

# 機械加工総合技術セミナーを実施して ものづくり教育における製作課題について

高度ポリテクセンター 機械加工グループ 土屋 重助  
(高度職業能力開発促進センター)

## 1. はじめに

平成13年度から3年間にわたり、「機械加工総合技術」というセミナーを実施した。このセミナーは課題の製作を通して機械加工の総合的な技能・技術とものづくりの楽しさを習得するものであるが、本誌では特に製作した課題を中心に報告する。

## 2. ものづくり人材に必要な能力

国際競争力の激化等を背景として、製造業においてはコスト競争に耐え抜くため、価格で対抗できない低付加価値の量産品を中心に生産拠点を海外に移転してきている。一方、国内においては、生産を高付加価値製品にシフトし、生産工程の自動化・省力化を推進するとともに、顧客の多様なニーズに対応するため、多品種少量生産、変種変量生産のウエイトを高めてきている。これに応じて、ものづくりに求められる技能者や技術者のタイプも変わってきている(図1)。

厚生労働省「集積地域におけるも

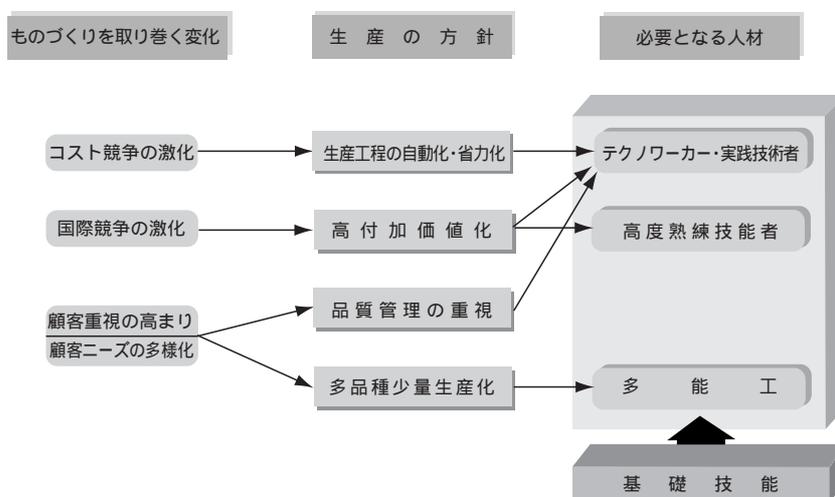
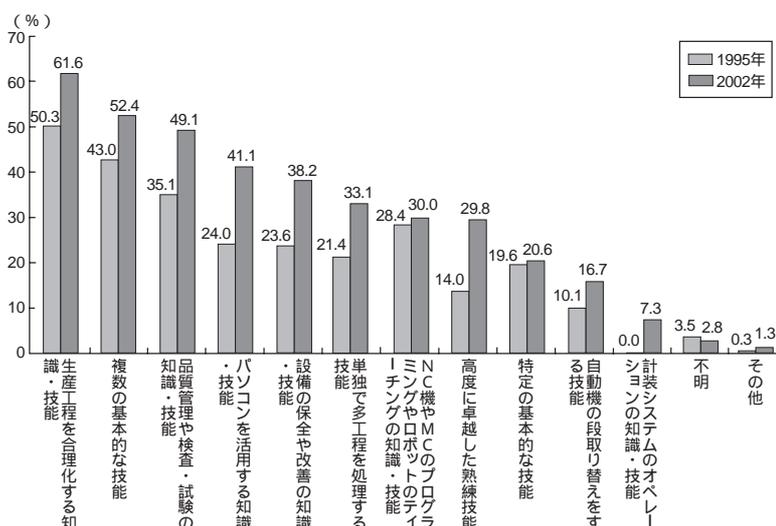
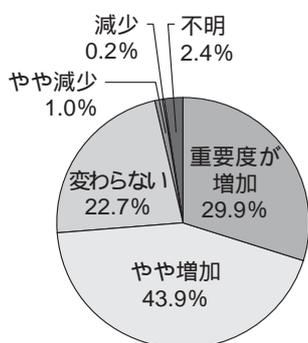


図1 ものづくりに求められる人材



資料：厚生労働省「集積地域におけるものづくり人材育成に関する調査」(2002年)

