平成19年10月1日発行
通巻383号
発行（社）日本オーディオ協会

Japan Audio Society JAS journal

2007
Vol. 47
No 10

○ 特集 ： サラウンド・サウンド普及への取り組み

特集にあたって：最近のサラウンド・サウンド普及への取組み　濱崎 公男

AES サラウンド収録実験の報告　入交 英雄

AES サラウンド収録実験：収録作業の詳細　三村 将之

AES サラウンド収録実験：ミクシングについて　深田 晃

AES サラウンド収録実験：収録用マイクアレイの主観評価　亀川 徹

サラウンド Web アンケート調査報告　日本オーディオ協会
サラウンド･サウンド視聴状況とサラウンド Web への要望

○ 連載：テープ録音機物語
その 28　第二次大戦後の欧州（5）　阿部 美春

○ メンバーズプラザ
自薦ソフト紹介　（音楽ソフト）　大林 國彦
自薦ソフト紹介　（ビデオソフト）　大林 國彦

JAS 社団法人 日本オーディオ協会

12月6日
音の日

Japan Audio Society JAS journal

（通巻 383 号）
2007　Vol.47　No.10（10 月号）

発行人：鹿井 信雄
社団法人 日本オーディオ協会
〒101-0045 東京都中央区築地 2-8-9
電話：03-3546-1206　FAX：03-3546-1207
Internet　URL
http://www.jas-audio.or.jp

C O N T E N T S

特集　サラウンド・サウンド普及への取り組み

3　特集にあたって
　最近のサラウンド・サウンド普及への取り組み　濱崎 公男
6　AES サラウンド収録実験の報告　入交 英雄
13　AES サラウンド収録実験　収録作業の詳細　三村 将之
21　AES サラウンド収録実験でのミクシングについて　深田 晃
25　AES サラウンド収録実験
　サラウンド収録用マイクアレイの主観評価　亀川 徹
32　サラウンド Web アンケート調査報告　日本オーディオ協会
　サラウンド・サウンド視聴状況とサラウンド Web への要望

39　連載：テープ録音機物語　阿部 美春
　その 28　第二次大戦後の欧州（5）
44　メンバーズプラザ
　自薦ソフト紹介（音楽ソフト）　大林 國彦
45　自薦ソフト紹介（ビデオソフト）　大林 國彦

10 月号をお届けするにあたって

放送デジタル化の進展にともない、サラウンド音声番組制作への取組みが盛んになっています。

昨年 9 月に、AES（Audio Engineering Society）日本支部が実施したオーケストラのサラウンド・サウンド収録実験は画期的なもので、サラウンド収録・再生の手引きになるものとして、ご多用中のプロジェクトメンバーの方々のお手を煩わせ御寄稿いただきました。記事編成に当たり、AES 日本支部 広報担当理事・当協会理事の沢口 真生氏の御助言をいただきました。皆様に厚く御礼申し上げます。

日本オーディオ協会では、サラウンド方式への理解を深めていただき、最新の情報をお伝えするために、サラウンド専門ホームページ「サラウンド Web」を設け、またサラウンド・サウンドワーキンググループが普及活動を進めています。これら普及・啓発活動の参考にさせていただくために今夏には「サラウンド Web」にてアンケート調査を行いました。皆様の貴重なご回答の速報を掲載させていただきました。調査を主導されたワーキンググループ各位と、回答をお寄せいただいた皆様に御礼申し上げます。

（編集委員長）

☆☆☆　編集委員会委員　☆☆☆

（委員長）藤本 正熙　（委員）伊藤 博史（（株）D&M デノン）・大林 國彦・蔭山 惠（松下電器産業（株））
北村 幸市（(社)日本レコード協会）・豊島 政実（四日市大学）・長谷川義謹（パイオニア（株））
濱崎 公男（日本放送協会）・森 芳久・山﨑 芳男（早稲田大学）

特集にあたって

最近のサラウンド・サウンド普及への取り組み

編集委員 ・ NHK 放送技術研究所 人間・情報
濱崎 公男

1. はじめに

デジタル放送、DVD-Video、スーパーオーディオ CD そして DVD-Audio などによって、家庭でも手軽にサラウンド･サウンドを楽しめるようになった。

ここでいうサラウンド・サウンドとは、5.1 チャンネルサラウンド・サウンドのことであるが、最近では 6.1 チャンネルサラウンド、7.1 チャンネルサラウンドなども家庭に入りつつある。

サラウンド・サウンドの目的と効果、そして、制作者のサラウンド・サウンドへの取り組みなどについて、本誌ですでにご紹介したことがあるので、読まれた方も多いかと思う。映画の多くの作品はサラウンド・サウンドで制作されているし、音楽分野でもサラウンド・サウンドを取り入れた作品も少しずつではあるが増えつつある。

放送番組も、音楽、ドラマ、ドキュメンタリーなど様々なジャンルでサラウンド・サウンド制作が行われ、これまで東京や大阪の放送局が中心だったサラウンド・サウンド制作も、地方の放送局へと広がりを見せつつある。サラウンド・サウンドの放送番組については、JAS のサラウンド・サウンドに関するホームページでも紹介しているので、ぜひご覧いただきたい。

http://www.jas-audio.or.jp/m/about/index.html

このように広がりを見せるサラウンド・サウンドではあるが、一方で、なかなか広く普及しないという声が聞かれるのも事実である。

普及を阻害する要因もいつくか挙げられており、また、一般の人からの感想でも例えば次のような意見が聞かれる。「リアスピーカーを家庭では置きにくい」「サラウンド・サウンドそのものを聞いたことがない」「放送でサラウンド番組を視聴しようと思ってもあまり放送されていない」「電気店でサラウンド・サウンドを聞いて興味を持ったが、家庭であんな大きな音は出せない」など。

サラウンド・サウンドを普及させることは、オーディオ技術あるいはオーディオ・ビジネスの発展にとって必須であることはおそらく誰も異論はないところだと思う。

最近では、サラウンド・サウンドの普及促進という観点から様々な取り組みもなされている。本特集では、そのような取り組みの一例を紹介し、皆様にサラウンド・サウンドにさらに興味を持っていただき、サラウンド・サウンドの普及促進にもぜひご協力をお願いしたいと考えている。

2．海外でのサラウンド･サウンドへの取り組み

海外でもサラウンド･サウンドへの期待は大きく、そのために様々な取り組みが活発に行われている。紙面の制限もあるので、ここではサラウンド・サウンドを制作する側の視点での取り組みをいくつか紹介する。

長年継続した取り組みで代表的なものが、フランスのパリで毎年開催されているマルチチャンネル音響国際フォーラム（Forum International du Son Multicanal (FISM)）であり、今年はその 10 回目を迎える。

この国際フォーラムは、ラジオフランス、フランス国営テレビ放送局（フランス 1、フランス２）、IRCAM（フランス国立音楽音響研究所）、パリ国際音楽院などが共同で運営し、毎年、そのいずれかの施設を使用して開催される。

フランスのエンジニアによる最新のサラウンド・サウンド制作の紹介､国外からの著名なエンジニア、研究者、音楽家などによる最新のマルチチャンネル音響関連技術や作品の紹介が行われる。

特筆すべきはデモの品質の高さで、例えば、フランス１放送局のスクリーニングルームは、ＴＨＸ準拠の仕様となっており、HD 映像、5.1ch 音響による高品質な環境で、最新のサラウンド・サウンドを体験することができる。

新しいマルチチャンネル音響の動きにも積極的に対応しており、IMAX シアターを会場として、広視野大画面映像のためのサラウンド・サウンドを議論するという試みも行われた。

ドイツも長年サラウンド・サウンドの発展に取り組んでいる。ドイツトーンマイスター協会（VDT）が中心となって開催するトーンマイスター会議（Tonmeisitertagung）がその中心的な活動の場であり、ワークショップ、デモ、そして技術発表などを通して、長年、サラウンド・サウンド録音技術の向上に取り組んできた。

また、1990 年代前半には、サラウンド・サウンドの試聴環境を調整するための信号やサラウンド・サウンドの聞き所を集めたデモ作品を収録した DVD を制作している。

近年は、隔年で開催されているトーンマイスター会議の間の年に単一の技術テーマに絞ったトーンマイスターシンポジウムを開催するようになり、その第 1 回目のテーマがやはりサラウンド・サウンドであった。

国際的な取り組みとして忘れてならないのは、AES (Audio Engineering Society)によるサラウンド・サウンド発展のための活動である。

サラウンド・サウンドに焦点を絞った国際コンファレンスが、既に、ドイツ、カナダ、そしてスウェーデンで開催されており、次の開催地も現在検討中である。

さらに、毎年、米国と欧州で開催される AES コンベンションでもワークショップ、デモ、そして技術発表等において、各国のサラウンド・サウンドに関する研究開発や制作に従事するエンジニアが最新の技術情報を発表しお互いに交流を深めたことが、世界的なサラウンド・サウンドの発展に大きく寄与してきたことは疑いのない事実である。

日本のエンジニアも以上のような国際的活動に積極的に参画しており、その結果として日本のサラウンド・サウンド制作技術に国際的な取り組みの成果が反映されてきた。

３．日本での取り組み

日本では、映画だけでなく、放送や音楽産業の分野で、欧米に先駆けたサラウンド・サウンド発展のための取り組みが行われてきた。

放送では、いち早くアナログハイビジョンの音響再生方式として 3－1 サラウンド・サウンドが 1990 年代前半初頭に採用され、放送局のエンジニアを中心とした多様な番組制作が続けられ、それが現在の 5.1 サラウンド・サウンドの制作ノウハウにつながっている。

また､テレビのサラウンド･サウンドだけでなく、それに先駆けたラジオドラマにおけるサラウンド・サウンド制作が日本の放送におけるサラウンド・サウンドの源流であることは忘れてはならない。この流れをいち早く作った沢口真生氏は、現在､「サラウンド寺子屋」という活動を通じて、サラウンド・サウンドの発展に尽力されている。

http://hw001.gate01.com/mick-sawa/terakoya/02index.html

先述した AES の日本支部でもサラウンド・サウンドに早くから取り組んでおり、同支部が開催する東京コンベンションや例会などでは、最新のサラウンド・サウンド技術が紹介されている。

昨年から今年に至り、同支部が核となり組織された「サラウンド研究会」が大阪のシンフォニーホールで多様なマイクアレンジによるオーケストラのサラウンド･サウンド録音実験を行った｡本特集では、その実験内容を紹介していただく。

複数のマイクアレンジを併用した収音再生実験は、すでに欧米でも実施された例があるが、実験の規模やその後の評価実験、そして、同音源を用いたサラウンド・サウンドのデモサンプルの作成の取り組みなどは、その質と量の観点からも特筆すべき活動である。

ここまでは、制作する側の視点でサラウンド・サウンドの普及促進の取り組みを紹介してきたが、家庭で再生する側の取り組みも忘れてはならない。

いかにしたら日本の家庭でも気軽にサラウンド・サウンドを多くの人に楽しんでもらえるかという観点から、前方 3 個、後方 2 個の通常配置、すなわち 5 個のスピーカーによらず、頭部伝達関数（HRTF）を利用したヘッドホン再生やフロントサラウンド（前方に設置したスピーカーのみによるサラウンド再生）の研究開発も盛んに行われ、実際の商品としても大きく発展を遂げている。

ヘッドホン再生によるヴァーチャルサラウンド再生では、前方の音像がなかなか前方に定位しにくいという課題があるが、頭の動きをジャイロで捉えて、前方にある音像の定位向上を図る研究も行なわれており、実際に商品化された例もある。フロントサラウンドについては、すでに各社から 2 個あるいは 3 個のスピーカーで後方の音像を再現しようという製品が数多く発売されており、日本の家庭ではかなり普及しているものと思われる。また最近では、HRTF のみによる後方の音像定位ではなく、前方に配置したスピーカーアレイを利用して、後方の音像定位の品質を高めようとした製品も発売されている。

今回の特集では、家庭におけるサラウンド・サウンド再生に向けた新たな音響機器開発の取り組みについては紹介できなかったが、いずれあらためて紹介したい。また、JAS では前述したホームページ以外にも、サラウンド・サウンドの普及促進に向けた取り組みを実施しており、本特集ではその一例として家庭での聴取状況を確認するために実施したアンケート調査についても紹介する。

４．さいごに

サラウンド・サウンドは、制作者側の取り組み、そして、それを放送･伝送するメディアの取り組み、また、ディスクなどの媒体によるパッケージメディアの取り組み、そして、家庭でのサラウンド・再生を実現するための再生機器側の取り組みなどの総合作用で、少しずつではあるが、普及の様相を見せている。映画以外のメディアではサラウンド・サウンド先進国であった日本であるからこそ、欧米の動きに先を越されないよう、一層の普及が促進され、多様なサラウンド・サウンド作品が世の中に発信されていくことをぜひ期待したい。

最近では、5.1 サラウンドに留まらず高さ方向の次元を含めた新たな三次元音響の研究開発に向けて世界的な動きがある。次世代のデジタルシネマのための音響方式、Blu-ray や HD DVD などのための音響方式、そして、次世代の放送のための音響方式など、色々な分野で様々な新しい音響方式が提案されている。三次元音響によるサラウンド・サウンドは、5.1ch サラウンド・サウンドをより自然な空間印象に向上させ、さらに上下方向の音像の移動感なども実現することができる。しかし実用化までは相応の年月がかかると思われるので、まずは 5.1ch サラウンド・サウンドで、2ch ステレオでは体験できなかった新たな音響空間を楽しんでいただきたい。新たな三次元音響再生では、5.1ch サラウンド・サウンド等との互換性も確保されると思われる。

今後、家庭にサラウンド・サウンドが一層普及するためにも、再生機器における新たな技術開発が重要である。そして、放送やパッケージメディアで、サラウンド・サウンド作品制作がより盛んに行なわれることも重要である。この両輪の動きが同期して初めて、日本も本格的なサラウンド・サウンドの時代に突入することができるに違いない。

本特集で、サラウンド・サウンドの最前線をご理解いただき、サラウンド・サウンドを体験されたことのない方は、メーカーのショールームなどにぜひ足を運んでいただければ幸いである。

AES サラウンド収録実験の報告

AES 日本支部　サラウンド収録研究グループ
入交 英雄

はじめに

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 日に実験収録を行いました。その後、その素材を元に大阪、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いました。

収録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、演奏は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を起用するという妥協を許さぬものでした。

Photo. 1　Evening view of The Symphony Hall

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遅すぎると感じた事にありました。

地上波デジタルテレビ放送は皆さんもご存じのように、ハイビジョンとサラウンドが 2 大セールスポイントです。しかしながら、ハイビジョン放送については総務省の指導もあってめざましい普及を実現したものの、サラウンド放送については現在もお寒い状況にあると言わざるを得ません。

では、なぜサラウンド・サウンドは普及せず、また理解されないのでしょうか。

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ますが、やはり魅力的なコンテンツが増えない事が一番の原因ではないでしょうか。

その背景に、予算がない、時間がない、制作サイドが興味を示さない、作っても視聴者側に再生装置が普及しなければ意味がない、と無い無い尽くしの現状がありますが、我々音声エンジニアに充分なサラウンド番組の制作ノウハウの無い事が最大の要因だと思います。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なった時に経験が無くては困惑するばかりです。そこで制作に携わる方々への基準となるものを提供出来ればと考えた訳です。

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、開発した製品を評価するための音源が無くて困っている、という話をお聞きしました。「サラウンド・サウンドのソフトは確かに最近かなり出回っているが、再生してもそれが正しいのかどうか判断できない。」と言うのです。確かにどのように聴こえるか判らないソフトをテストに使用しても判断できません。

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す。実際にはソフトを作った人がそのシステムで聴いてみるしか無いのかも知れませんが、現場でチェックを担当される技術者の話ですと､「もしミキシングエンジニア自ら、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。」との事でした。

そこでデモミックスに、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、という事を試みました。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りますが、少しでもこの問題を克服できれば一歩前進できます。

Photo. 2　Placement of Microphones

1．目的

今回の収録実験には 3 つの目標を設定しました。

① サラウンド収録法の検証

各種サラウンドマイクシステムによってオーケストラの収録を行い、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って各種サラウンドマイクシステムの特徴を考察する。

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ンジ別に比較できる音源資料を作成、DVD によって配布する事によって、ミキシングエンジニアの参考となる資料を提供する。

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技術者への利便性を図った音源資料を作成する。

いずれもサラウンドの普及に役立てて頂くために企画しましたが、今回の収録実験においてそれらの目的はほぼ達成され、すべてのサラウンドに携わる技術者のための良い資料が出来たのではないかと思います。

2．選曲

本実験は「オーケストラのホール収録」という限られたジャンルですが、その中でも前節で述べた目的を達成するのに適す様に、オーケストラの規模や、バリエーション、サラウンド的演出の可能性を考え、次の 3 曲を選曲しました。

1) レスピーギ作曲　「ローマの松」
2) ベートヴェン作曲　「ウエリントンの勝利」
3) モーツァルト作曲　「フィガロの結婚序曲」

また今回はオーケストラ用のセッティングであったため、最適な条件で収録する事はできませんが、参考のためにテナー独唱とオルガン曲を併せて収録しました。

4) シューベルト作曲　「野ばら」
5) バッハ作曲「トッカータとフーガ　ニ短調」

「ローマの松」

この曲は 4 楽章に分かれ、各楽章には様々なオーケストレーションの要素が含まれており、試聴実験や、標準音源に格好の曲です。

1 楽章：この楽章の特徴はダブルベースなどの低音楽器が無いため軽やかで活発な印象があります。マイクロフォンやスピーカーの性能によって大きく印象が左右される「低音域」が、上記理由によってこの楽章には存在しないため、マイクロフォンの低域特性の違いが主観評価へ現れにくい、というメリットを持っています。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、判りやすいと考えられます。

2 楽章：場外トランペットの演奏部分があり、トランペットがどの様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演奏部分では、LFE の効果を検証する事が出来ます。

