

# 現代楽器の時代的使用法の試み

—音響の比較考察—

小 澤 純\*

## Abstract

It is almost impossible to produce the sound of classical music as it was played by the original musical instruments. However, by modifying the way of playing modern musical instruments, we can try to create a sound close to that which was originally produced. Thus we can enrich the understanding of musical performance. This study aims at analyzing the following points; 1) recognition of the different sound produced by a piano tuned to mimic original pieces, 2) recognition of the sound of the violin and cello played as they were played traditionally, and 3) by analyzing the form of sound wave, verification of the difference between music played with and without modifying the playing style of musical instruments.

Key Words : tune, original sound, modern instrument

## 序

### [1] 研究のきっかけ

原点は調律に歴史的変化があることを80年代以降の古楽の流行の中で知ったことである。そしてその後、恩師園田高弘教授のサロンでヤマハの調律師、村上氏が目の前で平均率と純正3

---

A study of the use of modern musical instruments to approximate the sound of traditional instruments

\*Jun Ozawa

Correspondence Address : Faculty of Human Studies, Bunkyo Gakuin University,  
1196 Kamekubo, Oimachi, Iruma-Gun, Saitama 356-8533,  
Japan.

Accepted October 27, 2004. Published December 20, 2004.

度の違いを聞かせてくれたことであり、元同僚の後籐育慧氏によるいくつかの古典調律によるサロンコンサートの試みであった。

その後2001～02年の仏における在外研究中、パリ国立高等音楽院の古楽科の、ピアノフォルテのクラスを多く聴講した。その中で学生が作品の時代に合わせて少なくとも6種の楽器を使い分けて学習していた経験が直接的契機である。そのクラスでは学生も調律を学習することを知り、またナチュラルホルンとピアノフォルテによるレッスンなども聴講したことから楽器の使用法、特に調律のことを演奏する時に考慮するべきということを考えるに至った。

## 〔2〕 目的

ある楽曲の演奏を行う時、その演奏を自分にとって確かなものとするためには、単体の音を読み取るだけでなく、フレーズを、文章として文法＝和声法に則った読譜をする事が出発点である。その上で文章構成を理解する分析力や、作曲家の語り口、技法等の知識、他の芸術家等との交流関係、当時の社会状況など歴史的要素の知識も必要となる。その社会状況の中には楽器の発達、変化もあり、調律法、楽器の使用法の変化もある。望むべきは、楽器の発達、変化に関しては時代を追ってオリジナル楽器に触れ、調律を含む使用法の変遷も時代条件を考慮して適当と考えられる組み合わせで実地体験をすることである。

しかしわが国の現状ではオリジナル楽器に触れられるのは機会に恵まれた一部の人間にすぎず、レプリカ（復元）楽器といえども触れてその上で演奏の機会に恵まれるのは少数の人間のみである。従って殆どの音楽学生は楽器や使用法、調律法のことを学ぶどころか、考える機会も無いまま大学を卒業してしまう。そのため200年以上の開きがある作曲家の作品を同じ楽器で同じように考え同じ奏法で演奏することになる。それでは演奏を確立するためには不十分であると考える。

このような考えから様々な条件が揃うベストの状態を待つのではなく、一つずつでも条件を整え実体験＝比較検討の場を作るべく、ピアノにおいては調律法が違うことによる音響の相違と、弦楽器（ヴァイオリン、チェロ）においては弦、弓の使用法の違いによる音の相違を実感、経験するだけでなく、視覚的にも確認できるように音響分析をすることを目的とする。

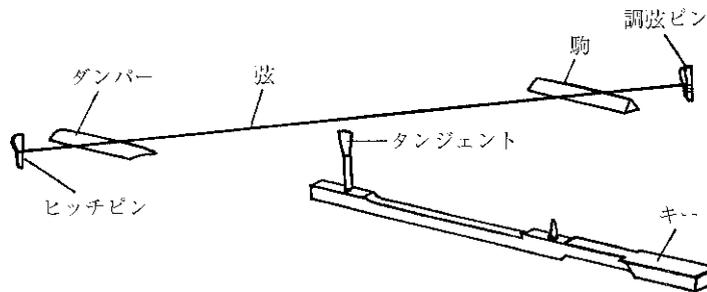
# I 楽器の変化 使用法の変化

## 〔1〕 楽器および使用法の変化

### 1) ピアノの変化

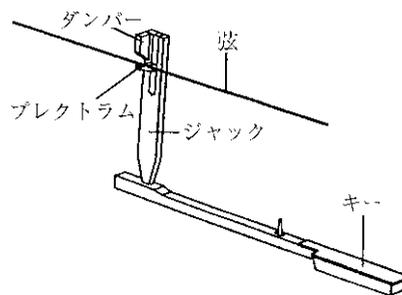
- a 変化の原因 現在のピアノの原型といえるピアノフォルテは1709年にイタリアのクリストフォリにより発明された。それまではクラヴィコード、ハーブシコードがオルガン以外の鍵盤楽器の主流であった。クラヴィコードは打弦楽器であるが（クラヴィコードの

発音機構 図1) 非常に音が小さく室内楽器であり、ハープシコードは音量はあるが撥弦楽器のため(ハープシコードの発音機構 図2) 音量の差が作れない楽器であった。時代の変化と共に演奏表現の拡大(調性の確立, 和声の多様化, 楽曲の大型化), 演奏会場の拡大(舞踏会場のような大広間等)に伴いより大きな音量と, 音量を変化させられること(フォルテ, ピアノ)が求められるようになった。それに伴い18世紀後半から19世紀にかけてピアノフォルテは急速に発達を遂げ, とくにL.v.Beethovenの時代に飛躍的発達を遂げる。



