

音楽の局所的変化が全体的印象に与える影響の分析

—GTTM 理論による説明可能性の検討—

Effect of local changes on the overall impression in music—An analysis based on GTTM

趙 越
Yue Zhao福田 玄明
Haruaki Fukuda植田 一博
Kazuhiro Ueda東京大学
The University of Tokyo

In recent years, GTTM theory has attracted attention as a method to understand the structure of the music. However, it is considered difficult to capture the effect of local changes such as blue notes. In this paper, we examined how local changes affected person's impression of music, taking blue notes as an example and using questionnaire survey. As a result, it was found that such local variations could affect the overall impression of music. In addition, relatively superficial features of music rather than its hierarchical structure such as TS tree structure were found to affect the overall impression.

1. はじめに

1.1 GTTM 理論

音楽の構造を理解する手法として、近年、ラーダール (F. Lerdahl) とジャッケンドフ (R. Jackendoff) による GTTM (A Generative Theory of Tonal Music) 理論 [1] が注目を浴びている。GTTM 理論は、ナームア (E. Narmour) による IRM (Implication-Realization Model) と並び、「認知的音楽理論」の代表的な理論とされている。GTTM 理論は、音楽の重要な構成要素とされる、調 (長調/短調)、旋律 (上昇/下降)、音高 (高低)、和声 (単純/複雑)、テンポ、リズム (固定/流動) [2, 3, 4] の一部 (例えば、旋律と和声など) の構造を統語論的に説明できるため、音楽構造を理解する際にしばしば利用される。

GTTM 理論における重要な概念としてタイムスパン木 (time-span 木, TS 木) 構造がある。人は音楽を聴く時に、どの高さの音がどのタイミングで鳴ったのかを認知することから、音高方向と時間方向に二種類のゲシュタルトが生成されると考えられる。TS 木構造とは、それを表現するための理論である。

多くの先行研究で TS 木構造が議論されている。例えば、コンピュータによる TS 木自動生成システムの実装 [5]、メロディ合成などのモーフィングへの応用 [6] などである。さらに、楽曲間 TS 木構造の距離を定義して、人が認知する曲同士の類似度との関係を調べた研究 [7] がある。本研究でも、TS 木の扱いは研究 [7] の手法を参考している。

1.2 本研究の目的

しかし、GTTM 理論では扱えない楽曲構造の変化、例えば変拍子などがあることが指摘されている。同様に、ブルーノートのような局所的な曲の変化を GTTM 理論で捉えるのは難しい可能性がある。しかし、ブルーノートを入れた場合とそうでない場合とで曲の印象が大きく変わる場合があることは経験的に知られている。

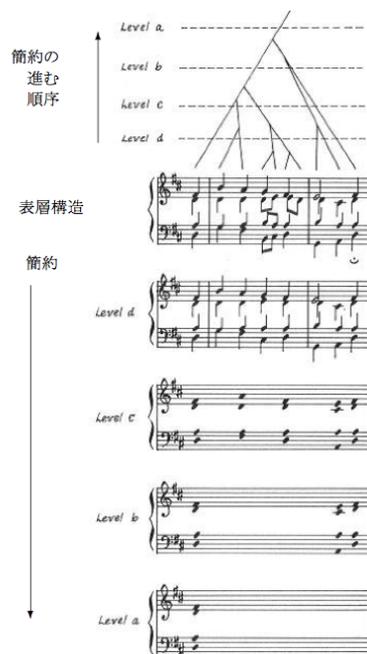


図 1. TS 木の例: J.S. Bach "O Haupt voll Blut und Wunden" in St. Matthew's Passion ([1], p.115)

一番上の木構造が TS 木である。木の上層部に割り当てられた音符は、より長いタイムスパンをもつ、つまりより強い支配力をもつと考えられる。

GTTM 理論 (特にその中の TS 木構造) では、主に音楽の全体的構造を説明することに重みを置き、変拍子やブルーノートなど局所的な変化にあまり重きが置かれていない傾向があると言えよう。本研究では、このような GTTM 理論 (TS 木構造) では扱えない局所的な変化が聴者の印象に与える影響を調べる。特に注目したのは、ブルーノートである。まず、同じ曲であっても、ブルーノートの有無により聴者の印象が変わり得るのかどうかを質問紙調査によって調べた。次に、ブルーノートの有無による楽曲構造の変化を GTTM 理論における TS 木構造の違いにより説明できるのか、それとも音高が変化した音符の数やデュレール

