

PBL におけるタスク管理技術の自発的習得を目的とした WBS ツールの試作

玉置 文人 杢本 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一つとして、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技術の自発的な習得を目的とし、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。

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）[2][3] 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）[6] の一つであり、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 [4]、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一つとして、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 [1] という指摘からも、教育者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。その難しさの一つは、タスク管理には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 [5] 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のになりがちである。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 におけるタスク管理技術の自発的な習得である。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技術の習得が可能となる。提案ツールの効果を確認する

Fumito Tamaki, Shinsuke Matsumoto, Shinji Kusumoto,
大阪大学, Osaka University.

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。本稿では予備的な評価として、提案ツールの利用率や利用状況、受講生が定義したタスクの内容について紹介する。

2 関連研究とその課題

PBL へ WBS を導入した研究はいくつか存在する [9] [11]。松山と大場 [9] 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ことを報告している。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 [7] [8]。中鉢ら [8] は Microsoft Project Server^{†1} を PBL に取り入れ、その効果を確かめている。結果の一つとして、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ことを指摘し、解決を試みた研究が存在する [10] [12]。

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。実際、高先ら [10] 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る。

以上のことから、本研究では PBL において受講生が作業細分化、作業分担、スケジュール管理を自発的に習得することを目的とし、PBL 受講生でも扱いやすい直感的なタスク管理ツールを提案する。また実際に PBL へ任意使用という条件下で導入し、受講生は提案ツールを自発的に利用したか、そしてタスク管理技術の習得に効果があったかを評価する。

3 提案手法

3.1 概要

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すことができる

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

提案ツールでは、図 1 にあるように WBS におけるタスク構造を木構造で表示している。最上段の緑色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。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。

^{†1} <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/project/enterprise-project-server>

