

令和元年度 卒業論文

# ピアノ用自動バラード調アレンジシステム

指導教員 北原鉄朗准教授

日本大学文理学部情報科学科

草地 澪

2020年2月 提出

# 概 要

既存の楽曲のピアノ演奏用譜面は、楽器店や書店、またはインターネットショッピングなど、様々な場所で簡単に購入することができる。ただし、そのピアノ演奏用譜面は、ピアノの音色の特徴を生かすことよりも、その楽曲に対して原曲の雰囲気感を忠実に再現することに重きをおいたものが殆どである。特に伴奏パートでは、原曲のドラムなどのリズムパートをそのままピアノ編曲にも反映させようとしている部分が多く見られる。ピアノ編曲において原曲どおりに編曲することは確かに重要なことである。しかし、ここで原曲の雰囲気感にあえて近づけないほうが、ピアノ本来の音色の良さを生かした編曲ができる可能性がある。

市販されているピアノ編曲譜面には、通常のピアノ編曲だけでなく、ジャズ風やバラード風など、様々なジャンルに編曲されたピアノ編曲譜面が多くある。中でもバラード編曲は、ジャンルを変えたピアノ演奏用譜面として多くの譜面が市販されている。よって、バラード調のピアノ演奏用譜面には需要があると考えられる。

そこで本研究では、既存のピアノ演奏用譜面から、バラード調に編曲されたピアノ演奏用譜面を生成するシステムを提案する。編曲は、既存のピアノバラード楽譜から得られたバラード調の特徴を基に行う。特に本研究では左手の伴奏パートに着目し、様々な角度から楽譜の分析を行った。その結果、ピアノバラードの伴奏パートには、特定の分散和音が多い、全音符や2分音符の和音が多い、16分音符などの早いリズムの音符が少ない、などの特徴を得ることができた。これらの特徴から、通常のピアノ譜面からバラード譜面への編曲に対する伴奏パートの変換ルールを設計し、各小節ごとに変換ルールを適用させていくことでバラード調へのピアノ編

曲が実現される。

本システムは、既存の楽曲のピアノ演奏用譜面からバラード調の特徴に基づきバラード調になったピアノ演奏用譜面を生成する。ユーザーは1小節ごとにどのような伴奏にするかを、システムの手動操作を行うことで決定し、より自身がイメージしたものに近いピアノ編曲譜面を生成することができる。また、本システムには全ての小節を一括で編曲する自動編曲機能もあり、手動による編曲操作の手間を省くことができる。ユーザーは自身の好みに合わせて編曲方法をカスタマイズし、より自身の理想に近いピアノ編曲の実現が可能となる。

本システムで生成された譜面は、音楽的な知識のある専門家に評価してもらった。1つの譜面に対して、原譜と、本システムを使って4つのパターンで編曲した譜面について、「弾きやすさ」「音と音の繋がりの良さ」「伴奏パターンの違和感のなさ」「バラードらしさ」の4項目を10点満点で点数をつけてもらった。その結果、「音と音の繋がりの良さ」「伴奏パターンの違和感のなさ」に関しては、原譜が最も高い点数となったが、「弾きやすさ」「バラードらしさ」に関しては、本システムを使って編曲をした譜面が一番高い点数となった。以上から、本システムを用いることで、ピアノ演奏用譜面をバラードらしく編曲できることが確認できた。

# 目 次

目 次	iii
図目次	vii
表目次	ix
<b>第1章 序 論</b>	<b>1</b>
1.1 本研究の背景 . . . . .	1
1.2 本研究の目的 . . . . .	2
1.3 本稿の構成 . . . . .	2
<b>第2章 関連研究</b>	<b>3</b>
2.1 ピアノ編曲に関する研究 . . . . .	3
2.1.1 習熟度を考慮した複数楽譜からのピアノ譜生成手法の提案 [16]	3
2.1.2 音形のエントロピーに基づく合奏曲のピアノへの自動編曲 [17]	3
2.1.3 Automatic Piano Reduction from Ensemble Scores Based on Merged-Output Hidden Markov Model [18] . . . . .	4
2.1.4 Automatic system for the arrangement of piano reductions [19]	4
2.1.5 Piano Arrangement System Based On Composers' Arrange- ment Processes [20] . . . . .	4
2.1.6 音楽音響信号から得られる音楽要素に基づく自動ピアノアレ ンジ [1] . . . . .	5

2.2	他の楽器の編曲に関する研究 . . . . .	5
2.2.1	和音の類似度を用いた和音代用によるポピュラー音楽の手回しオルゴール編曲 [21] . . . . .	5
2.2.2	与えられたコード進行に基づくギター伴奏用ボサ・ノヴァ編曲システム [22] . . . . .	6
2.3	関連研究を踏まえて本研究が目指すもの . . . . .	6
<b>第3章</b>	<b>変換ルール</b> の設計 . . . . .	<b>9</b>
3.1	ピアノバラード譜面に見られるバラード調の特徴 . . . . .	9
3.1.1	分散和音に対する比較 . . . . .	10
3.1.2	和音に対する比較 . . . . .	15
3.1.3	音価に対する比較 . . . . .	15
3.1.4	音高に対する比較 . . . . .	18
3.1.5	通常アレンジとバラードアレンジに対する譜面の比較 . . . . .	18
3.2	バラード調に編曲するための変換ルール . . . . .	21
<b>第4章</b>	<b>システム</b> 概要 . . . . .	<b>25</b>
4.1	システムの構成 . . . . .	25
4.2	手動編集による編曲 . . . . .	26
4.3	自動編集による編曲 . . . . .	27
<b>第5章</b>	<b>生成結果</b> . . . . .	<b>31</b>
5.1	譜面の生成 . . . . .	31
5.2	生成結果 . . . . .	31
<b>第6章</b>	<b>生成された譜面の評価</b> . . . . .	<b>39</b>
6.1	評価方法 . . . . .	39
6.2	結果と考察 . . . . .	40

第7章 結 論	45
7.1 結論 . . . . .	45
7.2 今後の展望 . . . . .	45
参考文献	47



## 目 次

3.1	分散和音 A の例 . . . . .	11
3.2	分散和音 B の例 . . . . .	12
3.3	通常譜面全体の音高の分布 . . . . .	19
3.4	バラード譜面全体の音高の分布 . . . . .	20
3.5	高橋洋子：残酷な天使のテーゼの通常アレンジ譜面 [24] . . . . .	21
3.6	高橋洋子：残酷な天使のテーゼのバラードアレンジ譜面 [7] . . . . .	22
4.1	編集画面 . . . . .	26
4.2	自動編曲設定画面 . . . . .	27
4.3	自動編曲による変換ルールの適用情報 . . . . .	28
5.1	原譜 . . . . .	33
5.2	条件 1 の編曲の結果 . . . . .	33
5.3	条件 2 の編曲の結果 . . . . .	35
5.4	条件 3 の編曲の結果 . . . . .	36
5.5	条件 4 の編曲の結果 . . . . .	38



# 表 目 次

3.1	分散和音 A が持つ制約 . . . . .	11
3.2	分散和音 B が持つ制約 . . . . .	11
3.3	分散和音 A に対する比較 . . . . .	13
3.4	分散和音 B に対する比較 . . . . .	14
3.5	曲全体の和音に対する比較 . . . . .	15
3.6	最初の 24 小節の和音に対する比較 . . . . .	16
3.7	最後の 24 小節の和音に対する比較 . . . . .	16
3.8	曲全体の音価に対する比較 . . . . .	17
3.9	最初の 24 小節の音価に対する比較 . . . . .	17
3.10	最後の 24 小節の音価に対する比較 . . . . .	18
3.11	音価に対する比較 . . . . .	18
3.12	バラード調の変換ルール一覧 . . . . .	24
4.1	ランダム度 0 による各パートの適用される変換ルール . . . . .	28
5.1	条件 1 による各小節に適用された変換ルール . . . . .	34
5.2	条件 2 による各小節に適用された変換ルール . . . . .	34
5.3	条件 3 による各小節に適用された変換ルール . . . . .	37
5.4	条件 4 による各小節に適用された変換ルール . . . . .	37
6.1	全体的な弾きやすさの評価結果 . . . . .	42
6.2	音と音の時間方向の繋がりの良さの評価結果 . . . . .	43

