

特別研究報告

題目

PBL におけるタスク管理スキル習得のための WBS ツールの提案

指導教員

楠本 真二 教授

報告者

玉置 文人

令和 6 年 2 月 7 日

大阪大学 基礎工学部 情報科学科

内容梗概

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スキル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，受講生へアンケートを実施した．受講生へのアンケート結果から，提案ツール導入による受講生のタスク管理意識の改善が確認できた．

主な用語

Project-Based Learning, Problem-Based Learning, Work Breakdown Structure, 自発的学習, タスク管理

目次

1	はじめに	1
2	準備	2
2.1	WBS (Work Breakdown Structure)	2
2.2	関連研究とその課題	3
3	提案手法	4
3.1	概要	4
3.2	機能	4
4	PBL への適用	7
4.1	適用対象	7
4.2	利用促進のためのタスクセットの配布	7
5	適用結果	8
5.1	PBL-B でのツールの利用状況	8
5.2	アンケート評価	9
5.3	今後の課題	12
6	おわりに	13
	参考文献	15

図目次

1	WBS の例（ツリー構造）	2
2	試作した WBS ツールの全体像	5
3	試作ツールにおけるタスクとその属性	6
4	授業別の各グループの提案ツール使用状況	9
5	使用状況別タスク管理意識のアンケート結果	10
6	提案ツールの使用感のアンケート結果	11

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）[1][2] 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）[3] 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に学びがある [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 [6] 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スキル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。

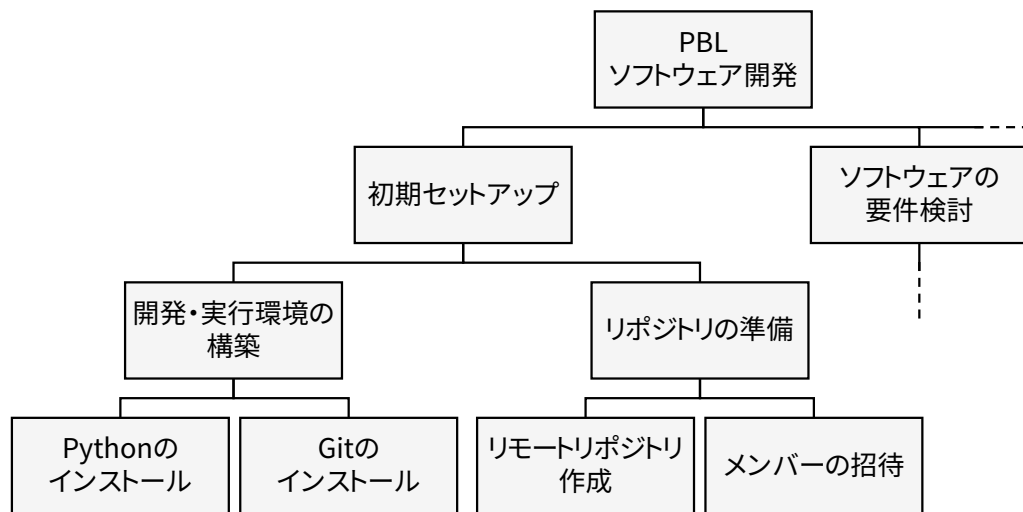


図1 WBS の例（ツリー構造）

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・詳細化し網羅したものである [7]。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ことで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ことになる。

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][9][10]。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 [10]。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 [9]。

WBS の細分化の適切なレベル数に明確な基準は存在しない [8][11][12] ため際限なくレベル数を増やし細分化することも可能であるが、本研究の提案ツールで記述する WBS は最大 4 レベルまでとすることにした。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 [7] という指摘があるため、レベル数には適度な限度を設けるべきと考えられる。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 [13] ため、本研究で提案する WBS 作成ツールに

