

# 車載用マルチチャンネルサラウンド技術の開発

Development of Multichannel Surround Technology for Cars

松井 英樹 Hideki Matsui  
富田 裕二 Yuji Tomita  
加藤 茂樹 Shigeki Kato



## 要 旨

車載環境におけるマルチチャンネルサラウンドシステムの構築には、概ねセンタースピーカやウーファの追加が必要であり、コスト面、搭載面で負担になっている。そこでそれらの問題を解決した、普及価格帯でのマルチチャンネルサラウンドを実現する技術を開発した。

この技術はSRS Labs, Inc.が所有する最新サラウンド技術：Circle Surround と、車載環境に適応させるための当社独自技術であるRear Mix処理を融合させたものである。

Rear Mix処理では、車載環境特有の問題である着座席による再生音場の偏りや、弱電界でFM放送を移動しながら受信した時に発生する前後方向の音揺れを解決できる。

この技術を搭載したAVシステムにより、簡単かつ低コストでマルチチャンネルサラウンドを楽しむことができるようになった。

本稿では車載用マルチチャンネルサラウンドシステムの実現化に向けた問題とその解決を中心に、製品化するまでの技術的な検討、経緯について述べる。

## Abstract

Generally with the assembly of multichannel surround systems in an in-car environment, the addition of center speakers and woofers are necessary, which present a burden from the perspective of mounting and cost. Thus in order to solve these problems, technology was developed to achieve multichannel surround at a reasonable cost.

This technology is a fusion of new surround technology at SRS Labs, Inc: Circle Surround II, and Rear Mix processing, our company's original technology for application in the in-car environment.

With Rear Mix processing, it is possible to solve playback sound field bias due to the seat occupied, a problem with the in-car environment, as well as acoustic oscillation in the forward/back direction during FM broadcast reception with a weak electric field while in driving.

It becomes possible to enjoy multichannel surround simply and at low costs by building this technology into AV systems.

In this paper, we will describe issues related to the realization of an in-car multichannel surround system, the solution of these issues, and the technological investigations and process of commercialization.

## 1 はじめに ~開発の背景~

近年、メディアのデジタル化に伴って車でも高品位な音楽情報を得られるようになり、また、車室内の静粛性向上もあいまって、車はオーディオのリスニングルームとしての地位を確立してきた。

しかし、その車室内環境におけるオーディオ再生の問題には、ホームと異なり車室内空間は狭く音の拡がり感が少ないことが挙げられる。これに対し、従来からライブハウスや音楽ホールなどの音場をシミュレートした残響を付加する音場制御、いわゆるサラウンド機能が開発・商品化され、カーオーディオの製品では一般的に浸透している。

また他方では、ハードウェアの価格低下と更なるメディアのデジタル化の進展に伴い、DVD5.1チャンネルサラウンドシステムがホーム用を中心に普及してきた。同様に、車載用システムもDVDナビの普及と共にDVD再生機器が普及し始めている。しかし、DVD5.1チャンネルはエンターテインメント性に富んだ商品ではあるが、センタースピーカやウーファが必要であり、車載用システムでは搭載面・コスト面の負担が大きく、こうしたシステムの採用はプレミアムに限定されている。

そこで、より多くのユーザが楽しめるように普及価格帯のシステムでもDVD5.1チャンネルのようなマルチチャンネルサラウンドを再生できるシステムの開発を行ったので今回報告する。

## 2 車載用マルチチャンネルサラウンドシステムの構築

### 2.1 マルチチャンネルサラウンドシステムとは？

マルチチャンネルサラウンドとはDVD5.1チャンネルサラウンドで代表される多チャンネルシステムのことを言う。5.1チャンネルサラウンドは、フロント2チャンネル、センターチャンネル、リア2チャンネルの合わせて5個のスピーカと120Hz以下の帯域を持つサブ・ウーファ（0.1チャンネルと表現する）で構成されるスピーカシステムで再生され、ホームでは図-1のようなスピーカ構成が推奨されている。

また、音楽の記録方式も従来の2チャンネルステレオだけでなく、更に臨場感ある音楽再生が可能なドルビーデジタルやDTS（Digital Theater Systems）などの5.1チャンネルに代表されるマルチチャンネルサラウンド方式が採用されている。

