

生成 AI を利用したプロジェクトデザイン教育： アイデア生成への実践報告^{注1)}

Project Design Education Using Generative AI: A Practical Report on Idea Generation

川島 朋也, 森吉 貴大, 森 貴之, 福留 功二, 西田 義人,
吉田 正就, 島谷 祐司, 堂本 光子

*KAWASHIMA Tbmoya, MORIYOSHI Takahiro, MORI Takayuki, FUKUDOME Koji,
NISHITA Yoshito, YOSHIDA Masanari, SHIMATANI Yuji, DOHMOTO Mitsuko*

本研究では、金沢工業大学におけるプロジェクトデザイン（PD）教育において、生成 AI を活用したアイデア創出の実践を報告する。生成 AI の活用により、学生の問題解決プロセスを補完し、より多くのアイデアを生み出すことが期待されている。特に「なぜなぜ分析」と「マインドマップ」の手法に生成 AI を導入し、その効果を検証した結果、生成 AI は発散的思考を助ける一方で、適切な指導と使用方法が重要であることが明らかとなった。本報告は、教育現場での生成 AI の活用可能性と課題を示唆するものである。

キーワード：PBL, プロジェクトデザイン, 生成 AI, なぜなぜ分析, マインドマップ

This study reports on the practical application of generative AI in idea generation in Project Design (PD) education at Kanazawa Institute of Technology. The integration of generative AI is expected to improve students' problem-solving process by facilitating the generation of a greater number of ideas. Specifically, the study examines the effects of incorporating generative AI into "Five Whys" analysis and "Mind Mapping" techniques. The findings suggest that while generative AI supports divergent thinking, proper guidance and application are critical. This report highlights both the potential and the challenges of using generative AI in educational settings.

Keywords: PBL, Project Design, Generative AI, Five Whys, Mind Map

1. はじめに

近年、生成的人工知能（generative artificial intelligence, 以下生成 AI と略称する）技術は急速に進展している。特に、ChatGPT をはじめとする大規模言語モデルを活用した対話型生成 AI サービスは、テキスト生成を通じた文章作成やアイデア創出に優れた能力を発揮している。この特性を活用し、教育分野における生成 AI の導入が検討されており、プログラミングを伴うプロジェクトベースの学習（Project Based Learning）やグループディスカッションにおいて生成 AI を利用する試みが進行している^{1,2)}。一方で、生成 AI によるレポート作成の代行や、不正確な生成 AI の回答を誤って信頼するな

注1) 本研究の一部は日本工学教育協会第 72 回年次大会（2024 年 9 月）において発表された。

どの教育に対する負の影響が懸念されており、生成 AI の適切な利用方法を学ぶための教育プログラムの構築が必要とされている³⁾。

金沢工業大学（以下、本学）は、学生がチームで問題を発見し、解決に取り組むプロジェクトデザイン（Project Design : PD）教育をカリキュラムの中心に据え、自ら考え行動する力を育む教育を実践している。PD において生成 AI を適切に使用することで、情報収集や解決アイデアの創出を効率化し、より深い学びが実現できると考えられる。実際、2023 年 9 月 11 日に、本学において生成 AI の利用についてのガイドラインが策定された⁴⁾。このガイドラインでは、学生が課題解決能力を身につけるうえで、「ChatGPT 等の生成 AI を学生の皆さんが使いこなす能力を身につけることも重要である」と示されている。このように、生成 AI を適切に利用し、課題解決能力を養うことが求められている。

そこで今回、本学の 1 年次後学期に履修する PD 教育科目である「PD I」において、生成 AI を活用する方法を検討し、導入した。「PD I」の講義では、真の課題発見と課題解決アイデア創出の際に「なぜなぜ分析」および「マインドマップ」が利用されている。これらの手法に生成 AI を導入した。本事例報告では、その具体的な内容について報告する。

