

# 学習者の思考文脈に基づく教材検索機構を有する イシュー思考型学習支援システムの実現

豊島 有香<sup>†</sup> 林 康弘<sup>††</sup> 清木 康<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

<sup>††</sup> 帝京平成大学健康医療スポーツ学部 〒290-0193 千葉県市原市うるいど南 4 番 1 号

E-mail: †{y10440,kiyoki}@sfc.keio.ac.jp, ††yasuhiro.hayashi@thu.ac.jp

**あらまし** データが人類の創造的活動の対象になった現代においては、イシュー思考型人材が求められている。イシュー思考型人材とは、問題解決へのアプローチの本質的な意味を判断し、行動できる人材のことである。本稿では、学習者の思考文脈に基づく教材検索機構を有するイシュー思考型学習支援システムの実現について示す。本システムは、ある問題解決を行う上で、学習者に「何を考え」、「何を論じるべきか」を熟考させ、「考え、論じる目的」を特定させるイシュー思考の支援を行う。この支援のために、本システムは、様々な角度からの計量によって学習者の思考文脈の価値を判定する思考文脈ベクトル空間と同空間に写像される学習者の思考文脈と教材群との類似度計量機構を実現する。さらに、本システムは、学習者の学習状況の蓄積・分析機能、および、他者との議論を可能とする掲示板機能を有する。これらにより、本システムは、思考文脈および学習の可視化を図ることを可能とする。

**キーワード** 思考文脈、教材検索、イシュー思考、eポートフォリオ、eラーニング

## 1. はじめに

私たち人類にとっての最大のミッションは、地球規模での自然および社会環境を永続的に維持・改善することである。このミッション達成のために、“イシュー (issue) 思考” が最重要である。“イシュー思考” とは、「何を考え」、「何を論じるべきか」を熟考し、「考え、論じる目的」を特定する思考方法である。イシューの特定が見当違いでは、どのような論理であっても意味がない。

本研究では、学習者の思考文脈に基づく教材検索機構を有するイシュー思考型学習支援システムを提案する。本システムは、ある問題解決を行う上で、学習者に「何を考え」、「何を論じるべきか」を熟考させ、「考え、論じる目的」を特定させるイシュー思考の支援を行う。この支援のために、本システムは、様々な角度からの計量によって学習者の思考文脈の価値を判定する思考文脈ベクトル空間と同空間に写像される学習者の思考文脈と教材群との類似度計量機構を実現する。さらに、本システムは、学習者の学習状況の蓄積・分析機能、および、他者との議論を可能とする掲示板機能を有する。

関連研究として、eラーニングシステムおよびeポートフォリオシステムが挙げられる。eラーニングシステムは、コンピュータ上での学習を可能とし、多くの教育機関および企業にて導入されている [1]。学習者は、学習コンテンツを視聴することにより、いつでもどこでも学習が可能である。eポートフォリオシステムは、「学習者自身が学びのプロセスや成果を示す資料・コンテンツ等を継続的に蓄積したもの」である [2]。eポートフォリオの活用により、学習者は、自らの学習を振り返ることが可能となり、教員の指導によってさらに学習を深化させることができる [2]。また、教員は、一人一人に合った指導ができる [2]。

学習者の学習効果を高めるために、eラーニングシステムおよびeポートフォリオシステムにより蓄積される学習履歴データを分析する学習分析 (ラーニングアナリティクス) の研究が盛んに行われている [3]。

本研究と関連研究との違いは、ベクトルデータとして表現される学習者の思考文脈を様々な角度から計量し、その思考文脈に価値があるか判定する点にある。従来のeラーニングシステムは、学習者の知識習得を目的としており、イシュー思考を支援していない。また、eポートフォリオシステムは、学習者の学習を振り返ることを可能とするだけであり、その際の思考文脈に価値があるか判定していない。本システムの実現により、学習者は問題の論点を特定することができ、価値ある問題解決を図ることを可能とする。

