

紙の手帳の脳科学的効用について ～使用するメディアによって記憶力や脳活動に差～

1. 発表者：

- 酒井 邦嘉^{くによし}（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻 教授）
梅島 奎立^{けいた}（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻 博士課程 2年）
茨木 拓也^{たくや}（NTT データ経営研究所 情報未来イノベーション本部
ニューロイノベーションユニット）
山崎 崇裕^{たかひろ}（NTT データ経営研究所 情報未来イノベーション本部
ニューロイノベーションユニット）

2. 発表のポイント

- ◆スケジュールなどを書き留める際に、スマートフォンなどの電子機器と比較して、紙の手帳を使った方が、記憶の想起に対する脳活動が定量的に高くなることを発見しました。
- ◆異なる記銘の方法で記憶の想起のプロセスに影響が生じることを、脳活動から初めて実証しました。
- ◆教育やビジネスにおいて電子機器が多用される中、記憶力や創造性につながる紙媒体の重要性が明らかとなりました。

3. 発表概要：

東京大学大学院総合文化研究科教授の酒井 邦嘉と同大学院生の梅島 奎立は、株式会社日本能率協会マネジメントセンター（本社：東京都中央区、代表取締役社長：張 士洛）および株式会社NTTデータ経営研究所（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：柳 圭一郎）との共同研究において、スケジュールなどを書き留める際に使用するメディア（紙の手帳や、スマートフォンなどの電子機器）によって、記銘（記憶の定着）に要する時間が異なり、想起（記憶の再生）での成績や脳活動に差が生じることを初めて明らかにしました。

本研究グループは、参加者に具体的な予定を紙の手帳か電子機器でメモさせ、MRI 装置（注1）と想起課題を用いて予定の想起のプロセスを調べました。その結果、記憶処理および言語処理に関係する脳領域の活動が、紙の手帳を用いた群で定量的に高くなりました。この結果は、電子機器にはない紙の特性が、五感を通して空間的な手がかりを与えることで、より深い記銘を可能にするという仮説を支持します。教育やビジネスにおいて電子機器が多用される中、記憶力や創造性につながる紙媒体の重要性が明らかとなりました。

4. 発表内容：

①研究の背景・先行研究における問題点

我々は日常生活において、紙の本や雑誌に加え、スマートフォン（以下、スマホ）・タブレット・パソコンといった電子機器を用いていますが、それが日々の学習などに及ぼす影響については、これまで十分な検証がなされてきませんでした。例えば知識を問う試験の場合、その学習成績は記銘した

ことがいかに正確に想起できるかに左右されますが、記銘のときに使うメディアが記憶の想起に対してどのように影響するかは、これまで脳科学的に解明されていません。従来の研究では、異なるメディア使用（手書きとキーボード入力など）による記銘の効果が行動実験で調べられていましたが、記銘がどのように記憶の想起に差を生じさせるかや、その神経基盤は明らかにされていませんでした。

②研究内容

実験では、18～29歳の参加者48人（東京大学学生および一般公募者）を手帳群・タブレット群・スマホ群という3群（各16人）に分けて、これら3つのメディアを使って具体的なスケジュールを書き留める課題（図1上）を行いました。手帳とタブレットでは見開きの大きさを等しくし、またどちらもペンを用いて手書きしています。その後で、そのスケジュールの内容について想起して解答する課題（図1下）をMRI装置内で実施しました。なお参加者には、内容を覚えるようにとの指示はせず、日常的なスケジュール管理における自然な記銘を再現しました。実験にあたって、東京大学の倫理委員会で承認の上、全参加者から書面でインフォームド・コンセントを得ています。

その結果、手帳群では他の群よりも短時間で記銘を終えており（図2A）、それでも記銘した内容に関する想起課題の正答率（全問の平均）には3群で差が見られなかったことから（図2B左）、手帳群は短時間で要領よく記銘できていたことが分かります。また、一定の直接的な設問についての成績では、手帳群の方がタブレット群よりも高いという結果が示されました（図2B右）。

