

近畿大学 理工学部  
理工学部地域連携先端研究教育センター センター長  
原田 孝  
近畿大学 総合理工学研究科 メカニクス系工学専攻  
大阪東部地域連携における先進的な金型技術の高度化研究 プロジェクトリーダー  
小坂 学

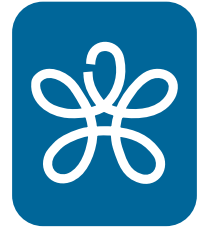
## 理工学部地域連携先端研究教育センター開所式および金型プロジェクト最終成果報告会

このたび、理工学部地域連携先端研究教育センターを開所することになりました。本センターは、これまでの学生の加工実習およびコンテスト等の製作支援を担っています機械実習工場に加え、地域の産業界等との連携・交流により技術開発、技術の発展に貢献することを目的に、金型デザイン室や地域連携技術開発室を置いています。

日時：平成27年4月25日(土) 見学 14:00～、開所式・報告会 15:00～、懇親会 17:45～  
場所：近畿大学 東大阪キャンパス 11月ホール 小ホール

### プログラム

14:00～14:50	施設見学	
15:00～15:05	開会のあいさつ	
15:05～15:25	地域連携先端研究教育センターの説明	原田 センター長
15:25～15:45	金型プロジェクト全体活動報告	小坂 プロジェクトリーダー
15:45～16:15	型・材料グループ成果報告	浅野 グループリーダー
16:15～16:45	型・設計グループ成果報告	橋本 グループリーダー
16:45～17:15	型・製造グループ成果報告	原田 グループリーダー
17:15～17:30	学生金型グランプリ出場報告	西籾 サブプロジェクトリーダー
17:30～17:40	全体質疑	
17:40～17:45	閉会のあいさつ	
17:45～19:15	懇親会	



# 『金型プロジェクト全体活動報告』

プロジェクトリーダー  
教授 小坂 学  
プロジェクトサブリーダー  
准教授 西藪 和明

金型の材料から設計および製造に係る先進的な研究を通じ、地域に貢献する

## 金型プロジェクト(型プロ)全体活動報告

【正式名称】文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 地域に根差した研究  
「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」

【いきさつ】 建学の精神「**実学(社会に役立つ)**」⇒「地域貢献」  
近大本部は**東大阪・・・金型産業**＝技術立国ニッポンのお家芸(強みの源泉)  
しかし、国内の産業空洞化→匠の技の引継ぎ、技術革新が課題 → 型プロで貢献

### 【特徴】

- ・従来の地域連携・・・大学の研究者の専門分野が合う研究に限定(例 モータ制御、合金)
- ・金型産業は、さまざまな専門分野が必要な総合技術(材料、設計、製造など)  
↓そこで
- ・**新しい地域連携**・・・専門分野が異なる複数の研究者(15名)が協力して研究  
大阪東部の金型産業と連携してニーズ調査 → 研究
- ・教育・・・現場の金型職人を雇用し、**金型寺子屋**を開設して学生を教育

### 【成果】

- ・『**近大ものづくり工房**』(通称):平成27年度4月、関西初の地域連携の拠点を開設
- ・学生を教育して**金型グランプリ**に参加。製造技術を習得した人材を育成

## これまでの実績

	【教育】	【研究】	【地域貢献・学外PR】	【金型工場】
24年度	<b>金型寺子屋開設</b> 金型職人によるゼミ生の金型教育	<b>研究開始</b> 材料: 溶射による金型表面の皮膜形成強化材を使った鑄造による局部複合材の開発 設計: CAEによる射出成形金型の温度分布の解析 製造: 金型磨き技術の抽出とロボットへの技術移植 <b>産学協同研究10件</b> 他学科との協同研究	<b>型プロセミナー</b> 6回開催、約250名参加 <b>展示会出展</b> UMモールドフェア <b>新聞掲載5件</b> 朝日、日経、日刊工業他 <b>金型機関誌掲載</b> 型プロ・サイト公開	<b>5軸マシニングセンタ</b> 金型をつくれる、5軸は超高性能 <b>3D画像計測システム</b> 金型をデジタル化、アジア初
25年度	<b>学部の授業に導入</b> 機械工学実験のテーマ	金型企業訪問 ↓ 学内成果報告会 <b>中間成果報告会</b> (含む、設備見学会)	<b>3D計測・CAEサービス</b> オープンキャンパスで見学・実演会 ↓ 外部評価委員会 ↓ オープンキャンパスで見学・実演会	<b>ワイヤカット放電加工機</b> 金型をつくれる <b>射出成形機</b> 金型でプラスチック製品をつくれる <b>レーザー顕微鏡</b>
26年度	<b>院の授業に導入</b> 金型演習科目を開講	<b>ニーズ調査</b> ↓ 専門分野が異なる複数の研究者で取組 (新しい地域連携)	↓ 外部評価委員会 ↓ <b>型ろう会</b>	
27年度	<b>金型グランプリ出場</b>	<b>最終成果報告会</b>	↓ 外部評価委員会	
<b>近大ものづくり工房(通称)開設</b>				

## 近大発・金型プロジェクトに至った経緯

### ➤近畿大学を取り巻く環境

金属 鍛造 鑄造 東大阪市 4000社超

### ➤大阪のモノづくり

大阪: 約2万4千社 (日本の10社に1社)  
 集積率: 東京の1.3倍、愛知の3倍

大阪東部に、  
 大阪府内の金属産業の半数強が集積

大阪: 日本の金型産業の最大集積地

大阪府: 愛知県、静岡県に続き、日本3位  
 プラスチック用型やゴム用型が多い

### ➤日本の金型産業の実情

中小零細:  
 20名以下が90%



工場密度(東京の約1.6倍, 全国1)  
 東大阪市 vs. 大田区  
 135件/km<sup>2</sup> 85件/km<sup>2</sup>

大阪が元気になれば日本は、  
 ものづくりを元気にするには?  
 元気な近大ならば.....

大阪東部地域  
**金型事業所数**  
 約700社

(研究観点)  
 地域に根差した研究

平成24年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業  
 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

## 近大発・金型プロジェクト研究者

**型・材料グループ**



沖 幸男  
溶射による  
金型の高機  
能化



浅野和典 Gr長



木口昭二  
鋳造型の  
流れ・伝  
熱解析



富田義弘 副Gr長  
金型材料の  
複合化によ  
る高性能化  
鋳造用鋳型  
作製金型の  
耐久性向上

**型・設計グループ**



落合芳博



梶原伸治



橋本知久 Gr長

金型CAEソフト開発



東崎康嘉



西藪和明 副Gr長  
PT補佐

金型の摩耗  
摩擦・潤滑  
の評価

CFRTPのプレ  
ス・射出成形



和田義孝



坂田誠一郎  
成形加工と数値計算

**型・製造グループ**



五百井清



小坂 学 PT長

金型磨き技  
能の特徴  
抽出・移植

金型の先進  
制御



原田 孝 Gr長



大坪義一 副Gr長

金型磨きの  
自動化

金型の計測  
ロボットの開発

## 近畿大学発・金型プロジェクトの理念

地域連携で、  
**金型**の材料から設計および製造の  
 先進的な研究を通じ、  
 地域に貢献する



# 近大発・金型プロジェクト の 研究の目的・意義

## 地域の金型製造業からの“要請”



①暗黙知の金型技術のデジタル化  
(地域の財産として継承)

②研究者の専門分野との関連付け  
(金型の材料・設計・製造の研究)

(大学)  
地域に金型人材として  
活躍できる学生を育てる

(地域)  
大阪東部地域が金型の設計・  
製造の拠点として維持

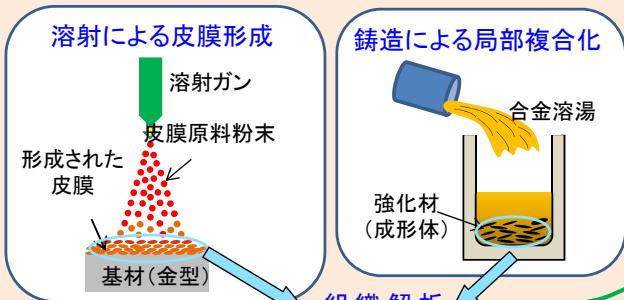
地域と大学が共に発展する環境の提供

『大阪東部地域金型デザインセンター(仮称拠点)』新設

関西圏  
初誕生

## 3つの「専門研究グループ(Gr)」の研究内容 『3分野融合』

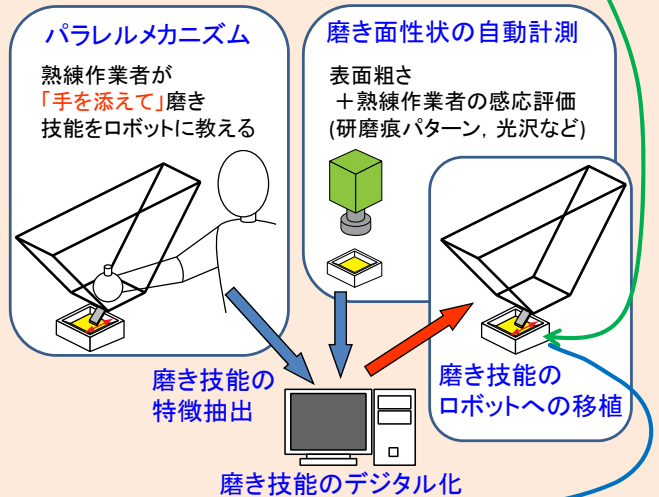
**型・材料Gr** 『金型材料の表面改質・複合化』



金型試作  
(金型表面への複合化)

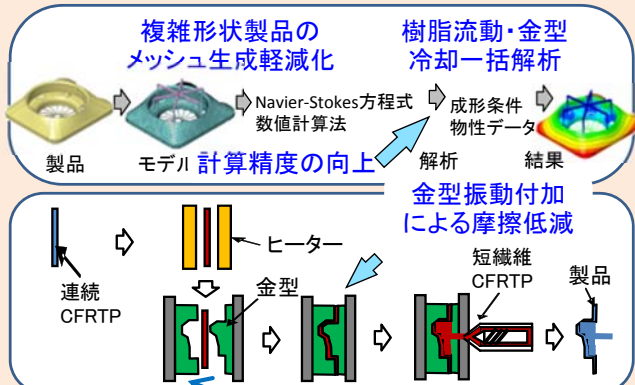
**型・製造Gr**

『金型磨き・計測の完全自動化』



**型・設計Gr**

『射出成形金型CAEの高精度化』





## 「金型プロジェクトチーム(PT)」設置

プロジェクトリーダー(PL): **メカニクス系工学専攻長**

メンバー: 機械工学科の教員

### 3つの研究グループ(Gr)」

型・材料Gr

Gr長

型・設計Gr

Gr長

型・製造Gr

Gr長



(地域連携)

リエゾンセンター

(地域)

大阪東部地域の市役所・商工会議所, 大阪府, 各工業団体など

金型製造企業, 金型利用企業

## 3つの「専門研究グループ(Gr)」の研究内容



型・材料Gr

金型材料の  
高機能・複合化

(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)

鑄造用鑄型作製金型の耐久性向上化技術

型・設計Gr

金型設計の  
CAEと利用技術

(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

型・製造Gr

金型の磨きと  
計測の自動化

(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

# 期待される効果



『大阪東部地域金型デザインセンター(仮称拠点)』新設  
研究成果を地域企業等に広く還元

関西圏  
初誕生

このセンターを通して、

金型製造企業に対して  
最新の金型の製造法や計測法の習得、  
金型人材の安定的な供給

製品設計メーカーに対して  
金型の設計・製造・計測に関する先進  
的な技術を導入する機会の提供

このような地域へのサービスを通して、

近畿大学が地域の金型産業の主導的立場に位置づけられる。  
より地域との交流が深まり、『地域産業への貢献』につながる。

教員は、  
金型製造の現場対応力や課題について理解を深めることができる。  
本学の建学の精神の1つ「実学」をより深化させることができる。

# 導入装置



## マシニングセンタ

(2012年度導入)



## 型彫り放電加工機



## デジタル画像計測システム



## 射出成形機

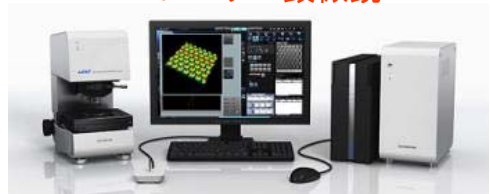
(2013年度導入)



## ワイヤカット放電加工機



## レーザー顕微鏡



## 新聞での紹介 (広報活動)



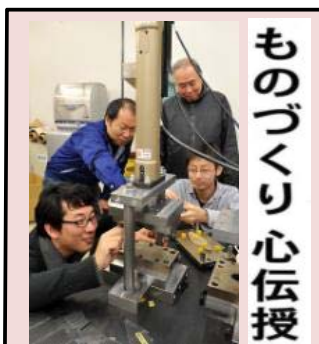
日刊工業新聞  
2012. 7. 19

近畿大 大阪東部の企業調査  
**金型技術の高度化促進**

日経新聞  
2012. 8. 30

**中小の技術力  
大学が伸ばす**

近大 金型の研究拠点



ものづくり心伝授

日経新聞Web版  
2012. 12. 11

近大で「金型学」始動 先端技術持ちよ、地元中小を支援

朝日新聞 2013. 1. 27

町工場のまちものづくりの土台  
**近大、金型研究に力**

匠の技をデータ化、地域に還元

朝日新聞 Web版 2013.01.27

匠の技をデータ化 近大、金型研究に力 大阪



【西村圭史】町工場が鉄大が、金属や樹脂の金型を研究する「金型」でいる。金型づくりは職者が不足しているのは、技術をデータ化し、もらうのが狙いだ。

金型は 工業製品の

毎日新聞 大阪夕刊  
2013. 3. 1

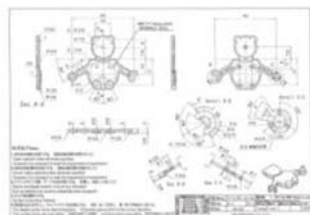
地元職人講師に「金型寺子屋」

## 卒研究生による金型グランプリ課題製作 (教育的効果)



### 金型グランプリへの出展(準備)

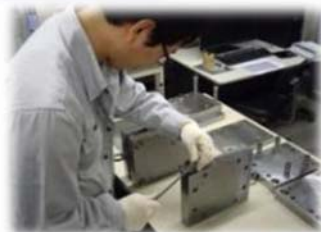
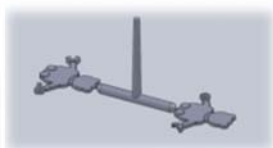
プラスチック射出成形金型の製作



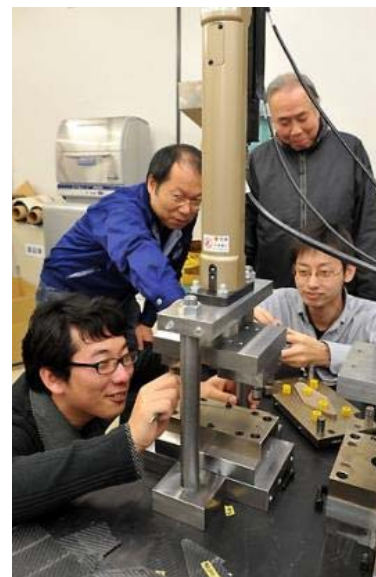
### 金型寺子屋

研究支援者:2名(金型製造の指導)

アルバイト:1名(計測装置・成形機の操作)



デジタル計測ロボットによる  
金型および成形品の計測





## 学部の授業への導入 (教育的効果)



### 機械工学実験 型彫り放電加工による印鑑製作



## 金型プロジェクトの取組状況 (広報活動・地域貢献)



### メディア

- 新聞 2012/7/19: 日刊工  
8/30: 日経  
2013/1/27: 朝日  
3/1 : 毎日  
7/10: 日本産業  
7/10: 日本物流  
8/10: 金型新聞  
9/5: 機械新聞  
9/25: 日刊工
- Web 2012/12/11 : 日経Web版  
2013/3/1 : 毎日Web版
- 機関紙 2012/10/1 金型工業会

### セミナー

- 2012/7/6 : 東大阪市 } 型プロ  
8/30: 大阪市 } アンケート  
9/6 : 八尾市 }  
2013/3/11: 堺市

### 見学会

- 2013/2/21: 東大阪市見学会  
2/26: 大阪市見学会

### 展示会

- 2013/1/18: 第6回UMモールドフェア

### 学内広報

- 2012/11/21: 理工総研コラキウム  
12/1: リエゾンセンターニュース

### 技術相談

- リエゾンセンター経由 20件以上

### 依頼講演

- 2013/3/26: 東大阪商工会議所  
6/24: リエゾン東京開設記念  
7/2: 府産技総研主催 金型綜研

### 企業訪問

- 金型製造業, 成形企業など

### 金型サロン

- 『型ろう会』 毎月1回  
東大阪市役所・機構・センターと共催



## 金型サロン『型ろう会』 (地域貢献)



### 主 催:

東大阪市  
(公財)東大阪市産業創造勤労者支援機構  
東大阪市立産業技術支援センター  
近畿大学(金型プロジェクト)

### 目 的:

セミナーの実施や参加企業と研究者・コーディネーターとの交流・意見交換ができる学官連携の拠点としたい。

開催日:月1回 18:30~

会 場:東大阪市立産業技術支援センター

内 容:金型に関する情報提供・情報交換

定 員:20名程度

対 象:東大阪市内金型関連企業 他



## 論文・著書・特許・外部資金・技術相談・共同研究等の実績



2014年12月現在

雑誌論文(査読有): 40編  
書 籍: 7編  
学会発表: 133件  
特許出願: 3件  
シンポジウム・学会: 18件  
マスメディア・雑誌: 13件  
共同・受託研究: 13件  
技術相談・依頼試験: 22件  
助成金等外部資金: 2件



2014年1月19日に、文部科学省より、  
 「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に係る事後  
 評価(平成26年度実施分)の結果について、  
 総合評価(総合所見)が、  
**A評価(優れた研究成果を上げている)**  
 であると通知されました。

総合所見

大阪東部という地域に根ざした金型にまつ  
 わる研究が確実に遂行され、産学連携へ  
 の取り組みも進んでいる。  
 外部評価は行われていないが、地域の企  
 業という外部との交流が本研究では大きな  
 要素を占めていることから問題はない。

総合所見

金型技術は、日本が誇る技術の一つであり、  
 大阪東部の金型産業集積地に位置する近  
 畿大学で本事業が推進されたことは意義あ  
 ることと思われる。  
 成果も得られ、地域のデザインセンター構  
 築の準備に入っており、高く評価される。  
 今後、地域の技術の発展のために、密に  
 連携していくことを期待する。

金型プロジェクトのホームページ (広報活動)



<http://www.mec.kindai.ac.jp/kanagata>



# 型・材料グループ 成果報告

1. 金型製造企業および川下企業が抱える課題を抽出
2. これを解決しうる
  - 新しい材料
  - 新しいプロセスによる金型の作製

1

## 1. 金型製造企業および川下企業が抱える課題の抽出



### 金型材料に求める特性

(プロジェクトセミナー、金型グランプリ(2012)などによる調査から)

- 熱交換能力の向上(生産性向上) → 高放熱性(高熱伝導率)
- キャビティ内の保温効果の増大 → 断熱性(低熱伝導性)
- 安定した寸法 → 低熱膨張, 高剛性
- 寿命向上 → 高強度, 高剛性, 高硬度, 優れた耐摩耗性

型・材料グループでは,

これらの特性を改善するための  
金型材料, 金型作製プロセスの開発

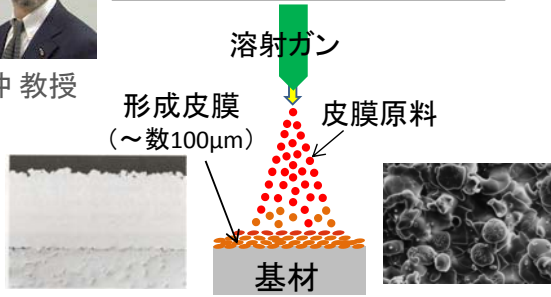
2

# 材料グループの主な研究テーマ



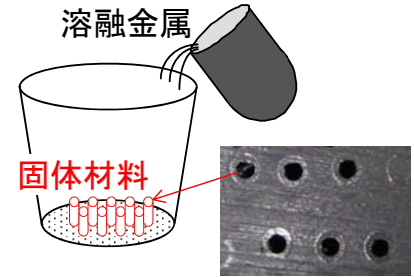
## 1. 溶射による金型の高機能化技術

沖 教授



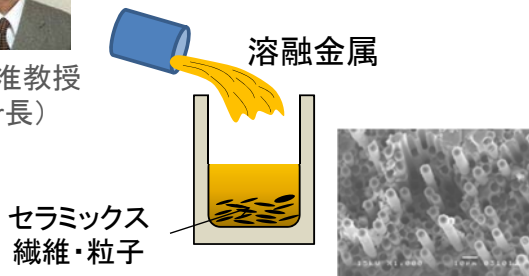
## 3. 鑄ぐるみによる鑄型作製金型の耐久性向上

富田 講師 (副Gr長)



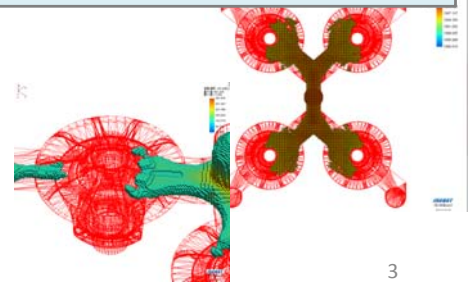
## 2. 金型材料の複合化による高性能化

浅野 准教授 (Gr長)



## 4. 鑄造型の流れ・伝熱解析による鑄造品の生産性向上

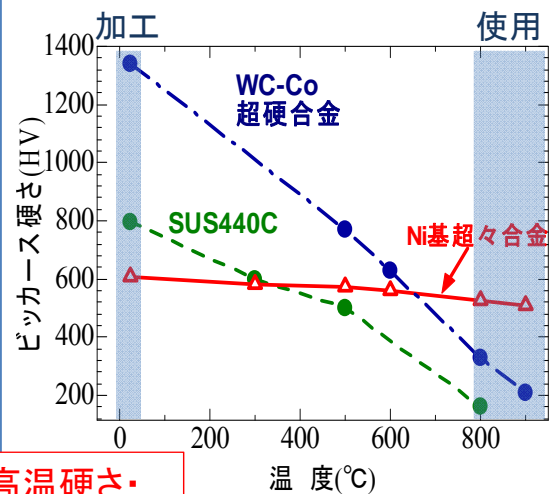
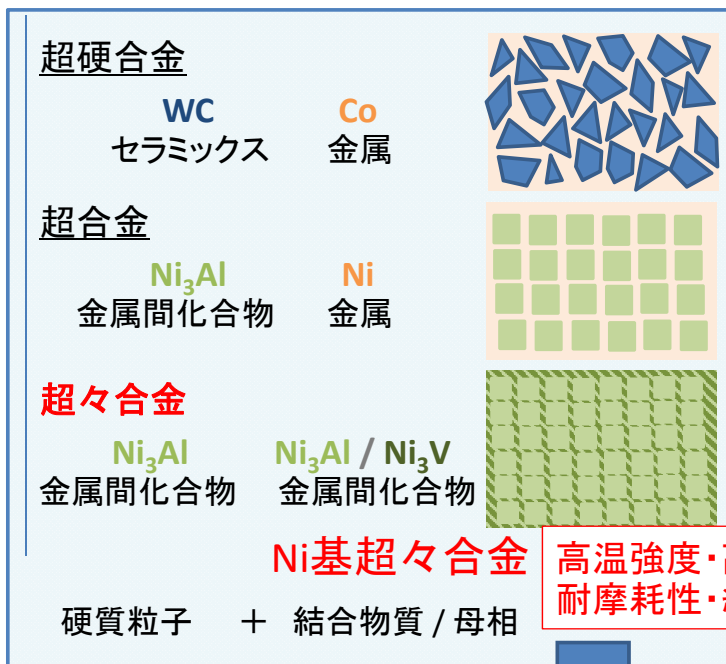
木口 教授



3

## 2. 研究結果

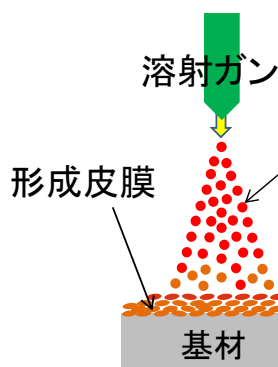
### 2-1. 溶射による金型の高機能化技術



本研究では

溶射による耐熱耐摩耗皮膜としての適用  
溶射成形法によるニアネットシェイプ部品の作製

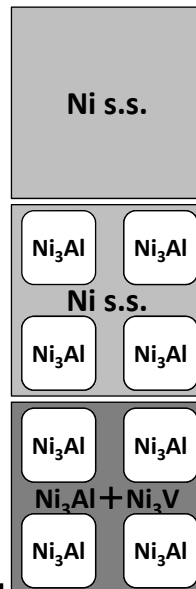
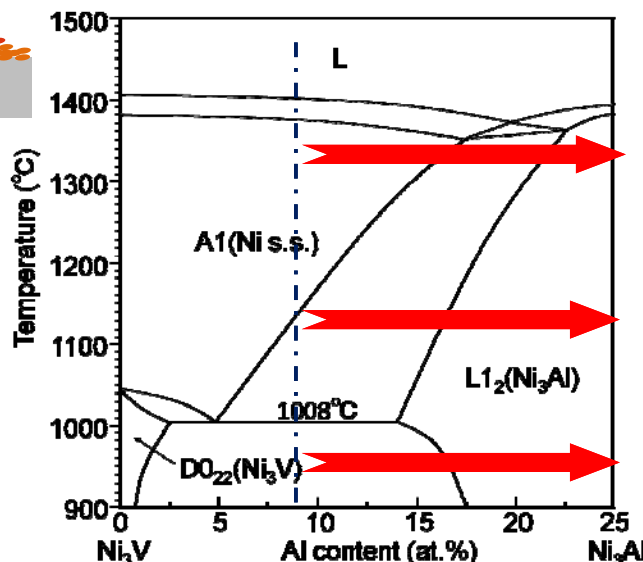
を試みる



皮膜原料  
Ni-Al-V-Nb系  
アトマイズ合金粉末

急凝固によって皮膜形成される  
溶射プロセスにおいて、

二重複相組織が得られる  
溶射条件、後熱処理条件を解明



Ni基  
超々合金

5

# まとめ



プラズマ溶射法を用いて二重複相組織を有するコーティングを得ることを目的に皮膜を作製し、以下の結論を得た。

- (1) 溶射のままのコーティング層の組織は規則化せずにNi固溶体相のまま凍結された。これはプラズマ溶射による冷却速度が非常に速いためであると思われる。
- (2) 今回選択した条件でプラズマ溶射後に1280°C-3h熱処理を施すことで、二重複相組織をもつコーティング層が得られた。

本研究によって熱処理を施すことでNi基超々合金の二重複相組織を有する皮膜が得られ、この合金の溶射コーティング材料としての可能性を見出した。

基材の予熱によって凝固速度を遅くし、基材の後熱によって冷却速度を遅くし、溶射工程のみで二重複相組織を得ることを目指している





### アルミニウム合金

- 軽量で、高熱伝導、耐食性に優れる: 試作用金型やブロー成形用金型などに使用

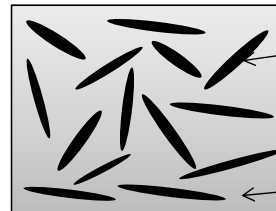
- 剛性・耐摩耗性・高温強度に乏しい
- 熱膨張係数が大きい ( $20 \times 10^{-6}/K$ )



射出成形用金型などの高温・高圧下での使用は困難

複合化によって特性改善が期待

金型材料への適用を考慮し、複合材料の特性を系統的に調べた報告はきわめて少ない



セラミックス  
繊維・粒子

合金

本研究では、

ピッチ系炭素繊維 → 金型の寸法精密化, 熱交換能力・耐摩耗性向上  
チタン酸カリウム短繊維 → 金型の寸法精密化, 高強度化・高剛性化

強化材

アルミニウム合金複合材料を作製, 諸性質を解明

7

### ピッチ系炭素繊維強化アルミニウム合金複合材料の諸特性

2-2. 金型材料の複合化による高性能化

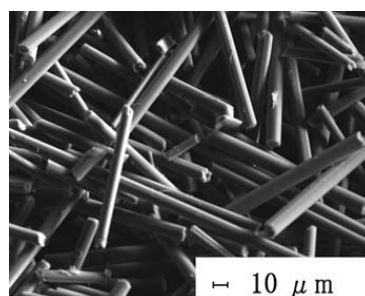


マトリックス(基地) : JIS-AC8A (Al-Si-Cu-Ni-Mg系合金)

