

## 実システム開発を通じた社会連携型PBLの提案と実践

井上明<sup>\*1</sup>, 金田重郎<sup>\*2\*</sup><sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>) 甲南大学情報教育研究センター, <sup>\*2</sup>) 同志社大学工学部, <sup>\*3</sup>) 同志社大学院総合政策科学研究科

### 概要

近年、ICT教育の手段としてPBLが注目されている。しかし、従来提案されているPBLはジョナサンが定義する3段階のうち、2番目のアドバンスレベルでありチュートリアルにより実行されるべき範囲に限定されている。そこで、本稿では、ジョナサンによる3区分の最終段階であるエキスパートレベルの知識獲得を目指したカリキュラムとして、自治体と大学が連携し、学生自身が要求分析・設計・コーディング・実応用・保守を担当する社会連携型PBLカリキュラムを提案する。本アプローチは2000年度より進めてきた。実際に問題解決能力テストPSIによって受講生を評価した結果、研究のみを実行している学生に比して、中心メンバーとして活躍した学生・院生は、高い問題解決能力の指標を示した。反面、グループ学習特有の性質として、受講生の問題解決能力のバラツキは大きくなっている。本稿では、5年間の実践経験を踏まえて、この社会連携型PBLのプラクティスを示し、今後の発展の方向についてあわせて論じている。

### A PBL Approach using Real World Application Development between University and Local Government

Akira INOUE<sup>\*1</sup>, Shigeo KANEDA<sup>\*2\*</sup><sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>)KONAN University <sup>\*2</sup>) Faculty of Engineering,Doshisha University <sup>\*3</sup>)Graduate School of Policy and Management, Doshisha University

### Abstract

Recently, PBL (Project Based Learning / Problem Based Learning) approach is focused in ICT learning domains. However, conventional PBL approach in ICT learning is the second stage of learning, defined by D.H. Jonassen, a researcher in Constructive Learning. The second stage is an advance level of the knowledgeacquisition, suitable for coaching leaning approach. In this paper, a PBL approach for the third level of Jonassen's model is proposed. The level is the expert level and the PBL approach can be realized only in the real world application system development.The authors started the real world system development PBL approach in 2000.This paper sumirizes the details and experiences in the PBL approach. Some practices are demonstrated and the future works are crarified.

### 1. はじめに

ICT教育におけるPBL(Problem Based Learning / Project Based Learning)適用に注目が集まっている。PBLの発祥は医学教育である。近代医学教育を改革したウィリアム・オスラーは、「学生への自然な教育法とは、患者とともに始まり、患者とともに続き、患者とともに終わる」という言葉を残している。医学分野のPBLで学生が身につけるべき最も重要な能力は、将来、学生が医師となった時、現場で必要とされる「有用な知識を組み立てる能力」、「必要な知識を獲得する能力」とされている。

一方、看護教育でも、PBLが広く実践されて来た。看護学を確立したフロレンス・ナイチンゲール<sup>1</sup>は、代表作

「看護覚え書」序文で、次のように述べている。「私は女性たちにいかに看護するかを教えようとは思っていない。むしろ彼女たちに自ら学んで欲しいと願っている。そのような目的のもとに、あえてここにいづつかのヒントを並べてみた[1]。ナイチンゲールの精神は、PBLを含めた全ての看護学の基本となっている。

本稿では、医学教育PBL・看護教育PBLがいずれも「テクニックを学ぶべきとっていない」点に着目する。ICT教育も医学・看護分野と同様に、学生がICTが使われている実社会の状況に踏み込み、そこでの課題とともに活動する必要があると認識する。そして、そのプロセスの中で、ICTプロフェッショナルとして日々成長するために必要な全人的姿勢を身につけることこそが、PBLの基本的目標であるとの仮説に立脚する。

PBLの目的が、全人格的發展にあるなら、学内での「模擬訓練」には自ずから限界がある。学生自らが第一人称で責任を引き受け、現実社会に出て要求を分析し、それをソフトウェアシステムとして具現化し、そして、学生自らによって実運用するしかない。このアプローチ

<sup>1</sup> わが国ではナイチンゲールを単に社会奉仕家のように捕らえがちであるが、彼女の活動は、看護教育学の確立のための膨大な著作の執筆と、統計学の看護への導入に捧げられてきた。彼女の業績は、それまでは「召使い」のような存在であった看護婦(師)を、専門職へと導いた点にある

を著者らは 2000 年度より採用してきた。カリキュラム開始より 5 年以上が経過し、一定のスタイルが確立されたと思われる。本稿では、この社会連携型 PBL のカリキュラムの概要と今後の課題について述べる。

以下、第 2 章では、社会連携型 PBL の必要性を述べる。第 3 章では、実際のカリキュラムを提案する。第 4 章では、評価結果を分析する。第 5 章では、実践から導かれたいくつかのプラクティスを述べる。第 6 章はまとめである。

## 2. 社会連携型 PBL の意義と目的

本稿では、官学が連携し、学生が実社会のシステムを構築・導入する社会連携型 PBL カリキュラムを提案する。カリキュラム提案の前に、本カリキュラムの教育方法論の中での位置付けを明確化したい。

### 2.1. 全人的教育の必要性

ICT 分野を取り巻く環境は、ドッグイヤーといわれるほどに技術進歩が激しい。学生時代学んだ知識が、実社会に出た時にはすでに陳腐化することも多い。その一方で、学生が 4 年間あるいは 6 年間という時間で、ICT に関するすべての知識を理解することは不可能である。

