

② PBL と共通問題

～成功事例と失敗事例による共通問題の形成～

井垣 宏 (大阪大学大学院情報科学研究科)

奥田 剛 (奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科)

細合晋太郎 (九州大学大学院システム情報科学府)

早瀬康裕 (筑波大学システム情報系)

PBL の共通問題形成

2013 年度の本誌記事¹⁾において、ソフトウェア開発教育の共通問題化について議論が行われた。その記事では PBL を含むソフトウェア開発教育における共通問題について「成功事例と失敗事例を多く集めて、共通問題を形成することはこの分野の発展のために重要である」と結論付けた。そこで我々は各大学で実施している PBL の内容を持ち寄り、成功事例と失敗事例に基づく共通問題形成を試みる。

我々は全員、最先端の情報技術を実践的に活用できる人材育成を目指した教育プロジェクトである enPiT プロジェクト²⁾のメンバとして、日々 PBL を遂行している。enPiT プロジェクトには、Cloud, Security, Emb, BizApp の 4 分野があり、それぞれクラウドコンピューティング、セキュリティ、組み込み、ビジネスアプリケーションの各テーマに沿った PBL が実施されている。以降では、テーマごとの PBL 事例を紹介し、共通問題形成の可能性を探る。

クラウド分野における PBL 事例

enPiT-Cloud に属する大阪大学では、クラウドコンピューティングの実践的活用ができる人材教育を目指したカリキュラム「Cloud Spiral」を実施している³⁾。Cloud Spiral では、夏に 5 日間泊まりこみで実施される合宿形式の PBL (図-1) と各種クラウドサービスを用いて数カ月わたって実施される分散 PBL (対面以外での開発を想定) の 2 種類の PBL が実施されている。夏の PBL 合宿では、クラ



図-1 PBL 合宿風景 (Cloud Spiral)

ウド環境を利用したチームによるアジャイルソフトウェア開発、分散 PBL ではクラウド環境を対象とした負荷分散や大規模データ処理を活用した問題解決をそれぞれ目的としている。

本稿では PBL 合宿の概要と成功・失敗事例を紹介する。PBL 合宿では大阪大学内の施設に受講生が集まり、以下のような形式で開発を行った。

- 1 チームは 5 ～ 6 名。できる限り異なる所属の学生同士でチームを組ませる
- 毎日 9 時頃から 19 時頃までの間に計画・開発・レビュー・振り返りが実施される。ここで開発にあてられる時間は 10:30 ～ 17:00 と定められており、それ以外の時間の使い方は学生に任されている
- 開発環境はすべてクラウド上に構築されており、インストールやバックアップを学生が行う必要はない
- 開発対象は全チーム共通で、チケット販売システム (Web アプリケーション) であり、詳細設計

書が初日に与えられる

- 守るべき開発プロセス上のルール（タスクの割り当てをできる限り均等にすることやテスト・レビューの実施等）がプロジェクト評価基準として事前に学生に開示される

これらの項目はすべて我々の過去の成功・失敗事例に対応して作られている。たとえば、開発時間を設定した理由は、締切直前に徹夜で開発を続ける学生が過去に続出したためである。開発プロセス上のルールについては、特定の学生に開発負荷が集中したり、開発時間の節約のためにテスト・レビューを省略したりといった過去に発生した事例に対応することを目的としている。

実際に上記に基づいて PBL を実施することにより、過去の失敗事例を考慮した PBL 運用が可能となった。事前開示された評価基準のインパクトは非常に大きく、日を追うごとにプロダクトだけでなく、プロジェクトとしての品質（ルール等の遵守率より算出）が改善していくことが見て取れた。

PBL 後の受講生からのフィードバックでは、タスク割り当てに関する評価基準のおかげで、チーム内での相互サポートが発生したという意見が得られた。

セキュリティ分野における PBL 事例

enPiT-Security では、課題解決を通じたセキュリティ技術、チームワーク、マネジメント能力、提案能力の習得を目標として PBL を実施している。セキュリティ分野での PBL は、ハードウェア、OS、ソフトウェア、危機管理と多層にわたる複数の演習モジュールとして行われる。それぞれの演習ではセキュリティ事案の動作原理や解決策の実装というテクニカルな面と、それを経営層や顧客に伝えるためのポリティカルな面の両面からの報告と提案が求められるようになってきている。セキュリティエンジニアが実際の現場で求められる能力も多岐にわたるため、実践で活躍できるセキュリティエンジニアを養成すべく考慮して以下のように設計されている。