2. 「PD I」における「なぜなぜ分析」と「マインドマップ」の実施状況

「PD I」の授業スケジュールを表 1 に示す。「PD I」では問題の気づきから現状調査、ニーズ調査、既存策の調査、原因分析、そしてアイデアの創出という流れで授業が実施される。このうち、授業の第 9 回では西田ら⁵⁾が開発した PD のための「なぜなぜ分析」が実施されている。「なぜなぜ分析」とは、問題の本質を明確にするために「なぜ」を繰り返し問いかける手法であり、原因を深く掘り下げることで根本的な解決策を導くことを目的としたもので、もともとは製造現場の問題解決に用いられていた⁶⁾。PD のための「なぜなぜ分析」では、学生らは「なぜ」の質問を繰り返し、問題の本質（「真の課題」）に迫ることが期待されている。この方法により、取り組んでいるテーマの根本的な問題を明確にし、それに対する効果的な解決策を提案することが可能になる。

授業の第 10 回では「マインドマップ」が導入される。「マインドマップ」とは、中心に表題を置き、そこから放射状に関連する情報やアイデアを枝のように広げていく図解手法である。視覚的に情報を整理することにより、全体像の把握や発想の促進を助けることを目的とするものである。「なぜなぜ分析」で得られた「真の課題」を表題（メインブランチ）とし、そこからアイデアを自由に生成してメインブランチを次々に繋げていく。ここではアイデアの階層が生まれ、メインブランチのサブブランチとしての第 2 階層、そこからさらに膨らんだ連想を第 3 階層というように、思考プロセスが反映されていく。「マインドマップ」を活用することで、学生たちは発散的思考によりアイデアを生成し、それが第 11 回以降のアイデア評価に繋がることが期待されている。

これらの授業内容では、さまざまな視点から多くのアイデアを生み出すことが創造的問題解決のうえで重要であると考えられる。この過程に生成 AI を導入することで、発散的思考を補助し、アイデア創出を活性化させることができると考えた。さらに、生成 AI の活用方法について学生が体験でき、授業の枠を超えた学習に有意義であると考えた。

3. 「PD I」における生成 AI の活用事例

3. 1 「なぜなぜ分析」への生成 AI の導入

3. 1. 1 調査対象者

2023 年度の「PD I」の講義において、「なぜなぜ分析」への生成 AI の導入を 41 チームに実施した。1 チームは 4 名から 5 名で構成されていた。

表1 「PD I」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	ガイダンス・アイスブレイク・メインテーマ提示	現状調査方法の学習・プロジェクトテーマ絞り込み	現状調査のまとめ・プロジェクトテーマの決定	ニーズ調査方法の学習	ニーズ調査（インタビュー）	調査データのまとめ方の学習（数値データ編） アンケートへの回答・グラフ整理（現状調査・ニーズ調査）	調査データのまとめ方の学習（思考ツール編）	既存策・類似例の調査	原因分析（真の原因追究）	アイデア創出方法の学習	アイデアの評価と選定	アイデアの醸成	ポスター作成・発表方法の学習	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

3. 1. 2 実践方法

まず初めに、生成 AI を使用せずに学生に分析を行わせ、図 1 の様式に書き込ませた。これは、最初から生成 AI を用いると生成 AI に依存しやすくなり、分析手法に対する理解が浅くなる可能性があると考えたためである。次に、机間巡視によって学生が「なぜ？」を出し尽くしたと各教員が判断した段階で、生成 AI とその使用方法について説明を行った。説明では、個人情報を入力しないことや生成 AI の回答が必ずしも正確でないことなどの基本的な注意事項を含め、図 2 に示す質問テンプレートを用いるよう指示した。この質問テンプレートは、生成 AI が直接的な解決策ではなく、「なぜ」に対する回答を提供することを意図して設計した。最後に、生成 AI を用いた「なぜなぜ分析」を実施させ、学生が自身で思いつかなかった「なぜ」を生成 AI のアイデアであることが分かるように色を変えて、既に作成した図 1 の様式に追加させた（図 1 中では白色を学生が生成した「なぜ」、緑色を生成 AI が生成した「なぜ」として区別している）。なお、生成 AI としては、授業実施当時（2023 年 12 月）に登録なしで使用可能だった Bing Chat を推奨した。

