

# fMRI を用いた音階デコード技術の開発

知能機械力学研究室

金子竜也

## 1. 緒言

脳への特定の刺激により活発に活動する脳部位が特定されつつある。聴覚刺激については聴覚野で処理されることが分かっているが、周波数により聴覚野のどの部分が局所的に活動しているかは詳しく明らかになっていない。文献<sup>(1)</sup>では125Hz, 500Hz, 2kHz, 8kHzと4つの周波数を聴覚刺激として提示した場合について、被験者の脳賦活動がマッピングされており、低周波数は聴覚野の前部が、高周波数になるにつれ後部の賦活が大きくなることが報告されている。本研究では脳賦活動からの音階デコードを目的とするが、音階デコードを開発するためには周波数解像度を先行研究より高くすることが必要である。そこで本研究ではまず基礎研究として、fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging)の空間分解能(マトリクスサイズ 3.0×3.0×3.0mm)で、半音差の聴覚刺激を提示した際の脳賦活動に有意差があるか検証を行い、fMRI を用いての音階デコードが可能であるか確認する。

## 2. 実験方法

ヒト脳からの音階デコードを開発するために、半音差の聴覚刺激を提示した際の脳賦活動に有意差があれば、デコードが可能と考えられる。

本実験では健康で聴覚に障害のない、かつ体内金属を埋設していない20代成人男性8名、30代成人男性1名、計9名の被験者に対し同様に、fMRIの聴覚実験を行う。

fMRI装置の動作音で脳賦活にノイズが乗る可能性があるため、騒音の少ない周波数帯にあるC7(2097Hz)、C#7(2217.46Hz)の2種類の音を聴覚刺激として決定した。ヘッドフォンを用い100dBで聴覚刺激を提示した際のそれぞれの脳賦活動をfMRIで撮像する。その後、脳画像解析ソフトウェアSPM8を用いt検定を行う。本実験では、聴覚刺激に対しては、聴覚野で賦活が起こることがわかっているため、関心領域を聴覚野に指定し、聴覚野内の賦活のみについての解析を行う。C7を1、C#7を-1とし差分を求め、脳賦活動の有意差を取得し、半音差の脳賦活動に違いがあるか検証を行う。t検定による解析は個々の9名の被験者についてと、9名の集団の傾向を得るため集団解析を行う。

## 3. 実験結果

SPM8を用いて、t検定で有意差を得た結果、個人解析では9名の被験者の内、有意水準を $p < 0.05$ と設定した場合、6名の被験者についてコントラストが得られ、 $0.05 < p < 0.06$ と設定した場合、1名の被験者について有意差が得られた。残り2名については $p > 0.1$ 以上に設定しなければ有意差が得られないという結果となった。

個人解析を行った際の個々のコントラストを基に母集団について集団解析を行った結果を図1に示す。集団解析での有意水準を $p = 0.08$ に設定し、聴覚野の賦活について解析を行うと、図1中の○で囲った部分に有意差が得られていること

が認められ、集団解析においても有意傾向にあるという結果となった。

個人解析結果および集団解析結果において、fMRIで撮像された脳賦活画像から、ほとんどの被験者において有意差が認められ、全音での音階デコードが可能であるという見通しが得られた。

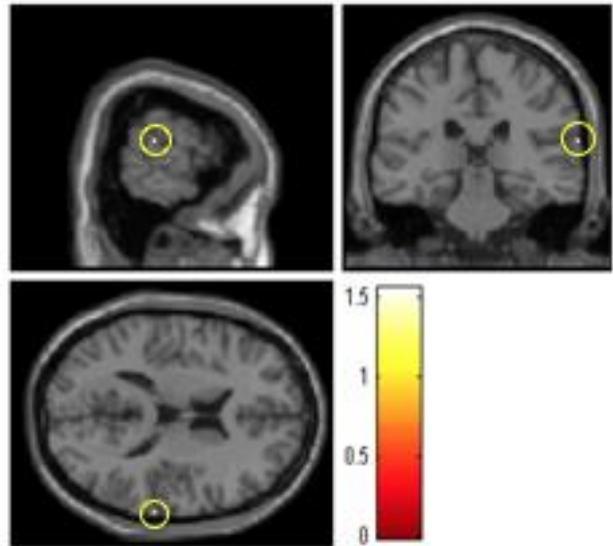


Fig. 1 Comparison between C7 and C#7(group analysis)

## 4. 結言

fMRIを用いた音階デコードを開発するために、C7とC#7の半音差の2音を提示した際の脳賦活動の有意差があるか検討した結果、9名中6名の被験者について有意であり、1名の被験者について有意傾向であるという結果が得られた。また、集団解析の結果からも有意水準を $p = 0.08$ に設定したときコントラストが得られ、有意傾向にあるということが確認された。

本実験で比較的多数の被験者について良好な結果が得られたため、今回の実験結果によりfMRIでの脳賦活画像で音階デコードが可能であるという見通しが得られた。

今後は、音階デコードを開発するために、C7からC8までの1オクターブの間の音階、全13音を提示した際の個人の脳賦活動をマッピングし、被験者個々の傾向を確かめていく必要がある。そのために、被験者の数を増やし、集団解析を行うことで、母集団に対する解析結果をより正確なものにする必要がある。また、音階デコードを開発するために、個人解析で得られたマッピング結果を基に、識別器を用い学習を行うことで、それぞれの聴覚刺激を提示した際の脳賦活動を判別する予定である。

文献

(1) D. R.M. Langers, et al., NeuroImage34,(2007),pp.264-