

平成 2 3 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「成形サイクルの短縮に係わる型技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成 24 年 3 月

委託者	関東経済産業局
委託先	池上金型工業株式会社

目 次

第 1 章	研究開発の概要	3
1－1	研究開発の背景・研究目的及び目標	3
1－2	研究体制	
1－2－1	研究組織	
1－2－2	管理体制	
1－2－3	研究者氏名	
1－3	成果概要	6
	(1) 「細径深穴加工の技術開発」	
	(2) 「局部冷却装置の技術開発」	
	(3) 「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」	
1－4	当該研究開発の連絡窓口	8
第 2 章	本論	9
2－1	研究内容と研究成果	9
2－1－1	「細径深穴加工の技術開発」	
	(1)－1 細穴放電による細径深穴加工の研究内容	
	(1)－2 細穴放電による細径深穴加工の研究成果	
	(2)－1 ガンドリル加工による細径深穴加工の研究内容	
	(2)－2 ガンドリル加工による細径深穴加工の研究成果	
2－1－2	「局部冷却装置の技術開発」	15
	(1)－1 局部冷却装置の技術開発の研究内容	
	(2)－2 局部冷却装置の技術開発の研究成果	
2－1－3	「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」	17
	(1)－1 医療部品金型による検証の研究内容	
	(2)－2 医療部品金型による検証の研究成果	
	(1)－1 家電外装品金型による検証の研究内容	
	(2)－2 家電外装品金型による検証の研究成果	
最終章	全体総括	23
3－1	2 年間の研究開発成果	
3－2	今後の課題・事業化展開	
3－3	事業化展開	

第 1 章 研究開発の概要

1－1 研究開発の背景・研究目的及び目標

川下業者である成形業界の抱える課題として、成形加工における省エネ化、CO₂削減化が挙げられる。

成形加工の射出成形機の動力源は大半が高圧電力であり、日々の製品生産に消費する電力量も大きくCO₂排出も増える結果と成っている。

成形加工における消費電力量の削減、即ちCO₂排出量を削減するには、現在の成形サイクル時間を短縮する成形方法の開発が前提となる。

金型専門メーカーとして川下業者の抱える問題に対応できる型技術開発として、本事業で「成形サイクルの短縮に係わる型技術の開発」として、成形工程の冷却サイクルタイム短縮による生産性向上の実現化に取り組む。

研究開発の主テーマ「成形サイクルの短縮に係わる型技術」を達成する取組として、

(1) 「細径深穴加工の技術開発」では、従来加工が困難であった高硬度材質の金型構成部品に成形樹脂固化を促進する冷却細径深穴加工を付加する技術の開発。

(2) 「局部冷却装置の技術開発」では、細形製品など従来冷却回路設定が困難であった箇所や、金型構造部に適した、水・エア・ミストの冷却媒体を供給する局部冷却装置の技術開発。

(3) これら(1)(2)のテーマ開発を活用し、生産金型による成形工程の冷却サイクルタイム短縮の検証作業の技術開発に取り組むことで、実稼動生産上の技術的問題を抽出して、実証化・実用化の研究開発に取り組む。

1－2 研究体制

1－2－1 研究組織

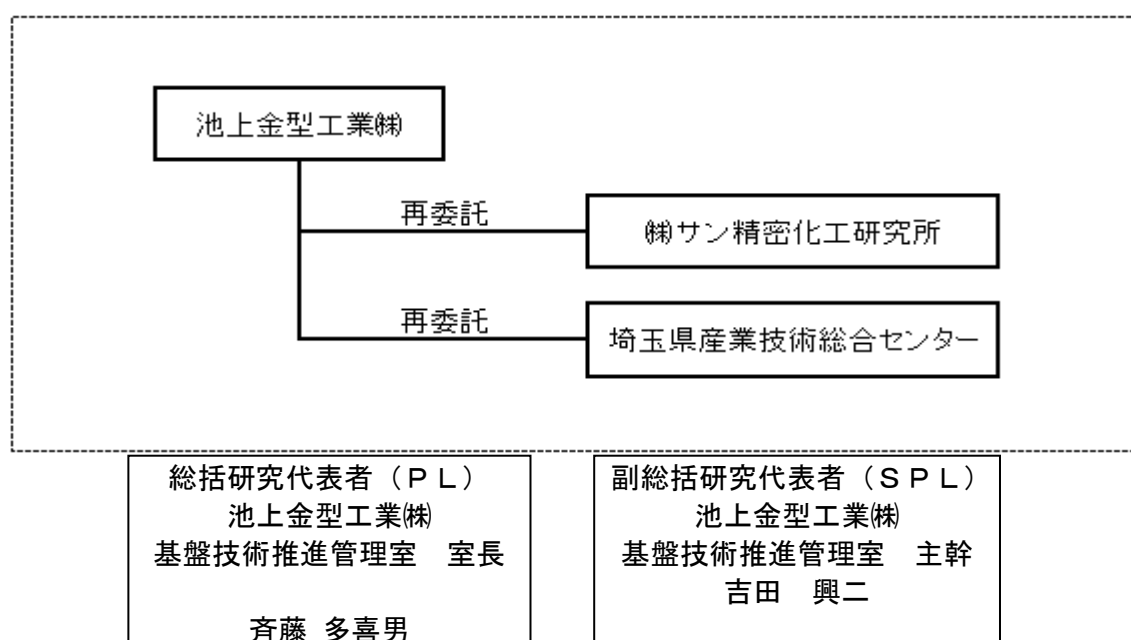


図 1-1 研究組織図

1-2-2 管理体制

【事業管理機関】池上金型工業株式会社

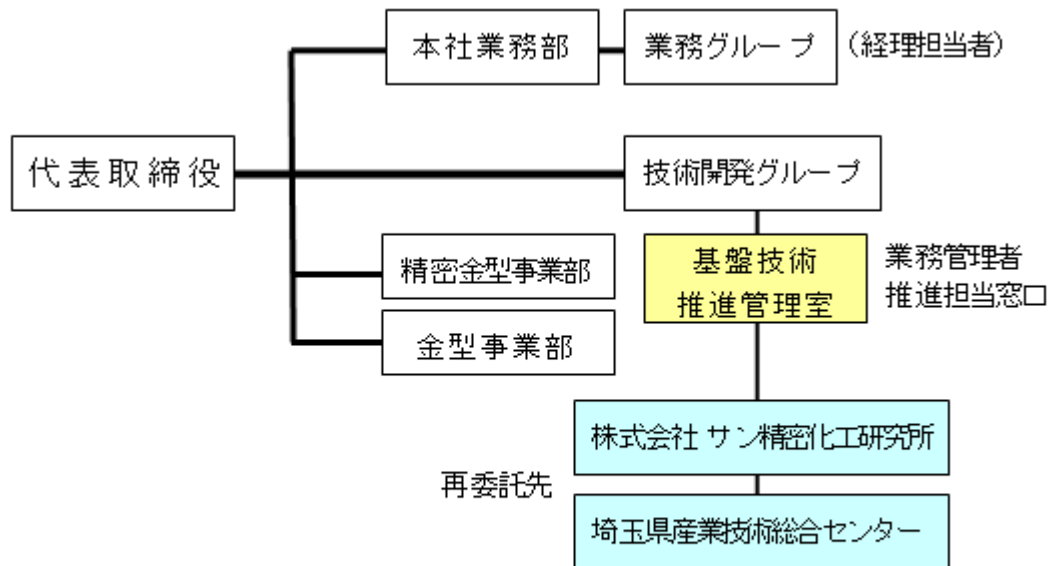


図 1-2 管理体制図・事業管理機関

【再委託先】

株式会社 サン精密化工研究所



埼玉県産業技術総合センター

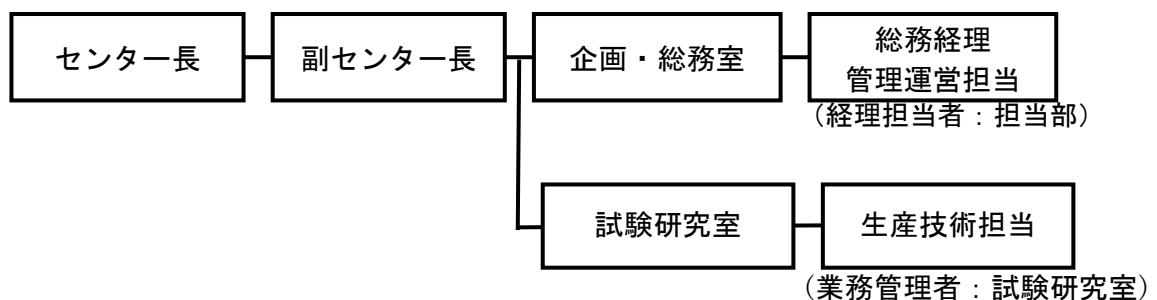


図 1-3 管理体制図・再委託先

1-2-3 研究者氏名

【事業管理機関】池上金型工業株式会社
管理員

氏 名	所属・役職	実施内容（サブテーマ番号）
大友 誠	技術開発グループ グループ長	④
斉藤多喜男	技術開発グループ 主幹	④
圓尾 淳子	技術開発グループ	④

