

Chapter. 4

分析手順

河瀬 彰宏

1. 分析の方針

本研究ユニットでは, Kawase and Tokosumi (2010) において実現できなかった集落間の楽曲の伝播・変遷までを精緻に把握できるように, データの拡張とともに, 令制国単位での比較を行う. そこで本ペーパーでは, 『日本民謡大観』に収録されている全楽曲を対象とした情報学的分析基盤の構築と計量的分析の実現に向けて, 九州地方(西海道)および中国地方(山陰道・山陽道)の全掲載楽曲を対象とした分析を行う. 具体的には, 次の3点を実施する:

- 『日本民謡大観』に掲載されている九州地方および中国地方の全楽曲を電子データ化すること
- 各楽曲の旋律から音高情報および音程情報を抽出し, その傾向を令制国単位, 地域単位で集計すること
- 東川清一氏の音階論に基づく4種×5旋法=20通りの音階の集計を実施すること

2. 楽曲データの構造化

本ペーパーでは, 楽譜資料に記述された旋律を MusicXML形式に電子データ化し, 計算機を用いて音符情報を抽出していく. MusicXMLは, 西洋音楽の楽譜標記に特化したXML形式のファイルフォーマットであり, 2000年にMichael Goodによって開発されて以降, 現在に至るまで様々な楽譜制作ソフトウェアと互換性をもつ. 楽曲情報をMusicXML形式に保存する利点は, 音高・音価・小節線・装飾記号などの楽譜情報を構造化して記述でき, さらに計算機上のプログラムを使ったデータの一括処理を行うことが適うため, 目的の情報を抽出・集計できる点にある.

MusicXMLでは, <note>(音符)要素が楽譜上の旋律に関する情報をすべて受けもつ. この<note>要素は, (a) 音符を示す場合, (b) 休符を示す場合, (c) 装飾音を示す場合の3通りに区別できる(図4.1).

(a) 音符を示す場合は, <note>要素の内部に<pitch>(音高要素, <duration>(音価)要素, <voice>(声部)要素が入る. さらに, <pitch>要素は<step>要素, <alter>(臨時記号)要素, <octave>要素を内包しており, これ

<pre><note> <pitch> <step>A</step> <alter>-1</alter> <octave>4</octave> </pitch> <duration>2</duration> <voice>1</voice> </note></pre>	<pre><note> <rest/> <duration>2</duration> <voice>1</voice> </note></pre>	<pre><note> <grace/> <pitch> <step>A</step> <alter>-1</alter> <octave>4</octave> </pitch> <voice>1</voice> </note></pre>
<pre>· <note> · <pitch> · <step> · <alter> · <octave> · <duration> · <voice></pre>	<pre>· <note> · <rest> · <duration> · <voice></pre>	<pre>· <note> · <grace> · <pitch> · <step> · <alter> · <octave> · <voice></pre>
(a)	(b)	(c)

図4.1:分析時に抽出したMusicXMLの主要要素とその階層関係
(a) 音符の構造 (b) 休符の構造 (c) 装飾音の構造

らの情報を統合することによって、楽譜上の音高を把握することができる。

(b) 休符を示す場合は、<note>要素の内部に<rest> (休符) 空要素、<duration>要素が入る。計算機では休符位置を特定する際に、空要素である<rest>要素をマッチングする処理を行えばよい。

(c) 装飾音を示す場合は、<note>要素の内部に<grace> (装飾音) 空要素、<pitch>要素が入る。<pitch>要素は(a)と同様に<step>要素、<alter>要素、<octave>要素を内包するため、音高を把握することは可能であるが、<duration>要素が存在しないため、装飾音の持続時間を抽出することができない。

本ペーパーに記す分析では、これらの階層関係に注意しながら<pitch>要素と<duration>要素の集計を行う。MusicXMLの構文解析(parser)には、Python 2.5以降に標準搭載のElementTreeライブラリを導入したスクリプトを記述して用いた。

