

## 音楽と物語の相互変換による循環的物語生成システムの拡張

## The Expansion of the Circular Narrative Generation System by Mutual Transformation between Music and Narrative

高橋雄大<sup>\*1</sup>

TAKAHASHI Yudai

小方孝<sup>\*2</sup>

OGATA Takashi

秋元泰介<sup>\*3</sup>

AKIMOTO Taisuke

清藤綾香<sup>\*2</sup>

SEITO Ayaka

<sup>\*1</sup> 日商エレクトロニクス

NISSHO ELECTRONICS CORP.

<sup>\*2</sup> 岩手県立大学

Iwate Prefectural University

<sup>\*3</sup> 岩手県立大学大学院

Graduate School of Iwate Prefectural University

The background of this research is the narrative generation system that consists of three stages: story, narrative discourse and expression (language, movie and music). Previous studies developed prototyping systems of circular narrative generation by mutual transformation between narrative and music, as a part in the narrative generation system. The circular generation process of these systems is as follows: (1) Generating a music from narrative; (2) Generating a variation of music based on the interaction with a user; (3) Transforming the music to a narrative. And these three steps are repeated. In this paper, we propose a new prototyping system that expands above system. By this, the paths of possible circulation are expanded. But as there are various problems, we discuss them and future plan.

## 1. まえがき—研究の背景と目的—

人工知能・認知科学と物語論・文学理論の融合による物語生成システム([小方 1996], [小方 2003ab]等)は、物語内容(語られる内容)、物語言説(語り方)、物語表現(言語、映像、音楽)の大きく3つから構成され、基本的な生成過程としては、これらをパイプライン型に結合したものを考えている。

その一方で、パイプラインとは異なる生成過程の試みとして、物語(概念表現)と音楽の相互変換による、循環的な物語生成の試作システムをふたつ開発した(システムA[小方 2004], システムB[秋元 2007], 及びこれらをまとめた議論[小方 2007])。これらの研究の目的は、音楽変奏を通じて、言語的な意味や概念にとらわれない物語生成について考察することである。

これらのシステムのコンセプト及び循環の流れはいずれも共通しており、図1に示すように、まず物語を基にシステムが原曲を生成し、この原曲をユーザが、インターフェース上で音楽を聴きながらリアルタイムに変奏する。そして、この変奏された音楽を再び物語へ変換し、これを起点として再び上記の一連の処理を循環的に繰り返す。循環の中で、ユーザによる音楽変奏により、言葉の持つ意味や概念は考慮しない変奏結果が物語へと反映される。この相互変換の基礎となるのは、物語と音楽の対応付けである。この対応付けにおいて、次のような考え方が参考になる。[Nattiez 1987]は、音楽の意味について、表現主義的立場と形式主義的立場を対比させている。表現主義的立場とは、音楽の意味を音楽以外のもの(感情等)との関係に見出そうとする考え方であり、もう一方の形式主義的立場とは、音楽の意味を音楽自体の形式・構造に見出そうとする考え方である。音楽情報科学の研究分野では、表現主義的立場に近い発想の研究が多く、例えば、物語中の人物の感情等に合せたBGM生成システム[石塚 2007]等があるが、先行研究では、これまで形式主義的立場に近い発想で行っており、本研究でもこれを継承する。

今回、これらの試作の循環をさらに拡張し、可能な循環を出来る限り網羅してより多様な循環的物語生成を行うために、いくつかの拡張を行った。具体的には、まず、原曲を出発点とする



図1 音楽と物語の循環的物語生成のコンセプト

循環に加えて物語(ストーリー)を出発点とする循環を可能とし、また、音楽変奏に加えて物語に対する構造変換も可能とした。本稿では、開発した新たな試作システムについて説明し、その問題点や課題を検討する。

## 2. 試作システムの概要

本システムの構成を図2に示す。物語はストーリー(物語内容)と、それを実際の表現を想定した構造へと変換した言説(物語言説)とのふたつに分けられる。音楽も原曲とそれを変奏した変奏曲のふたつに分けられ、システムは、これら4つの変換を行う6つの機構からなる。なお、本システムは、システムBを土台としており、音楽変奏機構、言説変換機構、変奏曲変換機構は、システムBのものを一部修正して使用している。今回、ストーリーと原曲の対応付けを再定義し、原曲生成機構とストーリー生成機構を新たに実装した。また、物語言説機構は、[秋元 2009]による物語言説機構を一部改変して連結した。

