

# 実践型 ICT 人材育成向け ドキュメンテーションシステムの構築

大場みち子<sup>†1</sup>

今日、ソフトウェア開発を対象とした Project Based Learning (PBL)が ICT 人材育成に対して効果を上げている。しかし、PBL では、ソフトウェア開発を進める上で講義では不足する知識を Web や書籍などで補う必要がある。しかし、Web や書籍で調べる場合、膨大な情報の中から開発工程や担当する役割に必要な知識を探し出す必要があり、効率よく学習できないという問題がある。この背景に対して、実践型人材育成での講義や PBL 実施時に必要な知識を効率的に学ぶことができるドキュメンテーションシステムの構築を目的とする。このために、ソフトウェア開発に関する講義コンテンツや PBL での成果物を蓄積し、適時利用できるしくみと講義では不足する知識を Web コンテンツの中から推薦するしくみを用意し、PBL での開発工程や役割に応じたタスクの実施やドキュメント作成に必要な知識として授業資料や Web ページを推薦・利用できる手法を提案する。また、提案方式に基づく実験システムを開発し、有効性を評価する。

## Documentation System for Practical ICT Human Resource Development

MICHIKO OBA<sup>†1</sup>

Today, PBL intended for the software development (Project Based Learning) is to increase the effect on ICT human resource development. However, in the PBL, there is a need to supplement the knowledge to be insufficient in the lecture in advancing the software development such as Web and books. However, when examining the Web and books, it is necessary to locate the knowledge necessary for the development process and the role in charge from the enormous amount of information, there is a problem that can not be efficiently learned. Against this background, it is an object to construct a documentation system that can learn the knowledge necessary when PBL efficiently performed. For this, the accumulated artifacts in the lecture content and PBL about software development, and in the lecture mechanism that can be timely available to prepare a mechanism to be recommended from the Web content knowledge is insufficient, in the development process and the role in PBL I propose a method that can be recommended and use the lesson materials and Web pages as knowledge necessary for implementation and documentation of the corresponding task. Also, I have developed an experimental system based on the proposed method, to evaluate the efficacy.

### 1. はじめに

工学系の大学では産業界が求める実践的な ICT 人材の育成が急務である。これを具体化する方策としてプロジェクト単位でのソフトウェア開発を実施する Project Based Learning (PBL)が注目され、各大学にて実施されている[1]。これに対して、報告者は実践的 ICT 人材育成の教育に携わり、座学での講義や PBL の実践教育を実施してきたが、つぎの課題に直面した。実践的な ICT 人材の育成では同期型学習、非同期型学習で知識の概念を形成し、PBL などの実践型学習により実践力を養うという関係がある。しかしながら、これらの学習形態に関わる教育コンテンツはそれぞれ個別に生成、管理されているため、コンテンツの作成効率や最新情報へのアップデート、相互活用が困難というドキュメンテーション上の問題があった。具体的には開発するソフトウェアのテーマや開発時に作成するドキュメントの管理方法や共有方法、再利用の促進などに関する標準的な方法論は確立されておらず、各大学単位、教員単位の独自手法になっている。また、ソフトウェア工学などの同期

型学習については、教員単位の教育コンテンツに留まっており、共有が図られていない。e-Learning も同様に単一大学内での利用に留まっている。

以上の背景に対して、本研究は PBL に代表される ICT 人材育成のための教育を高度化、効率化するためのドキュメンテーション方式の確立を目標とし、ICT 人材育成向け統合教育ドキュメンテーション基盤を構築する。提案方式は、教育コンテンツの生成、蓄積、活用を管理するドキュメンテーション方式であり、セマンティック Web 技術をベースとする RDF[2]とオープンな XML 仕様である DITA[3]に基づくものである。教員、学生のインタラクションからなる同期型学習と学生主体の e-Learning などの非同期型学習、PBL などの実践型学習の 3 種類の教育コンテンツ利用形態の構造化と統合ドキュメンテーション環境としてのコンテンツマネジメントシステムの構築から構成され、最終的には、産学連携や他大学などの別組織からも利用可能とする統合的な学習管理システムへの統合を目指すものである。

