【論文】

乗除法概念発達における聴覚障害児に特徴的な理解について
～作問能力と立式能力について～

大　西　英　夫
愛知教育大学大学院教育学研究科後期３年博士課程

要約

従来の健聴児を対象とした乗除法概念発達についての先行研究では、「作問と立式における乗除法意味理解が小学 3 年から小学 6 年で漸進的に発達する」、「作問においては乗除法が構造的に理解されはじめる小学 4 年以降に文章構成能力が実質的な効力を及ぼし、2 次元を関係づける能力も部分的に影響する」（藤村 1997）と報告されたが、聴覚障害児を対象とした報告は今のところ少ないのが現状である。聴覚障害児の乗除法概念発達について調べるために、聴覚障害児 24 名に、自由作問課題、手がかり作問課題、立式課題を用いて検討をした。24 人の被験者のうち 20 人については１年後に同様の方法で再調査した。その結果、１）作問における乗除法の意味理解は、小学 4 年と小学 6 年の間で発達する、２）立式における乗除法の意味理解は小学 2 年と小学 5 年の間で発達する、３）作問では、等分除と乗法の方が包含除よりも先に獲得される、４）立式では、包含除と乗法の方が、等分除よりも先に獲得されることが明らかになった。本論文の結果は、今後の聴覚障害児の乗除法概念領域の指導における１つの指針となると思われる。

キーワード

乗除法（包含除　等分除）　聴覚障害児　作問課題　立式課題

Ⅰ．はじめに

筆者は聾学校で通級指導を担当する現場教師であり、聴覚障害を有しながらも地域の小中学校の通常学級で学ぶ聴覚障害児童・生徒（以下、聴障児と記す）の支援をしている。現場教師としての目標は、聴障児が直面する様々な問題に対する有効な支援を行ったり、有効な解決方法や指導法を開発し活用したりすることである。つまり、具体的な支援や指導法につながる研究を目指している。一方で、筆者は教科開発学を専攻する博士課程に在籍する大学院生でもある。博士論文のテーマは「聴覚障害児の内包量概念発達における特徴的な理解についての基礎的な研究」であり、博士論文では、内包量概念の発達と時期及びその要因について研究をする。その内容と本論文の結果は相互に関連し合い、結果の考察にあたり有効な示唆を与えることができると考えている。本論文は博士論文の一部をなすものであり、特に聴障児の乗除法概念発達における、ア発達の時期、イ演算の発達順序、ウ文章題解決（以下、立式と記す）及び文章題生成（以下、作問と記す）の過程における困難点やつまずきの箇所、エ聴覚障害に起因する課題、の４点に焦点をあてて報告するものである。従来の先行研究では、聴障児の算数立式における課題について、学年が上がると CRT 学力検査の到達率が低くなる傾向が見られる（佐渡・星野 2005)、問題文の文章がしっかり読めない（坂本 2009）などと報告されたが、その要因が存在する場所や構造、そのメカニズムなどについては十分に論究されているとは言い難い（大西ら 2015b，2017a)。例えば、ろう教育現場において「聴障児は言語力がない。」ということに全ての課題の原因を帰趨させてそれで事足れりとしていることが多々見られる。「言語力のなさ。」が課題なのか原因なのかが判然としない状況である。本論文は大西ら（2017a）と同じ課題意識による一連のものであり、聴障児の乗除法概念の発達について作問能力と立式能力に焦点をあてて検討するものである。以下に乗除法領域及び関連する隣接領域の先行研究の分析を行った。

（1）乗除法概念理解における課題

１）乗除法概念そのものの困難さに起因する課題（教科専門の観点から）

現行の教育課程上、整数についての乗法は小学 2 年（以下学年を小 2、…中 3 と記す）で、除法は小 3 で学習する。山野下（1989）や高山（1991）は、通常学級に在籍する児童・生徒について（以下、聴児と記す）小 4 や小 5 のはじめの段階で乗除法の意味理解がなされておらず、例えば、加法や減法の作問が容易であるのに対し、乗除法の作問は難しい、と述べている。藤村（1997）によると、乗除法を構成する３つの演算は、「１あたり」「いくつ分」「全体量」という３つの量（次元）のうちの２つの量（次元）を関連づけて第３の量を求めるものである。等分除は、「全体量（*例：みかん１８個*）」と「いくつ分（*例：６人*）」から「１あたり（*例：１人あたり３個*）」を求める。また、乗法では「１あたり」と「いくつ分」から「全体量」を求め、包含除では「１あたり」と「全体量」から「いくつ分」を求める。藤村（1997）は、立式よりも作問の方が相対的に困難になると述べている。

２）立式と作問とその理解のプロセスに起因する課題（教科教育の観点から）

立式と作問の関連について Ishida＆Tajika（1990）、石田・多鹿（1991）は、ｉ）立式で上位の聴児（小５または小６）は、下位の聴児に比べてより多くの解答可能な文章題を生成する、ⅱ）下位の子どもは関係文の構成に誤りが多い、と述べている。

岡本（1992）は、立式を５つの段階（Ⅰ理解の過程：ⅰ結果の予想、ⅱ問題解決、Ⅱ解法の過程：ⅲプラン、ⅳ実行、ⅴ結果の評価）に分け、それぞれの段階で問題解決行動を測定し、段階ごとのメタ認知がどのような役割を果たしているかを検討した結果、Ⅰⅰにおける予想の仕方についてのメタ認知に差があること、及び、Ⅱⅲにおけるどのようにして解決に必要な情報を探すかというメタ認知に差が見られた、と述べている。

石田・多鹿（1993）と多鹿（1995）は、聴児の立式を、Ⅰ文章を読んで理解する過程の段階（ⅰ変換過程、ⅱ統合過程）とⅡ問題を解く解法過程の段階（ⅲプラン化過程、ⅳ実行過程）のように区分し、立式の困難がⅠⅱ統合過程の弱さにある、と述べている。

大西ら（2015b）は、聴障児の内包量比較（推理）の構造に関する仮説を提案し、その中で内包量比較（推理）の下位過程である「関係表象過程」への「数的関係に関する知識」の適用（＝知識を推理における関係表象のために利用すること）の弱さが、聴障児の内包量理解における困難やつまずきの原因ではないか、と推察している。さらに、大西ら（2017 a）は、大西ら（2015b）が述べた内包量比較（推理）の下位過程である「関係表象過程」が、石田・多鹿（1988、1993）、多鹿（1995）の立式の解法過程における「理解する過程」に相当する、と述べている。

藤村（1997）は、乗除法作問過程には、ｉ）与えられた式から２次元的な問題表象を形成する過程と、ⅱ）その問題表象をもとに文章題を生成する過程、が想定される、と述べている。

これらの先行研究の結果から、立式の理解の過程（段階）に困難さがあることが示された。

３）乗除法概念の発達に起因する課題（教育環境学の観点から）

乗除法作問能力の発達について藤村（1997）は、小４から小６を対象とした横断的研究の結果、等分除（1 あたりを求める除法）から乗法を経て、包含除（いくつ分を求める除法）に至る理解の発達的順序が明らかになった、と述べている。また、等分除は小４で既に高い理解レベルにあり、乗法では小４と小５の間で、包含除では小５と小６の間で高いレベルに発達する、とも述べている。

乗除法の近接領域である内包量・比例概念（の発達）について聴障児を対象とした比例概念（内包量・比例関係）の発達について、大西ら（2017b）は内包量調整課題における速度領域と濃度領域では小４と小６の間で比例概念が発達する、及び、内包量比較課題における濃度領域では小４と小６の間で比例概念が発達する、内包量比較課題における速度領域では小５と小６の間で比例概念が発達する、と述べている。

以上のことから、聴児の乗除法概念発達と聴障児の内包量・比例概念発達の時期について、その類似性が示された。

４）聴覚障害に起因する課題（教育環境学の観点から）

河野（2010）は、聴覚障害（聴障児に特徴的な言語的問題における一次的問題）によって言語経験が不足し、語彙の貧困化や偏り、日本語文法の不確かさが生じ読み書き能力が小学校４年生レベルに留まること（聴障児に特徴的な言語的問題における二次的問題）を指摘する。そして、このことがさらに抽象概念や抽象語の理解を妨げ、思考力や学力の低下（聴障児に特徴的な言語的問題における三次的問題）に及ぶ、と述べている。また、聴障児の日本語文法の不確かさについては、特に、助詞の誤用や用言の活用に誤りが見られる、と述べている。

脇中（1998）は、算数文章題（Riley, Greeno,and. Heller 1983を参考に作成）を聾学校高等部生徒に実施した結果、（計算式で未知数が最後にある場合の）最後の状態を問う通常の問題はできても、求める未知数の位置を変えたり、矛盾を含めたりすると、通常問題のときよりも全体的に正答率が下がった、と述べている。

