

生成 AI・MANDALA・ICE アプローチを取り入れた 主体的な協調型学習の提案

小林 信三^{†1} 青木 成一郎^{†2†3}
土持 法一^{†2} 小林 祐也^{†2} Nepal Ananda^{†2}

概要: 本稿の目的は、学校教育、特に高等教育、専門職教育において、生成 AI と MANDALA を用いた主体的な学び及び協調型学習/チーム学習を促進するためのプラットフォームとその実践の手法の提案である。このプラットフォームは、平安時代から密教として日本に伝わる両界曼荼羅をモデルとして開発されたデジタル・マンダラを中核とし、そこに大規模言語モデル (Large Language Model) をベースとした生成 AI を組み合わせることによって、主に以下の3つの学習支援/授業支援を実現するものである。

- ① 言語的特性に基づく「チーム学習の支援」
- ② 知識の結合と組み合わせによる「新たな概念の形成」
- ③ 概念要素を用いた「言語表現の定型化」

本稿の実践事例は、主に経営大学院 (ビジネススクール) での新規事業企画をテーマとした演習課題を取り上げているが、本論の結びとして今後のさらなる AI の発展普及を想定した学校教育全般での生成 AI および MANDALA の意義と可能性について ICE アプローチに基づき考察を加える。

キーワード: 生成 AI, MANDALA, ICE, 主体的学習, 協調型学習, 概念形成, チーム・ビルディング

Proposal for Active and Cooperative Learning with Generative AI, MANDALA, and the ICE Approach

SHINZO KOBAYASHI^{†1} SEIICHIRO AOKI^{†2†3}
GARY H. TSUCHIMOCHI^{†2} YUYA KOBAYASHI^{†2} NEPAL ANANDA^{†2}

Abstract: This paper aims to propose a platform and practical methods to promote active learning and cooperative/team-based learning using Generative AI and MANDALA in school education, particularly in higher and professional education. The platform utilizes a knowledge-based tool called Digital MANDALA, which is developed based on the esoteric Buddhist concept of MANDALA that has been transmitted in Japan since the Heian period. By combining it with a Large Language Model, the platform enables the following three types of learning support/instructional support:

- 1) "Support for team-based learning" based on linguistic characteristics.
- 2) "Formation of new concepts" through the combination and integration of knowledge.
- 3) "Standardization of language expression" using conceptual elements.

The practical examples in this paper mainly focus on exercise assignments with the theme of new business planning in business schools and graduate schools of management. As a conclusion, this paper examines the significance and potential of Generative AI and MANDALA in school education as a whole, with a consideration for the future development and widespread adoption of AI, based on the ICE approach.

Keywords: Generative AI, MANDALA, ICE, active learning, cooperative learning, concept formation, team building

1. 事前知識

はじめに、本論で扱うシステムやメソッドに関連する以下の専門的用語について、その概要と本論での使用上の定義を示す。

- ・生成 AI
- ・両界曼荼羅
- ・デジタル・マンダラ
- ・ICE アプローチ

1.1 生成 AI

本論では以下のウィキペディア (Wikipedia) の記載に基づき、「generative artificial intelligence (生成的人工知能)」を「生成 AI」と表記する。

"生成的人工知能 (せいせいていきじんこうちのう, 英: generative artificial intelligence) または生成 AI は、プロンプトに応答してテキスト、画像、または他のメディアを生成することができる人工知能システムの一つである。ジェネレーティブ AI、ジェネラティブ AI ともよばれる。"[1]

また、本論の事例では、以下の2つの生成 AI システムを

^{†1} NPO 法人 CCC-TIES 附置研究所
NPO CCC-TIES Research Institute

^{†2} 京都情報大学院大学
The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics

^{†3} 京都大学天文台天文普及プロジェクト室
The Astronomical Outreach Project Office, Astronomical Observatories,
Kyoto University

用いた。

ChatGPT（開発・提供元: OpenAI）[4]

> <https://openai-chatgpt.jp/>

Bard（開発・提供元: Google）[5]

> <https://bard.google.com/>

両システムともに、プロンプト（Prompt）と呼ばれる生成 AI への指示文・質問文を記入し、そのプロンプトに対して対話形式でシステムからの応答を得る仕組みとなっている。

以下の例は「生成 AI」について質問をした際の ChatGPT の応答結果ある。

【生成 AI へのプロンプト（例）】

生成 AI を小学生でもわかるように簡単に説明してください。

【生成 AI の応答: ChatGPT】

生成 AI は、コンピュータープログラム的一种で、新しいデータやコンテンツを作ることができる特別な AI です。

イメージしてみてください。例えば、お絵かきが得意な友達がいる、その友達に「猫の絵を描いて」と頼むと、友達は猫の絵を描いてくれますよね？生成 AI も同じようなことができます。

生成 AI には、たくさんのデータや情報が入っていて、それを学ぶことができます。その学んだ情報を使って、新しいデータを作り出すことができます。たとえば、たくさんの猫の写真を見せて学習させると、生成 AI は新しい猫の絵を描いたり、猫の写真を作り出すことができます。

生成 AI は、絵を描くだけでなく、文章を作ったり、音楽を作ったりもすることができます。これによって、新しいアイデアやクリエイティブなものを生み出すことができます。

ただし、生成 AI は完璧ではありません。時にはおかしな絵や変な文章を作ってしまうこともあるかもしれません。それは、学んだ情報に基づいて作ったため、学習データの影響を受けるからです。

生成 AI は、将来的にはさまざまな分野で活躍することが期待されています。たとえば、新しい絵や音楽を作るアーティストとして活躍したり、問題を解決するためのアイデアを出したりすることができるのです。

1.2 両界曼荼羅



図 1.両界曼荼羅 [2]