この想起課題を行っているときの脳活動をfMRI（機能的磁気共鳴画像法）（注2）で測定したところ、言語処理に関連した運動前野外側部と下前頭回（注3）や、記憶処理に関係する海馬（注4）に加えて、視覚を司る領域でも活動上昇がすべての群で観察されました（図3）。このことから、言語化・記憶の想起・視覚的イメージといった脳メカニズムが関与すると言えます。さらにこれらの領域の脳活動は、手帳群が他の群よりも高くなることが定量的に確かめられました（図4）。このことは、記銘時に紙の手帳を使うことで、電子機器を用いた場合よりも一層豊富で深い記憶情報を取得できることを示唆しています。

なお、3群で成績が同程度だったことから、一般的な認知負荷や課題の難易度などでは以上の結果を説明することはできません。また、手帳群とタブレット群の間で記入方法が統制されていたので、群間の差は単なる手書きの効果ではなく、紙の手帳の使用によって記憶の想起のプロセスに影響が生じたと結論できます。

③社会的意義・今後の予定

紙の教科書やノートを使って学習する際には、そこに書かれた言葉の情報だけでなく、紙上の場所や書き込みとの位置関係といった視覚情報などを、同時に関連付けて記憶する連合学習が生じています。一方、スマホ・タブレット・パソコンといった電子機器では、画面と文字情報の位置関係が一定ではなく、各ページの手掛かりが乏しいために、空間的な情報を関連付けて記憶することが困難です。このように紙媒体は想起の際の手掛かりが豊富であるため、記憶の定着に有利であることに加え、その高い記憶力を元にした新しい思考や創造的な発想に対しても、役立つと言えるでしょう。

今回の研究結果を踏まえますと、日常生活において、紙の製品と電子機器を目的に応じて使い分けることで、より効果的な利用につながるかと期待されます。特に教育やビジネスなどにおいて、経費削減・効率化を重視して使用メディアのデジタル化が進んでいますが、脳科学の根拠にもとづいて創造性などを発揮させるために、あえて紙のノートや手帳などを用いることで、本来求めるべき成果を最大化させることができると言えます。

これからも、東京大学の酒井研究室では人間の脳における記憶や言語メカニズムの解明を追究し、日本能率協会マネジメントセンターとNTTデータ経営研究所は、科学的な知見に基づく実証的

な学習サービス等の提供を通して、人々が能力を最大限に発揮できる社会の実現に貢献していきます。

5. 発表雑誌：

雑誌名：*Frontiers in Behavioral Neuroscience*

論文タイトル：“Paper notebooks vs. mobile devices: Brain activation differences during memory retrieval”（紙の手帳 VS モバイル機器：記憶想起時における脳活動の差）

著者：Keita Umejima, Takuya Ibaraki, Takahiro Yamazaki, Kuniyoshi L. Sakai*

DOI 番号：10.3389/fnbeh.2021.634158

アブストラクト URL：

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2021.634158/abstract>

6. 問い合わせ先：

<研究に関すること>

東京大学 大学院総合文化研究科

教授 酒井 邦嘉（サカイ クニヨシ）

〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

株式会社NTTデータ経営研究所 情報未来イノベーション本部

ニューロイノベーションユニット

山崎 崇裕（ヤマザキ タカヒロ）、茨木 拓也（イバラキ タクヤ）

〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-9 JA 共済ビル10階

Tel：03-3221-7011（代） Fax：03-3221-7022

<報道に関すること>

株式会社NTTデータ経営研究所 コーポレート統括本部 広報担当

Tel：03-5213-4016(代)

E-mail：webmaster@nttdata-strategy.com

7. 用語解説：

（注1）MR I 装置

MR I（磁気共鳴映像法）は、脳の組織構造を、水素原子の局所磁場に対する応答性から測定し画像化する手法で、全く傷をつけずに外部から脳組織を観察する方法として広く使用されています。そのために使用する医療機器が、超伝導磁石によって高磁場（3テスラ程度）を発生させるMR I装置です。注2で述べる「fMR I」でも、このMR I装置を使用します。

