

# チーム開発を個人学習で学ぶ自習教材の開発と教育試行

伊藤 恵 木塚 あゆみ 奥野 拓 松原 克弥 大場 みち子

実践的教育手法として Project-Based Learning(以下 PBL) が注目されており、情報系の学部や研究科においてもシステム開発を中心とした PBL が広く行われてきている。身に付けるべき技術が多岐にわたる場合、1 回の PBL 受講で習得できることに限りがあることから、複数回の PBL 受講が望ましいが、限られた教育期間の中で複数の受講が難しい場合もある。そこで我々は個々の学生の PBL 受講回数不足を補完するために、チーム開発を模擬的に個人学習で学ぶ自習教材を開発した。実際にこの教材を用いた教育試行を行い、開発した教材を受講した後に通常の PBL を受講した学生と、通常の PBL を 2 回受講した学生との比較分析を行い、通常の PBL 受講に比べると十分な点もあるものの、スキル習得に一定の効果が見られることが分かった。

Project-Based Learning (PBL) is focused as one of practical educational methods. So, system development PBLs have been worked out in information-related departments or schools. On the one hand, participating one PBL is not enough to learn various skills to be learned. But at the same time, participating two or more PBLs may be difficult under the situation the education term is limited. To catch up on insufficient participation of students for PBLs, we have developed an educational material in which students learn simulated team development by oneself. And we use this material practically on a certain PBL-based curriculum. Some of students learn skills using the material instead of participation to real PBL. And the other students normally participate the PBL. Then, we analyze the difference between them for evaluating the educational material.

## 1 はじめに

実践的教育手法として Project-Based Learning(以下 PBL) が注目されており、情報系の学部や研究科においてもシステム開発を中心とした PBL が広く行われてきている [1][4]。PBL の実施方法は様々であるが、多くの PBL では事前に学習した基礎技術を実践の場に応用あるいは適用することで、技術の定着または技術からスキルへの昇華を意図したものが多い。

しかし、身に付けるべき技術が多岐にわたる場合には、授業としての枠組みの制約もあり、1 回の PBL 受講で習得できることに限りがある。そのため、プレ PBL と本番 PBL、ミニ PBL と本 PBL など、複数回の PBL 受講を提供している場合もある [1][2][3]。一方で、限られた教育期間の中では、現実には個々の学生が複数の PBL を受講するのは難しいこともある。

そこで我々は、プレ PBL やミニ PBL の受講の代替を目指して、チーム開発を模擬的に個人学習で学ぶ自習教材を開発した。この教材の評価のため、「分野・地域を超えた実践的情報教育協働ネットワーク (通称 enPiT)」 [1] の一環として、著者ら所属大学で夏休み期間に実施されているミニ PBL を対象に、同授業の受講意思はあるが開講時期に都合が合わずに受講困難な一部学生を対象として、この教材を用いた個人学習を実施し、その後、他の受講者と一緒に同 enPiT の後期分散 PBL を受講させることを、数年にわたっ

Developing a Self-Learning Education Material for Learning Team Development.

Kei Ito, Taku Okuno, Katsuya Matsubara, Michiko Oba, 公立はこだて未来大学, Future University Hakodate.

Ayumi Kizuka, 大阪芸術大学, Osaka University of Arts. コンピュータソフトウェア, Vol.35, No.1 (2018), pp.103-109. [研究論文 (レター)] 2017 年 4 月 25 日受付.

