

## 実践型 ICT 教育システムの提案

大場みち子<sup>†1</sup> 山口 琢<sup>†1</sup> 伊藤 恵<sup>†1</sup> 奥野 拓<sup>†1</sup>

実践的な ICT 人材育成の場として、システム開発 PBL (Project Based Learning)を採用する高等教育機関が増えている。PBL は調査・提案から始まるため、進捗に従って必要な技術・スキルが判明してくるという特徴がある。学生は、これらに自ら気づいて学習することが期待されている。そこで、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仕組みの構築を研究目標としている。本論文では、この仕組みとして、(1) プロジェクトの進捗に従って明らかになる知識やスキルを講義などと関連づけ体系的にチームで共有する情報システムと、(2) 企業における OJT (On-the-Job Training)を参考に TA や先輩が後輩を指導する体制と、(3) PBL での役割を全員で体験学習するなど、講義・PBL 間の相互交流の仕組み、で構成する実践型 ICT 教育システムを提案する。

## Proposal of A Practical ICT Education System

MICHIKO OBA<sup>†1</sup> TAKU YAMAGUCHI<sup>†1</sup> KEI ITO<sup>†1</sup> TAKU OKUNO<sup>†1</sup>

As a place of ICT human resource development practical, higher education institutions to adopt (Project Based Learning) system development PBL is increasing. In order to begin the survey and proposals, there is a feature necessary technical skills that come been found in accordance with the progress PBL. The students, learning noticing themselves they are expected. Therefore, as a research goal to build a mechanism for maintaining the reality of PBL, even while encouraging the autonomy of the student, understand systematically the learning state of the art, makes wearing the technology necessary in the end have. In this paper, as this mechanism, and information systems to share in the team systematically in conjunction with other lectures and the knowledge and skills required by (1) PBL, OJT (2) Corporate (On-the-Job Training) seniors and the TA and led system juniors to reference, such as hands-on learning at all a role in (3) PBL, and the hands-on ICT education system to be configured in the mechanism, the interaction between the PBL and lecture proposed.

### 1. はじめに

実践的な ICT 人材育成の場として、システム開発 PBL (Project Based Learning)を採用する高等教育機関が増えている [1]。実践型学習は様々なカリキュラムで実施されているが、共通課題として学生のソフトウェア開発経験が浅いことが挙げられる。PBL を実施する上で UML などのソフトウェア開発の基礎知識を持たない学生は履修継続が難しく、履修を断念する学生も少なくない[2]。そこで、教員と学生のインタラクティブで「フォーマル」な学習[3]でソフトウェア開発の基礎知識を習得し、成果物を作成する際に不足する知識を学生主体の「インフォーマル」な学習で補わせる必要がある。PBL は調査・提案から始まるため、進捗に従って必要な技術・スキルが判明してくるという特徴がある。学生は、これらに自ら気づいて学習することが期待されている。本学プロジェクト学習でのシステム開発では、未学習の知識が必要となるが、調べない・調べても探し出せない・学んだ知識も使えない・応用できないという学生の実態が、調査によって浮かび上がってきた。そこで、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仕組みの構築を研究目標としている。本論文では、この仕組みとして、(1) プロジェクトの進捗に従って明らかになる知識やスキルを講義などと関連づけ体系的にチームで共有する情報システムと、(2) 企業における OJT (On-the-Job Training)[2]を参考に TA や先輩が後輩を指導する体制と、(3) PBL での役割を全員で体験学習するなど、講義・PBL 間の相互交流の仕組み、で構成する実践型 ICT 教育システムを提案する。

### 2. 従来研究での課題とアイデア

我々の進めて来た従来研究では、教員別、用途別となっていた講義資料や e-Learning などを共有することで、コンテンツ作成の効率化と ICT 教育の高度化が図れる見通しを得た。

しかし、講義や PBL そのものは独立であり、システム開発の工程全体の中での位置づけが学生に意識されにくい。この事情は PBL で顕著である。PBL は、複数学年でのプロジェクトを構成した方がより現実に即しており、教育効果があることが見えてきた。しかし、複数学年で構成することで、講義ではまだ学んでいない知識や技術を求められるメンバーがでてくる。また、役割を分担するため、隣の学生と同じことをすればよいというわけにもいかない。

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

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、といった程度であった。

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、企業ではオンザジョブトレーニング(OJT)を採用している。また、部門間で交流する場を設けたり、特に幹部育成においてはキャリアの途中であえて異なる職種や事業分野を経験させたりすることで、事業(役割)や工程全体を見渡す力を育成することがある。

