



---

AES Surround Study Group  
Evaluation Tests Report Part 2

Presented at the AES Surround Recording Experiments Project Report  
2006–2007 AES Japan Section.

---

## 各種サラウンド・マイクアレイにおける主観評価テスト パート2

オーケストラ録音におけるマイクアレイの印象の違いと物理的特徴との関係について

### Correspondence Relationship between Physical Factors and Psychological Impressions of Microphone Arrays for Orchestra Recording

亀川徹（東京芸術大学）、丸井淳史（東京芸術大学）、入交英雄（毎日放送）

Toru Kamekawa<sup>1</sup>, Atsushi Marui<sup>1</sup>, and Hideo Irimajiri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tokyo National University of Fine Arts and Music, Adachi-ku, Tokyo, 120-0034, Japan  
kamekawa@ms.geidai.ac.jp  
marui@ms.geidai.ac.jp

<sup>2</sup> Mainichi Broadcasting System, Kita-ku, Osaka, 530-8304, Japan  
iririn@mbs.co.jp

#### ABSTRACT

オーケストラのサラウンド収録に関して、8種類のマイクロホンアレイについて、実際にコンサートホールで収録した音源を用いてそれぞれの印象を比較した。試聴実験はMUSHRA (Multiple Stimuli with Hidden Reference and Anchors)を元にした方法を用いて、タイプの違う3種類の曲について、7つの形容詞対でそれぞれの印象の違いを評価した。実験結果からそれぞれのアレイの形容詞対ごとの平均値の比較をおこなった。また各被験者の回答との相関を元に、INDSCAL (Individual Differences SCALing)によってアレイ間の類似度、非類似度を求めた。これらの結果からそれぞれのアレイを構成するマイクの指向性や位置関係が類似度に反映される事と、それらの類似度は音楽の特徴によって異なることが示された。また各アレイのインパルスレスポンスから求めたスペクトル重心とLFC（側方エネルギー係数）そして各アレイの再生音をダミーヘッド収録から得られた両耳相関係数などの物理的特徴と、心理評価との関連を求めた結果、‘包まれ感’や‘迫力’等との対応が見られた。また実際の音楽を実験と同じ条件でダミーヘッド収録した素材から得られた両耳間相関とスペクトル重心の時間変化と、各被験者のアレイの印象との相関から、‘広がり感’余韻の部分で、‘迫力’はスペクトル重心が低音に傾いた場合に判断されていることが示された。

## 1. はじめに

メインマイクの比較実験は、これまでも様々な方法でおこなわれている[1-6]が、今回のように大規模なオーケストラのサラウンド収録実験は初めてといえる。それだけになるべく多くのマイクアレイを比較したいと考えたが、今回はサラウンド音場での評価ということもあり、試聴環境を同じにするためにも、1回の実験につき一人の被験者でおこなわなければならない、実験に費やす時間などを考慮して、今回おこなわれた収録素材の中からメインマイクとして用いられている代表的なものを選んで、印象の比較をおこなった。

本稿では、それらの結果について報告する。

## 2. 試聴実験

### 2.1. 評価に用いたマイクアレイ

試聴評価には以下の8種類のマイクアレイを用いた（括弧内は略称）。

1. Fukada Tree (Fukada)
2. INA5 (INA)
3. Double MS (DMS)
4. Omni+8 (OM8)
5. Decca Tree + Omni Square (DT+OSQ)
6. Decca Tree + Hamasaki Square (DT+HSQ)
7. Five Cardioids + Hamasaki Square (5C+HSQ)
8. Three Omnis + IRT Cross (3O+IRT)

各アレイの位置を Figure1 に示す。なお各アレイの詳細については、別稿を参照されたい。

また Decca Tree と Omni Square との組み合わせのレベルバランスについては、別稿の実験より求めた値を用いている。

評価実験は、MUSHRA(MULTiple Stimuli with Hidden Reference and Anchors) [8]と呼ばれる手法を参考にした。これは複数の音の評価を被験者が自由に切り替えて、それらの序列をスライダーを用いて評価する方法で、通常は基準（reference）と最低ラインの素材（anchor）を含めた中で比較をおこなうが、今回は reference、anchor は特に用いずに、前述の8つのアレイの音を切り替えて試聴できるようにした。

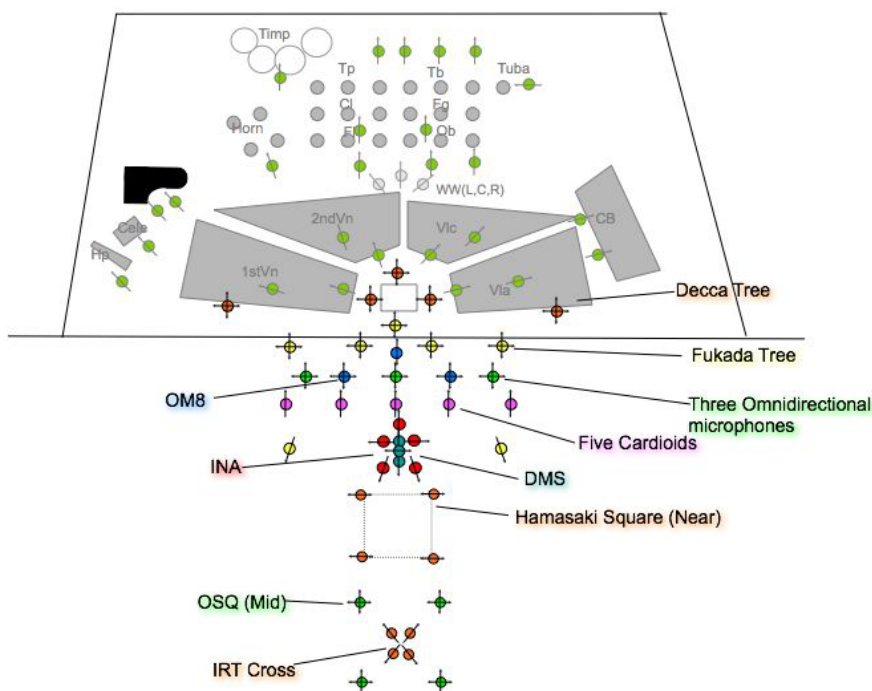


Figure 1 Layout of main and ambience microphones for the experiment

## 2.2. 評価に用いた形容詞対

各アレイは以下の7つの評価語によって評価された（括弧内は略称）。

1. 広がり感 *Spaciousness* (Spc): 前方の音像の広がり具合。
2. 包まれ感 *Envelopment* (Env): 側方や後方からの音で包まれる状態。
3. 奥ゆき感 *Depth* (Dep): 試聴者に対する音源の距離感の明瞭さ。
4. 定位感 *Localization* (Loc): 音源の位置の明確さ。
5. 迫力 *Powerfulness* (Pow): 音の力強さ。”
6. やわらかさ *Softness* (Sof): 音のなめらかさ。「固い」「ざらついた」音の反義語。
7. 好み *Preference* (Pref)

‘好み’以外の各評価語は、被験者ごとにランダムな順序で提示し、各評価語ごとに8つのアレイの評価をおこない、最後に‘好み’を提示した。

## 2.3. 再生環境

実験は東京芸術大学千住キャンパスの音響制作スタジオでおこなわれた（Figure 2）。このスタジオは試聴実験の室内音響条件の基準であるITU-R.BS1116に適合している。再生はITU-R BS775に基づいた5台のフルレンジスピーカー（Genelec 8050）を用いた。被験者からスピーカーまでの距離は2.6m、スピーカーの高さは1.2mに設置した。なお今回の実験ではLFE用の信号は用いていない。

被験者は学生13名、音響の専門家が9名の計22名で、1名ごとにミキシング卓の8本のフェーダーに割り当てられた各マイクアレイの音を自由に切り替えながら、それぞれの形容詞対ごとに各アレイの序列をフェーダーの上下位置で回答した（Figure 2）。



**Figure 2** Playback environment and eight faders for evaluation of each microphone array. Three loudspeakers located behind the acoustical transparent screen.

