

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と 簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究

田浦秀幸

EEG 計 (脳波計) は脳神経の動きを感知するので、血流中のヘモグロビン濃度変化を計測する fNIRS 機器 (OMM-3000) に比べて遙かに早く脳賦活を捉えることができる。また、N400 と呼ばれる脳波成分は、文脈・文法的に不適切な刺激文が提示後 400 ミリセカンド経つと現れるもので、文法判断性タスク (This is a (an でなく) apple. の正誤判断等) では産出性のレスポンスを要求しなくとも脳波が「非文法的である」と知らせてくれる。ヘモグロビンにはこのような特性が無く、脳内言語システム解明に脳波計が多く使われてきたのは、言語理解や産出は非常に高速度で起こり、この解明には脳波を用いるのが最適であった為である。

残念ながら多チャンネルの脳波計使用は今回叶わず、簡易脳波計として使用したのは IBVA (Interactive Brainwave Visual Analyzer) と呼ばれる、左右 2 チャンネルのものであるが、ヘモグロビン濃度変化と脳波の関連性を探ることにした。

IBVA 本体は縦横幅がそれぞれ 10 センチ、6 センチ、3 センチほどの大きさで、前額部に貼り付けるプローブ部位は縦横 1 センチ、10 センチほどである (図 1)。IBVA は 1,066 ミリセカンド (約 1 秒) 毎に、2 チャンネル (左右脳) から脳波データを入力することができ、被験者がタスク遂行中にリアルタイムにモニターで変化量を観察できる (図 2)。



図 1 左 OMM-3000 と中央・右 IBVA の大きさとプローブ装着時の比較

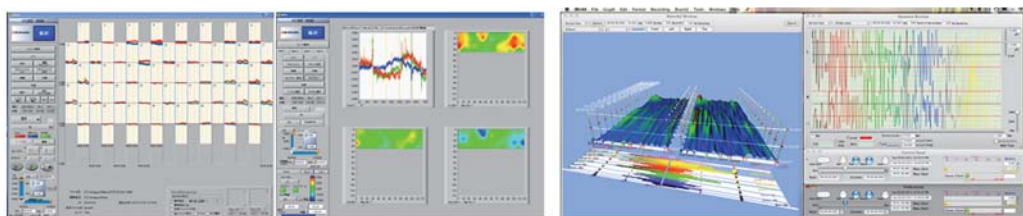


図 2 OMM-3000 データ収集時の画面表示 (左) と IBVA データ収集時の画面表示 (右)

パイロットスタディー

2010年度立命館大学研究推進プログラムとして、OMM-3000とIVBAの相関性を探る研究を非常に高いレベルの日英バイリンガル1名(出生時以降常に日英両語に接してきたバイリンガル)対象に、言語流暢性タスクとバイリンガル・ストループ・タスク遂行中のデータを収集し比較検討した。その結果を簡略に報告する。なお、本研究は立命館大学の人を対象とする倫理審査を受けて実施した。被験者からは同意書を得て、図書カードを謝金として渡した。

先ず国際10-20法に沿ってNz-Iz, A1-A2計測後、T3-Fp1-Fpz-Fp2-T4を同定した。次にFpzがOMM-3000使用時にはプローブキャップの最下段の中央に、IBVA計測時にはプローブの中央になるようにプローブを装着した。その間言語背景情報や利き手調査を行い、タスク説明ビデオを見せた。尚、学習効果を回避するためにIBVAデータ収集後3か月後に同じタスクを用いたfNIRSデータ収集を行った。

タスクとしては、認知的葛藤を生じさせるストループ・タスクを日英両語で行うバイリンガル・ストループ・タスク(BST・図3)を実施した。レストタスクとして指タッピングを30秒課した後、PC画面上に第1タスクとしてカラーパッチが現れるとその色名を英語で言うスライドが20枚(色名を言うと同時にスペースバーを押して次のスライドを被験者自身で表示)、次に日本語で同様のスライド20枚の命名タスクが行われた。第2タスクとして、画面に黒インクで書かれた'black'を'black'と命名する課題(congruent条件)課題が20枚、次に黒色インクで書かれた「くろ」が表示され、それを「黒」と命名する課題が20枚課された。第3タスクとして、青インクで'red'と書かれたスライドを'blue'と命名する課題(incongruent条件)が20枚、次に青インクで「あか」と書かれたスライドが表示され、それを「あお」と命名する課題が20枚課された。

データの比較手法は、ブローカ野該当複数チャンネルの平均値及び右脳のブローカ相当部位でも平均値を算出して、さらに同じ条件の2番目の言語タスク(日本語タスク)から1番目の言語タスク(英語タスク)の値を引く差分法を採用した。IBVAデータに関しては右脳と左脳の2極から異なる5脳波が検出できたので、脳半球ごとに平均値を求めてから相関性を算出した(表1)。

fNIRS値とIBVA値に相関関係があったのは、表1で網掛けのされている以下の4項目であった：(i) カラーパッチを命名課題遂行中の右脳のガンマ波(γ)、(ii) incongruent条件下での左脳の γ 波、(iii) incongruent条件下での右脳の γ 波、(iv) incongruent条件下での右脳のベータ(β)波。

fNIRS値と高周波の γ 波との間に相関関係があるのは、動物を対象としたNiessing *et al.* (2005) やWomelsdorf *et al.* (2006) による報告や、人間対象の星(2010)やKoch *et al.* (2009)の報告と合致している。 γ 波はトップダウン処理時に生じるとの報告が、Eckhorn *et al.* (1988)やGray *et al.* (1989)からなされているので、認知的葛藤を生じるBST遂行時にこのような相関性が生じる可能性が示唆された。但しシータ(θ)波については、BOLD信号との



図3 BST例：カラーパッチ(左)・congruent英語(中央)・incongruent日本語(右)

表 1 OMM-300fNIRS 値と IBVA 脳波値との相関関係

タスクタイプ	correlations	IBVA				
		δ デルタ波(1-3Hz)	θ 波(4-7Hz)	α 波(8-13Hz)	β 波(14-26Hz)	γ ガンマ波(26-70Hz)
左脳E-J変化	Pearson Correlation	-0.104	-0.274	0.121	0.214	-0.439
色パッチ	Sig. (2-tailed)	0.671	0.256	0.62	0.379	0.06
右脳E-J変化	Pearson Correlation	0.2	-0.377	0.146	0.125	-0.693**
色パッチ	Sig. (2-tailed)	0.412	0.111	0.55	0.609	0.001
左脳E-J変化	Pearson Correlation	-0.193	-0.187	-0.242	-0.144	-0.13
congruent	Sig. (2-tailed)	0.282	0.298	0.174	0.424	0.471
右脳E-J変化	Pearson Correlation	-0.147	-0.098	-0.039	0.01	-0.28
congruent	Sig. (2-tailed)	0.413	0.589	0.828	0.955	0.114
左脳E-J変化	Pearson Correlation	-0.527	-0.557	-0.556	-0.476	-0.583*
incongruent	Sig. (2-tailed)	0.079	0.06	0.06	0.118	0.047
右脳E-J変化	Pearson Correlation	-0.565	-0.494	-0.563	-0.634*	-0.611*
incongruent	Sig. (2-tailed)	0.055	0.103	0.057	0.027	0.035

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

相関関係が Mizuhara *et al.* (2006) や Mizuhara *et al.* (2007) により報告されているが、本研究では θ 波と fNIRS 値との相関性は無く、右脳の β 波のみ関係性が表出した。

以上の結果から、簡易脳波計 IBVA により得られる脳波と fNIRS データには一部分相関性があることが判明した。

本実験

パイロット研究の先ず大きな問題点として同一被験者から同じ手法で同一機器を用いてデータ収集を行ったが、やはり3ヶ月間の時間を経て収集したデータであるので、同じタスク遂行中のデータを比較するに当たっては全てのデータを標準化する必要があった。また必ず対象タスクの直前にはレストタスクを狭むことで差分を必ず取れるデザインを組むことにした。更にBSTタスクは認知的葛藤があり、fNIRSヘモグロビン値とIBVA脳波値に一定の相関関係のある可能性が示唆されたので、検証の為に異なる認知的葛藤課題を刺激として呈示することにした。

被験者の選定に当たってはパイロット研究で非常に高いレベルの日英バイリンガルであった点を考慮に入れ、検証実験として同じような被験者に依頼することにした。小学校低学年まで英語圏で過ごした後で日本の一条校に通学した非常にレベルの高い日英バイリンガル(大学院生A)と、小学校1年生から高校3年生までの間を国外のインターナショナルスクール(教育言語は英語)で過ごした後で日本の大学(日本語基準)に入学した英語優勢日英バイリンガル(大学院生B)を被験者とした。本実験はパイロット研究同様に立命館大学の倫理審査を経て実施した。

タスクは2種類で、認知的葛藤タスクとして数字課題を、葛藤程度では少し劣るが言語間差を見るのに言語流暢性タスクも課した。言語順による効果を相殺できるように一人には日本語から全てのタスクが始まるように、もう一人は全てが英語タスクから始まるようにカウンターバランスを取った。各課題の内容と呈示時間は図4の通りである。

数字タスク(Numeral)では、3種類の課題の教示スライド(5秒呈示)後に必ず「あいうえお」か“A, B, C, D, E”をPC画面上に30秒間呈示して、それを復唱するタスクをレストタスクとして対象タスク前に含めた。ひらがなのレストかアルファベットのレストかは直後のタスク言語

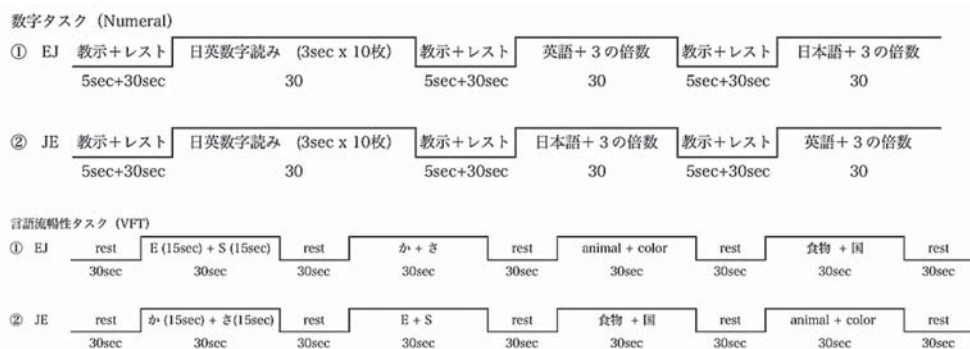


図4 言語流暢性タスクと数字タスクのブロックデザイン

に合致させた。最初のタスクは、数字が画面に赤色で呈示されたら英語で、緑で呈示されたら日本語読むように指示がされた。第2のタスクでは、数字カードがPC画面上に3秒おきに呈示され、緑色数字なら日本語読み上げ、青色数字なら3の倍数の時だけ日本語で読み上げ、青数字が3の倍数でなければ何もしないように教示がなされた（数字日本語タスク）。その後教示スライド後レストタスクが30秒あり、第3タスクとして第2タスクの英語版が行われた。これがJE（日本語から始まり英語タスクで終わる）順で、EJは呈示タスクの言語を入れ替えた。この作業中はfNIRS/IBVAデータ収集以外に行動データもICレコーダを用いて収集され、事後正誤判定を行った。

収集データを個人内タスク比較及びタスクの被験者間比較が可能なように以下の手順を踏んだ。最初に全てのデータを標準化した。次にfNIRS値に関しては各タスク最初の15秒とその直前のレストタスク最後の15秒間の差分を産出して、各タスク値とした。こうすることで被験者が日英順にタスクを遂行しようが、英日順にしようが、タスク間・被験者間比較が可能となる。一方でIBVA値は脳波が直接観察できるので差分算出は必要で無く標準化された数値を用いた。但し、1066ミリセカンドに一度データ収集されるのは各脳波5種類で無く、例えば4ヘルツから7ヘルツの周波数を含む θ 波をIBVA計測器は6種類（4.22, 4.69, 5.16, 5.63, 6.09, 6.56ヘルツ）収集するので、平均値を求めた。つまり各脳波は複数収集された脳波の平均値とした（1ヘルツから3ヘルツの δ 波は1.41, 1.88, 2.34, 2.81ヘルツの4データ平均が、8ヘルツから13ヘルツの α 波は8.44, 8.91, 9.38, 9.85, 10.31, 10.78, 11.25, 11.72, 12.19, 12.66ヘルツの10データ平均が、14ヘルツから26ヘルツと帯域の比較的広い β 波は14.06, 14.53, 15.00, 15.47, 15.94, 16.41, 16.88, 17.34, 17.81, 18.28, 18.75, 19.22, 19.69, 20.16, 20.63, 21.09, 21.56, 22.03, 22.50, 22.97, 23.44, 23.91, 24.38, 24.38, 24.84, 25.31, 25.78ヘルツの26データ平均が、26ヘルツから70ヘルツとかなり帯域の広い γ 波は26.25, 26.72, 27.19, 27.66, 28.13, 28.59, 29.06, 29.53, 30.00, 30.47, 30.94, 31.41, 31.88, 32.34, 32.81, 33.28, 33.75, 34.22, 34.69, 35.16, 35.63, 36.09, 36.56, 37.03, 37.50, 37.97, 38.43, 38.90, 39.38, 39.84, 40.31, 40.78, 41.25, 41.72, 42.19, 42.66, 43.13, 43.59, 44.06, 44.53, 45.00, 45.47, 45.94, 46.41, 46.88, 47.34, 47.81, 48.28, 48.75, 49.22, 49.69, 50.16, 50.63, 51.09, 51.56, 52.03, 52.50, 52.97, 53.44, 53.91, 54.38, 54.83, 55.31, 55.78, 56.25, 56.72, 57.19, 57.66, 58.13, 58.59, 59.06, 59.53ヘルツの72データ平均が求められた）。IBVA値・fNIRS値ともに、Numeral課題では日英数字読み上げ（10

