

## 内包量からみた聴覚障害児の数概念の獲得に関する一考察

大西英夫 (愛知教育大学教育学研究科後期3年博士課程)  
都築繁幸 (愛知教育大学障害児教育講座)

**要約** 従来の聴覚障害児の学力に関する研究の大半が、健聴児よりも遅れており、小学校2年生から4年生の段階で伸び悩み、その原因としてコミュニケーション上の制約を挙げている。聴覚障害児の算数の学力を検討した研究においても聴覚障害児の実態や実践的な具体的対応は述べられているが、その実態を引き起こす要因や具体的対応の理論的根拠等は十分に論究されているとは言い難い。

本稿では、聴覚障害を対象にした研究のうち、算数に焦点をあて、聴覚障害児の算数の学力の実態・内包量概念の形成過程・数概念の獲得について検討した。その結果、1) 聴覚障害児の算数の学力の特徴として成績の分布が二極化し、算数学力と読書力と相関がみられたことから日本語の読み書き能力に関連させて検討していく、2) 聴覚障害児の内包量の獲得も健聴児に匹敵する言語力があれば必ずしも聴覚障害と健聴児との間に課題遂行に差が認められないわけではないことが推察される、3) 言語に関する力(言語力、読解力、語彙力、文法力)が内包量概念、そして数概念に影響すると考えるならば、現行の算数教育の在り方を再検討する必要がある、等の諸点が議論された。

**キーワード**: 聴覚障害児 健聴児 内包量 数概念 学力

### I. はじめに

聴覚障害児の学業成績は、個人差が大きく、それに及ぼす決定的な要因を特定することは困難であるが、聴覚障害児(以下、聴障児)が健聴児(以下、聴児)よりも遅れを示すとする報告は多く見られる。伊藤(1968)は、学力テストの結果から聾学校小学部6年生の段階で2年から4年の遅れがみられ、特に抽象的なことばの理解が難しいとする。村井ら(1979)は、聴障児と聴児を比較し、計算力では能力に応じてそれなりの伸びは示すが、聴児と比べて伸び悩んでいるとする。浅井(1986,1987)は、聴障児においては中学部にいたっても聴児の小学校4年生レベルに達しておらず、文章題、数量の関係などで聴児に劣るとする。ろう教育研究会(1990,1991)は、全国の聾学校の小学部で使用されている教科書は4年生までは各教科とも対応学年のものを使っている学校が50%を超えているが、4年生以降では1学年ないし2学年遅れの教科書を利用する割合が大きくなっていることを示している。四日市(1993)は、1960年代以降の米国の学力検査の結果から、聴障児のほとんどの生徒の学力は16歳から17歳にいたっても、小学3年生から5年生くらいであり、抽象的な事柄の学習が中心となってくる小学校の高学年以降で学力や言語的な能力の発達に遅れが見られるとする。こうした資料等をもとに学力レベルからみた4群の発達類型の様相が示されている(都築, 1996)。

現在では、聴障児の知的・認知能力は、聴者と比べて決して劣るものではなく、「運用」の問題であって『能力』の問題ではないとされる(都築, 1998)。それは、多くの聴障児が多くの分野で高等教育を受け、一

般企業に多数進出していることから裏づけされる。しかし、その一方、高等学校あるいは聾学校高等部を卒業する時に本来持っている力が発揮されず、社会に巣立っていく場合も少なくない(都築, 2003)。都築(1998)が4群の発達類型を示しているが、その違いがどのようなものから生ずるかは言及しておらず、障害特性が学力に決定的に影響を及ぼすものなのか明らかになっていない。言語力の制約から国語、算数などの教科は学習上の困難が大きく見られ、体育、図工等は比較的、良好だとされている(都築, 2003)。

本稿では、聴障児を対象にした研究を概観することを通して、算数に焦点をあて、聴障児の算数の学力の実態を検討する。藤村(1990)が、内包量が数概念等の基礎となることを指摘しているので、聴障児の内包量に関する研究を取り上げ、内包量からみた聴障児の数概念の獲得と学力について検討する。

### II. 聴障児の算数の学力

#### (1) 実態に関する検討

四日市(1995)は、算数・数学の力は他の教科に比べて発達の遅れが見られるが、どの点がどのように遅れ、どのようにすれば最も適切であるかは必ずしも明らかになっていないとし、算数・数学の課題の中でも単純なもの、視覚的なものなどは比較的得意であるが、複雑な課題や、言語的な要素の強い文章題、論証などは苦手であるとする。堀田(1995)は、聴障児5名に文章(文脈)レベルの教材を用いて個別指導を行い。「量」と「順序」の文章題において高い指導効果が認められたとする。更に節の理解力(2～4個の短文からなる節の全体的な意味・文脈に関する理解)

において4名に伸びが認められたことから文章題の指導と文章理解力の伸びとの関係が高いことを示唆した。

中村・黒木(2003)は、「ろう教育科学」に掲載された1993(平成5)年度から2002(平成14)年度までの10年間の聾学校における実践的研究を分析した。ここで検討された研究を表1に示した。