研究員

氏 名	所属・役職	実施内容（サブテーマ番号）
永島 弘之	金型事業部 技術センター 設計長	② ③
吉沢 勝巳	金型事業部 技術センター グループ長	② ③
砂川 浩	金型事業部 生産センター 機械班長	① ② ③
高塚 文男	金型事業部 生産センター 仕上げ長	② ③
坪井 正明	金型事業部 生産センター 仕上げ班長	② ③
加谷 勝	金型事業部 生産センター 仕上げグループ	② ③
川田 秀夫	金型事業部 部品センター 製造グループ長	① ② ③
須藤 哲男	金型事業部 部品センター 管理グループ班長	① ② ③
家田 勤	金型事業部 部品センター 製造グループ班長	① ② ③
青山 一夫	金型事業部 部品センター 製造グループ班長	① ②
新井 勝彦	金型事業部 部品センター 管理グループ長	① ②
宮崎 正	金型事業部 部品センター 製造グループ	① ②
勝又 真彦	精密金型事業部 技術センター 設計 班長	② ③
岡田 安弘	精密金型事業部 生産センター グループ長	② ③
関 利治	精密金型事業部 生産センター グループ長	② ③
菅野 善照	精密金型事業部 生産センター グループ長	② ③
海老原 馨	精密金型事業部 生産センター 仕上げ班長	② ③
小林 紀之	精密金型事業部 生産センター 仕上げ班長	② ③
高柳 亮	精密金型事業部 技術センター	② ③

【再委託先】

株式会社サン精密化工研究所

氏 名	所属・役職	実施内容（サブテーマ番号）
中村 俊康	研究開発部 係長	③
佐藤 宏憲	研究開発部	③

【再委託先】

埼玉県産業技術総合センター

氏 名	所属・役職	実施内容（サブテーマ番号）
小熊 広之	生産技術担当 専門研究員	③
信本 康男	生産技術担当 技師	②

表 1-1 管理員・研究員・補助員

1-3 成果概要

(1) 「細径深穴加工の技術開発」

(1-1) 細穴放電による細径深穴加工

導入した機械設備の細穴放電加工機にて、初年度は細径深穴加工の基礎実験加工を行い、本年度は生産金型の構成部品に対応すべき高硬度 SKH51、HRC62 の金型構成部品である入子ピンへ、内径 $\phi 0.5\text{mm}$ ～ $\phi 3.0\text{mm}$ 、深さ 300mm の冷却用細穴を付加加工するための、加工条件標準化の取組みを行い、金型構成部品として型に組込み成形作業の冷却サイクルタイム短縮につながる技術開発に取り組む。

(1-2) ガンドリルによる細径深穴加工

生産金型対応としてプリハード鋼 HRC40～42 の構成ピン部品に、TIN、TiAlN、TiCN 等の各コーティングを施したガンドリルを用い、加工径 $\phi 3.0\text{mm}$ から、深さ 500mm を目標値とした加工標準の為の選定条件収集を実施。

加工に取り組むこれらのピン部品も、金型の構成部品として多くが製品構成部品として用いられていることから、成形加工作業の冷却サイクルタイム短縮に適う部品として知り組む。
放電加工・ガンドリル加工の何れも、細径深穴加工に対する目標精度は同芯度 0.2mm 以下として設定する。

加工精度確認は、加工部品より任意に抜き取ったピンを埼玉県産業技術総合センターにて、X線透過撮影とワイヤーカット放電加工機によるピン中央部分をカッティングし、工具顕微鏡による目視測定による判定を行う。



写真 1-1 (上) 細径深穴加工用機械設備
(下) 細穴放電用電極と加工部材

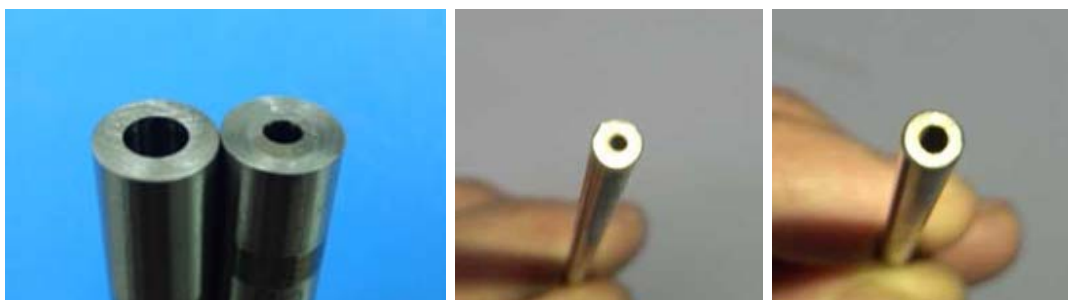


写真 1-2 (左) ガンドリル、(右) 放電加工による加工表面

（２）「局部冷却装置の技術開発」

前年度カセット入替え方式にて複数の製品形状に対応した型構造仕様の試作金型に、水・エア・ミストの３タイプの冷却媒体を局部冷却装置より供給して成形実験にて、成形の冷却サイクルタイム短縮に有効であることが得られ、更に自社所有の医療部品テスト金型を用いて、従来未冷却であった製品の細形箇所へ冷却媒体の水を供給するW形(水タイプ)局部冷却装置による試験成形を実施。

成形品サンプル測定比較検証に於いても、局部冷却装置による冷却媒体供給により、細径深穴加工ピンを生産用金型に組み込み、成形による検証でその効果を確認する。写真 1-3 の前年試作品として製作したW形・A&M局部冷却装置を更に小型化を考慮し、実用化に向け適用出来る技術開発として取組み、23 年度はコンパクト化し実用試作装置として研究開発を行う。

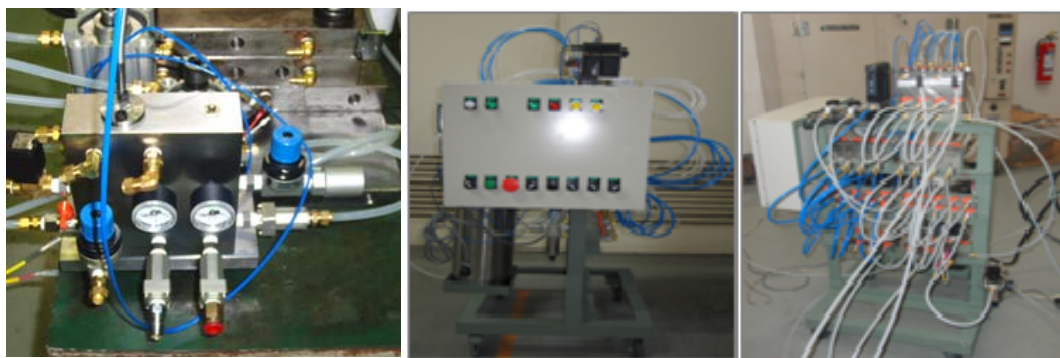


写真 1-3 22 年度試作のW形・A&M形局部冷却装置

（３）「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」

川下製造業者である成形製造業者（ユーザ）と協力し、型締めサイクルタイムの 20%削減を型技術課題として、開発検証が得られる効果的な実生産金型の中より製品を選定して、当開発技術の適用が可能な実用型として設計・部品の製作加工を行い、その金型専用の冷却装置を用いて、実稼動生産上の技術的問題を抽出して、実証化・実用化の研究開発に取り組む。

本研究開発テーマである、成形サイクルの短縮に係わる型技術として、外装品金型として「掃除機本体カバー金型」、医療部品金型として複数取り「ピペットチップ金型」を活用させて頂くこととし、「掃除機本体カバー金型」では既存の組付け入子の冷却部分以外にも冷却機構を追加改造し成形検証を行う事とし、また、複数取り医療部品金型については、既存金型の可動側製品形状の細形製品の先端部近くまで、従来の冷却範囲を延長して冷却機能を持たせた冷却方式とし、細形部品金型専用のW形冷却装置を組付け、「冷却サイクルタイムを 20%短縮」のための成形を試みた。

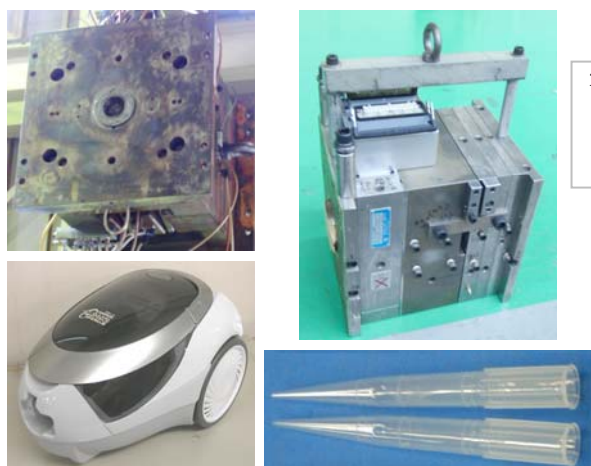


写真 1-4

（左）検証用家電金型

（右）医療部品金型と製品サンプル

1 - 4 当該研究開発の連絡窓口

機 関 名	住 所	所属・役職・連絡先
池上金型工業 株式会社	埼玉県加須市 豊野台2-664-8	技術開発グループ 主幹 齊藤 多喜男 電話 0480-72-7200 FAX 0480-72-6841 E-mail t-saito@ikegami-mold.co.jp
株式会社 サン精密化工研究所	埼玉県久喜市 所久喜707-4	研究開発部 係長 中村 俊康 電話 0480-21-5616 FAX 0480-23-3590 E-mail nakamura@sanseimitsu.co.jp
埼玉県産業技術 総合センター	埼玉県川口市 上青木3-12-18	生産技術担当 専門研究員 小熊 広之 電話 048-265-1376 FAX 048-265-1334 E-mail oguma@saitec.prof.saitama.jp

表 1-2 研究開発連絡窓口

第2章 本論

2-1 研究内容と研究成果

2-1-1 「細径深穴加工の技術開発」

(1)-1 細穴放電による細径深穴加工の研究内容

一般的な金型製作に於いては、家電製品ボス穴形状等を構成する部品には、通常細径ピンが多用され、金型に組込まれた細径ピン先端が成形時熔融樹脂熱の影響を受けるが、金型構造上細径ピン先端部分は狭小な部分であるために冷却機能を組込む事は難しく、未冷却による自然放熱冷却状態で製品を成形加工しているために、成形加工工程の冷却時間短縮が出来ない大きな要因の一つとなっているのが現状である。