出典 『ピアノの歴史』音楽之友社 1998年第6刷 p.21

図1 クラヴィコードの発音機構



キーを押し下げると先端のジャックが上がり, プレクトラムが弦をはじく。

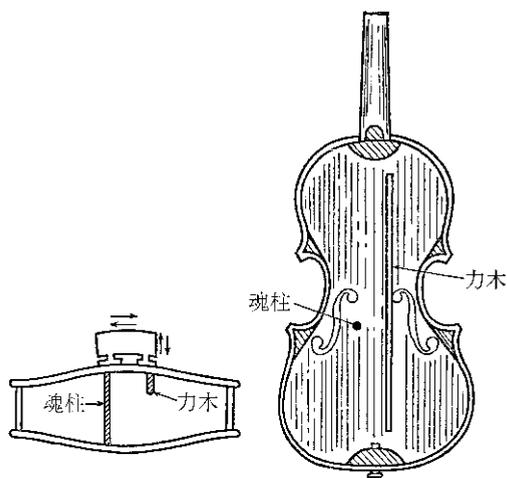
出典 図1と同じ p.29

図2 ハープシコードの発音機構

- b 構造の変化 ピアノフォルテの発明の一番大きな特徴は, クラヴィコードが打弦後弦からハンマーが離れず, 押さえていると響きを止めることになることに比べ, ピアノフォルテは打弦後ハンマーが弦から離れることにより響きを止めないことであり, 鍵盤の押し方により音量に変化が作れることである。響きを止めない装置をエスケープメントというがその構造と打弦構造の代表的なものの構造図を示す。

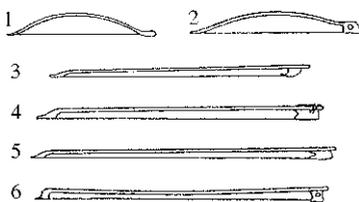






出典 『楽器の音色を探る』中公新書 1978年 p.90

図7 バイオリンの構造



1. 15世紀の弓（『恋のつまづき』写本より）
2. 16世紀の弓
3. 1650年頃
4. 1680年（自在鉤つき）
5. 1700年
6. 1780年

出典 『ヴァイオリン』白水社 1967年 p.14

図8 弓の説明

音色の変化は予想を越えたものであった。

## [2] 調律法の変化

音律（音階）というものは西欧においてギリシャ時代から論理的に考えられていた。<sup>(1)</sup>自然音律＝倍音律から作られる音律（音階）が楽器に使われると調律法ということになる。その変化をかいつまんで列挙し、その中で今日有効な、又再発見＝再利用すべき調律について記述する。

音律における課題は自然倍音から音階を作ると、完全5度（ $2/3$ ）から作る音程と長3度（ $4/5$ ）から作る音程に誤差が出るという問題が起る、この問題をどのように解決するかの歴史である。

音律を記述するに先立ち、音の高さを表す周波数（振動数）＝ヘルツと、音高の差を対数で

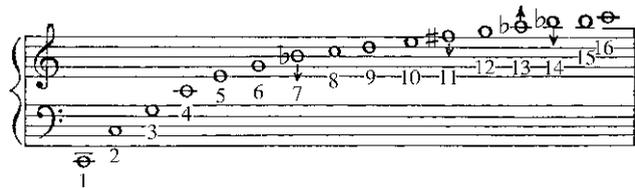
表すセントという数値を提示する。

周波数では標準音高をイ(A)=440ヘルツとして計算、表示する。その結果6度下のハは純正律で264.00ヘルツ、平均律では261.63ヘルツになる。これでは比較検討が複雑で困難なので、音程比を対数で表すセントという数値がイギリスのA.J.エリス<sup>(2)</sup>により提案された。これは平均律の半音を100セントと定めるものである。従って1オクターブは1200セントになる。そして完全5度は700セントであるが、ピタゴラス5度は702セントになり、5度圏1周で24セント<sup>(3)</sup>広がる。これをどのように1200セント内に納めるかが課題の一つである。またピタゴラス5度からC-Eの3度を作ると408セントになるが、純正3度は386セントでここに22セントの違いが出来る。これをどのように解決するかも大きな課題である。

1) 自然倍音律 (純正律)

自然倍音率というのは、ある音源を弦に例えるとその1/2の長さの弦はオクターブ上の音程になる。そしてその2/3の長さは5度上の音になる。基音が「ド」ならばオクターブ上の「ソ」になる。このように(倍音表 表1)自然の倍音を使って作る音階=音律を言う。管楽器特に金管楽器は構造上自然倍音による楽器である。

表1 自然倍音列の音程 (矢印は平均律からのずれの方向を示す)



2) ピタゴラス音律<sup>(4)</sup>

5度の繰り返して音階を作る方法をピタゴラス音律という。(同じ方法を中国では3分損益法と言った)。この方法では5度は純正で美しいが、3度が不純で唸りを生ずるため不都合が起る。この唸りをビートというが、調律の歴史はこのビートとの戦いであった。