## (2) 指導法に関連する検討

中村・黒木(2003)は、「聴覚障害」第48巻4月号(通巻505号)～第58巻3月号(通巻624号)を分析した。ここで検討された研究を表2に示した。

下中村(2014)は、CiNii(NII論文情報ナビゲーター)と国立特別支援教育総合研究所の総合検索データベースの聴覚障害児の算数・数学に関連した研究論文をもとに展望している。ここでは、各分野特定の課題と支援・配慮に関わるものとして関数、分数、文字式、図形・数量関係を、算数・数学の各分野を横断する課題

に関わるものとして文章題、計算、用語、数学的理解を取り上げている。ここで検討された研究を表3に示した。

## (3) 聴覚障害児の算数学力の特徴に関する検討

中村(2003)は、通常の中学校在籍する聴覚障害児8名を対象に、「小学校基礎学力診断検査：算数(小1から小6まで)」と「教研式読書力診断検査A型式：小学校高学年用」を実施した。数学の成績が高い聴覚障害児(以下、高学力群)は、聴覚とほぼ同じレベルの得点を示し、数学の成績が低い聴覚障害児(以下、低学力群)は、小学3年以上の問題でつまづきを示していた。各被験者の正答率を学年ごとに算出したところ、高学力群では小1～小5の問題の正答率は80%以上、小6の問題の正答率は60%前後であった。低学力群では小1の問題のみが80%以上であったが、小2～小6の問題の正答率は50%以下であった。算数学力検査の領域別に正答率が80%以上となる最高学年を調べたところ、低学力群では1年生の「数と計算」と「量と測

表1 『ろう教育科学』誌に掲載された研究論文の概要

研究者名	検討内容	主な結果
脇 中 (1997)	実態調査 「は」及び「＝」の意味	「は」や「＝」は、「左辺と右辺が等しいことを示す記号」ではなく「左辺が計算式で右辺がその結果」と理解。
脇 中 (1998)	実態調査 「は」及び「＝」の理解	「は」を用いた文章は4つの段階を経て理解。 「＝」を用いた式は、「は」を用いた文章より「左辺と右辺が同じ」という意味が理解されている。
中村・森本 (1999)	指導法の研究 グラフ電卓の活用(2次関数)	数学的リテラシーや思考力の育成に効果。 操作の動的・視覚的変化、コミュニケーションの増進などの有益性。
脇 中 (1999)	実態調査 連言命題	比較単文が理解できても連言命題になると初期の誤った方略に戻りする生徒がいる。 合成命題でも、最も簡単と思われる「PかつQ」「Pでない」でさえ、出題方法によっては困難。
脇 中 (1999)	実態調査 内包量と比例関係 (速度の問題)	聴覚生は聴覚に比べ定性推理(大小判断)はできるが定量推理(計算)が困難な者の割合が小さい。 聴覚生は比例関係の理解が内包量の理解に先行するが、聴覚生はその傾向は見られない。
脇 中 (2000)	実態調査 分数と文字式の意味	分母と分子から構成される分数を1つの数として認識できない。文字の変数的な扱いが困難。
大 竹 (2000)	関数(小3～中3年)	①関数の意味、②変域、③ $x$ に対する $y$ の変化、④表の意味、⑤計算力、⑥変化の割合と傾きの関係の6点の重点的な指導の必要性。
脇 中 (2001)	実態調査 命題の真偽判断と平行四辺形の捉え方	単純な命題の記憶に留まり、構造化が困難。 聴覚と同様に3つの段階を経て発達。
脇 中 (2002)	実態調査 九九の読み方	九九の正答率は99%、読み方の正答率は46%。 聴覚活用だけではなく視覚活用を考えた指導が必要。

