

教官と技官との連携による教育事例

(秋田高専機械工学科の場合)

秋田高専 木澤 悟

1. はじめに

高専の機械工学教育においては、従来からものづくりの基本である自ら創造し設計して、加工、組み立てのできる実践的な技術者を育成してきた。当然、秋田高専でも構想・創造から始まり設計、加工、組み立てという一連のものづくり教育の基本にウェートを置き、従来からも取り組んできたし、技術革新の目覚ましい今日でも必要不可欠な実践的な教育であるという認識のもとで、具体的には実習・実験等に力を注いできた。それ故、実践的エンジニアの育成には、理論と技能の両者をバランスよく教育することにより熟練技術者でなくとも高度技術を担える技術者の養成が必要であり、特に技能的な面の高度技術化教育には技官に負うところが極めて大きい。しかしながら、高専における技術職員の高齢化および定員削減も相まって、機械工場実習内容の見直しや削減が避けられず、高専本来の実践的技術者養成像がぼやけ始め危惧する面が生じつつある。

秋田高専機械工学科の教育方針としては、「総合的のものづくり教育」を強化することを第一目標としている。「総合的のものづくり教育」とは、材料や部品の基本的加工技術から創造的な設計・製作に至までの一連の教育（工学実習、工学実験、設計製図、製作・加工）を有機的に結びつけた教育を意味する。また、昨今の機械は知能化しているためこれまでの教育に制御、計測、情報を加えたメカトロ技術も有機的に結びつけて教育していく必要があると認識している。今や、ものづくりは複合領域であり多分野の多くのノウハウを必要としており、従来教育の流れ作業的な教官と技官の分担作業は通用しない時代となってきた。社会のニーズに合うエンジニア育成を考えた場合、特化した能力をもつ技官とは、基本的な工場実習、工学実験だけではなく、ものづくりの発想・構想段階から参加してもらい、材料、設計、加工、組み立てをトータルに考えながら、最終的に性能や仕様を満足させる最適設計のコンセプトを取り入れた教育が必要となってくる（製品づくりは機能だけではなく、コスト意識も必要である）。その意味でも、ものづくり教育に関する実技教科においては教官と技官の連携は必要不可欠と考えており、本報告では秋田高専機械工学科の、ものづくり教育に関する科目である創造設計、専攻科特別実験、そしてロボットコンテストにおいて教官と技官が連携している事例について説明する。

2. 秋田高専の技官組織

図 1 は秋田高専における技官の組織図である。技官は学生課の実験実習係に配属されており 16 名で構成されている。特に機械工学実験、機械工学実習、情報処理などで機械工学科に携わっている技官は第 1 技術班の 5 名と第 2 技術班の 2 名、そして、技術補佐員の計 8 名である。学科における研究活動を含め、専門科目などで、技官の協力支援を要請する場合は、担当教官が予め特定の技官に協力を要請した上で、学科会議をとおして学科長が実験実習係長に相談し、学生課長が勸案の

うえで決定される。

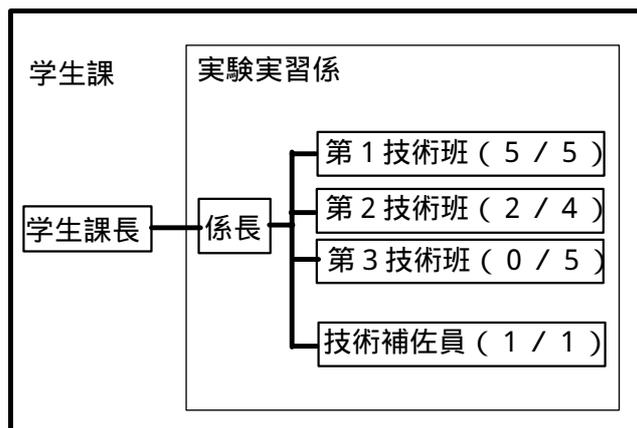


図 1. 技官組織図

3. 研究活動および専門科目における技官の支援状況

ここでは、工作実習を除く機械工学科の専門科目に対する技官の協力支援体制について説明する。図2は機械工学科の前期および後期カリキュラムにおける実技を伴う専門科目に対する技官の配置図である。図中の各科目の下には技官の協力要請人数を示している。機械工学科では卒業研究において、実験系の教官が多いために材料の試料づくりや装置の設計製作が必要になってくるため、い

