



# 琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

Title	パーソナルコンピューターによる音声信号の解析：琉球三味線の本調子について
Author(s)	山口, 喜七郎; 屋良, 朝夫
Citation	琉球大学教育学部紀要 第一部・第二部(33): 355-361
Issue Date	1988-09
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1887">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1887</a>
Rights	

# パーソナルコンピューターによる 音声信号の解析

—琉球三味線の本調子について—

山口 喜七郎\* 屋 良 朝 夫\*

Analysis of Sound Waves by Micro-Computer

-About Hon-cho-si of Ryukyu's Sanshin-

Kishichiro YAMAGUCHI Asao YARA

## SUMMARY

We analyzed sound waves of Ryukyu's Sanshin by the micro-computer with the interface of A/D-converter.

We got the musical interval ratio of Hon-cho-si of Ryukyu's Sanshin.

It is very similar to that of the just temperament scale.

We got about 740 Hz as the lowest resonance frequency of the trunk of Ryukyu's Sanshin.

According to the results by main component analysis, the contribution value of the first main component is not so large as we expected. It means the tone of the Sanshin has a wide variety.

## はじめに

パーソナルコンピュータ (パソコン) 用のインターフェースとして A/D (アナログ/デジタル) 変換装置を用いて、琉球三味線音の周波数その他の実態を分析し、あわせて琉球三味線音の特性、特徴をみるため主成分分析を試みた。琉球三味線には、調絃の種類として次の五調子がある。

- イ) 本調子
- ロ) 一揚調子
- ハ) 二揚調子
- ニ) 一、二揚調子

## ホ) 三下げ調子

本調子は基本の調子であり、他の調子の基礎になっている。

本調子を基に、一絃 (男絃: u-ziru)、二絃 (中絃: nakaziru)、三絃 (女絃: mi-ziru) を 1 音階揚げ下げして他の音階が決まる。

また、キーの高さは 2, 3, 4, 5 と四段階あり、数字の大きい程高く、奏者の好みや、演奏の目的で決めている。

今回使った音は、3 のキーで調絃した本調子である。

本調子の音階の名は

一絃 合, 乙, 老

二絃 四, 上, 中, 尺

三絃 工, 五, 六, 七・・である。

---

\* Physics Laboratory, Coll. of Educ., Univ. of the Ryukyus

装置・方法

機器や、装置について

コンピュータ	NEC	PC-9801 (5MHz)
A/Dコンバーター	I・Oデータ機器K.K.	PIO-9045 (12bit)
録音器	NATIONAL	RS-W8R
VTR	Victor	HR-2650
アンプ	PIONEER	SX-515

本調子の各音を十分な時間間隔をおいて出してもらい、手動録音にして記録した。AUTO 録音による音圧レベルに対する感度の不均一さを除くためである。

そのテープから百分の1秒までであるタイマー画面の入っているビデオテープにアフレコした。減衰の激しい三味線音をとらえることは困難であり、ビデオのタイマー画面を見ることで、入力スイッチをたたくタイミングを取った。パソコンが読み込む量も約70分の1秒と短い。次に読み込んだDATAを方眼シートの画面上に出し、適当な1波長分を切り取り、処理用DATAとした。

後半の主成分分析を考え、今回は11音階に各1個のDATAを準備して処理した。

計算処理の内容は前半各音声DATAについて周波数とフーリエ解析による倍音構成のヒストグラムの作製をした。

後半は、主成分分析の処理をした。11個の音について各々50の倍音の振幅値があり、その1組のDATAを規格化して50次元を持つベクトルとみなし、11組のベクトルとの相関の自乗の和が最大になるベクトルをヤコビ法を用いて求めた。

結果

11個の音の周波数と「合」音を基準にした周波数の比を求めてみた。比較・参考のため西洋音階の長音階について純正律音階と平均律音階の周波数比を併記した。表1である。

図1から図11までは各々の音についての倍音スペクトルを示したものである。波形については「合」音と、「七」音の波形を図1-bと図11-bに示す。図で上半分に示されたものは、全観測DATAであり、その中から1波長分を切り取ったものが