(注) 本表は、中村・黒木(2003)の「聾学校の算数・数学教育に関する実践的研究の現状と課題」(ろう教育科学, 45, (3), 205.)より引用。

表 2 『聴覚障害』誌に掲載された研究論文の概要

研究領域	研究者名	主な結果
指導法	大宮ろう学校(1997) 大庭(2001)	習熟度別指導や到達度別学習の有効性を指摘。
	向田(1997、1999) 稲垣(1998、2000)	計算力や既習事項の定着のための方法としてプリント学習を指摘。
	山本 (1997、1999)	自作の検定を活用した指導を指摘。
	藤野 (2001、2002)	手話と教材の活用を指摘。
教材開発	亀澤 (1993、1995)	文字式の指導で、文字タイトル、ブラックボックス、空き箱ゲーム、天秤操作などによる視覚に訴えた教具を開発し活用。
	相川 (1996、1997)	トランプゲームの活用や人間数直線による正負の指導。
	赤坂 (1995、1996)	折り紙を用いて具体的操作を取り入れた図形の指導を行い、論理的な思考力の育成。
	大竹(1993、1994、1997、 2002)	物語風の教材「数学タイムトラベル」や「席替え」などを開発。
文章題の指導	坂本 (1995)	求差、添加した数、取った数、初めの数を求める問題などで、線分図や話し言葉で表わすことを提案。
	長谷川(1996) 宮ノ下(1998、2000) 中野(2001)	文章題の意味を考えずに、キーワードになる言葉(あわせてのこりは等)と数字だけに着目してしまう傾向を改善し、意味の理解促進を目的として問題場面の絵や情景図を活用した指導の有効性。
	西本(1995)	文字の二面性、「+と-」の二面性、「=」の二面性、数学で用いられる言語の二面性の明確な差異を生徒が見いだせないことや、文字の3つの意味、方程式、式の計算、関数が困難であることを指摘。
文字式の指導	藤原(1997)	等式と方程式の違いが理解できない生徒が多いことを指摘。
	森本・中村・西本(1997)	文字式の学習で学校では正式には教えていないインフォーマルな数の関係を適用すること、文字の取る数の範囲を限定して考えること、問題に与えられている条件や式に対する直接的な印象が考えに反映されることを指摘。
	森本(1997)	聾学校の生徒は計算や公式を適用するなどの道具的理解は比較的できるが、意味や考え方などの関係的理解は難しいことを指摘。
数学的思考力	佐渡(2000)	生活経験の不足を補いながら、日常生活で使える力の育成。
	赤坂(1995、1996)	折り紙による具体的な操作を取り入れて、帰納的・類推的な推論から演繹的・論理的な推論への指導。
	中村(1996、1998)	授業に発展的な問題作りの指導を取り入れ、発展的に考える力や主体的に考える力の育成を計った実践。
	黒木(2001)	図形教材による類推能力の育成の指導を検討。
	森本(1997)	聾学校の生徒は計算や公式を適用するなどの道具的理解は比較的できるが、意味や考え方などの関係的理解は難しいことを指摘。

(注) 本表は、中村・黒木(2003)の「聾学校の算数・数学教育に関する実践的研究の現状と課題」(ろう教育科学, 45, 3, 203-219.)をもとに筆者が作成した。

定」のみが80%以上であった。「図形」「数量関係」は、小1においても80%に及ばなかった。一方、高学力群では、5年生の「数と計算」, 「量と測定」, 「数量関係」, 4年生の「図形」が80%以上の正答率であった。高学力群は、4つの領域において聴児とほぼ同じレベルの正答率であった。算数学力検査と読書力検査との相関をとったところ、算数の学力が高い生徒は読

書力も高く、読書力が低い生徒は算数学力も低く、読書力は算数の学力に関係しているとする。

脇中(2006)は、聴障児の算数・数学においても「9歳の壁」が存在することを指摘し、聴障児の算数・数学のつまづきは、生活言語の貧弱さによるものと生活言語から学習言語への移行のつまづきによるものであり、これを克服するには生活言語の高度化と学

表 3 CiNii(NII論文情報ナビゲーター)と国立特別支援教育総合研究所の総合検索データベースに掲載されている研究論文の概要

研究領域	研究者名	主な内容
文章題	川原・西川・南出(1991) 亀澤(1995)・信方(1995) 藤野(2002)・半沢(2012) 武田(1991)・足立(1992)	文章題の文章が理解できないこと、読解力が低いこと、数量関係を把握することが苦手であることを指摘。
計算	中村・森本(1999)	聾学校の数学の指導で数学的リテラシーや思考力の育成ができていないことを指摘。
	佐渡(2000)	聾学校の高等部段階の指導が小学部段階の算数の再指導になっていることを指摘。
	中西(2001)	聴障児の九九指導の困難さを指摘。
用語	宮野・四日市(1985)	数学的概念や操作を表現したりまとめたりする力が劣ること、用語の理解や記憶が曖昧で数学的概念とそれを表わす用語とを結びつけて有効に利用することが困難なことを指摘。
	武田(1991)	算数の用語・語句自体が分かりにくいことを指摘。
	西本(1992)	数学独特の言い回しや誰にでも通じるような数学的表現をすることが生徒にとって困難なことを指摘。
	日本学校保健会(2004)	算数・数学用語や記号などの定義や意味・読み方が混乱しがちなことを指摘。
数学的 理解	西本(1992)・森本(1997) 西本・吉田(1993) 黒木(2006)	抽象化することの困難さ、一般化され抽象された概念についての意味の構成が困難なこと、抽象化能力を育てることが容易ではないことを指摘。
	黒木・中村(2004) 中村・黒木(2004)	作図した過程を文章表現することの困難さ、聴覚的経験・言語的経験だけでなく一般的な経験でも制約を受けやすいことが数学学習の困難や課題として現れていることを指摘。

(注) 本表は、下中村武(2014)の「聴障児の数学学習に関する文献的検討 - 数学学習上の困難点及び配慮点に焦点を当てて-」九州地区国立大学教育系・文系研究論文集 Vol1, No2, 1-10.)をもとに筆者が作成した。

習言語の高次化が必要であるとする。そして、問題解決につまずく理由として、基本的な日本語の理解不足、アナロジーが困難、題材の抽象化によりアナロジーが困難、推論方略抽出が困難、2つの条件を組み合わせた推論が困難、学校知抽出が困難、2つの次元を組み合わせた新しい概念の理解が困難をあげている。

