

原著

聴くことに関するわが国の算数・数学教育研究と他の教科教育研究による先行研究のメタ分析の比較から何がわかるか？

— 頻度の違いに着目して —

紙本 裕一¹⁾・福田 博人²⁾

What can be Learned from a Meta-Analytic Comparison of Previous Research in Mathematics Education and Other Subjects Regarding Listening?

Yuichi Kamimoto¹⁾ and Hiroto Fukuda²⁾

要 約

算数・数学教育研究と他の教科教育研究の先行研究との比較を通じて、算数・数学教育研究で聴くことを研究している先行研究の特徴を明らかにする。分析の結果、算数・数学教育研究では、「子ども」「行う」「研究」「多い」「聴く」「問題」「授業」「考える」「学習」「理解」「他者」「内容」「必要」「活動」「教師」「指導」「話す」について、使われている使用頻度の割合に有意差があったことが示された。特に考える - 聴くという語と語の関連性については他教科との比較でも、算数・数学教育研究の先行研究の方が有意に高かった。

キーワード：聴く、類似度行列、 χ^2 値、記号の特性

1. 本稿の目的

算数・数学学習では、数、式、表、図、グラフなどの視覚的記号が記されるので、学習の大半は記された記号を読む活動になる。記号を読むとは、記された記号を自分の言語で解釈することである。この解釈であっているのだろうかと不安になれば、答え合わせをするために話を聴く。一方で、自信があるとなれば、他人の答えのどこに間違いがあるのかを確認するために話を聴く。このように、記号の解釈による認知的葛藤が話を聴く言動力になる(大倉, 2003)。

算数・数学授業において、発言を殆どしない児童であっても、グループワークや全体で児童・生徒のアイデアの共有化があれば、他者の示した解法の意味を理解して自分のアイデアを洗練化し、他者の意味を理解して聴き手自身の理解を進化させることが明らかになっている(藤村・太田, 2002)。

PISAやTIMSSなどの国際調査結果から、認知的には日本が世界でトップクラスにあるという事実がある。しかし一方で、授業で話を聞く活動は形骸化されたものとして扱われ(森本, 2006)、終始沈黙したままの児童・生徒も現れるようになった(Yoneyama, 1999)。この状況を解決しようと、国内

1) 紙本 裕一 東京未来大学こども心理学部 (Tokyo Future University) kamimoto-yuichi@tokyomirai.jp

2) 福田 博人 岡山理科大学教育推進機構教職支援センター (Okayama University of Science)

では、アクティブ・ラーニングのように教室での相互作用を活性化する試みがなされている。ところが、教室の多様性という観点からみると、多様性の追求そのものが損なわれる可能性があり、それに伴い、話を聴くことの必要性が曖昧になってしまう報告もある (Zhou, Knoke & Sakamoto, 2005)。

滝浪 (2013) でも指摘するように、聴くことの指導は主として国語科が担当し、近年では外国語科も担当することになった。そして、数多くの研究者達はその業績を積んできたが、数値に基づいた根拠を提示していなかった。論文で示されている根拠は学習指導要領に記されていたからであったり、言語の特性によるものであったりする。社会的な要請や教科の特性などを聴くことが国語科や外国語科で指導すべき根拠の1つとして置くことも可能であるが、これらの先行研究では文章を定性的な量として捉えて、先行事例の丁寧な解説による比較・統合による根拠を提示している。文章は定性的な量であるため、定性データによる比較・統合では主観性が出てしまう。しかし、根拠となる文章に対して客観的な裏付けをするためには、文章を定量的に扱うことで、統計的な処理による数値結果が必要である (耳塚, 2021; 末吉, 2019)。これまでの先行研究では、実験群・統制群による比較研究のように統計的な処理による数値での必要性を提示してこなかった。それは算数・数学科も例外ではない。算数・数学科で聴くことに着目する必要がある理由を述べるためには、これまでの先行研究全体をデータとして捉え直して客観的な根拠を示さない限り、説得性は生まれない。

本稿の目的は、聴くことに関して言及してきたわが国の先行研究本文のメタ分析を行い、算数・数学教育研究とそれ以外との比較を通じて、算数・数学教育研究で聴くことを研究している先行研究の特徴を明らかにする。聴くことの指導では初等教育の国語科や外国語科がその主たる役割を担っている。国語科や外国語科で研究対象になるのは当然のことと考えるが、算数・数学科でも研究対象となり得ることを間接的に証明したい。本稿の独自性は、数値に

よる根拠で研究対象の必要性を提示することにある。

2. 分析対象と分析方法

2.1 分析対象

本稿では算数・数学教育研究と他の教科教育研究という便宜的な区分によって先行研究を区分する。

算数・数学教育研究以外の先行研究の対象一覧については、CiNii Articlesにおいて項目間OR検索によって「(沈黙 OR 黙る) AND 教育」によって得られた364件、「(聴く OR 聞く) AND 教育」によって得られた8313件と「(沈黙 OR 黙る) AND (聴く OR 聞く)」によって得られた61件【いずれも2022年8月23日現在】である。

