

# テキスト読解の困難さに関する定量的分析—小・中学校の理科教科書を事例として

新井 庭子<sup>†1</sup>, 分寺 杏介<sup>†2</sup>, 松崎 拓也<sup>†3</sup>, 影浦 峯<sup>†4</sup>

**概要:** テキストの難しさの研究として、既存の研究ではテキストか人間の認知の仕組みかどちらかしか研究対象にされてこなかった。本研究は、この2つの視点の両方を持ちつつ、主に知識構成を支える言語表現の形式に焦点を当て、小・中の理科教科書を材料にこの問題への接近を試みる。我々は、読みを困難にするテキストのパラメーターを予測し、小・中教科書テキストの間にそのパラメーターで表現できるギャップがあることを示したが、その研究はまた、表層的特徴に加え、質的な観点から言語表現を検討する必要性を示した。本研究では、質的な関連から言語表現を特徴付けるカテゴリーとして、定義表現と分類の表現に着目し、計量的な分析を行った。

**キーワード:** 理科教科書, 定義表現, 分類, 小・中ギャップ, 読解能力テスト

## 1. はじめに

### 1.1 小・中ギャップ

近年、いわゆる小・中ギャップ、すなわち、小学校から中学校への進学において、新たな環境での学習や生活に対応できず、不登校等に繋がる状況が、教育の分野で問題となっている（中央教育審議会初等中等教育分科会, 2012）。この問題は学習者の学習面と生活面から検討が進められている。このうち学習面では、担任制の相違や授業形態の違いといった指導の様態や方法の面からの指摘や研究はあるが（中央教育審議会初等中等教育分科会, 2012; 伊藤, 2014）、学習者が抱える困難がどのようなものか、例えば問題を解く際のアプローチやプロセスは身につけているか、教科書を読んで理解し知識を獲得できているか等を具体的に分析した研究は少ない。

本研究では、学習上の困難の中でも、教材を通して知識を獲得するために科目にかかわらず前提となる、テキストを読んで理解するプロセスに焦点をあてた。小・中の教科書間に読むことに関連するテキストの形式的複雑さの相違が存在するかどうかを分析し、その結果を用いてテキストにおいて観察された相違が読むことの難しさとどのように関係しているかを考察した。

教科書のテキストはどのような書かれ方をしているのか。また、学習者はそのテキストによって法則や概念の知識を獲得できているのだろうか。学習者にとってそのテキストを「読む」際の困難はテキストのどの特徴量として現れるものなのだろうか。

小・中ギャップとの関連で、読むことに着目するのは、以下の理由からである。読むことは、一般に、単に読み上げることではなく、読んで意味を理解することを指す。学

習の場において新たな知識を身に付けるプロセスは、教科書を読めることは前提として進んでいく。テキストを読んで理解できなければ、法則や概念の関係を把握することは困難である。その意味で、読めるかどうかは、学習を左右する極めて重要な要因である。

しかしながら、学校で行われている定期試験により分野の理解の度合いを確認するような方法では、この違いは確認できない。教科書を読み理解していたとしても問題は解けないことがあるから、知識の理解を問う問題を通して、読めているかどうかを判断することはできないのである。それゆえ、「読む」こと自体を対象とする研究が学習達成度試験などとは別に求められる。

本研究では、このような問題意識のもとで、まず我々が行った、読みを困難にするテキストのパラメーターとして文の表層的特徴を考慮した研究を紹介し、その研究が、さらに質的な観点からの検討の必要性を示していることを確認する。次いで、それを受けて導入した定義表現と分類の表現というカテゴリに着目し、小・中教科書テキストを計量的に分析する。

### 1.2 関連研究

日本語を対象にしたものを中心に、関連研究を概観する。関連する研究は、いくつかの異なる観点や応用から行われてきた。着目する属性や方法論の共通性が見られるものもあるが、ここでは主な研究目的ごとに概観する。

#### 1.2.1 リーダビリティ研究

リーダビリティ研究は「読みやすい文章」を定義しようという試みであり、英語圏を中心に展開されてきた。「読みやすさ」という視点から見たテキストの特徴量のうち、可測要素を説明変数として公式を作成する姿勢が特に初期

<sup>†1</sup> 東京大学大学院学際情報学府博士課程  
Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo

<sup>†2</sup> 東京大学大学院教育学研究科博士過程  
Graduate School of Education, The University of Tokyo

<sup>†3</sup> 名古屋大学  
Nagoya University

<sup>†4</sup> 東京大学大学院学際情報学府  
Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo

のリーダビリティ研究の特徴と言える (Gray et al., 1935).