6.3	伴奏パターンの違和感のなさの評価結果 . . . . .	43
6.4	バラードらしさの評価結果 . . . . .	44

# 第1章 序 論

本章では、研究の背景、目的を述べた後、本稿の構成を述べる。

## 1.1 本研究の背景

近年、ロックやポップスといったポピュラー音楽が、多くのピアノ演奏者によって演奏されている [1]。ピアノ演奏者は既存のポピュラー音楽などの楽曲から、自らピアノ演奏用譜面に編曲し演奏する他、演奏者が自力で編曲する能力がない場合は、市販のピアノ演奏用譜面を入手することでピアノ演奏を行う。

既存の楽曲のピアノ演奏用譜面は、近所の楽器店や書店での直接購入の他に、インターネットショッピング [2, 3] でのオンライン購入など、様々な方法で簡単に入手できるようになった。このことから、既存の楽曲のピアノ演奏用譜面は、ピアノ演奏者にとって需要があるといえる。しかし、その譜面の殆どが、原曲のリズムやコードを忠実に再現したピアノ編曲である。ピアノ編曲において原曲どおりに編曲することは確かに重要なことである。しかし、ここで原曲の雰囲気にあえて近づけないほうが、ピアノ本来の音色の良さを生かした編曲ができる可能性がある。

市販されているピアノ編曲譜面には、通常のピアノ編曲だけでなく、ジャズ風やバラード風など、様々なジャンルに編曲されたピアノ編曲譜面が多くある [2, 3]。中でもバラード編曲は、ジャンルを変えたピアノ演奏用譜面として多くの譜面が市販されている [4-15]。よって、バラード調のピアノ演奏用譜面には需要があると考えられる。

## 1.2 本研究の目的

既存の楽曲のピアノ演奏用譜面からバラード調になったピアノ演奏用譜面を生成することを本研究の目的とし、提案するシステムによって実現させる。また、本システムはユーザー自身がシステムの操作を手動ですることによって編曲譜面を生成する手動操作と、自動編曲によって譜面を生成する自動編曲機能がある。ユーザーは自身の好みに合わせて編曲方法をカスタマイズし、これにより自身の理想に近いピアノ編曲を実現させることを目的とする。

## 1.3 本稿の構成

本稿は次の構成からなる。第2章では、本研究の関連研究例を述べた上で、本研究が目指すものについて述べる。第3章では、ピアノバラード編曲を行うための楽譜の分析と得られた特徴を基に設計した変換ルールについて述べる。第4章では、本システムの概要について述べる。第5章では、本システムの出力によって生成されたピアノ譜面に対する考察を述べる。第6章では、譜面の評価について述べる。第7章では、本研究の結論と今後の展望について述べる。

## 第2章 関連研究

本章では、本研究に関連する研究を紹介し、関連研究との違いを述べる。

### 2.1 ピアノ編曲に関する研究

#### 2.1.1 習熟度を考慮した複数楽譜からのピアノ譜生成手法の提案

[16]

オーケストラなどの複数のパートで構成される譜面に対して、一人での演奏が可能なピアノ演奏用譜面の生成手法を提案している。曲の中心となるメロディパートとベースパートを抽出し集約することで、再現度の高いピアノ演奏用譜面を生成した。また、演奏可能なピアノ譜面にするために、演奏可能条件を満たし、さらに演奏者の習熟度に応じた出力結果の調節を行うことで、実際に演奏が可能なピアノ譜面の生成を実現させた。

#### 2.1.2 音形のエントロピーに基づく合奏曲のピアノへの自動編曲

[17]

合奏曲からのピアノ編曲に対する問題を情報理論的に考察し、エントロピーに基づいて自動編曲を行う手法について述べている。情報理論に基づき得られた情報量を基準として、原曲の中で目立つ(より多くの情報を持つ)部分と和音部分を抽出した。さらにピアノ演奏可能とするための音符数などに対する制約を付加する

ことにより, 原曲の情報をできるだけ多く保持した演奏可能なピアノ譜を出力させた. しかし, 生成した譜面の中には, 不要な音符や, 演奏しづらい部分が見られた.

### **2.1.3 Automatic Piano Reduction from Ensemble Scores Based on Merged-Output Hidden Markov Model [18]**

合奏曲をピアノの両手運指モデルに基づき, ピアノ演奏用に自動で編曲する手法を提案している. 演奏可能を考慮する際に両手運指モデルを導入し, 時間的連続性に注目した制限を考慮することで, 原曲の総譜からアレンジ譜面に用いる音の選択を行った.

### **2.1.4 Automatic system for the arrangement of piano reductions [19]**

オーケストラなどの複数のパートで構成される譜面からのピアノ演奏用譜面の生成手法を提案している. スコアの各パートが持つ役割を分類し, その結果から重要なパートを選択することでピアノアレンジ譜面を生成した. その際, 原曲の再現性や最大同時打鍵数, 片手での度数制限といったピアノでの演奏が可能であることを考慮した.

### **2.1.5 Piano Arrangement System Based On Composers' Arrangement Processes [20]**

ピアノ編曲におけるその過程に着目している. 実際に編曲者がピアノアレンジをする過程の解析を行い, 編曲上発生する問題とその解決方法についてモデル化した. 原曲の譜面の全パートを一つに集約した際, 編曲上問題となる部分を自動で

検出し, ユーザに提示する. 問題の解決方法の選択はユーザに行わせ, ユーザの演奏レベルに対応したピアノアレンジシステムを構築した.

### 2.1.6 音楽音響信号から得られる音楽要素に基づく自動ピアノアレンジ [1]

音楽音響信号からピアノ演奏用譜面を自動生成する手法を提案している. 既存の楽曲に対して, その原曲から得られる4つの音楽要素(メロディ, リズム, コード, 音数)に注目し, 能動的音楽鑑賞サービス Songle から得たそれらの情報をもとに右手, 左手パートを書き分けた編曲譜面を生成した. 右手パートの生成ではメロディにコード構成音を付加し, 左手パートの生成では既存のピアノ譜面より構成した伴奏データベースから伴奏を自動で選択した. 良いピアノアレンジについて, 「メロディが最高音であること」「原曲のコードと一致していること」「原曲のリズムが反映されていること」「原曲の抑揚が考慮されていること」「生成された楽曲が演奏可能であること」の5つの条件を提示し, それらを満たすピアノ編曲を実現させた.

## 2.2 他の楽器の編曲に関する研究

### 2.2.1 和音の類似度を用いた和音代用によるポピュラー音楽の手回しオルゴール編曲 [21]

既存のポピュラー音楽に対して, 自作曲が可能なオルゴール用の自動編曲する手法について述べている. オルゴールには構造上の制約があり, 派生音がだせないことや同音の連打ができないなどの演奏不可能な表現が複数ある. そのため, それらを考慮した編曲が求められる. そこで, 無調音楽の分析に用いられるピッチクラス・

セット理論に基づいて和音間に類似度を設定することで、鳴らすことのできない和音を似た響きを持つ別の和音に置き換える方法を提案し、手回しオルゴール編曲システムの試作を行った。しかし、響きの似具合を表現するにはまだ不十分なものであった。

### 2.2.2 与えられたコード進行に基づくギター伴奏用ボサ・ノヴァ編曲システム [22]

任意の楽曲をコード (和音)、リズムの観点からギター伴奏用としてボサ・ノヴァ風に編曲するシステムについて述べている。「シンコペーションとアンティークペーション」というボサ・ノヴァ特有のリズムを用い、ジャズ理論から借用したコード進行を元の楽曲に適用させることによって、完全自動でボサ・ノヴァ風にアレンジするシステムを構築した。ボサ・ノヴァでない3曲の楽曲に対して編曲を行なった結果、一応の効果が得られていることを確認しているが、音楽としての品質向上が望まれる。

## 2.3 関連研究を踏まえて本研究が目指すもの

これまで取り上げた編曲に関する研究の中で、どのような編曲を目指しているかについて着目する。[16–20]では、人が演奏可能なピアノ編曲にすることにこだわった編曲手法を述べている。[1]では、既存の楽曲に対して原曲のコードやリズムに忠実な編曲にすることにこだわっている。また、[21]では、オルゴールの構造を考慮することで、オルゴールでの演奏を可能にすることを目標としており、[22]では、シンコペーション、アンティークペーションなどのボサ・ノヴァに見られる特徴を生かし、ボサ・ノヴァ風の編曲にすることを目指している。これらに対して本研究では、既存のピアノバラード譜面の分析により得られたバラード調の特徴を取り入れ

