

# 楽譜情報に基づいた箏曲の音律と音階の分析

出口 幸子<sup>†</sup> 白井 克彦<sup>††</sup>

筆者らは箏曲の楽譜データベースを実現するために、箏曲の旋律分析を行っており、その基礎として必要な音律と音階を規定することができたので報告する。箏曲の音律と音階を規定する文書は存在しないが、中国雅楽、中国俗楽、日本雅楽を経て箏曲に至っている。本研究では、箏曲譜から作成した楽譜情報ファイルの分析から箏曲の音律と音階を規定できることを示し、かつ中国雅楽の理論を適用できることを示した。本研究の目的は情報処理における対象領域の構造の規定であるので、明確に定義されている中国雅楽の理論を用いて検討した。音律については、楽譜情報から連続する2音の音程を抽出し、半音と全音が出現する音高が限定していることから、半音が生じる2音間の音程を  $x$ 、生じない音程を  $y$ 、および全音の音程を  $xy$  として1オクターブ中の各音間の音程を決定した。これより、1オクターブ中の12音の具体的な周波数比を求めた。また、このように規定した音律が、中国雅楽の音律である十二律の理論に適合することを確認した。音階については、中国雅楽の音階である七音音階、および十二律と七音音階を対応付ける均の概念を用いて、箏曲の音階と均を理論的に定義した。一方、楽譜情報ファイルを調弦の変化する点で分割し、各音高の出現頻度より、均の存在を確認して、調弦と均との対応を考察し、また、七音音階であることを確認した。

## An Analysis of the Temperament and the Scale of Koto Music based on the Scores

SACHIKO DEGUCHI<sup>†</sup> and KATSUHIKO SHIRAI<sup>††</sup>

This paper describes a study on the temperament and the scale of koto music, toward a research of melody analysis and score database. The temperament and the scale of koto music are not described on any document, while they are based on Japanese court music, Chinese traditional music and Chinese court music. This paper shows that they can be defined by analyzing score data files to satisfy the theory of Chinese court music. We extract intervals between two notes sequentially from score data files, and show that semitones and whole tones are used limitedly. We define semitone as “ $x$ ”, define the interval not used for semitone as “ $y$ ”, and define whole tone as “ $xy$ ”. Therefore the intervals between twelve tones in one octave are defined. We also calculate the frequency ratios of tones. Next, the temperament of koto music is certified by the theory of Chinese 12-tone temperament. The scale of koto music is defined by the theory of Chinese 7-tone scale, and the dependency of scale on temperament is also determined. We extract notes from score data files, and verify the scale and the dependency of scale on temperament.

### 1. はじめに

筆者らは箏曲の楽譜のデータベース化を検討しており、そのための予備調査として旋律分析を行っている。箏曲は、箏、三弦、および声のパートより構成されるが、本研究では箏部と声部を分析対象とする。また、流派には山田流と生田流があるが、本研究は山田流を対象としている。箏曲は元来、口伝で伝承されてきたが、箏部については江戸時代から普及のために譜が作

成されていた。明治期以降、譜が整備され、一部の伝承者により声部(歌)の旋律も記述された。山田流箏曲では現在、著者が異なる2種類の譜が用いられており、これらは、箏部においては差異は少ないが、声部の旋律については、歌に用いられる全音節の3割に差異がある<sup>2)</sup>。一方、山田流箏曲の代表的な伝承者は十数名いるが、伝承者ごとに歌い方が微妙に異なる。

そこで、箏曲譜のデータベース化の際には、旋律を共通部分と変形や装飾の許される部分に分離して表現し、伝承者ごとに異なる記述ができるようにしておくことが望ましい。筆者らは、旋律をモデル化するために、箏曲の歌の旋律分析を行い、次の結果を得た<sup>1),2)</sup>。

- 3音旋律に定型的なパターンが存在する。特に音

<sup>†</sup> 攻玉社工科大学

Kogyokusha College of Technology

<sup>††</sup> 早稲田大学理工学部

School of Science and Engineering, Waseda University



音名	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C	C#	D'
音程	$x$	$y$	$x$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$x$	$y$	
比	1	$\frac{256}{243}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{32}{27}$	$\frac{8192}{6561}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{1024}{729}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{128}{81}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{16}{9}$	$\frac{4096}{2187}$	2

図4 楽譜情報より定めた箏曲の音律

Fig. 4 The temperament of koto music based on the scores.

