

創造技法と進捗管理を用いた自律学習支援システムの提案

三浦幸太郎^{†1} 由井蘭隆也^{†1}

概要: 現在, 世界中で情報技術を活用した学習, eラーニングが急速に浸透している. eラーニングは時間, 空間の制限がなく, いつでもどこでも, 低コストで学習できるメリットがある. しかし現在のeラーニングシステムは, 先生が主体となったシステムがほとんどである. 学習者へ知識を伝えるプロセスと, 学習者の理解度を確認するプロセスを支援するシステムは充実しているが, その中間にある学習者が得た知識を元に「自らまとめ, 考え, 答えを見つける」というプロセスを支援するシステムや研究事例は少ない. そこで今回, 学習者の視点に立って, 「自らまとめ, 考え, 答えを見つける」プロセスに適した学習モデルとして, 自律的な学習を支援する創造技法と自身の学習進捗を管理する仕組みを持つ学習支援システムを提案する.

キーワード: eラーニング, 学習支援システム, 自律学習, 創造技法, 収束的思考

Proposal for Self-directive Learning Support System using Creative Techniques and Progress Management.

KOTARO MIURA^{†1} TAKAYA YUIZONO^{†2}

Abstract:

Currently, e-Learning, utilization of information technology for learning, is rapidly spreading around the world. e-Learning has a great merit that students can learn at low cost, anytime and anywhere. Most of current e-learning systems support the process of acquiring knowledge and the process of confirming comprehension degree, and then they are teacher-based systems. The process of organizing, thinking and finding answers by using the gained knowledge is important for deep learners. There are few systems supporting the process. In this research, we will propose self-directive learning support system utilizing creative techniques and progress management from the viewpoint of learner.

Keywords: e-Learning, Learning Support System, Self-directive Learning, Creative Techniques, Convergent Thinking

1. はじめに

現在, 世界中で情報技術を活用した学習であるeラーニングが急速に浸透している. eラーニングは時間, 空間の制限がなく, いつでもどこでも, 低コストで学習できるメリットがある. 既に学校教育, 社員教育, 学習塾, 資格取得学校など幅広い分野で活用されている. しかしながら, 現在のeラーニングシステムは, 先生が主体となったシステムがほとんどである. そのため学習者へ知識を伝えるプロセス(講義)と, 理解度を確認するプロセス(テスト)を支援するシステムは充実してきているが, その中間にある学習者が得た知識を「自らまとめ, 考え, 答えを見つける」というプロセスを支援するシステムや研究事例は少ない. 現実の教室であれば, 学んだことを自分でノートに書いてまとめるというプロセスがある. しかしeラーニングの場合, そのプロセスの支援が十分に考慮されていない状況である.

また最近ではアクティブラーニングと呼ばれる学習者中心の新しい学び方が注目されている. アクティブラーニ

ングは広義に「学生の自らの思考を促す能動的な学習」と定義されている[1]. これは従来の学習のようにただ知識を詰め込むのではなく, 学習によって得られた知識やアイデアを既存の知識や経験と紐付け, 自分の考えを形成していく学習である. また近年ではアクティブラーニングにおける創造技法の活用が期待されており, 研究も活発になっている[2]. しかしながら従来の研究では, グループで行う協調学習における創造技法が議論の中心となっており, 学習者個人の自律的な学習における創造技法の活用という視点が欠けていた. また創造技法の多くは紙を使用することを前提しており, デジタル機器の活用を前提とした創造技法の柔軟な実践は少ない.

そこで本研究では, これらの状況を踏まえ, 学習者の視点に立って, 自らまとめ, 考え, 答えを見つけるプロセスに適した学習モデルとして, 自律的な学習を支援し, デジタルの特性を生かした創造技法と, 自身の学習目標・課題や学習進捗を管理する仕組みを取り入れた学習支援システムの提案を行う.

