プロジェクト進捗曲線を用いた卒業研究での進捗状況の可視化と促進・停滞要因の抽出

Visualization of Progress of Student Work and Abstracting Promotion and Stagnation Factors using a Project Progress Curve (PPC)

大 橋 裕太郎^{※1}

Yutaro OHASHI

In this article the author focused on the project progress curve (PPC) as a visual means of describing and understanding student project progress. Seventeen senior students in eight groups within author's research group participated in this study and described the progress of their graduation work by using a PPC. Results here showed that the forms of PPC described by the eight groups were categorized as "S-curve" (two groups), "straight" (three groups) and "later" (three groups). Two groups of the "later" type did not fully achieve their project goals, which meant the value of the PPC was an effective means to understand their lack of progress. Interviews were conducted in association with the PPCs to clarify both promotion and stagnation factors of the project. Result here showed that good project management rather than technical skills accelerated the progression of the projects; further, not only did technical problems slow the progression of the projects, but also other unrelated elements (e.g., job hunting, teaching practices, etc.).

Keywords : Project Based Learning, Graduation Project, Project Progress Curve, Project Evaluation

キーワード：プロジェクト型学習，卒業研究，プロジェクト進捗曲線，プロジェクト評価

1. はじめに

1.1 PBL実践・PBL研究の広がり

実践的で実社会的な教育手法としてプロジェクト型学習 (PBL: Project-Based Learning) が注目されている。PBLは、その定義も実践も多様であり¹⁾、それぞれの研究で独自の定義がなされているため統一された見解はない²⁾。本稿では便宜的に、Bender (2012) が示した「意味があると生徒が考えられるような実世界の課題や問題に対峙させ、彼ら自身がそれらにどのように取り組むか決定し、協調的に問題解決策を考え実行する教授モデル」³⁾をPBLの定義とする。PBLに則った教育事例は文系・理系を問わず増加傾向にある⁴⁾。同様に、PBLの評価運営手法や教育効果などに関する研究事例も増加している。PBLに関する膨大な研究をまとめたThomas (2000)によれば、PBLに関する研究は次の4種類に分類される⁵⁾。

- PBLの効果について判断する (累積的評価)
- PBLを実施したことによる課題の達成度合いを評価または記述する (形式的評価)
- PBLを効果的・適切に実施する上での学習者の役割を評価する (学習者の適正と評価のインタラクション)
- PBLの修正版を実践する (介入的研究)

またSchwartzら (2007)によれば、PBLに関する研

究の多くは、以下の問題の1つ以上を調査しようとするものである⁶⁾。

- PBLで学んだ学生と従来の方法で学んだ学生におけるパフォーマンスの比較
- PBLによる学習行動や思考過程の改善
- PBLカリキュラムで学ぶ学生の満足度
- PBLカリキュラムで学んだ卒業生における研修への準備状態の適切さ
- PBLカリキュラムに関わる教員の満足度

これらを整理すると、PBLに関する研究は、おおむね以下の3つに分類することができると考えられる。また、それらの多くが何らかの実践をともなっている。

- (1) PBLの教育的効果、学習者のパフォーマンス、満足度などの検証 (教育的効果の検証)
- (2) PBLの評価・運営手法や、PBLを取り入れたカリキュラムの検討 (教育手法としての検証)
- (3) PBLの実践的検証 (アクションリサーチ)

多くのPBLに関する先行研究では、質問紙などを使いプロジェクト終了時に満足度を調査したり達成度を評価したりしている。しかし、質問紙を使った調査では質問項目以外の内容を知ることができないため、プロジェクトの中でどのような問題が発生したのかといったプロジェクトの細かな過程を知ることが難しい。質問紙以外の方法で学生のプロジェクトを評価する研究としては、Thinkletと呼ばれる、想定されるプロジェクトのパターンをそれぞれのグループに当てはめる方法や⁷⁾、チーム

2017年3月10日受付

※1 日本工業大学

ワークを評価する方法⁸⁾などが提案されている。しかし、これらの手法はプロジェクト開始時または終了時の個人またはグループの実績に着目しており、刻々と変化するメンバー間の関係性や意識、進捗状況の変化には焦点が当てられていない。学生によるプロジェクトでは、学生のプロジェクト参加経験が少ないことも多く、進捗状況を理解し適切な指導や監督をおこなうことはプロジェクトを成功に導くために不可欠であると考える。

