

平成29年度 発達障害に関する教職員等の理解啓発・専門性向上事業  
(発達障害の可能性のある児童生徒に対する教科指導法研究事業)  
成果報告書

実施機関名 (国立大学法人 筑波大学)

1. テーマ

発達障害の子供たちの算数のつまずきや通常の学級の子供達の集団のつまずきから、通常の学級における算数教科の指導において、さらに補充した方がいい内容について実証的に検討を行う。

2. 問題意識・提案背景

- ・ 計算評価システムなどを用いた算数困難についての研究の中で、小学校1年時には、10までの足し算・引き算、繰り上がりのある足し算・繰り上がりのある引き算を学習するが、特に20までの繰り上がりのある足し算、繰り下がりのある引き算については、小学校6年生になってもなかなか自動化に至らない子供達が多く、また困難な計算式もあることが示されてきた。
- ・ 計算の自動化という点では、小学校6年生ではかけ算、たし算（繰り上がり含む）、割り算、ひき算（繰り下がり含む）の順で習得率が高かった（熊谷・田部井・山本, 2017）。しかし乗除算でつまずく子供は、やはり加減算が完全に習得されていないことが推測された。
- ・ ドットのサビタイジング課題においては、4まではドットの並びによっては、自動化していくが、5というものは、子供達にとって非常に難しいことが明らかとなった（熊谷・山本, 2016）。
- ・ 小学校1年生のはじめには、5までの数の合成・分解に関する学習時間が確保されておらず、これについては、より丁寧に学習する時間を設ける必要があると考えている。
- ・ 九九の範囲のかけ算・割り算については、日本には、九九を唱える方法があり、それが自動化に際しては非常な助けとなっているが、乗数・被乗数が大きなものは、時間がかかったり正答率が低くなったりしていく傾向があると同時に、音での丸暗記に終始しており、九九の範囲であっても割り算になると全く暗算レベルにはならない子供達が非常に多くいることが明らかとなった。小学校2年生における九九の学習は、2の段や5の段から始めるが、その後、九九の学習において何を手掛かりに時間をかければいいのかについても検討を要する。
- ・ 小学校5年生における学習の異分母分数の概念や分数計算は、知的能力が境界線にある子供達にとっては習得が困難であることが明らかとなっている。高校に至っては、チャレンジスクールやエンカレッジスクールにおいて、小学生・中学生の内容が理解できずにいる生徒が高校数学をやらなければならない状態がある。

### 3. 目的・目標

本年度は、我々がもっている計算評価システム（iPadのアプリ）で、全学年の子供たちの加減乗除の計算の計算時間、正答率の測定を行うこと（7月：乗除算中心課題、11～12月：加減算中心課題）、小学校3年生で特に補充学習を希望している保護者の子供たちに対して、5までの合成分解、繰り上がり繰り下がり等の学習の指導案を開発し、それを集団で行うことによって、計算時間や正答率にどのような効果があるかを実証的に検討する。

算数教科における重点化すべき点を明らかにする。

### 4. 主な成果

#### 計算の検査の測定方法

##### 1) 課題内容と実施方法

タブレット PC(iPad)に課題を提示し、回答と回答までにかかった反応時間を計測した。提示条件は、問題と同時に複数の選択肢で構成された答えが提示され(図1)、選択肢から正答だと思う選択肢を選び、画面上をタッチする形式です。タッチした場所には赤い丸の標識が付き、一度の答え直し（タッチし直し）を認めました。問題の提示時間はそれぞれ3秒から5秒の間で設定しました。課題の内容は以下の通りです。制限時間を越えた課題を「無答」とした。

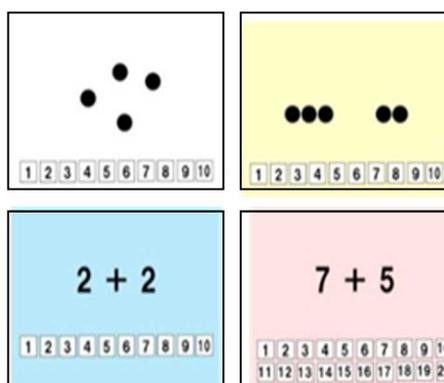


Fig.1 課題イメージ

Table 2 課題の種類と問題数及び制限時間

ドットの計数課題		計算式の課題			
サビタイズ図	合成・分解図	たし算	ひき算	くりあがり	くりさがり
20問	25問	29問	27問	20問	18問
5秒	5秒	3秒	3秒	5秒	5秒

同様に、加減乗除算に関する検査も行った。

Table 3 各課題の問題数とイメージ図（提示時間全て3秒）

たし算	ひき算	かけ算*1		わり算*1
		正解式	誤答式	
10問	10問	50問	50問	50問

3年生のみに行った加減算中心課題の計算評価システムにおいて計算の困難度について、正答率と反応時間の2つの要素で群に分けた。

# 1. 全学年の検査 1

## (1) 乗除算を中心とした計算評価システムによる検査結果

Table 1-1 学年別参加人数

3 年生	4 年生	5 年生	6 年生
197 名(210 名)	194 名(197 名)	183 名(188 名)	157 名(160 名)

2017 年 7 月 13 日(木)、14 日(金)に全クラスで実施した。

1 時限目(8:45～ 9:30)

2 時限目(9:35～10:20)

3 時限目(10:50～11:30)

4 時限目(11:40～12:25)

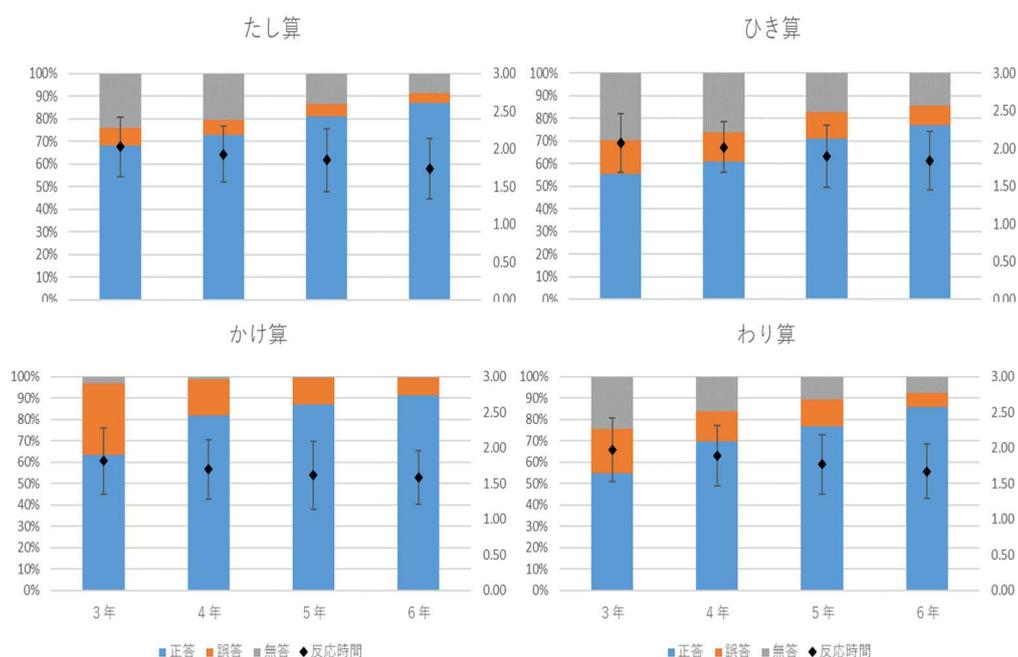


Fig. 1-2 学年ごとの正答・誤答・無答率及び反応時間の課題別比較  
(棒グラフ：正答率(左縦軸%)、点グラフ：反応時間(計算時間)(右縦軸 msec))

