

学習者のメタ認知と実際の学習特性の差を考慮した フィードバックが可能な教育システムの実現に向けて

江原 遙

Yo EHARA

東京学芸大学 教育学部

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ehara@u-gakugei.ac.jp

あらまし： 学習者の現在の自分の学習特性に対する自己認識（例：自分は～という点が課題）に代表されるメタ認知は、テキストによる記述が適している。また、LA を通じて実際の学習者の学習特性を数値的、機械可読形で表現する技術が実用化されつつある。本稿では、数値的評価とメタ認知のテキスト記述を自然言語理解を用いて対応させ、双方を考慮して高度な学習支援を行う教育システムの実現可能性について議論する。

キーワード：メタ認知，学習者特性，自然言語理解，学習支援システム

1 はじめに

著者は、自然言語処理の観点から、語彙学習支援システムの研究に長期にわたって関わってきた。本稿では、「次世代の人材を育成するため変革する教育システム」として、新しい教育支援システムとして何ができるかについて、サーベイを交えて議論したい。

知的な学習支援システムは、多くの場合、図 1 の形で抽象的に表現できる。まず、学習者は、小テストなどの試験の結果のデータや、あるいはシステムをこれまでで使用したログなどの形で、学習支援システムに学習者特性（能力）を推定できるデータを提供する (a)。学習支援システムはそこから能力などの学習者特性を推定し (b)、学習者にあった支援を行う (c)。この図 1 の枠組みの一例として、例えば、外国語学習における語彙学習支援における簡単な応用として、語彙テスト (a) で学習者の語彙量を推定 (b) して、あらかじめ持っておいた語の難易度表と突き合わせて、学習者の語彙量より少し難しい語を学習すべき語として提示する (c) ことで学習者を支援するシステムがあげられる⁴⁾。類似のシステムは過去に多く実装されている。

さて、図 1 の仕組みの学習支援システムでは、学習者がこのシステムを使用する間は、学習支援を行うことは可能であろう。しかし、現実には、学習者が、生活の上で、学習に当てる時間は限られているし、その中で、システムを使用して学習する時間はさらに限られてくる。学習支援システムの中には、学習者が提示した学習者特性に関する情報から推定した学習者特性が保持されているのだから、この情報を、学習者がシステムを使用して学習する以外の時間でも活用して、学習者が学習に当てる時間を全般的に効率化することはできないだろうか？

学習者の学習に当てる時間を効率化する上で、重要であるのは、「学習者が自分の学習についてどう認識しているか」、という自己認識、いわゆるメタ認知である^{12, 11)}。簡単に言えば、学習者が自分が学習上で躓いている点だと認識し、意図して重点的に時間をかけて学習すべきだと思っている事柄が、本当にその通りかどうか

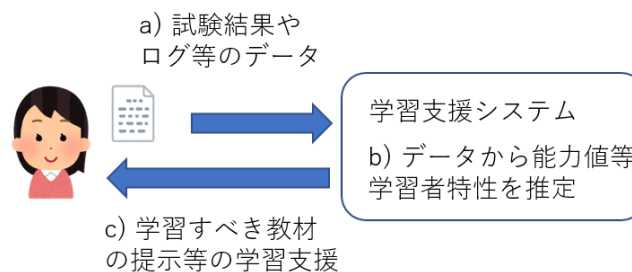


図 1: 通常の学習支援システム

は分からない。実は、重要ではなかったり、基本を押さえれば短時間で学習する方法があったり、他の学習を行う上で付随的に学習されるので必ずしも意図して重点的に学習すべきとは限らない場合が往々にしてある。例えば、英語学習について言えば、日本の多くの大学生の読解力が低いのは、読解する外国語の量が少ないからというよりも、語彙量が足りないことが原因であることが示唆されている¹⁾。語彙量が少ない場合には、まず、語彙量を向上させることが重要であるのに、語彙量を増やさずに読解力を向上させようとするのが非効率であることも、既存研究^{5, 6)}で示唆されている。

学習者が、「重点的に学習しないといけないと思っている事柄」や、「効率的だと思っている学習法」の情報をも学習支援システムが収集し、学習者特性と照らし合わせて、適切な学習法を提示してくれる手法があれば、学習者は、学習支援システムが利用できる場面を超えて、効率的に学習をすすめることが出来るものと期待される。

このアイデアを抽象化すると、図 2 のようになる。これまでのように、学習者から試験結果や学習支援システムの利用履歴などのデータ (a) を取得するが、これに加えて、学習者から自分の学習上の課題や自分に適した学習法 (a') などを入力してもらう。単純に、自分の得意な分野などを選択するのであれば、多肢選択式のような設問を作り、これに回答してもらうことが考えられるが、より高度なメタ認知情報を取得したいのであれば、学習者にテキスト形式で入力してもらうのが良いだろう。学習支援システム側では、a と a' の両方を使って、

a) 学習者自身が考える学習上の課題や
自分に適した学習法等のメタ認知記述

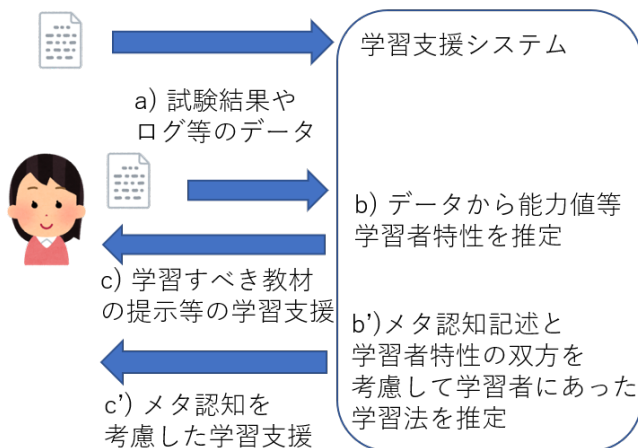


図 2: 学習者のメタ認知を考慮した学習支援システム

学習者特性を推定するのみならず、より一般的な、学習者に適した学習法を推定する (b')。これを、学習者に対して、学習支援システム側で推定した、適切な学習の指針として提供する (c')。