算数・数学教育研究の先行研究の対象一覧については、CiNii Articlesにおいて項目間OR検索によって「(聴く OR 聞く) AND 教育 AND (算数 OR 数学)」によって得られた104件、「沈黙 OR 黙る) AND 教育 (算数 OR 数学)」によって得られた5件、そして「(沈黙 OR 黙る) AND (聴く OR 聞く) AND (算数 OR 数学)」によって得られた1件【いずれも2022年8月23日現在】である。

先行研究の対象を絞るため、以下の手順を行った。最初に、国立国会図書館分類表大要を参照し、アルファベットD (経済・産業), E (社会・労働), F (教育), K (言語 (芸術と文学は除外)), M~S (科学技術), U (学術一般・ジャーナリズム・図書館・書誌), Z (逐次刊行物) に該当する資料のみを選別した。集計する上では、聞くを「訊く」という意味で使用していないものに対象を限定した。「聞く」にはhearとしての聞く, listenとしての聴く, askとしての訊くという意味合いがある (斎藤, 1972)。しかし、文献によって表記が混同しており、訊くという意味合いで表記の「聞く」を使用しているものがある。しかし、本稿での対象はhear, listenによる聞く, 聴くである。そのため、「訊く」については除外した。

算数・数学教育研究以外の先行研究について、

各々を1つずつ確認し、音楽教育に該当するものは除外した。その結果に、分析対象となったものは84件となった。次に算数・数学教育研究について、対象となったのは20件となった。先行研究の一覧についてはAppendixに掲載した。

2.2 分析方法

本稿ではテキストマイニングを用いるものとする。テキストマイニングによって定性的なテキスト情報を数値化され、定量的な分析が可能となる(末吉, 2019)。抽出された算数・数学教育研究20件の本文を実験群と捉え、算数・数学教育研究以外の84件の本文を統制群と捉えると、テキストマイニングによって両者に有意差があるのかどうかを分析することができる。この有意差というのは、分析者が指定した単語や見出し群によって分析を可能とする。算数・数学教育研究における必要性を示すためには、この分析によって、ある観点Aにおいて実験群と統制群の間に有意差があることを示すことができればよい。そうすると、ある観点Aにおいては統制群よりも実験群の方が使われている割合が高かったり、ある観点Aと観点Bとの間に関連性が強く現れたりすることが客観的に説明できるのである。このことから、ある観点Aについて観点Bとの関連性を考える上では算数・数学教育研究の方で扱う方がよいといえるのである。

分析では、各々の先行研究について、要約、見出し、参考・引用文献、註を除く本文を全てcsvファイル化し、クリーニングを行った。そして、104件のデータ全てを合算した統合データも作成し、こちらについては表記の統一を行った。分析では、未知語、否定助動詞、形容詞(非自立)を除く全ての語を抽出した。

分析の集計では、コーディングルールを設定している(表1を参照)。その意図は、集計において、漏れや重複を防ぐものである。表1は図1に登場する語を原則として見出しとしている。しかし、「わかる」は図1に含まれていない。「わかる」を加筆している

のは、理解の類義語として「できる」「わかる」というものがあることを根拠としている。

表1 コーディングルール一覧

見出し	語一覧
*意味	意味
*子ども	子ども or 児童 or 生徒 or こども or 子 or 学生
*行う	行う
*研究	研究
*自分	自分 or 私 or わたし or 自己
*場合	場合 or 場面
*多い	多い
*聴く	聴く or 聞く or リスニング or 耳
*問題	問題 or 課題
*授業	授業
*学習	学習 or 学び
*考える	考える or 考え or 思考 or 思い
*理解	理解
*他者	他者 or 人 or 相手 or 人間
*内容	内容
*必要	必要
*活動	活動 or 行為
*できる	できる
*教師	教師 or 先生
*指導	指導 or 教育
*読む	読む or 見る
*話す	話す or 言う or 説明 or 発言 or 話 or 語る or 声
*わかる	わかる, 分かる
*言葉	言葉 or 言語
*関係	関係
*沈黙	沈黙

図1では、Jaccard係数が.029以上(上位100)で表示をしている。Jaccard係数が.100で表記をすると、図2のような結果となり、両者に共通している語は「子ども」だけになってしまう。この結果が意味することは、両者に共通する関連性の高い語は「子ども」だけということである。しかし、それでは詳細な分析ができないため、図1を採用した。