Gray et al. (1935) は、リーダビリティを定量的に測る指標としては平均文長や異なる難しい単語の数などを採用している。英語の研究と比べると数は少ないものの、日本語に関するリーダビリティ研究もいくつか存在する。柴崎ほか (2007) は、平均文長と漢字・カタカナ・ひらがな・ローマ字の割合・分布、語種の割合と一文の述語の数を分析のパラメータとして採用している。柴崎ほか (2007) によれば、文法構造の複雑さもテキストの重要な要素だが、200 以上あるリーダビリティ公式の中でこれをパラメータとして採用したものはない。

### 1.2.2 単語親密度・基本語彙研究

多くのテキストの難しさを扱う研究において語彙は重要な要素と目されており、その研究は多岐にわたる。語彙集合の中で中核的な役割を持つ基本語彙の研究は教育という視点から見れば重要である。島村 (2013) は、教育基本語彙データベースの基本語彙について、小学校・中学校における理解度 (その単語の意味を知っているかどうか) の調査結果を報告している。そこでは、特に低学年配当語彙は学年とともに理解度が上昇していることが示されている。

テキストの難しさに関連する語彙研究の中でも語彙の心象性に焦点を当てた研究として単語親密度の研究がある。天野ほか (2000) は、日本語で最大規模の単語親密度データベースである NTT 単語親密度データベースを解説している。このデータベースは、自立語 80000 語を対象に、18~29 歳の男女合わせて 32~35 名による「なじみ」の程度を 7 段階で評定してもらうことで作成したものである。

このデータベースを利用した単語親密度の応用研究も複数存在する。川村ほか (2008) は単語親密度を利用した文の難易度チェッカーシステムを報告している。

### 1.2.3 難易度推定

難易度推定研究は、対象学年などコーパス中で文書ごとに付与されたに付与された難易度を正解データとして扱い、語彙の豊かさや係り受け関係の複雑さを用いて任意のテキストの難易度を推定するもので、テキストに内在する難易度とは何かを明らかにするのではなく、すでに設定されている難易度に従いテキストを分類する研究である。

難易度推定研究は主に自然言語処理の分野で研究蓄積があり、初期の研究としては建石ほか (1988) と石崎ほか (1988) が挙げられる。石崎ほか (1988) は日本語テキストの複雑さの定量的な分析を行っており、文長、用言などの数、係り受けの数・並列構造の数を定量的なパラメータとして採用している。小学校から高校までの 4 教科の教科書を対象としており、学年を難易度の正解データとして扱っている。

難易度推定研究の中でも係り受け関係に特に焦点を当てたものとして、劉ほか (2012) が挙げられる。劉ほか (2012) においては、文節から係り先までの距離を指標として取り入れており、距離の長さ別にランク分けを行い、日本語能

力試験の受験級を正解データとして分析を行っている。これにより、日本語能力試験の各受験級の語彙と係り受けの距離ランクは難易度推定に有効であると述べている。

## 2. 言語表現の表層的特徴と質的特徴

我々は、新井ほか (2017, 投稿中) において、小学校 5 年と 6 年および中学校 1 年と 2 年の理科教科書を対象とし、教科書テキストの形式的複雑さとして単語親密度、文長、係り受けの数、距離の平均、ツリー構造の深さについて小・中間で特徴の差が見られるかどうかを分析した。これらの指標は 1.2 節であげた関連研究を参考に選んだ。その上で、主要な指標である単語親密度と係り受けの複雑さについて、テキストの形式的複雑さが人間にとっての読みの難しさとどう結びついているかを、「読解能力テスト」(Reading Skill Test; RST) (Arai, et al., 2017) の結果と対比することで検討した。RST とは、小・中・高教科書の中の 50~200 字程度の短文を正確に読めるかを測るために考案された読解力テストであり、知識を問うのではなく、センテンスの中での概念間・単語間の関係を読み解けるか、文の構造を読み解けるか、形式から意味へのマッピングができるかを問うテストである。RST では項目反応理論 (item response theory; IRT, Lord et al., 1968; Hambleton et al., 1985) に基づいて受験者の能力を推定している。RST は様々な項目を含んでいるが、IRT により、数千人を対象にし、ランダムに問題を割り当てて解かせることにより、その項目の項目困難度を導出し、それを元に受験者の能力 (特性値) を推定する。この評価方法の妥当性は (Arai, et al., 2017) において確認済みである。RST の係り受け関係認識問題 (DEP 問題) の例を以下であげる。

以下の文を読みなさい。

仏教は東アジア、東アジアに、キリスト教はヨーロッパ、南北アメリカ、オセアニアに、イスラム教は北アフリカ、西アジア、中央アジア、東南アジアにおもに広がっている。

この文脈において、以下の文中の空欄にあてはまる最も適当なものを選択肢のうちから 1 つ選びなさい。

オセアニアに広がっているのは ( ) である。

- A. ヒンドゥー教    B. キリスト教    C. イスラム教  
D. 仏教

図 1. 係り受けの問題例 (出典: 東京書籍(株) 中学校社会教科書『新しい社会 地理』 36p)

