

音楽アンサンブルにおける演奏調整の分析

Analysis of coordination of performance in musical ensembles

高橋 範行*・大浦 容子**

Noriyuki TAKAHASHI & Yoko OURA

1. はじめに

音楽演奏においてソロとアンサンブルの相違のひとつは共演者間の相互作用の存在である。演奏者は一般的に何らかの演奏プランを持っており (Sloboda, 1982; Gabrielsson, 1999), 通常はそのプランに応じて演奏を遂行していると考えられる。しかし, アンサンブルにおける初期状態では共演者それぞれが独自演奏プランをもっているため, 演奏プランの相違による混乱を防ぐためには事前に個々のプランをすり合わせる必要がある。

クラシック音楽であれば比較的リハーサルに多くの時間を割くことができる場合が多いため, あらかじめ共演者間で演奏プランについて議論することが可能であろう。しかし, 音楽演奏ではこのような事前の演奏プランの調整に加えて, 演奏中におけるその場での調整も重要であると考えられる。例えば, ジャズ演奏家は共演者の演奏に応じてリアルタイムに彼らの演奏を変化させている。オペラやミュージカルの練習における伴奏ピアニストには, 歌手の感情的で即興的な表現に合わせて伴奏をする技量が求められるであろう。また, 仮に事前に演奏プランがすり合わされていても, 本番中の予期しないアクセントなどによってその場で演奏を調整しなければならない場合もある。したがって, 共演者に応じ

たりリアルタイムの演奏の調整は, アンサンブルにおいて必要な技術のひとつであるといえる。

そのようなリアルタイムの調整方法に関して, 比較的シンプルなものとしてフィードバックを利用することが考えられる。演奏者は共演者の演奏のフィードバック情報から自己の演奏プランとの不一致を判断し, その不一致を減らすように自己の演奏を調整することになる。しかし, この方法では演奏者がフィードバックを受けてから調整を行うため, そこには必然的に時間遅れが生じることになる。西洋古典音楽など時間の厳格な同時性を要求する類の音楽では, このような時間遅れは無視できないものであろう。

この問題を解決するひとつの方策としてフィードフォワードによる行動決定, つまり予測的な調整が挙げられる (城井田, 2004)。ピアノ熟達者の演奏がフィードフォワード的な形で実行されているという報告もある (Takahashi & Tsuzaki, 2008)。もし演奏者が共演者の演奏プランをうまく予測することができれば, リアルタイムの調整によってアンサンブルは共演者間の一貫性をもち得るはずである。しかし, 予測を大きく誤った場合にはアンサンブルは破綻するであろう。Sloboda (1982) が熟達した伴奏者は共演者の演奏の予測能力に長けている可能性を指摘しているように, 相手の演奏を的確に予測し, それに応じた自己の演奏をリアルタイムに調整することは, 洗練されたアンサンブルを生むうえで不可欠な技能であると考えられる。

もし一定の強弱パターンとテンポで音楽が進むのであれば, 後に続く音のタイミングと強さを予測することは比較的簡単であろう。しかし, 実際には音楽は複雑なアゴギクとダイナミクスを伴うものが

2008.11.28 受理

*新潟大学人文社会・教育科学系 非常勤職員
(教務補佐員)

**新潟大学人文社会・教育科学系

多く、それらにうまく同調するためには一定のパターンに基づいた単純な予測だけでは厳しいように思われる。優れた伴奏者がこの類の音楽に上手に対応していることを考慮すると、彼らは単純な予測以外にも、何らかの別の予測方略を用いているものと推測される。

では、そのような予測はどのようになされるのであろうか。また、演奏者によってその予測能力に差はあるのであろうか。これらの点について検討するため、本研究では演奏実験を実施し、アンサンブルにおける演奏調整過程を共演者の演奏の予測という視点から考察した。さらに評定実験によって、アンサンブル演奏で聴取者に良い印象を与える演奏変数についても探った。

2. 実験1

実験1ではソロ奏者としてはほぼ同程度の能力があると推測される2名のピアニストが、あらかじめ録音されたチェロの演奏に合わせて演奏した。実際の間人同士のアンサンブルで共演者の演奏が固定されていることはまずないが、実験条件の統制からこのようなデザインを採用した。チェロの演奏についてピアニストが何も予備知識をもたない最初の数回の演奏内容を分析することで、彼らの予測能力について考察することができると思われる。

2.1 実験協力者

実験に参加した2名のピアニスト（以下ピアニストA、Bとする）のピアノ学習年数は20年以上であり、大学における専門的なピアノ演奏訓練経験を持っている。両者とも伴奏者として豊富な演奏経験をもっているが、チェロとのアンサンブルの経験はない。

実験に先立ち、大学で両者のピアノ演奏指導を担当している2名の教官に、両ピアニストの伴奏者としての特徴を尋ねたところ、以下のようなコメントを得た。

「両者ともソロ奏者としてはほぼ同程度のレベルであるが、ピアニストAは柔軟性をもっており、共演者の演奏をよく聴いてそれに合わせて調整することができる。ピアニストBは共演者に対しての最初の主観が強く、その後徐々に演奏を調整していく傾向がある。また、どちらかといえばあらかじめ決められたことをこなしていくことが得意である。」