したがって、ICT 技術者の本質的な能力とは、コンピュータサイエンスやソフトウェアエンジニアリングなどの技術的知識に加え、時代や環境が変わっても、自分で課題を見つけ出し、足りない知識を身につけ、最善と思われる方法で課題を解決していく全人的な能力が必要である。これが、本 PBL の最終的な目的である。

医学に例えると、解剖学や生理学といった基礎的知識を習得するだけでなく、患者の様子や症状から原因を探り、その時代に適用可能な最新かつ最適な治療をおこなう能力に等しい。

即ち、本稿で目指したい ICT カリキュラムとは、定型業務をこなすソフトウェア技術者の大量育成ではなく、最終的には Google や Yahoo といった新たな社会的価値観を提言できるソフトウェア技術者の育成カリキュラムである。そのためには、ドキュメントの書き方やシステム開発手順を経験させるだけでなく、学びのおもしろさや何より ICT が与える社会的インパクトやそれが実現するプロセスを「体感」させる必要がある。

### 2.2. 構成主義と正統的周辺参加

上記のような全人的な学習要求の中で、近年注目されているものに「構成主義」がある。

構成主義では、事前に教師が設定した学習内容に効率的に学生に教え込む「客観主義」ではなく、学習自体に焦点がおかれ、「学習者をとりまく社会的状況、実際の日常生活に関連する意欲、他者との相互作用などの実体験を通して学習すること」に興味注がれる[2]。

小学校における総合学習の導入などは、あきらかにこの構成主義的視点の重要性への認識が背後にあると思われる。構成主義の立場では、坐学ではなく、実際に社会にでて学習することが必要である。

医療教育・看護教育 PBL に目を転じてみると、テュートリアル型 PBL、社会連携型 PBL の 2 つのアプローチが意識的に区別されている(表 1)。

表 1. PBL の 2 つのタイプ

名称	内容
テュートリアル型	シナリオやシュミレーションで示される問題を理解し、既知の知識・経験を基に新たな知識を主体的に学習する方法
社会連携型	シュミレーションやシナリオではなく、地域や学外の組織の協力を得ながら自らが実社会の課題に取り組む方法

テュートリアル型では、学生は模擬課題を理解し、既知の知識・経験を基に新たな知識を主体的に学習する。一方、社会連携型は、学生自らが実社会の課題に取り組む。明らかに、後者の方が、より構成主義の主旨に合致する。

例えば、医学 PBL の第一人者であるパロウズは、PBL を行うには可能な限り本物の環境が望ましいとした。その意図は、1) 将来、学生が働く現場に近い環境を提供することで、学習意欲の向上・能動的学習態度が期待できる、2) 「事例」をトリガーとして課題を発見する能力を引き出す、といった目的がある<sup>2</sup>。

一方、テュートリアル型も活用されている。看護分野では、看護計画策定の教育の初期段階ではテュートリアルが行われて、シナリオとして患者様の状況が提示され、看護計画の策定が学生に要求される。以上の例からも分かるように、医学・看護教育 PBL では、シナリオを用いるテュートリアル型 PBL と社会連携型 PBL では、カリキュラムや学習範囲を明確に区別している。このようなテュートリアル型と社会連携型の区分は、わが国の従来の ICT 教育 PBL では曖昧であり、結果として、ICT 教育 PBL の目的などを曖昧にしているように思われる。

構成主義に属するジョナセンは、人間の知識獲得の過程には、3 段階あり、それぞれに学習する事柄や教授方

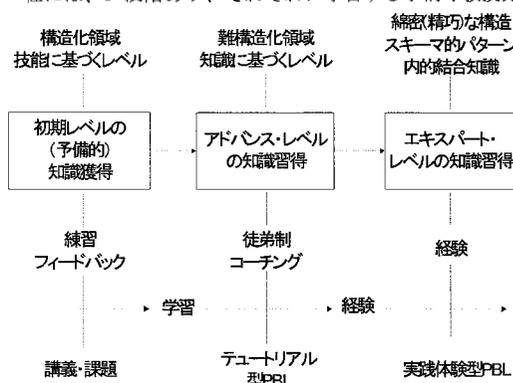


図 1. ジョナセンによる知識習得の 3 段階モデル (一部筆者追加[2])

<sup>2</sup> 佐賀大学医学部では、「総合外来実習」の授業のひとつとして、学生が実際に外来の患者様を診察する試みを行っている。実際の患者様を診察することで、医療に携わる当事者としての責任感や、これまで学習してきた知識の統合化が得られる

法が異なるとした[3]。初期レベルには繰り返し練習が、アドバンスレベルには徒弟的なティーチングが、そして、エキスパートレベルの教育には、実体験が必要としている(図1)。

ジョナセンのモデルを ICT 教育に適用すると表 2 のようになる。

表 2. ICT 教育における知識習得の 3 段階モデル

	初期レベル	アドバンスレベル	エキスパートレベル
学習内容	ドキュメントの書き方、各種プログラミング言語の扱い方、データベース構築技法、オブジェクト指向プログラミング、UML の書き方、など	ある程度の基礎知識を得た学習者がより高度の知識を獲得する。学習者自身がデータベース設計や各種プログラミング言語を扱って、戸惑いながらもなんとかシステム構築が行えるレベルであろう	これまで習得した知識を統合する能力(内的結合)や、知識同士を組み合わせ新たな知識へと発展させるプロセスの理解と実践 →ICT 技術者として本質的に必要な問題解決能力や応用性の獲得
教育方法	「技能に基づくレベル」であり、繰り返しによる練習やフィードバックによる教授方法が最適である。	専門家と学習者間での徒弟制的な知識伝授やコーチングが必要である。テュートリアル型 PBL がアドバンス・レベルの知識獲得に適用できる。	反復練習やコーチングではなく、社会的実践による経験が必要とされる

