

**平成24年度～平成26年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」  
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 近畿大学                      2 大学名 近畿大学
- 3 研究組織名 総合理工学研究科
- 4 プロジェクト所在地 大阪府東大阪市小若江3-4-1
- 5 研究プロジェクト名 大阪東部地域連携による先進的な金型技術の高度化研究
- 6 研究観点 地域に根差した研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
小坂 学	総合理工学研究科 メカニクス系工学専攻	教授

- 8 プロジェクト参加研究者数 13 名

- 9 該当審査区分 理工・情報      生物・医歯      人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
木口 昭二	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	鋳造型の流れ・伝熱解析	(A)型・材料 Gr 研究担当 (鋳造型の解析)
沖 幸男	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	溶射による金型の高機能化技術	(A)型・材料 Gr 研究担当 (金型の高機能化)
浅野 和典	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・准教授	金型材料の複合化による高性能化	(A)型・材料 Gr Gr長 (金型材料の高性能化)
富田 義弘	理工学部機械工学科・講師	鋳造用鋳型作製金型の耐久性向上	(A)型・材料 Gr 副Gr長 (鋳造用金型の耐久性向上)
落合 芳博	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	金型の伝熱・破壊力学解析手法	(B)型・設計 Gr 研究担当 (金型設計解析手法の開発)
東崎 康嘉	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	金型振動付加による摩擦低減	(B)型・設計 Gr 研究担当 (金型の信頼性評価)
西藪 和明	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・准教授	プレス・射出成形での型利用技術	(B)型・設計 Gr 副Gr長 (PL 補佐) (プレス射出成形への型利用技術)
梶原 伸治	理工学部機械工学科・講師	金型の熱衝撃の CAE 解析	(B)型・設計 Gr 研究担当 (金型設計 CAE 利用技術)
橋本 知久	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・講師	射出成形金型設計のための CAE 開発	(B)型・設計 Gr Gr長 (射出成形解析ソフトの開発)
五百井 清	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	金型磨き技能の特徴抽出・移植	(C)型・製造 Gr 研究担当 (金型磨き技能の伝承)
小坂 学	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	金型の先進制御	研究プロジェクトリーダー(PL) (C)型・製造 Gr 研究担当(金型制御)
原田 孝	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・教授	金型磨きの自動化	(C)型・製造 Gr Gr長 (金型磨きの自動化)
大坪 義一	総合理工学研究科メカニクス系工学専攻・准教授	金型磨き面性状の自動計測	(C)型・製造 Gr 副Gr長 (金型の自動計測)

(共同研究機 関等)			

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

## 11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

### (1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

近年、製造拠点のグローバル化とアジア諸国の台頭により、金型製造業はさらなる短納期化・複雑化・高精度化・高機能化・低コスト化が求められている。大阪は日本の金型産業の最大集積地であり、特に近畿大学は大阪東部の金型産業の集積地に位置し、近隣が金属プレスやプラスチック射出成形の金型製造企業に取り囲まれているとともに、地域に根差した実学を重んじる学風が特徴である。

本研究は、地域の金型製造業や川下企業の要請を元に、暗黙知の金型技術をデジタル化して地域の財産として継承し、これを研究者の専門分野と関連付け、金型の材料・設計・製造の先進的な研究と教育により地域で活躍できる金型人材を育て、大阪東部地域を金型産業の拠点として維持できるよう、地域と大学が共に発展する環境を提供することを目的とする。

1年目は、地域の金属プレス・プラスチック射出成形・鋳造の金型製造企業や川下企業のニーズを調査し、後述の「専門研究グループ」ごとに研究課題を精査する。それらを金型用途に適する新規材料の作製と組織解析、射出成形金型設計用CAEソフトの開発、金型磨きロボットおよび面性状計測システムの構想設計に反映させる。

2年目は、金型材料の製造条件、金型設計用CAEソフト開発、金型の摩擦低減、金型磨きロボット面性状計測システムの試作について研究する。

3年目は、1年目と2年目に開発した材料で金型を試作し、金型磨きロボットおよび面性状計測システムを連動させた実証実験を行い、完成した金型を用いて射出成形実験を行う。開発したCAEによる計算結果と比較し、試作機やCAEソフトの改良を行い、全研究課題を達成する。

研究成果は学術論文や学会発表に加え、『大阪東部地域金型デザインセンター(仮称)』の設置に向けた取り組みに反映させ、「地域の金型人材として活躍する」ための教育カリキュラムを構築し、これらを成果発表会で報告する。

3つの「専門研究グループ」の研究テーマおよび研究計画は、構想調書に示した通りグループ毎に3つテーマを初期課題とし、下記のように設定した。

#### (A)型・材料グループ

##### [研究テーマ]

(A1)溶射による金型の高機能化技術

(A2)金型材料の複合化による高性能化技術

(A3)鋳造用鋳型作製金型の耐久性向上化技術

##### [計画の概要]

(平成 24 年度)

大阪東部地域の金型の製造企業および川下企業が抱える課題を抽出し、それを解決しうる特性を持つ金型材料を作製する。特に、鋳造によるニアネットシェイプ成形、表面被覆、異種材料の複合化などのプロセスを単独あるいは併用して行う。また、得られた材料の組織解析を行い、その組織形成のメカニズムを明らかにする。

(平成 25 年度)

前年度の成果を受け、金型材料の伝熱特性、摩擦摩耗特性および成形加工性を評価する。また、金型材料として適正な特性を得るための材料の製造条件を明らかにする。

(平成 26 年度)

前年度までに開発した新材料で金型を試作し、金型材料としての特性を調査する。

#### (B)型・設計グループ

##### [研究テーマ]

(B1)射出成形金型設計のためのCAE技術

(B2)CFRTP のプレス・射出成形金型利用技術

(B3)金型振動付加による摩擦低減技術

[計画の概要]

(平成 24 年度)

大阪東部地域でのプラスチック射出成形CAEの利用を促進するため、複雑な成形品形状のメッシュ生成の難しさを軽減し、流体の運動と固体の熱伝導現象を一括して解析できるプログラムを開発する。また、射出成形金型利用技術研究のための実験環境を整備する。加えて、摩擦低減技術に関する基礎的な検討を行う。

(平成 25 年度)

前年に引き続き解析プログラム開発を行う。また、金属プレス・プラスチック射出成形・鋳物等の金型および成形品のデジタル画像計測を行い、その計測法の利用技術を確立する。加えて、金型設計において型と成形対象物の摩擦および金型接触面の摩擦や損傷を減らすため、表面テクスチャリングの最適摩擦条件を調査する。また、この結果を受け金型振動付加による摩擦低減の適否について検討を行う。

(平成 26 年度)

成形品の品質(収縮, そり変形, 面粗さ, 転写性など)の測定データとCAE解析結果とを比較検討し、計算精度の向上を図る。また、CFRTPシートを加熱プレス成形し、そのプレス成形品をインサート射出成形し、CFRTPの変形挙動に適合した金型の設計指針をまとめる。さらに、前年の結果を受け、金型の離形性向上を目指した摩擦低減技術の開発指針を策定する。

(C)型・製造グループ

[研究テーマ]

(C1)パラレルメカニズムを用いた金型磨きの自動化技術

(C2)金型磨き技能の特徴抽出・移植技術

(C3)金型磨き面性状の自動計測技術

[計画の概要]

(平成 24 年度)

金型磨き作業を観察・分析し、金型磨きロボットおよび面性状計測システムの構想設計を完成させる。先行開発しているパラレルメカニズムプロト機を熟練作業者が手添えできるよう改良し、磨き作業を行わせて力学的情報を抽出し、磨き時の速度、力、動作範囲などを分析して金型磨きロボットの詳細設計仕様に反映させる。

(平成 25 年度)

金型磨きロボットおよび面性状計測システムの試作調整と、制御用ソフトウェアの開発を行う。磨き作業スキルの抽出およびロボットへの移植に関する基本システムを開発し、金型磨きロボットと面性状計測システム単体の動作を検証する。動作検証結果から、試作機の課題を整理し、装置の改良とソフトウェアのレベルアップを行う。

(平成 26 年度)

金型磨きロボットおよび面性状計測システムを連動させて磨き実証試験を実施する。研削加工解析を金型の磨きに発展させて、動作解析と研削理論解析を併用し、磨き作業スキルの抽出およびロボットへの移植を高度化する。

以上が構想調書に記載した本プロジェクトの意義及び事前計画の概要である。本プロジェクトでは、上記に加え、各々の研究テーマの成果ならびに研究過程で得られた知見を有機的に連携させ、地域企業が有する課題により即した成果を挙げるため、さらに進んだテーマ横断型の取り組みを下記の通り行うこととした。

(D)テーマ横断的取り組みによる新たな産学連携

[研究目的と意義]

構想調書および上記に述べた通り、本プロジェクトは(a)材料面からの金型の改質、(b)CAE援用による金型設計プロセスの改善、(c)計測制御技術を利用した金型製造プロセスの改善を大テーマとし、金型企業が抱える問題の解決を通じて地域に根ざした研究を実施し、研究拠点を確立することを目指した。

本プロジェクトの特色として、多岐に亘る専門家が、金型という複合的な因子を有する対象物について、地域企業の抱える具体的な課題に対応すべく、より先進的な産学的取り組みを醸成することが挙げられる。

そこで、構想調書に記載した計画からさらに取り組みを進めた第4番目のテーマとして、構想調書にある上記(A)～(C)テーマの担当者全てが受け皿となり、地域貢献セミナー等の活動を通じて金型企業より抽出された課題に複合的な視点から取り組む「m:n マッチング」(m社の企業群とn人の大学側専門家群による、複数対複数の連携による産学連携)の枠組みを新たに創生し、課題解決を試みた。

#### [計画の概要]

本プロジェクト初年度の地域セミナー等を通じた産業界からの外部評価によって提起されたニーズのうち、特に大学を基盤とする研究組織による取り組みがふさわしいテーマを選定する。その後、企業側とプロジェクトの複数の専門家が打ち合わせを重ね、企業の得意技術と大学の専門分野群を融合した共同研究形式で課題解決を試みることにした。本取り組みはプロジェクト開始後に新たに設けた枠組みであるが、実際に遂行した課題の年次計画は次の通りである。

(平成 24 年度)

地域セミナー等を通じた現実的課題の抽出とプロジェクト側担当研究者の割り当ておよび研究遂行の計画調整を行う。具体的には、後述する金型企業の設計プロセスにおけるCAE利用に伴う問題点の解決を試みることにした。

(平成 25 年度)

企業による詳細な事例紹介、複数の研究者による面談を通じ、課題の絞り込みを行う。具体的には、課題とする問題の原因について予測を行い、事前検証を行うと共に、企業側による試験用金型の設計および研究者側のCAE結果検証について情報交換を行う。

(平成 26 年度)

上記金型設計案ならびにCAE検証結果に基づき、試験用金型の最終設計を確定し、企業側で高精度金型を作製頂くと共に、大学側で各種物理モデルを考慮したシミュレーションを実施する。さらに、成形中の成形物温度や成形完了後の成形物のひずみ分布等の測定結果とシミュレーション結果を多角的に比較することで、企業側が抱える金型設計経験とCAEの相違の原因について検討を行い、課題解決を行う。

## (2) 研究組織

本プロジェクトは、近畿大学大学院 総合理工学研究科 メカニクス系工学専攻担当教員を中心に、大学院を担当していない若手教員も含めた研究体制で臨んだ。さらに、プロジェクト開始年度に本専攻に新規就任した和田義孝、坂田誠一郎を協力者として迎え入れ、メンバーと同等以上の役割を分担した。この2名の研究成果には「(協力者)」と明記して「13 研究発表の状況」に含めている。

メカニクス系工学専攻は、本プロジェクトの基盤技術である機械設計・解析、ロボティクス・メカトロニクス、金属材料を専門とする研究者を有し、これまでも私立大学ならではの「実学」を重視した研究に取り組んできた。

本プロジェクトでは、これら個々の研究成果や研究シーズを『金型』に集約し、各研究者のシナジー効果により新たな研究成果を創出するため、通称『型プロ』と名付けたプロジェクトチーム(PT)内に、研究者の専門性に基づき3つの「専門研究グループ」((A)型・材料グループ、(B)型・設計グループ、(C)型・製造グループ)を設置した。

プロジェクトリーダーは研究代表者・メカニクス系工学専攻長の小坂とし、上記3つの専門研究グループの研究統括、決裁責任およびRAや研究支援者の選定採用を役割とした。また、上記3つの専門研究グループの代表として、(A)型・材料グループリーダーは浅野、(B)型・設計グループリーダーは橋本、(C)型・製造グループリーダーは原田とし、各研究グループ内の研究進捗管理、成果統括ならびに予算等グループ内調整を役割とした。

研究組織は他にプロジェクトリーダー補佐を役割とするプロジェクトサブリーダー、予算管理を行う予算担当、地域連携窓口並びに統括を行う地域担当、研究成果統括を行う成果担当、設置機器および利用状況の管理を行う工場担当および外部評価担当の役割を設けた。各グループの構成員とその研究担当内容、プロジェクト内の役割担当は下記の通りである。

(A)型・材料グループ

浅野(材料複合化による金型材料の高性能化, **グループリーダー**)・木口(鋳造型の流れ・伝熱解析)・沖(溶射による金型高機能化)・富田(鋳造用金型の耐久性向上)

(B)型・設計グループ

橋本(射出成形金型設計用 CAE 開発, **グループリーダー**, **予算担当**)・落合(金型の伝熱・弾塑性解析)・東崎(金型の摩擦低減, **外部評価担当**)・西藪(プレス・射出成形での型利用技術, **プロジェクトサブリーダー**)・梶原(衝突 CAE 解析)・和田(協力者)(成形物の弾塑性解析, **成果担当**)・坂田(協力者)(金型の伝熱および成形品の熱弾性解析, **地域担当**)

(C)型・製造グループ

原田(金型磨きの自動化, **グループリーダー**)・五百井(金型磨き技能の特徴抽出・移植)・小坂学(金型の先進制御, **プロジェクトリーダー**)・大坪(金型自動計測, **工場担当**)

なお, (A)~(C)の研究グループ間の情報交換は1~2ヶ月に一度開催したプロジェクト会議で行い, 運用上の連携を行った。また, 前述の通り, 各専門研究グループ(A)~(C)の研究成果およびプロジェクト遂行過程で得られた知見の有機的連携を実現するために, 地域企業のニーズに応じたテーマを立ち上げ取り組む次のグループを新たに設けた。

(D)テーマ横断型研究グループ

和田(協力者)(成形物のひずみ計測と強度解析)・坂田(協力者)(射出成形および成形物の品質解析)・浅野(所望の特性を有する金型材料の開発)・橋本(射出成形における流動解析)・大坪(金型成形時の計測)

加えて, RAとして大学院生(博士後期課程)1名, 研究支援者として地域の金型製造業の職人2名とアルバイト2名を雇用し, 研究計画を円滑に達成できる研究支援体制を講じた。

(3) 研究施設・設備等

本研究で使用した研究施設およびその面積は下記の通りである。

施設番号	施設名称	使用面積	設備内容
B1	38号館 機械工学科実験室, 共同利用センター	1,333 m <sup>2</sup>	既存施設
B2	31号館 機械工作実習工場(1)(2) 30号館 機械工作実習工場(3)	485 m <sup>2</sup>	既存施設
3	34号館 溶解実験室, 材料加工実験室, 材料実験室	122 m <sup>2</sup>	既存施設

本補助金で導入した主な研究設備およびその利用時間数は下記の通りである。

設備番号	整備年度	研設備名	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度 (見込み)
F1	平成 24 年度	マシニングセンタ	98 hr.	122 hr.	350 hr.
F2	平成 24 年度	デジタル画像計測装置	452 hr.	718 hr.	737 hr.
F3	平成 25 年度	レーザー顕微鏡		55 hr.	06 hr.
F4	平成 25 年度	ワイヤ放電加工機		226 hr.	398 hr.
F5	平成 25 年度	射出成形機		247 hr.	483 hr.