(左: 金剛界曼荼羅, 右: 胎藏界曼荼羅)

両界曼荼羅は、本論の事例で使用しているデジタル・マンダラ[6]の構造的かつ思想的なモデルとなるものである。[13]

両界曼荼羅については、以下、「文化遺産オンライン」(文化庁) から引用する。

"曼荼羅は、真言密教(しんごんみっきょう)の世界観を絵

画化したものです。中央に、宇宙の真理そのものとされる大日如来を、その周りにさまざまな仏や菩薩が一定の秩序にしたがって描かれています。両界曼荼羅とは、真言密教でもっとも重要とされる二つの経典、「金剛頂経(こんごうちょうきょう)」と「大日経(だいにちきょう)」に基づく、金剛界(こんごうかい)曼荼羅と胎藏界(たいざうかい)曼荼羅をセットにしたものです。金剛界は悟りへの道筋を表し、胎藏界は慈悲の広がりを表すとされます。そして、宇宙に太陽と月があるように、金剛界と胎藏界の二つの曼荼羅があることによって、一つの世界が表されるのです。" [3]

1.3 デジタル・マンダラ

デジタル・マンダラは、密教として伝わる両界曼荼羅の思想哲学および構造的特徴をモデルとし、人間の知識の構造化と可視化を目的として著者の小林信三らによって開発されたナレッジ・マネジメント・ツールである。[6][13]

デジタル・マンダラは、両界曼荼羅と同様に以下の2つのアプリケーションシステムによって構成されている。

①金剛界曼荼羅をモデルとする「digital DMM/dDMM」

(DMM は Diamond Mandala Matrix の略)

> <https://app.mandala.digital/ws.html>

②胎藏界曼荼羅をモデルとする「MANDALA Universe」

> <https://app.mandala.digital/ws-universe.html>

それぞれのアプリケーションシステムの特徴と用途は、以下のとおりである。

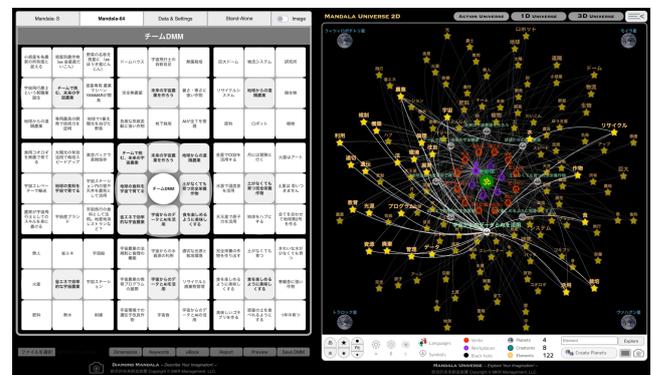


図 2.デジタル・マンダラ [6]

(左: digital DMM, 右: MANDALA Universe)

「digital DMM/dDMM」(図 2 左側)は、3X3 の行列(「DMM」)を基本単位(「DMM モジュール」)とし、その周囲 8 要素(「DMM エレメント」)の情報を象徴あるいは総称する情報を中心要素(「DMM シンボル」)に配置する。この DMM シンボルを他の DMM モジュールの DMM エレメントとして連結させることによって、複数のモジュール間およびそこに含まれる情報間の関係性および論理構造、言語構造、概念構造などを多元的かつ立体的に可視化することができる。

「MANDALA Universe」(図2右側)は、dDMMの言語的要素情報を形態素解析器(自然言語を単語と品詞に分解・分類するソフトウェア)を用いて品詞に分解し、そこから名詞語句(「DMM概念要素」)を抽出して、dDMMの結合構造を含めて可視化するソフトウェアである。また、MANDALA Universeに配置された概念要素を利用者が画面上で自由に移動させることで、概念要素の分類や複合化などのプロセスを可視化することができる。

1.4 ICEアプローチ

ICEアプローチは、デジタル・マンダラを用いた授業設計において、本論著者の研究チーム[14]が共有コンセプトとしている基本フレームワークである。[7][8]

ICEアプローチ/モデルの概要と特徴については、以下、「主体的な学び研究会」2019年度活動報告書から引用する。「将来の予測が困難な現代社会において、社会課題の解決を図るためには、自らが課題を設定し、自分事としてとらえて学び続け、判断や行動をしていく「主体的な学び」が求められる。新学習指導要領でも強調されている、学習者の主体的な学びを実現する方略のひとつとして、「Ideas(基礎的知識)」「Connections(つながり)」「Extensions(応用)」を意識した「ICE(アイス)モデル」による授業づくりのフレームがある。[8]

2. 事例実施環境と事例データ

ここでは、本論の実践事例として取り上げた授業の概要とそこで得られた生成AI用のサンプルデータを示す。

2.1 授業設計と学習考察課題の設定

本論の実例紹介では、著者小林信三と青木成一郎がICEアプローチをベースとした授業設計をもとに[9][10]、2023年5月に実施した経営大学院(ビジネススクール)での授業の内容を中心に取る。この授業の概要は以下の通りである。

講座名:「次世代農業イノベーション」

受講生: 13名

授業テーマ:「農業活動の場としての宇宙」

学習考察課題:

「未来の宇宙での農業」を自分ならどのようにするかをDMMに記入し、その概要を説明してください。なお、実現の場は、月、火星、宇宙空間など、どこでも構いません。また、なぜその場を選んだのかと、その場で農業を実現するにあたっての問題、問題と考える理由も含めてまとめてください。その問題点に対する解決案とそれを提案する理由もあれば、ベターです。

