

(1) 大学名 (University name)

近畿大学 (Kinki University)

(2) 提出金型種類 (Type of mold)

プラスチック金型 (Plastic Injection Mold)

(3) 担当教授 (Administrator)

近畿大学 理工学部 機械工学科 (Kinki University, Faculty of Science and Engineering,
Department of Mechanical Engineering)

准教授 西籾 和明 (Associated Professor, Kazuaki Nishiyabu)

准教授 浅野 和典 (Associated Professor, Kazunori Asano)

講師 橋本 知久 (Lecturer, Tomohisa Hashimoto)

(4) 製作担当者 (Students)

近畿大学 理工学部 機械工学科 (Kinki University, Faculty of Science and Engineering,
Department of Mechanical Engineering)

4年 成松 一馬 22歳 (4th grade undergraduate, Kazuma Narimatsu)

3年 倉留 京介 21歳 (3th grade undergraduate, Kyosuke Kuratome)

3年 神原 友 21歳 (3th grade undergraduate, Yu Kanbara)

3年 山崎 陽平 21歳 (3th grade undergraduate, Yohe Yamasaki)

3年 金久 正治 21歳 (3th grade undergraduate, Masaharu Kanehisa)

3年 穂満 和馬 21歳 (3th grade undergraduate, Kazuma Homan)

(5) 金型写真 (Photo of plastic injection mold)



Fig.1 金型の外観写真 (Appearance of plastic injection mold)

(6) 金型の組立図 (Assembly view of mold)

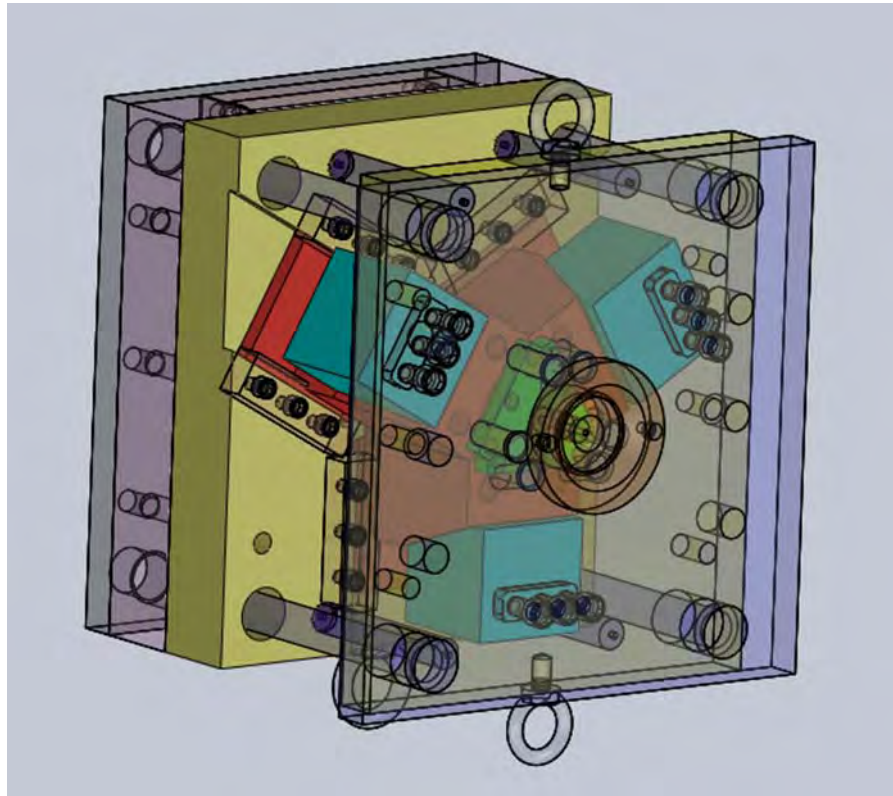


Fig.2 金型の組立図 (Assembled view of plastic injection mold).

