

# 大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と 簡易 fNIRS 機 (PocketNIRS) との相関性研究

田浦秀幸

ダイナセン스가開発した PocketNIRS (図 1) は、2 極・2 チャンネルだけであるが携帯性に主眼を置いた機種である。本体は iPhone を 2 台重ねた程の大きさ (縦横それぞれ約 10 センチ, 6 センチで、厚みが僅か 2 センチ程で約 100 グラム) であり、データ計測・保存の PC とは Bluetooth を使った無線データ通信によりリアルタイムに PC 上にヘモグロビン変化量データが表示される。OMM-3000 同様に近赤外光を用いて血液中の酸素化ヘモグロビン・脱酸素化ヘモグロビン・トータルヘモグロビンを非侵襲的に計測できる。また、プローブはフレキシブル素材でできた絆創膏状であるので、両面テープにより容易にかつ非常に短時間で前額部に装着できる。この為研究室外での実験や年少者対象の研究にはうってつけであるが、2 極しかない点とその形状の為に髪の毛のある部位での計測は不可能であり、私たちの研究では認知的葛藤課題に自ずと限定されてしまう。

## タスクと手順

本研究グループが PocketNIRS を使うとすると、認知的葛藤タスク遂行時のバイリンガルとモノリンガルのこどもの脳賦活差が研究対象となるので、認知的葛藤タスクとして Simon タスクとバイリンガル・ストループ・タスクを 2 機種の機器の相関関係を検証するタスクとして使用した。Simon タスクは、Bialystok 他 (2004) や Poarch and Hell (2012) 等のバイリンガルの優位性を示した研究だけでなく、その反証研究である Paap and Greenberg (2013) でも用いられている。ストループ・タスクはこどもの認知的発達を計測するのによく用いられるツールであり、バイリンガル研究でも Coderrre 他 (2013) をはじめよく用いられている。

Simon タスク (補遺 1) は PC 画面上に青の四角が映し出されたら、右側に出ようが左側に出



図 1 PocketNIRS 装着時 (左)・本体とプローブ (中央)・園児対象実験風景 (右)

ようがキーボード上のAキー（白いマークがなされている）を押し、画面上に赤の四角が映し出されたら左右に関係なくLキー（これも白いマークがなされている）を押すタスクである。左が青、右が赤とどうしても思い込むので、それぞれ逆に映し出された場合、正しいキーを押すのに時間がかかったり、誤って別のキーを押すことがある。反応時間と押されたキーは記憶できるように *SuperLab* ソフトウェアを用いて PC 上のタスク操作を行った。Simon タスクを同じ被験者対象に、一度は OMM-3000 を用いて、もう一度は PocketNIRS を用いて fNIRS データ収集を行った。

バイリンガル・ストループ・タスク（補遺2）は、通常は意味に注意を払う色名について、意味で無く文字を書くのに用いられたマジックの色が問われる非常に認知的葛藤の高いタスクである。文字の読めない幼い子どもにとっては至って容易なタスクであるが、ひらがなの読める年齢になると書かれている意味名とマジックの色が異なる場合（例えば「あか」と青色のマジックで書かれていて、マジックの色を答える incongruent 条件）、非常に時間がかかることが多くの研究で明らかにされている。

プローブ装着は国際 10-20 法に基づいて Fp1 と Fp2 を各被験者ごとに同定した。PocketNIRS は第1チャンネルプローブを Fp1 に、第2チャンネルプローブを Fp2 部位に装着した。OMM-3000 使用時は42チャンネルを使い Fp1 部位として3チャンネルの平均値を、Fp2 部位も3チャンネル平均値を求めた。分析に当たってはレストタスクが無く、いきなり Simon タスク開始とともに fNIRS データを収集したので、レスト部分との差分を産出せずに、部位・機種間比較が可能となるように全データを標準化だけ行った。バイリンガル・ストループ・タスクは色玉・congruent 条件・incongruent 条件後に条件の混在した本番タスクを行ったが、Simon タスクデータ分析との整合性を保つために、差分はあえて行わずに標準化だけを実施し、機種間比較を行った。

幼稚園児から大学生まで様々な年齢の研究対象者8名を対象にデータ収集を行ったが、本稿では1名（右利き日本語母語の大学生）のデータをパイロット的位置付けで分析した結果（代表値としての酸素化ヘモグロビン値）を報告する。

## 結果と考察

Simon タスクとバイリンガル・ストループ・タスク遂行中の Fp1・Fp2 部位での酸素化ヘモグロビン値に関して、PocketNIRS と OMM-3000 間に相関関係があるかどうかをピアソンの相関係数を求めた結果が表1である。

Simon タスクに関しては2機種間に Fp1/Fp2 ともに一切相関関係はなかったが、バイリンガル・ストループ・タスクでは Fp1・Fp2 ともに大きな相関関係があることが判明した。

