

ゲーム音楽を変える 「アダプティブミュージック」とは？

2009年9月3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 |
| 2009年 | PS2・PS3・PSP・DS・Wii・GC
Xbox・Xbox360用ミドルウェア | 1952タイトル |

ゲーム機に特化したミドルウェア

アジェンダ

- アダプティブミュージック
- ピッチシフト・タイムストレッチ技術
- iXMF
- ゲーム向き高圧縮音声コーデック「HCA」
- マルチストリーミング技術

アダプティブミュージックとは

■ アダプティブミュージック

- Adaptive Music = 適応的な音楽。
- ゲームの状況に応じて音楽が変化する。
- 「スーパーマリオブラザーズ」のテンポアップ

■ インタラクティブミュージック

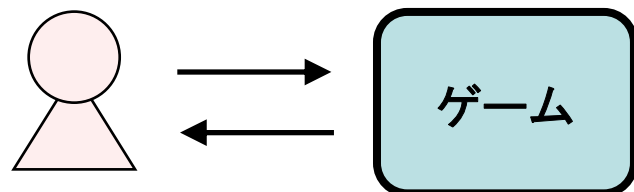
- Interactive Music = 対話的な音楽。
- ユーザーの入力に反応して、音楽が変化する。
- 「ビートマニア」「パラッパラッパー」などの音楽ゲーム。

Defining Adaptive Music

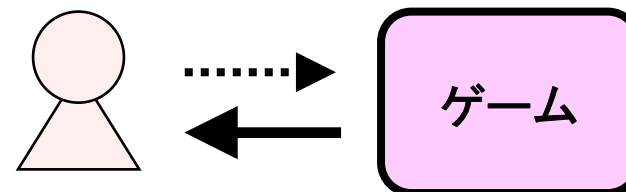
- 入力パラメータによって大きく曲の構成が変化する。
- 作曲者の意図に沿って変化する。
- 不確定なゲームの状況に応じて音楽が変化する。
- 伝統的な音楽の整合性を持っている。

