

# バイリンガル・コードスイッチ脳賦活データによる 臨界期仮説検証研究

田浦秀幸

2言語以上を使用する人達は、話題や話し相手によって言語を自在に切り替える（コードスイッチができる）。日英バイリンガルがコードスイッチをする際の脳賦活は、英語接触開始年齢と何らかの関係があるのかを本研究では探る。対象者は10名で、全員出生時から日本語に接していたが、英語接触（週に数時間の教室での学習でなく、英語圏生活体験や教育媒介語が英語等大量の接触）開始年齢により5グループに分けた。第1グループは国際結婚家庭のこどもで、生まれる前から日英両語に接していた2人（受胎後5ヶ月日には胎外の音が聞こえるようになる）。第2グループは出生と同時に英語に接触開始をしたが、英語接触がそれ以降途切れた時期のある2人。第3グループは3才から6才（小学校入学前）の間に英語接触開始の始まった2人。第4グループは高校生以降に英語圏留学経験のある2人。第5グループは日本の公教育で英語を学んだだけで、英語圏滞在歴のない2人。対象者は高校生から大学院生までの16～24才の右利きで、本人の同意（未成年の場合は保護者の同意も）を得て研究参加を依頼した。尚、本研究は立命館大学の倫理審査を受けて実施された。

データ収集はインタビュー形式で行い、日常生活に関する答えやすい質問を、日本語で概ね1分間後、英語で約1分間行い、最後の1分位は、質問言語が日本語なら日本語で、英語なら英語で答える形式を取った。インタビュー中はOMM-3000（島津製作所）を用いてfNIRSデータを収集し、同時にICレコーダーを用いて音声データも収集した。音声データは事後書き起こしを行った。プローブキャップ（図1：縦3×横9の合計27本の送受光プローブによる42チャンネル計測）装着は国際10-20に沿ってFpzが最下段の中央（図1の青8）にくるようにした。ブローカ野は被験者により若干の差はあるが3、4チャンネル相当（図2の被験者の場合ブローカ野は図1の17・25・34の3チャンネル）を平均し、前額部は4、5チャンネル（表1の被験者の場合図1の21・22・31・38・39の5チャンネル）平均を、ブローカの右脳相当部位（チャンネル9・18・26）も同様に平均値を出した（表2）。fNIRS値に関しては、被験者全員が各言語1分とは限らず、話の流れから若干60秒に不足していたり、逆に2分近くなったケースがあった。そこで各言語のfNIRS値を散布図に起こし、ピーク値の20秒を抽出した（図2）。この20秒間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値を差分対象として、日本語から英語へのコードスイッチ時には英語20秒から日本語20秒の差分を算出し、英語から日英混交へのコードスイッチ時には混交ピーク20秒から英語ピーク20秒の差分を算出した。尚fNIRS値は130ミリ秒に一度の割合で収集した。

このようにして抽出されたブローカ野と前額部位のfNIRS値（酸素化ヘモグロビンを代表値



図1 ブローキャップと各ブローブ配置 (青1が被験者の右上で青14が左下)

表1 fNIRS値サンプル (橙がブローカ野3チャンネル・黄色が前額部5チャンネル)