図2 生産現場を担う基幹的従業員に求められる知識・技能



資料：雇用・能力開発機構委託「生産革新と人材問題に関するアンケート調査」（2001年）

図3 生産革新に伴う「多工程を担当できる幅広い技能」の重要度

のづくり人材育成に関する調査」により、企業がどのようなタイプの技能者を求めているのか、タイプ別に過不足状況を聞いた結果をみると、技術に通じた技能者である「テクノワーカー」に対する不足感が最も高く、「高度熟練技能者」「多能工」が次いでいる。また、生産現場を担う基幹的従業員に求められる知識・技能については、「生産工程を合理化する知識・技能」「複数の基本的な技能」をはじめ、「単独で多工程を処理する技能」「高度に卓越した熟練技能」なども1995年に比べて高くなっている（図2）。

また、雇用・能力開発機構が委託した「生産革新と人材問題に関するアンケート調査」によると、「セル生産方式」や「一人屋台生産方式」に見られるような生産革新に伴い、多工程を担当できる幅広い技能の重要度が「増加」「やや増加」したとする企業の割合は7割を超えている。1人で多くの工程を持つことで、生産性の向上はもとより、作業手順等に創意工夫を発揮したり、製品に対して改善提案を行うことなどが多能工に期待されている。

（図1～3，2003年度版 製造基盤白書より）

### 3. セミナーの基本コンセプト

このような背景のもとに、生産現場における基幹的従業員を対象として、「テクノワーカー」または「多能工」を育成するために5日間の日程で「機械加工総合技術」セミナーを企画した。以下に本セミナーの基本コンセプトをあげる。

表1 セミナーの日程と内容

日程	項目	内容
1日目	課題設計	3次元CADによるモデリング， 図面作成
2日目	工程計画	3次元CAMによる加工データの 作成，工程計画
3日目	NC加工	NC旋盤加工 マシニングセンタ加工
4日目	機械加工	普通旋盤加工 フライス盤加工
5日目	組立・調整	仕上げ加工，組立・調整

- ・機械加工に関する総合的な技能・技術を習得するための適切な「課題」を設定し、課題を完成させる。
- ・課題は複数の部品からなり、全体として機能するもの。
- ・課題は製作することが楽しいもの。
- ・課題は参加者全員で協力して製作する。
- ・CAD/CAMを使用する。
- ・NC工作機械を使用する。
- ・汎用工作機械を使用する。
- ・材料はできるだけあるものを利用する。
- ・製作に当たって、できるだけ環境に負荷を与えない。

5日間で課題の設計から含めて製作まで行うというのは、前提となる知識や技能がなければ難しい面があるが、ものづくりの一連の流れを自ら体験することにより、工程全体がわかる実践技術者の育成を目的としている。

### 4. 平成13年度課題（歯車ポンプ）

平成13年度は、ベルトドライブ方式の歯車ポンプを課題にした。これは設計・製図の課題としてよく取り上げられるが、実際に作ってみようということである。モジュール4の歯車をワイヤカット放電加工機により製作し、本体およびカバーは3次元CAMデータによりマシニングセンタで加工する。その他、軸、Vプーリ、スタントなどを汎用機械で加工する。

写真1は完成した歯車ポンプで、写真2はボール盤のモータを利用して試運転を行っているところである。300回転で毎分約10Lの送油能力を持つ。

- ・部品点数 : 15
- ・製作部品数 : 10



図4 歯車ポンプの3次元モデル

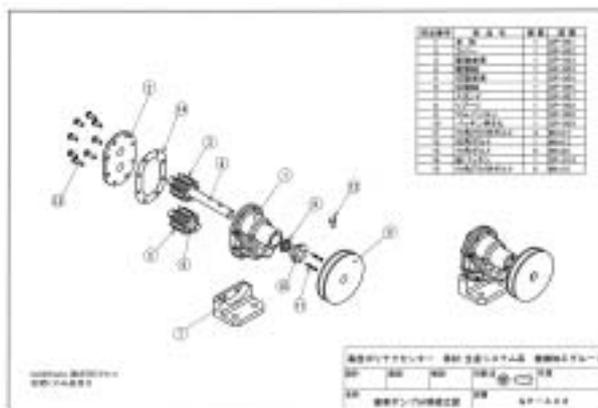


図5 歯車ポンプの分解組立図



写真1 製作した歯車ポンプ



写真2 製作した歯車ポンプの試運転

## 5 . 平成14年度課題(ゼネバドライブシステム)

平成14年度は60°割出ゼネバドライブシステムを課題にした。ゼネバ歯車は機械要素および機構学において代表的な課題といえる。ハンドルを回すとユニバーサルジョイントとベベル歯車を介してドライブホイールを駆動し、ゼネバ歯車を割り出すように設計した。ゼネバ歯車をワイヤカット放電加工機で製作し、ユニバーサルジョイントをNC旋盤、ハウジングをマシニングセンタで加工する。その他、ドライブホイール、ハンドルなどを汎用機械で加工する。なお、ベベル歯車とベアリングは購入している。