(4) 研究成果の概要 ※下記, 13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

<当初の目標およびその達成内容>

構想調書に記載した本プロジェクトの目標は, 下記の通り達成されている。

①地域の金型製造業や川下企業の要請の把握

初年度に、地域の金属プレス・プラスチック射出成形・鋳造の金型製造企業や川下企業を対象に計4回セミナー<sup>\*190,\*194,\*195,\*196</sup>を開催し、アンケートによりニーズを調査した。これにより、本プロジェクトの産業界における評価や実際の課題が再確認でき、新たなテーマ横断型取り組みにつながった。

#### ②暗黙知の金型技術のデジタル化

型・製造グループにて、暗黙知である金型磨き技能のデジタル化を行った。磨き速度と力との関係を技能と定義し、新たに開発した速度・力センサを搭載したスマートツールを用いて技能のデジタル化を実現した<sup>\*137</sup>。磨き熟練度の判別方法を提案し、技能データの抽出を行った<sup>\*49,\*86,\*90,\*127</sup>。これにより、磨き技術継承や習熟度評価などに利用可能な新たな指標が提案できた。

#### ③地域金型製造業の要請と研究者の専門分野と関連付け

本プロジェクトメンバー15名が、専門分野に基づき(A)型・材料グループ、(B)型・設計グループ、(C)型・製造グループに分かれ、各テーマの研究を担当した。これにより、専門分野毎に金型産業におけるいくつかの課題について改善案を示した。また、地域からのニーズに基づく(D)テーマ横断型の課題を設定し、プロジェクト全体を受け皿として適切な専門分野の複数の研究者が対応を行う新たなテーマ横断型取り組みにつながった。

#### ④金型産業の拠点として維持できる環境の提供

通常の地域セミナーに加え、さらに進んだ取り組みとして、東大阪市役所経済部および東大阪市産業創造勤労者支援機構の協力を得て、地域の金型関連企業の方々が勤務後に集い、金型に関連する諸問題や最新技術等を語り合う場として、平成25年6月～平成26年3月まで東大阪市立産業技術支援センターで金型サロン「型ろう会」開催できた<sup>\*187</sup>。平成26年度も東大阪市立産業技術支援センター主催で継続して「型ろう会」を行い、大阪府商工労働部の Mobio-Café にて本内容を広く公開する予定である。

また、本プロジェクトで導入した研究設備を活用するため、地域の金型職人2名に指導頂き、機械工作実習工場の一部を「金型寺子屋」とし、地域企業や研究者を対象に5回の見学会を開催した<sup>\*181,\*183,\*186,\*191,\*192</sup>。さらに、研究シーズ発表会や中間報告会を開催し、展示会への出展、講演を行った<sup>\*182,\*185,\*188,\*189,\*193</sup>。このような取り組みを通じ、企業との共同研究<sup>\*204,\*225,\*226,\*228-\*236</sup>、企業からの技術相談<sup>\*203,\*206-\*218,\*222,\*223,\*237-\*240</sup>、企業からの依頼研究<sup>\*219,\*220</sup>、受託研究・補助事業<sup>\*201,\*227</sup>を行った。

以上のように、設備、人材、交流の観点で金型産業の拠点とできる環境が新たに提供できた。

#### ⑤学生金型グランプリの取組を通しての研究・教育基盤の形成

平成24年度は、学生金型グランプリ出場の準備として、技術支援者2名とアルバイト1名が学生に金型の設計・製造の基本的な指導を行い、第5回学生金型グランプリの課題を試行的に実施した。その学生の取組んだ成果を日本機械学会関西支部「MECHAVOCATION2014学生と企業の交流会」の「第一部大学・高専研究発表の部」で発表した結果、優秀ポスター賞を受賞した<sup>\*88</sup>。

平成25年度は、研究設備の導入が完了し、第6回学生金型グランプリの課題に取り組んだ。

平成26年度には、第6回学生金型グランプリに関西の大学として初出場を果たした<sup>\*82</sup>。その結果は多数の来場者や審査員から好評であり、この実績を踏まえ、平成27年度の第7回学生金型グランプリの出場準備を開始した。

上記のように、学生金型グランプリへの出場を通じ、プラスチック射出成形の製品設計、金型設計・製造技術、成形品の品質・性能評価など一連のものづくりを一貫通貫で実施できる教育環境を新たに整備できた。また、金型教育研究に必要な設備、技術および人材が本プロジェクト内で整備され、本プロジェクトの目標に向けた研究・教育が推進できていることを実証した。

#### ⑥金型の材料・設計・製造の先進的な研究と教育

上記の⑤に加え、さらに先進的な教育研究的取り組みとして、各グループが設定したテーマの研究を4年生の卒業研究や大学院の修士研究で実施、2年生の機械工学実験において「型彫り放電

加工実験」テーマを新設し<sup>\*224</sup>、基礎ゼミ1で「金型によるモノづくり」と題したテーマを新設し実施した。また、大学院メカニクス系工学専攻に、金型教育を行う新しい科目を開講することを決定した。さらに、金型人材を輩出する教育カリキュラムのためのテキストを執筆した<sup>\*44~\*47</sup>。

以上④～⑥の成果を元に、さらに発展させ、金型産業からのより高度な要望に対応しつつ研究成果を地域に還元することを目標とし、本プロジェクトで新たに提案実施した複数企業と複数研究者の産学連携(m:n マッチング)の取り組みを進めるために、本学の実習工場と金型プロジェクトの組織を融合させ進化させた『金型デザインセンター(仮称)』の設置準備へとつながっている。

また、金型に興味を持った学生が大阪府内の自動車内外装部品製造企業に就職し、金型の製造の実務に携わっているなど、地域の金型関連製造業に有能な人材を輩出するため教育体制が構築でき、地域連携研究、教育体制の整備の両面で、本プロジェクトにより得られた成果は意義があると考えられる。

上記の①～⑥の達成内容及びそれによる意義に加え、それぞれの「専門研究グループ」において、下記の意義ある研究成果が得られた。

#### (A)型・材料グループ

金型関連企業が抱える材料面の課題や要望を抽出した結果(金型の長寿命化と生産性向上)に鑑み、長寿命化については特に溶射や異種材料の複合化プロセスによる金型材料の高機能化・高性能化(耐摩耗性や熱伝導性)、生産性向上に対しては冷却パイプの鑄ぐるみによる複雑形状金型の低コスト製造技術と鑄造用鑄型の多数個取り方案の確立に取り組み、下記の通り課題を達成できた。

##### (A1)溶射による金型の高機能化技術

高温での強度、耐摩耗性、耐食性に優れる Ni 基超々合金の溶射による表面被覆技術を確立し<sup>\*66,\*101</sup>、特許出願を行った<sup>\*205</sup>。

##### (A2)金型材料の複合化による高性能化技術

アルミニウムとセラミックス繊維の複合材料を作製し、その組織解析や特性調査を行った。複合化によって アルミニウムの軽量性や耐酸化性といったアルミニウム本来が持つ特長を保持しながら、これと同等の熱伝導率、アルミニウムの低熱膨張化と高剛性化を達成する<sup>\*102,\*103,\*136</sup>とともに、耐摩耗性が向上した。低熱膨張化は金型の寸法精密化、高硬度化・高剛性化と耐摩耗性向上は金型の寿命向上に、また高い熱伝導率は金型の熱交換能力の向上(生産性の向上)につながると考える。

また、切削試験を行い、セラミックス繊維の複合化を行ってもその被削性を損なわない諸条件を明らかにした<sup>\*6,\*55,\*64,\*77,\*89,\*97,\*128,\*148,\*154,\*175</sup>。これらの結果から、本複合材料は金型材料に求められる主な特性が従来のアルミニウム合金に比べて優れていることを明らかにした。

加えて、企業からの要望により、アルミニウム合金溶湯の低圧鑄造用金型の耐久性向上に関する研究を行い、溶射や複合化によってアルミニウム合金に対する耐溶損性が向上することを明らかにし、新たな低圧鑄造用金型材料開発の指針を得ることができた<sup>\*204</sup>。

##### (A3)鑄造用鑄型作製金型の耐久性向上化技術

鑄鉄によるステンレスパイプの鑄ぐるみを行うための鑄造条件について検討を行った。鑄ぐるみ法を用いて金型の中に冷却用パイプを複合化することにより、従来法よりも少工程・低コストが実現し、従来法では困難な蛇行状など複雑形状のパイプを設ける指針を得た<sup>\*98,\*227</sup>。

自動車部品など鑄造品を想定した鑄造方案による鑄造実験とシミュレーションを行い、製品歩留まり向上と鑄造欠陥減少のための指針を得た。従来多用されてきた1個取り方案に比べて複数個の鑄造品を1回の鑄造で得られる 多数個取り方案を最適化でき、鑄造品の金型鑄造の生産性向上に応用が可能であり、技術シーズとして公開可能である<sup>\*225</sup>。

以上の通り、鑄ぐるみにより寿命(耐久性)向上のための冷却用パイプの低コスト設置が可能になった。また多数個取り方案の最適化により湯流れの不均質性を軽減し、寿命向上の指針を得た。

#### (B)型・設計グループ

地元企業の現状、技術ニーズの調査により研究課題を抽出し、企業と共同で下記の研究開発を実施した。また、金型設計のための CAE、射出成形および金型利用技術の高度化に関する新規技術を開発するとともに、離型性向上のための摩擦特性について調査を行った。

#### (B1)金型設計のための CAE 技術開発

汎用ソフトに対するユーザニーズとして、計算用データ作成の低減化およびそり変形の予測精度向上があることを踏まえ、さらに高機能化・付加価値などの拡張性を考慮し、最新の計算手法を導入した独自のソフトを開発した<sup>\*11,\*15,\*16</sup>。特に、メッシュ生成の難しさを軽減し、高精度で効率よく流体の運動と固体の熱伝導現象を一括して解析できるプログラムを開発した<sup>\*104,\*155,\*173</sup>。本プログラムは既存の CPU を用いたプログラムと比較し 10 倍程度の解析速度を実現できており、設計工程の短縮に非常に意義がある。

#### (B2)CFRTP のプレス・射出成形金型利用技術

従来困難であったカーボンコンポジットの量産・再生を目指した型製造技術として、熱可塑性カーボンコンポジットのプレス・射出同時成形用金型の設計と周辺技術を開発した。熱可塑性 CFRP を加熱し、金型内にインサートして型締めにより所望の形状へ成形後、再生材の短繊維 CFRP を射出成形するための 1)インサート成形用加熱搬送装置<sup>\*236</sup>および 2)V 型成形品のインサート金型の設計・試作<sup>\*233,\*234</sup>、3)再生材の製造方法<sup>\*235</sup>、4)熱可塑性 CFRP の電気式融着技術<sup>\*7,\*8,\*58,\*59,\*75,\*76,\*84,\*92,\*106,\*109,\*111,\*112,\*123,\*124,\*132,\*138,\*141,\*144,\*158,\*166</sup>について研究した。その結果、繊維強化熱可塑性樹脂部材の融着方法の特許を出願した<sup>\*202</sup>。加えて、CFRP およびその金型製造技術に関連する共同研究<sup>\*229-\*236</sup>や技術相談<sup>\*206-\*218,\*237-\*240</sup>、依頼研究や受託研究<sup>\*219-221</sup>を通じて、地域企業の要望に応じた。さらに、機械工業振興補助事業の研究補助金に採択された<sup>\*201</sup>。上記の製造技術による軽量で耐衝撃性の高い部材開発を目的に、アルミニウムと熱可塑性 CFRP をハイブリッド化した V 型成形品の金型を設計・製作し、その耐衝撃性能を評価した<sup>\*87,\*142</sup>。これらの研究成果は従来の成果に比べて新規性が高く、カーボンコンポジットの量産・再生のための型製造技術としての工業的有用性は高く、そのいくつかは実用化に向けた取り組みをすでに実施している。

一方、金型の駆動用途として、従来の歯車装置と比較してコンパクト化できるハイブリッド減速機を提案・試作し、その成立性を実験により確認した<sup>\*17,\*18,\*78,\*99,\*100</sup>。

#### (B3)金型振動付加による摩擦低減技術

振動付加の適用が可能な金型に関する調査を大阪東部地域で実施した。その中で金型と成形品の離型抵抗が、複数個の金型(ピン)で製造される複雑形状の製品が薄肉化した場合に特に問題が大きくなることを産学連携の調査<sup>\*228</sup>で見出し、この解決策を見出すことが国際競争力確保に繋がることがわかった。その離型抵抗を低減する方法を把握するため、2個のピンを有する試験金型を製作し、金型の表面処理(表面粗さやコーティング)や樹脂の違いによる薄肉製品の離型力の基礎的關係を、実機を用いた実際の成形物の特殊計測により初めて定量化し、今まで不明であった離型力の時間的な変化なども明らかにした。その結果、適切な表面粗さがある方が好ましく、またコーティングの違いによっても離型抵抗に差異を生じる場合があることを確認した。外部評価委員会<sup>\*184</sup>で、この課題を報告した結果、外部評価委員から金型磨きとも関係することから興味深くかつ重要な研究テーマであると高い評価が得られた。

