

モーツァルトの器楽曲の計量分析 — “室内楽らしさ” と “オーケストラらしさ” —

平野 充 村井 源 猪原 健弘
東京工業大学 大学院社会理工学研究科

モーツァルトの器楽曲における主要なジャンルとして、弦楽器各声部を1人で演奏する室内楽曲と弦楽器各声部を複数人で演奏するオーケストラ曲の2つがある。本稿では、従来の人文科学的研究において未定義であった“室内楽らしさ”と“オーケストラらしさ”を示す量的指標を提案し、多変量解析等の統計学的分析を用いて指標の妥当性を探る。指標として、自声部が他のすべての他声部と異なる状態にある頻度を示す“独立性”を考案し、これを音楽の3要素と言われるリズム・メロディー・ハーモニーの3項目について測定する。測定には筆者が開発したコンピュータープログラムを用いる。得られたデータに基づいて因子分析を行なった。

Quantitative Analysis of the Musical Style of Mozart's instrumental works —Characteristics of “Chamber music” and “Orchestral music”—

Michiru Hirano Hajime Murai Takehiro Inohara
Graduate School of Decision Science and Technology
Tokyo Institute of Technology

There are two main genres among the instrumental works of Mozart; chamber music (in which each string part is played by only one person) and orchestral music (in which each string part is played by more than one person). In this paper quantitative index which may explain the characteristics of chamber music and orchestral music are introduced. The index shows the frequency at which a part is independent among all parts placed at the same time. This study focuses on rhythm, melody and harmony. Factor analysis is performed in order to confirm whether the index can explain the characteristics of the genres.

1. 研究の背景・目的

西洋音楽史において、17世紀頃から弦楽器4部（ヴァイオリン2部、ヴィオラ1部、バス1部）を主体として任意で管楽器や打楽器を加えた形をとる器楽曲が作曲されるようになり、この形は現在まで多くの作曲家に重用され主流を占めてきた[1]。今日、主体となる弦楽器の各声部が1人で演奏される楽曲を“室内楽曲”，複数人で演奏される楽曲を“オーケストラ曲”と呼称するが、この区別はおおよそ18世紀後半、すなわちJ.ハイドン（1732-1809）やW.A.モーツァルト（1756-1791）が活躍した時代から作曲家が意識し始め、以後明確化していったとされる[2]。モーツァルトの時代において、主に室内楽曲は私的な場、オーケストラ曲は公的な場での演奏を念頭に置いて作曲され、それぞれの場における聴衆の嗜好や演奏者の技術水準などに応じて作曲の仕方も変えられたが、それに際してそれぞれの形態に適した書法が確立されたと考えられる。従来の論説では、各声部が対等かつ緻密に扱われる書法を“室内乐的”と形容し、他方、重厚な響きの豊

かさを目指した書法を“オーケストラ的”とみなすことが多い[3]が、これらについて具体的で客観的な基準は論じられていない。

本研究の目的は、モーツァルトが作曲した器楽曲を計量分析することによって、これらの作品における“室内楽らしさ”と“オーケストラらしさ”を定量的に評価することである。これらが明らかになることで以下の2点に貢献できる。一つは、モーツァルトの作曲法に関する新たな知見が得られることによって、演奏解釈や作曲指導の現場にこれまでと異なった視点による可能性が開かれることである。いま一つは、モーツァルトが作曲した最も人気の高い楽曲である『アイネ・クライネ・ナハトムジーク K.525』に代表される、本来意図された弦楽器声部の演奏人数が不明である楽曲群[4]が、室内楽とオーケストラのどちらの形態により近いのか、を客観的に評価することができる点である。これらの楽曲は、作曲当時の明確な記録が残っていないことから、現在までいずれの形態でも演奏されてきた[5]。こうした音楽学の問題に対して、実証的な観点から議論可能になることが期待される。

2. 特徴量の測定

研究のはじめに、室内楽的特徴とオーケストラ的特徴を適切に記述できる特徴量を推測しなくてはならない。前述のように、“室内乐的”な特徴として各声部間の関係性が言及されており、これを、両ジャンルを区別する特徴としてみなせる可能性が高い。そこで本研究では、弦楽器声部間の関係において、各声部が他声部に対して独立している度合を示す指標として“独立性”という特徴量を、音楽の3要素と言われるリズム、メロディー、ハーモニーの各側面について定義し、各曲について測定、分析する。算定方法は3種類の独立性すべてに共通であり、それは次の通りである。