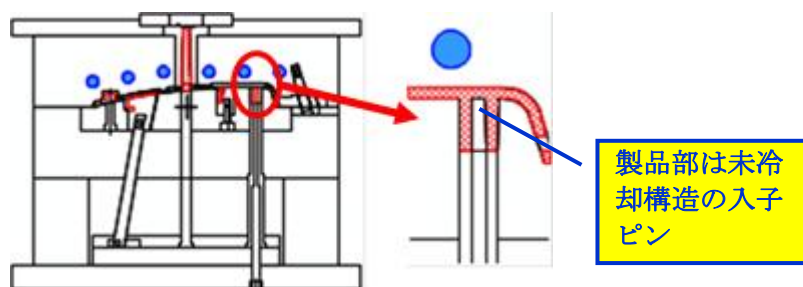


図 2-1 一般的金型構造の製品ボス穴形状等は未冷却仕様のピン部品が多用されている

一般的な金型製作に於いては、構成部品として組み込まれる入子ピン類については、下図の様に通常細径ピン先端部分は冷却媒体を供給する細径深穴は明いていないのが多い。本研究開発で取組んでいる、従来加工が困難であった未冷却部分に冷却媒体を供給出来る細径深穴をピン中央部分に穴を付加し、従来成形樹脂固化時間に費やしていた成形加工時間を短縮できるような、加工技術の確立を目指し種々の加工条件下にて試作加工を行い、より効率的な条件を選定した細径深穴加工の標準化のためのデータの収集を実施した。

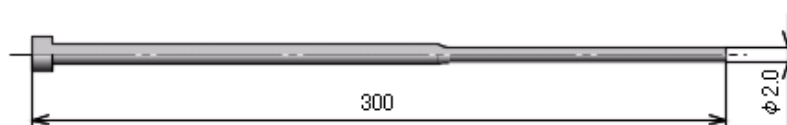


図 2-2 従来型構成部品は細径穴ない未冷却構造である

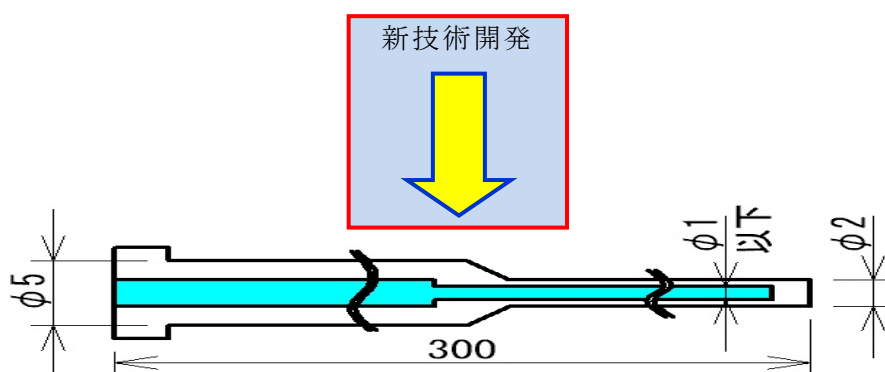


図 2-3 本研究開発で取組む、細径深穴付加付きピン

細穴放電による細径深穴加工では、電極材としてφ0.5mm からφ3mm の6種類を用い、装置の設定条件を変えて加工スピード、電極消耗量、加工止まり深さ精度等の条件設定で加工標準となるデータ収集分析を行い、生産金型構成部品加工に必要な条件の見極めを行った。

下の表 2-1 は細径深穴加工条件選定の1例である。

◎加工部材 全長 350mm へのφ2.5mm 電極1本使用時条件による

試作加工-6 φ2.5mm による加工基礎データ収集と条件選定

*使用設備 CT300FX-Z600 (ストローク: X300 -Y200 -Z600mm)

*加工材料 SKH51 HRC62 *素材寸法 φ4.5mm×350mm *電極サイズ φ2.5mm×600mm

加工目標値 加工深さ 300mm 加工精度値 加工深さに対し最大同芯偏芯量 0.2mm 以内

<試作加工条件>

表 2-1

No.	加工深さ	T-ON	T-OFF	IP (A)	CPS (μF)	SC	SFR-DOWN	SFR-UP	CRS	液圧 Mpa	加工時間	電極消耗 mm	穴径 mm
1	300	70	20	36	1.0	18	31	15	10	2.0	1:01:53	209	2.67
2	300	70	20	36	1.0	18	31	15	10	2.0	1:05:18	212	2.67
3	300	70	20	30	1.0	18	31	15	10	2.0	1:13:53	204	2.68
4	300	70	20	30	1.0	18	31	15	10	2.0	1:12:18	203	2.67
5	300	70	20	30	1.0	18	31	15	10	1.5	1:14:06	197	2.67
6	300	70	20	30	1.0	18	31	15	10	1.5	1:16:23	198	2.67
7	300	60	20	36	1.0	18	31	15	10	2.0	1:21:58	198	2.67
8	300	60	20	36	1.0	18	31	15	10	2.0	1:18:03	197	2.67
9	300	60	20	30	0.8	18	31	15	10	2.0	1:20:03	203	2.67
10	300	60	20	30	0.8	18	31	15	10	2.0	1:25:19	206	2.67
11	300	50	20	30	1.0	18	31	15	10	2.0	1:23:43	219	2.65
12	300	50	20	30	1.0	18	31	15	10	2.0	1:31:20	221	2.65
13	300	70	20	27	1.0	18	31	15	10	1.5	1:19:06	177	2.67
14	300	70	20	27	1.0	18	31	15	10	1.5	1:18:51	176	2.66
15	300	70	20	27	1.0	18	31	15	10	2.0	1:25:41	174	2.66



写真 2-1 (上)加工素材 SKH51 φ4.5mm (下)加工前電極と加工後の消耗電極



写真 2-2 φ2.5mm 細径穴加工状況と部材加工面

(1)－2 細穴放電による細径深穴加工の研究成果

細穴放電による細径深穴加工では、従来加工が難しかった熱処理高硬度材料に $\phi 3.0\text{mm}$ 以下の細径深穴加工を付加し、金型構成部品に冷却媒体を送る穴の付加加工を可能とした。加工精度に於いても目標値として取り組んだ加工深さに対し、同芯度誤差を 0.2mm 以内に曲りを維持し、埼玉県産業技術総合センターのX線透過写真及び、加工部材の中心部をワイヤーカット放電にて、切断し偏芯量を測定しても目標値以内で加工がなされていた。



写真 2-3 X線透過撮影状態、部材 3 本を 0 度・90 度に回転して撮影

写真 2-3 は、外径 $\phi 3.0\text{mm}$ 全長、寸法 350mm の加工部材 3 本に、内径 $\phi 1.0\text{mm}$ の細径深穴加工を行いX線透過撮影。写真でも判るが加工芯ズレは殆ど出ていないが、電極消耗による先端部が先細りとなっている事が判明した。

また、実生産金型の構成部品に於いては、同芯度も重要だが穴の先端部分の止まり寸法も加工上指定寸法公差に加工することが重要で、今回の試作加工に於いて外径 $\phi 4\text{mm}$ 、全長 210mm の部材に、内径 $\phi 2.0\text{mm}$ 加工止まり寸法 200mm 、寸法公差 $\pm 0.05\text{mm}$ 、コーナー $R0.15\text{mm}$ 以下を設定値として、数回の電極替え加工を行い、電極摩耗部分のサライ加工とコーナーR部、先端部分での寸法が維持できる様試作加工を実施した。

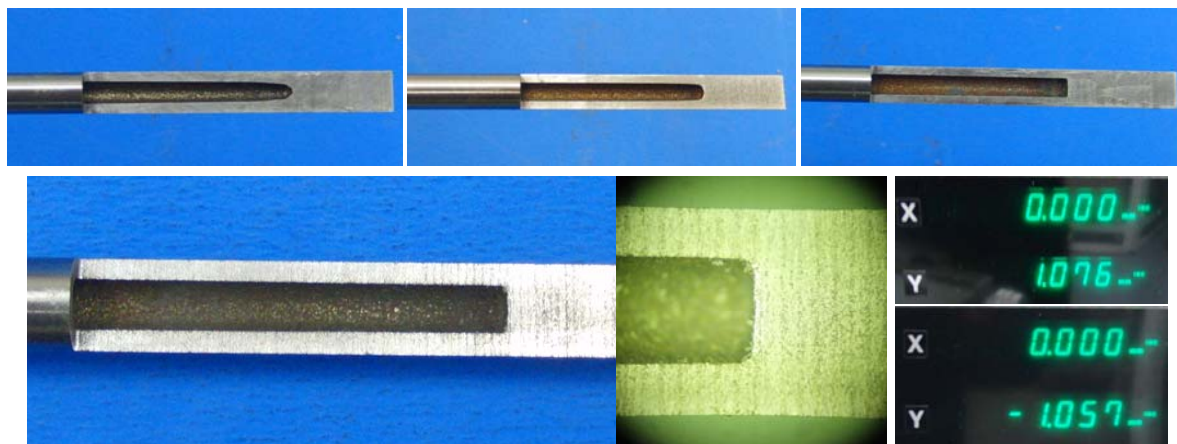


写真 2-4 上・電極消耗部分をサライ加工にて補正。下・部材の先端部分をカッティングし、工具顕微鏡による芯ズレ精度測定、加工芯ズレ $\pm 0.01\text{mm}$ 以内を確認。