これらのコメントから、両者の伴奏者としてのタイプは異なることが推測される。すなわち、ピアニストAは共演者に合わせてその場で上手に演奏を調

整することができるのに対し、ピアニストBはあらかじめ決められた演奏プランを再現することに向いており、結果として共演者との調整により多くの時間を必要とするものと考えられる。

2.2 演奏楽曲

演奏楽曲として、サン＝サーンス作曲の「白鳥」が用いられた。旋律と伴奏が明確に分かれていること、アゴーギクやダイナミクスが必然的に含まれること、伴奏における一定の音型がアゴーギクやダイナミクス等の演奏変数を把握するのに適していることといった理由から選ばれた。あらかじめ録音されたチェロの旋律に合わせるという実験のデザイン上、伴奏はチェロのワンフレーズを聴いた後の第4小節目から開始することとした。実験の2週間ほど前に両演奏者に楽曲の譜面を渡し、よく練習するように指示した。

2.3 チェロ演奏の収録

プロのチェリストに、ピアニストとの共演をイメージしながら楽曲の旋律パートをソロで演奏してもらい、その演奏をコンデンサマイクとビデオカメラで録音した。録音された数テイクの演奏のうち、チェリストがベストとして選んだものが実験に使用された。

2.4 実験装置

実験で使用された楽器はMIDI入出力が装備されたYAMAHA製グランドピアノC-3である。演奏データはMIDIフォーマットとしてコンピュータ上のシーケンスソフトに記録され、演奏の音響データはコンデンサマイクによってDATに記録された。チェロ演奏の呈示用に、テレビモニターとスピーカがそれぞれピアノの前面に設置された。

2.5 実験手続き

最初にピアノ上でウォーミングアップをした後、ピアニストはテレビモニターとスピーカから呈示されるチェロの旋律に合わせて伴奏パートを5回演奏した。それぞれの試行の後に、実験者がその試行に関するチェロ演奏の印象や自己の演奏についての内観を尋ねた。

2.6 データ処理

2.6.1 チェロ演奏の処理

チェロによって演奏された旋律を構成する各音の

オンセットタイミングを求めるため、記録された音響波形に対して以下の処理を行った。(1)音響波形編集ソフトによって表示される波形から、求める音のオンセットが含まれると考えられる区間を100ms程度の時間長で大まかに特定した (2)その区間に対して10ms毎のランニングスペクトルを計算し、さらに周波数帯域毎の時間微分値を求めた (3)それぞれの時間点において各周波数帯域の時間微分値の平均を求めた (ただし、加算の際に負の値は0として扱う) (4)平均値が最大となる時間点を求める音のオンセットタイミングとした。以上の手続きからわかるように、スペクトル変化が最大となる点を本研究ではチェロのオンセットタイミングとみなしている。

また、ダイナミクスの変化を観察するために音響波形に対して100ms毎に音圧の実効値を算出し、さらに20ポイントの移動平均処理によって平滑化した。

2.6.2 ピアノ演奏の処理

最初に、記録されたMIDI情報から、伴奏部分で左手によって演奏される各8分音符についてのvelocityとkey-onのタイミングを求めた。このkey-onのタイミングは相対的な時間タイミングであるため、チェロのオンセットタイミングと比較するには絶対的なタイミングを算出する必要がある。そこで、録音された音響データから、チェロ演奏の処理の場合と同様の手法によってピアノの最初の1音のオンセットタイミングと対応するチェロのオンセットタイミングの初期時間誤差を計算し、そこから伴奏パートの各音の絶対的なオンセットタイミングを求めた。

また、ダイナミクスに関してはvelocity値に対して10ポイントの移動平均処理を行った。

2.7 結果

2.7.1 オンセットタイミング誤差の合計

Fig. 1は各試行におけるピアノとチェロのオンセットタイミング誤差の合計を示している。ピアニストAの誤差の値は1試行目から5試行目まではほぼ同じ値であるのに対し、ピアニストBでは試行数を重ねるごとに誤差が減少していく傾向が観察できる。

後半の試行ではピアニストがチェロの演奏の予測よりも記憶に依存して演奏した可能性もあるため、以後の分析では1試行目と2試行目を対象に行うことにした。

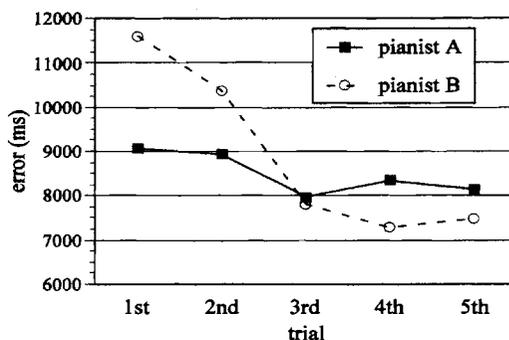


Fig. 1 各試行におけるオンセット誤差の合計。横軸は試行番号を、縦軸は誤差の大きさを示している。

2.7.2 フレーズ構造とオンセットタイミング誤差

本演奏楽曲は旋律が2小節単位のフレーズ(偶数小節から奇数小節)で構成されていると考えることができる。フレーズ構造とオンセットタイミング誤差の関係を探るため、2小節のフレーズの各拍におけるピアノとチェロの誤差の平均を計算した。その結果をFig. 2に示す。ピアニストBでは比較的全

