原著論文

行動情報の時系列解析による 演奏者間コミュニケーションモデルの構築

三宅 明日香*, 山内 千尋**, 村松 慶一**, 小島 一晃***, 松居 辰則***

* 早稲田大学人間科学部, ** 早稲田大学大学院人間科学研究科, *** 早稲田大学人間科学学術院

Construction of Communication Models of Musical Performers by Chronological Analysis of Behavioral Information

Asuka MIYAKE*, Chihiro YAMAUCHI**, Keiichi MURAMATSU**,
Kazuaki KOJIMA*** and Tatsunori MATSUI***

* School of Human Sciences, Waseda University, 2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192, Japan

** Graduate School of Human Sciences, Waseda University, 2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192, Japan

*** Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192, Japan

Abstract : Besides skills in musical expression, exact timing among music players is required in excellent performances. In order to synchronize each respective sound of music among players, they must use a variety of information. In case of four-hand performances on the piano or performances by a band, for example, information such as musical sounds, body movements and gazes is considered to play critical roles. In this study, we empirically investigated roles of the information as communication channels between music players. We conducted an experiment where pairs of players performed music with a constant tempo, one varying its tempo and one including a long rest on the piano. They played the three sets of music both in a face-to-face setting where they could watch each other and a back-to-back setting where they could not. According to the results of the experiment, we then proposed communication models of players in music performances.

Keywords : Musical performance, Communication, Body movement

1. はじめに

感動を与える演奏には演奏者の豊かな表現力や高い技術力が求められる。複数の演奏者による共同演奏の場合には、演奏者同士がコミュニケーションを図りながら演奏のタイミングを調整する。特に、テンポを徐々に変化させる曲を演奏する場合や曲の合間に打鍵がなく間が存在する曲を演奏する場合には意識的に演奏タイミングを合わせなければならない。その際には、タイミングのずれやテンポ情報などの音情報および身体動作、さらに視線などの行動情報を利用したコミュニケーションが行なわれていると考えられる。

このような行動情報がどのように演奏に活かされているかについて調べた研究に、バイオリンの共同演奏中の視線を計測した研究 [1]、ピアノ連弾中の音情報を計測し、向かい合ってお互いが認識可能な対面条件、背を向けてお互いが認識不可能な非対面条件で演奏タイミングのずれを比較した研究 [2]、Jazz の即興演奏中の身体動作を計測し、対面条件と非対面条件で身体動作の大きさを比較した研究 [3]、共同演奏における演奏者間のコミュニケーションモデルを調査により構築した研究 [4] がある。しかしながら行動情報として音情報・身体動作・視線の全てについて統合的に取り上げ、演奏中に果たす役割を明らかにした例はない。

そこで、本研究では演奏者間で情報を伝え合うコミュニケーションチャンネルとなる音情報、身体動作、視線の行動情報が

演奏中にタイミングを合わせる際に果たす役割を実験により調べた。また、実験により得られた結果から、演奏者間のコミュニケーションモデルを構築した。前述の [4] においてはアンケート調査結果から演奏者が用いるコミュニケーションチャンネルを検証したモデル化を行なっているが、実環境における実験により得られた結果に基づくモデル構築の研究例は見受けられない。よって、本研究のような実証的方法によるモデル構築は演奏中の各行動情報の有用性を明らかにする上で有意義と考えられる。また、実際の演奏場面においては、構築されたモデルにより明示された有用な行動情報に注目したコミュニケーションを行うことで演奏タイミングが合わせやすくなり、感動を与える演奏にもつながると思われる。

2. 実験 1

演奏者が共演者と演奏タイミングを合わせる際に何を行動情報として用いるのかを検証するため、曲がテンポ一定・テンポ変化の場合についてピアノ連弾の実験を行った。

2.1 装置

演奏にはmidi キーボード (KORG 社 SP-250) を用いた。音情報として打鍵時刻、音程、音の強さ、打鍵時間を midi シーケンサー (ソフトウェア: 世界樹) に記録した。身体動作はモーションキャプチャ (カメラ: Opti Track 社 FLEX: V100R2 FLEX: V100R2-FS, ソフトウェア: Opti Track 社