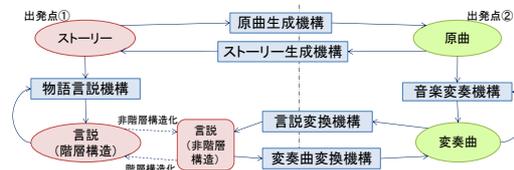


図2 循環を拡張した試作システムの概要

次に、本システムで可能な循環的物語生成の流れについて述べる。循環の出発点は、ストーリーあるいは原曲のいずれかである。ストーリーを出発点とした場合は、原曲生成機構で原曲を生成し、この原曲を音楽変奏機構により変奏し、この変奏曲を言説へと変換する。一方、原曲を出発点とした場合は、ストーリー生成機構でストーリーを生成し、このストーリーを物語言説機構により言説に変換し、この言説を変奏曲に変換する。これ以降の処理は共通しており、変奏曲の(再)変奏、変奏曲から言説

連絡先: 小方孝, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部,  
〒020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-52,  
mail: t-ogata@iwate-pu.ac.jp

への変換, 物語言説機構による言説の(再)構造変換, 言説から変奏曲への変換, という処理を循環的に繰り返す。

### 3. システムの詳細

本節では, ストーリーと原曲の対応付け及び新たな機構について説明する。なお, システム B のものをほぼそのままの形で使用している機構については説明を割愛する。

#### 3.1 ストーリーと原曲の対応付けとデータ形式

ストーリーと原曲は, 共に木構造によって表され, 相互に対応付けられる。まず, この対応関係の概要を図 3 に示す。

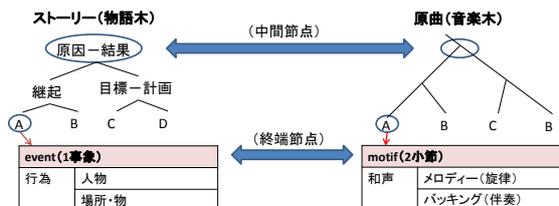


図3 ストーリーと原曲の対応付け

ストーリーは, システム B と同様に, [小方 1996] の物語木の考えを用い, 終端ノードを事象の概念表現, 中間ノードを事象どうしの結合関係とする木構造で表される。図 4 にこの例を示す。"\$原因-結果"や"\$並列"が結合関係であり, "event" から始まるリストが, 事象の概念表現である(これは「太郎が庭で格闘する」という意味を表す)。概念表現のスロットには, agent (行為者), location (場所) 以外にも, 必要に応じて counter-agent (対象人物) や, instrument (道具) 等が記述される。また, "\$Events" はいくつかの事象を束ねたもので, これを単位として, 音楽変奏及び言説変換処理が行われる。

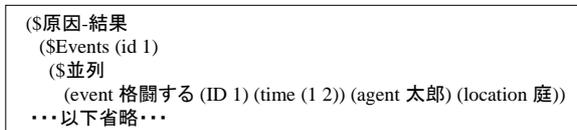


図4 ストーリーのデータ形式

また, 原曲は, 音楽解析理論 GTTM[Lerdahl 1983] のタイムスパン木の考えを参考にした音楽木により表される。タイムスパン木とは, ある時間間隔の中で構造的に重要な音とそうでない音との主従関係を表す木構造であり, 重要な音を木の幹, そうでない音を枝とする記述である。本来タイムスパン木は, 終端が 1 音に対応しているが, 音楽木は, 終端ノードを motif (メロディーとバックギンから成る 2 小節の単位) とし, motif どうしの和声構造に基づく主従関係を中間ノードとする。

