岐阜大学における金型人材育成の最前線*

Forefront of Talent Training for Die and Mold Engineer in Gifu University

王 志剛**
Zhigang WANG

Key words education program, die and mold engineer, talent training

1. はじめに

100年に一度といわれる未曾有の世界的経済不況に入り、自動車・家電をはじめ日本の誇る製造業は減産を余儀なくされ、金型産業もこのあおりを受けている。しかしながら減産による在庫調整が進むにつれ、徐々にではあるが生産が再び活気を帯び、金型需要も増える予想される。先人はピンチこそチャンスと捉え、日常手がけられないことや将来の布石を打つべきと説く。金型産業も経営が厳しい中、品質、精度、スピード、コスト面で従来とは違う一段高いレベルの設計・製造プロセスの工夫や新技術開発を進め、将来かつグローバル化への布石として展開できる企業こそが日本の強いものづくりを支えていくものと信じる。その根幹をなすのが若い優秀なものづくり人材である。

岐阜大学では地元の強い要請を受け、将来を見越して、平成18年度文部科学省科学技術調整費事業として採択された「次世代金型人材育成拠点の形成」をスタートさせている。養成する人材は在校生（学部4年生、大学院博士前期課程生）と社会人であり、金型に関する実践的かつ最先端教育カリキュラムを組んでいる。狙いは新しい金型設計・製作、マネージングができる人材、すなわちプレーイングマネージャーの育成である。

2. 教育カリキュラムと教育環境

2.1 金型創成技術研究センターの概要

図1に「次世代金型人材育成拠点の形成」（金型人材養成ユニット）の実施体制全体図を示す。知の拠点として

*原稿受付 平成21年3月18日

**岐阜大学工学部機械システム工学科（岐阜市柳戸1-1）

王 志剛

1985年ハルビン工業大学金属加工及工芸系卒業。1992年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了、博士（工学）。主として行っている業務・研究は塑性加工（型工学・プロセストライボロジー・冷間鍛造）。所属学会は日本機械学会、日本塑性加工学会、日本材料学会など。

「金型創成技術研究センター」を岐阜大学に新設し、主として工学部・工学研究科内にある既設の学科・専攻およびものづくり技術支援センターの教職員と客員教授が学生の研究指導、講義、実験技術支援を行う。当該センターは、①金型材料・加工（金型の材料、損傷機構、加工技術に関する教育研究）、②固相創形（板金プレス、鍛造などの固相成形技術に関する教育研究）、③液相創形（ casting,射出成形などの液相成形技術に関する教育研究）、④金型要素（成形機械、金型の要素、制御技術に関する教育研究）の4技術分野から構成される。スタッフは岐阜大学から17名の教員、客員教授5名、岐阜県から協力研究員4名と金型企業から8名の技術者が教育研究を担当している。養成対象者のうち、在校生に金型技術に特化した教育カリキュラムを実施し、社会人に金型技術短期コースを開講する。養成した技術者は、将来の幹部候補者（プレーイングマネージャー）として主に地元定着を目指す。

2.2 カリキュラムの概要

図2に育成システムにとり入れるカリキュラムの概要を示す。金型に特化した科目構成とし、実学を重視した内容を特徴としている。

(1) 先進金型技術に特化したカリキュラム

図1 「次世代金型人材育成拠点の形成」の実施体制と金型創成技術研究センターの概要

図2 人材育成システムの概要

① 金型専門科目

4年生に金型概論、金型設計基礎、大学院生には金型設計論を中心にCAD/CAE金型設計特論、固相創形技術特論、液相創形技術特論、金型加工技術特論など11科目以上の特論を開講する。

② 現場ニーズを重視した実習科目

学内に設置された最新の機械加工設備を活用し、金型加工演習、成形試験、計測技術科目などを開講する。

③ MOT科目

経営もわかる技術者の養成を目指し、品質工学、工業デザイン、知的財産、生産管理システムなどを開講する。

(2) 工学と実学のミックス科目、研究会など

① 課題科目

自らが製品・工程・金型の設計を行い、金型を実際に製作し成形加工・計測を一気通貫で行う科目を開講する。

② センター内での共同討論会

他専攻の学生を交えて、複数分野の教員指導による金型技術研究テーマの着手、中間および終了時の共同発表討論会を開催する。複数技術の融合による境界領域の研究開拓を行うとともに、学生のプレゼンテーションと討議の能力を養成する。