#### (C)型・製造グループ

型・製造グループでは、暗黙知である金型磨き技能のデジタル化とロボットを用いた自動化に取り組んだ。(C1)~(C3)の構想調書に挙げた個々の要素技術の開発はほぼ完了しており、さらにこれらを融合した磨き作業の完全自動化に発展させている。

#### (C1)パラレルメカニズムを用いた金型磨きの自動化技術

金型磨きは、棒状の砥石を 20~30N の力でワークに押し当てて、ワーク面上を約 10m/min の速度にて数百回往復送り運動させる。高度な熟練を要する重負荷作業であり、現在の多関節型ロボットやパラレルメカニズムでは実現できない。そこで、金型磨きに特化して高出力、高速(60m/min)、高出力

(40N), 高精度位置・力制御を可能とする力制御型パラレルメカニズムを新たに設計開発した<sup>\*115</sup>。低出力ではあるがコギングトルクが極めて小さいスロットレス DD モータを採用し, 出力不足を補う冗長駆動方式, 微妙な力制御を実現する低摺動抵抗メカニズムなどが特徴である<sup>\*70</sup>。磨き速度と力との関係をマス-ダンパーバネ(機械的インピーダンス)にてモデル化し, 機械的インピーダンスを任意に設定するインピーダンス制御を実装した。これらの構想調書に記載した内容をさらに進化させ, (C2)テーマにて抽出した熟練作業者の機械的インピーダンスをロボットにて再現し, 熟練作業者と同等レベルの磨き作業の実現へと発展させている。

また, 実用化のために, 傾斜面の磨きを行うために 6 自由度パラレルメカニズムと回転テーブルを用いたワーク位置決め装置と磨き力を計測する力センサとを統合した金型磨きシステムを開発した。並行して, 冗長駆動パラレルメカニズムの設計と制御<sup>\*12,\*13,\*56,\*71,\*72,\*80,\*81,\*83,\*114,\*129,\*133,\*177</sup>, 力計測<sup>\*28,\*178</sup>, 機械システムの安定化<sup>\*29,\*30,\*57,\*116-119,\*145-147</sup>など周辺技術の研究を実施した。

### (C2)金型磨き技能の特徴抽出・移植技術

3軸力センサと3D モーションセンサを用いて, 磨き作業時の力と速度を同時に計測する専用ツール(スマートセンサ)を初めて開発した<sup>\*137</sup>。砥石と共に移動するセンサシステムから, 磨き面に直接関与するツール先端の速度・力情報を計測するアルゴリズムを開発して, 高精度な計測を実現した。スマートセンサは熟練者の技能を抽出するだけでなく, 熟練者と初心者の磨き技能の比較や習熟度の評価も行える事を示し<sup>\*49,\*86,\*90,\*127</sup>, 磨き技能教育用ツールとしても実用化可能である。熟練者の磨き作業を磨き速度と力との関係としてマス-ダンパーバネ(機械的インピーダンス)にてモデル化した。さらに, 取得データを利用してその機械的インピーダンスを推定することにより, 磨き技能指標を抽出した。これらの構想調書に記載した内容に加え, 上述の通りこの磨き技能指標を(C1)金型磨きロボットにて再現することで, 熟練者と同じ力加減でロボットが金型磨きを行う磨き作業完全自動化へと取り組みを発展させている。また, 機械的インピーダンスに関する応用研究として, 機械システムの振動・衝撃のモデリングと制御に関する研究を実施した<sup>\*27,\*48,\*53,\*65,\*126</sup>。

### (C3)金型磨き面性状の自動計測技術

熟練者は磨き面の目視計測にて磨き終了を判断している。これに対し, 画像計測を用いた作業中の磨き面計測システムの開発に取り組んだ。磨き作業中の(鏡面では無い)面性状を計測するために, 画像計測を用いた研削瑕疵計測を実施した<sup>\*113</sup>。

### (D)各テーマの横断的取り組み(地域に根ざした研究例)

計画の概要欄に記載した通り, 本プロジェクトの特色として, 金型という複合的な因子を有する対象物について, 多岐に亘る専門家が協力して地域企業の抱える課題に具体的に対応することにより, 地域に根ざした研究課題を遂行し, より先進的な産学的取り組みを醸成することが挙げられる。そこで, 第4番目の研究テーマとして, 構想調書にある全ての研究者が受け皿となり, 地域貢献セミナー等を通じて金型企業より抽出された課題に対し, 複合的な視点から取り組む「m:n マッチング」の枠組みを新たに創生し, 解決を試みた。

具体的には, 地域企業より提起されたニーズ群のうち, 成形品の引け予測がCAEベースの発注者側の設計と金型製造業側の経験とで異なる原因の究明と改善の課題に注目した。企業へのヒアリングに基づき, 発注元企業の設計案作成プロセスに注目し, CAE, 計測および固体・流体力学の複数の研究者で対応した。射出成形で重要な熱流体—固体マルチフィジックス解析の固体部分について, 種々物理モデルを考慮できる汎用CAEを導入し, CAE設計および成形物評価をプロジェクトメンバーが担当した。一方高度な技術を要する精密金型の作製および成形は企業側が担当した。現在(平成26年9月時点)試験用金型作製中であり, 年内の成形およびCAEとの比較, 年度内の課題完了に向けて順調に進行している。

本プロジェクトは対象産業分野の抱える複合的な課題を一大学内に設けられたプロジェクトに属する複数の専門家が対応し, 解決に取り組むことが特徴であり, それを実際に遂行できている点が大きな成果である。このような取り組みはこれまで見当たらず, 細分化した大学研究者のテーマと複雑高度化する産業界の課題や技術とを結びつける取り組みとして, 今後の新たな産学連携の一つのあり方を提案するという点で非常に意義があると考えられる。

尚、本テーマは金型成形品のCAEによる品質評価に関する研究であることから、本テーマの推進に関し、射出成形品の品質予測のための CAEによる樹脂製品の品質評価法 \*33-39,41,\*67,94,95,122,134,149,150,164,176,180、均質等方性材料の破壊強度評価ならびに破壊挙動解析法 \*1,\*2,14,31,\*32,40,68,74,96,121,131,134,152,153,163,174 および成形品に生じる残留ひずみの全視野計測法 \*73,130,151,170,179

について成果をあげた。

また、本テーマはプロジェクト開始後に新たに設定したテーマであり、実質的に2年目からの取り組みであるため、業績としての成果は上記の個別テーマを先行して行ったものにとどまっているが、14項に詳述する通り取り組みは順調に進んでいる。

＜優れた成果があがった点＞

上記の通り、本プロジェクトを実施した結果、構想調書に記載した研究課題はすべて達成された。特に優れた成果が上がった点は次の通りである。

まず、大阪東部地域との 計4回のセミナー \*190,194-196、見学会 \*181,183,186,191,192、成果報告会 \*182,185,188,189,193、型ろう会 \*187など様々な連携を通じて地域の金型関連企業のニーズを把握し、金型の設計・製造が行える設備と人材を整え、学生金型グランプリに出場し、マスメディアに数多く取り上げられた。\*別紙さらに、より進んだ産学連携、地域に根ざした研究の推進のために金型デザインセンター(仮称)設置に向けた準備に着手し、プロジェクト完了直後の平成27年4月発足に向け着実に手続きを進めている。

加えて、3つの専門グループのテーマ研究を通じて得られた特に優れた成果を下記に列挙する。

- ① 金型材料の高機能化・高性能化を達成しただけでなく、従来見落とされがちであった金型素材の材質改善の観点から射出成形の生産性向上を考える端緒を開くことができた。
- ② 射出成形に係わる熱流動現象の解析に適した計算手法を検討し、高精度で効率よく計算できる拡張性の高い数値シミュレーションプログラムを開発した。
- ③ 実用化可能な性能を持つ金型磨きロボットを開発するとともに、磨き技能抽出用に開発したスマートツールから得たデータから技能評価を行う方法を考案し、磨き技能教育用としての用途を拡大できることを示した。
- ④ 上記①～③の各テーマ担当者の専門分野を基礎とした横断的対応により実際の産業界の課題に取り組み、新たな産学連携である「m:n マッチング」による課題解決を遂行した。

＜問題点＞

上述の通り、構想調書段階で想定した各種テーマ、およびそれらをさらに進めたテーマ横断的取り組みによる実際の産業界の課題解決については着実な成果が得られた。しかしながら、調書にも記載した、最終的な目標である地域連携研究拠点(金型デザインセンター:仮称)の設立については、実際の産業界に対するヒアリングや上述の連携成果等を通じ、さらに多岐に亘る専門分野の研究者による有機的な連携、多種の加工装置等の設備、技能者の継続的雇用等、金型関連分野の裾野の広さや関連する学問分野の多さについてさらなる問題意識を得るに到った。今後本取り組みをより有意義な成果につなげるために、継続的な予算・人員の確保や各分野の横断的な協力体制の構築が必要となる。これは今後のデザインセンターの構築、運用に於いて検討を行う予定である。

＜評価体制＞

(自己評価の方法)

研究テーマ及びプロジェクト全体の取り組みの進捗状況については、地域セミナー等の実施に併せ、プロジェクト会議で報告し、他のグループ及びプロジェクトリーダーから質疑及び問題点の指摘を受ける形式で自己評価を行った。また、学部長も含む学内向けプレゼンテーションの機会を設け、内部評価を実施した。

(研究費の配分方法)

研究費の配分は、3つのグループと共通に必要な費用をグループリーダーが研究テーマに合わせて予算要求し、それらを全体会議で諮り、承認する方法で実施した。なお、予算不足等が生じた場合

は全体会議で予算調整を行い、円滑に研究が遂行するように配慮した。

これに加え、実際の予算執行時には各グループから独立して予算委員及びプロジェクトリーダーの承認を得る形でダブルチェックを行い、効率的な予算配分および透明な執行が可能な方法とした。  
(費用対効果)

研究設備については使用記録簿を記入し、稼動時間を毎月調査し、地域での共同研究及び金型教育に利用した実績を記録した。この内容を1～2ヶ月に一度開催したプロジェクト会議において相互評価し、費用対効果を検証した。また、上記の稼働実績を外部評価委員会<sup>\*184</sup>において開示、評価を受け、費用対効果の適切性評価材料とした。11(3)で示した本プロジェクトで導入した主な機器はプロジェクトに関連する研究の遂行に幅広く利用しており効果が確認できるところである。主な研究設備の導入による成果としては、例えば、装置F3とF4の導入により難削材のなめらかな加工及び詳細な組織観察が可能となり研究成果<sup>\*6</sup>につながった。さらに、本プロジェクトの大きな目標の一つである金型人材輩出のための教育プログラム整備について、装置F1の導入による高精度金型加工教育の実施や、装置F2とF5の導入により本学の金型グランプリへの出場<sup>\*82</sup>が初めて可能となるなど、多大な効果が得られた。加えて、産学連携<sup>\*218-221</sup>にも活用されている。

(外部(第三者)による評価体制)

本プロジェクトが地域に根差した研究の観点であることに鑑み、1年目はセミナーを通じた地域企業からの評価とし、2年目と3年目は下記の外部委員で構成した外部評価委員会を設け、評価を受けることとした。2年目の外部評価委員会<sup>\*184</sup>は平成26年3月1日に開催し、3年目は平成26年11月に外部評価委員会を開催予定である<sup>\*200</sup>。

尚、外部評価委員は前川佳徳教授(大阪産業大学、元・型技術協会会長)、曾根匠所長(東大阪市立産業技術支援センター)、南久リーダー(大阪府産業技術総合研究所)の三名である。

#### <研究期間終了後の展望>

(今後の研究方針)

上述の通り地域に根ざした本プロジェクトで推進した研究活動を維持発展させるために、金型デザインセンター(仮称)を設立する。このセンターを地域連携および教育活動の中心拠点と位置づけ、本プロジェクトで新たに推進した「m:n マッチング」についてさらに取り組みを進め、シーズ・トゥ・シーズによる新たな産学連携研究へと発展させる。

(研究装置等の活用方針)

本プロジェクトで導入した研究設備を維持すると共に、地域に根ざした研究活動にさらに活用するために、11(3)で示した本プロジェクトで導入した主な設備機器は個人の占有とせず上記デザインセンターに帰属させ、公共機器として企業との共同研究や地域企業からの要望への対応に活用すると共に、金型人材を含む学生の教育にも利用する。

#### <研究成果の副次的効果>

(研究成果の活用状況)

上述の研究成果について、個々のテーマに関しては共同研究先による実業務への反映などが行われている。一方、本プロジェクトの特徴であるテーマ横断的取り組み(「m:n マッチング」)については、既に1社と複数名の研究者の共同取り組みを実施し、総合的な人的交流や14項で記述する新たな研究課題の発掘などに活用している。さらに、この成果を受け本学でも既存の実習工場とプロジェクト組織を融合させた金型デザインセンター(仮称)の設立準備を進めており、さらに進化した産学連携研究組織の構築につながっている。

(今後の活用計画(実用化・企業化の見通し))

型・材料グループでは、新しいコンセプトを導入した金型の開発等、企業からの要求に応じて実用化のための共同研究を実施する。

型・設計グループで開発した CAE ソフトについては受託解析により金型設計に活用する。また CFRP については、地域企業数社との共同研究を通じて実用化を検討している。

型・製造グループで開発した技能計測、自動磨き(金型磨きロボット)、磨き面の計測評価を行う「金型磨き自動化システム」を金型企業に提供し、企業は個々にこのシステムを用いて技能計測と自動化が行える体制を整える予定である。

(特許申請・取得状況)

2件の特許出願<sup>\*202,\*205</sup>を行ったが、今後とも研究成果の特許出願を行う予定である。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- |                   |                      |                   |
|-------------------|----------------------|-------------------|
| (1) <u>金型</u>     | (2) <u>学生金型グラブ</u>   | (3) <u>金型材料</u>   |
| (4) <u>射出成形</u>   | (5) <u>樹脂流動解析</u>    | (6) <u>磨き技能抽出</u> |
| (7) <u>磨きロボット</u> | (8) <u>地域に根ざした研究</u> |                   |

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況. 印刷中も含む。)

