

組込み技術教育におけるスキルの可視化と質保証システムの開発

野口 健太郎[†], 杉本和英[†], 山田親稔[†], 與那嶺 尚弘^{††}, 佐藤 淳^{†††}

[†] 沖縄工業高等専門学校, ^{††} 仙台高等専門学校, ^{†††} 鶴岡工業高等専門学校

プロジェクト代表 kosen-skill@sendai-nct.ac.jp

<http://hirose.sendai-nct.ac.jp/renkei-gp/>

概要：近年，高等教育機関において「質保証」や「可視化」の重要性が認識され，種々の議論が行われている．我々は，平成21年度文部科学省の大学教育充実のための戦略的大学連携支援プログラムの「超広域連携に立脚した高専版組込みスキル標準の開発と実践」(K-Skill)を10高専が連携して取組んでいる．これは，組込み技術分野に対して，高専生が卒業時に必要とされるスキル標準を関係する産業界と連携して策定している．そして，策定したスキル標準に対応した通常の授業およびeラーニングの進捗状況を，開発したスキル管理システムにより管理している．また，修得したスキルの理解を測定するために，策定したスキル標準に対応した試験システムも開発しており，これとスキル管理システムの連携により，スキルの修得状況の可視化を実現している．

1 はじめに

近年，組込み機器の利用拡大により，組込み産業界で求められる人材が専門化しており，組込み技術者の人材不足が指摘されている[1]．組込み技術者の人材育成に関しては，独立行政法人情報処理機構(IPA)が組込み技術スキル標準(ETSS: Embedded Technology Skill Standards)を策定[2]し，業界全体におけるスキルの可視化，キャリアの位置付け，教育のあり方などを定めている．

このETSSの考え方を基にして，文部科学省平成21年度大学教育充実のための戦略的大学連携支援プログラム「超広域連携に立脚した高専版組込みスキル標準の開発と実践」のプロジェクトで，図1に示す高専版組込みスキル標準(K-Skill: Kosen-Kumikomi-Skill)の策定[3][4]を行っている．本プロジェクトは各高専が連携し，組込み業界および関係団体と共に高専版組込みスキル標準を策定し，それに従った教材の共同開発およびeラーニングを活用することにより，どこの高専でも同じ教育の質を保証するものである．

現在，国立高等専門学校（以下，高専）は法人化により一つの組織として運営されているが，教育カリキュラムは各高専によって定められて

いる．このため，高専卒業生の有する組込みスキルは，各高専の評価に基づくものであり，標準化されたものにはなっていないのが現状である．すなわち，この組込みスキルの標準化を図ることにより，社会の求めるスキルとの間のギャップをより明確にし，学生のスキルの何が不足しているのかを学校と企業の双方が認識し，そのギャップを埋めることができる．

本稿では，組込みスキルの標準化の策定[3][4]，それを可視化するスキル管理システム[5][6][7]および客観的に評価する達成度評価試験(e-Test)の概要を述べる．

