

(論文題目)

日本の子どもにおける高次神経活動の実態と
その対策に関する研究：go/no-go 課題を用いて

(英 訳)

Study on actual condition and countermeasure
of higher nervous activity in Japanese children
by go/no-go task

2014 年 11 月

12N0007 鹿野 晶子

Akiko SHIKANO

目次

序 章 1

0.1 問題意識 /2

0.2 本研究の仮説と目的 /4

0.3 本研究における研究課題と構成 /5

0.4 本研究で使用する用語の定義 /6

0.4.1 高次神経活動 /6

0.4.2 Pavlov 理論 /6

0.4.3 go/no-go 課題 /6

0.5 先行研究 /8

0.5.1 PubMed を用いた先行研究の検討 /8

0.5.2 CiNii (NII 論文情報ナビゲータ) を用いた先行研究の検討 /9

0.5.3 その他の先行研究の検討 /10

第1章 【研究課題 1】高次神経活動における
各型の go/no-go 課題への反応の特徴 12

1.0 要 約 /13

1.1 目 的 /14

1.2 方 法 /15

1.2.1 対象および期間 /15

1.2.2 go/no-go 課題 /15

1.2.3 分析方法 /16

1.3 結 果 /17

1.4 考 察 /19

1.5 結 論 /21

付 記 /22

第2章 【研究課題 2】 高次神経活動における各型と生活との関連 23

2.0 要 約 /24

2.1 目 的 /25

2.2 方 法 /26

2.2.1 対象および期間 /26

2.2.2 go/no-go 課題 /26

2.2.3 生活状況調査 /26

2.2.4 分析方法 /27

2.3 結 果 /30

2.3.1 生活状況の実態 /30

2.3.2 高次神経活動の実態 /30

2.3.3 生活状況と高次神経活動の型との関連 /30

2.3.4 特別な朝のプログラム実施校と非実施校における高次神経活動の型の比較 /31

2.4 考 察 /32

2.5 結 論 /36

付 記 /37

第3章 【研究課題 3】 高次神経活動の発達問題の対策に関する事例的検討

..... 38

3.0 要 約 /39

3.1 目 的 /41

3.2 〈調査 1〉 S 幼稚園における朝の身体活動（「じゃれつき遊び」）の効果検証 /42

3.2.1 調査目的 /42

3.2.2 調査方法 /42

3.2.2.1 対象および期間 /42

3.2.2.2 実践内容（じゃれつき遊び） /43

3.2.2.3	分析方法	／43
3.2.3	結 果	／44
3.2.4	考 察	／45
3.3	〈調査 2〉 F 小学校における朝の身体活動（「ワクドキタイム」）の効果検証	／47
3.3.1	調査目的	／47
3.3.2	調査方法	／47
3.3.2.1	対象および期間	／47
3.3.2.2	実践内容（ワクドキタイム）	／48
3.3.2.3	分析方法	／48
3.3.3	結 果	／49
3.3.4	考 察	／50
3.4	結 論	／53
付 記 ／54		
結 章	.....	55
4.1	本研究の結論	／56
4.2	本研究の限界と今後の課題	／58
謝 辞	.....	59
文 献	.....	60
図表一覧	.....	67
図 表	.....	69

序 章

0.1 問題意識

阿部ほか¹⁾による「子どものからだの調査 2010」では、「保育中、授業中、じっとして
いない」「すぐ“疲れた”という」「背中ぐにゃ」という子どもが“最近増えている”と実
感している保育・教育現場の教員は約 6～7 割にも昇る。そして、そのような事象の実体
には集中力の欠如や意欲・関心の低下が、さらに関連する身体機能の問題には前頭葉機能の
発達不全と不調の問題が予想されている¹⁾。一方で、前頭葉機能は満足感や充実感、ある
いはやる気、意志、集中力といった、いわゆる“心”を司る機能であることから、上記の
ような実感は子どもたちの“心”の発達不全と不調を心配しているものと解釈することが
できる²⁾。また、日本学校保健会³⁾による全国調査においても、心の問題として「うつ状
態」を背景とした気分・感情面に関する症状から気分調節不全傾向が評価されている。そ
れによると、気分調節不全傾向が陽性と判定された者の割合は、小学 1・2 年生で男子 0.9%、
女子 1.1%、3・4 年生で男子 1.7%、女子 0.6%、5・6 年生で男子 2.6%、女子 1.4%、中
学生で男子 7.1%、女子 9.1%、高校生で男子 9.1%、女子 8.8%と報告されている。これら
の報告は、子どもたちの“心”が危機的な状況にあり、その改善を目指すことが急務の課
題であることを示唆しているといえよう。

一方、近年では、磁気共鳴画像（MRI）や脳波、近赤外線光トポグラフィー等が開発さ
れ、心の身体的反応と解することができる脳活動を非侵襲的に測定することが可能となっ
た⁴⁾。そのため、人が活動している時の知覚、運動、認知等の脳機能をリアルタイムに観
察することや、障がいのある子どもの発達や障がいそのものを脳レベルで理解できる時代
にもなった。文部科学省においても、2002 年に『脳科学と教育』研究に関する検討会」
が組織され、最新の脳神経科学や発達認知科学等の成果を活用し、人文・社会科学を含め
た新たな視点から、学習メカニズムに関する研究が推進された⁵⁾。そして、この検討会の
進め方は、「教育サイドからの課題の提示に対して、脳に関係する科学が如何なる貢献がで
きるかとの観点からの対話・交流を進めつつ、研究を実施すること」が基本になっている⁶⁾。
上記のように、心の身体的基盤が脳の中でも前頭葉機能にあるということを勘案する
と、「脳科学と教育」に関するこのような近年の研究動向は、とかく観念的にとらえられが
ちな保育・教育現場における“心”の問題も脳機能の問題としてとらえることができると
いう視点を与えてくれる。同時に、種々の脳機能に関する近年の研究知見は、保育・教育
現場で直面している“心”の問題を解決するためにも有用な知見になり得ると考えること

ができる。

しかしながら、保育・教育現場における子どもの脳機能の測定という点では、非侵襲的であるとはいえ、上記のような手法では高価な機器や専門的な技術を必要とすることからも、その実施は困難を極める。その際、有用であると考えられるのが、脳活動の出力結果といえる実際の行動や活動を観察する go/no-go 課題という手法である。この go/no-go 課題を用いた調査は国際的にも数多く実施されている。例えば、Casey et al.⁷⁾ は、4 歳から 18 歳を対象に go/no-go 課題を実施し、認知機能の発達について検討をおこなっている。また、Durstun et al.⁸⁾ も go/no-go 課題を指標として、6 歳から 11 歳を対象に、ADHD 児の認知機能に関する神経系の欠陥について検討をおこなっている。このような知見は、go/no-go 課題が子どもを対象とした現場での測定に応用可能であるということだけでなく、深刻な“心”の問題を解決するための対策を導くためにも有用な手法として、その活用が大いに期待できることを物語っている。

他方、日本体育協会⁹⁾では「日本の子どもをもっと元気にしたい、からだの健康だけでなく、心の健康も社会性も身につけさせたい」とのことから、身体活動の普及啓発に努めている。このような活動の背景に、身体活動による効果の理論的根拠が脳活動への影響も含めて数多く蓄積されてきた^{10) 11) 12)}ことは自明の理といえよう。いまや、体力や運動能力の獲得、向上ということ以外にも身体活動に寄せられている期待が小さくない、とされる所以である。

以上のことから、心配されている子どもの“心”の危機的状況を脳活動の出力結果によって観察するとともに、「身体活動」が“心”に及ぼす影響を検討し、子どもの“心”の発達問題の解決に向けて具体的方策を提示することは、体育学分野に課せられている社会的要請といえよう。

ここに、本研究の問題意識がある。

0.2 本研究の仮説と目的

上述のような問題意識の下，本研究では go/no-go 課題を用いた子どもの高次神経活動の型判定の検討が心配されている子どもの“心”の発達問題を浮き彫りにするとの仮説を設定した．加えて，それを解決するための方策として身体活動が有効であるとの仮説も設定した．

したがって，本研究の目的は，心の特徴ともいえる高次神経活動の型の特徴を明らかにした上で，日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握するとともに，生活状況，なかでも身体活動状況に注目して両者の関連を検討することにより，高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策を事例分析の結果も踏まえて提案することである．

0.3 本研究における研究課題と構成

上記研究目的を達成するために、本研究では以下の3つの研究課題を設定した。

最初の課題（研究課題 1）は、go/no-go 課題への誤反応数、陽性条件刺激に対する反応時間と反応の大きさに注目して、高次神経活動の5つの型の特徴を明らかにすることであり、これを第1章とした。

第1章を通して、高次神経活動の型の特徴が明らかになることにより、Pavlov 理論に基づく型判定の結果とそれに影響を及ぼすと考えられる種々の関連要因との検討が可能となる。そこで、次の課題（研究課題 2）として、高次神経活動の型判定結果を基に、日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握するとともに、各型と生活状況との関連を複合的に検討することとし、これを第2章とした。

最後の課題（研究課題 3）は、高次神経活動の発達問題を克服するための保育・教育現場の事例を検討することにより、高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策を提案することである。事例には、調査1として幼稚園での実践を、調査2として小学校での実践を設定し、それらの効果検証を行い、これを第3章とした。

なお、本文中で使用した文献は、まとめて巻末に掲載した。

0.4 本研究で使用する用語の定義

本研究を通じて使用される主要な用語の定義を行う。

0.4.1 高次神経活動

「高次神経活動」は、Pavlov, I.P.¹³⁾により名づけられた用語と解釈することができ、著書の中で次のように説明している。「神経系の活動は、一方では生体のすべての部分の働きをまとめ統合することにむけられ、他方では、生体の環境との結合に、生体系と外的条件との平衡にむけられている。神経活動の前半は後半に対置して低次神経活動と名づけることもできようし、後半はその複雑さおよびこまかさのゆえに高次神経活動の名をつけるのが妥当であるが、それは通常は動物およびヒトの行動とよばれているものである」。つまり、ヒトに特有な大脳新皮質が司る、いわゆる“心”とよばれる機能が行動としてあらわれた活動を「高次神経活動」ととらえることができるのである。このことについて、パヴロフ学説を研究している鴨野¹⁴⁾は、「パヴロフは、ここを高次神経活動とみなしている。パヴロフは心的活動は高次神経活動と同義であり、そして当然の結果として、心的活動の機能的混乱は、高次神経活動の機能的混乱である」とも説明している。

以上のことから、本研究で使用する「高次神経活動」は、ヒトに特有な心的活動と同義語として用いることにした。

0.4.2 Pavlov 理論

Pavlov, I.P.¹⁵⁾は、人間の大脳新皮質の働きのあらわれである高次神経活動を、興奮過程と抑制過程の2つの神経過程における①強さの程度、②平衡性の程度、③易動性の程度という3つの特性で説明している。加えて、これら3つの特性を考慮すると、第一の特性である①強さでは、それが強いものと弱いものとに分けることができ、さらに強いものは、第二の特性である②平衡性により、平衡性があるものと不均衡なものとし、そして、強くても平衡性があるものは、第三の特性である③易動性により、易動性があるものとないものというように、高次神経活動を4つの型のいずれかに分類することも可能であることを指摘している。本研究ではPavlov, I.P.によって構築されたこれら一連の理論を「Pavlov 理論」

と定義する．なお，これらは，実験対象である犬についての結果を基に分類されたものであるが，人間の行動のさまざまな変化を理解するためには，動物と共通な型の他に，人間特有の型についても検討しなければならないこともまた指摘している¹⁶⁾．

0.4.3 go/no-go 課題

「go/no-go 課題」とは，脳活動の出力結果といえる実際の行動や活動を観察する認知機能検査の一つである．具体的には，決められた約束事に従って行動を起こしたり (go 反応)，行動を抑制したり (no-go 反応) といった行動を観察する手法である．したがって，Pavlov 理論に基づいて Luria¹⁷⁾ により考案された先行言語指示法による把握運動条件反射法も，この go/no-go 課題の一手法と解釈することができる．

そもそも，go/no-go 課題については，その課題遂行中の脳活動の様子についても種々の検討がなされている．例えば，Sasaki and Gemba¹⁸⁾，Sasaki et al.¹⁹⁾ は，皮質電極や脳磁図を用いて，go 課題時に小脳，大脳基底核，運動野の活動が，no-go 課題時にそれらの活動に加えて前頭前野の活動が，それぞれ亢進する様子を報告している．また，事象関連電位による検討においても，no-go 電位が no-go 試行の刺激呈示と同期して前頭部優勢に出現する様子^{20) 21)} や no-go 課題によって生起する N2 と P3 の振幅値が加齢による反応抑制機能の低下に伴って減少する様子^{22) 23)} が報告されている．そのため，go/no-go 課題による高次神経活動の調査結果は，対象者の大脳活動の様相を反映しているものと解釈できる．

本研究では，Luria¹⁷⁾ によって開発された先行言語指示法による把握運動条件反射法を基本にしつつ，日本の子どもたちを対象に行われてきた go/no-go 課題の手法を採用することにした．詳細については，後述を参照されたい．

0.5 先行研究

ここでは、各研究課題の検討に先立って、本研究に関連する諸外国および日本における先行研究の動向を以下に概観する。

0.5.1 PubMed を用いた先行研究の検討

本研究に関連する諸外国における先行研究をアメリカ国立医学図書館の国立生物工学情報センターが提供する学術文献検索サービス PubMed を利用し、図 0-1 に示す手順で絞り込みを行った。はじめに、“higher nervous activity” OR “cognition” OR “cognitive function” AND “physical activity” OR “exercise” をキーワードに検索すると、477 件の論文が抽出された。その内、学術論文ではない、ヒトを対象としていない、子ども（18 歳以下）を対象としていない 445 件を除外し、さらに、タイトル、要旨、本文の内容から、総説論文、患者や障がいのある子どもを対象としている、身体活動にともなう高次神経活動の変化に言及していない 28 件を除外すると、最終的にはわずか 3 件の論文が選定されるのみであった。このような結果は、近年、身体活動と脳機能に関連する研究知見が散見されるようになったとはいえ、子どもを対象とした研究論文ということでは、その数が驚くほど少なくなることを示唆している。また、内容の検討により除外された報告は、摂食障害、朝食、食物摂取量、肥満等、食事状況と身体活動との関連を検討しており、両者の関連から学業成績や認知機能等も含めた高次神経活動への影響を推察しているにすぎないものがほとんどであった^{24) 25) 26)}。このような結果は、子どもの身体活動が高次神経活動に及ぼす影響を直接的に検討することの困難さを推測させる。このような状況も踏まえて、選定された 3 件の先行研究の概要をまとめると、以下の通りである。

Drollette et al.²⁷⁾ は、8～10 歳の子ども 40 名を対象に急性の身体活動として 20 分間のトレッドミル歩行（最大心拍数の 50～60%）を実施し、フランカー課題を用いて課題遂行中の脳波を分析した。その結果、フランカー課題へのパフォーマンスが高い群では、身体活動後の課題遂行中の P3 振幅は安静座位後のそれと差がなかった一方で、パフォーマンスが低い群では、身体活動後の課題の正答率が高く、P3 振幅が増加したことを報告している。フランカー課題は、実行機能の下位機能のひとつである抑制を要する認知課題である²⁸⁾。したがって、フランカー課題へのパフォーマンスが低い群、すなわち、抑制制御能力が低

い者では急性の身体活動の効果が期待できることを示している。このことは、身体活動がもたらす高次神経活動への効果には個人差があり、そもそも抑制制御能力が低い子どもにとってはそれが有益であることを推測させる。

また、Hillman et al.²⁹⁾ は、15～71 歳の若年者から高齢者 241 名を対象に、日頃の身体活動量とフランカー課題への反応時間と正答率との関連を検討している。その結果、年齢の影響を考慮しても、日頃の身体活動量が多い者ほどフランカー課題への反応が速いことを報告している。加えて、高齢者においては、身体活動量が多い者ほど課題への正答率が高くなることを報告している。

他方、Donnelly and Lambourne³⁰⁾ は、24 校（実践校 14 校、対照校 10 校）の小学校に通う子どもを対象に、教室内での身体活動と認識、学業成績に関する大規模調査を実施している。この調査では、Physical Activity Across the Curriculum (PAAC) というプロジェクトの下、学校でのあらゆる授業（数学、国語、地理、歴史および健康等）内で断続的な身体活動（3.0～6.0METs、各 10 分間以内）を 1 週間に計 90 分間実施し、これを 3 年間継続した際の身体活動量、学業成績、BMI の変化を検討している。このプロジェクトで実践している身体活動とは、例えば数学の授業において、教室空間をいくつかに分け、ある問題への選択肢を各空間に割り当て、正解と思う場所に子ども自身が動いていくことにより身体活動を促すという内容である。3 年間の実践の結果、実践群では平日の身体活動量だけでなく休日の身体活動量が増加し、学業成績も改善したと報告されている。また、子どもたちが 1 日の大半の時間を過ごす教室という場所に注目して、あらゆる機会に身体活動を促すような工夫をすることの重要性を提案している。

以上のような先行研究は、広義に解釈すると身体活動が高次神経活動に好影響を与えるという結論で一致しているといえる。しかしながら、どのような身体活動がどのような対象に効果的であるかという点で、その成果は分散しており、この点に課題が残されている。その意味では、Donnelly and Lambourne³⁰⁾ による報告は、教育現場における実践という点で有益であり、実現可能で具体的かつ効果的な対策を構築する際の重要な足がかりとなるといえよう。

0.5.2 CiNii（NII 論文情報ナビゲータ）を用いた先行研究の検討

本研究に関連する日本における先行研究を国立情報学研究所が運営する CiNii（NII 論文

情報ナビゲータ) を利用し、図 0-2 に示す手順で絞り込みを行った。はじめに、「高次神経活動」OR「認知」OR「認知機能」AND「身体活動」OR「運動」AND「子ども」OR「子供」OR「児童」OR「生徒」OR「幼児」をキーワードに検索すると、210 件の論文が抽出された。それらの内、タイトル、要旨、本文の内容から、学術論文以外の記事、総説論文、患者や障がいのある子どもを対象とした記事、身体活動にともなう高次神経活動の変化に言及していない記事を除外すると、飯田ほか³¹⁾ の論文のみが本研究の先行研究に合致する論文として選定された。このような結果は、日本においても、子どもを対象としたこの種の研究がほとんどなされていないことを物語っていると同時に、飯田ほか³¹⁾ による報告は日本における稀少な研究として把握しておく重要性が高いといえる。

飯田ほか³¹⁾ は、1～6 年生の小学生 252 名を対象に、認知機能の評価として視覚性 Go/Nogo 課題を実施し、日頃の身体活動量との関連を検討している。その結果、1 週間あたりの総運動時間や中等度の運動時間が長い男子児童ほど、認知課題の情報処理にかかる時間が短い一方で、誤反応数は多い様子を報告している。そして、日頃の運動時間が多い児童は、認知課題における情報処理は速いが、情報処理における刺激の「弁別」や予想に基づき自動化された反応と異なった刺激に対する「抑制」の精度は低いことを指摘している。このような結果は、身体活動が高次神経活動にポジティブな影響もネガティブな影響をも与えることを示唆している。

0.5.3 その他の先行研究の検討

以上の先行研究の他、本研究と同様の go/no-go 課題を用いて、日本の子どもたちの高次神経活動を検討した報告も概観しておきたい。

日本においては、1969 年に正木・森山³²⁾ が Pavlov 理論¹⁵⁾ に基づく go/no-go 課題を用いて子どもの高次神経活動の型を 5 つに分類したのが最初である。そのため、この先行研究はかつてと現在との比較を可能にするという意味で貴重な報告になっている。実際、この正木・森山³²⁾ による調査以降、同様の手法による調査が本邦においても精力的に実施されてきた^{33) 34) 35) 36)}。それによると、興奮過程と抑制過程の強さの程度が十分でなく、最も幼稚なタイプである不活発型の増加が指摘されている³⁶⁾。しかしながら、これらの先行研究の中には、対象数が十分とはいえない報告も見受けられる上に、過去に実施された先行研究の結果を基に、現在の子どもたちの高次神経活動を議論することには無理がある。

加えて、これらの先行研究では、高次神経活動の発達問題が指摘されているものの、それを解決するための対策を提示するまでには至っておらず、今後の研究課題として残されている。

第 1 章

【研究課題 1】 高次神経活動における各型の go/no-go 課題
への反応の特徴

1.0 要約

本章では、go/no-go 課題に対する誤反応数、陽性条件刺激への反応時間と反応の大きさに注目して、高次神経活動の 5 つの型の特徴を明らかにすることを目的としている。対象は、小学 1 年生から 6 年生までの男子 301 名、女子 300 名であった。調査は、2012 年 10 月に実施された。本研究の結果、go/no-go 課題への誤反応数 (no-go task, go task, no task)、および、陽性条件刺激への RT, RT-CV, Peak-CV は、男女とも総じて学年進行とともに減少し、Peak が増大していく様子を確認することができた。また、それらの指標による 5 つの型の特徴として、不活発型は、相反する誤反応や刺激に関与しないと考えられる誤反応の数が多く、反応時間のバラツキが大きいという特徴を、興奮型は、分化実験における反応時間が短く、抑制型は長いという特徴を、易動欠型は、逆転分化実験における誤反応数が多く、反応時間のバラツキが大きいという特徴をそれぞれ有することも確認できた。

以上のことから、日本で長年に亘って行われてきた go/no-go 課題による型判定は Pavlov 理論を十分に反映し得るものであることが確認された。

1.1 目的

本章で取り組む研究課題は、日本で長年に亘って行われてきた go/no-go 課題による高次神経活動の 5 つの型の特徴を明らかにすることである。

これまで、go/no-go 課題を用いてなされている数多くの研究^{37) 38) 39)}では、go/no-go 課題における刺激に対する正答率や反応時間を指標として議論が展開されており、高次神経活動の型に関する議論はみあたらない。しかしながら、序章に示した日本における報告は、いずれも型判定の結果が議論の主軸であり、国際的な議論に加わるのが不可能である。そればかりか、それらの型が反応時間や反応の大きさ等ではどのような特徴を示すのかを検討した報告は極めて少ない。

そこで本研究では、go/no-go 課題への誤反応数、陽性条件刺激に対する反応時間と反応の大きさに注目して、高次神経活動の 5 つの型の特徴を明らかにすることを目的とした。

1.2 方法

1.2.1 対象および期間

対象は、首都圏の公立小学校 2 校に在籍する特別な疾病を有しない小学 1-6 年生 (6-12 歳) の 601 名 (男子 301 名, 女子 300 名) であり (表 1-1), 調査は, 2012 年 10 月の特別な学校行事がない平日に実施された。すべての対象者およびその保護者には, 事前に, 調査の趣旨と内容について文書による説明が行われ, すべての対象者から調査参加の同意を得ることができた。

なお, 本研究は, 日本体育大学におけるヒトを対象とした実験等に関する倫理審査委員会の承認を得て行われたものである (承認番号: 第 012-H14 号)。

1.2.2 go/no-go 課題

本研究では, 光刺激による go/no-go 課題に対する把握運動反応のデータが収集された。データの収集は, 大脳活動計測プログラム (テクノマスカット社製) を用いて, 対象校の平静な教室内にて, 最大 12 人で編成されるグループごとに, 一人の検者によって実施された (図 1-1)。対象者には, 座位にて, 約 50cm 前方に配置された縦 4.5cm×横 10.5cm の箱の前面に縦 2.5cm×横 4cm の長方形で映し出された光刺激に対して, 利き手でゴム球を握るよう指示された。この実験は, 形成実験, 分化実験, 逆転分化実験の 3 つの実験で構成されている。具体的な調査手順は以下の通りである。

最初は形成実験である。この実験では, 「いまから, みなさんの目の前のランプがこの色 (赤色) に光ります。この色に光ったら, すばやくゴム球を握ってください。消えたらパッと離してください」との指示を与え, 10 回の練習を行った後, 直ちに 3~6 秒間隔で, 1 回 0.5~1.5 秒間の光刺激を 5 回呈示した。

次は分化実験である。この実験では, 「今度はこの色 (黄色) に光る時もあります。でも, その時は握ってはいけません。先ほどと同じ, この色 (赤色) の時だけすばやく握ってください」との指示を与えて, 4 回 (go task : 2 回, no-go task : 2 回) の練習を行った後, 直ちに go task と no-go task をランダムに呈示した。この時の光刺激の呈示間隔と時間は先の形成実験と同様であるが, 刺激回数は go task, no-go task とともに 11 回ずつとした。

最後は逆転分化実験である。この実験では、「最後は先ほどと反対です。この色（黄色）の時にすばやく握ってください。この色（赤色）の時は握らないでください」との指示を与え、4回（go task : 2回, no-go task : 2回）の練習を行った後、直ちに go task と no-go task をランダムに呈示した。この時の光刺激の呈示間隔、時間、回数は、すべて分化実験の場合と同様とした。

本研究では、先行研究^{32) 33)}に倣って、分化実験、逆転分化実験で得られた no-go task に対する誤反応、go task に対する誤反応、刺激間（no task）の誤反応の数に基準を設け、5つ（不活発型、興奮型、抑制型、易動欠型、活発型）のいずれかに分類した。各型の解釈と誤反応数による判定基準は、表 1-2 の通りである。

1.2.3 分析方法

本研究により得られたデータは、分化実験、逆転分化実験における誤反応（no-go task, go task, no task）の数、go task に対する反応時間（以下、「RT」と略す）、反応時間の変動係数（以下、「RT-CV」と略す）、反応の大きさのピーク（以下、「Peak」）、ピークの変動係数（以下、「Peak-CV」と略す）を指標として用い、各指標の性差、学年差を検討した。この検討では、各指標を性要因、学年要因を考慮した繰り返しのない二元配置分散分析によって比較した。その後、男女別にみた各指標の学年差を繰り返しのない一元配置分散分析によって比較し、有意差が検出された場合には多重比較（Bonferroni の方法）も実施した。なお、go task が始まってから 150ms 以内に生起した反応は、刺激に対する反応とは考えがたいため分析から除外した。

最後に、高次神経活動の 5 つの型における誤反応数（no-go task, go task, no task）、RT、RT-CV、Peak、Peak-CV の差異を検討した。この検討では、各型の分化実験における誤反応数（no-go task, go task, no task）、RT、RT-CV、Peak、Peak-CV を対応のない一元配置分散分析およびその後の多重比較（Bonferroni の方法）を用いて、易動欠型と活発型の逆転分化実験における誤反応数（no-go task, go task, no task）、RT、RT-CV、Peak、Peak-CV を対応のない t 検定を用いて、それぞれ比較した。

本研究におけるこれら一連の統計処理には、IBM® SPSS® Ver.20 を使用し、結果の統計的有意差については危険率 5%未満の水準で判定した。

1.3 結果

表 1-3, 1-4 には, 性要因, 学年要因を考慮した誤反応数 (no-go task, go task, no task), RT, RT-CV, Peak, Peak-CV を繰り返しのない二元配置分散分析によって比較した結果を示した. この表が示すように, 分化実験における no task と逆転分化実験における go task, no task には, 「性×学年」に交互作用が認められ, その他の指標には「性×学年」の交互作用が認められなかった. また, no-go task, no task, RT-CV, Peak-CV は女子に比して男子が高値を, RT は男子に比して女子が高値を示す様子を確認することもできた.