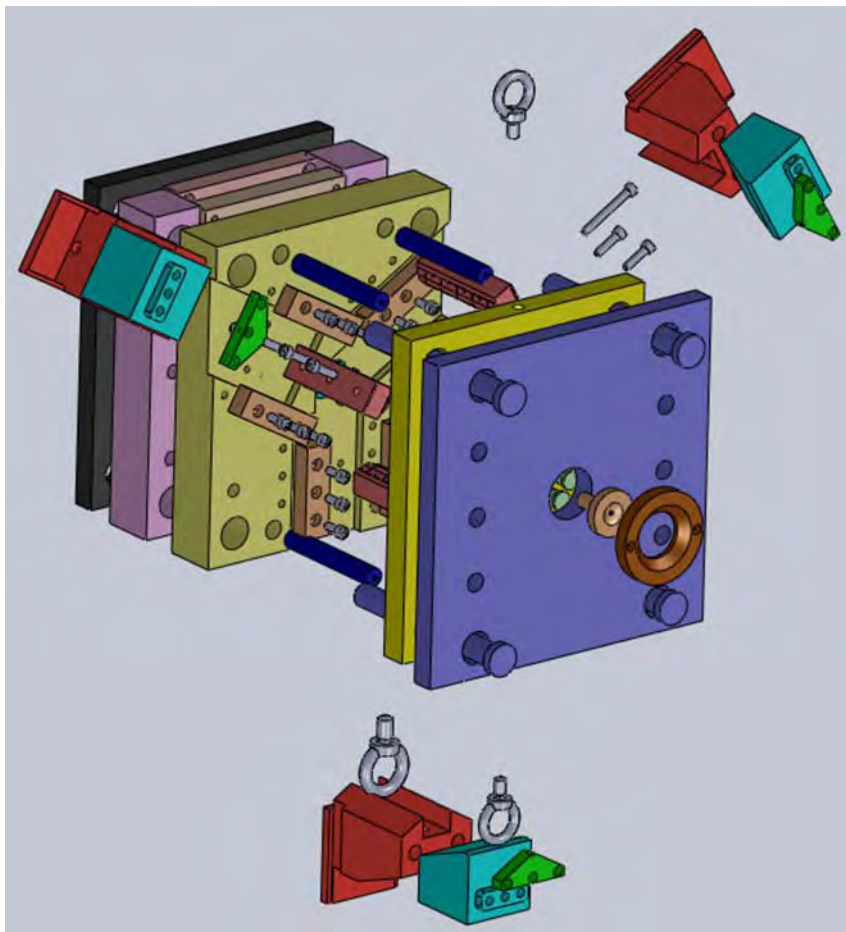
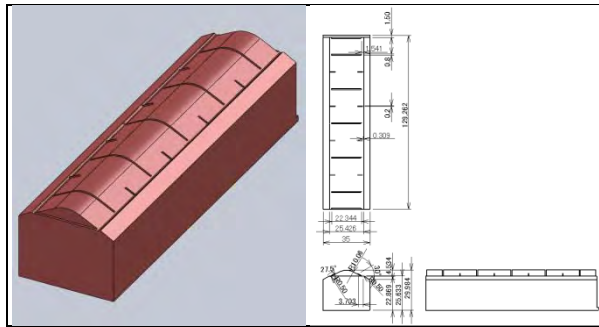
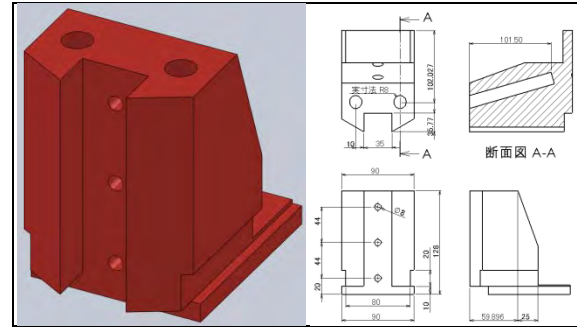


Fig.3 金型の拡散分解図 (Exploded view of plastic injection mold)

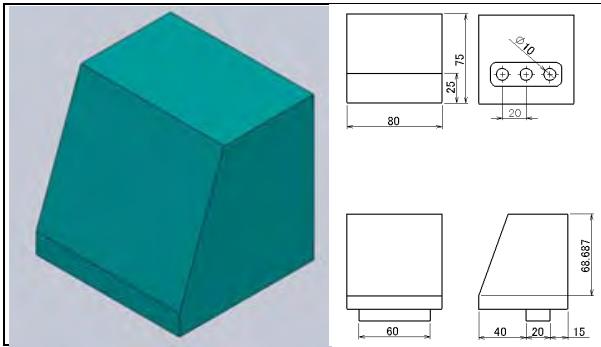
(7) 金型の部品図 (Parts drawing)