平成13年度 実験実習係業務計画表(前期)

時限時間	1 8:50 ~ 9:35	2 9:40 ~ 10:25	3 10:35 ~ 11:20	4 11:25 ~ 12:10	5 13:00 ~ 13:45	6 13:50 ~ 14:35	7 14:45 ~ 15:30	8 15:35 ~ 16:20
曜日								
月							5M卒業研究 機械系6人	
火							4M工学実験 機械系2人	
水	3Mコンピュータ製図 機械系1人					5M卒業研究・専攻科特別実験 機械系6人		
木	4M情報処理 情報系2人		2M情報処理 情報系2人		専攻科特別研究 機械系6人			
金	1M情報処理 情報系2人					5M工学実験・専攻科特別研究 機械系2人		

平成12年度 実験実習係業務計画表(後期)

時限時間	1 8:50 ~ 9:35	2 9:40 ~ 10:25	3 10:35 ~ 11:20	4 11:25 ~ 12:10	5 13:00 ~ 13:45	6 13:50 ~ 14:35	7 14:45 ~ 15:30	8 15:35 ~ 16:20
曜日								
月					5M卒業研究 機械系6人		1M情報処理 情報系2人	5M卒業研究 機械系6人
火	2M情報処理 情報系2人				4M工学実験 機械系1人			
水	創造設計製作 機械系6人				4M基礎研究・5M卒業研究・専攻科特別実験 機械系6人			
木	創造設計製作 機械系6人				専攻科特別研究 機械系6人			
金					5M卒業研究・専攻科特別研究 機械系6人			

図 2. 技官の専門科目における担当表

つでも協力支援が得られるようになっている。また、後期の創造設計製作は教官2名で、専攻科特別実験では教官1名で運用しているが、どちらも機械工場を利用した設計製作のウエートが高いため、技官の協力要請が欠かせない。情報処理科目においては、情報処理センターを用いた実技指導が主なため、コンピュータの円滑な運用とアドバイスを常時頂けるように、ここでは、情報処理センターに配属されている技官に協力要請をお願いしている。また、機械工学科では業務時間外にならざるを得ない公開講座やロボットコンテストでも、組織上協力要請の難しい部分もあったが、従来から学生教育の支援とものづくり教育を第一に考え、協力要請をお願いして2人3脚で取り組んできた。現在では組織的に特定の技官に協力要請を頂き、実技だけではなく教育的なアドバイスも得ながら弾力的な支援体制となっている。

4. 創造設計製作

創造設計製作は3年の後期に実施されている2単位の科目である。この科目の目的は「1.ものづくりの楽しさ、難しさを体験する。2.ものづくり(製作)における図面の重要性を知ること。3.共同作業の安全で効率的な進め方を学ぶ。4.討論の重要性を知る」である。授業内容は、毎年テーマが変わるが、昨年度は「テクノラリー」という課題が与えられ、ロボットの製作後は競技会を行い、いわゆる校内版ロボットコンテストで平成9年度から始まり今年で6年目になる。授業計画表を表1に示す。創造設計製作は競技ロボットの設計と製作が目的であるが、学生にとっては低学年で学んできた工作実習や設計製図の総括であり、ものづくりの難しさ面白さを体験してもらうのである。また、一班あたり5,6人の班構成のため一人一人の力量が試され、他力本願ではいられない。それ故、指導する側も手間暇が掛かるため、技官の協力要請が必要不可欠となってくる。

