金　　型

自動車用プレス金型 （下井田製作所）
と鯛焼き器

概　要

素形材産業：*素材を加圧や加熱で変形・加工し、目的とする形状や性能を有する製品、それに必要な機械・装置を生産し、また、その製品に熱処理などを施す産業。* 具体的には鋳物、鍛造、プレス、粉末冶金、熱処理、金型、鋳造・鍛造機械等

金型は鉄鋼やプラスチックなどの素材をプレスや射出成形などの方法により特定の形状に加工するために使用され、「マザーツール」と呼ばれている。金型産業は自動車、産業機械、電気・電子産業等日本の製造技術の基盤であり、金型の品質が製品の良否を決定づける

金型により成形される材料の形態：
1. 板状材料ープレス用、プラスチックシート、ゴムシート
2. 溶かした材料ー鋳造・ダイカスト用、プラスチック射出成形
3. 加熱軟化した塊ー鍛造用、ガラス用
4. 粉末材料を加圧・加熱成形ー金属粉末、ゴム、プラスチック圧縮成形

金型の機能：
1. 形状付与ー金型には精度を保って必要期間維持するために十分な強度や剛性、硬さが要求される
2. 熱交換機能ープレス成形の摩擦発熱の放熱など金型に冷却水管を埋め込むものもある
3. 離型機能ー成型品が金型に付着することを防止するためエジェクタ機構を設ける
4. 排気機能ー溶かした材料の成型ではキャビティ空間の空気、発生ガスを逃がすため合わせ面にすき間等を設ける

金型産業の特徴：　⑨

1. 金型は量産品を生産するための道具
2. 金型自身は一品受注オーダーメイド品
3. 金型を一般消費者が直接見ることはなく、知名度が低い
4. 金型は新しい製品を量産するときに需要が発生する
5. 金型製造部門は量産製造における開発部門
6. 金型製造事業所の業態ー金型専業、金型兼業、内製部門

表49-1　金型の種類（日本金型工業会）

使用目的	加工される材料	需要産業
プレス	鋼板、非鉄金属板	自動車、家電、家庭用品
鍛造	棒鋼材、非鉄金属材	自動車、建設機械
鋳造	アルミ合金	自動車
ダイカスト	Al／Zn合金インゴット	家電、自動車、日用品
ゴム	合成ゴム、天然ゴム	ゴム製品、自動車、履物
射出／真空／圧縮成形等	熱可塑性樹脂（PE等）、熱硬化性樹脂（UF等）	家電、自動車
ガラス	ガラス材料	器物、照明、雑貨
粉末冶金	金属の粉末	含油軸受、小歯車

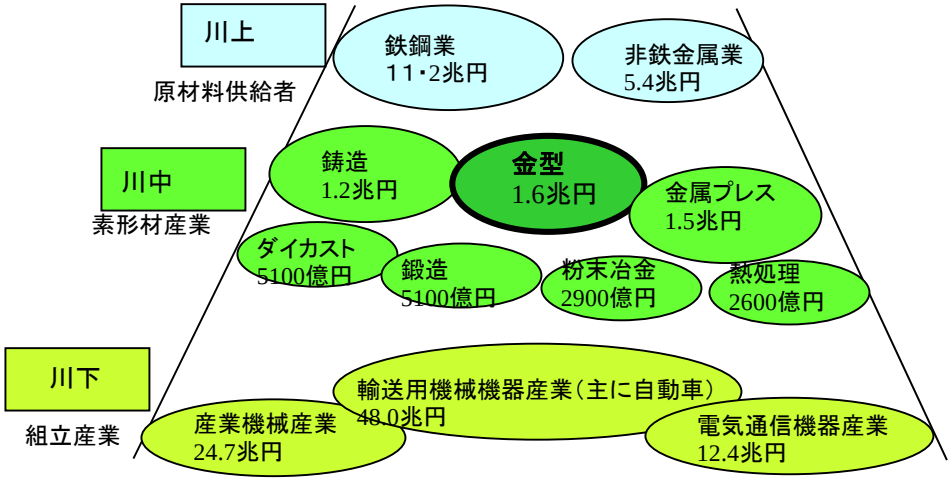

図49-1　素形材産業の構造　⑧

金型製作

金型は一般に受注生産形態であり、金型ユーザである部品メーカの個別仕様に合わせて製作する。代表的な加工方法は各種の機械加工で、鋳造法なども利用される。とくに製品仕様に合った型の高精度が求められる

⑤

金型製作

金型設計　＝　構想設計、組立図ー部品図（CAD･CAM）、部品表、治具設計
↓
金型加工　＝　けがき、荒切削、仕上げ切削、熱処理、研削、放電加工、
表面処理　（切削加工の代わりに鋳造法もある）
5軸MC（マシーニングセンター）の使用
↓
仕上げ･組立て＝　型合せ、隙間調整　（機械加工の精度向上で仕上げ時間の短縮）
↓
試し打ち･調整･検定＝　試し打ちによる不具合修正

