

高度ソフトウェア専門技術者育成のための カリキュラム開発方法論の提案と評価

古畑 慶次^{†1†3} 上杉 卓司^{†1} 足立 久美^{†2} 青山 幹雄^{†3}

企業において高度ソフトウェア専門技術者は経営戦略課題達成の戦力として必要不可欠である。しかし、育成の研修カリキュラムは担当者の知識や経験に依存し、人材育成のゴールを達成できるか保証できない。本稿では、ゴール指向を適用した高度ソフトウェア専門技術者育成のためのカリキュラム開発方法論を提案する。高度ソフトウェア専門技術者の人材像をゴール指向に基づいて定義する。そのゴールを技術、実践、哲学の3つのサブゴールに展開し、それらを達成するカリキュラムを体系的に開発するプロセスを提案する。提案方法論を企業の高度ソフトウェア専門技術者研修のカリキュラム開発に適用し、その研修結果から提案方法論の有効性を示す。

Curriculum Development Methodology for Software Professionals and Its Evaluation

KEIJI KOBATA^{†1†3} TAKUJI UESUGI^{†1}
HISAYOSHI ADACHI^{†2} MIKIO AOYAMA^{†3}

Software professionals at company are indispensable for achievement of business goals. However, the curriculum designed for the program might be characterized as ad hoc and the contribution to the software professional development could not be evaluated properly. In this article, we propose a curriculum development methodology for software professionals based on goal-oriented analysis. We identify an educational goal of software professionals according to goal-oriented analysis. The goal is expanded into three sub-goals of engineering, practice and philosophy. We propose the process of curriculum development to achieve the three sub-goals systematically. We demonstrate the effectiveness of the development methodology by applying the methodology to the curriculum development of a training program for software professionals at company.

1. はじめに

企業における次世代の技術開発リーダーの育成は重要な経営課題であり、特に大規模システム開発を成功に導くには、高度ソフトウェア専門技術者は必要不可欠である。このため、企業では、ソフトウェア工学を習得し、現場の問題を解決できる高度ソフトウェア専門技術者の育成は急務となっている[15].

しかし、企業における高度ソフトウェア専門技術者の育成は、研修担当者の知識や経験に依存したカリキュラムで研修を実施し、研修の評価は、研修生の理解度や満足度で評価しているのが一般的である。このため、カリキュラムは担当者の主観に頼る傾向が強く、企業が必要とする人材を育成できているか評価する枠組みも確立されていない。

本稿では、企業が必要とする高度ソフトウェア専門技術者の人材像を定義し、ゴール指向分析に基づいて、そのサブゴールを技術、実践、哲学に関する定性的な目標である育成ゴールと、育成ゴールの達成度を定量的に評価可能なカリキュラムゴールに展開する方法を提案する。その結果から高度ソフトウェア専門技術者に必要な知識、スキル、教授法を導出することにより、人材育成ゴールを達成する

カリキュラムを体系的に開発する方法論を提案する。提案する方法論を、企業における高度ソフトウェア専門技術者育成研修に適用し、提案方法論の有効性と効果を示す。

2. 関連研究

2.1 高度ソフトウェア専門技術者の育成

産業界において、人材育成の必要性、重要性は広く認識されている[15]。高度ソフトウェア専門技術者の育成として、企業でのアーキテクト資格制度の実践事例がある[12]。また、筆者らは、企業が求める高度ソフトウェア専門技術者を育成する研修を実施している[8].

2.2 研修のカリキュラム設計

一般に、人材育成における研修のカリキュラム設計は、教育目標を明確にし、その目標を達成するカリキュラムを編成する方法が知られている[10,11,13]。また、カリキュラム設計指針の提案もある[3]。さらに、カリキュラム評価方法については、理論的枠組みが示されている[7].

