

令和 5 年 5 月 10 日現在

機関番号：33908

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18702

研究課題名（和文）子供の体力と記憶機能の関係 潜在記憶に注目して

研究課題名（英文）The association of childhood fitness to implicit memory

研究代表者

紙上 敬太（Kamijo, Keita）

中京大学・教養教育研究院・准教授

研究者番号：20508254

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では潜在記憶に注目し、子供の体力と記憶機能の関係を明らかにすることを目的とした。その結果、体力と記憶パフォーマンスの間に関係が認められなかった。本研究では、先行研究と同じ記憶課題を用いているにもかかわらず、先行研究の知見を再現できなかった。最近の研究代表者らのメタ分析の結果に基づき、研究参加者の特性（本研究の参加者の記憶機能が高すぎたこと）が、この矛盾した知見に関わっていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過去20年間に渡る研究によって、習慣的運動による体力の向上は高次認知機能を改善させることが示されてきた。本研究ではこれまでに注目されてこなかった潜在記憶に焦点を当てたという点で学術的独自性・チャレンジ性が高いものである。当初の仮説に反し、体力と記憶パフォーマンスに関係が認められなかったが、本研究の問題点（研究参加者の特性を十分に考慮できていなかったこと）を解決することによって、今後の研究分野のさらなる発展に貢献しようと考えている。

研究成果の概要（英文）：This study examined the association between childhood fitness and implicit memory. Results indicated no associations between fitness and memory performance, which are inconsistent with previous studies. Based on our recent meta-analysis, I suggest that individual difference in memory function is one possible source of these conflicting findings.

研究分野：認知運動科学

キーワード：体力 記憶 子供

1. 研究開始当初の背景

近年の研究では、体力が高い子供ほど記憶機能が優れていることが示されている (Donnelly et al., 2016)。これらの知見を再現・発展させるため、応募者は先行研究とは異なる関連記憶課題 (図 1) を用い、子供の体力と記憶機能の関係を検討した。ところが、体力が低い子供の方が記憶課題の正答率が高いという、先行研究に反する予想外の結果が得られた。これまでの研究では明らかにされていない、体力が低い子供の方が優れている脳機能があるのだろうか。

図 1 のような記憶課題の再認テスト (テストセッション) を行った場合、参加者はたとえ絵を覚えていなくても推測で答え、正答することもある。すなわち、再認テストでの反応は、確信度により「はっきりと覚えている」(Remember)、「何となく覚えている」(Know)、「全く覚えていない」(Guess) の 3 つに分けることができる。Voss et al. (2009) は、絵を覚えることに集中させる full attention 条件と二重課題下で絵を覚えさせる divided attention 条件で記憶課題を行わせたところ、divided attention 条件の方が Guess 反応が多く、全体の正答率が高かったことを報告している。つまり、潜在記憶による Guess 反応が記憶パフォーマンスを向上させることがあると示唆される。

これまでの多くの研究によって、体力の低い子供は注意機能が劣っていることが示されている (e.g., Kamijo et al., 2015)。よって、上述の応募者の研究では、体力の低い子供の方が注意機能が低い (divided attention 条件のように) 潜在記憶に依存した Guess 反応が多くなり、正答率が高くなったのではないかと予想された。

2. 研究の目的

本研究では潜在記憶に注目し、子供の体力と記憶機能の関係を明らかにすることを目的とした。体力が高いほど、Remember 反応と Know 反応の記憶パフォーマンスは高く、Guess 反応ではこの関係が逆転する (体力が低いほど記憶パフォーマンスが高くなる) ことが予想された。

3. 研究の方法

(1) 参加者

研究分担者が所属する教育大学の附属小学校に本研究への参加を依頼した。全ての測定に参加しなかった参加者や外れ値を示した参加者などを除外し、小学 3・5 年生 175 名を分析の対象とした。

(2) 体力テスト

本研究では、これまでの多くの研究で記憶機能との関係が認められている有酸素性能力 (Donnelly et al., 2016) に注目した。有酸素性能力の評価には、新体力テストの 20 m ショトルランを用いた。

