

受講生による自発的タスクマネジメントの促進を 目的としたPBL向けWBSツールの提案

玉置 文人 梶本 真佑 楠本 真二

受講生主体の実践的な教育方法としてPBL(課題解決型学習; Project- もしくは Problem-based learning) が実施されている。効果的なPBL実施の重要な要素の1つとして、受講生自身による適切なタスク管理が挙げられる。しかしながら、受講生による適切なタスク管理は容易ではない。その要因として、タスク管理には明確な正解や不正解がない点や、タスク管理には知識よりも経験を要する点が挙げられる。本研究ではPBLにおけるタスク管理スキルの自発的習得の促進を目的とし、PBLに特化したWBS(Work Breakdown Structure)の作成支援ツールを提案する。提案ツールの有効性を確認するため大阪大学で実施されているPBLへの提案ツール導入を行い、提案ツールの使用状況の確認と受講生へアンケートを実施した。その結果、提案ツールを使用した受講生は使用しなかった受講生と比べてよりタスク管理を意識して開発に取り組めたことが確認できた。

Project-based learning (PBL) has been widely introduced in higher education as a practical, efficient and student-centered learning method. One of the important factors to achieve effective PBL is student-centered process management. However, these task management skills are difficult to conduct for students because it has no obvious answer and requires experience rather than knowledge. The goal of this study is to promote acquisition task management skills by students themselves at PBL, and we develop a work breakdown structure (WBS) tool with aiming task definition, organization and assignment. The tool evaluation is conducted on our university's PBL. According to the evaluation, students who use the tool were more aware of their task management than students who do not use it.

1 はじめに

受講生主体の実践的な教育方法として、PBL(課題解決型学習; Project- もしくは Problem-based learning) [6][7] が国内外の様々な教育機関で実施されている。PBLは受講生を中心とした能動的な学習形態(アクティブラーニング)[19]の1つであり、与えられたプロジェクトや課題に対してその解法を受講生が自ら模索する。その模索過程により、教育者主体の一般的な座学では得ることの難しい自主学習能力や課題解

決能力、ソーシャルスキルなどの獲得が可能となる。情報科学の教育分野においてもPBLは広く用いられており[16]、プログラミングなどのプロダクトが明確な教育テーマとの親和性は高いといえる。

効果的なPBL実施における重要な要素の1つとして、受講生自身による適切なプロセスの管理が挙げられる。先述の通りPBLはアクティブラーニングの一種であり、受講生の自発的な活動が前提となる。また、プロダクトだけではなくその模索過程にこそ学びがある[5]という指摘からも、教員ではなく受講生自らがその作業プロセスを管理する必要がある。このプロセス管理においては、課題解決という大きな目標に対して、作業をより具体的なタスクに細分化・構造化し、各タスクの期限や割当を決定するという流れが欠かせない。

しかしながら、受講生による適切なタスク管理は容易ではない。その難しさの1つは、タスク管理には

A PBL-Tailored Work Breakdown Structure Tool for Promoting Students' Voluntary Task Management.
Fumito Tamaki, Shinsuke Matsumoto, Shinji Kusumoto,
大阪大学大学院情報科学研究科, Graduate School
of Information Science and Technology, Osaka
University.

コンピュータソフトウェア, Vol.42, No.2(2025), pp.17-29.
[研究論文] 2024年6月28日受付.

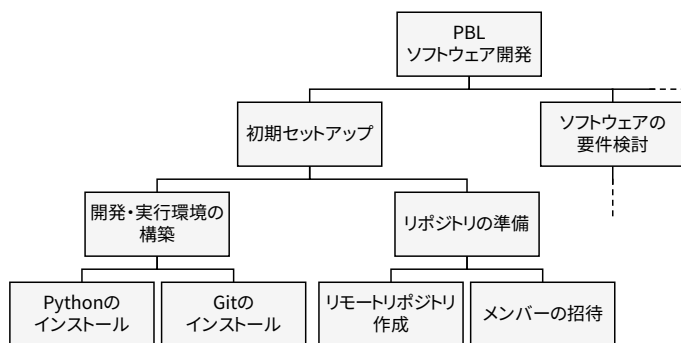


図1 WBS の例 (ツリー構造)

明確な正解や不正解がない点にある。さらには、タスク管理を含むプロジェクトマネジメントにおいては、知識よりも経験を要する[18]ことが知られている。他方、PBLのような学習の場においては受講生は十分な経験を獲得しておらず、その実施は場当たり的になりがちである。経験を持たない受講生が自発的に進めるというPBLの特性と、経験を要するというタスク管理の特性は互いに衝突する傾向にあるといえる。

本研究の目的は、PBL^{†1}におけるタスク管理スキルの自発的習得の促進である。タスク管理には様々な観点が含まれるが、本研究ではタスクの細分化と構造化に着目し、PBLに特化したWBS(Work Breakdown Structure)の作成支援ツールを提案する。WBSでは、大目標を達成するために必要となるタスクの集合を木構造で表現する。提案ツールは既存のWBS記述ツールと異なり、作業の細分化、アサイン、期限の決定の3点の機能に限定する。提案ツールを通じたWBSの記述により、受講生主体でのタスク管理スキルの習得が可能となる。提案ツールの効果を確認するために、大阪大学で実施されているPBLに提案ツールを導入した。本稿では提案ツールの利用状況と受講生へのアンケートによる提案ツールの評価について紹介する。

2 準備

2.1 WBS(Work Breakdown Structure)

WBS(Work Breakdown Structure)とは、プロジェクトの達成に必要な成果物を明確にするために、作業を階層的に分解・詳細化し網羅した図である[17]。図1はWBSの一例である。最上位レベルにはプロジェクト目標など最も抽象度の高いタスクが配置し、配置されているタスクを実行するために必要なタスクを1つ下のレベルに全て列挙していく。これを繰り返していくと最下位レベルには最上位レベルのタスクの達成に必要な具体的タスクが網羅されて並ぶ。

