

共創的アンサンブルにおけるコミュニケーションのモデル

東京工業大学 総合理工学研究科 ○山本知仁, 三宅美博

Communication Model of Co-creative Music Ensemble

○Tomohito Yamamoto, Yoshihiro Miyake

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

Abstract: There is a communication between players in a musical cooperative performance. Players develop relationship or new musical expression with the communication. In this study, we analyzed mechanism of the musical communication by measuring the musical and the physiological aspect of a cooperative performance. The results were that in difficult musical part, performance did not relatively synchronize, however respiration relatively synchronized, and music rhythm coupled with respiration rhythm strongly. To interpret these results, we hypothesize that players pay more attention in difficult music part, and propose the new musical communication model that consist of double control loop.

1. はじめに

オーケストラの演奏やジャズセッションなどの音楽の共同演奏において、演奏者は音を介しながら他の演奏者と相互作用し、協調関係や新たな音楽的な局面を創り出していく。このような現象は音楽を介するコミュニケーションにおける共創的¹⁾な現象であるといえる。これまでこのような音楽を介するコミュニケーションは、主として2つの側面から解析されてきた。ひとつは音楽的側面からの解析。もうひとつは、呼吸を解析指標に用いた生理的側面からの解析である。音楽的側面を解析した例としてはR.A.Raschによるもの²⁾があり、この研究では違うパートの演奏者が同時に発音するとき、両者の間には30-50msのずれがあることを示した。また、生理的側面からの解析例としては古浦によるもの³⁾が挙げられる。この研究では、むしろ初心者同士、あるいは困難な曲を用いたときのほうが呼吸が一致することを示唆した。われわれもこれまで、呼吸を指標に用いて生演奏における演奏者と聴取者の相互作用を考察し⁴⁾、演奏者の演奏リズムと聴取者の呼吸リズムの間に相互引き込み現象があることを示唆した。

本研究の目的は、これまで行われてこなかった共同演奏の音楽的側面と生理的側面の計測を同時に行い、両側面の関係を解析することにより、共創的な現象を生み出す音楽を介するコミュニケーションのメカニズムを明らかにし、モデル化を行うことである。

2. 実験手法

演奏者にはピアノの演奏経験が15年以上の20代男子、大学・大学院生3人が参加した。演奏曲はベートーベンのソナタOp.49-2の第一楽章(ト長調, 122小節)で、実験は以下の手順で行った。

1. 一人で5回演奏曲を弾く
2. 共同演奏で5回演奏曲を弾く

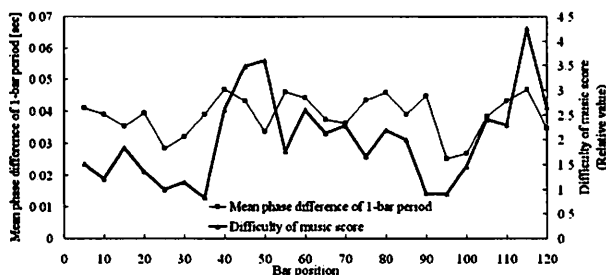


Fig.1 Time course of mean phase difference of 1-bar period and difficulty of music score

この実験では、先行研究⁴⁾と同様に演奏者の演奏情報と呼吸を計測した。これらの計測データから、演奏に関しては小節周期(ある小節の最初の音と、次の小節の最初の音との時間間隔から算出)と、位相差(小節の最初の音同士の間隔)を解析に用いた。呼吸に関しても呼吸周期(呼吸の吸気のピーク時間を計測データより検出し、その間隔から算出)と、位相差(吸気ピーク時間同士の間隔)を解析に用いた。演奏は電子ピアノを用いて行い、MIDI信号として記録し、呼吸はサーミスターセンサーを用いて計測した。

