

今こそ必要なステレオ録音（收音）再生理論の見直し

日本オーディオ協会理事

穴澤 健明

1. はじめに

筆者はデジタルのオーディオへの導入初期からおよそ 15 年間録音系の改善作業と録音作業に携わり約 400 枚の LP や CD の制作を行った後、オーディオや音楽に関係する形而上の世界とは全く異なる分野に移りオーディオの世界から遠ざかっていた。

数年前 4 半世紀ぶりにオーディオの世界に舞い戻り、このところ考えることの多い毎日過ごしている。この 25 年で音楽が聴けるモバイル機器等の普及により小型化や機器の低価格化が進行し、誰でも手軽にヒット曲を聴けるようになったが、その一方でじっくり音楽やオーディオを楽しむ機会は減少して来ているように思われる。

確かにこの 4 半世紀の間にスピーカ、ヘッドフォン、イヤフォン、アンプ、信号処理チップ等個々の機器やデバイスの改善がなされてきたが、使い易さと低コスト化を追求するあまり音質劣化の伴う音楽データの圧縮伸長を多用する等、音質改善とは異なる方向も多く見られた。

また一方では、本来オーディオとは無関係の可聴域外情報のデータ伝送や必要以上とも思われるダイナミックレンジの拡大がなされている。しかしながら残念なことに肝心の録音再生系全般を見渡した上での音質改善努力はあまり見られない。

本稿では『今こそ必要なステレオ録音（收音）再生理論の見直し』と題し、余談をまじえつつ、本来のオーディオすなわち形而上の世界での感動が得られるオーディオの実現を目指して、録音（收音）再生系のあるべき姿について検討を加えてみたい。

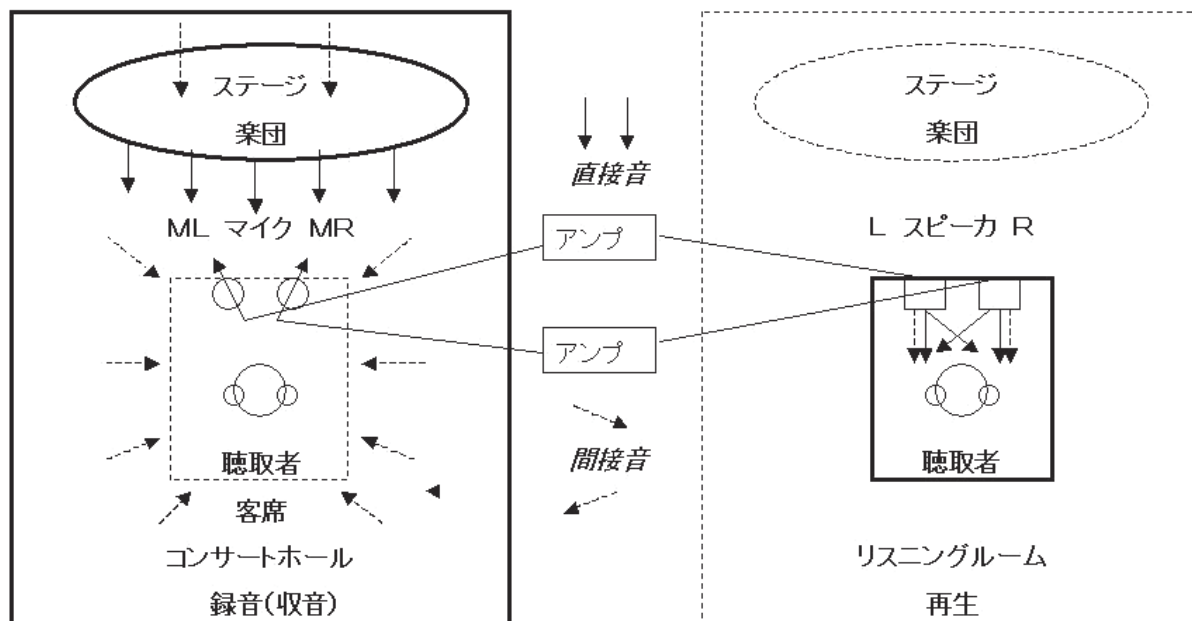
2. これまでのステレオ録音（收音）再生理論について

第 2 次大戦前から、戦中、戦後にかけて、RCA のデービッド・サーノフ研究所のオルソンをはじめ、多くの研究機関及び研究者によってステレオ録音（收音）再生理論の研究が行われてきた。