この授業では、上記の学習考察課題を事前学習課題とし

て受講生に課した。その内容は専用のオンライン・システムにdigital DMMの形式で登録され、事前にクラス内で共有されている(図3)。授業当日はその登録内容を参考にし、前半は授業テーマに関する講義、後半は当該テーマに関する新規事業企画の立案を課題としたチーム・ディスカッション(1チーム3~4名)を行った。



図3.クラス内で共有されたdigital DMMの表示例

2.2 課題DMMの概念要素化

事前に学習考察課題として登録されたdDMMの情報はMANDALA Universeに転送され、そこで形態素解析器をおして名詞語句(DMM概念要素)の抽出が行われる。そこで得られたDMM概念要素は、授業内での講義およびチーム・ディスカッションの際に、教師、受講生の双方がデジタル・マンダラ(digital DMMおよびMANDALA Universe)上で利用することができる。そこで、DMM概念要素を用いてさまざまな角度からの調査分析と加工(生成AIプロンプトの生成)が行われる。

この授業の学習考察課題DMMから抽出された実際のDMM概念要素を以下に示す。なお、各DMMに表記されている登録者名は、生成AIなど外部システムへの入力を考慮し、すべてニックネームに自動変換されている。

【受講生別のDMM概念要素一覧】

1.登録者名:[ヘカテー]

要素:[省エネ],[宇宙],[ステーション],[無水],[火星],[放射線],[肥料],[無人],[水],[農業]

2.登録者名:[イザナギ]

要素:[宇宙],[肥料],[物流],[システム],[生物],[ロボット],[リサイクル],[研究],[植物],[ドーム],[農業]

3.登録者名:[イワサク・ネサク]

要素:[宇宙],[システム],[植物],[水],[循環],[害虫],[自給],[自足],[人工],[栄養],[食品],[フルーツ],[魚],[家禽],[栽培],[農業],[食]

4.登録者名:[タナトス]

要素:[宇宙],[放射線],[生物],[水],[金属],[農業],[放射線],[酸素],[無機],[農業],[ゴミ],[嫌気],[食]

5.登録者名:[パチャママ]

要素:[宇宙],[ドーム],[栽培],[農業],[作物],[開発],[資源],[地球],[改良],[技術],[発達],[逆],[輸入],[現地],[調達],[少量],[持続],[活用],[自動],[干物]

6.登録者名:[イシュ・チェル]

要素:[宇宙],[ドーム],[自給],[自足],[栽培],[農業],[農薬],[作物],[飛行],[地下],[無菌],[AI],[管理],[気候],[変動],[ハウス]

7.登録者名:[フツヌシ]

要素:[宇宙],[栽培],[農業],[開発],[学科],[設置],[専門],[育成],[惑星],[野菜],[安全],[土]

8.登録者名:[フレイ]

要素:[宇宙],[ステーション],[栽培],[農業],[活用],[飛行],[無菌],[太陽],[スピード],[アップ],[壁],[天井],[農地],[ブランド],[エレベーター],[輸送],[真空],[パック],[長期],[保存],[旅行],[食料],[地産],[消費],[レストラン],[農家],[スキル],[食用],[コオロギ],[食]

9.登録者名:[フナブ・クー]

要素:[宇宙],[リサイクル],[水],[栽培],[農業],[作物],[資源],[改良],[活用],[AI],[管理],[利用],[廃棄],[教育],[プログラム],[展開],[光源],[環境],[データ],[遺伝子],[法律],[規制],[倫理],[構築],[食]

10.登録者名:[アメノオシヒ]

要素:[宇宙],[農業],[作物],[開発],[地球],[技術],[飛行],[惑星],[野菜],[太陽],[農家],[農作],[生産],[だいこん],[専用],[マシーン],[YANMAR],[農具],[証明],[農家],[職業],[誕生],[名称],[ほうき],[にんじん],[遠隔],[所有],[金星]

11.登録者名:[アメノトコタチ]

要素:[宇宙],[ステーション],[栄養],[農業],[農薬],[地球],[惑星],[空間],[ハブ],[設立],[ビジネス],[テクノロジー],[完結],[直送],[コントロール],[食]

12.登録者名:[セクメト]

要素:[宇宙],[水],[栄養],[農業],[作物],[惑星],[土],[寒暖],[食],[ゴミブリ]

13.登録者名:[オオヤマツミ]

要素:[宇宙],[火星],[水],[農業],[地球],[活用],[ハブ],[土],[月],[冒険],[土星],[温度],[アート],[天王],[原子],[金星],[CO2]

図4は、上記のDMM概念要素をMANDALA Universeによって可視化(ワードクラウド表示)したものである。

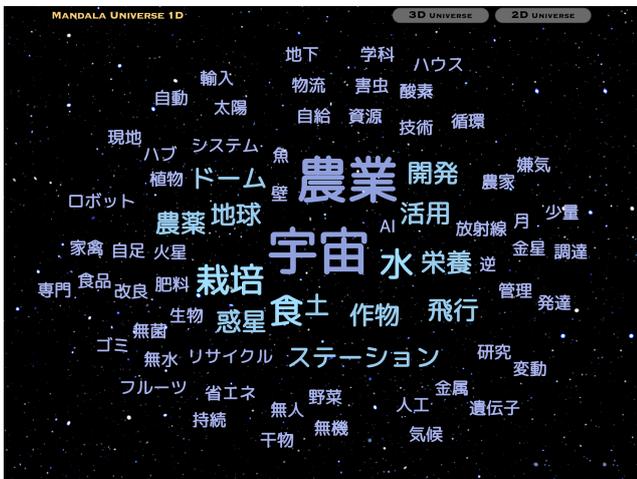


図4. DMM概念要素のワードクラウド

3. DMMの言語的特徴に基づく「チーム学習の支援」

ここでは、学習考察課題から抽出されたDMM概念要素をもとに、授業内でのチーム学習 (Team Based Learning) や協調型学習 (Collaborative Learning) , プロジェクト型学習 (Project Based Learning) を支援するためのMANDALAおよび生成AIの利用方法を紹介する。

