

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01613

研究課題名(和文) 運動や体力向上は子どもの認知機能の発達を加速させるか - 縦断研究による関連性の解明

研究課題名(英文) Do exercise and physical activity accelerate the developmental growth of cognitive function in children?- A longitudinal study

研究代表者

佐川 正人 (Sagawa, Masato)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：10196115

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、日本人小中学生の認知機能の発達に対して、体力・体格そして運動習慣が与える影響を十分なサンプルサイズの被験者集団において縦断的に検討し、小中学生期の認知機能の発達と体力・体格・運動習慣との関連性を解明することを目的とした。現在は研究期間完了の2020年3月までに収集した追跡データとそれ以前のデータの結合作業を進めつつ、以前のデータの分析作業を行っている。まだ結論には至っていないが、1-2年次のデータから、学年進行にともない認知機能の発達の確認と、体力のうち持久力や敏捷性と認知機能の高さには関連性があることを確認している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の特色のひとつは、大規模な縦断的データを分析することによって発育・発達途上の小中学生における体力・運動習慣と認知機能との関連性について因果関係に迫る質の高い知見を得られることである。とくに、国内においては小中学生を対象としてのこの規模の縦断研究は実施されておらず、その知見は学術的意義だけでなく、学校教育現場に重要な示唆を与えるものとなる。さらに、本研究データからは体格要因(やせ・肥満)と認知機能との関連性も明らかにでき、子どもの肥満予防・適正体重の維持の重要性を高める健康科学的な意義も有する。

研究成果の概要(英文)： In this study, we examined the effects of physical fitness, body size, and exercise habits on the developmental growth of cognitive function in Japanese elementary and junior high school students in a large-scale longitudinal study.

At the baseline investigation, 999 children participated in this study. We are currently working on combining the baseline and follow-up, while analyzing the cross-sectional data obtained at baseline. We have observed that cognitive function and physical fitness enhanced depending on grades (i.e., the developmental growth) and that there are positive relationships between cognitive function and physical fitness (e.g., endurance capacity and agility) after adjusting for sex and age, suggesting that higher-fit children have better cognitive function in Japanese school children.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：子ども 実行機能 体力 運動 体格

1. 研究開始当初の背景

運動が認知機能を亢進することや、有酸素性能力の高い子どもでは読解力や計算能力が高いことがこれまでの研究で報告されている (Buck et al., MSSE 2008; Hillman et al., Nat Rev Neurosci 2008). また、肥満が子どもの学業成績に悪影響を与えることも本研究課題の分担研究者が海外の子どもを対象として報告してきた (Kamijo et al., Obesity 2012). 国内においては当方らの研究グループが中学 1 年生の体力および体格要因 (肥満) が学業成績 (評定値) と関連することを 2016 年 5 月に報告した (Morita et al., Physiol Behav 2016). 学業成績は、子どもの学習意欲なども関連するが個人の能力である認知機能の影響も強く、運動や体格要因は認知機能に影響することによって学業成績に関連性を有すると理解されている。これらの背景を踏まえ、さらに近年社会問題化している低体力や肥満傾向がある子どもだと認知機能だけでなく学業成績も伸び悩む可能性が高いと理解される。しかしながら、国内のみならず海外においても縦断的な検討によって因果関係に迫った研究はなく、さらに十分なサンプルサイズによる研究も欠如している現状にあった。