また、構成主義教育のひとつである正統的周辺参加論(Legitimate Peripheral Participation: 以下 LPP)も示唆を与える[4]。

LPP では、「共同体」への周辺の参加から、学習者が徐々に知識を獲得していく。つまり、共同体への参加によって、学習の意味づけがなされ、知識が獲得できる<sup>3</sup>。

現在、情報系 PBL として実践されているものの多くは、教師がある事例のシナリオやテーマを提示し、学生がその内容に沿って、詳細設計から、プログラミング、テストといったシステム開発の一連のプロセスを経験する、というモデルが多い。

これらのモデルと、本稿の社会連携型 PBL の違いは以下の点である。

- 社会的実践から得られる責任感、目的意識が異なる。即ち、全人格の投与を要求し、それによる成長を期待する。
- 従前の ICT 教育 PBL は表 2 の、アドバンス・レベル

<sup>3</sup> 初心者が周辺から参加して徐々に中心に入ってゆく LPP のモデルは、多くのオープンソースの開発モデルそのものである。

の知識習得であり、本稿の社会連携型 PBL はエキスパート・レベルの知識獲得である。

- 本物の状況に参加することで、ICT 技術者に必要な、コミュニケーション能力、観察力、表現力などの育成も視野に入れることが可能である。

つまり、社会連携型 PBL では、教師が「何を学ばせたいか」ではなく、学習者自身が「何を学ぶ必要があるか」に気付くことが重要なファクターとなる。

著者らは社会連携型 PBL 方法論の開発を目指して、2000 年より、幾つかのシステムを開発してきた。開発したシステムを表 3 に示す<sup>4</sup>。システム規模は、システムによって異なるが、約 1.5 万行から 2.5 万行である。これらの経験を経て、現在は、以下のような社会連携型 PBL のスタイルが確立されている。

### 3. 社会連携型 PBL の教育カリキュラムの提案

社会連携型 PBL カリキュラムの教育プロセスの概要を図 2 に示す。

全ての活動は、PBL の学習理論の下記プロセスにしたがって進める。

本学習モデルは、バロウズの PBL 学習モデルに準拠している。意図的に、学生へは「提案書の作成」「外部設計・内部設計書作成」「プログラミング」「テスト」といったウォーターフォール型の作業手順は明示していない。

なぜなら、ある特定の開発手法を、教師から示される手順通りに実施するのであれば、PBL ではなく通常の演習形式でも可能である。重要な点は、これらの作業手順はあくまでも「システム開発プロセス」であり、「学生を教育するためのプロセス」ではない、ということである。結果的には、PBL 活動の中で仕様書なども作成しているが、「仕様書ありき」ではない。「なぜドキュメントが必要なのか」「どのような内容を記述すればいいか」といった、PBL のポイントである「システム開発を成功させるには何を学ぶ必要があるか」を学生自身に気付かせ、必要な知識を獲得させることを実践するようにした。具体的には、下記手順にて活動を進めた。

#### 3.1. ステップ 1. 「問題に出会う」

PBL では、事例の良し悪しが学習活動に最も大きな影響を与える。解決すべき課題が、「これは本物ではなく、バーチャルで遊びだ」と感じてしまうと学生の学習活動への意欲が大きく低下する。

そのために、筆者らは、まず、「本物の課題」を提供する実践の場となり、学生の PBL 活動に協力してくれる組織を探す。時期的には、新年度から活動を行うために、前年度の秋ごろから「営業活動」を実施する。教員が種々の「つて」を頼って、自治体等の担当者を紹介してもらい、その組織に、活動の意義や目的を理解してもら

<sup>4</sup> 2001 年度以降に幼児教育分野のための実システム開発があり、一部システムは保育園での稼働をしているが本表では省略した。但し、図 3 の PSI アンケートは、幼児教育向けシステムのメンバーを一部含んでいる

表 3. これまで実施した社会連携型 PBL

システム名称	システム概要	連携先	担当学生	ドメイン専門家	開発年度	主な開発環境	稼働実績
イベント情報公開システム	京都のイベント情報を公開する Web ページを自動生成する。	毎日新聞社京都支局	同志社大学大学院・総合政策科学研究科・院生(修士)	毎日新聞社記者	2000年度	Xi(Baykits) & JavaScript	3年程度稼働
広報情報公開システム	京都府庁内の広報情報を統一的に扱い、Web サイトを自動生成する。	京都府広報課	同志社大学工学部知識工学科・4 回生、同大学院工学研究科・院生(修士)	京都府広報課職員	2004年度	Xi(Baykits) & JavaScript	一部は 3 年間程度稼働
中丹安心くん	中丹広域振興局内における道路・河川の災害状態を一括して管理するシステム。	京都府中丹広域振興局・中丹東土木事務所	同志社大学工学部知識工学科・4 回生、同大学院工学研究科・院生(修士)	京都府中丹広域振興局職員	2005年度	PHP & Smarty	1 年程度稼働
京都道守くん	山城広域振興局内における道路管理業務を Web-GIS で一括管理するシステム。	京都府山城広域振興局・山城北土木事務所、同・山城南土木事務所、同・乙訓土木事務所、中丹広域振興局・中丹東土木事務所	同志社大学工学部知識工学科・4 回生、同大学院工学研究科・院生(修士)	京都府山城広域振興局職員/中丹広域振興局職員	2006年度	Ruby onRails & Javascript	今後社会実験予定