### 2.3. 関連研究を踏まえて本研究が目指すもの

7

ることで、バラード風のピアノ編曲にすることを目指している。



## 第3章 変換ルール設計

本章では、ピアノバラード譜面における伴奏パートの特徴と、編曲のための変換ルールについて述べる。

### 3.1 ピアノバラード譜面に見られるバラード調の特徴

既存の楽曲のピアノ演奏用譜面からバラード調に編曲されたピアノ演奏用譜面を生成するために、既存の通常譜面 [23] からの 94 曲とバラード譜面 [4-15] からの 100 曲を選んで分析を行い、それぞれの特徴を比較することで、ピアノバラードにどのような特徴があるのかを調べた。本研究では、特に左手の伴奏パートに着目し、譜面の伴奏パートのみが入った MIDI ファイルを用意し、それに対して以下のような分析を行った。

分析 1 分散和音の分析

分析 2 和音の分析

分析 3 音価の分析

分析 4 音高の分析

また、分析をする譜面に対しても以下の条件を設定した。

条件 1 曲全体の分析（通常譜面：11934 小節、バラード譜面：8477 小節）

条件 2 最初の 24 小節のみの分析（通常譜面：2256 小節、バラード譜面：2400 小節）

条件3 最後の24小節のみの分析（通常譜面：2256小節，バラード譜面：2400小節）

分析の手順とその結果を3.1.1から3.1.4で述べる。

### 3.1.1 分散和音に対する比較

分散和音のうち，表3.1の制約を満たすものを分散和音A，3.2の制約を満たすものを分散和音Bとする。ただし，表3.1の制約3と，表3.2の制約4に関して，本研究ではメジャーコード，マイナーコード，セブンスコード，ナインスコードをコードとして判定する。

図3.1は，分散和音Aの制約を全て満たしたものである。全ての音符が単音であることから制約1を満たし，1小節全体で時間方向に音符が3以上あることから制約2を満たしている。また，小節内の音符がCメジャーの構成音であり，小節内の全ての音符が1つ前の音符より音高が高いことから，制約3，制約4を満たしている。

図3.2は，分散和音Bの制約を全て満たしたものである。全ての音符が単音であることから制約1を満たし，1小節全体で時間方向に音符が丁度4あることから制約2を満たしている。また，小節内の音符がCメジャーの3和音で構成されていることから制約3，4を満たし，小節内の全ての音符の音高が，制約5どおりの配置になっている。

分析する通常の譜面，バラード調の譜面の小節のうち，分散和音A，分散和音Bそれぞれがあると判定された小節は何小節あるかを調べた。判定は，1小節内，2拍目までの半小節内，3拍目以降の半小節内で分けて行い，いずれの範囲内で分散和音A，Bのどちらかの全ての制約を満たしたものを，分散和音A，または分散和音Bと判定した。

表3.3は分散和音Aに対する通常譜面とバラード譜面の比較，表3.4は分散和音Bに対する通常譜面とバラード譜面の比較の結果であり，分析範囲内のうち，それ

表 3.1: 分散和音 A が持つ制約

制約番号	制約の内容
制約 1	判定範囲内の音符が全て単音である
制約 2	判定範囲内の音数が時間方向に 3 以上ある
制約 3	判定範囲内の音符が全てコードの構成音となっている
制約 4	判定範囲内の音符が全て、ひとつ前の音符よりも高い音譜となっている

表 3.2: 分散和音 B が持つ制約

制約番号	制約の内容
制約 1	判定範囲内の音符が全て単音である
制約 2	判定範囲内の音数が時間方向に 4 ある
制約 3	判定範囲内の音符は 3 和音で構成されている
制約 4	判定範囲内の音符が全てコードの構成音となっている
制約 5	判定範囲内の音符は順に、1 番低い音, 1 番高い音, 2 番目に低い音, 1 番高い音の順になっている



図 3.1: 分散和音 A の例



図 3.2: 分散和音 B の例

ぞれ分散和音が含まれた小節数と、含まれた小節の割合を示している。ただし、1小節内に複数の分散和音が存在する場合があるため、コード別の分散和音が含まれる小節数の合計が、分散和音全体が含まれる小節数と同じ値になるとは限らない。

表 3.3 での分散和音 A の曲全体の比較において、分散和音全体の割合は、通常の譜面では 0.079 に対し、バラード譜面ではその約 3 倍の 0.240 であった。コード別の分散和音の割合では、全てのコードの分散和音が含まれる小節の割合がバラード譜面が通常譜面を上回る結果となった。特に、ナインスの分散和音が含まれる小節の割合では、通常譜面は 0.012 である一方で、バラード譜面では 0.063 であり他のコードと比べ顕著な差が出ていた。最初の 24 小節のみの分析については、曲全体と同じく全ての分散和音が含まれる小節の割合でバラード譜面の方が通常譜面よりも高い結果となった。最後の 24 小節のみの分析に関しては、最初の 24 小節のみの分析と比べると分散和音が含まれる小節の割合がどちらの譜面も低い結果となった。また、全ての分散和音において通常譜面よりもバラード譜面の方が含まれる小節の割合は高いが、曲全体、最初の 24 小節のみの結果ほどの大きな差はなかった。

表 3.4 での分散和音 B の曲全体の比較において、分散和音全体の割合は、通常の譜面、バラード譜面どちらも 0.002 であり、分散和音 A と比べると大幅に割合が低く、通常とバラードで大きな違いはなかった。また、最後の 24 小節のみの分析では、どちらの譜面も分散和音 B がある小節は全く見られない結果となった。

表 3.3: 分散和音 A に対する比較

特徴		通常譜面		バラード譜面	
		当てはまった 小節数	割合	当てはまった 小節数	割合
曲全体	分散和音全体	945	0.079	2038	0.240
	メジャー	745	0.062	1430	0.169
	マイナー	155	0.013	450	0.053
	セブンス	123	0.010	406	0.048
	ナインス	143	0.012	536	0.063
最初の 24 小節	分散和音全体	186	0.082	471	0.196
	メジャー	145	0.064	307	0.128
	マイナー	25	0.011	77	0.032
	セブンス	27	0.012	97	0.040
	ナインス	30	0.013	134	0.056
最後の 24 小節	分散和音全体	69	0.031	218	0.091
	メジャー	72	0.032	114	0.048
	マイナー	10	0.004	32	0.013
	セブンス	7	0.007	55	0.023
	ナインス	7	0.007	87	0.036

表 3.4: 分散和音 B に対する比較

特徴		通常譜面		バラード譜面	
		当てはまった 小節数	割合	当てはまった 小節数	割合
曲全体	分散和音全体	18	0.002	13	0.002
	メジャー	4	0.000	5	0.001
	マイナー	12	0.001	3	0.000
	セブンス	0	0.000	8	0.001
	ナインス	0	0.000	0	0.000
最初の 24 小節	分散和音全体	6	0.003	6	0.003
	メジャー	2	0.001	3	0.001
	マイナー	4	0.002	2	0.001
	セブンス	0	0.000	4	0.002
	ナインス	0	0.000	0	0.000
最後の 24 小節	分散和音全体	0	0.000	0	0.000
	メジャー	0	0.000	0	0.000
	マイナー	0	0.000	0	0.000
	セブンス	0	0.000	0	0.000
	ナインス	0	0.000	0	0.000

### 3.1.2 和音に対する比較

分析する通常の譜面, バラード調の譜面の小節のうち, 全音符, 2分音符, 4分音符, 8分音符, 16分音符それぞれの音価の和音があると判定された小節は何小節あるかを調べた. 本研究では, 2つ以上の音符が同時に鳴り始めている音符を和音と判定した. 和音と判定された場合, 和音構成音の一番低い音符の音価をその和音の音価とみなした.