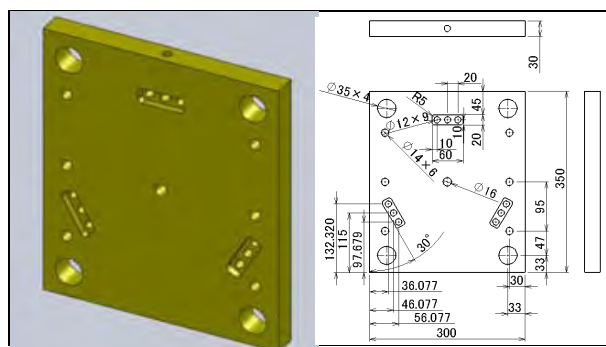
(a) 入れ子



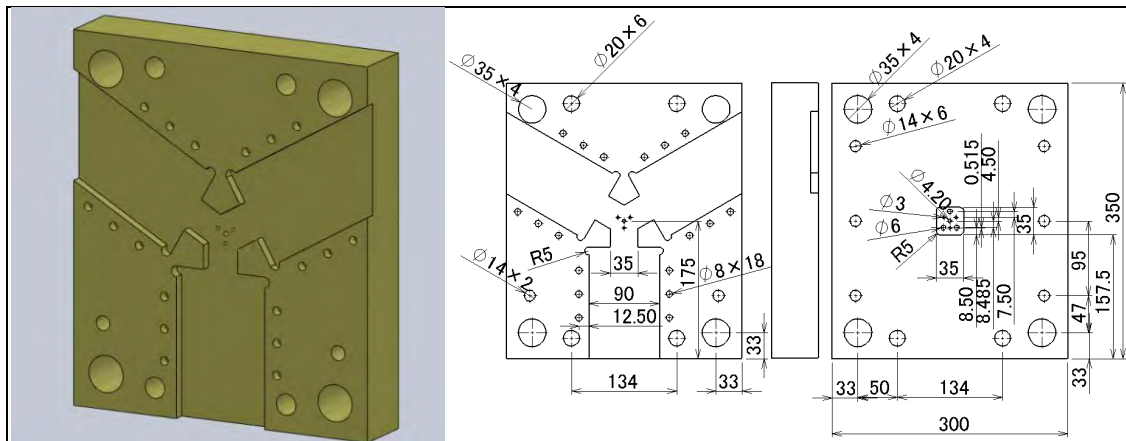
(b) スライドコア



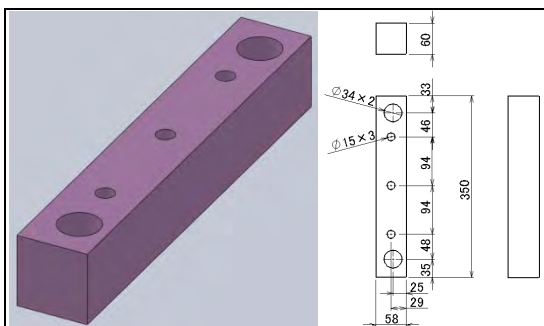
(c) ロッキングブロック



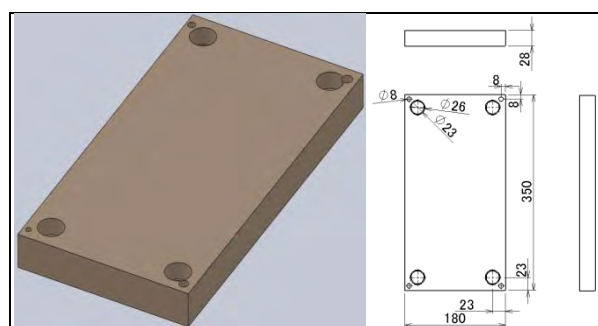
(d) キャビティプレート



(e) コアプレート

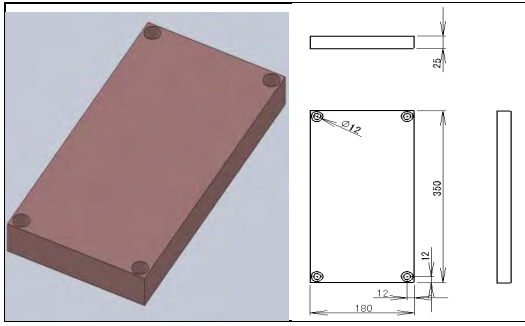


(f) スペーサーブロック

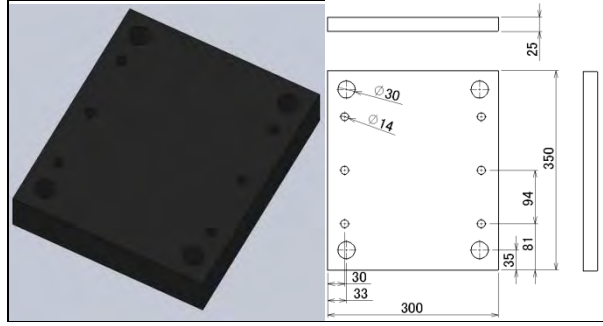


(g) エジェクタプレート 上

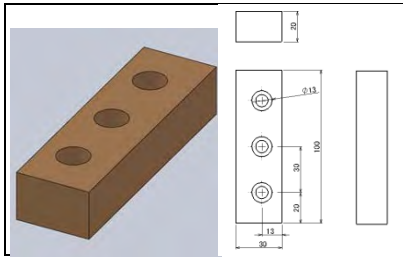
Fig.4a 金型の部品図 (Parts drawing)



