

# 日中韓大学金型グランプリへの挑戦とその評価

## The challenge and evaluation to university metallic mold Grand Prix of Japan, China, and South Korea

星野 実 太田 和良 前田 晃穂 國谷 恭平 安武 蒼一郎 本田 雄一,  
加藤 朗人 長谷川 育哉 長谷川 遼平 小山田 孝輔  
(職業能力開発総合大学校)

Minoru Hoshino, Kazuyoshi Oota, Akio Maeda, and Kyouhei Kuniya,  
Souitirou Yasutake, Yuuiti Honda, Akito Katou, Ikuya Hasegawa, Ryouhei Hasegawa,  
Kousuke oyamada,

日中韓大学金型グランプリは、金型について学ぶ日本・中国・韓国の大学生が同一課題で設計・製作を行い、その成果を金型の世界的な展示会である「INTER MOLD」にて展示し発表を行う。第五回大会からは、学生のサークルである「金型倶楽部」に所属する10名の学生も参加した。本論文は、大学金型グランプリに挑んだ「金型倶楽部」の設計製作手法およびその評価である。

キーワード：金型グランプリ、INTER MOLD、射出成形金型、技能・技術、生産技術

### 1. はじめに

金型産業は、世界のものづくりを支える基盤技術である。日本の金型は、世界最先端の技術・技能を有し、「ものづくり・日本」の産業を支えている。しかし、近年では、若者の製造業離れや技能伝承が問題となっている。日本の金型産業をリードしてきた「社団法人日本金型工業会」<sup>1)</sup>においても危惧しており、人材の確保や人材の育成に積極的に取り組んでいる。その取り組みの一つとして、大学生に対して金型に興味を持ってもらい、金型業界に対して理解を深めるために「日・中・韓大学金型グランプリ」を開催している。

「日・中・韓大学金型グランプリ」(以下金型グランプリ)は、金型技術や金型の研究開発に取り組んでいる学部や大学院教育を実施している日本の大学はもとより、近年金型技術の進歩が目覚しい中国・韓国の大学も参加し、国際的な大会となっている。プラスチック金型部門とプレス金型部門とがあり、どちらか一方または、両部門ともに参加できる。2008年度に第一回大会が開催され、2012年度で第五回となった。職業能力開発総合大学校(以下職業大)<sup>2)</sup>では、前身の職業大東京校時代の第一回大会より、専門課程生産技術科が、プラスチック金型部門に参加している。

第五回大会からは、学生のサークルである「金型倶楽部」に所属する10名の機械工学を専攻する学生も参加した。本報告は、金型グランプリに挑んだ「金型倶楽部」の設計製作手法についての実践報告である。

### 2. 金型グランプリ

#### 2.1 グランプリの概要

金型グランプリは、金型について学ぶ日本・中国・韓国の大学生が同一課題で設計・製作を行い、その成果を金型の世界的な展示会である「INTER MOLD」<sup>3)</sup>にて展示し発表を行う。金型産業の重要性の理解と金型技術の向上を目指して、金型産業の裾野を広げる取り組みの一環として毎年日本で開催されている。出場校は、各国の金型工業会などに推薦された日本5校、中国2~4校、韓国3~4校である。表1が実施会場と会期、表2に第一回と第五回の出場校を示す。

毎年、図1のような展示ブースが用意され、各大学が設計製作した金型と成形品を展示し、来場者に説明し成形品を配布する。さらに会期中に各大学の取り組みについて、金型ごとに発表時間15分程度で学生の発表会も図2のように行っている。一般来場者を含む金型関係者が多く聴講し、国内外の学生間の交流や社会人の方からの質疑応答などに応じる。また、各大学が提出した資料集は製本して配布され、発表とともに比較される。

表1 実施会場と会期

	展示・発表会場	会期
第1回	東京ビックサイト	2009年4月8日~11日
第2回	インテックス大阪	2010年4月14日~17日
第3回	ポートメッセなごや	2011年9月29日~10月2日
第4回	インテックス大阪	2012年4月18日~21日
第5回	東京ビックサイト	2013年4月17日~20日

表2 出場校

	第1回	第5回
日本	職業能力開発総合大学校 東京校	職業能力開発総合大学校
	岩手大学	岩手大学
	岐阜大学	岐阜大学
	九州工業大学	九州工業大学
中国	日本工業大学	大分県立工科短期大学校
	大連工業大学	大連工業大学
	大連理工大学	大連市軽工業学校 大連経済技術開発区中等 職業技術専門学校
韓国	柳韓大学	柳韓大学
	韓国ソウル産業大学	公州大学校
	韓国ポリテク仁川大学	ソウル科学技術大学校



図1 展示ブース

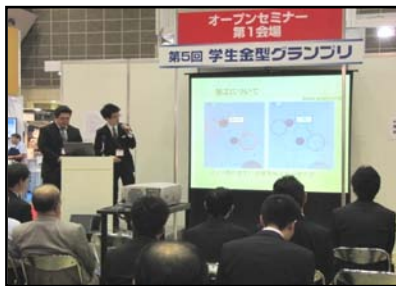


図2 学生の発表会

2.2 課題作品

課題作品は、課題図面がPDF形式で10月頃に学生金型グランプリ分科会より提示され、翌年の4月初旬までに完成させる。金型サイズの制限や材料の自己調達、製作に関して学外のプロの手を借りないなどの制約事項が提示される。また、設計図面などの資料集と見学者への配布用として成形品 500 個程度を提出することが要求される。表3に第一回から第五回大会までの部門別課題名の一覧を、図3にプラスチック金型部門の作品を示す。