上記, 11(4)に記載した研究成果に対応するものには\*を付すこと。

<雑誌論文>

論文名, 著者名, 掲載誌名, 査読の有無, 巻, 最初と最後の頁, 発表年(西暦)について記入してください(左記の各項目が網羅されていれば, 項目の順序を入れ替えても可)。また, 現在から発表年次順に遡り, 通し番号を付してください。

- \*1. 須賀一博, 新宅勇一, 小林慎治, 和田義孝(協力者), 菊池正紀, 重合メッシュ法を用いた複合材料におけるき裂進展解析, 日本材料学会誌, 2014 (査読有, 印刷中)
- \*2. Yuichi Shintaku, Fuminori Iwamatsu, Kazuhiro Suga, Yoshitaka Wada(協力者), Masanori Kikuchi, Simulation of Stress Corrosion Cracking In ICM Housing of Nuclear Power Plant, Journal of Pressure Vessel Technology, 2014 (査読有, 印刷中)
- 3. Shinji Kajiwara, New Suspension Mechanism Using Camber Thrust for a Formula Car, International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, Vol.8, No.2, pp.180-187, 2014 (査読有)
- 4. Shinji Kajiwara, Improvement of Car Performance Limits Through Camber Control, International Journal of Engineering Research & Technology, Vol.3, No.5, pp.1221-1226, 2014 (査読有)
- 5. Shinji Kajiwara, Parameter Study of a Step-climbing Machine for Heavy Load Carrier, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.26, No.3, pp.341-348, 2014 (査読有)
- \*6. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda and Kenji Higashi, Machinability of Short Potassium Titanate Fiber Reinforced Aluminum Alloy Composites Fabricated by Squeeze Casting, Advanced Materials Research, Vol.856, pp.36-40, 2014 (査読有)
- \*7. 田邊大貴, 西藪和明, 倉敷哲生, 通電による CF/PPS 積層材の溶融および酸化現象に及ぼす繊維強化形態の影響, 材料, Vol. 63, No. 5, pp.368-373, 2014 (査読有)
- \*8. 田邊大貴, 西藪和明, 倉敷哲生, Ni-Cr ワイヤ抵抗発熱体を用いた CF/PPS 積層板の電気式融着挙動, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.80, No.815, p.SMM0189, 2014 (査読有)
- 9. Shinji Kajiwara, Automobile Collision Behavior Using Mechanism CAE Analysis, International Journal of Engineering Research & Technology, Vol.3, No.5, pp.935-939, 2014 (査読有)
- 10. Shinji Kajiwara, Effect of the check ball and inlet position on hydraulic L-shaped chek ball behavior, Journal of Fluids and Structures, Vol.48, pp.497-506, 2014 (査読有)
- \*11. Tomohisa Hashimoto, Itaru Tanno, Yoshihiro Tanaka, Koji Morinishi, and Nobuyuki Satofuka, Higher order numerical simulation of unsteady viscous incompressible flows using kinetically reduced local Navier-Stokes equations on a GPU, Computers and Fluids, in press2014 (査読有)
- \*12. Takashi Harada, Design of a Redundantly Actuated Asymmetric Linear DELTA Parallel Mechanism for Singularity-Free Mode Changes, Applied Mechanics and Materials Journal, Vol. 575, pp. 711-715, 2014 (査読有)
- \*13. Takashi Harada, Jorge Angeles, Kinematics and Singularity Analysis of a CRRHRRRC Parallel Schoenflies Motion Generator, Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering, Vol. 38, Issue 2, pp. 185-197, 2014 (査読有)
- \*14. Yoshitaka Wada(協力者), Masanori Kikuchi, Shinji Yamada, Ryosuke Serizawa, Yulong Li, Fatigue growth of internal flaw: Simulation of subsurface crack penetration to the surface of the structure, Engineering Fracture Mechanics, Vol.123, pp.100-115, 2014 (査読有)
- \*15. Tomohisa Hashimoto, Itaru Tanno, Yoshihiro Tanaka, Koji Morinishi, and Nobuyuki Satofuka, Simulation of Doubly Periodic Shear Layers Using Kinetically Reduced Local Navier-Stokes Equations On a GPU, Computers and Fluids, Vol.88, pp.715-718, 2013 (査読有)
- \*16. Tomohisa Hashimoto, Itaru Tanno, Yoshihiro Tanaka, Koji Morinishi, and Nobuyuki Satofuka, Computation of unsteady incompressible viscous flows using kinetically reduced local Navier-Stokes equations on a GPU, Procedia Engineering, Vol.61, pp.63-69, 2013 (査読有)

- \*17. 東崎康嘉, 齋藤澄知, 稲増一剛, ハイブリッド増減速機に関する基礎的研究(軸方向予圧を用いた場合の解析と実験), 日本機械学会論文集 C 編, Vol.79, No.804, pp.2899-2916, 2013 (査読有)
- \*18. 東崎康嘉, 園部浩之, 吉見壮司, 諫山秀一, 円すいころ軸受を活用した予圧変更可能型無段変速装置の開発, トライボロジスト, Vol.58, No.3, pp.170-178, 2013 (査読有)
19. 西藪和明, 田邊大貴, 鹿子泰宏, 田中茂雄, マイクロおよびサブマイクロ銅粉末射出成形体の脱脂・焼結挙動, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.79, No.807, pp.1593-1603, 2013 (査読有)
20. 梶原伸治, 田中達也, 油圧 L 字配管チェックボール挙動の実験的解析, 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol.44, No.1, pp.23-28, 2013 (査読有)
21. Shinji Kajiwara, Experimental Observations of the Fluid Flow Within the L-Shaped Check Valve Design, The International Journal of Fluid Power, Vol.14, No.1, pp.17-24, 2013 (査読有)
22. Shinji Kajiwara, Tatsuya Tanaka, Experimental Analysis of Check Ball Behaviors for L-shaped Pipe, International Journal of Fluid Power System, Vol.6, No.1, pp.1-7, 2013 (査読有)
23. Yoshihiro Ochiai, Vladimir Sladek, and Jan Sladek, Axial Symmetric Stationary Heat Conduction Analysis of Functional Gradient Materials by Triple-Reciprocity Boundary Element Method, Engineering Analysis with Boundary Elements, Vol.37, No.2, pp.336-347, 2013 (査読有)
24. Yoshihiro Ochiai, Vladimir Sladek, and Jan Sladek, Three-Dimensional Unsteady Thermal Stress Analysis by Triple-Reciprocity Boundary Element, Engineering Analysis with Boundary Elements, Vol.37, No.2, pp.116-127, 2013 (査読有)
25. 落合芳博, 三重相反境界要素法による不均質材料の三次元定常熱伝導解析, 日本機械学会論文集 B 編, Vol.79, No.805, pp.1793-1804, 2013 (査読有)
26. 落合芳博, 早川雄太, 三重相反境界要素法による分布熱荷重を受ける薄板の熱変形解析, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.79, No.803, pp.976-988, 2013 (査読有)
- \*27. 五百井清, 須田敦, 山本昌彦, 低衝撃低振動台車を実現する能動制振キャストの研究, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 79, No. 808, pp. 4854-4865, 2013 (査読有)
- \*28. Takashi Harada, Podi LIU, Internal and External Forces Measurement of Planar 3-DOF Redundantly Actuated Parallel Mechanism by Axial Force Sensors, ISRN Robotics, Vol. 2013, Article ID 593606, 8 pages, 2013 (査読有)
- \*29. Manabu Kosaka, Simple proof of Nyquist's Criterion for Stability, International Journal of Control Theory and Applications, Vol. 6, No.1, pp. 29-33, 2013 (査読有)
- \*30. 小坂学,  $s$  が右半平面を囲うことを前提としないナイキストの安定判別法の証明, 計測自動制御学会論文集, Vol. 49, No. 4, pp. 497-498, 2013 (査読有)
- \*31. 菊池正紀, 和田義孝(協力者), 須賀一博, 新宅勇一, 岩松史則, 重合メッシュ法を用いた ICM ハウジング溶接部におけるき裂進展解析, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.79, No.798, pp.119-129, 2013 (査読有)
- \*32. Masanori Kikuchi, Yoshitaka Wada(協力者), Yuichi Shintaku, Kazuo Suga, Yulong Li, Fatigue crack growth simulation in heterogeneous material using s-version FEM, International Journal of Fatigue International Journal of Fatigue, Vol.58, pp.47-55, 2013 (査読有)
- \*33. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiro Ashida, Ken-ichi Ohsumimoto, Stochastic Homogenization Analysis of a Porous Material with the Perturbation Method Considering a Microscopic Geometrical Random Variation, Journal of Mechanical Sciences, Vol.77, pp.145-154, 2013 (査読有)
- \*34. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiro Ashida and Ken-ichi. Ohsumimoto, A Multiscale Stochastic Stress Analysis of a Heterogeneous Material considering Nonuniform Microscopic Random Variation, Journal of Computational Science and Technology, Vol.7, pp.134-147, 2013 (査読有)
- \*35. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiro Ashida, Ken-ichi Ohsumimoto, Multiscale Stochastic Stress Analysis of a Porous Material with the Perturbation-based Stochastic Homogenization Method for a Microscopic Geometrical Random Variation, Journal of Computational Science and Technology, Vol.7, pp.99-112, 2013 (査読有)
- \*36. 坂田誠一郎(協力者), 清水義隆, 摂動法を用いた粒子強化複合材料の確率均質化逆解析, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.79, pp.789-801, 2013 (査読有)
- \*37. 坂田誠一郎(協力者), 塩谷公紀, 摂動法に基づくマルチスケール確率応力解析を用いた粒子強化複合材料の微視的材料定数変動に対する破壊確率解析, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.79, pp.395-406, 2013 (査読有)
- \*38. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiro Ashida, Ken-ichi Fujiwara, Stochastic homogenization of Thermal Expansion Coefficient with the Homogenization Theory, Journal of Thermal Stresses, Vol.36, pp.405-425, 2013 (査読有)
- \*39. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiro Ashida, Daiki Iwahashi, Stochastic Homogenization Analysis of a Particle Reinforced Composite Material using and Approximate Monte-Carlo Simulation with the Weighted Least Square Method, Journal of Computational Science and Technology, Vol.7, pp.1-11, 2013 (査読有)

\*40. Masanori Kikuchi, Yoshitaka Wada(協力者), Chika Ohdama, Effect of KIII on Fatigue Crack Growth Behavior, Journal of Engineering Materials and Technology, Vol.134, No.4, pp.1-6, 2012 (査読有)

## <図書>

図書名, 著者名, 出版社名, 総ページ数, 発行年(西暦)について記入してください(左記の項目が網羅されていれば, 項目の順序を入れ替えても可). また, 現在から発表年次順に遡り, 通し番号を付してください.

- \*41. Sei-ichiro Sakata(協力者), Adaptive Strategy for Stochastic Homogenization and Multiscale Stochastic Stress Analysis, Multiscale Modeling and Uncertainty Quantification of Materials and Structures: Proceedings of the IUTAM Symposium held at Santorini (Ed: M. Papadarakakis, G. Stefanou) , Springer, 全 170 頁(執筆 pp.51-66), ISBN: 978-3319063300, 2014 年
- 42. Sei-ichiro Sakata(協力者), Optimization of Thermoelastic Structures, Encyclopedia of Thermal Stresses (Ed: R. B. Hetnarski), Springer, 全 6643 頁(pp.3520-3530) ISBN: 978-94-007-2738-0, 2014 年
- 43. 木口昭二, 浅野和典 他, 鉄鋼便覧第 5 版, 日本鉄鋼協会, 2014 年
- \*44. 小坂学, 高校数学でマスターする現代制御とデジタル制御, コロナ社, 全 200 頁, 2014 年
- \*45. 小坂学, 高校数学でマスターする電気回路, コロナ社, 全 170 頁, 2014 年
- \*46. 小坂学, mbed マイコンによるモータ制御設計法, 科学技術出版, 全 190 頁, 2013 年
- \*47. 小坂学, 高校数学でマスターする制御工学 - 本質の理解から Mat@Scilab による実践まで -, コロナ社, 全 240 頁, 2012 年

## <学会発表>

学会名, 発表者名, 発表標題名, 開催地, 発表年月(西暦)について記入してください(左記の項目が網羅されていれば, 項目の順序を入れ替えても可). また, 現在から発表年次順に遡り, 通し番号を付してください.

- \*48. Masaharu Tagami, Kiyoshi Ioi and Atsushi Suda, Feedback Controller Design of the Active Caster for Low-impact Carts Considering the Saturation of the Control Input, TSME\_icome2014, タイ, 2014 年 12 月
- \*49. 児玉謙介, 辻合真也, 渡邊将寛, 五百井清, スキル獲得ツールを使った金型磨きスキルの評価, 第 15 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 東京, 2014 年 12 月
- 50. 清水勇太, 野崎克也, 五百井清, 木村優孝, 小型移動ロボットの壁面走行と壁面間移動, 第 15 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 東京, 2014 年 12 月
- 51. 大西史朗, 後藤耕平, 五百井清, 山路恵司, 微小モータとタイミングベルトを用いた点字呈示セルの開発, 第 15 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 東京, 2014 年 12 月
- 52. 五百井清, 藤谷述幸, 濱路克洋, 荻本健二, バックステッピング法を用いた小型 VTOL の制御性能の向上, 第 15 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 東京, 2014 年 12 月
- \*53. Yu Matsumoto, Seiki Nishikawa, Kiyoshi Ioi, Atsushi Suda and Masaharu Tagami, Experiments and Simulations on Shimmy Phenomena of Cart Casters, ICPT2014, 北九州, 2014 年 11 月
- 54. Takuhei Yamamoto, Kiyoshi Ioi and Kouta Suruki, Experiments and Simulations on State Transitions of a Parallel Typed Foot-Stepping Robot, ICPT2014, 北九州, 2014 年 11 月
- \*55. 浅野和典, 米田博幸, アルミナ短繊維強化 AC8A アルミニウム合金複合材料の被削性, 日本機械学会 2014 年度年次大会, 東京, 2014 年 9 月
- \*56. 原田孝, 冗長駆動パレルロボット内力の数式計算方法, 日本機械学会 2014 年度年次大会, 東京, 2014 年 9 月
- \*57. 田邊雄, 小坂学, 安定余裕を指定する PID オートチューニング方法, 日本機械学会 2014 年度年次大会, 東京, 2014 年 9 月
- \*58. 田邊大貴, 倉留京介, 西籘和明, 再生 CFRTP 射出成形体の作製と三次元デジタイザによる形状寸法の評価, 2014 年度 JCOM 若手シンポジウム, 高知, 2014 年 9 月
- \*59. 倉留京介, 田邊大貴, 西籘和明, 再生 CFRTP 材を用いた射出成形体の作製と三次元デジタイザによる形状測定, 日本機械学会 2014 年度年次大会論文集, 東京, 2014 年 9 月
- 60. 田邊大貴, 西籘和明, 倉敷哲生, 高熱伝導粒子を添加した炭素繊維発熱体による熱可塑性 CFRP の電気式融着, 日本機械学会 2014 年度年次大会論文集, 東京, 2014 年 9 月
- 61. 桜井晋也, 田中茂雄, 西籘和明, グリーンマシニングと焼結接合による複雑形状 MIM 部品の寸法変化,