その理論のあらましを図示すると第 1 図の如くなる。

この理論では、対象とする音楽に適した響きを持つ外来雑音の少ない録音会場で、楽器間のバランスが良く取れた編成からなる演奏者による優れた演奏が行われる事を前提としており、この前提が満足されれば、あとは特性の優れたステレオマイクロフォンをその録音会場内の良い音のする位置に置き收音すれば良く、その收音し録音した音をリスニングルーム正面に置いた音質の良いステレオスピーカに供給し再生すればすぐれたステレオ再生が可能になるはずと言う考えに基づいている。

この古典的なステレオ録音（收音）再生理論に基づく実験は、わが国でも数多く行われ、筆者も 4 チャンネル再生が話題になった 1960 年代の後半に、三浦先生（故三浦種敏博士）の指揮のもと日立製作所と日本コロムビアにより行われた武蔵野音楽大学ベートヴェンホールでの 8 チャンネル録音（收音）と 8 チャンネルスピーカによる再生実験に参加させていただいた覚えがある。



第1図. 古典的なステレオ録音(收音)再生理論のあらまし

三浦先生はその後東京電機大学に移られ、正統的なステレオ録音(收音)再生理論(オルソステレオフォニック理論)の完成に終生尽力され、筆者も先生に発破をかけていただいた覚えがある。尚この実験にはNHK技術研究所の開発した世界最初のステレオPCM録音機も加わり、ステレオでのPCM録音機を交えた音質評価実験も行われた。

この時からスタジオでの本格的なデジタル録音の検討が始まり、後の1972年にレコード録音でのデジタル録音を世界最初に実用化するきっかけとなった。その後デジタルオーディオ時代が到来し、1990年代になって4チャンネル録音再生がサラウンドと名前を変えて再度着目され、NHK技術研究所他で多チャンネルの録音再生実験が行われ、貴重な結果が示されている。

この半世紀以上にも及ぶ古典的なステレオ録音(收音)再生理論の歴史は、その実践面での改善の歴史でもあり、また60年にも及ぶ日本オーディオ協会の歴史でもあった。この間多くのオーディオ技術者の努力により大幅な改善がなされてきているが、未だ尚改善がほとんどなされていない問題点も多く残されている。

3. 古典的なステレオ録音(收音)再生理論を実践する上での重要事項について

これまで多くのレコードプロデューサーや録音技術者が様々な改善に取り組んできたが、その改善の指針の例として、筆者が録音や制作に関わる際に使用していたチェックのリストを第1表に示す。

このチェックリストの中には、良い録音を達成する為に極めて重要な技術以前の項目も含まれている。その中で特に重要と思われる項目について以下に解説を加える。

第1表. 録音再生理論実践時のチェックリスト(收音・録音・再生系で注意すべき事項)

1. 録音(收音)以前の事項	2. 録音(收音)系	3. 再生系
1.1 制作内容の決定 1.2 対象楽曲と演奏者の選択 1.3 楽曲の調査と制作方針の決定 1.4 編成内容の詳細決定 1.5 最適の響きを持つ録音会場の選択 1.6 演奏者の能力が発揮できる環境 1.7 上記制作実務	2.1 マイク他收音機材の選択 2.2 ミキサー他録音機材の選択 2.3 モニター室及びスピーカの選択 2.4 マイク最適位置の決定及び設置 2.5 演奏能力を引き出す録音進行	3.1 対象とする再生系の設定と 互換性のチェック 3.1.1 ワイドスピーカ再生 3.1.2 ナロースピーカ再生 3.1.3 ヘッドフォン再生 3.1.4 イヤーフォン再生 3.2 リスニングルームの響き想定

3.1 楽曲に適した響きを持つ録音会場の選択

古来高名な作曲家の周辺には、特色のある演奏会場が存在し、作曲家は何らかの形でその演奏会場の響きを前提に作曲していたと考えられる。例えばベートーヴェンの管弦楽作品等が初演された旧ライブチヒゲバントハウスは、筆者の使いたいホールであるが、残念ながら現存しない。