実験にはそれぞれ以下の特徴をもった3種類の曲を用いた。

1. モーツァルト作曲「フィガロの結婚」の序曲冒頭：通常のオーケストラ編成
2. レスピーギ作曲「ローマの松」の冒頭：大編成のオーケストラで、低音楽器が少ない
3. ベートーベン作曲「ウェリントンの勝利」の中間部分：オーケストラの後方と客席後方にバンダ（小編成のプラスバンド）を配置した

それぞれの曲の長さは約1分で、被験者は8つのアレイの評価が完了するまで、何度でも繰り返し聞く事ができた。

3. 実験結果と分析

3.1. 評価語ごとの平均値の比較

評価された各アレイのフェーダー位置を-5 から +5 点に変換した評価点数の平均値を Figure 3、4、5 に示す。図の囲み線は 95%信頼区間による等質化グループを示す。図 4 の「フィガロの結婚」の場合、‘広がり感’に関してDT+HSQとDT+OSQは、INAとDMSに対して有為差が見られたが、それ以外のアレイについては有意差が見られなかったと考えられる。同様に‘迫力’、‘やわらかさ’と‘好み’に関してはDMSが他のアレイとに違いが見られている。

フロントアレイとアンビエンスアレイの組み合わせに着目すると、同じデッカツリー (DT) をフロントアレイを用いてアンビエンスアレイが全指向性の場合 (DT+OSQ) と双指向性の場合 (DT+HSQ) との違いを比較すると、有為差が見られたのはローマの松の‘包まれ感’の場合のみであった。一方同じアンビエンスマイクを用いてフロントアレイが違うDT+HSQと5C+HSQを比較すると、フィガロの結婚とウェリントンの勝利では‘広がり感’‘包まれ感’‘迫力’、‘ローマの松’では‘包まれ感’‘迫力’で違いが有為差が見られた。

5本のマイクのみで構成されるアレイであるINAとOM8を比較すると、フィガロの‘包まれ感’ではOM8が、またウェリントンの定位感でINAがそれぞれ得点が高かったが、それ以外では有為差は見られなかった。

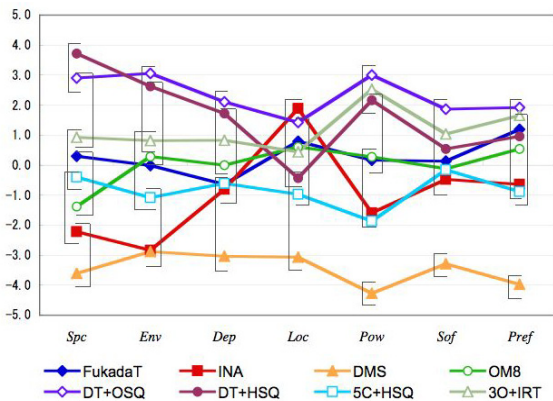


Figure 3 Average score of each microphone array of “The marriage of Figaro”

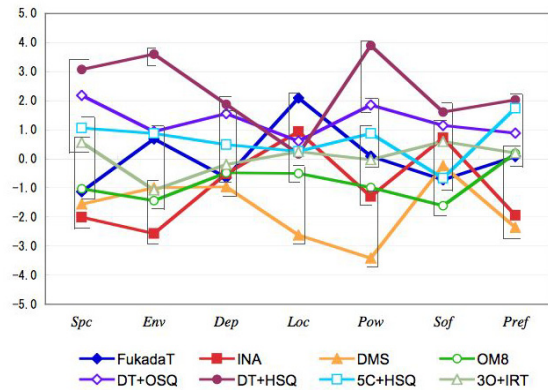


Figure 4 Average score of each microphone array of “Pines of Rome”

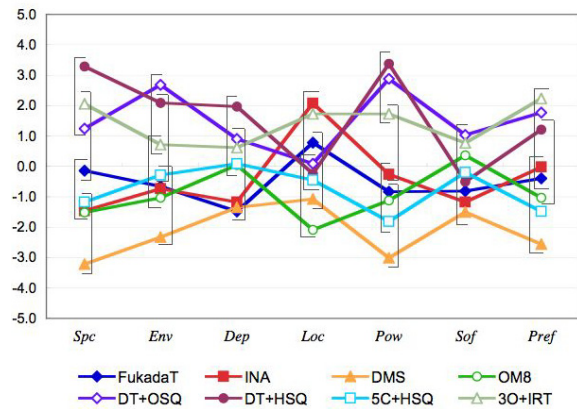
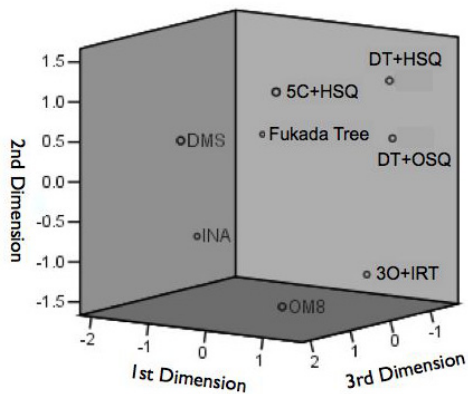


Figure 5 Average score of each microphone array of “Wellington's Victory”

3.2. 各アレイの類似度の分析

それぞれのアレイの違いを比べるために、アレイごとに被験者それぞれの回答の相関係数を求めて、その非類似度をINDSCAL (individual differences scaling) を用いて分析した。INDSCALは比較するサンプルの類似度、非類似度を被験者の評価から心理的な距離を求めて、空間に配置する手法である。ここでは、各被験者が回答した各アレイの印象のスコアを元にアレイ間の相関を求め、相関の高いものが類似度が高いとしてINDSCALによる分析をおこなった。



**Figure 6** The spatial configuration of eight microphone array on three dimension regarding “The marriage of Figaro”

Figure 6 に「フィガロの結婚」における 8 つのマイクアレイの類似度を 3次元の空間配置として示す。INDSCALのそれぞれの次元を独立変数とし、各形容詞対のスコアを従属変数として回帰分析をおこなった結果、各次元に対応する形容詞対が以下のように求められた。

次元 1：包まれ感、広がり感

次元 2：広がり感、好み

次元 3：迫力、広がり感

‘広がり感’はすべての次元に関連している。

Figure 7の左側に次元 1 を縦軸、次元 2 を横軸に 2次元で、右側に次元 1 を縦軸、次元 3 を横軸に 2次元にそれぞれのアレイを表示する。図より同じデッキカッリーとフロントに用いている DT+HSQ と DT+OSQ の距離が違い事からそれらの印象が類似していることがわかる。一方同じハマサキスクエアを用いている DT+HSQ と 5C+HSQ を比べると、1次元、2次元方向では比較的近いが、3次元方向で距

