

D-4

舞台上演奏時における楽器パート間の音量バランスに関する物理評価量の検討

Evaluation of Dynamic Balance Between Musicians' Instruments on Stage

○小泉慶次郎¹, 橋本修²

*Keijiro Koizumi¹, Osamu Hashimoto²

While ensemble playing, dynamic balance between musicians' instruments is one of the most important factors. In a previous paper, we reported that the characteristics of early reflected sound and dynamic balance between performers affect ensemble synchronization. The purpose of this report is to consider the relation to RSL which evaluate the dynamic balance and hearing others based on a survey conducted at the concert. As a result, absorption by musicians and masking effect caused by variety of instruments' power level have an influence on it. Besides, it is suggested that hearing others is supported by the direct sound within about 4m distance between performers, and at a more distance desired RSL value is inversely proportional to the square of the distance.

1. はじめに

楽器パート間の音量バランスは、演奏者にとって合奏時に重要な音要素の1つとされる^[1]。既報において筆者らは、初期反射音の立ち上がり性状と演奏者間の音量バランスが合奏時に重要な要素である楽器の出音タイミング(タテ)の合わせやすさに影響することを示し^[2-3]、これらを表す物理評価量と舞台周囲の建築条件との関係を考察した^[4]。本稿では、演奏会にて行ったヒアリング調査を基に、他の楽器パートの聴こえと音量バランスを表す物理評価量との関係を検討した。

2. 楽器パートの聴こえに関するヒアリング調査

大学の管弦楽団の定期演奏会(曲目: D. ショスタコーヴィチ作曲 交響曲第5番)の終演後に、演奏者を対象としたヒアリング調査を実施し、演奏中に他の演奏パートで聴こえづらいと感じたパート名を回答してもらった。会場のSUKホールの室容積は12000 m³、客席数は1190席のシューボックス型のホールで(満席時 RT=1.9秒(500Hz))、当日客席はポディウム席を除きほぼ満席であった。弦楽器奏者4名、管楽器奏者7名の計11名から回答を得ることができた。Figure 1に結果の一例を示す。図上部に第一ヴァイオリン(1stVn)奏者の結果を、図下部にクラリネット(CI)奏者の結果を示す。聴こえづらいと回答があった演奏パートを青色で示した。

1stVn 奏者にとって、ヴィオラ(Vla)奏者やコントラバス(Kb)奏者の音が聴こえづらいという結果となった。なお、第二ヴァイオリン(2ndVn)奏者からも Kb の演奏音が聴こえづらいという回答があった。これらの原因として、弦楽器奏者は平土間上にいるため演奏者による吸音が生じ^[5]、該当パートの受音レベルが小さくなったと考えられる。CI 奏者にとっては弦楽器奏者の音が聴こえづらいという結果となった。これは、自奏位置周

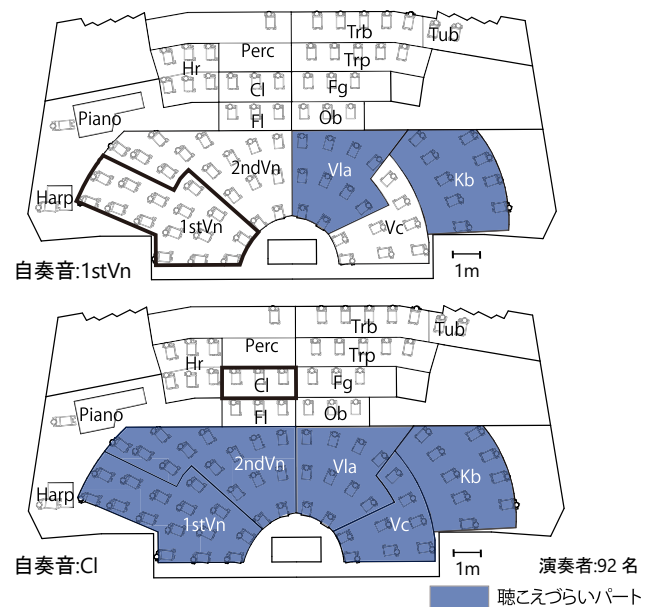


Figure 1 Insufficient Dynamic Level while Performing

辺の管楽器(特に金管楽器)の音源のパワーレベル(PWL)が大きいため、PWL が比較的小さい弦楽器奏者の音がマスキングされて聴こえづらくなったと考えられる。しかし、ヒアリング結果全体を通して、隣接する他の演奏パートが聴こえづらいという回答はなかった。演奏者間の距離が近い場合、演奏者による吸音やマスキングの影響を受けづらいことが考えられる。

3. パート間の音量バランスを表す物理評価量

他の演奏音の聴こえは音量バランスによって変化するため^[6]、楽器パート間の音量バランスを表す物理評価量であるRSL^[4]を用いて検討を行った。この評価量は2点の演奏位置から放射された音源を一方の演奏位置で受音した2つのRECカーブ^[7]の面積比から求める。RSLが大きいと、自奏音の方が他の演奏音よりも大きくなり、他の演奏音が聴こえづらくなる。本検討では、RECカーブの正規化をフォルテで演奏した際の楽器のPWL

1 : 日大理工・院 (前期)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

の平均値^[1](Table 1)によって行った.インパルス応答の算出は,音響シミュレーションソフトのCATT-Acousticを用いた.内装の吸音率は満席時残響時間になるように調整し,演奏者による吸音の有無について2パターンで検討を行った.Figure 2に受音点と音源の位置を示す(高さ=1.1m).音源の指向性は,弦楽器奏者と打楽器奏者位置では無指向性点音源とし,管楽器奏者位置では客席方向に向けた単一指向性音源とした.なお,ホルン(Hr)奏者位置ではベルの向きを考慮して客席と反対方向に,チューバ(Tub)奏者位置では鉛直上向き方向に音源の向きを設定した.結果の一例として, Figure 3(左:吸音なし, 右:吸音あり)に Kb 奏者の音源に対する各演奏者位置での RSL と音源-受音点間の距離の関係を示す.

