

平成22年度 戦略的基盤技術高度化支援事業
「クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり
(金属プレス) プラットフォーム構築」
研究成果等報告書

平成23年9月

委託者 関東経済産業局

委託先 社団法人日本金属プレス工業協会

目次

第1章	研究開発実施概要	1
1.1	研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1.1.1	背景	1
1.1.2	目標	1
1.1.3	研究開発概要	1
1.1.4	研究開発概念図を下記に示す。	2
1.2	研究体制	3
1.2.1	研究開発委員会について	3
1.2.2	委員会検討内容	4
1.2.3	研究開発および管理体制	15
1.2.4	研究者および協力者一覧	15
1.2.5	【事業管理者】 社団法人日本金属プレス工業協会	17
1.2.6	【再委託先】	17
1.2.7	【アドバイザー】	18
1.2.8	研究実施場所および連携方法	18
1.3	成果概要	19
1.4	当該プロジェクト連絡窓口	20
第2章	研究開発内容	21
2.1	シミュレーション入力・出力システムの改良	21
2.1.1	概要	21
2.1.2	成果の概要	21
2.1.3	プログラムの機能	21
2.1.4	まとめ	24
2.2	要求の異なる複数ユーザーによる高度化検証	25
2.2.1	概要	25
2.2.2	アルミ製制御ボックス（異形絞り）のシミュレーション実施	25
2.2.3	アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）のシミュレーション実施	26
2.2.4	2輪車のフューエルタンクのシミュレーション実施	27
2.2.5	4輪車の足まわり補強部品のシミュレーション実施	27
2.2.6	まとめ	28
2.3	材料データベースの構築	29
2.3.1	概要	29
2.3.2	材料試験	29
2.3.3	データベース登録	32
2.3.4	まとめ	32
2.4	成形実験	32
2.4.1	概要	32
2.4.2	アルミ製制御ボックス（異形絞り）成形実験金型の製作及び成形実験	32

2.4.3	アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）成形実験金型の製作及び成形実験	
	33	
2.4.4	2 輪車のフェューエルタンク成形実験金型の製作および成形実験	33
2.4.5	4 輪車の足まわり補強部品成形実験金型の製作および成形実験	34
2.5	部品測定と解析精度検証	35
2.5.1	概要	35
2.5.2	成形実験結果測定	35
2.5.3	シミュレーションとの比較および検証	36
2.5.4	まとめ	38
2.6	ユーザー認証システム、課金システムの構築	38
2.6.1	概要	38
2.6.2	成果の概要	38
2.6.3	システムの機能	38
2.6.4	まとめ	40
2.7	クラウドプラットフォームの構築	40
2.7.1	概要	40
2.7.2	成果の概要	41
2.7.3	システムの機能	41
2.7.4	まとめ	42
2.8	複数のアプリケーションによる実証実験	42
2.8.1	概要	42
2.8.2	評価内容・項目	43
2.8.3	評価結果	44
2.8.4	まとめ	46
2.9	サービスマッシュアップ試験及び事業化に関する検討	46
2.9.1	概要	46
2.9.2	実証実験内容	46
2.9.3	評価結果	46
2.9.4	まとめ	47
第3章	全体総括（本研究事業の成果と今後の課題）	48
3.1	本研究開発事業の成果	48
3.2	今後の課題	49
3.3	事業化について	49

第1章 研究開発実施概要

1.1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1.1.1 背景

金属プレス工業において国際競争力を維持・強化していくためには、ものづくり現場へのITやシミュレーションシステムの導入が不可欠になっている。しかしながら、中小企業においては、人材・資金力の点でシミュレーションシステムの導入が困難な状況にある。そこで、日本全国どこからでもインターネットに繋がっているパソコンがあれば、ITを活用し、シミュレーションシステムの利用が可能な環境を構築することにより、金属プレス加工業が抱える「低コスト化」、「複雑形状化」、「短納期化」、「軽量化」などの要請に応え、中小企業の生産技術における競争力の向上に資することを目的とする。

1.1.2 目標

本研究開発では、平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「シミュレーション支援室によるプレス加工デジタルエンジニアリング基盤構築（以下「シミュレーション支援室」という。）」の研究開発成果を基に、クラウドコンピューティング技術を取入れ、ネットワーク上での「材料データの授受サービス」、「CADデータ等の変換サービス」、「3次元測定機による大規模点群データの取扱い（位置あわせ、面データ作成など）サービス」など、様々なネットワーク上のサービスが稼働可能な『プラットフォーム』を構築する。低コスト解析の実現と大規模解析の実現を図り、シミュレーション利用の活性化と国際競争力強化を図ることを目的とする。

研究目標としては、開発システム上で3種類以上のアプリケーションを3機関以上の川下企業等が使用可能なことを示すものとする。また、本システムを活用することにより、4部品以上の対象に対し成形解析、成形実験、成形品の測定を実施して、システムの有効性を実証する。

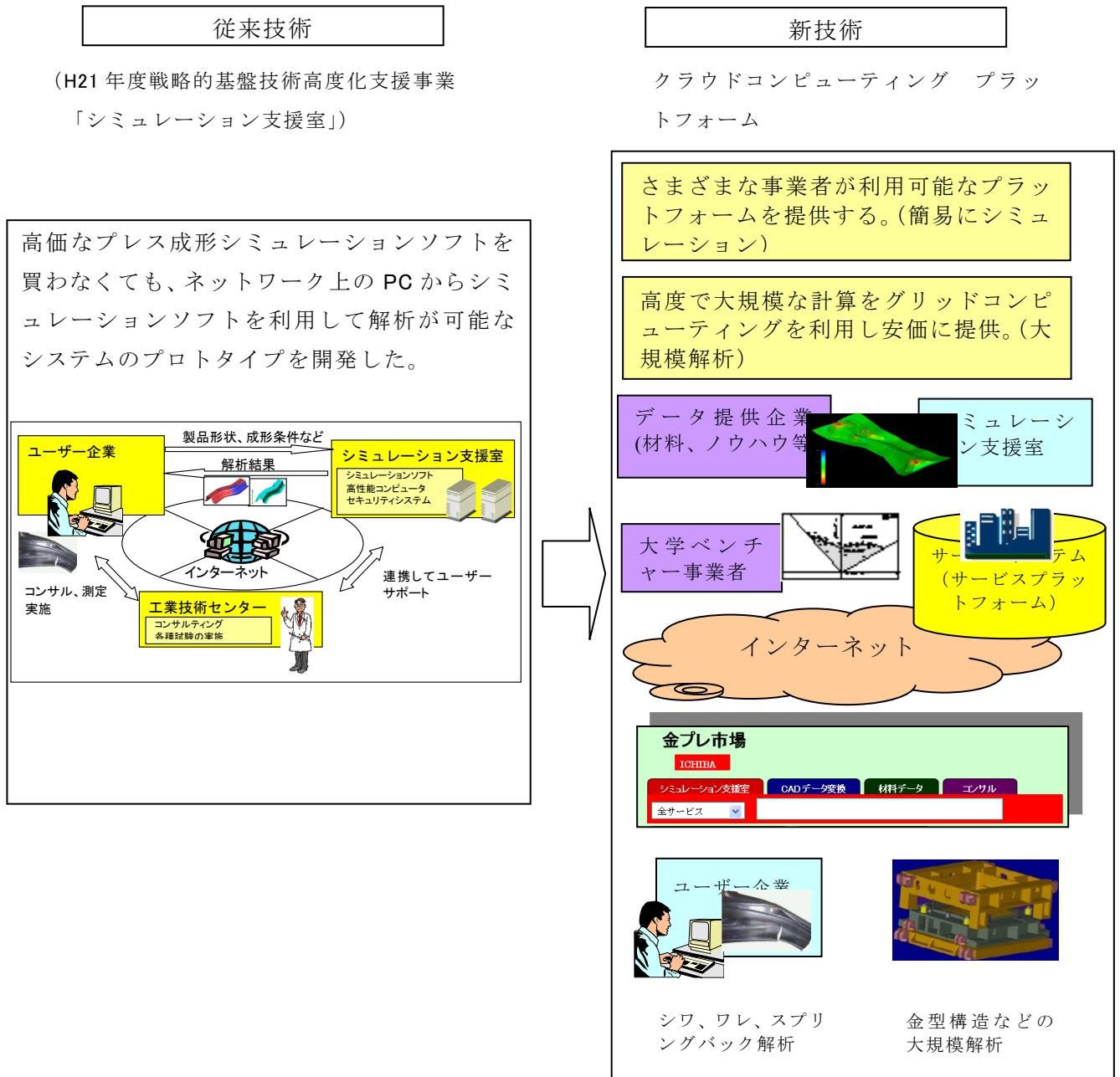
1.1.3 研究開発概要

本研究開発では、上記平成21年度の研究成果である「シミュレーション支援室」プロトタイプを発展拡張させ、同時により広い分野の金属プレス部品での実証を行い、事業化へ向けた改良を図る。具体的には「シミュレーション支援室」に次のような機能を構築する。

- a. 「データを提供する事業者」・「シミュレーション利用環境を提供する事業者」・「学やベンチャー企業」などのマルチ事業者に対応するプラットフォーム機能の試作。
- b. ユーザー認証システムや課金システムのプロトタイプ構築。
- c. 様々なアプリケーションの利用者が、共通の機能（プリ・ポストなど）を利用できる環境の構築
- d. 複数のアプリケーションが連携できる環境の開発。

- e.データ転送、データ保存に関する、共通サービス基盤のプロトタイプ構築。
また、構築したプラットフォーム上で、次の検証を行う。
- a.異なる分野の部品を扱うユーザー(金属プレス企業)による、システムの検証。
- b.事業者による、複数のサービス提供に関する実証実験。

1.1.4 研究開発概念図を下記に示す。



1.2 研究体制

1.2.1 研究開発委員会について

研究開発の円滑な推進のため、委員会を設置し、有効に活用する。

委員名簿は次の通りである。

クラウド仮想試作プラットフォーム開発委員会 委員一覧

氏名	所属・役職	備考
安藤 知明	株式会社先端力学シミュレーション研究所 代表取締役	PL
青木 隆行	群馬県立群馬産業技術センター 副所長	SL (3月31日まで)
滝口 強	群馬県立群馬産業技術センター 副所長	SL (4月1日以降)
常木 優克	株式会社先端力学シミュレーション研究所 常務取締役	
堤 真人	株式会社先端力学シミュレーション研究所 コンサルティングプロジェクト グループ長	委
今井 久司	株式会社アイエムアイ 代表取締役	
小井土 静夫	株式会社アイエムアイ 生産技術部長	
大沢 敏弘	株式会社マッキンリー 造形部 部長	委
柳谷 文生	株式会社マッキンリー 造形部造型課設計 第1グループリーダー	委
小谷 雄二	群馬県立東毛産業技術センター 技術支援係 独立研究員	
濱中 豊	社団法人日本金属プレス工業協会 専務理事	委
中川 朝彦	社団法人日本金属プレス工業協会 業務部 業務課長	委
桑原 利彦	国立大学法人東京農工大学 共生科学技術研究 院先端機械システム部門 教授	アドバイザー (謝金、旅費あり)
丸山 次郎	富士重工業株式会社 生産技術管理部 シニアスタッフ	アドバイザー (謝金、旅費あり)
中道 忠和	大阪市計画調整局 都市再生振興部 係長	アドバイザー (旅費あり)

1.2.2 委員会検討内容

開催日	検討事項
平成23年2月21日（火） 13:30-15:40	平成22年度実施計画の説明 各再委託先の研究計画の概要説明 平成22年度業務処理要領について
平成23年4月18日（月） 13:00-15:00	再委託先の進捗状況報告 工場見学
平成23年8月31日（水） 13:30-15:40	再委託先の進捗状況報告 成果報告書の役割分担とスケジュール 期末業務処理について

平成22年度「クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり（金属プレス）プラットフォーム構築」

——— 第1回 クラウド仮想試作プラットフォーム開発委員会 議事録 ———

日 時	平成23年2月21日（月） 13:30-15:40	
場 所	機械振興会館3B-7会議室（東京都港区芝公園3-5-8）	
出席者 （敬称略）	<p>総括研究代表者（PL）： 株式会社先端力学シミュレーション研究所 代表取締役社長 安藤 知明</p> <p>副総括研究代表者（SL）： 群馬県立群馬産業技術センター 副所長 青木 隆行</p> <p>委 員： 富士重工業株式会社 生産技術管理部 シニアスタッフ（アドバイザー）丸山 次郎 大阪市計画調整局 都市再生振興部 係長（アドバイザー）中道 忠和 株式会社アイエムアイ 代表取締役社長 今井 久司 株式会社アイエムアイ 生産技術部 生産技術部長 小井土静夫 群馬県立群馬産業技術センター 東毛産業技術センター 技術支援係 独立研究員 小谷 雄二 株式会社先端力学シミュレーション研究所 常務取締役 常木 優克 株式会社先端力学シミュレーション研究所 コンサルティングプロジェクト グループ長 堤 真人 株式会社先端力学シミュレーション研究所 商品事業部 主任 田中 真二（オブザーバー） 株式会社先端力学シミュレーション研究所 取締役 事業開発室 室長 船田 浩良（オブザーバー） 株式会社マッキンリー 造形部 部長 大澤 敏弘 株式会社マッキンリー 造形部 造形課 設計グループ グループリーダー 柳谷文生 財団法人都市活力研究所 主席研究員 高岸 実良（オブザーバー）</p> <p>来賓 関東経済産業局 産業部 製造産業課 村井 和美</p> <p>管理法人： 社団法人日本金属プレス工業協会 専務理事 濱中 豊 社団法人日本金属プレス工業協会 業務部 業務課 課長 中川 朝彦 社団法人日本金属プレス工業協会 永嶋 成紘（オブザーバー）</p>	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・議事次第 ・資料1：出席者一覧 ・資料2：委員会名簿 ・資料3：委員会規定（案） ・資料4：H21年度実施計画書（案） ・資料5：業務処理について ・再委託先の実施計画の概要 	<p>議事録作成： 事業管理機関 中川・永嶋</p>

議事要旨

1.開会・挨拶

- ・ 管理法人より開会が告げられた。
- ・ 村井様（来賓）の紹介と挨拶
- ・ 安藤委員長（P L）挨拶
- ・ 青木副委員長（S L）の挨拶
- ・ 丸山部長（アドバイザー）の挨拶
- ・ 中道係長（アドバイザー）の挨拶
- ・ 各委員の紹介

2.平成 22 年度 実施計画の説明

- ・ 安藤総括より平成 22 年度実施計画書概要説明。
実施計画書にもとづき、安藤総括より研究の目的、概要および個々の 9 項目の開発について、内容およびスケジュールを含めた説明があった。

