

## ミックスダウンデザインテンプレートの利用に関する提案

谷井章夫<sup>†1,†2</sup> 後藤真孝<sup>†3,†4</sup> 片寄晴弘<sup>†1,†2</sup>

ミキシングにおけるエフェクタや音量、音像定位の設定情報が異なれば、同じ音素材を用いても、楽曲の印象は大きく異なるため、的確なミキシングを行うには、高度な技能と経験を要する。そのため、アマチュアがミキシングに取り組んでも意図した結果を得ることは難しい。近年、商用音楽制作において、計算機上のソフトウェアを利用してミキシングが行われることが多くなったが、基本的に、ミキシングエンジニアが旧来のハードウェアミキサーやエフェクターを用いて実施していた作業を計算機上で可能にするものであり、技能と経験の乏しいアマチュアがミキシングを行う上での支援はなかった。本研究では、経験豊富なミキシングエンジニアの持つミキシングのノウハウをテンプレート化しておき、経験の乏しいアマチュアが自分の制作過程で再利用できるシステムを提案する。

### The Proposal about Use of a Mix-Down Design Template

AKIO YATSUI,<sup>†1,†2</sup> MASATAKA GOTO<sup>†3,†4</sup> and HARUHIRO KATAYASE<sup>†1,†2</sup>

If the setting information on mixing differs, even if it uses the same sound material, the impressions of a musical piece differ greatly. For this reason, in order to do exact mixing, high skill and experience are required. Therefore, it is difficult to obtain the result meant although amateur do mixing. In recent years, in commercial music work, mixing was performed more often using the software on a computer. The work which the mixing engineer was doing using a hardware mixer and a effector is enabled on a computer, and there was no support for amateur. In this research, know-how of mixing which a mixing engineer with abundant experience has is template-ized, and the amateur proposes a system reusable in his work process.

#### 1. はじめに

近年、商用音楽制作でのミキシングは、計算機上のソフトウェアを利用して実施されることが多い。そのプロセスとしては、ボーカル、ギター、ドラムなどの音素材データに対し、エフェクト処理や音像定位処理を施し、最終的にはステレオトラックに音素材をまとめあげ、CD等のプレス用のマスターデータを作成する。音楽のミキシングは、ミキシングエンジニアおよび制作環境、楽曲によって異なり、たとえ同じ音素材を用いても、ミキシングによって完成した楽曲の印象は大きく異なる。このようにミキシングは、音楽制

作においては非常に重要なプロセスであり、的確なミキシングを行うには、ミキシングエンジニアが持つ高度な技能と経験を要する。そのため、アマチュアがミキシングに取り組んでも意図した結果を得ることは難しく、良質なマスターデータが得られないという問題があった。従来の計算機上のミキシングソフトウェアは、基本的に、ミキシングエンジニアが旧来のハードウェアミキサーやエフェクターを用いて実施していた作業を計算機上で可能にするものであり、技能と経験の乏しいアマチュアがミキシングを行う上での支援はなかった。

本研究では、経験豊富なミキシングエンジニアの持つミキシングのノウハウをテンプレート化しておき、経験の乏しいアマチュアが自分の制作過程で再利用できるシステムを提案する。具体的には、音素材のデータから楽曲構造グループ(Aメロ、Bメロ、サビなど)の抽出を行い、そのグループごとのミックスダウンに関わる設定情報から「ミックスダウンデザインテンプレート」を作成し、他の楽曲の音素材に対して適用可能な手法を提案する。上記を実装するミキシングソフトウェアとして、本研究では、世界的に普及している

†1 関西学院大学

Kwansei Gakuin University

†2 科学技術振興事業団さきがけ研究 21「協調と制御」領域

"Intelligent Cooperation and Control," PRESTO, Japan Science and Technology Corporation (JST)

†3 科学技術振興事業団さきがけ研究 21「情報と知」領域

"Information and Human Activity," PRESTO, Japan Science and Technology Corporation (JST)

†4 産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)



