組込マイコン技術科（制御技術科）における習得度測定課題の実証と検討

栃木センター（栃木職業能力開発促進センター）　森口　　肇・塩田　達彦

1. はじめに

近年，栃木県においては，情報サービス業以外の製造業などにおいても情報技術の導入が積極的に進められており，ソフトウェアだけでなく，ハードウェアの知識・技術をあわせ持った情報技術者育成のニーズが高まっている。県内の製造業では，さまざまな機器に組み込まれたマイクロプロセッサ上で動作するソフトウェアを開発する業務を行う企業が数多くあり，自動車，家電，医療機器，製造機器など制御対象が多岐にわたるため，ハードウェアの知識・技術を習得した情報技術者育成の要望が数多く寄せられている。

このような状況を踏まえ，栃木センターでは，平成20年度より組込マイコン技術科（現在制御技術科，期間６ヵ月）を新設し，訓練を実施しているところである。そのなかで，地域産業の実情と仕上がり像から，ハードウェア部分（前半３ヵ月）の習得度測定課題として，温度センサを入力としたH8マイコンによる小型モータ制御システム構築実習を設定し，実施している。

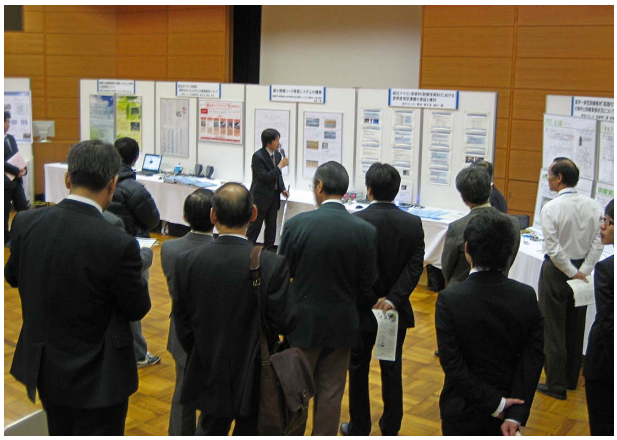

図１　第17回職業能力開発研究発表講演会風景

昨年開催された第17回職業能力開発研究発表講演会（図１参照）において，同テーマで課題設定の過程，訓練生に対する課題実施結果を整理・実証し，あわせて課題実施の必要性と今後の検討を行い，ポスター発表を行った[1]ところであるが，今回，現在の状況，改善した点などを含めて，改めて報告する。

2. 職業能力開発における現状と課題

経済産業省では，国家資格である従来の情報処理技術者試験に，2001年度からエンベデッドシステムスペシャリスト（ES）の試験分野を新設し，延べ4,078名の合格者を輩出し，養成を図っている[2]。

雇用市場においては，経済産業省の2009年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書で，わが国の組込みシステム技術者はソフトウェア技術者だけでも６万９千人不足していると報告されている[3]。

景気後退の影響を受け，昨年より２万人程度減少しているものの，今後も市場の拡大などでさらなる不足が懸念され，人材育成が急務になっている。

経済産業省，厚生労働省，文部科学省より2009年５月に発表された「2009年版ものづくり白書」のものづくりに係る能力開発施策の中で，雇用・能力開発機構（以下「機構」という）が実施している離職

者訓練，在職者訓練，学卒者訓練をはじめとする人材育成の取り組みが大きく扱われ，職業能力開発の分野においても，より一層重要な役割が期待されている[4)]。

機構が設立している職業能力開発施設においては，若年者，一般離職者，在職者に対する訓練コースを設定・実施しているところである。

当科が属する組込分野においては，ものづくり要素が少なく，訓練展開が比較的容易であり，都市部においてはソフトウェア技術者の育成ニーズが高いなどの理由から，ソフトウェアに高く比重が置かれた訓練が実施されている。

現状，職業能力開発施設における当該訓練分野の課題（求人企業ニーズ）として，信頼性の高いものづくりの技能・技術を習得可能な訓練科の設定，ソフトウェア技術だけでなく，センサやデバイスなどのハードウェア技術の知識・技術も習得した技術者育成が必要であることなどがあげられる。