以下の文を読みなさい。

Alex は男性にも女性にも使われる名前、女性の名 Alexandra の愛称であるが、男性の名 Alexander の愛称でもある。

この文脈において、以下の文中の空欄にあてはまる最も適当なものを選択肢のうちから1つ選びなさい。

Alexandra の愛称は ( ) である。

A. Alex    B. Alexander    C. 男性    D. 女性

図2. 係り受けの問題例 (出典: 開隆堂出版(株) 中学校英語教科書『Sunshine3』)

RST では現在、公立中学生 4586 名および公立の進学校の高校生 1347 名、合計 5933 人についての調査が行われており、新井ほか (2017, 採択済み) においてその調査結果が示されている。

図1, 2 を見比べてどちらがより読解が困難か、調査の前に予測することは非常に難しい。中学生と高校生を合わせた正答率は、図1の方で約65%、図2は53%である。図1, 2 を比較すると、文の長さは図1の方が長く、漢字・カタカナの使用率も図1の方が上である。図2はアルファベットが入っていることが読みを難しくしている可能性はあるが、それでも半数近くの受験者がこの文を読めなかった理由は説明がつかない。これら RST の問題について、具体的にどのような特徴が読みの困難に結びついているのか検討の必要がある。

新井ほか (2017, 投稿中) では、係り受けの数、距離の平均、ツリー構造の深さに加え単語親密度に関して、項目困難度を従属変数とし、係り受けの数・距離の平均・ツリー構造の深さ・単語親密度により重回帰分析を行い、項目困難度の予測を試みた。

テキストの形式的複雑さの分析では、単語親密度については、表記を統一し未知語を除外した結果は、小学校と中学校の間に親密度の差があり、中学校の教科書ではより馴染みの薄い語彙が使われる傾向にあることを示す結果となった。これは、常識的な理解にも合致する。係り受け関係の複雑さについては、かなり明確な差異が観察された。係り受けの数と距離の平均とツリー構造の深さについて分析し、その全てにおいて特に小・中間で特徴量の有意な差が見られた。文は学年段階が上がるにつれて複雑になっていること、またとりわけ小学校と中学校の間には大きな差があることが具体的に明らかになった。

しかし、RST の結果を用いたテキストの形式的複雑さが人間の読みに与える影響の検討では、4つの指標による重回帰分析の結果、いずれの指標についても有意ではなく、

また効果量  $f^2$  も非常に小さい値であった。係り受けの複雑さの指標の中では、「係り受けの数」「ツリー構造の深さ」の効果量と比べて「距離の平均」の影響が比較的大きかった。サンプルサイズ (分析に使用できる項目の数) が 60 と小さいこともあり、分析の検定力は 0.368 と非常に低いため、これらの指標が項目困難度に影響している可能性について十分な議論は難しいが、効果量の観点からは「係り受けの距離」が遠くなるほど項目困難度が上昇する可能性が示唆された。

関連研究において分析されてきた表層的なテキストの形式的複雑さの指標について、主に係り受けの複雑さの指標で小・中間の差が見られたが、係り受けの複雑さと単語親密度によって人間の読みを困難にする要因に影響を与えていることは推察できたものの、説明するには至らなかった。

新井ほか (2017, 投稿中) では、表層的特徴で読みの難しさが完全には説明できなかった。表層的特徴のほかにも、質的な要素を考慮する必要がある。それに先立って、文単位で「読む」という行為には表層的な要素、例えば文構造の把握以外に、質的なものとしては何が関わっているかを検討する必要がある。文を基本的な単位として「読む」という行為を考えたとき、表層的な要素以外に、質的な特徴として、読み手が概念・知識を把握し積み重ねていくことを可能にするという観点から見た文の特徴が考えられよう。

知識内容そのものに依存せず、知識を構成していくために必要な言語表現の形式を、論理的な言語使用に関する基本的な文献も参考にしつつ考えるならば (Copi, et al., 2016; Hurley and Watson, 2015)、定義、類推、因果関係、列挙、分類をめぐる表現の配置などが文をもとに知識を構成していく手続きに対応する表現の形式として分析対象の候補となる。これに対応するレベルで単語を考慮したテキストの形式を考えるならば、単語の出現に関する諸相を浅石 (2016) が挙げられる。しかし、概念体系と文の難しさ、「読みの難しさ」を直接結びつけた定量的な研究は今のところ見当たらない。

本研究では、テキストの複雑さを構成する質的なものの分析として、小学校5・6年生と中学校1・2年生の理科教科書テキストを対象にして、定義表現と分類の表現でどのような差が見られるのかを検討する。

