

博士論文概要

論文題目

身体行為のリズム表現による
エントレインメントと間合いの創出に関する研究
Creation of Entrainment and “*Maa*i”
(Temporal and Spatial Interval)
by Rhythm Expression of Bodily Action

申請者

板井	志郎
Shiroh	Itai

機械工学専攻・材料設計研究

2009年 3月

近年，医療ミス，家庭や教育現場の崩壊などの深刻な社会問題がいくつも発生しており，共創による場づくり支援技術が重要になってきている．共創とは，「背景や価値観の異なる人々が，目標や夢を共有し，一緒にそれらを実現していく創造的な共同活動」のことを指す．したがって，共創の実現には，互いに異なる場をもつ人々が，共通の場に自身と相手とを位置づける場の統合が必要となる．「場」とは，現場に自身が存在することによって，自身の内面に立ち現われてくる全体的な状況であるため，創造的な共同活動では，そうした「場」を他者と共有し合うことで，はじめてコンテキスト（状況的意味）の共有が可能となり，それによってコミュニケーションが成立し得るのである．つまり，共創の核心は，場の共創出にある．しかし，現行の IT を用いた遠隔コミュニケーションでは，互いの間で場を共創出することが困難であることが，体験的によく知られている．この問題の原因は，現行のコミュニケーションシステムの多くが，記号化可能な明在的情報のみを伝達し合う設計手法に基づいている点にある．このことは，場の共創出を，記号を介したコミュニケーションではなく，互いの身体が同じ現場に居合わせることで可能となる身体と身体とが直接的に伝え合うコミュニケーションにより実現していることを示している．つまり，場の共創出は，身体のはたらきによる自己組織化現象であると考えられる．しかし，この原理は不明である．

そこで，本研究では，場の共創出の原理に関する知見を得るため，従来の自己組織化現象の理論において，引き込み（リズムの同期現象）がこの現象を説明する原理として，重要視されていることに着目し，無意識的な身体行為の同調現象であるエンレインメントと場の共創出の関係を調べることにする．この際，場の共創出は，自身の内面で起きる現象であるため，外側から観察することが極めて困難であることが問題となる．そこで，間合い（本論文では，間合いは，時間的な間（ま）と空間的な間（ま）の両方の意味を含むと考えることにする）に着目し，この問題に接近することにした．つまり，場の共有により，間合いが互いの身体を介して表現されるのではないかと考え，外部から場を限定したとき，つまり，予め場が共有されているときの間合いと，外部から場を限定しないとき，つまり，場が共有されていないときの間合いのそれぞれについて，エンレインメントとの関係を調べ，場の共創出とエンレインメントの関係について明らかにする．さらに，エンレインメントと間合いに着目して，遠隔地間で場の共創出を支援する手法について検討し，それに必要な要件を調べる．

本論文は 8 章から構成されている．以下に，各章ごとの概要について述べる．

第 1 章では，研究の全体的な背景と目的を述べるとともに，従来のコミュニケーション研究に関して，間合い（間（ま））と場の共創出という観点から調査し，本研究の位置づけを行った．

第 2 章では，間合いとエンレインメントを関連づけて調べるために，本研究で開発した二つの実験システムについて述べた．まず，柳生新陰流において，心

のリズムである「調子」から生み出される太刀のリズムである「拍子」を相手と合わせることで、間合いを生成していることに着目した。そして、これを基に、アバターを介したコミュニケーションにおいて、拍子のエンタテインメントと間合いの関係について調べることを構想した。そのためには、拍子が表現される身体行為をアバターの操作に取り込み、これをリズム表現させる必要がある。そこで、運動時の“タメ”のような意識が直接関与しないリズムミクナ身体行為でアバターを操作するリズムコントローラを開発した。そして、このコントローラを用いた二つの実験システムの開発を行った。一つは、外部から場を限定した条件で間合いとエンタテインメントの関係を調べるための協調ゲームシステムである。このシステムは、映像空間上で、互いのアバター同士の間隔を一定の範囲に保ちつつ、障害物のボールを避けて移動するという協調ゲームを二人で行うものである。この際、ボールを互いのアバターの動きとは、独立に動かすとともに、互いのアバターを、バンドで結び、互いの時間的・空間的関係を拘束することで、外部から場を限定している。もう一つは、場の共創出が起きるときの間合いとエンタテインメントの関係を調べるために開発した剣道ロボットシステムである。本システムは、映像画面上で、自身のアバターである剣道ロボットを介して、模式的な剣道対戦を行うものである。剣道対戦では、試合開始後、いつ、どのようなロボット間距離で間合いを創るかということや、その間合いをいつ壊して勝負をつけるかというような一連の試合展開が、予め決まっていない。したがって、本システムの剣道対戦では、場を共創出することが必要になる。