3 楽章：この楽章には色々なソロ楽器による演奏を含んでおり､定位感を検証するのに適しています。

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します。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ました。後方の楽器の距離感と定位について、またリスナーの前後への楽器定位による包まれ感やその演出の是非について検証をする事が出来ます。

「ウエリントンの勝利」

この曲は 2 楽章に分かれ、前半はサラウンド演出の検証、後半は中編成オーケストラの検証が出来る曲です。

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、吹奏楽隊が必要です。本収録ではイギリス軍を客席後部下手側、フランス軍をオーケストラ後方の 2 階席上手側に配置し、サラウンド演出効果の検証を狙いました。(Fig.1 参照。)

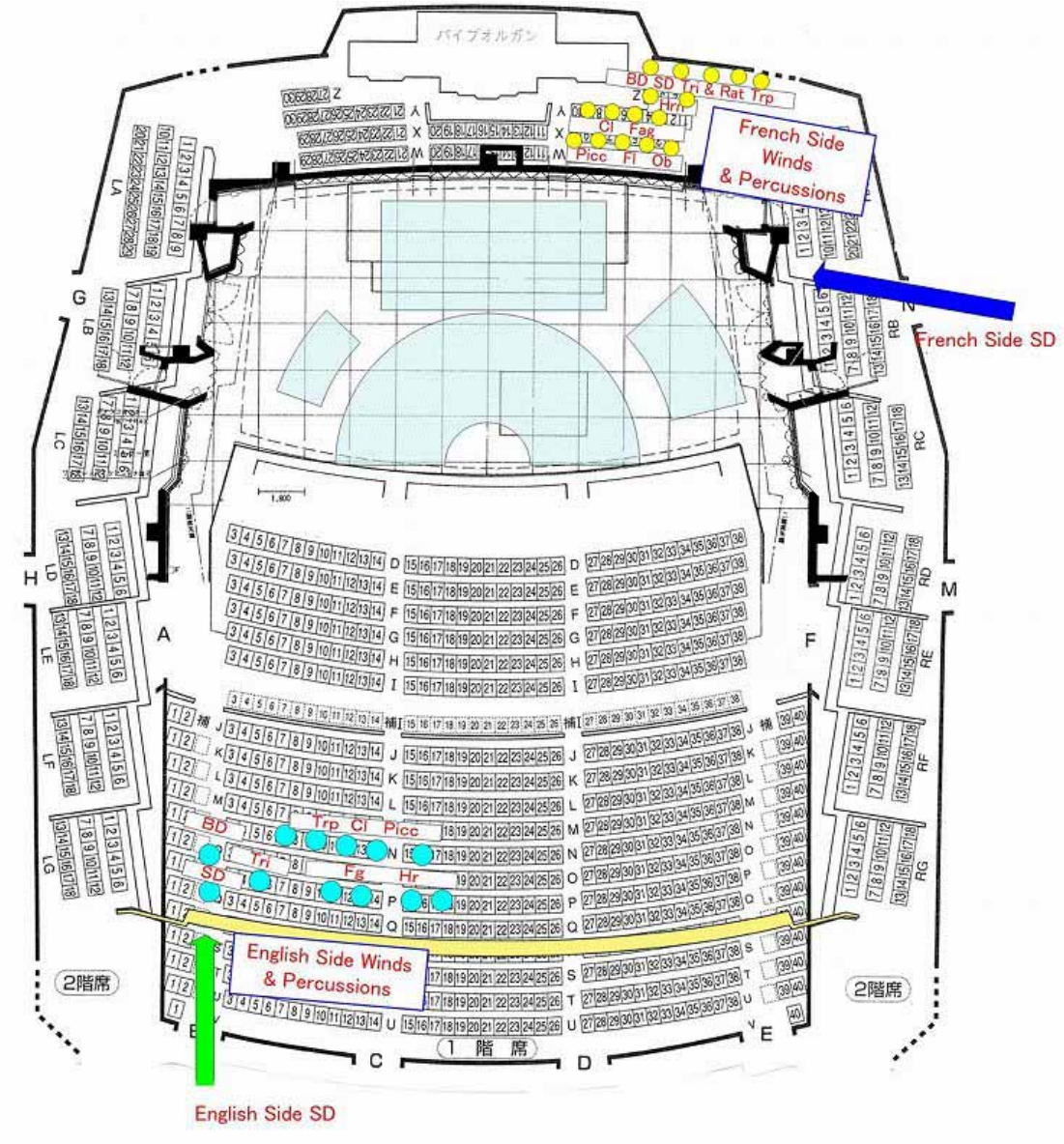


Fig. 1 Location of the Instruments for “Wellington's Victory”

Photo. 3 Recording of “Wellington’s Victory”

「フィガロの結婚序曲」

本収録ではオーケストラの編成を当時のスタイルと同程度の小編成としました。弦五部の人数を8-6-4-4-2 とし、小編成オーケストラの検証が出来る様に考慮しています。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ために格好の音源と言え、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す。

「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であるため、必ずしも独唱やオルガン独奏に適していません。しかし、ホール残響の音色感などがよく判る音源で、残響感の検証に大変参考となりました。

３．収録実験

本実験では収録の機会が少ない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に考案されたサラウンド・マイクアレイ、3 種類のステレオ・マイクアレンジの変形であるフロント・マイクアレイ、7 種類のリバーブレーションを収録するためのアンビエンス・マイクアレイ、さらにスポットマイクロフォンを加えて合計 98 本のマイクロフォンを使用し、マルチ録音しました。Table.1. は使用したアレイの一覧です。

Surround Sound Microphone Arrays	
1	Fukada Tree
2	INA5
3	Omni8
4	Double MS
5	Holophone H2-Pro
Front Microphone Arrays	
1	Decca Tree
2	3Omni
3	5Cardioids
Ambience Microphone Arrays	
1	Hamasaki Square - Near
2	Hamasaki Square - Mid
3	IRT Cross
4	Omni Square - Mid
5	Omni Square - Far
6	Asahi Method
7	Cardioid Pair

Table 1 Microphone Arrays

その結果、同一演奏、同一条件での各マイクアレンジについての比較検聴が簡単に行える素材の収録が出来ました。

Photo. 4 Recording session on the stage

収録は 2006 年 9 月 26～27 日の 2 日間にかけて行い、限られた時間でしたが、いわゆるセッション録音方式で、リテイクを重ねながら、なるべく完成度の高い収録となる様に配慮しました。試聴のための収録とは言え、サラウンド効果をデモンストレーションするためには良質の演奏が望まれるためです。

４．成果の概要

（1）収録

質の高い演奏による収録が実現しました。マルチ収録により当初の目的通り、各サラウンド収録方式の瞬時切替えによる試聴が可能となり、その結果、各方式の違いを如実に検証する事が出来ました。

また、これら音源を元に完成させた DVD は、サラウンドに携わるオーディオ・エンジニアへの有用な参考音源資料となるでしょう。

（2）音源作成のための主観評価実験

サラウンド収録には大きく、サラウンド・マイクアレイを用いる方法とフロント・マイクアレイとアンビエンス・マイクアレイを組み合わせたコンビネーションアレイを用いる方法の 2 つがあります。

主観評価実験の第 1 段階としてコンビネーションアレイにおけるフロント・マイクアレイとアンビエンス・マイクアレイの最適混ミキシングレベルを求める実験を行いました。

ここでは詳細は述べませんが、Fig.2 にその結果をグラフで表しました。

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(図の縦棒の広がり)を示し、フロント・マイクアレイに対するアンビエンス・マイクアレイのミキシングに関してオーディオ・エンジニア共通の価値観があると推察できます。

またグラフからフロント・マイクアレイに対する最適なアンビエンス・マイクアレイのレベルは、おおよそ -6±2dB という事が読み取れます。(注)

コンビネーションアレイについて、この表の値を適応して評価用のサラウンド音源を作成しました。

(注) 前提条件として全てのマイクのラウドネスマッチングを行っています。簡単に言えば各マイクのフェーダーを全て ”0” に揃えたときに、各チャンネルの音量が同等となるように Gain trim を合わせた状態と考えてください。

皆様がサラウンド収録する時も同じ様に各マイク出力の Gain trim を合わせると思いますが、この状態でアンビエンスマイクのレベルはメインマイクよりも 6dB 低い状態が平均である事を示しています。もしこの値とかけ離れる事があれば収録アプローチに問題が無かったか見直す必要があるかもしれません。

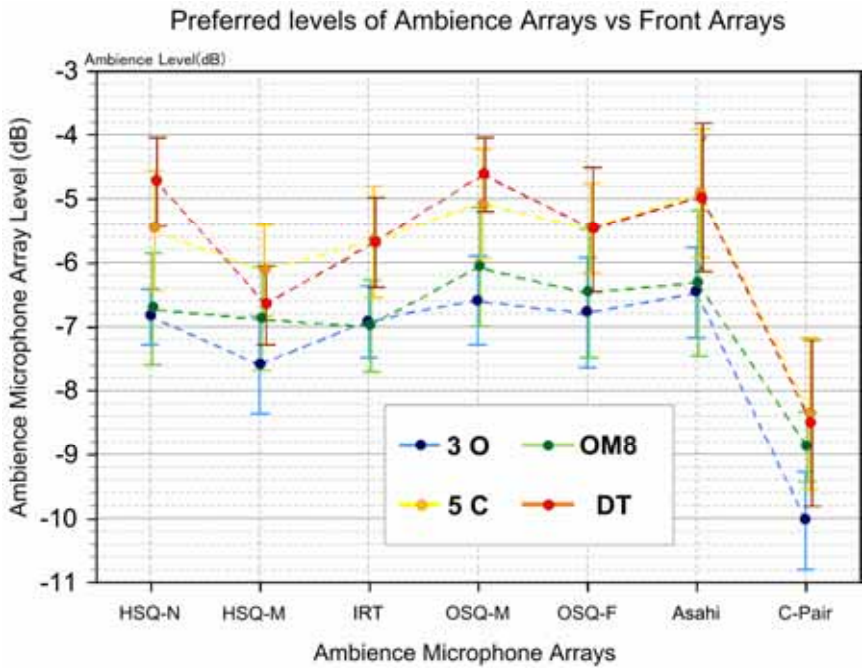


Fig. 2 Preferred levels of Ambience arrays vs Front arrays

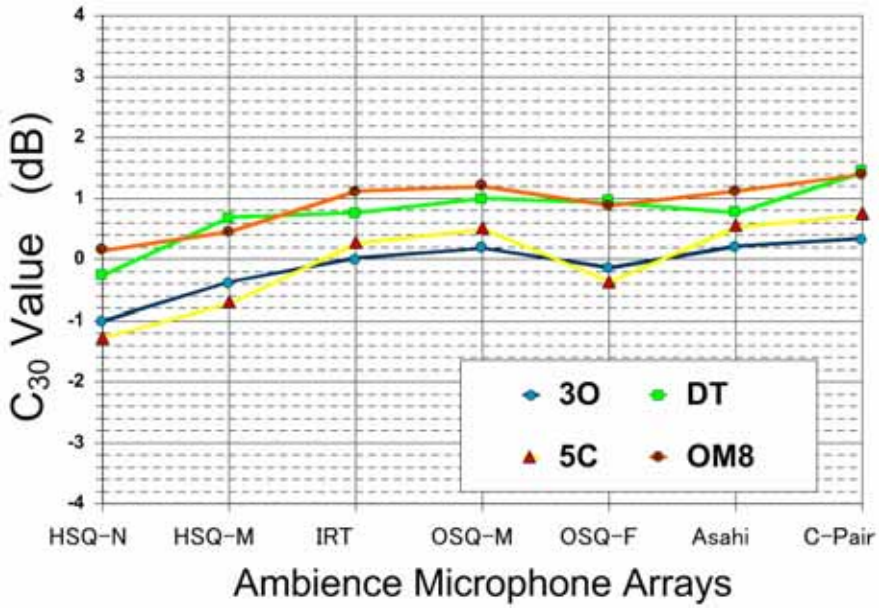


Fig. 3　合成インパルスから求めた C_{30} 値

（3）インパルス応答測定

九州大学によりシンフォニーホールのインパルス応答が測定されました。さらに個々のマイクロフォンのインパルス応答を先ほどの最適ミキシングレベルを用いて重み付けし「合成インパルスレスポンス」を計算しました。

現在、主観評価実験の結果との関連性について九州大学チームによる考察が進められていますが、合成インパルスから直接音と間接音の比率を表す C_{30} 値を計算すると、0.4±1.5dB となる事が判りました。その計算値のグラフを Fig.3 に示します。

主観評価実験で求められた最適ミキシングレベルを用いて導いた「直接音／間接音比」である C_{30} 値が、ワンポイント・マイクロフォンの最適設置距離と言われるクリティカルディスタンス（この距離では直接音と間接音の比が 1、すなわち 0dB となっている。）相当であるという興味深い結果が得られました。

（4）主観評価実験

2 に述べた音源を使用して、東京、大阪、福岡、ウィーン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いました。

東京芸大チームはムシュラという手法により、より精密な主観評価実験行いました。これらの主観評価実験の詳細につきましては、亀川氏の記事をご参照ください。

主観評価実験の中のサラウンドとステレオの比較実験では、迫力以外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裏付けられたと言えます。

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議論できる資料となりました。

5．まとめ

さて、今までも同様な実験が無かった訳ではありませんが、多種多様なサラウンド・マイクアレンジメントについて、それぞれのマイクロフォンを最適な位置に設置し、しかも実験のためだけに大規模なオーケストラのセッション録音を行うという試みはおそらく今回が世界初であり、得られた音源は非常に貴重なものと言えます。

今後の展開として、

① サラウンド音源資料の配付（DVD-Audio/Video による提供）後述

② マルチトラックイメージの公開
96ch マルチトラック DAW ファイル（プロツールスを予定）を用意し、希望者に提供出来る方法を検討。これはミックスダウンの練習素材としても期待されています。

を順次行う予定です。

我々のアンケート調査では、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・サウンドの潜在的魅力の大いなる証左となりました。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を、是非、有用に活用して、新たなる一歩を踏み出していただける事を願って止みません。

６．DVD 頒布に関して

今回収録の音源のうち、主要な部分を 2 枚組の DVD としてまとめる事ができました。そして日本オーディオ協会のホームページを通じて必要な方にお分けできるよう現在、調整中で、11 月の中旬にはリリースできる予定です。

本収録による貴重なデータと音源を、全国の放送局エンジニアやオーディオ・メーカ研究者の方々に活用していただく事でサラウンド音声ソフト制作の普及に役立てて頂ければ、それが今回の実験の最大の成果といえましょう。詳細は JAS ホームページに掲載される予定です。

謝辞

この研究はいくつもの助成と協賛により実現しました。紙面をお借りし、お礼申し上げます。（敬称略）

○ 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 エレクトロニック日本支社

○ 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、何よりも長時間の主観評価実験に参加願いました音声技術者の皆様にお礼を申し上げます。

○ AES 日本支部 サラウンド収録研究グループ

○ 研究メンバー

入交英雄 ㈱毎日放送
沢口真生 パイオニア㈱
亀川 徹 東京芸術大学
井上 哲 テレビ朝日映像㈱
西田英昭 朝日放送㈱
小野浩一 関西テレビ放送㈱
三村将之 讀賣テレビ放送㈱

○ 研究協力

深田晃 NHK 放送技術局
濱崎公男 NHK 放送技術研究所
尾本章 九州大学

筆者プロフィール

入交 英雄（いりまじり ひでお）

1956 年生まれ。1979 年九州芸術工科大学音響設計学、1981 年同大学院卒。同年㈱毎日放送入社。現在、送出セクションにおいて、放送における送出音量問題について研究している。ARIB 音声作業班委員。AES 役員。また、個人的にも録音活動を行いサラウンド収録の実験を行う。入間次朗の名前で創作活動を行い、JNN 系高校ラグビーのオープニングテーマなどを作曲。

AES 日本支部 オーケストラのサラウンド収録実験

収録作業の詳細

讀賣テレビ放送株式会社 技術局制作技術部
三村 将之

１．はじめに

AES 日本支部のサラウンド収録研究グループによる「サラウンド収録実験プロジェクト」では、2006 年 9 月 25～27 日に、実験素材作成のために大規模なレコーディングセッションを行いました。

実験の趣旨その他については、プロジェクトリーダー入交氏の文章で既に紹介されているものと思いますので、私は実験収録にて使用したマイクアレイの解説を中心にご紹介したいと思います。

さて、今回の実験収録で重要な点は、比較する複数のマイクアレイを、それぞれのベストポジションと思われる位置にセットし、演奏を同時に録音する、という点にあります。そうすることで、等しい（ベストの）条件下でそれぞれの録音手法を比較・検討することができることになります。

しかしながら、何しろマイク総数は 98 本を数え、これらを「ザ・シンフォニーホール」内にセットしてマルチトラック同時収録を行うという壮大な実験収録です。マイク総数に対してそれぞれ準備しなければならないヘッドアンプ・スタンド・ケーブル・録音機器…などなど、乗り越えなくてはならなかった物理的な限界や種々の問題は枚挙に遑が有りません。

限られた時間内で全ての作業をこなすために、在阪の放送局・プロダクションの音声エンジニアを中心に、東京他からも多数のエンジニアが結集しました。協賛各社のスタッフの方々と合わせて、レコーディング期間中のスタッフ数は総勢 100 名にも届くほどの規模になりました。膨大な数の機材も各社で持ち寄り、まさに全てを「掻き集める」形で実現したレコーディングです。各社混成のスタッフが総力を挙げて準備し、最大限の研究成果が得られるように諸々の制約事項をクリアしながら、成功裏に収録を終えました。

世界でもあまり例の無い規模で行われた、サラウンド・レコーディング手法比較のためのプロジェクト・・・。その第一段階であるレコーディングセッションについて、その雰囲気の一端でも感じ取っていただければ幸いです。

２．マイクアレンジメント解説

2・1 マイクアレンジ概要

今回の実験では可能な限り多くのマイクアレンジを比較対象とすべく、中でも「通常のサラウンド収録でも使いそうな（使えそうな）、よく知られた収録方法」を中心にマイクアレイを選定しました。