表2 A・Bの行動データ (VFT 産出数と Numeral 正当数・率)

VFT産出数	A	B	Numeral	A	B
英語文字	10	9	数字読上	10/10	10/10
日本語文字	12	9	日本語倍数	9/10	10/10
英語範疇	16	15	英語倍数	10/10	10/10
日本語範疇	21	17	トータル	29/30	30/30
			正解率%	97	100

問)・倍数日本語数字読み上げ (10問)・倍数英語数字読み上げ (10問) の3タスクごとに、VFT 課題では、日本語文字流暢性 (2問)・英語文字流暢性 (2問)・日本語範疇流暢性 (2問)・英語範疇流暢性 (2問) タスクの4タスクごとに平均値を求めた。表2として行動データ (fNIRS 値収集時) を示した後、IBVA 脳波値、fNIRS 値の順に被験者 A と B のデータ分析結果を詳細に提示し、最後に両値の相関性を検討する。

IBVA 値

最初に VFT タスク毎の左右脳波の差を、次に脳波毎の VFT タスク差を調べた。VFT 分析後 Numeral タスク遂行時の IBVA 値を同様に調べた。

被験者 A の IBVA 値を標準化後に5脳波平均値をタスク毎に並び替えたサンプルが表3・図5である。日本語文字流暢性・英語文字流暢性・日本語範疇流暢性・英語範疇流暢性タスクごとに5脳波比較を行うと同じ傾向がうかがえた。例として英語範疇流暢性タスク結果を示すと、分散分析 ($F(9,19) = 39.387, p < .01$, 偏イータ2乗 = .949) とその後の多重比較より、左脳 δ 波が左右脳他のどの脳波よりも有意に高いことが判明した。他の3タスクも同様の傾向であった (日本語文字流暢性: $F(9,20) = 14.443, p < .01$, 偏イータ2乗 = .867, 英語文字流暢性: $F(9,19) = 71.681, p < .01$, 偏イータ2乗 = .971, 日本語範疇流暢性: $F(9,19) = 59.221, p < .01$, 偏イータ2乗 = .966)。

被験者 B も同様の結果で、例えば日本語範疇流暢性タスクの分散分析 ($F(9,19) = 100.755, p < .01$, 偏イータ2乗 = .979) とその後の多重比較より、左脳 δ 波が左右脳他のどの脳波よりも有意に高いことが判明した。他の3タスクも同様の傾向 (英語文字流暢性: $F(9,20) = 79.579, p < .01$, 偏イータ2乗 = .885, 日本語文字流暢性: $F(9,19) = 108.968, p < .01$, 偏イータ2乗 = .981, 英語範疇流暢性: $F(9,19) = 130.575, p < .01$, 偏イータ2乗 = .984) であった (表4と図6)。

言語タスクであるので左脳の γ 波や β 波が高まる事が予期されたが、2被験者ともに δ 波が他の脳波よりも多く検出される結果となった。

次に左右の脳波毎にタスク間差を調べた。Aの結果が表5であるが、右脳の β 波 (日本語文字タスクが日本語範疇タスクより高く、文字・範疇タスク共に日本語の方が英語タスクよりも有意に高かった) 以外にタスク差は無かった。

一方で B の結果が表6であり、 β 波と γ 波とで両脳にタスク間に有意差があり、 α 波についても右脳にタスク間差が見出せた。これは A に比べて B が英語優勢の英日バイリンガルである事に起因している可能性が大きい。

次に言語タスクより遙かに認知的葛藤の高い Numeral 課題分析結果を記す。まず左右の脳波

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究 (田浦)

表 4 被験者 B の IBVA 脳波値サンプル

	左脳 δ波 デルタ波 Ldelta	左脳 θ波 シータ波 Ltheta	左脳 α波 アルファ波 Lalpha	左脳 β波 ベータ波 Lbeta	左脳 γ波 ガンマ波 Lgamma	右脳 δ波 デルタ波 Rdelta	右脳 θ波 シータ波 Rtheta	右脳 α波 アルファ波 Ralpha	右脳 β波 ベータ波 Rbeta	右脳 γ波 ガンマ波 Rgamma
語流暢性日本語	2.806826	1.447033	1.004321	0.794859	0.559373	3.346864	2.279581	1.105177	0.614683	0.402295
語流暢性日本語	3.079689	2.320754	1.14623	1.371894	0.761265	2.760484	1.365464	0.878729	0.7763	0.574531
語流暢性日本語	1.390972	1.826206	1.439939	1.718053	0.823205	1.47342	1.250125	1.192799	1.0731	0.489905
語流暢性日本語	2.369044	1.648777	0.98381	1.862276	0.706672	1.521078	1.076633	1.100423	0.922368	0.440993
語流暢性日本語	4.447286	2.561782	0.937668	1.020073	0.621021	3.713675	2.464619	1.265733	0.92132	0.506
語流暢性日本語	2.529592	1.394691	1.332796	1.463957	0.926199	1.594287	1.374284	0.979542	0.972874	0.452978
語流暢性日本語	8.330306	4.546612	2.36722	2.000282	0.815255	3.071724	2.861485	1.592376	1.243669	0.690984
語流暢性日本語	2.458775	0.767566	0.821479	1.180896	0.54543	3.441986	2.560085	1.170307	1.034164	0.409499
語流暢性日本語	4.709584	2.984798	2.254117	1.479262	0.52212	4.289371	2.368564	1.614274	0.729302	0.438231
語流暢性日本語	3.538446	1.925087	0.935558	1.055402	0.588201	2.924277	1.923534	0.924219	0.983146	0.33762
語流暢性日本語	2.384464	2.151496	1.041822	1.191901	0.531839	2.013235	1.576431	0.86369	0.773968	0.348933
語流暢性日本語	3.083111	1.583326	1.248274	1.663208	0.6905	3.350667	1.576464	1.433631	1.100184	0.505945
語流暢性日本語	4.239957	1.947692	1.423868	2.17765	0.768162	2.074344	2.883029	1.348632	1.236635	0.537831
語流暢性日本語	1.912858	1.143333	1.431713	1.508245	0.797815	2.573546	0.801992	0.826193	0.931108	0.442744
語流暢性日本語	2.845679	2.453668	1.353298	1.634701	0.703648	1.550442	0.782657	1.080224	0.894834	0.401436
語流暢性日本語	1.681055	2.278003	1.901059	1.589992	0.9761	2.315751	3.961738	1.607995	1.011235	0.471236
語流暢性日本語	1.505724	0.937444	1.227653	1.919157	0.733546	1.00481	0.514254	0.764208	0.774164	0.336246
語流暢性日本語	3.120636	1.461228	1.104105	1.157426	0.613553	0.920107	1.571257	0.522676	0.699539	0.376872
語流暢性日本語	1.915893	1.476643	1.519866	1.37432	0.566394	2.395774	1.447145	0.836617	0.742499	0.440833
語流暢性日本語	2.440182	1.412052	1.374493	1.524218	0.751906	2.048297	1.487375	0.860519	0.882391	0.510978
語流暢性日本語	4.720634	1.61839	1.305051	1.666681	0.806449	2.509849	1.262363	1.067617	1.015936	0.463517
語流暢性日本語	2.754756	2.232944	1.455406	1.357099	0.794409	0.787046	1.517477	0.834304	0.636842	0.453508
語流暢性日本語	2.346375	2.947646	1.954646	1.698702	0.894582	4.024957	2.227011	2.003535	1.093386	0.466346
語流暢性日本語	4.210567	1.696096	2.776074	1.389002	0.732223	4.8484	4.412688	1.455921	0.914071	0.443941
語流暢性日本語	2.189045	1.167123	1.330739	1.602361	0.889764	1.140352	1.604786	1.182717	0.983863	0.438701
語流暢性日本語	1.994347	1.85519	1.17383	0.822892	0.60195	1.347278	1.928056	1.064072	0.723417	0.389264
語流暢性日本語	3.198735	1.082384	1.410047	1.215242	0.520185	6.267393	1.800089	1.562105	0.895136	0.367425
語流暢性日本語	3.967369	3.233434	1.804312	1.934219	0.960204	4.412113	3.071202	2.229469	1.515387	0.69014
語流暢性日本語	1.965349	2.349859	1.366693	1.120881	0.770335	1.84205	1.288188	0.975993	0.996086	0.586687
語流暢性英語	7.919059	3.79449	0.81469	1.915966	0.827726	5.961493	6.792405	1.489243	0.972175	0.528796
語流暢性英語	3.655515	1.195011	1.327591	1.828293	0.802017	2.133316	1.517246	1.416626	1.107065	0.489957
語流暢性英語	1.706325	1.141106	1.277945	1.286336	0.780356	1.814005	1.066698	1.303878	1.298669	0.64509
語流暢性英語	1.425745	1.240194	1.133971	1.487413	0.695577	1.378669	0.917467	0.665756	0.901114	0.397853
語流暢性英語	3.263797	1.407547	1.737971	1.668314	1.142087	5.135164	0.961276	1.436379	1.131906	0.841348
語流暢性英語	5.34536	1.861514	1.128652	1.682415	1.217773	5.475968	1.208369	1.135355	1.240053	0.840741

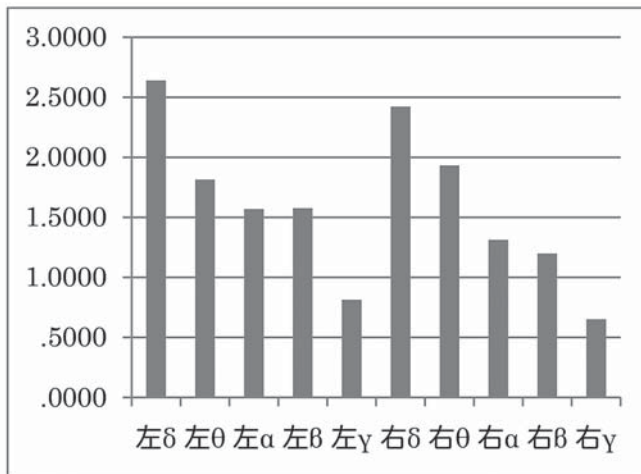


図 6 被験者 B の日本語範疇流暢性タスク遂行時の IBVA10 脳波比較

い。第 2 タスクと第 3 タスクは日本語と英語を入れ替えただけで、指示内容は同一である。均衡バイリンガルである A の分析結果は表 7 の通りであり、認知的葛藤時に顕在化する β 波と γ 波は左右両脳ともに、英語数字課題において他の条件下より有意に多いことが判明した。均衡

表5 被験者Aの脳波別タスク間差

	ANOVA	Bonferroni	
左脳	δ 波	F(3,109)=.893, p>.05	
	θ 波	F(3,109)=.475, p>.05	
	α 波	F(3,109)=.388, p>.05	
	β 波	F(3,109)=.454, p>.05	
	γ 波	F(3,109)=.606, p>.05	
右脳	δ 波	F(3,109)=.767, p>.05	
	θ 波	F(3,109)=1.358, p>.05	
	α 波	F(3,109)=.958, p>.05	
	β 波	F(3,109)=3.247, p<.05	日本語文字>日本語範疇>英語範疇>英語文字
	γ 波	F(3,109)=2.606, p>.05	