3. 音程情報の記号化

各楽曲のXMLデータから<pitch>情報を抽出する際に行った処理を解説する。前述のように、<pitch>要素は<step>要素、<alter>要素、<octave>要素から構成されている。例えば、ピアノの中央C音をMusicXML形式に記録する場合は、<step>要素の中身がC、臨時記号は付かないため<alter>要素は存在せず——もし臨時記号が付けば、 $\sharp: 1$, $x: 2$, $b: -1$, $b b: -2$ をもつ(e.g. 図4.1)——、<octave>要素の中身が4となる。これらの情報を統合すると、C 4という音高になる。

任意の楽曲について、 $n+1$ 個の連続する音高が存在するとき、これを $n+1$ 個の要素からなる記号列 X として次のように表現できる：

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_{n+1}).$$

ここで記号列 X 中の要素 x_i は、楽曲の開始位置から数えて i 個目の音高を意味する。この X 中の前後の音高の差分を考えることによって、 n 個の要素をもつ記号列 T を考えることができ、次のように表現できる：

$$T = (t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_n).$$

記号列 T の要素 t_i は、記号列 X における i 個目の音高 x_i と $i+1$ 個目の音高 x_{i+1} の差分(音程)を意味する。音程 t_i は、半音の数や表4.1の名称で言い換えることができる。

ただし、ここでは x_i の各音名の集合{C, $\sharp C/b D$, D,

表4.1 半音の数と音程名称の対応関係(抜粋)

t_i	音程名称	t_i	音程名称
0	完全1度	7	完全5度
1	短2度	8	増5度, 短6度
2	長2度	9	長6度
3	短3度	10	短7度
4	長3度	11	長7度, 減8度
5	完全4度	12	完全8度
6	増4度, 減5度	13	増8度



図4.2 5つの連続する音高の譜例

$\sharp D/b E, E, F, \sharp F/b G, G, \sharp G/b A, A, \sharp A/b B, B$ をピッチクラス(pitch class)——1960年にHoward Hansonが調性音楽を分析するために導入した数値表現—— $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11\}$ に対応させた上で記号列 T の要素 t_i を求めている。例えば、C 4からD 4への音程推移を求める場合には、それぞれの音高を $C4: 0+4 \times 12 = 48$ と $D4: 2+4 \times 12 = 50$ に数値化し、差分 $48-50 = -2$ のように処理する。

4. テトラコルドの抽出

小泉文夫氏の4種のテトラコルドを構成する音程推移パターンを抽出するために、記号列の中から連続した2個の記号を取り出すbigramを用いる。例えば、図4.2の5つの連続する音高から生成した記号列 T からbi-gramを取り出すと次の記号列を得る： $(-2, +2)$, $(+2, +2)$, $(+2, +3)$ の3パターンがそれぞれ1回ずつである。

小泉氏の4種のテトラコルドを構成する音程関係は、下方核音から上方核音に向かってそれぞれ次のように表現できる：民謡のテトラコルド(+3, +2)；都節のテトラコルド(+1, +4)；律のテトラコルド(+2, +3)；琉球のテトラコルド(+4, +1)。これらをテトラコルドの基本形とすれば、任意のテトラコルドは、6通りの転回形——下方核音、中間音、上方核音の各音高を開始音とする並び——を考えることができる。例えば、「ラドレ」の3音から構成される民謡のテトラコルドは、「ラドレ」「ラレド」「ドレラ」「ドラレ」「レラド」「レドラ」の6通りの並びであり、bigramの音程推移を用いてそれぞれ次のように表現できる： $(+3, +2)$, $(+5, -2)$, $(+2, -5)$, $(-3, +5)$, $(-5, +3)$, $(-2,$