図8は製作日程表である。いずれの課題も2日目後半から加工に入り、4日目、5日目は手分けした共同作業により製作するが、時間的にかなり厳しいものがあった。

写真3が完成したゼネバドライブシステムである。駆動系は鋼で、ハウジング等はアルミで製作している。ユニバーサルジョイントは、駆動軸と従動軸に30°の角度を持つが、その連結部の加工に少々苦労した。

- ・部品点数 : 28
- ・製作部品数 : 13

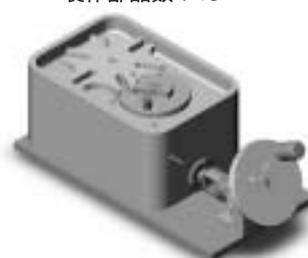


図6 ゼネバドライブシステムの3次元モデル

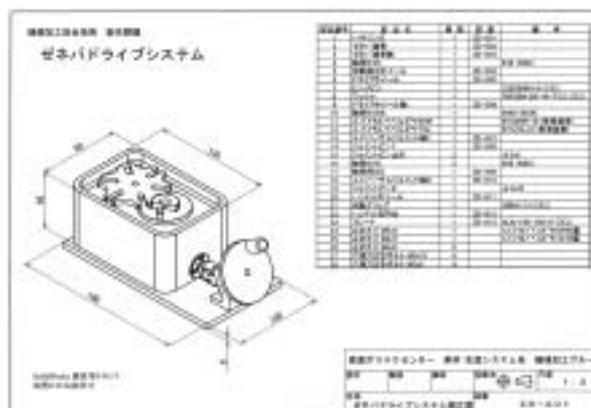


図7 ゼネバドライブシステムの組立図

ゼネパドライブシステム製作日程表

部品番号	部品名	主要設備	1回目		2回目		3回目		4回目	
			2004.05.01	2004.05.02	2004.05.03	2004.05.04	2004.05.05	2004.05.06	2004.05.07	2004.05.08
1	1. ベアリング	ベアリング圧入機								
2	2. 軸	旋削機								
3	3. ベアリング	ベアリング圧入機								
4	4. ベアリング	ベアリング圧入機								
5	5. ベアリング	ベアリング圧入機								
6	6. ベアリング	ベアリング圧入機								
7	7. ベアリング	ベアリング圧入機								
8	8. ベアリング	ベアリング圧入機								
9	9. ベアリング	ベアリング圧入機								
10	10. ベアリング	ベアリング圧入機								
11	11. ベアリング	ベアリング圧入機								
12	12. ベアリング	ベアリング圧入機								
13	13. ベアリング	ベアリング圧入機								
14	14. ベアリング	ベアリング圧入機								
15	15. ベアリング	ベアリング圧入機								
16	16. ベアリング	ベアリング圧入機								
17	17. ベアリング	ベアリング圧入機								
18	18. ベアリング	ベアリング圧入機								
19	19. ベアリング	ベアリング圧入機								
20	20. ベアリング	ベアリング圧入機								
21	21. ベアリング	ベアリング圧入機								
22	22. ベアリング	ベアリング圧入機								
23	23. ベアリング	ベアリング圧入機								
24	24. ベアリング	ベアリング圧入機								
25	25. ベアリング	ベアリング圧入機								
26	26. ベアリング	ベアリング圧入機								
27	27. ベアリング	ベアリング圧入機								
28	28. ベアリング	ベアリング圧入機								
29	29. ベアリング	ベアリング圧入機								
30	30. ベアリング	ベアリング圧入機								
31	31. ベアリング	ベアリング圧入機								
32	32. ベアリング	ベアリング圧入機								
33	33. ベアリング	ベアリング圧入機								
34	34. ベアリング	ベアリング圧入機								
35	35. ベアリング	ベアリング圧入機								
36	36. ベアリング	ベアリング圧入機								
37	37. ベアリング	ベアリング圧入機								
38	38. ベアリング	ベアリング圧入機								
39	39. ベアリング	ベアリング圧入機								
40	40. ベアリング	ベアリング圧入機								
41	41. ベアリング	ベアリング圧入機								
42	42. ベアリング	ベアリング圧入機								
43	43. ベアリング	ベアリング圧入機								
44	44. ベアリング	ベアリング圧入機								
45	45. ベアリング	ベアリング圧入機								
46	46. ベアリング	ベアリング圧入機								
47	47. ベアリング	ベアリング圧入機								
48	48. ベアリング	ベアリング圧入機								