GAMASTRAより

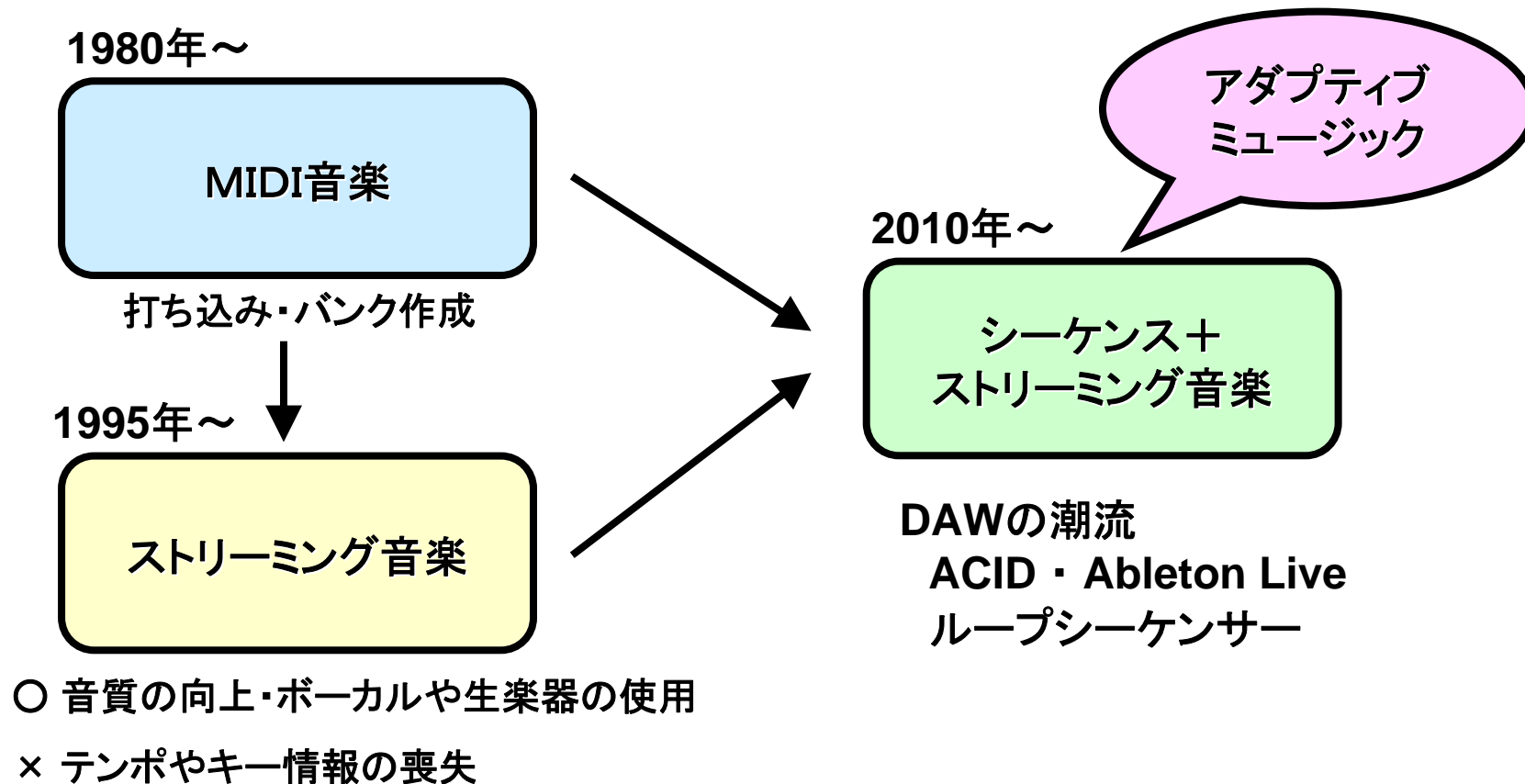
インタラクティブ ミュージック



アダプティブ ミュージック



ゲーム音楽の再生方式の変遷

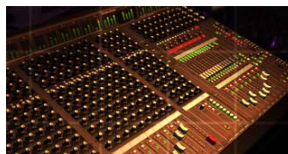


CRIのオーディオ技術への取り組み



CRI ADX

マルチストリーミング
音声圧縮
ゲームデータの裏読み



Sound Factory

MIDIデータの再生
音色バンク管理
サウンドデザイナー志向



救声主

大量のセリフの圧縮
DSに特化した音質改善
ADXのサブセット



CRI Audio

サウンドデザイナー志向
ソフトシンセ
インタラクティブサウンド



C-TST

セリフのタイムストレッチ
低CPU負荷
ADXのサブセット

そして、アダプティブ
ミュージックへ

先史時代

E-CAI1 (1987年)
(音声認識+英会話教育ソフト)

AIカラオケ (1990年)
(ピッチ抽出+シンセカラオケ)

VoxPop (1993年)
(音声認識UI)

VoxTalk (1994年)
(CELP型音声圧縮)