表6 被験者Bの脳波別タスク間差

	ANOVA	Bonferroni	
左脳	δ 波	F(3,109)=1.801, p>0.5よりタスク間に差はない	
	θ 波	F(3,109)=.900, p>0.5よりタスク間に差はない	
	α 波	F(3,109)=1.051, p>0.5よりタスク間に差はない	
	β 波	F(3,109)=6.706, p<0.1よりタスク間に差がある	英語・日本語文字<日本語範疇
	γ 波	F(3,109)=6.706, p<0.1よりタスク間に差がある	英語・日本語文字・英語範疇<日本語範疇
右脳	δ 波	F(3,109)=3.967, p>0.5よりタスク間に差はない	
	θ 波	F(3,109)=1.865, p>0.5よりタスク間に差はない	
	α 波	F(3,109)=6.706, p<0.1よりタスク間に差がある	英語・日本語文字<日本語範疇
	β 波	F(3,109)=6.706, p<0.1よりタスク間に差がある	英語・日本語文字<英語・日本語範疇
	γ 波	F(3,109)=6.706, p<0.1よりタスク間に差がある	英語・日本語文字<英語・日本語範疇

バイリンガルであるが、小学校高学年以降日本の一条校での教育を一貫して受けてきており、感情と並んでバイリンガルの言語均衡の差が出やすい数字課題、それも認知的葛藤を伴う条件下で日本語ほど容易に遂行できなかった可能性がある。

一方で英語優勢日英バイリンガルの被験者Bは左右の脳波に関してほとんどタスク間差が無く、唯一右脳 β 波のみ英語倍数数字タスクが他の条件下よりも容易にできた事が判明した(表8)。英語を教育媒介言語として12年間を過ごしてきたので英語での認知的葛藤タスクも容易に遂行でき、かつAと異なるのは劣勢言語である日本語でも英語並の数字処理ができていたことが分かった。

fNIRS 値

fNIRS 値は血中の130ミリ秒後のヘモグロビン濃度の差と近赤外光射光から受光までの光路長の積として算出される数値であるので、たとえ同一被験者の標準化されたデータでも異なるタスク間や異なる日に収集されたデータ間の比較は困難である。タスク開始後のデータと直前のレストタスクのデータを差分することでタスク特有の活動を代表する値としてタスク間比較等が可能となる。例えば、被験者AはVFTタスクにひらがなを復唱するレストタスクを30

表 7 被験者 A の Numeral 課題遂行時の左右各脳波のタスク間差

		ANOVA	Bonferroni
左脳	δ 波	F(2,82)=1.984, p>.05	
	θ 派	F(2,82)=.590, p>.05	
	α 波	F(2,82)=1.541, p>.05	
	β 波	F(2,82)=.363, p<.01	英語倍数数字>日本語倍数数字=数字読み上げ
	γ 波	F(2,82)=4.882, p<.05	英語倍数数字>数字読み上げ
右脳	δ 波	F(2,82)=.720, p>.0	
	θ 派	F(2,82)=.467, p>.05	
	α 波	F(2,82)=1.092, p>.05	
	β 波	F(2,82)=13.164, p<.01	英語倍数数字>日本語倍数数字>数字読み上げ
	γ 波	F(2,82)=.10.846, p<.01	英語倍数数字>日本語倍数数字>数字読み上げ

表 8 被験者 B の Numeral 課題遂行時の左右各脳波のタスク間差

		ANOVA	Bonferroni
左脳	δ 波	F(2,86)=.078, p>0.5	
	θ 派	F(2,86)=.784, p>0.5	
	α 波	F(2,86)=2.269, p>0.5	
	β 波	F(2,86)=1.074, p>0.5	
	γ 波	F(2,86)=.316, p>0.5	
右脳	δ 波	F(2,86)=1.175, p>0.5	
	θ 派	F(2,86)=3.285, p<0.5	有意傾向のみで有意差はタスク間になし
	α 波	F(2,86)=2.405, p>0.5	
	β 波	F(2,86)=3.697, p<0.5	数字読み上げ=日本語倍数数字>英語倍数数字
	γ 波	F(2,86)=0.783, p>0.5	

秒間行った後で最初のタスクである日本語文字流暢性タスクを 30 秒間行った。その後アルファベットを復唱するレストタスクを 30 秒行い、第 2 タスクである日本語文字流暢性タスクを 30 秒行った。全てを標準化した後、日本語文字流暢性タスク当初の 15 秒間の fNIRS データから直前の日本語レストタスク最後の 15 秒間を引く (差分を出す) 事で、文字を見て日本語を発話する一連の作業に要するエネルギーは相殺され、ひらがな一語で始まる単語の想起に必要なエネルギー分だけの fNIRS 値が算出される。同様の差分により英語文字流暢性・日本語範疇流暢性・英語範疇流暢性タスクに特有のエネルギー量を算出すると、分散分析等統計処理が可能となる。なお、IBVA は左右脳 1 極ずつの簡易脳波計であったが、fNIRS 計測に用いた OMM-3000 は 42 チャンネルであり、国際 10-20 法による厳密な計測で各被験者のプロローカ野 (運動生言語野) とその右脳相当部位を同定したが、複数のチャンネルにまたがる為にその平均値を使用した。各被験者の Numeral 課題の 3 タスク及び VFT 課題遂行時の 4 タスク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の抜粋データは補遺に掲載した。

A の VFT4 タスク遂行時の酸素化ヘモグロビン値を代表値として分散分析 (F (7,21) =87.078,

$p < .001$ 偏イータ 2 乗 = 0.967) とその後の多重比較を行った結果 (図 7: Broca= 左脳, Right= 右脳, E= 英語, J= 日本語, let= 文字流暢性タスク, cat= 範疇流暢性タスク), 左右脳ほぼ同じ傾向を示し, 英語文字流暢性タスクは, 残りの日本語文字流暢・英語範疇・日本語範疇タスクに比べて優位に容易なタスクであったことが判明した。

次に英語優勢英日バイリンガルの B VFT4 タスク遂行時の酸素化ヘモグロビン値を代表値として分散分析 ($F(7,21) = 11.355, p < .001$ 偏イータ 2 乗 = 0.791) とその後の多重比較を行った結果 (図 8), ブローカ野では英語範疇流暢性タスク時の値が他の条件よりも高く, 右脳では英語文字流暢性が他の条件よりも高い (困難であった) ことが判明した。ほぼ同じような行動データ値を示したバイリンガルの 2 被験者であるが, 酸素化ヘモグロビン値に関してはかなり異なる傾向を示していることがわかった。

次に VFT タスクに比べて認知的葛藤度の高い Numeral タスクを A について見る (図 9)。表示色により数字を英語か日本語で言うタスク・3 の倍数かどうかを判断して日本語で言うタスク・その英語版の 3 タスク遂行中のブローカ野と右脳相当部位で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の変化量を分散分析 ($F(2,23) = 13.079, p < 0.001$, 偏イータ 2 乗 = 0.74) と多重比較で調べた結果, 以下の図の通り, 日本語の倍数タスク時に他の 2 条件下よりも酸素化ヘモグロビン値 (ヘモグロビン代表値) の量が有意に増えていたのが観察できた。

同様に被験者 B のデータに関しても, 分散分析 ($F(5,23) = 10.195, p < 0.01$, 偏イータ 2 乗 = 0.689) と多重比較の結果, 日本語倍数タスク遂行時の fNIRS 値は他の 2 条件下よりも有意に大きい事が判明した (図 10)。

Numeral タスク遂行時の fNIRS 値に関しては均衡度に差のあるバイリンガル A と B の傾向が全く同じであった。

IBVA 値と fNIRS 値の相関性

以上の分析結果より, パイロット研究での被験者に言語背景に近いバイリンガルであっても, VFT/Numeral タスク遂行時の脳波や fNIRS 値の傾向が必ずしも一致するわけでないことが判明した。即ち, これから行う相関性に関する分析に関しても, 個人差が反映される可能性があり, 結果は十分に注意して取り扱わないといけない。

パイロット研究ではバイリンガル・ストループ・タスク遂行時の左脳 (fNIRS 値はブローカ野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で, IBVA 値は左脳の 5 脳波) の動きに関する値に関してピアソンの相関係数を算出した。しかし本実験ではかなりの変数が対象となるので, 重回帰分析を行い各変数がどの変数を最も予期できるのかを探る。

A が VFT 課題 4 タスク遂行中の 10 脳波と 6fNIRS 値対象の重回帰分析結果が表 9 であるが, 概ね脳波は他の脳波 (例えば左 δ 波は左 γ 波や右 δ 波) によって最も予期されており, 同様に fNIRS 値も他の fNIRS 値 (例えば左脳ブローカ野の酸素化ヘモグロビンはブローカ野のトータル・脱酸素化ヘモグロビン) によって最も予期されているのがわかる。表中で網掛け部分は, fNIRS 値が脳波により予期されていたり, 逆に脳波が fNIRS 値に予期されているもので, 言語中枢のある左脳ブローカでのヘモグロビン変化は 4 タスクともに一切脳波による予期はできず, 逆に左脳の脳波は fNIRS 値により範疇タスクで予期可能な部分がある。タスク別に見ると, 日本語

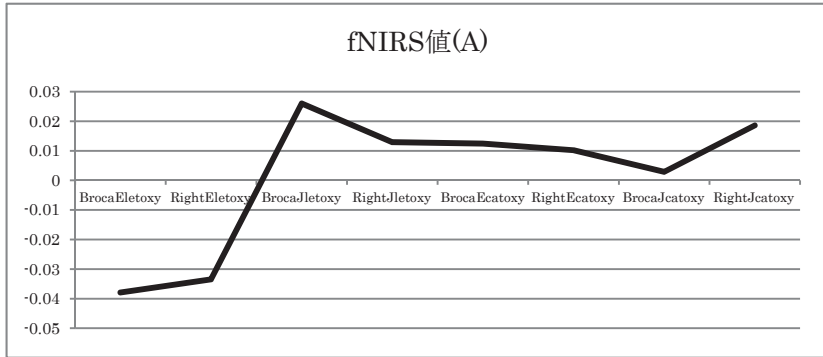


図 7 A の VFT 遂行時の酸素化ヘモグロビン値 (左右脳)

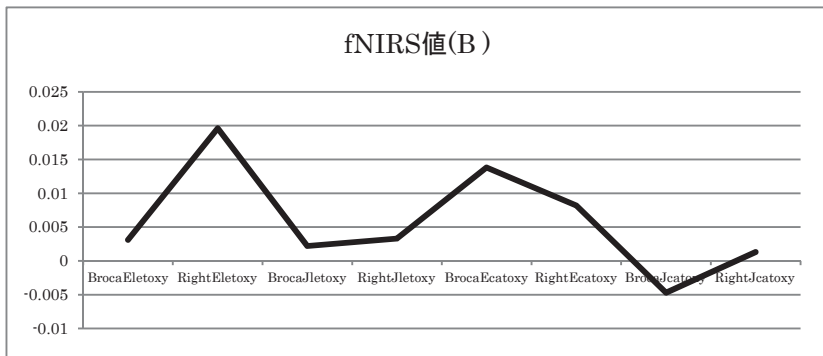


図 8 B の VFT 遂行時の酸素化ヘモグロビン値 (左右脳)

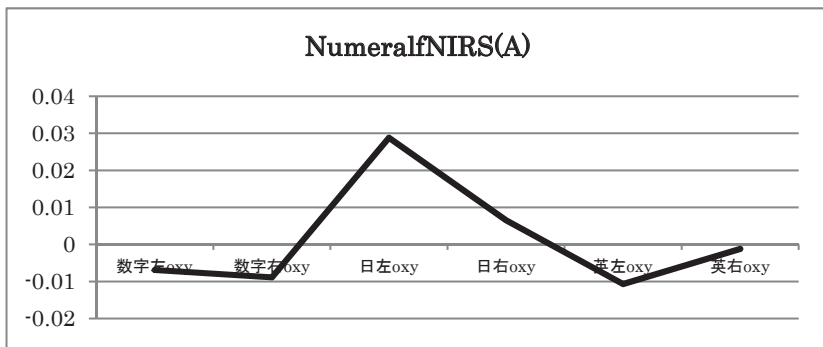


図 9 Numeral タスク時の A の酸素化ヘモグロビン値

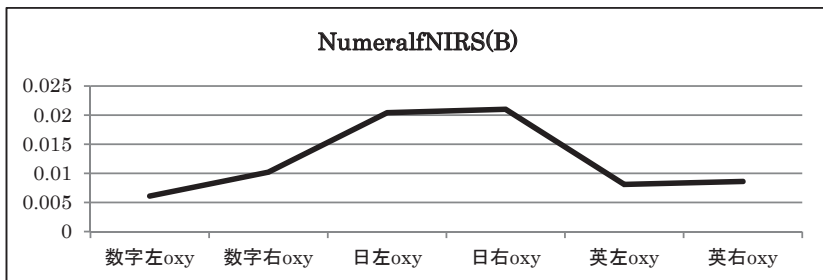


図 10 Numeral タスク時の A の酸素化ヘモグロビン値

文字流暢性タスクで脳波とfNIRS値の相互予期は一切無いが、日本語範疇タスクでは相互予期が散見される。一方認知的葛藤タスクである Numeral 課題遂行中の予期性をまとめたのが表10である。fNIRS値を予期できた脳波は3タスク何れにも一切無く、逆に脳波を予期できたfNIRS値も英語倍数タスクに限られているのがわかる。