3.各再委託先の研究 計画の概要説明

- 再委託先：先端力学シミュレーションの実施計画概要の説明
担当する各委員より、実施内容①入力・出力システム改良、②高度化検証、③材料データベース構築、⑤部品測定と解析精度検証、⑥ユーザー認証システム、課金システム構築、⑦クラウドプラットフォーム構築、⑧複数アプリケーション実証実験、⑨サービスマッシュアップ試験及び事業化検討、の各項目について資料にもとづき説明があった。

アドバイザー：丸山部長より、本プロジェクトメンバー間で成形実験結果とシミュレーション結果を確認し、連携しながら研究を進めるよう、コメントがあった。

- 再委託先：アイエムアイの実施計画概要の説明

今井委員より会社概要および製造・開発している主な製品、技術

内容の紹介の後、②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「異形絞り成形」の試作金型・製品内容と、「折り返し絞り」試作金型・製品内容について、資料に基づき説明があった。

試作する製品の大きさ、絞り深さ、等々についての質問があり、現在検討中の内容が回答された。

- 再委託先：マッキンリーの実施計画概要の説明

大澤委員より会社概要および主な製品、技術内容紹介の後、担当する②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「2 輪車フューエルタンク部品」および「4 輪車足まわり補強部品」の試作金型・製品内容について、資料に基づき説明があった。

<p>4. 業務処理について</p> <p>6. 閉会</p> <p>補足</p>	<p>今回利用する高張力鋼板について質問があり、材料入手の理由やニーズから、590MPaを考えていることが回答された。</p> <p>●再委託先：東毛技術センターの実施計画概要の説明</p> <p>小谷委員より、本プロジェクトにおける産業技術センターの役割の概要と担当する3次元測定および材料試験について、資料に基づき説明があった。</p> <p>また、資料にもとづき、材料試験片の説明が行われた。</p> <p>●アドバイザー：大阪市より説明</p> <p>大阪市より、本研究開発に参加している問題意識として、現在計画中の「(仮称)大阪オープン・イノベーション・ヴィレッジ」について、資料に基づき説明があった。現在、大阪市の中小企業でのCAE普及率(10~13%)を向上させる仕組みの構築を検討中であることが説明された。</p> <p>●全体についての質疑応答</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の試作金型は、「見込み金型」を作るのか、との質問があり、今回は、設計通りの金型との比較を行う。との回答があった。 ・クラウドの対応は様々なレベルが考えられるが、今回はどこまでやるのか、との質問があり、前回の「シミュレーション支援室」の課題に対応する形で、「廉価」で適切な「レスポンス」を確保でき、「セキュリティ」を考慮したシステムとして、事務系のシステムと異なるプレス成形に関連する課題が解決されるような仕組みを考えて、必要なシステムを検討している旨回答された。 <p>●委員会規定(案)を説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・提案どおり承認された。 ・委員会名：クラウド仮想試作プラットフォーム開発委員会と決定 ・次回委員会は4月、(株)アイエムアイ殿で開催 ・第3回委員会は8月20日ころ、(株)マッキンリー殿で開催 <p>●事業管理機関から業務処理要領について、説明があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・購入品の処理方法と重要点の説明 ・労務費の処理方法と重要点の説明 ・提出日：基本的には翌月10日までに事業管理機関に提出 <p>事業管理機関より、閉会が告げられた。</p> <p>従来、(社)日本金属プレス工業協会は管理法人と言っていましたが昨年からは事業管理機関となりましたのでご了承ください。</p>
---	--

平成22年度「クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり（金属プレス）プラットフォーム構築」

——— 第2回 クラウド仮想試作プラットフォーム開発委員会 議事録 ———

日 時	平成23年4月18日（月） 13:00-15:00	
場 所	（株）アイエムアイ 殿会議室 （群馬県富岡市一ノ宮880-1）	
出席者 （敬称略）	<p>総括研究代表者（PL）： 株式会社先端力学シミュレーション研究所 代表取締役社長 安藤 知明</p> <p>副総括研究代表者（SL）： 群馬県立群馬産業技術センター 東毛産業技術センター センター長 滝口 強</p> <p>委 員： 国立大学法人 東京農工大学 教授（アドバイザー） 桑原 利彦 富士重工業株式会社 生産技術管理部シニアスタッフ（アドバイザー） 丸山 次郎 株式会社アイエムアイ 代表取締役社長 今井 久司 株式会社アイエムアイ 生産技術部 生産技術部長 小井土静夫 株式会社アイエムアイ 常務取締役 塚本 憲治（オブザーバー） 群馬県立群馬産業技術センター 東毛産業技術センター 技術支援係 独立研究員 小谷 雄二 群馬県立群馬産業技術センター 東毛産業技術センター 機械係 独立研究員 薄波 圭司（オブザーバー） 株式会社先端力学シミュレーション研究所 常務取締役 常木 優克 株式会社先端力学シミュレーション研究所 コンサルティングプロジェクト グループ長 堤 真人 株式会社先端力学シミュレーション研究所 商品事業部 主任 田中 真二（オブザーバー） 株式会社先端力学シミュレーション研究所 取締役 経営企画室 室長 船田 浩良（オブザーバー） 株式会社マッキンリー 生産本部 造形部 部長 大澤 敏弘 株式会社マッキンリー MNB 事業企画課 商品企画グループ 柳谷 文生</p> <p>事業管理機関： 社団法人日本金属プレス工業協会 専務理事 濱中 豊</p>	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・議事次第 ・資料1：出席者一覧 ・資料2：委員会名簿（改訂） 	<p>議事録作成： 事業管理機関 中川・永嶋</p>

議事要旨

1.開会・挨拶

- ・ 事業管理機関より開会が告げられた。
群馬産業技術センターの異動に伴う新任の滝口センター長と、前回欠席だった東京農工大桑原教授の挨拶があった。
- ・ 滝口副総括（S L）の挨拶
- ・ 桑原教授（アドバイザー）の挨拶

2. 各再委託先の研究の進捗状況説明

●安藤P Lより、初めて開発委員会に出席される方向けに、本プロジェクトの概要、進捗等に関する説明があった。

●再委託先：先端力学シミュレーション進捗状況の説明

担当する常木・堤委員、田中オブザーバーより、実施内容①入力・出力システム改良、②高度化検証、③材料データベース構築、⑤部品測定と解析精度検証、⑥ユーザー認証システム、課金システム構築、⑦クラウドプラットフォーム構築、⑧複数アプリケーション実証実験、⑨サービスマッシュアップ試験及び事業化検討、の各項目について資料に基づき説明があった。

・本プロジェクトによるプレス関連企業、協会会員企業、また、参加企業（アイエムアイ、マッキンリー）へのメリットについて質問があり、プログラムを購入しなくても、必要なときにニーズに応じた利用が可能との回答があった。また、本プロジェクト参加企業の明確なメリットを考慮してはどうかとの意見があった。

マッシュアップ利用時には、料金の上限を設定するなど、使い過ぎを防止するための仕組みが必要との意見があった。

・アドバイザー（丸山氏）より、広く本システムを利用してもらうために、初めて使用する人に対する信頼をどのように得るか？について質問があり、様々な技術要因の絡む問題について、本プロジェクトのようなチーム体制で検証することが必要である。との回答があった。

またネームバリューのある大手企業に使ってもらい、評価してもらうことも有効であるとの意見があった。

・今井委員より大手メーカーに参入してもらうのはどうか。大手では2～3種類の解析ソフトを導入しているため、様々なソフトで解析精度検証を行うのはどうか。との意見があった。

・小井土委員よりアルミ制御ボックス（折り返し）の解析でセンター部分のみ解析とあるが、45°部分の板厚減少が大きい為、その部分の解析を実施してほしい。また、どのような形状にしたら板厚減少が抑えられるかを解析で探してほしいとのコメントがあった。1/4の材料で解析を実施する方向で検討する。部分的にメッシュ間隔を変更して要素数を抑えて材料メッシュを作成することとした。

●再委託先：アイエムアイの進捗状況の説明

<p>3. アイエムアイ 工場見学</p> <p>4. その他</p> <p>5. 閉会</p>	<p>小井土委員より②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「異形絞り成形」の試作金型・製品内容と、「折り返し絞り」試作金型・製品内容について、資料に基づき説明があった。</p> <p>第2工程で折り返しの角度30°絞りでは材料がうまく流れなかったため、25°に変更して進めている。材料の異方性については関連が見受けられなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションでは、減肉について解いて欲しいとの意見があった。 <p>●再委託先：マッキンリーの進捗状況の説明</p> <p>柳谷委員より、担当する②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「2輪車フューエルタンク部品」および「4輪車足まわり補強部品」の試作金型・製品内容について、資料に基づき説明があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アドバイザー（桑原氏）より、シミュレーションは異方性を考慮しているか？との質問があり、利用しているASU/P-formの機能としては考慮可能だが、今回マッキンリーで実施したシミュレーションでは考慮していないとの回答があった。 ・2輪タンク等は、製品設計段階から自社で行なっている為ある程度解析を行なう時間はあるが、その他の部品では、解析を実行して不具合を潰している時間は無い。その為、解析時間を短縮する為、材料メッシュを粗くして解析を実施する。解析時間が短縮されれば解析実施率も上がるのだがと意見・要望があった。 <p>●再委託先：東毛技術センターの進捗状況の説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小谷委員より、地震の影響により、3次元測定器に影響が出ているとの説明があった（非接触の方は問題ない）。評価方法については打ち合わせをして進めていくとの説明があった。 ・薄波氏（オブザーバー）より材料試験について、説明があった。 <p>アルミ制御ボックス（折り返し）での板厚測定は、通常の測定器では測定できない為、画像測定等にて板厚を測定する。その為、測定製品の測定部をカットして実施する。</p> <p>●全体についての質疑応答。</p> <p>質問に関しては特になく、安藤PLより、スケジュールについては滞りなく進んでいるとの説明があった。</p> <p>●工場見学</p> <p>アイエムアイ殿の金型工場およびプレス成形工場を見学、説明を受けた。円筒絞りの各工程の金型や、電池ケースの角筒深絞りなどについて説明を受けると同時に、順送型プレスやトランスファープレス成形現場を見学し、高度な精密加工について説明を受けた。</p> <p>●第3回委員会開催日程</p> <p>次回（第3回開発委員会）は8/29日（月）を仮の日程とし、（株）マッキンリー殿で開催予定</p> <p>事業管理機関より、閉会が告げられた。</p>
--	--

平成22年度「クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり（金属プレス）プラットフォーム構築」

———— 第3回 クラウド仮想試作プラットフォーム開発委員会 議事録 ————

日 時	平成23年8月31日（水） 13:00-15:40	
場 所	（株）マッキンリー殿会議室（静岡県浜松市北区細江町三和13）	
出席者 （敬称略）	<p>総括研究代表者（PL）： 株式会社先端力学シミュレーション研究所 代表取締役社長 安藤 知明</p> <p>委 員： 国立大学法人 東京農工大学 教授（アドバイザー） 桑原 利彦 富士重工業株式会社 生産技術管理部シニアスタッフ（アドバイザー） 丸山 次郎 大阪市計画調整局 都市再生振興局 係長（アドバイザー） 中道 忠和 株式会社アイエムアイ 代表取締役社長 今井 久司 株式会社アイエムアイ 生産技術部 生産技術部長 小井土静夫 株式会社アイエムアイ 営業部 課長 神戸 幸一（オブザーバー） 株式会社先端力学シミュレーション研究所 常務取締役 常木 優克 株式会社先端力学シミュレーション研究所 コンサルティングプロジェクト グループ長 堤 真人 株式会社先端力学シミュレーション研究所 商品事業部 主任 田中 真二（オブザーバー） 株式会社先端力学シミュレーション研究所 理事 船田 浩良（オブザーバー） 株式会社マッキンリー 代表取締役社長 矢口 敦士（オブザーバー） 株式会社マッキンリー 生産本部 造形部 部長 大澤 敏弘 株式会社マッキンリー MNB 事業企画課 商品企画グループ 柳谷 文生 株式会社マッキンリー 生産本部 造形部 造型工場 工場長 小島 伸一（オブザーバー） 株式会社マッキンリー生産本部 造形部 造型課 課長代理 山田 敦（オブザーバー）</p> <p>事業管理機関： 社団法人日本金属プレス工業協会 専務理事 濱中 豊 社団法人日本金属プレス工業協会 永嶋 成紘（オブザーバー）</p>	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・議事次第 ・資料1：出席者一覧 ・資料2：期末業務処理について ・資料3：実績報告書 ・資料4：支出内訳書 	<p>議事録作成： 事業管理機関 永嶋</p>

