

KAPLA®ブロックを使った造形遊びの習慣化による認知機能の向上効果

和田侑子^{1*}, 浅岡悦子², 渡邊知里¹, 四ツ倉佳代¹, 円入智子¹, 下川健一¹, 石井文由¹

Maintaining and improving cognitive function by habitually playing with KAPLA® blocks

Yuko Wada Imanaka^{1*}, Etsuko Asaoka², Chisato Watanabe¹, Kayo Yotsukura¹, Satoko Ennyu¹,
Ken-ichi Shimokawa¹, Fumiyoshi Ishii¹

Habitual engagement in play using KAPLA® blocks was shown to improve cognitive function. A program called “Be healthy by using your head and fingertips! KAPLA® 1-month experience class” was held at the Tamarokuto Science Center in Nishitokyo City, Japan. Consent was obtained from 22 people (40 to 80 years old, average age of 64 years) who were interested in the 1-month KAPLA® training program, where they participated in sculptural play using KAPLA® blocks and recorded their experiences. Additionally, 15 museum volunteers (50 to 80 years old, average of 70 years) were assigned to the control group (i.e., no intervention). Before and after the KAPLA® intervention, both groups measured the time required to complete the game “Minna no Brain Training” using a tablet. Their scores, including the correct answer rate, were evaluated.

After the KAPLA® intervention, significant improvements were observed in both the time required to answer and the correct answer rate in the neurasthenia and late rock, paper, scissors tasks. Furthermore, significant improvements were observed in the time required to answer the trail-making test and the deviation from the specified number of seconds in the time reproduction task, and a trend toward improvement was observed in the correct answer rate. Although no significant differences were observed in the Stroop task or 100-square calculation, a trend toward improvement was observed after the KAPLA® intervention. Building structures using KAPLA® blocks is a dual task that requires the participant to simultaneously use their minds and hands. The participants must not only concentrate and recognize positions and spatial dimensions but also use their imaginations and logical thinking skills to construct objects. This activity was effective in sustaining brain activation and maintaining or improving cognitive function.

Key words: KAPLA®, Modeling play, Improving cognitive function,
100-square calculation, Trail-making test

Received October 13, 2023; Accepted November 10, 2023

¹ Yuko Wada Imanaka, Chisato Watanabe, Kayo Yotsukura, Satoko Ennyu, Ken-ichi Shimokawa, Fumiyoshi Ishii 明治薬科大学

² Etsuko Asaoka 多摩六都科学館

*連絡先 : Yuko Wada Imanaka, Ph. D.

Meiji Pharmaceutical University, 2-522-1, Noshio, Kiyose, Tokyo 204-8588, Japan
Tel: 042-495-8611 E-mail: imanaka@my-pharm.ac.jp

1. 緒 言

我が国の平均寿命は、生活環境の改善や医学の進歩等により世界有数の水準に達している。その一方で、QOL の高い生活を送ることの出来る健康寿命との差は 2019 (令和元) 年では男性 8.73 年、女性 12.06 年となっている¹⁾。健康日本 21 (第 2 次)²⁾において健康寿命の延伸、健康格差の縮小が目標として掲げられ、対策が急務となっている。この差を生じる原因として挙げられるのが、要支援、要介護の大きな要因となっている認知症である。2018 (平成 30) 年には認知症の有病者数は 500 万人を超え、65 歳以上の高齢者の約 7 人に 1 人が認知症と推定される³⁾。認知症の予防あるいは軽度症状の改善には、認知機能の維持向上が重要であり、これまでに N-back 課題に代表される作業記憶トレーニング⁴⁾、音読・計算トレーニング⁵⁾、ビデオゲームを利用する方法⁶⁾など多くの認知トレーニングが提案され、その有効性が証明されている。さらに、認知課題と運動課題を同時に行うデュアルタスク (二重課題) トレーニング⁷⁾は、更に効果的であるとして注目されている。ただし、これらの課題は、難易度が高いため指導者の元で行う必要がある、事前準備が必要である等、簡便に日常に取り入れ難い面がある。さらに、計算課題を行う場合、10-15 分程度であっても実施者はストレスを感じることが報告されており⁸⁾、過去に研究された認知トレーニングはいずれも疲労感やストレスを誘発する可能性がある。ストレスは視床下部—下垂体—副腎皮質系の活動亢進と不眠をもたらし⁹⁾、睡眠障害は、肥満、糖尿病、高血圧、脂質異常症 (高脂血症) などの生活習慣病のリスクを上昇させることが知られている¹⁰⁾。