## 2. 学習者の思考文脈に基づく教材検索方式

### 2.1 思考文脈ベクトル空間生成

本方式では、学習者の思考文脈と教材群との類似度計量を行うために、解決すべき特定の問題における  $n$  個の特徴語と時間を要素として持つ  $n+1$  次元のベクトル空間を生成する。この空間上において、学習者の思考文脈を  $n+1$  次元ベクトルデータとして表現する。

ここで、学習者の思考文脈ベクトルは、0 と 1 で表現される時系列データである。

### 2.2 学習者の思考文脈と教材群との類似度計量機構

学習者の思考文脈と教材群との類似度計量を実現するために、本方式では、時系列データである思考文脈ベクトルをベクトル要素の複数の演算により一つのベクトルに集約する (思考結果ベクトル)。本システムが想定する演算子とその計算例は、図 1 に示される。



図1 演算子の種類と計算例

テーブルの縦軸は学習者 (S1, S2), 横軸は時間軸 (t) と知識群 (A · B · C · D) を表す。演算子は, 和演算 (P or Q), 積演算 (P and Q), マイナス演算 (P minus Q), 内積 (P · Q) の4種類を用意する。

和演算は, どの知識に関することを考えているか, または考えていないかということを確認するために行う。図1では, 1回目と2回目の学習において, S1はAとCを考え, BとDは考えていない。一方, S2はBとDを考え, AとCは考えていない。

積演算は, どの知識に関することを考え続けているかということを確認するために行う。図1では, 1回目と2回目の学習において, S1はCを考え続けている。一方, S2はBを考え続けている。

マイナス演算は, 時系列による学習者自身の知識に差がないかを確認するために行う。図1では, S1はAに差が見られる。S1が1回目にAを考えたが, 2回目にAを考えなかったためである。同様の理由で, S2はDに差が見られる。また, 本演算は, 学習者同士の知識の差の比較にも応用可能である。

内積は, 学習者の思考文脈の一部を切り取る部分空間選択のために行う。また, 本演算は, 時系列による学習者自身の知識に類似度があるかを確認するために行う。図1では, S1はCに類似度が見られる。S1が1回目と2回目両方においてCを考えたためである。同様の理由で, S2はBに類似度が見られる。さらに, 本演算は, 学習者同士の知識の類似度を測ることも可能である。

本方式は, 思考文脈ベクトルを一つのベクトルに集約した後, 同空間に写影される教材ベクトルデータとの内積計算により, 類似度計量を実現する。これにより, 本システムは, 学習者の思考文脈と教材の相関量計量により, 思考文脈による教材検索を実現する。

