

調性的体制化が転調感に及ぼす影響

三戸勇氣* 寺田信一** 川上央*** 大蔵康義***

*日本大学大学院芸術学研究所 **高知大学教育学部

***日本大学芸術学部音楽学科

内容概要：先行研究から転調後の音高に転調前の音階が含まれている割合により、転調感に影響すると考えられた。そこで、転調前の音階に転調後の音高の含まれている割合が異なる2パターンを4調性作成し、音楽大学の学生に対し、AVSMによる感情価、調判定の正答率と難易度、および脳波による楽曲聴取時の脳活動の変化の3指標から検討した。その結果、転調前の調性の影響を受けて転調後の調性感を判断するため、転調前の音階と転調後の音高の割合も調性感に影響を与える重要な要因であると考えられた。また、調判定で難解であった楽曲では、脳活動において β 帯域の活動が右前頭部で増加したことから、調判定が難解であると脳活動の負荷に影響が見られるのではないかと考えられる。

キーワード：転調, AVSM, 調判定, 脳波, 音楽大学生

Tonal impression effected by tonal organization

Yuki Mito*, Shin-ichi Terada**, Hiroshi Kawakami & Yasuyoshi Okura***

*Graduate School of Art, Nihon University **Department of Education, Kochi University ***Collage of Art, Nihon University

Abstract: To the purpose of the influences of ratio of diatonic tones and immediately tone of tonal transposition, We examined three indices of the tonal judgment, impression evaluation(AVSM) and brain activity(EEG) for the short musical piece. We found that this ratio can be a important factor to decide tonal impression. Higher Difficulty of tonal judgment, larger amplitude of right frontal area in EEG. We suggested that tonal organization can affect physiological and psychological activities.

Key Words: Tonal Transposition, EEG AVSM, Tonal Judgment, Music school students

1. はじめに

様々な調性への転調を、聴取者がどのように受容・認知し、感情変化が生じるのかを、先行研究で示した。(三戸ら, 2001)。転調課題聴取時の音楽大学生の反応を、①転調後にどのような感情的な印象を形成するかを、音楽作品の感情価測定尺度 (AVSM) を用いて評価し、次に、②調判定を行なわせ、正答率と難易度を評価することで、転調課題の調性変化の認知的負荷度の指標とし、③課題聴取中の脳波を記録し、転調後の調性の変化と脳活動の関係を調べた。その結果、調判定で近親調と遠隔調に差が見られたが、脳波では、近親調と遠隔調で多少の違いがみられただけだった。

また、AVSM では、D-dur、d-moll、E-dur、es-moll で有意差が見られたが、近親調と遠隔調では差が見られなかった。近親調と遠隔調による差が3指標それぞれ異なった要因として、転調後の調性が調性的体制化による影響を受けているのではないかと考えた。音高セットを構成する音高の出現頻度により調の知覚に影響があること (Oram&Cuddy, 1995) や、音高セットの音高系列によって調の知覚に影響すること (松永, 2001) から、音高セットによる影響が見られるのではないかと考えた。

そこで、先行研究 (三戸, 2001) で提示した課題の各音高出現頻度を調べた。転調前の音階に転調後の音高が含まれている割合を調べると、理論上 (石桁, 1965) で近親調と遠隔調といわれている枠組みとは関係の薄い割合であった。また、この割合と3指標の結果を比較すると、脳波によるβ帯域の左・右半球において、転調前の音階に含まれる割合が高い調性は、左半球に負荷が、逆に割合が低いものほど右半球に負荷がかかっていた。また、各調性の転調後の最高出現頻度を示す音高を調べると、転調前の音階に含まれていない音高が最高出現頻度の音高の場合は左半球に負荷が、逆に転調前の音階に含まれている音高が最高出現頻度の音高の場合は右半球に負荷が多くかかっていた。AVSMにおいて有意差が多く見られた、D-dur、E-dur、es-moll は転調後の音高

が転調前の音階に含まれている割合の低い調性であった。また、転調後の最高出現頻度の音高が転調前の音階に含まれていないこともあった。以上のことから、転調前の調性の音階に転調後の音高が含まれる割合が転調感に影響するかどうかを、検討した。

2. 方法

2.1 被験者

ソルフェージュ訓練を受けている音楽大学生66名に、転調課題に対するAVSMと調判定を実施した。その中から任意に抽出した18名について、課題聴取時の脳波記録を行なった。

2.2 実験材料

The figure displays eight staves of musical notation, each representing a different key signature. The notation is in a single melodic line. Below each staff, the key signature and the corresponding R value are indicated. The keys and R values are: E-dur (R=30%), E-dur (R=60%), A-dur (R=40%), A-dur (R=70%), Es-dur (R=40%), Es-dur (R=70%), As-dur (R=30%), and As-dur (R=60%).

