

創作ノート

黄金比調弦による弦楽四重奏曲の作曲技法 Scordatura by the golden ratio and composition of string quartet

横山 真男

Masao YOKOYAMA

明星大学

Meisei University

概要

自然界にみられる美しい比率といわれる黄金比を用いて、独自に計算した音列を生成し、その音列から各パートの調弦を指定した。音列の計算方法は、まず基準音を選び、それに黄金比 1.618 を順次繰り返し掛けていき、また、1 オクターブ以内に収めるために適宜素数で割っていくと、ある音階のような周期的なピッチ列が得られる。そのピッチ列より作成した音律は、従来の完全五度で調弦された音楽とは異なる独特な音程で構成された音律となる。その音列を弦楽四重奏曲に適用するが、その際、一般的に弦楽器演奏者は従来の平均律や純正律とは異なる黄金比のピッチを演奏するのは困難なため、本作品では開放弦やナチュラル・ハーモニクスだけで楽音を構成している。本創作ノートでは黄金比調弦を用いた作曲例として「黄金比調弦による弦楽四重奏のための5つのバガテル」(2020年1月, TAMA Music Festival)を紹介する。各楽章で用いた開放弦とナチュラル・ハーモニクスによる様々な弦楽器(弦楽四重奏)の奏法についても示す。

1. はじめに

筆者はこれまで新しい独自の音律の開発とその音律による作曲法について模索してきた(横山 2017; ?)。本稿ではその一環として、黄金比を用いた音律の計算方法とその音律による作品を紹介する。

これまで西洋音楽は、ピタゴラスが約 2500 年前に発案した 12 音から成る、いわゆるドレミの音階を使って書かれることがほとんどである。もちろん、20 世紀に入ると微分音やクラスターを使った音楽が生まれ、さらにノイズ、環境音、電子音など様々な音が音楽の素材として盛んに用いられるようになり、音楽の構成要素は大変多様化してきた。本稿は、音律そのものを変更し、ドレミではない新しい音律による独特のハーモニーやサウンドの曲を作ろうというものである。新しい音律の生成に関しては、ただ漠然と平均律の中間

的なピッチを登場させるのではなく、やはり何らかの秩序と法則でもって新しいピッチが選ばれてしかるべきと筆者は考える。

2. 黄金比を用いた音律の導出方法

計算の原理自体はピタゴラスが行ったのと同じである。違うのは音律を計算するときの乗数を 3 ではなく、黄金比やネイピア数といった自然定数としたことである。ピタゴラスは 3 倍音が心地よく調和することを見つけ、基準音をドとするなら、ドのピッチを 3 倍してソを決め(実際はオクターブに収めるために 2 で割る)、さらに 3 倍してレ、同様にラ、ミ... と繰返して五度圏と 12 音を得た。筆者はこの音律を計算する際に掛ける 3 を、ユークリッドの黄金比(約 1.61803)と自然対数の底であるネイピア数(約 2.71828)にして導出した。すなわち、 P を音律のピッチ、 i は計算回数 ($i = 0, 1, 2, 3, \dots$)、 c を乗数、 m を素数、そして P_0 を初期値として、

$$P_{i+1} = P_i * c \text{ (if } P_{i+1} > 2P_0 \text{ then } P_{i+1} = P_{i+1}/m) \quad (1)$$

と、再帰的にピッチ列を計算した。ここで、オクターブ内に音律を抑え込みたいので、 P_0 の 2 倍になったときに素数 m でわることにした。素数 m の違いで出力される音列も変わることがポイントである。式 (1) の計算例として、 $P_0 = 261.6$ (frequency of C4, Hz) で c を黄金比、 m を 5 にした場合を図 1 に示す。

図 1 のグラフをみると周期的にピッチが変動しているのが見て取れる。例えば、3 つおきに値を取った赤い棒 ($i = 8, 11, 14, \dots, 35$) に着目すると 500Hz 付近から下降してくるピッチ列が得られる(他の周期でも似た値のピッチ列が得られる)。ここで、20 番目以降は元の P_0 を下回っているのでオクターブ以内にするために 2 倍ないし 4 倍して補正する(図右)。なお、他のパラメータ値による計算結果の詳細や生成した音律の評価や考察については、過去に発表しているので参考

