



Surround Recording Experiments & Study Report of Surround recording of Orchestra at the Symphony Hall

2006-2007, AES Japan Surround Study Group

ザ・シンフォニーホールにおける オーケストラのサラウンド収録実験報告

Hideo Irimajiri, Mick. M. Sawaguchi, Toru Kamekawa, Hideaki Nishida, Masayuki Mimura,
Koichi Ono, Satoshi Inoue, Akira Omoto, Akira Fukada

ABSTRACT

この収録は、現田茂夫氏が指揮する大阪フィルハーモニーオーケストラの演奏を、5種類のサラウンド・マイクアレイ、ステレオ・マイクアレイを発展させた3種のフロント・マイクアレイ、7種のアンビエンス・マイクアレイを選定し、同一場所（大阪：ザ・シンフォニーホール）における同一演奏をマルチ収録したものである。

それら音源による主観評価実験を行い、各種サラウンド・サウンド・マイクアレイメントの特徴の比較を行う事、それら音源をサラウンド制作技術者やAV機器開発技術者向けの参考音源として頒布する事を目的としている。その結果、同一場所による同一演奏の収録が実現し、各方式を正確に比較する事が可能となった。またそれらを有益な音源資料としてまとめ所期の目的を達成することができた。

1. はじめに

1.1. 本実験の意義

2003年より地上波でのデジタルテレビ放送が始まり、衛星放送と並行して2011年には日本のアナログテレビ放送がデジタル方式へと転換する時代を迎える事になった。デジタル放送が視聴者にとってどういった恩恵があるのかは、デジタル放送推進協議会などを通じて様々周知されている。AESを始め我々音声表現を業務としてきた立場から言えば、従来の2chステレオ音声の世界から5.1chという約3倍の表現力を持ったサラウンド音響の世界を家庭にお届けできるという興奮ではないだろうか。この実験グループが立ち上がったのは、そうした「サラウンド音響という世界を全国の方々へ、その手がかりをどう掴んでもらえば普及推進力に結びつけられるか？」にあった。そこで本実験グループでは、これまで様々なサラウンド制作に関わってきた、言わば草分けのパイオニア集団へ声をかけ、「会社や組織を越えて広くサラウンドの制作への足がかりを提供しよう」という目的で、放送文化基金への申請を糸口として発足した。

1.2. 実験遂行

では、「どうやるのか」を討議した結果、もっとも経験する機会が少ない「オーケストラのサラウンド録音」を題材にして、これまでの様々なサラウンド収録マイクアレイを、可能限り同一条件、ベストポジションに設置して、メインマイクとサラウンドマイクの関係に一定の手がかりを提供しよう、と言う事になった。

これまでも海外では、ORFの収録実験やヨーロッパ・アメリカ・カナダといった国々の大学が、精力的に様々なサラウンドマイクアレイとその主観評価結果をAESで発表してきた。しかし、これらは限られた予算とオーケストラの拘束時間の関係から必ずしも最適演奏を最適マイクアレイで評価したとは言えなかった。本実験プロジェクトでは、こうした過去の実験結果を総括した上で、収録実験専用オーケストラを依頼し、サラウンド収録にふさわしいコンサートホールと楽曲を選定し、ベストなマイクアレイの為にそれぞれのマイクアレイ開発者が「これでOK」というマイク位置を選定した上で、可能な限り多くのサラウンドマイクの組み

合わせを96kHz/24bitフォーマットで同時録音している。

この実施にあたっては、在阪放送局関係の皆様やAV機器メーカーの方々から、人的物理的にも献身的な貢献を頂き実現に至った事に、ここで改めて御礼申し上げます。

1.3. 結果と今後について

得られた96ch分のデータは東京芸大の御協力により、時間の制約を気にする事なく、サラウンドミキシングの経験者たちによって入念なミキシング評価実験が行われた。プロ、一般を対象とした評価実験は、大阪、東京、福岡の3会場で実施され、同時にサラウンドに対するアンケートも実施した。これらのデータは今後様々なジャンルでサラウンドを推進していこうと考えている皆さんにも、貴重な情報が提供できたと考えている。実験プロジェクトが発足してから約2年という長期間にわたりプロジェクトを推進して頂いたキーマンの方々、さらに実現に向けて物心両面で多大な寄与を頂いたメーカー、大学、並びに放送関係者の皆様に、改めて感謝申し上げます。本実験の成果が多様な環境で活用され、サラウンド音響制作の輪が一層広がる事を期待している。

(沢口真生 AES日本支部 顧問)

2. 実験概要

AESでは2005年11月頃、サラウンド実験グループを発足させ、放送文化基金や協賛会社の助成を受けて大規模なサラウンド収録実験プロジェクトを計画し、2006年9月25-27日に実験収録を行なった。その後、その素材を元にして、大阪・東京・福岡・ウィーンと広範囲に主観評価実験とアンケート調査を行なった。収録内容は、大阪の誇るクラシック音楽の殿堂、ザ・シンフォニーホールにおいて、現田茂夫氏の指揮による大阪フィルハーモニーオーケストラの演奏という妥協を許さぬものであった。

2.1. 目的

今回の収録実験は3つの目的を持っている。

① サラウンド・サウンド収録法の検証

各種サラウンド・サウンド・マイクアレイによってオーケストラの収録を行ない、その音を

確かめる事と、それら音源について主観評価実験を行なって各種サラウンド・サウンド・マイクアレイの特徴を抽出する事。

② サラウンド研究用の音源の提供

今回の収録実験の音源を、マイクアレイ別に比較できる音源資料を作成してDVDによって配布し、ミキシングエンジニアの参考となる様な資料を作る事。

③ サラウンド再生環境検証用の標準音源制作

ミキシングエンジニアの意図を明示したデモンストレーション音源を作成し、再生システムを調整や検証する為の音源資料を提供する事。

2.2. サラウンド・サウンドの普及

そもそもこの実験をスタートさせるきっかけとなったのは、鳴り物入りで始まった地上波デジタルテレビ放送において、その2大セールスポイントのうち、サラウンド番組の普及がなかなか進まない、と言う点にあった。

地上波デジタルテレビ放送は、「ハイビジョンによる高画質」と、「サラウンドによる高音質」が2大セールスポイントであったが、ハイビジョン放送の普及速度に比べると、サラウンドのそれは非常に遅いと言わざるを得ない。では、なぜサラウンド・サウンドが普及しないのか、また理解されないか。

制作者側の要因、機器製造メーカーサイドの要因、そして視聴者サイドの要因と、色々な原因が考えられるが、やはりその根底にはサラウンド・サウンド・コンテンツの絶対数がまだまだ不足しているという原因がある。その背景は、予算が無い、時間が無い、サラウンドに向けた番組が無い、制作サイドを説得でき無い、作っても視聴者側に再生装置が普及しなければ意味が無い、と無い無い尽くしの状態であるが、何にもまして我々音声エンジニアがその制作ノウハウを持ち合わせていない事が原因の一つと考えられる。サラウンドは面白いと感じていても、いざ制作する立場に立つと、意外に参考と出来るものが少なく行き詰まる事が多い。

次に、本実験を企画するにあたり、メーカーの設計者の方々に対して取材した結果、製品を評価する為の音源が無くて困っている、という事が判った。サラウンド・サウンドのソフトは最近それなりに出回る様になったが、どの様に聴

こえるか判らないソフトを再生しても、それが正しいのかどうか判断できない、と言う問題を抱えている。

では、システムを評価するための音源には何が適切なのか。これは非常に難しい問題であるが、現場でチェックを担当される技術者によると、ミキシングエンジニア自らがそのミキシングについて解説したものが有れば、かなり参考にできる、との意見が多かった。そこで今回は、配布するデモミックスについて、そのミキシング担当者が「ミキシングノート」を作って添付する、という試みを行なった。実際、制作者の意図が文書で伝わるのかどうかと言う問題はあるが、少しでも試聴への利便性が高まるならやってみよう、との事になった。

2.3. 選曲

今回の実験は「オーケストラのホール収録」という限られた条件となるが、その中でも 2.1 で述べた目的を達成するのに適した曲を選曲した。

まず、オーケストラの規模としての大中小、バリエーション、サラウンド的演出、に向けた曲と言う事で、

- 1) レスピーギ作曲 「ローマの松」
Pines of Rome for symphonic-poem
/ Ottorino Respighi
- 2) ベートーヴェン作曲 「ウェリントンの勝利」
Wellington's Victory, Op. 91
/ Ludwig van Beethoven
- 3) モーツァルト作曲 「フィガロの結婚序曲」
Overture from "The marriage of Figaro"
/ Wolfgang Amadeus Mozart

の3曲を選曲した。今回は時間の関係でマイク位置を最適条件に出来なかったが、次のテナー独唱とオルガン曲を、参考の為に収録した。

- 4) シューベルト作曲 「野ばら」
Heidenröslein D257, Op.3-3
/ Franz Peter Schubert
- 5) バッハ作曲 「トッカータとフーガ ニ短調」
Toccat and fugue in D Minor for organ
/ Johann Sebastian Bach

