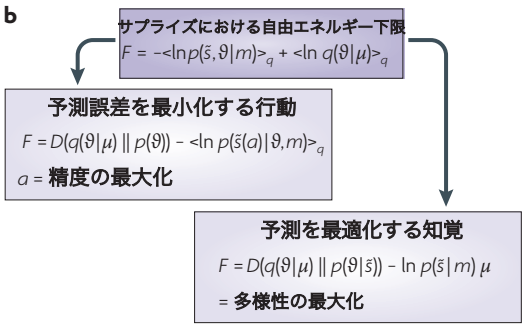
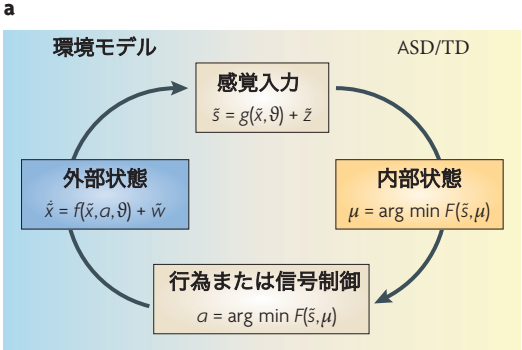


右図 a は自由エネルギー原理の依存関係を表す。脳内状態 $\mu(t)$ と交互作用する環境との量的関係を示している: ここで $\tilde{s}(t)=[s, s', s'', \dots]$ は感覚入力であり $a(t)$ は行為である。環境は運動方程式として記述され内的状態の軌跡を指定するために用いられる。感覚入力の誘因 $\vartheta \mapsto \{\tilde{x}, \theta, \gamma\}$ は内部状態 $\tilde{x}(t)$ を含む、一方パラメータ θ と精度 γ はランダム摂動の増幅幅 $z(t)$ およ $w(t)$ を制御する。脳内状態と行為は自由エネルギー $F(\tilde{s}, \mu)$ を最小化する。自由エネルギーは感覚入力とその誘因の確率表現 $q(\vartheta|\mu)$ の関数である。この表現は認識密度関数と呼ばれ、内的状態 μ の符号化表現である。

自由エネルギーは二つの確率密度関数に依存する。認識密度関数 $q(\vartheta|\mu)$ と感覚入力とその誘因を生成する $p(s', \vartheta|m)$ である。後者は m が与えられた際の確率生成モデルである。ここには脳内すなわち行為者が含まれる。右図 b は自由エネルギーの別解釈である。最小化すべき目標としては精度向上により自由エネルギーを最小化する、すなわち予測可能な事象のみを選択的にサンプリングする。これに反して、脳内状態を最適化する際には誘因刺激の条件付き確率密度関数を近似することで最適化する。これによりサブライズに遭遇することを回避することが可能となる。



内部表現の最適化

認識密度関数の最適化により、自由エネルギーを事後確率すなわち誘因刺激が与えられた際の条件付き確率をサブライズ $-\ln p(\tilde{s}, |m)$ とカルバック=ライブラー情報量(多様性)との和と見なしうる。この場合カルバック=ライブラー情報量は、認識モデルによる推論結果と、脳内状態によって定義された事前確率との差異を与える。この差異は常に正であるので、自由エネルギーの最小化は認識事後確率を最大化することと同義である。このことによりエージェント (ASD/TD) はベイズ最適化の意味で 暗黙的に感覚入力表象を推論していることとなる。

同時に自由エネルギーは行為を通じて最小化されるサブライズと密接に関連する。

行為の最適化

自由エネルギーを最小化することにより環境に対して反応するは、現在の内的表象に基づいて感覚情報をサンプリングすることを強制する。これは自由エネルギーの第二の解釈、すなわち複雑さと精度との和、に相当する。行為は (図中の外部状態) 精度に影響を及ぼす。このことは、脳が感覚求心情報を再構築して、認識密度関数によって予測される入力情報をサンプリングすること、すなわち予測誤差を最小化することに相当する。