3) アーロンのミーン・トーン (中全音律)<sup>(5)</sup>

純正律では3度と5度の両方を純正にすることは出来ない。そこで3度を純正にするか、5度を純正にするかの選択の中で、このミーン・トーンはできるだけ多くの長3度を純正にするために12個の5度の内11個を同一のわずかに狭い幅にした調律法である。そのため純正律では全音が大全音と小全音の2種類あったのに対して中全音の1種類で良いことになった。これで一つの音名に対するピッチは1種類に決められることになった。但しこの音律はオリジナルの形では3つの#, 2つのbの調までしか使えない。それ以上の調号の調ではヴォルフが現れるからである。

4) ヴェルクマイスター<sup>(6)</sup>

この調律法は約100年間平均律と信じられてきた。我が国でもJ.S.Bachの2巻からなるプレリュード、フーガ集を平均律ピアノ曲集と呼び習わしてきた。それは単に日本語に訳するときの誤訳ではなく、ヨーロッパにおいても長い間そのように考えられていた。これはピタゴラス調律の発展系である。ミントーンのヴォルフを多数の純正5度に「上手く」分散させる方法である。この「上手く」という言葉が「平均律」と誤解された言葉である。これには3種の方法がある。

5) キルンベルガー<sup>(7)</sup>

この調律法は純正律およびミントーンの改良法である。この方法の特徴は先ずC・Eを純正長3度にとることである。この音程はオルガン、チェンバロでは大変美しい響きを作り出す。但しピアノでは少し力強さに欠ける。これも3種の方法がある。特に第3番はCGDAEの5度がミントーン5度になり好都合である。

この3) 4) 2種の方法はヴォルフを起こす歪みを4箇所分配到して解決するので四分の一と呼ばれる。この2つを称してウェル・テンペラメントと称する。

6) ヴァロッチェ<sup>(8)</sup> & ヤング<sup>(9)</sup>

前記の不純な響き＝ヴォルフを4箇所ではなく6箇所に配分するという方法を考えたのがF. ヴァロッチェでありT. ヤングであった。5度圏の右半分にミントーン5度を配し、左半分を純正5度にする。これにより12音二十四調への転調が可能になる＝聞ける、使えるようになった。これまではJ.S.Bachもインヴェンション、シンフォニアにあるように24調中15調しか使わなかったが（響きが汚くなり使えなかった）、24調使えるようになり「平均律ピアノ曲集」と呼ばれる曲集を作ったという説もあり、この調律をウェル・テンペラメントとする説もある。

7) 八分の一

これは前記ヴァロッチェ&ヤングから平均律への移行の方法であり、誰が考えたということはいえないが、響きに調性感が残る方法である。これはビート＝ヴォルフ（数値として24セント）を8箇所に分配する方法である。

8) 平均律

半音を100セントと規定し、1オクターブが1200セントになる、機械的であり、人工的な音律である。厳密な意味では現代の振動数の測定器、調律時のチューナーが無ければ成り立たないが、1840年代にはイギリスのブローウッド・ピアノの技師、調律師であったにエリス（前出）によって製品の調律を平均律にすることが提案され、使われ始めた。当時は唸りの数を耳で聴き取ることによって調整した。その方法を現在の機器で調べても、0、1セント以下の誤差であるという。ただこの調律法では純正な響きは、オクターブ以外は成立しないため、ある意味では全て不純、ごまかしといえる。しかしドビュ

ッシー、ヴェーベルン以降の、調性が曖昧、または無くなり、音程の違いが等価値である必要が生じた、無調という事態に対処するには平均律でなくてはならない。

今回はこれらの調律法の内、現在の演奏活動上最も基本となるバロック、古典派の音楽に適するヴェルクマイスター第3法、キルンベルガー第3法と近現代の音楽に適した平均律の比較という条件で比較検討研究を行なった。

## II 音響の分析

### [1] 異種調律によるピアノの音響変化

2台の、同機種のピアノ間の相違（ヴェルクマイスターと平均律の比較）

ピアノ1	スタンウェイ	S型	(1938) No.290336	表2
ピアノ2	スタンウェイ	S型	(1961) No.374050	表3

### [2] 使用法の違いによる、ヴァイオリン、チェロの音響変化

ヴァイオリン

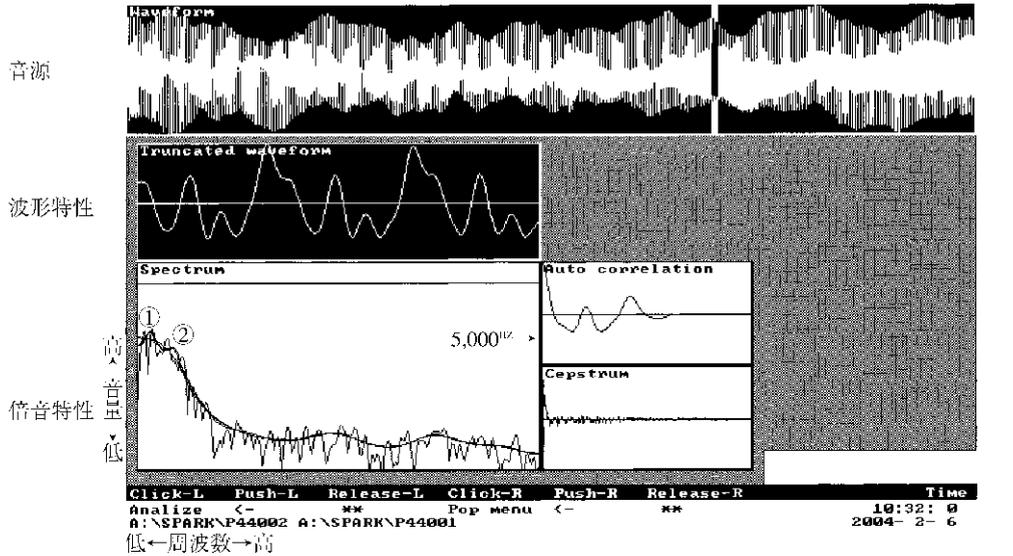
- 1) A.ガッルネリ (1690) クレモナ
  - a スチール弦, 顎当て, 肩当使用, 弓モダン (現代通常) 使用 表4
  - b スチール弦, 顎当て, 肩当未使用, 弓古典的使用 (少し短く持つ) 表5
- 2) A.ロベスカッリ (1931) クレモナ
  - a スチール弦, 弓モダン使用 表6
  - b スチール弦, 弓古典的使用 表7
  - c ガット弦, 弓古典的使用 表8