以上のことから聴障児は、聴覚障害から起因する（派生する）言語的な問題の先に、抽象概念や抽象語理解の困難、思考力や学力の低下といった問題が生じてくることが示された。

５）課題のまとめ

以上１）～４）の先行研究の分析の結果、聴児における立式の困難点の課題が、「読んで理解する過程の段階」にあること、「結果の予想のメタ認知」に差がある（岡本 1992）ことや読んで理解する過程の段階の「統合過程の弱さ」にあること（石田・多鹿 1993、多鹿 1995）が明らかになった。また、聴児の乗除法作問には、ｉ）与えられた式から２次元的な問題表象を形成する過程と、ⅱ）その問題表象をもとに文章題を生成する過程があること（藤村 1997）が明らかになった。

聴児の乗除法作問能力の発達については、等分除から乗法を経て包含除に至る理解の発達的順序が明らかになったこと（藤村 1997）、及び、等分除は小４で既に高い理解レベルにあり、乗法では小４と小５の間で、包含除では小５と小６の間で高いレベルに発達すること（藤村 1997）が明らかになった。聴児を対象としたこれらの先行研究の知見を聴障児を対象にした研究に適用することは今後の課題である。

聴覚障害によって言語能力の不十分さ（助詞の誤用や用言の活用の誤りとして現れてくる）や読み書き能力の不十分さだけでなく、抽象概念の理解力や思考力の不十分さまでに及ぶこと(河野 2010)が明らかになった。

（２）乗除法概念理解における課題の要因

１）乗除法概念そのもの困難さに起因する課題の要因（教科専門の観点から）

この要因について藤村（1997）は、ｉ）加法が同種の量の演算であるのに対して乗除法は異種の量の演算である、ⅱ）立式

の場合は数の大きさや文中のキーワードが手がかりになって立式できることもあるが、作問の場合には 2 つの量（次元）を適切に関連づけて言語化する能力が必要とされるため相対的に困難になる、と述べている。

２）立式、作問とその理解の過程に起因する課題の要因（教科教育の観点から）

藤村（1997）は、作問ではⅰ)与えられた式から２次元的な問題表象を形成する過程には 2 つの次元を関連づける能力が関係し、ⅱ)その問題表象をもとに文章題を生成する過程には文章を構成する一般的な能力が関係する、と述べている。一方、立式では、ⅰ)とⅱ)とは反対方向の２過程が想定されるが、キーワードや数の大小を手がかりに立式できる場合もあり、2 次元を関連づける能力との関連は相対的に弱くなると予想される、と述べている。

岡本（1992）は、立式において解決に必要な情報をどのようにして見つけるのかというメタ認知、及び、解決のためのプランの立て方に関するメタ認知が重要である、と述べている。

石田・多鹿（1993）と多鹿（1995）は、立式における文章を読んで理解する段階の統合過程では、与えられた問題文を把握するために形成した個々の心的表象（スキーマ）に問題状況全体についての意味ある内的表象（算数に関するスキーマ）が統合され、統合にあたっては問題スキーマ（読み終えた文章題のタイプを問題構造に従って分類できる知識）が重要な役割を果たすこと、及び、立式が困難な子どもは問題スキーマが獲得されていない可能性がある、と述べている。

３）乗除法概念の発達に起因する課題の要因（教育環境学の観点から）

藤村（1997）は聴児の乗除法作問能力には２つの次元の関連付けという点での意味理解が必要とされ、その理解が発達的に向上する、と述べている。また、作問（文章題生成レベル）と内包量理解（速度・濃度）との段階との関連については関連がある、と述べている。

大西ら（2017a）は、聴障児の場合「数的関係に関する知識」が少ないために内包量比較（推理）における関係表象過程へのその知識を適用することが弱くなる、と述べている。

４）聴覚障害に起因する課題の要因（教育環境学の観点から）

河野（2010）は、聴障児の言語的な問題（助詞の誤用や用言の活用の誤り）は聴覚障害に起因する、と述べている。そして、この言語的な問題が原因となって、ことばでことばを理解する語彙力や文法構築力の未獲得となり、結果として抽象概念の理解が妨げられたり思考力が低下したりする、と述べている。

脇中（1998）は、立式の困難・つまずきの原因として、ⅰ）言語理解の浅さ、ⅱ）ことばのイメージに引きずられる、ⅲ）決まった流れの中での思考様式、ⅳ）数字の意味に対する意識の薄さ、ⅴ）ことばに対する意識の薄さ、ⅵ）「反対ならば反対を考える」思考様式、を挙げている。

５）要因のまとめ

以上１）～４）の先行研究の分析の結果、聴児における立式の困難点の要因が、文章を読んで理解する段階の統合過程において、問題文を把握するために形成した個々の心的表象に、問題状況全体についての意味ある内的表象が統合されることにあり、統合にあたっては問題スキーマが重要な役割を果たすことにあること（石田・多鹿 1993、多鹿 1995）が明らかになった。一方、聴児の作問の困難点の要因が、ⅰ）与えられた式から 2 次元的な問題表象を形成する過程には、２つの次元を関連づける能力が関係し、ⅱ）問題表象をもとに文章題を生成する過程には、文章を構成する一般的な能力が関係すること（藤村 1997）にあるのが明らかになった。聴児の作問における２つの次元の関連付けという点での意味理解が必要とされ、それが発達的に向上すること（藤村 1997）が明らかになった。聴児を対象としたこれらの先行研究の知見を聴障児を対象にした研究に適用することは今後の課題である。

聴覚障害によって聴障児の言語的な問題（助詞の誤用や用言の活用の誤り）が生じ、さらにこれが原因となって、ことばでことばを理解する語彙力や文法構築力の未獲得となり、結果として抽象概念の理解が妨げられたり思考力が低下したりすること（河野 2010）が明らかになった。

（３）先行研究の分析によって明らかになった課題

Ⅰ（１）とⅠ（２）の分析から、聴児において明らかになったことが「聴障児においても適用可能なのか」、「聴障児にもあてはまるのか」については検討の余地が残されている。具体的に挙げれば、ア聴障児の乗除法概念の発達の時期と、イ演算の発達の順序について、ウ立式の困難点の存在箇所とその要因について、及び作問の困難点の存在箇所とその要因についてである。また、エ聴覚障害の観点（側面）からも上記のアイウを検討することも課題として残されている。そして、これらの課題を明らかにすることは、オ先行研究の成果への積み上げ（課題を明らかにする）という点での貢献することになる。（なお、ここでの記号番号アイウエオは、Ⅰはじめに、Ⅰ４）本論文での研究課題、４考察、５結論と今後の課題における記号番号アイウエオに対応している。）

（４）本論文での研究課題

本論文では乗除法概念の発達における聴障児の特徴的な理解の仕方を検討することを目的とする。特に、ア発達の時期と、イ演算の発達の順序に焦点を絞って検討する。

具体的には、ア 2 つの次元を関連づける能力の一側面としての乗法と除法の能力が、聴障児の小学校段階から中学校段階でどのように発達するのかについて横断的（学年群間の正答数の差の検討から）かつ縦断的（1 回目と２回目の正答数の差の検討から）に検討する。イ除法には、等分除（1 あたりを求める除法）と包含除（いくつ分を求める除法）があるため、等分除と包含除、及び乗法に関する作問能力の発達には、どのような順序性

があるかについて（演算間の正答数の差の検討から）検討する。さらにア、イの実態に影響を及ぼす要因について、ウ立式、作問過程の観点から考察をすることを目的とする。エ聴覚障害の観点からも上記のアイウを明らかにすること目的とする。これらの目的に加えて、オ「本論文の結果」を考察することで聴障児の乗除法概念理解の指導についての示唆を得ることも目的とする。そこで、本論文では、藤村（1997）の研究方法を聴障児に適用し、乗除法概念発達における乗除法の意味理解の特徴について検討する。聴児の乗除法の理解が立式や作問によって測られるからである（藤村 1997）。また、上記の目的のために、質的な面から誤答分析することも加える。

Ⅱ方法

１対象（1回目：201X年１月～2月　年号を明示しないのは児童生徒が特定されるのを懸念するため）

A県B地区の公立小中学校に在籍する聴障児（24名）を対象とした。内訳は、以下の通りである。小２が２名（女性２名、平均生活年齢：（以下CAと記す）は、８歳６カ月）、小３が２名（男性１名、女性１名、CAは、９歳０カ月）、小４は在籍者なし、小５が７名（男性３名、女性４名、CAは、11歳５カ月）、小６が３名（男性２名、女性１名、CAは、12歳４カ月）、中１が４名（男性２名、女性２名、CAは、13歳４カ月）、中２が４名（男性４名、CAは、14歳７カ月）中３が２名（男性１名、女性１名、CAは、15歳１カ月）である。普段の学校生活では、全員が口話主体のコミュニケーションを行っており、補聴手段は、補聴器または人工内耳である。平均補聴閾値は、右が 38.5 dB、左が45.7 dBで、平均聴力レベルは、右が84.8 dB、左が85.8 dBである。学習環境は、対象児の全員が聾学校教員の巡回通級指導（以下、通級指導と記す）を受けており、その頻度は、小３以上中３までが４週間につき１回、１校時分である。小２のみが２週間につき１回、１校時分である。

