

Title	光トポグラフィを用いたヒトの脳内における数の処理過程の検討
Sub Title	
Author	東島, 仁(Higashijima, Jin)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	2004
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学：人間と社会の探究 (Studies in sociology, psychology and education : inquiries into humans and societies). No.58 (2004.) ,p.114- 116
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	平成15年度[慶應義塾大学]大学院高度化推進研究費助成金報告
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000058-0114

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

文 献

- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Catania, C. A. (1998). *Learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 金杉武司. (2002). 哲学的行動主義. 渡辺恒夫・村田純一・高橋滯子 (編著). 心理学の哲学, 東京: 北大路書房, Pp. 92-106.
- Neisser, U. (1978). Memory: What are the important questions? In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory* (pp. 3-24). London: Academic Press.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193-216.
- Skinner, B. F. (1956). A case history in scientific method. *American Psychologist*, 11, 221-233.
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20, 158-177.

* 慶應義塾大学大学院社会学研究科心理学専攻博士課程

光トポグラフィを用いたヒトの脳内における数の処理過程の検討

東 島 仁*

視覚的な「数・量(面積)」情報処理について「アラビア数字の大小比較課題, ドットの個数比較課題」などの課題を用いて検討した。反応時間, 正答率などの行動データには, 先行研究と同様の Semantic-Distance effect (アラビア数字・数詞の大小・ドットの個数などを比較する課題において, 比較される数字間の数学的距離が大きいほど①正答率が高く, ②解答に要する時間が短くなる傾向)が見られた。一方, 近赤外線を用いた脳内血中ヘモグロビン濃度の変化測定装置である NIRS (光トポグラフィ) については, 個人内・個人間で一貫した結果が得られなかった。

目 的

NIRS (光トポグラフィ) は, ①非侵襲性, ②維持の経済性, ③実験参加者の身体的な拘束度の低さ(但し, 他の機能的脳画像装置と比較した場合)④高い時間分解能などの長所をもつ大脳表層部血中ヘモグロビン濃度の変化測定装置である。これらの長所から, 乳幼児や児童における活用が期待される一方で, データの解釈法や最適な実験手法が確立されていない点が問題とされている。

本研究では, fMRI や PET などの機能的脳画像を用いた先行研究において比較的一貫した結果の得られている「アラビア数字の大小比較課題, ドットの個数比較課題」を中心とした独自課題を用いて探索的に「数・量(面積)情報の処理」の NIRS による測定を試みた。ヒト成人がこの種の課題を行う際には, 頭頂葉を中心としたネットワークがはたらくことが確認されている (Dehaene *et al.*, 1999 など)。また, Semantic-Distance effect に代表される反応精度, 反応時間などの「数情報の処理」に特徴的な行動的効果も知られている (Pinel *et al.*, 2001)。

実験開始時点では, NIRS 研究に数刺激を用いた実験はほとんど存在せず, 適切な反応の検出方法, あるいは反応の検出可能性も明らかではなかった。そこで, 実験条件ごとに異なった刺激対(数字, 文字, 漢数字, ドット, ランダム図形, 英字など)を被験者に提示して, 手元のマウスへのクリック反応によ

て数学的な大小判断などを行わせた。同時に NIRS によって脳活動の測定を行った。

方 法

被験者 視覚的問題のない 19 歳から 32 歳までの大学生、大学院生、専門学校生、計 12 名が参加した。一部の被験者は複数の異なった実験に参加した。すべての被験者は、実験前に実験内容と装着する装置に関する説明を口頭および書面で受け、実験参加に同意していた。

刺激と装置 被験者は、頭部に光トポグラフィ装置 (ETG-7000, 日立メディコ製) を装着し、電気を消した実験室内において着席状態で実験に参加した。すべての実験において、比較対象となる図形は PC 画面上に表示された等しい大きさの灰色のボタン上に提示され、被験者が手元のマウスによってどちらか一方のボタンをクリックした時点で次試行の図形と入れ替わった。

比較対象の刺激対には、A. 同一フォント、同色、同一フォントサイズのアラビア数字 (0-9) 同士 (要求反応: 数学的な大小判断をし、大きい方の数字が提示されたボタンを選択すること)、B. 同一フォント、同色、同一フォントサイズの漢数字 (0-9) 同士 (要求反応: A と同様)、C. 同色 (黒)、同サイズ、異なる個数 (1-9) のドット同士 (要求反応: 提示されたドット個数が多い方のボタンを選択すること)、D. 同色 (黒)、異なるサイズ、異なる個数 (1-9) のドット同士 (C と同様) E. 同色 (黒)、異なる形、異なる面積の図形同士 (要求反応: 面積の広い方の図形を選択すること) の 5 種類を用いた。