以上5曲が今回の収録曲である。

2.3.1. 「ローマの松」

この曲は 4 楽章に分かれ、楽章毎に異なる要素が含まれており、試聴実験に向いている曲である。

第 1 楽章：この楽章の特徴はダブルベースをはじめとする低音楽器が無い事である。その為、軽やかで活発な印象がある。この楽章はマイクやスピーカーの性能によって再生能力が異なる「低音域」が存在しない為、主観評価実験に用いる場合、マイクなどの低域特性の影響が主観評価へ現れにくい、というメリットを持っている。FFT 分析による周波数特性 (Fig.2.1、Fig.2.2) を見ると 4 楽章に比べ明らかに 1 楽章の低域エネルギーが少ない事が判る。試聴においては打楽器の細かい動きなどが低音楽器に影響されず判り易い。

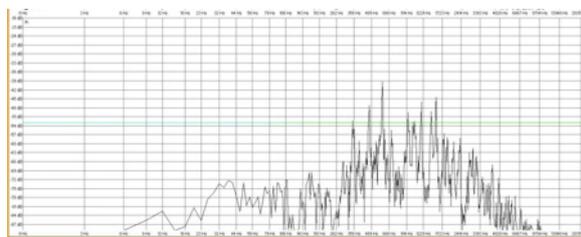


Fig.2.1 FFT analysis at top part of the 1st Movement

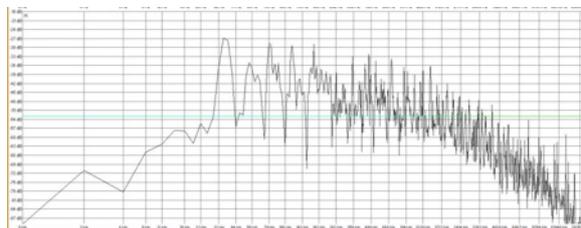


Fig.2.2 FFT analysis at last part of the 4th Movement

一方今回用いた全指向性マイク 4006 と単一指向性マイク 4011 の周波数特性を Fig.2.3 に示す。

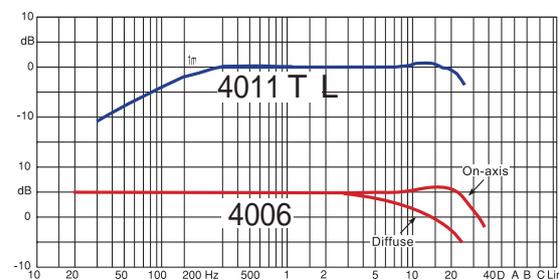


Fig.2.3 Frequency response of the 4006 & 4011

低周波数におけるレスポンスは、全指向性マイクに比べ、距離を離れた単一指向性マイクの方が低くなっているが、この曲の1楽章ではその成分がもともと少ないため、マイクの低域特性の違いが出にくい事が予想される。

第2楽章：場外トランペットの演奏があり、トランペットがどのような感じで聴こえるか、また低音域に限定されたオルガンが用いられる場所があり、その部分は、LFEの効果を検証する為に使用する事が出来る。

第3楽章：この楽章は色々なソロ楽器による演奏を聴く事ができ、定位を検証するのに適している。

第4楽章：この楽章では客席後方に「バンダ」と呼ぶ金管楽器のファンファーレ隊が登場する。バンダを3群に分け、客席後方の下手、中央、上手とやや離して配置した。後方の楽器の距離感と定位について、また前後からの演奏について、その囲まれ感、包まれ感について検証する事が出来る。

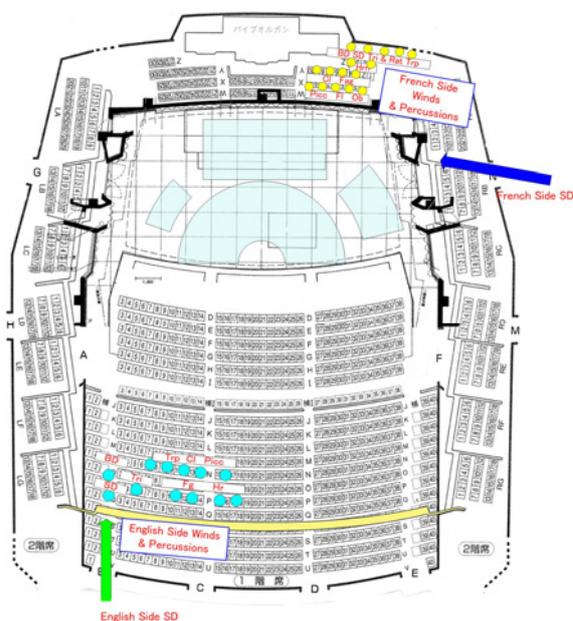


Fig.2.4 Location of the instruments for “Wellington’s Victory”

2.3.2. 「ウェリントンの勝利」

この曲は2楽章に分かれ、前半はサラウンド演出の検証、後半は古典派では大編成であるが、「ローマの松」よりは小さい、中編成オーケストラの検証が出来る曲である。

第1楽章：この楽章では通常のオーケストラに加え、イギリス軍とフランス軍を模倣する2群の大砲、マスケット銃、小太鼓、信号ラッパ、吹奏楽隊を必要とする。本収録ではイギリス軍を客席後部下手側、フランス軍をステージ後方の2階席上手側に配置し、サラウンド演出効果の検証を狙った。Fig.2.4参照。

2.3.3. 「フィガロの結婚序曲」

この曲は大編成オーケストラで演奏される事も多いが、今回の収録では編成を小さくし、弦五部の人数を8-6-4-4-2とした。またこの曲は音色バランスが大変良く、楽器のバランスや音色感を聴き比べるのに適しており、古くから音響実験や主観評価実験に良く使用される曲でもある。

2.3.4. 「野ばら」「トッカータとフーガ」

今回の収録はオーケストラ用のマイク配置としている為、必ずしも独唱やオルガン独奏に適している訳ではない。しかし、ホール残響の音色感などがよく判る音源となっており、大変参考となる。

2.4. 収録実験

本実験では、オーケストラのホール収録を題材とし、5種類のサラウンド専用開発されたサラウンド・マイクアレイ、3種類のステレオ・マイクアレイの発展型であるフロント・マイクアレイ、7種類のホールトーンを収録する為のアンビエンス・マイクアレイ、さらに、スポットマイクを加えて合計98本のマイクを用いて収録した。全てのマイクは「プロツールズ」というDAW上のハードディスクにマルチ録音され、同一演奏、同一条件での各マイクアレイについての比較検証が簡単に行なえる様になった。

収録は2006/9/26-27の2日間にわたり、通常のレコーディング・セッション方式で行なわれた。試聴の為の収録とは言え、サラウンド効果をデモンストレーションする為には、演奏の完成度についても最大の配慮が求められる為である。

また、今回の収録と平行して音響測定を行なった。ホールの物理的特性を調べるとともに、各種サラウンド・マイクロフォンアレイの音の物

理的側面と主観評価実験による心理的側面の関連性について検証する予定である。

詳細は主観評価実験報告のパート 1 を参照されたい。

2.5. 成果の概要

2.5.1. 収録

演奏品質の高い収録が出来た。マルチ録音により当初目的の通り、各サ라운드収録方式の瞬時切換えによる試聴が可能となった。その結果、各方式の違いが如実なものとなった。また、これら音源を元に参考音源資料を DVD として完成させた。

2.5.2. 音源作成のための主観評価実験1

サ라운드収録には大きく分けて、サ라운드用に設計されたマイクアレイとステレオからの発展型であるフロント・マイクアレイとホールトーンを収録するアンビエンス・マイクアレイのコンビネーションを用いる 2 つの方法がある。実験の第 1 段階としてコンビネーション・マイクアレイを用いる方式においてフロント・マイクアレイとアンビエンス・マイクアレイの最適ミキシングレベルを求める主観評価実験を行なった。

最適ミキシングレベルの平均を求めた結果、標準偏差がかなり小さい値を示し、オーディオ・エンジニア共通の価値観があると推察できるに至った。また大局的に見ると、フロント・マイクアレイに対するアンビエンス・マイクアレイの最適ミキシングレベルは、フロント・マイクアレイに対し $-6 \pm 2\text{dB}$ となる事が判った。詳細は主観評価実験報告のパート 1 を参照されたい。

2.5.3. インパルス応答測定

収録実験と同時にザ・シンフォニーホールのインパルス応答を測定した。さらに個々のマイクの測定値を 2.5.2 で求めた最適ミキシングレベルの結果を用いて重み付け混合を施し「合成インパルスレスポンス」を計算した。その合成インパルスから計算された直接音と間接音の比率を表す C_{30} 値が、全ての組み合わせにおいて $0.4 \pm 1.5\text{dB}$ となる事が判った。すなわち、最適ミキシングレベルから導いた「直接音に対する間接音の比」が、ワンポイントマイクの最適設置距離の必要条件と言われているクリティカルディスタンス（直接音と間接音の比が 1、すなわち C 値=0dB）に近い値となる興味深い結果となった。

