

## Web 調べ学習のための演習問題作成手法

### Generating Problems for Web-based Investigative Learning

齊藤 玲<sup>\*1</sup>, 佐藤 禎紀<sup>\*2</sup>, 萩原 未来<sup>\*3</sup>, 太田 光一<sup>\*4</sup>, 柏原 昭博<sup>\*5</sup>  
 Rei SAITO<sup>\*1</sup>, Yoshiki SATO<sup>\*2</sup>, Miki HAGIWARA<sup>\*3</sup>, Koichi OTA<sup>\*4</sup>, Akihiro KASHIHARA<sup>\*5</sup>

<sup>\*1\*2\*3\*5</sup> 電気通信大学

<sup>\*1\*2\*3\*5</sup> The University of Electro-Communications

<sup>\*4</sup> 北陸先端科学技術大学院大学

<sup>\*4</sup> Japan Advanced Institute of Science and Technology

Email: rei.saito@uec.ac.jp

あらまし：Web 調べ学習では、学習者が Web リソースを自由に選択し、学習課題の関連項目を部分課題として展開(課題展開)するスキルが重要である。一般に認知スキルの獲得には学習者の能力に応じた演習問題が必要だが、Web 調べ学習では問題の解を一意に定義できないため演習問題の作成が困難であった。本稿では、LOD および Word2vec を用いて、課題展開の候補となるキーワードを選別して演習問題を作成する手法、およびその有効性を評価したケーススタディについて述べる。

キーワード：Web 調べ学習, LOD, 適応的支援

#### 1. はじめに

Web 調べ学習では、学習者が Web リソースを自由に探索することで、与えられた初期課題に関して関連項目を網羅的かつ体系的に学び知識を構築することが重要となる。しかし、一般的なテキスト教材と異なり、学ぶべき項目や順序(学習シナリオ)があらかじめ定められていないため、学習者は知識構築と並行して、次に学ぶべき項目を課題の部分課題として展開(課題展開)する必要がある。そのため、学習にかかる認知的な負荷は高い<sup>(1)</sup>。

そこで筆者らは、Web 調べ学習のプロセスをモデル化し<sup>(2)</sup>、モデルに沿った支援ツールとして interactive Learning Scenario Builder(iLSB)を開発した。iLSB では、学習者による知識構築や課題展開の足場を提供することで認知的負荷を軽減し、妥当な学習シナリオの作成を支援してきた。

一方、学習者の Web 調べ学習のスキル向上には、演習問題で繰り返し調べ学習を遂行することが不可欠である。演習問題では、あらかじめ解を準備し、解に対応する問題を作成することが一般的である。しかし、学習者が主体的に学習を進める Web 調べ学習では、解を定義することが困難である。

そこで本研究では、Web 上の関連データをリンク付けして公開する仕組みである Linked Open Data (LOD)を用い、初期課題に関連するキーワードを課題展開の候補として取得し、それらのキーワード群を問題として学習者に提示する手法を提案する。また、提案手法による展開課題候補キーワード群の提示が、学習者に対して有効な足場形成として機能するか評価実験を行なった。その結果、展開課題候補キーワード群は Web 調べ学習初学者に対する妥当な演習問題になり得ることが確認された。

#### 2. Web 調べ学習モデル

筆者らは、Web 調べ学習を次の 3 フェイズからなるプロセスとして捉え、Web 調べ学習モデルを提案した。学習者はこの 3 フェイズを新たに課題展開されなくなるまで繰り返し、最終的に学習シナリオを学習課題の木構造で作成することを想定している。

##### (1) Web リソース探索フェイズ

学習課題を表すキーワード(課題キーワード)を用いて、Web 空間から学習リソース群を収集する。

##### (2) Navigational Learning フェイズ

(1)で収集したリソースをナビゲーションし、学んだ項目の分節化や関連付けを行い知識の構築を行う。

##### (3) 課題展開フェイズ

(2)で構築した知識から、初期課題を理解する上でさらに学ぶべき項目を選択し、部分課題として展開する。

#### 3. 演習問題の作成手法

##### 3.1 Linked Open Data (LOD)

LOD とは、Web 上の関連データをリンク付けして公開する仕組みである。本研究では日本語版 Wikipedia を LOD として表現した DBpedia Japanese を用いる。DBpedia Japanese のデータは主語、述語、目的語で構成される RDF 形式で表現され、クエリ言語の SPARQL を用いて取得することが可能である。

##### 3.2 Word2vec

Word2vec とは、大量の文章内の単語を入力として、各単語の周辺語から各単語の特徴ベクトルを抽出するアルゴリズムである。本研究では、日本語版 Wikipedia の文章を mecab により単語に分解したものを入力とし、各単語の特徴ベクトルの抽出を行う。

