

# カスタム機械学習モデルを用いた振り返り記述内容の分類と その活用方法の提案

丸山 浩平<sup>\*1</sup>, 森本 康彦<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 信州大学 <sup>\*2</sup> 東京学芸大学

## A Classification of Descriptions of Reflection Using a Custom Machine Learning Model and a Method Utilizing the Model

Kohei Maruyama<sup>\*1</sup>, Yasuhiko Morimoto<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Shinshu University <sup>\*2</sup> Tokyo Gakugei University

次期学習指導要領では、児童生徒が見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につながる主体的な学びが求められている。しかし、学びの振り返りを行う際、場合によって、活動の事実やその感想に留まってしまうことがあり、自らの学習を調整し次の学びにつながる学びの振り返りができるよう、学びの振り返りの状況を把握し、適切な支援を行うことが求められる。一方、近年では、人工知能（AI）等を用いた学習記録データの分析による学習支援の取組が注目されている。そこで、本研究では、児童生徒の学びの振り返りの支援を目指した、学びの振り返りの状況の把握の支援を目的とする。本論文では、学びの振り返りの記述を、学びの振り返りの段階に着目して分類するカスタム機械学習モデルを構築し、その活用方法を提案した。本モデルを活用することで、学びの振り返りの状況を把握しやすくし、その状況に応じた支援が容易になると期待される。

キーワード: 学びの振り返り, 主体的な学び, 学習記録データ, 機械学習, AI

### 1. はじめに

次期学習指導要領では、「基礎的・基本的な知識及び技能の習得と、思考力・判断力・表現力等の育成、主体的に学習に取り組む態度の涵養を目指す教育の充実」のために、特に、学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につながる「主体的な学び」の実現が重要とされている<sup>(1)</sup>。また、主体的に学習に取り組む態度については、学習履歴、学習記録、学習成果物等の授業・学習の記録（学習記録データ）を活用し<sup>(2)</sup>、「子供たちが自ら学習の目標を持ち、進め方を見直しながら学習を進め、その過程を評価して新たな学習につなげるといった、学習に関する自己調整を行いながら、粘り強く知識・技能を獲得したり、思考・判断・表現しようと

したりしているか」を学習評価し、学びを振り返って次の学びに向かうことができるようにすることが求められている<sup>(3)</sup>。つまり、児童生徒には、絶えず学びの振り返りを行い、次の学習に向けた課題や方向性を調整して、学習に取り組んでいくことが求められている。

しかし、学びの振り返りを行ったとしても、活動の事実やその感想に留まることもあれば、次に生かされる課題やその見通しが立つ振り返りに至ることもあり、学びの振り返りの状況がまちまちになる傾向がある。このため、児童生徒の学びの振り返りの状況を把握して、適切な学びの振り返りを支援することが重要だが、1人1人の状況を把握することは容易ではない。まして、ノートやレポート等に記述された学びの振り返りの内容（以下、振り返り記述内容）から把握することはなおさら困難であり、学びの振り返りの状況を把握するための支援が求められると考えられる。

一方、Society5.0の提唱に伴い、児童生徒の学習記録データの分析によって学習傾向や能力の程度に応じて学びを支援するための、人工知能(AI)等の先端技術の活用が注目されている(4)。AIは、機械学習の技術の発展により急激な高度化が進み、様々な分野で活用が進んでいる。たとえば、新居ほかは、機械学習アルゴリズムのSVMを用い、看護ケアに関する自由記述回答データを、看護ケア内容の特徴ごとに自動分類するシステムを開発している(5)。また、新里・小山田は、機械学習ライブラリ(opal, CRFsuite)を用い、オンラインショッピングサイトに対するレビューで言及されたアスペクトとその評価極性に応じて、レビュー内の各文を分類するシステムを開発している(6)。このことから、ある特徴ごとにテキストデータを自動的に分類する機械学習の開発が行われていることがわかる。