チェロ

- 1) H.ドゥラズィー (父) (1850頃) ミレクール
  - a スチール弦, エンドピン使用, 弓モダン使用 表9
  - b スチール弦, エンドピン未使用, 弓古典的使用 表10

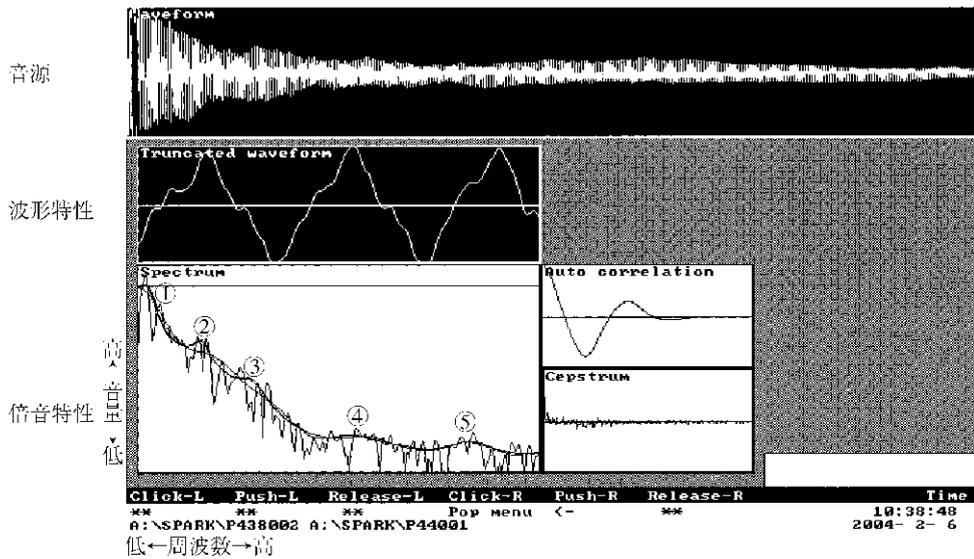
今回のこの分析において分析表中、正弦波の重なりが分かる波形特性 (図9参照) と、倍音の含有状態が分かる倍音特性を、それぞれ表2と3, 表4と5, 表6と7と8, 表9と10において比較考察した。その結果それぞれかなり顕著な違いが判明した。

表2 ピアノ1 (A=440Hz)



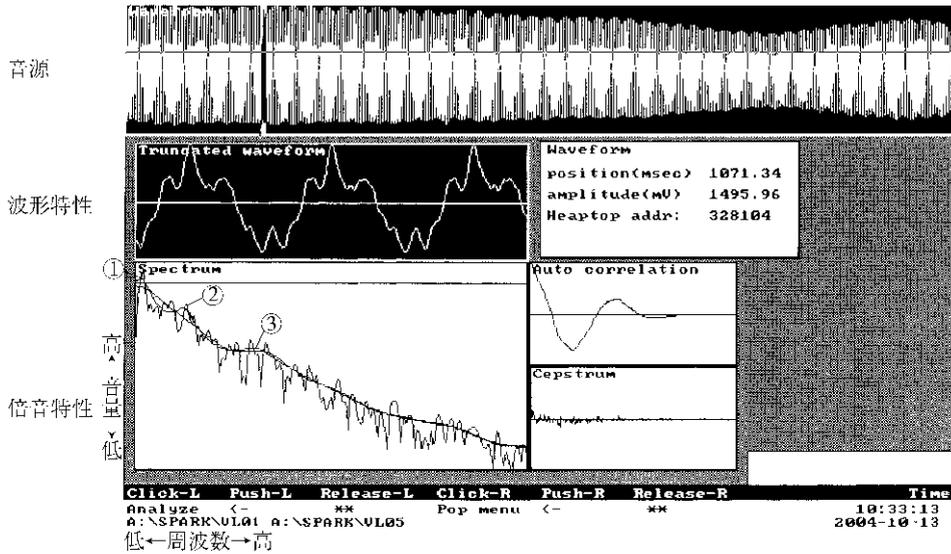
- ・①②は倍音
- ・波形特性は438Hzの音よりも分析データはいくらか豊かといえる、しかし倍音は少ない

表3 ピアノ2 (A=438Hz)