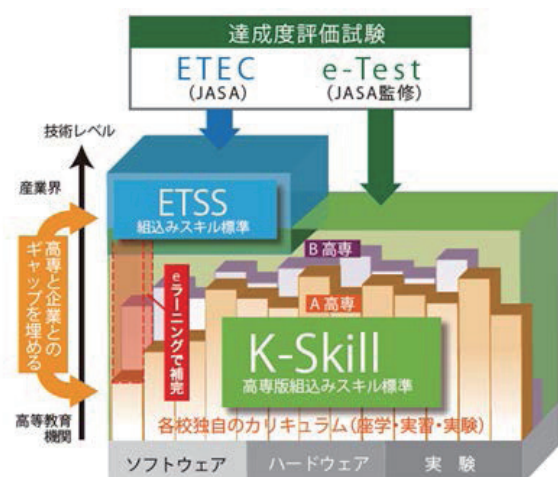


図1 高専版組込みスキル標準の枠組み

2 高専版組込みスキル標準について

2.1 高専独自のスキル標準の策定

ここでは、我々が策定した高専版組込みスキル標準の策定意義について述べる。前述したETSSは組込みソフトウェア開発における人材育成やキャリアパスの指針を示しており、2005年5月に経済産業省により公開され、現在は2008年10月に改定されたETSS2008が最新となっている[1][2]。ETSSは「スキル基準」「キャリア基準」「教育研修基準」の3つの要素からなっており、このスキル基準は、実際の現場における組込みソフトウェア開発に求められるスキルが体系的にまとめられている。

現在、全国にある国立の51高専が1法人となっているが、各高専は独自の教育システムを展開している。現在、各高専における教育システムの保証（JABEEや認証評価等）は個別に行われているが、1法人としての標準化された評価設定には至っていない。高専の教育システムの改善とそれぞれの地域社会への種々の還元を図るため、輩出する学生のスキルを保証する仕組み作りが課題であると考えられる。

そこで我々は、ETSSの要素の1つである「スキル基準」を参考に、高専版組込みスキル標準の策定を行なっている。本取組で「組込み」と限定した理由は、すべての高専に電気・電子系の学科があるため、全国の高専で統一した評価基準の基盤づくりに適していると考えたためである。また、前述したように組込み機器の開発には情報系、電気・電子系、制御系などの幅広い専門知識が必要であるため、情報系や制御系の学科も視野に入れたスキル標準を策定している。

2.2 スキル標準に基づく教育の質保証

図1に示した高専版組込みスキル標準は、ソフトウェアやハードウェアだけでなく、実験に関する要素も含む点が大きな特徴であり、ETSSと異なる点である。同図に示すように、各高専はそれぞれの地域のニーズに合わせた独自のカリキュラムを展開しており、その様子を凹凸により示している。高専版組込みスキル標準を策定することにより、各高専の組込み関連科目のカリキュラムを評価でき、各高専の独自性をよりアピールできると考えている。

高専版組込みスキル標準は、図2に示すスキルシートと呼んでいるものに分野、標準科目および学習項目を階層化してまとめている。スキルシートは「高専生が習得すべき組込み開発に必要とされる学習項目」と位置づけており、このプロジェクトに関わっている高専教員および組込み関連の企業と共に各高専のシラバスや教科書等を参考に策定している。

このスキルシートにおける第1階層は分野とし、組込み関連科目を「基礎」、「情報ソフトウェア」、「情報ハードウェア」、「通信」および「制御」の5つに分類している。次の第2階層は、標準科目とし一般的な名称をつけている。そして第3階層は学習項目としており、学すべき学習項目を示している。策定したスキルシートの学習項目は400弱である。また、この下の階層にその学習項目関連する複数のキーワードが列記（図2では省略）している。

このスキル標準を核にして、図3に示すように学生の教育サイクルおよび質保証の仕組みを構築している。学生は策定したスキルシートに基づき講義やeラーニングでの自学自習を行う。そして、策定したスキルシートに基づく学習の進捗状況を5つの分野を軸にしたレーダーチャートで表示する。このレーダーチャートによる可視化で、現時点での学生のスキルの状況を把握できるため、教員が学生に対して効率的な学習方針を示しやすくなる。これを体系的に管理するものが後述するスキル管理システムである。また、達成度評価試験システム（e-Test）も開発しており、これにより質の保証を行っている。

分野	標準科目	学習項目
情報ハードウェア	論理回路	基数の変換
		論理関数
		ブール代数
		標準形
		論理関数の簡単化
		カルノー図
		クワイン・マクラスキー法
		組み合わせ論理回路
		順序論理回路
		フリップフロップ
		レジスタ
		シフトレジスタ
		エンコーダ/デコーダ
		計数回路
	コンピュータアーキテクチャ	コンピュータのハードウェア構成
	マシン命令形式	
	アドレス修飾	
	固定小数点表現	
	浮動小数点表現	
	2進10進数(BCD)	
	文字コード	