そこで我々は、指先を動かしながら想像力を



Fig. 1 KAPLA®ブロック

働かせると共に集中力を要するなど脳を使う造形ブロック KAPLA®に注目した。KAPLA®は、「形」「大きさ」「比率」が工夫された木製の造形素材であり、たった 1 種類の形 1 : 3 : 15 の比率 (厚さ 8 mm, 横 24 mm, 縦 120 mm) の板を組み合わせて積み重ねることで、イメージした様々な立体物を造形できる、建築模型用に開発されたフランス製の造形ブロックである (Fig. 1)。KAPLA®を用いた造形遊びにより、子どもの想像力の成長に寄与する可能性が報告されている¹¹⁾ことから、脳 (特に右脳) の活動を活発化させる効果が期待できる。なお、このブロックは、フランス海岸松から切り出され精度高く加工されて作られ¹²⁾、やわらかな白木の手触り、ウッディな清々しく心落ち着く香り、一枚一枚異なる木目の美しさを感じられる。また、積み立てた造形物を崩す時には木と木のぶつかり合うカラカラと木琴のような美しい音を立てて崩れることから、香りや音によるリラックス効果やストレス軽減効果も期待できる。そしてこの KAPLA®を用いた方法は、KAPLA®さえ用意すれば、特別な準備や知識、専門的な指導等が必要無いことから、簡便にすぐに日常に取り入れることができる。また、過去に研究された認知トレーニング法と異なり、指先や手を大きく動かし、また大きな作品を造

作する場合は体も動かす必要があることから、体を動かしながら脳を使うデュアルタスクトレーニングに近い効果が得られる可能性がある。さらに、多くの認知トレーニングが言語や論理的思考を司る左脳を中心に使うものであるのに対し、KAPLA®を用いた作品造作の過程においては、バランスを取り崩れないように積む為に、論理的思考を司る左脳の活動も促すと共に、頭の中で想像しながら造作を行う為に、空間把握能力や想像力を司る右脳の活動も活発化することが期待できる。例えば、認知トレーニングの1つとされるストループ課題(例えば、青いインクで「赤」と書かれた文字を見て、インクの色を答える課題)中の脳活動は主に左脳優位であるが、高齢者では代償的に右脳がより動員されることが知られており、右脳活動の増加(この研究の場合には運動を行うことによる)により課題成績が向上したとの報告がある¹³⁾。したがって、右脳の活動を高めることが期待できるKAPLA®を用いた造形遊びは、認知機能の向上に有益であると予想される。

そこで本研究では、このKAPLA®を用いた造形遊びを習慣的に行うことによる、認知機能の向上効果を検証した。KAPLA®を用いた造形や取り扱いによる、脳の働きにおよぼす影響、またその有効性を実証し、国民の健康寿命の延伸に貢献することが本研究の目的である。

2. 方法

多摩六都科学館(西東京市)にて実施した『頭と指先を使って健康に～造形ブロック「KAPLA®」1か月体験～教室』の参加者および同館ボランティアを対象として、パンフレット、ウェブページ、ポスター等にて募集し、任意による参加希望者(20歳以上90歳以下の健康者)に対し研究への参加を依頼した。同意を

得た22名(40～80歳代、平均64歳)は、KAPLA®1か月実施群として、1か月間KAPLA®を使った造形遊びを実施し、その実施状況を日記に記録した。なお、1か月の実施期間の開始時には、造形遊びの例として、作成見本(動物や乗り物を模した造形見本、重心を捉えながらバランスを考えて構築しないと崩れてしまう難易度別のバランスチャレンジ造形見本、ブロックを縦にして1本ずつ積み上げる「1本積み」の方法)を提示し、これらの造形見本を記したカードと共に200ピースのKAPLA®を渡し、その場で造形を体験した。その様子をFig.2に示す。自宅での造形あそびの実施については、楽しく無理のない範囲でできる時間および日数で良いが、目安として毎日30分程度の実施を推奨した。また比較対照として、同館ボランティア15名(50～80歳代、平均70歳)は、カプラ造形体験非実施群として普段通りの生活を送った。実施群および非実施群の両群において、介入前後の認知機能評価として、タブレットiPadを用いたアプリ「みんなの脳トレ」(販売元DAI WEIJIE)ゲームにおける観察力(ランダムに配置された1～25までの数字を小さい順に選択するのに必要なタイム)、記憶力(0～9の数字が書かれた2枚ずつのカード、合計20枚のカードでの神経衰弱)、判断力(インクの色と異なる色名を表す文字(例えば青いインクで「赤」と書かれた文字)を見てインクの色を答えるストループ課題10問に回答)、直感力(指定された秒数(5～9秒)後にボタンを押す課題を5問実施し、それぞれ正解とのズレを計測)、反応力(じゃんけんで勝ち負けを指示通りに選択する課題10問に回答)、それぞれ解答に要した時間およびこれに正解率を加味して算出される得点、およびアプリ「100マス計算」(販売元Masato Takahashi)において一桁の足算を100問回答し終えるの

