

# PBL ワークフローモデルに基づくテーマの類型化

佐藤 克己<sup>\*1\*2</sup> 樫山 淳雄<sup>\*1</sup> 中村 勝一<sup>\*3</sup> 宮寺 庸造<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 東京学芸大学 <sup>\*2</sup> 株式会社インフォスクリー ャー <sup>\*3</sup> 福島大学

## Classifying of the Themes Based on PBL Workflow Model

Yoshiki Sato<sup>\*1\*2</sup> Atsuo Hazeyama<sup>\*1</sup> Shoichi Nakamura<sup>\*3</sup> Youzou Miyadera<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Tokyo Gakugei University <sup>\*2</sup> Info Screw Inc. <sup>\*3</sup> Fukushima University

近年、問題解決能力を実践的に養うことができる PBL (Project Based Learning) が注目されている。しかし、PBL に不慣れな教員による PBL の指導・支援は難しい。また PBL 初学者は PBL をうまく進めることが難しい。本研究では、PBL 実践の適応的な支援システムの開発を見据え、テーマを類型化し、テーマごとの代表的な手順、起こりうる問題とその対応付けを行った。結果として、8 のアクティビティ種によって、テーマを類型化できることが確認できた。

キーワード：問題解決力、Project Based Learning (PBL)、プロジェクトマネジメント

### 1 はじめに

国内外で問題解決能力の育成が望まれている<sup>(1)(2)</sup>。これに伴い、問題解決能力を実践的に養うことができる PBL (Project Based Learning) が注目されている。PBL は、学習者(チーム)の主体性を重視し、PBL の定石を大きく逸脱しない範囲で自由に活動することが望ましい。しかし、PBL の定石やノウハウが定形化されておらず、PBL 初学者は PBL をうまく進めることが難しい。さらに、学習目標・学習過程・対象テーマなどの多様性から、経験の浅い教員には適切な支援を行うことが困難である。

これまで、PBL の指導・支援については多く実践がされている<sup>(3)(4)(5)(6)(7)</sup>。また、大学等においても実践ガイドやマニュアルが存在している<sup>(8)(9)(10)(11)(12)(13)</sup>。しかし、問題解決能力を育成する方法論として確立されているものがなかった。

これに伴い、筆者らはプロジェクトマネジメントの知識体系 *A Guide to the Project Management Body*

*of Knowledge (PMBOK®Guide)* を参考に、PBL 向けにテーラリングを施した知識体系 PBLBOK<sup>(14)</sup> を開発した。PBLBOK により、テーマや状況に依存しない定石や、資料の雛形等の提供が行え、問題解決能力の育成について一定の評価が得られている<sup>(15)</sup>。

PBL は、学習者(チーム)の主体性を重視する必要がある。そのため、学習者は自由に PBL を進めることが望ましい。一方で、PBL の定石を大きく逸脱しない範囲で自由に活動することが望ましい。これらの、矛盾するよう見える 2 つの要件を満たす運用モデルを考える。

これらを実現するためには、PBL の定石に則りながら、より細かい粒度の運用モデルが必要となる。実際の PBL では、テーマによって行うべき作業が大きく異なる。テーマが異なると、学習者が行うべき作業は異なり、発生する課題も異なる。テーマの内容やチームの状況が一樣ではなく、一樣な支援は行えない。作業に応じた支援、発生した課題に応じた

支援が難しいという問題が残されている。

また、PBLBOKを実際のPBLに適用し、上手に活用・運用するには、PBLBOKに示されているプロセス(定石)を踏まえながら、実際のPBLに合わせて、具体的な作業を時系列で並べる行為が必要となる。そのため、筆者らはISO/IEC 12207:2008<sup>(16)</sup>を参考にし、フェーズ、アクティビティ、タスク、およびリストの4つの作業の粒度を定義した。

また、アクティビティと発生しがちな課題とその支援について対応付けを行った。これに基づき、PBLの実践を進めていくPBLワークフローモデルを提案した<sup>(17)</sup>。