新しい概念を導入する定義表現と、それをすでに存在する概念体系の中に位置づけ、組み込む分類表現は概念体系の構成に関する言語表現の形式として最も基本的なものであると言える。また、この2つは上で挙げたような知識構成にかかわる種々の表現形式の中でも教科書によく見られ、さらに比較的形式が定まっている。

定義表現は特に理科・算数・数学のテキストに多く含まれ、新しい概念の導入をテキスト内で行う際に見られる。分類表現は特に理科において多く見られる。

この2つのうち、定義表現は RST のテスト項目の中でも

受験者にとって読みが困難な項目である。RST はすべての問題が択一または複数選択式なので、ランダムに答えを選んでもある確率で正解する。新井ほか (2017, 採択済み) において、各問題タイプについて中学生・高校生の正答率、および正答率がランダム解答より良いとはいえない生徒 (以下、ランダム解答) の割合を統計的に算出し、検討している。それによれば、RST のテスト項目においてランダム解答の割合は DEP 問題の場合は中学生・高校生合わせて約 32% であり、「これ」「あれ」など代名詞が何を指しているかを把握する照応関係認識問題は約 33% である。一方、定義に対して具体例を同定する具体例問題 (以下、INST 問題) のランダム解答の割合は約 51% と非常に高い。

分類表現については、RST で新しい項目として現在分類表現に含まれる概念間関係の把握問題を作成中である。

### 3. 分析の手続き

分析対象として採用した教科書は、東京書籍小学校 5, 6 年生の理科教科書 (毛利ほか, 2016), 中学校 1, 2 年生の科学教科書 (岡村ほか, 2016) である。東京書籍の教科書は 2015 年度からの理科教科書採用シェアが小学校で第 2 位, 中学校で第 1 位であり、それぞれ約 27%, 約 34% をしている。

目次や索引、図表などを除き、本文テキスト部分を分析の対象とした。ただし、テキストの中で、穴埋め問題や化学式等は日本語文として分析が困難なため分析対象から除外している。観察ノートのように、手書きによる文が含まれている場合があるが、これは教科書本文ではないため、図表と同じ扱いとし、分析対象から除外した。文数は文の形をしたものを対象として数えているが、異なり語数・延べ語数はタイトルなど句点の付かない部分も含めて数えている。各学年の教科書の基本的な数量情報を、表 1 に示す。中学 1 年の文数を除き、学年が上がるにつれて数値が大きくなっていることが確認できる。

表 1: 教科書の各統計量

	ページ数	文数	異なり語数	延べ語数
小 5	168	1069	1610	6990
小 6	208	1217	1756	8159
中 1	270	1171	1932	22921
中 2	286	1293	2081	28196

次に、分析に際し用いた指標について述べる。

定義表現とは、新しい概念を導入し定義する際に用いられる言語表現であり、その概念が適用される範囲の集合 (外延) を確定し、また、概念が適用される対象に共通する性質 (内包) を明らかにするような表現のことである。「A と

は B の事である」、「B のようなものを A という」、「B であるようなことを A と呼ぶ」などの表現が用いられることが多い。

一方、本研究でいう「分類表現」とは、テキストにおいて分類する際に用いられる言語表現のことであり、1 つのより大きな集合の枠組みが示され、それをより小さな部分集合  $(X_1, \dots, X_n)$  から構成される集合として説明する表現のことを指す。分類表現の例を以下であげる。

「種子植物は、サクラのように子房が胚珠に包まれている被子植物と、スギのようにむき出しになっている裸子植物に分類できる」

この文における「より大きな集合」とは「種子植物」であり、「部分集合」は「被子植物」と「裸子植物」である。

定義表現・分類表現について、対象のテキストから当てはまるものを目視で探索し、リストアップを行った上で、学年ごとの数の変化を分析した。

### 4. 分析結果

#### 4.1 定義表現の数

定義表現の数について、小・中間で顕著な差が見られた。

各学年の教科書テキスト内のすべての文章の定義表現の数の合計を算出しているため、定義表現については統計的に比較検討を行うことができない。そこで、「学年の上昇に従って定義表現の数が一次関数的に増加する」という仮想的な状況に対する実際のデータの比較を行った。表 2, 図 3 に定義表現の数の推移を示した。なお、表中の「一定」は小 5 からの小 6 での増加と全く同じだけ定義表現の数が各学年で増加すると仮定した場合の値であり、図中ではこれを灰色で示し、実際の場合を黒で示している。つまり灰色と黒の差の分だけ中学の教科書テキストでは定義表現の数が「一定」と比べて増加していることを表している。この図から、中学の教科書テキストでは小学校と比べて急激に定義表現の数が増えていることがわかり、これも中学校テキストの複雑さを増加させている原因の一つであると考えられる。