以下に続く、第3章と第4章では、上記の二つの実験システムを用いて、間合いとエンタテインメントの関係について調べた。

第3章では、協調ゲームシステムを用いて、外部から場を限定した条件において、間合いとエンタテインメントの関係について調べた。その結果、場が限定されている場合には、タスク（間合い生成）の難易度によらず、リズムコントローラ波形には、特定周期のエンタテインメントしか生成されないことを示した。さらに、このようなエンタテインメントが、互いの予測を共有するために生成されている可能性があることを明らかにした。

第4章では、剣道ロボットシステムを用いて、場の共創出が起きるときの間合いとエンタテインメントの関係について調べた。その結果、2台のロボットがほぼ一定の距離を保った状態で前後に移動するというように、間合いが生成されている際には、リズムコントローラ波形に、エンタテインメントの生成・崩壊が繰り返し見られることを示した。さらに、この際、エンタテインメントが、先の協調ゲームの結果とは異なり、互いのコントローラの固有操作周期を含む多様な周期で、生成されることを見出した。つまり、人間には多様な周期でエンタテインメントを創出する能力があることをはじめて発見した。そして、このエンタテインメントの多様性が、場の変化に応じた間合いの生成、つまり、場の共創出に関

わっていることを示した。さらに、この多様な周期での引きこみ現象が、通常
の非線形振動子（位相モデル）の理論では、説明ができない現象であることを示す
とともに、この引きこみ現象の生成に伴い、 $1/f$ ゆらぎが出現することを見出した。

以下に続く、第5章から第7章では、エントレインメントと間合いに着目して、
遠隔コミュニケーションにおいて、場の共創出を支援する手法について検討した。

第5章では、遠隔剣道対戦において、エントレインメントや間合いが生成され
ないという結果を踏まえ、相手の身体から発信されるコントローラ操作リズムを
力触覚刺激として伝え合うタイミング表現装置を開発した。しかし、本装置のみ
を用いた遠隔対戦では、間合いが取れているかのようなロボットの動きが見られ
たが、特定周期のエントレインメントしか生成されなかった。これより、映像画
面上で行われる行為的なコミュニケーションだけでは、場の共創出が起こりにく
く、遠隔地間でこれを実現するには、さらに、身体と身体とが直接的に伝え合う
存在的なコミュニケーションの支援が必要となる可能性があることを考察した。

第6章では、第5章の結果を踏まえ、まず、存在的なコミュニケーションを支
援する手法として、互いの異なる現場を実空間上で統合する手法と映像画面上で
統合する手法を提案した。そして、前者の手法に基づき、人間の存在感や存在位
置を喚起させる影に着目し、相手の影を自身のいる空間に投影し、相手の存在を
自身のいる現場に位置づけて遠隔対戦を行うことで、互いの異なる現場を統合さ
せた。そして、遠隔対戦で、タイミング表現装置を使用するとともに、相手の影
を表現することで、多様なエントレインメントによる間合いが生成されること
を見出した。以上より、行為的コミュニケーションと存在的コミュニケーションの
両方が成立することで、多様なエントレインメントによる間合いの生成、つまり
場の共創出が起こることを示した。

第7章では、第6章で述べた後者の手法により、遠隔地間で場の共創出を支
援することを試みた。具体的には、剣道対戦中に、無意識のうちに互いの間で創ら
れる関係である、互いの身体行為のリズムのコヒーレンスの度合いを映像表現す
る手法（コヒーレンス映像表現）を開発した。その結果、タイミング表現装置と
コヒーレンス映像表現を組み合わせた遠隔対戦で、多様なエントレインメントに
よる間合いが生成されることを明らかにした。以上より、遠隔地間で場を共創出
させるためには、相手の身体から発信される情報と互いの身体のはたらきにより
創られる情報の両方を表現する必要があることや、コヒーレンス映像表現が、存
在的なつながりの表現に関係していることを示した。さらに、本研究結果から、
多様なエントレインメントの生成が一領域的なモデルでは説明できない現象であ
ることを見出した。そして、多様なエントレインメントの創出を伴う二領域的コ
ミュニケーションにより場が共創出されている可能性があることを明らかにした。

最後に、第8章では、本論文を総括するとともに、場の共創出のための設計原
理について全体にわたって考察し、今後の課題と展望について述べた。