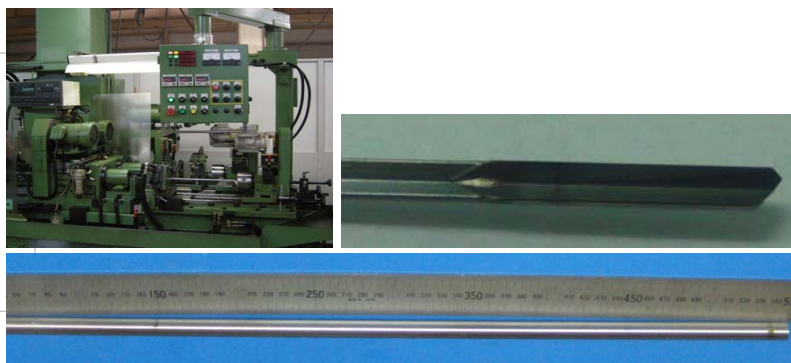
(2) - 1 ガンドリル加工による細径深穴加工の研究内容

実用生産金型の構成部品として対応するための試作切削を行い、加工標準化に対応した加工条件の収集を実施。 ガンドリル加工機によるプリハード鋼 硬度 HRC40～42 の材料による、細径深穴加工の加工条件標準化のため、内径 $\phi 3.0\text{mm} \sim \phi 5.0\text{mm}$ 、目標加工深さ 500mm、同芯度精度は加工長に対し 0.2mm 以下とし、使用ドリルとして TIALN、TICN、TIN 等のコーティング材と超微粒子ノンコート材ドリルによる加工データの収集・標準化に取り組む。

同芯度精度の確認は、埼玉県産業技術総合センターの X 線透過撮影による判定と、ワイヤー放電によるカット後を工具顕微鏡による精度確認測定を行い精度評価とする。

写真 2-5

- (左) 加工に使用される
 ガンドリルマシーン
- (右) 加工用ガンドリル
- (下) 加工部材 $\phi 10\text{mm}$ 、
 全長 550mm の SKD61
 HRC40～42 のプリハード鋼



生産金型用部品として、数種類の工具による加工標準化を実施。表 2-2 は加工条件の 1 例を示す。TIALN コーティングドリルによる試作加工、加工標準化の条件選定とデータ収集

表 2-2 <加工条件>

使用設備	M I G-400-1							
加工材料	SKD61 HRC40～42							
素材寸法	$\phi 10.0\text{mm} \times 550\text{mm}$							
切削油	エコカット 610+タッピングコンパウンド A-3							
加工目標値	加工深さ 500mm							
加工精度値	深さに対し最大同芯偏芯量 0.2mm 以内							
使用コーティング	TIALN コート $\phi 4.0\text{mm} \times 700\text{mm}$							
主軸回転数 rpm	3200	3200	3200	3200	3400	3700	3800	3800
送りスピード mm	11	12	14	15	10	14	10	12
ワーク回転数 rpm	100	100	120	120	100	100	120	100
切削距離 mm	4400	3300	5500	3300	4400	3300	3300	3850
振止め位置 前 mm	100	110	110	100	100	110	100	110
振止め位置 後 mm	170	180	100	180	170	180	170	180
切削油圧力 kg/cm^2	80	80	80	80	80	80	100	80
加工前素材曲り mm	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
加工後素材曲り mm	0.01	0.02	0.01	0.12	0.07	0.03	0.03	0.01
加工本数	8	6	10	6	8	6	6	7
工具本数	2	2	2	2	2	1	1	2
加工時間 min	400	275	393	220	440	236	330	321

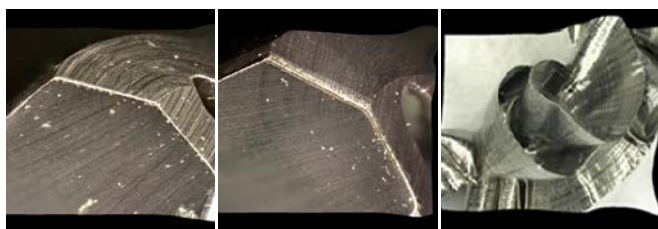


写真 2-6

TIALN $\phi 4.0\text{mm}$ コーティング
ドリル刃先部
(左)加工前、(中)加工後、
(右)切削切粉サンプル

TIALN コーティングドリルのドリル径 $\phi 4.0\text{mm} \times L 700\text{mm}$ 加工結果として切削性は良好である。

（２）－２ ガンドリル加工による細径深穴加工の研究成果

従来切削加工が困難であった SKD61、HRC40～42 の硬度材料に於いても、ガンドリル加工機による切削加工で深さ 500mm の加工が可能と成り、金型構成部品に深穴加工を付加する事により、成形加工の時間短縮のために製品の先端部分まで充分に冷却媒体を供給出来ることを可能とした。

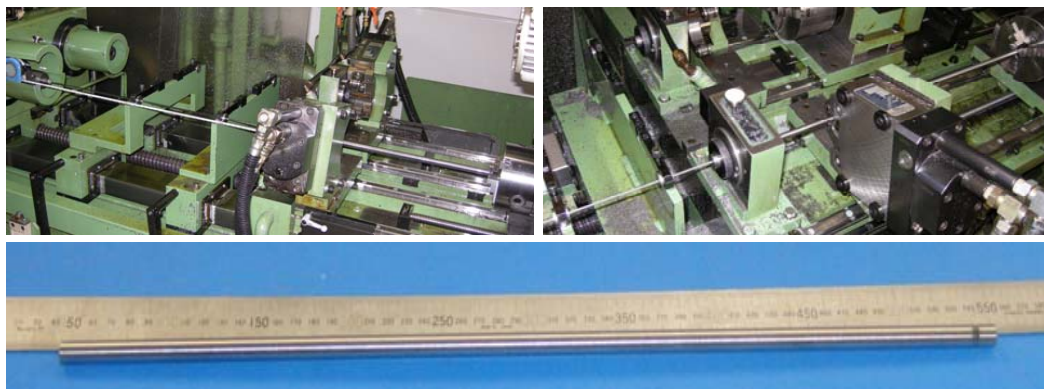


写真 2-7 (上) ガンドリル加工機にセットされた加工部材とガンドリル
(中) 手前ドリル側、右側加工部材側
(下) 外径 $\phi 10\text{mm}$ 、全長 500mm の SKD61 加工部材

加工後の部品を埼玉県産業技術総合センターの X 線透過撮影にて曲り、偏肉の確認とワイヤーカット放電にて加工先端部をカットして、加工偏芯量を測定。

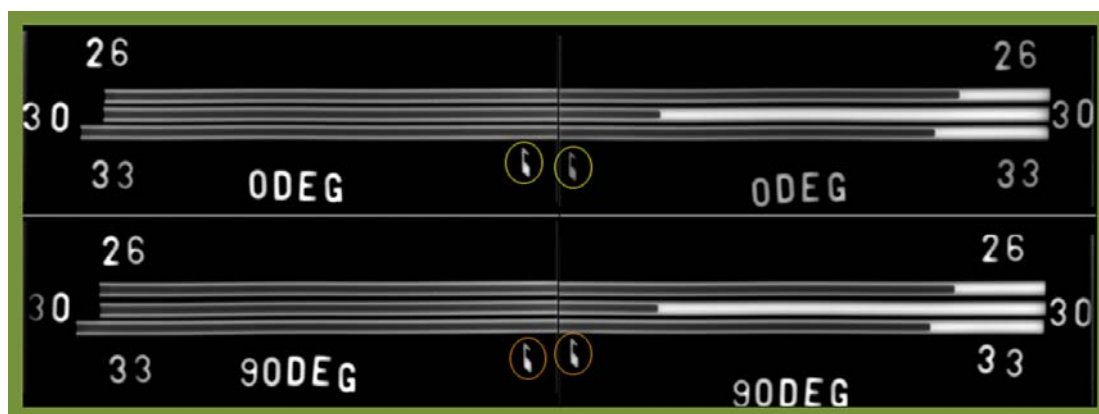


写真 2-8 X 線透過撮影にて細径深穴の偏芯量を 0 度・90 度反転して撮影。

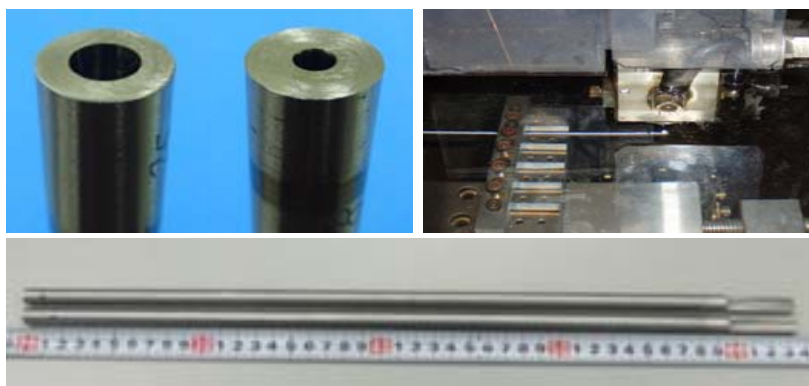


写真 2-9 $\phi 10\text{mm}$ 部材にガンドリル加工された $\phi 5.0\text{mm}$ 、 $\phi 3.0\text{mm}$ 穴。偏芯量を確認のため、ワイヤーカット放電にて先端部分をカッティング。

