

ChatGPT を用いた系統的学習の復習支援システム

Review Support System for Systematic Learning using ChatGPT

中村 和哉^{1*} 砂山 渡¹ 服部 峻¹
Kazuya Nakamura¹ Wataru Sunayama¹ Shun Hattori¹

¹ 滋賀県立大学 工学部

¹ School of Engineering, The University of Shiga Prefecture

Abstract: In recent years, the use of ChatGPT has been gaining momentum, and its application to education is being considered. In fields that require systematic learning that consists of multiple units, it is difficult for students to learn new content if they forget what they have learned. In fields that require systematic learning consisting of multiple units, students may not be able to learn new content if they forget what they have learned once. In this study, therefore, we have developed a system that allows students to obtain explanations of keywords that they do not fully understand, as well as to suggest units to review. The system also suggests units that should be reviewed.

1 はじめに

近年、社会の情報化が進んでいる中で ChatGPT が急激に世の中に普及し始めている。そこで「教育」に着目して、授業やインターネットで学んだ内容の中で、十分に理解できなかった箇所をなくしたいという課題を ChatGPT で解決できないかと考えた。

そのための解決策として、わからない箇所を ChatGPT に質問して教えてもらえるようにすること、また、質問した内容から推測される、復習が必要な単元を ChatGPT に提示してもらうことを考えた。

本研究では、上記の2点を実現する ChatGPT を用いたシステムを提案する。

ChatGPT を用いたシステム構築によって、学習分野を既存の教育分野に限ることなく、就職や結婚といった、多角的な情報を学んだ上で実施していくことが必要な分野を含めて学習可能にする。加えて、複数の単元からなる分野を学ぶ際に、理解が十分でなく欠けている知識があると、学習や理解が進まないといった事態が起こるため、復習が必要な単元を推定し、ユーザに提示することで系統的な学習を支援する。

また本研究で復習支援としているのは、最初に学ぶ際には、学習用の専門的な教材を利用して学んでもらうことを前提として、提案システムはあくまでも補助的な教材として利用してもらうことを想定していることによる。

2 関連研究

e-Learning 学習履歴を用いたドロップアウト兆候者早期抽出手法の提案と検証を行った研究 [1] がある。この研究では e-Learning の学習履歴と成績からドロップアウト兆候者を早期に発見し、対象者に関しては補習を行うことでプログラミングの授業におけるドロップアウト兆候者を支援している。この研究においては、支援する内容をあらかじめ人が用意しておく必要があるが、本研究では ChatGPT を用いることで、支援システムを容易に構築できる環境を提供する。

実際に SDGs の講義に ChatGPT を導入してみて SDGs 教育・ESD において大学生がどのように ChatGPT を用いることが効果的な学習につながるのかを明らかにすることを目的にした研究 [2] がある。講義で ChatGPT について説明した上で、グループワーク時の議論、講義後の個人課題時に ChatGPT を利用するか否かを選択させて、ChatGPT が学習の質にどう影響するか調べている。この研究では、SDGs を学ぶ上で発生する議論や、SDGs を学んだ後の課題の支援に ChatGPT を活用しているが、本研究では何かを学んでいるときに学習そのものを支援する。

また、復習支援に関する研究 [3] においては、デジタル教科書と課題管理システムの学習ログを活用したプログラミング学習支援システムを提案している。この研究においても、共通の学習項目のタグが付与された教科書と課題をあらかじめ人手で用意する必要があったが、本研究では復習すべき項目の推定を ChatGPT の API[4] を用いることで自動化する。

*連絡先： 滋賀県立大学 工学部
中村 和哉
〒 522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500
E-mail: on23knakamura@ec.usp.ac.jp

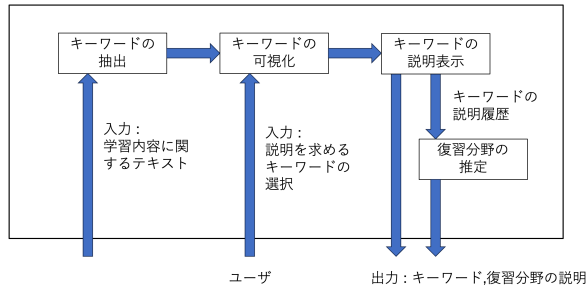


図 1: 系統的学習の復習支援システムの流れ

3 系統的学習の復習支援システム

本章では系統的学習の復習支援システムについて、学習内容における疑問点をどのように解消し、また、どのようにして復習支援をするのかについて述べる。なお本研究における「系統的学習」とは、学習分野において、学ぶべき項目(単元)が複数あり、それらを順序よく学習することを指す。