3. 分析結果

算数・数学教育研究と算数・数学教育研究以外の先行研究のそれぞれについて、コーディングルー

表2 算数・数学教育の先行研究における見出しの関連性

*意味	
*子ども	.030 *子ども
*行う	.011 .043 *行う
*研究	.011 .039 .045 *研究
*自分	.043 .076 .020 .009 *自分
*場合	.021 .067 .023 .028 .032 *場合
*多い	.029 .037 .026 .014 .044 *多い
*聴く	.046 .16 .032 .040 .075 .046 .026 *聴く
*問題	.025 .076 .036 .044 .034 .058 .029 .042 *問題
*授業	.016 .122 .08 .091 .022 .061 .036 .066 .088 *授業
*学習	.014 .066 .066 .083 .033 .034 .028 .062 .055 .088 *学習
*考える	.037 .126 .043 .025 .107 .059 .017 .113 .060 .073 .074 *考える
*理解	.066 .068 .025 .039 .048 .043 .027 .064 .033 .055 .065 .063 *理解
*他者	.043 .047 .023 .011 .164 .038 .016 .105 .024 .019 .018 .063 .073 *他者
*内容	.021 .042 .044 .04 .026 .037 .031 .048 .034 .059 .066 .046 .086 .020 *内容
*必要	.025 .044 .026 .023 .035 .032 .011 .048 .033 .033 .048 .053 .039 .038 .025 *必要
*活動	.021 .042 .031 .031 .021 .018 .018 .064 .026 .059 .062 .035 .016 .015 .019 .034 *活動
*できる	.039 .098 .024 .022 .108 .043 .015 .074 .039 .043 .038 .077 .079 .077 .038 .035 .033 *できる
*教師	.021 .228 .044 .032 .032 .071 .026 .126 .056 .018 .034 .085 .042 .016 .013 .026 .028 .044 .036 .059 *教師
*指導	.006 .036 .039 .03 .017 .032 .017 .056 .018 .034 .085 .042 .016 .013 .026 .028 .044 .036 .059 *指導
*読む	.024 .045 .022 .008 .042 .025 .032 .048 .018 .025 .015 .020 .026 .041 .019 .015 .029 .045 .025 .013 *読む
*話す	.041 .165 .033 .025 .121 .06 .033 .202 .039 .065 .051 .090 .057 .151 .067 .031 .031 .087 .103 .029 .038 *話す
*わかる	.028 .029 .010 .006 .055 .032 .015 .034 .023 .015 .018 .032 .041 .062 .022 .026 .013 .037 .024 .014 .023 .050 *わかる
*言葉	.077 .046 .023 .018 .054 .026 .019 .059 .024 .020 .023 .048 .048 .051 .024 .020 .039 .049 .025 .028 .038 .068 .030 *言葉
*関係	.021 .032 .013 .023 .038 .024 .007 .032 .034 .025 .026 .031 .026 .041 .024 .021 .02 .03 .025 .014 .011 .035 .011 .034 *関係
*沈黙	.022 .012 .003 .005 .012 .007 .010 .004 .009 .006 .000 .015 .01 .011 .003 .012 .012 .008 .007 .002 .013 .016 .002 .048 .005 *沈黙

*数値はJaccard係数で表示
 ※Jaccard係数が.100以上には下線.200以上には二重下線を引いている。

表3 算数・数学教育以外の先行研究における見出しの関連性

*意味	
*子ども	.02
*子ども	*子ども
*行う	.011 .027 *行う
*研究	.006 .019 .032 *研究
*自分	.042 .086 .011 .005 *自分
*場合	.021 .053 .019 .018 .028 *場合
*多い	.012 .030 .016 .012 .008 .050 *多い
*聴く	.135 .023 .029 .085 .037 .026 *聴く
*問題	.020 .048 .015 .039 .026 .038 .024 .034 *問題
*授業	.006 .060 .046 .057 .011 .025 .035 .038 .022 *授業
*学習	.009 .036 .048 .042 .020 .032 .022 .051 .029 .050 *学習
*考える	.039 .072 .029 .017 .104 .043 .012 .089 .045 .027 .042 *考える
*理解	.042 .053 .013 .004 .042 .031 .021 .052 .016 .008 .021 .051 *理解
*他者	.039 .045 .014 .002 .171 .036 .014 .119 .028 .006 .004 .056 .059 *他者
*内容	.012 .022 .033 .027 .015 .032 .015 .044 .022 .032 .053 .040 .069 .012 *内容
*必要	.024 .038 .019 .013 .035 .036 .004 .041 .027 .011 .025 .045 .033 .040 .016 *必要
*活動	.010 .034 .022 .024 .017 .023 .013 .031 .016 .017 .061 .024 .015 .007 .021 .033 *活動
*できる	.037 .095 .023 .007 .118 .035 .017 .075 .032 .017 .025 .075 .080 .087 .032 .035 .027 *できる
*教師	.022 .172 .017 .020 .035 .043 .024 .073 .038 .070 .032 .044 .033 .020 .023 .032 .023 .054 *教師
*指導	.005 .037 .055 .032 .016 .030 .017 .051 .017 .031 .134 .041 .018 .013 .042 .034 .052 .034 .040 *指導
*読む	.025 .055 .025 .008 .044 .035 .029 .059 .018 .027 .015 .024 .026 .048 .018 .012 .030 .048 .029 .015 *読む
*話す	.039 .143 .010 .010 .132 .047 .025 .242 .022 .029 .031 .069 .047 .163 .052 .030 .020 .084 .075 .034 .041 *話す
*わかる	.031 .029 .004 .004 .060 .027 .016 .038 .019 .003 .020 .037 .035 .070 .028 .030 .009 .041 .025 .018 .020 .054 *わかる
*言葉	.084 .049 .012 .016 .049 .025 .018 .061 .026 .010 .023 .052 .054 .044 .022 .026 .037 .054 .021 .035 .041 .069 .033 *言葉
*関係	.027 .036 .015 .016 .038 .022 .002 .034 .047 .020 .010 .035 .022 .045 .022 .027 .025 .032 .035 .012 .012 .032 .010 .038 *関係
*沈黙	.028 .015 .005 .003 .013 .009 .011 .002 .015 .005 .000 .024 .014 .010 .010 .000 .018 .008 .009 .011 .000 .010 .018 .002 .057 .004 *沈黙