^{†1} 北陸先端科学技術大学院
Japan Advanced Institute of Science and Technology

2. 関連知識

2-1. 学習の種類とアクティブラーニング

イギリスの教育心理学者、Noel Entwistle によると、学習には浅い学び(Surface Learning)と深い学び(Deep Learning)の2種類があるとされている。浅い学びとはただ授業で単位を取るために、形式的な知識のみを暗記しようとする学習で、深い学びとは知識と知識、もしくは知識と自らの経験を結びつけ、概念を理解しようとする学習である。また浅い学びは外発的な動機づけが強く、深い学びは内発的な動機づけが強いことを指摘している [3][4]。

また Keith R. Sawyer は深い学びに必要なものとして、学習者が新しいアイデアや概念を既有知識や先行経験と関係づけること、学習者がパターンや基礎となる原則を探ること、学習者自身の理解と学習過程を振り返ることなどを挙げている[5]。

2012年の中央教育審議会による「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」では、「生涯にわたって学び続ける力、主体的に考える力を持った人材は、学生からみて受動的な教育の場では育成することができない。従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修（アクティブ・ラーニング）への転換が必要である。」[6]と述べられている。このような学習においては、必要とされる e ラーニングシステムの性質も大きく変わっていくことが予想される。

学習の形態は空間、主導者の2軸で考えた場合、「教室内先生主導型」、「教室内学習者主導型」、「教室外先生主導型」、「教室外学習者主導型」の4つに分かれる。教室外学習者主導型の代表的な学習としては、PBL (Problem Based Learning) が挙げられる。PBL は1960年代に医療教育の現場で誕生した学習方法で、学生中心の教育を促進することを目的としている[5]。PBL の大きな特徴は、取り組む問題を自らが設定し、問題解決に向けて能動的に学ぶ、自己主導型学習 (Self-Directive Learning) にあるとされている[5]。また PBL においては、既存の理解に新しい知識の関連付けを行うことや、知識を注意深く抽象化することが大切とされている[5]。

2-2. 創造技法に関する関連知識

創造技法とは様々な問題を創造的に解決するために用いられる技法のことである。アメリカの心理学者、Joy P. Guilford によると、人間の思考には発散的思考 (divergent thinking) と、収束的思考 (convergent thinking) が存在する

とされている。発散的思考は、さまざまなアイデアを発散させるときの思考の働きをさしており、収束的思考は、ばらばらなアイデアの集まりをまとまりのあるものに集約化していくときの思考の働きを指している[7]。発散的思考を行う創造技法としては Alex F. Osborn の考案したブレインストーミングや、マインドマップが広く知られており多くの分野で活用されている。収束的思考を行う創造技法としては、国内では文化人類学、川喜田二郎が考案した KJ 法が広く知られており、企業研修や、学校教育、ワークショップなどで広く活用されている[a]。また国内で開発された収束的思考を行うソフトウェアのほとんどが KJ 法を参考にしたものである。

発散的思考や収束的思考を行う創造技法を学習に活かす試みは1980年代から行われ、特にグループによる協調学習の分野での活用が多く見られる。例えば、Covis, ReCoNote, SemseMaker, 及び CSILE などの協調ノートシステム研究では、学習知識を関連付ける相互リンク機能によって共有学習知識の体系化を目指している[8]。また宗森らの開発した発想支援グループウェア、GUNGEN では、KJ 法の全てのプロセスをコンピュータ上で再現し、協調学習に活用しており、従来の紙を使った KJ 法と比較して、同程度の効果が得られることが実験によって明らかになっている[9]。また高橋が2012年から2016年に、教員免許講習参加者を対象に行った「創造技法のアクティブ・ラーニングへの活用」の調査では、524人の参加者のうち、301人が発散技法を、149人が収束技法を授業に活用したいと答えている[10]。

2-3. アイディアの可視化

創造技法で紹介した KJ 法はアイデアを可視化することで視覚操作できる技法といえる。これに近い可視化の方法として、教育分野では概念マップ (Concept Map) が知られている[11]。概念マップは1970年代に Joseph D. Novak らが開発したもので、学生の科学的知識を表現する手段として考案された。概念マップでは図1のように概念と概念をラベル付きの矢印で連結し、全体として上から下へと分岐していく構造となっている。見た目はマインドマップと類似しているが、マインドマップは一つのテーマを中央に設定し、中央から放射状に枝が伸びているのに対して、概念マップは、より多様な構造となっている。また概念マップも他の創造技法と同様に、創造性を促進する作用があるとされている。

