

「間(ま)」と共創的コミュニケーション Co-creative Communication and "MA"

東京工業大学・三宅美博

Tokyo Institute of Technology · Yoshihiro Miyake

Abstract: Anticipation in timing control is one of the important human's ability to cooperate with dynamic environment. In this research, we studied synchronization tapping as an example of timing control and Negative Asynchrony phenomenon in which the tap onset precedes to the onset of tone was observed. To clarify the mechanism of this anticipatory response from the viewpoint of time perception, effect of subject's attention was investigated. In order to control the attention, we used the silent reading as a secondary task of dual task method. In this condition, we measured the range of the period of tonal stimuli (Inter Stimulus Interval; ISI) which may be affected by the subject's attention using synchronization tapping task on ISI range of 450 to 6000ms. Consequently, it was revealed that the mechanism of this timing control depending on a subject's attentional resources works on ISI for about 1800ms or more. This result suggests that there are two modes of anticipatory timing control, an automatic one and an intentional one.

1. はじめに

人間同士の協調作業では、相手と「間(ま)」を合わせる事が重要である。しかし、この「間」が揃うことは、物理的な同調とは異なることに注意しなければならない。特に、周期的音刺激に合わせて同期タッピングする実験においては、主観的な同調は音の発生に数10ms先行してタップ動作する状態であることが知られている[1]。このことは、主観的「いま」は、未来を含む予測的領域に創出されることを示唆する。したがって、人工物による人間の協調作業支援では、物理時間の共有に加えて、未来を含む創出的時間としての「間」の共有も考慮されなければならない。ここに、人間と人工物のインタラクションを「共創」という心を含む創出的コミュニケーションの領域において統合的に捉えなおす必然性がある。このような背景から、本研究では、人間と人工物が互いに「間」を合わせ予測的にタイミングを調整できる共創型インタフェースを構成することを目標としている。そして、本報告では、その第一段階として人間のタイミング制御における「間」の創出機構に関する心理学的な解析を進めた。この結果に基づいて「間」を計測するための指標が得られ、それによって共創過程の解析と共創型インタフェースの設計論の構築が可能になるものと期待している。

2. 研究方針

タイミング制御機構を調べるための最も簡単な実験系として、同期タッピング課題(Synchronization Tapping Task)がある。これは周期的に繰り返される音や光などの刺激に、被験者の指などの運動を同期させる実験課題である。同期タッピング課題において、タイミング制御が生じていることを示す最も顕著な例は、各タッピング動作の開始時刻が対応する刺激の開始時刻に対して数10ms先行するという現象である(図1)。この被験者自身には意識されない先押し現象は、指を動かすための運動命令が少なくとも音より先に発生し予測的な運動制御が行なわれていることを意味している。しかも、主観的「いま」は物理時間としての未来を含む領域に創出されることを示唆している。このようなタッピングの先行による負の時間ずれは「Negative Asynchrony (負の非同期)」と呼ばれており、同期タッピング課題において必ず観測される現象である。本研究では、このような予測的タイミング制御として現れる創出的現象を「間」と対応させる。

一方、時間間隔の知覚については、いくつかの認知モデルが提案されている。このうち時間情報の処理系と、時間とは関係のない心的な処理活動の処理系、どちらにどの程度の注意配分がなされるかによって判断時間が左右されると考えるのが「注意の配分モデル」である。ワーキングメモリの中央実行系はこの注意の配分に関わっているとされる。さらに、カーネマンの「注意の容量モデル」では、配分可能な注意資源には限界容量が存在し、知覚情報処理における処理の限界を規定していると考えられている[2]。心的活動の遂行には注意資源が不可欠であり、複数作業の同時遂行は注意資源がそれぞれの作業に適切に分配されることで可能になり、配分される注意資源の量は与えられた心的処理の負荷の大きさによって定量化できるのである。

このような背景から、本研究では、同期タッピング課題において被験者の注意が予測的タイミング制御に及ぼす影響を調べた。これによって「間」の創出機構を、注意に依存する部分と依存しない部分に分離し、その相互関係を明らかにできると期待されるからである。被験者の注意の制御には二重課題法を用いた。これは対象とする課題(一次課題)を遂行中に他の課題(二次課題)を課すことによって、一次課題の遂行に必要なシステムの処理能力を減少させる実験手続きである。具体的には、二次課題として文章の黙読課題を用いた。