部材加工先端部分をカッティングし、細径深穴加工部分φ3mm、φ5mm、を工具顕微鏡にて、450mm の加工深さに於いて部材中心からどの程度偏芯しているかを測定。

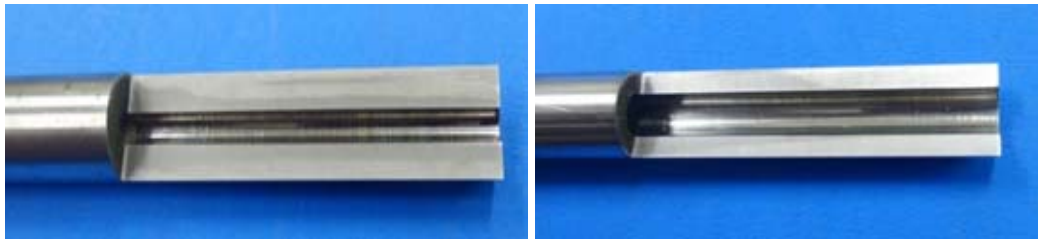


写真 2-10 目視でφ3mm、φ5mm 共、細径深穴の加工目標精度±0.2mm を超えた偏肉は見られない。

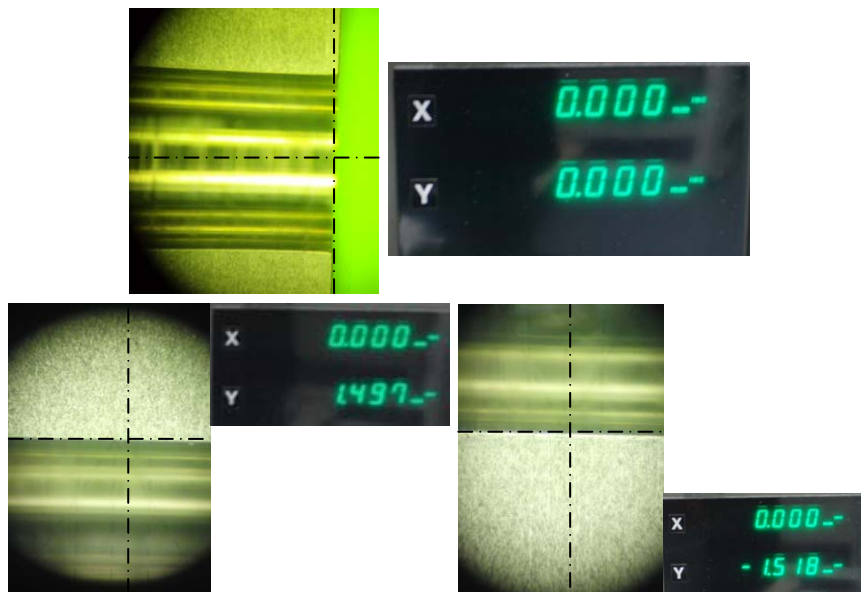


写真 2-11 工具顕微鏡にて偏肉測

写真 2-11 工具顕微鏡による、加工穴φ3.0mm の中心部分を測定原点とし、Y 軸の加工穴端面の位置を測定。Y 軸の測定値 1.497 と-1.518 の測定差 1/2 が芯寄りとなるので、細径深穴先端部 450mm では、偏芯量は 0.010 と成っていることが判明した。

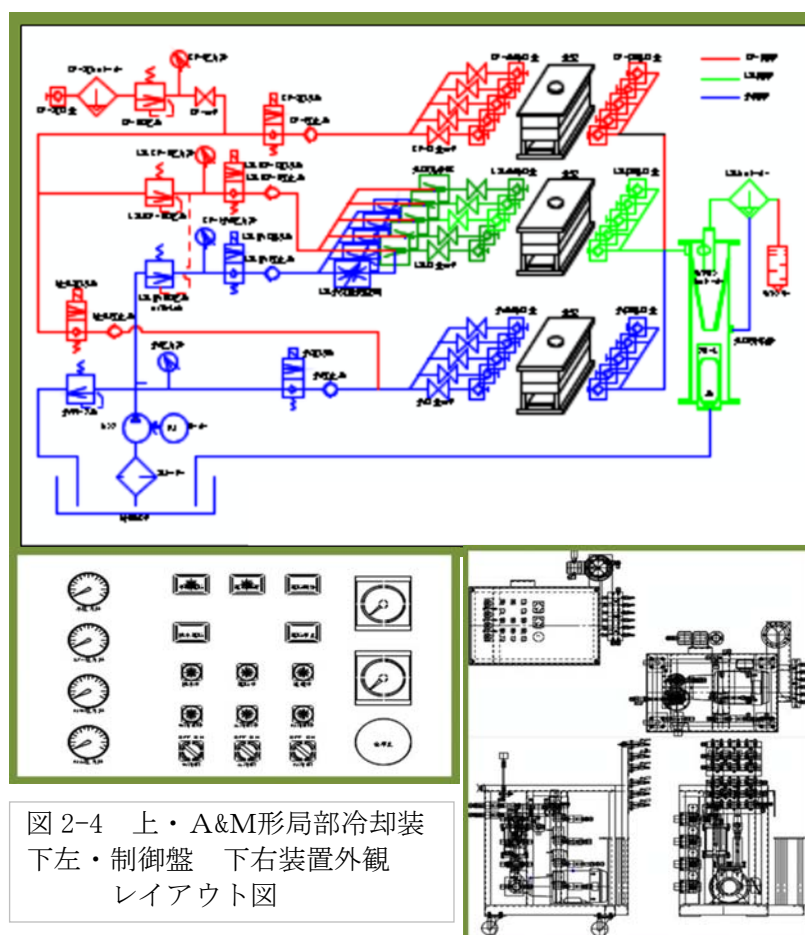
以上の様に（１）「細径深穴加工の技術開発」で取組くんだ結果、従来難しいとされていた金型構成部品に、細穴放電及びガンドリルによる細径深穴加工が可能と成り、今後実生産金型の構造部品の冷却改善パーツとして、成形サイクルの短縮に大きな効果が期待できる。

2-1-2 「局部冷却装置の技術開発」

(1) 局部冷却装置の技術開発の研究内容

局部冷却装置の開発では、医療部品冷却改造金型に用いる水を冷却媒体とするW形局部冷却装置、外装品冷却改造金型に用いるA&M形（エア-ミスト形）局部冷却装置を前年度の試作装置を基本に改良形を設計、製作に取り組む。

試作製作に当たり構想レイアウト図面から取り掛かり、医療部品金型については可動側製品入子の細径状先端部分まで内径 0.4mm の細径冷却穴内に水冷却媒体を供給することを考慮し、高压タイプのポンプ仕様とした。家庭用電化製品の本体カバー部分の外装品金型については、金型構造より生産実金型に取付けられる試作実用化のA&M形（エア-ミスト形）局部冷却装置として設計することとした。



(2) 局部冷却装置の技術開発の研究成果

医療部品生産金型専用の水媒体W形局部冷却装置を製作。金型可動側部に組み込まれているコアピン内に内径 $\phi 0.41\text{mm}$ の細径パイプを組込み、冷却装置にて水冷却媒体を供給し「成形冷却サイクルタイム短縮」を可能とした。

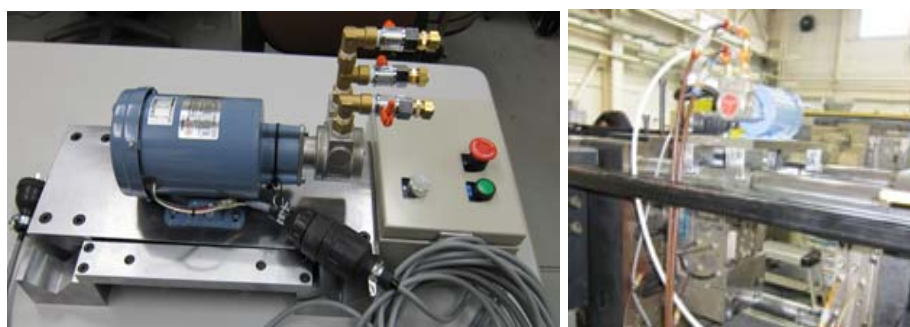


写真 2-12 （左）W形局部冷却装置を製作、（右）成形機上に取付けられた冷却装置

両局部冷却装置は（３）「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」として、両検証用金型の冷却改造後、局部冷却装置を金型と組み合わせ成形加工を行った。

医療部品実生産金型である「ピペット８本取り金型」に於いても、成形時間短縮の成形検証にて、その有効性を確認。

医療部品金型には、水冷却媒体専用のW形冷却装置より写真 2-13 金型写真の細軸形状製品の先端付近まで媒体を供給。

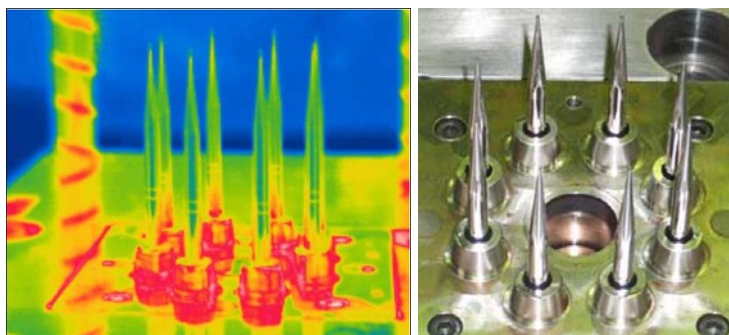


写真 2-13 W形冷却装置利用の医療部品金型 コア部分

上の写真でも判るようにコア先端部分は緑色と成っていて、細径パイプにて水媒体を吐出しているため冷却効果により温度の違いが判る。

また、水・エア・ミストの３種類の冷却媒体を供給出来る仕様として外装品生産金型用に製作られ、成形機側と信号制御の連携により成形停止時間が設定値を超えるとタイマーにより装置は自動停止状態となり、ポンプ関連が待機状態となる。また、成形加工が終了し金型を成形機から取り外す時は、装置のエアを利用し金型内部の冷却回路に滞留している冷却媒体を局部冷却装置に回収分離が可能で、金型移動の際には非常に便利な機能も設置してある。

