

# 小学校のグループ学習に参加する議論支援ロボットの構成

## Construction of discussion support robot participating in elementary school group learning

小野 宙生<sup>†</sup>      森田 武史<sup>‡</sup>      山口 高平<sup>‡</sup>  
Hiroki Ono<sup>†</sup>      Takeshi Morita<sup>‡</sup>      Takahira Yamaguchi<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院 理工学研究科

<sup>‡</sup> 慶應義塾大学 理工学部

<sup>†</sup> Keio University, Graduate School of Science and Technology.

<sup>‡</sup> Keio University, Faculty of Science and Technology.

### 要旨

現在、知識推論、音声対話、画像センシング、動作計画、機械学習を統合し、エンドユーザが容易に統合知能アプリケーションを開発できるプラットフォーム PRINTEPS (Practical INTEligence aPplicationS)の研究を進めている[1]. 本研究では、この PRINTEPS において、教科オントロジーと日本語 Wikipedia オントロジー[2]を融合した議論支援ロボットを構成する。最終的には、小学5年生の授業にて、1グループ4~5名につき1台のロボットを導入し、児童とともに地球温暖化に関するグループ討論を目指す。本稿では、その準備段階について報告する。

## 1. はじめに

現在の小学校教育においては、教師が児童に一方的に知識を伝達するだけでなく、児童の興味関心を維持しながら児童に主体的に学習させることや、上辺だけの暗記ではなく言葉の意味などについてもしっかりと理解させることが必要になっている。これまで本研究室では教師の補助役にロボットを導入した実践授業の研究を行ってきたが、本研究ではそうした背景を踏まえ、少人数のグループディスカッション授業にロボットを導入し、教師役および児童の友達という2つの側面から、児童の議論を支援する議論支援ロボットを構築する。

## 2. 議論支援ロボット

本研究における議論支援ロボットは、大きく分けて「議論参加者(議論に参加して発言)」と「司会進行者(議論の進行を管理)」の2つの役割を担う。以下では、それぞれの役割について述べる。

### 2.1. 議論参加(議論に参加して発言)

本研究では、児童によるディスカッションに、必要に応じてロボットが参加する。この参加手段として、大きく分けて「発言の拡張」「質問応答」の2つを用意している。それぞれの方法について以下で解説する。

#### 2.1.1. 発言の拡張

本研究では、ディスカッションの中で児童から出てくるであろうキーワードをあらかじめ用意しておき、それらのいずれかが出た時にロボットが補足し、必要に応じて用意したビデオを見せるという形をとっている。この補足にはこちらが用意した教科オントロジーを用いる。これについては次節で詳しく述べる。

#### 2.1.2. 質問応答

質問応答には、授業の流れの中でロボットから質問し、児童に答えさせるケースと、児童からの自由な質問にロボットが答えるケースの2つがある。前者については、オントロジーを用いて児童の回答が正しいかどうかを判断し、その正誤に応じてロボットの返答を変えている。後者については、議論中に児童からなされた質問に対し、オントロジーを用いてロボットが答えていく。

### 2.2. 司会進行(議論の進行を管理)

本研究では、授業および議論の進行役をロボットが担う。以下では、今回用意した進行役としての機能について解説する。

### 2.2.1. 時間管理

授業時間を全て使って一つのテーマのディスカッションをする場合もあるが、授業内で細かくテーマを分け、複数のテーマのディスカッションをする場合もある。また、テーマとテーマの間にディスカッション以外の時間が含まれる場合もある。本項では、授業をそのように分割したそれぞれの時間を「フェーズ」と呼ぶ。その際、現在のフェーズを何らかの条件で終了させ、次に移行する必要がある。

本研究では、それぞれのテーマに規定の議論時間を設け、その時間を超過した時に次に移行させるというのを基本とするが、2.1.1 で述べたキーワードが3つとも出た場合にはそれから一定時間後に次へ移行するなど、議論状況に応じて移行タイミングをずらしている。

### 2.2.2. 議論の誘導

本研究ではディスカッションを円滑に進行するために、議論を誘導するためのいくつかの機能をロボットに持たせている。例えば、2.1.1 で述べたキーワードがなかなか児童から出てこないとき、ロボットが未出のキーワードについて、児童に解説を行う。他には、児童からヒントを求められた時に、未出のキーワードを促すヒントを述べる機能などを備えている。

