

環境に適したテーラーメイドの「脳トレ」プログラム開発のための効果検証 ～Development of "Tailor-made Brain Training" program suitable for environment～

押山千秋*¹ 三輪洋靖*² 須藤千尋*³ 清水栄司*³ 西村拓一*²
Chiaki OSHIYAMA Hiroyasu MIWA Chihiro SUTOU Eiji SHIMIZU Takuichi NISHIMUA

*¹ 大阪大学
Osaka University #1

*² 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology #2

*³ 千葉大学
Chiba University #3

The problem of child mental health has been increasing. In recent years, it were reported that prevention of school education were important. Cognitive function affects mental health. The effect of cognitive function training "brain training" on children has also been verified, and it was reported that "brain training" have improved "cognitive function" and "intelligence factor". But there is no brain training program aimed at children's mental health. Also, there is no program that incorporates it into the context of school life. We have developed a brain training program which can be done in a short time at school and to verify effect. First, we used "mental rotation task" that activates a wide range of brain parts. We would like to report on the result of training for 61 university students for 2 weeks and the result of training at one class of elementary school 4th. The purpose of this research is to verify the effect to lead to tailor-made program construction by AI

1. はじめに

(1)学校での予防教育と脳トレ 神経科学研究や実験心理学研究において、様々な課題が用いられてきた。精神医学においてはコンピューター認知課題プログラムによる訓練を取り入れた認知機能リハビリテーションが行われ、認知機能が向上したという検証結果が報告されている。それらの認知課題を組み合わせた「脳トレ」と言われるものが、様々に作られている。大人を対象にした「脳トレ」の効果は近年、その効果が実証されたが、子どもに対する「脳トレ」の効果も、500人以上のサンプルで検証され[Wexler et al., 2017]、「認知機能」や「知能指数」が向上したと報告されている。子どものメンタルヘルスの問題は顕著になってきている。近年、子どもたちがその発達の中で多くの時間を過ごす学校教育現場での予防的取り組みの重要性が指摘されている。認知機能は心の状態にも影響するが、認知機能向上のための脳トレの効果は近年報告されているが、子どもの精神状態を健全にすることを目的とした脳トレプログラムはまだない。また、予防教育が行われる学校生活の文脈に取り入れる形での検証は行われていない。さらに、どのプログラムが、どのような効果をもたらすのかについて、詳細に検討されていない。子どもの精神疾患予防の視点から、学校において短時間でできる、タブレット型コンピューターを用いた、脳トレーニングプログラムを開発し、その効果を検証することを本研究の目的とした。

(2)メンタルローテーション課題 数多くある脳トレのプログラムのなかから、まずは、1000報を超える先行研究がある認知課題であるメンタルローテーションでの効果検証を行い、個別のテーラーメイドのシステム構築へと繋ぐ。「メンタルローテーション課題」は、心の中に思い浮かべたイメージ(心的イメージ)を回転変換する認知的機能を使った課題である[Kosslyn et al., 1998]。メンタルローテーション機能のおかげで、私たちは、実生活で、図や文字を回転した角度から見てもその文脈を判断することが出来る。例えば、違う角度から地図をみて、適切な方向を判断したり、レストランなどでメニューを逆さから見て内容を判断する。自らの身体を移動することなくそれらが可能になるのもメンタルロ

ーテーション機能のおかげである。

メンタルローテーションで賦活する神経回路は、うつや不安に強靱な神経回路と重なっている。毎朝のトレーニングで、うつや不安に強い健康な脳への発達を促す可能性がある。メンタルローテーションを遂行するとき、広範囲の脳領域が活性化する[Tomashino et al., 2016]。中でも、回転に関連した後部頭頂葉という脳領域は、認知的柔軟性に関わっている部分でもある[Cohen et al., 1997]。認知的柔軟性が高いとうつや不安が低いということが明らかになっている[Oshiro et al., 2016]。メンタルローテーションの正答率は神経ネットワークを表現しており[Semrud-Clikeman et al., 2012]、反応時間は精神的な運動状態を反映している[Rogers et al., 2002]。メンタルローテーションの正答率が有意に高い男性は、うつや不安障害の罹患率が女性の2分の1である[Rosenfield, 1999]。