密度(Mg/m <sup>3</sup> )	熱伝導率(W/mK)	融点(K)	線熱膨張係数 ( $\times 10^{-6} K^{-1}$ )
2.7	125	808	-1.5

強化材: ピッチ系炭素短繊維

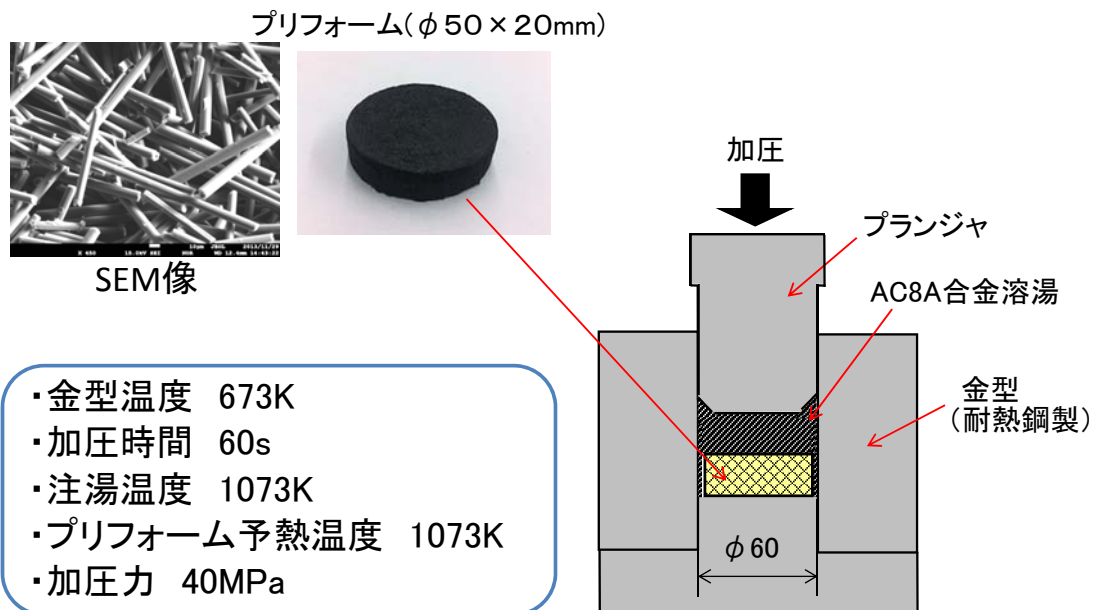
密度(Mg/m <sup>3</sup> )	繊維径( $\mu m$ )	繊維長( $\mu m$ )	熱伝導率(W/mK)	線熱膨張係数 ( $\times 10^{-6} K^{-1}$ )
2.2	9.7	188	900	-1.5



8



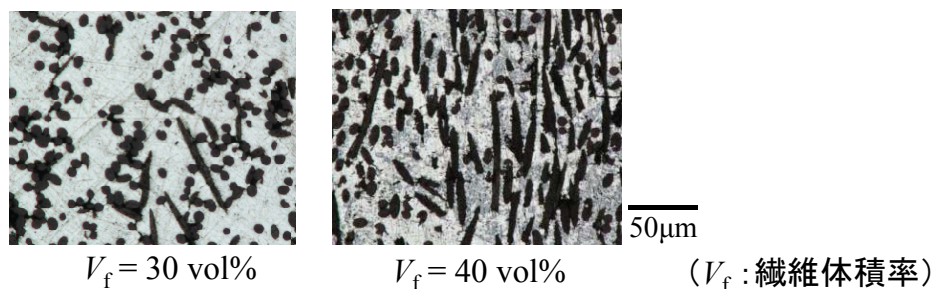
● 複合化: 加圧含浸法



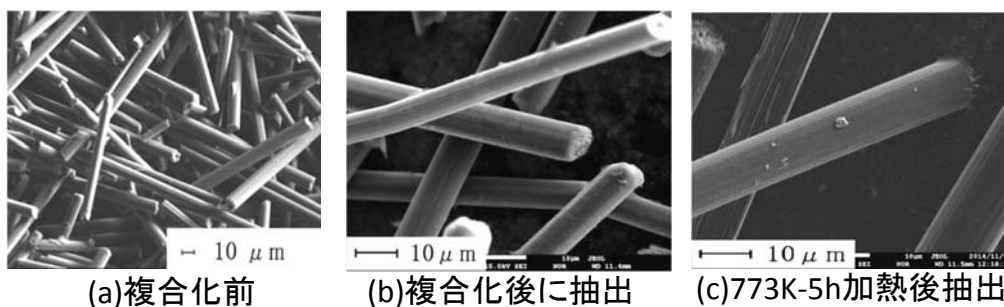
9



● 顕微鏡組織



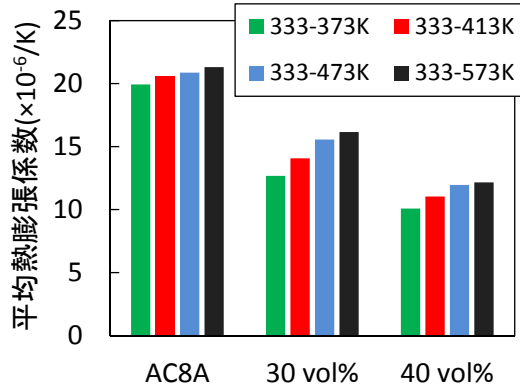
● 炭素繊維の観察: NaOH水溶液で繊維を抽出



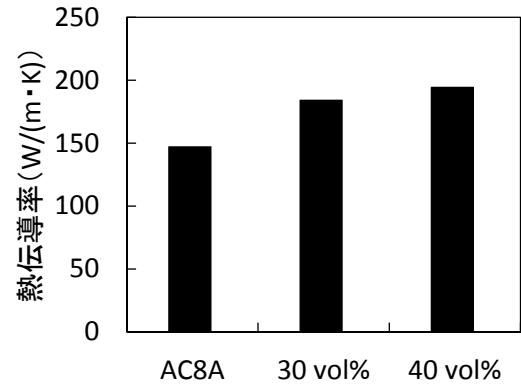
複合化後, さらに加熱しても繊維に損傷・反応の痕跡は認められない



平均線膨張係数



熱伝導率



- 示差熱膨張計試験片: 棒状試験片 (φ5×15 mm)
- 昇温速度: 5 K/min

$$\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta T} \cdot \frac{1}{L}$$

$\alpha$ : 線膨張係数 (K<sup>-1</sup>)  
 $L$ : 試験片の長さ (mm)  
 $\Delta L$ : 試験片の伸びた長さ (mm)  
 $\Delta T$ : 温度変化量 (K)

- レーザーフラッシュ法
- 試験片: 円盤状試験片 (φ10×1.5 mm)
- 試験温度: 301K
- 照射回数: 3

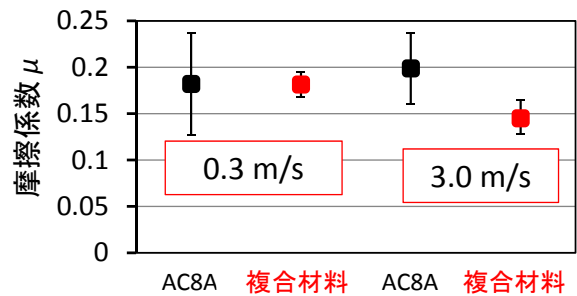
$$\lambda = a \cdot C_p \cdot \rho$$

- $\lambda$ : 熱伝導率 (W/(m·K))  
 $a$ : 熱拡散率 (m<sup>2</sup>/s)  
 $C_p$ : 比熱 (J/(kg·K))  
 $\rho$ : 密度 (kg/m<sup>3</sup>)

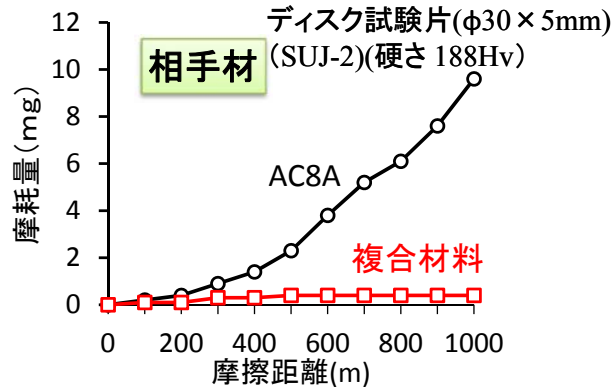
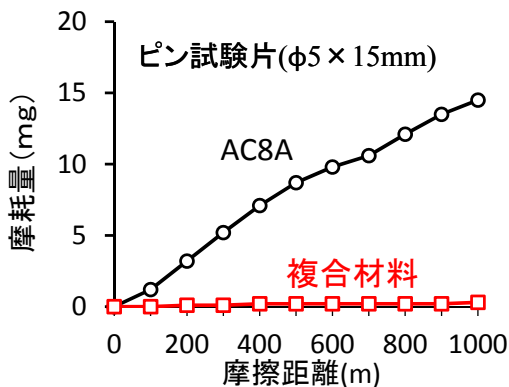
複合化により合金の熱膨張係数が低下, 熱伝導率が上昇



条件  
 摩擦距離: 1000m  
 押付け荷重: 19.6N  
 摩擦速度: 0.3m/s, 3.0m/s



複合化より摩擦係数の変動幅が大きく低減

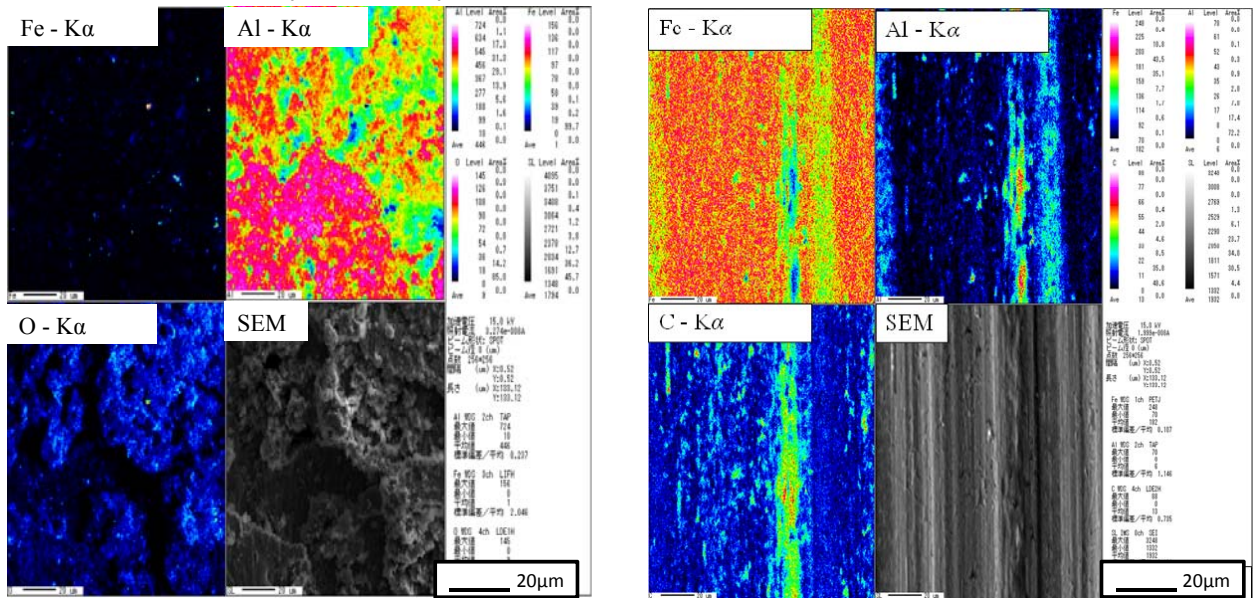


炭素繊維の複合化により, 合金と相手材とも摩耗量は大きく減少





相手材の摩耗試験(v=0.3m/s)後の摩擦面： EPMA面分析結果



(a) AC8A

(b) 複合材料

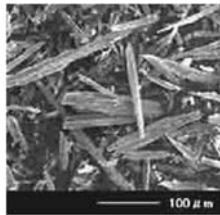
複合化により、アルミニウム合金の溶着・凝着は減少

複合化により合金，相手材いずれの摩耗量も低減した  
 → 炭素繊維が摩擦面において固体潤滑剤の役割を果たしたため

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

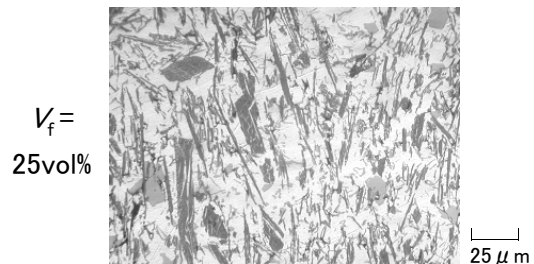


- 強化材：  
チタン酸カリウム短繊維

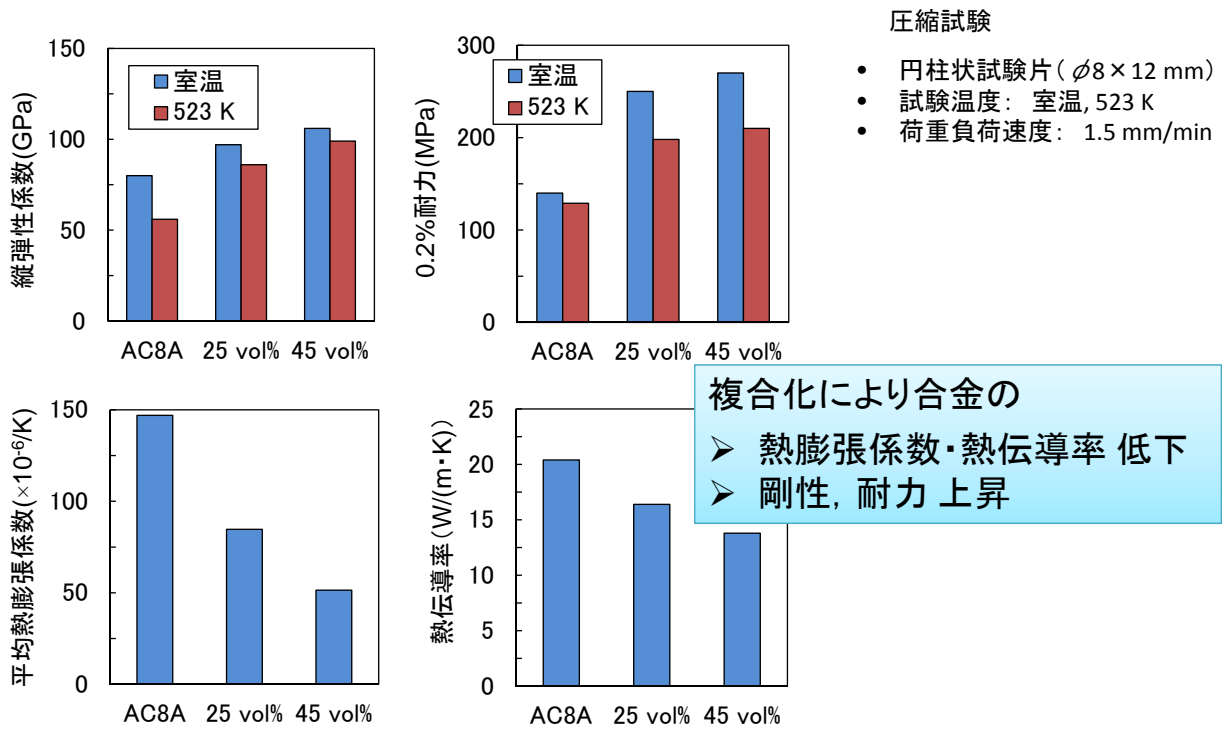


化学式	$K_2O \cdot 6TiO_2$
繊維径 (μm)	13
繊維長 (μm)	65
硬さ (HV)	250
融点 (K)	1583
密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	3.5
熱伝導率 (W/(m·K)) (293K)	1.7
CTE (× 10 <sup>-6</sup> /K) (293K-373K)	6.8
弾性率 (GPa)	280

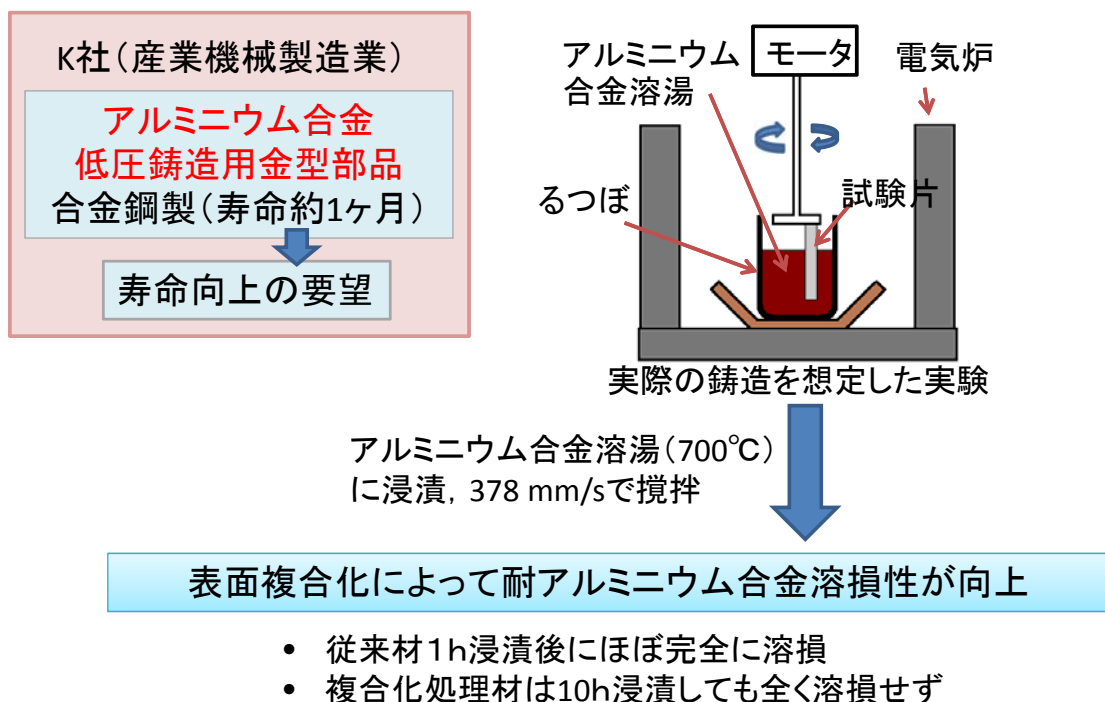
- 複合材料の顕微鏡組織



( $V_f$ : 繊維体積率)



# 金型製造企業および川下企業が抱える課題とその解決







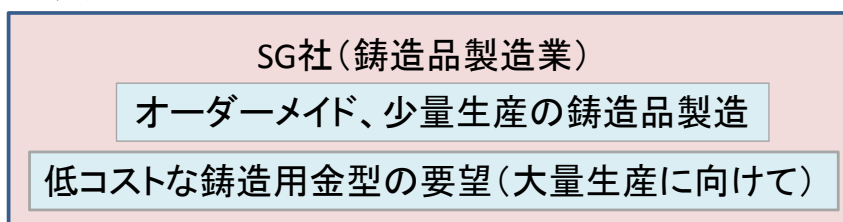
- (1) アルミニウム合金が持つ軽量性を保持しながら、複合化によってアルミニウムの低熱膨張化が行われた。
- (2) ピッチ系炭素短繊維の複合化により、純アルミニウムに近い高い熱伝導率が得られるとともに、耐摩耗性が著しく向上した。
- (3) チタン酸カリウム短繊維の複合化により、高強度化・高剛性化を達成するとともに、熱伝導率が小さくなった。
- (4) 低熱膨張化は金型の寸法精密化、高硬度化・高剛性化と耐摩耗性向上は金型の寿命向上に寄与すると考える。
- (5) また金型材料の高熱伝導化は熱交換能力の向上(生産性の向上)に、低熱伝導化はキャビティ内の保温効果の増大につながると考える。
- (6) アルミニウム合金低圧鋳造用金型材料の表面複合化により、合金溶湯に対する耐溶損性が著しく向上した。

2. 研究結果

2-3. 鋳ぐるみによる鋳型作製金型の耐久性向上



● 金型製造企業および川下企業が抱える課題



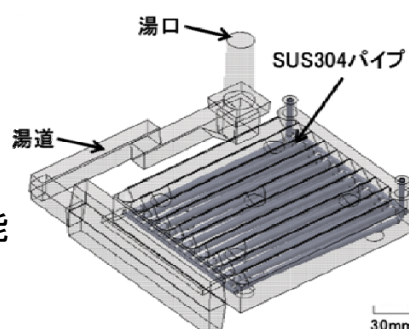
● 冷却パイプの鋳ぐるみによる金型の耐久性向上

金型用冷却パイプ

- 冷却による金型温度の低下
- 熱膨張量を低く抑える

鋳ぐるみにより、

- 複雑形状のパイプ設置が可能
- 低コスト





3DCADソフトウェアを用いて方案モデルを作製

解析ソフト

JSCASTver.10

<解析種類> 湯流れ解析

<要素形状> 直交要素

<総要素数> 3,606,295

<終了条件> 充填率98.0%まで計算

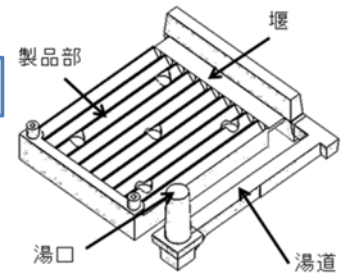
シミュレーションソフトウェアを用いて湯流れを予測

表 材料の初期温度(K)

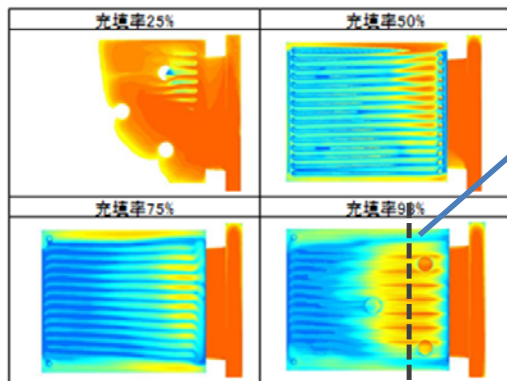
材料名	初期温度	固相線温度	液相線温度
FC200	1623	1413	1473
SUS304	293	-	-
CO <sub>2</sub>	293	-	-
Air	293	-	-

パイプ内に溶湯が流入しない条件を解明

鑄造実験結果と比較・検討



## 実験結果(1)

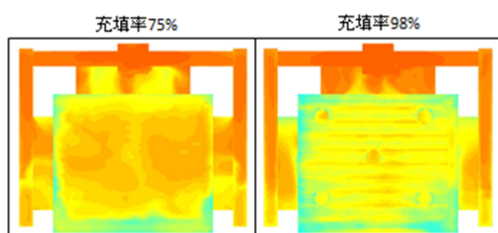


型内温度差大



堰側パイプが一部溶損, 溶湯が流入

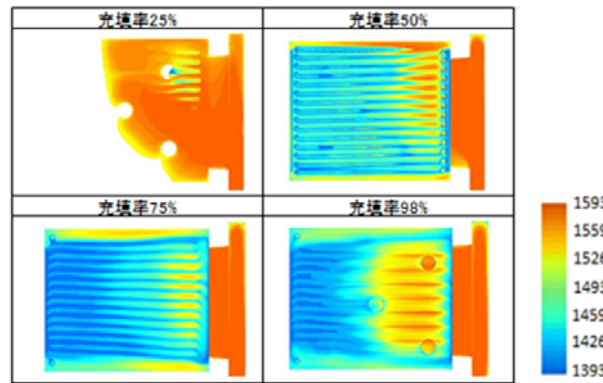
堰を複数設ける



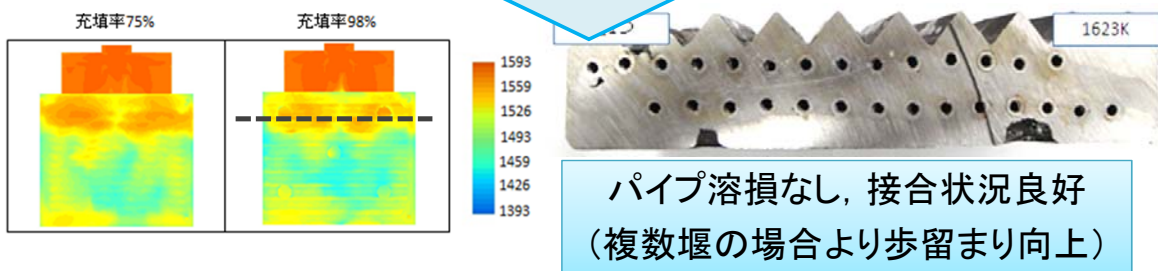
製品部温度が比較的均等に



パイプ溶損なし, 接合状況良好



堰の位置を低く  
(溶湯がパイプに触れる時間の短縮)



21

### まとめ

## 2-3. 鑄ぐるみによる鑄型作製金型の耐久性向上



(1) 鑄造CAE改善実験から, 鑄造モデル改善後は, 堰の位置を低くし断面積の拡大, 堰の数を変更したことにより温度分布が均一化し, 堰付近のパイプ部に発生していた熱集中の問題が解消される.

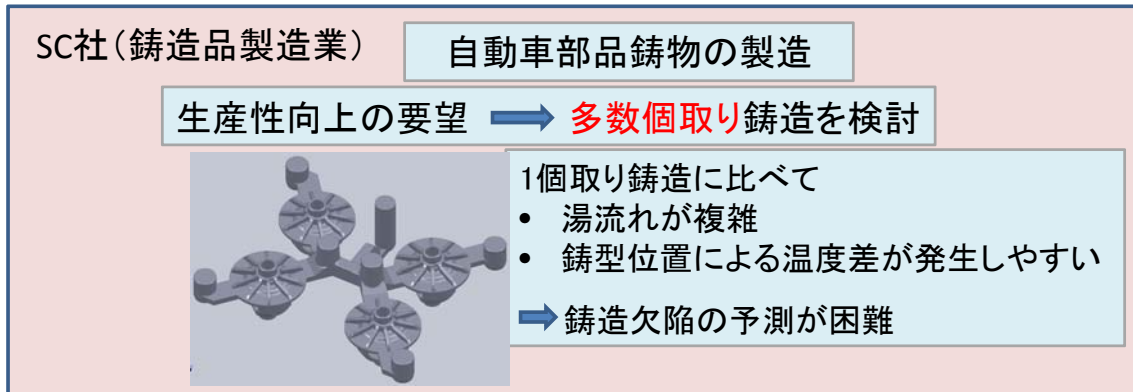
(2) 改善後の砂型による鑄ぐるみ実験を行い, 注湯温度1623Kではすべての断面でパイプが元の形状を保ち, 適切に鑄ぐるむことができる.

(3) 3種類の鑄造モデルの中では溶湯の量が少なく, コストの削減が期待できる堰1つ, 湯道無が最も適している.

(4) 鑄鉄溶湯を用いて蛇行状SUS304パイプを鑄ぐるむことで, 冷却パイプの鑄ぐるみによる複雑形状金型を低コストで製造するための指針が得られた.