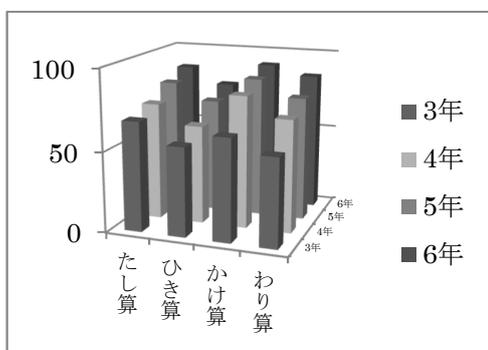


Fig. 1-3 学年別正答率の推移  
(縦軸正答率%)

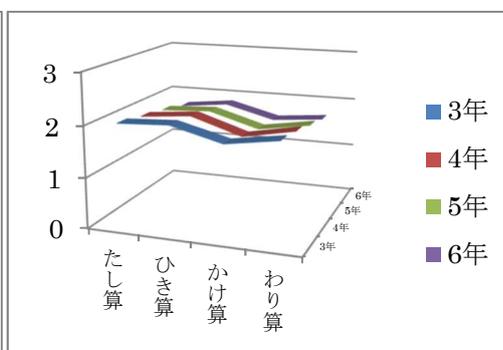


Fig. 1-4 学年別反応速度(計算時間)の推移  
(縦軸：秒)

Fig. 2, 3, 4 を見ると、学年進行と共に各種演算の正答率が高くなり、反応速度も短くなる傾向はあるが、かけ算が一番正答率が高く、なおかつ反応速度が短いにもかかわらず、加減算はそれよりも正答率が低く、反応速度が長いことが明らかとなった。

## (2) 加減算を中心とした計算評価システムによる検査結果

A 小学校1年生から4年生（全23学級847名）。このうち、欠席及びデータに不備のなかった1年生236名(224名)、2年生211名(199名)、3年生201名(197名)、4年生197名(188名)を分析対象としました(Table 2-1)。

Table 2-1 学年別参加人数

1年生	2年生	3年生	4年生
236名(224名)	211名(199名)	201名(197名)	197名(188名)

実施日：2017年11月29日(水)、11月30日(木)、12月1日(金)

### 1) ドットの一目把握について

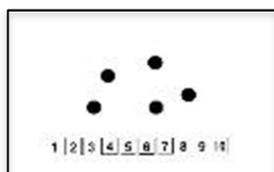


Fig. 2-1-1 ドット一目把握の問題例

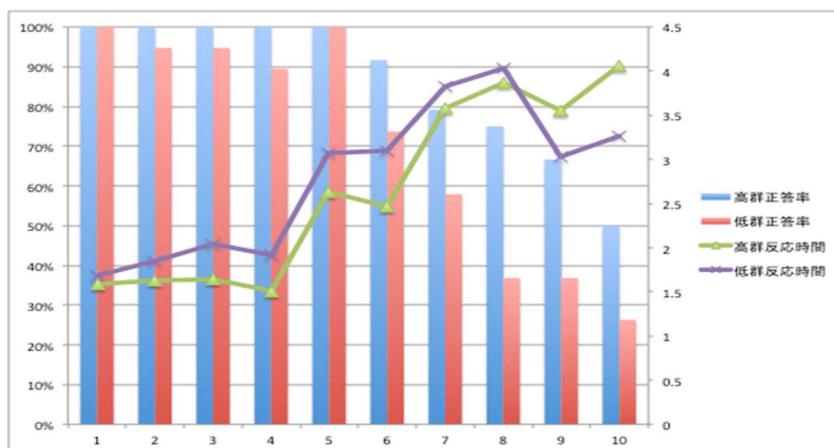


Fig.2-1-2 足し算正答率高群と低群のドットの一目把握（サビタイジング）正答率と反応時間（縦軸：右） 反応時間(秒)、縦軸：左） 正答率(%）、横軸；ドットの個数

また、Fig.2-1-2 のように、足し算の正答率が高い群（高群）と足し算の正答率の低い群（低群）のドットの一目把握課題の正答率を見ると、ドットが5までの把握すら正答率が100%に足らず、また、4までは一目把握することができるが、5以上になると反応時間が急激にのび、時間がかかっていることさらに、足し算の正答率低群では、時間がかかっていることが明らかとなった。このことから、5までの合成分解が自動的にできない子供達は、計算が遅れていると考えられた。よって、5までの合成分解の重要性が指摘された。

## 2) 計算の正答率と反応時間の学年別平均と学年推移

[たし算] [ひき算] [くり上がり] [くり下がり] の各課題ごとの正答率と反応時間の学年平均を算出し、先行調査であった 2016 年度の A 小学校のデータと比較した(Table2-2)。なお、2016 年度については、本事業の前に行った。その結果、1 年生は [ひき算] [くり上がり] [くり下がり] の 3 課題において正答率が 2016 年度のデータよりも高く、また、[くり上がり] [くり下がり] においては反応時間も速い結果だった。特に、1 年生は [くり上がり] の正答率が 16% も高い結果だった。2 年生、3 年生、4 年生は [くり下がり] の課題において正答率が高く、反応時間も速い結果だった。しかし、全ての学年で [たし算] は正答率が低く、反応時間が遅い結果でした。また、2 年生の [くり上がり] の正答率は 10% も低く、4 年生の [ひき算] は 10% も低い結果だった。

各課題の正答率と反応時間の学年推移をグラフで表した(Fig.3-1)。結果、学年が上がるごとに正答率は高くなり、反応時間は速くなる傾向があり、3 年生から 4 年生では目立って大きな変化は認められなかった。

Table2-2 課題の正答率と反応時間の学年平均と先行研究(2016)との比較

		1年	2年	3年	4年
たし算	正答率	75% (-6%)	86% (-8%)	92% (-4%)	93% (-4%)
	誤答率	8%	6%	4%	4%
	無答率	17%	8%	5%	3%
	時間	2.07 (+0.2)	1.95 (+0.32)	1.83 (+0.32)	1.72 (+0.28)
ひき算	正答率	58% (+5%)	76% (-4%)	85% (+4%)	81% (-10%)
	誤答率	12%	10%	7%	12%
	無答率	29%	14%	8%	8%
	時間	2.05 (+0.17)	1.85 (+0.09)	1.68 (+0.11)	2.31 (+0.62)
くり上がり	正答率	54% (+1%)	75% (-15%)	86% (-4%)	87% (-5%)
	誤答率	21%	14%	7%	7%
	無答率	25%	11%	7%	6%
	時間	2.76 (-0.16)	2.36 (-0.11)	2.12 (-0.14)	1.95 (-0.18)
くり下がり	正答率	47% (+16%)	68% (+3%)	81% (+6%)	81% (+1%)
	誤答率	28%	18%	10%	12%
	無答率	25%	13%	9%	8%
	時間	3.03 (-0.29)	2.72 (-0.37)	2.49 (-0.29)	2.31 (-0.4)

※ ( ) 内は先行研究と比較した値

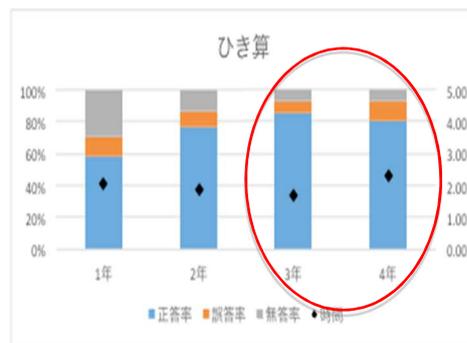
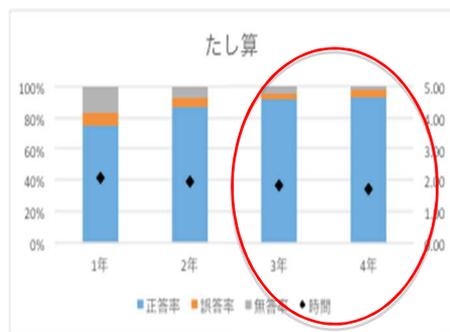