図 1 ミックスダウン風景

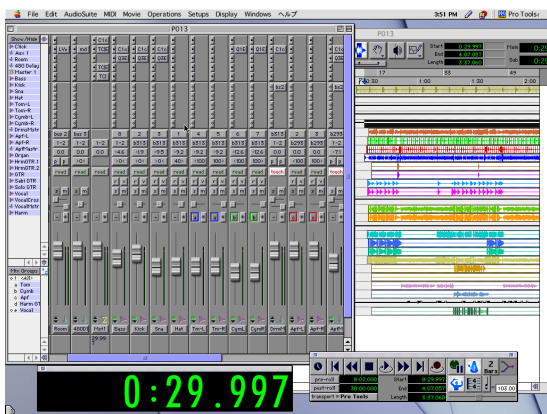


図 2 ProTools のミックスダウン操作画面

レコーディング・エディティング・ミキシングシステムの一つである Pro Tools (Digidesign, Inc.)<sup>1)</sup> を使用する。以下、第 2 章に楽曲制作におけるミックスダウン、第 3 章にシステム概要、第 4 章に初期的な実験を示し、5 章でまとめる。

## 2. 楽曲制作におけるミックスダウン

商用音楽制作は、主に次のようなプロセスに従って行われる。

- (1) 楽曲コンセプトの決定
- (2) 作詞・作曲
- (3) 編曲 (アレンジ)
- (4) 録音 (レコーディング)
- (5) ミックスダウン
- (6) マスタリング
- (7) CD プレス

ミックスダウンとは、レコーディングによって録音された各トラックの音素材に対し、エフェクタにより

音質を加工し、音量や音像定位の調節を行い、最終的に 2 トラックにまとめあげる作業である。エフェクタとしては、コンプレッサーやイコライザーなど指定した周波数帯の信号の増幅や減衰を行うダイナミクス・フィルター系エフェクト、ファズやディストーションなど入力信号を増幅させる歪み系エフェクター、フェイザーやフランジャーなど原音と位相をずらした信号を混ぜるモジュレーション系エフェクト、ディレイやリバースなど音を響かせる空間系エフェクトがある。

これら多くのエフェクタの組み合わせやエフェクト順序、各種パラメータなどを操作し、意図した音響効果を得るためには、ミキシングに関する知識と技能、経験が必要となり、アマチュアにとっては難しい。ミキシングエンジニアにとっても膨大な時間を要する作業である。このように、ミックスダウンは、音楽制作における最終段階であり、楽曲の印象の良し悪しに多大な影響を与える。また、この作業により意図的に楽曲の印象を変えることもできる。

従来は、これらの作業を全てハードウェア機器を使用行われていたが、ハードディスクレコーディングシステムの登場により、ソフトウェア上で行うことが可能となった。しかし、現在のハードディスクレコーディングシステムは従来のアナログのレコーディングシステムを計算機上で実現しただけのものであり、実際ミックスダウンを行うためには、様々なミックスダウンに関する知識と技能が必要になる。具体的には、意図したサウンドを作るには、どのエフェクタを選択し、どのようなパラメータを設定する必要があるかということである。

作曲や編曲支援に関する研究やソフトウェアの開発が数多く実施されている一方で、ミックスダウンに関する研究はほとんど行われていない。素人でもミックスダウンできる環境が整いつつある中で、ミックスダウンにおける素人を対象とした支援が必要である。

なお、マスタリングは、CD に収録される楽曲同士の極端な音圧差を減らし、聴覚上の不快感を軽減させ CD に収録される全楽曲に統一感を持たせるために行う。個々の楽曲の印象としては、マスタリングにより大きな変化が生じることは少なく、ミックスダウンによりほとんど固まる。

世界的に普及している高性能なハードレコーディングシステムの 1 つに Pro Tools (Digidesign, Inc.)<sup>1)</sup> がある。ProTools 上では、前述したエフェクタがプラグインとして用意されている。ProTools を用いたミックスダウン作業風景と操作画面を図 1・2 に示す。