1993年に皆川が行なった、理科教育に概念マップを活用した実験では、概念マップを作成した場合と、そうでない場合とで、被験者の認知構造に違いが表れることが明らかになった[12]。例えば、学習にかかる時間が少ない場合、概

a) KJ 法は、川喜田研究所の登録商標です

念マップを作成しない実験群の方が、試験の正答率が高い。一方、学習時間が長い場合には、概念マップを使用した実験群の方が、正答率が高い。つまり、学習時間が被験者の認知構造へ影響していることを示唆している。

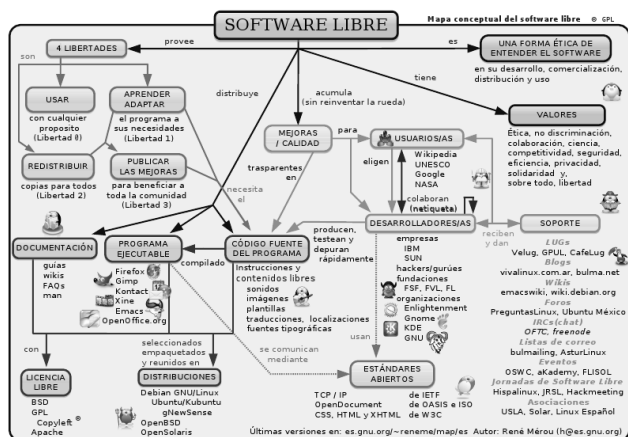


図 1 概念マップの例 [12]

Figure 1 An example of Concept Map

2.4. 学習進捗の記録

組織の創造性研究で知られる Teresa M. Amabile は「進捗の法則」において、「社員の創造的なパフォーマンスを促すには、その人のインナー・ワーク・ライフ（感情、モチベーション、認識の相互作用）の質を高める必要がある。（中略）インナー・ワーク・ライフのバランスを取るために最も重要なことは、有意義な仕事の「進捗」を着実に図ることである。そのような進捗を感じる頻度が増えれば増えるほど、知的労働者の生産性は長期的に高まる」と述べている [13]。これは企業における社員の創造的なパフォーマンスについて述べたことだが、学習プロセスにおいても同様のことが言える可能性がある。

3. 学習支援システムのコンセプト

3-1. システムの目的

本システムは自律的な学習を支援することを目的としている。具体的には学習者が自らの学習目標、課題を設定し、創造技法を用いて学習ノートを作成することによって、図 2 の右側で示したように現在の e ラーニングに不足している、自らまとめ、考え、答えを見つけるプロセスの支援を行う。

一般に学習は、講義やテキストなどから情報を得て、自らの知識や考えとし、テストなどで理解度を確認するという一連のプロセスから成り立っている。今回提案する学習支援システムでは講義やテキストなどで得られた断片的な

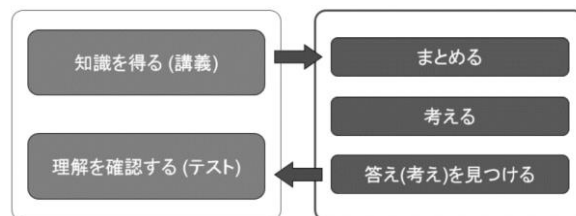


図 2 学習支援システムの対象とするプロセス

Figure 2 The coverage of the Learning Support System

知識を、自らの知識に関連付けながら、収束的思考法を用いてまとめ、原理原則の発見や、概念的な知識へと昇華させることを目指している。Entwistle や Sawyer の言う深い学びを支援するシステムである。また自律的な学習を支援するという観点から、何のために学習を行っているか（学習目標）、その為には何を行えばいいか（課題）、現在どのような学習状況か（学習進捗）を意識できるよう、学習目標・課題の設定と、進捗管理の管理を行う機能を搭載する。知識の習得や形式的な評価は目的としていないため、通常の LMS（Learning Management System）に搭載されているような、e ラーニングコンテンツの作成、配信システムや、テストの作成、実施機能は含まれていない。システムで管理する情報は図 3 に示す階層構造となっており、上から順番に学習目標、課題、ノートの層から構成される。その階層構造において「進捗管理」は課題に紐づく進捗情報の管