● 金型製造企業および川下企業が抱える課題

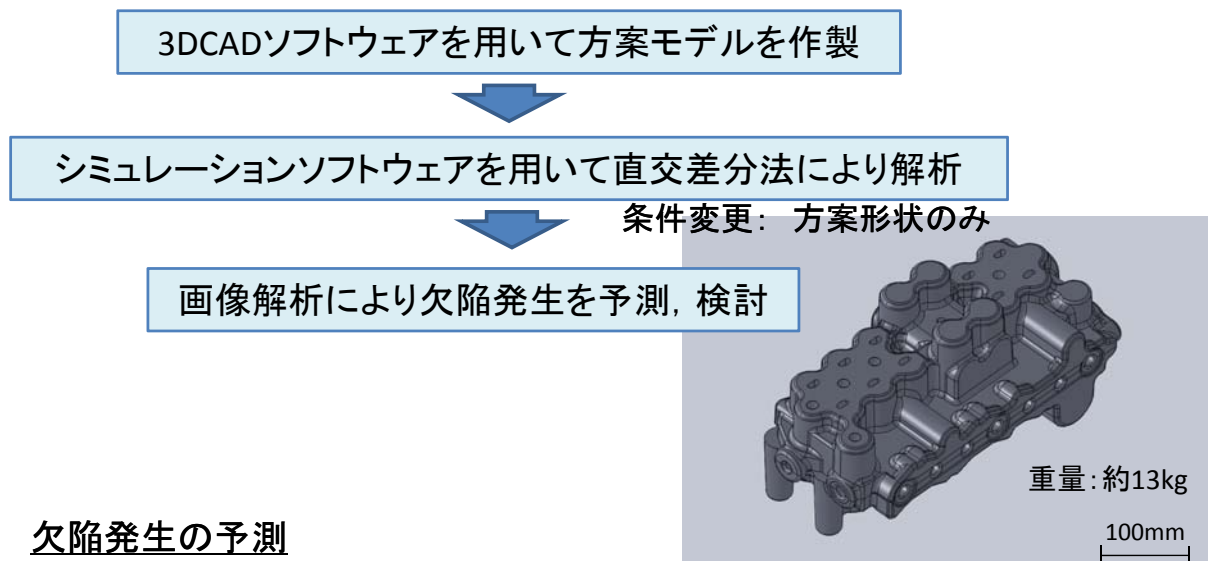


● 多数個取り鋳造方案の最適条件を解明

鋳造・凝固・伝熱工学を基にした湯流れ・伝熱解析（シミュレーション）



● 実験方法



欠陥発生の予測

- ① 焼着き（高温溶湯と砂型の反応による化合物生成）
- ② 湯回り不良
- ③ 引け巣（溶湯の凝固収縮過程で発生する空洞状欠陥）





### ● 欠陥発生位置の予測

**焼着き:** 高温の溶湯が集中かつ中子など砂型の体積が小さい部位

**湯回り不良:** 溶湯充填完了時に液相線温度を下回る部位

**引け巣:** ①等凝固時間曲線の閉ループ位置 (=ホットスポット)

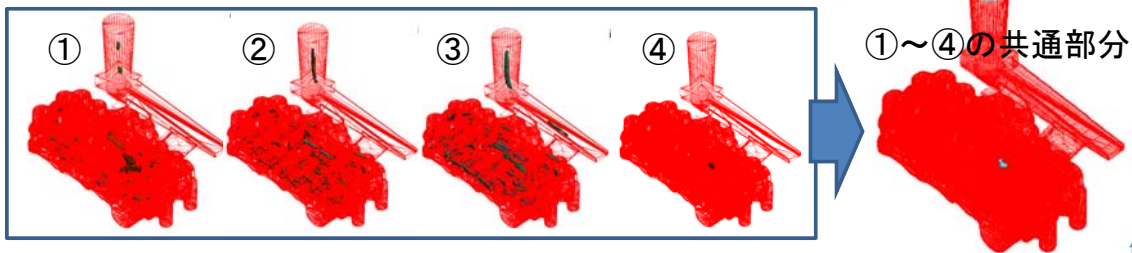
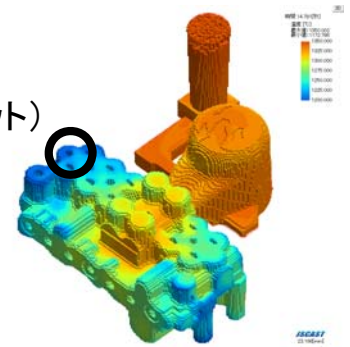
②温度勾配の閾値:  $1.0^{\circ}\text{C}/\text{cm}$  以下の領域

③  $G/\sqrt{R}$  \*の閾値: 0.5以下の領域

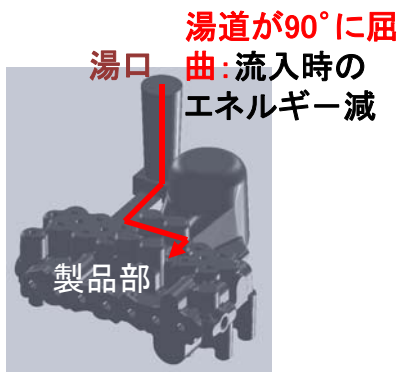
④最終凝固位置

\*G: 温度勾配( $^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ), R: 冷却速度( $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )

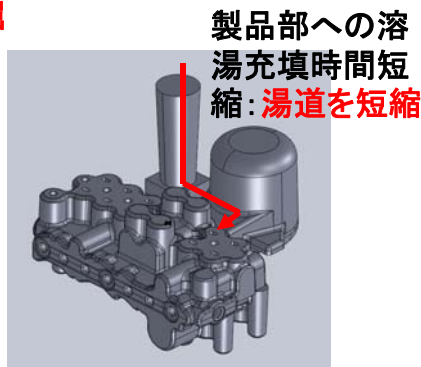
①~④の共通部= 危険度: 高 → 引け巣の発生予測位置



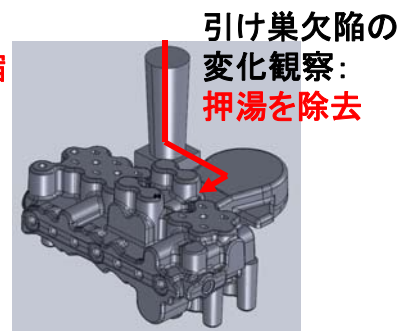
### 実験結果(1)



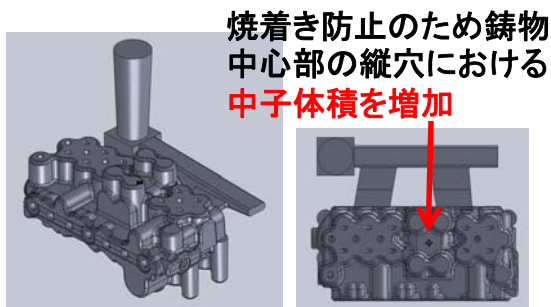
試作方案1



試作方案2



試作方案3



平面図

試作方案4

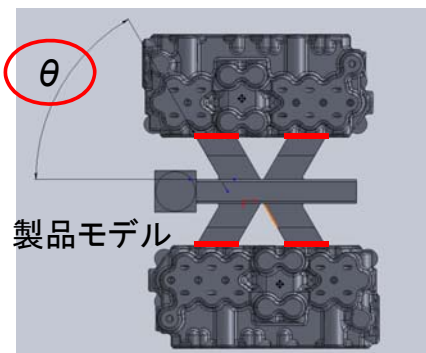
方案4で実際に鋳物を製造しても欠陥は観察されなかった





● 多数個取り 方案設計

方案名	体積(cm <sup>3</sup> )
方案2-60	1.686
方案2-65	1.006
方案2-70	1.081
方案2-75	0.418
方案2-80	0.304
方案2-85	0.390
方案2-90	0.115



先の試作方案4を元に  $\theta$  を  $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$  の範囲で変化させ、解析結果を検証



同条件で鋳造実験を行っても欠陥は認められず

27

まとめ



- (1) 試作方案1において各欠陥の発生予測と実製品の欠陥が一致  
→ 鋳造用シミュレーションソフトの信頼性の証明ができた.
- (2) 1個取りの方案では試作方案4が最も良好な解析結果となった.  
また実際に鋳造を行ったところ同様に各欠陥は発生しなかった.
- (3) 2個取り方案において方案2-90が引け巣欠陥サイズが最小となり、  
焼着き欠陥・湯回り不良の発生しない最良の方案であった.
- (4) 方案2-90において実際に製品を製造したところ、欠陥発生について解析結果とほぼ一致し、複雑形状鋳物の多数個取り方案においても、解析により欠陥予測が可能であると判断した.

### 3. 成果のまとめと今後の活用計画



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、以下の結果を得た。

- (1) 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た。
- (2) 複合化による合金の諸特性改善のための指針を得た。強化材の種類や体積率などの制御により, 求められる特性に応じた金型材料の作製が可能である。
- (3) 鑄ぐるみにより, 金型の寿命向上のための冷却用パイプの低コスト設置が可能となった。
- (4) 多数個取り方案の最適化により, 製品歩留まり向上と欠陥減少の指針を得た。鑄造用鑄型作製金型や金型鑄造の生産性向上に応用が可能である。
- (5) 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生産性向上を考える端緒を開くことができた。

今後は, 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。

29

### 4. 関連成果



#### 論文・発表

1. 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
2. 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
3. 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
4. 富田義弘, 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
5. 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
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)

他10件

#### 特許

1. 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

#### 共同・受託研究

1. 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
2. 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
3. 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

#### 書籍

1. 木口昭二, 浅野和典他, 鉄鋼便覧第5版, 日本鉄鋼協会, 2014年



平成27年4月25日

# 型・設計グループ 最終研究成果報告

落合 芳博      東崎 康嘉  
西籾 和明      和田 義孝  
坂田 誠一郎   梶原 伸治  
橋本 知久(報告者)

近畿大学 金型プロジェクト 最終成果報告会2015

## 1. 金型設計のためのCAE技術開発



### 汎用ソフトの利用と独自ソフトの開発

#### (1) 汎用ソフトの利用

##### 購入・運用

- ・ ソフトのライセンス料、年間保守料(技術サポート)、カスタマイズ
- ・ 解析技術者の育成(ある程度の経験が必要)

##### 操作性・予測精度

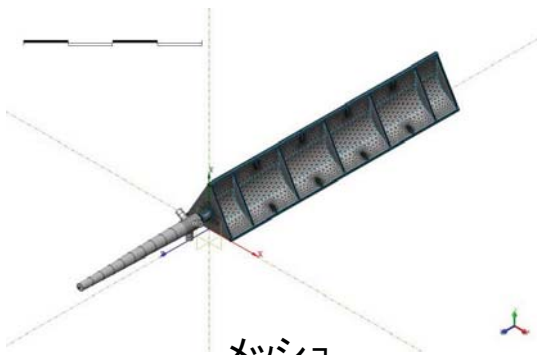
- ・ 格子生成
- ・ そり解析

#### (2) 独自ソフトの開発

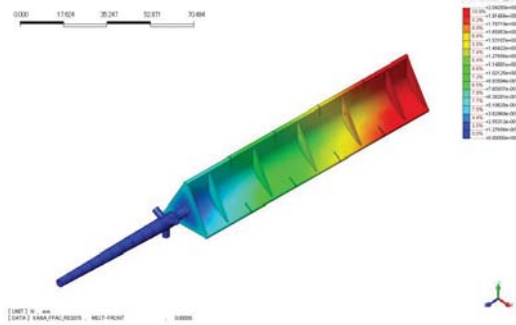
汎用ソフトの問題点を解決できるような最新の計算手法を導入  
受託解析などの実施



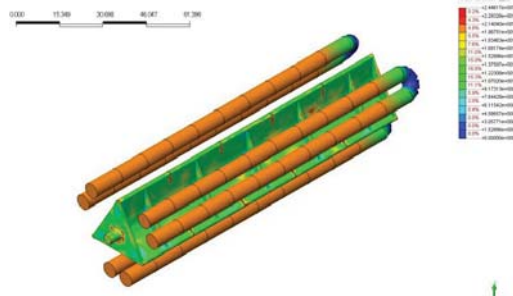
## 第6回学生金型グランプリ課題



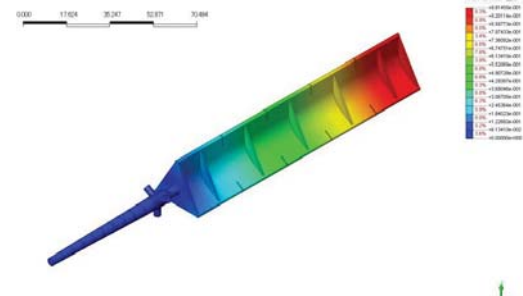
メッシュ



流動解析



冷却解析



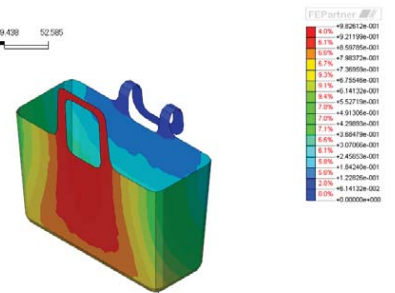
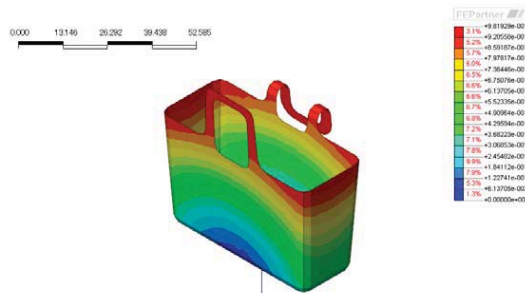
そり解析

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015

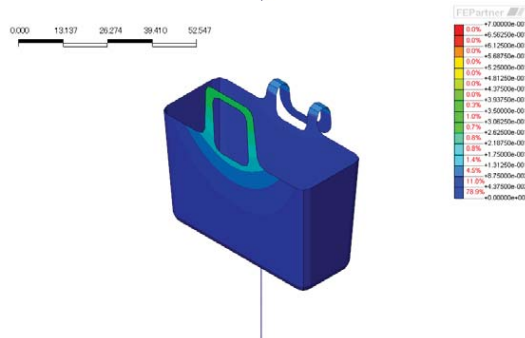


## 第7回学生金型グランプリ課題

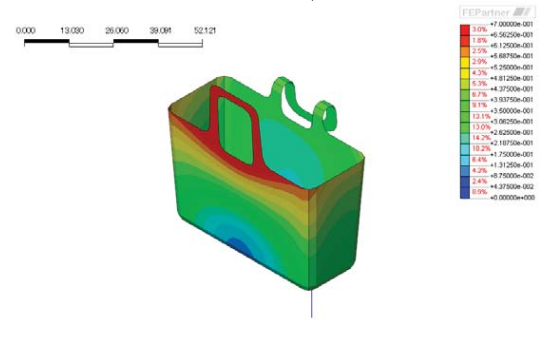
流動パターン



そり変形量



底面部



フック部

### ゲート位置の検討

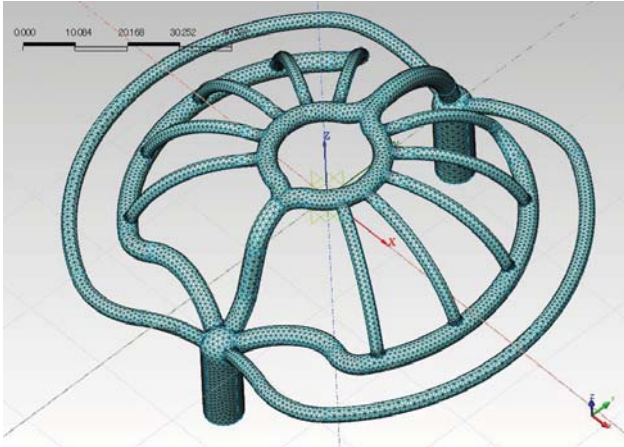
近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



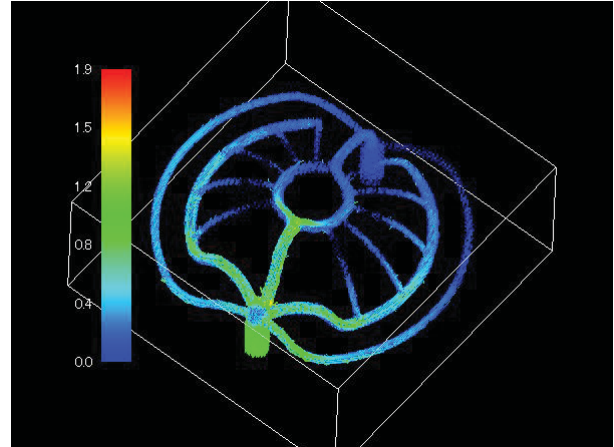
## 独自ソフトの開発(その1)



成形品と冷却管の形状の多様化(金属光造形複合加工により)  
→ CADデータからの格子生成を低減して計算へ  
直交格子上にマッピングする方法を構築



流路形状と表面上のメッシュ



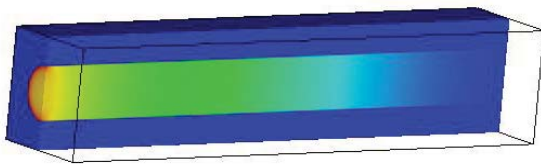
速度ベクトル

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015

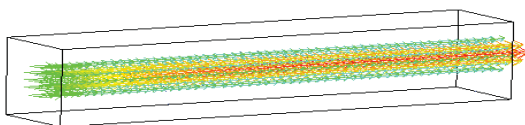
## 独自ソフトの開発(その2)



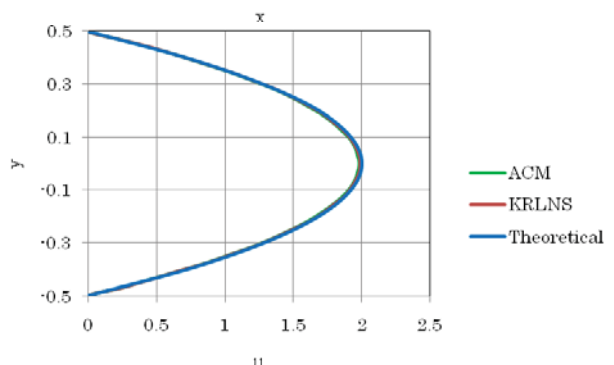
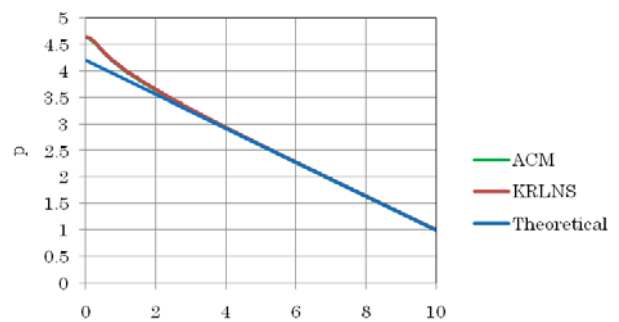
計算結果の信頼性(理論解との比較)  
・圧力場、速度場の非定常解析



圧力分布



速度ベクトル

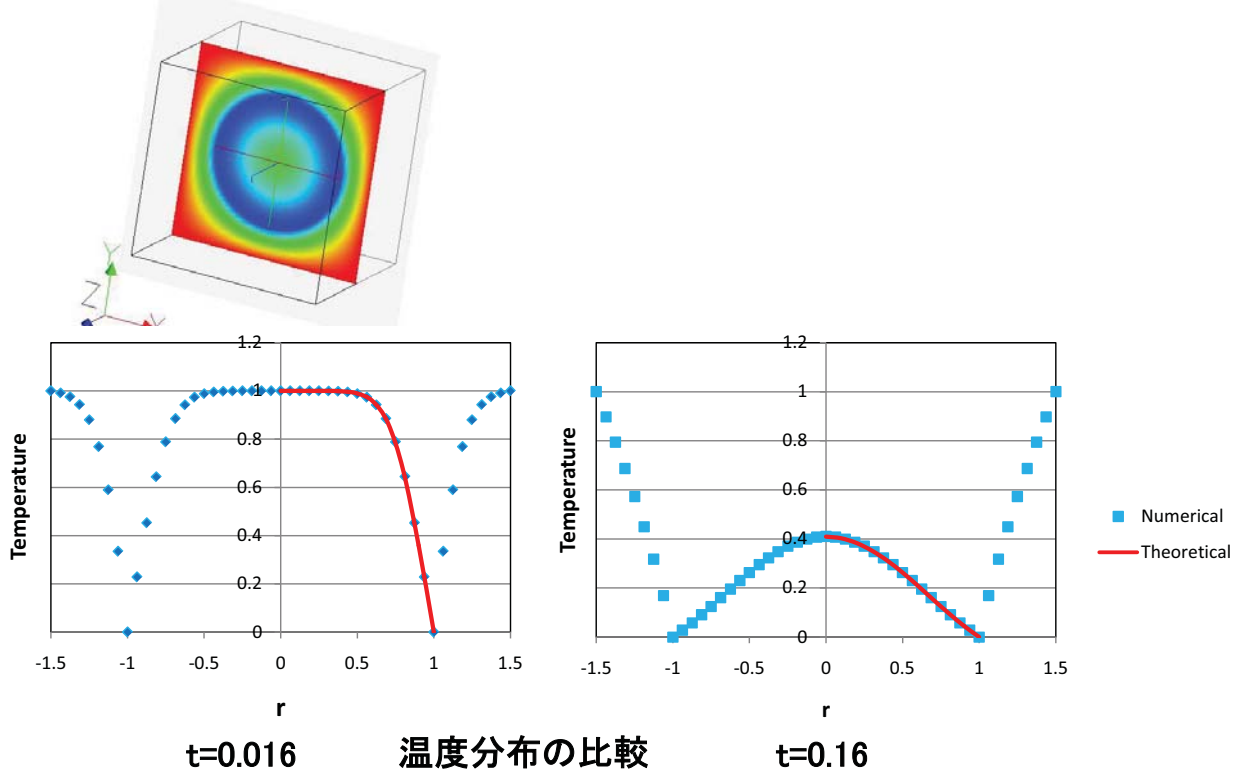


圧力勾配と速度分布の比較

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



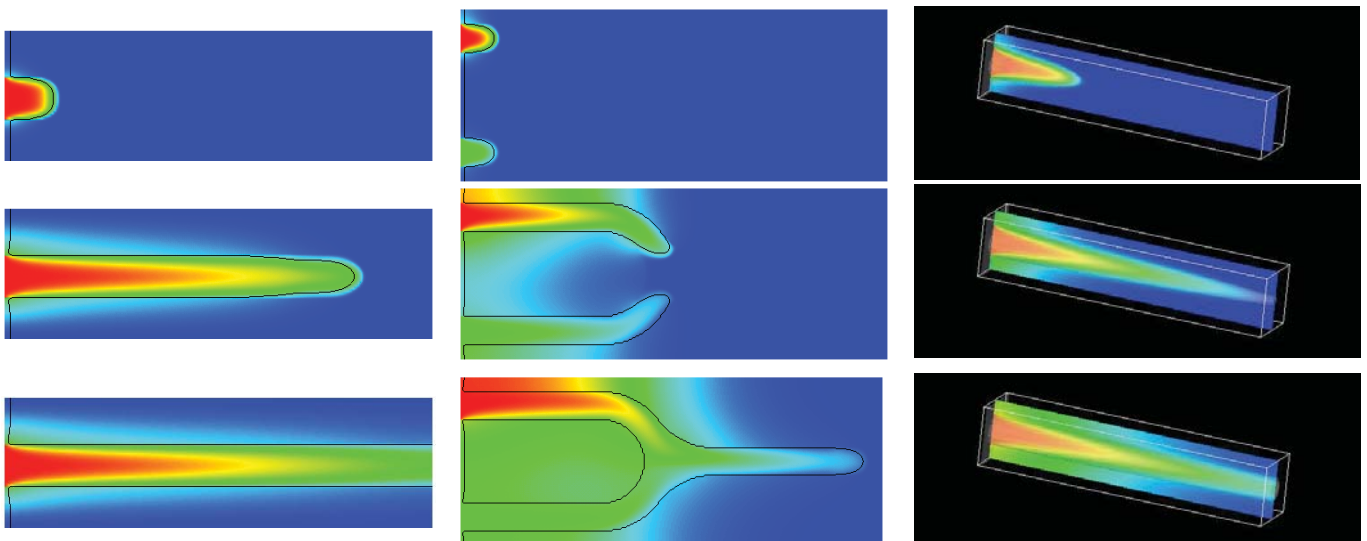
## ・温度場の非定常解析



近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 流体運動と固体熱伝導の一括解析 (樹脂流れ、冷却管内流れ、金型温度を同時に計算可能)



界面の進展と温度分布の時間変化

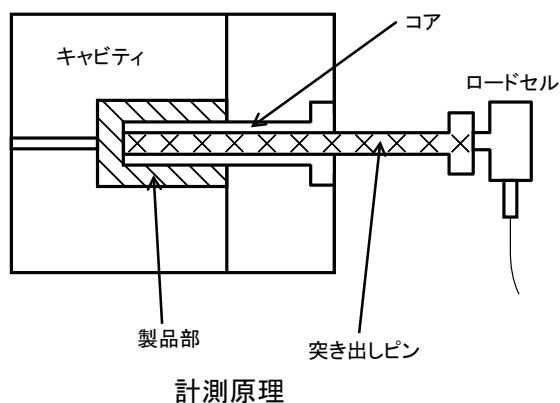
近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 2. 金型離型抵抗の低減技術

### 金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針

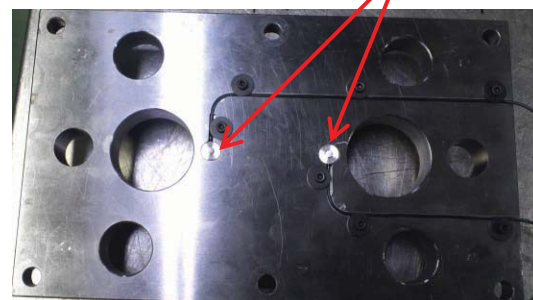
東大阪のプラスチック成形メーカーと連携し、金型と成形品の離型抵抗を低減できる最適な金型表面技術を確立する。



試験用金型



成形品



ロードセル装着状況

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 2. 金型離型抵抗の低減技術

### 金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針

#### 試験樹脂

	メーカー	グレード
PS(ポリスチレン)	東洋スチレン(株)	MWD4D
PLA(ポリ乳酸)	ユニチカ(株)	TE-2000C
ABS(ABS樹脂)	旭化成ケミカルズ(株)	220

#### 試験コア

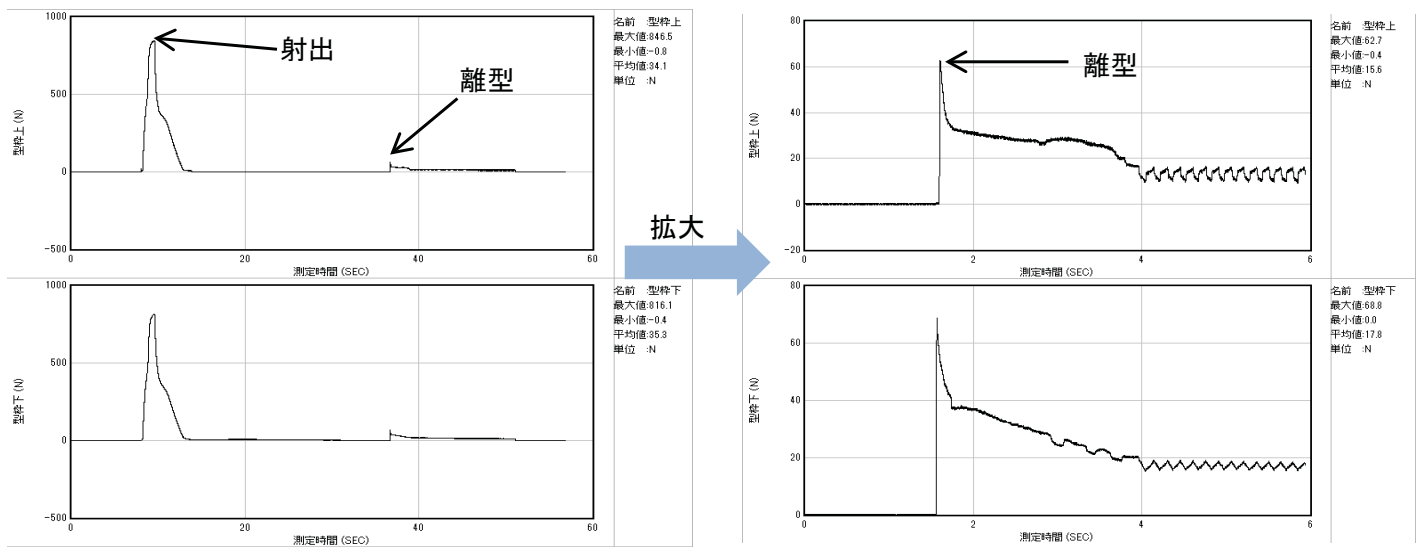
コア番号	処理条件
①	基準
②	磨き
③	磨き+特殊ブラスト処理
④	基準+特殊ブラスト処理
⑤	基準+特殊ブラスト処理+特殊フッ素コート
⑥	基準+特殊フッ素コート

