



PS3、Xbox360向けゲーム開発者の ための15の秘技

2007年9月26日
(株)CRI・ミドルウェア

映像・音声を専門としたミドルウェア開発会社

1990年 人工知能・CD・音声・映像技術の研究開発
FM-Towns・メガCDなど

1993年 サターン用CDシステムの開発

1995年 サターン用ADXのリリース

50タイトル

1997年 Dreamcast用ADX・Sofdecリリース

450タイトル

2007年 PS3・Xbox360・Wiiなどの最新機種を
はじめとしたゲーム機用ミドルウェア

1200タイトル以上

ゲーム機に特化したミドルウェア

はじめに

■プラットフォーム固有情報について

- **PLAYSTATION3** や**Xbox360**に関するプラットフォーム固有の計測値については、本セッションについては、お話することはできません。
- 具体的な値については、弊社のテクニカルサポートサイトにアクセスしていただくか、直接、お問い合わせください。

CRIWARE のご紹介

■ 『CRI Audio』 & 『CRI ADX』

サウンドのオーサリング。高性能なストリーミング再生。

■ 『ファイルマジック』

ゲームデータの圧縮。読み込み時間の短縮。

現在は、CRI Audio に同梱されているファイルシステムミドルウェア。

■ 『CRI Sofdec』

高画質な動画再生。ワイドTV、字幕、 α ムービーなどに対応。

アジェンダ

■ サウンド

1. ループ音を綺麗につなぐワザ
2. 音声の容量を削減するワザ

■ 3Dサラウンド

3. 心地よい3Dパンニングを実現するワザ
4. ゲームサウンドの表現力を倍増させるワザ
5. ステレオ音源をしゃぶりつくすワザ

■ インターラクティブサウンド

6. リアルなエンジン音を作るワザ
7. スタジアムの盛り上がりに関連した歓声を作るワザ
8. 高度なランダムサウンドを作るワザ

■ ストリーミング

9. 「Now Loading...」を撲滅するワザ
10. シーク音を少なくするワザ

■ ムービー

11. ノイズのないムービーを作るワザ
 12. 日・英・韓・独・仏...多言語の音声と字幕を簡単に表示させるワザ
 13. 操作性の良いムービーを作るワザ
 14. メニューを豪華にするワザ
 15. ゲーム内で動画を使いこなすワザ
- おまけ1. ムービーを静止画圧縮に使うワザ
おまけ2. 簡単にプロモムービーを作るワザ

■ カメラ

- おまけ3. カメラを活用するワザ



ワザ サウンドの秘技

ループ音を綺麗につなげる

■ マルチチャンネルサウンド(5.1サウンド)のループ

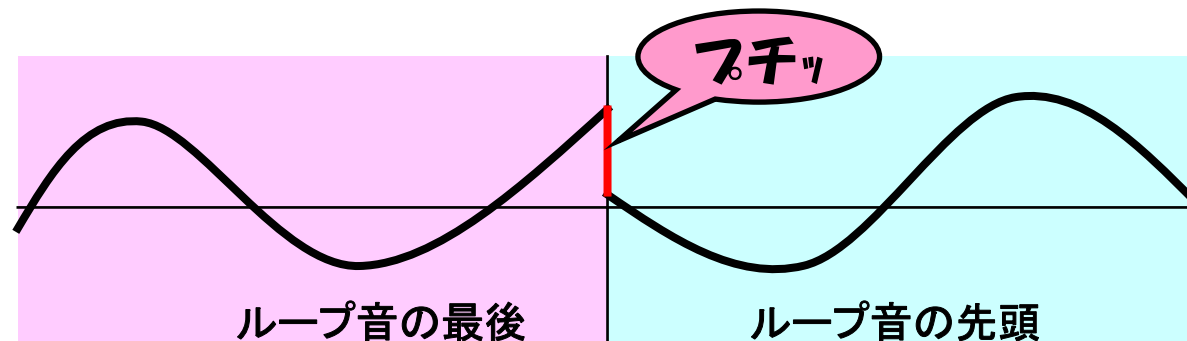
- マルチチャンネルサウンドのループ音声は接続部にノイズが入りやすい。

■ イントロクロスフェード法

- イントロ部の最後とループエンドの直前をクロスフェードさせる。

■ 強制接続法

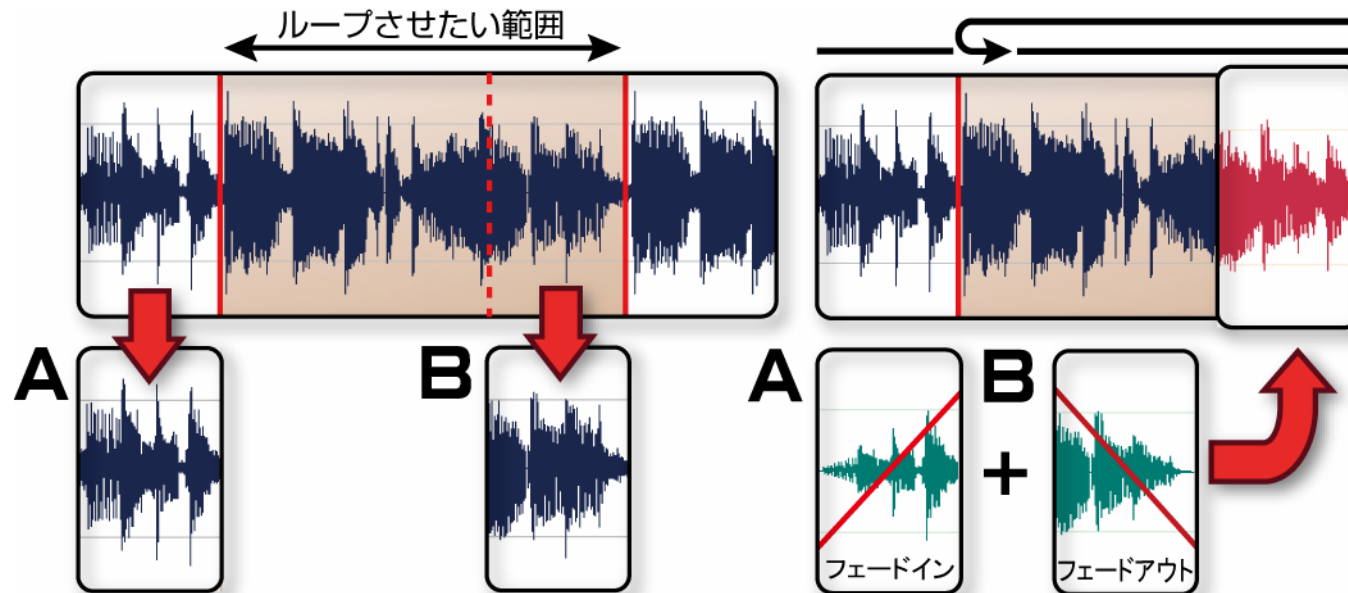
- 強制的にループの最初と最後を接続する。



イントロクロスフェード法

■ イントロクロスフェード法

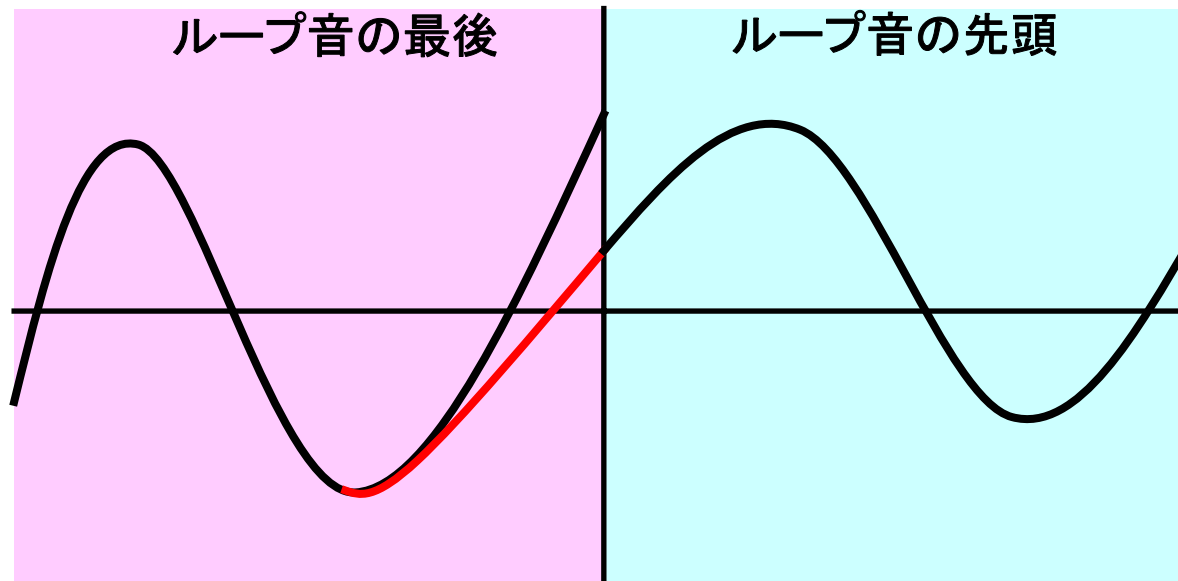
- イントロ部の最後とループエンドの直前をクロスフェードさせる。



強制接続法

■ 強制接続法

- 段差のできている信号を強制的に接続する。
- 音が歪んでしまうが、結構、許容できることも多い。



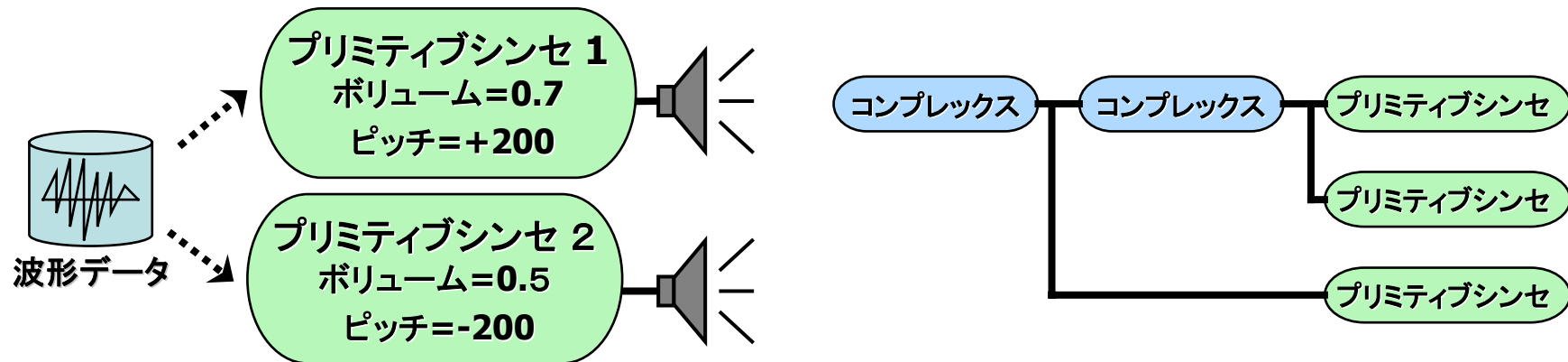
CRI Audioによる波形データの使いまわし

■ 1つの波形データから色々な音を創る

- ボリューム、ピッチ、フィルタ、EGなど

■ さらに音の組み合わせで新たな音を作成

- プリミティブシンセサイズ（波形データを再生する）
- コンプレックスシンセサイズ（複数の子シンセサイズを持つ）





ワザ 3Dサラウンドの秘技

米国における3Dサラウンド環境

■ 米国ではサラウンド環境がかなり普及

- | | |
|--------------------|-----|
| - Xboxユーザー | 29% |
| - Xbox360ユーザー | 48% |
| - PlayStation3ユーザー | 54% |
| - Wiiユーザー | 48% |