次に, 男女別にみた分化実験, 逆転分化実験の学年別誤反応数 (no-go task, go task, no task), RT, RT-CV, Peak, Peak-CV を比較した (表 1-5, 1-6). その結果, 男子では no-go task, 逆転分化実験の go task, 分化実験の RT-CV 以外, 女子では分化実験の no-go task, go task, RT-CV と逆転分化実験の go task, Peak 以外の指標で学年による有意差が示された.

図 1-2 は, 分化実験における各型の no-go task, go task, no task を示したものである. この図が示すように, no-go task では, その他の型に比して不活発型が, 不活発型以外の型に比して興奮型が, それぞれ有意に高値を示し, go task では, その他の型に比して抑制型が, 抑制型以外の型に比して不活発型が, それぞれ有意に高値を示した. また, no task では, その他の型に比して不活発型が有意に高値を示した. さらに, 図 1-3 には, 逆転分化実験における易動欠型と活発型の no-go task, go task, no task を示した. この図が示すように, no-go task, go task, no task はいずれも活発型に比して易動欠型で有意に高値を示す様子が確認された.

図 1-4 は, 分化実験における各型の RT, RT-CV, Peak, Peak-CV を示したものである. この図が示すように, RT では, その他の型に比して興奮型が有意に低値を, 抑制型が有意に高値を, RT-CV では, その他の型に比して不活発型が有意に高値を示した. さらに, 図 1-5 には, 逆転分化実験における易動欠型と活発型の RT, RT-CV, Peak, Peak-CV を示した. この図が示すように, RT-CV と Peak-CV が両群間で有意に異なる様子が確認された.

これらの結果を踏まえて, 各型における誤反応数 (no-go task, go task, no task), RT, RT-CV, Peak, Peak-CV の特徴をまとめたものが表 1-7 である. 不活発型は, 分化実験における no-go task への誤反応数が最も多く, go task への誤反応数も抑制型を除く 3 つのタイプより多い様子, さらに, 分化実験における RT-CV が大きいという特徴が得られた. そ

の他の型については、興奮型は分化実験における no-go task への誤反応数が不活発を除く 3 つのタイプより多く、RT が短いという特徴、抑制型は分化実験における go task への誤反応数が最も多く、RT が長いという特徴、易動欠型は逆転分化実験における no-go task, go task, no task への誤反応数、RT-CV、Peak-CV が活発型よりも多いあるいは大きいという特徴、活発型はそれが少ないあるいは小さいという特徴がそれぞれ得られた。

1.4 考察

表 1-3, 1-4 が示すように, 性要因, 学年要因を考慮した誤反応数 (no-go task, go task, no task), RT, RT-CV, Peak, Peak-CV の二元配置分散分析の結果, 交互作用が認められた指標 (分化実験における no task, 逆転分化実験における go task, no task) では, 低学年での男子の減少率が女子よりも大きい様子が見受けられたものの, その他の指標では「性×学年」の交互作用が認められず, 学年進行にともなう推移は, 男女で同様である様子が確認された. また, no-go task, go task, no task, RT, RT-CV, Peak-CV が総じて学年進行とともに減少し, Peak が増大していく様子も確認することができた. Casey et al.⁷⁾ は, 聴覚刺激による go/no-go 課題を 4 歳から 18 歳を対象に行った結果, 12 歳頃まで反応時間の減少が確認されたことを報告している. また, Iida et al.³⁹⁾ も, 視覚性の刺激を用いた go/no-go 課題を 6 歳から 12 歳を対象に実施した結果, 6 歳から 12 歳にかけて, 月齢と反応時間, 誤答数の間に有意な負の相関がみられたことを報告している. したがって, この点に関する本研究の結果は, これらの先行研究を支持するものであるといえる.

このような指標を用いて, 本研究の目的である高次神経活動の型の特徴を検討した結果, 不活発型は相反する誤反応 (no-go task と go task) や刺激に関与しないと考えられる誤反応 (no task) の数が多く, 反応時間のバラツキ (RT-CV) が大きいのがその特徴と解釈することができた. そもそも不活発型は, 興奮過程と抑制過程の強さが備わっていないタイプである. したがって, 集中が持続しにくいタイプと考えられるが, 今回得られた誤反応数, 反応時間の結果は, そのような興奮と抑制の両神経過程が弱い不活発型の特徴と捉えることができよう. また, 興奮型と抑制型は, 興奮過程と抑制過程のバランスが悪いタイプであり, 興奮型は興奮過程が, 抑制型は抑制過程が優位とされている. そのため, 本研究で確認された両型の興奮型と抑制型は, 分化実験における RT の長短には, 両過程のバランスの特徴が影響したものと考えられる. さらに, 易動欠型は両過程の強さは十分であり, かつバランスも良好であるものの, 易動性に欠けるタイプとされており, 分化実験から逆転分化実験へと課題が逆転された時に適応できないことが予想される. 本研究で確認された逆転分化実験における誤反応の多さと CV の大きさは, そのような易動欠型の特徴のあらわれと解釈することができ, 易動性の程度は逆転分化実験における誤反応数と CV に反映しやすい様子が確認されたものと考ええる.

このような結果は、日本で行われてきた型判定の結果が Pavlov 理論を十分に反映し得るものであることを示唆している。とりわけ、近年の日本で注目されている不活発型の特徴が注意欠陥多動性障害（ADHD）の子どもに対する go/no-go 課題の結果と酷似している点は注目に値する。Rubia et al.⁴⁰⁾ は、抑制機能を含む前頭葉の実行機能の先天的な欠陥がその本態であると考えられている ADHD の子どもにおいては、go/no-go 課題や stroop 課題において抑制機能が低下する様子を報告している。同様の結果は、Banaschewski et al.⁴¹⁾ や Negoro et al.⁴²⁾ によっても報告されている。また、Trommer et al.⁴³⁾ は、ADHD の男の子を対象に go/no-go 実験を行ったところ、健常児に比して、no-go task に対する誤反応と go task に対する誤反応を合わせた誤反応数が有意に多い様子を示している。no-go task への誤反応は衝動性を、go task への誤反応は不注意の兆候を反映する⁴⁴⁾ ことを考えると、本研究の不活発型でみられた両誤反応の多さは、興奮過程が弱いために不注意が起こり、抑制過程が弱いために衝動性が抑えられないという特徴があらわれていると考えられる。さらに、Vaurio et al.⁴⁵⁾ は、ADHD を有する子どもでは、go/no-go 課題に対する反応時間のバラツキが大きくなることを報告している。このような結果もまた、本研究における不活発型の特徴と合致していると考えることができよう。

以上のように、本研究により近年心配されている不活発型の特徴も含めて、各型の特徴が明らかになったことは、子どもの高次神経活動の特性を深く理解した上で、それぞれの子どもに対する対応を考えるという点で意義深いことと考える。しかしながら、本研究は高次神経活動における各型の特徴を明らかにすることを目的としておこなわれたため、得られた知見もそれらの解明に止まっている。そのため、それらの型判定に及ぼすそれぞれの子どもの生活背景等の検討については、それができていない。併せて、保育・教育現場で日常的に子どもの高次神経活動の発達を考慮した実践を創造するためには、それぞれの子どもに対する型判定の結果とそれぞれの子どもに対する保育・教育現場における教師の実感等との関連についても検討しなければならない研究課題といえよう。高次神経活動の発達が心配されている現状においては、その改善策を考える上でこれらの検討を避けて通ることはできず、今後の研究課題として提起しておきたい。

1.5 結論

本研究の結果，以下に示す知見を得ることができた．

1) go/no-go 課題への誤反応数 (no-go task, go task, no task)，および，陽性条件刺激への RT, RT-CV, Peak-CV は，男女とも総じて学年進行とともに減少し，Peak が増大していく様子を確認することができた．

2) 不活発型は，相反する誤反応や刺激に関与しないと考えられる誤反応の数が多く，反応時間のバラツキが大きいという特徴を有する．

3) 興奮型は，分化実験における反応時間が短く，抑制型は長いという特徴を有する．

4) 易動欠型は，逆転分化実験における誤反応数が多く，反応時間のバラツキが大きいという特徴を有する．

3) 以上のことから，日本で行われてきた型判定の結果は，Pavlov 理論を十分に反映し得るものであることが確認された．

付 記

本章の一部は、日本発育発達学会 第 11 回大会（2013 年）、および日本幼少児健康教育学会 第 32 回大会【秋季：岡山大会】（2013 年）、において発表したものであり、本章は、本論文の作成に際して新しい知見を加筆したものである。

第 2 章

【研究課題 2】 高次神経活動における各型と生活との関連

2.0 要約

本章では、高次神経活動の型判定結果を基に、日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握するとともに、各型と生活状況との関連を複合的に検討することを目的としている。対象は、首都圏の公立小学校3校に在籍する小学1年生から6年生までの男子774名、女子811名であった。調査は、2013年9～12月における行事等の特別な活動がない平日の午前中に限って実施され、調査項目には go/no-go 課題、記名式質問紙による生活状況調査（放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況）が用いられた。

本研究の結果、対象者はメディアとの接触が少なく、身体活動が多めの小学生である様子がうかがえた。また、go/no-go 課題による型判定結果は、最も幼稚な「不活発型」の出現率が1960年代、1970年代の調査結果に比して顕著に高い様子を示し、高次神経活動の発達不全やその不調が日本における最近の子どもの健康課題であるという実態が示された。他方、放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況と高次神経活動の型との関連を複合的に検討した結果からは、放課後の生活状況や夜から朝にかけての睡眠状況よりも、朝の身体活動状況がその日の午前中の高次神経活動に強く影響を及ぼすこと、さらには10分間という短い身体活動でもその可能性があるという様子が示された。

2.1 目的

本章で取り組む研究課題は、高次神経活動の型判定結果を基に、日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握するとともに、各型と生活状況との関連を複合的に検討することである。

高次神経活動と生活状況との関連については多くの検討が散見されるものの、それらを複合的に検討したものは見当たらない。そのため、子どもの生活状況の何が、どのくらい高次神経活動に影響しているのかを複合的に分析し、その結果を基に実現可能な改善策を探究することは急務の課題であると考ええる。

そこで本研究では、go/no-go 課題を用いて、日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握することを第一の目的とした。併せて、質問紙により、放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況を調査し、高次神経活動との関連を複合的に検討することを第二の目的とした。

2.2 方法

2.2.1 対象および期間

対象は、首都圏の公立小学校 3 校に在籍する小学 1～6 年生 1,825 名であり、分析には、調査当日の欠席者、データに欠損値や極端値があった者を除く 1,585 名分のデータが使用された（表 2-1）。なお、対象校の内の 1 校（A 校）は、晴天日の登校日は毎朝、登校した子どもから随時校庭に出てジョギングや各々が行いたい活動に取り組む時間を設けている学校であった。また、すべての調査は、平日と休日とでは生活状況が異なるとの報告⁴⁶⁾を受けて、2013 年 9～12 月における行事等の特別な活動がない平日の午前中に限って実施された。併せて、休日明けは唾液メラトニン濃度の様相が他の平日と異なるとの報告⁴⁷⁾も考慮して、平日といえども月曜日を調査日に設定することは避けた。

本研究の実施に際しては、日本体育大学におけるヒトを対象とした実験等に関する倫理審査委員会の承認（承認番号：第 012-H14 号）を得て行われたものであり、対象校の学校長を通じて教職員会議の承諾を得て行われた。また、各対象者に対しては、担任教諭を通して事前に調査の趣旨と内容、参加決定・継続の自由、プライバシーの保護等についての説明を行い、調査参加の同意を得ることができた者のみを対象とした。

2.2.2 go/no-go 課題

本研究でも、go/no-go 課題による高次神経活動の調査を実施した。調査の手法は、第 1 章と同様であった。

2.2.3 生活状況調査

生活状況調査は、自己記入による記名式調査票を用いて実施された。そのため、1, 2 年生を除く 3 年生以上を対象とした。調査項目は、野井ほか⁴⁸⁾ および日本学校保健会⁴⁹⁾ による生活調査を参考に、調査前日の放課後の外での遊び・運動時間（以下、「放課後の身体活動時間」と略す）、放課後の室内での読書・音楽鑑賞等時間（以下、「放課後の読書・音楽鑑賞時間」と略す）、放課後のゲーム実施時間、放課後のインターネットや携帯メール実

施時間、放課後のテレビ・ビデオ・DVD 視聴時間、放課後の家での勉強時間、放課後の塾での勉強時間、調査前日の就床時刻、調査当日の起床時刻とし、加えて、調査当日の朝（登校後から 1 時間目開始までの間）の外での遊び・運動時間（以下、「朝の身体活動時間」と略す）の回答も求めた。なお、放課後のゲーム実施時間、放課後のインターネットや携帯メール実施時間、放課後のテレビ・ビデオ・DVD 視聴時間についてはそれらを合算して「放課後のメディア時間」を、放課後の家での勉強時間、放課後の塾での勉強時間についてはそれらを合算して「放課後の勉強時間」をそれぞれ算出した。また、就床時刻と起床時刻の記録からは睡眠時間も推定した。

2.2.4 分析方法

本研究では、以下の 4 点を検討事項として分析を行った。

1 点目は、対象者の生活状況の実態の検討である。この検討では、先行研究^{48) 49)}の集計方法に倣って、性別学年段階別に放課後の身体活動時間、放課後の読書・音楽鑑賞時間、放課後のメディア時間、放課後の勉強時間、朝の身体活動時間の各項目における実施者の人数と割合を算出し、実施した者の平均値と標準偏差を算出した。加えて、非実施者（0min の者）も含めた全対象者の中央値、範囲（最低値-最高値）、尖度、歪度も算出した。また、就床時刻、起床時刻、睡眠時間については、全対象者の平均値と標準偏差、中央値、範囲（最低値-最高値）、尖度、歪度を算出した。以上の基礎集計結果から対象者の生活状況の実態について検討を行った。

2 点目は、対象者における高次神経活動の実態の検討である。この検討では、最初に go/no-go 課題における分化実験、逆転分化実験の誤反応数（no-go task, go task, no task）を性要因、学年要因を考慮した繰り返しのない二元配置分散分析によって比較し、主効果が検出された場合には、多重比較（Bonferroni の方法）も実施した。併せて、分化実験、逆転分化実験で得られた各誤反応数（no-go task, go task, no task）を基に、先行研究^{32) 33)}に倣って 5 つの型（表 1-2）のいずれかに分類した上で、その判定結果を性別学年段階別に算出した。この検討には χ^2 検定を使用し、有意な人数の偏りが認められた場合には残差分析も実施した。

3 点目は、生活状況と高次神経活動の型との関連の検討である。この検討では、最初に各生活状況（放課後の読書・音楽鑑賞時間、放課後の勉強時間、放課後のメディア時間、

睡眠時間)の回答分布を確認したところ、必ずしも正規分布を示しているとはいえないことから、性別学年段階別に算出したそれぞれの中央値をカットオフ値とし、低群、高群に区分した。ただし、放課後の身体活動時間については、諸外国における子どもの身体活動ガイドラインで60分間の身体活動をほぼ毎日行うことを推奨している⁵⁰⁾ ことに加えて、文部科学省においても1週間の総運動時間が60分間未満の子どもに注目している⁵¹⁾ こと、さらにはそのような基準を基に子どもの身体活動の多寡を検討した先行研究⁵²⁾ も見受けられることから60分間をカットオフ値とし、60min未満群、60min以上群に区分した。さらに、朝の身体活動時間については、結果の応用可能性(登校後から1時間目開始までに確保できる現実的な最低身体活動時間)という視点から10分間をカットオフ値とし、10min未満群、10min以上群に区分した。他方、高次神経活動の型判定の結果は、5つの型を理論的に解釈できる3群(興奮過程と抑制過程の強さが不十分である「不活発型」、両過程の強さは十分なものの平衡性に欠ける「興奮・抑制型」、両過程の強さが十分で平衡性も良好である「易動欠・活発型」)に分類した。

以上のデータ処理を踏まえて、生活状況と高次神経活動の型との関連についての検討では、目的変数に高次神経活動の型(3群)を、説明変数に各生活状況(放課後の身体活動時間、放課後の読書・音楽鑑賞時間、放課後の勉強時間、放課後のメディア時間、睡眠時間、朝の身体活動時間)の因子と基本属性として性と学年段階の因子をそれぞれ設定し、それらの因子を同時に投入した多変量による多項ロジスティック回帰分析を実施した(参照カテゴリー:易動欠・活発型)。なお、就床時刻、起床時刻については、因子間の多重共線性の影響を考慮して除外した。加えて、身体活動に限っては、放課後と朝の身体活動の状況を考慮した4群、すなわち、放課後の身体活動時間の60min未満群×朝の身体活動時間の10min未満群(以下、「身体活動なし群」と略す)、放課後の身体活動時間60min未満群×朝の身体活動時間10min以上群(以下、「朝のみ身体活動あり群」と略す)、放課後の身体活動時間60min以上群×朝の身体活動時間10min未満群(以下、「放課後のみ身体活動あり群」と略す)、放課後の身体活動時間60min以上群×朝の身体活動時間10min以上群(以下、「放課後・朝とも身体活動あり群」と略す)における「不活発型」「興奮・抑制型」「易動欠・活発型」の出現率を χ^2 検定を用いて性別学年段階(3・4年生、5・6年生)別に比較し、有意な分布の偏りが認められた場合には残差分析も実施した。

4点目は、特別な朝のプログラムを実施している小学校(A校)とそうではない小学校(B・C校)における高次神経活動の型の比較である。この検討では、A校とB・C校にお

ける「不活発型」「興奮・抑制型」「易動欠・活発型」の出現率を χ^2 検定を用いて性別学年段階（1・2年生，3・4年生，5・6年生）別に比較し，有意な分布の偏りが認められた場合には残差分析も実施した．

なお，本研究におけるこれら一連の統計処理には，IBM[®] SPSS[®] Ver.20 を使用し，結果の統計的有意差については危険率 5%未満の水準で判定した．

2.3 結果

2.3.1 生活状況の実態

表 2-2 には、各生活状況に対する回答の基礎集計結果を示した。それによると、放課後の生活状況については、身体活動を行っている者が 24.8～37.8%にとどまり、それを上回る 59.0～72.1%の者が読書・音楽鑑賞を行っていた。ただし、それぞれの平均実施時間は 69.5～89.8min, 33.6～48.4min と、読書・音楽鑑賞時間よりも身体活動時間が長い様子も観察された。また、メディアと勉強はともに 90%以上の者が実施しており、その平均時間はメディア時間が 100.0～162.8min, 勉強時間が 77.8～96.7min であった。一方、睡眠状況については、男女とも学年段階が上がると就床時刻が遅くなり、起床時刻が一定であるため睡眠時間が短くなるという一般的な様子が確認された。さらに、朝の身体活動実施者は半数を超え (55.0～69.7%)、平均実施時間は 32.6～35.1min であった。

他方、非実施者 (0min の者) も含めた全対象者の値を基に算出した範囲、尖度、歪度からは、本研究の対象者の生活状況にバラツキが大きい様子を確認することができた。

2.3.2 高次神経活動の実態

表 2-3 は、性要因、学年要因を考慮した誤反応数を繰り返しのない二元配置分散分析によって比較した結果を示したものである。この表が示すように、分化実験、逆転分化実験のいずれの誤反応数 (no-go task, go task, no task) においても「性×学年」の交互作用は認められず、「学年」の主効果において有意差が検出され、その後の多重比較の結果、すべての誤反応数において学年による有意差が確認された。また、no-go task および no task では「性」の主効果において統計的に有意な主効果が検出され、女子に比して男子の誤反応数が多い様子を窺うこともできた。

一方、表 2-4 には、性別にみた高次神経活動の 5 つの型の学年段階別出現率を示した。この表が示すように、男女とも学年段階別の出現率には有意な人数の偏りが認められ、低学年には不活発型が、高学年には活発型が多い様子が示された。

2.3.3 生活状況と高次神経活動の型との関連

表 2-5 には、高次神経活動の型（3 群）に関連する生活状況を多項ロジスティック回帰分析（参照カテゴリー：易動欠・活発型）により検討した結果を示した。この表が示すように、有意なロジスティック回帰係数が認められた因子は、不活発型では性（オッズ比：3.171, 95%信頼区間：2.190-4.593）、学年段階（オッズ比：1.880, 95%信頼区間：1.307-2.705）、朝の身体活動時間（オッズ比：1.538, 95%信頼区間：1.030-2.298）、興奮・抑制型では性（オッズ比：1.540, 95%信頼区間：1.105-2.144）、朝の身体活動時間（オッズ比：2.246, 95%信頼区間：1.573-3.205）であった。

また、図 2-1 には、放課後と朝の身体活動の状況を考慮した 4 群（身体活動なし群、放課後のみ身体活動あり群、朝のみ身体活動あり群、放課後・朝とも身体活動あり群）における不活発型、興奮・抑制型、易動欠・活発型の出現率を示した。この図が示すように、いずれの学年段階の男女とも、朝のみ身体活動あり群では興奮・抑制型が少なく、易動欠・活発型が多い様子がうかがえ、男子 5・6 年生においては統計的に有意な人数の偏りも認められた。他方、身体活動なし群では興奮・抑制型が多く、易動欠・活発型群が少ない様子も観察された。

2.3.4 特別な朝のプログラム実施校と非実施校における高次神経活動の型の比較

特別な朝のプログラムを実施している A 校と非実施校である B・C 校別にみた不活発型、興奮・抑制型、易動欠・活発型の出現率を示したのが図 2-2 である。男子の 1・2 年生と 5・6 年生において有意な人数の偏りが認められ、その後の残差分析の結果は、A 校において 1・2 年生の不活発型と 5・6 年生の興奮・抑制型が少なく、5・6 年生の易動欠・活発型が多い様子、B・C 校において 1・2 年生の不活発型と 5・6 年生の興奮・抑制型が多く、5・6 年生の易動欠・活発型が少ない様子を示した。

2.4 考察

本研究の対象者における放課後の身体活動時間を野井ほか⁴⁸⁾の調査結果と比較すると、10～30 分間程度長い様子を確認することができた(表 3)。同様に、それ以外の生活状況を日本学校保健会⁴⁹⁾の調査結果と比較すると、放課後の読書・音楽鑑賞時間や就床時刻、起床時刻、睡眠時間には大差がないのに対して、メディア時間は 1 時間以上(68～88 分間)も短い様子を確認することができた(表 2-2)。以上の結果から、本研究の対象者はメディアとの接触が少なく、身体活動が多めの小学生であると解釈することができよう。

このような生活を送る対象者の go/no-go 課題の誤反応数を検討した結果、「性×学年」の交互作用は認められず、男女の学年推移に違いがない様子を確認することができた(表 2-3)。また、すべての誤反応数で学年進行の上昇とともにその数が減少する様子、no-go task および no task で女子に比して男子の誤反応数が多い様子も確認された(表 2-3)。このような結果は、2007～2009 年に行われた野井ほか³⁶⁾による調査結果と酷似しており、本研究の対象者が 2000 年代に入ってから一般的ともいえる高次神経活動の特徴を有している集団であることを示唆している。実際、その出現率の高さが心配されている不活発型⁵³⁾の割合は、1969 年に行われた調査³²⁾や 1979 年に行われた調査³³⁾に比して明らかに高値を示している(表 2-4)。西條ほか³³⁾は、1969 年調査と 1979 年調査の結果を比較して、1979 年調査の方が弱い型(不活発型)や抑制型が増加し、興奮型が減少していることを報告している。そして、その要因として子どもの成育環境の変化を予測している。さらに Terasawa et al.³⁴⁾は、上記調査に 1998 年調査を加えて比較した結果、1998 年調査が 1979 年調査と同様な傾向を示したことから、1969 年から 1979 年代に日本の子どもの大脳活動のパターンが大きく変わったと報告している。そしてその背景要因として、日本の子どもたちの遊びが人間と人間との触れ合いがない遊びに移行したことにより、からだを動かさなくなったと推測している。元来、高次神経活動の型は不変的なものではなく、訓練、栄養、社会的諸因子、養育および各種の病気の影響を受けて変化するものである⁵⁴⁾。そしてその変化は、最も幼稚なタイプといえる不活発型からスタートし、加齢とともに子どもらしい興奮型の時期を経て、次第に成人らしい活発型に移行していく^{32) 33)}ものと考えられている。だが、1998 年調査の結果では、小学校に入学する頃になっても「不活発型」が 5～6 割にも達しており、かつその後の推移をみても、男子ではなかなかこのタイプの子どもたちが減っていかない様子から、授業中に立ち上がる者や騒ぎ出す者がいることで授業が成り立

たない「学校崩壊」や「小1プロブレム」と呼ばれているような事象が起きてしまうのもある程度うなずけるのではないかと推察されている²⁾。したがって、1960年代、1970年代の調査結果に比して不活発型が顕著に多いという本研究の結果は、高次神経活動の発達不全やその不調が依然として日本の子どもの健康課題であるという実態を如実に物語っているといえよう。以上のように、子どもの高次神経活動がかつてのそれとは異なる発達様相を呈しているという本研究の結果は、今後の学校教育の在り方を見直す資料を提供しているものとも考えられる。この点は、本研究により得られた重要な知見であるといえよう。

