

## ワーキングメモリの評価・訓練に関する研究

227B006 藤井 祐利

## 問題

記憶は知能の主要な構成要素であり、日常生活においても重要な役割をもつことから、その訓練に対するニーズは大きい。記憶訓練の試みは短期記憶から発展した概念であるワーキングメモリに関するものが多いが、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。しかしながら、長期記憶の形成能力を評価する課題は、それが一般的に有意義な情報を扱うことから、熟知度の影響を受けたり、繰り返して実行できなかつたりなど、制約が多く、それを訓練するような課題もあまりみられない。この長期記憶の形成能力を訓練することはできないだろうか。

私は、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) 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。DST では毎回異なる数列を提示するのに対して、本研究では、ある数列が覚えられたら次の試行ではその数列の最後に新たな数字を加えて覚えさせるという方法 (拡張 DST) を用いた。Drachman & Arbit (1966) は、これと類似した方法を用いて、海馬損傷患者が長期記憶を形成できないことを示した。彼らの研究で対照群である健常者は 25 試行で 20 桁以上を復唱できたといわれるが、その後、健常者で拡張 DST を扱った研究はなく、訓練効果を調べた研究もない。

そこで本研究では、拡張 DST による長期記憶形成能力の評価とその訓練効果を調べるとともに、それが短期記憶であるワーキングメモリにも影響するかを調べる。ワーキングメモリの評価には、DST の順唱と逆唱と、視空間的な記憶容量を反映するブロックタッピング課題 (block tapping task, 以下 BTT) を用いる。

## 方法

**参加者** 大学生 13 名が参加した。

**装置** タブレット PC (Microsoft Surface Pro 7) とテンキーボードを用いた。

**課題と手続き** 本研究では、DST (順唱・逆唱)、BTT、拡張 DST の 4 課題を用いた。課題は Windows PC 上で自動実行可能なプログラムであった。実験は週 1 回、4 回のセッションにわたって行った。1 週目と 4 週目は、DST の順唱・逆唱、BTT を行った後、拡張 DST を行った、2 週目と 3 週目は拡張 DST のみを行った。拡張 DST は、毎週同じ数列を繰り返すグループ (同数列

グループ、6 名) と、異なる数列を使って訓練するグループ (異数列グループ、7 名) にランダムに分けて訓練を実施した。

DST および拡張 DST では、1 秒に 1 桁ずつ画面に数字が現れ、それと同時に音声で数字を読み上げた (Figure 1)。参加者は表示される数列を覚え、DST 順唱と拡張 DST では覚えた順で、DST 逆唱では覚えた順とは逆の順番でテンキーを使って回答した。回答後、正解の数字は緑の枠、間違った数字は赤の枠でフィードバックされた (Figure 2)。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憶範囲に含めたが、本研究では全ての桁が合うことを正解の条件とした。各課題では 3 桁から始め、正解するごとに、次の試行で桁数を 1 桁ずつ増やしていき、参加者が同じ桁数を 3 回連続で間違うまで試行を続けた。短期記憶の範囲を調べる DST 順唱と DST 逆唱では試行ごとに異なる数列が提示されたが、長期記憶形成能力を調べる拡張 DST では、同じ数列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 では容量の大きい参加者が 50 桁を超えても終了せず、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。

BTT では、画面上に提示された 9 つの刺激項目が 1 秒ごとに青く光るので (Figure 3)、参加者はその場所と順序を覚え、タッチパネルで反応した。光る数は 3 項目から始まり、DST と同様に正解すると項目数をひとつずつ増やした。項目の配置と順番は試行ごとにランダムとすることで視空間的なワーキングメモリを測定するようになっていた。

Figure 1 数列提示の例

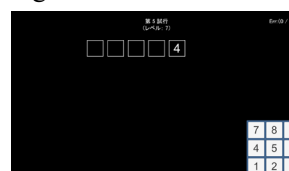
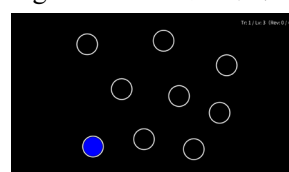


Figure 2 再生後の画面例



Figure 3 BTT の提示画面の例



**倫理的配慮** 本研究は、比治山大学倫理審査委員会

による倫理審査を受け、承認された(申請番号 2212)。

**結果**

Table 1 に参加者ごとの実験結果を示した。まず、拡張 DST の記憶範囲は、Figure 4 に示したように、1 週目の平均 20.8 桁から 4 週目には平均 31.3 桁に伸びた。これについて数列の種類(同数列, 異数列) × セッションの分散分析を行ったところ、セッションの主効果のみが有意であり ( $F(3, 33)=9.54, p=.001, \eta^2=.465$ ), 多重比較の結果、1 週目と 2 週目、3 週目と 4 週目の間を除くすべてのセッション間に有意差がみられ、後半のセッションにおいて有意に記憶容量が増加したことがわかった。