3.1 チーム編成

以下の事例は、抽出されたDMM概念要素の特徴から、登録者を重複なくグループ分けをするように指示をしたプロンプトと生成AIの応答結果である。この応答例から、クラス参加者の特性と人数に応じて任意の数のグループを編成できることがわかる。

【生成AIへのプロンプト】

以下のリストに含まれる要素の特徴から、記載されている登録者すべてを4つのチームに重なりなく分けなさい。またそれぞれにチームを象徴するチーム名をつけなさい。

【生成AIの応答例: Bard】

以下は与えられた要素の特徴に基づいて、登録者を4つのチームに分けた結果です。

チーム1: "宇宙農業リサイクルチーム"

登録者: フツヌシ、アメノオシヒ、アメノトコタチ

チームの特徴: 宇宙農業や農業技術に関する要素が重視されており、リサイクルや資源の活用にも関心がある。

チーム2: "持続可能な自給自足チーム"

登録者: イワサク・ネサク、イシュ・チェル、フナブ・クー

チームの特徴: 自給自足や循環型農業、持続可能な食料生産に関心があり、AIや管理技術を活用することに重点が置かれている。

チーム3: "宇宙農業技術開発チーム"

登録者: フレイ、パチャママ、オオヤマツミ

チームの特徴: 宇宙農業の技術開発や資源の開発、農業技術の改良に関心があり、地球と宇宙の要素を組み合わせたアプローチを追求している。

チーム4: "多様な農業技術チーム"

登録者: ヘカテー、イザナギ、タナトス、セクメト

チームの特徴: 農業に関連するさまざまな要素を持ち、省エネ、物流、生物、酸素などの要素に幅広い関心を持っている。

以上が与えられた要素の特徴に基づいて作成された4つのチームです。チーム名はチームの特徴を反映しています。

図5は、この生成AIの結果をMANDALA Universeに配置することによって、各チームの登録者とDMM概念要素との関係を可視化したものである。

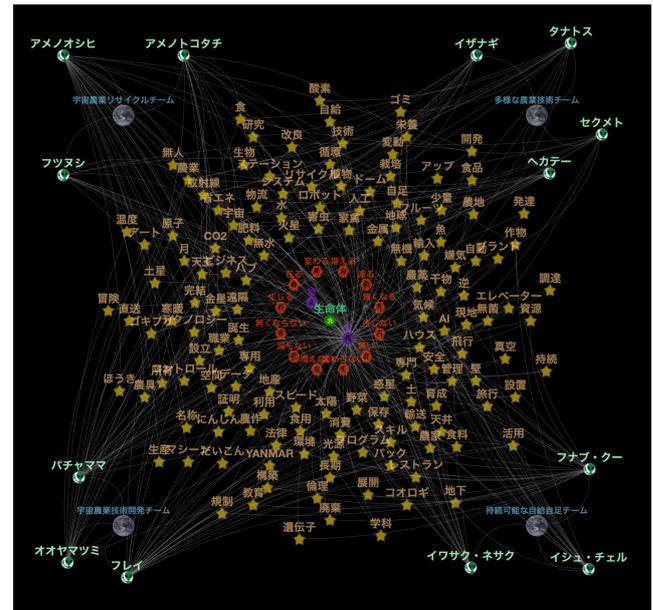


図5. MANDALA Universe 上でのチーム編成の可視化

3.2 強みと可能性

以下の事例は、抽出された DMM 概念要素の特徴から、それぞれの登録者の強みとその可能性を推測するように指示をしたプロンプトと生成 AI の応答結果である。この応答例から、チーム学習における個々のメンバーの個性の導出や企画立案などのアイデア創出を支援することが期待できる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下のリストに含まれる要素の特徴から、それぞれの登録者の強みとその可能性を記述しなさい。

【生成 AI の応答例: ChatGPT】

登録者名: ヘカテー

強み: 省エネ, 宇宙, ステーション, 無水

可能性: ヘカテーは省エネや宇宙関連の知識を持っているため、宇宙ステーションにおける省エネ技術の開発や実装に関する可能性があります。また、無水環境での農業技術の開発や、火星での農業への応用にも取り組むかもしれません。さらに、放射線への耐性や肥料の最適化に関する研究も期待できます。

登録者名: イザナギ

強み: 宇宙, 肥料, 物流, システム, 生物, ロボット, リサイクル

可能性: イザナギは宇宙農業における物流とシステムの最適化に取り組むことができます。また、肥料の改良や生物とロボットの協働による効率的な農業システムの開発も期待できます。さらに、リサイクル技術の応用によって、資源の有効活用や持続可能な農業の実現に貢献する可能性もあります。

登録者名: イワサク・ネサク

強み: 宇宙, システム, 植物, 水, 循環, 害虫, 自給, 自足, 人工, 栄養

可能性: イワサク・ネサクは宇宙農業におけるシステム構築や植物の栽培に精通しています。特に、水の循環システムや害虫対策に関する研究開発に注力し、自給自足の宇宙農業を実現する可能性があります。また、人工栄養や人工食品に関する研究も行い、宇宙食の改善に貢献するかもしれません。

3.3 ニーズ

以下の事例は、抽出された DMM 概念要素の特徴から、登録者のニーズを推測するように指示をしたプロンプトと生成 AI の応答結果である。この応答例から、授業やチーム学習において個々の学習者の興味関心事、あるいは学習ニーズを知るうえでの参考となる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下のリストに含まれる要素の特徴から、それぞれの登録者（利用者）が欲しているものを推測しなさい。

