

論文内容の要旨

論文題目 Dissociable brain activity in lateral and medial prefrontal cortex associated with cognitive and emotional components of negative feedback processing

和訳 ネガティブなフィードバックの処理における認知的および感情的な要素に関連した前頭前野外側面および内側面での分離可能な活性

指導教員 宮下 保司 教授

東京大学大学院医学系研究科
平成 14 年 4 月入学
医学博士課程
機能生物学専攻
地村 弘二

序論

ヒトの前頭前野は内側面および外側面の二つの領域にわけることができ、それぞれ認知的な機能および感情的な機能に関連していると考えられている。ヒトの行動に対して「間違っている」「あっている」などのフィードバックは、ヒトの心の主要な機能である行動の柔軟性を導く原因となりうる。行動の柔軟性は、前頭前野が関連していると考えられており、過去の研究では認知的構えの切り替え課題において、ネガティブなフィードバックが提示されたときに前頭前野右外側面および内側面が賦活することが知られている。本研究では、この課題を用いて、ネガティブなフィードバックが提示されたときの処理において利用される心的要素を、前頭前野の伝統的な機能の二分律が示唆するような認知と感情という観点から分離することを目的とする。さらに前頭前野内側面がより単純な状況下でのネガティブなフィードバックの提示によっても賦活することを確かめる。

方法

実験 1

実験 1 では Wisconsin Card Classification Task (WISC) を修正させたものが用いられた(図 1)。WISC 分類課題では、ネガティブなフィードバックは(i)分類次元が変更された場合(ii)異なるカードを選んで間違えた場合の二つの状況で提示される。被験者はなるべく間違いをしないように指示されているので、ネガティブなフィードバックが提示された場合、ネガティブな感情を感じると予想される。同時に、そのネガティブなフィードバックは分類次元が変更されたために提示されたのかそれともカードの照合を間違えたために提示されたのか推論すると考えられる。

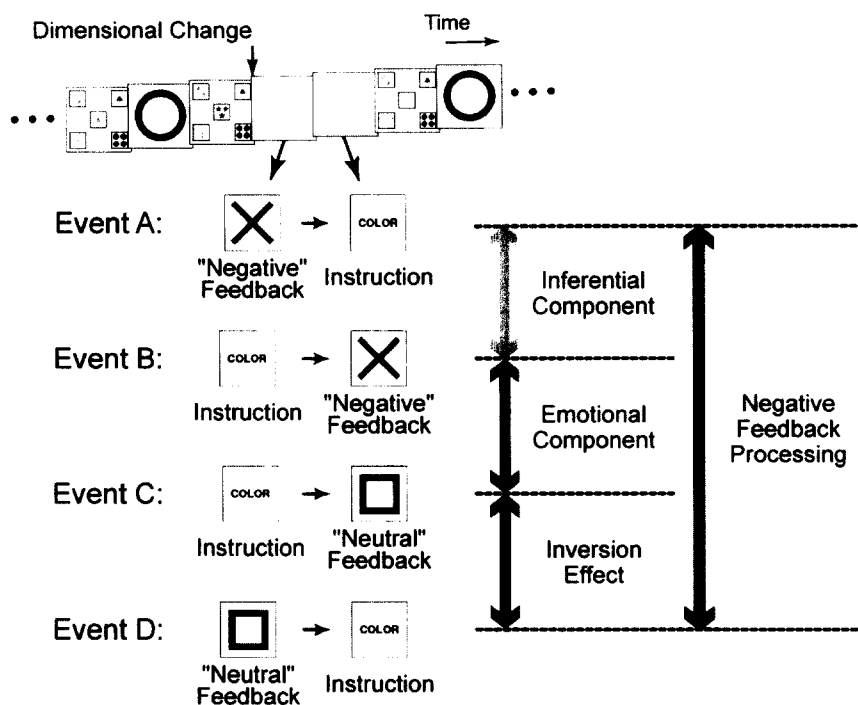


図 1

条件 A では分類次元の変更時にネガティブなフィードバックが提示されて、次の次元が提示される。この条件ではネガティブなフィードバックによる感情的な要素と推論的な要素の両方が利用されると予想できる。推論する要素を取り除くために条件 B では、まず次の分類次元が提示されて、そしてネガティブなフィードバックが提示される。そして感情的な要素を取り除くために条件 C ではネガティブなフィードバックの代わりにニュートラルなフィードバックが提示される。このニュートラルなフィードバックは分類次元の切り替え時にしか提示されない。さらにこれらの操作の効果が単に順番を変更させただけなのかを確かめるために、条件 D ではニュートラルなフィードバックと次の分類次元の提示の順番が入れ替えられた。各実験条件は分類次元の変更時において操作されているため、すべての条件において認知的構えの切り替えに関する賦活が見られる。つまり条件 A と条件 D の比較ではネガティブなフィードバックに関する賦活が抽出され、推論的な要素(条件 A 対条件 B)、感情的な要素(条件 B 対条件 C)、フィードバック刺激と分類次元の提示の逆転効果(条件 C 対条件 D)に分解することができる。

実験には 21 人の若年健常者が参加した。解析には SPM99 が用いられた。

実験 2

ウィスコンシンカード分類課題遂行において分類次元変更で提示されるネガティブなフィードバックによって誘発される心的処理は複雑であるので、より単純な状況下でのネガティブなフィードバックの効果が確かめられた。まず異なる速度で異なる場所から平行にゴールに向かって動く二つのボールが提示される。この 2 つのボールは実際にゴールを越える前に消えてしまう。被験者はどち