に要したタイムおよび誤答率を評価した。介入前後の認知機能評価結果については、Microsoft® Excel® version2108 を用いて、対応のある t 検定にて比較し、危険率 5%未満を統計学的有意差とした。なお、本研究は明治薬科大学内の倫理審査委員会に承認を受けて実施した（受付番号：3019）。

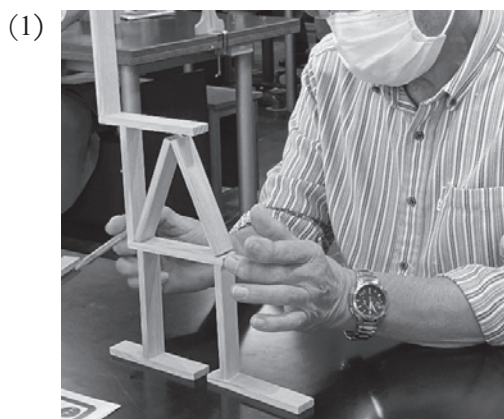


Fig. 2 KAPLA®1 か月体験教室の作品制作の様子

- (1) バランスチャレンジ作品
- (2) 被験者が自由に発想したオリジナル作品

3. 結果および考察

KAPLA®実施群において、実施期間中に記録した日記を集計した結果、被験者が KAPLA®造形遊びを実施した平均日数は 18.3 日（最少で 3 日～最大で 29 日）、時間は 23.7 分/日（最少で 5.8 分、最大で 60 分）であった。なお、実施

時間数と後述する各評価項目における改善度との間に相関は見られなかった。

神経心理検査 BACS-J¹⁴⁾では、認知機能は 6 つの領域、すなわち①注意と情報処理速度、②作業記憶、③運動機能、④言語性記憶と学習、⑤言語流暢性、⑥実行機能、に分類される。この分類において認知機能の 1 つの領域とされる実行機能とは、適応的で目標指向的な行動を実行する際に必要とされる思考や行動を効率的に統制し調整する機能である。この実行機能の評価法として、神経心理学の領域において広く用いられる検査の 1 つにトレイルメイキングテスト (Trail Making Test) がある¹⁵⁾。典型的な方法は 1 枚の紙にランダムに配列された数字を 1 から順に結ぶのに必要な時間を測定するもので、処理速度（五感、この場合は視覚より得た情報から、瞬時に反応／判断する機能）および注意（多数ある物事の中から 1 つのことに集中する機能）の持続が主として関与していると考えられている。本研究で用いたアプリ「みんなの脳トレ」では、タブレット上でランダムに並んだ 1～25 までの数字を、1 から順番にタップし、25 までタップするのに要した時間が自動計測される。また、回答に要した時間に正解率を加味した評価点も算出される。その結果を Fig. 3 に示す。

Fig. 3A より、介入前と比較して介入後において、非実施群では解答に要した時間が平均 1.3 秒遅くなったが、実施群では平均 2.8 秒速くなり有意な改善が見られた。Fig. 3B に示した評価点では、非実施群では平均点が 1.4 点、実施群では平均点が 5.3 点高くなり、改善傾向が見られた。本課題に関連しているとされる処理速度および注意の持続力が向上し、認知機能の改善がなされたものと考えられる。

認知機能の 1 つである作業記憶（ワーキング

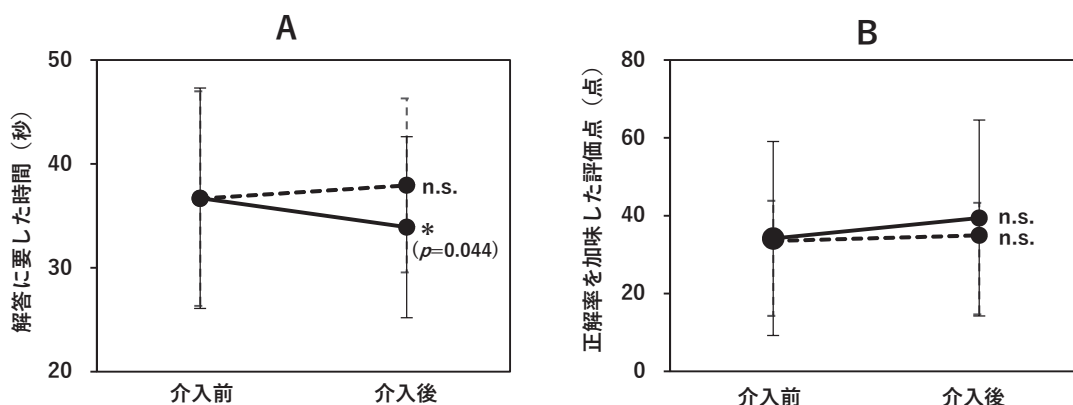


Fig. 3 トレイルメイキングテスト (アプリ「みんなの脳トレ」における観察力) の評価結果

A : 回答に要した時間、B : 回答時間に正解率を加味した評価点
 平均値±標準偏差 * : $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 —●— KAPLA[®]実施群 (n=22) -●- KAPLA[®]非実施群 (n=15)