結果を表 3.5 から表 3.7 に示す. 表 3.5 は, 曲全体の, 通常譜面とバラード譜面のそれぞれの音価の和音がある小節数と, その割合を示している. 表 3.6 は最初の 24 小節のみであり, 表 3.7 は最後の 24 小節のみでの結果である. ただし, 含まれる小節の数を表しているため, 割合は合計で 1.0 を超える. これらの表から, 全音符や 2 部音符の和音では, バラード譜面の方が割合が高いのに対して, 16 分音符の和音では通常譜面の方が割合が高いことが分かる.

表 3.5: 曲全体の和音に対する比較

特徴	通常譜面		バラード譜面	
	当てはまった小節数	割合	当てはまった小節数	割合
全音符の和音	162	0.01	163	0.02
2分音符の和音	460	0.01	871	0.10
4分音符の和音	2507	0.21	1605	0.19
8分音符の和音	2933	0.25	1408	0.17
16分音符の和音	572	0.05	141	0.02

### 3.1.3 音価に対する比較

分析する通常の譜面, バラード調の譜面の小節のうち, 全音符, 2分音符, 4分音符, 8分音符, 16分音符それぞれの音価があると判定された小節は何小節あるかを

表 3.6: 最初の 24 小節の和音に対する比較

特徴	通常譜面		バラード譜面	
	当てはまった 小節数	割合	当てはまった 小節数	割合
全音符の和音	51	0.02	70	0.03
2分音符の和音	115	0.05	313	0.13
4分音符の和音	465	0.21	475	0.20
8分音符の和音	579	0.06	359	0.15
16分音符の和音	147	0.07	48	0.02

表 3.7: 最後の 24 小節の和音に対する比較

特徴	通常譜面		バラード譜面	
	当てはまった 小節数	割合	当てはまった 小節数	割合
全音符の和音	17	0.01	37	0.02
2分音符の和音	37	0.02	159	0.7
4分音符の和音	214	0.09	214	0.09
8分音符の和音	285	0.13	163	0.07
16分音符の和音	71	0.03	24	0.01

調べた。

結果を表 3.8 から表 3.10 に示す。表 3.8 は、曲全体の、通常譜面とバラード譜面のそれぞれの音価の音符がある小節の数と、その割合を示している。表 3.9 は最初の 24 小節のみで、表 3.10 は最後の 24 小節のみでの結果である。ただし、含まれる小節数を表しているため、割合は合計で 1.0 を超える。これらの表から、全音符や 2 部音符は、バラード譜面の方が割合が高い一方で、8 分音符や 16 分音符では通常譜面の方が割合が高いことが分かる。

表 3.8: 曲全体の音価に対する比較

特徴	通常譜面 (11934 小節)		バラード譜面 (8477 小節)	
	当てはまった小節数	割合	当てはまった小節数	割合
全音符	271	0.02	318	0.04
2 分音符	817	0.07	1684	0.20
4 分音符	6205	0.51	4574	0.54
8 分音符	9619	0.81	6196	0.73
16 分音符	2288	0.19	1374	0.16

表 3.9: 最初の 24 小節の音価に対する比較

特徴	通常譜面 (11934 小節)		バラード譜面 (8477 小節)	
	当てはまった小節数	割合	当てはまった小節数	割合
全音符	89	0.04	130	0.05
2 分音符	200	0.09	603	0.25
4 分音符	1190	0.53	1334	0.56
8 分音符	1687	0.75	1639	0.68
16 分音符	517	0.23	346	0.14

表 3.10: 最後の 24 小節の音価に対する比較

特徴	通常譜面 (11934 小節)		バラード譜面 (8477 小節)	
	当てはまった小節数	割合	当てはまった小節数	割合
全音符	28	0.01	66	0.03
2分音符	70	0.03	277	0.12
4分音符	477	0.21	568	0.24
8分音符	823	0.36	697	0.29
16分音符	249	0.11	235	0.10

### 3.1.4 音高に対する比較

分析する通常の譜面, バラード調の譜面の伴奏パートの全ての音符の平均の音高を調べた. その結果を 1-127 の数値として表 3.11 に示す. どの範囲の分析でも, 通常譜面よりもバラード譜面の方が, 平均の音高が著しく高いことが分かる.

また, 図 3.3, 図 3.4 は通常譜面, バラード譜面全体の音高の分布を表している. 通常譜面では, 約 47-55 の音高の音符が多く見られるののに対して, バラード譜面では, 約 56-64 と通常譜面よりも高い音高の音符が多く見られることが分かる.

表 3.11: 音価に対する比較

特徴	全体		最初の 24 小節		最後の 24 小節	
	通常譜面	バラード譜面	通常譜面	バラード譜面	通常譜面	バラード譜面
平均の音高	48.9	56.1	50.0	57.4	48.0	55.7

### 3.1.5 通常アレンジとバラードアレンジに対する譜面の比較

図 3.5 は「残酷な天使のテーゼ」のサビ部分の通常ピアノアレンジ譜面, 図 3.6 はそのバラードアレンジ譜面である. 伴奏パートに着目すると, 通常譜面はほとん