データベースの構築者は, 思考結果ベクトル空間と教材ベク

トル空間との共通要素 (図2) を統合し, 同じ特徴語空間において類似度計量を行う。その空間の中から部分空間を取り出し, 意味的検索を行う。

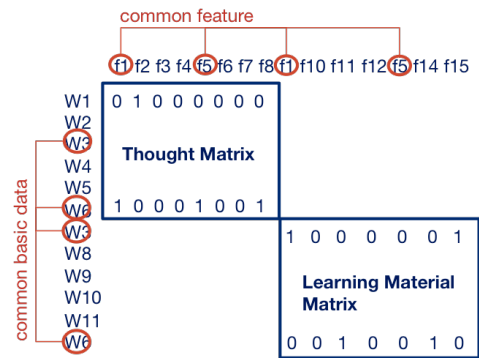


図2 思考結果ベクトル空間と教材ベクトル空間の統合

### 3. システム実装

本システムは, 学習者の思考文脈に基づく教材検索機構を有するイシュー思考型学習支援システムである。以下の3つの機能を有する。

- (1) 学習者の思考文脈に基づく教材検索機能
- (2) 学習者の学習履歴ポートフォリオ機能
- (3) 他者との議論を可能とする掲示板機能

以下, 順を追って説明する。

#### 3.1 システムおよびデータベースの構成

全体のシステム構成は以下の通りである。システム構成図を図3に示す。

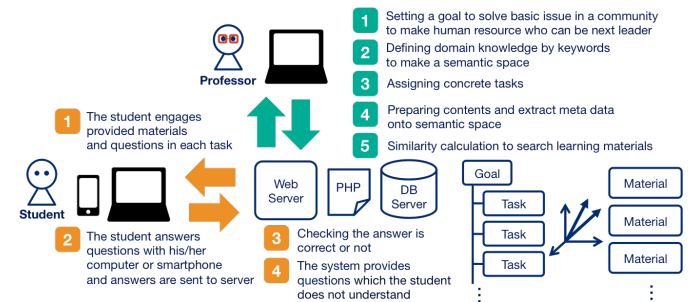


図3 システム構成図

本システムの利用者は教員と学習者を想定している。教員は, 学習者に取り組んでもらいたい課題や学習目標を具体的に設定する。また, 教員は, 関連教材をあらかじめ登録しておく。課題や学習目標, 関連教材はデータベースに格納される。一方, 学習者は, 学習目標を達成するために, 教材に取り組む, 問題を解く, 成果物を出すなどして学習を進める。また, 本システムは, 学習者の学習状況により, 関連教材の検索結果や提供される問題が異なる。例えば, 学習者の学習状況があまり進まず, ある学習目標を達成するための知識や技術が足りないとシステムが判断した場合, 本システムは, 理解しやすい教材や難易度

が易しい問題を提供するようになっている。

本システムでは、以下の4つの情報が入力される。

- (1) Domain (特定領域)
- (2) Action (学習者の行動)
- (3) Method (手段)
- (4) Description (詳細)

図4 課題設定画面

図4に示される課題設定画面を通じて、教員は(1)特定領域の課題を設定する。

(2)学習者の行動とは、学習者がイシューを特定するために行うべき行動である。今回、Learn (学ぶ)、Teach (啓蒙する)、Think (考える)、Practice (実践する)の4種類に分類した。

(3)手段とは、具体的な問題を解決、または、改善させるために用いる技術や方法を指す。また、学習者がどのような観点から課題に取り組むのかを表す。今回、Science (科学)、Engineer (工学)、Economic (経済)、Education (教育)の4種類に分類した。

(4)詳細とは、課題に関する詳細である。教員が各自任意で追加する。

さらに、教員は学習者に課題に取り組む際の学習目標(タスク)を設定できる。大学の15回の講義を想定し、教員は週ごとに1つのタスクを設定できる。タスク設定画面は、図5に示される。

図5 タスク設定画面

本システムのデータベースは、8つのテーブルによって構成される。

thought テーブルには、学習者の思考文脈の情報が格納される。スキーマは、表1に示される。

表1 thought テーブル

属性名	属性の意味	データ型
user_id	ユーザ id	INTEGER
timestamp	タイムスタンプ	TIMESTAMP
description	課題の詳細	TEXT
f1	特徴語 1	TEXT
f2	特徴語 2	TEXT
⋮	⋮	⋮
fn	特徴語 n	TEXT

materials テーブルには、教材の特徴の情報が格納される。スキーマは、表2に示される。

表2 materials テーブル

属性名	属性の意味	データ型
material_id	教材 id	INTEGER
f1	特徴語 1	TEXT
f2	特徴語 2	TEXT
⋮	⋮	⋮
fn	特徴語 n	TEXT

issues テーブルには、課題とタスクの情報が格納される。スキーマは、表3に示される。

表3 issues テーブル

属性名	属性の意味	データ型
issue_id	課題 id	INTEGER
domain_id	特定領域の id	INTEGER
action_id	学習者に要求する行動の id	INTEGER
method_id	手段の id	INTEGER
description	課題の詳細	TEXT
task1	タスク 1	TEXT
task2	タスク 2	TEXT
task3	タスク 3	TEXT
task4	タスク 4	TEXT
task5	タスク 5	TEXT
task6	タスク 6	TEXT
task7	タスク 7	TEXT
task8	タスク 8	TEXT
task9	タスク 9	TEXT
task10	タスク 10	TEXT
task11	タスク 11	TEXT
task12	タスク 12	TEXT
task13	タスク 13	TEXT
task14	タスク 14	TEXT
task15	タスク 15	TEXT