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 2. 金型離型抵抗の低減技術

金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針



離型時ロードセル計測データ(コア⑥, PLA(ポリ乳酸), 4回目条件)

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 2. 金型離型抵抗の低減技術

金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針

最大離型抵抗PLA(ポリ乳酸)

離型時最大抵抗							単位 : [N]
条件		回数					平均
ピン	位置	1	2	3	4	5	
①	上	374.5	6.9	22.1	24.5	52.2	131.38
	下	428.1	167.3	86.2	71.4	80.6	
②	上	88.8	84.4	173.6	8.8	54.5	70.15
	下	230.2	25.6	2.3	6.7	26.6	
③	上	24.2	116.4	93.6	108	225.3	135.14
	下	339.8	137.7	92.1	124.7	89.6	
④	上	289.8	80.9	71.7	37.2	28.4	139.27
	下	344.2	111.8	158.6	138.5	131.6	
⑤	上	22.4	22.8	21.9	25.1	24.7	37.31
	下	136.4	17.6	22.5	35	44.7	
⑥	上	23.2	73.5	67.1	62.7	62.1	59.47
	下	40.9	61.9	68.6	68.8	65.9	

注: 金型開時、成形品がピンから抜けかけ

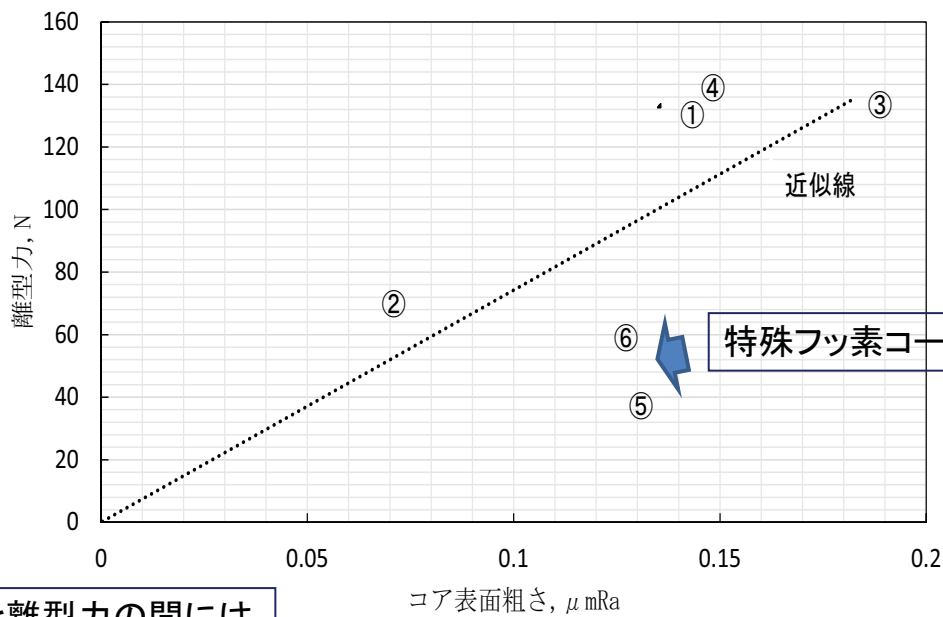
近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015





## 2. 金型離型抵抗の低減技術

### 金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針



表面粗さと離型力の間には  
明確な関係がない

表面粗さと離型力の関係

近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



## 2. 金型離型抵抗の低減技術

### 金型と成形品の離型力と金型表面粗さの関係⇒金型磨きの指針

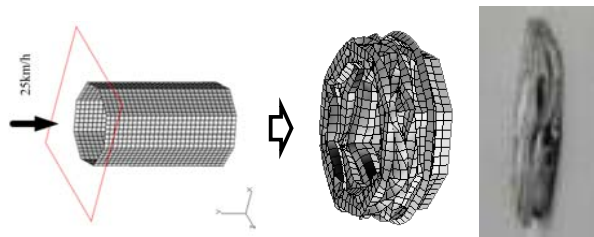
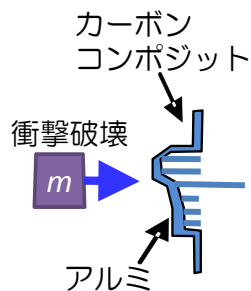
#### 結果

- (1) 突き出しピン背面にロードセルを装着することで、射出から離型までの一連の力を直接計測することができた。
- (2) PLA(ポリ乳酸)樹脂成形時には特殊フッ素コート処理をしたコアの離型抵抗の減少が確認できた。
- (3) コアの表面粗さ自体は離型力に直接影響を与えることは無かった。

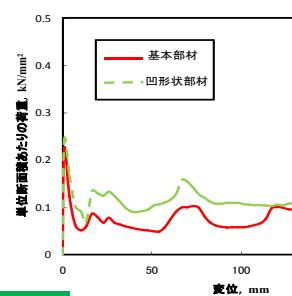
近畿大学 金型プロジェクト最終成果報告会2015



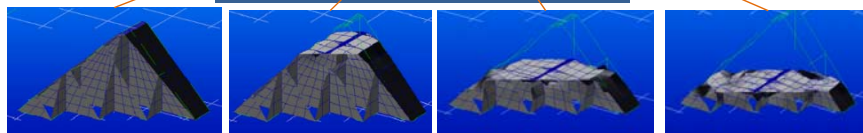
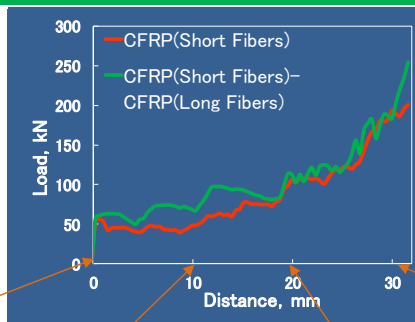
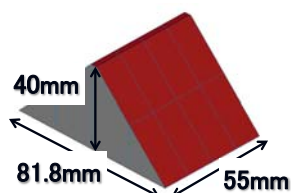
## 学科内での共同研究



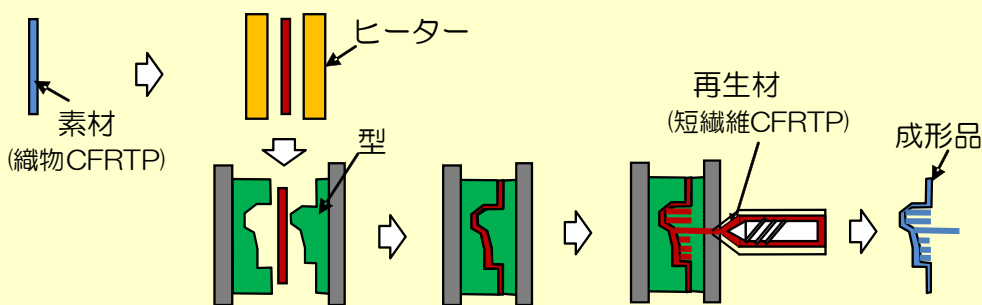
## 荷重-変位曲線



## カーボンコンポジット衝撃吸収体の衝撃解析



# 熱可塑性CFRPの加熱プレス・射出ハイブリッド成形

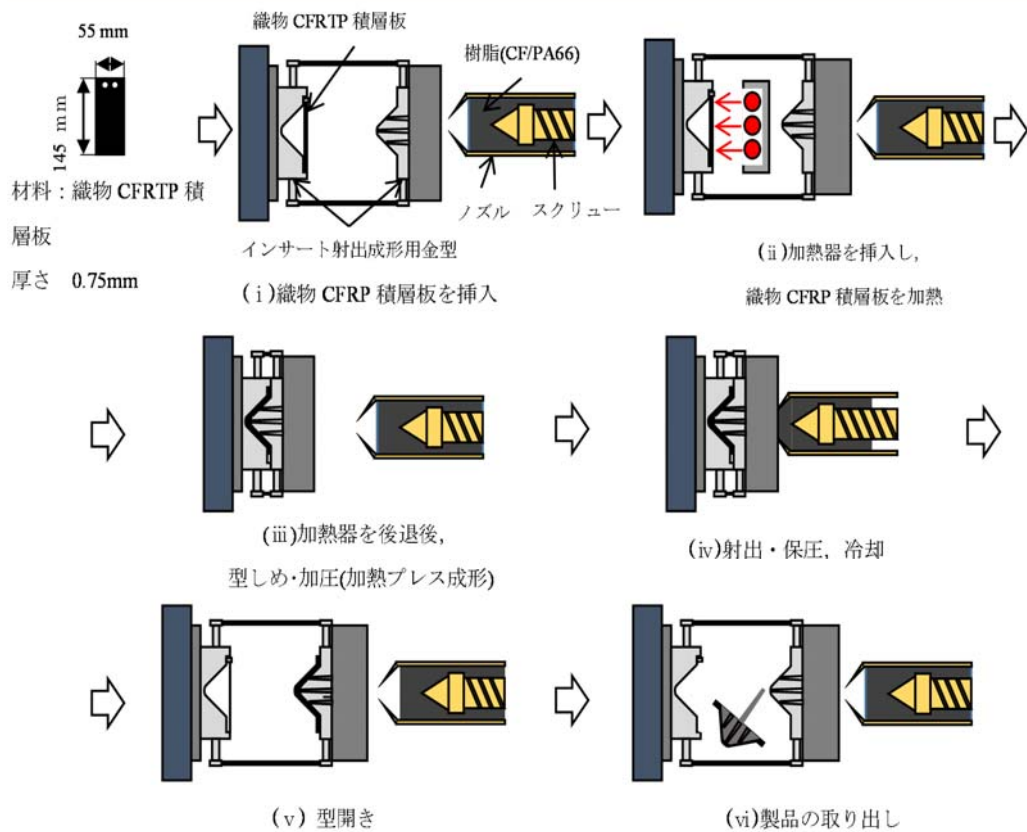


## 加熱プレス成形

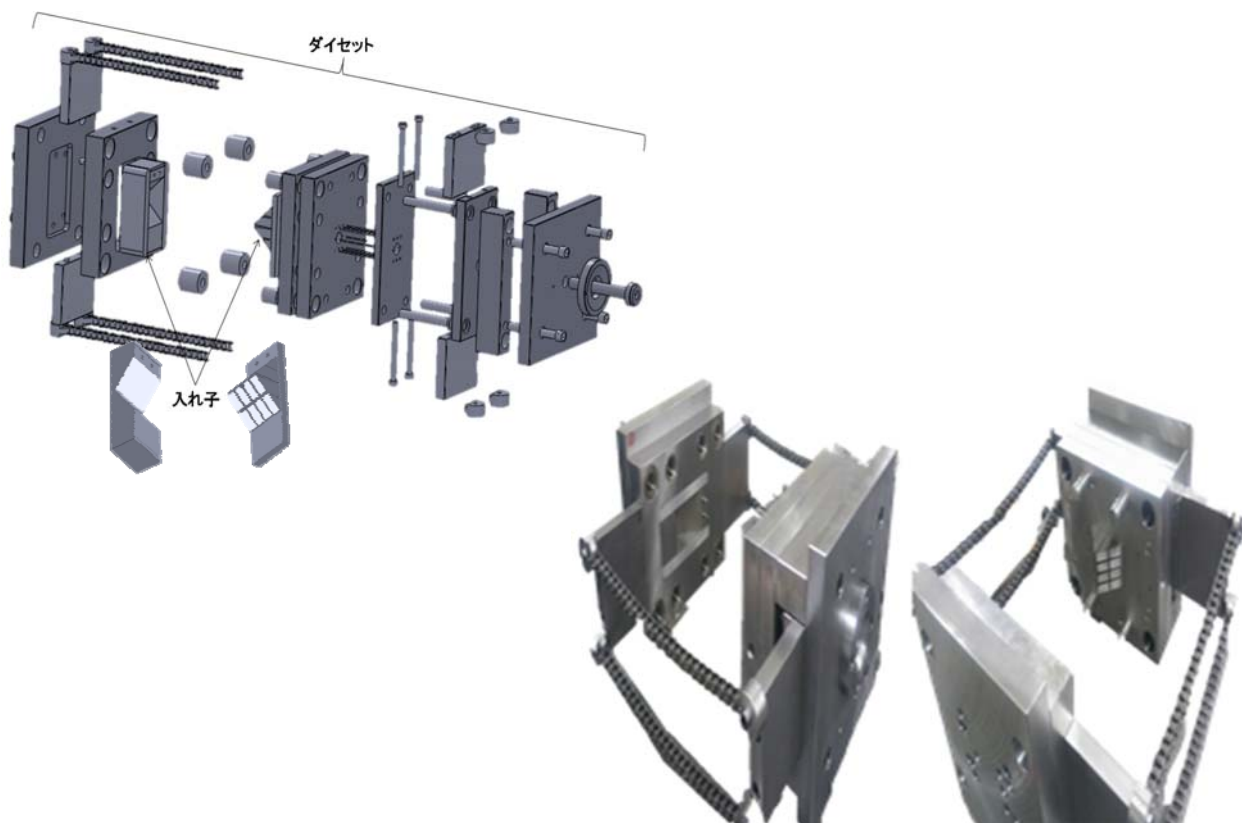
## 射出成形

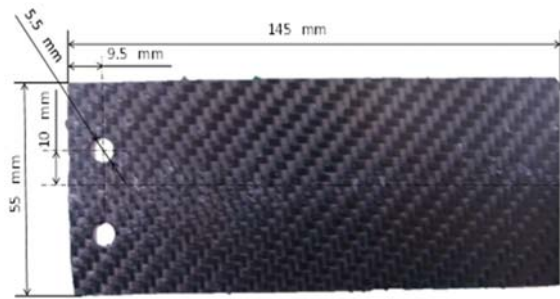


# 熱可塑性CFRPの加熱プレス・射出ハイブリッド成形



# 熱可塑性CFRPの加熱プレス・射出ハイブリッド成形金型の開発





試験片（織物CF/PA66積層板）



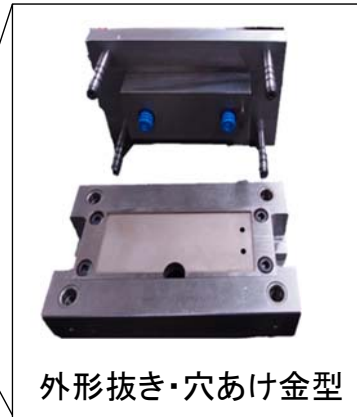
専用加熱装置



射出成形機



手動プレス装置



外形抜き・穴あけ金型

ショートショットおよび完全充填した成形品



<p>(a)未充填の場合1</p>		
<p>(b)未充填の場合2</p>		
<p>(c)完全充填の場合</p>		



# 加熱時間を変化させて作製した成形品



(a) 60s	(b) 90s	(c) 120s

# アルミ板およびハイブリッド材を用いて作製した成形品



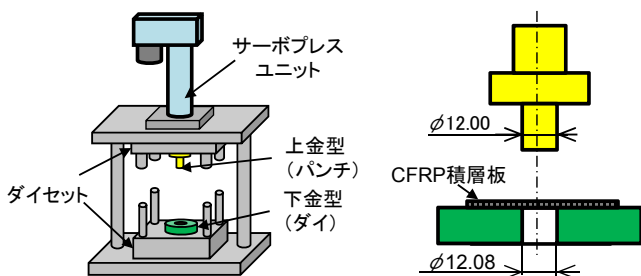
(a)アルミ板の場合	(b)ハイブリッド材の場合	
	(外層) アルミ板 (内層) 織物CF/PA66積層板	(外層) 織物CF/PA66積層板 (内層) アルミ板

# 熱可塑性CFRP積層板のプレス打ち抜き金型の開発

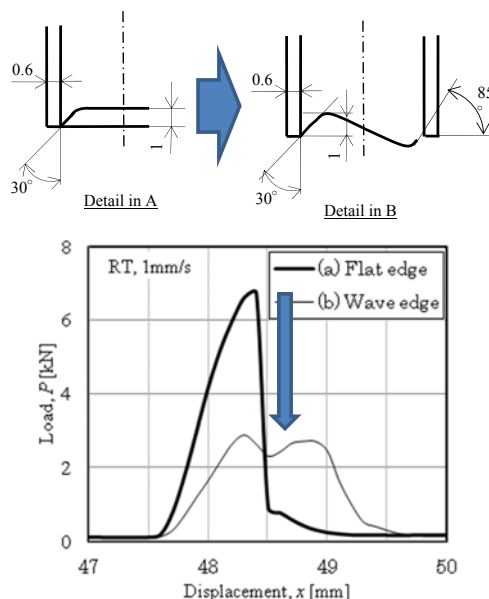


東大阪市5社との『e-コンポジット研究会』への“金型技術”の支援

## 卓上小型サーボプレスによる打ち抜き



## 波刃による低荷重化の実現



さらなる加工品質・工具耐久性の向上が課題

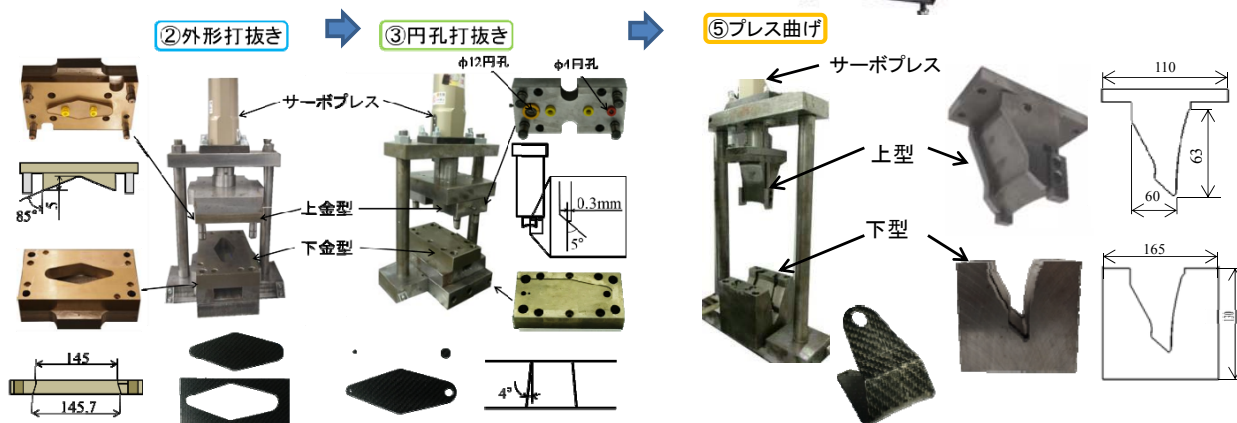


- 学会発表：①日本材料学会JCOM若手シンポジウム [2013.8.23-24]  
 ②日本機械学会2013年度年次大会 [2013.9.8-11]

# 熱可塑性CFRP加熱プレス成形のミニ製造装置の開発



マイドームおおさか出展(2013年11月) 1トンスーボプレス, AC100V

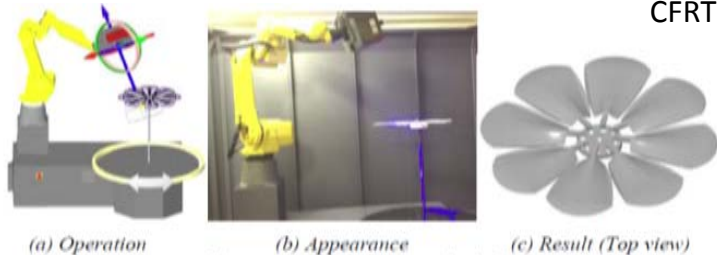




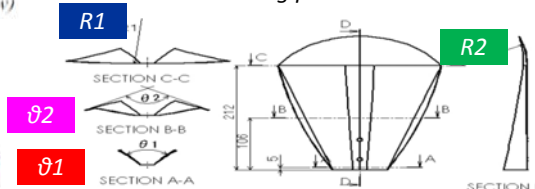
ATOS Scanbox™ (GOM mbH)

## 地域企業との共同研究

CFRTPプレス成形によるLEDランプシェード

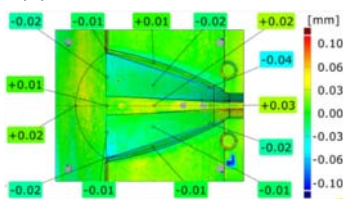


Measuring positions

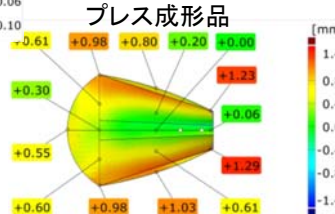


## CADと計測結果の比較

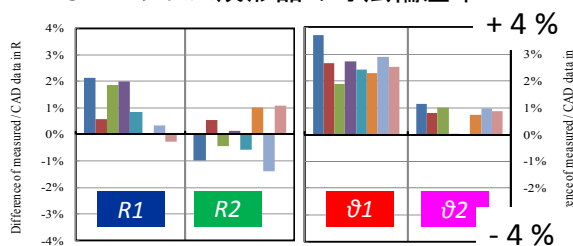
(a) 金型 (上型)



(b) CFRTP プレス成形品



## CFRTPプレス成形品の寸法偏差率

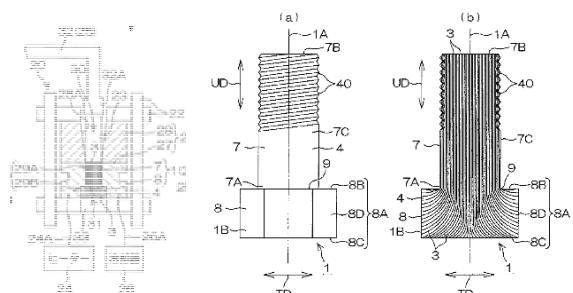
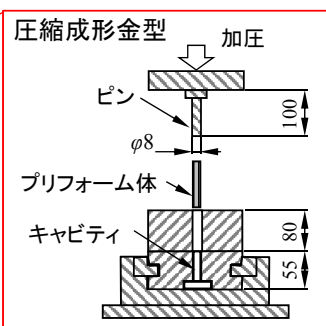
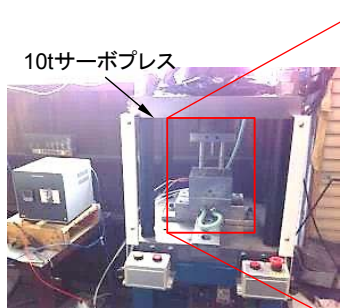
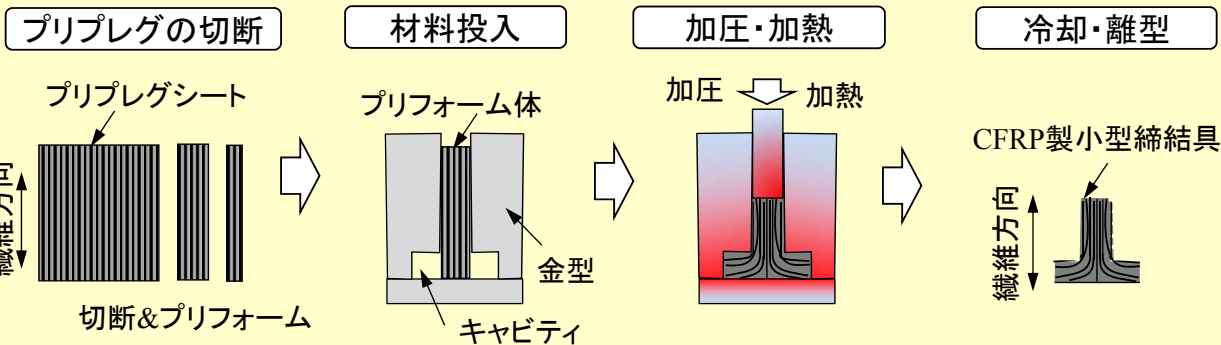


国際会議で発表 : Composites Week@Leuven and TexComp-11, 19-20.09.2013

# 熱可塑性CFRPボルトの製造法の開発



## 地域企業との共同研究



特許出願 : 繊維強化樹脂製の締結部品およびその製造法 (特願平123118)  
大学院・東大阪モノづくり専攻 修論発表 :



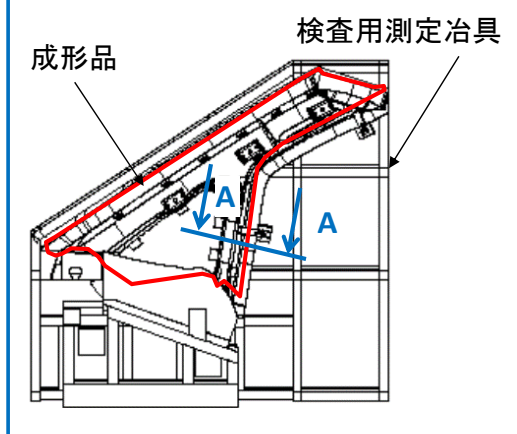


## 地域企業との共同研究

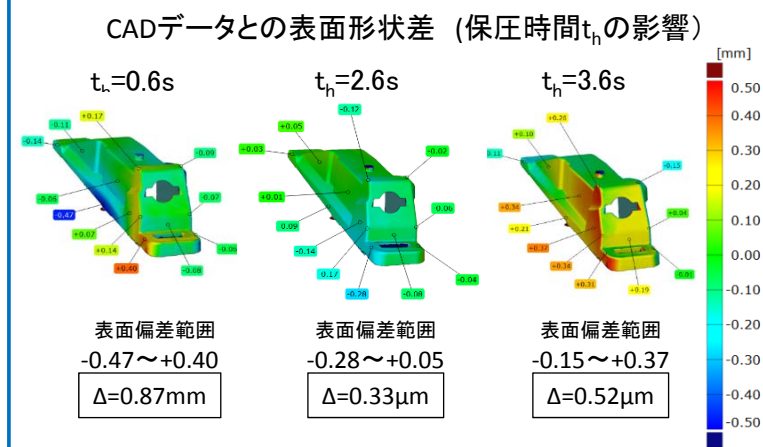
自動車の省エネ化 → 部材の樹脂化

### 金型形状と射出成形条件が成形品形状に及ぼす影響の調査

検査器具による  
手動での寸法測定



デジタル画像計測  
による形状評価

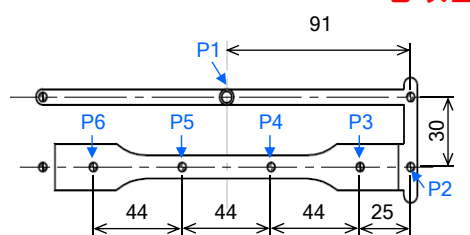


大学院・東大阪モノづくり専攻 修論発表：

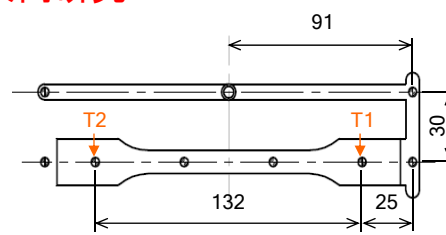
# プラスチック射出成形金型のオンライン評価法の開発



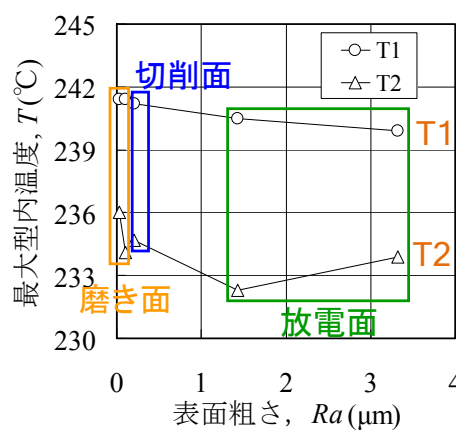
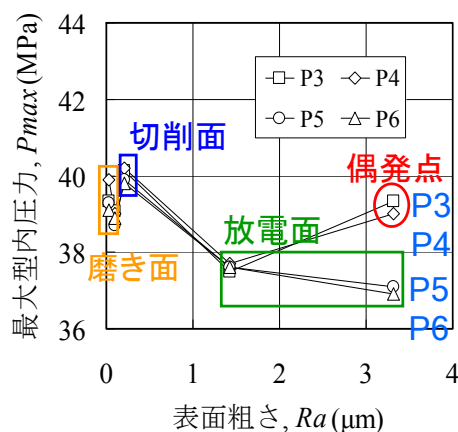
## 地域企業との共同研究