本稿では、本研究の目標に対する PBL 向けドキュメンテーションシステムの骨格となる提案アプローチを述べ、提案アプローチに基づくドキュメンテーションシステムを実装し、実験により研究アプローチの有効性を示す。

<sup>†1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

## 2. 提案アプローチ

### 2.1 教育コンテンツを対象とした DITA 化, RDF 化の策定と教育ドキュメンテーションリポジトリの開発 (蓄積系)

教育コンテンツを再利用度の高い DITA 形式で定義し、重複を排除し 1 ソースマルチプルユースを実現する。教育コンテンツの DITA 化のイメージを図 1 に示す[4]。教育コンテンツをトピックという情報の最小限の単位で作成・管理する。このトピックをコンテキストに依存しない粒度で管理しており、マップという構成定義で組み合わせてアウトプットを構成する。

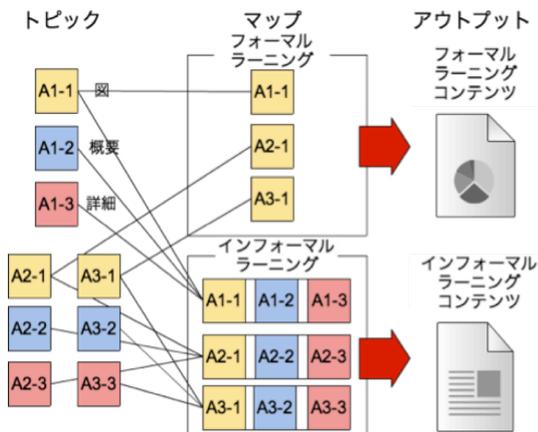


図 1 教育コンテンツの DITA 化  
 Figure 1 DITA of Educational Contents

教育コンテンツを状況に合わせて推薦するために、講義資料のスライドごとのメタデータを付与した「授業資料 RDF」を作成する[5]。図 2 はクラス図を説明する 1 枚のスライドの情報を持つ授業資料 RDF の例である。キーワードに「クラス図」、その情報が必要となる工程に「設計工程」、その知識が必要となる役割に「設計担当」という情報を付与している。このキーワード、その知識が必要とされる工程、その知識が必要となる役割等を利用することで、スライド 1 枚単位で推薦することが可能となる。

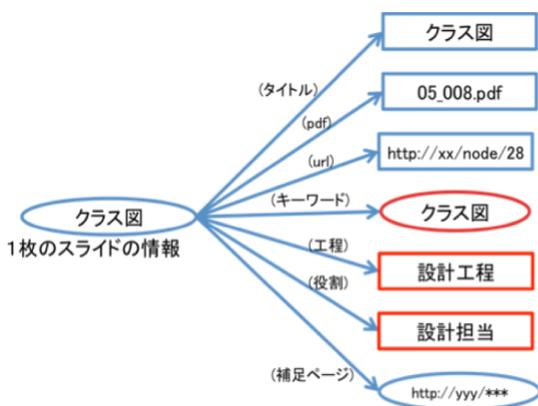


図 2 教育コンテンツの RDF 化  
 Figure 2 RDF sample of An Educational Content

授業資料と Web ページ, PBL で実施する工程やタスクとドキュメントの関係をマッピングする RDF を利用することで PBL の工程に応じた授業資料や Web ページを推薦できるようになる[5]。

オープンソースの CMS である Drupal を用いて教育ドキュメンテーションリポジトリを構築した。上記リポジトリには、(1)で策定した DITA 化した教育コンテンツやメタデータを付与した授業資料 RDF, 授業資料を補完する Web ページ RDF, 工程情報 RDF, PBL の成果物などを格納する。

### 2.2 コラボラティブ教育ドキュメンテーション環境の開発 (活用系)

#### ① Pull 型学習環境

学習者が自ら取捨選択して学ぶ Pull 型の学習環境として 2 種類の機能を開発する。1 つめが、DITA で定義した教育コンテンツを開発工程に沿った木構造で提示する学習環境を構築する[6]。また、講義資料 RDF と J07 スキル標準リストを利用した PBL での役割に対応した教育コンテンツをディレクトリ構造で表示する機能を実現する[7]。