アダプティブミュージックシステム「ADAMS」

1. マルチトラック

- 複数のメロディトラック、パーカッショントラックを自由に入れ替え可能。

2. フレーズのシームレス連結

- シームレスにフレーズの連結が可能。

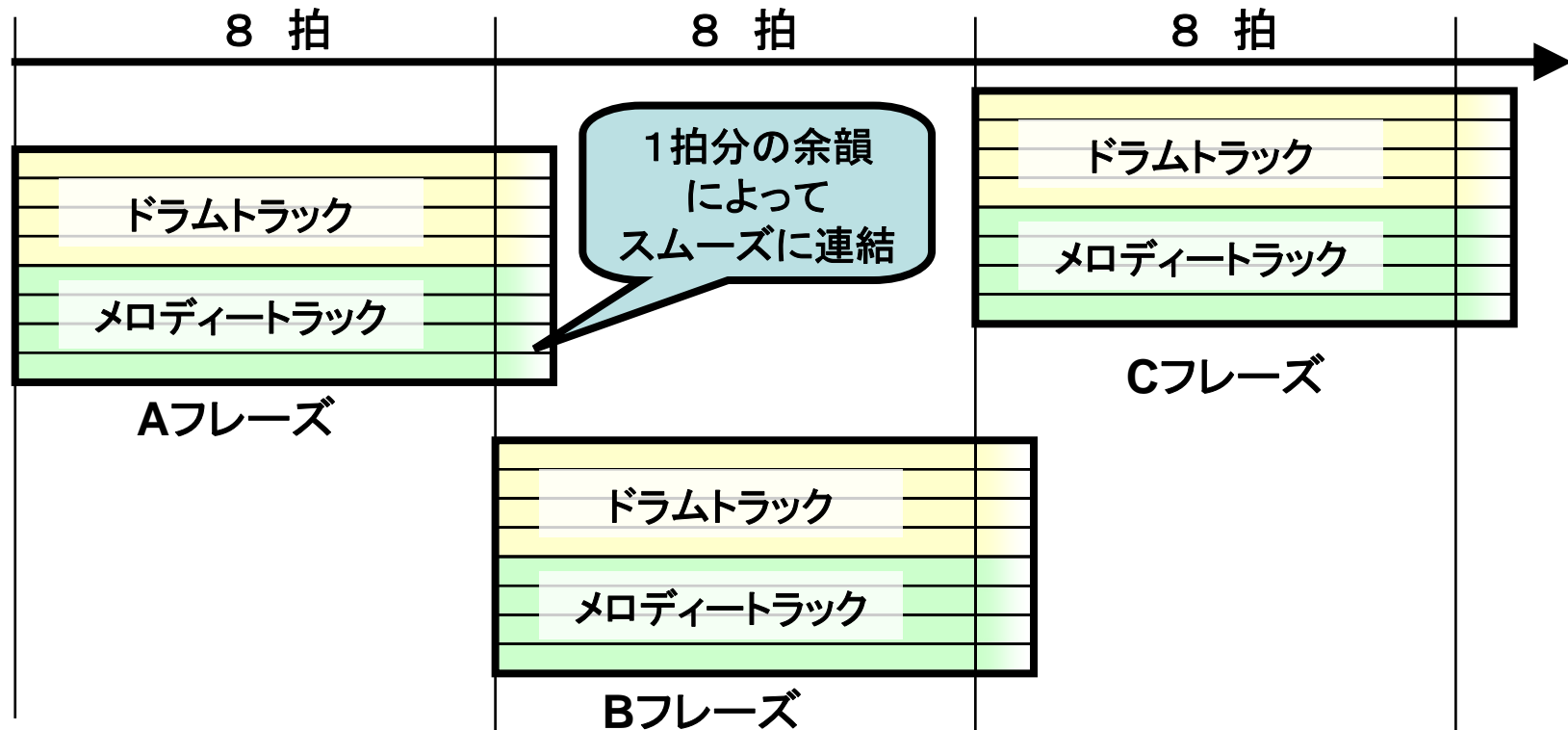
3. テンポを変えずにキーチェンジ（転調）

- テンポを変えずにフレーズに同期してキーチェンジ。
- 打楽器トラックはキーを変えずにメロディトラックだけがキーチェンジ。

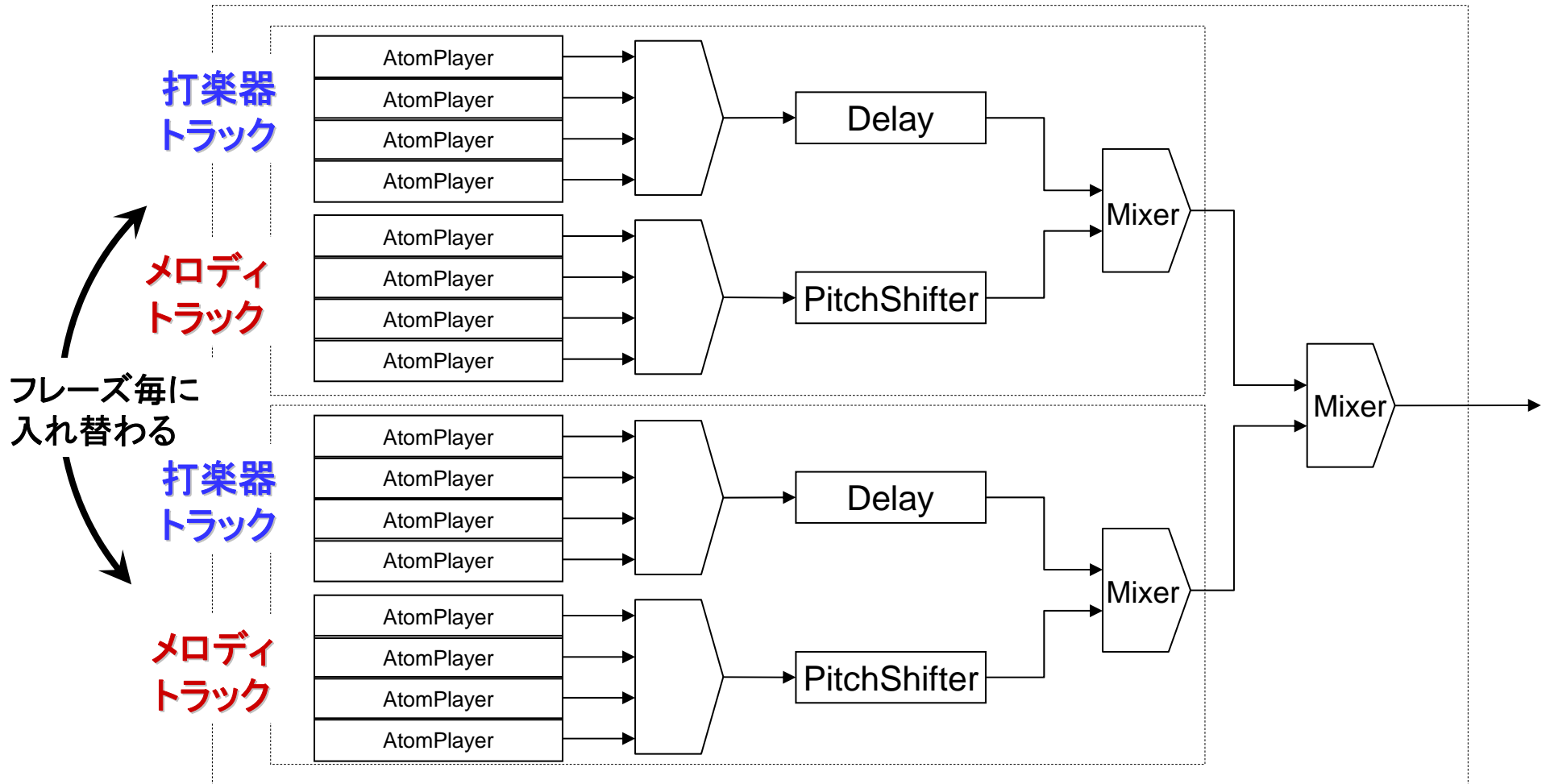
4. 音程を変えずにテンポチェンジ

- 音程を変えずにテンポを変更。
- リタルダントやアッチェルもサポート。

アダプティブミュージックシステム「ADAMS」のデモ



アダプティブミュージックシステム「ADAMS」のモジュール図



ADAMSを支える技術

1. フレーズ連結・加工技術

- フレーズを自然に接続。各フレーズのテンポやキーをリアルタイムに加工。

2. マルチストリーミング (ADX)