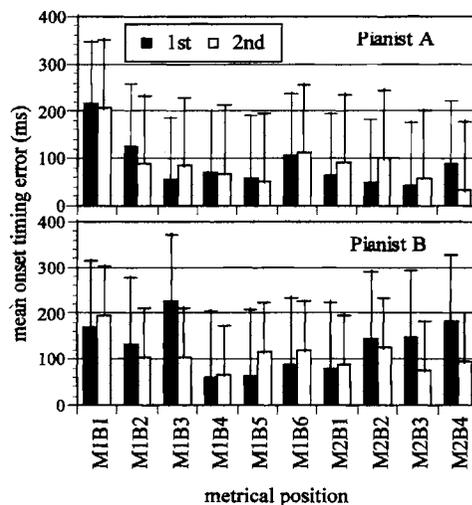


Fig. 2 第1・2試行目における2小節フレーズの各拍節位置のオンセット誤差の平均。横軸は各拍節位置を(例えば、M1B1は第1小節第1拍目)、縦軸は誤差の平均を示している。

ての拍で誤差が大きくなっているのに対し、ピアニストAはフレーズの冒頭の拍を除いて誤差が小さくなっている。

2.7.3 アゴーギクのなめらかさ

もし演奏者が共演者の演奏を予測することができれば、テンポをなめらかに変化させることができると考えられる。一方、予測に失敗した場合には、タイミングのずれに対する代償的な行動によってテンポが急激に変化すると推測される。そこで、連続する音の IOI (Inter Onset Interval) のばらつきを程度を表す指標である nPVI (normalized Pairwise Variability Index, Grabe & Low, 2002; Patel & Daniele, 2003)¹⁾ を全ての2小節のフレーズに対して計算し、試行(被験者内要因)×演奏者(被験者間要因)による2要因分散分析を行ったところ、試行の主効果 ($F(1,16) = 15.691, p < .001$) および演奏者の主効果 ($F(1,16) = 8.072, p = .012$) が有意であった。この結果は、1試行目よりも2試行目でテンポの急激な変化が少なくなっていること、またピアニストAに比べてピアニストBでテンポ変化が大きくなっていることを示している。

2.7.4 ダイナミクス

Fig. 3 は1試行目のチェロの音圧とピアノの velocity の時間的変化をプロットしたものである。

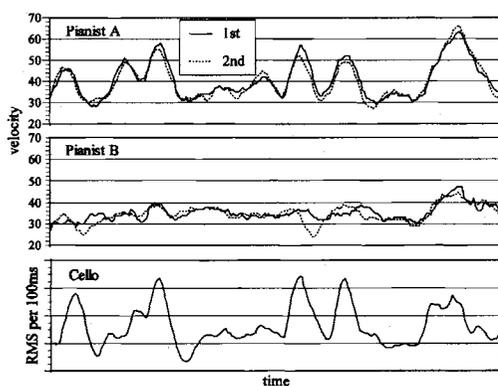


Fig. 3 刺激となったチェロ演奏及びピアニストの第1・2試行目におけるダイナミクスプロフィール。横軸は時間である。縦軸はピアニストでは key-velocity (打鍵速度) を、チェロでは100msごとの音圧の実効値 (RMS) を表している。

ピアニストBと比較するとピアニストAのプロフィールがチェロとより類似していることがわかる。各ピアニストとチェロとのダイナミクスにおける最も高い相関は、ピアニストAは $r=0.81$ (11試行目) で、ピアニストBは $r=0.39$ (2試行目) であった。相関係数の差の検定を行ったところ、ピアニストAの相関がピアニストBよりも有意に高いことが確認された ($z=4.83, p < .001$)。

2.8 考察

ソロ奏者としてはほぼ同程度の能力があると評価される両者の演奏に相違が観察されたことから、ソロ奏者としての能力とアンサンブル奏者としての能力の間には必ずしも相関があるわけではないことが伺える。チェロの演奏に関する予備知識に乏しい1・2試行目における両者のオンセットタイミング誤差の相違は、ピアニストAがピアニストBよりもチェロの演奏のタイミングをより正確に予測できていたことを示唆している。フレーズ構造とタイミング誤差の結果において、各拍でピアニストBのタイミング誤差が大きくなっていることもこの考察を裏付けるものであろう。チェロのタイミングをうまく予測できなかったため、常に調整しながら演奏する必要があったため、それによる突発的なタイミング変動が nPVI の分析結果に表れているといえるであろう。