箏部については、譜から「弦名」、「#記号」、および「演奏法」をデータ入力した。声部については、譜から「弦名」、「#記号」、および「音素」をデータ入力した。一部の譜は小節番号と音価もデータとして入力しているが、ここでは省略する。図1の譜から作成した楽譜情報は図2のようになる。この楽譜情報から分析用の中間データに変換したものが図3である。音高は数値により表現し、中央Cを60とした。音程は音高の差で表し、半音の音程を1とした。本研究で示すように、実際の音律は平均律ではないが、分析用にデータをこのように表現する。弦名1(D4)は音高62、弦名9(A4#)は音高70、弦名9に##がついたもの(C5)は音高72、等と変換される。

### 3. 音 律

音律については、楽譜情報を用いて、箏曲の音律を帰納的に規定し、その音律が中国雅楽の音律理論に適合することを確認した。

#### 3.1 楽譜情報を用いた音律の規定

楽譜情報から変換した中間データを用いて、連続する2音間の音程を、1音ずつずらして抽出した。箏部では、装飾音の音高が明示されない場合や和音等があるが、楽譜情報に記述した音のみを分析の対象とした。図3の箏部のデータからは、10; 2; -4; -1; 5; 0; 0; -2; -10; という音程の列が抽出され、声部のデータからは、2; -2; 2; -2; 2; 0; という音程の列が抽出される。ここで、2音間の音程は、音高の差で表現している。これらを音程ごとに分類し、それぞれが生じる音高を記録して集計した。上記の声部の例では、音程2(全音)は音高72(C)で3回出現し、音程-2(下行の全音)は音高74(D)で2回出現しており、CとDの間は双方向の音の遷移が生じている。

対象とした全曲について集計した結果を用いて、以下のように音律を規定した。ここで、音程は、本来の定義である2音の周波数比で表す。音n1と音n2の周波数比を $f_2/f_1 = x$ 、音n2と音n3の周波数比を $f_3/f_2 = y$ とすると、音n1と音n3の周波数比は $f_3/f_1 = (f_3/f_2) * (f_2/f_1) = xy$ となる。まず、1オクターブ中において、半音(上行、下行)が出現す

る音高を調べ、半音が生じている2音間の音程を $x$ 、生じない2音間の音程を $y$ とした。次に、全音(上行、下行)が出現する音高を調べたところ、全音が生じる音程は $xy$ であり、音程 $xx$ では生じていなかった。なお、演奏者の経験的知識から、演奏に用いられる半音と全音はそれぞれ1種類であり、半音を $x$ 、全音を $xy$ とおくことができる( $x$ と異なる $x'$ や $xy$ と異なる $xy'$ が使われる可能性はない)。これらの分析から、1オクターブ中の各音間の音程は、図4のように決定される。半音の生じる部位は、声部では、 $x$ の部分のみであり例外はなかったが、箏部では、装飾音等に0.8%(半音の総数に対する割合)の例外があった。全音の生じる部位は、声部・箏部とも例外なく $xy$ の部分のみであった。他の音程については、短3度 $xyx$ 、長3度 $(xy)^2$ 、完全4度 $(xy)^2x$ 、および完全5度 $(xy)^3x$ となり、例外は生じていなかった。増4度は、 $(xyx)^2$ と $(xy)^3$ の2通りがあった。