企業における研修のカリキュラム設計では、実務者の知識体系である SWEBOK[2]や IT スキル標準の研修ロードマップ[6]が利用できる。また、研修成果を上げるための実践的なカリキュラムが提案されている[4,5,14]。しかし、企業個別の要求に対応するためには、育成すべき人材に必要な知識、スキルを抽出し、育成目標を達成するカリキュラムを設計しなければならない。求める人材像に応じてカリキュラムを開発できる開発方法論が必要である。

^{†1} (株)デンソー技研センター
DENSO E & TS TRAINING CENTER CORPORATION
^{†2} (株)デンソー
DENSO CORPORATION
^{†3} 南山大学
Nanzan University

3. 人材育成ゴールモデル

本稿で提案するカリキュラム開発方法論の中核技術として、ゴール指向に基づくカリキュラム設計方法を提案する。本方法により、ゴール指向分析をカリキュラム分析に適用することで、目標とする人材像を育成ゴールとして定義し、そのゴールからカリキュラムを設計する。

提案する人材育成ゴールモデルは、これまでの研究成果[8]から得られた P2E(Practice, Philosophy, Engineering)コンセプトに基づいている。本ゴールモデルは、要求工学における Lamsweerde [9]のゴール指向に基づいて、高度ソフトウェア専門技術者の育成ゴール、カリキュラムゴールをソフトゴール、ハードゴールとして定義し、そして、それらを達成するタスクとして知識、スキル、教授法を導出する。

図 1 に高度ソフトウェア専門技術者のゴールモデルを示す。ゴールモデルは、人材像、育成ゴール、カリキュラムゴールと、知識、スキル、教授法の 4 階層から成る。

(1) 人材像

人材像は企業の人材戦略に基づいて高度ソフトウェア専門技術者のあるべき姿を定義する。人材像は戦略ゴールでありソフトゴールである。

(2) 育成ゴール

育成ゴールは人材像を育成の観点から詳細化したサブゴールである。育成ゴールはソフトゴールである。本稿では、P2E コンセプトに基づいて育成ゴールを、技術、実践、哲学の 3 つのサブゴールとして定義した[8]。

- a) 技術ゴール: 高度ソフトウェア専門技術者が持つべき高度な専門技術の能力。
- b) 実践ゴール: 高度な専門技術を適用して開発課題を解決できる能力。
- c) 哲学ゴール: 高度ソフトウェア専門技術者として持つべきソフトウェア開発に対する技術者倫理、リーダーシップを発揮できる能力。

(3) カリキュラムゴール

カリキュラムゴールは、上記の 3 つの育成ゴールを達成するためにカリキュラムが満たすべき必要かつ十分なゴールである。カリキュラムゴールはハードゴールである。

(4) 知識、スキル、教授法

カリキュラムゴール達成するために研修生が習得すべき知識、スキルをタスクとして導出する。さらに、導出した知識、スキルを効率的かつ効果的に習得するタスクを教

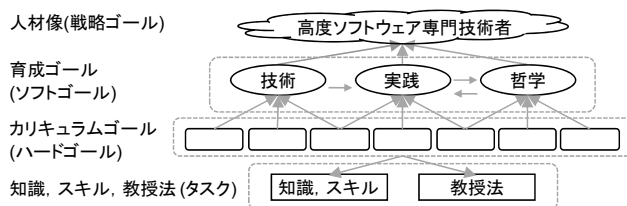


図 1 人材育成ゴールモデル

Fig. 1 Goal Model of Software Professional Engineers

授法として導出する。教授法として講義、演習、ディスカッション等を定義した。

以上の人材育成ゴールモデルにより導出した知識、スキル、教授法に基づいて設計した研修カリキュラムは、カリキュラムゴール、育成ゴールを満足し、目標とする高度ソフトウェア専門技術者人材の育成を可能とする。

4. カリキュラム開発方法論の提案

提案するカリキュラム開発方法論を、企業における高度ソフトウェア専門技術者育成のカリキュラム開発に適用した。この適用例を用いて提案するカリキュラム開発方法論を説明する。

4.1 カリキュラム開発方法論のフレームワーク

提案するカリキュラム開発方法論は、前章で説明したカリキュラム設計方法で設計したカリキュラムを評価し、目標とする人材像を満たすカリキュラムを開発する方法論である。提案する開発方法論は、次のプロセス、プロダクト、評価方法の 3 つの要素から成り立つ。

4.2 カリキュラム開発プロセス

カリキュラム開発プロセスを図 2 に示す。企業における高度ソフトウェア専門技術者育成のカリキュラム開発では、企業内の次に示す部署がステークホルダーとなる。各部署の役割は以下の通りである。

