

# 古典琉球語謡曲の旋律の分析と合成

知念 忍 高良 富夫 (琉球大学 工学部)

## 1 まえがき

沖縄には古い琉球語で記された歌曲集である「おもろそうし」[1]が残されており、古い時代の琉球語、ひいては古代日本語を推定する上で重要な文献となっている。

「おもろそうし」の歌曲のうち琉球王府の祭祀に使用されたものは「王府おもろ」と呼ばれ、そのうち5曲が口承により伝えられており、現在においても音声として再現可能である。

しかし、伝承された歌唱は、楽譜には記録された[2]ものの、その音声の特徴等については必ずしも分析されていない。

そこで本研究では、合成による分析法に基づき「王府おもろ」(古典琉球語謡曲)を分析する。すなわち、ひらがなで書かれた「おもろそうし」の歌曲を自動的に詠唱するシステムを構成し、システムに設定した規則等により歌曲に内在する法則性を実証する。システムを構成するために必要ではあるが、現在まだ明らかにされていない規則等は、現代琉球方言に存在するもので置き換えておく。

## 2 システム構成

古典琉球語謡曲の音声合成システムの構成を図1に示す。

本システムは読み生成部、楽譜生成部、音声変換部、音声合成部から成る。読み生成部では、ひらがなで表記された「おもろそうし」のテキストを音韻記号に変換する。楽譜生成部では、メロディを生成するとともにテキストに挿入句を挿入して歌詞を生成する。音声変換部では、「王府おもろ」の歌唱らしくなるように、音韻性を変換し、ピッチパターンを

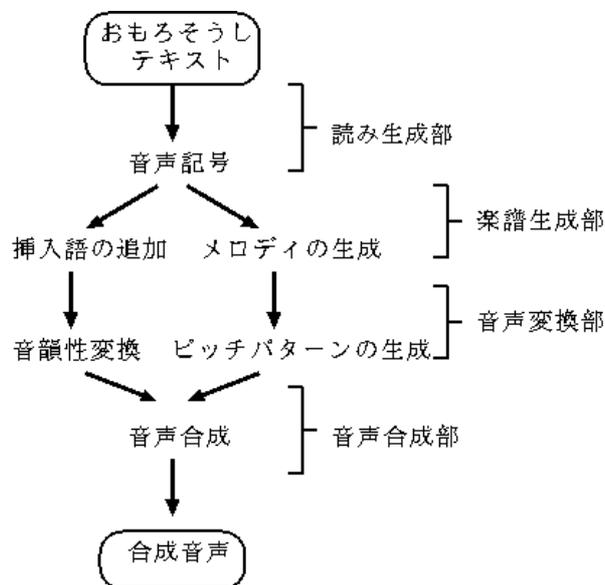


図1 システム構成

生成する。音声合成部では、得られたパラメータを用いてケプストラム法に基づく方法により、音声を合成する。以下に各部について述べる。

### 2.1 読み生成部

「おもろそうし」に現れるひらがなと「読み」の対応表の一部を表1に示す。

は	ひ	ふ	へ	ほ
Fa	fi	Fu	Yi	fu
ま	み	む	め	も
Ma	Mi	Mu	Mi	Mu
や		ゆ		よ
Ya		yu		Yu
ら	り	る	れ	ろ
Ra	Ri	Ru	Ri	Ru
わ	ゑ	を	ん	
Wa	Yi	wo	N	

表1 音韻表の一部

ここで「おもろそうし」は旧仮名遣いで表記されていることに注意する。しかもそれは琉球方言の発音で読まれる。そこで対応表は、「王府おもろ」の歌詞と楽譜に記されているローマ字表記とを対照して作成した。「王府おもろ」に現れない平仮名に対しては、現代琉球方言(首里方言)の「読み」を暫定的に与えておくことにする。表ではこれを小文字子音で示した。

## 2.2 楽譜生成部

本研究では伝承された曲の楽譜から基本的なパターンを抽出し、それを基に楽譜を生成する。「王府おもろ」には類似しているとされる小節が多数存在する[3]。そこでまず類似している小節を平均化することにより代表的なパターンの抽出を行う。次に、抽出された基本的なパターンに歌詞を対応づけ、さらに「王府おもろ」特有の挿入句の挿入を行う。

類似しているとされる小節から抽出した基本的なパターンと歌詞の対応づけの例を図2に示す。図2において四角は歌詞の音節が入るスロットである。下線部には何種類かの挿入句が入るが、二重下線部には図に示された挿入句が決まって現れる。「王府おもろ」は1曲を4つに分けた4段構成で作られている。

また、それぞれの1段は基本的に図に示した基本パターンAで始まり、基本パターンC

Figure 2 shows three musical patterns (A, B, and C) for the song 'Omorosouji'. Each pattern is represented by a musical staff with notes and lyrics below. Pattern A starts with 'Kyu' and ends with 'A'. Pattern B starts with 'U Ri' and ends with 'Ta'. Pattern C starts with 'n o yi' and ends with 'U'. The lyrics are written in Roman characters, and specific characters are enclosed in boxes to indicate insertion points.