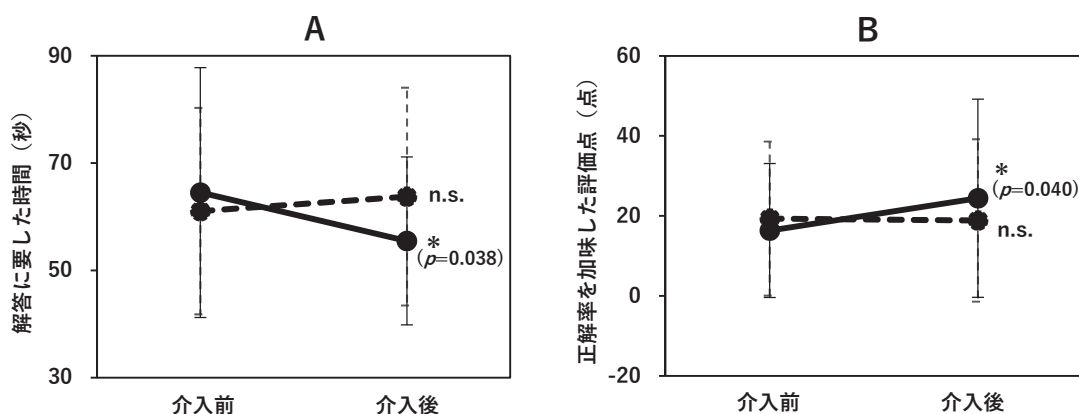


Fig. 4 神経衰弱 (アプリ「みんなの脳トレ」における記憶力) の評価結果

A : 回答に要した時間、B : 回答時間に正解率を加味した評価点
 平均値±標準偏差 * : $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 —●— KAPLA[®]実施群 (n=22) -●- KAPLA[®]非実施群 (n=15)

メモリ) は、課題の実行に必要な情報を、必要とされる期間中一時的に記憶して作業を行い、課題終了時に消失する機能であり、この作業記憶を必要とする課題として神経衰弱(複数組のペアカードをシャッフルし、2枚ずつめくりペアカードの位置を当てる)が挙げられる¹⁶⁾。本研究で用いたアプリ「みんなの脳トレ」では、タブレット画面に0~9の数字が書かれたペアのカード合計20枚の裏面が表示され、2枚

ずつタップして表にして数字を確認し、ペアを全て見つけるまでの時間が計測される。その結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 A より、介入前と比較して介入後において、非実施群では解答に要した時間が平均2.7秒遅くなったが、実施群では平均9.0秒速くなり、有意な差が見られた。また、Fig. 4B に示した評価点では非実施群では介入前と比較して介入後に平均0.5点低くなったが、実施群では平均8.1点高くなり有意な改善が見られた。

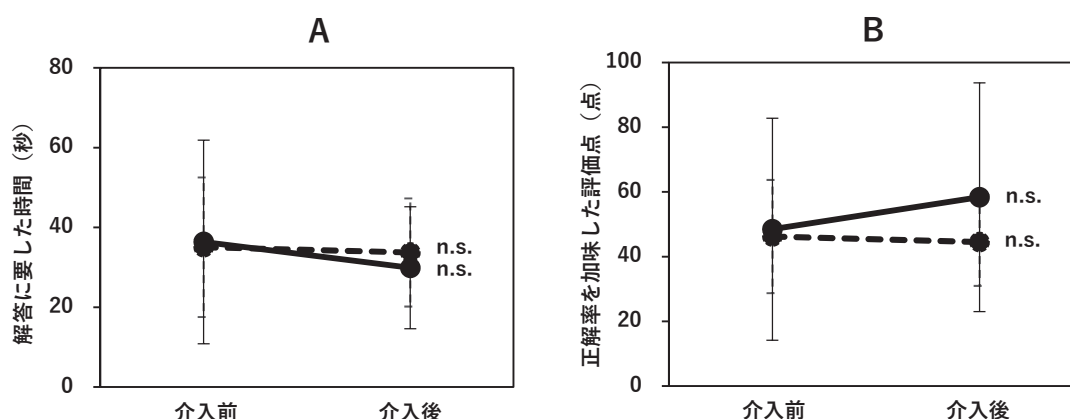


Fig. 5 ストループ課題（アプリ「みんなの脳トレ」における判断力）の評価結果

A : 回答に要した時間、B : 回答時間に正解率を加味した評価点
 平均値±標準偏差 * : $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 —●— KAPLA®実施群 (n=22) -●- KAPLA®非実施群 (n=15)