表3 部門別課題名の一覧

	プラスチック金型	プレス金型
第一回	コインケース	バッテリー・ターミナル
第二回	ロボット模型	テストワーク
第三回	SDカードケース	コーヒースプーン
第四回	連結小物入れ	バルジカップ
第五回	手をつなぐ動物	端子

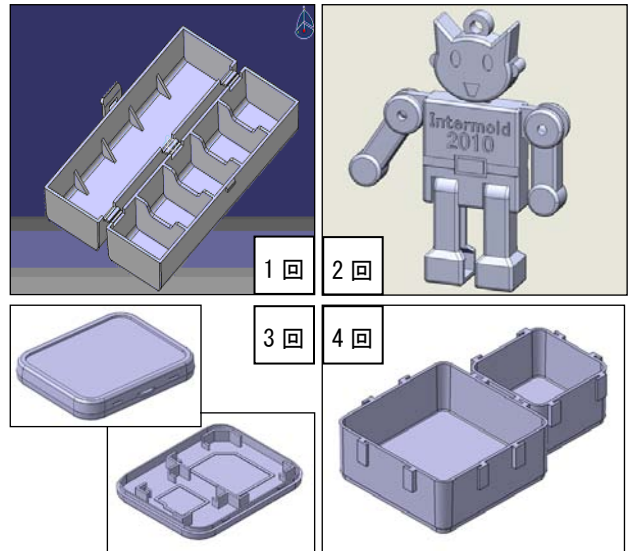


図3 プラスチック部門の作品 (3次元CAD)

2.3 第5回大会

2.3.1 第5回大会の提供図面

第5回大会の製品図面は、平成 24年 10月 1日に提供された。参考として図4にプレス金型部門の「端子」の図面を示す。プラスチック部門を金型倶楽部の応用課程5名と総合課程5名の計10名の部員で放課後に取組むこととした(図5)。TopとBottomからなる「手をつなぐ動物」の図面を図6に示す。

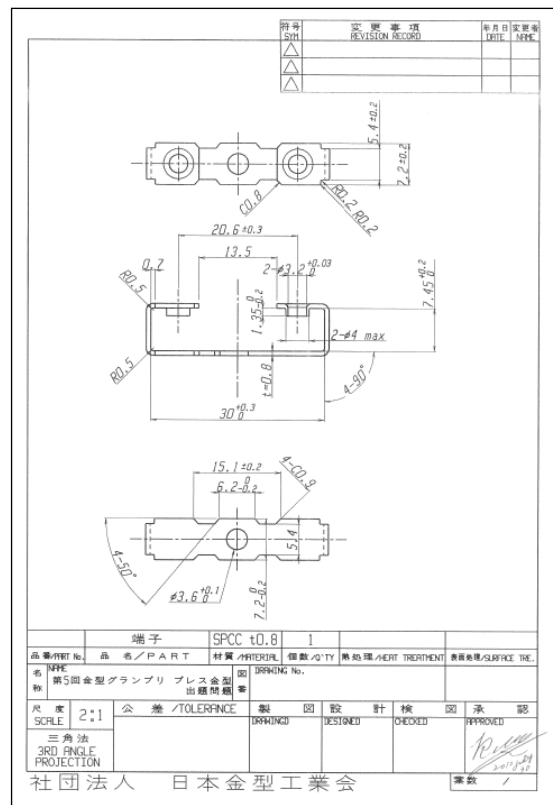


図4 プレス金型部門「端子」(参考)



図 5 金型倶楽部のメンバー

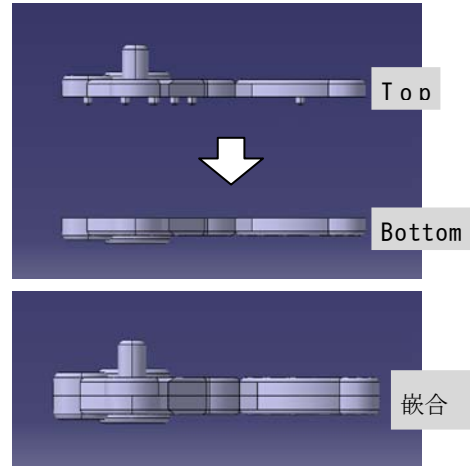


図 7 Top と Bottom 嵌合 (3 次元 CAD)