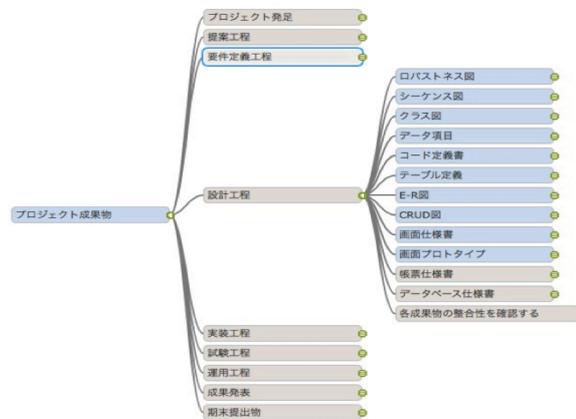


図 3 木構造での教育コンテンツ表示  
 Figure 3 Display of Education Contents By Tree Structure

#### ② Push 型学習環境

教育コンテンツ推薦手順はつぎのとおりであり、概要を図 4 に示す[8]。

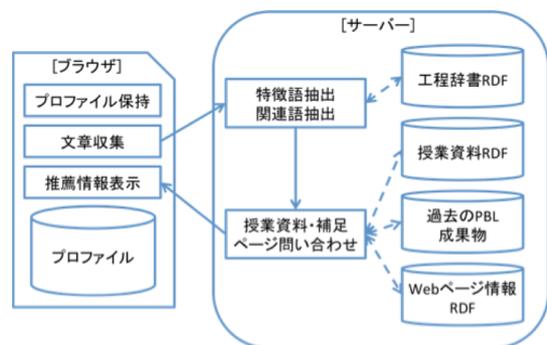


図 4 教育コンテンツの推薦処理  
 Figure 4 Recommendation Process of Education Contents

(a) 予め学生は自身が担当すべきタスクやドキュメントをプロフィールとしてブラウザに持つ。

(b) 学生が任意の Web ページを閲覧中, その Web ページの文章から特徴語を抽出する. 更にそれに関連する語句を工程辞書 RDF から抽出する.

(c) (b) の特徴語か関連語を持つ授業資料を推薦する.

(d) 授業資料閲覧後に過去の PBL で作成されたドキュメント, 予め推薦対象に指定されている Web ページを推薦する.

### 2.3 クリエイティブ教育ドキュメンテーション環境の開発 (生成系)

教育コンテンツの DITA 化ではソフトウェア工学の知識体系を利用したチャンク単位でトピックをまとめて管理の効率化を図る方式を提案し, Drupal の機能で実現した. 菌概要を図 5 に示す[9]. 各種 RDF を作成するツールは避難所 LOD を作成する Excel 表を利用して開発する[10].