うところからは始めている。連携先組織は、どのような組織でも良いわけではない。連携先組織を決定する重要な要素は、連携先の「現場担当者（後述する 2 人のファシリテータの一人となるべき方である）」が、この活動に意義を感じるかにかかっている。現場担当予定者が、ICT システム構築・導入に向かって、強い期待と熱意を持って受け入れ、自らもその活動に参加する意欲があるかどうかの本 PBL 成功のための最大のポイントである。

PBL では、少人数グループ形式で学習活動が実施される。この活動を牽引するファシリテータの態度や理解度が、グループ全体の活動に影響を与える。つまり、ファシリテータである連携先組織の担当者の熱意や振舞いが、システム開発に大きな影響を与える。

連携先が決まった後、教員は、連携先組織の担当者と、学生が開発するシステムの開発テーマを、ある程度絞り込む。例えば、「イベント情報に関するシステム」や「災害対策システム」などである。これは、どのようなシステムを学生が開発するか分からないと、連携先組織の協力が得にくいことと、システム開発経験の無い学生に対し、実社会のシステムを全く制限無しで開発させるには、難易度が高すぎるからである。事前に教員が決める範囲は、あくまでも「開発の参考になる視点」であり、詳細な仕様や機能は一切提示しない。

4 月に入り、新しく研究室に配属になった学生を含め、現場ヒアリングを実施する。

打ち合わせ初期段階では、教員と連携先組織担当者同士が主に話し合う。学生は、その話を聞き、議事録として記録する役割を与える。

学生に、仕様書や提案書作成からスタートさせるのではなく、議事録を作成させることから始める理由は、「徐々に開発作業に参加させる」ということである。これは LPP の理論を用いている。

学生は、システム開発の初期段階では、何をどのように進めればよいかわからない「新参者」である。いきなり古参者と同じ作業をするのではなく、新参者は、単純で失敗に対する損失の小さい責任の軽い活動からはじめる。このような実践共同体の一部に加わっていくプロセスを通じて、新参者は、自分達の置かれている状況とやるべき事柄を理解する。

また、開発初期段階では、対象ドメインの事務所へ積

極的に外向くようにしている。実際の現場の雰囲気や仕事の様子から、「遊び」ではない責任感を感じさせる。それに加え、打ち合わせやプレゼンテーションを通じて、システム開発には他者への説得やアピールが必要不可欠であることを学ばせる狙いがある。

さらに、上記作業と平行して、共同研究契約を締結する。共同研究契約を正式に結ぶ理由は、守秘や学生の事故に対する問題もあるが、大きな目的は、連携先の担当者の正式業務として認めていただくことである。これによって、担当者も一人称で活動に参加しやすくなる。

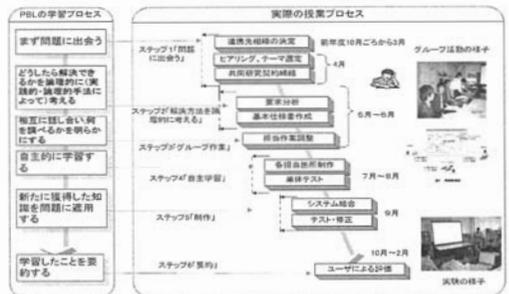


図 2. 社会連携型 PBL 教育のプロセス

### 3.2. ステップ 2. 「解決方法を論理的に考える」

次に、5 月から 6 月にかけての数回のミーティングを通じて、要求分析や各自の担当箇所の決定を行っていく。基本仕様の策定には、システム全体のイメージ図とおおまかな画面遷移図を何度も更新しながら、仕様を確定していった。

また、できるだけ早い段階で、動作はしないがシステムの雰囲気を確認する画面だけの「プリ・プロトタイプ」を作成する。画面イメージを早期に作成することで、メンバー全員がより早い段階でシステムのイメージがしやすくなり、作業効率のアップ、意見の食い違いを最小限に抑えるなど、開発を進めていくうえで効果的であった。

ドキュメント類は、XP の考え方を取り入れ、必要最小

限のものにとどめる。具体的には、開発計画書、ユーザ・インターフェース設計書、E-R 図、DB 設計書、などである。

筆者らの PBL では、「ドキュメント作成能力」を、PBL を通じて学生に習得して欲しい最重要スキルと位置づけていない。確かに、各種のドキュメント作成能力はもちろん重要であり、ソフトウェア技術者に必要不可欠なスキルであることは間違いない。しかしながら、ドキュメント作成能力は 1 回経験しただけでは理解できない。また、ドキュメントを書く能力は、ジョナセンの知識習得モデルでは、「初期レベルの知識」であり、その習得には、先に述べたように、繰り返し練習する必要があると考えるからである<sup>5</sup>。ドキュメントの作成スキルは、PBL 以外の他の演習で学習すべき項目であり、PBL では、「システム開発を成功させるためには、何をどのように進めていけばよいか」といったシステム開発を進めるための論路的思考を意識させるようにした。

### 3.3. ステップ3. 「グループ学習」

開発作業は、グループ活動として実施している。学生は、5~6 名程度で分担してシステムの開発を行う。学生は、どこかひとつの機能を担当する。複数人での開発を効率的に進めるために、バージョン管理システムを利用している。