他方、問題意識でも述べたように、近年では、身体活動が認知機能も含めた高次神経活動を左右するという知見が数多く報告されているが、そればかりか、高次神経活動に及ぼす生活状況の影響という観点においてもいくつかの知見が報告されている。たとえば、睡眠については、断眠により認知機能が低下すること⁵⁵⁾や連続する睡眠時間の短縮が認知課題の成績を悪化させること⁵⁶⁾等が報告されている。加えて、多動性・衝動性行動傾向を有する幼児は、そうでない幼児に比べて良好でない生活習慣にある様子さえ報告されている⁵⁷⁾。このように、高次神経活動と生活状況との関連については検討がなされているものの、それらを複合的に検討したものは見当たらない。そこで本研究では、子どもの高次神経活動に及ぼす生活状況を複合的に検討するため、放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況と高次神経活動の型（3群）との関連を多変量による多項ロジスティック回帰分析を用いて分析した。その結果、朝の身体活動10min未満群は10min以上群に比して不活発型に分類されるオッズ比が1.538倍、興奮・抑制型に分類されるオッズ比が2.246倍であるとの結果を得た（表2-5）。このことは、中学年以降の年齢段階では、これまで注目されてきた不活発型に加えて、興奮・抑制型の出現率の多寡にも注目する必要があることを示唆しているとも考える。併せて、放課後の生活状況や夜から朝にかけての睡眠状況よりも、むしろ朝の身体活動状況がその日の午前中の高次神経活動に強く影響を及ぼすこと、さらには10分間という短い身体活動でもその可能性があることを示唆している。このような結果は、成人男女を対象に朝の低強度運動を行った日で認知課題の得点が向上し、課題中の前頭前野の脳血流が増加するという仁木・春日⁵⁸⁾の報告を支持している。加えて、山村ほか⁵⁹⁾は、高校生男女柔道部員を対象として早朝練習時の生理学的効果を検討したところ、フリッカーテストおよび棒反応テストの成績が朝練直後に向上する様子を報告している。同様に、壺岐・野井⁶⁰⁾は、小学6年生を対象として、種々の朝活動が覚醒水準に及ぼす効果を検討したところ、静的な活動よりも動的な活動を行った日において棒

反応値が有意に向上する様子を報告している．そのため、朝の身体活動状況と高次神経活動の型との間に有意な関連が認められた本研究の結果の根底には、対象者の覚醒水準が向上したことが存在するものとも推測できる．この点については、野井⁶¹⁾も朝の身体活動での強い興奮刺激は興奮の強さだけでなく、それに見合う抑制の強さも育て、同時に大多数の子どもの覚醒水準を一定以上に高めることで、ものごとに集中してとりくむ脳の準備を整える効果を指摘している．

だが一方で、同じ身体活動といえども放課後の身体活動状況が翌日の朝の高次神経活動の型に及ぼす効果については有意な関連が認められなかった．

Hillman et al.¹⁰⁾ は、子どもを対象に認知課題を実施し、併せて事象関連電位を測定したところ、有酸素能力が高く運動習慣があると考えられる群はそれが低い群に比して課題の反応時間が短く、刺激の処理や注意を反映する P3 の振幅が大きい様子を報告している．同様に、日常的な身体活動が認知機能に及ぼす効果を検討した飯田ほか³¹⁾ は、1 週間あたりの総運動時間や中等度の運動時間が長い男子児童ほど、認知課題の情報処理にかかる時間が短い一方で、誤反応数は多い様子を報告している．そして、日頃の運動時間が多い児童は、認知課題における情報処理は速いが、情報処理における刺激の「弁別」や予想に基づき自動化された反応と異なった刺激に対する「抑制」の精度は低いことを指摘している．これらの報告は、身体活動が子どもの認知機能に反応時間の短縮といったポジティブな影響だけでなく、誤反応の増加といったネガティブな影響も生起することを示唆している．実際、ネガティブな影響における同様の傾向は、本研究においても観察することができる．すなわち、「放課後のみ身体活動あり群」では、興奮・抑制型が比較的多い様子をうかがうことができるのである（図 2-1）．この興奮・抑制型は、興奮過程と抑制過程の強さは十分であるものの平衡性に欠けるタイプであり、その大半は「興奮型」に判定されている．そして、その興奮型は反応時間が短い一方で、誤反応数が多いという特徴を有することも確認されている⁶²⁾．ただし、その興奮・抑制型についても、「朝のみ身体活動あり群」や「放課後・朝とも身体活動あり群」では、その出現率が少なく、易動欠・活発型が多い様子を観察することができる．したがって、朝の身体活動がその直後に及ぼす効果については、放課後の身体活動にみられたネガティブな影響を解消する可能性さえ秘めているものと考えられよう．

また、本研究では自己記入による生活状況調査を実施することができなかった 1・2 年生においても、特別な朝のプログラムを実施している A 校と非実施校である B・C 校別に高

次神経活動の型（3 群）の出現率を比較した。その結果、男子において、A 校 1・2 年生の不活発型と 5・6 年生の興奮・抑制型が少なく、5・6 年生の易動欠・活発型が多い様子が確認された（図 2-2）。このような結果は、低学年においても朝の身体活動が高次神経活動に好影響をもたらすことを示しており、低学年以前では最も幼稚な不活発型の出現率の多寡に注目した効果検証が必要であることを物語っているものといえよう。

以上のように、放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況と高次神経活動の型との関連を複合的に検討した本研究の結果、朝の身体活動がその直後の子どもの高次神経活動に好影響をもたらす様子が示された。このような事実は、高次神経活動に関する健康課題を解決するためには、朝の身体活動に注目した実践の創造が極めて有効な対策である可能性を示唆している。しかしながら、そのような効果がもたらされた生理学的なメカニズムについては、それを解明しきれていない。また、本研究では朝の身体活動とその直後の高次神経活動の状況との有効な関連が確認されたに過ぎず、その効果が午後、あるいは翌日まで影響を及ぼすのか否かについては解明しきれていない。加えて、どのような朝の身体活動が有効なのかという点についても、それを追究しきれていない。これらの諸点は本研究の限界であると同時に、今後の研究課題でもある。とりわけ、「どのような身体活動が有効なのか」という点では、子どもにとっては自らの願いさえ尊重されないままに、ただひたすら「体力づくり」を体験することだけが強制されたため、子どもの主体的な活動に発展しなかったという教訓⁶³⁾にも目配りしておく必要があるだろう。事実、前述の壺岐・野井⁶⁰⁾の報告では、子どもが「楽しい」と感じる活動において棒反応値が有意に向上する様子も示されている。そのため、A 校で実施されている活動が子ども自身の主体的な身体活動であった可能性は高く、そのような観点も踏まえた実践の創造とその科学的検証の蓄積が期待されているものと考ええる。

2.5 結論

本研究の結果，以下に示す知見を得ることができた．

1) 本研究の対象者は，メディアとの接触が少なく，身体活動が多めの小学生である様子をうかがうことができた．

2) go/no-go 課題による誤反応数および型判定の検討では，誤反応数の学年推移に性差がない様子，no-go task および no task において女子に比して男子の誤反応数が多い様子，すべての誤反応数が学年進行の上昇とともに減少する様子が確認された．

3) 最も幼稚な「不活発型」の出現率は，1960 年代，1970 年代の調査結果に比して顕著に高い様子が示された．このような様子は，高次神経活動の発達不全やその不調が日本における最近の子どもの健康課題であるという実態を示しているといえる．

4) 放課後の生活状況，睡眠状況，朝の身体活動状況と高次神経活動の型との関連を複合的に検討した結果，放課後の生活状況や夜から朝にかけての睡眠状況よりも，朝の身体活動状況がその日の午前中の高次神経活動に強く影響を及ぼすこと，さらには 10 分間という短い身体活動でもその可能性があるという様子が示された．

付 記

本章の一部は、日本発育発達学会 第 12 回大会（2014 年）において発表し、2014 年 10 月 30 日付で『発育発達研究』（第 66 号，2015 年 2 月発行）に受理された論文であり，本章はその論文に新しい知見を加筆したものである．

第 3 章

【研究課題 3】 高次神経活動の発達問題の対策に関する 事例的検討

3.0 要約

本章では、高次神経活動の発達問題を克服するための保育・教育現場の事例を検討することにより、高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策を提案することを目的としている。そのために、調査1として幼稚園での実践を、調査2として小学校での実践を取り上げ、それらの効果検証を行った。

調査1では、毎朝、“じゃれつき遊び”を実施しているS幼稚園を対象とした。この遊びは、全員参加により、ルールなく行われる主体的な身体活動である。調査の対象はS幼稚園児166名、およびその対照群としてのF幼稚園児145名であった。調査は、2010年3月と2011年2、3月に実施された。指標にはgo/no-go課題を用い、高次神経活動の型判定の結果と刺激に対する誤反応数についてF幼稚園児と比較することにより、“じゃれつき遊び”の効果検証を行った。その結果、最も幼稚なタイプといえる「不活発型」の出現率は、男女とも、F園児や先行研究の結果と比べて、S園児が最も低値を示した。また、「不活発型」の加齢変化を横断的に検討した結果、年中から年長にかけての減少の程度は、男女ともに、F園に比べてS園の方が大きい様子が観察された。さらに、誤反応数の加齢変化を縦断的に検討した結果、S園の男子において発達傾向が顕著である様子が確認された。

以上の結果から、身体活動をとまなう毎朝の“じゃれつき遊び”は、子どもの高次神経活動の発達不全と不調を改善する可能性が示され、特に男子に有効である様子も示された。

調査2では、毎朝、“ワクワクドキドキタイム”を実施しているF小学校を対象とした。この活動は、ワクワク・ドキドキ感を伴う身体活動で、全員参加により毎朝行われている。調査の対象はF小学校の332名の子ども（男子160名、女子172名：1~6年生）、および対照校としてのH小学校とK小学校の710名の子ども（男子354名、女子356名：1~6年生）であった。F小学校の調査は2007~2012年度の6年間に亘って行われ、いずれの年度とも9~2月の期間に実施された。また、対照校の調査は2012年10月に実施された。指標には調査1と同様、go/no-go課題を用い、高次神経活動の型判定の結果と刺激に対する誤反応数について対照校と比較することにより、“ワクワクドキドキタイム”の効果検証を行った。その結果、実践校のすべての学年の男女でno-go taskへの誤反応数が対照校よりも少ない様子が確認された。さらに、男女ともすべての学年段階において対照校に比して実践校の「不活発型」の出現率が少なく、「易動欠・活発型」の出現率が多い様子が確認された。

以上の結果から、“ワクワク・ドキドキ感”をとまなう毎朝の身体活動は、子どもの高次

神経活動の発達問題を解決する可能性が示された。

これら 2 つの事例における効果検証の結果，高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策として，「子ども自身が楽しめる毎朝の身体活動の実施」が提案された。

3.1 目的

本章で取り組む課題は、高次神経活動の発達問題を克服するための保育・教育現場の事例を検討することにより、高次神経活動の問題を解決するための具体的な対策を提案することである。そのために、第2章において確認された朝という時間帯に行う身体活動が及ぼす高次神経活動への効果に注目し、調査1として、毎朝の“じゃれつき遊び”を実践しているF幼稚園、調査2として、毎朝の“ワクドキタイム”を実践しているF小学校の2事例を取り上げ、それらの効果検証を行うことを目的とした。

3.2 〈調査 1〉 S 幼稚園における朝の身体活動（「じゃれつき遊び」）の効果検証

3.2.1 調査目的

栃木県の S 幼稚園では、長年にわたって“じゃれつき遊び”と称される朝の活動に取り組んでいる。この遊びの効果はかつてから注目されており、go/no-go 実験を用いた高次神経活動の調査研究も継続的に行われてきた⁶⁴⁾。しかしながら、これらの調査では、S 幼稚園の子どものみが対象とされ、同時期、同年齢段階を対象とした他園の子どもたちとの比較については今後の課題とされてきた。

そこで本調査では、S 幼稚園だけでなく、対照園として F 幼稚園でも同調査を実施し、同時期に行われたこれらの調査結果をもとに、S 幼稚園における子どもの高次神経活動の特徴を明らかにすることにより、S 幼稚園で実践されている朝の身体活動が高次神経活動に及ぼす効果を検証することを目的とした。

3.2.2 調査方法

3.2.2.1 対象および期間

対象は、2009～2010 年度に栃木県内の S 幼稚園に在籍していた男子 84 名（年少 30 名，年中 26 名，年長 28 名），女子 82 名（年少 22 名，年中 30 名，年長 30 名），計 166 名（年少 52 名，年中 56 名，年長 58 名）（以下、「2009～2010・S 園調査」と略す），およびその対照群として、同時期に埼玉県内の F 幼稚園に在籍していた男子 71 名（年少 9 名，年中 27 名，年長 35 名），女子 74 名（年少 9 名，年中 33 名，年長 32 名），計 145 名（年少 18 名，年中 60 名，年長 67 名）（以下、「2009～2010・F 園調査」と略す）であった。調査は、2010 年 3 月と 2011 年 2，3 月の行事や特別な活動がない日に 1 回ずつ、いずれも午前中（9:30～11:00）に限って実施された。

なお、本調査は各対象園での職員会議での同意を得た後、園の取り組みの一つとして実施された。また、保護者に対する調査の主旨と内容、参加決定・継続の自由、プライバシーの保護等についての説明は、対象園の教諭によって行われた。

3.2.2.2 実践内容（じゃれつき遊び）

S 幼稚園で実践されている“じゃれつき遊び”とは、毎朝の登園後、およそ 30 分間、園児と先生だけでなく保護者も一緒になってダイナミックに身体を動かしながら遊ぶ活動である。この遊びにはルールがなく、園児が先生や保護者の背中に 4～5 人も飛び重なり、そのまま分厚いマットレスの上に振り落とされたり、毛布を思い切り引っ張り合ったり、高いところから飛び降りるといった様子が見られるような主体的な活動である。

3.2.2.3 分析方法

本調査では、以下の 3 つの点について検討を行った。

1 点目は、2009～2010・S 園調査における型判定の結果の特徴を明らかにすることである。この検討では、各型の出現率を男女別に算出した後、「不活発型」の出現率に注目して、2009～2010・F 園調査および先行研究の結果と比較した。比較対象とした先行研究は、岐阜県内の 3 つの公立幼稚園の園児（男子 54 名、女子 60 名）を対象として行われた 2002 年の調査（以下、「2002・岐阜調査」と略す）⁶⁵⁾、神奈川・千葉・東京の 3 つの公立小学校の小学 1 年生（男子 62 名、女子 65 名）を対象として行われた 2007～2008 年の調査（以下、「2007～2008・小 1 調査」と略す）⁶⁵⁾であり、いずれも“じゃれつき遊び”等の特別なプログラムはおこなっていない幼稚園、学校であった。なお、この検討では、先行研究に倣って年少児は分析対象から除外し、年中・年長児を合算した出現率を比較した。

2 点目は、2009～2010・S 園調査における型判定の発達傾向の特徴を横断的に確認することである。この検討では、2009～2010・S 園調査と 2009～2010・F 園調査とにおけるすべての対象者を分析対象として、各型の出現率を男女別、S 園・F 園別、学年別に算出した後、「不活発型」の出現率に注目して、学年間の分布の偏りを園別に比較した。

3 点目は、2009～2010・S 園調査における不活発型の出現率および誤反応数から発達傾向の特徴を縦断的に確認することである。この検討では、S 園・F 園ともに、同一の対象児の 2009 年と 2010 年のデータを分析対象とした。分析では、最初に、不活発型とその他の型の出現率を男女別、園別に算出し、その加齢変化を確認した。その上で、各刺激に対する誤反応数を種類別（no-go task, go task, no task）、男女別、別に算出し、それらの平均値の加齢変化も比較した。

なお、本調査における分布の偏りの検定には χ^2 検定を用い、有意な分布の偏りが認められた場合には残差分析も実施した。また、平均値の差の検定には園要因、学年要因を考慮した繰り返しのある二元配置分散分析を用い、交互作用が有意であった場合には単純主効果の検定も実施した。これら一連の統計処理における結果の有意差については危険率5%未満水準で、有意傾向については危険率5%以上10%未満水準でそれぞれ判定した。

3.2.3 結 果

図3-1は、2009～2010・S園調査における年中・年長児の型判定の結果を、2009～2010・F園調査、2002・岐阜調査、2007～2008・小1調査における型判定の結果と併せて示したものである。これらの図が示すように、「不活発型」の出現率は、男女ともにF園児や先行研究の結果と比べて、S園児で最も低値を示した（S園男子35.2%、女子25.0%）。また、 χ^2 検定の結果、男子の2007～2008・小1調査と女子の2009～2010・F園調査で不活発型が有意に多い様子が確認された。

次に、図3-2には、横断的に観察した2009-10・S園調査および2009～2010・F園調査における型判定の結果を園ごとに示した。これらの図からは、両園とも、加齢に伴って不活発型の出現率が減少していく傾向が観察できた。また、年中から年長にかけての減少の程度は、S園の男子36.0%（年少53.9%、年長17.9%）、女子36.6%（年少43.3%、年長6.7%）、F園の男子14.8%（年少51.9%、年長37.1%）、女子17.1%（年少51.5%、年長34.4%）と、男女ともにS園の方が大きい様子が観察された。

2009～2010・S園調査および2009～2010・F園調査における2009年度の年中児の加齢変化を縦断的に検討した結果については、図3-3、3-4、表3-1に示した。図3-3は、型判定結果を不活発型とその他の型とに区分して園ごとに示したものである。この図が示すように、S園の男子では、年中61.5%から年長7.7%へと、女子では、年中57.1%から年長14.3%へと、男女とも、不活発型の出現率が加齢に伴って顕著に減少していく様子が確認された。さらに、図3-4、表3-1には、S園・F園別にみた誤反応数の加齢変化を示した。これらの図表が示すように、男子のno-go taskとgo taskで「園×学年」の交互作用が認められたため、単純主効果の検定を行った。その結果、no-go taskでは、年長における「園」要因（S園<F園）、S園における「学年」要因（年長<年中）に、go taskでは、年中における「園」

要因（F園＜S園），S園における「学年」要因（年長＜年中）に，それぞれ有意な差が検出された（表 3-1）。

3.2.4 考 察

本調査の結果（図 3-1）は，不活発型の出現率が，同年齢で数年前の子ども，一学年上で最近の子どもを想定して比較対象とした先行研究よりも S 幼稚園が少ないことを示すものであった。この結果は統計的に有意な人数の偏りを示すものではないものの，横断的，縦断的な加齢変化（図 3-2，3-3，3-4，表 3-1）をみても，同年齢で同時期に調査された F 幼稚園よりもそれが顕著である様子が示されている。このような結果は，S 園児では，物事に集中するのに必要な興奮過程の〈強さ〉と気持ちを抑えるのに必要な抑制過程の〈強さ〉が順調に獲得されている様子を物語っており，近年心配されている子どものやる気，意志，集中力といった高次神経活動の発達不全を解決させることにある程度成功していることを示しているものと考えられる。

本調査で比較対象とした F 幼稚園は，子どもの興味を刺激するような環境を整えた上での自由遊びに力点を置いた一般的ともいえる保育を展開している。一方，S 幼稚園が行うプログラムも年に数回の遠足（年少・年中 2 回，年長 4 回）等，身体活動を重視したプログラムが年間を通じて展開されているとはいえ，総じて一般的な保育を展開しているともいえよう。ただし，“じゃれつき遊び”に関しては，毎朝行うということ，ダイナミックな身体活動であるということ，ルールがないということ，かなり意図的におとなが仕かけて行う身体活動ではあるものの，子どもにとっては自由に思い切り遊べる時間になっているということ等，極めて特徴的なプログラムといえる。したがって，F 園にはない S 園における“じゃれつき遊び”が子どもの高次神経活動の発達に好影響を及ぼしていると考えられるのである。この点については，これまでも議論されている。例えば，西條ら⁶⁴⁾は，“じゃれつき遊び”という「体育的遊び」が興奮過程を強くし，それに対する負誘導によって抑制過程をより発達させること，野井⁶¹⁾は，“じゃれつき遊び”での強い興奮刺激が興奮の強さだけでなく，それに見合う抑制の強さも育てることをそれぞれ指摘している。

さらに野井⁶¹⁾は，“じゃれつき遊び”により同時に大多数の子どもの覚醒水準を一定以上に高めることで，ものごとに集中してとりくむ脳の準備を整える効果についても指摘している。近年，子どもの生活習慣や生活リズムの乱れが心配されており，就床時刻の遅れ

や睡眠時間の短縮化等を指摘する報告^{48) 66) 67) 68)}は数多い。そればかりか、朝からボーっとしている子どもがいるという保育・教育現場の実感¹⁾や、そのような“きつい朝”の生活がとりわけ休日明けに顕著であるという報告⁴⁷⁾も見られる。このような現代的健康課題に対して、脳を覚醒させ高次神経活動の調子を整える役割としての“じゃれつき遊び”の効果に寄せられる期待も大きく、今後の保育・教育現場に応用できる知見が得られたものとする。

また、本調査では、縦断的にみた男子の誤反応数の加齢変化で交互作用が認められた(図3-4, 表3-1)。このことは、“じゃれつき遊び”の影響ともいえるそのような効果が女子に比して男子で高いことを示しているといえよう。

運動が ADHD 症状に及ぼす効果について検討した Tantillo ほか⁶⁹⁾は、男子では激しい運動によって多動性の子どもによくみられる運動反射を抑制できたことを、女子では軽い運動の方が効果があったことを報告している。このような報告は ADHD 症状に及ぼす運動の効果に性差があることを示すものであり、大変興味深い。前述したように、“じゃれつき遊び”が強度の高い遊びであることを考えると、その効果が男子においてより有効であることは十分に推測できる。

昨今では、多方面から男子の幼さが心配されている⁷⁰⁾。寺沢ら⁷¹⁾は、高次神経活動の発達問題の要因として、子どもの遊びが動的なものから静的なものへと移行したことによる運動と人とのふれあいの減少を予想している。このような遊びの変化が女子よりも男子で明らかなことは容易に予想できる。その点、子ども、特に男子に“じゃれつき遊び”が有効であることが示された本研究の意義は小さくないものとする。

だが、いくつかの研究課題が残されているのも確かである。例えば、年少児からの縦断的検討がなされていないということも含めて、対象数が十分といえない点である。この点については、今後も対象数を増やして同様の検討を続けていきたいと考える。また、“じゃれつき遊び”の運動強度や運動量等の検討、さらには、高次神経活動以外の身体機能に及ぼす“じゃれつき遊び”の効果についても、今後の検討が期待される場所である。これらの諸点も、今後の研究課題として提起しておきたい。

3.3 〈調査 2〉 F 小学校における朝の身体活動（「ワクドキタイム」）の効果検証

3.3.1 調査目的

本調査の対象校である F 小学校は、神奈川県内の自然豊かな山の中に位置している。全校児童も 50～60 名と小規模な学校といえる。この学校は、近隣の 2 校が統合して、新設校として 2006 年度に開校した。それに伴って、通学手段がそれまでの徒歩からバスに変更された。このような通学方法の変更により以前に比べて通学中の安全が確保された反面、多くの子どもは通学時間が短くなったことから、自宅を出る時刻が遅くなり起床時刻も遅くなった。それに伴い、就床時刻も遅くなってしまいうという変化がみられるようになった。このような生活の変化は、学校生活にも影響を及ぼした。「以前に比べ、朝の挨拶に元気がない」、「何となく元気がなく、1 校時はボーッとしている様子がみられる」、「健康観察の時、“眠い”、“だるい”など不調を訴える子どもがいる」、「机に伏して字を書いたり、登校を渋りがちな子がいる」、「話がじっくり聞けず、何となく落ち着かない」等の教師の実感からは、生活の変化が子どもたちの高次神経活動にも悪影響を及ぼしている様子がうかがえるようになった。このようなことから、子どもたちが通学をしてから学習に入る前の段階において、そのような状況を改善することが喫緊の教育課題として浮上してきた。

そこで、身体活動が認知機能も含めた高次神経活動の状態に好影響を与えるという種々の研究知見を踏まえつつ、前述した「〈調査 1〉 S 幼稚園における朝の身体活動」の実践をヒントに、F 小学校版の朝活動の取り組みがすすめられることとなった。

本調査では、F 小学校において取り組まれている朝の身体活動が高次神経活動に及ぼす効果を検証することを目的とした。

3.3.2 調査方法

3.3.2.1 対象および期間

対象は、2007 年度から 2012 年度に神奈川県 S 市内の公立 F 小学校（以下、「実践校」と略す）に在籍していた男子 160 名、女子 172 名、計 332 名、および 2012 年度に同市内の公立 H 小学校と K 小学校（以下、「対照校」と略す）に在籍していた男子 354 名、女子 356

名、計 710 名であった。なお、表 3-2 には実践校における性別、学年別、年度別の対象者数および対照校における性別、学年別の対象者数を示した。実践校の調査は、各年度（2007～2012 年度）とも 9～2 月の期間において 1 年に 1 回、計 6 回実施された。対照校の調査は、2012 年 10 月に実施された。いずれの調査とも行事等の特別な活動がない日の午前中に限って行われた。

本調査は、実践校、対照校ともに、学校長を通じて教職員会議の承諾を得て行われた。また、各対象者に対しては、担任教諭を通じて事前に調査の趣旨と内容、参加決定・継続の自由、プライバシーの保護等についての説明を行い、調査参加の同意を得ることができた者のみを対象とした。なお、2012 年度以降の調査は、日本体育大学におけるヒトを対象とした実験等に関する倫理審査委員会の承認（承認番号：第 012-H14 号）を得て行われたものである。

3.3.2.2 実践内容（ワクドキタイム）

実践校では、主として身体活動をともなう活動を朝の時間帯に行っている。表 3-3 には、実践校で展開されている実践の概要を示した。この朝活動は、「ワクワク・ドキドキ委員会」と称する集会委員会の子どもたちが企画、運営して行う「ワクワク・ドキドキ集会」、各学級で教師や子どもが企画、運営して行う「ワクワクドキドキタイム」「朝の会」の時間帯にそれぞれ実施された。また、毎回の朝活動は子どもの笑顔と歓声が溢れる“ワクワク・ドキドキ感”のある活動ということを意識して創造された。