3. 実験方法

3.1 タスク

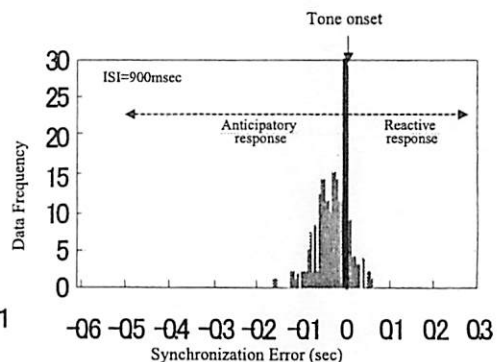


図1

実験条件として被験者に与えられた課題は、周期的なパルス音刺激の開始時刻に同期させてボタンを押すことである。ボタン押しは右手人差し指で行なう。用いた刺激間隔(Inter Stimulus-onset Interval, ISI)は、450, 600, 900, 1200, 1500, 1800, 2400, 3600, 4800, 6000ms の 10 種類である。刺激と行為の時間的關係を反映する指標として、音刺激開始時刻とタッピング開始時刻の時間差(Synchronization Error, SE)を主に解析の対象とした。SE の符号が正の場合は、被験者のタッピングの開始時刻が音刺激の開始に対して遅れていることを表す。このとき被験者の行なうタッピングは、Negative Asynchrony 現象が生じているタッピングと、音に反動的なタッピングの大きく 2 種類に分けられる。本研究では前者を予測的タッピング、後者を反動的タッピングと呼ぶ。

3. 2 手続き

①N 条件: 統制条件。各試行は 110 個の音刺激からなり、その間 ISI は一定であった。試行の間、被験者はできるだけ正確に音刺激の開始と同時に手元のボタンを押すことを要求された。

②R 条件: N 条件と同様のタッピングを、文章の黙読と並行して行なわせた。被験者の注意が文章の意味理解に向いていたことを確認するために、各試行においてボタン押しの終了後、文章の内容に関する簡単なテストを行った。文章は小学校から中学校の国語教科書程度の平易な日本語で書かれた小説あるいはエッセイを用いた。

4. 結果

結果を図 2 に示す[3]。450~1800ms 程度の ISI では、二次課題の遂行による注意資源の減少が、Negative Asynchrony の生起率に影響を与えなかった。当初に仮定した注意の容量モデルによれば、同期タッピング課題と二次課題の同時遂行は、両者が必要とする注意資源が限界容量の範囲内である場合に可能であった。ここで、黙読課題の正答率が 90%程度であったという事実を考慮すれば、黙読課題に必要なとされる注意資源が限界容量に近かったことを示している。それにも関わらずタッピング課題が影響を受けなかったという結果は、この範囲の ISI では注意資源に依存しない自動的なタイミング制御機構が働いていたことを意味している。一方、1800ms 程度以上の ISI では、同期タッピング課題は二次課題の遂行による注意資源の減少の影響を大きく受けていた。ただし、黙読課題の影響で反動的タッピングの生起率は増加したものの、全てのタッピングが反動的になったわけではなかった。このことは、この範囲の ISI においてタッピング課題と黙読課題は、注意資源の消費において互いに競合しその処理効率が決定されるトレードオフの關係にあったことを示している。

したがって被験者の注意という観点から、同期タッピング課題におけるタイミング制御機構に 2 つのタイプが存在することが初めに明らかにされた。ひとつは注意の影響を受ける予測的タッピングであり、もうひとつはその影響を受けない自動的なタッピング機構である。したがって「間」の創出とは、能動的注意からの影響を受ける明在的機構と、その影響を受けない自動的機構が協同的に関わる二重化された過程であることが示唆される。今後は、この二重化された機構のインタラクションに基づく「間」の創出過程の解析を進めることになる。

5. おわりに

すでに、われわれは、共創システムの基本的構造として、意識状態の創出に関わる明在性と身体の潜在的活きに関わる暗在性という情報処理の「二重性」の重要性を主張してきた[4-8]。本研究において明らかにされた二重化された予測機構において、注意の影響を受ける予測機構を明在性に、注意の影響を受けない自動的な予測機構を暗在性に対応させることが可能であれば、それらの相互關係の解析を進めることによって、共創システムの構成原理の確立へ向けた研究がさらに深化されるものと期待される。

参考文献

- [1] Mates, J., Radil, T., Mueller, U. & Pöppel, E. Temporal Integration in Sensorimotor Synchronization, *Journal of Cognitive Neuroscience* 6, 332-340 (1994)
- [2] Kahnemann, D. *Attention and efforts* (Prentice-Hall, Engelwood Cliffs, 1973)
- [3] 三宅美博, 大西洋平, エルンスト・ベッセル: “同期タッピングにおける 2 種類のタイミング予測”, 計測自動制御学会論文集, 38-12, 1114-1122 (2002)
- [4] 三宅美博, 宮川透, 田村寧健, “共創出コミュニケーションとしての人間-機械系,” 計測自動制御学会論文集, 37-11, 1087-1096 (2001)
- [5] 三宅美博, 場と共創 (分担: “コミュニケーションと共生” 第 4 章 pp.339-397), NTT 出版, 東京 (2000)
- [6] 武藤剛, 三宅美博: “歩行介助を目的とする人間-ロボット協調系における共創出過程の解析”, 計測自動制御学会論文集, 38-3, 316-323 (2002)
- [7] 高梨豪也, 三宅美博: “共創出型介助ロボット“Walk-Mate”の歩行障害への適用”, 計測自動制御学会論文集, 39-1, 74-81 (2003)
- [8] 山本知仁, 三宅美博, “音楽の生演奏時における演奏者と聴取者の相互作用の解析,” 計測自動制御学会論文集, 38-9, 800-805 (2002)

図 2

