

令和 3 年 5 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2017～2020

課題番号：17KT0056

研究課題名（和文）オラリティを核とする共在や共感の質の定量評価と介入応用

研究課題名（英文）Quantifying oral communication quality by measuring inter-brain synchronization using fNIRS hyperscanning

研究代表者

川島 隆太（KAWASHIMA, Ryuta）

東北大学・加齢医学研究所・教授

研究者番号：90250828

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：超小型近赤外分光装置を用いた脳活動計測によって、集団会話中の脳活動の同調度を対面会話条件とWeb会議システムを使用したオンライン上での会話条件で比較する実験を実施した。健康な右利きの大学生および大学院生30名を被験者とし、互いに同性で面識のない5名を1組として各条件につき3組ずつグループを形成した。グループごとに指定した話題に関して5分間×6セッションの集団会話をさせた。解析の結果、オンライン会話条件と比較して対面会話条件において、共感や社会的認知に関与する背内側前頭前野および認知制御や言語思考に関与する左背外側前頭前野の脳同調度が特定の周期において有意に高い結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、オラリティの質に関わる脳活動を定量化するために超小型近赤外分光装置を用いて生活環境下における集団会話中の脳同調度を計測し、対面での会話とオンライン上での会話の違いを検証した世界で初めての研究である。本研究で得られた基礎的な知見をニューロフィードバックに応用することで、将来的にはSNSやWeb会議システムなど共在・共感・共鳴を減衰させるようなメディアを介したオラリティの質を向上させる介入法の開発へ繋がることが期待される。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this project was to investigate the difference between face-to-face and online communication by measuring inter-brain synchronization using portable fNIRS hyperscanning. We recruited 30 healthy university students as participants. Five participants with the same sex made a group. We arranged two group conditions (face-to-face communication group and online communication group). Regions of interest were the right dorsal medial prefrontal cortex (DMPFC) and the left dorsal lateral prefrontal cortex (DLPFC) to measure brain activities reflecting social cognition and linguistic thinking. We calculated a wavelet transform coherence to evaluate a strength of the inter-brain synchronization. We found the strong inter-brain synchronization in the DMPFC in the face-to-face communication group compared to the online communication group in the period of 8-10 seconds. And we found the strong inter-brain synchronization in the left DLPFC in the period of 21-24 seconds.

研究分野：脳科学

キーワード：脳活動計測 ケーセッション 背内側前頭前野 背外側前頭前野 脳領域間の脳同調 超小型近赤外分光装置 コミュニ

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者は JST 先端計測分析技術・機器開発事業(H21-H23)において、複数人の脳活動を同時に計測可能な超小型近赤外分光測定装置(図1)の開発に世界で初めて成功、この装置を用いて、共感性など高次の社会的コミュニケーション活動と関わる背内側前頭前野の脳活動の同期現象が観察されることを発見し、オラリティを核とした社会的相互関係を実社会環境下で脳機能計測を用いて定量可能であるとの発想に至った。



図1. 超小型近赤外分光装置

研究代表者らが開発した超小型近赤外計測装置の製品化版は、センサーを言語的思考の中枢である背外側前頭前野、高次の社会的コミュニケーションの中枢である背内側前頭前野の双方に同時に設置可能であり、それぞれ領域のコミュニケーション時の脳活動の同期を測定することにより、オラリティに関わる脳活動の時系列的变化を定量評価することが可能となることに着目した。

### 2. 研究の目的

本研究は、オラリティを核とする共在や共感の質を、実生活空間での脳活動計測データにより定量化し、ニューロフィードバック手法を応用してコミュニケーションや対面的社会関係の支援システムの構築を目指すものであった。



図2. 対面会話条件

### 3. 研究の方法

30名の健康な右利きの大学生および大学院生を被験者とした。互いに同性で面識のない5名を1組とするグループを各条件(対面会話条件・オンライン会話条件)につき3組ずつ形成した。対面会話条件では、一辺120cmの正五角形の頂点に相当する位置に固定した椅子に被験者を座らせ、互いに向かい合った状態で会話をさせた(図2)。オンライン会話条件