WBSを作成する利点として、作業漏れを防げる点や計画作成の基礎になる点が挙げられる[8][11][23]。WBSを作成する際には各タスクの実行に必要なタスクを想像・議論しながら細分化していくが、この細分化過程そのものが気づきを与え、作業漏れや重複の防止につながると指摘されている[8]。またWBSにより洗い出されたタスクはプロジェクトのスケジュールを決定するための基礎になるとされている[11]。さらに成果物単位まで細分化されたタスクは作業分担やコスト見積もりに活用できる点もWBSの利点とされている[23]。

2.2 関連研究とその課題

除村と井上[24]はPBLにて見られる課題の1つとしてプロジェクトマネジメントが十分に行われていないことを指摘している。また具体的に必要なプロジェクトマネジメントの要素を挙げているが、WBS

^{†1} 厳密には Project-based learning と Problem-based learning は異なるものである[14][20]が、どちらもアクティブラーニングであり、受講生が自らタスクを管理しなければならない点は共通しているため、本研究では両者の違いは考慮しないものとする。

の作成、役割の分担、スケジュール管理の3つもその中に含めている。さらに Almeida ら [1] も学生のプロジェクトでも初期段階では WBS を制作すべきであると主張しており、これらから PBL においてもプロジェクトマネジメント並びにタスク管理は必要であるといえる。

PBL へ WBS を導入した研究はいくつか存在する [12][13]。松山と大場 [13] は、PBL への WBS 導入が受講生のタスク細分化とタスク把握の支援に効果的であると報告している。一方で、これらの研究では受講生の作業分担とスケジューリングに関する評価は実施されておらず、作業細分化に関する評価のみにとどまっている。そのため受講生の作業分担とスケジューリング習得に関しては、WBS 導入による自発的習得を評価できていない。

また商用のプロジェクト管理ツールを PBL へ導入した研究も存在する [2][3]。中鉢ら [3] は Microsoft Project Server^{†2} を PBL に取り入れ、その効果を確かめている。結果の1つとして、Microsoft Project Server の持つ高度かつ多様な機能はタスク管理未経験の受講生からは複雑すぎる点を報告している。他にも既存のタスク管理システムは PBL 受講生にとって高度かつ複雑であると指摘し、解決を試みた研究が存在する [4][22]。

複雑さを解消するための工夫として、PBL 受講生でも簡単に使えるようツールの機能を直感的にすることが挙げられる。高先ら [22] はタスクボードを用いた直感的なタスク記録ツールを提案し、学生のユーザビリティ評価において提案ツールが既存ツールより優位であることを報告している。タスク管理未経験の受講生で構成される PBL へタスク管理ツールを導入する際には、機能の充足性よりも直感性を重視すべきと考えられる。

さらに上記の関連研究はいずれも WBS や導入ツールの効果検証が目的であるため、被験者にタスク管理を指示した上で結果を分析している。しかし PBL では受講生の自発的な活動が前提である。受講生の自発性を損なわせないために、受講生に対するタスク管

理の強要は可能な限り避けるべきである。PBL に導入するタスク管理ツールとしては、受講生が自主的に使いたくなる仕掛けや工夫を取り入れるべきであると考えられる。

以上のことから本研究では、PBL 受講生による作業細分化、作業分担、スケジュール管理の3要素の自発的習得を目的とする。そのための手段として WBS を記述するタスク管理ツールを提案し、ツールの自発的利用を通じてタスク管理スキルの習得が可能か評価する。提案するツールは、機能を限定しタスク管理未経験の PBL 受講生でも直感的に扱えるようにする。評価では任意使用という条件の下で実際に PBL へ提案ツールを導入し、受講生は提案ツールを自発的に利用したか、そしてタスク管理スキルの習得に効果があったかを確認する。

3 提案手法

3.1 概要

section 2.2 節で述べた関連研究の課題点に基づいて、PBL に導入する提案ツールの機能要件・非機能要件を定めた。機能要件としては以下の3点を定めた。

- R1.** 利用者が作業細分化をできる
- R2.** 利用者が作業分担をできる
- R3.** 利用者がスケジュール管理をできる

非機能要件としては以下の2点を定めた。

- R4.** タスク管理未経験者でも直感的に利用できる
- R5.** 受講生の自発的な利用を促せる

本研究ではこれらの要件に対応する WBS ツールを試作した。以降では提案ツールの機能について、記述する WBS の全体像、WBS 内の個々のタスク、Markdown 出力の順に説明する。

3.2 機能

3.2.1 WBS 全体像

提案ツールの全体像を図 2 に示す。本ツールでは WBS におけるタスク構造を木構造で表示している。最上段のタスクは今回取り組む最も抽象的なタスクである。そこから下段に進むにつれて、タスクを解決するために必要な作業がより細かく具体的なものに分解されていく。

^{†2} <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/project/enterprise-project-server>