定義された語には、例えば小学校 5 年生で「受粉」、「コイル」、6 年生で「環境」、「呼吸」、中学校 1 年生で「藻類」、「実像」、2 年生で「化学変化」、「熱分解」などがあつた。

表 2: 「定義表現の数」の変化

	定義表現	一定	小 5 からの増加率
小 5	22	22	-
小 6	37	37	-
中 1	145	52	410%
中 2	254	67	516%

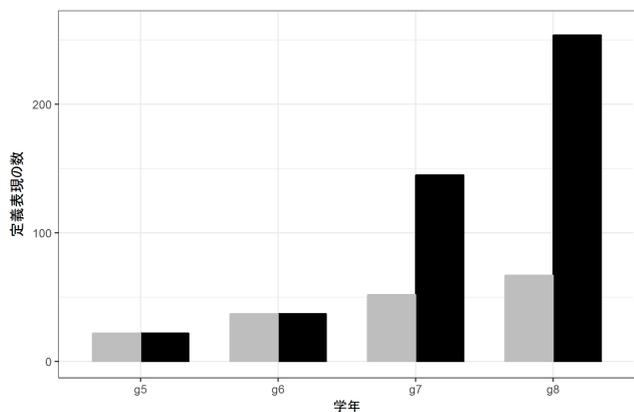


図3：「定義表現の数」の推移

#### 4.2 分類表現の数

分類表現についても、小・中間で極めて大きな差が見られた。

定義表現と同様にして、分類表現についても一次関数的に増加した場合と実際の場合を比較した。表3、図4に分類表現の数の変化を示した。図4から、中学の教科書テキストには分類表現が定義表現と比較しても顕著に増大していることがわかる。

分類された語には、例えば小学校5年生で「メダカ（めす、おす）」、6年生で「水溶液（酸性、中性、アルカリ性）」、中学1年生で「種子植物（被子植物、裸子植物）」、2年生で「生物（単細胞生物、多細胞生物）」などがあった。

表3：「分類表現の数」の変化

	分類表現	一定	小5からの増加率
小5	4	4	-
小6	5	5	-
中1	25	6	1050%
中2	31	7	900%

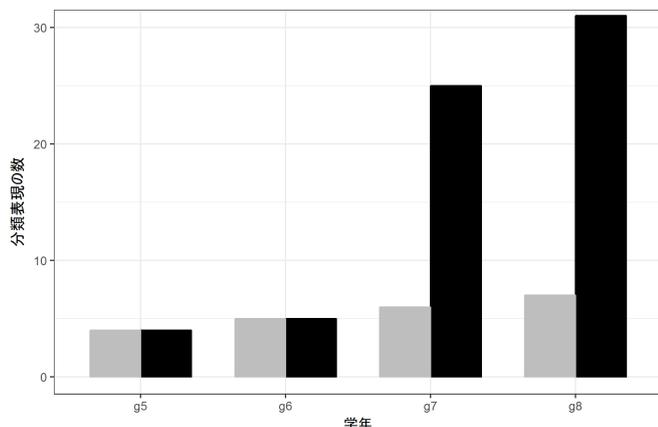


図4：「分類表現の数」の推移

## 5. まとめ

### 5.1 考察

#### 5.1.1 定義表現

定義表現の数については、小・中間で極めて大きな差があることが確認された。

定義表現は、中学校1年生のテキストの中には小学校6年生のおよそ4倍多く観察された。増加率が一定だったと仮定した場合を検討し、増加の仕方が線形ではないということも分かった。

表4：ページごとの異なり語数

	異なり語数/ページ数
小5	9.58
小6	8.44
中1	7.15
中2	7.27

表5：ページごとの定義表現の数

	定義表現の数/ページ数
小5	0.13
小6	0.17
中1	0.54
中2	0.89

表4はページごとの異なり語数の変化を、表5はページごとの定義表現の数を示したものである。ここから、1ページに出現する異なり語の数は学年とともに必ずしも上昇傾向にはないことがわかる。それにもかかわらず、定義表現の数が小学校から中学校にかけて著しく増加しているのは、小学校では異なり語のうち定義を与えられた語が中学校と比較すると極めて少ないことを意味する。この結果からは、小学校の教科書テキストでは主に定義を必要としない具体的事物（例えば、イチゴ、メダカなど）について述べられており、それに対して中学校では定義を必要とする抽象的な概念（例えば、比例、延性、無機物など）に関する記述が急激に増加した可能性が読み取れる。

小学校と中学校の教科書テキストで実際にどのような定義表現が観察されたのか、例を挙げる。「水溶液」という概念を導入するために小学校5年生のテキストでは以下のような定義表現が見られた。

