

プロジェクトデザイン教育における「なぜなぜ分析」の実施方法の再検討とその効果について

Reconsideration of Implementation Method and Effect of "Five Whys" for Project Design Education

西田 義人, 島谷 祐司, 坂倉 忠和,

狩野 剛, 高橋 元貴, 藤井 健史, 堂本 光子

NISHITA Yoshito, SHIMATANI Yuji, SAKAKURA Tadakazu,

KANO Tsuyoshi, TAKAHASHI Genki, FUJII Takeshi, DOHMOTO Mitsuko

金沢工業大学では、「自ら考え行動する技術者」の育成を教育目標とし、PBLに基づくカリキュラムを展開している。カリキュラムの根幹を支えるのが、チームで問題発見・解決に取り組むPD教育である。筆者らは、2020年度以降、PD教育における原因分析の方法に「なぜなぜ分析」を使用してきた。しかし、「なぜなぜ分析」が主に適用されるものづくり現場の問題とPD教育で取り扱う問題との違いにより学生の達成度・理解度、または、問題が起こる原因の深掘りが足りないといった問題点が浮き彫りになってきた。そこで、今回、PD教育で取り扱う問題に対応するため、「なぜなぜ分析」の実施方法について再検討を実施した。また、学生が作成した「なぜなぜ分析」の結果および授業アンケートの結果から再検討の有用性について確認した。

キーワード：PBL, プロジェクトデザイン, 原因分析, なぜなぜ分析

Kanazawa Institute of Technology has developed a curriculum based on PBL with the educational goal of cultivating "engineers who think and act independently". The foundation of the curriculum is PD education, in which students work in teams to discover and solve problems. Since FY2020, "Five Whys" has been used as a method of cause analysis in PD education. However, problems have emerged due to the difference between the problems at manufacturing sites, where "Five Whys" is mainly applied, and the problems handled in PD education. Therefore, in this study, we examined the procedure for conducting "Five Whys" in order to apply it to problems handled by students in PD education. In addition, the results of the "Five Whys" prepared by the students and the results of the class questionnaire confirmed the usefulness of the re-examination.

Keywords: PBL, Project Design, Cause Analysis, Five Whys

1. はじめに

金沢工業大学（以下、本学）では、「自ら考え行動する技術者」の育成を教育目標とし、プロジェクトベースドラーニング（Project Based Learning, PBL）に基づくカリキュラムを展開してきた。カリキュラムの根幹を支えるのが、チームで問題発見・解決に取り組むプロジェクトデザイン（Project

Design, PD) 教育^{2),3)}である。本学では、技術・製品開発に必要な基礎知識や問題解決力、論理的な思考など、技術者として実社会で求められる能力を1年次から段階的に身につけられるようにPD4科目(PD入門・I・II・実践)を必修化している。4科目のうち、1年次後学期履修のPDIおよび2年次前学期履修のPDIIでは、学生、社会人として必要とされる能力の1つである問題の発見から解決策提案までの一連の課題解決の過程(デザインプロセス)を体験的に学習できるよう設計されている。

筆者らは、これまで解決すべき課題(真の原因)を究明する方法として、一般企業の工場の生産ラインなどといった、ものづくり現場での問題解決手法として使用される「なぜなぜ分析⁴⁾」を新たな試みとしてPD教育で適用⁵⁾するとともに、特に、PDIにおいて、1年次の学生に「なぜなぜ分析」のやり方や考え方を迅速に理解させるために、「なぜなぜ分析カードゲーム^{6),7)}」を開発・適用してきた。その一方で、主に「なぜなぜ分析」が使用される一般企業におけるものづくり現場の問題と、PD教育で取り扱う問題との違いによる問題点が浮き彫りになってきた。

そこで、2022年度において、PDIにおける「なぜなぜ分析」の実施方法の再検討を実施した。本稿では、PD教育にて取り扱う問題に対応するために再検討した「なぜなぜ分析」の実施方法およびその効果について報告する。