図2 高専版組込みスキル標準のスキルシート
(抜粋)

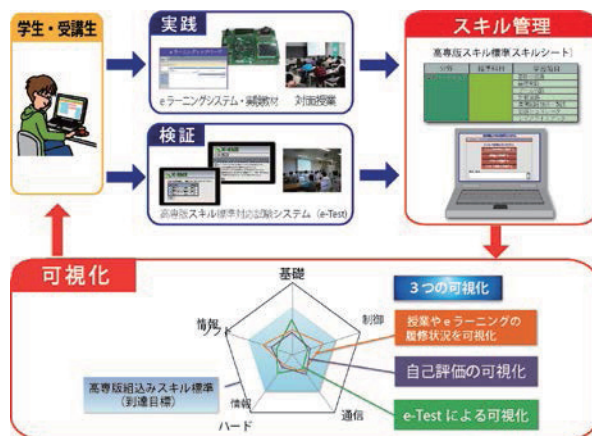


図3 教育サイクルと質保証の仕組み

3 開発したシステム

3.1 スキル管理システム

図3に示したスキル管理システムは、高専版組込みスキル標準によるスキルシートと対面授業およびeラーニングコンテンツの対応付けを行い、それらの進捗状況を管理するものである。図4はそのスキル管理システムのトップ画面を示しており、学生はこの画面メニューからスキルの修得状況の確認、成長度の確認、e-Testの受験の各機能へ飛ぶことができる。このスキル管理システムの特徴を以下に示す。

1. スキルシートに基づく標準カリキュラムに対応したeラーニングコンテンツ情報を保有し、eラーニングシステムの該当コンテンツの受講によってスキルを学習できる。
2. 図5に示すように、対面授業とeラーニングコンテンツ双方の習得可能な学習項目の一覧を保有し、対面授業とeラーニングシステムのコースを用いたシームレスなスキルの学習・習得が可能となる。学生は、不足している学習項目を選択することにより、それに対応したeラーニングコンテンツで自学自習が可能である。
3. 後述するe-Testと連動し、図6に示すように学習の進捗状況、学生による自己評価、e-Testの試験結果を同時に可視化でき、学生自身の成長度を見ることができる。

ここでのeラーニングコンテンツは、補助的な学習手段と考えている。さらに、後述するe-Testシステムと連動することにより、スキルシートに基づく自己評価とe-Test試験結果の比較からギャップが明示化され、再学習を促す効果が期待できる。

一般的なeラーニングシステムはコンテンツの提供、学習履歴を利用者に提供するが、本スキル管理システムは、スキルシートに紐付けられる学習項目により、各学年における習熟度を連続的に可視化でき、より効果的な学習支援情報を提供できる。また、スキルシートを基盤とするため、高専版組込みスキル標準による1法人としての統一された評価が可能となる。

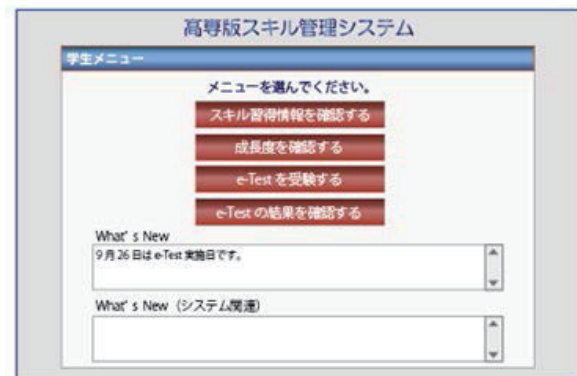


図4 スキル管理システムのトップ画面



図5 スキル修得状況仮面



図6 スキルの修得状況の成長度提示

3.2 e-Testシステム

我々は高専版組込みスキル標準を策定することで高専生に求められる学習項目を明確にし、スキルシートによる達成目標を設定している。図7と図8に示したe-Testは、スキル管理システムと連動し、習得したスキルの保証を行う達成度評価試験である。

e-Test システムの試験問題は第三者機関（JASA:社団法人組込みシステム技術協会, ETSS に対応した試験 ETEC を実施している団体）監修による統一試験であり、対面授業やeラーニングシステムでの学習と異なり、客観的に学生のスキルを評価できると考えている。e-Test システムの特徴を以下に挙げる。

