実施者）】 これは実際に使う方、つまり企業でシステム開発を担当する方という想定です。

【青山委員】 中小企業の方になるわけですね。

【澤田（実施者）】 そうです。

【青山委員】 タスクフローの図を描けると言うことは、全体を相当見渡せる人ですね。

【澤田（実施者）】 そうです。

【青山委員】 分かりました。あとこのアプリケーションが何かがずっと分かりませんでした。要はデータ&リンクを作るアプリケーションと言うことですか。

【澤田（実施者）】 それが基本的構成になることが多いと思います。というのは、企業はどのような IT システムを欲しいかと言うと、社内での業務管理、あるいは生産管理等を作りたいと。その場合、基本となるのが、情報共有が出来ていないという問題点があります。情報共有が一つの核になって来て、そのためにかなりそちらを意識した構成にはなっています。

【青山委員】 簡単に言うと、データ&リンクになりますね。

【澤田（実施者）】 そうです。

【青山委員】　そうですか。別の言い方をすると、エクセルのマクロを作られたと理解してしまっていて良いですか。

【澤田（実施者）】　それはかなり違っていると認識しています。

【青山委員】　では、タスクのデータとしてどういうデータが要るかは、用意されているデータの中から選ぶのか、自分で適当に割り当てることが出来るのですか。各タスクでのデータは自由に設定できるのですか。

【澤田（実施者）】　はい。

【青山委員】　設定した時に、リンクする時のリンクの仕方はしなくて良いわけですよね。オブジェクト指向でこのデータ、このデータが関係ありますというリレーションは、ユーザがする必要はないのですね。

【澤田（実施者）】　そうですね。ただし、同じ用語を使う必要があります。これはご説明する必要があると思いますが、企業の中の帳票等を見ていると、部署が違っているとものを違う言葉で表していることがしばしばあります。

私どもがこれまで企業の方と一緒にシステム開発等にかかわった時に、用語の整理がかなり重要な問題でした。そこで情報が食い違っている。今回のツールでは、用語の統一も含めて整理させて頂きたいということです。

【青山委員】　ありがとうございました。

【松木（実施者）】　補足させて頂くと、先ほどエクセルという話がありました。データベースは、例えばオラクルとか企業で使われている普通のデータベースをそのまま使える。エクセルも使っているなら、エクセルもデータの入力として使える機能を持っています。もともとは、普通のアプリケーションは何でも作れます。一番初めに作ったのは、CADみたいな、いま PDQ ガイドラインがありますが、PDQ チェッカーと言う物を作って無料で配りました。

中小企業の方にお聞きすると、「いや、そういうものは CAD であれば買えます。うちが困っているのはそこではありません。データがちゃんと流れているかどうかの共有や、仕事のデータがちゃんと流れているか確認したい。そういう仕組みを作ろうと思って企業、ベンダに頼むと 5000 万くらいだという。そんなお金はとてもない。そのお金があったら機械を買えます」と言うのがベースにあります。その中で共有化する仕組みを自分たちで作れるなら作って行き、仕事が変わったら直して行きたい言うのが MZ Platform のもともとの目的です。

いま企業でいろいろ使われているという澤田からの報告がありました。「そんな人いないのではないか」とお考えかも知れませんが、事例はたくさん出て来ています。社長さんの二世の方、他の会社へ行っていて自分の会社に戻って来る時に、プラットフォームをつくる自社システムを構築した例があります。たくさんのメリットがあり、先ず仕事の内容が分かる、尊敬されるとか副次的なメリットもあります。そういう方でも使える仕組みを作りました。

ただ、それでも細かいコンポーネントを繋ぐと言う IT の知識が必要で、面倒臭いねと言う問題があったので、もっと簡単に出来る筈だと。要するに、仕事の流れさえ出来てア



アプリケーションの範囲をある程度限定すれば、もっと簡単に作れるだろうと言うのがもともとの考えです。

それで、加工テンプレートと生産管理を選んで、複合コンポーネントという形である程度既成のものを作り上げて簡単に作る。ポイントは、それが動くことです。動かない仕組みは嫌になってしまいます。この線を繋ぐと思ったかどうか分からないけれども、なにせ動く仕組みが作れるので、それを直しながら使って頂く。われわれはサンプルを出しますので、サンプルを見てならって使って頂くことも想定しています。

【齋藤分科会長】 よろしいでしょうか。他にいかがでしょう、どうぞ。

【白瀬委員】 このMZ Platformは、私のイメージではMATLAB/Simulinkの世界かなと。もう少し良いものだとして理解しています。要するに中小企業が困っています、ソフトウェアの開発の労力をいかにして下げるか、お手軽に作りましょうという目的でスタートしたと言うことですが、問題は普及実用化で、中小企業がどのくらいこれを使おうとしているのか。その辺をお聞きしたい。2009年6月1日現在448という数字が挙がっていますが、これは過去、たとえば2006年と比べて倍増しているのかどうかという話です。それから、今回、こういうツールが更に益々お手軽になりましたという話だったと思います。乱暴な言い方ですが、使用実態、つまり研究会には入っているけれども本当に使っているのかどうか。こういう会員の中で例えば1割が非常にアクティブで、アプリケーションの開発例が10個、20個ありますと言う辺りを聞かせて頂けませんか。