中村・黒木(2007)は、聾学校小学部、中学部、高等部の算数・数学担当教師が考える算数・数学指導の問題点を調査した。その結果、小学部から高等部までの12年間に共通する問題点として、抽象的・論理的な思考能力、日本語の読み書き能力、習熟度の差、基礎・基本的な計算能力、小学部から中学部の9年間に共通する問題点として日常生活経験の差を、中学部から高等部の6年間に共通する問題点として既習内容の定着度を示している。また、同調査の自由記述の分析から、文章題の読み取り能力が不十分で言語面での課題があること、読み取り力の不足から自分で問題が解けないこと、授業の時には理解できてもすぐに忘れてしまい積み上げができないこと、単位の換算、分数・小数など学習したことを生活の中で応用することや文章

題を読み取ること、記憶の保持・想起、図式に表現すること、語彙力不足などから基礎・基本的な学習内容が定着しないこと、計算はできても思考力を要する問題はまったく解けない子も多くいることを示している。

脇中(1997)は、表4に示される「～の〇〇倍は△△」(以下、「～倍」文)、「～は●●より▲▲多い」(以下、「多い」文)などの文の穴埋め補充問題を聴障児に実施した。その結果、聴障児は、「～倍」文では、①と④よりも②と③の方が成績は低く、その理由は逆数の考え方が求められるためであり、この結果は聴障と同様であるとした。「多い」文では問題①と④を比較した場合、聴障児は、① $10 + 2 = (12)$ は、④ $( ) = 10 + 2$ として、計算のときに+ (たし算)を用いる。それに対して、聴障児は、④ $( ) - 10 = 2$ のように $( )$ が主語、10が比較対象語、2が差として、「主語 - 比較対象語 = 差」という式に、文章に出てくる数値をそのまま順番に当てはめていくという方略を用いる傾向にあるとすると報告している。穴埋め補充問題の「～倍」文の困難度では聴障児と聴障児とに共通

点がみられるが、「多い」文の解決方略では相違点が見いだされた。

脇中（1998）は、表5に示される「立式問題」と「作画問題」を実施した。聴障児は、「～倍」文においては「立式問題」が「作画問題」より先に理解され、「多い」文においては「作画問題」が「立式問題」より先に理解されることが示された。脇中（1998）は、表6に示される「正立問題」と「倒立問題」を実施した。聴障児は、「立式問題」と「作画問題」のときは異なり、「正立問題」と「倒立問題」との差はさほど大きく表れなかった。また、「Aの $\chi$ 倍はB」のAとBの大小関係を問うたとき、聴障児においては、 $\chi < 1$ の問題に対して、 $\chi > 1$ の場合の方略を適用した例が多く見いだされたこと、分数倍では、 $\chi > 1$ の問題に対して $\chi < 1$ の場合の方略を適用した例も見られたことを示している。更に、計算問題成績下位群と計算問題成績ボーダー群では、分数倍を用いた文章題の正答率がかなり低いこと、計算問題成績上位群において分数の意味を理解し、分数が混じった計算はかなりできるにもかかわらず、分数倍が絡む複雑な文章題になると正答率がかなり下がることが示された。

脇中（1999a）は、単文と単文（「AはBより大きい」という形の2つの文）を「および ∧」でつないだ複文（「Aは $\chi$ よりも大きい、および、 $\chi$ はBよりも大きい。 $\chi$ にあてはまる数は？」）の理解を検討した。単文で正答できても複文になると正答率が低くなることから、問題が難しくなると「初期の方略」に戻る場合がかなり見られるとした。また、ベン図の意味の理解を検討したところ、絵による問題ではほぼ全員が完全解答したが、文章による問題では正答率が低くなったことを示した。命題の理解において本命題が真ならば対偶命題は常に真、逆命題と裏命題は必ずしも真でないが、聴障児では、逆命題や裏命題も真としがちであること、逆命題や裏命題で答えが「どちらでもな

い。」になると知ると、その結果を本命題や対偶命題にも「過剰適用」しがちであるとした。三段論法が必要な問題において計算問題上位群は、ことばだけを操作して思考できる段階に達しているが計算問題下位群は達していないとした。

脇中（2001）は、正方形を図示し、「これは正方形か?」、「これは長方形か?」などと問う問題を実施したところ、正方形は長方形でもあることや長方形は台形でもあることなど（図形の性質の包含関係、包摂関係）を認めない傾向が見られたとし、「一つの図形には、一つの名称しかない。」と決め込む例が見られ、すべての図形の概念間の関係を正しく理解することはかなり難しいとする。演繹推理の問題の判断において親近性の高い題材（未成年は飲酒してはいけない。）では、計算問題成績上位群と計算問題成績下位群はともに判断できていた。しかし、このルールが守られているかを調べるためにさらに詳しく調べる必要があるものはどれかの判断（「20歳以上であれば飲酒の有無を調べる必要はないこと」など）の演繹推理においては、計算問題成績上位群の正答率は高かったが、計算問題成績下位群では低く、親近性が低い題材（「表の数字が偶数ならば、その裏には「G」と書かれていなければならない」など）では、両群ともにルールに従っているかどうかの判断は難しく、相対的に演繹推理問題の理解を困難にしているとした。

