

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：34312

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23530875

研究課題名(和文)表記システムの発生・発達過程とその規定要因の分析：数表記を中心として

研究課題名(英文)Development of Numerical Notation Systems and its Relationship with Number Concepts and Number-related Tasks.

研究代表者

山形 恭子(YAMAGATA, Kyoko)

京都ノートルダム女子大学・心理学部・教授

研究者番号：20085963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では文字・数字・描画の表記システムの発達を数表記の発達に焦点を当てて年少幼児・年長幼児で追究し、その発達過程と発達に影響する要因ならびに数概念・数関連課題との関連性を検討した。数表記の発達は3歳代に数読字が、4歳代に数書字が出現した。また、数読字・数書字と数概念・数関連課題との関連性では年少幼児で数唱が計数・基数・読字課題との間に、また、読字が書字課題との間に、年長幼児では数の大小によって結果に違いが見られたが、読字と計数・基数の間に、また、読字と書字の間に有意な相関が見出された。数表記の獲得には養育者の教示・働きかけや周囲の環境に示される数表記の理解、教育玩具の影響が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The development of numerical notation and its relationship to number concepts and number-related tasks were investigated. Children 1 - 6 years of age participated in the study. They completed the following tasks; number reading, number writing, number reciting, counting (a measure of one-to-one principle), give-N(a measure of cardinal numbers), number discrimination and number cognition. The results indicated that children began to recite numbers at 2 years of age, count and read numbers at 3 years of age, write numbers at 4 years of age and calculate at 5 years of age. The relationships among the tasks indicated that development of number reading ability was related to reciting, counting, giving-N, and number writing tasks, although results were different for high and low numbers. These findings suggest that environmental factors have an influence on numerical development.

研究分野：教育心理学・発達心理学

キーワード：数表記 数読字 数書字 数概念 数式表記 表記知識 幼児 発達過程

1. 研究開始当初の背景

文字・数字・描画などの表記システムの発達はこれまで領域別に研究されてきたが、近年の発達研究は乳幼児がすでに発達初期に領域固有の知識を持って領域間を識別していることを明らかにし、領域間の関連性を検討している。しかし、これらの発達研究では文字領域に焦点を当てて年長幼児を中心に「読み書き能力」や読み書き能力習得以前の「萌芽的読み書き能力」に注目してきた。このように、表記システムの発達研究では文字領域に焦点を当ててきたが、表記システムを代表する数表記の発達に関しては年長幼児を対象とした研究が少数報告されているものの、発達初期からその発達を追究した研究は皆無である。数概念・数理解の発達については多くの研究がこれまでおこなわれてきたが、数表記が如何に発達初期に発生し、その後に関連するのか、その発達過程は解明されていない。また、数表記の読字・書字の発達が数概念や数関連能力と如何に関連するのか、また、文字や描画の表記システムと如何なる関係があるのかについても究明されていない。そこで、本研究では数表記の理解・産出の発生・発達過程を明らかにするとともに、数概念・数関連能力との関連性を検討し、表記システムの発達を文字・数字・描画を含めて総合的に究明することを目指している。

2. 研究の目的

本研究では以下の研究目的を追究した。

(1) 数表記の発生・発達と発達に影響する要因を解明するために年少幼児と年長幼児を対象に数表記の読字・書字の発達を検討する。

(2) 数表記の読字・書字の発達と数概念・数関連能力との関連性を解明するために数唱・計数・基数・計算能力などの課題を設定し、年少幼児と年長幼児で検討する。その場合、数字の獲得が小さい数から大きい数へ段階的に発達することから数の大小に着目して分析をおこなう。

(3) 計算能力の発達にともなって計算式を書く数式表記が可能になると考えられるが、数表記と数式表記が計算能力と如何に関連するのかを検討する。また、数式表記で用いられる演算記号(+ , - , = など)の理解もあわせて調べる。