上記から、以下の3つも予測される。①「メンタルローテーション課題」を授業前に短時間行うことで後部頭頂葉を含む広範な神経ネットワークが鍛えられ、うつや不安に強い脳と心の発達を促進する②授業前に様々なメンタルローテーショントレーニングを積み重ねていくことで、高い脳の可塑性を持つ子どもの認知機能が向上する。③朝の学活時に毎日行うことで、子どもが学校生活へと気持ちを切り替えられ、適応的行動が身につく。それらは副次的に、計算や言葉の能力向上に波及し、効果を及ぼすと考えられる。

2.1 研究1 大学生を対象とした検証

(1)目的: 青年期を対象者に対するメンタルローテーショントレーニングの効果を検証する。

(2)方法: <対象>大学生 61名 (男性 23名, 女性 38名, 平均年齢 22.4歳, SD=3.69, 範囲 19-28)

(3)手続き: 無作為に2群に割り付け、メンタルローテーショントレーニング期間とメンタルローテーショントレーニングを行わない対照期間のクロスオーバー試験を行った(Figure1)。メンタルローテーショントレーニング期間には、1日2回、朝と夜、iPadでのMR_tr.を2週間試行してもらった。メンタルローテーショントレーニング期間および対照期間前後でPHQ-9(うつ)、GAD-7(不安)、CFS(認知的柔軟性)および正答率と反応時間を評価した。

メンタルローテーション課題は、十字のフィックスに続いて 300msec のブランク、その後、手の画像 1000msec、反応があるか、画像 1000msec とその後のブランクの合計 4000msec で次の十字フィックスへと繋がる。使用された手の画像は肢位 4 方向(手掌、手甲、親指側回内、小指側回外)×回転角度 4(0°、90°、180°、270°)×右手左手 2 の 32 枚である。

(4)結果:グループ×時期の 2×3 の 2 要因反復測定分散分析の結果、主効果が見られたのは、メンタルローテーション正答率($F(1,59) = 15.20, p < .0001, \eta_p^2 = .205$)、メンタルローテーション反応時間($F(1,59) = 35.59, p < .0001, \eta_p^2 = .376$)、PHQ-9($F(1,59) = 13.054, p = .001, \eta_p^2 = .181$)であった。グループ×時期での有意な交互作用は、メンタルローテーション反応時間で見られた($F(1,59) = 8.73, p = .004, \eta_p^2 = .129$)。反応時間におけるグループの単純主効果はグループ A において($F(2,118) = 20.17, p < .0001, \eta_p^2 = .221$)、グループ B において($F(5,56) = 25.67, p < .0001, \eta_p^2 = .252$)であった。次に、トレーニング期の介入前後での多重比較を行った結果、グループ A の反応時間で($F(1,60) = 39.14, p < .0001, \text{Hedge's } g = -.966$)グループ B の反応時間で、($F(1,60) = 4.61, p = .036, \text{Hedge's } g = -.319$)、グループ A の反応時間で($F(1,60) = 11.16, p = .001, \text{Hedge's } g = .489$)グループ B の反応時間で($F(1,60) = 4.68, p = .035, \text{Hedge's } g = .401$)、グループ A の PHQ-9 で($F(1,60) = 8.18, p = .006, \text{Hedge's } g = -.539$)と、有意な結果となった。

(5)考察:メンタルローテーショントレーニングによって、正答率は向上するが、正答率は 2, 3 回のメンタルローテーション課題を経験することによる回帰効果でも向上することが示唆された。反応時間はトレーニングによって有意に短縮することが示された。対象を大学生とした場合、トレーニングによって、正答率が向上し、トレーニング効果は反応時間により反映されると考えられた。また、大学生にメンタルローテーショントレーニングをうつ傾向が改善する可能性があることが示唆された。認知的柔軟性は統計的に有意な向上は認められなかった。

2.2 研究 2 小学校での検証

(1)目的: 小学校の朝の学活時に一斉にメンタルローテーショントレーニングが行えるかどうかを試行し、トレーニングの効果を検証する。

(2)方法: <対象> 関東にある小学校 4 年 X 組に所属する小学生 34 名(1 名はお休みにより、介入前のデータが欠落したため、解析対象からは除外したが、トレーニングには参加してもらった)