3.3.2.3 分析方法

本調査でも、go/no-go 課題を用い、以下の 2 つの指標を基に、実践校と対照校とにおける子どもの高次神経活動を比較した。なお、go/no-go 課題の実施方法は、第 1 章と同様であった。

1 つ目の指標は、刺激への誤反応数である。この検討では、誤反応数（no-go task, go task, no task）を実践要因、学年要因を考慮した繰り返しのない二元配置分散分析によって比較した。その後、各誤反応数の学年間比較を繰り返しのない一元配置分散分析によって実践校・対照校別に実施し、有意差が検出された場合には多重比較（Bonferroni の方法）も実

施した。さらに、各誤反応数の実践校・対照校間比較を対応のないt検定によって学年別に実施し、その効果量（Cohen's *d*）も算出した。

2つ目の指標は、型判定による各型の出現率である。この検討では、最初に各型の出現率を実践校・対照校別、学年段階（1・2年生、3・4年生、5・6年生）別に算出し、その分布状況を確認した。その後、5つの型を理論的に解釈できる3群（興奮過程と抑制過程の強さが不十分である「不活発型」、両過程の強さは十分なものの平衡性に欠ける「興奮・抑制型」、両過程の強さが十分で平衡性も良好である「易動欠・活発型」）に区分し、実践校・対照校間の分布の偏りを χ^2 検定により学年段階ごとに比較した。併せて、有意な分布の偏りが認められた場合には残差分析も実施した。

なお、本研究における結果の有意差については、危険率5%未満水準で判定した。ただし、学年別にみた誤反応数の実践校・対照校間比較については、危険率を小学1～6年生の全体で5%未満水準に設定するという観点から、危険率0.83%（5%÷6学年＝0.83%）未満水準で判定した。

3.3.3 結 果

表3-4、図3-5は、実践要因、学年要因を考慮した誤反応数を繰り返しのない二元配置分散分析によって比較した結果を示したものである。これらの図表が示すように、男女とも、すべての誤反応数（no-go task, go task, no task）において「実践×学年」の交互作用は認められず、それらの学年推移の傾向には実践校・対照校間の違いがない様子を確認することができた。また、女子のgo task以外の誤反応数では「実践」の主効果が、男子のno-go task、女子のgo task以外の誤反応数では「学年」の主効果がそれぞれ検出された。そのため、次に、実践校・対照校別にみた誤反応数の学年間比較、および学年別にみた誤反応数の実践校・対照校間比較を実施した（表3-5）。この表が示すように、学年間比較では、男子におけるgo taskの対照校、no taskの実践校と対照校、女子におけるno-go taskとno taskの実践校と対照校でそれぞれ有意な学年間差が認められ、いずれの誤反応数も学年進行に伴って減少する様子が確認された。また、実践校・対照校間比較では、男子におけるgo taskの5年生で実践校に比して対照校で有意に少ない誤反応数が認められたものの、男子におけるno-go taskの1, 2, 4, 5, 6年生、no taskの1, 6年生、女子におけるno-go taskの3, 4,

5, 6 年生, no task の 3, 6 年生では, 対照校に比して実践校の誤反応数が有意に少ない様子が確認された。

他方, 図 3-6 には, 実践校と対照校とにおける不活発型, 興奮・抑制型, 易動欠・活発型の出現率を示した。この図が示すように, 男子ではすべての学年段階, 女子では 5・6 年生において, それぞれ有意な人数の偏りが認められ, その後の残差分析の結果は, 実践校において不活発型が少なく, 易動欠・活発型が多い様子を示すものであった。

3.3.4 考 察

日本において 1969 年に実施された go/no-go 課題による高次神経活動の型判定の結果は, 不活発型の出現率が幼児 37.5%, 小学 2 年生 15.0%, 4 年生 5.0%, 5 年生 10.0%, 6 年生 5.0%, 中学生 0.0%であったと報告されている^{32) 33)}。その後, 同手法を用いて 2007~2009 年に調査を実施した野井ら³⁶⁾は, すべての学年の男女ともに「不活発型」の出現率が顕著に増加していることから, 最近の子どもたちにおける高次神経活動が心配される状況にあることを指摘している。そのような観点で本調査の対照校の結果をみると, 男子のすべての学年段階において野井ら³⁶⁾の報告と近似している様子が見受けられた(図 3-6)。また女子においても野井ら³⁶⁾の報告と同程度あるいは幾分高い不活発型の出現率である様子を確認することができた(図 3-6)。したがって, 本調査で対照校に設定した子どもたちは, 近年にみられる子どもと同程度の高次神経活動を有しており, その発達不全や不調の克服が健康課題であるといえよう。

そのような対照校に比して, 実践校ではすべての学年の男女で no-go task への誤反応数が少なく, 特に男子では 3 年生以外, 女子では 1 年生と 2 年生以外の学年で統計的な有意差も認められた(表 3-5)。また型判定の結果をみても, 男女ともすべての学年段階において実践校の不活発型の出現率が少なく, 易動欠・活発型の出現率が多い様子が確認され, 特に男子のすべての学年段階および女子の 5・6 年生では統計的に有意な人数の偏りも検出された(図 3-6)。このような結果は, 鹿野ら⁷²⁾による身体活動をともなう毎朝の“じゃれつき遊び”には幼児の高次神経活動の発達不全と不調を改善する可能性があり, 特に男子に有効であるという報告を支持するものであるといえ, 毎朝の身体活動は小学生にも同様の効果をもたらすことが確認されたと考える。加えて, 男女とも学年が上がるほど実践校・対照校間差の効果量が概ね高まっていく様子にも注目しておきたい(表 3-5)。この点は, 朝活動の効果が高学年により強いことを示しているのか, それとも複数年にわたる継続的

な実践の成果を示しているのかという点については不明であるが、小学生を対象とした本研究の結果から得られた特徴として指摘しておきたい。いずれにしても、このような本調査の結果は、小学生版の“じゃれつき遊び”ともいえる朝活動が近年心配されている高次神経活動の発達不全やその不調を改善しうる活動として、今後の教育現場に応用できる知見を示唆しているものと考ええる。

序章でも述べたように、近年では、認知機能も含めた高次神経活動の健全な発達に身体活動が重要な役割を果たすことが多く報告されている。とりわけ今後は、「どのような身体活動が効果をもたらすのか」という課題に関する実験室およびフィールドレベルでの検証が期待されている。その点では、実践校において行われている活動が“ワクワク・ドキドキ感”を意識した活動であることにも注目しておきたい。前述の壺岐・野井⁶⁰⁾の報告では、子どもが「楽しい」と感じる活動において棒反応値が有意に向上する様子も示されている。また、前頭前野は快感情が誘発される状況において活性化することも知られている⁷³⁾。実際に本調査の実践校の子どもたちがその活動を楽しんでいる、あるいはその活動によって快感情が誘発されているということについては、実践校で学校評価のひとつとして2011年度から項目に加えられた子どもへの質問紙調査への回答状況からも明らかである。それによると、「ワクワクタイムは楽しいですか?」という質問に対して、非常に楽しい89.6%、ふつう9.7%、楽しくない0.7%という回答が得られている。

以上のように、本調査の結果、F小学校で実践されているワクワク・ドキドキ感をともなう朝の身体活動は子どもの高次神経活動に好影響をもたらす様子が示された。このような事実は、朝という時間帯および子ども自身が楽しめる身体活動ということに注目した実践の創造が、昨今心配されている子どもの高次神経活動を改善するのに極めて有効な対策である可能性を示唆しているといえよう。

しかしながら、本研究では朝の身体活動とその直後の高次神経活動の状況とを検討したに過ぎず、その効果が午後、あるいは翌日まで影響を及ぼすのか否かについては解明されていない。この点は本研究の限界である。一方で、放課後の有酸素運動が短期記憶課題の成績を向上させるとの報告もある⁷⁴⁾。したがって、朝の身体活動がもたらす効果の持続性、あるいは朝以外の時間帯に実施する身体活動とその効果があらわれる時間帯の検討といった点は、今後の研究課題として提示しておきたい。加えて、本研究の実践校であるF小学校は人数が50～60人の小規模校であることから、エビデンスが教師の実感に依拠する部分が多く、また実践の効果についての縦断的な検討や練習効果の検討も十分

されていない。これらの諸点も本研究の限界であり、今後の実践的な研究課題として提起しておきたい。

3.4 結 論

本研究の結果，以下に示す知見を得ることができた．

〈調査 1〉 S 幼稚園における朝の身体活動（「じゃれつき遊び」）の効果検証

- 1) 最も子どもらしいタイプといえる「不活発型」の出現率は，男女とも，F 園児や先行研究の結果と比べて，S 園児が最も低値を示した（S 園男子 35.2%，女子 25.0%）．
- 2) 「不活発型」の加齢変化を横断的に検討した結果，年中から年長にかけての減少の程度は，男女ともに，F 園に比べて S 園の方が大きい様子が観察された．
- 3) 誤反応数の加齢変化を縦断的に検討した結果，S 園の男子の発達傾向が顕著である様子が確認された．

〈調査 2〉 F 小学校における朝の身体活動（「ワクワクドキドキタイム」）の効果検証

- 1) 実践校のすべての学年の男女で no-go task への誤反応数が対照校よりも少なく，特に男子では 3 年生以外，女子では 1 年生と 2 年生以外の学年で統計的な有意差も確認することができた．
- 2) 男女ともすべての学年段階において対照校に比して実践校の不活発型の出現率が少なく，易動欠・活発型の出現率が多い様子が確認され，特に男子の 3・4 年生，5・6 年生および女子の 5・6 年生では統計的に有意な人数の偏りも確認することができた．

以上 2 つの事例における効果検証により，毎朝の“じゃれつき遊び”や“ワクワク・ドキドキ感”をともなった身体活動は，心配されている子どもの高次神経活動の発達不全と不調を改善する可能性が示された．このような結果から，高次神経活動の発達問題を改善する具体的な対策として，「子ども自身が楽しめる毎朝の身体活動の実施」が提案された．

付 記

本章・調査1の一部は、日本幼少児健康教育学会 第30回記念大会【秋季：大阪大会】（2011年）において発表し、『幼少児健康教育研究』（第18巻第1号，pp28-36，2012年，日本幼少児健康教育学会 編）に掲載された論文であり，調査2の一部は，第60回日本学校保健学会（2013年）において発表し、『運動・健康教育研究』（第23巻第1号，pp3-11，2014年，日本幼少児健康教育学会 編）に掲載された論文である．本章は，それぞれの論文に新しい知見を加筆したものである．

結 章

4.1 本研究の結論

本研究では、心の特徴ともいえる高次神経活動の型の特徴を明らかにした上で、日本における最近の子どもの高次神経活動の実態を把握するとともに、生活状況、なかでも身体活動状況に注目して両者の関連を検討することにより、高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策を事例分析の結果も踏まえて提案することを目的として、3つの研究課題の下で作業を進めてきた。以下に、研究課題ごとに得られた結論を再録しながら、本研究の結論としてまとめた。

まず、【研究課題 1】高次神経活動における各型の go/no-go 課題への反応の特徴では、

1) go/no-go 課題への誤反応数 (no-go task, go task, no task)、および、陽性条件刺激への RT, RT-CV, Peak-CV は、男女とも総じて学年進行とともに減少し、Peak が増大していく様子を確認することができた。

2) 不活発型は、相反する誤反応や刺激に関与しないと考えられる誤反応の数が多く、反応時間のバラツキが大きいという特徴を有する。

3) 興奮型は、分化実験における反応時間が短く、抑制型は長いという特徴を有する。

4) 易動欠型は、逆転分化実験における誤反応数が多く、反応時間のバラツキが大きいという特徴を有する。

以上のことから、日本で行われてきた型判定の結果は、Pavlov 理論を十分に反映し得るものであることが確認された。

そして、【研究課題 2】高次神経活動における各型と生活との関連では、

1) 本研究の対象者は、メディアとの接触が少なく、身体活動が多めの小学生である様子をうかがうことができた。

2) go/no-go 課題による誤反応数および型判定の検討では、誤反応数の学年推移に性差がない様子、no-go task および no task において女子に比して男子の誤反応数が多い様子、すべての誤反応数が学年進行の上昇とともに減少する様子が確認された。

3) 最も幼稚な「不活発型」の出現率は、1960 年代、1970 年代の調査結果に比して顕著に高い様子が示された。このような様子は、高次神経活動の発達不全やその不調が日本における最近の子どもの健康課題であるという実態を示しているといえる。

4) 放課後の生活状況、睡眠状況、朝の身体活動状況と高次神経活動の型との関連を複合的に検討した結果、放課後の生活状況や夜から朝にかけての睡眠状況よりも、朝の身体活動状況がその日の午前中の高次神経活動に強く影響を及ぼすこと、さらには10分間という短い身体活動でもその可能性があるという様子が示された。

最後に、【研究課題3】高次神経活動の発達問題の対策に関する事例的検討では、〈調査1〉S幼稚園における朝の身体活動（「じゃれつき遊び」）の効果検証において、

1) 最も子どもらしいタイプといえる「不活発型」の出現率は、男女とも、F園児や先行研究の結果と比べて、S園児が最も低値を示した（S園男子35.2%、女子25.0%）。

2) 「不活発型」の加齢変化を横断的に検討した結果、年中から年長にかけての減少の程度は、男女ともに、F園に比べてS園の方が大きい様子が観察された。

3) 誤反応数の加齢変化を縦断的に検討した結果、S園の男子の発達傾向が顕著である様子が確認された。

また、〈調査2〉F小学校における朝の身体活動（「ワクワクドキタイム」）の効果検証において、

1) 実践校のすべての学年の男女でno-go taskへの誤反応数が対照校よりも少なく、特に男子では3年生以外、女子では1年生と2年生以外の学年で統計的な有意差も確認することができた。

2) 男女ともすべての学年段階において対照校に比して実践校の不活発型の出現率が少なく、易動欠・活発型の出現率が多い様子が確認され、特に男子の3・4年生、5・6年生および女子の5・6年生では統計的に有意な人数の偏りも確認することができた。

これら2つの事例における効果検証により、毎朝の強度の高い身体活動をともなう“じゃれつき遊び”や“ワクワク・ドキドキ感”をともなった身体活動は、心配されている子どもの高次神経活動の発達不全と不調を改善する可能性が示された。

本研究では、以上3つの【研究課題】における研究知見を踏まえ、最終的な研究目的である子どもの“心”，すなわち高次神経活動の発達問題を解決するための具体的な対策として、「子ども自身が楽しめる毎朝の身体活動の実施」を提案する。

4.2 本研究の限界と今後の課題

本研究で用いた go/no-go 課題は、あくまでも脳活動が出力された結果にすぎず、脳内の情報処理過程については推測の域を脱しない。というのも、本研究の対象者が人、しかも子どもであることから、身体活動中の脳を観察することや身体活動後の脳を摘出してその変化を調べるということは到底実現しえないことであり、朝の身体活動が及ぼす脳内メカニズムまでは検討できてない。この点は、本研究の限界である。したがって、動物で検証しうる方法や成人を対象とした実験室レベルでの研究において立証される身体活動による脳の変容に関する理論的根拠とも融合させつつ、このメカニズムを解明していくこと、そして、保育・教育現場における実践レベルでの検証を積み重ね、朝という時間帯および子ども自身が楽しめる身体活動実践を拡充させていくことが今後の課題である。

加えて、本研究では朝の身体活動とその直後の午前中における高次神経活動の状況とを検討したに過ぎず、朝の身体活動がもたらす効果の持続性、あるいは朝以外の時間帯に実施する身体活動とその効果があらわれる時間帯の検討といった点は、積み残された研究課題として提示しておきたい。

謝 辞

博士論文の執筆を終えるにあたり、多くの方々にご指導、ご支援を賜りましたことを心から感謝申し上げます。指導教員である野井真吾 教授には、博士課程の3年間だけでなく、修士課程の2年間、さらにはそれ以前より長きに亘ってご指導を賜りました。「子どものために」との野井教授の思いには言葉にならないほどの影響を受けました。本当にありがとうございました。

大学院への入学については、本学 上野純子 教授がその道を開いてくださりました。そして入学後も篤くご指導いただいたことに心よりお礼申し上げます。さらに、本研究の先人である本学の阿部茂明 教授、西條修光 教授には、多方面より貴重なご意見、ご指導を賜りました。重ねてお礼申し上げます。また、フィールドでの調査においてご指導いただきました埼玉大学の野田寿美子 教授、分析方法につままして的確なアドバイスをいただきました東北学院大学の鈴木宏哉 准教授、両氏のご指導がなければ本研究は完成しえなかったことと思います。心より感謝申し上げます。

さらに、子どもを対象としている本研究において、子どもの実態を実感とともに伝えてくださる子どものからだと心・連絡会議の皆様、全国養護教諭サークル協議会の先生方の存在はなくてはならないものでした。厳しくも暖かくご指導くださる先生方には本当に感謝しております。ありがとうございました。

そして、常にご支援いただき、また刺激を与え続けてくださっている黄ペン会の皆様、野井研究室の皆様にも心から感謝しています。皆様の力の結集によりこの研究が進められたことをここに強調しておきたいと思います。

最後に、坂本玄子先生の「やりなさい」とのお言葉とご支援がなければ今の私はありませんでした。この場を借りて深く感謝申し上げるとともに、いつまでも見守り続けてくれる両親と家族に感謝いたします。

2015 年 2 月 鹿野晶子

文 献

- 1) 阿部茂明, 野井真吾, 中島綾子, 下里彩香, 鹿野晶子, 七戸 藍, 正木健雄 (2011) 子どもの“からだのおかしさ”に関する保育・教育現場の実感-「子どものからだの調査 2010」の結果を基に-. 日本体育大学紀要, 41(1): 65-85
- 2) 野井真吾 (2006) 子どものからだの現状からみた発達困難の今日の特徴と教育保健の課題. 日本教育保健学会年報, (13): 70-77
- 3) 平野浩一 (2014) メンタルヘルスに関連する自覚症状の調査結果の概要. 日本学校保健会編, 平成 24 年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書. 日本学校保健会: 東京, 82-107
- 4) 宮内 哲 (2013) 脳を測る: 改訂 ヒトの脳機能の非侵襲的測定. 心理学評論, 56(3): 414-454
- 5) 文部科学省初等中等教育局, 科学技術・学術政策局, 研究振興局 (2002) 「脳科学と教育」研究に関する検討会の開催について. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/003/toushin/1221595_1623.html (2002. 3. 13)
- 6) 文部科学省 (2002) 「脳科学と教育」研究に関する検討の中間取りまとめ (概要). http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/003/toushin/020801.htm (2002. 7)
- 7) Casey, B.J., Durston, S. and Fossella, J.A. (2001) Evidence for a mechanistic model of cognitive control. *Clinical Neuroscience Research*, 1: 267-282
- 8) Durston, S., Tottenham, N. T., Thomas, K. M., Davidson, M. C., Eigsti, I. M., Yang, Y., Ulug, A. M. and Casey, B.J. (2003) Differential patterns of striatal activation in young children with and without ADHD. *Society of Biological Psychiatry*, 53: 871-878
- 9) 竹中晃二 (2010) はじめに〜本書作成の意図〜, アクティブ・チャイルド 60 min.-子どもの身体活動ガイドライン-. 竹中晃二編・日本体育協会監修, サンライフ企画: 東京, 2-5
- 10) Hillman, C.H., Castelli, D.M. and Buck, S.M. (2005) Aerobic Fitness and Neurocognitive Function in Healthy Preadolescent Children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11): 1967-1974

- 11) Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y. and Soya, H. (2010) Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *NeuroImage*, 50: 1702-1710
- 12) O'Leary, K.C., Pontifex, M. B., Scudder, M.R., Brown, M.L. and Hillman, C.H. (2011) The effects of single bouts of aerobic exercise, exergaming, and videogame play on cognitive control. *Clinical Neurophysiology*, 122: 1518-1525
- 13) イヴァン・ペトロヴィッチ・パヴロフ（岡田靖雄，横山恒子訳）（1979）高次神経活動のみじかな概要．高次神経活動の客観的研究．岩崎学術出版社：東京，353-365
- 14) 鴨野元一（2000）パヴロフ学説にみる臨床心理学的意義-とくに，潜在的機能状態と動的ステレオタイプについて-．川崎医療福祉学会誌，10(1)：55-62
- 15) イワン・ペトロヴィッチ・パヴロフ（東京大学ソヴェト医学研究会訳）（1955）型の学説．ハ・エス・コシトヤンツ編，パヴロフ選集（上巻）．蒼樹社：東京，257-283
- 16) イワン・ペトロヴィッチ・パヴロフ（東京大学ソヴェト医学研究会訳）（1956）高次神経活動の実験病理学．ハ・エス・コシトヤンツ編，パヴロフ選集（下巻）．蒼樹社：東京，418-443
- 17) ア・エル・ルリヤ（松野 豊，関口 昇訳）（1969）随意運動の発生．言語と精神発達．明治図書出版：東京，139-171
- 18) Sasaki, K. and Gemba, H. (1986) Electrical activity in the prefrontal cortex specific to no-go reaction of conditioned hand movement with color discrimination in the monkey. *Experimental Brain Research*, 64: 603-606
- 19) Sasaki, K., Gemba, H., Nambu, A. and Matsuzaki, R. (1992) Localization of no-go activity in human frontal cortex by MEG study. *Japanese Journal of Physiology*, 42(Suppl.): 176
- 20) Gemba, H. and Sasaki, K. (1989) Potential related to no-go reaction of go/no-go hand movement task with color discrimination in human. *Neuroscience Letters*, 101: 263-268
- 21) 岩木信喜，宮谷真人（2003）GO/NO-GO 課題における反応停止判断と NO-GO 電位潜時．生理心理学と精神生理学，21：245-252
- 22) Czigler, I., Csibra, G. and Ambro, A. (1996) Aging, stimulus identification and the effect of probability: an event-related potential study. *Biological Psychology*, 43: 27-40

- 23) Beste, C., Willemsen, R., Saft, C. and Falkenstein, M. (2010) Response inhibition subprocesses and dopaminergic pathways: basal ganglia disease effects. *Neuropsychologia*, 48: 366-373
- 24) Riggs, N., Chou, C.P., Spruit-Metz, D. and Pentz, M.A. (2010) Executive cognitive function as a correlate and predictor of child food intake and physical activity. *Child Neuropsychology*, 16: 279-292
- 25) Davis, C.L. and Cooper, S. (2011) Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among overweight children: Do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes?. *Preventive Medicine*, 52: S65-S69
- 26) Pedlow, C.T. and Niemeier, H.M. (2013) Sociotropic cognition and eating disordered attitudes and behavior in young adults. *Eating Behaviors*, 14(2): 95-101
- 27) Drollette, E.S., Scudder, M.R., Raine, L.B., Moore, R.D., Saliba, B.J., Pontifex, M.B., and Hillman, C.H. (2014) Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 7: 53-64
- 28) 紙上敬太 (2012) 習慣的な身体活動と子どもの認知機能. *Journal of Training Science for Exercise and Sport*, 24(3) : 227-232
- 29) Hillman, C.H., Motl, R.W., Pontifex, M.B., Posthuma, D., Stubbe, J.H., Boomsma, D.I. and De Jous, E.J.C. (2006) Physical activity and cognitive function in cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychology*, 25: 678-687
- 30) Donnelly, J.E. and Lambourne, K. (2011) Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52: 36-42
- 31) 飯田悠佳子, 宮崎 真, 関口浩文, 上田有吾, 鳥居 俊, 内田 直 (2010) 前思春期男女児童の日常身体活動の特性と視覚性 Go/Nogo 課題応答性. *発育発達研究*, 45: 1-10
- 32) 正木健雄, 森山剛一 (1971) 人間の高次神経活動の型に関する研究. *東京理科大学紀要 (教養篇)*, 4 : 69-81
- 33) 西條修光, 森山剛一, 熨斗謙一, 熊野晃三, 村本和世, 阿部茂明, 正木健雄 (1981) 子どもの大脳活動の変化に関する研究-高次神経活動の型から-. *日本体育大学紀要*, 10 : 61-68
- 34) Terasawa, K., Saijo, O., Yanagisawa, A., Shinohara, K., Nemoto, K. and Masaki, T. (2000) GO/NO-GO experiment to study cerebral development in Japanese and Chinese children -The

- comparison survey in Japan and China-. Nagano Journal of Physical Education and Sports, 11: 1-7
- 35) Noi, S., Shikano, A. and Masaki, T. (2008) Developmental disorders in the prefrontal cortex of Japanese children. Asia-Pacific Conference on Mind Brain and Education ,168-169
 - 36) 野井真吾, 鹿野晶子, 小林幸次, 松本稜子, 金子 慧 (2013) 最近の小学生における高次神経活動の特徴 : go/no-go 実験における誤反応と型判定を基に. 日本体育大学紀要, 42 : 111-118
 - 37) Bush, G., Luu, P. and Posner, M.I. (2000) Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. Trends in Cognitive Sciences, 4(6): 215-222
 - 38) Tamm, T., Menon, V. and Reiss, A. L. (2002) Maturation of brain function associated with response inhibition. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 41(10): 1231-1238
 - 39) Iida, Y., Miyazaki, M. and Uchida, S. (2010) Developmental change in cognitive reaction time of children aged 6-12 years. European Journal of Sports Science, 10(3): 151-158
 - 40) Rubia, K., Smith, A.B., Brammer, M.J., Toone, B. and Taylor, E. (2005) Abnormal Brain Activation During Inhibition and Error Detection in Medication-Naive Adolescents With ADHD. American Journal of Psychiatry, 162: 1067-1075
 - 41) Banaschewski, T., Ruppert, S., Tannock, R., Albrecht B., Becker, A., Uebel, H., Sergeant, J.A. and Rothenberger, A. (2006) Colour perception in ADHD. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47: 568-572
 - 42) Negoro, H., Sawada, M., Iida, J., Ota, T., Tanaka, S. and Kishimoto, T. (2010) Prefrontal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder as measured by near-infrared spectroscopy. Child Psychiatry and Human Development, 41: 193-203
 - 43) Trommer, B.L., Hoepfner, J.A., Lorber, R. and Armstrong, K.J. (1988) The Go-No-Go paradigm in attention deficit disorder. Annals of Neurology, 24(5): 610-614
 - 44) Halperin, J. M., Wolf, L., Greenblatt, E. R. and Young, G. (1991) Subtype analysis of commission errors on the continuous performance test in children. Developmental Neuropsychology, 7(2): 207-217