あわせて求人企業からは「訓練効果を測定する方法が明確でない」，あるいは，「課題そのものが設定されていないため，訓練生の習得度を確認することが難しく，採用基準とどのように照らし合わせればいいのか判断しづらい」というご意見もいただいた。

そこで，後述するように栃木センター周辺の地域産業の実情と組込マイコン（制御）技術科の仕上がり像などを踏まえ，ハードウェア部分（前半３ヵ月）の習得度測定課題として，「マイコン制御システム構築実習」を設定・実施することとし，現在も改良を加えながら継続実施している。

3. 組込マイコン（制御）技術科のカリキュラム

栃木センターでは，県内企業の人材育成ニーズを勘案し，前半３ヵ月は，電気・電子回路の設計および同回路を用いた制御ができるという仕上がり像を踏まえたアナログ回路技術，デジタル回路技術，アセンブリ言語によるマイコン制御技術などハードウェア中心のカリキュラム，後半３ヵ月は，組込みマイコン制御システムの製作ができるという仕上がり像を踏まえたC言語を用いたマイコン制御技術，RTOSを用いたリアルタイム処理プログラミング技術などソフトウェ

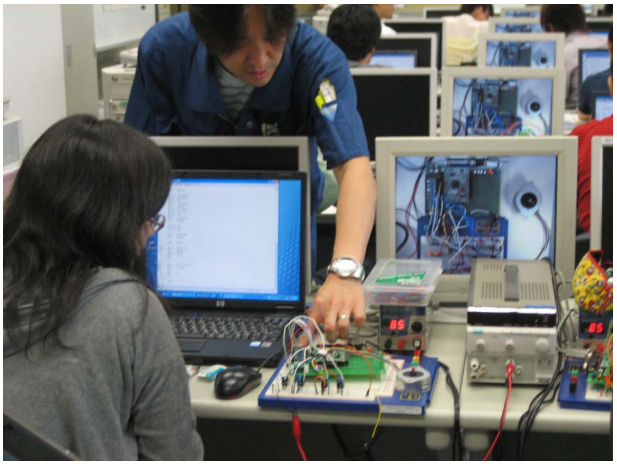

図２　訓練風景（マイコン制御実習）

仕上がり像 №1	電気・電子回路の設計及び同回路を用いた制御ができる。
仕上がり像 №2	組込みマイコン制御システムの製作ができる。

	システム名	訓練到達目標	ユニット名
仕上がり像1	アナログ回路設計技術	各種アナログ素子の特性を理解し、アナログ回路の基礎設計手法及び関連知識を習得する。	電気回路（基本）
			アナログ素子
			アナログ回路設計（トランジスタ回路）
			アナログ回路設計（OPアンプ回路）
			アナログ回路設計（A/D、D/A変換回路）
			回路シミュレーション（アナログ回路）
	ディジタル回路設計技術	PLDを用いたディジタル回路設計を通して、論理回路設計の基本、ハードウェア設計記述言語によるプログラム等に関する技能及び関連知識を習得する。	論理回路設計の基本作業1
			論理回路設計の基本作業2
			PLD基本設計（基本）
			PLD基本設計（回路図入力）
			PLD基本設計（テキスト入力）
			PLD基本設計（回路検証）
	組込み型マイクロコンピュータ制御技術（基本）	組込み型マイクロコンピュータの基本的な活用方法を習得する。	アセンブリ言語（基礎）
			マイコンによる制御（パラレルI/O）
			マイコンによる制御（割込み）
	組込み型マイクロコンピュータ制御技術（周辺機器）	組込み型マイクロコンピュータの周辺機器の活用方法を習得する。	マイコンによる制御（シリアルI/O）
			マイコンによる制御（カウンタ・タイマとA/D・D/A）
			応用課題
仕上がり像2	組込み型マイクロコンピュータ制御技術	多様化する機器組込み型16/32ビットマイクロコンピュータの制御方法と、開発効率の良いプログラミング言語の活用手法について習得する。	基本入出力制御プログラミング
			リアルタイム処理プログラミング1（タスク管理・付属同期機能）
			リアルタイム処理プログラミング2（排他制御）
			リアルタイム処理プログラミング3（タスク間通信機能）
			プログラム組み込み作業
			制御システム基本作業
	C言語による組込み型マイクロコンピュータ制御技術	多様化する機器組込み型16/32ビットマイクロコンピュータのC言語による制御方法と、開発効率の良いプログラミング言語の活用手法について習得する。	C言語（基本）
			C言語（応用）
			C言語（ファイル処理）
			C言語による制御（パラレルI/O）
			C言語による制御（割込み）
			C言語による制御（カウンタ・タイマとA/D・D/A）
	USB通信技術	USBを活用した通信技術の活用方法について習得する。	USB通信の仕様／概要
			USBデバイスドライバを用いたインターフェース設計（標準クラス）
			USBデバイスドライバの作成／検証
	RTOSを用いたリアルタイム処理プログラミング	RTOSを用いたRTOSの各種同期通信機能を利用したリアルタイム処理技術を習得する。	リアルタイム処理プログラミング4（タイムイベントハンドラ）
			リアルタイム処理プログラミング5（割込み管理機能）
			応用課題