- 日本機械学会 2014 年度年次大会論文集, 東京, 2014 年 9 月
62. Daiki Tanabe, Kazuaki Nishiyabu, Tetsusei Kurashiki, Optimum Parameters on Electro Fusion Joining of CF/PPS Composites by Carbon Fiber Heating Elements, Proceedings of the American Society for Composites 29th Technical Conference, 16th US-Japan Conference on Composite Materials, and ASTM D30 meeting, 2014 CD-ROM, San Diego, 2014 年 9 月
  63. Shinya Sakurai, Kazuaki Nishiyabu, Shigeo Tanaka, Dimensional Change of Complex Shape MIM Parts Fabricated by Green Machining and Sintered Joining, EURO POWDER METALLURGY Congress & Exhibition (EuroPM 2014), Salzburg, 2014 年 9 月
  - \*64. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Machinability of Short Alumina Fiber Reinforced Aluminum Alloy Composites Fabricated by Squeeze Casting, International Conference on Mining, Material and Metallurgical Engineering, Prague, 2014 年 8 月
  - \*65. Kiyoshi Ioi, Atsushi Suda, and Masahiko Yamamoto, Design of an Active Controlled Caster Aiming at Cast with Low Crashes Vibrations, ICDES2014, チェコ, 2014 年 8 月
  - \*66. 沖幸男, 徳丸博紀, 黒柳尚隆, 金野泰幸, 高杉隆幸, ニッケル基金属間化合物溶射皮膜の作製と特性評価, 日本機械学会 M&M 2014 材料力学カンファレンス, 福島, 2014 年 7 月
  - \*67. Sei-ichiro Sakata(協力者) and Itaru Torigoe, Multiscale Stochastic Stress Analysis for Randomness of Fiber Arrangement in Fiber Reinforced Composite Material, Barcelona, 11th World Congress on Computational Mechanics (Keynote Lecture), Spain, Barcelona, 2014 年 7 月
  - \*68. Yoshitaka Wada(協力者), Crack propagation analysis using elastic-plastic FEM in torsional loading, 11th world congress on computational mechanics and 5th european conference on computational mechanics, Barcelona, 2014 年 7 月
  69. 大西史朗, 後藤耕平, 五百井清, 山路恵司, 平行ベルトを用いた点字セルの開発, 精密工学会 2014 年度関西地方定期学術講演会, 大阪, 2014 年 7 月
  - \*70. 原田孝, 志賀裕之, パラレルメカニズムを用いた金型磨きロボットの開発, 精密工学会 2014 年度関西地方定期学術講演会, 大阪, 2014 年 7 月
  - \*71. Takashi Harada, Thomas Friedlaender, Jorge Angeles, The Development of an Innovative Two-DOF Cylindrical Drive: Design, Analysis and Preliminary Tests, IEEE ICRA 2014, 香港, 2014 年 6 月
  - \*72. Takashi Harada, Singularity-Free Mode Changes of Redundantly Actuated Asymmetric Parallel Mechanism, Parallel 2014, 天津, 2014 年 6 月
  - \*73. 豊吉巧也, 和田義孝(協力者), 古川知成, ドット重心追跡法による全視野ひずみ分解能, 日本計算工学会講演会, 広島, 2014 年 6 月
  - \*74. 和田義孝(協力者), 繰り返しねじり荷重下の弾塑性き裂進展解析, 日本計算工学会講演会, 広島, 2014 年 6 月
  - \*75. Daiki Tanabe, Yusuke Moriwaki, Kazuaki Nishiyabu, Tetsusei Kurashiki, Electro-fusion Joining of CF/PPS Composites Using Carbon Fiber Heating Elements, JSME/ASME 2014 International Conference on Materials and Processing (ICMP2014), Detroit, 2014 年 6 月
  - \*76. Daiki Tanabe, Kazuaki Nishiyabu, Tetsusei Kurashiki, Electro Fusion Joining of Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic Composites Using Carbon Fiber Heating Element, The sixteenth European Conference for Composite Materials (ECCM16), Seville, ), Detroit, 2014 年 6 月
  - \*77. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Machinability of Short Alumina Fiber Reinforced Aluminum Alloy Composite, 71th World Foundry Congress, Bilbao, 2014 年 5 月
  - \*78. 東崎康嘉, 齋藤澄知, 松本繁成, 坂本泰士, 近藤良太, ハイブリッド減速機の高効率化に関する基礎研究, トライボロジー会議, 東京, 2014 年 5 月
  79. Yoshitaka Wada(協力者), Hiroshi Kawai, Masao Ogino, Kohei Murotani and Ryuji Shioya, Development of high resolution visualization library for very large scale analysis, Mechanical Engineering Congress, 2014 KOREA KSME-JSME joint symposium on computational mechanics & CAE 2014, 済州島, 2014 年 5 月
  - \*80. 原田孝, 平面 3 自由度冗長駆動パラレルメカニズムの特異姿勢を回避するモード変化, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演, 富山, 2014 年 5 月
  - \*81. 原田孝, 冗長駆動パラレルロボット, 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会(基調講演), 長野, 2014 年 4 月
  - \*82. 成松一馬, 倉留京介, 神原友, 山崎陽平, 金久正治, 穂満和馬, (指導教員:西藪和明), プラスチック金型 連結式三角スケール, 第 6 回学生金型グランプリ発表講演会, 大阪, 2014 年 4 月
  - \*83. Takashi Harada, Design of a Redundantly Actuated Asymmetric Linear DELTA Parallel Mechanism for Singularity-Free Mode Changes, MIMT2014, マレーシア, 2014 年 3 月
  - \*84. 田邊大貴, 森脇悠介, 西藪和明, 倉敷哲生, 熱可塑性 CFRP 積層板の電気式融着における炭素繊維発熱体の形態と融着条件の影響, 第 5 回日本複合材料合同会議(JCCM-5), 京都, 2014 年 3 月
  85. 田邊大貴, 石丸拓弥, 西藪和明, 倉敷哲生, 通電加熱による形状記憶合金ワイヤ/熱可塑性 CFRP ハ

- イブリッド積層板の変形挙動, 第 5 回日本複合材料合同会議(JCCM-5), 京都, 2014 年 3 月
- \*86. Kiyoshi Ioi, Kiyonori Kanbashi and Yoshikazu Ohtsubo, Evaluation of Mold-Polishing Skills Using a New Skill Acquisition Tool, ICAST2014, タイ, 2014 年 2 月
- \*87. 成田航, 梶原伸治, カーボンを用いた自動車用クラッシュボックスに関する実験的研究, 2013 年度学生自動車技術研究会講演論文集, Vol.30, pp.90-91, 大阪, 2014 年 2 月
- \*88. 成松一馬, 金久正治, 倉留京介, 神原友, 山崎陽平, (指導教員: 西藪和明), デジタル計測ロボットによる金型および成形品の形状測定技術, 日本機械学会関西支部 MECHAVOCATION 2014 学生と企業の交流会, 第一部大学・高専研究発表の部, 大阪, 2013 年 12 月
- \*89. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Machinability of Short Alumina Fiber Reinforced Al-Si-Cu-Ni-Mg Alloy Composite, 12th Asian Foundry Congress, Taipei, 2013 年 12 月
- \*90. 児玉謙介, 神橋清訓, 五百井清, 大坪義一, 金型磨きにおける技能者と初心者の作業特性, 第 14 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 神戸, 2013 年 12 月
91. 大西史朗, 五百井清, 山路恵司, 2個の微小モータを用いたロールベルト型点字セルの開発, 第 14 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 神戸, 2013 年 12 月
- \*92. 田邊大貴, 森脇悠介, 西藪和明, 倉敷哲生, 炭素繊維を発熱体として用いた CF/PPS 積層板の融着接合に及ぼす影響因子, 日本機械学会第 21 回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2013), 東京, 2013 年 11 月
93. 落合芳博, 冷間鍛造用金型設計システムの開発, 第 63 回塑性加工連合講演会, 福岡, 2013 年 11 月
- \*94. 今奥亜希, 坂田誠一郎(協力者), 素材の材料定数変動に対する積層複合材料のマルチスケール確率熱弾性解析, 日本機械学会第 26 回計算力学講演会, 佐賀, 2013 年 11 月
- \*95. 鳥越到, 坂田誠一郎(協力者), 繊維配置のばらつきを考慮した一方向繊維強化複合材料のマルチスケール確率応力解析, 日本機械学会第 26 回計算力学講演会, 佐賀, 2013 年 11 月
- \*96. 和田義孝(協力者), 弾塑性き裂進展のための自動解析システムの実装と破壊力学パラメータの評価, 日本機械学会 第 26 回計算力学講演会, 佐賀, 2013 年 11 月
- \*97. 浅野和典, 米田博幸, アルミナ短繊維強化アルミニウム合金複合材料の旋削被削性, 日本鑄造工学会 第 163 回全国講演大会, 高岡, 2013 年 10 月
- \*98. 冨田義弘, 鑄鉄による SUS304 パイプの鑄ぐるみ板の冷却能評価, 日本鑄造工学会第 163 回全国講演大会, 高岡, 2013 年 10 月
- \*99. 東崎康嘉, 松本繁成, 齋藤澄知, 坂本泰士, セラミックスを用いたハイブリッド減速機に関する基礎的研究, トライボロジー会議 2013 秋, 福岡, 2013 年 10 月
- \*100. 東崎康嘉, 齋藤澄知, 松本繁成, 河村瞭, ハイブリッド減速機能を有する自己予圧型軸受の基礎的研究, トライボロジー会議 2013 秋, 福岡, 2013 年 10 月
- \*101. 黒柳尚隆, 金野泰幸, 沼倉宏, 高杉隆幸, 沖幸男, 耐熱耐摩耗 Ni 基金属間化合物コーティングの作製と特性評価, 日本金属学会 2013 年度秋期講演(第 153 回)大会, 金沢, 2013 年 9 月
- \*102. 浅野和典, 米田博幸, 東健司, チタン酸カリウム短繊維強化アルミニウム合金複合材料の諸特性, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*103. Ken Uchikura, Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Kenji Higashi, Properties of short potassium titanate fiber reinforced aluminum alloy composites, The 5th Japan-Korea Workshop for Young Foundry Engineers, Muroran, 2013 年 9 月
- \*104. 橋本知久, 丹野格, 安田孝宏, 田中嘉宏, 森西晃嗣, 里深信行, 直交座標系格子を用いた任意形状に対する非定常熱伝導解析, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
105. 森嶋哲也, 松倉拓也, 西藪和明, Al/熱可塑性 CFRP ハイブリッド積層板の熱変形挙動の評価, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*106. 田邊大貴, 森脇悠介, 西藪和明, 倉敷哲生, 電気抵抗式融着法による熱可塑性 CFRP 積層板の融着接合, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
107. 桜井晋也, 川上慈朗, 西藪和明, エレクトロスピンニングナノファイバによるマイクロインプリント樹脂型の作製, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
108. 桜井晋也, 川上慈朗, 西藪和明, ES ナノファイバインプリント犠牲樹脂型ナノ粉末印刷によるマイクロ構造体の作製, 日本機械学会 2013 年度年次大会論文集, 岡山, 2013 年 9 月
- \*109. 中西啓太, 西藪和明, 熱可塑性 CFRP 積層板の打抜き加工挙動, 日本機械学会 2013 年度年次大会論文集, 岡山, 2013 年 9 月
110. 石丸拓弥, 田邊大貴, 西藪和明, 形状記憶合金ワイヤ/熱可塑性 CFRP ハイブリッド材の熱変形挙動, 日本機械学会 2013 年度年次大会論文集, 岡山, 2013 年 9 月
- \*111. Kazuaki Nishiyabu, Junichi Yanagihara, Megumi Hamada, Development of Smart Heating System for Press-forming of Textile-based Thermoplastic Composites and LED Lamp Shade With Effective Material Recycling, TEXCOMP-11 Conference, Leuven, 2013 年 9 月