（4）まとめ

聴障児の学力に関する研究の大半が、聴障児より遅れており、小学校2年生から4年生の段階で伸び悩んでおり、学力の遅れだけではなく言語的能力の発達にも遅れがみられるとしている。その原因としてコミュニケーション面の障害、文章の読み取り困難、言葉の理解の不十分さを挙げ、それらが学習に影響し、コミュニケーション上の制約が思考スタイルに影響をあたえ

表4

「～倍」文
①10の2倍は（ ）
④（ ）は10の2倍
②（ ）の2倍は10
③10は（ ）の2倍
「多い」文
①10より2多い数は（ ）
④（ ）は10より2多い
②（ ）より2多い数は10
③10は（ ）より2多い

表5

「作画問題」
「花子は太郎の2倍」というとき「花子●●●●●」ならば、「太郎」のところに「○」を書く。
「立式問題」
「花子は太郎の2倍」というとき「花子は6個」ならば、「太郎は何個？」を立式して解く。

表6

「正立問題」
① $10 \times 2 = ( )$
② $( ) \times 2 = 10$
「倒立問題」
③ $10 = ( ) \times 2$
④ $( ) = 10 \times 2$

ていることが指摘されている。

聴障児の算数の学力の実態として等式「=」の意味と理解, 連言命題の意味と理解, 内包量と比例関係, 分数と文字式の意味, 関数の理解, 命題の真偽判断, 九九の読み方などに聴障児に特徴的な課題が示された。

指導法においては文章題, 文字式, 数学的思考力, 計算, 用語, 数学的理解に対応する具体的方法が提案されていた。

聴障児の算数の学力の特徴として成績の分布が二極化し, 算数学力と読書力と相関がみられたこと等から生活言語の高度化と学習言語の高次化が必要ことが提案され, 算数・数学における課題が依然として, 抽象的・論理的な思考力, 日本語の読み書き能力, 文章題の読み取り能力にあることが示唆された。

### Ⅲ. 内包量概念の形成過程

#### (1) 内包量について

藤村(1990)は, 内包量(intensive quantity)を「速度, 密度, 濃度などのように2つの外延量(extensive quantity:合併による加法性の成り立つ量)の商によって表わされる量」の例として速度が距離/時間という形で距離と時間という2つの外延量から決定されることをあげ, 分母にくる量を土台(外延)量, 分子にくる量を全体(外延)量と呼ぶ」と説明している。1990年当時, 算数において内包量が小学校5年生の後半に「単位あたり」として扱われていた。子どもにとってはその理解が難しく, つまづきを多く生み出す単元の一つであった。藤村(1990)は, 内包量が数概念等の基礎となることから算数・数学教育において大きな意義を持ち, 内包量が事物の質を表わす量であることから内包量におけるつまづきは算数・数学教育において克服すべき課題であるとしている。

麻柄(1992)は, 内包量の表示(表わし方)の点において藤村(1990)と同様であるが, その意味については, 内包量が「強さの量」であり, 外延量が「広がり」の量であると対置されること, 外延量が合併という操作に関して加法性を満たすが, 内包量は加法性を満たさないとしている。代表的な内包量として速度(速さ), 密度, 濃度などを挙げている。

#### (2) 聴児の内包量概念の形成過程に関する検討

藤村(1990a)は, 小4, 小5, 小6, 中1を対象に内包量比較課題と論理操作課題を実施した。その結果, 比例関係理解(比例関係がある時, 数値の間の関係を理解する)は, 内包量理解(どちらが速いかを判断する)に先行すること, 定性推理(比例関係がある時, 二つの数値の間の大小関係を判断する)が定量推

理(比例関係がある時, ある数値を計算する)に先行すること, 速度概念の理解が濃度概念の理解に先行することが示された。これらのことから, 1)内包量概念は11~12歳ごろから形成され始め, それはPiagetの形式的操作期に相当する, 2)倍数関係の認識にもとづく等価性の認識(二量がともに倍になっても内包量の値は変わらないという認識)が必要とされるが, この認識は一種の個別単位を想定するという点で内包量概念の基礎をなし, 11~12歳から内包量概念の形成が始まる, 3)内包量概念の認識は, 一量の符号化, 二量の符号化, 等価性(倍数関係)の認識, 普遍単位の認識として表現される。それらは単なる順序性だけでなく, 次段階の認識が前段階における認識を前提として包括するという性質をもつ, 4)速度の概念形成が濃度の概念形成に先行するが, 内包量を既習した小6や中1においても特に, 濃度で低次の段階にとどまる例が見られることから濃度の概念形成がそれ以後, 速度概念の形成と同じ水準まで達するかどうかは結論付けられない, 5)d問題(分数の形で分子2けた, 分母1けた:2けた/1けた)の解決がi問題(分数の形で分子1けた, 分母2けた:1けた/2けた)に先行し, やがてi問題の解決がd問題のレベルに近づく, 6)概念形成上のつまづき(誤答方略)は, 次段階に必要とされる認識(例えば2量の符号化)の未形成あるいは不完全性の表現としてとらえられ, 各段階毎に特有の方略が指摘される, 7)内包量と分類, 内包量と関係把握, 内包量と保存性の間にいずれも有意な相関が見られ, 論理操作が内包量概念の必要条件となるのは, 概念形成の前提となるのは濃度dと濃度iだけである。このことから具体的操作の第2段階での論理操作が獲得されているか否かによって概念形成に差が生じる。しかし, 論理操作が概念形成の前提になっているかどうかについては概念間で差がある, 8)概念形成においてつまづいた子どもに論理操作の未獲得の子ども割合が高く, 論理操作の未獲得がつまづきの1つの原因として示唆され, 今後の課題である, 等を述べている。

