

リズムコントローラを用いた間合いの生成に関する研究

—ソフトインタフェースとしての間合いの生成—

Study about Creation of “Maai” using Rhythm Controller

- Creation of “Maai” as Soft Interface-

○板井志郎（早稲田大学） 福島一樹（早稲田大学） 三輪敬之（早稲田大学）

Shiroh ITAI, Waseda University
Kazuki FUKUSHIMA, Waseda University
Yoshiyuki MIWA, Waseda University

Abstract: To aim to reveal details of creation of “Maai”, we focused on the co-sharing of the pattern of creating avatar motion (input-output relation) of the rhythm controller whose input does not have one-to-one correspondence with avatar motion, and conduct two types of experiments. One is “corporative game with band” in which subjects operate their own avatar linked to another avatar through the rhythm controller and prevent a collision with an obstacle (ball) in image space. They must keep the predetermined constant Maai during this game. The other is “corporative game without band” in which subjects conduct the game under conditions that whether they create the Maai is not initially determined. From the results, we showed that the co-shared pattern of creating avatar motion between subjects changed with respect to each trails in the corporative game without band, in contrast to the corporative game with band.

Key Words: Maai, Embodiment, Unconscious process

1. 緒言

人間は、その場の状況に合わせて、即興的に相手と間合いを創り出すことができる。このような間合いの生成について研究するためには、人間の心身の働きについても研究する必要があると考えられる。しかし、人間の内部で生じる心身の働きを、観察可能な形で外部に取り出すことは、一般に困難である。

そこで、著者らは、映像空間上のアバタをあたかも自身の身体の一部であるかのように動かすことを可能にしたリズムコントローラ⁽¹⁾を用いて、研究を進めてきた。リズムコントローラは、コントローラの入力と出力（アバタ速度）の関係に、一対一対応が存在しないことに大きな特徴がある。この特徴に着目して研究を進めた結果、アバタが置かれた状況の違いによって、アバタ運動生成パターン（リズムコントローラの入力と出力の関係）が変化することが明らかになった⁽²⁾。このことは、アバタ運動生成パターンに心身の働きが表現されている可能性があることを示すものである。さらに、著者らは、2人の被験者が、一定の間合い（アバタ間距離）を維持しながらアバタを前後に移動する際に、被験者両者のアバタ運動生成パターンが合致することを明らかにした⁽³⁾。さらに、間合いの生成と崩壊が繰り返し起きる状況において、2人の被験者が、複数（2つ）のアバタ運動生成パターンを創り出し、その一つが互いの間で合致することを明らかにした⁽⁴⁾。以上の結果は、アバタ運動生成パターンの合致が、間合いの生成や維持に密接に関している可能性があることを示すものである。

しかし、アバタ運動生成パターンの合致が起きるダイナミクスについては、よく分かってない。本研究では、この問題を明らかにする手始めとして、相手と間合いを取ることがあらかじめ決められており、一定の間合いを維持し続ける条件と、相手と間合いを創り出すかどうかについてあらかじめ決められておらず、間合いの生成と崩壊が繰り返し起きる条件のそれぞれで、実験を行った。そして、これらの2つの条件の間で、合致が起きるアバタ運動

生成パターンにどのような違いが見られるのか調べたので報告する。

2. 実験システム

2.1 リズムコントローラ

リズムコントローラでは、図1に示すようにゼロクロス点を中心にコントローラを前後に振動させ、コントローラがゼロクロス点を通過した時に、現在から2つ前のゼロクロスが発生した時刻から現在までの間でコントローラ波形を積分し、その積分値 ΔS を次のゼロクロスが発生するまでの速度出力値としてアバタを動かす。この際、 ΔS （1周期分のコントローラ波形の面積）は、主としてコントローラ波形の周期差 ΔT と振幅差 ΔA により決定される。したがって、アバタ速度 V は、以下のように記述できる。

$$V = k \cdot \Delta S \approx f(\Delta T, \Delta A) \quad --(1)$$

ただし、人間は、コントローラ波形の周期（ ΔT ）と振幅（ ΔA ）の両方を独立に自在に変えることができる。したがって、人間は、アバタ速度 V だけでなく、コントローラ入力（ ΔT と ΔA ）とアバタ速度 V の関係（アバタ運動生成パターン）に相当する関数 f をも自由に変更する（時間変化させる）ことができる。本研究では、関数 f （アバタ運動生成パターン）について調べるため、コントローラがゼロクロス点を通過するごとに、（ ΔT , ΔA , V ）を、3次元散布図にプロットした（図2）。さらに、主成分分析により、 ΔT と ΔA を1つの主成分に縮約した上で、この主成分を従属変数、アバタ速度 V を目

