

令和2年度職業訓練教材コンクール 厚生労働大臣賞（特選）受賞

# 遠隔訓練も可能となる 射出成形金型設計教材

大阪電気通信大学 星野 実  
北陸職業能力開発大学校 津嶋 一之

大阪府立北大阪高等職業技術専門学校 渡辺 幸治  
関東職業能力開発促進センター 齊藤 総一  
北海道職業能力開発促進センター 瀬川 祐介

## 1. はじめに

2020（令和2）年度の現在、教育訓練機関は、喫緊の課題として新型コロナウイルス禍の対応を求められている。この問題は射出成形金型設計においても顕在しており、対応として本教材は、遠隔授業やオンデマンドでの学習を可能にするべく作り出した。

まず、いかに制作コストを抑えて、かつ、容易に遠隔での教育訓練を実施できるかを考える。そのために既存のソフトや機器の利用、誰でも使えるネットワークを利用して、遠隔での教育訓練が可能となる教材を作成する。そして、クラウドコンピューティングを活用することにより、最低限の費用で遠隔授業やオンデマンドでの学習を可能とする。

また、金型設計に関する教材は、多数作成されている。しかし、いずれも部分的であり実際の設計工程に沿って、スタートから完了までを扱っているものは皆無である<sup>1), 2)</sup>。作成する教材は、受講生が実際に設計・製作・成形をし、報告書にまとめた“設計の部分”をベースにしている。設計工程全体が、経験の浅い受講生でも理解できる内容である。

教材の種類は、一般に普及されているWordのデータでのテキスト、PowerPointデータでの説明資料（以下、PPT資料とする）、PPT資料から作成される録画データ（以下、録画教材とする）の3種類である。

## 2. 教材の作成指針

テキストは、教育訓練目標（仕上がり像）に向けて、授業のスタートから完了までを記述できる。テキストにより、授業の全体・細部を掌握してから、単元（ユニット）ごとにPPT資料や録画教材を作成することにより体系化される。作成する教材は、デジタルデータとして無償で、広範囲に提供することを考えている。これらのことから、教材を提供された指導者や受講生は、利活用・修正・見直しが容易にできる。

PPT資料は、音声や映像を記録でき、データ量を考慮し、それぞれ使用の可否を選択できる。しかも、スライド単位での編集が可能であることから一般の録画と違い、修正・見直しを繰り返すことができる。そして、そのまま保存できるので作成者以外が、任意のスライド・音声・映像の再編集も可能である。またPPT資料は、後掲の4章で説明する方法により、録画教材に簡単に変換することができる。

録画教材は、データの容量が膨大になることも多い。しかし、無償のソフトウェアにより、画質は多少落ちるもののデータの容量を大幅に圧縮できる<sup>3)</sup>。録画の品質を見ながら、扱いやすいデータ容量にしておく。

テキスト（Wordのデータ）とPPT資料・録画教材は、「Google Meet」などのビデオ会議システムを利用することにより、遠隔教育訓練も可能となる。

テキストと録画データは、「Googleドライブ」に保存してユーザーを指定するだけで、受講生は「いつでも・どこでも」（オンデマンド）学習が可能である。

これらのシステムは、教育訓練機関が実施する場合は、今のところほとんど費用はかからない。教育訓練機関が、学習支援システム（Moodle等）を導入済みであれば、保存するだけでさまざまな機能も享受できる。また、教材をデジタルデータにしていることから、対面での授業を実施していても、遠隔教育訓練に迅速に切り替えられる。

### 3. 射出成形金型設計教材の種類

#### 3.1 テキスト

テキストは、表1に示すように001～017までの17単元、35ページからなる。また、表2に示すように4つの設計工程に分かれる。これに対応してPPT資料と、そこから作られる録画教材に分かれる。設計工程の順に（1）製品の企画・設計、（2）金型設計の事前調査、（3）金型機構設計、（4）金型

