

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350256

研究課題名(和文) 高度IT人材育成を目的とした取り組みの相互関係に関する調査研究

研究課題名(英文) Survey and Analysis of Mutual Relationship among Activities towards High Level IT Professional Development

研究代表者

掛下 哲郎 (Kakeshita, Tetsuro)

佐賀大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10214272

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高度なIT人材の育成を目的とするカリキュラム標準、スキル標準、資格制度(情報処理技術者試験、技術士)、情報分野の知識体系および職種が求める能力の相互関係を明確化する。明確化の際には、IPA等が策定したiコンピテンシ・ディクショナリ(iCD)を活用した。ただし、iCDの知識項目は互いに排他的な関係ではないため、我々が開発した知識体系ICTBOKとの対応付けを行い、分析結果の妥当性を確保した。さらに、分析結果を現役のIT技術者や情報系の学生等に迅速にフィードバックするため、Web上で動作するアンケート収集分析システムcresieを拡張し自己点検機能等を実装した。

研究成果の概要(英文)：We clarify mutual relationship among the abilities required by various activities to develop high level IT professionals. The activities include college level curriculum standard, skill standards, certifications and qualifications (Japan IT Engineer Examination, Professional Engineer), BOKs and task profiles. i-Competency Dictionary (iCD) is utilized to clarify the relationship. Since knowledge items of iCD are not mutually exclusive, we define a mapping between iCD knowledge and ICTBOK which we have developed in order to ensure validity of the analysis result. Furthermore, we extend the data collection system cresie to provide self-assessment function for IT professionals and students majored in IT.

研究分野：情報工学

キーワード：高度IT人材育成 要求分析 教育の質保証 情報専門教育カリキュラム 資格制度 知識体系

1. 研究開始当初の背景

情報化やグローバル化の急速な進展に伴い、情報システムは社会や組織の基本的なインフラとなっており、ビジネス上も不可欠な要素になっている。しかし、それを支える IT 人材の質および量が極端に不足していることが広く認識されており、産業界、大学、省庁等は様々な取り組みを行っている。しかし、現状では取り組み間の連携がスムーズに進んでいるとは言えない。

情報分野には様々なスキル標準が存在する。代表的なスキル標準としては、英国で生まれた SFIA (Skills Framework for the Information Age)、経済産業省が公開している IT スキル標準 (ITSS)、組み込みスキル標準 (ETSS)、情報システム・ユーザースキル標準 (UISS) などがある。例えば、ITSS は、11 職種 35 専門分野の人材像のそれぞれについて 7 段階のレベルを定義し、専門分野とレベルの組み合わせ毎に、人材に必要とされる能力を示している。

ITSS レベル 4 (自ら業務を実施できるだけでなく、他の技術者に業務の指示ができるレベル) 相当以上の高度な情報系技術者の可視化を目的とする資格制度としては、情報処理技術者試験 (高度試験)、技術士 (情報工学)、PMP、各国の情報関係学会の高度 IT 資格制度 (オーストラリア ACS、カナダ CIPS、IEEE Computer Society、情報処理学会等)、The Open Group の資格制度などがある。これらの資格制度の多くは、運営団体が定義した知識体系 (BOK) に基づいている。

また、ACM と IEEE Computer Society は協力して、Computer Science (CS)、Computer Engineering (CE)、Software Engineering (SE)、Information Systems (IS)、Information Technology (IT) の 5 つから構成される情報分野のカリキュラム標準を策定している。情報処理学会も、これを参照してカリキュラム標準 J07 を策定した。

2. 研究の目的

本研究では、情報分野のカリキュラム標準やスキル標準 (ITSS、ETSS、UISS) が要求している能力、資格制度 (情報処理技術者試験、技術士 (情報工学)) が証明している能力、情報分野の BOK がカバーしている知識範囲、情報分野の様々な業務が必要とする能力を、共通の BOK 等を用いて定量的に調査・分析し、相互関係を明確化する。能力を明確化する際には知識、スキル、コンピテンシ (業務遂行能力) を用いる。