認知機能の1つである注意機能を必要とする課題として、ストロープ課題が知られている。青インクで書かれた「赤」の文字のように、インクの色と色名を表す文字が一致しない時、このインクの色を回答する場合、単純に色を回答するよりも反応が遅くなり、この現象はストロープ干渉¹⁷⁾と呼ばれる。このストロープ干渉を引き起こす刺激の処理には、課題実行のための注意の維持に関与するとされる背外側前頭前野¹⁸⁾と、随意的に複数の刺激や反応から一つを選択しなければならぬ葛藤が生じる場合に局所血流が増加する前部帯状回¹⁹⁾が重要な働きをしていると考えられており、ストロープ検査は注意機能検査として用いられている。本研究で用いたアプリ「みんなの脳トレ」では、タブレット画面にインクの色と異なる色名を表す文字が10問表示され、インクの色を回答する（インクの色と異なる色名を表す文字の4択から選択する）のに要した時間が計測され、これに正解率を加味した評価点が算出される。その結果をFig. 5に示す。

Fig. 5Aより、介入前と比較して介入後において、非実施群では解答に要した時間が平均1.3秒速くなったのに対し、実施群では平均6.5

秒速くなった。Fig. 5Bに示した正解率を加味した評価点の結果より、非実施群では介入後に平均1.7点低くなったが、実施群では平均9.9点高くなった。タイムよりも評価点において改善が大きいことは、正解率が上がったことを示しており、注意力が向上する傾向にある。

時間知覚機能は認知機能の1つであり、時間長の認識や長さの違いを識別する機能である。脳機能の偏倚によって生じる認知機能障害である注意欠如・多動症では、時間知覚機能の低下が見られるとの報告がある²⁰⁾。時間知覚機能の計測する方法として、一定の時間長を時計などの手掛かりなしに予想する時間再生課題が知られている。時間再生課題成績にはワーキングメモリ課題のスコアとの関連が報告されており²¹⁾、実行機能系（特にワーキングメモリ）は時間知覚課題の先行刺激を記憶する過程に関わっていると考えられている。本研究で用いたアプリ「みんなの脳トレ」では、一定時間（2～3秒）呈示される先行刺激が消えた後、指定された時間（5～9秒）が経過したと思ったらボタンを押す課題を5問実践し、正しい時間とのズレを計測し、評価点が算出される。その結果をFig. 6に示す。

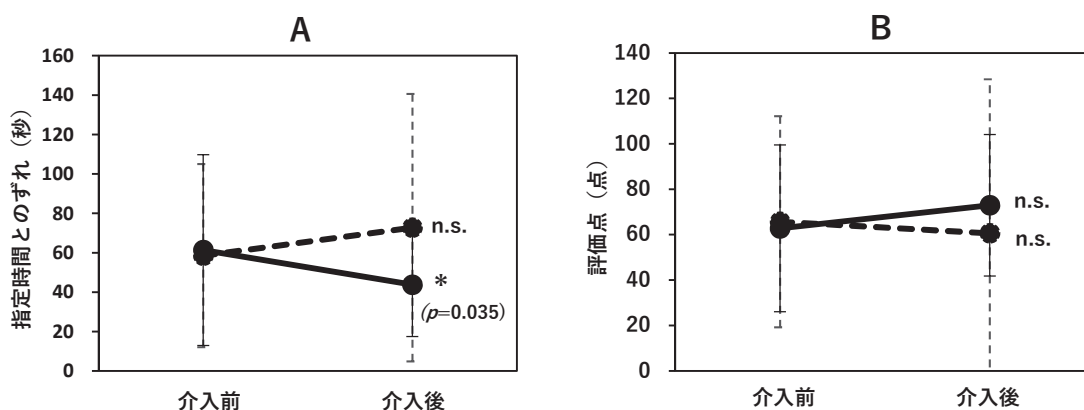


Fig. 6 時間再生課題（アプリ「みんなの脳トレ」における直感力）の評価結果

A : 指定時間とのずれ、B : 評価点
 平均値±標準偏差 * : $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 —●— KAPLA[®]実施群 (n=22) - -●- - KAPLA[®]非実施群 (n=15)

Fig. 6A より、介入前と比較して介入後において、非実施群では指定秒数とのずれが平均 14.2 秒増加したが、実施群では平均 17.6 秒減少し有意な改善が見られた。Fig. 6B に示した評価点では非実施群では介入後に平均 5.1 点低くなったが、実施群では平均 10.2 点高くなった。