1. スキルシートに紐付いた試験問題であり、スキル管理システムと連動し、レーダーチャートによる習熟度の評価と、未習得の学習項目を把握でき、より効果的な学習につながる。
2. 第三者機関（JASA）による監修であり、試験問題の質を保証できる。
3. e-Test は四肢択一で解答する方式である。試験問題によっては、複数の学習項目の内容を盛り込んでいる場合もあり、習得した複数の学習項目を受験生が適切に組み合わせで解答することになり、通常の試験問題と同様な質の高い試験問題となっている。
4. ネットワークに対応した試験システムであり、印刷や採点、受験地への移動などが不要となり受験のコストを低減できる。

実際にこのe-Testを平成22年度に、仙台高専、鶴岡高専、沖縄高専の本科3年生から専攻科2年生の学生を対象に実施している。その結果、学年や学校毎に若干の差が見られ、企業が求める組込みスキルとのギャップが明確になっている。

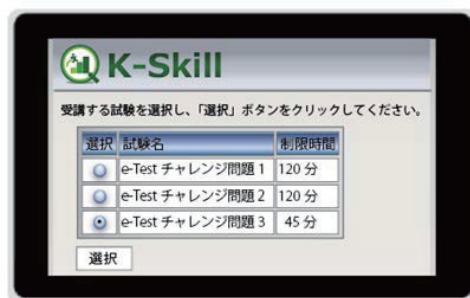


図7 e-Test トップ画面

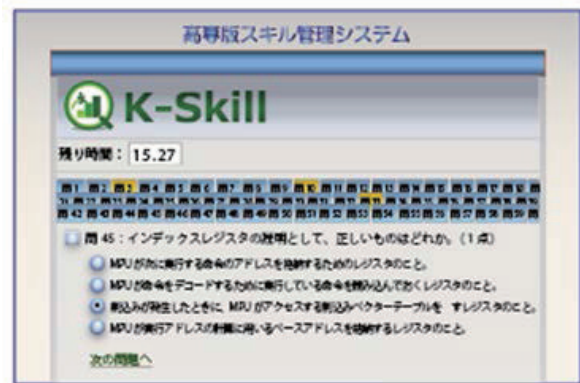


図8 e-Test 試験画面

3.3 シラバス特徴抽出システム

上述してきたスキル管理システムを実際に運用する場合には、各高専のカリキュラムの中で前述した高専版組込みスキル標準が含まれているかを確認する必要がある。具体的には、図9で示すように、シラバスデータや授業の電子媒体資料を活用し、これから単語・用語を抽出する。抽出された単語を高専版組込みスキル標準のスキルシートとマッチングすることにより、開講されているかいないかを判定し、そのままスキル管理システムに連携できるシステムである。この単語抽出は、プレーンテキスト、ワード、エクセル、パワーポイント、PDF から抽出可能である。