domains テーブルには、特定領域の情報が格納される。スキーマは、表4に示される。

表4 domains テーブル

属性名	属性の意味	データ型
domain_id	特定領域の id	INTEGER
name	領域の名称	TEXT

actions テーブルには、学習者の行動の情報が格納される。スキーマは、表 5 に示される。

表 5 actions テーブル

属性名	属性の意味	データ型
action_id	学習者に要求する行動の id	INTEGER
name	行動の名称	TEXT

methods テーブルには、手段の情報が格納される。スキーマは、表 6 に示される。

表 6 methods テーブル

属性名	属性の意味	データ型
method_id	手段の id	INTEGER
name	手段の名称	TEXT

data\_role テーブルには、ユーザの役割の情報が格納される。スキーマは、表 7 に示される。

表 7 data\_role テーブル

属性名	属性の意味	データ型
role_id	役割の id	INTEGER
user_id	id	INTEGER
role_name	役割の名称	TEXT
created_at	作成日時	TIMESTAMP
updated_at	更新日時	TIMESTAMP

data\_users テーブルには、ユーザ情報が格納される。スキーマは、表 8 に示される。上記の data\_role テーブルは、このテーブルの user\_id を参照している。これにより、本システムは、同一人物のユーザでも役割の切り替えを行うことができる。

表 8 data\_user テーブル

属性名	属性の意味	データ型
user_id	ユーザ id	INTEGER
user_name	ユーザの名称	TEXT
email	メールアドレス	TEXT
password	パスワード	TEXT
created_at	作成日時	TIMESTAMP
updated_at	更新日時	TIMESTAMP

### 3.2 学習者の思考文脈に基づく教材検索機能

本機能では、学習者の思考文脈に基づく教材検索方式により、教材検索を行う。本機能のイメージ図は、図 6 に示される。

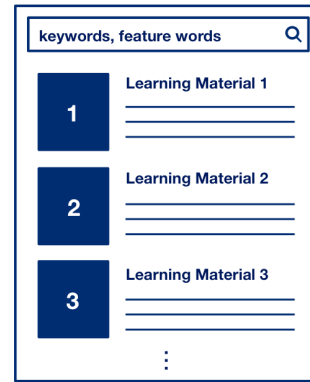


図 6 学習者の思考文脈に基づく教材検索機能のイメージ図

検索問い合わせは、学習者から入力されるキーワード、または、掲示板に入力される発言から抽出される特徴語である。これにより、本機能は、学習者に思考に類似する教材を提示することにより、より深い思考の深化を促す。特徴語の抽出には形態素解析を使用する。