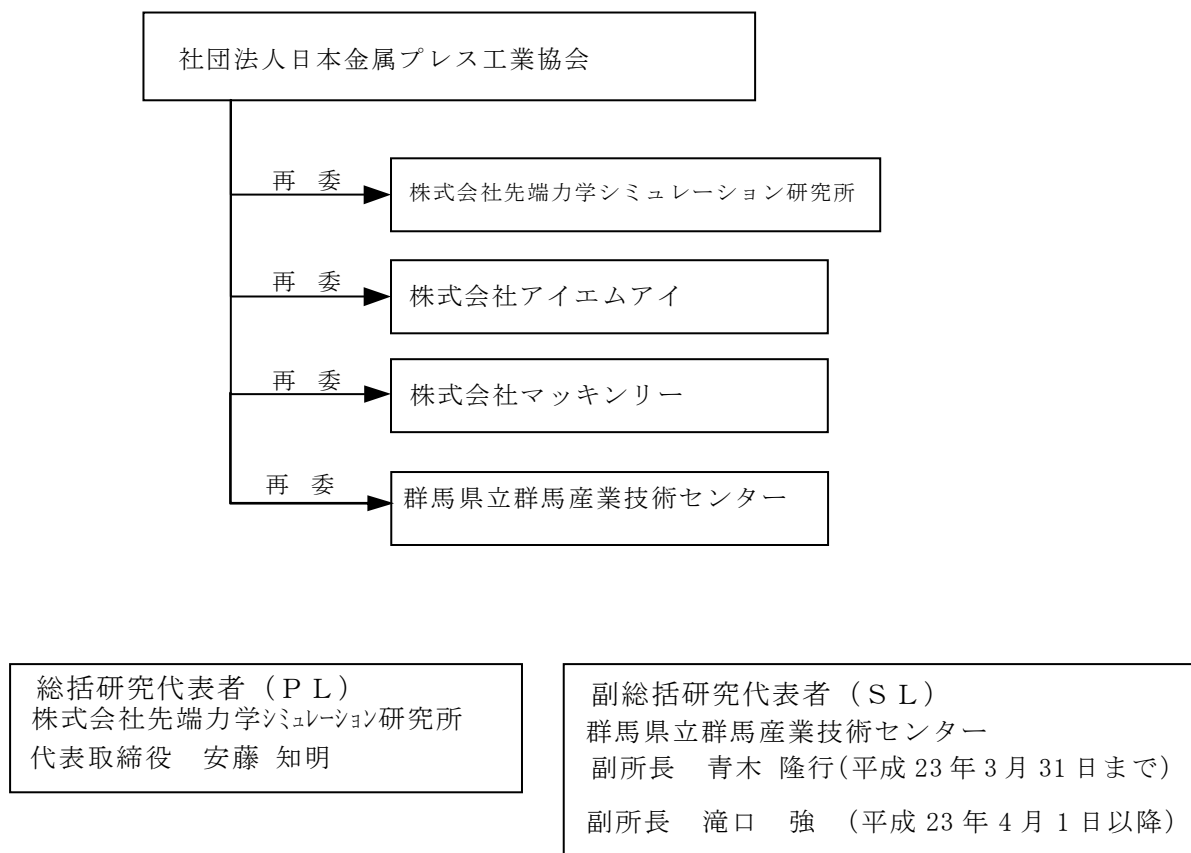
	<ul style="list-style-type: none"> 再委託先の発表資料 	
<p>議事要旨</p>		
<p>1.開会・挨拶</p> <p>2.各再委託先の研究の進捗状況説明</p>	<ul style="list-style-type: none"> 事業管理機関より開会が告げられた。 (株) マッキンリー矢口社長の挨拶 安藤総括 (P L) の挨拶 <p>●再委託先：先端力学シミュレーション進捗状況の説明</p> <p>担当する常木・堤委員、船田・田中オブザーバーより、実施内容①入力・出力システム改良、②高度化検証、③材料データベース構築、⑤部品測定と解析精度検証、⑥ユーザー認証システム、課金システム構築、⑦クラウドプラットフォーム構築、⑧複数アプリケーション実証実験、⑨サービスマッシュアップ試験及び事業化検討、の各項目について資料に基づき説明があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> アドバイザー (丸山氏) より、実証実験等をまとめるにあたり、初めてこのシステムを利用する外部評価者の意見やコメントをきちんと把握し、注意深く扱うようにとのアドバイスがあった。 外部評価者は容易に利用することができたか？との質問があった。今回の評価者製品設計などを手掛ける会社に参加頂いている。設計者であれば支障なく利用できるように設計してある。今回戴いた意見は細かく検討する。との回答があった。 また、材料データが無い場合どのように取り扱うか？ についての質問があった。通常は類似の材料データを使用した解析を行うが、詳細な材料データが必要な場合は、東毛産業技術センター様などで試験片からデータを測定して頂き、それを利用した解析を行うとの回答があった。 <p>●再委託先：マッキンリーの進捗状況の説明</p> <p>大澤委員より、担当する②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「2輪車フューエルタンク部品」および「4輪車足まわり補強部品」の試作金型・製品内容について、資料に基づき説明があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> アドバイザー (桑原氏) より、ワレの傾向についての質問があった。両側にワレが発生しており、剪断時のクリアランスをうまく設定する必要があった。 アドバイザー (桑原氏) より、材料の淵の荒れ具合の制御も効くだろう。また、金型修正時の製品への反映について、板のノビや板厚の変化に対して、スクライブドサークルテストも検討してはどうかとのアドバイスがあった。 <p>●再委託先：アイエムアイの進捗状況の説明</p> <p>小井土委員より②高度化検証および④成形実験で試作・検証する「異形絞り成形」の試作金型・製品内容と、「折り返し絞り」試作金型・製品内容について、</p>	

<p>3. 成果報告書の役割分担とスケジュール</p>	<p>資料に基づき説明があった。</p> <p>第2工程でR2からR3へ変更しているが、板厚にも変化がなく問題なく絞れた。コーナー部に1絞りでの材料の肉量が多く、2絞りでコーナー部にたまってしまった。1絞りでコーナー部のRを大きくすることで解消できるか、シミュレーションで見極めて欲しいとの意見があった。シミュレーションも精度を上げると、時間が掛かり結果の確認に手間取るため、精度とスピードのバランスが重要。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アドバイザー（丸山氏）より、現場では、精度とスピードのどちらを重視しているか？という質問があり、たとえば10パターンの10工程の成形（計100工程）を精度よく短時間で解析したい、というニーズがあり、両方とも重要な回答があった。 <p>●再委託先：東毛産業技術センターの進捗状況の説明（東毛産業技術センター欠席のため、事業管理機関代理説明）</p> <p>当産業技術センターの役割</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強度試験（アルミ：1、ハイテン：2） ・形状測定（アイエムアイ成形品、マッキンリーの4輪足回り部品、フェールタンク）はすべて終了 <p>●全体についての質疑応答。</p> <p>質問に関しては特になく、安藤PLより、一定の成果を確認できたとの説明があった。</p> <p>●アドバイザーからの追加コメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・丸山アドバイザー <p>→「クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり（金属プレス）プラットフォーム構築」の仕組みとそれを使った実証試験の結果から所期の構想は実現できたように思います。ただ、まだシミュレーションの精度とスピード、特にスピードについては、製造現場の実用に耐える1～2時間程度以内を目標に解析精度との折り合いを付ける必要があります。</p> <p>→この仕組みを広く中小企業に普及させる為に、PRの場を増やすと共に、適用事例を増やしていくことが肝心です。</p> <p>→また、全体の枠組みを簡単にフローチャートとアニメでわかりやすくして、できるだけ敷居を低くして活用度を高める工夫も必要です。</p> <p>とのアドバイスがあった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中道アドバイザー <p>精度良く、短時間に多くの案を検証したい場合、スパコンを利用する手もある。現状、次世代スパコンではなく、大学等のコンピュータをほとんど電気代程度で使用可能な枠組みも設定されているので検討してはどうか、とのアドバイスがあった</p> <p>●成果報告書スケジュール</p> <p>先端力学シミュレーション研究所にて9月20日を目途に総まとめを実施することとなった。</p>
-----------------------------	--

4. 工場見学	<p>●工場見学</p> <p>マッキンリー殿の金型工場およびプレス成形工場を見学、説明を受けた。特に大物の深絞り部品について多数の事例を見学した。</p>
5. 期末業務処理について	<p>① 再委託先の業務は8月末で完了すること</p> <p>② 8月度の従事日誌、業務内容報告書、出勤簿、労務費積算書、経費発生状況調書等定期提出物は9/5に提出</p> <p>③ 期末提出物：実績報告書、支出内訳書の記載方法の指導提出は9/9</p> <p>④ 再委託費金額決定9/14</p> <p>⑤ 再委託費の支払い9/15（予定）</p>
5. 閉会	<p>事業管理機関より、閉会が告げられた。</p>

1.2.3 研究開発および管理体制

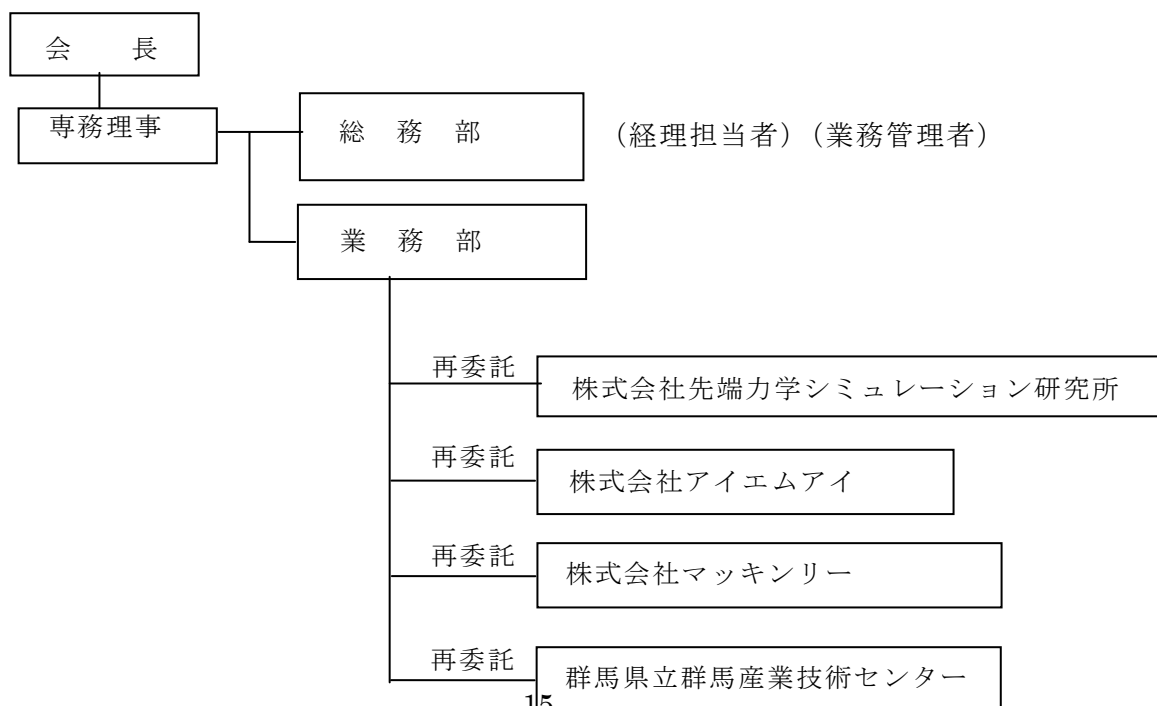
(1)研究開発体制



(2)管理体制

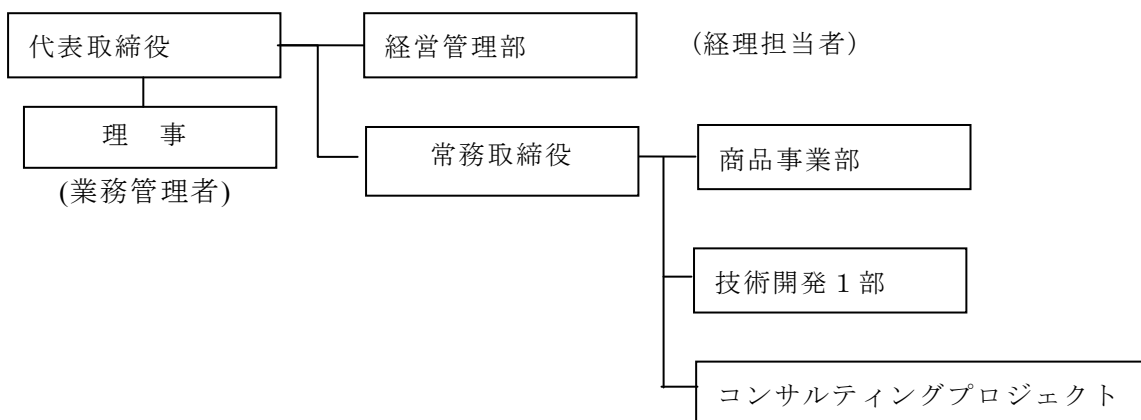
①事業管理機関

[社団法人日本金属プレス工業協会]

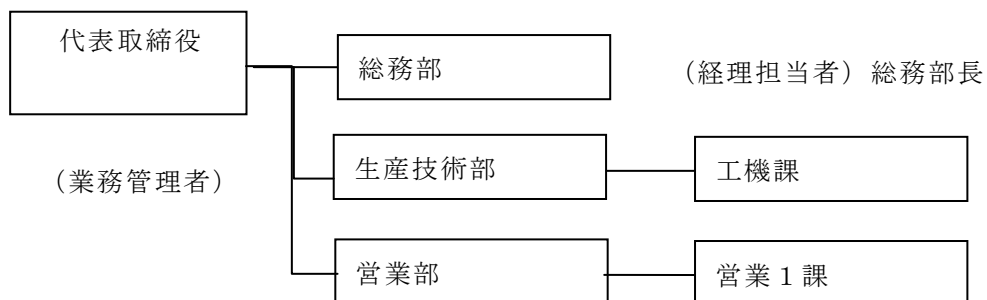


② 再委託先

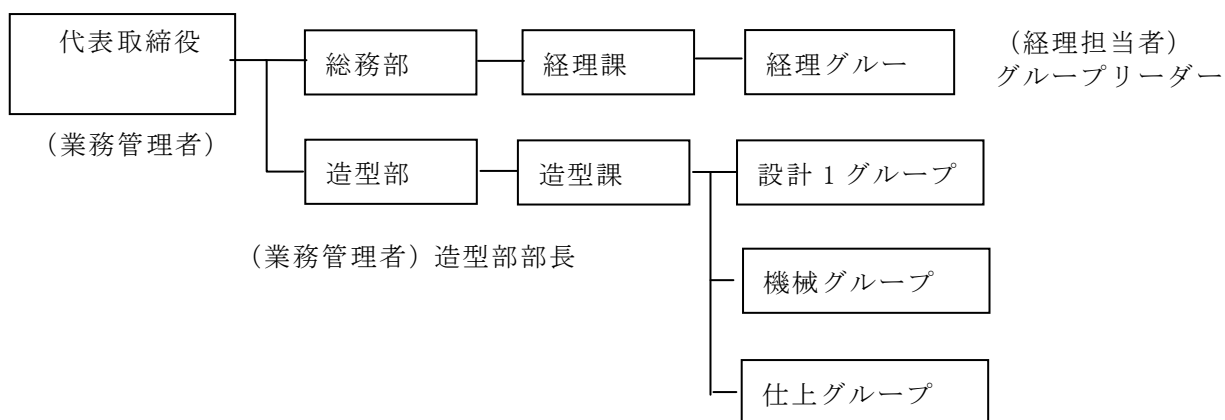
① [株式会社先端力学シミュレーション研究所]



② [株式会社アイエムアイ]



③ [株式会社マッキンリー]



1.2.4 研究者および協力者一覧

今回のプロジェクトに関係した研究員および協力者は 1.2.5 以下のとおりである。

1.2.5 【事業管理者】 社団法人日本金属プレス工業協会

① 管理員

氏名	所属・役職
濱中 豊	専務理事
中川 朝彦	業務部 業務課長
小林 範子	業務部

② 研究員

氏名	所属・役職
中川 朝彦 (再)	業務部 業務課長
小林 範子 (再)	業務部

1.2.6 【再委託先】 (研究員)

株式会社先端力学シミュレーション研究所

氏名	所属・役職
安藤 知明	代表取締役
常木 優克	常務取締役
堤 真人	コンサルティングプロジェクト グループ長
後藤 慎一郎	コンサルティングプロジェクト 主 任
青野 昌弘	商品事業部 エキスパート
石阪 浩一郎	技術開発 1 部 主任
田中 真二	商品事業部 主任
神庭 幸男	商品事業部 主任
吉田 仁	技術開発 1 部 主任