1オクターブ中の12音の具体的な周波数比を次のように決めた。1オクターブの周波数比は、 $(xy)^5x^2 = 2$ である。全音、半音ともに整数比であるという演奏者の経験的知識から、 $xy = b/a$ 、 $x = d/c$ ( $a, b, c, d$  整数)とおく。 $x^2 = 2/(xy)^5$ より $2a^5/b^5 = d^2/c^2$ を満たし、かつ $b/a$ と $d/c$ が全音と半音として適切な整数 $a, b, c, d$ の組を見つける。式の形から $a = 2^3$ 、 $b = 3^2$ とすると、 $d = 2^8$ 、 $c = 3^5$ が得られる。つまり、全音 $xy = 9/8$ とすると半音 $x = 256/243$ が得られる。半音として使われない音程は $y = 2187/2048$ となる。9/8は全音として適切な値である。256/243は平均律の半音 $2^{1/12}$ より小さい。音程 $X$ に対するセント値 $1200 \log_2 X$ を求めると、ここで得た半音は90.2セントとなり、平均律の半音100セントより10セント程度低いという経験的知識に適合する。また完全5度 $(xy)^3x$ は3/2になる。箏曲の調弦法は完全5度を基本とするため、この音律の正当性が示唆される。このほかに適当な整数 $a, b, c, d$ の組は見つからない。そこでこの結果を用いて、箏曲の基準音Dの周波数に対する1オクターブ中の各音の周波数比を求め、図4のように箏曲の音律を規定した。なお、完全5度を $(xy)^3x = 3/2$ と仮定すれば、完全8度

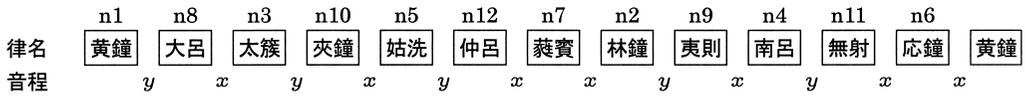


図5 中国雅楽の音律：十二律

Fig. 5 The temperament of Chinese court music.

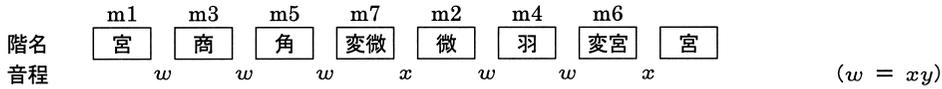


図6 中国雅楽の音階：五音音階・七音音階

Fig. 6 The scale of Chinese court music.

$(xy)^5 x^2 = 2$  と連立させて同じ結果が得られる。

### 3.2 中国雅楽と箏曲の音律

箏曲の音律は日本雅楽を基にした筑紫箏の音律に基づき、日本雅楽の音律は中国雅楽を基にした中国俗楽の音律に基づく。中国雅楽の音律は明確に定義されているので、それを基に箏曲の音律を理論的に考察した。

中国の雅楽律は周の時代に成立し、1オクターブ中に12音を定め、十二律と呼ばれる<sup>(7), (8)</sup>。三分損益法により定められる音律で、ピタゴラス音律と原理は同じである。ある音  $n_1$  を三分損一：周波数比を  $3/2$  として  $n_2$  を求め、 $n_2$  を三分益一：周波数比を  $3/4$  として（周波数比を  $3/2$  として1オクターブ下げても同等） $n_3$  を求め、これを繰り返す、順次  $n_4$  から  $n_{12}$  が求まる。これらの各音を音高の順に並べ、各々に律名を対応させて、図5に示す。隣接する2音間の音程は、 $x$  あるいは  $y$  の異なる半音で、その並びは図に示すようになり、 $x = 256/243$ 、 $y = 2187/2048$  となる。半音の並びから分かるように、上記の方法で最後に得られた  $n_{12}$  を三分益一しても最初の  $n_1$  に一致しない。

日本雅楽の音律は、日本の奈良朝の頃に渡来した唐代中国の俗楽律を基に作られたとされるが、日本の十二律において各音間の音程を文献から推測することは困難である。また、箏曲の音律は16世紀頃の日本雅楽に基づくが、音律の対応を規定した文書は存在しない。

本研究では、図4に示したように、楽譜情報の分析を基に、演奏者の経験的知識を参考にして箏曲の音律を規定した。得られた音程  $x$  と  $y$  の値は、中国雅楽の値と同じである。図4に示した  $x$  と  $y$  の並びと図5の中国雅楽の音律を比較すると、前者の  $F\#$  を後者の黄鐘に対応させると両者は一致する。よって、箏曲の音律は中国の雅楽律と同じ三分損益で規定されることが分かる。なお、三分損益の理論のみでは箏曲の音律を規定できない。箏曲の基準音は  $D$  であるが、 $D$  が三分損益の起点でなく、 $F\#$  が起点であることが今回明らかになった。楽譜情報の分析から半音  $x$  と半音  $y$  として使われない音程  $y$  があることが分かり、1オク