次にBの重回帰分析結果をまとめたのが表11と12である。VFT課題では、左脳 δ 波の予測にブローカ野の酸素化ヘモグロビンが第2予測値としてあるのみで、他は一切脳波とfNIRS値がお互いを予測値としてなっているものは無い。Numeral課題では、日本語や英語での倍数タスク中の右脳 α は全て酸素化あるいはトータルヘモグロビン値で予測が可能となっているが、全3タスク遂行中のfNIRS値を予測できる脳波は全く無かった。

以上の分析結果は、タスクにより一部の脳波はfNIRS値による予測可能性が示唆されたが、逆の予測可能性、即ち脳波がfNIRS値を予測するのは非常に希であることが判明した。そもそも本来相関関係に無いものまでもが、今回の16変数（5種類の脳波×両脳で10種類、それに加えてブローカ野及びその右脳相当部位での3種類のヘモグロビン値の6種類）の中で一番相関性の高い変数として無理にあげられているケースも考えられる。そこで次に因子分析を行い、同じ傾向を示す群内にどのようなfNIRS/IBVA値が含まれるのかを明らかにする手法も取ることにした。

先ずVFTの4タスクそれぞれに関して、IBVA計測の左右脳波合計10種類とfNIRS値6種類（ブローカ野とその右脳相当部の酸素化・脱酸素化・トータルヘモグロビン値）に対する重回帰分析を行った。次にNumeral課題の3タスクについても同様に分析を行う。被験者A・Bの順に

表9 重回帰分析結果（AのVFTタスク時）

VFT タスク	日本語文字		英語文字		日本語範疇		英語範疇	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番
左デルタ δ	左 γ	右 δ	右 δ	-	右oxy	-	右 δ	右total
左シータ θ	右 β	右 δ	右 θ	右 α	右deoxy	-	-	-
左アルファ α	-	-	-	-	右oxy	-	-	-
左ベータ β	-	-	右 δ	-	左 γ	-	右 β	右total
左ガンマ γ	右 β	左 δ	右 γ	-	右 θ	左 β	右 γ	-
右デルタ δ	右 α	右 β	左 β	左 δ	右 θ	-	左 δ	右total
右シータ θ	右 α	右 γ	左 θ	右 β	右 δ	左 γ	右 α	-
右アルファ α	右 θ	右 θ	左 θ	左deoxy	右 γ	左 γ	右 θ	左 β
右ベータ β	左 γ	右 α	右 θ	-	右 γ	右 α	右 γ	左 β
右ガンマ γ	右 θ	右 α	左 γ	-	右 α	左 γ	右 β	左 γ
左oxyHb	左total	左deoxy	左total	左deoxy	左total	左deoxy	左deoxy	左total
左deoxyHb	左total	左oxy	左oxy	左total	左total	左oxy	左oxy	左total
左totalHb	左oxy	左deoxy	左oxy	左deoxy	左oxy	左deoxy	左oxy	左deoxy
右oxyHb	右deoxy	右total	右total	右deoxy	左 δ	左 δ	右deoxy	右total
右deoxyHb	右oxy	右total	右total	右oxy	右oxy	左 θ	右oxy	右total
右totalHb	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy	右 β	-	右oxy	右deoxy

表 10 重回帰分析結果 (A の Numeral タスク時)

Numeral タスク	日英数字読み		日本語+3の倍数		英語+3の倍数	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番
左デルタ δ	右 δ	左 θ	右 δ	-	右 θ	左oxyHb
左シータ θ	右 θ	左 δ	-	-	右 θ	-
左アルファ α	左totalHb	右 β	-	-	右 β	-
左ベータ β	-	-	左 γ	-	左totalHb	左 γ
左ガンマ γ	-	-	右 γ	右 β	右 γ	左totalHb
右デルタ δ	左 δ	-	左 δ	-	-	-
右シータ θ	左 θ	-	-	-	左 δ	右deoxyHb
右アルファ α	左 θ	-	-	-	左 δ	右totalHb
右ベータ β	左 θ	-	右 γ	左 γ	左 α	右totalHb
右ガンマ γ	左 θ	-	右 β	左 γ	左 γ	右 β
左oxyHb	左deoxyHb	左totalHb	左totalHb	左deoxyHb	左deoxyHb	左totalHb
左deoxyHb	左totalHb	左oxyHb	左oxyHb	左totalHb	左oxyHb	左totalHb
左totalHb	左deoxyHb	左oxyHb	左oxyHb	左deoxyHb	左deoxyHb	左oxyHb
右oxyHb	右totalHb	右deoxyHb	右deoxyHb	右totalHb	右totalHb	右deoxyHb
右deoxyHb	右oxyHb	右totalHb	右oxyHb	右totalHb	右oxyHb	右totalHb
右totalHb	右oxyHb	右deoxyHb	右oxyHb	右deoxyHb	右oxyHb	右deoxyHb

表 11 重回帰分析結果 (B の VFT タスク時)

VFT タスク	日本語文字		英語文字		日本語範疇		英語範疇	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番
左デルタ δ	左 θ	左oxy	右 θ	-	-	-	-	-
左シータ θ	右 α	左 δ	-	-	-	-	左 γ	右 β
左アルファ α	左 β	右 θ	-	-	-	-	右 α	-
左ベータ β	左 α	右 θ	-	-	-	-	-	-
左ガンマ γ	-	-	右 θ	右 δ	-	-	右 γ	左 θ
右デルタ δ	右 α	左 θ	左 γ	右 θ	右 α	-	-	-
右シータ θ	左 α	左 β	左 δ	左 γ	-	-	-	-
右アルファ α	左 θ	右 δ	-	-	右 γ	右 δ	左 α	-
右ベータ β	-	-	-	-	-	-	-	-
右ガンマ γ	-	-	-	-	右 α	-	左 γ	-
左oxyHb	左total	左deoxy	左deoxy	左total	左total	左deoxy	左total	左deoxy
左deoxyHb	左total	左oxy	左oxy	左total	左oxy	左total	左total	左oxy
左totalHb	左oxy	左deoxy	左deoxy	左oxy	左oxy	左deoxy	左oxy	左deoxy
右oxyHb	右total	右deoxy	右total	右deoxy	右total	右deoxy	右total	右deoxy
右deoxyHb	右oxy	右total	右oxy	右total	右total	右oxy	右oxy	右total
右totalHb	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy

表 12 重回帰分析結果 (B の Numeral タスク時)

Numeral タスク	日英数字読み		日本語+3の倍数		英語+3の倍数	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番
左デルタ δ	右 θ	-	右 δ	-	-	-
左シータ θ	-	-	-	-	-	-
左アルファ α	右 α	右 β	-	-	右 α	-
左ベータ β	-	-	右 α	-	右 α	-
左ガンマ γ	右 θ	-	-	-	右 γ	右deoxy
右デルタ δ	-	-	左 δ	-	-	-
右シータ θ	左 δ	右 β	-	-	左 γ	右 α
右アルファ α	左 α	-	右total	左total	左deoxy	左total
右ベータ β	右 θ	右 γ	-	-	左 γ	左total
右ガンマ γ	右 β	左oxy	右deoxy	-	左 γ	左total
左oxyHb	左deoxy	左total	左total	左deoxy	左deoxy	左total
左deoxyHb	左oxy	左total	左oxy	左total	左oxy	左total
左totalHb	左deoxy	左total	左oxy	左deoxy	左oxy	左deoxy
右oxyHb	右total	右deoxy	右total	右deoxy	右deoxy	右total
右deoxyHb	右total	右oxy	右total	右oxy	右oxy	右total
右totalHb	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy	右oxy	右deoxy

結果を記す。

A の VFT タスク遂行中の fNIRS 値と IBVA 値の因子分析結果は補遺 3 に掲載するが、まとめると以下の表 11 のようになる。

つまり IBVA 値と fNIRS 値はかなりきれいに別の因子として群分けされていて、相関関係はほとんど無いことがわかった。同様に B に関しても fNIRS 値と IBVA 値に重なりのある部分はほ

表 11 fNIRS vs IBVA (VFT タスク中の A)

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
日本語文字流暢性	IBVA脳波値10種類	fNIRS右脳値3種類	fNIRS左脳値3種類		
英語文字流暢性	IBVA脳波値10種類	fNIRS右脳値	fNIRS左脳値deoxyのみ		
日本語範疇流暢性	IBVA γ ・ β 脳波値	fNIRS左脳値	fNIRS右脳値	IBVA δ 脳波値	IBVA α ・ θ 脳波値
英語範疇流暢性	IBVA脳波値	fNIRS右脳値	fNIRS左脳値	fNIRS左脳値	

表 12 fNIRS vs IBVA (VFT タスク中の B)

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
日本語文字流暢性	IBVA左脳	fNIRS左右脳	IBVA右脳	fNIRS脱酸素	IBVA β ・ γ 波
英語文字流暢性	IBVA γ δ 波	fNIRS右脳	fNIRS左脳	IBVA左右 α 波	IBVA β 波
日本語範疇流暢性	fNIRS左脳値	IBVA δ θ 波	fNIRS右脳値	IBVA右脳波	左脱酸素・左 β 波
英語範疇流暢性	fNIRS値	IBVA右脳波	IBVA左脳波	左右脳 θ δ 波	

表 13 fNIRS vs IBVA (Numeral タスク中の A)

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
数字読	$\delta \cdot \theta \cdot \alpha \cdot \text{左dexoy/total}$	$\gamma \cdot \text{左oxy}$	右total	左 β	
日本語倍数	$\delta \cdot \theta \cdot \alpha \cdot \text{左dexoy}$	fNIR	fNIRS右total	γ	
英語倍数	$\delta \cdot \theta \cdot \alpha$	右oxy/deoxy	右total	左 β	右deoxy

表 14 fNIRS vs IBVA (Numeral タスク中の B)

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
数字読	IBVA $\delta \cdot \theta$ 波	fNIRS右脳	fNIRS左脳	IBVA γ 波	IBVA左
日本語倍数	IBVA $\delta \cdot \theta$ 左右脳	fNIR左	fNIRS右	左fNIRS	α 左
英語倍数	fNIRStotal左右	$\delta \cdot \theta$ 派	fNIRS左	γ 波	fNIRS右

とんど無い (補遺 4 及び図 12 参照)。

次に各被験者の Numeral 課題遂行時の fNIRS 値と IBVA 値の相関性を同様に探る。

A の因子分析の結果 (3 条件の詳細は補遺 5 に, 簡略版が表 13), 数字読みタスクと日本語倍数タスクの第 1 因子として脳波と fNIRS 値がグループ化されている。

一方被験者 B に関しては因子分析の結果 (3 条件の詳細は補遺 6 に, 簡略版が表), fNIRS 値と IBVA 値が同じ因子として重なり合う部分がほとんどなかった (表 14)。

以上の重回帰分析と因子分析の結果を総合すると, 一部脳波に対してある種のタスクでは fNIRS 値が予測変数として機能する可能性が示唆されたが, 概ね IBVA 脳波計で計測される 5 種類の脳波と fNIRS 値との間にはほとんど相関関係が存在せず, お互いを代替することができない事が判明した。タスクや半球, 特定の脳波や fNIRS に関しては存在の可能性が皆無ではないので, 今回被験者として含めた高度なバイリンガルだけでなく, 優勢バイリンガルやモノリンガル日本人を対象にした更なるデータ蓄積がより確固たる結論を導けることは言うまでもない。

謝辞

2011 年度後期に立命館大学大学院言語教育情報研究科開講の英語教育学 VIII を受講した院生のみなさん (宇佐美陽子・大内啓樹・立川研太・中南美穂) には本稿掲載データの一部の下分析をご担当頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 荻阪直行 (2010). 『脳機能イメージング』 培風館 80-82.
- 星詳子 (2010). 『NIRS 信号と神経活動』 第 13 回日本光脳機能イメージング研究会, 7 月 24 日. 星陵会館 (東京).
- 仁木和久 (2004). 『fMRI 計測でヒト知能をみる』 電子情報通信学会誌, 87, 3, 207-214.
- 安井千恵, 小川隆夫, 村井敏宏, 山下光 (2004). 『小児用語想起課題の試み II—専門学校生への実践例』 大阪教育大学紀要 第 IV 部門 第 53 巻 第 1 号 91-94.
- 村井敏宏, 山下光, 小川隆夫, 中尾和人, 藤田香名子, 島田優佳, 瀧口紗緒理, 安井千恵 (2004). 『小児用語想起課題の試み I—小学生への実践例』 大阪教育大学紀要 第 IV 部門 第 53 巻 第 1 号 83-89.
- Eckhorn, R., Bauer, R., Jordan, W., Brosch, M., Kruse, W., Munk, M., Reitboeck, H.J. (1988). Coherent

- oscillations: a mechanism of feature linking in the visual cortex? Multiple electrode and correlation analyses in the cat. *Biol Cybern* 60, 121-130.
- Gray, C.M., Singer, W. (1989). Stimulus-specific neuronal oscillations in orientation columns of cat visual cortex. *Proc Natl Acad Sci USA*, 86, 1698-1702.
- IBVA (Interactive Brainwave Visual Analyzer) Ver.4 クワテック株式会社
- Koch, S.P., Werner, P., Steinbrink, J., Fries, P, and Obrig, H. (2009). Stimulus-Induced and State-Dependent Sustained Gamma Activity Is Tightly Coupled to the Hemodynamic Response in Humans. *The Journal of Neuroscience*, 4, 29, 44, 13962-13970.
- Mizuhara, H. and Yamaguchi, Y. (2007). Human cortical circuits for central executive function emerge by theta phase synchronization. *NeuroImage* 36, 232-244
- Mizuhara, H., Wang, L., Kobayashi, K., and Yamaguchi, Y. (2005). Long-range EEG phase synchronization during an arithmetic task indexes a coherent cortical network simultaneously measured by fMRI. *NeuroImage*, 27, 553-563.
- Niessing, J., Ebisch, B., Schmidt, K.E., Niessing, M., Singer, W. and Galuske, R.A. (2005). Hemodynamic Signals Correlate Tightly with Synchronized Gamma Oscillations. *Science*, 309, 948-951.
- Womelsdorf, T., Fries, P, Mitra, P.P., Desimone, R. (2006). Gamma-band synchronization in visual cortex predicts speed of change detection. *Nature*, 439, 733-736.