【生成 AI の応答例: Bard】

それぞれの登録者（利用者）が欲しているものを推測します。

ヘカテー: 宇宙で農業を行うための技術や知識

イザナギ: 宇宙での循環型社会を実現するための技術やシステム

イワサク・ネサク: 宇宙で自給自足の生活を実現するための技術やノウハウ

タナトス: 宇宙で安全に農業を行うための技術や環境

これらの要素は、すべて宇宙で農業を行うという共通の目的を達成するために必要なものです。それぞれの登録者（利用者）は、これらの要素を組み合わせることで、宇宙で農業を行うための最適な方法を探していると考えられます。

4. DMM 要素の結合と組み合わせによる「新たな概念の形成」

ここでは、学習考察課題から抽出された DMM 概念要素を

学習者が自由に組み合わせることによって新たな概念を形成する、すなわち、新たな発想やコンセプトを想像、創出するための MANDALA および生成 AI の利用方法を紹介する。なお、プロンプトの事例で用いた DMM 概念要素は以下の 6 つの語句である (図 6)。

[水],[肥料],[リサイクル],[火星],[循環],[CO2]

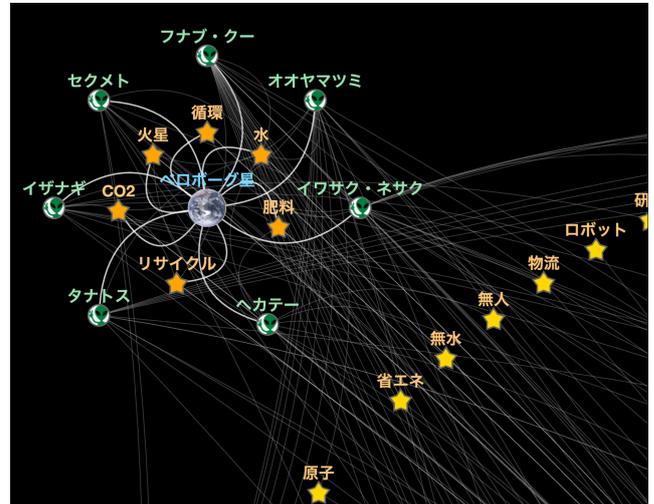


図 6. MANDALA Universe 上での DMM 概念要素の操作

4.1 掛け合せ

以下の事例は、抽出された DMM 概念要素の特徴を掛け合わせることによって起りうる事象事例を調査するように指示をしたプロンプトと生成 AI の応答結果である。この応答例から、学習者は、任意に抽出した概念要素を包括してどのようなことが起こるのか/できるのかを具体的に想像、想定するうえでの参考となる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下の事柄の特徴を掛け合わせると何が起こるのか/できるのか調べなさい。[水],[肥料],[リサイクル],[火星],[循環],[CO2]

【生成 AI の応答例: Bard】

水, 肥料, リサイクル, 火星, 循環, CO2 を組み合わせると、火星での水と肥料の自給自足が可能になります。火星は、地球と同じように、水分を含んだ土壌と大気を持っています。しかし、地球とは違い、火星の水は塩分濃度が高く、直接飲用や灌漑に使用することはできません。また、火星の大気は薄く、CO2 が大部分を占めています。

これらの問題を解決するために、水と肥料のリサイクル技術を使用することができます。水のリサイクル技術には、トイレの水を再利用したり、雨水を貯めたりする方法があります。肥料のリサイクル技術には、家畜の糞尿を肥料にしたり、食物残渣を堆肥化したりする方法があります。

これらの技術を組み合わせることで、火星での水と肥料の自給自足が可能になります。これにより、火星での人間の居住がより現実的なものになります。

さらに、水と肥料のリサイクルは、火星の環境にもプラスの影響を与えます。水のリサイクルは、塩分濃度の高い水を飲用や灌漑に使用することで、水質汚濁を防ぐことができます。また、肥料のリサイクルは、家畜の糞尿や食物残渣を燃焼させることで、大気中の CO2 を削減することができます。

水と肥料のリサイクルは、火星での人間の居住を可能にするだけでなく、火星の環境を改善するにも役立ちます。

4.2 キャッチフレーズ

以下の事例は、抽出されたDMM概念要素の特徴から想起されるキャッチフレーズを作成するように指示をしたプロンプトと生成AIの応答結果である。この応答例から、学習者はチーム・プロジェクトや企画案において、そのコンセプトやミッションなどを象徴する概念を言語化する際の参考となる。

【生成AIへのプロンプト】

以下の事柄の特徴をかけ合わせて想起されるキャッチフレーズを5つ答えなさい。[水],[肥料],[リサイクル],[火星],[循環],[CO2]

【生成AIの応答例: Bard】

- ・水から肥料へ、循環する地球
- ・火星で水を循環させ、生命を育む
- ・CO2を肥料に変えて、地球を守る
- ・リサイクルで資源を循環させ、環境を守る
- ・水循環を守り、地球を美しくする

これらのキャッチフレーズは、水、肥料、リサイクル、火星、循環、CO2の特徴を掛け合わせて、地球環境の保全や持続可能性を訴えています。

4.3 未来予測

以下の事例は、抽出されたDMM概念要素の特徴から、現状を踏まえて特定の未来を予測するように指示をしたプロンプトと生成AIの応答結果である。この応答例から、学習者が想定した概念要素が今後どのように変わっていくのか、あるいは環境や社会にどのような影響をもたらすのかを一つの仮説として検討することができる。

【生成AIへのプロンプト】

以下の事柄をかけあわせて、30年後の未来を現状を踏まえて予測しなさい。[水],[肥料],[リサイクル],[火星],[循環],[CO2]