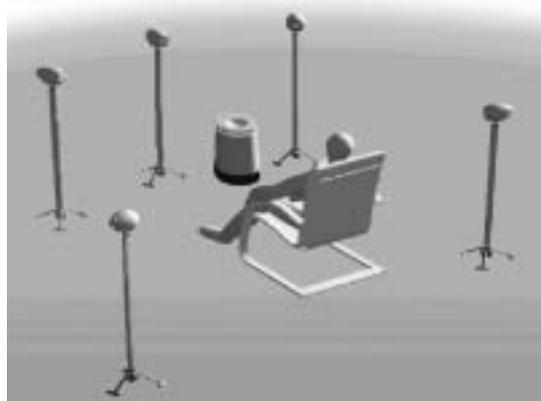


図-1 5.1チャンネルスピーカ構成図  
Fig.1 Location of 5.1 channel speakers

ここで、車載環境に着目すると、スタンダードグレード車でも概ね4個のスピーカが搭載されており、初めからマルチチャンネルサラウンド再生に適した環境が整っている。一般家庭ではDVD再生もテレビのスピーカやオーディオコンポ用2個のスピーカで再生されることが多いのが現状であり、これに比較して車載環境の方がマルチチャンネルサラウンド再生に有利であると考えることが出来る。

以上を踏まえ、ここで普及価格帯におけるマルチチャンネルサラウンドシステムの車載化について考察する。

### 2.2 ホームと車室内の環境違いによる問題

先に述べたように、車にはスピーカが概ね前後4つ搭載されている。しかし、その配置は図-2のようになっており、以下に挙げた問題がある。

- a. 着座席によって音場が前後左右に偏る
- b. センタースピーカ・ウーファの搭載が困難
- c. スピーカの搭載位置が低い

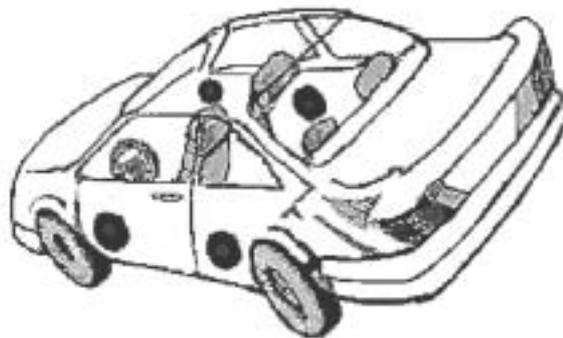


図-2 車両のスピーカ構成図  
Fig.2 Location of car speakers

問題a.に関しては当社が2000年北米向けに発売した5.1チャンネル対応デジタルサウンドプロセッサに搭載している心理音響技術を応用した機能である“HAAS Effect(当社特許技術 1)”で解決することができる。

他の問題b, cに対しても心理音響技術に着目し、次のような経緯で対策をとった。

### 2.3 車載用マルチチャンネルサラウンド方式の選定

最近のホーム用最新デジタルオーディオ技術の動向として、DVD5.1チャンネルのようなメディアがもつマルチチャンネル信号をそのまま再生するのではなく、従来の2チャンネルの伝送路で5.1チャンネルのようにマルチチャンネルサラウンドとして再生する方式が各社から発表され始めた。これらの技術は、CDのような通常のステレオ音源やDVDの5.1チャンネル音源から一度2チャンネルにダウンミックス(2)した音声信号をデコード処理することでマルチチャンネル再生する技術である。

これらの技術を上手く車載用に適用出来ないかと考え、4つのスピーカでのマルチチャンネルサラウンド再生について比較検討を実施した。

各社サラウンド技術の比較結果を下表に示す。

表-1 各社サラウンド技術の比較

Table 1 Comparison of surround technology from various companies

	音場	付加機能	特徴
SRS社	自然な音場	あり ・低音補正 ・定位改善	4ch再生OK (センターSP/ウーファの省略可能)
D社	方向感の明確な音場	無し	基本は6ch再生 (センターSP必要)
W社	室内残響のような音場	無し	DVD5.1chとは方向性が異なる音場

音場については、表-1に示すように各社それぞれの特徴を持っている。この中でSRS社の技術(Circle Surround:以下CSと呼ぶ)は、各スピーカ間の音場の繋がりが自然なことに加え、スピーカ配置の自由度が大きく、さまざまなシステムに適用できる技術であると判断した。

さらに、SRS社の技術は付加機能を搭載しており、前述した車載オーディオ特有の問題を解決することに有効であることが分かった。

ここで、CS技術の特徴と実車にCSを搭載して試聴した結果を述べる。

## 3 CS 技術と車載化の問題

### 3.1 CS の特徴

CSとはSRS Labs,Inc.(本社:米国カリフォルニア州以下SRS社)が所有する最新のサラウンド技術で、以下3つの機能を有している。

#### ア. SRS Circle Surroundデコーダ

- ・あらゆる2チャンネルのステレオ素材をマルチチャンネルサラウンド再生する技術で、臨場感溢れる音場を作り出す技術。
- ・モノラル信号を擬似ステレオにしてマルチチャンネル再生する機能も持つ。