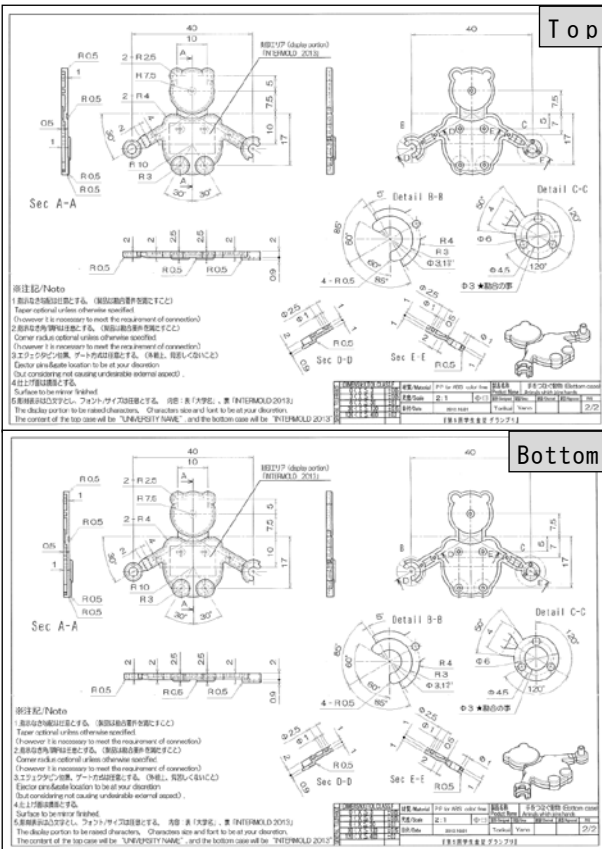


図 6 プラスチック金型部門「手をつなぐ動物」

Top と Bottom の図面

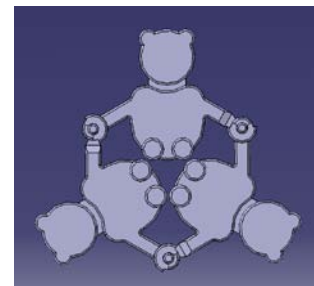


図 8 平面的な嵌合 (3 次元 CAD)

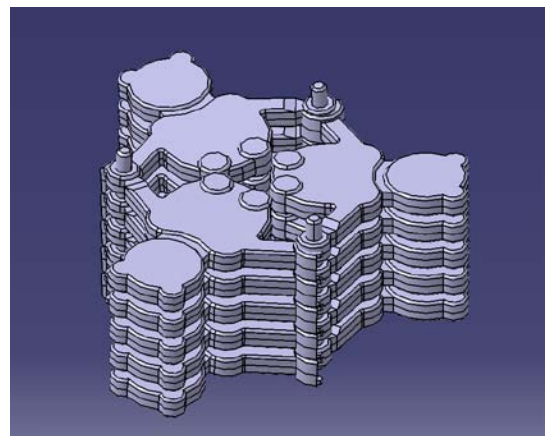


図 9 重ね合わせた状態 (3 次元 CAD)

### 3. 金型の設計・製作

#### 3.1 設計製作の方針

設計製作を実施していく上で、まず設計製作の方針を決めた。その方針をメンバーで共有し、全工程終了後にそれに基づいて評価する。下記に話し合いで決められた設計製作の方針を述べる。

- (1) この課題のいちばんのポイントは、組立状態であり 3セットある嵌合に力点を置く。次に、顔のデザインは自由形状であり他の大学と比較される。職業大

#### 2.3.2 製品の嵌合

作成課題は、Top と Bottom からなる「手をつなぐ動物」である。Top と Bottom をポストと穴で嵌合させると図 7 のようになり、それを手の部分同士で平面的に嵌合し 3 つ繋げると図 8 のような六角形になり、さらに重ね合わせると図 9 のようになる。また、顔のデザインは自由とされた。

- らしいデザインにしたいが、その知識も経験もない。内外の教員や学生の意見をも取り入れることにする。
- (2) 課題の形状から金型の凹凸部に抱きつく可能性が高い。その対応として、成形品の取り外しを最優先させる。温調回路干渉する可能性が高いが、温調回路の方を軽視する。
  - (3) 教員も含めてこれほど微細加工のある金型の製作経験はない。少しでも不具合を予想できたらそれに対応しておく。また、簡易に修正できる構造にする。
  - (4) 実習室や研修室は、期間中に改修工事が入るため2~3ヵ月は使用できない可能性がある。それに対応するために、作業で使用する機械や作業日程の変更を柔軟に行なう。

### 3.2 日程計画

課題図面が提示された10月から金型設計と3Dモデリングを並行して行なう。設計方針が決まったら樹脂流動解析をスタートさせ、3Dモデルの検討後にCAMをスタートさせる。加工は、大まかな設計ができたら汎用の工作機械を中心に変更のない部品からスタートさせる。

クラブ活動なので放課後しか作業できない。部長の下に設計リーダーと加工リーダーを決める。リーダーは、部品ごとに覚えて全員に責任を持たせる。限られた時間なので、コンカレント・エンジニアリングの考え方を取り入れて、同時並行作業で効率性を高める。早目に部品ごとの納期を定め、緻密な日程計画を作成し、共通認識のもとで、加工時間の短縮を図る。

また、正規の授業ではないので、けがは許されない。必ず二人以上の組み合わせにして注意しながら行なう。

表4 日程計画

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
設計	→						
3Dモデリング	→						
流動解析	→						
CAM	→						
加工		→					→

テストショット  
 金型資料作成・量産  
 金型格蘭ブリ

### 3.3 製品（成形品）仕様

図8のように製品を3つ繋げると六角形の1つの輪になることから、1回の成形でTopとBottom各3個が取れる6個取りのキャビティとした。(図10)

