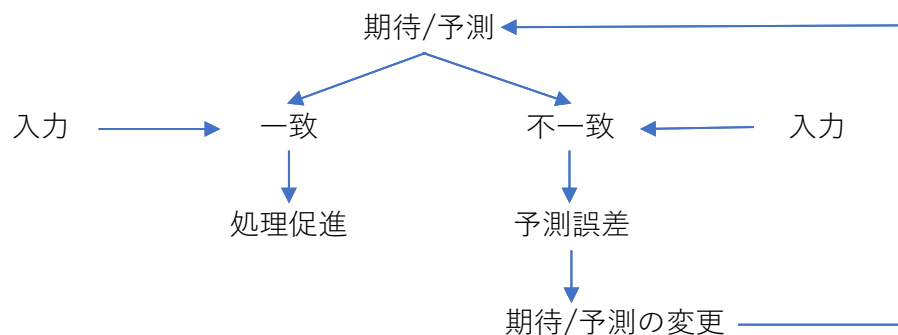


期待 37. Predictive coding の実験

小嶋祥三

下は predictive coding のテーマの大まかな図である。それぞれに関してどのような問題があるのか考えてみた。といっても、頭に浮かんでくるものを書いているだけで、キチンと体系的に考えているわけではない。また、主に感覚・知覚のことを念頭に置いた。



まず、期待/予測について。感覚・知覚を例に考えると、ある事態である刺激が生起する確率が高ければ、その後その事態でその刺激の生起を期待/予測するようになるだろう。また一般に、ある context を与えることは、期待/予測を高める (Brandman & Peelen, 2017)。それは top-down 的に行われると考えられているが、その脳内メカニズムはもっと研究されていよいように思われる。また記憶の関与は明白なので、海馬などの活動も検討されてよいだろう。そして、期待/予測が感覚系に与える影響は次の入力との関連で検討されることになる。その前に、期待/予測が他の要因で modulate されることがある。例えば、ギャンブル事態で、確率が低い事象が大きな利益をもたらすと、確率に従わない意思決定が行われる (たとえエラーの場合の損失が大きくても)。また、それが sensation seeking などのパーソナリティの要因によって変わってくる、等など。

次に期待/予測と入力の関係。両者が一致した場合、感覚・知覚であれば、入力の処理は促進される。成績が上がったり、反応時間が減少したりする。Repetition suppression はこの例である。それでわかるように、抑制的な過程がおこり、BOLD 反応等は減少する。ところが、MVPA の decoding の成績は上がる (Kok et al., 2012)。要するに、あまりエネルギーを使うことなく処理ができるようになるのだろう。そのメカニズムについて、Kok et al., 2017 (今月紹介予定) は、期待/予測が感覚皮質に刺激の template を preactivate することによるとした。遅延見本合わせ課題などでは同じようなメカニズムが働いていると思われる。この点に関しては別の考えもあるようで、さらに検討が必要だし、動物実験との連携も考えられるだろう。

期待・予測が入力と一致しないときには予測誤差 Prediction error が起こる。Mismatch

negativity, エラー関連電位などエラー関連の活動が予測誤差に関係する現象だ。また、中脳のドーパミン細胞が報酬予測誤差に反応することが知られている。Predictive coding では、予測誤差は bottom-up 的に上行すると考えられているが、その点に関する研究は遅れているように思う。その場合、時間分解能に優れている脳磁図 MEG の利用が考えられるか。そして、予測誤差は脳の上位の領域にある期待/予測を変更する、すなわち、学習が起こるのだが、そのメカニズムについても十分に研究されていない。

この最後の点に関係した論文(Wang, Y. et al., 2017)を最近見かけたので軽く紹介する。詳細は論文に当たってほしい。この実験では、予測誤差が発生した時に期待/予測の更新が起こる Iowa Gambling Task, IGT と更新が起こらない risk decision task, RDT を行わせて fMRI で脳活性を計測した。予測誤差に関係した脳活動を両者で比較して、更新に関する脳領域をあぶりだした。その結果、吻側の前部帯状皮質 rACC/腹内側前頭前野 vmPFC、後部帯状皮質 PCC が IGT のみで活性がみられた。これらの領域が期待/予測の更新に関係する可能性がある。

これらの論文には多くの文献が引用されている。この文章がそれらの文献に当たり、テーマの全容を知る契機になれば幸いである。

Brandman, T. & Peelen, M.V. (2017) J. Neurosci., 37:7700-7710.

Kok, P. et al. (2012) Neuron, 75:265-270.

Kok, P. et al. (2017) PNAS, 114:10473-10478.

Wang, Y. et al. (2017) Neuroimage, 157:1-12.