PBLワークフローモデルは、アクティビティの種類と発生しがちな課題とそれに対応する支援を例示できるが、PBLを遂行するにあたっては、テーマからアクティビティ種を列挙する必要がある。しかし、テーマからアクティビティ種を列挙する支援は行えていない。ここで、テーマに応じたアクティビティ種の列挙・例示が行えれば、PBLの一气通貫の支援が行えると考える。そこで、本研究では、テーマの類型化とアクティビティ種の対応付けを行う。

本稿では、このPBLワークフローモデルに基づき、テーマの類型化を行い、アクティビティ種と対応付けた結果を報告する。

## 2 準備

### 2.1 本研究で扱うPBL

本研究では、“PBL”を、デューイの問題解決学習論<sup>(18)</sup>、PDCA<sup>(19,20)</sup>、PDSA<sup>(21)</sup>、IDEAL<sup>(22)</sup>に基づき、再定義する。

また、オープンエンドな問題を扱う、基本的に少人数のチームで取り組む、期間が決まっている、期間が1コマではなく、数日から数年の比較的長期であるといった特徴を持つPBLを対象とする。既存の「テーマ学習」「プロジェクト学習」「PBL (Problem Based Learning)」「PBL (Project Based Learning)」

「問題解決型学習」「課題解決型学習」「卒業研究」等を包含したPBLを扱う。また、本研究において、PBLの目的は、問題解決能力の習得とする。問題解決能力の習得とは、問題解決の進め方と管理すべき観点を理解し、進め方と観点を遵守した問題解決を実践する力を身につけることとする。本研究では、PBLで学習者が行うべき全ての行為を「作業」と定義する。また、PBLの実行フェーズで発生する、リスクが顕在化したものを「課題」と定義する。

### 2.2 PBLBOKの概要

PBLBOKとは、PBLの定石をまとめたものである。PBLを5つのフェーズと6つの知識エリアに分割し、必要な成果物をうまく作成するために必要なプロセスを定義している。PBLを進めるにあたり、これらを時系列で作業を列挙できることが望ましい。

表1にPBLBOKにおける5つのフェーズ、6の知識エリア、21の観点を示す。表2にPBLBOKにおける要素成果物と、利用するフェーズ、知識エリアとの対応付けを示す。

### 2.3 本研究で想定するPBL

本研究が想定するPBLの概要は以下の通りである。PBLBOKに則り、最小構成のPBLを想定する。PBLは以下4つのフェーズから構成される。

#### フェーズ1. 企画フェーズ

- 全体の流れを理解する。
- チームを作り、チームごとにリーダーを決定する。
- 現状と理想とのギャップを見つけ、問題を定義する。
- ギャップを埋めるために作成する成果物を決定する。
- 企画書にまとめる。

#### フェーズ2. 計画フェーズ

- 企画書に基づき、スケジュールと評価基準書を作成する。
- スケジュール作成にあたっては、一定の作業単位でメンバーをアサインする。

表 1: PBLBOK における 5 のフェーズ, 6 の知識エリア, 21 の観点

知識エリア	フェーズ				
	企画	計画	実行	確認	評価
統合	チーム決め テーマ決め	計画の統合	実行の統合	確認の統合	総括的評価
品質	-	品質計画	品質の作り込み	品質確認	-
コスト	-	コスト計画	調達実行	コスト確認	-
スケジュール	-	スケジュール 計画	スケジュール 実行	スケジュール 確認	-
リスク	-	リスク計画	リスク対応	リスク確認	-
コミュニケーション	-	コミュニケーション 計画	コミュニケーション 実行	コミュニケーション 確認	-