今回使用したマイクロフォンは、マイクアレイ用で 62 本分必要となり、他に各楽器に近接して立てられる補助マイク（ピックアップマイク）が 36 本です。

それぞれ全指向性、単一指向性、双指向性の 3 種類のマイクを使い分けますが、実験の性格上、各マイクのクオリティは極力同じものに揃えることが望まれます。

特にクラシックのレコーディングではマイク自体の音質が非常に重要となるため、この分野で定評のある SCHOEPS 社と DPA 社の 2 社の「高級」マイクにほぼ限定して、実験参加各局の所有機材をかき集めました。私にとっては、この 2 社のマイクがこれだけ数多く立ち並ぶ姿はこれまで見たことがありません。スタンドも林のように立ち並ぶ、実に壮観な眺めとなりました。

写真１　マイクアレイ全体

当プロジェクトでは再生環境検証用の標準音源の提供も目的としたため、オーケストラ･レコーディングとして「完成」された芸術的なミックスを行う必要もありました。ピックアップマイクはそのために準備されたものです。

写真２　ピックアップマイクロフォンの例

採用されたマイクアレイについては入交氏の文章中にも名前が挙げられている通りですが、ここではその各アレイの形状と概要について、列記していきましょう。

●「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）

- Fukada Tree　（FKD）
- INA5　（INA）
- Omni8　（OM8）
- Double MS　（DMS）
- Holophone H2-Pro　（H2P）

●「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）

a).　フロント・マイクアレイ

- Decca Tree　（DT）
- Three Omni-directional Microphones　（3O）
- Five Cardioids　（5C）

b)　アンビエンス・マイクアレイ

- Hamasaki-Square in Zone1　（HSQ-N）
- Hamasaki-Square in Zone2　（HSQ-M）
- IRT-Cross　（IRT）
- Omni-Square in Zone2　（OSQ-M）
- Omni-Square in Zone3　（OSQ-F）
- Asahi Method　（Asahi）
- Cardioid-Pair　（C-Pair）

写真３　メインマイクアレイ

2・2　サラウンド･マイクアレイ詳細

2･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､氏の豊富な経験値に基づいて構成されたものです。まさにエンジニアの感性によって生み出されたアレイであり、また世界中から高く評価されているものの一つでもあります。

深田ツリーは単一指向性マイクを主に使用して構

成されるアレイとして知られていますが、今回は深田氏の推奨により、収録現場の状況と楽曲との親和性を考慮して全てのマイクに全指向性のものを使用しています。

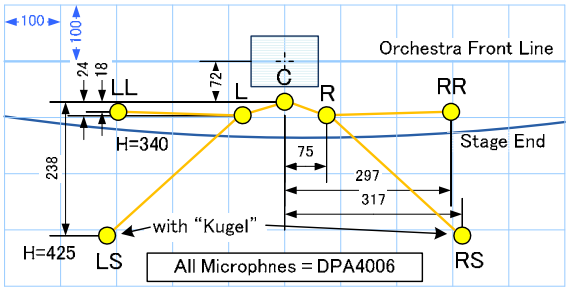


図１　Fukada-Tree　セット図

写真４　Fukada-Tree フロント L/C/R の様子

2･2･2　INA-5

5 本の単一指向性マイクで構成される小さな 5 角形のマイクアレイで､｢理想的な単一指向性マイクアレンジ｣という意味の頭文字を由来として INA-5 と命名されています。

マイクアレイから見た正確な音源定位を、サラウンド・モニター環境においても同じように再現できるように、マイクの指向性・角度・位置関係が計算されています。

ヨーロッパで多く見られる「理論派」のマイクアレイの一つと言えるでしょう。

今回は、マイク位置から見たステージ上の楽団の拡がり（レコーディング・アングル）とマイクアレイ位置を考慮して､オリジナルの INA-5 のサイズよりは間隔をやや広げて設置しています。

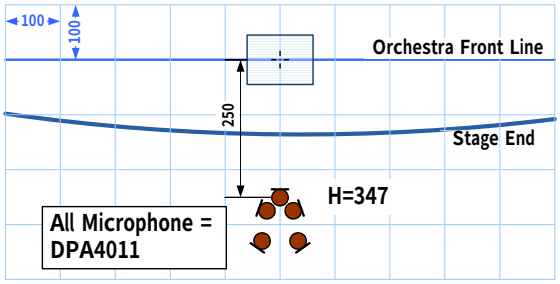


図２　INA-5　セット図

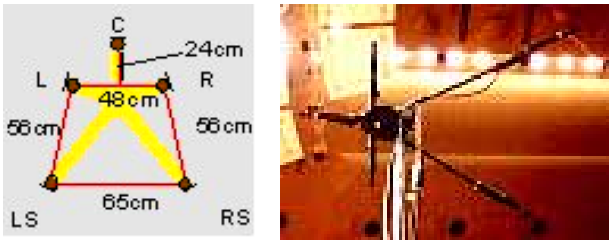


図３　INA 寸法と実際の配置

2･2･3　Omni8

(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ンジであり、最小限のマイクで豊かなサラウンド音場を収録しようという狙いで構成されています。

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、その中央に双指向性マイクが配置されます。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が得られます。この指向性の向き（正相）は、オーケストラの中央部・適切なエリアを狙うように 40 度下向きに設置しています。

リアチャンネルには、フロントのマイクから客席方向に 4m 程度の距離を取った横幅 2m の単一指向性ペアを後ろ向きに設置することが推奨されています。

しかし、フロントとの音響空間的な繋がりを得るために全指向性マイクのペアを使用するケースもあり、今回の実験ではフロントから 6m ほど距離を取って全指向性のリアマイクがセットされました。

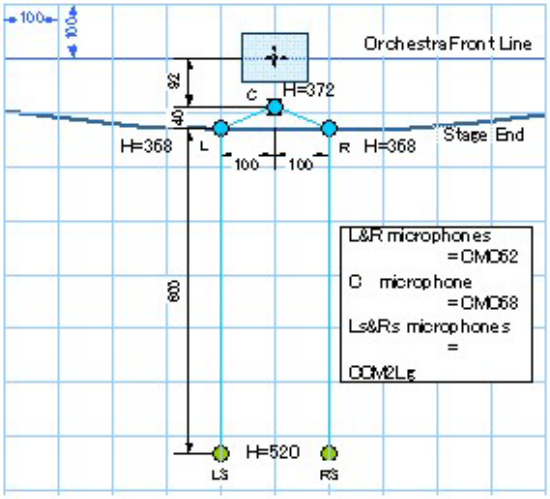


図4 Omni8 セット図

写真5 Omni8 マイクセッティング

2･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よう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す。

Side マイクとしての双指向性マイクは1本で前後の Side マイクを兼ねるため、2 本の前･後の単一指向性マイクと合わせて計３本のマイクで 4ch 分の信号を得ることになります。

Double-MS はコンパクトさと回線数の少なさ（マイク 3 本分）という点で現場での作業効率が良いため、サラウンド・ロケーションなどに活用されるマイクアレンジです。

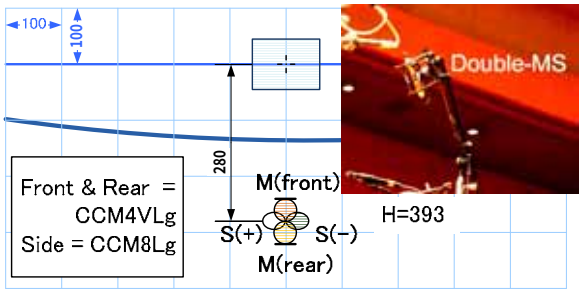


図5 Double-MS セット図

2･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る Holophone 社の製品、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、ジャンルを問わず使用されているマイクで、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います。

H2-Pro は 8 個のマイクにより 7.1ch の収録まで対応していますが、今回は 5.0ch 分に対応するマイク出力のみ使用しました。クラシックに使用する例はあまり聞かないものの、ポピュラーなワンポイントマイクとして他との比較のために設置しました。

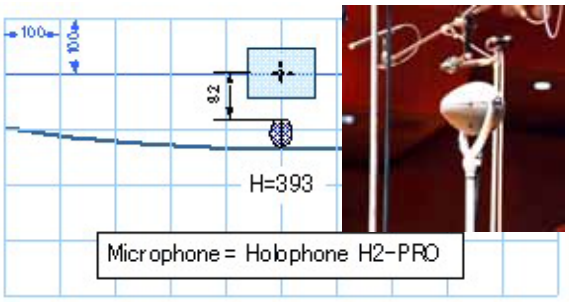


図6 Holophone H2-Pro セット図

2・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ました。2 本のステレオペアマイクと比べると、中央に配置されるセンターマイクによって、定位を安定させることができるのです。

これはサラウンド再生環境におけるセンタースピ

ーカーの役割とも合致するため、このようなステレオレコーディングで培われた 3ch マイクアレイを、サラウンドでの〝フロント・マイクアレイ〟として使用する手法が良く見られます。

サラウンド・サウンドを得るためには、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）を収録するための、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ため、これまでに培ってきたステレオレコーディング手法を応用できる点で、比較的とっつきやすいと言えます。

2･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ものです。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ります。

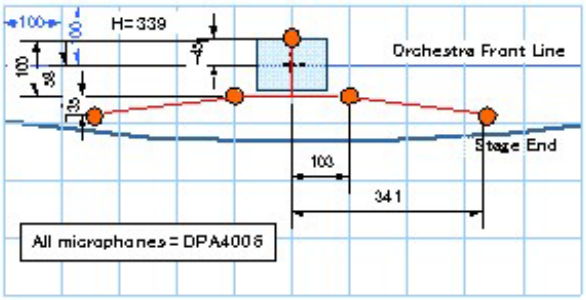


図7　Decca Tree　セット図

2･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の距離は 3m。これも良く知られたステレオ・メインマイクアレンジの一つです（センターマイクに 2 本のマイクを使用する 4 本バージョンがホール等でも良く見られます）。「3 本の全指向性マイク」の構成なので、Three Omni-directional Microphones（略称 3-Omni）と呼称しました。

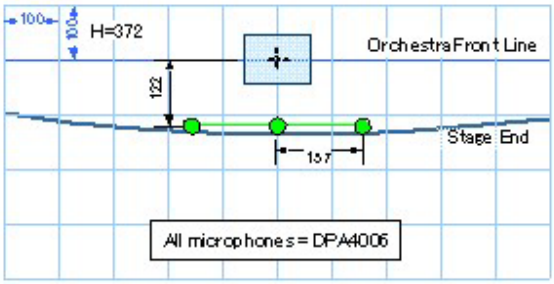


図8　3-Omni　セット図

2･3･3　Five-Cardioids

3ch マイクアレンジでは、フロントの L-C、C-R 間の中間定位がやや不安定になる傾向があります。

そこでこの Five-Cardioids では L-C、C-R 各々の中間にマイクを置くことで定位再現を安定させています。5 本の単一指向性マイクを 2m 間隔で 5 本、横一直線上に並べたマイクアレンジのため、ステージに拡がるレコーディングエリアを均等にカバーできます。

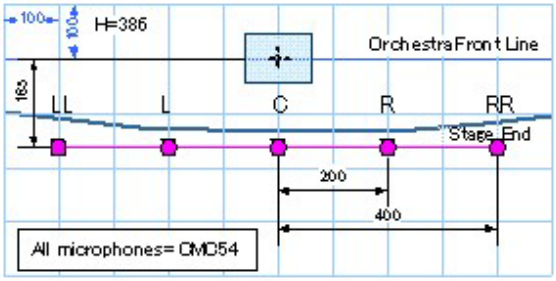


図9　5-Cardioids　セット図

2・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

ることが望ましく、そのため、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しているものが殆どです。

同じマイクアレンジ手法でありながら位置の違うものもあり、それらを合わせて計７つのアレイを設置しました。距離の違いによってアンビエンスの印象がどう違うかを検証する材料となります。

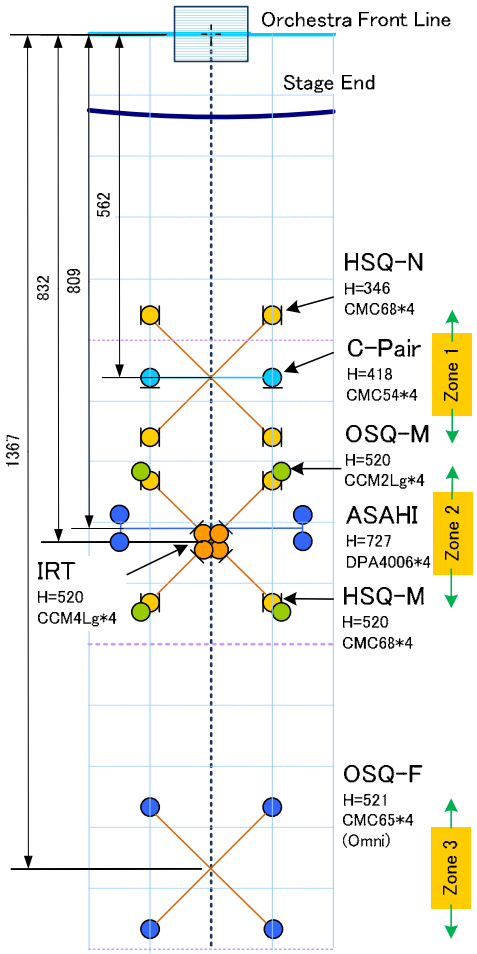


図 10　アンビエンスマイク各種セット図

写真 6　アンビエンスマイクの一部

2･4･1　Hamasaki-Square（HSQ-N/HSQ-M）

4 本の双指向性マイクを一辺が 2m 程度の正方形に配置するアレイで、NHK の濱崎氏により提唱されたものです。

双指向性マイクは横方向から来る音を殆ど拾わないため、指向性の＋側を側壁に向け、ステージに対して横向きとなるように設置します。このことで「ホールトーンだけを収録する」という理想に近づくことができます。

他のアンビエンス・アレイよりもステージに近づけることができる（フロント・マイクアレイとのディレイの影響を軽減する）利点もあります。

2･4･2　IRT-Cross

ドイツの IRT 研究所によって提唱された単一指向性 4 本の小さなスクエアです。一辺が 30cm を下回るコンパクトなアレイで、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す。

定位表現に優れ、音源の移動感なども表現し易いマイクアレンジだと言えるでしょう。

2･4･3　Omni-directional Microphone-Square (OSQ-M／OSQ-F)

略称Omni-Squareと呼称します。Hamasaki-Squareと同様に 2m 四方のスクエアで、マイクは全指向性を使用しています。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 種類を想定しており、特に OSQ-M は、比較のために HSQ-M と同じ場所に置いています。

2･4･4　Asahi-Method

収録会場となったザ･シンフォニーホールは大阪の朝日放送が所有するホールであり、Asahi-Method と呼称することにしたこのアンビエンス･アレイは、同社のエンジニアによって、現場的･実践的なアプローチで研究され完成しました。その意味ではこのホールにおけるデフォルト･アンビエンスアレイとも言えるでしょう。

左右それぞれに、ステージ向きとその逆方向に向

けられる 2 本の全指向性マイク（前後間隔：44cm）で構成されます。比較的高い位置に設置してホールトーンを中心に収音するようにします。

2･4･5 Cardioid-Pair

メインマイクに比較的近い位置に、単一指向性マイクのペアを設置しました。今回の実験では Cardioid-Pair と呼称し、他の 4 本のアンビエンス・アレイとの比較を行うためのものです。

３．収録形態と収録システム

3・1 レコーディング･ブースのモニター環境

レコーディング･ブースは、ステージのすぐ裏にある「オーケストラホワイエ」のスペースに、仮設のブースを２つ設けました。

まず、各マイクアレイを理想的な位置に置くため、正確に調整されたモニター環境（スピーカー）を各ブースに置き、マイクアレイも半分に分担して２ブースで並行してモニタリング、収録を行いました。

特に片方のブース（A ブース）はディレクションと指揮者に対するプレイバック部屋として使用するため、収録本番の際には基本的にマイクアレイを（Fukada-Tree に）固定してモニタリングしていました。ここでは、プロジェクトリーダーの入交氏がディレクションをし、ステージ上の指揮者とコミュニケーションを取りながら、通常のクラシック・レコーディングと同様の方法で録音を進行しました。

一方の B ブースでは、ある程度自由にモニターできるため、種々のマイクアレイを聴き比べる部屋となりました。このように部屋の役割を分けて、それぞれのマイクアレイの音をチェックしながら録音を行ったのです。

ちなみに両ブースともモニタースピーカーには Dynaudio の AIR-6 を用いており、同機の機能を使った音響特性調整を行って、モニター環境を最適化しています。

写真 7 レコーディング･ブース A& B

3・2 収録システム

収録に用いた MTR はデジタルオーディオワークステーションの定番 ProtoolsHD3 で、計 98 本のマイクロフォンを 96kHz/24bit で 98 トラックのマルチ同時収録を行っています。

マイクの音質に少なからず影響を与えるヘッドアンプについては、実験の性質上メインマイクは全て同じ HA を用いました。

「数が揃う高品位 HA」として、STUDER 社の小型ミキサー卓 962 を計 7 セットも用意して HA を使用し、Insertion 出力より Protools のアナログインプット(192I/O)に入力しました。（ピックアップマイクについてはホール音響室のレコーディング卓（SSL4000G）の HA を使用）

４．同時開催された見学会・セミナー

この壮大な収録実験に際し、我々関係者だけの実施で終わらせるのではなく、全国のエンジニア、メーカーその他関連の方々にも、貴重な経験を共有し

てもらい、今後の参考として頂きたい…。その思いから、今回の収録セッションではサラウンド普及・制作推進のための活動の一環として「実験収録見学会」と「サラウンド基礎セミナー」を併催しました。