演奏会場の響きに神経を使う音楽家の代表例として、フランスの室内管弦楽団の主宰者であり指揮者でもあるジャン・フランソア・ピヤールが挙げられる。彼は録音時に、バッハの曲にはバッハに適した響きを持つ会場、モーツアルトの曲にはモーツアルトに適した響きを持つ会場を選択し、響きという形而上の領域での感動を私たちに与えてくれた。その彼とて、演奏会では、同じ響きを持つ会場でしょうがなくバッハとモーツアルトを演奏していた。また仮に良い響きが得られたとしても、外部雑音等により使用できない会場も有り、中には周辺のバスや鉄道の止まる朝の1時から5時までしか使えない会場も存在する。楽曲に適した響きを持つ会場が見つかったとしても、その会場でバランスの取れる收音位置を見つけ出すため大変な苦労が伴った。

ここで、楽器と会堂を切り離すことのできないオルガンについて触れてみよう。ジルバーマンやシュニットガウといった江戸時代の名工左甚五郎と同時期に活躍した名オルガン製作者は、会堂の響きを考えつつオルガンを製作した。そのオルガンや会堂を考慮して作曲されたオルガン曲を、数こそ限られているが、その時代の会堂とその内部に設置された彼らの製作した傑作オルガンで今の時代になっても聴けることは、なんとも喜ばしい。

多数の歴史的なオルガンの復元を手掛けたデンマークの高名なオルガン製作者故アネルセン氏にとって、オルガンと言う楽器の完成という言葉はなく、手掛けたオルガンの改善に生涯従事し名作を残した。残念ながら近年、会堂の改修が行われ彼の製作したオルガンの響きが変わってしまった例もあるという悲しい報告も聞いている。

名工の製作したオルガンでもう一つ気が付いた事がある。会堂の祭壇前で聴くオルガンの音は格別であるが、オルガンを構成する各パイプ群のバランスに問題がある場合が多い。このような会堂で録音する際は、マイクを祭壇前ではなく、オルガンの正面の中空に置くと良いバランスが

得られる事は良く知られている。オルガンを聴く最上席は中空の神様の席なのであろう。恐れ多くも録音ではこの最上席にマイクを置くことが出来、正に形而上の領域での感動が得られるのである。ヨーロッパ古典音楽の例を挙げたが、この響きの問題は、現在でも千数百年前そのままの音が聴ける世界最古のオーケストラ“雅楽”や世界各国の音楽にもあてはまり、人工的な響きの造成まで考慮に入れれば現代音楽にもポップスにもロックにも当てはまる。

3.2 楽器間のバランスを取る難しさ

良い音のする録音会場であっても、楽器間のバランスを取ることは容易ではない。名曲が作曲され初演された当時は、バランスの取れた編成であっても、楽器自体の性能が変わりバランスが取れなくなる例も多く存在する。特に金管楽器は19世紀末から大幅な改善がなされ、それ以前とは比べ物にならない大音量を発生する楽器に変わって来ている。従って近代の金管楽器をそのまま演奏すると音量の小さい楽器とのバランスが取れなくなる。この問題を解決する方法の一つとして古楽器を使用する方法も行われているが現代の楽器の持つ美しい音色を生かすことが出来ないと言う難点があった。

カラヤンはこの問題に頭を傷めた代表的な指揮者であった。録音技術者は金管楽器のバランスを取るために、他の楽器との距離を離し金管楽器の近くにマイクを置き調整卓で音量を変化させたが、金管楽器ではピアノシモとフォルテシモで全く音色（スペクトル）が異なるため、新たな対策の導入が望まれていた。そこで戦中ドイツで原爆の開発に携わった物理学者が発見した金管楽器のスペクトルに関するシューマンの法則にカラヤンも含め多くの関係者の関心が集まった。この技術は今以って普及していないと聞く。このような技術の導入が頓挫する一方で、最近の優秀な金管楽器奏者が奏法の研究に励み、現代の金管楽器でも弱音での美しい音の演奏が可能になった。このため録音では、優秀な演奏者を採用し、バランスに注意し調整卓でレベルを変えることなく、演奏者に指示を与えるという本来有るべき姿で対応すると良い結果が得られることとなった。

3.3 録音で良い演奏を実現するためには

40年以上前、東京の某有名フランスレストランのシェフと話をした事を今でも覚えている。そのシェフより毎日料理を出しているが、納得のゆく料理を調理し、納得のゆく形で味わっていただく機会は年間数十回もあれば良い方であるとの意見を聞いた。勿論食材の質もあるしシェフの体調もあるが、味わっていただく方の体調や心の準備不足等も有り、全ての条件が揃い満足していただける料理が味わえる確率は極めて低いと言うのである。この話を聞いた時のシェフの料理は大変おいしかったことを記憶している。