授業の最後にアンケートを実施し、学生らに生成 AI を用いた「なぜなぜ分析」の振り返りを求めた。このアンケート内容は山内ら³⁾で使用された質問項目を参考に作成した。図 3 にそれぞれの質問項目を示す。「満足度」「アイデア出し」「批判的思考」「独創性」「事後学習」に関する質問項目を作成した。それぞれの質問項目に対し、「はい」「いいえ」の 2 択で回答を求めた。これに加えて、感想を自由記述してもらった。

3. 2 「マインドマップ」への生成 AI の導入

3. 2. 1 調査対象者

2023 年度の「PD I」の講義において、「マインドマップ」への生成 AI の導入を 45 チームに実施した。1 チームは 4 名から 5 名で構成されていた。

3. 2. 2 実践方法

「マインドマップ」の作成において、学生に「真の課題」をメインブランチとし、それを解決するためのアイデアやその種、原因に関する内容をサブブランチとして構成させた。作成には Box Canvas を用い、達成目標として 60 個以上のサブブランチを創出することを設定した。この際、生成 AI の使用を許可し、講義時には図 4 に示すプロンプト例を提供した。生成 AI の活用方法については、使用の有無を含め学生の裁量に委ねた。生成 AI によるアイデアは、「マインドマップ」上でそのブランチをマークすることで可視化させた。

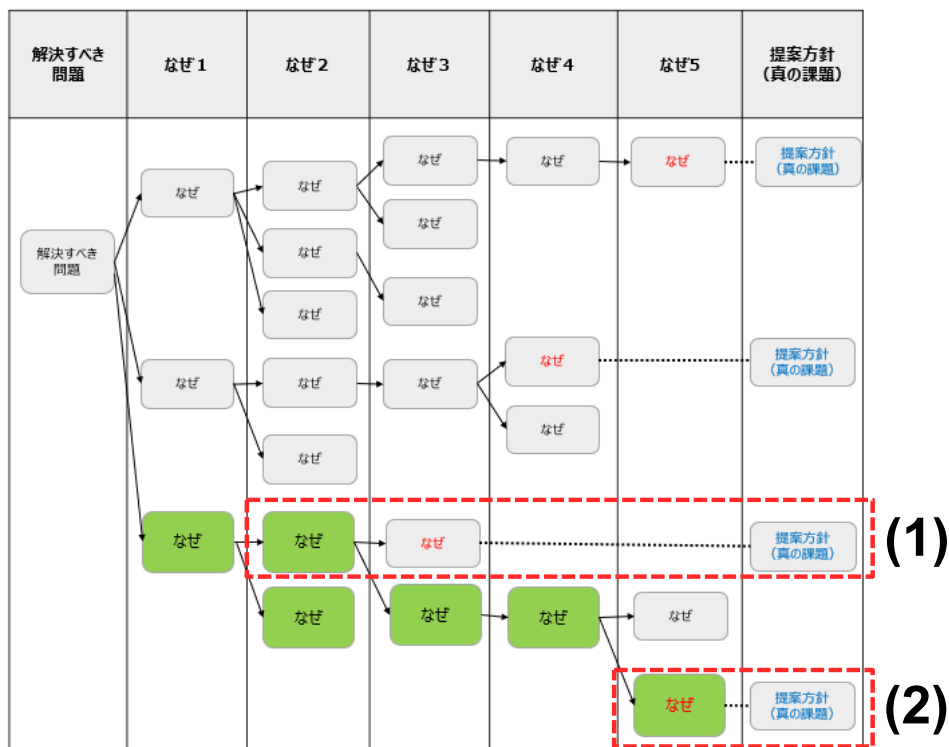


図1 「なぜなぜ分析」作成様式

Bing Chatへの質問 例1<以下のハイライト部分を修正して太字部分をチャット欄へコピー&ペーストする>

下記の状況についてなぜなぜ分析を行いたいのを手伝ってください。また回答を生成する場合は下記のルールに従ってください。

ルール***

原因の回答のみ

解決策の提示は不要

水平的に考える

回答は5つ生成する

〇〇学科の視点を持つ（あってもなくても良い）

状況###

学食の入り口に人がたくさんいるため、混みあっているように見え、学食を敬遠する人が多くいるという問題を解決するために床面に列表示を与えることで整列させ、見通しを良くする施策を行いました。しかしながら、列は乱れ施策は失敗に終わりました。