表1 テキストの目次

001 総合製作課題 製品企画	2
002 総合製作課題 製品設計	3
003 総合製作課題 製品の試作修正	4
004 総合製作課題 製品モデルの完成	5
005 成形品図の作成	9
006 金型材質の決定	10
007 射出成形機選定シートの作成	11
008 金型設計の準備	17
009 キャビティ・コア入れ子の設計	17
010 モールドベースの選定	20
011 強度計算	26
012 樹脂流入経路の設計・1	28
013 樹脂流入経路の設計・2	29
014 エジェクタ関連装置の設計	31
015 リターンスプリング	32
016 設計終了	33
017 付録	34

構造・詳細設計である。

図1には、001総合製作課題 製品企画の内容を抜粋して示し、下段に指導者のコメント例を表記した。

表2 金型設計の工程

設計工程	テキスト	PPT資料	録画教材
製品の企画・設計	001～004	1	1
金型設計の事前調査	005～007	2	2
金型機構設計	008～010	3	3
金型構造・詳細設計	011～017	4	4



#### (指導者のコメント例)

最初に総合製作課題 製品企画からスタートします。受講生は、さまざまな製品を考え、1人1個以上の製品を企画します。それを、クラス全員の前で、1人ずつプレゼンテーションして、製品1個を選びます。ここでは、12個の案を示しました。選考基準は、意匠はどうか、どんな機能があるか、難しいが私たちが作れる可能性があるかを、指導者と受講生で話し合っって判断します。なかなか決まらない場合は、指導者側で決めてしまいます。

図1 001 総合製作課題 製品企画

### 3.2 PPT 資料

本節では、設計工程の順に（１）～（４）に分けて、おおよそのPPT資料のフローと内容を理解できるようにPPTスライドを抜粋していく。図に示す各PPTスライドには、下段に指導者のコメント例を表記する。

#### (1) 教育訓練の概要

1回目の授業の初めには、教育訓練目標を伝えてから、そこに向かうための授業内容を説明する。図2にPPTスライドを示す。下段に表記した指導者のコメント例は、PPTスライドのノートに記述しておき、他の指導者が使用する場合に授業内容が容易に理解できるようにしておく。また、授業でのポイントや潜在化していると思われる技術・技能のノウハウなども記述しておく。



#### (指導者のコメント例)

遠隔訓練も可能となる射出成形金型設計教材  
本教材は、金型に関する基本的な訓練を受けた受講生・学生を対象とします。利用できる訓練は、短期課程ではCAD/CAM技術科の第6システム「射出成形分野」、大阪府で新設されるモールドクラフト科「総合製作課題」、専門課程なら生産技術科の「総合制作実習」、相当とします。そして本教材は、金型設計の工程をそのまま再現しています。このことから、実際に製作する金型を、イメージしながら、教示または学習します。また、実際に製作する金型に置き換えて、CADでのモデリングや強度計算などと同時に実施します。

図2 教育訓練の概要

図3には、002総合製作課題 製品設計のPPTスライドを抜粋して示し、下段にコメントの例を表記した。製品設計では、3次元CADを使用し、パーツのモデリング（部品）からアセンブリ（組み立て）をして、嵌合調整や問題点を明らかにしていく。



#### (指導者のコメント例)

今回は、検討の結果ゴム鉄砲に決まりました。製品設計は、クラス全員で行います。そして設計は、図を描くだけではありません。動作・構造・意匠をモデルや図面で明らかにします。全員で考えて、良いところ取りをします。

図3 002 総合製作課題 製品設計

#### (2) 金型設計の事前調査 (PPT 資料2)

金型設計を実施するには、事前の調査が必要となる。成形材料の性質や金型の材質、射出成形機についての調査が必要となる。

#### 005 成形品図の作成

**成形材料** ポリプロピレン(PP)の成形収縮率

成形材料は軽量で扱いやすい  
ポリプロピレン(PP)を使用する

PPの収縮率を調べる  
収縮率(S)=1.5%とすると  
 $1+0.015=1.015$

製品寸法が180(mm)なら  
 $180 \times 1.015=182.7$ (mm)で金型に彫り込む

バテックPP MA3 物性表 (グレード:種類)			
項目	単位	MA3	
密度	g/cm <sup>3</sup>	0.9	
曲げ	弾性率	MPa	1,500
	強さ	MPa	43
引張	弾性率	MPa	1,600
	降伏応力	MPa	35
	破壊伸び(%)	%	100
シャルピー	23℃	KJ/m <sup>2</sup>	3.5
	-20℃		—
ロックウェル硬度	R-スケール		100
光沢	%		90
成形収縮率	2mmt	%	1.1-1.5