演奏会でも録音でも同じことが言える。このところの日本の演奏会では、昔であれば客席が沸いたに違いないトップクラスの演奏者による質の良い演奏会でも、聴衆は冷めていて反応が極めて鈍いと言う意見を頻繁に聞く。名演奏は最上質の演奏者と最上質の聴衆との相互作用によって生まれるのである。解説を読むことも含め何の心の準備も無く、指先で音楽を探しポータブルプレーヤーのボタンを押すだけで音楽を聴く聴衆が増えたせいで、聴衆からの演奏者への働きかけ不足が目立つようになってきているのではなかろうか。

それでは聴衆のいない録音はどうであろうか。通常はプロデューサーや録音技師が聴衆の役割を務め演奏者への働きかけを行うのであるが、不十分な場合が多い。筆者も昔録音した CD を聴き直しあの時もっと働きかけを行うべきだったと反省する事がいまだに続いている。

この問題を積極的に解決した例を以下に 2 例示す。

1960 年代に演奏の良さと録音の良さでその名を売ったドイツのジャズレーベル MPS レコードでは、オスカー・ピーターソン他のジャズプレーヤをドイツ南部の美しい森の中にあるスタジオに呼び、心ゆくまでリハーサルを繰り返した後、多くの録音では熱狂的なジャズファンや評論家数人をスタジオに入れ、演奏者と聴衆の相互作用を確保していた。

もっと徹底した例は筆者が 1972 年より十数年間録音技術を担当したスメタナ弦楽四重奏団に見られた。この楽団は録音となるとそれ以前に演奏した曲であっても録音の 3 年前からメンバーの所有するチェコ北部の別荘で本格的な練習を開始し、その後別荘近くの田舎町での演奏会にかけ、次の年にはプラハ等チェコの大きな街での演奏会で演奏した。そしてその次の年には日本など海外での演奏会で演奏を行った。この間 3 年を費やしその上で録音を行った。

録音では、自身作曲家でもありスメタナ弦楽四重奏団の全メンバーが全幅の信頼を寄せるチェコの代表的なプロデューサー故エドゥアルド・ヘルツォーク博士が全てのスメタナ弦楽四重奏団の録音の指揮をとった。この録音はまさに真剣勝負であった。一度テスト録音を行うと時には何時間にも及ぶ曲の解釈と演奏に関する喧嘩腰の議論が延々と続き、頃合いを見て議論の推移を見守るヘルツォーク博士が収拾を図り、本番の録音が始まった。本番の録音でもこの議論が繰り返され、CD 約 10 枚分のベートーヴェンの弦楽四重奏曲全集の録音に何とまるまる 10 年間を費やした。

この録音では、ヘルツォーク博士と言う最上質の聴衆代表を得て演奏者と聴衆の相互作用が実現されていたのである。そしてこの相互作用の効果は、この録音を聴く人にも作用し、聴く人の心に形而上の世界での感動を与えるのではなからうか。そして何の心の準備も無く聴いてこの感動を得ることは難しいというのも事実ではなからうか。

4. これまでの技術面での改善と残された問題点について

ここで技術の話に戻し、適正な拡がりや響きの再現性と言う視点に立って以下に検討を進めることとする。

適正な拡がりや響きの再現性を確保する為には、まず直接音も間接音も平坦に收音出来るマイクが必要になる。正面方向で平坦な周波数特性が得られるマイクは多数存在するが、間接音も含め平坦な周波数特性を持つ録音用マイクは皆無に近かったが、1970 年代の終わりになって音圧型録音用無指向性マイクが登場しこの問題は解決の方向に向かった。録音用指向性マイクでは、今以ってあらゆる方向で平坦な周波数特性が得られるマイクは存在しないため一層の改善が望まれる。

録音機の分野では 1972 年に録音用のデジタル録音機が登場し録音の精度が大幅に向上した。しかしながら高精度録音用マイクや高精度デジタル録音機を導入しても録音系と再生系の不整合によって生じる問題の多くは解決できない。また最近話題のハイビットやハイサンプル等のダイナミックレンジや帯域の拡大に関連する技術を導入しても録音系と再生系の不整合によって生じる問題は解決できない。