下半分に示されている。計算処理されるのは下側のDATAである。

表2は主成分分析の結果で、寄与値が0.1以上の第一主成分から第六主成分までの倍音スペクトル値である。

図12は表2の数値から第一主成分についての数値をヒストグラム化した。

表 1. 各音の周波数とその比

琉球三味線(本調子)				西洋音階(長音階)		
絃	音名	周波数Hz	周波数比	音名	純正律	平均律
一絃 男絃	合	109.89	1.000	ド	1.000	1.000
	乙	124.61	1.134	レ	1.125	1.122
	老	133.33	1.213	ミ	1.250	1.126
二絃	四	148.15	1.348	ファ	1.333	1.334
	上	163.27	1.486	ソ	1.500	1.498
	中絃	中	180.18	1.640	ラ	1.667
尺		202.02	1.838	シ	1.875	1.888
三絃 女絃	工	222.22	2.022	ド	2.000	2.000
	五	250.00	2.275	レ	2.250	2.244
	六	285.71	2.600	ミ	2.500	2.252
	七	291.97	2.657	ファ	2.666	2.668

表 2. 第一主成分～第六主成分の寄与値とスペクトル値

4.2157									
0.0032	0.1031	0.5443	0.6711	0.3480	0.3053	0.1628	0.0379	0.0199	0.0078
0.0035	0.0013	0.0040	0.0004	0.0043	0.0002	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002
0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9741									
0.0017	0.1864	0.7772	-.2751	-.2927	-.3915	-.2107	-.0347	-.0293	-.0083
-.0023	-.0017	-.0045	-.0003	-.0068	-.0002	-.0004	-.0004	-.0004	-.0002
-.0000	-.0001	-.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000
2.0285									
0.0019	0.0790	0.2201	-.6137	0.0671	0.6608	0.3515	0.0099	0.0591	0.0086
-.0018	0.0030	0.0052	0.0003	0.0143	0.0002	0.0006	0.0004	0.0006	0.0003
0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000
0.7763									
0.0038	0.3039	-.0426	-.2677	0.7928	-.4242	0.1415	0.0670	-.0290	0.0117
-.0040	-.0016	0.0095	0.0006	-.0080	0.0004	0.0004	0.0010	0.0008	0.0004
0.0001	-.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	-.0000	-.0000	0.0000
0.7147									
0.0101	0.9251	-.2213	0.1190	-.2407	0.1339	-.0681	-.0198	0.0075	-.0039
0.0019	0.0005	-.0033	-.0002	0.0022	-.0002	-.0002	-.0003	-.0003	-.0002
-.0001	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000
-.0000	0.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000
-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	0.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000	-.0000
0.2873									
-.0003	-.0164	0.0132	-.1075	0.3041	0.3407	-.8789	0.0349	-.0708	0.0017
0.0042	-.0022	-.0040	0.0007	-.0275	-.0005	-.0008	0.0007	-.0014	-.0004
-.0000	-.0002	-.0000	-.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000	-.0000	-.0000
-.0000	-.0000	0.0000	0.0000	-.0000	0.0000	-.0000	0.0000	0.0000	-.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-.0000	-.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