### 2.2.3. 議論の活性化

議論をより活性化させるために、あまり発言のない児童に発言を促す機能を備えている。

## 3. システム構成

図1に、本研究のシステム構成の概要図を示す。

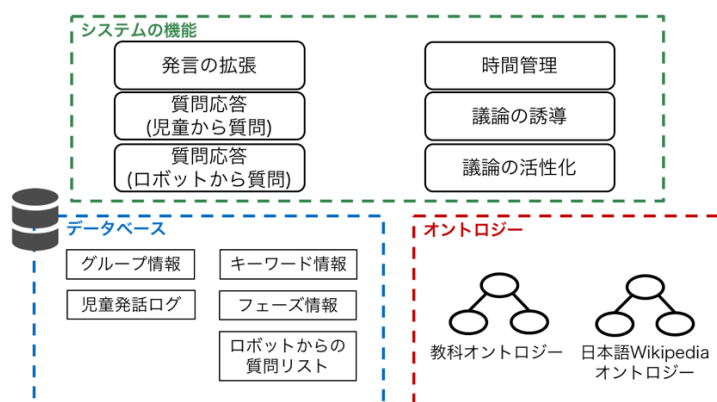


図1 システム構成

なお、ディスカッション授業を行うテーマに関する知識は全てオントロジーとデータベースに収めているため、似た形式でのディスカッションであれば、オントロジーを差し替えデータベースを書き換えることで、他のテーマでも容易に行うことができる。

本節では、本研究で使用しているオントロジーについて解説したのち、前述した機能それぞれについて、データベースとオントロジーを利用してどのように実現しているのかについて述べる。

### 3.1. オントロジー

本研究では知識源として2種類のオントロジーを用意している。1つは人手で作成した、議論テーマについてのオントロジー(教科オントロジー)であり、もう1つはWikipediaから半自動的に構築された、日本語Wikipediaオントロジーである。前者は対象となる範囲が狭いがより正確な知識であり、後者は範囲が広いが、Wikipediaの性質上、精度は必ずしも良くなく、子供向けの言葉で書かれていない。

図2では例として、今回作成した地球温暖化オントロジーの一部分と、用意したプロパティの例を載せる。このようなオントロジーを利用することで、先に述べたようなロボットとのインタラクションを可能にしている。

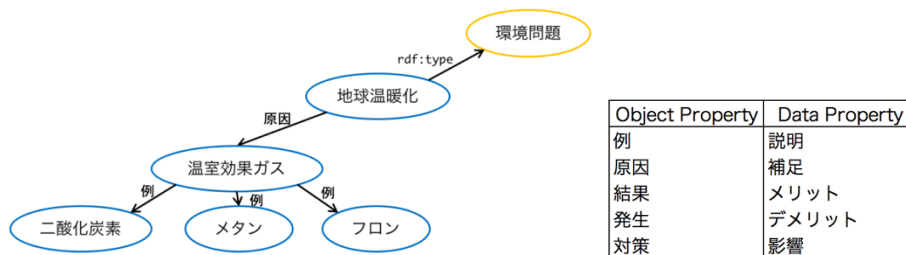


図2 地球温暖化オントロジーの一部分と、用意したプロパティの例

### 3.2. 機能の実現方法

ここでは、2節で示した5つの機能について、それぞれどのようにロボットの発言を生成しているのかについて述べる。

#### 3.2.1. 発言の拡張

こちらが用意したキーワードが児童から出てきたときに補足を行うが、議論のフェーズにより捕捉するキーワードが異なるので、フェーズごとの捕捉するキーワードおよびその言い換え語を、あらかじめデータベースに格納しておく。次にオントロジーを参照し、そのキーワードに用意されている「説明」「補足」プロパティを取得し、適宜語尾を変化させ、ロボットの発言として返している。

#### 3.2.2. 質問応答

まず「ロボットからの質問」では、あらかじめロボットにさせる質問のリストを作成し、その質問の答えとなるRDFトリプルの情報をデータベースに格納しておく。そして、その後の児童の回答が、データベースにあるRDFトリプルの答えにあたる部分と一致しているかを判断し、それに応じて応答文を生成する。

次に「児童からロボットへの質問」では、まず、連続した名詞を1つの名詞として処理した上で、質問文中の名詞の数を取得する。1つならドメインオントロジーのその語のrdfs:commentを参照し、その語の解説を行う。2つなら、RDFトリプルのsubject, property, objectのうち2つに順次あてはめ、そのトリプルがオントロジーに存在する時、残り1つのものを答える。なお、いずれの場合も、ドメインオントロジーから答えが見つからなかった場合は、日本語Wikipediaオントロジーを参照する。