つまり、振り返り記述内容の特徴ごとに、振り返り記述内容を分類できる機械学習を構築できれば、児童生徒の学びの振り返りの状況の把握を容易にし、学びの振り返りの支援につながれると考えられる。

そこで、本研究では、児童生徒の学びの振り返りの支援を目指した、学びの振り返りの状況の把握の支援を目的とする。本論文では、振り返り記述内容を、学びの振り返りの段階に着目して分類するカスタム機械学習モデルを構築し、その活用方法を提案する。

## 2. 研究のアプローチ

振り返り記述内容に基づいて、児童生徒の学びの振り返りの状況を把握するためには、振り返り記述内容から把握すべき学びの振り返りの状況の基準が定められており(要件1)、かつ、その基準を把握するための方法が定められている必要がある(要件2)。これらの基準と方法が合わさることで初めて、学びの振り返りの状況を把握でき、その状況に応じた支援につながれると考えられる。

上記の要件を満たし、振り返り記述内容から学びの振り返りの状況を把握するアプローチとして、機械学習を活用したテキストデータの分類に着目する。

自由記述回答などの自然言語処理の手法として、乾ほかは、言語処理の要素技術であるテキスト分類の技術を取り入れた自由回答アンケートの自動分類のために、その回答が意図するタグを各回答に付与し、回答

の表層表現に着目して学習アルゴリズムの1つである最大エントロピー法による記述の分類を試みている(7)。

一方で、振り返りを促進させるためには、メタ認知が働くように支援することが効果的とされている(8)。このメタ認知について、活動成分としてのメタ認知的活動(経験)は、認知についての点検や、気づき、予想を行う活動(メタ認知的モニタリング)と、認知についての計画や目標の設定・修正を行う活動(メタ認知的コントロール)に分けられ(9)(10)、三宮は、この2つの活動は循環的に働くと指摘している(11)。

このことから、振り返ることによってメタ認知が働き、学習活動において自分が何をどのように、どうして考えたかといった自問自答による気づき生まれ、そして、その気づきから課題や教訓を導き、次の学習活動に向けた方向性や方略を調整する、といった段階が存在すると考えられ、これは、森本が実証研究において指摘した学びの振り返りの段階とも一致する(12)。さらに、その段階に応じて、学びの振り返りとして記述される内容は異なってくると考えられる。

したがって、学びの振り返りの段階を学びの振り返りの状況を表す基準として捉え、その段階を見分けるタグ(ラベル)を振り返り記述内容に付与し、記述内容とラベルとしての学びの振り返りの段階を学習した機械学習モデルを構築することで、学びの振り返りの段階ごとに、振り返り記述内容を分類できると考えられる。さらに、その分類結果を教員に提示(見える化)することで、学びの振り返りの状況を把握しやすくなることができると期待される(図1)。

そこで、本研究では、振り返り記述内容を分類する

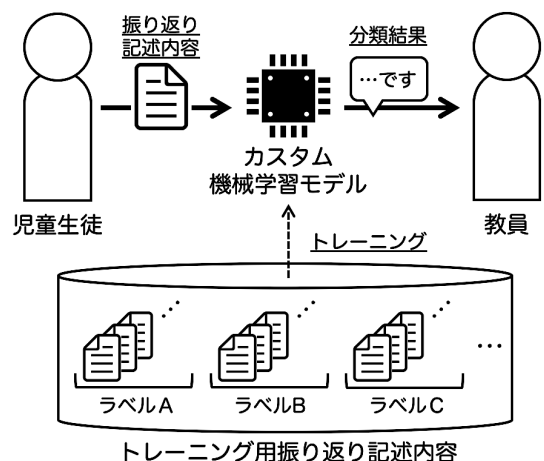


図1 機械学習を活用した振り返り記述内容の分類概念図

ようにカスタムした機械学習モデル（以下、カスタム機械学習モデル）の構築と、そのモデルの活用方法を提案することで、学びの振り返りの状況の把握を支援することを目指す。このように、学びの振り返りの段階を表すラベルとその正解データをもとにトレーニングした機械学習モデルを構築することで、振り返り記述内容を一貫した方法で分類し、一貫した基準で把握できるようになり、要件 1, 2 の達成が期待できる。