#### (指導者のコメント例)

前回までで、製品モデルを完成させました。今回は、製品モデルから、成形品図に落とし込みます。成形材料は軽量で扱いやすい、ポリプロピレン (PP) を使用します。高機能であっても特殊な成形材料は、使いません。まず、基本から取り組みます。プラスチック材料は、射出成形すると収縮してしまいます。PPの収縮率を調べてみます。材料メーカーで、公表しています。収縮率は、成形品形状や成形条件によって違ってきます。寸法精度が高いものは、トライ後に金型を修正できる方向で金型を造ります。今回は、それほど寸法精度は必要ありません。収縮率は、1.5%に決めました。 $1+0.015=1.015$ を製品モデルに掛けて、図面では成形品図となります。製品寸法が180mmなら $180 \times 1.015=182.7$ mmで金型に彫り込みます。成形収縮率について理解してください。

図4 005 成形品図の作成－1



図4の005成形品図の作成-1では、成形材料のデータを材料メーカーから入手して、物性を把握し成形収縮率を予測する。図5は、CADにより成形品の配置や突き出しピンの位置を決めている。



### (指導者のコメント例)

製品ごとにモデリングして、図面化して図面にします。テキストの6～8ページになります。これから、成形品図の説明をします。3種類の製品モデルに成形収縮率1.015を掛けて、成形品モデルになります。これも図面化し、成形品図面とします。次に、成形品を配置します。スペースの最小化を狙います。そして、ランナーとゲート位置を決めます。この場合、サイドゲートですので、製品の中心付近から入れます。成形樹脂の流れをできるだけ偏らせないためです。突き出しピン配置は、成形品の角部、ボス、四隅を狙い、立ち壁の接触を避け、バランスを見ながら配置します。φ8とφ4ならば、立ち壁や突き出しピン同士で干渉しないでバランス良く入りました。

図5 005 成形品図の作成-2

### (3) 金型機構設計 (PPT 資料3)

金型機構設計は、機構学や機械要素部品の知識などを駆使して金型のタイプや可動方法、開き量などを検討し決めていく。金型設計には、図6に示すさまざまなものが必要となる。中でも3次元CADの必要性は高い。3次元CADのデータを製造データに転用できるからである。また、近年の金型製造は、3Dプリンターなどに用いられる付加製造技術(Additive Manufacturing:AM)やNC工作機械などに使われるデジタル製造技術が欠かせない<sup>4)</sup>。他の紙ベースのカタログなどは、情報通信技術の発達とともに少なくなってきたり、教材も順次対応しなくてはならない。

キャビティ・コア入れ子の設計では、成形品に基づいて検討され、図7に示す入れ子の配置や加工方法を検討しながら進めていく。

### 008 金型設計の準備

- ▼ CADシステム(またはA1ドラフター)
- ▼ 金型製作仕様書
- ▼ 射出成形機仕様書
- ▼ 樹脂材料データ
- ▼ モールド金型用部品カタログ(フタバ)
- ▼ プラスチック金型用標準部品カタログ(ミスミ)

### (指導者のコメント例)

今回は、金型設計です。最初に金型設計の準備です。CADシステムが、必要になります。金型構造だけならA1ドラフターでも可能です。しかし、CAD/CAMを必要としますのでCAD設計すれば、そのデータをそのまま使えます。テキスト16ページの金型製作仕様書で確認しながら、設計を進めます。射出成形機の仕様書も必要です。今回は、テキストの14ページを前もって入手しました。メーカーが公表している、樹脂材料データも必要です。今回は、9ページが参考になります。モールド金型用部品カタログは、フタバ電子工業や日本金型材のものもあります。今回は、フタバ電子工業で説明します。プラスチック金型標準部品は、ミスミやパンチ工業などがありますが、ミスミで説明します。最近のカタログは、電子データになっており、インターネットで調べた部品データもCADで使えますので効率的です。