ARENA)を用い、3次元位置を取得するためのマーカーを付けた剛体を身体各部位に装着し、20台のカメラで計測した。視線は、ヘッドセット型視線計測装置(nac社 EMR-8/8B 2台)により取得した。演奏の様子は2台のビデオカメラで録画した。図1に実験環境の様子を示す。

2.2 演奏者・課題曲

ピアノ演奏歴4年以上の大学生、大学院生4人(男3,女1)を演奏者とした。演奏者の性格、演奏者同士の人間関係は共同演奏における重要な要因と考えられるが、本研究では被験者の選択においてこれらは考慮していない。課題曲は[5]を参考にHanon作曲「ピアノの名手になる60練習曲」第5番を編曲したもの(図2)とし、お互いの音を聴こえやすくするために左手パートを3度下げ、10度の並行移動としたものを利用した。テンポ変化の条件では最後4小節をテンポを次第に落とすリタルダンドとした。なおこの曲は音楽的な要素が少なく、2人の演奏が記譜上において同じリズムとなる。

2.3 手続き

演奏者に予め楽譜を渡し、当日は約1時間練習させた後に実験を行った。演奏条件として、お互いが向き合い、共演者の身体動作が認識可能な条件と、認識不可能な背中合わせの条件を用意した。本論文では以降前者を「F条件」(Face条件)、後者を「B条件」(Back条件)とする。演奏は2人1組のペアで行った。演奏開始時にはメトロノームでbpm=100で8拍提示した後に演奏させ、演奏開始時のテンポを全試行において統一した。F条件・B条件ともに右手パート・左手パートの演奏を行わせ、実験終了後には気付いたことや感想をアンケートに自由に記述させた。テンポ一定の曲・テンポ変化の曲で同様の手続きを行った。

図1 実験環境

図2 ピアノの名手になる60練習曲第5番の冒頭部(編曲)

2.4 分析方法

共演者とタイミングを合わせた演奏を行っているかについて測る指標として、音情報から「演奏タイミングのずれ」、身体動作から「身体動作の大きさ」を取得した。ここでの「演奏タイミングのずれ」は各演奏者のキーボード打鍵時刻から対応する音符同士の時間差を絶対値化したもの、「身体動作の大きさ」は頭に装着したマーカーのZ座標(高さ)の値の分散である。なお、被験者に水平方向の動きが特に見られず、本研究は共同演奏においてタイミングを図る際に見られる顕著な身体動作に着目しているため、上下運動のみを取り上げることとした。また、視線については測定器の不具合のため有効なデータ取得できず、分析を行わなかった。

2.5 結果

以下に音情報および身体動作についての分析結果を示す。表1は実験1の結果をまとめたものである。

2.5.1 音情報

図3にF・B各条件におけるテンポ一定での「演奏タイミングのずれ」、図4に同じくテンポ変化での「演奏タイミングのずれ」を度数分布で示す。横軸は演奏者同士の演奏タイミングがずれていた時間、縦軸はずれていた打鍵数を表す。グラフが左に寄るほどタイミングは合っている。ペア2組に

表1 実験1結果

演奏曲	演奏のずれ	身体動作	EC
一定	$F \approx B$	$F < B$	—
変化	$F \approx B$	$F > B$	—

※ $F < B$: F条件が有意に小さい, $F > B$: F条件が有意に大きい, $F \approx B$: 有意差なし
EC…アイコンタクト

図3 演奏タイミングのずれ(テンポ一定)

図4 演奏タイミングのずれ(テンポ変化)

行動情報の時系列解析による演奏者間コミュニケーションモデルの構築

における「演奏タイミングのずれ」をF条件・B条件でそれぞれ合計した「F条件での演奏タイミングのずれ」と「B条件での演奏タイミングのずれ」の間で平均値の差の片側t検定を行った結果、テンポ一定・テンポ変化ともに条件間で有意差は認められなかった。

2.5.2 身体動作

頭に装着したマーカーの高さのF・B各条件における変化について、図5にテンポ一定、図6にテンポ変化でのグラフを示す。横軸はモーションキャプチャのフレーム数（100フレーム/秒）、縦軸はマーカーの位置を高さで示したものである。