認知症予防、早期発見を目的として、軽度の認知機能低下を検出できる可能性が示唆されている評価法として、後出しじゃんけん課題²²⁾がある。後出しじゃんけんの実行には前頭前野が重要な役割を果たしていることが示唆されている²³⁾。この前頭前野は、実行機能、すなわち、目標に到達するための認知機能の柔軟性、集中力、発散性思考などの機能²⁴⁾に関わっている。本研究で用いたアプリ「みんなの脳トレ」では、タブレット上に提示したじゃんけんの出し手(グー、チョキ、パーのいずれかランダム)を見て、「あいこにしてください」、「勝ってください」、「負けてください」のいずれかの指示に、グー、チョキ、パーの三択からできるだけ早く選択する課題を 10 回行い、回答に要した時間およびこれに正解率も加味した評価点が

算出される。その結果を Fig. 7 に示す。

Fig. 7A より、介入前と比較して介入後において、非実施群では解答に要した時間が平均 3.0 秒遅くなったが、実施群では平均 4.0 秒速くなり有意に改善した。Fig. 7B に示した評価点では非実施群では平均 6.4 点低くなったが、実施群では平均 9.5 点高くなり有意な改善が見られた。

本研究ではさらに、認知機能のうち判断機能の一部とされる計算能力についても着目し、これを評価する数的処理調査として 100 マス計算を用いた。100 マス計算は脳トレあるいは認知トレーニングとして広く知られているが、認知機能評価として用いられた例も複数報告されている^{25,26)}。本研究においては、アプリ「100 マス計算」を用いて、一桁同士の足算を 100 問回答し終わるのに要した時間およびミス回数(間違った計算結果を入力した回数)を評価した。その結果を Fig. 8 に示す。

Fig. 8A より、100 マス計算(一桁の足算を 100 問回答)評価結果より、介入前と比較して介入後において、非実施群では解答に要した時間が平均 4.2 秒速くなったが、実施群では平均

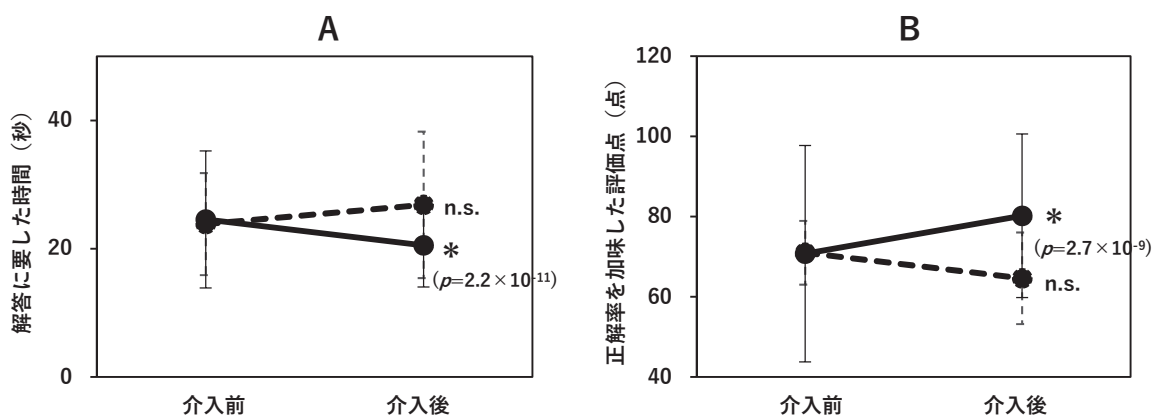


Fig. 7 後出しじゃんけん課題 (アプリ「みんなの脳トレ」における反応力) の評価結果

A: 回答に要した時間、B: 回答時間に正解率を加味した評価点
 平均値±標準偏差 *: $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 ●— KAPLA®実施群 (n=22) ●- - KAPLA®非実施群 (n=15)