■ ワールドワイドタイトルでは3Dサラウンド対応は必須

高度なインテリアパンニング

■ 自然なセンターポジション

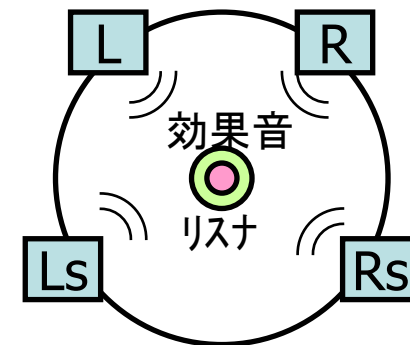
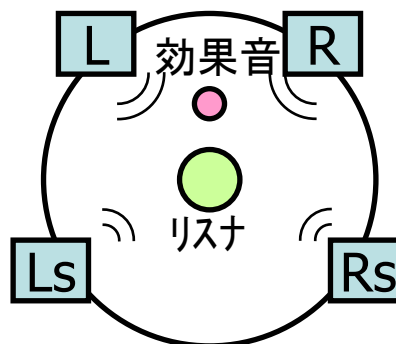
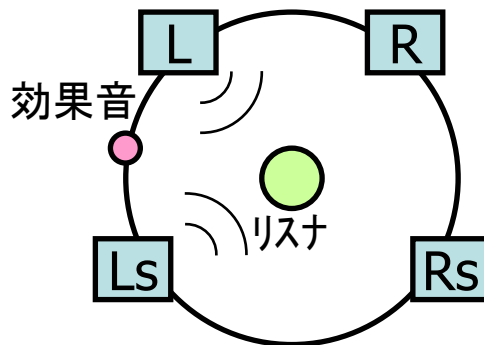
- 音像が中央に行ったときに、すべてのスピーカーから均等に鳴らしたい。

■ 外周での音のフォーカス

- 外周上では、はっきりした音像。

■ インテリアパンニングによる音像のフォーカスコントロール

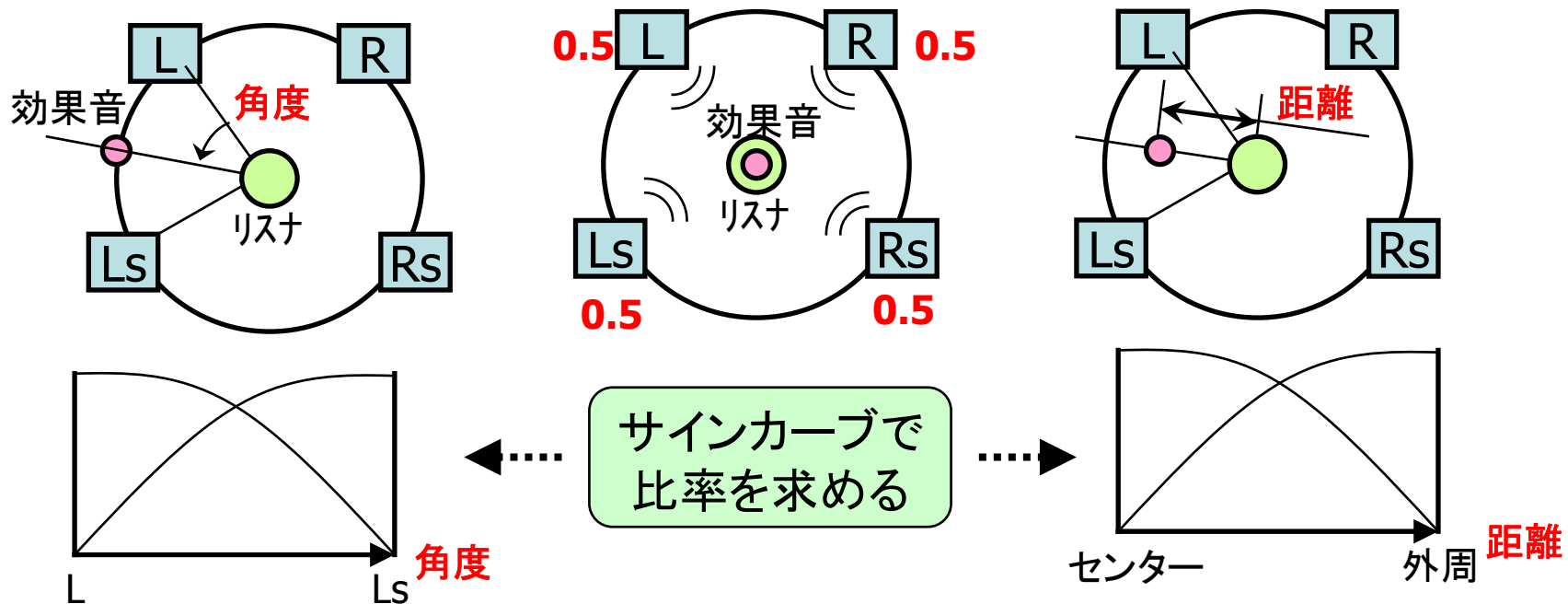
- 中途半端な距離を使用することによって音像を明瞭度を制御。



滑らかなインテリアパンニングのアルゴリズム

■ 外周とセンターポジションをクロスフェード

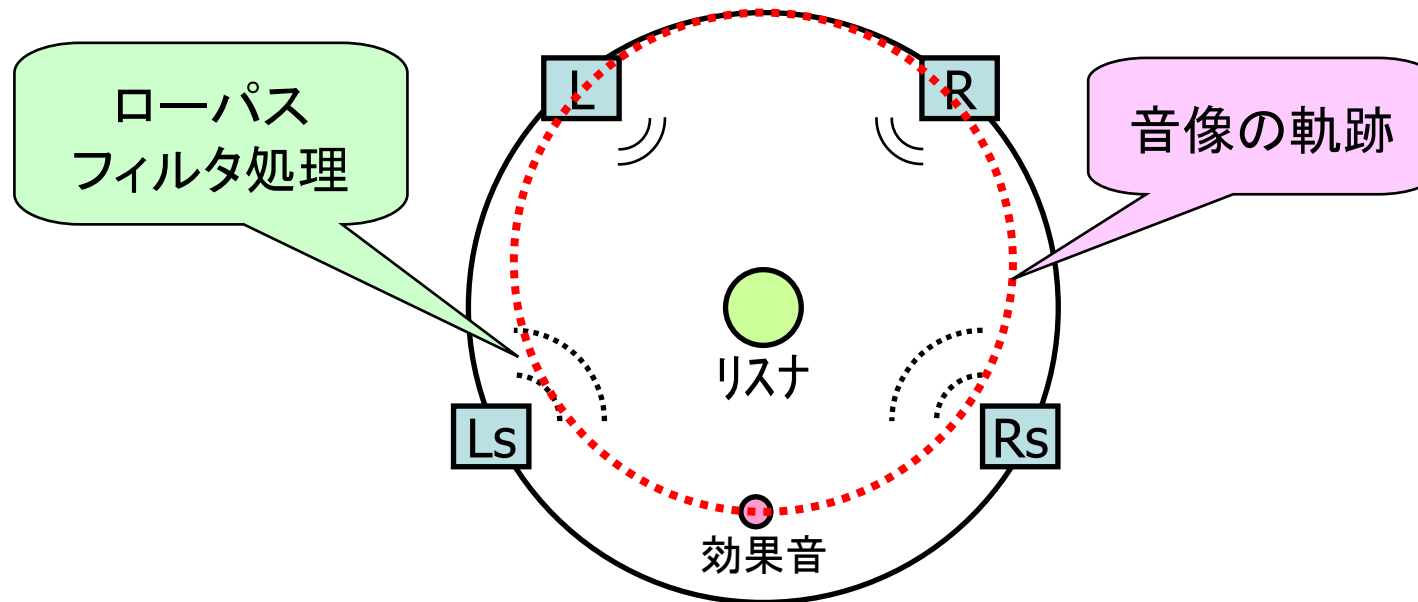
- 外周: 2つのスピーカーの角度の比から出力値を計算。
- センターポジション: すべてのスピーカーの出力が0.5。



