

## BERT による授業における深い学びの発話抽出に関する研究

## A study on utterance extraction of deep learning in class by BERT

大西 朔永<sup>\*1</sup>, 椎名 広光<sup>\*2</sup>, 保森 智彦<sup>\*3</sup>  
 Sakuei ONISHI<sup>\*1</sup>, Hiromitsu SHIINA<sup>\*2</sup>, Tomohiko YASUMORI<sup>\*3</sup>  
<sup>\*1</sup>岡山理科大学大学院 総合情報研究科 数理・環境システム専攻  
<sup>\*1</sup>Graduate School of Informatics, Okayama University of Science  
<sup>\*2</sup>岡山理科大学 情報理工学部  
<sup>\*3</sup>岡山理科大学 教育学部  
 Email: i22ed08bf@ous.jp

**あらまし**：小学校の授業において、教員が一方的に授業をしているだけではなく、教員と児童はお互い発話を行っている。特に児童の発話是对話として成り立っている部分、独り言のようになっている部分などがある。教員や児童の理解の状態を発話や対話から抽出することができれば、教員へのフィードバックからより質の高い授業が可能と考えられる。本稿では、授業の発話に対して、自然言語処理技術の BERT による手法でより深い学び（理解）を検出することを目的としている。

**キーワード**：授業における対話、深い学び、機械学習による対話分析、BERT

## 1. はじめに

小学校の授業においては教員が一方的に授業を行っていることはまれで、児童は対話をしながら授業を進めていると考えられる。児童の場合は授業について自分の意見や感想を発話することも多くある。また、大学においても反転授業なので学生間の対話や教員との対話が理解を深めるという意味で重要である。

教員と児童や児童間では、一種の対話が成り立っており、授業の理解を促したり示したりする発話や対話を自動的に分析することができれば、教員に対して多くのフィードバックが可能となる。教員と児童の発話については、対話として成り立っている部分や独り言のように対話になっていない部分もある。いずれの状況にしても、学びを示す発話が存在する。

本研究では、「主体的・対話的で深い学び」<sup>(1)</sup>が提言され、小学校の授業の改善に関する研究がなされている<sup>(2)</sup>に対して、機械学習の方法で発話の分析を試みている。具体的には、小学校の算数の授業を録画し、教員と生徒の発話に対して文字起こしを行った対話形式のテキスト情報を分析している。分析には、予め授業の理解を示している深い学びを促す部分に人手でラベルを付した後に、深い学びを促す発話に近い距離にある発話を抽出している。発話や対話間の距離については、文の分散表現によるベクトル化を行う自然言語処理技術の BERT を利用して分散表現を生成し、ベクトル間の距離を測っている。

## 2. 利用したデータ

小学 4 年生の算数の授業を収録し、その中の 1 回分の 45 分の授業を対象として、教員と児童の発話に対して文字起こしを行い、対話形式のテキスト情報を作成している。また、機械学習においては、データについて教師ラベルを付けることが良く行われて

いる。本研究においても、対話形式の情報であるテキストに対して、人手で深い学びを促す部分に、教師ラベルである理解の種類の説明などを付している。

教師ラベルとしてラベルを付与したデータは、45 分の授業で取得した発話のうち 397 個の発話中 17 個にラベルを付与し、380 個をラベルなしとしている。また、教師ラベルは 1 発話に複数付与している場合があり、教師ラベルの種類は 10 種類である。

## 3. 発話の分散表現の作成

本研究では深い学びとしてラベルが付された発話に類似する発話を、BERT を用いて求めている。BERT は、文脈を考慮した分散表現を出力する性能が高いことが知られており、様々な言語や目的のドメインの大規模データで学習した学習済みモデルが多数公開されている。本研究では、東北大学乾研究室で作成された学習済みモデルを利用し、768 次元のベクトルを作っている。モデルの概要を図 1 に示し、処理手順を次に示す。

- (1) Tokenizer で発話文をトークン(単語、単語をさらに分けたサブワード)に分割
- (2) 文全体を表す分散表現を作成するために、トークン系列の先頭に特殊なトークン([CLS])を追加
- (3) BERT にトークン系列を入力し、トークンの情報とトークンの文中の位置情報を埋め込んだ分散表現に変換
- (4) Transformer によって他のトークンの情報を取り込み、文脈を考慮した分散表現を出力
- (5) 発話文全体の分散表現(ベクトル化)として、先頭のトークン([CLS])の分散表現を取得

