

2 附坂小型時程の確立とドリル教材の充実

昨年度までのドリル学習研究で、以下の点が明らかになった。

- 1日の脳の活性は、朝一度向上するが昼前に低下する。
- ドリル学習を実施する時間は、2分～10分であれば同様に脳を活性化する効果がある。
- 朝、1校時前にドリル学習を行うと、脳を活性化する効果が、3時間は継続する。

私たちは、これらを基に、子どもの脳を活性化させた状態で授業を行うために、以下の附坂小型時程を提案してきた。

ドリル	1校時	2校時	3校時	ドリル	4校時	給食	昼休み・掃除	5校時	6校時
10分間				2分間					

本年度は、先述のような課題（I章9頁に詳説）を受けて、

- ・ 附坂小型時程の効果の検証
- ・ 各教科の授業前に実施できる、計算、音読以外の附坂小型ドリル教材の開発と実施

これら2点について、脳を活性化するドリル学習の在り方の研究を行った。

（1）附坂小型時程の効果の検証

① 研究内容

附坂小型時程の検証については、適切な基準値、調査対象とする集団、ドリル教材の難易度等の点での課題があった。そこで、本年度、附坂小型時程の効果の検証では、これらの課題を解消した上で、結果を直接比較することとした。

ア 調査箇所の見直し

これまでの調査では、1校時前のドリル学習直後、2、3、4、5、6校時前の、6箇所での脳の活性を調査し、データを比較してきた。

これに対して本年度の調査箇所は、1校時前のドリル学習前の調査①を加え、7箇所とした。この調査①を行うことで、「ドリル学習を実施しない場合」「1校時前のみ実施した場合」「附坂小型時程を実施した場合」のどの条件においても、「その日、脳が活性化する前の状態」について調べることができる。これにより、調査①を基準値としてそれぞれの条件のデータを直接比較できるようにした。

時程	朝の会	ドリル (計算)	1校時	2校時	3校時	ドリル (音読)	4校時	昼食	5校時	6校時
調査箇所	調査①	調査②	調査③	調査④	調査⑤	調査⑥	調査⑦			

【活性化の調査箇所】

イ 同一の集団に対しての調査の実施

本年度の附坂小型時程の効果の検証は、以下のように1学期を3期に分けて、同一集団へ実施できるようにした。

調査Ⅰ	「ドリル学習を実施しなかった場合」の調査（5月8日～16日）
調査Ⅱ	「1校時前のみドリル学習を実施した場合」の調査（6月9日～17日）
調査Ⅲ	「附坂小型時程（1校時前と4校時前にドリル学習を実施した場合）」の調査（7月7日～15日）

ウ 脳を活性化するために効果的な難易度の内容

本年度は、1校時前のドリル学習で用いる計算教材を、脳を活性化するために効果的な内容のものに改善していくことにした。

では、脳を活性化するために効果的な内容とは、どのような内容であろう。脳を活性化するドリル教材について、本校ドリル学習研究のスーパーバイザーであり、本研究開始時からご指導をいただいている、川島隆太先生（東北大学加齢医学研究所）は、その著書の中でこう述べられている。

…脳は、一生懸命考えながら解くときには働きを左脳の一部に限定し、対して、考えずに手を動かして計算問題を解くときにはさまざまな場所が働くという、…（後略）…

（『現代人のための脳鍛錬』2007、川島隆太、文春新書、106頁）

複雑な計算問題を解くよりも、単純な計算問題を速く解いたり、手書きで漢字や文字を書くときのほうが、脳はより活性化するということがわかっています。

（『「脳力」を鍛える読み書き計算トレーニング』2006、川島隆太、宝島社、3頁）

単純な計算を素早く行なったり、数を数えたりすることで、両側半球の前頭前野を含む多くの領域が活性化される。複雑な計算を熟考して行くと、左半球の前頭前野がピンポイントで活性化する。

（『朝刊10分の音読で「脳力」が育つ』2005、川島隆太、PHP研究所、80頁）

単純な計算のほうがいいというのは、数の概念に直接アクセスするほうがいいと考えられます。つまり、数的感覚に近いほうがスイッチが入りやすい。だから簡単なたし算で十分なのです。

（『5分間活脳法だれでもできる脳の鍛え方』2004、川島隆太、大和書房、43頁）

さらに、川島先生からは、直接以下のような御指導もいただいた。

…（本校の結果を受けて、脳を活性化させるには）子どもが手を止めることがない教材を用いることが望ましい。今回の計算は難しく子どもが手を止めることがあったのではないか。音読については全員が止まらずに取り組めるために効果が見られたように思われる。計算のレベルを下げるのが大切である。

…（実際に本年度のドリル教材をしている子どもの様相を観察すると、加減乗除の計算がミックスされた頁の問題を解く際に、考え込む様相が見られていたが）ミックス問題については、子どもには難しくなり、不活性につながることもある。1年生や4年生がミックス問題に取り組んでいたことは、子どもの手を止めることにつながったのではないだろうか。…（後略）…