【生成AIの応答例: Bard】

水、肥料、リサイクル、火星、循環、CO2は、すべて地球の持続可能性と密接に関係しています。水は生命の源であり、肥料は農業に必要な不可欠です。リサイクルは資源の有効活用につながり、火星は地球の環境問題の解決策の一つとして期待されています。循環型社会は、資源を無駄にせず、環境に優しい社会です。CO2は温室効果ガスであり、地球温暖化の原因の一つです。

30年後には、これらの要素がさらに重要になると考えられます。水はますます貴重な資源となり、肥料は環境に配慮したものに切り替わります。リサイクルはさらに普及し、火星への移住が始まるかもしれません。循環型社会は、実現に向けて大きな一歩を踏み出すでしょう。CO2排出量を削減するための取り組みが本格化し、地球温暖化の進行を食い止める可能性があります。

ただし、これらの予測はあくまでも可能性の一つです。実際には、様々な要因によって未来は大きく変わる可能性があります。私たちは、地球の持続可能性のために、今からできることを積極的に取り組んでいく必要があります。

5. DMMの概念要素を用いた言語表現の「定型化」

ここでは、学習考察課題から抽出されたDMM概念要素を用い、広くビジネスやビジネススクールで利用されているビジネス・フレームワークおよびビジネス・ドキュメントの作成におけるMANDALAおよび生成AIの利用方法を紹介します。なお、プロンプトの事例で用いたDMM概念要素は以下の8つの語句である(図7)。

[栽培],[生物],[システム],[放射線],[AI],[資源],[リサイクル],[食料]

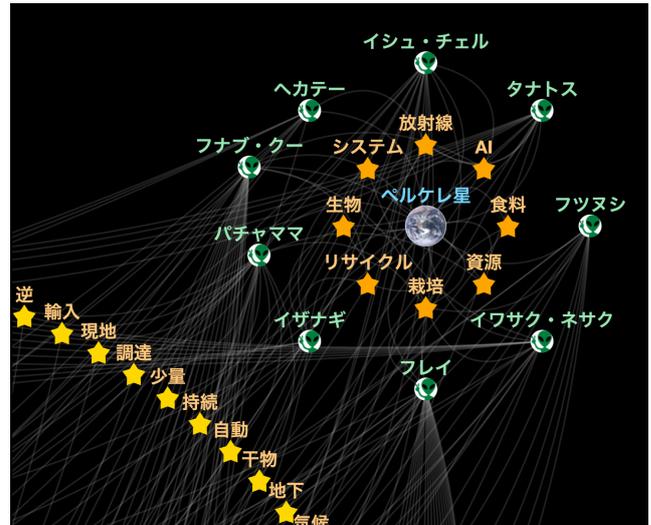


図7. MANDALA Universe 上でのDMM概念要素の操作

5.1 ビジネス・フレームワーク: PDCA サイクル

以下の事例は、抽出されたDMM概念要素の語句/特徴を用い、業務改善や品質改善を目的とするビジネス・フレームワークであるPDCAサイクル(Plan-Do-Check-Act cycle)を作成するように指示をしたプロンプトと生成AIの応答結果である。この応答例から、PDCAサイクルとはどのようなビジネス・フレームワークなのかを実際に学習者自身が設定したテーマやプロジェクトと知識(概念要素)に基づいてその特徴と具体的な事例を学習することが期待できる。

【生成AIへのプロンプト】

以下の語句を用いて、「2030年の宇宙ビジネス」をPDCAサイクルに基づいて説明しなさい。

【生成AIの応答例: Bard】

2030年の宇宙ビジネスは、宇宙空間での栽培、生物システム、放射線、AI、資源、リサイクル、食料などの要素を組み合わせ、新しいビジネスモデルを創造していくことが期待されています。

Plan (計画)

まず、宇宙空間で栽培できる作物を特定する必要があります。また、生物システムを設計し、放射線の影響を軽減する必要があります。さらに、AIを活用して、資源を効率的に管理し、リサイクルを進めていく必要があります。最後に、食料を安全に輸送し、消費するためのシステムを構築する必要があります。

Do (実行)

計画を実行するためには、宇宙空間での栽培、生物システム、放射線、AI、資源、リサイクル、食料などの技術を開発する必要があります。また、これらの技術を組み合わせ、新しいビジネスモデルを創造する必要があります。

Check (評価)

計画の実行状況を評価し、必要に応じて改善する必要があります。また、新しいビジネスモデルが成功しているかを評価し、必要に応じて修正する必要があります。

Act (改善)

計画を評価し、改善した結果を次の計画に反映する必要があります。また、新しいビジネスモデルが成功した場合は、それを拡大していく必要があります。

2030年の宇宙ビジネスは、まだ発展途上ですが、大きな可能性を

秘めています。宇宙空間での栽培、生物システム、放射線、AI、資源、リサイクル、食料などの技術を開発し、新しいビジネスモデルを創造することで、宇宙ビジネスは大きく成長していくでしょう。

5.2 事業計画書

以下の事例は、抽出された DMM 概念要素の語句/特徴を用い、プロジェクト・チームが企画したコンセプトに基づき事業計画書を作成するように指示をしたプロンプトと生成 AI の応答結果である。この応答例から、プロジェクト・チームが企画した事業アイデアをビジネス・ドキュメントとして表現するためのフレームワークと表現技術を学習するとともに、その内容についての考察を深めることが期待できる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下の語句を用いて、「2030 年の宇宙ビジネス」をテーマにした事業計画書を書きなさい。

[栽培],[生物],[システム],[放射線],[AI],[資源],[リサイクル],[食料]