2. 研究の目的

本課題では、日本人小中学生の認知機能の発達に対して、体力・体格 (肥満・やせ) そして運動習慣が与える影響を十分なサンプルサイズの被験者集団において縦断的に検討し、小中学生期の認知機能の発達と体力・体格・運動習慣との関連性を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究計画の概要: 本研究課題では、研究代表者の所属大学附属小学校 3 校に調査協力依頼を行い、それらの学校から 3 年間の調査・研究協力について承諾を得た。研究初年度の小学 3 年生から 6 年生を対象とした。研究 1 年目である 2017 年度にベースライン調査 (T1) を行い、2 年後のフォローアップ調査 (T2) を研究 3 年目の 2019 年度に実施することとした。なお、研究 1 年目の小学 5・6 年生は 2 年後に中学 1・2 年生になっているが、附属中学校にも協力依頼を行い、了解を得て実施した。これら研究スケジュールを含め研究の目的や測定項目等について研究 1 年目に保護者説明会を実施し、その後同意書取得手続きを行い、調査を開始した。調査項目は以下の通りである: 体力・運動能力・体格、認知機能 (実行機能)、日常生活習慣 (身体活動量・運動習慣・睡眠習慣・簡易栄養摂取状況)、心理的要因、家庭の社会経済的状況。

(2) 体力・運動能力・体格の調査: 身長・体重、新体力テスト 8 種目、これに加え敏捷性と関連する独自の運動テスト (図 1. N チャレンジテスト) によって体力・運動能力調査を実施した。N チャレンジテストは分担研究者の森田と奥田が中心となって開発したテストであり、小学生が楽しめかつ複雑な動きの要素があり、運動中に身体動作に加え認知的負荷があると想定して使用した。

(3) 認知機能の評価: 小学校に設置されているパソコンを用いて、実行機能のうち抑制機能と作業記憶を評価した。抑制機能評価として Flanker 課題を用い、作業記憶評価として N-back 課題 (1-back および 2-back 課題) を用いた。いずれの認知課題も反応時間 (reaction time, RT) と正答率 (accuracy, Acc) を求めた。

(4) 日常生活習慣・心理的要因・社会経済的状況: 子どもたちの平均的 1 週間の身体活動量および運動量・所属するスポーツ少年団/スポーツクラブなど、睡眠習慣や栄養摂取状況、心理的要因、家庭の社会経済的状況については質問紙によって調査した。

4. 研究成果

研究 3 年目が追跡調査の測定年度であり、現時点ではまだ縦断データとして分析できるデータセットが完成していない。また、研究終了時期目前である 2020 年 2 月中に測定を予定していたが、新型コロナウイルス感染症流行のためその時期の体力・運動能力調査および認知機能測定が中止になり、事後測定の対象者数に欠損が生じた。そのような事情もあり、現段階までの研究成果としては、横断データとして調査を行った結果を以下に述べる。

本研究の遂行期間において小学 3 年生から中学 2 年生までを対象として調査を行った。その間の Flanker 課題を行った対象者は 1,199 名であった。特に、小学 4 年生と 6 年生の体格・体力・運動能力そして認知機能の現時点での結果を以下に述べる。