図6 008 金型設計の準備

### 009 キャビティ・コア入れ子の設計

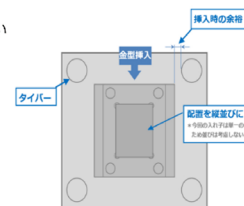
#### 製品配置と型板

入れ子が複数ある場合の製品配置は「縦並び」が望ましい

- ・成形機への挿入・取り付けに有利  
(「横並び」は、タイバー間隔に注意する)
- ・射出圧力は重力の影響を無視できるほどに大きい  
(300~500kgf/cm<sup>2</sup>)

型板はポケットタイプとする

- ・強度を考慮して型板は貫通させない方が望ましい



### (指導者のコメント例)

キャビティとコア入れ子の設計です。入れ子が複数ある場合の製品配置は、原則縦並びです。成形機への挿入・取り付けに有利です。横並びは、タイバー間隔に注意する必要があります。射出圧力は、重力の影響を無視できるほどに大きいので、下側の方が充填に有利ということはありません。型板はポケットタイプの方が有利です。型板を貫通させると強度が一気に落ちます。CADの構造解析で確認してみるとよいでしょう。

図7 009 キャビティ・コア入れ子の設計

#### (4) 金型構造・詳細設計 (PPT 資料4)

金型構造設計は、材料力学・機械力学・流体力学・熱力学を使って金型の強度や寿命を検討して、大きさを決めていく。

**011 強度計算**  
 射出成形時にかかる射出圧力によって金型変形(たわみ)が起きないかを調べる。たわみが大きいとその部分に樹脂が流れ込み「バリ」となってしまう恐れがある。

**可動側型板** 可動側型板底面のたわみ

H : 型板の厚さ(mm)  
 L : スペーサブロック内側の端間(mm)  
 B : 型板の幅(mm)  
 b : キャビティ内圧力pを受圧する幅(mm)  
 P : キャビティ内圧力(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 E : 弾性係数(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 δmax : 最大たわみ(mm)  
 A : キャビティ内圧力pを受圧する長さ(mm)

$$H = \sqrt{\frac{5 \times p \times b \times L^4}{32 \times E \times B \times \delta_{max}}}$$

・可動側型板はスペーサブロックを介して取り付けるため空間部分に射出圧力が加わるとスペーサブロックを両端支持にする力が発生したわみが生じます。  
 ・可動側型板の厚さがどのくらいあれば、たわみを最小限に抑えられるのか計算を行う。

#### (指導者のコメント例)

今回は、金型構造の中で、必ずやるべき基本的な強度計算です。これをやらなかったことにより、金型全体を造り直すということも考えられます。射出成形時に掛かる射出圧力によって金型変形(たわみ)が起きないかを調べます。たわみが大きいとその部分に樹脂が流れ込み「バリ」となってしまう恐れがあります。可動側型板のたわみを確認します。可動側型板はスペーサブロックを介して取り付けるため空間部分に射出圧力が加わるとスペーサブロックを両端支持にする力が発生したわみが生じます。可動側型板の厚さがどのくらいあれば、たわみを最小限に抑えられるのか計算を行います。数式は、両端支持はりの曲げ応力の計算式をモデルとします。

図8 011 強度計算 - 1

**011 強度計算**  
**可動側型板**

▼入れ子の厚さ(20mm)を追加する

$$117.9 + 20 = 137.9(\text{mm})$$

現実的ではない

▼型板の厚さ(H)

p : キャビティ内圧力 = 300(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 E : 2.1 × 10<sup>6</sup>(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 L : 214(mm)  
 δmax : 成形品・金型に影響を与えない0.02(mm)とする

$$H = \sqrt{\frac{5 \times 300 \times 280 \times 214^4}{32 \times 2.1 \times 10^6 \times 400 \times 0.02}}$$

H = 117.9(mm)