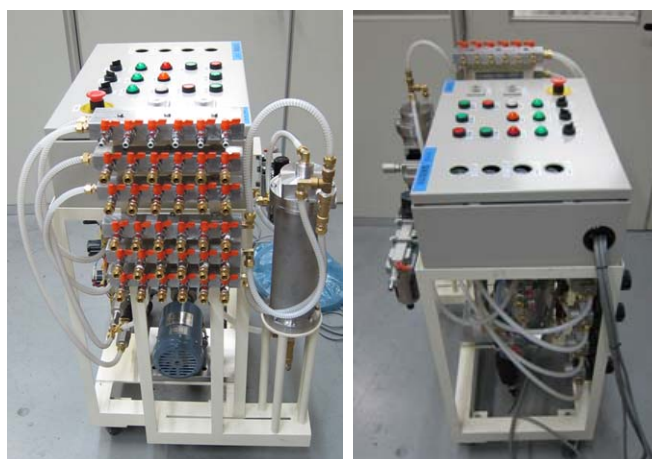


写真 2-14 部品組付けされたA&M形局部冷却装置

家電製品「掃除機本体カバー」の外装品実生産金型に冷却改造を行い、成形作業での検証確認を実施。

写真 2-15 は、外装品金型「掃除機本体カバー」製品が成形直後製品取出しのため成形機が開き、製品を金型から突き出した状態で、赤外線熱写真で見ると左写真は製品中央が赤く熱がこもっている状態が判る。温度状態は 100℃前後を示している。製品突出し直後の可動側部品であるエジェクタービン先端も同様に成形樹脂熱で 70℃前後を示している。

これらの事から、成形樹脂が固化するまで通常成形の冷却サイクルタイムの設定が必要と成っていて、局部冷却装置を用いることで必要箇所の成形時の熱を早く除熱出来るため。

成形サイクルを短縮でき生産性向上と、電力消費量の削減につながる。

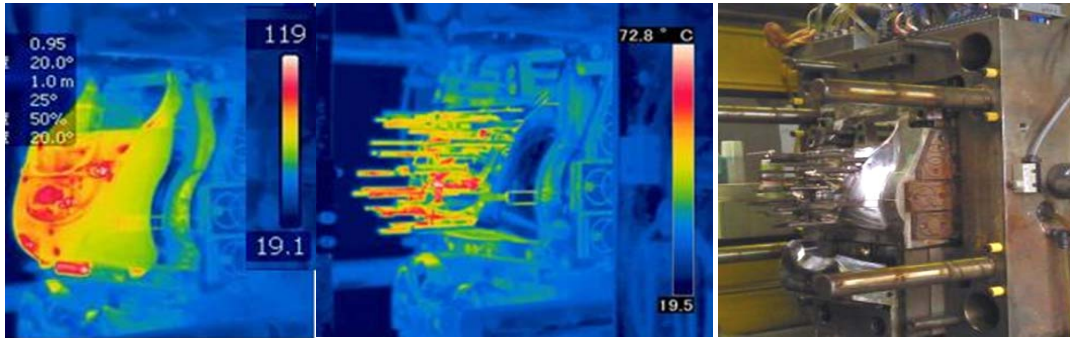


写真 2-15 外装品掃除機本体カバー金型、型開き直後の製品と突出し直後温度状態

2-1-3 「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」

(1)-1 医療部品金型による検証の研究内容

川下製造業者である成形メーカーのご協力を頂き、実生産金型を借用し本事業で研究開発に取り組んできた、「新技術」である従来加工が困難で未冷却であった高硬度材料への冷却改造を実施し、金型構造部分に適した冷却媒体を供給する「局部冷却装置の試作開発」により、川下製造業者の日々の生産活動に有効な「成形サイクルの短縮」に係わる型技術の開発として、外装品金型と医療部品金型の2タイプの実生産金型を冷却改造し、成形加工による検証を実施した。

今回の成形サイクルタイム短縮化において、既存の医療部品生産金型の可動側の型板を追加し、既存型ではコアの製品中間までの冷却パイプによる冷却方式からコア製品先端部分まで水媒体を局部冷却装置により供給し、既存の冷却回路から排出する方式に改造。また、既存型のコア中心部の製品先端付近まで組込まれた細径冷却パイプ内径φ0.41からW形局部冷却装置の媒体を吐出させ、従来の冷却穴と冷却パイプの間隙を螺旋戻り溝機構に改造し細径冷却パイプからの吐出媒体をコア本体の強制冷却戻りとして、製品部の冷却効率を高め、成形作業のサイクルタイム短縮を目的に改善を行う事とし、まず既存金型による検証比較用サンプル成形作業を実施。サンプル成形品は埼玉県産業技術総合センターの測定設備により、冷却改造サンプルとの対比のための計測を行う。

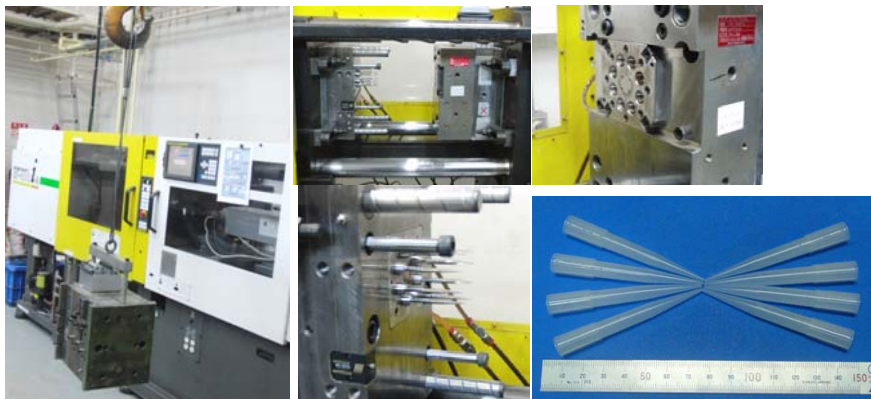


写真 2-16 社内設備電動 100 t 成形機にて既存金型のサンプル成形

成形された製品サンプルは SAITEC 設備、ミットヨ製真円度測定機を用い、製作した測定用治具に成形品をセットして比較対象部分の計測を行う。

医療部品既存金型の主として可動側関連、コア部品関連用の新作改造図面作図し、それらの部品の機械加工と仕上げ作業による型板への組付け作業を実施。

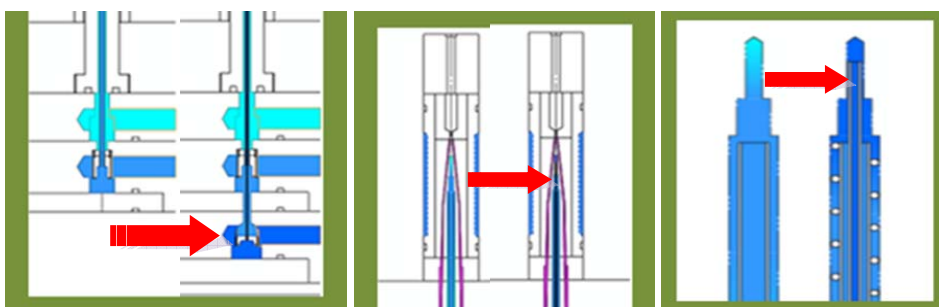


図 2-5 医療部品生産金型の主な冷却改造箇所
 (左) 可動側型板・冷却追加 (中) 製品先端付近まで冷却
 (右) 細径パイプにてコア先端部まで冷却、螺旋強制戻し機構付加

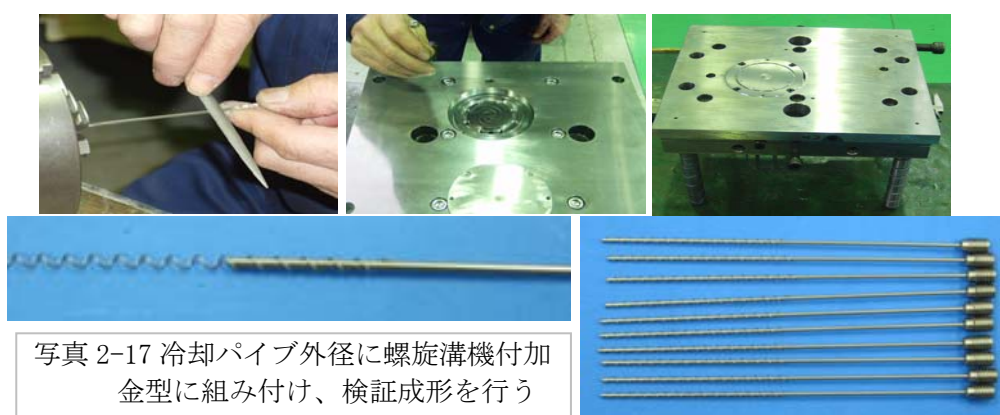


写真 2-17 冷却パイプ外径に螺旋溝機付加
 金型に組み付け、検証成形を行う



写真 2-18 検証成形のため 100 t 成形機に取付けられた
 医療部品金型と専用のW形局部冷却装置

医療部品生産金型の冷却改造を施した後、製作したW形局部冷却装置を併用して、本年度の開発目標である「成形冷却サイクルタイム 20%短縮」の為、成形作業の検証を実施。成形された冷却改造サンプル製品を埼玉県産業技術総合センターに送り、前回の冷却改造前既存金型の成形サンプル品と寸法の比較測定を行う。