F条件とB条件で「身体動作の大きさ」を比較するため、頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）の値の分散に対してF検定を行った。測定器の不具合により分析はペア1組のみとなった。検定の結果、テンポ一定の場合には、一方の演奏者でB条件の分散が有意に大きく（ $p<0.01$ ）、他方は条件間で有意差が認められないもののB条件の分散が大きくなった（ $p=0.0839$ ）。テンポ変化の曲の場合は共にF条件で有意に分散が大きかった（ $p<0.01$ ）。

2.6 考察

テンポ一定およびテンポ変化の曲において、演奏タイミングを合わせる際の音情報と身体動作の役割について考察した。

2.6.1 テンポ一定の曲

音情報に基づく「演奏タイミングのずれ」についてF条件・B条件で有意差は見られなかった。このことから、テンポ一定の曲を演奏する際には、共演者の身体動作を見なくともタイミングを合わせた演奏が可能であることが示唆された。

図5 頭に装着したマーカーの位置（テンポ一定）

図6 頭に装着したマーカーの位置（テンポ変化）

アンケートにおいても共演者の身体動作の情報が演奏に必要なとの記述が見られた。

「身体動作の大きさ」を表す頭に装着したマーカーの分散については、分析したペア1組の一方の演奏者においてF条件・B条件で有意差は得られなかったものの、2人ともにB条件の方で分散が大きかった。これは課題曲が音楽的要素の少ない曲であり、演奏が単調となってテンポを正確に刻むことに集中した結果、B条件で動きが大きくなったと考えられる。

2.6.2 テンポ変化の曲

アンケートにおいて共演者を見たとの報告と、テンポが変化する箇所から共演者の演奏を注意深く聞くようにしたとの報告があり、演奏者が共演者の身体動作を手がかりの1つとしてテンポを合わせようとしていたことが明らかとなった。しかしながら音情報に基づく「演奏タイミングのずれ」でF条件・B条件間に有意差はなく、共演者の身体動作を見なくともタイミングを合わせた演奏が可能であることが示唆された。共演者と向かい合った条件であっても有意差がない理由として、アンケートでテンポが変化する箇所の演奏開始が遅れたとの報告があったことから、テンポ変化の演奏範囲が短く、コミュニケーションを図る間がないまま演奏が終わってしまったと考えられる。

また、「身体動作の大きさ」を表す頭に装着したマーカーの分散については、2人ともに有意にF条件が大きかった。これは共演者の動きをテンポ変化の手がかりとし、自身も身体動作を用いてテンポの変化を共演者に伝えようとしたためと考えられる。

3. 実験 2

実験1と同様、演奏タイミングを合わせるための行動情報を検証するためにピアノを連弾させた。

実験1では、音情報、身体動作の分析を行い、身体動作の大きさの指標においてF条件、B条件で有意差が見られた。そこで、実験2ではコミュニケーションに用いられている身体動作および実験1で取得できなかった視線について詳細に分析するため、身体動作・視線の利用が不可欠となる間が存在する曲を、実験1のテンポ一定・テンポ変化の曲に加えて演奏条件とした。また、実験1で用いた音楽的要素が少ない曲では演奏者がテンポを正確に刻むことに集中したため、実験2においては共演者とタイミングを図ることが必須となる音楽的要素が多く含まれる曲を課題曲とした。さらに演奏者の演奏経験の影響も調べるために、エキスパートペアとノービスペアに分けて実験を行った。

3.1 手続き

装置および実験環境は実験1と同様である。演奏者はピアノ演奏歴4年以上の大学生、大学院生4人（男3，女1）で、うち大学生（男）および大学院生（女）には演奏習慣がない。

課題曲は、アメリカの賛美歌「Amazing Grace」、映画

「オズの魔法使い」で使用された「Over the Rainbow」とした。Over the Rainbowはテンポ一定・テンポ変化・間の空白曲の全条件で用いたが、テンポが変化する箇所がないAmazing Graceはテンポ変化で用いていない。Over the Rainbowのテンポ変化の際には最後2小節をテンポを次第に落とすリタルダンドとした。

演奏者には事前に楽譜を渡し、当日は約1時間練習させた。演奏ペアは演奏習慣のあるエキスパートペアと演奏習慣のないノービスペアに分け、それぞれ曲・条件ごとに2回ずつ演奏させた。演奏開始時にはテンポを全条件・ペアで統一するため、Amazing Graceではメトロノームでbpm = 72で5拍、Over the Rainbowはメトロノームでbpm = 72で8拍提示した後に演奏させた。実験終了後にはアンケートを行い、演奏者に気付いたことや感想を自由に記述させた。