ションなどの比較的表層的な楽曲特徴の変化により説明できるのかを検討した。

2. 実験刺激(音源)の作成とその構造分析

音楽に局所的な変化を加えたときに、聴者がそのような違いをどのように感じ取るのかを調べるのが本研究の第一の目的である。特に本論文ではブルーノートに注目して音源を用意した。具体的には、ブルーノートが入ったブルースの曲を5つ選び(表1)、次にその中のブルーノートを取り除いて、ブルーノートの有無による印象の違いを質問紙調査により調べた(第3章)。

具体的には、ブルーノートが入っている箇所(音程差が半音の部分)の音符を半音上げ下げし、音程差を全音にすることで、ブルーノートの効果を取り除いた曲を作成した。表1に示す5曲を単音にアレンジして、楽譜編集ソフト MuseScore[8]を利用して楽譜を入力した。入力した楽譜をベースに、それぞれの曲からブルーノートを取り除いた。元の曲とブルーノートを取り除いた曲の楽譜例を図2と図3に示す。

表1. 選曲詳細

曲番号	曲名	作曲者
曲1	Blue Monk	Thelonious Monk
曲2	Basin Street Blues	Spencer Williams
曲3	Blues March	Benny Golson
曲4	Work Song	Nathanel Adderley
曲5	Strange Fruit	Lewis Allan

Blue Monk



図2. 曲1:Blue Monk 原曲



図3. 曲1 (Blue Monk 原曲)のブルーノートを取り除いたバージョン

それらの曲に対して、GTTM理論を用いてTS木構造を分析した。TS木構造を生成するために、Interactive GTTM Analyzer[9]というソフトウェアを利用した。具体的には、音源データをXML形式に出力し、それらを本ソフトウェアによって分析する際には、各項目のパラメータをデフォルトに設定した。曲1から曲5のオリジナル曲とブルーノートを除いた曲のTS木構造を比べてみると(図2, 3のTS木構造を図4, 5に示す)、原曲とブルーノートを除いた曲との間にはTS木構造上で変化が見られなかった。つまり、GTTM理論(TS木構造)では、このような局所的な曲の違いを説明することはできないと考えられる。



図4. 曲1 (Blue Monk 原曲) のTS木構造



図5. 曲1:Blue Monk ブルーノートを取り除いたバージョンのTS木構造

図4と比べて、音程は変化しているが、木構造は変化していない。

3. 人による印象評価実験

前章で5つの曲に関して、ブルーノートを取り除くことによって局所的な変化を与えて作成した曲と、オリジナルとの曲との間で、TS木構造は変化していないことを確認した。本章では、このような局所的な変化が実際にどのように人の印象に影響するのかを明確にするため、質問紙による印象評価実験を行った。

実験参加者は、大学生の年代の男女(男性10名、女性6名、平均年齢22.75歳)であった。

人が楽曲に対してもつ印象の違いを明らかにした先行研究[10]を参考に、音楽の印象に関係すると思われる単語を27個(表2)選び、質問紙を作成した。そして、実験参加者に2章で示した曲(音源)を聞かせ、これらの27個の単語について7段階で評価してもらった。最後に、音楽経験(楽器演奏、作曲・編曲)、音楽の嗜好、ブルースやジャズの好き嫌いなどを質問した。

表2. 7段階評定に用いた27個の評価語

明るい	悲しい
楽しい	暗い
軽快	憂うつな
軽い	哀れな
うれしい	つまらない
上品な	怖い
優雅な	弱弱しい
優しい	力強い
やわらかい	重厚な
静かな	情熱的な
気高い	硬い
厳粛な	品のない
厳しい	騒がしい
重い	

4. 印象評価実験の結果

3章の印象評価実験の目的は、音楽に局所的な変化加えることで人の印象がどのように変化するかを確認することである。用いた27個すべての印象語の評定結果を検討すると、変数の数が多く、結果の解釈が難しいと考えられたため、因子分析を行うことで27個の評価語を2つに集約した。初めから限定した数の評価語を用いなかったのは、事前に集約すべき項目を予測することが難しかったことと、言葉に対する理解の個人差を評価語の多さで吸収できると考えたからである。

4.1 因子分析

27 個の印象語の背景にある因子を抽出するために、実験で得られた 16 人×10 曲=160 曲分の評定データを因子分析(最尤法, promax 回転)にかけた。以下に手順を示す。

天井効果とフロア効果をチェックし、10 項目を分析から外した。残った 17 項目に対して固有値を計算した。そのうち固有値が 1 以上の 4 項目を選択し、因子の累積寄与率が 50%以上になるよう因子数を絞って、最終的に 2 因子に決定した。各項目の因子負荷量を表 3 に示す。