前述したが、ここでの技官の役割は加工時だけの流れ作業的な協力要請だけではなく、構想・創造の設計段階から授業に参加してもらいトータルな支援やアドバイスをお願いして頂いている。基本は学生自身が自ら考え自らがつくることではあるが、随時経験的なノウハウをアドバイスしてもらいながら考えることも大切である。その他、授業計画表でも示したが、工場実習を終えて半年間のブランクがあるので、怪我のないように再度、安全教育の徹底をはかるためにも協力を頂いている。さらに、授業の評価についても、評価は普段、積極的に参加しているか、レポート、中間報告、競技結果など総合的に判定されるが、教官側の視点だけではなく技官の視点からも考慮に入れて総合的に評価している。図3は授業風景で、優勝チームには優勝杯が手渡され、各学生には副賞が与えられ、頑張りの動機づけともなっている。

10月初旬	: テ - マを提示, 安全教育
10月下旬	: 製作計画提出 : アイデア提案書提出 : アイデア発表会, 討論会(クラス全体) : 設計開始
11月初旬	: 使用材料一覧提出 : 製作開始
12月下旬	: 製作に関する中間報告 (現在の進捗状況を報告し, 今後の進め方について説明を求める)
2月中旬	: 競技会
2月下旬	: 報告書提出

表1. 創造設計製作授業計画表



図 3. 創造設計製作授業風景

5. 専攻科特別実験

生産システム工学専攻 1 学年の後期 2 単位分（通年 4 単位）において行われている特別実験について紹介する。生産システム工学専攻は機械工学科と電気工学科を融合したもので、平成 6 年にスタートした。後期の特別実験では、「システム思考」の育成を目標に、創造性、独創性、問題解決能力、工学的センス、未知なるものへの挑戦ということをテーマに、自律型移動ロボットの設計と製作を課題として与え、平成 11 年度から取り組んできた。この講義の動機付けとしては、これまで特にものづくりを目的とした講義が設けられていなかったこと、技術者として将来を担う以上、ものづくりは基本であること、ロボット製作はトータルな専門領域を必要とするので、学生が互いの専門分野を持ち寄り、あるいは異分野にも首を突っ込みながら、幅広く、より高度な専門技術を自ら身につけ、多くの専門分野を融合しながら設計開発に繋げるシステム思考を養う工学実験が必要ではないのかというのが発端で立ち上がった。問題はものづくりをする以上、相当数の担当スタッフが必要となってくることである。本科と専攻科の授業が多分にオーバーラップしていることも災いしている。結局、教官 1 人、メインの技官 1 人として、卒業研究などで実習工場が利用されている

が実習工場を利用せざるをえない以上，卒業研究と同時進行ではあるが実習工場配属の技官の方たちにも協力および支援して頂いている．今年で3年目になるが，メインの技官の方にはすべてにわたり教官と同じ立場で実験を担ってもらい，実習工場配属の技官の方たちには，製作段階の各々において個別対応して頂き，今のところはスムーズな運営できていると感じている．現在のところ，ロボットは2人で1台を製作しているため，ある班でトラブルを起こすと指導助言が付きっきりになり，別な班でトラブルを起こされるとなかなか対応が容易でないのが実情であり，技官の人のサポート無しでは，こういった手間暇をかけたものづくりの実現はあり得ないと考える．限られた時間で，競技会を実現させるためには，ある程度ロボットが動かなくては学生も興味がわかないし，苦勞した末に得られる達成感も得られないかもしれない．ものづくりの難しさだけを強調した実験にならないよう，自分たちのつくったものが設計通りに動いているんだという感動や楽しさを最後に実感してもらうように，全ての班が完成させることを目標にしている．したがって，専攻科特別実験では製作課題の内容の吟味から，実験スケジュール，成績評価まで多義にわたり技官にご協力頂いているし，プロジェクトを成し遂げるための本来の姿であり，技官と教官の連携は自然だと考えている．表2に授業のタイムスケジュールを示す．表3には実験で各班に共通に支給される部材一覧表を示す．また，図4には授業風景を示す．平成12，13年度はライントレース競技会を行ったが，本年度はPICマイコン制御を用いたサッカーロボット競技会を健闘しているところである．