(4) 数表記における知覚的形式的特徴に関する理解を発達的に解明するために数字の弁別課題を用いて3歳を含む年長幼児で検討する。

(5) 周囲の環境に提示されている数字(時計・カレンダーなどの数字)が数表記の理解・産出に如何に影響するのかを調べる。

(6) 文字・描画の表記システムの発達を数表

記とあわせて調べ、表記システム間の分化過程とこれらの関連性を領域固有の知識の観点から追究し、各表記システムの特質を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では(1)養育者に対する質問紙調査、(2)年少幼児に対する面接調査、(3)年長幼児に対する面接調査、(4)数式表記の面接調査、(5)1歳～3歳の縦断研究の5研究を実施した。以下にそれぞれの研究方法を述べる。(1)質問紙調査では2歳～6歳の保育園児の保護者に質問紙を配布して回答をえた。回答者数は合計359名である。回収率は59%であった。対象児の内訳は2歳児44名、3歳児99名、4歳児83名、5歳児82名、6歳児51名である。質問紙調査では対象児の数唱、年齢の回答、時計やカレンダーなどの数理解、数読字、数書字、計算などに関する19の質問項目を与えて、これらの項目が1ヵ月間に見られたか否かを「はい」と「いいえ」で回答するとともに、その行動出現頻度を5件法(全くない～毎日見られる)で尋ねた。その他に性別・生年月日・兄弟姉妹数・家族人数などの基本属性の記入を求めた。

(2)年少幼児に対する個別面接調査では2歳～4歳の年少幼児43名(2.5歳児5名、3歳児9名、3.5歳児18名、4歳児11名)に以下の課題を課した。課題として数唱、新版K式発達検査から計数課題(1対1対応原理の理解を調べる)の4つの積木・丸10・丸13数えと基数を調べる数選び課題ならびに数読字・数書字を課した。数読字・数書字課題では数字の大小を考慮して数字1～10と11～13、20を与えた。数読字・数書字課題の手続きは(3)に示す。また、本研究では上記以外に数認識課題と描画課題、名前課題も課した。数認識課題では幼児が日常生活で接する機会の多い数字に関連した事物(時計・カレンダー・車など)を絵カードで提示し、数字と無関連な事物カードと識別できるかを調べた。描画課題ではB4紙に父母を描くように求め、描画終了後に対象児の名前を書く課題を課した。

(3)年長幼児に対する個別面接調査では3歳～5歳の保育園児53名(3歳児13名、4歳児20名、5歳児20名)を対象に以下の課題を課した。課題は新版K式発達検査から1対1対応原理の理解を調べるための4つの積木・丸10・丸13、基数理解を調べるための数選び課題、数読字・数書字課題(以上は(2)と同じ)、指の数、5以下の加算問題、打数数えと数字弁別課題を与えた。数読字ではカードに書かれた数字をランダムに提示して数字を読むように教示した。数書字では調査者が読み上げる数字をA3画紙にカラーペンで書くように求めた。数字の弁別課題では数字または数字でないもの(文字・マーク・

絵など)が書かれた刺激カード 15 枚を 5 枚ずつランダムに並べて提示し、「数字とは違うカード」(負事例)を選択するように求めた。

(4) 数式表記の面接調査では 5 歳児と 6 歳児を対象に数式表記の理解を調べた。課題として計算問題(加算・減算問題)と数理解課題(新版 K 式発達検査の数選び課題と K-ABC 検査の順序数・多少判断の問題),数式表記課題(計算問題の加算の数式を書く課題),数式記号選択課題を与えた。計算課題は数字の大小によって答えが 5 以下(〜4),5〜9,10 以上の 3 種類の問題を作成し,文章題を課した。数式記号選択課題では演算記号の箇所が空白になった加算・減算の数式を記したカードを提示し,記号を示す 6 枚のカード(+,-,×,÷,=,記号)から該当するものを選択させた。数書字課題・数式表記課題では B 4 紙とマーカーを与えて書かせた。

(5) 1 歳〜3 歳の縦断研究では 7 名(男児 3 名,女児 4 名)の対象児を 1 歳代から約 2 年間にわたり縦断的に調査をおこなった。対象児の研究への参加月齢は 1:0 が 1 名,1:6 が 1 名,1:7 が 3 名,1:10 が 1 名,2:2 が 1 名であった。本調査では対象児の母親に毎月質問票を渡して 数関連行動,文字関連行動,その他の発達関連事項に関して回答を求めた。分析は対象児毎に数行動に関するエピソードに番号を付けて整理をし,その発達の特徴を抽出した。また,文字行動に関しても同様な分析をした。