A の統制課題には、①同一フォント、同色、異なるフォントサイズのアラビア数字同士 (要求反応: フォントサイズの大小判断をし、大きい方のフォントを選択すること)、②異なるフォント (イタリック体か明朝体)、同色、同サイズのアラビア数字同士 (要求反応: イタリック体のフォントが提示されたボタンを選択すること)、③同一フォント、同色、同フォントサイズのアラビア数字同士だが、提示されるボタンの 1 枚が桃色に変化する (要求反応: 桃色のボタンを選択すること)、④同一フォント、同色、同フォントサイズの+と- (要求反応: +の提示されたボタンを選択すること) の 4 種類を用いた。B の統制課題には A を用いた。また、C、D、E の統制課題には、⑤◆、△などあらかじめ決められた 9 種類の図形と特定の大きさの○との組み合わせ (要求反応: ○の提示されたボタンを選択すること)、⑥◆、△などあらかじめ決められた 9 種類の図形と 9 通りの大きさの○との組み合わせ (要求反応: ⑤と同様) を用いた。

共通手続き 被験者は、PC 画面上の二つのボタンに提示された刺激に対して、できるだけ早く正確に手元のマウスをクリックして反応することを求められた。課題と統制課題は交互に 20 秒ずつ計 3 回繰り返され、実験開始時にそれぞれの課題に対する要求反応が口頭で説明された。課題と統制課題との切り替え時には個別教示は行われなかった。それぞれの課題における要求反応は、刺激と装置の項に記した。

結果の処理 NIRS データと合わせて、正答率、刺激提示からクリックまでの反応時間を、数字別、数字間の数学的距離別に分析した。

結 果

NIRS データについては個人内・個人間で一貫した結果が得られなかった。

正答率ほどの刺激対を用いた場合にもほぼ 100% だった。

反応時間については、用いた刺激対の多くにおいて被験者数が 3、4 名と少数だったため個人差、刺激

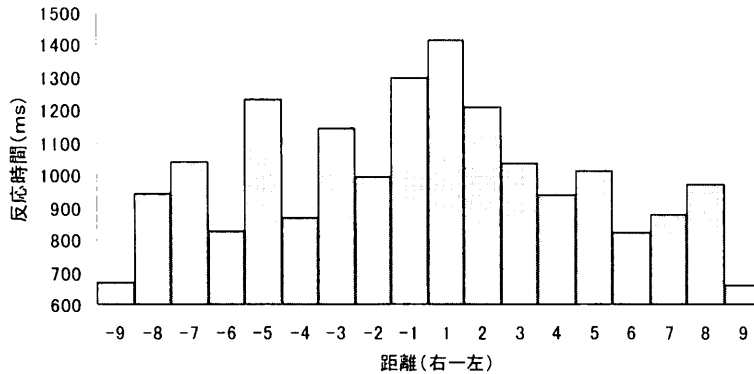


図 A. 数字間の数学的距離別の反応時間

差が非常に大きかった。比較的被験者数の多い D-⑥ (10 名)、E-⑤ (8 名)、E-⑥ (8 名) については、図 A に示すような Semantic-Distance effect が見られた (図 A は E-⑥)。

考 察

刺激にドットおよびランダム図形を用いた場合、行動データでは、先行研究におけるボタン押し課題で示されている Semantic-Distance effect などの効果が一貫して示された。この効果が、ドットのような「数」刺激間の比較判断時だけでなく、ランダム図形の「面積 (量)」間の比較時にも示されたことは本研究の成果だろう。また、本文中には具体的な数値を挙げていないが、漢数字を用いた場合の反応時間に数字やドットを用いた場合とは異なった傾向が現れた点についても、今後の検討課題である。

一方 NIRS による脳の活動データに関しては、先行研究で見られたような頭頂周辺の活動および前頭葉の活動は、はっきりと現れなかった。この点については反応の測定法や刺激の提示の仕方など、NIRS での測定に適した形に実験手続きを変更することによる改善が見込まれる。

引用文献

- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., and Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain imaging evidence. *Science*, 284, 970-974.
- Pinel, P., Dehaene, S., Riviere, D., LeBihan, D. (2001). Modulation of parietal activation by semantic distance in a number comparison task. *Neuroimage*, 14, 1013-1-26.

* 慶應義塾大学大学院社会学研究科心理学専攻博士課程