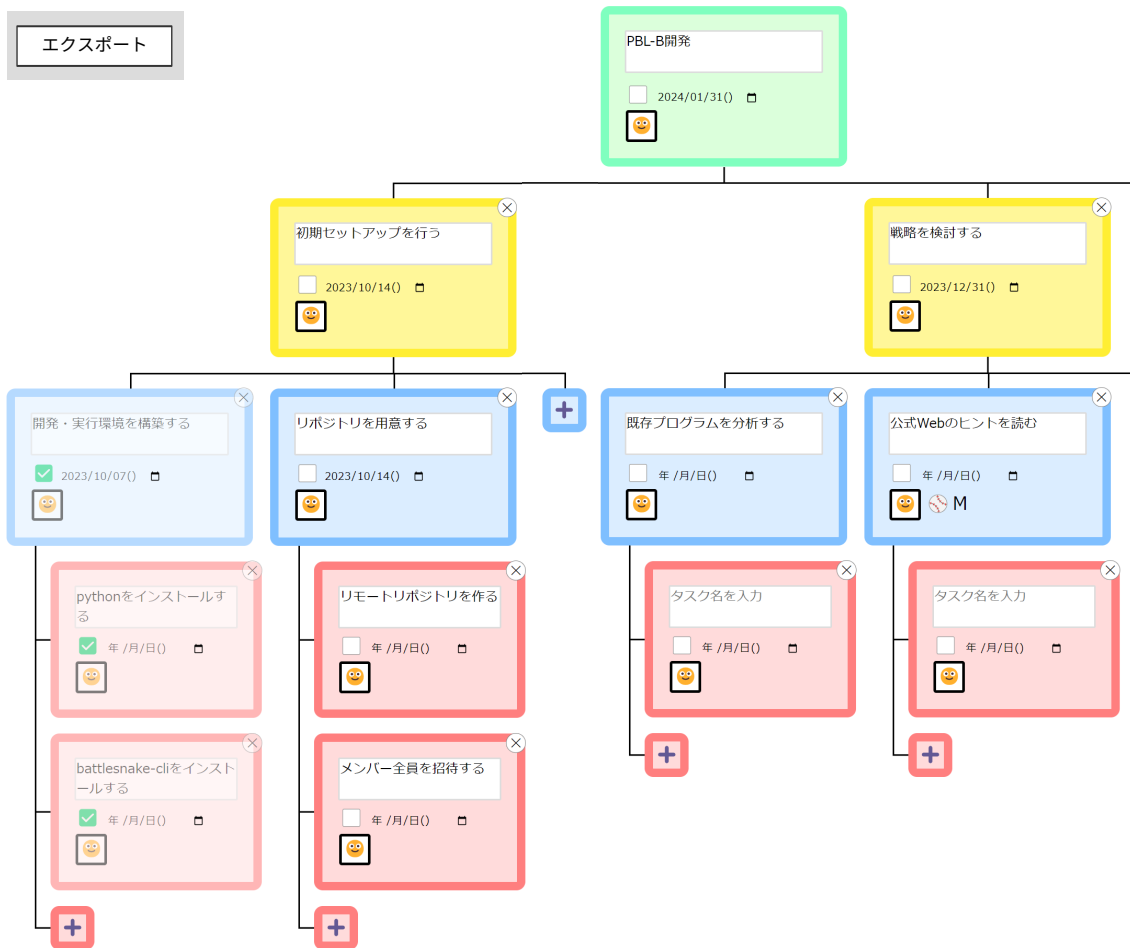


図 1 試作した WBS ツールの全体像

3.2.2 タスク

タスクの外観を図 2 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、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ことで、タスク管理未経験者にも提案ツールの使用用途を理解させやすい。また属性を限定することで、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。UI と機能を密接に設計することで、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。

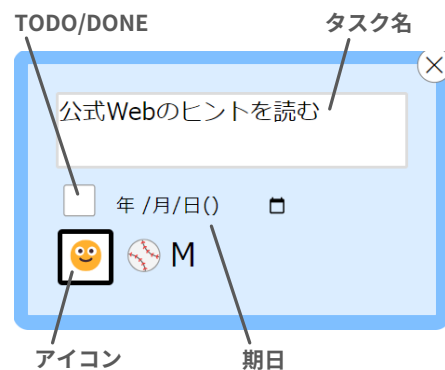


図 2 試作ツールにおけるタスクとその属性

タスク名：個々のタスクのタイトルや内容である。自分でタスク名を自由記入するようにした。タスク

を自由記述させることで、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の選択により、ボタンの横に選択したアイコンが追加される。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」ことを示すためには、「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一つの狙いである。

期日：タスクの期限日や実行日を表す日付である。手動でタスクの期日を設定させるようにした。期日の実装の狙いは、要件 R3 の達成である。各タスクの期日や実行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、また期日を表示しておくことで受講生が優先して解決すべきタスクを時間軸を踏まえて判断できるようにしている。

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ることで、受講生に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 1 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^{†2} 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 では受講生は 1 グループ 5 人の計 14 グループで開発を進める。

初回講義時に提案ツールを各グループに配布した。その際、ツール利用は強制ではなく任意であることを受講生にアナウンスした。

4.2 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。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おり、これを確認することで本ツールの機能の使い方が理解できる。また、タ

^{†2} <https://play.battlesnake.com/>

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ができる。

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で行うだけであるため、PBLとして受講生が自発的に学習・活動するような内容も少ない。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早くことなく早く済ませるべきである。タスクセットで環境構築の支援をすることで、受講生の本質的な学びへのスムーズな移行を実現する。

5 適用結果

5.1 提案ツールの評価方法

PBL-Bへの提案ツール導入によってできた評価を行う。評価では、提案ツールの利用状況と、アンケートによる提案ツールの有用性を確認する。

5.2 PBL-Bでのツールの利用状況

5.2.1 利用状況の確認方法と分類

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。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。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、本ツールからは見えない受講生の活動を把握するために確認した。

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。

直接操作して使用 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

	授業回									
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
グループA	直	議	直	直	直	直	議	直	議	議
グループB	直	直	直	直	直	直	直	不	不	不
グループC	直	直	議	直	議	直	不	議	不	不
グループD	直	直	不	不	直	直	議	直	不	不
グループE	直	直	不	不	議	議	不	不	議	不
グループF	直	直	議	議	不	議	不	不	不	不
グループG	不	議	議	議	不	不	議	議	不	不
グループH	不	直	直	直	不	不	不	不	不	不
グループI	不	直	不	直	不	不	不	不	不	不
グループJ	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループK	直	不	不	不	不	不	不	不	不	不
グループL	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
グループN	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
- 議：提案ツールのタスクセットのMarkdownを使い議事録上でタスクを追記した
- 不：不使用