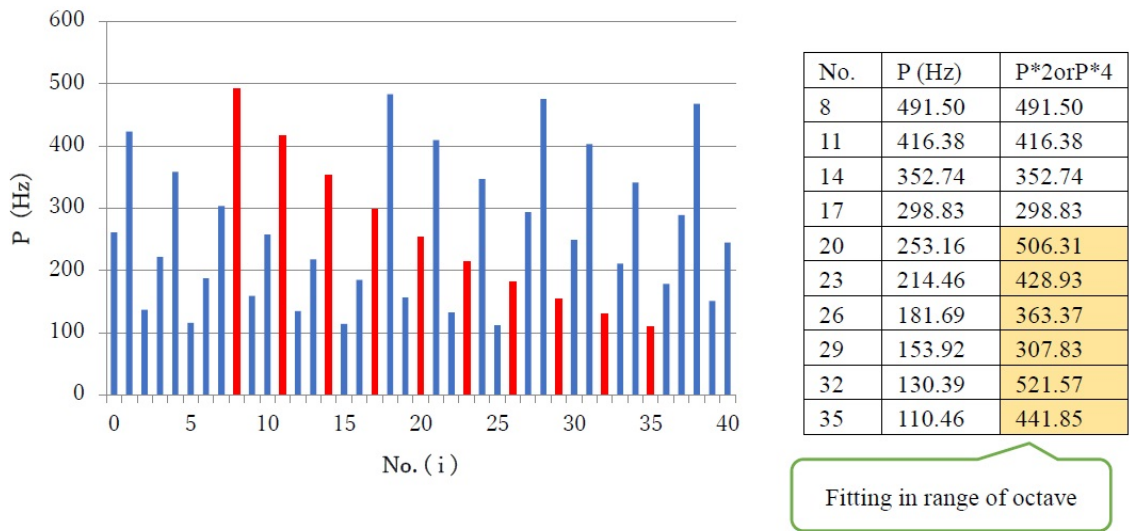


図 1: Sequence of $P_i, c = \text{Goldenratio}, m = 5$

文献(横山 2017; ?)を参照していただきたい。端的にいうと、作成した音律を既存の平均律と聞き比べるアンケート実験の結果によると、「不思議な」「未知の」「暗い」といった評価のポイントが高かったことから、ハーモニーやサウンドの新規性という観点では期待の持てる結果であった。なお、パラメータ m がいずれの値においても、この音律は無理数を掛けて算出されているため、3倍音(完全五度)による音律のように整数比にはならず、どこをとっても不協和音である。

3. 弦楽四重奏への適用

上述の新しい黄金比音律で作曲するにあたって、楽器の調律や演奏の可否を検討しなければならない。管楽器は、穴の開ける位置や管の長さや太さの変更のため、楽器自体作り直す必要があり管楽器への適用はハードルが高い。ある程度のピッチ調節が可能な弦楽器が相当である。ピアノやハープは、弦の数が多いため調律に時間がかかったり、ピアノへの悪影響を心配して楽器を所有するホールやピアニストに嫌がられたりすることが往々にしてありそうである。より弦の数が少なく手軽に調律できるヴァイオリンやギターなどの弦の少ない弦楽器がもっとも実践的であろう。

しかし、ヴァイオリンには演奏上の問題がある。ヴァイオリン奏者は、目印のない指板上を自分の耳と経験で指を押さえて音をとるため、既存の慣れ親しんだ平均律や純正律とは違った音高を押さえることはかなり難しい。つまり、ギターとは異なりフレットのようなものがなく自由にピッチがとれるその反面、既存のピッチの感覚で鍛え抜かれた耳と勘がかえって邪魔をしてしまい、それに当てはまらない本研究のような新しい

ピッチを正確に押さえるのは奏者にはほぼ無理に近い。そこで、ヴァイオリン属においては開放弦とハーモニクス(フラジオレット)奏法と呼ばれる弦の整数倍音で音が出せる技術を活かした作曲を行うことにした。なお、ギターはフレットがあるのでヴァイオリンのような制約が少ないため、多くの音高を選択できる(過去に実践したが本稿では詳細は割愛 [3])。

さて、ヴァイオリンのソロ曲より弦楽四重奏のほうがより多彩な音の重ね合わせができるので、黄金比音律の楽曲への適用として弦楽四重奏で作曲することにした。黄金比で計算したピッチ列から、各楽器の開放弦のピッチの選択をするのであるが、以下に示す選択方法は決定的な方法ではなく、あくまで一例であって他の選択肢はいくつもある。