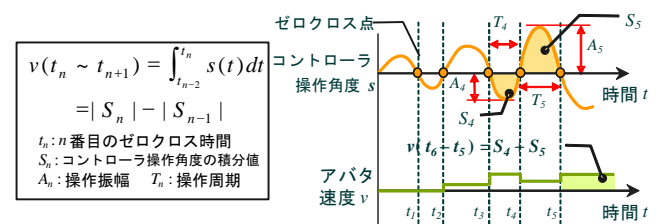


Fig.1 The operation rule of rhythm controller

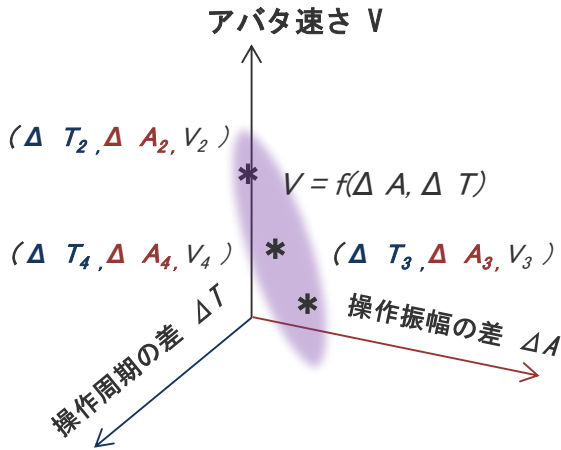
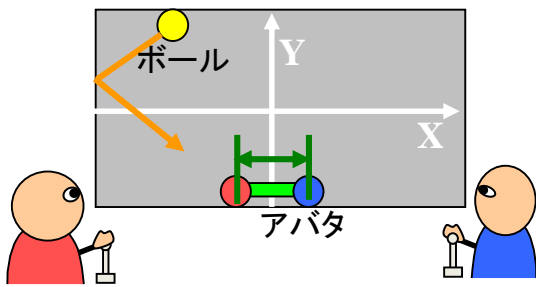


Fig.2 Estimation on method of avatar manipulation method

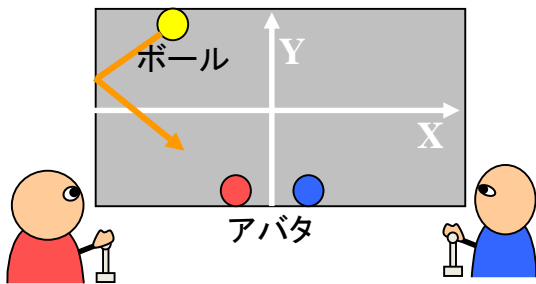
的変数とした回帰分析を行った. この解析で得られる3次元空間での回帰直線を定めるパラメータは，方位角 θ と仰角 ϕ である. ただし，これまでの研究により，人間は，sin波形によりコントローラ波形を創り出すため，仰角 ϕ が変化しないことが経験的に分かっている. そこで，本研究では，この回帰直線（アバター運動生成パターン）の違いを，方位角 θ で評価する.

2.2 実験タスク

本研究では，相手と間合いを取るということがあらかじめ決められており，一定の間合いを維持し続けることが必要となる条件の実験として，図3(a)に示すような，2人の被験者のアバターをバンドで結んだ状態で，画面上を動くボールにぶつからないようにアバターを動かす協調ゲームを行う（以下，この実験を「バンドあり協調ゲーム」と呼ぶ）. この場合，バンドが切れないようにアバターを動かす必要があるため，2人の被験者は，相手と一定の間合いを取ることが決められた状態で，自身のアバターを動かすことになる. なお，バンドの長さは，試行によらず一定にしている. また，相手と間合いを創り出すかどうかについて，あら