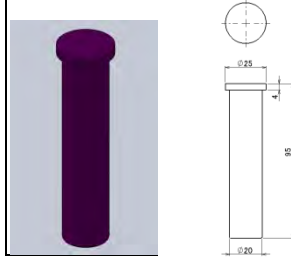
(h) エジェクタプレート 下



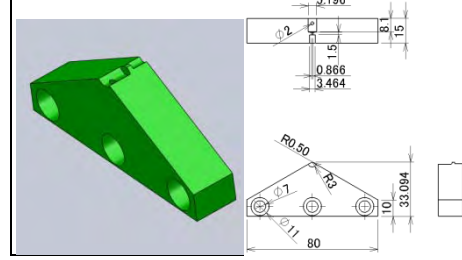
(i) 可動側取付板



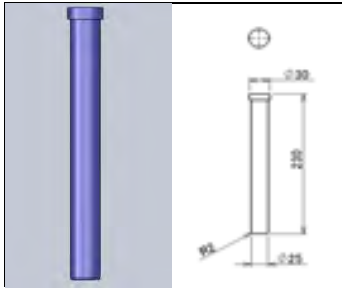
(j) 固定板



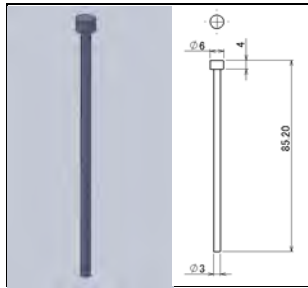
(l) リターンピン



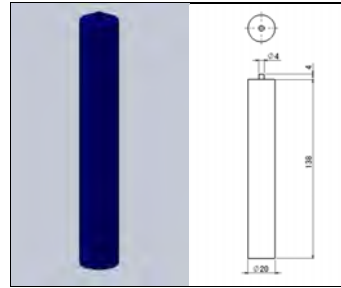
(k) スプルーブッシュ



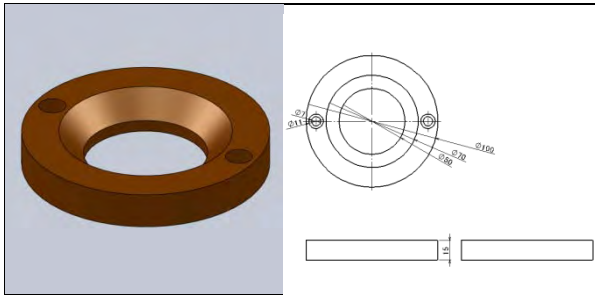
(h) ガイドピン



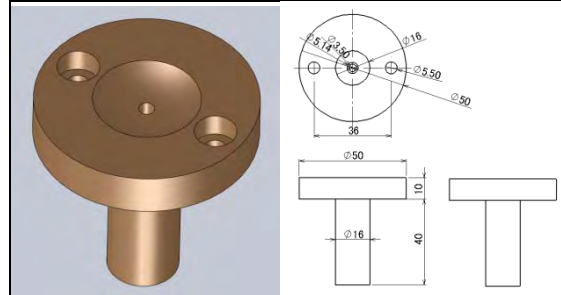
(i) 押しピン



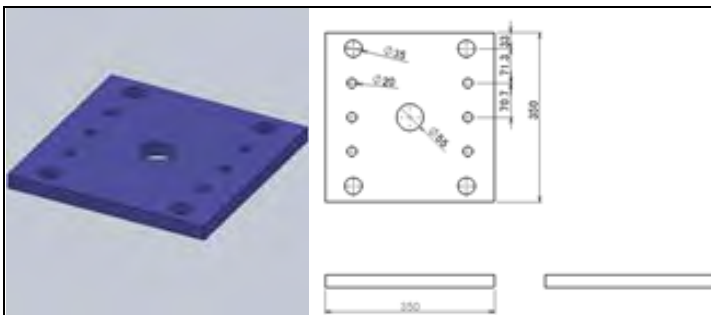
(j) リターンピン抑え



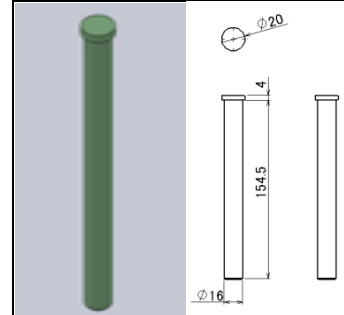
