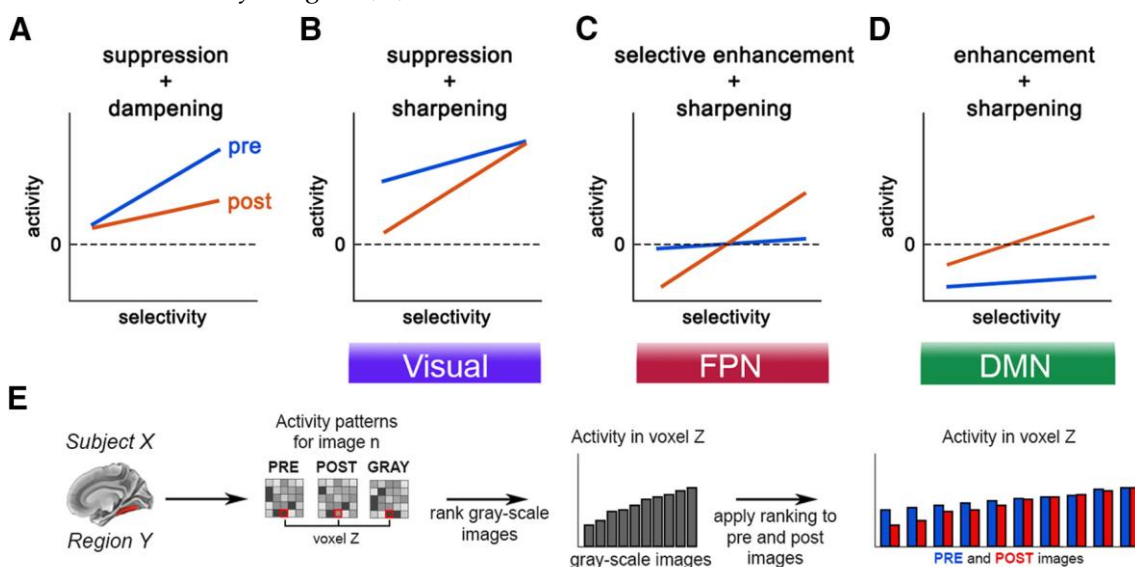


## 認知神経科学への興味：論文紹介

2021年1月-2

González-García, C. & He, B.J. A gradient of sharpening effects by perceptual prior across the human cortical hierarchy. *J. Neurosci.*, 41:167-178, 2021.

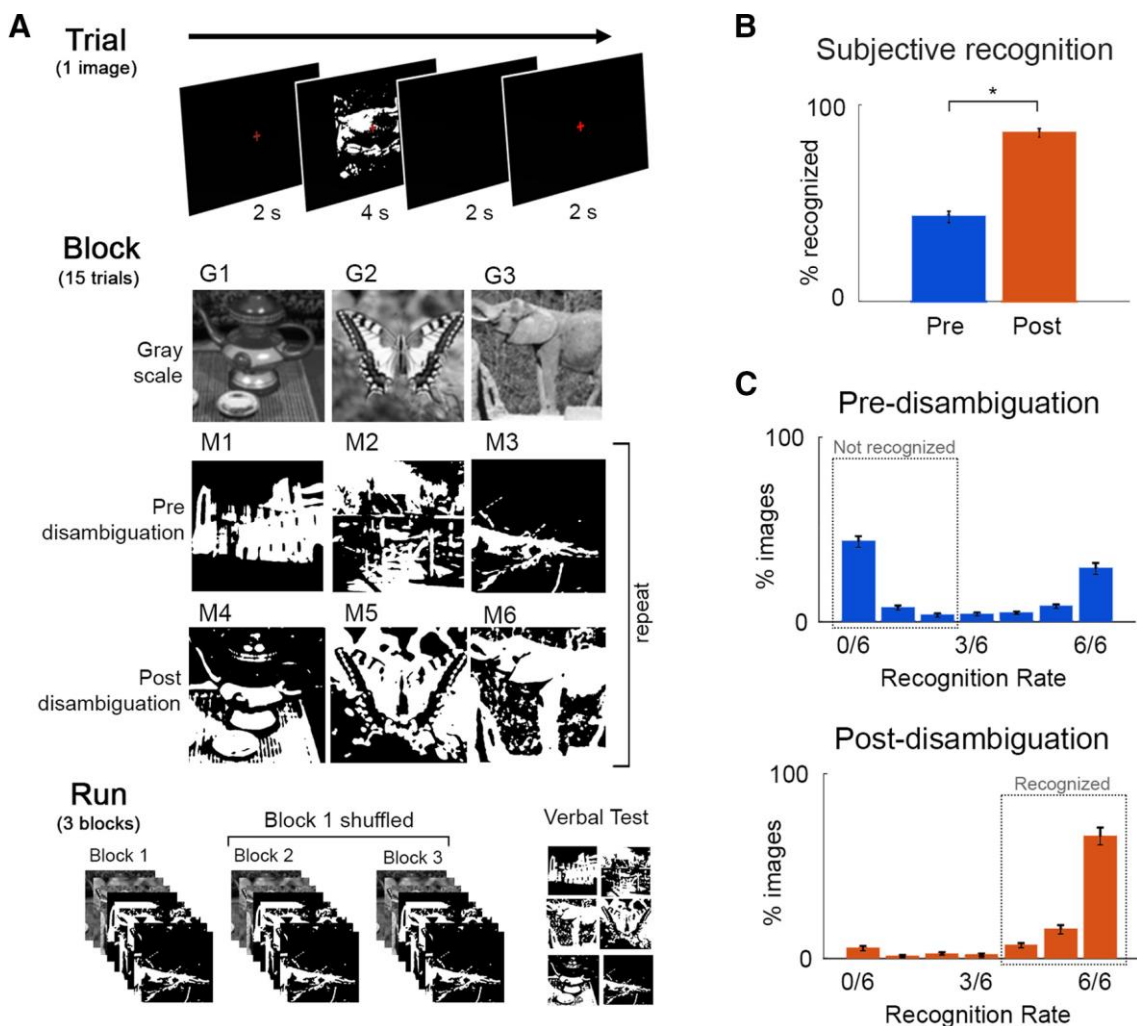
また、Predictive coding 関連の論文である。Prior が感覚領野を抑制するメカニズムを 7T の fMRI と Mooney image で検討した。