ターブ中のそれらの並びが定まったことで箏曲の音律を決めることが可能となった。

従来、箏曲においては、1オクターブ中の各音間の音程を記した文書はなく、調弦法が伝わるのみである。たとえば平調子では、弦の巻の絶対音高を  $D$  に定めた後、弍を巻の完全5度下、参を巻の完全4度下にとり、四を参の半音上、五を巻と同音、六を五の半音上にとる。七以降は、弍以降の1オクターブ上にとる。この調弦法では1オクターブ中の5音間の音程のみ定まる。実際には1オクターブ中、7~8音がよく用いられるので、音律を規定することは演奏上重要な意味を持つ。また調弦に用いられる半音の音程も明示されないため、半音を  $256/243$  と規定することも重要である。なお絶対音高については、現在の基準音  $D$  の周波数は江戸時代の基準音の周波数とは正確には一致しないと考えられるが、本研究の対象とはしない。

## 4. 音階

音階は、1オクターブ中で主に用いられる音の組を定める。音階については、中国雅楽の音階理論を用いて、箏曲の音階および均を規定し、後に、楽譜情報を用いて、音階と均を確認した。

### 4.1 中国雅楽と箏曲の音階および均

音階についても明確に定義されている中国雅楽の理論を参考にした。ここでは、音階、および音律と音階を関連付ける均について、理論的な考察をする。

#### 4.1.1 中国雅楽と箏曲の音階

中国雅楽の音階は、三分損益により順次得られる  $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7$ 、という音のうち、最初の5音からなる音階を五音音階、次の2音を加えた7音からなる音階を七音音階とする<sup>(7), (8)</sup>。これらを音高の順に並べて階名を対応させ、2音間の音程を示すと図6のようになる。ここで、 $w$  は全音を表し  $w = xy = 9/8$  であり、半音  $x = 256/243$  である。

中国雅楽、日本雅楽、および箏曲について、音階を構成する各音間の音程を図7に示す。中国雅楽と日本

[ 中国雅楽 ]	七音音階: $w w w x w w x$	五音音階: $w w wx w wx$
[ 日本雅楽 (呂旋法) ]	七音音階: $w w x w w x w$	五音音階: $w w xw w xw$
[ 日本雅楽 (律旋法) ]	七音音階: $w x w w w x w$	五音音階: $w xw w w xw$
[ 箏曲 ]	七音音階: $x w w w x w w$	五音音階: $x ww w x ww$

図7 中国雅楽, 日本雅楽, および箏曲の音階

Fig. 7 The scale of Chinese court music, Japanese court music and koto music.

	音程	$x$	$w$	$w$	$w$	$x$	$w$	$w$
D均	音名	D	D#	F	G	A	A#	C
G均	音名	G	G#	A#	C	D	D#	F
A均	音名	A	A#	C	D	E	F	G
C均	音名	C	C#	D#	F	G	G#	A#

図8 箏曲の均の例

Fig. 8 The dependency of scale on temperament in koto music.

	弦名	壹	弐	参	四	五	六	七	八	九	十	斗	為	巾
平調子	音名	D4	G3	A3	A3#	D4	D4#	G4	A4	A4#	D5	D5#	G5	A5
雲井調子	音名	D4	G3	G3#	C4	D4	D4#	G4	G4#	C5	D5	D5#	G5	A5

図9 箏曲の調子の例

Fig. 9 Tunings of koto music.

雅楽については五音音階, 七音音階とも文献に記してある<sup>7),8)</sup>. 箏曲は近世邦楽の1種目と見なされるが, 近世邦楽は五音音階(都節音階)が通説であり, 各音間の音程は明記されていない. 日本雅楽に基づいた箏曲の音階の理論的な研究はあるが<sup>9)</sup>, 1オクターブ中で弦に対応する音が5音であることから五音音階としている. 実際の演奏では1オクターブ中で弦に対応しない2音は, 弦の張力を上げて得られることから, 本研究では箏曲を七音音階とする. 図7のように, 都節音階を考慮して五音音階を定め, それより七音音階を定めた. 箏曲では日本雅楽に対して音程の並びが意図的に変えられたと考えられる.