圧力センサ



温度センサ



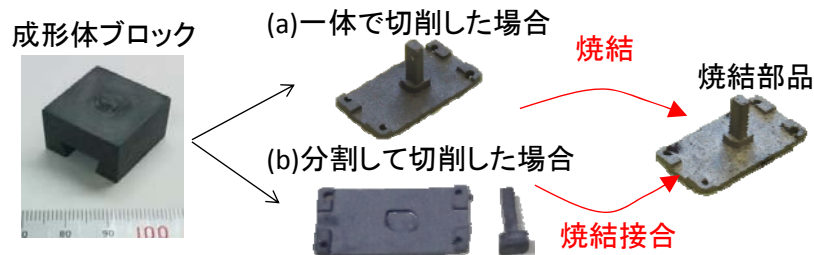
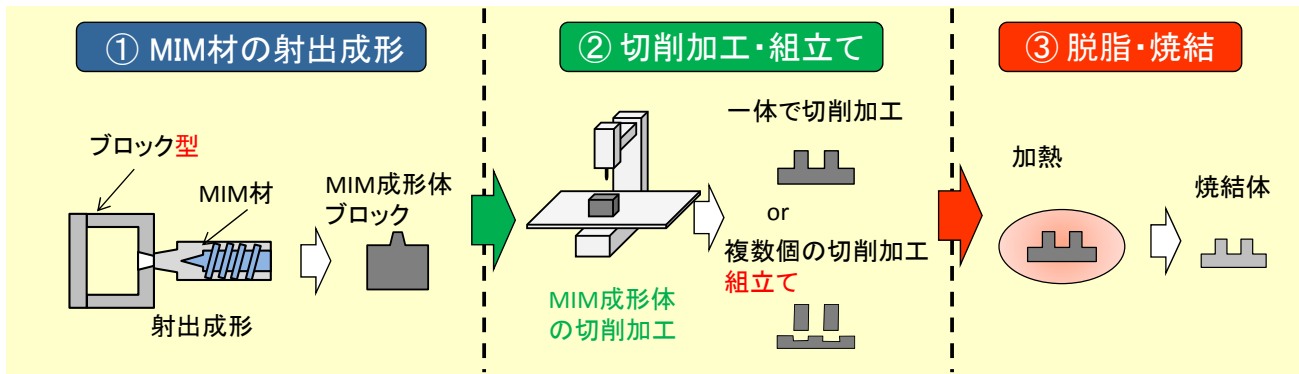
大学院・東大阪モノづくり専攻 修論発表：





## 地域企業との共同研究

グリーンマシニングと焼結接合を用いたMIM試作プロセス



国際会議で発表 & 専門雑誌に論文掲載： Low volume and prototype MIM components using green machining and sinter joining, Powder Injection Molding International, Vol.9, No.1, pp.61-65 (2015)  
 大学院・東大阪モノづくり専攻 修論発表：

# レーザー金型焼入れ

素形材センター

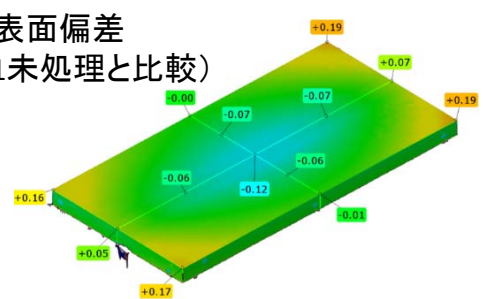


## 産学・学連携

「レーザ技術を利用した金型イノベーションに関する戦略策定専門委員会」



表面偏差 (SKD61未処理と比較)





本プロジェクトは、**機械工学科の多岐に亘る専門分野の教員が、「金型」という複雑な対象をターゲットとして研究や産学連携に取り組んだ点が特徴**(注1)です。

ここで、材料および力学的な数値シミュレーションに関する内容をご報告しましたので、これらのグループに属する研究者および次にご紹介する製造グループの研究者による、

「金型プロジェクトならではの」

の産学連携取り組み事例をご紹介します。

注1: 構想調書では「実学を重視して取り組んできた**個々の研究成果を「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**」と述べています。



ある金型製造企業が有していた問題例

漠然とした問題点 : CAEと経験の相違の原因が知りたい

複合的な解決案が期待できる例 : ウエルドラインの形成を低減したい

最も困っていた点



誰に、何を相談すれば良いか？

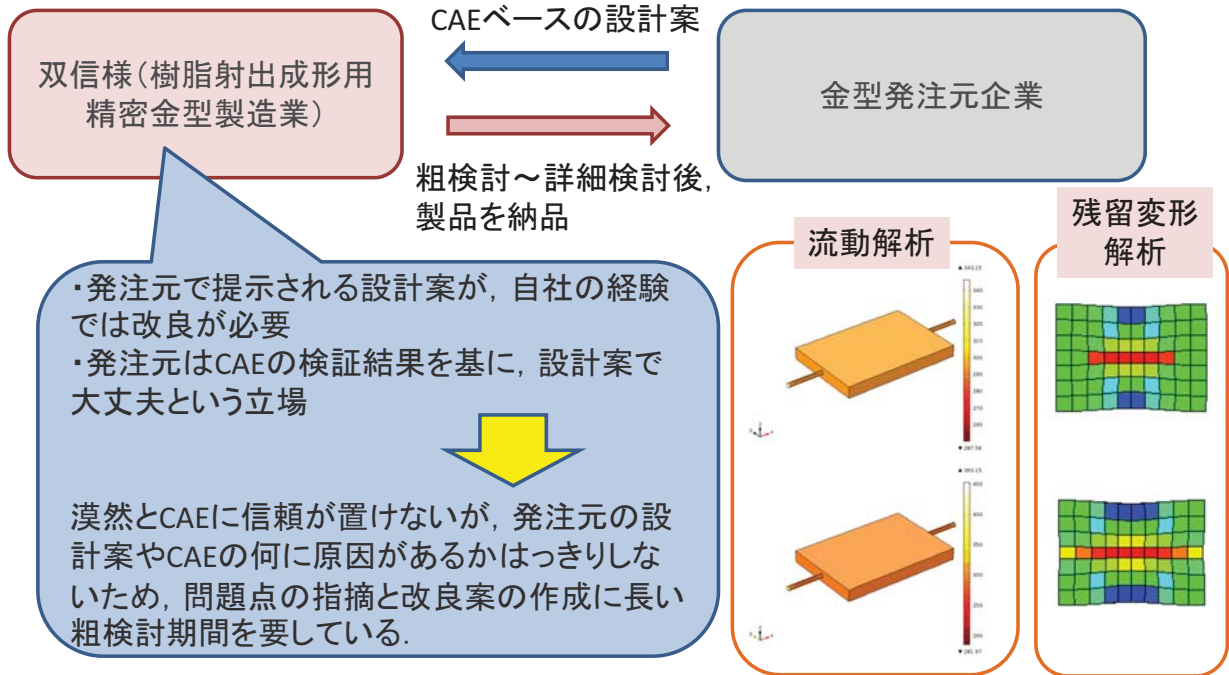
近年の産業界共通の問題点

- ・問題が抽象的である
- ・問題が高度化しており、原因が一つとは限らない
- ・上記により、一つの原因を取り除くだけで問題が解決するとは限らない
- ・大学研究者は原則個別運営であり、知見は単一の専門に限定される

複数分野の研究者が  
協力して問題に取り組む意義  
(異分野研究交流・異分野横断型研究)



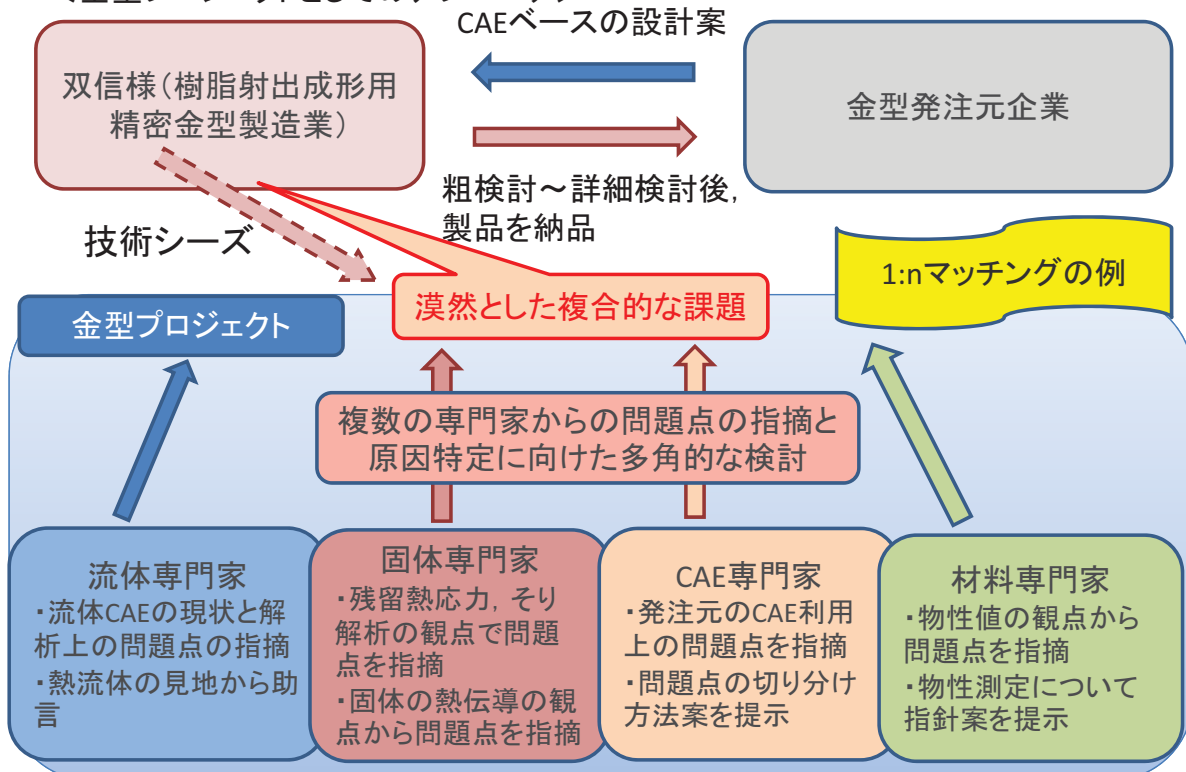
## <企業が抱えていた問題の概要>



- ・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

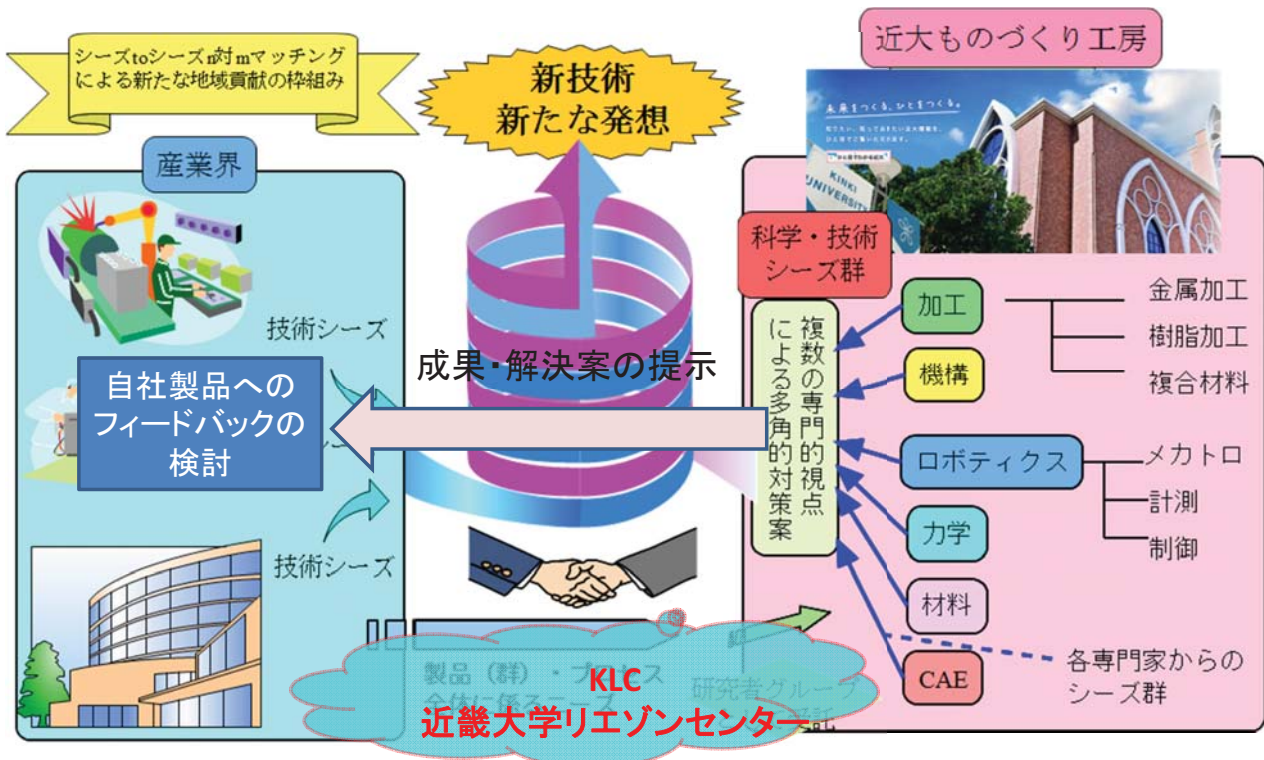
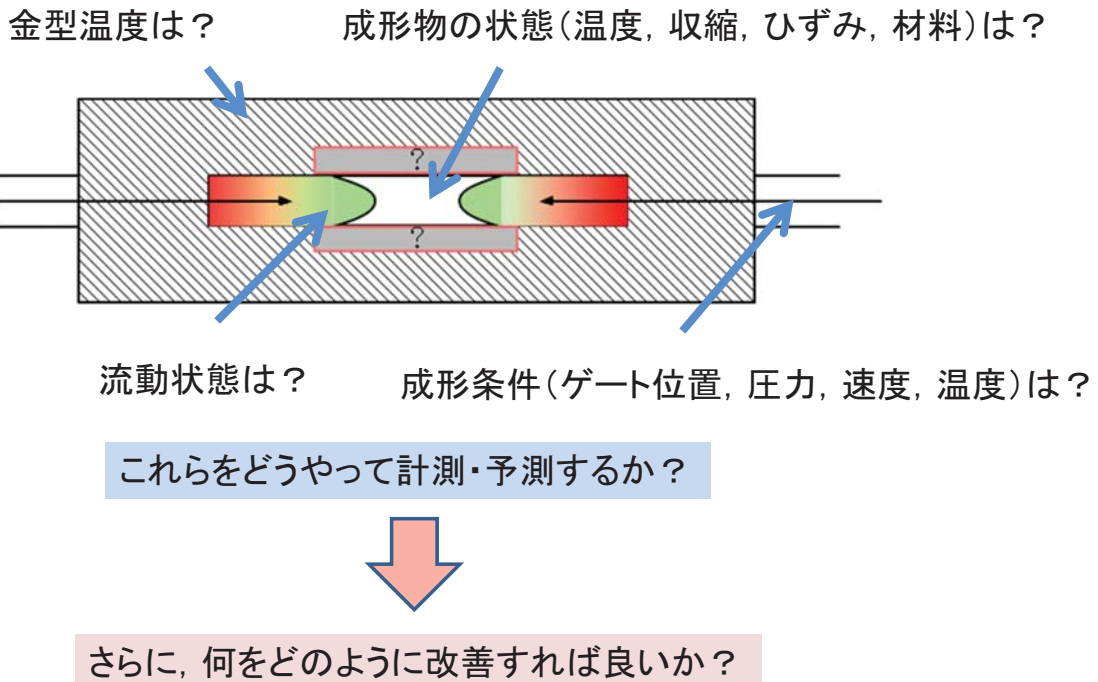


## <金型プロジェクトとしてのアプローチ>





<課題例2:ウエルドラインの低減>







# 『金型磨き・計測の完全自動化』

## 金型磨きロボット 始動！

金型プロジェクト成果報告会  
2015年4月25日(土) @ 近畿大学  
型・製造グループ



五百井教授  
ロボット



小坂教授  
制御



原田教授  
機構



大坪准教授  
メカトロ

1

## 金型磨き作業



### ▶金型磨きとは

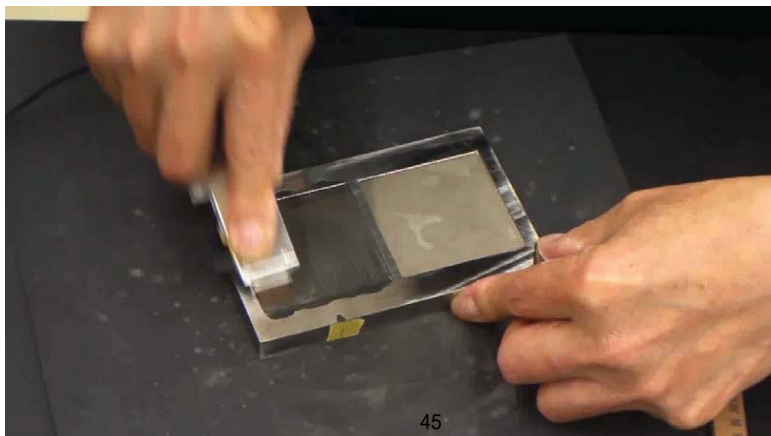
- ・カッターマーク除去, 放電加工面微小凹凸の平坦化: 研磨加工
- ・工作機械の精度を超える面精度が要求⇒ 手作業

### ▶金型磨きの方法

- ・棒状磨き工具: スティック砥石, 木製棒+研磨紙
- ・押し付け力 20~30N, 送り速度 10m/min, 往復送り運動

### ▶課題

- ・熟練作業, 重負荷作業 ⇒ 自動化の取組み (since 1980's)





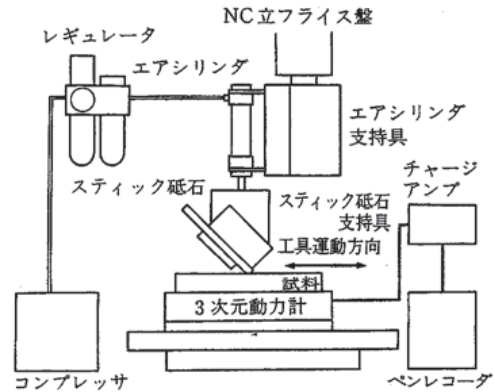


## ▶ 工作機械の利用

- ・位置制御 + 定圧押付け
- ・可動部質量が大きい  
→ 高速往復送り運動 ×

## ▶ 多関節ロボットの利用

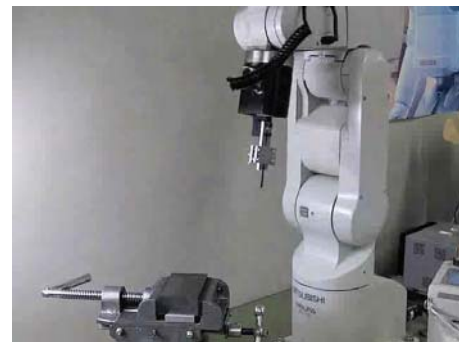
- ・力センサ搭載
- ・ロボットの剛性小さい
- ・可動部質量が大きい
- ・押付け力のリアルタイム変更 ×



三好隆志(大阪大学), 計測と制御(1998)



松野金型ホームページ



龍谷大学 理工学部 渋谷研究室

# パラレルロボット



## ▶ パラレルロボット

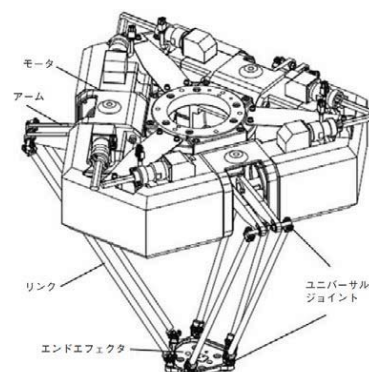
- ・高速, 高精度, 高剛性
- ・位置制御

## ▶ Direct Drive DELTAロボット (パラレル・メカニズム)

- ・ダイレクトティーチング ↑
- ・力制御 ↑
- ・推力小 ↓
- ・コギングトルク  
→ ロボット手先のリップル ↓



FANUC げんこつロボット 国際ロボット展2013



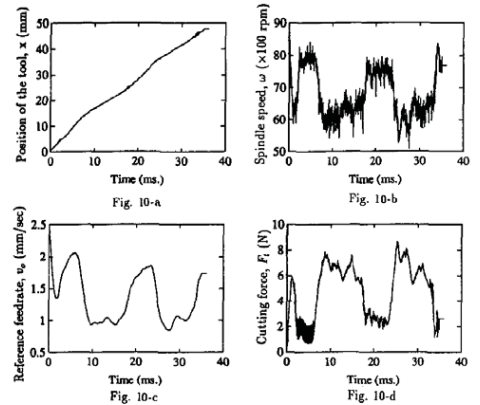
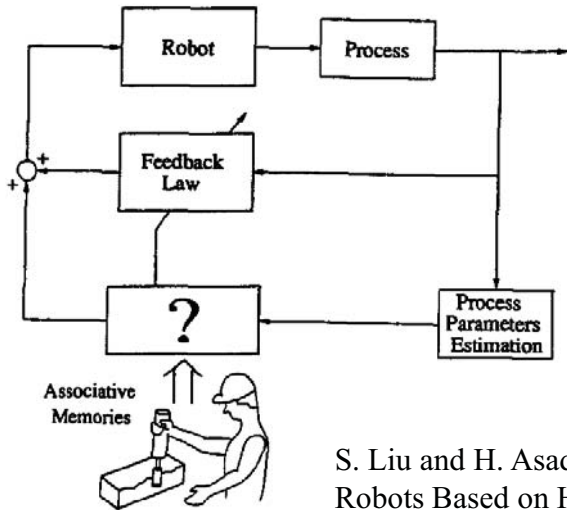
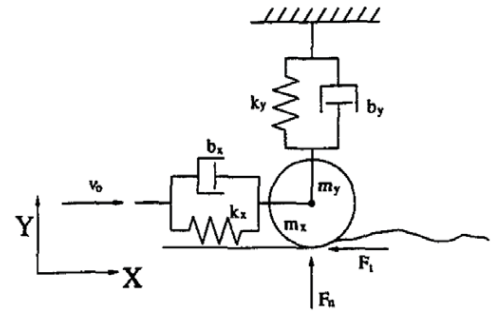


## ▶技能を要する作業のロボット化

・技能とは? ⇒ 位置と力の関係

$$f = m\ddot{x} + b\dot{x} + kx$$

- ・作業データから技能( $m, b, k$ の値)を抽出する
- ・位置+力+技能をロボットで再現



S. Liu and H. Asada (MIT), "Adaptive Control of Deburring Robots Based on Human Skill Models", Proc. of CDC, 1991

5

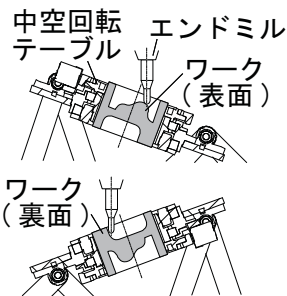
## 研究シーズ

# パラレルメカニズム

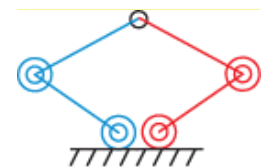


## パラレルメカニズムの研究と工作機械への応用

### ・バック転パラレルメカニズム 5軸加工機テーブルメカニズム



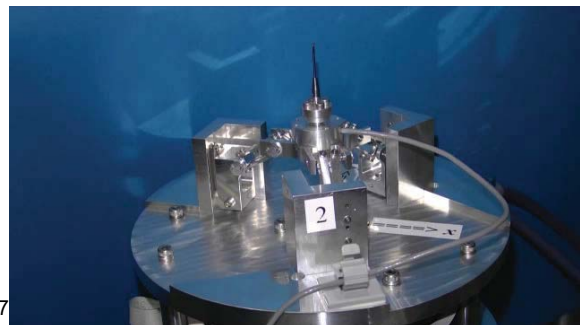
原田教授



### ・倣い制御 磨き作業などへ応用



### ・微小力座標計測倣いプローブ



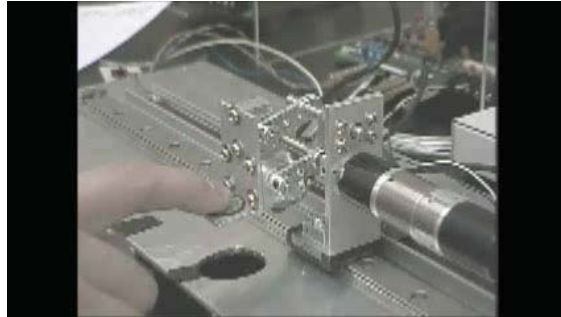
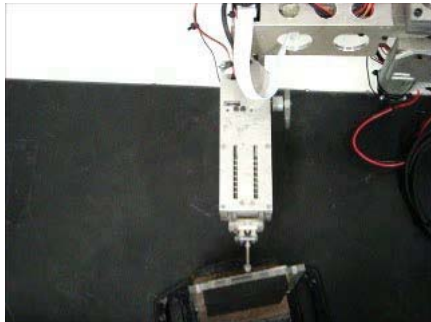
47

6



## ロボットの力制御 (ロボットで触る, ロボットを触る)

・指型ロボット 形や硬さを推定



五百井教授

## 技能のロボット化

・八の字スケート

コツを必要とする技能を  
解明し, ロボットで実現

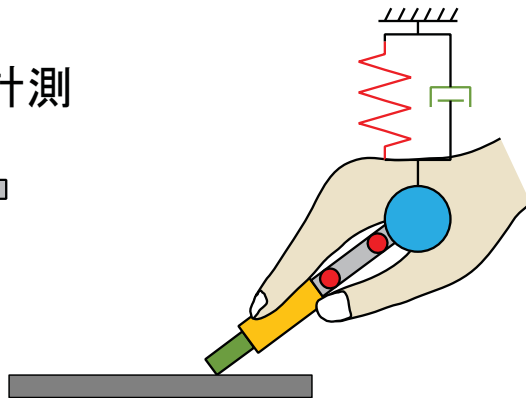
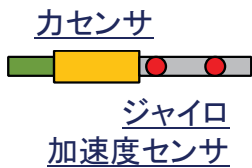