Fig.2-2-1 足し算・引き算の正答率・誤答率・無答率

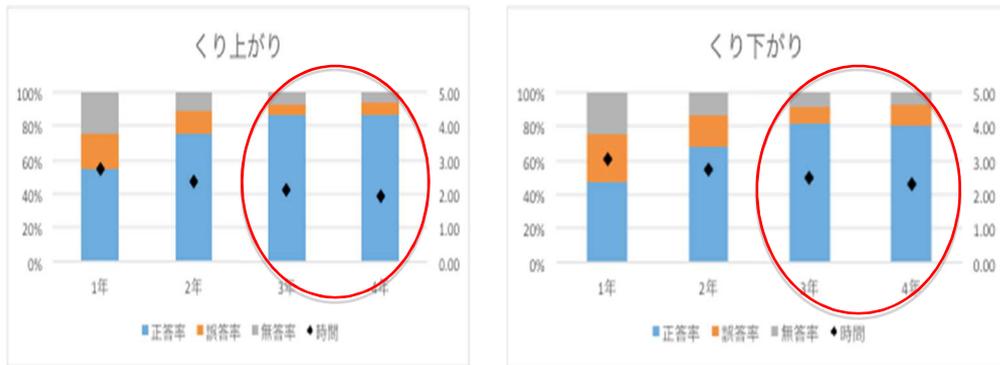


Fig.2-2-2 課題の正答率と反応時間平均の課題別学年推移

### 3) 学年別の結果

#### 3)-1 1年生の結果

1年生の各課題の正答率と反応時間の平均を算出し、学年全体の平均(Table3-1-1, Fig.3-1)と、各クラスごとの平均を示した(Table3-1-2)。正答率の学年平均は[たし算]75%、[ひき算]58%、[くり上がり]54%、[くり下がり]47%の順で高い結果だった。反応時間の学年平均は[ひき算][たし算][くり上がり][くり下がり]の順で速い結果だった。各クラスごとの正答率と反応時間はクラス間で差が認められた。正答率の平均の低いクラスは標準偏差も大きい傾向があった。つまり、クラス平均の低いクラスほど、クラス内でのばらつきが大きい傾向がある。

Table3-1-1 1年生の正答率と反応時間の学年平均

	たし算	ひき算	くり上がり	くり下がり
正答	75%	58%	54%	47%
誤答	8%	12%	21%	28%
無答	17%	29%	25%	25%
時間	2.07	2.05	2.76	3.03

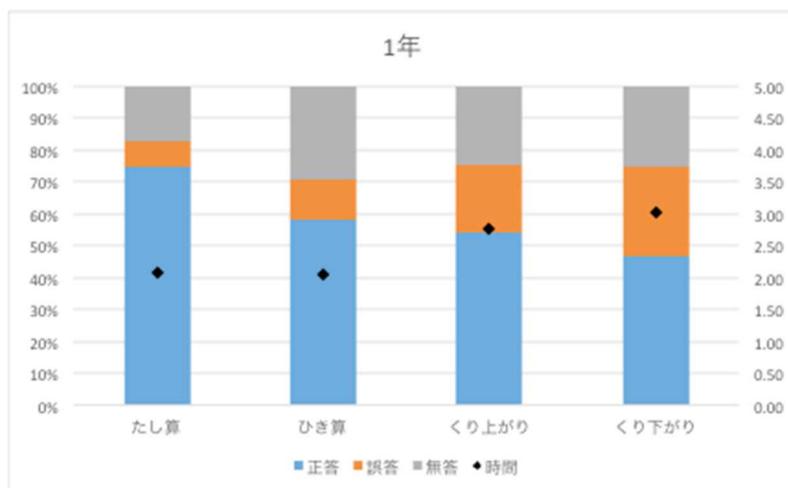


Fig.3-1 1年生の正答率と反応時間の学年平均

Table3-1-2 1年生のクラス別正答率と反応時間の学年平均

たし算						
	正答率(%)				時間(秒)	
	正答	誤答	無答	SD	時間	SD
1-1	77%	7%	16%	20%	2.08	0.65
1-2	80%	8%	13%	17%	1.96	0.62
1-3	78%	5%	17%	17%	2.12	0.71
1-4	77%	7%	16%	19%	2.05	0.69
1-5	73%	10%	18%	19%	2.07	0.70
1-6	72%	9%	20%	19%	2.07	0.66
1-7	68%	10%	22%	25%	2.15	0.72
平均	75%	8%	17%	20%	2.07	0.68

ひき算						
	正答率(%)				時間(秒)	
	正答	誤答	無答	SD	時間	SD
1-1	59%	11%	30%	24%	2.04	0.41
1-2	63%	15%	22%	26%	2.01	0.41
1-3	62%	9%	29%	21%	2.07	0.42
1-4	61%	14%	25%	26%	2.02	0.44
1-5	60%	13%	27%	24%	2.05	0.45
1-6	47%	13%	40%	20%	2.12	0.47
1-7	55%	13%	32%	27%	2.06	0.40
平均	58%	12%	29%	24%	2.05	0.43

くり上がり						
	正答率(%)				時間(秒)	
	正答	誤答	無答	SD	時間	SD
1-1	53%	20%	28%	27%	2.83	0.65
1-2	62%	22%	17%	31%	2.73	0.74
1-3	63%	14%	23%	25%	2.69	0.72
1-4	53%	23%	24%	30%	2.62	0.57
1-5	53%	20%	27%	29%	2.80	0.66
1-6	47%	25%	28%	28%	3.05	0.64
1-7	48%	24%	28%	32%	2.58	0.61
平均	54%	21%	25%	29%	2.76	0.66

くり下がり						
	正答率(%)				時間(秒)	
	正答	誤答	無答	SD	時間	SD
1-1	44%	28%	27%	31%	3.03	0.66
1-2	51%	30%	19%	31%	2.91	0.77
1-3	62%	17%	20%	28%	3.13	0.67
1-4	51%	28%	21%	34%	2.92	0.74
1-5	45%	29%	26%	27%	2.93	0.71
1-6	31%	36%	33%	28%	3.14	0.67
1-7	41%	29%	30%	33%	3.14	0.61
平均	47%	28%	25%	30%	3.03	0.69

3)-2 2年生の結果

2年生の各課題の正答率と反応時間の平均を算出し、学年全体の平均(Table3-2-1, Fig.3-

2)と、各クラスごとの平均を示した(Table3-2-2)。正答率の学年平均は[たし算] 86%、[ひき算] 76%、[くり上がり] 75%、[くり下がり] 68%の順で高い結果だった。反応時間の学年平均は[ひき算][たし算][くり上がり][くり下がり]の順で速い結果だった。各クラスごとの正答率と反応時間はクラス間で大きな差は認められなかった。

Table3-2-1 2年生の正答率と反応時間の学年平均

	たし算	ひき算	くり上がり	くり下がり
正答	86%	76%	75%	68%
誤答	6%	10%	14%	18%
無答	8%	14%	11%	13%
時間	1.95	1.85	2.36	2.72

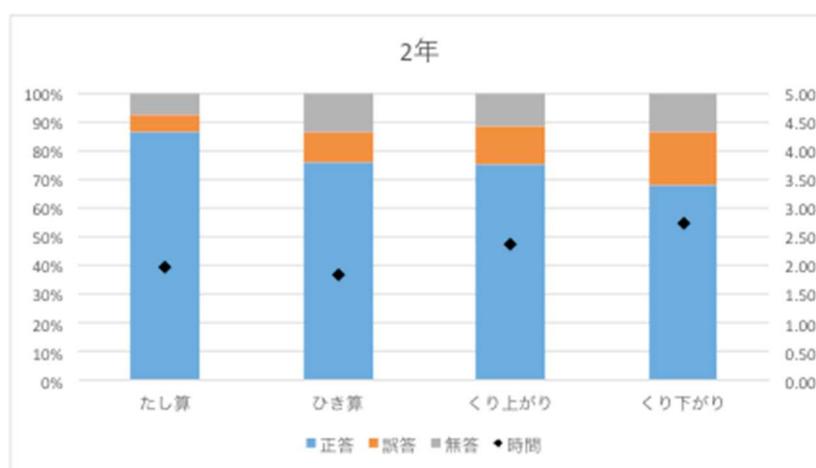


Fig.3-2 2年生の正答率と反応時間の学年平均

Table3-2-2 2年生のクラス別正答率と反応時間の学年平均

	たし算				
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
2-1	89%	4%	7%	1.96	0.72
2-2	84%	7%	9%	1.99	0.71
2-3	88%	5%	7%	1.88	0.64
2-4	85%	6%	9%	2.02	0.67
2-5	87%	7%	6%	1.90	0.72
2-6	85%	6%	9%	1.96	0.63
平均	86%	6%	8%	1.95	0.68