- (1) 楽曲中の同時刻における各声部の“状態”を観測する。
- (2) ある声部の“状態”が他のすべての声部の“状態”と異なっている場合のみ、その声部はその時刻において“独立している”といい、所定の数値(その時刻における独立性)を得る。
- (3) 楽曲内のすべての時刻における独立性を合計し、楽曲の長さで正規化したものが、その楽曲全体におけるその声部の独立性である。独立している箇所において、当該声部はすべての他声部と異なる“状態”にある、すなわちその“状態”を担う唯一の声部となるため、独立性の高さはその声部の役割の重要性を意味すると考えられる。以下に、3種類の独立性の定義について詳述する。

2. 1. リズム独立性

ある時刻の“状態”として、その時刻に発音する音符の音価(音の長さ)を観測する。独立している場合は、独立声部の音価に相当する数値を得る。すなわち、時刻 t における声部 i のリズム独立性 $r_i(t)$ は、

$$r_i(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } \exists j \neq i, d_i(t) = d_j(t), \\ d_i(t) & \text{if } \forall j \neq i, d_i(t) \neq d_j(t). \end{cases}$$

(ただし i, j は声部の集合 I の要素で、 $d_i(t)$ は時刻 t において声部 i が発音する音符の音価に相当する数値)で与えられ、楽曲全体における声部 i のリズム独立性 r_i は、

$$r_i = \frac{1}{L} \sum_{t=0}^{L-1} r_i(t)$$

(ただし L は楽曲全体の長さ)と定義される。

2. 2. メロディー独立性

ある時刻の“状態”として、前の時刻の音符からの音高変化が「上行(1)」、「不変(0)」、「下行(-1)」のいずれであるかを観測する。「1」または「-1」の状態のときに限り独立となる資格を与えられる。独立している場合は数値1を得る。すなわち、時刻 t における声部 i のメロディー独立性 $m_i(t)$ は、

$$m_i(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } pc_i(t) = 0 \text{ or} \\ & \exists j \neq i, pc_i(t) = pc_j(t), \\ 1 & \text{if } pc_i(t) \neq 0 \text{ and} \\ & \forall j \neq i, pc_i(t) \neq pc_j(t). \end{cases}$$

(ただし $pc_i(t)$ は時刻 t における声部 i の時刻 $t-1$ からの音高変化を表し、 $pc_i(t) \in \{-1, 0, 1\}$)で与えられ、楽曲全体における声部 i のメロディー独立性 m_i は、

$$m_i = \frac{1}{L} \sum_{t=0}^{L-1} m_i(t)$$

と定義される。

2. 3. ハーモニー独立性

ある時刻の“状態”として、その時刻に鳴っている音符の音名(ド, レ, ミ, など)を観測する。休符(0で表わす)以外の状態の場合に独立となる資格を与えられる。重音を奏している声部がある場合は、重音の構成音のうち一つでも他の声部の音と音名が異なっているものがあれば独立しているとみなす。独立している場合は数値1を得る。すなわち、時刻 t における声部 i のハーモニー独立性 $h_i(t)$ は

$$h_i(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } pn_{ik}(t) = 0 \text{ or} \\ & \forall k, \exists j \neq i, \exists l, pn_{ik}(t) = pn_{jl}(t), \\ 1 & \text{if } pn_{ik}(t) \neq 0 \text{ and} \\ & \exists k, \forall j \neq i, \forall l, pn_{ik}(t) \neq pn_{jl}(t). \end{cases}$$

(ただし $k, l \in \mathbb{N}$ で、 $pn_{ik}(t)$ は時刻 t において声部 i が奏している下から k 番目の音符の音名を表し、 $pn_{ik}(t) \in \{0, \text{ド}, \text{レ}, \text{ミ}, \dots\}$)で与えられ、楽曲全体における声部 i のハーモニー独立性 h_i は、