熱処理：金型の特性を高めるため、加工後必要な熱処理を行う

焼きなましー軟らかくする
焼入れー硬くする
焼きならしー強くする
焼き戻しーねばくする

加熱速度をゆるめ、加工による熱ひずみを低減
焼入れ温度を調整して、硬化と併せて靭性を保持
焼入れ温度からの冷却は表面ー内部の急激な温度差による亀裂、変形を防ぐため、塩浴、空冷

金型は高温で使用して酸化被膜、脱炭、浸炭を生じ、疲労強度、硬さが低下しやすい。真空加熱、不活性ガス中冷却などを活用

表面処理：熱処理効果を補う表面処理を行う
狙いー表面硬化、表面軟化、表面滑化
具体的方法ー浸炭、窒化、PVD（物理的蒸着）、CVD（化学的蒸着）、酸化被膜処理　等

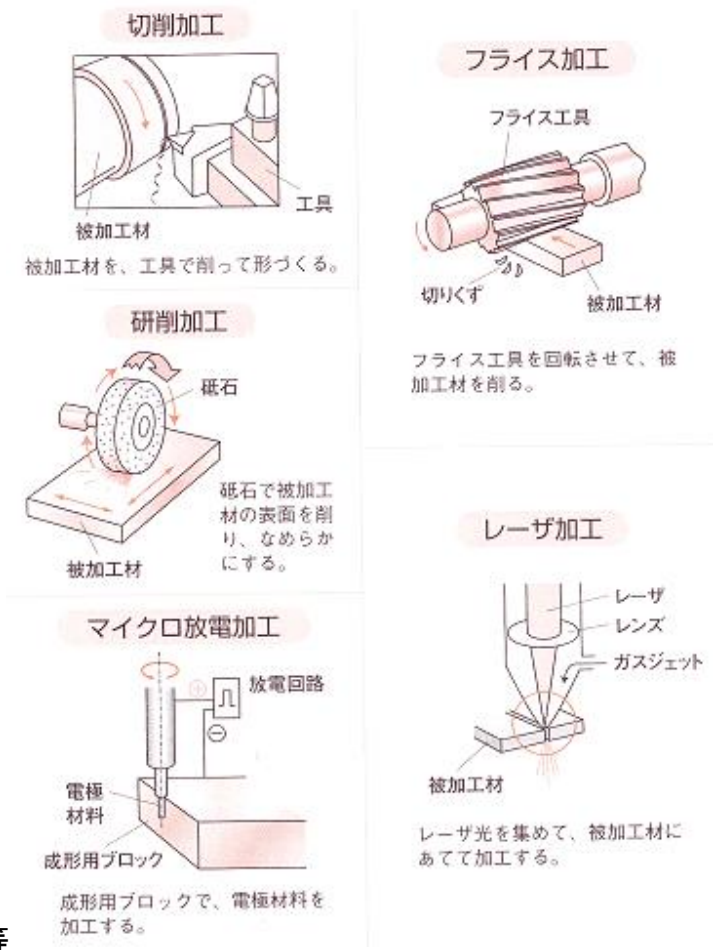

図49-2　金型製作の加工法　②

関連団体：
（社）日本金型工業会ープレス、プラスチック、ダイカスト、鋳造、鍛造、ゴム、ガラス等各用途向金型に関する生産、流通、技術等の調査、研究、規格の立案、情報の収集、金型工業の構造改善等を進める。東部、中部、西部の3支部からなり、正会員は417（法人、個人）　@2011.5.12

（財）金型技術振興財団ー金型に関する研究開発に対する助成など

型材料

金型に対する要求事項：高機能、高精度、低コスト等であり、金型材料としては高能率加工性、高速加工性

表49-2　金型材料に求められる特性

1．硬さと硬化深さ	プレス、鍛造など金属を加工するため、金型硬さは最重要特性 －表面の硬度、深部の硬さ
2．機械加工性	切削加工性、放電加工性
3．均一組織	硬さ、伝熱特性等の均一性 －偏析・ピンホールのないこと
4．耐摩耗性	長時間繰返し使用への耐性
5．耐衝撃性	鍛造金型など衝撃に対する割れ、変形に対する耐性
6．耐熱性	高温の被加工素材、加工熱による金型の温度上昇
7．耐熱処理変形	金型製作時の熱処理による変形が小さいこと
8．経済性・市場性	素材の安定価格、入手性

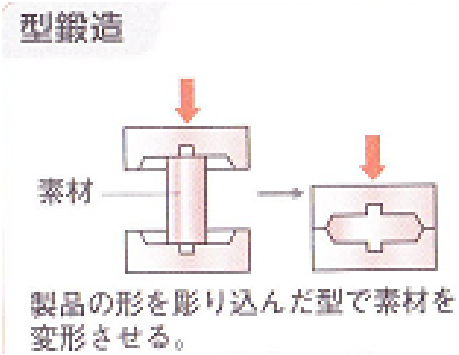

図49-3　金型の例　②

表49-3　金型に使われる材料の特徴　⑤

	材　料	硬さほか特徴	用途		
			プレス	射出成形	ﾀﾞｲｶｽﾄ
圧延材	SC材、SCM	耐摩耗性は不要		○	
プリハードン鋼	S45C－S55C	～HRC13		○	
	ダイス工具鋼、SKD	～HRC40	○	○	○
	SCM	～HRC28	○	○	
	SUS	～HRC33		○	
焼入れ焼戻し鋼	合金工具鋼、SKD61	耐摩耗性 HRC45-50	◎	◎	◎
	SKD11	HRC63-65	◎	◎	
	SKS	＜HRC60	○	○	◎ﾋﾟﾝ
	SKH	～HRC60	◎	○ﾋﾟﾝ	◎ﾋﾟﾝ
	SUS	耐食性、鏡面仕上げ、HRC60		○	
時効処理鋼	ﾏﾙｴｰｼﾞﾝｸﾞ鋼	～HRC52		○	◎
Al合金	各種Al合金	被切削時間短縮、熱伝導率		○試作	
Cu合金	各種Cu合金	熱伝導率		○入れ子	

