

# 超高磁場機能的磁気共鳴画像法を用いたヒト脳活動の高分解能計測

電気通信大学大学院情報理工学研究科 宮脇陽一

派遣援助期間	2018年8月30日～2019年3月31日
研究機関	National Institute of Mental Health, National Institutes of Health 9000 Rockville Pike, Bethesda, MA 20892, USA
研究指導者	Dr. Peter Bandettini

ヒトの脳活動を高時空間分解能で計測し、解析する技術の研究は、脳を中心とした病態の診断を通して人類の健康増進に役立つのみならず、ヒト脳機能の理解という生物学における根本問題の解決において極めて重要である。現存するヒト脳活動計測のうち最も高精度である機能的磁気共鳴画像 (fMRI) 計測を用いれば脳活動を高空間分解能で計測できるが、脳内の血流変化を計測対象とするため秒単位の低い時間分解能しかないというのがこれまでの定説であった。しかしながら、近年利用が活発になってきた静磁場強度 7T 以上の超高磁場 fMRI 計測を用いると、信号対雑音 (S/N) 比が向上するので、これに伴い高速な fMRI 信号計測できる可能性がある。こうして計測された fMRI 信号に統計的信号処理を適用することにより、一見遅いと思われている fMRI 信号から、高速な神経活動に対応する情報をどこまで抽出できるのか、その限界に迫るとともに、ヒト脳研究の根幹技術の向上に貢献することを本研究の目的とし、米国国立衛生研究所 (NIH) へ渡航し、研究を開始した。

NIH 附置の 7T fMRI 装置を用いて、実効的に高い S/N 比を保ちつつ高速計測できる条件を探索した結果、従来は 2-3 s であった繰り返し時間を 125 ms まで短縮し、約 16-24 倍高速な fMRI 信号計測に成功した。こうして高速計測された fMRI 信号を用いて、視覚刺激画像に応答する脳部位の同定を試みたところ、従来 40-60 分程度の実験で得られるのと同程度の結果がわずか 5 分程度の計測で得られることを確認した。

こうして高速計測された fMRI 信号に対し、統計的信号処理の手法を適用して fMRI 信号に反映されている情報の高速読み出しを試みたところ、提示した画像の情報を非常に高い成績で解読できることが確認された。また情報の読み出しは、fMRI 信号が大きな振幅を示すより早いタイミングで可能であったことから、fMRI 信号の高速計測と統計的信号処理の技術を適切に組み合わせることにより、実効的に fMRI を用いた脳活動解析の時間分解能を高めることができる可能性を示すことができた。

以上の研究成果を通し、fMRI 信号計測および解析の実効的時間分解能を高め、高効率で脳活動を解析する技術基盤が確立できつつある。これまであまり実施されてこなかった高速 fMRI 計測だが、その潜在性は極めて高いといえよう。「fMRI 信号は遅い」という先入観を打破し、今後の発展が大きく期待できる新分野開拓の足がかりとなる実り多い渡航であった。

## 【参考文献】

- Miyawaki, Y., Handwerker, D., Gonzalez-Castillo, J., Huber, L., Khojandi, A., Chai, Y., Bandettini, P.A., "Time-resolved fast neural decoding independent of variation in hemodynamic response latency," 2020 Organization for Human Brain Mapping, Online, June-July 2020.
- Miyawaki, Y., Handwerker, D., Gonzalez-Castillo, J., Huber, L., Khojandi, A., Chai, Y., Bandettini, P.A., "Event-related decoding of visual stimulus information using short-TR BOLD fMRI at 7T," International Society for Magnetic Resonance in Medicine 2020, Online, August 2020.