離が離れている。各次元に対応する形容詞対から、これら 2 つの印象は、広がり感や包まれ感は似通っているが、迫力の印象が少し違うといえる。

同様に Figure 8 に「ローマの松」の場合の各アレイの類似度の空間配置を示す。各次元に対応する形容詞は以下のとおり。

次元 1：広がり感、包まれ感

次元 2：迫力、広がり感

次元 3：迫力、やわらかさ

「フィガロの結婚」の場合と異なり、2次元、3次元が迫力に関与している。この曲では DT+HSQ と DT+OSQ の類似度が 2次元で少し離れており、迫力の印象の違いが少し現れているといえる。

Figure 9 に「ウェリントンの勝利」の場合の各アレイの類似度の空間配置を示す。各次元に対応する形容詞は以下のとおり。

次元 1：包まれ感、定位

次元 2：迫力、定位

次元 3：迫力、広がり感

この曲では、バンドと呼ばれる小編成のバンドをステージ奥と会場内に配置しているため、包まれ感と定位の影響が多いことがわかる。各アレイの類似度は、DT+HSQ と DT+OSQ が近いのはフィガロと同様であるが、他の 2 曲と比較して FukadaTree と INA が近いのが特徴的である。これらのアレイは、前後のマイクの間隔が比較的近い事と、後方に指向性のあるマイクを使っている点が共通しており、このことが後方に音源がある場合の印象に影響していると推測される。

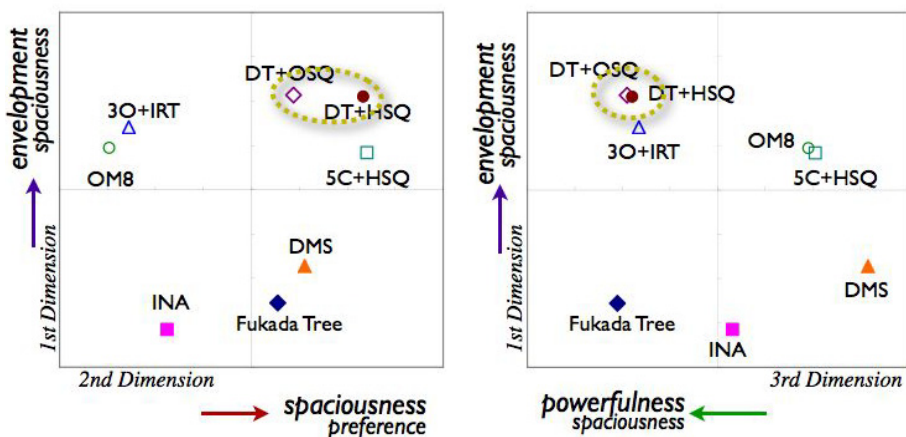


Figure 7 Two-dimensional layout of 1st to 2nd and 1st to 3rd regarding “The marriage of Figaro”

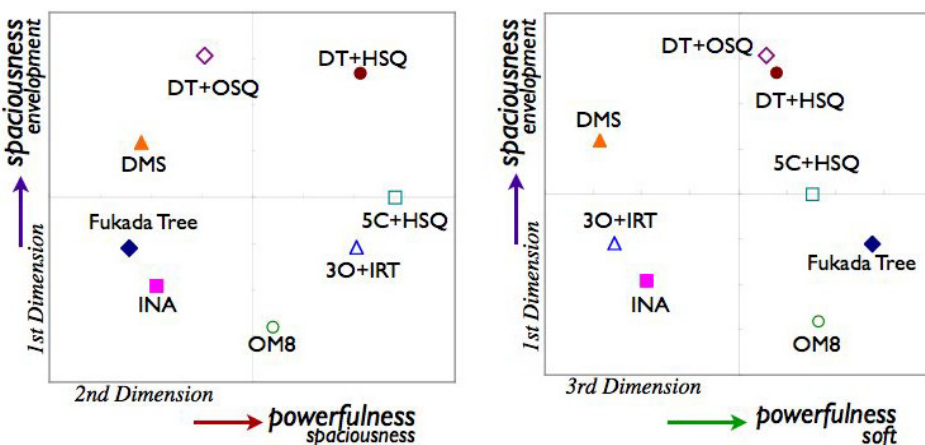


Figure 8 Two-dimensional layouts of 1st to 2nd and 1st to 3rd regarding “Pine of Rome”

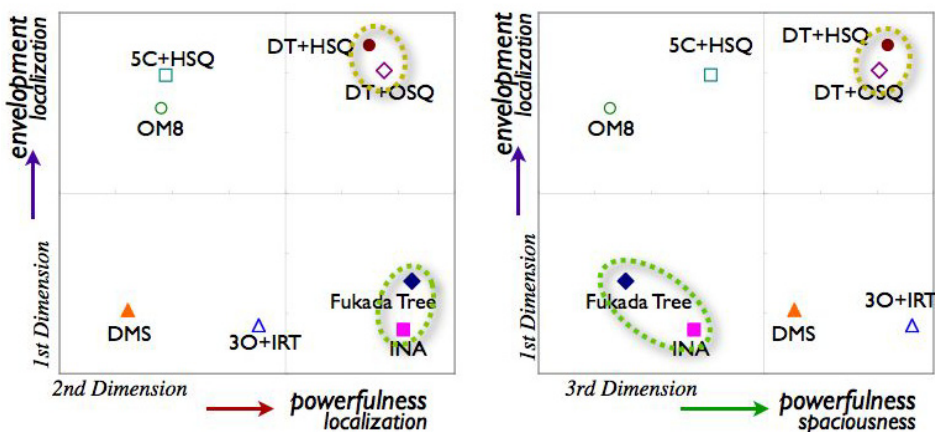


Figure 9 Two-dimensional layouts of 1st to 2nd and 1st to 3rd regarding “Wellington’s Victory”

各アレイの物理的要因と印象評価との対応

ホール内で測定したインパルスレスポンス (IR) から各アレイの物理的特徴として、SC (Spectral Centroid→スペクトル重心)とLFC (Lateral Fraction Coefficient→側方エネルギー比)を求めた。ここでは音源をステージの中央とし、各アレイのマイクの位置で求めたIRの値を、実際のミキシングバランスと同様に加算して5チャンネル再生時のIR値とした。SCは各アレイの周波数特性と関連しており、‘迫力’や‘やわらかさ’などの音色の印象と関連しているといわれている。またLFCは試聴位置に全指向性マイクと横向きに指向軸を向けた双指向性マイクとのエネルギー比から求められ、横方向から到来する音の割合として、‘広がり感’や‘包まれ感’などの空間的印象に関係している。

Figure 10に横軸にSC、縦軸にLFCとした場合の各アレイの関係を示す。図より横軸のSC値は、DT+OSQなどの全指向性マイクを多く用いているアレイが低く、5C+HSQやDMSなど単一指向性を用いているアレイが高くなっており、‘迫力’の評価ともある程度対応が見られる。またLFCの単一指向性マイクを5本用いているINAが低く、DTやHSQなどを用いているアレイが高くなっており、‘広がり感’との関連があると考えられるが、一方で印象評価では‘広がり感’が少ないとされたDMSのLFCが高く現れている。これはセンターの信号が無い4チャンネルであったためと推測される。