2. PDIにおける「なぜなぜ分析」の適用状況

PDIの授業スケジュールを表1に示す。授業では、問題の気付き、現状調査、ニーズ調査、既存策調査、原因分析(真の原因究明)、アイデア創出・具体化という流れで進められる。このスケジュールは、学生がデザインプロセスを理解し、実践するために構築し、各段階で適切な手法やツールを導入し、学生たちはチームで協力して課題に取り組む。そして、授業の第9回の原因分析(真の原因究明)に「なぜなぜ分析」を使用している。第9回は、第8回で取り組んでいるテーマ(課題)に対して調査した既存策・類似例の問題点から本当に解決すべき課題の究明(真の原因究明)を行う回である。これまでは、「なぜなぜ分析」は用いず、真の原因究明を行っていたが、結果として、既存策・類似例の表面的な課題の解決(既存策・類似例の改善や改良)に留まることが多かった。そのため、問題の本質的な要因を特定し、表面的な症状だけでなく根本的な問題にアプローチするための手法である「なぜなぜ分析」を用いることで、根本的な問題(問題の本質)に気付くことができるのではないかと考えた。なお、第10回以降のアイデア創出や具体化では、「なぜなぜ分析」の結果だけではなく、これまでに授業の中で実施してきた現状調査、ニーズ調査などの結果も踏まえて、総合的に、発散的思考によるアイデア(解決策)を検討していく。

表1 PDIの授業スケジュール

回	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
授業内容	メインテーマ提示・問題の気付き	現状調査		ニーズ調査(インタビューとアンケート)		調査データのまとめ		既存策・類似例の調査	原因分析(真の原因究明)	アイデア創出	アイデアの評価と具体化		提案資料(ポスター)の作成	解決策提案(ポスターセッション)	自己能力評価と他者の評価の分析・総括

「なぜなぜ分析」を用いることで、学生たちは「なぜ」の質問を繰り返し、深層に潜む問題の本質を明らかにすることで、取り組んでいるテーマの根本的な問題の解決策の提案に繋げることができる。しかし、「なぜなぜ分析」は、本来、ものづくり現場などにてある程度の経験や専門知識・技能を持った人が取り組む手法であり、経験・専門知識の少ない大学の1年次生がそのまま取り組むことは困難である。そこで、PD教育への適用にあたり、トヨタ自動車株式会社提案による従来の「なぜなぜ分析」とは異なる方法にて実施してきた。その概念を図1に示す。

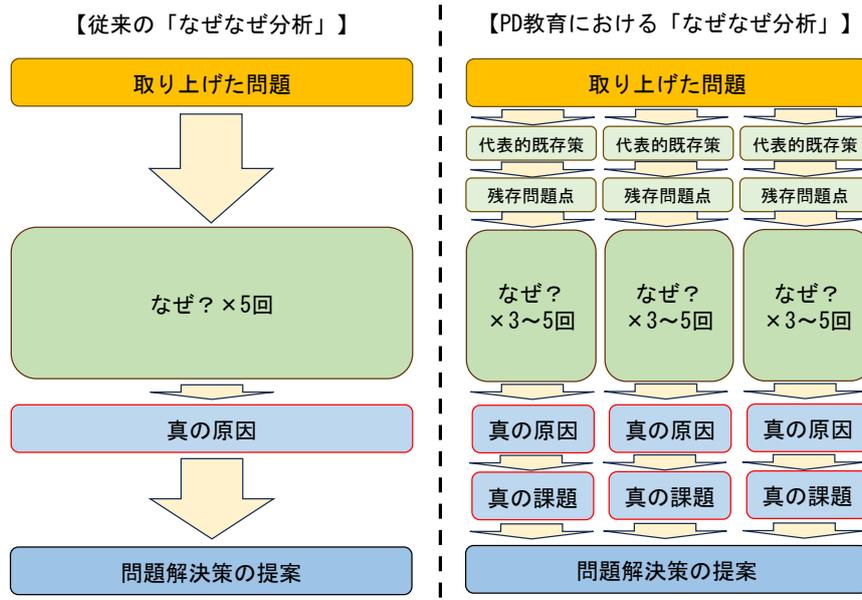


図1 PDIにおけるなぜなぜ分析の特徴

図1の右側のPD教育における「なぜなぜ分析」には、左側の従来のものに対して、経験・専門知識の不十分な学生が取り組み易いように、以下の3つの特長がある。

1. 取り上げた問題そのものの発生原因を掘り下げるのではなく、問題に関して調査した中で最も一般的な代表的既存策に残存する問題点（残存問題点）に対してその発生原因を掘り下げる。
2. 究明した真の原因から直接アイデア（問題解決策）を立案するのではなく、一旦、問題解決策の方針・方向性である真の課題を認識させた後に、真の課題を達成するアイデアの検討・立案を行う。
3. 三対の代表的既存策・残存問題点からスタートすることで、一対のみによる失敗を回避しつつ組み合わせによる優れたアイデアへの発展を狙う。