3. 実験結果

3.1 共同演奏における音楽的側面と生理的側面の同調

この節では、共同演奏における演奏者間の音楽的側面と生理的側面の同調を演奏リズムと呼吸リズムの位相差を用いて調べる。

Fig.1の細い実線は、各共同演奏における5小節ごとの位相差の絶対値の和を算出し、すべての演奏(15例)について平均した値を示している。この図では値が小さいほど演奏が同調していることを意味する。Fig.1において、演奏の同調の度合いは小節位置ごとに差がある($p < 0.05$)。ここで、この差が生じる原因の一つとして楽譜の難易度に注目した。楽譜の難易度の評価はR.Parncuttらによって提案されているもの⁵⁾を用いた。Fig.1の太い実線が、演奏に用いた楽譜の難易度を示している。同調度と楽譜の難易度の時間変動との相関係数を調べると0.384であり、強くはないが正の相関がある。この結果は楽譜の難易度が高いほど、演奏が合いにくくなる傾向があることを示している。

Fig.2の細い実線は、各共同演奏の5小節ごとの位相差変動の分散値を算出し、すべての演奏(15例)について平均した値を示している。この図においても値が小さいほど演奏者間の呼吸リズムが同調していることを意味する。Fig.2におい

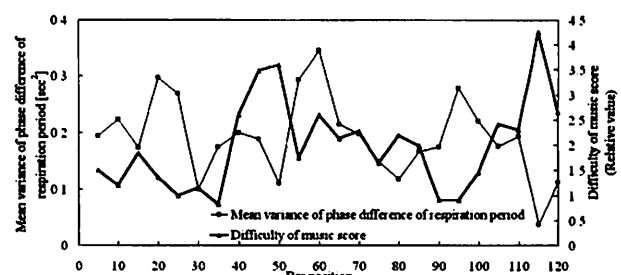


Fig.2 Time course of mean variance of phase difference of respiration period and difficulty of music score

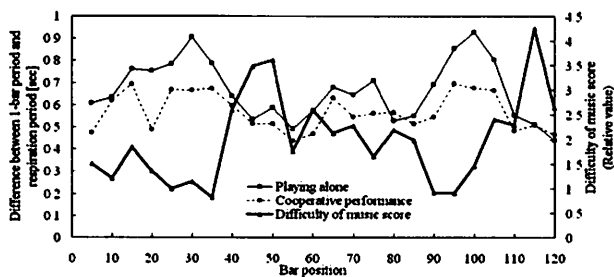


Fig.3 Time course of difference between 1-bar and respiration period and difficulty of music score

て、呼吸の同調度は小節位置ごとに差がある ($p < 0.1$, $p = 0.0618$)。ここで演奏リズムの時と同様に、楽譜の難易度の時間変動との相関係数を調べると-0.425であり、小節周期の結果とは逆に負の相関がある。このことは楽譜の難易度が高いほど呼吸は合う傾向があることを示唆する。

3.2 演奏者内における音楽的側面と生理的側面の関係

この節では、各演奏者内における音楽的側面と生理的側面の関係を、小節周期と呼吸周期の差を用いて調べる。

Fig.3 (曲A) の実線は演奏者1-3の1人での演奏時における小節周期変動の5小節ごとの平均値と、対応する呼吸周期変動の平均値の間で算術的な差(呼吸周期-小節周期)を計算し、すべての演奏例(15例)についての平均を算出したものである。Fig.3において小節周期と呼吸周期の差は小節位置ごとに差がある ($p < 0.005$)。ここで、楽譜の難易度に再び注目する。楽譜の難易度と一人での演奏時の時間変動との相関係数を調べると、その値は-0.617、共同演奏時の時間変動との相関係数は-0.460である。両者の間に負の相関関係があるといえる。これら結果は楽譜の難易度が高いところで、小節周期と呼吸周期の差が小さくなる傾向があり、楽譜の難易度が低いところで小節周期と呼吸周期の差が大きくなる傾向があることを示している。

4. 考察

3節の実験結果をまとめると次のようになる。まず、曲の難易度の高いところでは、音楽的側面の同調度が低くなるが生理的側面の同調度は高くなり、逆に難易度の低いところでは、音楽的側面の同調度が高くなるが生理的側面の同調度は低くなる。また、曲の難易度が高くなるところで音楽的側面と生理的側面の差が小さくなり、難易度が低くなるところで差が大きくなる。