金属部品の加工

（日本金型工業会）

機械部品製造のためのおもな金属加工法：1.圧力をかけて変形、2.加熱溶融して型に注入後冷却、3.切削除去、4.溶接などによる接続。 とくに量産部品の生産には、1.、2.等の金型が重要な役割を担う。この金型の製造は日本の得意とする技術

プレス：鋼板、非鉄金属などの材料に圧力を加えて永久変形を生じさせて物品を製造。抜き型、曲げ型、絞り型、圧縮型等に分類。自動車、家電、雑貨など多方面にわたる部品製造に利用

鍛造：金属をハンマー等で叩いて結晶を微細化し、結晶の方向を整えて強度を高めて成形。熱間鍛造、冷間鍛造等の型に分類。棒鋼材、非鉄金属等を材料として自動車の重要保安部品（クランクシャフト）、オートバイ部品、ジェットエンジンのファン、建設機械部品等を製造

鋳造：シェルモールド、ロストワックス、重力鋳造、圧力鋳造等の金型に分類。鋳鉄、アルミ合金等を材料として、工業用、建設機械、農業機械用部品等を製造

ダイカスト：鋳造型の一種。アルミ合金、亜鉛合金等を加工して自動車（エンジン回り）、精密機械（カメラのボディー等）、家電等の部品を製造

押し出し：銅、アルミ、すず、亜鉛、鉛およびそれらの合金の棒、管を製造

引き抜き：棒、管、線を先細りの穴を持った型（ダイス）を通して軸方向に引張り、所定の断面寸法、形状を得る

図49-4　各種用途の金型（上から、プレス用、鍛造用、鋳造用、ダイカスト用）

表49-4　型加工法とその条件 ②

条件 ＼ 加工法	鍛造・押出し加工	圧延・回転加工	引抜き・しごき加工	板材加工
金型に作用する力と材料が変形する力の比	2～5程度	1～3	1～3程度	0.1～1程度
金型と被加工材料間の相対すべり速度(mm/s)	10^{-3}～10^{-1}	10^{-2}～10^{2}	10^{-2}～10^{2}	10^{-3}～10^{-1}
摩擦面の温度(℃)	室温～400	室温～150	室温～300	室温～150
被加工材の表面積の拡大比	1～100	1～2	1～2	0.5～1.5

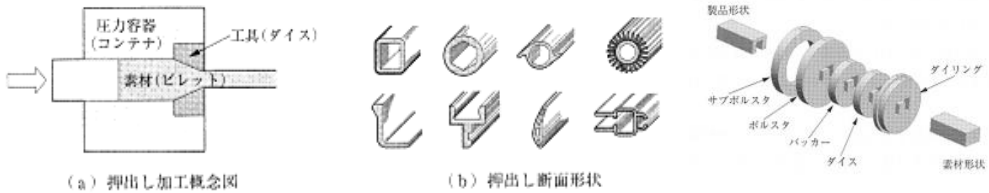

図49-5　押し出し加工の原理と金型 ⑤

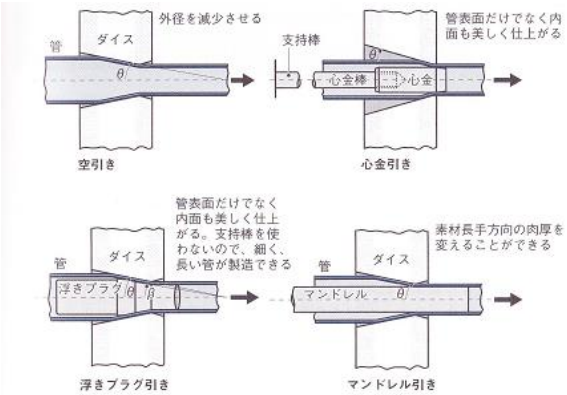

図49-6　管の引き抜き加工 ⑩

金型による量産

金型は同一形状の部品を繰返し製造するために使われるものだが、量産品、日用品等では自動製造機械に組み込まれて部品の大量生産に供される。この場合、金型の耐久性（高ショット数）が重要な要素となる