図3. オンライン会話条件

では、壁に向かって椅子を配置し、被験者間を衝立で仕切った。被験者には眼前のラップトップパソコンとヘッドセットを用いてWeb会議システム上で会話をさせた(図3)。各条件に共通して、グループ毎に日常生活上の興味や関心と近い話題と遠い話題を3つずつ選定し、指定した話題に関して5分間×6セッションの集団会話をさせた。集団会話中の背内側前頭前野および左背外側前頭前野の活動変化を超小型近赤外分光装置によって計測した。オラリティの質を反映する定性的評価指標として、各セッション後に直前の集団会話における会話満足度と集団雰囲気に関する内観評価を収集した。定量的評価指標として、実験後にビデオカメラで録画した映像を確認し会話課題中の発話時間と発話回数を被験者ごとに算出した。

心理・行動指標(会話満足度・集団雰囲気・発話時間・発話回数)について、条件間の差をTwo-sample t-testで評価した。超小型近赤外分光装置で計測した脳活動データについて、以下の前処理によってノイズを除去した。まずトレンド成分を除去し(detrending)、ローパスフィルタ(cut-off at 0.2 Hz)で高周波成分のノイズを除去した。次に、Wavelet-based motion artifact reduction (WBMR)法を用いて体動等に起因するスパイク状のノイズを除去した。最後に、Dual S-D regression法を用いて頭皮の皮膚血流によるノイズ成分を除去して神経活動による信号を抽出した。前処理を加えた脳活動データを用いて、Wavelet transform coherence (WTC)解析により、ペアごとに被験者間の同一脳領域間の脳同調の強さを算出した。脳同調度の指標(WTC R<sup>2</sup>)をヒートマップとして出力した結果の例を図4に示した。1~100秒周期におけるWTC R<sup>2</sup>の時間平均ついて、周期ごとにそれぞれ条件間の差をTwo-sample t-testを用いて評価した。周期ごとに算出したp値をB-H法を用いてFalse Discovery Rate (FDR)を制御し多重比較補正した。

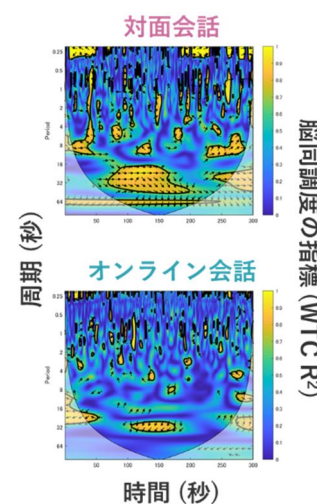


図4. 1組の脳同調(WTC R<sup>2</sup>)ヒートマップの例

#### 4. 研究成果

オラリティの質を反映する定性的評価指標として収集した会話満足度・集団雰囲気の結果について、有意な条件間の差は認められなかった（図5左）。本研究の限界点の1つとして、条件間でデータを取得した時期が異なることが挙げられる。対面会話条件は2019年6月～2020年2月の期間にデータを取得したのに対し、オンライン会話条件は2020年10月～2021年3月の期間にデータを取得した。実験実施時期によって社会的状況が大きく異なったため、基準となる対人コミュニケーションに対する主観的な価値や動機に違いが生じ、条件間に差が見られなかった可能性が考えられる。

定量的評価指標として収集した発話時間・発話回数について、発話時間には条件間で有意な差は認められなかったが、発話回数については有意傾向の条件間差が見られた（図5右）。本研究では、被験者に出来るだけ会話が途切れないように発言するよう教示していた。そのため、いずれの条件でも5分間のセッションの中で沈黙状態はほとんどなく、発話時間には差が見られなかったと言える。一方で、発話回数には相槌や笑い声などの短い発話も1つの発言として数えられており、オンライン会話条件では対面会話条件と比較して、特にこれらの短時間の発話が少ない傾向があったと考えられる。

脳活動データ解析の結果について、オンライン会話条件と比較して対面会話条件において、共感や社会的認知に関与する背内側前頭前野の脳同調度が8～10秒周期の辺りで有意に高い結果が得られた（図6）。同様に、認知制御や言語思考に関与する左背外側前頭前野の脳同調度が21～24秒周期の辺りで有意に高い結果が得られた（図7）。