による作業細分化は最大でもレベル 4 までに留めることにした。

2.2 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 [14][15]。松山と大場 [14] 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 [16][17]。中鉢ら [17] は Microsoft Project Server^{*1} を PBL に取り入れ、その効果を確認している。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 [18][19]。

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 [18] 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 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、そしてタスク管理スキルの習得に効果があったかを評価する。

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

3 提案手法

3.1 概要

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 2 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。

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、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

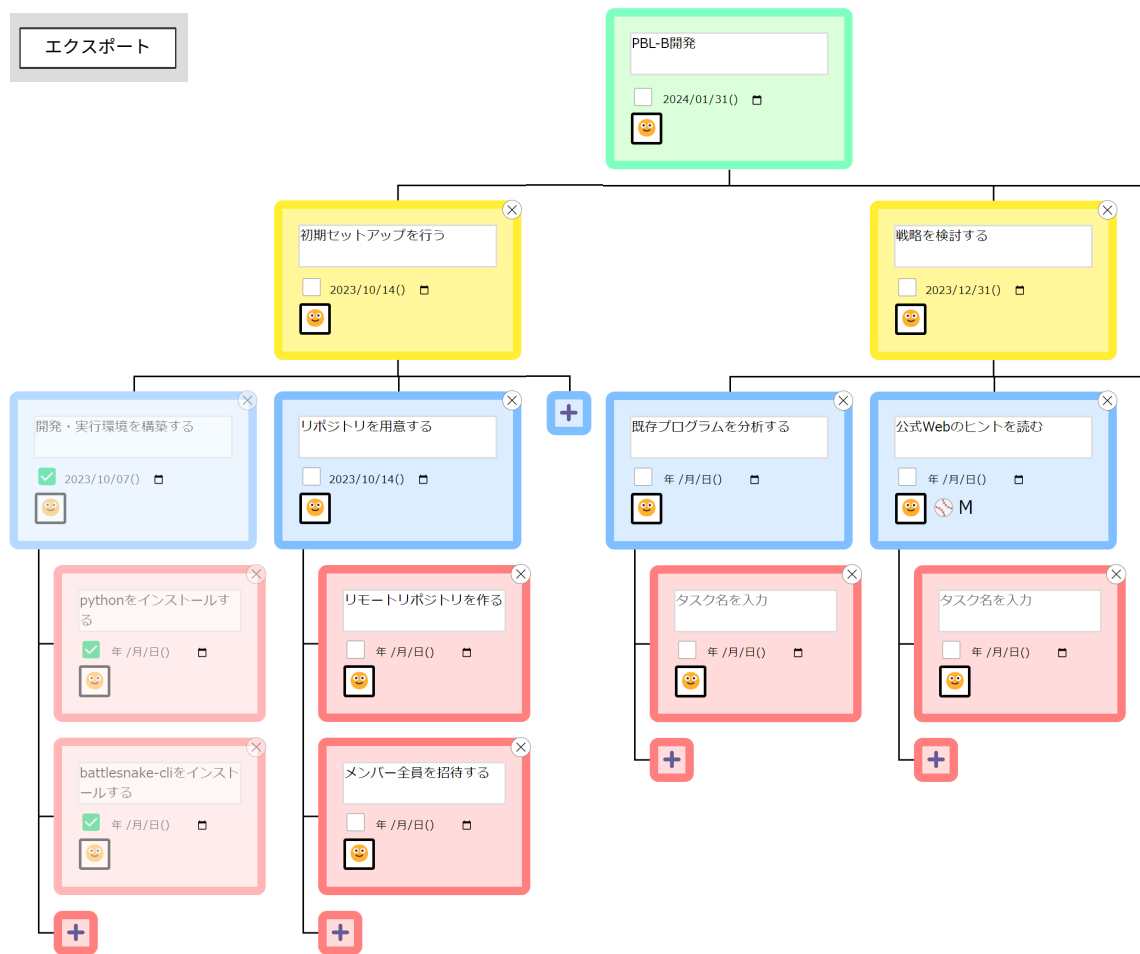


図2 試作した WBS ツールの全体像

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。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

