

E-029

## 主旋律に着目したピアノ楽譜の難易度別簡易化

Step-wise Simplification of Piano Scores Focused on Melody

齊藤 豪佑<sup>1</sup>  
Gosuke Saito松原 正樹<sup>1</sup>  
Masaki Matsubara大野 将樹<sup>2</sup>  
Masaki Oono斎藤 博昭<sup>2</sup>  
Hiroaki Saito

## 1 はじめに

近年電子ピアノの普及率が上がり、狭い家屋内でも音量を気にせず弾けるようになり、老若男女問わずピアノに触れる機会が多くなった。しかしピアノ初級者にとって、あまり興味を持ってない教則本で練習することは、ピアノ演奏を挫折してしまう要因の一つになりかねない。またそういった興味を持ってない曲で練習を続けることはいずれ、ただ指を動かすだけの演奏をする癖がつく要因になってしまう [1]。といって、目標の曲をいきなり弾こうとしても、技術的に難しく、挫折してしまう。このことは体系的な練習曲の存在するクラシックよりも、ポピュラー音楽を目標としている人に起こりやすい問題といえる。

そこで本研究では、ピアノ初級者でも楽しく練習ができるような、ポピュラー音楽の楽譜の簡易化を目的とする。そのため主に伴奏を簡易化し、楽曲の雰囲気壊さないようなシステムを提案する。また最終的には原曲を弾くことを目標とするため、段階的な難易度の楽譜生成も行う。楽譜の簡易化はピアノ初級者の演奏意欲の維持だけでなく、ピアノ初級者が興味はあっても弾けないような難しい楽譜でも、その雰囲気を味わうことができるという側面も持っている。

## 2 楽譜の簡易化に伴う課題

大島らは音符の削減により楽譜を難易度別に簡易化する手法を提案している [2]。この手法は楽譜上で重要度の低いと思われる音符を削除している。大島らは自身の研究において、楽譜の簡易化はされるが楽曲の雰囲気を壊してしまうと指摘している。

自動化された楽譜の簡易化において、演奏の困難さを減らすためにもっとも単純かつ有効な手段は音符の削減である。しかし過剰な削減は、楽曲が持つ味わいや雰囲気を壊す要因に成り得る。これではピアノ初級者にとって演奏に対する自信の形成には役に立っても、その楽曲で練習する意味を失ってしまう。そこで本研究では主旋律をできるだけ残し、伴奏を簡易化することで雰囲気保持の問題を解決する。

主旋律と伴奏という構成で成り立っていることの多いポピュラー楽曲のピアノ楽譜の簡易化は、伴奏の簡易化に依るところが大きい。なぜならばそういった楽曲の主旋律は、往々にして単純なことが多いためである。主旋律は楽曲の雰囲気の形成に大きく寄与しており、大きな変更を加えられると同一の楽曲と認識されなくなってしまう。したがって楽曲の雰囲気を崩さず

に楽譜を簡易化しようとするならば、伴奏の簡易化が最も効果的であると考えられる。

ピアノ初級者が楽曲を「演奏が困難だ」と感じる要因について、大島らの実験 [3][4] を参考にまとめた。

## (a) 運動能力に関して

- 動かそうと思った指と違う指が動く
- 鍵盤距離を見誤り、違う鍵を弾いてしまう

## (b) 読譜能力に関して

- 音型の変化
- 奏でた音符と次の音符との音程の広さ
- 構成音の多い多重音
- 調号に対応すべき音符

## (c) 運指に関して

- フレーズに対して適切な運指を割り振れず、指が回らなくなる

これらをもとに本研究では以下のように解決策を提案する。(a)の運動能力に関する問題は

- 動かす指の幅を1オクターブ以内に抑える
- 使う指数を少なくする

などといった方法で対処する。(b)の読譜能力に関する問題は

- 伴奏の音型を一定に保つ
- できるだけコードを構成する3音以内で伴奏を構成する
- 長調の楽曲はハ長調、短調の楽曲はイ短調に移調する

などといった方法で対処する。(c)の運指に関しては伴奏の音型を一定に保つ際に同時に解決される問題である。

## 3 簡易化の手法

提案手法では、任意の楽曲のMIDIデータを扱う。このMIDIデータは以下の仕様を満たす必要がある。

- コード進行が既知
- 主旋律と伴奏でチャンネルが分割されている

<sup>1</sup>慶應義塾大学大学院 理工学研究科, Keio University Graduate School

<sup>2</sup>慶應義塾大学 理工学部 情報工学科, Keio University

表 1: 難易度段階の種類と MIDI データの操作

	主旋律	伴奏
A:主旋律のみ	有	無
B:左手コード最低音	有	コードごとに最低音に変換
C:左手コード多重音	有	コードごとに構成音に変換
D:左手 2 音交互	有	コードの根音, コードの構成音のうち最も音高の高い音符の順に変換
E:左手 3 音順番	有	コードの根音, コードの構成音のうち次に音高の高い音符, 最も音高の高い音符の順に変換
F:元の伴奏	有	伴奏の最低音のみ
G:原曲	有	有