Figure 11とFigure 12に各アレイのSCとLFCの値と、試聴実験での各被験者の印象評価との相関を曲ごとに求めた。図よりSCはどの曲においても‘迫力’が最も相関が高く、SCが低いほど迫力があるといえるが、それらの値は曲によって異なっている。特に「フィガロの結婚」の場合は‘迫力’だけでなく、‘広がり感’や‘好み’とも相関が高いが、一方「ローマの松」の場合は‘迫力’も0.3とそれほど高くはない。

Figure 12のLFCの場合は、「フィガロの結婚」が定位と負の相関が高く(すなわちLFCが小さいほど定位が良い)、「ローマの松」の‘包まれ感’‘広がり感’で正の相関が比較的高い。しかし全体的にそれほど高い相関は見られず、特に「ウェリントンの勝利」の場合は全体的に低くなっている。

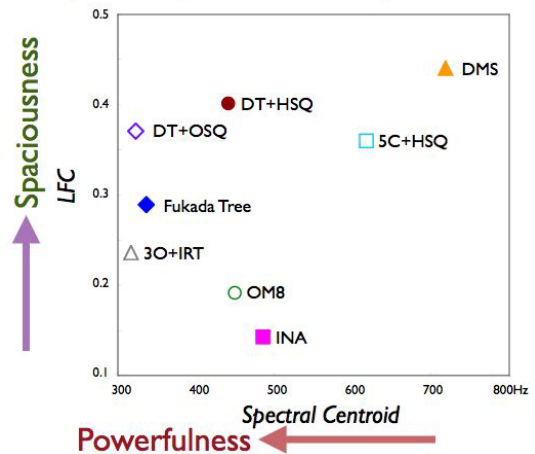


Figure 10 The relation between SC and LFC of each array calculated from IR

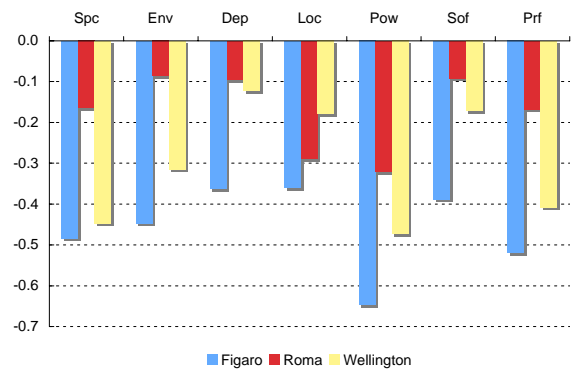


Figure 11 The correlation between SC and each attribute

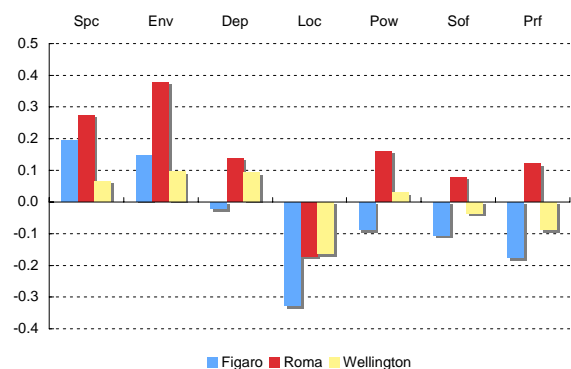


Figure 12 The correlation between LFC and each attribute

### 3.3. 音楽の物理特徴の時間変化と印象評価との関連

前項で示された曲の違いによる印象評価の違いについてさらに考察するために、実際の曲における物理量の変化と印象評価との関連について求めることにした。

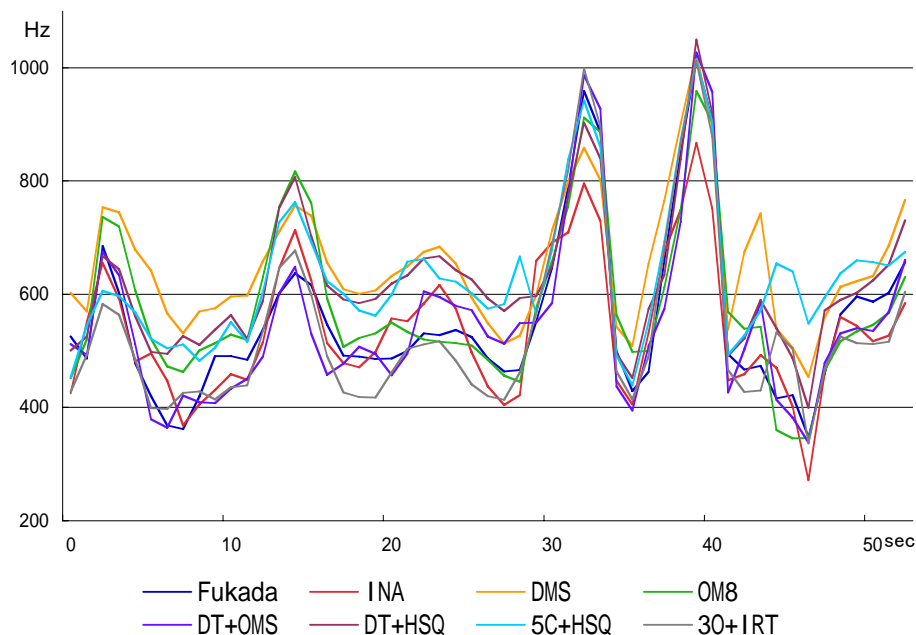
実際の音楽の物理的な特徴を数値化するためには、様々な要素が必要とされるが、ここでは音色の評価として SC を、また空間の評価として IACC (Inter-Aural Cross-correlation Coefficient～両耳間相関) を求めることにした。実際に試聴実験をおこなった環境で、ダミーヘッドマイク(Head Acoustics)を用いて、試聴実験で用いた曲を収録し、それぞれのアレイの1秒ごとの SC と IACC とを観測時間の前後1秒の平均値として求めた(Figure 13)。Figure 14～19 に横軸に音楽の経過時間、縦軸に IACC あるいは SC を示した結果を示す。

図より IACC と SC はどちらも曲中大きく変動しており、アレイごとの違いは時々刻々と変化していることがわかる。Figure 17 の「フィガロの結婚」の

場合、INA の IACC が比較的大きく DT+HSQ が小さいが、曲の途中では必ずしも奏ではない部分もある。また Figure 18,19 の「ローマの松」や「ウェリントンの勝利」においてはそれらの傾向もそれほど顕著には見られていない。このように曲によって各アレイ自体の物理的特徴が違っている事が、曲によるアレイの印象の違いと関連していると思われる。