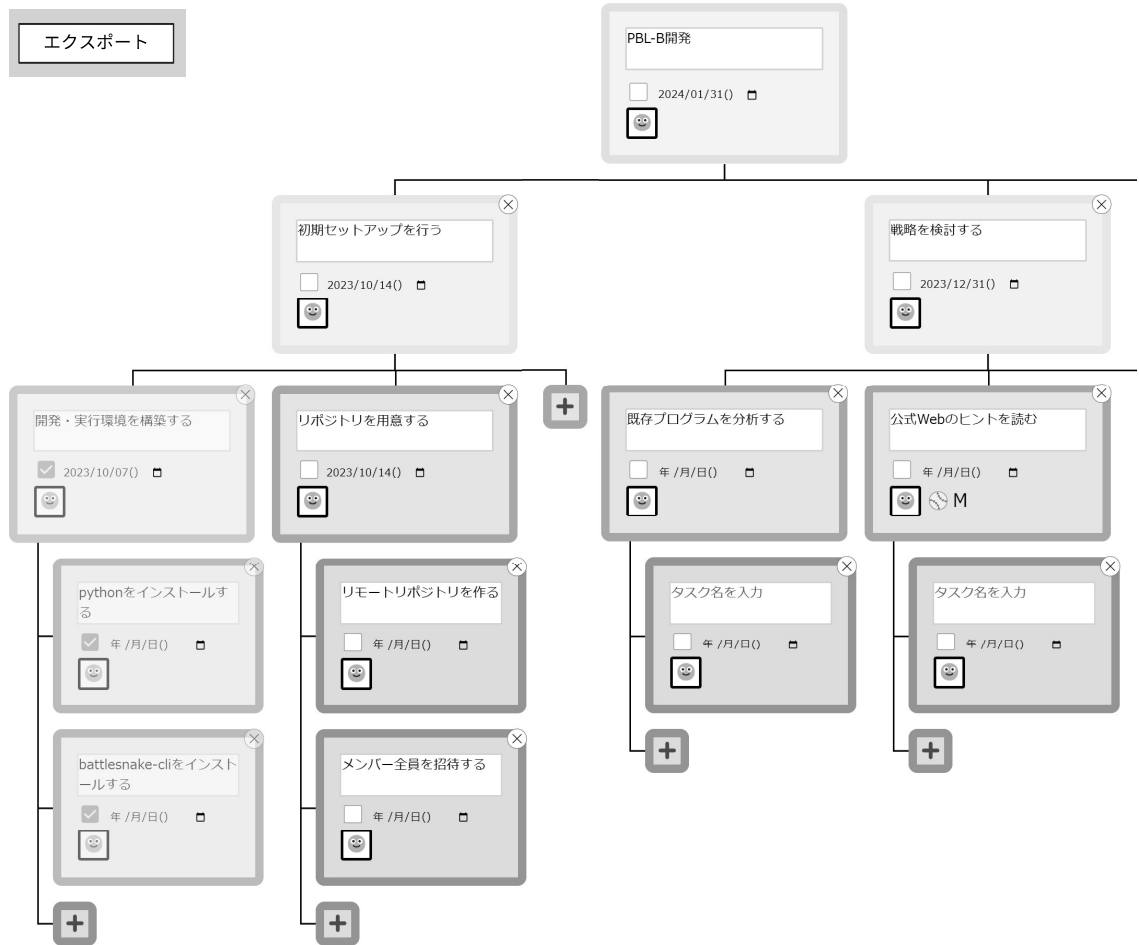


図 2 試作した WBS ツールの全体像

細分化の深さについては、本ツールでは最大 4 段までに制限している。WBS の細分化の適切な段数に明確な基準は存在しない[8][9][15]が、過剰に作業が細分化された WBS はプロジェクト活動をかえって非効率的なものにする[17]という指摘もある。また多くの場合レベル 4 時点で作業項目単位に十分細分化できているとされる[10]。PBL 受講生はタスク管理経験が浅く、細分化を適切な段数で止める判断をするのは困難であると考えられる。そのため既存のタスク管理ツールのように自由な段数で細分化できしまうと、受講生が過剰な細分化をしてしまいかえって混乱を招く可能性がある。そこで、ツール操作の自由度が損なわれるとしても、上限を定めた方が PBL 受講生にとってはタスク管理がやりやすくなると考え、

今回は 4 段までしか細分化できないように制限した。

細分化が完了し実際に開発作業を進めるときには、具体的に示された最下段のタスクから順に完了させていく。下段のタスクがすべて完了すれば上段のタスクも完了するため、最終的には目標としていた抽象的な最上段のタスクが完了する。

3.2.2 タスク

タスクの外観を図 3 に示す。タスクには、タスク名、アイコン、期日、TODO/DONE の 4 つの属性のみ実装している。属性を 4 つに絞った狙いとして、要件 R4 の達成がある。これら 4 つの属性は作業細分化、作業分担、スケジューリングを行うにあたって必要最低限の属性である。タスク管理学習に必要な属性のみに絞った設計にすると、タスク管理未経験者

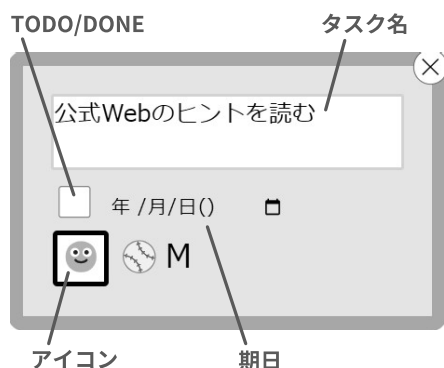


図3 試作ツールにおけるタスクとその属性

にも提案ツールの使用用途を理解させやすい。提案するツールの主たる目的は「PBLでのタスク管理スキル習得の支援」であり、既存の実践的なタスク管理ツールとは大きく異なる。そのため既存タスク管理ツールのように実務者向けの専門的機能をそろえる必要はない。以上から、既存タスク管理ツールのように高性能な機能を数多く実装するよりも、学ばせたいスキルに対応するシンプルな機能のみに絞って実装する方が、PBLでのタスク管理スキル習得用ツールとしてふさわしいと考えた。また属性を限定すると、1つのUIにつき1つの機能という一対一対応を取った実装が可能になる。そしてUIと機能を密接に設計すると、UIと機能の間の乖離を取り除き、ツールの直感的な操作性を実現できる。以降では、各属性とその狙いについて順に説明する。

タスク名：個々のタスクのタイトルや内容である。受講生に自らタスク名を自由記入するようにした。タスクを自由記入させることで、要件R1を満たす狙いがある。タスク名を記入するにはどのような作業が必要になるかを想像し、それを言語化する必要がある。この過程を通じて、ある大きなタスクを、それを実現するために必要となるサブタスクに細分化し表現する能力を獲得させる。

アイコン：タスクに付与できる絵文字や記号である。タスク内にある顔が描かれたボタンの押下でアイコン一覧が表示される。付与したいアイコンを選択すると、選択したアイコンがボタンの横に追加される。SlackやLINEのリアクション機能とほぼ同様の使い

