

## 千葉工業大学、脳波の位相同期解析を用いて高齢者における創造性と関連する機能的神経ネットワークの検出に成功

学校法人 千葉工業大学 情報科学部 情報工学科 信川創 准教授と学校法人金井学園 福井工業大学 AI & IoT センター/環境情報学部 経営情報学科 山西輝也 教授、国立大学法人 福井大学 医学部 病態制御医学講座 精神医学 上野幹二 講師、国立大学法人 金沢大学 医薬保健研究域医学系 精神行動科学 水上喜美子 助教、公立大学法人 兵庫県立大学 応用情報科学研究科 西村治彦 教授、国立大学法人 金沢大学 子どものこころの発達研究センター（協力研究員）/国立大学法人 福井大学 学術研究院医学系部門（客員准教授）/魚津神経サナトリウム（副院長）高橋哲也は、脳波における脳部位間の位相同期現象に着目することで、高い創造性を有する高齢者はアルファ帯域における機能的な神経ネットワークが上昇していることを明らかにしました。この成果は、スイスに本部を置く科学、工学、医学についての出版社である Frontiers Media SA の査読付き学術雑誌である Frontiers Human Neuroscience にて発表されます。

### 【概要】

創造的活動は加齢に伴う知覚機能や認知機能、身体機能の低下を予防することが知られており、また高齢者における高い創造性は、精神的幸福の向上につながるということが数多くの研究によって明らかにされています。超高齢社会を迎える国々では、障害調整生命年を延ばし、高齢者の幸福度を向上させることが直近の課題です。従って、高齢者における創造性と関連する脳機能メカニズムを明らかにする試みは、その課題解決にむけたアプローチの1つであると言えます。本研究では、健康な高齢者に対して S-A 創造性試験を実施し、創造性の高さを評価しました。さらに脳波検査を実施し、アルファ波の位相同期に着目することで脳の機能的な神経ネットワーク構造を調べました。その結果、高齢者における創造性の高さは、脳内のネットワーク結合の高さと関連することを明らかにしました。このアルファ波の位相同期に着目する手法は、高齢者の創造性を支える神経基盤のさらなる解明に今後広く利用されることが期待されます。

### 【発表内容】

#### + 背景

古くから、高い創造性は高齢者の精神的幸福の向上につながるということが知られています。一方、近年の脳画像解析技術の進歩により、創造性は広範な脳部位の活動が複雑に連携することで生まれることが明らかにされつつあります。例えば、脳血流を可視化する機能的核磁気共鳴 (fMRI) を用いた研究によれば、創造的な課題に対して脳は複数の神経ネットワークを互いに連携させることで、注意・認知・記憶といった脳機能を統合しながら取り組んでいることが分かってきました。さらに fMRI よりも優れた時間分解性能を持つ脳波を用いた我々の先行研究 (※1) では、創造性は fMRI では捉えられない短い時間スケールでの動的な脳神経活動と関連することを示しています。そのため、脳波の高い時間分解能を生かした動的神経ネットワーク解析技術を用いて高齢者における創造性の神経基盤を浮き彫りにすることが期待されていました。

#### + 研究内容

本研究では、S-A 創造性試験 (※2) を用いて健康な 20 名の高齢者の創造性を評価し、併せて知的機能 (IQ

スコア)も評価しました。その後、安静時の脳波を計測し、各脳部位間の神経活動の同期現象を捉える phase lag index (PLI) を用いて脳内の機能的ネットワーク (※3) を推定しました。結果、創造性の高さは広範な脳部位間の機能的結合強度と関連することを明らかにし、この関係は知的機能とは無関係であることが解りました (図 1、2 を参照)。この結果は、高齢者における創造性の神経基盤に広範な脳領域間の連携が大きく関わっていることを示しています。