図３　制御技術科カリキュラム

ア中心のカリキュラムを設定し，訓練を実施している。

マイコン制御実習の訓練風景を図２に示す。

制御技術科で実施している訓練カリキュラム（平成22年度版）を図３に示す。

4. 習得度測定課題の設定

習得度測定の実施に当たっては，栃木県内産業の実情，企業からの要望，仕上がり像などを踏まえ，前半３ヵ月の集大成であること，各要素をバランスよく盛り込むこと，実際の機器に組み込まれているシステムに近い基本的な技術の習得が確認できることの３つをコンセプトとして掲げ，課題設定を検討した。

その結果，ハードウェア設計技術，マイコン制御技術の要素を含み，訓練で使用した機器で対応可能な，温度センサを入力としたH8マイコンによる小型モータ制御システム構築実習を設定した。

5. マイコン制御システム構築実習概要

マイコン制御システム構築実習のブロック図，写真，使用機器・部品，フローチャートをそれぞれ図４，図５，表１，図６に示す。

この課題は，題意に基づく仕様書作成および回路設計技術，温度センサ回路，DCモータ駆動回路の製作（ブレッドボード上）技術，フローチャートおよびアセンブリ言語を用いたプログラム作成技術に係る習得状況を確認することを目的として設定した。

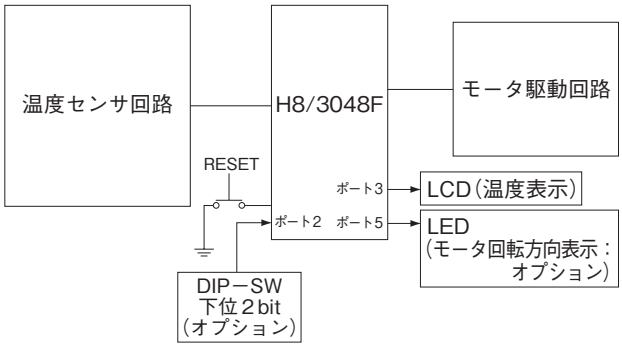

図４　マイコン制御システム構築実習ブロック図

マイコン制御システムは，H8マイコンを用いて，温度センサを入力，LCDおよびモータを出力としたシステムで，訓練で使用してきた機器で構成可能としている。現在の温度をLCDに表示させ，設定温度以上になった場合，モータを回転させるシステムで，オプションとして，DIP-SWによるモータ回転方向制御，パソコンとのシリアル通信機能などが追加できるよう考慮している。