本論文は第 3 回実践的 IT 教育シンポジウム (rePiT2017) の発表論文を発展させたものである。

て試みてきた。本稿では、開発した教材と受講状況、教材を用いずにミニ PBL を通常受講した学生との比較分析を行う。

次章では本教材の開発に至った経緯を述べ、3 章で教材自体を紹介する。教材を用いた個人学習の実施状況を 4 章で述べ、5 章では結果の分析と評価を行う。

## 2 経緯

### 2.1 教材の原型と開発練習での使用

開発した教材の原型は、当初著者ら所属大学の学部 3 年生向け必修通年 PBL において、本格的にシステム開発に取り組む前にタスク管理、バージョン管理、Web アプリケーション開発の練習をするための教材として 2013 年度に開発した。そして実際に同 PBL の開始時に開発練習として受講させた。この時点での教材の学習目標は PBL で使用予定のツールや開発フレームワークの基本的な使い方を身に付けることであった。教材に基づいて、タスク管理には Redmine<sup>†1</sup>、バージョン管理には Subversion<sup>†2</sup> を使用させ、Web アプリケーション開発は CakePHP フレームワーク<sup>†3</sup> を用いて行った。また開発する Web アプリケーションの動作確認用に、受講者各自の PC で XAMPP 環境<sup>†4</sup> を使用させた。教材はこの時点で、タスク管理、バージョン管理、Web アプリケーション開発の 3 部構成となっていた。週 2 回 × 2 コマの学部 PBL の授業で、5.5 回合計 11 コマ掛けて実施した。受講したのは当時の学部 3 年生 15 名 (5 名 × 3 チーム) で、このシステム開発練習で用いたツールやフレームワークを PBL の残りの活動でも引き続き活用し、Web アプリケーション開発を行った。

### 2.2 自習教材化と単発セミナーへの適用

2013 年度に開発した教材の自習教材化とその試験適用を 2014 年度前期 (4 月 ~ 7 月) に行った。2013 年度に開発した 3 つの教材を 1 つに統合し、タスク管理およびバージョン管理をしながら Web アプリケー

ション開発をする進行形態に変更した。各ツールやフレームワークの個別の使い方だけでなく、開発の流れの中で各ツールをどのように使うのかも学習内容に含めるためである。また、本番の PBL で使用予定の PC サーバ上での開発に近い環境にするため、受講者の PC に XAMPP 環境ではなく、仮想化ソフトウェアをインストールさせ、Linux の仮想サーバを使用させた。ただし、サーバのインストール等は教材の学習対象とせず、仮想サーバイメージを提供して使用させる形態とした。この仮想サーバイメージには Redmine と Subversion がすぐに利用できる状態でインストールされており、また、CakePHP も仮想サーバ上にデプロイすればすぐに動作確認できるように設定済みの状態にした (詳細は 3 章で述べる)。

この教材の試験適用のため、学部 3 年必修通年 PBL と独立並行して実施する単発のスキルアップセミナーの一部に教材として採用した。このセミナーは通年 PBL の各プロジェクトから数名ずつ任意参加するものであり、PBL で活用可能な個別のスキルに関して、講義+演習形式で実施しているものである。このセミナーは翌 2015 年度も本教材を使用して開講したが、2016 年度はスキルアップセミナー全体を実施しなかったため開講していない。同セミナーを受講したチーム数および受講者数は、2014 年度受講 8 チーム 20 名、2015 年度受講 7 チーム 22 名である。学部 3 年必修通年 PBL の全体が終わった際のアンケート調査で、同セミナーが有効であったかどうか聞いたが、受講者の所属プロジェクトによってはその活動の中でシステム開発を全く行わないプロジェクトもあり、同セミナーで学んだことがプロジェクトに有用だったと答えたのは受講者の半数程度であった。

### 2.3 ミニ PBL の代替としての実践

その後、enPiT [1] の一環として著者ら所属大学で夏休み期間に実施されたミニ PBL において、日程上のやむを得ない事情により通常受講できない学生を対象として、同教材を用いた個人学習を 2014 年度から実施した。この実施状況については 4 章で述べる。

†1 <http://www.redmine.org>

†2 <http://subversion.apache.org>

†3 <http://cakephp.org>

†4 <http://www.apachefriends.org>

### 3 教材

我々の開発した自習教材の概要を述べる。

#### 3.1 学習目標

プログラミング等の基礎的な開発技術を学んだ学習者が初めてチームによるシステム開発に取り組む際、これから行う作業をタスクとして登録し進捗に応じてタスク情報を更新することや、適切な作業の進捗ごとにバージョン管理システムに適切なメッセージ付きでコミットすることなどが十分に行えずに、開発の進行に支障をきたすことが多い。複数回のシステム開発 PBL 受講によって身に付けることが可能であるが、本教材はその最初の PBL 受講を代替することを目的としたものであり、それらが学習対象に含まれる。

そのため本教材では、タスク管理やバージョン管理のためのツールの具体的な使い方を習得することの他、システム開発の流れの中でタスクの登録や更新、適切な時点のコミットおよびコミットメッセージの記載も学習対象に含まれ、これらについて相当に習得することを学習目標と考える。