プラスチック製品：熱可塑性・熱硬化性プラスチック材料を加工して家電、OA機器、自動車、雑貨類等あらゆる部品の製造のために使用される

ガラス：押型と吹型があり、ガラス材料を成形して、主として、ビールビン、照明器具部品、食器類等を製造

ゴム：合成ゴム、天然ゴムを材料を加工して、工業用部品、自動車、航空機のタイヤ、PCキーボード、履き物等を製造

粉末冶金：金属の粉末を型に入れて圧縮し、高温で焼固めて成形。鉄、銅等の金属のほか、セラミック成形にも利用

MIM（射出成形粉末冶金）は小型で・複雑な部品で精度や強度が要求される分野に適用され、切削など後加工が不要

連続生産プレス加工；

トランスファー加工：プレス加工で単工程金型を並べてブランク（被加工物）を移動させて加工する自動化法

順送加工：プレス機械で打抜き、曲げ、絞りなど複数の成形工程に備え材料をつなげたままで搬送とプレス加工を自動で行う。金型は各成形加工に対応する型を直列に並べ一体化してある（塑性加工入門/塑性加工学会）

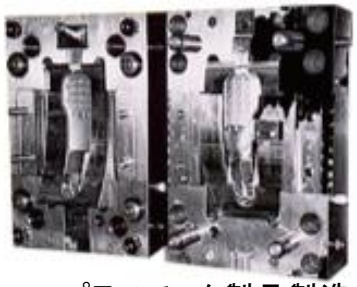

図49-7　プラスチック製品製造用の型　（日本金型工業会）

図49-8　ガラス瓶製造の型
（日本金型工業会）

図49-9　ゴム製品製造の型
（日本金型工業会）

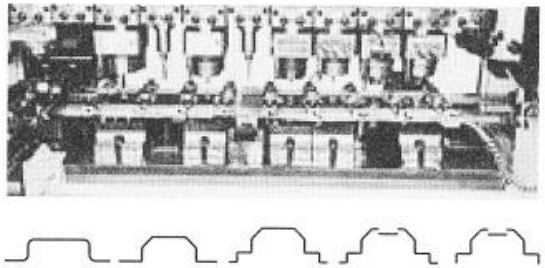

図49-10　トランスファ金型と加工工程の例
（絵とき塑性加工基礎のきそ）

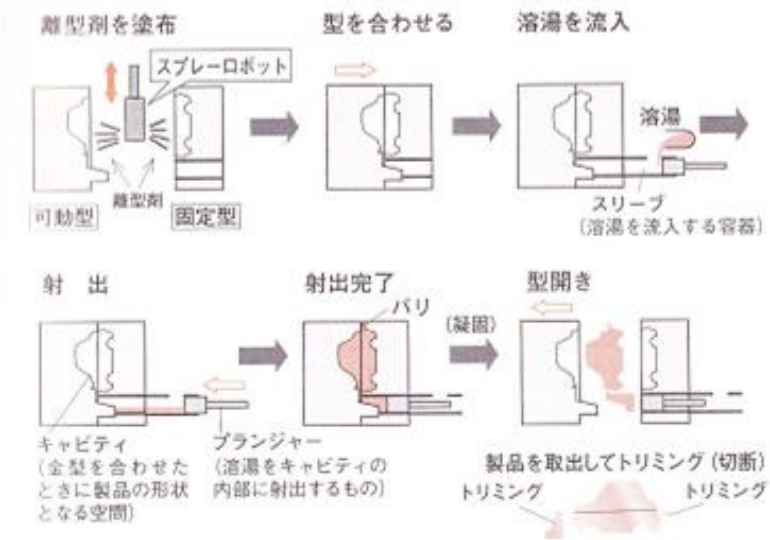

図49-11　鋳造工程　②

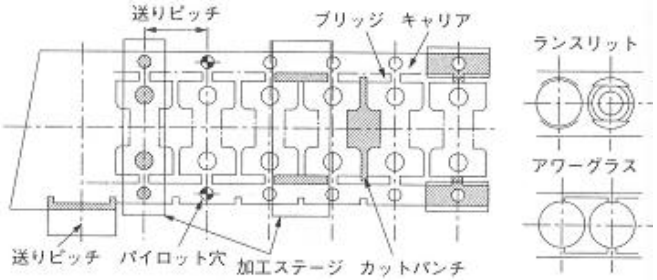

図49-12　順送プレス金型　（田中製作所）

中小ものづくり高度化法

自動車、情報家電など国際競争力の維持・強化のため中小企業庁は重要なモノ作りの基盤となる17分野の技術を指定し、それを担う中小企業が目指すべき技術開発の方向性を「基盤技術の高度化に関する指針」にまとめ、その第2番目には金型を選定。2006年立法