以上のように、従来の「なぜなぜ分析」をPD教育に適合させながら実施してきた。一方で、過去の取り組みを振り返ると、「なぜなぜ分析」のPD教育への適用に際して、さらに解決すべき問題も出てきた。次章で、それらの問題点の整理を行う。

3. PDIにおける「なぜなぜ分析」の問題点

本章では、「なぜなぜ分析」をPDIの授業に適用した際の問題点について、PDIで取り扱う問題（テーマ）と授業を受ける学生の立場の2つの視点から説明する。

3. 1 PDI で取り組むテーマが理由で生じる問題

前述した通り、「なぜなぜ分析」はものづくり現場における問題解決手法として開発されたものである。そして、多くの場合、工場の生産ラインなどの製造現場で発生する問題に適用されてきた。図2に示すように、通常、製造現場の問題では、結果（起こっている問題）と原因というのは、主に一对一の関係となっており、分岐のない直列構造となっている。一方、PDI で取り扱う問題は、結果に対して複数の原因が想定される分岐を含む複雑な構造を持っている。また、複数の要素や影響が相互に絡み合い、問題の本質を明確にすることが難しい場合がある。このような複雑な構造の問題に対して、従来の「なぜなぜ分析」の手法だけでは問題の多面的な側面や相互関係を把握しきれず、解決策の提案が限定される可能性がある。

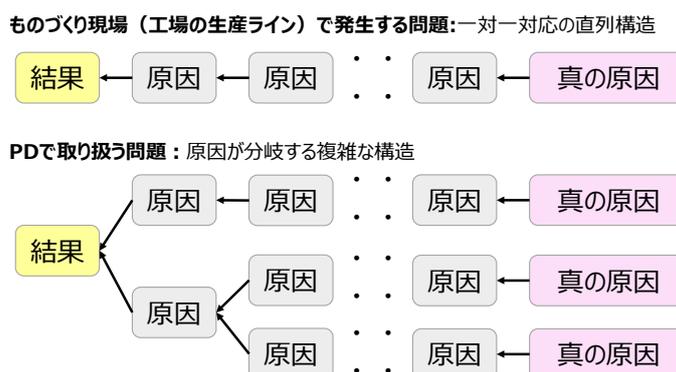


図2 ものづくり現場の問題とPDで取り組む問題の違い

3. 2 学生が課題に取り組む立場で生じる問題

これまでの授業では、最終的に図3に示す課題シートを完成させて提出することとしていた（2022年度も最終的には図3の課題シートにまとめて提出）。学生の立場で考えた場合、学生たちは用意された課題シートを完成させることに焦点を当てる傾向が見られる。そのため、ある問題に対して1つの原因（答え）を考えた時点で次に進むとすることで、多角的な視点や議論が欠けてしまい、問題の本質を見落とす可能性がある。その結果、問題が起こる原因の深掘りが足りずに、問題の本質を明確にすることができなくなる可能性がある。

目的	代表的 既存策	残存 問題点	なぜ？ (1回目)	なぜ？ (2回目)	なぜ？ (3回目)	なぜ？ (4回目)	なぜ？ (5回目)	真の 課題
	【既存策①】		既存策①の「なぜ？」に関する根拠となる情報のxE :					
	【既存策②】		既存策②の「なぜ？」に関する根拠となる情報のxE :					
	【既存策③】		既存策③の「なぜ？」に関する根拠となる情報のxE :					