#### 3.2 タスク管理とバージョン管理の題材ツール

タスク管理やバージョン管理を実践的に学ぶためには、実際に PBL で利用する可能性の高い、一般的なツールを使用することが望ましい。本教材では、チケット駆動開発とバージョン管理の概念が明確であること、両ツール間の連携が容易にできること、無料で利用できること、教材開発時点で著者ら所属大学内の各種 PBL で比較的多く使われていたことなどを踏まえて、タスク管理を学ぶツールとして Redmine、バージョン管理を学ぶツールとして Subversion を採用した。

#### 3.3 Web アプリケーション開発の採用

PBL の開発対象として様々なアプリケーションやシステムが考えられるが、幅広く使える可能性がありつつ、個人学習で短期間で開発が行えるように、CakePHP フレームワークを用いた Web アプリケーション開発を本教材の学習対象として採用した。

#### 3.4 仮想サーバの使用

本教材で採用した各ツールの利用にサーバが必要であるほか、開発対象である Web アプリケーションの稼働にもサーバが必要である。しかし、サーバの用意は教育者の負担になるほか、教材の可搬性にも影響するため、別途サーバを用意しなくても教材として完結して使用できるように、受講者の PC 内でサーバを稼働させることとした。個人用の PC 内で容易にサーバを稼働させる方法として XAMPP などが使われることが多いが、個人学習の後に行う本 PBL で Linux などのサーバを用いることを想定し、本教材では、XAMPP ではなく本 PBL 時のサーバとの差異が少なくなるように、仮想化ソフトウェア上に仮想サーバを稼働させて使用させることとした。

### 4 個人学習の試行

#### 4.1 enPiT カリキュラムにおける教材の利用

著者ら所属大学で実施された enPiT [1] のカリキュラムにおいて、同カリキュラムの本番と位置付けられる「分散 PBL」に対し、「ミニ PBL」はチーム開発や遠隔活動の練習と位置付けている (図 1)。ミニ PBL は約 1 週間の集中講義形式でシステム開発やアプリ開発を行い、複数大学混成チームによる遠隔活動で、タスク管理やバージョン管理なども行うものである。

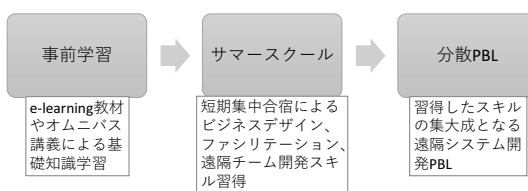


図 1 enPiT カリキュラム

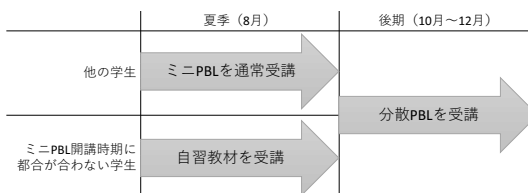


図 2 ミニ PBL 代替としての自習教材使用

表 1 自習教材と各ミニ PBL で使用するツールと開発技術

	タスク管理ツール	バージョン管理ツール	開発技術
自習教材	Redmine	Subversion	CakePHP
2014 年度ミニ PBL	Redmine	Subversion	Titanium
2015 年度ミニ PBL	Redmine	Subversion	Appcelerator
2016 年度ミニ PBL	GitHub	GitHub	Cordova

開講時期が夏休み期間ということもあり、インターンシップや学会発表等と時期が重なり、受講希望はあるが日程的に受講できない学生がいた。そのため、我々の開発した自習教材を用いた個人学習を行うことで、ミニ PBL の受講に読み替えることとした(図 2)。なお、enPiT の受講者は著者ら所属大学を含む複数の大学の大学院生であり、どの学生の所属も情報系の研究科ではあるが、他の PBL で既にシステム開発の経験がある受講者もそうでない受講者も含まれており、受講前に持っている開発スキルは様々である。