表 2: PBLBOK の要素成果物とフェーズ, 知識エリアとの対応

要素成果物	フェーズ	知識エリア	概要
企画書*	企画	統合	テーマ, ゴール, 最終成果物, リーダー, メンバーを記載
評価基準書*	計画	品質	最終成果物, 問題解決プロセスの評価基準を記載
コスト管理書	計画 実行	コスト	購入する物品, 利用するサービスにかかる費用とタイミング, ステータス(未発注, 発注済み, 到着済み等)を記載
スケジュール*	計画	スケジュール	作業, 予定と実績(開始日, 終了日), 担当を記載
リスク計画書	計画	リスク	リスクの影響度と確率, 予定する対応を記載
課題管理表*	計画 実行	リスク	課題の担当, 登録日, 完了予定日, ステータス(未着手, 対応中, 完了)を記載
コミュニケーション 計画書	計画	コミュニケーション	チーム内での公式コミュニケーション, 非公式コミュニケーションの方法, 教員や関係者との連絡の方法, レビュー前の情報収集タイミングを記載
進捗報告書	計画 実行	コミュニケーション	スケジュールの概要, 課題の概要, 現時点での評価を記載する. レビューを短時間かつ円滑に進めるための文書.
議事録	計画 実行	コミュニケーション	レビューの内容, および教員と合意した現時点での評価を記載する. 前回のレビューからの進捗を確認するため, また成績付けに利用するために作成
発表資料	実行 評価	統合	実行結果を発表するためのプレゼンテーション資料等
最終報告書*	評価	統合	企画書と照らし合わせ, 当初の目的, 目標を達成できたか, 教訓等を記載

\* 必須

- 最終成果物の評価基準は学習者が決定する(目安).
- 評価基準は成果物の評価を決定する(目安).

### フェーズ3. 実行・監視フェーズ

- 計画書に基づき、計画を実行する.
- スケジュールに進捗を記述する.
- 課題が発生したら課題管理票に記載し、課題を消化していく.
- 未着手の課題があれば、自発的に自分を課題にアサインする.
- 評価基準書に則り、定期的な形成的評価を行う.

### フェーズ4. 評価フェーズ

- 発表を行う.
- 他のチームの発表を評価する.
- 自己評価, チーム内評価, チーム間評価を行う.
- PBL を振り返り, 教訓などをまとめ, 最終報告書を作成する.

## 2.4 PBL ワークフローの概要

PBL ワークフローは、典型的なテーマの進め方を表現するために作業を階層化し、作業を行う際や、課題が発生した際に適応的な支援が行えるようにPBLをモデル化したものである。

まず、作業粒度のサイズを検討した。

ISO/IEC 12207:2008<sup>(16)</sup>を参考にし、PBLにおける作業を、フェーズ、アクティビティ、タスク、およびリストの4つの粒度を定義した。

アクティビティはテーマに応じて異なる。要素成果物と1対1に対応づけられる粒度で定義する。タスクは、アクティビティを分割し、メンバと1対1に対応づけられる粒度で定義する。リストはタスクを分割し、ToDoリストのように利用される。リストは、タスクに割り当てられたメンバーが自分で管理する。

あるタスクに含まれる全てのリストが完了することは、そのタスクが完了したことを意味する。あるアクティビティに含まれる全てのタスクの完了する

ことは、そのアクティビティが完了したことを意味する。あるフェーズに含まれる全てのアクティビティを完了することは、そのフェーズが完了したことを意味する。全てのフェーズを完了することは、そのPBLが完了したことを意味する。

本研究で想定するワークフローモデルと作業の単位を図1に示す。

フェーズ、アクティビティはPBLBOKを逸脱しないよう、学習者の編集に制約を持たせることを考える。タスクおよびリストは主体性への配慮のために、学習者が自由に編集できるものとする。

次に、過去のPBLテーマをアクティビティ単位で整理、類型化した。2013年から2016年間のPBLの事例に基づいて課題ごとにテーマを分類した。対象はPBLのテーマ95件、1109件のタスクを分析した。結果として、アクティビティの種類として「知識獲得」「調査」「企画・提案」「発想」「創造」「体験・実践」「調達」「渉外」が得られた。

最後に、アクティビティ種を過去のPBLで発生した課題群と支援群と対応付けを行った。アクティビティ種と課題、支援との対応例を表3に示す。

このようにアクティビティの種類と課題を対応づけることで、学習者が当該アクティビティを進める際に、躓きがちな点とその対策等などを提示することが可能となる。また、計画フェーズでは、テーマに応じたリスク計画の雛形を提示することも可能となる。

## 3 研究の目的と方法

本研究では、テーマに応じたアクティビティ種の列挙・例示を行うことで、PBLの一气通貫の支援を行うことを目的とする。そこで、本研究では、テーマの類型化とアクティビティ種の対応付けを行う。