図3 授業別の各グループの提案ツール使用状況

議事録でのみ使用 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

5.2.2 利用状況の確認結果

各授業における各グループの利用状況の推移を図3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、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。また、全体の半数のグループがここまでの10回の授業のうち5回以上で、直接間接問わず本ツールを利用している。

一方で、提案ツールの利用率は全体的に減少傾向にある。原因としては、PBL-Bの性質と提案ツールの相性が合わなかった点が考えられる。PBL-Bは他グループとゲームのスコアを競う競争型形式で進行す

る。そのため、PBL-B では 1 度開発が完了すれば終わりではなく、開発と対戦を何度も繰り返すことになる。こういった性質上、序盤こそ必要な作業も多くタスク管理の重要性も高かったが、開発が進むにつれ小さな改善の繰り返しになり改まったタスク管理の必要性が薄れていく。このように小さな改善を繰り返すアジャイル型の PBL-B と、最初に作業の全体像を把握するウォーターフォール型の提案ツールで噛み合わなかった点が、利用率減少の要因だと考えられる。

5.3 アンケート評価

5.3.1 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、タスク管理技術の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。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。

5.3.2 アンケート結果 1：タスク管理技術の意識

図 4 にタスク管理技術意識に関するアンケート結果を示す。図 4 ではアンケート結果を、提案ツールを使用した 10 人と使用しなかった 6 人に分けて表示している。図に示す通り、タスク管理技術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て提案ツールを利用したこと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。

5.3.3 アンケート結果 2：提案ツールの使用感

図 5 に提案ツールの使用感に関するアンケート結果を示す。図を見ると、「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ことが分かる。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簡単に使えた”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、わざわざ提案ツールを利用してタスク管理することに魅力を感じていない受講生がある程度存在することが分かる。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らと思ったから”、“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改善の余地があることが示された。

5.4 議論と今後の課題

PBL-B への導入実験の結果より、提案ツールが PBL 受講生のタスク管理技術の習得に有効であると分かった。またアンケート結果より、機能を限定し単純化した本ツールはタスク管理未経験の PBL 受講生でも直感的に扱いやすかったことが分かった。

他方アンケート結果より、提案ツールには自発的に活用したくなる要素が不足していることが判明した。本ツールの利用を通じたタスク管理技術学習をより推進するために、シンプルな操作性を維持したうえで本ツールの問題点を改善し、更なる恩恵を付与するこ