次に PocketNIRS と OMM-3000 得られた Simon タスク遂行時の Fp1, Fp2 での酸素化ヘモグロビン値に有意差があるのかどうかを分散分析で調べた。その結果 ( $F(3,140)=0.005, p>.05$ , 偏イータ2乗 $=0.0$ )、どの fNIRS 間にも差が無いことが判明した。つまり PocketNIRS で収集したデータは OMM-3000 で収集したデータと統計上同等に取り扱えることが判明した。同様にバイリンガル・ストループ・タスクデータも分散分析にかけた結果 ( $F(3,140)=0.069, p>0.5$ , 偏イータ2乗 $=0.001$ )、有意差がどの組み合わせにも無く、PocketNIRS で収集したデータは OMM-3000 で

表 1 Simon タスクとバイリンガル・ストループ・タスク遂行時の 2 機種間 Fp1/2 の相関

	simonFp1pocket	simonFp1Omm3000	有意確率 (両側)
simonFp1pocket	1.000	-0.037	$p>.05$
simonFp1Omm3000	-0.037	1.000	
<i>N</i>	143	143	

	simonFp2pocket	SimonFp2Omm3000	
simonFp2pocket	1.000	-0.159	$p>.05$
simonFp2Omm3000	-0.159	1.000	
<i>N</i>	143	143	

	stroopFp1pocket	stroopFp1Omm3000	
stroopFp1pocket	1.000	.605**	$p<.001$
stroopFp1Omm3000	.605**	1.000	
<i>N</i>	143	143	

	stroopFp2pocket	stroopFp2Omm3000	
stroopFp2pocket	1.000	.625**	$p<.001$
stroopFp2Omm3000	.625**	1.000	
<i>N</i>	143	143	

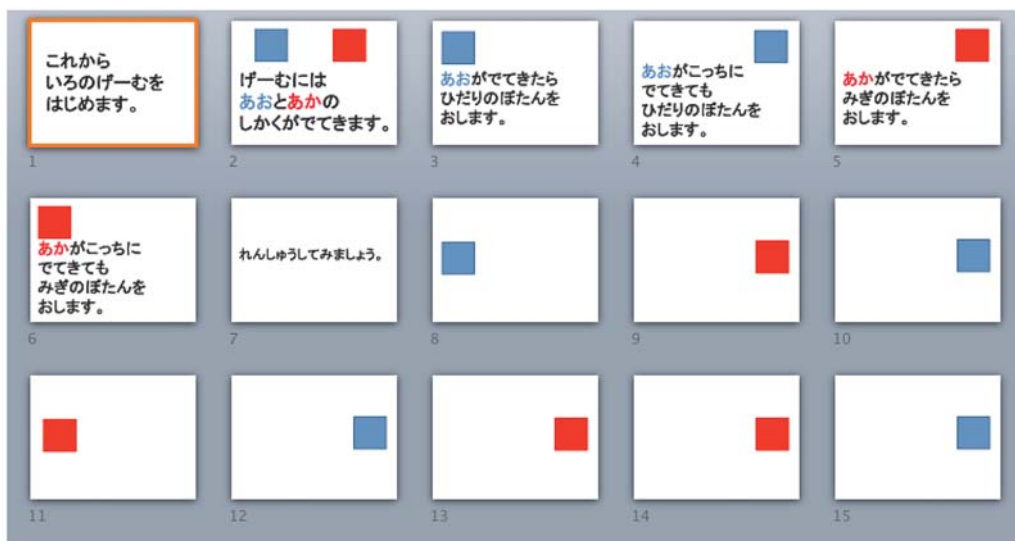
収集したデータと統計上同等に取り扱えることが判明した。

以上の結果より、バイリンガル・ストループ・タスクのような認知的葛藤が大きく作用するタスクでは、PocketNIRS でも OMM-3000 と同等のデータが Fp1・Fp2 部位で収集することができることが判明した。但し、Simon タスクのようなこどもには多少認知的葛藤が発生しても、大人にはさほど葛藤の生じないレベルのタスクでは PocketNIRS では OMM-3000 ほど十分なデータ収集ができない可能性も示唆された。

## 参考文献

- Bialystok, E., Craik, F.I.M., Klein, R., and Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging, and cognitive control: Evidence from the Simon task. *Psychology and Aging*, 19, 290-303.
- Coderre, E., van Heuven, W.J.B., and Conklin, K. (2013). The timing and magnitude of Stroop interference and facilitation in monolinguals and bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition*, 16, 2, 420-441.
- Paap, K.R. and Greenberg, Z.I. (2013). There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing. *Cognitive psychology*, 66, 232-258.
- Poarch, G.J. and van Hell, J.G. (2012). Executive functions and inhibitory control in multilingual children: Evidence from second-language learners, bilinguals, and trilinguals. *Journal of experimental child psychology*, 113, 535-551.

補遺1 Simon タスク



補遺2 バイリンガル・ストループ・タスク