1.2 プロジェクトの進捗を管理する手法

プロジェクトの進捗を管理する具体的な手法の例として、以下が挙げられる⁹⁾。

- WBS (Work Breakdown Structure)

プロジェクト全体を詳細な作業に分割し、プロジェクトのゴールを細かな成果物に階層的に詳細化し必要な作業を配置する方法である。

- PERT (Program Evaluation and Review Technique)

WBSで洗い出された作業を組み合わせ、プロジェクトを最短で終了させるための計画を立案する方法である。

その他、コスト管理技法であるEVM法、リスク管理技法であるリスク対応計画などがある⁹⁾。

しかし、学生のプロジェクトとプロによるプロジェクトは、メンバーが持つ知識や技能、経験などが大きく異なることから、同一とは言いがたい。例えば、業務としてのプロジェクトでは時間やコストの効率性が求められる。一方学生のプロジェクトでは、教育的な観点から、試行錯誤したり、失敗を繰り返したりすることはむしろ奨励される場合もあり、必ずしも時間やコストの効率性が求められるわけではない。プロジェクトマネジメントを学ぶことを直接的な目的としていない場合は、こうした専門的な手法を取り入れることが難しい。また、学生のプロジェクト実施経験が浅い場合、こうした手法を導入しても、プロジェクト全体を俯瞰することや要求定義が十分にできないことも考えられる。学生を対象とした研究として、卒業制作のデザインプロセスの体系化に関する研究が挙げられるが¹¹⁾、進捗の理解や把握を目的としたものではない。

以上から、学生のプロジェクトでは既存のプロジェクト管理手法が必ずしも利用できるとは限らない。学生の卒業制作を対象とした先行事例があるものの、進捗の理解や把握を目的としたものではない。そのため、学生プロジェクトの特性や学生の技能に合わせた進捗状況を理解するための手法が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、進捗状況の理解と把握が難しい学生プロジェクトを対象とし、その進捗状況の可視化と学生プロジェクト特有のプロジェクト促進・停滞要因を抽出する方法について検討する。

3. 調査方法

3.1 調査対象

筆者の研究室に所属する4年生17名8グループが2016年度におこなった卒業研究を調査対象とした。卒業研究

表1 卒業研究の主な年間スケジュール

月	活動内容
5月	研究計画書提出
8月	中間発表
9月	中間報告書提出
1月	卒業論文抄録メー切
2月	卒業論文提出メー切・最終発表
3月	学外合同卒業研究展

表2 グループごとの人数と研究テーマ

グループ	人数	研究テーマ
1	2	ARを用いた環境問題学習ゲーム
2	1	数学クレーンゲーム
3	3	クイズ型ロールプレイングゲーム
4	1	インターネットの歴史を体感するVRコンテンツ
5	3	音楽体感ゲーム
6	2	数学RPGゲーム
7	2	スクリプト言語エンジンの開発
8	3	数学ロールプレイングゲーム

の年間スケジュールを表1に示す。これ以外に、2週間から3週間ごとに全体で進捗を報告する機会を設け、異なるプロジェクト間の情報共有と意見交換を図った。また、学生らは毎週教員に対して進捗状況をメールでレポートとして提出した。すべてのグループが卒業論文を提出し、最終発表および学外の合同卒業研究展で発表した。グループの場合、卒業論文は分担して執筆することとした。

筆者の研究室では、「情報・メディア教育」を基本的な研究テーマとし、シリアスゲームやゲーミフィケーションの手法を取り入れた教材開発（ソフトウェアまたはハードウェア、またはその両方の開発）に取り組んでいる。学生は個人またはグループで自ら研究テーマを選び卒業研究に取り組む。2016年度は8グループ（1グループ平均2.125名）となった。グループごとの研究テーマは表2のようになった。

3.2 調査・分析方法

(1) プロジェクト進捗曲線の導入

学生のプロジェクトの進捗を可視化し記述する手法として、プロジェクト進捗曲線 (Project Progress Curve,

図1 S字型PPCの例

以下PPC)を援用することとした。PPCとは、それまでにかかった総コスト、仕事量や活動時間といったプロジェクトの進捗具合の累積を曲線で表すもので、一般的にはS字カーブを描くとされる¹⁰⁾(図1)。プロジェクト実施期間を3つに分けた場合、はじめの3分の1で全仕事量の25%、次の3分の1で50%、最後の3分の1で残りの25%が達成される¹⁰⁾。

「S字型」以外の形状として、プロジェクト開始時の達成度0%と終了時の100%を直線で結んだ「直線型」、期間の前半からプロジェクトが進む「前半型」や、その逆の「後半型」などが考えられる(図2)。