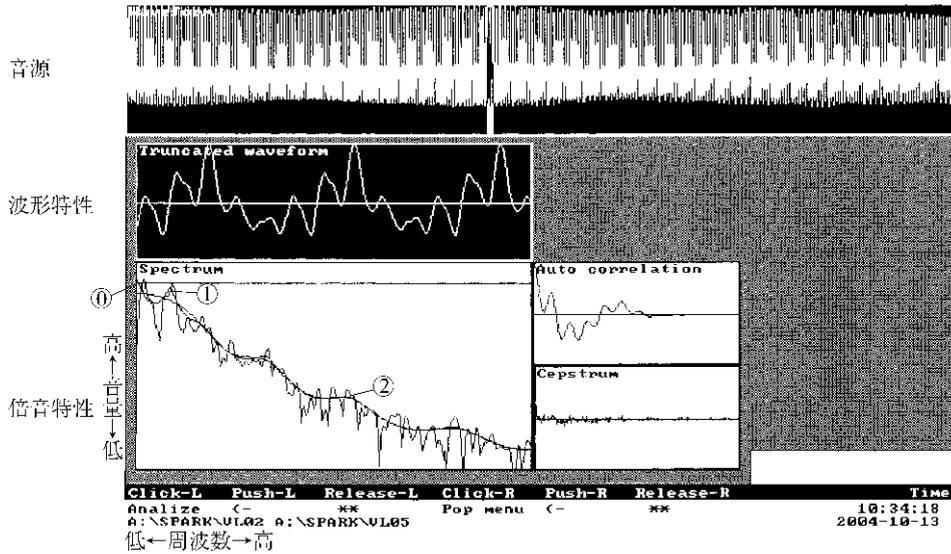
- ・①②③は倍音
- ・波形特性は440Hzと比較しデータ上では音叉のように澄んだ音だが、なぜか倍音が多く、440Hzと違った形で音量が豊かといえる (個性的音色とも考えられる)

表4 ヴァイオリン1-1 (A=442Hz)



- ・倍音 ①49Hz/②641Hz/③1562Hz
- ・倍音の①と②がある楽器の基本的音色を示す。
- ・③以下は個体の差で、音を発する技術（演奏法）も影響する。

表5 ヴァイオリン1-2 (A=438Hz)



- ・①49Hz (計測不可…49以下である)/①444Hz/②2664Hz

表6 ヴァイオリン 2-1 (A=442Hz)

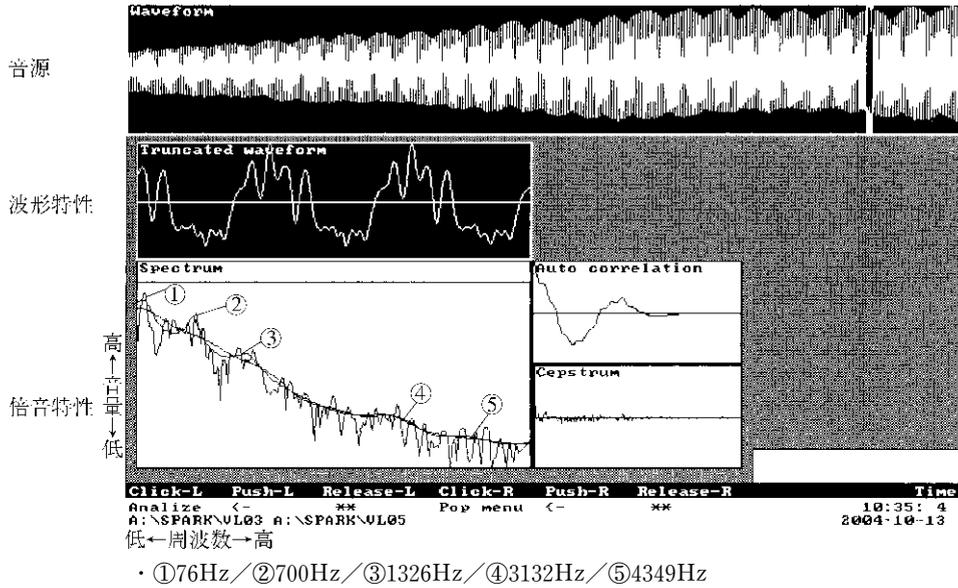


表7 ヴァイオリン 2-2 (A=442Hz)

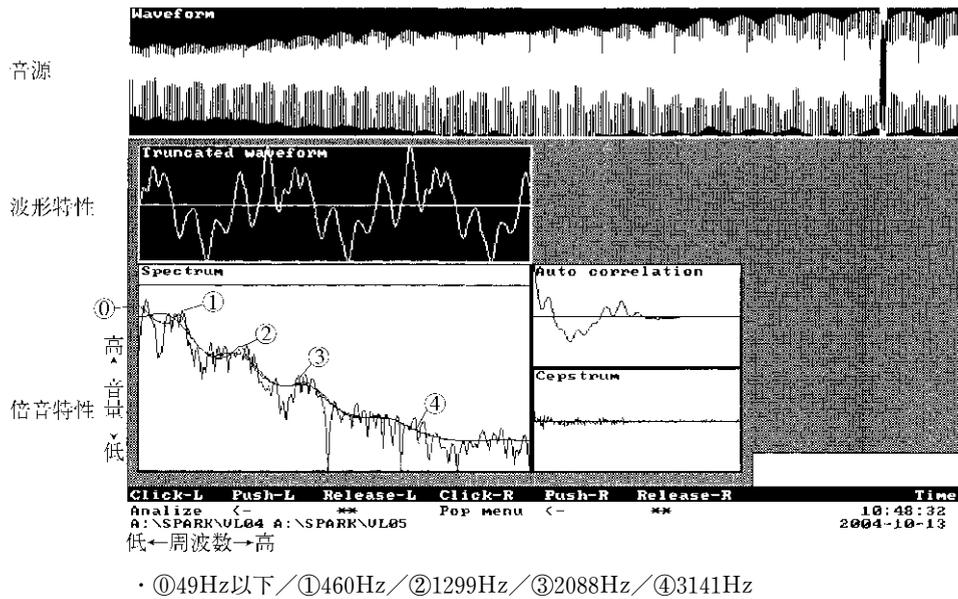


表8 ヴァイオリン2-3 (A=438Hz)