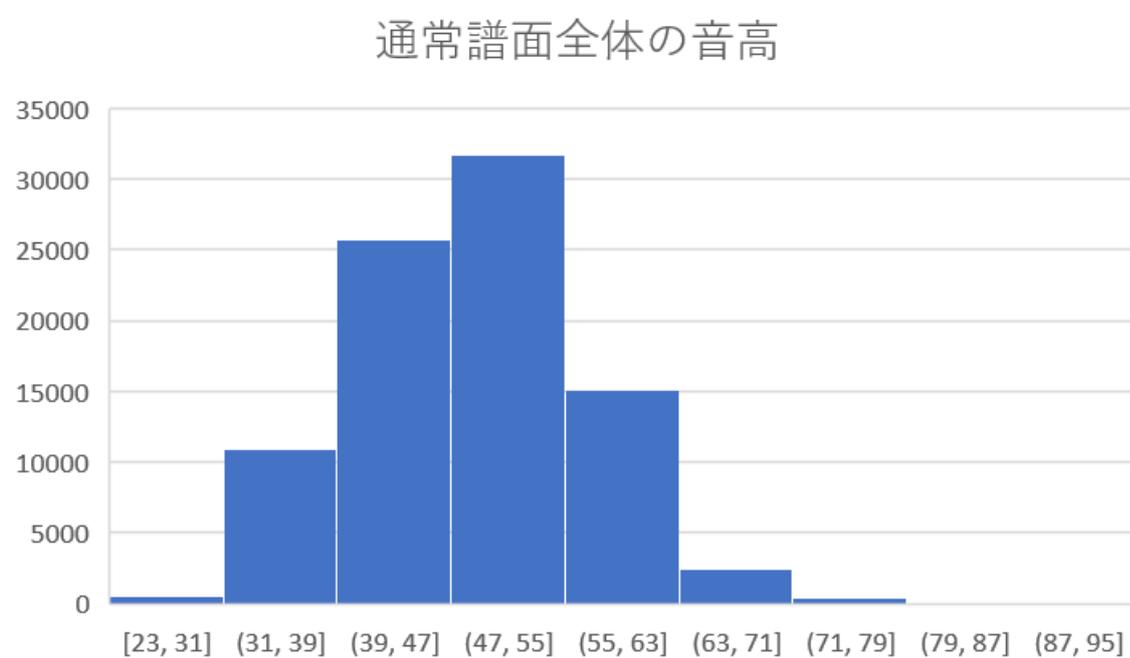


図 3.3: 通常譜面全体の音高の分布

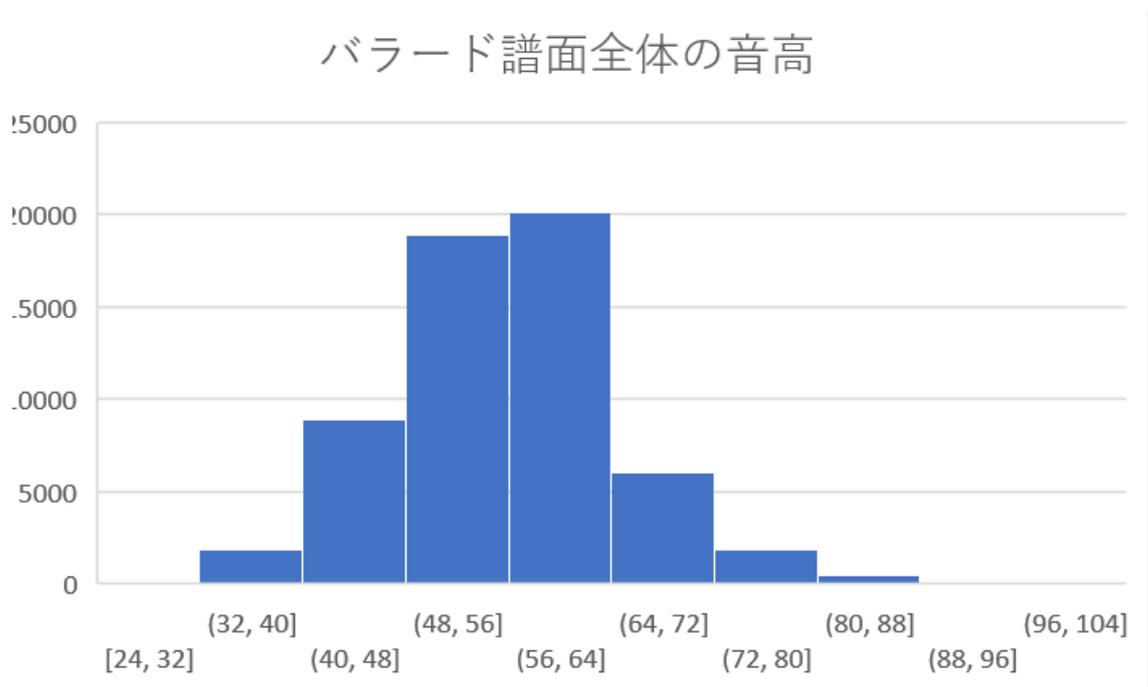


図 3.4: バラード譜面全体の音高の分布

どの小節が4分音符で同じ音を刻むような伴奏パターンとなっている。一方で、バラード譜面では、殆どの小節が分散和音Aとなっている。実際に分散和音Aと判定された小節は、通常譜面では12小節中0小節、バラード譜面では12小節中8小節であった。

図 3.5: 高橋洋子：残酷な天使のテーゼの通常アレンジ譜面 [24]

## 3.2 バラード調に編曲するための変換ルール

3.1 で述べた分析結果から、通常譜面と比較した際、ピアノバラード譜面における伴奏パートには以下のような特徴があるものとした。

The image displays a piano arrangement of a ballad, consisting of three systems of music. Each system contains a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature is one flat (B-flat major), and the time signature is 4/4. The first system begins with a dynamic marking of *f* (forte) in the bass staff. The music features a mix of eighth and sixteenth notes, often beamed together, and includes various chordal textures and melodic lines. The second system starts with a measure number '5' above the treble staff. The third system starts with a measure number '9' above the treble staff. The score concludes with a double bar line at the end of the third system.

図 3.6: 高橋洋子：残酷な天使のテーゼのバラードアレンジ譜面 [7]

**特徴 1** 分散和音 A が多い

**特徴 2** 全音符や 2 分音符などのゆっくりなリズムの和音が多い

**特徴 3** 16 分音符などの速いリズムの音符が少ない

**特徴 4** 音が高い

これら特徴をもとに、バラード調に編曲するための変換ルールを作成した。各変換ルールとその内容を表 3.12 に示す。変換ルールは合計 19 からなり、分散和音化、長音価和音化、リズム簡略化、その他の 4 つに分類される。分散和音化は、和音を分散和音 A の形に変換する変換ルールであり、分散和音が多いという特徴に基づいている。長音価和音化は、1 拍目の和音を全音符や 2 分音符に書き換える変換ルールであり、全音符や 2 分音符の和音が多いという特徴に基づいている。リズム簡略化は、16 分音符や 8 分音符を 4 分音符や 2 分音符に変換する変換ルールであり、速いリズムが少ないという特徴に基づいている。その他の変換ルールに関しては、これまで分類された 3 つの変換ルールに対して、その小節内の音を 1 オクターブ上昇させるオクターブ上昇化、分散和音に対するコードの add9 化などを付け加えることができる変換ルールである。ユーザーは、1 小節ごとにどの変換ルールを適用するかを決めることができ、1 小節内に複数の変換ルールを適用することができる。

表 3.12: バラード調の変換ルール一覧

変換ルール番号	変換ルール名	内容
1	4分音符分散和音化	1拍目の和音を4分音符の分散和音にする。ただし、和音構成音の最も高い音は、その小節の最後の拍に合わせた音価となる。また、和音構成音が5以上の場合は本変換ルールは適用されない。2拍目以降の音符は無効となる
2	8分音符分散和音化	1拍目の和音を8分音符の分散和音にする。ただし、和音構成音の最も高い音は、その小節の最後の拍に合わせた音価となる。また、和音構成音が9以上の場合は本変換ルールは適用されない。2拍目以降の音符は無効となる
3	2分音符分散和音化	1拍目の和音を2分音符の分散和音にする。ただし、和音構成音の最も高い音は、その小節の最後の拍に合わせた音価となる。また、和音構成音が3以上の場合は本変換ルールは適用されない。2拍目以降の音符は無効となる
4	全音符和音化	1拍目の和音を全音符の和音にする
5	2分音符和音化	1拍目の和音と3拍目の和音を2分音符の和音にする
6	16分音符の4分音符化	16分音符が4回連続する場合、最初の音符を4分音符にする。2番目以降の16分音符は無効となる
7	16分音符の2分音符化	16分音符が8回連続する場合、最初の音符を2分音符にする。2番目以降の16分音符は無効となる
8	8分音符の4分音符化	8分音符が2回連続する場合、最初の音符を4分音符にする。2番目以降の8分音符は無効となる
9	8分音符の2分音符化	8分音符が2回連続する場合、最初の音符を2分音符にする。2番目以降の8分音符は無効となる
10	オクターブ上昇化	その小節の音符を全て1オクターブ上げる
11	分散和音に和音取り入れ	その小節の分散和音の最後の音に対して5度の音を追加し和音にする
12	5度音追加	その小節内の音符全てに対して5度の音符を追加し、五度和音を生成する
13	オクターブユニゾン追加	その小節内の音符全てに対して1オクターブ高い音符を追加し、オクターブ和音を生成する
14	add9化	その小節の分散和音のルート音から2度高い音を、ルート音とその次の音の間に挿入し、コードをナインスにする。和音の場合は適用されない
15	オープンボイス化	その小節の分散和音の2番目に低い音を削除し、削除した音の1オクターブ高い音を分散和音の最後に追加して、オープンボイス化をする。和音には適用されない
16	クローズボイス化(和音)	その小節の和音の構成音の音の高さをルート音から最も近い音に変更し、クローズボイス化をする。分散和音には適用されない
17	クローズボイス化(分散和音)	その小節の和音の構成音の音の高さをルート音から最も近い音に変更し、クローズボイス化をする。和音には適用されない
18	和音簡略化	その小節の和音の2番目に低い音を削除する
19	最後の小節	最後の小節に適用する変換ルールであり、1拍目の音符から8つの音数からなる8分音符を分散和音を生成し、その後、全音符の和音を生成する

## 第4章 システム概要

本章では、システムの概要と構成について述べる。

### 4.1 システムの構成

本研究のシステムは、既存のピアノ演奏用譜面の MIDI ファイルを入力とし、それをもとにバラード調になったピアノ演奏用譜面の MIDI ファイルを生成するものである。

ユーザーは図 4.1 の編集画面を操作することでピアノバラード譜面を生成する。図 4.1-(1) は入力した MIDI ファイルの小節番号を示しており、図 4.1-(2) に表 3.12 で示したバラード調にするための変換ルール一覧を示す。どの小節にどの変換ルールを適用するかを図 4.1-(3) で編集する。小節に対して変換ルールが適用されている部分は、対応するセルが桃色で提示される。適用されていない場合は白色で提示される。図 4.1-(4) のクリアボタンを押すと、全ての小節で全ての変換ルールの適用が解除される。図 4.1-(5) の自動アレンジボタンでは、どの小節にどの変換ルールを適用するかを自動で決定させる。図 4.1-(6) の原曲再生ボタンでは、入力した MIDI ファイルを再生する。再生を停止する場合は、図 4.1-(7) の再生停止ボタンを押すことで停止できる。全ての小節に対する変換ルールの適用の有無を編集したら、図 4.1-(8) の生成ボタンを押す。すると、バラード調になった MIDI ファイルが生成され、原曲再生ボタンの下にバラード再生ボタンが表示される。バラード再生ボタンでは、生成された MIDI ファイルを再生する。よりバラードらしく聴かせるために、バラード再生ボタンで再生されるテンポは、原曲再生ボタンで再生される