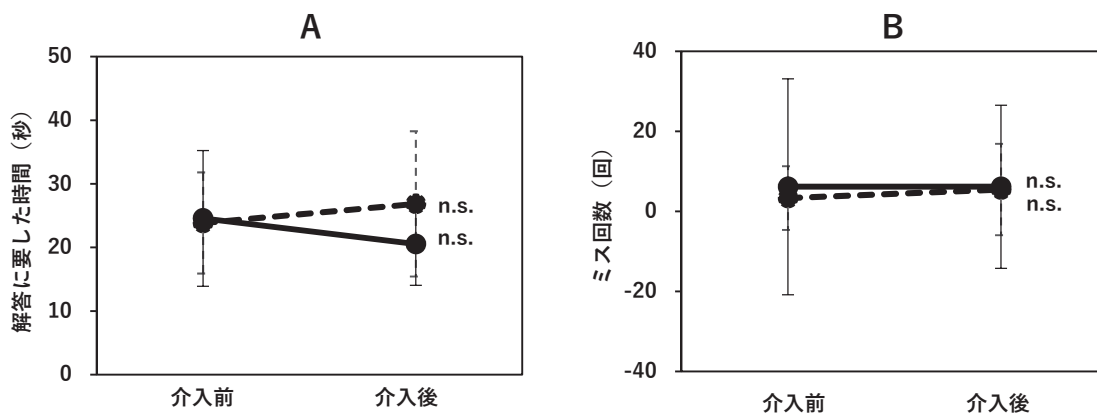


Fig. 8 100マス計算の評価結果

A: 回答に要した時間、B: ミス回数
 平均値±標準偏差 *: $p < 0.05$, n.s.: not significant (t-test vs 介入前)
 ●— KAPLA®実施群 (n=22) ●- - KAPLA®非実施群 (n=15)

7.4秒速くなった。また、Fig. 8Bに示したミス回数の結果より、非実施群ではミス回数が平均3.3回から介入後に5.4回となり、平均2.1回増加したのに対し、実施群では介入前は6.1回、介入後も6.1回で変化が無かった。

以上の結果をまとめると、いずれの項目においても実施群では脳機能を評価した点数や計算速度が有意に向上、あるいは向上する傾向を示した。KAPLA®を用いた造形遊びは、頭で考えると同時に手指を繊細に動かすことにより脳を刺激し、また新しいオリジナルの造形物を

造作するには想像力を働かせ、立体的な空間や位置を認識しながら、論理的思考によって構築する必要があり、さらに造作中に集中力を要することにより、脳の活性化が維持され認知機能の維持あるいは改善に有効であると考えられた。本研究では6種類の認知機能評価を実施したが、KAPLA®の効果が顕著に観察されたのは、Fig. 4に示した神経衰弱とFig. 7に示した後出しじゃんけん課題であった。神経衰弱では、短期記憶のうち位置を認識する右脳の活動が必要となると考えられ、KAPLA®の造作遊びに必

要となる位置や空間認識機能, 想像力などを働かせることが, 右脳の活動を活発化させたと推察された。後出しじゃんけん課題は, 前述したとおり, 実行機能, 集中力などを司るとされる前頭前野の活動を評価していると考えられることから, KAPLA®用いた造形遊びにおいて, 集中力を維持しながら, 理論的統合的に考え構築する過程が, 前頭前野の活動を活発化した可能性があると考察した。

KAPLA®を使用した造形遊びは, 他の脳トレ (計算課題やNバック課題など)と比較して, 脳と同時に指先を繊細に使うことで, 直接的に脳を活性化するだけでなく, 指先からの脳への刺激が加わると考えられる。また, 左脳中心の計算課題と異なり, 想像力, 発想力を必要とすることから, 右脳に対する効果も期待できる。さらに, 他の脳トレ (計算トレーニングやNバック課題など)は実施による疲労感やストレスを生じる可能性がある一方で, KAPLA®は木の香り感触, 造形が崩れるときの木琴のような綺麗な音による癒しの効果が期待できる。以上のことから, KAPLA®を使用した造形遊びが, 他の脳トレと比較して, 指先を器用に使い, 想像力や発想力を使うことで脳刺激を促し, 木の香り, 感触, 音によるストレス緩和効果のある認知トレーニングとして有用であると考察する。

本研究の限界として n 数が少ないことが挙げられる。また, 今回募集した対象は自発的にイベントへの参加意思を示す者であり, 地域在住高齢者のなかでも活動意欲や健康意識が高い者が多かったと考えられる。そのため, あくまで本研究は意識, 意欲が高い対象の結果であることに留意せねばならない。また, 本研究では, イベント参加者を実施群とし, 非実施群は別に募集したため, 両群の割付は無作為でないことから, 選択バイアスが生じている可能性が

ある。ただし, 非実施群は科学館でボランティアとして所属している地域在住高齢者であり, 実施群と同様に活動意欲および健康意識が高いことから, 両群の背景は似ていると考える。また, 本研究結果を参考にして, KAPLA®を購入して自宅で習慣的に造形あそびを行うことが推奨される。さらに, 地域のコミュニティセンターのように地域住民が気軽に立ち寄れる場所に KAPLA®を設置する方法があり, 他者と共同での造形遊びにはコミュニケーションによる脳活性化等さらなる付加価値が期待できる。今後, 更に被験者の n 数を拡大し, 幅広い年齢層を対象とした大規模研究, 無作為化研究, 地域センターでの設置による効果の評価等の検討が必要であると考えられる。

利益相反

本研究に関連し, 特筆すべき利益相反はない

参考文献

- 1) 厚生労働省 e-ヘルスネット「平均寿命と健康寿命」, <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/hale/h-01-002.html>, 2023/10/5 アクセス
- 2) 厚生労働省告示 平成 24 年 7 月 第四百三十号, https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf, 2023/10/5 アクセス
- 3) 厚生労働省 認知症施策推進大綱 令和元年 6 月 18 日, <https://www.mhlw.go.jp/content/000522832.pdf>, 2023/10/5 アクセス
- 4) Takeuchi H, Taki Y & Kawashima R, Effects of working memory training on cognitive functions and neural systems. *Rev. Neurosci.*, **21**, 427-449 (2010).