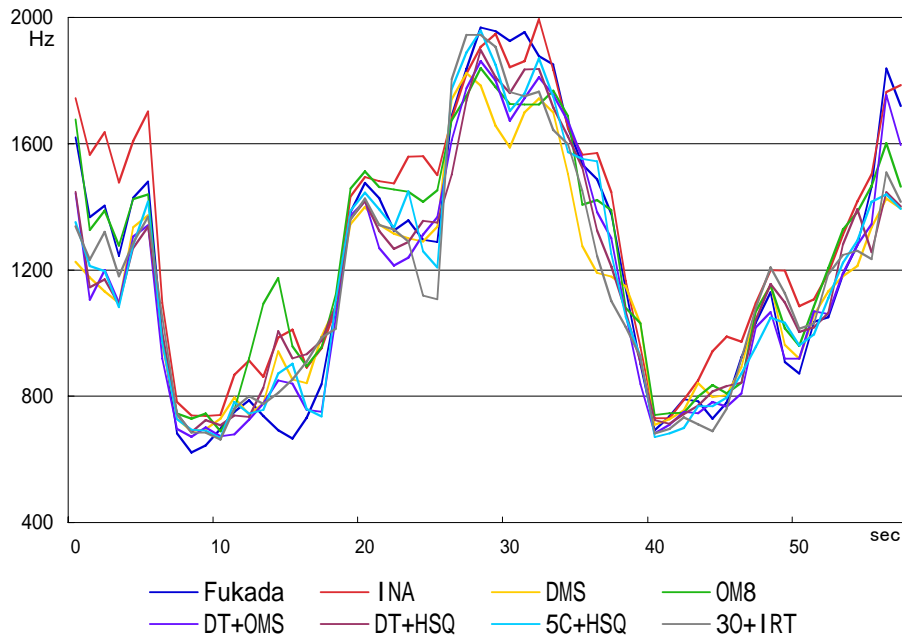


**Figure 13** The recording setup using a dummy head microphone in the same environment

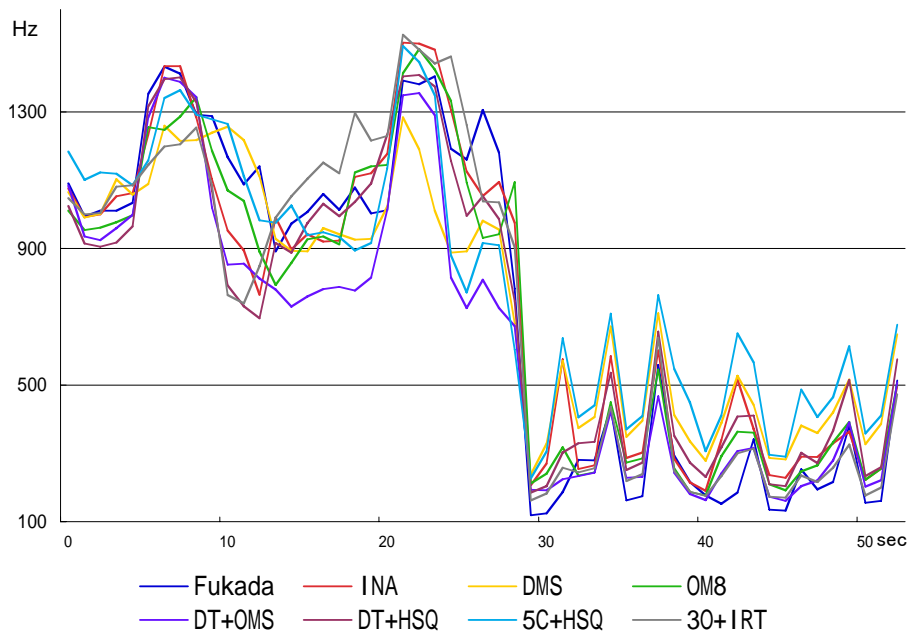


**Figure 14** The temporal transitional change of SC of each array found from dummy head regarding “The marriage of Figaro”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is SC.

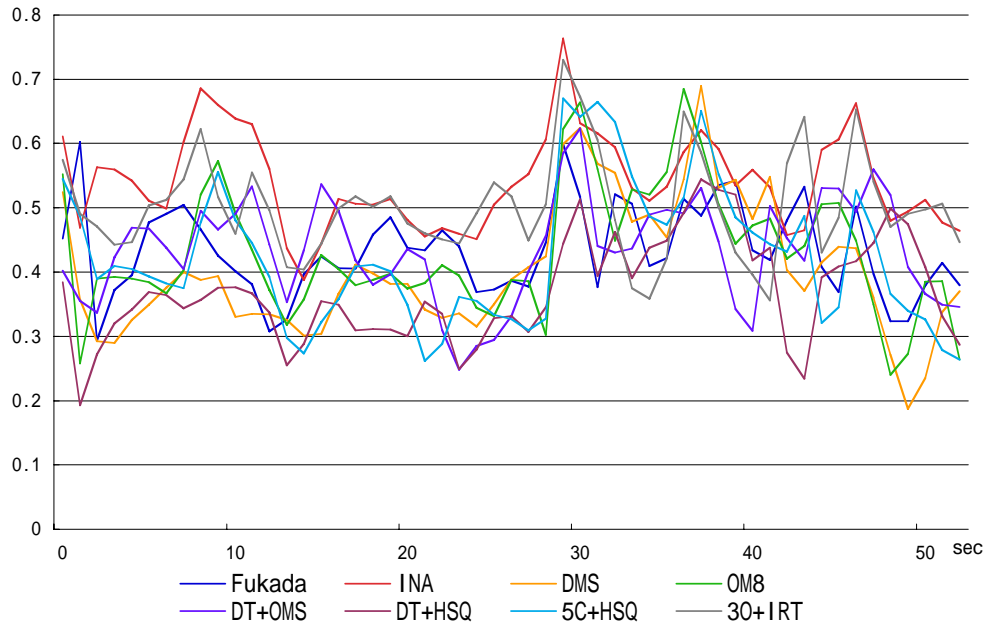




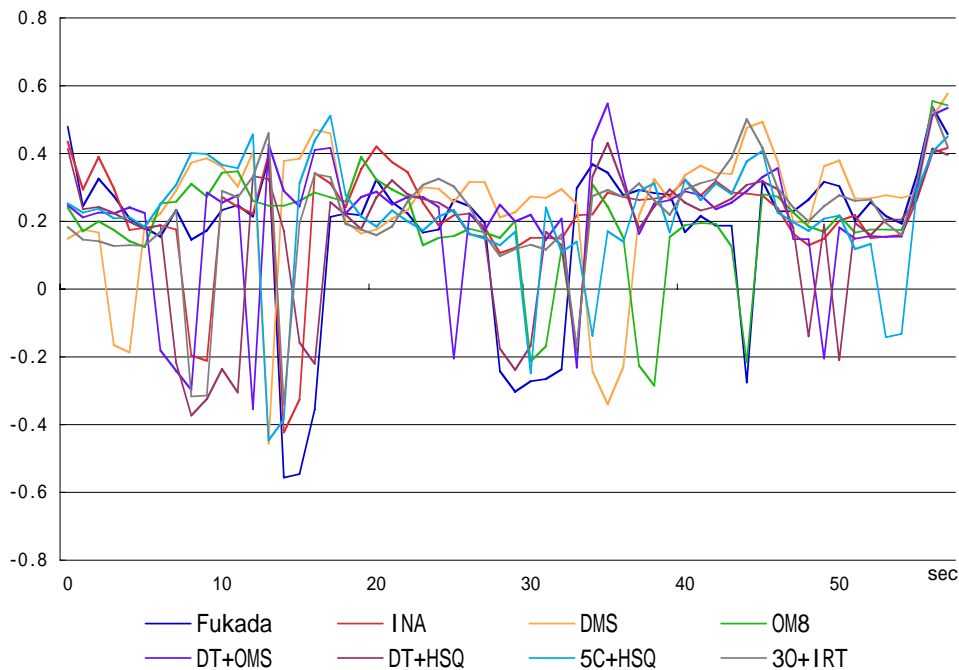
**Figure 15** The temporal transitional change of SC of each array found from dummy head regarding “Pine of Rome”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is SC.