- 1 つの演習モジュールは 2 日間あるいは 3 日間で

実施される

- 1 チームは 5 名程度で、複数大学院からの参加者を混成したチームを作る
- チームごとに対象となる脆弱性や攻撃、セキュリティ事案の動作原理に関して実体験を通して理解する。その後それらに対する対策案の実装や、さらなる改善案の提案等に関して模擬役員会などを開いてチームごとに報告・提案してもらう
- 演習モジュールには大学の教員が作成したものと連携企業が提供しているものがあり、それぞれ基礎的な部分と先進的な部分を補う形となっている
- PBL の前に基礎知識を学習するための予備演習を行っている
- 演習モジュールの内容は個人のスキルやチームごとに教員によって微調整が行われる

Security を題材としているため、模擬役員会での報告といった実態に即したロールプレイが多く含まれるという特徴がある。また、チーム内やチームごとのスキルの差によって、学生ごとに得られるものが異なるという問題があったが、その差を実感させることも重要であると考えている。

その他の課題として、利用する機材の数や老朽化の問題があったが、課題に影響しない範囲で教員がサポートすることで解決している。

PBL 後のフィードバックでは、最初はチームワークにも戸惑いがあり活躍できなかったという感想が見られたが、演習を重ねるごとに受講生それぞれの特性を活かしたチームとしての動きができるようになったという感想が得られた。

組込み分野における PBL 事例

enPiT-Emb に属する九州大学大学院システム情報科学府情報知能工学専攻社会情報システム工学コース⁴⁾では、修士 1 年前期の PBL 第一、後期の PBL 第二、修士 2 年前期の PBL 第三、と 3 つの PBL が実施される。このうち PBL 第一は、第二、第三に向けた基礎学習のための PBL に位置づけられる。一方、第二、第三では学生が主体となって実施する

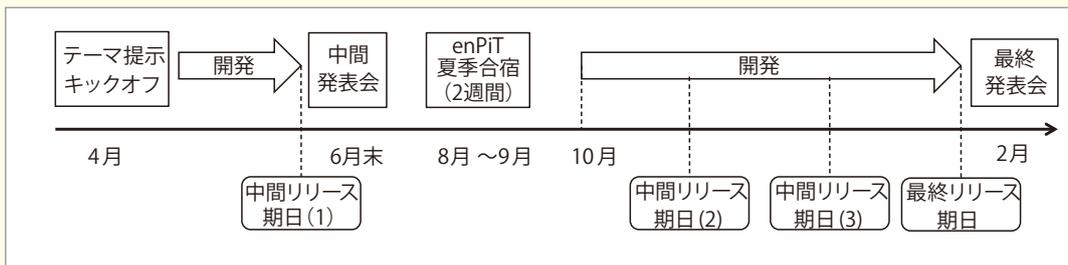


図-2 筑波大学 高度 IT コースの PBL の進め方

実践的な PBL で第二，第三を通して約 1 年にわたる長期の PBL を実施する。本稿では，PBL 第一の取り組みについて紹介する。

2013 年度までの PBL 第一では，書店の書籍管理システムの Web サービスの改善を題材とした PBL を行ってきた。システムは Java Servlet と JSP によるエンタープライズアプリケーションで，アプリケーションの改善を通じてシステム開発の基礎と PBL の基本的な運用方法を習得することを目的として，下記の形式で実施してきた。

- 1 チームは 4～5 名で構成され，チームごとにシステムの改善提案と実装を行う
- PBL では開発工程を重視しているが，要求分析から設計，実装，テストと各工程をウォーターフォールに即した形で区切り，工程ごとに成果物の提出を課している
- 開発環境はすべてクラウドサーバ上に構築されている
- 開発期間は前期中の 15 日間（週 5 コマ，計 35 コマ）。そのうち 2 回成果発表を行う
- 前年度の PBL 修了生が次年度の TA としてサポートにつく

PBL 終了後のフィードバックでは，開発環境の操作性やパフォーマンスに関する不満があった。一方で，全員が同じ環境を利用しているため，環境の差異による不具合がなくなり，問題があった際のサポートのしやすさや受講生動向の把握しやすさといったメリットも確認できた。