7

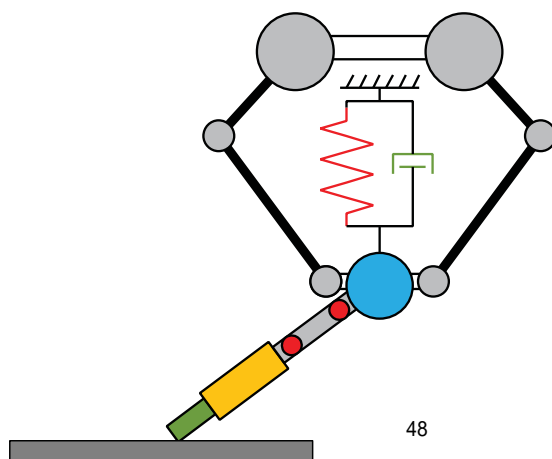
# 金型磨き自動化研究方針



▶磨き作業の計測



▶磨きロボット



磨き技能の  
特徴抽出

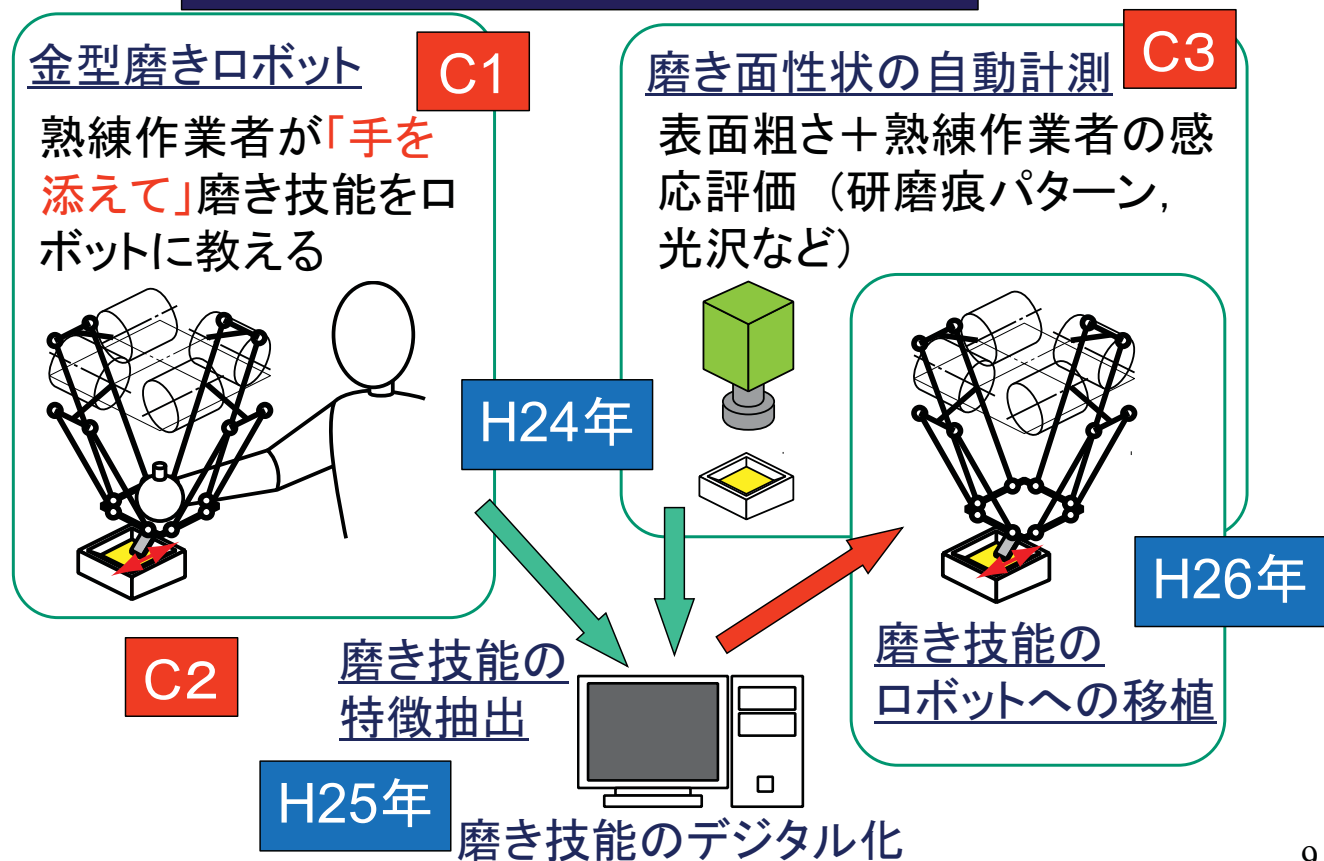


磨き技能の  
ロボット化





## 『金型磨き・計測の完全自動化』



9

## (C1) 金型磨きロボット 設計試作

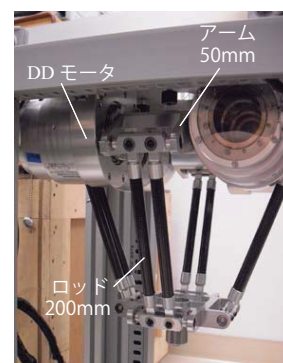
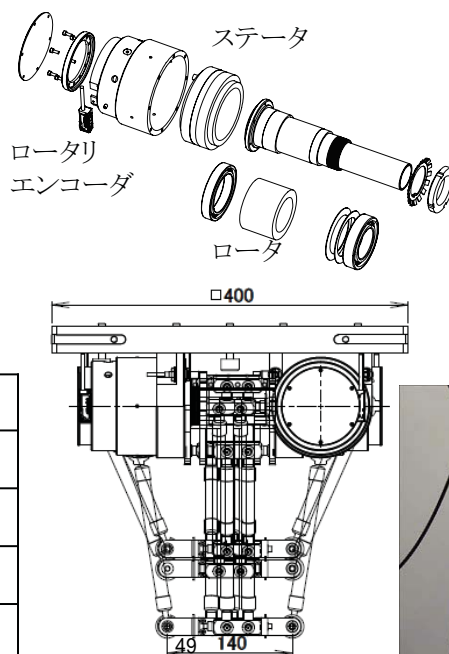
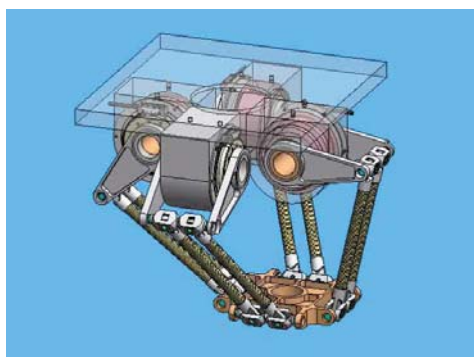


▶スロットレスDD モータ・冗長駆動DELTA 型 **パラレルロボットの試作**  
微妙な力加減を制御し、高速・高精度に金型磨き作業を実現

構想設計

詳細設計

試作



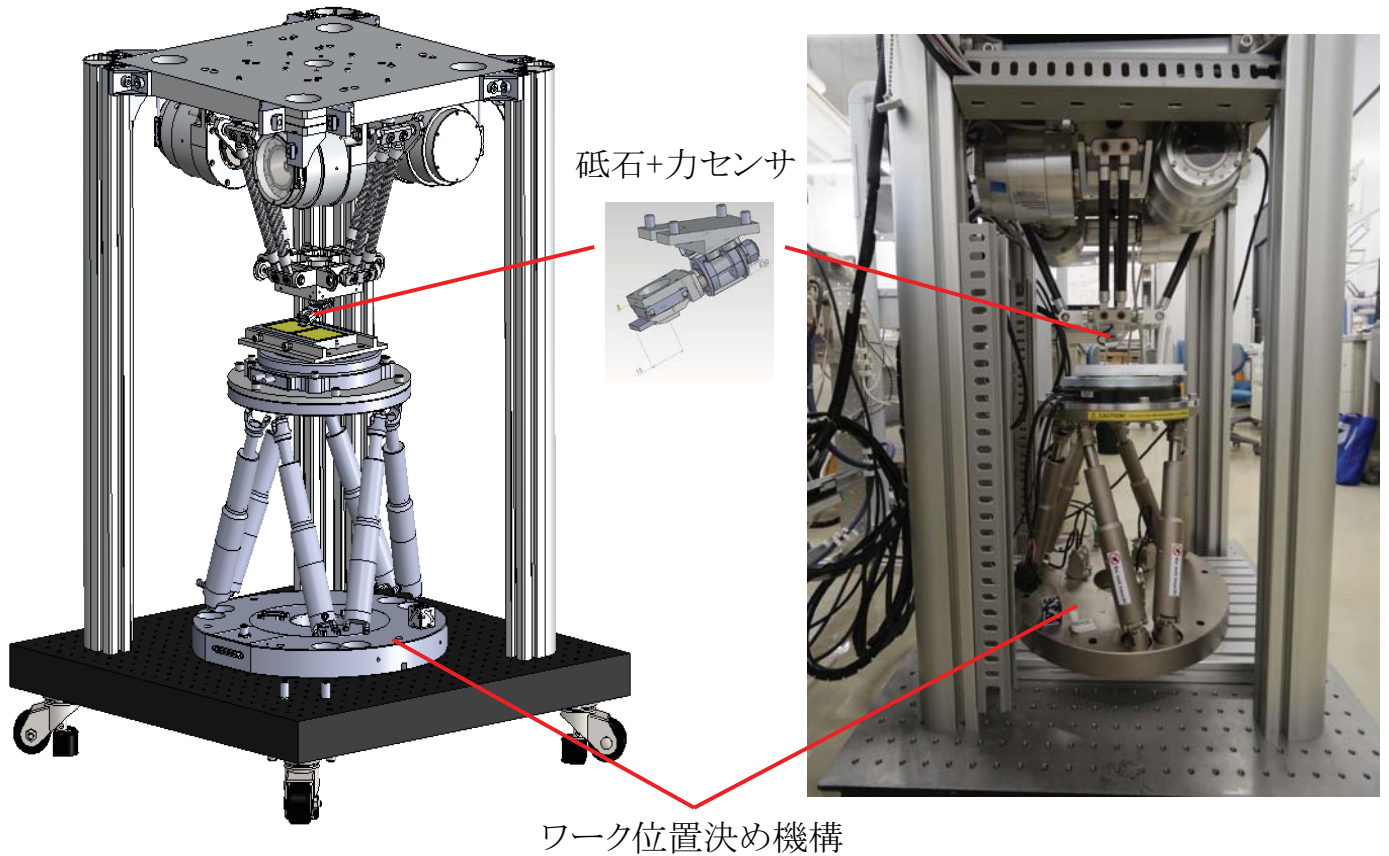
モータ	スロットレスDD モータ
位置精度	分解能1 $\mu$ m
押付け力	定格 20 N, 最大40N
手先速度	1m/sec (60m/min)
作業範囲	XY140mm, Z40mm



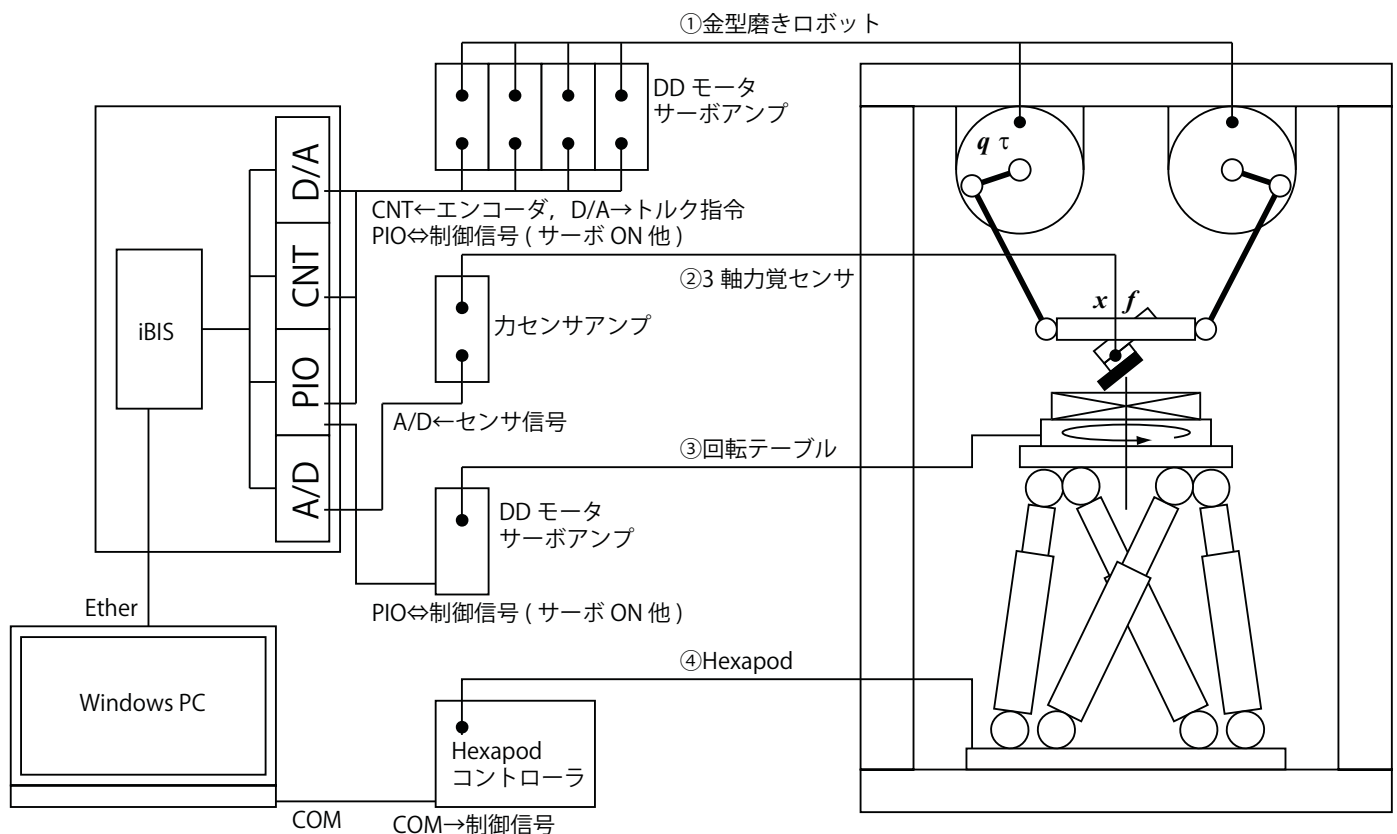
10



# (C1) 金型磨きロボット 周辺機器



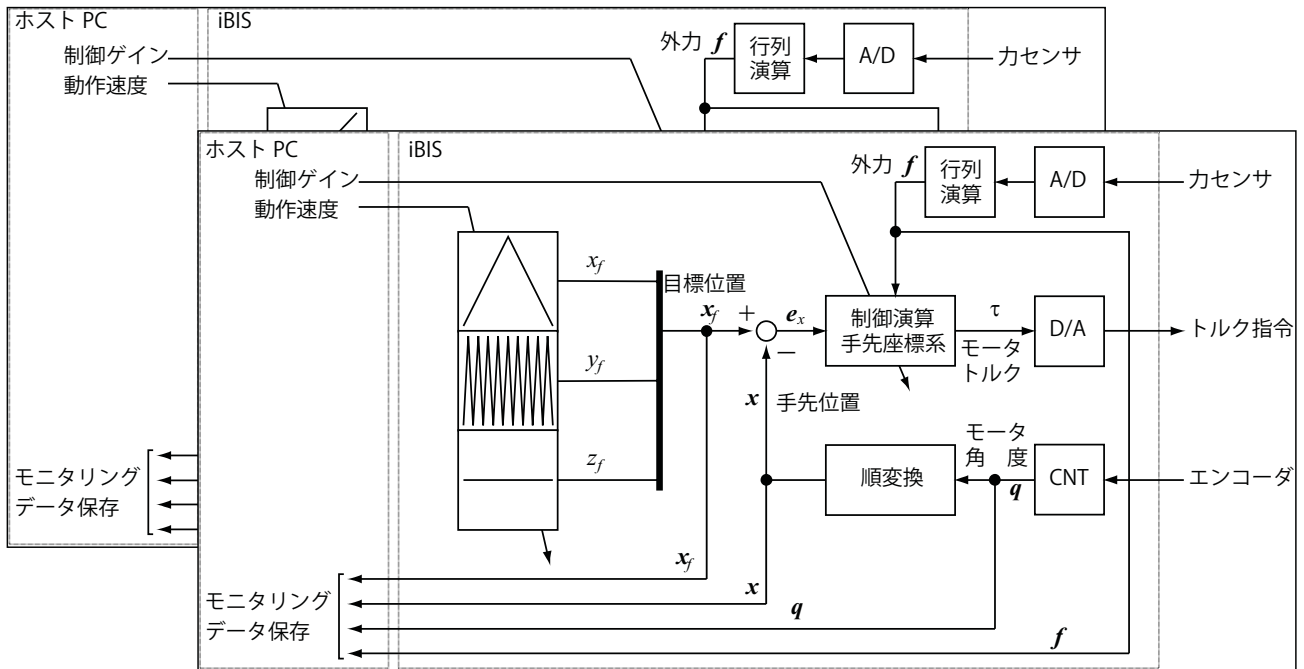
# (C1) 金型磨きロボット 制御装置



# (C1) 金型磨きロボット 制御則

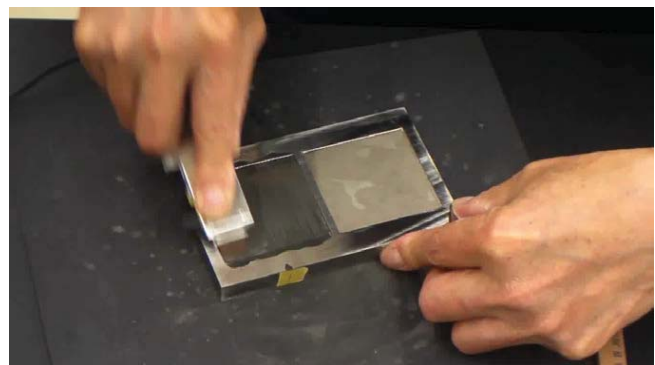
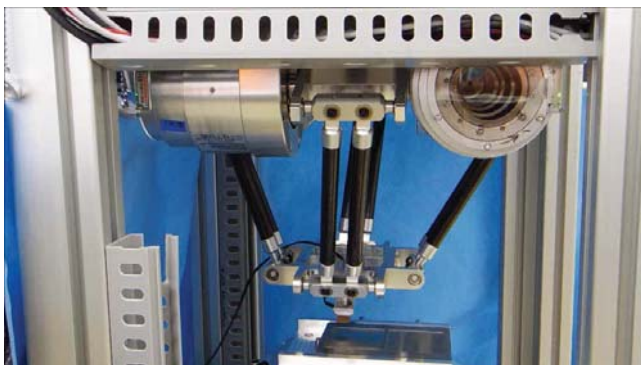


## MBD: Model Based Design

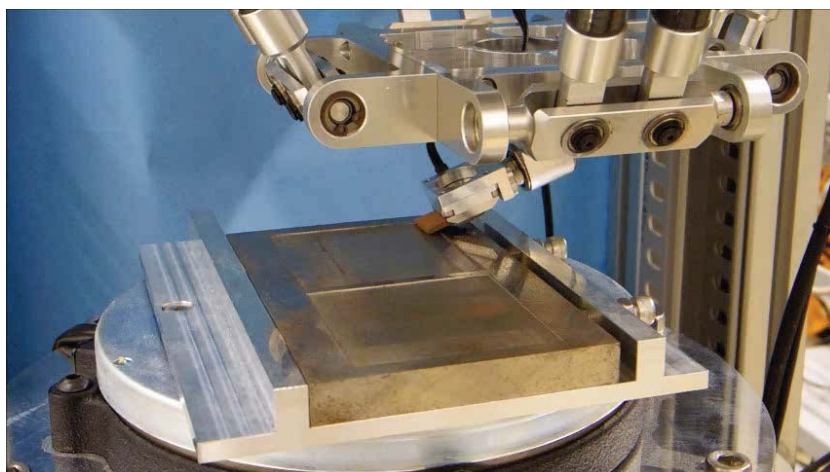
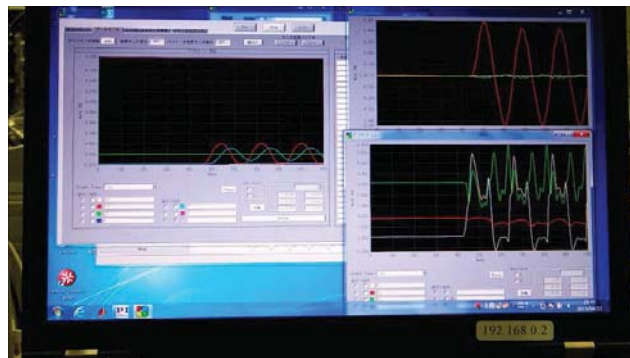


複数の動作モード間の状態遷移

# (C1) 金型磨きロボット 磨き動作



# (C1) 金型磨きロボット 倍速磨き



15

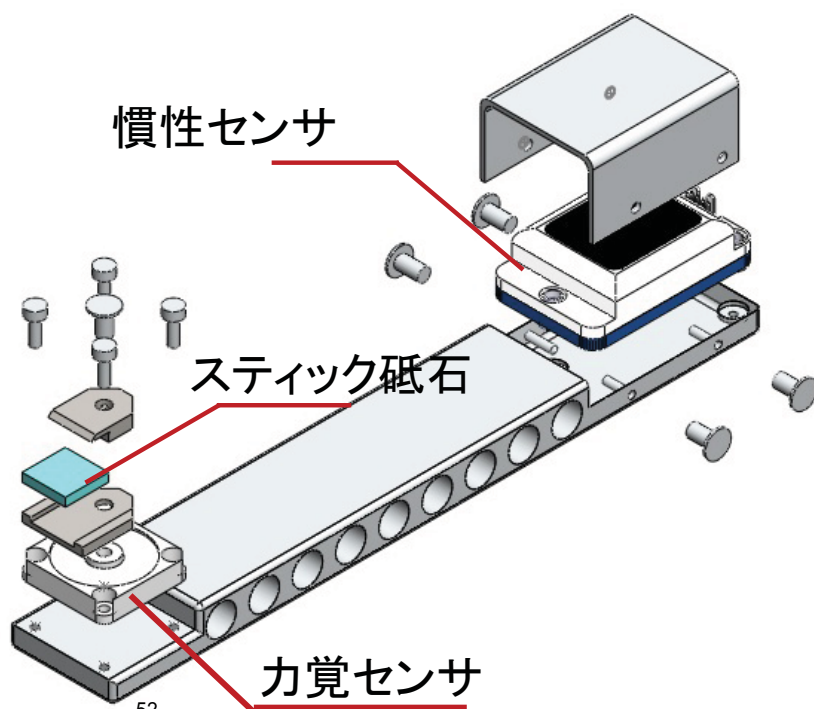
# (C2) 磨きスキル 成果



## ▶スマートツールの開発

磨き作業中の砥石位置(速度・加速度)・力を計測

- ・長さ150[mm] × 幅24[mm]  
× 高さ17[mm]
- ・総重量: 95[g]



52

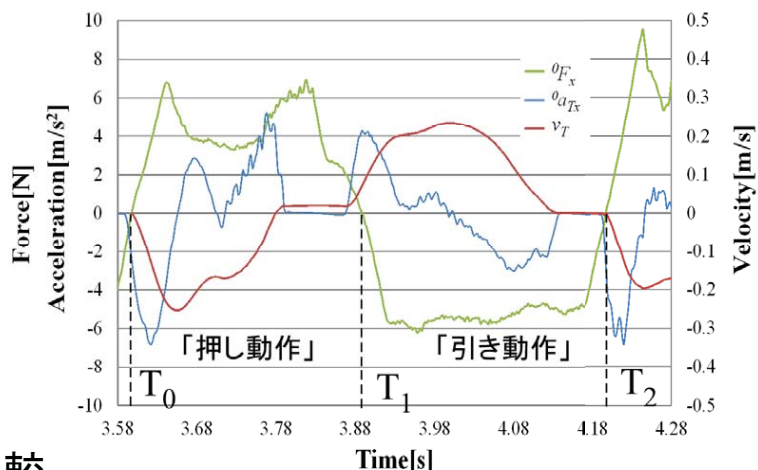
16



# (C2) 磨きスキル 成果



## ▶磨き作業中の速さ・力



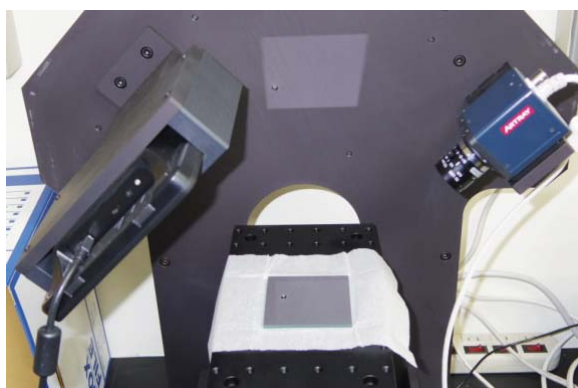
## ▶熟練者・非熟練者の比較

	Power[J]	Periodic time[sec]	Mean power[J/s]
Skilled worker	0.813	0.228	3.56
Beginner_A	0.350	0.228	1.53
Beginner_B	0.264	0.388	0.68
Beginner_C	0.226	0.366	0.62
Beginner_D	0.268	0.526	0.51
Beginner_E	0.642	0.406	1.58
Beginner_F	0.462	0.336	1.38

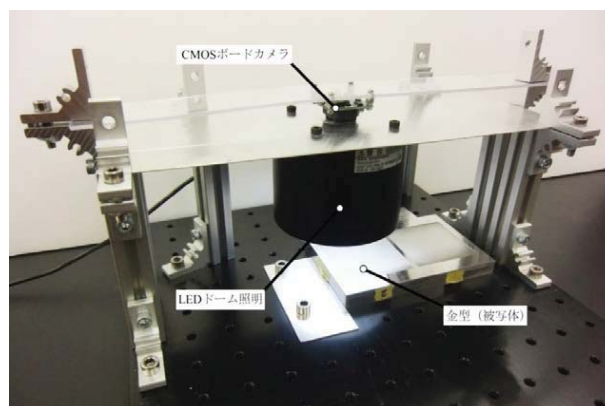
# (C3) 面性状計測 成果



## 鏡面度計の選定・導入



## 瑕疵計測 視覚スキルの定量化



素人

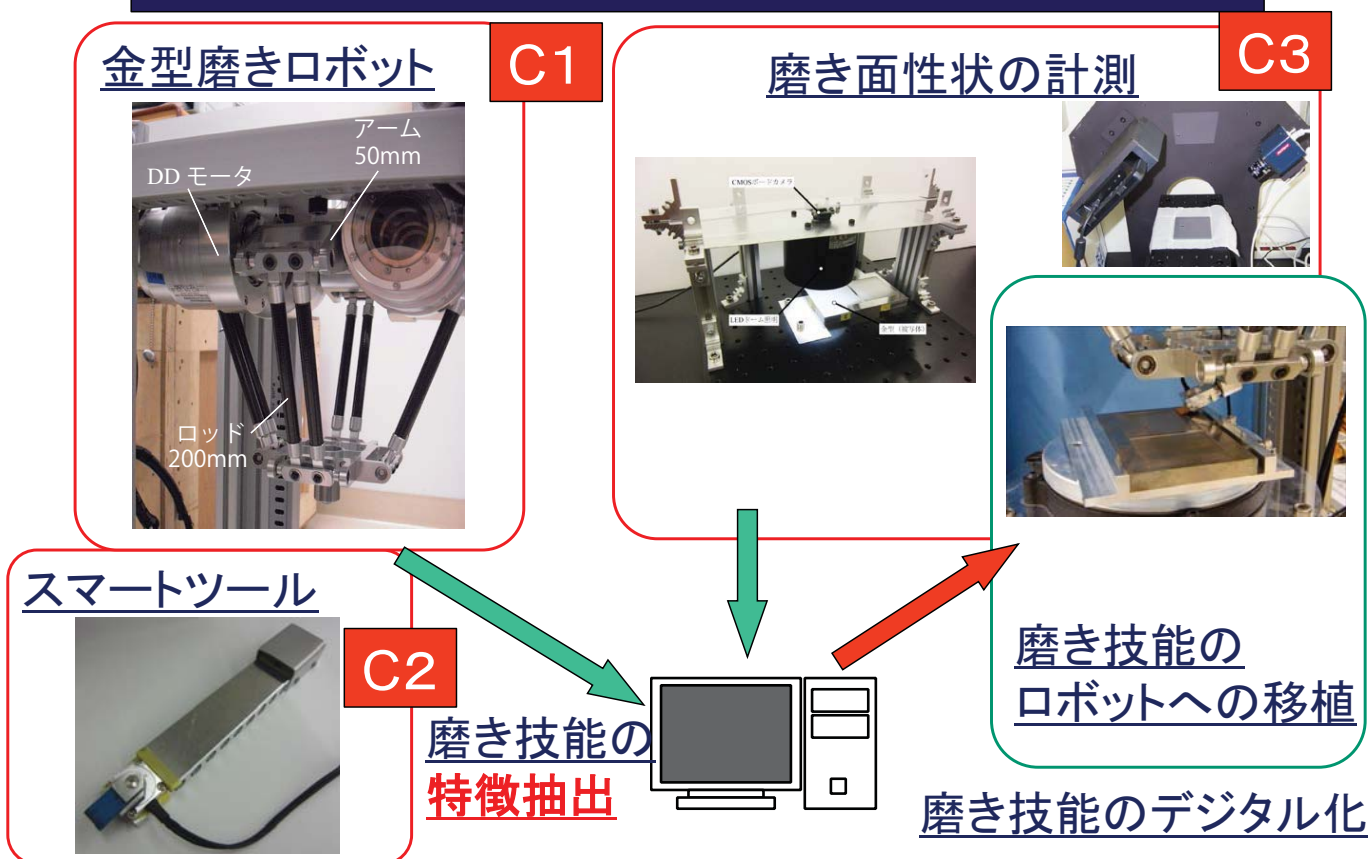


熟練技能者





## 『金型磨きロボット, スマートツール単体稼働』



19

## 今後の展開



### ① 金型磨きロボット

- ・金型磨き実験, 評価 ↔ ③ 磨き面性状計測
- ・スマートツールで取得した熟練磨き方法の再現
- ・テストワーク磨き
- ・学生金型グランプリ用の金型磨き
- ・製品金型磨き
- ・精度向上 (運動精度, 力制御精度)
- ・機能向上 (曲面磨きなど)