3.1 系統的学習の復習支援システムの概要

系統的学習の復習支援システムの流れを図1に示す。まず学習内容を表すテキストが入力として与えられる。その中から学習内容を理解する上で重要になるキーワードをハイライトして可視化する。ハイライトされたキーワードをユーザが選択するとそのキーワードの説明が表示される。さらに、その説明が理解できなかった場合は、質問したキーワードの履歴から復習すべき単元を推定して出力する。

3.2 入力：学習内容に関するテキスト

入力として与える学習内容に関するテキストは、授業の音声テキスト化したものや、インターネット上にある学習内容を記述したテキストとする。

3.3 キーワードの抽出

入力されたテキストに含まれる「学習内容を理解する上で重要になる単語」をキーワードとして抽出する。抽出対象とするキーワードは、英語や数学のような教育分野の学習においては、教科書の用語集などの単語をキーワードとして用いることができる。また、任意に設定する学習分野の学習においては、ChatGPTに「〇〇(分野や単元名を与える)を行う上で重要な要素やポイントを△個教えてください」と質問することで、キーワードを取得することができる。

三平方の定理は、直角三角形の辺の長さの関係に関する定理だ。

図 2: キーワードの可視化の例

表 1: キーワードの説明を生成するプロンプトの例

プロンプト
あなたは中学校3年生の数学の先生です。三平方の定理について数学が苦手な中学三年生に簡潔に説明してください。ただし回答には中学3年生で習う範囲までの知識を使って回答し、それが不可能な時は「回答できません」と出力して下さい。また、回答は質問された単語の意味や定義など必要最低限のものにして下さい

例えば、結婚活動を学習分野とする場合、「結婚活動をする際に重要な要素やポイントを10個教えてください」とChatGPTに質問する。結果として、「共通の価値観、コミュニケーション能力、相手への尊重、信頼関係の構築、金銭面の合意、感謝の意識、共通の目標と計画、愛情表現、プロポーズの計画」というキーワードが得られる。

3.4 キーワードの可視化

入力テキスト中のキーワードをハイライトして可視化する。図2にキーワードの可視化の例を示す。キーワードは前節で定義したように、「学習内容を理解する上で重要になる単語」であるため、この単語の意味がわからない場合に、説明を確認しやすくすることを意図している。

3.5 キーワードの説明表示

前節で可視化されたキーワードを、マウスでクリックすることで、その説明をChatGPTを利用して表示させる。説明を表示させるプロンプトの例を、表1に示す。

また、条件を与えて説明を再生成するプロンプトを、表2に示す。これらのプロンプトは、後述するインタフェースに設けられたボタンを押すことで機能する。

3.6 復習が推奨される分野の推定

ユーザが説明を求めたキーワード集合から、復習が推奨される単元を推定する。復習を推奨する単元を推定するために、単元間の学習順序を表す木構造を生成し

表 2: 条件を与えて説明を再生成するプロンプト

追加条件	プロンプト
もう少し易しく	(キーワード)について前回の回答をもう少し易しくしてください。前回の回答: (前回生成した説明)
もう少し詳しく	(キーワード)について前回の回答をもう少し詳しくしてください。前回の回答: (前回生成した説明)
具体例	(キーワード)の具体例を示してください。
応用例	(キーワード)の応用例を示してください。

表 3: 学習順序を尋ねるプロンプト

プロンプト
○○(学習分野)を学習する際に、(単元 A)と(単元 B)の2つの単元で、事前に学んでおかないともう片方が理解できないような単元はどちらですか。どちらを先に学んでも問題ない場合はどちらを先に学んでも良いと回答して下さい。

た上で、説明が求められた複数のキーワードの親ノードに与える単元を復習が推奨される単元として出力する。ツリー構造は、以下の手順で生成する。

1. 学習分野内の単元集合に対して、全ての単元のペアについて、表 3 の学習順序を尋ねるプロンプトを ChatGPT に与えてその回答を集める。
2. 順序が発生したペアについて、有向リンクを生成する。
3. 単元 A から単元 B に到達可能なパスが複数存在する場合、もっとも長いパスのみを残し、短いパスが含むリンクを削除する。