	ひき算				
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
2-1	80%	6%	14%	1.82	0.41
2-2	75%	11%	15%	1.92	0.42
2-3	79%	9%	12%	1.81	0.40
2-4	73%	12%	16%	1.88	0.43
2-5	79%	9%	11%	1.79	0.42
2-6	72%	15%	14%	1.85	0.42
平均	76%	10%	14%	1.85	0.42

くり上がり					
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
2-1	78%	9%	12%	2.30	0.62
2-2	73%	17%	10%	2.51	0.68
2-3	78%	12%	10%	2.32	0.62
2-4	72%	14%	14%	2.50	0.70
2-5	79%	11%	10%	2.21	0.66
2-6	71%	18%	11%	2.33	0.72
平均	75%	14%	11%	2.36	0.67

くり下がり					
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
2-1	72%	15%	12%	2.67	0.75
2-2	67%	21%	12%	2.71	0.61
2-3	70%	18%	13%	2.59	0.72
2-4	64%	18%	18%	2.86	0.74
2-5	71%	16%	13%	2.78	0.80
2-6	66%	23%	12%	2.70	0.71
平均	68%	18%	13%	2.72	0.72

### 3)-3 3年生の結果

3年生の各課題の正答率と反応時間の平均を算出し、学年全体の平均(Table3-3-1, Fig.3-3)と、各クラスごとの平均を示した(Table3-3-2)。正答率の学年平均は[たし算] 92%、[くり上がり] 86%、[ひき算] 85%、[くり下がり] 81%の順で高い結果だった。反応時間の学年平均は[ひき算][たし算][くり上がり][くり下がり]の順で速い結果だった。各クラスごとの正答率と反応時間はクラス間で大きな差は認められなかった。

Table3-3-1 3年生の正答率と反応時間の学年平均

	たし算	ひき算	くり上がり	くり下がり
正答	92%	85%	86%	81%
誤答	4%	7%	7%	9%
無答	5%	8%	7%	9%
時間	1.83	1.68	2.12	2.49

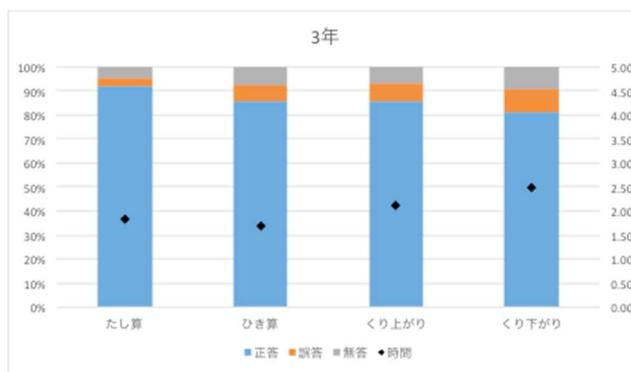


Fig.3-3 3年生の正答率と反応時間の学年平均

Table3-3-2-1 3年生のクラス別正答率と反応時間の学年平均

たし算					
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
3-1	92%	2%	5%	1.86	0.66
3-2	92%	3%	5%	1.80	0.64
3-3	92%	3%	4%	1.83	0.67
3-4	92%	4%	4%	1.77	0.68
3-5	90%	5%	4%	1.88	0.70
平均	92%	4%	5%	1.83	0.67

ひき算					
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
3-1	85%	7%	8%	1.73	0.37
3-2	87%	5%	8%	1.67	0.39
3-3	84%	9%	7%	1.69	0.40
3-4	88%	5%	7%	1.63	0.36
3-5	84%	9%	8%	1.68	0.41
平均	85%	7%	8%	1.68	0.39

くり上がり					
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
3-1	84%	7%	10%	2.17	0.62
3-2	86%	8%	6%	2.14	0.65
3-3	86%	7%	7%	2.17	0.66
3-4	89%	5%	6%	2.05	0.58
3-5	85%	9%	7%	2.05	0.61
平均	86%	7%	7%	2.12	0.62

Table3-3-2-2 3年生のクラス別正答率と反応時間の学年平均

	くり下がり				
	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
3-1	75%	13%	12%	2.58	0.71
3-2	83%	8%	9%	2.59	0.73
3-3	80%	11%	9%	2.50	0.70
3-4	88%	6%	7%	2.36	0.63
3-5	80%	10%	10%	2.41	0.65
平均	81%	9%	9%	2.49	0.68

## 3)-4 4年生の結果

4年生の各課題の正答率と反応時間の平均を算出し、学年全体の平均(Table3-4-1, Fig.3-4)と、各クラスごとの平均を示した(Table3-9)。正答率の学年平均は「たし算」93%、「ひき算」88%、「くり上がり」87%、「くり下がり」81%の順で高い結果だった。反応時間の学年平均は「ひき算」「たし算」「くり上がり」「くり下がり」の順で速い結果だった。各クラスごとの正答率と反応時間はクラス間で大きな差は認められなかった。

Table3-4-1 4年生の正答率と反応時間の学年平均

	たし算	ひき算	くり上がり	くり下がり
正答	93%	88%	87%	81%
誤答	4%	6%	7%	12%
無答	3%	6%	6%	8%
時間	1.72	1.54	1.95	2.31

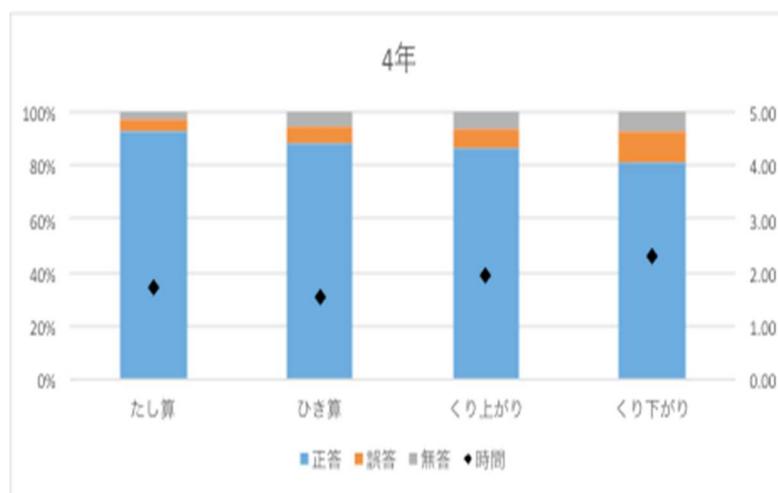


Fig.3-4 2年生の正答率と反応時間の学年平均

Table3-4-2 4年生のクラス別正答率と反応時間の学年平均

	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
4-1	94%	3%	3%	1.75	0.67
4-2	93%	3%	4%	1.72	0.61
4-3	94%	3%	3%	1.69	0.64
4-4	93%	4%	3%	1.72	0.61
4-5	91%	6%	2%	1.72	0.61
平均	93%	4%	3%	1.72	0.63

	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
4-1	88%	5%	7%	1.61	0.37
4-2	88%	5%	7%	1.52	0.34
4-3	90%	5%	5%	1.50	0.33
4-4	88%	6%	6%	1.55	0.35
4-5	85%	10%	5%	1.54	0.32
平均	88%	6%	6%	1.54	0.34

<り上がり

	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
4-1	86%	6%	8%	2.05	0.59
4-2	88%	6%	6%	1.83	0.51
4-3	90%	6%	4%	1.89	0.56
4-4	86%	7%	7%	1.99	0.58
4-5	84%	11%	5%	2.01	0.61
平均	87%	7%	6%	1.95	0.57