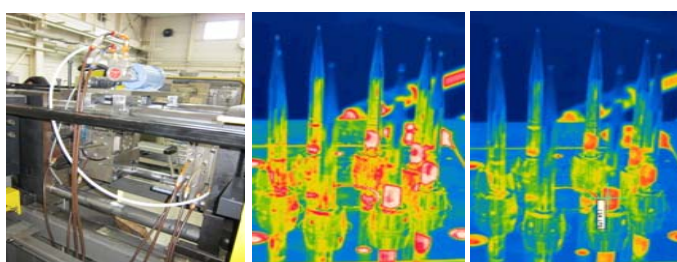


写真 2-19 検証成形作業と
 赤外線熱画像による冷却改
 造型 (中) と既存型と比較

(1) - 2 医療部品金型による検証の研究成果

医療部品金型「ピヘットチップ金型」を冷却改造後、既存金型のサンプル成形と同成形条件にて検証成形を行い、成形品サンプルを埼玉県産業技術総合センターの真円度測定器にて指定箇所での測定を行う。成形品サンプルを既存サンプルと同様に専用測定治具にセットし、底面高さⅠ=23mm, Ⅱ=48mm, Ⅲ=72mmの3箇所を測定基準とし、外径寸法と曲り量を測定し比較判定を行う。

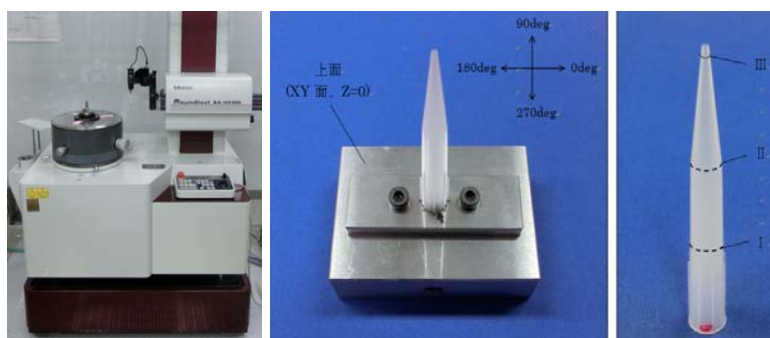


写真 2-20 検証用医療部品サンプルの真円度測定器により測定

検証サンプル成形は、既存成形条件である成形冷却サイクルタイム 7sec を基準に 2sec 毎に成形冷却タイムを短縮して成形。

既存品と冷却改造サンプルの外径寸法・曲り寸法の比較判定では、表 2-3 でも判るように、冷却改造金型では成形冷却サイクルタイム 7sec を 40%以上短縮した、成形冷却サイクルタイム 3sec にしても製品曲り精度面で判定すると 7 sec 同等の精度となっていた。

製品の外径寸法、曲り寸法測定比較

表 2-3

外径寸法・曲り寸法比較	Z=23mm	Z=48mm			Z=72mm		
サンプル比較	Dia	Dia	X	Y	Dia	X	Y
既存品サンプル 7sec	8.00	6.66	-0.06	0.11	1.64	-0.38	0.45
既存品サンプル 5sec	7.99	6.66	-0.09	-0.18	1.63	-0.45	0.50
既存品サンプル 3sec	8.00	6.66	-0.11	0.22	1.64	-0.54	0.53
冷却改造サンプル 7sec	7.98	6.66	-0.04	0.11	1.64	-0.21	0.22
冷却改造サンプル 5sec	7.97	6.65	-0.06	0.11	1.66	-0.30	0.27
冷却改造サンプル 3sec	7.97	6.65	-0.06	0.13	1.65	-0.33	0.28

製品の全長寸法測定比較 製品全長測定に於いての寸法比較を、表 2-3 及び図 2-4 棒グラフで見ても判るように、7sec に於いては其の差は 0.02mm と少ないが、3sec のサンプル比較では冷却改造型の方が、寸法のバラつきが少ないことが判断できる。最大差は 0.06mm 程なので製品の寸法公差内で収まっている。

表 2-4

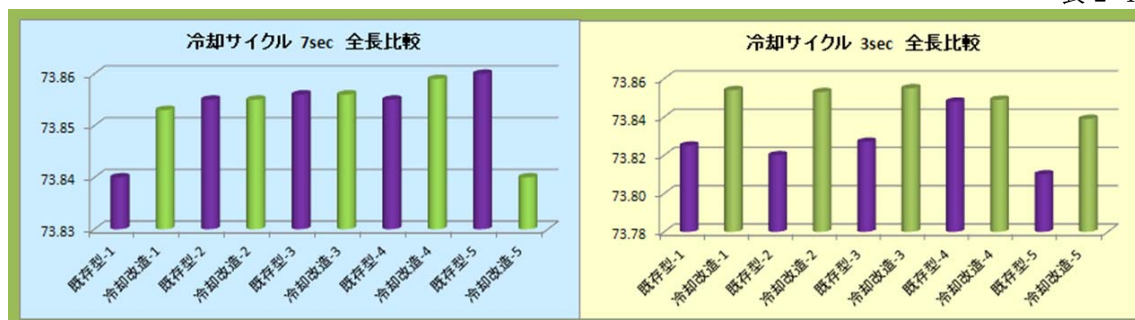


図-2-6 サンプル全長寸法のサイクル比較

今回医療部品金型を用いての成形サイクルタイム 20%短縮を目標として検証作業したが、結果は目標以上、約 40%のサイクルタイムを短縮させる結果となった。

(2)ー1 家電外装品金型による検証の研究内容

技術開発目標である「成形サイクルタイム短縮化」に向け、対象金型である「掃除機用本体カバー金型」の冷却構造を再検討し、成形サイクルタイム 20%短縮に繋がるため、殊に可動側の製品形状に合わせた冷却方法の検討を加え、改造部品関連の図面化に取組み、新規部品、及び既存入子部品等の改造機械加工を行い、A&M形局部冷却装置を組合せての成形機による冷却サイクルタイム 20%短縮における検証成形作業を行う事とした。

自社設備の 550 t 油圧成形機に外装品既存生産金型を取付け、検証確認用製品サンプルの成形を実施。

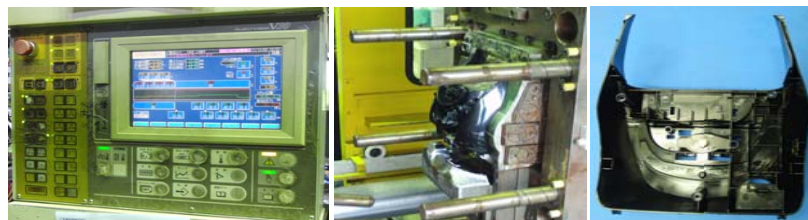


写真 2-21 成形条件を変えて数種類サンプル成形、サンプル製品取り

成形された製品サンプルは、埼玉県産業技術総合センターの測定設備により、基準データとして三次元測定装置にて、外径及び指定箇所の対比のための計測を行った。



写真 2-22 既存生産金型成形サンプル品の比較確認用測定データ取り

設計による外装品金型の冷却改造部分を図面化し、必要箇所の機械加工を実施。

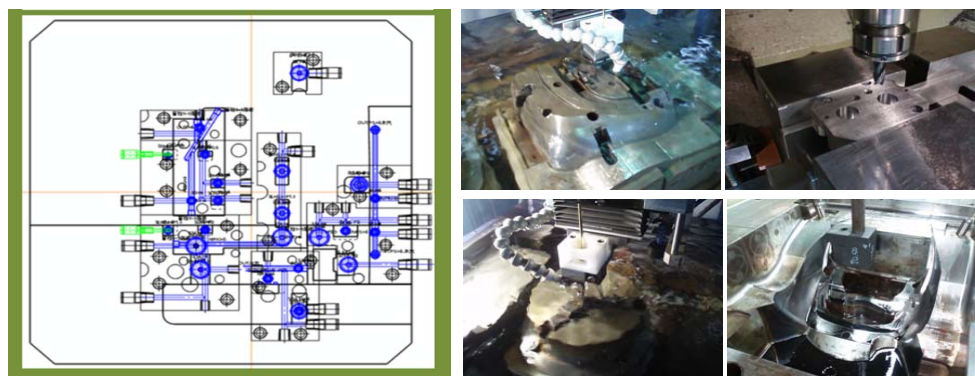


図 2-7 写真 2-23 可動側冷却改造図とコア入子部冷却改造加工

部品の仕上げ作業を施した後、金型冷却部分へのマニホールドの取付けを行い、入子部品に必要な冷却配管、センサーターミナルの配線等を行い、金型組立を完了し、冷却改造による検証成形作業と移る。

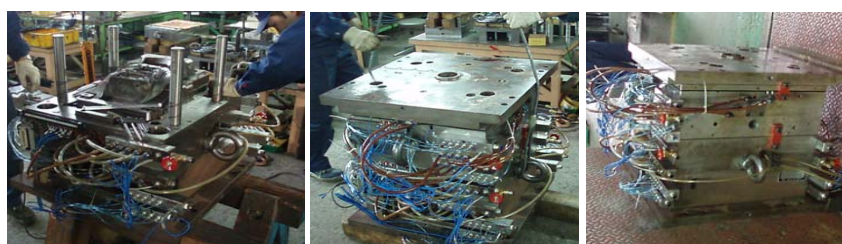


写真 2-24 各種冷却改造部品を型板に組込み成形室へ

外装品冷却改造金型に対し、A & M（エアー・水）形局部冷却装置から制御された冷却媒体を金型の改造を施した各構造部品へ供給し「成形冷却サイクルタイム短縮」技術の検証作業を行う。