（2回目：1回目から１年後の201Y年１月～2月　年号を明示しないのは児童生徒が特定されるのを懸念するため）

A県B地区の公立小中学校に在籍する聴障児（20名）を対象とした。内訳は、以下の通りである。小３が２名（女性２名、CAは、９歳６カ月）、小４が２名（男性１名、女性１名、CAは、10歳０カ月）、小５は在籍者なし、小６が６名（男性３名、女性３名、CAは、12歳３カ月）、中１が３名（男性２名、女性１名、CAは、13歳４カ月）、中２が３名（男性２名、女性１名、CAは、14歳４カ月）、中３が４名（男性４名、CAは、15歳７カ月）である。１回目の被験者のうち、２回目も継続して被験者となったのは20名である。（継続実施できなかった理由は、２名が高校進学のため、２名が通級指導上の理由で調査を依頼できなかったため。）コミュニケーション手段と補聴手段、通級指導の頻度、学習環境は１回目と同様である。平均補聴閾値は、右が44.0 dB、左が38.1 dBで、平均聴力レベルは、右が82.3 dB、左が85.2 dBである。

２課題と実施方法

（1）　課題

整数を用いた1)自由作問課題（2問：乗法１問、除法１問）と2)手がかり作問課題（6問：乗法２問、等分除２問、包含除２問）、及び、3)整数の乗除法に関する立式課題（9問：乗法３問、等分除３問、包含除３問）を課題冊子の形式で実施した。各課題の施行前に加減法による例の説明と練習問題１題を実施した。

１　)自由作問課題（2問：乗法１問、除法１問）では、演算の式を呈示し、計算がその式で表されるような文章題を生成させた。以下に、課題例を示す。

＜問題：計算が次の式で表されるような問題を作りましょう。①６×４＝　？　②１８÷３＝　？＞

2)　手がかり作問課題（6問：乗法２問、等分除２問、包含除２問）では、単位と名称を付記した演算の式を呈示し、計算がその式で表せるような文章題を生成させた。以下に、課題例を示す。

＜問題：計算が次の式で表されるような問題を作りましょう。①7こ×4さら＝　？　みかん　②18こ÷6人＝　？　りんご　人　③15こ÷3こ＝　？　あめ・あめ　④6本×3はこ＝？　ジュース　⑤16ひき÷4こ＝？　めだか　すいそう　⑥14こ÷2こ＝？　くり　くり＞

3)　整数の乗除法に関する立式課題（文章題9問：乗法３問、等分除３問、包含除３問）

乗除法の意味理解の程度を測るため、次の３点に留意して課題を構成した。ｉ）計算の実行は求めなかった、ⅱ）等分除の真の理解を測るために「１けた÷２けた」など熟知度の低いパターンを実施した。（ただし、ℓをdℓ、kgをｇに変換することで、１けた÷２けたを回避することはできる）、ⅲ説明部分の動詞を「分ける」に統一した。以下に、課題例を示す。

＜問題：①12このおかしを１人に３こずつ分けると何人に分けられるでしょうか？　包含除　②24人の子どもに色紙を４枚ずつ分けると色紙は何枚いるでしょうか？　乗法　③20このコップに４リットルの牛乳を同じように分けると、1このコップに牛乳は何リットル入るでしょうか？　等分除　④36本のえんぴつを６本ずつ1たばにして分けると、何このたばに分けられるでしょうか？　包含除　⑤9クラスにおたよりを35枚ずつ分けると、おたよりは何枚いるでしょうか？　乗法　⑥15この箱に３kgの塩を同じ量になるように分けると、１この箱に塩は何kg入るでしょうか？　等分除　⑦91このおはじきを13こずつまとめて袋に分けると、何袋に分けられるでしょうか？　包含除　⑧8人の子どもにチョコレートを７枚ずつ分けると、チョコレートは何枚いるでしょうか？　乗法　⑨12個のグラスに６ℓのジュースを同じ量になるように分けると、１このグラスにジュースは何ℓ入るでしょうか？　等分除＞

（２）手続き

調査は、通級指導の時間を有効に活用して実施した。自由作問課題、手がかり作問課題、整数の乗除法に関する立式課題が未学習で明らかに問題が解けないと判断された場合は「分からない。」と記入させて、次の問題に取り組むように指示をし、最後の問題まで一通り目を通した上で調査を終了した。調査冊子は、自由作問課題、手がかり作問課題、整数の乗除法に関する立式課題の順で実施し、教師と被験者が１対１のマン・トゥ・マンの状況で行った。自由作問課題、手がかり作問課題、整数の乗除法に関する文章題を合わせて概ね 45 分を要した（例示と練習の時間＋本調査の時間）。時間配分は、自由作問課題 5 分、手がかり作問課題 9 分、整数の乗除法に関する立式課題９分としたが、子どもの課題実施状況により各課題 5 分以内で延長を行った。実施時期は、1 回目が 201X 年１月〜2 月、2 回目が 201Y 年１月〜2 月（1 回目の１年後）であった。

３結果

（1）　正答の基準

自由作問課題と手がかり作問課題においては、生成された文章題が解答可能である（＝説明文と質問文から構成され、説明文と質問文がともに適切である）場合に、その小問を正答（通過）とした。整数の乗除法に関する文章題においては、立式が正しい場合を正答とした。

（2）　作問課題と立式課題の学年間の平均正答数の差についての横断的分析（分散分析）

１）作問課題（自由作問＋手がかり作問）の結果

（1 回目）

表１に、学年ごとに、1 回目の作問課題の平均正答数を示した。

表１　作問課題の平均正答数（1 回目：８点満点）						
小２	小３	小５	小６	中１	中２	中３
３．０	４．５	７．０	５．０	５．８	７．５	７．５

学年群間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。その結果、条件の効果については、小２と小３の間の差、小３と小５の間の差、小５と小６の間の差、小６と中１の間の差、中１と中２の間の差、中２と中３の間の差は有意でなかったが有意傾向は示された。【F (6,17) ＝2.202、0.10 (2.15) ＞ｐ＞.05 (3.47)】

（2 回目）

表２に、学年ごとに、2 回目の作問課題の平均正答数を示した。

表２　作問課題の平均正答数（2 回目：８点満点）					
小３	小４	小６	中１	中２	中３
５．０	１．５	７．３	５．０	６．７	８．０

学年群間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。その結果、条件の効果は有意であった【F (5,14) ＝3.350、ｐ＜.05 (2.90)】。

LSD 法を用いた多重比較によれば、小４と小６の間に有意差があった（Mse=4.32、5%水準）。しかしながら、小３と小４の間の差、小６と中１の間の差、中１と中２の間の差、中２と中３の間の差は有意でなかった。

（1 回目）の結果から有意傾向が示されたので、（2 回目）の結果と合わせて、隣り合う学年間ではなく 2 年間をかけて作問能力が発達することは支持されたと推察される。つまり、聴障児の場合ゆっくりと発達をすることが示唆されている。また、表１と２を比較すると、平均正答数が、小３→小４で大きく低下したことがこの結果に影響したと推察される。他学年の平均正答数が現状維持から微増・増加していることを考え合わせると、理解が定着しないまま学年が進む子どもと理解できた子どもの差が広がったことも影響したと推察される。

２）立式課題（乗法＋等分除＋包含除）の結果

（1 回目）

表３に、学年ごとに、1 回目の立式課題の平均正答数を示した。

表３　立式課題の平均正答数（1 回目：９点満点）						
小２	小３	小５	小６	中１	中２	中３
２．０	４．５	６．６	６．０	６．５	７．５	７．０

学年群間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。その結果、条件の効果は有意であった【F (6,17) ＝3.468、ｐ＜.05 (2.70)】。

LSD 法を用いた多重比較によれば、小２と小５の間に有意差があった（Mse=4.49、5%水準）。しかしながら、小２と小３の間の差、小３と小５の間の差、小５と小６の間の差、小６と中１の間の差、中１と中２の間の差、中２と中３の間の差は有意でなかった。

（2 回目）

表４に、学年ごとに、2 回目の立式課題の平均正答数を示した。

表４　立式課題の平均正答数（2 回目：９点満点）					
小３	小４	小６	中１	中２	中３
５．０	４．０	６．２	４．７	５．７	７．３

学年群間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。その結果、条件の効果については、小３と小４の間の差、小４と小６の間の差、小６と中１の間の差、中１と中２の間の差、中２と中３の間の差は有意でなかった。【F (5,14) ＝1.330、ｐ＞.05 (3.47)】