- 45) Vaurio, R. G., Simmonds, D. J., and Mostofsky, S. H. (2009) Increased intra-individual reaction time variability in attention-deficit/hyperactivity disorder across response inhibition tasks with different cognitive demands. *Neuropsychologia*, 47: 2389-2396
- 46) 門田新一郎 (2001) 児童のライフスタイルと健康状況に関する調査研究-週休 2 日制を踏まえた検討-. 学校保健研究, 43 : 61-72
- 47) Noi, S. and Shikano, A. (2011) Melatonin Metabolism and Living Conditions among Children on Weekdays and Holidays, and Living Factors Related to Melatonin Metabolism. *School Health*, 7: 25-34
- 48) 野井真吾, 下里彩香, 鈴木綾子, 山本晃弘, 野田 耕 (2008) 「からだの学習」に関する基礎的研究 : 疑問調査, 知識調査, 生活調査, 体調調査の結果を基に. 学校保健研究, 49 : 439-451
- 49) 笠井直美 (2012) ライフスタイルに関する調査結果の概要. 日本学校保健会編, 平成 22 年度児童生徒のサーベイランス事業報告書. 日本学校保健会 : 東京, 22-81
- 50) 竹中晃二 (2009) 日本の子どもにおける身体活動・運動の行動目標設定と効果の検証 第 3 報, 運動・スポーツ実践, 日常の身体活動量の増強を普及啓発するための方針 : 平成 20 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告. 日本体育協会 : 2-5
- 51) 文部科学省 (2012) 子どもの体力向上のための取組ハンドブック. 文部科学省 : 17-18
- 52) 鈴木宏哉, 岡崎勘造, 佐々木桂二, 坂本 譲 (2013) 東日本大震災による宮城県沿岸部被災地域の中学生における身体活動量と健康関連 QOL. 発育発達研究, 58 : 43-51
- 53) 野井真吾 (2005) からだと心の“元気”指標. 子どもと発育発達, 3 : 75-79
- 54) Krasnogorsky, N. I. (内藤耕次郎, 木村正一訳) (1964) 子供の高次神経活動-精神発達の生理-. 世界書院 : 222-232
- 55) Matsumoto, Y., Mishima, K., Satoh, K., Shimizu, T. and Hishikawa, Y. (2002) Physical activity increases the dissociation between subjective sleepiness and objective performance levels during extended wakefulness in human. *Neuroscience Letters*, 326: 133-136
- 56) 窪田千恵, 塩田耕平, 守田優子, 内田 直 (2014) 5 日間の睡眠時間の短縮が運動能力, 認知機能および睡眠脳波に及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌, 22 : 80-89
- 57) 中野貴博, 春日晃章, 村瀬智彦, 小栗和雄 (2011) 多動性・衝動性行動傾向を有する幼児の生活習慣および体力的特徴に関する検討. 発育発達研究, 51 : 57-66

- 58) 仁木 甫, 春日晃章 (2012) 朝の軽運動が認知機能および前頭前野の脳血流量に及ぼす影響. 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 36 : 133-137
- 59) 山村千晶, 高見京太, 田嶋貴之, 北川 薫 (1996) 高校生男女柔道部員における早朝練習時の生理学的効果. 東海保健体育科学, 18 : 51-57
- 60) 壺岐昌広, 野井真吾 (2014) 種々の朝活動が子どもの覚醒水準に及ぼす影響: 棒反応測定の結果を基に. 幼少児健康教育研究, 22 : 15-25
- 61) 野井真吾 (2003) 子どもの輝く目を求めた実験的とりくみ-“教育生理学”的な分析から-. 教育 , 53(10) : 29-36
- 62) 鹿野晶子, 野井真吾 (2013) 子どもの高次神経活動の特徴に関する検討: go/no-go 実験による型判定と陽性条件刺激に対する反応時間・反応の大きさに注目して. 日本幼少児健康教育学会第 32 回大会プログラム・抄録集, 32-33
- 63) 野井真吾, 野田 耕, 水田嘉美, 阿部茂明, 正木健雄 (2001) 日本の学校における「体力づくり」実践-『健康と体力』誌及び『スポーツと健康』誌を手がかりとして-. 体育科教育学研究, 18 : 11-24
- 64) 西條修光, 寺沢宏次, 正木健雄 (1984) 幼児における大脳活動の発達-高次神経活動の型から-. 日本体育大学紀要, 14(1) : 25-30
- 65) 野井真吾 (2008) 子どもの“心”を“からだ(脳)”でみる! go/no-go 実験の結果が教えてくれること. 子どものからだと心・連絡会議編, 子どものからだと心白書 2008. ブックハウスエイチディ: 東京, 40-43
- 66) 大澤清二, 笠井直美 (1999) 現代の子どものライフスタイル. 体育の科学, 49(1) : 20-24
- 67) 衛藤 隆 (2001) 子どもの睡眠に関する提言. 小児保健研究, 60(6) : 817-819
- 68) 鈴木綾子, 野井真吾 (2007) 中学生における睡眠習慣と睡眠問題, 不定愁訴との関連. 発育発達研究, 36 : 21-26
- 69) Tantillo, M., Kesick, C.M., Hynd, G.W. and Dishman, R.K. (2001) The effect of exercise on children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34: 203-212
- 70) 新井邦二郎 (2008) 現代の「男の子問題」とその背景-男女のボーダーレス化・男性的価値の変化と性役割期待の残滓の中で-. 児童心理, 62 : 299-310

- 71) 寺沢宏次, 西條修光, 柳沢秋孝, 篠原菊紀, 根本賢一, 正木健雄 (2001) 子どもの GO/NO-GO 課題と生活調査-日本の 1998 年と中国の 1984 年を比較して-. 国立オリンピック記念青少年総合センター紀要, 創刊号 : 37
- 72) 鹿野晶子, 野田寿美子, 野井真吾 (2012) 朝の身体活動プログラムを実施している S 幼稚園の高次神経活動の特徴-F 幼稚園児との比較から-. 幼少児健康教育研究, 18(1) : 28-36
- 73) Ueda, K., Okamoto, Y., Okada, G., Yamashita, H., Hori, T. and Yamawaki, S. (2003) Brain activity during expectancy of emotional stimuli: an fMRI study. *Neuroreport*, 14: 51-55
- 74) Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'leary, K. C., Scudder, M.R., Wu, C.T., Castelli, D. M. and Hillman, C. H. (2011) The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*, 14: 1046-1058

図表一覧

[序 章]

図 0-1 PubMed を用いた先行研究のレビューに関するフローチャート（検索日：2014 年 11 月 1 日）

図 0-2 CiNii（NII 学術情報ナビゲータ）を用いた先行研究のレビューに関するフローチャート（検索日：2014 年 11 月 1 日）

[第 1 章]

表 1-1 性別・学年別対象者数

表 1-2 各型の解釈とその判定基準

表 1-3 性要因，学年要因を考慮した誤反応数の繰り返しのない二元配置分散分析の結果

表 1-4 性要因，学年要因を考慮した RT，RT-CV，Peak，Peak-CV の繰り返しのない二元配置分散分析の結果

表 1-5 男女別にみた分化実験，逆転分化実験の学年別誤反応数

表 1-6 男女別にみた分化実験，逆転分化実験の学年別 RT，RT-CV，Peak，Peak-CV

表 1-7 高次神経活動の各型における誤反応数 RT，RT-CV，Peak，Peak-CV の特徴

図 1-1 go/no-go 課題の調査風景

図 1-2 go/no-go 課題（分化実験）における各型の no-go task，go task，no task

図 1-3 go/no-go 課題（逆転分化実験）における易動欠型と活発型の no-go task，go task，no task

図 1-4 go/no-go 課題（分化実験）における各型の RT・RT-CV・Peak・Peak-CV

図 1-5 go/no-go 課題（逆転分化実験）における易動欠型と活発型の RT・RT-CV・Peak・Peak-CV

[第 2 章]

表 2-1 性別，学年別対象者数

表 2-2 生活状況調査の基礎集計結果

表 2-3 性要因，学年要因を考慮した誤反応数の繰り返しのない二元配置分散分析の結果

表 2-4 性別にみた各型の学年段階別出現率

表 2-5 生活状況と高次神経活動の型判定との関連（多項ロジスティック回帰分析の結果）

図 2-1 身体活動なし群，放課後のみ身体活動あり群，朝のみ身体活動あり群，放課後・朝とも身体活動あり群別にみた不活発型，興奮・抑制型，易動欠・活発型の出現率

図 2-2 特別な朝のプログラムを実施している A 校と非実施校である B・C 校別にみた不活発型，興奮・抑制型，易動欠・活発型の出現率

[第 3 章]

表 3-1 〈調査 1〉園要因，学年要因を考慮した誤反応数の二元配置分散分析の結果

表 3-2 〈調査 2〉本研究の対象者数

表 3-3 〈調査 2〉年度別の実践概要と主なプログラム

表 3-4 〈調査 2〉実践要因・学年要因を考慮した誤反応数の二元配置分散分析の結果（性別・誤反応別）

表 3-5 〈調査 2〉性別，学年別，実践校・対照校別にみた誤反応数の平均値と標準偏差

図 3-1 〈調査 1〉調査別にみた高次神経活動の型判定の結果

図 3-2 〈調査 1〉横断的にみた S 園・F 園の高次神経活動の型判定の加齢変化

図 3-3 〈調査 1〉縦断的にみた S 園・F 園の高次神経活動の型判定の加齢変化

図 3-4 〈調査 1〉縦断的にみた S 園・F 園別の誤反応数（no-go task, go task, no task）の加齢変化

図 3-5 〈調査 2〉実践校・対照校別にみた誤反応数の加齢変化

図 3-6 〈調査 2〉実践校・対照校別にみた高次神経活動の型判定の結果（性別・学年段階別）

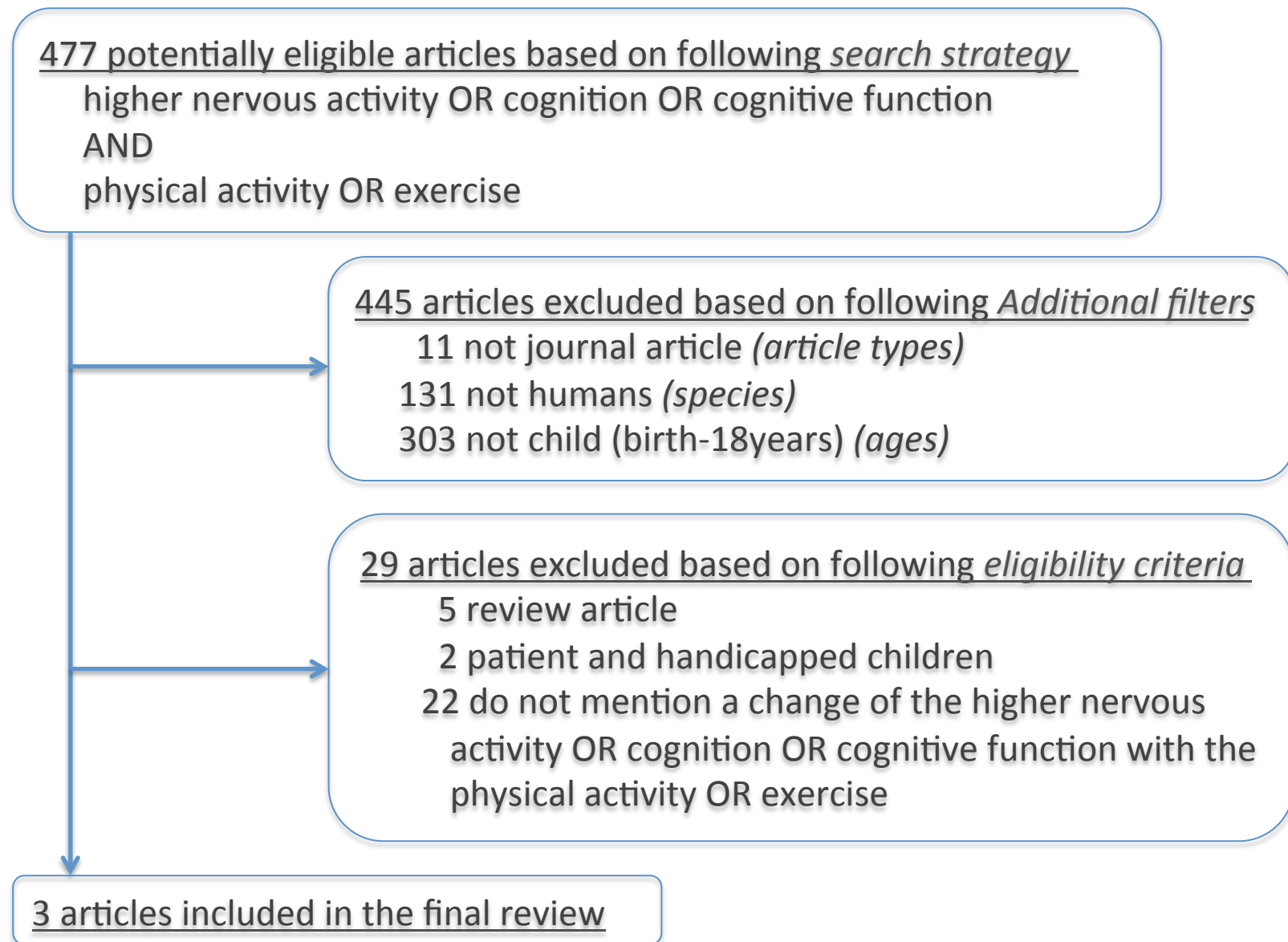


図0-1 PubMedを用いた先行研究のレビューに関するフローチャート(検索日:2014年11月1日)

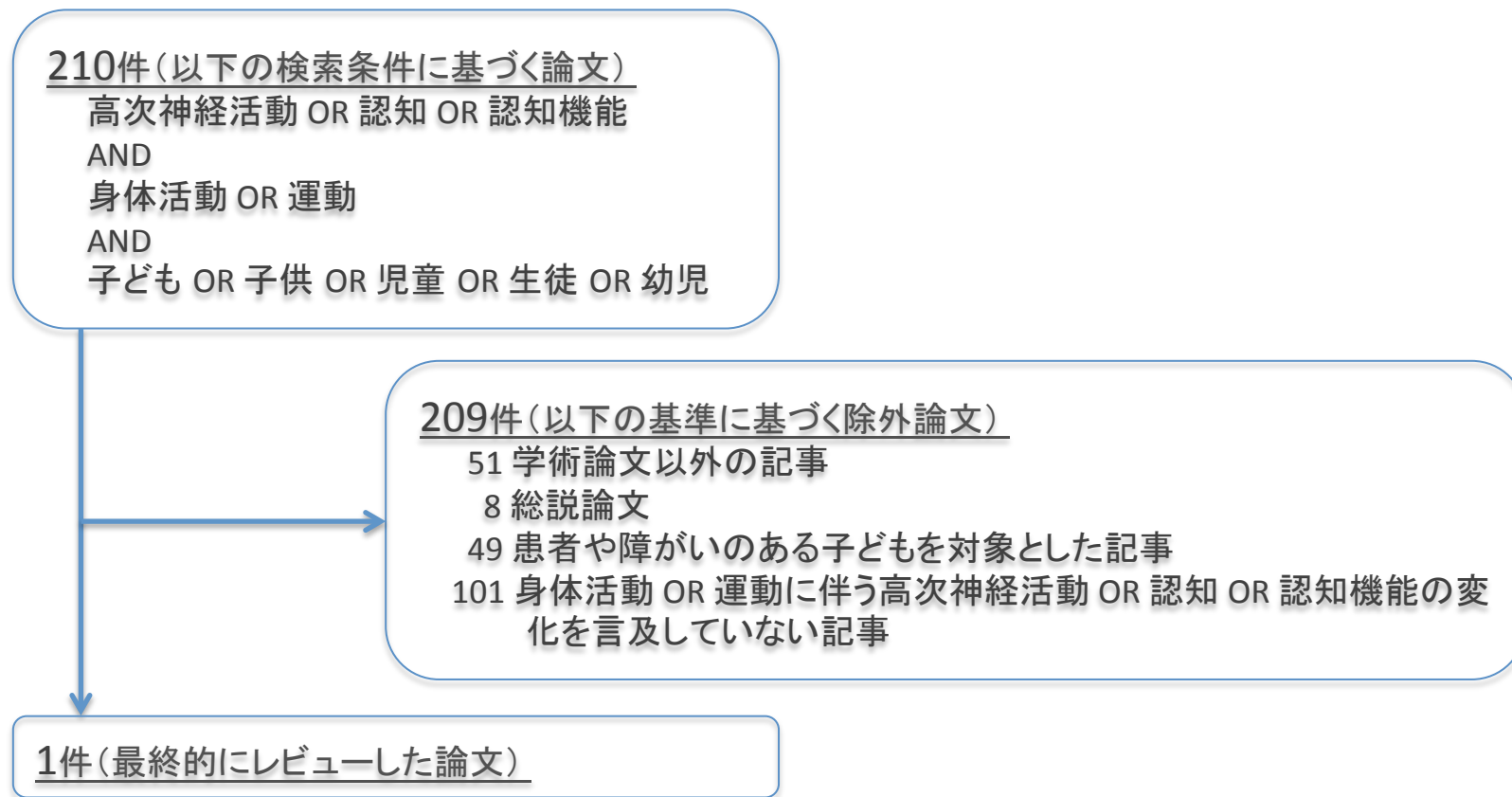


図0-2 CiNii(NII学術情報ナビゲータ)を用いた先行研究のレビューに関するフローチャート(検索日:2014年11月1日)

表 1-1 性別・学年別対象者数

学年	男子	女子	全体
1 年生	33	47	80
2 年生	52	34	86
3 年生	54	50	104
4 年生	57	48	105
5 年生	49	53	102
6 年生	56	68	124
計	301	300	601

表 1-2 各型の解釈とその判定基準

各型の解釈 ^α		判定基準 ^β
不活発型 ^γ	興奮過程と抑制過程がともに弱いタイプ	(分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回以上かつ go task に対する誤反応 1 回以上
興奮型 ^γ	興奮過程と抑制過程の強さは十分なものの、その平衡性が悪く、興奮過程が優位なタイプ	(分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回以上かつ go task に対する誤反応 0 回
抑制型 ^γ	興奮過程と抑制過程の強さは十分なものの、その平衡性が悪く、抑制過程が優位なタイプ	(分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回未満かつ go task に対する誤反応 1 回以上
易動欠型	興奮過程と抑制過程の強さは十分で、平衡性も良好なものの、易動性に欠けるタイプ	(分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回未満かつ go task に対する誤反応 0 回 (逆転分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回以上もしくは go task に対する誤反応 1 回以上
活発型	興奮過程と抑制過程の強さは十分で、平衡性も易動性も良好なタイプ	(分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回未満かつ go task に対する誤反応 0 回 (逆転分化実験・誤反応数) no-go task に対する誤反応 3 回未満かつ go task に対する誤反応 0 回

^α 大脳新皮質における両神経過程（興奮過程と抑制過程）の特性に基づく各型の解釈。

^β no task の誤反応数は、基本的に no-go task と go task に加算して集計した。

^γ 不活発型，興奮型，抑制型については，分化実験における誤反応数のみで判定した。

表 1-3 性要因，学年要因を考慮した誤反応数の繰り返しのない二元配置分散分析の結果

		要因	自由度	平方和	平均平方	F 値 ^a
分化実験	no-go task	性	1	121.077	121.077	19.617*
		学年	5	29.779	5.956	0.965
		性×学年	5	37.041	7.408	1.200
		残差	589	3635.404	6.172	
	go task	性	1	0.362	0.362	1.076
		学年	5	3.930	0.786	2.336*
		性×学年	5	2.150	0.430	1.272
		残差	589	198.132	0.336	
	no task	性	1	50.423	50.423	18.867*
		学年	5	97.745	19.549	7.315*
		性×学年	5	30.796	6.159	2.305*
		残差	589	1574.112	2.673	
逆転分化実験	no-go task	性	1	133.966	133.966	23.526*
		学年	5	100.721	20.144	3.538*
		性×学年	5	16.700	3.340	0.587
		残差	589	3354.018	5.694	
	go task	性	1	0.680	0.680	1.792
		学年	5	8.992	1.798	4.736*
		性×学年	5	5.977	1.195	3.149*
		残差	589	223.629	0.380	
	no task	性	1	67.770	67.770	20.581*
		学年	5	198.732	39.746	12.071*
		性×学年	5	54.484	10.897	3.309*
		残差	589	1939.461	3.293	

^a *:p<0.05

表 1-4 性要因，学年要因を考慮した RT，RT-CV，Peak，Peak-CV の繰り返しのない
二元配置分散分析の結果

		要因	自由度	平方和	平均平方	F 値 ^a
分化実験	RT	性	1	32181.094	32181.094	6.617*
		学年	5	1241671.805	248334.361	47.586*
		性×学年	5	41181.844	8236.369	1.578
		残差	589	3073754.486	5218.598	
	RT-CV	性	1	541.436	541.436	6.246*
		学年	5	538.146	107.629	1.242
		性×学年	5	235.607	47.121	0.544
		残差	589	51059.349	86.688	
	Peak	性	1	136069.843	136069.843	0.113
		学年	5	44168603.524	8833720.705	7.316*
		性×学年	5	4773631.612	954726.322	0.557
		残差	589	711156705.814	1207396.784	
	Peak-CV	性	1	1776.492	1776.492	6.673*
		学年	5	11716.507	2343.301	8.802*
		性×学年	5	328.421	65.684	0.247
		残差	589	156802.927	266.219	
逆転分化実験	RT	性	1	37295.271	37295.271	5.153*
		学年	5	1597742.574	319548.515	44.150*
		性×学年	5	33166.070	6633.214	0.916
		残差	589	4263102.051	7237.864	
	RT-CV	性	1	1060.037	1060.037	7.797*
		学年	5	3054.335	610.867	4.493*
		性×学年	5	366.180	73.236	0.539
		残差	589	80072.811	135.947	
	Peak	性	1	899956.488	899956.488	0.661
		学年	5	44365682.812	8873136.562	6.515*
		性×学年	5	8794961.886	1758992.377	1.292
		残差	589	802141643.755	1361870.363	
	Peak-CV	性	1	2580.302	2580.302	9.747*
		学年	5	12469.405	2493.881	9.421*
		性×学年	5	1528.287	305.657	1.155
		残差	589	155921.739	264.723	

^a *:p<0.05

表 1-5 男女別にみた分化実験，逆転分化実験の学年別誤反応数

		1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	F 値 ^b	多重比較 ^c
<u>男子</u>		n=33	n=52	n=54	n=57	n=49	n=56		
分化実験	no-go task ^a	5.0±2.5	4.9±2.8	4.7±2.6	5.6±2.6	4.9±2.4	4.8±2.3	0.830	
	go task ^a	0.5±1.2	0.3±0.8	0.2±0.4	0.1±0.3	0.1±0.3	0.1±0.4	1.786	
	no task ^a	2.5±3.7	1.7±1.9	1.0±1.3	1.0±1.4	0.6±1.1	1.1±2.1	4.940*	1 > 3・4・5・6
逆転分化実験	no-go task ^a	4.8±3.3	4.5±2.8	4.0±2.5	4.0±2.3	3.8±2.1	4.0±2.5	0.913	
	go task ^a	0.8±1.1	0.3±0.6	0.4±0.7	0.2±0.4	0.1±0.3	0.2±0.4	6.971*	1 > 2・3・4・5・6
	no task ^a	3.3±3.6	2.2±2.4	1.1±1.7	1.0±1.8	1.0±1.3	1.0±1.6	8.672*	1 > 3・4・5・6, 2 > 4・6,
<u>女子</u>		n=47	n=34	n=50	n=48	n=53	n=68		
分化実験	no-go task ^a	4.3±2.3	4.4±2.8	4.5±2.4	4.0±2.5	3.6±2.4	3.6±2.3	1.446	
	go task ^a	0.3±0.6	0.0±0.2	0.1±0.3	0.3±1.1	0.1±0.3	0.1±0.4	1.579	
	no task ^a	1.0±1.5	0.9±2.0	1.0±1.4	0.5±1.0	0.4±0.8	0.3±0.7	3.801*	1・3 > 6
逆転分化実験	no-go task ^a	3.8±2.3	3.9±2.6	3.5±2.6	3.0±2.2	2.6±2.1	2.5±1.6	3.698*	1・2 > 6
	go task ^a	0.3±0.8	0.2±0.8	0.2±0.6	0.3±0.5	0.3±0.6	0.2±0.5	0.365	
	no task ^a	1.6±2.3	0.9±1.4	1.2±1.9	0.7±1.3	0.6±1.0	0.3±0.8	5.057*	1 > 5・6, 3 > 6

^a 数値は mean±S.D.を示す。単位は ms.