チェロとピアノのダイナミクスの相関係数に関する両者の差は、ピアニストBに比べてピアニストAがチェロのダイナミクス変動に沿った演奏をしていたことを意味している。残りの試行に関してもピアニストBの相関係数には大きな変化はみられなかった。彼女のタイミング誤差は試行を重ねるごとに減少していることを考えると、ピアニストBはダイナミクスよりもアゴーギクの調整に注意を払っていたと考えられる。タイミングの予測がうまく働かなかったため、その調整に多くの意識リソースを配分した結果、ダイナミクスまで考慮する余地がなかったという考察もなされる。

以上の結果から、総じてピアニストAのほうがチェロの演奏をうまく予測し、その演奏表現に合致した伴奏を行っていたといえる。では、彼女の予測はどのようにして行われていたのであろうか。既に述べたように、演奏が一定のテンポと表現パターンから成立しているのであれば、その提示されたパターンを基に後続の音を予測することは可能であろう。しかし、本実験におけるチェロ演奏は複雑なアゴーギクとダイナミクス表現を含んでおり、それに対応し

た予測を実現するために、ピアニストAは単純なパターン予測とは異なる予測方法を実践していたと推測される。そのひとつの方法として、既に学習している自己の音楽的知識を利用する方法が考えられるであろう。西洋古典音楽の演奏では無数の表現解釈が可能であるが、その中で多くの演奏に共通する基本的な表現原則が存在することが過去の研究によって明らかにされている（例えば、高橋・大串，2004）。もしそのような原則を共演者と共有することができたならば、本楽曲でも共演者の演奏をうまく予測することができるであろう。続く実験2では新たなアンサンブル演奏実験を実施し、この点についての検証を行うことにした。

また、実験1の結果に対して、予測能力とは異なる可能性を考えることもできる。それは、ピアニストとチェリストのオリジナルの音楽的表現の類似性である。もしピアニストAの音楽的表現が偶然チェリストのそれと一致していたならば、彼女がチェロの演奏をうまく予測しなくても最初の試行からチェロの演奏に沿った伴奏が実現できたであろう。残念ながら実験1ではピアニストのオリジナルの伴奏を記録していないため、彼らとチェリストの音楽表現の類似性に関して考察することができない。そこで、実験2では共演者同士のオリジナルの演奏解釈の類似性と実際のアンサンブルの精度の関連性についても探ることにした。

3. 実験2

実験2では2台ピアノによるアンサンブルが想定されている。あらかじめ録音された伴奏に合わせて3名のピアニストが旋律を演奏した。実験2の目的は、アゴーギクの分析をもとに共演者同士の演奏解釈の類似性とアンサンブル精度の関連性について検討すること、そして通常のアゴーギクを逆転させた演奏条件下のアンサンブルを通常条件下のそれと比較し、演奏者が予測に際して基本的な表現原則を利用しているかどうかを確認することである。もし演奏者が共演者の演奏の予測に基本的な表現原則を用いているのであれば、それを適用できない状況下では予測の精度が悪化することが予想される。

3.1 実験協力者

実験には新たに3名のピアニストが参加した（以下ピアニストC, D, Eとする）。いずれも大学でのピアノ専門教育を含む20年以上のピアノ学習年数

があり、2台ピアノを含む豊富なアンサンブル経験がある。

3.2 演奏楽曲

演奏楽曲には実験1と同じく「白鳥」（2台ピアノ用に編曲されたもの）が用いられた。実験の2週間ほど前に両演奏者に楽曲の譜面を渡し、十分に練習するように指示した。

3.3 伴奏パートの収録と反転演奏の作成

2名のプロのピアニストに実験で使用する電子ピアノ（後述）で実際に楽曲のアンサンブル演奏してもらい、演奏データをコンピュータ上のシーケンスソフトにMIDIフォーマットとして記録した。ピアニストには、実際の演奏会で演奏することを想定して、自然な演奏表現つけて演奏するように指示した。記録されたMIDIデータのうち伴奏パートの演奏データが実験で使用された。また、演奏データから各音の標準化IOI（演奏時間から算出されるメトロノームテンポを想定した理論上のIOIに対する実際のIOIの比率）を計算し、その比率を100%を境に反転させた演奏をシーケンスソフト上で作成した。この演奏は通常のアゴーギクとは逆の変化をするものとなっている。

3.4 実験装置

実験での演奏楽器と伴奏のMIDIデータの再生音源としてYAMAHA製電子ピアノCP33、演奏音のモニターとしてSennheiser製ヘッドフォンHD650が使用された。演奏データはMIDIフォーマットとしてコンピュータ上のシーケンスソフトに記録された。

3.5 実験手続き

実験2では通常条件（通常の伴奏に合わせて演奏）と反転条件（反転されたアゴーギクをもつ伴奏に合わせて演奏）の2つの演奏条件が設定されている。最初にピアノ上でウォーミングアップをした後、ピアニストは旋律パートを独自の解釈で2回演奏した。その後、ヘッドフォンから呈示される伴奏パートに合わせて各条件下で旋律パートを3回ずつ演奏した。それぞれの試行の後に、実験者がその試行に関する伴奏パートの印象や自己の演奏についての内観を尋ねた。

3.6 データ処理

記録された MIDI データから各演奏について旋律を構成する各音の IOI を求めた。また、ピアニストのオリジナルのアゴーギクを明らかにするため、実験の最初に単独で演奏された2回の演奏にわたる平均標準化 IOI を算出した。