### 3.3 学習者の学習履歴ポートフォリオ機能

本機能は、学習者の振り返り学習を可能とするために、学習状況の蓄積・分析を行う。本機能のイメージ図は、図 7 に示される。

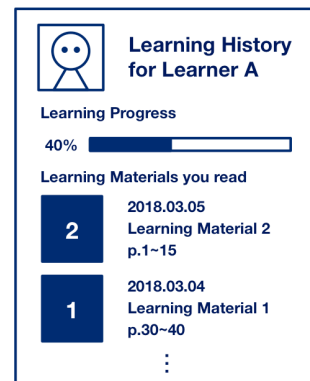


図 7 学習者の学習履歴ポートフォリオ機能のイメージ図

学習者の教材閲覧履歴は、学習履歴データベースに記録される。具体的に記録されるデータは以下の通りである。

- (1) 教材を閲覧した日時
- (2) どの教材を閲覧したか
- (3) 教材を閲覧した順番
- (4) 学習の進捗

### 3.4 他者との議論を可能とする掲示板機能

本機能は、学習者同士、もしくは学習者と教員同士の対話が可能となる掲示板機能である。本機能のイメージ図は、図 8 に示される。

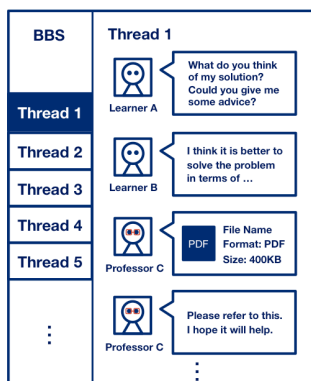


図8 他者との議論を可能とする掲示板機能のイメージ図

具体的に掲示板でやりとりできる情報は以下の通りである。

- (1) 学習者の考えている解決方法
- (2) 解決方法に対する改善のための意見やコメント
- (3) ファイルなどの添付物のアップロード
- (4) スレッド機能

#### 4. 本システムにより支援されるイシュー例

本システムが想定するイシュー例は、SDGs (Sustainable Development Goals) [4]である。SDGsとは、2030年までに達成すべき17つの国際社会共通の目標である[5]。以下がSDGsの一覧である[4][5]。

本システムは、17つのカテゴリーに分けられる解決すべき課題において、学習者に「考え、論じる目的」を特定させる支援を行う。

- (1) No Poverty (貧困をなくそう)
- (2) Zero Hunger (飢餓をゼロに)
- (3) Good Health and Well-Being (すべての人に健康と福祉を)
- (4) Quality Education (質の高い教育をみんなに)
- (5) Gender Equality (ジェンダーを平等を実現しよう)
- (6) Clean Water and Sanitation (安全な水とトイレを世界中に)
- (7) Affordable and Clean Energy (エネルギーをみんなにそしてクリーンに)
- (8) Decent Work and Economic Growth (働きがいも経済成長も)
- (9) Industry, Innovation and Infrastructure (産業と技術革新の基盤をつくろう)
- (10) Reduced Inequalities (人や国の不平等をなくそう)
- (11) Sustainable Cities and Communities (住み続けられるまちづくりを)
- (12) Responsible Consumption and Production (つくる責任 つかう責任)
- (13) Climate Action (気象変動に具体的な対策を)
- (14) Life Below Water (海の豊かさを守ろう)
- (15) Life On Land (緑の豊かさを守ろう)
- (16) Peace, Justice and Strong Institutions (平等と公正

をすべての人に)

(17) Partnerships for the Goals (パートナーシップで目標を達成しよう)

特定領域をSDGsにすることで、SDGsが内包する様々な課題に焦点を当てることができるようにした。

#### 5. まとめと今後の課題

本稿では、学習者の思考文脈に基づく教材検索機構を有するイシュー思考型学習支援システムの実現方法について示した。

今後の課題として、学習者の思考文脈に基づく教材検索機能、学習者の学習履歴の蓄積機能、他者との議論を可能とする掲示板機能の実装を進める必要がある。また、学習者のイシュー思考による「考え、論じる目的」の特定が可能であるのかを検証し、本システムの有効性、実現可能性を示す必要がある。

#### 文 献

- [1] 星野聡孝, “大阪府立大学におけるeポートフォリオを活用した学習・教育支援の取り組み”, JUCE journal 大学教育と情報, No. 4, pp. 6–9, 2013.
- [2] 大野高裕, 岩井洋, “eポートフォリオシステムの導入・活用等の参考指針”, 公益社団法人 私立大学情報教育協会 大学情報システム委員会, pp. 1–48, 2017.
- [3] 森本康彦, “eポートフォリオとしての教育ビッグデータとラーニングアナリティクス”, コンピュータ&エジュケーション, Vol. 38, pp. 18–27, 2015.
- [4] United Nations, “Sustainable Development Goals”, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>(参照 2018-01-10)
- [5] 国際連合広報センター, “2030 アジェンダ”, [http://www.unic.or.jp/activities/economic\\_social\\_development/sustainable\\_development/2030agenda/](http://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/)(参照 2018-01-10)