演奏者による吸音によって,弦楽器奏者位置を中心に RSL 値が大きくなる点が見られ,最大 7.5 dB 程度大きくなった.パートにより差異があるものの,演奏者の吸音が音量バランスに影響することが示唆された.また,吸音の有無に関わらず,演奏者間の距離が約 4m 以上ある場合は,RSL 値が大きくなった.原因として, Kb の PWL が管楽器より小さいこと, Kb の演奏位置が反射面に囲まれていないことが考えられる.他の演奏音を聴き取る限界が,自奏音レベルと他の演奏音レベルの差にして 23 dB であること^[6]から, PWL が同一の場合,直接音の距離減衰の原理より演奏者間の距離が約 4m 以内においては,他の演奏音の聴こえは直接音によっ

て支障が生じないと考えられる.それ以上の距離では反射音が必要となり,その必要レベルは,距離減衰に従って導くと,Figure 3 中の式の通り距離の 2 乗に反比例する.よって図中の曲線よりも RSL が小さいことが,他の演奏音の聴こえを担保する上で望まれると考えられる.なお,楽器の PWL が異なるため,4m という距離などに多少の違いが生じる可能性はあるものの,これらの傾向はすべての楽器パートでおおむね一致するものと考えられる.以上より,前章で Kb の音が聴こえづらいという結果が得られた 1stVn, 2ndVn, Cl 奏者のいずれのパートにおいても,Kb を聴き取るためには RSL 値をより小さくする必要があると推測される.

4. まとめ

ヒアリング調査の結果より,演奏者による吸音や,聴き取る楽器パート以外の楽器によって生じるマスキングにより,他の演奏音の聴こえが変化することが示唆された.また,RSL と演奏パートの聴こえとの関係より,演奏者間の距離が約 4m 以内では直接音が他の演奏音の聴こえに対して影響し,それ以後は,距離の 2 乗に反比例して望ましい RSL 値が小さくなることが示唆された.この距離内に楽団員が全員存在することは考えにくく,反射音による影響を考慮して他の演奏音の聴こえを検討する必要性が示された.今後は舞台周囲の建築条件による影響について検討する予定である.

5. 参考文献

[1] J. Meyer: "The Sound of Orchestra", J. Audio Eng. Soc., Vol. 41, No. 4, pp. 203-213, 1993.
 [2] 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.
 [3] 小泉慶次郎 他:「演奏者間の音量バランスと初期反射音の立ち上がり性状の違いがアンサンブルのしやすさに与える影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 40140, 2020.
 [4] 小泉慶次郎 他:「初期反射音の立ち上がり性状と演奏者間の音量バランスに着目した舞台内音場の比較考察」, 日本音響学会秋季講演論文集, 1-5-2, 2020.
 [5] J. J. Dammerud et al: "Attenuation of direct sound and the contributions of early reflections within symphony orchestras", J. Acoust. Soc. Am.128(4), pp.1755-1765, 2010
 [6] G. M. Naylor: "Modulation Transfer and Ensemble Music Performance", Acustica 65, pp.127-137, 1988
 [7] 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

Table 1 Instruments' Power Level in Playing Forte

(dB)	Vn		Vla		Vc		Kb					
	100.8 (89)	97.0 (87)	99.0 (87)	101.5 (87)	Ob	Fl	Fg	Cl	Hr	Trp	Trb	Tub
93	91	93	93	102	101	101	104	100				

※弦楽器は人数分のレベル増強を考慮(カッコ内は単一音源の場合のパワーレベル)

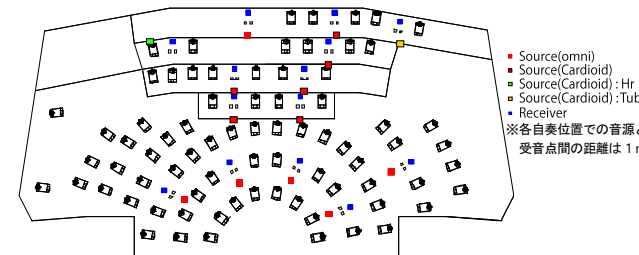


Figure 2 Representative Points of Measurement

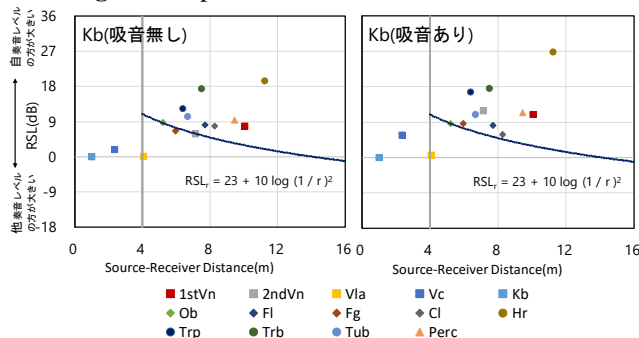


Figure 3 Relation to Source-Receiver Distance and RSL