

論文の内容の要旨

論文題目 「環境との相互作用を介した人間の創発的リズム生成に
関する研究」

氏 名 緒 方 大 樹

人間の知覚、運動および認知には、空間的なものと時間的なものがある。本研究では時間的なものを対象とし、時間情報に関わる知覚、運動、認知（本論文ではこれを時間的行動と呼ぶ）を、人間が環境と相互作用することで創発するものと捉える。そして、時間的行動の創発における、用いられる感覚の効果、および、自己と他者の生成する時間情報の効果を明らかにすることを本研究の主たる目的とする。具体的には、基礎的な時間的行動のひとつであるリズム生成に着目し、人間がペースメーカーもしくは他者の作り出す視聴覚刺激と交互にタッピングを繰り返す、協調的リズム生成実験により考察を進める。

リズム生成に関する研究はこれまで、認知心理学とダイナミック・システム・アプローチの分野で主になされてきたが、他者との協調的リズム生成における、用いる感覚の影響やそのメカニズムについては陽に扱われてこなかった。そこで本研究では、ペースメーカーもしくは他者との協調過程の観察、および、協調的リズム生成メカニズムのモデル化を行なう。また、提案モデルを実装し、人間との相互作用を観察することで、モデルの検証と協調過程の内的メカニズムの考察を行なう。

本論文で行なった行動実験は次の5つである：(1)視覚特性を考慮した、周期的にテンポが変化するペースメーカーとの交互タッピング、(2)感覚情報の統合過程観察のための、異なる時系列をもつ視聴覚メトロノームとの交互タッピング、(3)二者間の協調過程の観察のための二者交互タッピング、および比較対象として一者タッピング、ペースメーカー、もしくは、一定時間遅れをもつフィードバック (FB) 情報との交互タッピング、(4)自己の反応の視聴覚 FB 情報の効果を調べる実験、(5)一方は視覚、もう一方は聴覚で相手の情報を受け取るという、視聴覚混合交互タッピング。

これらの実験に加え、協調的リズム生成のメカニズムを調べるために、人間の内的リズム生成メカニズムのモデル化を行なった。その際、これまでペースメーカーとの協調過程の研究で提案されてきた、同期誤差修正機構と内的タイムキーパの周期修正機構に加えて、新たに、自己の基準とする内的なテンポを用いたタイムキーパの修正機構を提案し、導入した。また、安定性解析と計算機実験による解析を行

ない、さらに、モデルを実装したシステムと人間の間のリズム生成の観察を行なった。

結果は以下のように考察される。二者間のリズム生成は、外界刺激なしに一人で行なうリズム生成、もしくは、一定テンポのメトロノームとのリズム生成と比較して、刺激—反応時間間隔（Difference between stimulus and response; d ）を、目標値により近い値で生成可能であることが明らかとなった。さらに自己と他者の反応の時間間隔（Inter-tap interval; ITI）と d のばらつきが抑えられることが分かった。これらのような二者間リズム生成の特徴は、自己と他者の ITI を一致させるように修正すること、および自己と他者の d を相互補完的に修正することで達成されていることが示された。

また、用いる感覚のリズム生成に対する影響については、聴覚を用いたときは、人間は即応的に反応し、また、視覚を用いたときは長期的に反応タイミングを修正していることが示唆された。また、二者間において視聴覚を混合した場合、二者間で視覚だけ、もしくは、聴覚だけを用いたときよりも作り出されるテンポが早まる傾向があることを発見した。人間のリズム生成は、目標とするタイミングよりも早まる傾向が知られており、それは感覚間の処理時間の差のためとする仮説があるが、この結果はその仮説に疑問を投げかけるものである。

二者間のリズム生成における自己の反応の視聴覚 FB については、自己と他者の作りだす d の差を小さくする働きがあることを明らかにした。これは、同じ感覚によって自己と他者の d を比較することができるようになるためと考えられる。

また、提案モデルの解析結果から、他者と協調してリズムを創発するためには、他者に追従するだけでなく、内的に自己のテンポを保持する必要があることが示唆された。また、モデルを実装したシステムとのリズム生成の結果から、提案した修正機構は人間の d のばらつきとドリフト（数秒から数十秒にいたる揺らぎ）を抑える効果が確認された。また、自己の基準とする内的なテンポは、先行ペースメーカーのテンポの記憶、および、心理学において議論されているパーソナル・テンポが関係していると考えられる。さらに、脳科学の知見から、自己の基準とする内的テンポ、および、それを用いた修正機構の脳神経学的基盤は、大脳基底核に深く関わっていると予想される。

以上、本研究では、環境と自己の時間情報の相互作用を通して創発する人間のリズムについて観察とモデル化を行ない、環境との時間的協調とそれを支えるメカニズムを取り扱った。人間の時間的行動を、環境と自己の時間情報の相互作用を介した創発と捉える本研究の立場は、人間と人工物の柔軟な時間的協調を達成する上でも有効と考えられる。