Time(ss)	uh-25	uh-25	uh-25	uh-33	uh-33	uh-33	uh-34	uh-34	uh-34	uh-21	uh-21	uh-21	uh-22	uh-22	uh-22	uh-30	uh-30	uh-30	uh-38	uh-38	uh-38	uh-39	uh-39	uh-39
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.13	0.00895	-0.00239	0.00389	-0.00033	0.00238	-0.00017	0.01233	0.00139	0.00582	0.01134	-0.00217	-0.00204	-0.00090	-0.00273	-0.00166	0.00873	-0.01374	-0.002	-0.0021	-0.00212	-0.00463	-0.0028	-0.0043	0.00263
0.26	0.01867	0.00104	0.00248	0.00227	0.00188	0.00817	0.01176	0.00943	0.00281	0.00478	0.00119	0.00428	0.00075	0.00418	0.00044	0.00182	0.00261	0.00212	0.00414	0.00081	-0.00122	0.00414	0.00082	0.00213
0.39	0.02462	0.01654	0.04147	0.00834	0.00181	0.01051	0.02182	0.00534	0.02722	0.00430	-0.00069	0.00161	0.00436	-0.00020	0.00417	0.00621	-0.00344	0.00287	0.00141	-0.00339	0.00419	0.00416	0.00136	0.00512
0.52	0.00029	0.01749	0.02289	0.00236	0.00128	0.00688	0.00242	0.00548	0.00827	0.00442	-0.00126	0.00132	0.00312	-0.00028	0.00282	0.00785	-0.00489	0.00285	0.00184	-0.00257	-0.00102	0.00246	0.00214	0.00416
0.65	0.03789	0.00882	0.01482	-0.00101	0.00584	0.00539	-0.00284	0.00972	0.00576	0.00186	-0.00335	0.00012	-0.00284	0.0032	0.00281	-0.00454	0.00251	-0.00281	-0.00140	0.00246	-0.00211	-0.00419	0.00203	-0.00063
0.78	0.01165	0.00430	0.02237	0.00046	0.00095	0.00986	0.01804	0.01484	0.00281	0.00203	-0.00033	0.00240	0.00025	0.00202	0.00142	-0.00242	-0.00209	-0.00171	-0.00209	-0.00181	-0.00209	-0.00181	-0.00209	-0.00181
0.91	0.00846	0.01619	0.02210	0.00830	0.00089	0.01424	0.01905	0.00301	0.02447	0.00171	-0.00216	0.00141	0.00183	0.00041	0.00280	0.00213	0.00081	0.00173	0.00284	-0.00028	0.00203	0.00139	0.00208	0.00139
1.04	0.01133	0.01631	0.02143	0.00961	0.00378	0.01190	0.01782	0.00929	0.02755	0.00113	0.00503	0.00161	0.00271	0.00275	0.00546	0.00787	-0.00390	0.00342	0.00116	-0.0026	-0.00248	-0.00264	0.00248	-0.00019
1.17	0.01217	0.01487	0.02614	0.00184	-0.00042	0.00876	0.01245	0.01548	0.027834	-0.00109	0.00274	0.00136	-0.00124	0.00538	0.00430	-0.0004	0.00318	-0.00229	-0.00284	-0.00440	-0.00278	-0.00278	-0.00278	-0.00278
1.3	0.01078	0.01189	0.02236	0.00476	0.00078	0.00743	0.01827	0.00785	0.026157	-0.00135	0.00379	0.00233	-0.00367	0.00483	0.00139	-0.00487	-0.00122	-0.00348	-0.00181	-0.00046	-0.00121	-0.00046	-0.00046	-0.00046
1.43	0.01847	0.01284	0.02821	0.01489	0.00261	0.01148	0.02189	0.01287	0.02625	0.00039	0.00483	0.00287	0.00274	0.00203	0.00021	0.00119	-0.00290	0.00148	-0.00173	-0.00233	-0.00044	-0.00081	-0.00181	-0.00181
1.56	0.02342	0.004107	0.02748	0.01782	-0.00030	0.01482	0.02817	0.01625	0.04253	0.006704	-0.00149	0.00212	0.00287	0.00244	0.00013	0.003	-0.00109	0.00182	-0.00044	-0.00057	-0.00263	-0.00032	-0.00032	-0.00032
1.69	0.0161	0.01042	0.02050	0.01284	0.00100	0.0144	0.02244	0.014416	0.00881	0.00237	-0.00287	0.00286	0.00063	0.00292	0.00370	0.00191	-0.00248	-0.00229	-0.00187	-0.00543	-0.00177	-0.00501	0.00283	-0.00282