<り下がり

	正答率(%)			時間(秒)	
	正答	誤答	無答	時間	SD
4-1	80%	12%	9%	2.37	0.63
4-2	85%	7%	8%	2.23	0.64
4-3	82%	12%	6%	2.23	0.59
4-4	80%	12%	8%	2.35	0.54
4-5	77%	15%	8%	2.35	0.71
平均	81%	12%	8%	2.31	0.62

#### 4) 各クラスの計算困難児

学年平均より1標準偏差以上正答率が低い、または反応時間が遅い場合には、計算の困難があると仮定し、困難ポイントとしてチェックした。4課題のうちそれぞれ正答率で4ポイント、反応時間で4ポイントとして最大8ポイントまでポイントがつく仕組みである。

結果、最も困難ポイントの得点が高く困難度が重度であると推測される子供の人数の割合は、1年生19%、2年生15%、3年生12%、4年生10%でした(Table3-10)。学年が上がるにつれて重度困難のある子供の人数は減りますが、4年生になっても基礎的な加減算の暗算ができず、計算に時間がかかるという困難のある子供が10%程度存在することが示された。また、計算の困難は学年が上がっても継続されることが示された。

さらに、A小学校において重度計算困難と推定される子供の人数比が各クラスで大きく差があることが示されました。特に1年生において差が大きい結果だった。これは、就学前に計算の困難が予測されないままクラス編成が行われたことによるものと考えられる。しかし、計算の初期学習は1年生において行われることを考えると、就学以前の計算困難の早期発見の必要性が考えられる。

Table4-1 計算に困難のある子どもの人数と全体割合

	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	全体の割合
重度	6	4	2	6	5	11	10	19%
中度	4	5	2	0	5	4	0	8%
軽度	6	2	11	10	3	7	6	19%

	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	全体の割合
重度	2	7	4	6	5	7	15%
中度	4	8	3	9	2	5	15%
軽度	10	9	10	10	3	7	23%

	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	全体の割合
重度	6	4	6	3	5	12%
中度	5	10	5	4	8	16%
軽度	10	3	11	4	10	19%

	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	全体の割合
重度	6	4	2	3	5	10%
中度	5	3	4	6	3	11%
軽度	14	9	11	6	11	26%

#### 5) 考察

ここでは、計算困難群というのは、正答率の低さ、反応時間の遅さという2つの指標から、それぞれ学年の1SD以下であり、その低さ遅さの程度をさらに4段階にして表示

した。Table 4-1 これらはクラスごとに出されているが、1年生における重度の計算困難群19%は、このまま放って置かれるとその後4年生になっても同じレベルになってしまう重度の子供たちとなる。

1年生においては、入学時の情報が少ないためかクラス間差が大きく、A小学校では、1-6, 1-7に計算困難な重度の子供が固まってしまう。クラスサイズは30~35名であるので、約5名程度は、全体の中でも配慮が必要な子供たちということになる。

また、本研究で実施した時間を指標にした計算困難の評価システムにおいて、文部科学省(2012)の報告による「計算すること」「推論すること」に著しい困難のある学習障害児の割合より、多い人数の子供たちが検出された。これは、計算に時間がかかる子供が検出された結果である。計算に時間がかかるという困難は、子供にとって負担が大きく、学習に対する自信や意欲の低下につながる。よって、本調査によって検出された計算困難児に対し、何らかの支援が行われることが望まれる。さらに、学年が上がるごとに重度計算困難児の割合は減少していくが、4年生においても基礎的な加減算が自動化(暗算)しない子供が一定数存在することが明らかとなった。これは、一般的な方法で繰り返し学習や練習を積んでも成果が現れないということであり、特別な支援の必要性が考えらる。

また、1年生においてクラス間の重度計算困難児の人数割合に偏りがあった。これは、計算困難が予測されないままクラス編成が行われることによるものがあるが、1年生こそ基礎的な計算の学習期であることを考えると、就学前に計算困難のアセスメントを実施するか、または就学後のより早い時期に評価され、特別な支援を受けられることが望まれる。

## 5. 取組内容

② 教員養成課程等における教科の学習上のつまずくポイントに対する指導に関する教授法の開発

★1. 教科名 算数

★2. 対象とした学校、

港南小学校 1～6 学年（今回の指導対象は 3 年生）

★3. 対象とした児童生徒のつまずきの状況

★4. 教科における学習上のつまずきを把握するための方策

1) 実態把握の時期：平成 29 年 7 月

2) 実態把握の方法（実施者・方法）：

2) -1 課題内容と実施方法（全体の計算の検査と同様）

タブレット PC(iPad)に課題を提示し、回答と回答までにかかった反応時間を計測しました。提示条件は、問題と同時に複数の選択肢で構成された答えが提示され（図 1）、選択肢から正答だと思ふ選択肢を選び、画面上をタッチする形式です。タッチした場所には赤い丸の標識が付き、一度の答え直し（タッチし直し）を認めました。問題の提示時間はそれぞれ 3 秒から 5 秒の間で設定しました。課題の内容は以下の通りです。制限時間を越えた課題を「無答」としました。

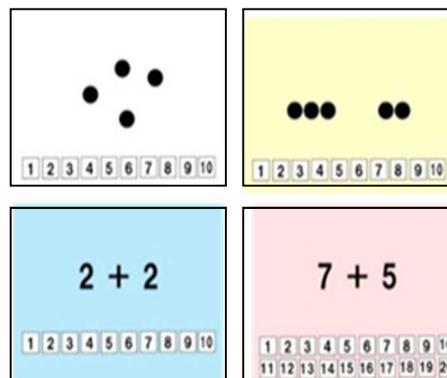


Fig.5-1 課題イメージ

Table 5-1 課題の種類と問題数及び制限時間

ドットの計数課題		計算式の課題			
サビタイズ図	合成・分解図	たし算	ひき算	くりあがり	くりさがり
20 問	25 問	29 問	27 問	20 問	18 問
5 秒	5 秒	3 秒	3 秒	5 秒	5 秒

3 年生のみに行った加減算中心課題の計算評価システムにおいて計算の困難度について、正答率と反応時間の 2 つの要素で群に分けた。

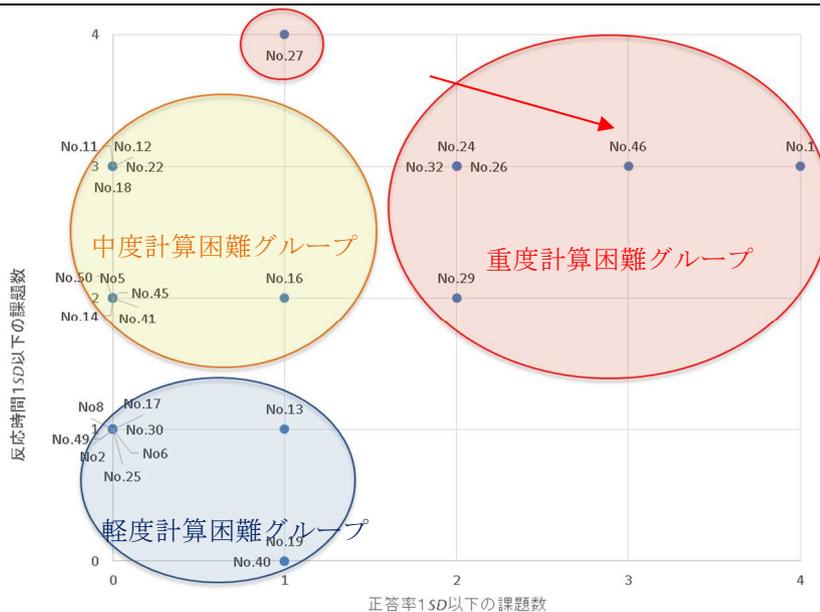


Fig.5-2 計算の困難度のグループ

(縦軸：反応時間に1SD以上遅れのあった課題数、横軸：正答率が1SD以上低か

Table 5-2 計算の困難度のグループ

重度	中度	軽度
No.1	No.5	No.2
No.24	No.11	No.6
No.26	No.12	No.8
No.27	No.14	No.13
No.29	No.16	No.17
No.32	No.18	No.19
No.46	No.22	No.25
	No.41	No.30
	No.45	No.40
	No.50	No.49

