

手のひらの触れ合いを惹起させる手合わせ表現インタフェース

○三寄 一樹 (早稲田大学) 三輪 敬之 (早稲田大学) 西 洋子 (東洋英和女学院大学)

Hand-contact co-expression interface evoking tactile sense of palms

○Kazuki MIYOSE (Waseda University) Yoshiyuki MIWA (Waseda University)

Hiroko NISHI (Toyo Eiwa University)

要約: 著者らはこれまで、共創表現の創出ダイナミクスを探るため、手と手を合わせて即興的に身体表現をつくりあう手合わせ表現を前後方向の動きのみに拘束し、スライド板の動きから表現の深化を探ることを試みてきた。本研究では、スライド板のピッチ方向に自由度を持たせ、互いの手首にトルク負荷を与えることで、動きの共有だけでなく、反力による手のひら同士の力のやり取りも可能な手合わせ表現インタフェースを開発した。これにより、力のタメが作りやすくなることや、表現イメージ空間が3次的に広がることなど、表現の共創が促されることが見いだされ、本手法が、手のひらの触れ合い感覚を強めることに有効であることが示唆された。

キーワード: 手合わせ, 共創, 身体表現, インタフェース, 感性

Keywords: hand-contact, co-creation, physical expression, interface, sensibility

1 緒言

手のひらを直接触れ合わせながら身体全体で即興的に表現を創りあう身体表現(以下、手合わせ表現, 図1)では、手のひらを介して互いに思いを伝え合うことによって他者との関係性が深化し、“私”と“あなた”の表現が“私たちの表現”, すなわち共創表現へと深まっていくことを先に報告した[西12]。

また、著者らは共創表現の創出ダイナミクスを探るため、この手合わせ表現を前後方向の動きのみに拘束し、手をあわせたスライド板の動き、双方が出す力、意識に上らない身体全体の動きである床反力中心(以下、COP)が計測可能な手合わせ表現計測システムの開発を行った。そして、これにより、表現の共創が起きている場合には、COPの動きがスライド板の動きに対して先行することや、スライド板の動きのリターンマップにカオスアトラクタ的な構造が現れることなどを先に

見出している[三輪12]。さらに、表現の共創における力のやりとりでは、スライド板の運動を決める互いの力の差とは別に、スライド板そのものが受ける圧力が触れ合い感の創出に重要な働きを担っていることが分かってきた[三輪16]。加えて、表現熟練者の手合わせ表現時においては、タメをつくったり、思いをこめたりするために手首の動きを使っていることが確認されている。一方、著者らは上述の手合わせ表現計測システムを小型ポータブル化した装置を用いて、言語的交流の困難さや接触回避傾向のある自閉症児との手合わせ表現をこれまで行ってきたが[林15]、この装置に手首の動きを加えるならば、表現の創出がより促されることも期待されよう。

そこで本研究では、これまで固定していたスライド板をピッチ方向に自由度を持たせることによって、手首の動きを実現するとともに、互いの手首にトルク負荷を与えることによって手と手の触れ合い感覚が強められる手合わせ表現インタフェースを開発することにした。以下に、本システムの詳細とそれを用いた二三の結果を報告する。

2 手合わせ表現インタフェースのデザイン

本装置は、これまでの手合わせ表現計測システムのスライド板を改良し、ピッチ方向に自由度を持たせた回転部と、スライド板を可動域1200[mm]のリニアレールに取り付け、前後方向に移動可能とした直動部から構成される。これにより、双方で創りあうスライド板の動きに連動させて手首に負荷を与えることを実現する