この手順で作成された学習分野「英語」のツリー構造を図 3 に示す。

3.7 学習支援インタフェース

本システムの学習支援インタフェースを図 4 に示す。

- ① 入力した学習内容テキストを表示する領域。キーワードをクリックして説明表示が可能。
- ② 質問した単語や復習内容の説明を表示する領域。
- ③ キーワード以外の単語を質問する入力フォーム
- ④ 質問履歴を表示する領域。

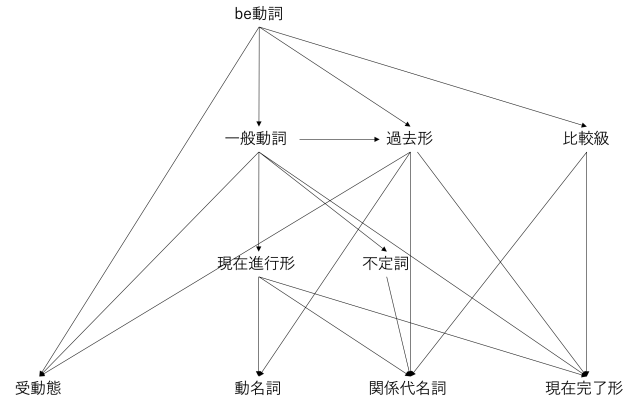


図 3: 学習分野「英語」のツリー構造

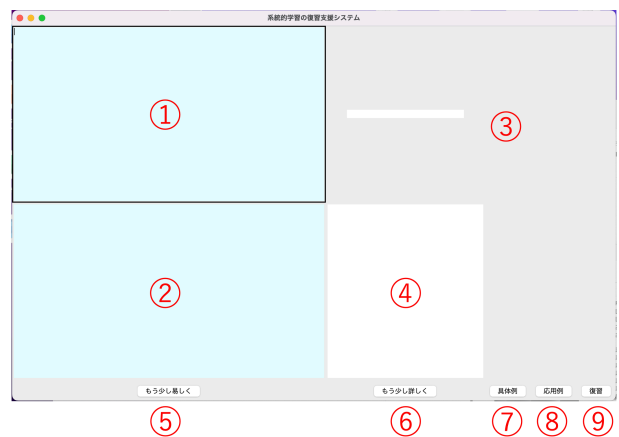


図 4: システムのインタフェース

- ⑤ 「もう少し易しく」ボタン
- ⑥ 「もう少し詳しく」ボタン
- ⑦ 「具体例」ボタン
- ⑧ 「応用例」ボタン
- ⑨ 「復習」ボタン

例えば、「自動車の運転」を学んでいる人が、キーワード「駐車の手順」をマウスでクリックすると、図 5 のように説明が 2 の領域に表示される。そして、「復習」ボタンを押すと、図 6 のように復習が推奨される単元の説明が同領域に表示される。

4 系統的学習の復習支援システムの評価実験

本章では、提案する系統的学習の復習支援システムが、学習を支援する効果があるかを確認するために行った実験について述べる。

質問：駐車の手順

回答：駐車手順は以下の通りです。

1. 駐車スペースを見つけます。スペースがあることを確認し、周囲の車や障害物に注意して近づきます。
2. ウィンカーを出します。駐車スペースの前に車を進める前に、方向指示器（ウィンカー）を出し、駐車を他のドライバーに示します。
3. 車をスペースに進めます。スピードを緩めながら、両側の車やスペースの適切な位置に注意しながら進みます。
4. 車体の位置を調整します。スペースに進んだ後、適切な位置に車体を調整します。スペースの中央に車を配置することを目指しましょう。
5. 車を止めます。ブレーキを踏んで車を停止させます。必要に応じて、パーキングブレーキを使用します。
6. エンジンを切ります。停止位置でエンジンを停止させます。

以上が基本的な駐車手順です。安全確認を忘れずにを行い、周囲の車や歩行者に配慮しながら駐車を行ってください。

図 5: 「駐車の手順」についての説明表示

復習したら良い内容：ブレーキの操作
 回答：ブレーキの操作は、自動車や自転車などの乗り物の速度を減速または停止するために行う操作です。ブレーキを踏むことで、車輪にかかる摩擦や圧力が増加し、乗り物の運動エネルギーを減少させます。これにより、乗り物の速度を制御することができます。ブレーキの操作は安全運転に欠かせないものであり、必要な場面や状況に応じて適切に行う必要があります。