【松木(実施者)】 あとで澤田から詳しい話があると思いますが、概要から言うと年間1000円頂いているので、増えてはいますが、お金を頂く時になると少し減ってまた増える。波を打ちながら、少しずつ上がっている状態です。

われわれは1000円で配っていますが、先ほど言ったようにTLOを経由してソフトウェアベンダの方8社に契約して頂いており、ビジネスとして展開して行く。その数値は入っていないので、正確な数値ははっきり分かりません。実際に400社位に、あるアプリケーションをプラットフォームで作ったものもありますが、われわれのところに報告が来ていません。正確な数値、400いくつというのはわれわれの会員になって頂いている数です。

私の認識では、産総研としてやる範囲から少しずつビジネスの方へ転換している。われわれとしては、最終的にはオープンソースにして企業の方に使って頂きたいと思います。オープンソースにすればみんな使って頂けるわけではないので、これから2、3年かけてある程度ユーザを増やして、ベンダの方を組織化して行き、ユーザも増え、ベンダも増えたら、そこでオープンソース化して行くのが私のいまの考えです。補足があれば。

【澤田(実施者)】 どのくらいの企業がアクティブにと言うことですが、そちらも正確に把握しきれていないのが実情です。ただ、われわれの普及活動の一環として、産総研、産学官等も連携して各県を回り、県と産総研と、出来ればそのソフトウェアベンダ、最後はエンドユーザである中小企業とのケーススタディの体制を組み、その中での開発を行います。その成功事例を作って核として展開していく方法を、現在九州地域を中心として取り組んでいます。

そういった意味では、アクティブに実際に作って社内で運用して、ということが少しずつ広まっています。その時に私たちも全部、こちらが全部やってあげますではなくて、その後の普及、社内での運用がもちろんあります。エンドユーザも費用は自分で負担して、ちゃんと人は出しなさいと。すべて合意を取った上での導入等を進めています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。

【白瀬委員】 何か評価はないですか。ユーザが「これをやってよかった」とか、アンケート結果のようなものは無いですか。

【澤田（実施者）】 アンケートは 2、3 年前に取りましたが、その中にはいろいろ厳しいご意見等もありました。サポートがないと使いこなせないとか。その一方、「ある壁を越えると後がすごく楽になる」というのは出ています。

スライドの 5/30 はその事例です。こういった事例が出て来ているところからも、決してわれわれの方針は間違っていないと。成果も不十分なものではなかった。もちろん現在でも完成しているとは思いますが、方向性としては正しかったと認識しています。

【松木（実施者）】 補足ですが、たぶん来年度くらいにハードウェア、入力装置を開発している大手の企業の方がわれわれと共同研究契約を結びます。要するに、インタフェースモジュールができると工場内でデータを投入して行く仕組みを簡単に構築するという事で、たぶん来年度くらいから共同研究開発がスタートすると思います。中小企業だけではなく、大手の方にも使って頂ける状況が出て来ています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょう。

【石川委員】 実際に使われている中小企業の規模は、どの位の人数のところからどの位のところまでですか。例えば 5 人のところでも使ってケースがあるのか、20 人はいないとそう言うことに時間を割ける人もいないからその辺がターゲットだとか、実際にどうですか。

【澤田（実施者）】 実際に運用されている企業で最も小さいところは 10 人規模です。こちらの事例に挙がって来ているのは、それぞれ 30 人、50 人くらいの企業です。私の感覚ですが、自社で作る場合、担当者を多く張りつけるのは無理なので、おそらく 1 人ないし 2 人です。その 1 人ないし 2 人が、先ほど青山先生からご指摘があったように社内の業務を把握し切れていないと難しい。

ということを見ると、だいたい 50 人規模くらいが適正ではないかと思います。もちろん多くの人数を張り付けられるならより大きな規模でもできるかと思いますが、担当者 1 人という前提に立つと 50 人くらいが妥当なところだろうと思います。

【松木（実施者）】 MZ Platform ではないですが、ほかの IT、デルファイというデータベースの仕組みを使って成功されている会社があります。そこは 17 人です。1 人がプログラミングをされていて、だいたい半分くらいの工数を使われています。金型ですが、ほとんどの連携は IT 化されています。それを教える先生は外部のソフトウェアベンダの方がいて、その方の指導をある程度受けながら、ソフトウェアをつくるのはその方です。必ずしも 50 人ではなくて、社長さんがそれに目覚めると 20 人以下でもできるものだと

思います。

【石川委員】 分かりました。先ほどのテンプレートの件も含めて、われわれ企業も含めかなり小規模なところが圧倒的に多く、90%くらい占めていますから、そういうところが逆に、技能の伝承のこういうアプリケーションも使えるようになってくれると意味があるかと思って話させて頂きました。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか。それでは私からですが、先ほど5/30で説明頂きましたが、いろいろ具体的なものがあると。その中の助成は、具体的にどんなことに助成が出るのですか。なぜ九州はそんなに熱心なのか聞きたいのですが。