2.5.4. 各マイクアレイの比較実験

2.5.2 によって求められた最適ミキシングレベルを基に主観評価用の音源を作成し、東京、大阪、福岡、ウィーンにおいて一対比較による各マイクアレイの比較実験とアンケート調査を行なった。また、東京芸術大学の所有する、ITU-R BS.775-1 の再生環境規定を満足する音響制作スタジオでムシュラという手法を用い、より精密な主観評価実験による比較を行なった。詳細は主観評価実験報告のパート 2, パート 3 を参照されたい。

この中のデモンストレーション試聴後のアンケートでは、サ라운드への肯定意見と共に嗜好と期待の高さが示されており、今後のサハウンドの必要性について議論できる資料となった。

2.6. まとめ

アンケート調査でも判明したが、今回の音源を聴いて、サ라운드・サウンドを「すばらしい」と感じた人は 85%を超えており、潜在的なサハウンドの魅力というものが十分に大きい事が示された。また、サラウンドを経験した事がないエンジニアの方々には、このサラウンド収録の検証と音源資料が少しでも役立つものと信じている。

(入交 英雄 (株)毎日放送)

3. 収録場所について

あるクラシック専用のホール、「ザ・シンフォニーホール」で行なった。ザ・シンフォニーホールは、1982年に朝日放送の創立30周年の記念事業として建築された、「残響2秒」を誇るクラシック音楽専用のホールで、施工は大成建設、音響設計は石井聖光によって行なわれた。

ホールの平面図、断面図を、Fig.3-1、3-2に示す。ホール1階席床面から天井までの平均高さは20.7m、ステージ後壁から1階席後壁が約35m、ステージ先端から各階後壁までの平均距離は28.3m、1階席の側壁間の距離は平均31.7mとなっており、収容人員は1,854名である。また、舞台は幅約24m、奥行きは約12mとなっている。



Photo3-1 Evening view of The Symphony Hall

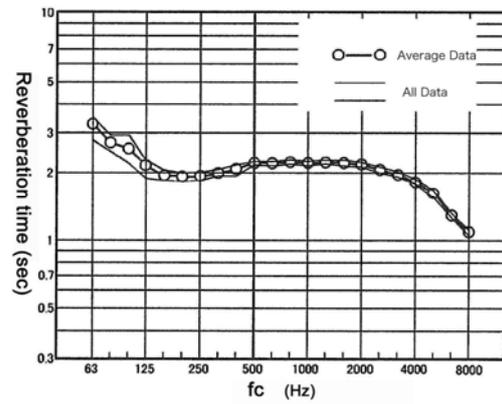


Fig.3-3 Reverberation characteristics

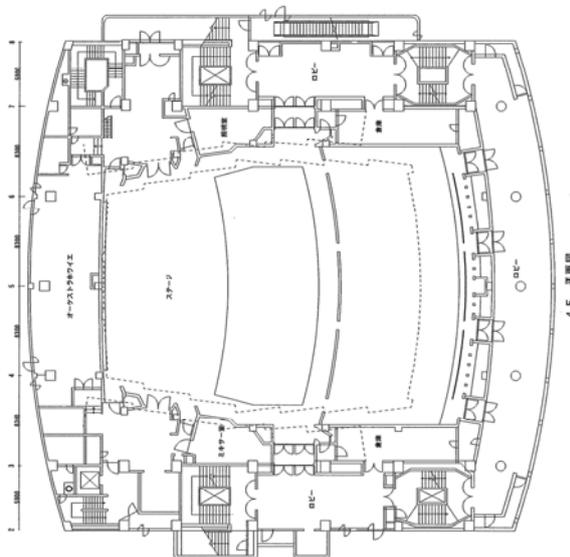


Fig.3-1 Floor plan of The Symphony Hall



Photo3-1 Stage view from audience seat

Fig.3-3はこのホールの空席時の残響特性図を示している。図のように、空席時の残響時間は2.2秒程度となっているが、満席時の残響時間は冒頭で述べた通り約2秒と想定している。

(西田 英昭 朝日放送株)

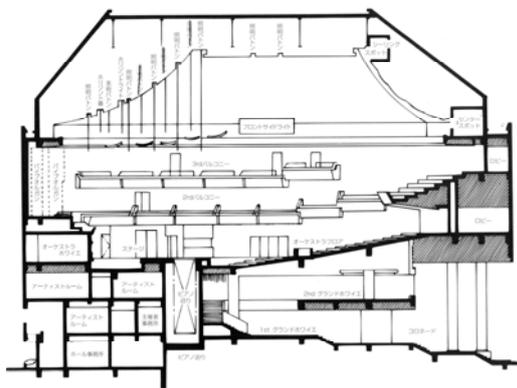


Fig.3-2 Cross section of The Symphony Hall

4. マイクアレンジメント

4.1. マイクアレイ概要

今回の実験で使用したサラウンドメインマイクシステムについて詳しく紹介する。当実験では、サラウンド・レコーディングにおいて広く知られているメインマイクアレイを中心に、可能な限り多くのマイク方式を準備すべく努力した。以降、下記の2つのカテゴリーに大きく分類して紹介していきたい。

- サラウンド・マイクアレイ (サラウンド用に考案されたメインマイクアレイまたはワンポイント・サラウンドマイク)
- コンビネーション・マイクアレイ (ステレオレコーディング手法を拡張したフロント・マイクアレイと、ホールトーンを収録するためのアンビエンス・マイクアレイとの組み合わせで構成されるもの)

4.1.1. 使用したマイクアレイ

当プロジェクトでは、サラウンド・マイクアレイとして5つのアレイを、そしてコンビネーション・アレイでは3つのフロント・マイクアレイと7つのアンビエンス・アレイを採用し、収録に使用した。アンビエンス・アレイについては、ステージからの距離によって3つのエリア (Zone-1,2,3)に分けている。同じマイクアレイで設置場所が違うものもあるが、それぞれ単独のアレイとして扱っている。

採用されたマイクアレイを下記に挙げるが、名称・呼称については当実験で独自に名付けているものが多い。これ以降、下記の括弧内に記している略記を用いる場合もある。

(1) サラウンド・マイクアレイ

- | | |
|--------------------|----------|
| ① Fukada-Tree | (Fukada) |
| ② INA-5 | (INA) |
| ③ Omni-8 | (OM8) |
| ④ Double MS | (DMS) |
| ⑤ Holophone H2-Pro | (Holo) |

(2)コンビネーション・マイクアレイ

a. フロント・マイクアレイ

- | | |
|------------------------------|-------|
| ① Decca Tree | (DT) |
| ② Three Omni-Microphones(3O) | |
| ③ Five Cardioids | (5C)] |

b. アンビエンス・マイクアレイ

- Zone-1 : ステージに近いエリア

- | | |
|-------------------|----------|
| ① Hamasaki Square | (HSQ-N) |
| ② Cardioid-Pair | (C-Pair) |

- Zone-2 : 客席中央部付近のエリア

- | | |
|-------------------|---------|
| ③ Hamasaki Square | (HSQ-M) |
| ④ Omni-Square | (OSQ-M) |
| ⑤ IRT-Cross | (IRT) |
| ⑥ Asahi Method | (Asahi) |

- Zone-3 : ステージから遠いエリア

- | | |
|---------------|---------|
| ⑦ Omni-Square | (OSQ-F) |
|---------------|---------|

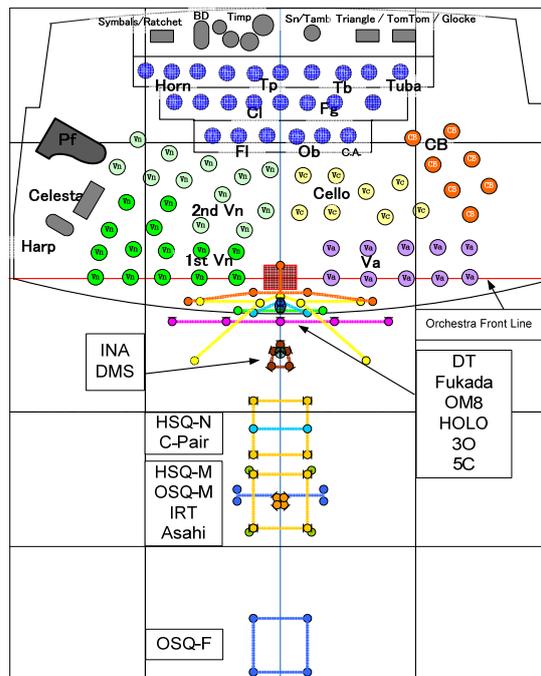


Fig.4.1 Layout of the microphone arrays

Fig.4.1.は各アレイの位置関係を示したもの。



Photo4-1 Placements of the Microphone-Arrays

4.1.2. スポットマイクについて

再生環境などを評価するための標準音源（＝完成されたオーケストラ・ミックス）を製作するために、スポットマイクも36本ほど用意した。メインマイクアレイと合わせると、計98本のマイクロフォンを設置し、これらを同時にマルチトラック収録した事になる。