温度センサ回路，モータ駆動回路はブレッドボード上に製作することとし，訓練実施時と同様な環境

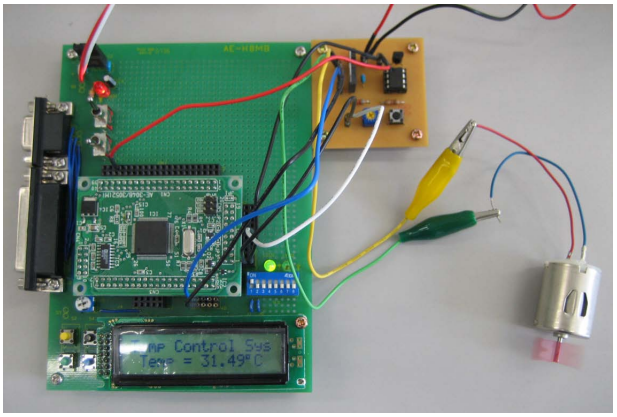

図５　マイコン制御システム

表１　使用機器・部品

機器・部品	規格	数量
H8マイコン	H8/3048F	1
H8マイコン用 マザーボード	AKI-H8	1
温度センサ	LM35DZ	1
OPアンプ	LM358N	1
抵抗（1/4［W］）	100［Ω］	2
	1［kΩ］	1
	82［kΩ］	1
可変抵抗器	10［kΩ］	1
押しボタンスイッチ		1
DCモータドライバ	TA7257P	1
セラミックコンデンサ	0.01［μF］	1
DCモータ	RE-280	1

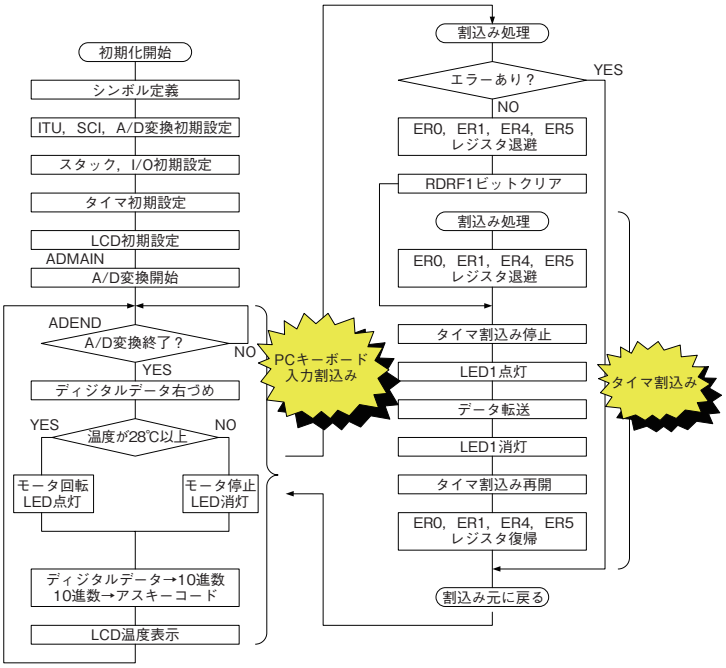

図６　フローチャート

訓 練 課 題 確 認 シ ー ト

科名 ： 制御技術科
仕上がり像1 ： 電気・電子回路の設計及び同回路を用いた制御ができる。
システム名 ： アナログ回路設計技術、ディジタル回路設計技術、組込み型マイクロコンピュータ制御技術（基本・周辺機器）
課題名 ： マイコン制御システム構築実習　　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿

評価項目	細目		採点（OK:○, NG:×）	評価基準（備考）
作業時間	仕様書作成・回路設計時間			標準時間3時間以内
	温度センサ回路・DCモータ駆動回路製作時間			標準時間3時間以内
	プログラム作成時間			標準時間9時間以内
	システム動作確認時間			標準時間3時間以内
仕様	仕様決定			動作可能であるか
温度センサ回路・DCモータ駆動回路設計・製作	回路設計	温度センサ回路		適正でかつ仕様を満たしているか
		DCモータ駆動回路		適正でかつ仕様を満たしているか
	回路製作	温度センサ回路		回路図どおりに配線されているか
		DCモータ駆動回路		回路図どおりに配線されているか
プログラム作成	プログラム作成	フローチャート		適正でかつ仕様を満たしているか
		プログラミング		
動作確認	動作確認	ハードウェア		動作しかつ仕様を満たしているか
		ソフトウェア		動作しかつ仕様を満たしているか
安全衛生	安全作業（不安全行為）			他の作業者の妨げや不安全作業行為の有無
	VDT作業			VDT作業への無配慮の有無
工夫・改善点	＜工夫・改善点・セールスポイント・感想記入欄＞			