- \*112. Daiki TANABE, Yusuke MORIWAKI, Kazuaki NISHIYABU, Tetsusei KURASHIKI, Fusion Bonding of Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic Composites by Electrofusion Method, Composites Week Conference, Leuven, 2013 年 9 月
- \*113. 神橋清訓, 五百井清, 大坪義一, 金型磨き専用ツールによる特徴量の推定, 第31回日本ロボット学会 学術講演会, 八王子, 2013 年 9 月
- \*114. 原田孝, 木邨真人, 特異フリーにモード変化する非対称冗長駆動リニア DELTA ロボットの運動学解析, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 八王子, 2013 年 9 月
- \*115. 原田孝, 大坪義一, 藤井康夫, スロットレス DD モータを用いた冗長駆動 DELTA 型パラレルロボットの開発, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*116. 八木俊洋, 小坂学, 自動追尾台車のための姿勢制御, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*117. 高瀬捷太, 小坂学, オイラー近似による不安定化に関する研究, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*118. 梶雄登, 小坂学, 自動追尾制振台車のための VCM 制御, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*119. 前部聖介, 小坂学, H ブリッジによるブラシレス DC モータ用三相正弦波インバータ制御システム, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*120. 田邊雄, 小坂学, 筋電位の比を利用した新しい動作識別システム, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*121. 和田義孝(協力者), 弾塑性き裂進展有限要素解析システムの構築, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 岡山, 2013 年 9 月
- \*122. Sei-ichiro Sakata(協力者), An Adaptive Strategy for the Stochastic Homogenization and the Multiscale Stochastic Stress Analysis, IUTAM2013 Symposium on Multiscale Modeling and Uncertainty Quantification of Materials and Structures, Santorini, Greece (Invited only, Closed symposium), 2013 年 9 月
- \*123. Daiki Tanabe, Shinji Tsutaya, Kazuaki Nishiyabu, Effects of Processing Parameters on Electro-Fusion Joining Behavior of Cf/PPS Composites, The 19th International Conference on Composite Materials, pp. 3722-3731, Montreal, 2013 年 8 月
- \*124. 田邊大貴, 森脇悠介, 西藪和明, 倉敷哲生, 炭素繊維発熱体を用いた熱可塑性 CFRP 板の電気式融着接合, 2013 年度 JCOM 若手シンポジウム, 金沢, 2013 年 8 月
- 125. Kiyoshi Ioi, Hiroki Yokoi and Masataka Kimura, Development of a Compact and Rapid Wall-Climber, IEEE MMAR2013, Poland, 2013 年 8 月
- \*126. 須田敦, 五百井清, 辻野 直人, 井口 祥一, 山本 昌彦, 低衝撃低振動台車を実現する能動制振キャスターの開発, 日本機械学会 D&D コンフェレンス, 福岡, 2013 年 8 月
- \*127. 児玉謙介, 辻合真也, 渡邊将寛, 五百井清, プラスチック金型磨きに関する熟練者と素人の磨き動作の比較, 精密工学会 2013 年度関西地方定期学術講演会, 大阪, 2014 年 7 月
- \*128. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Kenji Higashi, Turning Machinability of Fiber Reinforced Aluminum Alloy Composites, 19th International Conference on Composite Materials, Montreal, 2013 年 7 月
- \*129. Takashi Harada and Jorge Angeles, Kinematics and Singularity Analysis of a CRRHRRRC Parallel Schoenflies Motion Generator, CCToMM M3 Symposium, 2013, Canada, 2013 年 6 月
- \*130. 豊吉巧也, 和田義孝(協力者), 古川知成, ドット重心法の高精度化のための基礎的検討 -輝度むらによる測定誤差-, 東京, 2013 年 6 月
- \*131. 和田義孝(協力者), 弾塑性き裂進展のための自動解析フレームワーク, 日本計算工学会講演会, 東京, 2013 年 6 月
- \*132. 田邊大貴, 傳谷真司, 西藪和明, 倉敷哲生, 電気抵抗式融着による熱可塑性CFRP板の接合挙動, 日本繊維機械学会第 66 回年次大会, pp.116-117, 大阪, 2013 年 5 月
- \*133. 木邨真人, 大坪義一, 原田孝, 平面 3 自由度冗長駆動パラレルメカニズムの姿勢遷移方法の提案, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会, つくば, 2013 年 5 月
- \*134. Masanori Kikuchi, Yoshitaka Wada(協力者), Shinji Kobayashi, Crack Propagation in Composite Materials using S-version FEM, The 9th Int. Conf. on Fracture & Solids Strength (FEOfS2013), 済州島, 2013 年 5 月
- 135. Kaoru Yodo, Ryuji Shioya, Yoshitaka Wada(協力者), Akio Miyoshi, Parallel CAE system based on HTML5, WebGL and offline visualization technology with domain decomposition method, The 9th Int. Conf. on Fracture & Solids Strength (FEOfS2013), 済州島, 2013 年 5 月
- \*136. 浅野和典, 炭素繊維強化アルミニウム複合材料の作製とその諸特性, 日本機械学会関西支部第 88 期 定時総会講演会, 大阪, 2013 年 3 月
- \*137. 神橋清訓, 城川直人, 五百井清, 大坪義一, 金型磨きスキル獲得を目指したスマートツールの開発, 日本機械学会北陸信越支部第50期講演会, 福井, 2013 年 3 月

- \*138. 田邊大貴, 傳谷真司, 西藪和明, 倉敷哲生, 電気抵抗式融着による CF/PPS 積層板の接合挙動に及ぼす影響因子, 第 4 回日本複合材料合同会議(JCCM-4), Vol.4 2A-13, 東京, 2013 年 3 月
139. 田淵喜瑛, 田邊大貴, 西藪和明, 倉敷哲生, 形状記憶合金ワイヤを用いた熱可塑性 CFRP 板の作製とその形状回復挙動, 第 4 回日本複合材料合同会議(JCCM-4), Vol.4 1B-08, 東京, 2013 年 3 月
140. 桜井晋也, Mohd Ikhwan Helmi Jusoh, 西藪和明, ES ナノファイバインプリント樹脂型ナノ粉末印刷によるマイクロ構造体の作製, 第 4 回日本複合材料合同会議(JCCM-4), Vol.4 1B-19, 東京, 2013 年 3 月
- \*141. 森相哲也, 服部佑紀, 西藪和明, Al シート/熱可塑性 CFRP ハイブリッド積層板の熱変形挙動, 第 4 回日本複合材料合同会議(JCCM-4), Vol.4 3B-08, 東京, 2013 年 3 月
- \*142. 高田浩輝, 梶原伸治, カーボンを用いた自動車用クラッシュボックスに関する研究, 2013 年度学生自動車技術研究会講演論文集, Vol.29, pp.22-23, 寝屋川, 2013 年 2 月
143. Yoshiaki Tabuchi, Tetsuya Morisugi, Daiki Tanabe, Kazuaki Nishiyabu, Deformation Behavior of Shape-Memory Alloy Wire / Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic Composites, 8th Asian-Australasian Conference on Composite Materials(ACCM-8), P-SMA-367, Kuala Lumpur, 2012 年 11 月
- \*144. Daiki Tanabe, Shinji Tsutaya, Kazuaki Nishiyabu, Tetsusei Kurashiki, Fusion Behavior of Continuous Fiber Reinforced Thermoplastic Composites in Electro-fusion Welding, 8th Asian-Australasian Conference on Composite Materials(ACCM-8), O-THE-264, Kuala Lumpur, 2012 年 11 月
- \*145. 八木俊洋, 小坂学, 定数を近似した要素の発振条件に関する考察, 第 55 回自動制御連合講演会, 京都, 2012 年 11 月
- \*146. 木下和也, 小坂学, ゲイン余裕と代表根を保存する低次元化を用いた部分的モデルマッチング, 第 55 回自動制御連合講演会, 京都, 2012 年 11 月
- \*147. 高瀬捷太, 小坂学, 安全なフィードバック制御における限界振動の計測, 第 55 回自動制御連合講演会, 京都, 2012 年 11 月
- \*148. 吉田翔, 浅野和典, 米田博幸, アルミナ短繊維強化アルミニウム合金複合材料の切削性, 日本鑄造工学会第 161 回全国講演大会, 盛岡, 2012 年 10 月
- \*149. 藤原健一, 坂田誠一郎(協力者), 芦田文博, 微視的ランダム変動を考慮した一方向繊維複合材料の確率熱応力解析, 日本機械学会第 25 回計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月
- \*150. Sei-ichiro Sakata(協力者), Fumihiko Ashida and Ken-ichi Ohrumimoto, A Multiscale Stochastic Stress Analysis of a Heterogeneous Material considering Non-uniform Microscopic Random Variation, JSME-CMD ICMS2012, 神戸, 2012 年 10 月
- \*151. 豊吉巧也, 和田義孝(協力者), 古川知成, ドット重心法による高精度全視野ひずみ測定のためのカメラキャブレション法, 日本機械学会第 25 回計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月
- \*152. 和田義孝(協力者), 菊池正紀, 精密なモデルによるファクトリールーフをもつ表面き裂のき裂進展速度の評価, 日本機械学会第 25 回計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月
- \*153. 和田義孝(協力者), 菊池正紀, 精密なモデルによるファクトリールーフをもつ表面き裂のき裂進展速度の評価, 日本機械学会第 25 回計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月
- \*154. 浅野和典, 米田博幸, 東 健司, チタン酸カリウム短繊維強化アルミニウム合金複合材料の被削性, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
- \*155. 橋本知久, 丹野格, 安田孝宏, 田中嘉宏, 森西晃嗣, 里深信行, 非圧縮性局所ナビエ-ストークス方程式と仮想流束法を用いた流路内流れの数値計算, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
156. 西藪和明, 長井孝太郎, 大久保健児, 田中茂雄, デジタル画像計測による複雑形状を有する MIM 焼結部品の変形解析, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
157. 西藪和明, 大久保健児, 田中茂雄, Fe-45Ni パーマロイ粉末射出成形体の充填挙動とその焼結体の軟磁性特性, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
- \*158. 田邊大貴, 傳谷真司, 西藪和明, 倉敷哲生, 電気式融着接合による熱可塑性 CFRP 板の融着挙動, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
159. 田淵喜瑛, 田邊大貴, 倉敷哲生, 西藪和明, 形状記憶合金ワイヤ/熱可塑性 CFRP ハイブリッド材の加熱プレス成形とその変形挙動, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
160. 西藪和明, Mohd Ikhwan, ES ナノファイバインプリント犠牲樹脂型インサート MIM によるマイクロ構造体の作製, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
161. Kazuaki Nishiyabu, Kenji Okubo, Shigeo Tanaka, Deformation Analysis of Complex Shaped Ti-MIM Parts by Digital Image Measurement, Euro Powder Metallurgy Congress & Exhibition (EuroPM2012), Basel, 2012 年 9 月
162. Kazuaki Nishiyabu, Kenji Okubo, Shigeo Tanaka, Filling Behavior and Magnetic Properties of Fe-45Ni Permalloy Micro-MIM Parts, Euro Powder Metallurgy Congress & Exhibition (EuroPM2012), Basel, 2012 年 9 月
- \*163. 和田義孝(協力者), 菊池正紀, 精密なモデルによるファクトリールーフをもつ表面き裂の応力拡大係数の

- 評価, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
- \*164. 坂田誠一郎(協力者), 光造形法により作製した二次元多孔質材料の確率均質化特性評価, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢, 2012 年 9 月
  - 165. 森相哲也, 服部佑紀, 西藪和明, Al/熱可塑性 CFRP ハイブリッド積層板の作製とその熱変形挙動の評価, 2012 年度 JCOM 若手シンポジウム, 岐阜, 2012 年 8 月
  - \*166. 田邊大貴, 傳谷真司, 西藪和明, 倉敷哲生, ニクロム抵抗発熱体を用いた熱可塑性 CFRP 積層板の電気抵抗式融着接合, 2012 年度 JCOM 若手シンポジウム, 岐阜, 2012 年 8 月
  - 167. 田淵喜瑛, 田邊大貴, 倉敷哲生, 西藪和明, 形状記憶合金ワイヤを用いた熱可塑性 CFRP 板の作製とその変形挙動, 2012 年度 JCOM 若手シンポジウム, 岐阜, 2012 年 8 月
  - 168. Kiyoshi Ioi, Shinya Eto and Keiji Yamaji, Braille Display with Double resonant Mechanism and Recognition Experiments by Human Fingers, ISR2012, 台湾, 2012 年 8 月
  - 169. Kiyoshi Ioi, Hiroki Yokoi and Keisuke Tatemoto, Design of Wal-Climber with Coaxial Propeller's Thruster, ISR2012, 台湾, 2012 年 8 月
  - \*170. Takuya Toyoshi, Yoshitaka Wada(協力者), Tomonari Furukawa, Camera Calibration Method for Accurate Full Field Strain Measurement by Dot Centroid Method, ASME 2012 Int.l Design Eng. Technical Conf. and Comp. and Info.in Eng. Conf., Chicago, 2012 年 8 月
  - 171. Tomonari Furukawa, Yoshitaka Wada(協力者), Jan Wei Pan, Jinquan Cheng, John G. Michopoulos, Multi-Linear Modeling for Characterization of Nonlinear Behavior of Anisotropic Materials, ASME 2012 Int.l Design Eng. Technical Conf. and Comp. and Info.in Eng. Conf., Chicago, 2012 年 8 月
  - 172. Tomonari Furukawa, Yoshitaka Wada(協力者), John G. Michopoulos, Athanasios Iliopoulos, Probabilistic Vision-Based Full-Field Displacement and Strain Measurement via Uncertainty Propagation, ASME 2012 Int.l Design Eng. Technical Conf. and Comp. and Info.in Eng. Conf., Chicago, 2012 年 8 月
  - \*173. Tomohisa Hashimoto, Itaru Tanno, Yoshihiro Tanaka, Koji Morinishi, and Nobuyuki Satofuka, Simulation of decaying two-dimensional turbulence using kinetically reduced local Navier-Stokes equations, Seventh International Conference on Computational Fluid Dynamics, ICCFD7-1105, Hawaii, 2012 年 7 月
  - \*174. Takuya Toyoshi, Yoshitaka Wada(協力者), Tomonari Furukawa, Simulation of Stress Corrosion Cracking in ICM Housing of Nuclear Power Plant, ASME 2012 Pressure Vessels and Piping Conference, Toronto, 2012 年 7 月
  - \*175. Kazunori Asano, Hiroyuki Yoneda, Kenji Higashi, Turning Machinability of Short Potassium Titanate Fiber Reinforced Aluminum Alloy Composites, 15th European Conference on Composite Materials, Venice, 2012 年 6 月
  - \*176. 坂田誠一郎(協力者), 逐次摂動法を用いた不均質材料の確率均質化・マルチスケール確率応力解析, 第 18 回計算工学講演会, 京都, 2012 年 6 月
  - \*177. 木邨真人, 原田孝, 阿野優次郎, 平面 3 自由度冗長駆動逆折れパラレルメカニズムの開発, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会, 浜松, 2012 年 5 月
  - \*178. 原田孝, 留伯迪, リンク軸力センサを用いた平面 3 自由度冗長駆動パラレルメカニズムの内力と外力の計測, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会, 浜松, 2012 年 5 月
  - \*179. 豊吉巧也, 和田義孝(協力者), 古川知成, ドット重心法による高精度全視野わずみ測定のためのカメラキャリブレーション法, 日本計算工学会講演会, 京都, 2012 年 5 月
  - \*180. 和田義孝(協力者), 菊池正紀, 詳細な測定に基づくファクトリールーフ形状メッシュ生成と応力拡大係数の評価, 日本計算工学会講演会, 京都, 2012 年 5 月

#### <研究成果の公開状況>(上記以外)

- シンポジウム・学会等の実施状況, インターネットでの公開状況等  
 ※ホームページで公開している場合には, URL を記載してください。
- <既に実施しているもの>
- \*181. 精密工学会関西支部 2014 年度関西地方定期学術講演会・見学会, 大阪東部地域と連携した近大発・金型プロジェクト, 近畿大学, 2014 年 7 月 4 日
  - \*182. 第 12 回創機記念講演会, 東大阪クリエーションコア, 2014 年 3 月 28 日
  - \*183. 東大阪市商工会議所 異業種交流グループ連絡協議会講演会・見学会, 金型プロジェクト・設備と産学連携事例の紹介, 近畿大学, 2014 年 3 月 18 日
  - \*184. 近畿大学金型プロジェクト第 1 回外部評価委員会, 近畿大学, 2014 年 3 月 1 日
  - \*185. 近畿大学金型プロジェクト中間報告会, 近畿大学, 2013 年 11 月 19 日
  - \*186. 大阪府立産業技術総合研究所 金型総合技術研究会講演会・見学会, 近畿大学の金型技術産学連携プロジェクトとその研究開発事例, 近畿大学, 2013 年 10 月 10 日

