

アンサンブルのしやすさを評価する物理量の検討
- 演奏時の楽器の出音タイミング(タテ)のそろえやすさに着目した物理量 -
Players' Index of Ensemble Performance
Focused on Beat Timing with Ensemble Instruments During Musical Performance

○小泉慶次郎¹, 橋本修²

*Keijiro Koizumi¹, Osamu Hashimoto²

It is widely accepted that the ease with which a player can perform varies according to the physical space, and so the quality of a musical performance can be improved by building an environment in which the performer feels at ease. In a previous report, we focused on beat timing with ensemble instruments and defined an evaluation named CoRECC, which has a correlation with subjective data, but we paid little attention to normalization of RECCurve, frequency character or the ratio of sound pressure level. The purpose of this paper is to improve to build on that research by considering these issues. While there is room for further investigation on the question of how to take account of factors such as time lag in the relaying of sound, we can confirm the importance of considering CoRECC and RSL (Ratio of Sound Level) when evaluating ensemble performances.

1. はじめに

演奏者の演奏しやすさは空間や場所により変化すると考えられ、また、その評価を行い、演奏しやすい環境を構築することは、演奏者のためのみならず演奏の質を高めるという点で重要であると考えられる。

既報^[1]において、筆者らはアンサンブルのしやすさに着目し、主観量および物理量の検討を行った。そこで定義した CoRECC という評価は、アンサンブルのしやすさの 1 つであるタテ(楽器の出音タイミング)のそろえやすさを表す物理量としてよい対応を示すことができた。しかし、音量レベルなど検討すべき事項があるため、本稿では、物理量の更なる検討結果と今後の検討課題をまとめる。

2. CoRECC による評価

2-1) CoRECC の定義の概要と検討課題

CoRECC は、自分の演奏音に対応する REC カーブ^[2]を基準として別の演奏者に対応する REC カーブの差の標準偏差を算出したものである。これは自分の音と相手の音の立ち上がり性状の相関性を検討しており、相関性が高いほど 0 に近づく。

しかし、REC カーブの正規化や周波数特性は既報^[1]において考慮していないため本稿で検討を行った。

2-2) REC カーブの正規化による CoRECC への影響

既往研究^{[2][3]}では、直接音のパワーレベルを 100dB となるようにして REC カーブを基準化している。本稿においても同様の方法で正規化を行った。正規化を行う前後の CoRECC の変化を Table 1 に示す。

Table 1 : Effect of RECCurve Normalization

	正規化前			正規化後		
	小ホール A-End	小ホール A-Mid	教室A	小ホール A-End	小ホール A-Mid	教室A
1.30m	1.20	1.05	1.46	1.21	1.09	1.41
1.95m	1.35	1.22	1.70	1.12	1.17	1.56
2.60m	1.30	1.20	2.15	1.19	1.13	2.31
3.25m	1.88	1.67	1.48	1.77	1.50	1.55
3.90m	1.99	1.83	1.60	1.67	1.68	1.16

表の通り、大きな値の変化は見受けられなかった。これは、CoRECC がレベル差に依存しないためであると考えられる。

2-3) 周波数フィルタをかけた CoRECC

今回の検討では、多くの楽器の基音音域が含まれる 63Hz~2kHz(中心周波数 218Hz、6 オクターブ分)のバンドパスフィルタを測定されたインパルス応答に通し、正規化を施した REC カーブから CoRECC を算出した。その結果と評価項目「タテがそろるか」との対応を Figure 1 に示す。小ホール A-Mid では決定係数は高くないが、おおむね一次関数的な対応関係を得られた。このことから、基音音域の影響が最も大きいという結果が得られた。なお、既報^[1]と同様、教室 A ではよい対応関係は見られなかった($R^2=0.20$)。

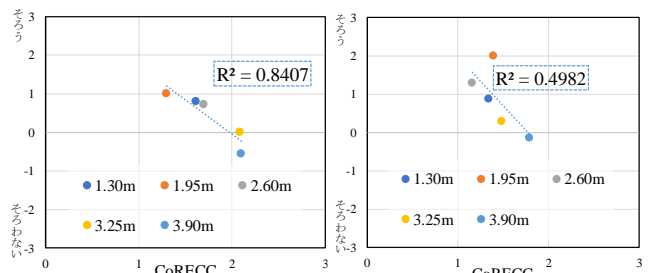


Figure 1 : Relation Filtered CoRECC to Subjective Data

1 : 日大理工・院 (前期)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

3. 音量レベルに関する物理量の検討

CoRECC は各演奏者の音量レベルの違いを検討できないため、RSL(Ratio of Sound Level)を(1)式の通りに定義し、音量レベルの検討を行った。式中の t は時間を表し、 n は該当時間内に含まれるデジタル信号のサンプル数を表す。最小 10ms の時間幅から 10ms ずつ伸ばし最大 80ms の時間幅で算出した各 RSL を平均した値と評価項目「タテがそろるか」との対応を Figure 2 に示す。図のように二次関数的な対応関係が得られた。これらから、音量レベル比率もタテのそろえやすさに関与していると考えられる。

$$RSL_t = 10 \log_{10} \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_1(i)^2}{\sum_{i=1}^n p_2(i)^2} \right) \quad (1)$$