テンポの3分の2倍に設定されている。



図 4.1: 編集画面

## 4.2 手動編集による編曲

ユーザーが手動で各小節の変換ルールの適用の有無を選択する場合、編集エリアを操作する。適用したい小節と適用したい変換ルールが対応する部分のセルをクリックすることで、セルの色は白色から桃色に変化し、変換ルールが適用されていることを提示する。1小節内に複数の変換ルールを適用することができる。変換ルールの適用を解除したい場合は、解除したい部分のセルをクリックすることで、セルの色は白色に戻り、変換ルールの適用が解除されたことを提示する。以上の操作により、ユーザーは自分の好みに合わせて各小節ごとに適用する変換ルールを選択し、伴奏パターンを決定する。

## 4.3 自動編集による編曲

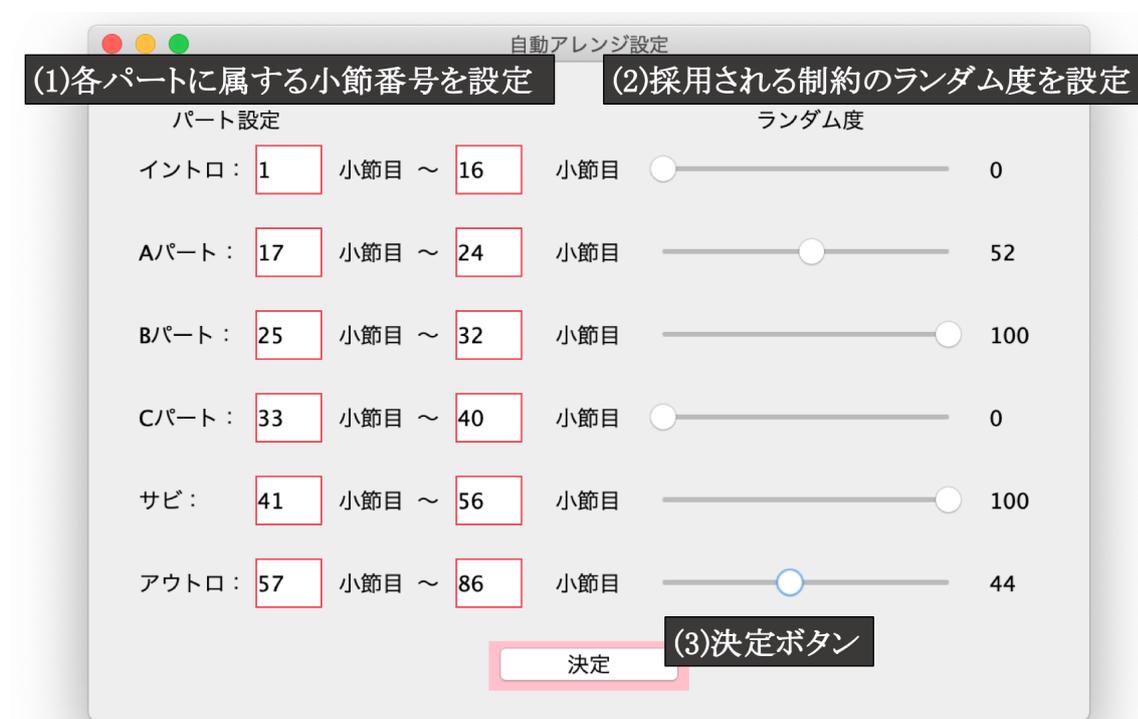


図 4.2: 自動編曲設定画面

図 4.1-(5) の自動アレンジボタンを押すと、図 4.2 のような自動アレンジ設定フォームが表示される。自動編曲を行うためには、図 4.2-(1) でのパート設定と、図 4.2-(2) でのランダム度の設定を行う必要がある。パート設定では、イントロ、A メロ、B メロ、C メロ、サビ、アウトロの各パートに対して開始小節と終了小節を入力する。その後各パートのランダム度をスライダーで調節する。設定が完了したら図 4.2-(3) の決定ボタンを押すと、自動編曲が開始される。ランダム度とは、変換ルールがランダムに決定される度合を表す。ランダム度が高いと、適用する変換ルールがランダムに決まる度合が高くなり、ランダム度が低いと、表 4.1 の変換ルールだけが連続で適用される度合が高くなる。ランダム度を 100 にすると常に変換ルールがランダムに選ばれ、ランダム度を 0 にすると、常に表 4.1 だけが適用される。



図 4.3: 自動編曲による変換ルールの適用情報

表 4.1: ランダム度0による各パートの適用される変換ルール

パート	適用する変換ルール番号
イントロ	3, 10
Aメロ	4, 10
Bメロ	2, 10, 13
Cメロ	4, 10
サビ	2, 10, 11, 13
アウトロ	5, 10

図 4.3 は、ランダム度を高くした場合と低くした場合の出力の差を示している。赤い実線で囲った部分はランダム度が 100 に設定されており、変換ルールはランダムに適応されている。青い実線で囲った部分はランダム度が 0 で設定されており、同じ変換ルールが適用されている。



## 第5章 生成結果

本章では、システムによって生成された譜面の考察を述べる。

### 5.1 譜面の生成

本研究のシステムを使い以下の条件に従って図5.1の「シルエット」のサビ部分の譜面 [25] の編曲を行った。

条件1 手動操作による編曲

条件2 ランダム度0による自動編曲

条件3 ランダム度50による自動編曲

条件4 ランダム度100による自動編曲

### 5.2 生成結果

条件に従い編曲を行った結果、図5.2–図5.5の譜面が生成された。

原譜の伴奏パートではベース音を4分音符で、その5度上などを2分音符で演奏しており、2章で定義したバラード調の特徴1–4に当てはまるものはない。条件1の結果では、手動操作により小節ごとに表5.1の変換ルールを適用させた。1–4小節目までと12小節目には和音化を適用し、それ以外の小節には分散和音化を適用させた。また、1–8小節目ではオクターブ上昇化を適用することで譜面に抑揚をつ

けた。結果、適用した変換ルールはすべて生成譜面に反映され、2章で定義したバラード調の特徴1-4にすべて当てはまるものとなった。

条件2の結果では、ランダム度0の編曲により、表5.2のとおり表4.1で説明した一定の変換ルールだけが適用されたことで伴奏パターンはどの小節も同じものとなった。生成譜面は、8分音符分散和音化と分散和音に和音取入れの変換ルールが適用されたことにより、全ての小節で8分音符の分散和音の最も高い音に和音が適用された伴奏パターンとなった。よって、全ての小節が分散和音であり、8分音符よりもはやいリズムの音符がないことから生成された譜面は2章で定義したバラード調の特徴1,3に当てはまるといえる。

条件3の結果では、ランダム度50の編曲により、表5.3のように、表4.1で示した一定の変換ルールのみが適用された小節もあれば、ランダムに変換ルールが適用された小節もあった。全16小節のうち、7小節が一定の変換ルールが適用され、9小節がランダムの変換ルールが適用された。生成譜面は、一定の変換ルールが適用された部分は、条件2の結果から2章で定義したバラード調の特徴1,3に当てはまる結果となり、ランダムに適用された部分は、9小節のうち6小節が分散和音化、1小節が和音化が適用され、2小節がどちらも適用されない結果となった。分散和音化が適用された小節は、バラード調の特徴1を満たし、和音化が適用された小節はバラード調の特徴2を満たした。しかし、どちらも適用されなかった小節は、バラード調の特徴を満たすものはなかった。

条件4の結果では、ランダム度100の編曲により、表5.4のとおり全ての小節でランダムに変換ルールが適用された。全16小節のうち10小節が分散和音化、6小節が和音化が適用され、2小節がどちらも適用されない結果となった。生成譜面は、分散和音化が適用された小節は、2章で定義したバラード調の特徴1を満たし、和音化が適用された小節はバラード調の特徴2を満たす結果となった。