- (1) 開発戦略企画部署: 企業内のソフトウェア開発の統括部署である。会社方針、製品戦略に基づいて、ソフトウェア開発戦略、技術ロードマップを策定する。
- (2) 研修企画部署: 高度ソフトウェア専門技術者育成のための研修カリキュラムを開発する部署である。
- (3) 研修運営部署: 研修カリキュラムに従って研修を実施する部署である。
- (4) 研修対象部署: 研修生の所属部署である。

カリキュラム開発プロセスの詳細を、以下に示す 3 つのプロセスに分けて説明する。

(1) 人材像の作成

人材像は、研修企画部署が、開発戦略企画部署が策定するソフトウェア開発戦略、技術ロードマップ、及び現場ニーズに基づいて作成する。現場ニーズは、研修生の募集対象となる開発現場からヒアリングにより収集する。作成した人材像は、開発戦略企画部署がレビューし、会社方針、開発戦略に対する妥当性を確認する。

(2) カリキュラムの作成

研修カリキュラムは、研修企画部署が作成する。まず、人材像から人材育成ゴールモデルを作成し、育成ゴール、カリキュラムゴールを定義する。次に、カリキュラムゴールからカリキュラムで習得する知識、スキル、教授法を導出する。導出した知識、スキル、教授法からカリキュラムを設計する。設計したカリキュラムは、開発戦略企画部署が人材育成のゴールを達成しているかレビューする。

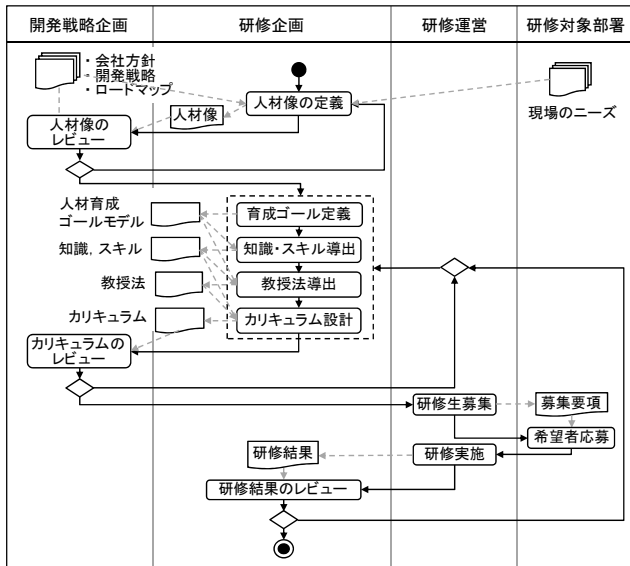


図 2 カリキュラム開発プロセス
 Fig. 2 Curriculum Development Process

(3) 研修の実施

研修の実施は研修運営部署が担当する。設計したカリキュラムに基づいて、研修対象部署へ募集要項を発行して研修生を募集し研修を実施する。

研修企画部署は研修結果をレビューし、研修生が育成ゴールを達成できているか確認する。カリキュラム改善の必要がある場合は、次回のカリキュラム設計に反映する。

4.3 人材育成ゴールモデル

図 3 に高度ソフトウェア専門技術者の人材育成ゴールモデルを示す。人材像は、ソフトウェア開発を牽引できる技術者とし、P2E(Practice, Philosophy, Engineering)コンセプト[8]に基づいて、技術、実践、哲学の3つの育成ゴールに展開する。育成ゴールは定性的な育成目標である。カリキュラムゴールは育成ゴールから展開する。カリキュラムゴールはカリキュラムが達成すべき定量的評価が可能なゴールである。図 3 では、カリキュラムゴールより知識、スキルを導出している。

(1) 技術の人材育成ゴール

技術の育成ゴールは、ソフトウェア工学が開発に適用で

きている状態とする。技術のカリキュラムゴールは、開発に必要なソフトウェア技術を対象とし、Bloom の認知的領域の分類体系[1]を適用して設定する。

(2) 実践の人材育成ゴール

実践の育成ゴールは、ソフトウェア工学の適用により開発課題の解決ができている状態とする。実践のカリキュラムゴールは、問題解決のプロセスである問題把握、原因分析、課題設定、課題解決を達成目標に設定する。

(3) 哲学の人材育成ゴール

哲学のゴールは、課題解決に必要なリーダーシップが発揮できている状態とする。カリキュラムゴールは、Kotter のリーダーシップ論[5]に基づいて、ビジョン・戦略の策定、メンバーの説得、目標へのメンバーの先導を設定する。