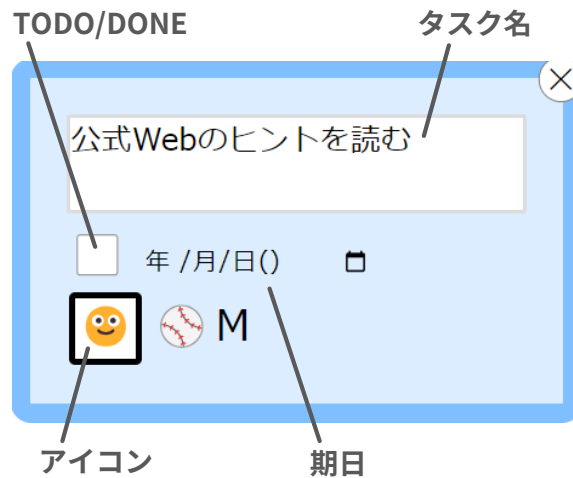


図3 試作ツールにおけるタスクとその属性

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。期日を実装した狙いは、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 の達成を狙いにしている。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^{*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 グループに振り分けられて開発を進める。

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。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。

^{*2} <https://play.battlesnake.com/>

5 適用結果

5.1 PBL-B でのツールの利用状況

5.1.1 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 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

5.1.2 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、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。

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、徐々にその利用率は減少している。利用率が減少していった原因としては、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。

	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

5.2 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

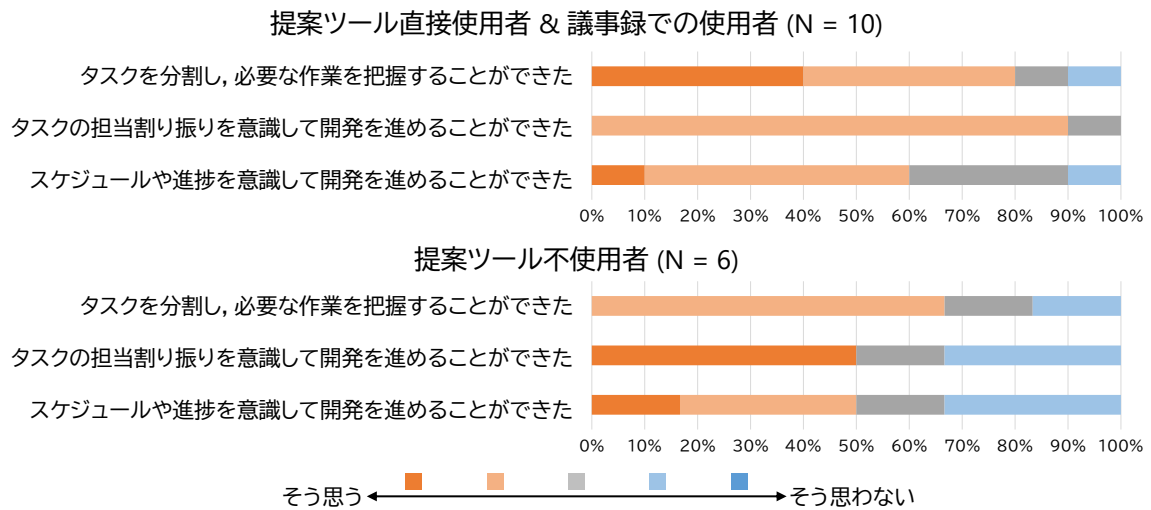


図 5 使用状況別タスク管理意識のアンケート結果

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 [20] 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

図 5 に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示す。図 5 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