49	49. ベアリング	ベアリング圧入機								
50	50. ベアリング	ベアリング圧入機								
51	51. ベアリング	ベアリング圧入機								
52	52. ベアリング	ベアリング圧入機								
53	53. ベアリング	ベアリング圧入機								
54	54. ベアリング	ベアリング圧入機								
55	55. ベアリング	ベアリング圧入機								
56	56. ベアリング	ベアリング圧入機								
57	57. ベアリング	ベアリング圧入機								
58	58. ベアリング	ベアリング圧入機								
59	59. ベアリング	ベアリング圧入機								
60	60. ベアリング	ベアリング圧入機								
61	61. ベアリング	ベアリング圧入機								
62	62. ベアリング	ベアリング圧入機								
63	63. ベアリング	ベアリング圧入機								
64	64. ベアリング	ベアリング圧入機								
65	65. ベアリング	ベアリング圧入機								
66	66. ベアリング	ベアリング圧入機								
67	67. ベアリング	ベアリング圧入機								
68	68. ベアリング	ベアリング圧入機								
69	69. ベアリング	ベアリング圧入機								
70	70. ベアリング	ベアリング圧入機								
71	71. ベアリング	ベアリング圧入機								
72	72. ベアリング	ベアリング圧入機								
73	73. ベアリング	ベアリング圧入機								
74	74. ベアリング	ベアリング圧入機								
75	75. ベアリング	ベアリング圧入機								
76	76. ベアリング	ベアリング圧入機								
77	77. ベアリング	ベアリング圧入機								
78	78. ベアリング	ベアリング圧入機								
79	79. ベアリング	ベアリング圧入機								
80	80. ベアリング	ベアリング圧入機								
81	81. ベアリング	ベアリング圧入機								
82	82. ベアリング	ベアリング圧入機								
83	83. ベアリング	ベアリング圧入機								
84	84. ベアリング	ベアリング圧入機								
85	85. ベアリング	ベアリング圧入機								
86	86. ベアリング	ベアリング圧入機								
87	87. ベアリング	ベアリング圧入機								
88	88. ベアリング	ベアリング圧入機								
89	89. ベアリング	ベアリング圧入機								
90	90. ベアリング	ベアリング圧入機								
91	91. ベアリング	ベアリング圧入機								
92	92. ベアリング	ベアリング圧入機								
93	93. ベアリング	ベアリング圧入機								
94	94. ベアリング	ベアリング圧入機								
95	95. ベアリング	ベアリング圧入機								
96	96. ベアリング	ベアリング圧入機								
97	97. ベアリング	ベアリング圧入機								
98	98. ベアリング	ベアリング圧入機								
99	99. ベアリング	ベアリング圧入機								
100	100. ベアリング	ベアリング圧入機								

図8 ゼネパドライブシステム製作日程表



写真4 実習風景



写真3 製作したゼネパドライブシステム

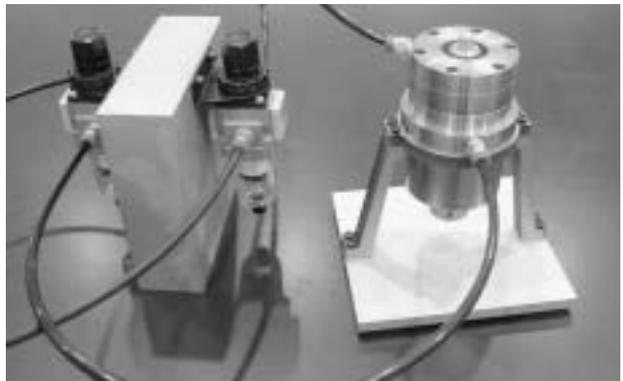


写真5 製作した空気静圧スピンドル

6. 平成15年度課題（空気静圧スピンドル）

- ・部品点数 : 12
- ・製作部品数 : 8

平成15年度は空気静圧スピンドルを課題にした。空気静圧スピンドルは、空気軸を浮かせて回転させるスピンドルで、その回転精度と摩擦抵抗がないことから超精密な工作機械の主軸に採用されることが多い。主要部品はNC旋盤、および普通旋盤で加工するが、スタンドやベースの加工には、それぞれワイヤカット放電加工機、マシニングセンタも使用した。