方である。タスクの追加や削除と同様、提案ツール利用者は自由にアイコンの追加・削除が可能である。利用できるアイコンの種類は、絵文字1506種類とアルファベット大文字26種類の計1532種類である。各タスクに付与できるアイコンの数に制約はなく、また同一アイコンの複数個付与も可能である。

アイコンは要件R2の達成を狙いとして設計した。グループメンバーを表現するアイコンのタスクへの付与により、そのタスクの担当を明示できる。例えば「玉置がこのタスクを担当する」と示すためには、「T」の文字を付与すればよい。またアイコンは、要件R5の達成も狙って設計した。バラエティに富んだコミカルなアイコンの実装により、工夫次第で役割分担以外にも独創的な表示ができるようになっている。このユーモラスさと自由さで受講生の興味を惹くのがアイコンのもう1つの狙いである。

期日：タスクの期限を表す日付である。手動でタスクの期日を設定させるようにした。期日を実装した狙いは、要件R3の達成である。各タスクの期日を考えることで受講生に締め切りや作業にかかる時間を意識させ、また期日表示しておくことで優先して解決すべきタスクを受講生に時間軸を踏まえて判断させるようにしている。

TODO/DONE：タスクの未完了/完了を表すチェックボックスである。ここをクリックするとTODO/DONEを切り替えられる。DONEになったタスクは色が薄く表示されるので、こまめにTODO/DONEを切り替ええると残っているタスクを視認しやすくなる。TODO/DONEの実装は、要件R3の達成を狙いに行っている。スケジュールを管理するために必要な進捗把握は、どのタスクが完了したか、あるいはまだ残っているかを明確化するところから始まる。TODO/DONEには、受講生に完了したタスクのチェックを習慣化させ、進捗把握意識を持たせる目的がある。

3.2.3 Markdown へのエクスポート

提案ツールで作成したWBSをMarkdownへエクスポートできるようにした。今回はMarkdownの中でも特にGitHub Flavored Markdownを採用し、タスクリスト形式でWBSを表現している。

エクスポート機能は図 2 で示した画面上部にあるエクスポートボタンから使用できる。このボタンをクリックするとエクスポート画面が表示され、そこから Markdown をクリップボードにコピーできる。アイコンや期日、TODO/DONE も設定されていれば、その内容も Markdown に反映される。

4 PBL への適用

4.1 適用対象

提案ツールの有効性を確かめるために、実際の PBL へ本ツールを導入した。適用対象は大阪大学基礎工学部情報科学科の学部 2 年生を対象として開講されている基礎工学 PBL(情報工学 B) (以下、PBL-B と略す) である。

PBL-B では対戦型プログラミングゲーム Battlesnake^{†3} を題材とし、グループワーク形式でキャラクターの自動制御プログラムを開発する。PBL-B 受講生は 1 グループ 5 人の計 14 グループに振り分けられ、13 回の授業でプログラム開発を行う。前半の第 1 回から第 7 回授業では、チュートリアルとして他のプレイヤーが介入しないゲームルールでの制御プログラムの開発を行う。後半の第 8 回から第 13 回授業では、他グループのプログラムと互いに干渉しあうゲームルールでの制御プログラムの開発を行う。なお実際には第 7 回と第 8 回授業の間と第 13 回の次回にて、開発した制御プログラムを披露する対戦会が行われるため、PBL-B は全部で 15 回の授業からなる。しかし対戦会の授業回では開発作業は行わず提案ツールも利用しないため、本研究ではこの 2 回の授業については研究対象外としている。

初回講義時に提案ツールを各グループに配布した。また初回講義時にはツールの利用方法を口頭で受講生全体に 5 分程度アナウンスした。アナウンスでは、ツールの操作方法に加えて、ツールの使用/不使用は成績に影響しないこと、ツールの利用は強制ではなく任意であることを説明した。一方、受講生の自発的なツール利用を評価するために、アナウンスではツールの各機能の目的やタスク管理の考え方などについて

は説明しなかった。

4.2 議事録

PBL-B では毎授業、その日の活動内容と今後行う作業を記載した議事録の提出が受講生に課せられる。議事録には、メタ情報 (グループ番号、日付、議長と書記、出席者と欠席者)、先週の振り返り、今週の議論内容や作業内容とその結果、TODO と分担の 4 つの内容の記載が義務付けられる。その書き方について具体的なフォーマットは定められていない。提案ツールの評価の一貫として、PBL-B で受講生が提出する議事録の記載内容も確認した。提案ツールを利用しないグループも議事録は提出するので、本ツールからは確認できない受講生の活動を把握できるためである。

4.3 利用促進のためのタスクセットの配布

PBL-B への適用にあたり、提案ツールには PBL-B に関する最小限のタスクセットをあらかじめ記入した状態で配布した。この配布タスクセットには PBL-B における初期作業 (実行環境のインストールや Battlesnake のルール把握など) が含まれる。このタスクセットの配布には 2 つの狙いがある。

1 つ目の狙いは、ツールの使用例の提示である。配布タスクセットにはアイコンや期日、TODO/DONE といったタスク属性も設定しているため、配布タスクセットを確認すれば本ツールの機能の使い方が理解できる。また、配布タスクセットでは環境構築やルール理解といった作業も細分化して記載しているため、作業細分化の一例として参考にできる。

2 つ目の狙いは、受講生のスムーズな環境構築の支援である。本 PBL の本質的な学びは Battlesnake のプログラミングおよびグループワークの実践であり、序盤の環境構築ではない。また、環境構築は与えられた作業を淡々と行うだけであるため、PBL として受講生が自発的に学習・活動する内容も少ない。そのため受講生と教師の両方の視点において、本質的な学びに一刻も早く取り組むためにも環境構築は躓くことなく早く済ませるべきである。配布タスクセットで環境構築の支援をし、受講生の本質的な学びへのスムーズな移行を実現する。