株式会社アイエムアイ

氏名	所属・役職
今井 久司	代表取締役
小井土 静夫	生産技術部長
肥留川 明広	生産技術部 工機課課長
高橋 裕太	生産技術部 工機課班長
黛 勝之	生産技術部 工機課員
神戸 幸一	営業部 営業 1 課長

株式会社マッキンリー

氏名	所属・役職
矢口 敦士	代表取締役
大沢 敏弘	造型部 部長
小島 伸一	造型部 造型課 課長
柳谷 文生	造型部 造型課 設 1 グループ リーダー
山田 敢	造型部 造型課 設 1 グループ リーダー
池本 好幸	造型部 造型課 機械グループ リーダー

藤原 和樹	造型部 造型課 機械グループ
金子 健次	造型部 造型課 仕上グループ リーダー

群馬県立群馬産業技術センター

氏名	所属・役職
青木 隆行 (平成 23 年 3 月 31 日まで)	群馬県立東毛産業技術センター センター長
滝口 強 (平成 23 年 4 月 1 日から)	群馬県立東毛産業技術センター センター長
小谷 雄二	群馬県立東毛産業技術センター 技術支援係 独立研究員
薄波 圭司	群馬県立東毛産業技術センター 技術支援係 主任
鏑木 哲志	群馬県立東毛産業技術センター 技術支援係 主任

1.2.7 【アドバイザー】

氏名	所属・役職
桑原 利彦	国立大学法人 東京農工大学 共生科学技術研究院先端機械システム部門 教授
丸山 次郎	富士重工業株式会社 生産技術管理部 シニアスタッフ
中道 忠和	大阪市計画調整局 都市再生振興部 係長

1.2.8 研究実施場所および連携方法

株式会社先端力学シミュレーション研究所（最寄り駅：東武東上線和光市駅）
〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1 理化学研究所 研究交流棟

株式会社アイエムアイ（最寄り駅：上信電鉄上州一ノ宮駅）
〒370-2452 群馬県富岡市一ノ宮 880 番地 1

株式会社マッキンリー（最寄り駅：天竜浜名湖線金指駅）
〒431-1303 静岡県浜松市北区細江町三和 131

群馬県立群馬産業技術センター
〒379-0019 群馬県前橋市亀里町 884 番地 1（最寄り駅：JR 両毛線前橋駅）
（研究場所）

群馬県立東毛産業技術センター（最寄り駅：東武伊勢崎線太田駅）
〒373-0019 群馬県太田市吉沢町 1058 番地 5

社団法人日本金属プレス工業協会（最寄り駅：東京メトロ日比谷線神谷町駅）
〈再掲〉
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 212 号室

1.3 成果概要

本研究開発では、平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「シミュレーション支援室によるプレス加工デジタルエンジニアリング基盤構築」の成果を基に、クラウドコンピューティング技術を取入れることでインターネット上のプラットフォーム「金プレ市場（仮称）」の構築を行った。これにより、中小企業が抱えるプレス成形に関わる問題を、多くの企業、団体が参加して、「金プレ市場（仮称）」を通じて解決することを可能とする技術開発が行われた。

さらにプレス成形に関しては、実験金型を作成して成形実験を行うとともに、成形結果の3次元測定や、金属材料の材料試験、シミュレーション結果との比較検討を行うことにより精度向上がなされた。また、「金プレ市場（仮称）」において高度化する製品設計に対応するシミュレーションを実施することについても総合的な検討、検証が行われた。

具体的な実施項目と成果を下記に示す。

- ① シミュレーションデータ入力・出力システムの改良
クラウドで対象とする未経験者でも簡単にデータ入力設定ができるよう、シミュレーションデータ入力・出力システムの改良を行った。
- ② 要求の異なる複数ユーザーによる高度化検証
 - (i) アルミ製制御ボックス（異形絞り、折り返し絞り）
 - (ii) 2輪車のフューエルタンク関連部品（軟鋼板）
 - (iii) 4輪車の足まわり補強部品（高張力鋼板）複数ユーザーから要請された上記4種類のプレス成形に対し、試作金型による成形性検証を行い、良好な解析結果を得ることができた。また、高張力鋼板によるスプリングバック解析ではリスト形状を工夫して、適切な形状を設定することができた。
- ③ 材料データベースの構築
微小ひずみ精密測定システムにて測定を行い、正確な材料データの取得とデータベースへの登録を行った。
- ④ 成形実験
 - ②で検証した用途やサイズの異なる複数種類の金型を試作し成形実験を行う。また、従来の加工材に加えて今後注目される加工材での4種の実験を行い、成形性の検証を行った。
- ⑤ 部品測定と解析精度検証
成形実験で得られた各部品の形状、板厚を測定した。測定結果とシミュレーション結果との比較検証を行い、スプリングバックについては30%以内、板厚増減については20%以内の解析精度目標を達成できた。
- ⑥ ユーザー認証システム、課金システムの構築
クラウドプラットフォームで利用する基本的な認証システムを構築し、セキュリティを確保した。また、課金システムを構築し、受託解析サービスで利用可能な見積もり機能を作成した。
- ⑦ クラウドプラットフォームの構築

サービス提供プラットフォーム「金プレ市場（仮称）」を構築した。また同時に、大規模集中型解析装置と連携した大容量 CAE データを取り扱うことができる解析基盤についても構築した。

⑧ 複数のアプリケーションによる実証実験

⑥で構築した受託解析サービスの評価を解析依頼する側（ユーザー）の視点で実施し、システムの有効性を実証するとともに課題について検討を行った。

⑨ サービスマッシュアップ試験及び事業化に関する検討

利用者は部品メーカーの部品設計者及び金型設計者であるという設定で、検討課題としては“部品の強度を向上するための設計変更”を行う場合を想定してサービスマッシュアップ試験を実施し、評価を行った。

以上本研究開発により、プレス設計を中心としたクラウドサービスの技術の基本的検討はほぼ完了し、本格的なビジネスを検討する基盤が出来たものと考えられる。

1.4 当該プロジェクト連絡窓口

住所： 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 212号

所属役職・連絡担当者名：専務理事 濱中 豊

第2章 研究開発内容

2.1 シミュレーション入力・出力システムの改良

2.1.1 概要

平成21年度に開発したシミュレーション支援室に関する機能のうち、シミュレーション入力データ生成プログラム、シミュレーション結果表示プログラムに関する改良・強化を行った。

対象となる機能は、CADデータの読み込み、メッシュ生成、材料データ名入力、型モーションデータ入力、メッシュデータの画面表示機能であり、様々なユーザーからの要請に応えるため、未経験者でも、簡単にデータ入力設定ができ、複雑な工具モーションにも、テンプレートを使用することで、設定工数の短縮ができる仕組みの構築などを行った。

2.1.2 成果の概要

実際に機能強化を行った項目は下記となる。

- ・シミュレーション入力データ生成プログラム改良・強化

計算実行時の障害となり得る入力データのメッシュ生成不具合を事前に確認・修正を行える様改良した。その結果、修正工数の削減ができる様になった。

- ・テンプレートによる簡易入力機能

簡単に金型工具モーション設定が行える、簡易セット・テンプレートを使用したセットアップ機能により、工具モーション設定の簡易化・短時間化を実現した。

- ・シミュレーション結果表示プログラム改良・強化

解析結果の表示・分析を容易に行う為の表示機能の改良を行うと共に、解析準備データと解析結果データのデータ管理が容易に行うことができる様改良した。

以下に、成果として得られた内容について述べる。

2.1.3 プログラムの機能

ここでは、本研究開発で作成したシミュレーションデータ入力・出力システムプログラムの機能について説明を行う。

(1)画面構成

改良を行ったシミュレーション入力データ生成プログラムの画面構成と、操作方法について、下記に示す。

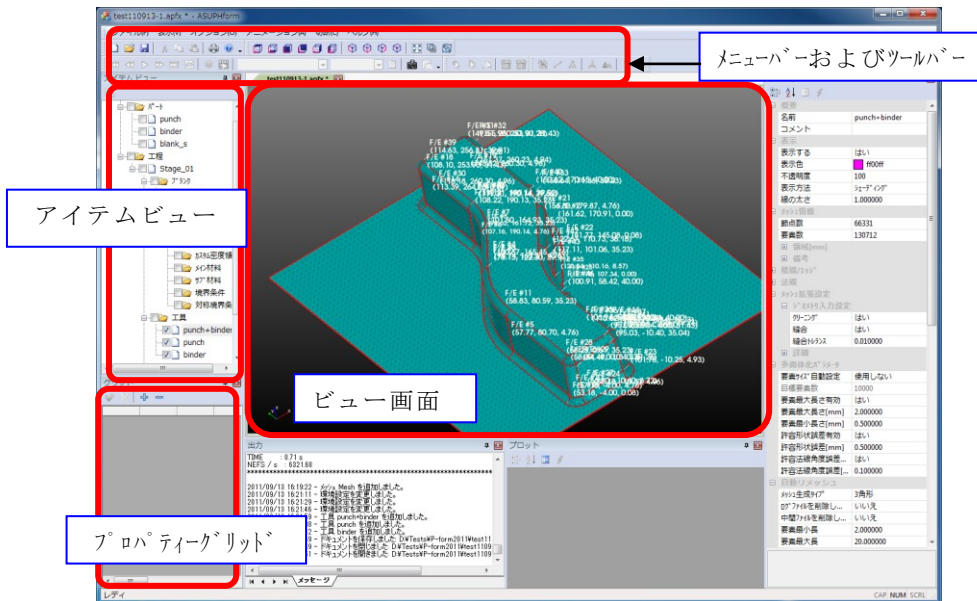


図 2.1.3.1 シミュレーション入力データ生成プログラム画面構成

アイテムビュー画面では、「+」「-」をクリックして、ツリー表示の展開/折り畳みを行うことができる。

ビュー画面での、マウス操作は、デフォルトでは

拡大・縮小：Ctrl キー+マウス左ボタンを押しながらマウス移動

もしくは、マウス中ホイール回転

移動：Ctrl キー+マウス中ボタンを押しながらマウス移動

回転：Ctrl キー+マウス右ボタンを押しながらマウス移動

となっている。

ビュー画面上での表示/非表示の切り替えは、表示状態を変更したいアイテムビューの項目の左に表示されている□をクリックすることで行う。チェックが入っている項目が表示される。また、一つ上の階層の表示/非表示を変更することで、その下にある項目全ての表示状態を変更することができる。

(2)メッシュ品質チェック・不具合箇所表示

計算実行時の障害となり得る入力データの不具合等を事前に確認・修正を行うことにより、結果を得るまでの工数を削減することを可能とした。

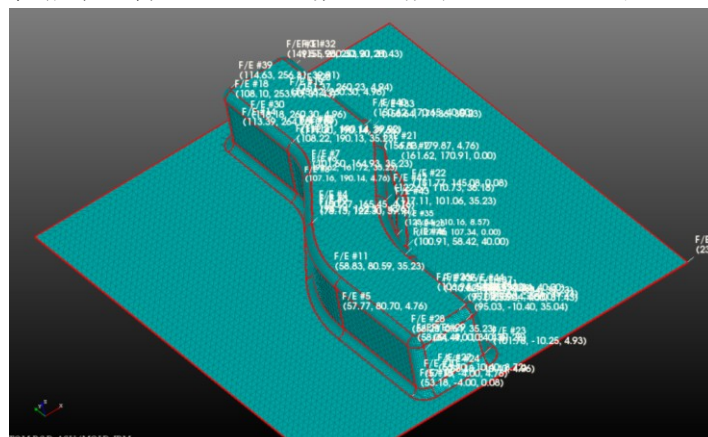


図 2.1.3.2 メッシュ品質チェック結果画面

具体的には工具メッシュ生成後、メッシュの品質チェックを行い、メッシュ生成不良で隣り合うメッシュが離れている部分を表示する。

(3)メッシュ品質チェック・不具合箇所表示

(2)で検出されたメッシュが離れている部分を自動的に縫合しメッシュを再生成できる機能を開発した。

自動修正機能、マニュアル修正機能の2種類に大別できる。

- ・ 自動修正機能
 - 自動リメッシュ
 - SliverFace 削除
 - 穴埋め

- ・ マニュアル修正機能
 - 節点追加／削除
 - 要素追加／削除
 - 要素追加／削除
 - 要素反転

(4)テンプレートによる簡易入力機能

条件設定作業を大幅に簡易化するため、過去に行ったシミュレーションと類似の設定を短時間で確実に行う機能を開発した。

具体的には、各タイミングにおける指定工具の動作要件を入力し、テンプレートとして保存する。

テンプレートとして保存した加工モーションと類似した設定を行う場合、テンプレートを基に新規の工具・材料データ等を変更するだけで、適合したモーションを生成する。

(5)板厚ひずみコンター表示

板厚ひずみのカラーコンター図で成形アニメーション表示が可能な機能を開発した。

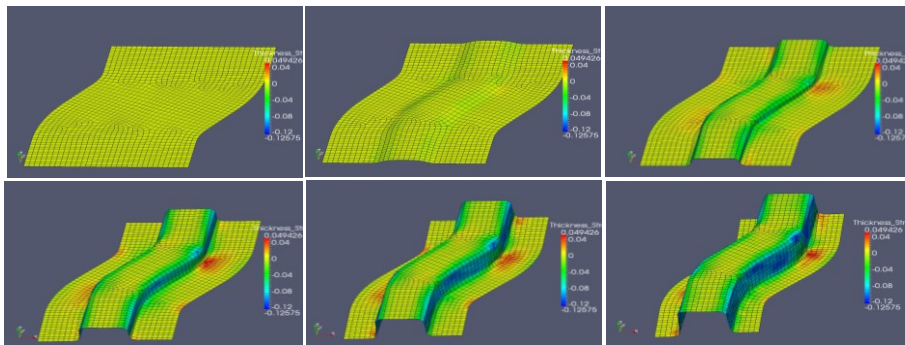


図 2.1.3.3 板厚ひずみアニメーション表示

(6) 応力コンター表示

応力コンター表示機能を開発した。

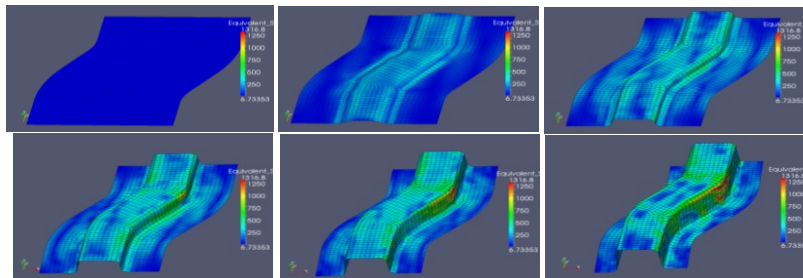


図 2.1.3.4 応力コンター表示

(7) 各節点に作用する力のベクトル表示

節点に作用する力のベクトル表示機能を開発した。

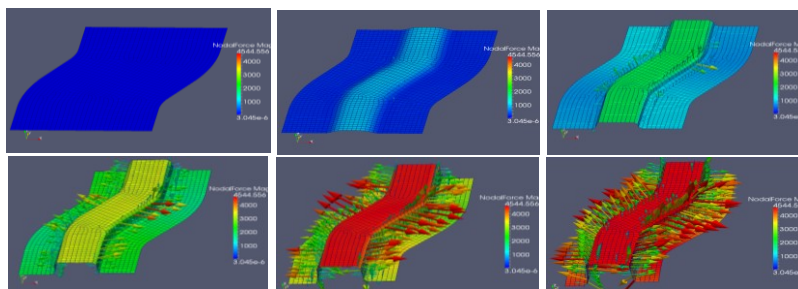


図 2.1.3.5 節点に作用する力のベクトル表示

(8) 解析入力データと解析結果データの一元管理機能

計算実行に関連する一連のファイルの管理を一元化することで、解析事例として蓄積する際の取扱いの簡便化を図った。また成形性評価を行う際にも解析結果の表示・分析・管理を容易に行うことが可能となった。