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究 (田浦)

補遺 1 (VFT 各タスク遂行時の各被験者のヘモグロビン値の抜粋)

被験者A ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 英語文字流暢性	被験者A ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 トータルヘモグロビン	被験者B ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 英語文字流暢性
-0.04485975	0.0028695	-0.04199025	-0.02854675	-0.00493275	-0.0334795	-0.0008735
-0.05715375	0.017012	-0.04014175	-0.04805025	0.01688075	-0.0311785	-0.01569975
-0.052624	0.00812975	-0.0444945	-0.05534925	0.017203	-0.0381465	0.000329
-0.04742875	0.00668025	-0.0407485	-0.0520585	0.00866875	-0.04439	-0.001965
-0.04938225	0.01035225	-0.03902975	-0.033326	0.00749225	-0.0257675	0.00266775
-0.04697575	-0.001175	-0.04815075	-0.04349525	0.0146485	-0.028847	0.007968
-0.05502075	0.00644625	-0.048575	-0.0444625	0.010515	-0.03394775	0.01154525
-0.04598625	0.0119775	-0.03400925	-0.04248	0.01215775	-0.030323	0.0100275
-0.06392575	0.0207485	-0.043177	-0.0329605	0.0087385	-0.02422225	-0.010554
-0.05888725	0.00680675	-0.05207975	-0.0395805	0.00431	-0.0326095	-0.0041085
-0.055638	0.01415675	-0.04148125	-0.05131225	0.01303475	-0.03737725	0.00914425
-0.03709675	-0.007345	-0.044442	-0.040373	0.01186375	-0.02550925	-0.0025895
-0.05004325	0.00097775	-0.0490665	-0.05335875	0.01643925	-0.0369195	0.01717725
-0.04854025	0.00828775	-0.0402525	-0.042007	0.00732625	-0.03468075	-0.00858875
-0.04241425	0.0068195	-0.03550425	-0.04672275	0.01609225	-0.0306305	0.00614225
-0.054317	0.01106925	-0.043248	-0.042773	0.011215	-0.0315575	-0.014263
-0.04640025	0.00373075	-0.0426695	-0.045898	0.00673875	-0.03915025	-0.01802775
-0.04960925	0.011167	-0.0379395	-0.05898325	0.01866925	-0.040314	0.00605725
-0.05265475	0.008744	-0.043911	-0.046541	0.02524325	-0.021298	0.0114625
-0.04750975	0.00646775	-0.04104225	-0.0442865	0.00892325	-0.035363	-0.00207275
-0.05747	0.01960725	-0.0378635	-0.042936	0.007847	-0.03508925	-0.00360125
-0.0526905	0.02263725	-0.03005375	-0.04773775	0.0141085	-0.0336295	0.00696925
-0.044236	0.0068605	-0.03737525	-0.038453	0.005834	-0.032619	0.00564875
-0.05822825	0.01775075	-0.04047725	-0.05044225	0.0183935	-0.03204875	-0.01234125
-0.04874475	0.0192015	-0.02954425	-0.05484175	0.02025525	-0.03458575	0.00034375
-0.07173125	0.035486	-0.03624475	-0.03474725	0.00812675	-0.02662075	0.016793
-0.0591655	0.02591825	-0.0332465	-0.039604	0.01090275	-0.0287015	-4.175E-05
-0.04775625	0.01054225	-0.03721375	-0.046382	0.013069	-0.033313	0.003166
-0.05515775	0.021385	-0.0337725	-0.03891475	0.0090465	-0.02986825	0.01642575
-0.055303	0.02972375	-0.02557975	-0.04438825	0.01691625	-0.02747225	0.01066975
被験者A ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 日本語文字流暢性	被験者A ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 トータルヘモグロビン	被験者B ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 日本語文字流暢性
0.01655875	-0.0012705	0.01528825	-0.00317775	0.006947	0.0037695	0.00392475
0.0183415	0.01733575	0.0356775	-0.00834325	0.019757	0.01141325	-0.00629225
0.00674025	0.0076645	0.01440475	0.00627	0.01507675	0.021346	0.00726075
0.01810525	0.0033385	0.02144375	-0.004664	0.0268875	0.0222235	-0.0104805
0.01089775	0.01722075	0.028119	0.01596	0.01310575	0.02096575	-0.0082575
0.010439	0.00707025	0.01750925	0.0103635	0.01875675	0.02912	-0.00740675
0.0116795	0.0022465	0.01392575	-0.00140175	0.0188845	0.0174825	-0.002558
0.020949	0.00226325	0.02321225	0.002814	0.014632	0.01744575	0.0024655
0.006933	0.014874	0.0218075	0.00287675	0.015231	0.0181085	0.00567525
0.00467	0.006562	0.0112325	-0.00272275	0.016331	0.01360825	-0.011875
0.013833	0.006668	0.02050125	-0.002296	0.00735875	0.0056225	-0.01832775
0.01830725	-0.000137	0.01817025	0.00196775	0.01499475	0.0169625	-0.00633775
0.0079705	0.00294675	0.01091725	-0.006837	0.0209955	0.01415875	0.005132
0.01957625	-0.00666	0.0129165	-0.00824425	0.0098495	0.00160575	0.00038025
0.024394	-0.0048615	0.0194325	0.00648	0.00388325	0.010363	0.00678275
0.01218675	0.00746125	0.019648	0.0078105	0.00548575	0.0132965	-0.0005245
0.00367725	-0.000556	0.003121	-0.0143175	0.0209735	0.006655	0.00889025
-0.00087625	0.01691675	0.01604075	-0.0063865	0.00933675	0.00295125	0.00716925
0.01474025	0.0041385	0.01887825	0.005127	0.00691225	0.01203875	2.625E-05
0.00578775	0.007381	0.0131685	-0.0003065	0.01064425	0.01033775	0.00109
0.0181835	-0.00195575	0.01618775	-0.01787075	0.01920275	0.00133225	-0.004588
0.02657325	-0.0125425	0.01403125	0.00226025	0.009198	0.01145775	-0.01356575
0.013821	0.0067595	0.02058025	0.00896675	0.00661475	0.0155815	0.00374925
0.01824025	-0.00992875	0.008312	0.00732025	0.0020895	0.00940975	-0.013762
0.00278575	0.0159465	0.01873275	0.003834	0.00588675	0.009721	-0.01388375
0.02346825	-0.000976	0.0224925	-0.001615	0.0137605	0.01214525	0.0019795
0.00969475	0.00383475	0.01352925	-0.00525175	0.02273425	0.0174825	-0.0282565
0.0198685	-0.00205625	0.01781225	-0.00578825	0.011037	0.0052485	-0.021237
0.025701	0.000946	0.026647	-4.625E-05	0.02135575	0.02130925	-0.00884125
0.026795	0.00085725	0.027652	0.00849925	0.02346625	0.03196475	0.00036675

立命館言語文化研究27巻2・3合併号

被験者A ブローカ野	被験者A ブローカ野	被験者A ブローカ野	被験者A 右脳相当部	被験者A 右脳相当部	被験者A 右脳相当部	被験者B ブローカ野
酸素化ヘモグロビン 英語聴覚流暢性	脱酸素化ヘモグロビン	トータルヘモグロビン	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	酸素化ヘモグロビン 英語聴覚流暢性
0.00045725	0.000198	0.0006555	-0.01128525	0.0135895	0.0023045	-0.0079725
-0.0085635	0.01907575	0.01051275	0.00608775	-0.00370675	0.002381	0.0010585
-0.00712475	0.011441	0.0043165	0.01344875	-3.75E-06	0.0134455	-0.00848225
-0.013662	0.01122975	-0.002432	0.00464775	-0.00126575	0.00338175	-0.01258175
0.016125	-0.02131575	-0.00519075	0.000992	-0.00303575	-0.00204375	-0.0052985
0.02588025	-0.0183265	0.00755375	0.0052005	8.1E-05	0.005282	0.00089025
-0.01225725	0.0124435	0.0001865	0.01109625	-0.00270725	0.00838875	-0.00882625
0.000458	-0.00153675	-0.001079	-0.0024135	0.00236	-5.325E-05	0.00012825
0.0052055	-0.00102875	0.0041765	0.005549	-0.006221	-0.00067225	0.01259625
0.014959	-0.01308125	0.001878	-0.0018495	0.00812275	0.00627325	-0.002551
-0.0147335	0.01589125	0.001157	-0.009924	0.01328075	0.0033565	-0.00948725
-0.004185	0.00971775	0.0055325	-0.00954375	0.00696175	-0.00258175	-0.00871025
0.0196885	-0.0069135	0.012775	0.0155235	-0.00414175	0.01138125	0.0182595
-0.004802	0.00559075	0.000789	0.02113825	-0.01246625	0.00867225	-0.000917
0.00956775	-0.0091355	0.00043275	-0.00929025	0.0124385	0.003148	-0.001552
0.009416	0.0001755	0.00959125	-0.00022425	0.00347525	0.00325075	0.008334
-0.000121	0.0095425	0.00942125	0.0100115	0.0004545	0.01046625	0.0155145
0.018054	-0.01537075	0.00268325	0.00148975	0.001512	0.00300175	0.023114
0.00641725	0.0093225	0.01573975	0.0090365	-0.0018835	0.007153	-0.00473325
-0.0040675	0.0243935	0.0203255	0.0115145	0.00445825	0.01597325	0.02819775
0.0035495	0.00375575	0.00730475	0.01862875	-0.001797	0.01683125	0.008036
0.019698	-0.00441225	0.01528575	0.0039355	0.00314425	0.00707975	0.00856425
0.01840575	0.0050115	0.0234175	0.02008275	-0.002293	0.01779025	0.02831975
0.025042	-0.007969	0.01707325	0.0123155	0.0067235	0.019039	0.0185595
0.0032615	0.00894675	0.01220825	0.008516	0.0018605	0.010376	0.023301
0.025376	-0.00761625	0.011776	0.012621	0.0019815	0.0146025	0.02482675
0.005159	0.018938	0.02409675	0.008539	0.009333	0.01787175	0.006917
0.01372325	-0.000334	0.01339	0.0225755	-0.000413	0.02216175	0.00606425
0.0205585	0.002508	0.0230665	0.00072075	0.008803	0.0095235	0.011318
0.01687825	0.0031625	0.02004025	0.01781425	0.0018915	0.019706	0.0165755
被験者A ブローカ野	被験者A ブローカ野	被験者A ブローカ野	被験者A 右脳相当部	被験者A 右脳相当部	被験者A 右脳相当部	被験者B ブローカ野
酸素化ヘモグロビン 日本語聴覚流暢性	脱酸素化ヘモグロビン	トータルヘモグロビン	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	酸素化ヘモグロビン 日本語聴覚流暢性
0.04735575	0.02227	0.0696626	-0.00038975	0.000816	0.00042575	-0.0072585
0.03419875	0.0347955	0.068994	0.00073225	0.0020025	0.0027345	-0.00845125
0.05475125	0.00995625	0.064708	-0.01074	0.00883375	-0.00190625	-0.05289675
0.056281	0.0064575	0.0627385	0.004865	-0.00046375	0.00440075	-0.020582
0.0480645	0.0118125	0.05987675	-0.012605	0.0136535	0.00104825	-0.02282675
0.02943625	0.020488	0.04992475	-0.008487	0.00441775	-0.00406925	-0.028247
0.05894975	-0.01035425	0.048595	-0.00128425	-0.0020555	-0.0033395	-0.034921
0.03799575	0.0021255	0.0401215	-0.01798225	0.00772125	-0.01026075	-0.02248575
0.02898	0.01125125	0.04023125	-0.004409	-0.002106	-0.006515	-0.0249535
0.035981	-0.003939	0.03204275	-0.00704275	0.007191	0.000148	-0.02108425
0.02107475	0.01022925	0.03130375	-0.004595	0.0039475	-0.00064675	-0.025605
0.0292845	0.00267925	0.03196375	-0.00075075	0.008121	0.00737075	-0.0182875
0.0281885	0.0005505	0.02873875	0.007493	0.010146	0.01763975	-0.00921175
0.00942125	0.02283675	0.032258	0.008178	0.00683375	0.01501225	-0.02339675
0.01818475	0.0146385	0.03282275	0.00440875	0.016871	0.0212795	-0.015038
0.023983	0.00044775	0.0244305	0.01328375	0.00584025	0.019124	-0.01208875
0.0272905	0.00184975	0.02914025	-0.00026525	0.016388	0.0161225	-0.01223225
0.01052175	0.02265225	0.033174	0.000135	0.0216815	0.02181675	-0.02545525
0.03503825	-0.000233	0.03480525	0.0110465	0.01270525	0.0237515	-0.004733
0.02312275	-0.00159375	0.021529	0.00617175	0.02183125	0.02800275	-0.00384575
0.03098775	0.00720775	0.03819525	0.0016385	0.01901975	0.02065875	-0.01954225
0.03356	0.009398	0.0429575	-0.0009185	0.027025	0.026107	-0.00622475
0.02655075	0.02523175	0.051783	-0.002655	0.01616975	0.0135155	-0.0011875
0.03859775	0.00795525	0.04655275	0.00834625	0.0023535	0.0107	-0.0253385
0.0349785	0.01558225	0.05056075	-0.00358875	0.01703275	0.013444	-0.00461425
0.04183225	0.00369975	0.04553225	0.00681225	0.0027425	0.00955475	-0.00420825
0.02846625	0.02106825	0.04953475	-0.0022975	0.00970575	0.00740875	0.005986
0.0405445	0.0119135	0.0524575	0.0016025	0.00922875	0.0108315	-0.017579
0.03867175	0.01287	0.051542	0.004503	0.008166	0.012669	-0.006651
0.01192925	0.0357095	0.0476395	0.00359225	-0.00080075	0.00279075	-0.0045395