場所は室内。蛍光灯による照明。テーブルによる列表示。

###

この施策が失敗した原因として、「列表示があることを知らない」ということが問題の理由であると考えました。なぜ列表示が知られていないのでしょうか。

図2 「なぜなぜ分析」で生成AIに用いる質問のテンプレート

<u>満足度</u> - AI と作成した「なぜなぜ分析」は個人的に満足いくものでしたか？ - AI を活用したことでより良い「なぜなぜ分析」が出来たと感じましたか？ - AI を活用してみて楽しかったですか？ <u>アイデア出し</u> - 最初に自分たちで出した解決策（真の課題）と比べ、AI を活用したことで問題解決により効果のある解決策になりそうですか？ - AI から、自分一人では思いつかない「なぜ」を提案されましたか？ - 複数の「なぜ」を比較しましたか？	<u>批判的思考</u> - 今回、AI から提案された「なぜ」が本当に適切か、考えてみましたか？ - AI が提案した「なぜ」でそのまま「なぜなぜ分析」ができると思いますか？ - AI が提案した「なぜ」と既存策や類似例との相違点を考えられましたか？ <u>独創性</u> - 自分の学科の特色が含まれた「なぜなぜ分析」になりましたか？ - 解決策（真の課題）に学科らしさを含めることができましたか？ 「なぜなぜ分析」に自分の意見を含めることができましたか？ <u>事後学習</u> - AI が提示する情報は信頼できないと感じることはありましたか？ - AI が提案した「なぜ」をチームメンバーと議論しましたか？ - AI が提示する以外の情報源を調べましたか？
---	--

図3 アンケート項目

#命令書
あなたは私が設定したメインテーマおよび提案の方針に関するブレインストーミングを行い、下記の制約条件に従ってアイデアを創出してください。

#メインテーマ
公共交通機関での寝過ごし防止対策

#提案の方針
イヤホン型目覚ましグッズの開発

#制約条件
・5個のアイデアを出力
・アイデアは簡潔に説明

図4 「マインドマップ」で生成AIに用いる質問のテンプレート

4. 結果と考察

4. 1 「なぜなぜ分析」に生成AIを導入した効果

各チームから提出された様式（図1）をもとに、以下の手順でアイデア数を計数した。まず、記載されたすべての「なぜ」を学生らが自ら思いついたものと生成AIを用いたものとに分類し、それぞれのアイデア数を計上した。さらに、学生らが「真の課題」と判断したものに対し、生成AIを用いたアイデアがどれだけ含まれているかを計上した。このとき、「真の課題」に生成AIのアイデアが間接的に寄与している場合（図1中の（1））と直接的に寄与している場合（図1中の（2））を区別して計上した。これらから、すべての「なぜ」に対する生成AIを利用して得られたアイデアの割合、および「真の課題」に対する生成AIのアイデアが含まれる割合を算出した。また、チームごとに生み出した「なぜ」の数および生成AIのアイデア数を計上し、生成AIが「なぜなぜ分析」に与える影響を検証した。

図5（a）に集計した「なぜ」に対する生成AIによるアイデア数の割合を示す。グラフより、「なぜ」全体の9.9%が生成AIによって発見されていることが分かる。また、図5（b）に真の課題に対する学生のアイデアと生成AIアイデアの割合を示す。グラフより、真の課題の14.6%が直接的または間接的に生成AIの「なぜ」を介して発見されていることが示されている。つまり、生成AIは学生が思いつかなかったアイデアを提供し、「なぜなぜ分析」に貢献していると言える。