【澤田（実施者）】 最初の成功事例は、システム開発事例1にある大分県の事例です。やはり成功事例があると皆さん飛びついて来ますので、そういった意味では九州での進み方が早かったと言うことです。

次にどういう事業かという、県が製造企業を対象としてMZ Platformによる社内システムを開発すると。但しその時に製造企業だけでは無理だろうから、ソフトウェアベンダとチームを組んで、そのチームで応募して来なさいという制度です。

応募した案件が採択されると、必要経費の3分の2もしくは500万円のうちの値の低い方の補助が出る制度です。これは昨年度、4件ありました。今年度も継続して続いている状況です。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。いかがでしょうか、他に。

【松木（実施者）】 すみません、資料が1点修正です。4/30にある、MZ Platformの概要のところの前の事業の期間が間違っていました。(FY13~FY18)ではなく、(FY13~FY17)です。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。

いかがでしょうか。他にご質問は、どうぞ。

【平岡委員】 データベースが繋がるという話でしたが、それぞれの企業が自分のところで買ったソフトは何でも繋がるのですか。繋げられるソフトの条件とかありますか。

【澤田（実施者）】 技術的にはこちらはJavaという言語を使っていて、多くのデータベースはJavaプログラムとつなげるためのドライバが用意されています。それがあれば繋がります。

具体的に身近なところではエクセル、アクセス、商用ならマイクロソフトのSQL Server、オラクル、フリーソフトではMySQL、PostgreSQLは繋がります。使われていて案外繋がらないのが桐です。これは桐と繋がられないかという要望があって、出来ませんという結論に至りました。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

【櫻井委員】 聞いて良いのかどうか分からないのですが、生産計画、いろいろな作業表、検査表が出て来ますが、そこには当然、品質計画、工数、歩留まりといったデータベースと言うか基準値というか、そういったものが含まれて来る。それがないと作業指示にもならないし、何にもならないわけです。いわゆる基準値の作成については、何か中に含まれているのですか。

【澤田（実施者）】 含まれてはいません。ソフトウェアのシステムを作る話と社内の体制を整えると言う話は別ものです。つまり、体制が整っていなければそもそもソフトウェアを作ることは出来ないと認識しています。

【櫻井委員】 そうすると、基準値は手書きで打ち込めと。

【澤田（実施者）】 そうではなくて、基準値はそもそも存在しているのかどうかという問題が一つあります。各社ごとに作業標準があれば、その作業標準を登録したデータベースを作ることが可能ですが、そもそも標準化されていなければ、こちらでソフトウェアをいじれば勝手に標準値ができるかという、それはできませんという話です。それを手で打ち込むのかどうかは、どういうシステムを作るかという話になって来るかと思えます。

【櫻井委員】 作業表、検査表、出荷表、計画表と書いてあるけれども、これは結局、出て来ないわけね。

【松木（実施者）】 ある会社はデータベースに入れても良いですし、自動的でも良いですが、入れて頂ければアプリケーションから印刷することはもちろんできます。ただ、この仕組みはその値を決めるシミュレーションソフトではないので、その値はもうあるという前提です。有ればと言うことです。

【櫻井委員】 有れば入れられると。

【松木（実施者）】 要するに業務支援なので、業務の核となる数値をどう決めるかは支援してないですが、そこは支援できます。数値が決まっていたとすると、業務がつつがなく流れる、いま仕事がどこまで行っている、あの仕事はちゃんとお客さんに連絡したかと言うたぐいの、いわゆる事務处理的なもので困っている部分を支援しようというイメージとご理解頂く方が良いかと思えます。

【櫻井委員】 分かりました。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか。はい、どうぞ。

【山崎委員】 すみません、この辺は苦手で良く分からないのですが、もともとは技能の伝承の一環でやっているわけですが、話を聞いていると企業の業務システムが簡単に作れますと言う話になっている気がします。加工テンプレートはこのシステムの中に、1回、テンプレートを作ればそれが自動的に入って、その後、更新したらそれがそのまま反映されて行くと考えて良いのですか。

【松木（実施者）】 先ほどご紹介頂いた、例えば切削のテンプレートの仕組みは、MZ Platform のもので出来上がっています。いろいろな修正をしたい、言葉を変えたい、この部分にはこういう画面を作りたいと言う色々な要望が有ると思えます。特に中小企業の場合は、会社ごとに仕事のやり方が少しずつ違います。だから、テンプレートを導入した時に「うちのやり方と違う。これでは使えない」というお話がすごく多い。その時に、このアプリケーションの MZ Platform を使うと簡単に直して頂ける。例えばフィールドの、ちょっと言葉を直して頂いてボタンを押すと、その会社に合ったアプリケーションが出来て来ると言う仕組みです。そのためには少しだけ勉強して頂いて仕組みを覚えて頂ければ、どこかにお金を出して頼むのではなく、自分の会社の技術者が少