#### 4.2 2014, 2015 年度の教育実践

2014 年度は受講者 25 名中 5 名、2015 年度は 29 名中 6 名が自習教材を受講した。8 月に実施したミニ PBL では、ミニ PBL 受講学生のみで複数チームを編成し、自習教材受講学生はチームと無関係に個別学習を行ったが、10 月以降の分散 PBL では、ミニ PBL を通常受講した学生と自習教材で受講した学生が混在するようにチームを編成し、PBL を実施した。2014 年度および 2015 年度は、ミニ PBL でも自習教材でも Redmine と Subversion を用いたタスク管理とバージョン管理を行っており、分散 PBL でもこれらの使用を前提とした。ただし、開発題材については、ミニ PBL では Titanium Studio や Appcelerator Studio<sup>†5</sup> を用いたタブレットアプリ開発を行ったのに対し、自習教材では CakePHP フレームワークを用いた Web アプリケーション開発を行った(表 1)。分散 PBL で使用する開発技術は特に指定せず、各チームの開発対象に応じて、ミニ PBL や自習教材で用いたものとの関係なく様々なものを用いていた。

#### 4.3 2016 年度の教育実践

2016 年度は受講者 36 名中 8 名が自習教材を受講した。自習教材では 2015 年度までと同様に Redmine と Subversion を用いてタスク管理とバージョン管理を行い、CakePHP フレームワークによる Web アプリケーション開発を行った。ミニ PBL の通常受講ではバージョン管理に GitHub を用い、またタスク管理に GitHub の Issue 機能を用いたため、Redmine や Subversion は全く使用しなかった。また、タブレットアプリ開発への応用も踏まえつつ、Apache Cordova<sup>†6</sup> を用いた Web アプリケーション開発を標準とした(表 1)。10 月以降の分散 PBL でも GitHub の使用を前提としたが、使用する開発技術については特に指定しなかった。

#### 4.4 自習教材受講の成績評価

自習教材を受講した場合の成績評価は、教材内の練習問題を踏まえた Web アプリケーションの完成度合の他、タスク管理ツール Redmine でのチケット作成数や更新状況、バージョン管理ツール Subversion でのコミット数やコミットメッセージの記述内容やチケットとの関連状況などを、ミニ PBL 通常受講の評価方法に準じて評価した。

### 5 評価と考察

#### 5.1 分散 PBL の成績比較

2014 年度に自習教材を受講した受講者とミニ PBL を通常受講した受講者の分散 PBL での成績を比較した。2014 年度分散 PBL の成績はグループ点と個人点を総合的に評価しており、グループ点はチームで開発したアプリの発表会での評価を中心として評価し、

†5 いずれも Appcelerator Inc. による無料の開発環境。

†6 <http://cordova.apache.org>

個人点はチケットの担当状況等を踏まえて評価した。個人点のうち、チケットの使用状況のみを点数化したチケット点では、自習教材受講後に分散PBLを受講した4名の平均点は50点満点中22.1点であるのに対し、ミニPBL受講後に分散PBLを受講した17名の平均点は24.2点であり、ミニPBL受講者の方がやや高い結果であった。

2015年度を受講者についても同様に比較した。2015年度は自習教材を受講して分散PBLを受講したのは6名、ミニPBLを通常受講して分散PBLを受講したのは22名であった。2015年度分散PBLの成績は、PBL期間中に受講者に随時記録させた学びや気づきのメモを基にした学びの評価、タスクやコミットの状況を基にしたプロセスの評価、最終発表会における発表と成果物の評価を行った上で、これらを総合的に評価したが、タスク管理やバージョン管理の状況が反映されるプロセスの評価において、自習教材受講者6名の平均は30点満点中20.4点、ミニPBL受講者22名の平均は12.2点であり、ミニPBL受講者の方が低い結果であった。

2016年度は自習教材を受講して分散PBLを受講したのは8名、ミニPBLを通常受講して分散PBLを受講したのは23名であった。前年度とほぼ同様のプロセス評価において、自習教材受講者8名の平均は50点満点中36.5点、ミニPBL受講者22名の平均は33.1点であり、ミニPBL受講者の方がやや低い結果であった。2016年度は自習教材では前年度までに引き続きRedmineとSubversionを用いたのに対し、ミニPBLと分散PBLではGit/GitHubを用いたため、平均的に見て自習教材受講者よりもミニPBL受講者の方が分散PBLで使用するツールに慣れているはずであり、分散PBLのプロセス評価にもその影響がでるものと思われたが、実際には自習教材受講者の方がプロセス評価の平均点がやや高い結果であった。