基本的には、マイクロソフトの同期安定化プロセス [5] を縮小したような開発形態となる。

また、他のメンバーとの意見交換や作業の進捗管理、ノウハウの集積するために、開発用の Wiki を作成した。特に Wiki は、他のプロジェクトやこれまでの得たノウハウを集積するには最適であった。学生は、何かあれば頻繁に Wiki を利用するようになっていた。このような共同作業用の環境は必須である。

学生は、自分が担当になった機能のプログラミングを行う。ただ、全く個人で活動するのではなく、他の機能との連携が必要になるために、頻繁に他のメンバーとの調整が求められる。

システム全体が見えていない場合、いくらグループで活動しても「自分のところだけやっておしまい」になりがちである。そうではなく、責任を与えられた仕事を進めるには、自分のことだけやっておけばいいのではなく、他のメンバーとの調整や連携が必要不可欠であることを体験させる。

### 3.4. ステップ4. 「自主学習」

誰がどの機能を担当するかは、技術的ファシリテータである教員が指示する。しかし、実際に作業が進むにつれて、ファシリテータの指示が無くても学生間で、自主的に作業の調整を行うようになって行く。例えば、技術的スキルの高い学生が、他のメンバーへ作業の指示やサポートを自主的に行うようになる<sup>6</sup>。

学生が教員に技術的な質問してくることは少なかった。しかし、その一方で、対象ドメインの担当者への質問は、

急激に増えていく。これまであいまいにしていた内容が、あいまいなままではシステム構築ができないことがわかってくるからであろう。

このように活動が進むにつれて、「教員（ファシリテータ）」「学生」という 2 つの立場ではなく、その中間的な「サブ・ファシリテータ」ともいえる学生が育つ。これは、できるだけ自分達で解決しようとする意欲、責任感が高まっていた結果と思われる。

学生の活動を観察すると、技術的スキルの習得に関して、一人で本やネットで調べることもあるが、他のメンバーへの質問や助け合いが頻繁に見られる。相互活動によって、すでに多くの知識を獲得している学生は、他者へ教えることによって知識の再確認と定着が行える。一方、教えられる側の学生は、新たな知識を獲得する。

情報系 PBL での自主学習とは、2 つの側面がある。一つが、本やネット、友人からプログラミングやサーバ構築など、自分に必要な知識を調べて獲得する能力である。二つ目が、誰かの指示を待つのではなく、グループがひとつの自立的組織として形成されていく活動である。これらの能力は、実際のシステム開発の現場で頻繁に見られる。「ユーザから指示されなかったので作らなかった」ではなく、「指示されていないが必要と判断した」ができる人材育成に繋がるものと思われる。

このステップ4ならびに次のステップ5の作業は、夏休みをめぐりに作業を行う。ただ、ほとんどの場合、前期試験がある7月はあまり作業ができず、夏休みに集中して作業し、9月終わりごろに完成することが多い。

### 3.5. ステップ5. 「制作（獲得した知識の問題への適用）」

システム構築は、プロトタイプを作成し、ユーザへのレビューを行い、機能の追加・修正を実施する。これはプロトタイピングの開発手法とほぼ同じである。

システム製作段階で重要なポイントは、使用する開発言語やアーキテクチャといった技術的な問題ではなく、「ファシリテータの振る舞い」である。学生は、プロトタイプを作成し、ユーザへレビューする。その意見や要望を次のリリースへ反映する。しかし、システム開発初心者は、作業時間の見積りや技術的難易度を判断する能力が低いためにユーザからの要望を全て実装しようとする傾向が見られる。その結果、開発工数が膨大になる危険性が高い。事実、我々が過去の実施した PBL のいくつかでは、ファシリテータのアドバイスが少ない事例において「泥沼」のシステム開発になる危険性があった。

したがって、技術的ファシリテータが、時間的制約と技術的難易度から、実装すべき機能や要望の優先度や範囲を判断する。また、対象ドメイン側の担当者も、「これ以上の要求は当初の計画から逸脱する」ことを意識してもらうようにする。対象ドメイン側の担当者は、単なるユーザではなく、学生のシステム構築活動を利用者側の立場からサポートする「もう一人のファシリテータ」の役割も担ってもらう。

学生は、このようなファシリテータの振る舞いから、システム開発に求められる「決断」や「判断のポイント」を理解する。

<sup>5</sup>看護教育では、現場実習で看護計画などのドキュメントの書き方が繰り返して訓練される。

<sup>6</sup>更に進むと、上級生は意図的に答えを教えずに導くようなことを始める

### 3.6. ステップ6. 「要約」

10月ぐらいから、完成したシステムを実際に一定期間ユーザに利用してもらった。ただ、この時点では、開発者である学生が「完成した」と考えているだけであり、実際に利用すると、各種のバグと改善点が明らかになる。我々の社会連携型のPBLでは、このユーザの利用による評価を重視している。なぜなら、システム開発の基本的原則である「システム開発が成功したかどうかは開発者ではなくユーザが判断する」を理解させる意味合いがある。

開発の修正・追加、認識の違いがユーザの利用によって明らかになり、「自分達に足りなかった点」が明確になる。それによって、これまで学習してきた知識の獲得レベルが分かり、今後どのようなスキルを身につける必要があるかが認識できる。自分が担当した機能以外のところを学生同士で相互評価させることも可能である。しかし、そのような「身内同士」の評価では、学習意欲が高まらないのは明らかである。