^{†3} <https://play.battlesnake.com/>

	授業回												
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13
グループA	直	間	直	直	直	直	間	直	間	間	間	間	間
グループB	直	直	間	直	間	直	不	間	不	不	不	不	間
グループC	直	直	直	直	直	直	直	不	不	不	不	不	不
グループD	直	直	間	間	不	間	不	不	不	不	不	間	間
グループE	直	直	不	不	直	直	間	直	不	不	不	不	不
グループF	直	直	不	不	間	間	不	不	間	不	不	不	間
グループG	不	間	間	間	不	不	間	間	不	不	不	不	不
グループH	不	直	直	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループI	不	直	不	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループJ	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループK	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループL	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループM	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループN	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不

直 : 提案ツールを直接操作しタスクを追記した

間 : 提案ツールの配布タスクセットのMarkdownを使い議事録上でタスクを追記した

不 : 不使用

図 4 授業別の各グループの提案ツール使用状況

5 適用結果

5.1 PBL-B でのツールの利用状況

5.1.1 各授業での利用状況の確認

まず評価の前提となる、グループごとのツール利用状況を確認する。提案ツールの利用状況は、毎授業終了時の提案ツールへの記載内容を基に確認した。提案ツールへの記載内容を先週の記載内容と比較し、この1週間でWBSの編集を行ったかを調べた。ここでは、編集の有無でその1週間に本ツールを利用したかどうかを判断している。また、PBL-Bで受講生が提出する議事録の記載内容も確認した。

以上2点を確認し、各授業における各グループのツール利用状況を以下の3パターンで分類した。

直接使用 提案ツールにアクセスし、タスク一覧に何らかの手を加えた

間接使用 配布タスクセットのMarkdownを議事録に記載し、以降は議事録上でMarkdownに何らかの手を加えた

不使用 上記2パターンに該当しない

各授業における各グループの利用状況の推移を図4に示す。図は利用率の高さ順にソートされており、実際のグループ番号とは無関係である。1度でも提案ツールを直接間接問わず使用したグループは11組、

表 1 各グループの提案ツール上のタスクの数 (括弧内は配布タスクセットからの増分)

	タスク	DONE 状態	アイコン付き	期限日付き
グループ A	44 (21)	33 (31)	4(0)	7 (1)
グループ B	81 (58)	64 (62)	9 (5)	8 (2)
グループ C	42 (19)	22 (20)	4 (0)	6 (0)
グループ D	51 (28)	29 (27)	4 (0)	25 (19)
グループ E	26 (3)	19 (17)	4 (0)	6 (0)
グループ F	27 (4)	21 (19)	4 (0)	6 (0)
グループ G	23 (0)	2 (0)	4 (0)	6 (0)
グループ H	29 (6)	20 (18)	4 (0)	6 (0)
グループ I	31 (8)	22 (20)	4 (0)	8 (2)
グループ J	24 (1)	2 (0)	4 (0)	6 (0)
グループ K	23 (0)	15 (13)	4 (0)	6 (0)
グループ L	23 (0)	2 (0)	4 (0)	6 (0)
グループ M	23 (0)	2 (0)	4 (0)	6 (0)
グループ N	23 (0)	2 (0)	4 (0)	6 (0)

初回から一切ツールを利用しなかったグループは 3 組存在した。

5.1.2 提案ツールで作成したタスク数の集計

次に提案ツールを適切に利用していたかを定量的に評価するために、各グループが提案ツールで作成したタスクの数を確認する。ここでは、「タスクの数」「DONE 状態になったタスクの数」「1 個以上アイコンが付与されたタスクの数」「期限日が設定されたタスクの数」の 4 つを集計した。また、提案ツール配布時に記載していた配布タスクセットのタスクもカウントしている。カウントした理由は、配布タスクセットのタスクを修正したり操作したグループが存在したためである。

各グループの提案ツールに記載されたタスクの集計結果を表 1 に示す。表中のグループ番号は図 4 のグループ番号と同じである。半分以上のグループが 1 つ以上はタスクを追加し、またタスクの DONE 状態への切り替えを行っていた。期限日を設定したグループも一定数いたが、その数はタスク追加や DONE 状態への切り替えを行ったグループ数よりは少なかった。またタスクにアイコンを付与したグループはグループ B のみであった。

5.1.3 提案ツール利用状況に関する考察

まず授業全体を通して提案ツールの使用頻度が高かった 4 グループ (A~D) について見てみると、どのグループも 20 個ほどタスクを追記しており、特にグループ B は 58 個と、配布タスクセットの倍以上のタスクを追記していた。また、4 グループともタスクの半分以上が DONE 状態に変更されていた。これより、提案ツールの使用頻度が高かった 4 グループは提案ツールを利用してタスクの細分化と進捗管理を行っていたと分かる。アイコンに関しては、新たにアイコンを付与したのはグループ B のみであり、かつアイコンが付与されたのは 5 個のタスクのみであった。グループ B が付与したのは数字アイコンのみであり、タスクの優先順序を表示する目的で使用していた。なお全グループ含めて新たに付与されたアイコンがこのグループ B のアイコンのみであり、当初想定していた担当表示目的のアイコン付与は 1 つもなかった。期限日に関しては、グループ D が多くのタスクに期限日を設定していたが、その他の 3 グループはほとんど期限日を設定していなかった。

次に使用頻度は低いが提案ツールを直接間接問わず 1 回以上は使用した 7 グループ (E~K) について

見てみると、これらのグループは追加タスクは少なかったものの、DONE 状態のタスク数は多い傾向にある。これらのグループは配布タスクセットに記載した初期作業を開発作業のヒントとして活用していた。配布タスクセットのタスクがおおむね完了した後は、いくつかの抽象的なタスクの追加しかしていなかった。これらの 7 グループは提案ツールを「作業管理のためのツール」というよりも「最初に取り組むべき作業をリストアップした資料」として使っていたと考えられる。