金型技術の高度化に関する指針（要旨）

達成すべき高度化目標(課題)	特定研究開発等の実施方法（高度化の方向性）	実施に当って配慮すべき事項
1.自動車 ○低コスト、短納期、ﾌﾚｷｼﾌﾞﾙ生産 ・工程短縮、後工程削減、IT活用 ○複雑形状化 ・一体成形化 ・複雑3次元形状創成 2.情報家電 ○高精度化 ・微細化、複雑形状化・高精度化対応の成形技術向上 ○軽量化・薄型化、高剛性化 ・計測技術、金型製造技術向上 3.燃料電池 ○低コスト化、高耐久性、性能向上　・IT活用のﾌﾚｷｼﾌﾞﾙ生産技術 ○新素材への対応 ・ﾁﾀﾝ等の難加工材の金型 4.ロボット ○高精度化 ・微細化、複雑形状化 ・複雑3次元形状創成の金型 ○安全な軽量化 ・高度な計測技術の確立 5.その他 ○短納期化、低コスト化、環境配慮 ・工程短縮可能な金型	1.高度化、高付加価値化に対応 ・金型技術の高度化（高精度、ﾊｲｻｲｸﾙ成形、金型の耐久性と品質安定） ・加工技術の高度化（多軸加工、高速加工、表面処理、磨き技術） ・後工程の削減（挙動解析技術） ・計測技術の高度化（高精度、高速、複雑形状、無接触、ｸﾘｱﾗﾝｽの計測） ・新材料・新製造技術（焼結・簡易溶融技術） ・試作型（RP/Rapid Prototyping技術） 2.IT化に対応 ・技能のデジタル化（自動工程設計ｼｽﾃﾑ） ・ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝの向上（加工・工程・成形） ・ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽの構築（設計・加工・材料・成形） ・金型の知能化（不良現象検知・自動補正） ・情報の統合化（ﾘｱﾙﾀｲﾑ工程管理、企業間ﾈｯﾄﾜｰｸ、遠隔操作、自動加工） 3.環境対応 ・省資源化（ﾚｰｻﾞ加工） ・周辺環境配慮（騒音抑制）	1.取引慣行 ・契約書による取引 ・金型代金の支払い方法 2.知的財産 ・知的財産の認識 ・図のﾉｳﾊｳ流出防止 3.人材の確保・育成 ・若い技術者の確保 ・優れた技術者の技術伝承 4.川下製造事業者との連携 ・ニーズに対応した研究 ・大学と連携した研究開発 5.グローバル化 ・経営基盤の強化

（赤い文字は当社として注目すべき項目）

自動車産業

③

金型の用途では自動車部品生産用が最大で、中でも車体成形用のプレス金型はその寸法・生産額は大きい。1台の車体の製造には2000～3000組の金型が使われ、シャーシを共通化して、外観を決める上物のボディのみモデルチェンジする例が増えている。自動車1台分（約1ﾄﾝ）の鉄のコストは約5万円に対し、金型費用は約10万円／1台

1. **車体パネル**：多くの場合外板と内板の2重構造が多い。外板は精度と見栄えを重視。サイドメンバーなど一体成形のため、金型は数トンになるものもあり、補給部品生産用に長期保管することに問題。内板は強度メンバーで凹凸が多く複雑な形状

2. **車体**：スチロール製消失模型鋳造法による金型で、10トンクラスの大型のプレス金型もあり、加工費、運搬費の制約の点でブロックを削るより鋳造金型が使われる。工作機械のベッドの製作にも導入

3. **試作用金型**：低融点で切削性のよい亜鉛合金の金型素材が使われる

4. **エンジン部品**：シリンダブロック等アルミ合金のダイカスト製が普及。コンロッド等は熱間鍛造、焼結鍛造で成形

5. **電装部品**：フロントグリル、ランプリフレクタその他プラスチック素材用の射出成形金型が使われる

6. **タイヤ**：トレッドパターンが刻まれた金型に生タイヤを入れ、熱と圧力を一定時間加え、加硫と成形を同時に行う

7. **EV車**：EV車普及でエンジン関連の金型需要はなくなるが、モータケース（ダイカスト）、バッテリーケース（金属プレス）、モータコア（粉末冶金）などの新規需要が見込まれる

図49-13　プレス用金型鋳物／4.5トン
（木村鋳造所）

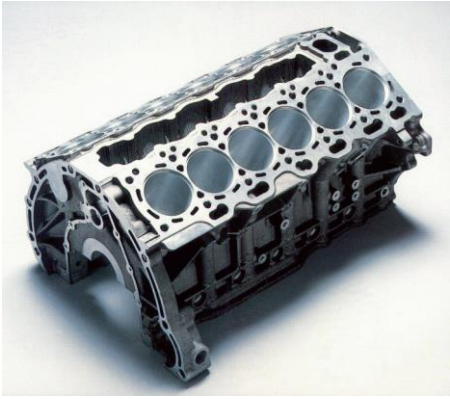

図49-14　エンジンブロック　（米谷製作所）

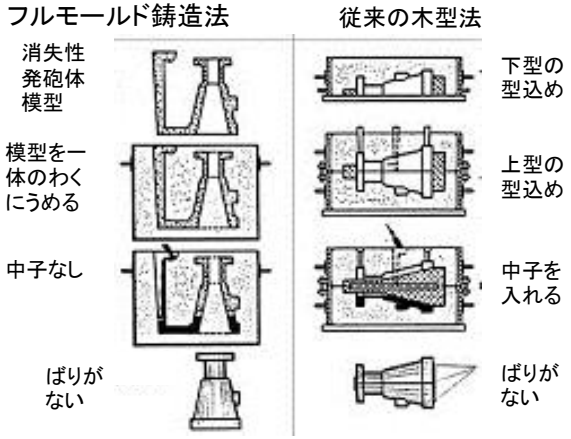

図49-15　フルモールド鋳造法　（木村鋳造所）

自動車用ワイパーモーター・２輪スターターモーター部品

図49-16　自動車用ダイカスト部品
（秋葉ダイカスト工業所）

群馬県の金型工業は戦前の飛行機つくりから戦後の自動車、電機機器産業とともに大きく発展し、高度な技術、技能を蓄積している。太田市を中心に大小の金型メーカが集積している
（群馬金型工業会／群馬県太田市）