後方音像のコントロール

■ 音像が後ろへ回ったときはこもらせる

- ローパスフィルターを使用し、音の明瞭度を下げる。
- インテリアパンニングにより前方スピーカーからも出力。



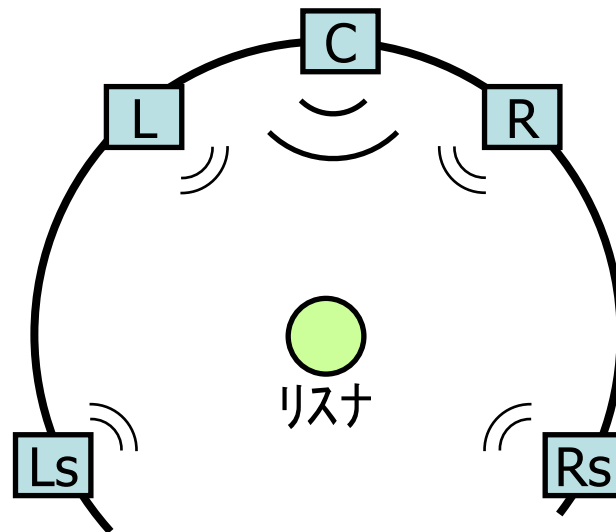
リアルセンター・ファントムセンター

■ セリフはセンタースピーカーから

- 音がなじまなくなる。→ リバーブなどを使用してなじませる。

■ ファントムセンターを少し使用

- 音像をぼかし、ボリューム感を出すことができる。



移動する効果音

- 「蹴り」の効果音として足が旋回する効果音を移動
 - VF5で使用されている効果音。

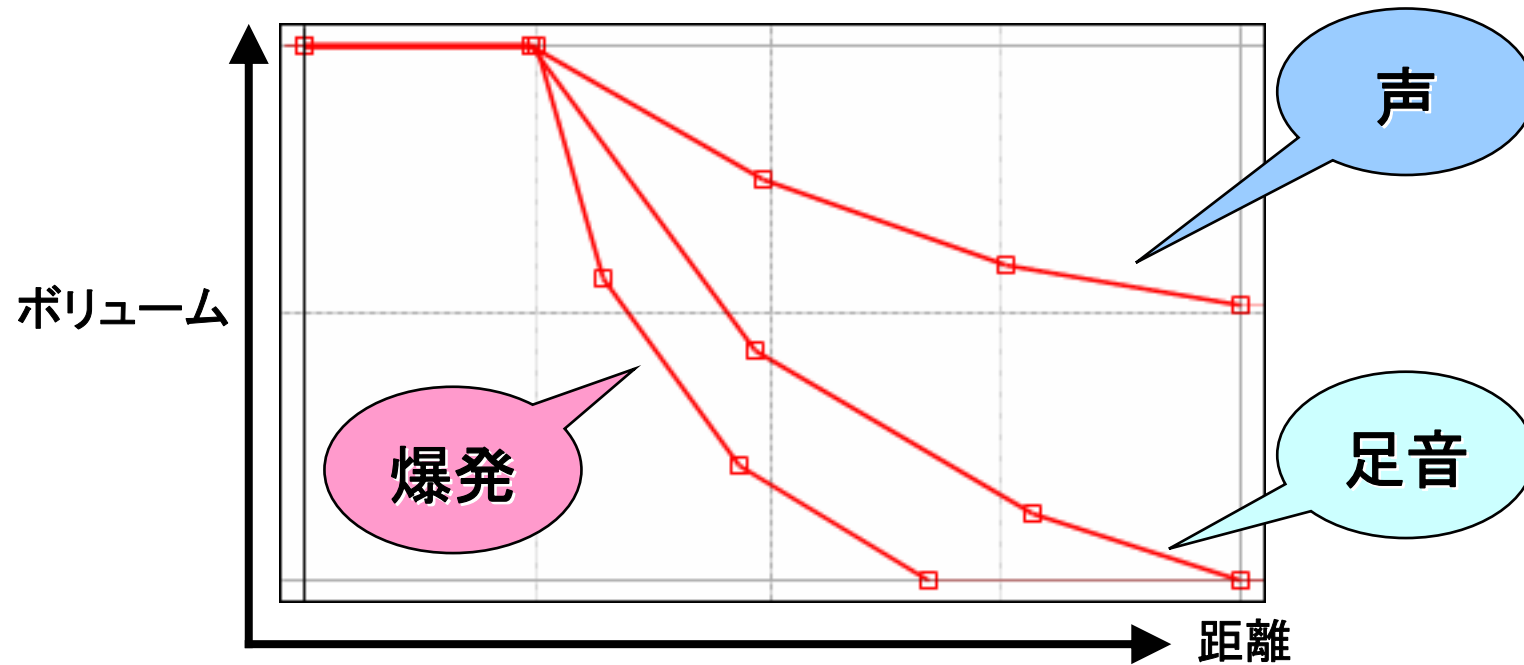
効果音の役割に応じた距離減衰

■ 効果音にはそれぞれの役割あった演出が必要

- セリフは常に聞こえてほしい。
- 足音は動きにリアリティを出すために重要。
- FPSにおける足音は位置情報を知るためさらに重要。
- 近距離の爆発音は重要だが、遠くなったらすぐに消えてほしい。
- 距離が遠くなったら残響音を深くかけたい。

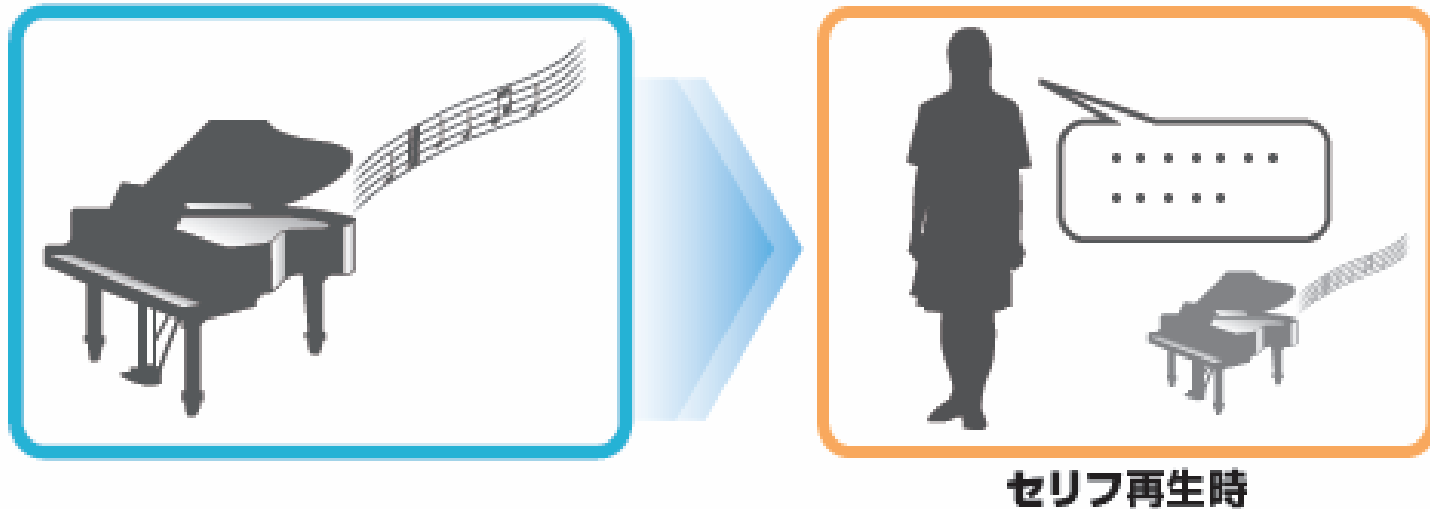
効果音の役割に応じた距離減衰

■ CRI Audio では効果音タイプ別に距離減衰カーブを設定



ダッキング

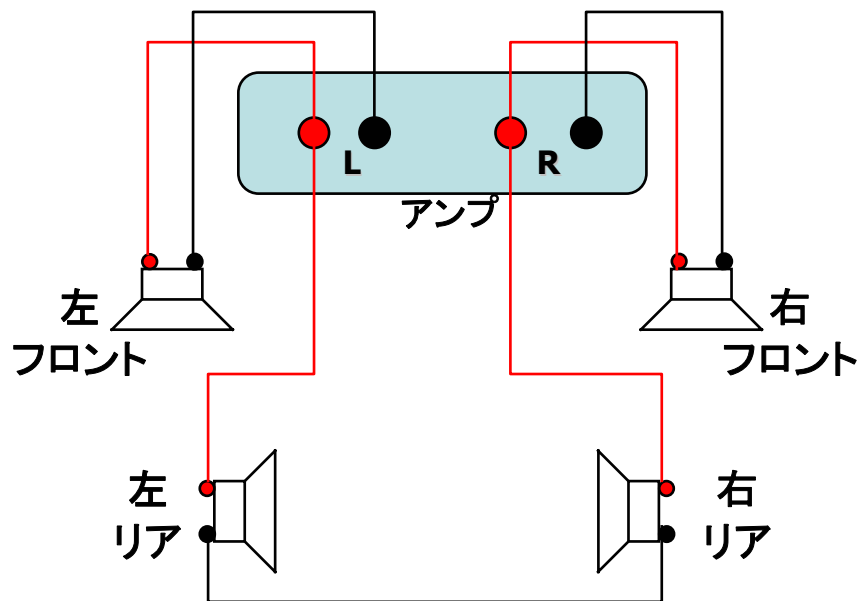
- **セリフなどの重要な音を再生するときに周りの音を下げる**
 - さらにフィルタ処理するとセリフが浮き上がる。



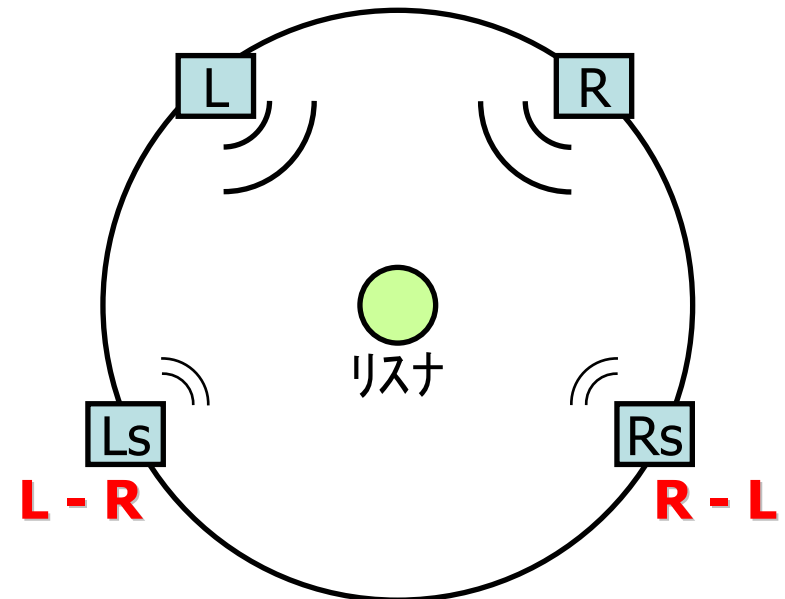
ステレオ音源から3Dサラウンドへの変換

■ ステレオ音源からのマトリックスサラウンド

$$- Ls = L - R, R_s = R - L$$



<マトリックスサラウンドの接続>



<演算によるマトリックスサラウンド>

モノラル・サイドによるエフェクト処理

■ マトリックスサラウンドの応用

- M (モノラル成分) = $L + R$, S (サイド成分) = $L - R$
- センターのボーカルだけの音量を制御できる。
- ステレオの効果音の主たる成分と残響成分を別々に加工できる。
 - 滝つぼや爆発が後方に回ったときに主成分だけにフィルタ処理可能。

