

色覚の情報処理における大脳左右半球の機能差

Cerebral lateralization of reaction times in color detection

松浦 祇恵
佐々木 仁

Sumie Matsuura
Hitoshi Sasaki

サン・クオーレ
大阪大学大学院医学系研究科

SAN CUORE
Osaka University Medical School

キーワード：反応時間、半球優位、主波長、視野

Keywords: Reaction time, Cerebral dominance, dominant wavelength, visual field

1. はじめに

生体での感覚刺激の受容から運動反応の開始までの一連の脳内機構を、行動を指標として調べる方法として、反応時間課題が知られている。ヒトでは、視神経は視交叉で50%が交差し、左視野に提示された視覚情報は全て右の一次視覚野に伝達され、逆に右視野からの情報は全て左の一次視覚野に伝達される。また、随意運動の発現を支配する錐体路も、延髄の錐体において大部分が交叉し、右手の運動は左の運動野により、左手の運動は右の運動野によって支配されている。従って、一側視野に提示された視覚情報に対して同側の手で反応する課題は、片側半球だけの処理によって遂行される[1]。したがって、左右いずれかの視野に提示した刺激に対して同側の手で反応した場合の反応時間の差を比較することにより、左右半球における処理時間の差を検討することができる。本実験では左右いずれかの視野に色覚刺激を提示し、同側の手で反応する単純反応時間を比較することにより、色覚刺激の検出における大脳左右半球の差について調べた。

2. 方法

正常な色覚および矯正視力を有する男女大学生10名(21～23才、全て右利き)に対し、背景光レベル0.5 lxの実験室内で、顎のせ台で頭部を固定し、眼前57cmに置かれたCRT(Panasonic TX-D7P35-J, 解像度800 x 600 dots, 60 Hz, 9300K)上に視角 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ の窓を設け、標的刺激を試行間隔15s(10～20s)で無作為に提示した。画面中央部に視角 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ の注視点(24cd/m²の無彩色)を設けた。標的刺激の提示時間は0.5sとした。標的刺激は、コンピュータ(Macintosh LC630, Apple社)と色覚刺激提示装置(VSG Three, Cambridge Research systems, Cambridge)により視角 2° の正円を作成し、有彩色は3種類の主波長(R: 635 nm, G: 535 nm,

B: 445 nm)[2]を用い、輝度は交照法によって10cd/m²の無彩色と等明るさとなるように被験者ごとに調整し、純度は60%とした。準備信号として音刺激(55dB, SPL背景雑音42dB, 指示騒音計Aスケール RION NA-20)を標的刺激に2～5秒先行して提示した。右あるいは左手によるボタン押しに要する反応時間をシーケンサー(K EYENCE, KV-24AT)を用いて記録した。刺激提示時に注視点を見ていたかどうかをチェックするため、左外眼角の上方と右外眼角の下方に眼振用電極を置き、水平および垂直方向の眼球運動を記録した(TC1.5s, Hi-cut 60Hz)。

1) 利き手と非利き手による反応時間の差を調べるため、背景24cd/m²の無彩色の中央部に視角 2° の無彩色(10cd/m²)を常時提示し、標的刺激として3種の色覚刺激のいずれかを画面中央部に提示した。合計2セッションを行い、各セッションは15試行から成り、被験者は右あるいは左手でのボタン押しを行った。右あるいは左手での反応は被験者ごとに無作為な順序とした。セッション間は最低1分以上の休憩を入れた。

2) 次に、色覚処理における左右半球について検討するため、背景10cd/m²の無彩色の中央から水平方向に左または右に 4° の位置に視角 2° の標的刺激を提示した。標的刺激として3種の色覚刺激、あるいは無彩色(20cd/m², N=6)のいずれかを用いた。合計2セッションを行い、各セッションは20試行から成り、標的刺激が右視野に提示されるセッションでは右手で、左視野に提示されるセッションでは左手での反応を行った。

3. 結果

1) 標的刺激を画面中央に提示した場合、右手と左手での単純反応時間は、それぞれ 304.5 ± 12.1 ms(mean \pm SE)、左手は 306.7 ± 11.2 msで、両者の

間に統計的に有意な差は認められなかった。

2) 有彩色では、右視野に提示して右手で反応した条件($319 \pm 12.1\text{ms}$)に比べて、左視野に提示して左手で反応した条件($303 \pm 12.7\text{ms}$)での反応時間が有意に短く (図1, t 検定, $t=3.807$, $df=9$, $p<.01$)、この傾向は10人中9名に見られた。