日程	実験内容
10月 (4～5週)	テーマの提示と講義および 構想設計と図面作成 レポートの提出
11～2月 (9週)	製作期間
2月末 (1週)	競技会 レポートの提出

表2．創造設計製作授業風景

材 料	用 途
アルミ部材	ロボットフレーム，放熱版
樹脂材	車輪
ステッピングモータ	駆動用
リレー	シーケンス制御用
フォトセンサ	ライン検知
基板	配線，エッチング
モータドライバIC	ステッピングモータ制御
各種IC，トランジスタ	論理回路，発信回路，増幅
抵抗，コンデンサ	制御回路
Ni-Cd バッテリ	電源

表3．支給部品一覧表

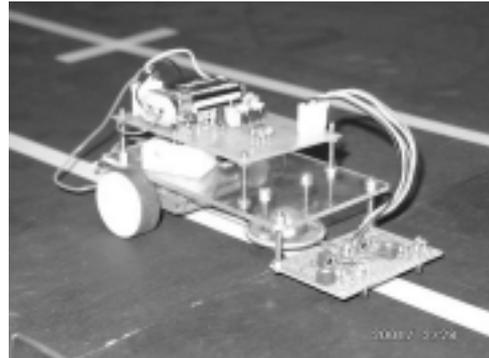
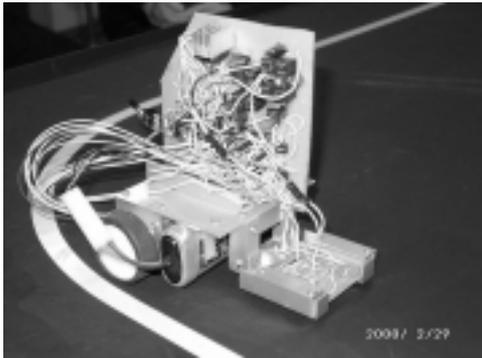
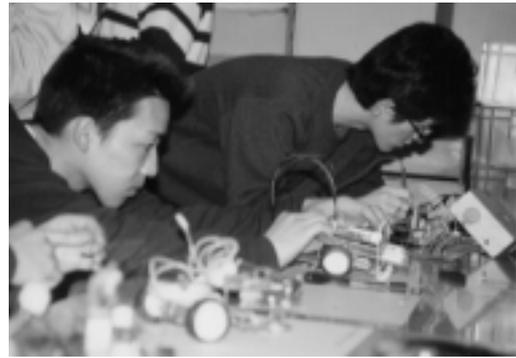


図 4. 専攻科特別実験製作授業風景

6. ロボットコンテスト

今や、ロボットコンテストは中学生に対するのピーアールに欠かせない一大イベントとなり各高専がかなりの力の入れようなことは周知のことである。本校でも中学生向けのパンフレット、高専祭、一日体験入学には必ずロボコンの宣伝が欠かせないようである。本校では 1989 の第 2 回大会から出場しているが、ロボット出場枠が各高専 2 台であることより、慣例的に機械工学科 1 台、電気工学科 2 台を設計製作してきた。機械工学科では、毎年担当者 1 名を選出し、メインに行う技官 1 名に協力要請をお願いし、部材加工等の部分的な協力支援を実習工場の全技官をお願いするスタイルをとってきた。しかしながら、過去においては技官が協力支援に対し個人的に好意的であったとしても、組織的に技官が機械工学科に所属していないためにスムーズな協力支援が得られなかった経緯もあった。昨年度からは、ロボコンは全学的な学校行事であるという認識のもとで、全学科の教官が携わることになり、各学科が担当者を推薦後、校長が担当者を任命することになった。そ