また、図 4 を見ると序盤は半数近くのグループが自主的に提案ツールを利用しているが、徐々にその利用率が減少しているのが分かる。その理由は、PBL-B 序盤は開発環境のセットアップや各種ドキュメントの精読、戦略の検討など多数の作業が必要でありタスク管理の必要性が高かったものの、中盤や終盤ではプログラム改善の繰り返しになり、提案ツールを使ってタスク管理をする必要性が低くなったためだと考えられる。実際、表 1 に示した追加されたタスクのほとんどが PBL-B 序盤に取り組むべき作業であり、中盤や終盤に行く追加改修や変更に関する内容はほとんどなかった。

5.2 アンケート評価

5.2.1 アンケートの概要

次に受講生へのアンケートを基に、提案ツール導入によるタスク管理意識の変化や非機能要件で定めた提案ツールの使用感を確認する。アンケートは PBL-B 第 7 回授業終了時点で実施した。今回は 16 名の受講生からアンケートの回答を得られた。アンケート内で受講生に提案ツールの使用/不使用について「WBS ツール上でタスクの編集・追記をして使用した」「WBS ツール上でタスクの編集・追記はしていないが、配布タスクセットの Markdown は使用した」「そもそも WBS ツールと配布タスクセットを使用しなかった」の中から回答してもらった。その結果、8 人が「WBS ツール上でタスクの編集・追記をして使用した」、2 人が「WBS ツール上でタスクの編集・追記はしていないが、配布タスクセットの Markdown は使用した」、6 人が「そもそも WBS ツールと配布タスクセットを

使用しなかった」と回答した。アンケートでは大きく 2 つの内容について尋ねた。

1 つ目は、タスク管理に対する意識についてである。本研究で定めたタスク管理の 3 要素である作業細分化、作業分担、スケジュール管理それぞれについて意識して PBL を進められたかを 5 段階評価で尋ねた。

2 つ目は、提案ツールの使用感についてである。非機能要件にて定めた扱いやすさや自発的な利用意識などを確認する 12 問の 5 段階評価質問を行った。この 12 問の使用感に関する質問は、学習の動機付けについての枠組みである ARCS モデルの分類[21]を参考に作成した。また自由記述で回答する質問にて、提案ツールの良かった点や改善すべき点を尋ねた。

5.2.2 アンケート結果 1：タスク管理に対する意識

タスク管理に対する意識について尋ねたアンケート結果を図 5 に示す。図 5 ではアンケート結果を、提案ツールの使用/不使用について「WBS ツール上でタスクの編集・追記をして使用した」または「WBS ツール上でタスクの編集・追記はしていないが、配布タスクセットの Markdown は使用した」と回答した 10 人と、「そもそも WBS ツールと配布タスクセットを使用しなかった」と回答した 6 人に分けて表示している。図 5 に示す通り、タスク管理を意識して開発を進められたと回答した受講生の割合は、3 項目とも提案ツール使用者の方が多かった。また、提案ツールの良かった点を尋ねたアンケートの質問に対して、“目的がはっきり細分化できるのが良かった”、“TODO リストを作成しやすかった”、“タスクごとに期限や DONE、アイコンを付けられる点”といったように、タスク管理を意識した提案ツールの利用をうかがえる回答があった。以上から、提案ツールの導入は受講生のタスク管理意識の改善に効果があったと分かる。

5.2.3 アンケート結果 2：提案ツールの使用感

提案ツールの使用感に関するアンケート結果を図 6 に示す。図 6 を見ると、「提案ツールは直感的に使いやすかった」という項目に対して 9 割近くの受講生が肯定的であると分かる。加えて、提案ツールの良かった点を答えるアンケートの質問に対して、“直感的に使いやすい”、“見た目や操作方法が分かりやすくして簡