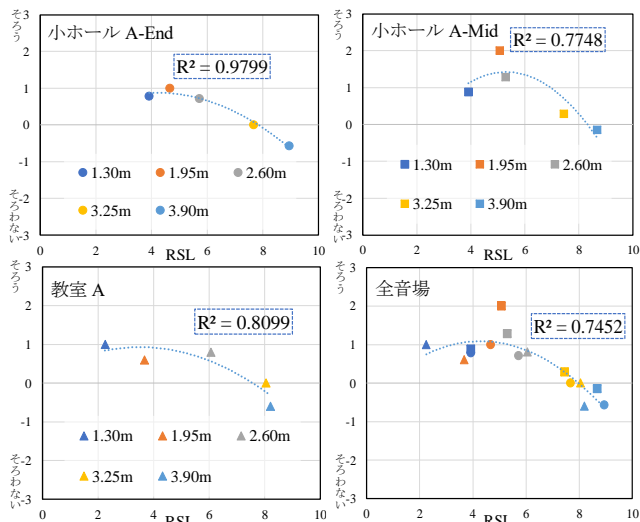


Figure 2 : Relation RSL to Subjective Data

4. タテのそろえやすさの評価方法と課題

CoRECC と RSL はどちらもタテのそろえやすさに関与しているという知見が得られたが、検討余地がある。

4-1) 立ち上がり性状の相関性と音量レベル比率

小ホール A と教室 A の 2 音場で検討を行った結果、小ホール A では立ち上がり性状の相関性と音量レベル比率の両方に対し評価項目「タテがそろるか」との良好な対応を示した一方で、教室 A では音量レベル比率とのみ良好な対応関係が見られた。これは、教室 A では演奏者間の距離が離れても音量レベルは大きな変化はしないためであると考えられる。つまり一定の音量レベルの範囲内ではタテのそろえやすさは音量レベル比率に依存すると考えられる。そのため、立ち上がりの相関性も関係し始めるレベル比率の閾値を検討する必要がある。

4-2) CoRECC の基準波形について

CoRECC は自分の演奏音に対応するインパルス応答を基準応答としているため、理論上自分の音の立ち上

がりは理想的な状態であることが望まれる。このことから、ST^[4]を用いるなどして自分の演奏音の返りも調べ、好ましい立ち上がり性状とはどのような状態であるのかを検討する必要がある。

ここで、残響時間 2 秒で指数関数的に減衰する波形を基準にした場合の CoRECC と評価項目「タテがそろるか」との決定係数を Table 2 の下行に示す。このように決定係数が低下している。今回の実験音場では自分の音の返りは良好であったこと、また、指数関数的に減衰する応答が理想的な立ち上がりであるとは限らないことが示唆された。

Table 2 : Comparison of Determination

R ²	CoRECC		
	小ホールA-End	小ホールA-Mid	教室A
基準波形:自分の音	0.841	0.498	0.195
基準波形:残響2秒	0.519	0.148	0.090

4-3) 直接音到達時間差の影響

直接音到達時間のずれが大きいほどタテのそろえやすさは低下すると考えられるが、具体的にどの程度タテのそろえやすさを低下させるのかを検討することが必要である。

以上の課題を検討し、タテのそろえやすさを表す物理量に加味したいと考えている。また楽団規模の変化による影響などについてはさらなる検討が必要となる。

5. まとめ

本稿では CoRECC に周波数フィルタや正規化を施した。さらに、音量レベル比率を考慮する RSL を定義し、さらなる検討余地についてまとめた。今後これらの検討を重ね、また様々な場所で測定しデータベース化することで、アンサンブルのしやすさを表す物理量であるだけでなく、ホールの音響設計時に用いることができる指標として応用させたいと考えている。

6. 参考文献

[1]小泉慶次郎 他:「器楽演奏時の出音(タテ)のタイミングに着目したアンサンブルのしやすさ評価と関係する物理量の検討 - 小編成アンサンブルにおける考察 -」,日本建築学会大会学術講演梗概集, 40157, 2019
 [2]豊田泰久:「コンサートホールにおける初期反射音性状の検討 - REC カーブの提案 -」, 日本音響学会建築音響研究会資料,AA-89-6,1989
 [3]小口恵司 他:「初期反射音に着目した測定事例-1990年以降に完成したコンサートホールの REC カーブ-」, 日本音響学会建築音響研究会資料,AA2003-12,2003
 [4] A.C.Gade : Investigation of Musicians' Room Acoustic Condition in Concert Halls Part1 -Methods and Laboratory Experiments, Acustica Vol.69, 1989