麻柄(1992)は, 藤村(1990)がシンボリックな課題状況における内包量の判断を扱ったと研究であるとし, 布施川・麻柄(1989)が提案した「速さの保存」という観点から検討している。その結果, 1)内包量を「単位量当たりの大きさ」としてシンボリックに表示すると, 半数近くの子どもが内包量の基本的な性質(内包量の保存)を理解できなくなる。このことから藤村(1990)においては内包量の保存の成立というプロセスが抜け落ちている, 2)内包量を「単位量当たりの大きさ」として扱う場合, その数値でもって全体を含むあらゆる部分の「強さ」が表わされていることが理解されてはじめて意味を持つ。藤村(1990)においてはこの視点を扱わずに公式を機械的に適用して正

答した可能性があるとする。

### (3) 聴障児の内包量概念の形成過程に関する検討

脇中は、1999年と2003年に聴障児の速度概念や濃度概念における内包量と比例関係（定性推理、定量推理）及び両者の関係の調査を行い、聴児を対象とした藤村（1990a）の結果と比較した。

#### 1) 比例関係理解と内包量理解との関係

① 脇中（1999b）は、藤村（1990）の結果と比較した。藤村（1990）は、比例関係理解（比例関係がある時、数値の間の関係を理解する）は、内包量理解（どちらが速いかを判断する）に先行するとした。聴障児においては、比例関係理解は、内包量理解（どちらが速いかを判断する）に先行することは認められなかった。このことから聴児は、「同じ速度のとき、距離と時間の間に比例関係があること」を「日常知」またはそれに近い形で理解した後、「速度＝距離÷時間」という公式を授業を通して授けられる「学校知」として獲得し、その公式の利用ができるようになる。一方、聴障児は、「同じ速度の時、距離と時間の間に関係がある」ことを十分に理解しないまま、「速度＝距離÷時間」という公式を全ての問題に適用している可能性を示唆している。

② 脇中（2003）は、比例関係理解が内包量理解に先行することは認められなかったとし、脇中（1999b）と同様の結果であったとする。

#### 2) 定性推理と定量推理との関係について

① 脇中（1999b）は、藤村（1990）の結果と比較した。藤村（1990）は、定性推理（比例関係がある時、二つの数値の間の大小関係を判断する）が定量推理（比例関係がある時、ある数値を計算する）に先行するとした。聴障児においては、定性推理が定量推理に先行することは認められなかった。

② 脇中（2003）は、定性推理が定量推理に先行したとし、藤村（1990）と同様な結果であった。これは、脇中（1999b）とは異なる結果であった。これは、2003年度の入学診断テストにおいて数学に比して国語の点数が高かったことに関係するのではないかと述べている。そして、聴障児では、藤村（1990a）の聴児の小学校5年生の水準を超えていないとした。

#### 3) 乗除法の作問能力について

脇中（1999b）は、計算問題成績上位群は聴児の小学校5～6年に匹敵する成績を示したが、計算問題成績下位群聴児の4年生の成績に及ばなかったこと、および減法に関する作問も難しい生徒が多いことを示した

#### 4) 内包量理解について

脇中（2006）は、速度が非整数になる問題を混ぜることによって、聴児の場合の「用いられる単位や出題順、数字の桁数」などによる違いはないとする「暗黙

の前提」が、聴障児には成立しない可能性があることを示唆した。

#### 5) 速度と濃度の理解について

脇中（2003）は、濃度概念の理解が速度概念の理解に先行する（濃度概念の理解が速度概念の理解よりも先になされる）ことを示した。これは藤村（1997）とは真逆の結果であった。このことについて角砂糖の数や水の量は、時間や「6km」という距離に比べて、絵に描きやすいことに関連しているとする。

### (4) まとめ

聴児を対象とした藤村（1990）の研究では、比例関係理解が内包量理解より先になされる、定性推理が定量推理より先に理解される、速度概念の理解が濃度概念の理解より先になされる、という傾向が示された。

聴障児を対象にした脇中（1999b）と脇中（2003）では結果が異なっていた。脇中（2003）は、1999年の被験者と2003年の被験者に実施された入学診断テストの国語と数学の点数が、数学に比して国語の点数が高い生徒が2003年の被験者に多いことを挙げている。脇中（2003）は、定性推理の問題は日本語で考えることが求められる問題であるとする。聴児の場合は、答えの方向性（こっちの方が速いだろう）を正しく予想できるようにした上で計算ができるようになるとし、公式（速度＝距離÷時間）が、「等時間走る時は長距離走るほうが速い」、「同距離走る時は短時間で走るほうが速い」など、経験から得られた知識に裏打ちされて確固たるものになっていくとする。聴障児の場合は「学校知」と「日常知」との間に距離があり計算が先行しがちであるとする。