（1 回目）と（2 回目）の検定の結果が一致しなかったのは、（1 回目）平均正答数の最高得点（中 2）と最低得点（小 2）の差が 5.5 点であったのが、（2 回目）平均正答数の最高得点（中 3）と最低得点（小 4）の差が 3.3 点と縮まったことから、平均正答数の学年群間の差が小さくなったことが影響していると推察される。具体的にみると、平均正答数が小 2→小３で３点上昇、小３→小４で 0.5 点下降、小５→小６で 0.3 点下降、小６→中１で 1.3 点下降、中１→中２で 0.8 点下降、中２→中３で 0.2

点下降であった。これらのことから、隣り合う学年間ではなく３年間をかけて立式能力が発達することが支持されたと推察される。つまり、聴障児の場合ゆっくりと発達をすることが示唆されている。

(3)　演算間の平均正答数の差についての分析（分散分析）

１）自由作問課題の結果

表５に自由作問課題除法で生成された演算の種類を示した。

表５　自由作問課題除法で生成された演算の種類（単位：人）

	等分除	包含除	その他
１回目(24 人)	１５	5	4
２回目(20 人)	１３	3	4

（1 回目）も（2 回目）においても、包含除よりも等分除を生成した人数が多かった。これは、藤村（1997）においても自由作問除法で生成された問題がほとんど等分除であったことと同様な結果であった。

２）手がかり作問課題の結果

表 6 に、手がかり作問課題の各演算における平均正答数を示した。

表６　演算別手がかり作問課題平均正答数（2 点満点）			
	乗法	等分除	包含除
１回目(n=24)	１．６３	１．８３	０．９２
２回目(n=20)	１．２９	１．４２	１．１７

１回目と２回目の平均正答数は、等分除、乗法、包含除の順に下降している。演算間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。

（1 回目）

分散分析の結果、条件の効果は有意であった【F (2,21) ＝3.839、ｐ＜.05（3.47）】。　LSD 法を用いた多重比較によれば、乗法と包含除の間、等分除と包含除の間に有意差があった（Mse=1.43、5%水準）。　しかしながら、乗法と等分除の間の差は有意でなかった。

（2 回目）

分散分析の結果、条件の効果については、乗法と等分除の間の差、乗法と包含除の間の差、等分除と包含除の間の差は有意でなかった。【F（2,17）＝0.197、ｐ＞.05（3.47）】

（1 回目）の結果から、手がかり作問課題においては包含除理解が等分除と乗法理解よりも難しいことが示された。（2 回目）の結果からは、演算間の平均正答数の差が小さくなったことが示された。（2 回目の）演算間の差が有意ではなかったのは、（1 回目）と（2 回目）の平均正答数を比較すると、乗法と等分除の点数が低下し、包含除が上昇したことによると推察される。（2 回目）は（1 回目）の１年後に実施しているにもかかわらず、乗法と等分除の点数が低下した理由ははっきりしないが、乗法と等分除の真の理解ができていなかったことや調査集団の被験者数がもともと少なかったのに 2 回目の調査で実施できなかった被験者がさらに４人もいたことの影響かあると思われる。

３）立式課題の結果

表７に、立式課題の各演算における平均正答数を示した。

表７　演算別立式課題平均正答数（3 点満点）			
	乗法	等分除	包含除
１回目(n=24)	２．３３	１．００	２．７５
２回目(n=20)	２．５０	０．５５	２．７０

１回目と２回目の平均正答数は、包含除、乗法、等分除の順に下降している。演算間の平均正答数の差について検定をするために分散分析を行った。

（1 回目）

分散分析の結果、条件の効果は有意であった【F (2,21) ＝4.746、ｐ＜.05（3.47）】。　LSD 法を用いた多重比較によれば、乗法と等分除の間、等分除と包含除の間に有意差があった（Mse=4.22、5%水準）。　しかしながら、乗法と包含除の間の差は有意でなかった。

（2 回目）

分散分析の結果、条件の効果については、乗法と等分除の間の差、乗法と包含除の間の差、等分除と包含除の間の差は有意でなかったが有意傾向は示された。【F (2,17) ＝3.437、0.10(2.64) ＞ｐ＞.05（3.59）】

（1 回目）の結果から、立式課題においては等分除理解が包含除と乗法の理解よりも難しいことが示された。（2 回目）の結果からは有意傾向が示されたので（2 回目）の各演算の平均正答数を考え合わせると、(1 回目) の結果が支持されたと推察される。

(4)　1 回目から 2 回目へかけての正答人数分布の差についての縦断的分析

１）課題ごとの正答人数分布の変化について

表 8 に、自由作問課題（乗法と除法）の正答人数分布を示した。なお、表,8,9,10 において１回目の人数は 24 人、２回目の人数は 20 人であった。

表８　自由作問課題（乗法と除法）の正答人数分布（人）				
	自由作問課題　乗法		自由作問課題　除法	
	１回目	２回目	１回目	２回目
正答	２２	１７	２０	１６
誤答	2	3	4	4

自由作問課題の演算ごとに１回目から２回目への正答と誤答の人数分布の変化について検定をするためにカイ二乗検定を行った。その結果、乗法の１回目と２回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.484　df＝１　ｐ＞.05（3.841)】　除法の１回目と２回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.088　df=１　ｐ>.05（3.841)】すなわち、正答と誤答の分布割合が（1 回目）と（2 回目）で変化していないことを意味している。

表 9 に手がかり作問課題（乗法、等分除、包含除）の正答人数分布を示した。

表9　手がかり作問課題（乗法、等分除、包含除）の正答人数分布（人）						
	手がかり　乗法		手がかり　等分除		手がかり　包含除	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
正答	１９	１５	２１	１６	１０	１５
誤答	5	5	3	4	１４	5

手がかり作問課題の演算ごとに 1 回目から 2 回目への正答と誤答の人数分布の変化について検定をするためにカイ二乗検定を行った。その結果、包含除の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意であった。【X^2＝4.972　df＝1　p＜.05（3.841)】すなわち、包含除では（1 回目）から（2 回目）にかけて有意に正答者数が増加したことを意味している。しかしながら、乗法の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0　df＝1　p＞.05（3.841)】　等分除の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.656　df＝1　p＞.05（3.841)】すなわち、正答と誤答の分布割合が乗法と等分除では（1 回目）と（2 回目）で変化していないことを意味している。なお、表９からは正答人数が、等分除、乗法、包含除の順に下降していくことも読み取れる。【→（3）２）表 6】

表 10 に立式課題（乗法、等分除、包含除）の正答人数分布を示した。

表 10　立式課題（乗法、等分除、包含除）の正答人数分布（人）						
	立式課題　乗法		立式課題　等分除		立式課題　包含除	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
正答	１７	１３	7	4	２１	１８
誤答	7	7	１７	１６	3	2

立式課題の演算ごとに 1 回目から 2 回目への正答と誤答の人数分布の変化について検定をするためにカイ二乗検定を行った。その結果、乗法の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.176　df＝1　p＞.05(3.841)】　等分除の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.528　df＝1　p＞.05（3.841)】包含除の 1 回目と 2 回目の正答と誤答の人数分布の差は有意でなかった。【X^2＝0.044　df＝1　p＞.05（3.841)】すなわち、正答と誤答の分布割合が（1 回目）と（2 回目）で変化していないことを意味している。乗法と包含除では正答者数の方が多い状態、等分除では誤答者数が多い状態が変化していないことを意味している。なお、表 10 からは正答人数が、包含除、乗法、等分除の順に下降していくことも読み取れる。【→（3）３）表 7】

２）学年ごとの正答数の変化について

1 回目と 2 回目の調査をすることができた 20 人について、学年群ごとに 1 回目と 2 回目の正答数の差の検定をするために、作問課題と立式課題のそれぞれについてデータに対応がある場合の t 検定を行った。

①作問課題の場合

（小 2→小 3 群：2 名)、(小 3→小 4 群：2 名)、(小 5→小 6 群：6 名)、(小 6→中 1 群：3 名)、(中 1→中 2 群：3 名)、(中 2→中 3 群：4 名）のいずれの場合も、1 回目と 2 回目の正答数の差の間には有意差がなかった。(5%水準)

②立式課題の場合

（小 2→小 3 群：2 名)、(小 3→小 4 群：2 名)、(小 5→小 6 群：6 名)、(小 6→中 1 群：3 名)、(中 1→中 2 群：3 名)、(中 2→中 3 群：4 名）のいずれの場合も、1 回目と 2 回目の正答数の差の間には有意差がなかった。(5%水準)