4. 研究成果

(1) 質問紙調査では年齢に基づく各質問項目の出現率と出現頻度を分析したところ,2 歳代に数唱と年齢回答に関する項目が,3 歳〜4 歳に数読字と環境に提示された数字認識が,5 歳代に数操作として加算と減算,数書字が出現した。また,出現頻度に関する因子分析の結果は 3 因子,「数操作」,「数認識と読字」と「数字を言う」と「数える」が抽出され,上記の発達過程と対応していた。本結果から幼児期における多様な数能力の発達順序が明らかになった。また,因子分析の結果からはこれらの数能力を集約して関係づけ,さらに数読字・数書字を数能力の発達過程の中に位置づけて捉えることができた。

(2) 年少幼児の面接調査では数表記の読字・書字と数概念・数関連能力を測る課題の発達ならびに課題間の関連性を検討した。各課題の結果を Table 1 と Table 2 に示す。結果から計数を示す積木・丸 10・丸 13 は 2.5 歳でできなかったが,3 歳に積木で 22%が,3.5 歳に約 50%がこれらの課題で正答した。数唱 10(10 まで言えた場合)は 3 歳代から次第に増加した。基数を示す数選び課題は年齢にとまって正答数が増加した。数読字・数

書字では数の大小で結果が異なったが,3.5 歳代に 10 までの読字が,4 歳代から書字が可能になった。年齢を統制した課題間の偏相関の結果では数唱が有意に計数や基数,読字と関連し,数能力の発達の基礎となることが示唆された。また,積木と丸の間,読字と丸・数選びの間,読字と書字の間に有意な相関がえられた。積木ではなく,丸 10 が読字と関連したことはある程度の計数ができることが数読字の発達に必要であることを示唆している。なお,環境中の数表記の影響を検討した数認識課題はいずれの課題とも有意な相関がえられなかった。数認識課題に関しては,今後,再検討が必要である。また,文字・数字・描画の表記システム間の関係については描画が最も早期に発達し,次いで数字,最後に文字が発達した。この結果は対象を表す写像関係が描画で理解しやすいこと,また,文字よりも数字が早期に発達したことは数では習得すべき字数が少ないことによると推測された。

Table 1 正答人数%

年齢	課題			
	積木	丸 10	丸 13	数唱 10
2.5	0	0	0	0
3	22.2	0	0	11.1
3.5	72.2	55.6	44.4	38.9
4	90.9	81.8	72.7	72.7

Table 2 平均正答数

年齢	課題			
	数選び	読字〜10	10〜	書字〜10
2.5	1.00	1.20	.00	.00
3	1.82	1.56	.00	.22
3.5	2.28	4.83	.11	1.28
4	3.91	8.09	1.55	4.45

(3) 本研究では数読字と数書字に分けて分析をおこなった。

数読字に影響を与える変数の検討。ここでは数の大小を考慮し,数選びと数読字の両課題で数を「1 4 の数」「5 10 の数」の 2 つに区分して分析した。なお,数読字では「11 以上の数」も加えた。数読字は正しく読まれた数字の数(正答数)を指標とした。各課題の結果を Table 3 に示す。これらの正答数について「数字 1〜4」「5〜10」「11 以上」を従属変数とし,それぞれに関して数概念課題の積木・丸 10・丸 13・数選び(3,4)・数選び(6,8)を説明変数とするステップワイズ法による重回帰分析を年齢群ごとにおこなった(Table 4)。その結果,3 歳児と 4 歳児において次の 3 点が明らかになった。4 までの数の 1 対 1 対応の原理の理解が 1〜4 の数読字数に(4 歳児においては 5〜10 の数字の読字数にも)影響した。4 までの基数理解が 1〜10 の数読字数(3 歳児においては 11 以上の数読字数にも)に影響した。4 歳児