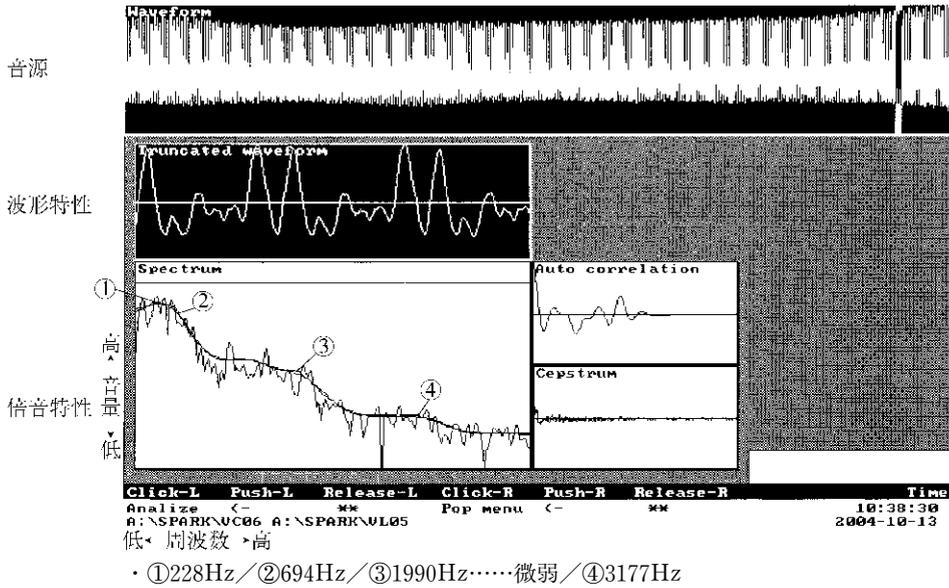
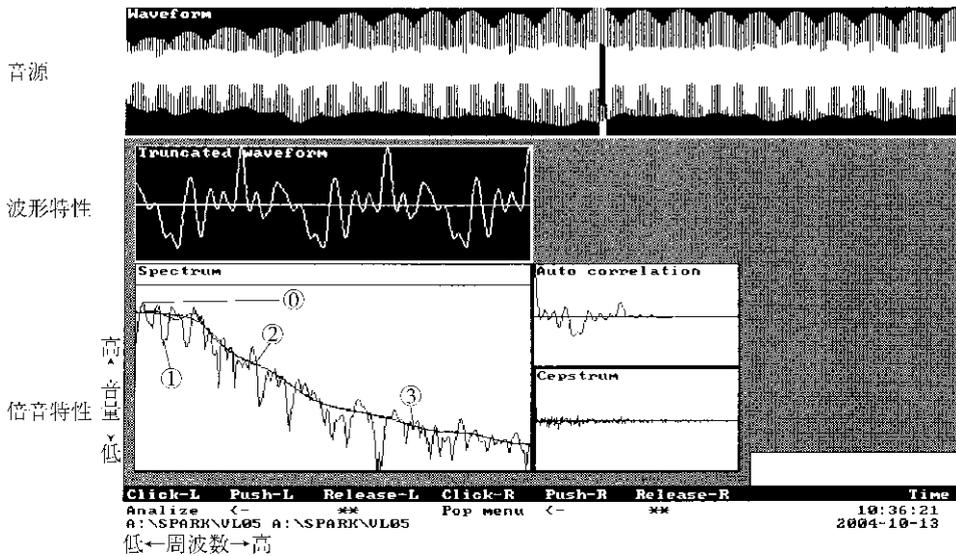


表9 チェロ1-1 (442Hz)