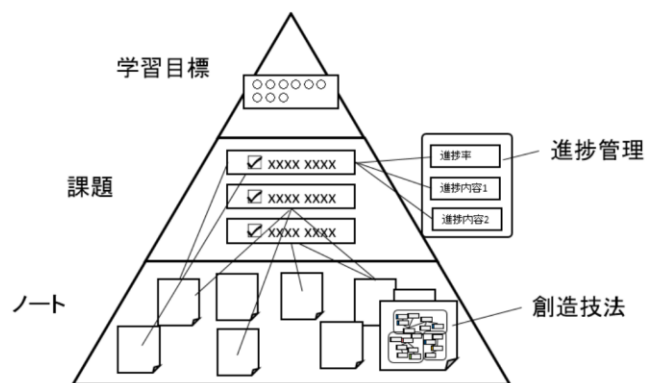


図 3 学習モデルにおける創造技法と進捗管理の役割

Figure 3 The role of creative techniques and progress management in the learning model.

理、「創造技法」はノート作成の役割を担っている。

3-2. KJ 法モデルの柔軟化

KJ 法は「カード作成」、「カード編成」、「図解化」、「文章化」の 4 つのステップから構成されている。この手順は原則として不可逆的となっている。これは KJ 法が紙をペー

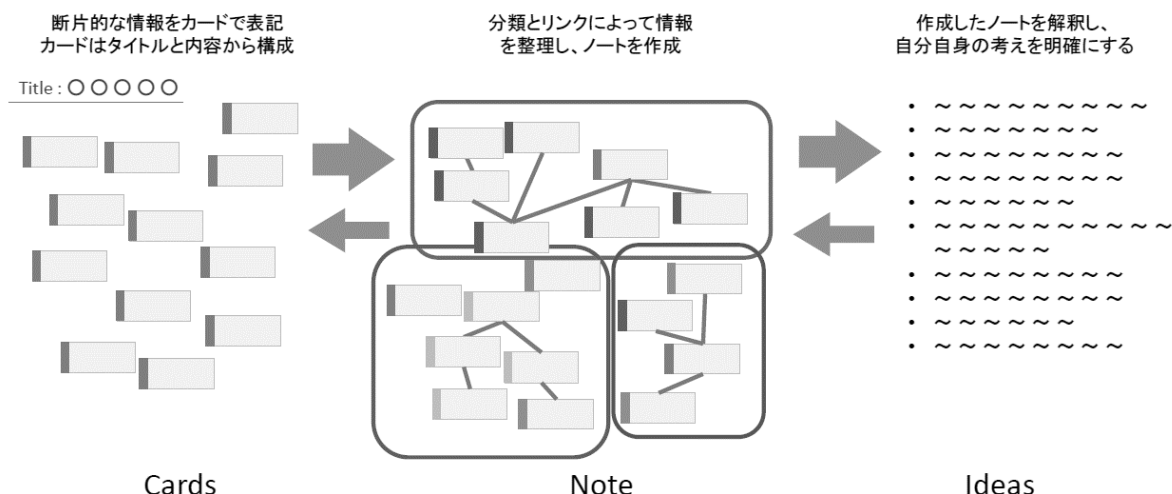


図 4 学習支援システムにおける収束的思考モデルの案

Figure 4 The configuration of Learning Support System.