*数値はJaccard係数で表示
※Jaccard係数が.100以上には下線.200以上には二重下線を引いている。

表4 見出し別による語の割合とその有意差について（紙面の都合上、分割して表示）

	*意味	*子ども	*行う	*研究	*自分	*場合	*多い	*聴く
算数・数学教育研究	4.82%	34.78%	6.08%	5.49%	5.29%	3.26%	3.44%	24.41%
算数・数学教育研究以外	4.07%	14.55%	2.04%	1.71%	9.20%	3.11%	1.96%	19.05%
χ^2 値	3.215	640.414**	134.462**	134.431**	50.455**	0.145	23.036**	43.850**
	*問題	*授業	*学習	*考える	*理解	*他者	*内容	*必要
算数・数学教育研究	13.25%	20.51%	10.16%	12.54%	8.87%	4.00%	6.40%	4.82%
算数・数学教育研究以外	4.50%	2.80%	3.02%	6.16%	3.60%	1.73%	2.29%	3.08%
χ^2 値	300.116**	1127.961**	271.291**	139.833**	145.599**	55.457**	128.229**	21.728**
	*活動	*できる	*教師	*指導	*読む	*話す	*わかる	*言葉
算数・数学教育研究	7.61%	9.14%	22.65%	3.44%	2.91%	19.33%	2.94%	4.38%
算数・数学教育研究以外	2.30%	9.06%	4.93%	2.44%	4.91%	11.06%	3.57%	7.01%
χ^2 値	195.725**	0.01	899.935**	9.085**	23.474**	147.945**	2.892	28.893**
	*関係	*沈黙	ケース数					
算数・数学教育研究	3.06%	1.00%	3404					
算数・数学教育研究以外	3.72%	1.85%	9428					
χ^2 値	3.068	10.720**						

ルに基づく見出しの関連性は表2と表3になった。表2と表3の差分を求めたところ、差分が絶対値で.200以上となったものはいずれも検出されなかった。

Jaccard係数が.100以上あると語と語の間には関連があり、Jaccard係数が.200以上だと強い関連があり、Jaccard係数が.300以上であれば非常に強い関連があるといわれている。(末吉, 2019, p.214)

また、見出しについてのクロス集計を行い、 χ^2 値を求めることによって、算数・数学教育研究と算数・数学教育研究以外の見出しの割合に有意差があるのかどうかについて調べた。 χ^2 値について、**がついているものは有意差があるという意味を指す。その結果が表4である。分析の結果、算数・数学教育研究では、「子ども」「行う」「研究」「多い」「聴く」「問題」「授業」「考える」「学習」「理解」「他者」「内容」「必要」「活動」「教師」「指導」「話す」について、算数・数学教育研究以外と比較して使われている割合に有意差があったことが示された。このことが意味するのは、少なくとも使用頻度という観点で見れば、聴くことについて言及が多くなされているのは算数・数学教育研究であるといえる。

4. 議 論

4.1 分析結果の解釈

表2・表3の「*沈黙-*聴く」の結果から、我が国においては算数・数学教育かどうかの区分に関係なく、先行研究においては、聴くと沈黙の間には直接的な関連性があるとは示されなかった。しかも、表2・表3の「*聴く-*理解」, 「*聴く-*できる」, 「*聴く-*わかる」の結果から、算数・数学教育かどうかの区分に関係なく、話を聴くことと理解（できる, わかるを含む）との間にも直接的な関連性があることも示されなかった。

そこで、沈黙という形で話を聴くことと理解の間に何かを介して間接的な関連性があるのかどうかについて検討したい。

表2と表3について、Jaccard係数が.100以上の

もののつながりについて集計すると表5の通りとなる。

表5 関連する見出し一覧について

	関連する2つの見出し
算数・数学教育研究	子ども-聴く, 子ども-授業, 子ども-考える, 子ども-教師, 子ども-話す, 自分-考える, 自分-他者, 自分-できる, 自分-話す, 聴く-考える, 聴く-他者, 聴く-話す, 授業-教師, 他者-話す, 教師-話す, 聴く-教師
算数・数学教育研究以外	子ども-聴く, 子ども-教師, 子ども-話す, 自分-考える, 自分-他者, 自分-できる, 自分-話す, 聴く-他者, 聴く-話す, 学習-指導, 他者-話す
上記-下記の差分	子ども-授業, 子ども-考える, 聴く-考える, 授業-教師, (学習-指導), 教師-話す, 聴く-教師

表5における差分というのは、算数・数学教育研究において、算数・数学教育研究以外には見いだされなかった2つの見出し間の関連性が存在することを意味している。注目すべき点は「子ども-考える」「聴く-考える」「聴く-教師」である。

「聴く-教師」「聴く-子ども」に着目すると、表5の聴くでは主体が2種類ある。1つは、主体が教師の場合である。算数・数学教育研究では、教師のリスニングと呼ばれるものである（高澤, 2000; 高澤, 2004; 高澤, 2005; 高澤, 2007; 高澤, 2009)。もう1つは児童・生徒が主体の場合である。算数・数学教育研究では学習者が対象となっている先行研究もあれば、教師が児童・生徒の話を聴くという教師教育としての側面も含まれている。これが算数・数学教育で聴くことに関する先行研究の特徴の1つとして象徴される。