図3 「なぜなぜ分析」を使用する課題シート

しかし、PD 教育において「なぜなぜ分析」の実施は不適切かと言われるとそうではなく、学生に問題を深掘りすることの重要性を教えるためのツールとしては適切なものであると考える。そこで、より適切な「なぜなぜ分析」の運用方法を検討することが重要であると考え、「なぜなぜ分析」の実施方法の再検討を実施した。次章では、再検討した実施方法について説明する。

4. 複雑構造に対応した「なぜなぜ分析」の実施方法の検討

本章では、PDI で取り扱う問題の複雑構造に対応するため、再検討した「なぜなぜ分析」の実施方法について説明する。

4. 1 複雑構造に対応したワークシートの導入

実施方法の再検討にあたり、まず、新たなワークシートを導入した。具体的には、図4に示すように、複雑な問題に対応するために、1つの問題に対して複数の原因（なぜ）を記載できるようになるものとした。また、ワークシートの使い方としては1つのシートに1つの既存策・類似例を記載し、複数の残存問題点および問題の原因を記載することとした。これにより、1つの問題において複数の原因の検討ができるようになり、多面的な視点からの原因の分析が期待できる。

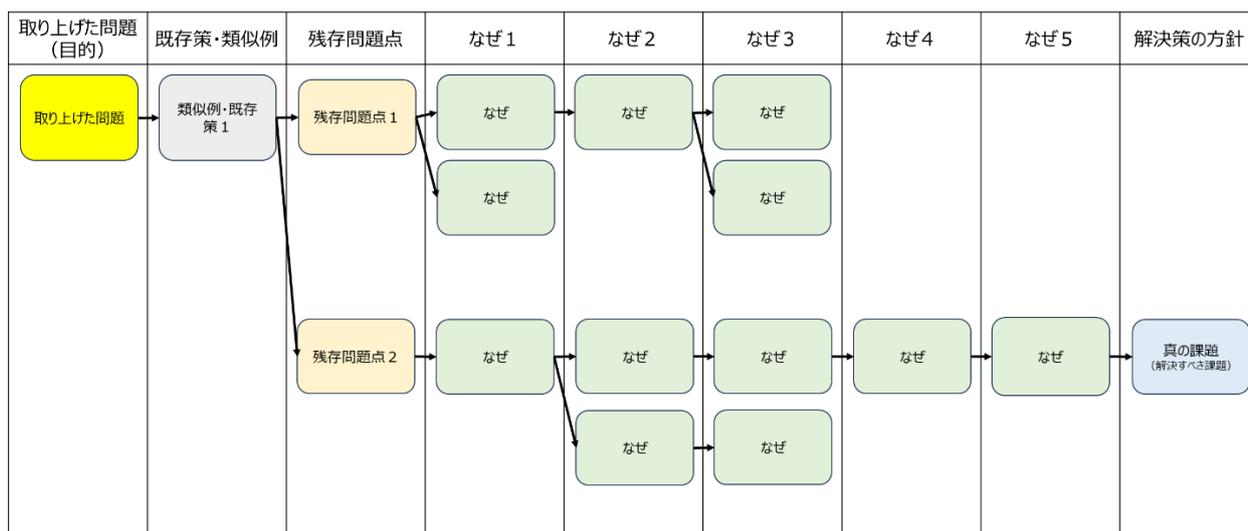


図4 「なぜなぜ分析」を使用するワークシート

4. 2 ワークシートを活用したなぜなぜ分析の実施手順

次に、ワークシートを用いた「なぜなぜ分析」の実施方法について説明する。2022年度の「なぜなぜ分析」の実施手順を以下に示す。

1. 既存策・類似例を設定し、その残存問題点を記載
2. 残存問題点に対する原因を挙げる（なぜ1）
3. なぜ1に対する原因を挙げる（なぜ2）
4. 同様になぜ2，なぜ3，なぜ4，なぜ5と1つ前の原因を挙げる
5. ワークシートを基に原因の深掘りができた内容を課題シートに記載

まず、手順1において、前の回（第8回）の授業の活動で実施した自分たちが取り扱う問題における既存策・類似例の中から代表的な既存策を選定し、その既存策を自分たちが取り扱う問題に適用したと