計算における困難の度合いを分類するために、正答率が1SD以下であった課題数を横軸に、反応時間が1SD以上遅かった課題数を縦軸にし、それぞれの課題数をポイント化してグラフに示した (Fig.5、Table3)。結果、グラフ右上に位置するグループ(赤)に No,27 の子供を加えて【重度計算困難グループ】、左上に位置するグループを【中度計算困難グループ】、左下のグループを【軽度計算困難グループ】とした。

## ★5. 実施した指導内容

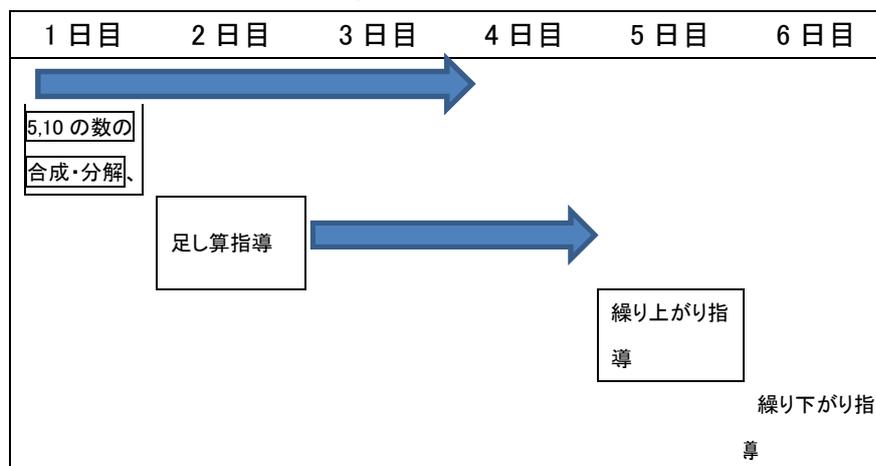
### ① 学習上においてつまづいている内容と指導

#### (1) 小学校3年生の中の補充学習希望者による小集団指導

計算のつまづきがある希望者30名に対しての指導を9月より実施している。

以下は、その中でも重篤な計算のつまづきのある子供7名に対する小集団指導である。

Table5-3 計算に関する指導（全6日目）



この指導前に、加減算中心課題の計算システムによる検査を実施した。現在、指導は6日目を終了、11~12月に加減算中心課題の計算評価システムによる検査を実施したところである。今年度末には、指導の効果を検証できる予定である。

② つまづいている背景・原因

5までの合成分解にまずはつまづいているために、その点を考慮し、指導案を作成した。

③ ①に対し実施した指導方法（工夫した点（授業中、授業外））

以下、指導案に記載

④ ③の結果（児童生徒の変容を含む）

分析途中

⑤ 効果がある具体的な指導方法

1. 5, 10の合成・分解、たし算(くり上がりなし)指導案

(1) 指導内容 5までの数の合成・分解と10までの数の合成・分解

10までの数の加算

(2) 関連する単元

【一年】 「なかまづくりとかず」、「いくつといくつ」、「あわせていくつふえるといくつ」、「のこりはいくつ ちがいはいくつ」

2. 算数に困難のある子供の計算指導

算数に困難のある子供のうち計算に困難のある子供は多い。答えは合っているけれども、いつまでも指を使っていたり、かんたんな計算にとっても時間がかかっていたりする子供である。このような子供は、計算ができないというわけではないので、見過ごされやすく、しかし、学年が上がるにつれ、計算が煩雑にあってくると困難が顕著になると考えられる。このような計算に困難のある子供の指導を行うにあたり、以下のような指導の重点が考えられる。

【数の概念の丁寧な指導と図と式のつながりの指導】

数の概念とは、主に序数性と基数性である。このうち、計算に困難のある子供は基数性の理解に困難のあることが考えられる。基数性の理解とはつまり、「3」という数がどれだけの量であるか感覚的に分かることであり、他の数に比べて大きい小さいかが判

断でき、心的なイメージの中で合成・分解ができることである。この力が備わった上に、計算の力が培われていくものと考えられる。よって、計算に困難のある子供に対し、数の概念、とくに基数性の指導の重要性が考えられる。また、数の合成分解のイメージを計算式とつなげていくことも丁寧に行う必要性が考えられる。

【式の交換法則の理解と式の弁別の指導】

計算に困難のある子供のうち、「 $3+5$ 」は速いのに、「 $5+3$ 」は遅かったりする子供がいる。これは、 $2$ 式が同じ答えを持つ両方向的な操作の計算式であるということが理解できていないことを示していると考えられる。また、「 $3+3$ 」のあとの「 $3+4$ 」は速いのに、「 $3+4$ 」だけを出題すると戸惑う、などの様子がある子供がいる。これは、順番に出題されれば機械的に(答えが順番に1増えていく)答えを出せるが、それぞれの計算式同士が個別に弁別されていないことが考えられる。よって、基数性をもとにした式の交換法則の指導と、計算式の弁別を行う指導を丁寧に行うことの重要性が考えられる。

3. ICT 機器の活用について～特別な支援が必要な児童の学習活動の観点から～

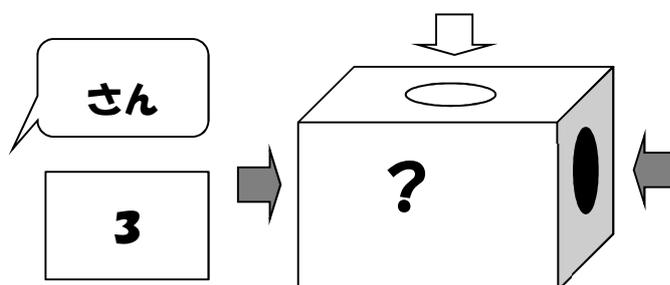
従来、計算の初期指導において、数ブロックを操作する学習が多く行われている。具体物を操作し、体験的に学ぶことは重要である。しかし、注意に問題のある子供の場合、目の前の数ブロックに惹きつけられ、教員の指示に注意をむけにくくなっていたり、手指に不器用さのある子供は授業展開に操作がついていけなかったり、こだわりの強い子供が、ブロックを一直線にきれいに並べたいがために時間をかけていたり、ねらった学習内容が上手く習得されない状況が起きていることが考えられる。

そこで、本指導では ICT 機器を活用し、【電子黒板】を用いて全体指導に注意・集中させ、アニメーションを用いて具体物の操作と同等な視覚的イメージをもたせていくことをねらう。また、アニメーションは容易に複数回の再生が可能であり、高い練習・復習効果が期待できると考える。

4. 展開

	学習活動	指導内容
導入	○『後出しじゃんけん』に取り組む。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・指導者が出した後にワテンボ遅く出す。</li> <li>・「じゃんけん・ぼん(指導者)・ぼん(子供)」のリズム。</li> </ul>
展開	活動①『5じゃん』に取り組む。 『4じゃん』『3じゃん』『2じゃん』に発展する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>じゃんけん ぼん!</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ぼん!</p> </div> </div>	○5の補数の指導 ・『後出しじゃんけん』のリズムで指導者の出した指の数にあといくつで5になるかを考え、指を出させる。 ○5の補数と計算式の指導 ・『5じゃん』に対応した加算の式を指導する。 (2と3で $5 \rightarrow 2+3=5$ )