3.2 結果

以下に得られた音情報・身体動作の大きさ・視線量についての分析結果を示す。分析方法は実験1と同様、音情報から「演奏タイミングのずれ」、身体動作から「身体動作の大きさ」を取得し、これに加えて実験2では視線から「視線量」および「アイコンタクトの有無」を取得した。「視線量」は演奏中に共演者を見た時間の割合(%)、「アイコンタクトの有無」は共演者と目の合った回数である。表2に実験2の結果を示す。演奏曲の「一定」「間」における結果は、Amazing GraceとOver the Rainbowに共通して得られたものであり、「変化」における結果はOver the Rainbowにより得られたものである。

3.2.1 音情報

図7, 8, 9にテンポ一定・テンポ変化・間が存在する場合のOver the Rainbowにおけるエキスパートペア・ノービスペアの「演奏タイミングのずれ」の度数分布を示す。テンポ一定の場合において、ペア2組における「演奏タイミングのずれ」をF条件・B条件でそれぞれ合計し、「F条件での演奏タイミングのずれ」と「B条件での演奏タイミングのずれ」の間において平均値の差の片側t検定を行った。その結果、エキスパートペア、ノービスペアの両ペアにおいてAmazing Grace, Over the RainbowともにF条件・B条件の間で有意差は認められなかった。

表2 実験2結果

演奏曲	演奏のずれ	身体動作	視線量(%) [F条件]	EC
一定 (Am, Ov)	$F \approx B$	EX: $F > B$ NV: $F < B$	EX: 30.5 NV: 18.7	×
変化 (Ov)	EX: $F \approx B$ NV: $F < B$	$F > B$	EX: 38.3 NV: 75.1	×
間 (Am, Ov)	EX: $F < B$ NV: $F \approx B$	EX: $F > B$ NV: $F < B$	EX: 36 NV: 24.3	×

※ $F < B$: F条件が有意に小さい, $F > B$: F条件が有意に大きい, $F \approx B$: 有意差なし
EX…エキスパート, NV…ノービス, EC…アイコンタクト
Am…Amazing Grace, Ov…Over the Rainbow

図7 演奏タイミングのずれ (テンポ一定・Over the Rainbow)

図8 演奏タイミングのずれ (テンポ変化・Over the Rainbow)

図9 演奏タイミングのずれ (間が存在する場合・Over the Rainbow)

行動情報の時系列解析による演奏者間コミュニケーションモデルの構築

テンポ変化の *Over the Rainbow* においては、F条件・B条件間で「演奏タイミングのずれ」の平均値についてマン・ホイットニーのU検定を行った。結果、エキスパートペアではF条件・B条件の間に有意差はなく、ノービスペアではF条件で有意に「演奏タイミングのずれ」が小さかった ($p<0.05$)。

間が存在する曲についても同様に、ずれの平均値のマン・ホイットニーのU検定を行った結果、エキスパートペアはF条件で有意に「演奏タイミングのずれ」が小さく ($p<0.05$)、ノービスペアでは有意差が見られなかった。なお、間が存在する *Amazing Grace* はサンプルサイズが不足したため *Over the Rainbow* のみを検定対象とした。

3.2.2 身体動作

図10, 11, 12にテンポ一定・テンポ変化・間が存在する場合の *Over the Rainbow* におけるエキスパートペア・ノービスペアの頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）の分散のグラフを示す。なお、グラフは演奏者ペアのうち一方のデータであり、F・B条件およびテンポ一定・テンポ変化・間が存在する場合で全て同一演奏者である。「身体動作の大きさ」を比較するため、頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）の分散についてF検定を行ない、F条件とB条件を比較した。なお、身体動作は演奏者によって動かし方の特徴が異なるため、比較の際にはペアではなく、各演奏者同士の比較とした。

テンポ一定の場合、エキスパートペアでは、2人ともに両曲においてF条件で有意に頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）の分散が大きかった ($p<0.01$)。ノービスペアでは *Amazing Grace* では2人ともにB条件で有意にマーカーのZ座標（高さ）の分散が大きかったものの ($p<0.01$)、*Over the Rainbow* ではB条件で有意に分散が大きい演奏者と、F条件で有意に分散が大きい演奏者に分かれた ($p<0.01$)。