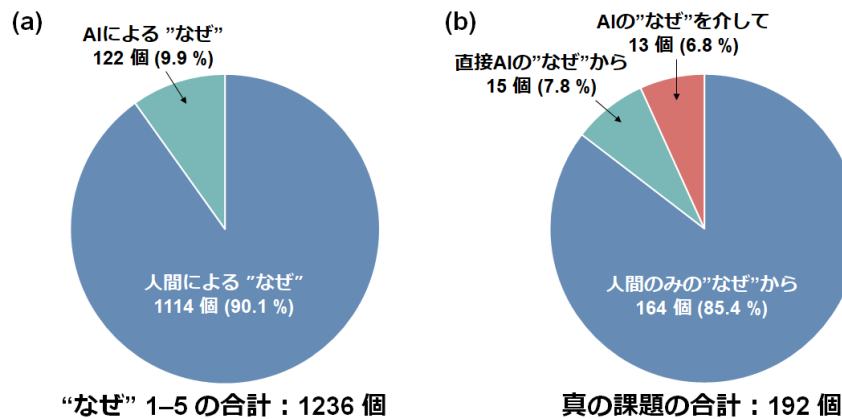


図5 すべての「なぜ」に対する生成 AI の「なぜ」の割合 (a) および真の課題への寄与 (b)

図 6 にチームごとの生み出した「なぜ」の数を示す。図 6 (a) は全「なぜ」の数、図 6 (b) は生成 AI による「なぜ」の数を表している。例えばチーム 3 は生成 AI を用いずに十分な「なぜ」を生み出すことができている。一方、「なぜ」の数が少ない 36-41 のチームは生成 AI による「なぜ」が無いことが分かる。「なぜ」の数が少ないチームの質問内容を個別に調べたところ、「なぜなぜ分析」ではなく、直接問題の解決方法を生成 AI に質問している例が見られた。このことから、得たい回答に対して生成 AI に適切な質問を行えるよう注意深く説明、指導する必要があると考えられる。

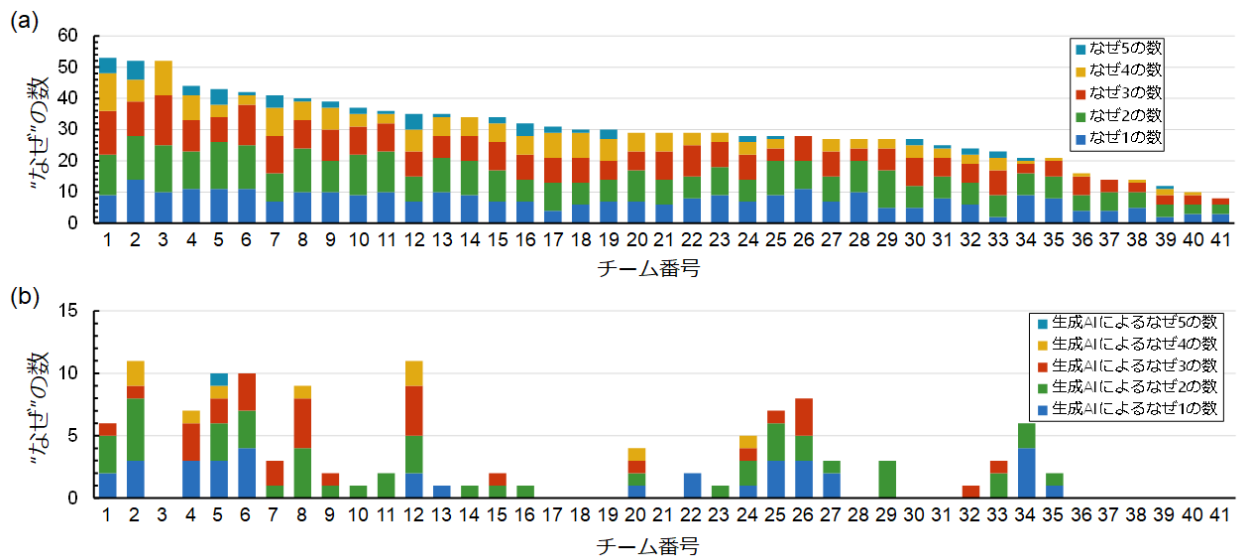


図6 チームごとの生み出した全「なぜ」の数 (a) および生成 AI による「なぜ」の数 (b)