本手法を選定した理由は以下の通りである。

- プロジェクトとは直接関係がない要因についても記述できる

プロジェクトに直接関わる事柄だけでなく、学生の生活面の要因(就職活動や教育実習、アルバイトなど)や、心理的な要因(就職が決まらず不安、メンバーとのコミュニケーションがうまくいかないなど)といった学生プロジェクトならではの事柄もひとつの曲線として記述することができる。

- 調査対象者が参加できる

調査対象者が自ら記述することで、外部からは伺い知ることができない要因を知ることができる。また、調査対象者が調査に参加することを通してプロジェクトを振り返るきっかけとなる。

- 導入が容易である

曲線を記述するだけであるため容易に導入することができる。直感的に記述できるため調査参加者への負担も少ない。

(2) 調査・分析の手続き

17名8グループの学生に対して、2016年度の卒業研究のすべての活動が終了した時点(2016年3月)で、1年間のプロジェクトの進捗状況を1本の曲線で表すように求めた。記述に際して、以下を説明した。

- 4月の卒業研究開始時を0%、研究計画書で定めたゴール(卒業論文を含む)を100%と見なすこと
- 曲線は累積で表現するが、例えば採用した方法を取りやめたり、プロジェクトの進捗を途中まで戻したりする場合は右下がりに記述すること
- 進捗の度合いはあくまで学生が主観に基づいて決定す

図2 PPCのその他の例

るが、プログラムや卒業論文など、それまでの進捗状況の目安となるものを参照しながら記述すること。グループの場合はグループで話し合いながら全員が納得するように記述すること

こうした方法で記述された進捗の達成度は、妥当性の判断が難しい。今回は教員(筆者)が各グループのそれまでの進捗状況を鑑みて妥当性を確認した。しかし今回の調査は学生がプロジェクトを振り返るという教育的な視点にも主眼を置いており、達成度とその算出の厳密さはさほど重視しなかった。PPCの記述に際して、PPCを記述するための枠線とあわせて、以下の質問項目を記載した質問紙を作成した(図3)。

- 研究が滞ってしまった時、その要因や理由は何でしたか(何だと思えますか)?
- 研究が進んだ時、その要因や理由は何でしたか(何だと思えますか)?
- 研究を予定通りに進めるには、何が必要ですか(必要だと思えますか)?

しかし、質問紙に描かれたPPCからだけでは、いつどのような促進・停滞要因がどのような背景から発生しているか知ることができない。そのため、質問紙とあわせてすべてのグループを対象に、グループごとのインタビュー調査をおこなった。記入した質問紙を見ながら、PPCが右上がりになっている個所や、PPCが停滞したり落ち込んだりしている個所について、その背景や理由を尋ねた。図3から図6のPPCに書かれている文字は、インタビューの際に筆者が書き込んだものである。

質問紙調査とインタビュー調査をおこなった後、PPCを形状ごと(S字型、前半型、直線型、後半型)に整理し

図3 PPCと質問事項を組み合わせた質問紙

図4 S字型PPCの例

図5 直線型PPCの例

図6 後半型PPCの例

た。インタビュー調査で得られたデータは、佐藤（2008）の「事例-コードマトリクス」という質的データ分析の手法を参考にし、それぞれの事例からコードを生成し分析した¹²⁾。分析は以下の手続きをとった。

- 学生の許可を得てグループインタビューの発話内容をICレコーダーで記録した。
- 記録された発話内容をすべて文字起こしした。
- 発話の内容を精読した上で、発言を要約し、事例集を作成した。
- 事例集に対して焦点コーディングと呼ばれる、抽象化したコードを付すコーディングをおこなった。これを3回繰り返し全体の整合性を調整した。
- MECE (Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) の原則に従いながらそれぞれの事例の漏れ・重複が出

表3 プロジェクトの促進要因

要 因	N.
(1) 別の視点、アイデア、技術を試す	5
(2) 方向性や目的を細分化・再設定する	3
(3) 技術・知識を習得する	2
(4) 危機感を持つ	2
(5) とりあえず作る	2
(6) グループ内のコミュニケーションを図る	1
(7) エラーを発見する	1

表4 プロジェクトの停滞要因

要 因	N.
(1) 技術力・知識不足により技術的な問題を解決できない	7
(2) 就職活動・教育実習・アルバイト等で時間がとれない、メンバー間で時間があわない	6
(3) 計画に時間をかけすぎる	3
(4) コミュニケーションや情報共有が不十分	3
(5) メンバーの入院	1