3.7 結果

3.7.1 オンセットタイミング誤差の合計

Fig. 4 は通常条件の各試行における旋律と伴奏2台のピアノのオンセットタイミング誤差の合計を示している。実験1の場合と同様に、試行を重ねるごとに誤差が減少していく傾向が認められる。全体的に実験1の場合と比較すると誤差の値が小さいが、これは伴奏にあわせて旋律を演奏するという実験デザインに起因するものであろう。本実験では、ピアニストは常時鳴らされている伴奏音を手掛かりに後続の音のタイミングを予測することが容易であったと考えられる。

しかし、それでも3名のピアニストの間には相違がみられる。伴奏の演奏について予備知識を持たない1試行目からピアニストCとEは既に残りの試行とほぼ同程度の誤差で演奏しているのに対して、ピアニストDの1試行目の誤差は大きくなっている。

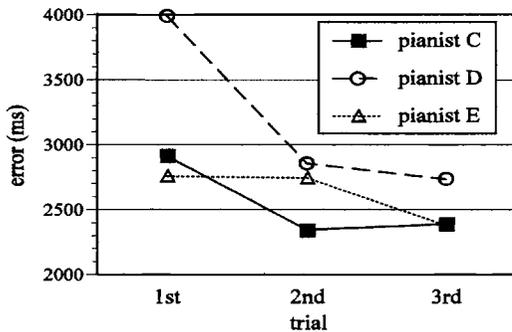


Fig. 4 通常条件の各試行におけるオンセット誤差の合計。横軸は試行番号を、縦軸は誤差の大きさを示している。

3.7.2 伴奏パートとオリジナルのアゴーギクの類似度

Table. 1 は伴奏パートと各ピアニストのオリジナルの演奏の標準化 IOI に関して算出した相関係数と RMS (Root Mean Square) 誤差を示している。

相関係数では値が高いほど、また RMS では値が低いほどアゴーギクに関して伴奏パートとピアニストのオリジナルが類似していたことを意味する。

表から比較的ピアニストCの類似度が高いことがわかる。ピアニストDとEはほぼ同程度の値であり、ピアニストCと比較すると類似度は低い。

Table. 1 各ピアニストが実験前に演奏したオリジナル演奏と伴奏パートのアゴーギクに関する類似度。correlation は値が高いほど、RMS error は値が低いほどそのピアニストのオリジナルのアゴーギクが伴奏と似ていたことを示す。

	pianist C	pianist D	pianist E
correlation	.48	.26	.24
RMS error	4.21	7.40	6.55

3.7.3 反転条件におけるオンセットタイミング誤差の合計

Fig. 5 は反転条件の各試行における2台のピアノのオンセットタイミング誤差の合計を示している。試行を重ねるごとに誤差が減少していく傾向はこれまでと同様であるが、誤差の値自体は通常条件に比べるとはるかに大きくなっている。

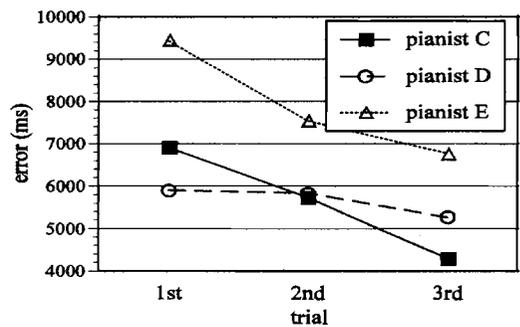


Fig. 5 反転条件の各試行におけるオンセット誤差の合計。横軸は試行番号を、縦軸は誤差の大きさを示している。

3.8 考察

試行を重ねるごとにオンセットタイミング誤差が減少していくという実験1と同様の結果は、本実験ではピアニストが共演者とのアゴーギクの調整に注意を払っていたことを示している。

1試行目のタイミング誤差ではピアニストD以外の2名の値が小さくなっており、彼らの予測が比較的うまく働いていたことが伺える。しかし、この伴奏パートとこの2名のオリジナルのアゴーギクの類似度に関しては、ピアニストCでは比較的高いものの、ピアニストEはピアニストDと同程度の低い類似度を示している。つまり、ピアニストEはピアニストCに比べて伴奏パートと異なるアゴーギクの解釈をしていたにもかかわらず、アンサンブルではピアニストCとほぼ同程度まで伴奏とタイミングを合わせることができたということになる。このことは、本実験のアンサンブルにおけるアゴーギクの一致の要因が必ずしも共演者間のオリジナルのアゴーギクの類似度にあるわけではないことを示唆している。1試行目におけるタイミング合致の高さがオリジナルの類似性がないとすれば、その要因はやはり共演者の演奏の予測という点にあると考えることが妥当であろう。以上のことから、相手の演奏の予測精度に関しては、演奏者による差があることが推測される。この実験2の結果によって実験1におけるピアニストAのオリジナルの演奏解釈がチェリストのものに類似していた可能性を直接的に否定することはできないが、演奏の予測において演奏者による相違が存在するのであれば、実験1の結果を予測精度の差という点から解釈することも決して不自然ではないであろう。