(a) Corporative game with band



(b) Corporative game without band

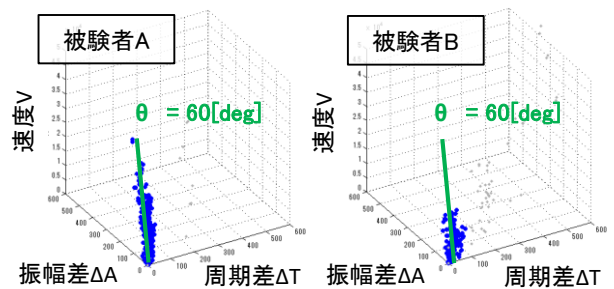
Fig.3 Experimental condition

かじめ決められておらず，間合いの生成と崩壊が繰り返し起きうる条件の実験として，図3(b)に示すように，上記の協調ゲーム実験をバンドがない状態で行う（以下，この実験を「バンドなし協調ゲーム」と呼ぶ）. この場合，ボールを避ける方法として，バンドでつながっている時と同じように，相手と協力して避ける方法と，相手のことは気にせず動いてボールを避ける方法がある. ただし，被験者には，ボールにぶつからないように動いて下さいとのみ指示しているので，間合いの生成と崩壊が繰り返し起きうる状態になる. また，この実験では，互いのアバターをバンドで結んでいないので，バンドあり協調ゲームとは異なり，創られる間合い（アバター間距離）もあらかじめ決められていないことになる.

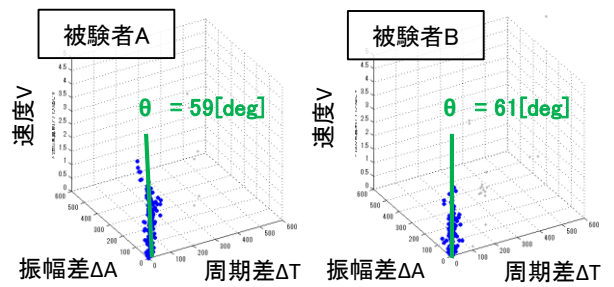
なお，いずれの条件においても，画面上を動くボールは，壁において完全弾性反射する. また，実験中に会話を行うこと，及び，アバターの位置やボール避け方について指示を行うこと，並びに，実験前に被験者の間で実験の内容について協議することは，一切禁止している. さらに，バンドあり協調ゲーム，バンドなし協調ゲームともに，リズムコントローラによるアバター操作に習熟した被験者によって実施している.

3. 実験結果

バンドあり協調ゲームの実験結果を図4に示す. 同図より，2人の被験者（被験者A，B）のアバター運動生成パターンの方位角が，60[deg]付近で合致していることが分かった. なお，被験者が1人で，画面の端から端まで前後に自身のアバターを動かす実験（前後移動実験）を行った際のアバター運動生成パターンの方位角は，被験者Aは，55[deg]，被験者Bは，75[deg]である. したがって，バンドあり協調ゲームにおいて，2人がインタラクションすることで，1人で実験を行う前後移動実験とは異なるアバター運動生成パターンが出現し，それが2人の間で合致したことになる. なお，図4に示す2例以外の実験においても，2人の被験者のアバター運動生成パターンの方位角は，60[deg]付近で合致する傾向が得られている. したがって，あらかじめ相手と間合いを取り



(a) Trial 1



(b) Trial 2

Fig.4 Experiment results of corporative game with band

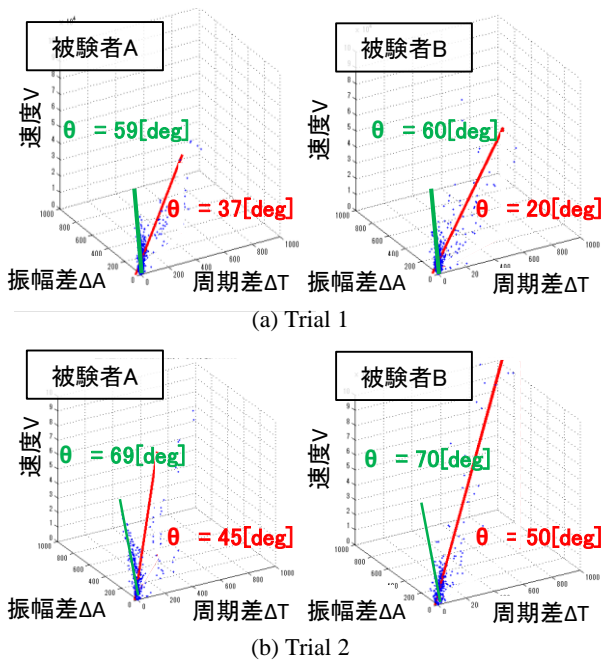


Fig.5 Experiment results of corporative game without band

合うことが決められており，かつ，試行毎に間合い（アバタ間距離，つまり，バンドの長さ）が変化しない場合には，合致が起きるアバタ運動生成パターンが同一になることが分かる。