“物が水にとけた液のことを、水よう液といいます。”（毛利ほか、2016）

一方、中学1年生のテキストでは以下のように定義されている。

“砂糖を水にとかすと、砂糖水ができる。この場合、砂糖のように、とけている物質を溶質といい、水のように、溶

質をとかず液体を溶媒という。溶質が溶媒にとけた液全体を溶液という。溶媒が水である溶液を水溶液という。”(岡村ほか, 2016)

同じ「水溶液」という概念を導入するのにも、小学校 5 年生では目的とする概念の定義のみを導入したのに対し、中学校 1 年生の場合にはそれに先立って 3 つの概念の導入を必要としているのがわかる。これは、概念の導入における厳密性が向上していることと表れだと考えられる。

定義表現の数が増加したことは、教科書テキストにおいて記述される概念がより抽象的になり、さらに知識体系を構成するための作業が学年とともに厳密になり、複雑化していくことを示唆している。そうであるならば、本研究の結果からその増加のあり方が小学校から中学校にかけて急激であることから、知識構成の作業もまた急速に複雑化していると推測できる。

### 5.1.2 分類表現

分類表現については、小学校 6 年生の教科書テキストと比較すると中学 1 年生では 5 倍に数が増えていることがわかった。定義表現と同様、増加の仕方は線形ではなく、小・中間に大きなギャップが観察された。

教科書テキストの分類表現の例をいくつかあげる。小学校 5 年生のテキストには、以下のような分類表現があった。

“メダカには、めすとおすがいいます。”(毛利ほか, 2016)

中学 1 年生には、以下のような分類表現があった。

“被子植物は、子葉に注目すると、ユリのように子葉が 1 枚の単子葉類と、アブラナのように子葉が 2 枚の双子葉類にさらに分類することができる。”(岡村ほか, 2016)

分類表現の増加は、ある程度定義表現の増加に対応したものだと考えられる。新しい概念を導入する数が増えるほど、それらを既知の概念体系に組み込み、位置づけるための分類表現が増えるのは自然なことである。

## 5.2 今後の展望

### 5.2.1 技術的な精緻化

定義表現については、以下の 2 つの課題が残されている。

第一に、人間にとっての定義表現の読みの困難について調べるために、RST で定義に対して具体例を選ばせる INST 問題のテスト結果の検討の必要がある。INST 問題は、例えば以下の文

「偶数とは、2 で割り切れる整数のことである。」

に対し、

「偶数に当てはまるものを、以下の選択肢から全て選びなさい。」

と問い、3, 4, 18, -1 という 4 つの選択肢から選ばせる形式になっている。今回はサンプル数が 50 に満たないことからテスト結果を組み込んだ分析を見送ったが、今後サンプル数が拡充されるとともに、定義表現を読むことの困難についても INST 問題の結果を用いて検証していく。

第二に、各学年での定義の表現のあり方の変化の検討である。

5.1.1 節でも述べたように、同じ「水溶液」という概念を定義づけるにも小学校と中学校のテキストでは表現に違いがあった。定義表現にどのような形式の差があるのか、より詳細な分析が必要となる。今後、リストにした定義表現の語彙の難しさや係り受けの複雑さについての分析を行う予定である。

分類表現についても、定義表現と同様に表現のあり方について検討の必要がある。例えば、語や文構造など表層的な要素がどのように変化しているのか、また、分類する際に、より大きな集合に対し、いくつの部分集合に分けているのか、定義表現で導入された新概念に依存する分類の割合などを分析する予定である。

その他にも、分類表現を人間が読み解けるかどうかの検証の必要がある。現在、そのために RST において分類表現を含む文の読解問題を作成中である。テスト結果が出て、サンプルが揃い次第、検討を行う。

### 5.2.2 教科書データ

今回は教科書テキストとして理科教科書を選んだが、知識構成的な傾向の強い教科としては数学が、知識提示的な教科としては社会などがあり、これらの教科書も比較分析することで、小・中ギャップの学習面における要因をより詳しく分析することができる。理科と数学については小学校から中学校にかけて科目を好きだと答える学習者の割合の減少率が他の科目と比較しても顕著であることが知られている(内田ほか, 2012)といったことを考えると、これは教育学的な観点から極めて重要な視点である。

とりわけ、今回小・中で大きな差が観察された定義表現については算数・数学での分析が重要になると予測できる。算数・数学においては理科よりも定義が明示的に提示される構成になっていることが多く、その定義表現を分析することは教育的にも有益である。

## 5.3 おわりに

小・中ギャップに関連する教科書テキストの特徴には何があり、小・中理科教科書テキストの言語表現の形式にはどのような特徴の差が見られるのだろうか。それらの特徴には、文長や文構造などの表層的なもの以外には質的なものとして何が含まれているのだろうか。