音声エンジニアや音響機器メーカーの方々を対象に、実験収録セッションの一部始終を自由に見学してもらおうという企画でした。

また若手エンジニア向けのセミナーではパイオニア㈱の沢口氏を講師に迎え、サラウンド番組の現状とノウハウを解説していただき、また東京藝大の亀川氏による実験収録で使用したマイクアレイの解説も行いました。

関係者口コミの形ながら、見学公開した 2 日間で、全国から 100 名を悠に超える見学者が来場されました。

見学会は実際にホール客席で生の音を聴き、マイク位置を確認した後、レコーディング・ブースではマイクを通した音を聴くことができるという、とても有意義な見学会になったと思います。特に B ブースでは、見学者にもマイクアレイを自ら切り替えてモニタリングしてもらい、フロントとアンビエンスのアレイの組み合わせを試す、といった機会も提供できました。またセミナーも、会場の座席数の都合から申し込みを制限するほど活況で、皆さん熱心に聴講されていたのが印象的でした。

写真 8　満員のサラウンド基礎セミナー

5．マイクアレンジ総括

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、今回のプロジェクトでは、マイクアレイの位置決めを含めて複数のエンジニアの「感性」に従って決定されています。

各マイクアレイのベスト･パフォーマンスを引き出すことで、マイクアレイの芸術的な音楽表現力についての比較・検討が可能となります。

入交氏の文章にもありますように、今回は演出上サラウンドを意識した楽器配置を行っており、このような楽曲に対する各マイクアレイの「意外」な長所・短所も垣間見えてくる実験収録だと言えるでしょう。オーケストラのサラウンドマイクアレンジについて、様々な視点で検証する良い機会になりました。

今回の実験収録の音源素材については、AES 日本支部より DVD/DVD-Audio の形で頒布される予定です。この音源素材は、今後より多くの検証・研究、そして何よりもサラウンド収録・放送に挑戦する全国のエンジニアの皆様にとって役立つものとなることでしょう。

当実験収録プロジェクトをきっかけとして、より多くのサラウンド・コンテンツが制作されていくことを期待しています。

参考文献

- サラウンド制作ハンドブック
  沢口真生編　兼六館出版
- Spatial Audio
  Francis Rumsey　Focal Press

筆者プロフィール

三村 将之（みむら まさゆき）

1971 年生まれ。1990 年に九州芸術工科大学芸術工学部音響設計学科に入学。1996 年に同大学院卒後、讀賣テレビ放送株式会社に入社。制作技術部門の音声担当として、スタジオ・中継・ロケなど様々な番組の音声技術を担当。

2003 年の地上デジタル放送開始直後より、サラウンド番組の制作に積極的に関わる。音声エンジニアのサラウンド技術の情報交換の場、「関西サラウンド勉強会」を主催。AES 会員。

AES 日本支部サラウンド収録実験でのミクシングについて

AES Fellow Member
深田 晃

はじめに

今回のサラウンド収録実験の目的は様々な手法の優劣を比較することではなく、ホール空間の中でマイクロフォンが捉える音がどのような印象を与えるのか、あるいはアンビエンスアレーを用いた場合はどのようなバランスが適正であると感じるか、エンジニアの感覚に相関関係があるのかなどについての様々なデータを得ることにありました。

後日このホールで演奏されたサラウンド収録実験素材のミックスサンプルを制作しました。様々な手法がある中のひとつの例としてのミクシングであるのでこのミックスが模範解答という訳ではありません。以下に私自身の考え方、今回のミクシングの手法について解説します。

１．メインマイクについて

ホールのオーケストラ録音におけるサラウンドメインマイクについての私の考え方は、出来るだけシンプルにホールの音響とオーケストラ全体の鳴りをとらえたいという考えを基本としています。

ステレオ録音の場合、ホールの Critical Distance に全指向性マイクをメインマイクとして配置する場合が多いのですが、サラウンド録音であってもホールの音響の最適位置にメインマイクを配置するという考え方に違いはありません。

例えばオーケストラとホールの響きのバランスがとれた最適な場所があったとして、そこに全体の音を収録できる理想的なワンポイントマイクがあればその空間が適切に再現できると考えられます。

ここで問題になるのは、そこで演奏されている「音楽」をどのように捉えるのかという点です。

それは純粋に技術的な問題だけではなく表現の問題を含んでいるからです。「音楽」のどういった側面に重点をおくのかでマイクロフォンの設置の仕方や考え方に違いが生じてくるわけです。

今回の実験では様々なマイクロフォンアレーが設置されましたが、このミックスについては Fukada-Tree をメインマイクとして用いました。 Fukadas-Tree は基本的には大きなワンポイントマイクという発想で考案されたものです。

スタジオ空間で様々なマイクを 5 本用いて、それぞれの指向性を変えて収録しそれを評価してみると、特に前後のマイクに入る音がある程度のセパレーションを持っていないと定位感や透明性に欠ける音になることが分かりました。

そこで単一指向性マイクを 5 本用い前後のセパレーションを確保して、人間の感覚的に弱い横方向のつながりの補正とフロント方向のアンビエンスを収録するために左右に全指向性マイクを用いて 7 本によるアレーを形成する事にしました。（参照：AES Preprint 4540 1997 New York）これが基本型となります。

当初はフロントの 3 本には Decca-Tree のような 3 角形を用いていましたが、フロントの定位の改善のためにセンターマイクを約 20cmL-R のラインから前に出るような位置に修正を行っています。前後のマイク位置に関しては不自然なディレイを感じない 3.0m 以下の距離にしています。

また、実際の録音では指向性マイクや全指向性マイクといった区別ではなく適切なセパレーションがとれる方法（例えば高域に指向性を付加するボールなどを付ける、あるいは高域方向の指向性を持つ全指向性マイクを用いるなど）を選択しています。

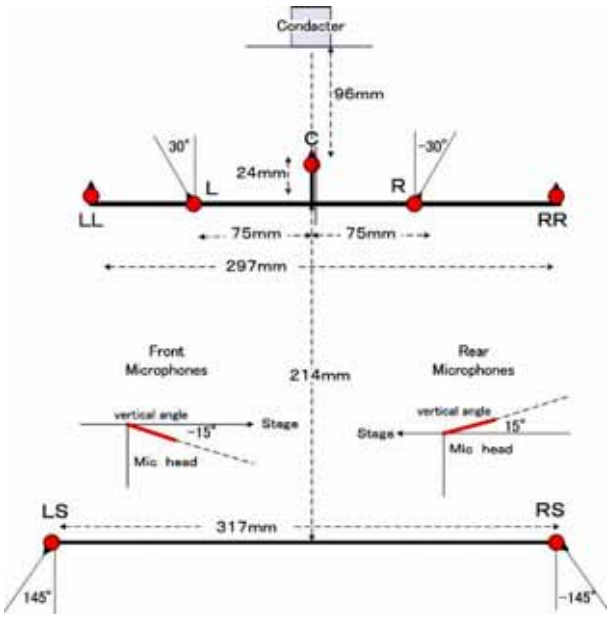
指向性のマイクと全指向性のマイクを理論的に比

較すると、指向性マイクは間接音レベルが 4.8dB 下がるのでセパレーションは良くなります。また、低音域のエネルギーは全指向性マイクの方が豊かに収音できます。

ただ、マイクロフォンの特性は理論で示されるような単純なものではありません。今回はオーケストラのスケール感を表現するために前方の L,C,R は高域指向性を考慮した全指向性マイク、後方には同じ全指向性のマイクにアコースティクイコライザーを付けてより低域から指向性を持つように工夫して前後のセパレーションとスケール感の両立を目指しました。そして残響音の質感についてはフロントとリアのマイクに相関があるためフロントに対してリアマイクという考えをとらずに 7 本で一つのマイクであるように扱っています。

２．今回のマイクロフォン配置について

今回の実験においては複数のメインマイクロフォンを設置するためおおよそメインマイク位置として適正であろうと思われる位置にメインマイクを設置していますが、論理的に Critical Distance を決定する具体的数値が入手できない事、実際の音を聞いて最適な位置に調整することなどが他にマイクとの関係で不可能であったために今回のマイク位置がベストポジションであると断言する事は出来ません。



今回のマイク位置は、h：340　cm、 マイク間隔 d：150cm、フロント C マイク位置　L-R +24 cm、L,R マイク角度　±60 度です。

図が今回のマイク配置の具体的データとなります。

３．スポットマイクロフォン

スポットマイクロフォンには楽器そのものの音以外に様々な音が入力されます。また、そのマイクロフォンの背面特性によって後方からの音色が影響を受けます。

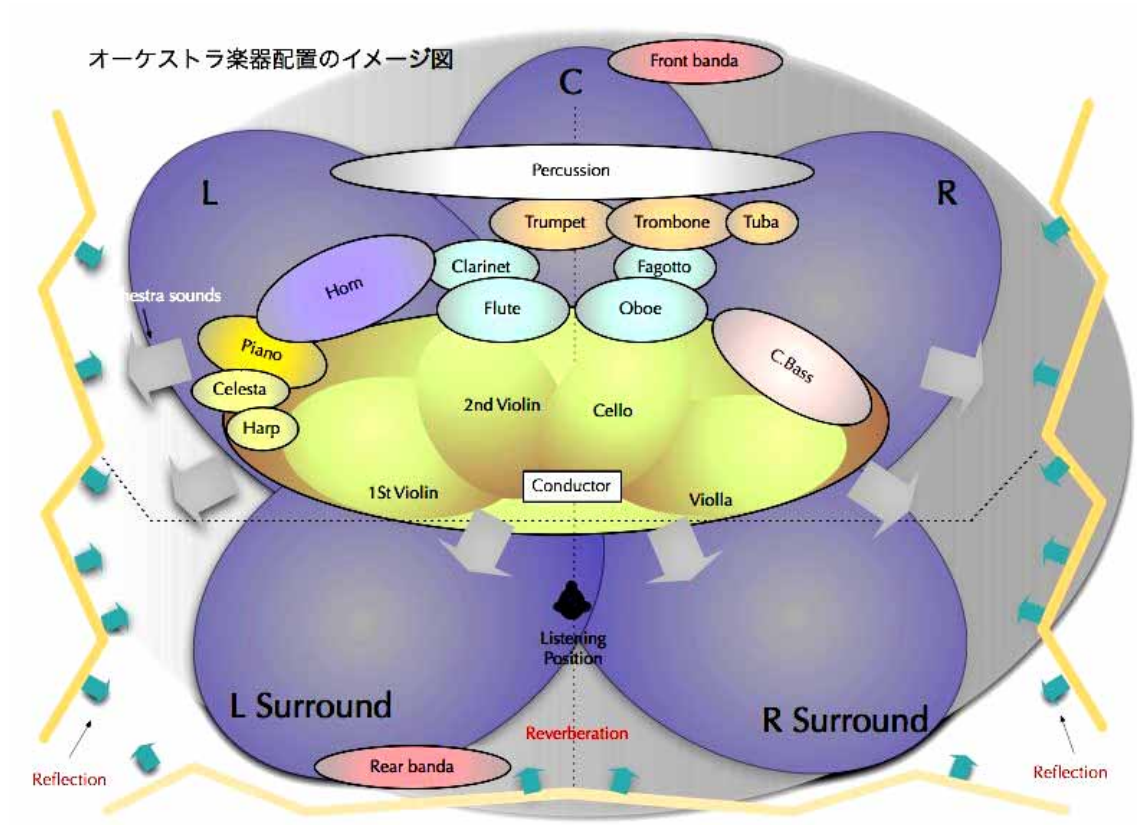
オーケストラの音は空間に発せられたそれぞれの楽器の倍音同士の重なり合いでハーモニーが合成されていると考えられ、それがオーケストラ特有の音色になると思われます。

スポットマイクロフォンの合成ではその音（倍音のハーモニー）が捉えられないため多数の楽器によるアンサンブルの録音にはある程度離れたマイクロフォンを必要とします。

スポットマイクロフォンはメインマイクで捉えられた主音声信号の音色を変えず音楽上必要と思われる楽器バランスや音色バランスを作る為に用います。また、それぞれの楽器とメインマイクの距離、楽器とスポットマイクの距離が異なるためスポットマイクレベルを上げていくと音が２つ聞こえることがあります。そのためスポットマイクには距離に応じたグループごとに適切な長さのディレイを挿入しています。

そして楽器に近接配置されている影響、そのマイクに被る他の楽器の影響などを最小限にする為、EQ による音色処理も行っています。

今回のミックスでは、スポットマイクは音楽上バランス的に補助したほうがよいパート、あるいは定位をはっきりさせたい場合にのみ用いるようにしました。つまり必要のないパートではレベルは 0 であり、あるフレーズで必要なときのみプラスするような使い方を行っています。そしてスポットマイクを用いる場合とそうでない時の全体の音色が変化しないように心がけました。



パンは LCR パンを用い LR によるファンタム音像を今回は用いていません。LCR パンにおいても L と C,C と R 間にファンタム音は形成されます。しかしそれより影響の大きいL とR間のクロストークが減少するためそれぞれの音の定位、解像度は LR パンよりも改善されます。

４．リア音源の処理

今回の実験音源にはリアに配置した楽器が活躍する楽曲を用いています。

メインマイクのみでその音を確認するとやや位置関係が不明確になり後方で演奏されてはいるが、不明瞭な印象を受けました。実際コンサートホール内では視聴ポジションにもよりますが、リアからの音源は同様に明確な方向性や音質が保たれているとは考えにくいです。コンサートホールの空間は前方ステージから客席に音が拡散していくような構造になっていますので、客席で演奏される楽器音ははっきりとした定位で聞こえるというわけではないのです。

しかし表現としての録音作品を完成させるために（このように聞こえてほしいという作品としてのリアリズムの追求のため）リア楽器用に設置したスポットマイクも少し付け加えるという処理を必要としました。また、リアマイクとの距離差はかなりあるためこのマイクにも適正な値のディレイを挿入する必要がありました。オーケストラの各楽器の位置関係と音像定位についてのイメージを上の図に示します。

５．実際のミクシング手法

前にも述べましたが、ミクシングは演奏の忠実な再現を目指すだけではなく表現も含みますのでここでの手法は私個人の手法であることを最初にお断りしておきます。

1）まず、メインマイクの音を聞き５チャンネルがバランスよく感じられる位置を決定します。これをメインマイクの基本バランスとします。

2）スコアと演奏されている音楽を十分に確認し、

指揮者とオーケストラが実現しようとしている音楽を理解します。

3）各スポットマイクのグループ（弦楽器群、木管楽器群、パーカッション群、ハープ、ピアノ、チェレスタ郡）の楽器バランスや音色を確認します。

4）メインマイクに対してスポットマイクの音をミックスし必要な場合はディレイを挿入します。

5）スコアの大部分についてメインマイクのみで問題がないか多少のスポットマイクが必要かを決定し、そのマイクバランスを「表現上の基本バランス」とします。

6）スポットマイクを追加した場合、そのON-OFF による音色の変化や響きの変化を確認し、必要なら EQ やリバーブを付加します。スポットマイクにリバーブを付加するのはバランスが適正でも響きに変化が起こる場合でこの場合のリバーブは出来る限りメインマイクで捉えられている音に近いものを用います。

7）「表現上の基本バランス」を基に各楽章において必要なマイクがあれば必要に応じて用います。必要のないマイクは出来るだけ用いないことにします。これはマイクを多く用いればそれだけ複雑な音になり、結果として透明感を損なうからです。

最後に

音楽ミクシングの目的は「音楽」をより生き生きとしたものにする事です。音楽は作曲家によって創作されますが、演奏家によってその表情は大きく変わります。オーケストラの場合は指揮者のテンポの取り方、ハーモニーの強弱、ダイナミックスなどでまた新しい「音楽」が創造されていきます。

マイクロフォンを用いてそれらを捉える録音という行為は、そこで完成された音楽を忠実にとらえることという側面と、録音という新たな表現手法で音楽を実現するという二つの意味合いがあると考えられます。

そうして出来上がったものを視聴する人々はまた、それぞれの感受性で再生音を捉えることになります。そういった意味においては「音楽」には完成形というものはないのではないかとも考えられます。

音は生き物であり、それゆえライブの楽しみ、再生の楽しみと広がっていくのではないでしょうか。

今回の収録実験はマイクの配置やアレーに関する実験でしたが、それぞれのデータを分析し、解析していく過程の中で、一つの「音楽」をどのように捉えそれをどのように表現していくのかということを改めて考えさせる重要な機会となりました。

筆者プロフィール

■ 深田 晃 （ふかだ あきら）

作曲活動の後、CBS/Sony 録音部チーフエンジニアを経て1991 年から NHK 放送技術局勤務。現在コンテンツ技術センターチーフエンジニア、CD 制作及び TV 番組制作に関わる。ドラマ、ドキュメンタリーなどの音楽録音や各種番組のテーマ音楽録音また、N 響コンサートなどでのオーケストラレコーディングを主に担当。

1996 年以降はサラウンド音響について研究をはじめ 1997 年のニューヨークでの AES コンベンションで「Fukada Tree」を発表、以降多くのサラウンド番組制作を行っている。またドイツ、カナダ、アメリカ、中国などでも講演を行っている。

AES（Audio Engineering Society） Fellow Member

IBS 英国放送音響家協会会員

AES 日本支部 オーケストラのサラウンド収録実験

オーケストラのサラウンド収録用マイクアレイの主観評価

東京芸術大学 音楽環境創造科
亀川 徹

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ます [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ます。

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ましたが、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は、1 回の実験につき一人の被験者でおこなわなければなりません。そこで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いました。

本稿では、それらの結果について報告します。

２．試聴実験の方法

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ました。（以下括弧内の略称で表記。）

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)

各アレイの位置の詳細については、別稿を参照してください。

また各アレイにおけるマイク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ます。

評価実験は、MUSHRA (MUltiple Stimuli with Hidden Reference and Anchors) [7] と呼ばれる手法を参考にしました。

これは被験者が複数の音を自由に切り替えて比較し、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いますが、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比較試聴できるようにしました。

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ました。（括弧内は略号）

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’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、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’を提示しました。