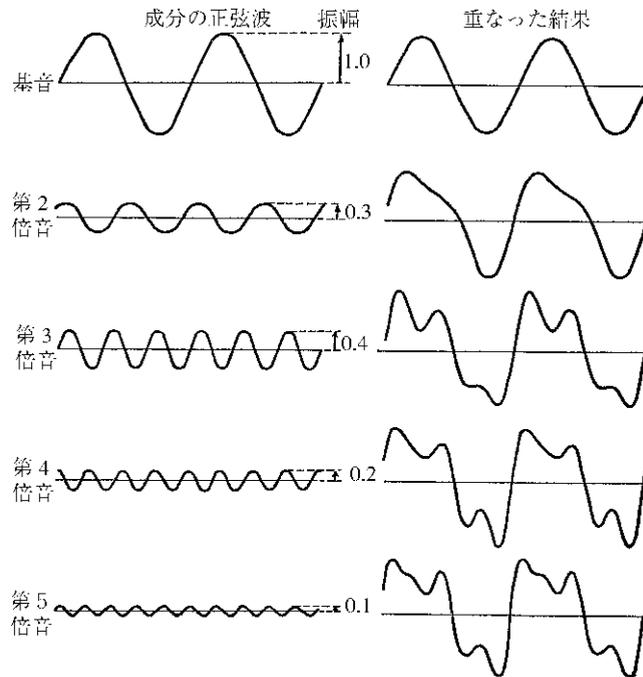
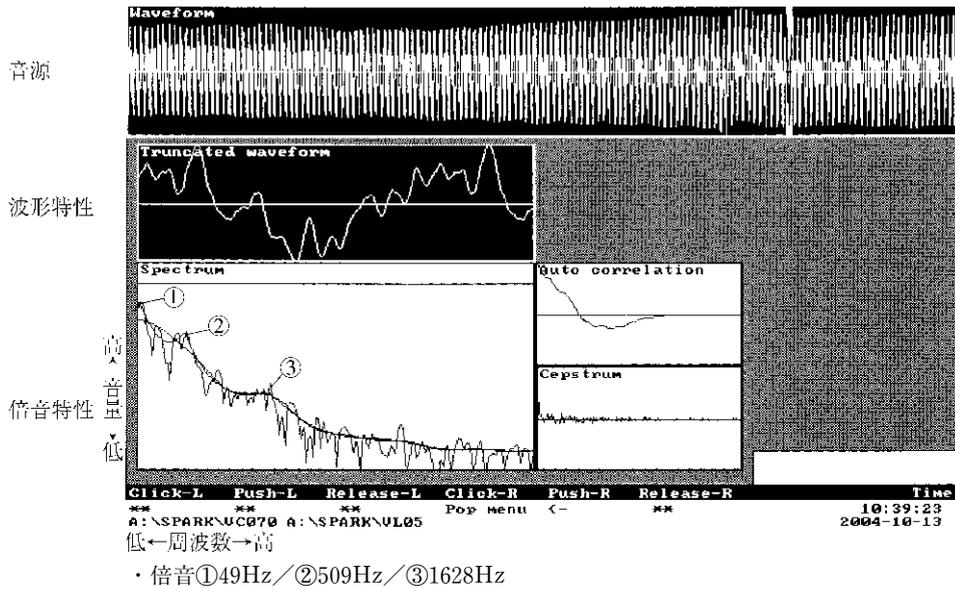


④49Hzだがもっと低域に山が存在すると思う(計測不可)

- ・倍音①378Hz
  - " ②1628Hz
  - " ③3207Hz
- の3つの倍音が存在する。

- ・おおむね倍音①②が各々の楽器(管, 弦, その他)らしく我々が聴いて伴別できる特長を示す。③は, その楽器の個体そのほかの特長として生じるといわれている。
- ・のこぎりの歯のようになっているのも倍音である。
- ・なだらかな曲線はそれを集約した全体的特長である。

表10 チェロ 1-2 (A=438Hz)



出典 図7と同じ p.74

図9 正弦波成分の重なり

### III まとめ

#### [1] 相違の確認

以上のような分析の結果、耳で感じる、味わうだけではなく実際の分析においても音響の相違は明らかであった。ただ音色等の要素は受け取る側の感性に大きく左右されるので記述をなるべく控えた。各自がこの研究をスタートとして利用してもらえることを願う。今回この研究において感じたことは、ピアノにおいては響きの相違というだけではなく、演奏するものにとっては、音色、音の立ち上がり、透明感、音の鋭さ、表現の質の違いなど多くのことを考えさせられ、ヴァイオリン、チェロにおいても音色、響きの深さの違い、音量、音の鋭さ、弦を押しさえるポイントの幅の違い等様々な相違を感じ、考えさせられることであった。これらはただ「音」の違いだけではなく音楽を生んできた時代の条件の違いではないかとも考える。

#### [2] 今後の演奏に活かすこと

今回のこの試みは時代楽器のオリジナルやレプリカに接することが出来なくても次善の策として少なくとも音響の違いを実感することが出来るという実験であった。この研究を踏まえると現在のようにバロックから近、現代まで1台の平均律のピアノで演奏するのは不適當であり、少なくとも古典以前、以降で2台の、2種類の調律のピアノを用意する必要があり、そうすることで時代に則した響きの演奏が可能になる。その意味では2002年9月23日に行った東京音楽協会22回定期演奏会における今回と同名の「現代楽器の時代的使用の試み」と言う公演で得られた、ピアノの調律を変え、弦楽器の使用法を変えたことによる「響きの違いを楽しんだ」という評価は分析からも実証されたと考える。可能ならば、バロック、古典とロマン、近現代の3期に分けての用意をすれば違いが明確に認識でき、より適切な演奏解釈が出来ると思う。そしてその条件で歌の伴奏、室内楽等を演奏することで他の楽器、声楽とも共に研究を続けたい。

### IV あとがき

今回この論文を書くにあたり重要な音響分析は私の経験の足りなさから旧友の群馬大学講師大澤精市氏に依頼した。

分析作業は以下の状況において行われた。

1 私が当該楽器の音源部分から1.5mを目処にマイクをセットし、DATで音を採取した。ピアノは設置場所の関係でマイクを同じ向きにはセットできなかったし、弦楽器は奏者が動くのでマイクからの距離を一定には出来なかった。

2 大澤氏がDAT（48kHz）からA/D変換ボード（岩通IS3690）によりPC（8kHz）に移し音声工房（NTT，アドバンステクノロジー）により分析を行った。