し直すと使えるテンプレートが出て来ます。

そのテンプレートは、たぶん他の仕事にも使われるでしょうと。単にその技術だけではなく、指示書を出さなければいけないかも知れない、報告書を返さなければいけないかも知れない。その印刷もしたいねと言った時には、このアプリケーションを使うことによってそう言うものが出て行く。そういうことで IT 化に繋いで行って貰いたいと言う目的です。

会社ごとに違っている。パッケージを作って出すのは一番楽ですが、そうすると「うちではこう言うやり方はしてないから使えません」という声がずいぶんありました。やはり、簡単に直せるものと言うことが、この開発のベースにあります。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。いかがでしょう、よろしいですか。他にいかがですか。

【山崎委員】 今のは分かったような分からないような話です。優れたものだと言うのは良く分かるけれども、加工テンプレート自体がその会社、その会社に合った、伝えるべき技能を表現して行く仕組みになっているのでしょうか？

【松木（実施者）】 それはある意味、集約して、今までご協力頂いた会社で、言葉も違いますが、やり方も違えますと言うものを合わせて作りました。その会社が少し違くと、「うちはこういう用語の使い方はしません」「流れがちよっと違います」と言うものがたくさんあります。そうすると、それを見ただけで「うちでは使えない」となってしまうことが、特に中小企業の方は多いわけです。

少し直せば使えるアプリケーションはたくさん有りますが、特に技能に関するもの、技能者の方々は、そういうところに対してすぐ使えるものでないとなかなか使って頂けない。中小企業の方が既存のソフトで直せるかと言うとなかなか難しいところがありますが、このアプリケーションは少なくともだれかちよっと知っている者がいれば簡単に直せる。半日くらいで直せるのであれば、すぐ導入出来ると言うことです。

【山崎委員】 あらかじめテンプレートに記録してある典型例みたいなものをカスタマイズする時に、このシステムが役に立つと考えれば良いのですか。

【松木（実施者）】 データそのものを直す機能はないのですが、使い勝手について、どういう画面を出すか、どういう指示をするか。そういう言葉を換えるのは簡単に出来ます。あるいは帳票のレイアウトを変えたり、自社の言葉に合わせてたり、変な話ですが自分の会社の名前を入れるとか、そういうことは簡単に出来ます。

【齋藤分科会長】 他にいかがでしょうか。この事業は、ソフトウェアベンダさんもいろいろ利用しようという方向のようですが、将来的にはどうされる予定ですか。

【松木（実施者）】 1の事業と2の事業で少し性格が違うと思いますが、2の事業はソフトウェア開発ツールなので、ソフトウェアとして伸びないと、前にお話があったように消えて行ってしまいます。どこかで生き延びることが重要です。そうすると、その主体としてはやはりソフトウェアベンダさんに使って頂くのが一つの形だろうと思います。

その方たちに広がって、「加工テンプレートを簡単に直します」という人たちが増えると、最初のテンプレートも少し直せば使え、眠っているものが生き返ることがあるだろうと

思います。そういう意味で、ソフトウェアが生き延びることが、全体の事業の成果を長続きさせるために有効な働きをしたいと思います。

【齋藤分科会長】 そういう意味では、ソフトウェアベンダさんの要求にも将来的には応えるということですか。

【松木（実施者）】 それはいろいろな意見があると思います。加工テンプレートの部分については、われわれが研究してやった内容なので譲れないところもあると思いますが、ソフトウェアに関しては、いくつかのものについてはソフトウェアベンダさんの要望を聞いて行く。例えば新しい Windows7 に対応して欲しい、リナックスに対応して欲しいとか、ハードウェアに対する要望が出て来た場合は考えなければいけないと思います。産総研で出来ることは限られているので、ソフトウェアとして無償でソースコードを公開し、利用者がいればそれを使って下さいというコンソーシアムを作って行くことが一つの出口だと思います。

【澤田（実施者）】 補足ですが、MZ Platform 自体はすでに公開しています。ソフトウェアベンダによらず、一般のユーザからも「ここを直して欲しい、こういう機能は追加して欲しい」という要望は受けています。その都度、年に 2 回のバージョンアップの際に、われわれの方で重要性、汎用性等を考慮した上で反映させて行く形を取っています。その意味では、今後も同じような形でユーザ、あるいは技術提供先の企業の要望等も取り入れて、より良いものにして行きたい。将来的には、松木も言いましたがソフトウェアベンダ等を中心としてビジネスの道具として使って頂けるようになれば、それがソフトウェアの生き残る道だと考えています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。他にいかがでしょうか。よろしいでしょうか。時間も丁度良い頃になりましたので、ここでご発表に対する質疑応答は一区切りさせて頂きたいと思います。

## 議題6. 全体を通しての質疑

プロジェクトの概要・詳細説明等について、全体を通しての質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 それでは、引き続き、全体を通しての質疑に入りたいと思います。今までのご発表を含めて、総合的にいろいろな観点から、ご質問があればお願いしたいと思います。個別の質問でし忘れた部分や全体を通して等、いろいろな観点から見てご質問があればと思います。

【山崎委員】 感想みたいな話になりますが、中小企業でも大企業でも同じですが、例えば削るのに一人前になるのに 30 年かかる。前半の若いころは江戸時代の職人ではないけれども見て盗めと言うようなやり方で、自分でやりながら少しずつ覚えて行くことの積み重ねで、自分なりの技能を身に着けて行くのだと思います。