Fig. 1 課題楽曲

先行研究で自作曲を作曲家が編曲した曲 (Fig. 1) を基に、転調後の音高が転調前の調性の音階に含まれる割合 (R) の高低による各調性2パターン作成した。2パターンはR値の差が30%になるように作成した。R値の算出方法は転調後の音を一番短い音である8分音符にすべて分け、その8分音符の音高の数を合計し転調後の8分音符の合計で割ったものとした。開始の調性はすべてC-durで行い、転調後の調性はC-durのR値に極端な差を生じさせるものを避けた、E-dur、A-dur、Es-dur、

As-dur の 4 調性を選択した。楽曲全体で 16 秒間のうち 8 秒後(5 小節目)に転調している。シーケンスソフトとして Cakewalk Pro Audio 8.04(Twelve Tone Systems)を使用し、音源として Sound Canvas SC-88(Roland)のピアノの音を DAT に録音した。被験者に聴かせる転調課題の順番を全部で 4 パターンを作成した後、任意に 1 パターンを選択聴取させた。

2.3 実験環境

①AVSM:測定場所は、学内教室で等価騒音レベル 50.0dB、照明 163.5lux で実施。再生機器は、DAT(D-05)からの信号をミキサー(TASCAM M-08)でレベル調節し、左右アンプ内蔵スピーカ(GENELEC TRIAMP S30)間を 1.3m にして再生した。再生レベルは 70dB \pm 10dB になるように調整した。

②調判定:AVSM と同様の環境。

③脳波:和音課題と旋律課題ともに測定場所は、学内スタジオ兼生体信号測定室で等価騒音レベル 44.8dB、照明 70.3lux で測定。再生機器は、DAT(SONY TCD-10)からの信号をミキサー(TASCAM M-08)でレベル調節し、アンプ(LUXMAN L-570X)で音を増幅させたものを、左右スピーカ(DIATONE DS-V3000)間を 1.1m にして再生した。その時の再生レベルは 70dB \pm 10dB であった。スピーカから被験者への距離は 2.5m で、被験者の耳から床面までは 0.9m であった。被験者はリクライニングシートに座らせた。

2.4 実験手順

①AVSM:16 秒間曲が流れ、曲が鳴り終わるまで静止し、終了後に記入する。これを 8 課題繰り返す。

②調判定:AVSM と同様の手順。

③脳波:閉眼状態で、16 秒間楽曲を聴取し、終了後に開眼し、転調後の調性と難易度を記入する。閉眼状態に戻ると次の楽曲が流れる。これを 8 課題繰り返す。

2.5 記録

①AVSM:音楽の感情的性格の評価のための 50 項目(谷口,1998)の 6 因子、抑鬱、高揚、親和、強さ、軽さ、荘重の 6 因子について、負

荷量の高い順に各 4 つずつの形容詞を選択し、合計 24 の形容詞に対し、全くあてはまらないを 1、よくあてはまるを 5 とする 5 段階で評価する。

②調判定:C-dur から何調に転調したかを回答してもらい、回答時の難易度を 5 段階で記入する。最も易しい場合を 1、最も難しい場合を 5 とした。

③脳波:国際 10/20 法に従い Fp1, Fp2, F7, F8, C3, C4, T5, T6, O1, O2, Fz, Pz の 12 部位より、両耳朶連結を基準として、抵抗値 20k Ω 以下で単極導出した。low cut フィルター 0.1Hz, high cut フィルター 60Hz にて、増幅率 50 μ V/5mm で増幅した後、ペーパー速度 3cm/s の紙記録と同時に、256Hz のサンプリングで A/D(カノーブス電子 ADJ-98)変換し、パーソナルコンピュータ(NEC PC-9821 V200)内のハードディスクに格納した。

2.6 解析

①AVSM:6 因子のそれぞれの形容詞の得点を因子ごとに合計し、1 課題と他の課題との平均値の差を算出し、SPSS10.0J を用いて、調性 8 課題、被験者を独立変数として、感情価 6 因子を従属変数とする多変量解析を行なった。

②調判定:各調性ごとの正解数を回答者数で割った正答率を算出した。

難易度は各調性ごとの回答者の難易度を平均したものとする。

③脳波:分析区間 8 秒に対して、1 エポック 256 点(1 秒)として Hamming Window による平滑化処理をした後、FFT 解析をして 8 エポックの平均オートパワスペクトルを算出した。帯域パワは α 帯域を 8.20Hz \sim 12.89Hz、 β 帯域を 13.28Hz \sim 29.6875Hz として算出した。12 課題それぞれの転調前・後の 12 部位ごとの帯域別平均パワを算出したのちに、転調前の平均パワに対する転調後の平均パワの比を求め、相対パワとした。すべての脳波データは、この相対パワに基づいて分析した。

