

# 技術仕様書における処理と対象に焦点を当てた 文章読解の能力を育成する学習支援環境の検討

## A Design of Learning Environment for Improving Reading Comprehension Skills Focused on Tasks and Targets in Specification

茂木 誠拓<sup>1</sup> 古池 謙人<sup>1</sup> 東本 崇仁<sup>2</sup>  
Tomohiro MOGI<sup>1</sup>, Kento KOIKE<sup>1</sup>, Takahito TOMOTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京工芸大学大学院工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

<sup>2</sup> 東京工芸大学工学部

<sup>2</sup> Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

**Abstract:** In the system development, it is necessary that skills for reading and comprehension tasks and targets from the specifications. Therefore, we have been worked to support acquiring these skills by developing the learning environment. In this paper, we study the design of the learning environment towards more effective support based on the reading comprehension model.

### 1 はじめに

システム開発の分野においては、顧客の要求を取りまとめた技術仕様書から実際に求められている処理を読み取る能力が必要とされる。しかし「実際の処理は構造を持っているが文章は直線的な表現しかできない」「書き手と読み手の持っている知識には差がある」などの理由から、うまく読み取りができないことがある。著者らはこういった技術仕様書を対象とした読解能力の獲得を支援するために、Activity-First Method (AFM) と呼ばれるオントロジー構築手法 [1] を参考に学習環境の構築を行ってきた [2]。

AFM は技術文書からその文章が表す処理を抽出・詳細化し、処理同士の関係性を整理することでオントロジーを構築する手法である。特に、文章中に出てくる処理の実行順やその対象を明確に切り分けることで、is-achieved-by 階層と呼ばれる構造を作成させている。また、文章の範囲で出現する概念を整理することで、ドメインを限定したオントロジーを作成させている。そこで著者らはこれら AFM の活動を通じた経験が技術仕様書における読解能力の獲得に繋がると考えた。図 1 に AFM を用いた技術仕様書の読解と、その読解能力の獲得方法について示す。

著者らは技術仕様書における読解能力として、文章中に現れる処理をきちんと認識し、その意味を把握する「処理の詳細化能力」、処理の実行順序や階層的な関係などを整理する「処理の関係性整理能力」、文章中の言葉と自分の持っている知識を結び付けて考える「背

景知識の活用能力」という 3 つの要素があると考えている。しかしこれまで構築してきた学習環境は、特に「処理の詳細化能力」および「処理の関係性整理能力」の獲得のみを指向してきた。

そこで本稿では、現在の学習環境でどんな活動が行われているのかを技術仕様書における読解能力と位置付けながら整理した上で、「背景知識の活用能力」を獲得するために今後支援すべき困難性や、実装すべき機能について検討する。

### 2 技術仕様書における読解能力

システム開発の分野においては、仕様書などから要求されている処理を実行可能な状態として読み取る能力が必要とされる。この場面における技術仕様書とは、要求分析などで作成されるものを想定している。しかしこの技術仕様書は、処理そのものや処理同士の関係性がわかりにくいように記述されていたり、持っている背景知識の差によって不十分な記述がされていることが考えられる。したがって実行可能な状態として読み取るためには「処理の詳細化」「処理の関係性整理」「背景知識の活用」などが必要となる。

このような技術仕様書における読解能力は、図 1 に示すように、より一般的な読解能力の下位能力であると考えられる。したがって技術仕様書における読解能力の獲得支援について議論するために、より上位にある一般的な文章読解について検討することが有用であ