Fig.1 Hand-contact improvisation

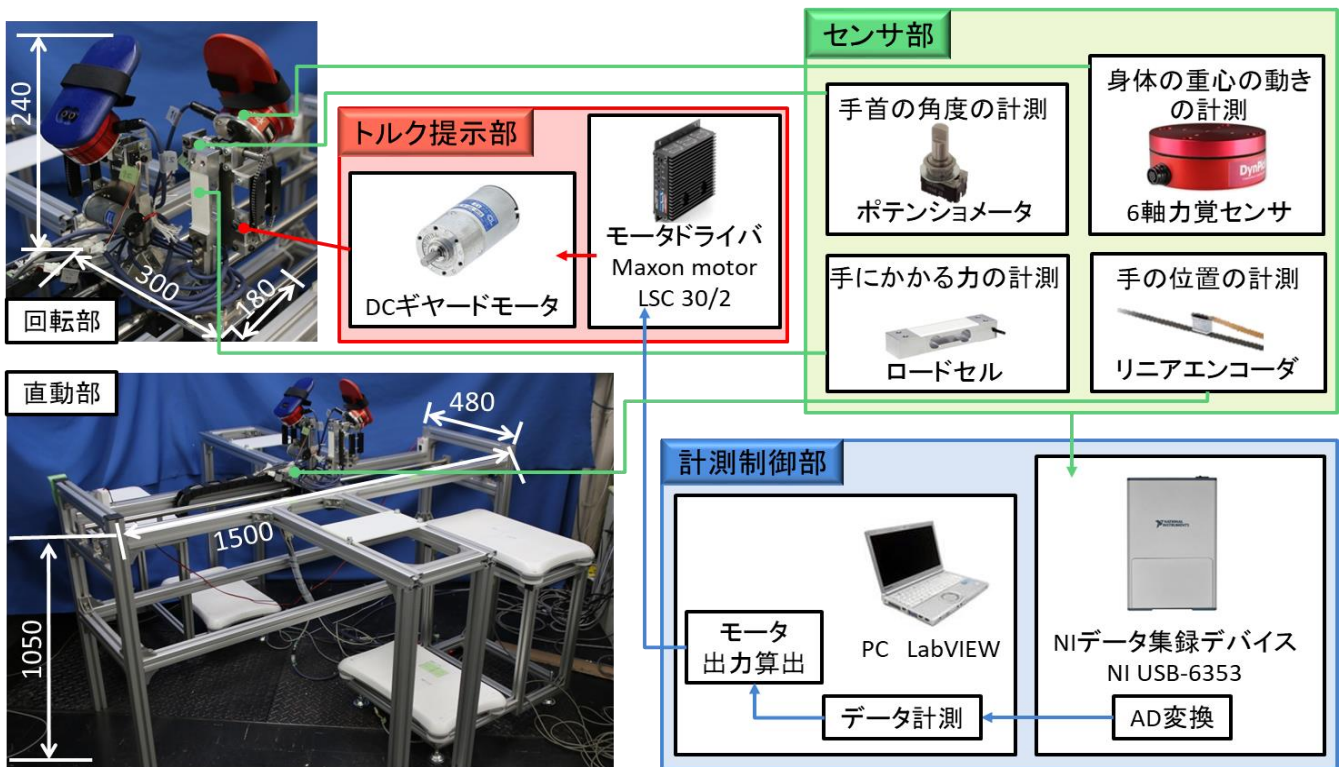


Fig2. Construction of the interface and System configuration

ことにした。開発したインタフェースとシステムの構成を図2に示す。

2.1 回転部の構成

回転部は、スライド板上のロードセル(ミネベア製, C2G1-20K-A)を介して対面に2箇所設置され、ピッチ方向に自由度を持つ。各々の回転軸に接続したDCギヤードモータ(ツカサ電工製, TG-85R-SU-114-KA)を電流制御で駆動することで、チェーンを介したトルクの伝達を実現した。なお、スライド板の回転範囲は試作機による実験をもとに、表現の妨げにならない範囲である $-60\sim 90[\text{deg}]$ に決定した。また、手と回転軸の間に6軸力覚センサ(WACOH製, WEF-6A200-4-RC5)を設置することによって手首にかかるトルクを、さらに回転軸にポテンショメータ(TOCOS製, TCQ96A02 B103)を設置することで、回転角度をそれぞれ計測する。以上に加え、スライド板の位置、スライド板と手の間の反力、COPの変化はすべて、PXIシステム(National Instruments製, PXI-6229)により最大500[Hz]で同時計測される。

2.2 トルク制御手法

上述の回転部にかかるトルクを制御することで、手のひらの触れ合いを惹起させることができないかと考えた。そのために、スライド板を1つの剛体とみなし、2人が水平方向に力をかけた場合、その平均値が反力(内力)として互いの手に返ってくると仮定した。そして、人間の感覚量は刺激量の対数に比例して知覚されると