3. 結果と考察

①AVSM による感情価評価

結果: 上記の解析による結果を Table 1 から Table 6 に示す。有意性の基準は、5%とし、表中では「■」で示した。

Table-1 抑鬱の課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	3.06						
A 40%	1.33	-1.75					
A 70%	2.27	-0.81	0.94				
Es 40%	2.75	-0.33	1.42	0.48			
Es 70%	1.60	-1.48	0.27	-0.67	1.15		
As 30%	1.33	-1.75	0.00	-0.94	-0.27	-1.42	
As 60%	1.13	-1.96	-0.21	-1.15	-0.48	-1.63	0.21

Table-2 高揚の課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	-3.02						
A 40%	-2.38	0.65					
A 70%	-2.31	0.71	0.06				
Es 40%	-3.29	-0.27	-0.92	-0.98			
Es 70%	-1.65	1.38	0.73	0.67	-1.65		
As 30%	-1.27	1.75	1.10	1.04	0.38	2.02	
As 60%	-0.54	2.48	1.83	1.77	1.10	2.75	-0.73

Table-3 親和の課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	-1.40						
A 40%	-2.19	-0.79					
A 70%	-1.15	0.25	1.04				
Es 40%	-0.92	0.48	1.27	0.23			
Es 70%	-0.63	0.77	1.56	0.52	-0.29		
As 30%	-1.71	-0.31	0.48	-0.56	-1.08	-0.79	
As 60%	-1.56	-0.17	0.62	-0.42	-0.94	-0.65	-0.15

Table-4 強さの課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	0.23						
A 40%	1.25	1.02					
A 70%	0.58	0.35	-0.67				
Es 40%	-0.29	-0.52	-1.54	-0.88			
Es 70%	0.29	0.06	-0.96	-0.29	-0.58		
As 30%	0.96	0.73	-0.29	0.38	0.67	1.25	
As 60%	1.15	0.92	-0.10	0.56	0.85	1.44	-0.19

Table-5 軽さの課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	-2.71						
A 40%	-0.88	1.83					
A 70%	-2.23	0.48	-1.35				
Es 40%	-3.48	-0.77	-2.60	-1.25			
Es 70%	-0.98	1.73	-0.10	1.25	-2.50		
As 30%	-0.04	2.67	0.83	2.16	0.94	3.44	
As 60%	-1.42	1.29	-0.54	0.81	-0.44	2.06	1.38

Table-6 荘重の課題ごとの平均値の差

	E 30%	E 60%	A 40%	A 70%	Es 40%	Es 70%	As 30%
E 60%	1.75						
A 40%	1.40	-0.35					
A 70%	1.71	-0.04	0.31				
Es 40%	1.60	-0.15	0.21	-0.10			
Es 70%	0.94	-0.81	-0.46	-0.77	0.67		
As 30%	-0.44	-2.19	-1.83	-2.15	-1.37	-2.04	
As 60%	1.38	-0.37	-0.02	-0.33	0.44	-0.23	-1.81

E-durR=30%と As-durR=30%が4因子で有意差が多く見られた。強さ因子では、有意差が見られなかった。これは、先行研究で強さ因子だけほとんど有意差が見られなかったことと一致した結果であった。

考察: E-durR=30%と As-durR=30%が4因子で有意差が多く見られたのは、R値が最も低い割合になっているからだと考えられる。R値による感情価の影響は先行研究の結果と同様であった。このことから、感情価にR値の割合が低くなることで影響があると考えられる。また、強さ因子に有意差が見られない点で、先行研究と一致したことから、旋律転調課題では、強さ因子は影響しないと考えられる。

②調判定

結果: 調判定の難易度と正答率を各調性ごとに Fig. 2 から Fig. 5 に示す。4調性ともにR値が低いものよりR値が高い楽曲の方が、正答率が高くなった。難易度では、E-dur と A-dur でR値が高いものが難易度が高くなった。

