

拡張数唱範囲課題を用いた長期記憶形成に関する研究

—短期記憶課題における記憶範囲との関連—

202G035 倉本菜生・202G052 須磨望美

問題

記憶は、私たちの日常生活を支える非常に重要な脳機能である。それは短期記憶と長期記憶に分類されるが、近年の記憶の評価・訓練に関する研究の多くは、ワーキングメモリに焦点をあてたものが多い。ワーキングメモリは、情報を保持しながら認知的操作を行う動的な短期記憶システムであるが (Baddeley & Hitch, 1974)、保持と処理が同時にできる一方で、情報量が厳しく制約される特徴がある。これは、感覚からの情報入力を受けて長期記憶内の表象が活性化されるが、活性化を維持するために向けられる注意の容量がおよそ 4 ± 1 項目に限られるため、容量制約が生じると考えられている (Cowan, 2001)。ワーキングメモリは、その課題成績が知能得点の個人差 (分散) の 50% を説明することから、注目を浴びるようになってきた (坪見・齊藤・苧阪・苧阪, 2019)。

日常生活を考えると、長期記憶の形成も重要な役割をもつであろう。無意味な情報であっても、繰り返せば長期記憶として定着することはよく知られていることから、私たちは古くから短期記憶の測定に用いられてきた数唱範囲課題 (digit span task, 以下 DST と略す) を用いて、長期記憶の形成能力を評価できないかと考えた。手掛かりとしたのは、Drachman & Arbit (1966) の拡張数唱範囲課題 (extended digit span task, 以下拡張 DST と略す) である。彼らは、この課題を用いて海馬損傷患者が長期記憶の形成ができないことを実証したが、彼らの研究では健常者について詳細に検討されてはおらず、それ以降も健常者を対象に拡張 DST を用いた研究はない。

そこで本研究では、DST を自動実行できるプログラムを開発し、短期記憶課題である DST の順唱と逆唱、視空間的短期記憶課題であるブロックタッピング課題 (以下 BTT と略す)、長期記憶形成能力を反映すると考えられる拡張 DST を行い、記憶範囲の測定結果から、長期記憶、短期記憶、ワーキングメモリの関連性を検討した。

方法

参加者 大学生・大学院生 13 名が参加した。

装置 実験の制御と反応の記録のため、タブレット PC (Microsoft Surface Pro) とテンキーボードを用いた。

手続き 実験では、DST の順唱、DST の逆唱、BTT、拡張 DST の順で記憶範囲の測定を行った。それぞれの課題は、3 桁の数値 (BTT では 3 個) から始め、1 秒に 1 桁 (1 個) ずつ画面に数字や刺激が現れる。それと同時に DST と拡張 DST では音声で数字を読み上げた。参加者は表示される数値や刺激の位置を覚え、DST 順唱と BTT、拡張 DST では覚えた順で、DST 逆唱は覚えた順とは逆の順番でテンキー (BTT ではタッチパネル) を使って回答した。Drachman & Arbit (1966) は、隣り合う 3 つの数字が合っていれば正解とみなして記録範囲に含めたが、本研究では全ての桁 (BTT では位置と順番) が合うことを正解の条件とした。各課題で正解するごとに、次の試行で桁数 (個数) を 1 桁 (1 個) ずつ増やしていき、参加者が同じ桁数 (個数) を 3 回連続で間違えるまで試行を続けた。短期記憶 (ワーキングメモリ) の範囲を調べる DST 順唱と DST 逆唱、BTT では試行ごとに異なる数値 (順番) が提示されたが、長期記憶形成能力を調べる拡張 DST では、同じ数値の最後に新しい数字を 1 つ加えることで桁数を増やしていった。なお、拡張 DST は容量の大きい参加者の実験が長時間にわたってしまうことから、40 試行を上限とした。

結果

参加者ごとの実験結果は、Table 1 のようになった。

Table 1 各課題の参加者ごとの成績

参加者	DST順唱	DST逆唱	BTT	拡張DST
1	8	6	6	16
2	8	6	6	11
3	5	4	5	7
4	6	5	6	14
5	7	6	8	13
6	5	5	8	36
7	6	5	5	17
8	8	6	7	27
9	6	5	7	12
10	7	7	7	10
11	8	6	7	38
12	6	6	8	39
13	9	9	7	31
平均	6.85	5.85	6.69	20.85
標準偏差	1.23	1.17	0.99	11.18