また、本研究を通じて得られた知見や先行研究の成果を統合し、現役の情報技術者に迅速にフィードバックする情報システムを構築しインターネット上で運営する。

3. 研究の方法

高度 IT 人材育成を目的とする様々な取り組みの相互関係を明確化するために、IPA (情報処理推進機構) が策定を進めていた i コンピテンシ・ディクショナリ (iCD) に対して、我々は共通フレーム 2013 を組み込むことを提案した。共通フレーム 2013 は、IT 実務を反映して策定されており、ソフトウェアプロセスに関する 3 つの ISO 国際標準 (ISO/IEC 12207、ISO/IEC 15288、ISO/IEC 29148) を参照していることから国際的な整合性も高い。この提案が受け入れられたため、iCD を活用して本研究を進めた。

また、研究成果を広める公表するための情報システムの開発に当たっては、2010~2012 年度の科研費・基盤研究 (C) 「IT 人材育成における産学連携を促進するためのデータ収集・分析システム」にて開発した Web システム cresie を拡張するアプローチを採用した。

4. 研究成果

本研究では、以下に挙げる 3 つの課題に取り組んだ。

1. iCD を活用して先行研究で作成した共通 BOK とレベル定義を拡張し、高度 IT 人材育成を目的とする様々な取り組みや実務が要求する能力に関する定量的な分析を行う。これを通じて相互の関係を明確化する。
2. 各種の IT 人材に求められる能力、情報処理技術者試験、カリキュラム標準 J07 の相互関係を分析するマッチング分析ツールを開発する。また、開発したツールを用いて、それらの間の比較分析を行う。
3. データ収集・分析システム cresie を拡張する。情報系の学生や IT 技術者は、自ら評価した達成度データを cresie にアップロードすることで、各種取り組みに関する要求データと比較できる。

4.1 IT 分野におけるカリキュラム、資格、BOK およびタスクプロフィールの相互関係分析

IT は社会、経済、学術等の多くの場面で活用されている。最近の IT は単なる業務効率化のツールとしてだけでなく、ビジネス上の価値や社会的価値を創造するためのツールとしても期待を集めている。そのため、高度な IT 人材育成の必要性は高いが、教育機関や企業には、情報分野における教育、人材育成および専門家に対する公正な評価を行うために、互いに協力して一貫性のあるエコシステムを構築することが期待されている。

本節では、情報分野の大学学部レベルの教育カリキュラム、IT 資格、IT 分野の BOK (知識体系) および様々なタスクプロフィールの間の関連を分析する。これらは高度 IT 人材