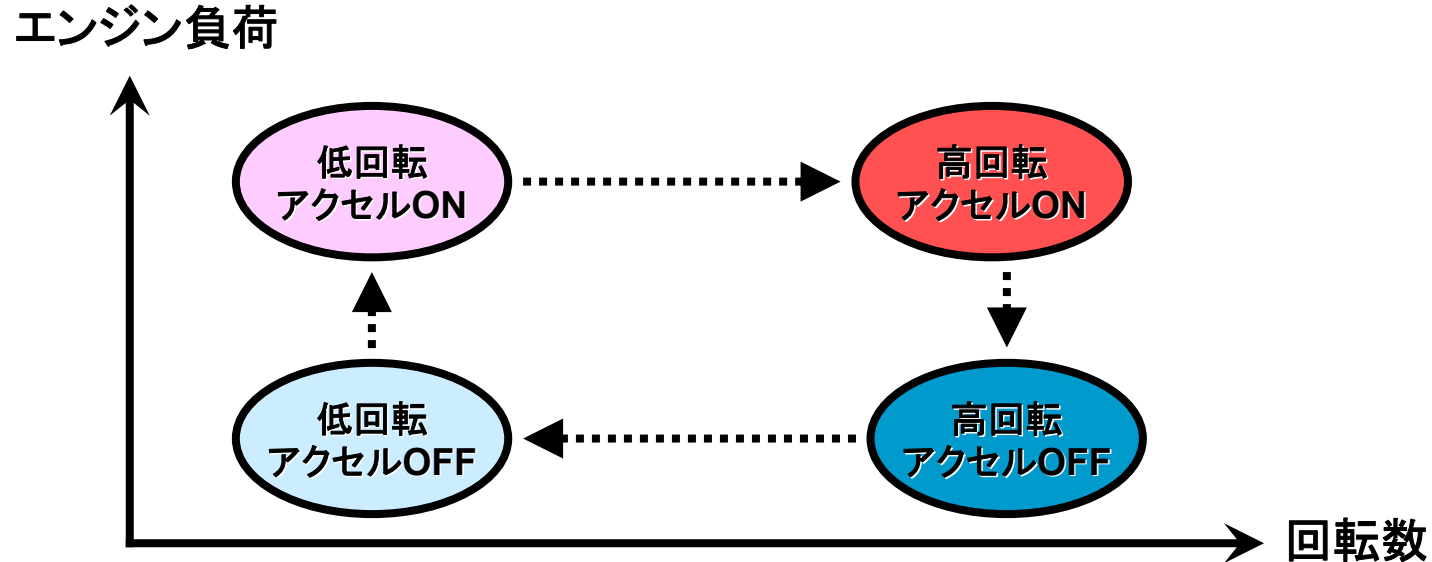


インタラクティブサウンドの秘技

CRI Audioによるエンジン音のデモンストレーション

■ 実際のアーケードゲームに使用されているエンジン音

- 株式会社セガ AM3研のご好意によりご提供いただきました。
- トヨタ・カローラレビン AE85型モデルのエンジン音。



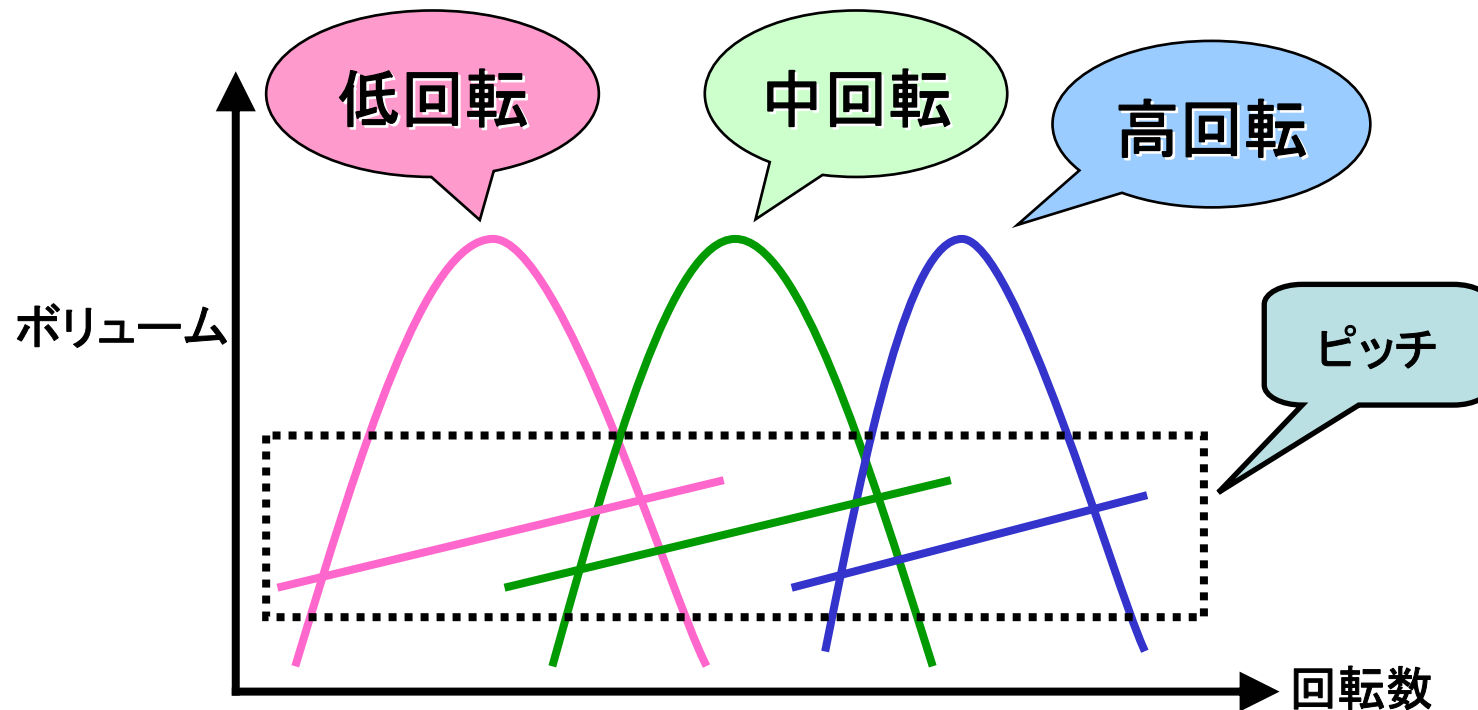
リアルなエンジン音の作り方

- **いくつかのエンジンを回転数にあわせてクロスフェード**
 - いくつかの回転数のエンジンをサンプリングし、クロスフェードさせる。
- **加速中と減速中の音を用意**
 - 加速中はターボ音。減速中はエンジnbrレーキ音。
- **プログラマは車の状態に合わせてコントロール**
 - エンジンの回転数とアクセルの状態によってコントロール。
- **さらに距離による音の変化も演出する**
 - 距離によってフィルタを適用することにより臨場感が向上。

リアルなエンジン音の作り方 (基本)

■ 複数のエンジン音をクロスフェード

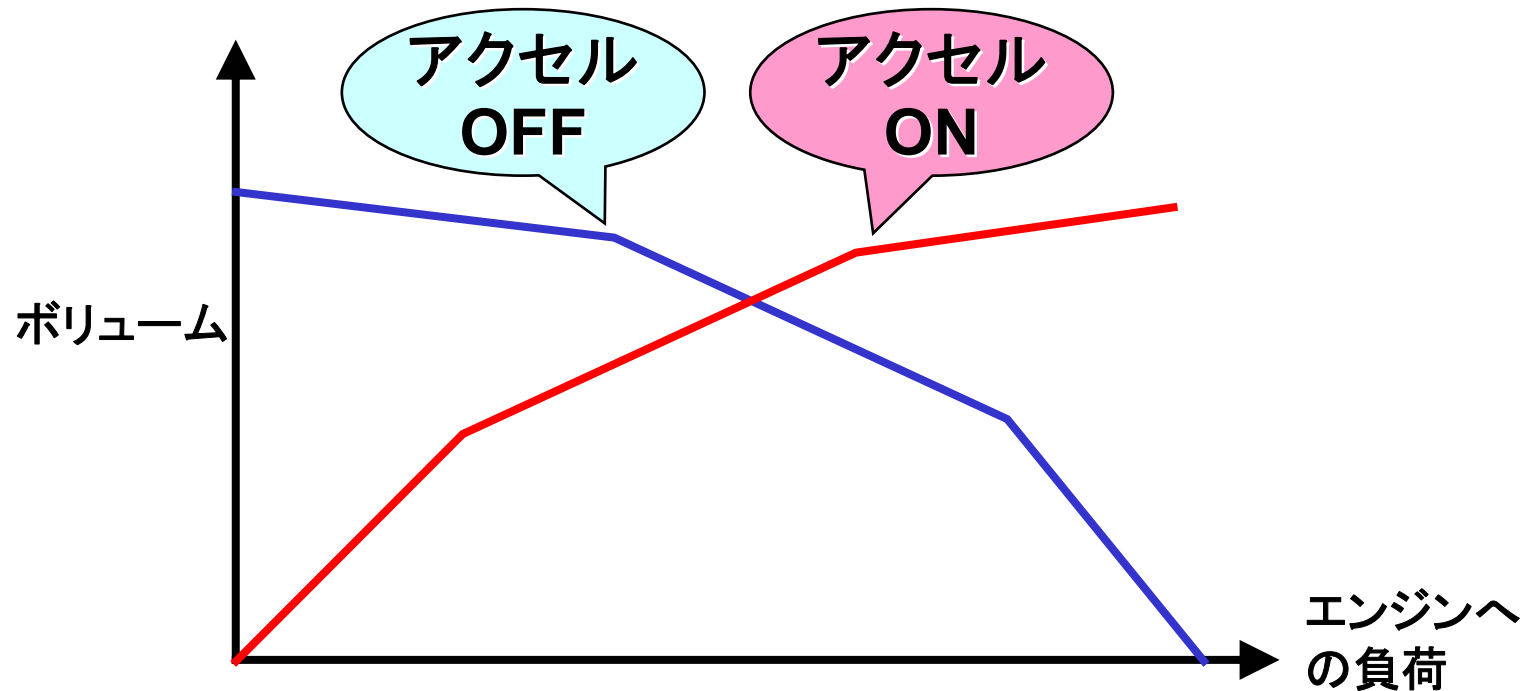
- 回転数の異なるエンジン音をサンプリングし、クロスフェードさせる。



リアルなエンジン音の作り方 (応用)

■ エンジンの負荷状況による変化

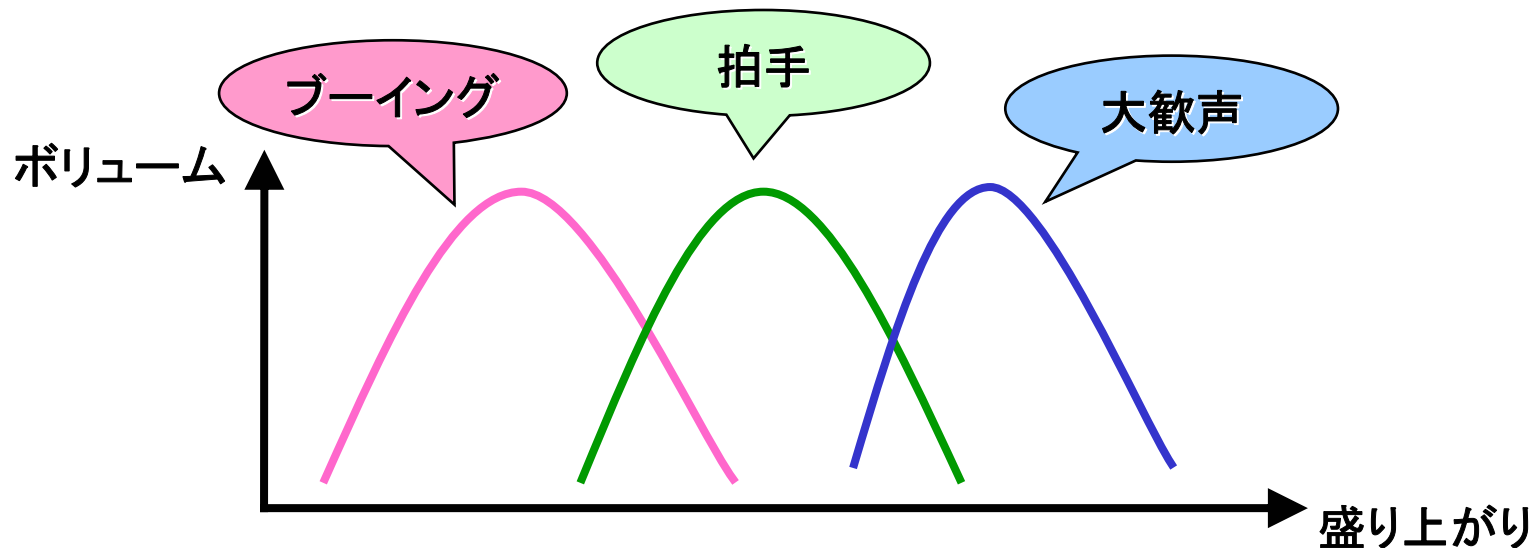
- アクセルONの音とアクセルOFFの音をクロスフェードさせる



インターラクティブに変化する歓声

■ スタジアムの盛り上がりの応じて歓声をクロスフェード

- エンジンと同じように、いくつかの歓声をクロスフェードさせる。
- どちらのチームが勝っているかもパラメータにできるかも。



高度なランダムサウンド

■ リアルな効果音には確率分布のコントロールが必要

- 常に変化してしまうのも不自然。たまに変化するのが自然。

■ いくつかのパラメータの相関関係を作ったランダムサウンド

- 例えば、さまざまポジションからランダムに再生される効果音。
後方のポジションではフィルタをかけたい。
→ ポジションとフィルタには相関関係がある。

■ CRI Audio によるデモンストレーション

- 足音、雷鳴、銃声、カリンバなど

ワザ ストリーミングの秘技

データ圧縮による読み込みの高速化 『ファイルマジック』

■ データを圧縮することによって読み込み時間を短縮

- 展開時間はDVDからの読み込み時間に比べて非常に小さい。
- 『ファイルマジック』は、ZLIBの2倍から3倍程度高速。

Xbox360で50Mバイトを展開する時間

ZLIB : 857ミリ秒

『ファイルマジック』 : 376ミリ秒 (ZLIBの2.3倍)