表4.2 半音数で表した東川清一の音階論

<陽類>	陽類の音程関係
C旋法	C 2 D 2 E 3 G 2 A 3 C
D旋法	D 2 E 3 G 2 A 3 C 2 D
E旋法	E 3 G 2 A 3 C 2 D 2 E
G旋法	G 2 A 3 C 2 D 2 E 3 G
A旋法	A 3 C 2 D 2 E 3 G 2 A
<陰類>	陰類の音程関係
E旋法	E 1 F 4 A 2 B 1 C 4 E
F旋法	F 4 A 2 B 1 C 4 E 1 F
A旋法	A 2 B 1 C 4 E 1 F 4 A
B旋法	B 1 C 4 E 1 F 4 A 2 B
C旋法	C 4 E 1 F 4 A 2 B 1 C
<混合類>	混合類の音程関係
E旋法	E 1 F 4 A 2 B 3 D 2 E
F旋法	F 4 A 2 B 3 D 2 E 1 F
A旋法	A 2 B 3 D 2 E 1 F 4 A
B旋法	B 3 D 2 E 1 F 4 A 2 B
D旋法	D 2 E 1 F 4 A 2 B 3 D
<琉球類>	琉球類の音程関係
C旋法	C 4 E 1 F 2 G 4 B 1 C
E旋法	E 1 F 2 G 4 B 1 C 4 E
F旋法	F 2 G 4 B 1 C 4 E 1 F
G旋法	G 4 B 1 C 4 E 1 F 2 G
B旋法	B 1 C 4 E 1 F 2 G 4 B

-3). 同様にして残り3種のテトラコルドについても6通りずつの転回形が用意できるため, bigramの音程推移を用いて4種全体で $6 \times 4 = 24$ 通りの音程推移パターンを決定できる。ただし, これらはいくまでも理論的な推移パターンであり, 分析結果が示すように, 実際の歌唱ではほとんど使われないものも含まれている。

5. 音階判別

各楽曲のXMLデータから<pitch>情報を抽出した後に, 音階判別アルゴリズム(Kawase 2013)を用いて, 地域ごとに音階の集計を行う。東川清一氏の音階論では, 音階を確定するための手順が明確に記されていないため, その仕組みは一見すると複雑に思われてしまうのではないだろうか。しかし, 原理的には各音階の音程関係を比較することによってその仕組みを把握できることを筆者は発見した。

前掲の表3.1に示した東川氏の20通りの音階について, 構成音の音高配列から音程配列を書き出すことで, 表4.2の数値ベクトルを得る。

この数値を利用し, 次の手順によって音階判別——類・旋法・宮音の決定——を行う:

(1) 楽曲中に出現する音高とその持続時間を集計し,

使用されている音数が5音以上の場合は, 持続時間の最も長い上位5音を抽出する(通常, 残りの1音ないし2音は臨時に使用される経過音的な枠割であるため捨ててしまう)。

- (2) 持続時間の最も長い音高(最頻値)を音階の「宮音」(均・調)に決定する。楽曲の構成音が5音に満たない場合は音階判別ができない。
- (3) 持続時間の長い上位5音をアルファベット音名順に並べ替え, この先頭にある音名と同名のアルファベット——厳密には先頭の音高からみて1オクターヴ上の音高——を末尾に追加した音高ベクトル P を作成する。
- (4) 音高ベクトル P の先頭から順番に後続する音高との差分(半音数)を算出した音程ベクトル I を作成する。音程ベクトル I の並びと表4.2中の各数値の並びが一致する類を楽曲の「類」として決定する。
- (5) 上の(2)において決定した宮音が先頭に配置されるようにベクトル P の構成音を巡回させ, さらに(4)と同様に, 先頭から順番に後続する音高との差分(半音数)を算出した音程ベクトル I_c を作成する。音程ベクトル I_c の並びと表4.2中の各数値の並びが一致する旋法を楽曲の「旋法」として決定する。

東川氏は, 町田佳聲・浅野健二編『わらべうた 日本の伝承童謡』(1961 岩波文庫)と町田佳聲・浅野健二編『日本民謡集』(1960年 岩波文庫)に収録されている合計251曲について, 手作業で音階の分類を試みている。その内訳は, 陽類が198曲(78.88%), 陰類が43曲(17.13%), 混合類が7曲(2.79%), 琉球類が3曲(1.20%)であると報告されている(東川 2007)。

参考文献

- Kawase, Akihiro and Akifumi Tokosumi (2010), “Regional Classification of Japanese Folk Songs: Classification Using Cluster Analysis,” *Kansei Engineering International Journal* 10 (1), pp.19-27.
- Kawase, Akihiro (2013), “Construction and Verification of the Scale Detection Method for Traditional Japanese Music: A Method Based on Pitch Sequence of Musical Scales,” *International Journal of Affective Engineering*, 12 (2), pp.309-315.
- 東川清一(2007)『《君が代》考』. 春秋社.