$$h_i = \frac{1}{L} \sum_{t=0}^{L-1} h_i(t)$$

と定義される。

3. 分析対象

3. 1. 方針

モーツァルトの室内楽曲とオーケストラ曲の特徴を比較するため、それぞれのジャンルを代表する曲種である、弦楽四重奏曲と交響曲について分析する。これらは弦楽器声部の数が4であることが共通しており、楽章構成も類似しているため比較に適していると考えられる。楽章構成に関しては、これらの楽曲は例外なく3楽章制あるいは4楽章制をとっており、冒頭と終曲にアレグロ(速い)楽章を、その間にアダージョあるいはアンダンテ(遅い)楽章を配置するのが原則となっている(4楽章制の場合は、第3楽章にメヌエット(舞曲)楽章が挿入される)。本研究で測定する特徴量は、こうした楽章の種類に応じて傾向に差が出る可能性があり、楽章の区別なしに分析を行うと、ジャンル間の傾向差が見えにくくなる恐れがあ

る。そのため楽章の種類ごとに分析を行う必要があると考えられ、本研究では冒頭のアレグロ楽章のみを分析対象とする。

3. 2. 曲名表記

モーツァルトの各作品の識別には、通常ルートヴィヒ・ケツヒェルの作品目録（1862年初版）による作曲年代順の K.番号が用いられる（例：交響曲 K.16）。この番号は版を重ねるごとに改訂されており、版によって異なる番号を持つ作品の場合は、例えば「弦楽四重奏曲 K.155(134a)」のように初版の番号の後に続けて () 内に最新第 6 版の番号を示すのが一般的な表記法だが、本稿では第 6 版の番号のみを示すこととする。

3. 3. サンプルの選定

モーツァルトは、弦楽四重奏曲を 1770 年から 1790 年の間に 23 曲、交響曲を 1764 年から 1788 年の間に 39 曲（確実にモーツァルトの真作と断定できるもので、かつ「セレナード」や「オペラ序曲」から改作・転用されたものを除いた数）作曲している。両ジャンルの特徴を比較するにあたって、同時期に両ジャンルの作品を多数作曲している時期に着目するのが妥当と考えられる。本稿ではその最も初期にあたる、1771 年末～1774 年の作品群に焦点を当てる。モーツァルトの作品を論じる上で、作曲当時にモーツァルトが置かれた状況を考慮することが重要であると考えられている。この時期はモーツァルトが故郷ザルツブルクと旅行先を行き来していた時期にあたり、次のように A～E の 5 つの期に分けることができる。

- ・ A 期（ザルツブルク滞在）：
1771 年 12 月 15 日～1772 年 10 月 24 日
- ・ B 期（第 3 回イタリヤ旅行）：
1772 年 10 月 24 日～1773 年 3 月 13 日
- ・ C 期（ザルツブルク滞在）：
1773 年 3 月 13 日～1773 年 7 月 14 日
- ・ D 期（第 3 回ウィーン旅行）：
1773 年 7 月 14 日～1773 年 9 月 25 日
- ・ E 期（ザルツブルク滞在）：
1773 年 9 月 25 日～1774 年 12 月 6 日

この時期のモーツァルトは、旅行中と故郷ザルツブルク滞在期で弦楽四重奏曲と交響曲を書き分けており、各期に両者は混在していない。すなわち弦楽四重奏曲は、B 期に 6 曲（いわゆる「ミラノ四重奏曲」）、D 期に 6 曲（いわゆる「ウィ

ーン四重奏曲」）作曲され、交響曲は A 期、C 期、E 期にそれぞれ 8 曲、4 曲、5 曲作曲されている。このうち弦楽四重奏曲で B 期の 1 曲 (K.159) と D 期の 1 曲 (K.170) は第 1 楽章がアレグロでないため本研究の分析対象からは外れ、また交響曲でも A 期の 3 曲 (K.114, 132, 133)、C 期の 1 曲 (K.162)、E 期の 3 曲 (K.173dA, 173dB, 189k) はヴィオラが 2 声部に分かれて弦楽器が計 5 声部となっており、他の楽曲との比較に不具合が生じるため除外した。以上より、本研究で取り扱う曲は弦楽四重奏曲 10 曲（B 期 5 曲、D 期 5 曲）と交響曲 10 曲（A 期 5 曲、C 期 3 曲、E 期 2 曲）の合計 20 曲とする（表 1）。

4. 分析の準備

分析に用いる楽譜には、ベーレンライター社刊行の新モーツァルト全集（Neue Mozart-Ausgabe）による版を採用する。楽譜の画像データを、楽譜作成ソフトウェア Finale PrintMusic 2011 で読み込み電子データ化し、MusicXML 形式に変換する。