③ 研究成果の外部発表

研究の最先端化、発表のプライオリティ獲得のために、外部発表を従来以上に積極的に実施する。学部生には国内発表を1件以上、博士課程前期生には国内・国外発表を各1件以上義務付け、プレゼンテーション能力と外国語（英語）力の強化を行い、国際的かつ自主的な人材を養成する。

④ 金型メーカー先達者との交流会

研究・演習テーマを題材に学生と社会人技術者との交流会を定期的に開催し、プレゼンテーション能力、創造的能力を養成する科目として開講する。同時に、研究テーマの目標と着手および中間時のテーマ内容の見直しと成果の活用など、シーズとニーズのマッチングを行い、研究価値を高める。

⑤ 金型をテーマにした産官学研究会

表1 保有ソフトウェア一覧

分類	名称	用途	本数
鍛造 CAE	DEFORM-3D	鍛造加工の3次元解析	1式
	DEFORM-2D	鍛造加工の2次元解析	2式
	DEFORM-HT	鍛造品の熱処理解析	1式
板金プレス CAE	LS-DYNA	板金プレス3次元解析	3式
射出成形 CAE	JVISION	プリポスト処理	3式
	JSCAST	湯流れ・凝固解析	3式
射出成形 CAE	Moldflow : MPI/Flow	樹脂流動解析	2式
	Moldflow : MPI/Cool	金型冷却解析	2式
	Moldflow : MPI/Warp	そり変形解析	1式
	MoldStudio3D	流動解析・金型冷却解析・そり解析	1式
CAD/CAM	CADMEISTER	金型設計CADデータ・金型加工CAMデータの生成	17式
	Auto DESK	CAE解析モデルの作成	9式

産官学間で研究テーマの発表会、講習会を随時開催するとともに、最新技術動向（外国の技術動向など）を定期的に地元金型関連企業に知らせ、金型技術のトップレベルを認識し共有化する。

⑥ 社会人を対象にした金型技術の短期集中講座

1週間の公開講座で毎年数回実施する。金型設計技術を主題に、4つのコース（ casting, 鍛造, 板金プレス, 射出成形）を設け、知と実をつないだ講習会形式の科目である。講師は岐阜大学教員、客員教授の他に、全国の金型技術第一人者の講師陣から構成される。

2.3 教育環境

(1) CAE 実習環境の整備

本事業は、金型設計技術を中心に据えた次世代金型人材育成を行っており、そのツールとしてCAEソフトウェアの充実に注力している。導入しているソフトウェアの一覧を表1に示す。CAD/CAMソフトウェアのCADMEISTER、各種成形加工用CAEソフトウェアを完備している。

(2) 金型加工・成形加工実習環境の整備

本事業は、実学を多く取り入れて次世代金型人材育成に力を入れている。そのために必要な金型加工および成形加工の実習環境の整備を行っている。表2に工作機械メーカーや地元金型産業のご協力により金型センターに設置した最新鋭のマシニングセンター、放電加工機、プレス機械、射出成形機などを示す。各種金型の製作に必要な工作機械、各種成形加工に必要な成形機を一通り完備している。

3. 人材育成の実践とその効果

3.1 在校生教育

(1) 学部4年生

学部4年生の修得すべき知識・スキルと到達レベルを表3に、金型実習科目の授業内容を表4に示す。到達するスキルは金型の設計と製作の基本技術の修得である。演習課題は成形品の創成で、プレス加工金型コースがステンレス

表2 設置された加工設備一覧

分類	設備名称	型式	製造元
マシニングセンター	立形マシニングセンター	NV4000 DCG	(株)森精機製作所
	立形マシニングセンター	MD-46VA	オークマ(株)
フライス盤	操作フライス盤	KE-55	(株)牧野フライス製作所
放電加工機	リニアモータ駆動ワイヤ放電加工機	AQ537L	(株)ソディック
	ワイヤ放電加工機	FA10S Advance	三菱電機(株)
	形彫放電加工機	EA12E	三菱電機(株)
	形彫放電加工機	M-35	三菱電機(株)*1
研削盤	CNC 光学式精密ならい研削盤	GLS-5T	(株)テクノワシノ
	成形平面研削盤	GS-45	黒田精工(株)
	汎用円筒研削盤	GE3P-25	(株)ジェイテクト
	同時4軸制御 CNC ジグ研削盤	JG-35S	(株)和井田製作所*2
成形機	電気式射出成形機	NEX110	日精樹脂工業(株)
	サーボプレス	H1F110	コマツ産機(株)*3
	圧造機	MF220	(株)中島田鉄工所*4
	マルチアクションプレス		しのはらプレスサービス(株)*5