ほとんどすべての義務教育年齢の学習者にとって、最も身近に触れる教材が教科書である。しかし、これまで教科書のテキストがどのような言語表現の形式をしているのか、概念はどのような言語表現位によって導入され位置付けられていくのか、それは学年とともにどのように変化していくのかについて、日本語を対象とした実証的な研究はほとんどなされてこなかった。本研究では、この問いに対して、小・中の理科教科書を対象に、テキストの複雑さの質的な

特徴について分析を行ってきた。小学校と中学校の教科書の間には定義表現と分類表現の数において大きなギャップが存在することを明らかにした。

また、これまで語彙や文構造によって読みやすさは分析されてきたが、そこに定義表現と分類表現という要素を加えた点で本研究には独自性がある。本研究の教科書テキストの分析結果を、「学年とともにテキストが複雑になる」と一般化すればそれは直感的に自明な事実と見なされる。しかし、学習者の読みと理解に存在する障害を取り除こうとした時に求められるのはこのような直感的な事実ではなく、「読みを困難にするテキストの形式的複雑さ」を要素分解し、具体的に小・中間で教科書テキストのどのような要素に差が見られるのか、その差がどのようにして人の読みの困難に結びつき、知識体系を理解することの妨げになっているのかを明らかにすることである。今後、この点に留意しつつ研究を進めていく。

## 参考文献一覧

- [1] Arai, N.H., Todo, N., Arai, T., Bunji, K., Sugawara, S., Inuzuka, M., Matsuzaki, T. and Ozaki, K.: Reading Skill Test to Diagnose Basic Language Skills in Comparison to Machines, to appear in CogSci 2017.
- [2] Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.
- [3] Copi, I. M., Cohen, C. and McMahon, K. (2016) *Introduction to Logic*. Fourteenth Edition. London: Routledge.
- [4] Fiona J. Tweedie and R. Harald Baayen (1998) How Variable May a Constant be? Measures of Lexical Richness in Perspective *Computers and the Humanities*, 32(5), pp. 323-352.
- [5] Frazier, L. and Fodor, J.D. (1978) The sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition* 6, 291-325.
- [6] Frazier, L. and Rayner, K. (1982) Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology* 14, 178-210.
- [7] Hambleton, R. K., Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston, MA: Kluwer Nijhof.
- [8] Hurley, P. J. and Watson, L. (2015) *A Concise Introduction to Logic*. Thirteenth Edition. Boston: Cengage Learning.
- [9] Lord, F. M., Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- [10] Lu, X. (2010) Automatic analysis of syntactic complexity in second language learning. *Journal of Corpus Linguistics*, 15(4), 474-496.
- [11] McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. L. Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
- [12] Schwanenflugel, P. J., & Shoben, E. J. (1983). Differential context effects in the comprehension of abstract and concrete verbal materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9(1), 82-102.
- [13] William S. Gray, B.E. Leary (1935) What Makes a Book Readable: with special reference to adults of limited reading ability : an initial study. Univ. of Chicago Press
- [14] 浅石 卓真 (2016) 「高校理科教科書における知識の形成過程 : テキストにおける語彙ネットワークの成長過程の分析」『日本図書館学会誌』62(1): 38-53
- [15] 天野成昭・近藤公久 (1999) 「NTT データベースシリーズ「日本語の語彙特性」(第1巻, 親密度)」三省堂.
- [16] 天野 成昭・近藤 公久 (2000) 「NTT データベースシリーズ「日本語の語彙特性」について(特集 音声研究関連データベースの動向)」『音声 研究』2(4): 44-50
- [17] 新井 庭子・分寺 杏介・石原 侑樹・松崎 拓也・影浦 映 (2017, 投稿中) 「テキストの読みを困難にする特徴の計量分析-小・中理科教科書を対象として-」『計量国語学会特集号 文法と計量』
- [18] 新井 紀子・尾崎 幸謙 (2017, 採択済み) 「なぜ高校生は『意味を理解しない AI』に敗れたか?—リーディングスキルテストの結果から—」『情報処理学会誌』
- [19] 石崎 俊・井佐原 均 (1988) 「日本語文の複雑さの定性的・定量的特徴抽出」『情報処理学会研究報告自然言語処理(NL)』54(1988): 1-8
- [20] 伊藤 潤一 (2013) 「中1ギャップの克服に向けた小中連携の研究: 中学校から見たとらえ方に焦点をあてて」『山形大学大学院実践研究科年報』4:268-271
- [21] 井上 雅勝 (2003) 「日本語文理解におけるガーデンパス効果」『武庫川女子大学紀要. 人文・社会科学編』51: 57-66.
- [22] 内田 昭利・守 一雄 (2012) 「中学生の「数学嫌い」「理科嫌い」は本当か: 潜在意識調査から得られた教育実践への提言」『教育実践学論集』13: 221-227
- [23] 馬塚 れい子 (1994) 「言語理解過程への心理実験手法からのアプローチ」『情報処理学会研究報告音声言語情報処理(SLP)』57(1994): 43-50
- [24] 江柄 喜美子 (2014) 「私立中学校における「中1ギャップ」の検討 -小学6年時と中学1年時の適応感ならびに出身小学校別適応感-」『人間科学研究』27:118
- [25] 大野一樹・波多野賢治 (2013) 「係り受け関係の階層化とその共起に基づいた構文木モデルを利用した構文解析手法の提案」『研究報告自然言語処理(NL)』6(2013): 1-6
- [26] 岡村 定矩・藤嶋 昭ほか (2016) 「新しい科学 1」東京書籍
- [27] 岡村 定矩・藤嶋 昭ほか (2016) 「新しい科学 2」東京書籍
- [28] 川村 よし子・北村 達也 (2008) 「文章の難易度判定のための単語親密度チェッカーの開発」『日本語教育方法研究会誌』2(15): 24-25
- [29] 黒橋禎夫・居倉由衣子・坂口昌子(2000) 「形態素・構文タグ付きコーパス作成の作業基準 (Version 1. 8)」Technical report. 京都大学.
- [30] 現代書き言葉均衡コーパス BCCWJ: [http://pj.ninjal.ac.jp/corpus\\_center/bccwj/](http://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/bccwj/)
- [31] 小島 健輔・佐藤 理史 (2009) 「現代日本語書き言葉均衡コーパスに対する難易度付与 (テキスト評価とリーダビリティ)」『電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語』84(109): 13-18
- [32] 近藤 公久・天野 成昭 (2000) 「日本語の語彙特性」データベース: 有効性と問題『電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語』335(100): 1-8
- [33] 佐藤 理史 (2011) 「均衡コーパスを規範とするテキスト難易度測定」『情報処理学会論文誌』4(52): 1777-1789
- [34] 佐藤 理史 (2013) 「テキストの難易度と語の分布」『研究報告自然言語処理(NL)』6(2013): 1-11 1
- [35] 柴崎 秀子・沢井 康孝 (2007) 「国語教科書コーパスを応用した日本語リーダビリティ構築のための基礎研究 (言語理解のためのコーパスからの知識獲得)」『電子情報通信学会技術研究報告. NLC, 言語理解とコミュニケーション』246(107): 19-24
- [36] 田島 ますみ・深田 淳・佐藤 尚子・玉岡 賀津雄 (2009) 「語彙指標数値と文章主観評価の関係: 日本人大学生による2種類の書き言葉コーパスを使った実証研究」『中央学院大学人間・自然論叢』29: 57-77
- [37] 建石 由佳・小野 芳彦・山田 尚勇 (1988) 「日本文の読みやすさの評価式」『情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)』25(1988): 1-8