図 6 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

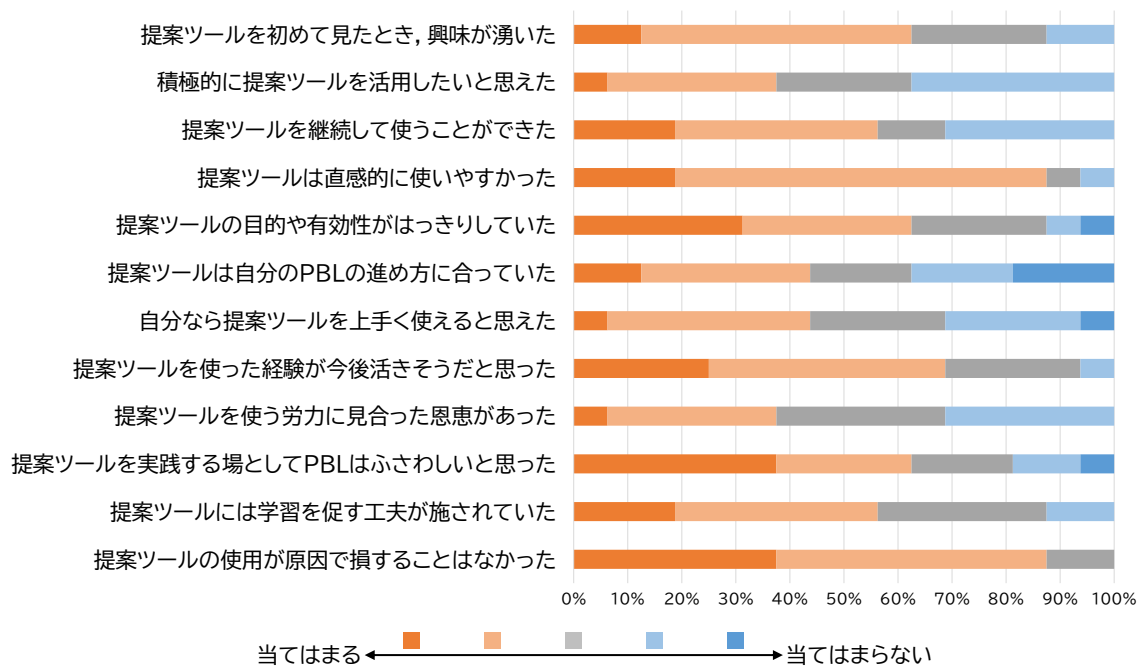


図6 提案ツールの使用感のアンケート結果

かりやすくて簡単に使えた”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、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 今後の課題

今後の課題として、アンケートで挙げられた改善、特に視認性に関する改善が求められる。改善策の一つは DONE となったタスクを単に色を薄くするだけでなく、より視覚的に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れば TODO と DONE の間で視覚的な差を付けられ、タスクの進捗状態をより視認しやすくなると考えられる。また DONE 状態のタスクを小さく表示すると WBS 全体のサイズが小さくなり、全体の視認性改善にもつながると考えられる。加えて視覚的に分かりやすい変化は TODO/DONE の切り替え時に手ごたえや達成感をもたらす、提案ツールを利用するモチベーションにつながる可能性がある。

次にフィードバック機能の実装が挙げられる。PBL は受講生主体で進行するが、タスク管理未経験の受講生が何のヒントもなしに適切なタスク管理を行うのは難しい。また、あまりにも細分化の粒度が粗かったり必要なタスクの網羅が足りていない場合にも、それを指摘する機能が現在の提案ツールには実装されていない。そこで教員のフィードバックを提案ツールに記載できるようにすることで、フィードバックをタスク管理スキル習得時のヒントにできたり、また不適切なタスク管理を指摘できる可能性がある。

さらに、個人単位でのツール導入効果の評価実施も今後の課題である。今回導入した PBL はグループワーク形式であったが、グループ内で誰がどのように提案ツールを利用していたかは確認できていない。そのため、グループ内の特定のメンバーだけが提案ツールを利用し、他のメンバーは一切利用していない可能性が存在する。受講生 1 人 1 人の提案ツール利用状況とスキル習得を評価するためにも、グループワークではない PBL への導入と評価の実施が必要である。