のとき、同時に技官も任命される。各ロボット、教官2名と技官が1～2名となっている。表4に機械工学科におけるこれまでの技官の協力支援を示す。

ロボコンの作業は主に放課後や佳境に入れば深夜や休日にもおよぶ。その意味では、技官に対する協力要請はかなりの負荷を強いるものであり、また、個人的なボランティア精神を強制する側面

大会年度	テーマ	ロボット名	戦績	選手	スタッフ
第 1 回 1988	乾電池カースピードレース	不参加	---	---	---
第 2 回 1989	オクトパスフットボール	電気工学科出場	---	---	教官 1 名
第 3 回 1990	ニュートロンスター	ガパチョ2号	---	池田 寛, 梁田信義	教官 1 名 技官 1 名
第 4 回 1991	ホットタワー	有美ちゃん	東北大会 2 回戦敗退	池田 寛, 梁田信義, 有馬央恭	教官 1 名 技官 1 名
第 5 回 1992	ミステリーサークル	モンモス・エスカル・ザウルス	東北大会準優勝, 全国大会 1 回戦敗退	有馬央恭, 安田正樹, 木村 洋	教官 1 名 技官 1 名
第 6 回 1993	ステップダンス	MEGA・BULE	東北大会 2 回戦敗退, 優秀賞	虻川法仁, 和泉 寛ロスリ・ピン・モハマド	教官 1 名 技官 1 名
第 7 回 1994	スペースフライヤー	なげわっぱ	東北大会 1 回戦敗退 アイデア賞, 全国大会ベスト 8, 技術賞	伊藤勝吾近藤正一キエック・イー・シェン	教官 1 名 技官 1 名
第 8 回 1995	ドリームタワー	エンデバー	東北大会準決勝敗退 デザイン賞, 全国大会 2 回戦敗退	伊藤勝吾, 梁田 洋志, キエック・イー・シェン	教官 1 名 技官 1 名
第 9 回 1996	テクノカーウボーイ	飯田街道 1 号	東北大会 1 回戦敗退	阿部勝巳, 細田哲矢 千葉幸作	教官 1 名 技官 1 名
第 10 回 1997	花開蝶来	BACKE(パッケ)	東北大会 2 回戦敗退 審査員特別賞	小玉康広, 中村豪 合田奈央	教官 1 名 技官 1 名
第 11 回 1998	生命上陸	飯田街道 3 号	東北大会 2 回戦敗退 審査員特別賞	合田奈央, 中村俊一 小林修一	教官 1 名 技官 1 名
第 12 回 1999	Jump to The Future	ヒックリガエル	東北大会準決勝敗退 ベスト 4	合田奈央, 中村俊一 橋本克則	教官 1 名 技官 1 名
第 13 回 2000	ミレニアムメッセージ	機楽	東北大会優勝, 全国大会 ベスト 8	斉藤航司, 石木田直俊, 遠間大悟	教官 2 名, 技官 1 名

表 4. ロボコンにおける技官の支援

もあり協力要請する側も簡単な気持ちでは要請できない。教官，技官がそこまでサポートする必要があるのかという学内的な意見もあるが，ロボコンをやるために入学してきた学生や長丁場にわたり時間と労力を費やして製作しているのも，ものづくりの過程が一番重要ではあるが，少しでも完成度の高いものをつくり，ものづくりの楽しさや達成感を学生らに味あわせてやりたいのが親心である。学生のお使い程度のものであれば何も苦労はしないのだが，設計通りに作り完成させるのがエンジニアの使命であり，そのために教官，技官が最大限に学生をサポートすることにより，学生は新しい発見をしチャレンジしながら自分にはない技術などを吸収していくことを願っている。それゆえ，技官の方にも課題が提示され，学生から出たアイデアにも果たして実現可能なものかをいっしょに検討しながら設計製作を進めている。機械工学科チームではこうしたスタイルをとって