写真 2-25 冷却サイクルタイム 20%短縮化の検証成形作業

成形サイクルタイム短縮の検証のためサンプル成形。成形樹脂を固化させる時間である成形冷却サイクルタイムを 30sec から 5sec 毎短縮し、最終的に 12.5sec と約 60%まで短縮して成形作業を行った。

（２）－２ 家電外装品金型による検証の研究成果

外装品金型における検証成形は、サンプルの外観的变化は写真 2-26 では、目視では大きな違いは無いように見えるが、ランナーゲートを比較すると、目視でも判断出来る様に明らかに既存型ランナーゲートと冷却改造を施したランナーゲートでは変形量の違いが一目で判る程で、冷却改造のランナーは変形曲りが少ない事が判断できる。以上の内容からも局部冷却装置による型部品への冷却改造効果は相当に大きな効果があると推察された。

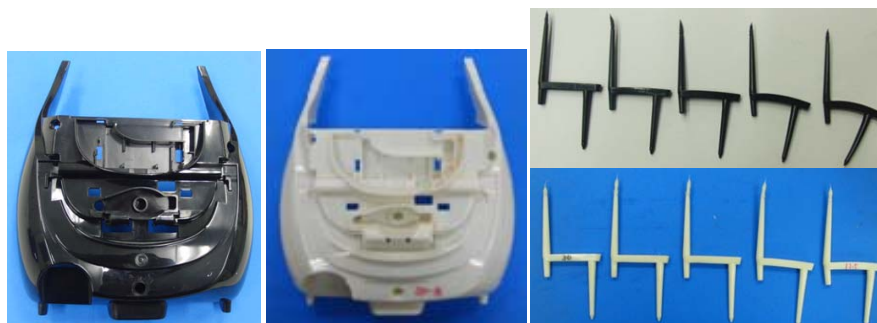


写真 2-26 黒・既存型 クリーム色・冷却改造型 との比較

成形検証では既存金型も冷却改造金型も同一成形条件によるサンプル取り作業を行い、冷却サイクルタイム設定条件を 5 パターンとして、30sec、25 sec 20 sec 15 sec 12.5 sec として検証成形を行なった。

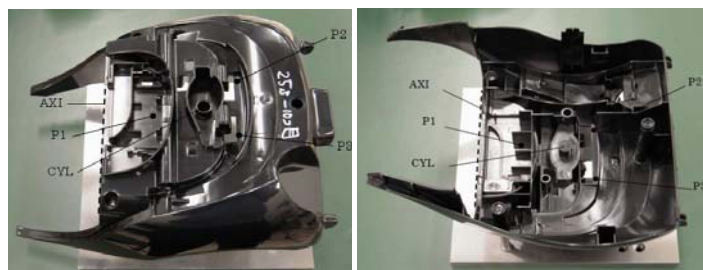


写真 2-27 本体カバー キャビティ側 コア側 測定ポイント

表 2-5 掃除機本体カバー 測定ポイント

測定 NO	NO-1	NO-2	NO-3	NO-4	NO-5	NO-6	NO-7	NO-8	NO-9	NO-10
軸	Y	Z	Z	X	X	X	Y	Y	X	X
指定寸法	68.70	-120.00	-150.00	6.90	-150.00	-150.00	-93.70	93.70	91.11	91.11
30sec	0.04	2.17	2.34	0.12	0.01	-0.11	0.54	-0.28	-0.01	0.04
25sec	0.02	2.15	2.35	0.12	-0.03	-0.12	0.51	-0.23	-0.04	0.01
20sec	0.03	1.91	2.35	0.12	-0.10	-0.22	0.50	-0.30	-0.03	-0.05
15sec	0.01	1.47	2.36	0.11	-0.17	0.49	0.55	-0.39	0.08	-0.06
12.5sec	-0.06	1.46	2.36	0.19	-0.01	85.00	0.56	-0.46	0.03	-0.09
平均	0.03	2.08	2.35	0.12	-0.04	-0.15	0.52	-0.27	-0.03	0.00
対 30%短縮	0.01	0.26	-0.01	0.00	0.11	0.11	0.04	0.02	0.02	0.09



写真 2-28 測定 NO6、7、8、9-10 部分

掃除機本体カバー 測定ポイント部分 1～12 部分の測定値から見ると、30sec と 12.5sec までサイクルタイムを短縮した、各測定部分の平均値ではやはり 12.5sec まで短縮すると寸法変化が大きく影響しているが、30sec から 20sec まで 1/3 サイクルタイムを短縮しても、表 2-で判るように指定寸法に関しては、殆ど変化なく成形されていることから、局部冷却の効果が出ている事が判断できる。

最終章 全体総括

3-1 2年間の研究開発成果

戦略的基盤技術高度化支援事業の研究開発では、前年取組んだ研究開発をより実質的な生産金型による新技術の実用化研究として展開を図った。

従来は加工が困難で金型の成形加工におけるサイクルタイムを短縮することが難しかった金型構成部品への穴明け加工を改善させるために、

(1) 「細径深穴加工の技術開発」では、実生産金型の構成部品に対応すべく、焼入れ硬度 HRC60 のピン部材に内径 $\phi 3.0\text{mm}$ ～ $\phi 0.5\text{mm}$ 、加工深さ長 300mm までの細径深穴加工が出来る技術確立した。

この技術を生かし細径入子ピン先端部まで冷却媒体の供給が出来る事により、技術開発の目的である成形サイクルの短縮につながる技術として、今後の実用生産金型への展開が期待できる事となった。

(2) 局部冷却装置の開発では、前年度は冷却基礎実験より取組み局部冷却装置の試作モデルを設計製作し、テスト金型に組み付け冷却効果の実験を実施した。本年度は製品形状や金型の冷却構造に合わせて、部品毎の局部へ冷却媒体を供給することが可能となり、ユーザが求めている生産効率を向上させる「成形サイクル短縮」につながる技術として、今後実用化に向け更にコストパフォーマンスを上げて行くと期待されている。

(3) 成形加工冷却サイクル時間短縮の検証作業においては、家電製品の外装品実生産金型から「掃除機本体カバー金型」と顧客が生産している実生産金型である医療部品金型の中から、「ピヘットチップ金型」を顧客のご理解・ご協力を得て冷却効果の検証用に提供頂き、成形加工冷却サイクル時間短縮を目的に借用両金型の冷却改造を行い検証作業を実施した。

両既存生産金型による成形作業では、「成形加工冷却サイクル時間短縮の検証」結果では、医療部品金型は通常成形 1 ショットの設定は、冷却サイクルタイムは 7 sec 設定にて生産しているが、検証では 4sec にて成形が可能であり、従来の約 40%の時間短縮にて生産成形が可能となった。また、家電外装品金型に於いても標準生産成形サイクルタイムの 20%短縮に対し、30%以上のサイクルタイムの短縮成形が可能と成っていることから、成形作業のサイクル短縮が出来る事により、川下業者が抱えている電力消費量削減と CO2 削減にも寄与できる技術として期待できる。

本研究開発で取組んだ「細径深穴加工技術の開発」、「局部冷却装置の開発」により、製品形状とその金型構造に適した冷却供給により、従来の成形工程の「冷却サイクルタイム 20%以上短縮」に繋がり、本年度の技術開発テーマの目標を充分達成する事ができた。

特に (1) 「細径深穴加工の開発技術」は当社の独自技術であり、他社との技術の差別化となる技術であり、今後も金型専門メーカーとして、ユーザの要望を適える金型技術向上に努力し、金型業界の発展のため取組んでいく。

末筆に成りましたが、本年度のサポイン事業の取組みについて、生産金型のご提供を頂きました、三菱電機ホーム機器株式会社様、ならびに深江化成株式会社様に感謝御礼申し上げます。

3-2 今後の課題・事業化展開

今後の課題

金型専門メーカーとして日々顧客の要望を満たす金型づくりを目指しているが、受注し生産する金型は各々ユーザの製品毎に型構造も一品設計生産対応の為、製作期間もコストも厳しく、本技術を全ての金型に適応出来ないが、

(1) 細径深穴加工に関して今後の課題として、放電による細径深穴加工は基本加工条件をベースに設定項目を変換しての取組みで有り、本開発期間の取組みだけで種々の対応には問題があるため、電極消耗や加工精度、加工時間の3条件のバランスを考慮した加工条件の標準化が必要である。今後は部品加工の専門化と高度化を図り、加工時間(コスト)の低減にも取り組む必要がある。
(2) 局部冷却装置に関しては、局部冷却装置の実用化向け更なるコンパクト化、低コスト化への対応のために、外部専門業者との連携による装置開発を目指し、標準搭載形局部冷却装置の企画、開発に取組み、商品化を目指してゆく。

今後受注する新規金型、現稼働型への適用化を進めることとし、ユーザに実証結果を説明し適用技術の範囲を広げ、設計・創意して顧客市場に貢献できる様取組む。

何れも本開発技術の実用金型への適用と専門技術としての高度化が肝要である。

3-3 事業化展開

事業化展開に関しては、

(1) 細径深穴金型部品

本事業で取組んだ高硬度材質へ細径深穴加工した数種類の加工サンプルをユーザに提示し、従来加工が困難で有った部品が可能となった加工技術を紹介する。

成形品の形状により型部品の構造が異なるので、初年度は指定形状部品の受注加工として対応し、追って冷却部品としての商品化を図る。

(2) 金型局部冷却装置

開発期間中に搭載形の装置は試作したが、適当な専門技術の企業が無く商品化が出来なかった。当面は受注型の仕様に合わせて増圧装置として設計・製作をして提供し、改めて数段階の容量の装置として、商品化開発を目指す。