・可動側型板の最大たわみ量を0.02(mm)に抑えるためには、入れ子の厚みを加えて140(mm)程度の厚さ[H]が必要となる計算結果が出た。  
 ・今回の課題では、厚さ140(mm)の型板は現実的ではないため「サポートビラー」を追加し、「受板(耐圧板)」(SAタイプ)を入れることにした。

#### (指導者のコメント例)

計算の結果、射出圧力に耐え、たわみ0.02mm以内に抑えるには、117.9mmの厚みが必要です。これは、厚過ぎます。現実的ではありません。成形機の型開きストロークが小さくなったり、成形機に入らないことも考えられます。そこで、成形品の直下にサポートビラーを入れるとともに、受板を1枚足すことにしました。モールドベースは、テキストの20ページからSAタイプになります。

図9 011 強度計算 - 2

図8は、型板を組み立てた状態での強度、図9は、型板単体での強度計算をして大きさや厚さを検討し決めていく。その後に入れ子や各種部品の詳細設計になる。

### 3.3 録画教材

本節では、設計工程の順に(1)～(4)に分けて、おおよその録画教材の内容とフローを理解できるように録画スライドを抜粋して説明していく。図に示す、録画教材スライドの下段には、音声の例を表記する。

#### (1) 製品の企画設計(録画教材1)

製品の企画設計は、基本検討の段階である。家庭やショップで市場調査を行い、どの製品にするか検討して決める。その後に単体の成形品にして、量産するための金型になり得るかを検討する。

図10は、3次元CADにより、製品モデルを単体の成形品モデルに落とし込んでいる。

**004 総合製作課題 製品モデルの完成**

製品モデル

成形品モデルへ

終了 次の録画へ

(音声)

製品モデルの完成から、金型に落とし込むための成形品モデルの作成となります。成形品モデルの作成は、次の範囲になります。6～8ページの製品図を確認して次に進みます。今回は、受講生が製品を企画・設計していく工程についての説明でした。以上です。

図10 004 総合製作課題 製品モデルの完成

#### (2) 金型設計の事前調査(録画教材2)

図11の入れ子材質の決定は、ショット数・取り数から金型寿命を予想して材質や熱処理を検討して決定する。客観的に算出したいが、経験値でのウエートが高いのが現状である。

図12は、射出成形機を選定するためにミスのないようにマニュアル化されたシートを作成していく過

程である。ここでは、射出圧力を求めるために3次元CADで成形品の投影面積を求めている。

### 006 金型材質の決定

**ショット数** 10,000 個/月

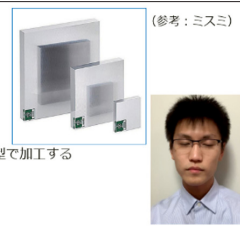
**取り数** ファミリーモールド  
\* 2種類以上の成形品を1つの金型で加工する

**成形品寿命**

ショット数	(S50C) ≤100,000 ≤ 500,000 ≤	(SKD61焼入)
P/H鋼 熱処理なしで使用可		

キャビティ・コアの入れ子は、「プリハードン鋼 (P/H鋼)」 NAK80(HRC40・快削鋼)とする (大同特殊鋼)

(参考: ミスミ)



**(音声)**

入れ子の材質の決め方です。ショット数を月に1万個と仮定しました。ファミリーモールドにします。ファミリーモールドとは、2種類以上の成形品を1つの金型で成形する方法です。製品寿命の説明をします。成形樹脂の種類にもよりますが、一般的な汎用樹脂成形での説明です。10万ショット以下は、S50C相当を使います。10万ショットから50万ショット程度まではプリハードン鋼を使います。プリハードン鋼は、調質鋼ともいわれており、初めから熱処理されていて、硬く強く傷や欠損が起きにくい。普通、加工して熱処理をしないで、そのまま使います。50万ショット以上は、寿命の問題から焼き入れをします。SKD61などを使います。

図 11 006 金型材質の決定

### 007 射出成形機選定シートの作成

3D CAD

**投影面積** 成形品を平面に投影させて面積を求める

▼本体投影面積

銃身右	98.05(c㎡)
銃身左	98.05(c㎡)
トリガー	37.56(c㎡)