（4）１）と（4）２）の結果から、計画的、継続的に乗除法の指導をしなければ、乗除法概念の獲得や定着、活用が難しいことが示唆されている。

（5）　誤答分析

（2）（3）（4）において統計的な検討をしたので、ここでは、統計的検定の結果を質的に補足するために、誤答分析を行った。正答の基準は、作問課題で生成された問題文が（割当文、関係文、質問文）の３つから構成され、かつ、日本語文法として正しく意味が通じることである。また、誤答の分類は、問題文における質問文が何を問題として求めているかに拠った。最初に、聴障児の生成した問題文の誤答タイプを分類した。次に、藤村の（1997）算数文章題作問の過程に上記の誤答を位置付けることを行い、それを踏まえて誤答分析をして聴障児の算数文章題作問課題における特徴を捉えた。

１）作問課題の場合

表 11 には、作問課題における演算別の誤答の人数分布を示した。まず、表 11 の誤答項目 12 を大きく４つの群に分け、具体的な解答例を示す。

表 11 演算別作問課題の誤答分布（1 回目+2 回目）					
誤答項目	自由乗法	自由除法	手掛り乗法	手掛り等分除	手掛り包含除
A1　全く分からない（白紙）	2	1	3	3	5
A2　２量の関係がつかめない	2	2	1		
A3　乗法の意味が分からない	1		2		
A4　等分除の意味が分からない					
A5　包含除の意味が分からない					1
B6　等分除的			3		7
B7　乗法的				1	
B8　加法的					1
B9　余りはいくつ（減法的）	1	4			2
C10　日本語表現の未熟		1	2	3	2
D11　何倍	1				1
D12　分数の考え方					1

A群：題意がつかめていない群

この群には、Ａ１：全く分からない(白紙)、Ａ２：２量の関係がつかめていない、Ａ３：乗法の意味が分からない、Ａ４：等分除の意味が分からない、Ａ５：包含除の意味が分からない、が含まれる。

具体的な誤答例は以下の通り。(誤答例なので、日本語としておかしな文となっています。誤植、誤記ではありません。)

Ａ１：全く分からない（白紙）

これは、考えても何も書けなかった場合である。

Ａ２：２量の関係がつかめていない

６×４＝？　クジラの肉が６０個ありました。４０円で何個買える？

７こ（みかん）×４（さら）＝？　７個のみかんと４つの皿があります。机の上にどれだけのっていますか？

６本（ジュース）×３（はこ）＝？　６本のジュースと３箱運びます。全部で何個車に積みますか？

Ａ３：乗法の意味が分からない

７こ（みかん）×４（さら）＝？　７個のみかんがあります。４皿にくばると何個でしょう。

６×４＝？　６個のいちごがあります。４つずつ分けると何人に配れますか？

６本（ジュース）×３（はこ）＝？　６本のジュースがあります。これを３個の箱に入れます。ジュースは箱に入れられますか？

Ａ４：等分除の意味が分からない

これに該当する誤答は見られなかった。

Ａ５：包含除の意味が分からない

１５個（飴）÷３個（飴）＝？　飴が１５個あります。その時他の皿に新しい飴が３個あります。一人何個食べられますか？

１４個（栗）÷２個（栗）＝？１４個の栗があり、子どもたちが取った栗が２個あります。１人何個食べられますか。

B群：演算が誤っている群

この群には、Ｂ６：等分除的、Ｂ７：乗法的、Ｂ８：加法的、Ｂ９：減法的（余りはいくつ)、が含まれる。具体的な例は以下の通り。正答で使うべき演算とは別の演算を選んだ間違いであるが、生成された問題文は問題としての形式を整え、解くことが可能である。

Ｂ６：等分除的

１５個（飴）÷３個（飴）＝？　家に１５個の飴がありました。それを友達３人で食べます。一人あたり何個になりますか。

１４個（栗）÷２個（栗）＝？　店から買ってきた栗１４個を２人で食べたいと思います。一人あたり何個になりますか。

Ｂ７：乗法的

１６ひき(メダカ)÷４個(水槽)＝？　１６匹のメダカが同じ数だけ入っている水槽が４個あります。メダカは全部で何匹？

Ｂ８：加法的

１５個（飴）÷３個（飴）＝？　リンゴ飴が１５個あります。ぶどう飴が３個あります。１５個と３個を合わせるといくつですか。

１４個（栗）÷２個（栗）＝？　栗が１４個あります。あと、栗が２個あります。合わせるといくつですか。

Ｂ９：減法的（余りはいくつ）

１８÷３＝？　１８個のフィギュアがあります。３人の子どもに２個ずつあげます。何個余りますか？

C群：日本語表現の未熟群

この群は、C10：日本語表現の未熟だけである。これは生成された問題文が問題としての形式がなく意味も通じず、かつ演算としても間違っているものである。具体的な例は以下の通り。

C10：日本語表現の未熟

１５個（飴）÷３個（飴）＝？　１５個の飴を、３個の飴を分けると、何個余りますか？

１４個（栗）÷２個（栗）＝？　１４個の栗を、２個の栗を分けると、何個余りますか？

１８個（リンゴ）÷６（人）＝？　１８個のリンゴがあります。それを６人の子どもがいます。リンゴは何個になるでしょう？

D群：その他

この群には、D11：何倍、D12：分数の考え方、が含まれる。これは必ずしも誤答とは言い切れず、乗法、等分除、包含除以外の演算を使っている場合である。具体的な例は以下の通り。

D11：何倍

６×４＝？　６人がプールにいます。４倍の人数がプールに入りました。何人でしょう。

D12：分数の考え方

１５個（飴）÷３個（飴）＝？　１５個の飴があります。1/3にすると何個になるでしょう？

表 12　乗除法作問過程への誤答の位置づけ

Ⅰ　与式から２次元的な問題表象を形成する過程
①題意がつかめない ・全く分からない（白紙）　Ａ１ ・２量の関係がつかめない　Ａ２ ②演算の意味が分からない　Ａ３、Ａ４、Ａ５ ③演算が間違っている　Ｂ６、Ｂ７、Ｂ８、Ｂ９ ④日本語表現の未熟　C10
Ⅱ　問題表象をもとに文章題を生成する過程
⑤何倍　D11　分数　D12

以上のＡ群からＤ群の１～12 の誤答を藤村（1997）の作問過程（表 12）に位置付けると、A、B、C 群は表 12 のⅠ与式から２次元的な問題表象を形成する過程における誤答と位置付けることができる。D 群は表 12 のⅡ問題表象をもとに文章題を生成する過程における誤答と位置付けることできる。表 11 における 54 の誤答の内訳は、A 群２３（42.6%)、B 群２０（37.0%)、

C 群８（14.8%）、D 群３（5.6%）であった。A、B、C 群で 90%を越えている。すなわち誤答項目のうち 90%以上が、表 12 のⅠ与式から 2 次元的な問題表象を形成する過程に原因を求めることができる。(聴障児の特徴)

２）立式課題の場合

表 13 に立式課題における演算別の誤答の人数分布を示した。

表 13 演算別立式課題の誤答分布（1 回目＋2 回目）

誤答項目	乗法	等分除	包含除
E13　全く分からない	1	2	2
F14　助詞の理解が誤り		３３	
G15　等分除的	１３		
G16　乗法的			2
G17　減法的			1

表 13 の誤答項目５つを大きく３つの群に分け、具体的な誤答例を示す。最初に聴障児が生成した立式の誤答を分類した。次に、石田・多鹿（1993）と多鹿（1995）における立式の解法過程に上記の誤答を位置付けることを行い、それを踏まえて誤答分析をすることで聴障児の立式における特徴を捉えた。