4.1.2 中国雅楽と箏曲の均

ここでは, 音律と音階を関連付ける均について説明する. 中国雅楽では, 十二律は絶対音高を定め, 五音・七音音階は音階を構成する各音間の音程を規定し, 五音・七音音階の宮(初めの音)を十二律のどの音に位置付けるかによって, 均が決まる<sup>7),8)</sup>. たとえば, 黄鐘均は黄鐘が宮となり, 大呂均は大呂が宮となる. 黄鐘均では五音・七音音階の各音は十二律の音と一致するが, 大呂均では大呂から三分損益により五音・七音音階を決めると, 一部の音は十二律の音と一致しない.

本研究では先に定めた音律と音階を用いて, 同様に箏曲の均を規定する. 箏曲では, 音階を構成する7音が音律で定められた音に一致する場合を均とする. 音

階の初めの音がD, G, A, C, E, Fの場合に, 均が理論的に定まる. 均の名称は, その初めの音名を用いて, D均, G均, 等とする. 本研究で実際に存在すると判定された(後述)D均, G均, A均, およびC均について, 均を構成する音名と音程を図8に示す. なお, 中国雅楽では均で定まる7音のうち, どの音が主音になるかで(第1音~第7音の7通り), 調が定められるが, ここでは分析の対象としない.

4.1.3 調弦と均の対応

箏曲の「調子」は主音がどれか(調)を示すのではなく, 調弦法を指し示す. 図9に平調子と雲井調子における各弦の音高を示した. 箏曲では, 調弦によって演奏に用いる音の基本的な組を定めるため, 調弦が均に対応すると考えるのは自然である. 調弦法が均に相当するという理論的な研究はすでにあるが<sup>9)</sup>, 箏曲を五音音階とし, 調弦で定まる弦の音を音階を構成する5音に対応させており, また, 均の定義に必要な音律を規定していない. 筆者らは, 先に規定した七音音階の均について, 調弦法から理論的に均を推定したが, 楽譜情報による判定と異なる場合があることが分かった<sup>3)</sup>. そこで, 調弦と均の対応については理論的な考察をせずに, 次節で楽譜情報を用いて検討する.

4.2 楽譜情報を用いた音階と均の確認

楽譜情報ファイルを, 調子(調弦)が変わる箇所を分割し, 楽譜情報から変換した中間データを用いて,

表 1 各音高の出現する割合  
Table 1 The rate of each tone.

	各音高の割合 [%]																				音の 総数		
	四(嬰)	五	六	六##	七	八(嬰)	八(平)	九(平)	九(嬰)	十	斗	斗##	為	巾									
	C4	C4#	D4	D4#	E4	F4	F4#	G4	G4#	A4	A4#	B4	C5	C5#	D5	D5#	E5	F5	F5#	G5		G5#	A5
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81		
住吉 1	2		9	2		7		18	7		1		13	0	13	6		4		6	2	2	382
住吉 2	5		4*	0		1		10	4		5		15	18	3	2		14	0	11	5	2	360
住吉 3	2		10	3	0	2		13	10	2	1		13	1	17	5		4		8	2	1	1050
桜狩 1	0		9	3	0			6	1	15	8		7		18	8	5	1		8	0	6	411
桜狩 2	2		8	3		4		19	9		0		18	0	14	6		3		6	0	1	291
桜狩 30	1		6	2		4		14	9	1	3		11	1	15	6		5		8	4		271
桜狩 31	1		9	—	3	4		9		16	15		1		13	—	4			6			67
桜狩 32	—		9	5		11		7	9				12		9	1		5		7	7	1	106
桜狩 33	4		8	8				14		16	10		28		10								50
桜狩 34	1		3	2		1		21	8		0		11	0	11	4		6		14	9		528
江の島	3		11	2		3		12	9	2	1		14	1	16	7	0	3		6	2	1	1413
小督 1	15	8	3	2		19	1	19	6		5		12	1	1	—				1		2	102
小督 2	3		12	3		5		14	10	2	1		14	1	14	5		3		5	1	1	1361
熊野 1	9	1	7*			8	1	8	3		7		19	11	3	2		9		5	1	3	190
熊野 2	3		9	3		4		13	10	2	0		14		15	6		2		8	1	3	949
熊野 3	—		—	—		5		13		27	10		11		13		6	3		5	3	3	63
熊野 4	—		5	—				23		14			4		7	26				14	2	2	57
熊野 5	1		8	3		1		9	9		0		15	1	16	13		4		9	5	2	244
四季眺 1	0		9	5	0			9		14	8		7		19	8	1	0		8		7	434
四季眺 2			5		2	3		8	1	10	4	1	11	5	9	2	5	9		7	1	2	96
四季眺 30			7		10	1		6		10	7		2		14	0	16	1		9		8	302
四季眺 31	1		6	5				8		14	7		7		13	10				12		8	308
四季眺 4			5		9	3		5		14	6	3	2		15	1	15	5		2		6	487
六段調	1		17	5		0		9		12	7		4		11	5	1	1		6	0	4	837
四季曲			13	5	0	1		7		12	7		3		13	8	1	1		7		6	710