4.4 知識、スキルの導出

高度ソフトウェア専門技術者に必要な知識、スキルを導出した人材育成ゴールモデルを図 3 に示す。技術、実践、哲学の育成ゴール達成に必要な知識、スキルを以下に示す。

(1) 技術の知識、スキル

技術の育成ゴール達成にはソフトウェア工学の知識は必要不可欠である。また、ソフトウェア開発技術を現場へ適用するには、目標と現実とのギャップを分析し、技術の適用可能性を判断して問題を解決するスキルが必要である。

(2) 実践の知識、スキル

実践の育成ゴール達成には、技術の育成ゴール達成に必要な知識、スキルに加え、問題解決に必要な抽象化能力、論理構成力、問題解決力が必要である。

(3) 哲学の知識、スキル

哲学の育成ゴール達成には、リーダーシップを発揮するために最低限必要な知識とスキルを設定する。プロジェクトにおける課題解決を想定し、必要なスキルを、目標設定力、マネジメント力、提案力、説得力、コミュニケーション力とし、マネジメントの知識を必要な知識とする。

4.5 教授法の導出

4.4 節で導出した知識、スキルを習得できる教授法を人材育成ゴールモデルより導出し、育成ゴールを達成する教授法を設計する。

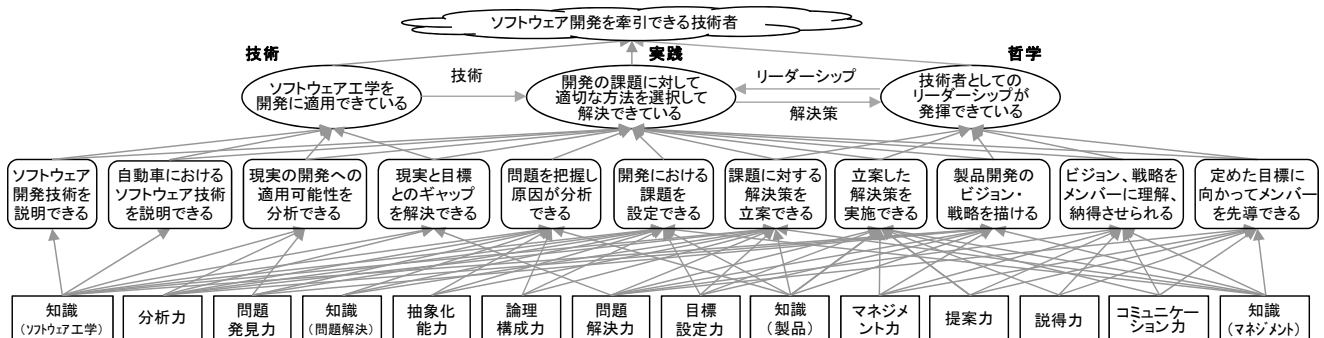


図 3 人材育成ゴールモデルによる知識・スキルの導出

Fig. 3 Derivation of Knowledge and Skills from Goal Model of Software Professional Engineers

表1 評価指標
 Table 1 Grading Criteria

育成ゴール	レベル	レベルの達成目標
技術 (Engineering)	1	SW技術 ^(*) の意味を知っている
	2	SW技術 ^(*) の内容を理解している
	3	SW技術 ^(*) の内容を他者に説明できる、利用できる
	4	SW技術 ^(*) の現実の開発への適用可能性を分析できる
	5	SW技術 ^(*) を使って目標と現実とのギャップを解決できる
実践 (Practice)	1	提案した解決策が個人の問題を解決する
	2	提案した解決策がチームの問題を解決する
	3	提案した解決策が自部署で有効である
	4	提案した解決策が社内の他の部署に貢献できる
	5	提案した解決策が社外に貢献(発表)できる
哲学 (Philosophy)	1	合意形成の方法を理解している
	2	自分の部下に対して合意形成を図ることができる
	3	自分と同じレベルの技術者間で合意形成を図ることができる
	4	複数のチーム間で合意形成を図ることができる
	5	顧客や業界関係者と合意形成を図ることができる