(3)手続き: 20XX 年 10 月 23 日から 1 か月間、毎朝の学活時にアプリの入った iPad を配り、一斉にメンタルローテーショントレーニングを行った。また、トレーニング後に児童と教員にアンケート調査を行った。メンタルローテーション課題は、はじめの 2 週間は十字のフィックスに続いて 300msec のブランク、その後、手の画像 1000msec、反応があるか、画像 1000msec とその後のブランクの合計 4000msec で次の十字フィックスへと繋がる。使用された手の画像は肢位 4 方向(手掌、手甲、親指側回内、小指側回外)×回転角度 4(0°、90°、180°、270°)×右手左手 2 の 32 枚である。また、児童の個人差を考え、2 週目までの結果から、正答率が 90%以上を高群、正答率 80%未満の児童を低群、それ以外を中群とした 3 群に分けた。中群にはそのまま、十字のフィックスに続いて 300msec のブランク、その後、手の画像 1000msec、反応があるか、画像 1000msec とその後のブランクの合計 4000msec で次の十字フィックスへ、高群には十字のフィックスに続いて 300msec のブランク、その後、手の画像 800msec、反応があるか、画像 800msec とその後のブランクの合計 3000msec で次の十字フィックスへ、低群には十字のフィックスに

続いて 300msec のブランク、その後、手の画像 2000msec、反応があるか、画像 2000msec とその後のブランクの合計 4000msec で次の十字フィックスへとした。アンケートは、毎朝 1 か月間のトレーニングを終えて、①とても面白かった②まあまあ面白かった③特に面白くも面白くもなくなかった④面白くなかった⑤全く面白くなかった、の 5 段階で評価してもらった。

(4)結果:メンタルローテーションの正答率と反応時間を、トレーニング前後で反復測定分散分析による比較を行った。メンタルローテーションの正答率は($F(1,33) = 89.53, p < .0001, \eta_p^2 = .731$)、メンタルローテーションの反応時間は($F(1,33) = 62.22, p < .0001, \eta_p^2 = .653$)。児童 35 名のうち、①とても面白かったと答えた児童は 32 名、②まあまあ面白かったと答えた児童は 3 名で、③特に面白くも面白くもなくなかった④面白くなかった⑤全く面白くなかったと答えた児童はいなかった。また、もっとやりたい、とか、インターネットでメンタルローテーション課題について調べたので他のメンタルローテーション課題もみんなで作ってみたいという感想もあった。教員からは、タブレットを配り始めてから終了まで 4 分であったことから、学校生活への負担はないと考える、とのコメントをいただいた。

(5)考察:朝の学活試行に無理のないシステムであったと考える。

参考文献

- [Wexler et al., 2017] Bruce E. Wexler, Markus Iseli, Seth Leon, William Zaggale, Cynthia Rush, Annette Goodman, A. Esat Imal & Emily Bo. Cognitive Priming and Cognitive Training: Immediate and Far Transfer to Academic Skills in Children. *Scientific Reports*, 6:32859, 2016.
- [Kosslyn et al., 1998] Kosslyn, S.M., DiGirolamo, G.J., Thompson, W.L., Alpert, N.M. Mental rotation of objects versus hands: neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*. 35, 151–161. 1998.
- [Tomashino et al., 2016] Tomashino, B., Gremese, M., Effects of stimulus type and strategy on mental rotation network: an activation likelihood estimation meta-analysis. *Front. Hum. Neurosci.* 9, 693. 2016.
- [Cohen et al., 1997] Cohen, M.S., Kosslyn, S.M., Breiter, H.C., DiGirolamo, G.J., Thompson, W.L., Anderson, A. K., Brookheimer, S.Y., Rosen, B.R., Belliveau, J.W., Changes in cortical activity during mental rotation. A mapping study using functional MRI. *Brain*. 119, 89–100. 1996.
- [Oshiro et al., 2016] Oshiro K, Nagaoka S, Shimizu E. Development and validation of the Japanese version of cognitive flexibility scale. *BMC Res Notes*. ;9:275. 2016.
- [Semrud-Clikeman et al., 2012] Semrud-Clikeman, M., Fine, J.G., Bledsoe, J., Zhu, D.C., Gender differences in brain activation on a mental rotation task. *Int. J. Neurosci.* 122, 590–597. 2012.
- [Rogers et al., 2002] Rogers, M.A., Bradshaw, J.L., Philips, J.G., Chiu, E., Mileskin, C., Vaddadi, K., Mental rotation in unipolar major depression. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 24, 101–106. 2002.
- [Rosenfield, 1999] Rosenfield, S., Gender and mental health: do female have more psychopathology, men more, or both the same (and why), in: Horwitz, A.V., Schneid, T.L. (Eds.), *A Handbook for the Study of Mental Health: Social Contexts, Theories, and Systems*. Cambridge University Press, New York, pp. 348–360. 1999.