- 複数のトラックを自由に組み合わせてマルチストリーミング再生。

3. ゲーム向き高圧縮音声コーデック「HCA」

- CPU負荷の変動の少ないMP3やAACレベルの音声圧縮技術。

4. iXMFシーケンサ

- 複数のトラックに部品となるフレーズを割り当て再生。
- ゲームサウンド(音楽・セリフ・効果音など)がゲーム状態に従って変化。

5. ファイルマジックPRO

- 大量のフレーズを高度なパッキング機能に効率よく管理。
- ストリーミングのための高度な流量管理。

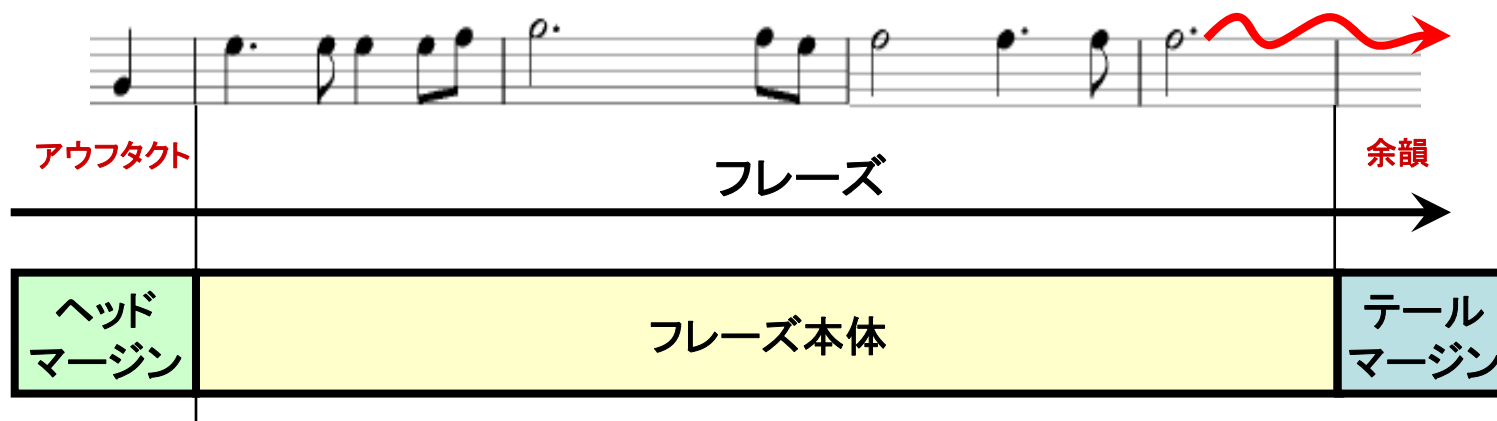
フレーズの定義

1. 余韻のためのテールマージン

- 実際の演奏には余韻があり、これを重ね合わせて接続する。

2. アウフタクトやグルーブ感を出すためのヘッドマージン

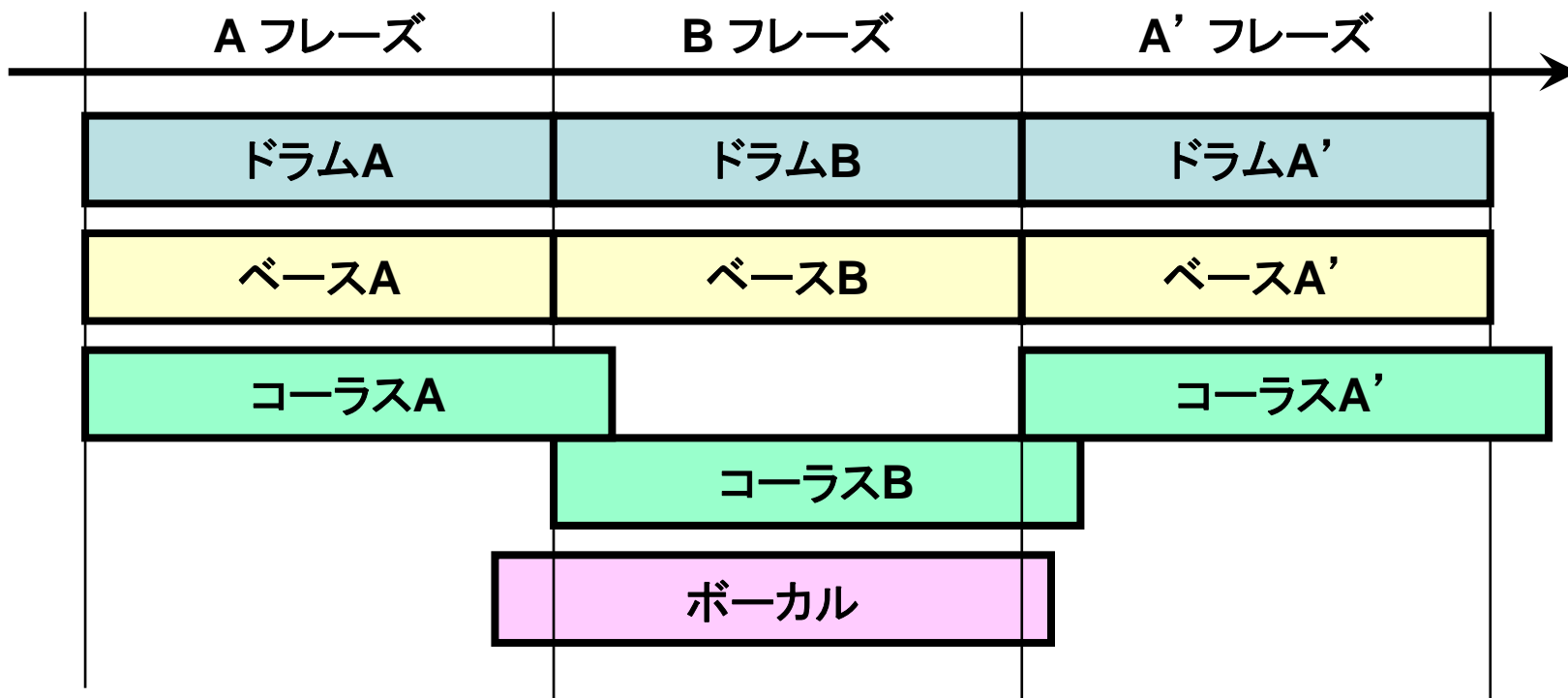
- ヘッドマージンによって、アウフタクトから始まるフレーズを表現可能。
- 小節線よりも前に少しだけ前に出すことでグルーブ感を演出。