##### 3.3 演習問題の枠組み

本研究では、LOD を用いて学習者が学習シナリオを作成するための部品として、初期課題の関連キーワードを展開課題候補キーワード群として取得し、

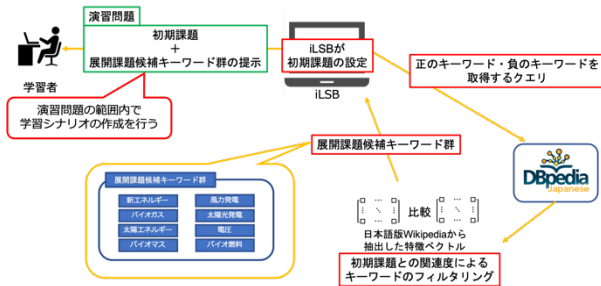


図1 演習問題の枠組み

iLSB を用いた Web 調べ学習の演習問題とすることを提案する。展開課題候補キーワード群は初期課題と関連度の高い正のキーワードと初期課題との関連度の低い負のキーワードで構成し、適切な課題から課題展開する力と課題展開すべきでないキーワードを見極める力の向上を目指す。図1に演習問題の枠組みを示す。

問題作成では、初期課題を設定すると SPARQL クエリにより DBpedia Japanese から正のキーワードと負のキーワードをそれぞれ取得する。取得されたキーワードは Word2vec により抽出された特徴ベクトルにより初期課題との関連度を算出し、正のキーワード・負のキーワードを予め定められた数だけ選定する。それらを展開課題候補キーワード群として初期課題とともに学習者に演習問題として提示する。学習者は提示された展開課題候補キーワード群の中から主体的にキーワードを選択し、学習シナリオを作成し、望ましい学習シナリオを作成する能力の向上を目指す。また、正のキーワードや負のキーワードの数を変化させることで難易度調整を行い、学習者の習熟度に応じた演習問題の作成を目指す。

#### 4. 評価実験

提案手法により作成された展開課題候補キーワード群の提示が、被験者に対して適切な課題展開を促す足場形成として有効か評価するため、理工系大学生大学院 14 名に対して評価実験を行なった。初期課題は「再生可能エネルギー」と「食中毒」とし、被験者はそれぞれの初期課題に対して iLSB を用いた学習シナリオの作成を行なった。展開課題候補キーワード群は片方の初期課題のみに提示し、被験者には紙媒体のリストとして提示を行った。演習問題の有効性については、作成された学習シナリオを評価することで行った。具体的には、筆者ら 3 名がシナリオ内の各課題展開の妥当性について「妥当」、「妥当性が弱い」、「妥当でない」の 3 段階で評価した。また、展開課題候補キーワード群を提示しなかった際の適切な課題展開の割合によって、被験者を上位群 6 名と下位群 8 名に群分けし、分析した。

図2,3に結果を示す。片側 t 検定を行なった結果、上位群では各評価に有意な増減は見られなかった。一方下位群では適切な課題展開の割合が 0.1%水準で有意( $t(14)=-4.39, p<.001$ )に増加し、妥当性が弱い課題展開は 1%水準で有意( $t(14)=2.75, p<.01$ )に減少、妥

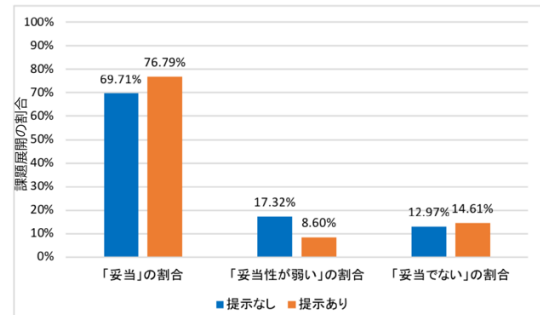


図2 上位群の学習シナリオの評価結果

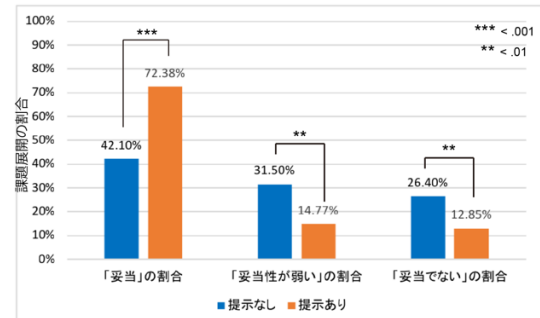


図3 下位群の学習シナリオの評価結果

当でない課題展開の割合も 1%水準で有意( $t(14)=2.72, p<.01$ )に減少した。以上から Web 調べ学習スキルが低い学習者に対して展開課題候補キーワード群を提示することは適切な課題展開を促進し、足場形成として有効であることが示された。

#### 5. 結論

Web 調べ学習では学習者が主体的に学習シナリオを作成するため、解となる学習シナリオが一意に定義できないため演習問題を作成することが困難である。これに対し、LOD を用いて初期課題の関連キーワードを展開課題候補キーワード群として取得し、学習者に提示することで足場形成を行う手法を提案した。評価実験の結果、提案手法は Web 調べ学習スキルが低い学習者に対して適切な課題展開を支援する足場形成として有効であることが示された。

今後の課題として、学習者の習熟度に応じて展開課題候補キーワード群の候補数や正負のキーワードの割合を変化させることで難易度の調整を行うことが挙げられる。

#### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H01992 の助成による。

#### 参考文献

- (1) 柏原昭博, 坂本雅直, 長谷川忍, 豊田順一: ハイパー空間における主体的学習プロセスのリフレクション支援, 人工知能学会論文誌, Vol.18, No.5, pp.245-256 (2003)
- (2) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama: Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web, Journal of Information and System in Education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)