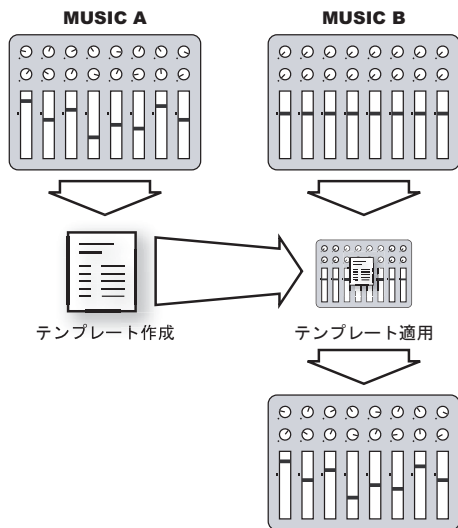


図 3 ミックスダウンデザインテンプレートの作成・適用のイメージ

### 3. システム概要

本章では、ミックスダウンのノウハウをテンプレート化したミックスダウンデザインテンプレートを提案し、それを実際のミックスダウン作業で適用可能とするシステム的设计案を述べる。なお本システムは、現段階では多くの部分が未実装であるため、以下では実現する上での方針を中心に述べる。

#### 3.1 ミックスダウンデザインテンプレート

本研究では、楽曲のミキシング作業で設定する、エフェクト処理の順序とパラメータ、各トラックデータのボリュームバランス、パンニングなどの設定情報をミックスダウンデザインと呼び、それを再利用可能な形にしたものをミックスダウンデザインテンプレートと定義する。同じ音素材を用いて楽曲を制作しても、このミックスダウンデザインが変わると、大きく異なる印象を持つ曲になる。ProTools では、音像定位処理やエフェクト操作などのミックスダウンの各種設定情報がセッションファイルとして保存される。本研究では、ProTools を利用し、ミックスダウンデザインテンプレートの作成を行う。

1 曲を通してミックスダウンデザインが変化しないということはほとんどなく、A メロ、B メロ、サビなどの楽曲構造グループの転換点において変化することが多い。そこで、楽曲構造グループごとにミックスダウンデザインテンプレートを抽出し、原則として、異なる楽曲の同じ楽曲構造グループに適用する方針をとる。

楽曲 A のミックスダウンデザインテンプレートを

Mix-Down Design Template No.001									
	Pan	Vol	Plugin		value				
Drums	0	-14	C1comp	threshold	-34.8				
				ratio	1.84 : 1				
				attack	18.20				
				release	470				
			Q3 EQ	freq	475	549	1915		
				gain	+3.1	+7.8	+2.8		
Bass	0	-20	C1comp	threshold	-16.1				
				ratio	4.73 : 1				
				attack	4.47				
				release	56				
			Q2 EQ	freq	198	1670			
				gain	-1.5	+3.9			
Guitar	L30	-10	Q3 EQ	freq	21357	293	5040		
				gain	-18.0	-4.2	+6.0		
Piano	R35	-25	C1comp	threshold	-30.8				
				ratio	2.25 : 1				
				attack	14.45				
				release	23				
			Q3 EQ	freq	4988	10679	3175		
				gain	+3.8	+4.8	+17.1		
Vocal	L10	-5	C1comp	threshold	-31.4				
				ratio	2.78 : 1				
				attack	5.89				
				release	50				
			Q3 EQ	freq	465	10450	2670		
				gain	-0.5	+5.2	+2.5		

図 4 ミックスダウンデザインテンプレートの事例

抽出し、作成されたテンプレートを楽曲 B に適用する過程のイメージを図 3 に示す。このようにミックスダウンデザインテンプレートを導入することにより、経験の乏しいアマチュアでも、テンプレートを選択するだけで比較的容易に質の高いミキシングが可能になる。さらに、経験豊富なミキシングエンジニアにとっても、過去のノウハウを再利用できるため、制作時間の短縮につながり、生産性の向上に寄与できる。特に、異なるテンプレートを多数用意しておくことで、ある楽曲に対する様々なミックスダウン結果を短時間で試聴し、的確な判断をすること等も可能になる。ミックスダウンデザインテンプレートの事例を図 4 に示す。

#### 3.2 システムの提案

本システムでは、まず事前の準備として、様々な曲の楽曲構造グループを自動抽出し、グループごとのミックスダウンデザインテンプレートを抽出しておく。そして、新たな楽曲をミックスダウンする際に、ユーザが選択したテンプレートを適用し、短時間で的確なミックスダウンを可能にする。図 5 にミックスダウンデザインテンプレートの作成から適用までの流れを示す。