♩ = 168

図 5.1: 原譜

♩ = 112

図 5.2: 条件 1 の編曲の結果

表 5.1: 条件 1 による各小節に適用された変換ルール

小節番号	適用された 変換ルール番号	小節番号	適用された 変換ルール番号
1	4, 10	9	1, 13
2	4, 10	10	1, 13
3	4, 10, 13	11	1, 13
4	5, 10	12	5
5	1, 10, 13	13	1, 13
6	1, 10, 13	14	1, 13
7	1, 10, 13	15	1, 13
8	1, 10, 13	16	1, 13

表 5.2: 条件 2 による各小節に適用された変換ルール

小節番号	適用された 変換ルール番号	小節番号	適用された 変換ルール番号
1	2, 10, 11, 13	9	2, 10, 11, 13
2	2, 10, 11, 13	10	2, 10, 11, 13
3	2, 10, 11, 13	11	2, 10, 11, 13
4	2, 10, 11, 13	12	2, 10, 11, 13
5	2, 10, 11, 13	13	2, 10, 11, 13
6	2, 10, 11, 13	14	2, 10, 11, 13
7	2, 10, 11, 13	15	2, 10, 11, 13
8	2, 10, 11, 13	16	2, 10, 11, 13

♩ = 112

8

8

7

8

8

14

8

8

図 5.3: 条件 2 の編曲の結果

Figure 5.4 shows a musical score for piano, 4/4 time, key of D major, tempo 112. The score is divided into three systems of five measures each. The first system starts with a treble clef and a tempo marking of quarter note = 112. The second system starts with a measure number 6. The third system starts with a measure number 12. The score features a mix of chords and melodic lines in both hands, with some octaves indicated by an '8' and a dashed line.

図 5.4: 条件 3 の編曲の結果

表 5.3: 条件 3 による各小節に適用された変換ルール

小節番号	適用された 変換ルール番号	小節番号	適用された 変換ルール番号
1	1, 9, 11, 13, 14, 15	9	2, 10, 11, 13
2	4, 6, 10	10	2, 10, 11, 13
3	2, 10, 11,13	11	2, 10, 11, 13
4	2, 10, 11,13	12	6, 10
5	2, 8, 10, 11, 12, 14, 15	13	8, 10
6	2, 10, 11, 13	14	2, 10, 11, 13
7	3, 9, 12, 13, 14,15	15	1, 9, 10
8	1, 9, 11, 12, 13	16	1, 9, 13, 15

表 5.4: 条件 4 による各小節に適用された変換ルール

小節番号	適用された 変換ルール番号	小節番号	適用された 変換ルール番号
1	2, 9, 12, 13, 14, 15	9	1, 6, 10, 12, 14, 15
2	5, 6, 10, 18	10	5, 9, 16, 18
3	1, 7, 10, 11, 14	11	1, 7
4	1, 7, 13, 14	12	4, 6, 10, 18
5	2, 8, 11, 12, 15	13	1, 8, 10, 11, 13
6	5, 9	14	5, 8, 10, 18
7	3, 8, 11, 12, 14	15	5, 9, 16
8	2, 8, 12, 14, 15	16	3, 7, 12

The image displays a musical score for piano, consisting of three systems of music. The key signature is G major (one sharp) and the time signature is 4/4. The tempo is marked as  $\text{♩} = 112$ . The score is written for both the right and left hands.

The first system (measures 1-5) features a melody in the right hand with eighth-note patterns and a bass line with sustained chords and moving lines. The second system (measures 6-11) continues the melodic and harmonic development. The third system (measures 12-15) concludes the piece with a final cadence, including a dynamic marking of  $8$  (piano) in the bass line.

図 5.5: 条件 4 の編曲の結果

## 第6章 生成された譜面の評価

本章では、生成された譜面がバラード調として、またピアノ演奏用譜面としての機能を果たしているかについての評価方法および結果、考察を述べる。

### 6.1 評価方法

1つの楽曲のピアノ演奏用譜面に対して、イントロ部分とサビ部分をそれぞれ抜き出し、以下の条件でバラード譜面を生成した。

手法1 編曲なし（原譜）

手法2 手動操作で編曲

手法3 ランダム度0で編曲

手法4 ランダム度50で編曲

手法5 ランダム度100で編曲

これらの条件で編曲された譜面を1セットとし、全部で12セットの譜面を用意した。ただし、いずれの手法の譜面もテンポは同じものである。譜面は音楽的知識のある専門家に評価してもらった。専門家には譜面の他、MuseScoreで作成した演奏のMP3データを渡し、聴きながら評価をしてもらった。評価は、それぞれの譜面に対して以下に示した4つの項目に10点満点で点数をつけてもらい、その点数に対するコメントがあれば記入してもらった。

項目1 全体的な弾きやすさ

項目2 音と音の時間方向の繋がり良さ

項目3 伴奏パートの違和感のなさ

項目4 バラードらしさ

## 6.2 結果と考察

12セットの譜面に対して評価を行った結果を、表6.1-6.4に示す。表6.1は、全体的な弾きやすさに対する評価結果である。平均点に着目すると、イントロパートでは手法1が最高点となっているのに対し、サビパートでは手法3が最高点になっていることがわかる。手法1はどちらのパートも安定して高い点数である。逆に、手法4, 手法5については、いずれのパートも手法1-3と比べて低い点数となった。この結果に対して、点数の高かった手法1,2,3には「単純で同じ伴奏パターンが一定以上続いているので弾きやすい」とのコメントがあった。逆に、点数の低かった手法4,5に関しては「演奏不能な和音がある」「和声に違和感があるので音楽的に弾きづらい」とのコメントがあった。以上より、伴奏パターンの単純さや同じ伴奏パターンが連続して続いているか、和声に違和感がないかが、全体的な弾きやすさに影響を与えているといえる。特に、手法3ではランダム度0の自動編曲により同じ伴奏パターンが連続して続いているので、点数は高くなったと思われる。それに対して手法4,5では、ランダム度の高いアレンジにより、伴奏パターンは一定でなく、和声の違和感や複雑なリズムが手法1-3の伴奏パートに比べて多くなったため、点数を下がったと考えられる。

音と音の時間方向の繋がり良さに対する評価結果を表6.2に示す。平均値は、イントロパート、サビパートどちらも手法1が最高点となった。一方、手法5の点数はどちらのパートでも最低点である。この結果に対して、点数が低かった手法5

には「不自然なコードがたくさん続いている」とのコメントがあった。このことから、伴奏パートにおけるコード進行が音と音の繋がり goodness に影響を与えているといえる。手法5では、全ての小節で変換ルールの適用がランダムに決まり、意図しない変換ルールが適用されコード進行に違和感が生じたことで、点数が下がったと考えられる。

伴奏パートの違和感のなさに対する評価結果では、表 6.3 よりイントロパート、サビパートどちらも手法1の平均点が最高になっていることがわかる。一方、手法5の平均点はどちらのパートでも最低であった。この結果について、点数が低かった手法5には「コードに違和感がある」「伴奏パターンが急に切り替わっていて違和感がある」などのコメントがあった。そのため、伴奏パートにおけるコード進行や伴奏パターンの切り替わりが、伴奏パートの違和感に影響を与えていると考えられる。特に手法5では、音と音の時間方向の繋がり goodness のよさと同様に、全ての小節で変換ルールの適用がランダムに決まり、意図しない変換ルールが適用されコード進行に違和感が生じた他、伴奏パターンが1小節毎に変化したことで点数が下がったと考えられる。しかし、最も平均点の高かった手法1の譜面の中には「同じ伴奏パターンが繰り返して逆にならざる」というコメントもあり、点数が低かったものもあった。

表 6.4 は、バラードらしさに対する評価結果を表している。平均点は、イントロパート、サビパートどちらも手法2が最高であるのに対し、手法5の点数はどちらのパートでも最低であった。この結果に対して、点数の高かった手法2では「伴奏のリズムパターンがバラードらしい」とのコメントがあった。点数が低かった手法5には「コードに違和感がある」「伴奏パターンが単純すぎてバラードと言えるようなアレンジではない」などのコメントがあった。以上の結果より、伴奏パートにおけるコード進行や伴奏パターンそのものが、バラードらしさに影響を与えているといえる。特に、手法2では手動操作による編曲により、1小節ごとに意図した変換ルールを適用させることでよりバラードに近い編曲ができたと考えられる。一方で

手法5では, 変換ルールの適用が全ての小節でランダムに決まり, 意図しない変換ルールが適用されコード進行に違和感が生じた. また, 伴奏パターンが単純になった原因は, イントロパートでの手法3において, 適用された変換ルールがすべて2分音符分散和音化とオクターブ上昇化のみであったためだといえる.