- \*187. 金型サロン「型ろう会」, 東大阪市立産業技術支援センター, 2013年6月～2014年3月
- \*188. 近畿大学研究シーズ発表会, 大田区産業プラザ PiO, 2013年6月24日
- \*189. 東大阪商工会議所 近畿大学研究シーズ発表会, 近畿大学, 2013年3月27日
- \*190. 金型技術の高度化研究プロジェクトセミナー, 堺市産業振興センター, 2013年3月11日
- \*191. 大阪市次世代モノづくり研究会 近畿大学の金型産業支援の取り組み紹介・設備見学会, 近畿大学, 2013年2月26日
- \*192. 東大阪市中心企業振興勤労者福祉機構 近畿大学の自動ロボット 3D 形状計測・検査システム見学会, 近畿大学, 2013年2月21日
- \*193. 第6回 UM モールドフェア, 大阪東部地域と連携した【近畿大学発】・金型プロジェクト, インテックス大阪, 2013年1月18日
- \*194. 金型技術高度化プロジェクトセミナー, 八尾市八尾商工会議所, 2012年9月6日
- \*195. 金型技術高度化セミナー, 大阪市産創館, 2012年8月30日
- \*196. MOBIO-Forum, 近畿大学における金型プロジェクトの概要説明会と交歓会, 東大阪市クリエーションコア, 2012年7月6日
- 197. 近畿大学 金型プロジェクトホームページ, <http://www.mec.kindai.ac.jp/kanagata/2012年～>

<これから実施する予定のもの>

- 198. 近畿大学金型プロジェクト最終報告会, 近畿大学, 2015年5月予定
- 199. 近畿大学金型プロジェクト成果報告会, 近畿大学, 2014年11月予定
- \*200. 近畿大学金型プロジェクト外部評価委員会, 近畿大学, 2014年11月予定

## 14 その他の研究成果等

「13 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果、企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには下線及び\*を付けてください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

項目番号11で記述したとおり、本プロジェクトにおいて論文もしくは学会発表以外の成果として特筆すべき点として、地域に根ざした研究活動が挙げられる。特に、新たな産学連携の取り組みである1社もしくは複数の企業の課題および技術と大学側の複数の専門家の知識をミックスさせ課題解決に取り組んだ「m:n マッチング」の事例<sup>\*226</sup>について具体的に記述する。

本プロジェクトでは、図1に示すとおり、メンバーの専門分野に応じ3つの大テーマを設定し、研究課題に取り組み成果を得た。これに加え、地域企業のニーズに基づき、各成果を横断的に利用するテーマ横断型研究を行った。

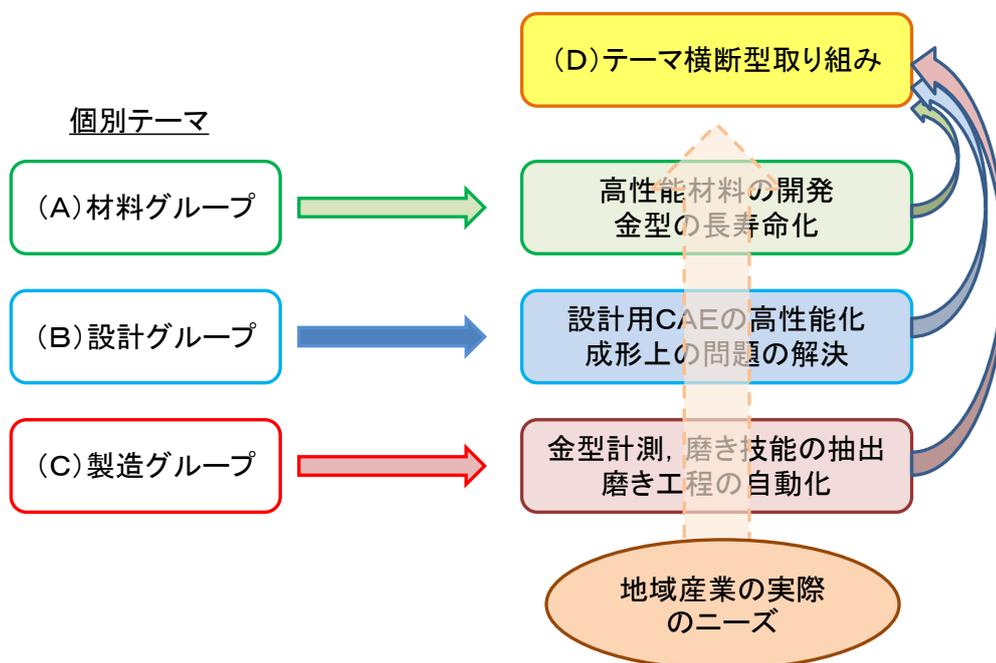
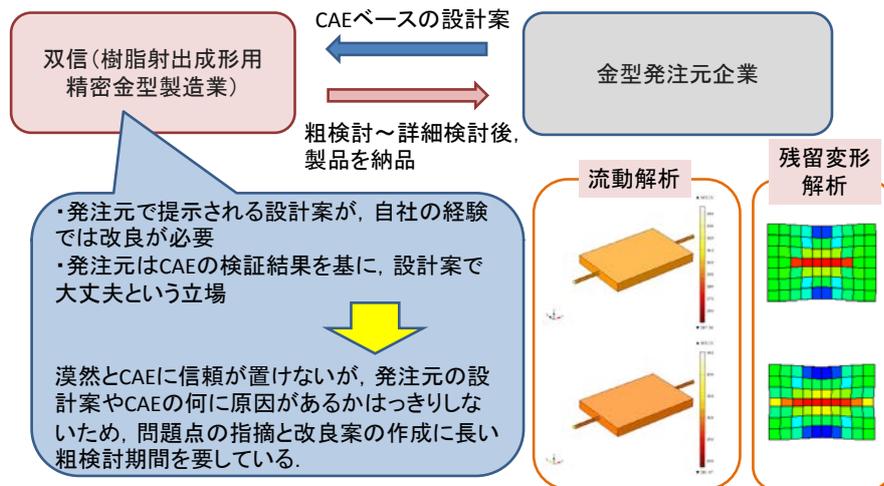


図1 本プロジェクトにおける個別テーマ及びその成果とテーマ横断的取り組みの概念図

本プロジェクトでは複数回の地域セミナーを通じた産業界からの評価とニーズの把握を行ったが、そのうちの一つの課題について、上記のテーマ横断型の取り組みを推進した。具体的な取り組みは、2013年3月に本学で開催した地域貢献セミナーに参加した企業(射出成形用金型製造業)からの質問に係る課題に対し、本学研究者が詳細なヒアリングを行い、課題の切り分けと各分野研究者による複合的な検討を行ったことに端を発する。取り組んだ課題の概要を図2に示す。即ち、当該企業は発注元企業の設計依頼案と金型製造業側のノウハウのギャップに課題を抱えており、その問題がどこにあるのか、改善可能かを把握することを期待していた。これに対し、本プロジェクトでは、特に成形品の引け予測がCAEベースの設計と金型製造業側の経験とで異なることに注目し、この相違の原因について調査することとした。発注元企業の設計案作成プロセスに注目し、CAE専門家、計測専門家、固体力学、流体力学専門家の複数分野の研究者を中心とし、対応を開始した。既に流体部分のCAE解析についてはテーマ(B)で取り組みが進んでいたため、射出成形で重要となる熱流体—固体マルチフィジクス解析のうち固体部分について、種々物理モデルを考慮できる汎用CAEを新たに導入し、CAE設計および成形物評価を大学側が担当することとした。一方、実際の金型製作には高度な技術と熟練の技能が必要なため、試験用金型及び成形品試作を当該企業にご担当頂く共同研究の形式とした。



- ・専門家に相談すべき内容を特定するだけでも大変
- ・射出成形は複合プロセスのため、全体を通してのあらゆる事象に精通した専門家は希有

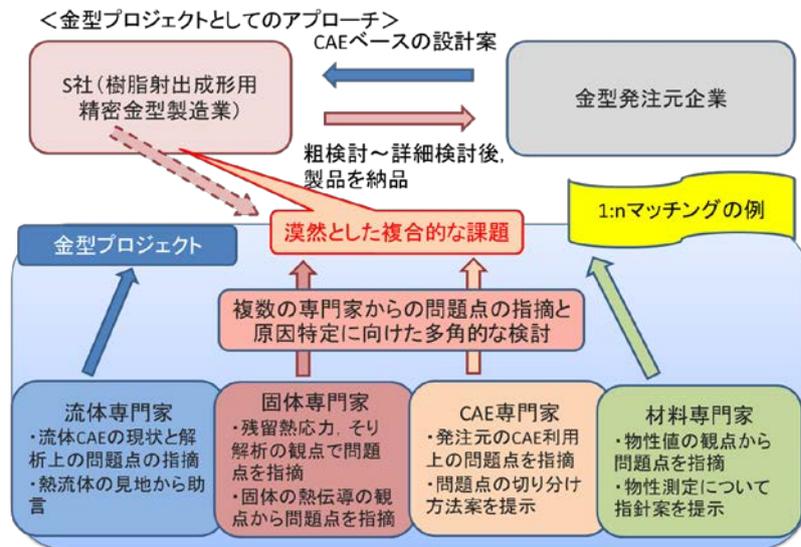


図2 本プロジェクト発の m:n マッチング産学連携の取り組みの概要

平成25年度中に、まず CAE 側で種々の条件による射出成形解析を行い、シミュレーション上の問題抽出を行い、複数回に亘り企業側と打ち合わせを行った。次に、それを受け、平成26年当初より試験用金型の設計を開始、4月に設計案の確定、6月にセンサ等測定方法の確定を行い7月より作製に取りかかっている。この際には、プロジェクト内の計測分野の専門家も加わっている。これと並行して CAE 側でモデルの修正及び再解析の実施、加えて成形品の測定法について検討を進めている。試験用成形品および解析結果の例を図3に示す。

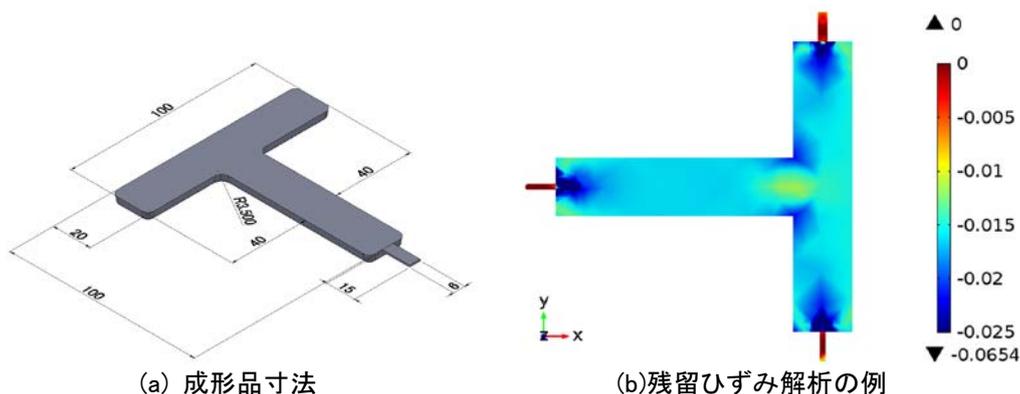


図3 試験用成形品およびシミュレーション結果の例

この後、9月半ばに金型が完成予定であり、9月下旬に成形品の試作、10月より成形品の引けの測定結果とCAE結果との比較検討を行い、当初課題の解決へとつなげる計画で取り組みを進めている。

ここで本成果の特筆すべき点は、専門分野の異なる複数名の研究者が、課題に応じてチームを組み、企業側の有する技術と併せて課題解決に取り組む点である。これは通常大規模なプロジェクトを通じて実施されるが、本取り組みでは1大学内で柔軟に取り組める点が長所であり、新たな産学連携の取り組み方法を提案するものでもある。

実際、この取り組みを通じ連携を深めることで、当初プロジェクト側で想定していなかったような、たとえば成形品の品質改質のための金型設計案について、図4に示すように、**上記の専門家に加えさらに材料の複合化および計測の専門家も加え**、さらに踏み込んだ改善案を本プロジェクトの成果を元に提案する取り組みも計画している。既に平成26年3月に材料複合化の専門家も加えた検討を行い、材料の試作を始めているところである。

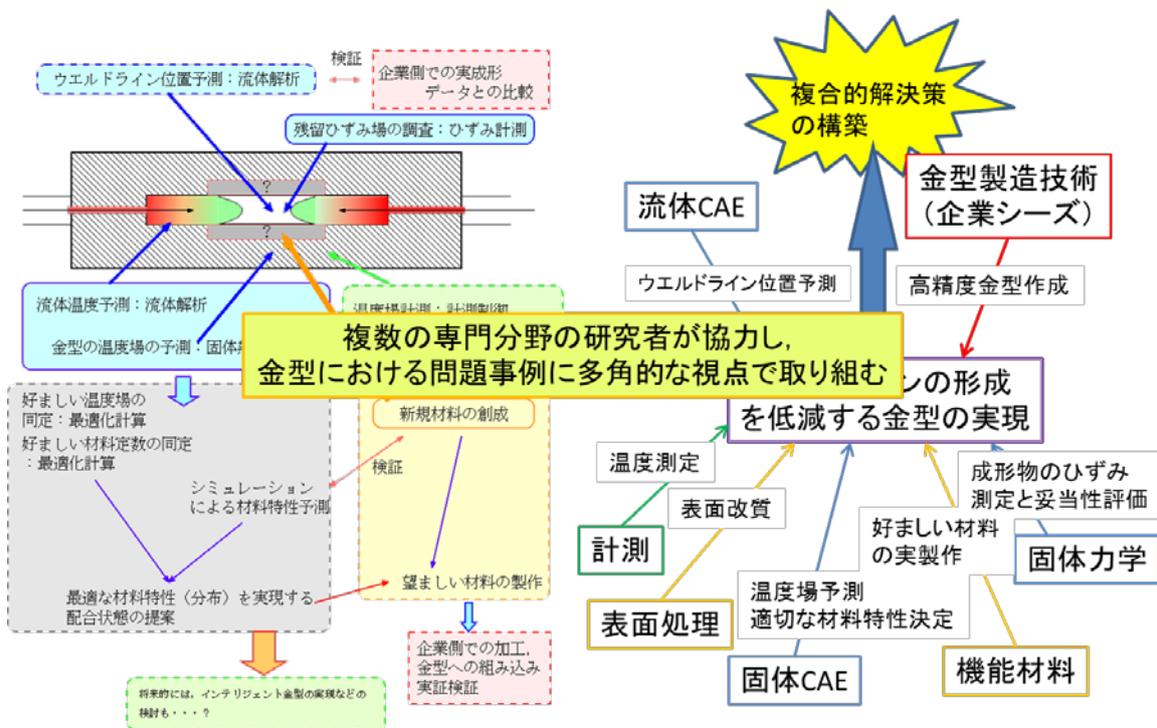


図4 固体—流体—熱及びCAE、計測、材料の専門家群による金型改質の取り組みの例

このように、本プロジェクトは単に各分野の専門家が独自に興味を持つ内容を研究したというのではなく、対象産業分野の抱える複合的な課題に対し、プロジェクト側からも複数の専門家に対応させ、解決に向け取り組むことが特徴であり、それを実際に遂行できている点が成果である。