いうフェヒナーの法則を参考に、2人の力の平均値の対数を取ることでトルクを生成することを試みた。以上のような制御をシステムに実装し、手合わせ表現を試みたところ、「強すぎず、力が込めやすい」とのコメントが得られたことから、本研究ではこの手法を採用することとした。また、スライド板の回転範囲両端で可動域を超える回転の防止と、回転角に応じた回転部本体にかかる重力によるトルク除去を目的としてトルク負荷の調整をしている。

3 試作インタフェースを用いた二三の実験

開発した手合わせ表現インタフェースを用いて、表現初心者ペアが手合わせ表現を行った。その際、体験者の背中と肘にそれぞれ3次元磁気センサ(Polhemus製, FASTRAK)を取付け、身体の動きを同時計測した(図3)。結果の一例を図4に示す。互いに手首を動かしながら表現を創りあっていることや、手首に加わる負荷が変動しているのが分かる。次に、手首回転なし($30[\text{deg}]$ 固定)(条件(1))、手首回転あり・トルク制御なし(条件(2))、手首回転あり・トルク制御あり(条件(3))の3条件で実験を行った。

体験者のコメントから、条件(1)では「相手とぶつかり合っているような感じ」、「あまりかみ合っていないような感じ」のように、相手とうまく力を伝え合っていないような結果が得られたのに対し、条件(2)では「手首が動くことで表現しやすくなった」、「相手とぶつかり合う感じが滑らかになった」、「手首の動きがうまく

合うと波に乗っているイメージ」のように手首が動くことによって、相手の力を受けて表現している様子がみられた。さらに、条件(3)では、「力強さの中に柔らかさのある相手を感じた」、「水中にいて深い所から上がってきたり、潜ったりするイメージ」のように、思いを伝え合って相手と表現を創りあっていることが示されるとともに、イメージ創出が促される可能性が示された。

次に、条件の違いによる、スライド板の動きのリターンマップと背中、肘の動きを比較した結果の一例を図5、6に示す。図5より、条件(1)では、一か所にプロットが集中する傾向があるのに対し、トルク制御がある条件(3)ではプロットが広がり表現が多様化しているように