(注) SW技術^(*) : 開発に必要なソフトウェア開発技術

(1) 技術の教授法

効果的な教授法とされる反転授業の考え方に基づいて、研修と自宅学習を組み合わせた新たな教授法を開発した。

高度ソフトウェア専門技術者には、課題解決やリーダーシップにおいて常に自発性、能動性が求められる。開発した教授法は、事前に学習内容をテキストで予習し、研修は技術を現場に適用するための演習を中心とした。さらに、研修後に学習した内容の開発への適用についてまとめることで、研修生の自発性、能動性を発揮できるよう設計した。

(2) 実践の教授法

研修生が自職場の課題解決へ取り組み、それを支援する教授法を採用した。講義や演習では課題解決の限られた範囲しか扱えず、研修生の職場に適用できるとは限らない。研修生が課題解決を研修と職場で進め、最後にその成果を論文としてまとめ、発表する実践的な進め方とした。

(3) 哲学の教授法

社内外で活躍する技術者、指導者の講話を聞き、ディスカッション、事後学習を通してリーダーシップについて考え、議論し、自分の考えをまとめる教授法とした。

4.6 カリキュラムの評価

育成ゴールである技術、実践、哲学に対する評価指標に基づいてカリキュラム評価、研修生の育成評価を実施する。

(1) 評価指標

- カリキュラムの評価指標を表1に示す。
- a) 技術: ソフトウェア工学の習得度を Bloom の認知的領域の分類体系[1]を適用して評価する。
 - b) 実践: 課題解決の達成度で評価する。達成度は論文で提案する課題解決策の有効性で判断する。
 - c) 哲学: リーダーシップ力の達成度で評価する。達成度は合意形成のできる範囲で判断する。

表2 ソフトウェア工学の研修科目
 Table 2 Subjects of Software Engineering

科目	研修名
要求工学	要求工学知識体系に基づく要求工学
アーキテクチャ	システム/ソフトウェアアーキテクチャ
プロダクトライン	SPL 一事業、技術、プロセスの視点から
検証技術	ソフトウェアの価値と品質保証戦略
欠陥工学	欠陥エンジニアリングと品質活動の重要性
メトリクス	ソフトウェアメトリクスの活用と現場への適用
プロセス設計	プロジェクトのメカニズムとプロセス設計
TPSとリーン開発	組み込み技術者のためのトヨタ生産方式
安全設計	車載製品に求められる安全設計の考え方

表3 課題解決の研修科目
 Table 3 Subjects of Problem Solving

科目	研修名
技術文書	技術文書の読み方、書き方
論文の基礎	論文の読み方、書き方
統計的手法	ソフトウェア・メトリクスと統計手法
モデリング	ソフトウェア工学とモデリング
課題解決技術	課題解決に向けたアプローチとツール
論文作成	論文作成支援(相談/レビュー)

表4 リーダーシップの研修科目
 Table 4 Subjects of Leadership

科目	研修名
リーダーシップ	技術開発リーダーの心得
プロジェクトマネジメント	ソフトウェアプロジェクトマネジメントと現場力
ITマネジメント	業務システム開発から学ぶPM力
技術戦略と経営	ビジネスモデルと競争原理/ネット資本論
技監講話(役員講話)	プロセス改革と開発戦略
日本の組込み開発	ソフトウェア品質と日本的品質管理
世界の組込み開発	世界で活躍できる技術者になるには
コミュニケーション	ライトニングトーク

(2) 評価対象

カリキュラムの評価対象は設計したカリキュラムに対する評価と研修生の育成に対する評価の2つがある。

- a) カリキュラム評価: カリキュラムの内容が達成できる能力を評価指標(表1)に従って評価する。
- b) 育成評価: 研修を受講した研修生の能力を評価指標(表1)に従って評価する。

5. 実際の研修への適用

5.1 適用した研修

提案方法論の有用性を確認するため、筆者の所属する企業で実施している高度ソフトウェア専門技術者研修のカリキュラム開発に提案方法論を適用した。この研修は2004年にカリキュラムを開発して研修をスタートし、2013年までの10年間で計9回の研修を実施している。研修カリキュラムは内容によって次の3期に分けることができる。

- (1) 第1期カリキュラム: 開講した当初のカリキュラムである。第1回~4回の研修で実施した。
- (2) 第2期カリキュラム: 第1期のカリキュラムを改善したカリキュラムである。第5回~7回の研修で実施した。
- (3) 第3期カリキュラム: 第2期のカリキュラムを改善したカリキュラムである。提案方法論を適用し、第8、9回の研修で実施した。