活動②『?ボックス』に取り組む。



○5 以下の数の合成・分解の指導

- ・箱の上部に開いた穴から片手を入れ、中から指示された数だけブロック（1cm 立方体）を取り出させる。

- ・箱の左右に開いた穴から両手を入れ、片手に1以上のブロックを持って、箱の外で指示された数になるように取り出させる。

○5 以下の数の合成・分解と加算の式の指導

- ・具体物の合成・分解と対応した計算式を指導する。

- ・「1と2で3」→「 $1 + \square = 3$ 」→「 $1 + 2 = 3$ 」の順に確認する。

○加法交換法則の指導

- ・数図を回転させても数量は変化しないことを理解させ、計算式に置き換えても同等である加法交換法則について理解させる。

活動③『さかさま式にだまされるな!』に取り組む。



○10 の補数の指導

- ・『10 じゃん』手続きは『5 じゃん』と同じ

- ・『10 の歌』『10 わのニワトリさん』の活動を通してリズムや語呂合わせで10の補数を記憶させる。

○10 の補数と計算式の指導

- ・『10 じゃん』に対応した加算の式の指導

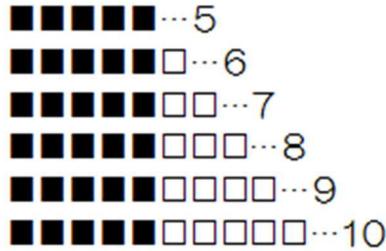
- ・「7と3で10」→「 $7 + \square = 10$ 」→「 $7 + 3 = 10$ 」の順に確認する。

活動④『10 じゃん』『10 の歌』『10 わのニワトリさん』に取り組む。

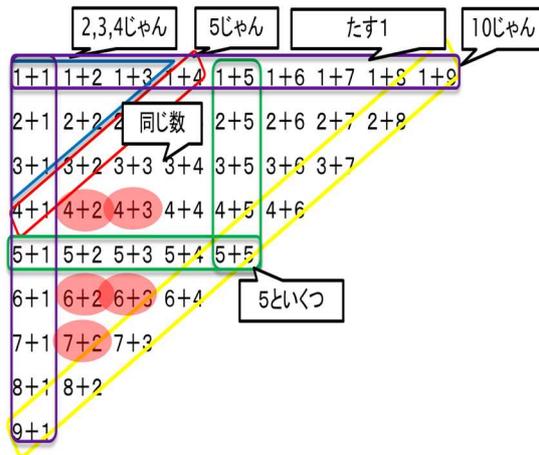


○5 を基数とした6以上10以下の数の

活動⑤『5といくつ』フラッシュカードに取り組む。  
 活動⑥『数の階段～たす1～』に取り組む。



活動⑦『計算はかせになろう！』に取り組む。



【ジューゴン】  
 ・十進法によるくり上がり  
 のある加算

$$\begin{array}{r} 10 \\ 9 + 3 = 12 \\ \quad 1 \quad 2 \end{array}$$



【イッケー】  
 ・減加法によるくり下が  
 りのある減算

$$\begin{array}{r} 10 \\ 16 - 9 = 7 \\ \quad 1 \quad 6 \end{array}$$

【ゴゴドン】  
 ・五・二進法によるくり上  
 がりのある加算

$$\begin{array}{r} 3 \quad 5 \quad 5 \quad 2 \\ 8 + 7 = 15 \\ \quad 10 \end{array}$$



【モットン】  
 ・減々法によるくり下が  
 りのある減算

$$\begin{array}{r} 10 \\ 12 - 3 = 9 \\ \quad -1 \end{array}$$

学習

・2色で色分けされたブ  
 ロックのフラッシュカ  
 ードを見て、ブロックの  
 数を判断し、口頭で答  
 える。

○フラッシュカードに対  
 応した加算の式の指導

・「5+1=6」、「5+2=7」  
 と計算式を対応させて  
 指導する。

○階段状にならんだフラ  
 ッッシュカード

○活動⑤のフラッシュカ  
 ードを並べて、数が1つ  
 大きくなると、ブロッ  
 クが1個増えることを確認  
 させ、「□+1」「1+□」は  
 □の次の順序数であるこ  
 とに気付かせる。

○計算式の分類の学習

・和が10以下の加算の  
 一覧表を見て、これまで  
 の活動で理解してきた  
 計算をそれぞれの活動  
 グループとして計算式  
 を分類していく。

・今までの活動グル  
 ープでは分類されなかつ  
 た5つの計算式につい  
 て、どのようにすれば覚  
 えやすくなるか、自分  
 などの工夫を考え、お互  
 いに交流し合う。

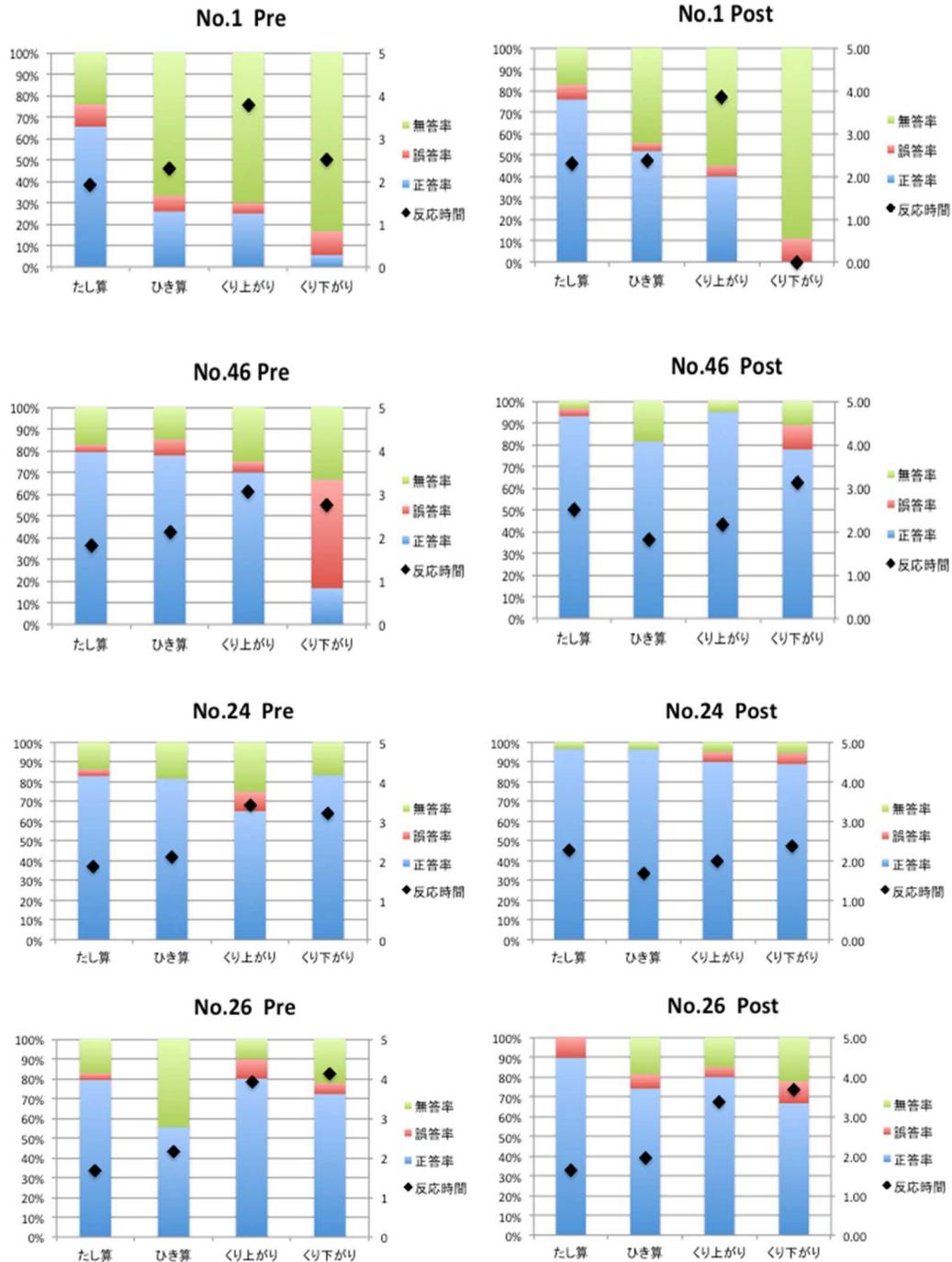
※「3+4は3+3に1増  
 えているので、3+3=6に1  
 増えて、3+4=7になる。」  
 というように既知の式との  
 関連に基づいて理解させる。

○繰り上がり、繰り下がり  
 は左図のように、「大きな  
 数を食べってしまう計算  
 かいじゅう」、「小さい  
 数しか食べられない計  
 算かいじゅう」など計  
 算かいじゅうを登場  
 させる。