#### 3.2.3. 時間管理

本システムでは、一定間隔ごとに定期的に行うチェックにより、次のフェーズへ移行するかどうかの判断と、後述する議論の誘導や活性化を行っている。

この定期的なチェックにて、「フェーズごとの規定議論時間を超過した」または「フェーズごとに用意したキーワードが全て出てから一定時間が経過した」のいずれかの条件を満たした時に、次のフェーズへ移行し、その旨をロボットに発話させる。なお、フェーズごとの規定議論時間や今までどのキーワードがいつ出たのかなどの情報は、データベースにて保存されている。

#### 3.2.4. 議論の誘導

まず、上で述べた定期チェックにて、一定時間こちらが用意したキーワードが出ていなければ、まだ出ていないキーワードの解説をロボットが行う。ここでは3.2.1で述べた発言の拡張と同様の方法で解説を行っている。

また本システムでは、児童から「ヒント」を含む発言がなされたとき、ロボットにヒントを求められたと判断する。その際には、データベースに保存されているキーワードごとに用意したヒントをロボットが述べ、未出のキーワードが児童から出てくるよう促す。

#### 3.2.5. 議論の活性化

定期チェックにて、前回のチェック以降一言も発言していない児童に、「〇〇くん(さん)はどう思うかな？」と尋ねることで、議論の活性化を図っている。ここでは、データベースに保存されている児童発話ログを利用している。

## 4. 実験準備

本研究のケーススタディとして、小学5年生の地球温暖化に関するディスカッション授業を、本年12月中旬に予定している。1クラス30名程度を4~5名ずつのグループに分け、1グループにつき1台のロボットとPCを配置し、共に議論を進行させていく。なお本研究では、使用するロボットとして、発話や多少の身振りができ、机に手軽に配置できる小型のヒューマノイドロボット Sota を採用した。

### 4.1. 実装

今回の実装では、ロボット制御のため、オープンソースのフレームワークである ROS (Robot Operating System) を利用している。また、授業の流れをワークフローとして書くために PRINTEPS を用いている。

本システムでは、児童からの発言をマイクで常に受け続け、Sota が応答すべき発言の場合に Sota が応答するという仕組みをとっている。なお今回は、児童から Sota へと質問をする際には、発言の頭に「Sota」とつけてもらうことで、Sota に対しての呼びかけなのかそうでないのかを区別している。

児童からの発言は、児童ごとにマイクを用意することで発話者を区別し、マイク番号と発言を ROS トピックの形で配信(publish)する。その後、オントロジーなどを参照しながら、Sota に応答させる場合はその発話内容を生成し、レスポンスとして返す。また、動画を見せる場合は見せたい動画のパスも同時に返す。そして返ってきた情報から、発話内容を Sota に発話させ、動画を見せる場合には、そのまま PC で動画を再生する。ここでは roslibjs という、JavaScript と ROS を連携できるライブラリを用いている。

### 4.2. ロボットと児童との対話例

ここでは例として、「みんなができる温暖化対策についてのディスカッション」の最中の、Sota と児童との対話例を以下に示す。

Sota 「それじゃあ、みんな一人一人ができる温暖化対策について話し合ってみよう。」

児童 A 「節電すればいいんじゃないかな？」

Sota 「今、A くんが節電と言ったね。火力発電で電気を作る時には、大量の二酸化炭素が出ているから、電気を節約することが温暖化対策になるんだよ。使っていない明かりをこまめに消すとか、テレビをつけっぱなしにしないとか、そういった習慣をつけることで節電ができるんだよ。」

Sota 「それじゃあ、例えばどんな風にすれば節電ができるのか説明したビデオがあるから、見たかったらパソコンで『見る』をクリックしてね」

## 5. おわりに

本稿では、小学校における教育的効果をより高めるための、少人数のグループによるディスカッション授業に導入する議論支援ロボットについて報告した。今後、実際に授業を行い、児童と教師へのアンケートを用いて評価を行う予定である。

## 謝辞

本研究は、科学技術振興機構(JST) 戦略的創造研究推進事業(CREST)「実践知能アプリケーション構築フレームワーク PRINTEPS の開発と社会実践」(JPMJCR14E3)の支援によって実施した。

## 参考文献

- [1] 森田武史, 萬礼応, 小篠裕子, 西村良太, 高橋正樹, 中野有紀子, 斎藤英雄, 山口高平, “統合知能アプリケーション開発プラットフォーム PRINTEPS とその応用事例”, 第31回人工知能学会全国大会, 2017.
- [2] 玉川奨, 桜井慎弥, 手島拓也, 森田武史, 和泉憲明, 山口高平, “日本語 Wikipedia からの大規模オントロジー学習”, 人工知能学会論文誌, vol.25 No.5, 2010, pp.623-636.