全体的に見て、自習教材受講者はミニPBL通常受講者に比べて分散PBLの各個人点が高い傾向であった。個々の学習者がenPiT受講前に持っているスキルにバラつきがあることや、自習教材受講者の人数が少ないことから、平均点の変動が大きいとも考えられるが、他の理由として、自習教材受講者は個人学習を

行うために、教材で指定された作業を必ずすべて行っているのに対し、ミニPBL受講者はチームで受講するために、例えばチケットの作成や更新をチーム内の特定の学生に任せて、他の学生はチケットを操作しない等の偏りが発生しがちであり、それが分散PBLのチケット点やプロセスの評価点に影響したことも考えられる。結果、本教材の受講は後に続く本PBLの練習として有効であった可能性が高いと考えられる。

## 5.2 アンケート調査結果

自習教材に対する受講者の主観的評価を得るために事後アンケートを、2015年度教材受講者6名、2016年度教材受講者8名を対象として実施した。

まず、この教材が「チーム開発を個人学習で学ぶ」ためのものであることを知っていたかどうかを聞いたところ、14名中12名が「知っていた」と回答した。このアンケート調査の主目的は「本来、PBLで学ぶことを自習教材でもある程度学べたか」であるため、本教材で学習対象と考える各項目が自習教材でどの程度学べたかを調査したところ、図3の結果となった。本教材の学習対象と考えているほとんどの項目で「よく学べた」および「少しは学べた」の回答が多かった。ただし「チームでの開発全般」は「よく学べた」および「少しは学べた」の回答は半数程度に留まった。また「チケット駆動開発」「バージョン管理」「Webアプリケーション開発の流れ」「チームでの開発全般」については「全く学べなかった」の回答者が1-2名いた。また、「チーム開発を学ぶ」という視点で見た自習教材の意義を聞いたところ、「かなり意義がある」と回答したものは1名のみであったものの、「少しは意義がある」と回答したものが9名、「全く意義がない」2名、「よく分からない」2名という結果であり、全体的に意義あるとする意見が多かった。

さらに、アンケートでは教材自体やこの受講形態、また「チーム開発を学ぶ」という視点で見た際のコメントを自由記述してもらった。その回答の中では「ある程度知っていた内容なので、『そんなこともう知ってるよ、またやるの面倒』という気分になってしまったが、忘れていた部分を思い出すこともあった。面倒ではあったが、学習内容としてはおおむね良いと思

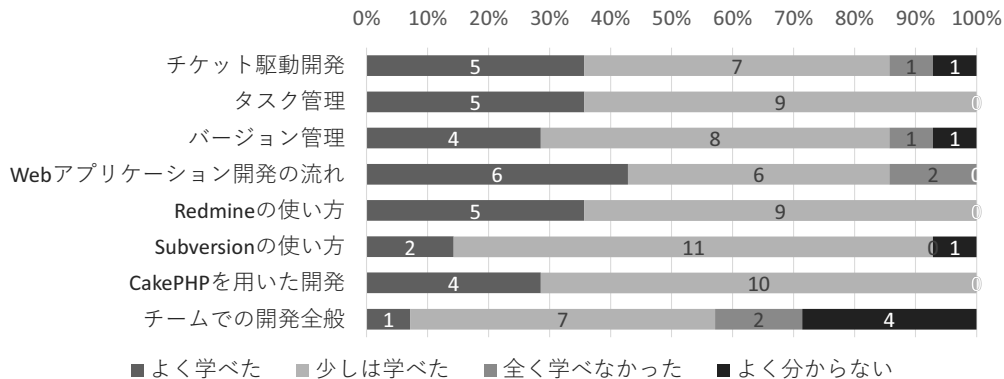


図 3 自習教材で学べたこと

う。」という好意的なコメントもあるものの、「結局はチームで開発しないと流れなどは掴めない気がしました。」「遠隔でもいいので、同じ教材を受講している者同士でチケット共有等ができるようにした方がチーム開発という点では学べるのではないかと思いました。」などのコメントも得られた。受講者の主観的評価ではあるが、全体として、「チーム開発を個人学習で学ぶ」という目的に対して、実際には「チーム開発のときに使うツールの使い方を学ぶ」もしくは「チーム開発を始める前の練習」に留まっていると言える。個人学習の限界はあるが、仮想サーバイメージを教材の一部として提供していることから、バージョン管理で conflict を発生させたり、タスク管理で他の開発者のタスクが遅いせいで先に進まないなどの、他の開発者のふりをするエージェントかボットのようなものを教材に仕込む等の対応策を検討したい。