E群：題意がつかめていない群

この群は、E13：全く分からない（白紙）だけである。

これは、考えても何も書けなかった場合である。

F群：題意の丁寧な読み取りができていない群

この群は、F14：助詞の理解が誤り、だけである。具体的な例は以下の通り。

20 このコップに 4ℓ の牛乳を同じ量になるように分けると 1 個のコップに牛乳は何ℓ入るでしょうか。２０÷４＝？

15 個の箱に 3 ㎏の塩を同じ量になるように分けると、1 個の箱には塩は何㎏入るでしょうか。　１５÷３＝？

G群：演算が誤っている群

この群には、G15：等分除的、G16：乗法的、G17：減法的、が含まれる。具体的な例は以下の通り。正答で使うべき演算とは別の演算を選んだ間違いである。

G15：等分除的（「分ける」の意味を等分除的に捉えてしまった。）

２４人の子どもに色紙を４枚ずつ分けると色紙は何枚いるでしょうか。２４÷４＝？

９クラスにおたよりを３５枚ずつ分けるとおたよりは何枚いるでしょうか。３５÷９＝?/9÷３５＝？

８人の子どもにチョコレートを７枚ずつ分けるとチョコレートは何枚いるでしょうか。８÷７＝？

G16：乗法的（「分ける」の意味を乗法的に捉えてしまった。）

１２個のおかしを１人に３個ずつ分けると、何人に分けられるでしょうか。　１２×３＝？

３６本の鉛筆を６本ずつ束にして分けると、何個の束に分けられるでしょうか。　３６×６＝？

９１個のおはじきを１３個ずつまとめて袋に入れると、何袋に分けられるでしょうか。　９１×１３＝？

G17：減法的

９１個のおはじきを１３個ずつまとめて袋に入れると、何袋に分けられるでしょうか。　９１－１３＝？

表 14　文章題解決(立式)の解法過程への誤答の位置づけ

Ⅰ理解過程	（１）変換過程 ①題意がつかめない ・全く分からない（白紙）　E13 ②題意の丁寧な読み取りができない。 ・助詞の理解が誤り　F14 ③演算が誤っている　G15、G16、G17	
	（２）統合過程	該当する誤答なし
Ⅱ解法過程	（３）プラン過程	該当する誤答なし
	（４）実行過程	該当する誤答なし

以上の E 群から G 群の 13～17 の誤答を石田・多鹿（1993）多鹿（1995）による立式の解法過程（表 14）に位置付けると、E、F、G 群は表 14 のⅠ（１）変換過程における誤答と位置付けることができる。表 13 における 54 の誤答の内訳は、E 群５（9.3%）、F 群３３（61.1%）、G 群１６（29.6%）であった。39%の聴障児が乗除法の理解が困難であり、61%の聴障児が助詞の理解が誤ったことによる文章題理解の困難であった。誤答項目のうち 100%が、表 14 のⅠ（１）変換過程に原因を求めることができる。(聴障児の特徴) また、表 11 及び表 13 で示した誤答項目は、栗山（2012）が述べたように、聴障児が持つインフォーマルな知識であるとも考えて良いであろう。

４考察

（１）上記の結果から以下の諸点が明らかにされた。

ア１）作問課題（自由＋てがかり）において学年群間の平均正答数の差についての分散分析の結果、小４年と小６年の間で有意差が認められた。(表１，２)

２）立式課題において学年群間の平均正答数の差についての分散分析の結果、小２年と小５年の間で有意差が認められた。(表３，４)

イ１）自由作問除法課題において生成された文章題は等分除の方が包含除よりも多かった。(表５)

２）手がかり作問課題において演算間の正答数についての分散分析の結果、乗法と包含除の間、及び等分除と包含除の間に有意差が認められた。(表６)

３）立式課題において演算間の正答数についての分散分析の結果、乗法と等分除の間、及び包含除と等分除の間に有意差が認められた。(表７)

４）自由作問課題、手がかり作問課題、立式課題における 1 回目と2回目の正答と誤答の分布人数についての X^2 検定及び学年ごとの１回目と２回目の正答数についての対応のある場合のｔ検定の結果､1 回目と２回目の結果に有意差は見られなかった。(表８、９、１０、３（４）２）①②　)

ウ１）誤答分析の結果、作問課題では、聴障児の場合、ⅰ）与式から２次元的な問題表象を形成する過程に位置付けられる誤答が９４％、ⅱ）問題表象をもとに文章題を生成する過程に位置付けられる誤答が６％であった。（表 11，12）

２）誤答分析の結果、立式の解法過程における理解過程の（１）変換過程に位置付けられる誤答が 100%であった。（表 13，14）

エ聴覚障害の観点からの誤答分析の結果、問題文中の「分ける」という言葉の意味の取り方や助詞「を」と「に」の理解の誤りが立式における聴障児の特徴である。

（２）以下にこれらの諸点についての考察をする。

ア１）とア２）について同時に考察する。本論文の結果は、作問と立式における乗除法の意味理解が小３年から小６年で漸進的に発達し、両者の関連が小４年以降に強くなり、乗除法がより構造的に理解されていくこと（藤村 1997）と比べて大きく相違するものではないと考えられる。聴児と聴障児の両者で、作問と立式の発達の時期に幅が認められたのは、発達のスピード、発達の始期と完成期の個人差が多様であることを反映していると推察される。本論文の目的オと関連させれば乗除法の意味理解の発達過程における「節」と呼ぶことのできる段階があり、その節の前後では指導の内容や方法が異なってくることが示唆されていると考えられる。また、立式の方が低学年から発達を始めることは、藤村が指摘する「立式の抜け道、すなわち、文章題に含まれている数値の大小関係やキーワードに依拠して立式する経路」を利用したとも推察できる。本論文の目的オと関連させれば、立式から作問の順に指導をすることが効果的であると示唆されていると考えられる。

イ１）は藤村（1997）と同様な結果であった。藤村（1997）によると、乗除法を構成する３つの演算は、「１あたり」「いくつ分」「全体量」という３つの量（次元）のうちの２つを関連づけて第３の量を求めるものである。本論文では、＜*１８÷３＝?*＞という式をみたす文章題を生成するのが課題であった。等分除は、「全体量（*例：みかん１８個*）」と「いくつ分（*例：３人*）」から「１あたり（*例：１人あたり６個*）」を求める。包含除では「１あたり（*例：３個*）」と「全体量（*例：１８個*）」から「いくつ分（*例：６人分*）」を求める。等分除は内包量的、包含除は割合的であり、解法のプロセスの難易度を比較すると包含除（割合的）の困難度の方が高いとされている（田端 2002)。イ１）はこの田端の指摘を反映していると考えられる。

イ２）は、手がかり作問における各演算の平均正答数（表９）と自由作問課題除法で生成された除法の結果（表５）及び手がかり作問課題の正答人数（表６）の結果を考え合わせると、作問における演算の発達の順序については、等分除／乗法→包含除のように難しくなることが推察される。これは、藤村（1997）が等分除から乗法を経て、包含除（いくつ分を求める除法）に至る理解の発達的順序が明らかになったと述べていることからも支持されたと推察される。作問課題において包含除の困難性が高かったのは、与式から文章題を生成する過程において、「÷：わり算」としては等分除的なイメージを持ちやすい（藤村 1997）ことも要因として考えられる。

イ３）は、立式における各演算の平均正答数（表７）と立式課題の正答人数（表 10）の結果を考え合わせると、演算の発達の順序については、包含除／乗法→等分除のように難しくなることが推察される。本論文の立式課題等分除問題の正答が「小数字÷大数字（４ℓ÷20 個、３㎏÷15 個、６ℓ÷12 個：単位変換をして 40 dℓ÷20 個、3000ｇ÷15 個、60 dℓ÷12 個のように大数字÷小数字にすることも可能ではある。)」だったので、以下に、あ）数字の大小とそれが問題文中に示される順序（＝助詞「に」と「を」の位置）や、い）問題文中で取り上げる量が牛乳やジュースのような連続量か鉛筆やおはじきのような非連続量（分離量）か、についての考察をしたうえで最終的な結論としたい。

あ）とい）について同時に考察すると、今回の調査問題（等分除）が＜*Ｑ１：20 個のコップに４ℓの牛乳を同じように分けると、１個のコップに牛乳は何ℓ入るでしょうか？：小数字÷大数字*＞であった。これの数字の順序（＝助詞「に」と「を」の順序）を入れ替えると、＜*Ｑ２：４ℓの牛乳を２０個のコップに同じように分けると、１個のコップに牛乳は何ℓ入るでしょうか？：小数字÷大数字*＞となる。次に、＜*Ｑ３： 20ℓの牛乳を４個のコップに同じように分けると１個のコップに牛乳は何ℓ入るでしょうか？：大数字÷小数字*＞とする。これの数字の順序（＝助詞「に」と「を」の順序）を入れ替えると、＜*Ｑ４：４個のコップに 20ℓの牛乳を同じように分けると１個のコップに牛乳は何ℓ入るでしょうか？：大数字÷小数字*＞となる。文章題Ｑ１、Ｑ２、Ｑ３、Ｑ４は、算数数学的にも解答不能ということはなく、日本語としても意味が通じないような矛盾はない。つまり、連続量を問題文に取り上げると、数字の大小による組み合わせで４通りの解答（計算式）が考えられるのである。

次に、Ｑ１、Ｑ２、Ｑ３、Ｑ４と数値を同じままにして、牛乳を鉛筆に、コップを人に変えて、つまり非連続量にして文章題を作成すると＜*Ｑ５：20 人に４本の鉛筆を同じように分けると、１人に鉛筆は何本分けられるでしょうか？：小数字÷大数字*＞であった。これの数字の順序（＝助詞「に」と「を」の順序）を入れ替えると、＜*Ｑ６：４本の鉛筆を 20 人に同じように分けると、１人に鉛筆を何本分けられるでしょうか？：小数字÷大数字*＞となる。次に、＜*Ｑ７： 20 本の鉛筆を４人に同じように分けると１人に鉛筆を何本分けられるでしょうか？：大数字÷小数字*＞とする。これの数字の順序（＝助詞「に」と「を」の順序）を入れ替えると、＜*Ｑ８：４人に 20 本の鉛筆を同じように分けると１人に鉛筆は何本分けられるでしょうか？：大数字÷小数字*＞となる。文章題Ｑ５、Ｑ６については算数数学的