図7のTopとBottomについてボスと穴によるはめ合いすきまを0.02mm、図8のように手の部分同士で繋ぎ合わせるはめ合いすきまを0.03mm、図9のようにボスと穴のはめ合いすきまを0.2mmとし容易に重ねられるようにし

た。また、図11のようにキーホルダ穴の形状を追加アクセサリとしての機能をもたせた。顔のデザインは、学内外の意見から愛嬌のある3パターンとした。

以上のことを踏まえて、図12で示すような3次元プリンターで成形品を試作した。

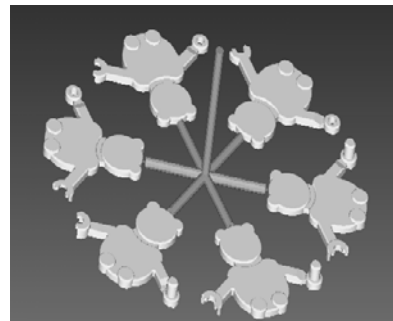


図10 6個取りのキャビティ (3次元CAD)

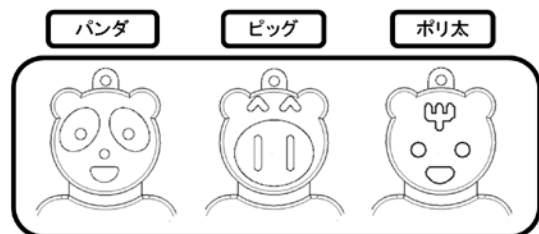


図11 キーホルダ穴と顔のデザイン



図12 3次元プリンターと試作成形品

### 3.4 金型設計

#### 3.4.1 金型構造

金型構造は、単純なサイドゲートを用いた図13のような2プレート金型とした。試作成形後でもランナーやゲートの修正加工を簡単にできるようにし、樹脂流量の調整を可能にした。

ランナーは、流動抵抗を最小にするために円形断面で長さも最短にした。また、6個のキャビティに直接均等に同時充填させ品質の均一化を狙った。ランナー径とゲート寸法は、ドイツのR. G. W. Pyeが発表した公式により概算値を求めてから図14に示す樹脂流動解析をした。ランナー直径3mmとし、ゲートの幅を0.8mm、ゲート深さを0.7mmにすることにした。

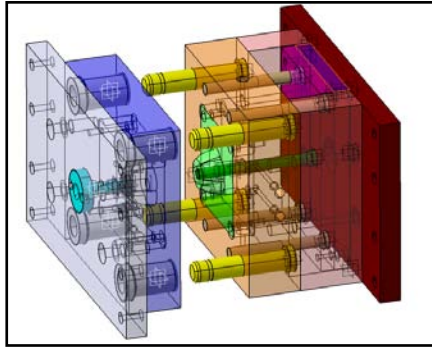


図 13 2 プレート金型

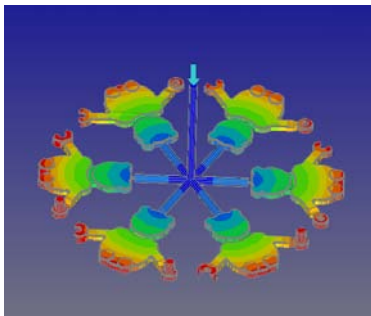


図 14 流動解析

### 3.4.2 突出し方式

固化してきた成形品を金型から取り外す突出方式は、丸ピンを使用することにした。一つのコア（凸部）について、 $\phi 1\text{mm}$  以下のボスが 11 本、穴部が 2 か所、 $0.5\text{mm}$  幅のリブが 4 か所あり、いずれも成形材料に抱き着く。しかも材料は、ポリプロピレンなので 20/1000 程度収縮するためなおさら抱き着き力は大きくなる。この抱きつき力は、どこの大学や研究機関も苦戦しており、カンと経験に頼るしかない。微小部ばかりなので必要な抜き勾配も付けられない。そこで、他の部品に干渉しない範囲であらゆるところに突きだしピンを入れることにした。 $30\text{mm}$  程度の成形品であるが、 $\phi 2\text{mm} \sim \phi 8\text{mm}$  の付き出しピンを合計 8 本入れ、成形品を均等に突き、成形品の変形も防ぐことを期待した。図 15 突出しピンの配置を示す。

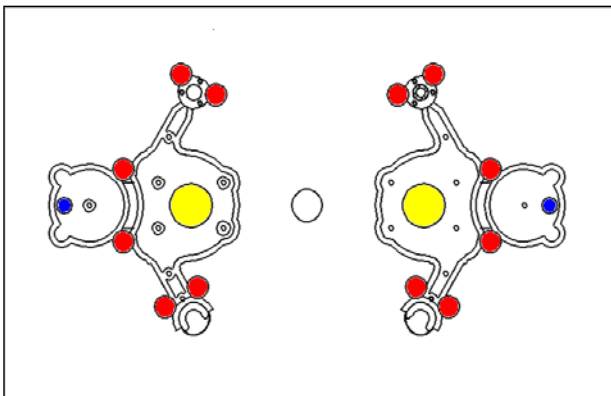


図 15 突出しピンの配置

### 3.4.3 金型の強度

金型の強度については、キャビティやコアの入子などの部品は成形品が小さいためまったく問題にならない。

モールドベースは、成形品サイズからはダウンサイズにもできるが、成形機の仕様を満たさなければならず縦  $180\text{mm} \times$  横  $180\text{mm} \times$  厚さ  $195\text{mm}$  とした。