今日のお話を聞いていて、20 年かかったところまでが 1 年とか 2 年で出来ると言うレベルまでは行くのかなと思いますが、最後の何年分、本当の職人と言うか熟練技能者の部分に到達するまでは結構かかるのかなと言う気がしました。大ざっぱな話で申し訳ない

です。

何と言うか、入力するための信号、情報にならない何かを熟練技能者が持っているのではないか。それが本当の熟練なのかなという気もします。中小企業、大企業に関係なくだと思いますが、そういう理解でよろしいのか。最後に残るのは何パーセント位なのか、興味本位ですがそんなことを考えました。どんなものでしょうか。

**【松木（実施者）】** おっしゃることは、その通りだと思います。熟練技能者に到達するまでの期間は短縮出来るとは思いますが、残る部分はあると思います。その部分のうち、先ほど言われたように、われわれが想定していないパラメータを入力として判断されている。これは今後も見えていかなければいけないし、それを考えていくことが技能の技術化というか、コエンジニアリングの一つの方向で重要だと思います。これが一つです。もう一つ重要なのは、新しい状況に対してクリエイティブに対応していく役割を技能者の方がされているので、クリエイティビティはわれわれのツールからは何も出て来ません。その部分で大きな役割をして行く新しい材料が出て来たり、新しい環境になった時に対応することに対して、特に加工の設計とかそういうところに対して技能者の方の重要性は今後ますます増すであろう。それに対してどうして行ったら良いのかは今後の課題で、われわれのツールでそれが解決されるというものではないと思います。でも内容を理解する。どういう判断をしているかという原理原則はやはりあると思うので、判断をしていくことにこのツールの開発が役に立てばと私自身は思っています。

**【大森（実施者）】** 先ほど理研で開発した切削テンプレートの事例について紹介がありましたが、薄板で、非熟練者でテンプレートを見ていない人はなかなか出来ないけれども、見たらある程度出来るようになった。テンプレートの閲覧によってだいぶ短縮化されることは間違いないと思います。

あとは松木プロジェクトリーダーの、クリエイティビティということは、技能者が持っている、経験に基づいたセンスであると思いますが、例えば未知の難削材がお客さんから持ち込まれて、それが切削出来るかとなった時に、熟練者は結構やります。

それはたぶん、チタン合金に近いのか、インコネルに近いのか、どんな材料に近いのかを感覚的に見るのだと思います。例えば触ってみて、「これは熱伝導性が低いな」とか、加工中にビビったら、ビビりが起こる共振点を避ける切削回転数に自動調整してやる。そこら辺がノウハウであり、なかなかだれでも出来るというものではないと思います。ただ、そう言ったことがあることは事例として加えて行くことは出来るので、それを習って下さい、慣れて下さいと言うことは教育の時には言えるのではないかと思います。そこが 100%行かないところでもありますが、どう言うふうに教えて行けばより近づけるかという方法論は、ある程度示すことが出来るのではないかと思います。

**【齋藤分科会長】** ありがとうございます。いかがでしょう、他に全体的なことに対してご質問があれば。

**【山崎委員】** 今日紹介してくれたのは 6 個でしたか、その中に加工がありましたが、この辺は中国、韓国、東南アジア、どこでもやっているの、いま日本が生き残るためには松木さんがおっしゃったクリエイティブなところが日本に求められていると思います。

それはそれとして、例えばこれをベンダに出した時に海外に流出する可能性が有り得ると思います。海外に対してはどう考えたら良いのですか。税金でやったものだからしばらくは日本でクローズにしておくとか、そういう取り決めみたいなものは有るのですか。

**【松木（実施者）】** 基本的に今までの成果に関しては日本国内で使って頂くことが前提で、前の事業のものも、この事業についてもそう思っています。プラットフォームについてもそうですし、企業との共同研究についても国内で税金を払っている企業という形になっています。「ではサムソンの日本研究所はどうするんだ」となって来ると難しいところがあって、最終的に流出するのはしょうがないというか、出て行くのは致し方ないところがあるとは思っています。

一つ、われわれのことについて誤解頂くと困るのは、テンプレートであって中身のコンテンツを出す訳ではありません。基本的に、コアの部分は出ていかないということが一つです。

それから、いま競争の中心になっているような材料なり加工方法なりでは無いと言うことです。ただ、それをうまく最先端のところに活用して頂きたいと言うことで手法の開発を考えたので、適用先としてはそう言うところに使って頂きたい。ただ、今回のもの自体の流出が、日本の競争力に対して大きく影響するものでは無いとは思っています。

**【齋藤分科会長】** 他にいかがですか。

**【九津見（推進者）】** 今の件はまったく同じ考えです。このプロジェクト自体は前のプロジェクトのようにデータベースをみんなに公開します、と言うものではない。入れものを作ったので、それを利用して技能継承して下さいというものです。

それ自体が流出しても、加工技術の力を持っているところでないと思えないものだと思います。ただ、基本的には税金で開発したものなので、今のところ日本で税金を払っている企業に使うとしたいと言うところです。