### ② スマートツール

- ・機能向上



# 学生金型グランプリ出場報告

にしやぶかずあき  
**西 藪 和 明**

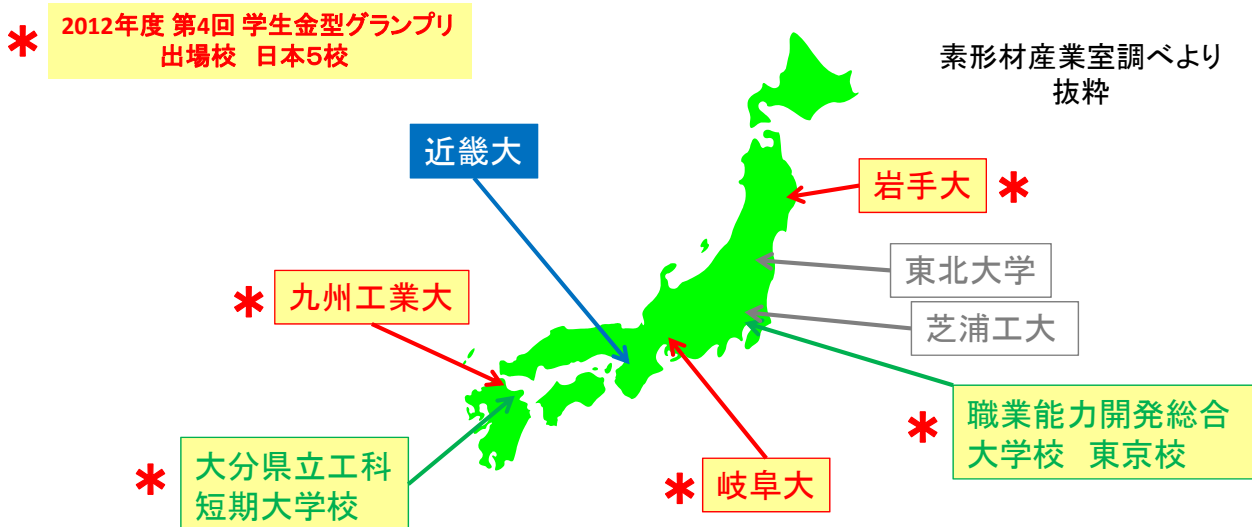
近畿大学 理工学部 機械工学科 准教授

<http://www.mec.kindai.ac.jp/kanagata/>

## なぜ学生金型グランプリに出場したか？



### 日本国内の金型の研究・教育の拠点



近大発・金型プロジェクト

金型の設計製造を経験した  
設計・研究者の育成

# 学生金型グランプリとは？



日本・中国・韓国の大学で「金型」を学ぶ学生が、同じテーマ(課題)の**金型製作**を行い、その成果である**”金型”**と**”成形品”**を**展示**する。また、学生金型グランプリ・**プレゼンテーション**セミナーとして、学生が金型製作の設計から金型加工、成形に至る実施内容を説明する。

主催:(社)日本金型工業会

場所:INTERMOLD 金型展

課題: **金属プレス金型** ・ **プラスチック射出成形金型**

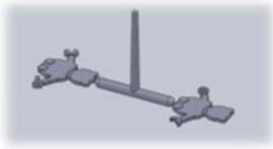
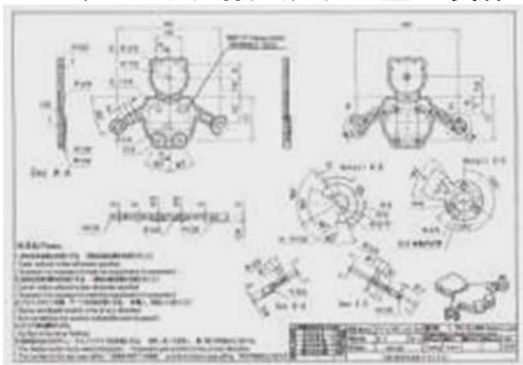
- 実際の現場において生じた問題点やその解決方法、今後の改善点などを専門教育を受ける学生ならではの視点で解説する。
- モノづくりの現場で課題となる『人材確保』『技術継承』などの**人づくりに有効**。

## 2013年度 第5回学生金型グランプリ課題製作



### 金型グランプリへの出展(準備)

プラスチック射出成形金型の製作



### 金型寺子屋

研究支援者:2名(金型製造の指導)

アルバイト:1名(計測装置・成形機の操作)



出場せず  
(射出成形機の未導入)

# 2013年度 第5回学生金型グランプリ出場校



(中国) 大連工業大学 金  
プ

会場: 東京ビッグサイト東4ホール  
日時: 2013年4月17-20日

(中国) 大連市軽工業高校 プ

(中国) 大連経済技術開発中等職業技術専門学校 プ

九州工業大 プ

岩手大 プ

職業能力開発総合  
大学校 東京校 プ

(韓国) 公州大学校 金  
プ

(韓国) 柳韓大学校 金  
プ

大分県立工科  
短期大学校 プ

岐阜大 金  
プ

(韓国) ソウル科学技術大学校 プ



# 2014年度 第6回学生金型グランプリ Web



English お問い合わせ リンク集

一般社団法人 日本金型工業会  
Japan Die & Mold Industry Association

東部支部 中部支部 西部支部

金型企業検索 国内金型企業マップ 海外進出金型企業マップ 日本金型工業会会員の方

ホーム > イベント > 第6回学生金型グランプリ、結果発表

## 第6回学生金型グランプリ、結果発表

事業報告 2014年4月22日 金型工業会

0 いいね! ツイート



2014年4月17日(火)、インテックス大阪6号館A オープンセミナー第2会場にて第6回学生金型グランプリが開催されました。

プレス型部門に  
岩手大学・岐阜大学・大連工業大学の3校

プラスチック型部門に  
岩手大学・岐阜大学・**近畿大学**・大分県立工科短期大学校・九州工業大学・大連工業大学の6校

にご参加いただき、各校とも非常にすばらしい製作発表をしていただき、発表された各校の懸命な姿勢に応えるかのように多くの来場客にもお越しいただき、盛大に行われました。

今回は日本金型工業会ブースより出展していただいた50社の会員企業の方々に審査員になっていただき、プロの目線で厳正なる審査が行われた結果、





機械新聞 2013.08.10

金型関連の日本最大イベント「インテックス大阪」の目玉企画となつている学生金型グランプリに近畿大学が関西圏で初めて来年参加することが決まった。実現すれば関西圏からは初出場となる。

同グランプリは、人材育成・後継者育成・技術研究開発を目的に、次世代の金型産業を担う学生たちが金型の設計から材料調達、金型製造、成形加工に至るまで一連のモジュールに挑み、製作した金型を用いた成形品とその過程を発表するもの。来年度6回目。前回は日本から5校、中国、韓国からそれぞれ3校の計11校が参加。「金型が大事とよくいわれるが、日本全国で金型に特化した教育・研究拠点は、グランプリ参加校を含めたった7校。しかも、金型産業が集積しているのは大阪はゼロ。これぞいいの。ならば、ものづくりの町、東大阪市のご真ん中にある近大がやる」と熱く語るのは同大学理工学部機械工学科の西殿和明准教授。

同氏は、近大が立ち上げた大阪東部地域の産官学による金型プロジェクトの一員。近大には金型自体の専門家はいないが、機械工学科15名の教員がそれぞれ別の専門分野の知識を活かし、△材料△設計△製造△の3方面からニーズを汲み取りながら金型にアプローチしている。文部科学省の平成24年度支援採択事業。

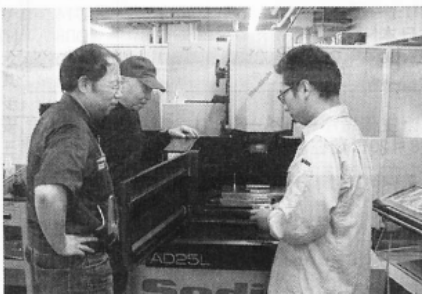
「やれるかやれないかは別だが、守らなければならぬものがある。将来的には関西初の地元で」との思いからプロジェクトがスタートしたという。学生金型グランプリへの挑戦もプロジェクト活動の一環で、金型人材育成につながる。「金型職人を育てるのではなく、むしろ自動車や家電メーカーなど発注側で金型が分かる人材を育て、その結果、大阪東部地域が金型の設計・製造の拠点として維持されるというストーリーを描いている。近大にとっても、建学の精神の一つ「実学」をより深化させることができる」と同氏。

目下、プロジェクトに参加する金型職人OBが、前回のグランプリの課題で学生たちを特訓中。製作に必要な刃物の発注など、金型のイロハから始めていくという。

このほか近大では、機械工学実験「形彫り放電加工」のテーマを新設。金型学部の授業本格導入に向け、着々と準備を進めている。



## 近大が関西初参加へ モニター 学生金型グランプリ

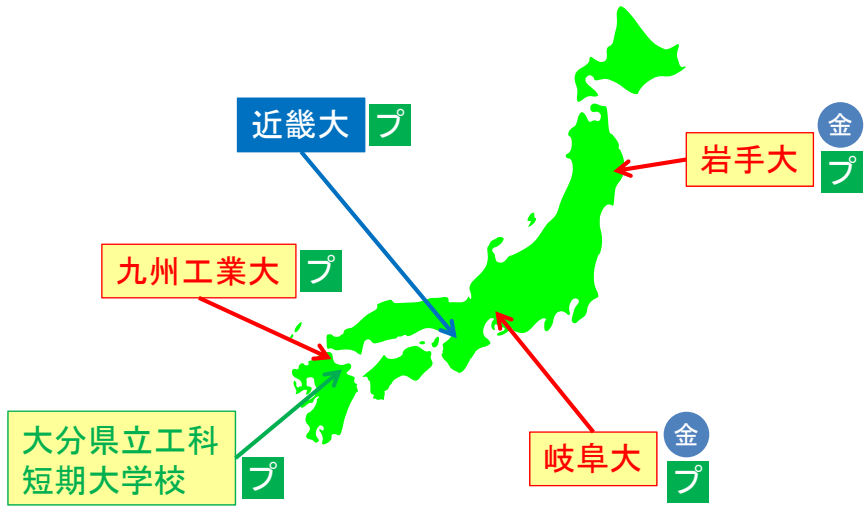


学生ら特訓中



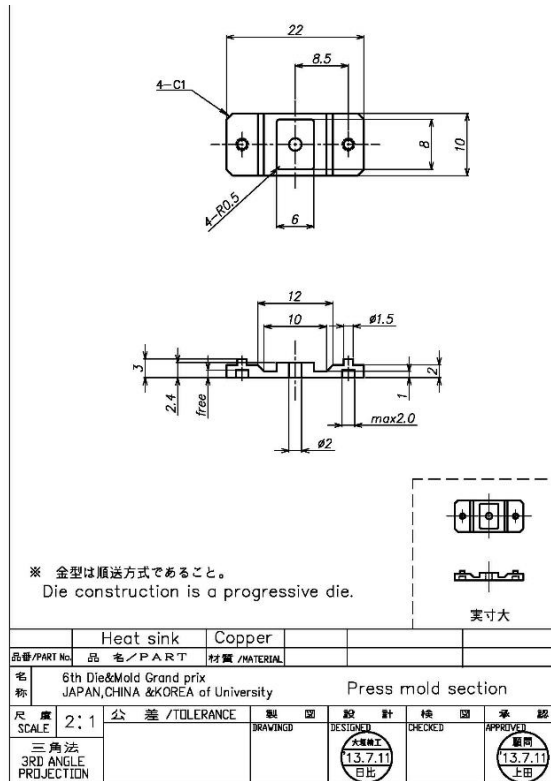
会場: インテックス大阪 6号館A  
日時: 2014年4月16-19日

(中国)  
大連工業大学



# 2014年度 第6回学生金型グランプリ課題

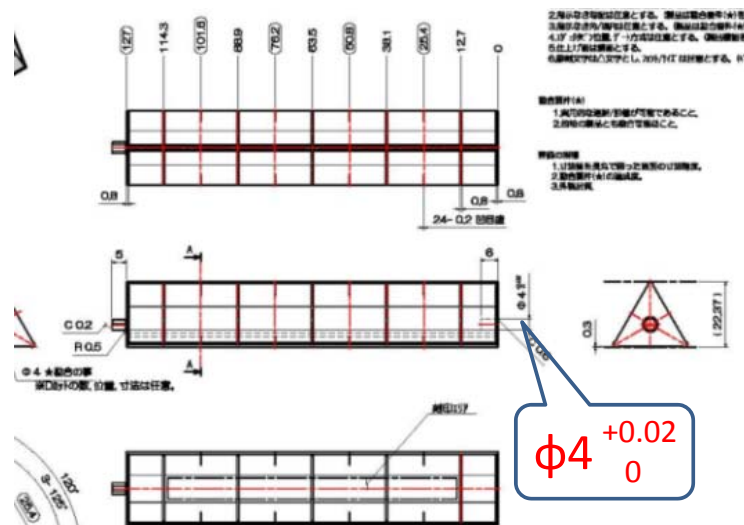
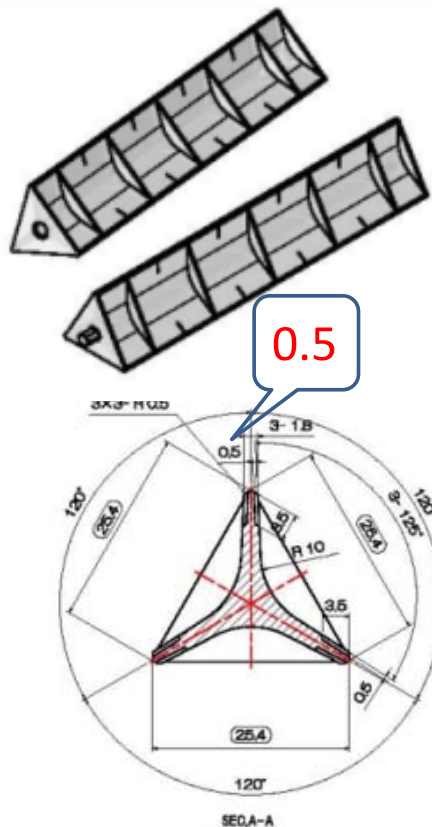
## 金属プレス金型



一般社団法人 日本金型工業会  
Japan Die & Mold Industry Association

# 2014年度 第6回学生金型グランプリ課題

## プラスチック射出成形金型



0.0000 ±0.0025		0.0000 ±10'	公差 5X1 (1) 三角形三角計	SR 第6回学生金型グランプリ
0.000 ±0.006	0.000 ±0.007	0.000 ±0.007	DATE/DATE *	NAME
0.00 ±0.01	0'	0'	数量 *	所属 MATERIAL
0.0 ±0.1			図面 NO. *	数量 MATERIAL H-FC
一般公差 GENERAL TOLERANCES	図面 NO.			仕様
				FINISH
				数量
				NAME
				SCALE
				1/1
発行済 発行済	2013.09.10	加藤	加藤	
発行済 発行済	発行済 DATE	発行済	発行済	

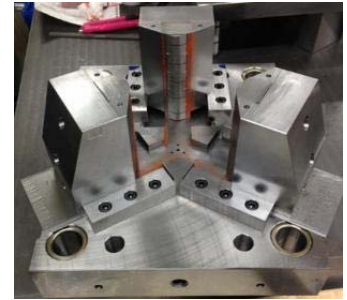
# 2014年度 第6回学生金型グランプリ課題 製作風景

プラスチック射出成形金型の製作

金型寺子屋

研究支援者:2名(金型製造の指導)

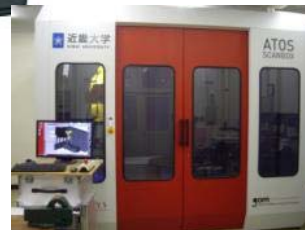
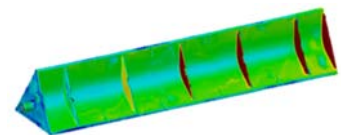
アルバイト:1名(計測装置・成形機の操作)



機械加工

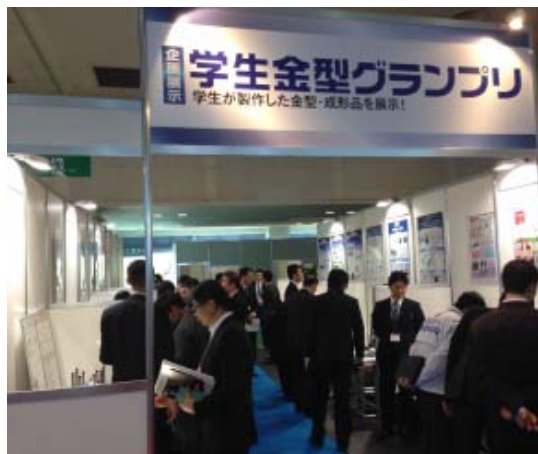


射出成形



形状測定

# 2014年度 第6回学生金型グランプリ 展示・発表風景





# 2015年度 第7回学生金型グランプリ 開催案内

**INTERMOLD 2015**  
**金型展2015**  
**金型加工技術展2015**

2015年  
**4月15日** 閉会 **18日** 10:00~17:00  
 東京ビッグサイト

展示情報 講演・セミナー 入場方法 報道関係者の方へ アクセス/ホテル お問い合わせ

事前来場登録 出展者一覧・検索 会場レイアウト図 受付中 受領申込受付中: 無料 基調講演

トップ > 講演・セミナー > 学生金型グランプリ

**第7回「学生金型グランプリ」**  
 ~次世代のモノづくりを担う学生達による金型製造技術の披露~

**第7回「学生金型グランプリ」**

金型を学ぶ学生達が制作した金型、成形サンプルを展示。また、学生金型グランプリ・プレゼンテーションセミナーとして、学生達が金型製作の設計から金型加工、成形に至る実施内容を説明する。実際の現場において生じた問題点やその解決方法、今後の改善点などを専門教育を受ける学生ならではの視点で解説いたします。モノづくりの現場で課題となる『人材確保』『技術継承』などのモノづくりに注目してください。ぜひ、ブースに立ち寄り参加学生との交流の機会をお待ちください。

日時	2015年4月16日(木) 13:00~17:00
会場	オープンセミナー第2会場
展示コーナー	東京ビッグサイト 東4ホール入口前

**参加校**

若手大学/岐阜大学/九州工業大学/近畿大学/大分県工科短期大学/大連工業大学

**出題テーマ**

プラスチック金型・・・『トートバッグ型マグカップ用ティーバッグレスト』  
 プレス金型・・・『BELL 単発型対応』

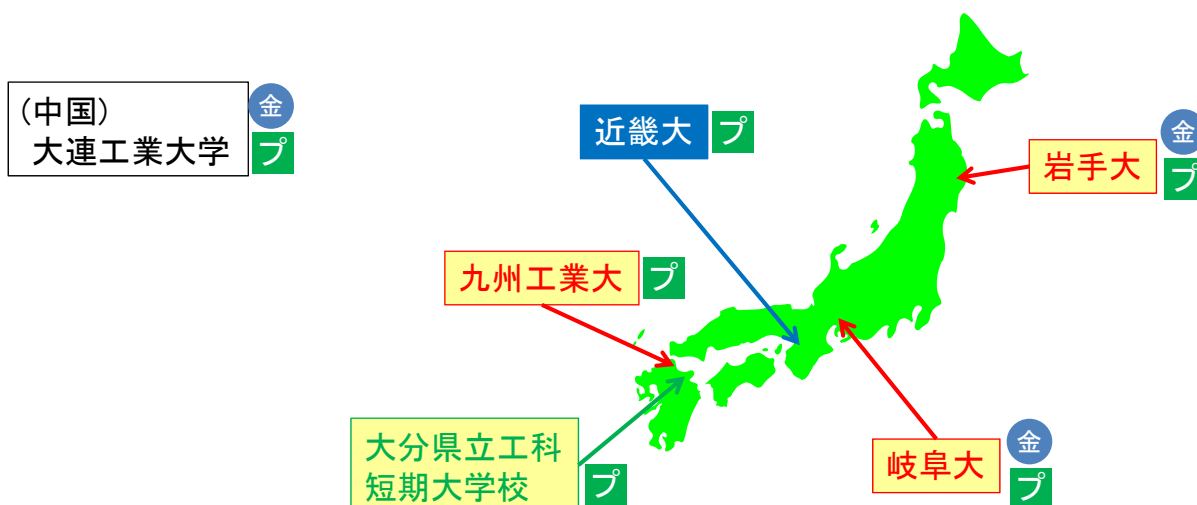
- 基調講演**  
「自動車産業を支える日本自動車部品工業会(JAPIA)の取り組み」
- 特別講演会**  
「自動車の技術動向～環境や自動運転と部品技術の取り組み」
- 特別セミナー**  
「3Dプリンタトップシェアのストラタシスによる、ものづくりにおける最新トレンド RPからDDMへ」
- 試作・デザイン・解析&3Dプリンティングフェア 特別講演**  
「モノづくりとコンシリエンスデザイン(仮)」
- 特別講演会**  
「自動車用プレス成形技術の将来を語る」
- 第7回「学生金型グランプリ」**  
次世代のモノづくりを担う学生達による金型製造技術の披露

<http://intermold.jp/seminar/sp/6/>

## 2015年度 第7回学生金型グランプリ出場校



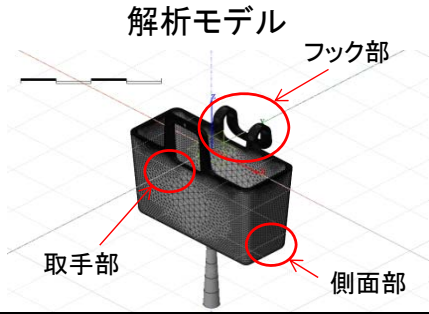
会 場:東京ビッグサイト 東4ホール  
 日 時:2015年4月15-18日







# 金型の設計の準備： 射出流動解析



## 解析条件 (Analysis Conditions)

樹脂 (Resin)	ポリプロピレン (Polypropylene)
樹脂温度, $T_R$ (Resin Temperature)	220 °C
金型温度, $T_m$ (Mold Temperature)	50 °C
射出流量, $Q$ (Injection Flow Rate)	40 cm <sup>3</sup> /s

## ゲート位置の違いによる影響 (Impact of Gate Position Difference)

ゲート位置 (Gate Position)	底面部 (Bottom Surface)	フック部 (Hook Part)
メルトフロント (Melt Front)		
最大射出圧力 (Maximum Injection Pressure)	31.5 MPa	58.6 MPa
最大型締力 (Maximum Clamping Force)	3.2 t	3.3 t

底面部はフック部の46% (Bottom surface is 46% of hook part)

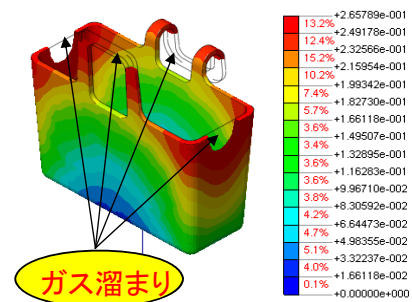
# 金型の設計の準備： 射出流動解析



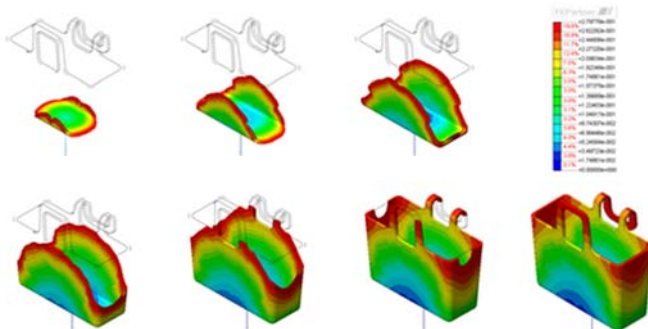
## ゲート位置の違いによる収縮量の比較 (Comparison of Shrinkage by Gate Position Difference)

ゲート位置 (Gate Position)	底面部 (Bottom Surface)	フック部 (Hook Part)
収縮量 (Shrinkage)		

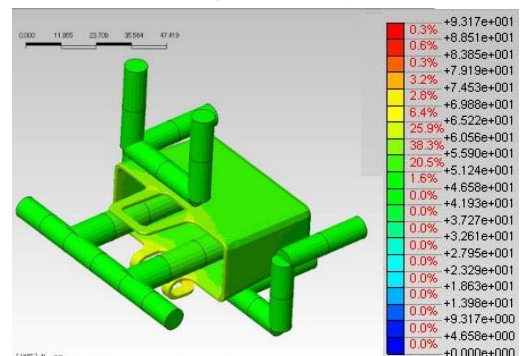
## ガス溜まり発生箇所 (Gas Accumulation Occurrence Location)



## ゲート底面部メルトフロント (Melt Front at Gate Bottom Surface)



## 冷却管と製品部温度分布 (Temperature Distribution of Cooling Pipes and Product Part)



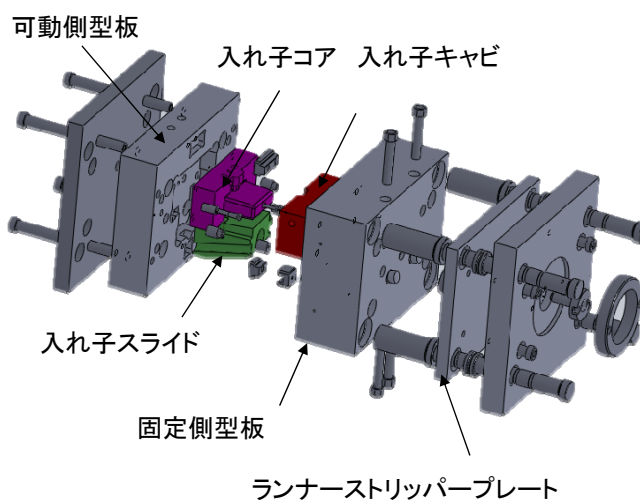
## 金型の設計： 金型の仕様の決定



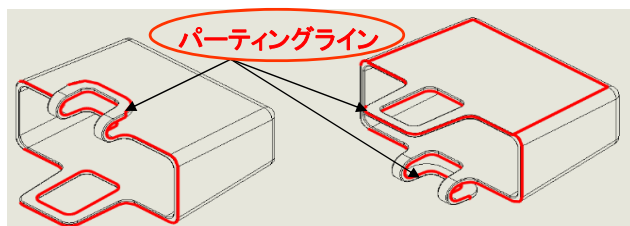
### 金型の仕様

ゲートの種類	ピンゲート
金型の種類	3プレート
成形品の取り出し方式	エアエジェクト
1サイクル毎の成形数	1

### 金型の拡散分解図



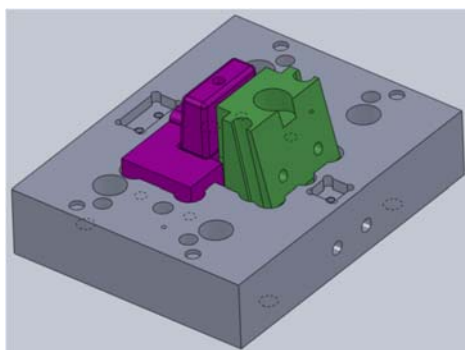
### パーティングライン発生箇所



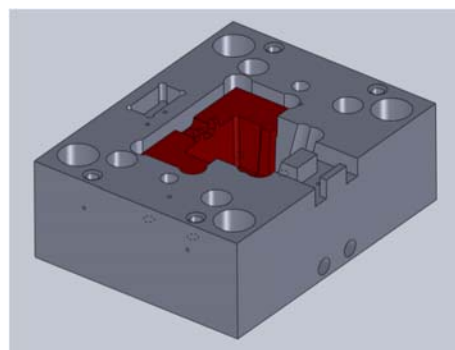
## 金型の設計： 金型の機構の決定



成形品のCADデータ



コアのCADデータ



キャビティのCADデータ

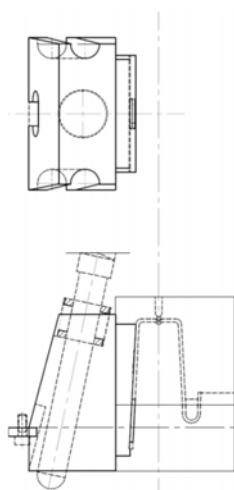
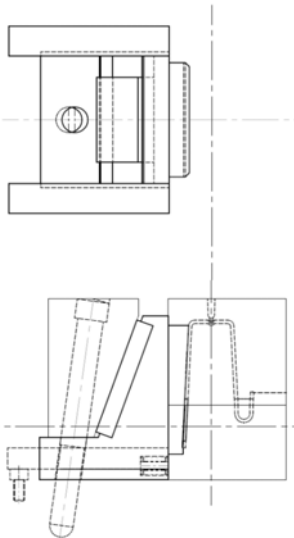
# 金型の設計： 金型の機構の決定