次に、児童・生徒（学習者）を主体とした側面からみた算数・数学教育の特徴について検討してみたい。表5の上記-下記の差分に着目し、学習-指導を除外すると推移律によって次の式が導かれる。

話す-教師-授業-考える-子ども-聴く

教師-聴くというのは、2つの解釈が可能である。

1つは上記でも述べたように、教師が主体となって児童・生徒の話を聴くという場合である。もう1つは、上記の式でいうところの教師と聴くの間にも直接的な関連性があるという場合である。

この推移律をそのまま解釈すると、子どもが主役となる時、その場面は授業であり、話している主体は教師である。その時、子どもは話を考えながら聴く、もしくは話を考えた後に更に聴くと解釈できるだろう。このような解釈は他教科と比較したときに見いだされる算数・数学教育研究の特徴として示される。ただし、差分ではないところに着目すると算数・数学教育研究も算数・数学教育研究以外でも子どもが主体となって話すことはあり得るということは留意しなければならないし、子どもが自分自身で考えること自体は算数・数学教育研究もしくは算数・数学教育研究以外に関わらず、見出しとして示されていることも留意しなければならない。

4.2 議論

その他の先行研究と比較した際、算数・数学教育研究の方が子どもたちの「聴く－考える」において関連性が見られた理由、そして、表4の見出しの多くが算数・数学教育研究において使用された割合が高かった理由について、検討してみたい。

後者の表4の見出しの多くが算数・数学教育研究において使用された割合が高かった理由として考えられる事柄として、論文の題目や要約などに「聞く」「聴く」といった表記を用いていたことが考えられる。今回の分析では、CiNiiを使った分析であった。高橋（1993）が指摘するように、少なくとも国語科では話の聴き方が指導対象であり、その時の授業方法や教材などに研究の焦点が置かれる。これに対して、算数・数学科では聴いた内容と視覚的表記との関連性が対象となるため、焦点は何を聴いたのかという音声情報になる。どのように聴くのかということと何を聴いたのかという違いが表4のような結果を生み出したのではないかと推測される。

それに伴って、聴く－考えるにおいて関連性が見

られた理由というのは、算数・数学科での学習内容そのものが、聴いた内容と視覚的表記の関連付けであるといっても過言ではないことにその要因があると思われる。関連付けをする際に、考えるということが発生するために「聴く－考える」が表れたのではないかと推測される。それを裏付けるものとしてスケンプ（1973）の記号の枠組みがある。

数学の対象は聴覚的記号と視覚的記号に分類される（スケンプ、1973）。このとき、音声は聴覚的情報の特性を帯びるが、それが視覚化されたならば視覚的記号の特性を有する。記号の特性について、スケンプ（1973）は次のように区分している（p.58）。

- (i) コミュニケーション
- (ii) 知識の記録
- (iii) 新しい概念の形成
- (iv) 多元分類を容易化する
- (v) 説明
- (vi) 内省活動を可能にする
- (vii) 構造の提示を助ける
- (viii) 基本的操作を自動化する
- (ix) 情報を再現し、理解する
- (x) 創造的な精神活動

これらの活動は「考える」を象徴する記述であるといっても過言ではない。

聴く活動というのは、聴覚的情報としての記号について（i）から（x）までの役割を処理する働きを有することとなる。したがって、聴く活動そのものが数学的であるのではなく、対象となる記号に数学性が含まれていると考えることが自然である。我々はコミュニケーションとして用いている言語には意味があり、その並びについても文法という規則によって語を並べ、意味理解をしている。

渡辺・北野・木村・谷口（2008）は言語を「ある特定の規則に従う記号列の集合」（p.177）と規定し、アルファベットはあくまで必要な記号の定義だけでありアルファベットだけでは言語は定まらないことを

指摘している。記号を定義する際に、演算を定義することによって語をつくり出すことができるというのが数学と言葉の関係を象徴する1つであることを示している。渡辺・北野・木村・谷口(2008)はアルファベットに限定しているが、これは日本語に範囲を拡大しても定義の範囲内であると考えられることができる。ひらがな50音があったからといって、それだけでは意味を作ることにはできないからである。ひらがな50音に演算操作を与えることによって語をつくり出すことができる。我々は日本語を翻訳して英語に変換したり、英語を日本語に変換したりする。そのことから、英単語と日本語の単語の間に対応関係があることを示唆している。

その上で、渡辺・北野・木村・谷口(2008)では、基礎数学として数学の言葉とその論理を表現し、次のように述べている。

数学で用いられる記号や様々な概念、そして論理的な議論の方法は、通常の数学だけでなく、様々な科学技術の基本的な言葉として今日使われている。[中略] 数学の言葉がとくに使われているのが情報処理の分野である。捕らえどころがなく、しばしば曖昧になりがちな「情報」を扱うには、様々なことを明確にあらわさなければならない。また、コンピュータの上へのせ、処理していくためには、機械で処理できるような記号の形にしなくてはならない。