ここで録音系と再生系の整合性について検討を加える。第2表に適正な拡がりや響きの再現性という視点での録音(收音)系と再生系の適合性とその問題点について示す。

第2表. 適正な拡がりや響きの再現性という視点での録音(收音)系と再生系の適合性とその問題点				
1. 録音(收音)系の徐件	2. 録音側での問題点	3. 再生系の条件	4. 適合性 良・可・不可	5. 適合性から見た問題点
1.1 通常ワンポイントマイク	マイク位置より遠い音が録音される。	3.1 ワイドスピーカ 3.2 ナロースピーカ 3.3 ヘッドフォン/イヤフォン	○~△ △ △~×	マイク位置より残響過多 拡がり不足、マイク位置より残響過多 不自然な頭内定位の発生
1.2 マルチマイク	マイク位置より遠い音が録音される。	3.1 ワイドスピーカ 3.2 ナロースピーカ 3.3 ヘッドフォン/イヤフォン	○~△ △ △~×	マイク位置より残響過多 拡がり不足、マイク位置より残響過多 不自然な頭内定位の発生
1.3 ダミーヘッドマイク	スピーカでは遠い音になりヘッドフォン/イヤフォンでは改善される。	3.1 ワイドスピーカ 3.2 ナロースピーカ 3.3 ヘッドフォン&イヤフォン	△~× △~× ○	拡がり、残響、周波数特性に難あり 拡がり、残響、周波数特性に難あり 良好、但し最適位置設置困難
1.4 上記1.1及び1.2での再生側での頭部伝達関数畳込み補正	上記1.1及び1.2に同じ	3.1 ワイドスピーカ 3.2 ナロースピーカ 3.3 ヘッドフォン/イヤフォン	○~△ ○~△ ○~△	改善見込めず、残響過多改善無し 拡がり不足改善、残響過多改善無し 頭内定位改善、残響過多改善無し
1.5 上記1.4への残響分離処理及び仮想定位処理追加	上記1.1及び1.2に同じ	3.1 ワイドスピーカ 3.2 ナロースピーカ 3.3 ヘッドフォン/イヤフォン	○ ○ ○	良好、但し複雑な処理が必要 良好、但し複雑な処理が必要 良好、但し複雑な処理が必要

この中には更なる定量的な解析が必要な問題も含まれているが、定性的にみると第2表での問題点はヘッドフォン/イヤフォン再生やスピーカ間隔の狭い再生システム等、古典的なステレオ録音(收音)再生理論の想定外の再生方式の導入によって生じた問題点と、録音し再生するとマイクを置いた位置より音が遠くなるというより本質的な問題点に大別できる。

4.1 ヘッドフォン/イヤフォンやスピーカ間隔の狭い再生システムでの問題点の解決

現在流通しているステレオ音楽の殆どは、スピーカ間隔を広げて聴く古典的なステレオ録音(收音)再生理論を前提に制作されたコンテンツである。最近ではこれらのステレオ音楽コンテンツをイヤフォン/ヘッドフォンやスピーカ間隔の狭い小型スピーカシステムで聴く機会が増えてきている。

通常のステレオ音楽コンテンツをそのままイヤフォンやヘッドフォンで聴くとスピーカ再生で生じる両耳間でのクロストークが発生せず、頭内定位等と及ばれる問題が生じ、本来前方に定位すべきオーケストラや歌手がオーケストラの中や歌手の口の中に聴取者が入った形での音楽再生が行われる。この場合に面白い特殊効果が得られる場合もあるが、これは録音側で意図したものではなく、自然界で行われているものでもない。

ポータブルプレーヤ等を用いたヘッドフォン/イヤフォン再生の普及によって、若者の間でこの不自然な再生及び聴取が日常的に行われている。ここまで普及するとこの自然界では聞くこ

とのできない不自然な再生の方がより自然だという若者まで現れ、若者が誕生後に備えてきた音像定位能力の低下を招かなければ良いと願っている。

一方でヘッドフォン/イヤホン再生そのものが悪いと決めつける人も見られる。ヘッドフォン/イヤホンが悪いのではなく古典的な録音（收音）再生理論で対象としたコンテンツをそのまま聴いていることに問題があって、ヘッドフォン/イヤホンに罪はない。

まともな処理さえ行えば、限度はあるものの大幅に改善することが出来るのである。具体的にはダミーヘッド録音（收音）を行うか、スピーカ再生を対象としたコンテンツでは、頭部伝達関数の畳込みによりスピーカ再生時に生じる両耳間のクロストーク等を加える処理を元のスピーカ再生音源に加えれば良い。