- 5) Kawashima, R., Mental exercises for cognitive function : clinical evidence. *J Prev Med Public Health*, **46**, S22-27 (2013).
- 6) Clark JE, Lanphear AK & Riddick CC, The effects of videogame playing on the response selection processing of elderly adults. *J Gerontol*, **42**, 82-85 (1987).
- 7) Yoon J, Isoda H, Okura T, Evaluation of beneficial effect of a dual-task exercise based on Japanese transitional games in older adults: a pilot study, *Aging (Albany NY)*, **12**, 18957-18969 (2020).
- 8) Shimada T, Konno N, Miyaho N, Fukami T, Saito Y, Measurement of Stress Level during Calculation Task with EEG, *IEEJ Transactions on Electronics, Inf and Syst*, **134**, 1498-1505 (2014).
- 9) Tanaka H, Tamura N, Yamamoto A, Furutani M, Sleep and health promotion for the elderly, *Stress Science Research*, **29**,10-19 (2014).
- 10) 山田尚登, 抑うつ・ストレスと生活習慣病, *医学のあゆみ*, **223**, 819-822 (2007).
- 11) Frödén S, Rosell A, Opening an imaginative space? A study of toys and toy play in a Swedish Waldorf preschool, *Steinerpedagogikk*, **5**, 186-201 (2019).
- 12) カプラジャパンホームページ, <https://www.kapla.co.jp/fun/first/>, 2023年10月5日アクセス
- 13) Hyodo K, Dan I, Suwabe K, Kyutoku Y, Yamada Y, Akahori M, Byun K, Kato M, Soya H., Acute moderate exercise enhances compensatory brain activation in older adults. *Neurobiology of aging*, **33**, 2621-2632 (2012).
- 14) Keefe SER, Goldberg ET, Harvey DP, Gold MJ, Poe PM, Coughenour L, The Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia: reliability, sensitivity, and comparison with a standard neurocognitive battery, *Schizophr Res*, **68**, 283-97 (2004).
- 15) Reitan RM, & Wolfson D, Category Test and Trail Making Test as measures of frontal lobe functions. *Clin Neuropsychol*, **9**, 50-56 (1995).
- 16) Tsukie N, Furukawa S, Harada T, Kameda H, Ikebuchi E, A Game Software for Cognitive Function Rehabilitation, “Jcores”, *J Dig Games Res*, **13**, 13-20 (2020).
- 17) Stroop J R. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*, **18**, 643-662 (1935).
- 18) MacDonald III AW, Cohen JD, Stenger VW, Carter CS, Dissociating the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, **288**, 1835-1838 (2000).
- 19) Kerns GJ., Cohen J.D., Angus W., MacDonald AW., Cho R.Y., Stenger V.A., Carter C.S., Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, **303**, 1023 - 1026 (2004).
- 20) Egashira Y, Okada T, Time Perception In Individuals With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An Update, *Jpn J Physiol Anthropol*, **25**, 109-115 (2020).
- 21) Bauermeister JJ, Barkley AR, Martinez VJ, Cumba E, Ramirez RR, Reina G, Matos M, Salas CC, Time estimation and performance on reproduction tasks in subtypes of children with attention deficit hyperactivity disorder. *J Clin Child Adolesc Psychol*, **34**, 151-162 (2005).
- 22) 室岡 修, 杉本 諭, 丸谷康平, 伊勢崎嘉則, 工藤紗希, 大隈 統, 小林正宏, 加藤美香, 小島慎一郎, 三品礼子, 佐久間博子, 町田明子, 高齢者に対する後出し負けじゃん

- けんの成績と MMSE および下位項目との関連について, 理学療法 - 臨床・研究・教育, **17**, 62-64 (2010).
- 23) 重野幸次, 前頭葉障害-前頭葉とその関連症候-, 医学のあゆみ, **163**, 317-320 (1992).
- 24) 前島伸一郎, 大沢愛子, 棚橋紀夫, 前頭葉損傷による高次脳機能障害のみかた, 高次脳機能研究, **32**, 21-28 (2012).
- 25) 仁木 甫, 春日晃章, 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 (2012).
- 26) 津田幸保, 小野みどり, リズムジャンプが児童の認知機能に与える影響, 美作大学・美作大学短期大学部紀要, **63**, 1-7 (2018).