本研究は、オラリティの質に関わる脳活動を定量化するために超小型近赤外分光装置を用いて集団会話中の脳同調度を計測し、対面での会話とオンライン上での会話の違いを検証した世界で初めての研究である。本研究で得られた基礎的な知見をニューロフィードバックに応用することで、将来的にはSNSやWeb会議システムなど共在・共感・共鳴を減衰させるようなメディアを介したオラリティの質を向上させる介入法の開発へ繋がることが期待される。

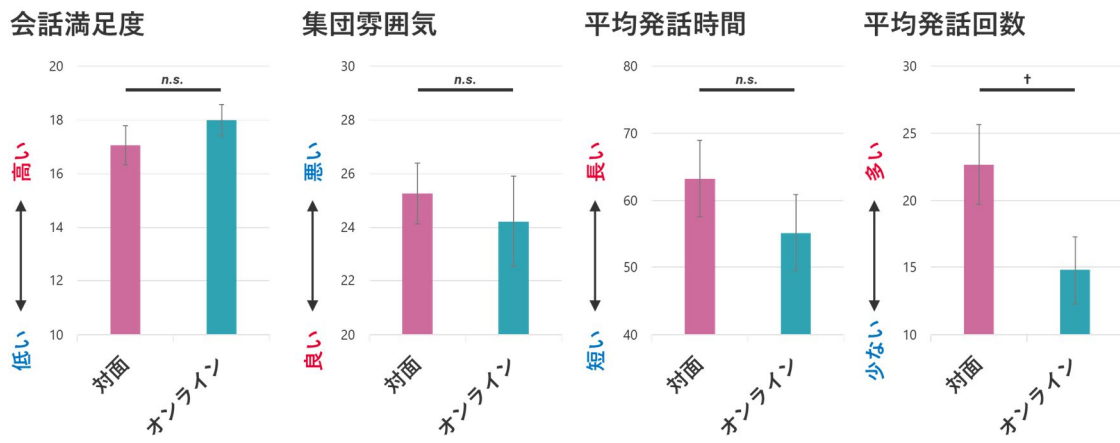
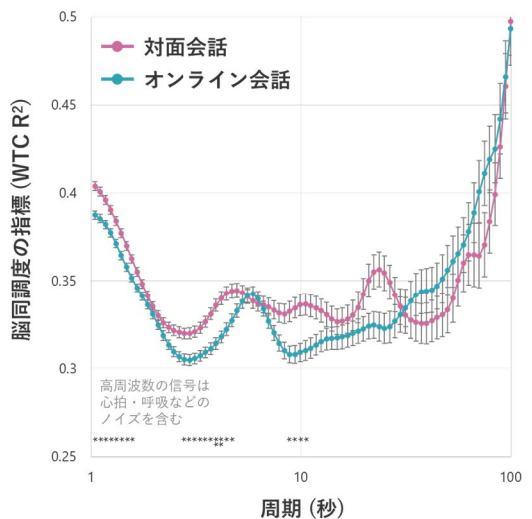


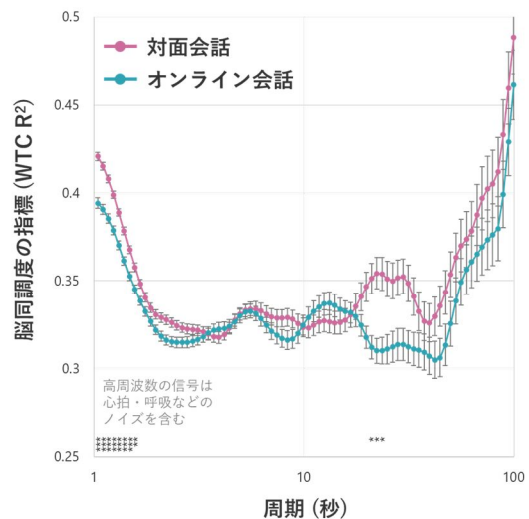
図5. 心理・行動指標の条件間比較

Error bar: SEM; Two sample-t test; †: p = 0.051



Error bar: SEM; Two sample-t test; \*: q < 0.05; \*\*: q < 0.01; \*\*\*: q < 0.001 (FDR-adjusted)

図6. 背内側前頭前野における脳同調度の条件間比較



Error bar: SEM; Two sample-t test; \*: q < 0.05; \*\*: q < 0.01; \*\*\*: q < 0.001 (FDR-adjusted)

図7. 背外側前頭前野における脳同調度の条件間比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------