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いました（図 1）。

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 に適合しています。再生は ITU-R.BS775 [8] に基づいた 5 台のフルレンジスピーカー（Genelec 8050）を用いました。

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 に設置しました。なお今回の実験では LFE 用の信号は用いていません。

被験者は学生 13 名、音響の専門家が 9 名計 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ました（図 2）。

それぞれの評価語ごとにスライダーに割り当てられる音源はランダムに変更し、被験者はどこにどのアレイが割り当てられているかは分かりません。

図 1．視聴実験の様子。音響透過スリーンの背面に 3 本のスピーカーが配置されている。

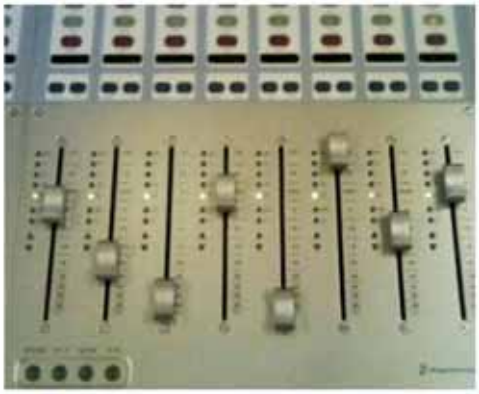


図 2.アレイの印象評価に用いた 8 本のフェーダー

実験にはそれぞれ以下の特徴をもった 3 種類の楽曲を用いました。

1. モーツアルト作曲「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（小編成のブラスバンド）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ます。

３．実験の結果と分析

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図 3、4、5 に示します。

図の囲み線は 95%信頼区間による等質化グループを示します。

図 3 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ましたが、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ます。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ます。

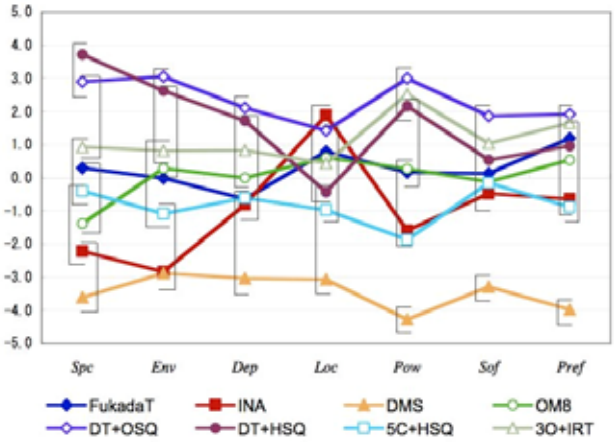


図 3．各アレイの評価の平均値（「フィガロの結婚」）

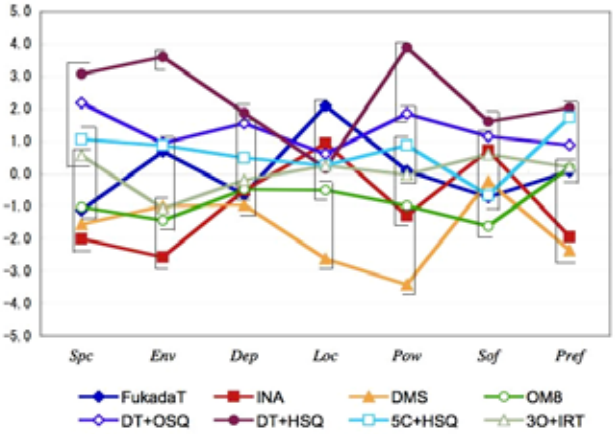


図4．各アレイの評価の平均値（「ローマの松」）

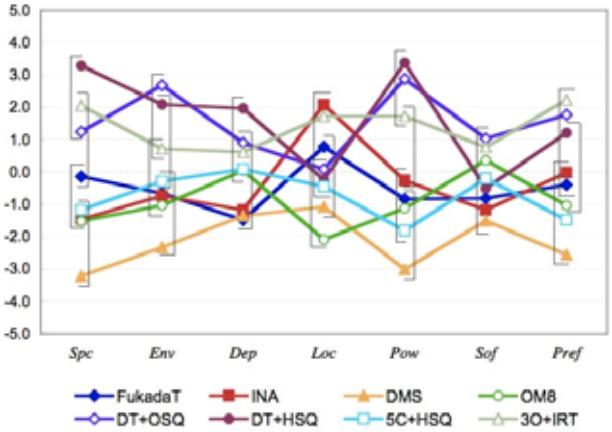


図5.各アレイの評価の平均値(「ウエリントンの勝利」)

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）をフロントアレイとして、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'の場合のみでした。

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'で有為差が見られました。

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、「フィガロの結婚」の'包まれ感'では OM8 が、また「ウェリントンの勝利」の定位感で INA がそれぞれ高得点でしたが、それ以外では有為差は見られませんでした。

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) を用いて分析しました。

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す。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、相関のアレイ同士を類似度が高いと考えました。

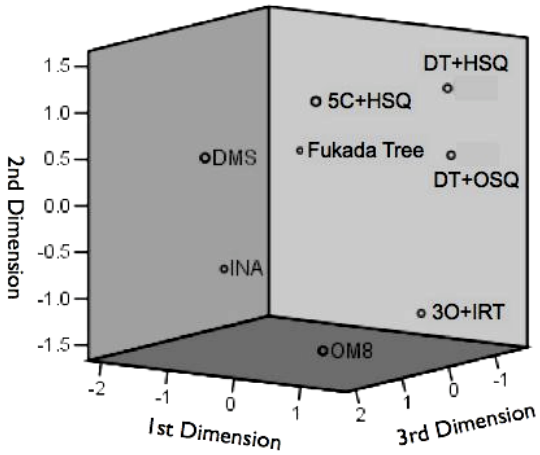


図6．8 つのマイクアレイの類似度の
3 次元空間配置（フィガロの結婚）

図 6 は「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したものです。3 次元配置の図は紙面では位置関係がわかりにくいので、2 次元に変換したものを図 7 に示します。

図より同じデッカツリーをフロントに用いている DT+HSQ と DT+OSQ の距離が近い事から、それらの印象が類似していることがわかります。

一方、同じ Hamasaki Square 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ます。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ます。

同様に図 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します。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ます。

「ウェリントンの勝利」の場合（図 9）、バンダ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ります。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すが、他の 2 曲と比較して FukadaTree と INA が近いのが特徴的です。

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考えられます。

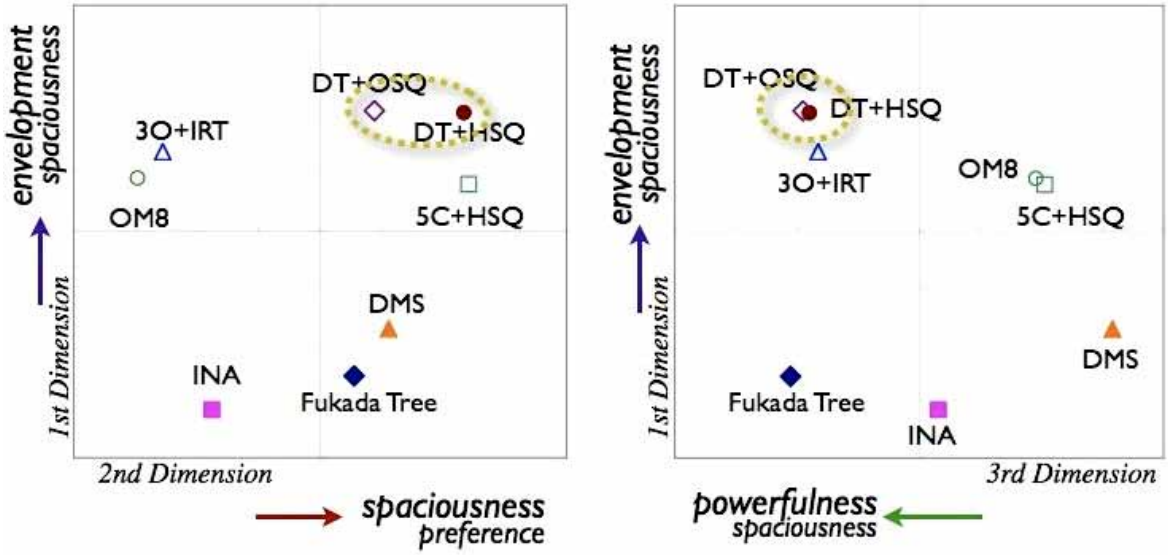


図 7. アレイの類似度の空間配置。（フィガロの結婚）

1 次元と 2 次元を左、1 次元と 3 次元を右に記す。

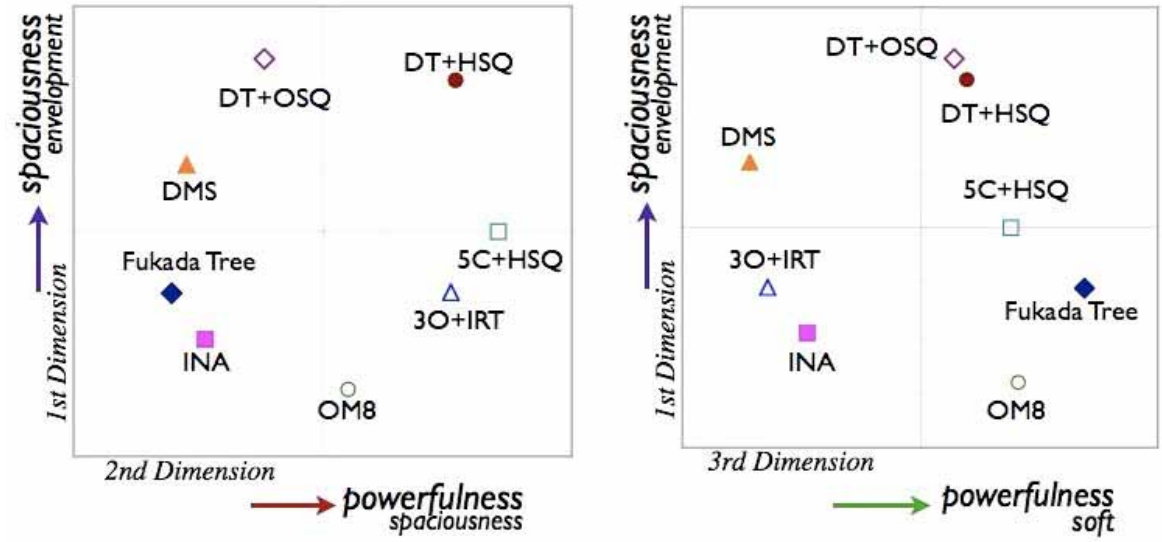
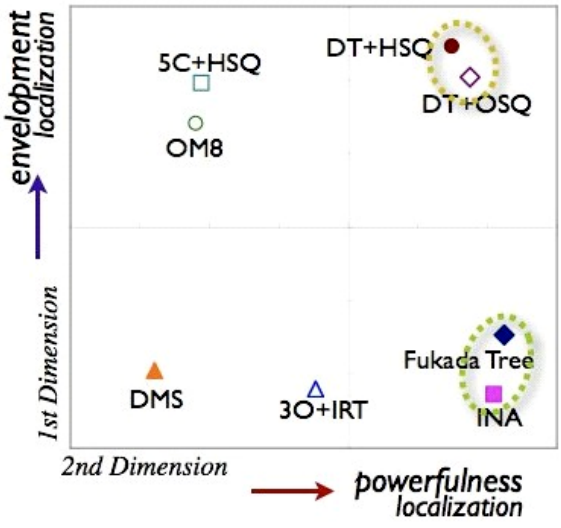


図 8. アレイの類似度の空間配置。（ローマの松）

1 次元と 2 次元を左、1 次元と 3 次元を右に記す。



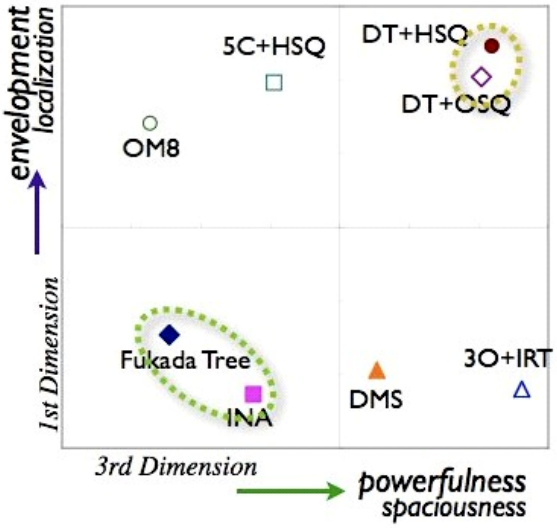


図 9．アレイの類似度の空間配置。（ウェリントンの勝利）

1 次元と 2 次元を左、1 次元と 3 次元を右に記す。

3.3．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）を求めました。

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 値としました。

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ます。

また LFC は試聴位置に全指向性マイクと双指向性マイク（横向きに指向軸を向ける）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’などの空間の印象に関係しています [9]。

図 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します。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ています。

また LFC は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ますが、一方で印象評価では‘広がり感’が少ないとされた DMS の LFC が高く現れています。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ます。

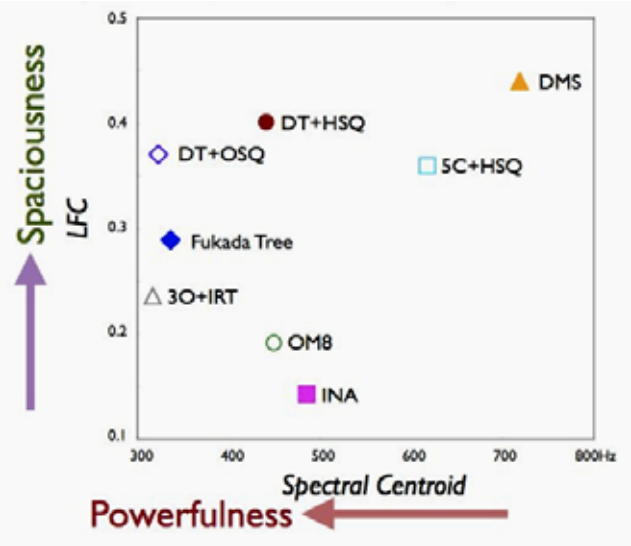


図 10．IR から求めた各アレイの SC と LFC の関係

図 11 と図 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ました。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ますが、それらの値は曲によって異なっています。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’とも相関が高くなっていますが、一方「ローマの松」の場合は‘迫力’も-0.3 とそれほど高くはありません。

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くなっています（図 12）。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ます。

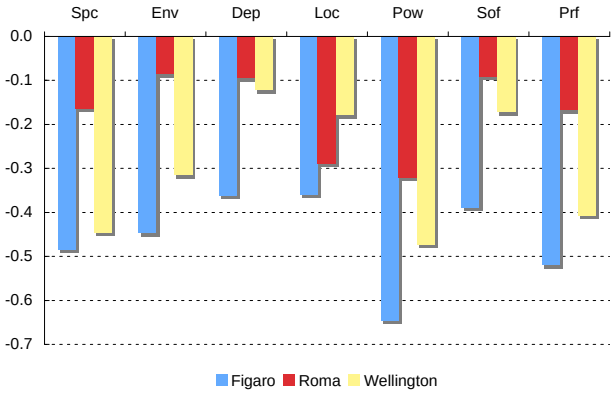


図 11．SC と各アレイの評価との相関

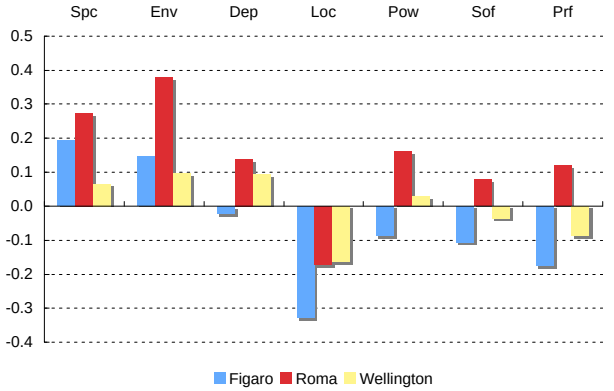


図 12．LFC と各アレイの評価との相関

4. まとめ

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 MUSHURA の手法を参考にした試聴実験によって検証しました。

実験結果より、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ました。しかしそれらの違いは曲によって異なっています。

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ました。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ようです。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ます。

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ました。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ました。

音楽の種類の違いはマイクアレイの嗜好に影響していると言われていますが（10～12）、今回取り上げた 3 種類の楽曲においても同様の結果が得られています。

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ます。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ものの、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ました。

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きます。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た印象を問う事は大変難しいです。

今回の実験では、側方エネルギーやスペクトル重心によって、‘包まれ感’や‘迫力’が判断されているこ

とを推測しましたが、今後は音楽の時間変化による印象の違いなどもふまえて、様々な検討をおこなっていきたいと考えています。

5. 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 110th Convention Amsterdam Preprint 5336, 2001

[3] Michael Williams and Guillaume Le Dti,. “MULTICHANNEL MICROPHONE ARRAY DESIGN” 108th 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 if Three Frontal Microphones Used in Multi-channel Stereophonic” AES 28th International Conference Pitea, Sweden Proceedings, 2006

[7] Recommendation ITU-R BS.1534-1: Method for the subjective assessment of intermediate quality level of cording systems , 2001-2003

[8] Recommendation ITU-R BS.775: Multichannel stereophonic sound system with or without accompanying picture. International Telecommunication Union , 1993

[9] 羽入「室内音響指標」日本音響学会 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

筆者プロフィール

■ 亀川 徹 （かめかわ とおる）

1960年滋賀県に生まれる。1983年九州芸術工科大学音響設計学科卒業後、日本放送協会（NHK）に入局。番組制作業務（音声）に従事し、N響コンサートなどの音楽番組を担当するとともに、ハイビジョンの5.1サラウンドなど新しい録音制作手法の研究に携わる。