しかし、可動側型板の厚みが問題になった。成形品を 6 個取りとしたため、投影面積が大きくなる。成形圧力は、投影面積にそのまま載ってくる。図 16 のように、型板の変形量が大きくなるため両端支持はりの公式を基に概算値を求め、構造解析ソフトにより確認をした。 $0.05\text{mm}$  程度変形するため、柱（サポートピラー）を 4 本追加し変形量をおさえた。材料力学や CAD の実習で学んだことが、そのまま応用できた。

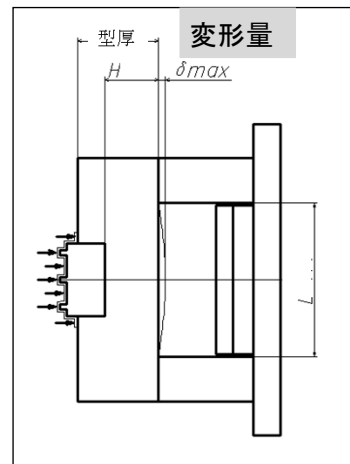


図 16 型板の変形

### 3.4.4 温調回路

一般的な金型の温度調節は、樹脂により持込まれる熱量分を冷却回路により取り去るという考えをする。または、多めに冷却回路を設定して調節できるようにする。本課題では、図 17 のようにキャビティは 2 回路とし、コアは型板の中心部に裏から入子を入れて突出しピンを避ける 1 回路とした。できるだけ製品に近いところに通しなかったが突出しピンを優先させた。

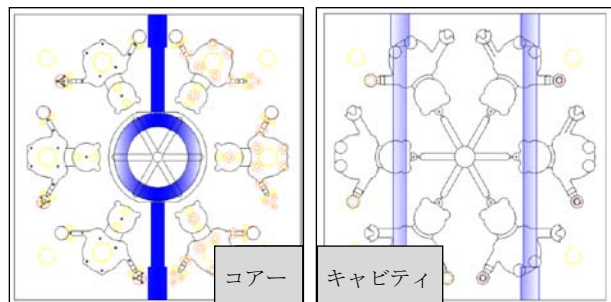


図 17 温調回路

3.4.5 キャビティとコアの押切部

製品の左手の部分は、コアとボスの一部にたて・よこ方向の押し切り面があるのでコアが傾きやすい。金属同士が接触することを押切といい、傷が付き成形品にバリが発生しやすい。金型が摩耗しバリ等の不具合が発生した場合を考慮して、コアの押し切り部を別部品にし、修正を容易にした。(図 18 参照)。

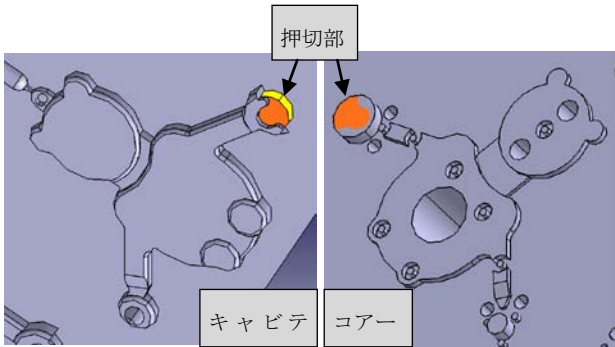


図 18 押切部

3.4.6 温調回路

空洞部に空気が溜まり、成形品の一部が黒く焼け焦げたり(ガス焼け)、材料が回らない(ショートモールド)場合がある。全体では、細い円柱の入子や突出しピンが多いので穴のすきまから空気は外に抜けやすい。しかし、製品の右手の部分は、深穴形状なので空気が溜まり易く、ガス焼けやショートモールドを起こす。そのため、コアピンを製品の裏側から入れて空気抜きの間隔を 0.005mm 設けて、隙間に樹脂は入らないが、空気は抜けるようにして不良品の発生を未然に防ぐ。図 19 にガス抜き対策の構造を示す。

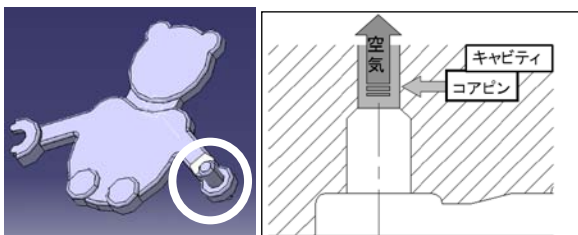


図 19 ガス抜きの構造

3.5 金型製作

3.5.1 切削加工

金型の加工では、当校にあるほとんどすべての種類の工作機械を使用して、同時並行で作業を進めた。しかし、冬休みと春休み期間中をまたいでの実習場の改修や機械の故障などにより計画通りにいかない。個別生産での日程計画の作成に使われる PERT 手法(図 20)を用いて計画の練り直しの繰り返しとなった。表 4 に主に使用した