原曲のデータ形式を図 5 に示す。"\$sec-pri" や "\$pri-sec" は, 中間ノードを表し, 前者は右が主となるノード, 後者はその逆である。また, "\$Events" はいくつかの motif を束ねたもので, ストーリーの "\$Events" と対応している。そして, ひとつの motif は, 和声及びメロディーとバックギンの特徴を持ち, 図 5 の 4~8 行目の形式で表される。和声は, 4 行目の "motif" に続く値 (この場合 "c") で表される。これは, その motif の和声の機能を表し, t はトニック (調を代表する役割を持つ。実装上は和声 C), d はドミナント (トニックに進もうとする強い意志を持つ。実装上は和声 G), sd はサブドミナント (トニックとドミナントの中間の機能を持つ。実装上は和声 F) を意味する。また, メロディーとバックギンの特徴は, それぞれ "melody" 及び "backing" に続く音楽パラメータにより表す。音楽パラメータの値とその意味を表 1 に示す。

次に, これらのストーリーと原曲の対応付け方法を説明する。まず, 中間ノードは, [秋元 2007] の対応規則をそのまま用い,

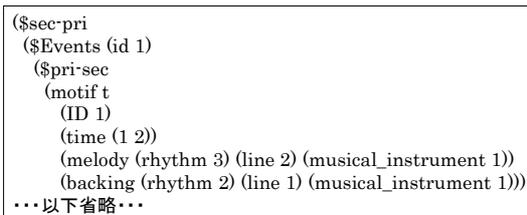


図5 音楽木の形式

表1 音楽パラメータ

パラメータ	1	2	3	4
line(※メロディー) [和声音:非和声音]	10:0	8:2	5:5	0:10
line(※バックギン) [コード進行]	進行無し	2度進行	4度進行	5度進行
rhythm [使用する音符]	1分音符	2分音符	4分音符	8分音符
musical_instrument [楽器]	ピアノ	ギター	クラビコード	鉄琴

物語木の関係とタイムスパン木の中間ノードを表 2 のように対応付ける。これは, 物語木の関係毎に左右どちらのノードが重要になるかを推定して定義された規則である。なお, 物語木で使用可能な関係の種類は, 表 2 の左に挙げた 8 種類である。

表2 物語木と音楽木の中間ノードの対応規則

物語木	音楽木
継起, 対照, 並列	pri-sec
禁止-違反, 加害-解消, 命令-遵守, 目標-計画, 原因-結果	sec-pri

終端ノードは, 事象に含まれる人物, 物, 場所の各要素と, motif のメロディー, バックギンそれぞれのパラメータ値とを対応付ける。この対応付け方法であるが, まず, 事象に含まれる要素を, 行為を行う「人物」とその背景にあたる「物・場所」とに分け, このふたつをメロディーとバックギンのいずれかと任意に対応付ける。そして, 事象の各要素, motif のメロディー, バックギンの音楽パラメータの値を任意に対応付ける。例えば, 「人物」と「メロディー」, 「物・場所」と「バックギン」をそれぞれ対応付け, 「(melody (rhythm 3) (line 2) (musical\_instrument 1))」というパラメータを, 「(agent 太郎)」に対応付ける。これらの対応付けは, システム実行時にユーザが決定する。

#### 3.2 原曲生成機構

原曲生成機構では, ストーリーを入力として, 原曲の音楽木及びそれに対応する MIDI ファイルを生成する。この処理手順は以下の通りである——①ストーリーの中間ノード(結合関係)を, 表 2 の規則に従い, 音楽木の中間ノード(主従関係)へと変換する。②音楽木の階層構造を基に各 motif の和声を決する。③ストーリー中の事象の各要素に対して音楽パラメータを対応付け(ユーザ入力), これを基に各 motif の音楽パラメータを決定する(これにより音楽木が完成する)。そして, この音楽木の各 motif の情報をファイルへと書き込む。④各 motif の情報を基に MIDI ファイルを作成する。

②の和声決定は, 音楽木の頂点(ルート)ノードの和声をとニックとし, これを起点に下位の階層へと下りながら和声を拡張することによって行われる。頂点からそのひとつ下の階層への拡張では, 左右の子ノードを共にトニックとし, それ以下の階層では, 図 6 に示す和声拡張ルールにより拡張し, 最終的に各 motif (終端ノード) の和声が決される。このルールには, ある和声に対して, 音楽木の中間ノードの種類毎に, 拡張後の左右の子ノードそれぞれの和声が定義される。