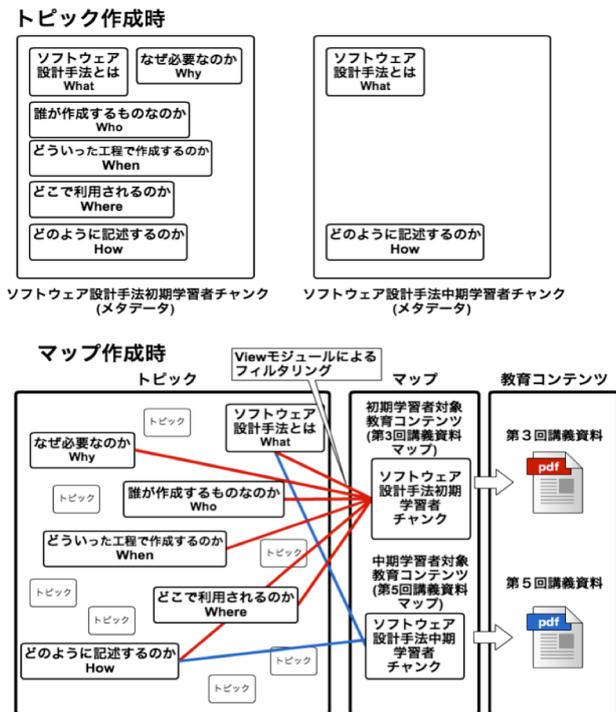


図 5 チャンク単位でのコンテンツ作成  
 Figure 5 Creating Contents In Chunks

### 2.4 インストラクショナルデザインプロセスに基づく講義・PBLの相互交流プログラムの開発

「インストラクショナルデザイン」プロセスを参考に開発中のドキュメンテーションシステムの生成系, 蓄積系, 活用にどうインプリメンテーションするかを検討した. PBL での自主学習の状況や科目の講義との関係を「インストラクショナルデザイン」に基づいて「ニーズ調査」→「初期分析」→「設計」→「開発」→「実装・実施」→「評価」のプロセスを実施した. PBL の最終報告書をもとに, 学生が参照したコンテンツ(講義内容, 書籍, Web サイトなど)について, 実態と教員の期待とをつき合わせる調査・分析を行った. 合致度は, この 4 年間で最も完成度の高いシステムを開発したプロジェクトにおいて概ね合致しているがその他のプロジェクトでは大きな乖離があった[11].

この「あらかじめ講義等でフォーマルに学習させておくことができない」状況に対して, 企業でのオンザジョブト

レーニング (OJT) を参考に講義と PBL との相互交流のプログラム (図 6) を設計した[12]. また, 調査・分析では PBL での状況や役割に応じて適切な教育コンテンツの提示方式が必要であり, これまで開発してきたシステムを活用して再構築することとした. さらに, 実践型教育におけるカリキュラムの設計と Experience Map を利用した改善を実施した[13].

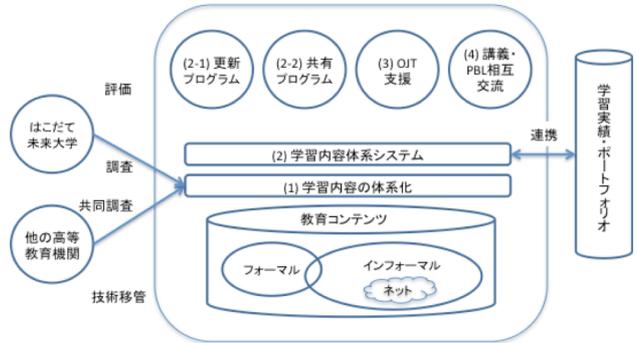


図 6 講義・PBL の相互交流プログラムの概要  
 Figure 6 Mutual Exchange Program of Lectures and PBL

### 3. 実験と結果

2 章の研究アプローチに基づく実験システムを構築し, その実験結果を以下に示す.

#### 3.1 教育コンテンツを対象とした DITA 化, RDF 化の策定と教育ドキュメンテーション環境 (蓄積系・生成系) 開発の成果

教育コンテンツはプレゼン資料で作成されることが多い. 予備実験として, 1 シート 1 トピックとして DITA 化する実験を実施したところ, 演習科目では削減率 10%, 教科書のある講義科目では削減率 46.2% となった. また, 再利用率はそれぞれ 9.5%, 68.9% となった. この差異の理由は演習では複数の教員がクラスごとに異なるコメントをつけているため, 今回の講義資料のシート単位では再利用対象とならないことから削減率, 再利用率が低い結果となった. 一方, 教科書がある講義では教育コンテンツに毎年大きな変更がなく, クラス毎の変化も少ないため削減率, 再利用率とも高い結果となった. 以上より, DITA 化することにより, 再利用率が向上し, 作成コストや管理コストの軽減に有効であることが判明した. しかし, 1 シート 1 トピックで既存の教育コンテンツを DITA トピックへ移行することで膨大なトピックが作成されマップの構成が困難になり, トピックの管理コストが増加することが判明した[4][6].

この課題に対して, 知識体系を用いたチャンク単位でのマップ作成を提案した. ソフトウェア工学系の 2 科目をソフトウェア工学の知識体系を利用してチャンク化することで, それぞれの科目で約 60% と約 80% の削減率となり, 管理コストの低減が図れることを検証した[9]. つぎにチャンク単位での科目間の再利用率を検証した. ソフトウェア工学系の 5 科目では総チャンク数 126 に対して, 19 のチャンクが再利用可能で再利用率 15% となった.