工作機械の一覧表を示す。

切削加工の中心は、一台のマシニングセンタであった。昼間は、授業で使用しているため、放課後に効率良く使用しなければならない。作業の途中であっても授業があれば材料を取り外すことになる。作業者は、就職面接の時期でもあり何度も変わる。材料を取り外し・取付ける度に心だしを繰り返すことになる。そこで、位置決め基準をガイドピンとガイドピンブッシュにする、心だし方法やチャッキング方法などすべてを統一した。また、他の工作機械での作業も上記のことを統一した。

その結果、返って精度の高い金型となり、金型の組立や成形の試作でも位置決め精度による問題はまったく起こらなかった。

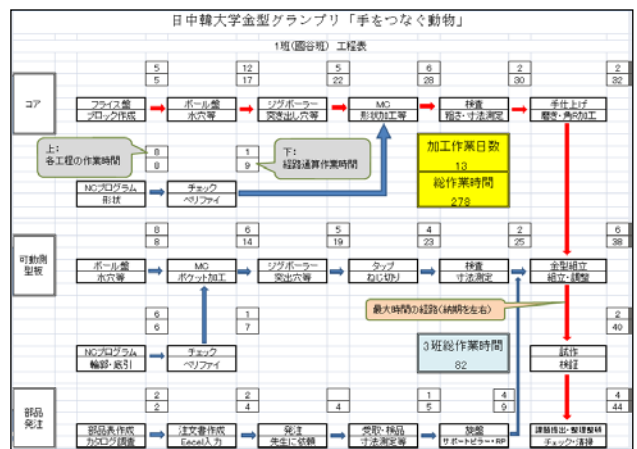


図 20 PERT による日程計画

表 5 主に使用した工作機械

工作機械	主な作業・部品
マシニングセンタ	形状加工・ランナー加工
NC フライス盤	ポケット加工・突出し穴
ジグフライス盤	突出し穴・管用ネジ穴
汎用フライス盤	ブロック加工
研削盤	型板・ブロックの厚さ
旋盤	サポートピラー加工
ラジアルボール盤	水穴・ネジ穴・締めつけ穴
卓上ボール盤	水穴・ネジ穴・締めつけ穴

3.5.2 マシニングセンタ加工

マシニングセンタでは、φ0.5mm~20mm のエンドミルを使用して様々な加工方法を駆使した。例えば、成形品にはエッジ形状があり放電加工が望ましいと考えてしまう。放電加工よりも、加工時間や寸法精度、後加工を考慮してφ0.5mm のエンドミルを使用して、マシニングセンタによる高速加工をした。また、成形材料の流動性と安全を考慮して、すべてのエッジ部に 0.25mm 以上のコーナーRをつけた。図 21 に成形品のエッジ部を示す。

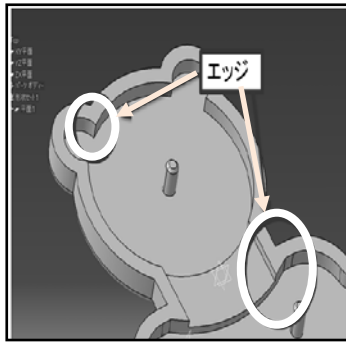


図 21 成形品のエッジ部

### 3.5.3 CAD/CAM システムの利用

製品部の入れ子は、曲面形状なのに押切面があるため寸法精度を求められた。CAD/CAM システムを利用して高速加工用の NC データを作成し、マシニングセンタで加工した。コアの先端が、バリだらけになってしまった。微小なところが多く手作業でのバリ取りは無理であった。

また、 $\phi 0.5 \sim \phi 1\text{mm}$  のエンドミルを多用した。エンドミルの寿命はルーペで見ても判断がつかなかった。加工の本番が実験を兼ねた。初めて使用する切削工具が多く、メーカーが提供している切削条件を基本にしたが、折れることも多々あった。しかし、CAD/CAM システムでのカッターパスの特徴 (図 22) や切削工具の特徴を徐々に掴んで、加工に臨めるようになった。

切削理論を理解した上で、マシニングセンタ固有の性質を掴み、CAD/CAM システムで最適な加工方法や加工順序を探してから NC プログラムを出力する必要があった。

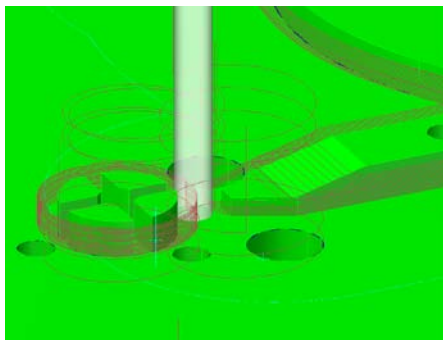


図 22 CAM によるカッターパス

### 3.5.4 みがき作業

成形品の表面になるキャビティは、形状を崩さないように #600 程度の柔らかいステック砥石 PKSC (炭化ケイ素質砥粒) を使用する。最初に、エンドミルによるカッターマークを落とすと、縞模様の加工変質層が現れるので、それも完全に落とす。その後 #1000 まで上げてから、ペーパーやすりまたはダイヤモンドペーストにより鏡面状態まで仕上げる。成形材料は、透明なものは使わないの

で光沢現れる程度で充分である。

0.5mm 幅のリブや  $\phi 1\text{mm}$  以下の細いピンが高さ 5mm も出ているので専用の工具を作り押切面がダレないように慎重にみがいた (図 23)。10 人が交代で短時間での作業を余儀なくされるため、作業者によるバラつきを無くすために、上記の方法を徹底した。図 24 がみがき作業の様子となる。