訓練課題のねらい
①課題の題意に基づく仕様書作成および回路設計
②温度センサ回路・DCモータ駆動回路の製作
③アセンブリ言語によるプログラム作成
以上に係る習得状況を測定する。

図７　訓練課題確認シート

でシステム構築が可能なように工夫した。また，マザーボードにコネクタを追加することにより，ブレッドボード上でさまざまな電子部品の制御ができるよう改良している。

ハードウェア設計・製作要素として，温度センサ回路，モータ駆動回路を，ソフトウェア設計・作成要素としてフローチャート，アセンブリ言語によるマイコン制御プログラムを盛り込んだ。

仕様書作成から回路設計・製作，フローチャート作成，マイコン制御プログラム作成，動作確認まで３日間（18時間）で実施している。

6. 習得度測定課題の実証

マイコン制御システム構築実習を組込マイコン技術科平成20年度９月生，３月生と制御技術科平成21年度６月生，９月生，12月生，３月生に対して，訓練３ヵ月目終了時に実施した。

課題実施に当たって，図７に示す訓練課題確認シートを作成した。評価項目として，作業時間，仕様決定，回路設計・製作，プログラム作成，動作確認，安全衛生を設定し，評価項目の中でさらに細分化し，15項目を評価することとし，各項目に対し，○（OK），×（NG）を訓練生各自で記入させることとした。当初は，点数化することも検討したが，評価基準の設定が困難であったため，実施段階では見送ることとした。

６回実施した段階における自己評価の結果を表２に示す。

実施結果から，すべての評価項目において，自己評価を○とした割合が80％以上となったが，回路設計・製作の自己評価が比較的高く，プログラム作成時間，システム動作確認時間の自己評価が比較的低い傾向が確認できる。

実際にシステムを構築したなかで，回路設

計・製作よりプログラム作成に時間がかかり，より難しく感じたのではないかと推測される。

また，結果には表れていないが，中には課題をこなすだけでなく，システムをよりよくするため，工夫・改善を積極的に行った訓練生もいた。

訓練生からは，「課題を通して，足りない要素が確認できた」，「ミスしたことにより，経験と技術が重要であることが認識できた」，反面，「プログラム作成に時間がかかり非常に難しかった」，「システム全体の動作確認に時間がかかった」，「時間がなくオプションを追加できなかった」，「もう少し理解を深めてからシステム構築に取り組みたかった」などの感想があった。また，企業からは，「実用レベルまでは今一歩であるが，各要素をバランスよく盛り込んでおり，理解度を確認する課題として妥当である」，反面，「プログラムが長くなりすぎてポイントがつかみにくい」，「もう少しシンプルな課題を設定してもいいのではないか」，「実施結果を訓練生ごとに整理し，習得度確認資料のような形で訓練効果を「見える化」してほしい」などの意見を頂戴した。

表２　マイコンシステム構築実習実施結果

評価細目	○	△×	○割合
仕様書作成・回路設計時間	112	20	84.85%
温度センサ回路・DCモータ駆動回路製作時間	114	18	86.36%
プログラム作成時間	104	28	78.79%
システム動作確認時間	110	20	84.62%
仕様決定	122	9	93.13%
温度センサ回路設計	128	4	96.97%
DCモータ駆動回路設計	128	3	97.71%
温度センサ回路製作	124	10	92.54%
DCモータ駆動回路製作	124	8	93.54%
フローチャート作成	117	14	89.31%
プログラム作成	114	19	85.71%
ハードウェア動作確認	126	5	96.18%
ソフトウェア動作確認	124	7	94.66%
安全作業	128	3	97.71%
VDT作業	126	3	97.67%

以上より，設定した課題は，コンセプトとして掲げた３つの項目はおおむね満たしており，前半３ヵ月の習得度確認課題として妥当であることが確認できた。また，訓練の質を保証するという観点から，今後も改良を重ねながら継続して実施し，訓練にフィードバックしていくことが必要であると考える。

一方，内容をシンプルにし，ポイントをわかりやすくすること，実施時間を短縮すること，職業能力開発総合大学校能力開発研究センター（以下「能力開発研究センター」という）から公開されている訓練課題の様式に合わせることなども検討する必要があると考える。