\$pri-sec: [t] → [t sd] / \$sec-pri: [t] → [d t]
\$pri-sec: [d] → [d t] / \$sec-pri: [d] → [sd d]
\$pri-sec: [t] → [sd d] / \$sec-pri: [t] → [t sd]

図6 和声拡張ルール

④の自動作曲機構では、各 motif の情報を基に、motif 毎のメロディーとバックギングそれぞれの MIDI ファイルを出力する。この時、和声、楽器、使用する音符及びバックギングの場合のコード進行は、パラメータによって直接決定され、メロディーの場合のライン(音高)は、[小林 2002]のメロディー自動生成方法を参考にし、パラメータによって指定された和声音と非和声音の割合を基に、乱数を用いて確率的に決定される。

### 3.3 ストーリー生成機構

ストーリー生成機構は、音楽木を入力として、ストーリーを生成する。なお、入力の音楽木と共に対応する MIDI ファイルも用意しておく。音楽木は、既存の楽曲を手作業で分析して作成する。この時、音楽パラメータが実際の音楽と対応しない場合は、なるべく近い値を選ぶ。例えばメロディーが主に 4 分音符から構成されている場合は、rhythm の値は 3 とする。ストーリー生成機構の処理手順は次の通りである——①音楽木の中間ノードを、表 2 の規則に従いストーリーの中間ノードに変換する(複数の候補から乱数により決定)。②ストーリーの中間ノードの構造を基に、各事象の行為(「戦う」等)を決定する。③音楽木中の motif の各音楽パラメータを、事象の要素(人物、物、場所)に対応付け(ユーザ入力)、これを基に各事象に登場する要素を決定する。

②の行為決定は、起点となる行為(図 7 では「倒す」)を与え、これをストーリーの中間ノード(関係)を基に、拡張することにより行われる。行為の拡張には、ある行為に対して、関係毎の拡張結果(左右の子ノードの行為)を定義した、行為拡張ルールを用いる。「倒す」に対応する行為拡張ルールの例を図 7 に示す。現在 7 種類の行為を登録しており、各行為につき 8 種類の関係に対する拡張ルールを定義している。

原因 - 結果: [倒す] → [戦う 倒す]
目標 - 計画: [倒す] → [倒す 準備する]
...

図7 行為拡張ルール (一部)

### 3.4 物語言説機構との連結

システム B で扱っていた言説は、階層構造を持たなかったが、物語言説機構[秋元 2009]は、階層構造を持つ言説を扱い、階層構造を基に、構造変換の単位を、1 事象から複数の事象を含むノードまで柔軟に変換することができる。しかし、音楽変奏機構では、Events という変奏単位しか扱うことができない。このように、両機構では言説の構造変換方法に相違がある。従って次の方法により暫定的に両者を連結する。

まず、階層構造を持たない言説と階層構造を持つ言説との相互変換機構を用意する。そして、物語言説機構で扱う言説にも Events という単位を付与し、これを物語言説変換の最小単位とする。また、物語言説機構及び音楽変奏機構でそれぞれ使用する技法は、両機構で共通に扱える時間順序、反復、省略に関連する技法のみに限定する。表 3 に両機構で使用可能な技法の対応関係を示す。

### 4. システムの実装と実行例

Common Lisp と Max/MSP によりシステムを実装した。Max/MSP は MIDI 等の音楽処理を得意とするプログラミング環境であり、音楽変奏機構全体及び原曲生成機構の MIDI ファイル

表3 音楽変奏技法と物語言説技法の対応

音楽変奏機構	物語言説機構
後説法(過去の Events を遡る)	補完的后説法_省略
先説法(未来の Events を先取り)	補完的先説法_省略
反復法(同一の Events を反復)	反復法, 反復的后説法, 反復的先説法
省略法(Events の省略)	暗示的省略法

ルを作成する部分(④の処理)で用いている。それ以外の機構は全て Common Lisp で実装されている。Common Lisp と Max/MSP の間は実際の処理の上では分断されており、データファイルのやりとりによって連結される。