1.82	0.00973	0.010815	0.02068	0.00185	0.00124	0.00839	0.02087	0.00984	0.03205	0.00104	0.00089	0.00182	0.00512	0.00273	0.00243	-0.00164	-0.00046	-0.00191	-0.00165	-0.00126	-0.00016	-0.00016	-0.00016	-0.00016
1.95	0.02101	0.00397	0.02024	0.01001	0.00438	0.01489	0.00431	0.00128	0.04182	0.00427	0.00171	0.00009	-0.0001	0.00701	0.00067	0.00536	-0.00045	0.00268	-0.00211	-0.00172	-0.00084	-0.00146	-0.00170	-0.00102
2.08	0.018814	0.00245	0.02009	0.01324	0.00399	0.01484	0.01104	0.00887	0.03747	0.00887	0.00138	0.00006	0.00287	0.00041	0.00046	0.00064	-0.00083	0.00211	-0.00163	-0.00042	-0.00005	0.00115	-0.00033	-0.00181
2.21	0.01157	0.008879	0.02048	0.018715	-0.00122	0.01182	0.00368	0.010574	0.04182	0.01065	-0.00184	0.00322	0.00288	0.00244	0.00013	0.003	-0.00109	0.00182	-0.00044	-0.00057	-0.00263	-0.00032	-0.00032	-0.00032
2.34	0.00482	0.014847	0.01969	0.01204	-0.00042	0.011813	0.01183	0.007018	0.003701	0.00045	0.00326	0.00383	0.000816	0.003148	0.00400	-0.00044	0.00231	-0.00021	-0.00117	-0.00026	-0.00143	-0.00125	-0.00125	-0.00084
2.47	0.01451	0.011864	0.026215	0.002107	-0.00065	0.01483	0.01071	0.01489	0.04074	0.00232	0.00133	0.00182	0.00483	0.00287	0.00271	-0.00011	0.00071	0.00064	-0.00264	-0.00036	-0.0013	-0.00115	0.00287	-0.00189
2.6	0.01739	0.00932	0.02083	0.014784	0.00048	0.019273	0.00548	0.01482	0.00505	0.01793	0.00175	0.011964	0.00374	0.00049	0.00287	0.00124	0.00049	0.00043	-0.00081	-0.00012	-0.00047	0.00182	-0.00023	-0.00023
2.73	0.020187	0.00189	0.02046	0.01813	-0.00061	0.01842	0.00267	0.01772	0.007189	0.01773	-0.0001	0.011821	0.00023	0.00019	0.00182	0.00019	-0.00073	0.00023	-0.00022	-0.00018	-0.00018	-0.00018	-0.00018	-0.00018
2.86	0.01157	0.01216	0.02378	0.01812	-0.00042	0.01374	0.00326	0.00402	0.044726	0.00273	0.00473	0.00151	0.00025	0.00023	0.00019	0.00026	0.00016	0.00016	-0.00025	-0.00026	-0.00026	-0.00026	-0.00026	-0.00026
2.99	0.023114	0.00113	0.02427	0.01304	-0.00142	0.012116	0.040042	0.001847	0.04889	0.00642	-0.00105	0.00191	0.003740	-0.00089	0.000754	0.00782	0.00143	0.00049	-0.0003	-0.00049	-0.00198	-0.00046	-0.00042	-0.00027
3.12	0.014854	0.00886	0.0231	0.020781	0.00182	0.02228	0.04881	0.003778	0.02236	0.01236	0.000821	0.011481	0.00432	0.00000	0.011037	0.00086	0.002102	0.01307	-0.00026	-0.00036	-0.00036	-0.00036	-0.00036	-0.00036
3.25	0.003981	0.00816	0.02087	0.02230	-0.00022	0.02073	0.040292	0.01237	0.002642	0.014734	-0.0012	0.011934	0.00040	0.001771	0.010633	0.013055	-0.00028	0.013077	0.00008	-0.00020	-0.00020	-0.00020	-0.00020	-0.00020
3.38	0.011871	0.01002	0.02190	0.01766	0.001246	0.02071	0.01001	0.016029	0.00948	0.00948	0.010918	0.00761	0.00237	0.00076	0.00076	0.00076	-0.00171	0.00089	-0.00021	-0.00061	-0.00112	-0.00094	0.00348	0.00095