（注2）fMR I（機能的磁気共鳴画像法）

脳内の神経活動に伴う血流変化を、局所磁場の变化から測定し画像化する手法で、全く傷をつけずに外部から精度良く脳活動を観察する方法として、1990年代から広く使用されています。

（注3）運動前野外側部と下前頭回

運動前野外側部（ブロードマンの6／8／9野）と下前頭回（特に44／45野）は、ともに、脳の前頭葉に左右それぞれある領域です。左脳のこれらの領域は、人間の言語処理にかかわる「言語野」の一部であり、特に文法処理を司る「文法中枢」の機能があります。右脳の方は文法中枢を補助する働きがあります。

（注4）海馬

脳の側頭葉の内側部に左右それぞれある領域です。海馬を損傷した患者の症例研究から、海馬は新たな情報を記憶として固定化する機能を持つことが明らかになりました。近年の脳研究では、記銘時に使われる海馬や言語野が、記憶を想起する際にも働くことが報告されています。

8. 添付資料

スケジュールの書き留め課題

2月						
日	月	火	水	木	金	土
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13 10:30 ドイツ語	14 14:45 統計学 大教室	15	16 10:30 統計学復習 14:15 ドイツ語 清水先生 (鈴木)	17
18	19 10:00 参考書受取 図書館 (鈴木)	20 ドイツ語 レポート	21	22	23 統計学 レポート (17:00)	24
25	26	27	28			

↓ 1時間後

想起課題

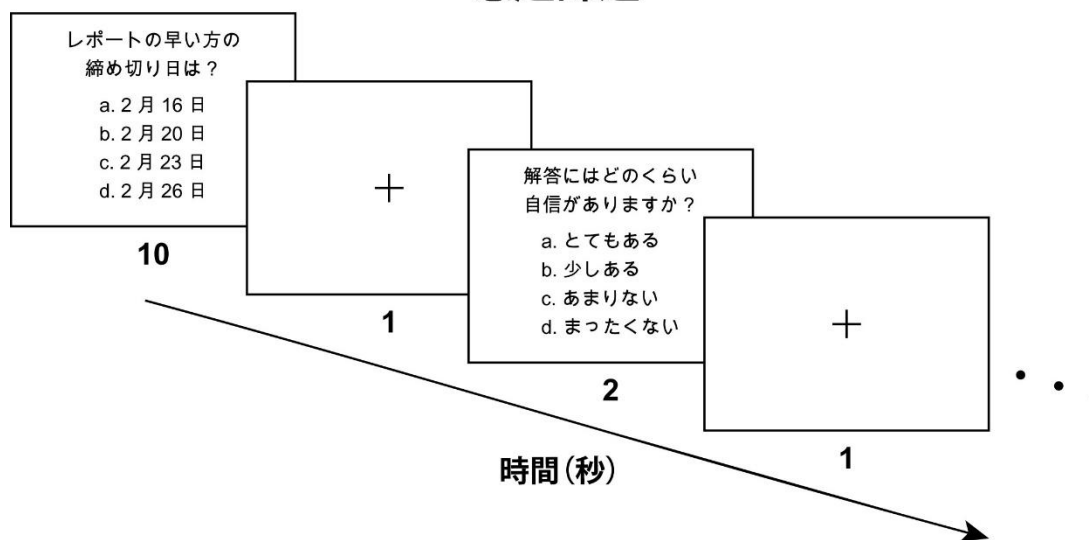


図1 スケジュールの書き留め課題と想起課題

参加者は会話文を読みながら、スケジュールの情報を手帳・タブレット・スマホのいずれかを用いて、カレンダーに書き留めます。上図は参加者による典型的な記入例を示します。それから1時間後、参加者はスケジュールに関する問題に解答して、各問の確信度を報告しました。下図は想起課題の1例を示します（正解はb）。