▼その他

ランナー・ゲート	8.57(c㎡)
----------	----------

▼投影面積合計

$98.05 + 98.05 + 37.56 + 8.57 = 242.23(c㎡)$





**(音声)**

次に射出成形機選定シートを作成します。テキストの15ページを見てください。この表を作るために幾つかの計算をしていきます。最初に射出圧力を求めるために成形品の投影面積を求めます。成形品とランナー・ゲートの投影面積です。この場合、圧力をかなりの余裕をみますので、だいたいの手計算でも構いません。3次元CADなら簡単に正確に出ますので、11ページの方法で求めてください。

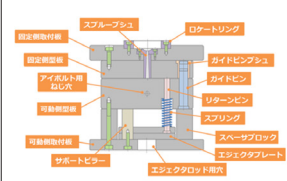
図 12 007 射出成形機選定シートの作成

### (3) 金型機構設計 (録画教材 3)

図13は、金型機構設計と金型構造・詳細設計からモールドベース (金型本体) のタイプを決めている。図14は、モールドベースを発注するために各部の寸法を確認しながら、メーカー仕様の型番に落とし込んでいる。このことでインターネット、またはメールでの発注が可能となる。インターネットでの発注ならば、注文と同時に納期と価格が把握できる。受講生は、この手順を情報通信技術の発達により、模擬的に経験することも可能である。

### 010 モールドベースの選定


**各部の名称** 金型構造・部品名称




SCタイプ (参考: フタバ 金型用部品)

**従来タイプ** 通常は、従来タイプ


従来タイプ



高剛性タイプ



幅が広い



**(音声)**

モールドベースの選定です。金型の種類・大きさを決めます。簡単な金型構造は、実機により理解できます。ここに示した、部品の名称も覚えてください。また、金型のタイプは、一般に突き出しピンの配置に自由度が大きい従来タイプを使います。射出圧力が大きい場合は、高剛性タイプを使用します。

図 13 010 モールドベースの選定-1

### 010 モールドベースの選定


**最終型番** 型番の確認をする

ここまでの仮定により  
[MDC SA3340404070SVLJ] を選定

MDC SA 3340 40 40 70 S V L J

タイプ	厚み寸法	A寸法	B寸法	C寸法	仕様の追加
U寸法	V寸法	エシクタプレートの仕様	L   スペーサ方式	U寸法	V寸法
S 400	可動側型板から			V 45	

(参考: フタバ 金型用部品)



**(音声)**

モールドベースの選定での最終確認です。MDC SA3340404070SVLJ を金型部品用カタログで見比べて確認してください。ここでミスをする、モールドベースの再発注ということも考えられます。

図 14 010 モールドベースの選定-2



#### (4) 金型構造設計・詳細設計（録画教材4）

図15は、詳細設計であり、スプルーブッシュのタイプや寸法を決めて、インターネットで発注するためのメーカー仕様の型番に落とし込んでいる。このことにより、発注前に価格と納期が確認できるようになってきている。受講生に対して、納期やコストについての意識づけができる。

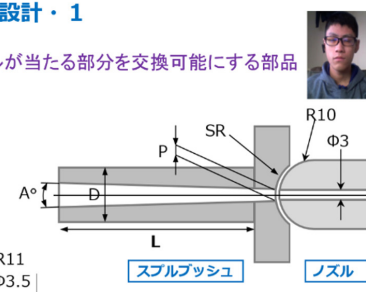
図16は、各成形品に同時充填されるように各ランナーの寸法を手計算で決めている。3次元CADは、成形での流動解析が標準装備になってきており、手計算との比較により教育訓練効果が高まると考える。

### 012 樹脂流入経路の設計・1

**スプルーブッシュ** ノズルが当たる部分を交換可能にする部品

▼射出成形機の仕様  
ノズル先端R = R10  
ノズル内径 = Φ3

▼スプルーブッシュの寸法  
D = Φ16  
L = 56(mm)  
SR (仕様に対し+1~2) = R11  
P (仕様に対し+0.5) = Φ3.5  
A° (1~4°) = 2°



ノーマル・ストレートタイプ [SBBP16-56-SR11-P3.5-A2] (ミスミ) を選定

(音声)