企業でのシステム開発従事者としての経験から、OJTなど企業での教育に近い仕組みをPBLで実践できれば、システム開発教育に効果があるのではないかとこの着想に至った。

実践的ICT人材育成のためのプロジェクト型の教育手法として、OJL(On the Job Learning)がある[4]。この研究は産学協同によるPBL手法により、実践型ICT人材の育成を目指す教育カリキュラムである。OJL実習は、仮想ではなく実際のシステム開発を題材にして産学連携のPBLを実施している。しかし、OJLではつぎの点で本研究が対象とするPBLと異なる。

- (a)PBLのテーマとして企業から提示された具体的な課題があらかじめ設定されている
- (b)先に講義で学んだ知識・技術実践の場がPBLである
- (c)プロジェクトは企業側からのプロジェクトリーダーと開発者、大学側から教員、学生で構成される
- (d)学生は企業からのメンバーに混じって、プロジェクトの一部を担当する

一方、本研究が前提とするPBLとは以下の点が異なる。

- (a) 学生が自ら問題を見いだすところから始まる
- (b) 必要な技術を自ら見だし、自ら学ぶ
- (c) 企業人や教員はメンバーに含まず、学生のみでプロジェクトを構成する
- (d) プロジェクト管理を含むシステム開発全般を学ぶ

このような学生の自主性を推し進めることができる次のような実践型ICT教育システムを目指す。

- OJTを模擬するが、指導するのはやはり学生であり、同一学年のみのプロジェクト(フラット型PBL)ではTAが指導を行い、複数学年構成のプロジェクト(ピラミッド型PBL)では先輩が指導を行う。
- システム開発に関する講義の題材としてPBLを採用することで、講義にも現実性を持ち込むと同時に、講義の理論的な視点からPBLへフィードバックする。
- 先行研究で難しいとされた評価であるが、学習内容を体系化するシステムを運用することで、それを基盤にした達成度評価のモデルを開発する。

### 3. 本研究のアプローチと目標

本研究では、システムの試作・試運用を通して、次を明らかにする。

- (1) プロジェクトの進捗に従って必要となる知識やスキルを、講義などと関連づけながら体系的に整理
- (2) (1)の体系をチームで共有し動的にメンテナンスする情報システムの要件・評価
- (3) (2)に基づいて、教員やTAや上級生が後輩の知識やスキルの過不足を把握して、指導する体制作りのポイントと、それを支援するシステムの要件・評価
- (4) 講義・PBL間で相互交流する仕組み作りのポイントと、それを支援する相互運用型講義プログラムの要件・評価

(4)の相互運用型講義プログラムは、他科目あるいはPBLで実施した演習のアウトプットを利用して演習を支援する。例えば：・PBLで開発するシステムを品質管理の講義でテストする、などである。また、(2)のシステムは、将来ポートフォリオシステムとも連携できるようにする。

検討している実践型ICT教育システム次のプログラムからなり、全体構成を図1に示す。

- (1) インフォーマルを含めた学習内容を調査して体系化
- (2) 学習内容体系的な管理システム
  - (2)-1 更新プログラム、
  - (2)-2 共有プログラム
- (3) OJT支援
- (4) 講義・PBL相互交

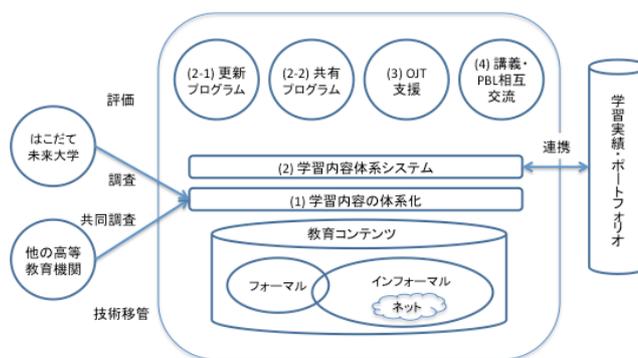


図1 システム構成

Figure 1 The configuration of a proposed system.