図11はスピンドルの加工工程表である。各部品ごとにこのような工程表または工程図を作成し、受講者自身が加工工程をよく考えたうえで製作に入る。

写真5が完成した空気静圧スピンドルである。ミストフィルタを通した圧縮空気を供給し、レギュレータで圧力を調整するとスピンドル軸が浮いた状態になる。モータは取り付けしていないが、手でスピンドル軸を回すとなめらかに回転し、止まることはない。



図9 空気静圧スピンドルの3次元モデル

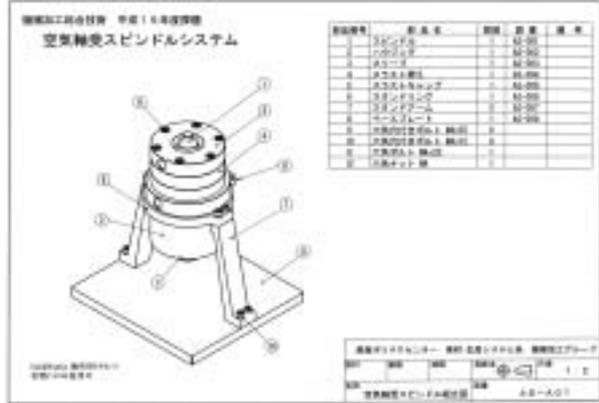


図10 空気静圧スピンドルの組立図

加工工程表

加工工程	加工工程名	加工工程内容	加工工程の目的	加工工程の重要性	加工工程の難易度	加工工程の危険性	加工工程の環境	加工工程の設備	加工工程の工具	加工工程の材料	加工工程の時間	加工工程のコスト	加工工程の品質	加工工程の安全	加工工程の健康	加工工程の環境	加工工程の社会	加工工程の文化	加工工程の芸術	加工工程の科学	加工工程の技術	加工工程の教育	加工工程の産業	加工工程の生活	加工工程の未来
1	材料	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備	材料の準備
2	加工	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	加工の準備	
3	検査	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	検査の準備	
4	仕上げ	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	仕上げの準備	
5	完成	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	完成の準備	

図11 スピンドルの加工工程表

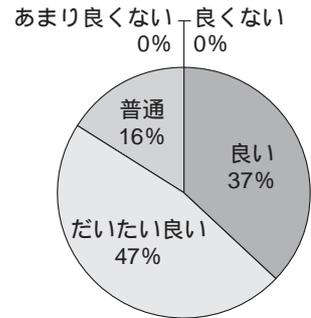
## 7. まとめ

3年間にわたり「機械加工総合技術」セミナーを実施し、ものづくり教育の実践に向けた3つの課題を製作した。セミナーには延べ20名が参加し、好評を得た。アンケート結果などから、製作した課題は、在職者および専門課程におけるものづくり教育の実践課題として有効であると考えられる。

## 8. おわりに

高度ポリテクセンターにおけるセミナーの大半は最新技術テーマを取り上げ、部外講師を活用した短期的なものが多いが、報告したセミナーは少し経路の異なるものである。果たしてこのようなセミナーが真に高度な訓練に該当するであろうか。今後ともものづくりの基盤を支えるポリテクセンターらしい訓練を展開したいものである。それにしても効果的な課題を考えることは楽しくて難しい。ものづくり

	受講者数
平成13年度	6名
平成14年度	6名
平成15年度	8名



受講者の満足度(総合評価)回答数: 19

図12 アンケート結果

教育における効果的な実習課題、それは私にとって永遠の課題である。

3年間にわたる本セミナーに、都道府県の指導員の方にも多数参加いただきました。誌面を借りて御礼申し上げます。

また、紹介した課題を実習で取り上げてみたいという方がおられましたら、図面等を提供しますので、お気軽にご連絡ください。

tsuchiya@apc.ehdo.go.jp

## 参考文献

- 1) 「2003年度版 製造基盤白書」, 経済産業省・厚生労働省・文部科学省.
- 2) 岡野修一・新井泰司: 「機械製図図例集」, 実教出版.
- 3) 吉田嘉太郎・時末光: 「ものづくり機械工学」, 日刊工業新聞社.