2.1.4 まとめ

本研究開発により、下記の成果を得ることができた。

- ・メッシュ修正を自動、または手動で簡単に行うことが可能となるよう機能の設計、実装を行った。
- ・メッシュ品質チェック・不具合箇所表示
- ・テンプレートによる簡易入力機能
- ・板厚ひずみコンター表示
- ・応力コンター表示
- ・各節点に作用する力のベクトル表示
- ・解析入力データと解析結果データの一元管理機能

なお、本プログラムの開発には、無償で利用でき、再配布も可能なライセンスを採用している OpenCascade(OCC) ライブラリ、および Visualization Toolkit(VTK) ライブラリを用いている。

これにより、普及の障害となる解析環境利用の低コスト化が実現でき、拡大推進が期待される。

2.2 要求の異なる複数ユーザーによる高度化検証

2.2.1 概要

現在行われているシミュレーションは自動車部品が多く、クラウド上で解析が可能となると、他業種からの解析依頼も多く寄せられることが考える。

そこで要求の異なる4種類の製品について解析を実施し、ユーザーが期待する不具合予測検証が可能であるか、また多工程で行われる成型など高度な利用への適用性を確認した。

適用性に関しては、川下産業の視点も考慮した評価を行った。

また、大規模な解析も予測されるため、「大規模集中型解析装置」を使用した10万節点規模の解析を実施した。

- (i) アルミ製制御ボックス（異形絞り、折り返し絞り）
- (ii) 2輪車のフューエルタンク関連部品（軟鋼板）
- (iii) 4輪車の足まわり補強部品（高張力鋼板）

2.2.2 アルミ製制御ボックス（異形絞り）のシミュレーション実施

(1) 材料特性値設定

材質名称：A1050 - 0 t=1.0mm

要素タイプ：シェル

節点数：23609

要素数：23301

平均節点間隔：1.0mm

(2) No1 絞り

No1 絞り工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No1 絞りでのワレ・シワの不具合は発生しないと判断した。

(3) No2 絞り

No1 絞りの解析結果を材料として登録し、No2 絞り工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No2 絞りではワレが発生するものと判断する。A1050-O 材の伸び率 45%程度とした場合、それを越えた数値となっている。輪郭凹部についても板厚減少率が大きくワレが予測される。

また、輪郭コーナー部に板厚増加が見られ、シワの発生が予測される。輪郭凹部についても板厚減少率が大きくワレが予測される。

(4) No3 リスト

No2 絞りの解析結果を材料として登録し、No3 リスト工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No3 リストでは新たなワレの発生はないものと思われる。しかし、リストにて R を潰すため、板厚増加が各所にみられる。MAX で 250%となっているため、この部位については重なりシワが予測される。

(5) 評価

No2 絞りの成形でアルミ A1050-0 材の伸び率 45%を超えている為、各所でワレの発生が予測される。その為、製品としては不良品と考える。通常の製品であれば、板厚 75%確保程度の数値である。

シワについては、No1 絞りの 45° 絞りでの肉余りが No2 絞り以降に影響している。板厚を確保する為に No1 絞りのような形状にしているため、コーナー部の形状を周長が短くなるような形状に変更すれば改善されると判断できる。

ワレについては、No1 絞りで現状より板厚を確保することが、ワレへの改善となると考える。シワの改善策で No2 絞りの材料流入が若干改善される可能性がある為、No1 絞りの形状設定を見直す必要があると考える。

2.2.3 アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）のシミュレーション実施

(1) 材料特性値設定

材質名称：A1050 - 0 t=0.8mm

要素タイプ：シェル

節点数：48127

要素数：47787

平均節点間隔：徐変

(2) No1 絞り

No1 絞り工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No1 絞りでのワレ・シワの不具合は発生しないと判断できる。

(3) No2 リスト

No1 絞りの解析結果を材料として登録し、No2 絞り工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No2 リストでのワレ・シワの不具合は発生しないと判断できる。

(4) No3 25° 絞り

No2 リストの解析結果を材料として登録し、No3 25° 絞り工程のモーシオン設定、加工条件を設定し解析を実施した。

解析結果の板厚歪から No3 リストでは折り返し部の板厚減少率が-42.2%となっているため、アルミ A1050-O 材の伸び率 45%とみると、ワレが発生する危険性がある。

ると判断できる。

(5) 評価

No2 リストまでは、板厚減少率が最大-24.5%程度である為、ワレが発生する危険性は低いと考える。しかし、No3 25° 絞りでは、No2 リストで成形した部分を基点に折り返し絞り加工がされ、それに伴い板厚減少率も-42.2%と大きくなった。

製品としては、板厚 75%程度確保が必要と考えれば、板圧を確保する対策が必要になる。

対策としては、ブランク展開の変更が考えられる。45° コーナー部の展開を小さくし、No2 リストまでの流入を改善可能と考える。

2.2.4 2 輪車のフューエルタンクのシミュレーション実施

(1) 材料特性値設定

材質名称：JFE-CG-EZN t=0.8mm

要素タイプ：シェル

節点数：33425

要素数：33060

平均節点間隔：5.0mm

(2) 評価

解析結果の板厚歪からワレの危険性は無いと判断する。しかし、谷の部分で重なりが出来ているのが確認できる。成形アニメーションにて下死点 40mm 手前からシワを確認することができる。谷形状の為、肉余りが発生しやすい箇所であるので、フロント側からの流入を制御する対策が必要と考える。

2.2.5 4 輪車の足まわり補強部品のシミュレーション実施

(1) 材料特性値設定

材質名称：JAC590RN-45/45 t=2.0mm

要素タイプ：シェル

節点数：16609

要素数：16340

平均節点間隔：2.5mm

(2) 評価

解析結果の板厚歪からワレの危険性があると判断する。高張力鋼板 590 の伸び率が 22%であることから、最大板厚歪が-20.5%である部位についてワレの危険性がある。しかし、ワレの危険性がある部位については、若干の形状ぼかし等で改善できるレベルであると考えられる。

2.2.6 まとめ

要求の異なる複数のユーザーに対応するために、4種類の解析を実施した。アルミ製品に関しては、本来鋳造にて成形する製品をプレス成形で行うことを検討した。

絞り成形で難しいとされる輪郭部の凹形状の異形絞り。また、絞り後にフランジ部を多段に折り返す、折り返し絞りに対して解析を実施した。

解析の結果は異型絞りと折り返し絞り共、板厚減少率が-40%を超え、ワレの危険性があるとの結果であった。

2輪車のフューエルタンク解析では、センター部分に設置したスリッドを解析でトリムとして設定し、良好な結果が得られた。

現在自動車部品の内板補強部品で多く使用される、高張力鋼板の4輪車足まわり部品の解析では、スプリングバック量を解析で確認できたため、金型製作時に見込み形状にて作成することで工数の削減が見込まれる。

プレス成形シミュレーションにて難加工品の成形性が確認できることは、今後新たな分野の製品を受注するための強力なツールになる。

大規模解析への対応については、10万節点規模の大規模解析を2輪車フューエルタンクにて解析を実施した。大規模集中型解析装置にて並列計算を行うことで、大規模解析への対応が可能なことを確認した。また、一度に多くの依頼がきた場合でも、84のコア数を利用して多くの解析が同時に実行可能であるため、クラウドでの受託解析に対応できることを確認した。

今回の実験で要求の異なる複数のユーザーによるシミュレーションの高度な利用への適用性を確認できた。

2.3 材料データベースの構築

2.3.1 概要

今後他業種・多品目の解析に対応するため、材料データベースの充実が必要となることが予測される。

そこで、現在登録されている材料データベースに加え、今後加工材としての利用増が予測され、次世代金属として注目されている材料として、複数の金属（アルミ材、軟鋼板、高張力鋼板）を選択し、引張試験を行い、材料データベースの拡充を行うことで、今後のユーザー需要に対応することとした。

成形実験で重要となる加工材の材料特性データについて、微小ひずみ精密測定システムによる測定を行い、正確な測定データを取得した。

2.3.2 材料試験

(1) 目的

シミュレーションに用いる基礎的な材料物性値を取得するため、下記材料の強度試験を行った。

アルミニウム合金：A5052-O 板厚 1.0 mm

鉄鋼：JFE-CG-EZN 板厚 0.8 mm

JAC590RN-45/45 板厚 2.0 mm

(2) 方法

万能材料試験機（イントロン製 5582 型+ビデオ伸び計 SVE、100kN ロードセル）を用いた。試験片は JIS Z2201 5号試験片とし、下記の試験片を作製した。

- ・ 0° 試験片：板面の圧延方向に対し平行に採取した試験片
- ・ 45° 試験片：板面の圧延方向に対し 45° 方向に採取した試験片
- ・ 90° 試験片：板面の圧延方向に対し 90° 方向に採取した試験片

破断試験、n 値試験、r 値試験、弾性域の測定を行ったが、破断試験と n 値試験は同時に実施した。

試験条件は下記のとおりである。

- ・ 破断試験：JIS Z2241 に準拠、引張速度 15 mm/分、0° 試験片を使用した。
- ・ n 値試験：JIS Z2253 に準拠、引張速度 15 mm/分、0° 試験片を使用した。
- ・ r 値試験：JIS Z2254 に準拠、標点距離 25 mm、引張速度 5 mm/分、付加ひずみ量は材料毎に適切な値を選択した。
- ・ 弾性域の測定：引張速度 5 mm/分、0° 試験片を使用した。縦横直交タイプのひずみゲージを試験片の片面に貼付して縦方向（引張方向）と横方向（引張方向に直角な方向）のひずみを測定した。ヤング率は、「応力-縦ひずみ」グラフを描いて、弾性域の傾きから算出した。ポアソン比は、「横ひずみ-縦ひずみ」グラフを描いて、弾性域の傾きから算出した。

(3) 結果

(3-1) A5052-O 板厚 1.0 mm

表 2.3.2.1 破断試験と n 値試験 (A5052-O 板厚 1.0 mm)

	試料 n 2	試料 n 4	試料 n 5	平均
0.2%耐力 [MPa]	101	101	100	101
引張強さ [MPa]	202	202	201	202
破断伸び [%]	標点外破断	23	23	23
n 値 ※	0.33	0.31	0.32	0.32

※ n 値は均一塑性ひずみ全域 (0.2%耐力のひずみ～最大試験力の直前のひずみ) で求めた。

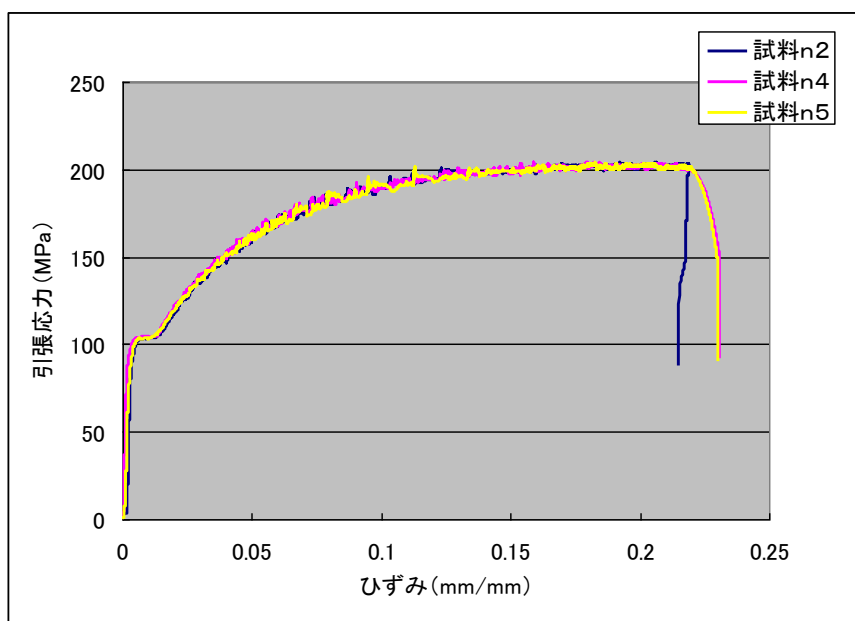


図 2.3.2.1 破断試験結果 (A5052-O 板厚 1.0 mm)

(3-2) JFE-CG-EZN 板厚 0.8 mm

表 2.3.2.2 破断試験と n 値試験 (JFE-CG-EZN 板厚 0.8 mm)

	試料 n 1	試料 n 2	試料 n 3	平均
0.2%耐力 [MPa]	153	150	151	151
引張強さ [MPa]	299	298	299	299
破断伸び [%]	48	48	47	48
n 値 ※	0.25	0.25	0.24	0.25