上述の特徴量の抽出には筆者が作成したコンピュータプログラムを用いる。1 曲につき特徴量 3 項目（リズム・メロディー・ハーモニー）× 声部数（=4）の計 12 変数が得られる。

5. 分析

本研究では、得られたデータに対して因子分析を行なう。因子分析によって、観測された 12 変数をより少数の潜在的な因子にまとめることができ、各因子がどのようにジャンルの区分に影響を与えているかを調査することができる。因子抽出法には最尤法を採用し、因子軸の回転方法にはプロマックス回転を用いる。因子得点は回帰方法によって求める。分析を行うソフトウェアは R 3.1.1 である。因子数は、平行分析の結果より 3 とする。

6. 結果と考察

因子分析の結果を表 2 に示す。因子負荷量が 0.4 以上の値をとっている箇所に網掛け・太字を施した。

第 1 因子の因子負荷量はチェロとヴィオラのハーモニー独立性およびリズム独立性で大きな値となっているため、この因子は「低弦ハーモニ

表 1 本研究の分析対象曲

	弦楽四重奏曲	交響曲
A 期 (5 曲)		K.124、128、129、130、134
B 期 (5 曲)	K.134a、134b、157、158、159a	
C 期 (3 曲)		K.161a、161b、162b
D 期 (5 曲)	K.168、169、171、172、173	
E 期 (2 曲)		K.186a、186b
合計 (20 曲)	10 曲	10 曲

ー・リズム」の因子と名付けることができる。また第 2 ヴァイオリンのリズム独立性に負の大きな値が与えられていることも注目される。これは、第 1 因子の得点が高い曲において、ヴィオラやチェロのハーモニー・リズム独立性が高い値を示す場合に、第 2 ヴァイオリンは他の声部と同じリズムを奏して独立性が低くなる傾向があること、あるいは第 2 ヴァイオリンのリズム独立性が高い場合に、低弦のハーモニー・リズム独立性が低くなる傾向があることを示唆していると言える。

第 2 因子はすべての声部のメロディー独立性に対して大きな因子負荷量となっていることから、「メロディー」因子と名付けることにする。第 3 因子による因子負荷量は、第 1 ヴァイオリンのハーモニー独立性とリズム独立性に対して大きな値となっているため、この因子は「第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム因子」と名付ける。

因子間相関はいずれも 0.3 未満であるため、因子同士の相関は小さいと言える。

次に、各曲の因子得点を求め、ジャンルごとの平均値を図 1 に示した。ここから、弦楽四重奏曲と交響曲には「低弦ハーモニー・リズム」因子に大きな差が表われ、それに比べて「メロディー」因子と「第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム」因子のジャンル差は小さいことがわかる。一方、ジャンルごとの因子得点の分散を計算すると(図 2)、総じて弦楽四重奏曲よりも交響曲の方が、分散が小さいことがわかり、ジャンルとしてのまとまりの強さを確認できた。

続いて、時期別の平均因子得点を図 3 に示す。この図から読み取れることは以下の通りである。

- 同じ弦楽四重奏曲である B 期の作品と D 期の作品は、「メロディー」因子で平均値に差が出るが、「低弦ハーモニー・リズム」因子と「第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム」はほぼ等しい値をとっている。
- 同じ交響曲である A 期の作品と E 期の作品は、上と同様「メロディー」因子で平均値に差が出るが、「低弦ハーモニー・リズム」因子と「第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム」はほぼ等しい値をとっている。
- C 期の交響曲のみ、A 期、E 期の交響曲とすべての因子において得点に大きな差が生じている。
- 時期別に分けて見たデータにおいても、「低弦ハーモニー・リズム」因子の得点が交響曲よりも弦楽四重奏曲の方が高いことが確認できる。
- 「メロディー」因子の得点は時期によってばらつきがあり、ジャンル分けには適していない。
- 「第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム」因子の得点は、C 期の平均値が著しく小さく、その他の時期の作品の間には大きな差が見られない。