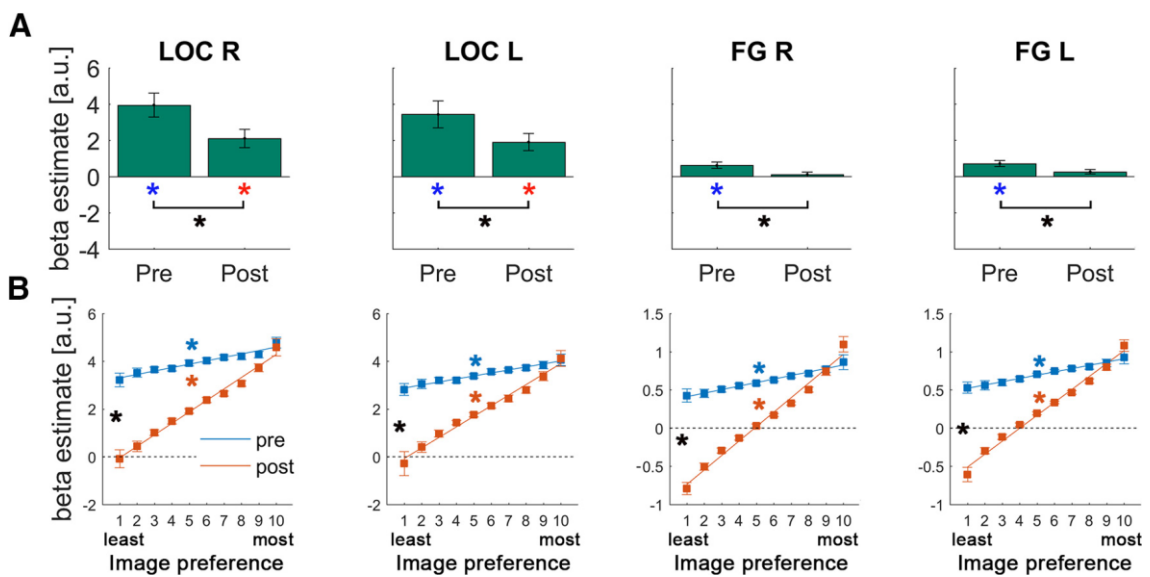
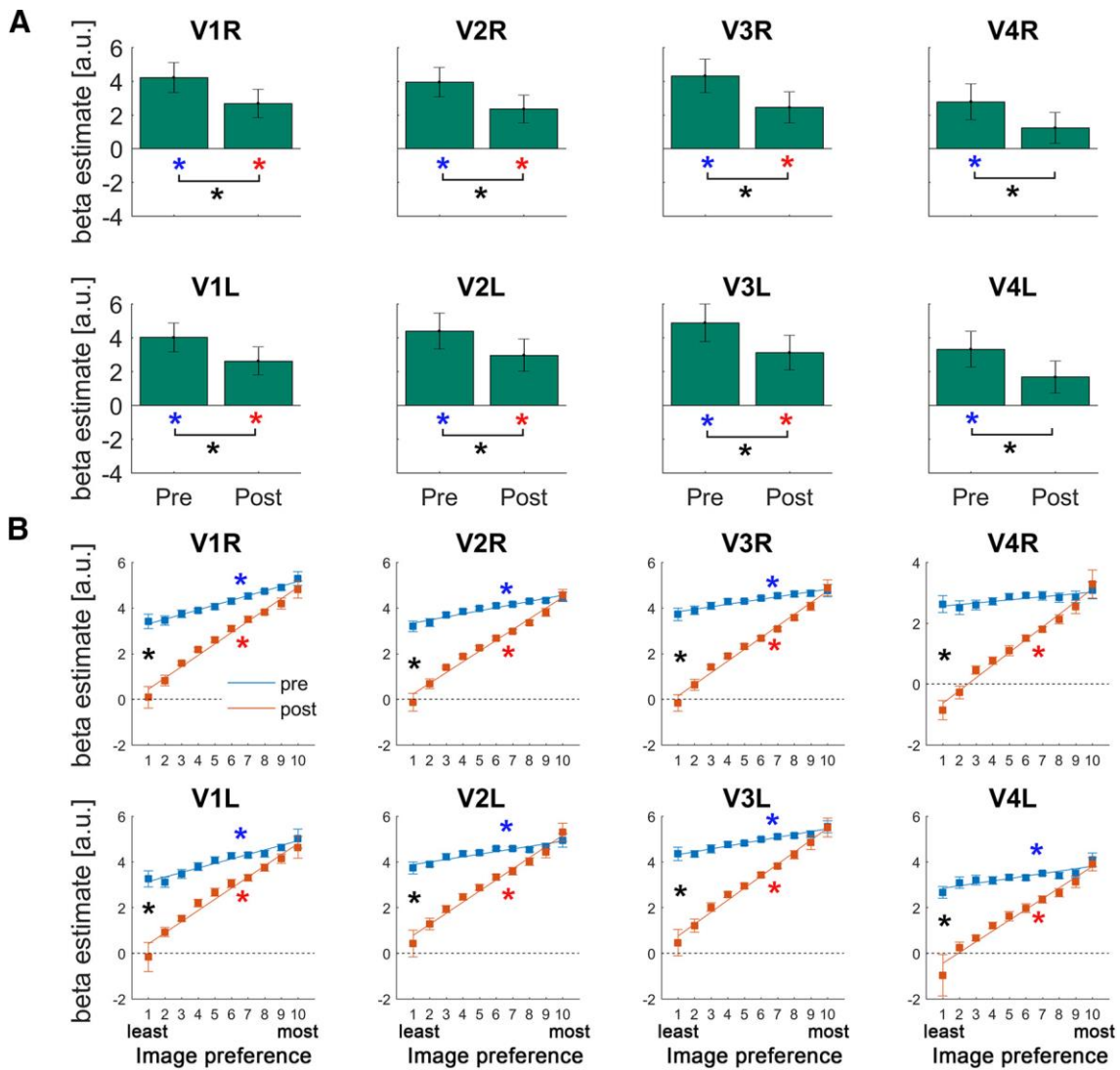
この論文は、prior による視覚系の抑制が dampening によるのか、それとも sharpening によるのかを検討したが、prior のもととなる領域 frontoparietal network, FPN, default mode network, DMN の活動も検討した。上の図 A, B は視覚領野の抑制が、A. dampening によるのか、B. sharpening によるかを予測したものである。x 軸の selectivity は視覚領野の voxel の、対象が何であるか認知できる gray 刺激に対する preference の程度である。Pre とは対応する gray 刺激を見る前の Mooney 刺激に対する反応で、それが何であるか分かっていない状態での偏好である。Post とは gray 刺激により Mooney 刺激が認識できている状態での偏好である。Voxel Z における偏好を求める手続きが図 E にあるので、参照されたい。なお、図 A, B で pre の方が活性が高いので、抑制が起こっていると考える。図 C, D はそれぞれ FPN, DMN の活性の予測だが、post で活動が右上がりになる、すなわち、sharpening が生じていると予測する。ただし、FPN では抑制だけでなく、選択的な enhancement が起こっている。DMN では post の活性が高く、活動の enhancement があると考えている。