図2 「王府おもろ」のパターンの例

で終わるような形になっている。歌詞によってはパターンBがAとCの間に現れる。そして実際の曲ではこれらのパターンが多少変形した形で現れる。そこで楽譜生成部の現在の規則は、まずパターンAで始まり、歌詞の長さに応じてパターンBが数回現れ、最後にパターンCが現れるものとしている。下線部の挿入句は「王府おもろ」の例を先行母音及び読点ごとに整理し、その頻度で出現するようにする。

パターンの変形の仕方は今後規則化する。

### 代表的パターンの抽出法

音符は音の高さと長さの要素をもつ時系列パターンと見なすことができる。そこで本研究ではまず始めに音符を表2のように数値化した。

高さ					
ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ シ ド
1	3	5	6	8	10 11 12
長さ					
16分	付点16分	8分	付点8分		
1	1.5	2	3		
4分	付点4分	2分	付点2分	全	
4	6	8	12	16	

表2 音符対応表

類似しているとされる小節の中で平均的な長さをもつ小節を核パターンと呼ぶことにし、類似している他の小節のひとつと時間軸伸縮マッチングを行う。時間正規化距離が最小となるマッチング経路にそって、平均ベクトルを作成する。次の類似している小節を入力し、同様に核ベクトルとの時間軸伸縮マッチングを行い、以前の平均ベクトルと入力ベクトルとから新しい平均ベクトルを作成する。 $k$ 番目のある小節に対するある特徴ベクトルと、それと同じ小節の更新した平均ベクトルをそれぞれ、

$$x^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}, \dots, x_N^{(k)})^T \quad (1)$$

$$\bar{x}^{(k)} = (\bar{x}_1^{(k)}, \bar{x}_2^{(k)}, \dots, \bar{x}_n^{(k)}, \dots, \bar{x}_N^{(k)})^T \quad (2)$$

とすると、更新は式(3), (4)で行う。

$k = 1$  のとき

$$\bar{x}^{(1)} = x^{(1)} \quad (3)$$

$k = 2$  のとき

$$\bar{x}^{(N)} = \frac{N-1}{N} \bar{x}^{(N-1)} + \frac{1}{N} x^{(N)} \quad (4)$$

### 時間軸伸縮マッチング

本研究では時系列パターンの類似性を測る上で有効な DP マッチングを使用する[4]。

入力される小節の  $j$  番目の音符と  $i$  番目の平均ベクトルの音符との間の距離を  $d(i, j)$  とすると、(1,1) 点から  $(i, j)$  点までの累積距離  $g(i, j)$  は次式で与えられる。

$$g(i, j) = \min \begin{cases} g(i, j-1) + d(i, j) \\ g(i-1, j-1) + 2d(i, j) \\ g(i-1, j) + d(i, j) \end{cases} \quad (5)$$

音符間の距離は、平均ベクトルを作成するときには、ユークリッド距離

$$d(i, j) = \sum_l |a_{li} - x_{lj}| \quad (6)$$

を使用する。但し、 $x_{lj}$  及び  $a_{li}$  はそれぞれ入力

される小節の第  $j$  個目の音符及び平均ベクトルの第  $i$  個目の音符の第  $l$  成分である。

### 2.3 音韻変換部

「王府おもろ」は、琉球方言の話し言葉とは多少異なる発声法で詠唱されているようである。そこで、そのスペクトルとピッチパターンには「王府おもろ」の特徴が現れていると考えられる。しかし、その特徴はまだ分析されていない。そこで本システムでは、暫定的に琉球古典音楽(「おもろ」の時代より新しい)の歌声の合成方式[5]を踏襲してこれを組み込む。

### 2.4 音声合成部

音声合成はケプストラム法に基づく方式に

より行う。図3にケプストラム法に基づく方

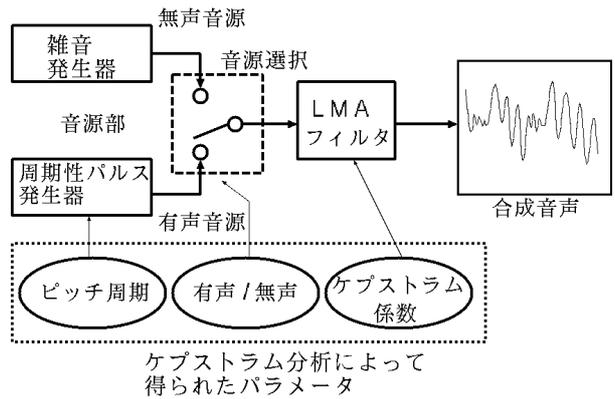


図3 ケプストラム法を用いた合成方式

式を示す。合成フィルタに対数振幅近似特性を2乗平均誤差が最小となるように与える対数振幅近似フィルタ(LMA フィルタ)[6]を用いる。この LMA フィルタにスペクトルを表すケプストラム係数を与える。音源として、有声音源の場合にはそれぞれの音高に対応したピッチ周期ごとのインパルス周期性パルス発生器から与え、無声音源の場合には雑音発生器により白色雑音を与えて音声合成する。