各音高の出現頻度を調べた。箏部について、伊藤譜 7 曲分と今井譜 1 曲分の結果を表 1 に示す。表の音域は、主に使用される C4~A5 の範囲である。音の総数に対する各音の出現回数の割合 [%] を、小数第 1 位で四捨五入して示している。下線部分は、弦の音と対応している。なお、箏部については、本手(箏の第 1 パート)のみを対象とし、明記できない装飾音等は省略した。また、曲の途中で手事部分(器楽部のみ)があり、その途中で調弦が変わる場合には、箏部は声部より曲の分割が多くなる。

4.2.1 楽譜情報を用いた均の確認と調弦との対応

表 1 は箏部における各音の出現頻度を示す。均について以下のように考察した。表の網掛け部分は、均を構成すると判定した音である。

- 住吉 1 では、G, G#, A#, C, D, D#, F が用いられており、G 均と判定する。1 オクターブ中で弦に対応する音は 5 音なので、他の 2 音(この例では A#, F)は弦の張力を上げて得られる。

- 住吉 2 の F4 以上の音域では、弦の十の音 D5 より、九の半音上の C5#の方が出現頻度が 6 倍高いため、C, C#, D#, F, G, G#, A#が音階を構成するとして、C 均と判定する。このように弦の音が音階を構成する音にならない場合がある。

- 住吉 2 の F4 以下の音域では、D4 は用いられ、C4#は用いられないため、(G, G#, A#,) C, D, D#, F が音階を構成するとして G 均とした。住吉 2 全体では、G-C 均と表現する。このように音域により異なる音の組が用いられる場合がある。

- 桜狩 1 では、D, D#, F, G, A, A#, C が用いられ、D 均としたが、音階外の音 E5 は音階の音 F5 より出現頻度が高い。このように、音階から外れる音が音階を構成する音より出現頻度が高い場合がある。実際に使われる音は音階により厳密に定められるわけではない。あるいは、調弦が同じでも途中で均が変化する可能性も考えられる。

- 箏部と声部の相違点は、表 1 の \* を記した箇所

である．弦に対応する音の一部は，声部で用いられなくても箏部では用いられる場合がある．住吉 2 および熊野 1 は，声部では C 均としたが，箏部で D4 が用いられることを考慮して G-C 均（前述）とした．

● 弦の巾の音は平調子で A5 であり，雲井調子でも G5# ではなく A5 である．このため，雲井調子の箏部においては，住吉，小督曲，熊野，等のように A5 は音階から外れても装飾音等に用いられる．

以上の考察から，次のように均を判定した．各曲について，曲の分割番号，調子，および均を示す．ここで，調子の表記は図 9 に示した平調子と雲井調子を基本とし，たとえば，雲井・斗全上は雲井調子で斗の弦を全音上げの事を表す．