## 5. 結果

### 1) 指導前の状態

7名の計算測定システムにおける各演算の正答率・誤答率・無答率また、反応時間を示した (Fig.5-3)。このような状態から、たし算すらままならない3年生児童がいることがしめされている。



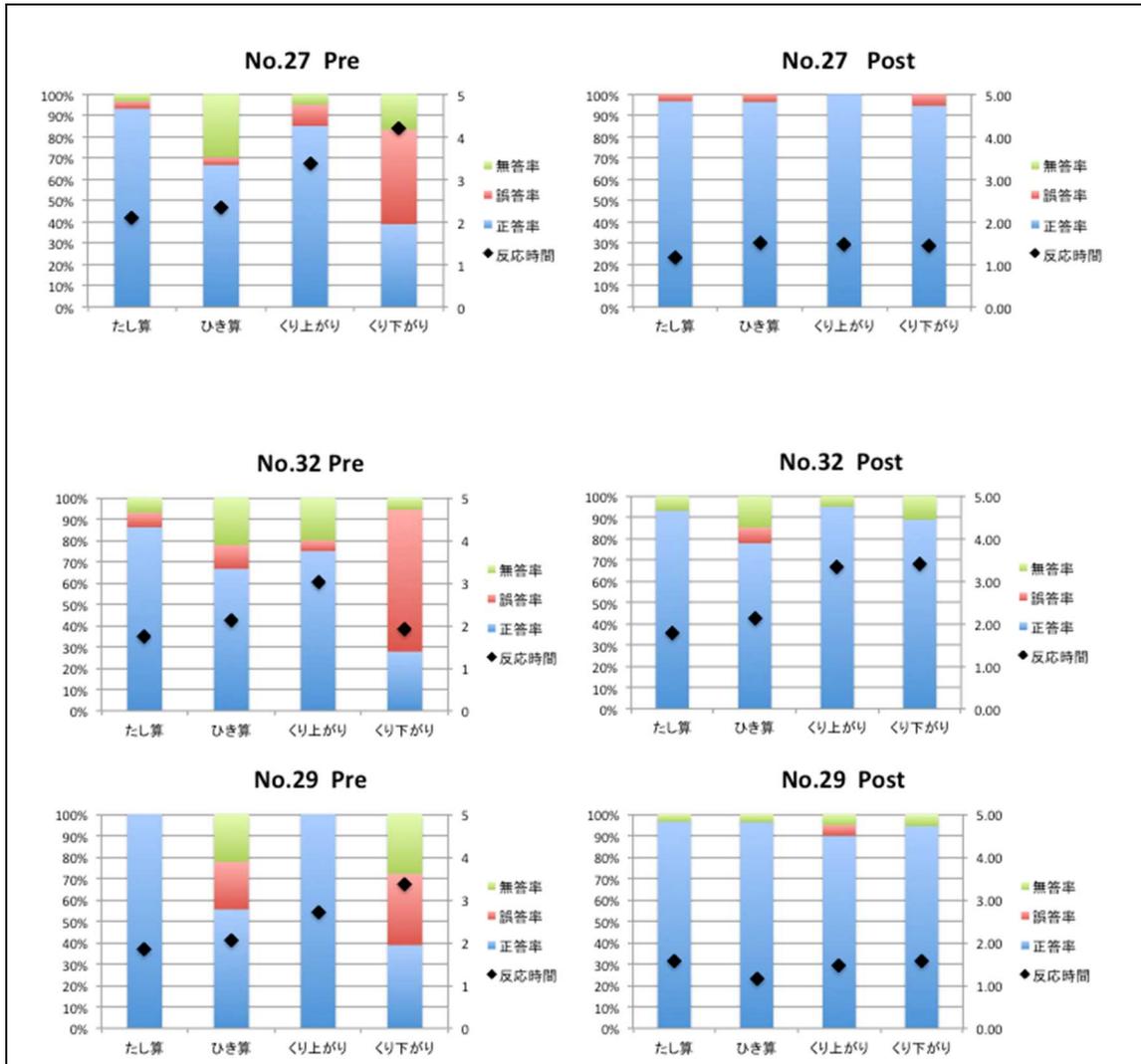


Fig.5-3 指導前・後の計算の検査の様子

7名の指導前・後を横に並べて示している。これらの子供達は、指を使用して計算を行っていた。しかし、指の指導がなくなり、反応時間が短くなった。特に、No. 29では、指導前後の様子が非常に変化しており、全ての計算において、正答率もほぼ100%に上がっている。これら7名の指導では、5までの合成分解を丁寧に指導した。この段階の指導は非常に重要であることを示している。

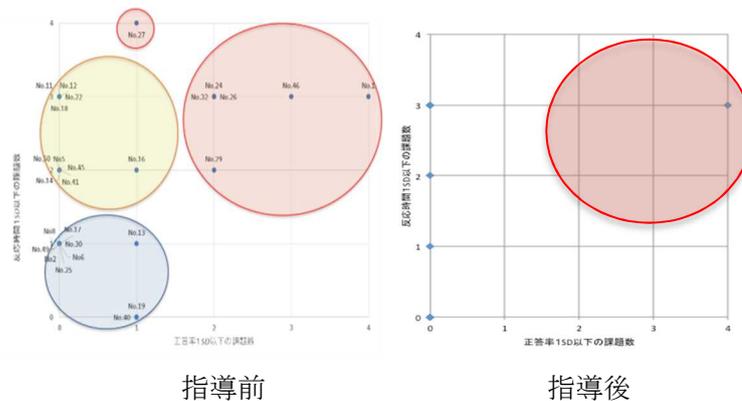


Fig. 5-4 7名の重度計算困難児の指導前後における計算の正答率・反応時間の困難度

Fig. 5-4 より、No. 1 の児童以外の全ての児童において和が 10 以下のたし算の正答率及び反応時間が 1SD 以内となった。その他の計算課題においても正答率と反応時間が 1SD 以下の項目が減少した。

### 6) 指導に関する総合考察

計算以前の数概念、特に 5 以下の数について丁寧に指導を行うことは、計算が困難な子供たちの暗算の正確性及び流暢性を高めることに有効であった。また、たし算を数概念の発達段階に応じて系統的に指導を行うことは有効であった。さらに、たし算の指導を中心に行うことにより、ひき算、くり上がり、くり下がり暗算の正確性と流暢性が高まったと考えられる。

本実践は小集団指導かつ短期集中での取組であったが、取り入れられている個々の活動を柔軟に組み立てることで一斉指導でも実施可能であると考えられる。来年度は一斉指導の中で、このような指導を 5～10 分程度取り入れることによって、全体の学年がどれだけ計算困難児が少なくなるかについて、実践する予定である。

## 7. 指定校について

(小学校)

指定校名：港区立港南小学校												
	第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		第5学年		第6学年	
	児童数	学級数	児童数	学級数	児童数	学級数	児童数	学級数	児童数	学級数	児童数	学級数
通常の学級	227	7	209	6	198	5	196	5	187	5	159	4
特別支援学級	5		2		6		4		3		9	
通級による指導 (対象者数)	1		11		6		10		2		2	
	校長	副校長 ・教頭	主任教諭 指導教諭	教諭	養護教諭	栄養教諭	講師	事務職員	特別支援教育 支援員	スクール カウンセ ラー	その他	計
教職員数	1	2	3	38	2	1	21	3	1	2	21	95

※特別支援学級の対象としている障害種：知的 学年でクラスを分けないので合計 4 学級

※通級による指導の対象としている障害種：(情緒) 特別支援教室学校内に設けてある。

## 8. 問い合わせ先

組織名：筑波大学人間系 東京キャンパス

- (1) 担当部署 事務部 企画推進課 大学連携・外部資金担当
- (2) 所在地 〒112-0012 東京都文京区大塚 3-2 9-1
- (3) 電話番号 03-3942-6811
- (4) FAX 番号 03-3942-6339
- (5) メールアドレス fk.kyoren@un.tsukuba.ac.jp