さらに、アンケート (図 3) では、「満足度」「アイデア出し」「批判的思考」「独創性」「事後学習」の 5 項目について、それぞれ 3 つの質問をし、「はい」の回答を 1 点とした。各項目の点数 (0～3 点) を履修生ごとに集計した。図 7 にアンケートの回答人数を示す (有効回答者 113 名)。図 7 から、「なぜなぜ分析」において生成 AI を導入することに対して全体的に満足度が高く、生成 AI によって生成された「なぜ」を批判的に利用していたことがうかがえる。一方で、アイデア自体の独創性や、生成された情報を調べたり議論したりすることは課題があると回答している傾向がある。生成 AI を授業で導入する際は、単に使用するだけでなく、その使用を振り返らせる機会を提供する必要があるだろう。

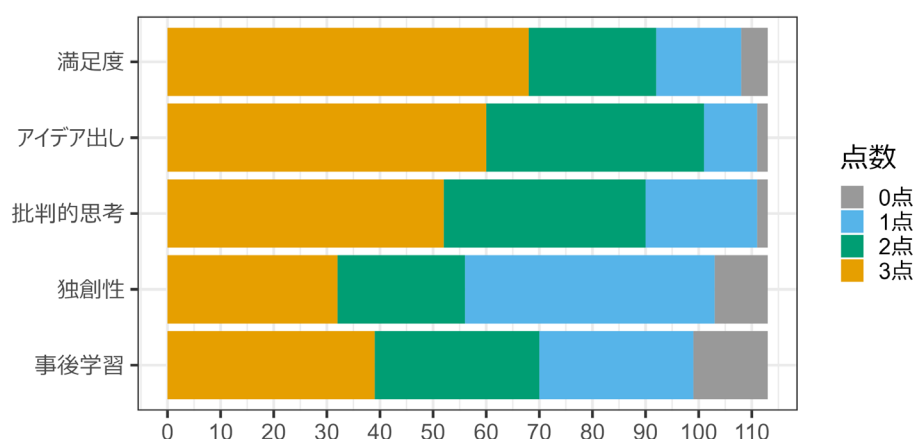


図7 アンケート結果

4. 2 「マインドマップ」に生成AIを導入した効果

各チームから提出された「マインドマップ」をもとに、以下の手順で生成AIの効果を検証した。生成AIの利用を記載したワークシートを基に、「マインドマップ」のアイデアに対して生成AIの提案を識別した。全45チームのうち16チームで生成AIの利用を確認し、「マインドマップ」の派生においてどのような位置づけであったかを評価した。

まず、ブランチ数を60個生み出すという目標について、生成AIの活用の有無にかかわらず45チーム中24チームは達成できなかった。生成AIの利用が発散的思考を助け、アイデア数を増やす狙いが必ずしも実現するわけではなかった。

次に、生成AIを活用したブランチレベルによる「マインドマップ」の変化について述べる。本授業実践において作成された「マインドマップ」の2例を図8および図9に示す。図8は上位階層で生成AIを活用したものであり、図9は下位階層で活用したものである。それぞれの図で、生成AIが生成したブランチは紫色でマークされている。上位階層で生成AIが活用された場合、生成AIのアイデアから伸びるサブブランチの数が他と比較して多く、広く、長く繋がっていることが分かる。このことから、生成AIが提供したアイデアを基に類似点や改善策についてのブレインストーミングが実施できていると考えられる。またアイデアの傾向の変化から、生成AIの回答が次のサブブランチまで繋がっており、そこから分解してアイデアを発展させていることが確認できた。このことは、生成AIの使用によってアイデアの見方を変えるクリティカルシンキングが発揮されていると考えることができる。

一方、生成AIを下位階層で使用したケース(図9)では、その後のアイデアの広がりが少なく、アイデア創出に効果的とは言いがたい。提出されたワークシートを見ると、生成AIの回答はあるものの、学生は必要だと思う内容のみを選び取り、他は無視するという使い方が見られた。つまり、生成AIの回答を利用する際に、学生の思考が限局的になり、自身の既存の考えに一致する内容のみを選択する傾向が見られた。このように、自分のアイデアに適合するものだけを選び取ることで、発散的な思考が抑制され、新たな視点やアイデアを広げる機会が減少していると考えられる。このことから、生成AIの活用が十分でなく、ブレインストーミング自体がうまく機能していないことが推測される。「マインドマップ」で生成AIを利用する場合も、それまでのブランチ情報を全て生成AIに入力する必要があるが、学生はそれを実施せずに生成AIへの質問を行っていたのではないだろうか。そのため、既存のアイデアと類似してしまい、「マインドマップ」への記載を避けたのだと考えられる。