因子負荷量が高い(0.4 以上)項目を因子に割り当て、下位尺度と定義した。その結果、次の 2 つの尺度が抽出できた。

- 尺度 1(明るさ~暗さ):明るい, 楽しい, 軽快, 軽い, うれしい, 悲しい, 暗い, 憂うつな, 哀れな
- 尺度 2(上品さ~柔らかさ):上品な, 優雅な, 優しい, やわらかい, 静かな, 気高い

表 3. 因子負荷量

因子負荷量	因子 1	因子 2
明るい	0.846	0.084
楽しい	0.853	0.124
軽快	0.579	-0.031
軽い	0.670	-0.046
うれしい	0.876	0.136
上品な	0.025	0.883
優雅な	0.022	0.882
優しい	0.276	0.577
やわらかい	0.273	0.500
静かな	-0.257	0.466
気高い	-0.035	0.492
悲しい	-0.747	0.139
暗い	-0.698	0.140
憂うつな	-0.692	0.077
哀れな	-0.552	0.059

4.2 有意差検定(t検定)

各尺度において曲ごとの変化を見るために、下位尺度得点の平均をその尺度に割り当てられた項目得点と考え、計算した。そして、曲ごとに 2 つの下位尺度得点の平均について、原曲とブルーノートを取り除いた曲の間で対応のある t 検定を行った。その結果、尺度 1(明るさ~暗さ)において、ブルーノートを取り除いた場合に、曲 1($t=4.2205$)と曲 3($t=2.9437$)の得点が有意に高かった。尺度 2 ではどの曲にも有意差は見られなかった。

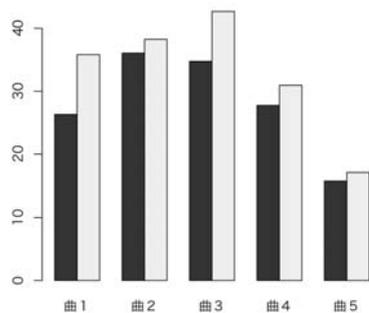


図 6. 尺度 1(明るさ~暗さ)の変化

縦軸は下位尺度得点を、横軸は曲の番号を表す。黒いバーは原曲を、白いバーはブルーノートを取り除いたバージョンを示している。

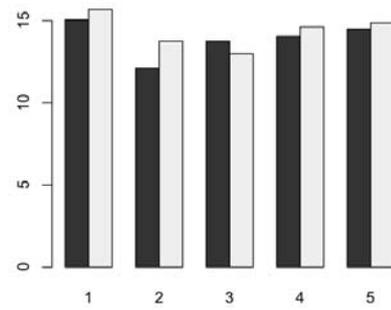


図 7. 尺度 2(上品さ~柔らかさ)の変化

縦軸は下位尺度得点を、横軸は曲の番号を表す。黒いバーは原曲を、白いバーはブルーノートを取り除いたバージョンを示している。

4.3 変化に影響する要因の考察

前節の結果から、印象が変わった曲と変わらなかった曲とがあるため、印象の変化に影響する要因について考察した。

今回操作した局所的な変化はすべて音程を半音上げる、あるいは半音下げるという操作によるものなので、以降では、変化した音程による影響は同一のものとして扱う。そこで、印象の変化に影響を与える可能性のある要因として、以下の 3 つを考えた。

- 変化した音符の数
- 変化した音符のデュレーション
- GTTM 理論による音符の TS 値

まず、ブルーノートの有無による各曲の得点の変化を計算した。曲によっては有意差のあった尺度 1 の得点差のみを対象とした(図 8)。

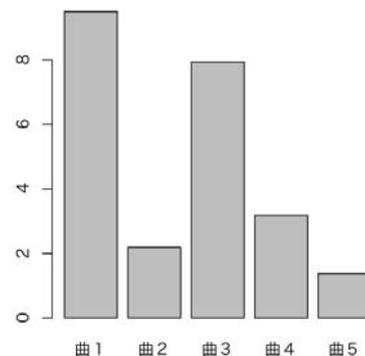


図 8. 各曲の得点の変化

そして、前述した 3 つの要因、すなわち、変化した音符の数、変化した音符のデュレーション、GTTM 理論による音符の TS 値について曲ごとに計算した。その結果を図 9~11 に示す。