テンポ変化の *Over the Rainbow* では、エキスパートペアで2人ともにF条件で有意にマーカーのZ座標（高さ）の分

図10 頭に装着したマーカーの位置
(テンポ一定・Over the Rainbow)

図11 頭に装着したマーカーの位置
(テンポ変化・Over the Rainbow)

図12 頭に装着したマーカーの位置
(間が存在する場合・Over the Rainbow)

散が大きかった ($p<0.01$)。ノービスペアでは一方の演奏者でF条件において有意に分散が大きく ($p<0.01$)、他方では有意差は見られなかったもののF条件の方で分散が大きかった ($p=0.907$)。

間が存在する曲の場合には、エキスパートペアで2人ともにF条件で有意にマーカーのZ座標（高さ）の分散が大きく ($p<0.01$)、ノービスペアにおいても2人ともにB条件で有意に分散が大きかった ($p<0.01$)。

3.2.3 視線

演奏中に共演奏者を見ていた時間の割合(%)である「視線量」は、[テンポ一定の場合] エキスパートペア：30.5%・ノービスペア：18.7%、[テンポ変化の場合] エキスパートペア：

38.3%・ノービスペア：75.1%，[間の空く場合]エキスパートペア：36.0%・ノービスペア：24.3% となり，エキスパートペア・ノービスペアいずれにおいても「視線量」はテンポ変化の場合に最も多く，テンポ一定の場合に最も少ない結果となった。また，ノービスペアにおいては，テンポ変化の際に75%となり，特に共演者を見ていたことが明らかとなった。

また，アイコンタクトについては，テンポ一定，テンポ変化，間の空くものの全ての条件において認められなかった。

3.3 考 察

テンポ一定・テンポ変化および間が存在する曲において，演奏タイミングを合わせる際の音情報と身体動作の役割について考察した。

3.3.1 テンポ一定の曲

音情報に基づく「演奏タイミングのずれ」は演奏習慣によらずF条件，B条件間で有意差はなく，テンポ一定の曲を演奏する際に共演者の身体動作の影響がないことが示された。「視線量」も他の条件と比較してテンポ一定の場合で最も少なく，共演者の身体動作の参照が少なかった。

「身体動作の大きさ」を表す頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）はエキスパートペアの全演奏でF条件の方が大きく，ノービスペアにおいてはB条件で大きかった。これはエキスパートペアでは演奏に余裕があり，タイミングを合わせる際にお互いの身体動作を確認できたためF条件で動きが大きくなった一方，ノービスペアは自身でテンポを正確に刻むことに集中し，音楽的要素の多い曲でも共演者に注意を向ける余裕がなかったためと考えられる。「視線量」もエキスパートペアがノービスペアより多く，共演者の身体動作を参照し，演奏タイミングを合わせていたと言える。

3.3.2 テンポ変化の曲

音情報に基づく「演奏タイミングのずれ」について，エキスパートペアではF条件・B条件間で有意差が見られなかった。一方ノービスペアにおいてはF条件の方でずれが小さく，タイミングを合わせる際に共演者の身体動作が影響していることが明らかとなった。「視線量」もノービスペアでは75.1%と高い値を示しており，共演者の身体動作を参照しながら演奏していたといえる。

また，「身体動作の大きさ」を表す頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）が全演奏者4人中3人でF条件が有意に大きく，ノービス演奏者1人においては有意差がなかったもののF条件の方でずれの値が大きかった。このことからテンポが変化する際のF条件では共演者の身体動作を参照し，演奏者自身も身体動作によって共演者にテンポを伝えていたといえる。

3.3.3 間が存在する曲

音情報に基づく「演奏タイミングのずれ」はエキスパートペアにおいてF条件で有意に小さく共演者を参照していた方が演奏タイミングにずれがなかったことから，共演者の身

体動作はタイミングを合わせる際に参照されることが明らかとなった。一方でノービスペアではF条件・B条件間で有意差は見られず，共演者の身体動作は利用されないことが示された。