住吉 1・3，雲井，G 均；

2，雲井・斗全上，G-C 均；

桜狩 1，平・四全上，D 均；

2，雲井・参半上，G 均；

30・32・34，雲井・参半上・巾全半上，G 均；

31，雲井・参八半上・巾全半上，A 均；

33，雲井・参八半上・巾全半上，D 均；

江の島曲 1，雲井，G 均；

小督曲 1，雲井・六全上・五半下，C 均；

2，雲井，G 均；

熊野 1，雲井・六斗全上，G-C 均；

2・5，雲井，G 均；

3，雲井・八斗半上，A 均；

4，雲井・八半上，A-G 均；

四季の眺 1，平，D 均；

2，平・六斗半上・九全上，A 均；

30，平・六斗半上，A 均；

31，平，D 均；

4，平・六斗半上・七為全下，A 均；

六段調 1，平，D 均；

四季の曲 1，平，D 均；

この結果から，調弦と均は，次に示すようにおおよその対応関係があることが分かる．

- 雲井調子は G 均，平調子は D 均である．
- 雲井調子の变形については，六斗全上および斗全上は G-C 均，六全上・五半下は C 均（C-G 均），八斗半上は A 均，等である．
- 平調子の变形については，六斗半上，六斗半上・九全上および六斗半上・七為全下は A 均，等である．

#### 4.2.2 楽譜情報を用いた七音音階の確認

表 1 の各楽曲部分において，使われる音が最も多い 1 オクターブ中で，2.5%（表の 3%）以上出現する音の数  $n$ ，および 0.5%（表の 1%）以上出現する音の数

$m$  を調べた．これを  $n/m$  と表し，曲の分割順に示す．そのうちで音階から外れる音の数を（ ）内に示す．

住吉 6/7 音； 7(1)/9(2) 音； 6/9(2) 音；

桜狩 7(1)/9(2) 音； 6/6 音； 7/9(2) 音；

6/7 音； 6/6 音； 6/6 音； 6/6 音；

江の島曲 6/9(2) 音；

小督曲 7(1)/9(2) 音； 6/9(2) 音；

熊野 7(1)/9(2) 音； 6/7(1) 音； 7/7 音；

5/5 音； 6/7(1) 音；

四季の眺 6/7(1) 音； 8(1)/11(4) 音； 5/7 音；

6/6 音； 7(1)/9(2) 音；

六段調 6/8(1) 音；

四季の曲 6/8(1) 音；

弦に対応しない音は，声部で用いられても箏部では用いられない場合もあるので，ここに示した箏部の結果は，声部の結果よりも七音音階を支持するものではない．しかし，箏部においても，2.5%以上使用される音については，熊野 4 と四季の眺 30 以外はすべて 6 音以上であることから，五音音階とするのは不自然である．たとえば，住吉 1 では，F4 から E5 において，G，C，D は 10%以上，F と G# は 7%，D# は 6%であり，F を除外して五音音階の G 均とするのは無理がある．他の楽曲部分についても同様であり，箏曲の音階は基本的に七音音階であると考えられる．

## 5. おわりに

本研究では箏曲譜のデータベース化を目的とした旋律分析に必要な音律と音階を，次のように規定した．

- 楽譜情報から，旋律において連続する 2 音間の音程を抽出して分析し，箏曲の 1 オクターブ中の 12 音の間の音程を定め，演奏者の経験的知識を参考にし，周波数比を求めた．
- 楽譜情報の分析により規定した箏曲の音律が，中国雅楽の十二律の理論に適合することを確認した．
- 中国雅楽の七音音階および均の理論を用いて，箏曲の音階と均を理論的に定義した．
- 楽譜情報から各音の音高を抽出して分析し，箏曲の音階について検証した．均，調弦と均の対応，および七音音階について確認した．

本研究の目的は情報処理における対象領域の構造の規定であるので，明確に定義されている中国雅楽の理論に遡って検討した．本研究により，中国雅楽の理論の核が，中国俗楽，日本雅楽を経て箏曲に継承されていることが示された．また楽譜情報を分析した結果，音律については例外がきわめて少ないことから，箏曲で使用される音高および 2 音間の遷移に対して，音律