(k) スプルーブッシュ



(l) ロケータリング



(m) 固定側取付台



(n) フィンガーピン

Fig.4b 金型の部品図 (Parts drawing)

(8) 射出成形品の写真 (Photo of plastic injection molded product)

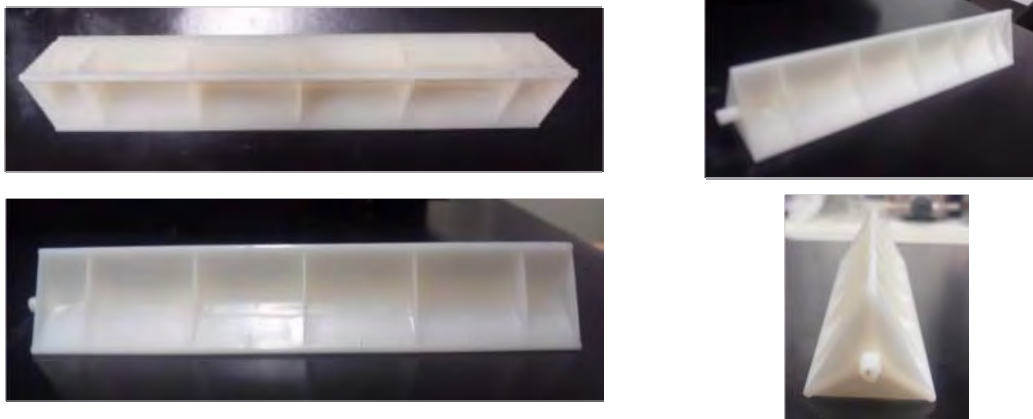


Fig.5 射出成形品の外観 (Appearance of plastic injection molded product) .

(9) 三次元プリンタによるモデル製作 (Model fabricated by 3D printer)

プラスチック射出成形品の二次元図面から三次元 CAD モデルを作成し、三次元プリンタを用いて課題の試作品を作製した。これにより、課題の形状の特徴を理解し、金型の設計に活用した。



(a) 単体の場合

(2) 連結した場合

Fig.6 三次元プリンタにより作製したモデル (Model fabricated by 3D printer) .