Photo4-2 The settings of several Spot Microphones

4.1.3. マイクヘッドについて

実験の性質上、マイクの音質的特徴は統一（極力同じメーカーのマイクを準備）すべきであろう。使用マイクの全てを完全に同一メーカーで揃える事は現実的には難しかったが、今回の収録では（一部のスポットマイクを除いて）マイクヘッドはDPAまたはSCHOEPSの2社に統一した。（HAについては後述されている通り、各マイクアレイに対して全て同じタイプのHA[STUDER962音声卓]が使用されている。）

4.2. サラウンド・マイクアレイの詳細

4.2.1. Fukada-Tree

NHKの音声エンジニア、深田氏により提案されたFukada-Treeは、元々は5本の単一指向性マイクと補助用の2本の全指向性マイクで構成されるマイクアレイとして知られる。各マイクは空間的な配置（ある程度距離をとった配置）である事から、音源からの距離差（音の到達時間の差）によって定位再現をするタイプのマイクアレイであり、定位の正確さよりは豊かな拡がりなどの表現に向いている。フロント-リア間のク

ロストーク（残響成分が過度にフロントに入り、またオーケストラの直接音が過度にリアに入る事）を考慮する場合、単一指向性のマイクを用いる事で良好な結果が得られる。

補助マイクとしてフロントマイクの両サイドに置かれる全指向性マイクの目的は、ステージに拡がるレコーディングエリアをカバーする事、前後の音の繋がりを確保する事、或いは（単一指向性のマイクでは不足しがちな）低域を補填する事、等である。

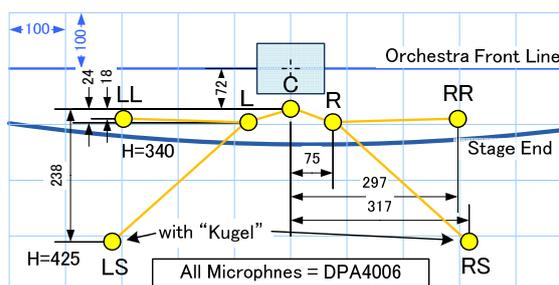
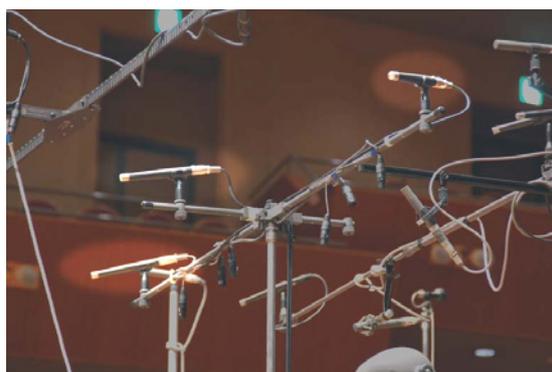


Fig.4-2 Configuration of "Fukada Tree"

深田氏は、収録するホールや楽団の配置・収録楽曲などの状況に応じて（単一指向性の代わりに）全指向性マイクを用いる事があり、今回の収録でも全てのマイクロフォンにDPA4006（全指向性）を用いている。但し、後ろに向けるリアチャンネル(LS,RS)用のDPA4006には、音響イコライザ（中・高域に対してワイドカーディオイド～単一指向性に近い指向性を付加）としての球体アクセサリ「Kugel」を装着し、前後のセパレーションを得ようとしている。（この2本にはワイドカーディオイドマイクが使用される事もある。リアチャンネル用のマイクには直接音の高域成分が過度に入らない様に配慮すると良いであろう。）

4.2.2. INA-5

5本の単一指向性マイクで構成される小さな五角形のマイクアレイである。「理想的な単一指向性マイクアレイ」という意味のドイツ語の頭文字から命名されたINAは、もともとフロントch用のマイクアレイ手法であるINA-3を拡張し、リアチャンネル用の2本のマイクを追加して5本のマイクアレイとなっている。

このタイプのマイクアレイは各々のマイクの指向特性と向きによって生じる音圧レベル差が、定位再現の要素となる。INA-5も、実際の音源方向と一致するファントム音像を再現できるように考えられ、単一指向性マイクの位置関係と角度が決定される。理論的に考案されたメインマイクアレイの一つである。

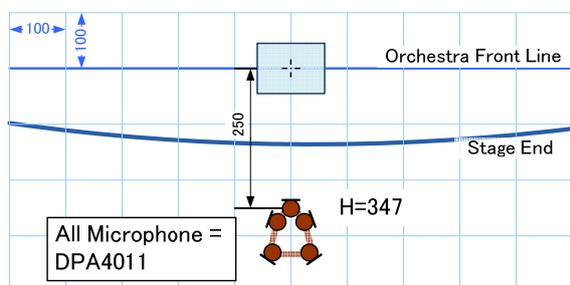


Fig.4-3 Configuration of “INA-5”

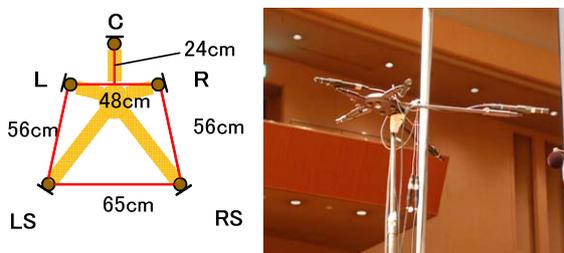


Fig. 4-4 Ee enlargement of “INA-5”

INA-3は、3本のマイクの位置関係によって録音カバーエリア（レコーディング・アングル）を調整するが、INA-5の場合はマイクアレイから見て360° 全ての方向に対しての再現性を均等に確保する為の位置関係が推奨される場合が多い。その場合はフロント3本のカバーエリアが前方180° エリアと広がっている。今回の収録の様に、メインマイクのポジショニングで直接音と残響音の最良バランスを調製する（ステージからやや離れる）ケースでは、フロントの3本のレ

コーディング・アングルについて考慮すべきであろう。

今回の実験では、フロントのレコーディング・アングルを150° と想定してマイク間隔など決定した。オーケストラ最前列から平面上で2.5m離している。

4.2.3. Omni-8 (Omni-directional Microphones & figure-of-8 Microphone)

東京藝術大学の亀川氏によって考案されたマイクアレイであり、最小限のマイクを用いて、定位と拡がりバランス良く収録しようという狙いでアレイが構成されている。

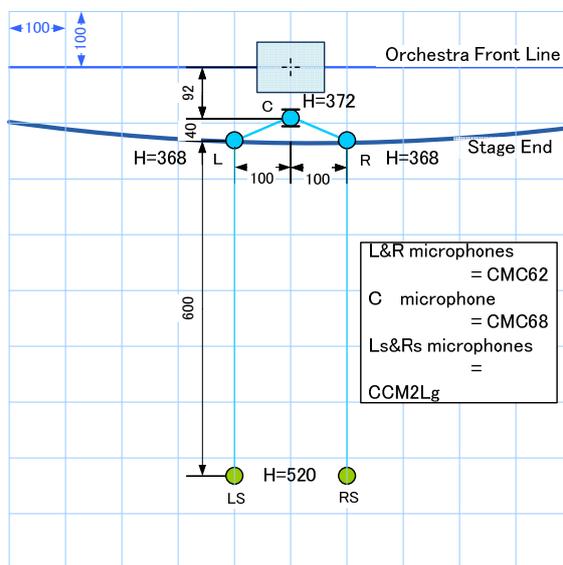


Fig. 4-5 Configuration of “Omni8”

L-ch、R-chにアサインされる2m幅の全指向性マイクペアが豊かなステレオ感を捉え、その中央には双指向性マイクが40cmほど前になる形で配置される。この双指向性マイクによって、非常に安定したセンター定位を確保する事ができ

るのが特徴である。センターマイクの指向性の向き（+位相）はオーケストラの中央部（今回は弦楽器の中央部付近）の適切なエリアを狙う様に下向きにすると良いだろう。今回は水平方向から40度下向きに角度を付けている。

リアチャンネルには、フロントL/Rのマイクから客席方向に4m程度離れた、横幅2mの後ろ向き単一指向性ペアが推奨されている。しかし、フロントとの音響空間的な繋がりを得る為に全指向性マイクのペアを使用するケースもある。今回の実験では、リアマイクには2本の全指向性マイクを採用している。全指向性のリアマイクの場合、直接音のかぶりを減らす為にステージからの距離を単一指向性より大きくとる事になる。しかしあまり離れると前後のマイク間で生じる直接音のディレイの影響が無視できなくなる為、その影響が少ない範囲で、且つ空間的な拡がりを得られるバランスの良い位置を選ぶべきである。今回はフロントから6mの距離にリアマイクがセットされた。