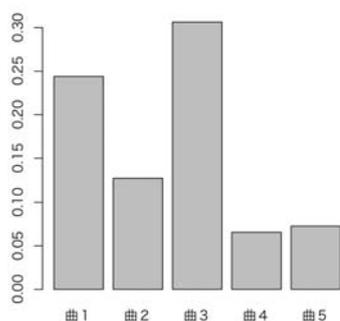


図9. 各曲が変化した音符の数

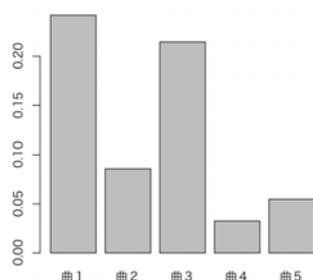


図10. 各曲が変化した全音符のデュレーション

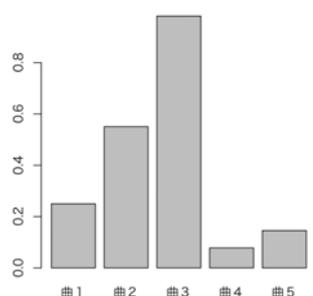


図11. 各曲が変化した音符のTS値の合計

これら3つの要素における変化と、印象評定実験における印象の変化との関係を調べるために、スピアマンの順位相関を計算した(表4)。

表4からわかるように、曲に加えた局所的な変化の大きさに影響する要因のうち、変化した音符の数および変化した音符のデュレーションと、印象の変化との相関が高かった。一方、GTTM理論のTS木構造と印象の変化との相関は低かった。つまり、本実験で扱った局所的な変化による聴者の印象の変化は、曲の比較的表層的な情報(変化した音符の数やデュレーションなど)に強く影響されており、逆にGTTM理論の分析対象になっている楽曲の階層的構造とは関係が薄いと考えられる。

表4. スピアマンの順位相関

順位相関	音符の数	音符のデュレーション	音符のTS
実験得点	強 (0.6)	強 (0.7)	弱 (0.3)

5. まとめと今後

本研究では、音楽に加わる局所的な変化に着目し、それが聴者の印象にどのように影響するのかを調べた。特にブルーノートに焦点を当てた。まず、そのような変化はGTTM理論のTS木構造では説明できないことを確認した。次に、人による印象評価実験を行い、一部の曲において、このような局所的な変化が聴者の印象の変化に影響していることを確認した。最後に、このような印象の変化に影響する要因を考察した。その結果、局所的な変化による聴者の印象の変化は、曲の比較的表層的な情報(変化した音符の数やデュレーションなど)に強く影響されており、逆にGTTM理論の分析対象になっている楽曲の階層的構造(TS木構造)とは関係が薄いことが明らかとなった。この結果は、GTTM理論のような楽曲の階層構造を扱う理論にも、音楽の表層的な情報を取り込む必要性を示唆していると解釈できよう。

本研究の印象評定実験では、ブルーノートを除いても聴者の印象にさほど影響しない場合もあった。このことは、ブルーノートにも効果的なものとそうでないものが存在する可能性を示唆している。効果的なブルーノートの入れ方がわかれば、GTTM理論の拡張の方向性にも示唆を得ることができると期待されるため、今後は専門家にインタビューを行うなどして、効果的なブルーノートとは何かを明らかにしていくことを考えている。

参考文献

- [1] Lerdahl, F., Jackendoff, R.: A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press, 1983.
- [2] K. Hevner: Expression in Music: A Discussion of Experimental Studies and Theories, Psychological Review, Vol. 42, pp. 186-204, 1935.
- [3] K. Hevner: Experimental Studies of the Elements of Expression in Music, American J. Psychology, Vol. 48, pp. 246-168, 1936.
- [4] K. Hevner: The Affective value of pitch and tempo in music, American J. Psychology, Vol.49, pp. 621-630, 1937.
- [5] M. Hamanaka, K. Hirata, and S. Tojo, ATTA: Automatic Time-span Tree Analyzer based on Extended GTTM, Proceeding of the 6th International Conference on MusicInformation Retrieval (ISMIR2005), pp. 358-365, 2005.
- [6] K. Hirata, S. Tojo, and M. Hamanaka, Melodic Morphing Algorithm in Formalism, C. Agon et al. (Eds.): MCM 2011, LNAI 6726, pp. 338-341, 2011.
- [7] K. Hirata, S. Tojo, and M. Hamanaka, Cognitive Similarity Grounded by Tree Distance from the Analysis of K.265/300e.
- [8] MuseScore ver.1.3 <http://musescore.org>
- [9] Interactive GTTM Analyzer ver.3 <http://music.iit.tsukuba.ac.jp/gttm.html>
- [10] M. Nakai and T. Mitsuishi, Analysis of Individual Differences in Impression Evaluations on Music Phrases, 教育情報学研究, Vol.2, pp.111-118, 2004.