- 『ロード時間が**18秒**から**9秒**に短縮!』(150Mバイトの場合)
→ ハードディスクからの読み込み速度とほぼ同じ。

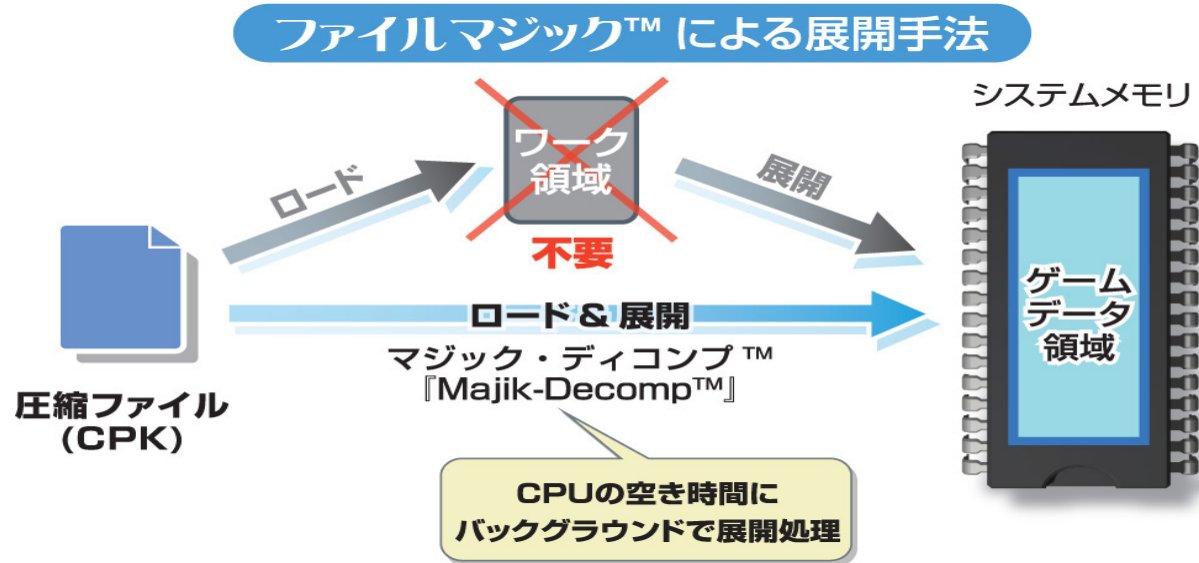
『ファイルマジック』による圧縮・展開

■ 展開時に一時バッファを必要としない『自己エリア展開』

- 展開用の一時バッファを使用せずに、ロードされた領域で展開。

■ プログラマは圧縮されているかどうかを意識せずにロード

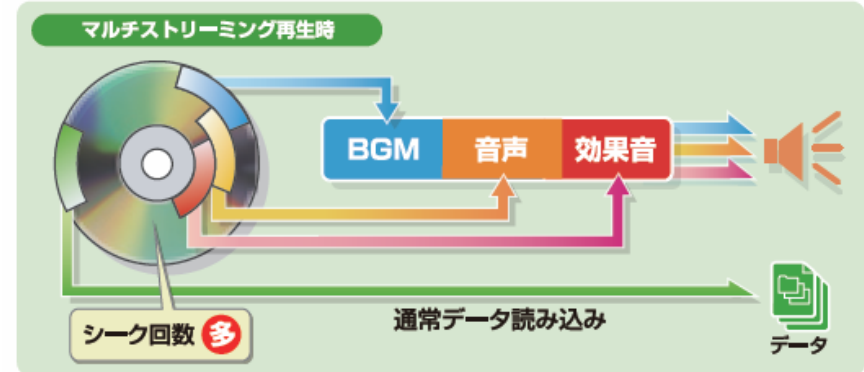
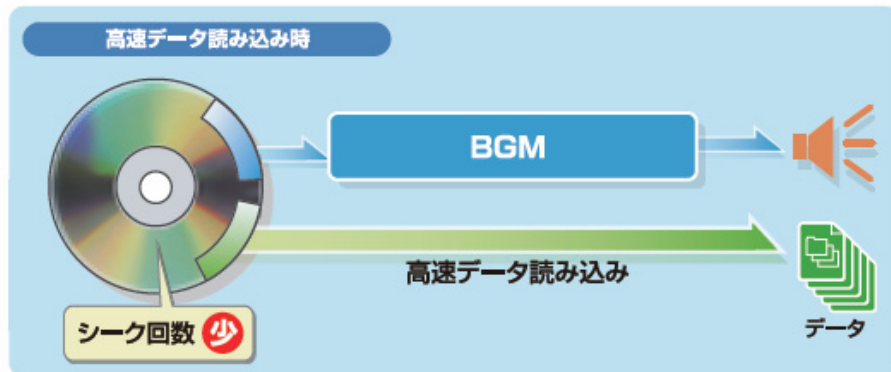
- Load関数を呼ぶだけで、圧縮されているデータは自動的に展開される。



ストリーム再生中のデータ読み込みの高速化 『CRI Audio』

■ **D-BAS™** (ダイナミックバッファアロケーションシステム)

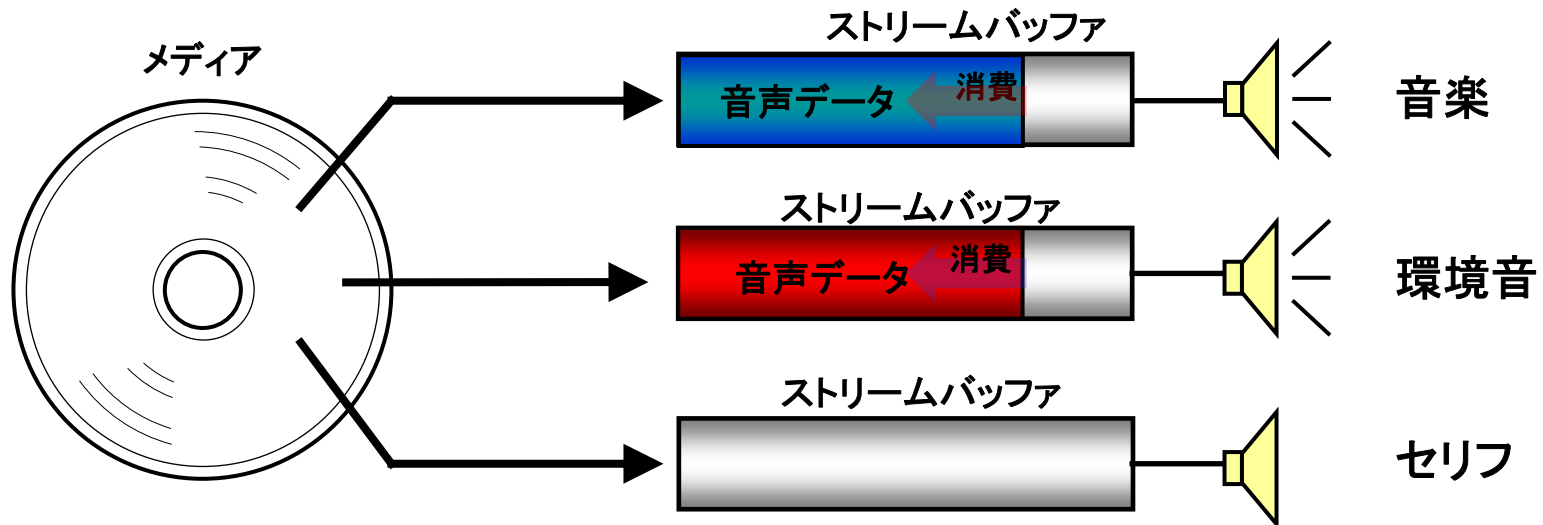
- CRI Audioのストリーミング再生に使われているバッファ管理技術。
- 事前に与えられたストリーミング用バッファを状況に応じて効率的に利用。
- ストリーミング再生中のデータ読み込みの高速化。