#### イ. 付加機能1:SRS TruBass

パイプオルガンの低音再生技法を活用し、使用するスピーカの最低再生可能周波数( $f_0$ )以下の重低音を無理なく再生させる技術で、アンプ・スピーカに負担をかけずにサブウーファ並の重低音が再生できる心理音響技術。

#### ウ. 付加機能2:SRS FOCUS

音像を上下方向に移動させると共に音の輪郭を明確にし、車両の低い位置に取り付けられたスピーカでも目の前から音楽が鳴っているように聞こえさせる心理音響技術。

このCSを搭載したオーディオシステムを実車で試聴し、前述の問題b, cに対して上記(イ),(ウ)の技術が有効であることが分かった。しかし,(ア)の技術において新たな問題が判明した。

以下にこの問題について説明する。

### 3.2 CS の車載化における問題

実車走行中に弱電界のFM放送を受信したとき、リア席で前後方向に音揺れしていることが判明した。それは上記(ア)の基本原理は図-3の通り、左右の音の差分からリアのサラウンド信号を作っているため、モノラル信号を上記(ア)のサラウンド処理した場合はリアから音が出力されないことに起因している。

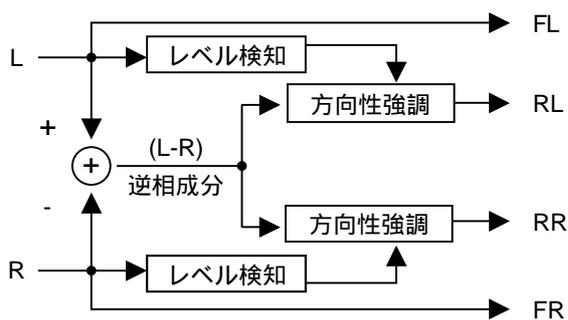


図-3 サラウンド処理の基本原理  
Fig.3 Basic principle of surround processing

ほとんどのFM放送はステレオ放送であるが、カーラジオでは一般的に弱電界時の受信ノイズを軽減するためASC (Automatic Separation Control) と呼ばれる機能を使い、音声のセパレーションをステレオからモノラルに変動させている。そのため、前述(ア)のサラウンド処理を行うとリアから音が出力されないという現象が発生していた。

これに対して、先に述べたHAAS Effect処理のパラメータを調整することで問題の対策にならないかと考え、実車で確認したところ図-4のようにリア音量の変動が軽減され有効であることが実証できた。HAAS Effectはサラウンド感を保ったまま明瞭度を向上できる技術であり、リア音量の変動軽減とともにサラウンド感を保つことができる。そのため、この技術を用いることでCS は車載用マルチチャンネルサラウンドシステムとして実用化できることが分かった。

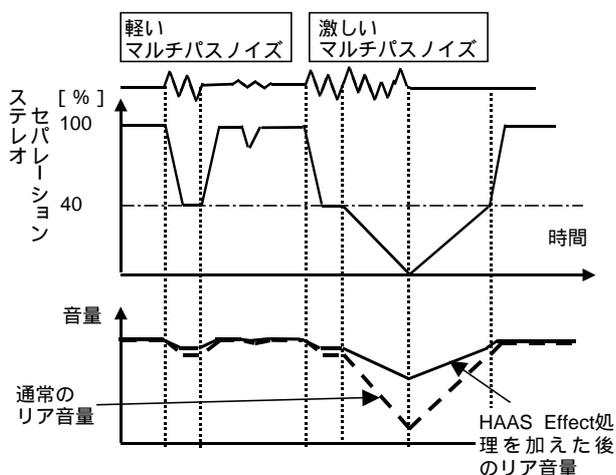


図-4 ステレオセパレーション変動によるリア音量変動  
Fig.4 Rear volume fluctuation with stereo separation fluctuation

## 4 車載用CS の実現

CS を製品化するにあたり、DSP搭載機が従来から持っていたオーディオ機能は維持したままCS 機能を追加すること、早期製品化を目標として、ハードウェア構成とアルゴリズムの最適化を行った。

### 4.1 ハードウェア構成

ハードウェア構成は、変更を最小限にとどめて過去の資産を活かすために検討を行った結果、従来のオーディオ用DSPにCS 専用DSPを追加した構成(図-5)に決定した。