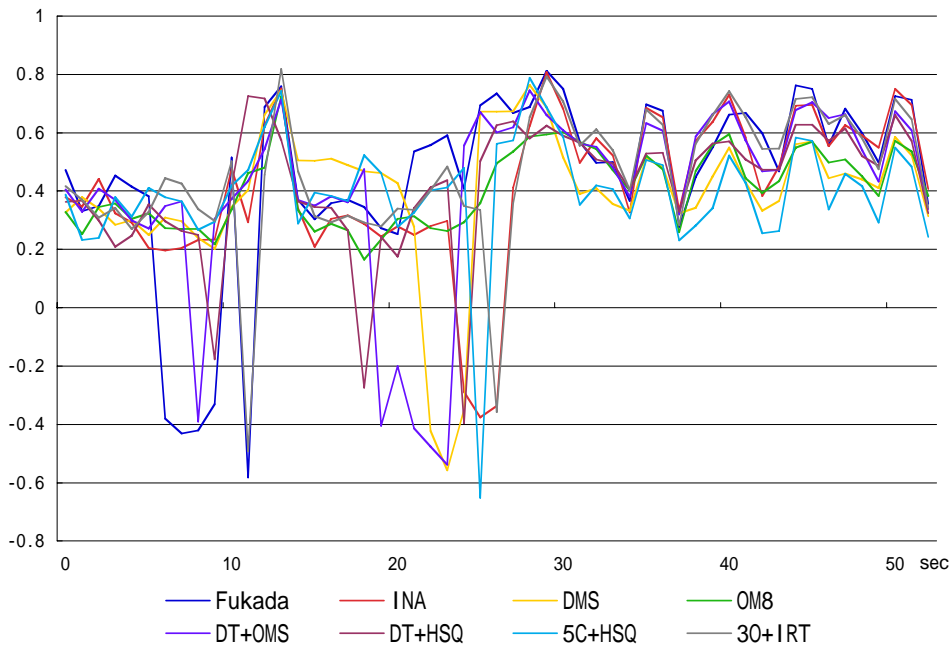
**Figure 16** The temporal transitional change of SC of each array found from dummy head regarding “Wellington's Victory”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is SC.



**Figure 17** The temporal transitional change of IACC of each array found from dummy head regarding “The marriage of Figaro”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is IACC.

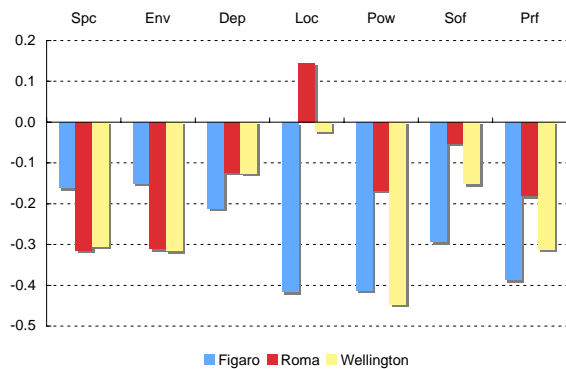


**Figure 18** The temporal transitional change of IACC of each array found from dummy head regarding “Pine of Rome”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is IACC.

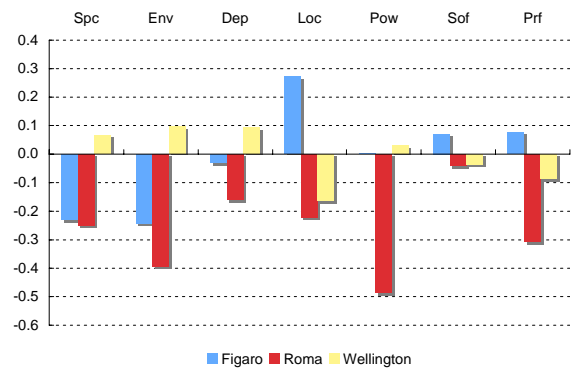


**Figure 19** The temporal transitional change of IACC of each array found from dummy head regarding “Wellington’s Victory”. The horizontal axis is time (seconds) and the vertical axis is IACC.

ダミーヘッドから得られた IACC と SC と、被験者の各形容詞に対する回答との関連を見るために、各アレイの IACC、SC の平均値と試聴実験で得られた各被験者のアレイの評価との相関を求めた ( Figure 20,21 )。



**Figure 20** The correlation between average of temporal SC values from dummy head recording and each attribute



**Figure 21** The correlation between average of temporal IACC values from dummy head recording and each attribute

Figure 20 より SC は ‘ 迫力 ’ と負方向に相関がみられる。すなわち SC 値が低い = 低音に重心がある場合に ‘ 迫力 ’ を感じているといえる。この傾向は「フィガロの結婚」と「ウェリントンの勝利」で顕著に見られるが、「ローマの松」ではあまり見られない。これはこの曲が低音楽器があまり使われてお

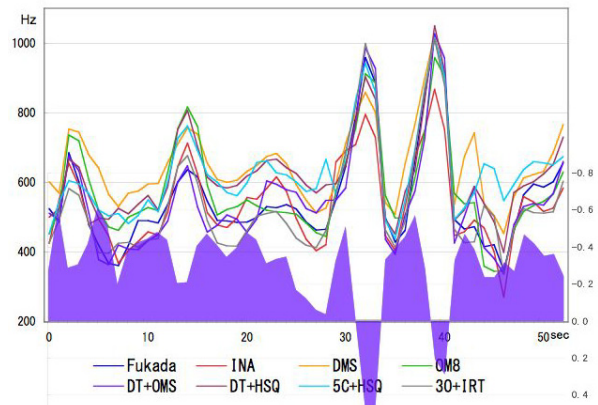
らず、SC の値も他の 2 曲と比べて比較的高いことと関連があると推測される。

一方 IACC は「フィガロの結婚」では‘広がり感’と‘包まれ感’とに負の相関、すなわち IACC が小さいほど‘広がり感’や‘包まれ感’が大きいといえる。また‘定位’と IACC は正の相関が見られ、IACC が大きいほど定位がはっきりしていると感じられる。この傾向は「ローマの松」では同様に見られるが、「ウェリントンの勝利」では異なっている。これはここで用いている IACC の値が、提示した音楽全体の平均値から求めた物であり、実際は Figure 19 で見られるように曲中では大きく変動していることから、この時間平均の IACC で印象との関連を比べる事は適切では無いと考えられる。そこで各時間ごとの SC や IACC と、関連する形容詞対との関連について次項で考察する。