従来のストリーミング手法

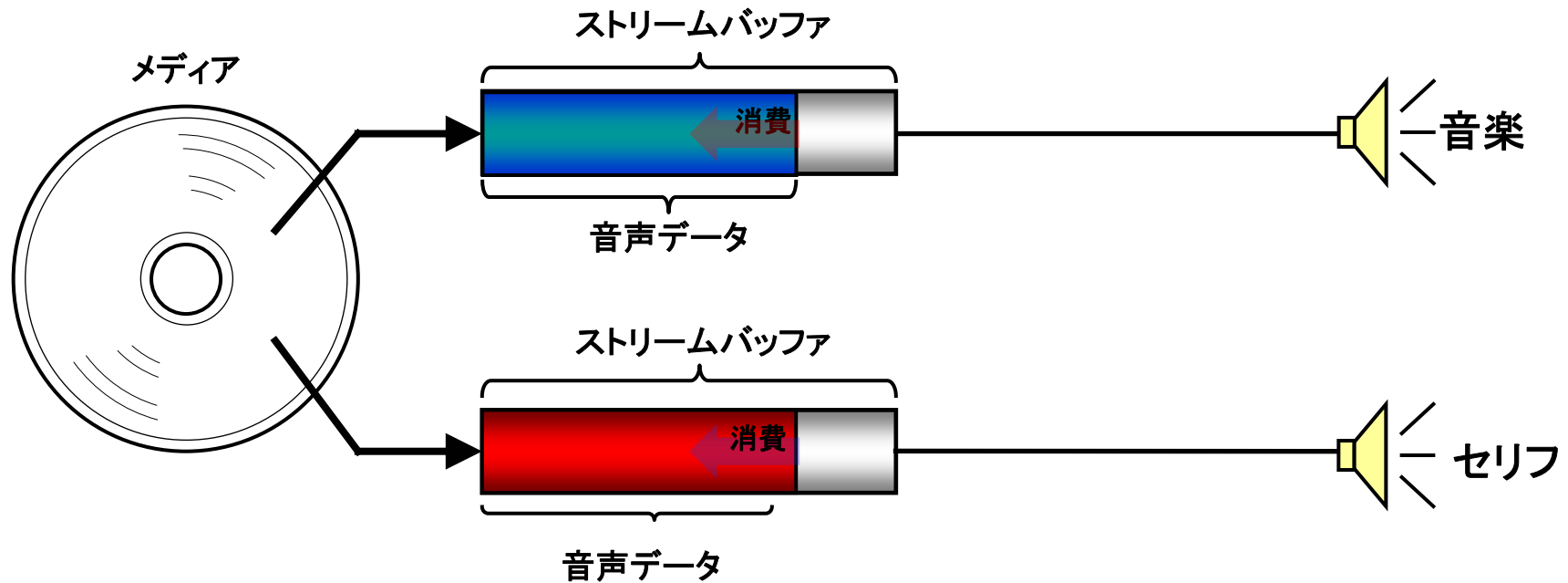
■ 同時に再生するストリーム数分のバッファを静的に確保

- データロード中に音楽しか再生していないと、他のバッファは無駄になる。
- すべてのストリームバッファを有効に利用したい → **D-BAS**



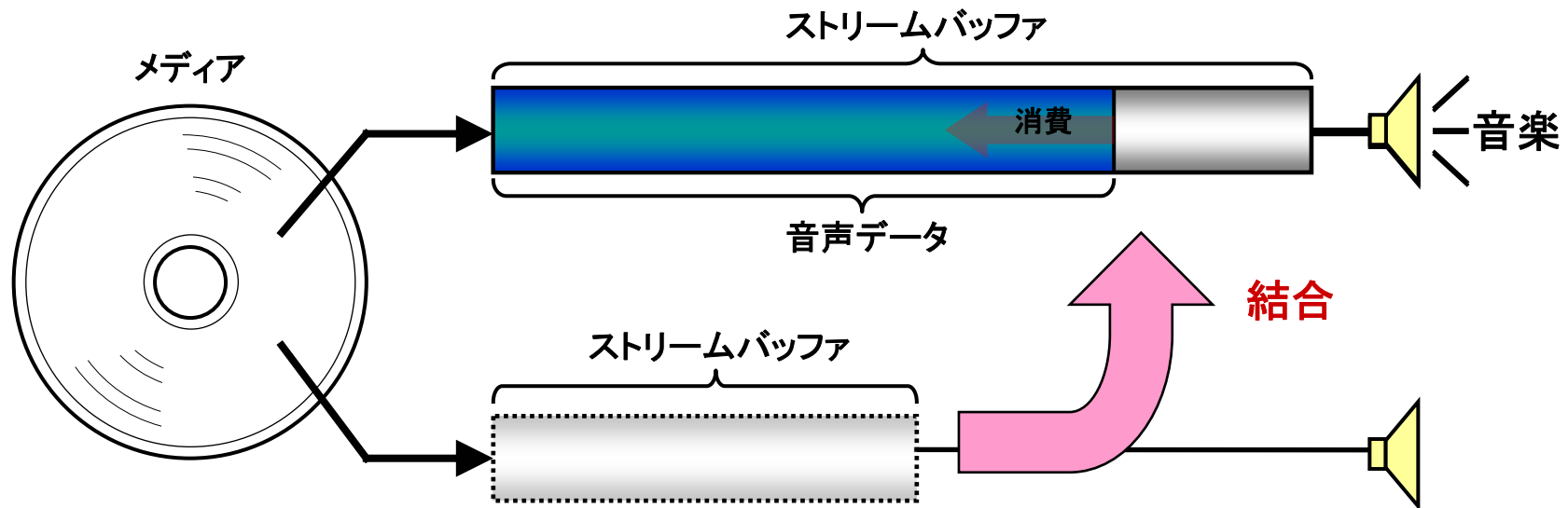
D-BAS™ の仕組み1

■ 音楽とセリフを再生



D-BAS™ の仕組み2

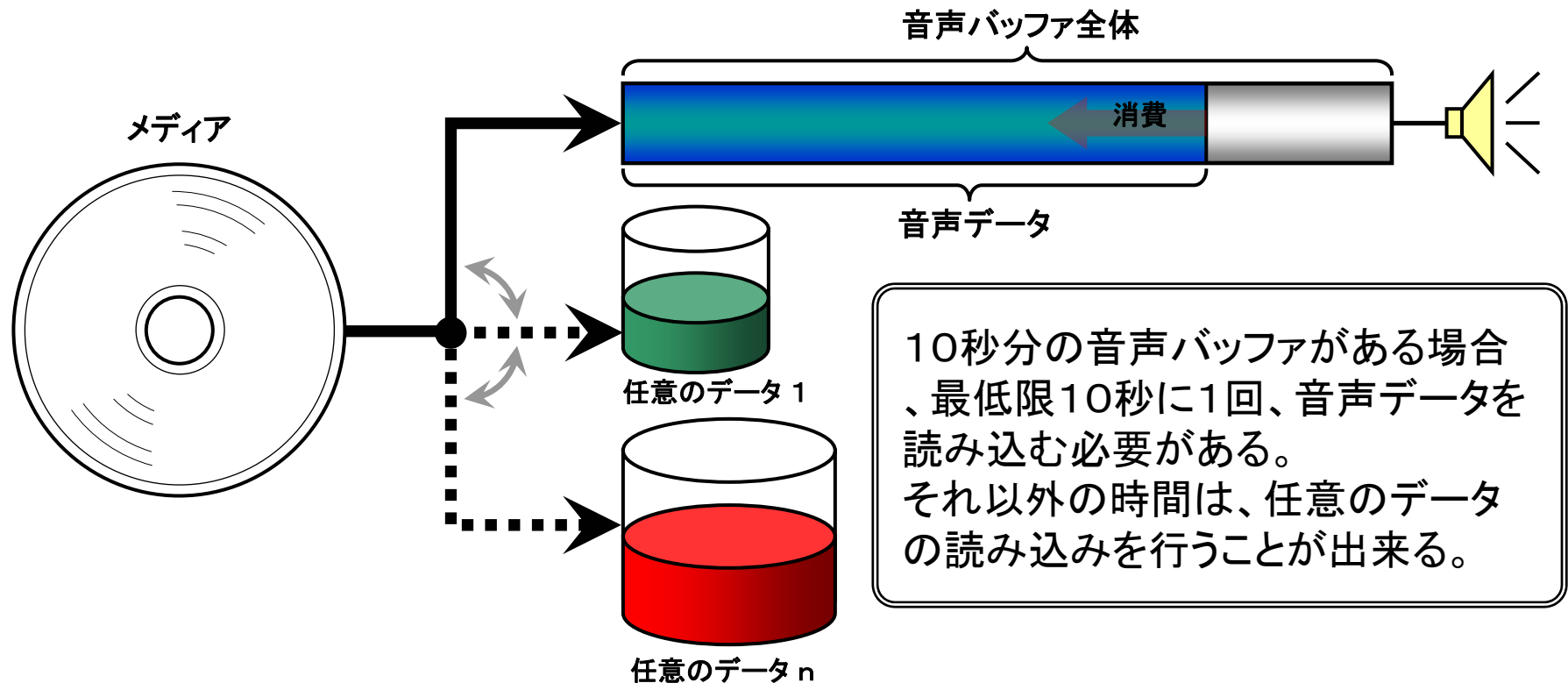
■ セリフの再生が終了すると、音楽用にバッファを結合



D-BAS™ によるデータ読み込みの高速化

■ ストリームバッファをできる限り有効利用

- 音声データ読み込みのためのシークを可能な限り抑え、読み込み時間を短縮。



『ファイルマジック』 + D-BAS™による究極の奥義

『ファイルマジック』

データ圧縮

「読み込み速度が2倍に！」

D-BAS™

高性能ストリーミング

「シーク回数が減少！」

**音楽のストリーム再生中でも
高速にゲームデータのロードが可能。**

D-BASによるシーク音の軽減

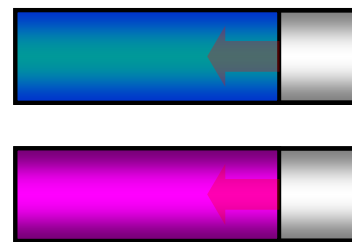
■ D-BAS™ のもうひとつの効用

- ストリーミング用バッファを状況に応じて動的に管理。
- 複数のストリームが再生されたときでも、できるかぎりバッファを大きくする。
→ シーク音が少なくなり、ドライブの寿命を延ばす。

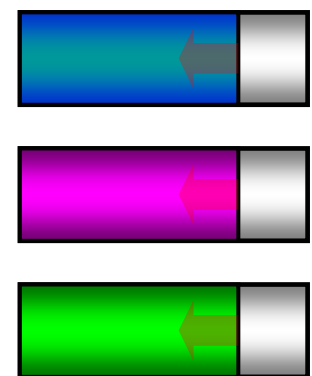
1ストリーム再生



2ストリーム再生



3ストリーム再生



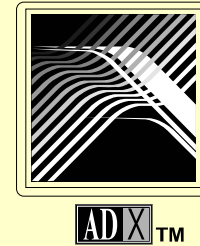
同時に再生されているストリーム数に応じて、自動的にストリームバッファを分割する。

ムービーの秘技

CRI ADX と CRI Sofdec

■ CRI ADX

- 強力なマルチストリーム制御機構
- 非同期型のファイルシステム
- データにも音声にも使えるファイル管理機能
- 低負荷・高音質な音声コーデック
- 多彩な音声再生機能



■ CRI Sofdec

- CRI ADX との連携で全自動なファイル読み込み／サウンド処理
- アルファムービーほか、長年の実績と様々なオプション機能

どちらも、マルチプラットフォーム対応！

ビデオコーデックの特徴と活用方法

■ ビデオコーデックの特徴

H. 264 (MPEG-4 AVC)	高圧縮率／高負荷に焦点、適度な画質
WMV9系	高圧縮率／高負荷に焦点、適度な画質
Sofdec (CRIオリジナル)	幅広い圧縮率、低負荷、高画質

■ コーデックの特徴を活して使い分け

- 低ビットレートなら**H.264, WMV9 ...10Mbps程度**
- ハイクオリティなら**Sofdec ...10Mbps~70Mbps**
H.264なら規格上50Mbps上限、実質20Mbps以下。
ビットレートだけを見ても**Sofdec**に高画質の可能性がうかがえる。
ディスクに余裕があるなら是非**Sofdec**を！