この方式はすでに琉球古典音楽の歌声に応用されている。

## 3 実験結果

提案したシステムを用いて、楽譜を生成し、ローマ字表記の歌詞に基づき、古典琉球語謡曲の歌声を合成した。比較のため、残された楽譜から合成音声を作成し、原音声の分析も行なった。

図4と図5に、「あおりやへかふし」の第1小節におけるテープに残された伝承音声の同一部分のピッチパターンと、残された楽譜を用いた合成音声のピッチパターンとをそれぞれ示す。図から明らかなように、テープに残された音声は、楽譜に記録されたものと平均ピッチと歌唱速度が異なる。これらの原因は楽譜を記録した人と詠唱者は同一人物ではあるが、楽譜の記録とテープの録音は異なる時

期に行われたと思われる。合成ピッチパターンは、伝承音声のピッチパターンに比べて、遷移部分などが滑らかでない。これは上記の音声変換部と合わせてさらに検討する必要がある。

次に本システムを用いて作成した合成音声のピッチパターンを図6に示す。作成された合成音声は原音声および伝承楽譜から作成された合成音声と比較しても大きな違いは見られない。また、伝承楽譜を基に作成した合成音声と比べると、歌唱速度が原音声に近い。よって歌唱速度における「おもろ」らしさと

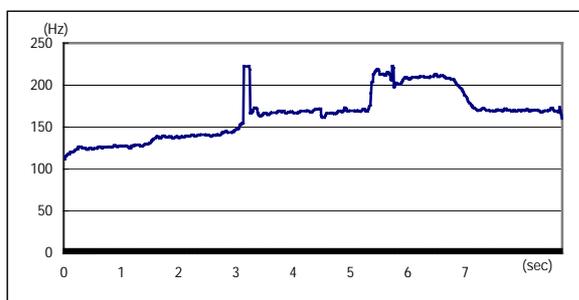


図 4 原音声のピッチパターン

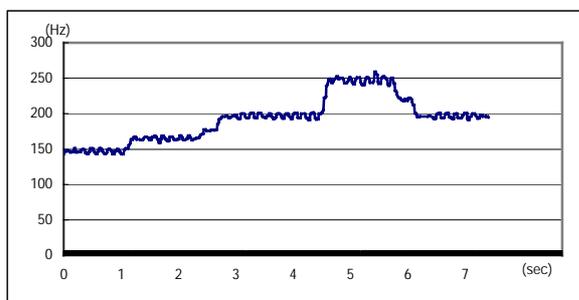


図 5 伝承楽譜による合成音声のピッチパターン

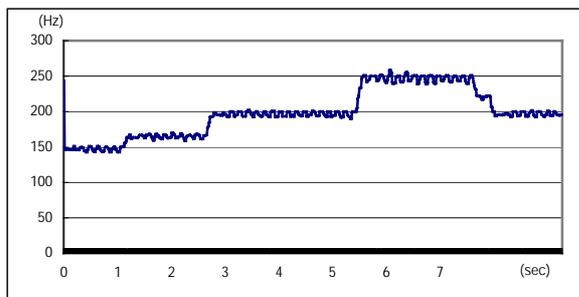


図 6 生成楽譜による合成音声のピッチパターン

いうものが平均化を行ったことにより抽出されたと考えられる。すなわち、平均化により、人手による楽譜化の誤差が減少したと考えられる。

#### 4 むすび

現代琉球方言に関する知見を補助情報として、伝承された「古典琉球語謡曲」の分析結果に基づき、古い琉球方言で記述された「おもろそうし」を詠唱するシステムを構成した。その結果、「おもろそうし」で使用されているひらがなとその「読み」について、さらに検討が必要であること、楽譜生成における挿入句の選択法やメロディの変形法について、より詳細化する必要があることが明らかになった。

今後の課題としては、伝承された「王府おもろ」の音声进行分析することにより、音声変換部を高度化すること、および上記の課題を検討することが上げられる。

#### 謝辞

本研究は、文部省科学研究費「基盤研究(C) 課題番号：12680419」の助成を受けて実施された。

#### 参考文献

- [1] 沖縄タイムス社：“沖縄大百科事典上巻”，沖縄タイムス社，pp.619-624(1983).
- [2] 山内盛彬：“山内盛彬著作集”，沖縄タイムス社，pp.42-59(1993).
- [3] 山内盛彬：“山内盛彬著作集”，沖縄タイムス社，pp.604-616(1993).
- [4] 古井貞熙：“音声情報処理”，森北出版株式会社，pp.91-96(1998).
- [5] 高良富夫，大石節：“琉球古典音楽における吟法のピッチ分析”，日本音響学会講演論文集，pp.283-284(1995-03).
- [6] 今井聖：“対数振幅近似フィルタ(LMA フィルタ)”，信学論(A)，J-63-A，12，pp.53-55(1980-10).