ソフトウェア工学系の 3 科目の教育コンテンツを RDF 化して, 現在見ている Web サイトから関係する教育コンテ

ンツと補足のための Web サイトを推薦できるようにした [5].

### 3.2 コラボラティブ教育ドキュメンテーション環境

#### (活用系) 開発の成果

Pull 型学習環境①②, Push 型学習環境③の機能を実装した実験に基づく成果をつぎに示す.

(1) ソフトウェア開発の全体像と各開発工程の作業内容や作成すべき成果物などを木構造で表示・ブラウジングする機能 [4] [7]

PBL での成果物の作成と WBS (Work Breakdown Structure) 作成に適用する実験を行い, 提案システムへのアクセス分析と TA (Teaching Assistant) の WBS への指摘分析, ヒアリングを行った. WBS への指摘は, システムを使用した方が少なく, 知識獲得がスムーズに行えたことより提案機能の有効性を示せた.

(2) PBL での役割に応じて講義資をサムネイルで表示・ブラウジングする機能 [7]

設計担当者とプロジェクトリーダーそれぞれの役割に必要な知識をまとめる実験を実施した. それぞれの役割を入れ替えて, 実験システム+Web 検索/Web 検索のみによる対照実験を実施した. 実験結果は設計担当者としては実験システム利用者の方が多くの専門用語を利用し, 具体的な内容を書いていたことから実験システムにより具体的な知識が抽出できたと考える. 一方, プロジェクトリーダーではほとんど変わらなかった. 科目「プロジェクトマネジメント」の講義ではテキストを利用して講義資料がなかったため, Web 検索のみと殆ど変わらない結果になったためと考えられる. 以上より, 十分な講義資料があればプロジェクトの役割にあった知識に効率的に辿り着き易いと言える. また, アンケートにより, 基礎的な知識を得るには実験システムが適している. しかし, 深い知識を得るには不十分であるということが判明した.

(3) PBL での役割や現在の開発工程などのユーザープロフィールに応じて講義資料や補足のための Web サイトを提示・推薦する機能 [14]

提案機能を使用し, 任意の Web ページ閲覧中に授業資料が推薦された場合に関連がありそうな資料を閲覧してもらう実験を実施した. 提案機能の使用で, 検索エンジンの検索結果の閲覧時間を短く, 回数を少なくすることができる. そのため, 必要な情報に短時間でアクセスし, 効率的に知識習得ができていると考えられる. 訪問するサイトとページ数に着目すると, 1つのサイトで複数のページを閲覧していることから知識習得が効率的であると考えられる. 一方, アプリケーションを使わない場合は訪問するサイト数も多く, 1つのサイトあたりの閲覧ページ数が少なかった. このことから, 学生が自身の学習に合っているサイトの決定に迷っているという傾向があった. さらに, 両グループとも推薦サイトでの知識習得が長かったことから提案機能の有効性を示せたと考える.

### 4.3 インストラクショナルデザインプロセスの開発と ICT スキルに対する教育ドキュメンテーションの影響評価 [12]

PBL での自主学習の状況や科目の講義との関係を「インストラクショナルデザイン」に基づいて実施し, PBL の現実感を維持して, 学生の自主性を促しつつも, 技術の習得

状況を体系的に把握して, 最終的には必要な技術を身につけさせる講義・PBL 間の相互交流の仕組みを提案した. これを品質管理の講義の演習に適用した. この演習において, PBL で作成したドキュメントに対する第三者レビューやテストケース作成, テストを実施することで企業での品質保証部門の役割を認識するとともに, 品質管理の重要性への意識が高まるという効果を確認した.

この実験により, 講義とシステム開発演習の相互運用の実験を通して, ICT 教育自体の高度化と効率化を実現し, 教育の質的向上に寄与するものであり, 結果として産業界の求める ICT 人材の育成が期待できると判断する.