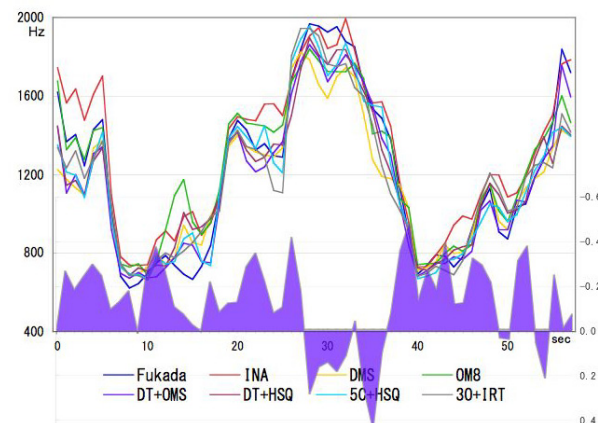
#### 3.4. スペクトル重心 (SC) の時間変化と迫力の印象との対応

スペクトル重心 (SC) は、音色の印象と関連があると考えられるが、ここでは Figure 20 で比較的高い相関の高かった‘迫力’の印象との関連を考察する。各アレイの SC の値は、前述のように音楽の経過時間と共に変化している。その時間ごとの値と試聴実験で求めた‘迫力’の印象についての各アレイの評価との相関を求めることで、SC の時間変化の中で‘迫力’の評価と一致している部分を求めた。前掲の「フィガロの結婚」の SC の時間変化 (Figure 14) に SC と‘迫力’との相関値を負方向を上向きにして重ね合わせると (図の紫の部分)、SC の値が低い時に相関の山が見られる (Figure 21)。すなわち各アレイの‘迫力’の印象は、曲中でスペクトル重心が低音側に傾いたときに判断していると考えられる。

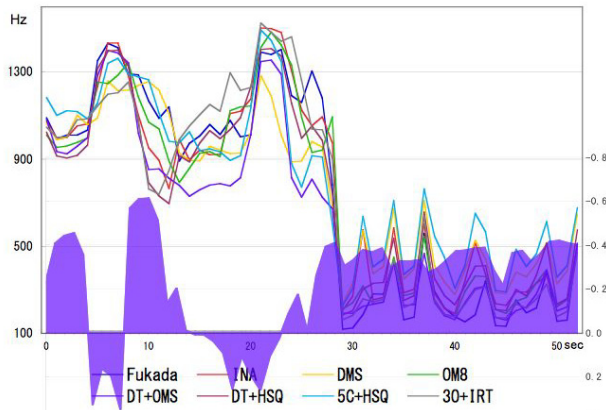
同様に「ローマの松」と「ウェリントンの勝利」の場合を Figure 22, 23 に示す。「フィガロの結婚」の場合と同様に、SC が低い場合に‘迫力’との相関が高くなっている事がわかる。



**Figure 21** Temporal transitional change of SC of “The Marriage of Figaro” (colored lines) and the correlation between temporal SC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *powerfulness* (purple waveform).



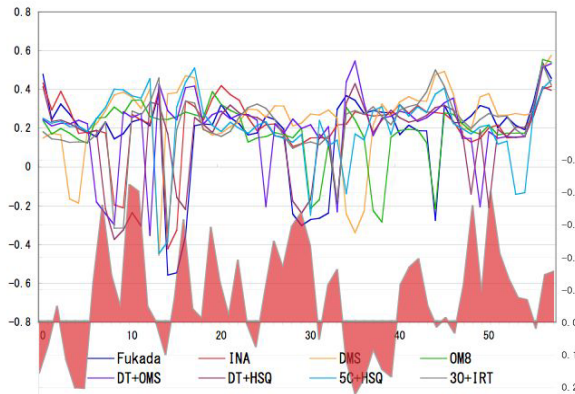
**Figure 22** Temporal SC of “Pines of Rome” (colored lines) and the correlation between temporal SC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *powerfulness* (purple waveform).



**Figure 23** Temporal SC of “Wellington’s Victory” (colored lines) and the correlation between temporal SC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *powerfulness* (purple waveform).

### 3.5. IACCの時間変化と空間印象との対応

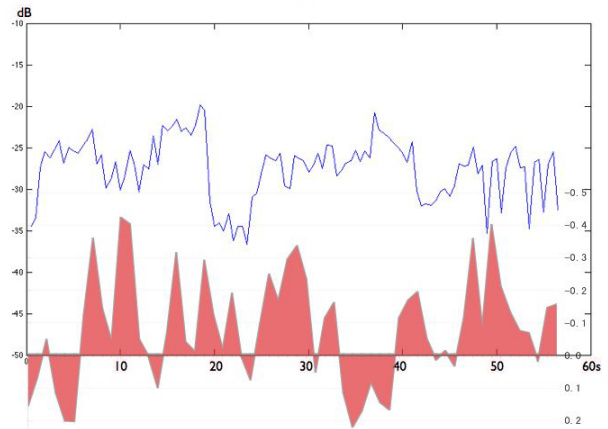
同様に IACC と印象評価について考察する。‘広がり感’ ‘包まれ感’ などの空間的印象は、IACC に関連があると言われている[9]が、SC の場合と同様に、Figure 21 より IACC の時間変化と相関の高い「ローマの松」について ‘包まれ感’ との相関を求めた(Figure 24)。



**Figure 24** Temporal IACC’s change of “Pines of Rome” (colored lines) and the correlation between temporal IACC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *envelopment* (red waveform)

図よりIACCの変化(各アレイごとのIACCを表わした色の線)と、‘包まれ感’ との相関の時間変化(赤の波形)の関連はSCの時ほど見られない。そ

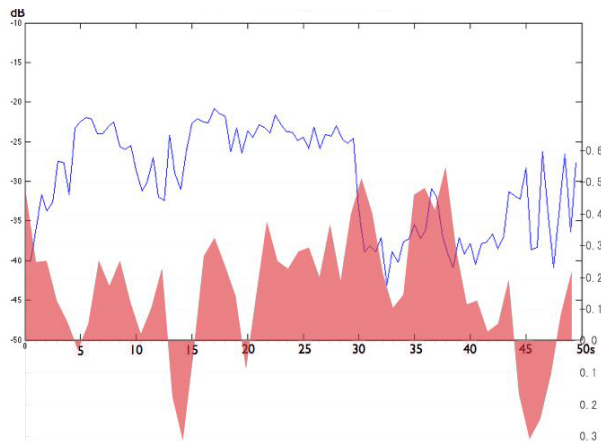
こで音楽のレベルの変化との対応を検討してみる。Figure 25に「ローマの松」の場合のレベル変化(青線)と‘包まれ感’ とIACCとの相関値(赤の波形)を示す。



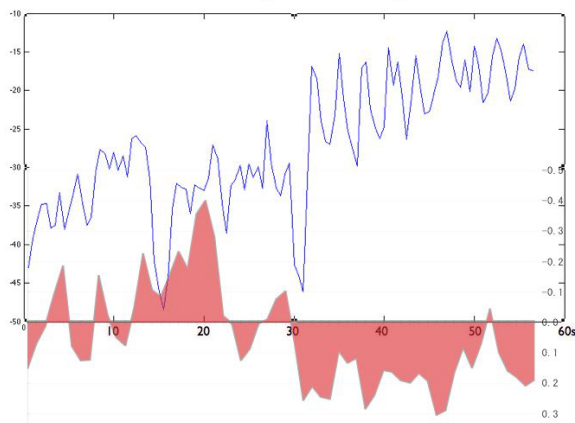
**Figure 25** Temporal level change of “Pines of Rome” (blue line) and the correlation between temporal IACC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *envelopment* (red waveform).