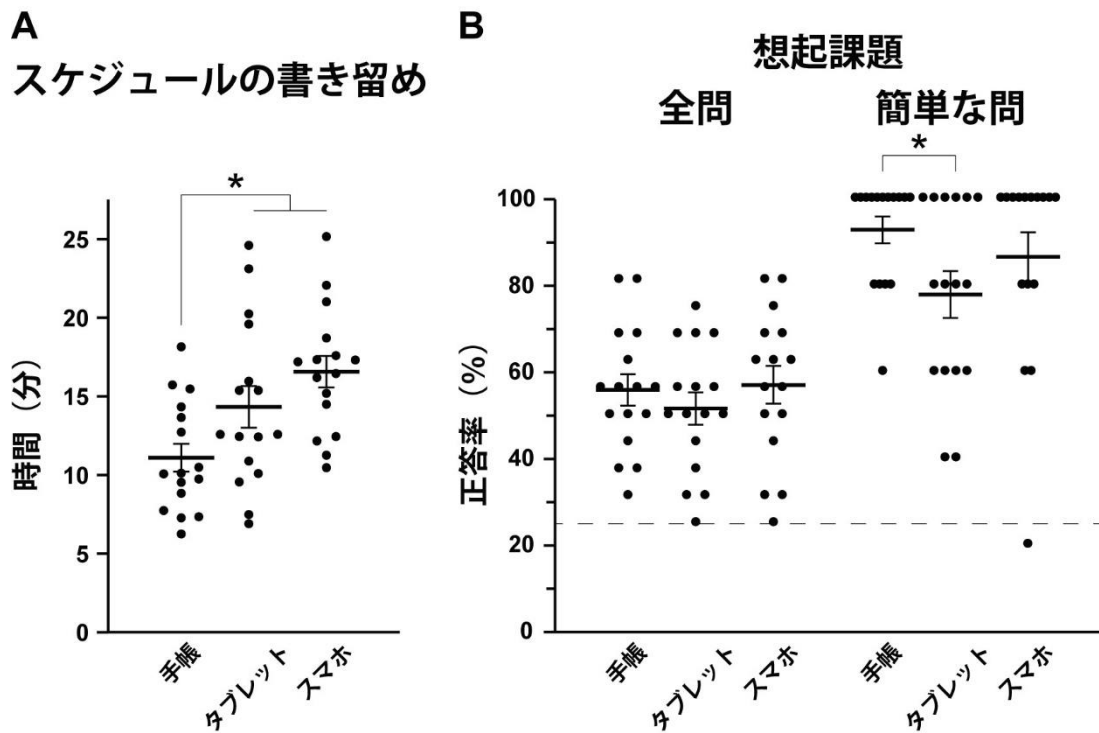


図2 各課題の結果

(A) 各群がスケジュールの書き留めに要した時間。手帳群がタブレット群・スマホ群と比べて短い時間で記録ができました (*は統計的な有意性 $p < 0.05$ を表します)。

(B) 各群における想起課題の正答率。手帳群では他の群よりも短時間で記録を終えたにもかかわらず、全問の平均では3群で成績に差が見られませんでした。一定の直接的な設問 (例えば「図書館に参考文献を受け取りに行くのは何時?」のように簡単な問) については、手帳群の正答率がタブレット群より高くなりました (破線は偶然値 25%のチャンスレベルを表します)。