プラスチック成形

プラスチック射出成形：プラスチック材料を加熱して流動状態にし、金型の空洞部(キャビティ)に加圧注入し金型内で成形・固化する。射出成形機はこれに金型の開閉や型締機構などを備えた機械

プラスチックの成形方法：射出成形法が、プラスチック製品の90%を作り出す。このほか製品の形状に適した各種成型法がある ①；

- ・射出成形　自動車部品、家電製品部品、プラスチック歯車、レンズ
- ・押出成形　パイプ、合成繊維
- ・ブロー成形　ペットボトル、ポリタンク
- ・真空成形　医療機器カバー、バイク防風
- ・圧縮成形　バスタブ

図49-17　横形射出成形機　（川口鉄工）

金型は凸型と凹型の一対で構成される。加工法によっては凹型のみを使用する場合もある

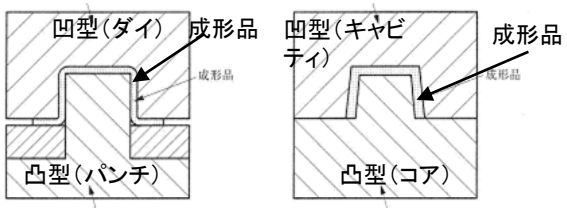

図49-19　金型の基本形態（凸と凹）　⑤

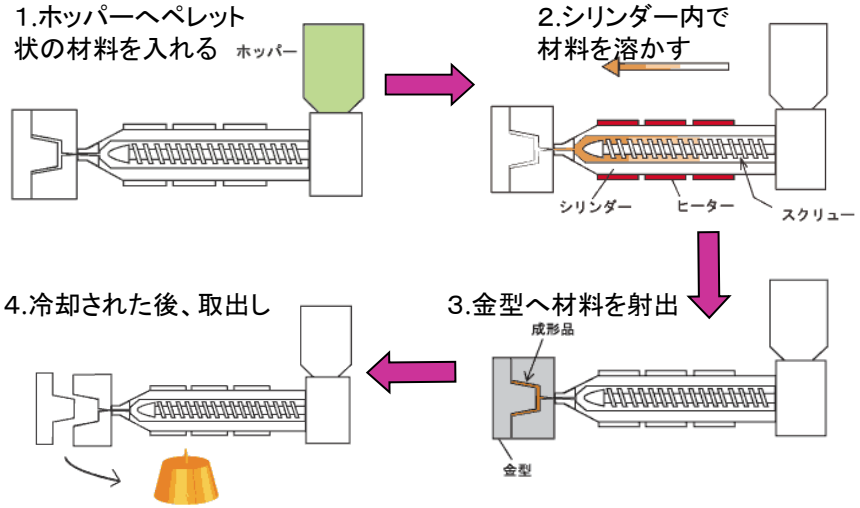

図49-18　射出成形機による成形手順　（jeocities）

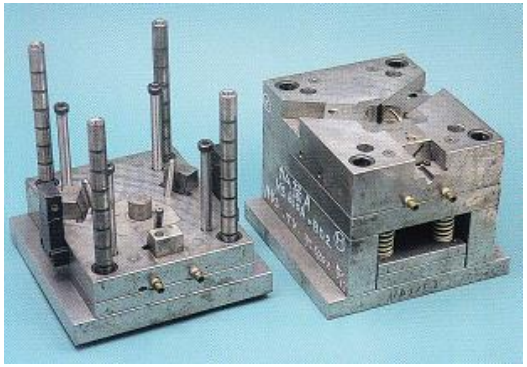

図49-20　金型（左ー可動側、右ー固定側）
（岡谷経済産業振興戦略室）

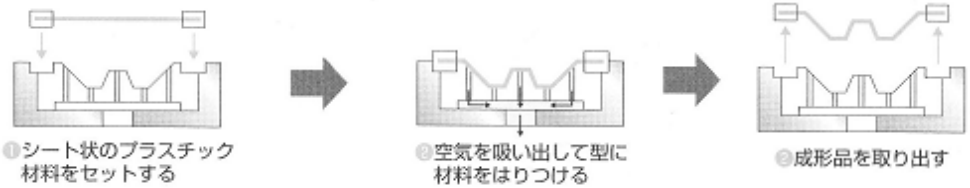

図49-21　真空成形　①

市　場

1990年代頃から自動車産業、電機・電子産業等の生産の海外移転が進み、それに追従して海外展開に踏み切る金型メーカ増加。また、直接現地企業から金型を調達する例も多くなって、国内金型企業の生産は低下傾向