(注) *1 は(株)吉田金型工業, *2 は大垣精工(株)のご寄贈,
*3 は太平洋工業(株)のご寄贈, *4 はメイラ(株)のご寄贈,
*5 は岐阜大学保有, 他は製造元のご寄贈

表3 学部4年生の修得すべき知識・スキルと到達レベル

到達スキル	到達レベル (認定基準)	認定法
金型設計と製作の基本スキルの修得	① 金型創成技術科目8単位の修得 ② 金型メーカーの先達との交流会の参加 ③ センター内で共同討論会での発表・討議 ④ 研究成果の公表 (国内発表1件以上) ⑤ 金型に関する卒業研究単位の修得	修了書の授与

表4 金型コースの授業内容例 (学部4年生対象)

コース	プレス加工金型	鍛造加工金型	射出成形金型
学生数	7名	5名	5名
成形品	ステンレス容器	ボルト	「携帯ラジオ」筐体
金型概論	1) プレス金型概論 2) 絞り、曲げ、抜き型、順送型の理論 3) プレス型製作	1) 鍛造金型概論 2) 工程設計 3) 金型設計	1) 射出成形金型概論 2) 金型設計 3) 金型加工法 4) 射出成形と不良対策
金型設計基礎	1) CAD/CAM/CAE 演習 2) CAD3D 製品図	1) CAD/CAM/CAE 演習 2) CAD3D 製品図	1) CAD/CAM/CAE 演習 2) CAD3D 製品図
金型設計実習	1) 設計 2) ブランク取り計算、型材料表面処理	1) 設計 2) CAE 実習	1) 組立図 (3D) 2) 部品表作成 3) 部品図作成
金型加工実習 I, II	1) CAM データ作成 2) 機械加工 3) 仕上げ、組付け加工 4) 熱処理 (焼入、焼戻)	1) CAM データ作成 2) 機械加工 3) ラッピング加工 (仕上げ)	1) CAM データ作成 2) 機械加工 3) 仕上げ加工 4) 組立・PL 合わせ
成形加工実習	1) 操作説明、安全教育 2) 試打→分析、対策、改修 3) 再トライ、計測	1) 操作説明、安全教育 2) 試打→分析、対策、改修 3) 再トライ	1) 操作説明、安全教育 2) トライ成形 3) 条件検討トライ 4) 計測・評価・考察
発表会	1) 課題まとめ 2) 発表会	1) 課題まとめ 2) 発表会	1) 課題まとめ 2) 発表会

図3 4年生実習発表会の様子

容器、鍛造加工コースがボルト、射出成形コースが携帯ラジオの筐体である。授業は金型創成技術科目の5科目である金型概論、金型設計基礎、金型設計実習、金型加工実習ⅠとⅡ、成形加工実習をスルーで15時間/週を15週かけて行い、最終的な成形品について、外観品質、成形不良、成形精度の確認を行ったのち、実習報告の形式で行うグループ成果発表会を開催し、履修認定(8単位)を評価する。

図3に平成20年度発表会の様子を示す。学生たちは初めての金型実習経験であり、一同は思い描いたイメージを設計し、成形加工から物ができていくプロセスを楽しみつつ技術的難しさを実感し、ものづくりに大変興味をもつことができたと述べていた。

実習した学部4年生17名に、アンケート形式で配属を希望した理由、実習教育について聞いてみた。配属を希望した理由(3択)の第1位:「従来にない実習を多く取り入れたカリキュラムであるから(88%)」、第2位:「腕に技術を身につけたいから(76%)」、第3位:「金型を基本にしたものづくり産業が強い日本の将来に重要であるから(59%)」であった。受講している教育・実習(3択)の第1位:「いろいろ学ぶことがあって、大変興味があり、やりがいを感じる(88%)」、第2位:「実習でモノを創ることは楽しい(82%)」、第3位:「CAD設計、製図、成形加工のプロセスは楽しい(71%)」と拮抗している。

2年続けて募集定員をはるかに上回る配属希望数および志望理由から判断して、座学中心の教育に実学を重視したカリキュラムは学生の希望であると受け入れ、金型人材育成教育の効果ができていると認識している。また、ものづくり実習教育は学生全員が興味とやりがいを感じるとともに、楽しさを享受している。