追加するDSPについては、当社の構成に適合し、かつ低コストのCS 専用DSPを採用した。

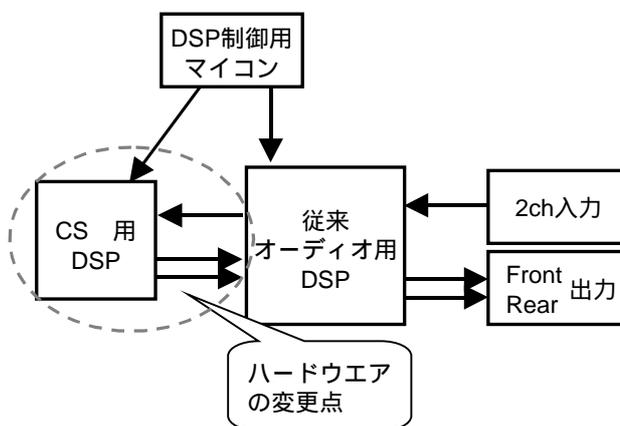


図-5 ハードウェア構成図  
Fig.5 Hardware configuration diagram

### 4.2 アルゴリズムの最適化

上記ハードウェア構成上、従来オーディオ用DSPにHAAS Effect処理の追加が必要であるが、DSPの処理量が不足することから、新たな処理として車載用CS に特化したRear Mix処理を開発・搭載した。

Rear Mix処理とは、HAAS Effect処理のうち、図-6の を実施した処理である。  
(特許申請中2件)

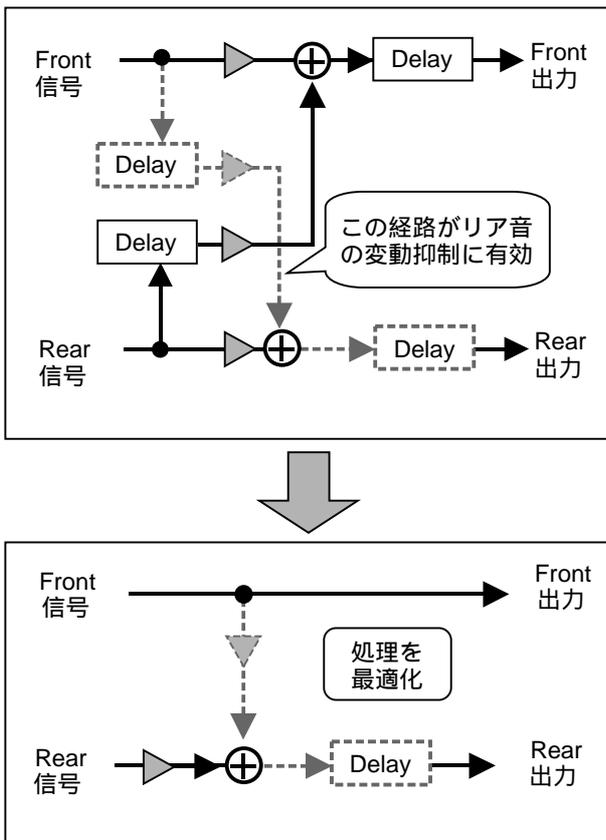


図-6 HAAS Effect処理とRear Mix処理  
Fig.6 HAAS Effect processing and Rear Mix processing

フロントの音をリアに足し込む処理  
リアに足し込まれたフロント音とリア音の遅延

このRear Mix処理を実施することで、各座席で以下の効果が得られる。

フロント席では

- ・リア出力の遅延により、音の拡がり感が向上(処理)

リア席では

- ・FM放送受信時の弱電界によるリア音量変動の軽減(処理)
- ・足し込まれたフロント信号の遅延がHAAS効果を生み、フロント音の明瞭度が向上(処理)

以上によりハードウェアの制約条件を満たしながらCSが車載製品として実現可能となった。

## 5 車載用CS 搭載機器の商品化とその評価

CS に当社オリジナル技術であるRear Mix処理を付加することで、車載環境において、スタンダードグレード車

の4スピーカシステムでもマルチチャンネルサラウンド再生を楽しむことが出来るようになった。また、早期製品化に向けた開発を実施し、量産化時期を当初計画より1年前出しでき、“世界初”となるCircle Surround 搭載の車載製品を発売した。

CS を搭載した車載用機器は、当社の市販ブランド「ECLIPSE」製品のカーAV&ナビゲーションシステムだけではなく、各自動車メーカーのオプション(MOP, DOP)にも数多く採用頂いている。