(3) 記憶課題

体力と記憶機能のポジティブな関係を示した先行研究 (Baym et al., 2014) と同じ関連記憶課題を用いた

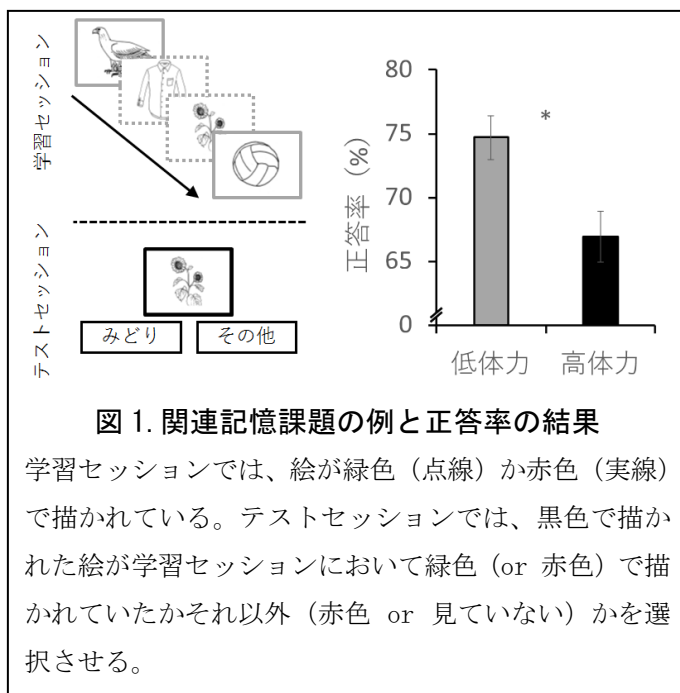


図 1. 関連記憶課題の例と正答率の結果

学習セッションでは、絵が緑色 (点線) か赤色 (実線) で描かれている。テストセッションでは、黒色で描かれた絵が学習セッションにおいて緑色 (or 赤色) で描かれていたかそれ以外 (赤色 or 見ていない) かを選択させる。

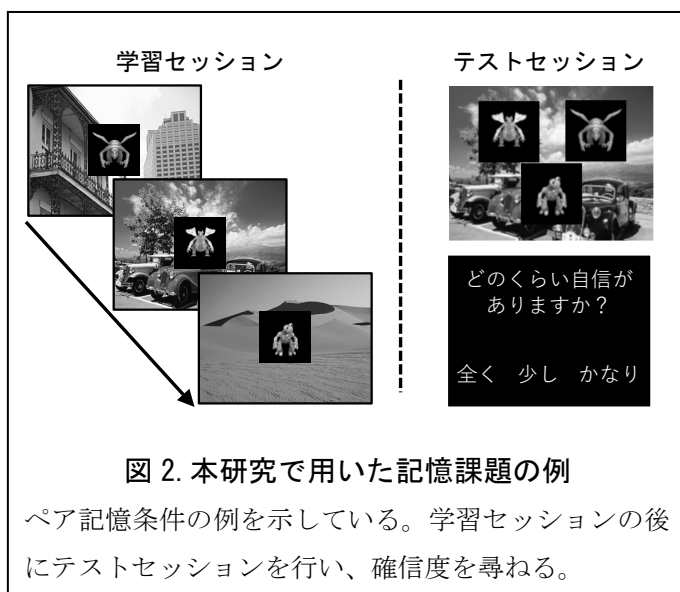


図 2. 本研究で用いた記憶課題の例

ペア記憶条件の例を示している。学習セッションの後にテストセッションを行い、確信度を尋ねる。

(図 2)。先行研究に従い、アイテム記憶条件とペア記憶条件の 2 条件を用いた。アイテム記憶条件の学習セッションでは、同じ背景にさまざまなキャラクターが提示され、キャラクターを覚えさせる。テストセッションでは、3つのキャラクターから覚えたキャラクターを選択させた後、確信度 (Remember, Know, or Guess) を尋ねる。ペア記憶条件の学習セッションでは、さまざまな背景にさまざまなキャラクターが提示され、背景とキャラクターをペアで覚えさせる。テストセッションでは、3つのキャラクターから背景と合致するキャラクターを選択させた後、確信度を尋ねる。ペア記憶条件で正確に答えるには、海馬の働きが重要となる (Henke et al., 1997)。先行研究 (Baym et al., 2014; Chaddock et al., 2010; 2011) では、体力と記憶パフォーマンスの関係がペア記憶条件でより顕著に認められることが示されている。