#### + 社会的意義・今後の予定

脳波は非侵襲的で安価かつ簡易に計測することが可能であることから、ヘルスケアや医療など幅広い分野で用いられる汎用性の高い脳機能画像法です。超高齢社会を迎える国々では認知症や高齢うつなどの精神疾患への対策が急務であり、「心の健康」を保つことは大きな課題となっています。高い創造性や創造的活動は、高齢者の「心の健康」や「精神的な幸福」を維持するための有力な手段となります。従って、本研究で提案した創造性の神経基盤を探索する試みは、個々の高齢者の脳機能を評価し、さらにはその向上施策する上で有効なツールとなることが期待されます。

今後、より空間分解能の高い高密度脳波計や脳磁図計、さらに人工知能や新たな解析手法を開発することで、高齢者の創造性機能を支える神経基盤のさらなる解明に取り組む予定です。

#### + 発表雑誌

雑誌名: Frontiers Human Neuroscience (公開日: 10月22日 13:00 JST 日本標準時, 10月22日 6:00 CEST 中央ヨーロッパ時間(夏時間))

論文題目: High Phase Synchronization in Alpha Band Activity in Older Subjects with High Creativity

著者: Sou Nobukawa, Teruya Yamanishi, Kanji Ueno, Kimiko Mizukami, Haruhiko Nishimura, Tetsuya Takahashi

URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.583049/full>

(オープンアクセスのためこのサイトから閲覧できます)

#### + 謝辞

本研究は科研費 若手研究 (18K18124) (研究代表者: 信川創)及び、基盤研究(C)(18K11450)(研究代表者: 山西輝也)の助成を受けたものである。

#### + 用語説明

※ 1 Ueno K, Takahashi T, Takahashi K, Mizukami K, Tanaka Y, Wada Y. Neurophysiological basis of creativity in healthy elderly people: a multiscale entropy approach. Clin Neurophysiol. 2015;126(3):524-531. doi:10.1016/j.clinph.2014.06.032

※ 2 S-A 創造性試験: 創造的な思考能力を、思考の速さ・広さ・独自さ・深さの観点から捉える試験

※ 3 機能的ネットワーク: 各脳部位間における神経活動の同期現象を捉え、脳内神経の結合状態を定量化するもの

<p>〈研究についてのお問い合わせ〉</p> <p>信川 創 (ノブカワ ソウ)</p> <p>千葉工業大学 情報科学部 情報工学科</p> <p>〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1</p> <p>TEL : 047-478-0538</p> <p>E-Mail: nobukawa@cs.it-chiba.ac.jp</p>	<p>〈広報関連についてのお問い合わせ〉</p> <p>大橋 慶子 (オオハシ ケイコ)</p> <p>海老根 克磨 (エビネ カツマ)</p> <p>千葉工業大学 入試広報課</p> <p>〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1</p> <p>TEL : 047-478-0222 FAX : 047-478-3344</p> <p>E-Mail: ohhashi.keiko@it-chiba.ac.jp</p>
---	--

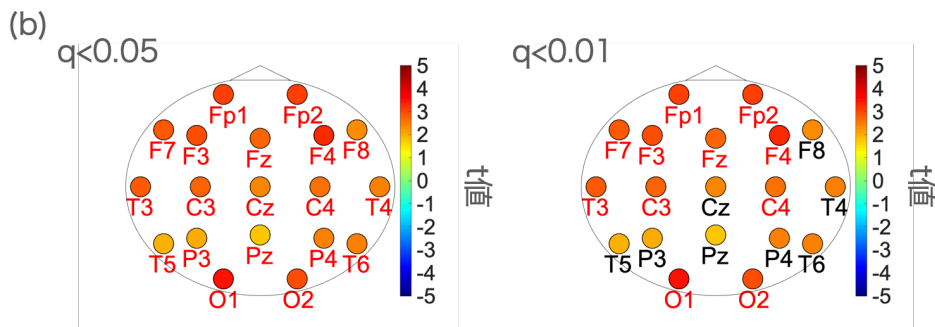
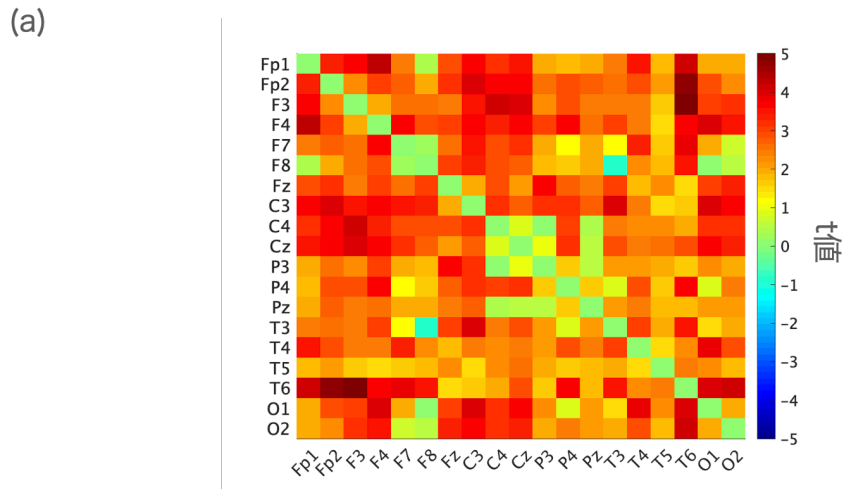