想起課題 – 2-バック課題、全群 運動前野外側部・下前頭回

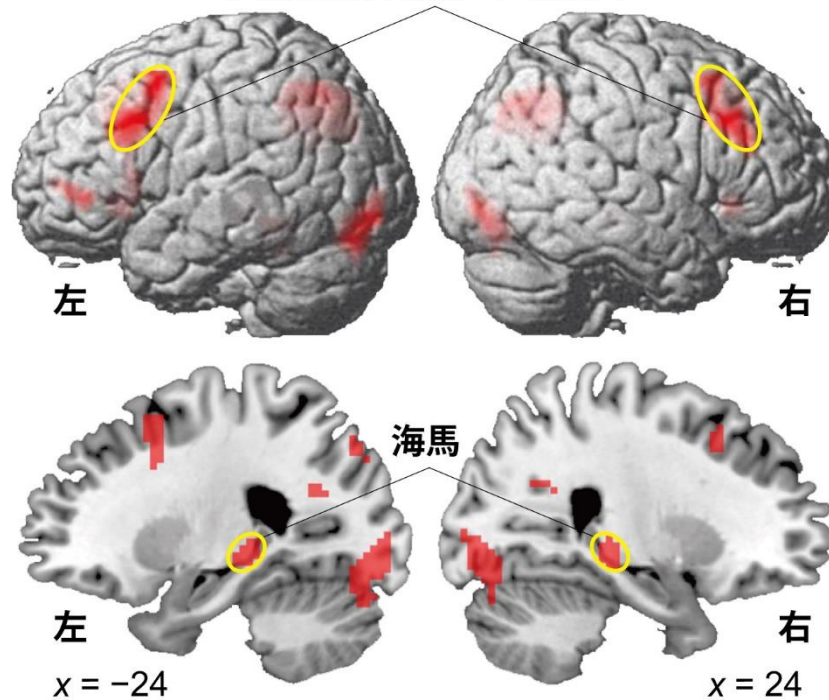


図3 想起課題で生じた脳活動の上昇

上図は左右の脳の外側面を示し、下図は内側面を示します。全群の脳活動が赤い領域に見られましたが、これは短期記憶の課題（2つ前の文字列を覚える2-バック課題）に対して、図1の想起課題で脳活動が上昇した結果です。言語の文法処理と関連する両側の運動前野内側部・下前頭回に加えて、記憶処理を担う両側の海馬で活動が上昇しました。

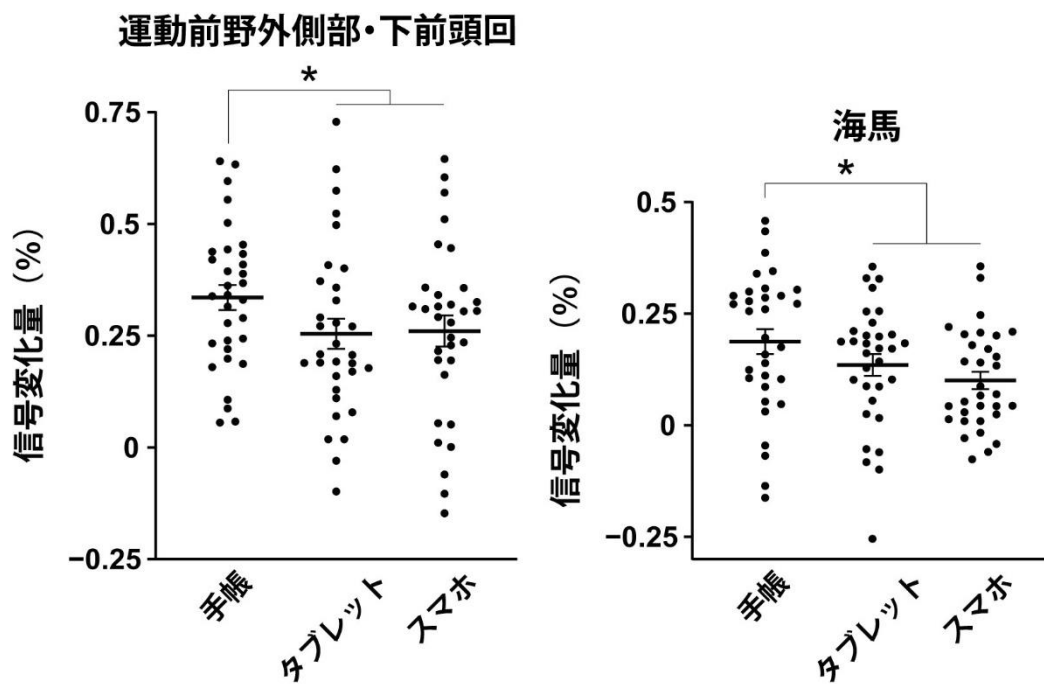


図4 手帳群において増加した脳活動

図3に示した脳領域において、手帳群の活動上昇がタブレット群・スマホ群よりも高くなりました。これは記銘時に紙の手帳を使用した効果です。