但しダミーヘッド録音やこの処理を加えた音源をスピーカで再生すると問題が生じる。またスピーカ間隔の狭い小型システムで聴く場合にはスピーカ再生を対象としたコンテンツであっても左右の広がり狭くなる。この場合もスピーカ間隔を決めてヘッドフォン/イヤホンでの処理と同様の処理を行えば元のコンテンツで意図した広がりが得られる。

このような処理を音楽コンテンツの供給側で行うべきか再生側で行うべきかについては議論を要するが、コンテンツの供給側ではこれまで通り古典的な録音（收音）再生理論に基づいたコンテンツすなわち間隔の広いスピーカでの再生を対象としたコンテンツを用意し、再生側でそれぞれの再生機に適したコンテンツを得るための処理を行うべきと言う意見が大勢の様である。

以上の問題点はステレオ当初より指摘されているが、現状小型スピーカで聴く場合についてはある程度改善がなされているものの、最も普及しているヘッドフォン/イヤホンでの再生については、悲しいかなほとんどの人が適正な再生を行っておらず、改善がほとんどなされていないのが実情の様である。

4.2 マイクを置いた位置より遠くの音になる問題

この問題は古くから知られており、アマチュアであってもプロであっても、耳で聴いて音の良い客席よりも音源に近い場所にマイクを置くことが日常的に行われている。そしてプロ録音の世界では、マルチトラック録音で各楽器の演奏をより分離良く收音するために、極端に楽器に近付けてマイクを置く事が何の見直しも無くこの50年継続されている。

仮に大音量の金管楽器の朝顔の焦点にマイクを置けば人間の耳に傷害を与える 150dB 近くの音圧になる。このとてつもない大音圧から耳で判別できる最小音圧まで録音しようとするれば 150dB 近くのダイナミックレンジが必要になる。このダイナミックレンジを非圧縮のリニア・PCM で実現しようとする 25 ビットの精度を持つ AD 変換器や録音系そして DA 変換器が必要になる。これがハイビットを必要とする根拠にもなっているのではないと思われる。

仮に耳で聴いて音の良い客席にマイクを置くのであればオーケストラやビッグバンドであっても 16 ビットや 17 ビットで充分であり、室内楽やソロ楽器であれば 13 ビットでも充分である。この差は大きい。第 1 図の古典的なステレオ録音（收音）再生理論に間違いがあるのか、何でマイクを置いた位置より遠くの音が再生されるのか、疑問が付きにくい。

最近になってこの問題の解決のためのヒントとなる技術が開発され導入されようとしている。本誌本年 1 月号に掲載された “ HIFIREVERB モノからサラウンドまでの統合化 ” で触れられ

ている残響分離技術である。

まだ定量的な実験の段階にまでは至っておらず、味見的な実験の結果でしかないが、耳で聴いて音の良い客席にマイクを置き収録した音に残響分離処理を行い、直接音と残響音を別の位置に置いた2つのスピーカ（ステレオでは4つのスピーカ）から出すと直接音と間接音を加算したレベルが同じであっても音が遠くならないのである。どうも問題は直接音と間接音を同じ位置に置いたスピーカから出すことに問題があるように思われる。第1図中のリスニングルーム部分に見る通り、間接音が周囲から到来することなく前方のスピーカからしか到来しないことに問題があるように思われる。ダミーヘッド録音で音の良い客席にダミーヘッドマイクを置きヘッドフォンやイヤフォンで聴くと音が遠くならないことも説明が付く。

前方から直接音を出し間接音を周囲から出す処理さえ導入すれば、間接音を専用のスピーカを使わずとも、仮想音源を生成した場合でも効果が認められることが確認されている。またマルチトラック録音でのマイク位置も極端に楽器の近くに設置することなく分離の良い音を収録出来、これまで必須と考えられてきた極端なハイビット化も不要となる。また4.1でとり挙げた拡がり不足や頭内定位の問題も含めた一括処理も可能であり、サラウンド効果を得ることも可能である。このような場合ではこれまでであったピュアオーディオとサラウンドオーディオの間にあった垣根も取り払われるであろう。

5. おわりに

本稿では古典的なステレオ録音（収録）再生理論が正しいのか、見直しが必要かという視点で現状の問題点について触れてみた。

その結果、古典的な理論の内容を見直し少々解釈を拡大すれば十分に通用する理論であることが確認できた。

今後より定量的な結果が得られる実験を行い録音再生系の改善に役立てて行きたい。