フレーズの連結

ヘッドマージン・テールマージンによるスムーズな連結

- マージンによって違和感なく、各フレーズを接続することが可能。



ピッチシフト・タイムストレッチ技術

1. ピッチシフトとタイムストレッチは同じ技術？

- ピッチシフト→早送り・スロー再生= タイムストレッチ。
- タイムストレッチ→早送り・スロー再生= ピッチシフト。

2. 時間領域でのタイムストレッチ

- 時間領域上でオーバーラッピングしながら、再生時間を短縮・伸張。

3. 周波数領域でのピッチシフト

- FFTなどによって音声信号を周波数領域へ変換、各周波数成分をシフトさせた後、音声信号を再構成。

時間領域でのタイムストレッチ

1. デイレイによるタイムストレッチ

- デイレイバッファへの書き込み速度と読み出し速度を変えることで実現。

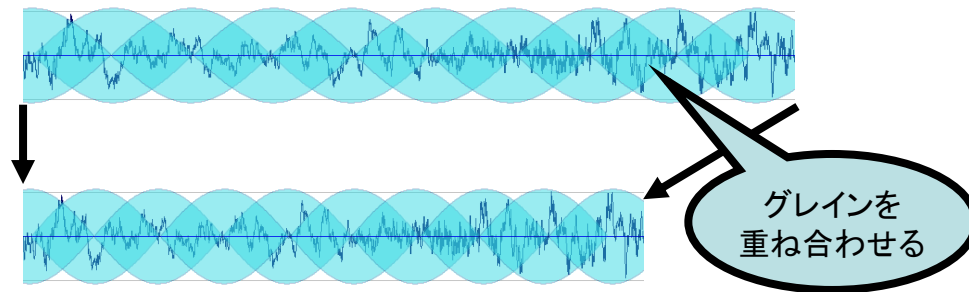
2. グラニューラル化によるタイムストレッチ

- 音声信号を粒状化して重ね合わせる。

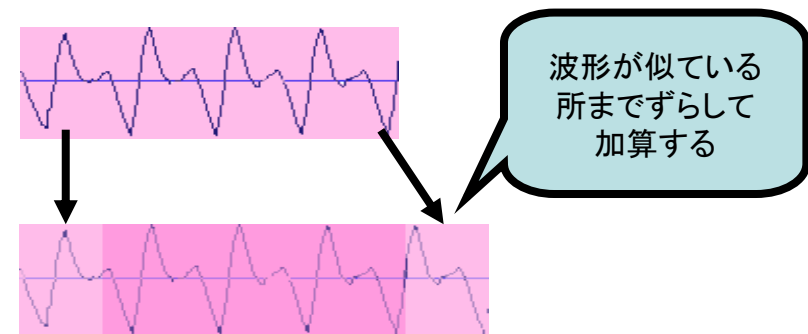
3. 同期型オーバーラッピング加算法

- 音声信号を分析し、波形(ピッチ)が同期するように重ね合わせる。

グラニューラル化によるタイムストレッチ



同期型オーバーラッピング加算法



周波数領域でのピッチシフト

1. FFTにより周波数領域へ変換

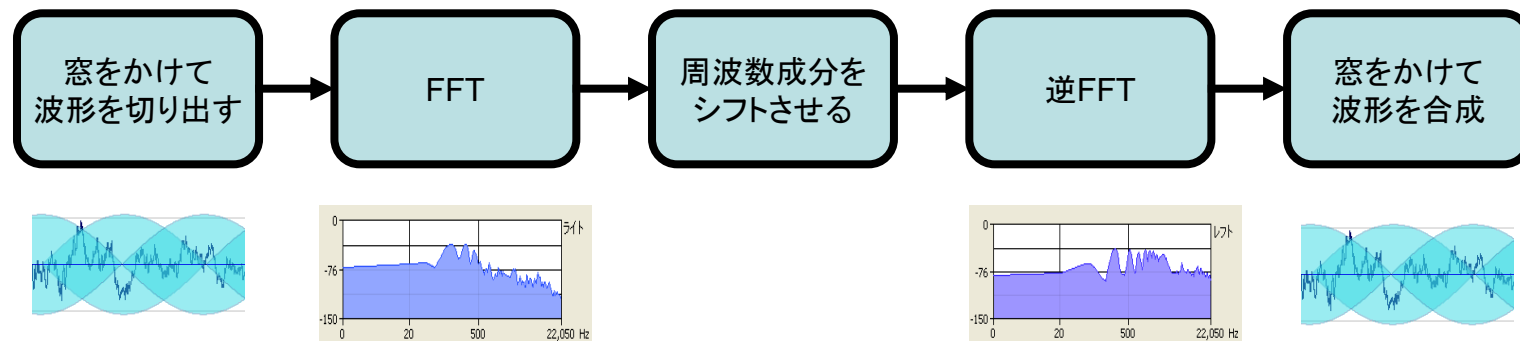
- ピッチシフト→早送り・スロー再生= タイムストレッチ。

2. 各周波数の成分をピッチシフト分だけずらす

- 音声フレーム間の位相差より正確なピッチを求めることによって音質が向上。

3. IFFTにより時間領域へ変換

- フレームをオーバーラップさせることによって、音質が向上。



ADAMSによる演出

1. 楽器の構成の変更による雰囲気の変化

- 状況の変化に合わせて、シームレスに楽器の構成を変更。
(ドラムパターンの変更、ボーカルやコーラスの挿入など)

2. ピッチシフト(転調)によるゲームの盛り上げ

- 半音の上昇転調によって何かが起こるのではないかという期待感がアップ。

3. テンポの変更(アツチェル・リタルダント)による緊張感のコントロール

- アツチェルすることによって焦燥感を演出。
- リタルダントによって落ち着いていく感じを出す。

iXMFとは

1. Interactive XMF

- XMF (eXtensible Music Format)のメタフォーマットを使用。
- インタラクティブなオーディオコンテンツのための共通フォーマット。

2. キュー(合図)を基本としたフォーマット

- iXMF は、複数のキュー(合図)の集まり。
- キューは、メディアチャンク(音声データ)とスクリプトによって構成。
- メディアチャンクは、連続的に再生可能なメディア(音声)の範囲。

3. 音楽的な時間軸をサポート

- MIDIと同じようなテンポベースの時間。

4. スクリプト言語

- iXMF変数の内容(ゲームの状況)によってサウンドが変化。

iXMFシーケンサ

1. マルチトラックによるタイムライン編集

- 複数トラックを表示し、サウンドの再生タイミングをオーサリング。

2. 再生パラメータの確率分布付きランダムイズ機能

- ボリュームやピッチなどの再生パラメータの簡単にランダムイズ。
- どの波形を再生するかをランダムに選択

3. ゲームステートによるサウンドコントロール

- ゲームの状況に応じて再生する波形やパラメータをコントロール。

4. 動画表示機能

- オーサリング時に動画を表示し、イベントシーンの音付けに便利。

サウンドのランダムイズ

1. 再生パラメータのランダムイズ

- ボリュームやピッチなどの再生パラメータを簡単にランダムイズ。

2. ランダムイズ範囲の指定

- ランダムイズするパラメータの範囲をビジュアル化。

3. 波形データをランダムに選択

- 複数の音からランダムに選択して1つの音を再生。
- 各音の再生する確立を設定可能。

ゲーム状態によるサウンドの変化

1. ゲーム状態変数のサポート

- 64個のゲーム状態変数をサポート。
- ゲーム状態の定義も行える。

2. ゲーム状態による音の切り替え

- ゲーム状態によって再生する音を切り変えることができる。

3. プログラマによるゲーム状態変数への代入

- プログラマはゲーム状態変数に状態値を代入。
→ 再生する音が切り変わる。

iXMFシーケンサのデモ

NewProject (B:/crimw/dev/dev_tools/CriVibe2/CriVibe2/bin/Release/NewProject/NewProject.vspj) - VibeStudio Ver.0.89.4 *