表1の(a)は図1の P の値を2倍、1/2倍、1/4倍の値を示して、この表の中から弦楽四重奏の各パートの開放弦を選ぶ(表1(b))。選ぶ際にあたっては、もともとの弦のピッチに近いところを選ぶ方が良く、もし高すぎると弦が切れたり、一方、低すぎると張力が落ち音に張りがなくなったりするからである。また、せっかく特殊なピッチを使うので、その和音の特異さができるような選択をするようにした。例えば、1st ヴァイオリンと2nd ヴァイオリンのI番線は通常はどちらもEであるが、Fに近い705.5HzとD#に近い615.7Hzにすることで、両パートが同時にI開放弦を弾くとそれだけで特殊な和音が可能となる。他の弦やパートも同様な選択で、通常の五度調弦では同じピッチであるが本作品では異なる特殊な音程である。なお、ヴァイオリンのII番線のA音には、ちょうど通常のピッチとほぼ同じ441.9Hzがあったのでこれを用いた。さらに、4つの楽器のA線はこれを共通なピッチとした。

表 1: Pitch selection for String Quartet

(a)

P	P×2	P / 2	P / 4
298.8	597.7	149.4	74.7
307.8	615.7	153.9	77.0
352.7	705.5	176.4	88.2
363.4	726.7	181.7	90.8
416.4	832.8	208.2	104.1
428.9	857.9	214.5	107.2
441.9	883.7	220.9	110.5
491.5	983.0	245.8	122.9
506.3	1012.6	253.2	126.6
521.6	1043.1	260.8	130.4

(b)

Part	String I	II	III	IV
1 st Violin	705.5Hz (near F)	441.9Hz (A)	298.8Hz (near D)	214.5Hz (between G#-A)
2 nd Violin	615.7Hz (near D#)	441.9Hz (A)	260.8 Hz (near C)	181.7Hz (near F#)
Viola	441.9Hz (A)	298.8 Hz (near D)	208.2 Hz (near G#)	122.9 Hz (near H)
Cello	220.9Hz (A)	153.9 Hz (near D#)	90.8 Hz (near F#)	63.3 Hz (between H-C)

次に、各弦のナチュラル・ハーモニクスの一覧を図2に示す。今回の作品は、上述のように通常の指で押さえてピッチを取ることができないため、ナチュラル・ハーモニクスと開放弦の音のみであり、下記の音がすべてである。

以上で、弦楽四重奏に使用する音が出そろったわけであるが、通常の音の種類よりもずっと少ないので、和音の組合せや奏法などを工夫する必要がある。今回の作品は開放弦とナチュラル・ハーモニクスだけという制限で様々なテクスチャ表現を試すために、非常に短い断片的な長さの小曲であるバガテル (Bagatelle) による組曲というスタイルで作曲した。本作品「黄金比調弦による弦楽四重奏のための5つのバガテル」は2020年1月に開催されたTAMA Music Festival 2020(明星大学)にて Green room players により初演された。(動画 <https://youtu.be/QNYzj3vihkk>)

第1曲はイントロダクションとして各パートの特異なチューニング・ピッチをまず提示するために、各パートの開放弦とハーモニクスの重なりをロングトーン中心に書いている。トレモロ、スル・ポンティチェロの他にもボーイング速度の加速、ハーモニクスにヴィブラートを掛けるなど奏法のバリエーションを持たせている。

第2曲は分散和音を用いたスケルツォ的な楽章である。分散和音は特殊な調弦を明確に聞かせるのに有効と考えた。ピッツィカートによる重音・分散和音も同じく効果的である。

第3曲は、トレモロのバリエーションを提示すると

ともに、アパッショナートな音楽表現を試みている。図5のようなトレモロによる和音(トリル)も、特殊な音程を表現するのに効果的である。また、図6のようにヴィブラートはハーモニクス奏法でも可能であり、力強さや緊迫さの表現で用いた。チェロの重音ピッツィカートは音程の特殊さが強く印象付けられる。

第4曲は、自由リズムと間を用いた日本的な表現にした。加速度的リズムにはリコシェの奏法を使い、各パート間の受け継ぎは奏者のその時の雰囲気次第である。特殊な調弦と自由リズムと日本の間合いが、非西洋的な雰囲気になっていると思われる。

第5曲は軽快なテンポと複雑なリズムによるフィナーレである。ハーモニクス・グリッサンドや左手ピッツィカート、ジェットスタート、コル・レーニョなど、開放弦とナチュラル・ハーモニクスでも演奏可能な現代音楽で使われる奏法をふんだんに盛り込んだ。なお、全編を通してフィボナッチ数列や黄金比をリズムや、曲内のフレーズの長さの分割に用いた。

4. おわりに

黄金比を用いた音律の計算方法と、その音律を用いた弦楽四重奏の作曲について著者の作品を例に述べた。ヴァイオリン族では開放弦とナチュラル・ハーモニクスに限定されるため、重音や分散和音が黄金比調弦のハーモニーの特異さを表現できることを示した。今後は演奏の機会があればピアノやハープといった弦の多い楽器による作品と表現法の開発に取り組みたい。

The image displays a musical score for a string quartet, specifically focusing on open strings and natural harmonics. It is organized into two columns and four rows of staves. The left column contains the parts for the 1st Violin and Viola, while the right column contains the parts for the 2nd Violin and Cello. Each instrument part is shown in four positions, labeled I, II, III, and IV. The first staff of each instrument part is marked 'open', indicating the starting point for the open strings. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and accidentals, with some notes having upward-pointing arrows above them, likely indicating natural harmonics or specific bowing techniques. The staves are arranged in a standard musical notation format, with treble clefs for the violins and violas, and bass clefs for the cello and double bass.