は厳密な制約になっていることが分かった。箏曲が江戸時代に検校を中心とする職業者集団により伝承されてきたことから、絶対音高が用いられており、音律の厳密性が維持されたと考えられる。それが楽譜に記され、現在まで保存されたと思われる。一方、音階については、均と七音階が確認されたが、音階を構成する音以外の音が用いられていることから、音階は強い制約ではないことが分かった。本研究では山田流の箏曲譜を使用した。分析の対象とした曲には、箏曲の原典といえる「六段調」や生田流箏曲も含まれているので、本研究で規定した音律と音階は、箏曲全体（現代曲を除く）に成立すると考えられる。

本研究の意義は、第1に、音律と音階を規定することにより、それを基礎として旋律のモデル化が可能となることである。旋律のモデルを応用し、伝承者による旋律の差異が表現できれば、箏曲譜のデータベースを実現できると考える。本研究は対象領域の構造を規定する重要性を示した。第2に、筆者らは将来的に演奏の録音・録画のデータベース化も検討しており、その際には、ここで規定した本来の音律を用いる予定である。第3の意義は、伝統音楽の伝承に対する提言である。たとえば、2002年より実施予定の日本伝統楽器の学校教育において、平均律ではなく本来の音律を用いることが望まれる。箏曲に限らず、日本伝統音楽の旋律は本来の音律においてより美しく聞こえると思われるし、古来の音律による演奏を伝承することは、文化の多様性を保ち創造の基礎になると考える。

謝辞 本研究の機会をいただいた早稲田大学小原啓義名誉教授に深謝いたします。多くの助言をいただいた早稲田大学理工学部白井研究室の皆さん、情報処理学会音楽情報科学研究会の方々、ならびに伝統音楽研究の諸先生に感謝いたします。また、箏曲の伝承に携わる方々に敬意を表します。

### 参 考 文 献

- 1) 出口幸子, 白井克彦, 小原啓義: 箏曲の声楽部における旋律の分析, 情報処理学会第58回全国大会講演論文集(2), pp.101-102 (1999).
- 2) 出口幸子, 白井克彦, 小原啓義: 箏曲異種楽譜の比較による歌の旋律分析, 情報処理学会研究報

- 告, 99-MUS-31, pp.85-90 (1999).
- 3) 出口幸子, 白井克彦: 箏曲における歌の音階に関する考察, 情報処理学会研究報告, 99-MUS-33, pp.33-40 (1999).
- 4) 伊藤松超, 高尾松容: 山田流箏曲三絃対照楽譜, No.ろ 23, 10, 48, 39, 40, 62, 3, 博信堂 (1988-98).
- 5) 中能島欣一: 山田流箏曲楽譜, No.1481, 1455, 1486, 1457, 1488, 1459, 1201, 邦楽社 (1971-97).
- 6) 今井, 村田: 山田流箏のかがみ第13編, 博信堂 (1988).
- 7) 平野健次, 上参郷祐康, 蒲生郷昭(監): 日本音楽大事典, 平凡社 (1989).
- 8) 東洋音楽学会(編): 日本の音階, 音楽之友社 (1982).
- 9) 東川清一: 日本の音階を探る, 音楽之友社 (1990).

(平成12年8月22日受付)

(平成13年1月11日採録)



出口 幸子(正会員)

昭和57年早稲田大学理工学部応用物理学卒業。昭和58年～昭和62年日本電気ソフトウェア(株)勤務。平成元年早稲田大学大学院理工学研究科電気工学専攻修士課程修了。昭和63年～平成3年(株)リコー勤務。平成4年より攻玉社工科短期大学専任講師。知識情報処理システム, CAI, 音楽情報処理等の研究開発に従事。電子情報通信学会, 人工知能学会等会員。



白井 克彦(正会員)

昭和38年早稲田大学理工学部電気工学科卒業。昭和43年同大学院博士課程修了。同年同大学理工学部講師。昭和45年同大学助教授。昭和48年工学博士。昭和50年同大学電気工学科教授。平成3年同大学情報学科教授。平成10年同大学常任理事。ヒューマンインタフェース, 音声認識・合成, 音声対話システム, マルチモーダルシステム, CAI, 信号処理アーキテクチャ等の研究に従事。電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本音響学会, IEEE等会員。