図 1 高齢者の創造性の高いグループと低いグループの Phase Lag Index の差(t 値). t 値が高い(暖色)ほど創造性の高いグループの PLI 値が高いことを示す. (a) 脳波の電極間ごとの PLI 値での比較. (b) 電極ごとに電極から投射する PLI 値を平均した場合での比較. 多重比較検定の基準( $q < 0.05, 0.01$ )を通過した電極ラベルは赤色で表示.

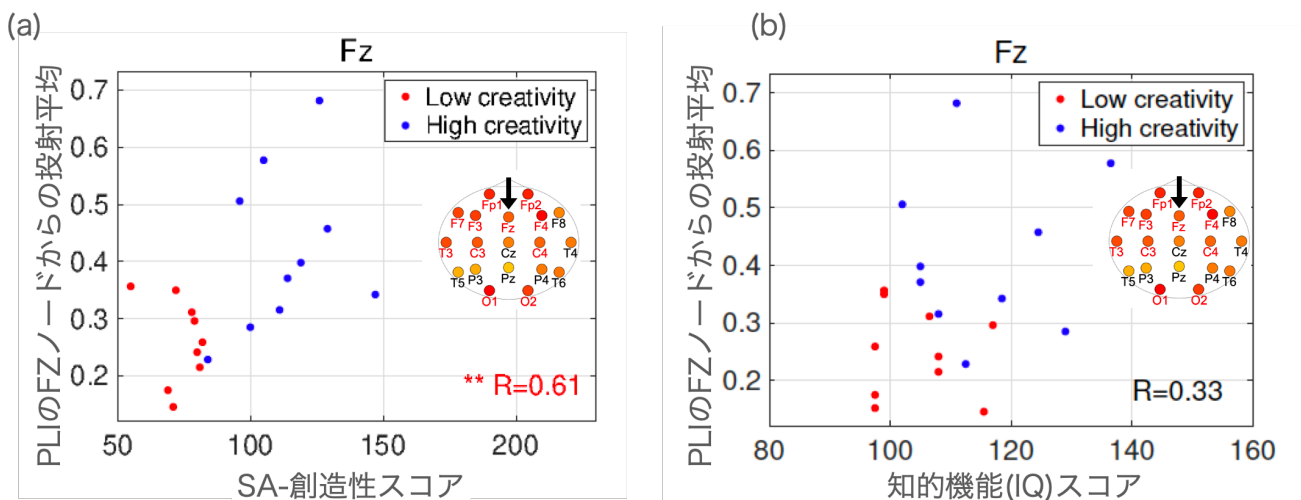


図 2 (a) PLI と SA-創造性スコアとの散布図. (b) PLI と知的機能(IQ)スコアとの散布図. PLI は S-A 創造性スコアと高い相関関係(相関係数  $R=0.61$ )を示すが, 知的機能(IQ)スコアとは無相関であることが確認できる.