しても残る（または適用しようとした際に生じる）問題点（残存問題点）を記載する。次に、手順2において、なぜその残存問題点が生じるのかを考え、その原因を挙げる。そして、手順3および手順4において、1つ前の原因のなぜを考え、その原因を挙げる。なお、手順2から手順4については、1つの原因を挙げて終了ではなく、思いつく限りの原因を挙げて多角的に問題の深掘りをするように指示する。最後に、ワークシートを基にした問題の深掘りが行われた結果を課題シート（図3）に反映させる。以上の手順を行うことで、学生はより多くの視点や深い洞察を持って原因分析を行うことができるようになった。

5. 実施方法の効果検証

本章では、PD教育向けに再検討した「なぜなぜ分析」の効果について説明する。具体的には、学生が作成した「なぜなぜ分析」の結果を提示しつつ、作成様式の実施による効果やメリットについての検証結果を説明する。そのあとで、学生の学習効果の評価結果について説明する。

5.1 「なぜなぜ分析」の作成例

ワークシートを活用して学生が作成した「なぜなぜ分析」の作成例を図5と図6に示す。なお、作成例について、本来は1つのシートに1つの既存策・類似例を記載するが今回は紙面の都合上ですべての既存策・類似例を1つのシートにまとめた形とした。

図5および図6に示すように、既存策・類似例に対して複数の問題点が挙げられており、問題を多角的な視点から深く掘り下げていることが確認できる。特に、図6では、手順3以降（なぜ1以降）においても複数の原因が挙げられている。また、一部ではなぜの連鎖が途切れている場合もあるが、すべての既存策・類似例で4段階の原因（なぜ4までの記載）の深掘りが行われている。以上より、今回導入したワークシートは、原因分析（なぜなぜ分析）において問題の深掘りに有用であるといえ、学生たちはワークシートを通じて多角的な視点を持ち、問題解決における原因の分析を効果的に行うことができたと考える。

取り上げた問題 (目的)	既存策・類似例	残存問題点	なぜ1	なぜ2	なぜ3	なぜ4	なぜ5	解決策の方針
学内コンビニで 混雑のないス ムーズな買い物 ができるようにし たい	混雑時以外の 時間帯の割引・ ポイント	昼休みの利客 が大幅に減るわ けではない	昼休みの利用 客の数は変わら ないため	利用客が原因 ではないため	昼休みにランチ を買ってすぐに食 べているから			昼休み以前の 休み時間での 買い置き検討
		クーポン割引等 の処理に手間 取る	店員も利用客 も戸惑ってしまう ため	経験したことがな く、慣れていない ため	今までになかった システムであるた め			
		スマホが無い場 合は買い物がで きない	アプリをインス トールする必要 があるため	スキャンから決済 までアプリで管理 するから	アプリ以外の手 段がないため			アプリ以外の手 段の検討
	キャッシュレス化	盗難の恐れがあ る	スキャンのし忘れ 等ミスが発生し 得るから	セルフレジに慣 れていないため	監視役がおらず チェックできない ため			監視システムの 導入検討
		導入当初は逆 効果で長蛇の 列が発生	最初はスキャン ができない人が 多いため					