次に，バンドなし協調ゲームの実験結果を図5に示す。同図に示す2例の試行結果について，いずれの試行においても2人の被験者（被験者A，B）のアバタ運動生成パターンは，2つ出現しており，その片方が合致していることが分かる。ただし，バンドあり協調ゲームとは異なり，本実験では，合致が起きるアバタ運動生成パターンの方位角は，試行毎に異なっている。なお，図5に示す2例以外の実験においても，合致が起きるアバタ運動生成パターンの方位角は60-70[deg]の範囲で試行毎に異なる傾向が得られている。以上より，間合いの生成と崩壊が繰り返し起きうる状況で，かつ，創られる間合い（アバタ間距離）があらかじめ決められていない場合には，合致が起きるアバタ運動生成パターンが試行毎に変化することが分かる。

リズムコントローラを用いて，人間がアバタを動かしている際に，アバタを動かすためのルールとも考えられるアバタ運動生成パターンそのものが，人間に意識されることはない。同様に，アバタ運動生成パターンが互いの中で合致したことも，人間の意識に上るものではない。つまり，アバタ運動生成パターンの変化は，意識が直接関与しない無意識的な働きによって実現されている。したがって，本研究結果は，人間には，意識に上ることのないルール（アバタ運動生成パターン）を互いの中で多様に合致させる能力があり，このようなことを実現させる人間の無意識的なインタラクションが，間合いの生成に重要な役割を果たしていることを示している。さらに，間合いが生成されたり，維持されたりする際には，アバタ運動生成パターンは合致することから，アバタ運動生成パターンは，互いの被験者（人間）をつなぐ一つのインタフェースとして捉えることができるのではないかと考えられる。特に，間合いの生成や崩壊が繰り返し起きる場合には，合致が起きるアバタ運動生成パターンが変化することから，アバタ運動生成パターンはソフトインタフェースであり，このことが状況に応じた間合いの生成の実現に重要な役割を果たしているの

はないかと推察される。また，本実験結果から，間合いの維持・生成時には，1人でアバタを動かす場合とは異なるアバタ運動生成パターンが，2人の被験者において創り出されていることが確認された。つまり，相手との無意識的なインタラクションを介して，新たなアバタ運動生成パターンを互いに引き出している。したがって，意識には上らない一種の相互ファシリテーションによって，間合いの生成や維持が実現されている可能性があることを，本研究結果は示しているように推察される。

4. まとめ

本研究では，人間の間合いの生成について明らかにすることを目的とし，リズムコントローラのアバタ運動生成パターンの合致に着目して，相手と一定の間合いを取るということがあらかじめ決められている条件（バンドあり協調ゲーム）と，相手と間合いを創り出すかどうかについてあらかじめ決められておらず，間合いの生成と崩壊が繰り返し起きうる条件（バンドなし協調ゲーム）で，実験を行った。その結果，バンドなし協調ゲームでは，バンドあり協調ゲームとは異なり，実験の試行毎に，合致が起きるアバタ運動生成パターンが変化することを示した。以上の結果は，人間の意識に上ることのないアバタ運動生成パターンを互いの中で多様に合致させる無意識的なインタラクションが，間合いの生成に関与している可能性があることを示しているのではないかと考えられる。

謝辞

本研究の一部は，早大理工学研究所におけるプロジェクト研究「共感的な場の創出原理とそのコミュニケーション技術への応用」，ならびに JSPS 科研費（課題番号;26870659）の支援を受けた。

参考文献

- (1) 板井，三輪，ソフトエントレインメント，計測と制御，51巻，11号，pp.1059-1063，2012.
- (2) 板井，安井，三輪，身体が創り出すソフトインタフェース，第14回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013講演論文集，pp.1936-1940，2013.
- (3) 板井，須藤，安井，三輪，リズムコントローラを用いた間合いの生成ルールに関する研究，ヒューマンインタフェースシンポジウム2014講演論文集，CD-ROM，2014.
- (4) 板井，福島，三輪，リズムコントローラを用いた間合いの生成に関する研究，第16回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2015講演論文集，CD-ROM，2015.