また、ここでも上と同様に時期ごとに因子得点の分散を計算したところ(図 4)、B 期と D 期すなわち弦楽四重奏曲の分散が大きいことがわかった。

表 2 因子分析結果

	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	共通性
ハーモニー独立性(チェロ)	0.936	0.135	-0.082	0.890
ハーモニー独立性(ヴィオラ)	0.891	0.057	0.205	0.938
リズム独立性(チェロ)	0.692	0.014	0.020	0.488
リズム独立性(ヴィオラ)	0.414	-0.171	0.169	0.230
リズム独立性(第 2 ヴァイオリン)	-0.678	-0.079	0.365	0.486
メロディー独立性(第 1 ヴァイオリン)	0.119	0.895	0.120	0.913
メロディー独立性(チェロ)	0.106	0.833	-0.128	0.682
メロディー独立性(ヴィオラ)	0.198	0.807	0.092	0.781
メロディー独立性(第 2 ヴァイオリン)	-0.364	0.720	-0.054	0.584
ハーモニー独立性(第 2 ヴァイオリン)	0.080	0.276	0.234	0.183
ハーモニー独立性(第 1 ヴァイオリン)	-0.082	0.111	0.909	0.861
リズム独立性(第 1 ヴァイオリン)	0.147	-0.037	0.819	0.732

因子間相関		第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子
第 1 因子	低弦ハーモニー・リズム	1.000		
第 2 因子	メロディー	0.113	1.000	
第 3 因子	第 1 ヴァイオリン ハーモニー・リズム	-0.224	-0.249	1.000