【生成 AI の応答例: Bard】

2030 年の宇宙ビジネス：宇宙で食料を栽培する

<はじめに>

2030 年には、地球の人口は約 90 億人に達すると予想されています。これにより、食料の需要は増加し、食料不足が深刻化することが懸念されています。そのような状況下で、宇宙で食料を栽培することは、食料安全保障の確保に大きな貢献をすることができます。

<宇宙で食料を栽培するメリット>

1. 地球上の食料不足を解消することができる。
2. 地球環境への負荷を軽減することができる。
3. 宇宙での生活をより快適にすることができる。

<宇宙で食料を栽培する課題>

1. 重力がない環境での栽培技術が必要である。
2. 放射線の影響から作物を守る必要がある。
3. 水や肥料などの資源を効率的に利用する必要がある。

<宇宙で食料を栽培するための技術>

1. 重力がない環境での栽培技術：植物の成長に必要な重力を、人工的に発生させる。
2. 放射線の影響から作物を守る技術：作物を放射線から遮蔽する。
3. 水や肥料などの資源を効率的に利用する技術：水や肥料を再利用したり、微生物の力を活用したりする。

<宇宙で食料を栽培するためのビジネスモデル>

1. 宇宙ステーションや月面基地などの宇宙施設に食料を供給する。
2. 宇宙旅行者や宇宙開発関係者に食料を販売する。
3. 宇宙で栽培した作物を地球に輸送し、販売する。

<結論>

宇宙で食料を栽培することは、食料安全保障の確保に大きな貢献をすることができます。しかし、宇宙で食料を栽培するためには、重力がない環境での栽培技術、放射線の影響から作物を守る技術、水や肥料などの資源を効率的に利用する技術などの課題を克服する必要があります。これらの課題を克服することができれば、宇宙で食料を栽培するビジネスは、大きな成長を遂げる可能性があります。

5.3 プレスリリース

以下の事例は、抽出された DMM 概念要素の語句/特徴を用い、プロジェクト・チームが企画した事業についてプレスリリースを作成するように指示をしたプロンプトと生成 AI の応答結果である。この応答例から、学習者たちが自ら企画した事業や商品を、プレスリリースを通して広く社会へアピールする方法を学ぶことが期待できる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下の語句を用いて、「2030 年の宇宙ビジネス」をテーマにしたプレスリリースを書きなさい。

[栽培],[生物],[システム],[放射線],[AI],[資源],[リサイクル],[食料]

【生成 AI の応答例: Bard】

2030 年の宇宙ビジネス：食料と生物資源

2030 年までに、宇宙ビジネスは 5000 億ドル規模に拡大すると予想されています。この成長の大部分は、食料と生物資源の宇宙利用によってもたらされます。

宇宙で食料を栽培することは、地球上の食料不足を解決するための有望な方法です。宇宙では、地球よりも重力や放射線の影響が少なく、農作物を栽培するのに適した環境が整っています。また、宇宙では、地球よりも水や肥料を節約して農作物を栽培することができます。

宇宙で生物資源を利用する方法も、さまざまな可能性があります。例えば、宇宙では、地球よりも多くの蛋白質を生成できる微生物を育てることができます。また、宇宙では、地球よりも効率的に酸素を生産できる藻類を育てることができます。

宇宙で食料と生物資源を利用する技術は、まだ開発の初期段階にあります。しかし、2030 年までに、これらの技術は十分に成熟し、宇宙ビジネスの主力となると期待されています。

宇宙で食料と生物資源を利用することによって、地球上の食料不足を解決し、持続可能な社会を実現することができます。また、宇宙ビジネスは、新しい雇用を創出し、経済成長に貢献することができます。

宇宙は、私たちの未来にとって重要な資源です。宇宙ビジネスの成長は、地球上の人々の生活をより良くする可能性を秘めています。

6. ICE アプローチに基づく事例考察

本論の実践事例は、主に経営大学院（ビジネススクール）での新規事業企画をテーマとした演習課題を取り上げ、以下の 3 つの学習支援/授業支援を実現するためのプラットフォームとメソッドを紹介した。

- ① 言語的特性に基づく「チーム学習の支援」
- ② 知識の結合と組み合わせによる「新たな概念の形成」
- ③ 概念要素を用いた「言語表現の定型化」

そのプラットフォームの中核をなす 2 つのシステムが MANDALA と生成 AI である。

最後に、このプラットフォームとメソッドが学校教育全般で活用、応用されるために、われわれ研究チーム[14]が授業設計において共有コンセプトとしている ICE アプローチ/モデルに基づいて今回の実践事例について考察を加えたい。

ICE アプローチ/モデルの骨子については以下、「主体的な学び研究会」2019 年度活動報告書より引用する。

"将来の予測が困難な現代社会において、社会課題の解決を図るためには、自らが課題を設定し、自分事としてとらえて学び続け、判断や行動をしていく「主体的な学び」が求められる。新学習指導要領でも強調されている、学習者の主体的な学びを実現する方略のひとつとして、「Ideas (基礎的知識)」「Connections (つながり)」「Extensions (応用)」を意識した「ICE (アイス) モデル」による授業づくりのフレームがある。”[8]

6.1 Ideas (基礎的知識)

まず、「Ideas (基礎的知識)」とはなにか?という点について、本論の事例に基づいて改めて以下のように定義を試みたい。

“Ideas (基礎的知識)とは、言語として表現される既存の共有概念であり、その最小の概念形成要素が「名詞 (noun)」である。”

MANDALA において Ideas (基礎的知識) は「DMM 概念要素」に該当するものであり、この概念要素を共有することで、dDMM (3×3 のマトリクス) を用いたクラス内およびチームでの情報共有やディスカッションが可能となる。また、生成 AI のプロンプトにおいてその概念要素を的確に指示することによって大規模言語モデル (Large Language Model) に基づく適切な応答を生成 AI から得ることができると考えられる。