また，「身体動作の大きさ」を表す頭に装着したマーカーのZ座標（高さ）はエキスパートペアでF条件が有意に大きく，ノービスペアでB条件が有意に大きかった。これは打鍵がない箇所においてもエキスパートペアではお互いの身体動作を確認しながらタイミングを合わせていた一方で，ノービスペアでは自身の身体動作を利用して拍を保つことに集中したためと考えられる。「視線量」についてもエキスパートペアがノービスペアより多く，共演者の身体動作を参照しながら演奏タイミングを合わせていたと言える。

4. 総 合 考 察

前章までの結果から，テンポ一定の曲，テンポ変化の曲，曲中で間が存在する曲について次の知見が得られた。

4.1 テンポ一定の曲

テンポ一定の曲を演奏する場合は1) 演奏音のみでタイミングの合った演奏をすることができ，身体動作からの情報は不必要。2) 音楽的要素が少ない曲の場合，および音楽的要素が多くともノービスペアの場合，自身で正確にテンポを刻み演奏を制御するため，B条件の方で身体動作が大きくなる。3) 音楽的要素が多い曲をエキスパートペアが演奏する場合，お互いの身体動作を参照し合うとともに自身の身体動作を提示するため，表現の幅が広がりF条件で身体動作が大きくなる。4) 身体動作が共演者の演奏タイミングに影響がなくとも，演奏タイミングが合っているかの確認のために共演者を見る。

以上の結果は，テンポ一定の曲を演奏する場合に最初だけ合わせることができればその後正確にテンポを刻み続けられよいことを考慮すると妥当であると考えられる。また先行研究では，共演者が見える条件の方がタイミングの合った演奏ができることを示す研究 [6, 7]，見えない条件と有意差がないことを示す研究 [8] の両者があるが，本研究では後者と同様の結果が得られた。

4.2 テンポ変化の曲

テンポ変化の曲を演奏する場合は，1) 音楽的要素が多い曲をノービスペアが演奏する際には演奏タイミングを合わせるために共演者の身体動作が必要。2) テンポがどのように変化するのかを伝えるために演奏習慣によらずF条件で「身体動作の大きさ」が大きくなる。3) 共演者の身体動作から演奏タイミングの情報を得るため共演者を見ている。

これらの結果より，テンポ変化の曲を演奏する場合は，自身で正確にテンポを刻み続けているだけでは演奏タイミングがずれてしまう可能性が高いため，どのようにテンポが変化していくのかを共演者に伝えていたと考えられる。

行動情報の時系列解析による演奏者間コミュニケーションモデルの構築

4.3 間が存在する曲

間が存在する曲を演奏する場合は、1) エキスパートペアが演奏する際には演奏タイミングを合わせるために共演者の身体動作が必要。2) ノービスペアの場合、共演者の身体動作の情報が得られない場合に自身でより正確に拍を保ち演奏を制御しようとするため、B条件の方が身体動作は大きくなる。3) 身体動作から情報を得るために共演者を見ている。

以上から、間が存在する箇所については打鍵がないため、演奏者は間の合間に拍を身体動作の利用により伝えているということが考えられる。また、この結果は、間が存在する曲の場合共演者が見える条件の方がタイミングの合った演奏ができることを示した先行研究[2]の結果を支持するものである。

5. コミュニケーションモデル

実験1, 2により得られた結果から、音情報、身体動作、視線のコミュニケーションチャンネルにおける演奏中のコミュニケーションモデルを構築した(図13~18)。なお、図中の破線で囲まれた行動情報は共演者の身体動作を参照できない場合に参照が不可能なものである。これらのコミュニケーションモデルから、タイミングを合わせる際に有用な行動情報を明らかにした。

5.1 テンポ一定の曲

図13に演奏習慣があるエキスパートが演奏者となる場合、図14に演奏習慣のないノービスが演奏者となる場合のコミュニケーションモデルを示す。

共演者の身体動作が参照可能な場合、音情報からタイミングのずれおよびテンポの情報を獲得し、共演者の身体動作を

図13 テンポ一定の曲・エキスパート

図14 テンポ一定の曲・ノービス

参照することで演奏タイミングが合っているか確認を行っている。ノービスの場合には、身体動作は音楽表現ではなく、演奏の制御に用いられる。一方で音楽的要素が多い曲をエキスパートが演奏する場合には、共演者の身体動作から情報を得ることで表現の幅が広がり、身体動作が大きくなる。アイコンタクトはいずれの場合にも用いられていない。