として) を使って、ブローカ野と前額部位(おでこ)及びブローカ野の右脳相当部位における2種類のコードスイッチ(日本語から英語と英語から2言語混交)賦活差を、分散分析と多重比較を用いて統計処理を行った。言語処理とコードスイッチが主眼であるので左脳と前額部を中心にデータを見た。

図2~4で例示した被験者の場合、日本語から英語へのコードスイッチ(JECS)ではF(2,159)=7077.32,  $p<0.001$ , 偏イータ2乗=0.989となり差が検出されたので、多重比較の結果、ブローカ野の賦活(酸素化ヘモグロビン)が最も低く、次いで前額部、最も賦活の高い部位が右脳ブローカ野相当部であると判明した。英語から2言語混交へのコードスイッチ(EMCS)では、F(2,159)=90.328,  $p<0.001$ , 偏イータ2乗=0.532となり差が検出されたので、多重比較の結果、全く逆の傾向(ブローカ野の賦活が最も高く、次いで前額部、最も賦活の低い部位が右脳ブローカ野相当部)であることがわかった。更に部位別に細かく見て、ブローカ野ではJECSの方がEXCSよりも脳賦活が高く(t(308)=-31.372,  $p<0.005$ ), 前額部では逆にEXCSの方がJECSよりも高い(t(308)=12.356,  $p<0.05$ )事が判明した。このような手順で10人の被験者を個別に統計処理を行った結果を簡単にまとめたのが以下の表3である。

次に英語接触開始年齢と脳賦活の関連性を検証するために個人でなく、グループ(各2名)としてJE(日本語から英語へ)CS及びEX(英語から2言語混交)CSのブローカ野と中央部の酸素化ヘモグロビン値のグループ間比較を分散分析と多重比較により調べた(図3から6)。

表2 fNIRS 部位別平均値

左ブローカ野部位			前頭前野中央部位平均値		
oxy平均	deoxy平均	total平均	oxy平均	deoxy平均	total平均
0.000089	-0.01779	-0.0177	0.056125	-0.00517	0.198659
0.005956	-0.0115	-0.00555	0.05907	-0.00414	0.21558
0.012782	-0.01311	-0.00033	0.065034	-0.00198	0.250263
0.012318	-0.0128	-0.00048	0.067755	-0.00281	0.256977
0.005081	-0.00887	-0.00379	0.066696	-0.00258	0.253867
0.006022	-0.01459	-0.00857	0.059552	-0.00142	0.231107
0.013369	-0.01204	0.00133	0.065861	-0.00382	0.24432
0.012309	-0.01244	-0.00013	0.070301	-0.00287	0.26685
0.015676	-0.01416	0.001513	0.07313	-0.00484	0.268318
0.00977	-0.01159	-0.00182	0.068783	-0.00358	0.257239
0.005403	-0.00893	-0.00353	0.06123	-0.00283	0.230774
0.015567	-0.00784	0.007726	0.066474	-0.0043	0.244407
0.015486	-0.00949	0.005998	0.069543	-0.00195	0.268425
0.017963	-0.01043	0.007537	0.065409	-0.00165	0.253406
0.009873	-0.00741	0.002461	0.062627	-0.00237	0.238652
0.008533	-0.01042	-0.00189	0.05999	-0.00186	0.214648
0.012353	-0.0051	0.007251	0.062247	-0.0024	0.236981
0.013707	-0.01153	0.002174	0.062415	-0.00099	0.244723
0.009606	-0.00834	0.001264	0.064791	-0.00369	0.240711