ファイル(F) 編集(E) ツール(T) View ヘルプ(H)

Preview Target : Win32 TimeLine GameState Mix Log

Cue

Do ▾ [Icons]

Default Encode: ADX AHX AD PCM

Display Filter: [Empty]

ADPCM Sound Setting: [Empty]

Current Sample Data Size: 0/0KB

Estimated Bank Size: 0/2048KB

Estimated CueSeq Data Size: 0/0KB

Search: [Empty] Tag: [Empty] Resampling Rate(Hz): 16K

ADX AHX AD PCM ALL

名前	タグ	VolBias	PanBias	PitchBias	圧縮モ...	Size (%PBuff)	Setting	Res
kan	-	0.00	0	0	ADX	2974		
TestSequenece	-	0.00	0	0	CueSeq	-		

1 items selected

GameState

GameVariable	CurrentState	GameState	Sta...	End
Place	Forest	default	0	123
GameVar2	Non	Room	124	124
GameVar3	Non	City	125	125
GameVar4	Non	Desert	126	126
GameVar5	Non	Forest	127	127
GameVar6	Non			
GameVar7	Non			

mixChannelGroup

MixGrp1 MixGrp2 MixGrp3 MixGrp4 MixGrp5 MixGrp6 MixGrp7

0.00dB 0.00dB 0.00dB 0.00dB 0.00dB 0.00dB 0.00dB

-3.0 -3.0 -3.0 -3.0 -3.0 -3.0 -3.0

Add [Icons]

SnapshotName	MixChannelGroup	Volume
default	MixGrp1	0.00
	MixGrp2	0.00
	MixGrp3	0.00
	MixGrp4	0.00
	MixGrp5	0.00

Toolbox

Tools [Icons]

Display Params [Speaker Icon]

CueSEQ TimeLine [TestSequenece.csq]

Do ▾ [Icons]

00:00:78

00:01:00 00:02:00 00:03:00

kan_0 Pitch=0 c
kan_1 Pitch=0 c
kan_2 Pitch=0 c
kan_3 Pitch=0 c
kan_4 Pitch=0 c

CueSequence	Priority(Bia...	Vol(Bias)	Pan(Bias)	Pitch(Bias)	MixChannelGr...
TestSequenece	0	0.00	0	0	MixGrp1

[Paste Event]

音声圧縮コーデック

1. ADX圧縮

- 高品質・低CPU負荷。汎用コーデック
- 36Kbps(8KHzモノラル)～400Kbps(44KHzステレオ)

2. AHX圧縮

- セリフ向き高圧縮音声コーデック（「救声主」に使用）
- 16Kbps（8KHzモノラル）～ 50Kbps（24KHzモノラル）

3. HCA (High Compression Audio)圧縮 (NEW)

- MP3やAACなどと同じMDCTベースの高圧縮音声コーデック。
- ゲーム向きにチューナップし、CPU負荷の変動が低い。
- 16Kbps（8KHzモノラル）～ 128Kbps（48KHzステレオ）

ゲーム向き高圧縮音声コーデック「HCA (High Compression Audio)」

1. CPU負荷変動が少ないゲーム向き音声コーデック

- フレーム長: 1024サンプル デコード単位: 128サンプル
- 48KHzの音声を秒間60回に分割すると800サンプル
→ 1Vで6回か7回のデコードとなる。

2. MDCT+心理聴覚モデルベースの音声圧縮

- AACやMP3などと同じ圧縮方式。
- 128KbpsでCD-DAクオリティを実現。

3. 自然な圧縮ノイズ

- 丁寧に圧縮するため、突発的なノイズ(ヒヨヒヨしたノイズ)が発生しない。
- 圧縮率を上げると自然に高域が切れていく。

高性能エンコーダ（VSTプラグイン対応）

1. 高品質リサンプリング

- 効果音などを目標サンプリングレートにリサンプルしてエンコード。
- 大量の音声を簡単にエンコード&パッキング

2. VSTプラグインのサポート

- エンコード時にVSTプラグインを適用可能。
- フィルタ、コーラスなどによって非破壊で加工しエンコードできる。

エンコードツールデモ

CRI Atom Encoder for DS Ver.0.90.11

ファイル(F) 出力(O) アイテム(I) プレビュー(P) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