(4) 統計検定

体力と各条件・各確信度の記憶パフォーマンス (正答率) との関係について、性別、学年、社会経済状況 (保護者の教育年数や収入) を統制変数とした偏相関分析を行った。

4. 研究成果

偏相関分析の結果を表 1 に示す。体力と各条件・各確信度の記憶パフォーマンスの間には関係が認められなかった。

表 1. 体力と記憶パフォーマンス間の偏相関係数

	20 m シャトルラン
アイテム・Remember	.032
アイテム・Know	-.084
アイテム・Guess	.026
ペア・Remember	.041
ペア・Know	.055
ペア・Guess	.059

本研究と同様の関連記憶課題を用いた研究 (Baym et al., 2014; Chaddock et al., 2010; 2011) では、一貫して体力と記憶パフォーマンスがポジティブに関わっていることが示されている。本研究では、(Remember 反応と Know 反応において) この結果を再現することができなかった。研究代表者らの研究グループは、これまでの 3つのランダム化比較試験を再分析し、習慣的運動が認知機能に与えるポジティブな効果は、もともと認知機能が低い子供ほど大きいことを示した (Ishihara et al., 2020)。つまり、もともと認知機能が低い子供には習慣的運動のポジティブな効果は表れにくいと言い換えることができる。先行研究と単純比較ができないため推察の域は出ないが、本研究では、入学選考が実施されている教育大学附属小学校の児童を対象としたため、全体的に記憶パフォーマンスが高く、体力と記憶パフォーマンスの間に関係が認められなかったのかもしれない。Guess 反応においては、体力と記憶パフォーマンスの関係が逆転することを予想したが、この関係も認められなかった。これも本研究の参加者の特性 (本研究の参加者の記憶機能が高すぎたこと) が関わっているのではないかと考えている。今後、このような参加者の特性を考慮した、テラーメイド型の認知機能・記憶機能の評価法の開発が必要になってくると考えている。

<引用文献>

- ① Baym, C. L., Khan, N. A., Pence, A., Raine, L. B., Hillman, C. H., & Cohen, N. J. (2014). Aerobic fitness predicts relational memory but not item memory performance in healthy young adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(11), 2645-2652. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00667
- ② Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., Vanpatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- ③ Chaddock, L., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Cohen, N. J. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 344-349. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e9af48>
- ④ Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etner, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1197-1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- ⑤ Henke, K., Buck, A., Weber, B., & Wieser, H. G. (1997). Human hippocampus establishes associations in memory. *Hippocampus*, 7(3), 249-256. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-1063\(1997\)7:3<249::AID-HIPO1>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-1063(1997)7:3<249::AID-HIPO1>3.0.CO;2-G)
- ⑥ Ishihara, T., Drollette, E. S., Ludyga, S., Hillman, C. H., & Kamijo, K. (2020). Baseline cognitive performance moderates the effects of physical activity on executive functions in children. *J Clin Med*,