【平成20年2月29日 東北大学訪問時の面談記録より】

実際に私たちが行った18年度研究の際には、全学年が1桁のたし算を継続して行った結果、子どもの脳は効果的に活性化した。この1桁のたし算を行う際には、子どもは「手を止めることなく」解けていた。

そこで、計算教材は「子どもが手を止めない」内容である、「2桁までの加減計算」「九九を用いる乗除計算」を中心としたものに修正した。

② 検証方法

検証方法は、先行研究を調べ、小学校現場でデータ検証を行う際に望ましい検査方法と考えられる「符号合わせテスト」を用いることとした。

この「符号合わせテスト」を検証の期間中、先述の調査箇所において行った。

○ 符号合わせテスト

1～9までのそれぞれの数字を次の符号で表すこととする。このルールにしたがって、次の数字に対応する符号を書き込む。1分間で正確にいくつ書けるかを調べる。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
=	⊥	∩	L	U	○	∧	×	=

➡

4	1	2	9	5	8	

実施に当たっては、以下の点に留意した。

脳の活性を測ることが目的の符号合わせテストであるが、回数を重ねるごとに処理に対する慣れができ、向上する可能性がある。そこで、クラスの子どもを無作為に半数に分け、一方は、毎日ドリル学習前（先述調査①）の調査箇所のみで活性化を調べ（固定群）、他方は、調査①～調査⑦までの調査箇所を日々変えながら活性化を調べた（変動群）。こうすることにより、たとえ処理に対する学習効果が生じたとしても、毎日脳の活性化前の同じ調査箇所でも調べる子ども（固定群）の処理数と、毎日調査箇所が違う子ども（変動群）の処理数との差を見れば、時間帯ごとの活性の推移が検出できるのである。

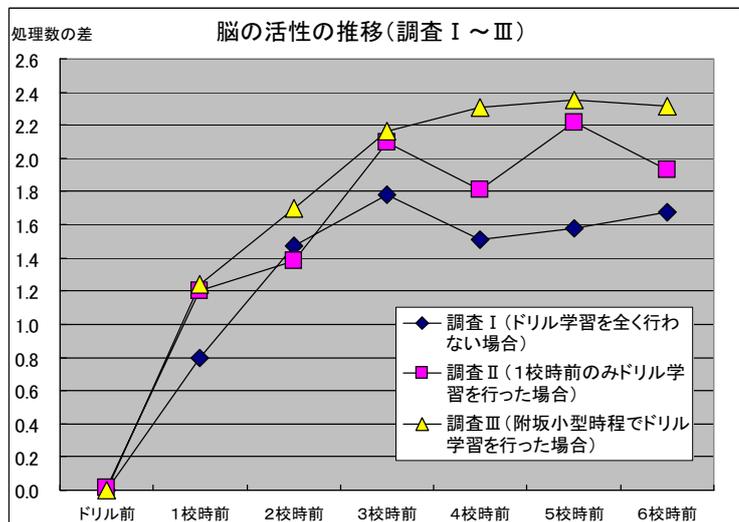
③ 結果

グラフの値は、その日の固定群、変動群の符号合わせテスト処理数の差を表している。この値を、それぞれの箇所での脳の活性を示す値としている。

調査Ⅰ（ドリル学習を全く行わない場合）では、3校時前までは活性が向上しているが、4校時前にいったん低下し、午後から再度向上している。

調査Ⅱ（1校時前のみドリル学習を行った場合）では、調査Ⅰに比べ、1校時前は向上が顕著で、3校時以後は処理数が多い傾向にある。また、調査Ⅰと同様に、3校時前まで向上し、4校時前にいったん低下するが、午後から再度向上している。

調査Ⅲ（附坂小型時程でドリルを行った場合）では、1校時前の向上は調査Ⅰに比べて顕著である。さらに、調査Ⅰ、調査Ⅱでは4校時前に低下する傾向が見られたが、調査Ⅲでは4校時前は緩やかに向上している。



④ 考察

まず、1校時前のドリル学習をすることで、ドリル学習を行わない状態よりも効果的に子どもの脳を活性化することができるということが分かった。

次に、たとえば、1校時前のドリル学習で、効果的に活性を向上させることができたとしても、

4校時にはいったん活性は低下する。そこで、4校時に2度目のドリル学習を行うことで、活性を維持することができるだろう。

これらのことから、1校時前と4校時にドリル学習を行うことで、学校で授業をしている間は、活性を低下させることなく授業に取り組めることが明らかとなった。

このように、附坂小型時程でドリル学習を行うことで、活性が低下する時間帯でも活性したままの状態、学習に取り組めるようになると考えられるのである。

(2) 各教科の附坂小型ドリル教材の開発

① 研究内容

ドリル教材については、ドリル学習に対する意欲、ドリル学習直後の授業内容との関連等に課題があった。

そこで、本年度、子どものドリル学習への意欲を喚起するとともに、各教科の授業とつながりをもたせた内容の教材にするため、脳を活性化させる計算、音読以外の各教科のドリル教材と、脳を活性化させる活動の開発に取り組んできた。

② 研究方法

まず、各教科担当が、先行研究を調べた上で、教科独自の脳を活性化させる教材を開発した。開発したドリル教材について、東北大学加齢医学研究所の近赤外光脳計測装置（光トポグラフィー）*1を用いてその効果を調査した。