ここでいう主旋律とは、右手演奏部分の最高音のみを抽出したものである。伴奏に当たるチャンネルには左手演奏部分の最低音のみを抽出し、記録している。なお、採用されなかった音符は別のチャンネルにまとめている。本研究では MIDI データの他に、その楽曲のコード進行を示すデータを用いる。

目的の MIDI データとコード進行を示すデータを入力すると、システムは MIDI データの伴奏に当たるチャンネルを解析し、そこに含まれる音符の発音タイミングを抽出する。そしてそれらの箇所に対応するコードに従って、新たな音符を配置する。どのように音符を配置するかは出力する楽譜の難易度で決定され、どの難易度の楽譜の演奏データ (MIDI) を出力するかはユーザに委ねられる。表 1 に、提示される難易度段階の種類と MIDI データの操作を示す。

またこれらの難易度段階はすべて、ハ長調やイ短調に移調したものが出力可能である。それは 2 節の (b) で言及したことであるが、今回はそれを、難易度段階には含めない。なぜならば、楽曲が一つの調だけで構成されず、転調することがあるためである。そういった楽曲の場合、最初に出現する調をハ長調やイ短調に移調した結果、後に出現する調がより黒鍵を含むものになってしまう可能性は大いにある。ゆえに本研究ではこの移調処理をあくまでユーザが選択するオプションの一つとして捉え、難易度段階の一つとは捉えない。

なお演奏する際の不自然さをなくすために、提案システムでは表 1 に示すもののほかに、2 つの処理を施している。1 つ目は 4 小節ごとの主旋律の最低音を調べ、伴奏の最高音と重ならないようにこれらを配置する処理である。具体的には「1 オクターブ下げ」、「コード転回形を用いる」などの方法のうち、実際に演奏する際の手の動きが最小になるようなものを用いて伴奏を決定する。この処置により、伴奏の最高音と主旋律の最低音との音程は 1 オクターブ以内となる。2 つ目は表 1 の難易度 E において、通常は最高音の後に 2 番目に音高の高い音符を配置し、4 つの音符で 1 つのまとまりとしているが、拍子が四分の 3 や八分の 6 の場合に限り、最高音までで 1 まとまりとするという処理である (図 1)。この処置により、それらの拍子で起こりやすい、音符が 3 の倍数だけ存在する小節においても違和感なく演奏することが可能となる。



(a) 四分の 4 拍子の場合 (b) 四分の 3 拍子の場合

図 1: 拍子による伴奏の違い

## 4 実験

### 4.1 実験方法

本研究で提案する伴奏に着目した自動楽譜簡易化システムの有効性を確認するため、2 種類の実験を行った。まず生成される難易度段階が妥当であるかを調べるため、被験者による提案システムの生成楽譜の並び替えを行った。次に生成楽譜が原曲の雰囲気を保っているかを調べるため、それぞれの難易度における雰囲気類似性の 5 段階評価を行った。

実験データには人々に馴染みのあると思われるポピュラー音楽、特に映画音楽の中から、30 曲を選択した。その一例を表 2 に示す。

表 2: 実験でを使用した曲の例

曲名	作品名 (映画やドラマなど)
summer	菊次郎の夏
最初から今まで	冬のソナタ
戦場のメリークリスマス	戦場のメリークリスマス
silence	ダンロップ CM 曲

### 4.2 難易度の段階分けの妥当性評価

被験者は実験データのうち、システムから生成された 6 段階の楽譜を難易度の高いと思われる順に並び替える実験を行った。被験者には、生成された 6 つの楽譜をランダムに並び替えたものを与え、元の順番が分からないようにした。なお比較のため、被験者に与える楽譜は同じ 10 曲から生成したものを生じた。その実験の結果から本手法で生成される楽譜の難易度段階が妥当であるかを評価した。なおここで言う 6 つの楽譜とは、前述した A~F の伴奏パターンを持つものである。なお「F:元の伴奏」よりも「G:原曲」が難しいことは自明であると考え、実験には含めていない。