次ページの図 A は手続き、図 B, C は刺激の同定 (recognition) の結果である。図 A の上は試行の時間経過である。中段は block で 6 つの刺激よりなる。G1-G3 は gray scale の刺激で対象を同定できる (prior あり)。M1-M3 は Mooney image で、上の gray scale の刺激にはない同定が難しい pre-disambiguation の刺激である。M4-M6 の Mooney image は G1-

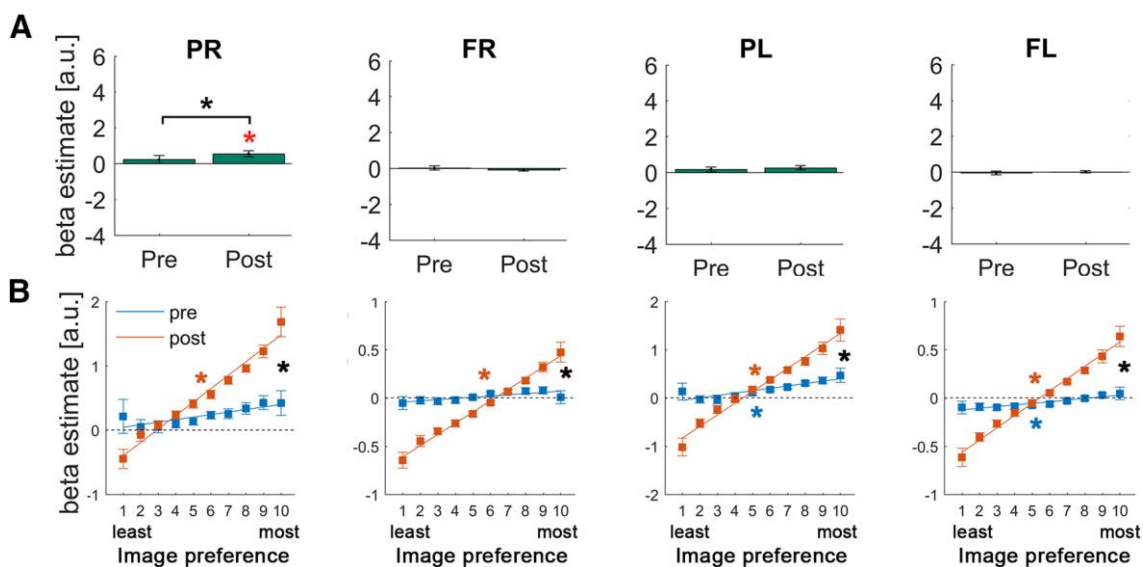
G3 と同じ対象なので、同定することは可能な post-disambiguation の刺激である。Run では block が 3 回繰り返される。各ブロックで、最初の 3 刺激は G1-G3 で、続く 6 刺激は M1-M6 である。この G-M の構造は変わらないが、各 block で、刺激はシャッフルされた。その後、刺激の同定のテストがあり、6 つの Mooney 刺激が何であるか答えた。図 B は同定の結果で、pre よりも post の方の成績がよい。図 C は刺激の同定率の分布である。Pre と post のかこまれた刺激をそれぞれ、同定されなかった刺激、同定された刺激とした。



次ページの上図は左右の初期視覚野 V1-V4、下図は高次の視覚関連領野 lateral occipital complex, LOC と紡錘状回 FG の結果である。2つの図 A の棒グラフから分かるように、すべて領域で、pre->post-disambiguation の活性がみられた (黒い\*)。また、すべての領域で、pre-disambiguation の刺激は、baseline よりも有意に高い活性が生じた (青い\*)。V4 と FG を除くすべての領域で、post-disambiguation の刺激への活性も有意に高かった (赤い\*)。2つの図の図 B は、dampening/sharpening の分析である。X 軸は gray scale 刺激に対する voxel の preference を 10 に分けたものである。その gray scale 刺激への活性と、pre と post disambiguation 刺激の活性の相関をランクごとに求めた。正の傾斜は、gray scale の