6.2 Connections (つながり)

Connections (つながり) は、MANDALA と生成 AI の双方にとって最も重要な機能的要素である。事例では、新たな概念の形成やチームの編成、定形文の生成において、MANDALA Universe での DMM 概念要素同士の組み合わせ (つながり) の操作によってさまざまな知識や発想が得られることを示した。

例えば、事例で示した新たな概念の形成 (掛け合わせ) における以下の DMM 概念要素を 1 つ変えただけでも ([火星]と[地球]を入れ替え)、全体の概念が大きく変わることがわかる。

【生成 AI へのプロンプト】

以下の事柄の特徴をかけ合わせると何が起こるのか?できるのか?調べなさい。

【生成 AI の応答例(1): Bard】

[水],[肥料],[リサイクル],[火星],[循環],[CO2]

水、肥料、リサイクル、火星、循環、CO2 を組み合わせると、火星での水と肥料の自給自足が可能になります。火星は、地球と同じように、水分を含んだ土壌と大気を持っています。しかし、地球とは違い、火星の水は塩分濃度が高く、直接飲用や灌漑に使用することはできません。また、火星の大気は薄く、CO2 が大部分を占めています。

【生成 AI の応答例(2): Bard】

[水],[肥料],[リサイクル],[地球],[循環],[CO2]

水、肥料、リサイクル、地球、循環、CO2 は、地球環境を維持するために重要な要素です。水は、生物の生命活動に欠かせないものです。肥料は、植物の成長に必要なものです。リサイクルは、資源の有効利用につながります。地球は、私たちの住む惑星です。循環は、自然界に存在する物質が、生態系の中で繰り返し利用されることです。CO2 は、地球温暖化の原因となる温室効果ガスです。

6.3 Extensions (応用)

本論の事例からも明らかのように、既存の概念要素である基礎的知識 (Ideas) を増やし、その知識を意識的につなぎ合わせることによって (Connections)、より複雑で高度な概念を形成することができる。そして、それらの概念が新たな共有概念、すなわち基礎的知識 (Idea) となっていく。

この繰り返しの思考プロセスを「学習」と仮定するならば、

「人はなぜ知識を得るのか、それをどう使うのか?」

言い換えると、

「私はなぜ学ぶのか、学んで何をするのか?」

という問いが自ずと発生する。

この問いかけが、ICE アプローチの根幹である「主体的な学び」に通じる場所である。すなわち、”自らが課題を設定し、自分事としてとらえて学び続け、判断や行動をしていく”ことがこの繰り返しの思考/学習プロセスの出口=応用 (Extensions) なのではないだろうか。

この問いかけに対しては、学習者自身が答えるものであり、生成 AI に回答/解答を求めるべきものではない。なぜならば、学ぶ主体であり判断、行動する主体は常に学習者自身であり、決して AI ではないからである。

謝辞

この研究の一部は科研費 21K02672 の補助を受けている。また、本論文の事例に協力してくださった学生ならびに学校の皆様に感謝の意を表したい。

参考サイト・参考文献

- [1] 「生成的人工知能」(Wikipedia) > <https://w.wiki/6jZn>
- [2] 「両界曼荼羅」(Wikipedia) > <https://w.wiki/6pg9>
- [3] 文化遺産オンライン (文化庁)
> <https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/534529>
- [4] ChatGPT (開発・提供: OpenAI) > <https://openai-chatgpt.jp/>
- [5] Bard (開発・提供: Google) > <https://bard.google.com/>
- [6] デジタル・マンダラ (開発・提供: MKR Management, LLC.)
> <https://app.mandala.digital/ws-mandala.html>
- [7] Sue Fostaty Young, Robert J. Wilson, 土持ゲーリー法一 (翻訳), 小野恵子 (翻訳). 「主体的学び」につなげる評価と学習方法—カナダで実践される ICE モデル. 東信堂, 2013
- [8] 「主体的な学び研究会」2019 年度活動報告書, ベネッセ教育研究所 > <https://berd.benesse.jp/feature/focus/25-ICE2019/>
- [9] 青木 成一郎, 小林 信三. Diamond Mandala Matrix を用いた反転学習教材による授業の実践例. 第 34 回天文教育研究会 2020 年天文教育普及研究会年會集録 2020 247-250 2020 年
- [10] 青木 成一郎, 小林 信三, 檜木 隆彦, 岡本 敏雄. デジタル Diamond Mandala Matrix を用いた宇宙における農業を題材とする協調学習型オンライン授業の実践例と分析. 情報教育シンポジウム論文集 2020(2020) 106-113 2020 年 12 月 12 日
- [11] 小林 信三, 檜木 隆彦, 青木 成一郎, 岡本 敏雄. Diamond Mandala Matrix (DMM) を用いた多言語協調型オンライン授業の設計と実践. 情報教育シンポジウム論文集 2021(2021) 170-177 2021 年 8 月 21 日
- [12] 小林 信三. 社会的メディア・サービスを取り入れたインフォーマルな学習の教授学的調査・検討・モデル構成, NAIS journal 16 34-40 2022 年 3 月
- [13] Nepal Ananda, Shinzo Kobayashi, A. K. Mishra, P. S. Aithal. Mandala in Operation of Web 3.0, International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education 220-229 2023 年 3 月 13 日
- [14] 青木 成一郎, 土持 ゲーリー・法一, 小林 信三, 小林 祐也. ICE ループリックによる大学オンライン授業の形成的アセスメントシステムの実践開発, 日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究(C) 2021 年 4 月 - 2024 年 3 月