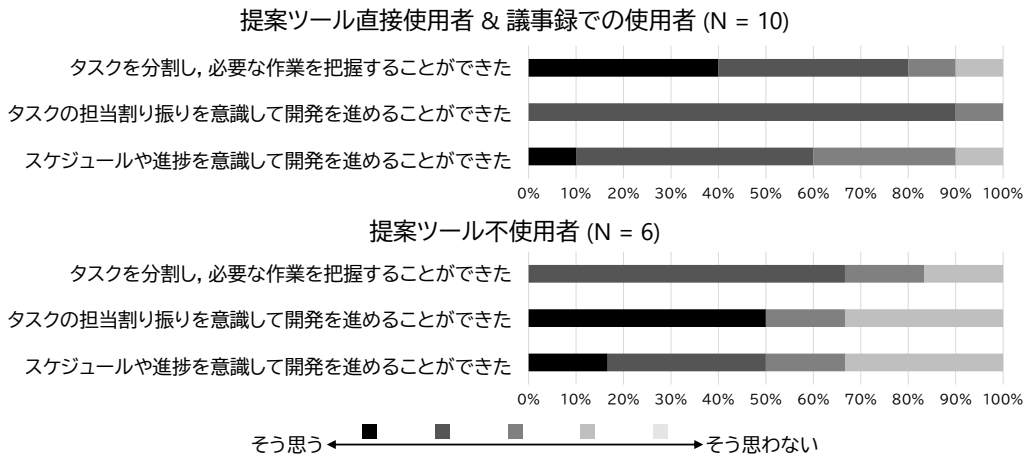


図 5 使用状況別タスク管理意識のアンケート結果

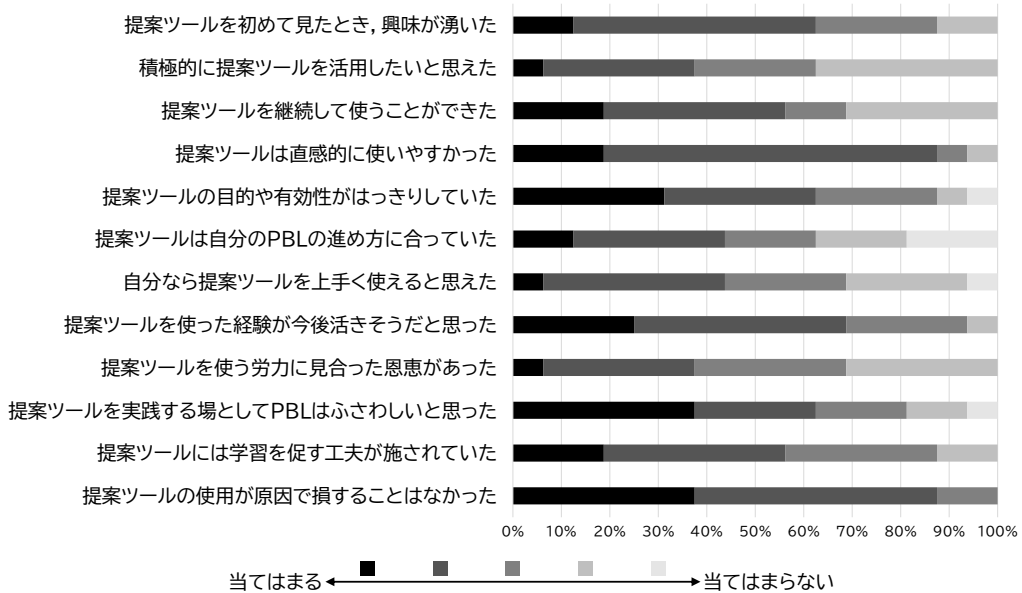


図 6 提案ツールの使用感のアンケート結果

単に使えた”というように, 直感的な操作性を評価した受講生がいた。以上より, 要件 R4 にある直感的な操作性については達成できたといえる。

他にも多くの質問に対して肯定的な回答が多い一方で, 「積極的に提案ツールを活用したいと思えた」「提案ツールを使う労力に見合った恩恵があった」の2つについては肯定的な回答の割合が4割を下回っていた。この結果から, 提案ツールを利用したタスク管理に魅力を感じていない受講生がある程度存在する

と分かる。実際, 提案ツール不使用者に使用しなかった理由をアンケートで回答してもらったところ, “使わずとも話し合いでやるべきことは決まると思ったから”, “わざわざ視覚的に書き直すのが大変だったから”, “ソースコードにやるべきことをコメントアウトしていたから”といった, 提案ツールの必要性を感じていないことをうかがえる回答があった。以上より, 要件 R5 にて定めたツールの自発的利用の促進については改善の余地があることが示された。

また受講生に本ツールの良くなかった点・改善してほしい点を自由記述で回答してもらったところ、全部で5件の回答が得られた。得られた5件の回答のうち3件は“終了したタスクが分かりにくい”、“全タスクを表示させようと縮小すると個々のタスクが見づらく、逆に拡大すると全体構造が分かりにくい”、“画面のサイズが変更できない”といった視認性に関する改善要望であった。残りの2件は“TODOをDONEに切り替えたときの達成感がない”という意見と“ソースコードとの連携機能が欲しい”という意見であった。

5.3 妥当性の脅威

外的妥当性の脅威として、提案ツールの導入・評価対象が単一のPBLのみである点、およびアンケートによる評価しか実施できていない点が挙げられる。本研究では単一教育機関の1授業での14グループしかサンプルを得られておらず、提案ツールを使用した受講生の特性に偏りがあると考えられる。提案ツールの効果の一般化可能性を確かめるには、他の教育機関や異なる授業でも評価を行い、受講生の特性に依らない結果を得る必要がある。また本研究では、受講生のタスク管理スキル習得状況を評価する方法としてアンケートのみ実施したが、アンケートは自己報告データであり、回答者個々の主観を排除しきれない。より客観性の高い評価を行うために、タスク管理スキル習得状況を定量的に評価できる指標の導入が必要である。

内的妥当性の脅威として、受講生が元々持っていたタスク管理意識の評価ができていない点が挙げられる。本研究では授業期間中の受講生のタスク管理意識しか評価しておらず、提案ツール導入前に受講生が持っていたタスク管理意識は評価できていない。そのため、そもそも提案ツール導入前からタスク管理意識を持っていた受講生が提案ツールを使用した可能性がある。この場合、提案ツールの導入がタスク管理意識の改善に効果があるとは言えない。提案ツール導入とタスク管理意識改善の間の因果関係の強さを評価するためにも、受講生のタスク管理意識について授業期間前に評価する必要がある。

構成概念妥当性の脅威として、他のタスク管理ツ

ールとの直接比較ができていない点が挙げられる。本研究では提案ツールの導入と評価しかしておらず、既存のタスク管理ツールとの効果比較ができていない。そのため今回得られた結果だけでは、提案ツールと他のタスク管理ツールのどちらの方がPBL受講生のタスク管理スキル習得の支援に有効であるか判断できない。提案ツールに加えて既存タスク管理ツールも導入し効果を比較することで、既存のタスク管理ツールよりも機能を限定した提案ツールの方がPBL受講生のタスク管理スキル習得に効果があるのか検証する必要がある。

6 おわりに

本研究ではPBL受講生の自発的なタスク管理スキル習得を促進するツールを提案した。さらに実際のPBLに導入し、提案ツールの利用状況の確認とアンケート調査による評価を行った。その結果、提案ツールを使用した受講生は使用しなかった受講生と比べてよりタスク管理を意識して開発に取り組めたことが確認できた。また機能を限定した本ツールはタスク管理未経験の受講生でも直感的に使用できているのが確認できた。

今後の課題として、まずは長期的な効果評価の実施が挙げられる。今回のアンケート評価はPBL-B実施期間の中盤でしか実施できていないため、PBL-B全体を通したタスク管理スキル習得状況を評価できていない。また提案ツールを利用して習得したスキルをPBL-B以外の場でどの程度活かせるかについても評価できていない。そのためPBL期間中の評価のみならず、PBL期間終了後や、提案ツールを利用した受講生が新たに取り組む授業、プロジェクトでの評価も実施する必要がある。また提案ツール自体の改善点としては、アンケートで得られた改善要望の反映が挙げられる。中でも視認性に対する改善要望が多いため、完了済みタスクを小さく表示するなどのUI修正が必要である。フィードバック機能の実装も改善点の1つである。受講生が適切なタスク管理スキルを習得するための支援の1つとして、自発性を損なわない範囲でのフィードバック提示が考えられる。教員がフィードバックを書き込める機能や、機械学習