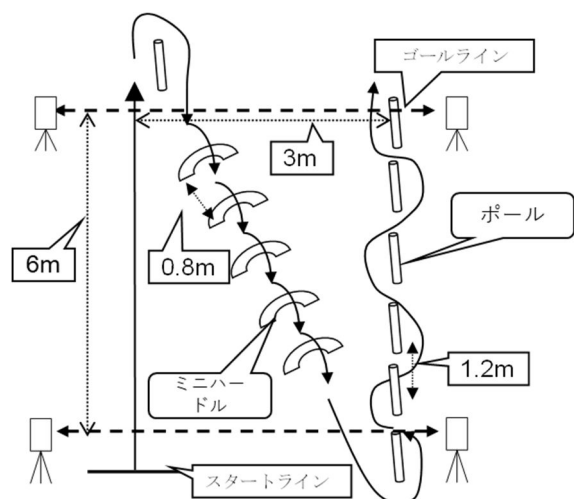


図 1. N チャレンジテストの模式図

表．体力・体格と認知機能の横断的データ

	女子			男子		
	4年生	6年生		4年生	6年生	
身長	135.5 ± 6.8	149.1 ± 6.5	**	136.1 ± 6.2	147.1 ± 7.3	**
体重	30.1 ± 6.2	40.1 ± 7.6	**	32.4 ± 7.0	39.9 ± 8.5	**
BMI	16.3 ± 2.3	18.0 ± 2.6	**	17.4 ± 2.8	18.4 ± 3.3	**
20mシャトルラン	36.6 ± 13.9	46.6 ± 16.2	**	49.7 ± 24.2	65.6 ± 22.9	**
Nチャレンジ	10.5 ± 0.7	10.3 ± 0.7	*	9.9 ± 0.8	9.5 ± 0.7	**
Flanker task						
reaction time, msec	468.3 ± 63.3	410.3 ± 51.1	**	473.2 ± 79.0	424.6 ± 57.5	**
accuracy, %	90.4 ± 8.1	90.2 ± 9.0		87.8 ± 10.8	87.0 ± 13.1	
1-back						
reaction time, msec	583.9 ± 126.4	486.7 ± 123.4	**	605.0 ± 156.4	529.5 ± 136.8	**
accuracy, %	74.7 ± 16.5	77.2 ± 17.7		76.5 ± 14.4	78.3 ± 18.5	
2-back						
reaction time, msec	825.3 ± 180.2	663.9 ± 183.5	**	755.0 ± 216.0	720.0 ± 200.9	
accuracy, %	56.9 ± 19.2	62.0 ± 21.2	*	57.0 ± 18.3	60.3 ± 19.3	

Mean±SD; **, p<0.01 vs 4年生; *, p<0.05 vs 4年生; BMI, 体格指数.

身長・体重, 体格指数 (BMI) そして体力・運動能力指標である 20m シャトルランおよび N チャレンジテストの記録のいずれもが男女とも 4 年生から 6 年生にかけて増加・向上していた。これらは学年進行にともなう体格の成長および体力の向上を示している。

抑制機能の評価課題である Flanker 課題では, 正答率には男女とも学年間に統計的有意差がないものの, 男女とも RT の有意な短縮がみられた。このことは, 学年進行という発達にともなう抑制機能が向上していることを示唆するといえる。

作業記憶の評価課題である N-back 課題のうち 1-back 条件において, 男女とも 4 年生と比較して 6 年生で RT の短縮がみられた。一方, 難易度の高い 2-back 条件では男子では統計的な差はみられないものの, 女子においては RT と正答率のどちらにも統計的な有意差が認められた。これらのことは, 発達にともなう作業記憶も向上したことを示す。

さらに, 性別及び学年を統制変数に用いた偏相関分析では, Flanker 課題の RT と 20m シャトルランとの間に $r = -0.10$ ($p < 0.05$), N チャレンジとの間に $r = 0.13$ ($p < 0.01$; 図 2) という有意な関連性がみられた。これらは抑制機能と体力・運動能力では体力・運動能力が高い子どもほど抑制機能が高い傾向にあることを示している。

また, 同様の偏相関分析から, 2-back 条件の正答率と 20m シャトルランとの間に $r = 0.10$ ($p < 0.05$) の有意な関連性があり, 作業記憶と体力, とくに全身持久力にも関連性があることを示している。

体格と認知機能の関連性では, 学年と性別を統制変数に用いた偏相関分析から, BMI と 1-back 条件の RT に $r = 0.09$ ($p < 0.05$) という BMI が高いと RT が遅延していたというネガティブな関連性がみられた。

現在のところ, 以上のような横断データ分析から発育発達にともなう体力および認知機能の向上があること, そして体力・運動能力と認知機能にポジティブな関連性があることを確認できた。さらに, 今後の縦断データの詳細な分析によって体力の変化と認知機能の変化の間の関連性, そして日常の運動習慣がどのように関連しているのかについて焦点を絞り, 体力と認知機能の発達の関連性について明らかにすることで, 今後の学校教育に資する知見を見出していく。

<参考文献>

- Buck SM, Hillman CH, Castelli DM. Med Sci Sports Exerc. 2008;40:166-172.
 Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Nat Rev Neurosci. 2008;9:58-65.
 Kamijo K, Khan NA, Pontifex MB, et al., Obesity (Silver Spring). 2012;20:2406-2411.
 Morita N, Nakajima T, Okita K, Ishihara T, Sagawa M, Yamatsu K. Physiol Behav. 2016;163:161-166.