表5 プロジェクトを予定通りに進めるための要因

要 因	N.
(1) 事前準備、スケジュール・タスク管理	6
(2) 情報共有・コミュニケーション	5
(3) 早い段階から手を動かす・作る	1
(4) 外部の人に見せる、発表する	1
(5) 技術力・知識を身につける	1

ないように事例を分類した。

4. 結果

4.1 PPCの形状

8グループのうち、2グループをS字型、3グループを直線型、3グループを後半型として分類した。前半型に該当するグループはいなかった。学生が実際に記述した3種類のPPCの形状を図4～6に示す。

この中で、S字型の2グループと直線型の3グループのうち2グループはプロジェクトの達成度が100%に達した。一方、後半型の3グループのうち2グループはプロジェクトの達成度が100%に満たなかった。

4.2 プロジェクトの促進要因と停滞要因

8グループが挙げたプロジェクトの促進・停滞要因と、プロジェクトを予定通りに進めるために必要だと考える要因を整理したところ、表3～5のような結果となった(N.は回答したグループ数)。

5. 考察

5.1 PPCの形状とプロジェクトの進捗の関係

(1) S字型・直線型

プロジェクトの達成度が100%に達したS字型の2グループ、直線型の3グループのうち2グループには、以下の共通した特徴が見られた。

- 準備：制作したいものや制作するための手段があらか

図7 S字型曲線の変化

じめ明確にあり、メンバー間でも合意がなされ、準備や計画の期間が総期間の半分より短い

- PPCの上昇：早い段階から試作品制作などに取り掛かり、試行錯誤を経ながらも、プロジェクトの中盤以降に大きなPPCの上昇がある

(2) 後半型

プロジェクトの達成度が100%に満たなかった後半型の2グループには、以下の共通した特徴が見られた。

- 準備：就職活動などのプロジェクトとは直接関係のない活動や不十分な情報共有、曖昧な合意形成などにより、準備や計画に半分以上の期間を費やした
- PPCの上昇：その結果、通常であれば中盤以降に見られるPPCの上昇が不十分である

(3) PPCの形状とプロジェクトの進捗

事前の準備や計画をプロジェクト総期間の少なくとも半分（可能であれば総期間の3分の1）までに終わらせておくことがPPCの上昇につながり、プロジェクトの達成度を高める鍵になると考えられる。

• S字型PPCの促進要因

事前の綿密な準備（制作物や必要な技術について明確にしておくことなど）がプロジェクトの促進要因となると考えられる。この場合、PPCはS字型または左寄りになる（図7左側）。

• 後半型PPCの停滞要因

一方、前述のような十分な準備が事前に行えないと（就職活動が長引く、情報共有や合意形成が十分におこなわれないなど）PPCの上昇を阻害し、プロジェクト停滞要因になると考えられる。この場合、PPCはS字型よりも右寄りになる（図7右側）。

5.2 プロジェクトの促進・停滞要因とプロジェクトを予定通りに進めるための要因

プロジェクトの促進要因として最も多かったのは「別の視点、アイデア、技術を試す」ことであった。また促進要因は、「技術・知識を習得する」こと以上に、プロジェクトに取り組む態度や取り組み方（表3の(1)、(2)）に関するものが多かった。

プロジェクトの停滞要因については、プロジェクトに直接関係する要因（技術的問題）だけでなく、学生の生活面の要因（就職活動や教育実習など）もプロジェクトの進捗に影響を与えていたことが分かった。

プロジェクトを予定通りに進めるための要因としては、「事前調査、準備、スケジュール・タスク管理」と「情報共有・コミュニケーション」が多かった。

5.3 本調査手法の有効性と課題

本手法は紙だけで短時間で実施でき、特別な分析ツールも不要であるため、導入が容易であった。学生にとっても取り組みやすく、学生への負担も少なかったものと考えられる。また、グループで話し合いながら記述することで振り返りの契機になったと考えられる。しかし、以下のような課題も明らかとなった。

(1) 「100%」という相対的基準の客観性と妥当性

最終的なゴールを「100%」とした場合、「100%」という基準はあくまで学生の主観をもとにして決定されるため客観性と妥当性が明確でない。また、プロジェクトの進捗は相対的に判断されるので、プロジェクトが終了した時点でないと振り返りがしにくい。今回の調査では、進捗の達成度を厳密に算定することよりも、学生がプロジェクトの進捗状況を意識し、振り替えることを優先したため、厳密性を重視しなかった。