スに行うことを前提としていることが大きいと考えられる。

今回開発する学習支援システムでは、図 4 で示したように、既存の KJ 法のモデルを参考にしつつも、デジタルの特性を生かした新しいモデルを採用する。まず KJ 法の各ステップを内包するが、各ステップを自由に行き来できるように設計を行う。例えばカード編成、図解化の作業の段階でもカードを追加・変更を可能とする。その為、カード編成と図解化は分離せずに、カードの編成がそのまま図解化として利用可能なモデルを採用する。また文章化はまとまりのある文章ではなく、箇条書きの散文的な文章も許容する。このようなモデルを採用することによってより柔軟性のある収束的思考を促す。

杉山は KJ 法を参考したシステムを作る上での課題として、ウェット支援を挙げている。これは KJ 法には精神性や、物理的な空間における手作業という泥臭い過程があり、それらが創造的な思考力の原動力となっている考え方が存在する為で[3]、コンピュータ上のシステムでも重要な問題と思われる。そこで本システムでは全ての情報をデジタル化するのではなく、紙の情報を写真として取り込む機能や、手書きの文字や図を直接書き込む機能を検討している。

3-3. 進捗の変化のリアルタイム表示

自律的な学習とモチベーションの維持という観点から、自身の学習の状況を客観的に把握する必要がある。そこで本システムでは、学習目標と、その目標を達成するために必要な課題を、学習者自身が設定し、随時変更できるようにする。また課題に進捗が発生した場合には、進捗率の更新と、進捗内容の追加を行う。ノートの内容を変更した場合には、ノートの変更日時、変更量、変更に必要な時間を

自動的にシステムに記録し、学習量の定量的な指数の一つとして扱う。日々の進捗と学習量の変化を時系列にリアルタイムに可視化することによって、日々の学習の進捗が実感できるようにする。

3-4. 利用方法

利用方法としては学習者が、学習支援システムにログインを行い、最初に学習目標と課題を設定する。次に課題を行うことによって得られた知識をまとめるために必要なノートの作成を行う。作成したノートを開くと、ページ一覧とカードの追加ボタンが表示され、カードに対して断片的な知識を書き込む。カードは自由に配置することができ、他のカードと関連付けることが可能である。またカードのまとまりをグループとしてまとめる機能も有する。カードはリッチテキストエディタを使用してテキスト情報だけではなく、画像、他のノートや外部のサイトへのリンクも入力可能とする。またノートに対して直接文章を追加することも可能とする。

4. システムの開発状況

4-1. 学習支援システムのベースとなるシステム

既に第一著者が開発、公開済みである iroha Note をベースに学習支援システムの設計を行う。iroha Note は 2009 年に開発したマルチプラットフォームで動作するノート作成ソフトウェアで、累計で 50 万回以上（2017 年 6 月時点）ダウンロードされ、世界中に利用者が存在する。iroha Note は Windows, Mac で動作するデスクトップ版, iOS, Android で動作するアプリ版, ブラウザ上で動作するクラウド版に

によって構成されている。本研究で開発する学習支援システムは、クラウド版である iroha Note Cloud をベースに仕様の検討を行っている。

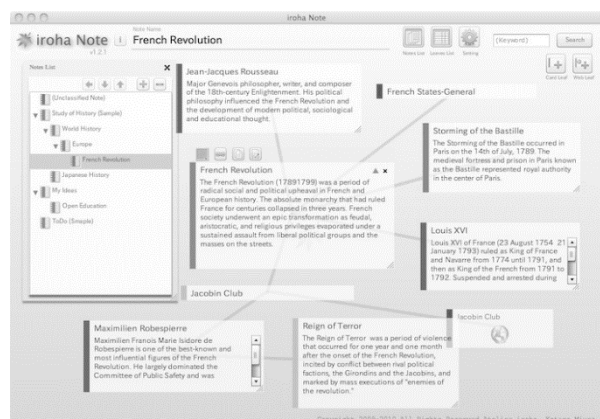


図 5 iroha Note の画面イメージ

Figure 5 The screen image of iroha Note.

表 1 学習支援システムの機能一覧

Table 1 The function list of Learning Support System.