本実験の伴奏パートのアゴーギクがどの程度基本的な演奏原則に沿ったものであるかはわからないが、少なくともプロのピアニストが自然な表現をつけて演奏したものであることを考えると、そこにはある程度普遍的な演奏表現が含まれていたと思われる。そこから大幅に外れた反転条件で全ピアニストのタイミング誤差が大きくなるという結果は、彼らが基本的な演奏原則に関する知識を予測に役立てている可能性を示唆するものであると考えられる。

4. 評価実験

これまでに明らかになった演奏者によるアンサンブル内容の相違は、それを聴取した者にどのような印象を及ぼすのであろうか。アンサンブルにおいて

聴き手に好ましい印象を与える演奏上の特徴は何なのであろうか。これらの点について検証するため、実験1で録音された演奏を用いた評価実験を実施した。

4.1 評定者

大学のピアノ専門教育を受けた経験のある9名のピアニスト（平均ピアノ学習年数21年）が参加した。全員がアンサンブルを含む豊富なピアノ演奏経験をもっている。なお、実験1と2に参加したピアニストは含まれていない。

4.2 聴取刺激

実験1で録音されたピアニストAとBによる10の演奏（5試行×2）が刺激として用いられた。しかし、各演奏とも2分以上の長さをもっており、刺激ごとに楽曲全体を聴取すると呈示の長時間化が評定者の集中力に影響を及ぼすことが懸念されたため、各演奏とも冒頭9小節のみを刺激として使用することにした。

4.3 評定手続き

実験は各評定者に対して別々に行われた。評定者はSennheiser製ヘッドフォンHD650によって各刺激を聴取し、その演奏のアンサンブルの良さを1から5の5段階（最も良いものを5とする）で評定した。10の刺激に対する評定を1セットとし、評定は2セット行われた。各刺激の呈示順序はそのセット内でランダム化された。

4.4 結果

Fig. 6は各試行の演奏に対する平均評定得点を表している。ピアニストAでは5試行にわたってほ

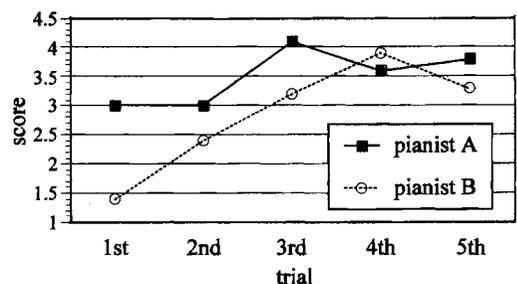


Fig. 6 実験1の各試行に対する平均評価得点。横軸は試行番号を、縦軸は得点を示している。

ほ同一の得点が与えられているが、ピアニストBでは最初の試行の得点がピアニストAより低く、その後試行を重ねるごとに得点が高くなっていく傾向がみられる。各得点に対して、試行（被験者内要因）×演奏者（被験者間要因）による2要因分散分析を行ったところ、試行の主効果（ $F(4,136) = 27.599$, $p < .001$ ）と演奏者の主効果（ $F(1,34) = 7.962$, $p = .008$ ）、及び試行と演奏者の交互作用（ $F(4,136) = 6.86$, $p < .001$ ）がそれぞれ有意であった。

また、平均評定得点のプロフィールと実験1におけるタイミング誤差の合計の間には関連があるように思われたため、平均評定得点と実験1でのオンセットタイミング誤差の合計のプロフィール（Fig. 1）との相関係数を各ピアニストに対して求めたところ、両者に対して-0.9以上という強い負の相関が得られた。

4.5 考察

平均評定得点に関する分散分析の結果は、両ピアニストの評定得点の間には有意な差があることを示している。交互作用も有意であったことから、両者の評定得点の差は、最初の1試行目や2試行目にあると考えられる。

それでは、2名のピアニストの評定得点の差は何に起因するものなのであろうか。平均評定得点とタイミング誤差の合計のプロフィールの間に強い負の相関が存在するという結果は、タイミング誤差の合計が減るに従って評定得点が増える傾向があることを意味している。したがって、本楽曲のアンサンブルの評価にはピアノとチェロのタイミングの合致という要素が関わっていたといえるであろう。一方で、タイミングに対してダイナミクスはそれほど本評定には影響していないと思われる。なぜなら、ピアニストBのダイナミクスプロフィールは全試行を通してそれほど変化していないにも関わらず、評定得点は試行を重ねるごとに上がっていく傾向にあるからである。このことから、少なくとも本楽曲のアンサンブルに関しては、ダイナミクスよりもタイミングのほうが聴衆の印象に大きくかかわっていることが推測される。