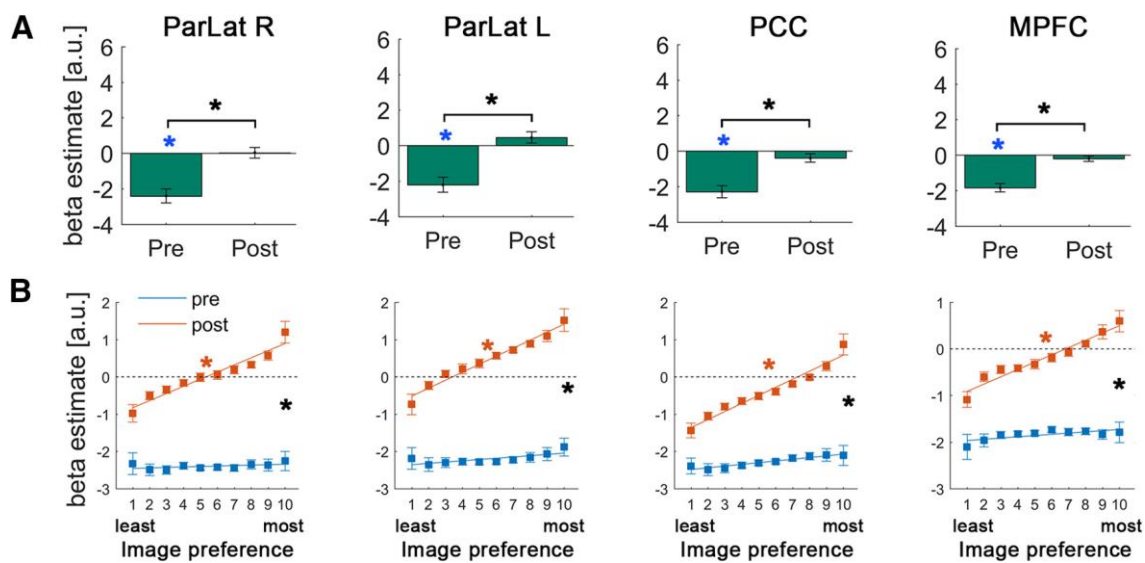


刺激の reference の神経活動が、Mooney 刺激に般化していることを示唆する。そして、pre-disambiguation 刺激の傾斜が大きい時は dampening を意味し、post-disambiguation 刺激の傾斜が大きい時は sharpening を意味する。結果は、右 V4 を除いて、すべての視覚領野で、傾斜は正だった (青、赤の\*)。これは、Mooney 刺激の神経表象は対応する gray scale 刺激のそれと overlap することを意味する。それは Mooney 刺激を認知できるかに関係なかった。そして、dampening/sharpening については、すべての視覚領野で、post-disambiguation の傾斜の方が、pre-ambiguation よりも大きかった。したがって、腹側の視覚領野は Mooney 刺激が認知された時には、神経表象の sharpening が起こっていることが分かった。



上の図は、同様の分析を左右の FPN に行った結果である。図 A では、視覚領野と異なり、FPN では pre-disambiguation 刺激に活性化せず、post-disambiguation 刺激に右の頭頂皮質 PR のみで活性がみられ (赤い\*)、それは pre-よりも有意に高かった (黒い\*)。活性の変化は少なかったが、dampening/ sharpening については、差があった (図 B)。左右差があり、左の FPN では、視覚領野と類似の反応で、pre-, post disambiguation Mooney 刺激で正の傾斜がみられ (赤、青の\*)、それは post->pre-だった (黒の\*)。右 PN では post-disambiguation 刺激のみで正の傾斜がみられた。また、傾斜は post->pre-だった。したがって、FPN では選択的な活性の亢進と sharpening が起こっている。なお、FPN は腹側の視覚経路と次に述べる default mode network, DMN の中間に位置すると考えられた。

次ページの図は DMN の結果である。左から、右外側頭頂皮質 ParLatR, 左 ParLatL, 後部帯状皮質 PCC, 内側前頭前皮質 MPFC である。図 A にあるように、すべての DMN 領域で、pre-disambiguation Mooney 刺激では活性の低下がみられた (青い\*)。Post-disambiguation 刺激では活性低下はなく、pre-と post-の活性には有意な差があった (黒い\*)。図 B では、pre-disambiguation Mooney 刺激はほぼ平らで、これらの刺激と対応する gray scale 刺激の表象の間には関係がない。一方、pot-disambiguation Mooney 刺激の傾斜はすべての領域で正で、それは post->pre-だった。したがって、DMN でも、disambiguation (prior)は



活性を上げ、表象をシャープにした。

したがって、腹側視覚系は prior により抑制が起こること、FPN では prior に compatible な voxel には活性、incompatible な voxel には抑制される。一方、DMN では prior によって活性が上昇する。しかしながら、これらすべての領域で、神経表象の sharpening が生じていた。FPN は prior を貯蔵し、それを top-down 的に template として視覚領野に送る。template が感覚・知覚をガイドすると考えられる。では DMN の役割は何か。DMN は刺激に抽象的な意味（ゾウ、チョウ、ポットなど）を付与すると考えられた。