4.2.4. Double-MS

Double-MSマイクアレンジは、単一指向性マイクと双指向性マイクで構成されるMS(Mid-Side)ステレオマイクを発展させ、これに後ろ向きの単一指向性マイクを追加して、あたかも前後に2本のMSステレオマイクがある様に設計されたワンポイント・サラウンドマイクシステムである。Sideマイクとしての双指向性マイクは1本で前後のSideマイクを兼ね、2本の単一指向性マイク（前方向と後ろ方向のMidマイク。以下よりそれぞれMf、Mrとする）と共に同軸上に配置される。

MSステレオのデコード方法については、今回は前後ともにMid : Sideのレベルを1 : 1でサンプリングし、このDouble-MSからL/R/LS/RSの4ch分の信号をデコードした。当実験では、このアレイのみC-chが無い事にご留意いただきたい。各chのデコード方法は下記の式で表される。式中の-は逆相でMIXする事を意味する。

$$\begin{aligned} L &= Mf + S \\ R &= Mf - S \\ LS &= Mr + S \\ RS &= Mr - S \end{aligned}$$

※Schoeps 推奨のデコード法について

Schoeps社ではDouble-MSのデコード法の一つとしてとして5chへのデコード法を推奨している。この方法は、我々の実験計画段階では未発表だった事などから採用には至らなかったが、この5chデコードで音源が作成された場合は、主観評価実験で（4chデコードのものとは）違った結果が得られた可能性をご考慮頂きたい。パラメータ等の詳細は文献[10]を参照されたい。またこれらのデコード処理を簡略化するためのフリーVSTプラグインが、下記URLより入手可能となっている。

[http:// www.schoeps.de/dmsplugin.html](http://www.schoeps.de/dmsplugin.html)

Double-MSはコンパクトさと回線数の少なさ（マイク3本分）という現場での作業効率の良さでは、他のアレイより優位である。一方で、C-chの扱いと、フロント-リア間のセパレーション、逆位相成分の扱い等には考慮が必要であろう。空間的な拡がりを得る為に、デコード後のリアチャンネルに30ms程度までのディレイを挿入する場合もある様だが、今回は行なっていない。（一部の収録曲では客席後方にも楽団が配置されるので、リアchのディレイ処置は適さない為）

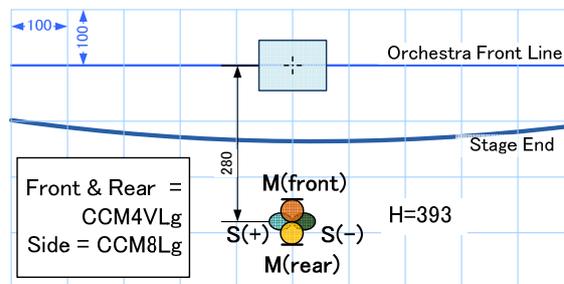
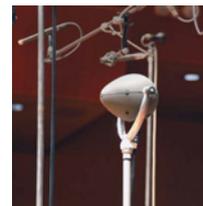


Fig. 4-6 Configuration of “Double MS”

4.2.5. Holophone H2-PRO

ワンポイント・サラウンドマイクの中でも良く知られているHolophone社のH2-PROは、サラウンドロケーションやスポーツ中継のオーディエンスマイクなど種々の用途で使用されるマイクである。直径



15cm程度の卵形の本体に埋め込まれるマイクカプセルにはDPA社のミニチュアマイクが採用されており、7.1chの収録まで対応しているが、今回は5.0ch分に対応するマイク出力のみ使用している。他のマイクアレイとの比較用である。

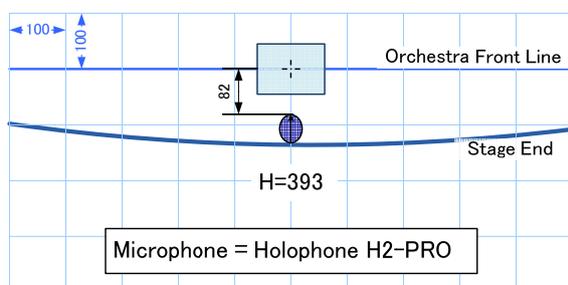


Fig. 4-7 Configuration of "Holophone H2-Pro"

4.3. フロント・マイクアレイ

ステレオレコーディングでは、3本のマイクをメインマイクアレイとする手法が広く用いられてきている。2本のステレオペアマイクと比べると、オーケストラ配置に対するレコーディングのカバーエリアを拡げながらも定位を安定させる事ができる（中央のマイクロフォンはLとRに均等に送られる）。この様なステレオレコーディングで培われたマイクアレイを、サラウンド・レコーディングにおける“フロント・マイクアレイ”として使用する手法がよく見られる。センターのマイクロフォンはそのままC-chに送る事で、フロントの定位をより明確に再生する事ができるのである。サラウンド・サウンドを得る為には、このフロント・マイクアレイにホールトーン（アンビエンス）を収録する為の、適切なアンビエンス・マイクアレイを組み合わせれば良い。

これまでに培ってきたステレオレコーディング手法をベースに拡張する事になる為、サラウンド収録を始めるには比較的取り組み易いであろう。また、収録現場の状況に合わせて組み合わせを変える等、色々なマイクアレイを展開し易い。

まず、実験対象となったフロント・マイクアレイ3種について解説する。

4.3.1. Decca Tree

Decca Treeは非常に良く知られたステレオレコーディング手法の一つで、3本の無指向性又はワイドカーディオイドマイクを三角形に配置する。オーケストラの拡がりに合わせて、さらに外側に補助マイクを配置する場合もある。（当実験収録でも楽団規模を考慮して外側のマイクを設置）

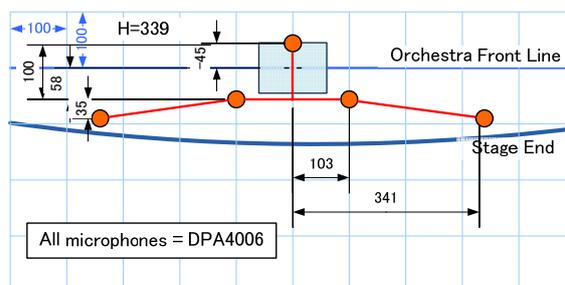
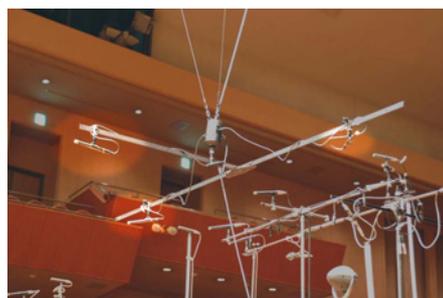


Fig. 4-8 Configuration of "Decca Tree"

4.3.2. Three Omni-directional Microphones

3本の全指向性マイクを横一直線上に配置した方法で、両サイドのマイク間隔は3mである。これも良く知られたステレオ・メインマイクアレイの一つ（原型）である。（ステレオレコーディングではセンターマイクを電氣的にL/Rに分配するのを嫌ってL用・R用の2本分を中央に並べる場合もある。これを拡張して中央の2本を「A-B方式ステレオ・ペアマイク」として角度・幅を調整して使用する手法も見受けられる。）

後々の研究で「ステレオ独自ミックス」とのコンパチビリティについて考察する機会も想起された為、このマイクアレイについてはセンターchに2本のマイクを使ったバージョンも同時収録している（センター位置に計3本のマイクを設置）。

今回の実験収録では単純に3本のマイクをそれぞれフロント (L/C/R)に使用している。当実験での呼称は、Three Omni-directional Microphones (略称3-Omni : 略記3O) とした。

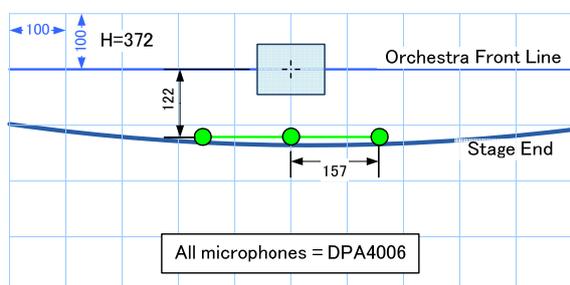


Fig. 4-9 Configuration of
“Three Omni directional microphones”

4.3.3. Five-Cardioids

5本の単一指向性マイクを2m程度の等間隔で5本、横一直線上に並べたマイクアレイであり、ステージに広がるレコーディングエリアを均等にカバーする事を意図したマイクアレイである。3点のフロントマイクアレイの場合、L-C、C-R間の定位再現が若干不安定になる場合もあるが、この5-Cardioidsのような5本のマイクの均等配置では、L-C、C-R各々の中間に置かれる2本目と4本目のマイクが、それぞれのスピーカー間における定位再現を安定させる役割を果たす。オーケストラの拡がりに合わせてマイク間隔も調整すべきだが、各単一指向性マイクのカバーエリアが重なりすぎるとL-C-Rのスピーカー間に複数のファントムイメージを生成してしまう為、2m間隔を基準に考えてそれよりあまり狭くすべきではない。その意味ではオーケストラ編成のみに適用できるフロント・マイクアレイである。前述の2つのフロント・マイクアレイ