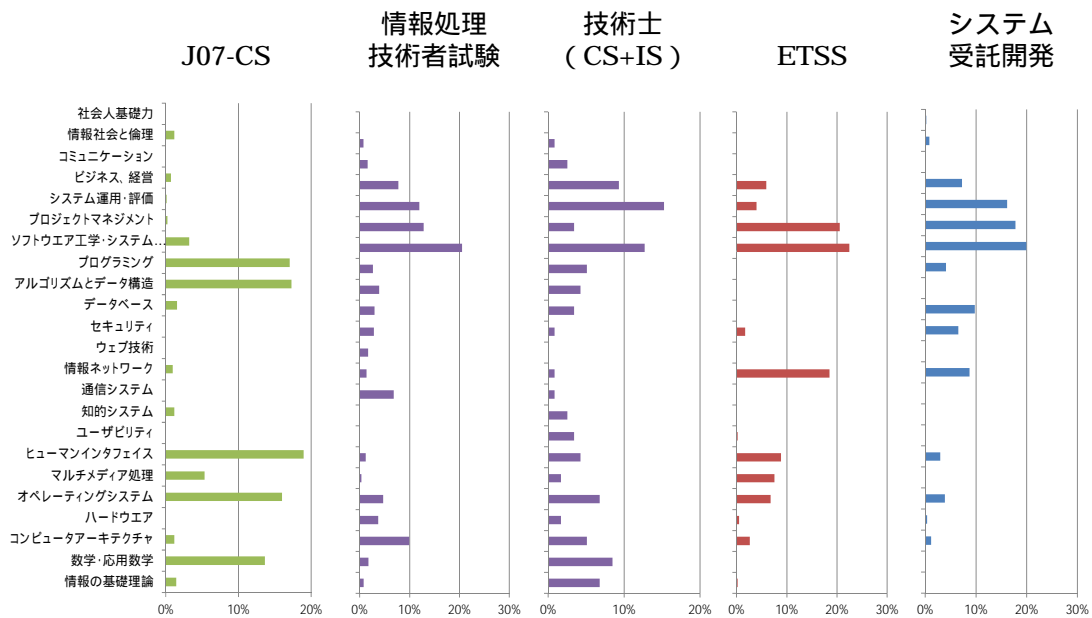


図 1：カリキュラム標準，IT 資格，BOK，タスクプロファイルの重要度分析（例）

の育成および評価のための主要な要素である。そのため、これらは上記のエコシステムの中に矛盾なく組み込む必要がある。

様々な取り組みの間の関係を分析する取り組みは、ステークホルダを含む関係者の相互理解を促進し、大規模なエコシステムを構築するための最初のステップとなることが期待される。

本節での分析は、我々が先に提案した ICTBOK および、IPA（情報処理推進機構）が 2014 年に提案した i コンピテンシ・ディクショナリ（iCD）を活用して行われた。ただし、iCD の知識項目は互いに独立ではなかったため、我々が開発した知識体系 ICTBOK との対応付けを通じて MECE の関係性を確保し、分析結果の妥当性を確保した。以下に示す各種の取り組みの要求事項を分析し ICTBOK の領域および知識項目毎に重要度、要求レベル（知識，スキル）を具体的に示した。

- 情報処理学会が提案しているカリキュラム標準 J07 を構成する 6 領域（CS，CE，SE，IS，IT，GE）
- 情報処理技術者試験の 12 試験区分
- 技術士（情報工学）1 次試験および二次試験（選択科目毎に違いを明確化）
- iCD に収録されている 17 種類の BOK（SWEBOK，BABOK，ETSS，ITIL 等）
- iCD に収録されている 61 種類のタスクプロファイル（システム受託開発等）

上記の分析結果の一部を図 1 に示す。

なお、本節で示した研究成果の詳細は、科研費成果報告書（詳細版）¹第 3 章の以下の付録にて Web 上で公開している。

¹ <http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/laboratory/ake/report2016/>

付録 3.1：iCD と ICTBOK の知識項目の対応
付録 3.2：カリキュラム標準 J07 各領域の重要度分布

付録 3.3：各種知識体系（BOK）の重要度分布

付録 3.4：情報処理技術者試験・各試験区分の重要度と要求レベル

付録 3.5：iCD タスクプロファイルの重要度と要求レベル

4.2 iCD を活用した J07 および情報処理技術者試験と職種のマッチング分析ツール

本節では、iCD を分析し、各種の IT 人材に求められる能力、情報処理技術者試験、J07 の相互関係を明確化する。そのために、Microsoft Access 2013 を用いてマッチング分析ツールを開発した。本ツールを活用することで、各種の BOK や IT 人材に求められる能力を分析し、情報処理技術者試験や J07 各領域との関係を明確化できる。

本ツールは以下に挙げる機能を提供する。

1. BOK 毎の知識項目数
2. BOK 等の重要度分布
3. J07 領域の分析
4. タスクプロファイルの分析
5. 情報処理技術者試験の分析
6. 異なる BOK 間の比較
7. 情報処理技術者試験のカテゴリと職種と専門の間の比較
8. J07 領域とジョブタイプと専門の組み合わせとの比較
9. 職種と専門の組み合わせに対する J07 領域のカバレッジ分析

図 2 には指定されたタスクプロファイルに対する ICTBOK の領域別重要度分布および知識項目別の要求レベルと重要度の分析事例を示す。なお、要求レベル 0～5 は表 3 の