**【齋藤分科会長】** ありがとうございます。よろしいでしょうか。全体に対する質問を最後に私がもう一つさせて頂きますが、その次にまとめと講評があります。評価委員の方に簡単にまとめと講評を順番にやって頂きたいので、その間を利用して、お考え頂ければと思います。

私から質問させて頂きたいのですが、コストパフォーマンスは評価の時にいろいろな意味で言われると思いますが、実施者の皆さんの感想を聞かせて欲しいのです。これだけ使った割にはうまいものが出てこなかったのか、もっともっとお金を使えばおもしろいものが出てきそうなのか。技術者に向かって、もう少し効率よい技能伝承のノウハウを取るためには、まだまだいろいろ方法があるのか。コストパフォーマンスの観点から、今までやられてどういう感想を持っているかお聞かせ頂ければと思います。

**【松木（実施者）】** 個別の開発についてどうかは難しいところがあると思いますが、私から言うと今回の事業で非常に厳しかったのは、年々大きく金額が減って行く、要するに変動があることは運営上、非常に難しかった。

例えば2億円なら2億円ですと続くことが分かれば、これは時間がかかるので本来は5年くらいやりたかったが、それを継続してやれば、助けて頂く方を継続的に雇用出来



るし、いろいろな意味で安定的に出来たと思います。今回は毎年減って行くことによって人員を変えなければいけない、計画を変えなければ行けないと言うことで、そのことによる効率の悪さが出て来てしまったと言う感じがしています。

例えば SPring-8 のような大きな機械をどんと買ってあとは実験すれば良いと言うわけではなくて、継続的に企業との協力関係を行いながら、人件費とともに頭も要る。研究のスタイルがものによって違う。われわれのものは人が必要で、ベテランの方も必要で、委員会も必要で、継続的に行う。そういう中で残して行くものだと思います。お答えにはなっていませんが、継続的にもう少し予算が均一化してあったら良かったかなと思います。

もう一つ、②のソフトウェアの開発に関しては、われわれだけでは出来ないので外部の方をお願いする部分も結構ありました。これはソフトウェア開発一般の問題です。

ただ、これに関しては、今は当然入札で行わなければならないのですが、ソフトウェア技術者を入札で評価するのは非常に難しい面があります。ソフトウェアの開発も出来れば継続的に、技術者を養成しながら開発して行くことが望ましい。全体に継続的な研究開発が出来れば、もう少し少ない金額でも同じ成果が出たかも知れないとは思いますが。ただ、全体としては理研の方、大森先生の方も我々の方もなるべく効率良くやることに努めて、無駄なお金を使った気はありません。

**【齋藤分科会長】** 大森先生は。

**【大森（実施者）】** 強いて言えばですが、ノウハウや技能がいくつかのパラメータで成り立っていることは議論されていると思います。そういったパラメータで、事例に入れ込んだものはごく限られたパラメータにとどまっていると言えらると思います。

もっと他のパラメータがあって、それに気がつけばもっとサイエンティフィックに、どこに勘どころや技能が存在するかを分析出来たのかも。もう少しパラメータを取って、パラメータ間の相関関係も含めた分析をもう少し突っ込んで出来れば、先ほどの技能者にもう少し近づけたのでは。近づくには少し足りないと言うクリエイションが出来るところにも、もう少し多少踏み込めたかなと考えています。

例えば未知の難削材が削れるかという話になった時に、熱伝導率やダイヤモンド工具の摩耗がこの材料に関しては非常に起こりやすいなどのバックデータがあって、切削条件はこうなるべきだ、工具にどうコーティングしたら良いかとか、いくつかのパラメータの相関関係を基に、ここじゃないかとか類推して良さそうなパラメータが導き出せる。そういうエンジンが付加出来ると、もっと楽に技能継承できるツールにバージョンアップ出来たかなと思います。そこら辺は、今後継続的にやりたいと思っているところです。

**【齋藤分科会長】** どうもありがとうございました。どうぞ。

**【岡野（推進者）】** NEDO からよろしいでしょうか。NEDO の技術開発の観点は、コストパフォーマンスが大きな尺度になると思います。投入された予算金額は決まっていますが、今のご質問はこれによって得られたパフォーマンスがどれ位かと言うことだと思います。

定量的なことはなかなか難しいと思います。要するに、「価値のあること×何人を導入し

たか」ということかと、算術的には思います。導入された数はベンダの数とか出ていますが、その一つひとつの価値がどれ位かを見積もることかと思えます。どれ位の価値があるかは、いくらと言うのは分からないのですが、これまで徒弟制度の中でいろいろやって、20年かかってようやく体得出来たものが、もしこれをやらなかったら20年たっても何十年たっても何も伝承されないのが現状です。それを食い止めると言うか、それを可能にする効果があるかと思えます。