### 3. 振り返り記述内容を分類するカスタム機械学習モデルの構築

学びの振り返りの段階に着目した振り返り記述内容を分類するカスタム機械学習モデルの構築にあたり、まず、学びの振り返りの段階に着目した振り返り記述内容の分類ラベルを決定し、各記述内容へそれらラベルを付与した後、カスタム機械学習モデルを構築する。

#### 3.1 学びの振り返りの段階に着目した振り返り記述内容の分類ラベルの決定

振り返り記述内容には、学びを振り返った内容が記述されるが、学びの振り返りの状況によってその内容が異なると考えられる。つまり、振り返り記述内容の特徴として、学びの振り返りの段階に着目した記述内容の種類を分類ラベルとすることで、どの段階の学びの振り返りがなされたかという意味で、学びの振り返りの状況を把握できるようになると考えられる。

そこで、本研究では、学びの振り返りの段階に着目した振り返り記述内容の種類を、表 1 の 3 つに定めた。

「事実の記述」は、児童生徒が取り組んだ活動の内容や行動の事実をただ記述したもの、または、単なる感想を指す。「気づきを伴う記述」は、メタ認知を働か

せ、自問自答して書かれた、学習活動において自分が何をどのように考え、判断したかや、気づいたことの記述を指す。「教訓に至る記述」は、取り組んだ学習活動を通して学んだことを教訓化して書かれた、次の学びに向けての目標や方向性の記述を指す。

本研究では、表 1 の種類を分類ラベルとし、そのラベルの種類によって学びの振り返りの段階を特定し、学びの振り返りの状況を把握することを目指す。

#### 3.2 各記述内容への分類ラベルの付与

3.1 節で定めた分類ラベルを、振り返り記述内容に付与し、機械学習モデルの構築のためのトレーニングデータを作成する。

トレーニングデータに用いた振り返り記述内容は、A 大学における教育 ICT 活用に関する講義（受講生 37 名）の、第 1 回から第 3 回の講義後に、「今日の授業を通して学んだこと（できるようになったこと、気づいたこと、今後どのように生かしていきたいか）について記述してください」として記述された 216 件（第 1 回: 75 件、第 2 回: 74 件、第 3 回: 67 件）の振り返り記述内容を使用した。各回の授業内容を表 2 に示す。

各回の授業内容に基づいて記述された振り返り記述内容に対して、表 1 を参考に、筆者らで手作業によりラベルを付与した（表 3）。なお、今回は、振り返り記述内容の分類の可能性を確認するため、振り返り記述内容 1 件に含まれる複数の文（句点「。」までの文）をまとめて、1 件につき 1 ラベルを付与した。