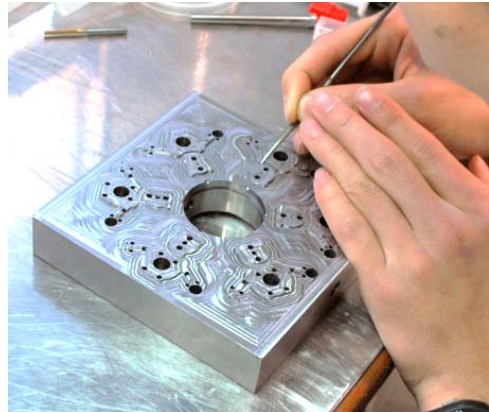


図 23 作成した工具によるみがき



図 24 みがき作業の様子

### 3.6 金型の組立

金型の各部品の寸法精度を金型部品図と寸法測定シートにより確認する。固定側金型と可動側金型の組立寸法をダイヤルゲージやデプスマイクロメータを使用して測定する。金属同士が咬みあう押切の部分の寸法を間違えるとキャビティまたはコアに傷が付き使用できなくなる。確認できたら図 25 のようにスムーズに入るか手で確かめながら金型を閉じる。図 26 が、付属部品を取り付けて完成した 2 プレート金型である。



図 25 金型の組立



図 27 金型の取付

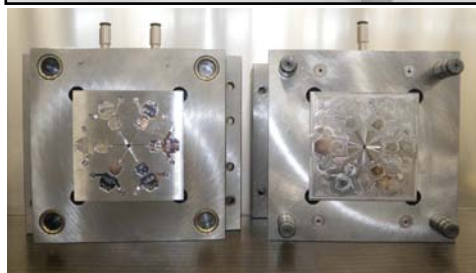
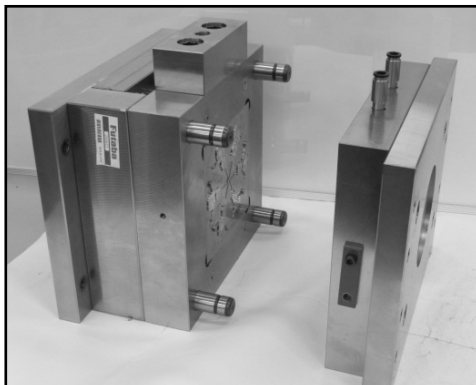


図 26 完成した金型



図 28 射出成形



図 29 成形品

## 4. 射出成形による評価

### 4.1 試作成形

金型を図 27 のように成形機に取付け、図 28 のように試作成形した。成形品を図 29 に示す。成形品の嵌合部分は、修正できる方向でやや緩くなるように寸法を決めていた。予定の通りとなった。嵌合がキツイまたは入らないということは、肉（成形材料）が付き過ぎているので金型を削り過ぎており、修正不可能で不良品となる。

図 30 に示すとおり、手の部分一カ所にフラッシュ（駄肉）が発生した。ここは予想しており、コアピン（入子）の構造にしていた。0.05 太いコアピンとリーマを用意しており、試作成形後にハンドリーマを手作業で通した。

また、図 31 に示す様に、成形品の取り外しのバランスが不揃いになり、ときどき自動では離型できなかつた。CAD/CAM システム任せで加工順を決めていたところで、微小なバリが残っていた。その部分を一日程度掛けてみがかいて落とした。



図 30 バリ（フラッシュ）





図 31 離型不良

#### 4.2 量産成形

押切部などの不良の出やすい部分は、すべて後加工容易な構造としていたので、試作成形から翌日には量産成形が可能となった。成形条件を表 6 に示す。

半手動でのサイクルタイムが 15 秒ほどだった。1 サイクルで 3 つの製品が取れるので 2 時間を費やして予備を含めて 700 個ほどの提出用成形品を確保した。

図 32 に最終的な目的である、立体的に組み合わされた製品を示す。

表 6 成形条件

成形機	M18
最大型締力	180kN
最大射出容量	11mm <sup>3</sup>
成形条件	
型締力	170 k N
充填圧力	35MPa
充填時間	1.2s
保圧	5MPa
保圧時間	3s
サイクルタイム	15s
製品重量	5.39g (ランナー含む)

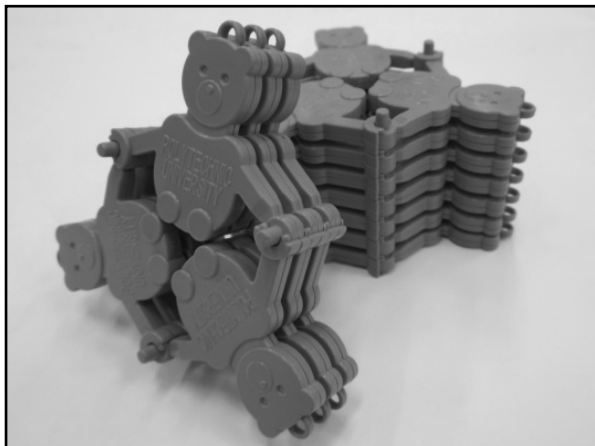


図 32 立体的に組み合わされた製品

#### 5. 展示と発表

2013 年 4 月 17 日～4 月 20 日までの 4 日間で、東京国際展示場において開かれた「INTERMOLD2013」にて学生金型グランプリの展示ブースが設けられ、各大学の作品が展示・説明された。INTERMOLD2013 の様子を図 32 に示す。