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究 (田浦)

被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
英語文字流暢性					
-0.0008735	-0.0075155	-0.008389	0.00444975	0.001892	0.006342
-0.01569975	0.00921525	-0.0064845	-0.0059505	0.0068375	0.00088725
0.000329	0.007726	0.00805525	-0.00923125	0.01385875	0.0046275
-0.001965	0.002037	7.3E-05	0.0145915	0.01103425	0.02562575
0.00266775	-0.0081045	-0.00543625	-0.00540575	0.0182675	0.01286175
0.007968	-0.016199	-0.00823175	-0.00912625	0.01782925	0.0087035
0.01154525	-0.004125	0.00742025	-0.00370575	0.01442	0.01071425
0.0100275	-0.00934	0.0006875	0.016405	0.0133265	0.02973175
-0.010554	0.00776375	-0.0027905	0.01130425	0.002728	0.01403225
-0.0041085	-0.001909	-0.00601725	0.00778325	-0.00604925	0.00173375
0.00914425	-0.00223125	0.00691275	0.010073	-0.008252	0.001821
-0.0025895	-0.002238	-0.0048275	0.0223035	-0.01319675	0.00910625
0.01717725	-0.0316895	-0.01451225	0.0069155	-0.010932	-0.0040165
-0.00858875	0.00629	-0.00229875	-0.00049025	-0.011748	-0.0122385
0.00614225	0.00415975	0.01030175	0.003368	-0.00587425	-0.0025065
-0.014263	0.00728475	-0.0069785	0.0123905	-0.0069555	0.00543525
-0.01802775	0.00375775	-0.014271	-0.010652	0.00297125	-0.0076805
0.00605725	-0.00819975	-0.0021425	-0.009427	0.006582	-0.002845
0.0114625	-0.008204	0.0032585	0.0048165	0.00830525	0.01312125
-0.00207275	-0.00763775	-0.00971075	0.00050975	0.008276	0.0087855
-0.00360125	-0.00618575	-0.00978675	-0.004224	0.00791825	0.00369475
0.00696925	-0.000525	0.006444	-0.00532225	0.01188325	0.00656125
0.00564875	-0.00226575	0.00338325	0.0109335	0.01234	0.02327275
-0.01234125	0.00377075	-0.0085705	0.0114535	0.00370825	0.0151615
0.00034375	-0.00314375	-0.00280025	-0.004486	0.01379275	0.0093065
0.016793	-0.0061735	0.01061975	-0.0031925	0.01870675	0.015514
-4.175E-05	-0.0022855	-0.0023275	0.00948475	0.018165	0.02764975
0.003166	-0.004776	-0.00161025	0.01125675	0.00435775	0.01561425
0.01642575	-0.0137125	0.00271375	0.0098365	-0.006907	0.00292925
0.01066975	0.00685875	0.01752825	0.02020325	-0.01140025	0.008803
被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
日本語文字流暢性					
0.00392475	-0.003309	0.00061575	-0.007636	-0.0082625	-0.015899
-0.00629225	0.0049895	-0.00130375	-0.01111575	-0.00357025	-0.014686
0.00726075	-0.0063965	0.00086475	-0.01337575	0.00036	-0.01301575
-0.0104805	0.00762975	-0.0028505	-0.0098915	-0.0071115	-0.0170035
-0.0082575	0.007423	-0.000835	-0.01579975	-0.0026905	-0.0184905
-0.00740675	0.0009925	-0.006414	-0.00464	-0.00909175	-0.01373225
-0.002558	-0.005228	-0.00778575	-0.01737625	-0.00005675	-0.01743325
0.0024655	-0.00589125	-0.00342575	-0.017233	-0.0036115	-0.02084425
0.00567525	0.00031375	0.00598925	-0.01142225	-0.0006035	-0.01202525
-0.011875	0.0046705	-0.007204	-0.012964	0.02166025	0.0086965
-0.01832775	-0.001894	-0.0202215	-0.01737925	0.0108425	-0.006537
-0.00633775	0.00517975	-0.00115875	-0.01960425	0.0106625	-0.00894175
0.005132	-0.0042795	0.00085325	-0.011957	0.017521	0.00556425
0.00038025	-0.0128505	-0.01246975	-0.01111	0.0168655	0.0057555
0.00678275	-0.00323725	0.0035455	-0.0199035	0.0214465	0.0015435
-0.0005245	0.00859075	0.0080655	0.00125825	0.00869525	0.00995275
0.00889025	-0.0065805	0.0023095	0.00555575	0.00133875	0.00689425
0.00716925	-0.00151375	0.00565525	0.0034915	-0.00718525	-0.0036935
2.625E-05	0.004516	0.00454225	0.00396275	-0.003142	0.00082025
0.00109	0.000483	0.001573	-0.01074025	0.0016935	-0.00904675
-0.004588	0.0037145	-0.000874	-0.012401	0.00101925	-0.01138175
-0.01356575	0.01068175	-0.002884	-0.01807975	-0.00147475	-0.01955425
0.00374925	-0.0024205	0.00132875	-0.02232225	-0.0056065	-0.027929
-0.013762	0.00213775	-0.011625	-0.01636425	-0.00398675	-0.0203515
-0.01388375	-0.00040225	-0.01428625	-0.027019	-0.01084225	-0.03786125
0.0019795	0.002645	0.0046245	-0.0382775	-0.0035445	-0.04182225
-0.0282565	0.02004125	-0.00821525	-0.0087225	0.00065075	-0.00807225
-0.021237	0.0122015	-0.00903575	-0.027535	0.0123365	-0.0151985
-0.00894125	0.0089575	0.000116	-0.03254725	0.015972	-0.01657525
0.00036675	-0.01170875	-0.011342	-0.016436	0.01539975	-0.001037

立命館言語文化研究27巻2・3合併号

被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
英語聴流暢性					
-0.0079725	-0.00868925	-0.01666225	0.00064875	-0.01243425	-0.011786
0.0010585	-0.02246	-0.021402	0.00111925	-0.01671225	-0.01559275
-0.00848225	-0.007886	-0.01636775	-0.01030875	-0.01153925	-0.02184875
-0.01258175	-0.00538675	-0.017969	-0.01908175	-0.0053685	-0.0244505
-0.0052985	-0.00654075	-0.01183925	-0.0145815	-0.009064	-0.0236355
0.00089025	-0.0215315	-0.02064125	-0.0138625	-0.012654	-0.02651675
-0.00882625	-0.01455975	-0.02338625	-0.0238525	-0.007225	-0.03107775
0.00012825	-0.0209445	-0.02081575	-0.01789825	-0.0169035	-0.03480175
0.01259625	-0.01566375	-0.00306675	-0.0198635	-0.009112	-0.02897525
-0.002551	-0.01828725	-0.02083875	-0.017809	-0.00666975	-0.02447875
-0.00948725	-0.00985675	-0.01934425	-0.03044175	-0.0040025	-0.0344425
-0.00871025	-0.002078	-0.0107885	-0.019032	-0.01427725	-0.03330925
0.0182595	-0.0145505	0.0037085	-0.00601	-0.01348125	-0.01949125
-0.000917	-0.006446	-0.00736275	-0.00532375	-0.000576	-0.0059
-0.001552	-0.01720175	-0.018754	-0.0135545	-0.00714825	-0.0207035
0.008334	-0.00801425	0.00031975	-0.02327475	-0.00854175	-0.031817
0.0155145	-0.007489	0.0080255	-0.00715525	-0.01220175	-0.019357
0.023114	-0.03406475	-0.0109505	-0.004517	-0.0078295	-0.0123465
-0.00473325	-0.0049815	-0.0097145	-0.021832	-0.00826675	-0.03090875
0.02819775	-0.019273	0.0089245	-0.0201435	-0.010917	-0.0310605
0.008036	-0.00276625	0.00527025	-0.01177475	-0.00355375	-0.01532825
0.00856425	-0.01535675	-0.00679275	-0.01145125	-0.0019915	-0.013442
0.02831975	-0.0282095	0.0001105	-0.021832	-0.0017435	-0.02357575
0.0185595	-0.01819325	0.0003665	-0.02244875	0.00022125	-0.0220275
0.023301	-0.01202175	0.0112785	-0.01207275	0.002428	-0.009645
0.02482675	-0.02225425	0.00257225	-0.0054875	-0.00297175	-0.00845875
0.006917	-0.00457875	0.00233825	-0.019394	0.00344375	-0.01595025
0.00606425	-0.01082225	-0.00475825	-0.00752275	-0.00407875	-0.0116015
0.011318	-0.04504225	-0.0337245	-0.013217	0.011944	-0.00127275
0.0165755	-0.0116245	0.004951	-0.01353975	-0.01558525	0.0020455
被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
日本語聴流暢性					
-0.0072585	0.00696475	-0.00029325	-0.0052885	-0.02465875	-0.02994775
-0.00845125	-0.00069675	-0.00914825	-0.000718	-0.024099	-0.02481625
-0.05289675	0.01583325	-0.03706375	-0.026339	-0.00345425	-0.0297935
-0.020582	-0.0034005	-0.02398225	-0.03782825	0.0041435	-0.03368475
-0.02282675	0.00064125	-0.0221855	-0.02148675	0.0077015	-0.01378525
-0.028247	-0.0001965	-0.02844375	-0.01771175	0.00815975	-0.00965175
-0.034921	-0.0084755	-0.0433965	-0.0331125	0.018698	-0.0141445
-0.02248575	0.011174	-0.01131125	-0.02235675	0.01167225	-0.0106845
-0.0249535	0.02464325	-0.00031	5.575E-05	0.020419	0.02047525
-0.02108425	0.01164775	-0.00943625	0.00271225	0.01162625	0.01433825
-0.025605	0.01138625	-0.014219	-0.0050595	0.00757325	0.0025135
-0.0182875	0.01315825	-0.0051285	-0.0035355	-0.000482	-0.004017
-0.00921175	0.01156275	0.00235025	-0.00097675	0.0049865	0.00401
-0.02339675	0.009624	-0.01377325	-0.002111	0.00610775	0.00399625
-0.015038	0.01659125	0.0015535	-0.00974325	-0.001458	-0.01120075
-0.01208875	0.012222	0.000134	0.00206375	-0.00126575	0.0007975
-0.01223225	0.012232	-2.5E-07	-0.00064725	0.0090035	0.008356
-0.02545525	0.02199175	-0.00346375	0.0004235	0.00528275	0.005707
-0.004733	0.00135525	-0.003378	-0.0166845	0.00846825	-0.00821575
-0.00384575	0.005009	0.001163	-0.01274525	-0.00341125	-0.0161565
-0.01954225	0.00978025	-0.00976175	-0.01507725	-0.00287075	-0.01794775
-0.00622475	0.0081495	0.001925	-0.00402	-0.00761275	-0.01163325
-0.0011875	0.01263125	0.0114435	0.001005	0.001711	0.002716
-0.0253385	0.030053	0.0047145	0.00802775	-0.00535825	0.002669
-0.00461425	0.000145	-0.00446925	-0.00876625	-0.00426425	-0.013031
-0.00420825	0.00675025	0.00254225	-0.018912	-0.001426	-0.0203385
0.005986	0.0056455	0.01163225	-0.01188375	0.009986	-0.001898
-0.017579	0.01103225	-0.0065465	-0.00377	0.0094215	0.0056515
-0.006651	0.00262375	-0.00402675	-0.01116075	-0.00142525	-0.012586
-0.0045395	0.01175275	0.0072135	-0.00627475	0.00349575	-0.00277825