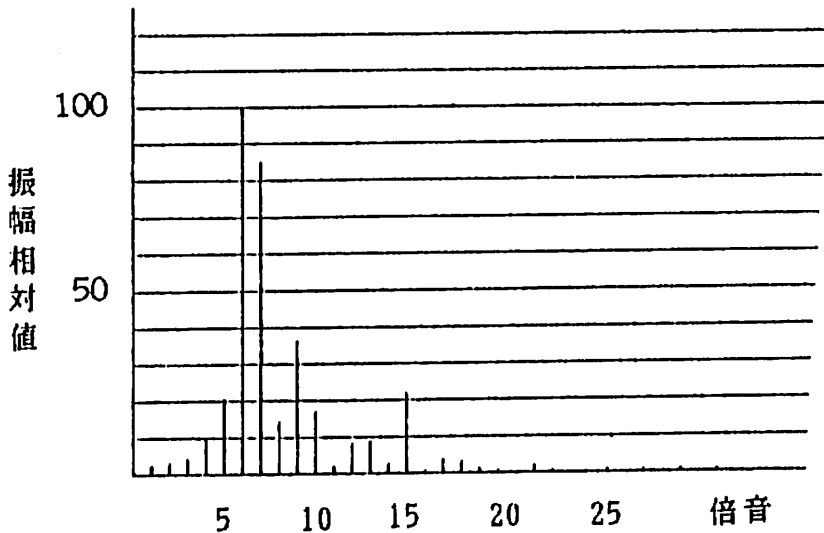


図1 「合」音の倍音スペクトル

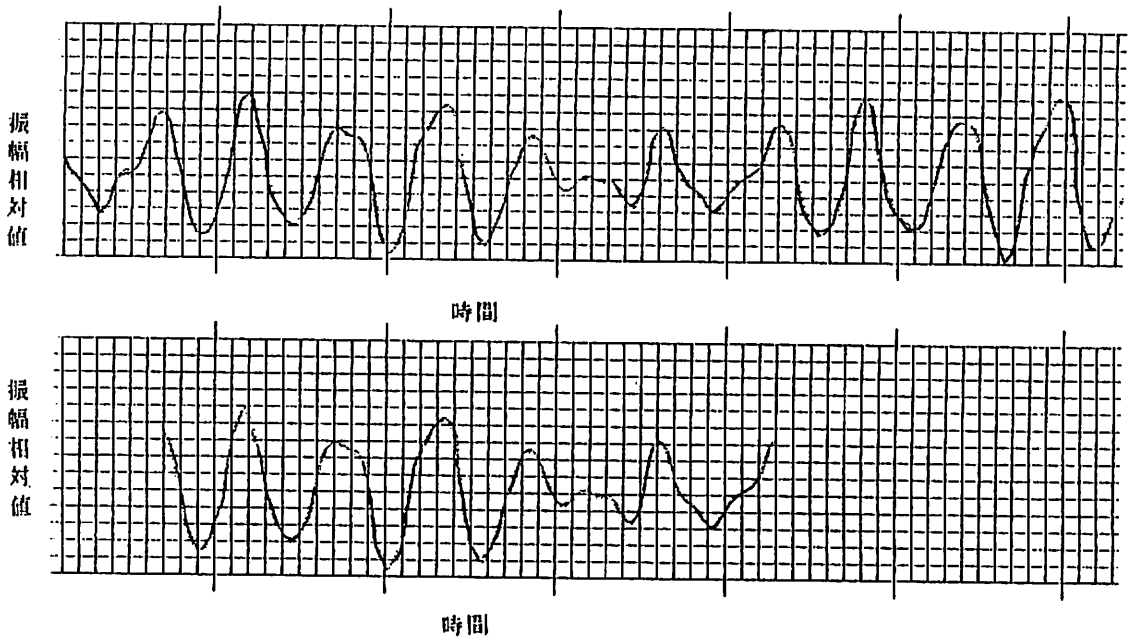


図 1-b 「合」音の波形

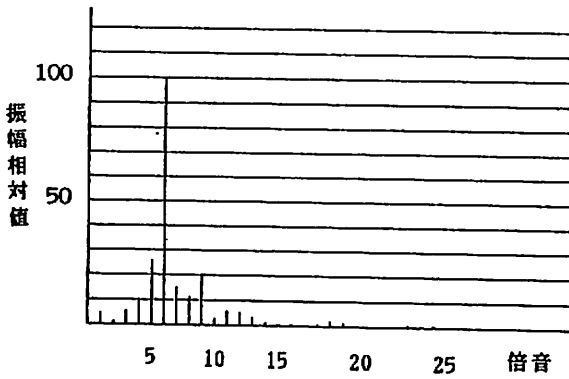


図 2 「乙」音の倍音スペクトル

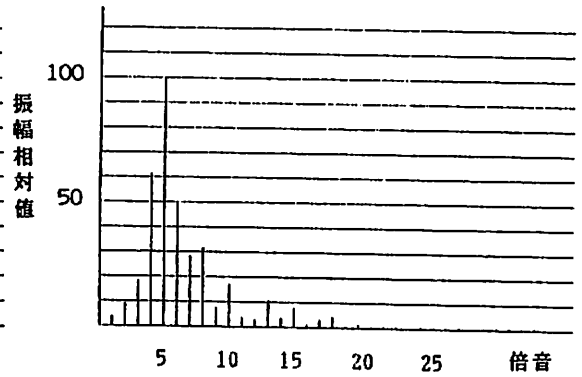


図 3 「老」音の倍音スペクトル

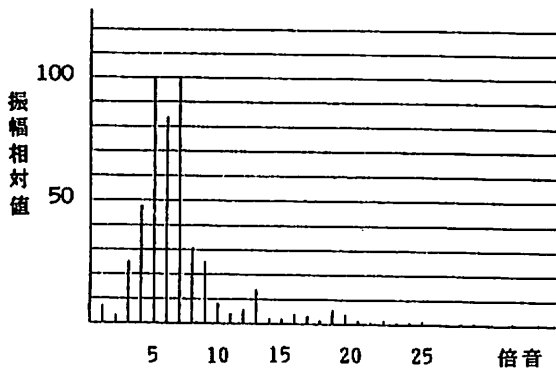


図 4 「四」音の倍音スペクトル

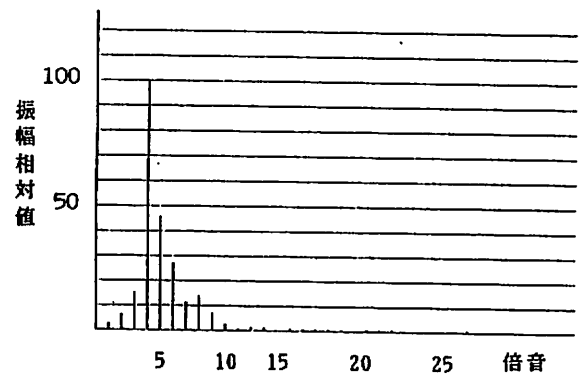


図 5 「上」音の倍音スペクトル

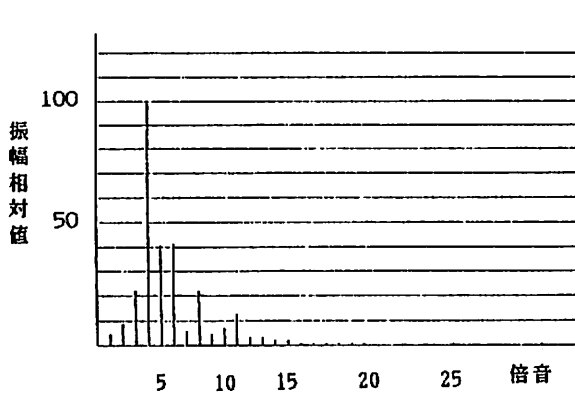


図6 「中」音の倍音スペクトル