では8までの数の基数理解が11以上の数読字数に影響した。なお、5歳児においては全員が満点である課題が多かったためにモデルの検証はできなかった。

Table 3 各課題の平均正答数

年齢	積木	丸 10	丸 13
3	.90	.80	.50
4	.95	.89	.84
5	1.00	1.00	1.00

数選び		数読字		
3, 4	6, 8	1-4	5-10	11-
1.20	.70	3.10	3.70	1.40
1.68	1.16	3.21	4.53	1.58
2.00	1.75	4.00	5.70	3.50

Table 4 数読字数における重回帰分析

3歳児	1-4	5-10	11-
積木	.412*		
数選び(3,4)	.635**	.920***	.839**
数選び(6,8)			
Adj-R ²	.811	.828	.667

4歳児	1-4	5-10	11-
積木 4	.436*	.315*	
数選び(3,4)	.426*	.702***	
数選び(6,8)			.473*
Adj-R ²	.396	.664	.178

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

Table 5 数書字数における重回帰分析

	3歳	4歳	5歳
丸 13		.385*	
数読字数	.820**	.655**	.402*
月 齢			.437*
Adj-R ²	.632	.558	.421

** $p < .01$, * $p < .05$

数書字に影響を与える変数の検討。数読字と数書字の正答数を得点化して総得点を各指標として用いた(数の大小による区分はおこなわなかった)。平均読字数(標準偏差)は3歳児 8.70(5.70), 4歳児 10.00(5.02), 5歳児 14.10(2.08), 平均書字数は3歳児 2.60(1.90), 4歳児 5.95(4.49), 5歳児 10.25(2.63)であった。数書字数を従属変数とし、積木・丸10・丸13・数選び(3,4)・数選び(6,8)・数読字数および月齢を説明変数とするステップワイズ法による重回帰分析を年齢群ごとにおこなった。結果は

Table 5 に示す (Table 5 には有意な影響が見られなかった変数は除外した)。その結果、いずれの年齢群においても数読字数が数書字数に影響を与えた。数概念が数書字数に与える影響については4歳児における丸13で見られたのみであった。また、月齢は5歳児のみで数書字数に影響した。数読字と数概念との関連を検討した結果では1対1対応の原理や基数原理の理解が数読字数に有意な影響を与えたが、数書字ではこれらの数概念はほとんど影響を与えず、数書字数に影響を与えたのは主に数読字数であった。ただし、数読字がほとんど可能な5歳児では月齢も数書字数に影響を与えていた。幼児期の終盤では数読字数だけではない、生活の中で数表記と関わる何らかの経験の積み重ねが数書字数に影響を与えた可能性が示唆された。

(4) 数式表記の面接調査では数表記の読字・書字と数式表記の発達、計算問題ならびに数能力関連課題との関連性を検討した。5歳児と6歳児では1~9までの数読字数で年齢差がなかったが、10以上の数の読字では6歳児で正答率が多かった。数書字では6歳児が5歳児よりも多くの書字ができた。計算課題では6歳児で5歳児よりも正答数が多かった。計算問題の数式表記は5歳児で書けなかったが、6歳児では対象児の15%が書くことができた。数式書字では数式の答えのみを書く、演算記号無しの数値の列記などが見られた。数式記号選択課題では正答に1点を与えて結果を算出したところ(2点が満点)、加算が減算よりも有意に正答数が多く、6歳児が5歳児よりも多くの正答をした (Table 6)。

Table 6 数式記号選択課題の平均正答数

年齢	加算		減算	
	+	=	-	=
5	.95	.80	.70	.65
6	1.25	1.30	.85	.65

年齢を統制した偏相関の結果は大きい数の計算問題ができる場合に記号選択課題との間に有意な相関が見られた。本結果は10以上の数能力が数式表記の理解と関連することを示唆している。以上の結果から数式表記は両年齢でできなかったことから、数表記と数式表記、計算操作と数式表記は関連せず、独立に発達する可能性が示唆された。