ウォーターフォール型 PBL への導入と評価も今後の課題の 1 つである。5.1.2 項で述べたように、今回導入した PBL はアジャイル型の開発を行うため、ウォーターフォール型の WBS とは親和性が低かったと考えられる。ウォーターフォール型 PBL への提案ツール導入による、開発形態との親和性に依らない評価の実施が今後求められる。

6 おわりに

本研究では PBL 受講生の自発的なタスク管理スキル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、提案ツールの導入による受講生のタスク管理意識の改善が確認できた。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。次にフィードバック機能の実装が挙げられる。自発性を損なわない範囲での教員からのフィードバック提供で、適切なタスク管理スキルの習得を支援できると考えられる。また個人単位でのツール導入効果の評価も挙げられる。受講生 1 人 1 人の評価を実施するためにも、グループワークではない PBL にて受講生全員に提案ツールを提供し効果を確認する必要がある。そしてウォーターフォール型の PBL への提案ツール導入と評価も今後の課題の 1 つである。提案ツール使用率の低下が、アジャイル型である PBL とウォーターフォール型である WBS の親和性の低さによるものなのかを明らかにするため、ウォーターフォール型 PBL への導入と再評価が必要である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの方々にご支援いただきました。

楠本真二教授には中間報告時に本研究をより良くするための鋭く的確な指摘をたくさんいただきました。深く感謝申し上げます。

杉本真佑助教には研究の計画段階から論文の執筆に至るまで、研究過程の全てにおいて熱心なご指導をいただきました。心から感謝申し上げます。

事務補佐員の橋本美砂子様には研究室の整備や出張時の事務手続きなど、研究室での生活を陰から支えていただきました。心よりお礼申し上げます。

楠本研究室の先輩方には、研究活動での助言や研究外での交流で、研究室での生活をより有意義なものにさせていただきました。ありがたい限りです。

楠本研究室の同期には、時には同じく卒業研究に取り組む仲間として、時には研究を離れ雑談を交わす友達として、心の支えとなってくれました。感謝の気持ちでいっぱいです。

またこれほどまで充実した大学生活を送ることは家族の支えなしには決してできませんでした。家族にはどんなに感謝してもしきれません。

最後に、私の研究活動を支援してくださったすべての方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Erik De Graaff and Anette Kolmos. Characteristics of Problem-Based Learning. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 19, No. 5, pp. 657–662, 2003.
- [2] Pengyue Guo, Nadira Saab, Lysanne S. Post, and Wilfried Admiraal. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, Vol. 102, p. 101586, 2020.
- [3] Burr Settles. Active Learning Literature Survey. Computer Sciences Technical Report 1648, University of Wisconsin–Madison, 2009.
- [4] Robert Pucher and Martin Lehner. Project Based Learning in Computer Science - A Review of More than 500 Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 29, pp. 1561–1566, 2011.
- [5] Kevin Gary. Project-Based Learning. *Computer*, Vol. 48, No. 9, pp. 98–100, 2015.
- [6] David Rumeser and Margaret Emsley. 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, pp. 48–59, 2018.
- [7] 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, 2017.
- [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] 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.
- [10] 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.
- [11] Gregory T. Haugan, 伊藤衡. 実務で役立つ WBS (Work Breakdown Structures) 入門. 翔泳社, 2005.
- [12] 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.
- [13] 林謙三. 生産 WBS 入門 一個別設計生産のマネジメントー. オーム社, 2007.
- [14] 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, 第 2019 巻, pp. 619–620, 2019.
- [15] 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, pp. 129–142, 2007.
- [16] 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. Technical Report 13(2008-CE-093), 産業技術大学院大学, 2008.
- [17] 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, pp. 129–135, 2009.
- [18] 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, pp. 199–209, 2014.
- [19] 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, pp. 183–188, 2012.
- [20] 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, pp. 50–61, 1995.