まず、過去のPBLのテーマを俯瞰し、いくつかのテーマ種に類型化する。次に、それぞれのテーマ種をアクティビティ種を列挙することで、テーマを表現する。最後に、テーマ種とアクティビティ種の対

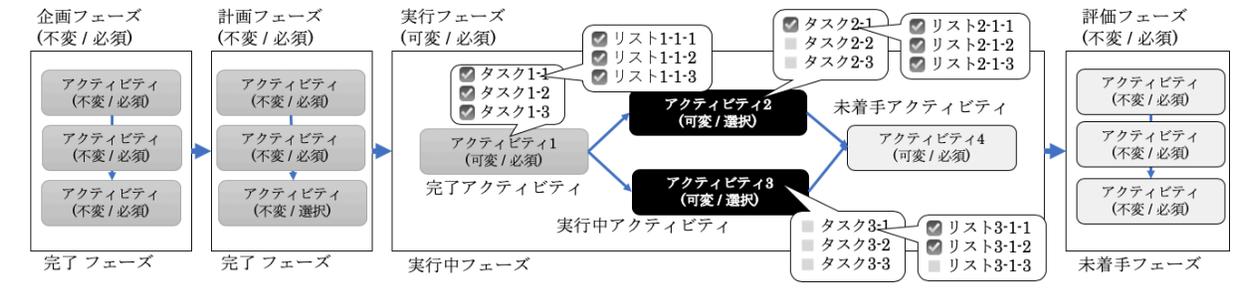


図 1: 想定するワークフローモデルと作業の単位

表 3: アクティビティ種と課題、支援との対応例

アクティビティ種	課題例	支援例
知識獲得	・見積もり期間が短すぎる	→ 期間に余裕を持たせる
	・機材が準備できていない	→ 調達リストを使わせる (雛形を提供する)
調査	・対象者が見つからない	→ 対象者探しの期間に余裕を持たせる。対象者を紹介する。
	・調査実施日が調整できない	→ 調査実施日に余裕をもたせる。日程調整に協力する。
	・調査場所が予約できない	→ 調査場所予約日に余裕を持たせる。調査場所予約に協力する。
企画・提案	・問題と対応していない	→ 企画書を再確認させる
	・前提条件を満たしていない	→ 前提条件と計画を見直しさせる
発想	・アイデアが発想できない	→ 発想法を提示する
	・アイデアがまとまらない	→ 収束法を提示する
創造	・スキルが足りない	→ スキル習得のためのスケジュールを追加させる
	・進捗がないメンバーがいる	→ 当該メンバーの支援を促す
	・必要なメンバーが来れない	→ 原因を明確にする (優先順位、障害など)
体験・実践	・必要な物が準備できていない	→ 調達リストを使わせる (雛形を提供する)
	・雨天 (屋外の場合)	→ 予備日を設けさせる
調達	・比較が十分でない	→ 2つ以上のもものと比較させる
	・調達が遅れる	→ いつ手配できるかを確認させる。 必要な日に調達できなければ代替案を考えさせる。
	・調達が行えない	→ 調達が行えなくても進められないかを考えさせる。 代替案を考えさせる。
渉外	・見積もり期間が短すぎる	→ 渉外の期間に余裕を持たせる
	・打ち合わせの日が調整できない	→ 日程に余裕をもたせる。日程調整に協力する。
	・打ち合わせ場所が予約できない	→ 予約日程に余裕を持たせる。場所予約に協力する。
	・態度や振る舞いが悪い	→ 礼儀正しく、事前にアポイントを取らせる。

応付けの妥当性を評価する。

#### 4 テーマの類型化

2013年から2018年の190テーマの類型化を行った。具体的な成果物の有無や目的に応じて、テーマ全体を俯瞰し、結果として、制作型、実践型、企画型、調査型、体験型の5のテーマ種が挙げられた。テーマの例とテーマ種との対応を表4に示す。