HDでの画質とビットレート

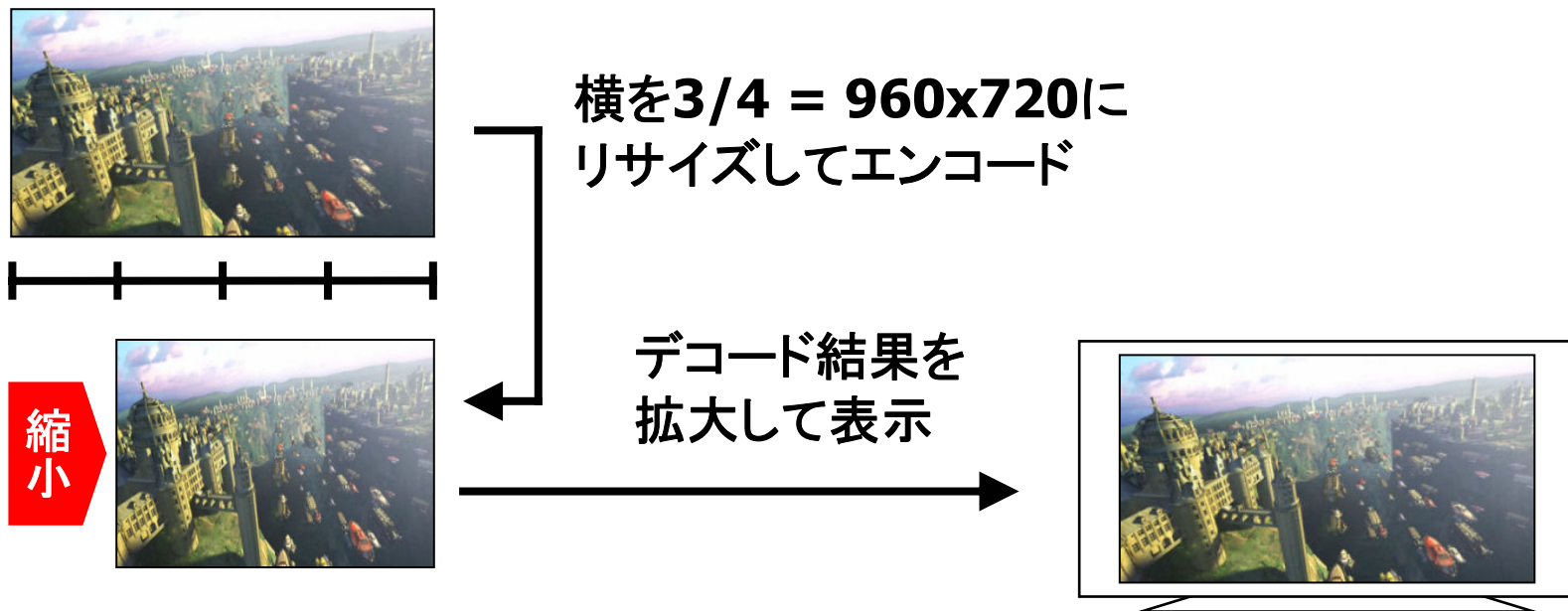
■ Sofdecにおけるビットレート参考値

解像度	周波数	画質		
		低	標準	高
1280x720	30Hz	7Mbps	12Mbps	20Mbps
	60Hz	16Mbps	26Mbps	36Mbps
1920x1080	30Hz	10Mbps	15Mbps	25Mbps
	60Hz	20Mbps	30Mbps	40Mbps

リサイズによる低ビットレート化

■ 拡大することで全体の画質を維持

- 解像度が小さくなった分、同じビットレートなら相対的に情報量が多くなる。
- キリのいい数値でリサイズ、拡大・縮小にはフィルタを併用する。
- ファイルサイズ制限やノイズの多い素材の場合に有効。



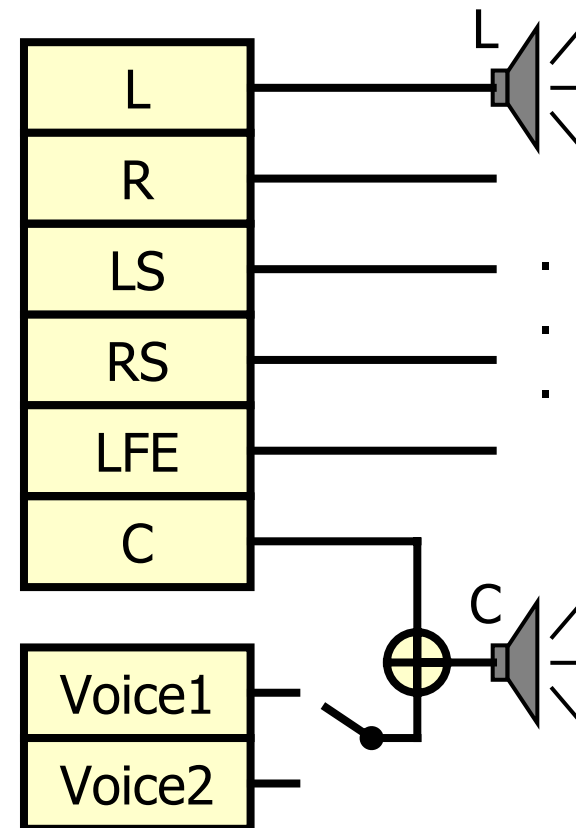
5.1 チャンルオーディオトラックとボイストラック

■ ボイストラックは個別

セリフ部分をモノラルのボイストラックとして扱うため、セリフとサラウンドの取り回しが簡単になる。

複数のボイストラックを作成することで、多言語のセリフを実現することも可能。

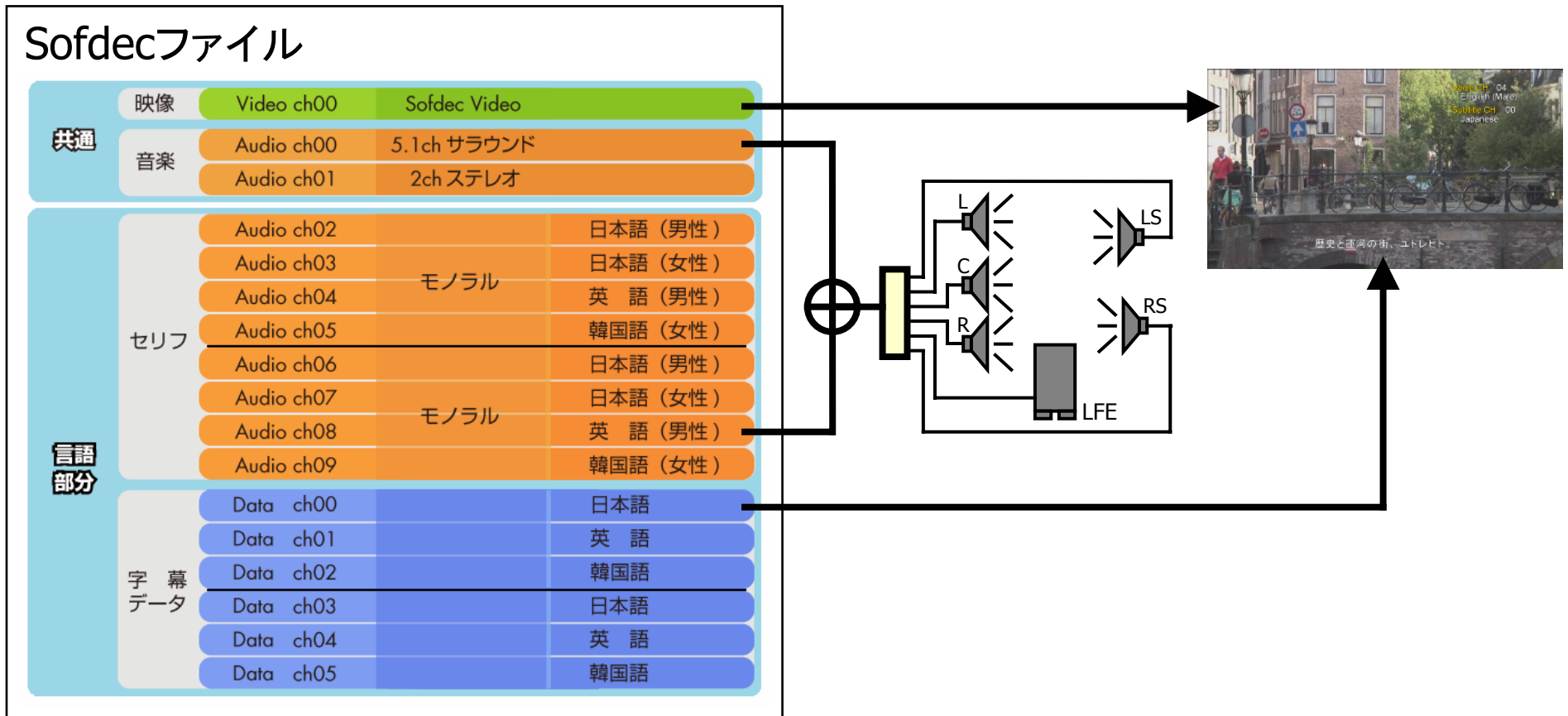
ボイストラックをセンターチャンネルに割り当て、セリフを手前に再現。



多言語のオーディオと字幕

■ ファイルの構造と再生の流れ

DEMO



マルチリンガルの素材

■ 必要な素材

- ビデオ : 単純再生と同じビデオデータ (**AVI, 連番BMP**)
- オーディオ : ステレオ、**5.1ch**チャンネルのオーディオデータ (**WAV**)
- セリフ : モノラルのオーディオデータ × **n本 (WAV)**
- 字幕 : 字幕文字と制御を記述したテキストデータ (**TXT**)
字幕文字として**Shift_JIS, UTF-8, UTF-16** が使える。
字幕割付のフリーツール「**SubtitleWorkshop**」

```
59940
244000,520000,歴史と運河の街、
570000,966000,古い町並みと水辺
:
```