(p.169)

ScratchやPython, Cのように、プログラミング言語に日本語が用いられていることはなくても、我々はその言語を読むことができている。なぜかといえば、記述されている言語形式が形式言語であり、数学の文法規則に基づいているからである。

同様に、我々が使用する日常言語にも数学性が内在している。日本語の生成文法について長年研究をしてきた黒田(2012)は数学と言葉の関係性について、次のように述べている。少々長いが引用したい。

われわれは、数学的対象の存在の理もまさにモノの理と、なんらかのしかたで、一体なのであると考えざるをえないといっている。とするならば、情報というものも、モノと数に加えて、この世の成り立ちの構造に拘っているのかもしれない。そうすると、ヒトのコトバという現象は、ヒトが進化の途次、情報の構造に対処する中で生じたものであり、ヒトの認知活動としてのコトバの対象は、畢竟、客観的な情報構造の部分構造であることになる。そして、情報というのも、従って、コトバの対象も、その理は結局は、自然(モノの世)の理のように、「数学のコトバで書かれて」いるのではないか。そうすれば、コトバの対象の構造も「みえない」ところで深く数学の構造にかかわり合っているということは、ありえないことではない。生物は、そして、生物であるヒトも、当然のこととして、モノの世が「みえる」ように進化したが、そうだからといって、数学のコトバで書かれているモノの世で人が知性で知り得ることがすべて、ヒトに「みえる」わけではない。このことは近代後期以降の物理学の発展が示したことである。同じように、ヒトが、情報を処理する生き物として、そして、ついには、コトバを話す生き物として進化したからといって、ヒトには数学のコトバで書かれている情報がすべて話せ聞けるというわけにはいかない。(黒田, 2012, pp.300-301)

情報は数学のコトバで書かれていて、アルファベットや日本語も演算操作が入ることで語を作ることができる。コトバにある種の数学性が含まれているというのは、演算操作や対応関係が内在するからであると考えられることができる。

聴覚的情報が数学性を有しており、算数・数学では記号の特性を考慮しているということが、算数・数学教育研究の方が子どもたちの「聴く-考える」において関連性が見られた結果を示したのではないかと考えられる。

5. 今後の課題

可能な限りの文献を探したとはいえ、十分に探し切れていない可能性も否定できないところは本稿の限界点である。CiNiiの検索条件というのは、タイトルに検索語が含まれているかどうかを調べているため、タイトルには検索語が含まれていなくても、本文中に検索語が含まれているものの中には存在する。しかし、そのような文献については今回の分析対象から除外される結果となっている。

更なる精査のためには、タイトルに検索語が含まれていないもの、かつ、本文中に検索語が含まれている文献を全数同定し、それらを追加データとして分析・比較する必要がある。

参考文献

- 大倉賢治 (2003) 「算数の授業における思わず「聴く・話す」の成立過程」『上越数学教育研究』18, 121-132.
- 河崎美保 (2013) 『複数解法提示による算数の学習促進効果—混み具合比較課題を用いて』ナカニシヤ出版
- 黒田成幸 (2012) 「数学と生成文法：「説明的妥当性の彼方に」、そして言語の数学的実在論：福井直樹へ送る一つのメルヘン」福井直樹編『新・自然科学としての言語学—生成文法とは何か』ちくま文庫, 275-327.
- 斎藤美津子 (1972) 『きき方の理論：続・話しことばの科学』, サイマル出版会.
- 末吉美樹 (2019) テキストマイニング入門：ExcelとKH Coderでわかるデータ分析. オーム社
- スケンプ, R.R. (1973) 『数学学習の心理学』新曜社.
- 高橋俊三 (1993) 『対話能力を磨く：話し言葉の授業改革』明治図書出版.
- 高澤茂樹 (2000) 「リスニングとしての数学指導」『数学教育論文発表会論文集』, 33,49-54, 公益社団法人日本数学教育学会.

- 高澤茂樹 (2004) 「数学指導におけるリスニングの研究：リスニングとミスリスニング」『全国数学教育学会誌「数学教育学研究」』, 10, 29-35, 全国数学教育学会.
- 高澤茂樹 (2005) 「数学指導におけるリスニングの研究 (2)：机間指導でのリスニングを中心に」『全国数学教育学会誌「数学教育学研究」』, 11, 53-65, 全国数学教育学会.
- 高澤茂樹 (2007) 「数学指導におけるリスニングの研究 (3)：授業の導入と課題設定」『全国数学教育学会誌「数学教育学研究」』, 13, 75-87, 全国数学教育学会.
- 高澤茂樹 (2009) 「数学指導におけるリスニングの研究 (4)：リスニングによる練り上げパターン」『全国数学教育学会誌「数学教育学研究」』, 15 (1), 19-28, 全国数学教育学会.
- 滝浪常雄 (2013) 「国語科における「話すこと・聞くこと」の指導の課題」『安田女子大学紀要』41, 207-216.
- 藤村宣之・太田慶司 (2002) 「算数授業は児童の方略をどのように変化させるか」『教育心理学研究』50 (1), 33-42.
- 耳塚寛明 (2021) 『教育を読み解くデータサイエンス：データ収集と分析の論理』ミネルヴァ書房.
- 森本明 (2006) 「算数の授業における「聞く」という行為への接近：「考える」ともなう「聞く」」『日本数学教育学会誌』, 88 (12), 11-18, 公益社団法人日本数学教育学会.
- 渡辺治・北野晃朗・木村泰紀・谷口雅治 (2008) 『数学の言葉と論理』朝倉書店.
- Yoneyama, S. (1999) *The Japanese High School: Silence and Resistance*. Routledge.
- Zhou, Knoke & Sakamoto (2005) Rethinking silence in the classroom: Chinese students' experiences of sharing indigenous knowledge. *International Journal of Inclusive Education*, 9 (3), 287-311.