4 月 19 日には、学生の発表も行われた。参加大学は 11 校で、日本が 5 校、中国 3 校、韓国 3 校であった。

発表会では、素晴らしい設計思想でプレゼンテーションに長けた大学が多かった。しかし、完成した製品は完成度の低いものもあった。たとえば、自分で研究している理論に基づいた設計を行っていたが、狭い専門分野に捉われ過ぎて重要なポイントをいくつか外してしまったのではないか。生産技術者として広い視野を持ち、何がポイントになるのか、また、そのポイントの重要度を把握できなければならないと考える。

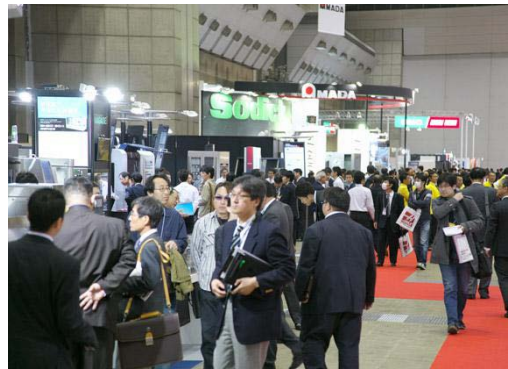


図 33 INTERMOLD2013

#### 6. 金型グランプリへの挑戦の結果

日中韓大学金型グランプリに挑戦し、金型の設計製作および展示発表により以下のような結論を得た。

- (1) 本課題の一番の評価ポイントは、図 9 に示す重ね合わせができることである。金型倶楽部では、それ以上に図 32 で示す様に垂直に立てることもできた。
- (2) 図 10 に示す、6 個取りにした。1 ショットの成形だけで、図 8 に示す平面的な組み合わせができる。他校はすべて 2 個取りであり、3 倍の成形品を取ることができた。
- (3) 図 11 に示すようにキーホルダーの穴を追加し、顔のデザインも 3 種類にした。見学者への配布数は、予想をはるかに超えた。成形品 500 個を準備したが、「INTER MOLD」の初日でなくなってしまい、1000 個ほど追加した。例年の 3 倍以上配布された。
- (4) 課題の形状から成形品のコアへの抱き着きを懸念されたため、突出しピンを 8 本入れた。温調回路を軽視したが、6 個取りの半自動で成形サイクル 15 秒は評価される。

- (5) CAD/ CAM システムでの加工順序をシステムに任せきりにした。当システムのカーターパスの特徴を掴んでおらず、細部にバリがのこってしまい、修正に必要な以上の時間を掛けてしまった。
- (6) 事前に可能性のある不具合箇所を洗い出し、対応の方法を設計に盛り込んだ。問題となった箇所はすべて簡単に対処できた。
- (7) 放課後だけでの作業であり、作業期間も限定された。しかし、PERT 手法を導入して、日常的な計画の練り直しに対応した。また、マシニングセンタでの加工が重点点であり、他の工作機械の効率を犠牲にしてもトータルでの効率を優先した。

## 7. おわりに

授業で学んだ知識を総合的に活用し、改めて理解し、実際のものづくりに結びつけることができた。また、全工程を見渡し、加工・組立・調整の容易さを考慮した設計を行った。そのため、製作途中での問題は少なく 6 ヶ月間の放課後だけで完成することができた。また、問題の起きそうな部分は、修正可能な構造にしたため柔軟に対応できた。

職業大の学生は、職業訓練と科学・技術を融合した教育方針により、生産技術者を目指している。今回の取組みを通して、本大学の広い視野に立ったものづくりの強みが明確になり、他の大学に対しても生産技術者としての優位性を確認できた。

## 参考文献

- 1) 社団法人日本金型工業会 URL: <http://www.jdmia.or.jp/>
- 2) 職業能力開発総合大学校 URL: <http://www.uitec.jeed.or.jp/>
- 3) INTERMOLD URL: <http://www.intermold.jp/>

(原稿受付 2014/01/15、受理 2014/03/25)

\*星野 実

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1 email:hoshino@uitec.ac.jp  
Minoru Hoshino, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*太田 和良

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町

2-32-1 email:oota@uitec.ac.jp

Kazuyoshi Oota, Polytechnic University, 2-32-1 Ogawa-Nishi-Machi,  
Kodaira, Tokyo 187-0035

\*前田 晃穂

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1 maeda@uitec.ac.jp  
Akio Maeda, Polytechnic University, 2-32-1 Ogawa-Nishi-Machi,  
Kodaira, Tokyo 187-0035

\*國谷 恭平

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Kyouhei Kuniya, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*安武 蒼一郎

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Souitirou Yasutake, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*本田 雄一

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Yuuiti Honda, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*加藤 朗人

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Akito Katou, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*長谷川 育哉

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Ikuya Hasegawa, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*長谷川 遼平

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Ryouhei asegawa, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

\*小山田 孝輔

職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町  
2-32-1  
Kousuke oyamada, Polytechnic University, 2-32-1  
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035