### 4. システム開発の構想

#### 4.1 教育コンテンツの体系的な管理システム

PBLのメンバー、TA、教員が共通に利用する同期型(講義)、非同期型(eラーニング)の教育コンテンツやPBLで作成したドキュメント群や学習記録を効率的に蓄積し、ポートフォリオで学生・教員の視点で可視化し、効果的に利用できる教育コンテンツ・学習管理システムを順次開発する。この開発では、ICT人材育成向け統合教育ドキュメンテーション基盤の研究[5,6]やソフトウェアドキュメント管理に関する研究[7]を応用し、教育コンテンツを技術文書

の標準仕様 DITA(Darwin Information Typing Architecture) [14]でワンソース・マルチプルユースや電子書籍の形式などで格納し[8], PBL で利用する教育コンテンツリポジトリを開発する. 教育コンテンツ・学習管理システムでは, コンテンツリポジトリにある教育コンテンツを PBL で利用しやすいシステム開発工程をベースとしたコンテンツビューで参照し, 参照履歴を取得する機能や各コンテンツへのメタデータ付与や LOD(Linked Open Data)などの手法を活用して, コンテンツを推薦する機能を付加し, 効率的な利用・管理・運用ができるようにする[9]. (1) インフォーマルを含めた学習内容の体系化での調査結果に基づいて, PBL の各フェーズで利用すべき講義等のフォーマル学習コンテンツや書籍や Web ページ等のインフォーマル学習コンテンツの推薦のメカニズムに盛り込む. ポートフォリオシステムには学生の参照履歴を取り込み, 教員視点・学生視点で可視化できる仕掛けを開発する.

#### 4.2 フラット型・ピラミッド PBL 向けカリキュラムの開発

同一学年のみのプロジェクト体制(フラット型)でのシステム開発により, 課題解決力, コミュニケーション, プロジェクト管理などの基礎を学ぶ PBL のカリキュラムを開発する. ソフトウェア開発を主とした PBL には, 実際には使われない模擬システムの開発を行うものと, 実在の依頼者や利用者に向けて実際に使われることを想定した実システム開発を行うものがある. 両者の開発を組み合わせることで, 学習意欲を保ちながら課題解決力やコミュニケーション, プロジェクト管理などの基礎を習得し, 難易度や学習項目の制御が可能な PBL プログラムを開発する. ここでは PBL の効果検証研究[10]をベースに, フラット型 PBL において実験し, 効果を確認・評価しながら改善していく.

一方, 複数学年(学部2年生~修士2年生を想定)によるプロジェクト体制(ピラミッド型)でのシステム開発により, 課題解決力, コミュニケーション, プロジェクト管理などの実践力をつける PBL のカリキュラムを開発しつつ, システムの要求開発をする. チーム間で相互運用が発生する現実の課題をテーマとしたシステム開発を対象とし, 強い学習意欲を保ちながら課題解決力やシステム・インテグレーション力を高めることに力点を置いた PBL カリキュラムを開発する. これらを, ピラミッド型 PBL において実験し, 効果を確認・評価しながら改善していく.

#### 4.3 講義・PBL 相互交流の実験

(4)の講義・PBL 相互交流の実験では, システム開発に関わるソフトウェア工学系の科目群に対して, 科目間や PBL と相互運用する形式の演習を取り込んだ講義内容を設計する. 対象とする科目は, 情報専門学科カリキュラム標準 J07 におけるソフトウェアエンジニアリング領域のカリキュラムモデル J07-SE[11]の SE 技術を扱う SE 科目を基準とする. 例えば, 本学の科目「ソフトウェアプロセスと品質」では

品質保証部の立場から PBL で開発しているシステムの外部仕様書などのドキュメントをレビューする. また, 外部設計書を元にテスト項目を作成し, このテスト項目を用いて検査を実施する演習を行う. PBL のプロジェクトはこの検査結果に対する品質向上計画を立案・実施する. このように第三者品質保証のしかけなど, 企業のシステム開発の現場で実施されているような実践的な講義カリキュラムを開発する. 各教員の担当する講義の中で PBL との相互運用を実験し, 効果を確認・評価をしながら講義プログラムの完成度を高めていく.

#### 4.4 OJT 支援プログラムの開発

フラット型およびピラミッド型プロジェクトのメンバーを指導する TA・先輩育成のためのプログラムを開発する. TA がより効率的, かつ効果的な学習指導者になるための学習方法(eラーニング, ワークショップ, 講義など), 内容, 評価方法, テキストなどを開発する. この開発では PBL の実施や eラーニングによる教育手法[12], ドキュメンテーションに関する研究[5,6,13]の成果や知見を利用する. TA はピラミッド型 PBL に参加している学部4年~修士2年の学生から選抜し, フラット型およびピラミッド型 PBL に対して開発した学習方法や内容を順次適用し, 効果を確認・評価しながらプログラムを改善していく.