#### 3.3 カスタム機械学習モデルの構築

3.2 節で作成したトレーニングデータを使用し、振り返り記述内容を分類する機械学習モデルを構築する。

表 1 振り返り記述内容の種類

| 種類       | 説明  | 具体例  |
|----------|---|--|
| 事実の記述    | 取り組んだ活動の内容や行動の事実、または、単なる感想について言及した記述                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>図書館で、ごみの分別とゆくえについて、本やインターネットを使って調べた。ごみには、もえるごみ、もえないごみ、プラスチック、缶、びん、ペットボトル、古紙があり、埋立地になったりリサイクルされることがわかった。</li> <li>修学旅行 1 日目は、京都のお寺と博物館に行き、教科書に載っている写真の本物の仏像と装飾品を見てきた。また、基盤の目のように道が通っている京都市街を散策した。</li> </ul>           |
| 気づきを伴う記述 | メタ認知を働かせ、自問自答し、学習活動において自分が何をどのように考え、判断したかや、気づいたことについて言及した記述 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ごみにはいろいろな種類があることがわかり、ごみはもやすだけじゃないことに気づいた。どうやって埋立地ができていくのか、ペットボトルや缶、新聞紙がどうやってリサイクルされるのかが気になった。</li> <li>外国のように円形に街ができていたのは違って、東西南北にまっすぐ道が通っていて、お寺や門を中心に道があって街が作られていることに気づいた。</li> </ul>                                |
| 教訓に至る記述  | 学習活動を経て学びを教訓化し、次の学びに向けてどのようにつなげていくかについて言及した記述               | <ul style="list-style-type: none"> <li>ごみの分別はめんどくさかったが、ごみをまた使えるようにすることは大切なので、ちゃんと分別していきたい。今度は、埋立地がどのようにできるのかを調べてみたい。身近に埋め立てられたところがないかも見つけてみたい。</li> <li>2 日目の散策では、道が作られた理由にも歴史があると思うので、どうしてその通りができ、どうしてそういう名前になったのかや、どこにつながる道なのかを考えながら、歩いてみたいと思う。</li> </ul> |

### 3.3.1 使用した機械学習手法

機械学習を用いることによる振り返り記述内容の分類の可能性を確認するため、本研究では、テキスト内の関心のあるコンテンツを認識するようにカスタムモデルをトレーニングできる Google Cloud AutoML Natural Language (以下, AutoML Natural Language) を使用し、カスタム機械学習モデルを作成した。

AutoML Natural Language は、Google Cloud Platform に統合された機械学習サービスであり、ラベリング済みのテキストデータを与えることで、そのラベルを認識するように、Google の転移学習とニューラルアーキテクチャ検索技術を利用してトレーニングする、教師あり学習が行える。そして、作成されたモデルにテキストデータを与えることで、そのデータを分類して、各ラベルにどれくらい強く関連付けられるかの数値を出力 (prediction) でき、また、用意された REST API または Python ライブラリを用いることで、一連の、テキストデータの受け渡し、分類と予測値 (分類結果) の取得が行えるものである<sup>(13)</sup>。

AutoML Natural Language を用いたカスタムモデルの作成手順は、データセットの作成、モデルのトレーニング、結果の評価とされている<sup>(14)</sup>。本研究では、これらの手順で、カスタム機械学習モデルを構築した。

### 3.3.2 データセットの作成

モデルのトレーニングにあたり、カテゴリラベルが付けられたテキストデータ (データセット) を用意す

表 2 各回の授業内容

| 講義回   | 内容                                  |
|-------|-------------------------------------|
| 第 1 回 | ICT を活用した客観主義的な授業とその改善              |
| 第 2 回 | ICT を活用した構成主義的な授業                   |
| 第 3 回 | アクティブ・ラーニングにおいて思考・判断・表現力を育む ICT 活用法 |

表 3 分類ラベルの付与結果

| 分類ラベル    | 件数  | 付与された振り返り記述内容 (一部抜粋)  |
|----------|-----|---|
| 事実の記述    | 42  | <ul style="list-style-type: none"> <li>客観主義的な授業とは教師が一方的に知識を伝えるというものであるということ。客観主義的な授業の例としては、生徒が教師から一方的に知識を教え込まれ、それを暗記することを重視している講義型の授業が挙げられるということ。</li> <li>学習の主体が教師から生徒に変わり、授業が大きく変化してきていることを学んだ。現在は、他の人との対話などをしながら定着させる学習が重要視されているが、変化前は教師が一方的に知識を与える講義型授業だった。</li> </ul>  |
| 気づきを伴う記述 | 57  | <ul style="list-style-type: none"> <li>従来の講義形式の授業では深い学びは実現されないと言われていたそうではなく、授業の中でいかに生徒同士の話し合いや意見の交換を取り入れるのが重要なのだと思った。</li> <li>私は今まで、授業中に ICT を利用することに対して、効果的な使い方についてあまり考えたことがなかった。タブレットを使うことで教師の指導が効率的になることを利点として客観主義的な授業のように考えていた。この授業を受けて、その考え方は変わった。</li> <li>単に ICT を活用して授業を行うのではなく、どのようにしたら生徒たちに気づきを与えることができるかと熟考してその上で授業内で ICT を使うことで、ICT が持つ力を最大限に利用することができ、生徒たちの力を伸ばすことができるのではないかと思います。</li> </ul> |
| 教訓に至る記述  | 117 | <ul style="list-style-type: none"> <li>なかなかアクティブラーニングをする機会はないので自分の理解できない部分などは友達に教えてもらったり議論したりして自分の学習の効率も上げていきたい。</li> <li>実際に私が現場で関わるときにはまた違う教育方法が活発になっているかもしれないが、その時もなぜそれが使われているのかをよく考えて生徒にとってより有効的な授業を構成したいと思った。</li> <li>何かを「教える」となるとどうしてもいわゆる「支援」= 答えを教えることになりがちだが、そうではなくどれほど学習者が自身で「気づき」、その過程で「自らの力」をつけながら学びを行えたのか、それをサポートする「学習支援」を行えるよう意識していきたい。</li> </ul>   |