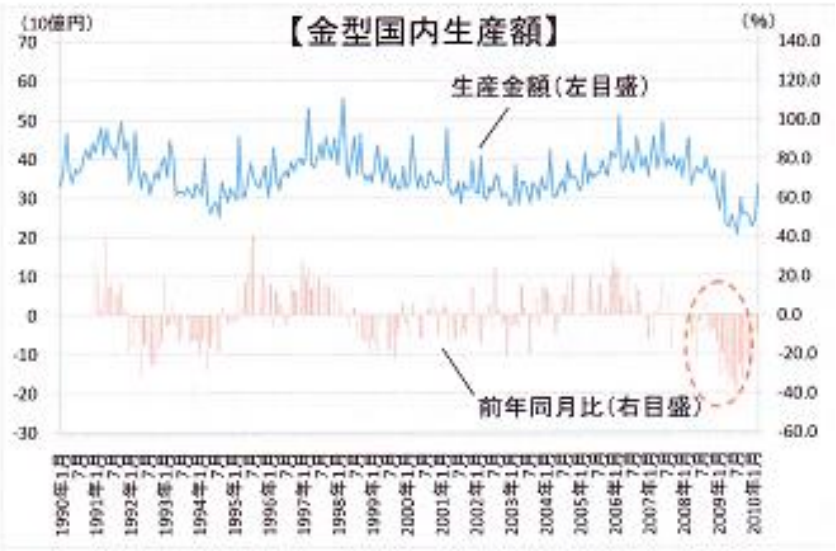

図49-22　金型国内生産額　（経済産業省・生産動態統計）

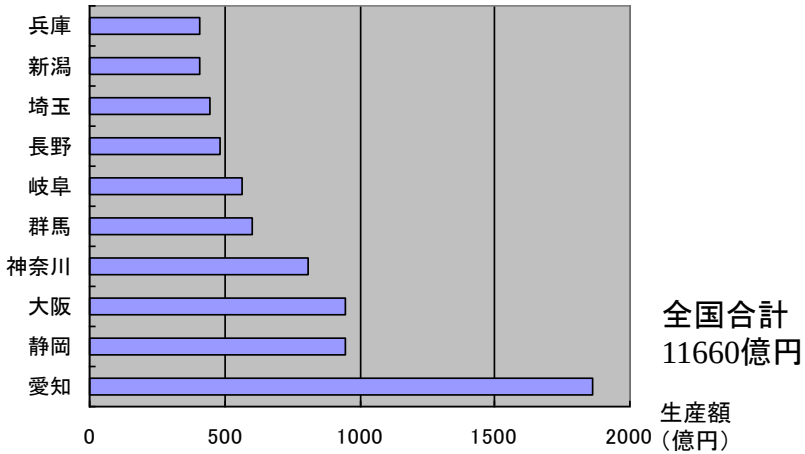

図49-24　都道府県別金型生産額トップ10（2009年）

図49-25　金型産業のユーザ　⑨

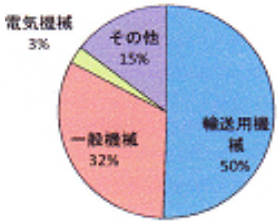

図49-26　熱処理産業のユーザ　⑨　※新データは巻末

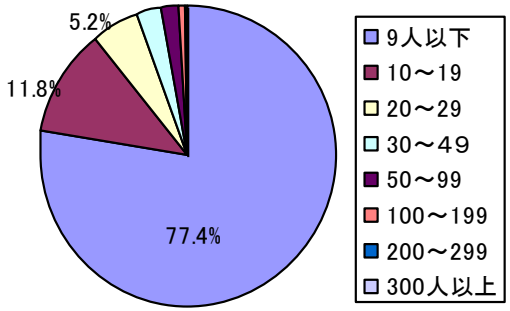

図49-23　金型企業の事業規模
（日本金型工業会）

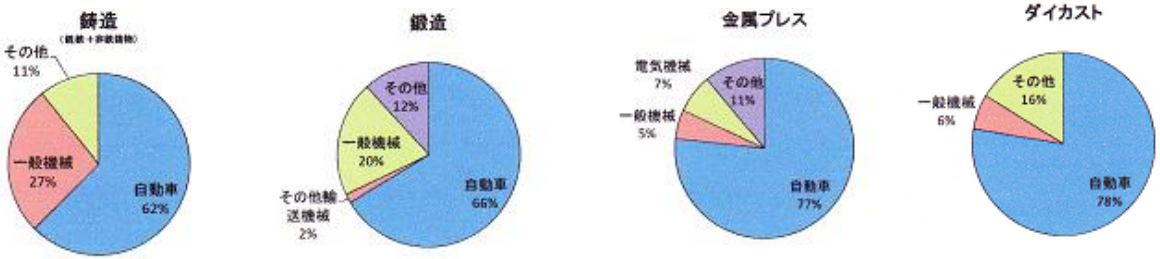

図49-27　素形材産業のユーザ　⑨
※新データは巻末

国際競争

国内金型企業は日本の機械産業の国際競争力基盤の1つ。金型は設計、製作加工、熱処理、仕上げ磨き、組立の多岐にわたる生産技術を統合し、それを使用するメーカの要求に応えてきた。高品質の鋼材が国内の鉄鋼メーカから調達可能なこと、高度な熱処理技術なども日本の国際競争力の源泉 ①