次は、樹脂流入経路の設計です。スプルーブッシュは、まだ損失のほとんどない射出圧力が常に掛かります。破損の可能性が高いため、交換可能な設計をします。ショット数の少ない金型は、スプルーを直接型板に加工することもあります。スプルーブッシュの形状・決め方は、図で確認してください。

図 15 012 樹脂流入経路の設計-1

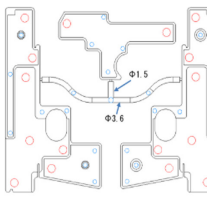
### 013 樹脂流入経路の設計・2

**ランナー径** ランナー直径の計算(3成形品の同時充填を狙う)

▼丸ランナーの直径(D)  
W = 重量 (体積 × 密度)  
L = スプルーから製品までの距離

プラスチックの種類	密度(比重) g/cm <sup>3</sup>
ポリプロピレン(PP)	0.90~0.91

$$D = \frac{\sqrt{W} \times \sqrt{L}}{3.7}$$



鏡身右 W = 21.98 × 0.9 = 19.8(g)     $D = \frac{\sqrt{19.8} \times \sqrt{78}}{3.7} = 3.6(\text{mm})$   
L = 78(mm)

鏡身左 W = 22.30 × 0.9 = 20.1(g)     $D = \frac{\sqrt{20.1} \times \sqrt{78}}{3.7} = 3.6(\text{mm})$   
L = 78(mm)

トリガー W = 8.34 × 0.9 = 7.5(g)     $D = \frac{\sqrt{7.5} \times \sqrt{17.5}}{3.7} = 1.5(\text{mm})$   
L = 17.5(mm)

(音声)

ランナー直径の計算式です。各成形品の同時充填を狙います。最近では、樹脂流動解析ソフトでも求められますが、どれくらいの差が出てくるか一度はやってみてください。

図 16 013 樹脂流入経路の設計-2

#### 4. 録画教材の作成方法

PPTは、「スライドショーの記録」を使うことにより、スライド・音声・カメラ映像を記録できる。図17①~⑥の手順を踏むことにより簡単に記録できる。しかも、PPTにそのまま保存できるので、一度記録しても再編集が可能である。

また、すでにビデオカメラなどで撮影されているファイルを使用したい場合は、メニューの「挿入」から「ビデオ」を選択してPPTに記録することもできる。

そして、PPT資料を図18の⑦~⑩の手順で保存することにより動画として記録され、録画教材に変換できる。

それから、サーバーにテキストやPPTの資料、録画教材を保存することにより、遠隔での教育訓練やオンデマンドでの学習が可能となる。また、データ量は大きくなるので、クラウドコンピューティングを推奨する。

①スライドショー ②スライドショーの記録 ③現在のスライドから記録 (または先頭から記録)

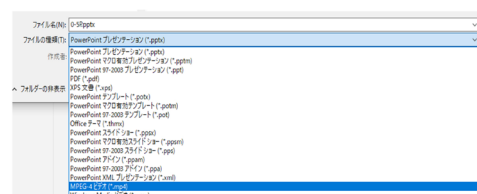
④記録 (⑤停止 ⑥再生)



マイク・カメラ・カメラプレビューのオン/オフ

図 17 PPT スライドでの記録方法

- ⑦ファイル ⑧名前を付けて保存  
⑨ファイルの種類を“MPEG-4ビデオ(\*.mp4)” ⑩保存



- ⑪保存したファイルをダブルクリックすると再生される  
(注意：上記以外の方法もあるが、いちは簡単な方法を記述した)

図 18 録画教材への変換方法

## 5. 作成した教材における期待する効果

本教材は、デジタルデータとして提供できることから、編集が簡単にできる。受講生に金型設計をさせる場合は、内容を書き換えさせ、自らの報告書として完成させる<sup>5)</sup>。それを就職活動で使用するにより、潜在化してしまう習得能力について、アピールできる<sup>6)</sup>。また全国の指導者は、実際の教育訓練現場に合わせて、加筆・修正しながら利活用を繰り返すことにより、教育訓練効果の高い教材に生まれ変わっていくことを期待する<sup>7)</sup>。