また今回のこの論文において困難だったことは、条件として記述すべきことが多岐に渡り、余りに専門すぎて全てを記述すると膨大な量になり、肝心の音響の変化の記述が不明瞭になることであった。特に調律＝音律については1つの音律についてさえ1章を要するものであり、特に説明に必要なピタゴラスコンマ，シントニックコンマ等の用語をを使わずに，説明せずに書き進めるのはなかなか困難であった。これら調律法に関わることは専門のピアニストでも知識のあるものは極少数であるという日本の現状が危惧されるものであることから，少しは知識の拡大に役立たないかという思いがあった。そしてそれよりも何より，響き＝調律の違いを知ることにより，感覚，感性を豊かにすることができ，演奏表現でできることをより広げられるということを是非とも音楽を専門にするしなないに関わらず広く知ってもらいたいと考える。

#### 参考文献（参考度順）

- 1 ゼロビートの再発見 復刻版（株）ショパン 2004年
- 2 ゼロビートの再発見 技法編 復刻版（株）ショパン 2004年
- 3 複合純正律の華 ノクターン 音楽之友社 1996年
- 4 ピアノの歴史 音楽之友社 1998年
- 5 楽器の音色を探る 中公新書 1978年
- 6 音と音楽の基礎知識 国書刊行会 2001年
- 7 ヴァイオリン 白水社 1967年

#### （注）

- （1）音階，音程そのものは中国で9000年前の動物の骨による笛が発見されたようになり前から使われていたものと分かっているが，論理的考察がなされ，それが現在判明するのはギリシャ時代からであると考えられている。
- （2）Alexander John Ellis 1814～1890 イギリス数学者。音階や音組織の研究も行い，音程の単位としてのセント値を考案した。
- （3）5度圏とはある音から5度ずつ積み重ねてゆくとこの図のように（図10）サークルができる（サークルを作って考える）ことを言う。これには音名5度圏，セント値5度圏，調性5度圏の3種類が使用できる。

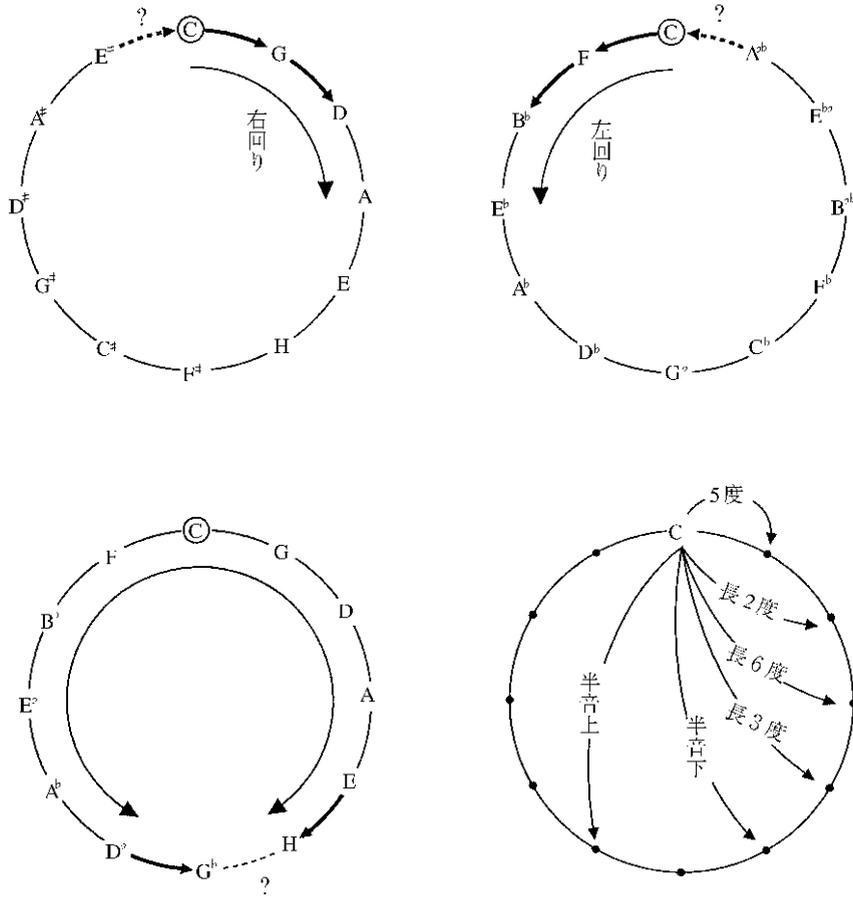


図10 音程と区間数の関係

- (4) Pythagoras B.C.c580~c500 ピタゴラスの定理で有名なギリシャの哲学者，数学者。
- (5) Pietro Aaron 1480~1545 イタリアの理論家，作曲家。中全音律を理論的に明確化した。
- (6) Andreas Werckmeister 1645~1706 ドイツのオルガン奏者，理論家。
- (7) Johann Philippe Kirnberger 1721~1783 J.S.Bachの弟子であったドイツのヴァイオリン奏者，理論家，作曲家。
- (8) Francesco Antonio Vallotti 1697~1780 詳細不明。
- (9) Thomas Young 1773~1829 ヤング率，ヤング・フレネルの波動説，ヤング・ヘルムホルツの三原色説に名を残すイギリスの物理学者。数学，医学，生理学，工学，音楽等に大きな業績をあげた。