※分析で用いた先行研究についてはAppendixに掲載しているため、ここには掲載していない。

(かみもと ゆういち・ふくだ ひろと)

【受理日 2022年12月21日】

Appendix1 分析対象一覧

番号	タイトル	著者	年度
1	国語科の学習指導(1)	村内英一	1958
2	沈黙は成功のカギ	フランク・バートガー	1962
3	異常の人間：精神病理学的人間論	越賀一雄	1964
4	子どものことばと沈黙のことば	吉沢典男	1964
5	自主管理の人格形成作用－「一高校生の沈黙と連帯感の形成」	現代中等教育研究会	1967
6	講座現代哲学入門 第1 (現代の哲学) より「言語の沈黙」	岩崎武雄・沢田允茂・永井成男	1968
7	静かな「つぶやき、やゝ沈黙、こそ貴重な問いかけの姿だ	古川昇	1983
8	沈黙の思考	本吉良治	1984
9	沈黙の思考－2完－	本吉良治	1985
10	メルロ＝ポンティにおける沈黙の思考－沈黙せるコギトから野生のロゴスへ	森脇善明	1987
11	よく聴ける子・聴けない子の心理学	今泉信人	1992
12	よく聴き、よく話すアメリカの子ども：学校と家庭が育てているもの	マリ、クリステイヌ・深谷和子	1994
13	幼児教育における「聞く・話す」指導	久世妙子	1994
14	子どもの「沈黙」をどう読みとるか	中川香子	1994
15	自らと語る力を養う：内言の誕生と育成	田中敏・平山祐一郎	1994
16	子どもの心を聴ける先生、聴けない先生	渡部淳子	1994
17	聴き・話せる子を育てる教育	萩原元昭	1994
18	よく聴き、よく話せる子の心理	平木典子	1994
19	よく聴き・話す子を育てる学校風土づくり	牧田伸明	1994
20	聴くことが相互理解の第一歩	以和多豊	1995
21	具体的な表現を心がける	秋山和平	1995
22	動物の心、沈黙の時期	大森桂蔵	1995
23	教育の樹林聴く力をはぐくむ	佐野靖	1996
24	教室における「沈黙」：小学校の授業を事例として	山本桂子	1997
25	子どもたちの沈黙を破る－生活綴方の実践から学ぶこと	宮沢かおる	1998
26	「聴くこと」の文化と教育	京極興一	1998
27	特集思いやりと「聞く」心：子どもはなまの声の昔話を聞きたがっている	小澤俊夫	1999
28	特集思いやりと「聞く」心：聞くとうとする「心」をいかに育てるか	青木信生	1999
29	特集思いやりと「聞く」心：聴く心の躍動が思いやりを生む	石黒久浩	1999
30	特集思いやりと「聞く」心：心で聴く	中島寿	1999
31	特集思いやりと「聞く」心：「きく」文化を求めて	鳥越けい子	1999
32	「新しい学び」における「話すこと・聞くこと」はどうあるべきか。－第5学年「こんな学校ならいいな」	望月真	1999
33	看護することとつがく自由自在(5) 聴くということ	鷺田清一・満田愛	1999
34	聴くことの教育の生成	安直哉	2000
35	「コミュニケーション能力」を高める学習方法の研究：「聴く力」をめぐって	多田孝志	2000
36	「聴くこと」の文化と教育(承前)	京極興一	2001
37	「聞く力」を磨くために	小此木啓吾	2001
38	「聴く」ことが人を支える	鷺田清一	2001
39	言葉と想像：聴く力の可能性	橋爪千恵子	2002
40	聞く力を育むには	紀平知樹	2003
41	「聴型」を取り入れた指導法の工夫による確かな学力とコミュニケーション能力の育成	戸塚芳子	2003
42	特別講演聴くことの意味	鷺田清一	2003
43	「話し・聞く関係として成り立つ授業」考子どものからだは常に語っている－金透小学校の教師たちの思いから	庄司康生	2003
44	インタビュ「聴く」ことの力	鷺田清一	2006