5. 討論

実験1では、ソロ奏者としてほぼ同程度のレベルにあると思われる2名のピアニストが予め録音され

ていたチェロ演奏とのアンサンブルを行ったところ、チェロとのオンセットタイミングの合致度とダイナミクスの類似度などに関して両者の間に相違が観察された。この結果から、アンサンブルにはソロと異なる技能が要求されることが推測される。1試行目終了直後のインタビューで、ピアニストAは「チェロの演奏の呼吸が読める」と述べているのに対し、ピアニストBは「チェロがどのように演奏したのかがわからない」と述べている。これらのコメントは、チェロ演奏の予測に関して両者に差があったことを強く示唆している。また、実験2の結果から、オリジナルの演奏解釈が共演者同士で類似していても、演奏者によっては最初の試行から共演者とタイミングを合わせることができている場合があることが明らかになった。この結果を説明するには、相手の演奏の予測という視点から捉えることが自然であると思われる。したがって、これらの考察を総合的に考慮すると、本研究の実験の最初の試行にけるパフォーマンスの高さには、共演者の演奏を適切に予測し、それをもとに自身の演奏を調整するというプロセスが大きく関与していると考えてよいであろう。

全体を通して演奏者のコメントには「タイミングがわからない」「タイミングを合わせるように気を付けた」「タイミングが合うようになってきた」など、とにかくアゴーギクに関するコメントが多く得られた。さらに、実験1でピアニストBがダイナミクスよりもアゴーギクの予測と調整に注意を払っていた可能性があること、ダイナミクスよりもタイミングの合致性が聴き手のアンサンブル評価に影響しているという聴取実験の結果から、演奏者も聴衆もアンサンブル演奏では競演者同士のアゴーギクの一致が重要であるという意識を共有していると思われる。これには、西洋古典音楽の演奏に要求される厳密な時間同時性が大きく関わっていると考えられる。西洋古典音楽で譜面上縦の位置が同じく示されている音は、原則的には各パートとも同時に弾かれなければならない。ルパートなどの表現も基本的には各パートが同じようにテンポを変化させているのであり、縦のタイミング、つまり時間同時性は保たれているのである。この同時性が崩れるということは、楽曲のもつリズム構造が崩れ、聴き手に異なる楽曲として認知されてしまう危険を生む。それに対して、ダイナミクスに関してパート間で多少の差異があっても、少なくともそれを聴き手が演奏解釈上の変化として捉えることはあっても、異なる楽曲として認知することはないのであろう。時間構造は西洋音楽に

において楽曲を根本から規定する重要な要素なのである。西洋古典音楽におけるアンサンブルの基本とは、異なる共演者同士がそれぞれのイベントを楽曲のリズム構造を変えないように適切に時間軸上に配置していく行為という言い方もできるであろう。以上のようなことから、本実験でも演奏者は共演者とタイミングを合わせることをまず念頭に置いたものと想像される。

それでは、相手の演奏の予測という技能に対する演奏者による違いは心理学的にどのように説明できるのであろうか。運動制御研究領域では、適切なフィードフォワード、つまり予測制御のためには、対象に関する十分な知識と適切なモデルの構築が重要とされている（今水, 1995; 城井田, 2004）。これを人間同士のコミュニケーションに置き換えると、対象に対するモデル構築は、認知心理学的に「メンタルモデル」の構築として表現される。メンタルモデルとはさまざまな目的や対象に応じて人間が形成する心的機構であり（Harris, 1989; Oura & Hatano, 2001）、最適なメンタルモデル形成によつて的確で円滑なコミュニケーションが実現される。大浦・波多野（2004）は演奏行為を演奏者と聴き手のコミュニケーションとして捉え、演奏者による聴き手に応じた演奏調整を「聴き手のメンタルモデル」の構築という視点から説明している。大浦らの研究はソロ演奏を対象にしたものであるが、アンサンブル演奏を共演者同士のコミュニケーションとして捉えるならば、本研究も同様の視点で説明が可能であると思われる。つまり、アンサンブルにおける共演者の演奏の予測に応じた演奏調整は「共演者のメンタルモデル」の構築として解釈できる。「共演者のメンタルモデル」は共演者の振る舞いに関するモデルであり、適切なモデルを構成することで共演者の将来の演奏を適切に予測することが可能になると考えられる。しかし、モデル構築がなされない場合や、構築したモデルが適切でない場合には予測が困難になるであろう。

もし「共演者のメンタルモデル」を全くもたなかったならば、予測という行為自体が行われないことになり、演奏は共演者の演奏に対して常に遅れていくはずであるが、実験1でピアニストBのオンセットタイミングはチェロに対して先行している箇所も多かった。また彼女の「チェロの演奏意図がわからない」という類のコメントは共演者の演奏を予測しようとしている意図の表れであると考えられる。したがって、ピアニストBは「共演者のメンタルモデル」

を構築しなかったのではなく、構築したモデルが適切でなかったと推測される。一方、ピアニストAはチェリストに対するメンタルモデルをうまく構成できたため、最初の試行から既にアゴーギクとダイナミクスをある程度合わせる事が可能であったと思われる。