と比べて少し毛色の違うタイプのマイクアレイであり、比較対象としても面白いだろう。

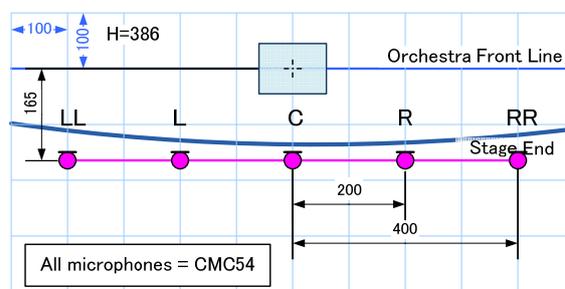


Fig. 4-10 Configuration of
“5 Cardioid microphones”

4.4. アンビエンス・マイクアレイ

アンビエンス・マイクアレイは、自然な包囲感を得るためにL/R/LS/RSの4ch分のマイクを設置する事が望ましい。よく知られたアンビエンス・マイクアレイは、スクエア形状にマイクを配置するものが多い。

ここでは、実験対象となったアンビエンス・マイクアレイについて種類毎に説明する。ステージからの距離が違うマイクアレイを含めて、5種類・7アレイを設置した。

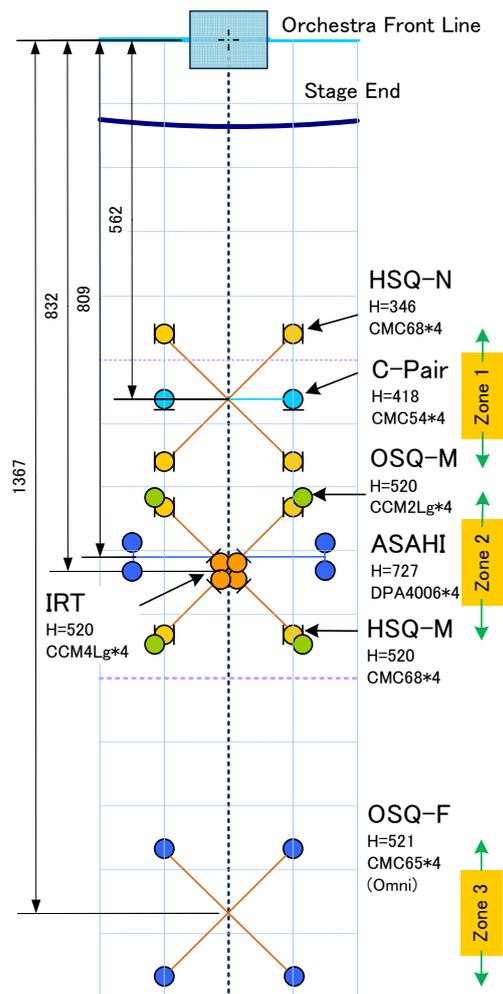


Fig. 4-11 Configuration of
“7 Ambience Microphone Arrays”



Photo4-3 Ambience-Microphone Arrays
in the Hall

4.4.1. Hamasaki-Square (HSQ-N、HSQ-M)

NHK技術研究所の濱崎氏が提案したアンビエンス収録用のマイクスクエアである。今回の収録では、オーケストラからの設置位置が違う2つのマイクアレイを採用している (HSQ-NとHSQ-M)。

Hamasaki-Squareは双指向性マイクアレイを用いて、一辺が2m程度の正方形に配する。マイクの指向性の+側はスクエアの外側 (ホール側壁方向) に向けられ、マイクにとって一番感度の低いヌル・ポイント (90° 方向) がステージの音源に向く様に設置される。この事で直接音を極力避けて、「ホールトーンだけを収録する」というアンビエンス・アレイの理想に近づく事ができる。逆に言えば、他のアンビエンス・アレイよりもステージに近づける事ができる為、フロント・マイクアレイとの距離の差に起因する直接音のディレイの影響を気にする場合でも有効である (影響を低減できる)。実際に濱崎氏によれば、フロント・マイクアレイから3~6mの距離に設置する事を推奨している。

注意すべき事は、双指向性のマイクアレイの為、周波数特性における低域のロール・オフや、ホール内の空気の流れによる「吹かれ」を考慮に入れて使用すべきである。しっかりした (大きめの) 風防を装着したい。

4.4.2. Omni-directional Microphone-Square(OSQ-M、OSQ-F)

略称Omni-Squareと呼称するが、全指向性マイクを用いて2m四方のスクエアを構成したものである。これもオーケストラからの距離によってOSQ-MとOSQ-Fという2種類を想定した。OSQ-MはHSQ-Mと同じ位置に置き、比較を行なう事にした。OSQ-Fは、直接音を嫌う為に、より遠くの位置を想定したものである。全指向性のマイクとは言え、高域の周波数では指向性を持つてしまうのが常であり、その影響を避ける為、今回の実験収録ではこのOSQのマイクは全て真下に向けて設置した。

4.4.3. IRT-Cross

ドイツのIRT研究所によって提唱された、一辺が25cm~40cmのコンパクトなスクエアである。基本的には単一指向性を4本使用し、指向特性はスクエアの中心点から外側に向けられる格好で

ある。定位表現が比較的安定しているため、音源の移動感なども表現し易いマイクアレイだと言える。コンパクトなアレイという利点もあって、スポーツ中継やロケーションのベースノイズ収録用マイクとしても使われている。

バリエーションとして、全指向性マイクの場合は40cmかそれ以上、また狭単一指向性マイクを用いてよりコンパクトなスクエアとするものも提案されている。

今回の収録では、HSQ-M、OSQ-Mと同じエリア（Zone-2）に設置し、高さも両者と同一位置とした。

4.4.4. Asahi-Method

大阪の朝日放送のエンジニアによって、同社所有のザ・シンフォニーホールにて現地的・実践的なアプローチで研究されてきたアンビエンス・マイクアレイである。ステージ向きと後ろ向きに2つのA-B方式の全指向性マイクペアを設置する考え方で、各々の横幅は3m、また前後のマイク距離は44cmとなっている。ザ・シンフォニーホールの客席中央部付近の左右には、このマイクアレイのために最適化された一点吊り機構が設置されている。

このマイクアレイは他のアレイより高い位置（ステージ床基準で7.3m前後）に吊られ、リア側のマイクはステージと逆方向に向けられる。これらは、直接音の「かぶり」を避け、ホールトーンを中心に收音する為である。実際には全指向性マイクとしてDPA4006を用い、特にリア用の2本に音響イコライザとしてのGRIDキャップを適宜装着している。また編成や楽曲に応じて、メインマイクアレイとの混ざり易さを考慮しながらアレイの高さの微調整もしている。今回の収録では、リア用マイクには「Diffuse-field Grid」を取り付けてマイク軸上の高域成分をブーストしており、高さは7.3mに固定した（楽曲毎の微調整は行っていない）。

実験会場となったホールにおいてブラッシュアップされたAsahi-Methodは、「ザ・シンフォニーホールにおけるスタンダードなアンビエンス・アレイ」と言える。他のアレイとの比較が興味深いところである。

4.4.5. Cardioid-Pair

スクエア型のアンビエンス・アレイとの比較用として、2m間隔で後ろ向きに設置される単一指向性マイクのペアを設置し、Cardioid-Pairと呼称した。フロント・マイクアレイに対して、リアchのマイク2本を付加する形のコンビネーションとなる。前述したサラウンド・マイクアレイ“Omni-8”のリア用マイクとして、単一指向性を選択する場合のマイク位置でもある。

今回の実験収録では収録機器の関係上「ウェリントンの勝利」でのみ使用された。

4.5. マイクアレイ総括

一般的には、メインマイクアレイに単一指向性のマイクを用いる場合は、正確な定位表現とチャンネル間のセパレーションが良好となり、全指向性マイクで構成する場合は豊かな響きや低域の量感に優れたフラットな周波数特性を得る事ができると言われている。

また、直接音と間接音の良好なエネルギーバランスを考えると、全指向性マイクを中心に構築されるマイクアレイと比べて、単一指向性で構成されるマイクアレイは、オーケストラからやや離して設置されるであろう。※単一指向性のメインマイクアレイは、直接音と間接音のエネルギー比が等しくなる距離（クリティカル・ディスタンス）付近に置く事が望ましいとされる。しかしながら、これらはあくまで一般論であり、設置位置や録音を行なうホールの音響特性とも密接に関わっており、一概に当てはまる訳ではない。

レコーディングの目的は、「音楽」をいかにリスナーに届けるかにあり、録音する状況に応じてオーケストラからの距離や配置に対するアプローチは異なってくる。先にも述べている通り、今回の収録では、マイクアレイの配置を現場でのエンジニア達の耳と「感性」によって決めている。現場に設置したレコーディング・ブースで、適宜モニタリングしながらマイクアレイの微調整も行なった。各マイクアレイのベスト・パフォーマンスを引き出すべく努力された実験収録なのである。