製品の評価としては、'04年モビル・エレクトロニクス・ショーに出展し、「コストをかけなくても良い音」、「すごい臨場感、迫力」と好評頂いた。

また、この製品に関する情報は新聞各紙：'04年4月末、雑誌：AutoSound 50号、Option Wagon '04年 10月号にも掲載されている。



図-7 CS 搭載機種：ECLIPSE 6604HD  
Fig.7 CSII installed model: ECLIPSE 6604HD

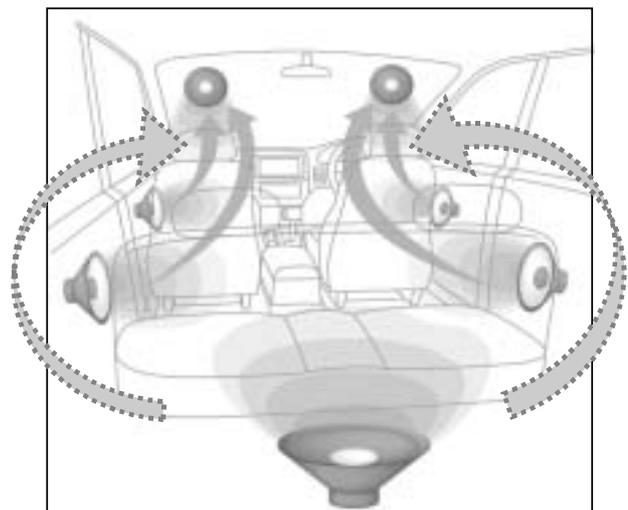


図-8 車載用CS 効果のイメージ  
Fig.8 Image of the effect of car-fitted CSII

6

まとめと今後の展望

以上、最新のサラウンド技術、車載用CS の開発について述べた。この技術は心理音響学の研究成果と最新のデジタル信号処理技術との融合により、狭い車室内空間でも低コストで臨場感溢れるサラウンド音場を実現するものである。これにより、普及価格帯のカーオーディオシステムにまでマルチチャンネルサラウンド機能を搭載できるようになり、より多くのユーザに手軽にサラウンドのすばらしい音を楽しんでいただけるようになった。

また、従来の2チャンネルステレオ伝送路のまま、5.1チャンネルサラウンドの情報を送信できるというサークルサラウンド技術の特徴を活かし、2004年4月よりFM東京をキーステーションとする全国38局ネットのFM放送局でサークルサラウンドエンコード放送が始まっている。この放送を車載用CS 搭載のオーディオシステムで聞くと、FMラジオも5.1チャンネルサラウンドで楽しめる。パーソナリティーが左右だけでなく前後に分かれて語り合うトーク番組やサッカーの臨場感溢れる中継番組も放送され始めた。現在、マルチチャンネルサラウンドでこの放送を楽しむ車載用製品は当社のCS 搭載AVシステムだけであるが、今後はサラウンドエンコード放送の発展と共に車載用CS 搭載製品が益々増加していく事が予測される。

当社では長年培ってきたDSP技術を活かし、今後もこうした多くのユーザに喜んでいただける音機能の開発を進めていく予定である。

( 1 ) HAAS Effect

HAAS Effectとは先行音効果とも呼ばれ、複数の音源から同じ音が再生されている場合に、音が聴き手の耳に早く達する音源方向に音像を結ぶ現象。

図-9では、遠くにあるスピーカ〔A〕からの音が聴き手に到達した後に、近くにあるスピーカ〔B〕からの音が到達するように遅延量を設定した場合、音像は前方のスピーカ〔A〕の方向を保ったまま、スピーカ〔A〕の音の明瞭度が向上する。

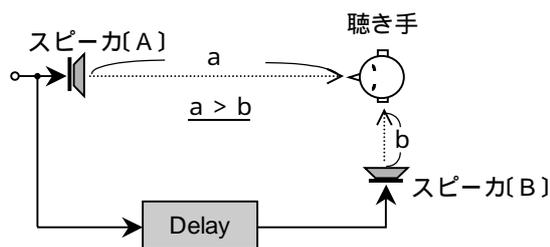


図-9 HAAS Effect処理

Fig.9 HAAS Effect processing

( 2 ) ダウンミックス

ダウンミックスとは、例えばDVD5.1ch音声を5.1chで再生できない場合に、制作者の意図を反映したまま2chで再生を行うことである。通常はマルチチャンネルで制作されたソフトを2chステレオ装置で再生する場合に使用される。

 はSRS Labs, Inc.の商標です。

筆者紹介



松井 英樹  
(まつい ひでき)

1997年入社。以来、車載用音響システム開発に従事。現在、事業本部 音響事業部 音響システム部に在籍。



富田 裕二  
(とみた ゆうじ)

1993年入社。以来、車載用音響システム開発に従事。現在、事業本部 音響事業部 音響システム部に在籍。



加藤 茂樹  
(かとう しげき)

1979年入社。以来、車載用音響システム開発に従事。現在、事業本部 音響事業部 音響システム部 部長。