本稿で提案するカリキュラム開発方法論を適用した第9回(2013年)の研修カリキュラムの研修科目と研修スケジュールを次節より説明する。

5.2 研修科目

研修科目は、育成ゴールである技術、実践、哲学について作成した。

(1) 技術: ソフトウェア工学

ソフトウェア工学の研修科目を表2に示す。筆者らの企業では、経営戦略上最も重要な製品は車載システムである。車載システムは高い品質、安全性が求められる。さらに、近年、システムは大規模化し、短納期での開発が求められている。こうした車載システム開発に必要なソフトウェア開発技術を研修科目とした。

(2) 実践: 課題解決

課題解決の研修科目を表3に示す。課題解決では、自職場の課題抽出、課題に対する解決策の検討を行い、その結果を論文としてまとめる論文作成を中心に進める。論文作成以外の科目は、論文作成を進める上で必要な技術文書、

論文の書き方, 現状分析, 問題解決に必要なツール, 統計的手法, モデリングについての研修科目とした。

(3) 哲学: リーダーシップ

リーダーシップの研修科目を表 4 に示す。リーダーシップの発揮には経営視点の判断が必要である。開発対象としているシステムは大規模化し, 世界各国での開発が進み, 世界的視点に立ったリーダーシップが求められている。そこで, 経営, 大規模システム, 国際化を考慮した研修科目とした。さらに, コミュニケーション能力向上を目的に実践的なライトニングトークを導入した。

5.3 研修スケジュール

研修スケジュールは実践の育成ゴールを達成する論文作成を中心に作成した。研修の時間割を表 5 に示す。研修の全工程を 25 日コースとして実施した。

6. 評価

6.1 評価方法

提案する方法論の妥当性を確認するために, 開発したカリキュラムに対しカリキュラムと育成の評価を実施した。

6.2 カリキュラム評価

提案方法論をカリキュラム開発に適用することにより, 目標とする人材像を明確にでき, カリキュラムの評価が可能となる。提案方法論を適用した研修カリキュラムを評価した結果を以下に示す。

カリキュラム評価は, 次の 3 つの研修カリキュラムに対して実施した。評価対象は, 各期の最終年度に実施した最も完成度の高いカリキュラムである。

(1) 第 1 期カリキュラム評価

第 4 回(2007 年)の研修カリキュラムを対象とする。

(2) 第 2 期カリキュラム評価

第 7 回(2011 年)の研修カリキュラムを対象とする。

(3) 第 3 期カリキュラム評価

表 5 研修の時間割

Table 5 Time Table of Education Program

日程	内容	
	AM	PM
第 1 回	開講式	ポジションペーパー発表
第 2 回	技術(アーキテクチャ(1))	
第 3 回	技術(アーキテクチャ(2))	
第 4 回	実践(論文作成)	哲学(技監講話)
第 5 回	実践(モデリング)	
第 6 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 哲学(日本の組込み開発)
第 7 回	実践(モデリング) 実践(技術文書)	
第 8 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(プロダクトライン)
第 9 回	哲学(技術戦略と経営)	実践(技術文書)
第 10 回	技術(プロセス設計)	
第 11 回	実践(分析技術)	
第 12 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(TPSとリーン開発)
第 13 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(欠陥工学)
第 14 回	実践(論文) 哲学(プロジェクトマネジメント)	
第 15 回	技術(要求工学)	
第 16 回	実践(論文) 実践(論文作成)	
第 17 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 哲学(リーダーシップ)
第 18 回	実践(課題解決技術)	
第 19 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(マトリクス)
第 20 回	実践(課題解決技術) 実践(論文作成)	
第 21 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(安全設計)
第 22 回	実践(論文作成)	
第 23 回	哲学(世界の組込み開発)	哲学(ITマネジメント)
第 24 回	哲学(LT)	実践(論文作成) 技術(検証技術)
第 25 回	課題発表会	閉講式