2 実現可能性

図 2 の中では、学習者とのやり取りの間に、自然言語による記述を含む。図 2 で記載されるような学習支援システムを実際に構築しようと思うと、学習支援システムが保持している学習者特性 (能力) の推定値を、自然言語によって説明したり、学習者のメタ認知表現と突き合わせる必要がある。

こうした高度な自然言語理解は、従来は精度が低すぎて、実用することは難しかった。しかし、近年では、大規模なコーパスから教師なしで自然言語理解に必要な当該言語 (学習者の母語) の基礎的な性質を人工知能に獲得させ (事前学習)、他の様々なタスクの少量の教師データで具体的な応用課題を解けるようにする (ファインチューニング)、転移学習 (事前学習+ファインチューニング) のアプローチが盛んに研究されている²⁾。

自然言語処理分野において、解説文を人工知能に生成させるアプローチの教育応用には前例がある。例えば、文献⁹⁾では、語学学習者の作文の文法誤り訂正において、誤り訂正のみならず、訂正の理由を解説する説明文を自動生成する手法が提案されている。このタスクは、より広く見れば、推定された学習者特性 (能力) という数値表現から、適切なテキストを生成する data-to-text と呼ばれるタスクの 1 手法とみなすことができる。data-to-text も盛んに研究されている¹⁰⁾。

また、本稿では、単に「能力」と言わず、能力を含む学習者の学習傾向を「学習者特性」と表現した。これは、自然言語処理分野での単語埋め込みのように⁸⁾、学習履歴データなどから学習者の学習傾向をベクトル空間上に埋め込み表現 (数値表現) することを念頭に置いているからである⁷⁾。

以上のように、図 2 のような高度な学習方針を提示

する人工知能技術に繋がる、基礎的な研究が出てきている。このため、図 2 についても、技術的な実現可能性が視野に入っていると思われる。こうした技術の研究開発には、機械学習の訓練データとして用いるために、実際に学習者がメタ認知を記述したデータを収集することが重要である。筆者も、過去のクラウドソーシングによる語彙テストデータ作成³⁾の経験をもとに、現在、限定されたタスク設定ではあるが、このためのデータをクラウドソーシングで作成している。

謝辞 本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業 (ACT-X, JPMJAX2006)、JSPS 科研費 18K18118 の支援を受けた。

参考文献

- (1) Jack Barrow, Y Nakanishi, and H Ishino. Assessing japanese college students' vocabulary knowledge with a self-checking familiarity survey. *System*, Vol. 27, No. 2, pp. 223–247, 1999.
- (2) Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proc. of NAACL*, pp. 4171–4186, Minneapolis, Minnesota, June 2019.
- (3) Yo Ehara. Building an English Vocabulary Knowledge Dataset of Japanese English-as-a-Second-Language Learners Using Crowdsourcing. In *Proc. of LREC*, May 2018.
- (4) Yo Ehara, Nobuyuki Shimizu, Takashi Ninomiya, and Hiroshi Nakagawa. Personalized reading support for second-language web documents. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, Vol. 4, No. 2, 2013.
- (5) Batia Laufer. How much lexis is necessary for reading comprehension? In *Vocabulary and applied linguistics*, pp. 126–132. Springer, 1992.
- (6) Batia Laufer and Geke C Ravenhorst-Kalovski. Lexical threshold revisited: Lexical text coverage, learners' vocabulary size and reading comprehension. *Reading in a foreign language*, Vol. 22, No. 1, pp. 15–30, 2010.
- (7) Yuetian Luo and Zachary Pardos. Diagnosing university student subject proficiency and predicting degree completion in vector space. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Vol. 32, 2018.
- (8) T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. S. Corrado, and J. Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In *Proceedings of Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, pp. 3111–3119, 2013.
- (9) Ryo Nagata. Toward a task of feedback comment generation for writing learning. In *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP)*, pp. 3206–3215, Hong Kong, China, November 2019. Association for Computational Linguistics.
- (10) Ratish Puduppully, Li Dong, and Mirella Lapata. Data-to-text generation with content selection and planning. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*, Vol. 33, pp. 6908–6915, 2019.
- (11) 吉野巖, 島貫静. 小学校算数授業におけるメタ認知育成の試み—「頭の中の先生」としてのメタ認知の意識づけとメタ認知訓練の効果—. *教育心理学研究*, Vol. 67, No. 4, pp. 343–356, 2019.
- (12) 草場実, 足達慶暢, 鈴木達也. 理科学習場面における高校生のメタ認知の実態に関する調査研究. *学習開発学研究*, No. 10, pp. 75–81, 2017.