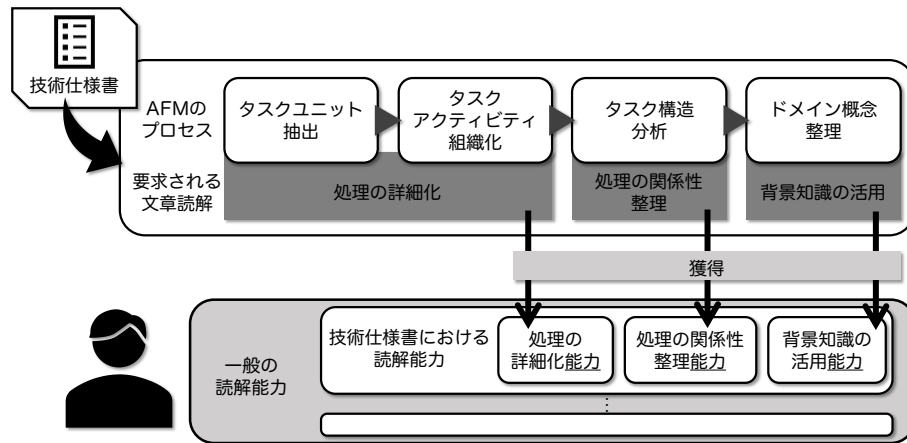


図 1: 技術仕様書の読解に必要な能力とその獲得方法

ると考えられる。そこで次章では文章読解のモデルについて説明する。

### 3 文章読解モデル

認知心理学の分野において「文章を読む」という行為は「読み手の頭の中に表象を構築すること」であるとされている。この表象について Kintsch らはテキストベースと状況モデルという2つのレベルを定義している [3]。テキストベースはテキストに明示されている言葉のみを用いて構築される表象で、命題をネットワーク状に接続したものとして表現されている。一方、状況モデルは明示されている情報に加え、自分の既持っている知識と合わせて解釈を通して構築される表象で、グラフの形で表現されている。

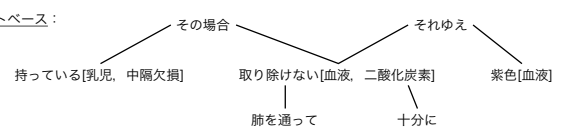
先行研究では例として、心臓病に関する文章に対するテキストベースと状況モデルを示している (図 2)。テキストベースは「テキストを覚える」ことを通して構築されると言われており、例では「乳児が中隔欠損を持っている」「血液から二酸化炭素を取り除けない」「血液が紫色である」という3つの命題で構成され、接続詞で繋がれている。よってテキストベースの理解をしている読み手は、同じ内容を別の誰かに説明する(複製)といったことは可能であるが、この知識を用いて別の事実を推論することや別の場面で活用することは難しいとされている。

一方で状況モデルは「テキストから学習する」ことを通して構築されると言われており、例ではテキストベースの情報と「赤色の血液は酸素を運んでいる」「紫色の血液は二酸化炭素を運んでいる」などの既存知識が結び付けられている。よって状況モデルの理解をしている読み手は、その知識から別の事実についての推論や別の場面での活用が可能になるとされている。Kintsch

文章：

乳児に中隔欠損がある場合、血液が肺を通過して十分な二酸化炭素を取り除くことができない、それゆえ紫色に見える。

テキストベース：



状況モデル：

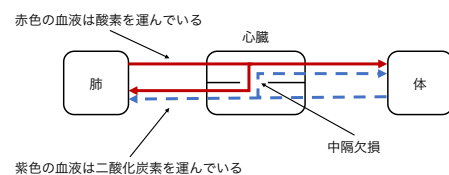


図 2: テキストベースと状況モデル [3]

らは、この状況モデルの構築を目標としている。

## 4 技術仕様書における読解能力の獲得支援

本章では著者らの構築した学習支援環境について、3章で紹介した文章読解モデルと比較しながら説明する。

### 4.1 Activity-First Method (AFM)

AFM とは技術文書からオントロジーを構築するための手法である [1]。ある技術文書から手順などをあらわすオントロジー (タスクオントロジー) を構築して、その中に出てくる概念について整理したオントロジー (ドメインオントロジー) を構築する手法である。

AFM は大きく分けて次の 4 フェーズから構成されている (図 3)。

- (1) タスクユニット抽出フェーズ：文章から処理と処理対象を抽出
- (2) タスクアクティビティ組織化フェーズ：処理の意味を同定
- (3) タスク構造分析フェーズ：処理の流れや、処理・処理対象の関係性を整理
- (4) ドメイン概念組織化フェーズ：ドメイン（文章）の範囲で登場する概念について整理

また、AFMでは is-achieved-by 階層と呼ばれる構造が作成される。図4は著者らがバブルソートのアルゴリズムを表す文章から作成した構造である。この構造はAFMの(3)タスク構造分析フェーズを経て作成され、文章から抽出した処理の順序や階層関係、それぞれの処理が持っている入出力が記述されている。

