

Title	情報学的手法を用いた非侵襲脳機能計測によるヒト認知機構の研究
Sub Title	Neuroinformatics of human cognitive functions based on non-invasive human brain imaging
Author	地村, 弘二(Jimura, Koji)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2018
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2017.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>ヒト大域脳の認知の機構を行動課題遂行中および安静時における機能的MRIにより撮像された画像によって調べた。知覚的不確実性がある環境での認知の制御が、知覚情報が関わる後頭側頭領域と認知制御が関わる前頭前野領域の相互作用によって行われることを、反応抑制と課題切り替えを用いて示した。とりわけ、知覚的不確実性が高いと、大きく活動する前頭領域から活動が小さい後頭側頭領域へトップダウンの信号が、低いと、大きく活動する後頭側頭領域から活動が小さい前頭領域へのボトムアップ信号が支配的になることを示した。この結果は、環境の不確実さに依存した脳活動が大域脳領域で伝播する、トップダウン・ボトムアップ処理のシフトを示唆している。また、報酬を実際に経験する環境で意思決定の自己制御がどのように形成されるかを調べた。被験者は数十秒遅延する少量の液体報酬を2種類経験し、その後どちらか好きな方を求められた。自己制御の強く形成された被験者は、遅延時間における行動経済学で予想されている期待効用の効果が、前部前頭前野で顕著であった。この結果は、報酬経験による前部前頭前野の自己制御形成機構を示唆している。そして、安静時における機能的結合の動的特徴を、大規模オープンリソースデータを解析することによって調べた。滑り窓方により結合の時間変化を調べると、結合の分散が極大になる時間があられ、結合の強さが2極化し、6つの状態を取ることがわかった。行動課題遂行中の機能的MRI解析と比較すると、そのうちの1つの状態は、認知機能と関連することが示唆された。また他のもう1つは睡眠との関連が示唆された。これらの結果は、安静時機能的MRIにおきる動的な時間変化は、被験者の統制されていない心理活動を反映していることを示唆している。</p> <p>The current study explored brain-wide cognitive mechanisms of humans by analyzing task-related and resting-state functional MRI data. We found that cognitive control under perceptually uncertain environments involved interactions between visual-related occipitotemporal regions and control-related prefrontal regions. In particular, during response inhibition and task switching, functional connectivity become stronger from prefrontal regions showing greater activity toward weakly activated occipitotemporal regions, when perceptual uncertainty was increased. On the other hand, when perceptual uncertainty was decreased, functional connectivity from strongly activated occipitotemporal region to weakly activated prefrontal regions enhanced. The results suggest a shift of brain-wide top-down and bottom up signaling depending on environmental uncertainty. We also examined formation of self-control choice under decision-making situations. Participants directly experienced small amounts of liquid rewards delayed by seconds, with one smaller amount available immediately, and the other larger amount available after delay, and were then asked to choose one of the two alternatives. Individuals forming strong self-control for subsequent choice showed greater anticipatory utility effect that was predicted by behavioral economic theory in anterior prefrontal cortex, suggesting self-control formation for decision-making in the prefrontal cortex based on reward experiences. Finally, we examined dynamic characteristics during resting-state by analyzing open resource data set of fMRI with large sample size. Sliding-window approach revealed fluctuation of functional connectivity variance across the brain, and periodic depolarization of the functional connectivity during variance peak periods involving 6 states. Interindividual comparison with task-related and resting-state fMRI data revealed that one of the states is related to cognitive performance, and another is related to sleep. These results suggest that temporal fluctuations of resting-state fMRI data reflect uncontrolled mental and physiological states.</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2017000001-20170203

研究代表者	所属	理工学部	職名	准教授(有期)	補助額	500 (特B)千円
	氏名	地村 弘二	氏名 (英語)	Koji Jimura		
研究課題 (日本語)						
情報学的手法を用いた非侵襲脳機能計測によるヒト認知機構の研究						
研究課題 (英訳)						
Neuroinformatics of human cognitive functions based on non-invasive human brain imaging						
1. 研究成果実績の概要						