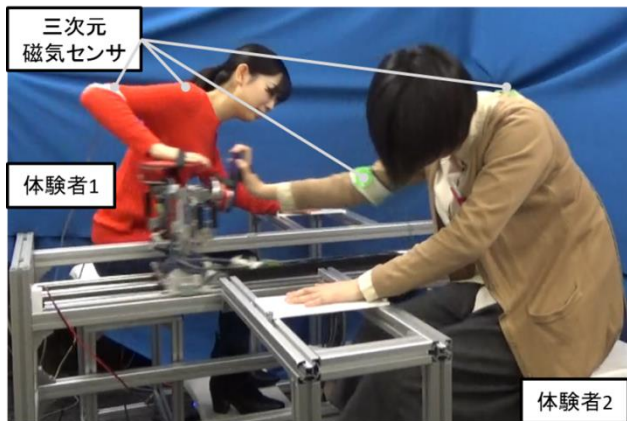


Fig.3 The situation of a measurement

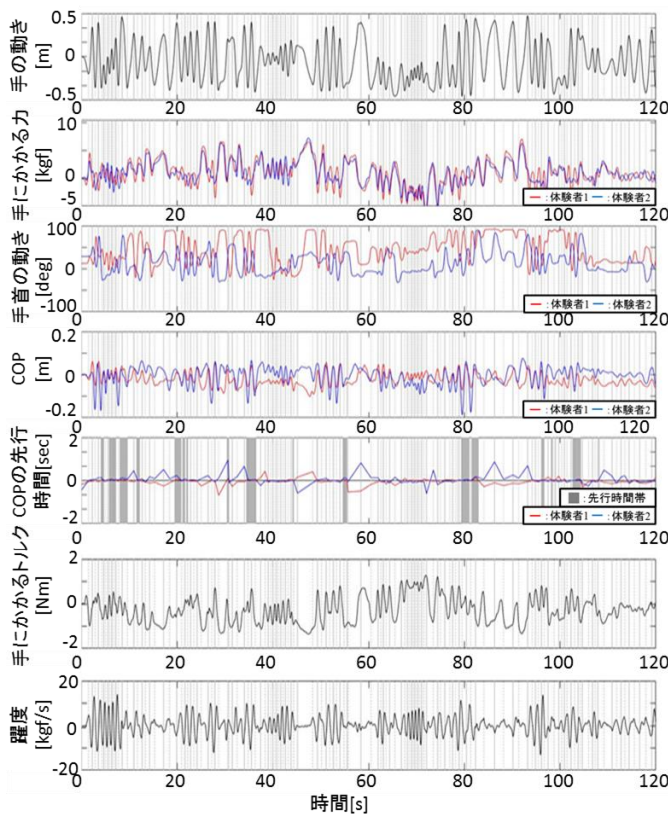


Fig.4 Result of a measurement

みえる。また、図6より、条件(3)では多少ではあるが、身体の動きの幅が広がる傾向が認められた。これらの結果については、さらに被験者数や実験回数をふやすなどの検討が必要である。

図7は、表現熟練者が初心者と本装置を用いた時の結果である。熟練者からは、「立っている身体同士が本来できるタメが実現できている」、「自分の中でグーッとタメられる感じ」、「大きな弧を描くような空間的なタメができる」のように、タメがつくりやすくなっていることを示すコメントや、「表現ができたときの立体的になる感じが実現できている」、「もっと遠くに行けるような、空間が広がる感じがする」、「手首の動かし方の時間経過が