ソロ演奏では聴き手の状態を確認できるようなフィードバック情報がほとんど得られないため、演奏者は自己を「仮想的聴き手」にして「聴き手のメンタルモデル」を構成して演奏調整をするであろうと大浦・波多野（2004）は述べている。しかし、アンサンブルでは共演者の演奏から即時のフィードバックを得ることができるため、演奏者はモデルの精度を高めるために「共演者のメンタルモデル」をその場で修正していると考えられるほうが妥当であろう。実験1においてオンセット誤差が比較的少ないピアニストAでも、フレーズの冒頭だけは誤差が大きくなっているという結果は、予測がフレーズ単位で行われている可能性を示唆している。演奏者は共演者のフレーズの冒頭を聴き、そのフィードバック情報を基にそのフレーズに対する「共演者のメンタルモデル」を修正し、そのあとに続くフレーズに対して共演者がどのように振る舞うのかを予測していると推測される。

また、通常のアゴーギクを反転させた条件でオンセットタイミング誤差が大幅に増加したという実験2の結果は、演奏者が「共演者のメンタルモデル」の構築に一般的な演奏原則を利用している可能性を示唆している。さらに、ピアニストEはコメントで伴奏パートの演奏に対して「フレーズに入る時に少し間がある」と指摘し、「この人（伴奏を弾く人）の特徴なのかはわからないが、そのような間があることがわかってきた」「クラシック音楽でこういう間の取り方をするであろうという前提を共有した上での個人差みたいなものがある」と述べている。これらのコメントは、彼が共演者同士が共有している何らかのアゴーギク表現に伴奏者の特徴を加味してメンタルモデルを構築していたことを示唆している。無の状態から「共演者のメンタルモデル」を構成するのは相当な意識リソースが必要になると考えられ、自己の演奏調整にも意識を払わなければならないアンサンブルにおいてはあまり適した方法とはいえない。我々のリーチング（手掴み）行動に関する研究でも、フィードフォワード制御による目標近辺への素早い到達と、そこからのフィードバック制御によ

る細かい修正行為が明らかにされているように(今水, 1995), 処理リソースをあまり必要としないものを基準にして, そこに修正を加えていくという制御方法は, 本研究のメンタルモデル構築と似た面を持っているように思われる。「共演者同士が共有していると考えられる演奏表現」プラス「共演者の個人的特徴」という形は, 「共演者のメンタルモデル」をできるだけ少ない意識リソースで構築し効率よく稼働させるためのリーズナブルな形のひとつであると考えられる。しかし, 一般的に共有されていない演奏表現や共演者が非常に強い個性をもっていた場合には, この形では適切な「共演者のメンタルモデル」を組み立てることが困難になる。実験2の反転条件の結果は, このようなケースが反映されたものと言えるであろう。

最後に本研究の結果には少人数のデータに基づいていることによる限界があることを指摘しておかねばならない。音楽演奏という複雑な事象をより正確に見極めていくためには, 今後より多くのデータを集め, さらなる議論を重ねていく必要がある。

謝辞

実験に参加して下さった全ての演奏者の方々, そして刺激作成にご協力いただいた演奏家の方々に深く感謝の意を申し上げます。また, 演奏収録に助力をいただいた本学准教授森下修次氏, そしてデータ処理に関して助言をいただいた京都市立芸術大学准教授津崎実氏にお礼申し上げます。本研究の一部は平成19年度日本音楽知覚認知学会秋季研究発表会ならびに第10回国際音楽知覚認知会議(ICMPC10)にて発表された。

引用文献

- Gabrielsson, A. (1991). Music Performance. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music second edition*. San Diego: Academic Press.
- Grabe, E., & Low, E. L. (2002). Durational variability in speech and rhythm class hypothesis. In C. Gussen-hoven & N. Warner (Eds), *Laboratory Phonology*. Berlin: Mouton de Gruyter.

Harris, P. (1989). *Children and emotion: The development of psychological understanding*. New York: Basil Blackwell.

今水寛. (1995). 運動制御と視覚・自己受容感覚. 乾敏郎(編), 認知心理学1知覚と運動. 東京大学出版会.

Oura, Y., & Hatano, G. (2001). The constitution of general and specific mental models of other people. *Human Development*, 44, 144-159.

大浦容子, 波多野誼余夫. (2005). 想定された異なる聴衆に対する演奏の調整: ダイナミクス・パラメタの分析. 音楽知覚認知研究, 10(1), 1-19.

Patel, A. D., & Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87, 35-45.

Rosenbaum, D. A. (1991). *Human Motor Control*. San Diego: Academic Press.

城井田勝仁. (2004). よくわかる機械制御の基本とメカニズム. 秀和システム.

Sloboda, J. A. (1982). Music Performance. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*. San Diego: Academic Press.

高橋範行, 大串健吾. (2004). ピアノ演奏における熟達者と非熟達者の演奏表現の比較. 音楽教育学 34(1), 1-11.

Takahashi, N., & Tsuzaki, M. (2008). Comparison of highly trained and less-trained pianists concerning utilization of auditory feedback. *Acousitcal Science and Technology*, Vol.29(4), 266-273.

注釈

1) nPVIは以下の式によって算出される。

$$nPVI = \frac{100}{m-1} \times \sum_{k=1}^{m-1} \left| \frac{d_k - d_{k+1}}{d_k + d_{k+1}} \right|$$

本研究で, m はオンセットの数, d_k は k 番目のオンセットタイミングである。