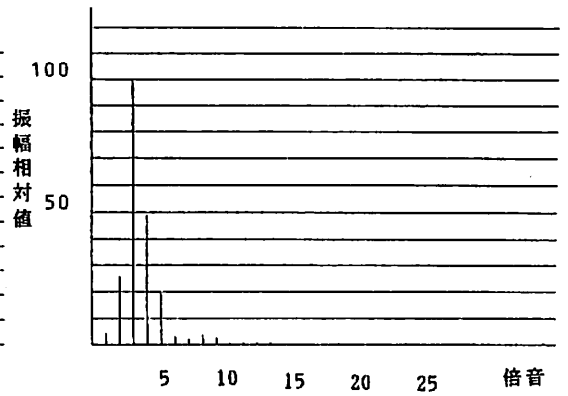


図7 「尺」音の倍音スペクトル

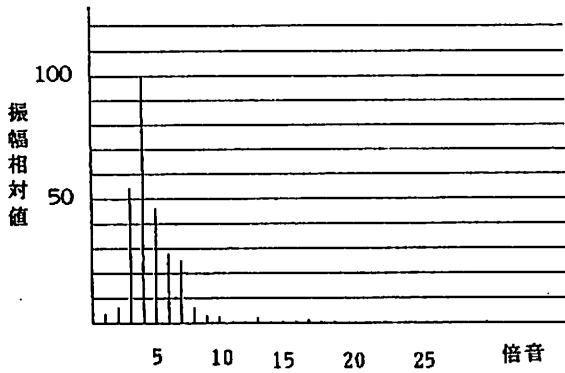


図8 「工」音の倍音スペクトル

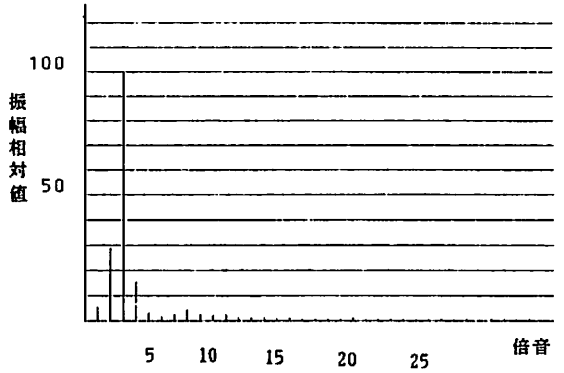


図9 「五」音の倍音スペクトル

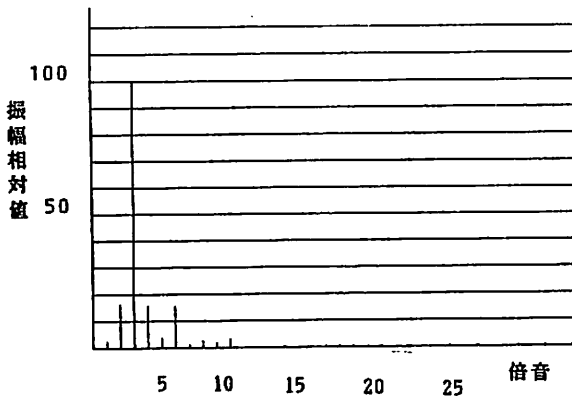


図10 「六」音の倍音スペクトル

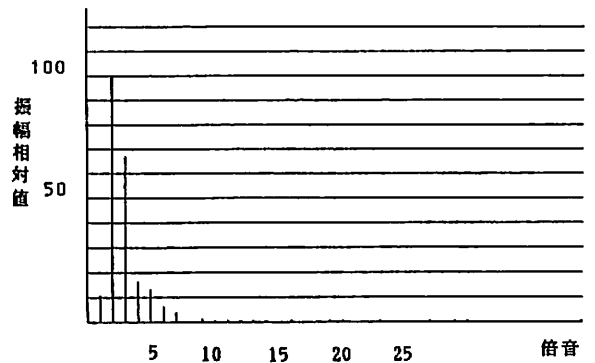


図11 「七」音の倍音スペクトル

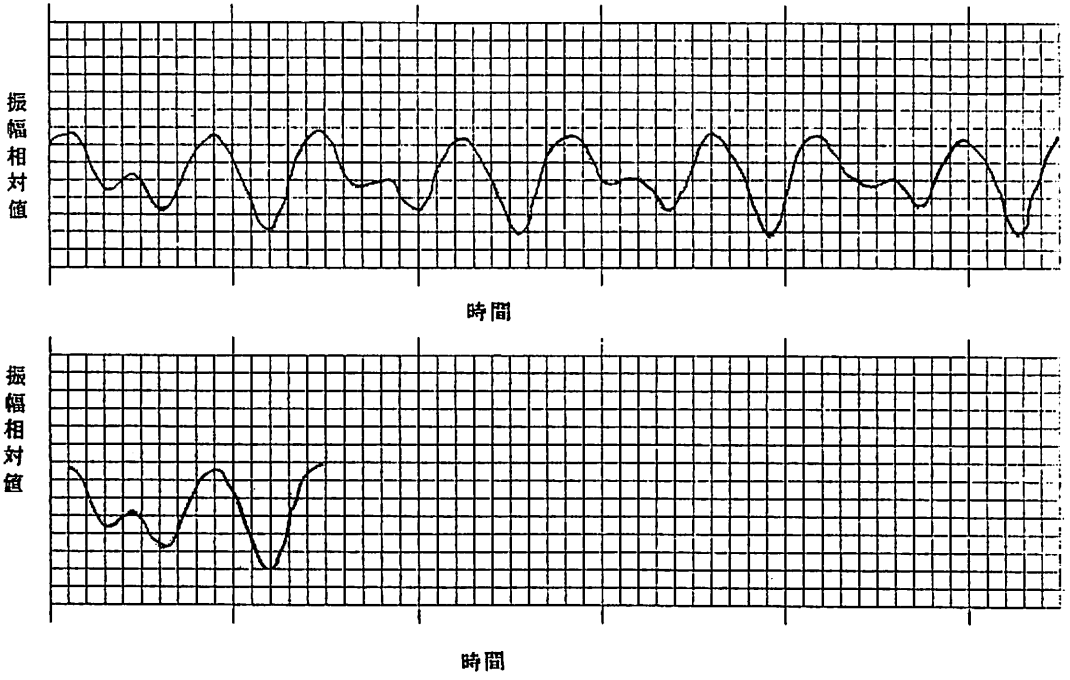


図11-b 「七」音の波形

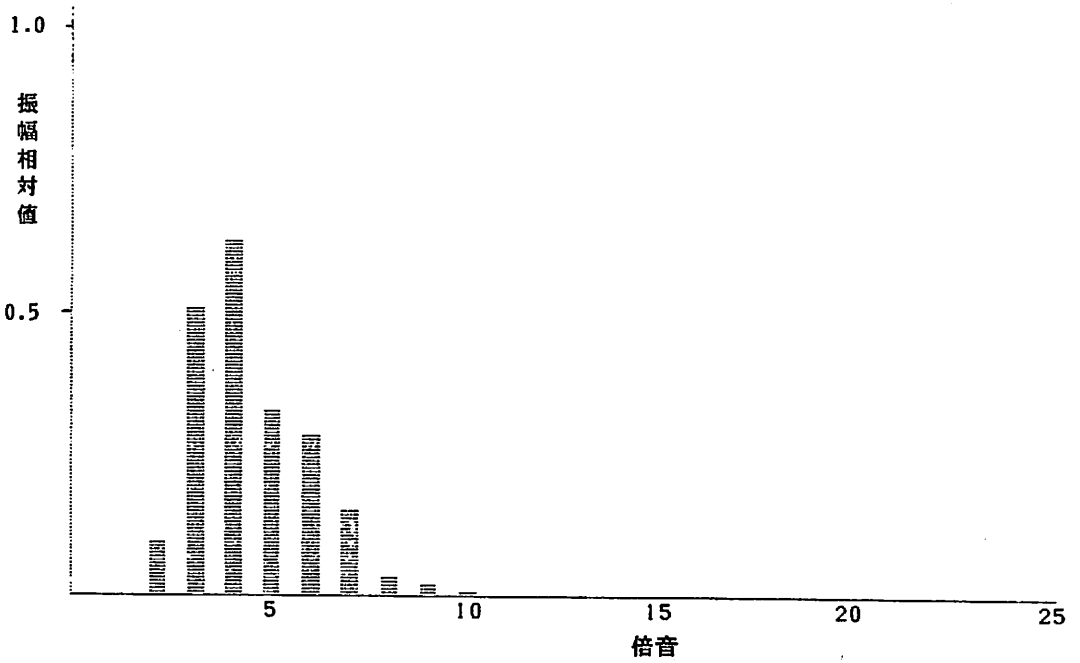


図12 第一主成分スペクトル