復習したら良い内容：標識の理解
 回答：標識の理解とは、特定の情報やメッセージを伝えるために設置された標識の内容や意味を正確に理解することです。標識は道路や公共の場などでよく見られるもので、交通ルールや安全に関する指示、施設の案内、警告、禁止事項などの情報を提供します。標識を正しく理解することは、交通事故や危険な状況を避けるために非常に重要です。標識の形状、色、図案、テキストなどの要素が使用されており、それらを適切に解釈することで、標識が示す意味や目的を正確に把握することができます。

復習したら良い内容：アクセルの操作
 回答：アクセルの操作には以下の意味があります。

1. アクセルを踏み込む：車の速度を上げるためにアクセルペダルを踏み込みます。踏み込む量に応じてエンジン出力が増え、車の速度が上昇します。
2. アクセルを離す：アクセルペダルから足を離し、エンジンの出力を抑えます。これにより車の速度を下げることができます。
3. アクセルを踏む深さを調整する：アクセルペダルを踏む深さを調整することで、車の速度を微調整することができます。アクセルを踏む深さを増やせば加速し、減らせば減速します。
4. アクセルを完全に踏む：アクセルペダルを最も深く踏み込み、エンジンの最大出力を引き出します。これは、

図 6: 復習が推奨される単元の説明表示

4.1 実験手順

12名の大学生の被験者に、表4に示す5つの学習分野について、「説明対象とした単元」についての説明文を読んでもらい、提案システムを利用してもらった上で、以下の2つの課題を行ってもらった。

1. 「説明対象とした単元」についてあなたが理解した内容を100字以内で回答してください
2. 「特定の単元」を理解していない相手に「説明対象とした単元」について説明する内容を100字以内で回答してください

5つの学習分野のうち、「英語」と「プログラミング」は、教育系の分野として用意した。また、「結婚」「自転車の運転」「ダイエット」は、教育系以外の分野で、実施に一定の手順を要する分野として用意した。表5に各学習分野が含む単元を、図7にシステムによって構築された学習分野「ダイエット」における学習順序を表すツリー構造を示す。

4.2 実験結果

表6に単元「カロリーの消費」の説明文の回答例を示す。このように得られた説明に文に対して、あらか

表 4: 実験に用いた学習分野と「説明対象とした単元」および「特定の単元」

学習分野	説明対象とした単元	特定の単元
英語	現在完了形	一般動詞
プログラミング	配列変数	変数
結婚	信頼関係の構築	自己分析
自動車の運転	駐車の手順	ブレーキの操作
ダイエット	カロリーの消費	適切な運動

表 5: 実験に用いた学習分野における単元

学習分野	単元
英語	be動詞, 一般動詞, 現在進行形, 過去形, 不定詞, 動名詞, 比較級, 受動態, 現在完了形, 関係代名詞
プログラミング	標準入力, 標準出力, 変数, 条件分岐, 繰り返し, 配列変数, 多重ループ, main関数, 引数, 戻り値
結婚	コミュニケーション能力, 自己分析, 身だしなみ, 家族との関係, 相手の分析, 金銭面の合意, 信頼関係の構築, プロポーズの計画, 共感力, 愛情表現
自動車の運転	交通法規の理解, アクセルの操作, ブレーキの操作, 注意力, 標識の理解, 駐車の手順, 車線変更の手順, 予測力, 速度管理, 車両の点検
ダイエット	目標設定, 栄養バランス, 摂取カロリー, 食事のタイミング, カロリーの消費, 適切な運動, 外食時の工夫, 適切な食事量, ストレス管理, 食事記録の作成

じめ用意した表7に示す各単元の説明に必要と考えられるキーワード（類義語を含む）を、全て含む説明文を作成した人数を表8に示す。また、

12名の全被験者に対して、多くの単元において過半数の人が必要な単語をすべて含む説明文を作成できており、一定の効果があったことが確認できる。単元「配列変数」の説明においては、被験者が全員プログラミングを学習しており、普段からプログラミングを行っていたことから、十分な説明を行うことができたと考えられる。一方で、単元「駐車の手順」と「信頼関係の構築」においては他の学習分野に比べて効果が高くなかった。これは、自動車の運転や結婚に向けた活動は、知識のみで実行できるものではなく経験を必要としたこと、また特に結婚においては、まだ活動の経験がなかったことなどが影響したためと考えられる。しかし、そのような経験が少ない分野においても、約半数の人が説明文を作成できたことには意味があると考えられる。