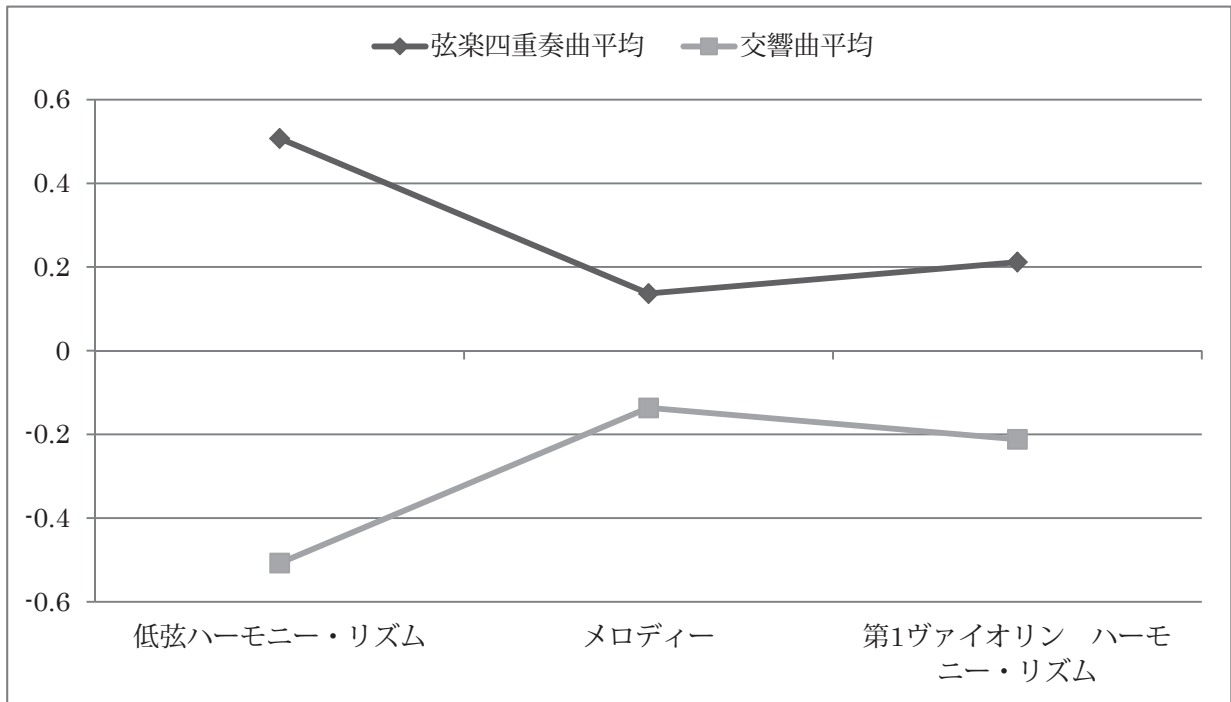


図 1 因子得点のジャンル別平均値

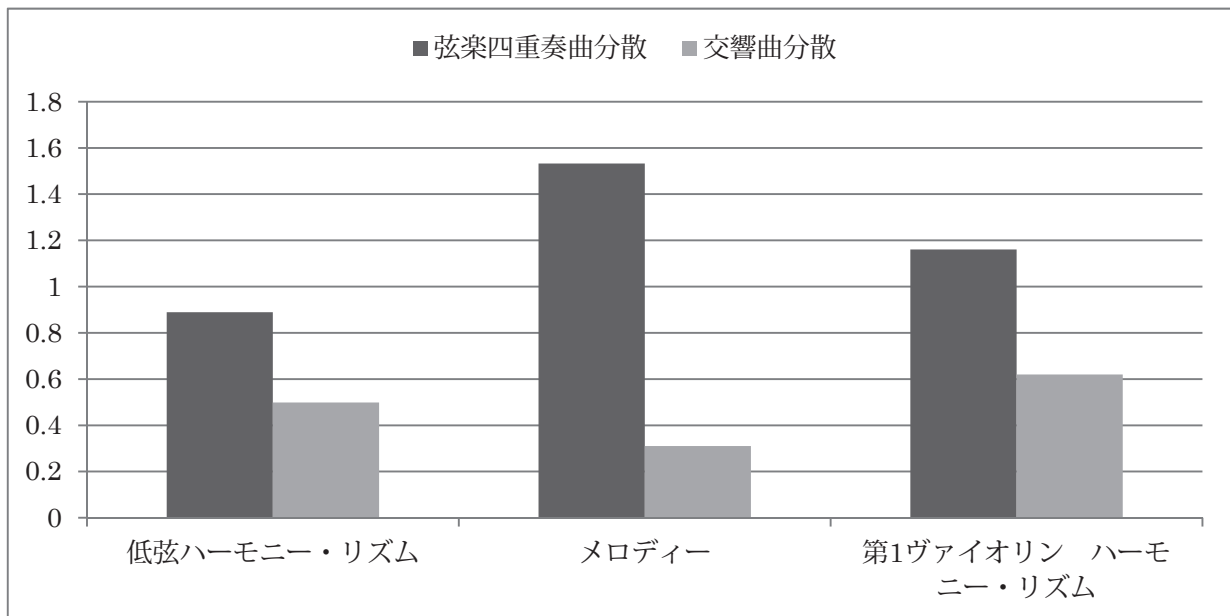


図 2 因子得点のジャンル別分散値

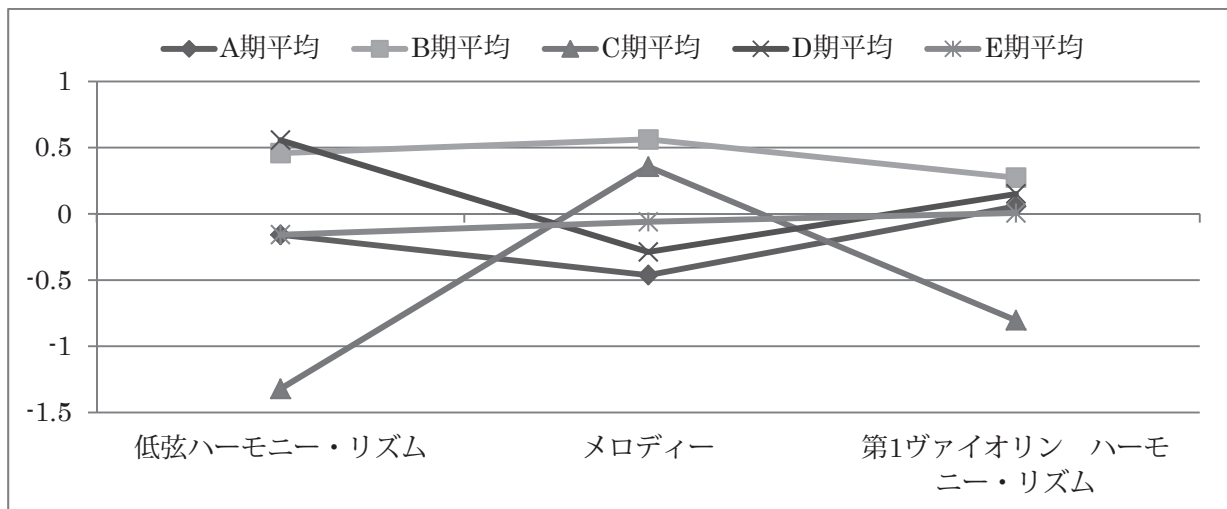


図 3 因子得点の時期別平均値

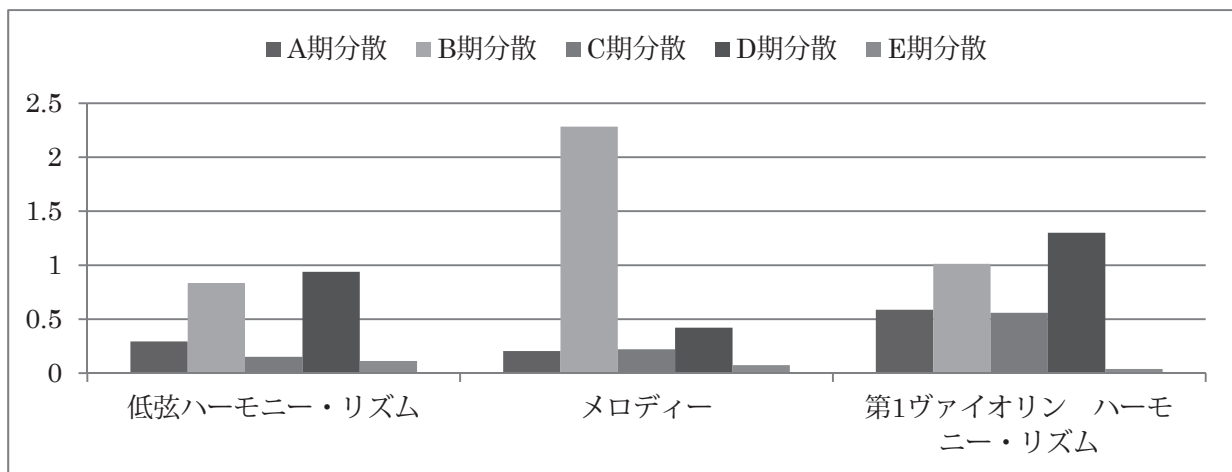


図 4 因子得点の時期別分散値

7. まとめと今後の展望

本研究では、モーツァルトが1771年末から1774年にかけて作曲した弦楽四重奏曲と交響曲10曲ずつを対象に、リズム・メロディー・ハーモニーの3項目についての独立性を各曲の各声部について測定し、因子分析を行った。分析の結果、「低弦ハーモニー・リズム」因子、「メロディー」因子、「第1ヴァイオリン ハーモニー・リズム」因子の3つが抽出され、特に「低弦ハーモニー・リズム」因子が弦楽四重奏曲と交響曲のジャンル区分に影響を与えていることがわかった。また、因子得点の分散の大きさから、弦楽四重奏曲は個々の曲のばらつきが大きく、交響曲は比較的まとまりがあることがわかった。さらに、C期の交響曲のみ他の時期の交響曲と特徴が異なることが明らかになった。

今後の研究では、同様の手法でモーツァルトの後期の作品についても取扱い、本研究で取り扱った中期の作品群との傾向の比較等を行うとともに、

特徴量についてもより精緻なものを開発し、さらに広い対象について音楽様式の計量分析を試みたい。

参考文献

- 1) 門馬直美(監修):最新名曲解説全集 第4巻 管弦楽曲I, 藤田由之:概説 管弦楽曲の歴史, 音楽之友社, pp.13-25 (1980)
- 2) 門馬直美(監修):最新名曲解説全集第11巻 室内楽曲I, 大木正興:概説 室内楽の伝統, 音楽之友社, pp.15-20 (1980)
- 3) 大久保一:作品解説 弦楽のための室内楽曲, モーツァルト全集第6巻, pp.170(47)-201(16), 小学館 (1991)
- 4) 吉成順:作品解説 セレナード、ディヴェルティメント, モーツァルト全集第2巻, pp.170(43)-199(14), 小学館 (1991)
- 5) 吉成順:《アイネ・クライネ・ナハトムジーク》K.525の受容と普及をめぐる, モーツァルティアーナ, 海老澤敏先生古希記念論文編集委員会, 東京書籍, pp.212-221 (2001)