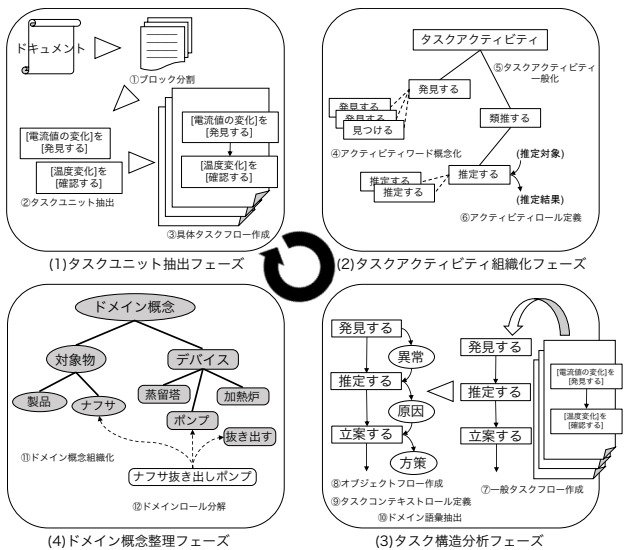


図 3: AFM の流れ [4]

## 4.2 学習環境における活動

本学習環境は5つの画面から構成されている(図5)。学習環境それぞれの画面がAFMのどの部分に対応しているか、またそれぞれの画面における学習者の活動について説明する。

(a) 問題文整形の画面では、学習者に処理対象と処理が含まれている短文を提示する。そこから学習者自身に処理対象と処理の抜き出しをさせることで、文章中における処理対象と処理の関係について理解を促す。この画面はAFMにおける②タスクユニット抽出に対応している。

(b) Act-W 概念化・意味決定の画面では(a)で抜き出した処理について同一だと思ふ処理をまとめて意味を決定させることで、文章中における処理を表す単

問題文(バブルソート)  
まず、数値列を配列Aに格納する。次に、配列Aから基準を決定し、基準とその次の値を比較し、比較結果から値を入れ替えるという作業を、配列Aの最大値を配列の最後尾に移動するまで繰り返す。さらに、最後尾が最大値になった配列Aから現在の操作範囲を取得し、配列Aの最後尾を操作範囲から除外し、除外した値を配列Aに移動させるという作業を、操作範囲が0になるまで繰り返す。最後に、配列A'を出力する。

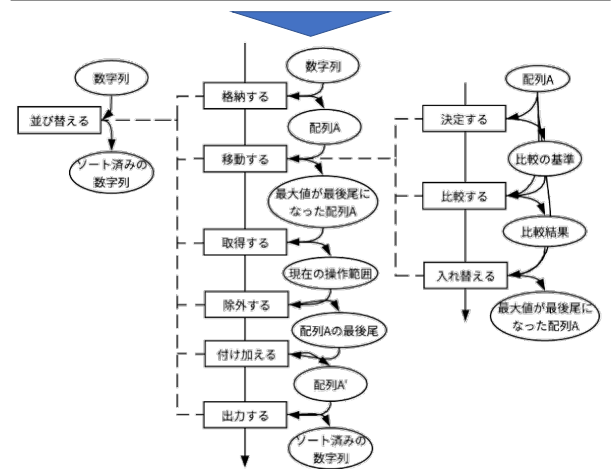


図 4: バブルソートと is-achieved-by 階層

語の本質的な理解を促す。この画面はAFMにおける④アクティビティワード概念化と⑤タスクアクティビティ一般化に対応している。

(c) A-Role 定義の画面ではコンテキストを考慮させない状態の処理に対する入出力(一般的な入出力)を定義させることで処理単体での入出力を考えることを促す。この画面はAFMにおける⑥アクティビティロール定義に対応している。

(d) タスクフロー作成・T-Act 合成の画面では学習者に(b)で同定した処理を提示し、それを組み合わせることでより上位の処理を合成させる。下位の処理から共通点を見つけ、上位の処理として一つにまとめることを促す。この画面はAFMにおける⑦一般タスクフロー作成に対応している。

(e) TC-Role 定義の画面では(d)で一般的な入出力を定義した処理に対して、コンテキストを考慮した状態の入出力(文章内における入出力)を定義させる。コンテキストを考慮した入出力を考えることで文章全体の処理の流れを把握し、全体像を理解するよう促す。この画面はAFMにおける⑨タスクコンテキストロール定義に対応している。