そして、本教材は、普及している情報機器やソフトウェアで作成し、一般化されている通信技術を利用して遠隔での教育訓練を実施する。このことから、金型設計以外のさまざまな分野にも利用できると考えられ、この手法の普及に大いに期待できる。

## 6. おわりに

現在、デジタル製造技術による「オープンなものづくり環境の構築」を考えている。デジタル製造技術はネットワークとの親和性が高いため参入障壁が少なく、複数の教育訓練機関やさまざまな民間企業とが容易に連携することが可能である<sup>4), 8)</sup>。そこで、不足する設備や製造ノウハウを相互補完するとともにお互いの強みを生かした、新たなものづくり集団を創る。このオープンなものづくりを実現するために“地域連携ものづくりプロジェクト”をすでに発足させている<sup>9)</sup>。

本教材は、このプロジェクトでの研究テーマの一つとして制作した。他に、日本金型工業会主催の第12回学生金型グランプリ（金型教育や研究をリードする日本や中国の大学などが参加）や技術競技会などにも地域をまたいで連携し参加している<sup>10)</sup>。

本プロジェクトでは、さらに参加機関・参加者を募り、デジタル製造技術と情報通信ネットワークを活用することにより、距離と時間の壁を破った新たな“ものづくり”や“教育訓練効果の高い教材開発”を目指す所存である。

## 謝辞

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費20K14103の助成、日本金型工業会の助成、大阪電気通信大学3D造形工房プロジェクト、地域連携ものづくりプロジェクトの助成を受けたものである。

### <参考文献>

- 1) 星野実, 櫻井光広, 海原崇人, 古賀俊彦, 太田和良, 松本和重, プロジェクト方式訓練での実技教材開発「金型製作」, 工学教育, vol.62 no.1, pp.20-25, 2014
- 2) 海原崇人, 城本秀人, 櫻井光広, 鈴木良之, 星野実, 実習教材設計マニュアル ～初学者による金型製作～, 平成24年度職業能力開発教材コンクール入賞作品集, pp.27-39, 2013
- 3) 熊本学園大学「動画の圧縮方法」, 2020  
[https://www.ecc.kumagaku.ac.jp/technology\\_information/video/compress](https://www.ecc.kumagaku.ac.jp/technology_information/video/compress)
- 4) 星野実, 田中大雅, 万福亮太朗, 山之内大悟郎, デジタル製造技術による射出成形金型の設計製作, 実践教育ジャーナル, Vol.35 No2, pp.48-52, 2020
- 5) 星野実, 坪田光平, 市川修, 中村瑞穂, 大島敦史, 岡部真幸, 求職者を対象とする実践的職業訓練の試行と評価, 日本機械学会論文集, Vol.82 No.833, pp.1-14, 2016
- 6) 星野実, 訓練課題を活用した離職者訓練の実践 ～5期連続就職率100%の要因～, 平成21年度職業能力開発論文コンクール入賞論文集, pp.3-25, 2010
- 7) 星野実, 宮下英明, 津嶋一之, 新たな訓練システムの構築 ～短期課程拡充に係る企画プロジェクト～平成23年度職業能力開発論文コンクール入賞論文集, pp.43-57, 2012
- 8) 星野実, 久保田久和, 渡辺幸治, 松井優, 中村恭平, 藤田紀勝, 3次元CADと3Dプリンターを活用した製品設計に関する実践研究, 実践教育ジャーナル, Vol.35 No2, pp.20-25, 2020
- 9) 星野実, 田中大雅, 渡辺幸治, 菅野金一, 小島篤, 久保田久和, 地域連携ものづくりプロジェクトによる学生金型グランプリの参加, 実践教育ジャーナル, Vol.35 No2, pp.11-15, 2020
- 10) 星野実, 嘉戸寛, 田中大雅, 万福亮太朗, 山之内大悟郎ほか, 「環境にやさしい」金型設計及び金型づくり「TWISTED CUP」, 第12回学生金型グランプリ作品集 Die & Mold Grand Prix, pp.73-82, 2020