Output AWB Display Filter 全てのファイルを表示

ID	コンテンツファイル名	サンプリング周波数...	リサンプリング周波数...	bps	エンコードサイズ	ファイルサイズ	チャンネル数	サンプル数	再生時間(sec)	ローカルファ...
00000	gun1_High	22,050	48 kHz	64K	5,872	31,042	1	15,499	0.70	C:#cridemc
00001	gun2_Low	22,050	48 kHz	64K	5,664	29,936	1	14,924	0.68	C:#cridemc
00002	gun_shot	22,050	48 kHz	64K	5,872	31,042	1	15,499	0.70	C:#cridemc
00003	heli_Loop	22,050	48 kHz	64K	23,944	131,018	1	65,308	2.96	C:#cridemc
00004	hit1_Long	22,050	48 kHz	64K	5,040	26,434	1	13,195	0.60	C:#cridemc
00005	hit2_short	22,050	48 kHz	64K	2,320	11,462	1	5,709	0.26	C:#cridemc
00006	kan	44,100	48 kHz	64K	2,776	30,074	1	13,928	0.32	C:#cridemc
00007	machine_gun1_fast	22,050	48 kHz	64K	4,160	21,594	1	10,775	0.49	C:#cridemc
00008	machine_gun2_slow	22,050	48 kHz	64K	4,784	25,052	1	12,482	0.57	C:#cridemc
00009	MachineGunAk47	44,100	48 kHz	128K	20,496	223,356	2	55,808	1.27	C:#cridemc
00010	MachineGunG36	44,100	48 kHz	128K	26,624	290,908	2	72,704	1.65	C:#cridemc
00011	RobotFootSteps	44,100	48 kHz	64K	6,264	66,444	1	33,160	0.75	C:#cridemc
00012	shell_drop1	48,000	48 kHz	64K	4,456	50,826	1	25,212	0.53	C:#cridemc

Crosstalk Cancellation

Bypass Default Option

Crosstalk Cancellation

Speaker Distance: 1 m

Listener Distance: 1 m

Recursion Steps: 8

Attenuation: -6 dB

Filter Type: Simple Highshelf

Filter Frequency: 1.4 kHz

Filter Gain: -10 dB

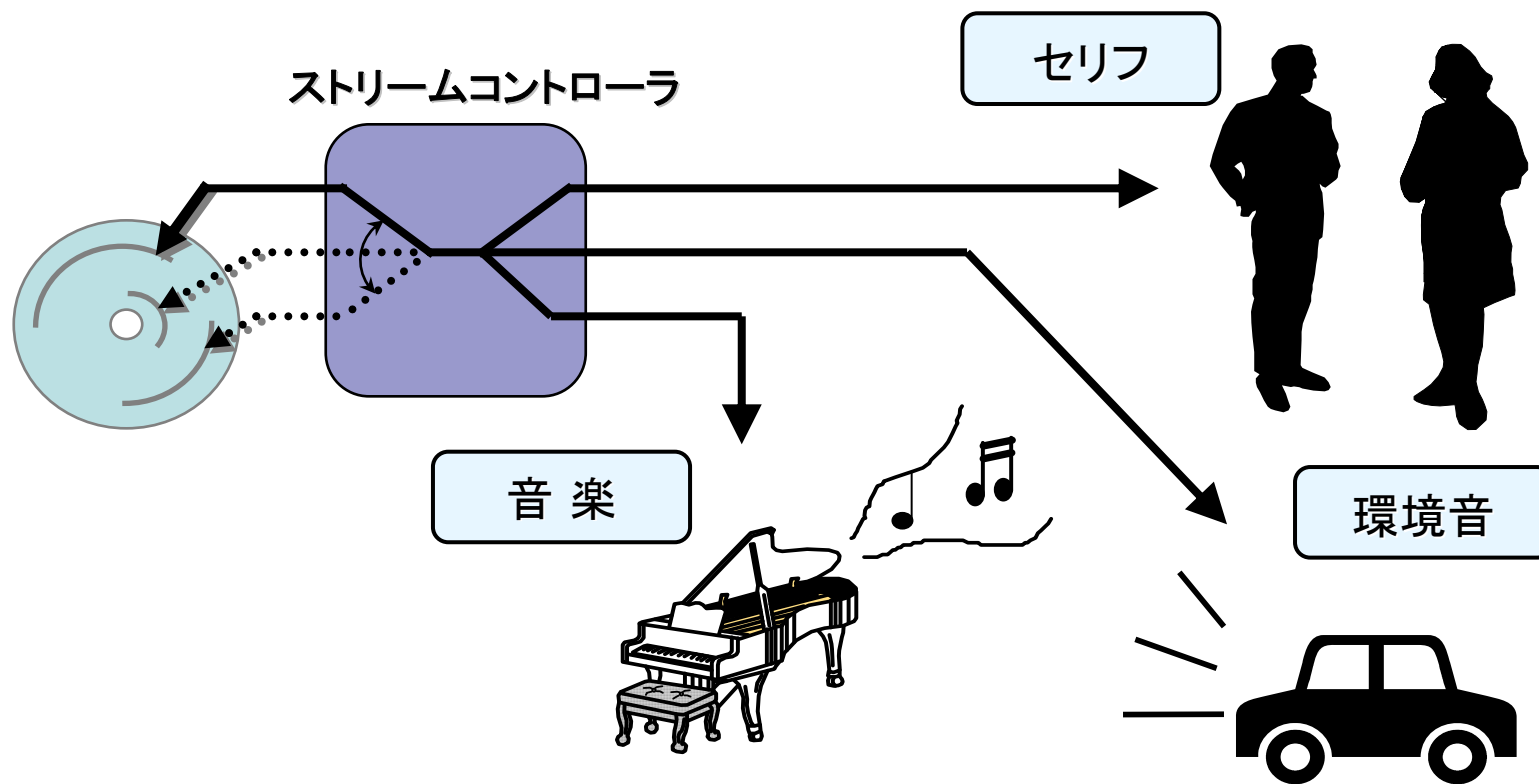
Output Gain: -3 dB

Switches: Bypass Automatic Gain Control

HRTF 3D

Bypass Init Option

マルチストリーミング



様々なストリーミング再生機能

1. マルチチャンネル (5.1ch)