共演者の身体動作が参照不可能な場合、共演者の身体動作から情報を取得できなくなる。テンポ一定の曲を演奏する際、身体動作は自身の演奏タイミング確認のためのみ利用し、共演者の身体動作を参照することでタイミングを合わせるものではない。そのため、タイミングの合った演奏をする上で共演者の身体動作を参照できなくとも問題はない。アンケートからも「不安感はあるが、逆に緊張感があり演奏に集中することができる」との回答を得ている。また、音楽的要素が少ない曲、および音楽的要素が多い曲をノービスが演奏する際には、自身で正確にテンポを刻むために身体の動きが大きくなる。

5.2 テンポ変化の曲

図15に演奏習慣があるエキスパートが演奏者となる場合、図16に演奏習慣のないノービスが演奏者となる場合のコミュニケーションモデルを示す。

共演者の身体動作が参照可能な場合、音情報からタイミングのずれ、およびテンポ変化の情報を得ている。音楽的要素が多い曲をノービスが演奏する場合、身体の動きを大きくし、自身の身体動作を用いてテンポ変化についての情報を発信しながら、共演者から同様の情報を取得している。音楽的要素が多い曲をエキスパートが演奏する場合においても同様に、自身の身体の動きを大きくしてテンポ変化についての情報を発信しており、同様の情報を共演者から取得する際には特に手元を見て演奏タイミングが合っているかどうかの確認を行っている。アイコンタクトはいずれの場合においても行なわれていない。

図15 テンポ変化の曲・エキスパート

図16 テンポ変化の曲・ノービス

共演者の身体動作が参照不可能な場合、身体動作から情報を取得できなくなる。演奏歴に関係なく音楽的要素が少ない曲を演奏する場合、およびエキスパートが音楽的要素の多い曲を演奏する場合には、身体動作は自身のテンポ変化の演奏タイミング確認のためのみ利用し、タイミングを合わせるための情報とはしていない。よって、これらの場合には共演者の身体動作が参照できなくとも「演奏タイミングのずれ」に差がないが、ノービスが音楽的要素の多い曲を演奏する場合には共演者の身体動作を参照することにより演奏タイミングを合わせているため「演奏タイミングのずれ」が大きくなる。

5.3 間が存在する曲

図17に演奏習慣があるエキスパートが演奏者となる場合、図18に演奏習慣のないノービスが演奏者となる場合のコミュニケーションモデルを示す。

間の空く箇所については、打鍵がないため演奏者は音情報を利用してない。代わりに、共演者の参照が可能であればエキスパートは身体の動きを大きくし、自身の身体動作を用いて間の合間でどのように拍を取っているかについての情報を発信しながら同様の情報を共演者から取得する。ノービスの場合では、共演者の身体動作を見て拍の取り方が合っているかどうかについて確認は行っているが、身体動作を用いた情報のやり取りには至っていない。また、アイコンタクトはいずれの場合においても行われていない。

共演者の身体動作が参照不可能な場合、身体動作から情報を取得できなくなる。ノービスの場合、身体動作を演奏タイミング確認のためのみ利用し、タイミングを合わせるための情報とはしておらず、共演者の身体動作が参照できなくとも「演奏タイミングのずれ」に差はない。自身でより正確に拍を保ち演奏を制御しようとするために身体の動きが大きくなる。一方でエキスパートでは共演者の身体動作を参照し、情報をやりとりすることで拍を取るため、身体動作の参照がなければ「演奏タイミングのずれ」が大きくなる。

図17 間が存在する曲・エキスパート

図18 間が存在する曲・ノービス

6. おわりに

本研究ではピアノの連弾を取り上げ、テンポ一定の曲、テンポ変化の曲、間が存在する曲についてお互いが認識可能なF条件と、背を向けて設置しお互いが認識不可能なB条件で演奏させた。演奏中に取得した音情報、身体動作、視線をF条件とB条件で比較するとともに、演奏習慣の条件においても比較を行なった。これにより楽器の共同演奏で演奏者同士が行動情報をいかに活用して演奏中にタイミングを合わせるためにコミュニケーションを行っているかについて明らかにし、その結果に基づきコミュニケーションモデルを構築した。