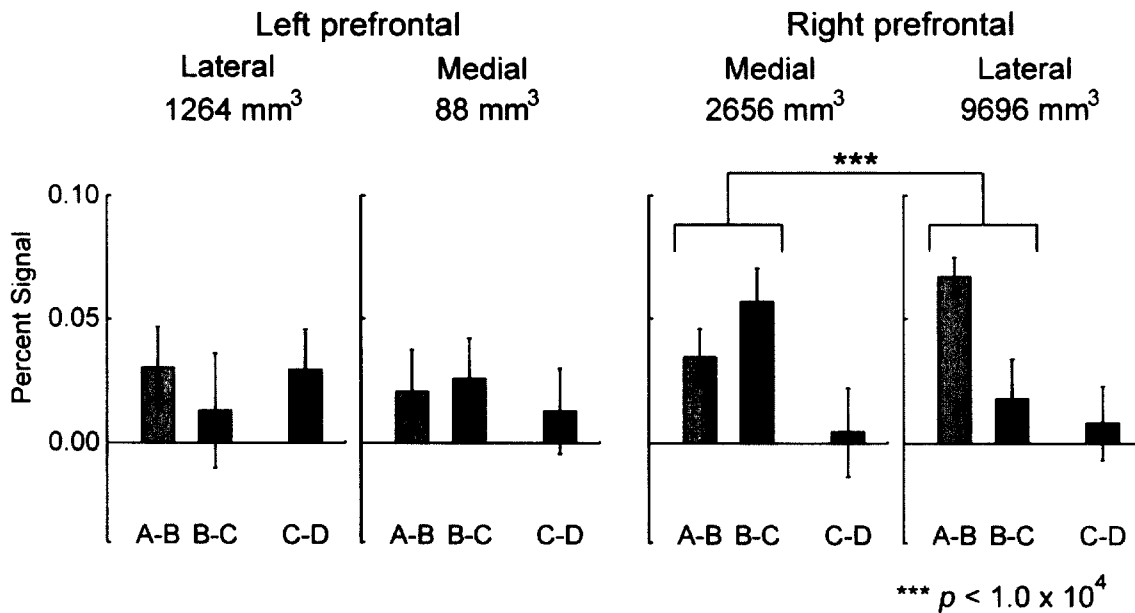


図 2

らのボールが先にゴールに届くかを予想しなければならない。予想があつていればポジティブなフィードバック(条件 POS)が、間違っていればネガティブなフィードバック(条件 NEG)が提示される。ネガティブなフィードバックが提示された場合、被験者は実験 1 と同様、ネガティブな感情を感じると予想されるが、フィードバックの刺激は単に予測は間違えであったことを示すので、推論的な要素はウィスコンシンカード分類課題とくらべてより少なくなると期待される。解析には SPM2 が用いられた。

結果

実験 1

条件 A と条件 D の賦活の比較では、主に前頭前野の右外側面と内側面において優位な活性が見られた。この結果は過去の研究と一致する。そして条件 A 対条件 D で抽出される賦活信号を、推論的な要素(条件 A 対条件 B)、感情的な要素(条件 B 対条件 C)、フィードバックと分類次元の教示の逆転効果(条件 C 対条件 D)に分解したところ、条件 A 対条件 B では前頭前野右外側面に、条件 B 対条件 C では前頭前野内側面に、賦活が見られた。条件 C 対条件 D の比較では有意な賦活は見られなかった。

次にこの二重乖離が計量的に検討された。条件 A 対条件 B で有意水準 0.001% 以上で賦活が見られる領域を、前頭前野右外側面(1264mm³)、右内側面(88mm³)、左内側面(2656mm³)、左外側面(8696mm³)に分類した。そしてそれぞれの領域内における信号を平均化し、条件 A 対条件 B、条件 B 対条件 C、条件 C 対条件 D に分解した(図 2)。領域(右外側面、右内側面)および賦活信号(条件 A 対条件 B、条件 B 対条件 C)を要因とした二元配置反復測定分散分析をおこなったところ、有意な交互作用が確認された($F(1,20) = 36.9, P < 1.0 \times 10^{-4}$)。この二重乖離は右外側面と左内側面、左外側面と左外側面、左外側面と右内側面では有意ではなかった($P > 0.05$)。

実験 2

条件 NEG と条件 POS での比較では主に前頭前野内側面において有意な賦活がみられた。実験 1 で同定されたネガティブなフィードバックに関連する領域(条件 A 対条件 D)においても前頭前野内側面では有意水準 0.001% で有意な賦活が確認された。実験 1 で同定された右外側面の領域では背側領域では有意な賦活は見られなかったが ($P > 0.05$), 右前頭前野腹側外側面の一部の領域では有意な賦活がみられた ($P < 0.001$)。

議論

本研究では実験 1 において認知的構えの切り替え課題を用いて、ネガティブなフィードバックが提示されたときに利用される心的機能を認知的な要素と感情的な要素にわけた。その結果、推論的な要素は右前頭前野外側面に、感情的な要素は右前頭前野内側面に関連していることが示された。また前頭前野の内側面は実験 2 で示したようにより単純な状況下におけるネガティブなフィードバックによっても賦活することが確かめられた。これらの結果は伝統的な前頭前野機能の二分律に一致している。さらにこの結果はネガティブなフィードバックによって同時に賦活される前頭前野の 2 つの領域が、個別にしかし協調して行動の柔軟性を導いていることを示唆している。