^b 繰り返しのない一元配置分散分析の結果 *:p<0.05

^c Bonferroni の法による多重比較の結果 *:p<0.05

表 1-6 男女別にみた分化実験，逆転分化実験の学年別 RT，RT-CV，Peak，Peak-CV

		1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	F 値 ^d	多重比較 ^e
<u>男子</u>		n=33	n=52	n=54	n=57	n=49	n=56		
分化実験	RT ^a	476.3±93.3	412.1±88.0	386.6±69.3	338.0±52.2	335.0±46.7	324.3±80.0	27.390*	1>2・3>4・5・6
	RT-CV ^b	30.0±8.8	31.2±10.6	30.8±8.1	29.7±7.7	32.4±11.0	29.9±10.3	0.577	
	Peak ^c	1458.4±824.2	2038.4±1030.9	2086.6±994.5	2227.5±1020.7	2498.5±1291.3	2555.5±1330.7	5.130*	1<4・5・6
	Peak-CV ^b	31.1±20.6	25.7±14.9	26.0±14.1	22.6±18.2	30.7±23.9	18.4±16.5	3.433*	1・5>6
逆転分化実験	RT ^a	527.1±98.6	465.3±105.4	427.5±81.9	369.1±58.7	376.2±62.5	359.1±69.5	28.957*	1>2・3>4・5・6
	RT-CV ^b	34.8±14.0	34.4±16.2	33.4±12.0	28.4±9.9	31.1±12.1	28.8±7.5	2.704*	
	Peak ^c	1443.0±811.2	2125.7±1040.8	2247.9±1112.3	2396.2±1260.7	2588.1±1360.9	2664.4±1363.0	5.312*	1<3・4・5・6
	Peak-CV ^b	34.6±20.3	28.0±17.1	25.6±15.5	23.5±16.9	37.7±21.0	19.2±14.7	5.064*	1・5>6
<u>女子</u>		n=47	n=34	n=50	n=48	n=53	n=68		
分化実験	RT ^a	472.3±92.5	430.2±81.3	376.8±74.5	374.9±73.3	364.2±62.0	343.4±54.6	22.974*	1・2>3・4・5・6
	RT-CV ^b	30.3±10.6	27.6±9.7	30.0±11.0	28.0±8.4	29.7±8.0	26.9±7.4	1.298	
	Peak ^c	1804.8±1040.1	1834.6±688.6	2137.2±1144.9	2211.7±1039.5	2308.0±1120.0	2384.6±1230.0	2.413*	
	Peak-CV ^b	28.9±14.5	21.7±10.5	24.6±14.2	18.7±12.5	24.5±20.0	15.1±11.7	6.455*	1<4・6, 3<6, 5<6
逆転分化実験	RT ^a	528.7±100.8	475.8±87.6	422.8±93.2	406.2±90.3	399.8±86.9	387.2±83.1	18.043*	1>3・4・5・6, 2>4・5・6
	RT-CV ^b	33.3±14.8	29.7±11.7	30.6±10.9	27.9±8.2	26.4±9.3	27.0±11.6	2.653*	1>5
	Peak ^c	1931.5±1235.2	1918.6±738.5	2132.3±1055.7	2315.2±1080.4	2264.1±1126.4	2430.3±1318.9	1.665	
	Peak-CV ^b	29.6±15.1	24.3±14.2	26.3±15.0	18.8±14.1	22.9±19.1	16.6±12.0	5.469*	1>4・6, 3>6

^a 数値は mean±S.D.を示す。単位は ms.

^b 数値は mean±S.D.を示す。単位は%.

^c 数値は mean±S.D.を示す。単位は mV.

^d 繰り返しのない一元配置分散分析の結果 *:p<0.05

^e Bonferroni の法による多重比較の結果 *:p<0.05

表 1-7 高次神経活動の各型における誤反応数 RT, RT-CV, Peak, Peak-CV の特徴

	分化実験							逆転分化実験						
	no-go task	go task	no task	RT	RT-CV	Peak	Peak -CV	no-go task	go task	no task	RT	RT-CV	Peak	Peak -CV
不活発型	多い	多い ^{-抑}	多い		大きい									
興奮型	多い ^{-不}			短い										
抑制型		多い		長い										
易動欠型								多い	多い	多い		大きい		大きい
活発型								少ない	少ない	少ない		小さい		小さい

-不：不活発型＞興奮型＞抑制型・易動欠型・活発型

-抑：抑制型＞不活発型＞興奮型・易動欠型・活発型

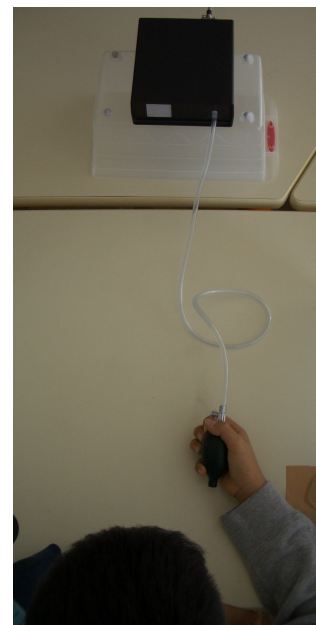
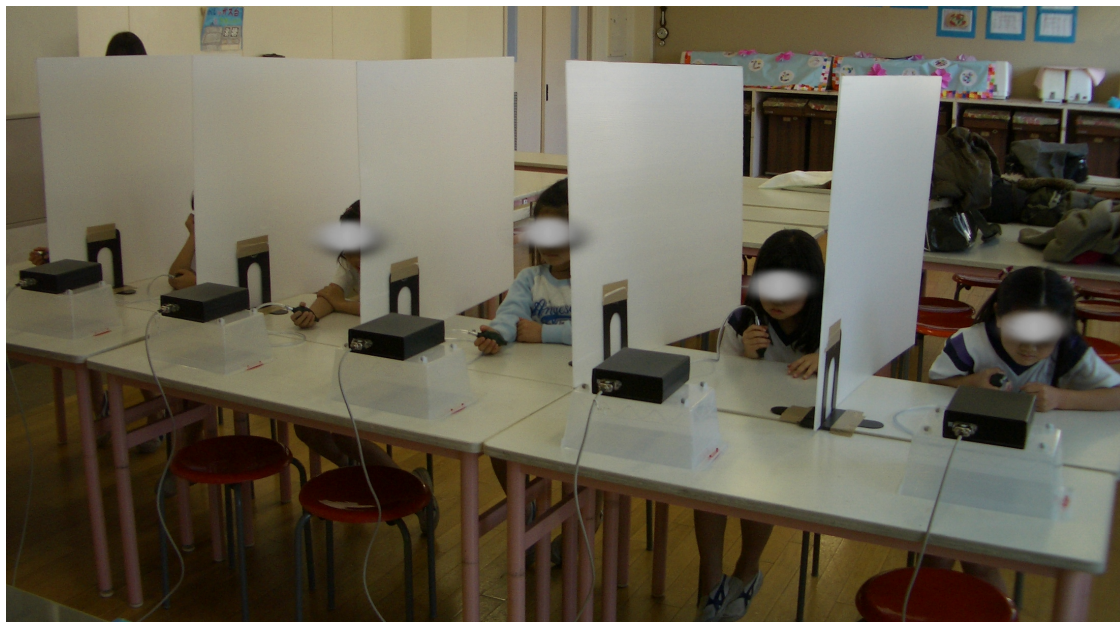


図1-1 go/no-go課題の調査風景

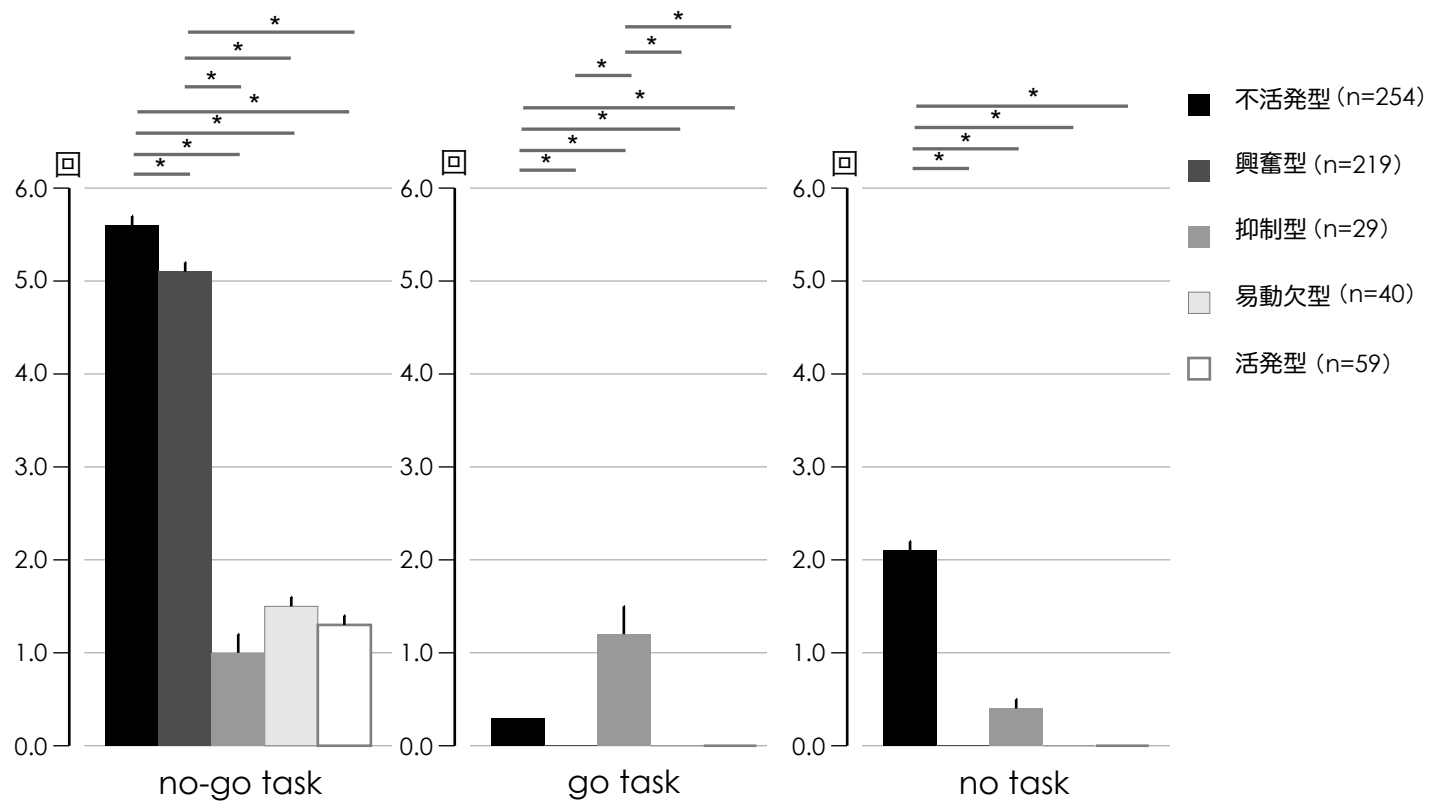


図1-2 go/no-go課題(分化実験)における各型のno-go task, go task, no task

*: p<0.05

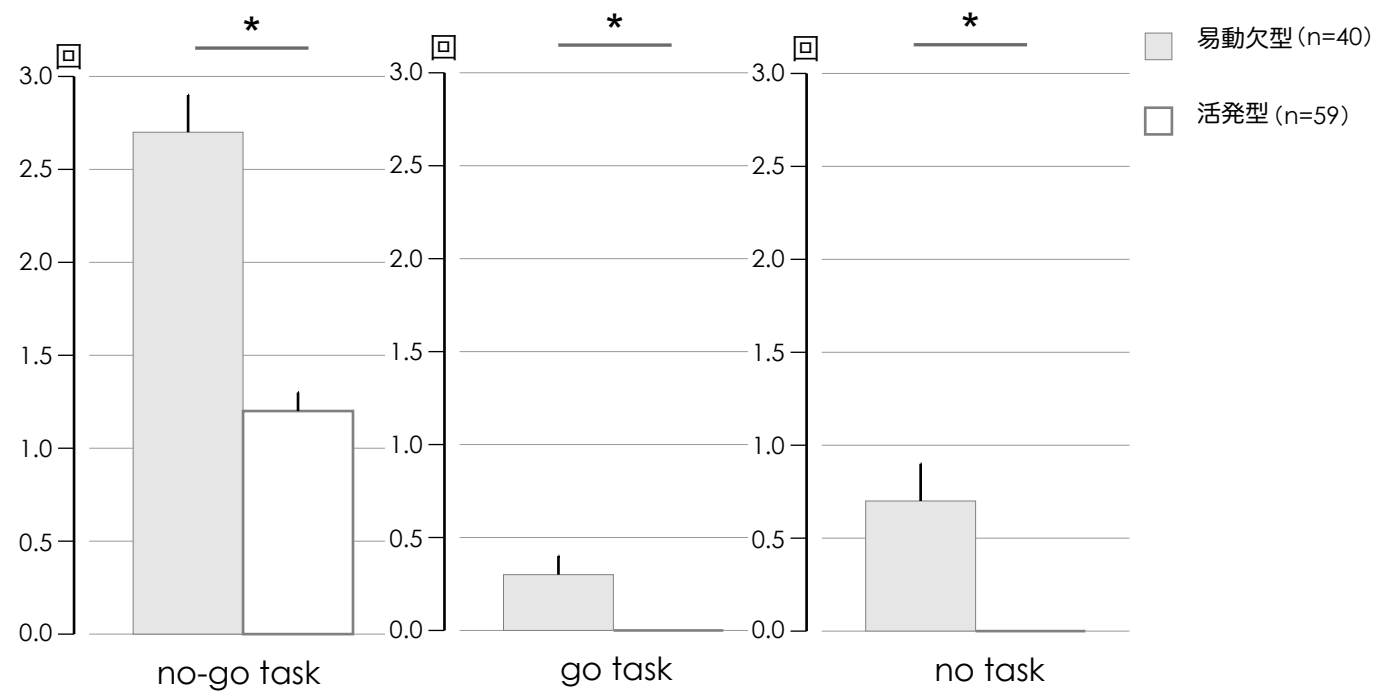


図1-3 go/no-go課題(逆転分化実験)における易動欠型と活発型のno-go task, go task, no task

*: $p < 0.05$, N.S.: not significant

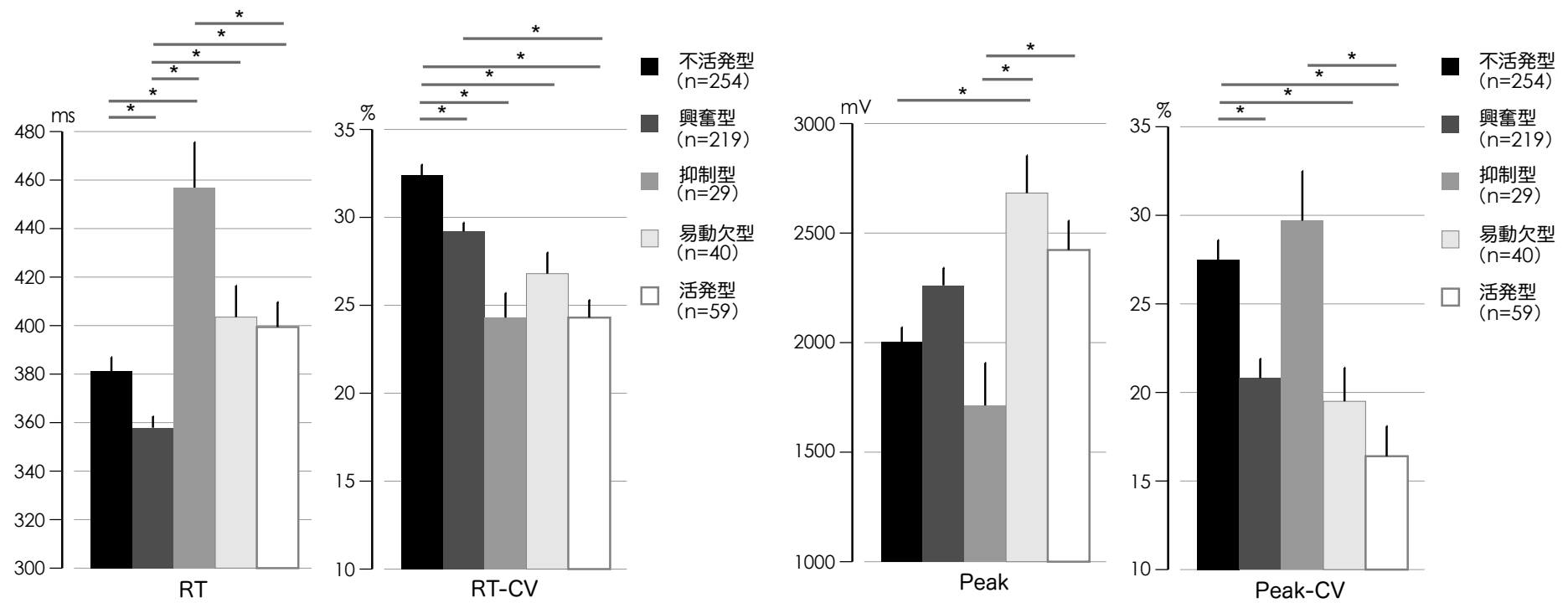


図1-4 go/no-go課題(分化実験)における各型のRT・RT-CV・Peak・Peak-CV

*: $p < 0.05$

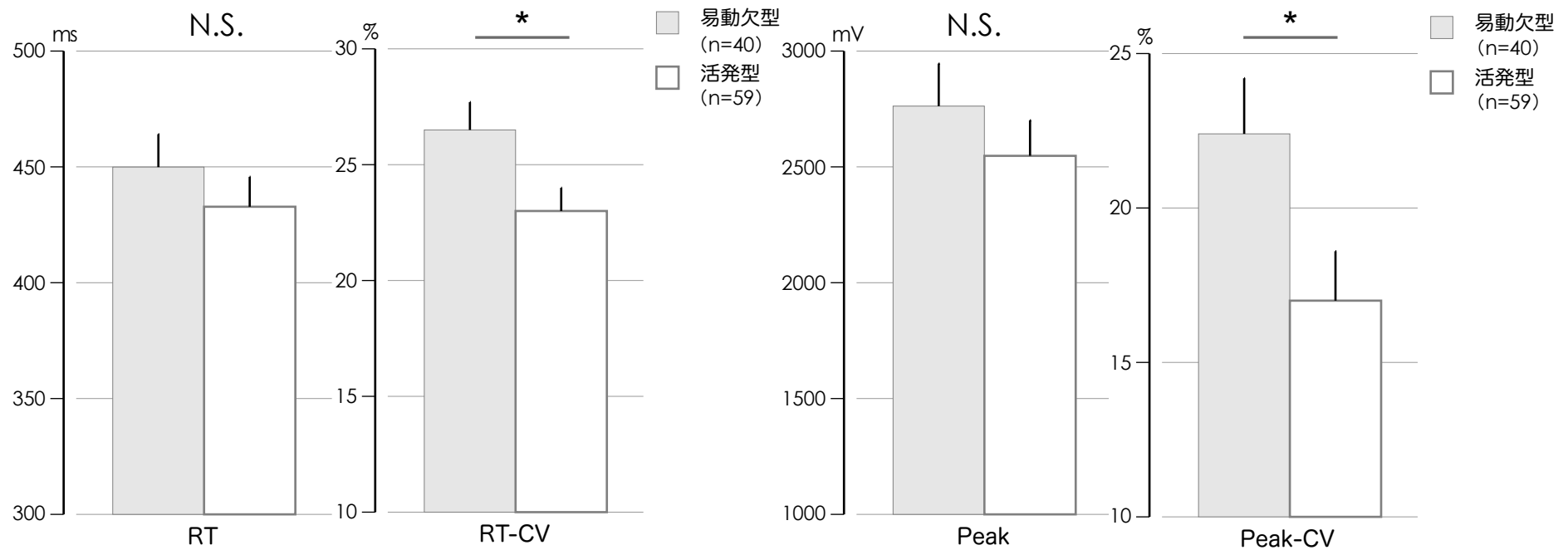


図1-5 go/no-go課題(逆転分化実験)における易動欠型と活発型のRT・RT-CV・Peak・Peak-CV

*: $p < 0.05$, N.S.: not significant

表 2-1 性別，学年別対象者数

	男子	女子	合計
1 年生	130	136	266
2 年生	144	150	294
3 年生	136	135	271
4 年生	130	139	269
5 年生	123	144	267
6 年生	111	107	218
合計	774	811	1,585

表 2-2 生活状況調査の基礎集計結果

項目		n	実施者数（％）／非実施者数（％）	平均値±標準偏差 ^α	中央値 ^β	範囲 ^β	尖度 ^β	歪度 ^β
放課後の身体活動時間	男子 3・4 年生	266	66（ 24.8％）／200（ 75.2％）	79.1 ± 55.6min	50.0min	0～270min	0.409	1.018
	5・6 年生	234	66（ 28.2％）／168（ 71.8％）	89.8 ± 64.3min	47.5min	0～270min	0.176	1.009
	女子 3・4 年生	274	93（ 33.9％）／181（ 66.1％）	69.5 ± 51.6min	30.0min	0～270min	2.233	1.424
	5・6 年生	251	95（ 37.8％）／156（ 62.2％）	73.9 ± 53.1min	30.0min	0～240min	0.827	1.199
放課後の読書・音楽鑑賞時間	男子 3・4 年生	266	157（ 59.0％）／109（ 41.0％）	33.6 ± 33.6min	10.0min	0～180min	8.600	2.602
	5・6 年生	234	143（ 61.1％）／ 91（ 38.9％）	38.9 ± 29.3min	15.0min	0～180min	4.251	1.794
	女子 3・4 年生	273	195（ 71.4％）／ 78（ 28.6％）	44.7 ± 46.8min	20.0min	0～290min	9.435	2.671
	5・6 年生	251	181（ 72.1％）／ 70（ 27.9％）	48.4 ± 38.9min	30.0min	0～295min	8.468	2.243
放課後のメディア時間	男子 3・4 年生	266	250（ 94.0％）／ 16（ 6.0％）	138.5 ±103.8min	100.5 min	0～560min	1.254	1.121
	5・6 年生	234	223（ 95.3％）／ 11（ 4.7％）	162.8 ±117.0min	121.5 min	0～630min	0.810	0.975
	女子 3・4 年生	273	247（ 90.5％）／ 26（ 9.5％）	100.0 ± 78.7min	61.0 min	0～389min	1.201	1.178
	5・6 年生	251	236（ 94.0％）／ 15（ 6.0％）	135.7 ± 90.9min	110.0 min	0～420min	0.218	0.821
放課後の勉強時間	男子 3・4 年生	264	256（ 97.0％）／ 8（ 3.0％）	77.8 ± 61.1min	60.0 min	0～270min	1.273	1.366
	5・6 年生	233	216（ 92.7％）／ 17（ 7.3％）	92.0 ± 68.6min	60.0 min	0～290min	0.748	1.186
	女子 3・4 年生	274	274（100.0％）／ 0（ 0.0％）	85.0 ± 57.8min	64.0 min	5～295min	1.561	1.325
	5・6 年生	251	237（ 94.4％）／ 14（ 5.6％）	96.7 ± 67.5min	70.0 min	0～290min	0.533	1.113
就床時刻	男子 3・4 年生	266	—	21:42 ± 0:51	21:30	20:00～25:10	1.740	0.862
	5・6 年生	234	—	22:01 ± 0:52	22:00	19:48～25:27	1.392	0.744
	女子 3・4 年生	274	—	21:36 ± 0:46	21:30	19:00～25:00	1.123	0.423
	5・6 年生	251	—	22:02 ± 0:51	22:00	19:30～25:30	1.406	0.481
起床時刻	男子 3・4 年生	266	—	6:30 ± 0:36	6:30	4:00～7:55	2.108	−0.904
	5・6 年生	234	—	6:29 ± 0:35	6:30	4:30～7:50	0.553	−0.685
	女子 3・4 年生	274	—	6:30 ± 0:29	6:30	4:30～7:45	1.386	−0.511
	5・6 年生	251	—	6:27 ± 0:30	6:30	4:30～7:30	1.776	−0.767
睡眠時間	男子 3・4 年生	266	—	8h48m ± 54.4min	9h00m	4h50m～11h30m	1.817	−0.840
	5・6 年生	234	—	8h28m ± 56.4min	8h30m	3h33m～11h00m	3.258	−0.985
	女子 3・4 年生	274	—	8h53m ± 49.5min	9h00m	5h50m～11h55m	1.553	−0.355
	5・6 年生	251	—	8h25m ± 46.4min	8h30m	6h00m～10h30m	0.919	−0.490
朝の身体活動時間	男子 3・4 年生	265	173（ 65.3％）／ 92（ 34.7％）	32.6 ± 8.2min	30.0min	0～50min	−1.630	−0.268
	5・6 年生	231	161（ 69.7％）／ 70（ 30.3％）	34.1 ± 9.4min	30.0min	0～55min	−1.581	−0.406
	女子 3・4 年生	269	148（ 55.0％）／121（ 45.0％）	33.6 ± 8.9min	23.0min	0～49min	−1.761	0.103
	5・6 年生	251	175（ 69.7％）／ 76（ 30.3％）	35.1 ± 7.0min	35.0min	0～47min	−1.437	−0.582

^α 放課後の身体活動時間、放課後の読書・音楽鑑賞時間、放課後のメディア時間、放課後の勉強時間、朝の身体活動時間は実施者の値を基に算出し、就床時刻、起床時刻、睡眠時間は全対象者の値を基に算出した。

^β すべての項目において、全対象者の値を基に算出した。

表 2-3 性要因，学年要因を考慮した誤反応数の繰り返しのない二元配置分散分析の結果

		要因	自由度	平方和	平均平方	F 値 ^{ab}
分化実験	no-go task	性	1	390.865	390.865	85.734*
		学年	5	122.343	24.469	5.367*
		性×学年	5	10.062	2.012	0.441
		残差	1573	7171.415	4.559	
	go task	性	1	0.204	0.204	0.848
		学年	5	5.613	1.123	4.662*
		性×学年	5	1.985	0.397	1.649
		残差	1573	378.782	0.241	
	no task	性	1	39.238	39.238	28.415*
		学年	5	40.703	8.141	5.895*
		性×学年	5	4.491	0.898	0.650
		残差	1573	2172.145	1.381	
逆転分化実験	no-go task	性	1	314.365	314.365	63.498*
		学年	5	331.942	66.388	13.410*
		性×学年	5	16.765	3.353	0.677
		残差	1573	7787.606	4.951	
	go task	性	1	1.617	1.617	2.234
		学年	5	24.720	4.944	6.831*
		性×学年	5	1.073	0.215	0.297
		残差	1573	1138.445	0.724	
	no task	性	1	45.993	45.993	29.024*
		学年	5	103.696	20.739	13.087*
		性×学年	5	5.144	1.029	0.649
		残差	1573	2492.689	1.585	

^a *:p<0.05

^b 多重比較（Bonferroni の方法）の検定の結果，有意差が認められた学年は，分化実験の no-go task（6 年生<1・2・3・4 年生），go task（4・5・6 年生<1 年生），no task（4・5・6 年生<1 年生，6 年生<2 年生），逆転分化実験の no-go task（6 年生<1・2・3・4 年生，5 年生<1・2 年生，4 年生<1 年生），go task（6 年生<1 年生，5 年生<1・2・3 年生，4 年生<1 年生），no task（4・5・6 年生<1・2 年生，3 年生<1 年生）であった