る。データセットには、20 個以上、100,000 個以下のソーステキストドキュメント (テキストデータ) と、2 個以上、100 個以下の一意のラベルを指定する必要があり、各ラベルは 10 個以上のテキストを含む必要がある。本研究では、3.2 節で付与された振り返り記述データを使用し、事実の記述を「Fact」、気づきを伴う記述を「Cognition」、教訓に至る記述を「Forward」とする CSV ファイルを作成し、データセットとした。

### 3.3.3 モデルのトレーニング

トレーニングは、AutoML Natural Language UI を用いて行うことができる。同 UI を用いて、データセットをアップロードし、Fact, Cognition, Forward のラベルに、振り返り記述内容を分類するカスタム機械学習モデルのトレーニングを実行した。このトレーニングでは、同時に、データセットの項目を使用してテストが行われ、モデルのパフォーマンスが評価される。

### 3.3.4 結果の評価

構築されたカスタム機械学習モデルのパフォーマンスの数値を表 4、5 に示す。

表 4 中の平均適合率は、モデルがテストデータに対してどの程度適切に機能しているかを表し、構築されたモデルは 0.811 であった。また、適合率と再現率は、モデルがどの程度適切に情報を取得しているか、どれだけの情報を除外しているかを表す。適合率は、ラベルが割り当てられたすべてのテストサンプルのうち、実際にそのラベルに分類されなければならないものの割合を表し、構築されたモデルは 75% であった。再現率は、ラベルが割り当てられるはずだったすべてのテストサンプルのうち、実際にラベルが割り当てられた

表 4 構築したカスタム機械学習モデルの  
パフォーマンス

| 指標                        | 数値          |
|---------------------------|-------------|
| 平均適合率 (Average precision) | 0.811 (81%) |
| 適合率 (Precision)           | 75%         |
| 再現率 (Recall)              | 72%         |

表 5 構築したカスタム機械学習モデルの  
混同行列 (Confusion Matrix)

|            |           | Predicted label |       |         | Recall |
|------------|-----------|-----------------|-------|---------|--------|
|            |           | Cognition       | Fact  | Forward |        |
| True label | Cognition | 42.9%           | 57.1% | 0.0%    | 42.9%  |
|            | Fact      | 0.0%            | 75.0% | 25.0%   | 75.0%  |
|            | Forward   | 10.0%           | 0.0%  | 90.0%   | 90.0%  |
| Precision  |           | 75.0%           | 66.7% | 81.8%   |        |

ものの割合を表し、構築されたモデルは 72%であった。このことから、構築されたモデルは、平均 81%の精度で目的のラベルを識別していることがわかった。

表 5 の行列は、各ラベルに対するモデルのパフォーマンスを表し、理想的なモデルでは、対角線上の全ての数値は高く、他は低くなる。構築されたモデルは、Fact のラベルを、75.0%、Cognition のラベルを 42.9%、Forward のラベルを 90.0%の割合で識別していることがわかった。このことから、Forward は、より高い割合でラベルを識別していることがわかった。