(10) 射出成形品の流動解析 (Flow analysis of plastic injection molded product)

プラスチック射出成形品の流動解析を行い、キャビティ部の充填状態、キャビティ部および冷却管の温度分布、さらにプラスチック射出成形品の収縮量を予測した。

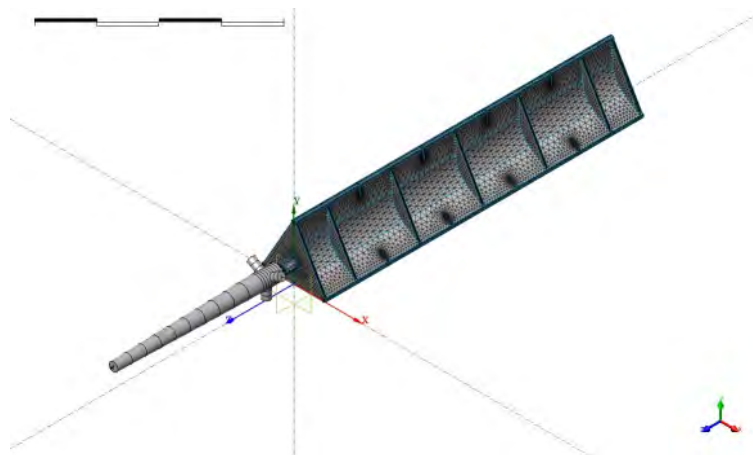
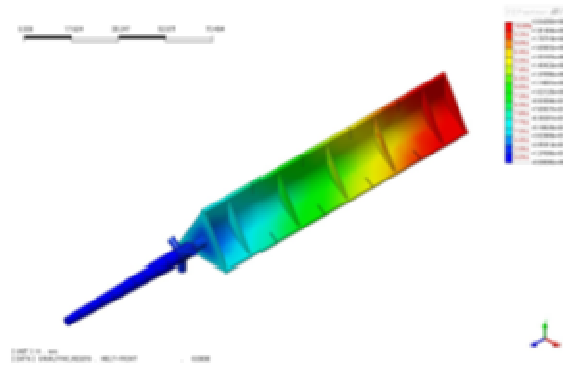
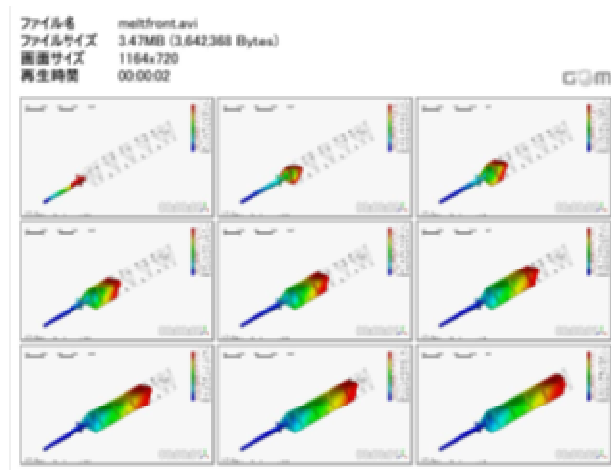


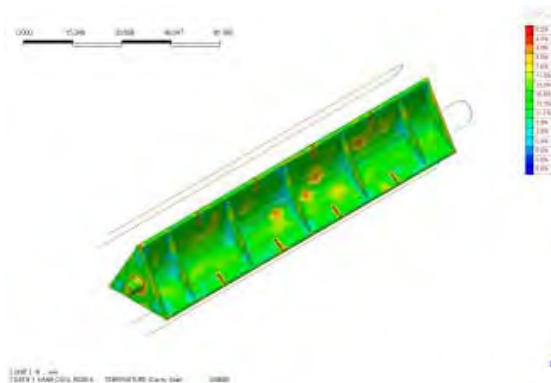
Fig.7 三次元有限要素解析モデル (3D Finite element model used for flow analysis) .



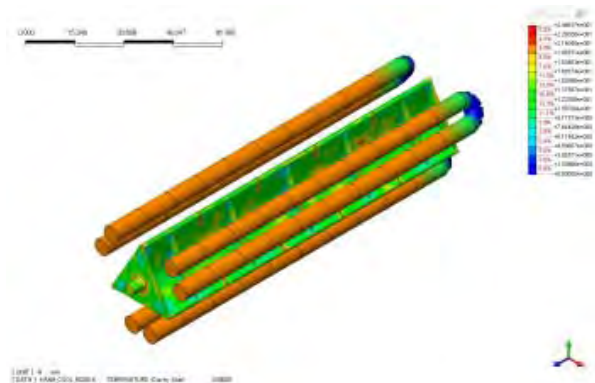
(a) 充填時間



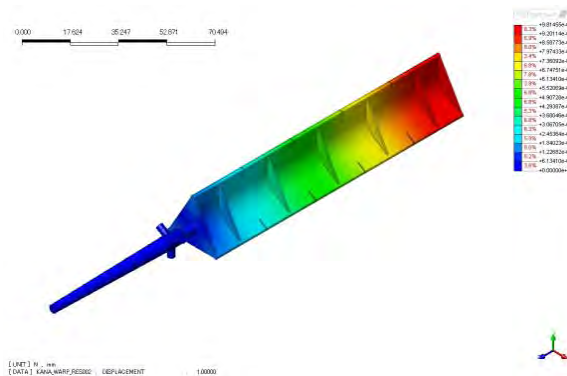
(c) メルトフロー図



(d) 温度分布 (キャビティ)