その他の課題として，改善対象の書籍管理システムが古く，アーキテクチャが複雑過ぎるというものがあった。この点については，2014 年度から内容を刷新することで，改善に努めている。2014 年度

の PBL は現在進行中なため，定まっていない部分も多いが，代表的な特徴を下記に示す。

- 開発対象を図書館システムの改善から，組込みボードとサーバ，多数のセンサ・アクチュエータを選択し，学生自らサービス提案を行うものに変更した
- 組込みボードやサーバ上のインフラ環境はあらかじめ用意しておき，各チームがサービスの実現に注力できるようにしている

本稿執筆中の 6 月の時点で，各チームが各々のテーマを徐々に形にしつつある。今後，開発対象の刷新に伴う影響の分析等を進めていく予定である。

ビジネスアプリケーション分野における PBL 事例

enPiT-BizApp に属する筑波大学システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻では，高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム（以下，高度 IT コース）を設け，ソフトウェア開発のスペシャリストを養成するための教育を行っている。高度 IT コースは博士前期課程の 2 年間にまたがる教育プログラムであり，入試の段階から研究を中心とした一般のコースとは別に募集を行う。高度 IT コースの学生は，1 年次と 2 年次にそれぞれ異なる PBL 課題に取り組む。本章では，1 年次に実施する PBL について紹介する。

1 年次の PBL（以下，高度 IT PBL）は高度 IT コースの必修科目となる授業であり，図-2 に示すスケジュールで進行する。授業ではプロジェクト活動を通して，以下の 3 つの力を身につけることを目指している。

1. 実在の顧客が持つ真の問題を発掘し、顧客との共通理解にたどりつく力
2. 技術的・経済的などの観点で妥当と言える解決法を考案する力
3. 提案した解決法をソフトウェアシステムとして実現する力

高度 IT PBL における活動を、授業スケジュールに従って説明する。まず 4 月の第 1 週に、教員から学生に、複数の開発テーマを提示する。開発テーマは、学内スタッフや地元企業などの実在する顧客と、顧客が解決してほしい問題のおおまかな説明の 2 つからなる。学生は提示されたテーマに優先順位をつけて応募し、3～5 名のチームを構成する。学生チームは、4 月末までに顧客との初回打合せを行い、問題解決法の叩き台を提案する。

PBL の講義は毎週月曜日に 2 コマで開講されており、そのためプロジェクトにとって 1 週間が最小の繰り返し単位となる。講義のうち 1 コマは座学であり、ソフトウェア開発プロジェクトに必要な技術と知識を学ぶ。もう 1 コマは週間報告の時間であり、各チームが 1 週間の進捗と発生した問題について、教員と TA および他チームのメンバの前で発表する。報告に対して、教員や TA から、技術的なコメントや、顧客との折衝についての助言を与える。

次に大きな単位はリリースであり、中間リリース 3 回と、最終リリース 1 回を行うことを義務づけている。各リリースでは、開発の成果物を顧客に納品し、受入れテストに成功しなければならない。リリース期日後の講義では、リリースの結果について報告会を行う（図-3）。なお、中間リリースの回数は学生チームの裁量によって 4 回以上にしてもよいが、報告会やリリース期日は変更できない。第 1 回のリリース期日は 6 月下旬に設定されており、多くのチームは提案のコンセプトが確認できる最低限のプロトタイプシステムを納品する。リリース後のレポートとして学生チームは、納品物一式と開発記録（Git と Redmine のリポジトリ）、納品物のうち各自が担当した部分の説明を提出する。

2013 年度のプロジェクトではいくつかのトラブ



図-3 筑波大学 高度 IT コースのリリース後の発表会の様子

ルが発生したものの、最終的には 6 つの学生チームすべてが、期限の大幅な超過などのトラブルなく、無事に最終リリースを迎えることができた。途中で発生したトラブルの例を 2 つ示す。あるチームではメンバの脱退によりメンバ数が開始時の半分になり、予定していた機能をすべて実装することはできない見通しとなった。そこで、教員のアドバイスに従い、学生チームが顧客にスコープの縮小を打診した結果、あらかじめ決めておいた機能の優先順位の高い機能に限定して実装することとなった。一方、別のチームでは、顧客の要求が変化し続けた結果として、中間リリース期日が近づいているにもかかわらず、実装すべき機能が確定しない状況となった。そこで、学生チームと顧客との折衝を教員が支援し、要求の拡大防止と、中間リリースに向けた要件の確定を行った。