DST の結果 (Figure 5) についても、数列の種類 × 順唱・逆唱の別 × セッションの分散分析を行った。その結果、順唱・逆唱間の傾向差 ( $F(1, 22)=3.21, p=.087, \eta^2=.127$ ) とセッションの主効果 ( $F(1, 22)=6.45, p=.019, \eta^2=.227$ ) が認められ、逆唱の記憶範囲は順唱よりも小さくなる傾向があることと、順唱・逆唱にかかわらず 1 週目よりも 4 週目の記憶範囲が有意に拡大したことがわかった。

BTT の結果 (Figure 6) についても、数列の種類 × セッションの分散分析を行ったが、有意な主効果も交互作用も認められなかった。

**考察**

本研究は、長期記憶課題である拡張 DST を 4 週にわたって繰り返すことで訓練効果があるかを検討した。また、それがワーキングメモリの記憶範囲に影響する

かを、DST の順唱・逆唱と BTT を用いて検討した。

実験の結果、拡張 DST を繰り返すことで、参加者は 4 週目には 40 試行で平均 31.3 桁の数列を覚えることができた。40 試行の制限がなければ、より多くの桁数を覚えられたと考えられることから、これは驚異的な記憶力と言える。つまり、週 1 回、長期記憶の形成を訓練することで、その記憶範囲(容量)は拡大することがわかった。

また、拡張 DST による訓練は、順唱・逆唱に限らず、DST で測定されたワーキングメモリ容量も有意に増加させたが、BTT による記憶範囲には影響を及ぼしてはいなかった。このことから、拡張 DST での訓練は、同じ数唱を用いたワーキングメモリ課題には影響を及ぼすが、それは視空間的ワーキングメモリには及ばないことがわかった。このことから、拡張 DST を使った訓練は言語的なワーキングメモリの容量や、数字の心的表象を扱うような過程に対して促進効果をもっていたのかもしれない。

なお、Table 1 に示したように、本研究の参加者の中には拡張 DST の記憶範囲が 10 桁前後であったり、訓練効果が少ない参加者もあり、そこにはきわめて大きな個人差が見られた。したがって、この個人差の背景についても今後さらに調査する必要がある。

**引用文献**

Drachman, D. A., & Arbit, J. (1966). Memory and the hippocampal complex: II. Is memory a multiple process? *Archives of Neurology, 15*, 52-61

Table 1 参加者ごとの実験結果

参加者	数唱範囲(順唱)		数唱範囲(逆唱)		ブロックタッピング		拡張数唱範囲				
	1週目	4週目	1週目	4週目	1週目	4週目	1週目	2週目	3週目	4週目	
異数列	1	5	7	5	7	8	5	36 #	14	38 #	35 #
	2	7	8	7	6	7	7	10	9	33 #	37 #
	3	6	7	5	6	5	5	17	35 #	34 #	38 #
	4	6	7	5	5	7	7	12	9	16	13
	5	6	5	5	6	6	7	14	21	34 #	36 #
	6	8	9	6	9	6	7	16	36	42 #	41 #
	7	9	9	9	8	7	7	31	34 #	42 #	39 #
同数列	8	5	5	4	4	5	6	7	9	11	13
	9	8	8	6	7	7	7	38 #	40 #	41 #	42 #
	10	8	8	6	8	7	8	27 #	15	35 #	41 #
	11	7	6	6	6	8	7	13	15	15	20
	12	8	8	6	7	6	6	11	11	13	11
	13	6	7	6	6	8	8	39 #	41 #	41 #	41 #
平均	6.85	7.23	5.85	6.54	6.69	6.69	20.85	22.23	30.38	31.31	
SD	1.23	1.25	1.17	1.28	0.99	0.91	11.18	12.35	11.53	11.70	

# 40試行の上限到達

Figure 4 拡張 DST の訓練効果

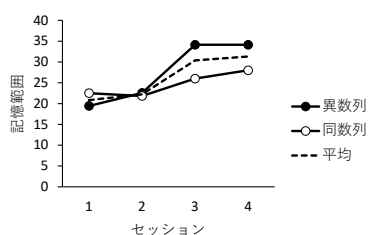


Figure 5 DST の訓練効果

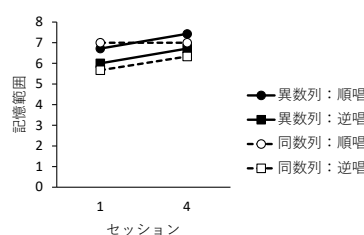


Figure 6 BTT の訓練効果