このようにして本学習環境では技術仕様書における読解能力のうち「処理の詳細化能力」と「処理の関係性整理能力」の獲得を支援している。

## 4.3 学習環境と文章読解モデル

本節では、前節で説明した学習環境(図5)と3章で示した文章読解モデルの関係性を検討する。

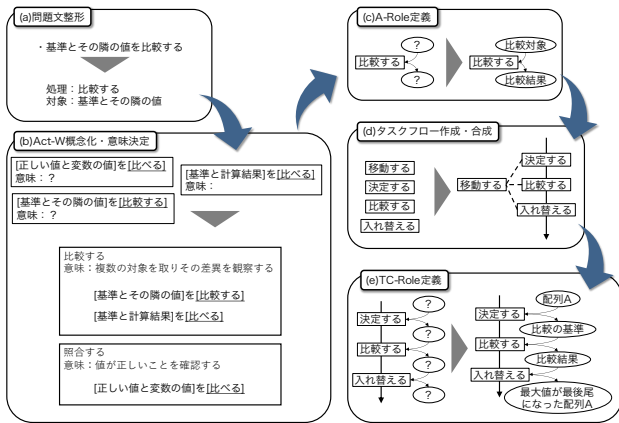


図 5: 学習環境における学習者の活動

文章理解モデルにおけるテキストベース構築の活動に対応していると考えられるのは、(a) の画面である。この画面は文中に現れている言葉をそのまま用いて処理とその対象を抽出する画面である。つまり、自分の持っている知識と文章の内容を結びつけるといったことは行わないため、テキストベースの構築に対応していると考えられる。

一方、文章理解モデルにおける状況モデル構築の活動に対応していると考えられるのは、(b) ~ (e) の画面である。これらの画面は抽出した処理の入出力について考えたり、処理がどのような使われ方をしているか考える画面である。つまり、文中の言葉だけでなく、文章と自分の知識を結び付けながら考える必要があるため、状況モデルの構築に対応していると考えられる。

3章でも説明したように、状況モデルの構築を行うとその知識を利用した推論などが可能になる。したがって本研究でも、与えられた技術仕様書から状況モデルを構築できることが有用であると考えている。

前に示したように AFM のほとんどのフェーズは状況モデルの構築に対応した物である。これが AFM を一人で実行することの難しさにつながっていると考えられるため、学習環境として支援が必要である。

#### 4.4 今後の展望

4.1 節で説明したように、AFM はある技術文書から手順などをあらわすオントロジー（タスクオントロジー）を整理して、その中に出てくる概念について整理したオントロジー（ドメインオントロジー）を構築する手法である。しかし、現在本学習環境ではドメインオントロジー構築と対応した学習フェーズが存在しない。よって今後は、学習環境に対するドメインオントロジーの導入や学習環境で学習者にドメインオントロジーを作成させるフェーズの開発を検討している。学習環境に

対してドメインオントロジーを導入することで、学習者の解答に対してより言葉の意味に踏み込んだフィードバックが可能になると考えられる。例えば「ファイルをフォルダに保存する」という処理と「ファイルをサーバに保存する」という処理が同じであると解答した学習者に対して、現状の学習環境ではその解答がなぜ間違っているのかということが説明できない。しかし学習環境にドメインオントロジーを導入することで「サーバに保存する場合には、サーバに対する送受信が必要である」といったような不正解の理由を提示できるようになると考えられる。また学習環境にドメインオントロジーを作成させるフェーズを導入することで、学習者の背景知識の状態を把握することが可能になり、より詳細な支援が可能になると考えられる。

## 5 おわりに

本稿では著者らの構築している、技術仕様書における読解能力の獲得を指向した学習環境について、現在支援している箇所について考察した。さらに、今後より良い支援を行うために必要となる機能や、それによって新たに支援可能となる箇所について検討した。

今後は検討した機能の実装・評価を予定している。

## 謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究 (C)(18K11586) の助成による。

## 参考文献

- [1] 久保成毅, 古崎晃司, 来村徳信, 溝口理一郎. オントロジー構築方法 AFM (Activity-First Method) の詳細化の試み. 第 13 回人工知能学会全国大会論文集, pp. 114-117, 1999.
- [2] 茂木誠拓, 古池謙人, 東本崇仁. 要求分析能力の獲得支援を指向した学習環境に対するフィードバック機能による効果の検証. 人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会, Vol. 88, pp. 61-64, 2020.
- [3] Walter Kintsch. Text comprehension, memory, and learning. *American psychologist*, Vol. 49, No. 4, p. 294, 1994.
- [4] 石川誠一, 久保成毅, 古崎晃司, 来村徳信, 溝口理一郎. タスク・ドメインロールに基づくオントロジー構築ガイドシステムの設計と開発. 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 5, pp. 585-597, 2002.