これが出ることによって20年のものが1年で出来ると言うことではないと思えます。例えるなら、ゴルフで「こう言うふうに打てば良い」という雑誌があります。あえて比喻のリスクを覚悟して言えば、それみたいなものなのではないか。これくらいの角度で、時計で言えば10時、11時とかいろいろありますが、そのような類の情報すら教えてくれる人がいない世界の中で、一人で、全くだれにも話をせずに練習する人と、曲がりなりにも「これくらい」「4倍の比でやる」と言うものが作成されたことに大きな意味があるかと思えます。

## 議題7. まとめ・講評

各委員から、本分科会全体を通しての講評を頂いた。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。よろしいでしょうか。今までのご説明に対して、いろいろご意見があるかと思えます。これから皆さんに順番に、簡単でかまいませんが講評を頂きたいと思えます。

【山崎委員】 いろいろとありがとうございました。技能継承のやり方はいろいろ有ると思うし、今まででも沢山あったと思えます。弊社でもビデオやCDを売っています。最近あまり売れませんが、そういうものの中で私が聞いた限りでは、かなり行けそうだなと言う感じはしました。

産総研も理研も普及のための枠組みなどを作っていらっしゃるようですが、そうは言っても日本のものづくり、中小企業をほとんどカバーできない状態だと思います。基本的には中小企業が簡単に使える。手書きでも何でも良いですが、技能者が気付いた時にぱっと書く程度の入力ができるテンプレートが、普及には一番良いのではないかと思えました。

聞いていて思ったのは、中小企業の各社には技能者が何人かずついると思えますが、その人たちの勘どころはそれぞれ違うと思えます。結構すぐれた技能者がいる中小企業のテンプレートを上手く結集して組み立て直すと、何かすごい技能者のテンプレートが出来るのではないかと思えます。

よほど抽象化しないと個別のノウハウを侵害することになってしまうかも知れませんが、そんなところまで行ったら日本の加工の力を上げる事が出来るのかなど。後半の部分はどうでも良いようなことかも知れませんが、そんな感じもしました。以上です。

【平岡委員】 先ほども少し話しましたが、聞いていてとてもおもしろいと言うか、かなり良いところにさしかかりつつある気がします。ぜひもうちょっと頑張ってくださいと思

います。

どこまで頑張るかということ、産総研や理研の手を離れても自動的にどんどん進んで行くような、QC サークルみたいなものとは違うかもしれませんが、企業の方が自分たちで、「こうやって行けば伝わって行くよね」と分かる仕組み。ソフト側もそうだし、やり方、組織みたいなものも有るのかも知れないですが、そう言うところまで行けるととても良いかなと思います。どちらへ行ったら良いかが見えてきつつある気がして、是非、もうちょっと頑張って欲しいという気がします。

【白瀬委員】 応援したいという意味で、先ほどもありましたが、ブームになるまで頑張ってもらいたい。やはり、数だだと思います。Windows95 がそうでしたし、今はブログがそうだと思いますが、使いやすいツールが出来てそれを使う人が増えて来ると、あとは勝手に普及するのかなと思います。少なくともブームになるまで何とか頑張ってもらいたいと言うのが一つです。

もう一つ、これは苦言を呈することになりますが、今日の発表の中で技能にアプローチして行ったら幅も広い、深さも違う。テンプレートという総称で見せて頂きましたが、少しテンプレートの質が違うぞと。そうすると、テンプレートという一くくりに普及を図るのはいかなものかと言う気がしました。その辺りは工夫して頂いた方が良いのかなと言うことです。

【石川委員】 今日は唯一、工場代表で来させて頂きましたが、本当に今回のテーマは私自身の会社の中の問題としても実は切にあるものです。あと 2、3 年から 5、6 年で定年を迎える数十年働いている職人の技能を、どうやって 30 代の人に移そうか。数年前から考えていたことでもありました。今日こういう形でテーマに取り上げて頂いて、いろいろ問題は有るかも知れませんが、若い人たちがある意味受け入れやすい IT を通じて、伝承の一つのきっかけとなる話になったことはすごくうれしく思います。

ただ、今日ご説明頂いたテンプレートを自分ですぐに使ってみたいと思う反面、あれをどっとう頂いた時にどういう順番でどう使えば良いか。現実的なところとしては、今日はまだ掴み切れないところがありました。先ほどもおっしゃっていましたが、いかに簡単に、わかりやすく使えるか。中小企業としては、この辺が最大だと思います。そういうことを最後をお願いして、終わりたいと思います。ありがとうございました。

【青山委員】 長時間お疲れ様でした。今日、お話を聞かせて頂いた内容は、ノウハウのデジタル化です。最初に少しお話したように、私のところは加工ではなく設計ノウハウをやっています。そういう意味で、ノウハウのデジタル化と活用技術が非常に重要だと言うことは改めて言うまでも無いことだと思います。

これも良く言われることで私も最初に言いましたが、データベース化、デジタル化した時に、いかに継続的に最新の情報を加えて行くか。箱づくりも大事ですが、データ更新の仕組みづくりがないと継続にならないのは、これまでの国プロが証明しています。ここが一番大事かなと思います。国はメンテナンスにもお金を投資することがあっても良いかなと。今まで国は、メンテナンスに対してお金を出していないので、そこがすごく大きな問題かなと言う気がします。