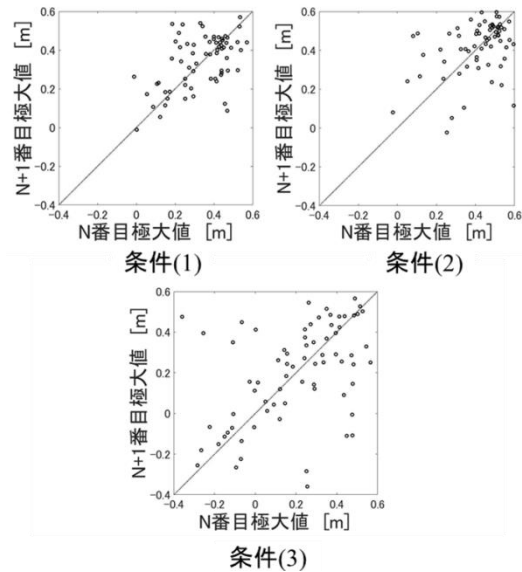


Fig.5 Lorenz plot about hand positions

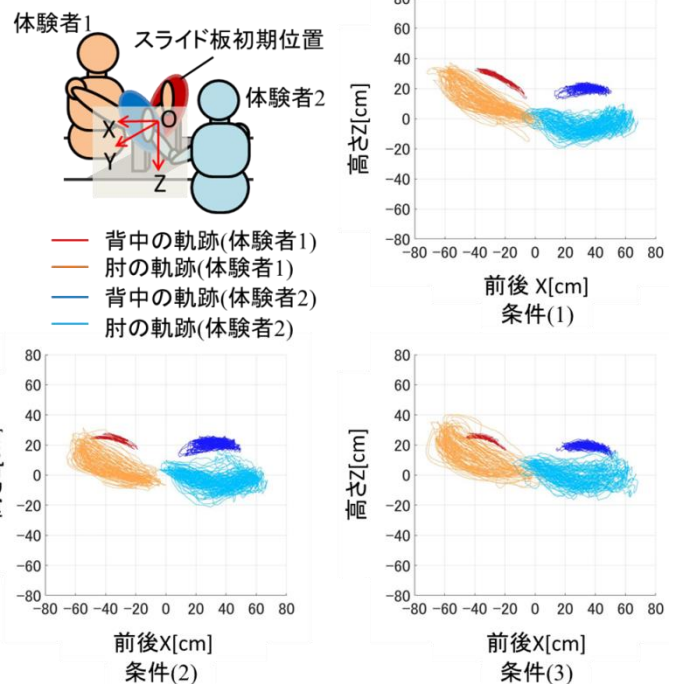


Fig.6 Loci of elbow and body positions

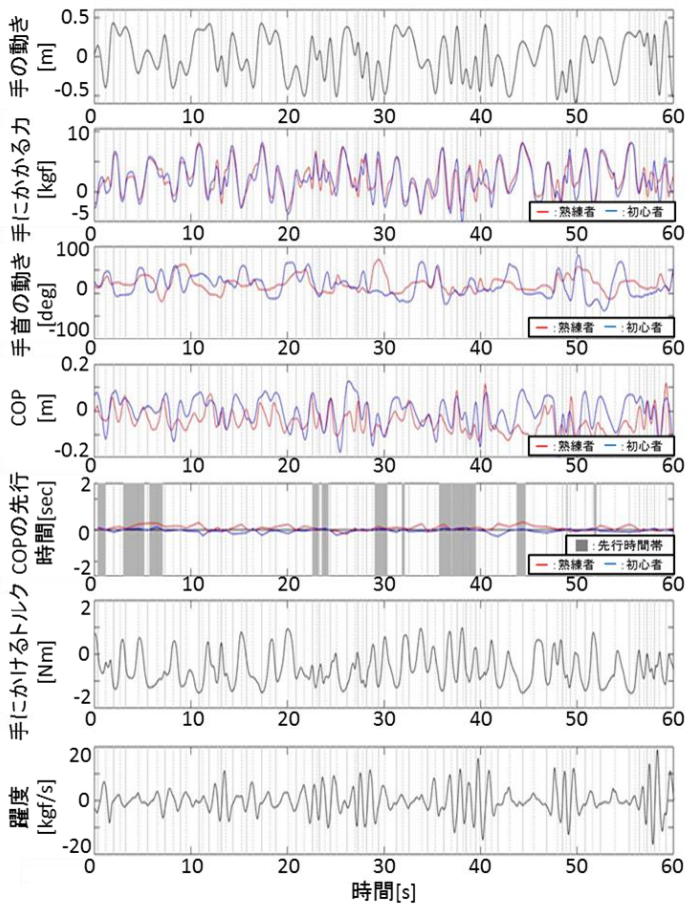


Fig.7 Result of a measurement

違う」, 「均等ではなくて時間をかける場所がある」のように表現の時空間的な広がりを示すコメントが得られた。

4 結言

手合わせ表現において表現熟練者は、相手の力を受けとめつつ引く受動的能動ともいえるような力のやりとりを行うことによって、表現初心者の思いを受けとめ、表現の共創を促している。本研究ではこのような力のやりとりを体感できる手合わせ表現システムの開発を目指した。その方法として、スライド板を押し引きする動きの共有だけでなく、スライド板を介して手のひらが受ける反力にも着目した手合わせ表現インタフェースの設計と開発を行った。その結果、スライド板のピッチ方向に自由度を持たせ、互いの手首にトルク負荷を与えることによって、力のタメがつくりやすくなることや、相手の思いを受けとめやすくなること、さらには、表現空間が三次元的に広がることなどが見出された。これは手首の動きとそこに加わる力によって、手のひらの触れ合い感が強められたことによるものと考えられる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、インタフェースの製作に協力頂いた学部生の福尾英里子君と大学院生の林龍太郎君に謝意を表す。また、早大理工学研究所プロジェクト研究における「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」の支援を受けた。

参考文献

- [林 15] 林龍太郎,岩成大河,三輪敬之,西洋子,板井志郎:卓上型手合わせシステムによる共創表現活動の社会的支援,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 SI2015,1883/1886,(2015)
- [三輪 12] 三輪敬之:共創表現とコミュニケーション支援,計測と制御,51巻,1016/1022,(2012)
- [三輪 16] 三輪敬之,高橋卓人,林龍太郎,西洋子:インクルーシブセンス,第32回ライフサポート学会大会,217/218,(2016)
- [西 12] 西洋子:出会いと共振—「共振する身体」から「共振する生命」へ,死生学年報,東洋英和女学院大学死生学研究所編,リトン,87/108,(2012)