# 運動遂行と運動イメージ時における Negative BOLD 効果の神経基盤
## Negative BOLD responses during motor execution and imagery: A functional magnetic resonance imaging study

1K10C395-5　松田宗大
主査　彼末一之　先生　　副査　正木宏明　先生

**【緒言】**

近年の機能的磁気共鳴画像（functional magnetic resonance imaging ：fMRI）を用いた神経生理学的研究では、課題中に blood oxygen level-dependent (BOLD) 信号が減少する Negative BOLD が確認されており、動物実験によるデータから Negative BOLD 信号の減少と神経活動の減少には相関があることが解明されている。

本研究では、fMRI を用いて運動遂行と運動イメージ間における Positive BOLD 効果と Negative BOLD 効果に着目し、随意的な四肢動作中における脳内の Negative BOLD 効果を示す神経ネットワークの解明、左右手関節の随意動作における脳内の Negative BOLD 効果の左右差の解明、および左右手関節動作の運動イメージ中の Negative BOLD 効果の解明を目的とした。

**【方法】**

被験者は右利きの健康成人 15 名とし、左右の手関節掌屈・背屈運動と運動イメージについて、(1)右手関節の掌屈・背屈運動（RH-exe）、(2)左手関節の掌屈・背屈運動（LH-exe）、(3)右手関節の掌屈・背屈運動のイメージ（RH-image）、(4)左手関節の掌屈・背屈運動のイメージ（LH-image）の 4 条件を行った。

課題はブロックデザインを用いて、１つの条件につき１回の計測を行った。各計測は、安静（30 秒）と課題遂行（30 秒）を交互に 5 回（計 5 分間）で構成されている。課題中の手関節運動（イメージ）は各々のペースでスムーズ、かつ一定に行うように指示し、イメージ課題においては、一人称イメージでの課題遂行を指示した。

1.5T の fMRI 装置を用いてデータを取得し、SPM5 にて解析を行った。解析は、各条件における Positive BOLD、および Negative BOLD の賦活領域の同定、左右手関節の運動遂行課題間および運動イメージ課題間での直接比較による Negative BOLD に関する conjunction 解析、subtraction 解析を行った。

**【結果】**

RH-exe 条件および LH-exe 条件での Positive BOLD 解析において、動作側と同側では主に premotor area (PM)、対側では主に primary motor area (MI)、supplementary motor area (SMA)、premotor area (PM)での有意な脳活動が観察された。Negative BOLD 解析において、同側では主に MI、PM、precuneus、dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC)、superior frontal gyrus (SFG)、対側では PM、DLPFC、SFG、middle occipital gyrus で有意な活動が観察された（図 1）。RH-image 条件および LH-image 条件での Positive BOLD 解析において、同側では主に SMA、DLPFC、ventrolateral prefrontal cortex、inferior parietal lobule (IPL)、対側では主に DLPFC、SMA、IPL で有意な活動が観察された。Negative BOLD 解析において、主に対側の precuneus で有意な活動が観察された。

共通の deactivation に関係する conjunction 解析において、動作遂行課題では、主に両側半球の SFG、DLPFC、PM、precuneus、運動イメージ課題では、左半球の medial frontal gyrus、cuneus、posterior cingulate、右半球の precuneus で有意な活動が観察された。Subtraction 解析において、動作遂行課題で右手関節動作時が左手関節動作時よりも有意な活動が観察された主な領域は、右半球の caudate、左半球の SMI、PM、両側半球の hippocampus であった。左手関節動作時が有意な活動を示した主な領域は、右半球の PM、MI 、左半球の IPL、両側の SFG、DLPFC であった。

**【考察】**

本研究は、左右手関節の随意動作および運動イメージにおいて、Negative BOLD 信号と Positive BOLD 信号との比較から両課題における脳活動の理解を明らかにすることに繋がると考えられるが、詳細な神経ネットワークのメカニズムの同定には、左利きの被験者による同様の実験を行うなど更なる研究を重ねる必要があるだろう。

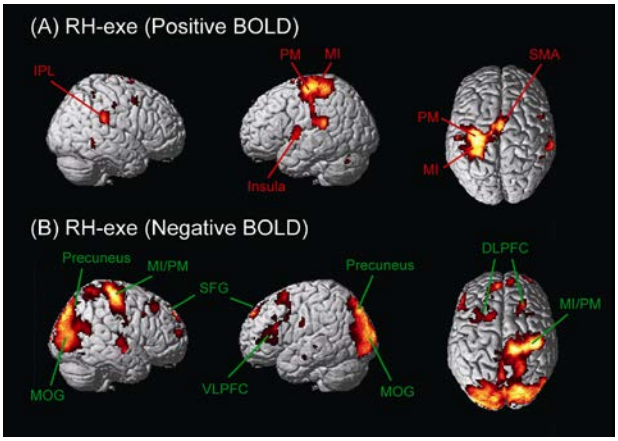


図 1: 右手関節動作時における (A) Positive BOLD (B) Negative BOLD に関係した脳活動領域