制作型は、具体的な成果物を制作することが目的のテーマである。実践型は、成果物を制作するかに依らず、催事を企画・実践することが目的のテーマ

である。催事の実践にあたり、成果物の制作が必要となるテーマも含まれている。企画型は、費用やスケジュール、実際に実践が難しい内容を取り上げ、企画・提案を行う。制作型、実践型と比較して、評価が曖昧になりがちなので、専門家や第三者評価による事後調査が重要となる。調査型は、調査の実践とその考察が目的となるテーマである。調査型は、その調査の信憑性の評価の他、調査のための渉外や調達が重要となる。体験型は、実際に「やってみる」ことが目的のテーマである。メンバーのタイピングスキルを向上させる、世間で流行っているダイエット法

表 4: テーマ種とテーマ例

テーマ種	概要	テーマ例
制作型	作品・動画・システム等, 成果物を作って評価する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学生協の商品の PC 動画の制作と売上向上</li> <li>・動きのある新しい紙芝居の制作と評価</li> <li>・地理に興味を持てる絵地図教材の開発</li> </ul>
実践型	催事を企画し, 実践する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラミング勉強会の企画・実践・評価</li> <li>・コンピュータシステム概論の模試実践と評価</li> <li>・プレーパークでの子供とのワークショップ開催</li> </ul>
企画型	制作・催事の提案・企画を立てて評価する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海外に日本人学校をつくる</li> <li>・新しい遊具を考える</li> <li>・新しい野球チームを設立する</li> </ul>
調査型	調査を行い, 結果をまとめ, 考察する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数学嫌いの原因究明と改善提案</li> <li>・生協の人気メニュー調査</li> <li>・スーパーの食材の値段比較</li> </ul>
体験型	メンバーが体験・実験を行い, 考察する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイエット法を追試験する</li> <li>・タイピングスキルを上げる</li> <li>・成績を上げる</li> </ul>

をチームメンバーで試す, などが挙げられるが, メンバーの人数や, 前提条件や実験条件を揃えることが極めて難しいため, 信憑性に乏しい結果になりがちである. そのため, 企画前調査や事前事後調査が重要となる.

## 5 テーマ種とアクティビティ種の列挙

次に, テーマ種をアクティビティ種で記述した. テーマ種をアクティビティ種で列挙し, 一般化したモデルを図 2, 3, 4, 5, 6 に示す.

背景色が白色の枠が必須のアクティビティ群・アクティビティ種である. 背景色が灰色の枠は選択的に利用されるアクティビティ群・アクティビティ種である. 基本的に同一のアクティビティ群の列挙によって, テーマを表現している. また, 必須となるアクティビティ群はテーマ種によって決定することとした.

制作型, 実践型, 企画型, 調査型については, 概ね「企画前の調査」, 「企画」, 「事前調査」, 「成果物の創造/調査準備」, 「成果物の披露/催事実践/本調査実施」, 「事後調査」のアクティビティ群が進められることがわかった. アクティビティ群「企画前の調査」, 「事前調査」, 「事後調査」においては, 調査の企画, 実行, 調査結果をまとめるアクティビティ

種が必須となり, 調査のために許可が必要であれば「渉外」, 調査のために物品や人員が必要であれば「調達」が必要となる.

また, アクティビティ群「成果物の制作」においては, 制作に知識・技能が足りなければそのための「知識・技能獲得」, 撮影などの許可が必要であれば「渉外」, 成果物の制作のために, 物品や人員が必要であれば「調達」が必要となる.

アクティビティ群「成果物披露」においても, 披露のために許可が必要であれば「渉外」, 物品や人員が必要であれば「調達」が必要となる.

## 6 アクティビティ種の評価

最後に, 2013 年から 2018 年の PBL の 190 テーマに含まれる 2,829 タスクを 8 のアクティビティ種で表現できるかの評価を行った. 結果として, 8 のアクティビティ種ですべてのタスクが表現できることを確認できた.

なお, 一部のテーマにおいては, PBL の学習期間に余裕が出来たことから, 「事後評価」の評価結果を踏まえ, 再度「企画」を行っているテーマも見受けられた. そのため, テーマ種からアクティビティ種を時系列で列挙する際には, 繰り返しについても考慮する必要があると考えられる.