利用者	機能名	説明	役割
学習者	学習目標の設定機能	学習者自身が学習目標の設定を行う。	A
	課題の管理機能	学習目標の達成に必要な具体的な課題を作成する。	A
	進捗の追加機能	課題に対して進捗率の更新、進捗内容の追加を行う。	A
	ノート一覧表示	過去に作成したノートの一覧表示を行う。	B
	ノート編集機能	カード形式で文章を作成し、カード同士の関連付けを行う。	B
	ノート検索機能	過去に作成したノートのキーワード検索を行う。	B
	ローカル編集機能	オフライン時などにローカル環境で編集を行う。	B
	クラウド連携機能	ローカル環境のノートをクラウド環境へ転送、もしくはクラウド環境のノートの編集を直接行う。	B
	ノートの変更履歴の表示機能	ノートの変更量、変更時間の変化を時系列に表示する。	B
管理者	ユーザ管理	システムの利用者の登録、権限の設定を行う。	-
	グループ管理	ユーザの所属するグループの管理を行う。	-
	お知らせ管理	学習者へ通知するお知らせの管理を行う。	-
	ノート検索	学習者が作成したノートを、キーワードや日時によって横断的に検索を行う。	-

A・・・進捗管理に関連する機能

B・・・創造技法に関連する機能

4-2. システムの開発について

システムの開発はデータの共有性を重視し Web アプリケーション型とし、またより操作性・機能性を向上させたクライアントアプリの開発を予定している(図6)。Web側のアプリケーションはLAMP(Linux, MySQL, Apache, PHP)環境で開発を行い、主要なブラウザで利用できるものとする。クライアントアプリはクロスプラットフォーム性を重視し、JavaScriptを主要な開発言語とし、スマートデバイス側はCordova[14]、PC側にはElectronをベースとした開発を検討する[15]。またサーバサイドのプログラムとフロントサイドのプログラムは分離可能とし、サーバサイドとフロントサイドの通信にはRestful APIを採用し、データの形式はXMLもしくはJSONとする。またクライアントアプリはオフライン時に、ブラウザ上のWeb Storageにノートの内容などのデータを一時的に記録できるものとする。

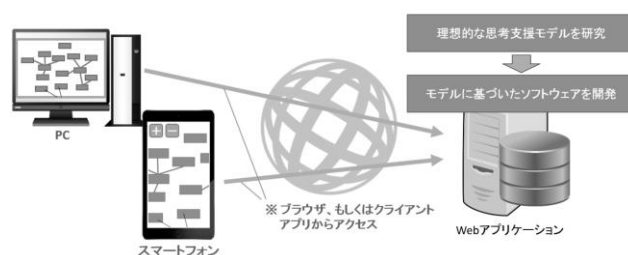


図 6 学習支援システムの構成

Figure 6 The configuration of Learning Support System.

5. 考察

5-1. 提案システムが支援する学習について

文部科学省の発行した「総合的な学習時間について」によると、総合的な学習における探求的な学習の重要性を述べており、その学習プロセスとして「課題の設定」「情報の収集」「整理・分析」「まとめ・表現」の4つを挙げている[16]。これは今回提案した学習支援システムの一連のプロセスとも合致しており、総合的な学習において活用が見込めると考えられる。

本システムは自律的な学習を支援するという観点から、先生主導型ではなく、学習者主導型を想定している。教室内の学習は授業という時間的な制約が存在する。関連知識で述べた概念マップを活用した実験でも、学習にかかる時間が少ない場合には、概念マップを使用した実験群の方が概念マップを使用しない実験群よりも正答率が低いという結果が出ており、比較的時間的な制約の少ない教室外の学習において学習支援システムの利用を行うことが望ましい。これらのことから本システムは「教室外学習者主導型」の学習に適しているものと考えられる。

関連知識で述べたように教室外学習者主導型の代表的

な学習として PBL が挙げられる。取り組む問題を自らが設定し、問題解決に向けて能動的に学ぶ、自己主導型学習 (Self-directive Learning) という PBL の学習の特徴は、本システムの特徴とも合致しており、活用が見込めるものと考えられる。