## 4. おわりに

本論文の成果はつぎの通りである. (1) 教育コンテンツの DITA 化と RDF 化にもとづく教育ドキュメンテーションリポジトリ (蓄積系) を設計・開発した. これにより, 教育コンテンツの再利用性が高まると共に作成の効率化を図れた. (2) コラボラティブ教育ドキュメンテーション環境 (活用系) として学習者が自ら取捨選択して学ぶ Pull 型の学習環境と教育コンテンツにメタデータを付与した講義資料 RDF, 講義資料を補足する Web ページ RDF, J07 のスキル一覧から PBL の状況や担当する役割に応じて学習すべき教育コンテンツを推薦する Push 型学習環境を開発し, その有効性を示した. (3) クリエイティブ教育ドキュメンテーション環境 (生成系) として, 教育コンテンツをソフトウェア工学の知識体系を用いてチャンク単位でトピックをまとめてトピック管理の効率化を図る方式と教育コンテンツの RDF 化を容易にするツールを開発した. (5) インストラクショナルデザインプロセスに基づく講義と PBL の相互交流のしくみの開発と評価を実施した. 実践型教育におけるカリキュラムの設計と Experience Map を利用した改善を実施した. (6) ICT スキルに対する教育ドキュメンテーションの影響評価を開発したシステムを利用して実施した.

**謝辞** 本論文は科研費 (23591158) の助成を受けたものである.

## 参考文献

- [1] 井上明: “PBL 情報教育の学習効果の検証”, 情報処理学会研究報告. 情報システムと社会環境研究報告, vol. 2007, no. 25, pp. 123-130, Mar. 2007.
- [2] Resource Description Framework (RDF), <http://www.w3.org/RDF/>, 2004.
- [3] Darwin Information Typing Architecture (DITA), [http://www.oasis-open.org/committees/tc\\_home.php?wg\\_abbrev=dita](http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=dita)
- [4] 安永 航, 大場みち子, 山口 琢, 再利用性を高める教材共有環境の構築, 情報処理学会第 74 回全国大会, 5ZG-7 (2012.3)
- [5] 藤原哲, 大場みち子, 山口琢, 奥野拓, 伊藤恵, RDF とユーザープロフィールを用いた PBL 向け情報推薦手法, 日本ソフトウェア科学会第 31 回大会, (2014.9.7-10)
- [6] 安永航, 山口琢, 大場みち子, 奥野拓, 伊藤恵, 高橋慈子, 関根哲也, DITA を用いた教育コンテンツ管理手法の検討, 研究報告デジタルドキュメント (DD), 2013-DD-88(8), 1-4 (2013-01-18)
- [7] 花田洋貴, 大場みち子, 藤原哲, 情報専門学科カリキュラム標準 J07 を利用した PBL 向け自主学習支援システム, 情報処理学会第 77 回全国大会, 5ZC-01 (2015.3.17-19)
- [8] 藤原哲, 大場みち子, 山口琢, 奥野拓, 伊藤恵, RDF とユーザープロフィールを用いた PBL 向け情報推薦手法, 日本ソフトウェア科学会第 31 回大会, (2014.9.7-10)

- [9] 安永航, 大場みち子, 奥野拓, 伊藤恵, 山口琢, PBL, を対象としたインフォーマルラーニング環境の構築, 研究会報告 コンピュータと教育研究会 (CE), 2013-CE-121(10), 1-7 (2013-10-05)
- [10] 前田実優, 大場みち子, LOD を用いた地方自治体向け防災・災害情報発信支援システムの開発, 情報処理学会第 77 回全国大会, 1ZD-03 (2015.3.17-19)
- [11] 大場みち子, 安長航, 山口琢, フォーマル/インフォーマルをまたがる学習内容の相互活用, 電気学会情報システム研究会, 2014.5.16
- [12] 大場みち子, 山口琢, 伊藤恵, 奥野拓, 実践型 ICT 教育システムの提案, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2014-CE-125(6), 1-4, 2014-05-31
- [13] 木塚あゆみ, 伊藤恵, 大場みち子, 高度 ICT 教育における振り返り Experience Map を用いたカリキュラム改善, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2015-CE-129(19), 1-7, 2015-03-14-15
- [14] 藤原哲, 大場みち子, 山口琢, 花田洋貴, RDF と特徴語を用いた PBL 受講生向け 教育コンテンツ推薦システムの構築, 情報処理学会研究報告. デジタルドキュメント研究会, 2015-DD-96, pp1-6, (2015.3.30)