日本の得意とする分野の例	日本の弱点	金型産業強化に必要な取り組み
1.大型で高精度－自動車ボディプレス用、 2.超精密－半導体リードフレームなど、 3.複雑な形状－自動車ｲﾝｽﾂﾙﾒﾝﾄﾊﾟﾈﾙ、 4.高精度で同一部品・同時多数生産	1.後払いの取引慣行が中小企業の資金繰りを圧迫、 2.高い人件費、古い設備、 3.新たな開発要素の少ない製品用金型では、中国、韓国、台湾に比べて不利	1.ネットワークやCAD/CAM/CAEなどの活用、 2.生産システムの一層の合理化、 3.技能、技術伝承のための仕組みづくり、 4.ユーザ企業との取引の適正化、 5.知的財産権の保護、管理体制の構築

中国等の進出→
日本の金型が打ち
出した3つの魅力！

極めて高い精度の金型を製作し難易度の高い形状のワークを品質良く作りこむ

ショット数を増やした金型で補修費、交換費を削減して加工コストを下げる

金型に5軸制御マシニングセンタを使って放電後加工を減らして納期短縮

（日経ものづくり 2010年6月号）

最近の事例、諸活動：

最大手の**オギハラ**（群馬県太田市）を買収；オギハラ国内5工場の1つが中国の電池・自動車大手比亜迪（BYD）に買収された （2011.5.2）

「**富士テクニカ**」（静岡県）と「**宮津製作所**」（群馬県）の金型事業がH23年12月下旬をめどに統合 不況.com

大垣精工（岐阜県大垣市）、**長津製作所**（川崎市中原区）など金型14社が一体となって米国の医療機器市場を開拓する。経済産業省とジェトロの支援を受けて医療機器の製造技術見本市（2011年2月米アナハイム）に共同出展 （2011.1.31日刊工業新聞）

昭和金型工業（浜松市）は沖縄県うるま市に自動車関連金型の開発拠点を設置し、設計・構造解析業務を開始 （2011.2.1日刊工業新聞）

キメラ：製品需要を世界中から取り込むためにマレーシアに工場を設立。2011年末稼動目標

大田区周辺の30社が**金型熱血集団JAM**：「金型なんでも相談所」を開設。金型から製品までの製造をトータルに支援 ⑨

群馬県は今秋に県内の金型各社とメキシコを視察し、市場性を調査し、海外販路の開拓支援に乗り出す （2011.7.25日刊工業新聞）

NTNが**日本科学冶金**をTOB（株式公開買い付け）による子会社化の動き；粉末冶金技術の取込み （2011.8.10日経産業新聞）

共同受注組織「NMK協力会」：**ベッカー精工**（埼玉県東松山市）は**並木金型**（東京大田区）に資本を提供し、情報システム技術の**日本デザインエンジニアリング**（**NDE**・東京品川区）が加わる ⑨

課　題

国内金型業界のトレンド	全国事業所数8000／2000年→5000強/2008年。生産数量100万組／2002年→50万組／2009年（経済産業省統計）。電機・自動車メーカーの海外シフトで、安価な中国・韓国製金型の採用、海外から格好の買収対象、金型技術の海外流出が大きな問題
儲からない体制からの脱却	競争力を活かして設けるプロセスとして「素形材産業ビジョン」に示す8つの方向性；1.技術、技能を活かした経営、2.健全な取引慣習、3.産業集積の活用、4.海外への展開、5.企業間連携、6.多様な製品群、7.息の長い人材育成、8.素形材産業のイメージ向上
金型産業の弱点	金型企業は中小企業が多く、将来の技術向上に不安がある。**技術上の弱点と＜対策＞**：研究開発力＜公的助成による機械と人材の強化＞、人材不足と育成が弱い＜職場環境と教育機関の整備＞、新しい生産設備の経済的負担が大きい＜公的助成＞。この他経営上の課題として、マーケティング力、適正な価格、支払条件のルール化、海外と比較して高い人件費、受注の平準化など　⑨
金型の長期保管	量産終了後の金型について金型メーカは取引先の自動車メーカからの要請で無料で長期保管を引き受けている例が多い。試算例としてダイカストメーカが2000型を1年間保管するとコストは300万円にも上る

キーワード

CAD/CAM/CAE	コンピュタを使った設計／機械加工／素材流動解析。金型では顧客の納期短縮の強い要望があり、CAD/CAMを活用した全体工期短縮、精度向上、CAEによる事前解析で金型試作の効率化等が進められている
入れ子型金型	キャビティ、ランナ、ゲート、オーバフローなどを彫込んだ「入れ子」をおも型にはめ込んだ構造の金型で、広く利用されている。入れ子を分割できるので損傷した部分のみを交換したり、大物型では入れ子の熱処理変形を防止できる　⑤
ダイカスト	溶けた金属を金型に圧入することにより高精度で良好な鋳肌の鋳物を高速で大量に生産する鋳造法、およびその成形品。自動車、家電等の部品、ミニカー、釣具などにも使われる
ガス支援射出成形/GAIM	射出成形において金型内に射出した樹脂を内部から圧縮したN2ガスによって押し広げ、薄肉化、軽量化を達成すると同時に複雑な形状品を成形することが可能。家電部品、自動車部品、その他のOA機器部品、家具・建築部材等に広く適用されている