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究 (田浦)

補遺 2 (Numeral 各タスク遂行時の各被験者のヘモグロビン値の抜粋)

被験者A ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 日英数字読み上げ	被験者A ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 トータルヘモグロビン
-0.00028375	-0.0005505	-0.000834	0.0104915	-0.02152175	-0.01102975
0.00670825	-0.034044	-0.02733575	0.0105825	0.00125375	0.01183625
0.00155975	0.0000685	0.0016485	0.02543325	-0.01940675	0.0060275
0.019904	-0.02014225	-0.0023825	0.010016	-0.0189085	-0.0088925
0.00657425	-0.0102015	-0.00362725	0.01820675	-0.0210405	-0.002834
0.01350975	-0.00501375	0.00849575	0.01434575	-0.02732975	-0.0128835
0.0065865	0.00618875	0.01277575	0.016918	-0.02861875	-0.01170075
-0.00597375	0.00056025	-0.00541375	0.0217685	-0.02547425	-0.003706
-0.0006425	-0.00184725	-0.00248975	0.00426225	-0.0233825	-0.01912125
-0.00719825	-0.0047815	-0.01197925	0.0094105	-0.01438125	-0.00497125
0.0005105	-0.0005025	8E-06	0.00539375	-0.0095915	-0.004197
-0.00865975	0.0064115	-0.00224825	0.0114965	-0.01544075	-0.003944
-0.005975	0.00819175	0.00221725	0.0101105	-0.01467325	-0.00456275
0.00788875	-0.003238	0.00464975	0.01287275	-0.0139155	-0.00104275
0.01519325	-0.00646325	0.00873025	0.0127195	-0.00880525	0.00391425
0.00645	-0.004856	0.0015935	0.009928	-0.01048925	-0.000563
0.0180085	-0.01551675	0.0024915	0.000414	-0.01724675	-0.01683275
-0.00129	0.0027445	0.0014545	0.01287425	-0.00416575	0.0080775
0.0128885	-0.0016795	0.011009	0.02078675	-0.01452875	0.006258
0.00121	0.0119695	0.013179	0.01714375	-0.01751825	-0.0003745
0.02173725	-0.00612825	0.015609	-0.00248525	-0.01673875	-0.018224
0.0029735	0.0078865	0.01086	-0.002138	-0.0078765	-0.01001475
0.01069225	0.00347425	0.014167	0.005422	-0.0049345	0.0004875
0.0058645	-0.005589	0.000276	0.00743025	-0.013347	-0.0059175
0.01528675	0.0038075	0.0191945	-0.00260875	-0.0191885	-0.02179675
0.00314975	0.0013535	0.004504	0.0030935	-0.00486525	-0.00177175
0.00549525	-0.00320275	0.0022925	0.01680275	-0.0168715	-6.9E-05
0.01982975	-0.01270125	0.007129	0.00534575	-0.016447	-0.01110175
0.00469975	-0.0088655	-0.004168	0.00810225	-0.02424075	-0.0161385

被験者A ブローカ野 酸素化ヘモグロビン 英語倍数	被験者A ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 トータルヘモグロビン
0.0094475	-0.00731975	0.00212775	-0.0021575	-0.00278075	-0.00493825
0.0121365	-0.005989	0.00614775	-0.00284025	0.00774975	0.00480975
-0.00378325	0.00351425	-0.000269	-0.01497275	0.0072995	-0.0076735
-0.00748625	0.005404	-0.0020825	-0.01406875	-0.00749075	-0.0065785
0.00485	0.007388	0.012238	0.01136325	-0.00665925	0.00470375
0.00641125	-0.00371775	0.0026935	0.00440525	0.00321975	0.007625
0.0074345	0.0016255	0.00906	-0.01081825	0.0077685	-0.00304975
0.015642	-0.00549575	0.01014725	-0.0037055	0.01235475	0.00884875
-0.00174125	0.01035	0.008609	0.01331925	-0.003433	0.00988675
0.00140275	0.0072565	0.00866	0.006354	0.00519725	0.01155125
-0.004193	0.007088	0.00289525	-0.00989825	0.00712925	-0.002769
0.023516	-0.020115	0.00340075	0.00096525	0.00234725	0.003312
0.0059505	-0.0008915	0.0050595	0.01218625	-0.0090745	0.00311225
0.01295575	-0.00651475	0.00644125	0.00618575	0.000428	0.00862375
0.009888	0.00433625	0.014225	0.00684225	0.00344075	0.010283
0.00043375	0.012182	0.0126155	0.01854875	-0.001453	0.0170955
0.003785	0.00231925	0.006084	0.01539925	-0.011851	0.003548
0.011147	0.00528875	0.01643575	0.005763	-0.0085015	-0.002739
0.00845175	0.0098685	0.01832025	0.0189655	0.00135625	0.0203215
0.023686	-0.00583375	0.0178025	0.026823	-0.00893925	0.01788325
-0.000721	0.011388	0.0106675	0.0196605	-0.0158265	0.00383375
0.0231505	-0.01490375	0.008247	0.01286875	-0.00388025	0.00898875
-6.925E-05	0.000979	0.00090975	0.01747725	-0.00896425	0.0085135
0.0257075	-0.011882	0.0138245	0.02500875	-0.0118265	0.0131825
0.0087415	-0.00448575	0.00425525	0.02792975	-0.01064225	0.01728775
-0.00374675	0.0002905	-0.0034565	0.01122975	-0.011914	-0.00068475
0.01604625	-0.00886475	0.0071815	0.01484225	-0.01952875	-0.0046885
0.01890925	-0.00750625	0.01140275	0.02194225	-0.0088015	0.0131405
0.01879275	-0.01160875	0.007184	0.01186025	-0.0164165	-0.004556

立命館言語文化研究27巻2・3合併号

被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
日英数字読み上げ					
-0.01094625	-0.00237925	-0.0133255	-0.03806725	0.025227	-0.01083975
-0.0280255	0.00442975	-0.0235955	-0.0280835	0.0212885	-0.006795
-0.02763575	0.00643575	-0.02120025	-0.02916025	0.01854875	-0.01061175
-0.016848	-0.0105405	-0.0273875	-0.03069325	0.0129135	-0.0177795
-0.01323975	-0.00501275	-0.0182525	-0.024943	0.015552	-0.0093905
-0.00203175	-0.01447225	-0.0165035	-0.01942075	0.014564	-0.00485725
-0.0014915	-0.013838	-0.0153295	0.00224225	0.00517875	0.00742125
-0.00053675	-0.0039675	-0.004504	-0.0145135	0.02261125	0.00809775
-0.02102725	0.00438625	-0.016641	-0.02542275	0.03289275	0.00747025
-0.01438275	-0.034882	-0.04928425	-0.02538875	0.00060925	-0.02477975
-0.01312685	-0.009095	-0.02222175	-0.01581425	0.016955	0.00114075
-0.0065745	0.0023625	-0.004212	-0.00887425	0.01464125	0.007767
-0.00633675	-0.002689	-0.00900525	-0.003332	0.021595	0.0182635
-0.00337	-0.01153125	-0.0149015	0.002155	0.02030975	0.022465
-0.01023125	-0.04754725	-0.0577785	0.01963575	-0.0087375	0.01089775
-0.012673	-0.042516	-0.0551895	-0.01130925	0.00561025	-0.00589875
-0.01053025	-0.03588675	-0.04611675	0.00104775	0.0076275	0.00867475
-0.01480325	-0.0429295	-0.05753275	-0.00879225	0.00542575	-0.0013665
-0.0126895	-0.05489	-0.0422005	-0.0108275	0.0159535	0.00512675
-0.009992	-0.0282955	-0.0362875	-0.00628875	0.014309	0.00802
-0.0047075	-0.01702825	-0.02173525	0.00974	-0.0024975	0.007243
0.02300975	-0.03843775	-0.0154285	0.003755	0.012445	0.0162
0.0255415	-0.0679305	-0.042389	-0.015974	0.0165195	0.0005455
-0.00804025	-0.04128875	-0.0493285	0.0158335	-0.00312525	0.01270875
-0.00791575	-0.04730825	-0.05522375	-0.0035415	0.004705	0.0011635
0.00135475	-0.0367545	-0.0354	-0.002575	0.0115085	0.008934
-0.015046	-0.03471975	-0.0497655	0.00859375	-0.00343575	0.00515775
0.0038175	-0.04804275	-0.04422575	0.004687	-0.00440825	0.000279
0.0012885	-0.04421775	-0.0429285	0.0094035	-0.00536425	0.00403925

被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B ブローカ野	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部	被験者B 右脳相当部
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	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
英語倫敦					
-0.040173	0.020922	-0.01925075	-0.0229635	0.0091275	-0.013836
-0.0210545	0.01263125	-0.00842325	-0.01977125	0.00844375	-0.01132775
-0.02955925	0.0195325	-0.01002675	-0.023085	0.01643825	-0.0086465
-0.0234025	0.0153885	-0.00801525	-0.02122925	0.00896425	-0.01226575
-0.034767	0.00167825	-0.03308875	-0.029814	-0.01070675	-0.04052075
-0.014661	-0.00054675	-0.015207	-0.0103645	-0.00022025	-0.01058525
-0.00018225	-0.00998175	-0.01016425	-0.0200325	0.01401625	-0.0080165
-0.0206305	0.0132815	-0.00734875	0.00515325	-0.00325	0.00190325
-0.00476175	-0.00561925	-0.01038125	0.00259475	-0.004507	-0.0019125
0.00950575	-0.007727	0.0017795	-0.002543	0.01259925	0.01002625
-0.00545125	-0.00110275	-0.00655425	-0.0027005	0.01116725	0.0084665
-0.00256275	-0.00602075	-0.00858325	0.004422	0.00129375	0.0057155
-0.00843375	0.00288025	-0.0055535	0.006653	0.0038685	0.01052125
-0.00547375	-0.0130865	-0.0185605	0.002893	-0.0011595	0.0017335
-0.00911175	-0.020135	-0.0292465	0.024471	-0.01740575	0.00706525
-0.0030375	-0.013433	-0.04379025	-0.000859	0.0002585	-0.00060025
-0.01061175	-0.02109825	-0.03170825	0.00435225	-0.0042265	0.000126
-0.014682	-0.0215295	-0.036211	0.012922	-0.0010535	0.011868
-0.00947125	-0.02945425	-0.03892525	-0.0080855	0.00194175	-0.00614425
-0.003718	-0.02015325	-0.023871	0.00634275	-0.0021465	0.00419425
-0.01238375	-0.02265675	-0.03504	0.00686175	-0.00527125	0.0015905
-0.008347	-0.02069875	-0.0290455	-0.00708	-0.00018875	-0.0072685
0.00473475	-0.02570775	-0.020973	0.01678025	-0.0060595	0.0107205
-0.00251325	-0.0213155	-0.023829	-0.00018825	0.0002795	9.175E-05
0.007968	-0.0175865	-0.00962025	0.0043605	0.0018935	0.0082545
-0.014796	-0.0036405	-0.018437	0.0018305	0.0065165	0.00834675
-0.01361875	0.0040275	-0.00959075	0.011499	-0.0115435	-4.5E-05
0.0183515	-0.01884625	-0.00049475	0.0232025	-0.0093745	0.013828
0.0005	-0.01356725	-0.0130675	0.0048295	-0.0004745	0.004355

大型 fNIRS 機 (OMM-3000) と簡易携帯型脳波計 (IBVA) の相関性研究 (田浦)