に分数や小数を使わないと解答不能となり、日常生活経験としても奇妙である。文章題Ｑ７、Ｑ８については算数数学的にも解答不能ということはなく、日本語としても意味が通じないような矛盾はない。つまり、非連続量を問題文に取り上げると、数字の大小による組み合わせで２通りの解答（計算式）が考えられ、それは大数字÷小数字に限定されるのである。等分除の場合は問題文中で取り上げる量が連続量か非連続量かの違いで、問題の難易度が変わることが明らかになった。

一方、包含除の場合も等分除のときと同様に検討すると、本研究で取り上げた非連続量の場合は、*＜Ｑ９：36 本の鉛筆を 6 本ずつ束にして分けると、何個の束に分けられでしょうか：大数字÷小数字＞＜Q10：6 本ずつ束にして 36 本の鉛筆を分けると、何個の束に分けられでしょうか：大数字÷小数字＞＜Q11：6 本の鉛筆を 36 本ずつ束にして分けると、何個の束に分けられでしょうか：小数字÷大数字＞＜Q12：36 本ずつ束にして 6 本の鉛筆を分けると、何個の束に分けられでしょうか：小数字÷大数字＞*という文章題ができるが、文章題Q11 とQ12 は算数数学的にも日常生活経験上でも不可能である。文章題Ｑ９とQ10 については算数数学的にも解答不能ということはなく、日本語としても意味が通じないような矛盾はない。つまり、非連続量を問題文に取り上げると、数字の大小による組み合わせで２通りの解答（計算式）が考えられ、それは大数字÷小数字に限定されるのである。最後に、包含除の連続量の場合を検討すると、*＜Q13：6ℓの牛乳を 0.6ℓマスで分けると何マスになりますか。：大数字÷小数字＞＜Q14：0.6ℓマスで 6ℓの牛乳を分けると何マスになりますか。：大数字÷小数字＞＜Q15：6ℓマスで 0.6ℓの牛乳を分けると何マスになりますか。：小数字÷大数字＞＜Q16：0.6ℓの牛乳を 6ℓマスで分けると何マスになりますか。：小数字÷大数字＞*という文章題ができるが、文章題Q15 とQ16 は算数数学的にも日常生活経験上でも不可能である。文章題Q13 とQ14 については算数数学的にも解答不能ということはなく、日本語としても意味が通じないような矛盾はない。つまり、連続量を問題文に取り上げても、数字の大小による組み合わせで２通りの解答（計算式）が考えられ、それは大数字÷小数字に限定されるのである。つまり包含除の場合は問題文中で取り上げる量が連続量でも非連続量でも、問題の難易度は同じで、それは大数字÷小数字に限られることが明らかになった。従って、包含除では、助詞「～を」「～に」の理解が困難で文章題が理解できなくても、大数字÷小数字とすれば偶然正答する可能性が高まる結果として、包含除の方が等分除よりも理解しやすいことにつながることが明らかになった。さらに、高橋（2010）が述べたように、立式問題で等分除の困難性が高かったのは、問題文の構造上、包含除の方が等分除よりも理解しやすいからだと思われる。例えば、下記の*＜包含除問題：①12 このおかしを１人に３こずつ分けると何人に分けられるでしょうか？　＞　＜等分除問題：②20 このコップに４リットルの牛乳を同じように分けると、1 このコップに牛乳は何リットル入るでしょうか？＞*　を比較すると、①包含除問題ではすでに問題文中に「単位量あたり（内包量）」が示されているので素直に割り算（大数字÷小数字）をすればよいのに対して、②等分除問題では、「単位量あたり（内包量）」を求めなくてはならないので、どちらの数値をどちらの数値で割らないといけないかを考える必要がある。実際、この等分除問題の正答は、（小数字÷大数字）であったが、表 13 に示されたように、33 名が（大数字÷小数字）の誤答であった。問題文をきちんと読んで、「日本語の文章として●●を△△で割るということを理解する」力が等分除問題には包含除問題よりも多く求められることが示されたと考えて良いであろう。

以上の考察から、イ３）の結果は、文章題で取り上げる量が連続量であろうと非連続量であろうと、立式における等分除の方が包含除よりも乗除法概念の構造的に難易度が高くなることが示されたと考えられる。そして、聴障児の場合は聴覚障害を起因とする言語的な問題が重層的に重なってくることにより、乗除法概念理解がより困難になると考えられる。本研究の目的オと関連させれば、立式においては包含除/乗法→等分除の順に、作問においては等分除/乗法→包含除の順に指導をすることが効果的であると示唆されていると考えられる。なお、数値の位置（＝助詞の「に」と「を」の位置）による文章題Ｑ１（Ｑ５、Ｑ９、Q13）、Ｑ２（Ｑ６、Q10、Q14）、Ｑ３（Ｑ７、Q11、Q15）、Ｑ４（Ｑ８、Q12、Q16）の難易度については本研究では条件設定をできなかったので今後の課題としたい。

イ４）について考察をする。本論文の結果は、乗除法概念の獲得や定着・活用をするために継続的に指導をすることの有効性を示唆していると考えられる。また、１回目と２回目の正答と誤答の分布や１回目と２回目の正答数に有意差が認められなかったのは、１回目に正答した者は２回目も正答、１回目に誤答の者は２回目も誤答というように、個人の結果に変動が少なかったことを反映していると考えられる。本論文目的オと関連させれば、集団授業における個人差への対応が乗除法概念指導に求められることが示唆されていると考えられる。縦断的検討における個人差の問題については今後の課題としたい。

ウ１）とウ２）とエを同時に考察する。ウ１）とウ２）の結果は、作問でも立式のどちらにおいても、聴障児の場合は表象形成のつまずきがあることを意味していると考えられる。つまり、立式の場合、変換過程において問題文を読んで文単位に個々の心的表象が構成され、同様に、作問の場合は、式を読んでから 2 次元的な問題表象を形成するのが作問の解決過程の第Ⅰ段階である（藤村 1997）からである。そして、表象形成の基礎には文章理解のための言語力が必要となる。よって、聴障児の場合は聴覚障害に起因する言語的な問題が大きな要因となり、それが聴障児の乗除法理解の特徴であると考えられる。また、ウ２）の結果は、石田・多鹿（1993）や多鹿（1995）が、立式の

解法過程における理解過程の（２）統合過程の弱さにあるとしたことは異なっていた。すなわち、(２) 統合過程の前にある（１）変換過程に誤答が 100%位置付けられたのは、聴覚障害を起因とする言語的な問題が要因として考えられるからである。これも聴障児の乗除法理解の特徴であると考えられる。さらに、変換過程に位置付けられた誤答 100%の内訳うち 61%が助詞の理解の誤りで文章題解決を誤ったことも、聴障児の言語的な問題を表し、乗除法理解の特徴でもあると考えられる。本論文の目的オと関連させれば乗除法概念理解の過程におけるつまずきの箇所と質を明らかにして分析することが、その指導の方向を示唆していると考えられる。

エ）の結果は、立式において、乗法を等分除的に答えたのは『「分ける」の意味が「÷」だけではなく「1 人に〇個ずつ配る」という意味があることに気付けなかった』ことが原因であり、包含除を乗法で答えたのは『「分ける」の意味を「÷」ではなく「1 人〇個ずつ配る」という意味にとってしまった』ことが原因であった。つまり、語彙や数的関係に関する知識が演算の決定に大きな要因となるのである。ここでも、聴障児の言語的な問題を表し、乗除法理解の特徴でもあると考えられる。

アイウエを総合して考えると、本論文の目的オにある聴障児の乗除法概念指導に対する示唆を得ることができ、先行研究に対する積み上げといった貢献ができたと考えられる。

５結論と今後の課題

本論文では、聴障児の乗除法概念理解の発達における課題が、立式と作問のどちらにおいても表象形成のつまずきにあり、その背景には聴覚障害に起因する言語的な問題が存在することが明らかになった。聴障児ではアウの結果・考察から発達の時期に幅のあることは、聴障児の乗除法概念理解には個人差が反映されること、及び理解のできる前と後では指導の内容や方法、難易度が異なること、つまずきの箇所に応じて指導のポイントや手立てが異なることに示唆を与えるものである。イの結果・考察から演算の発達順が立式と作問では異なることが明らかになり、これは聴障児の乗除法概念指導における具体的カリキュラムの方向性を与えるものである。エの結果・考察から算数文章題の理解と解決のためには、特に文章題中の語句や助詞などの正しい理解をすることの重要性に示唆を与えるものである。上記のア～エの示唆は、本論文の目的オと関連させれば、聴障児の乗除法概念指導における方向性を示すものである。本論文にように通級指導を受けている聴障児を対象とした調査研究は筆者の調べた限りはほとんど行われていないので、１つの事例としてデータを示すことができた。この領域における研究に貢献することができたと思われる。