チャプタ再生

DEMO

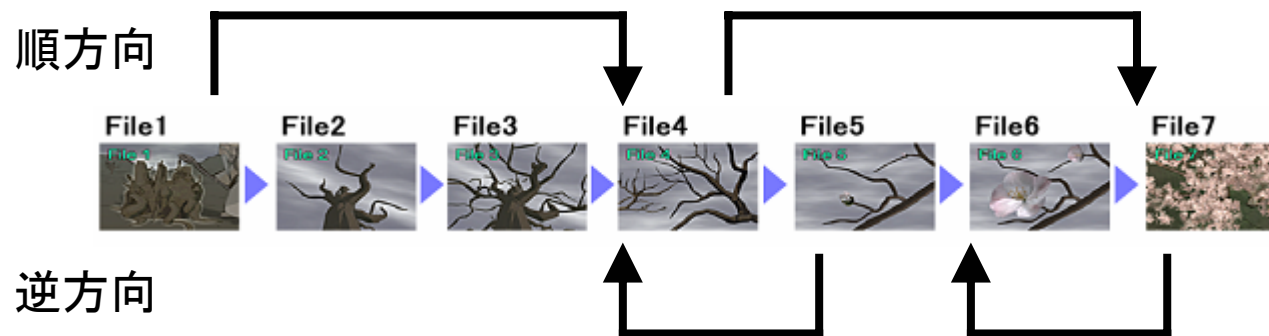
■ チャプタ毎にファイル分割し、シームレス連結再生する

- ユーザ操作を考慮し、例えば、チャプタを10秒として分割。
- スキップは順方向と逆方向で単位を変えて、操作感を向上させる。

例えば... 順方向スキップは30秒(3ファイル) 後へ、

逆方向スキップは10秒(1ファイル) 前へ

→DVD/HDレコーダのスキップ機能に近い

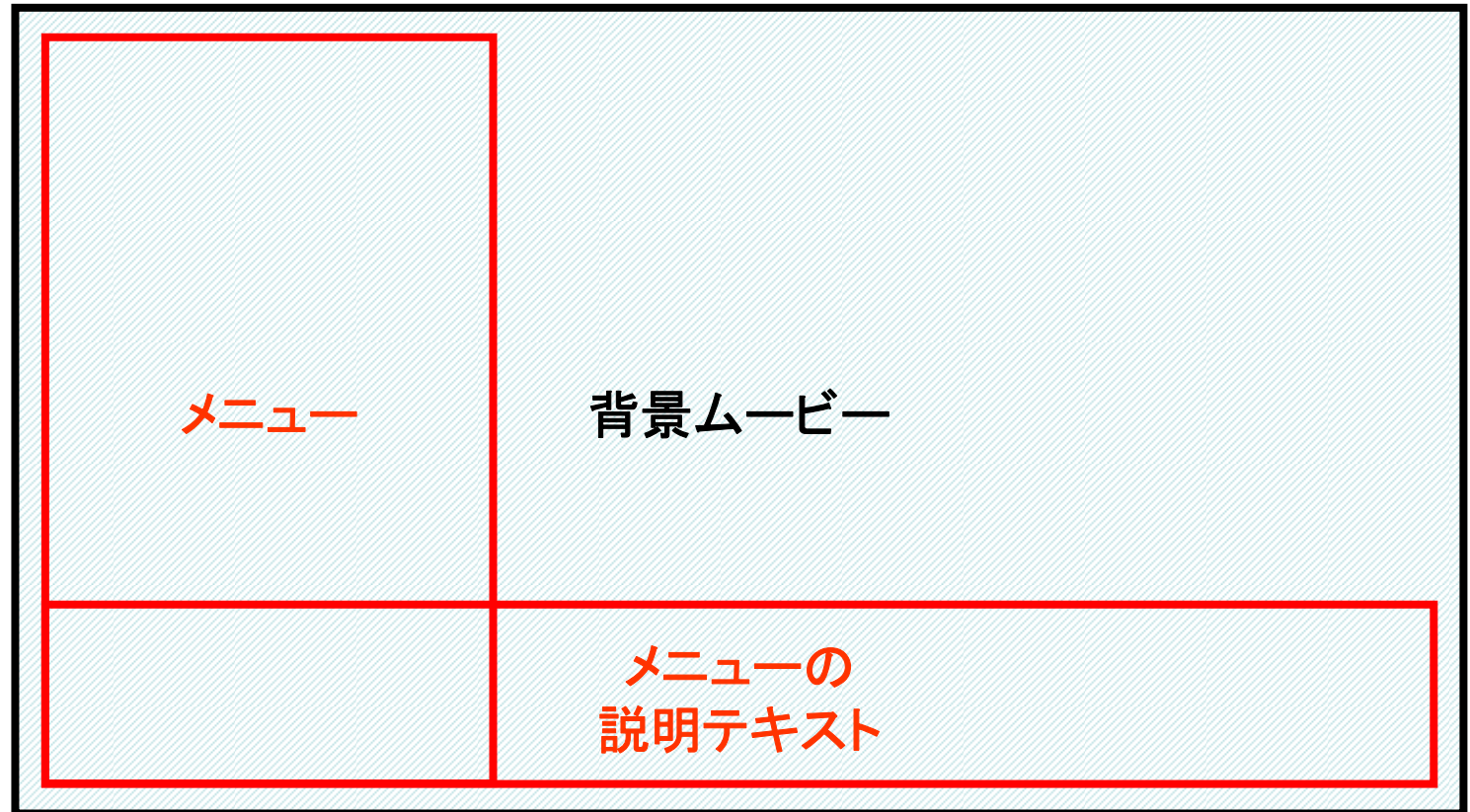
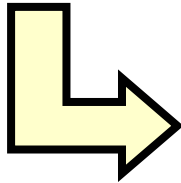


動くテキストチャとして動画を使う

背景全体がムービー

DEMO

必要な部分だけ
個別処理



再生機能を組み合わせる

■ アルファムービー再生

- キャラクタをアルファムービーとして再生し、背景を変える。

**DEMO**

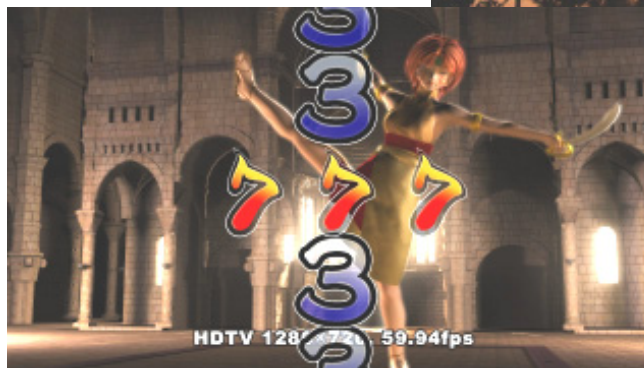
■ マルチストリーム再生

- キャラクタだけでなく、背景もムービーに変える。



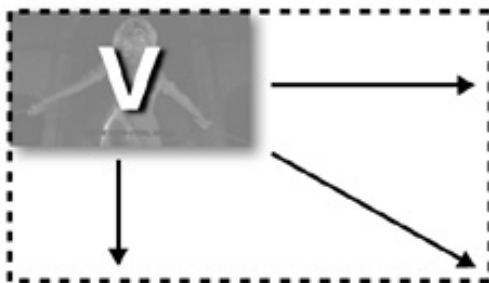
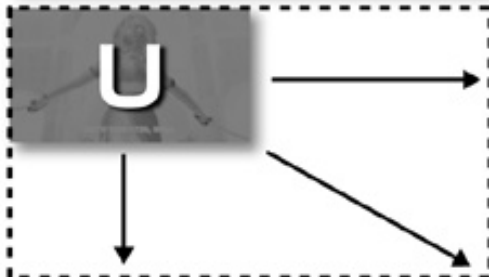
■ シームレス連結再生

- アルファムービー再生やマルチストリーム再生を、継ぎ目なく切り替えていく。

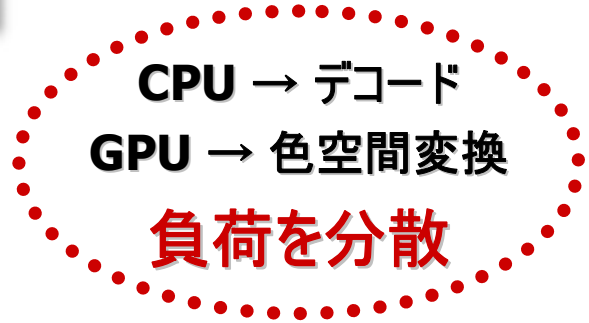


YUV420からRGBへの変換

■ デコーダからはYUV420形式のフレームが得られる



- 3枚のテクスチャとして各YUVプレーンを入力
- YUV420からRGBに変換し、フレームバッファへ



デコード処理の構造を知る

■ スライス分割デコード

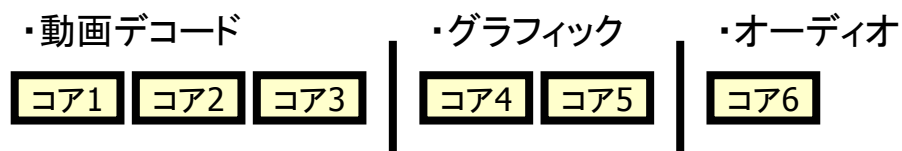
- 動画データをスライス単位で処理できるようにエンコード。
- 各スライスを複数のコアが独立に処理することで、並列デコードを実現。
- アプリからデコードに使用するコアやコア数を指定することが可能。
→画像サイズやビットレートに応じて調整できる。



コアの割り当て

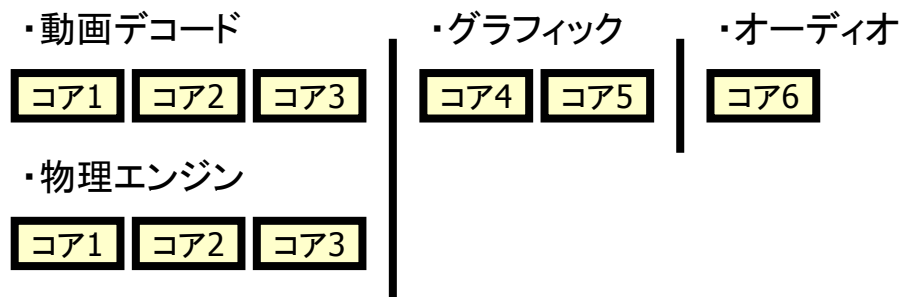
■ ライブラリやミドルウェアごとに割り当て

- 常に同じコアを割り当て、他には譲り渡さない。



■ 同時実行に必要なコアを厳選して割り当て

- 同時に使わないプログラムはコンテキストスイッチで眠らせておく。

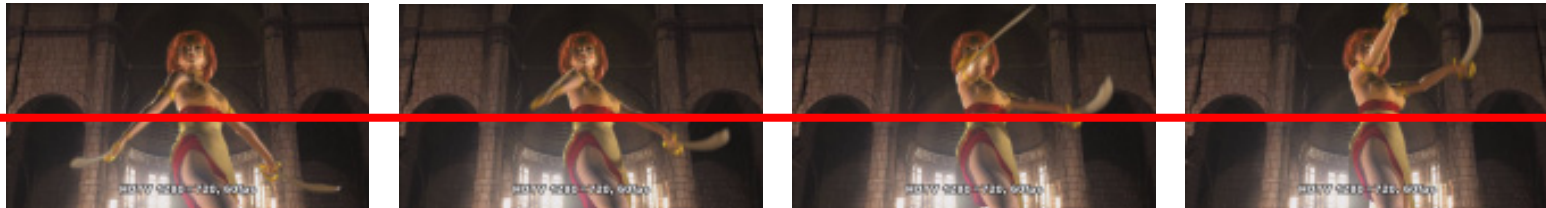


指定したピクチャだけ取り出す

■ そもそも動画はピクチャの連続

- 音声なし、時間制約なしにすると、たくさんある静止画になる。
- n枚目からm枚取り出す＝動画の途中を再生
- **JPEG**など別の静止画圧縮を使うより、動画で共通化の方がお得。
- 静止画として綺麗なIピクチャ(キーフレーム)だけでエンコード。

動画



連続する
静止画



CRI-HVC (ハイエンドビデオキャプチャ) サービス

■ ゲームのプレイ画面をキャプチャ

- 出力されるデジタル信号をキャプチャするので、品質劣化もなく、ゲームプログラムに手を加える手間も不要。

	解像度	fps(Hz)	呼称	
ゲーム機	1920×1080	59.94	1080p	D5
	1920×1080	29.97	1080i	D3
	1280×720	59.94	720p	D4
	720×480	59.94	480p	D2
	720×480	29.97	480i	D1
PC	1920×1200	60	WUXGA	
	1600×1200	60	UXGA	
	1280×1024	60	SXGA	
	1024×768	60	XGA	
	800×600	60	SVGA	
	640×480	60	VGA	

カメラを活用する秘技

Open CV (Computer Vision) による顔認識

■ 顔認識

- パラメータ調整した**HaarCurve**辞書を基にしたパターンマッチング。
- 目や鼻から連想される(T字)を認識。
- 色に依存せずに、白黒画像でも認識できる。
- 複数の人間をリアルタイムに認識可能。
- チューニングにより、**Xbox360**で**30フレーム/秒**の処理を実現。
- 辞書のチューニング等により、笑顔、バーコード、カード認識などへの応用も可能。

お問い合わせ先

URL

<http://www.cri-mw.co.jp/inquiry>

メール

ファイルマジック : **FileMajik@cri-mw.co.jp**

CRI Audio : **CriAudio@cri-mw.co.jp**

シネマスタジオ : **CinemaStudio@cri-mw.co.jp**

CEDEC 当社講演内容に関するご質問やお問い合わせは、
お気軽に下記メールアドレスまでご連絡下さい。

cedec2007@cri-mw.co.jp