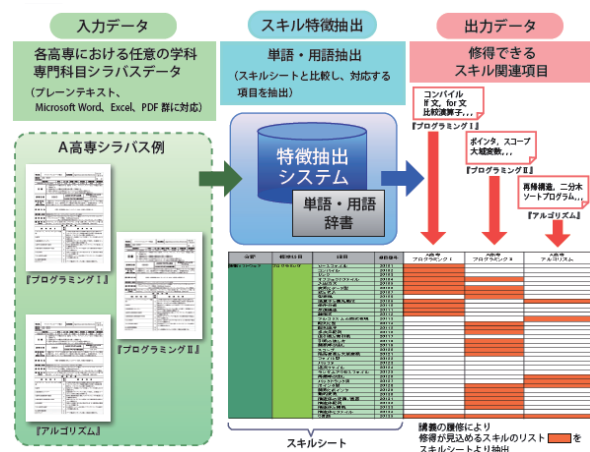


図9 シラバス特徴抽出システム

4 期待する効果

ここでは、我々のプロジェクトにより期待できる効果について述べる。高専版組込みスキル標準の策定により、まず、図10に示すように学生の成長度が可視化することができる。これに

より、学生は通常の授業だけでなく自学自習で何が不足しているかを把握することができる。

そして、スキル標準は講義資料や試験問題を作成する指標となるため、講義内容改善のFDにつながると考えている。前述したように、高専では1法人としての評価基準が定まっておらず、スキルを客観的に保証できていない。そこで高専版組込みスキル標準を導入することにより、評価基準が明確となり、1法人としての質の保証が達成できると考えている。

最後に、図11のようにスキル標準を活用することにより、協定を結んだ高専や大学間での単位互換や、大学編入学時のシームレスなカリキュラムも可能となる。あるいは、学生と企業とのマッチングに活用し、ミスマッチによる早期離職等の低減につながると考える。

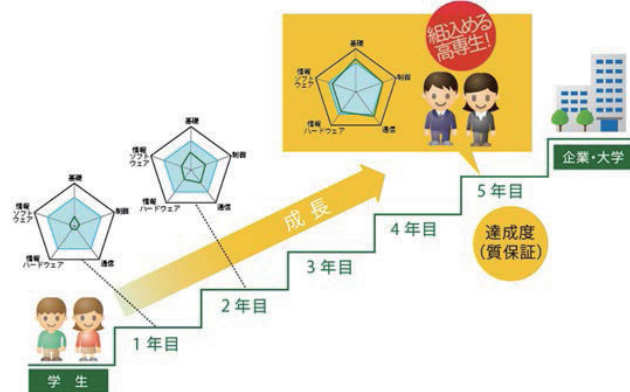


図10 期待する学生の成長像



図11 本プロジェクトの連携図

5 まとめ

本稿では、平成21年度から実施している「超広域連携に立脚した高専版組込みスキル標準の開発と実践」のプロジェクトで策定したい高専版組込みスキル標準のスキルシートおよび運用に際し開発したシステム群の紹介をした。

今後、このシステム群を活用し、高専版組込みスキル標準に沿った人材育成の実施とその効果を検証する。

参考文献

- [1] 「2008 年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書」，経済産業省
- [2] 独立行政法人情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター，“組込みスキル標準 ETSS 概説書”，翔泳社，2009.11
- [3] 仲程，山田，野口，杉本，水野，與那嶺，“高専カリキュラムへの高専版組込みスキル標準へのマッピング”，電子情報通信学会総合大会，D-10-4，pp.127，2010.3
- [4] 野口，杉本，山田，與那嶺，佐藤，水野，“高専版組込みスキル標準の構築”，電子情報通信学会総合大会，D-15-9，PP.141，2011.3
- [5] 野口，杉本，山田，與那嶺，佐藤，水野，“組込み技術者育成のためのスキルの可視化の取組み，”平成22年度情報教育研究集会，PT-19，pp.496-499，2010.12
- [6] 野口，杉本，山田，與那嶺，佐藤，“高専版組込みスキル標準に基づく学生のスキル可視化システム，”平成23年度独立行政法人全国高専教育フォーラム，G-34，pp.67-68，2011.8
- [7] K. Sugimoto, K. Noguchi, C. Yamada and T. Yonamine “Development and Practice of National Colleges of Technology Version Embedded Technology Skill Standards,” 41th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference (FIE2011), T4C, 2011.10