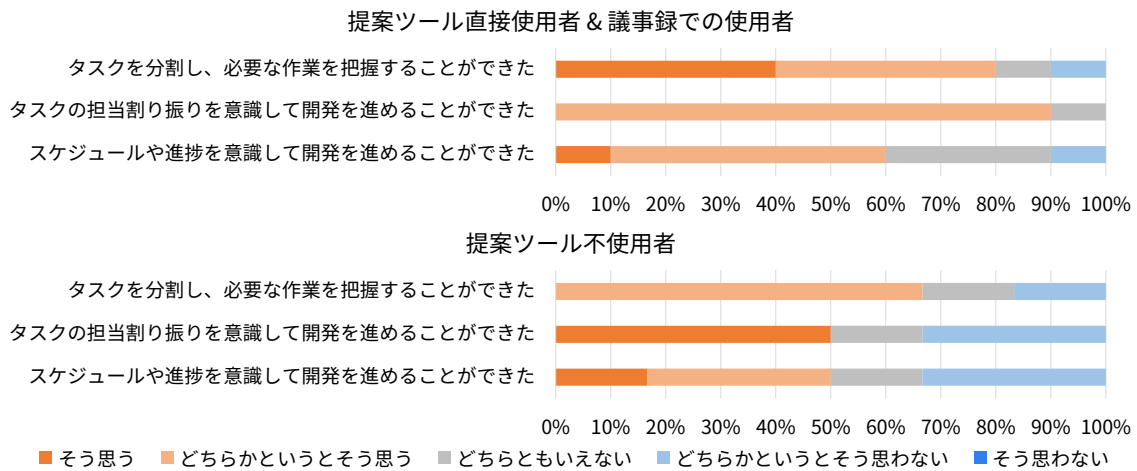


図 4 使用状況別タスク管理意識のアンケート結果

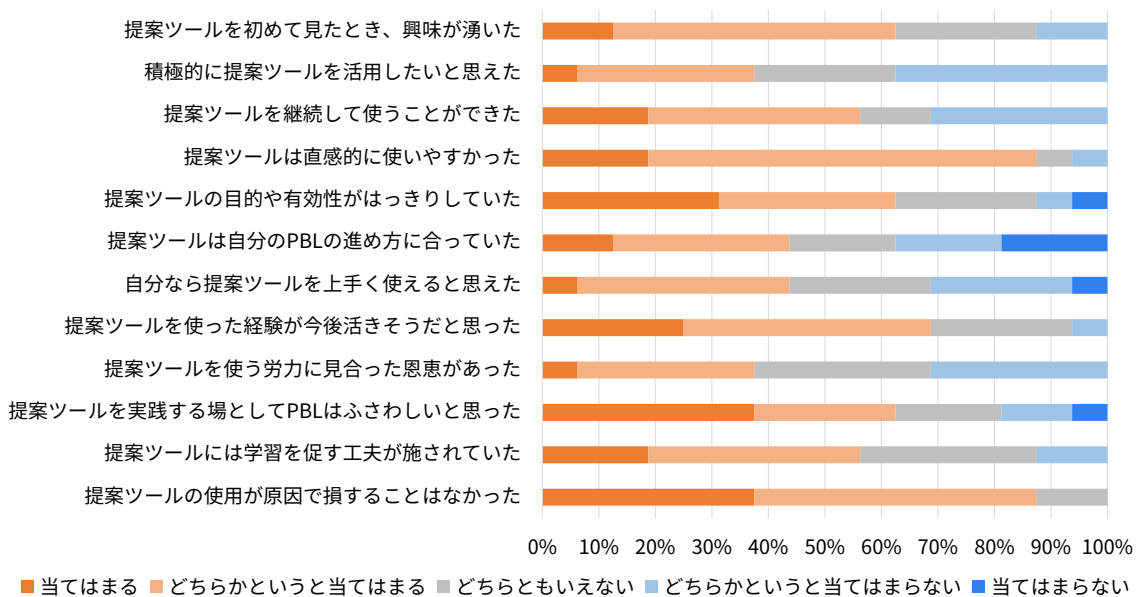


図 5 提案ツールの使用感のアンケート結果

とが今後の課題である。

改善策の1つとしては、DONE 状態タスクの表示を変化させることが挙げられる。提案ツールを直接利用し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アンケートで回答してもらったところ、“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”、“達成感がない”といった回答を得られた。これらの問題点を解決する方法として考えられるのが、DONE となったタスクを単に色を薄くするだけでなく、もっと大きな変化をもたらすことである。DONE 状態のタスクは TODO 状態のタスクより重要度は低いため、例えば DONE 状態のタスクを小さく表示することで TODO と DONE の間でメリハリを付けられ、タスクの進捗状態をより視認しやす

くなる。また、DONE 状態のタスクを小さく表示することで WBS 全体のサイズが小さくなり、全体の視認性改善につながる。加えて視覚的に分かりやすい変化を起こすことで、TODO を DONE に切り替えたときに手ごたえや達成感をもたらすことができ、提案ツールを利用するモチベーションにつなげられる。

6 おわりに

本研究では PBL 受講生の自発的なタスク管理技術習得を支援するツールを試作した。さらに実際の PBL に導入し、提案ツールの使用率と提案ツールを用いて作成したタスク内容を調査した。その結果、受講生グループのうち半数が、自発的に本ツールを活用しタスク管理していることが確認できた。またアンケート結果から、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ことが確認できた。

今後の課題として、更なる利用促進のために提案ツールに機能を追加・修正することが挙げられる。中でも視認性に対し改善を求む意見が多く出ていることがアンケートにより分かっている。直感的操作感を維持したうえで、視認性改善を含めた提案ツールの有意性向上のための機能追加や修正が求められる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP21H04877, JP20H04166, JP21K18302, JP21K11829) による助成を受けた。

参考文献

- [1] Gary, K.: Project-Based Learning, *Computer*, Vol. 48, No. 9(2015), pp. 98–100.
- [2] Graaff, E. D. and Kolmos, A.: Characteristics of Problem-Based Learning, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 19, No. 5(2003), pp. 657–662.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Settles, B.: Active Learning Literature Survey, Computer Sciences Technical Report 1648, University of Wisconsin–Madison, 2009.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 福安直樹, 井垣宏, 佐伯幸郎, 眞鍋雄貴, 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.