次に、得られたデータを分析し、計算、音読以外に脳を活性化させる教材の要素を洗い出した。それらの要素を入れて、教科の全学年の教材を作成し、再度光トポグラフィーで効果を調査した。

そして、効果が確認された教材を、ドリル学習直後の授業やそれぞれの環境に合わせて活用することとした。



【光トポグラフィーでの調査】

ア 調査対象

川島先生から、5名以上であれば客観性が確保できるというアドバイスを頂き、成人の被験者5名（男性5名）に対して調査を行った。さらに、参考として、6歳児1名に対しても追加の調査を行った。

イ 調査した教材

開発した教材の中から、以下の3つの視点で精選した18教材について調査した。

- ・ 計算や音読の要素が含まれていないこと
- ・ 体を大きく動かすことのない教材であること（計測機器の特質から）
- ・ 今後、他の教科のドリルに転移できる可能性があること

*1：頭皮上から近赤外光を照射し、大脳表面付近の血流量の変化を測定する機器。非侵襲的に脳機能を調べることができ、近赤外光は、人体への安全性が確認されているため、被験者への負担が少なく、脳活動測定に頻繁に用いられている。「光トポグラフィー」は、(株)日立メディコの登録商標。

③ 結果

調べた教材に脳を活性化させる効果があるかどうかの分析は、川島先生にお願いした。

その結果は、右表のようになった。この表では、調べた教材の効果の判定*1を以下のように表している。

◎：計算教材以上に脳を活性化させると判断できるもの

○：計算ほどではないが、脳を活性化させる効果があると判断できるもの

空欄：脳を活性化させる効果があるとは判断できないもの

また、川島先生はこの結果の分析の際に、以下のように述べられている。

(◎または、○の判定が出た教材について) 以上のアイテムは前頭前野を活性化させる効果があるため、脳のウォーミングアップに適していると考えます。他の5つのアイテムは個人差が大きく前頭前野を活性化するとは言えないので、ウォーミングアップ教材としては不適切と考えます。

子どもの計測結果は一例なので、はっきりしたことは言えないが、概ね大人の実験結果と同じ傾向を示している。

【本校宛のメールより】

判定	教科	タイトル
○	国語	漢字をなぞる
○	社会	人物と時代
○		都道府県・県庁所在地ドリル
◎	算数	ものさしでスーイスイ
○	理科	サソリ座を見つけよう
○		電流調べ
○	音楽	リコーダー運指早読み
◎		からだでまねっこ
○	図画工作	いろいろな線をかき活動
◎	家庭	裁縫の基本技能 玉結び
○	活動	これ ぜんぶ さがせ
○		じゃんけんであそぼう
○		指合わせ
	理科	種えらび
	図画工作	いろいろな感じ
	家庭	いろいろな食品の分類
	体育	からだの名前がわかるかな
		ねねねね○○○

【調査教材と判定一覧】

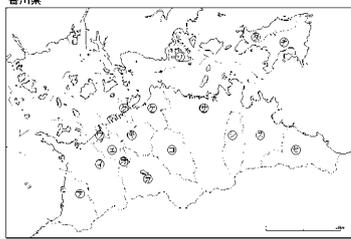
④ 考察

以上の結果、効果があったものの共通点から、脳を活性化させる教材の必須条件は、「**実施時間内に子どもの手が止まらない程度の難易度**」であることが分かる。これは、先述の川島先生の言葉（Ⅱ章25頁）を裏付けるものともなるであろう。

さらに、各教科の教材に活用できる要素としては、本調査や先行研究*2から、以下のようなことが言える。

- 計算、音読の要素
- 点をつないだりなぞったりする要素
- 数字を読む要素
- 手先を動かす要素

そこで、これらの条件や要素を鑑みながら各教科の全学年分の教材を作成し、再度光トポグラフィーによる調査を行った。それにより効果が確認された教材を、附坂小型時程で用いることで、全学年、全教科で子どもの意欲を喚起しながら脳を活性化させるドリル学習が実践できると考える。

附坂小ドリル		教科	社会科	名前
月	日	曜日実施		
<small> 下の地図を見て、カタカナで書いた市町名をできるだけ早く書いましょう。 *1は半線部、*2は縦線部、……*3は斜線部、……*4は点線部、……*5は点線部をひかして書いてください。 ・斜線部は、地図の下に数字を記入して読み取ってください。 ・何回かある場合は、できるだけ早く読むことを目指しましょう。 ・速く読んでみましょう。できるだけ早く読んでください。 </small>				
				
①	三島市	②	多喜津町	
③	香取市	④	まんのう町	
⑤	丸亀市	⑥	坂本町	⑦

【教科の教材例（社会）】

*1：脳を活性化させる効果が明らかになっている計算教材での調査を同時に行い、その結果と比較して判定していただいた。

*2：長崎大学教育学部附属中学校では、平成17年度より研究開発指定を受け、脳科学研究の成果を活用した学習ステージ「BEST」を開発し、実践研究を続けている。川島先生が運営指導委員をしている。