もう一つ、個人的な意見かもしれませんが、メンテナンスするにあたって国の予算も必要かもしれませんが、それを活用して早く民間に委託する仕組みが必要です。いつまでも産総研が子守りをするには出来ないのです、民間が国の補助を得ながらも良いと思いますが、国が立ち上げて来たソフトウェアなりデータベースの仕組みをいかに民間が使って行ける仕組みにするか。そこに税金を投資しても良いと言う感じを受けます。

例えば、MZ Platformなどはかなり現実味がある。要は、商業ベースに乗るレベルに近い完成度かなと言う印象を持ちました。別な形でもいろいろ使えるかと思ったのは、今日は各会社の部門部署のデータをいかに効率よく流すかというお話でした。これをもう少し発展させると、あのような形で作業をフローに通せれば、会社の業務としてフローのどこが淀んでいるかが見えて来れば、そこを効率的にすれば会社のフローは良く流れます。つまり、これはコンサルティング業務に使えるのではないかという印象を受けました。大手のコンサルティング会社にアクションしたらどうかなと言う印象も受けました。

これも質問の時に言いましたが、データベース更新の中で、工具メーカー、材料メーカー、工作機械メーカーもたぶんそうだと思います。何か検索ワードをかけて、その工具メーカーが引っかかって来ればその工具を買わざるを得ないわけです。メリットがありますから、そう言うところの（工具メーカーなどの情報が検索できる）仕組みも入れて行ったらどうかと感じました。

最後に、こういう仕組みが良い悪いという根本になるかも知れません。今までと逆の話になってしまって恐縮ですが、こういう仕組みが出来ると、逆に熟練者が育たないのではないかと感じるころもあります。と言うのは、ワープロが出て来て漢字を知らなくなった、あるいはCADが出て来て、うちの学生は中心線を描けなくなった。昔は図面を描く時に、丸ものだと必ず中心線を描いてから上下に振って線を引いたでしょう。今は3D-CADがあるので、図面が出て来て中心線を描き忘れるのです。だんだん効率が良くなって来ると、そういう面の技能も落ちて来るのか。これは余談ですが、以上です。

**【櫻井委員】** 正直言って、非常に難しい課題に取り組んで頂きました。良くここまでまとめたと言うのが率直な印象です。ただ、いくつか会議の中でも言いましたが、それをどう組み合わせ、どういう論理化で一つの物にして行くか。例えば鋳物であれば、最初から最後まで機械加工、完成品までどう持って行くか。そのロジックがないと、熟練工にならないのです。

それぞれ、例えば溶解の熟練工、造型の熟練工、砂の熟練工はいる。だけど、それでは鋳物にならないのですね。あくまでも最初の本型から始まって、熱処理して機械加工が終わって、それで鋳物です。そういう視点が、どうも今回は抜けてしまっていた。そういった意味で、もうちょっとやって頂けると、本当にありがたかったのかなと言うことが一つです。

それから一部のプロセスに関して言うと、技能と技術の切り分けの部分があまり上手く行っていなかった。はっきり言って、技術屋がコントロールしている項目とオペレータがコントロールしている項目は、企業によって若干ばらつきはありますが、大学の教育

から言うのだいたい決まって来ます。その辺の切り分けを、もう少し上手くやって頂けるとありがたかった。

ただ、私も 30 年ほど前に自分の会社のものをやったので、その時の苦勞を思うと、皆さん方、大変でしたね。本当にどうもありがとうございました。

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。最後になって講評と言ってもなかなか難しいのですが、最後に櫻井さんからもありましたが、大学は技能、技術を切り分ける方向だったりします。いずれにしても、熟練者は長い経験を持って、教育されて来て、技術を生かしている部分があるだろうと思います。

そういう意味で、効率的に教育をやろうとなると、本当は、大学はすごく効率よく教育が出来なくてはいけないのですが、いろいろ議論すると、手間暇かけて教育しないと学生は育たないというところがあります。

技能者のノウハウをうまく使うことは、時間をかけて常にやって行かないといけないところですよ。われわれも学生を教える、教育は非常に大変だなという部分があります。そういう意味で、今後もいろいろな意味でしっかりフォローして頂ければと思います。今日はありがとうございました。

#### 議題8. 今後の予定

事務局より資料 6 に基づいて説明が行われ、今後の予定が了承された。

#### 議題9. 閉会

事務局の竹下統括主管の閉会の挨拶の後、閉会した。

#### 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 プロジェクトの概要説明資料 (公開)  
事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント・

研究開発成果及び実用化の見通しについて

- 資料 5-3-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - (1) 技術・技能の継承・共有化ツール(加工テンプレート)の開発
    - ① 鋳造テンプレート
- 資料 5-3-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - (1) 技術・技能の継承・共有化ツール(加工テンプレート)の開発
    - ② 鍛造テンプレート
- 資料 5-3-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - (1) 技術・技能の継承・共有化ツール(加工テンプレート)の開発
    - ③ 切削テンプレート
- 資料 5-4 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - (2) 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発
    - MZ プラットフォーム
- 資料 6 今後の予定

以上