したがって、我々の活動では可能な限り、開発に参加したメンバー以外の評価を取るようになった。例えば、京都府中丹広域振興局と開発した「中丹安心くん」のシステムでは、開発メンバーである中丹広域振興局だけでなく、舞鶴市や綾部市の防災担当者を含めた広範囲な実験を行った。

この「自分に足りない知識を認識する」「必要な知識を獲得する」必要性を気付かせ、他の科目や授業への意識付けとすることが、社会連携型PBLの目的のひとつでもある。

例えば、社会連携型PBLを経験した学生の中には、「作っているだけで、深い知識が身についたという感じがしない」という感想をもらすケースがある。一見、PBLに否定的な意見のように思える。しかし、この感想は、言われたことを部分的に担当しただけで終わった学生からは聞かれない。むしろ、自ら積極的にPBLに取り組み、作成プログラム量も多く、打ち合わせでも頻繁に発言した学生に限定される。しかも、この問題意識は、プロジェクトの初期段階では発生しない。開発の最終段階で、細かいバグ・フィックスや手直しの段階で生じてくる。学生が言う「深い知識」とは、例えば、「もっときちんとオブジェクト指向について勉強したかった」「デザインパターンについて系統的に学びたい」といったものであった。

これは、1)PBLでシステム開発を行う、2)分らないながらも作成する、3)構築が進むにつれて本来は身につけているはずの基礎知識やスキルが、獲得できていないことに徐々に気がつき始める、という状態と思われる。つまり、「身についた感じがしない」ではなく、「身につけていなかったことがPBLによって気がついた」とも言える。これまで自分達が学習してきた知識の不十分さを認識し、新たな知識獲得意欲が生まれたと考えられ、本PBLの成果とも言える。

## 4. 考察

### 4.1. 問題解決能力の評価

社会連携型PBLによって、ソフトウェア技術者に求められる「問題解決力」が身についたかを検証した。本研究

では、問題解決力の評価として、医学・看護学でも用いられ、その評価の妥当性が認められている、PSI(Problem Solving Inventory:問題解決力尺度)を用いた。評価手法は以下のとおりである。

対象：社会連携型PBLを経験した学習者（「PBLメンバー」と以下呼ぶ） 18名

PBLを経験していない学習者（「研究メンバー」と以下呼ぶ） 7名（研究室全員が回答しているわけではない。）

調査期間：2007年1月24日～1月27日

調査方法：Web アンケートシステムを用いた電子的調査。属性情報は性別と学年のみの匿名回答

### 4.2. 結果

図3に、PSI測定結果を示す。被験者の数が少ないので、この結果から結論を出すことは危険である。しかし、以下のことがこの図からは読み取れる。

- PSIは値が小さいほど、問題解決能力が高いとされる。図3から目視でも推定できるが、統計的にもPBLメンバーと研究メンバーのそれぞれのPSI平均値に有意な差はない。大学の研究室はプロジェクト型の教育方法を取っているため、その影響かもしれない。
- 顕著なのは、PBLメンバーのPSI値の差の大きさである。研究メンバーのPSI値は比較的ばらつきが小さいのに対して、PBLメンバーの差が大きい。グループ学習は一般に、伸びる学生は（坐学に比して）伸びる割合が大きいが、フリー・ライダーとなって、十分に学習効果が上がらないといわれるが、それと同様の現象が出ているように思われる。
- PBLメンバーでは、たまたま学部4年生で優れたPSI値を示すものがあるが、修士課程の学生はPSIが高い。逆に、学部学生ではPBLを経験したからといって<sup>7</sup>、すぐに問題解決力が養成されるわけではなく、2～3年間のPBLの繰り返しで、優れたPSI値を生むように思われる。

上記のPSI調査で意外であったのは、成績のかなり優秀な学生が研究メンバーにいるにもかかわらず、PSI値は平均的であったことである。これらの学生は、プログラムを相当書ける。しかし、PSIが平均値である。研究はプロジェクト制を進めているが、再考を要するように思われる。

また、このPSI調査では、自由記述欄が設けられている。ここでは、講義のあり方について聞いているが、PBLメンバーは、「理論と実践のバランスのとれた講義を期待する」「講義のレベルと自分のレベルに差があった時には、どうしてよいのか分からなかった」といった、社会性が感じられる記述が多い。これに対して、研究メンバーの中には、「講義をもっと面白くしてほしい」

<sup>7</sup>学部学生で1名、極めて優れたPSI値を示しているが、この学生はアルバイトとして、既に何万ステップも実用プログラムを書いている学生ではないかと思われるが、匿名なので、定かではない

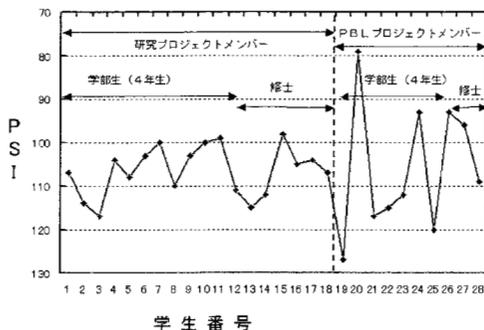


図 3. PSI 測定結果

「今日は面白い講義あるかな」といった、稚拙な表現が散見される。PBL メンバーのほうが一般的に謙虚で大人っぽい記述である。PBL が一種の社会性を養成しているように感じられる。