表 6.1: 全体的な弾きやすさの評価結果

パート	イントロ					サビ				
手法	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
譜面1	5	7	7	6	3	7	7	7	6	3
譜面2	8	8	9	6	5	7	8	5	3	3
譜面3	8	7	7	8	4	9	8	7	6	2
譜面4	7	7	8	6	5	7	8	9	6	5
譜面5	9	8	8	6	5	7	6	6	5	5
譜面6	9	7	9	7	5	7	8	5	6	6
平均	7.7	7.3	8.0	6.5	4.5	7.3	7.5	6.5	5.3	4.0
標準偏差	1.5	0.5	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.2	1.5

表 6.2: 音と音の時間方向の繋がりの良さの評価結果

パート	イントロ					サビ				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
譜面 1	5	6	6	3	2	8	5	6	4	4
譜面 2	8	7	9	5	4	6	6	5	4	2
譜面 3	8	6	3	3	3	7	6	6	6	2
譜面 4	6	6	5	5	4	7	5	7	5	4
譜面 5	9	9	8	5	4	7	6	7	6	5
譜面 6	10	7	6	6	5	8	7	5	5	5
平均	7.7	6.9	6.2	4.5	3.7	7.2	5.9	6.0	5.0	3.7
標準偏差	3.4	2.8	3.0	2.0	1.7	2.8	2.4	2.4	2.1	1.9

表 6.3: 伴奏パターンの違和感のなさの評価結果

パート	イントロ					サビ				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
譜面 1	3	5	6	5	2	9	6	7	4	3
譜面 2	8	7	9	5	3	5	6	6	2	2
譜面 3	9	5	5	4	3	6	6	6	6	3
譜面 4	6	6	5	5	5	6	5	7	4	4
譜面 5	9	9	8	6	5	7	6	7	6	5
譜面 6	10	6	5	5	6	9	7	6	4	5
平均	7.5	6.3	6.3	5.0	4.0	7.0	6.0	6.5	4.3	3.7
標準偏差	2.6	1.5	1.8	0.6	1.5	1.7	0.6	0.5	1.5	1.2

表 6.4: バラードらしさの評価結果

パート	イントロ					サビ				
手法	4	7	6	4	3	6	7	7	6	3
譜面 1	3	5	6	5	2	9	6	7	4	3
譜面 2	5	6	4	5	4	5	7	6	4	3
譜面 3	6	5	4	4	4	5	7	7	7	2
譜面 4	6	6	3	5	5	7	6	6	5	5
譜面 5	7	8	6	6	5	6	6	7	6	5
譜面 6	8	7	6	5	6	6	7	6	6	5
平均	6.0	6.5	4.8	4.8	4.5	5.8	6.7	6.5	5.7	3.9
標準偏差	1.4	1.0	1.3	0.8	1.0	0.8	0.5	0.5	1.0	1.3

## 第7章 結 論

本章では, 本研究のまとめと今後の展望について述べる.

### 7.1 結論

本稿では, 既存のピアノ演奏用譜面をバラード調に編曲した譜面に変換するシステムを提案した. 本システムによって生成された譜面はどれも本研究で定義したバラード調の特徴のいずれかを満たすものであった. また, 譜面の評価では, 音と音の時間方向の繋がりの良さや, 伴奏パターンの違和感のなさに関しては手法1である原譜が最も高い平均点となったが, 全体的な弾きやすさやバラードらしさに関しては, 手動操作による編曲である手法2や, ランダム度0の自動編曲である手法3が最も高い平均点となった. 特に, バラードらしさでは, 手法2が原譜と比較して良いバラードアレンジであることが明確となった.

### 7.2 今後の展望

分析に関して, 左手の伴奏パートのみ行ったが, 今後は右手のメロディパートに対しても分析を行い, ピアノバラードにおける新たな特徴を見つけることを考えている.

システムにおいては, 評価のコメントで多かったコードの違和感を減らすための和声解析機能の追加する. また, 難易度の選択機能を取り入れ, 選択された難易度によって適用される変換ルールが決定されるようにする.

一方評価に関しては, 1 曲全体を通して編曲した譜面の評価や, 複数の編曲者が手動操作で編曲した譜面の考察および評価を考えている.

## 参考文献

- [1] 高森 啓史, 他:” 音楽音響信号から得られる音楽要素に基づく自動ピアノ編曲”, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol.2017-MUS-116, No.13, pp.1-5, 2017.
- [2] ヤマハミュージックメディア <https://www.ymm.co.jp>
- [3] ふりんと楽譜 <https://www.print-gakufu.com>
- [4] 鈴木 奈実, 他:” 初級 大人の定番レパートリー 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2016.
- [5] 布施 威, 他:” 初級 上級 ところに響く日本のうた 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2016.
- [6] 内田 美雪, 他:” 中級 日本のうた, 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [7] 鈴木 奈実, 他:” 中級 アニメメロディ 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [8] 渋谷 絵梨香, 他:” 中級 ラブ&バラード 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [9] 村上 由紀, 他:” 上級 シネマ&ミュージカル 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.

- [10] 村上 由紀, 他: ” 上級 ウェディング 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [11] 川出 千尋, 他: 中級 ” ところに響く名曲 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [12] 川田 千春, 他: ” 中級 スタジオジブリ 美しく響くピアノソロ 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [13] 石川 芳, 他: ” 上級 ラブ&バラード 美しく響くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2015.
- [14] 村上 由紀, 他: ” 中級 J-POP スタンダード 美しく弾くピアノソロ”, ヤマハミュージックメディア, 2014.
- [15] 高野 令子, 他: ” 弾ける大人のためのオトナピアノ ラブ&バラード”, ヤマハミュージックメディア 2013.
- [16] 藤田 顕次, 大野 博之, 稲積 宏誠: ” 習熟度を考慮した複数楽譜からのピアノ譜生成 手法の提案.” 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), vol.2008-MUS-77, No.10, pp.47-52, 2008.
- [17] 李由, 保利 武志, Christoph M. Wilk, 嵯峨山 茂樹: ” 音形のエン트로ピーに基づく合奏曲のピアノへの自動編曲”, 第 81 回全国大会講演論文集, vol.2019, No.1, pp.427-428, 2019.
- [18] Nakamura Eita, Shigeki Sagayama: ” Automatic Piano Reduction from Ensemble Scores Based on Merged-Output Hidden Markov Model”, ICMC, pp.298-305, 2015.

- [19] Chiu Shih-Chuan, Man-Kwan Shan, Jiun-Long Huang : "Automatic system for the arrangement of piano reductions", IEEE International Symposium on Multimedia, pp.459-464, 2009.
- [20] Onuma Sho, Masatoshi Hamanaka : "Piano Arrangement System Based On Composers' Arrangement Processes.", ICMC, 2010.
- [21] 久保 圭毅, 斎藤 博昭 : "和音の類似度を用いた和音代用によりポピュラー音楽の手回しオルゴール編曲", 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol.2015-MUS-107, No.22, pp.1-4, 2015.
- [22] 樋口 拓志, 柳田 益造 : "与えられたコード進行に基づくギター伴奏用ボサ・ノヴァ編曲システム", 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol.2008-MUS-078, No.127, pp.47-52, 2008.
- [23] ヤマハミュージックデータ, <https://yamahamusicdata.jp>
- [24] 高橋洋子 : "残酷な天使のテーゼ", ヤマハミュージックデータ, <https://yamahamusicdata.jp>
- [25] Shunn : "シルエット", ヤマハミュージックメディア, <https://www.print-gakufu.com/score/detail/126421/>



## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、北原鉄朗准教授ならびに植村あい子助手から丁寧かつ熱心なご指導を受け賜りました。ここに感謝の意を表します。また、楽譜の分析や評価など、研究に協力してくださった皆様にも感謝いたします。