以上のことから、生成AIを用いた「マインドマップ」による発散的思考を行う場合、上位階層から生成AIを活用し、生成されたアイデアに対してクリティカルシンキングを行うことで、より良いアイデ

アイデア創出効果が期待できる。また、プロンプトに組み込む情報量も少なくなり、アイデア創出における負荷を軽減することが可能になると考えられる。

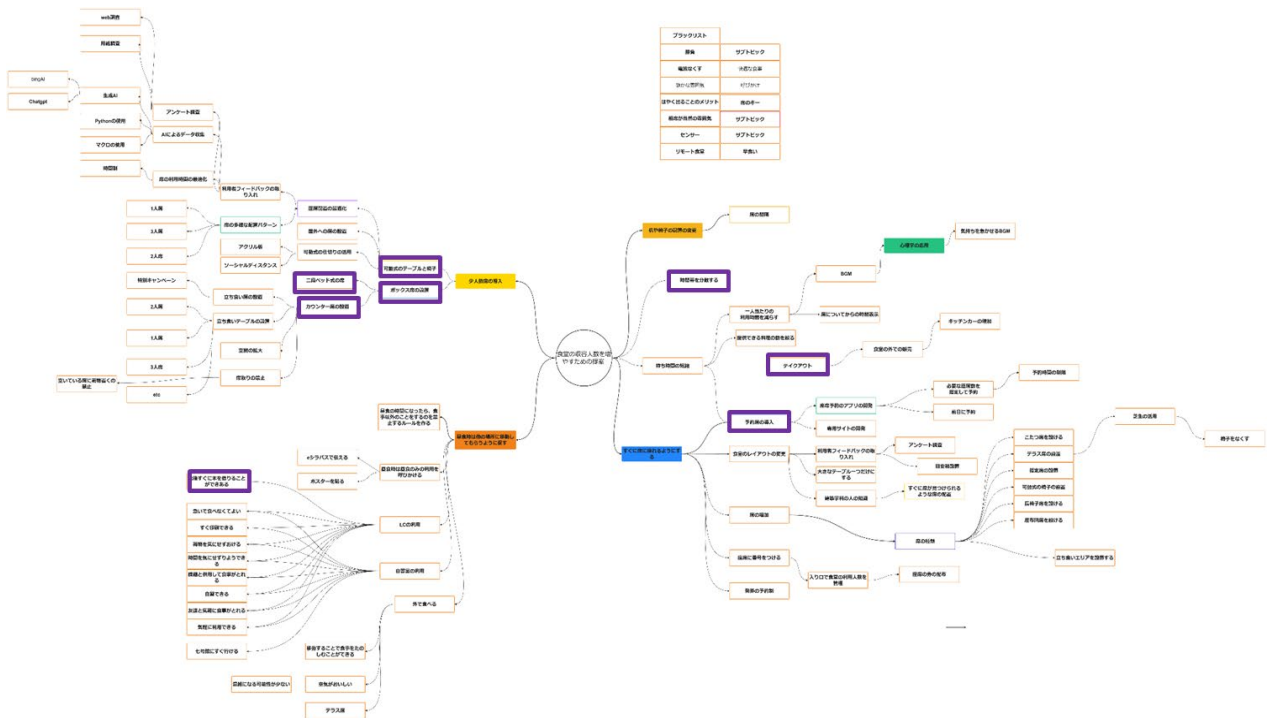


図8 生成AIが効果的に利用された「マインドマップ」の例

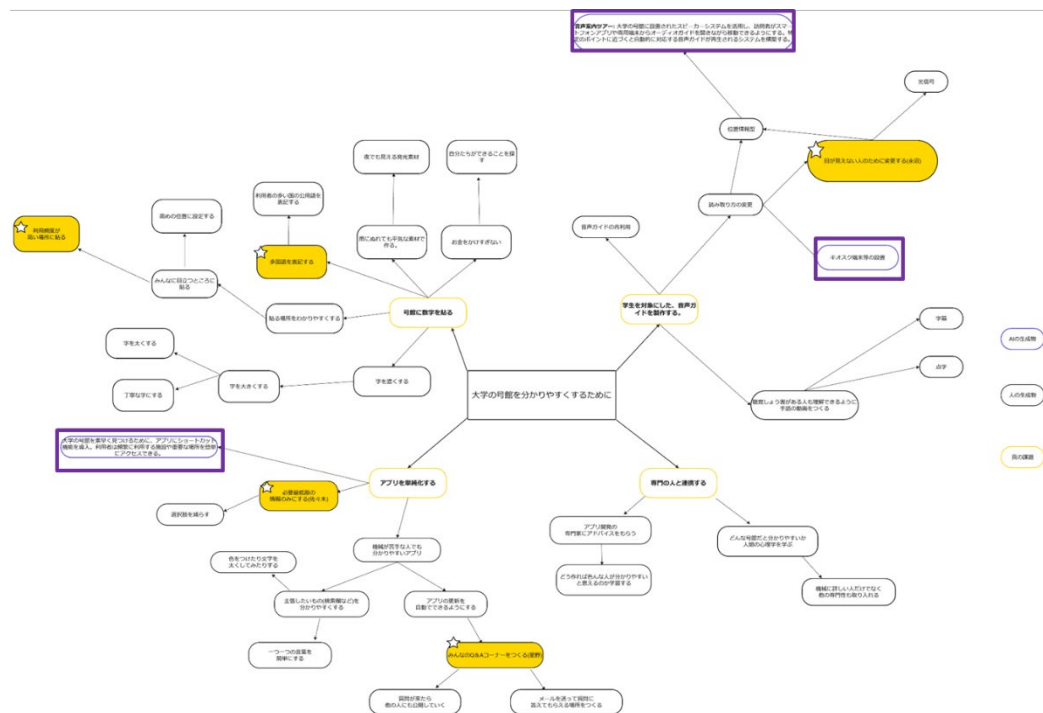


図9 生成AIが効果的に利用されていない「マインドマップ」の例

5. おわりに

本研究を通じて、生成 AI を活用したアイデア創出の可能性とその課題が明らかとなった。生成 AI は、学生の発散的思考を促進し、多様な視点から問題を捉える手助けをする一方で、その効果的な活用には適切な指導が不可欠であることが示された。特に、生成 AI の提案をどのように評価し、現実の問題解決に適用するかについての教育的アプローチが求められる。

今後は、生成 AI の活用が学生の創造性や批判的思考に与える影響をさらに検証し、教育現場での具体的な導入方法や指導法を確立する必要がある。また、生成 AI を活用した学習が、学生の長期的な学びにどのような影響を与えるのかについての研究も進めていくことが望まれる。本研究の成果は、生成 AI の教育的活用における一助となることを期待している。

参考文献

- 1) 家本繁, 永原健太郎: 生成 AI を取り入れた PBL の授業設計と実践, 日本教育工学会研究報告集, 4, pp.129-134, 2023
- 2) 尾関基行, 山本あすか: 遠隔グループディスカッションでの ChatGPT の利用に関する一検討, 日本教育工学会研究報告集, 1, pp.77-83, 2023
- 3) 山内璃乃 他: 対話 AI の適切な活用法を学ぶための問題解決型の実習教材の提案～異文化レシピを教材として～, 情報教育シンポジウム論文集, pp.225-229, 2023
- 4) 金沢工業大学における生成 AI の利用について.
https://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2023/0911_generationai.html (2024 年 7 月 9 日閲覧)
- 5) 西田義人 他: 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, KIT Progress, 32, pp.21-30, 2023
- 6) 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

[受付日 令和 6 年 (2024 年) 8 月 19 日, 採択日 令和 6 年 (2024 年) 10 月 18 日]



川島 朋也
講師・博士 (学術)
情報フロンティア学部
心理科学科



森吉 貴大
助教・博士 (工学)
工学部
航空システム工学科



森 貴之
講師・博士 (工学)
工学部
電気電子工学科



福留 功二
講師・博士 (工学)
工学部
機械工学科



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



吉田 正就
教授
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



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