45	「聴く力」を育成する保育実践の試み	前田志津子・北野幸子・樋口三都他	2007
46	大学・附属幼稚園連携保育カンファレンスの試み:「聴く力プロジェクト」を中心に	北野幸子・樋口三都・前田志津子	2007
47	職場の心理学 (161) リーダーの必須科目「聴く力」の教え方	梶山寿子	2007
48	特別講演受け身の思考:聴くことと待つこと	郡司篤晃・鷲田清一	2008
49	聞く力は育てることができる学校で、授業で、気をつけたいことは	渡辺研	2008
50	国語科及び学級運営での「聴く・聞く」ことの学習論	米谷茂則	2008
51	教師のリゾイシニングの相違が児童の聴くという行為と学習に与える影響	一柳智紀	2009
52	聴く力を育てる	鈴木教夫	2008
53	特別講演受け身の作法:聴くことと待つこと	鷲田清一	2008
54	小学校国語科における「聞く」力を育むための地域連携の試み	寺島徹	2009
55	「聴く力」と複眼的な思考が豊かな心を育む	鷲田清一	2009
56	「聴く」ことの力	鷲田清一	2009
57	聴く力の育成と一般化のためのプログラム	橋本登	2010
58	児童の「聞く力」をどのように高めるか:聞く行為における既有知識の影響に着目して	大原千栄子	2010
59	沈黙が思考を進化させた	正高信男	2012
60	一人ひとりの意見を尊重する学級会	安部恭子	2013
61	「聴き合い」が育つ学級	一柳智紀	2013
62	短気になった日本社会:人の話を傾けない、理解しようとしていない	越智康詞	2013
63	人の話を聞けない子の心理	吉田圭吾	2013
64	子どもの心を聴く先生	金山健一	2013
65	人の意見を受け入れられない子	三谷聖也	2013
66	自分ばかり話してしまう子	森亜矢子	2013
67	聞く力が育つサークルタイム	森崚章代	2013
68	人の話を聞く権利・自分の話を聞いてもらう権利:アメリカ・ルーズベルト小学校の児童規則から	深谷和子	2013
69	話の途中でさえぎる子	水橋美奈子	2013
70	心と触れ合う傾聴:ロジャーズ派カウンセリングからの示唆	中田行重	2013
71	話を聞いてもらえない子:スクールカーストの中で	八巻寛治	2013
72	「聴き合い活動」のすすめ	尾高正浩	2013
73	「聞く力」とは	平木典子	2013
74	「聞いてもらえる学級」の中で育つ話す力:構成的グループエンカウンターを通して	明里康弘	2013
75	聴く力を育てる授業	鈴木教夫	2013
76	話を聞き流している子	鈴木律恵	2013
77	子どもの暴力問題	廣井亮一・中川利彦	2013
78	「聞く力」は本当に必要なのだろうか	高橋秀実	2013
79	教師の「聴く力」	栗原輝雄	2015
80	「聴く」力をかたちづく	小沼純一	2015
81	コミュニケーション能力の育成:とくに「聞く」力について	石井秀夫	2015
82	デイバートによる「聴く」力の育成	村本圭佑	2016
83	臨床哲学の課題提起から何を受けとめるか	田中昌弥	2016
84	「聴く」難しさに向きあう:教育の立場から	大西香代子	2017

Appendix2 算数・数学教育研究の分析対象

番号	タイトル	著者	年度
1	沈黙の充実の世界を授業で	岡屋昭雄	1975
2	算数：「自信」と「不安」が「聴く耳」へ	土屋尊生	1992
3	算数授業の中で「話す子、聞く子」を育てるー論理的思考力を鍛えるー	田中博史	2000
4	授業における話し合い場面の記憶ー参加スタイルと記憶	秋田喜代美・市川洋子・鈴木宏明	2002
5	数学指導におけるリスニングの研究：リスニングとミスリスニング	高澤茂樹	2004
6	数学指導におけるリスニングの研究（2）：机間指導でのリスニングを中心に	高澤茂樹	2005
7	算数授業において自分と異なる解法を聞くことの効果：規範解法が使われなくなった事例の分析	河崎美保	2006
8	算数の授業における「聞く」という行為への接近：「考える」をともなう「聞く」	森本明	2006
9	算数文章題の解法発表を聞く能力：他者発言の再生・評価と理解変化の関係	河崎美保	2007
10	数学指導におけるリスニングの研究（3）：授業の導入と課題設定	高澤茂樹	2007
11	数学指導におけるリスニングの研究（4）：リスニングによる練り上げパターン	高澤茂樹	2009
12	協同の学びにおける児童の聴くという行為について：学習形態の違いに着目して	占部諒	2014
13	高校の数学授業での協同学習における個人の説明構築による理解深化メカニズム：数列と関数の関連づけに着目して	小田切歩	2016
14	中学校の数学授業における一生徒の文字式理解プロセスの質的研究：聴くことと援助要請に着目して	山路茜	2017
15	数学学習における子どもの聴く活動の意義について	紙本裕一・福田博人	2017
16	数学学習における学習者の聴く活動の固有性についての考察：コンピュータ的思考との対比を手掛かりとして	紙本裕一	2019
17	聴いて理解することが苦手な子供にとっての問いを問うことの困難性についての考察	紙本裕一・福田博人	2020a
18	通約不可能性を事例にした黙って話を聴くことの可能性についての計量言語学的考察	紙本裕一・福田博人	2020b
19	数学の授業過程に数学的なプロセスを創出する教師の役割に関する省察：授業における教師の「聞く」という行為に着目して	加藤慎一・森本明	2021
20	解法について説明できる子どもを生み出す算数科の授業づくり	森力・野原太一	2021
22	動物の心、沈黙の時期	大森荘蔵	1995