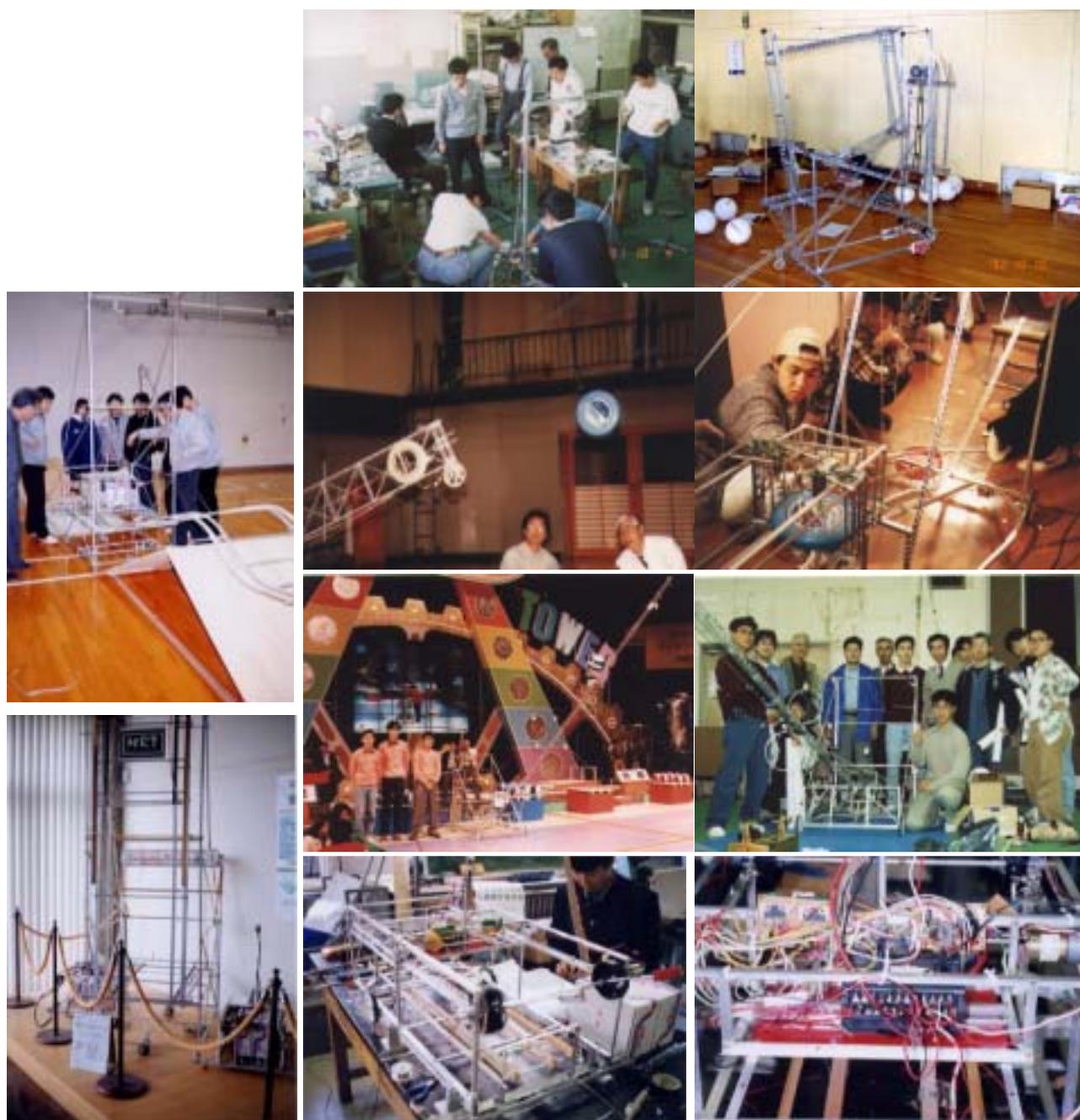


図5. ロボコン製作風景や練習風景

いる以上、技官の協力要請は欠かせないし、かなりの技術援助を受けているのが現状である。図5にこれまでのロボコン製作風景や練習風景の様子を示す。現在の校長による任命制度になっても基本的な取り組み姿勢は変わっていない。むしろ、組織的に任命されることで、学校業務の一環であることにより、趣味的なお手伝いではなく、技官の方も率先してものづくりの学生教育に携われるよい機会であり、学生とのコミュニケーションや信頼関係を高めたり、これにより学生は多くの人間関係や協調性、責任感を学ぶ絶好の機会を経験することでかなりの教育効果が期待できると感じている。

7. おわりに

はじめに述べたように、昨今のものづくりは流れ作業的な部分的な支援援助だけでは満足のゆくものは作れないし、また、将来の担い手である優れた技術者を養成するためには、全体を見渡せる実践的技術者の養成が必要である。ものをつくるとは、創造からはじまり、材料の選択、設計、加工、組み立てる一連の作業であり、各々ノウハウと全体を把握していなければ決して優れた製品は生まれない。高専教育においては、技官が初期段階から参加することにより、設計の初期段階から加工、組み立てを見据えたアドバイスを随時適宜に行うことにより、常に技術ノウハウのフィードバックを行える必要がある。機械工学科ではそのような認識のもとで、平成8年より創造設計を開講し、その後、専攻科特別実験においても技官を配属していただき概ね、学生の好評を得ているし、ものづくり教育を教官、技官との連携で実践してきた。また、ロボットコンテストでも平成2年度から技官の協力要請のもとで、教官と技官が連携して学生に対する技術教育を実践してきた。