今回はピアノ上級者 2 名を被験者とし、音楽的知識を用いて難易度を判別する実験を行った。

### 4.3 雰囲気類似性評価

被験者は実験データのうち、システムから生成された6段階の曲を順不同で聴き、それぞれが原曲の雰囲気を残しているかを5段階評価する実験を行った。使用する6つの伴奏パターンは難易度の段階分けの妥当性評価の実験と同様である。今回は音楽的知識が豊富な者4名、少ない者3名を被験者とし、全て同じ環境で実験を行った。なお被験者にはどの伴奏パターンがどの難易度段階であるかは知らせなかった。

## 5 結果

### 5.1 出力例

提案手法で得られた生成楽譜の例を図2に示す。図2はポピュラー音楽ではないが、大島らの実験[2]において使われた楽曲であり、著作権の問題なども考慮した上で選択した。

(a) 原曲

(b) 「コード最低音」

(c) 「コード多重音」

(d) 「左手2音交互」

(e) 「左手3音順番」

図2: 英雄ポロネーズ練習楽譜

### 5.2 難易度の段階分けの妥当性評価結果

この実験によって得られた結果を表3に示す。なお、表の上の数字は判断された難易度段階のレベルを示している(最高は6)。

表3: 判断された難易度段階ごとの伴奏パターンの割合(列:被験者が判断した難易度順位1~6, 行:提案手法の難易度段階A~F)

	1	2	3	4	5	6
A:主旋律のみ	1	0	0	0	0	0
B:最低音	0	1	0	0	0	0
C:多重音	0	0	0.85	0.05	0.05	0.05
D:2音交互	0	0	0.05	0.65	0.20	0.10
E:3音順番	0	0	0.05	0.30	0.60	0.05
F:元の伴奏	0	0	0.05	0	0.15	0.80

上の表を見ると、多重音の伴奏パターンまではほぼ正しく段階分けされていると判断できる。しかし多重音ではなく、左手の指を頻繁に動かすような伴奏パターンにおいては、それがこちらの意図した段階と判断される割合は6割に減少している。

### 5.3 雰囲気類似性評価結果

この実験によって得られた結果を図3に示す。

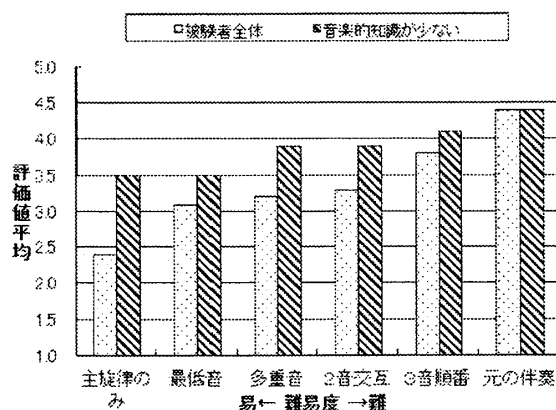


図3: それぞれの難易度段階ごとの評価値平均

上のグラフを見ると生成曲について、明らかに音楽的知識が少ない者のほうが元の曲の雰囲気を残していると判断していることが分かる。またその違いは下位の難易度になるほど顕著に現れている。なお有意水準5%でも検定を行ったところ、それらの下位難易度では音楽的知識が少ない者と被験者全体には差があるという結果が得られている。このことから、同様に音楽的知識が少ないと推察できるピアノ初級者には、どの難易度でも元の曲の雰囲気を楽しむことができると考えられる。

## 6 考察

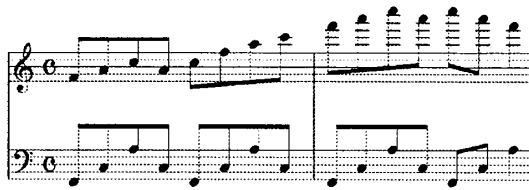
### 6.1 生成楽譜の難しさ

先程述べたように、主に低い段階の簡易化は十分に段階を踏めている。

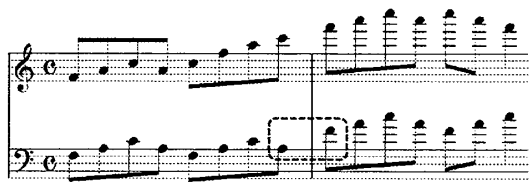
しかし生成楽譜の難易度段階が正しく判断される割合は、伴奏パターンが多重音から左手の指を頻繁に動

かすようなものに変化した途端、最低6割にまで減少してしまう。

こういった結果が出る理由の1つは、前述したように4小節ごとに伴奏の音高を主旋律の音高に近づけているため、コードが切り替わる際に弾いている鍵盤の位置が大きく変わってしまうことと考えられる(図4)。このような事態は主旋律の2音間の音程が広いような曲の場合に起こりうる。これは主旋律全体の最低音の音高と重ならないように全体の伴奏を配置すれば解消できるが、これでは主旋律の音高が高い位置にあるときに伴奏の音高が低いということになりかねない。この点については主旋律の最低音の音高をとる小節数の最適値を考え直すか、全く違う形でのアプローチが必要である。