## IV. 聴障児の数概念の獲得

聴障児の算数の学力を検討した研究において聴障児の実態や実践的な具体的対応は詳細に述べられているが、その実態を引き起こす要因や具体的対応の理論的根拠等は十分に論究されているとは言いがたい状況にあらう。これまでの多くの研究は、「聴覚障害の有無による比較検討」という手法で検討されてきた。聴覚障害者は、一人ひとりが個性的な存在であり、「聴覚障害者は〇〇である」といった聴覚障害者固有の心理学的特性を過度に強調することは大変、危険なことである（都築、2003）。聴障児と聴児との間に課題遂行の差が生じた場合、その差が「聴覚障害の有無」に起因したものであるのかどうかは、十分な検証が必要である。

今回、聴障児の数概念の獲得について検討した結果、ある種の課題では聴障児と聴児との間に課題遂行に差が認められなかった。内包量概念の形成過程において聴児の場合には、1) 内包量概念の認識に順序が

あること, 2) その認識には倍数関係の認識に基づく等価性の認識が必要とされること, 3) 速度の概念形成が濃度の概念形成に先行することが示されてきた。

これらの諸点に対して聴児に匹敵する言語力がある聴障児を対象に検討すれば, 必ずしも聴障児と聴児との間に課題遂行に差が認められないことが推察される。脇中(2003)は, 同様な手続きで再度, 異なった対象に調査を行ったところ, 聴障児と聴児との間に課題遂行に差が認められず, 言語に関する力(言語力, 読解力, 語彙力, 文法力)が要因だとする。内包量の概念を理解するにあたって, 言語に関する力の程度によって問題文(文章題)の意味の把握が異なり, 問題文中の数値の意味, 数値の関係, 計算して出てくる数値の意味などの解釈も異なるものと推測される。

聴障児の教育をめぐる問題を考えるとき, 「言語と思考の関連」の追究は, 永遠のテーマであるが, 内包量概念の形成過程に言語に関する力が影響を与えていることは確かなことであろうことが推論される。内包量が数概念等の基礎となることから(藤村, 1990), 聴障児の算数・数学の学力を向上させるためには, 内包量におけるつまずきを詳細に検討することの必要性が示唆される。

言語に関する力(言語力, 読解力, 語彙力, 文法力)が思考に影響し, 内包量概念そして数概念に影響すると考えるならば, 現行の算数教育の在り方を再検討する必要がある。脇中(2003)の結果から聴障児の場合は「学校知」と「日常知」との間に距離があることが想定されることから聴障児の算数教育におけるドリル学習あるいはプリント学習については再考を要し, 聴児と同様な指導スタイルをとり続けることには検討の余地が残ると言える。このことは, 藤村(1990)が「概念形成においてつまずいた子どもに論理操作の未獲得の子どもの割合が高く, 論理操作の未獲得がつまずきの1つの原因」であることから支持される。

脇中(2003)が, 「過剰適用」の問題を指摘したが, 聴障児が公式を全ての問題に適用している可能性は十分に考えられる。この「過剰適用」に及ぼす言語力の影響を検討していくことが指導法の改善につながっていくと思われる。

聴障児の学習指導を考えていく場合には, 常に日本語の理解と表出(読み書き, 言語化等)という問題が付きまとうと考えられる。聴障児の低学力・成績不振の原因が, 「本当に日本語の理解ができない, 分からない」からなのか, それとも, 「適切な指導や教材を与え, 広義の意味で教育環境を整えれば理解できるようになる」のかを見極めていくこと必要なことである。

今回, 内包量を検討したが, 次の点は課題として指摘できる。

1) 内包量概念の形成過程は, 聴児と聴障児において

同じなのか異なるのか。異なるとしたらどのような点で異なるのか。その際, 日本語の理解と表出の要因はどのように関与しているのか。聴障児に対する聴児とは異なる支援方法はどのようなものなのか。

- 2) シンボリックな理解(数値で内包量を表わし, 速い, 遅い, 濃い, 薄いなどの判断をする。公式の適用で数値計算はできる)だけで内包量概念を理解していると判断してよいかどうか。
- 3) 内包量の保存の理解(真の内包量概念の理解)ができて初めて内包量概念を理解しているとみなしてよいのかどうか。

## V. おわりに

本稿では, 聴障児の学力向上を願い, 特に算数に焦点をあて, 聴障児の算数の学力の実態, 内包量概念の形成過程, 聴障児の数概念の獲得について検討した。藤村(1990)の内包量が数概念等の基礎となるとの指摘を踏まえ, 内包量からみた聴障児の数概念の獲得について考察した。

聴障児の算数の学力向上のための指導を考えていくためには, 内包量概念の理解を可能とする指導プログラムを作成していくことが必須であることが示唆される。そのためには, 藤村(1990, 1997)の研究をベースにしなが, 麻柄(1992)の「内包量の保存」という考え方を加え, 脇中(2006)が検討した「比例関係理解と内包量理解の関係」, 「定性推理と定量推理の関係」, 「速度概念理解と濃度概念理解の関係」を更に言語に関する力(言語力, 読解力, 語彙力, 文法力)との関連で追究していくことが必要である。

