

# 脳血流測定を用いた左右判定システムの開発

## The System of Right or Left Judgement using a Measurement of Cerebral Blood Flow

小島 昇<sup>\*1</sup>  
Noboru Kojima

下園 惇平<sup>\*1</sup>  
Junpei Shimoazono

江上 心太<sup>\*1</sup>  
Shinta Egami

秋山 英久<sup>\*1</sup>  
Hidehisa Akiyama

三島 健司<sup>\*2</sup>  
Kenji Mishima

荒牧 重登<sup>\*1</sup>  
Shigeto Aramaki

<sup>\*1</sup> 所属 福岡大学工学部電子情報工学科  
Department of Electronics Engineering and Computer Science, Fukuoka University

<sup>\*2</sup> 所属 福岡大学工学部化学システム工学科  
Department of Chemical Engineering, Fukuoka University

Recently, the measurement of cerebral blood flow has been actively researched in the field of Brain Computer Interface (BCI). The purpose of this research is to develop a decision making system using the measurement of cerebral blood flow. We set up a right or left judgement task in order to measure the characteristic of cerebral blood flow at the time of decision making. The experiment was conducted using the two types of condition. From the results, we discuss the characteristic of cerebral blood flow under our task.

### 1. はじめに

本研究では、脳血流測定を用いた意思決定の識別を目指している。本稿では左右判定タスクを設定し、左右判定時の脳血流の特徴をより効果的に測定するための条件設定について調査すること目的とする。条件設定として、1)色情報の視覚的な認識、2)左右の空間情報の想起、2種類の設定を用意する。各設定で実際に被験者の脳血流測定を行うことで左右判定実験を行う。本研究では、測定装置として近赤外光脳機能イメージング(NIRS:Near Infrared Spectroscopy)を用い、前頭葉及び、頭頂葉にかけての脳血流の測定を行う。測定結果を用いて、各条件設定での左右判定の成功確率を求め、左右判定時に現れる脳の活動部位の推定を行う。

### 2. 関連研究

これまでのBCI(Brain Computer Interface)の研究では、脳波計(EEG:Electroencephalogram)を用いた研究が主流であった。しかし、ノイズ源となりうる電子機器が生活に浸透している現状では、電磁波に影響を受ける脳波計は通常の生活空間での使用には適さなくなってきた。脳波計以外にも、機能的磁気共鳴イメージング(MRI:Magnetic Resonance Imaging)などが用いられている。しかし、BCIのための測定機器には、装置が小型であり拘束性も低いことが求められている。NIRSはこれらの問題を解決するため、近年、脳活動測定システムのための測定装置として研究が進められている[Goto 11]。本研究では、NIRSを用いたシステム開発を目指し、脳血流測定時の特徴部位の推定を進める。

連絡先: 荒牧 重登,

福岡大学工学部電子情報工学科,  
福岡県福岡市城南区七隈8-19-1,  
092-871-6631(内線 6385), aramaki@fukuoka-u.ac.jp

### 3. 脳血流測定による意思決定の識別

本研究では、人間が左右を決定した際の脳血流の変化を測定することで左右を判定するタスクを設定する。脳血流の特徴をより効果的に測定するために、以下の条件設定を用いる。

#### 3.1 条件設定

以下の2つの条件を設定し実験を行う。

##### (1) 色情報の提示

被験者が左右を決定する際に色情報を提示する。被験者は、画面を観察しながら実験を行う。まず、左右それぞれに対応させた色を画面に表示する。この時、被験者は左右どちらかを選択しその色を覚える。その後、左右に対応させた各色を順番に表示させ、被験者には選択した方向と同じ色が表示されたとき意識を集中してもらおう(図1)。脳血流の変化量を測定し、変化量が一定以上であった測定チャンネルの数の多数決によって左右を判定する。

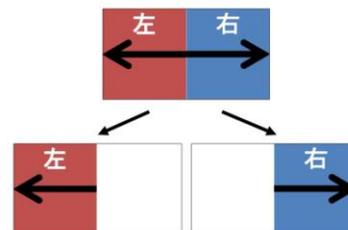


図1 被験者への色情報の提示。

##### (2) 空間情報の想起

被験者は左右のいずれかの方向を思い浮かべるのみとする。被験者は最初に左右どちらかの方向を選択し、その後、選択した方向を何度か繰り返し意識する。被験者には、右を選択した

ならば右半身に集中する, 左ならば左半身に集中する, という指示を行った. 測定の結果, 脳血流変化の値がある閾値以上になったチャンネルを反応部位とみなす. 一回の試行中, 初めの数回の測定で被験者ごとの反応部位を特定し, 被験者ごとに閾値を設定する. この閾値を使用して一試行における左右判定を行う.

## 4. 実験

### 4.1 色情報の提示

被験者 3 人に対して色情報提示を用いた左右判定タスクを行った. 被験者ごとに左右 21 回ずつ試行を行う.