今後の課題としては、ｉ）立式や作問の理解の発達時期の幅における個人差（ア）や縦断的検討における個人差（イ４)）について検討すること、ⅱ）立式での演算の発達における包含除と乗法の順序、作問での演算の発達における等分除と乗法の順序をはっきりと示すことができなかったので、この点について検討をすること、あるいは、本論文のような結果を生じる原因を明らかにすること（イ)、ⅲ）問題文中の助詞の「に」と「を」の位置による文章題の難易度について検討すること（エ）である。また、教育現場に向けて本論文の結果を聴障児の乗除法概念発達や理解の実践指導に役立てていくこと、乗除法研究領域に向けて、本論文の成果をさらに加えていくことである。

文献

１）藤村宣之（1997）児童の数学的概念の理解に関する発達的研究　―比例、内包量、乗除法概念の理解を中心に―　風間書房

２）石田　淳一・多鹿秀継（1988）子どもの算数文章題解法過程の認知論的分析Ｉ　愛知教育大学教科教育センター研究報告,12,271-282.

３）Ishida ＆ Tajika （1990）An analysis of children’s generating and understanding of arithmetic word problems. 日本教科教育学会誌, 14, 95-102.

４）石田淳一・多鹿秀継（1991）　子どもの算数文章題の生成と理解に関する研究Ⅱ　日本教科教育学会誌, 15, 1-6.

５）石田淳一・多鹿秀継（1993）　算数文章題における下位過程の分析　科学教育研究　Vol.17 NO.１, 18-25.

６）伊藤敦美（2001）認知構造の質と問題解決能力との関連――算数・数学の文章題を取り上げて――　現代社会文化研究, No.22,1-17.

７）梶川祥世・今井むつみ（2006）乳幼児期の言語発達を支える学習メカニズム：音声から意味へ　ベビーサイエンス 5(1), 24-33.

８）金田茂裕（2009）作問課題による小学１年生の減法場面理解の検討　教育心理学研究, 57, 212-222.

９）河野美抄子（2010）聴覚障害児の読み書き能力向上のための日本語指導　- 外国人向け日本語教育的視点による言語教育プログラム - ,博士論文（甲南女子大学)

10）倉盛美穂子（1998）小数乗除法における文章題と作問課題との関連　―　Representation の違い　―　日本教育心理学会第 40 回総会発表論文集,225.

11）栗山和広（2012）割合の学習以前に子どもがもつインフォーマルな知識　Bulletin of Aichi Univ of Education,61（Educational Science）,83-88.

12）大西英夫・都築繁幸（2015a）内包量からみた聴覚障害児の数概念に関する一考察　障害者教育・福祉学研究　第 11 巻, 57-66.

13）大西英夫・都築繁幸・村松弘子（2015b）聴覚障害児の内包量概念の形成過程に関する一考察　ろう教育科学, 57（2), 43-61. 査読あり

14）大西英夫・都築繁幸（2016a）聴覚障害児の内包量概念の

指導に関する一考察　教科開発学論集　第 4 号，161-168.
15）大西英夫・都築繁幸・村松弘子（2016b）聴覚障害児の内包量概念の形成過程に関する縦断的研究　ろう教育科学, 58 (3), 115-132. 査読あり
16）大西英夫・都築繁幸（2017a）聴覚障害児の算数文章題の解法過程における困難さに関する検討　～割合と内包量領域に焦点をあてて～　障害者教育・福祉学研究　第 13 巻，85-91.
17）大西英夫・都築繁幸（2017b）聴覚障害児の比例概念の発達の領域性に関する一考察　ろう教育科学，59（3），121-149. 査読あり
18）大西英夫（2018）聴覚障害児の比例概念及び内包量概念研究で目指すもの　～教科開発学からみたその意義について～　教科開発学論集　第 6 号，171-178.
19）大山乃輔（2013）算数科における割合の概念形成に関する研究，平成 25 年度　兵庫教育大学大学院　修士論文
20）岡本真彦（1992）算数文章題の解決におけるメタ認知の検討　教育心理学研究，40，81-88.
21）岡本夏木（1985）ことばと発達　岩波新書　黄版 289
22）坂本多朗（2009）月並み的な文章題の授業では力がつかない「永年聾学校にいた者からほんのひとこと（聾学校における授業改善の視点と方法)」　ろう教育研究会，108-129.
23）佐渡雅人・星野進（2005）CRT 学力検査の結果から考えられる本校小学部児童の算数の力について　第39回全日本聾教育研究大会研究集録，140-141.
24）田端輝彦（2002）同種の量の割合と異種の量の割合の指導順序に関する考察　日本数学教育学会誌, 第84巻, 第8号, 22-29.
25）高橋明彦（2010）　数学教育 Lost in Translation ＜第６回＞　英訳和訳で見えてきた日米の違い　問題場面の分類　新しい算数研究　NO.469，２月号
26）高山守（1991）　子どもたちのおかれている現実　～少数の乗法をめぐって～　数学教室１月号　（No.470），国土社.
27）多鹿秀継・石田淳一・岡本ゆかり（1994）子どもの算数文章題解決における文章理解の分析　日本教科教育科学学会誌　第 17 巻　第 3 号，125-130.
28）多鹿秀継（1995）算数問題解決過程の分析　愛知教育大学研究報告 44（教育科学編），157-167.
29）多鹿秀継・山本克仁（1997）子どもの文章題解決過程の吟味　愛知教育大学教科教育センター研究報告　第 21 号，219-223.
30）多鹿秀継・山本克仁（1999）割合文章題解決における子どもの学習方略の吟味　愛知教育大学教育実践総合センター紀要　第 2 号，1-7.
31）多鹿秀継（2000）子どもの記憶における知識の役割　愛知教育大学研究報告 49（教育科学編），87-93.
32）多鹿秀継（2002）算数問題解決に影響を与える知識の吟味　愛知教育大学研究報告 51（教育科学編），53-60.
33) 西林克彦 (2008)　あなたの勉強法はどこがいけないのか？ ちくまプリマ―新書 105，86-101.
34）脇中起余子（1998）　聾学校高等部生徒における算数文章題の困難点に関する研究　特殊教育学研究 35,17-23.
35）山口潤（2006）　文章題における問題を読み取るための指導について　―　「割合」単元の指導を通して　―　上越数学教育研究，第 21 号，211-220.
36) 山野下とよ子 (1989)　つまずきを克服していく見通し　数学教室 8 月号（No.451），国土社.
37）安井豊宏・伊禮三之・山野下とよ子（2010）　教育実践報告　具体的操作をもとに意味理解を深める学習展開　～1 あたり量をもとにした実践（2 年「かけ算」）より～　福井大学教育実践研究，第 57 号，103-112.

【連絡先　大西英夫　E-mail march1240k12@wi.kualnet.jp】

謝辞
本論文の作成にあたり、愛知教育大学大学院　飯島康之　教授からは、論文全体の構成や論旨の展開、結果と考察についてご指導とご助言を賜りました。ここに先生からお力添えをいただいて本研究が行われたことを深く感謝申し上げます。

The Trait of Hearing Impaired Pupils' Understanding on Development in Multiplicative and Division Conceptual Field

~ On the Ability of Problem Construction and Formulate to Solve Arithmetic and Mathematics Word Problem ~

Hideo Onishi
Coperative Doctoral Corse in Subject Development in the Graduate School of Education,
Aichi University of Education & Shizuoka University

Abstract

The purpose of this paper is to consider the hearing impaired pupils' developmental actual states in multiplicative and Division concept by using problem-construction task and formulation to solve word problem task. Twenty-four subject who were from the second grade to the ninth grade were investigated. One year later, twenty pupils were investigated again by using the same method.

The results are summarized as follows:

1) The ability of problem-construction develops from the fourth grade to sixth grade.
2) The ability of formulation to solve word problem develops from the second grade to fifth grade.
3) In the Problem-Construction task, Parttive Division and Multiplication were acquired first .
Quotative Division were acquired second.
4) In the Formulation to solve word problem, Quotative Division and Multiplication were acquired first. Parttive Division were acquired second.

Keywords

Multiplicative and Division （Quotative Division　Parttive Division）
Hearing Impaired Pupil　Problem-Construction　Formulation to solve word problem