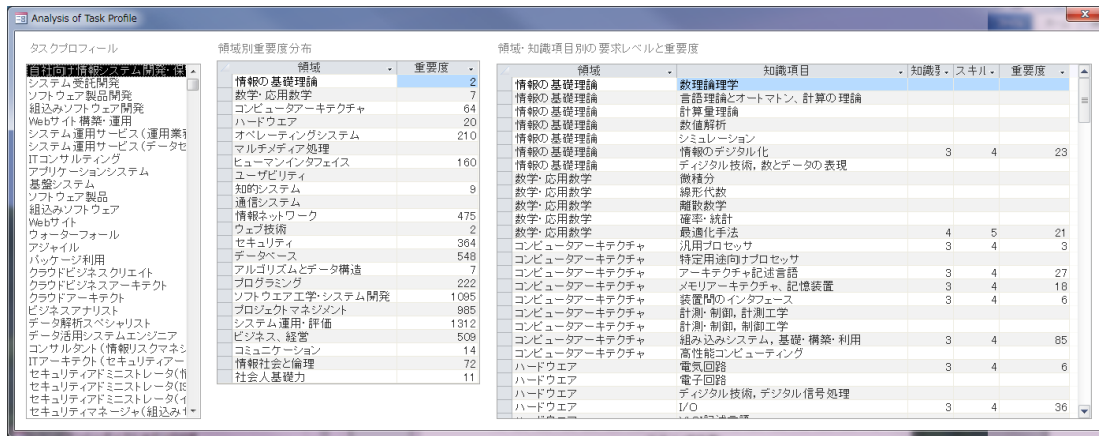


図 2：タスクプロフィールの分析事例

ように知識およびスキルに対してそれぞれ定義されている。

表 3：要求レベルの定義

	知識	スキル
0	その項目の内容は知らなくても良い。	その項目の内容は実行できなくても良い。
1	その項目の内容がおおむね理解できる。(講義等で履修)	その項目の内容は実行できなくても良い。(講義等で履修)
2	その項目の内容がおおむね説明できる。(講義等で履修)	具体的な指示が与えられれば実行できる。(演習、実験等)
3	その項目の内容を使った議論に参加できる。(卒論等)	大まかな指示が与えられれば実行できる。(卒論等)
4	その項目の概念を問題解決に使える。(修論等)	作業を独力で実行できる程度に習熟している。(修論等)
5	(未使用)	その技術を他者に指導できる。

また、図 4 には本ツールが提供する機能のうち異なる BOK 間の比較分析機能を示す。



図 4：異なる BOK 間の比較分析機能

なお、本節で示した研究成果の詳細は科研費成果報告書(詳細版)第 4 章を参照されたい。

4.3 情報分野における共通知識体系 ICTBOK を活用した Web ベースの自己評価支援ツール

本章では、我々は様々な ICT 分野での自己

評価をアセスメントするための Web ベースのシステム cresie を提案する。本システムは我々が企画・開発した汎用のアンケート調査・分析システム[4]を拡張したものである。cresie はアセスメントを支援するために以下の要求データを保持している。

- 大学学部レベルの 6 つの情報教育カリキュラム
- 情報処理技術者試験の 12 種類の試験区分
- 経済産業省が策定した ICT 人材のための 3 種のスキル標準
- ICT 分野における典型的な業務を表現する 61 種類のタスクプロフィール
- 技術士資格(情報工学部門)の 4 つの選択科目

cresie ユーザは、自らの達成度や要求に対する自己評価データを cresie にアップロードできる。本ツールは、以下に挙げる 3 種類の比較評価機能を提供している。

1. 学部生と大学院生のそれぞれを対象とする産業界視点での ICTBOK 領域および知識項目毎の重要度計算および表示機能
2. アップロードされた 3 種類のデータ(産業界の要求レベル, 教育機関の達成度レベル, 学生の達成度自己評価)のレベル別度数分布を ICTBOK の領域および調査項目毎に相互比較する機能(図 5)
3. 自己評価データと登録済みの要求レベルデータの比較機能(図 6)。