この 2 つの事例について考察をすると、PBL は授業として実施するものであるため、人員の追加投入はできず、リリース期日の変更も難しい。これを品質管理の QCD^{☆1} にあてはめると、コストと納期が固定されるため、品質の上限も固定された状態に相当する。高度 IT PBL では段階的リリースを採用したため、各チームの生産性がプロジェクトの早い段階で自認され、次のリリースに向けた計画が現実的なものとなったことが、コストと納期の強い制約がある中でプロジェクトの成功につながったものと考えられる。

☆1 Quality, Cost, Delivery.

成功事例と失敗事例に基づく
PBL 共通問題形成

今回、本稿執筆のために異なるテーマに基づいて実施されている4種類のPBLについて、PBL共通問題形成の可能性を探るべく、各PBLの特徴と成功／失敗事例を収集した。その結果、いくつかの点について共通する部分が存在することが見えてきた。また、PBLの各特徴は過去の成功／失敗事例に基づいて構成されていることが多いことも分かってきた。さらに、本稿の執筆を進める段階において、筆者間で他拠点の実施内容のうち、今後取り入れたいと考えている事項がどの程度存在するか意見交換を行った。結果、我々が共通して考慮すべき価値がある複数の項目が得られた。その中より抜粋して以下に示す。

- チーム構成は4～6名程度であり、メンバは所属が異なっていることが望ましい
- 開発環境はクラウド化されることが望ましい
- タスク割り当て等のルール採用および事前開示
- モジュール化された短期講義を特定スキルごとに実施したい
- 実際の顧客を対象としたフィールドワークやフィードバック

PBLにおいて酒屋問題のような受講生が実施する共通問題を作成することはその特性上難しい。一方で、PBLを実施する上で直面した成功事例／失敗事例は、PBL教育における共通の問題として共有する価値があるものであるという認識が得られた。今後は、教授目標や対象とする受講生、期間等PBLの

前提となる条件の差異を考慮した上で、成功事例／失敗事例をどのように活かすかを検討しつつ、PBL教育における共通問題について、情報共有および考察を続けていきたい。

参考文献

- 1) 権藤克彦:ソフトウェア開発教育における共通問題, 情報処理, Vol.54, No.9, pp.898-902 (Sep. 2013).
- 2) enPiT:分野・地域を超えた実践的情報教育協働ネットワーク, <http://www.enpit.jp>
- 3) Cloud Spiral: <http://cloud-spiral.enpit.jp/>
- 4) 九州大学大学院システム情報科学府情報知能工学専攻社会情報システム工学コース: <http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/> (2014年6月30日受付)

井垣 宏 (正会員) igaki@ist.osaka-u.ac.jp

2005年奈良先端科学技術大学院大学博士後期課程修了。博士(工学)。同大学院特任助手。南山大学講師, 神戸大学特命助教, 東京工科大学助教を経て, 2011年より大阪大学大学院情報科学研究科特任准教授。ソフトウェア工学教育に関する研究に従事。

奥田 剛 okuda@is.naist.jp

1998年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程了。同年同後期課程退学。同年同大学院国際公共政策研究科助手。2001年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助手。2013年同研究科特任准教授。仮想計算機環境, 仮想ネットワーク技術, インターネットセキュリティに関する研究に従事。IEEE会員。博士(情報科学)。

細合晋太郎 (正会員) hosoai@qito.kyushu-u.ac.jp

2013年北陸先端科学技術大学院大学博士後期課程 単位取得満期退学。同年より九州大学大学院システム情報科学研究院情報知能部門 学術研究員。組込みソフトウェア教育, モデル駆動開発に関する研究に従事。

早瀬康裕 (正会員) hayase@cs.tsukuba.ac.jp

2002年大阪大学基礎工学部情報科学科卒業。2007年同大学院博士後期課程修了。同年同大特任助教。2010年東洋大学総合情報学部助教。2011年筑波大学システム情報系助教。博士(情報科学)。ソフトウェア開発および保守の支援に関する研究に従事。IEEE会員。