※ n 値は均一塑性ひずみ全域 (0.2%耐力のひずみ～最大試験力の直前のひずみ) で求めた。

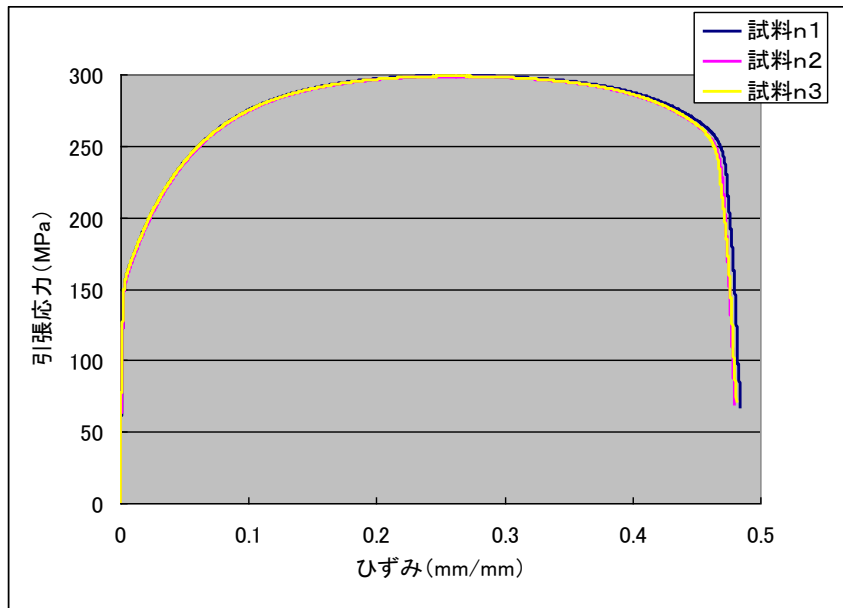


図 2.3.2.2 破断試験結果 (JFE-CG-EZN 板厚 0.8 mm)

(3-3) JAC590RN-45/45 板厚 2.0 mm

表 2.3.2.3 破断試験と n 値試験 (JAC590RN-45/45 板厚 2.0 mm)

	試料 n 1	試料 n 2	試料 n 3	平均
0.2%耐力 [MPa]	548	545	541	545
引張強さ [MPa]	649	648	649	649
破断伸び [%]	22	23	21	22
n 値 ※	0.12	0.12	0.11	0.12

※ n 値は均一塑性ひずみ全域 (0.2%耐力のひずみ～最大試験力の直前のひずみ) で求めた。

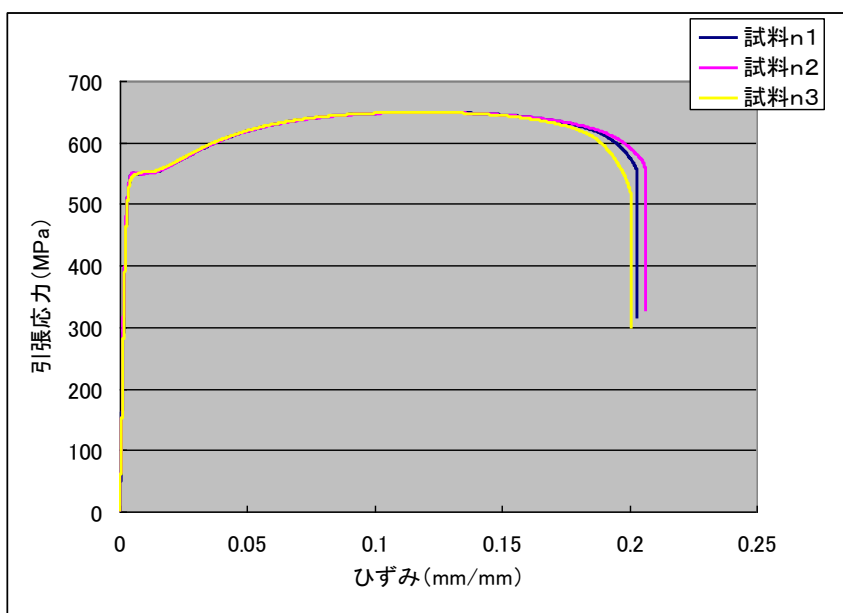


図 2.3.2.3 破断試験結果 (JAC590RN-45/45 板厚 2.0 mm)

2.3.3 データベース登録

(1) 目的

材料試験で求められた測定データを解析に使用する為、シミュレーション入力システムの材料データベースに登録した。

測定されたデータを元に、解析に必要なデータの算出。具体的には測定結果から、「ヤング率」「ポアソン比」「初期降伏点」「密度」「r 値」を材料データベースへ登録した。

(2) データベース登録

- 1) A5052-O 板厚 1.0 mm
- 2) JFE-CG-EZN 板厚 0.8 mm
- 3) A5052-O 板厚 1.0 mm

2.3.4 まとめ

今後需要が増えてくると思われる、アルミ材・高張力鋼板・深絞り材のデータを取得し、データベースに登録することができた。また、他業種のプレス製品に対応する為、今後も材料試験を実施し、材料データの充実を図る必要があると考える。

2.4 成形実験

2.4.1 概要

「2.2 要求の異なる複数ユーザーによる高度化検証」にて検証した用途やサイズの異なる複数種類モデルの試作金型を作成し成形実験を行った。従来の加工材に加えて今後注目される加工材での4種の実験を行い、成形性の検証を実施した。

また、「2.5 部品測定と解析精度検証」で試作加工品とシミュレーション結果を比較検証するための製品を加工した。

2.4.2 アルミ製制御ボックス（異形絞り）成形実験金型の製作及び成形実験

(1) 目的

テーマ①としてアルミ製制御ボックス『異形絞り』金型を製作し、アルミ材料（A1050-0の材）板厚 1.0mm を異形絞り加工実験し、異形絞り部（凹）にキレツ、ワレが発生しない加工技術の確立を目的とする。

(2) 実験方法

下記の項目について実験を行った。

- (1) 絞り工程毎の最小板厚の評価
- (2) 異形絞り製品形状に至るまでの工程および金型形状の確立

(3) まとめ

異形絞り加工の金型の製作し、アルミ材料を絞り加工する実験を実施した。加工条件の設定では絞り加工を3工程で設定し1項目の絞り形状、絞り角度及びブランク形状を調整することにより絞り加工が可能であることを検証した。

また、加工条件により絞り工程でのワレ、最小板厚を調整し材料の特性との関係を検証した。

テーマ①（異形絞り）の主な成果を以下に示す。

- 1) ワレ対策及び板厚の減少率は1工程目の絞り形状及びブランク形状を調整することにより絞り加工の実現性を検証した。
- 2) 材料の特性に合わせた金型工程設定を確立した。

2.4.3 アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）成形実験金型の製作及び成形実験

(1) 目的

テーマ②としてアルミ製制御ボックス『折り返し絞り』金型を製作し、アルミ材料（A1050-0の材）板厚0.8mmを折り返し絞り加工実験を行い、折り返し絞り部にキレツ、ワレが発生しない加工技術の確立が目標である。

(2) 実験方法

下記の項目について実験を行った。

- 1) 絞り工程毎の最小板厚の評価
- 2) 折り返し絞り製品形状に至るまでの工程および金型形状の確立

(3) まとめ

折り返し絞り加工の金型を製作し軽量化するためアルミ材料を絞り加工する実験を実施した。加工条件の設定では折り返し絞り（ヘミング）加工する前の絞り形状を金型の裏と表で絞り角度を30°及び25°の絞りダイスにし、角度25°の絞り形状で折り返し絞り（ヘミング）加工が可能であることを検証した。また、材料の方向性により（0°、45°方向）折り返し絞り工程でのワレ、最小板厚を調査し、材料特性との関係を検証した。

テーマ②（折り返し絞り）の主な成果を以下に示す。

- 1) 材料の方向性による板厚の変化及び絞り加工性に問題がないことを検証した。
- 2) 材料の特性に合わせた金型工程設定を確立した。

2.4.4 2輪車のフューエルタンク成形実験金型の製作および成形実験

(1) 目的

成形レイアウトから歩留まりが悪く、スクラップとなる部分が多い。そこで、スクラップとなる部分に別部品をレイアウトしたときの成形性について検証を行った。

また、デザイン性を考慮した形状にしたときの、板厚減少について成形可能か検証した。

(2) 実験方法

下記の項目について実験を行った。

- ① 絞り型フューエルタンク内の最小板厚の評価
- ② 絞り型フューエルタンク外の別部品の最小板厚の評価

(3) まとめ

- ① デザイン性実験としての炎のマークについて
深絞り成形においては、張り出し頂点となる部位を避ければデザイン性を兼ねた模様（小 R 形状）が存在しても成形は可能という事がわかった。
- ② 歩留り向上実験としての別部品共取りについて
深絞り成形において、本来調整出来るべき材料流入量が共取りによって不可となる部位が存在するようになるため、調整が非常に困難。
共取りする別部品は成形難易度の低いものであれば対応可能と思われるが、今回の実験を元に今後も深絞りノウハウを蓄積する事で量産実現を目指していきたいと考える。

2.4.5 4 輪車の足まわり補強部品成形実験金型の製作および成形実験

(1) 目的

近年自動車の足回り部品には、高張力鋼板が多く使われている。高張力鋼板は通常の加工材と違い成形性が悪く、スプリングバック等の問題が多く取り上げられている。そこで、成形実験を実施し、成形性について検証する。

(2) 実験方法

下記の項目について実験を行った。

曲げ型足まわり補強部品内の最小板厚の評価

(3) まとめ

① t 2.0mm ハイテン材の曲げ成形について

今回の実験では製品外である素材端面に発生したワレの対策について試行錯誤を繰り返したが、最終的には高張力鋼板を破断（ワレ）させない為には材料を引っ張らない＝成形周長を増やさない事が重要である事が分かった。

自動車部品としては今後更なる強度アップと軽量化が求められる時代である為、今回の実験にて得たノウハウは生かす事のできる内容であったと考える。

2.5 部品測定と解析精度検証

2.5.1 概要

製品の精度検証は検査治具を使用して検証していたが、近年 3次元測定器が普及し、詳細に検証することが可能となった。しかし、3次元測定器は高価で導入できる企業も少ないため、クラウド上で測定依頼ができることが望まれる。

また、測定結果とシミュレーション解析結果を比較検証するために、シミュレーション解析精度が重要となる。

ここでは、成型実験で得られた各部品について、3次元形状を接触式または非接触式測定器、増肉・減肉を板厚測定器にて測定し、シミュレーション結果との比較検証を行いシミュレーションの解析精度確認を行った。4種の実験に関する解析精度としてスプリングバック精度については30%以内、板厚増減に関して20%以内で合致する精度を目標とする。

2.5.2 成形実験結果測定

(1)目的

シミュレーション結果との比較を行うため、成形実験にて成形した各種成形加工品について測定を実施した。測定方法は非接触による三次元形状測定および接触および非接触による板厚測定を用いた。

(2)方法

非接触による形状測定については、図 2.5.2.1 に示す三次元測定機（ミットヨ製 Crysta191210+非接触測定プローブ Metris）および図 2.5.2.2 に示すデジタイザ（東京貿易テクノシステム製 Vectron VMC5344T）を用いて、成形実験にて加工した各種成形加工品の、非接触三次元形状測定を行った。非接触測定は、測定対象物が鏡面の場合ノイズが発生しやすいため、前処理として白色のパウダーをかけた後、測定を行った接触による板厚測定については、異形絞り品についてのみ図 2.5.2.3 に示す三次元測定機（ZEISS 製 UPMC850）を用いて成形品の表裏を做い測定でなぞることによって、板厚の測定を行った。非接触による板厚測定は、折り返し品について最も板厚変化が大きいと思われる角の部分について、非接触形状測定で全体形状を測定した後、角の部分をカットし、図 2.5.2.4 に示す画像測定機（ミットヨ製 SQV404-PRL）にてカット断面を画像にて測定を行った。

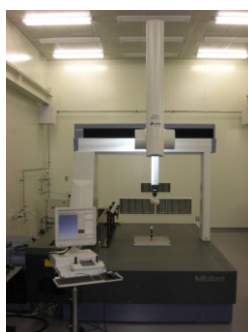


図 2.5.2.1 非接触測定機外観



図 2.5.2.2 非接触デジタイザ外観



図 2.5.2.3 三次元測定機外観



図 2.5.2.4 画像測定機外観

(3)結果

非接触形状測定は、レーザ光の乱反射を CCD で計測し、三角測量の原理を利用して座標値を求めているため、段差の大きい部分などは測定を苦手としているが、今回の測定では、折り返しの溝部なども比較的問題なく測定が出来た。本研究での形状測定・板厚測定の主目的は、シミュレーションとの比較であるが、非接触測定については、その特徴として、エッジ部にノイズが入りやすいこともあり、エッジ部の結果のシミュレーションとの比較には慎重を期す必要がある。

2.5.3 シミュレーションとの比較および検証

(1)目的

成形実験とシミュレーションとの比較検討を行い、解析精度の向上を図ると共に、シミュレーションを活用して成形条件の最適化を実施した。

(2)比較検証概要

「2.2 要求の異なる複数ユーザーによる高度化検証」での解析結果と「2.4 成形実験」での製品を比較し、測定結果とシミュレーション結果の材料流入・板厚を比較検証した。

(3-1) アルミ製制御ボックス（異形絞り）

① 材料流入比較

材料の流入の比較を行なった。

No1 絞りは最大 0.9mm、No2 絞りは最大 1.7mm、No3 リストは最大 1.7mm の誤差があった。最大誤差の部分の流入量は、シミュレーション結果が 11mm、測定結果が 12.7mm からみると最大誤差は 13%であった。

② 板厚歪比較

板厚歪について比較検証を行った。

板厚増減の測定値とシミュレーション結果の精度は最大差 16.7%と目標の 20%をクリアできた。

(3-2) アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）

① 材料流入比較

材料の流入の比較を行なった。

No1 絞りは最大 0.5mm、No2 リストは最大 1.0mm、No3 25° 絞りは最大 1.6mm の誤差があった。最大誤差の部分の流入量は、シミュレーション結果が 24.9mm、測定結果が 23.3mm からみると最大誤差は 6.5%であった。

② 板厚歪比較

板厚歪について比較検証を行った。

板厚増減の測定値とシミュレーション結果の精度は最大差 18.4%と目標の 20%をクリアできた。

(3-3) 2 輪車のフューエルタンク

① 材料流入比較

材料の流入の比較を行なった。

センター部左側の材料流入の差が 40mm あった。センター部分の流入に大きく差があったため、流入が大きい部分に抵抗を与え解析を実施した。結果、測定結果に近づけることができた。今回の金型は鋳物で製作されており金型の歪が影響していると考えられる。センター部分を除いては、最大 14mm の差があった。最大誤差の部分の流入量は、シミュレーション結果が 74.8mm、測定結果が 61.0mm からみると最大誤差は 18.5%であった。

② 板厚歪比較

板厚歪について比較検証を行った。

板厚増減の測定値とシミュレーション結果の精度は最大差 10.3%と目標の 20%をクリアできた。

(3-4) 4 輪車の足まわり補強部品

① 材料流入比較

材料の流入の比較を行なった。

最大 2.0mm の差があった。最大誤差の部分の流入量は、シミュレーション結果が 37.7mm、測定結果が 34.5mm からみると最大誤差は 9.3%であった。