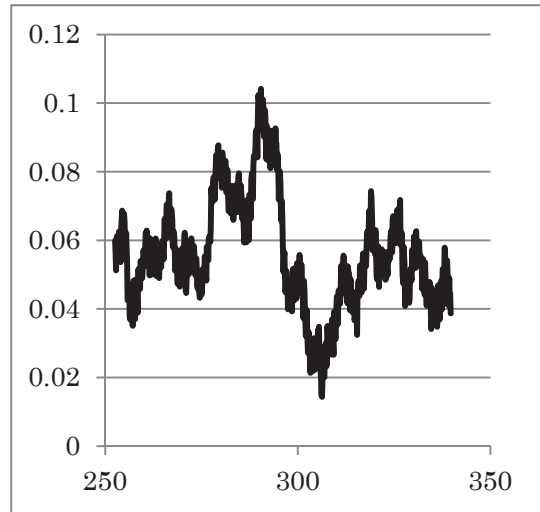


図2 ピーク20秒散布図例

表3 被験者全員の3部位個人内比較結果

グループ	Ss		JECS	EXCS	グループ	Ss	JECS	EXCS
1	1	ブローカ野	t(308)=13.871, p<.001	-0.0116 >	-0.0289	1	ブローカ野 < 前頭部 < 右脳	右脳 < ブローカ野 < 前頭部
		前頭部	t(308)=6.177, p<.05	-0.0005 >	-0.0077			右脳 = ブローカ野 < 前頭部
		右脳	t(308)=62.337, p<.05	0.0058 =	-0.0555			前頭部 < 右脳 = ブローカ野
2	2	ブローカ野	t(308)=6.038, p<.05	0.0042 >	-0.0056	2	右脳 = ブローカ野 < 前頭部	前頭部 < 右脳 = ブローカ野
		前頭部	t(308)=16.780, p<.01	0.019 >	-0.0077			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=26.890, p<.05	-0.0146 <	0.0242			前頭部 < ブローカ野 < 右脳
3	3	ブローカ野	t(308)=37.427, p<.05	-0.0491 =	0.0324	3	ブローカ野 < 右脳 < 前頭部	前頭部 < ブローカ野 < 右脳
		前頭部	t(308)=6.038, p<.05	0.0042 >	-0.0058			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=38.293, p<.05	0.0278 =	-0.0429			ブローカ野 < 右脳 < 前頭部
4	4	ブローカ野	t(308)=32.244, p<.01	-0.0754 <	-0.0086	4	ブローカ野 < 右脳 < 前頭部	前頭部 < ブローカ野 < 右脳
		前頭部	t(308)=23.170, p<.05	0.0063 >	-0.0217			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=1.210, p<.05	-0.0054 >	-0.0065			前頭部 < ブローカ野 < 右脳
5	5	ブローカ野	t(308)=10.896, p<.01	0.019 >	-0.0166	5	前頭部 < ブローカ野 < 右脳	右脳 < ブローカ野 < 前頭部
		前頭部	t(308)=11.636, p<.01	-0.0473 <	0.0081			ブローカ野 < 前頭部 < 右脳
		右脳	t(308)=33.308, p<.01	0.0311 >	-0.0277			前頭部 < 右脳 < ブローカ野
6	6	ブローカ野	t(308)=14.484, p<.05	0.0378 =	0.0082	6	前頭部 = 右脳 < ブローカ野	右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		前頭部	t(308)=16.770, p<.01	0.022 >	-0.0084			ブローカ野 < 前頭部 < 右脳
		右脳	t(308)=48.437, p<.01	0.0259 >	-0.0141			前頭部 < ブローカ野 < 右脳
7	7	ブローカ野	t(308)=31.372, p<.05	0.0487 >	0.019	7	前頭部 < ブローカ野 < 右脳	ブローカ野 < 前頭部 < 右脳
		前頭部	t(308)=12.356, p<.01	0.0167 <	0.0575			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=64.212, p<.01	0.0824 >	0.0103			ブローカ野 < 右脳 < 前頭部
8	8	ブローカ野	t(308)=48.437, p<.01	0.0259 >	-0.0141	8	前頭部 < ブローカ野 < 右脳	ブローカ野 < 右脳 < 前頭部
		前頭部	t(308)=6.105, p<.05	0.0149 <	0.028			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=63.834, p<.01	0.0828 >	-0.051			前頭部 < 右脳 < ブローカ野
9	9	ブローカ野	t(308)=21.557, p<.05	0.0019 =	-0.0373	9	右脳 < ブローカ野 = 前頭部	ブローカ野 < 右脳 < 前頭部
		前頭部	t(308)=5.861, p<.01	0.0028 <	0.0124			前頭部 < 右脳 < ブローカ野
		右脳	t(308)=1.4612, p<.01	-0.0067 >	-0.0093			ブローカ野 < 前頭部 < 右脳
10	10	ブローカ野	t(308)=85.752, p<.01	0.0342 >	-0.0421	10	前頭部 < 右脳 < ブローカ野	ブローカ野 < 右脳 < 前頭部
		前頭部	t(308)=9.482, p<.05	0.0033 <	-0.0061			右脳 < 前頭部 < ブローカ野
		右脳	t(308)=37.205, p<.01	0.013 >	-0.019			前頭部 < 右脳 < ブローカ野