図5 学生のワークシートの作成例1

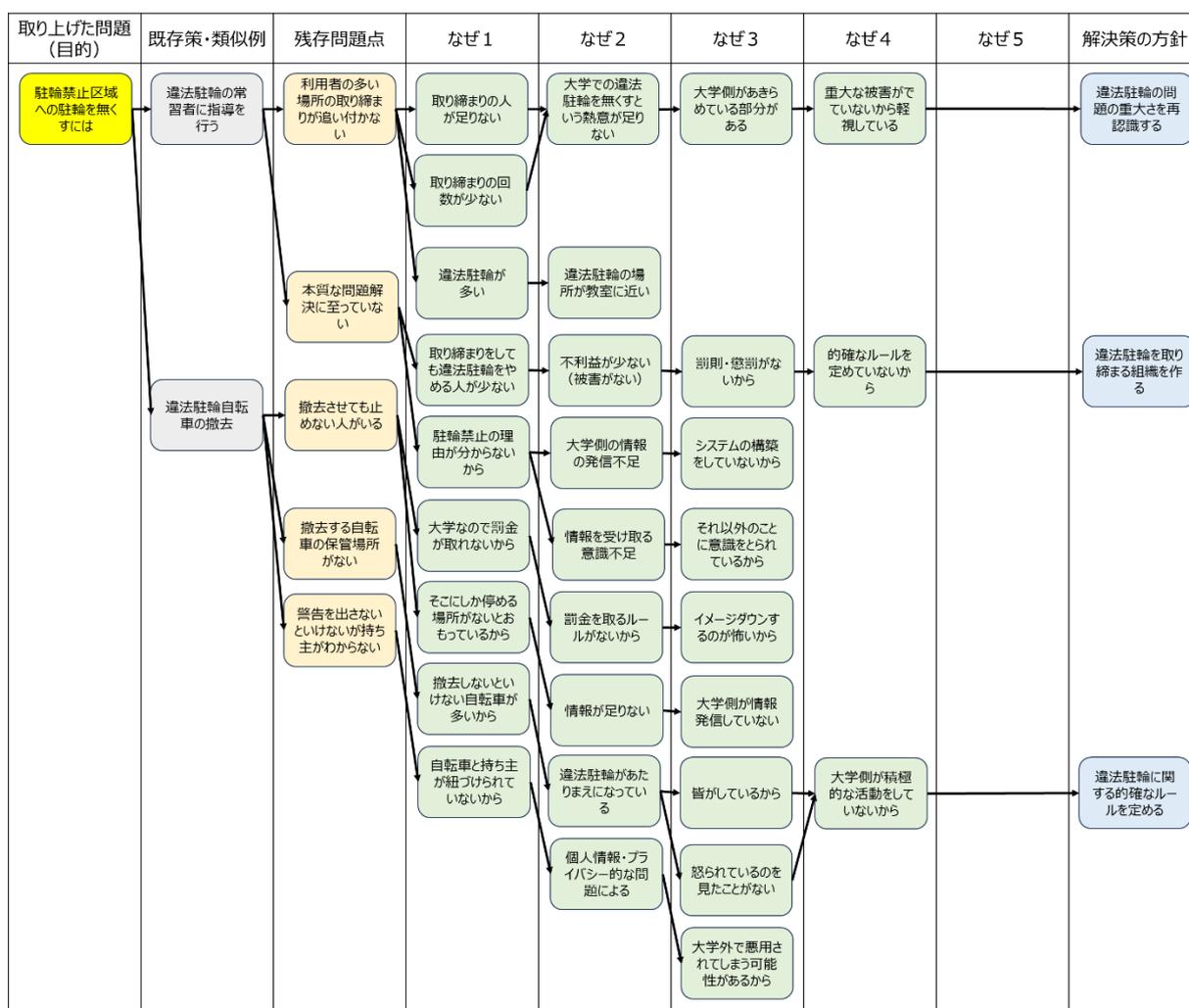


図6 学生のワークシートの作成例2

5. 2 学生の学習効果のアンケート結果

本節では、学生に対して実施した授業アンケートから、再検討した「なぜなぜ分析」の実施方法による効果について考察する。なお、アンケートは、2020年度からPDIの授業最終週（15週）に実施しており、主に学習目標に対する理解度と各演習内容への評価の把握について質問している。2020年度は1,172人、2021年度は939人、2022年度は939人の学生からの回答を得た。以降ではアンケート結果について説明し、効果や影響について考察する。

まず、学生の「なぜなぜ分析」の完成レベルの自己評価の結果について説明する。本評価では、活動項目ごとの理解度について、学生に「とても難しかった」から「よく取り組めた」までの5段階で自己評価を行ってもらった。「なぜなぜ分析」による原因分析の自己評価の結果を図7に示す。アンケート結果からは、学生の理解度について以下のような傾向が見られた。学生が「難しかった」、「まあまあ難しかった」、「どちらとも言えない」と回答した割合は、年々減少していることがわかる。一方、「まあ取り組めた」、「よく取り組めた」と回答した割合が、年々増加していることがわかる。2022年度の増加の理由としては、問題の複雑な構造を把握できたことによる学生の達成感が影響しているものと考えられる。