こうした作業を通して, 聴障児の算数科教育における検討課題, 例えば, 1) 聴障児の実態に合った, 適切な教材を用いて, 適切な指導を, 適切な時期に行なえば, 聴障児の学力は伸びていくのではないか, 2) 教材の理解に聞こえないことが起因するのか, 言語に起因するのか, あるいは意欲や態度に起因するのか, などを明らかにして対応を考えていく必要があるのではないか, 3) 教材が子どもの実態のどのレベルの, どの内容でつまずいているのかを認識した上で, 発達の道筋に合った指導を考えていく必要があるのではないか, が解明されていくと思われる。

## V. 本稿で分析した文献

- 1) 浅井重治 1986 聾学校在学児の学力をめぐって (1) ろう教育科学 28, 121-140.
- 2) 浅井重治 1987 聾学校在学児の学力をめぐって (2) ろう教育科学 29, 33-54.
- 3) 藤村宣之 1990a 児童期における内包量概念の形



- 成過程について 教育心理学研究 38, 277-286.
- 4) 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 風間書房
  - 5) 堀田 修 1995 難聴児における算数文章題の個別指導の効果と言語力の変化 特殊教育学研究 33(2), 41-50.
  - 6) 伊藤敏子 1968 小学部の学習指導について-学力を中心に- ろう教育科学 10, 22-23.
  - 7) 小田切忠人 1987 算数科における「1当たり量」の指導に関する一考察 琉球大学教育学部紀要 第30集 第2部, 1-6.
  - 8) 麻栢啓一 1992 内包量概念に関する児童の本質的なつまづきとその修正 教育心理学研究 40, 20-28.
  - 9) 村井潤一・岡本稲丸 1979 「9歳の壁」をめぐる ろう教育科学 21, 113-128.
  - 10) 中村真理 2003 聴障児における算数の学力 東京成徳大学研究紀要 第10号, 13-18.
  - 11) 中村好則 黒木伸明 2003 聾学校の算数・数学教育に関する実践的研究の現状と課題 ろう教育科学45(3), 203-219.
  - 12) 中村好則 黒木伸明 2007 聾学校の算数・数学指導に関する質問紙調査とその分析 ろう教育科学 49(3), 101-117.
  - 13) ろう教育研究会 聴覚障害編集部 1990 教科書使用状況調査報告 I (小学部編) 聴覚障害 12, 20-26.
  - 14) ろう教育研究会 聴覚障害編集部 1991 教科書使用状況報告 II (中学部編) 聴覚障害 1, 30-35.
  - 15) 下中村武 2014 聴障児の数学学習に関する文献的検討 - 数学学習上の困難点及び配慮点に焦点を当てて - 九州地区国立大学教育系・文系研究論文集 Vol1 No2, 1-10.
  - 16) 坂本多朗 1995a 聾学校における児童・生徒の学力について (I) 聴覚障害 50 (11), 36-43.
  - 17) 都築繁幸 1996 高等学校段階における教育 (中野・斎藤編聴覚障害児の教育 福村出版 129-147.)
  - 18) 都築繁幸 1998 聴覚障害の理解 (都築編著 聴覚障害幼児のコミュニケーション指導 保育出版社 11-19.)
  - 19) 都築敏行 2003 聴覚障害者の「こころ」(池田・目黒共編著 障害者の「こころ」学術図書出版社 25-43.)
  - 20) 脇中起余子1997 聴覚障害生徒にとっての「は」ないし「=」の意味に関する一考察 - 「～倍」文と「多い」文を通して - ろう教育科学 39 (2), 63-76.
  - 21) 脇中起余子1998 聴覚障害生徒としての「は」および「=」の理解に関する一考察 - 「～倍」文・「多い」文などを通して - ろう教育科学 40(3), 131-146.
  - 22) 脇中起余子1999a 聴覚障害生徒の「連言命題」の理解に関する一考察 ろう教育科学 41(1)7-23
  - 23) 脇中起余子1999b 聴覚障害生徒にとっての内包量と比例関係の理解に関する一考察 - 速度に関する問題を中心に - ろう教育科学 41(3), 115-140.
  - 24) 脇中起余子2001 聴覚障害生徒の認知と論理 ～ 4種の命題真偽判断や図形認知の問題などを通して～ ろう教育科学 43(3), 125-140.
  - 25) 脇中起余子2003 K聾学校高等部生徒における速度と濃度の理解に関する一考察 - 聴覚障害生徒の問題解決過程における困難点を探るために - 龍谷大学教育学会紀要 第2号, 15-29.
  - 26) 脇中起余子 2006 K聾学校高等部の算数・数学における「9歳の壁」とその克服の方向性 - 手話と日本語の関係をどう考えるか - 龍谷大学大学院文学研究科紀要 28, 66-80.
  - 27) 四日市章 1993 聴障児の学力をめぐる 特殊教育学研究 31(3), 53-56.
  - 28) 四日市章 1995 聴障児の算数・数学学習 聴覚障害(12), 14-16.