一方、学生達からヒアリングすると、PBL 一年目の学生は、「夢中でやってきた、よい経験になった」という主旨の意見が多い。これに対して、二年目、三年目の学生は、どこか、「ものづくりだけ」であることに満足できない部分を持っている。このことは、実用システムであるが故にあまり内部に凝った構成はなく、一年目の世界からさらに深くシステム設計法を学んだり、あるいは、一般性・新規性のある検討ができていないという不満が増えてくるようである。

## 5. ICT 系 PBL を実践するためのプラクティス

これまでの議論をもとに、IT 系 PBL を実践するために必要な項目を、5 つのプラクティスとしてまとめる。

### 5.1. 2 人のファシリテータ

PBL を行うには、学生の学習活動をサポートし問題解決を支援するファシリテータが必要である。ICT 系 PBL には、「2 人のファシリテータ」が不可欠である。

まず、一人目は「統括的ファシリテータ」である。このファシリテータは、グループの活動全体を支援する。学習者の学習状況や、次に述べる古参者ファシリテータと学生との関係などを常に把握し、必要なアドバイスによって、学習活動全体を導く。また、統括的ファシリテータはカリキュラム全体の計画や最終的な活動の評価を実施する。通常は PBL を担当する教員である。

次に、「古参者ファシリテータ」である。このファシリテータは、次のような立場の人間である。1) 対象分野や実施する活動について知識や経験を有する人、2) 教員や学生とは異なる視点・立場で活動に参加できる人である。例えば、今回の事例でいうと、自治体職員が古参者ファシリテータといえる。

ICT 系 PBL の場合、実社会の多様な課題を対象とするために、その課題に対して、必ずしも教員が専門家や経験者でない場合がある。例えば、自治体のシステムを考えるには、自治体の業務を理解しておかなければなら

い。また、ICT 専門家だけであると、新規性や高機能といった技術的成果にのみ評価が偏ってしまう場合がある。したがって、古参者ファシリテータとして、対象業務の深い知識や経験を持つ実務担当者が不可欠となる。

### 5.2. ボランティア方式

本 PBL では、基本的には、連携先組織などから金銭的な援助は受けていない。社会連携型 PBL は、あくまでも「教育活動」であるという認識のもとで活動すべきである。

学生がボランティアとして活動するという意味から連携先組織には、何らかの公的性があることが望ましい。特定の私企業のためのシステム開発であるならば、本来、金銭的な対価が必要であると考えている。実際、他の民間企業向けのシステム開発 PBL では、アルバイト料を戴いている。

また、このボランティア・ベースであるメリットは、連携組織側のファシリテータの負担を軽くする意味合いもある。金銭的援助を受けてしまうと、どうしても失敗は許されず周りの期待も大きくなる。ある意味、教員や学生は、開発が失敗しても職を追われたり、就職活動などにマイナスになるといった側面は無い。それに対し、連携先ファシリテータは実質的には「業務のひとつ」として参加することになる。実業務にシステムを導入するからである。この場合、もし失敗すると、担当者の職場での人事考課に影響を与える危険がある。このような負担を少しでも軽減し、可能な限り PBL に積極的に参加してもらおう意味合いを持ち合わせている。

ただし、サーバ等のハードウェア費用<sup>8</sup>、サーバ管理、学生が連携先との打ち合わせなどへ出向く交通費、システムの継続利用に関する費用などをどこから捻出するかに関しては大きな課題である。表 2 の例でも、試験運用後は費用をいただいているケースもある。

### 5.3. PBL を核としたカリキュラム編成

本事例での社会連携型 PBL では、ほとんどの場合、4 年生の 4 月から活動をスタートさせている。その結果、就職活動や大学院受験で、どうしても一部のメンバーは、十分な活動ができない。その反省も含め、PBL を効果的に実践するための方法を提言する。

まず、PBL を行う時期であるが、1 年生前期の 4 ヶ月間に、「プレ PBL」を行うことが効果的と考える。

前提知識の無い新入生に、システム開発 PBL が可能かどうか疑問であろう。しかし、提案書の作成や要件定義、簡単な HTML を使った紙芝居のシステムなら十分可能と思われる。事実、ハワイ大学など医学 PBL では、医学知識の全く無い新入生に対し、PBL を実施している。ここでの PBL は実際に社会に出向く社会連携型よりも、シナリオを用いるテュートリアル型が適切であろう。

ポイントは、早い段階で「これから自分達が学ぶ学問はこういうことである」を、強く動機付けることである。それにより、以降の学習意欲が高まる効果が期待できる。

新入生に PBL でインパクトを与えた後に、1、2 年生を通じて、各要素技術について講義や実習を行う。その後、

<sup>8</sup> ソフトウェアはオープンソースしか使わないのでかからない

3 年生において、再度、PBL を実践する。ここでの PBL は、社会連携型が最適と考える。これまで学習した知識の実践と総まとめである。

4 年生では、PBL を通じて明らかになった課題を、卒業研究のテーマとして、深く掘り下げていく。

同志社大学では、この社会連携型 PBL そのものを、4 年生の卒業研究として実施することは困難であった。なぜなら、PBL は研究ではなく、あくまでも学習カリキュラムであるために、「新規性」や「学問的意味づけ」などの、研究の要素を満たすようなテーマや環境を十分に提供することができない。我々の実践では、PBL の活動を通じて明らかになってきた個別的な技術的課題を、卒業研究のテーマとして取り出す工夫をしている。