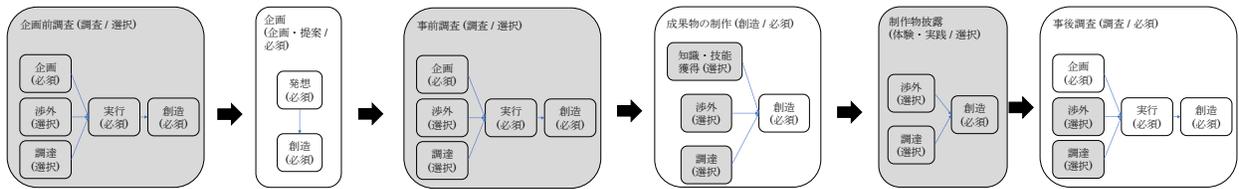


図2: テーマ種「制作型」をアクティビティ種で一般化

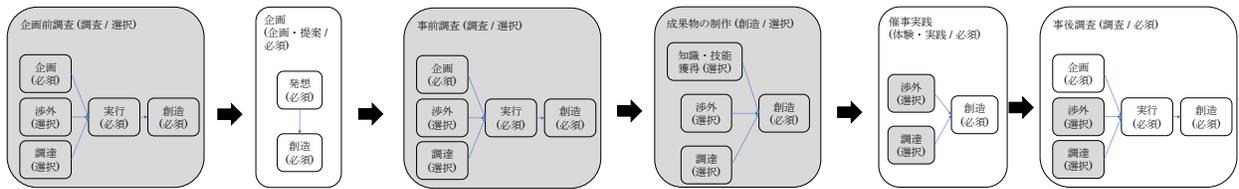


図3: テーマ種「実践型」をアクティビティ種で一般化

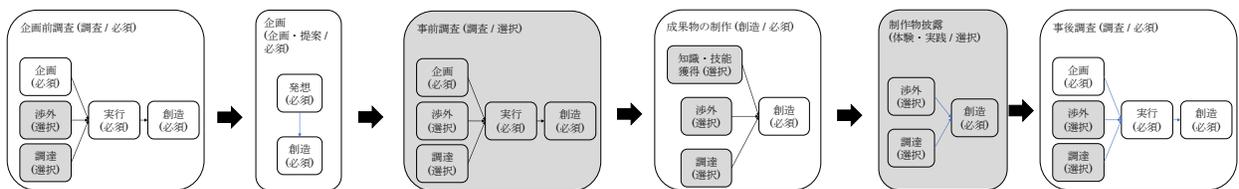


図4: テーマ種「企画型」をアクティビティ種で一般化

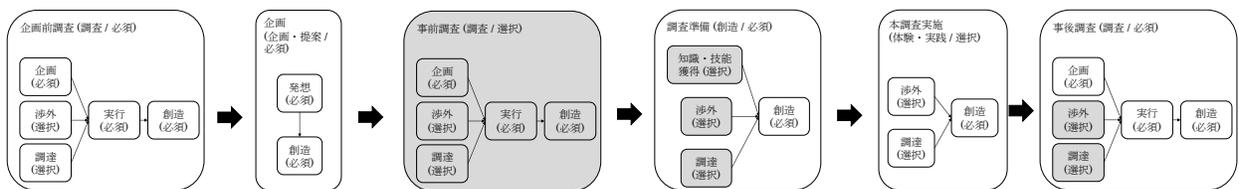


図5: テーマ種「調査型」をアクティビティ種で一般化

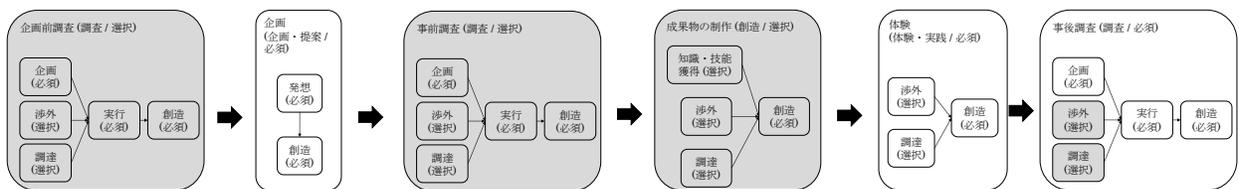


図6: テーマ種「体験型」をアクティビティ種で一般化

## 7 おわりに

本稿では、PBLの一气通貫の支援を行うため、テーマに応じた支援を目指すため、これまでのPBLの実践からテーマ種を定義し、アクティビティ種を列挙することで一般化した。これにより、テーマの種類に応じてアクティビティ群を例示することにより、計画フェーズでのスケジュール作成の支援を行えることが期待できる。また、アクティビティ種に応じて、起こりがちな課題と支援が提示できることから、計画フェーズでのリスク計画策定の支援、実行フェーズで課題が発生した際の適応的な支援が期待できる。今後、本モデルに基づくシステム開発と実践・評価が求められる。

## 参 考 文 献

- (1) OECD: The Definition and Selection of KEY COMPETENCIES, OECD, (2005).
- (2) ATC21S: Assessment and Teaching of 21st Century Skills, Springer Netherlands, (2015).
- (3) S. Williams vanRooij: "Scaffolding project-based learning with the project management body of knowledge (PMBOK®)," Computers & Education, vol.52, no.1, pp.210-219, (2009).
- (4) M. Lehmann, P. Christensen, X.-Y. Du, and M. Thrane: "Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education," European Journal of Engineering Education, vol.33, no.3, pp.283-295, (2008).
- (5) C. Kim, J. Jeon, and M.-S. Kim: "A Project Management System Based on the PMBOK Guide for Student-Centered Learning," International Journal of Knowledge Engineering, vol.1, no.3, pp.185-190, (2015).
- (6) L. Torp and S. Sage: PBL 学びの可能性をひらく授業づくり, 北大路書房, (2017).
- (7) D.R. Woods: Problem-based Learning: 判断能力を高める主体的学習, 医学書院, (2001).
- (8) 三重大学高等教育創造開発センター: Problem-based Learning 実践の方法論, 三重大学, (2006).
- (9) 三重大学高等教育創造開発センター: 三重大学版 PBL 実践マニュアル - 事例シナリオを用いた PBL の実践, 三重大学, (2007).