尚、本取り組みは企業側とプロジェクト担当者グループの二人三脚で進めており、特定の課題のみにとどまるものではないことから、これまでの研究論文、学会発表、特許出願などに直接つながるような成果とはなりにくい。本テーマ関連の研究成果としては、CAEによる複合材料樹脂成形品の品質評価の観点から、近年注目されているマルチスケール確率解析について、プロジェクト開始後は特に樹脂製品や射出成形等加熱成形に着目した研究をプロジェクト課題の関連研究として行っている<sup>\*33-<sup>\*</sup>39,<sup>\*</sup>41</sup>。この内容は、今後上記試験金型による成形品の品質評価とCAEによる解析結果の比較検討に重要な位置を占めるため、大学側の研究が先行して成果を出した。尚、本成果は世界最高峰の応用力学研究者組織であるIUTAMの専門シンポジウムでの招待講演<sup>\*122</sup>や、計算力学分野での世界最大の会議であるWCCMでの基調講演<sup>\*67</sup>として招待されるなど、個別の研究成果としては国際的に評価されていると言える。また、均質材料の強度および破壊挙動の評価法<sup>\*12-<sup>\*</sup>14,<sup>\*</sup>32,<sup>\*</sup>40</sup>や全視野ひずみ測定法<sup>\*31</sup>に関する業績にも示されるとおり着実に成果を得ている。

しかしながら、産業界、特に大阪東部地域に点在する中小企業が抱えている問題は、むしろ本項目で例示したような**包括的な課題**であり、これに**個々の研究者が単なる研究論文執筆にとどまらず、これまで得た知見、プロジェクトの成果を元に実質的に貢献する取り組みとして、本内容はこれまでにない意義がある**と考える。また、このような取り組みが、地域企業のプロジェクトへの信頼感の醸成に繋がり、新たな産学連携を通じた地域に根ざした研究の柱となるとともに、構想調書に示した地域に根ざした研究拠点の構築の基盤となると確信す

る。

この活動を受け、本学でも本研究課題をより進化させた取り組みとして、地域連携研究教育拠点である金型デザインセンター(仮称)の設立を平成25年7月より検討し、本プロジェクト完了直後である平成27年4月の活動開始に向けて準備を進めているところである。

また、上記取り組みに限らず、本プロジェクトの趣旨に従い多数の産学連携、特許申請等を行っている。学術論文および学会発表以外の成果および取り組み事例を以下に示す。

- \*201. 西籘和明, 熱可塑性CFRP製パイプ継手の開発と融着の高度化に関する補助事業、機械工業振興補助事業、研究補助金, 2014 年
- \*202. 西籘和明, 田邊大貴, 繊維強化熱可塑性樹脂部材の融着方法, 特願 2014-044311, 2014 年
- \*203. 五百井清, 熟練技能者の金型磨きデータの計測, 技術相談・測定分析, 2014 年
- \*204. 浅野和典, アルミニウム合金溶湯の低圧鑄造用金型部品の寿命向上, 共同研究, 2013-2014 年
- \*205. 沖幸男, Ni 基金属間化合物合金の溶射被膜および溶射被膜の製造方法, 特願 2013 - 175624, 2013 年
- \*206. 西籘和明, 自動車用射出成形部材のデジタル画像計測, 技術相談, 2013 年
- \*207. 西籘和明, 照明器具用射出成形品の成形欠陥対策, 技術相談, 2013 年
- \*208. 西籘和明, インサート射出成形による炭素繊維とPA6樹脂との複合化, 技術相談, 2013 年
- \*209. 西籘和明, 金型加工において付加価値と表面処理技術, 技術相談, 2013 年
- \*210. 西籘和明, 炭素繊維強化プラスチックのプレス・射出成形, 技術相談, 2013 年
- \*211. 西籘和明, 段ボールの加工の用途展開, 技術相談, 2013 年
- \*212. 西籘和明, ベルトの締め金具の樹脂化, 技術相談, 2013 年
- \*213. 西籘和明, 熱硬化性 CFRP 積層板の切削加工, 技術相談, 2013 年
- \*214. 西籘和明, 熱可塑性 CFRP のプレス・射出成形技術, 技術相談, 2013 年
- \*215. 西籘和明, 革新的な金型の製造装置・金型・成形品の検査システムの開発, 技術相談, 2013 年
- \*216. 西籘和明, リチウムイオン電池用ガスケット用の射出成形品の離型性改善, 技術相談, 2013 年
- \*217. 西籘和明, 金型製造業への 3 次元プリンタを活用したものづくり, 技術相談, 2013 年
- \*218. 西籘和明, デジタル画像計測システムによる微細金型の形状測定, 技術相談, 2013 年
- \*219. 西籘和明, デジタル画像計測による射出成形品の形状測定, 依頼研究, 2013 年
- \*220. 西籘和明, デジタル画像計測による CFRP 製ホイール成形品の形状測定, 依頼研究, 2013 年
- \*221. 西籘和明, デジタル画像計測による CFRP 成形品の設計・製造の高度化, 受託研究, 2013 年
- \*222. 小坂学, 和田義孝(協力者), 坂田誠一郎(協力者), 射出成形金型における温度場解析, 技術相談, 2013 年
- \*223. 原田孝, 車両洗浄ロボット, 技術相談, 2013 年
- \*224. 西籘和明, 機械工学実験テキスト「E 型彫り放電加工実験」, 2013 年
- \*225. 木口昭二, 自動車部品の多数個取り砂型鑄造実験と湯流れ・伝熱解析, 共同研究, 2012-2014 年
- \*226. 和田義孝(協力者), 坂田誠一郎(協力者), 浅野和典, 橋本和久, 大坪義一, 射出成形用金型における CAE 解析結果と経験的設計の相違の原因解明に関する総合的検証および金型改質に関する研究, 共同研究 2012-2014 年
- \*227. 富田義弘, 鑄ぐるみにより作製した金型内冷却パイプによる冷却能向上, 受託研究, 2012 年
- \*228. 東崎康嘉, 橋本知久, 金型離型抵抗の低減技術に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*229. 西籘和明, プラスチック射出成形品の形状品質に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*230. 西籘和明, プラスチック射出成形金型の高機能化に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*231. 西籘和明, カーボンコンポジットの機械的締結に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*232. 西籘和明, 粉末成形によるマイクロ部品製造法に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*233. 西籘和明, デジタル画像計測による熱可塑性 CFRP プレス成形品の形状測定, 共同研究, 2012 年
- \*234. 西籘和明, 熱可塑性 CFRP プレス成形金型に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*235. 西籘和明, 熱可塑性 CFRP 破砕片の射出成形に関する研究, 共同研究, 2012 年
- \*236. 西籘和明, 射出成形用加熱搬送装置の開発, 共同研究, 2012 年
- \*237. 西籘和明, 金属・樹脂ボルトの緩み防止対策, 技術相談, 2012 年
- \*238. 西籘和明, 炭素繊維強化プラスチックの用途展開, 技術相談, 2012 年
- \*239. 西籘和明, 高圧水噴射用ポンプ部品の樹脂化, 技術相談, 2012 年
- \*240. 西籘和明, ロアパネルの材質・構造の最適化, 技術相談, 2012 年

## 15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項とそれへの対応

### <「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

「外部評価を含む評価体制を整備されたい。」

### <「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

外部評価体制の整備に関する留意事項に対応するため、本プロジェクトの特色(地域に根ざした研究)に鑑み、他では余り見られない2段階外部評価の体制を構築した。即ち、プロジェクト初年度には地域セミナー等を通じて、プロジェクトの取り組みについて地域産業界からの評価を受けることとし、プロジェクト2、3年目には、1年目の地域産業界の評価を反映した取り組み状況について、金型関連分野の専門家に外部評価を依頼することとした。プロジェクト1年目の評価体制は項目13に示した地域セミナーでのアンケート、質疑応答によるものとし、プロジェクト2、3年目の外部評価体制としては、3名の学外有識者(大阪産業大学 前川教授(元型技術協会会長)、大阪府産業技術総合研究室経営戦略課 南様、東大阪市立産業技術支援センター 曾根所長)からなる外部評価委員会を組織し、プロジェクト2年目および3年目にそれぞれ外部評価委員会を実施することとした。(3年目は平成26年11月に実施予定)

上記の通り、本プロジェクトの狙いである地域に根ざした研究に鑑み、通常の有識者だけでなく、プロジェクト当初に地域産業界の評価を受け、プロジェクト遂行に採り入れている。加えて、大学(金型関連学協会)、地域独立法人、東大阪市等官学の有識者からの評価を受けることで、産官学の幅広い方面から評価を受けることとした。

まず、初年度の地域産業界からの評価を通じ、プロジェクトに対する期待と、例えば技術のデジタル化による技術流出の懸念及びそれに対する対応の甘さなど、産業界視点での厳しい評価を頂いた。それに基づき、以降プロジェクトを推進する上で、真に地域産業に貢献できる、地域に根ざした研究となるよう修正すべき項目を明らかにして課題を推進できた。

続いて、2年目の有識者による外部評価委員会においては、プロジェクトの概要や狙いおよび計画に対する進捗状況の評価に加え、予算執行状況、機器利用状況等の透明性や妥当性について報告を行い、評価を受けた。予算執行については装置購入、人員採用ともプロジェクト会議での協議および承認、プロジェクトリーダーの承認を順次行う透明性の高い手続きを採用している点、また機器利用についてはプロジェクト内に実験工場担当長と装置毎の管理担当を決め、プロジェクト全体での利用ルール等の策定および装置使用管理を行うなど、一部の担当者の私的判断による装置の囲い込みや私物化を避け、利用効率および共同性を高める形式としている点などについて報告を行った。

報告に対し、特に予算執行や課題推進、装置利用等についての問題点の指摘がなかったことに加え、プロジェクトの取り組みの意義などについて高い評価をいただいた。

以上の対応により、研究課題遂行において、プロジェクト内部の独りよがりな視点に偏ること無く、またプロジェクト遂行にかかる諸業務、特に予算執行並びに装置利用を含む課題推進について、より透明性が高く公共性の高い取り組みへの意識が高まり、結果として2年目以降の外部評価時の問題指摘点がゼロとなるようなプロジェクトの遂行へとつながった。

尚、平成26年3月1日に外部評価委員会で受けたコメントおよびそれに対する回答・対応の主なものを以下に示す。

**コメント** 国公立大学生に比べて私立大学生は学習姿勢が消極的なため、金型技術者育成は私大では難しいイメージがある。アジアの若い人をターゲットにして教育する必要があるのでは？タイやベトナムの学生を日本へ呼び、日系企業へ就職、日本の学生との人脈にもつながる。文科省へのアピールになる。

**回答** タイの工業大学と近大が提携したので今後関わっていける可能性があります。参考 URL は、<http://www.kindai.ac.jp/topics/2013/05/510.html> です。

また、国際交流室では交換派遣留学の提携先を倍増させる計画を立案している最中です。

**要 望** 金属3Dプリンタは旧松下電工が進んで事業化していた。経産省が大型予算を充てるので、この関連企業(パナソニック、ダイハツ)を紹介できるので、可能性があればこの分野でも貢献してほしい。

**回 答** 経産省のH26年度「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」に工学部の京極先生ら30を超える研究機関や企業が共同で事業採択をされている。本学工学部の京極教授らを中心に研究開発を進めて行く方針です。一方、『型ろう会』に参加されている金型関連企業およびリエゾンセンターを通じて金属3Dプリンタに対する技術相談が数件ある。プロジェクトとして金属3Dプリンタに対する技術情報に注視し、粉末冶金やパラレル機構等の観点からの情報提供に加え、デジタル画像解析ロボットによる形状測定を通じて貢献させていただきます。

**要 望** 金型業界の方々を紹介することができるので是非声をかけてほしい。冷間鍛造用金型は関西企業数社が技術を持つだけ。この分野でも貢献してほしい。

**回 答** 冷間鍛造に関しては研究者がおらず近い将来も含めて対応が難しいと認識しております。しかし、重要な課題であるので情報収集は継続予定です。

**コメント** 学生金型グランプリに出場のため、企業人材を多く入れたほうがよい。

**回 答** 学生金型グランプリの出場に際し、金型の設計・製造を現場で経験した職人の協力は必須です。技術支援者(金型職人)2名をプロジェクトの研究予算で雇用し、本年度の第6回学生金型グランプリに初出場いたしました。金型プロジェクト終了後の翌年の第7回学生金型グランプリにも技術支援者の協力を得て出場予定する予定です。第8回目以降も技術支援者の協力が必要と考え、金型デザインセンター(仮称)の新設に伴い、センターの技官とは別に金型技術者の採用を要望しております。

**コメント** CAEはサポートとセットにならないと中小企業で使うのは困難。卒業生が金型企業へ就職することまで考慮した進め方をしてほしい。

**回 答** 現在はCAE解析部分のみ開発しています。本プログラムは受託解析を対象とします。学生へのCAE教育は学生金型グランプリを通じて実施する予定です。

<「中間評価時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

「該当なし」

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

「該当なし」