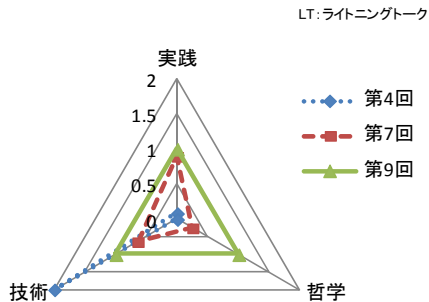


図 4 開発したカリキュラムの評価
 Fig. 4 Evaluation of Curriculum Developed

第 9 回(2013 年)の研修カリキュラムを対象とする。

カリキュラム評価は, 育成ゴールである技術, 実践, 哲学を対象とする。0.5 日の研修を 1 ラーニングユニット(LU)とし LU 数で評価する。育成ゴールの評価(E_C)を式(1)に示す。技術, 実践, 哲学ごとに評価対象カリキュラムの LU 数の和と, 最新(第 9 回)の研修カリキュラムの育成ゴールの LU 数の和との比として評価する。

$$E_C = \frac{\sum \text{対象とする育成ゴールの LU}}{\sum \text{第 9 回研修の育成ゴールの LU}} \quad (1)$$

評価結果を図 4 に示す。目標とする高度ソフトウェア専門技術者の育成ゴールを 3 軸で示している。第 1 期のカリキュラムでは, 技術の育成ゴールしか考慮されていなかったが, 第 2 期では, 実践の育成ゴールの内容が追加され, 第 3 期では, 哲学の育成ゴールまで検討されたカリキュラムになっている。

カリキュラムは, カリキュラムゴールに基づいて設計されている。カリキュラムゴールは, 目標とする人材像から展開した育成ゴールを達成する必要かつ十分なゴールである。従って, カリキュラムを評価することにより, 目標とする人材像への到達度も判断できる。図 4 より, 研修カリキュラムは, 目標とする人材育成ゴールを達成するよう改善されていることがわかる。

次に, 図 4 で評価したカリキュラムを実施した研修において, 研修生の作成した論文(発表資料)の有効性(E_P)を式(2)で評価した。

$$E_P = \frac{\sum \text{論文(発表資料)の評価}}{\text{研修生の人数}} \quad (2)$$

各研修の研修生の人数を表 6, 評価結果を図 5 に示す。

表 6 研修生の人数

Table 6 Numbers of Trainees

研修人数	第 4 回	第 7 回	第 9 回
	23 人	9 人	14 人

図 5 より, カリキュラム評価が高い研修は, 研修の実施結果である研修生の論文(発表資料)の有効性も高いことが分かる。

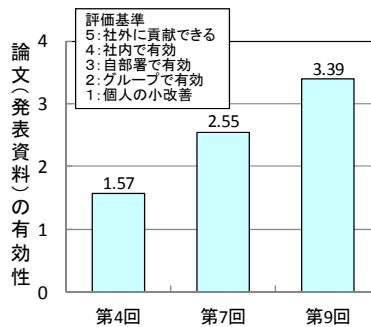


図 5 研修生の評価
 Fig. 5 Evaluation of Performance

の目標とする人材像への到達度を評価可能にした点にある。提案方法論を用いれば、人材育成ゴールを達成する育成効果の高いカリキュラム開発が可能である。

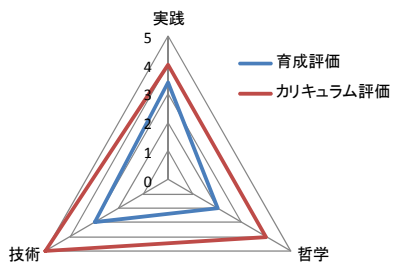


図 6 育成ゴールに対する研修の達成度評価

Fig. 6 Evaluation of Performance to the Cultivation Goals

6.3 育成評価

提案方法論を第 9 回の研修カリキュラムの開発に適用して研修を実施し、研修生の育成評価を実施した。

育成評価は、評価指標(表 1)に従って、各育成ゴールに対応する研修生の成果を評価する。評価に使用した成果物、成果は以下の通りである。

- (1) 技術: 研修後のレポート
- (2) 実践: 課題解決論文
- (3) 哲学: 研修後レポート, ライトニングトーク

評価結果を図 6 に示す。評価結果には、カリキュラム評価の結果も示した。カリキュラム評価は、育成ゴールに対応するカリキュラムの内容が、評価指標(表 1)に対してどのレベルまで達成できるかを評価する。

図 6 より、育成評価結果はどの育成ゴールに対してもカリキュラム評価結果まで到達していない。これは、研修の実施においてカリキュラム以外に問題があったと考えられる。