<p>ヒト大域脳の認知の機構を行動課題遂行中および安静時における機能的MRIにより撮像された画像によって調べた。知覚的不確実性がある環境での認知の制御が、知覚情報が関わる後頭側頭領域と認知制御が関わる前頭前野領域の相互作用によって行われることを、反応抑制と課題切り替えを用いて示した。とりわけ、知覚的不確実性が高いと、大きく活動する前頭領域から活動が小さい後頭側頭領域へトップダウンの信号が、低いと、大きく活動する後頭側頭領域から活動が小さい前頭領域へのボトムアップ信号が支配的になることを示した。この結果は、環境の不確実さに依存した脳活動が大域脳領域で伝播する、トップダウン・ボトムアップ処理のシフトを示唆している。また、報酬を実際に経験する環境で意思決定の自己制御がどのように形成されるかを調べた。被験者は数十秒遅延する少量の液体報酬を2種類経験し、その後どちらか好きな方を求められた。自己制御の強く形成された被験者は、遅延時間における行動経済学で予想されている期待効用の効果が、前部前頭前野で顕著であった。この結果は、報酬経験による前部前頭前野の自己制御形成機構を示唆している。そして、安静時における機能的結合の動的特徴を、大規模オープンソースデータを解析することによって調べた。滑り窓方により結合の時間変化を調べると、結合の分散が極大になる時間があられ、結合の強さが2極化し、6つの状態を取ることがわかった。行動課題遂行中の機能的MRI解析と比較すると、そのうちの1つの状態は、認知機能と関連することが示唆された。また他のもう1つは睡眠との関連が示唆された。これらの結果は、安静時機能的MRIにおきる動的な時間変化は、被験者の統制されていない心理活動を反映していることを示唆している。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>The current study explored brain-wide cognitive mechanisms of humans by analyzing task-related and resting-state functional MRI data. We found that cognitive control under perceptually uncertain environments involved interactions between visual-related occipitotemporal regions and control-related prefrontal regions. In particular, during response inhibition and task switching, functional connectivity become stronger from prefrontal regions showing greater activity toward weakly activated occipitotemporal regions, when perceptual uncertainty was increased. On the other hand, when perceptual uncertainty was decreased, functional connectivity from strongly activated occipitotemporal region to weakly activated prefrontal regions enhanced. The results suggest a shift of brain-wide top-down and bottom up signaling depending on environmental uncertainty. We also examined formation of self-control choice under decision-making situations. Participants directly experienced small amounts of liquid rewards delayed by seconds, with one smaller amount available immediately, and the other larger amount available after delay, and were then asked to choose one of the two alternatives. Individuals forming strong self-control for subsequent choice showed greater anticipatory utility effect that was predicted by behavioral economic theory in anterior prefrontal cortex, suggesting self-control formation for decision-making in the prefrontal cortex based on reward experiences. Finally, we examined dynamic characteristics during resting-state by analyzing open resource data set of fMRI with large sample size. Sliding-window approach revealed fluctuation of functional connectivity variance across the brain, and periodic depolarization of the functional connectivity during variance peak periods involving 6 states. Interindividual comparison with task-related and resting-state fMRI data revealed that one of the states is related to cognitive performance, and another is related to sleep. These results suggest that temporal fluctuations of resting-state fMRI data reflect uncontrolled mental and physiological states.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
Jimura K, Miyakawa N.	Statistical mediation as an approach for inference of brain mechanisms: analyses for delay discounting with large-sample open resource data.	The 40th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society.	2017/7/20			
Tsumura K, Aoki R, Nakahara K, Huk AC, Polrack RA, Jimura K.	Prefrontal-temporal mechanisms involved in response inhibition under perceptual uncertainty.	The 40th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society.	2017/7/21			
Tanaka D, Aoki R, Nakahara K, Jimura K.	Prefrontal-striatum mechanisms involved in formation of self-controlled choice.	The 40th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society.	2017/7/21			