## 考 察

三味線音は減衰が激しく、音波波形の DATA 入力が困難であった。また、三味線音は倍音構成の時間変化があり、即ち音が短い上に、音の部位で倍音の構成が異なり、後部は単純な振動になっている。それらのことからサンプルの設定は、主成分分析の事も考えて前半部分の波形に三味線の音色の特徴が複雑な波形に表れている部分を探るように努めた。

3のキーに調絃した本調子の各音階の周波数を得た。それらの周波数の比は西洋音階では平均律音階より純正律音階に似ている。ただ「六」の音に多小狂いが認められる。

倍音のヒストグラムは「合」音から「七」音と高音になるにつれて、倍音のピークは6, 5, 4, 3, 2倍音と移行している。

主成分分析では第一主成分の寄与値として4.2157, 第二, 第三主成分に2.9741, 2.0285の値を得た。

## まとめ

身近なパソコンにインターフェースを付けることで割と手軽に音波波形の分析ができる。分解能は12 bitで、1信号のA/D変換速度は約20  $\mu$  sである。

音のソースは趣味で弾く奏者のもので、音程の精度はそれなりのものと考えている。その中で本調子の音階が西洋音階の純正律音階に似ていること、各音階の周波数値、倍音の構成の中で、倍音のピークが「合」音から「七」音と高くなるにつれて6.7倍音から5.4.3.2倍音へと確実に移行していることが見える。

各ピークの倍音の番号とその周波数との積は平均して約740Hzとなり、胴の最低共振数である。日本三味線の値が400~500 Hzであるのに比べ、多少高目である。

主成分分析からは予想に反し寄与値の極めて大きな主成分は出ていない。当教室の研究では人の言葉では50サンプルについて、第一主成分寄与値がおおよそ30, 第二が7, 第三が3と出ており、ピアノ音では20サンプルについて、第一主成分の寄与値がおおよそ18, 第二が1.5と出ている。今回は、

11サンプルを扱い、第一主成分の寄与値が4.21(第二が2.97, 第三が2.03となっている。第一主成分寄与値が特に大きいとはいえず、第二, 第三主成分まで広がりを見せている、そのことは音色の幅がかなり広いことに対応すると思われる。

三味線音の非倍音成分はシンバル音に近いことがいわれておりその事実を裏付けていると思う。

今後他の調子に付いて、また音の他の部位についても細かく検討し、確かな値にしたいと考えている。

## 謝 辞

音の読み込み用プログラムは賀数哲也教諭(佐敷町立佐敷中学校)の制作である。

快く、音のソースを提供して頂いた天願日出男教諭(県立前原高校)とビデオタイマーをダビングして頂いた宮城勉教諭(県立前原高校)のお二人に心から感謝致します。

## 文 献

- 1) 安藤 由典  
1971: 楽器の音響学 音学の友社 東京
- 2) 小橋 豊  
1969: 音と音波 裳華房 東京
- 3) 芝 祐 順  
: 因子分析法 東大出版会 東京
- 4) 登川 誠 仁  
: 琉球民謡 工工四 沖縄
- 5) 山口 喜七郎 屋良 朝 夫  
1983: 楽器音の倍音スペクトルの因子分析  
琉球大学教育学部紀要26集 沖縄