② 板厚歪比較

板厚歪について比較検証を行った。

板厚増減の測定値とシミュレーション結果の精度は最大差 6.3%と目標の 20%をクリアできた。

③ スプリングバック比較

測定データとシミュレーション結果を比較し、スプリングバック量について検証を行った。結果、最大誤差部分でシミュレーションスプリングバック量 0.96mm に対

して製品測定スプリングバック量 1.21mm であり、20.6%の差を確認した。

2.5.4 まとめ

成形実験で得られた製品の測定結果とシミュレーションとの比較検討を実施した。板厚歪については、アルミ製制御ボックス（異形絞り）で 16.7%、アルミ製制御ボックス（折り返し絞り）で 18.4%、2 輪車のフューエルタンクで 10.3%、4 輪車の足まわり補強部品で 6.3%の精度に差がある結果となった。板厚歪についての目標数値が合致精度 20%以内である為、目標を達成できた。

また、スプリングバック解析についても、合致精度 30%以内の目標に対し、20.6%の精度であるため目標をクリアできた。

しかし、2 輪車フューエルタンクのモデルでは、金型部品の歪が原因と思われる解析不一致があった。プレスや金型構造で金型の歪が予測される為、今後金型の歪を考慮した解析が必要になると考える。

2.6 ユーザー認証システム、課金システムの構築

2.6.1 概要

クラウドプラットフォームを利用して「金プレ市場（仮称）」の試作を行った。そこで利用する基本的な認証システムを構築し、セキュリティーを確保した。また、課金システムを構築し、受託解析サービスで利用可能な見積もり機能を作成した。

2.6.2 成果の概要

構築した成果の概要は、下記となる。

ユーザー認証システムとしては、ログイン（ID/パスワード）、ログアウト機能によるセキュリティーを確保した。

課金システムとしては、受託解析サービスで利用可能な、見積もり機能および実績からの請求機能を作成した。

以下に、具体的内容について述べる。

2.6.3 システムの機能

(1)ログイン（認証）画面

ログイン前の画面では、ゲストユーザーとしてのサービスが利用可能。（一部制限あり）

メールアドレスとパスワードを入力してユーザー認証を行うと登録ユーザー（一般ユーザー、出店者）として全ての提供サービスの利用が可能となる。

(2)システム管理画面

店舗の管理、サービスの登録やユーザーの作成、削除、更新などのユーザー管理

やサービスの登録、管理を行うことができる。

また、システムのメンテナンスはシステム管理者権限保持者のみが行えることとし、システム管理画面はシステム管理者のみアクセス可能となるよう権限管理を行った。

(3)課金システム（受託解析見積もり機能）

受託解析の見積もりを行う際に、担当者によるバラつきや想定以上に作業工数が必要になることがある、などの問題があった。本機能のシステム化により、上述の問題を回避することが可能になった。

通常の見積もり作業から、項目を抽出し、その情報を基に見積もり金額を算出する機能を作成した。

以下の項目を入力して見積もり金額の自動算出を行う。

基本情報：

納期（年・月・日）

金型 CAD データ：

金型 3D 形状データ有無

工程

ブランク材表面積

設定条件：

Pre 設定有無

スプリングバック解析の有無

材料情報：

材料データ（材料データベースから選択／材料データ持ち込み／材料データなし 選択）

材料データ名

材料板厚

材料メッシュタイプ（シェル／ソリッド 選択）

結果出力：

成形シミュレーション（有無）

板厚減少率（有無）

板厚歪み（有無）

応力値（有無）

スプリングバック量（有無）

成形荷重（有無）

成形限界線図（FLD）の出力（有無）

メッシュサイズ（分割図）（有無）
展開確認用製品CADデータ比較（有無）
解析結果とパネル測定比較（板厚歪み）（有無）
解析結果とパネル測定比較（スプリングバック）（有無）
考察（有無）

(4)販売商品（サービス）形態

今回検討したサービスは、材料データなどの電子ファイル販売と、CADデータ変換、メッシュ生成、位置合わせなどの処理代行である。これらについてメニュー化を行った。

処理依頼（CADデータ変換、メッシュ生成、位置合わせなどの処理代行）の場合、問合せ画面を用意して、通常のメールでのやりとりに近い運用形態とした。

※メールでの担当者毎のやりとりでは履歴情報が個人管理となってしまいが、本システムではシステム上に履歴が残り出店者が同一であれば参照可能となる。

ダウンロード商品（材料データなどの電子ファイル販売）の場合においても、ZIPによるパスワードを掛け、別途メールによりパスワードを送付することで、セキュリティを確保している。

また、「金プレ市場（仮称）」に於ける複数店舗間での共通のカート（買い物かご）利用を可能とした。これにより、複数のサービス提供者からでも問題解決に必要な様々なサービスの提供を受け、利用することが可能となっている。

2.6.4 まとめ

本研究開発により、下記の成果を得ることができた。

- ユーザー認証の仕組みを構築した。
- 受託解析サービスで利用する見積もり機能の実装を行った。
- ダウンロード商品の販売、サービスの販売（処理代行）、技術相談（フォーラム）サービスを構築した。

なお、認証に当たっては一般的なECサイト（インターネット上のショッピングサイト）で利用される、メールアドレスとパスワードの組み合わせを使用し、ユーザーの利便性向上を図っている。

2.7 クラウドプラットフォームの構築

2.7.1 概要

解析サービス提供プラットフォーム「金プレ市場（仮称）」を構築するための基盤システムの開発を行った。また、大規模集中型解析装置と連携した大容量CAEデータを取り扱うことができる解析基盤を構築した。

2.7.2 成果の概要

構築した成果の概要は、下記となる。

各種サービスの提供・管理を行う利用環境運用管理装置と大規模集中型解析装置をネットワークで接続し、アプリケーションインターフェースを介してシミュレーションの実行を容易に行える基盤を構築した。

以下に、成果として得られた内容について述べる。

2.7.3 システムの機能

(1)構成

クラウドプラットフォームを、以下のように構築した。



図 2.7.3.1 クラウドプラットフォーム

サービス提供者が提供する各種サービスを、ユーザー（サービス利用者）が利用環境運用管理装置から簡単に利用できる機能を構築した。「2.6 ユーザー認証システム、課金システムの構築」で構築した基盤機能を利用して、セキュリティー確保や課金情報構築を行う。

また、大規模集中型解析装置を利用環境運用管理装置と接続することで、解析実行の簡易化を図った。

(2)解析条件入力画面

通常解析業務で必要になる項目から下記解析条件入力項目の抽出を行った。また、これらの項目を蓄積する機能も持たせることで、解析に不具合が発生した際の確認を容易に行うことが可能となっている。

以下の各情報を入力して解析実行時のパラメータとする。

金型 CAD データ：

金型 3D 形状データ

金型クリアランス有無（見込み済／下型基準／上型基準 選択）

CADデータ配置（下死点／オープン 選択）

可動情報 … ストローク量
… オープンハイト

ブランク材有無

設定条件：

加工方法（加工レイアウト）

（上下型のみ／シワ押え付／パッド付／シワ押え・パッド付 選択）

クッション圧

スプリング圧

摩擦係数または加工条件（表面処理・絞り油散布等）

金型最大R

金型最小R

材料情報：

材質名

材料データファイル

板厚

板厚方向の層分割数

希望メッシュサイズ

2.7.4 まとめ

本研究開発により、下記の成果を得ることができた。

- 利用環境運用管理装置から大規模集中型解析装置で簡単に解析を行うためのプログラムの設計および実装を行った。これにより、解析失敗などの状況把握が容易になり、再度解析を実行するまでのタイムラグが軽減された。
- プレス成形シミュレーションの解析条件を入力、蓄積するプログラムの設計および実装を行った。
- プレス成形シミュレーションの解析結果を蓄積するプログラムの設計および実装を行った。

なお、解析条件・結果の体系的な蓄積・管理を行うことで、類似の解析事例をより効果的に活用することができるものと考えられる。すなわち、これらをもとに、解析の精度向上や解析時間の推定、解析コストの低減を図っていくための知見を得ることができる。

2.8 複数のアプリケーションによる実証実験

2.8.1 概要

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「シミュレーション支援室によるプ

レス加工デジタルエンジニアリング基盤構築（以下「シミュレーション支援室」という。）の研究開発成果を基に、クラウドコンピューティング技術を取入れ、ネットワーク上での「材料データの授受サービス」、「CAD データ等の変換サービス」、「3次元測定機による大規模点群データの取扱い（位置あわせ、面データ作成など）サービス」など、様々なネットワーク上のサービスが稼動可能な『プラットフォーム』のプロトタイプ（「金プレ市場（仮称）」）について、内部ユーザー及び外部有識者による実験を行い、システムの有効性を実証すると共に今後の開発課題について検討を行った。

評価・分析のための実験の概要は以下の通りである。

日時	平成 22 年 8 月 10 日（水） 13:00～17:00
場所	東毛産業技術センター（群馬県太田市吉沢町 1 0 5 8 番地 5）
評価者	内部ユーザー 1、内部ユーザー 2 外部有識者 1、外部有識者 2、外部有識者 3 計 5 名
実験対象アプリケーション	①CAD データ変換（IGES、Parasolid、Step から STL への変換） ②メッシュ生成（STL からメッシュへの変換） ③プレス成形シミュレーション

外部評価者については、下記の項目により、選定を行った。

- ①中小企業に所属し、金属プレスの設計・成形に携わる実務を行っていること。
- ②各種の CAD データを扱い、それをベースに、コンピュータシミュレーションを行うニーズを持っていること。
- ③大規模な難加工部品から小規模な部品まで、幅広い知識をもっており、大手企業の動向と小規模な同業の動向まで熟知し、幅広い視点で、システムを評価できること。
- ④現状では、成形シミュレーションソフト等を持っていないこと。

2.8.2 評価内容・項目

受託解析サービスの利用方法について評価者に説明した後、受託解析サービスへのログインから見積条件の入力と確認、自動生成される解析結果レポート等について、評価者より 5 段階評価を頂いた。また、全体的な使い勝手の印象、機能、問題点、課題、今後への期待などについてコメントを頂いた。表 2.8.2.1 に具体的な評価項目を示す。

表 2.8.2.1 プロトタイプの評価

評価項目		
(1) 機能	①トップページ	説明画面 使い勝手
	②見積条件入力	起動 金型 CAD データの設定

		金型条件の設定 材料情報の設定 結果出力の設定 その他全体の使い勝手
	③解析条件の追加入力	起動 金型 CAD データの設定 金型条件の設定 材料情報の設定 その他全体の使い勝手
	④デリバリタイム	納期 解析時間
	⑤報告書	レポート（自動） 報告書（詳細） アニメーション表示 シワ予測 ワレ予測 スプリングバック予測
(2) ユーザビリティ		メニュー標示 拡大、縮小、回転等のマウス利用 画面配置、デザイン等 設定の煩雑さのレベルについて コマンドの豊富さのレベルについて 動作の速さ

2.8.3 評価結果

以下に、評価結果の要旨をまとめる。

(1)機能

(1-1) トップ画面

受託解析サービスの依頼者はまずはトップ画面にメールアドレスとパスワードを入力してログインを行うが、説明画面に受託解析サービスに関する説明がなされていないことを課題として指摘する意見が出された。またログインのためのオペレーションが不必要に多段階に分かれていることを指摘する意見も頂いた。

(1-2) 見積条件

受託解析サービスの依頼者はログインした後に、商品カテゴリーから「受託解析」を選択し、サービス一覧より希望する受託解析サービスを選択した上で見積もり条件を入力するが、材料情報の設定については選択形式ではなく依頼者自らが手入力する形式となっている。依頼者の負担を減らすためには材料データベースを活用することにより手入力をなるべく減らす工夫を凝らすことが求められる。

また、金型条件の設定、材料情報の設定、結果出力の設定において詳細な説明がシステムではなされず、一般のユーザーでは分からないことが多いのではないかという指摘も頂いた。

(1-3) 見積確認

入力された見積条件の情報をもとに、システム上で参考見積もりが自動的に計算されてこれが表示される。受託解析サービスの依頼者はこの参考見積もりの段階で「カゴに入れる」をクリックして購入手続きに進む仕組みとなっている。

起動、金型 CAD データ、結果出力の設定については概ね普通と評価されたが、金型条件、材料情報の設定については悪いとの評価も見られる。また、受託解析サービスは見積条件について解析担当者が検討した上で積算した正式な見積額をもとに依頼者に対して請求がなされるが、自動生成された参考見積もりの段階で購入手続きに進むことについての問題点を指摘する意見も頂いた。

(1-4) デリバリタイム

今回の試行では解析結果が予め用意されており、デリバリタイムについての評価はシステムの動作時間に対するものにとどまった。実際の解析終了のタイミングについては空き状況等により異ならざるを得ないが、概ねのデリバリタイムの目安を知らせてもらいたいとの意見を頂いた。

(1-5) 報告書

解析結果については、システム上で自動生成された簡易な報告書、アニメーション、シワ予測、ワレ予測、スプリングバック予測のデータ、そして解析担当者による詳細なレポートがメールにて依頼者に対して送付される。

自動生成されるレポートについては5名中2名が「普通」、2名が「良い」と評価したが、不具合の項目が少ない点について課題として指摘する意見も1名から寄せられた。解析担当者による詳細な報告書とアニメーションについてはあらかじめ用意されたものが提示され、これに対する評価は「普通」と「良い」に分かれた。特に詳細な報告書は依頼者のサービスに対する満足度を大きく左右するものであるものと考えられるため、実際のサービス運営の際にはそのクオリティの高さを維持することが求められる。

シワ予測、ワレ予測、スプリングバック予測については、シワ予測についてストロークで引き起こす高さの明示を求める意見があったが、概ね評価は「普通」と「良い」というものであったが、実際のサービスで高い評価を得るにはその精度の高さが保証されていることが求められることは言うまでもない。

(2) ユーザビリティ

本システムのユーザビリティについて、「メニュー表示」、「拡大、縮小、回転等のマウス利用」、「画面配置・デザイン等」、「設定の煩雑さのレベル」、「コマンドの豊富さ」、「動作の速さ」について評価してもらったところ、「メニュー表示」を除き概ね「普通」との評価を受けた。「メニュー表示」については専門用語が多い点について「悪い」と評価する評価者が1名見られた。本システムのメインターゲットである中小企業の担当者はシミュレーションになじみが薄いものと考えられるため、ヘルプメニューで専門用語について解説するなど、工夫を用意することが望まれる。