Ss:被験者番号、JECS(日本語→英語)、EXCS(英語→2言語混交)

図3より、日本語から英語にコードスイッチする際にブローカ野（言語野）では英語接触開始年齢による差は全ての群間に確認された。つまり、出生直後から英語に接触したグループの賦活が最も低く、次いで3才～6才の間・出生前の順となり、あとは年齢が上がるにつれて賦活量が増加した。第2グループ（出生時に英語接触開始群）から徐々に増加する事と、出生前から英語接触していた群が、出生直後あるいは6才までに英語接触を開始した群より多くのエネ



群	年齢	性別	言語	言語	言語	言語	言語	言語	言語
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5

図3 JECS時(ブローカ野)群間比較

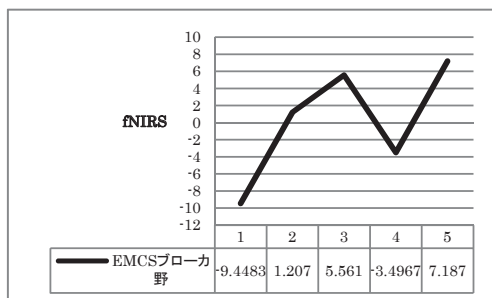


図5 EMCS時(ブローカ野)群間比較

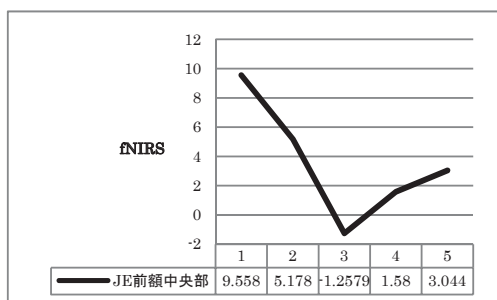


図4 JECS時(前額中央部)群間比較

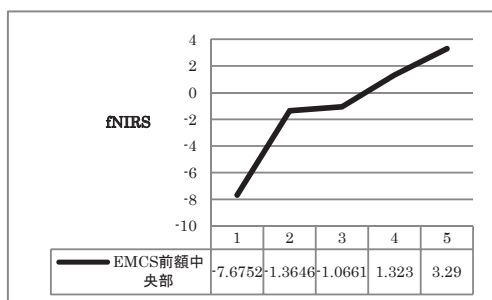


図6 EMCS時(前額中央部)群間比較

ルギーを日本語から英語に言語選択を変えた際に必要となった事が判明した。同じJECSでも前額中央部(図4)は全く異なる傾向を示した。最も賦活量が多かったのは第1群・2群・5群で、次が4群、第3群が最も少なかった。つまり日本語から英語に最もスムーズに移れたのは3才〜6才の間に英語に接触を始めた第3群で、次が高校生以降に長期英語圏留学をした第4群、次が出生時に開始した第2群と英語圏滞在経験の無い第5群で、日本語から英語使用に最も苦勞したのは出生前から英語に接していた第1群であることが判明した。

