

演奏音の最適残響レベル：無響室録音音源と電子残響を用いた、音源信号の特徴量と、残響の最適ミキシングレベルの関係の考察

入交，英雄

<https://doi.org/10.15017/1398377>

出版情報：九州大学，2013，博士（芸術工学），課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 入交英雄

論文題名 : 演奏音の最適残響レベル

－無響室録音音源と電子残響を用いた、音源信号の特徴量と、残響の最適ミキシングレベルの関係の考察－

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、最適な残響とは何かというテーマにおいて、録音における残響の最適ミキシングレベルを明らかにすることを目的とした。

録音における、良い残響とは、録音家や演奏家に委ねられた主観的要素だけで決まると考えられていたが、最適な残響の量は、楽曲の特徴と、残響時間、再生音量との間に普遍的な関係があり、それらは残響量の決定に関わる客観的要素であることが判ってきた。

それら要素の関係を調べるため、無響室録音のオーケストラ楽曲、独奏器楽曲、小さなアンサンブル楽曲などの音源について、残響時間、音源の再生レベルを変えながら、録音エンジニアと学生中心の一般聴取者の 2 群の実験参加者に対し、調整法で残響音を最も適していると感じるレベルに調整させる実験によって調査した。

最適と感じる残響音のレベルを「残響の最適ミキシングレベル」と定義したところ、残響時間、刺激音源の再生レベル、音色要素などの楽曲の特徴に応じて、残響の最適ミキシングレベルも変化することが判った。

残響の最適ミキシングレベルに影響する楽曲の音色要素の特徴を調べたところ、音量変化の激しい楽曲ほど残響を感じやすい傾向が示された。この現象は、D. Griesinger の提唱する、楽曲の演奏中に楽曲自らの音が、自らの楽曲に付帯している残響音をマスクするために大きさが変化する「動的残響のラウドネス」が、楽曲によって異なることで説明できる。すなわち、ある音響信号に残響を附加した場合、残響音のラウドネスは残響時間に応じた一定勾配で減衰するが、信号レベルが急激に小さくなる部分では元信号のラウドネスも急激に小さくなり、その結果、相対的に残響音のラウドネスが大きくなり残響音が聴こえやすくなると考えられる。

そこで、楽曲の信号エンベロープと、楽曲の信号へ残響に相当する減衰を適用した仮想残響エンベロープとの差分が、マスキングされずに聴こえる残響成分と考え、楽曲音源の信号エネルギーと楽曲音源の信号へ仮想残響エンベロープを適用した仮想残響の信号エネルギーとの比を、楽曲音源の特徴量、すなわちエンベロープ指数 (E 値) として定義した。

その結果、E 値と残響の最適ミキシングレベルは、種々の無響室録音楽曲に電子残響を付加する条件で、高い相関関係を持つことが判った。しかし、この関係は同種楽曲の時、例えば同じオーケストラ楽曲間や同じソロ楽器間には高い相関関係が認められるが、異種楽曲間では高い相関関係が認められないことも判った。

次に、異種楽曲間の特徴はスペクトル構造にあると考え、楽曲信号の $1/12\text{oct.}$ バンド毎の平均パワーレベルを求め、その標準偏差をスペクトル標準偏差と定義したところ、この特徴量により楽曲種が分離できることが判った。そこで、E 値とスペクトル標準偏差の積の対数を楽曲の特徴量として検討したところ、異種楽曲音源を含む場合でも、残響の最適ミキシングレベルとの間に大きな相

関関係のあることが認められた。

一方、残響音の物理的側面を考察すると、異なる残響時間の残響を付加して、残響音を最も好ましいレベルにミキシングするとき、残響時間が 2 倍になる度に、残響の最適ミキシングレベルが約 6dB ずつ減少することが判った。

また、再生レベルが、残響の最適ミキシングレベルに影響を与えることが判明した。その影響量は、実験参加者が、録音エンジニアと一般聴取者の場合で若干異なる傾向を示すが、再生レベルの増加 1dB あたり、0.1～0.4dB の減少であることが判った。

これらを総合すると、残響の最適ミキシングレベルは、残響時間、再生レベル、E 値、スペクトル標準偏差の各々に負の相関を持ち、電子残響プログラムの残響時間、楽曲の無響室録音における E 値、及びスペクトル標準偏差を知ることができれば、残響の最適ミキシングレベルは次式で推定できるものと考えられる。

$$L_{pm} = A - \beta \cdot \log_{10}(E_2(20) \times s_{\text{spectrum}}) - \gamma \cdot \log_{10}(Tr) + \delta \cdot L_{rp} \quad (\text{dB})$$

但し	L_{pm}	: 残響の最適ミキシングレベル
	$E_2(20)$: 仮想残響時間 2 秒、算出用セグメント長 20ms のときの E 値
	s_{spectrum}	: スペクトル標準偏差 100～12.5kHz の 1/12oct.バンド分析による バンド毎平均パワーレベルの標準偏差
	Tr	: 残響時間
	L_{rp}	: 基準再生レベルに対する再生レベルの差
	A, β, γ, δ	: 実験によって求められる常数

以上より、残響の最適ミキシングレベルは、楽曲の特徴量として E 値とスペクトル標準偏差を導入することにより、楽曲毎に残響時間と再生レベルの関数で表せることが示唆された。

氏 名 : 入交英雄

論文題名 : “The Optimal Reverberation Mixing Level of Several Music Sounds
Recorded in an Anechoic Room”

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

“The Optimal Reverberation Mixing Level of Several Music Sounds Recorded in an Anechoic Room”

by Hideo Irimajiri

This study aims at defining the optimal reverberation mixing level in the recording. Some universal rule seems to exist among characteristics of musical pieces, reverberation time and reproduction sound volume. The recorded sound of orchestra, solo instruments, small ensembles, etc. in an anechoic room was clarified as the optimum sound volume of reverberation by sound engineers and public listeners in the method of adjustment. As a result, it appeared to be influenced by not only the physical factor of reverberation but the characteristics of the musical pieces.

The acoustical scale of the "Envelope Index (as “E Index”) was defined to apply as a ratio of the summation of power of hypothetical reverberation of the played music sound in short segments to the summation of power in the same condition. The significant correlation between the optimum reverberation mixing level and the “E Index” of the musical sound was shown in the same category of the music. In short, the “E Index” was found to be the useful scale to predict the optimum mixing level of reverberation only in each individual music sound such as orchestra, solo instruments sound, etc.; on the other hand, it can not be applied in the different category of the music.

According to the characteristics that a spectrum structure should be varied by a different type of musical pieces, the 1/12oct.band power of the musical piece was computed. As a standard deviation was defined as a spectrum standard deviation, the different kind of the music could be divided by this amount of the characteristics. Then, a logarithm of the product of the E-value and the spectrum standard deviation was defined as the “ES Index”. Even in case of including a different piece of sound source, a correlation between the “ES Index” and the most preferable reverberation mixing level was clearly observed.

As to a physical side of the reverberant sound, having been added the reverberation of a different reverberation time, a mixing of reverberant sound on the most preferable level was done. It was found that the optimal reverberation mixing level decreases by an approximate 6 dB per double reverberation time. In short, the logarithm of the formula of reverberation power and the reverberation time exist a negative correlation. Furthermore, it can tell that the reproduction level might affect the most preferable reverberation mixing level.