##### 3.2.1 楽曲構造グループ抽出

楽曲構造グループとは、A メロ、B メロ、サビなどの楽曲を構成する各部位のグループを指す。本研究では、主に音素材データの周波数領域での相関を利用し、繰り返し構造を抽出することで楽曲構造グループの抽出を行う。各トラックは、主に単音旋律パート、ハーモニーパート、リズムパートに分類できる。各トラッ

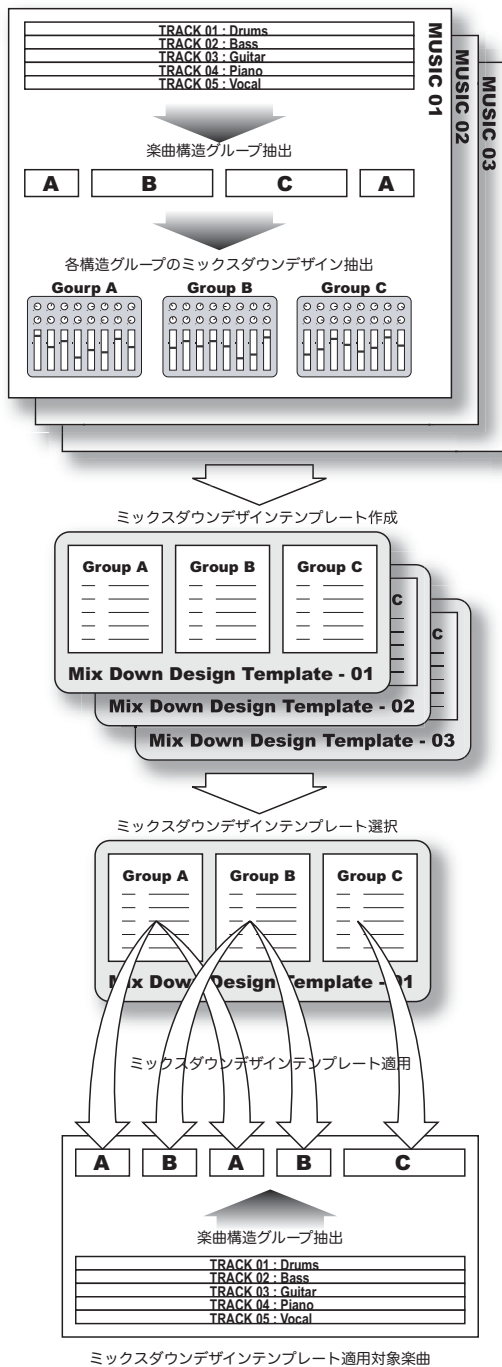


図 5 システム概要

クごとのグループ構成を抽出し、さらにミックスダウンデザインの推移を総合的に判定して楽曲全体構造グループを抽出するということが、本研究の基本的なアイデアである。

#### リズムパートに対する処理

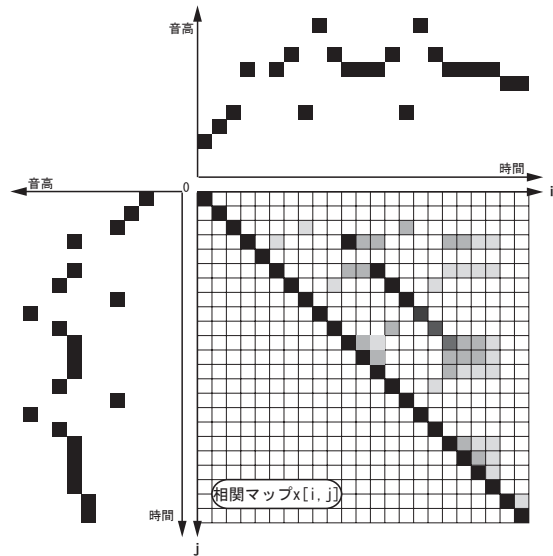


図 6 相関マップ予測図

リズム系楽器の演奏パートからは、ビート単位を抽出する。ビート単位は繰り返し構造を得るためのずらし幅として利用できる。また、楽曲構造グループごとにリズムパターンが変化することが多い。この特徴を利用し、音量に関する相関性からリズムパターンを抽出する。