- [38]中央教育審議会初等中等教育分科会 (2012)「小中連携，一貫教育に関する主な意見等の整理（骨子案）」『学校段階間の連携・接続等に関する作業部会』
- [39]永田 亮・井口 達也・榊井 文人・河合 敦夫 (2002)「リーディングスピードに基づいた文章の読み易さについて」『電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語』491(102): 13-18
- [40]日本語構文解析器 CaboCha: <http://taku910.github.io/cabocho/>
- [41]日本語形態素解析エンジン MeCab : <http://taku910.github.io/mecab/>
- [42]文部科学省 (2009)「小学校学習指導要領 第4版-平成20年3月告示」東山書房
- [43]文部科学省 (2015)「中学校学習指導要領 平成20年3月告示・平成22年11月一部改正」東山書房
- [44]藤田 早苗・小林 哲生・平 博順 (2014)「絵本を基にした対象年齢推定 方法の検討」『人工知能学会全国大会論文集』28: 1-4
- [45]フメリヤク 寒川 クリスティーナ (2009)「日本語学習者のための日本語テキスト難易度推定用コーパス (テキスト評価とリーダビリティ)」『電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語』84(109): 19-24
- [46]ホドシチェク ボル・山元 啓史 (2013)「現代日本語コーパス比較分析のための中間語彙層の抽出と応用」『じんもんこん 2013 論文集』4(2013): 21-26
- [47]毛利 衛・黒田 玲子ほか (2016)「新しい理科 5年」東京書籍
- [48]毛利 衛・黒田 玲子ほか (2016)「新しい理科 6年」東京書籍
- [49]山本悠二・増山 繁 (2010)「係り元文節からの相対的な距離を反映した統計的日本語係り受け解析 (自然言語処理)」『電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム』6(93): 1036-1047
- [50]劉 志宇・内田 理 (2012)「日本語を学習する外国人を対象とした 日本語テキスト難易度推定手法」『情報処理学会研究報告』11(2012): 1-5