このシステムによる循環的物語生成の実行例として、原曲を出発点とした例を示す。なお、ここでは分かりやすさを考慮して音楽は楽譜で、物語は文章で表現したものを示す。原曲にはドイツ民謡の「かえるのうた」を用いた。図 8 にこの楽譜を示すが、実際に用いるデータは MIDI ファイルと音楽木であり、いずれも予め手作業で作成した。



図8 出発点とする音楽 (楽譜により表したもの)

これから生成されたストーリーを図 9 に、このストーリーを物語言説機構により変換した言説を図 10 に示す。そして、この言説を変奏曲に変換したものを図 11 に、この音楽を変奏したものを図 12 に示す。最後に、この変奏曲を再び言説に変換したものを図 13 に示す。いずれも、Events 単位での提示順序及び提示回数が増加しており、物語あるいは音楽における変化が、もう一方にも反映されている(なお、実装上の問題により、音楽変奏以降は各パートの楽器情報が消失し、全てピアノによる演奏となる。これについては 5 節で述べる)。

(\$Events1)A. 太郎は庭で格闘する。/B. 太郎は庭で戦う。  
(\$Events2)C. 次郎は庭で戦う。/D. 三郎は庭で倒す。

図9 原曲から生成されたストーリー (文章表現)

(\$Events1)A. 太郎は庭で格闘する。/B. 太郎は庭で戦う。  
(\$Events1)A. 太郎は庭で格闘する。/B. 太郎は庭で戦う。  
(\$Events2)C. 次郎は庭で戦う。/D. 三郎は庭で倒す。

図10 物語言説機構により変換された言説 (文章表現)



図11 言説から変換された変奏曲



図12 音楽変奏機構により変奏された変奏曲

(\$Events2) C.次郎は庭で戦う。/D.三郎は庭で倒す。  
(\$Events1) A.太郎は庭で格闘する。/B.太郎は庭で戦う。

図13 変奏曲から変換された言説

## 5. 問題点と今後の課題

本節では、システムの問題点及び今後の課題について、先行研究(システム B[秋元 2007])との比較も含めて議論する。

### 5.1 原曲とストーリーの対応性について

先行研究では、ストーリーと音楽それぞれの階層構造のみを扱っていたため、登場人物等の要素は、音楽へと反映されなかった。本システムでは、階層構造に加えて、物語と音楽それぞれの要素が対応付けられるため、例えば登場人物が多数登場する事象では、多重的な演奏になるなど、一方の要素がもう一方に反映されるようになった。

しかし、図 8の原曲とそれから生成された図 9のストーリーを、変化の大きさという観点から比較すると、変化の大きな部分に相違がある。原曲においては、3つ目の motif が他の motif と比べてメロディーのラインやリズムが異なり、それに対してストーリーの方は、4つ目の事象が人物、行為共に他の3つと異なる。この原因としては、motif の音楽パラメータと事象の要素との対応付けが恣意的であることや、原曲からのストーリー生成時に、行為の決定とそれに関わる要素(人、物、場所)の決定が完全に分断されていることが考えられる。

### 5.2 ストーリー及び音楽の自動生成に関する問題

図 9に示したストーリーを見ると、「太郎が庭で戦う」や「三郎が庭で倒す」のように、その行為の対象となる人物(counter-agent)や物(object)等の必要な要素(格)が不足している。原因は事象に含まれる要素数が、メロディーやバックキングのパート数に対応しており、行為の意味自体は全く考慮していないためである。この解決策としては、現在、物語生成システムにおける概念オントロジーの一部として構築中の、動詞の文型パターン毎に必要な格を定義した情報を用いることで、不足している格を補完するという方法が考えられる。

また、ストーリー生成機構及び原曲生成機構において、ストーリーの人物、物、場所の各要素と音楽パラメータとの対応付けがユーザの入力により決定されているため、これを自動化する方法も検討課題である。