その他、紹介しなかったが、中学生向け公開講座、ソーラーカーづくり、授業においても、必要で学生教育に欠かせないならばその都度、技官の協力支援を頂いており、学生は理論的な吸収ばかりではなく、実践的なノウハウを吸収し知恵を付けながら成長していると感じている。学際的な能力と実践的な能力を兼ね備えているのが高専生の強みでもあり高専生に対する世の中のニーズであると感じている。ハイテクな世にあっても職人的テクニックは不可欠であり、教官側が伝授できないノウハウを伝授する技官の役割は今後も普遍であると考えられる。ただ、昨今は技術の高度化により領域が複合化されているので、学科の垣根を越えた協力要請も必要となってくるのではないだろうか。

今後の問題としては、技官の定員削減がものづくり教育に影響することを懸念している。昨今のメーカーが抱えている問題でもある技能者の退職により、紙のマニュアルでは伝授できない職人的な技術と同じように、機械工学科においては新卒者の採用だけでは技術的な面の高度技術化教育にはいずれ対応できなくなる事態が予想される。年齢構成の歪さもあるが入れ替わり時の新卒者だけの採用では基本的な工場実習も危惧される場所である。将来を考えるならば技官の研修制度、ある程度ははじめから技術をもった民間の採用といったことも視野に入れていかなければ、高専の魅力でもある知と技を兼ね備えた学生が育てられなくなるのではなかろうか。教える側も今後ますます教官と技官が連携した技術者教育の育成に真剣に取り組んでいく必要があると考えている。

参考文献

1. 木澤 悟,伊藤 惇,杉沢 久雄,システム思考育成のための専攻科特別実験, 高専教育, No.24, pp.37-42, 2001, 3月
2. 木澤 悟, 専攻科特別実験ホームページ <http://web.ipc.akita-nct.ac.jp/~kizawa/senkoka.html>
3. 木澤 悟, ロボコンホームページ <http://web.ipc.akita-nct.ac.jp/~kizawa/robocon.html>