提案方法論を適用することにより、同じ評価指標を使い、カリキュラム評価と研修の育成評価を対応させて評価できる。カリキュラム評価と育成評価の差は、カリキュラム設計以降の問題として捉えることができ、研修改善を進めることが可能となる。

7. 考察

カリキュラム設計法として CDIO アプローチがある[3]。カリキュラム設計においては有効であるが、目標とする人材像の育成というゴールは考慮されていない。本方法論は、ゴールモデルを適用することにより、目標とする人材像を達成するカリキュラムが設計できることに意義がある。

関連研究として、IT スキル標準における研修ロードマップ[6]や SWEBOK[2]がある。研修ロードマップは研修体系の参照モデルであるため、具体的なカリキュラム設計の方法を提案するまで至っていない。本方法論では、ゴール分析により目標とする人材像から具体的なカリキュラムを導出する方法を提供している。従って、IT スキル標準や SWEBOK を使って現場で高度ソフトウェア専門技術者育成を実践するための具体的な方法として活用できる。

8. 今後の課題

今後の課題として次の 2 点をあげる。

- (1) 研修カリキュラムの改善
評価指標を洗練し、より詳細な評価結果がカリキュラム設計にフィードバックできるよう検討する。
- (2) ソフトウェア工学以外の科目への適用
ソフトウェア工学以外の科目に対して、提案方法論の有効性を検討する。

9. まとめ

本稿では、高度ソフトウェア専門技術者のためのカリキュラム開発方法論を提案した。提案方法論では、ゴール指向分析を適用し、育成ゴール、カリキュラムゴールを定義することで高度ソフトウェア専門技術者に必要な知識、スキル、教授法を導出しカリキュラムを設計する。

提案方法論により、従来できなかった人材育成ゴールに対するカリキュラム評価を可能にし、人材育成ゴールを達成する育成効果の高いカリキュラム開発を可能とした。今後は、他の人材像やソフトウェア工学以外の科目への提案方法論の適用を検討する。

謝辞 本研究を進めるに当たり支援頂いている(株)デンソー技研センターの湯川晃宏氏、並びに、(株)デンソーの村山浩之氏に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) P. Bourque, et al., Bloom's Taxonomy Levels for Three Software Engineer Profiles, Proc. IEEE STEP 2004, Sep. 2004, pp. 123-129.
- 2) P. Bourque and R. E. Fairley, SWEBOK, V 3.0, IEEE Computer Society, 2014, <http://www.computer.org/portal/web/swebok/v3guide>.
- 3) E. F. Crawley, et al, Rethinking Engineering Education, 2nd, Springer, 2014.
- 4) H. J. C. Ellis, and G. W. Hislop, Techniques for Providing Software Engineering Education to Working Professionals, Proc. 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Vol. 2, Oct. 2004, pp. 19-24.
- 5) Harvard Business Review (ed.), Developing Hidden Capability in Your People, Harvard Business School Press, 2006.
- 6) IPA, IT スキル標準.V3, 2011, <http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/>.
- 7) 梶田 叡一, 教育評価, 第 2 版補訂 2 版, 有斐閣, 2010.
- 8) K. Kobata, et al., Software Engineering Education Program for Software Professionals of High Competency at DENSO, Proc. APSEC 2013, IEEE Conference Publishing Services, Dec. 2013, pp. 117-122.
- 9) A. van Lamsweerde, Goal-Oriented Requirements Engineering: Guided Tour, Proc. IEEE RE 2001, Aug. 2001, pp. 249-262.
- 10) R. J. Marzano, and J. S. Kendall, The New Taxonomy of Educational Objectives, 2nd ed., Corwin, 2007.
- 11) 中原 淳, 研修開発入門, ダイアモンド社, 2014.
- 12) F. Paulisch and P. Zimmerer, A Role-Based Qualification and Certification Program for Software Architects: An Experience Report from Siemens, Proc of ICSE 2010, IEEE Computer Society, pp. 21-27.
- 13) D. Tanner, and L. Tanner, Curriculum Development: Theory into Practice, 4th ed., Prentice Hall, 2007
- 14) D. Ulrich, S. Kerr, and R. Ashkenas, The GE Work-Out, McGraw-Hill, 2002.
- 15) 山下 徹, 高度 IT 人材育成への提言, NHK 出版, 2007.