被験者A ブローカ野 酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者A 右脳相当部 トータルヘモグロビン
日本語倍数					
-0.00319875	0.0078665	0.00466775	0.01122775	0.0053565	0.0165845
0.00269425	-0.0012085	0.00148775	0.002251	0.00506375	0.0073145
0.027619	-0.01209175	0.015527	0.0123055	-0.010456	0.00184975
0.01337475	-0.0054885	0.00788575	0.003083	-0.00803	-0.00494725
0.01075375	0.00615375	0.01690775	0.021777	-0.008813	0.012964
0.010145	0.00023775	0.01038275	0.010003	-0.00813125	0.001872
0.0144355	0.0022875	0.0167225	0.0227295	-0.01047	0.01225925
0.021146	0.00229175	0.023438	0.02001775	-0.00492375	0.0150935
0.0289035	-0.004148	0.024755	0.027576	-0.00711625	0.02046
0.01276975	-0.00505475	0.007715	0.03244425	-0.014887	0.01755725
0.01580475	-0.00107125	0.01453375	0.0299285	-0.0142915	0.01563675
0.00535925	0.01829575	0.02365425	0.019163	-0.0197785	-0.00061525
0.00432475	0.00382775	0.007853	0.01491575	-0.004117	0.010799
-0.00505175	0.0150235	0.0099715	0.01091375	0.000659	0.01157275
0.02917075	-0.00944375	0.01972725	0.01391425	-0.02257475	-0.0086605
0.02204275	0.00119175	0.02323425	0.02295175	-0.02068825	0.002284
0.0091705	0.00741525	0.0165855	0.01556425	-0.0280955	-0.0105315
0.027432	-0.0047895	0.022842	0.02481825	-0.014951	0.009867
0.02646625	0.006291	0.0327575	0.0242375	-0.015267	0.00897125
0.05433525	-0.0151225	0.0392125	0.03139325	-0.018364	0.01302925
0.03159175	-0.00058925	0.03100325	0.029642	-0.021999	0.00764325
0.022401	-0.024843	-0.002442	0.02015775	-0.0058535	0.01430425
0.0146415	0.0160515	0.03069325	0.0214055	0.00286875	0.02427425
0.04815	-0.01213525	0.036015	0.0469805	-0.01893375	0.02804725
0.0139375	0.0162465	0.0301835	0.02444275	-0.010214	0.01422925
0.0431625	-0.01038825	0.0327745	0.02319025	-0.023892	-0.00070175
0.0349005	-0.00103225	0.033868	0.030342	-0.029041	0.001301
0.03598	-0.018264	0.01771625	0.02028525	-0.0002965	0.019989
0.0284225	-0.00884125	0.019581	0.0457235	-0.0191545	0.026569

被験者B ブローカ野 酸素化ヘモグロビン	被験者B ブローカ野 脱酸素化ヘモグロビン	被験者B ブローカ野 トータルヘモグロビン	被験者B 右脳相当部 酸素化ヘモグロビン	被験者B 右脳相当部 脱酸素化ヘモグロビン	被験者B 右脳相当部 トータルヘモグロビン
日本語倍数					
-0.00518325	0.00391425	-0.00126825	-0.015423	0.00684925	-0.008573
-0.009013	0.00403725	-0.00497575	-0.026884	0.012552	-0.0143325
-0.017357	0.026133	0.00877575	-0.01386075	0.011079	-0.002782
-0.0039445	0.01154625	0.007601	-0.00873075	0.0077445	-0.00098675
-0.0077095	0.022689	0.01497925	-0.0043995	0.01255125	0.00615075
-0.017387	0.0253295	0.0079425	-0.00423525	0.01034425	0.0061085
-0.00352925	0.01779825	0.0142695	0.00552775	0.008403	0.0139305
0.01058825	0.00861525	0.01920375	0.0039235	0.0071545	0.01107825
-0.0001945	-0.01796525	-0.01816025	0.0174545	0.00263975	0.020094
0.0024525	-0.02035125	-0.01789875	-0.00741525	-0.00081725	-0.0082325
-0.007758	-0.01446375	-0.0222205	-0.00669475	0.01223225	0.0055365
0.00166125	-0.01778025	-0.016119	-0.00349675	-0.0110965	-0.014583
0.00903625	-0.022677	-0.013641	-0.00483175	-0.00123975	-0.006072
0.00329775	-0.02521075	-0.02191325	0.00762725	-0.00700575	0.00062125
0.020852	-0.008246	0.0116055	0.0103035	0.004477	0.0147805
0.02330225	-0.0048935	0.01840875	0.02250125	-0.01643325	0.006068
0.04098025	-0.02522875	0.01575175	0.0316235	-0.015242	0.01638125
0.05912125	-0.01403075	0.04509075	0.0143575	-0.008432	0.0079255
0.0530805	-0.0122885	0.04079375	0.01527675	-0.00855075	0.00672575
0.05997025	-0.01213075	0.0478395	0.01133025	-0.00975325	0.001577
0.09039275	-0.03181225	0.05858075	0.02818125	-0.01324275	0.01493875
0.075652	-0.01479375	0.0608585	0.01285425	-0.016022	-0.0031675
0.07434025	-0.0129095	0.06143075	0.0271425	-0.016104	0.0110385
0.069396	-0.01530725	0.054088	0.0158075	-0.01483675	0.0010705
0.07942925	-0.0154005	0.064029	0.0147385	-0.0147505	-1.175E-05
0.07046975	-0.0103825	0.06008775	0.01160625	-0.018801	-0.007195
0.0563765	0.0133825	0.069759	0.00562025	-0.018117	-0.01249675
0.07946025	-0.00913275	0.0703275	0.02164125	-0.03330325	-0.0116625
0.07801775	-0.02096625	0.057051	0.01497425	-0.024203	-0.0092285

補遺3 VFT各タスク遂行時のIBVA左右10脳波とfNIRS左右3種類値の因子分析結果(A)

日本語範疇	成分					英語範疇	成分			
	1	2	3	4	5		1	2	3	4
左 γ	.986					右 β	.941			
左 β	.934					右 γ	.908			
右 γ	.824					左 γ	.890			
右 β	.661					左 β	.838			
左totalHbAve		-.954				右 α	.822			
左oxyHbAve		-.906				右 θ	.808			
左deoxyHbAve		-.720				左 θ	.769			
右deoxyHbAve		-.686				右 δ	.478			
右totalHbAve			.978			右totalHbAve		.902		
右oxyHbAve			.719			左totalHbAve		.894		
左 δ				.925		右oxyHbAve		.728		
右 δ				.889		右deoxyHbAve			-.938	
左 α					.897	左 δ			-.532	
左 θ					.893	左 α			-.532	
右 θ					.505	左deoxyHbAve				.950
右 α					.450	左oxyHbAve				-.730

日本語文字	成分		
	1	2	3
右 θ	.977		
左 β	.957		
右 α	.944		
右 β	.938		
左 γ	.929		
左 α	.927		
左 θ	.916		
右 γ	.839		
右 δ	.669		
左 δ	.656		
右deoxyHbAve		.881	
右oxyHbAve		-.872	
左deoxyHbAve		.753	
右totalHbAve			.835
左oxyHbAve			.822
左totalHbAve			.797

英語文字	成分		
	1	2	3
左 θ	.988		
左 β	.983		
右 γ	.977		
右totalHbAve	.972		
左 α	.960		
右oxyHbAve	.951		
左 γ	.947		
右deoxyHbAve	.920		
左 δ	.889		
右 β	.808		
右 α		.960	
左totalHbAve		.936	
左oxyHbAve		.796	
右 θ		.776	
右 δ		.726	
左deoxyHbAve			.955

補遺 4 VFT 各タスク遂行時の IBVA 左右 10 脳波と fNIRS 左右 3 種類値の因子分析結果 (B)

英語文字	成分				
	1	2	3	4	5
Rgamma	.884				
Lgamma	.782				
Rdelt	.724				
Ldelt	.641				
Ralpha	.557				
RtotalHbAve		.974			
RoxyHbAve		.904			
LtotalHbAve		.689			
LdeoxyHbAve			.871		
RdeoxyHbAve			-.783		
LoxyHbAve			-.733		
Rtheta				-.809	
Lalpha				.753	
Rbeta					-.774
Lbeta					.646
Ltheta					.529

英語範疇	成分				
	1	2	3	4	5
RtotalHbAve	.959				
LtotalHbAve	.945				
RoxyHbAve	.938				
LoxyHbAve	.882				
Rbeta		.911			
Rgamma		.843			
Lgamma		.802			
Ralpha		.462			
LdeoxyHbAve			.790		
Lbeta			.602		
Lalpha			-.516		
Ltheta				-.913	
Rtheta				-.720	
Rdelt				-.711	
Ldelt				-.595	
RdeoxyHbAve					.866

語流暢性日本語	成分				
	1	2	3	4	5
Ldelt	.850				
Ltheta	.740				
Lalpha	.638				
RtotalHbAve		.931			
RoxyHbAve		.782			
LtotalHbAve		.765			
LoxyHbAve		.703			
Rdelt			-.877		
Ralpha			-.662		
LdeoxyHbAve			.587		
Rtheta			-.573		
RdeoxyHbAve				.833	
Rbeta					-.861
Lbeta					-.779
Lgamma					-.758
Rgamma					-.650

日本語範疇	成分				
	1	2	3	4	5
LtotalHbAve	-.934				
LoxyHbAve	-.780				
RoxyHbAve	-.762				
Ldelt		.799			
Rdelt		.791			
Ltheta		.713			
Lalpha		.585			
Rtheta		.518			
RdeoxyHbAve			.881		
RtotalHbAve			.854		
Lgamma			-.471		
Rgamma				.910	
Rbeta				.785	
Ralpha				.760	
LdeoxyHbAve					.765
Lbeta					.737

補遺5 Numeral各タスク遂行時のIBVA左右10脳波とfNIRS左右3種類値の因子分析結果(A)

日英数字読み	成分				日本語+倍数	成分			英語+倍数	成分				
	1	2	3	4		1	2	3		1	2	3	4	5
Rtheta	0.899				Ltheta	0.888			Ldelta	0.881				
Rdelta	0.865				Rtheta	0.768			Ralpha	0.864				
Ltheta	0.829				Lalpha	0.744			Lalpha	0.859				
Brocadeoxy	0.814				Ldelta	0.714			Rdelta	0.854				
Lalpha	0.812				Ralpha	0.664			Rtheta	0.849				
Ldelta	0.775				Brocadeoxy	0.637			Ltheta	0.813				
Brocatotal	0.716				Rdelta	0.617			Roxy	-0.355				
Ralpha	0.715				Roxy		0.783		Brocadeoxy		-0.83			
Roxy	-0.687				Rbeta		0.778		Brocaoxy		0.811			
Rdeoxy	0.595				Brocaoxy		0.72		Rtotal		0.674			
Rbeta		0.832			Brocatotal		0.709		Brocatotal			0.726		
Rgamma		0.798			Rgamma		0.668		Rbeta			-0.622		
Lgamma		0.602			Rdeoxy		-0.642		Rgamma				0.699	
Brocaoxy		0.469			Lbeta		0.608		Lgamma				0.664	
Rtotal			0.823		Lgamma			0.708	Rdeoxy					-0.591
Lbeta				-0.64	Rtotal			-0.691	Lbeta					-0.578

補遺6 Numeral各タスク遂行時のIBVA左右10脳波とfNIRS左右3種類値の因子分析結果(B)

日英数字読み	成分					三本指+倍数	成分								英語+倍数	成分				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5
Ldelta	.900					Ldelta	.801							LtotalHbAve	-.802					
Ltheta	.816					Rdelta	.823							RtotalHbAve	-.613					
Rdelta	.776					Ltheta	.821							Ldelta	.772					
Rtheta	.774					Rtheta	.746							Rdelta	.712					
Ralpha	.582					Rdelta	.643							Ltheta	.676					
RoxyHbAve		.962				RoxyHbAve		.932						Rbeta	.646					
RtotalHbAve		.738				LtotalHbAve		.827						Ralpha	.592					
LtotalHbAve		.480				LoxyHbAve		.762						Ldelta	.466					
LdeltaHbAve			-.937			Rgamma			.792					LdeoxyHbAve		-.912				
LoxyHbAve			.732			RdeoxyHbAve			.865					LoxyHbAve		.821				
Rgamma				.816		RtotalHbAve			.853					Lgamma			.840			
Rbeta				.802		Rbeta				-.775				Rgamma			.589			
Lgamma					.802	LdeoxyHbAve				.658				Lbeta						
Lbeta					-.881	Lalpha				.625				RdeoxyHbAve					.970	
Lalpha					-.823	Lgamma					.845			RoxyHbAve					-.757	
RdeoxyHbAve						Lbeta						.910		Ralpha					.894	