### 5. 予想される効果

本研究の成果により, つぎのような直接的な効果が期待できる.

- ・講義と PBL を相互に連携した相互運用型教育によりつぎに示す具体的な効果が期待できる.

- 品質管理の講義の演習として, PBL で作成したドキュメントに対する第三者レビューやドキュメント検査を実施することで企業での品質保証部門の役割を講義の中で体験する. これにより, 品質管理の重要性への意識が高まることが期待できる.

- プロジェクト管理の講義で学んだリスク管理や見積り技術等の知識を, PBL 基礎・実践のシステム開発の中で経験を重ねる事で, リスクを回避できるようになったり, 見積りの予想が当たる確率が高くなったりなど徐々にプロジェクト管理能力が身につくことが期待できる.

- ・科目内やプロジェクト内に閉じていた教育やプロジェクト演習を科目間, プロジェクト間, 科目とプロジェクト演習間で教育コンテンツやドキュメントを共有化することでコンテンツやドキュメントの作成コストの低減や品質の向上, 教育の高度化が期待できる.

- ・PBL 基礎と PBL 実践, TA 経験により段階的にシステム開発力や管理・指導力が身につくことが期待できる.

- ・本モデルを公開することにより, 他大学においても実践的な ICT 人材育成が可能になる.

以上により, 本研究は講義とシステム開発演習の相互運

用と段階的な支援を通して、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。

2013-DD-88(8), 2013.

14) OASIS,

[http://www.oasis-open.org/committees/tc\\_home.php?wg\\_abbrev=dita](http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=dita)

## 6. おわりに

本論文では、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仕組みの構築を研究目標とした。この目標を実現する仕組みとして、(1) プロジェクトの進捗に従って明らかになる知識やスキルを講義などに関連づけ体系的にチームで共有する情報システムと、(2) 企業におけるOJT(On-the-Job Training)を参考にTAや先輩が後輩を指導する体制と、(3) PBLでの役割を全員で体験学習するなど、講義・PBL間の相互交流の仕組み、で構成する実践型ICT教育システムを提案した。さらに、この提案で予想される効果について報告した。

**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，情報処理学会研究会報告(IS)，2007-IS-99，pp.123-130，2007.
- 2) 松浦佐江子：実践的ソフトウェア開発実習によるソフトウェア工学教育，情報処理学会論文誌 48(8)，pp.2578-2595，2007-08-15.
- 3) 寺田佳子：人材育成の新たな可能性“インフォーマルラーニング”の基礎と実践，e-Learning Conference 2010 Winter，2010-12-6.
- 4) On the Job Learning(OJL)：産学連携による新しいソフトウェア工学教育手法，小林等，情報システム学会誌，Vol.5，No.2，pp.32-45，Mar 2010
- 5) 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，安永航，情報処理学会研究報告 CE，[コンピュータと教育] 2013-CE-121(10)，2013.
- 6) 安永航，大場みち子，山口琢，再利用性を高める教育コンテンツ共有環境の構築，情報処理学会第74回全国大会講演論文集，5 ZG-7，2012.
- 7) 坂井麻理恵，大場みち子，伊藤恵，奥野拓，統合ソフトウェアドキュメンテーション環境としてのDITAベースCMSの開発，情報処理学会研究報告 DD，[デジタルドキュメント] 2013-DD-88(8)，2013.
- 8) 安永航，大場みち子，奥野拓，伊藤恵，山口琢，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，情報処理学会研究報告(DD)，2013-DD-88(7)，pp.1-7，2013-01-11.
- 9) 大場みち子，安永航，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，IS-14-3，2014.
- 10) 伊藤恵，奥野拓，今野陽子，PBLによる地域向けシステムの構築と運用，電気学会 情報システム研究会，IS-12，7-10，2012.
- 11) 阿草清滋，西康晴，沢田篤史，ソフトウェアエンジニアリング領域(J07-SE)(<特集>情報専門学科カリキュラム標準 J07)，情報処理 49(7)，743-749，2008-07-15
- 12) 佐藤智紀，伊藤恵，e-learningを用いたソフトウェア技術者教育における自習支援，日本ソフトウェア科学会第28回大会講演論文集，2011.
- 13) 坂井麻理恵，大場みち子，伊藤恵，奥野拓，統合ソフトウェアドキュメンテーション環境としてのDITAベースCMSの開発，情報処理学会研究報告 DD，[デジタルドキュメント]