2.8.4 まとめ

これまでに、クラウド対応のアプリケーションは、多数市場に出ているが、非線形性が強く、データ量も大きく、大変高度な離散モデルを取り扱うプレス成形シミュレーションを対象としたクラウド対応のアプリケーションは、現状では存在しない革新的なものであるため、特に使い勝手を中心にさらなる改良・検討・検証が必要であると考えられる。

2.9 サービスマッシュアップ試験及び事業化に関する検討

2.9.1 概要

「2.8 複数のアプリケーションによる実証実験」の評価・分析にて、システムの有効性を実証すると共に今後の開発課題について検討を行った『プラットフォーム』のプロトタイプをもとに、部品メーカーの部品設計者及び金型設計者の立場という設定で複数の店舗にて解析依頼ができることをモデルケースを設定し検証実験を行った。

2.9.2 実証実験内容

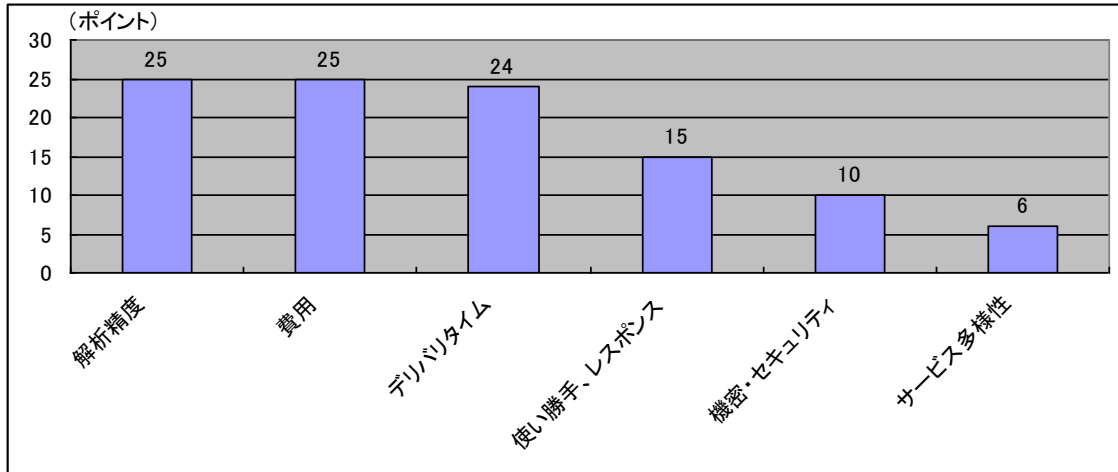
以下のストーリーを設定し、材質、検証モデル、構造等の視点で最適となるモデルを検討した。

自動車部品メーカーの開発部門にて衝突安全対策から現行モデルの強度を向上させることとなった。材質・形状 R 変更・モデル変更等が考えられる。そこで、コスト・強度等を考慮した場合、どのような形状が最適であるか検討する。製品モデル担当者は形状毎の強度解析が必要であり、金型製作担当者は成形性について検証する必要がある。

2.9.3 評価結果

マッシュアップ実験の中で、評価者らが課題への対応において重要なアイテムと考える項目について1位から6位までの順位を聴取した。結果については1位=6ポイント、2=5ポイントという形で順位ごとにポイントによる重み付けを行い以下のグラフにまとめた。これによると「解析精度」、「費用」が最も重視されており、「サービス多様性」、「機密・セキュリティー」はさほど重視されていないことがわかる。

表 2.9.3.1 課題への対応において重要なアイテム



※ 1位から6位までの順位を聴取した。結果については1位=6ポイント、2=5ポイントという形で順位ごとにポイントによる重み付けを行った。

また、上記のそれぞれの項目について本システムの評価を求めたところ、以下のような結果が得られた。「悪い」を選択した評価者が見られるのは「デリバリティ」、「費用」、「サービス多様性」であり、中でも重視される度合いの強い「費用」についてはコストダウンに向けた取組みが今後の大きな課題となるものと思われる。

2.9.4 まとめ

サービスマッシュアップ試験については、次のようにまとめられる。

①異なる要素技術をもつ評価者により試験を行ったが、今回設定したストーリーにおいては、全員が同一の選択を行う結果となり、一定の成果を得ることが出来た。

②また、「機密・セキュリティ」よりも、まず「費用」「デリバリティ」を優先して考える、ということが、ほぼ全員の共通な意見として得られた。

ただ、費用やデリバリティに対する評価軸は、評価者によりかなり分散され、それぞれのニーズに応じたサービスが必要であることが分かった。

第3章 全体総括（本研究事業の成果と今後の課題）

3.1 本研究開発事業の成果

本研究開発事業では、平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「シミュレーション支援室によるプレス加工デジタルエンジニアリング基盤構築」で得られた研究成果を基にクラウドコンピューティング技術を取り入れた、ネットワーク上の様々なCAE関連サービスの提供とサービス利用が簡単に行えることを目標としたプラットフォームの構築を行った。

また、中小企業を対象に、①ネットワークを介して成形シミュレーションを簡単に依頼・結果確認ができること、②高度なシミュレーションへの技術支援が得られるように、機能拡張とサービス提供者とユーザー間で様々なデータ（大規模データ含む）のやり取りが出来る技術サービスを開発した。

具体的な開発（改良点）としては

- ① シミュレーションデータ入力・出力プログラムの改良
- ② ユーザー認証システム、課金システムの構築
- ③ クラウドプラットフォームの構築

といった、システム的な技術開発を行った。これらの開発により、シーズを持ったサービス提供業者が容易にサービス提供を行える場を提供し、高度なシミュレーションに対する技術情報の提供、技術支援や処理代行などが可能となった。

更に高度なプレス成形を実現するために、ユーザー、支援室および公設試がチームを組み、材料試験、成形シミュレーション、試作、成形品の計測など共同で問題解決を図る実験を行った。

具体的には、アルミ製制御ボックス（異形絞り、折り返し絞り）、2輪車のフューエルタンク関連部品（難鋼板）4輪車の足まわり補強部品（高張力鋼板）を取り上げて、実験、計測、シミュレーションを実施し、難易度の高い製品作りへのアプローチを行った。

具体的な技術開発としては

- ① 高度なプレス成形シミュレーションの実施（10万節点規模の大規模データ）
- ② 材料データベースの構築（成形実験に用いる材料特性試験）
- ③ 成形実験結果の測定
- ④ シミュレーションとの比較検討

を実施して、スプリングバックについては30%以内、板厚増減については20%の数値目標を達成できた。

最後にこれらの成果を確認するため、

- ① ユーザーおよび外部評価者による評価
- ② サービス内容のアンケート調査・ヒアリング調査

を実施した。

概ね、このようなシミュレーション支援サービスへ期待する意見が得られた。

以上を通じ、本研究開発は十分な成果が上がったと判断される。

3.2 今後の課題

今回の技術開発では、C A E分野におけるクラウドコンピューティングシステムを実現する上での技術的な課題に対応するプロトタイプ構築がなされた。

しかしながら、このようなC A E分野でのクラウドコンピューティングシステムの稼働事例が無いことや、操作性、ネットワークへの負荷等、運用面で実証すべき課題が幾つかある。

また、事業化にあたっては、コスト、ビジネスモデル、ユーザビリティとデリバリタイムなどについても十分に検討する必要がある。

3.3 事業化について

本プロジェクトに於ける事業化に関連して、下記の事項について検討を行った。

(1)ビジネスモデル

クラウド対応のシステムで、テナントとして考えられる事業としては、下記①～⑥の6つのビジネスと、それに付帯する業務⑤が考えられる。

- ① プレス成形シミュレーション受託解析
 - ② 構造解析受託解析
 - ③ 材料データの提供
 - ④ メッシュ作成業務
 - ⑤ 解析コンサルティング
 - ⑥ その他の業務
- (CAD データ変換、測定データ変換、 etc)

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「シミュレーション支援室によるプレス加工デジタルエンジニアリング基盤構築」で実施したアンケートから抽出された課題は、現状考えられるコスト(10万円～数十万円)を、1万円レベルまで引き下げられるか、ということが主なものだった。

そこで、「さまざまなアプリケーションを持つ多くのテナント」が、同じ「プラットフォームを提供するサーバー機能」を利用することによって、コストを下げ、また、ユーザーが満足できるサービス提供が可能かどうか探ることが本プロジェクトの事業化についての目的の1つであった。

そのため、サービスマッシュアップ試験を行い、基本的なフィジビリティの検証を行った。

(2)コスト

上記①～⑥のビジネス形態のテナントが参加可能な「金プレ市場(仮称)」の固定費を下記に試算する。

試算条件として、10～50件程度の業務(解析)を並行して実施可能なボリュームを想定した。

①固定費（最小構成の場合）

- ・解析サーバー : 1.5 百万円（年間リース料）
 - ・ネットワークサーバー : 1.0 百万円（年間リース料）
 - ・EC用ソフトウェア : 1.0 百万円（年間リース料）
 - ・ネットワーク技術者（0.5人） : 7 百万円
 - ・アプリケーション連携技術者 0.5人 7 百万円
 - ・管理費 : 7.5 百万円（事務所、回線、事務・契約等含む）
- 計 25 百万円

(3)料金体系案

- ・年間の有効稼働時間 : 1 8 0 0 時間（40 並列だと、72,000 時間）
（解析用マシン、ネットワークサービス用マシン双方含まれるものとして試算）
- ・1 時間あたりのテナント業者料金案（稼働率を 3 0 % として計算）
 $(25,000,000 \text{ 円} \div (72,000 \times 0.3)) \div 1,200 \text{ 円/h}$

(4)想定される、テナントの収支予測

これまで、受託解析に経験のある、株式会社先端力学シミュレーション研究所の経験より、想定されるテナントの収支予測を試算した。

①プレス成形シミュレーション

単価（ケース）	10,000 円	50,000 円	100,000 円	300,000 円
内容				
解析体系	単純な小物のみ	通常部品	通常部品	通常部品
結果表示（限定）	○	○	○	○
結果表示（要望による）	×	○	○	○
結果報告書	×	×	○	○
考察	×	×	×	○
当初想定受注件数（月平均）	5	1	1	0.5
当初受注額	50 千円	50 千円	100 千円	150 千円
当初合計受注額		350 千円/月		
<hr/>				
3 年後想定受注件数（月平均）	20	2	1	1
3 年後受注額	200 千円	100 千円	100 千円	300 千円
3 年後合計受注額		700 千円/月		
<hr/>				
5 年後想定受注件数（月平均）	40	3	3	2
5 年後受注額	400 千円	150 千円	300 千円	600 千円
5 年後合計受注額		1,450 千円/月		

②テナントコスト

当初固定費（1 件あたりの平均のシステム利用時間を 3 時間として計算）

- ・解析技術者： 0.2名 300千円
 - ・システム技術者： 0.2名 300千円
 - ・「金プレ市場（仮称）」への支払い： 7.5件×5h×1.2千円=45千円
- 計 645千円

3年後固定費

- ・解析技術者： 0.3名 450千円
 - ・システム技術者： 0.2名 300千円
 - ・「金プレ市場（仮称）」への支払い： 24件×5h×1.2千円=144千円
- 計 894千円

5年後固定費

- ・解析技術者： 0.4名 600千円
 - ・システム技術者： 0.25名 375千円
 - ・「金プレ市場（仮称）」への支払い： 48件×5h×1.2千円=288千円
- 計 1,263千円

③テナント収支予測

	当初	3年後	5年後
・月間収入	350千円	700千円	1,450千円
・月間支出	645千円	894千円	1,263千円
収支	▲295千円	▲194千円	+187千円

④テナントビジネスと「金プレ市場（仮称）」のビジネス課題

上記試算からも明らかなように、当初の立ち上がり期間については、固定費の吸収は非常に難しく、テナントへの価格提示として、相当に安価な設定が必要。

「金プレ市場（仮称）」システムの維持には、年間25百万程度のコストが掛る一方、テナント1社からの入金は10万円～50万円程度と予想され、最低でも100件（もしくは100アプリケーション）のテナントが参加することが最低条件となる。

(5)セキュリティ

「機密・セキュリティ」については、既に医療界において実用化されている遠隔画像診断サービスと同等のものを準備すればよい。具体的には、「シミュレーション支援室」のサービスについても、暗号化されたVPN（仮想専用線通信）により通信を行うなどの方策により機密性を担保する送受信の仕組みを用意することが望まれる。

また、解析担当者を通じたデータの流出を防ぐため、運営会社社内の情報管理規定を厳しく定めるなどの取組みが求められる。

(6) 5年間の実施計画

① 事業計画策定

まず詳細な事業計画書を作成する必要がある。詳細事業計画書では、市場調査を深耕するとともに資金計画や要員計画などを作成する必要がある。また IT 関連技術の進歩は非常に速いため、技術動向についても常に見直しの必要がある。

② 「金プレ市場（仮称）」についての情報発信

日本金属プレス工業協会のホームページ広告や、会員へのダイレクトメールなどを通じて関心顧客情報を集める。

関心顧客へ要望サービスのアンケートを取り、整理する。

③ テナント先見込み企業との打合せ

優先順位の高い有望サービスを中心にテナント先見込み企業との打ち合わせを実施する。

打ち合わせ内容は、契約およびサービス技術内容である。

④ システム再構築

各テナントのサービス内容に対応したシステムに変更する。

⑤ テスト利用

関心顧客の中からテストユーザーを数社選定し、運用テストを行う。

サービス内容、デリバリタイム、セキュリティーなどについて運用テストを行う。

⑥ システム修正

運用テストで抽出されたシステム課題に基づき、システムの修正を実施する。

⑦ 事業開始

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
① 事業計画策定	→				
② 「金プレ市場（仮称）」についての情報発信	→	→	→		
③ テナント先見込み企業との打合せ	→	→			
④ システム再構築		→			
⑤ テスト利用			→		
⑥ システム修正			→		
⑦ 事業開始			→	→	→

(7) 5年間の「金プレ市場（仮称）」事業収支計画

当初数年間は、本事業単独では赤字となることは避けられないと考えられる。

その期間を短くし、テナント数を獲得するための施策と、各種テナントによるユーザー増加による地道な事業拡大のバランスを取りながらのかじ取りが求められる。

	初年度	3年後	5年後
主な施策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報発信、知名度のアップ ・ システム構築 ・ 営業基盤構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使い勝手向上 ・ ベンチャー向け融資による当初の事業資金獲得 ・ 事業の知財権の獲得 (同種のサービスとの差別化および防衛) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウドシステム規模拡大 ・ サービスの高度化
テナント数	5 (試ユーザー)	50	150
売上	1,500 千円	15,000 千円	45,000 千円
売上原価	17,500 千円	17,500 千円	25,000 千円
販売管理費	7,500 千円	7,500 千円	10,000 千円
経常利益	▲23,500 千円	▲10,000 千円	10,000 千円

以上