5-2. 技術的な課題

開発予定の学習支援システムにはいくつか技術的な課題が残されている。

(1) オフライン作業

学習者の環境によっては一時的にインターネットに接続ができない状況も考えられる。実際、現行の iroha Note Cloud の利用者からはオフライン作業をサポートしてほしいという要望が多数寄せられている。本システムでは、ノートの作成など特定の機能についてオフライン作業の検討を行う。具体的にはオフライン作業にはクライアントアプリを使用する。クライアントアプリには HTML5 と JavaScript で実装されたクラウド環境と同等のノート管理機能を用意し、一時的にノートの内容をアプリに内蔵されたブラウザの Web Storage に記録する。その後、オンライン時に作成したノートを上アップロードする。またオンライン時にクラウド上のノートローカル環境へダウンロードする機能も検討している。しかしながらオフライン作業ではクラウド上のノートとローカルのノートの内容の衝突が起きる可能性があるため、データの更新フローについて詳細な設計を行う必要がある。

(2) 数式の取り扱い

数学や物理などの学習分野では、ノート作成時に数式を使用することが重要となる場合がある。数式は文字と違ってフォントのみで表現することができない。その為、画像もしくは数式エディタなどを使用してデータを保存する必要がある。画像形式として保存した場合、後から編集ができなくなるため、できれば数式エディタを搭載することが望ましい。数式を文字で記述する方法としては LaTeX が一般によく知られているが、Web ブラウザ上では MathML (Mathematical Markup Language) と呼ばれるマークアップ言語も知られている。また最近では Web Equation など手書きの文字を LaTeX や MathML に変換する技術も登場している。

6. おわりに

本論文では、現在の e ラーニングシステムに不足しているプロセスについて問題提起し、収束的思考モデルに基づいた創造技法と、学習の進捗管理を活用した自律的な学習支援システムの提案を行った。また本システムの活用が見込まれる学習の形態と、技術的な課題について考察を行った。

今後、システムの開発を進め、研究室活動への適用を検討する予定である。

参考文献

- [1] 溝上慎一. アクティブ・ラーニング導入の実践的課題, 名古屋高等教育研究. 2017, vol. 7, no. 3, p. 269-287.
- [2] 西浦和樹, 國藤進. SIG 設立と「アクティブ・ラーニング」に関する創造性教育研究の最新動向, 日本創造学会論文誌. 2016, vol. 20, p. 1-3.
- [3] Noel Entwistle. Promoting deep learning through teaching and assessment, ESRC Teaching and Learning Programme. 2000.
- [4] 青木久美子. 学習スタイルの概念と理論—欧米の研究から学ぶ, メディア教育研究. 2005, vol. 2, no. 1, p. 197-212.
- [5] Keith R. Sawyer. 学習科学ハンドブック 第二版 第2巻: 効果的な学びを促進する実践/共に学ぶ, 北大路書房. 2016.
- [6] 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて ～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～, 中央教育審議会. 2012.
- [7] 杉山公造. 収束的思考支援ツールの研究開発動向, 人工知能学会誌. 1993, vol. 8, no. 5, p. 568-574.
- [8] 國藤進. 発想支援と協調学習, 人工知能学会誌. 2008, vol. 23, no. 2, p. 200-209.
- [9] 宗森純, 堀切一郎, 長澤庸二. 発想支援システム郡元の分散協調型 KJ 法実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌. 1995, vol. 35, no. 1, p. 143-153.
- [10] 高橋誠. アクティブ・ラーニングに「創造技法」をどう活用すべきか, 日本創造学会論文誌. 2016, vol. 20, p. 11-15.
- [11] “概念地図”. <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%A6%82%E5%BF%B5%E5%9C%B0%E5%9B%B3>, (参照 2017-09-20).
- [12] 皆川順. 理科の概念学習における概念地図完成法の効果に関する研究, 教育心理学研究. 1997, vol. 4, no. 4, p. 464-473.
- [13] Teresa M. Amabile. 進捗の法則, Diamond Harvard Business Review. 2012, vol. 37, no. 2, p. 40-55.
- [14] “Cordova”. <https://cordova.apache.org/>, (参照 2017-09-20).
- [15] “Electron”. <https://electron.atom.io/>, (参照 2017-09-20).
- [16] 文部科学省. 今, 求められる力を高める総合的な学習の時間の展開 (高等学校編), 教育出版株式会社. 2013.