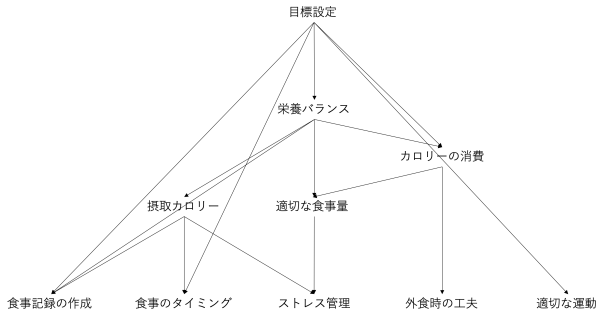


図 7: 学習分野「ダイエット」における学習順序を表すツリー構造

表 6: 単元「カロリーの消費」の説明文の回答例

課題	作成された説明文
自分が理解した内容	カロリーの消費とは、摂取した食物をエネルギーとして利用する過程で消費されるカロリーの量のこと。基礎代謝と運動によってカロリーを消費することができ、消費カロリーを増やすことでダイエットができる。
相手に説明する内容	ダイエットにおけるカロリーの消費は適切な運動を意識することが大切である。ここで適切な運動とは、有酸素運動や筋力トレーニングのことであり、体重を減らすだけでなく、筋肉をつけたり、基礎代謝向上にもつながる。

5 結言

本研究では、ChatGPTを用いた系統的学習の復習支援システムを提案し、その効果を実験により検証した。提案システムでは、既存の学習分野はもとより、系統的な学習が想定される任意の学習分野においても、その復習を促すことができ、実験により一定の効果がある可能性を確認した。

今後の課題としては、現在手動で行っている、学習分野における単元やキーワードの設定の自動化が挙げられ、最終的に学習分野のみを与えるだけで、その分野の系統的な復習を可能にするシステムとしていきたい。それにより、学習教材を提供する人の調整が不要となるため、学習者が任意の学習分野を選択して、自由に学習（復習）していくことができるようになると思われる。

本研究では、復習支援を念頭に置いたシステムとしたが、結婚活動のような任意の学習分野を設定するには、必ずしも最初の学習用の教材が存在しないことも考えられる。そのため、そのような分野の学習においては、最初の学習においても活用できるような教材を作成するにも、本システムが活用できる可能性もあ

表 7: 各単元の説明に必要なと考えられるキーワード

単元	自分の理解	相手への説明
現在完了形	過去分詞, 現在, 過去	動作, 状態, 現在, 過去
配列変数	連続的, 格納	型, データ, まとめる
信頼関係の構築	尊重, コミュニケーション	理解, 自分
駐車の手順	安全確認, ブレーキ	安全確認, ペダル, 踏む
カロリーの消費	運動, 代謝	有酸素運動, 筋力トレーニング

表 8: 各単元の説明に必要な単語をすべて含む説明文を作成した人数

単元	現在完了形	配列変数	信頼関係構築	駐車手順	カロリーの消費
自分が理解した内容	7	12	7	7	9
相手に説明する内容	8	9	6	4	11

ると考えている。

参考文献

- [1] 高岡詠子, 大澤佑至, 吉田淳一: e-Learning 学習履歴を用いたドロップアウト兆候者早期抽出手法の提案, 検証および今後の可能性, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3080 – 3095 (2011)
- [2] 平本督太郎, 亀田樹, 島田高行: SDGs 教育・ESD における大学生の ChatGPT を用いた主体的な学習方法に関する基礎的研究, Beyond SDGs イノベーション研究, Vol.4, No.6, pp.1 – 14 (2023)
- [3] 落合初音, 田中昂文: デジタル教科書と課題管理システムの学習ログを活用したプログラミング学習支援システム, 電子情報通信学会技術研究報告 (KBSE), Vol.123, No.124, pp.76 – 81 (2023)
- [4] ChatGPT API: (URL) <https://openai.com/blog/introducing-chatgpt-and-whisper-apis> (2024年2月27日確認)