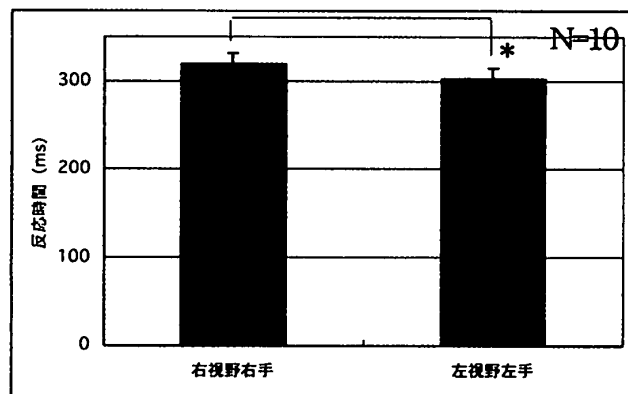


図1. 有彩色における左右半球の反応時間

主波長別では青(445nm)で、右視野一右手条件($313.3 \pm 7.8\text{ms}$)に対し、左視野一左手条件($298.2 \pm 9.3\text{ms}$)が有意に短く (t 検定, $t=2.626$, $df=9$, $p<.05$)、緑(535nm)で、右視野一右手条件($330.2 \pm 10.0\text{ms}$)に対し、左視野一左手条件($309 \pm 5.1\text{ms}$)が有意に短く (t 検定, $t=2.747$, $df=9$, $p<.05$)、赤(635nm)で、右視野一右手条件($312.4 \pm 10.0\text{ms}$)に対し、左視野一左手条件($293.2 \pm 7.5\text{ms}$)が有意に短く (t 検定, $t=2.860$, $df=9$, $p<.05$)、いずれの場合も右視野一右手条件に比べて、左視野一左手条件の反応時間の方が有意に短かった。

無彩色を標的刺激とした場合、右視野一右手条件($294 \pm 11.4\text{ms}$)と、左視野一左手条件($291 \pm 9.8\text{ms}$)では、有意な差が認められなかった (図2, t 検定, $t=.468$, $df=5$, NS)。

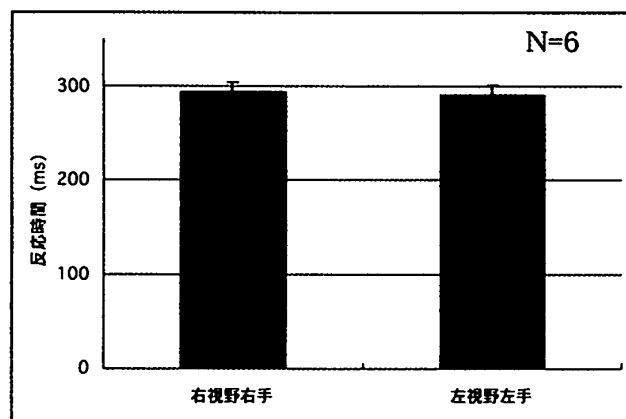


図2. 無彩色における左右半球の反応時間

4. 考察

単純反応時間は刺激の検出から運動反応の遂行ま

での一連の処理時間の総和である。運動反応の開始から終了までの時間は左右の手の反応の相違によって影響を受ける可能性が考えられる。しかしながら、本実験結果で見られたように、標的刺激を左右両視野に同時に提示し、利き手による反応と非利き手による反応を比較したところ、両者の反応時間に差が認められなかった。

以上で見られたように、運動開始時間以降の処理時間に左右差が認められなかったことから、右視野一右手条件と左視野一左手条件での単純反応時間の差は、左右半球における視覚刺激の検出処理時間の差を反映していると考えられる。

本実験では標的刺激として無彩色刺激を用いた場合、左右半球での処理時間に有意な差は認められなかった。この条件での手がかりは輝度の変化のみである。輝度の変化は一次視覚野で検出される。したがって、一次視覚野の機能には左右差がないと考えられる。これに対し、標的刺激として有彩色刺激を用いた場合、左半球での処理時間(右視野一右手条件)と右半球での処理時間(左視野一左手条件)の間には差が認められ、右半球での処理時間が有意に短かった。右利きのヒトでの約97%では左半球に言語中枢が存在することが知られている[3]。したがって、左半球は言語を用いた処理に優れており、これに対し右半球は非言語処理に優れている[4]。本実験結果は、以上の考えと一致し、輝度変化を伴わずに主波長のみが変化する場合、色覚刺激の検出処理時間に左右差が認められた。色覚情報の処理は4次視覚野でなされることが知られている。このことから、4次視覚野での色覚情報の検出処理には左右差があり、右半球が優れていることを示唆している。

5. 参考文献

- [1] A.T. Poffenberger, Reaction time to retinal stimulation with special reference to the time lost in conduction through nerve centres. Archives of Psychology 23 (1912), pp. 1-73.
- [2] Marks, W.B., Dobbie, W.H. and MacNichol, Jr., E.F. Science, 143, 1181-1183, 1964.
- [3] Zangwill, O.L. Speech and the minor hemisphere. Acta Neurol Psychiatr Belg. 1967 ;67(11):1013-20.
- [4] Gazzaniga, M.S. and LeDoux, J.E The Integrated Mind 1978