#### 5.4. 時間的余裕の確保

これまで実施してきた PBL を通じての率直な印象は、「できる学生は驚異的に伸びる」というものである。自ら課題を見つけ出し、高度なスキルを身につけ、アウトプットを出す。ただ、その一方で、与えられた範囲の課題をうわべだけこなす学生がいることも事実である。

このような学習意欲の差が発生するひとつの要因が、「時間的余裕」の有無であると考えている。PBL を一端スタートすると、多くの時間が必要になる。通常の講義のように、授業時間が終われば終了という訳にはいかない。熱心に取り組む学生は、既に授業単位も取り終わっており、PBL に没頭するだけの時間的なゆとりがあるように思われる。一方、他の授業の単位を取ることや大学院の受験で頭が一杯の学生は、必然的に時間的余裕がない。そのために、どうしても没頭しきれず中途半端な取り組みになってしまう。

さらに、PBL に関わる教員や連携先組織の担当者の時間的余裕は、PBL を実施する際の大きな問題でもある<sup>9</sup>。学生は、過密なカリキュラムや長期に渡る就職活動などで時間的な余裕が無い。また、教員は他の授業や研究、会議などをこなすことで精一杯であり、多くの労力が必要な PBL に関わることが大きな負担になる。

例えば、PBL を発展させた「New Pathway」というカリキュラムを採用したハーバード大医学部では、授業は基本的に午前中のみである。午後は、フリーの時間であり、この空白時間に図書館や自宅で自学自習をおこなう。それにより、学生・教員双方の時間的な余力を確保している。

したがって、PBL を成功させるためには、ほんとうに開発する必要性のある事例テーマの開拓と同等に、学生・教員双方の時間的なゆとりの確保が必要である。時間的余裕を作るためには、他のカリキュラムとの関係など、大学全体の協力が必要不可欠であることは言うまでもない<sup>10</sup>。

<sup>9</sup> ある自治体職員は、京都府本庁内での検討会で、「学生さんを前にして悪いが、はっきり言って、業者さんにおねがいするよりはるかにシンドイ。しかし、逆に勉強になる」と言っておられた

<sup>10</sup> 例えば広報情報流通システムでは、正式な打ち合わせを 18 回やっている。開発期間も 1 年を要している。現実のソフト開発の現場からすれば考えられない。このようなやや遅めの開発が、学生でもバグの比較的小さいシステムの開発を可能にしていると思われる

## 6. まとめ

本研究では、ICT 専門家育成のための PBL として、実際に社会と連携し実システムを開発する社会連携型 PBL を実施した。本実践は、PBL が持つ「学ぶ意欲の喚起」「問題解決力の習得」「知識の統合化」といった特徴に着目し、学部教育の 4 年間に、ICT プロフェッショナルとして求められる本質的能力をいかに獲得させるかを目的としている。

これまで、4 件の社会連携型 PBL を実施した。これらの PBL では、PBL の学習プロセスである、「問題に出会う」「解決方法を論理的に考える」「グループ学習」「自主学习」「制作」「要約」の各ステップに合致するように進めた。

そして、ICT 専門家育成のための PBL には、以下のプラクティスが必要であると結論づけた。

1) 2 人のファシリテータ、2) ボランティア方式、3) PBL を核としたカリキュラム編成、4) 時間的余裕の確保。5) できる学生への一般化研究の設定、これらの項目を考慮して PBL を実施すべきと考える。

ICT プロフェッショナルをいかに育成するか。この課題は非常に大きい。繰り返しになるが、ICT の進化は今後も急速に拡大していく。ある時点でのピンポイント的な知識獲得ではなく、課題解決力や自己学習能力の育成がソフトウェア技術者に求められている。大学における ICT 教育の歴史は、ようやく 40 年ぐらいにさしかかったところである。一方、長い歴史を有する医学教育から生まれた PBL には、「何をいかに学ぶか」が集約されている。

PBL は、手順の理解ではなく、プロフェッショナルとしての能力を育成するための教育手法として位置づけることが重要であると考えられる。

### 謝辞

本 PBL は、業務ドメイン各位のご協力がなければ実現は全く不可能である。本 PBL にご協力、ご理解をいただいた、毎日新聞社・本社並びに京都支局各位、京都府総務部広報課・京都府中丹広域振興局土木部・京都府山城広域振興局土木部・京都府電子府庁推進室・京都府企画環境部 IT 政策監の各位に対して、この場を借りまして深く感謝の意を表します。

### 引用・参考文献

- [1] フロレンス・ナイチンゲール著、湯慎ます訳「看護覚え書—看護であること・看護でないこと」、現代社、(改訂第 6 版) 2000 年
- [2] 久保田賢一「構成主義パラダイムと学習環境デザイン」、関西大学出版部、2000 年
- [3] David H. Jonassen, "Theoretical Foundations of Learning Environments", Lawrence Erlbaum Assoc Inc., 1999 年
- [4] ジーン・レイヴ、エティエンヌ・ウェンガー、佐伯 胖(訳)「状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加」、産業図書、1993 年
- [5] M. クスマノ(著)、R. セルビー(著)、山岡洋一(訳)、「マイクロソフト シークレット—勝ち続ける驚異の経営〈上〉〈下〉」、日本経済新聞社、1996 年 1 月
- [6] B. マジェンダ、竹尾恵子:PBL のすすめ—教えられる学習から自ら解決する学習へ、学習研究社、2004。
- [7] 吉田一郎、大西弘高、「実践 PBL チュートリアルガイド」、南山堂、2004