- (10) 三重大学高等教育創造開発センター: 三重大学版 Problem-based Learning の手引き - 多様な PBL 授業の展開, 三重大学, (2011).
- (11) 九州大学: 情報工学系大学教員のための PBL 実践ガイド, 九州大学, (2012).
- (12) 東京電機大学: 東京電機大学 PBL ハンドブック, 東京電機大学 教育改善推進室, (2014).
- (13) 文部科学省: PBL(Project Based Learning) 型授業 実施におけるノウハウ集, 文部科学省 先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム 拠点間教材等洗練事業 PBL 教材洗練 WG, (2012).
- (14) Y. Sato, A. Hazeyama, and Y. Miyadera: "Development of a Project/Problem based learning body of knowledge (PBLBOK)," Proc. IEEE 8th International Conference on Engineering Education 2016 (ICEED 2016), pp.181-186, (2016).
- (15) 佐藤克己, 樫山淳雄, 宮寺庸造: "プロジェクト管理手法に基づく問題解決学習指導の知識体系 PBLBOK の開発と実践," 日本教育工学会 研究報告集, 第 16 巻, pp.31-38, 日本教育工学会, (2016).
- (16) International Organization for Standardization: ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering - Software life cycle processes, International Organization for Standardization, (2008).
- (17) Y. Sato, A. Hazeyama, S. Nakamura, and Y. Miyadera: "Design of a PBL Workflow Model Suitable for Learners Situations," Proc. 2017 IEEE 9th International Conference on Engineering Education (ICEED2017), pp.186-191, (2017).
- (18) J. Dewey: How We Think, D.C. HEATH & CO., PUBLISHERS, (1910).
- (19) W.A. Shewhart: Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control, Dover Publication, (1939).
- (20) W.E. Deming: Elementary Principles of the Statistical Control of Quality, JUSE, (1950).
- (21) W.E. Deming: Out of the Crisis, MIT Press, (1986).
- (22) J. Bransford and B. Stein: The IDEAL Problem Solver: A Guide for Improving Thinking, Learning, and Creativity, W H Freeman & Co., (1984).