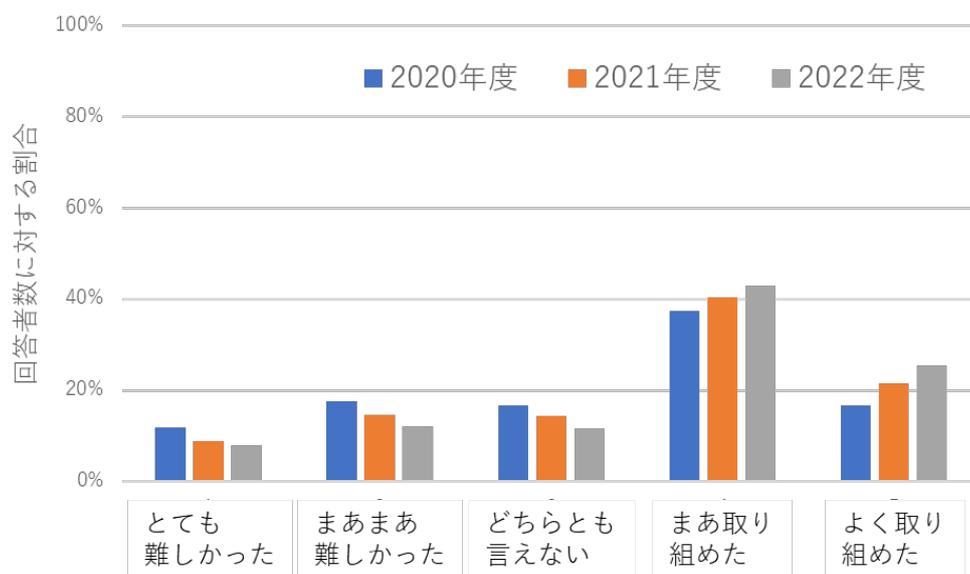


図7 「なぜなぜ分析」の完成レベルの自己評価

次に、各活動の中で使用した「なぜなぜ分析」をはじめとしたツール（フレームワーク）の中で、今後の大学での活動や就職後に利用できると感じたものについて回答を得た。「なぜなぜ分析」を今後も利用できる」と回答した結果を図8に示す。回答結果より、2020年度および2021年度では39.9%で変わりはなかったが、2022年度は、45.6%と増加する結果となった。これは、今回の実施方法の再検討によって、学生が「なぜなぜ分析」を有用なツールとして認識したものと考えることができる。

以上より、PD教育における「なぜなぜ分析」の実施方法の再検討が、学生の理解度向上や役立つツールとしての認知度の増加に寄与したと考えることができ、実施の有用性を示すことができたと考える。ただし、まだ半分以上の学生が利用できないと感じている。このあたりについては今後も実施方法の改良・改善を行っていく。