(a) 原曲



(b) 生成楽譜

図4: 伴奏の跳躍

この他に生成楽譜が難化する原因として挙げられるのが、原曲の伴奏のリズムが複雑なものになると、生成楽譜のリズムも複雑になるということである(図5)。しかし生成曲と元の曲との雰囲気類似性評価の実験における被験者の意見に、「オリジナルの楽譜のリズムを残しているので雰囲気が近いと感じた」というものが存在したことから、複雑なリズムも、その曲の雰囲気を構成する大事な要素であるということが言える。

この実験において生成楽譜が原曲より難しいと判断された理由は、原曲の伴奏がある1つの音高を連続して押下するものであるのに対し、生成楽譜はコードの3つの構成音に分散させているためである(図5)。このため使う指の数が増え、難化すると考えられる。よってこれからは全ての楽譜に同じ伴奏のパターンを当てはめるのではなく、それぞれの楽譜の特徴に合わせた簡易化を考えていく必要がある。



(a) 原曲



(b) 生成楽譜

図5: リズム保持による難化

## 6.2 生成楽譜の雰囲気

先程述べたように、音楽的知識の少ない者にとっては生成曲は元の曲の雰囲気を保ったものである。また

音楽的知識の豊富な者でも、伴奏がリズムを刻むような簡易化ではおおむね雰囲気を保っていると判断している。しかし簡易化の難易度が下がると多少なりとも雰囲気が崩れてしまうという結果が得られた。

楽曲において伴奏とは、その楽曲が持つ雰囲気の本質的なもの、すなわち、調性、リズム、区切り、旋律線、性格、気分を補足する役割をはたすべきである[5]。しかし同時に、主旋律が完全に和声的な構造を持つメロディーの場合、伴奏が無くともそれ自体が一つの楽曲として成り立っているといえる。生成曲と元の曲との雰囲気類似性評価の実験結果を見る限り、完全に雰囲気を保っている生成曲はほとんどなく、多少なりとも雰囲気を崩している。これは主旋律が完全には和声的な構造を持っていないため、その補完を伴奏に頼っているためであると考えられる。

しかしそれでも生成曲が元の曲の雰囲気を保っている理由は、図5のリズム保持に依る所が大きい。被験者の意見によると、元の曲のリズム感を残すことで楽譜の難易度は高くなってしまうが、その分雰囲気を残すことが出来る事が分かった。

## 7 結論

本論文ではピアノ楽譜を主旋律を残しつつ段階別に簡易化する手法を提案した。本手法では元となる楽譜のMIDIデータを入力し、そのコード進行に従って、あらかじめ段階ごとに決められた伴奏パターンを楽譜の主旋律に付与し、出力とした。

それらの出力結果について、難易度段階分けの妥当性について実験を行ったところ、特に難易度を高く設定した伴奏パターンについて、元となる曲の主旋律の動きによっては、元の伴奏よりも難易度が高くなった。また元の曲の伴奏のリズムが複雑である場合にも、生成楽譜の演奏の難化が認められた。

また元の曲との雰囲気類似性について実験を行ったところ、難易度を低く設定した伴奏パターンについて、多少なりとも雰囲気が崩れてしまうという結果が得られた。しかし被験者を音楽的知識の少ない者に限定して実験を行ったところ、低い難易度の伴奏パターンでも元の曲の雰囲気を保っていた。

以上より、本手法を用いることで、ピアノ初級者でも好きな曲を楽しんで練習できると考えられる。

## 参考文献

- [1] 山岸 麗子: “あたまで弾くピアノ 一心を表現する手段一”, ムジカノーヴァ叢書, 音楽之友社, 1986.
- [2] 大島 千佳, 西本 一志, 井ノ上 直己: “「あこがれの曲」をあこがれで終わらせない練習楽譜自動生成システムの提案”, 人工知能学会 MYCOM 若手の集い 2006.
- [3] 大島 千佳, 伊藤 直樹, 西本 一志, 苗村 昌秀: “楽曲の技術的な敷居を低くする手法の開発に向けて”, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告, Vol. 2006, No. 24, pp. 57-64, 2006.
- [4] 大島 千佳, 井ノ上 直己: “不得手要素を克服させるピアノ学習支援システムにむけて”, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告, Vol. 2007, No. 81, pp. 185-190, 2007.
- [5] A. Schoenberg: “作曲の基礎技法”, 音楽之友社, 2006.