その意味でも、AES日本支部より2007年12月にリリースされたDVDは、各マイクアレイについての定位表現や拡がり感・包囲感の比較だけ

でなく、それらの“音楽的な表現力の違い”についても知る事ができる、「録音現場・実務向け」としても貴重な資料素材と言えるだろう。

また、当然ながらほとんどのマイクアレイは、「オーケストラはステージ上で演奏する」事を前提に構築されている。しかし、第2章の楽曲解説に記されている「ウェリントンの勝利」等の様に、作曲家の意図を汲んで客席後方エリア等に一部の楽団を配置する「空間的」な演出が行なわれる曲も存在する。リアchに対する各マイクアレイの音楽表現力も、このDVDでチェックする事ができるであろう。

当実験収録の様々な考察結果とDVDパッケージをもとに、オーケストラのサラウンドマイクアレイについて、様々な視点で検証して頂きたい。

(三村 将之 読賣テレビ放送株)

フォンアレイを中心に、ブース B では主として、デッカツリー等のフロント・マイクアレイと濱崎スクエア等のアンビエンス・マイクアレイを収録した。また、収録時の進行は、指揮者へのトークバックスピーカー、及び、フロアディレクターへのワイヤレスインカムで行なった。

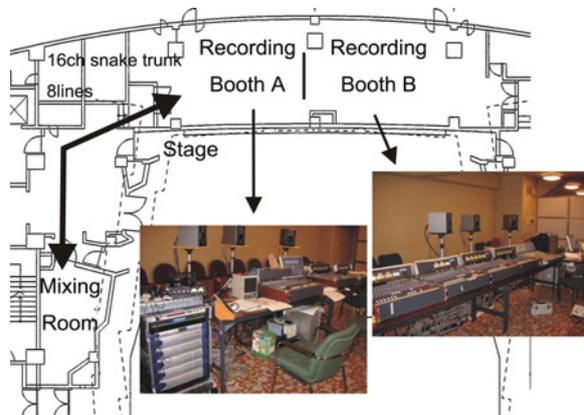


Fig.5-1 Orchestra Foyer

5. 収録形態と収録システム

5.1. 収録形態

今回の実験は、冒頭にある様に同一場所における同一演奏をマルチトラック収録する環境の構築が必要であった。収録チャンネルは 98ch にも及ぶ事と、この収録実験にはスタッフ及び見学者、併せて約 200 名もの参加があり、収録と併行して、それぞれの収録ブースで実際に 5.1ch モニタースピーカーやヘッドフォンを用いて、参加者に実際のサラウンド音声の試聴も可能とする必要があった。従って、Fig.5-1 の様に、ホール内のステージ裏にある「オーケストラホワイエ」を遮音パーティションで区切り、収録システムを2つのブースに分けて設けた。また、ホール内とブース A、B との遮音を確保する為には、ステージ上手・下手の4枚の遮音扉を完全に閉じる事が出来るよう布線する必要があり、ホール内に配置した 98 本のマイクロフォンは全て、ホール内（ステージ、天井裏）からミキサー室に至る回線を経由して、先に述べたオーケストラホワイエまで、16ch マルチケーブル×8 本を使用して伝送した。更に暗騒音を抑えて静粛性を確保する為、本番収録時にはホール内の空調を停止した。

ブース A では主として、スポット・マイクロフォンと深田ツリー等のサラウンド・マイクロ

5.2. 収録システム

今回の収録システムとその機材を、Fig.5-1 と Fig.5-2 に示す。

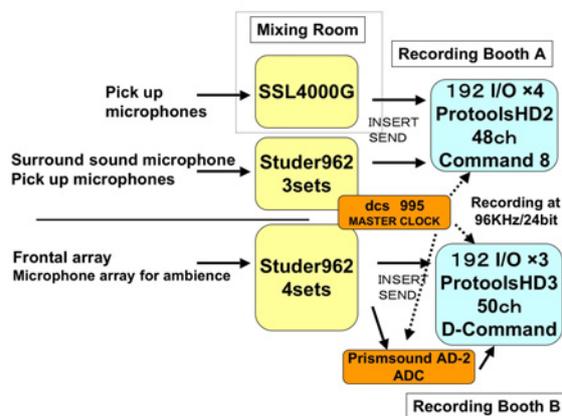


Fig.5-2 Recording system

アナログ回線でホール内より伝送されてきた 98 本のマイクロフォンの音声信号は、ブース内のアナログコンソール Studer962×7 台の各チャンネルモジュール HA 部と、ホールミキサー室の SSL4000G の各チャンネルモジュール HA 部を使用して、マイクレベルをラインレベルまで上げた。そして今回の比較のターゲットであるサラウンド・マイクロフォン、フロント・メインマイクロフォン、アンビエンス・マイクロフォ

ンは、HA の差による色付けを無くす目的で、全て Studer962 の HA を使用した。そして、収録 DAW は「Protools HD」を使用し、96ch 分は「digidesign 192 I/O」の AD コンバーターにより、また、残り 2ch 分 (Cardioid pair のみ) は「Prismsound AD-2」を使用して、96kHz/24bit のフォーマットで AD 変換した。なお、マスタークロック発生器として「dcs 955」を使用し、各 AD コンバーター等のシステムへ同期クロックの分配を行なった。

	Recording Booth A	Recording Booth B
Mixing console (HA)	Studer 962 x3、SSL4000G	Studer 962 x4
Protools	Apple G5 2.7Quad	Apple G5 2.7Quad
	HD2Accel	HD3Accel
	192 I/O x4	192 I/O x3
	Sync I/O	Sync I/O
	Avid Mediadock (HDD)	Avid MediaDrive(HDD)
Controller	Command 8	D-Command Main Unit
Monitor	Dynaudio AIR6 5.1PACK	Dynaudio AIR6 5.1PACK
Master Clock	dCS955	
Extra ADC	Prismsound AD-2	

Fig.5-3 List of recording equipment

(西田 英昭 朝日放送株)

6. 音響測定

6.1. 概要

収録音場である「ザ・シンフォニーホール」の基本的な性質を把握する為、また各種収録方法による物理特性の相違点を明らかにする事を目的に、音響物理指標の測定を行なった。いずれの場合も、無指向性音源を模擬した12面体スピーカーを用いてインパルス応答を測定した。測定方法や算出する指標については、ほぼISO-3382⁸⁾で規定されている内容に沿っている。用いた音源信号はSwept Sine と呼ばれるもので、インパルス信号を時間軸上で引き伸ばした性質を持つスイープ信号である。これをスピーカーから放射し、マイクロフォンで収録後、信号の逆特性を畳み込む事によってインパルス応答を算出する。実際に継続時間が短いインパルス信号を使っているのは、十分な S/N で測定を行なう事が

出来ない為に、広く一般的に用いられている手法である。

6.2. 客席における測定

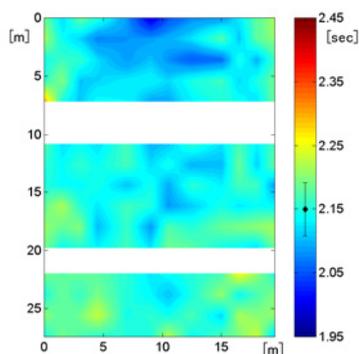
客席における測定は、収録実験に先立ち、ステージ上ほぼ中央に無指向性音源を模擬した12面体スピーカーを配置して行なった。音源位置は、オーケストラが配置された際の指揮者位置に近い。受音点に関しては、ISOにおいても特に明確な規定があるわけではないので、今回は限られた時間内で出来るだけ多くの点を測定する事を主眼に受音点を設定し、等間隔に設定した座席においてメインフロア132席、2階バルコニー席48席の合計180点で測定を行なった。

今回は結果として、残響時間 RT、初期減衰時間 EDT、初期および後期エネルギー比 C_{80} について算出した。500、1kHz、2kHz それぞれのオクターブバンド、また 1kHz 中心の3オクターブバンドにおける平均値と標準偏差を Fig.6-1 に示す。

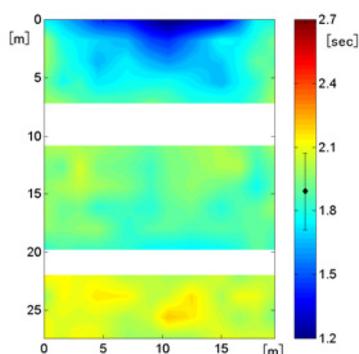
RT	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3oct.
平均	2.17	2.18	2.11	2.15
標準偏差	0.074	0.057	0.047	0.042
EDT	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3oct.
平均	1.89	1.88	1.91	1.89
標準偏差	0.224	0.204	0.192	0.182
C_{80}	500 Hz	1 kHz	2 kHz	3oct.
平均	-0.65	-0.40	-0.96	-0.59
標準偏差	1.797	1.523	1.497	1.370