表 2-4 性別にみた各型の学年段階別出現率^α

	低学年 1年生／2年生	中学年 3年生／4年生	高学年 5年生／6年生	χ^2 値 ^β
男子	n=130／n=144	n=136／n=130	n=123／n=111	
不活発型	139 (50.7) ^γ 73 (56.2)／66 (45.8)	115 (43.2) 53 (39.0)／62 (47.7)	72 (30.8) ^δ 38 (30.9)／34 (30.6)	26.410*
興奮型	89 (32.5) ^δ 39 (30.0)／50 (34.7)	105 (39.5) 56 (41.2)／49 (37.7)	113 (48.3) ^γ 62 (50.4)／51 (45.9)	
抑制型	11 (4.0) 7 (5.4)／4 (2.8)	6 (2.3) 5 (3.7)／1 (0.8)	7 (3.0) 3 (2.4)／4 (3.6)	
易動欠型	18 (6.6) 6 (4.6)／12 (8.3)	18 (6.8) 10 (7.4)／8 (6.2)	14 (6.0) 7 (5.7)／7 (6.3)	
活発型	17 (6.2) 5 (3.8)／12 (8.3)	22 (8.3) 12 (8.8)／10 (7.7)	28 (12.0) ^γ 13 (10.6)／15 (13.5)	
女子	n=136／n=150	n=135／n=139	n=144／n=107	
不活発型	108 (37.8) ^γ 55 (40.4)／53 (35.3)	63 (23.0) 34 (25.2)／29 (20.9)	41 (16.3) ^δ 27 (18.8)／14 (13.1)	48.510*
興奮型	97 (33.9) ^δ 46 (33.8)／51 (34.0)	135 (49.3) ^γ 63 (46.7)／72 (51.8)	116 (46.2) 70 (48.6)／46 (43.0)	
抑制型	14 (4.9) 6 (4.4)／8 (5.3)	14 (5.1) 6 (4.4)／8 (5.8)	8 (3.2) 5 (3.5)／3 (2.8)	
易動欠型	32 (11.2) 14 (10.3)／18 (12.0)	24 (8.8) 12 (8.9)／12 (8.6)	26 (10.4) 12 (8.3)／14 (13.1)	
活発型	35 (12.2) ^δ 15 (11.0)／20 (13.3)	38 (13.9) 20 (14.8)／18 (12.9)	60 (23.9) ^γ 30 (20.8)／30 (28.0)	

^α 数値は n (%) を示す。^β 学年段階（低学年，中学年，高学年）×各型（不活発型，興奮型，抑制型，易動欠型，活発型）の χ^2 検定の結果 *: $p<0.05$ ^γ 残差分析の結果，人数が有意 ($p<0.05$) に多かったセル。^δ 残差分析の結果，人数が有意 ($p<0.05$) に少なかったセル。

表 2-5 生活状況と高次神経活動の型判定との関連（多項ロジスティック回帰分析の結果）

説明変数		不活発型 (n=286) ^α			興奮・抑制型 (n=497) ^α		
		回帰係数 ^β	オッズ比	95%信頼区間	回帰係数 ^β	オッズ比	95%信頼区間
性	男子	1.154 *	3.171	2.190-4.593	0.432 *	1.540	1.105-2.144
	女子	—	—	—	—	—	—
学年段階	3・4年生	0.631 *	1.880	1.307-2.705	0.200 N.S.	1.222	0.885-1.686
	5・6年生	—	—	—	—	—	—
放課後の身体活動時間	60min 未満群	-0.183 N.S.	0.833	0.574-1.209	-0.299 N.S.	0.742	0.532-1.035
	60min 以上群	—	—	—	—	—	—
放課後の読書・音楽鑑賞時間	低群	0.169 N.S.	1.185	0.820-1.711	0.177 N.S.	1.193	0.859-1.658
	高群	—	—	—	—	—	—
放課後のメディア時間	低群	-0.063 N.S.	0.939	0.654-1.347	-0.096 N.S.	0.980	0.659-1.252
	高群	—	—	—	—	—	—
放課後の勉強時間	低群	0.067 N.S.	1.069	0.742-1.540	-0.176 N.S.	0.839	0.605-1.162
	高群	—	—	—	—	—	—
睡眠時間	低群	0.043 N.S.	1.044	0.727-1.500	-0.197 N.S.	0.821	0.594-1.135
	高群	—	—	—	—	—	—
朝の身体活動時間	10min 未満群	0.431 *	1.538	1.030-2.298	0.809 *	2.246	1.573-3.205
	10min 以上群	—	—	—	—	—	—

^α 参照カテゴリーは易動欠・活発型とした。

^β *:p<0.05

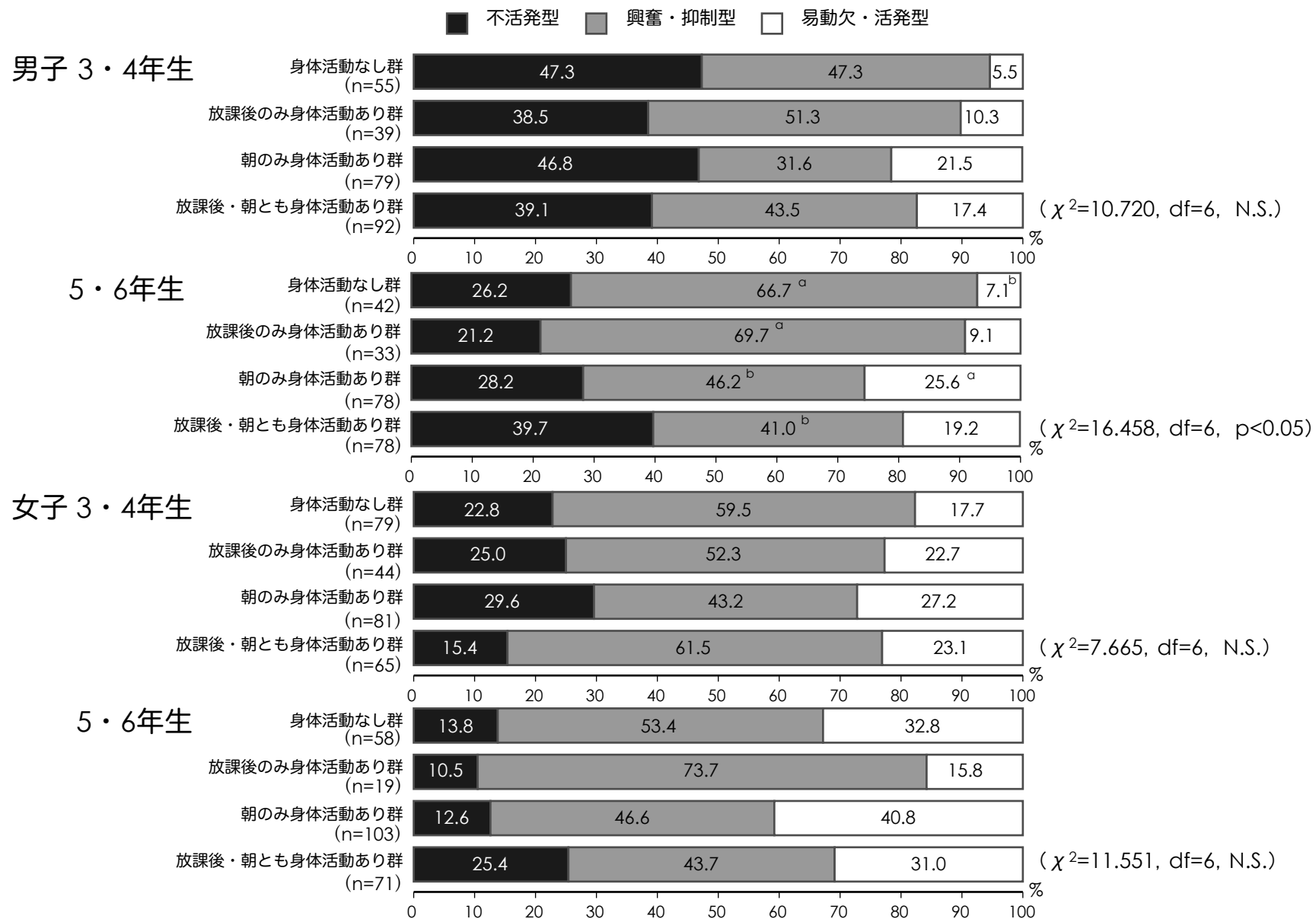


図2-1 身体活動なし群, 放課後のみ身体活動あり群, 朝のみ身体活動あり群, 放課後・朝とも身体活動あり群別にみた不活発型, 興奮・抑制型, 易動欠・活発型の出現率

- a 残差分析の結果, 人数が有意(p<0.05)に多かったセル.
 b 残差分析の結果, 人数が有意(p<0.05)に少なかったセル.

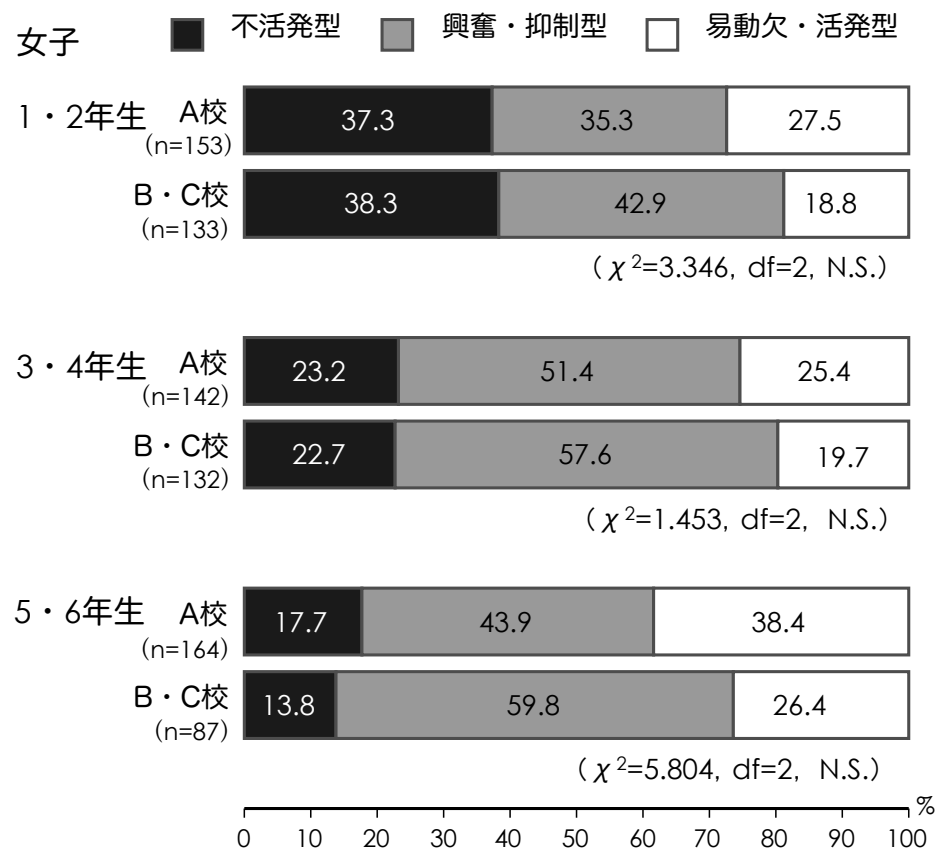
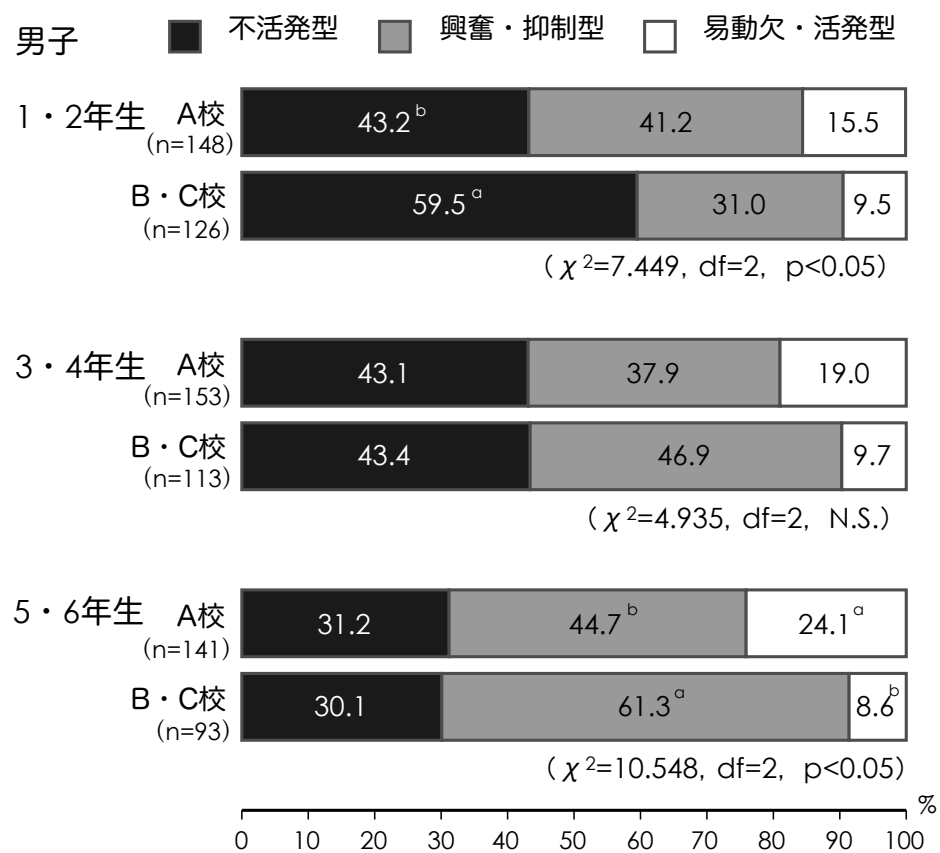


図2-2 特別な朝のプログラムを実施しているA校と非実施校であるB・C校別にみた不活発型，興奮・抑制型，易動欠・活発型の出現率

- a 残差分析の結果，人数が有意($p<0.05$)に多かったセル。
 b 残差分析の結果，人数が有意($p<0.05$)に少なかったセル。

表3-1 〈調査1〉園要因, 学年要因を考慮した誤反応数の二元配置分散分析の結果^a

		園		主効果 ^b		交互作用 ^b
		S園	F園	園 ^c	学年 ^d	園×学年
男子・no-go task	年中	6.5±3.2 (13)	6.1±3.4 (15)	3.097†	2.915	5.675*
	年長	3.3±2.0 (13)	6.7±3.2 (15)			
	・go task	年中	2.8±3.0 (13)	3.274†	3.393†	4.002†
	年長	1.2±1.7 (13)	0.9±1.3 (15)			
	・no task	年中	1.4±1.5 (13)	1.384	0.397	0.227
	年長	1.2±2.4 (13)	2.4±3.5 (15)			
女子・no-go task	年中	5.4±5.7 (14)	6.1±3.9 (15)	1.754	0.972	1.499
	年長	3.6±2.8 (14)	6.3±3.8 (15)			
	・go task	年中	2.1±2.5 (14)	1.241	4.013†	0.161
	年長	1.1±1.4 (14)	0.7±1.2 (15)			
	・no task	年中	4.9±11.1 (14)	0.730	1.929	1.574
	年長	0.9±1.0 (14)	1.5±2.3 (15)			

^a 誤反応数に関する表中の数値はmean±S.D.(n)を示す.

^b 繰り返しのある二元配置分散分析によるF値を示す. また, *印は有意差(p<0.05), †印は有意傾向(p<0.10)を示す.

^c 単純主効果の検定の結果, 有意差が認められた園は, (男子・no-go task)年長:S園<F園, (男子・go task)年中:F園<S園であった.

^d 単純主効果の検定の結果, 有意差が認められた学年は, (男子・no-go task)S園:年長<年中, (男子・go task)S園:年長<年中であった.

表 3-2 〈調査 2〉本研究の対象者数^α

	男 子						女 子						合 計
	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	
実践校 (F 校)	22	21	30	26	31	30	25	22	27	28	35	35	332
(年度別) ^β													
2007 年度	5	4	5	4	7	3	8	3	5	6	9	5	64
2008 年度	3	4	5	5	4	7	5	5	3	5	6	9	61
2009 年度	2	3	7	5	5	5	2	5	8	3	4	6	55
2010 年度	6	2	3	7	5	4	3	3	5	7	3	4	52
2011 年度	3	5	5	1	7	5	3	3	3	4	7	3	49
2012 年度	3	3	5	4	3	6	4	3	3	3	6	8	51
(実践年数) ^γ													
約 1 年間	22 (100.0)	4 (19.0)	5 (16.7)	4 (15.4)	7 (22.6)	3 (10.0)	25 (100.0)	3 (13.6)	5 (18.5)	6 (21.4)	9 (25.7)	5 (14.3)	
約 2 年間		17 (81.0)	5 (16.7)	5 (19.2)	4 (12.9)	7 (23.3)		19 (86.4)	3 (11.1)	5 (17.9)	6 (17.1)	9 (25.7)	
約 3 年間			20 (66.7)	5 (19.2)	5 (16.1)	5 (16.7)			19 (70.4)	3 (10.7)	4 (11.4)	6 (17.1)	
約 4 年間				12 (46.2)	5 (16.1)	4 (13.3)				14 (50.0)	3 (8.6)	4 (11.4)	
約 5 年間					10 (32.3)	5 (16.7)					13 (37.1)	3 (8.6)	
約 6 年間						6 (20.0)						8 (22.9)	
対照校 (H・K 校)	44	64	56	67	58	65	56	44	55	57	70	74	710

^α 調査当日の欠席者は除く。^β 年度別の人数 (%) を示す。^γ 対象者が「ワクワクドキドキタイム」の実践を行った年数別の調査対象人数 (%) を示す。

表 3-3 〈調査 2〉年度別の実践概要と主なプログラム

年度	ワクワクドキドキタイム (8:30～8:45)	ワクワクドキドキ集会 (8:30～8:45)	朝の会 (8:45～8:55)	主なプログラム
2007	週 1 回	隔週 1 回	なし	屋外：こおりおに、どろけい、ドッジビーおにごっ
2008	週 1 回	隔週 1 回	週 2～3 回 ^α	こ、どんじゃんけん、じゃんけん列車、サッカー、
2009				ティーボール、ドッジボール、等
2010	週 3 回	隔週 1 回	週 1～2 回 ^β	屋内：大根ぬぎ、そうきんリレー、赤白オセロ、風
2011				船バレーボール、いすとりゲーム、だるまさんが
2012				ころんだ、等

^α ワクワクドキドキ集会がある週は 2 回、ない週は 3 回

^β ワクワクドキドキ集会がある週は 1 回、ない週は 2 回

表 3-4 〈調査 2〉 実践要因・学年要因を考慮した誤反応数の二元配置分散分析の結果（性別・誤反応別）

	要因	男子				女子			
		自由度	平方和	平均平方	F 値	自由度	平方和	平均平方	F 値
no-go task	実践	1	1586.311	1586.311	84.694*	1	816.029	816.029	53.914*
	学年	5	152.752	30.550	1.631	5	700.212	140.042	9.252*
	実践×学年	5	98.633	19.727	1.053	5	73.946	14.789	0.977
	残差	502	9402.424	18.730		516	7810.063	15.136	
go task	実践	1	14.437	14.437	12.393*	1	0.577	0.577	0.448
	学年	5	21.478	4.296	3.687*	5	0.414	0.083	0.064
	実践×学年	5	10.267	2.053	1.763	5	12.372	2.474	1.925
	残差	502	584.788	1.165		516	663.425	1.286	
no task	実践	1	251.374	251.374	15.538*	1	63.882	63.882	10.444*
	学年	5	718.415	143.683	8.881*	5	335.138	67.028	10.958*
	実践×学年	5	169.955	33.991	2.101	5	11.074	2.215	0.362
	残差	502	8121.407	16.178		516	3156.214	6.117	

*:p<0.05

表 3-5 〈調査 2〉性別，学年別，実践校・対照校別にみた誤反応数の平均値と標準偏差^a

	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	F 値 ^b	多重比較 ^c
男子 no-go task								
実践校	6.3±4.3 (22)	6.4±4.2 (21)	6.0±4.0 (30)	5.5±3.8 (26)	5.3±3.5 (31)	3.9±2.4 (30)	1.757	
対照校	9.8±5.0 (44)	10.1±5.0 (64)	8.6±4.7 (56)	10.0±4.3 (67)	8.6±3.9 (58)	9.3±4.6 (65)	1.329	
† 値 ^d	2.847*	3.023*	2.517	4.752*	3.914*	7.494*		
効果量 ^e	0.763	0.797	0.585	1.127	0.887	1.475		
男子 go task								
実践校	1.3±1.5 (22)	0.7±1.3 (21)	0.7±1.2 (30)	0.9±1.3 (26)	1.0±1.2 (31)	0.9±1.1 (30)	0.754	
対照校	1.2±1.8 (44)	0.7±1.1 (64)	0.6±0.9 (56)	0.3±0.5 (67)	0.2±0.5 (58)	0.4±0.8 (65)	7.451*	3・4・5・6<1
† 値 ^d	0.203	0.038	0.535	2.335	3.742*	2.614		
効果量 ^e	0.054	0.008	0.111	0.628	0.912	0.536		
男子 no task								
実践校	2.9±3.5 (22)	2.8±3.4 (21)	2.2±3.4 (30)	0.9±1.2 (26)	0.9±1.5 (31)	0.7±2.1 (30)	3.496*	
対照校	6.9±8.3 (44)	4.7±5.7 (64)	2.0±2.6 (56)	1.9±2.7 (67)	1.6±2.0 (58)	2.4±3.7 (65)	11.140*	3・4・5・6<1, 3・4・5<2
† 値 ^d	2.770*	1.430	0.228	2.526	1.508	2.844*		
効果量 ^e	0.635	0.396	0.050	0.489	0.347	0.563		
女子 no-go task								
実践校	7.0±5.0 (25)	6.1±3.0 (22)	5.0±3.6 (27)	4.1±3.3 (28)	4.0±3.2 (35)	2.3±2.3 (35)	6.893*	4・5・6<1, 6<2・3
対照校	8.3±4.0 (56)	8.5±5.1 (44)	8.1±4.4 (55)	7.3±4.1 (57)	6.3±3.8 (70)	6.1±3.5 (74)	4.097*	6<1・2
† 値 ^d	1.160	2.451	3.160*	3.565*	3.056*	6.817*		
効果量 ^e	0.291	0.587	0.770	0.853	0.651	1.289		
女子 go task								
実践校	0.4±0.6 (25)	0.4±0.9 (22)	0.7±0.9 (27)	0.6±0.8 (28)	0.7±1.0 (35)	0.8±1.4 (35)	0.714	
対照校	0.8±1.4 (56)	0.8±2.0 (44)	0.4±1.1 (55)	0.5±1.2 (57)	0.4±0.8 (70)	0.3±0.7 (74)	1.749	
† 値 ^d	1.829	0.767	1.126	0.528	1.828	1.895		
効果量 ^e	0.379	0.218	0.277	0.125	0.363	0.427		
女子 no task								
実践校	2.4±2.4 (25)	2.1±3.1 (22)	0.9±1.5 (27)	0.8±1.4 (28)	0.4±0.8 (35)	0.1±0.2 (35)	8.225*	3・4・5・6<1, 5・6<2
対照校	3.0±3.3 (56)	2.7±4.4 (44)	2.4±3.1 (55)	1.4±2.3 (57)	1.0±1.8 (70)	0.7±1.6 (74)	7.425*	4・5・6<1, 5・6<2, 6<3
† 値 ^e	0.797	0.586	2.861*	1.685	2.234	3.094*		
効果量 ^f	0.201	0.160	0.591	0.357	0.412	0.513		

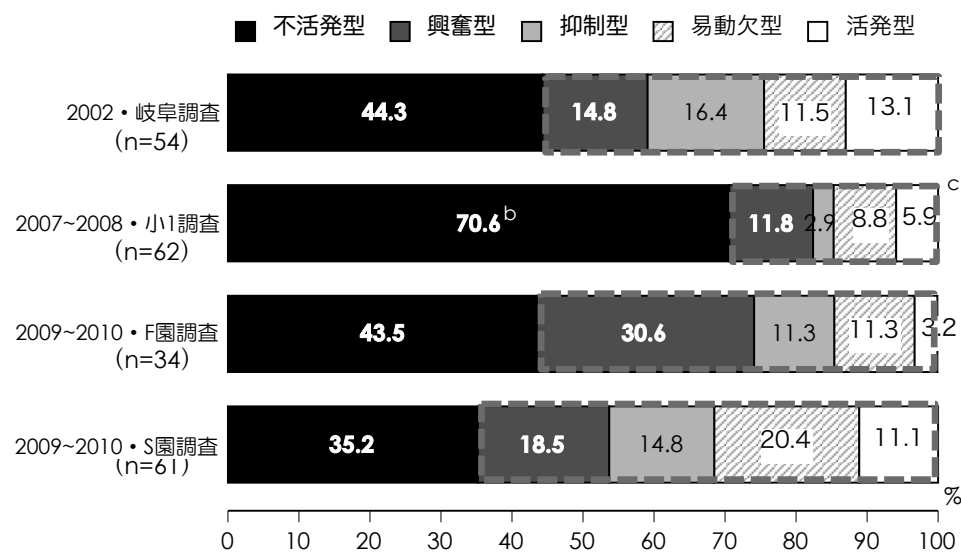
^a 統計量を除く表中の数値は，mean±SD (n) を示す

^b 繰り返しのない一元配置分散分析による。*:p<0.05

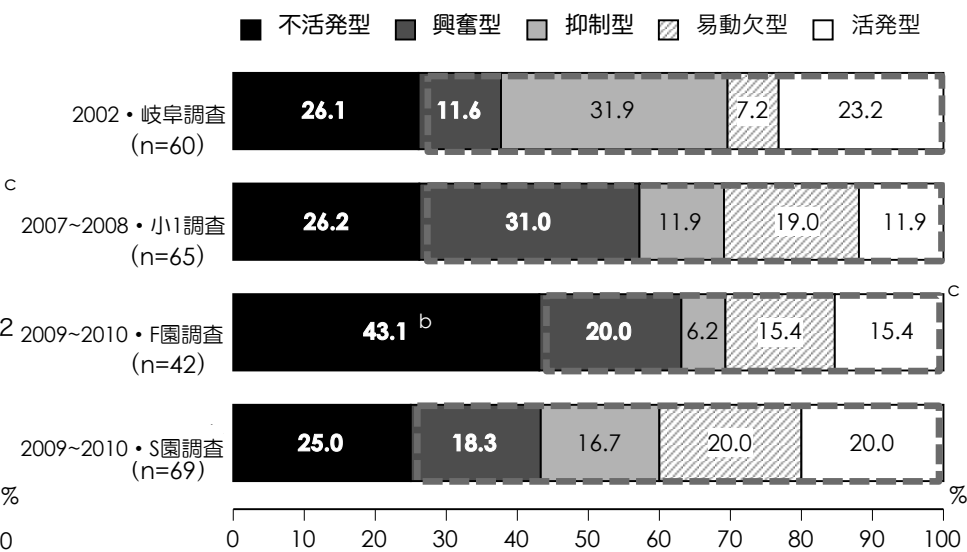
^c 多重比較 (Bonferroni の方法) の結果，有意差 (p<0.05) が認められた学年。