(5) 縦断研究の結果では数能力の発達に個人差が見られたが、1歳代に先ず養育者を模倣して数唱の萌芽が認められた。また、特定の状況と結びついた数字・数表記の理解が出現した。2歳代には数唱を自力で数詞10まで唱えることが可能になり、さらに、数詞を用いて事物を数える計数が始まった。また、環境中の時計・カレンダー・図鑑などの数字に関心をもって数字を認識することも見られた。3歳代には数詞が10以上に拡大し、1

対1対応で指差して少数の事物を数えることができた。3歳代には数読字・数書字も始まったが、最初は特定の数に限定されていた。縦断研究の結果から数理解・産出が年齢にもなって段階的に進展することが認められたが、その際に養育者の教示・働きかけや教育玩具の関与が大きいことが示唆された。

以上の研究から数表記における数読字・数書字の発生・発達過程が明らかになり、また、数読字は数概念課題・数関連課題の数唱・計数・基数理解の影響を受けることが示された。他方、数書字は数読字と月齢が影響することが判明した。縦断研究の結果から発達初期に養育者の働きかけを通じて数詞や計数を習得する様子が窺われた。今後は数の発達ならびに数表記の発達に影響する要因を詳細に検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

山形 恭子 数の理解と産出における初期発達 - 数表記・計数を中心とした研究の概観 -、京都ノートルダム女子大学研究紀要、査読無し、45巻、2015、pp. 71 - 83

<http://id.nii.ac.jp/1057/00000184/>

古池 若葉 幼児における数概念と数字の読みの因果関係、京都女子大学発達教育学部紀要、査読無し、10号、2014、pp. 87 - 91

<http://hdl.handle.net/11173/1505/>

山形 恭子 絵本課題における表記知識・手続き的知識の発達、発達心理学研究、査読有り、23巻、2012、310 - 319

[学会発表](計18件)

山形 恭子、古池 若葉 数の理解と産出に関する縦断研究(2) - 2歳代の分析 -、日本発達心理学会第26回大会論文集、P.6-054、2015年3月21日、東京大学(東京都文京区)

古池 若葉、山形 恭子 幼児における数表記の理解と産出の発達(7) - 数概念・数字の読み・年齢に関する検討 -、日本発達心理学会第26回大会論文集、P.6-063、2015年3月21日、東京大学(東京都文京区)

山形 恭子、古池 若葉、数式表記と数操作の発達(2) - 5,6歳児における演算記号の理解 -、日本教育心理学会第56回総会発表論文集、p.538、2014年11月8日、神戸国際会議場(兵庫県神戸市)

古池 若葉、山形 恭子、幼児における数表記の理解と産出の発達(6) - 1対1対応の原理と数字の読み書きの関連 -、日本教育心理学会第56回総会発表論文集、p.900、2014年11月9日、神戸国際会議

場(兵庫県神戸市)

Yamagata, K., & Koike, W. Early development of numerical notation: Relations to the number-related tasks.

The 16th European Conference on Developmental Psychology. 2013年9月6日、University of Lausanne (スイスローザンヌ)

Koike, W., & Yamagata, K. Development of numerical notations: Relation between number reading and number concepts. The 16th European Conference on Developmental Psychology. 2013年9月6日、University of Lausanne (スイスローザンヌ)

山形 恭子、古池 若葉 数表記の理解と産出の初期発達(3) - 文字・描画の産出との関連 -、日本心理学会第77回大会発表論文集、2013年9月19日、札幌コンベンションセンター・札幌市産業振興センター(北海道札幌市)

古池 若葉、山形 恭子 幼児における数表記の理解と産出の発達(2) - 数概念課題と数字の読み課題の関連 - 日本発達心理学会第24回大会発表論文集、2013年3月17日、明治学院大学白金キャンパス(東京都港区)

[図書](計1件)

山形 恭子、風間書房、表記活動と表記知識の初期発達、2013、213

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

山形 恭子 (YAMAGATA, Kyoko)

京都ノートルダム女子大学・心理学部・教授

研究者番号：20085963

(2)研究分担者

古池 若葉 (KOIKE, Wakaba)

京都女子大学・発達教育学部・教授

研究者番号：40307690