- 5.1チャンネルの音楽や効果音をストリーミング再生。

2. マルチトラック

- メロディー、伴奏、ドラムなどのトラックを独立して制御可能。

3. 様々なメディアへの対応

- ブルーレイディスクやハードディスクの特性に合わせてストリーミング。

4. シームレス再生

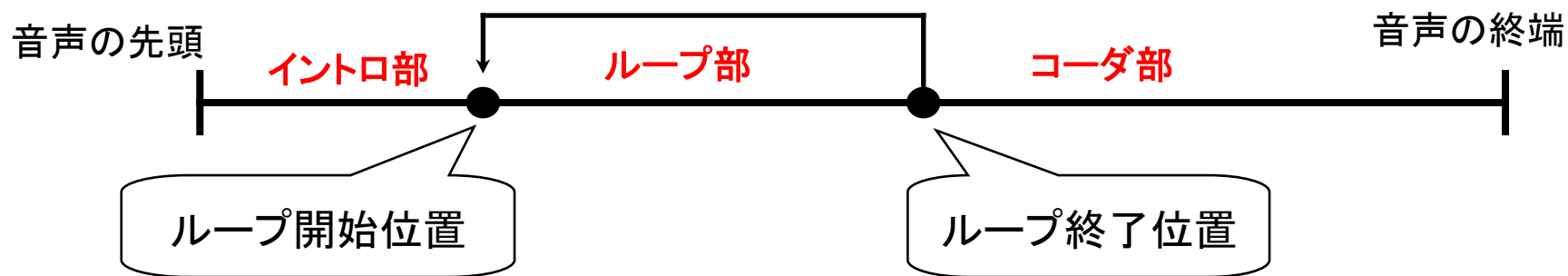
- 音声ファイルをシームレスにループ再生・分岐再生。

5. ダッキング

- 重要な音声を浮き上がらせる機能。

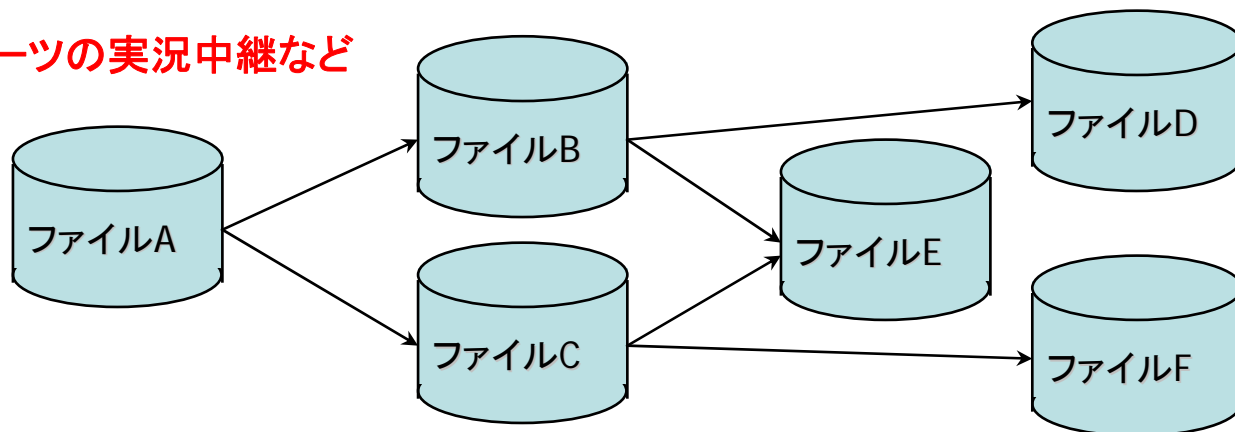
シームレス再生機能

■ シームレスループ再生



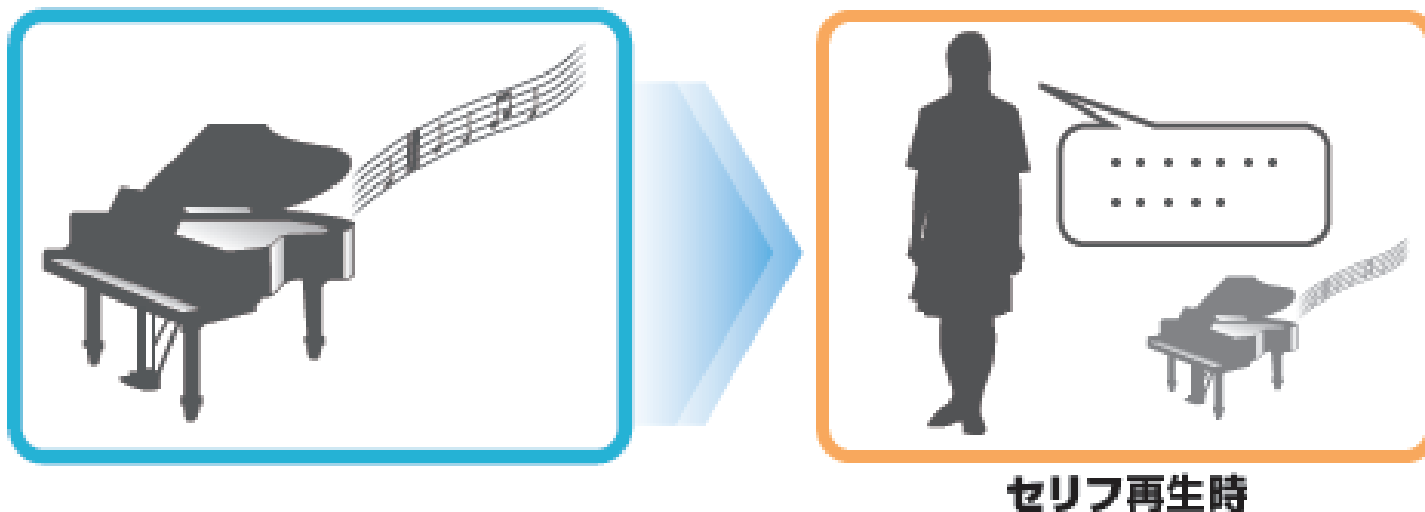
■ シームレス連続再生（分岐再生）

スポーツの実況中継など



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を加えるとセリフがより浮き上がる。



お問い合わせ先

お問い合わせは…

www.cri-mw.co.jp/contact/