## 4. 分散表現による発話の分析結果

授業の対話データについて、1 発話ごとと、対話として扱うために複数の発話ごとのデータを作成し、

表 1 い発話ごとの類似性

ラベルあり発話	付与ラベル	ラベルなし発話	Cos 類似度	JW 距離
このままだったらどうやって解いていくの？	見通しを持たせる, 主体的	最終的にはどうするん？	0.908	0.474
決まり見つけた人はぜひ言葉でそれを書いて。	数学的な見方, 関数, 深い学び	どんなところに気付いたよっていうのを書いてください。	0.883	0.394
みんなが目にしたのはここだけ？	数学的な見方, 関数, 深い学び	ここでみんな問題解決してないよね？	0.899	0.542
これはさあ。表をどんな風に見た考え方なんかね？	数学的な見方, 関数, 深い学び	確かに図を描いたらわかりそうだよ？	0.927	0.476
ちなみにさあ、今のは縦に見とるん？横に見とるん？	数学的な見方, 関数, 深い学び	みんな、ちなみにさあ、一番上の式は何算になりそうかな？	0.912	0.531

表 2 2 発話ごとの類似性

ラベルあり発話	付与ラベル	ラベルなし発話	Cos 類似度	JW 距離
はい。ストップ。この後、〇〇君は何と言っていくでしょうか？[SEP]隣の人に説明してください。	対話を促す	自分が見つけたことを隣の人に説明してください。[SEP]はい。ストップ。	0.937	0.449
はい。ストップ。[SEP]みんなが目にしたのはここだけ？	数学的な見方, 関数, 深い学び	ここでみんな問題解決してないよね？[SEP]式。	0.917	0.466
2たす1は？〇〇君。[SEP]これはさあ。表をどんな風に見た考え方なんかね？	数学的な見方, 関数, 深い学び	じゃあ、1つは頑張ろうか。[SEP]ねえねえ。みんな。ここって何センチなん？	0.927	0.501

発話文の分散表現

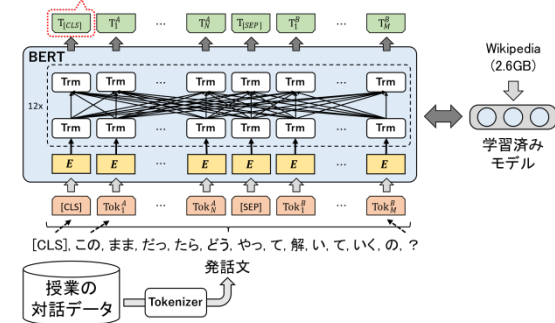


図 1 BERT による発話文の分散表現の作成

ラベルなし対話について、ラベル付き発話との距離を求めた。距離については、ヘクトルで表現できていることから Cos 類似度を利用している。表 1.2 は一番近い距離にあるラベルありとラベルなし文の類似距離を示している。比較のために、文字の一致に関する距離であるジャロ・ウィンクラー距離(JW 距離、0~1 の値を取る)についても掲載している。

また、ラベルなし発話からみたラベル付き発話の推定として、Cos 類似度を求め、閾値  $\theta$  でラベルを付与した個数を一部のラベルについて表 3 に示す。

### 5. 類似度に関する考察

表 1 の 1 発話ごとの類似性では、類似度が 0.883 から 0.927 で、高い類似度となっている。1 行目のラベルなし発話は、JW 距離が 0.474 と表層的な類似性は低いが、意味的には近く、分散表現を用いた手法が有効であることを示している。表 2 の 2 発話ごとの類似性においても類似度は 0.9 以上と高い。2 行目や 3 行目では、「深い学び」の付与ラベルに合った

表 3 ラベルなし発話のラベル推定

ラベル	閾値 $\theta < 0.7$	閾値 $\theta < 0.9$
主体的	23	3
深い学び	128	19
学びと逆行	18	1
数学的	116	19
答えを出すことが目的	27	11

児童にさらに考えさせるラベルなし発話を抽出できている。一方、JW 距離は、あまり類似していないことを示しており、分散表現を用いた手法が有効であることを示している。ラベル推定については閾値 0.9 未満を削除した場合近い距離のラベルが少ないことを示している。ただし、ネガティブなラベル(「学びと逆行」や「答えを出すことが目的」)については、閾値を下げて精査する必要がある。

### 6. 今後の課題

本研究では、発話を BERT による文の分散表現で求めている。今後は、深い学びに通じる対話の分析に自然言語処理における対話モデルを適用する研究を行っていききたい。

### 参考文献

- (1) 中教審答申, 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申), 文部科学省, (2016)
- (2) 保森智彦, 「主体的・対話的で深い学び」を実現するための教師の発話の検討, 岡山理科大学紀要. B, 人文・社会科学, 57, 45-52 (2021)
- (3) D., Jacob, et.al., Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding, arXiv preprint arXiv:1810.04805, (2018)