(e) 温度分布 (冷却管とキャビティ部)



(f) 収縮量

Fig.8 流動解析の結果 (Results of flow analysis) .

(11) 新規金型材料の開発 (Development of advanced mold material)

汎用金型材料の冷却性および耐摩耗性を改善することを目的に、新規の金型材料を開発した。熱伝導性の高い炭素繊維をアルミニウム合金に強化した複合材料を作製し、その炭素繊維強化アルミニウム合金の加工性を詳細に調査する予定である。また、この新規金型材料を入れ子として金型に挿入し、射出成形時の充填挙動や成形品質等に及ぼす影響を調査する。

(12) 射出成形材料 (Materials for injection molding)

射出成形には、ABS樹脂および炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (CFRTP) を用いて成形品を作製した。汎用樹脂であるABSは熱膨張が大きく、耐摩耗性が乏しいため、課題であるスケールには不向きな材料であると考え、CFRTPも用いることにした。CFRTPは、熱可塑性樹脂に炭素繊維で強化されているため、比強度および比弾性率が高く、熱膨張が低く、耐摩耗性に優れる材料である。

(13) デジタル画像計測ロボットによる金型と成形品の形測定 (Shape measurement by 3D digitizer)

製造した金型が図面通りに加工・組立されているかを確認するため、また製造した金型を用いて作製した成形品の形状が課題図面通りに検証するため、デジタル計測ロボットを用いて金型および成形品の形状測定を行った。この測定原理は、三角測量の測定原理に基づき、測定対象物に投影されたフリンジパターンを2台のCCDカメラで計測し、各カメラのピクセル上の3種類の光学測定アルゴリズムを用いて、三次元座標を高精度に計算し、オブジェクト表面のポリゴンメッシュを生成するものである。使用したデジタル画像計測ロボット (GOM社, ATOS™ SCANBOX) の外観図をFig.9に、金型に入れ子(a)および射出成形品の計測結果例をFig.10に示す。

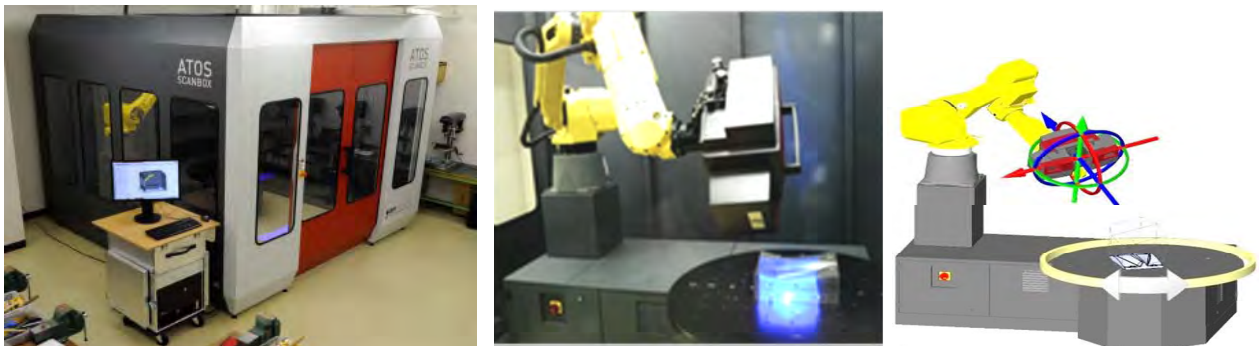
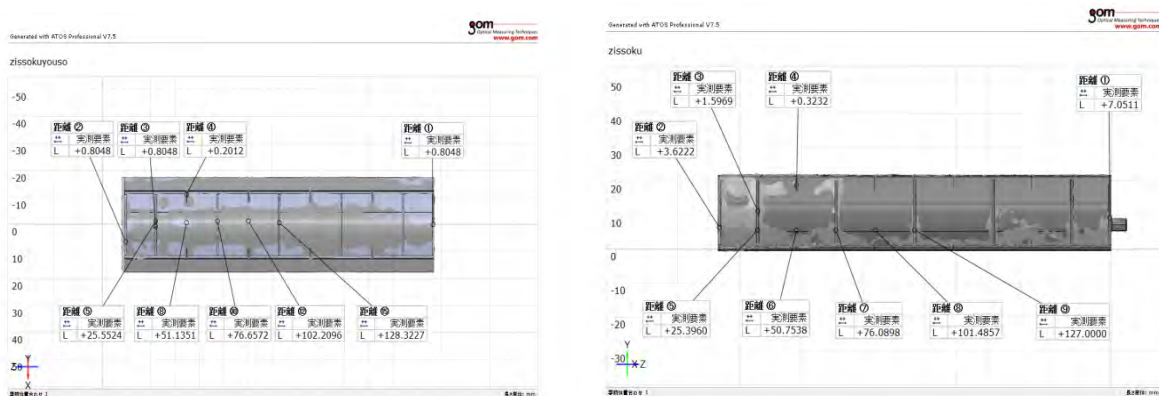