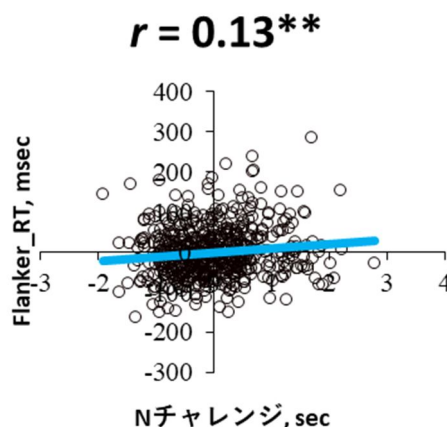


図 2. N チャレンジと Flanker 課題 RT の関連性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 紙上敬太
2. 発表標題 子供の運動習慣・体力が学力と認知機能に与える影響 - 研究動向と今後の課題 -
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 紙上敬太, 森田憲輝
2. 発表標題 子供の運動習慣・体力と脳の発達 - 実験室と現場をつなぐ -
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥田知靖
2. 発表標題 小学生のボールゲームの一般戦術能力における創造性と認知機能の関係
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Okuda T, Ambe H, Nakase Y, Bono S, Morita N
2. 発表標題 Age-differences in tactical ball-game abilities in Japanese elementary school children
3. 学会等名 The 24th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥田知靖, 安部久貴, 中瀬雄三, 房野真也, 森田憲輝
2. 発表標題 小学生におけるボールゲームの戦術能力に関する学年間の差異 -3年生から5年生の比較-
3. 学会等名 第59回北海道体育学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋生季, 奥田知靖, 辻本智也, 森田憲輝
2. 発表標題 10週間のバルシューレ教室が子どもの実行機能に与える影響
3. 学会等名 第59回北海道体育学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyasu Okuda, Noriteru Morita, Noriyuki Shide, Yuta Oyama, Hisataka Ambe, Rihito Yamamoto, Toru Sato
2. 発表標題 Growth trends in agility evaluated by a novel agility test, N-challenge, in Japanese elementary school children.
3. 学会等名 23rd annual congress of the European college of Sport Science. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keita Kamijo, Ryuji Abe.
2. 発表標題 Effects of cognitively demanding acute aerobic exercise on working memory
3. 学会等名 23rd annual congress of the European college of Sport Science. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Morita N, Ishihara T, Okuda T, Ambe H, Kotani K, Yamamoto R, Nakajima T, Sagawa M, Kamijo K
2. 発表標題 Rationale and Design of a School-based Longitudinal Study Investigating the Effects of Physical Fitness on Executive Function in Elementary School-Aged Children
3. 学会等名 The 8th Pacific Rim Conference on Education (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥田知靖, 森田憲輝, 志手典之
2. 発表標題 新規テストN Challengeによる小・中学生のSAQ能力(アジリティー能力)の加齢変化様相の検討
3. 学会等名 日本発育発達学会第16回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森田 憲輝 (Morita Noriteru) (10382540)	北海道教育大学・教育学部・教授 (10102)	
研究分担者	紙上 敬太 (Kamijo Keita) (20508254)	筑波大学・教育推進部・准教授 (12102)	
研究分担者	小谷 克彦 (Kotani Katsuhiko) (40598794)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	安部 久貴 (Ambe Hisataka) (40634556)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10102)	
研究分担者	山本 理人 (Yamamoto Rihito) (80312429)	北海道教育大学・教育学部・教授 (10102)	
研究分担者	奥田 知靖 (Okuda Tomoyasu) (90531806)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10102)	
研究協力者	石原 暢 (Ishihara Toru) (10801631)	玉川大学・脳科学研究所・研究員 (32639)	