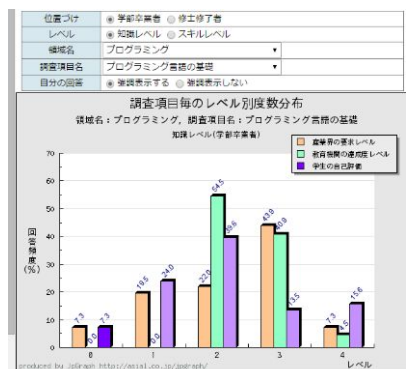


図 5：3 種類の回答のレベル別頻度分布

分析結果との比較

比較データを指定し、絞り込み条件を指定してください。

比較データ: 達成度データ
分析データ: 標準: 307-C6標準レベル

絞り込み条件
知識: すべて > < < < <
技能: すべて > < < < <

実行

領域名	技能項目名	達成度データ		分析データ		数値差
		知識	技能	知識	技能	
基礎的基礎知識	知識の理解	1	2	2	2	2.33
	基礎知識とオートマチック計算の理解	1	2	2	2	2.99
	計算基礎知識	1	2	2	2	0.00
	知識の活用	1	2	2	2	0.00
	シミュレーション	1	2	2	2	0.00
数学・応用数学	数値のデジタル化	1	2	2	2	0.78
	数とデータの関係	1	2	2	2	1.17
	図解力	2	2	2	2	0.00
	図形知識	2	2	2	2	0.00
	算数数学	2	2	2	2	7.00
コンピュータアーキテクチャ	標準・設計	2	2	2	2	1.56
	算術化手法	2	2	2	2	0.00
	汎用プロセッサ	3	2	2	2	5.06
	特定用途向けプロセッサ	3	2	2	2	0.00
	アーキテクチャの進化	3	2	2	2	0.00
ソフトウェアエンジニアリング	スキル・キータクティクス	3	2	2	2	2.33
	職業的インタフェース	3	1	1	1	0.39
	制御工学	3	3	3	3	0.00
	制御工学	3	3	3	3	0.00
	組み込みシステム	3	3	3	3	0.00
高性能コンピュータ	3	2	2	2	0.78	

図 6：登録済み要求レベルデータとの比較

本システムの利用者は標準的な要求レベルデータと自らの達成度データを比較することにより自らの達成度レベルを評価できる。この比較機能は、個別の情報教育カリキュラムの修了者に期待される能力のような要求データを評価する際にも有用である。本ツールは、上述した様々な種類の達成度および要求度データを扱うことができるため、IT 技術者育成のための広範囲の達成度データや要求データのアセスメントが可能になる。

なお、本節で示した研究成果の詳細は科研費成果報告書(詳細版 第 5 章を参照された。

4.4 本研究課題を通じて得られた主な知見

本研究の成果をまとめた論文は情報処理学会英文論文誌 JIP の特選論文に選定され、EU が策定している IT 分野の知識体系の構築に当たっても参照された。情報処理学会では、認定情報技術者制度 (CITP, Certified IT Professional) を推進しているが、その制度設計に当たっても、本研究の成果が活用されている。また、BOK 間の対応付けを通じて各種の資格制度の関連を明確化するアプローチは、ISO/IEC 24773 (ソフトウェア技術者認証) の改訂に当たっても採用されている。

4.5 今後の展望

本研究を通じて、情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07、情報系の高度な人材を対象とした様々な BOK や資格制度、IT 業務間の関係が明確化された。これを通じて、高度 IT 人材育成を目的とする様々な取り組みの整合性を高める効果が期待できる。さらに、情報専門教育、カリキュラム標準、資格制度、スキル標準、各種セミナー等が有機的に連携することにより、産学官が連携した系統的な IT 人材育成システムの構築にも役立つことが期待される。