#### 単音旋律パートに対する処理

単音旋律パートに対しては、瞬時周波数の計算に基づいた基本周波数の抽出<sup>3)</sup>を実施する。その後、リズムパートから得たビート単位をずらし幅として、1つのビート単位中の音が、他の区切られた音に対してどれだけ近い音が相関関係を見る。リズム系楽器の演奏パートがない場合は、音響全体のパワーの立ち上がり検出によってビート単位を得る。図6に相関処理により繰り返し構造を抽出する事例を示す。図の上部は、横軸が時間、縦軸が音の高さである。下部は、 $i$ と $j$ に同じ音高列が並び、交差する部分の音高の相関度を示したものである。後続する音高列が連続して一致するかを色の濃淡で示している。フレーズの形が繰り返されている部分が、斜線となって現れる。

#### ハーモニーパートに対する処理

ハーモニーパートに対しては単純な相関処理により繰り返し構造を抽出することは難しい。繰り返し構造に基づいて音楽CDの楽曲構造グループの自動抽出に取り組んだ研究として、後藤の RefraiD (Refrain Detecting Method)<sup>4)5)6)</sup>がある。RefraiDは、音楽CD等による複雑な混合音を含む楽曲に対して様々な繰り返し区間の相互関係を調べることで、サビ区間を

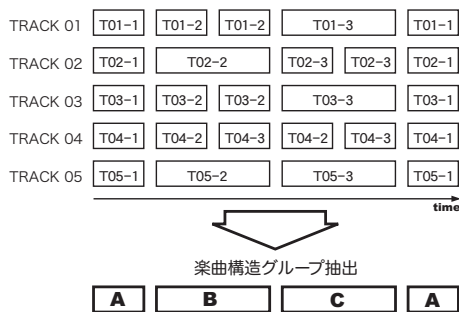


図 7 楽曲構造グループ抽出

含む音楽グループを網羅的に検出する手法である。転調を伴う繰り返し構造の抽出も可能である。本研究では、ハーモニーパートの繰り返し構造の抽出には、RefraiD を利用する。RefraiD は、もともと CD 等の音響データを対象としている。本研究が対象とする音響は、各パートごとに既に分かれており、またビートの利用もできることから、楽曲構造グループの認識率の向上につながると考えている。

ミックスダウンデザインの推移の抽出

楽曲グループ構造の境界において、各トラックの音量、音像定位、各種エフェクタの設定情報が瞬間的に変わることが多い。ここでは、各種設定情報が急激に変化した部分を楽曲グループ構造の境界候補として採用する。

各トラックのグループ構造の統合化

各トラックにおいて抽出された繰り返し構造の情報を統合化し、楽曲全体の構造グループを抽出する。手法としては、Voting により行う。図 7 に処理の例を示す。

### 3.2.2 楽曲構造グループごとのミックスダウンデザインのテンプレート化

楽曲構造グループごとにミックスダウンデザイン（エフェクト処理やボリュームバランス等の各種設定情報）を抽出しテンプレートの作成を行う。この際、楽器種や単音パート、伴奏パートなどの分類ができると望ましい。例えば、ギター演奏でもソロパートと伴奏パートとでは、ミックスダウンデザインが異なるということが考えられる。

なお、設定情報の細かな時間変化に関しては、テンポやメロディーの異なる楽曲へ適用するのが困難なため、現時点では対象外とする。

### 3.2.3 ミックスダウンデザインテンプレートの適用

まず、これからミックスダウンしたい楽曲のトラックデータから楽曲グループ構造を抽出する。次に、各トラックの属性（楽器、パート）にできるだけ近くて

適切なミックスダウンデザインテンプレートの一覧をユーザに提示し、ユーザが選択したテンプレートを当てはめる。楽曲構造グループごとに適用するテンプレートを大きく変えることで、楽曲の進行に応じたバリエーション豊かなミックスダウン結果も得られる。

## 4. 初期的な実験

実際にある楽曲から手作業によってミックスダウンデザインテンプレートを抽出し、別の楽曲に適用する実験を行った。以下の URL に、その適用結果を示す。<http://ist.ksc.kwansei.ac.jp/~katayose/MXD/mixdown.html>