一方英語使用から2言語混交状態へのコードスイッチ時に、言語野での脳賦活(図5)は第1群が最も少なく、次に第4群、第2群の順で、最も多かったのは第3群と5群であった。つまり出生前から英語接触があると2言語混交状態には最もエネルギーがかからず、次に18才以降に英語圏への留学体験があればエネルギーが少なく済み、出生直後英語接触群がそれに続き、3才〜6才の間の英語接触開始と英語圏滞在経験の無いグループが最もエネルギーを要した。前額中央部の賦活(図6)は、一様で英語接触年齢が上がるに連れて賦活が徐々に高くなった。

第2言語である英語習得に関しては第1群・第2群・第3群の順に年齢が上がり、第4群と第5群は所謂臨界期を過ぎてから英語を週に数時間学習した差があり、日本語から英語へのコードスイッチは習得(接触)開始年齢や英語圏滞在経験がブローカ野の脳賦活に大きな影響を及ぼすと予期できた。また言語操作の自動化がブローカ野で高まれば高まるほど前頭前野前額部での葛藤の度合いも低くなることが予期できた。この2つの予期に沿った結果は、英語使用から日英語混交使用へのコードスイッチ時の前額部の賦活が英語接触開始年齢に合致して、高くなればなるほど賦活が大きくなっていった。また言語野(ブローカ野)での言語処理は、日本語

使用から英語使用へのコードスイッチにおいて、英語接触開始年齢が高くなるに連れて脳賦活が大きくなる傾向が見られたが、出生前から英語に接触していた第1群（最も脳賦活が少なくと予測できた群）が6才までに英語接触を開始した第2・3群よりも多くのエネルギーを費やしており、全てが予測通りではなかった。表3に記載した通り、各グループには僅か2名しかおらず、かつ同じグループ内の2名の傾向も著しく異なる（個人差が大きな）場合もある為に、このような首尾一貫した結果にならなかったのかもしれない。より多くの被験者からのデータを収集しないと確固とした結論は導けないが、少なくとも認知的葛藤を捉えることのできる前額部の脳賦活データ分析から言えるのは、英語単言語使用状況から日英語混交使用状態へのコードスイッチに関して、英語接触開始年齢が低ければ低いほど、スムーズに2言語使用に移れるようである。

本研究は言語研としての言語脳科学研究の初年度に行ったもので、fNIRSデータの処理法に関して次年度以降修正した部分が含まれていなかった。第1点目としては、fNIRSデータの性質上必ず隣り合うタスクとレストの差分を算出する必要があり、第2点目として個人内タスク比較はもとより同じタスクの被験者間比較をするには生データを用いるのではなく標準化したデータを使う必要がある。第1点目に関して、本研究は各タスクのピーク値を含める20秒を抽出し、それを直前のタスクのピーク値を含めた20秒との差分を取ったので、fNIRS分析としては問題があった。第2点目に関して、生データの比較を行い、標準化を行わずに被験者内・間比較を行った点にも問題点があった。これを修正し、さらに研究対象部位をブローカ野と前額部に限らず、先行研究によりコードスイッチ現象に大きく関わっていると同定できる部位を正確に測定し、その部位での脳賦活データを取ることでバイリンガリズム研究により貢献できる研究を2014年度に行った。

**謝辞** 本研究は2010年度立命館大学研究推進研究費助成を得て行った研究の一部をまとめたものであり、2011年10月に「第1言語としてのバイリンガリズム研究会」秋季大会において「日英バイリンガルの単言語モードからコードスイッチモードへの切り替わりによる脳賦活変化に関する研究：脳イメージング手法を用いた言語接触開始年齢の比較」として研究発表したものを基にして、データを再分析しそれに基づき大幅に改編したものである。研究協力して頂いた被験者の方々及び下分析を担って頂いた那須葵さんにはここに謝意を表します。