9(7). <https://doi.org/10.3390/jcm9072071>

- ⑦ Kamijo, K., Takeda, Y., Takai, Y., & Haramura, M. (2015). Greater aerobic fitness is associated with more efficient inhibition of task-irrelevant information in preadolescent children. *Biological Psychology*, 110, 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.07.007>
- ⑧ Voss, J. L., & Paller, K. A. (2009). An electrophysiological signature of unconscious recognition memory. *Nature Neuroscience*, 12(3), 349-355. <https://doi.org/10.1038/nn.2260>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ludyga S, Gerber M, Kamijo K.	4. 巻 26
2. 論文標題 Exercise types and working memory components during development	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Trends Cogn Sci	6. 最初と最後の頁 191-203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tics.2021.12.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakata H, Takezawa M, Kamijo K, Shibasaki M.	4. 巻 16
2. 論文標題 Modality differences in ERP components between somatosensory and auditory Go/No-go paradigms in prepubescent children	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0259653	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishihara T, Drollette ES, Ludyga S, Hillman CH, Kamijo K.	4. 巻 128
2. 論文標題 The effects of acute aerobic exercise on executive function: A systematic review and meta-analysis of individual participant data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurosci Biobehav Rev	6. 最初と最後の頁 258-269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neubiorev.2021.06.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Ludyga S, Puhse U, Gerber M, Kamijo K.	4. 巻 127
2. 論文標題 How children with neurodevelopmental disorders can benefit from the neurocognitive effects of exercise	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurosci Biobehav Rev	6. 最初と最後の頁 514-519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neubiorev.2021.04.039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishihara T, Morita N, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Kamiyo K.	4. 巻 6
2. 論文標題 Differential effects of changes in cardiorespiratory fitness on worst- and best- school subjects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 NPJ Sci Learn	6. 最初と最後の頁 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41539-021-00086-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 紙上敬太・石原暢	4. 巻 72
2. 論文標題 身体運動が高める脳力と言葉の力	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 16-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ishihara T, Drollette ES, Ludyga S, Hillman CH, Kamiyo K.	4. 巻 9
2. 論文標題 Baseline cognitive performance moderates the effects of physical activity on executive functions in children	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Clin Med	6. 最初と最後の頁 2071
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcm9072071	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kao SC, Wang CH, Kamiyo K, Khan N, Hillman C.	4. 巻 160
2. 論文標題 Acute effects of highly intense interval and moderate continuous exercise on the modulation of neural oscillation during working memory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int J Psychophysiol	6. 最初と最後の頁 10-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijpsycho.2020.12.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishihara T, Morita N, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Kamijo K.	4. 巻 6
2. 論文標題 Differential effects of changes in cardiorespiratory fitness on worst- and best- school subjects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 NPJ Sci Learn	6. 最初と最後の頁 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41539-021-00086-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sebastian Ludyga, Markus Gerber, Uwe Puhse, Vera N. Looser, Keita Kamijo	4. 巻 Online ahead of print.
2. 論文標題 Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Human Behaviour	6. 最初と最後の頁 ns
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41562-020-0851-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 紙上敬太、樽味孝	4. 巻 Online ahead of print.
2. 論文標題 子供の体力と脳の発達 行動学的研究と脳イメージング研究のナラティブ・レビュー	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 体力科学	6. 最初と最後の頁 ns
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jspfsm.69.239	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita Kamijo, Ryuji Abe	4. 巻 51
2. 論文標題 Aftereffects of Cognitively Demanding Acute Aerobic Exercise on Working Memory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 153-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000001763	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sebastian Ludyga, Manuel Mucke, Keita Kamijo, Christian Andra, Uwe Puhse, Markus Gerber, Christian Herrmann	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 The Role of Motor Competences in Predicting Working Memory Maintenance and Preparatory Processing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Child Development	6. 最初と最後の頁 ns
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cdev.13227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ludyga S, Ishihara T, Kamijo K	4. 巻 50
2. 論文標題 The nervous system as a pathway for exercise to improve social cognition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Exercise and Sport Sciences Reviews	6. 最初と最後の頁 203-212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/JES.0000000000000300	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 紙上敬太
2. 発表標題 「文武両道」研究における矛盾とその解決に向けて
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kamijo K, Eda N
2. 発表標題 Effects of acute aerobic exercise on delayed free-recall performance.
3. 学会等名 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 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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamijo K, Abe R
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 Kamijo K
2. 発表標題 Childhood fitness and cognition: The moderating roles of intra- and inter-individual differences in cognitive and academic performance
3. 学会等名 European College of Sport Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kamijo K
2. 発表標題 Exercise and cognition: The moderating roles of intra- and inter-individual differences in cognitive performance
3. 学会等名 International Congress of Sport Science & Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 紙上敬太	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ナカニシヤ出版	5. 総ページ数 198
3. 書名 注意への運動効果, 坂田陽子, 河西哲子, 日比優子(編), 注意の生涯発達心理学	

1. 著者名 森口佑介、本郷一夫(石原暢、紙上敬太)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 金子書房	5. 総ページ数 120
3. 書名 自己制御の発達と支援(第3章: 児童期の自己制御の発達と運動による支援)	

1. 著者名 Mark H. Anshel (Keita Kamijo, Amanda L. McGowan, Matthew B. Pontifex)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 American Psychological Association	5. 総ページ数 1535
3. 書名 APA Handbook of Sport and Exercise Psychology Volume 2 (Chapter 17. Effects of physical activity on cognition in children and adolescents)	

〔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)	

6. 研究組織（つづき）

	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	高井 洋平 (Takai Yohei) (20574205)	鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授 (17702)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関