なお、本研究では、RWC 研究用音楽データベース（ポピュラー音楽<sup>2)</sup>）の制作過程情報（Pro Tools データ）を使用し、RWC-MDB-P-2001 No.13 のミックスダウンデザインテンプレートを RWC-MDB-P-2001 No.18 に適用した。

システム実装の前段階として、ミックスダウンデザインテンプレートに基づく我々のアプローチの有効性を判断する評価実験を行った。ミックスダウン経験のない一般の被験者 20 人を対象として、異なるミックスダウンデザインが適用された楽曲を聴取したときに、そのデザインの違いをどのように評定するかを調査した。実験では、ある一つの楽曲に 5 種類のテンプレートを適用したミックスダウン結果を被験者に提示した。被験者のコメントを以下にまとめる。

- 同じ楽曲でもミックスダウンでこれだけイメージが変わるものだと分かった。
- ミックスダウンの仕方によっては聴き難いものもあった。
- ミックスダウンで楽曲全体の雰囲気が一気に変わるのがよく分かった。

全被験者は、テンプレートの違うミックスダウン結果を、異なるミックスが施されているものとして識別できた。また、被験者ごとに、各自が聴きやすく好ましいと感じるミックスダウン結果が異なっていた。つまり、同じ楽曲でも、ミックスダウンデザインテンプレートの違いにより、最終的な楽曲に対する好みが変わることがわかった。

以上の結果は、ある楽曲に対するミックスダウンに唯一の正解があるわけではなく、多様なミキシングの余地があることを示唆している。そこで将来的には、楽曲の制作過程において本システムを用いるだけでなく、一般の聴取者が、楽曲素材に対して各自の好みのテンプレートを適用して楽しむ、という利用形態へ発展させることを検討している。

さらに、ミキシングエンジニアにとっても、本来膨大にかかるミックスダウン時間を短縮したり、発想の幅を広げる上で、ミックスダウンデザインテンプレートの利用は有用である。その際には、自己の過去のミックスダウン結果から抽出されたものも含む多数のテンプレートから、適切なものを選択してラフなミックスダウンを完了させ、その後の微調節をエンジニア自身が行うことを想定している。

## 5. おわりに

本稿では、音楽制作におけるミックスダウンデザインのテンプレート化という新たな概念を提唱し、その楽曲からの抽出と再利用を可能にするシステムを提案した。トラック間のボリュームバランスや各種エフェクト設定を抽出したミックスダウンデザインは、楽曲全体に渡って静的なものだけでなく、楽曲の進行に伴って動的に変化していくものである。そこで、楽曲構造グループを繰り返しに基づいて自動抽出し、グループごとにテンプレート化・適用する方法を提案した。被験者実験の結果、異なるテンプレートの適用は、音楽的訓練を受けていない一般の人にも容易にわかる違いを生じることが確認できた。

現段階で、システムのデザインとリズムパートに対する処理、単音旋律パートに対する処理の実装が終了している。今後は、各モジュールの高精度化とシステム統合をはかっていきたい。

謝辞 本研究は、科学技術振興事業団さきがけ研究21「協調と制御」領域の支援を受け実施された。また、実験等に御協力いただいた川崎善之氏、中嶋啓人氏に感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) Digidesign : <http://www.digidesign.com/>
- 2) 後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡隆一: RWC 研究用音楽データベース: ポピュラー音楽データベースと著作権切れ音楽データベース, 情報処理学会 音楽情報科学 2001-MUS-42-6, pp.35-42(2001).
- 3) Hideki Kawahara, Haruhiro Katayose, Alain de Cheveigné, R.D.Patterson: "Fixed Point Analysis of Frequency to Instantaneous Frequency Mapping for Accurate Estimation of F0 and Periodicity," Proc. EUROSPEECH'99, vol. 6, pp.2781-2784, (1999)
- 4) 後藤 真孝: "リアルタイム音楽情景記述システム: サビ区間検出手法", 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2002-MUS-47-6, pp.27-34, (2002).
- 5) 後藤 真孝: "SmartMusicKIOSK: サビ出し機能付き音楽試聴機", 情報処理学会 インタラクシオン 2003 論文集, pp.9-16, (2003).
- 6) Masataka Goto: A Chorus-Section Detecting Method for Musical Audio Signals, Proceedings of ICASSP 2003, pp.V-437-440, (2003).