### 5.3 より多様な変奏及び言説処理のための課題

先行研究では、音楽の変奏単位が1小節であったため、例えば時間順序変換にしても、細かな単位で変奏でき、比較的変奏による変化が分かりやすかった。しかし、逆に大局的な変奏を行うことはできなかった。本システムでは、反対に、変奏単位が4小節以上になったことで、大局的な変奏は可能であるが、細かな単位での変奏はできなくなった。また、物語言説機構[秋元 2009]は、元々は階層構造を基に変換単位を調節できたが、音楽変奏機構との連携のために使用可能な技法と、変換処理の単位が限定されている。

これらの問題を解決するために、音楽変奏機構でも階層構造を扱うことで、変奏単位を柔軟に調節可能にし、物語言説機構との処理の対応性を持たせる必要がある。

### 5.4 その他の実装上の問題

音楽変奏機構は、元々メロディー及びバックキングそれぞれ1パートのみしか扱えなかったため、現在のシステムでは、原曲のメロディーに複数のパートがあっても、その全てをひとつの

MIDIトラックに格納している。そのため、原曲で複数の楽器を用いても、音楽変奏機構では単一の楽器になる。よって、音楽変奏機構を、複数のパートを扱えるように修正する必要がある。

また、原曲生成機構の一部及び音楽変奏機構が Max/MSP 環境で実装されているため、その他の Common Lisp で実装された機構との間で処理が分断されるという問題がある。

## 6. むすび—まとめと展望—

先行研究([小方 2004][秋元 2007][小方 2007])で開発された、物語と音楽の相互変換と音楽変奏による循環的な物語生成システムを拡張し、音楽を出発点とする循環や、物語自体の構造変換処理等を新たに追加した。これにより、可能な経路の大部分を網羅する循環システムの試作を開発した。このシステムで可能な物語及び音楽の構造変換処理は、複数の事象あるいは複数の motif (2小節)のまとまりを単位とした、時間順序や省略、反復等に限られるが、システムを実装することで、問題点や課題が明らかになった。

今後は、本稿での考察をもとに、音楽と物語の循環的相互変換システム全体の再設計と再開発を行う予定である。その際、物語生成システム全体との、より緊密で有機的な連携を図りたい。

## 参考文献

- [秋元 2007] 秋元泰介・小方孝:物語生成システムにおける物語と音楽の相互変換-第三版システムの開発と考察-, 人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会(第 25 回)資料, 107-136, 2007.
- [秋元 2009] 秋元泰介・小方孝:語り手と聴き手の相互作用による物語言説システム, 人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会(第 33 回)資料, 1-11, 2009.
- [石塚 2007] 石塚賢吉・加藤茂・鬼沢武久:複数の絵から生成される物語のシーンの印象に基づいた音楽の変奏, 知能と情報(日本知能情報フェジ学会誌), 19(4), 378-391, 2007.
- [小林 2002] 小林史典・小方孝:バックキングコードと音楽知識からのメロディー自動生成, 人工知能学会全国大会(第 16 回)論文集, 3F2-12, 2002.
- [Lerdahl 1983] Lerdahl, F. & Jackendoff, R.: A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press, 1983.
- [Nattiez 1987] Nattiez, J. J.: Musicologie générale et sémiologie, Paris:Christian Bourgois, 1987. (足立美比古(訳):音楽記号学, 春秋社, 1996.)
- [小方 1996] 小方孝・堀浩一・大須賀節雄:物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク, 人工知能学会誌, 11(1), 148-159, 1996.
- [小方 2003a] 小方孝:物語の多重性と拡張文学理論の概念—システムナラトロジーに向けて I—, 吉田雅明(編), 複雑系社会理論の新天地, 専修大学出版局, 127-181, 2003.
- [小方 2003b] 小方孝:拡張文学理論の試み—システムナラトロジーに向けて II—, 吉田雅明(編), 複雑系社会理論の新天地, 専修大学出版局, 309-356, 2003.
- [小方 2004] 小方孝・小林史典:変奏からの物語生成への接近—物語と音楽の変換及び音楽変奏システムの試作に基づく諸考察一, 人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会(第 17 回)資料, 1-33, 2004.
- [小方 2007] 小方孝・秋元泰介:言語的物語と音楽の循環的物語生成に向けて—物語の修辞に基づく試作の開発と基礎的考察一, 認知科学, 14(3), 355-379, 2007.