(2) 形状の分類の難しさ

今回の調査ではPPCの形状を調査者が目視で分類したが、実際にはどの形に分類するか難しい場合も考えられる（例えば、右側に中心がずれたS字型は後半型に似ていたり、直線型とS字型が似ていたりする場合もある）。実際の運用では、形を分類する必要は必ずしもなく、例えば、プロジェクト期間の半分以上が過ぎた段階でプロジェクトの半分を終えられているか、中心が右側にずれていないかなどの点を見るだけでもおおまかな進捗の把握が可能であると考えられる。

(3) PPCをより効果的に用いるための工夫の必要性

今回の調査ではすべての期間が終了してから調査参加者にPPCを記述させたが、数ヶ月ごとなど定期的に記述させることでプロジェクトの進捗を学生が認識し、指導者側は適切な助言をすることができ、達成度を高めることにつながると考えられる。

プロジェクトの進捗をよりの確に把握するためには、何らかの具体的な成果物（プログラムや卒論の仕上がり具合など）を参照しながら振り返ることが効果的であると考えられる。

また、プロジェクトの促進・停滞要因をより分かりやすくするため、こうした要因を記述しやすいよう調査用紙のデザインを工夫することも重要である。

6. まとめ

学生の卒業研究の進捗を記述し可視化する手法としてプロジェクト進捗曲線（PPC）を利用し、グループインタビューの手法とあわせて4年生8グループ17名の学生を対象に調査した。その結果、PPCはS字型、直線型、後半型を示し、中でも後半型のグループはプロジェクトの達成度が低い結果となった。分析の結果、事前の準備がPPCの上昇に寄与すること、技術の習得以上にプロジェクトに取り組む態度がプロジェクトを促進させること、不十分な情報共有やプロジェクトには直接関係のない要

因（就職活動など）がプロジェクトを停滞させていたことが分かった。PPCとインタビューを組み合わせたことで、片方の手法だけでは知ることができない要因を明らかにすることができた。また、卒業研究等の教育活動の中で学生の進捗状況を把握する手法としてのPPCの有効性が示された。

参 考 文 献

- 1) Du, X., Graaff, E. D., and Kolmos, A. : Research on PBL Practice in Engineering Education, Sense Publishers, 2009
- 2) 湯浅且敏, 大島 純, 大島律子 : PBLデザインの特徴とその効果の検討, 静岡大学情報学研究, 16, pp.15-22, 2011
- 3) Bender, W. N. : Project-Based Learning : Differentiating Instruction for the 21st Century, Corwin, 2012
- 4) 大橋裕太郎 : PBLはどのように実践されているのか, 工学教育, 65-1, pp.21-26, 2017
- 5) Thomas, J. W. : A Review of Research on Project-Based Learning, The Buck Institute for Education, 2000, Webページ, <http://www.bie.org/images/uploads/general/9d06758fd346969cb63653d00dca55c0.pdf>
- 6) Schwartz, P., Mennin, S., Webb, G. : PBL世界の大学での小グループ問題基盤型カリキュラム導入の経験に学ぶ, 篠原出版新社, 2007
- 7) Marques, M., and Ochoa, S. : Using Thinklets to Support the Team Work in Novice Software Teams, Webページ, https://www.dcc.uchile.cl/TR/2013/TR_DCC-20131127-010.pdf
- 8) Macek, O., and Komárek, M. : Evaluation of Student Teamwork, Proceedings of the 25th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training, pp.130-133
- 9) IPA : 組込みソフトウェア開発におけるプロジェクトマネジメント導入の勧め, 翔泳社, 2005
- 10) Sears, S. K., Sears, G. A., Clough, R. H., Rounds, J. L., and Segner, R. O. : Construction Project Management, WILEY, 2015
- 11) 杉原有紀 : 卒業制作におけるデザインプロセスの体系化 - 主観と客観を組織化する5つのステップ -, Designシンポジウム2010, pp.1-7, 2010
- 12) 佐藤郁哉 : 質的データ分析法 - 原理・方法・実践, 新曜社, 2008

著 者 紹 介

大橋 裕太郎

日本工業大学 工学部 情報工学科
情報・メディア教育のカリキュラムや、情報・メディア教育を支援するゲームに関する研究、遊びと学びの関係性に関する研究、学習環境デザインに関する研究をおこなっている。