2002年10月、東京芸術大学音楽学部助教授に就任（2007年度より准教授）。音楽環境創造科と大学院音楽文化学音楽音響創造研究領域で音響、録音技術について研究指導をおこなう。

日本音響学会および日本音楽知覚認知学会会員。AES日本支部理事。

サラウンド Web アンケート調査報告

サラウンド･サウンド視聴状況とサラウンド Web への要望

日本オーディオ協会 事務局

1．サラウンドの普及推進活動

日本オーディオ協会では、サラウンド･サウンド方式の解説や最新のニュースをお伝えする「サラウンド Web」（http://www.jas-audio.or.jp/m/index.php）を(社)電子情報技術産業協会（JEITA）の協力のもとに 2004 年 8 月に開設し、サラウンド･サウンドの普及･啓発に努めています。

また、本年 4 月には普及推進部会にサラウンド･サウンドワーキンググループ（主査：渡邉 哲純氏）を設け、放送デジタル化にともなうサラウンド番組の拡大のためのプロモーションなど、サラウンド方式の普及・発展に向けて関連諸団体との連携をとりながら活発な作業を進めています。

2．サラウンドのアンケート調査

サラウンド･サウンドワーキンググループの今後の普及活動に役立て、また、サラウンド Web の内容充実をはかる目的で、本年 7～8 月にサラウンドの認知度やプログラムの嗜好等に関するアンケート調査を実施しました。

調査は一般人から無作為に抽出した 1000 名を対象にしたものと、「サラウンド Web」で協力を呼びかけ 600 名の回答をいただいた 2 種類を実施しました。

ワーキンググループでは間もなく結果をまとめ普及のためのアクションを開始しますが、本稿では、サラウンドに関心をお持ちと考えられる皆様から寄せられた「サラウンド Web」でのアンケート調査結果から抜粋し、回答にご協力いただいた皆様への御礼をかねた速報とさせていただきます。

3．アンケート調査から見えるもの

（1）「サラウンド Web」での調査ですから、回答者のサラウンド体験率は一般人より高い数字が出ていると考えられます。

（2）今回のアンケート調査により「サラウンド Web」を利用いただいている方々のプロファイルが見えてきました。30 台､40 台の男性が中心（62%）のユーザー像です。女性の利用者は少ない（5%）状況です。

（3）本ホームページに対する感想は「参考になった」75%、「物足りない」17%、「難しい」8%、でした。

（4）本ホームページを知ったのは「他のホームページのリンクより」55%、「JAS 会員連絡による」22%､「yahoo などの検索エンジンから」12%です。

（5）「サラウンド Web」を訪れた目的は以下の通りです。ご期待に沿うように「サラウンド Web」内容の充実に努めます。

サラウンドの最新情報	(33%)、
最新技術情報	(22%)、
最新商品情報	(17%)、
放送番組情報	(13%),
最新ソフト情報	(10%)

（6）聴いてみたいサラウンドでは DVD 等のパッケージメディアが 86%で、放送の 50%を上回っています。今後はソフト情報の充実を心がけます。

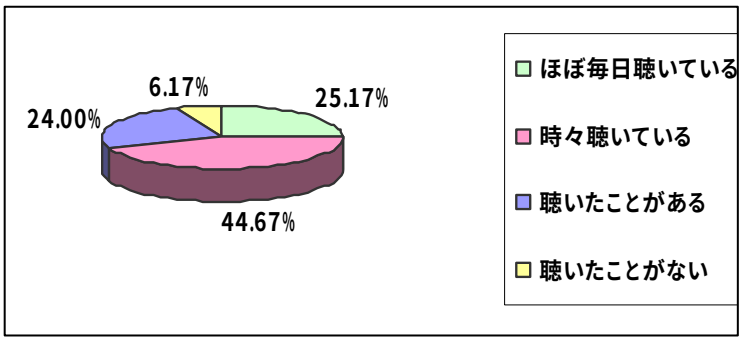
これらの御意見をふまえ、もっと役立つ「サラウンド Web」をめざして内容の更新をはかってまいります。

また、サラウンド･サウンドワーキンググループではサラウンド･サウンドの認知度をたかめ、プログラム・コンテンツの充実をはかるための諸活動を立案中ですので、今後の日本オーディオ協会の普及推進にご期待下さい。

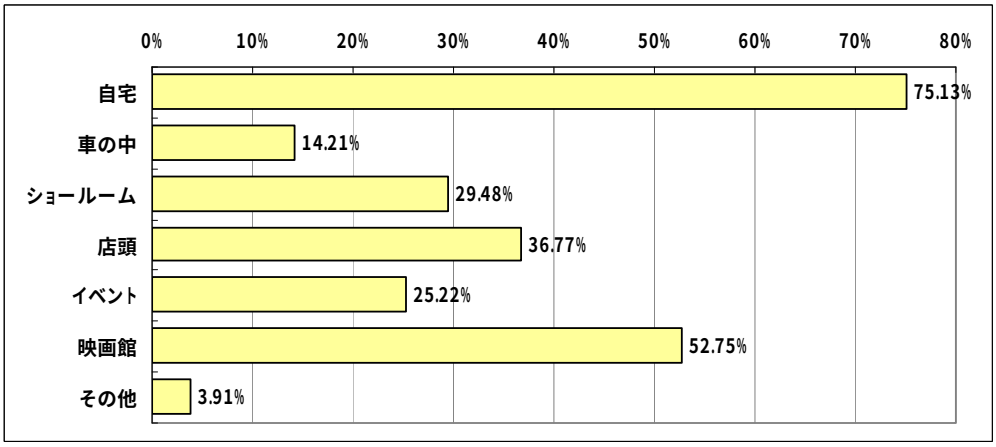
４．「サラウンド Web」でのアンケート回答（抜粋）　　（N：回答数）

4.1 サラウンド視聴の体験

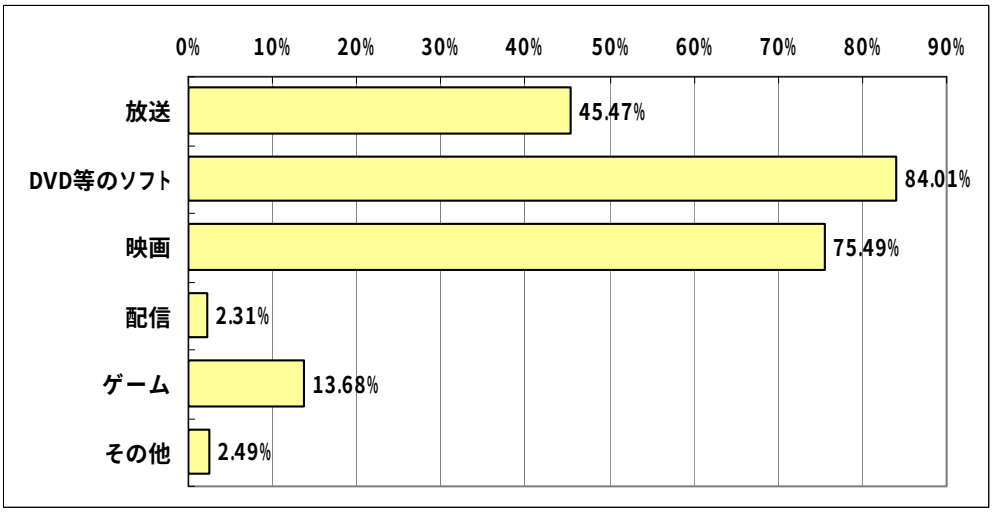
１．あなたはサラウンドを聴いたことがありますか？　N：600



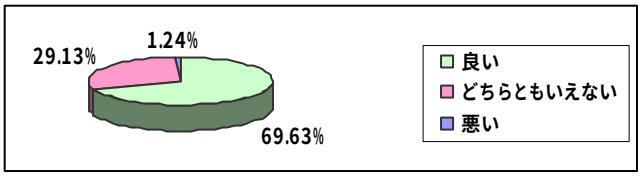
２．あなたはサラウンドをどこで聞きましたか？　（聴いたことが無い人を除く）（複数回答可）N：563



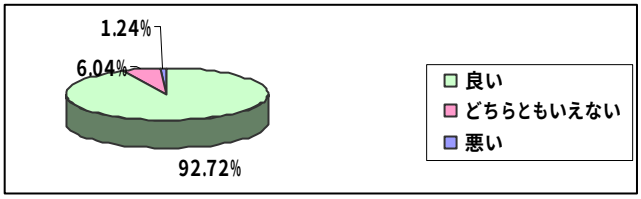
３．どのようなサラウンドを聴かれましたか？　（聴いたことが無い人を除く）（複数回答可）N：563



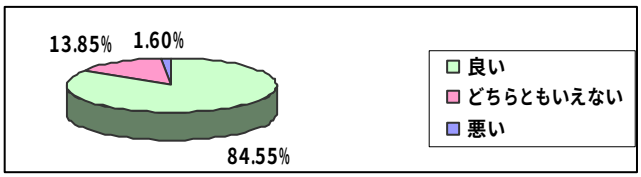
4a．サラウンドをお聴きになっての印象で「感動」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



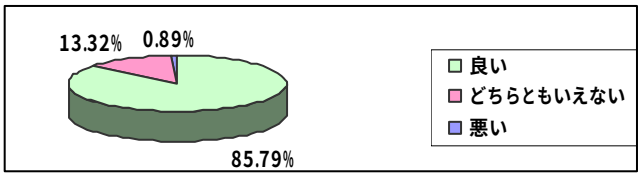
4b．サラウンドをお聴きになっての印象で「臨場感」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



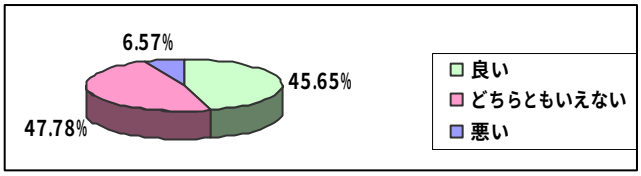
4c．サラウンドをお聴きになっての印象で「立体感」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



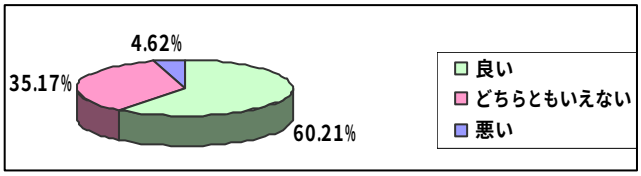
4d．サラウンドをお聴きになっての印象で「迫力」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



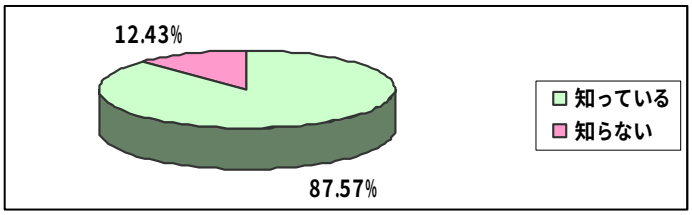
4e．サラウンドをお聴きになっての印象で「音質」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



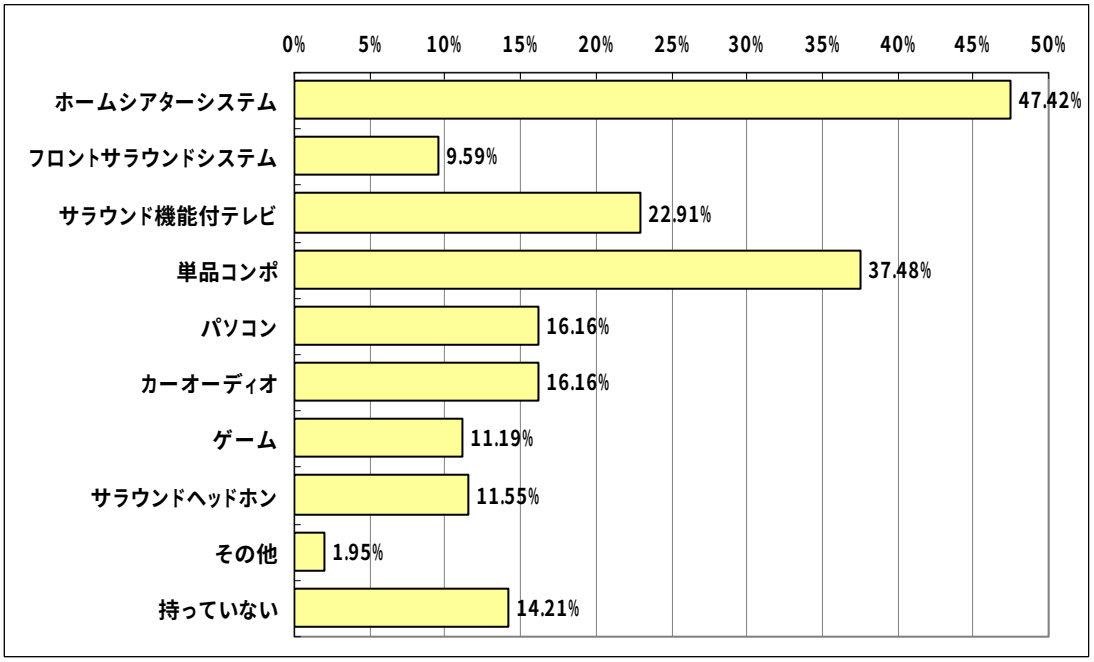
4f．サラウンドをお聴きになっての印象で「重低音」は？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



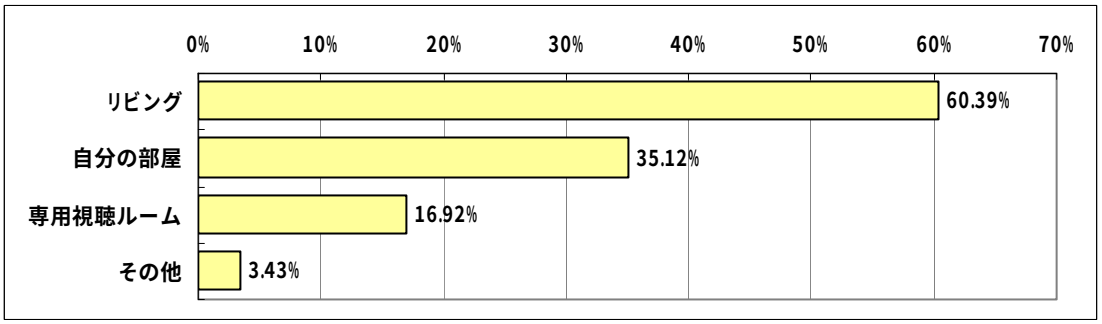
5．フロントサラウンド方式があることをご存知でしたか？ （聴いたことが無い人を除く）N：563



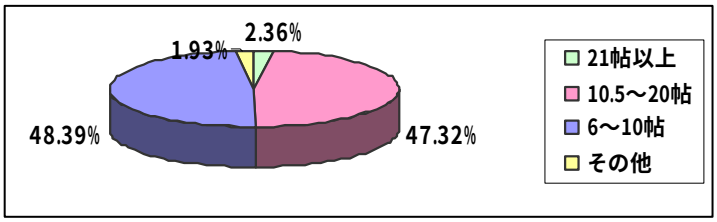
6．お持ちのサラウンド再生機器は何ですか？ （聴いたことが無い人を除く）（複数回答可）N：563



7．サラウンド再生機器はどこに設置していますか？ （該当者対象）（複数回答可）N：467

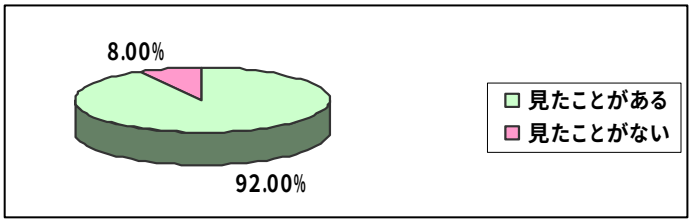


8．サラウンドを設置している部屋の広さは？ （聴いたことが無い人を除く）N：563

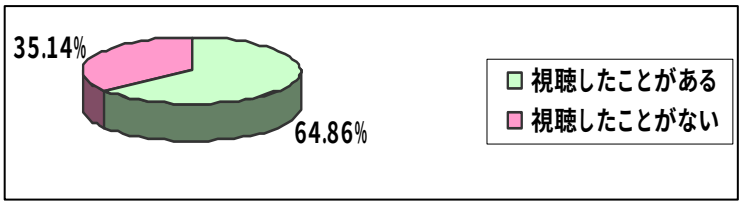


4.2 デジタルテレビ放送とサラウンド視聴

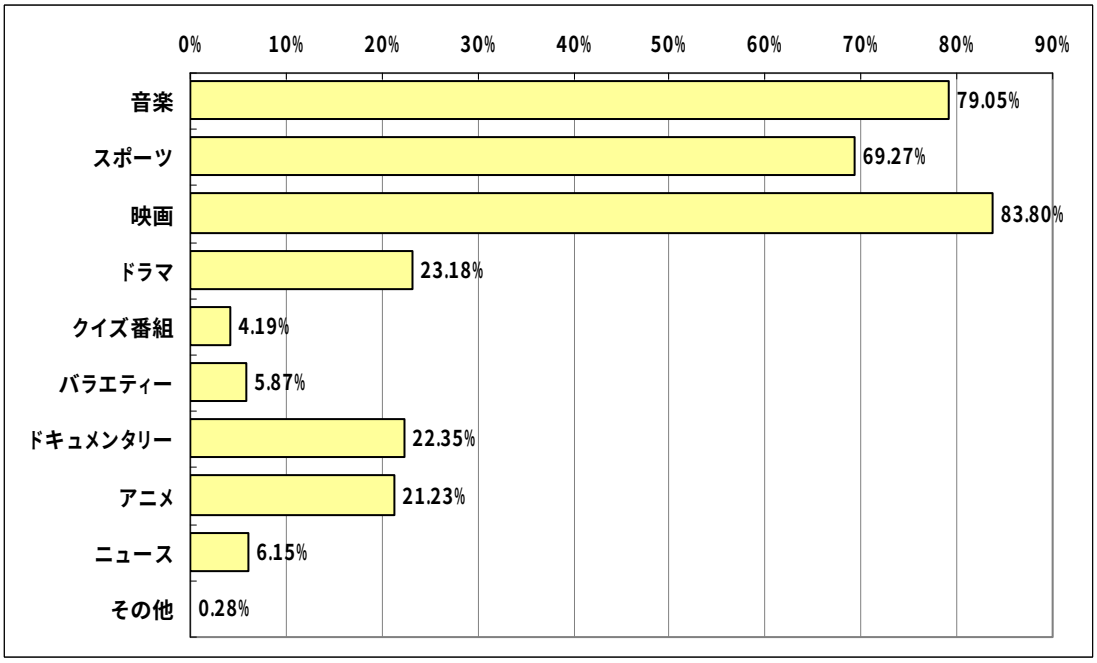
9．デジタルテレビ放送を見たことがありますか？ N：600



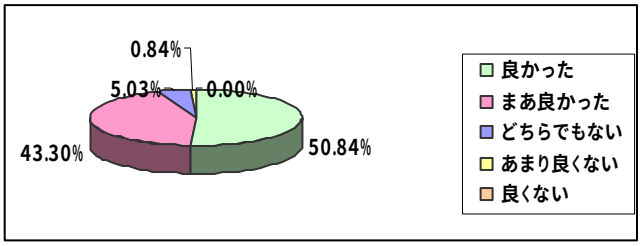
10．デジタルテレビ放送をサラウンドで視聴したことがありますか？ （該当者）N：552