Fig.6-1 インパルス応答から算出した残響時間 RT、初期減衰時間 EDT、初期、及び後期エネルギー比 C_{80} の平均値、及び標準偏差

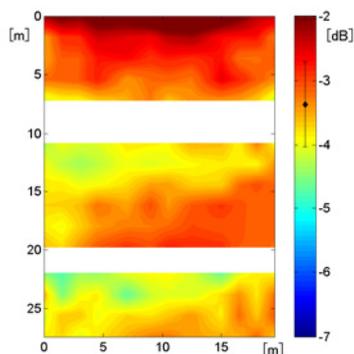
併せて各指標に関して 1 kHz の3オクターブバンドにおける分布図を Fig.6-2 に示す。残響時間においては偏差も小さく、2秒程度の一様な値が得られている。しかし、EDT や C_{80} においては、分布の幅が広がっている。特にステージ直前の音源に近い部分においては極端に異なる傾向が見られ、直接音の寄与が大きく、他とは異なる反射音構造である事が示されている。



(a) 残響時間



(b) 初期減衰時間



(c) 初期および後期エネルギー比

Fig.6-2 各物理指標の空間分布

6.3. 各種収録方法の物理特性の違いについて

収録実験時にも、音源スピーカーをステージ上15箇所に設置して全マイクロフォンにおけるインパルス応答を測定する事を試みた。この場

合は、全トラックに音源信号を録音し、後処理でインパルス応答を算出する。その後、別途決定されたレベルバランスで各マイクロフォンの出力がミックスされる訳だが、それに応じた振幅調整を行なった上でインパルス応答を加算する事で、各収録方法によって得られるインパルス応答を便宜的に算出している。現在、それぞれの収録方法によって得られたインパルス応答を用いて前出の物理指標を算出し、ミキシングという作業によって、初期・後期エネルギー比がどの様に変化するのか、といった考察を進めている。

(尾本 章 九州大学)

7. 主観評価実験

7.1. 概要

今回収録したサラウンド音源を元にして、「試聴者がどの様に感じるか」を調査する「サラウンド試聴実験」を、主観評価実験として実施しその結果の分析を行なった。

7.2. サラウンド試聴実験

今回収録したサラウンド音源を聴いて頂き、その評価とアンケートの収集を行なった。再生は約1時間で、一部の会場では収録実験の報告会、デモ再生会も行なった。

会場／開催時期

- ①大阪会場 3月4・5・6・7日
毎日放送B1階AVルーム
- ②東京会場 3月8・9・10日
パイオニア本社第1スタジオ
- ③福岡会場 3月22・23・24日
九州大学大橋キャンパス
- ④ウィーン会場 5月7・8日(AESウィーン)
ACV (Austria Center Vienna)

使用スピーカー

大阪	Dynaudio	AIR20
東京	Genelec	8250A
福岡	Dynaudio	AIR20
ウィーン	Studer	A5



Photo.7-4 Listeners at the TEST (Front view)

(小野 浩一 関西テレビ放送株)

7.3. 主観評価実験の分析

各アレイの印象について詳細に検討する為に収録されたアレイの中から代表的な8種類を選び、MUSHRA (Multiple Stimuli with Hidden Reference and Anchors) を元にした方法を用い、2.3章に示したタイプの違う3種類のオーケストラ曲について、‘広がり感’ ‘包まれ感’ ‘迫力’ など7つの形容詞対でそれぞれの印象の違いを評価した。実験結果から各アレイの形容詞対ごとに平均値の比較を行なったところ、全指向性マイクを用いたデッカツリー等が‘広がり感’や‘迫力’の評価得点が高い事が示された。但し、これらの評価は曲によっても異なる事が判った。又、各被験者の回答間の相関を元に、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事が示された。

各アレイのインパルスレスポンスから求めた周波数重心及びLFC (側方エネルギー係数) と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、LFC と両耳間相関は‘包まれ感’などの空間的印象と、又、周波数重心は‘迫力’との対応が見られた。実際の音楽では、これらの値は時間と共に変化している為、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及びスペクトル

重心の時間変化と、各被験者のアレイの印象との相関を求めたところ、‘広がり感’は曲の強奏から弱奏に変化する余韻の部分で、‘迫力’は周波数重心が低音に傾いた場合に判断されている事が示された。

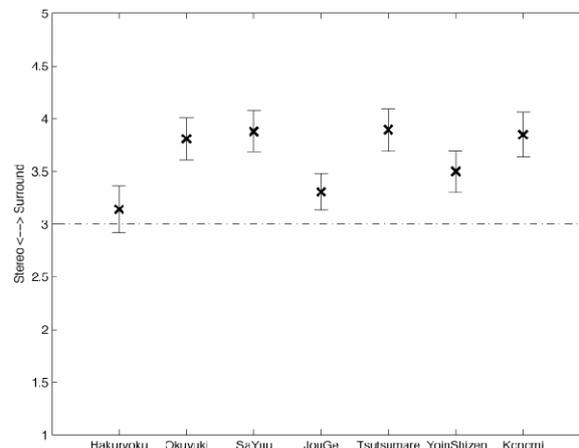


Fig.7.3 Listening test Stereo vs Surround

同様の音源を用い、東京、大阪、福岡、ウィーンの4会場の試聴実験会において、一対比較による主観評価実験とアンケート調査を行なった。この中で行なったサラウンドとステレオの比較実験において、‘迫力’以外の‘広がり感’ ‘包まれ感’などの因子について、サラウンドの方が高く評価され、サラウンドの優位性が改めて確認できた。(Fig.7.3) さらに、デモンストレーション試聴後のアンケートでは、サラウンドへの肯定意見と共に期待の高さが示されており、今後のサラウンドの必要性についての根拠となる結果が得られた。詳細は主観評価実験報告のパート2, パート3を参照されたい。

(亀川 徹 東京芸術大学)

8. まとめ

前述の試聴会で行なったアンケート調査でも判明したが、今回の音源を聴いて、サラウンド・サウンドを「すばらしい」と感じた人は85%を超えており、サラウンドの魅力が証明された。地上波デジタル放送時代のサラウンド・サウンドはクオリティライフを考える上で重要な役目を担うものとして期待される。

しかし、音声は映像と違い、その効果をなかなか言葉に言い表せない。その魅力を伝えるに

は実際に聴いてもらうのが早道であるが、サラウンドを十分に表現できる再生装置があまり普及していない点も問題のひとつと言える。

この研究は、主にサラウンド・サウンド制作者とサラウンド・サウンド再生システムに携わる方々向けに実施されたが、今後はもっと底辺を広げるためには何が必要なのかを見極め、産業界と放送業界が互いに切磋琢磨する事が必要である。本研究を通じ、実際にそのような流れが生じ、JEITA と放送業界の連絡会が開催されるなど明るい材料も現れており今後が期待される。

最後にサラウンドを経験した事がないエンジニアの方々に、このサラウンド収録の検証と音源資料が少しでも役立つ事を願っている。

(入交 英雄 株毎日放送)

9. 謝辞

この研究は、幾つもの助成と協賛により実現できました。紙面をお借りして御礼申し上げます。

○助成

財団法人 放送文化基金
パナソニックAVCネットワークス社
高画質高音質開発センター
DVD オーディオプロモーション協議会
パイオニア 株式会社
ドルビーラボラトリーズ INC.
TCエレクトロニクス日本支社

○協賛・協力

ザ・シンフォニーホール
九州大学 芸術工学部 音響設計学科
東京芸術大学
ヘビームーン
三木楽器
デジデザイン
dts ジャパン
株式会社 ミキサーズ・ラボ

そして、何よりも長時間の実験に参加頂きました音声技術者の皆様に御礼を申し上げます。

10. 参考文献

- [1] サラウンド制作ハンドブック 沢口真生編 兼六出版
- [2] Analysis and comparison of 4 different 3/2-stereo main microphones
- [3] Multichannel Natural Music Recording Based on Psychoacoustic Principles Günther Theile IRT D-80939 München, Germany
- [4] An Examination of the Influence of Musical Selection on Listener Preferences for Multichannel Microphone Technique Kim, Sungyoung; Martha de Francisco; Kent Walker; Marui Atsushi; and William L. Martens AES 28th International Conference, Piteå, Sweden, 2006 June 30 to July 2
- [5] ITU-R BS.775-1: Multichannel Stereophonic Sound System With and Without Accompanying Picture (Geneva, 1992-1994)
- [6] ITU-R BS.1770: Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level
- [7] Herrmann, U., Henkels, V., Braun, D.: Comparison of 5 surround microphone methods (German). 20.Tonmeistertagung, 1998, Proceedings (ISBN 3-598-20361-6), pp. 508-517
- [8] Williams, M.: Unified theory of microphone systems of stereophonic sound recording. 82th AES Convention, 1987, Preprint 2466
- [9] 日本音響学会, “新版音響用語辞典,” コロナ社, 2003
- [10] Helmut Wittek, Christopher Haut, Daniel Keinath Double M/S – a Surround recording technique put to test , http://www.schoeps.de/E-2004/PDFs/Schoeps_DoubleMS_Paper.pdf