今後は、演奏者および課題曲を増やし、実験を重ね十分なデータを確保することで、より普遍的で充実したモデルとなると考えられる。特に、演奏者については、性格および人間関係などを考慮したペアによる共同演奏を実施し、ペアの組合せにより結果に差異が見られるかについて明らかにしていかなければならない。また、身体動作の取得においては上下運動のみに着目したため、水平方向の動作の分析も行い、身体動作に関するより詳細な検証が必要である。さらに、今回はタイミングの合った演奏を行っている際のコミュニケーションモデルのみの構築に留まっているが、演奏にミスが起こった場合や予期せぬアクシデントが起こった場合こそ、コミュニケーションが必要になるはずである。したがって、アクシデントが起こった際にどのように各行動情報を利用し、コミュニケーションを取りながら演奏を立て直すのか、必要となる情報は何かについて検討することで、より詳細なコミュニケーションモデルの構築が可能になると考えられる。

参考文献

- [1] 宮宇地秀和, 福田忠彦, 諏訪正樹: 合奏という協調活動に関する研究—熟達者ペアの二重奏のケーススタディを例として—, 情報処理学会研究報告, pp.13-18, 2005.
- [2] 河瀬諭: アンサンブル演奏に用いられる視覚的手がかり, 電子情報通信学会信学技報, Vol.44, pp.93-98, 2011.
- [3] 若宮はるか, 小高直樹, 阪田真巳子: Jazzの即興演奏における「身体動作という視覚情報」の制限による影響日本認知科学会第27回大会論文集, pp.300-302, 2010.
- [4] Satoshi Kawase: COMMUNICATION CHANNELS PERFORMERS AND LISTENERS USE: A SURVEY STUDY, Proceedings of International Conference on Music Communication Science (ICoMCS), pp.76-79, 2007.
- [5] 堀内靖雄, 坂本圭司, 市川熹: 合奏時の人間の演奏制御の分析・推定, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.3, pp.690-697, 2004.
- [6] Kenji Katahira: THE ROLE OF BODY MOVEMENT IN CO-PERFORMERS' TEMPORAL COMMUNICATION,

行動情報の時系列解析による演奏者間コミュニケーションモデルの構築

The inaugural International Conference on Music Communication Science, pp.72-75, 2007.

- [7] 片平建史, 中村敏枝, 河瀬諭, 川上愛, 安田晶子, 小幡哲史, 堀中康行: 2者の合奏における身体動作の役割, 日本認知心理学会発表論文集, p.19, 2006.
- [8] 中黒大輔, 山本知仁: ドラムとベースの共同演奏における同期とゆらぎ, 電子情報通信学会, Vol.10, pp.35-40, 2008.

三宅 明日香 (学生会員)

2012年 早稲田大学人間科学部人間情報科学科卒業。現在、東京大学大学院学際情報学府修士課程に在籍中。関心は音楽演奏、音・リズムの知覚など。日本感性工学会会員。

山内 千尋 (学生会員)

2010年 早稲田大学大学院人間科学研究科修士課程修了。現在、同大学院人間科学研究科博士後期課程に在学中。主に、人工知能技術を用いた知識記述の研究に従事。人工知能学会、日本感性工学会各会員。

村松 慶一 (学生会員)

2009年 早稲田大学大学院人間科学研究科修士課程修了。同大学院人間科学研究科博士後期課程在学中。日本学術振興会特別研究員DCを経て、2012年より同大学人間科学学術院助手。関心は印象に関する知識記述、心の構造の知識科学的表現など。日本感性工学会、人工知能学会各会員。

小島 一晃 (非会員)

2007年 名古屋大学大学院人間情報学研究科博士後期課程修了。博士(学術)。2007年 早稲田大学人間科学学術院助手を経て、2009年より同学術院助教。人工知能、認知科学、教育工学の研究に従事。人間と計算機の創造的問題解決に興味を持つ。

松居 辰則 (正会員)

1994年 早稲田大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士(理学)。早稲田大学理工学部助手、東京学芸大学教育学部助手、電気通信大学大学院情報システム学研究科助教授を経て、現在、早稲田大学人間科学学術院教授。専門分野は、感性情報処理、知識科学、数理統計学、e-learningなど。IEEE、ACM、電子情報通信学会、人工知能学会、日本感性工学会、教育システム情報学会、日本テスト学会各会員。