

# 携帯機器への文字入力操作時の脳活動について

Brain activities during text entry with mobile device

矢内 浩文\*1  
Hiro-Fumi Yanai

森 太香夫\*1  
Takao Mori

福原 尚\*2  
Syo Fukuhara

山口 武彦\*3  
Takehiko Yamaguchi

\*1 茨城大学 工学部 メディア通信工学科  
Ibaraki Univ., Faculty of Eng., Dept. Media and Telecom.

\*2 茨城大学大学院 理工学研究科  
Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki Univ.

\*3 東京工業大学大学院 総合理工学研究科  
Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Inst. Tech.

We observed activity change of prefrontal area of the brain by using NIRS (Near-Infrared Spectroscopy; A tool for non-invasive measurement of brain activity) while the participants were manipulating the keypad of a mobile phone. The obtained data showed consistent relationship between the participants' subjective cognitive load and the activity of the prefrontal area.

## 1. はじめに

人間にとって最も基本となる「ことば」は話し言葉である。人間の日々の生活にとっては、話し言葉さえあれば十分である。が、他者との時や場を隔てたコミュニケーションや知識の継承のために、あるいは、人間の記憶の不完全さを補う手段として、書き言葉の重要性も高い。書き言葉—手書きとキーボードを含めてこう呼ぶことにする—は話し言葉に比べて、ことばを生成するのに要する負担が大きい。簡単な文であれば書く作業は無意識化してはいるが、その無意識化はあくまでも人間の学習の成果でそうなっているのであって、認知的負担が訓練により小さくなることはあるが、書くという作業には話す以上の負担が存在するだろう。

ここでは、書き言葉の入力という作業の負担と脳活動との関係を調べることを目的とした。携帯電話へのカナ入力に際する前頭前野の活動を、脳の表面付近のヘモグロビン濃度の変化として脳活動を捉える近赤外分光法 (NIRS, near-infrared spectroscopy) を用いて測定した結果を報告する……NIRS の原理や利点について詳しくは [小泉 2004] などを参照。

実験は2つの条件の下で行なった。ひとつは通常通りディスプレイやキーボードを見ながら入力するもの(「見る」条件)、もうひとつは、何も見ずに入力するもの(「見ない」条件)である—何も見ずにというのはタッチタイプとも異なるので注意。何も見ずに入力する際には、キーの位置を手探りすることや、自分が現在どのカナを入力しているのかイメージするという作業が必要になる。

ここでは、携帯電話のキー入力時の前頭前野の活動を NIRS で計測し、反応時間や操作特性だけでは分かりにくいユーザーの主観(課題へ取り組む方略)が NIRS データとして観察できたので紹介する。結果の一端を紹介すると、実験前の私たちの予想に反して、多くの実験協力者で「見る」条件の方が前頭前野の活動度が大きかった。

### 私たち自身による関連研究

私たちは先に、パソコンのマウス操作時と携帯電話のキー入力の前頭前野の活動を NIRS で計測した結果に関する実験結果を紹介した [矢内 2005c]。そこでは、特に、通常のマウス

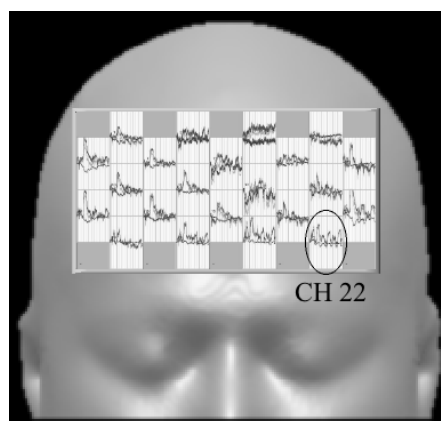


図 1: NIRS 測定チャンネルの配置。ここでは各チャンネルのヘモグロビン濃度の時間変動の例を重ねて表示してある。

と、通常とは逆に動作するマウス\*1を操作した際の脳活動を対比し、逆マウス操作時の活動度の上昇や、逆マウス操作の準備と思われる、数秒間先行する活動度の上昇などが観察された。

私たちはまた、NIRS を用いて、作業課題の認知負荷の大きさや副次課題が前頭前野の脳活動にどのような影響を及ぼすかを調べ、単純課題に比して認知負荷の大きな課題では前頭前野の活動度が高まること、そして、その増加が指タッピングの副次課題の追加で消滅する例を示した [Yanai 2005b]。

私たちは、ヒューマンインターフェイスの操作性の評価も試みてきた。携帯電話の文字入力に要する手間をカナ入力に必要なキー打鍵数や指の移動回数として捉え、100以上の機種について入力の手間がどのように分布しているかを示し [矢内 2004]、また、できるだけ少ない数のキーでありながらできるだけ文字入力の手間を少なくする方式を五十音図の再配列により実現できることも示した [矢内 2003]。

あるいは、そもそも入力する以前の問題として、日本人は日本のことばの要素であるカナをどれくらい速さで認識しているのかを調べる心理学的実験によって、認識にかかる時間が五十音図の構造と強い相関を持っている、すなわち、その分布が

連絡先: 矢内浩文, 茨城大学工学部メディア通信工学科,  
〒 316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1, e-mail:  
hfy@ieee.org

\*1 上へ動かすと下に動き、右へ動かすと左へ動くというように、上と左右が反転した動作をするマウス。

非一様であること示した [矢内 2005a]。結果の一部を紹介すると、例えば、あ行、か行、さ行、た行というように行で分類して反応速度を整理した場合、最初の4つの行についていえば、カナの認識にかかる時間が「あ行 < か行 < さ行 < た行」となった。