## 6 おわりに

実践的教育手法として PBL が注目されており、幅広いスキル習得には複数回の PBL 受講が望ましい。システム開発 PBL の受講回数が不十分な状況の代替手段として、チーム開発を個人学習で学ぶ自習教材を開発した。そして、夏季に短期集中のミニ PBL、後期に分散 PBL が開講されるカリキュラムにおいて、日程的にミニ PBL の受講が難しい学生を対象とし、その代替として本教材による学習を実施した。

成績の比較では、個人学習教材受講者とミニ PBL

通常受講者との間で、その後に受講する分散 PBL の成績に大きな差異は見られず、教材受講者が学習上明らかに不利になっている様子はなかった。また、アンケート調査から、教材作成時に学習対象と想定した項目については、個人学習で一通り学ぶことができていたことは分かったが、PBL において他の開発メンバーとの関わりが明らかに発生する場面が再現されないため、PBL の学びの代わりとしては不十分な点がある。とはいえ、「チーム開発を学ぶ」という視点で一定の意義は感じられることが分かった。

## 付記

本教材の開発その他の活動に際して、分野・地域を超えた実践の情報教育協働ネットワーク（通称 enPiT）による支援を得た。また、本教材は enPiT により開発された自習教材の 1 つとして公開予定である。

## 参考文献

- [1] enPiT 事務局: 分野・地域を越えた実践の情報教育協働ネットワーク（通称 enPiT）, <http://enpit.jp>.
- [2] 伊藤恵, 木塚あゆみ, 奥野拓, 大場みち子: 過去の PBL の開発履歴を活用した PBL 運用支援, 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会予稿集, 日本ソフトウェア科学会, 2013, pp. 282–290.
- [3] 井上明, 金田重郎: 実システム開発を通じた社会連携型 PBL の提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 2(2008), pp. 930–943.
- [4] 福田晃, 鶴林尚靖, 荒木啓二郎, 峯恒憲, 日下部茂, 金子邦彦, 亀井靖高, 廣重法道: 情報工学系大学教員のための PBL 実践ガイド, 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, 2012.



### 伊藤 恵

1998年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。同年同研究科助手。2001年公立はこだて未来大学講師。2013年同大学准教授。ソフトウェア学会, 情報処理学会, 教育システム情報学会, 観光情報学会, IEEE CS 各会員。



### 木塚あゆみ

2008年公立はこだて未来大学大学院システム情報科学研究科修了, 同年岡山県立大学デザイン学部助手, その後個人事業でデザインとシステム開発に携わり, 公立はこだて未来大学システム情報科学部特任助教を経て, 2017年大阪芸術大学アートサイエンス学科特任助教。メディアデザイン研究・教育に従事。修士(システム情報科学)。



### 奥野 拓

1994年北海道大学大学院工学研究科博士課程修了。博士(工学)。1994年民間企業においてソフトウェア開発研究に従事。2003年北海道大学大学院情報科学研究科特任助教授。2005年公立はこだて未来大学システム情報科学部助教授。2007年同准教

授。ソフトウェア工学, Web 技術, 観光情報学に関する研究に従事。情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本ソフトウェア科学会, 精密工学会, 観光情報学会各会員。



### 松原克弥

1998年筑波大学電子・情報工学系助手, 2002年NTTコミュニケーション科学基礎研究所, 2003年民間ITコンサルティング会社を経て, 2016年公立はこだて未来大学システム情報科学部准教授, 現在に至る。2002年博士(工学)(筑波大学)。OS, 仮想化技術, 組み込みシステム等のシステムソフトウェア全般に興味を持つ。情報処理学会, ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会各会員。



### 大場みち子

1982年日立製作所入社。知識工学応用システムの研究, ミドルウェアの開発, ビジネス開拓等に従事。2010年公立はこだて未来大学教授。ソフトウェア工学, ドキュメントコミュニケーションなどの研究に従事。2001年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。情報処理学会, 電気学会, ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, IEEE CS 各会員。