一般的なスライド

小型スライド

スライドに使用する部品点数比較



	一般的なスライド	小型スライド
アンギュラピン	1	2
スライド押え板	2	0
ロッキングブロック	1	0
ライナー板	1	0
スライドストップ	1	1
引張りピン	0	1
引張りピン固定板	0	1
ボルト	7	4
合計部品点数	13	9

4点減少

3次元モデルから算出した体積比較

	一般的なスライド	小型スライド	体積割合(%)
部品体積 $V_p$ (m <sup>2</sup> )	0.257	0.188	-26.8
加工体積 $V_m$ (m <sup>2</sup> )	0.426	0.198	-53.5

部品体積約30%減少  
加工体積約50%減少

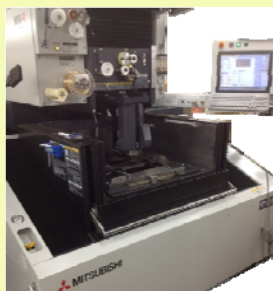
# 金型の加工： 製作順序



切削加工



ワイヤー放電加工



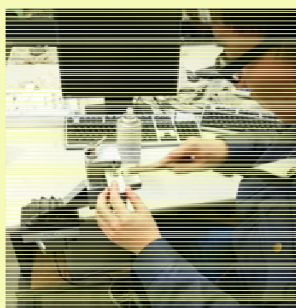
型彫放電加工



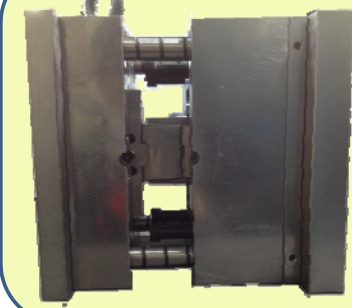
形状測定



手磨き



完成





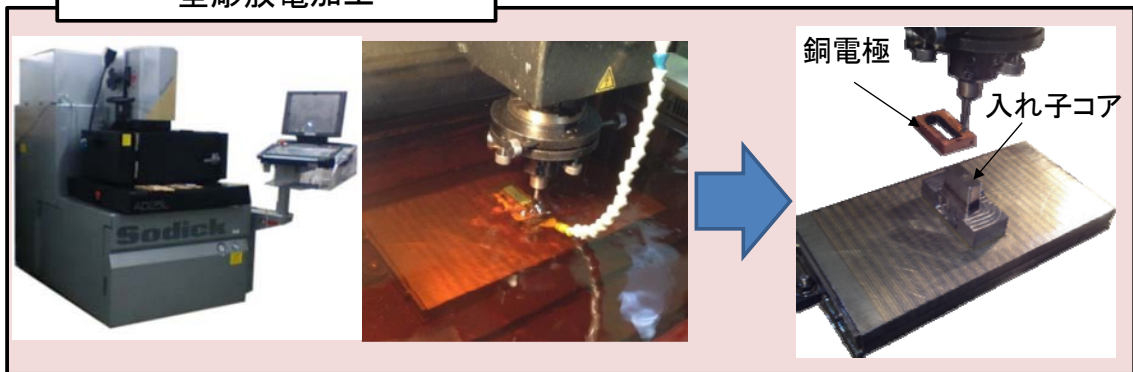
# 金型の加工： 入れ子の加工



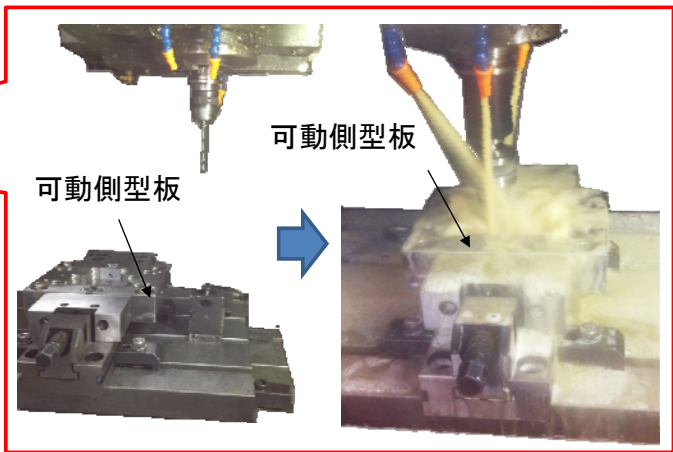
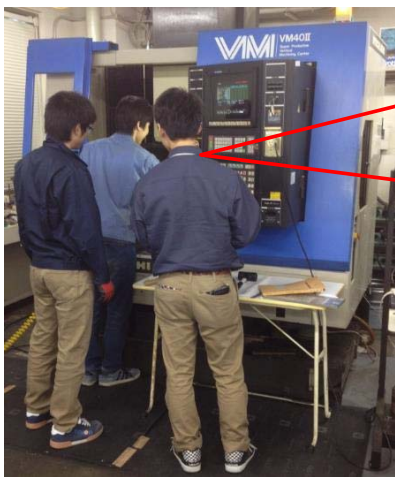
## ワイヤー放電加工



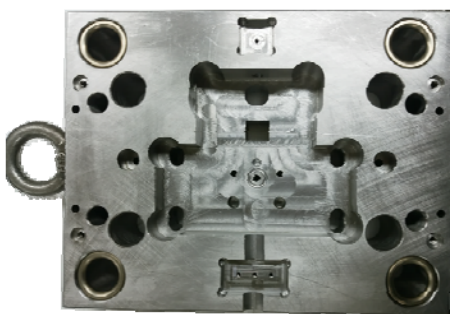
## 型彫放電加工



# 金型の加工： 切削加工



可動側型板



加工対象

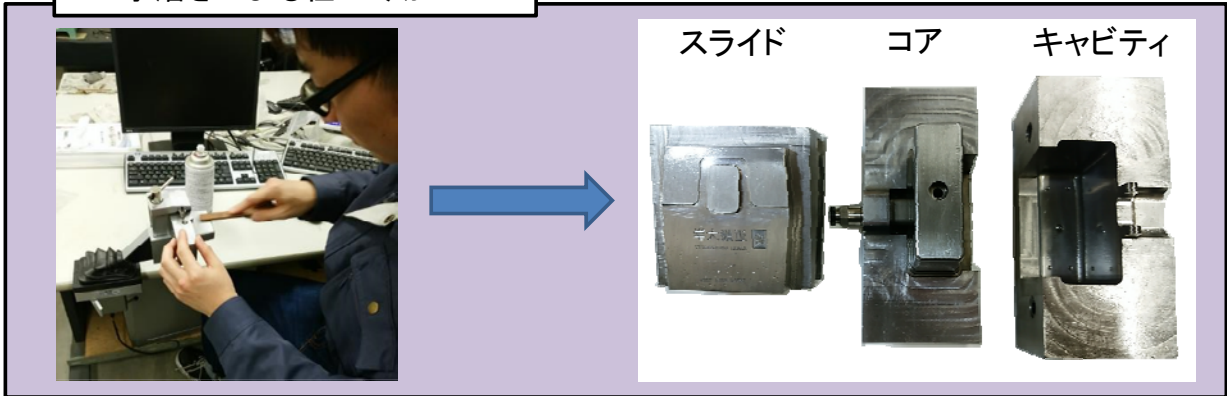
入れ子・ダイセット・冷却管部

立形マシニングセンタで加工

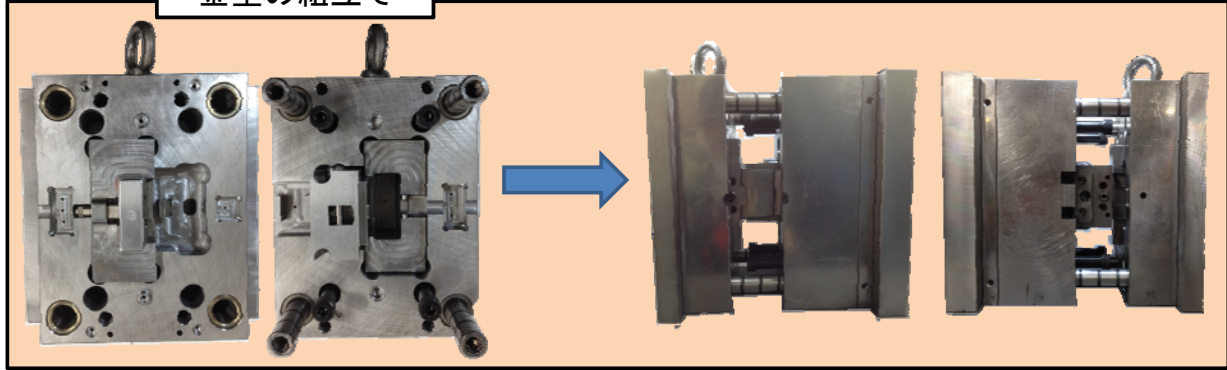
# 金型の加工：手磨きによる仕上げ加工と金型の組立て



手磨きによる仕上げ加工



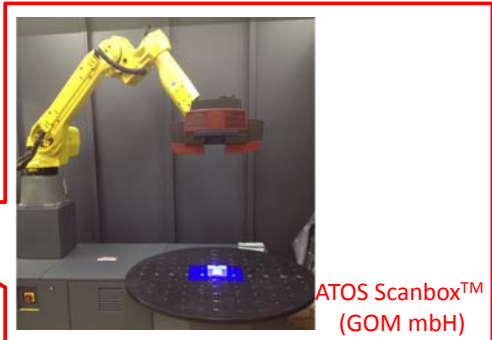
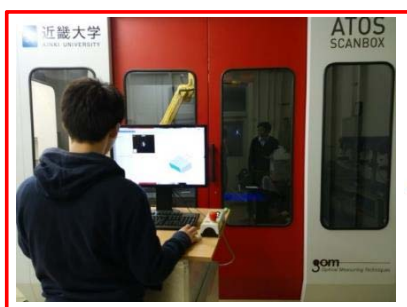
金型の組立て



# デジタル画像計測ロボットによる金型の形状測定

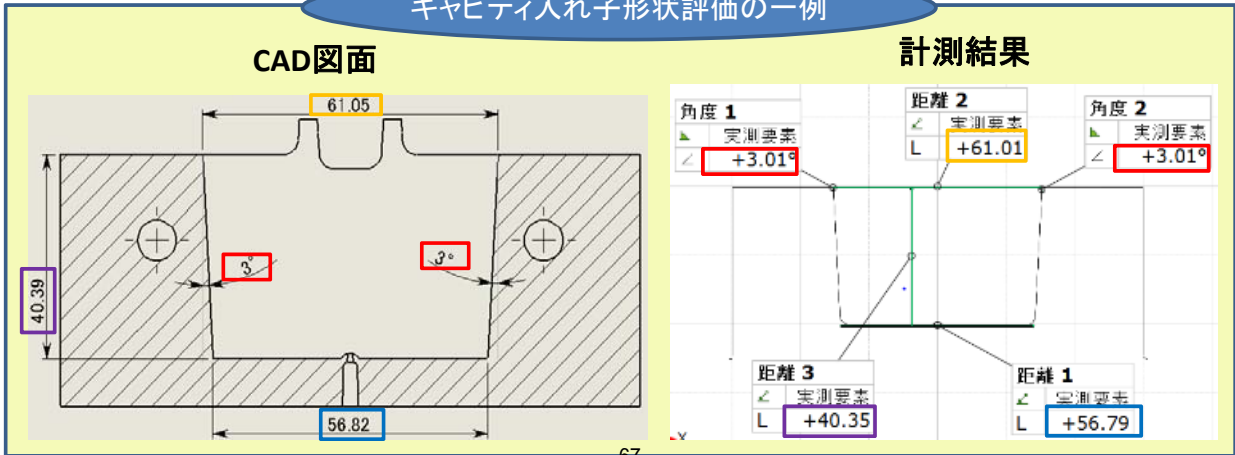


三次元形状を自動で計測・評価



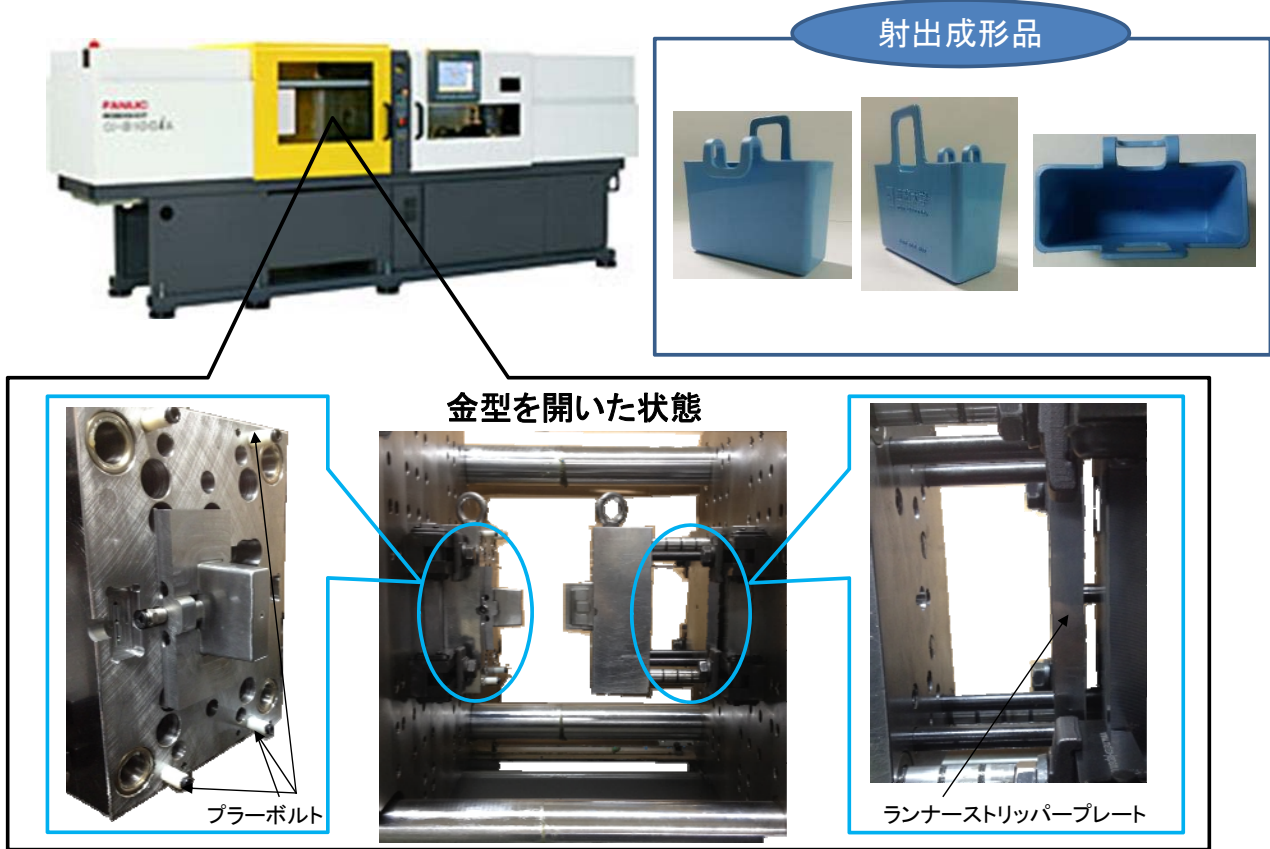
ATOS Scanbox™ (GOM mbH)

キャビティ入れ子形状評価の一例

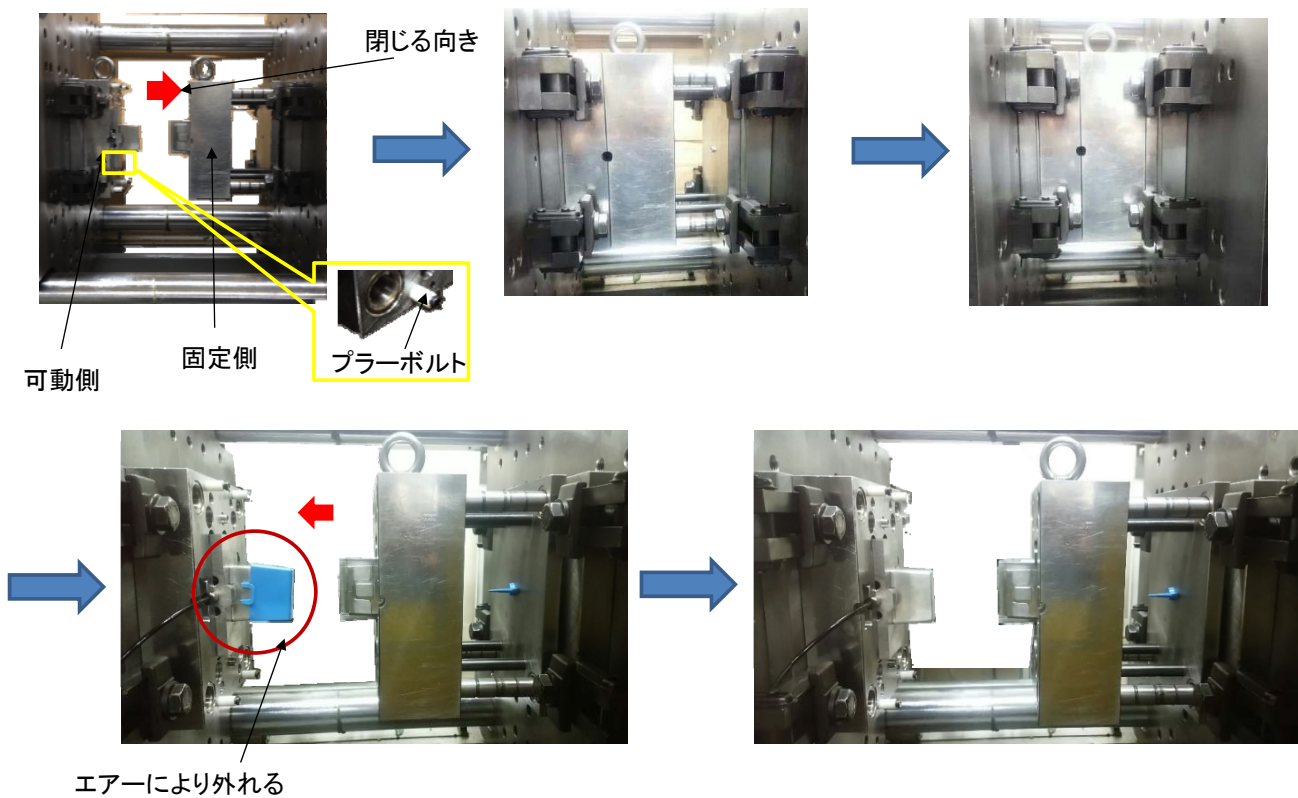




# 射出成形機による成形作業



# 成形作業時の金型の動作



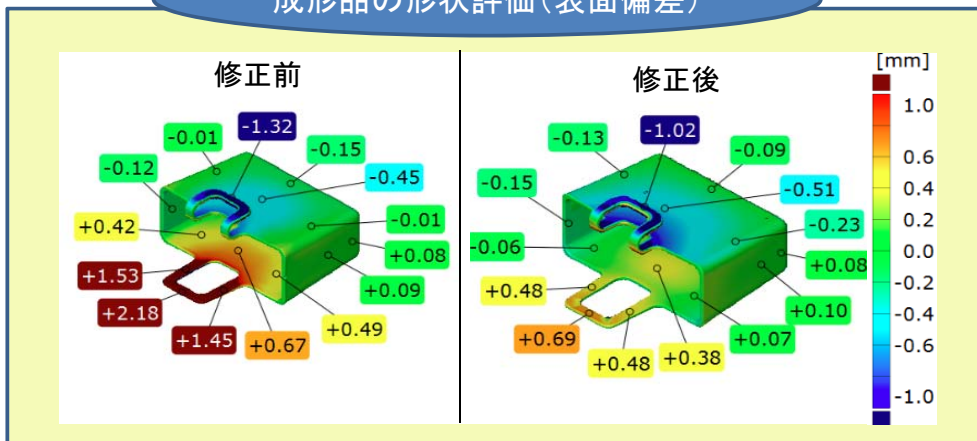
# デジタル画像計測ロボットによる成形品の形状測定



三次元形状を自動で計測・評価



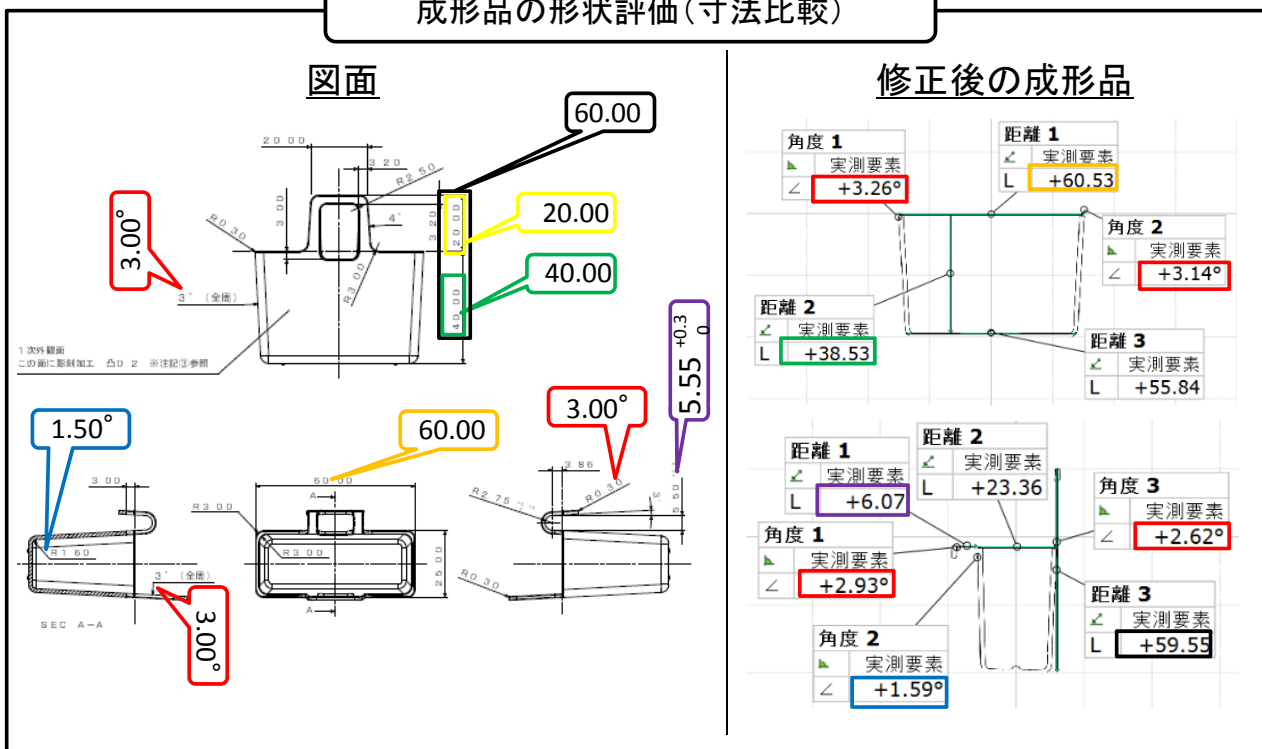
## 成形品の形状評価 (表面偏差)



# デジタル画像計測ロボットによる成形品の形状測定



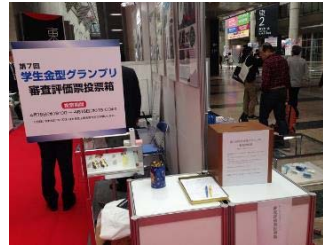
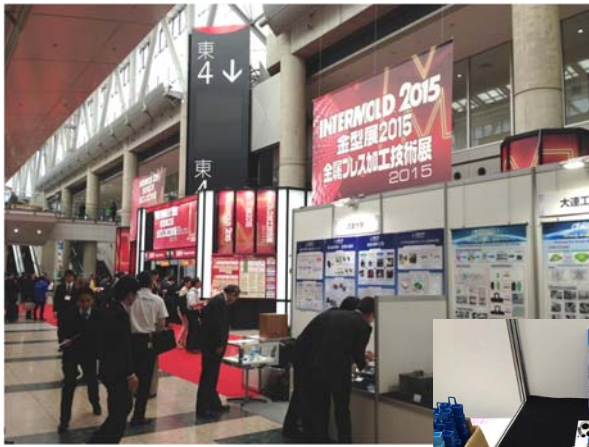
## 成形品の形状評価 (寸法比較)



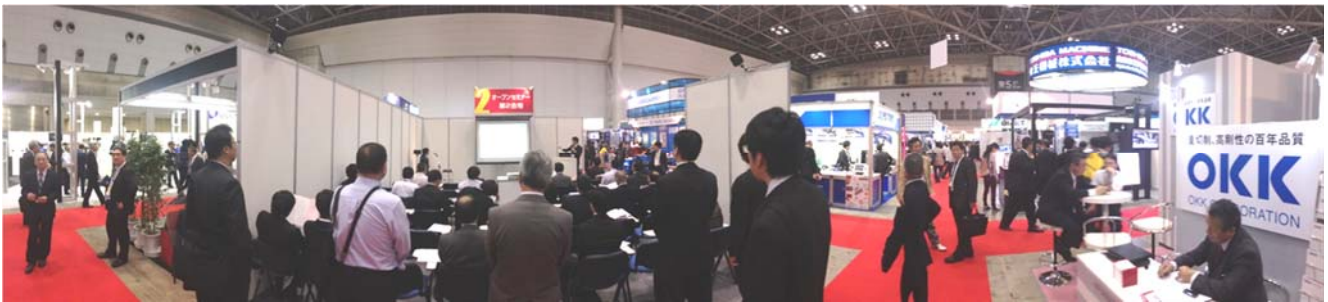
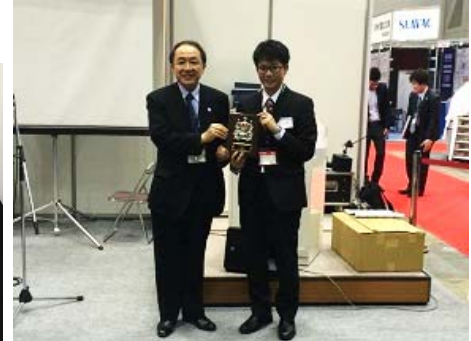
成形品寸法を設計値の約4%以内に抑えることに成功した



# 2015年度 第7回学生金型グランプリ 展示・発表風景



銀賞受賞



## 学生金型グランプリ出場に求められる要件

1. 金型の設計・製造・成形の技術・安全指導力
2. 金型および成形品の製造できる設備・予算
3. 自主的・積極的な学生の取り組み
4. 工業会主催の展示会での学生の発表能力
  - ① 予稿作成
  - ② 実物(金型・成形品)展示
  - ③ ポスター展示
  - ④ プレゼンテーション
  - ⑤ 来場への対応