まず, 色の種類による脳血流の変化を分析するために, 赤と青の 2 色を用いた. 左右への色の対応付けと表示する順序は, すべての組み合わせで測定を行った. 実験の結果, 表示される順序に関係なく赤色に対応した方向の脳血流変化が顕著であることが分かった(図 2). 次に, 左右ともに赤色を表示して脳血流変化を測定した. 実験結果からは, 左右を決定した際の活動部位は異なることが分かった(図 3).

図中の表は, 各行が NIRS の測定チャンネルを示している. 左右に対応した色を提示された際に特に反応したチャンネルを赤色で表示している. 赤色のみを提示して左右判定を行った場合, 全試行の判定成功確率は平均 69.89%となった.

全ch	右青-左赤×2			左青-右赤×2		
	全体	左	右	全体	左	右
1	45.45%	54.55%	36.36%	21.05%	30.00%	11.11%
2	42.73%	30.00%	45.45%	42.11%	60.00%	22.22%
3	55.00%	50.00%	60.00%	42.11%	60.00%	22.22%
4	42.73%	40.00%	45.45%	63.16%	60.00%	66.67%
5	36.36%	27.27%	45.45%	42.11%	50.00%	33.33%
6	40.91%	54.55%	27.27%	47.37%	70.00%	22.22%
7	40.91%	54.55%	27.27%	62.86%	60.00%	44.44%
8	58.18%	80.00%	36.36%	44.44%	44.44%	44.44%
9	50.00%	45.45%	34.55%	47.37%	70.00%	22.22%
10	40.91%	45.45%	35.23%	44.44%	66.67%	22.22%
11	40.91%	54.55%	27.27%	37.89%	60.00%	33.33%
12	31.82%	45.45%	18.18%	36.84%	50.00%	22.22%
13	63.64%	54.55%	72.73%	62.86%	60.00%	22.22%
14	36.36%	45.45%	27.27%	36.84%	40.00%	33.33%
15	38.25%	50.00%	62.50%	41.18%	66.67%	12.50%
16	32.33%	33.33%	33.33%	68.42%	60.00%	55.56%
17	50.00%	66.67%	33.33%	52.63%	60.00%	44.44%
18	50.00%	33.33%	66.67%	78.57%	100.00%	55.56%
19	50.00%	50.00%	50.00%	52.63%	40.00%	66.67%
20	41.67%	33.33%	50.00%	56.25%	66.67%	42.86%
21	0.00%	0.00%	0.00%	30.59%	66.67%	75.00%
22	83.33%	66.67%	100.00%	36.84%	70.00%	0.00%
23	66.67%	66.67%	45.45%	47.37%	70.00%	22.22%
24	16.67%	0.00%	33.33%	64.21%	100.00%	66.67%
25	30.00%	33.33%	66.67%	31.58%	30.00%	33.33%
26	16.67%	0.00%	33.33%	36.84%	20.00%	55.56%
27	50.00%	100.00%	0.00%	47.37%	40.00%	55.56%
28	50.00%	100.00%	0.00%	47.06%	62.50%	33.33%
29	83.33%	100.00%	66.67%	42.11%	50.00%	33.33%
30	83.33%	66.67%	100.00%	36.84%	30.00%	44.44%
31	41.67%	50.00%	33.33%	47.37%	40.00%	55.56%
32	50.00%	33.33%	46.67%	22.22%	55.56%	11.11%