^d 対応のない†検定による。*:p<0.0083

^e Cohen's d による。



男子 ($\chi^2=11.043$, $df=3$, $p<0.05$)

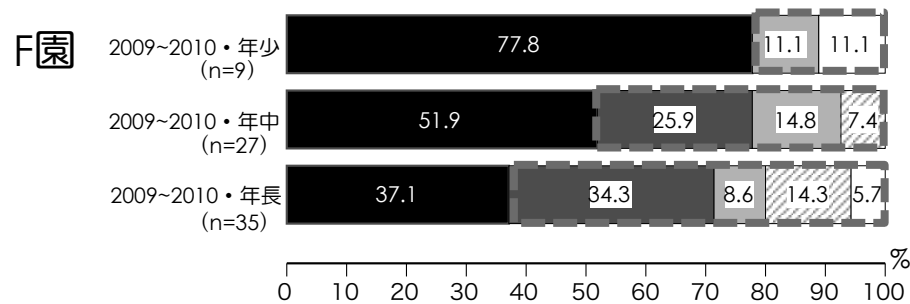
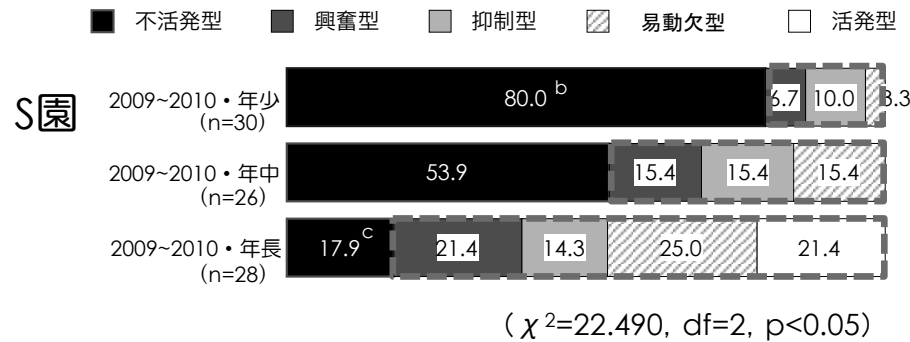


女子 ($\chi^2=6.707$, $df=3$, $p<0.05$)

図3-1 〈調査1〉調査別にみた高次神経活動の型判定の結果^a

- a 興奮型, 抑制型, 易動欠型, 活発型は合算して検定した。
 b 残差分析の結果, 人数が有意 ($p<0.05$) に多かったセル。
 c 残差分析の結果, 人数が有意 ($p<0.05$) に少なかったセル。

男子



女子

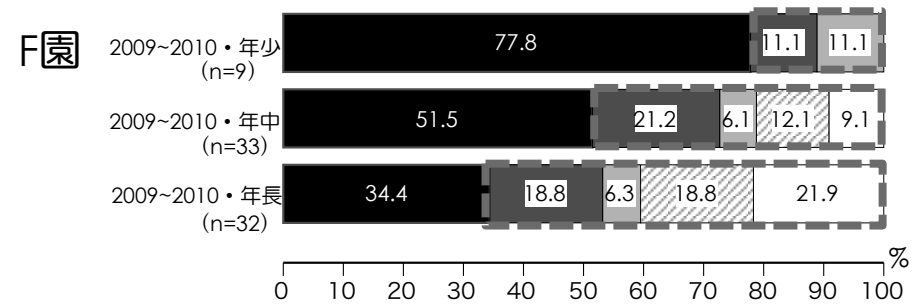
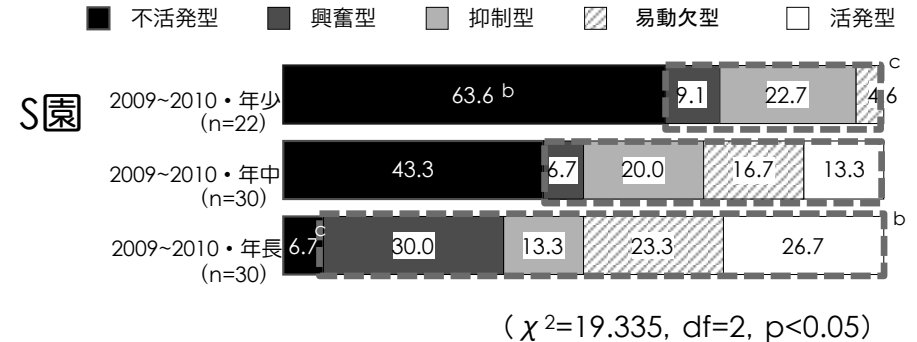


図3-2 〈調査1〉横断的にみたS園・F園の高次神経活動の型判定の加齢変化^a

- a 興奮型, 抑制型, 易動欠型, 活発型は合算して検定した。ただし, F園の男子・女子は, 期待度数が5未満のセルが存在したため検定を行うことができなかった。
b 残差分析の結果, 人数が有意($p<0.05$)に多かったセル。
c 残差分析の結果, 人数が有意($p<0.05$)に少なかったセル。

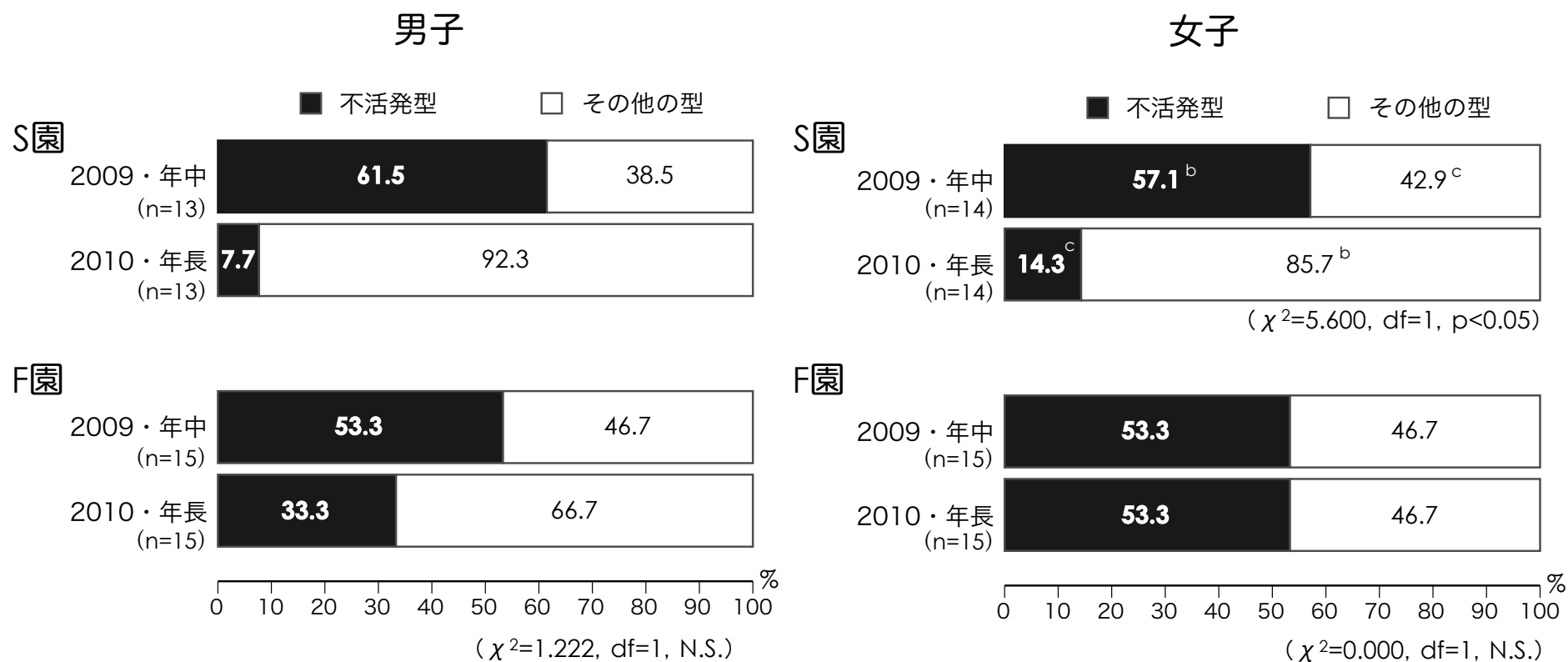
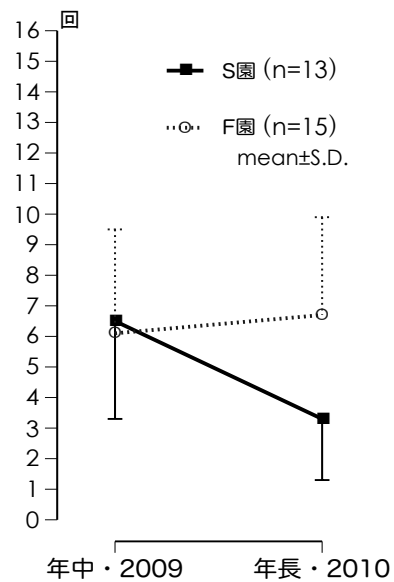


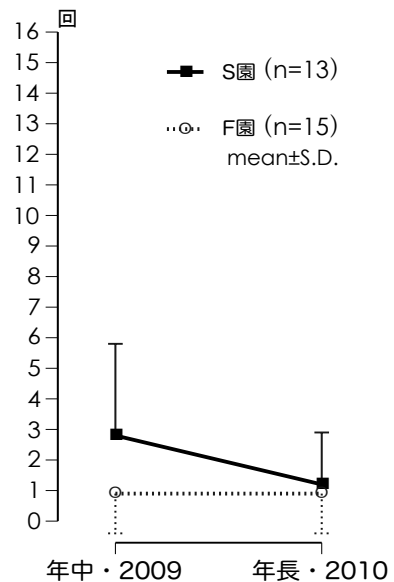
図3-3 〈調査1〉縦断的にみたS園・F園の高次神経活動の型判定の加齢変化^a

- a 興奮型, 抑制型, 易動欠型, 活発型は合算して検定した。ただし, S園の男子は, 期待度数が5未満のセルが存在したため検定を行うことができなかった。
- b 残差分析の結果, 人数が有意($p<0.05$)に多かったセル。
- c 残差分析の結果, 人数が有意($p<0.05$)に少なかったセル。

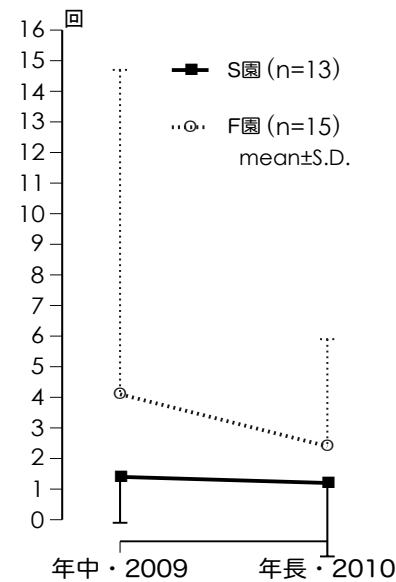
男子



no-go task

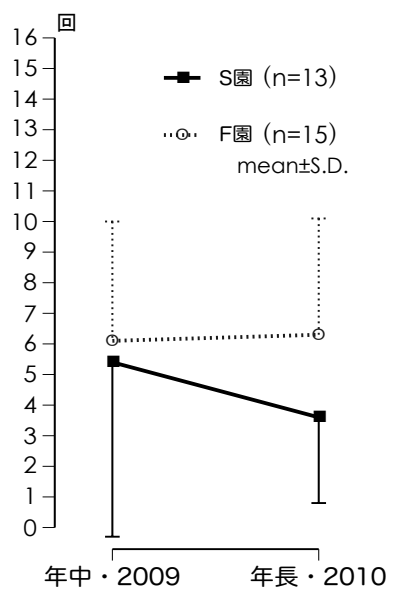


go task

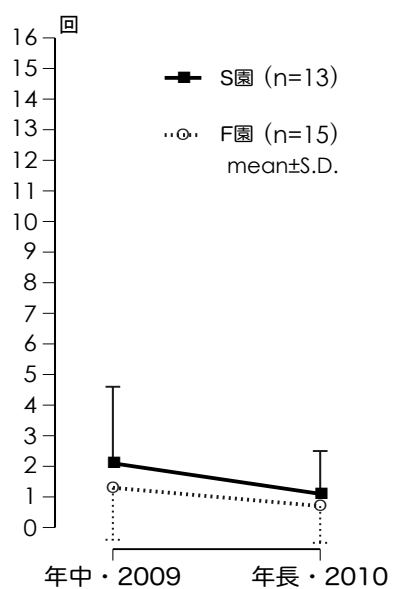


no task

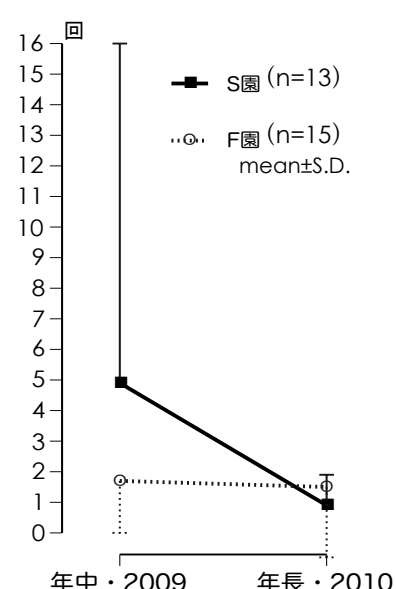
女子



no-go task



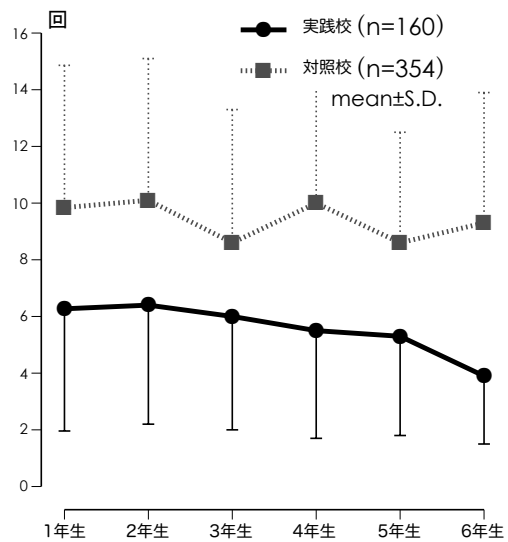
go task



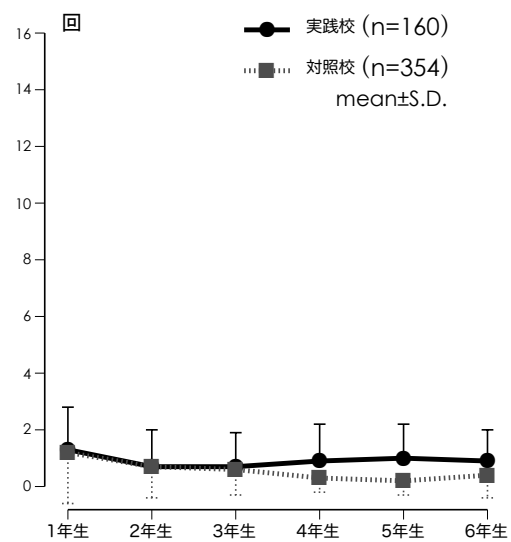
no task

図3-4 〈調査1〉縦断的にみたS園・F園別の誤反応数(no-go task, go task, no task)の加齢変化

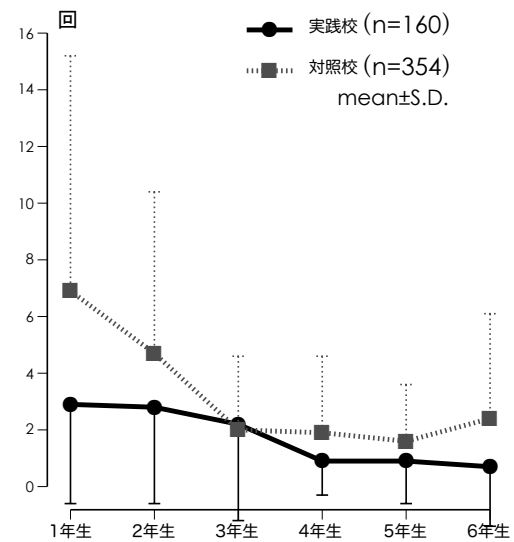
男子



no-go task

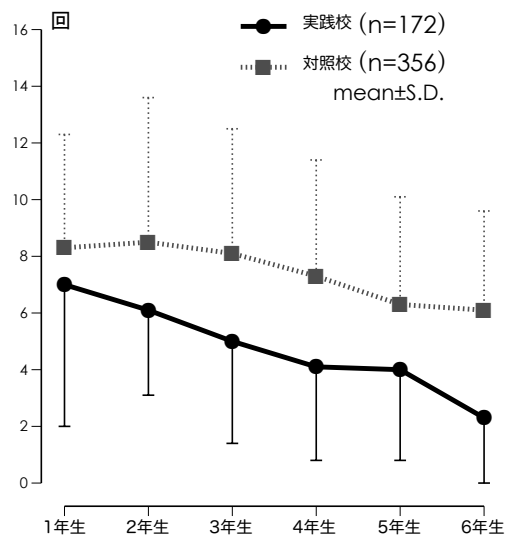


go task

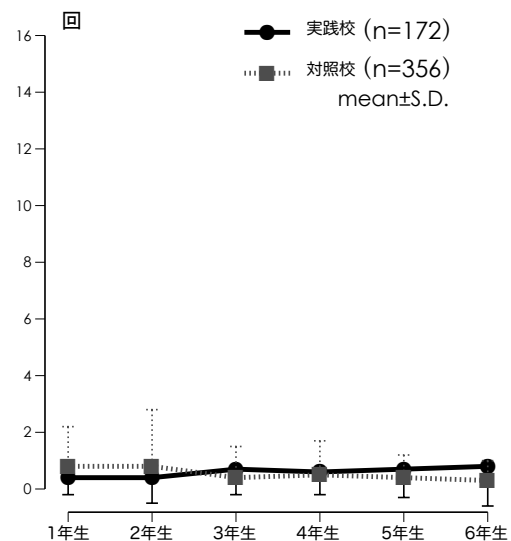


no task

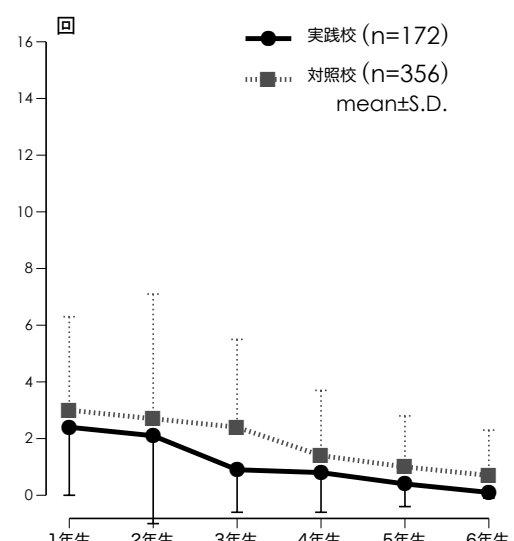
女子



no-go task



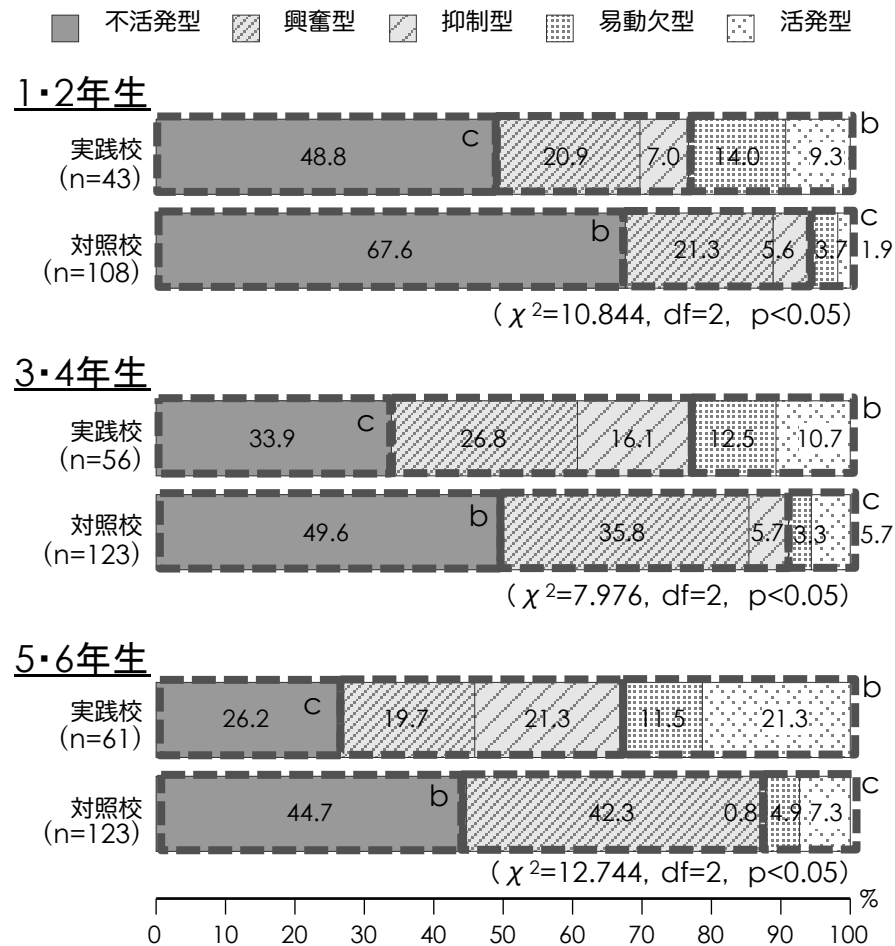
go task



no task

図3-5 〈調査2〉実践校・対照校別にみた誤反応数の加齢変化

男子



女子

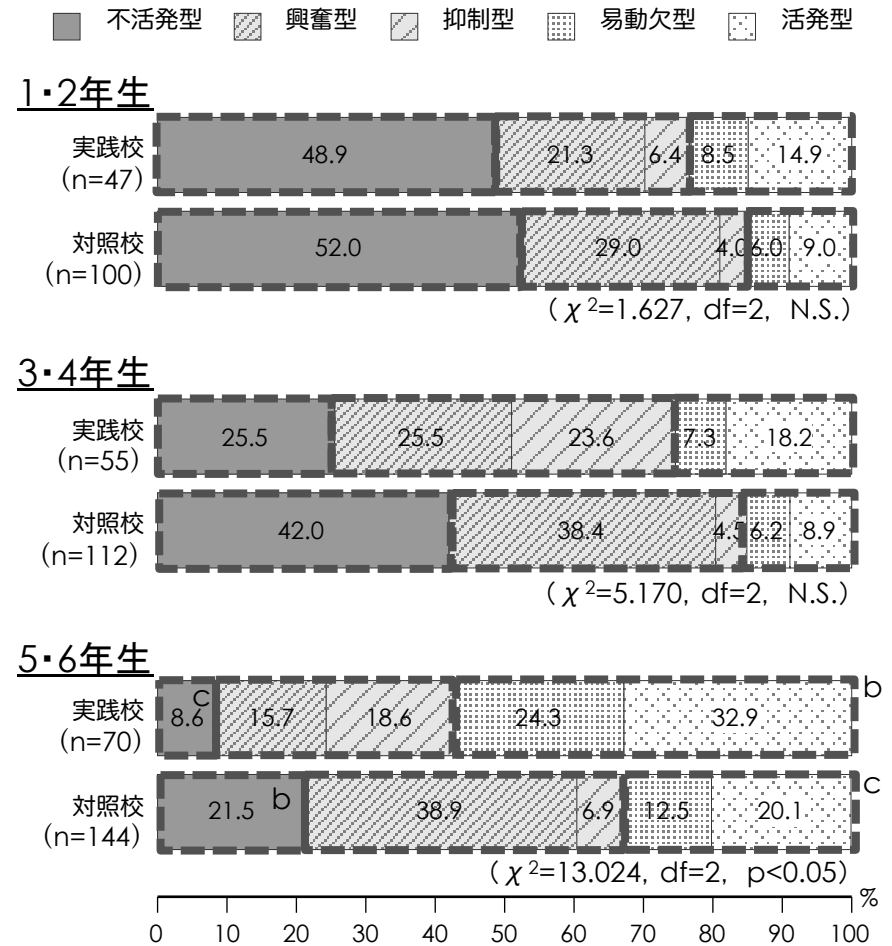


図3-6 〈調査2〉実践校・対照校別にみた高次神経活動の型判定の結果(性別・学年段階別)^a

^a 検定は、実践校/対照校 × 不活発型/興奮・抑制型/易動欠・活発型で行った。

^b $p<0.05$ (残差分析の結果、人数が有意に多かったセル)

^c $p<0.05$ (残差分析の結果、人数が有意に少なかったセル)