ここで、これらの結果を説明するために、われわれは次のような仮説を立てた。曲の難易度が高いところでは、演奏者は演奏に対してより注意を必要とするが、難易度が低いところではそれほど注意を必要としない。

この仮説を用いて実験結果を解釈すると次のようになる。楽譜の難易度が低く注意をそれほど必要としない領域では、演奏は合わせやすい。このような演奏は、拍単位のリズム情報を基にした単純な感覚運動連関でリズムが制御されていると考えられる。一方、楽譜の難易度が高く注意を必要とする領域においては、演奏は合いにくくなる。このような領域では、演奏者は演奏を合わせるために、拍単位だけでなく、メロディ単位のリズム情報も考慮していることが考えられる。

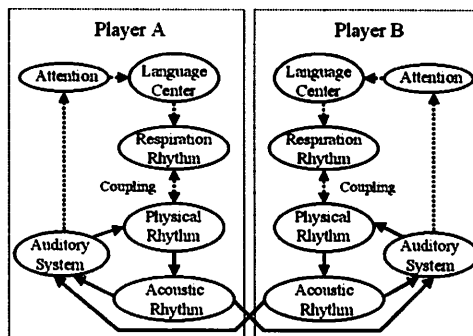


Fig.4 Communication model

このような音楽情報の処理は、言語中枢で処理されることが示唆されている⁶⁾。また、ピアノを弾くときの指のリズムと呼吸リズムは結合系にあること示唆されている⁷⁾。以上より次のことが推測される。注意が必要ときには、まずメロディ単位のリズム情報が言語中枢で処理される。これに伴い、言語中枢から影響を受ける呼吸リズムが変化し、同時に身体リズムとの結合を強くすることより、演奏リズムが制御される。その結果として、ほぼ同じ演奏リズムを共有する演奏者間の呼吸リズムが同調する。

以上の考察から得られる演奏者間コミュニケーションのモデルをFig.4に示す。このモデルは注意を要する上位の制御ループと、要さない下位の制御ループの二重のループから成り立っており、それらが音響的なレベルを通じて結合している。音楽の共同演奏では、この2つの制御ループが動的に協調しながら相互作用すると考えられる。また、上位のループのサイクルが演奏者間で同期するときは互いの演奏に対する注意が共有される状態であるといえる。

5. おわりに

本研究では実験結果より、演奏者間のコミュニケーションモデルとして、二重の制御ループを持つモデルを提案した。このようなループが結合する系において、お互いの注意が共有される状態は音響的な協調関係だけでなく、“一体感”のような心理的な協調関係を生成する一つの要因になっていると考えられる。このような注意の共有は、呼吸の変化より計測される可能性がある。また、呼吸に介入することで一体感を創出できる演奏システムの構築も、今後可能であると考えている。

参考文献

- 1) 三宅、宮川、田村：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, Vol.37, No.11, 1087/1096 (2001)
- 2) R.A Rasch : Synchronization in Performed Ensemble Music, ACUSTICA, Vol.43, 121/131 (1979)
- 3) 古浦、心理学的考察「いきが合う」、北大路書房 (1990)
- 4) 山本、三宅 : 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, Vol.38, No.9, 800/805 (2002)
- 5) R.Parncutt, J.A.Sloboda, E.F.Clark, M.Rakkallio and P.Desain : An Ergonomic Model of Keyboard Fingering for Melodic Fragments, Music Perception, 14-4, 341/382, (1997)
- 6) S.Koelsch, T.C.Gunter, D.Y.Cramon, S.Zysset, G.Lohmann and A.D.Friederici : Bach Speaks: A Cortical "Language-Network" Serves the Processing of Music, NeuroImage, 17, 956/966 (2002)
- 7) D.Ebert, H.Hefter, F.Binkofski and H.J.Freund. Coordination between Breathing and Mental Grouping of Pianistic Finger Movements, Perceptual and Motor Skills, 95, 339/353, (2002)