‘包まれ感’ の相関値は負を上向きに表わしているため、図の山の高い部分が IACC の小ささとの相関が高い事を表わしている。図より曲の冒頭より 30 秒付近の山が高くなっており、レベル変化との対応を見ると、丁度音量が大きい部分から小さな部分に変化した箇所に相当する。すなわち ‘包まれ感’ は強奏の後の余韻の部分で判断しているのではないかと推測される。

同様に「フィガロの結婚」と「ウェリントンの勝利」の場合を Figure 26,27 に示す。「フィガロの結婚」の場合、冒頭から約 30 秒の部分で強奏から弱奏になった後の部分で相関が高くなっている部分が見られる。また「ウェリントンの勝利」では、冒頭から 15～25 秒の部分で、後方に配置したトランペットのソロに対応した部分で相関が高くなっている。しかし一方、後半部分では下方向 (IACC に対する正の相関) が現れており、‘包まれ感’ の評価と IACC の値がこの部分では逆になっていることを示している。つまり ‘包まれ感’ の評価はこれらの曲では、前半部分で判断されたと推測される。



**Figure 26** Temporal level change of “The Marriage of Figaro” (blue line) and the correlation between temporal IACC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *envelopment* (red waveform).



**Figure 27** Temporal level change of “Wellington’s Victory” (blue line) and the correlation between temporal IACC values from dummy head recording and the scores of each array regarding *envelopment* (red waveform).

#### 4. 結論

オーケストラのサラウンド録音のためのマイクアレイの中から特徴的な8種類のアレイの違いをMUSHRAの手法を参考にした試聴実験によって検証した。実験の結果より各アレイを構成しているマイクの指向性や配置の違いによって、‘広がり感’、‘包まれ感’や‘迫力’の印象で違いが見られた。

しかしそれらの違いは曲によって異なっている事が示された。

各被験者の回答の相関からそれぞれのマイクアレイの類似度を求めたところ、アレイを構成するマイクの指向性や配置が類似度に影響していることが示された。またアレイを構成するマイクの相違による印象の違いは、フロント側の方がアンビエンス側よりも強い事が示された。今回取り上げた3種類の楽曲で比較すると、これらの類似度は音楽の特徴によって異なっていることが示された。MartensやKimらがおこなった研究で示された「マイクアレイの好みは音楽そのものに大きく影響を受ける」とことと大きく関連している [11,12]。

次に各アレイの物理的な特徴と試聴実験で得られた回答との相関関係を求めることで、心理的な印象と関連のある物理的な要因について求めた。各マイクアレイのインパルスレスポンスから得られる物理的要因として、スペクトル重心 (SC) は‘迫力’の印象と、側方エネルギー比 (LFC) は‘広がり感’や‘包まれ感’との相関が高い事が示された。

また試聴実験と同じ環境でダミーヘッドを用いて収録した信号から、曲の時間変化にともなう各アレイのSCと両耳間相関 (IACC) を求めた。指向性のあるマイクと比べて全指向性マイクの方が、低音のレスポンスが良いため、全指向性マイクを用いているアレイのSC値が低くなる傾向が全体的に見られるが、時間変化で見ると部分的に変動している事がわかる。空間印象に関連があるといわれるIACCの値は、曲によってもまた曲の時間変化によっても大きく変動しており、アレイの特徴との関連を一概に述べるのは難しい事が分かる。

これらの物理的要因と印象評価との相関を求めたところ、IACCは曲の音量の変化が強奏から弱奏になった部分で‘包まれ感’の印象との相関が高い傾向が見られた。すなわち‘包まれ感’などの空間的印象は曲の余韻の部分で判断している事が推測される。また‘迫力’の印象は、スペクトル重心が低くなった部分との相関が高く、曲の周波数の重心が低音に傾いた場合に‘迫力’の印象が得られていることが示された。

実際の録音現場では、録音エンジニアはホール等の収録環境の特徴だけでなく、収録する楽曲の特徴なども考慮して、マイクアレイなどの収録方法を調整している。今回の実験からも、各アレイの特徴は物理的にある程度の傾向は見られる物の、実際の音楽においては、楽器配置や演奏によってさらに複雑な様相をみせていることが垣間見られた。

心理実験で得られた各アレイの評価は、このような要因の複雑を表わしており、音楽の時間変化の中で、どの部分を評価しているかによっても変わってくる。実際の音楽を用いた印象の評価では、その時間変化に応じての印象を問う事は大変難しい。今回の実験では、被験者の回答と各アレイの両耳間相関やスペクトル重心の時間変化との相関をもとめることで、'包まれ感'や'迫力'が判断されている部分を推測したが、今後は時間変化による印象を直接得られるような方法の検討が必要であると考えます。

## 5. 謝辞

本研究は、AES(Audio Engineering Society)日本支部が企画し、平成 18 年度放送文化基金の助成と、多くの協賛企業の援助によっておこなわれた。

本研究に携わったすべての方々には感謝の意を表します。

## 6. 参考文献

- [1] Francis Rumsey, "Spatial Audio" Chap.2 ,Focal press, 2001
- [2] Michael Williams and Guillaume Le Dti, "The Quick Reference Guide to Multichannel Microphone Arrays Part 1: using Cardioid Microphones" AES 110<sup>th</sup> Convention Amsterdam Preprint 5336, 2001
- [3] Michael Williams and Guillaume Le Dti , "MULTICHANNEL MICROPHONE ARRAY DESIGN" 108<sup>th</sup> AES Convention Paris Preprint 5157, 2000
- [4] Francis Rumsey, " Spatial Audio " Chap.7 (p192) , Focal press , 2001
- [5] Kamekawa, "Impression Differences by Placement of Front and Rear Microphones for Multichannel Stereo Recording" AES 118 Convention Barcelona Preprint , 2005
- [6] Kamekawa, "The Effect on Spatial Impression of the Configuration and Directivity of Three Frontal Microphones Used in Multi-channel Stereophonic" AES 28th International Conference Pitea, Sweden Proceedings, 2006
- [7] Recommendation ITU-R BS.775: Multichannel stereophonic sound system with or without accompanying picture. International Telecommunication Union , 1993
- [8] Recommendation ITU-R BS.1534-1: Method for the subjective assessment of intermediate quality level of coding systems , 2001-2003
- [9] Hanyu, "Room acoustical parameters" , Journal of Acoustic Society of Japan, Vol. 60-2 pp.72-77 , 2002
- [10] Martens and Kim , "Verbal Elicitation and Scale Construction for Evaluating Perceptual Differences between Four Multichannel Microphone Techniques" AES 122nd Convention Vienna Preprint 2007
- [11] William Martens et al, "Investigating Contextual Dependency in a Pairwise Preference Choice Task" AES 28th International Conference Pitea, Sweden ,Proceedings, 2006
- [12] Sungyoung Kim et al, "An Examination of the Influence of Musical Selection on Listener Preferences for Multichannel Microphone Technique" AES 28th International Conference Pitea, Sweden ,Proceedings, 2006