などを用いて自動でフィードバックを提示する機能の実装により、受講生が自らタスク管理の問題点に気づききっかけを与えられる。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP24H00692, JP21H04877, JP21K18302) による助成を受けた。

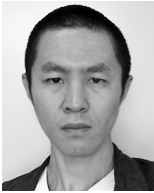
参考文献

- [1] Almeida, N., Carrer, C., Dinis-Carvalho, J., and Lima, R.: Project Management Guide for Student Project Teams, *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 2011, pp. 197–204.
- [2] 中鉢欣秀: プロジェクト型教育 (PBL) 用インフラストラクチャの構築, 技術報告 13(2008-CE-093), 産業技術大学院大学, 2008.
- [3] 中鉢欣秀, 土屋陽介, 長尾雄行, 加藤由花, 酒森潔, 戸沢義夫: グループウェア導入による PBL の見える化, 日本 *e-Learning* 学会誌, Vol. 9 (2009), pp. 129–135.
- [4] 福安直樹, 井垣宏, 佐伯幸郎, 真鍋雄貴, 楠本真二, 井上克郎: ソフトウェア開発 PBL におけるタスク記録の修正に基づく振り返り手法の提案, ソフトウェア工学の基礎 XIX 日本ソフトウェア科学会 FOSE 2012, レクチャーノート/ソフトウェア学 38, Vol. 19 (2012), pp. 183–188.
- [5] Gary, K.: Project-Based Learning, *Computer*, Vol. 48, No. 9 (2015), pp. 98–100.
- [6] Graaff, E. D. and Kolmos, A.: Characteristics of Problem-Based Learning, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 19, No. 5 (2003), pp. 657–662.
- [7] Guo, P., Saab, N., Post, L. S., and Admiraal, W.: A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures, *International Journal of Educational Research*, Vol. 102 (2020), pp. 101586.
- [8] 初田賢司: システム開発のための WBS の作り方: プロジェクト成功の道しるべ, 日経 BP 社, 2012.
- [9] Haugan, G. T., and 伊藤衡: 実務で役立つ WBS (*Work Breakdown Structures*) 入門, 翔泳社, 2005.
- [10] 林謙三: 生産 WBS 入門 一個別設計生産のマネジメント, オーム社, 2007.
- [11] 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター: 組込みソフトウェア向けプロジェクトマネジメントガイド [計画書編], 翔泳社, 2006.
- [12] 松田直浩, 森幹彦, 喜多一: プロジェクト型学習 (PBL) における WBS の活用とその導入手法の提案, 国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌, Vol. 2, No. 1 (2007), pp. 129–142.
- [13] 松山航, 大場みち子: PBL におけるプロジェクト管理改善を目的とした WBS 学習支援システムの提案, 第 81 回全国大会講演論文集, Vol. 2019, No. 1, 2019, pp. 619–620.
- [14] Noordin, M. K., Skudai, M., Malaysia, J., Nabil, A., Md Nasir, A. N., Farzeeha, D., Teknologi, A., and Nordin, M.: Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison, *International Engineering and Technology Education Conference*, 2011.
- [15] 大川清人: WBS 構築: プロアクティブなプロジェクトマネジメントを支える技術, 生産性出版, 2008.
- [16] Pucher, R. and Lehner, M.: Project Based Learning in Computer Science - A Review of More than 500 Projects, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 29 (2011), pp. 1561–1566.
- [17] プロジェクトマネジメント協会: プロジェクトマネジメント知識体系ガイド: PMBOK ガイド, Project Management Institute, 第 6 版 edition, 2017.
- [18] Rumeser, D. and Emsley, M.: A systematic review of project management serious games: Identifying gaps, trends, and directions for future research, *Journal of Modern Project Management*, Vol. 6, No. 1 (2018), pp. 48–59.
- [19] Settles, B.: Active Learning Literature Survey, Computer Sciences Technical Report 1648, University of Wisconsin–Madison, 2009.
- [20] Simbolon, R. and Koeswanti, H. D.: Comparison of Pbl (Project Based Learning) Models with Pbl (Problem Based Learning) Models to Determine Student Learning Outcomes and Motivation, *International Journal of Elementary Education*, Vol. 4, No. 4 (2021), pp. 519–529.
- [21] 鈴木克明: 「魅力ある教材」設計・開発の枠組みについて: ARCS 動機づけモデルを中心に, 教育メディア研究, Vol. 1, No. 1 (1995), pp. 50–61.
- [22] 高先修平, 井垣宏, 肥後芳樹, 楠本真二: タスクボードとオンラインストレージを用いたソフトウェア開発 PBL のためのタスク記録支援環境の構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1 (2014), pp. 199–209.
- [23] 山戸昭三, 永地恒一: WBS/EVM による IT プロジェクトマネジメント, ソフト・リサーチ・センター, 2009.
- [24] 除村健俊, 井上雅裕: A Method to Solve PBL Issues and to Improve Project Management Competencies of Students, *Management Studies*, Vol. 6, No. 3 (2018), pp. 147–166.



玉置 文人

2024 年大阪大学基礎工学部情報科学学科卒業。同年より同大学大学院情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻博士前期課程在学中。教育工学に関する研究に従事。

**杉本 真 佑**

2010 年奈良先端科学技術大学院大学博士後期課程修了。同年神戸大学大学院システム情報学研究科特命助教。2016 年大阪大学大学院情報科学研究科助教。2024 年同准教授。博士 (工学)。エンピリカルソフトウェア工学の研究に従事。

**楠本 真 二**

1988 年大阪大学基礎工学部卒業。1991 年同大学大学院博士課程中退。同年同大学基礎工学部助手。1996 年同講師。1999 年同助教授。2002 年同大学大学院情報科学研究科助教授。2005 年同教授。博士 (工学)。ソフトウェアの生産性や品質の定量的評価に関する研究に従事。電子情報通信学会、情報処理学会、IEEE、JFPUG、PM、SEA 各会員。