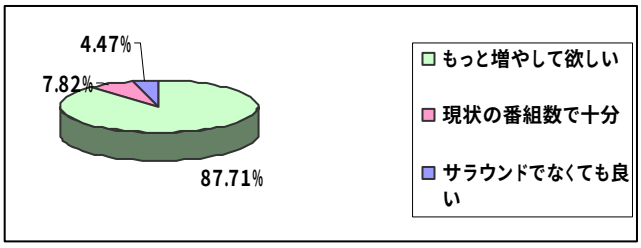
11．デジタルテレビ放送をサラウンドで視聴した番組は？ （視聴した人）（複数回答可）N：358



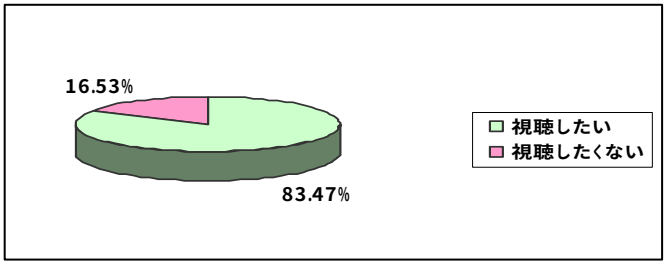
12．サラウンドで視聴した番組の感想は？ （視聴した人） N：358



13．サラウンドの番組数についての要望は？ （視聴した人） N：358

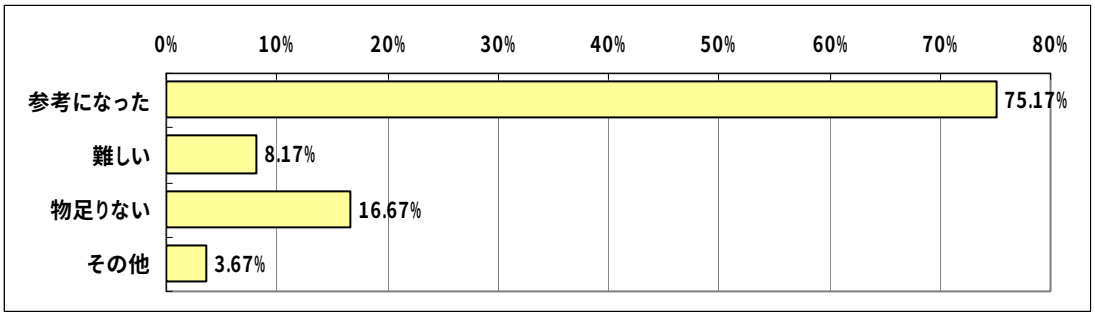


14．デジタルテレビ放送をサラウンドで視聴してみたいですか？ （体験の無い人） N：242

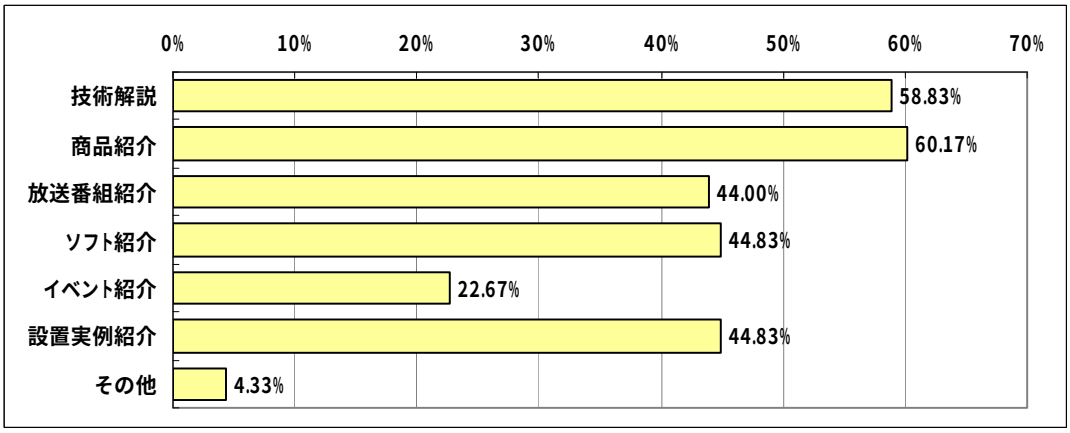


4.3 サラウンド Web について

15．「サラウンド Web」をご覧になっての感想は？ （複数回答可） N：600

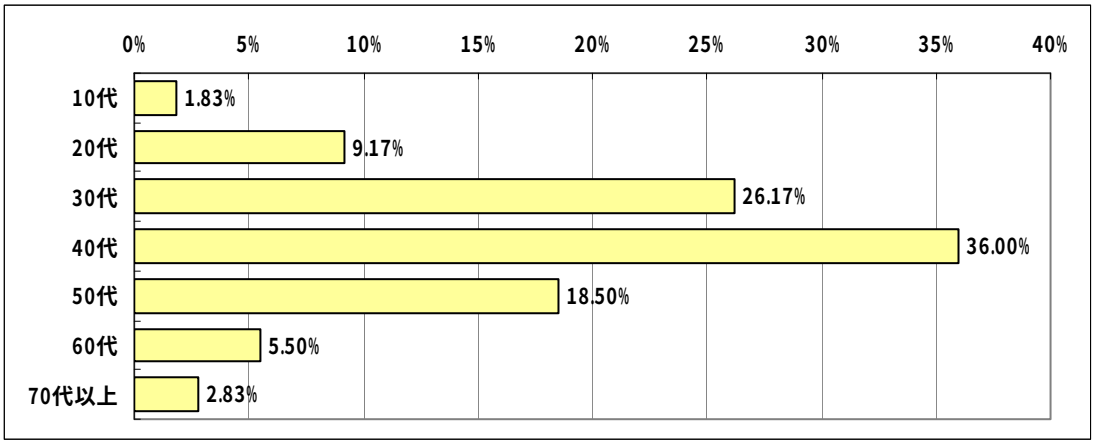


16．「サラウンド Web」に期待する内容は？ （複数回答可） N：600

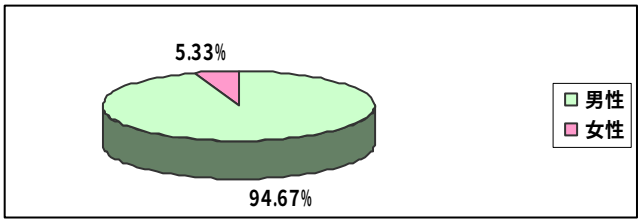


4.4　回答者の年齢・性別

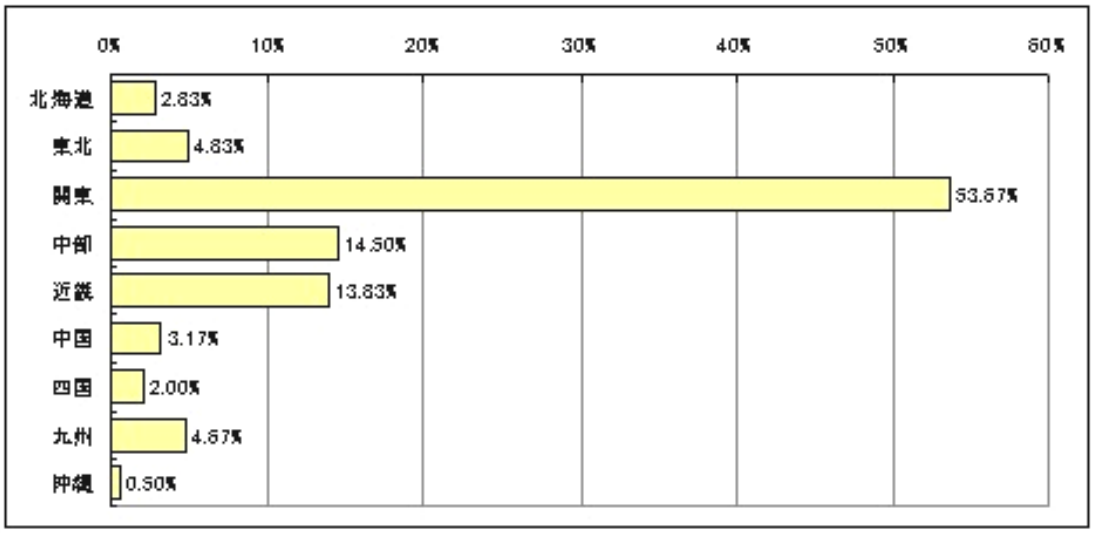
17．ご回答者の年齢は？　　N：600



18．ご回答者の性別は？　　N：600



19．ご回答者のお住まいは？　N：600



「テープ録音機物語」

その 28　第二次大戦後の欧州（5）

阿部 美春（あべ よしはる）

今回もその 27 につづき、戦後 1955 年までに発売された欧州各社の録音機を簡単に紹介しておこう。なお、ブランドと年代別機種はその 24、表 24-3 を参照されたい。

3.9　Nagra (ｽｲｽ) (197) (220) (221) (222)

Studer と並び、スイス時計に代表される精密機械工業を背景にしたスイスメイドで、特筆に価するもう一つのブランドがナグラ(Nagra)である。生まれが Studer のスイス・チューリヒ（ドイツ語圏）に対し、Nagra はスイス・ローザンヌ*1（フランス語圏）であり、まったく趣を異にしたテープ録音機が誕生した。

ナグラの創始者ステファン・クデルスキー(Stefan Kudelski)は 1929 年 2 月ポーランドのワルシャワで生まれた。第二次大戦の勃発で家族はポーランドを離れ、ハンガリーからフランスに逃れ、1943 年にスイスで落ち着いた。

ステファンはジュネーブのカレッジを経て、1948 年にスイス連邦工科大学のローザンヌ校（EPFL）に入学、物理学を専攻する。在学中の 1951 年、彼はローザンヌの自宅で小型、軽量、高音質のポータブル・テープ録音機を製作した。この録音機は彼の母国、ポーランド語から“Nagra”（英語で [It] will record の意味）と名つけられた。**図 28-1** はクデルスキー社のロゴマークである。

NAGRA

図 28-1 Kudelski 社のロゴマーク

最初のモデル、I 型（**写真 28-1**）は、翌 1952 年にはラジオ・ジュネーブが 2 台購入してくれた。さらにラジオ・ローザンヌから受注、5 月には国際的な録音コンテストに出品してラジオ・ルクセンブルグから 6 台の受注があったが、いざ生産品をとなると、外注部品の不良、納期遅延などあって、I 型はプロトタイプにとどめ、設計をし直して(II 型)部品の調達を円滑にすることに成功した。II 型(**写真 28-2**)の生産はローザンヌの西 Prilly に小さな家を借り、従業員 12 名で 1953 年 12 月から始めることができた。

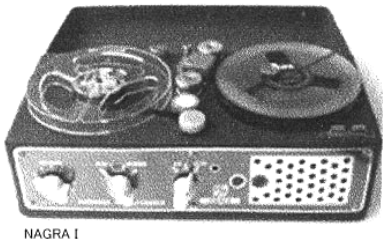


写真 28-1
Nagra I
(1951 年)

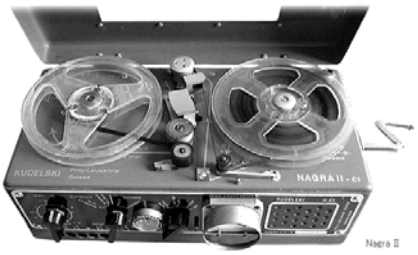


写真 28-2
Nagra II
(1953 年)

II 型の主な仕様を**表 28-1** に示す。

電池駆動の真空管アンプを備え、テープはスプリング・モーターによって 7-1/2 インチ/秒の速さで駆動される。電池寿命は 30 時間であった。

音量指示計、再生用の小型スピーカーをもち、バイアスおよび消去回路はプッシプル接続になっている。録音・再生からの巻戻しは 5 分である。1953 年の終わりには回路がプリント配線となる。

項　目	仕　様
型　式	NAGRA Ⅱ
年	1953
価　格	$620.00 (1956, model Ⅱ C Ⅰ)
トラック形式	フルトラック・モノ
ヘッド	2
モーター	1 (スプリング ドライブ)
リール(最大)	5″
テープ速さ	7-1/2 in/s
周波数特性	±2dB, 50-10,000Hz
ワウ・フラッター	0.3%
テープ速さ精度	0.3%(平均)
SN比	≧50dB
出　力	Hi-Z plus 50 & 5 ohms
スピーカー	小型モニタースピーカー
重　量	5.4 kg

表 28-1　Nagra II 型の主な仕様

1959 年になってナグラ III 型が誕生する(**写真 28-3**)。このモデルは後に名機ともいわれ、カメラやシネレコーダー等の映画関係機器との同期を特徴とし、性能もよく、世界中の放送局や映画会社で多く愛用された。詳しくは後日紹介する。

写真 28-3　Nagra III 型 (1959 年)

ナグラのテープ録音機はその後、数々の名機を生み、IV 型（1969 年)、さらに 1971 年に IV-S 型ステレオ・モデルが登場する。また、1971 年に 3.8mm 幅テープを使用した超小型のオープンリールタイプの録音機 SNN 型を発表、1981 年には 6mm 幅テープ、最大 300mm(11.8”)径スプール、4 速（3-3/4~30 in/s）の可搬形テープ録音機 T-Audio を発表、1992 年にはロータリーヘッド式のメカを使ってデジタルテープ録音機を、さらに DAT 方式のデジタルテープ録音機（Nagra V 型、2002 年）に発展する。

各モデルについては後日改めて紹介する。**表 28-2** に NAGRA テープ録音機の主な沿革(1951-2006)を示す。

(注*1)　ローザンヌ(Lausanne)、スイス・ヴォー州の州都で、フランス語圏に属す。レマン湖の北岸に位置する。レマン湖に沿って約 50km 南西にジュネーブがある。

年	記　事
1951	2月、Stefan Kudelski が Nagra 社をスイスのローザンヌに設立
	Nagra I 型ポータブルテープ録音機を開発
1953	本格的生産は改良されたNAGRA II 型となる
1958	Nagra III 型に改良
1959	イタリーRAI 局からローマ・オリンピック用に100台受注
1960	従業員50人となる
1962	映画に必要なリップ・シンク (Lip Synchronization)
	″NEOPILOT″を開発、III 型に装備
1967	Nagra III 型 生産総数 10,000台となる
1969	Nagra IV 型発売
	新工場 Cheseaux-sur-Laisannne に完成
1970	IV型を改良した4.2型を発表
1971	超小型のSNN型テープ録音機を発表
1971	ステレオ機 IV-S型を発表
1974	IV型を改良した軽量型の放送用テープ録音機
	IS(Ideoten Sicher)シリーズ を発表
1976	ISシリーズ を放送リポータ用に改造したNagra-E 型発表
1978	計測用テープレコーダーNagra TI 型を発表
1981	TI 型のオーディオ版 T-Audio型を発表
1983	プロ用小型VTR Ampex-Nagra VPR-5 を開発
	メキシコ・ワールドカップに100台受注
1984	IV-S に映画用タイムコード(SMPTE/EBU)がついた
	IV-TC 型を発表
1985	T-Audio にも SMPTE/EBU タイムコードを採用
1992	デジタル・テープ録音機 D 型を発表
1995	Nagra-E型はARES-C 型に代わり、テープレスとなる
1998	真空管式アンプを発表、HiFi市場に進出
1999	MOS-FETトランジスタ式パワーアンプ(250W出力)を発表
2000	ARES-C のポケットバージョンARES-Pを発表
2002	DATを採用したNagra V型を発表
2003	ARES-PII 型を発表
	ARES-PII 型の肩掛形ARES-BB を発表
2005	ARES-IIとARES-BB は II+とBB+に代わる
	ミニディスクによる超小型携帯型テープ録音機 ARES-M を発表
2006	Hi-Fi用にCDプレーヤーCD-C,CD-P,CD-T型を発表

表 28-2　Nagra テープ録音機の主な沿革

3.10　Ferrograph (ｲｷﾞﾘｽ) (197)(223)(224)(225)

英国を代表するテープ録音機の会社の一つにブリティシ・フェログラフ・レコーディング社(British Ferrograph Recording Co.,Ltd.後に Ferrogrph Co.Ltd. 以下、フェログラフ社と呼ぶ)がある。