## 2. 実験

### 方法

実験は次の方法で行なう。

携帯電話をホルダーで机面から少し浮くように固定し、実験協力者(以下、協力者と略す)は椅子に座った状態で携帯電話に文字入力をする。携帯電話を固定するのは、協力者の姿勢や視線を統制するためである。キー入力での入力文字はカナ(ひらがな)に限定し、指定した文を課題期間のあいだ繰り返し入力してもらった。

実験は次の2つの条件の下で行なった。

見る キーや手元やディスプレイを自由に見てよい条件

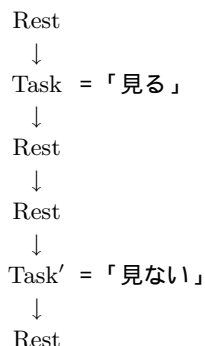
見ない キーや手元やディスプレイがついたの陰になって見えない条件

安静状態 (Rest) を挟んで2条件の課題 (Task = 「見る」と Task' = 「見ない」) を交互に繰り返した。

測定装置は、島津製作所 近赤外光イメージング装置 NIRStation OMM-3000 である。

測定信号の送受信プローブは縦3×横5の配置で、このとき測定チャンネル数は22である(図1)。

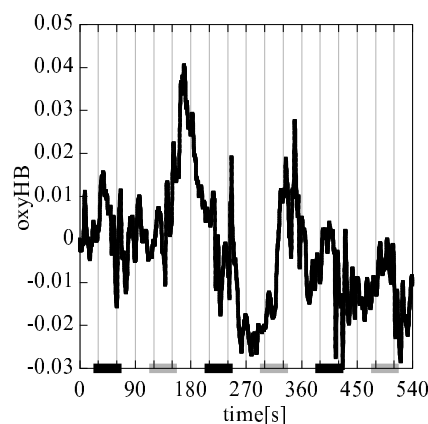
実験手順は



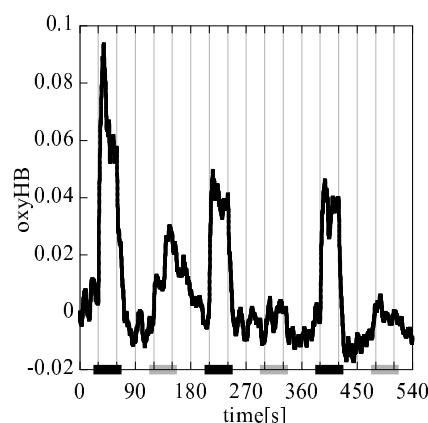
を3回繰り返す。Rest, Task, Task' ともに30[s]間である。

### 結果と検討

協力者に共通して言えるのは、繰り返しとともに反応強度が減少することである(学習効果と思われる)。協力者間での違いは、「見る」条件で反応が大きな協力者と、「見ない」条件で反応が大きな協力者がいたことである(図2)。現在のところ協力者数は少ないが、その中では「見る」条件で反応が大きな協力者の方が多かった。フィードバック(今回の実験では視覚的)がある方が前頭前野が活性化するという一般論に適合しているようである。なお、上記の差異を主観報告と照らし合わせたところ、「見る」条件で反応が大きかった協力者は、見えないときには間違えてもいいという気楽な気持ちで実験に臨んでおり、一方、「見ない」条件で反応が大きな協力者は、見えないときには指先で探るように慎重に取り組んでおり、NIRSデータと対応付けが可能である。



協力者 A, CH22



協力者 B, CH22

図2: 酸化ヘモグロビン濃度の時間変化。チャンネルの位置は図1を参照。グラフ枠下部のバーは課題期間を表す(黒: Task = 見る, 灰色: Task' = 見ない)。

## 参考文献

- [小泉 2004] 小泉英明, 牧 敦, 山本 剛, 山本由香里, 川口英夫 (2004): “脳と心を観る—無侵襲高次脳機能イメージング—”, 電子情報通信学会誌 vol. 87, no. 3, pp. 207–214 (2004年3月).
- [矢内 2003] 矢内浩文, 永井宏明 (2003): “五十音配列が携帯機器向けカナ入力の打鍵率に及ぼす影響”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol. 5, no. 3, pp. 363–365.
- [矢内 2004] 矢内浩文, 今枝 靖, 高柳ちひろ: “携帯型文字入力と五十音図—インターフェイスとことばのあいだ—”, 日本人間工学会モバイル人間工学研究部会・シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」, pp. 187–192 (2004年3月, 京都)
- [矢内 2005a] 矢内浩文, 葛西沙織, 今野 樹: “かなの認識に係る非一様性とインタフェース”, 人工知能学会全国大会 3D3-09 (2005年6月).
- [Yanai 2005b] Yanai, H.-F., Yorimoto A., Kubota T., Fujii K., Kawaguchi F., Yamamoto E., Ichikawa N. and Koshino Y. (2005): “Observation on effect of optical stimulation to human using optical topography”, Japanese Journal of Applied Physics Part I, vol. 44, no. 8.
- [矢内 2005c] 矢内浩文, 福原 尚, 森 太香夫: “キー入力とマウス操作にともなう前頭前野活動の近赤外光計測”, 日本神経回路学会第15回全国大会 (JNNS2005), P1-11 (2005年9月).