図 2 色の違いによる反応部位の変化

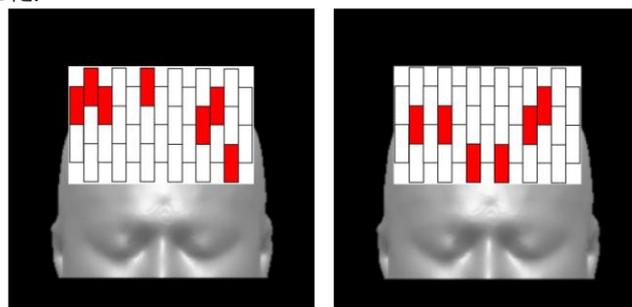
全ch	左赤-右赤×2			右赤-左赤×2		
	全体	左	右	全体	左	右
1	27.27%	27.27%	27.27%	42.63%	34.55%	46.36%
2	42.11%	30.00%	55.56%	47.62%	50.00%	45.45%
3	35.00%	50.00%	20.00%	30.00%	40.00%	60.00%
4	22.73%	30.00%	36.36%	47.62%	30.00%	45.45%
5	57.14%	63.64%	50.00%	36.36%	27.27%	45.45%
6	37.14%	45.45%	70.00%	40.91%	54.55%	27.27%
7	40.91%	54.55%	27.27%	40.91%	54.55%	27.27%
8	35.29%	37.50%	33.33%	50.00%	45.45%	36.36%
9	38.09%	27.27%	36.91%	30.00%	45.45%	34.55%
10	38.10%	30.00%	33.33%	40.91%	45.45%	36.36%
11	40.91%	54.55%	27.27%	40.91%	54.55%	27.27%
12	38.10%	27.27%	30.00%	31.82%	45.45%	18.18%
13	50.00%	54.55%	45.45%	63.64%	54.55%	72.73%
14	33.33%	36.36%	30.00%	36.36%	45.45%	27.27%
15	56.25%	62.50%	60.00%	36.25%	50.00%	62.50%
16	36.36%	36.36%	36.36%	50.00%	45.45%	54.55%
17	52.38%	63.64%	40.00%	40.91%	27.27%	34.55%
18	36.36%	27.27%	45.45%	45.45%	45.45%	45.45%
19	54.55%	36.36%	72.73%	45.45%	45.45%	45.45%
20	64.71%	75.00%	55.56%	33.33%	22.22%	44.44%
21	35.00%	38.69%	70.00%	58.82%	70.00%	23.50%
22	45.45%	54.55%	36.36%	50.00%	45.45%	72.73%
23	55.00%	60.00%	30.00%	34.55%	34.55%	34.55%
24	34.55%	63.64%	45.45%	31.82%	36.36%	27.27%
25	50.00%	45.45%	34.55%	63.64%	81.82%	45.45%
26	35.00%	45.45%	34.55%	34.55%	34.55%	34.55%
27	35.00%	40.00%	27.27%	47.62%	34.55%	36.36%
28	57.89%	60.00%	50.00%	63.16%	54.55%	66.67%
29	47.62%	50.00%	45.45%	61.11%	55.56%	66.67%
30	45.45%	54.55%	36.36%	54.55%	72.73%	36.36%
31	31.82%	45.45%	18.18%	81.80%	80.00%	36.36%
32	40.91%	36.36%	45.45%	45.45%	45.45%	18.18%

図 3 赤色のみの場合の反応部位

### 4.2 空間情報の想起

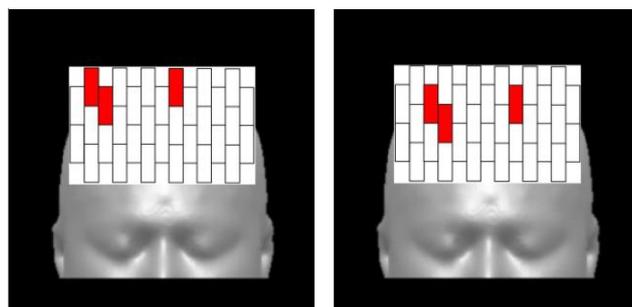
被験者 3 人に対して空間情報の想起を用いた左右判定タスクを行った. 被験者ごとに左右 15 回ずつ試行を行う. 15 回の実験結果に対して, 活動したと判定する閾値を複数設定し, また, それぞれに対して交差確認法を行うことで, どの閾値の場合に特徴部位が顕著に表れるか実験を行った. その結果, 今回の実験では脳血流変化の閾値を 0.03 に設定することで判定

成功確率を向上させることに成功した. 閾値を 0.03 に設定した場合, 全試行の判定成功確率は平均 53.5%, 最大値 69%となった.



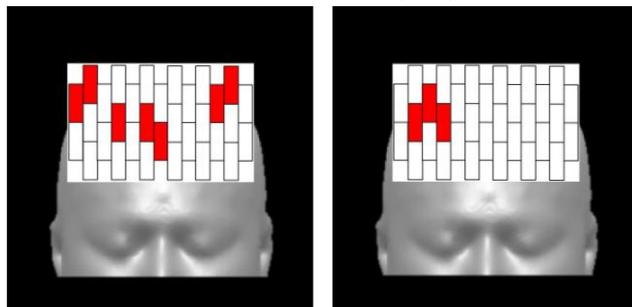
(a)右想起時 (b)左想起時

図 4 被験者 1 の特徴部位



(a)右想起時 (b)左想起時

図 5 被験者 2 の特徴部位



(a)右想起時 (b)左想起時

図 6 被験者 3 の特徴部位

図 4 から 6 に被験者 3 人の反応部位を示す. 図からは, 左右を想起した時の反応部位の共通がうかがえるものの, 十分な精度は得られていない.

## 5. まとめ

実験の結果, 色情報を提示した場合の方が左右判定の成功確率が勝っていた. しかし, 左右の空間情報を想起するのみの手法でも, 予備実験を行い個人の特徴部位を特定することで左右判定確率が同等になることが分かった. 今後の課題として, より多くの実験データを収集することで, 共通する反応部位の特定と個人差の推定方法の確立が挙げられる.

## 参考文献

[Goto 11] 後藤かをり, 高野慎也, 参沢匡将, 広林茂樹: NIRS を用いた On/Off 型意思決定支援システムの開発, 第 25 回人工知能学会全国大会講演論文集, 2011.