図 28-2 はフェログラフ社初期のロゴである。

図 28-2　Ferrograph 社のロゴマーク

フェログラフ社は最初、水中音波探知機などを作る海軍向け電子機器メーカーであった"The Ferrograph Co.Ltd"の子会社、テープトランスポートのメーカーである"Wright and Weaire Ltd."のそのまた子会社として海軍向けテープ録音装置の製造を目的として設立された。

最初のテープ録音機は 1949 年に製作された。初期の製品 G100/G200 型(**写真 28-4**)は主に英国陸海空軍と英軍放送サービスに納入された。その後はさらに英国放送会社（BBC）にも納入されるようになった。構造的には軍用であったので、コストはさておき、堅牢に作られ、ケースは金属製であった。信頼性の高いテープ録音機として後々まで評価を受けていた。

写真 28-4　Ferrograph G100/200 型　(1949 年)

写真 28-5　Ferrograph Series 2 (1954 年)

国内市場にはプロ用そして高レベルのアマチュア用としてシリーズ２が 1954 年にリリースされた(**写真 28-5**)。以来、このモデルは 1960 年代の終わりまで 15 年間、大きな変更なくシリーズ 6 まで続いた。

表 28-2 にシリーズ２の主な仕様を示す。

シリーズ 2 は３モーター、２ヘッド式可搬形のテープ録音機で、入出力端子の条件から、セミプロ級の部類に置かれるのかもしれない。

項　目	仕　様
型　式	Seriea 2
年	1954
トラック形式	ハーフトラック・モノ
ヘッド	2
モーター	3
リールサイズ	最大8-1/4"
テープ速さ	2 (Original model); 15 & 7-1/2 I;p;s
	2A/NH; 15 & 7-1/2 ips
	2A/N; 7-1/2 & 3-3/4 ips
	2A/NL; 3-3/4 & 1-7/8 ips
周波数特性	±3dB, 50-10kHz @ 7-1/2 ips
ワウ・フラッター	<0.2% @ 7-1/2 ips
SN比	>50dB (200Hz-12KHz)
	>45dB (50Hz-12KHz)
速さ精度	<0.5%
バイアス周波数	53 kHz
真空管構成	3x EF86(6267), 2x EL84(6BQ5)
	ECC81(12AT7), EZ80(6V3)
巻戻し早さ	<1分
オーディオ出力	2.5W, 15Ω
入力レベル	Input 1 3mV.peak, 1MΩ
	I;nput 2; 100mV peak, 100kΩ
スピーカー	Goodman 10"x 6", 15Ω
外形寸法	470x 445x 248mm
重　量	27k;g

表 28-3　Ferrograph Series 2 の主な仕様

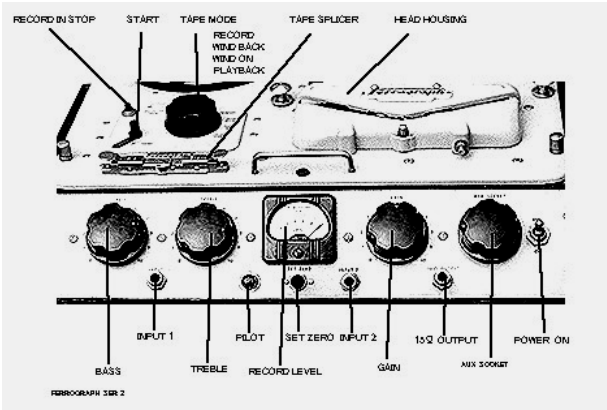


写真 28－6　Ferrograph Series 2 の操作パネル面

写真 28-6 に表面操作パネルの各部表示を示す。アンプ操作パネル中央のレベルメーターは録音モードに切替えられた時だけ、指針はゼロに戻り、録音レベルを指示する。メーターの左側ノッブは最盛時の高音と低音の調整、メーター右側ノッブはレベル(GAIN)調整と外付出力接続のコネクター（オクタルソケット）で、未使用時はダミープラグが差込まれている。テープ操作は３モーター式なので、電気的に、ヘッドハウジングの左側の回転ノッブでモードの選択を、そしてレバー操作でスタートする。

1957 年になって若干の改造が行われてシリーズ 3 になり、そして 1959 年にシリーズ４、さらに 1963 年にシリーズ 5、1965 年に 632 型となるが、いずれも大きな変更はなく、デザイン的にはパネルの色とノッブの形状、メーター等が変わった程度である。1965 年になってようやくステレオモデル 632 型の登場をみるが、基本的には 10 年来の旧態依然としたもので、この頃になるとタンバーグ、リボックス、

写真 28-7
Ferrograph Studio 8
(1974 年)

そして日本製品の台頭でフェログラフ・テープ録音機は衰退の一途をたどることになる。特に日本勢の縦型スタイルはプロ的イメージをもち、水平型になれた一般には新鮮な感じとなって受け容れられた。

1974 年になってようやく、デザインを一新した“The Logic 7”で巻き返しを図るが時すでに遅く、プロへの転向を図ってすぐに”Studio 8”を発売するが(**写真 28-7**)、いずれもフェログラフ社を再起するまでにはならなかった。70 年代に入って、フェ社は Wilmost Breedon グループに吸収されるが、その後の消息は不明である。

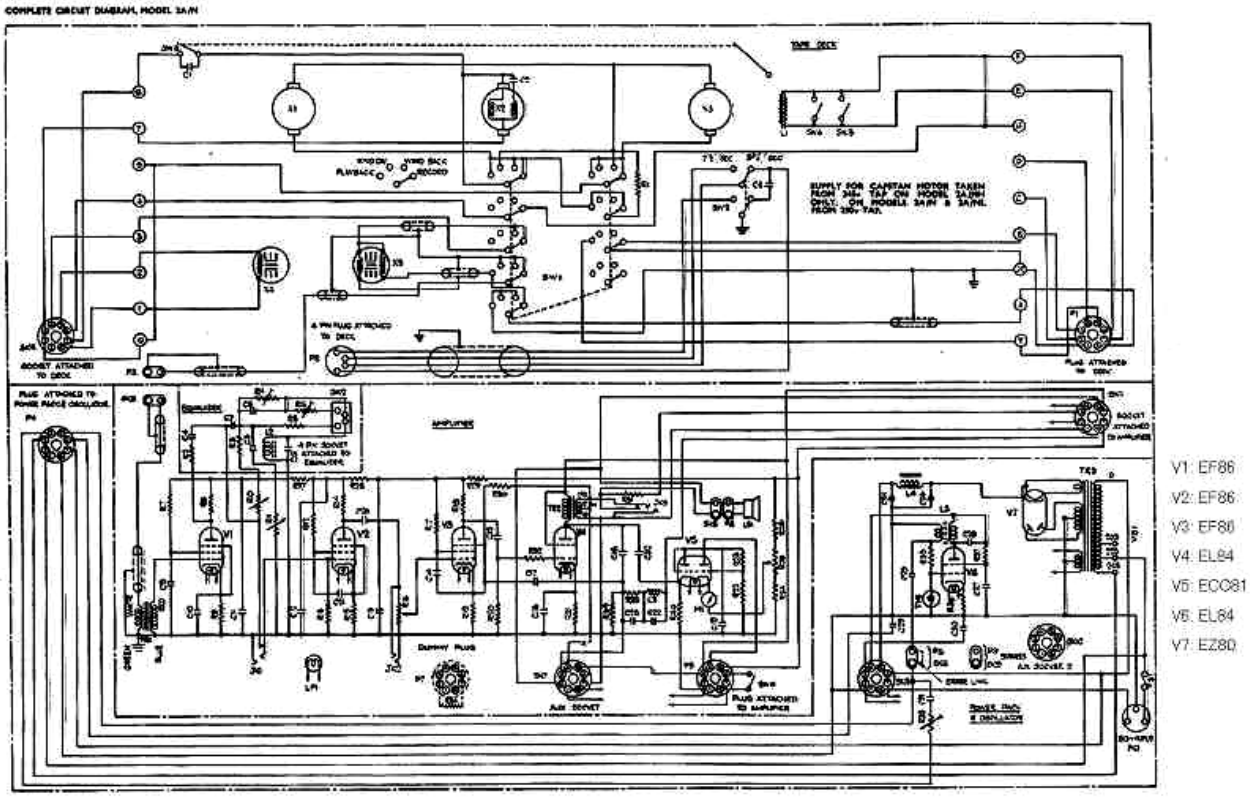


図 28-3　Ferrograph series 2 回路図

3.11　ＭＲＣ社 "Reporter" (ｲｷﾞﾘｽ) (197)

英国 Magnetic Recorder 社の Reporter 肩掛け形電池式のテープ録音機(**写真 28-8**)で、真空管は電池駆動、モーターはスプリング・モーター、巻戻しは手動である。**表 28-4** に主な仕様を示す。

写真 28-8　MRC 社 Reporter (1954 年)

型　式	Reporter
年	1954
モーター	スプリング・モーター
リール(最大)	5″
テープ速さ	7-1/2 & 3－3/4 in/s
周波数特性	±3dB, 80-70kHz @ 7-1/2 in/s
巻戻し	手動 (ｸﾗﾝｸ・ﾊﾝﾄﾞﾙ)
真空管	3本 (standard model)
外形寸法	368x 178x 159 mm
重　量	5.45 kg

表 28-4　英国 MRC 社 Reporter の主な仕様

スプリング・モーターは 7-1/2 インチ/秒のテープ速さで 7 分使用できる。テープ速さ 3-3/4 インチ/秒は調整によって切替えることができる。

テープ駆動機構はレバーで "OFF", "PLAY" と"RECORD" に切り替えられる。録音と再生のモニターは、標準モデルはヘッドホン、デラックス・モデルは出力アンプとスピーカーでモニターできる。

モーターは録音または再生ポジションにレバーがあったときにクランク・ハンドルで巻かれる。電池は 2 個、真空管のフィラメント用 1V と高電圧用(45-90V)が装着されている。価格は米国で標準モデルが $200.00、デラックス・モデルが $237.50 である。レザーケースは付属されている。

3.12　Simon (ｲｷﾞﾘｽ) (197)

サイモン SP2 型は３モーター、２ヘッド式、ポータブルタイプのテープ録音機で、英国の Simon Sound Service によって 1955 年 6 月に発売された(**写真 28-9**)。価格は英国で £ 78 15s. であった。**表 28-5** に主な仕様をしめす。

写真 28-9　Simon SP2 型(1955 年)

項　目	仕　様
型　式	SP2
年	1955
トラック形式	ハーフトラック・モノ
ヘッド	2
モーター	3
リールサイズ	最大7″
テープ速さ	7-1/2 & 3-3/4 ips
周波数特性	±3dB, 50-10kHz @ 7-1/2 ips
	±3dB, 50-7kHz　@ 3-3/4 ips
SN比	＞40dB
高調波ひずみ	4% @1kHz,10watts
バイアス周波数	55 kHz
真空管構成	EF86,ECC83,ECC81,EL84x4,EZ81
巻戻し早さ	1分 @1200ft
オーディオ出力	10 watts
入力レベル	Mic: 1MΩ,1.5mV
	Radio: 0.5MΩ, rectifier
出　力	ﾍｯﾄﾞﾎﾝ or 15Ωｽﾋﾟｰｶｰ
重　量	23k;g

表 28-5　Simon SP2 型の主な仕様

【参考文献】(前回よりつづく)

(220) History of Nagra
http://www.nagraaudio.com/pro/pages/information/
(221) Kudelski Group, Historical Overview
http://www.nagra.com/aboutHistrocal.php
(222) "Nagra" Wikipedia free encycropedia
(223) George Edward West　"The British recorder Co Ltd", Get Reel-vintage reel to reel, Articles
(224) Ferrograph Series 2, Catalog
(225) Ferrograph Studio 8, Catalog

MEMBERS PLAZA

音楽ソフト

グスタフ･マーラー（1860-1911）
交響曲第 3 番　ニ長調
指揮：ディヴィッド･ジンマン
チューリヒ･トーンハレ管弦楽団
ビルギット･レンメルト（コントラルト）
スイス室内合唱団/スイス児童合唱団
BMG-RCA
BVCC-38473

迫力を演出したジンマンのマーラー

作品番号順にリリースされているディヴィッド･ジンマンとチューリヒ･トーンハレ管弦楽団（TOZ）のマーラー交響曲の 3 枚目は第 3 番である。

ジンマンと TOZ が傾注しているのは、絶妙なオーケストレーションの粋を極めたマーラーの交響曲全曲で、華麗な演奏と音質の体験が可能である。

音楽以外に文学をも修学して表現力を高めたマーラーは、ザルツブルグ郊外のアッター湖畔の作曲小屋で作曲に専念するようになった。大自然の美しさは作風にも投影され、自然が息づく大作が誕生するのである。各楽章の長短のアムバランスは前作と同じだが、第 3 番は自然の調和が反映されているのが大きな特長となっている。

マーラーは巨大な作品を理解し易くする目的で、ニーチェの著作から引用して次の表題を考えていた。即ち、第 **1** 楽章:牧神が目覚め、夏がやってくる。第 **2** 楽章:野原の花が私に語りかける。第 **3** 楽章:森の動物が私に語りかける。第 **4** 楽章:夜が私に語りかける。第 **5** 楽章:朝の鐘が私に語りかける。第 **6** 楽章:愛が私に語りかける。第 **7** 楽章:こどもが私に語りかける。等々であったが、最終的にこれ等の表題を取り去ることにし、更に、第 7 楽章は最後に書いた冒頭楽章が長大化したので、次の交響曲の終楽章に移すことにして最終的に 6 楽章としたのである。こうした作曲の経緯の把握で音楽が理解し易くなると思われる。

ジンマンの演奏だが、マーラーの交響曲の中でも最も規模の大きい第 1 楽章でジンマンらしい精度の高い緻密な演奏が聴ける。冒頭、8 本のホルンが朗々と吹き鳴らす旋律が、牧神に身を起こせよと喚起するようである。繰り返される主題は牧神への呼び掛けの動機なのか。迫力があり決して崩れることがなく、精密機械のようにオーケストラを鳴らしている。

第 2 楽章以降はこの曲全体の第 2 部に相当し、物語を織り成す 5 つの楽章に繋がっている。自然を好んだ作者は、元々第 3 楽章の表題としていた「森の獣達が私に語ること」を思い起こすような演奏が続く。

アルトの独唱が加わる第 4 楽章では美声が光り、第 5 楽章の女性合唱も美しい。終楽章はジンマンの晴朗な音楽に圧巻される。スコアを良く読みマーラーの音への創造に緊張感が漂う演奏を聴かせてくれる。

2006 年 2～3 月、チューリヒ･トーンハレでの収録の SACD-Hybrid 盤である。CD-Layer でもマーラーの迫力ある音響的空間が再現されるが、SACD-2ch では豊かな長いホールの響きに加え、金管楽器や合唱なども明快に分離し音の濁り等は極めて優れた再生音が体験できる。

マルチ ch は 4ch であるが、空間が広がり各楽器の距離感と定位感が明確になった音場が再現できるなど、素晴らしい録音である。

大林國彦（会員番号 0799）

MEMBERS PLAZA

映像ソフト

「ブラッド･ダイヤモンド」
監督：エドワード・ズウィック
キャスト：レオナルド･ディカプリオ/
ジャイモン･フンスー/
ジェニファー･コネリー/
マイケル･シーン/アーノルド・ボスロー
ワーナー･ホーム ビデオ
DLW-Y15299

ダイヤに翻弄される人々の運命を描く

アフリカの紛争地域で武器の調達資金に要するダイヤモンドの不正取引を描いた「ブラッド･ダイヤモンド」が DVD で発売になった。

紛争中のアフリカの小国で、反政府組織軍（RUF）が武器購入のためのダイヤを巡る実情をエドワード・ズウィック監督が描いたサスペンス的社会派ドラマの作品である。

アフリカのシェラレオネ共和国で 3 人の男女が運命的に出逢った。元傭兵のダイヤモンド密売人のアーチャー（レオナルド･ディカプリオ）、反政府軍の襲撃で家族を引き裂かれ、拉致されて強制労働に就く素朴な漁師のソロモン（ジャイモン･フンスー）、不正に取引される紛争ダイヤの実態を暴こうとするジャーナリストのマディー（ジュニファ・コネリー）達である。

反政府軍が拉致してダイヤモンドの採掘のための強制労働をさされている闇の採掘現場で、資金を要しない、川原でザルで繰り返し掬いダイヤを探し出す単純だが厳しい仕事であった。ここに連れてこられたソロモンが、大粒のピンク･ダイヤを発見し密かに隠したことからこの映画が始まるのである。

映画の冒頭から反政府軍が襲撃する生々しい映像で紛争の実情を理解させ、誘拐した子供に対しても、例え親であっても、平気で銃を向けられるようにもなる悍しい洗脳教育など、現実的に存在する事実を知らされる。紛争の主因の解明と解決手段の探求が出来ないようにさえ感ずる悲しい映像を見せている。

思惑が全く異なる彼ら 3 人の利害が一致をみて、ピンク･ダイヤの隠し場所探しの旅が始まる。一人はそのダイヤの売買で得る利益で、救いのない暗黒大陸から抜け出し自由を取戻そうとし、一人は引き離された家族を取戻そうとし、一人はダイヤの不正取引の実態を伝える動かぬ証拠を求めている。

こうした紛争地域での武器調達の資金源としての“ブラッド（血の）･ダイヤモンド”に託された 3 つの願望を通して、現在のアフリカで抱える実情をリアルに描きつつ、物語は意外な感動的な結末に向かって行くのである。

灼熱のアフリカ大陸の殺伐とした映像であるが、どこかしっとりとした感じがする映像で、尚且つ、湿気を感じさせない映像に仕上げている。加えて、細緻な彩色設計と切れの良い映像がリアルな風景を高 S/N 比で優れた映像で再現できる。

音声は音質的に充分満足できる 5.1ch の録音で、ダイヤ採掘場での銃撃戦などでは、思わず身を避けるほどリアルで自然なサラウンド･サウンドを再現する。派手さはないが、素晴らしい音響設計の作品である。

大林國彦（会員番号 0799）