Fig.9 デジタル画像計測ロボット (Digital image measurement robot system) .



(a) 金型 (入れ子(a))

(b) 射出成形品

Fig.10 形状測定の結果例 (Example results of shape measurement) .

(14) まとめ

・金型の設計について

金型の設計・製造に関してご指導を頂いた研究支援者は二次元 CAD のみで金型製造の実務を行われており、この学生金型グランプリの課題は二次元 CAD で金型の設計が可能であると思われたが、今回はすでに授業で操作を習得している三次元 CAD を用いて、課題として与えられた二次元図面を元に三次元 CAD モデルを作成し、金型の設計を行った。そのため、二次元図面では理解しがたい金型の全体像を把握することが容易にできた。特に、金型に対する知識や経験の乏しい我々学生には、金型への理解を深めるには三次元 CAD を用いた金型の設計は効果的であったと思う。

・射出成形品の流動解析について

金型の設計時に作成した射出成形品の三次元モデルを用いて流動解析を行い、キャビティ内での樹脂の充填挙動について理解し、さらに冷却管の配置および効果を検討できた。

・金型の製造について

これまでは座学や実験しか経験していなかった学生自身が、高度な加工技術を必要とする金型の製造を行う機会が得られたことは非常に貴重な経験であった。特に、金型の実務経験が 50 年近い職人様や放電加工を専門とする金型職人様に直接指導を受けたことにより、金型の製造技術に加え、様々なモノづくりに対する技能や知識、対応力を養うことができた。

・射出成形作業について

射出成形作業の初期は、離型不良やバリ、ヒケなどの成形不良が生じることが多く、その問題解決に非常に時間がかかったが、射出成形条件の適正化の難しさを痛感した。しかし、試行錯誤を繰り返すことにより、これらの問題を解決することができた。

・デジタル画像計測ロボットによる形状測定について

金型と射出成形品の寸法測定のためデジタル画像計測ロボットを用いたことにより、設計通りに加工できているかを短時間で容易に確認することができた。また、成形品の寸法誤差の原因が、金型の加工・組立の誤差によるものか、または成形条件の不適正によるものかの判断が可能であった。

・総括

今回の学生金型グランプリへの出場に対して様々な経験ができたが、その中でも“失敗の経験”と“問題と向き合う経験”の二つを同時にできたということは非常に重要であったと思う。これは座学では得ることが難しい経験であるが、実社会では失敗が認められない状況の方が多く、学生の時期にこれらの経験をしたことは、これから社会に出る技術者に大きな力になると確信している。

謝辞 本学生金型グランプリへの出場は、「文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(平成 24 年～平成 26 年) 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」の助成を受けたものであることを記し、関係各位に深謝申し上げます。また、本学生金型グランプリへの課題の金型の設計および製作に関して、研究支援者としてご協力・ご指導を頂きました平尾幸雄氏と蒲生眞敏氏、および本学の機械実習工場の中井庸一先生に心より感謝申し上げます。