7. 現在の状況

昨年の第17回職業能力開発研究発表講演会でのポスター発表以降，少しずつではあるが，新たな取り組みを行っているので紹介する。

一点は習得度測定で得られた成果を「見える化」するための取り組みで，平成21年９月生から希望する訓練生に対して，職業訓練技能習得確認資料を作成・配布し，訓練成果物として応募書類に添付するなど就職活動に活用している。

職業訓練技能習得確認資料は，当科で実施している訓練内容と習得度測定の対象となるシステムが求人企業採用担当者に理解していただけるよう，フォーマットを若干変更したシステム編成シート，訓練生が提出した仕様書に課題概要を追加した習得度測定結果（仕様書），訓練生が自己評価したものに指導員の評価とコメントを追加した訓練課題確認シートで構成している。

現在は，試行の段階であるが，平成21年９月生，12月生は半数程度の訓練生が作成を希望し，就職活動に活用している。今後は，すべての訓練生に対して作成・配布していく方向で本格実施を検討している。また，技能・技術だけでなく，知識の習得度も確認できる資料として活用できるよう，後述する学

科課題の結果も内容に盛り込むこともあわせて検討している。

今のところ就職に直接つながったという事例はないが，職業訓練技能習得確認資料が訓練生の再就職に当たり，強力なツールの１つになるよう，改良を重ねていく所存である。

もう一点は，学科課題実施に関する取り組みで，当科の訓練内容と能力開発研究センターが公開している「組込みマイコン開発に関する基礎知識」の設問内容がほぼ一致していることから，この課題を使用して学科に関する習得度測定を実施し，知識面における習得度を確認している。C言語に関する知識を問うものが設問内容の中に含まれているため，実施は実技課題と同時期ではなく，C言語の基本をマスターした訓練４ヵ月目終了時としている。

学科課題についても，当科で実施している訓練内容を踏まえ，マイコン制御システムの開発に最低限必要な知識が盛り込まれるよう，内容を見直していく予定である。

8. 今後の課題とまとめ

今後の課題として，求人企業へのヒアリングを実施し，ニーズを拾い出したうえで，実技課題に関しては，実際のシステムにより近づけ，できる限りシンプルにして実施時間を短縮すること，学科課題に関しては，マイコン制御システム開発において，最低限必要な知識の習得度が確認できるよう，設問を工夫すること，習得度測定で得られた成果の「見える化」をさらに進め，訓練生の就職支援のツールになるよう職業訓練技能習得確認資料の改善を行うことなどがあげられる。

また，現在，習得度測定は３ヵ月ごとに実施しているが，平成21年度より実施している職業訓練教育ガイドラインに基づき，訓練の質を保証するため，例えば，１ヵ月終了ごとに実施するなど，きめ細やかに実施することも検討する必要があると考える。

１ヵ月のシステムごとに習得度測定を実施することにより，ほかの技術要素においても，訓練生の技能・知識の習得度が確認でき，その結果をフィードバックすることにより，効果的で質の高い訓練が実施できるのではないかと考える。

今回の実証を踏まえ，実施した習得度測定課題に求人企業のニーズを採り入れ，「仕事」を意識した内容を検討し，６ヵ月間という短い期間において，より効果的な訓練を実施し，訓練生の就職率アップにつなげていきたい。また，習得度測定実施結果を就職活動のツールとして使用するだけでなく，訓練にフィードバックし，当科の訓練の質をより高めていく必要がある。そのなかで，当該訓練分野における習得度測定課題のスタンダードを構築し，情報提供していきたいと考える。

9. おわりに

組込マイコン（制御）技術科における習得度測定課題の検討から実施，実証，現在の状況と今後の課題を報告した。

本報告に対し，関係各位から忌憚のない御意見，また，御指導，御鞭撻をいただければ幸いである。

＜参考文献＞

1）森口肇・塩田達彦・永井潜弥：「組込マイコン（制御）技術科における習得度測定課題の実証と検討」，第17回職業能力開発研究発表講演会予稿集　pp135-136

2）独立行政法人情報処理推進機構　統計情報

3）2009年度版組込みソフトウェア産業実態調査報告書　経済産業省

4）2009年版ものづくり白書　経済産業省，厚生労働省，文部科学省