これら 4 つの課題の記憶範囲の大きさの違いを検討するため、課題の種類を要因とした 1 要因 4 水準の分

散分析を行ったところ、課題の主効果が有意であった ($F(3,36) = 20.853, p = .001, \eta^2 = .635$)。そこで、下位検定として Holm 法による対比較検定を行ったところ、拡張 DST で測定された記憶容量 (20.85) は、DST の順唱 (6.85 ; $t(12) = -4.385, p = .003, d = -1.637$)、DST の逆唱 (5.85 ; $t(12) = -4.774, p = .003, d = -1.755$)、BTT (6.69 ; $t(12) = -4.605, p = .003, d = -1.659$) よりも有意に大きかったことがわかった。また、DST の順唱と逆唱の間にも有意差が認められた ($t(12) = 4.416, p = .003, d = .776$)。次に、これら 4 つの課題の間に何らかの関連性が存在しないかを調べるために、Pearson の相関係数を求めたところ、Table 2 のような相関行列が得られた。

Table 2 4 つの課題の相関行列

	DST順唱	DST逆唱	BTT	拡張DST
DST順唱	1.000			
DST逆唱	.787 **	1.000		
BTT	.087	.358	1.000	
拡張DST	.155	.305	.572 *	1.000

** $p < .01$, * $p < .05$

この相関行列から、DST の順唱と逆唱には有意な正の相関 ($r = .787$) があったが、それらは視空間的な短期記憶を反映する BTT の成績とは有意な相関を示さなかった。また、長期記憶を反映する拡張 DST の成績は、同じ数唱を用いる短期記憶課題である DST の順唱 ($r = .155$) や逆唱 ($r = .305$) とは有意な相関を示さなかったが、視空間的短期記憶を反映する BTT と有意な相関 ($r = .572$) を示すことがわかった。

考察

本研究の結果、DST の順唱 (6.85) ・逆唱 (5.85) や BTT (6.69) の成績に比べ、長期記憶を反映すると考えられる拡張 DST では、参加者は平均 20.85 桁の数字列を覚えられるという驚異的な記憶能力を示すことがわかった。また、DST の順唱 (6.85) と逆唱 (5.85) の記憶範囲にも有意差がみられ、数字の順番を入れ替える作業を行う逆唱では記憶範囲が小さくなることがわかった。

相関分析の結果からは、DST の順唱と逆唱の間に有意な正の相関 ($r = .787$) が認められた。それに対し、同じ短期記憶を反映すると考えられる BTT では、これら 2 つの課題とは有意な相関は認められなかった。これは、DST が言語的な記憶システムである音韻ループを用いて情報を保持するのに対して、BTT は視覚的な記憶システムである視空間スケッチパッドという異なるシステムを用いるからだろうと考えられる。また、

興味深いこととして、長期記憶を反映する拡張 DST も言語的な情報を用いているのに、DST (順唱・逆唱) の成績とは有意な相関をもたず、むしろ視覚的な記憶を反映する BTT の成績と有意な相関 ($r = .572$) を示した。

参加者の内省報告によると、DST では、参加者の多くは提示された数字列を心の中で何度も繰り返してつぶやくという維持リハーサルを行っていたのは間違いないが、拡張 DST では、一生懸命リハーサルを行わなくても問題なく覚えられるという報告があった。したがって、拡張 DST では言語的なリハーサルシステムである音韻ループの能力とは関連が少なかったのではないだろうか。また、本研究では数列の回答にテンキーを用いたが、参加者の中には、拡張 DST で数字列を記憶するのに、テンキーの配置を手がかりにしたという者がいた。テンキーの配置は空間的な情報であるので、そのような方略をとった参加者がいたために、空間的な情報保持にかかわる BTT 課題の成績との間に正の相関が得られたのかもしれない。

なお、本研究では、参加者の数が 13 名であり、相関分析を行うのに十分多い数とはいえなかった。したがって、今後はより多くの参加者に協力を得て実験を行う必要があると思われる。

最後に、Table 1 の参加者のうち、6 番の参加者は卒業論文研究として本研究を行った学生のひとりであるが、拡張 DST で何桁まで記憶できるのかを確かめたくて、後日、再度実験を行ってみた。その結果、70 試行を費やして 60 桁まで記憶・再生することができ、それでも終了することがなかった。普通の人間が特殊な記憶術を使わずにこれを覚えられるといっても、通常は信じられないのではないだろうか。

引用文献

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advance in research and theory* (Vol. 8, 47-90), Academic Press.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity *Behavioral and Brain Sciences* 24, 87-114
- Drachman, D. A., & Arbit, J. A. (1966). Memory and the hippocampal complex: II. Is memory a multiple process? *Archives of Neurology*, 15, 52-61.
- 坪見博之・齊藤智・荻阪満里子・荻阪直行 (2019). ワーキングメモリトレーニングと流動性知能—展開と制約— *心理学研究*, 90, 308-326.