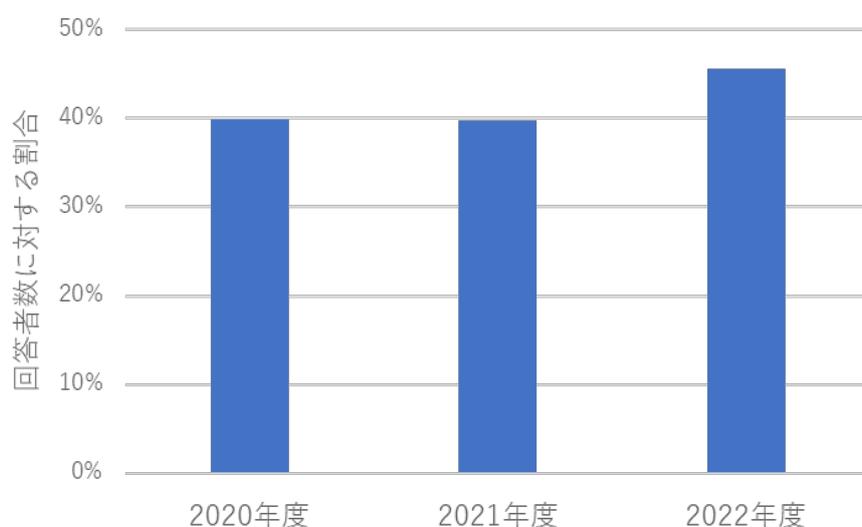


図8 「なぜなぜ分析」の今後の利用に関する回答結果

5. 3 今後の課題

本授業での「なぜなぜ分析」は、第8回の授業で調査した既存策・類似例を原因分析の出発点としている。既存策・類似例はチームで分担して調査するが、1チーム8個程度の既存策・類似例を調査するように学生に指示している。そして、第9回の授業では、調査した中から代表的な既存策・類似例を3つ選定し、なぜなぜ分析を実施するが、選定した既存策・類似例が目的とずれていると、「取り上げる問題」とは全く関係のない分析結果となってしまう。その結果、真の課題もチームが取り組むべき問題とは大きく乖離した課題となってしまうという事例も見られた。この部分については、そのあと(第10回)の活動内容にも影響するため、今後検討する必要があると考えている。

6. おわりに

本稿では、2020年度以降、PDIにおける原因分析の方法として使用してきた「なぜなぜ分析」の実施方法の再検討について説明した。具体的には、PD教育で取り扱う問題の複雑性に対して、問題を多面的に捉えるためのワークシートを用意し、具体的な実施手順について説明した。そして、実際に学生が作成した「なぜなぜ分析」の結果の例を提示し、ワークシートの導入により学生が多面的な視点から原因をその都度分岐させながら原因を深掘りできていることを確認した。また、授業最終週に学生に対して実施したアンケートの結果から、学生の活動に対する完成度や理解度が高まっていることを確認した。さらに、「なぜなぜ分析」が今後の大学での活動や就職後においても役に立つツールであるという認知度を高めることができ、再検討した実施方法の有用性を確認した。

今後は、5.3節で述べた検討課題である代表的な既存策・類似例の選定方法について検討しつつ、より幅広い教育環境での実践や他の教育アプローチとの組み合わせによる効果の検証、学生の学習成果の長期的な追跡などを行っていく予定である。また、教育現場への本研究の成果の普及などについても考えていく予定である。

参考文献

- 1) 藤本雅則, 瀬戸雅宏: PBL教育の開始時期と学習効果における一考察, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集, 日本工学教育協会, pp.362-363 (2018)
- 2) 糸野文洋, 山地秀美, 河村瞳, 高久聖也, 大橋裕太郎, 辻村泰寛: 高大連携による社会実装型PBLの実践と課題, 2019年度工学教育研究講演会講演論文集, 日本工学教育協会, pp.92-93 (2019)
- 3) 吉崎亜由美: PBLを取り入れた高等学校地理の授業デザインと生徒の変容, 日本教育学会第80回大会, 日本教育学会, pp.135-136 (2021)
- 4) 桑原晃弥: トヨタ式 5W1H 思考~改善・イノベーションを生む究極の課題解決法, KADOKAWA (2018)
- 5) 島谷祐司, 西川幸延: プロジェクトデザイン教育におけるものづくり現場の問題解決手法「なぜなぜ分析」の適用, 日本工学教育協会第68回年次大会・工学教育研究講演会, 3B11 (2020)
- 6) 島谷祐司, 坂本香織, 館宜伸, 西川幸延: プロジェクトデザイン教育における「なぜなぜ分析カードゲーム」の開発, 日本工学教育協会第69回年次大会・工学研究講演会, 3A04 (2021)
- 7) 島谷祐司, 坂本香織, 館宜伸, 堂本光子, 西川幸延: プロジェクトデザイン教育における「なぜなぜ分析カードゲーム」の適用事例の紹介, 工学教育, Vol.70, No.4, pp.149-153 (2022)

[受付日 令和5年(2023年)8月17日, 採択日 令和5年(2023年)10月31日]



西田 義人
講師・博士（情報学）
基礎教育部
プロジェクトデザイン基礎
教育課程



島谷 祐司
教授・博士（工学）
基礎教育部
プロジェクトデザイン基礎
教育課程



坂倉 忠和
准教授
基礎教育部
プロジェクトデザイン基礎
教育課程



狩野 剛
准教授・博士（情報科学）
情報フロンティア学部
経営情報学科



高橋 元貴
講師・博士（工学）
建築学部
建築学科



藤井 健史
講師・博士（工学）
建築学部
建築学科



堂本 光子
教授・博士（理学）
基礎教育部
プロジェクトデザイン基礎
教育課程