一方、本来 Cognition のデータが、Fact に 57.1%の割合で識別され、本来 Fact のデータが、Forward に 25.0%の割合で識別されていることがわかった。このことから、構築されたモデルは、Fact と Cognition のラベルを正しく識別していない可能性がうかがえる。これに関して、トレーニングデータの件数についてラベル間で差があったことや、ラベルの付与について振り返り記述内容 1 件に含まれる複数の文 (句点「。」までの文) をまとめて、1 ラベルを付与したことが影響したと予想される。

#### 4. 本機械学習モデルの活用方法の提案

3 章で構築したカスタム機械学習モデルと連携して、入力された振り返り記述内容を分類する仕組みを持つ Web アプリケーション (以下、システム) を活用する方法を提案する。本活用方法では、児童生徒と教員は、システムを、以下の流れによって活用する (図 2)。

手順① 児童生徒は、学習活動後に学びの振り返りを記述する (図 2-①)。

手順② システムは、児童生徒の振り返り記述内容を分類する機械学習モデルに、処理を投げる (図 2-②)。

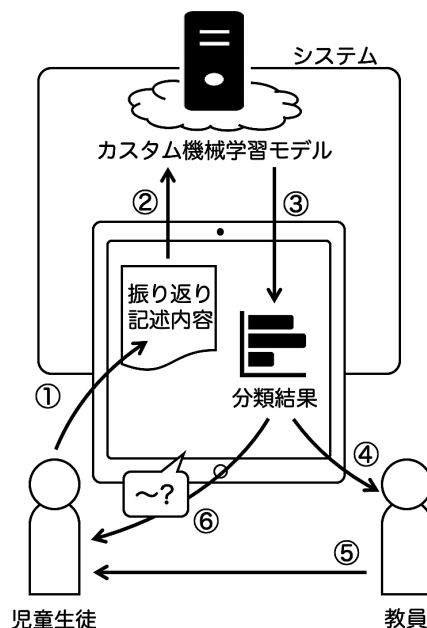


図 2 本機械学習モデルの活用方法

手順③ システムは、分類結果を受け取り、ダッシュボードに見える化する (図 2-③)。

手順④ 教員は、ダッシュボードと振り返り記述内容を参照し、児童生徒の学びの振り返りの状況を把握する (図 2-④)。

手順⑤ 教員は、児童生徒の学びの振り返りの状況に応じて適切な振り返りの支援を行う (図 2-⑤)。

手順⑥ または、システムが、分類結果に応じて適切な学びの振り返りを促すフィードバックを、児童生徒に提示する (図 2-⑥)。

たとえば、児童生徒は、授業後に、タブレット端末等を介して学びの振り返りを記述し (手順①)、その記述内容がシステムに登録された段階で、システムは、機械学習に記述内容の分類処理を投げ (手順②)、その分類結果を取得し、システム内のダッシュボードに見える化する (手順③)。そして、教員は、ダッシュボードと児童生徒の振り返り記述内容を参照して、学びの振り返りの状況を把握し (手順④)、学びの振り返りの支援を行う (手順⑤)。または、教員が直接に支援できない環境を想定し、システムが、分類結果に基づいて、適切な学びの振り返りを促す「なぜそう考えましたか?」、「今後どのように生かしていきたいですか?」などのフィードバックを、任意のタイミングで自動的に提示する (手順⑥)。

このように、本機械学習モデルが活用されることで、  
・振り返り記述内容が自動的に分類され、教員が、児

児童生の学びの振り返りの状況を把握しやすくなり、個々の児童生徒に応じて適切な学びの振り返りの支援を行えるようになる（要件 1，要件 2 の達成）

- ・振り返り記述内容の分類結果に応じて、システムが学びの振り返りの支援を自動的にを行い、児童生徒が、いつでもどこでも継続的な支援を受け、主体的な学びに取り組むことができるようになる