図 2: Open strings and natural harmonics for string quartet

5. 参考文献

横山真男 (2017) 「自然法則の定数による新音律を用いた作曲」『先端芸術音楽創作学会会報』9(1), 1-6.

横山真男 (2015) 「黄金比による音律で調弦した音楽」『情報処理学会研究報告』2015-MUS-107(14), 1-6.

6. 参考作品

Masao Yokoyama (2016) Nocturne for Big City (Prepared Guitar and Tape) <https://youtu.be/22Vf2y5KCH8>

7. 著者プロフィール

横山 真男 (Masao YOKOYAMA)

1973年広島生まれ。5歳よりヴァイオリン、10歳よりチェロを始める。早稲田大学理工学部および同大学院を修了。卒業後、脱サラしてヤマハ・ポピュラー・ミュージックのチェロ講師や室内楽の演奏活動を始め。同時に編曲および作曲活動も開始。作曲を久留智之に師事。東洋大学にて博士(工学)を取得し、現在、明星大学情報学部教授としてコンピュータや数理を用いた作曲のほか、クラシック・Jazz・ポピュラー音楽などの編曲、音楽情報処理、楽器音響等の研究に従事。作品はヨーロッパや国内の著名アーティストから愛好家まで演奏され、Universal Edition, Musica Gioia, Yamaha Music Media 等から出版されている。

<https://yokoyama-music-research.jimdo.com/>



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています

The musical score consists of four staves: Vln. I, Vln. II, Vla., and Vc. The Vln. I staff starts with a measure number '6' and includes dynamic markings *pp*, *mf*, *p*, and *f*. The Vln. II staff includes *sf pp*, *mf*, *sfp*, and *f*, with a *simile* instruction above it. The Vla. staff includes *sf pp*, *mf*, *sfp*, and *f*. The Vc. staff includes *sf pp*, *mf*, *sfp*, and *f*, and ends with a *pp* *gliss.* marking. Various articulations like accents and slurs are used throughout the score.

図 3: 1st movement of “5 Bagatelle for String Quartet by Golden Ratio Harmony”

す。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧頂くか、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。

9

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

pp *sff* *pizz.* *3* *arco* *poco gliss.* *vib.* *mf*

pp *sff* *p* *3* *f* *poco gliss.* *vib.* *mf*

sff *p* *3* *f* *mf* *sf* *sf* *sf*

sff *p* *3* *f* *pizz.* *p* *p*

図 4: 2nd movement

Adagio ♩ = 54

14

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

pp *cresc.* *f* *tremolo ritardando* *pp* *pizz.* *mf* *f* *p* *3*

pp *cresc.* *f* *tremolo ritardando* *pp* *5* *5* *mf*

pp *f* *pizz.* *3* *arco* *pp* *5* *mf*

pp *f* *pizz.* *3* *arco* *pp* *5* *mf* *pizz.*

図 5: 3rd movement (1)

19 *maestoso* *vib.* *3 vib.* *3* *vib.* *0* *vib.* *5* *vib.* *accel.* *vib.*

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

ff *3* *vib.* *0* *vib.* *5* *vib.* *accel.* *vib.* *p* *cresc.*

sul pont. *pizz.* *cresc. molto*

sul pont. *pizz.* *cresc. molto*

fff *pizz.* *3* *f* *cresc.* *sf*

図 6: 3rd movement (2)

Timing ad lib.

Vln. I
 24 (breath) ppp simile
 Vln. II
 (breath) ppp simile
 ricochet (poco battuto)
 Vla.
 ricochet (poco battuto) ppp simile
 arco (breath) pizz. vib. (push C on III) mf
 Vc.
 ricochet (poco battuto) ppp simile

図 7: 4th movement

Vln. I
 31 quasi gliss. pizz. arco
 Vln. II
 pizz. arco quasi gliss. poco col legno
 Vla.
 poco col legno quasi gliss.
 Vc.
 pizz. arco quasi gliss.

図 8: 5th movement