また、情報技術者の能力や、セミナー等の達成度を自己診断するシステムの運用を通じて、個々の技術者やセミナー等が自らのス

キルアップや教育改善を図るための指針を提供できる。個別企業の枠を超えて本システムを運用することで、技術者の視野を広げる効果も期待できる。

IPA が毎年発行している IT 人材白書等によれば、日本では 100 万人以上の情報技術者が働いているが、ITSS レベル 4 以上の高度人材は約 30 万人に留まっている。日本の国際競争力を高めるためにも、情報技術者のスキルアップは緊急性や重要性が高いため、本システムの社会的意義は極めて大きい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者・研究分担者は下線で示す)

[雑誌論文および国際会議論文] (計 4 件)

1. Tetsuro Kakeshita, Mika Ohtsuki, Relationship Analysis among Curriculum, Qualification, BOK and Task Profile in ICT Field, 3rd 2015 IEEE Int. Conf. on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE), pp. 117-122. (2015 年 10 月, 査読あり).
DOI: 10.1109/MITE.2015.7375300
2. Mika Ohtsuki, Tetsuro Kakeshita, A web-based assessment tool for various types of self-evaluation utilizing common BOK in ICT, 3rd 2015 IEEE Int. Conf. on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE), pp. 242-247. (2015 年 10 月, 査読あり).
DOI: 10.1109/MITE.2015.7375323
3. Tetsuro Kakeshita, Mika Ohtsuki, A Relationship Analysis Tool among J07, JITEE and Job Type utilizing i-Competency Dictionary, 2015 IIAI 4th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2015), pp. 273-278 (2015 年 7 月, 査読あり).
DOI: 10.1109/IIAI-AAI.2015.202
4. Tetsuro Kakeshita, Mika Ohtsuki, Requirement Analysis of Computing Curriculum Standard J07 and Japan Information Technology Engineers Examination Using ICT Common Body of Knowledge, *Journal of Information Processing*, Vol. 22, No. 1, pp. 1-17 (2014 年 1 月, 査読あり)【JIP 特選論文受賞】
DOI: 10.2197/ipsjip.22.1

[学会発表] (計 6 件)

1. 掛下哲郎, i コンピテンシ・ディクショナリを活用した IT 人材育成・評価の整合化, スキル標準ユーザーズカンファレンス 2016 (2015 年 12 月, 招待講演)
2. 掛下哲郎, JABEE 認定プログラムとその展開, 理工系情報学科・専攻協議会 (2015 年 7 月, 招待講演)
3. 掛下哲郎, IT 資格に関する国際動向と人材育成制度の整合化, 情報処理学会 第 77

回全国大会シンポジウム「国際的に通用する高度 IT 技術者の育成・評価を推進する戦略とは? : J07 ,JABEE ,技術士 ,CCSF , CITP , ISO/IEC 24773 を巡って」(2015年3月,招待講演)

4. Interviews: Professor Tetsuro Kakeshita, International Leader in Computer Science Education, Accreditation and Certification, *ACM Learning Center Bulletin*. (2015年2月)

http://stephenibaraki.com/acm/interviews/v0714/tetsuro_kakeshita_acm.html

5. 掛下哲郎、大月美佳,カリキュラム標準 J07 および情報処理技術者試験の要求レベル分析と相互比較,情報処理学会 コンピュータと教育研究会 123 回研究発表会 . (2014年2月,招待講演)

6. 掛下哲郎,情報専門教育における質保証に関する活動 - 2012 年度優秀教育賞を受賞して , 情報処理, Vol. 54, No. 10, pp. 1080-1083 .(2013年9月)【情報処理学会優秀教育賞受賞】

〔その他〕

- 科研費成果報告書(詳細版)
<http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/laboratory/ka/report2016/>
- データ収集・分析システム cresie
<http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/cresie/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

掛下 哲郎 (Kakeshita Tetsuro)
佐賀大学・工学系研究科・准教授
研究者番号: 10214272

(2) 研究分担者

大月 美佳 (Ohtsuki Mika)
佐賀大学・工学系研究科・講師
研究者番号: 20315138