と考えられる。しかしながら、その一方で、

- ・教員が学びの振り返りの状況を把握できても、支援を行う手間が依然として残り、教員の支援内容によって、支援の効果が左右されてしまう
- ・システムが学びの振り返りを促すフィードバックを提示しても、その内容をミスリードしたり、その内容に従うだけになってしまったりすることで、かえって主体的な学びを阻害してしまう

ことが予想される。特に後者については、児童生徒の強い主体性が発揮されなければ、受身的な学習に陥らせてしまいかねない。これらについては、今後の研究課題となると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、児童生徒の学びの振り返りの支援を目指した、学びの振り返りの状況の把握の支援を目的に、振り返り記述内容を、学びの振り返りの段階に着目して分類するカスタム機械学習モデルを構築し、そのモデルの活用方法を提案した。本モデルを活用することで、児童生徒の学びの振り返りの状況が見える化され、その状況に応じた支援が容易となると期待される。

今後の課題として、分類の精度の向上のために、振り返り記述内容の 1 文につき 1 ラベルを付与するとともに、ラベル間で均一なトレーニングデータを作成していく必要があると考えている。また、実際に授業で記述された振り返り記述内容を用いて分類を行い、本モデルによる分類の有効性を検証していく。

## 参 考 文 献

- (1) 文部科学省: “小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 総則編”, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387014.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm) (2018 年 12 月 11 日確認)
- (2) 文部科学省: “「2020 年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめ”, [\[/houdou/28/07/1375100.htm\]\(http://houdou/28/07/1375100.htm\) \(2018 年 12 月 11 日確認\)](http://www.mext.go.jp/b_menu/</a></li></ol></div><div data-bbox=)

- (3) 文部科学省: “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)”, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm) (2018 年 12 月 11 日確認)
- (4) 文部科学省: “Society5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～”, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/afiedfile/2018/06/06/1405844\\_002.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afiedfile/2018/06/06/1405844_002.pdf) (2018 年 12 月 11 日確認)
- (5) 新居学, 安藤滋, 高橋豊ほか: “看護ケアテキストデータ分類システムの開発”, 知能と情報: 日本知能情報フアジィ学会誌, Vol.20, No.1, pp.9-18 (2008)
- (6) 新里圭司, 小山田由紀: “店舗レビューには何が書かれているか?—調査及び自動分類システムの開発—”, 自然言語処理, Vol.25, No.1, pp.57-79 (2018)
- (7) 乾裕子, 村田真樹, 内元清貴ほか: “表層表現に着目した自由回答アンケートの意図に基づく自動分類”, 自然言語処理, Vol.10, No.2, pp.19-42 (2003)
- (8) 三輪和久, 齋藤ひとみ: “学習科学に基づく学習/教育支援システムの設計と実現: リフレクションに基づく学習支援を題材として”, 教育システム情報学会誌, Vol.21, No.3, pp.145-156 (2004).
- (9) Flavell, J. H.: “Speculations about the Nature and Development of Metacognition”, In F. Weinert and R. Kluwe (Eds.), *Metacognition Motivation and Understanding*, pp.21-29, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ (1987)
- (10) Nelson, T. O., and Narens, L.: “Why Investigate Metacognition?”, In J. Metcalfe and A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing*, pp.1-25, The MIT Press, Cambridge, MA (1994)
- (11) 三宮真智子 編著: “メタ認知 学習力を支える高次認知機能”, 北大路書房, 京都 (2004)
- (12) 森本康彦: “次世代 e ポートフォリオシステムによる学習評価支援のための自己対話による学びの振り返り促進と成長の見える化モデル”, 日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, pp.157-158 (2017)
- (13) Google: “Cloud AutoML”, <https://cloud.google.com/automl/> (2018 年 12 月 11 日確認)
- (14) Google: “Cloud AutoML Natural Language”, <https://cloud.google.com/natural-language/automl/docs/> (2018 年 12 月 11 日確認)