(2) 博士前期課程生

博士前期課程生の演習は、CADによる金型設計、CAEによる成形予測、CATによる計測に重点をおき、金型のCADデータと実金型の形状差異、CAEによる予測値と実成形品の差異を論理的に分析する能力の養成に力点をおいた。表5に博士前期課程生の修得すべき知識・スキルと到達レベルを示す。新しい金型の開発設計能力、マネジメント能力、後進の指導能力やプレゼンテーション能力の強化・修得を修了要件としており、即戦力に近い人材育成を目標にしている。また、研究能力の強化として先達との交流会や成果の公表、特に海外発表も修了要件にしている。

博士前期課程生の演習は後学期に実施するため、昨年実

表5 博士前期課程生が修得すべき知識・スキルと到達レベル

到達スキル	到達レベル（認定基準）	認定法
(1)新しい金型の開発設計能力の修得（創造力、技術開発力強化）	①金型創成技術専門科目12単位、 演習科目2単位以上の修得 ②金型に関する修士論文 研究の単位取得	修了書 の授与
(2)マネジメント能力の修得	①金型創成技術基礎科目4単位以上の修得 ②インターンシップの参加	
(3)後進の指導能力の修得（技術開発力、プレゼンテーション能力の強化）	①金型先達との交流会で発表・討議 ②センター共同討論会での発表・討議 ③研究成果の公表 （国内・国外発表各1件）

図4 博士前期課程生プレス加工金型コース実習内容
（順送金型によるアース端子の製作）

施した板金プレス加工金型コースと鍛造加工金型コースの内容を紹介する。図4にプレス加工金型コースの実習内容を示す。プレス加工金型コースの演習課題は、タンデム工程ではなく、空間的な想像力を必要とする順送金型とした。CAD/CAM 設計、金型加工演習の後、金型の形状計測を行った。成形加工の後、成形品の不具合確認や詳細な寸法測定を行い、不具合対策を施した。CAD データと金型実寸法との比較分析、被加工材の材質による成形品の寸法差を詳細に解析した。

図5に平成19年度発表会の様子を示す。発表会には地元の金型関連メーカーの技術者など多数の参加があり、活発な質疑応答と技術交流が行われた。

実習した博士前期課程生9名に7項目から3項目を選ぶ形式で実習教育について聞いてみた。第1位：「授業・実習時間が多く負担に感ずる（78%）」、第2位：「実習でモノを創ることは楽しい（67%）」および「想像していたこ

図5 博士前期生実習発表会の様子

とより難しい（67%）」であった。やりがいや楽しみを感じつつ、与えられた課題に対し、短期間での設計、製図と高度な工作機械の扱いなど、戸惑いがあることがうかがえる。特に「授業・実習時間が多く負担に感ずる」意見が多く見られた。博士前期課程1年の後学期のみで上記実習内容の修得が難しいようで、実習時間の拡充などを検討している。

3.2 社会人教育

金型関連企業の技術者を対象に開講する一週間の短期集中講座は、専門技術の深堀とCAE技術の活用能力の修得を狙いとしている。鑄造、鍛造、板金プレスおよび射出成形の4コースを開講しており、コース内容は以下のとおりである。

一日目：成形加工の力学

二日目：被加工材の特性、トライボロジー、各種成形法など

三日目：金型設計

四日目：CAEシミュレーション

五日目：最新技術動向、修了試験

これまでに6回開講し、延べ50名が受講された。受講者からは「少人数で講義を受けることができ、シミュレーションも1人1台のパソコンを利用できる環境がとても良かった」などの評価をいただいている。

4. 世界一の金型人材育成拠点の実現を目指して

岐阜大学に金型創成技術研究センターが設立されてからはや3年が経過する。学部4年生、博士前期生および社会人を対象にした各コースのいずれも、1～3年目の目標に対してそれぞれ2～3倍の志望があり、目標人数を大幅に上回る実績を得ている。このような状況下で、従来の兼任教員の他に、専任教員（教授1、准教授1および助教1名）を配置し、関係学科および大学院の入学定員をそれぞれ5名増員し、ますます活力のあるセンターにしている。

創造力、技術開発力を養うためには、未知な領域に踏み込んだ技術開発は有効と考える。大学で行う金型技術開発は、金型の設計基準の確立を目指すべきと考えている。成形欠陥の出ない金型、長持ちの金型、環境に優しい金型の設計基準を探りたいと思っている。産業界の強力なバックアップ、世界的な金型技術の集積地という「地の利」を生かし、本センターを世界一の金型人材育成拠点にすべく、最大限の努力をしていく所存である。