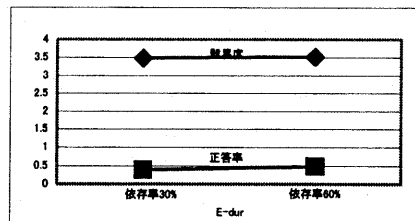


Fig. 2 E-dur の調判定結果

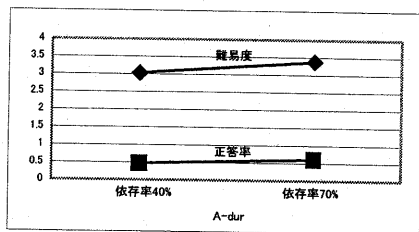


Fig. 3 A-dur の調判定結果

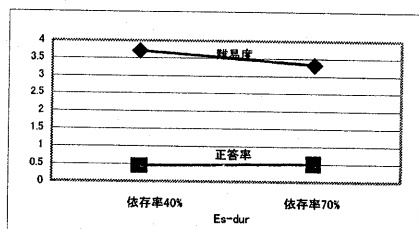


Fig. 4 Es-dur の調判定結果

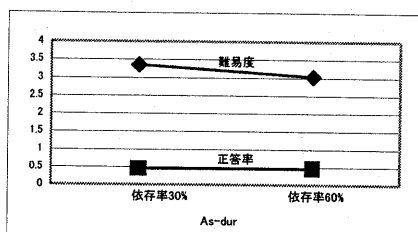


Fig. 5 As-dur の調判定結果

考察:4調性ともにR値が高いものの方が正答率が高くなったことから、R値が低い方が調判定が困難であると考えられる。また、難易度は、E-durとA-durでR値が高いものの方が難易度が高かった。しかしながら、R値が低いものには、転調後の調性をmollに間違える解答が頻繁に見られた。

③脳波

結果:左・右半球の偏りを見るため、左・右半球5部位(Fp, F, C, T, O)ずつのβ帯域の平均相対パワを、(右-左)/(右+左)の算出式で計算した。その結果をFig. 6からFig. 9に示す。

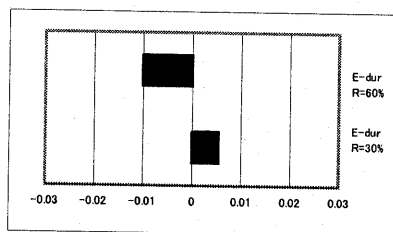


Fig. 6 E-dur:左・右半球5部位のβパワの左右分布

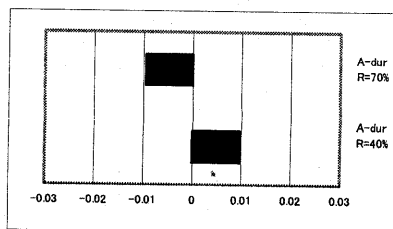


Fig. 7 A-dur:左・右半球5部位のβパワの左右分布

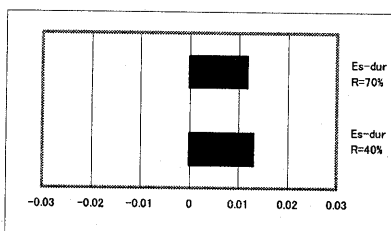


Fig. 8 Es-dur:左・右半球5部位のβパワの左右分布

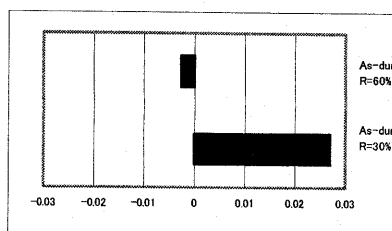


Fig. 9 As-dur:左・右半球5部位のβパワの左右分布

4調性全てでR値が高いものが左半球に負荷が掛かりやすいことがわかった。このことは、先行研究の結果と一致した。

次に、脳活動の前後のβ帯域成分パワの違いを調べるため、前後2部位(F7とF8の平均、T5とT6の平均)の相対パワを、

(F-T)/(F+T)の算出式により計算した。また、左・右半球のパワの偏りを見るため、左・右半球の2部づつ(F, T)のβ帯域の平均相対パワを、(右-左)/(右+左)の算出式で計算した。その両者の関係をFig. 10に示す。

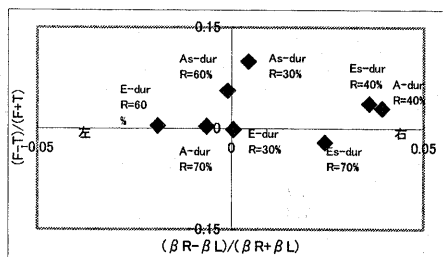


Fig. 10 β帯域の左右前後の分布

R値が低いものでは、多くの課題曲で右前頭部に負荷が集中していた。この図からもR値が高いものは左半球に負荷が掛かりやすいことがわかった。

考察: R値が低いものが右前頭部に負荷が掛かっていたことは、先行研究と同様であったことから、転調課題の転調後の調判定を行うときは、理論上近親調と遠隔調といわれる調性によって脳活動に変化があるだけでなく、転調前の調性の音階に含まれている割合によっても脳活動に影響があると考えられる。これは、転調前の調性の音階が転調後の音高の含まれる割合によって調判定時の脳活動に違いが見られ、転調前の調性の音階が転調後の音高に含まれている割合が高いと左半球に、割合が低いと右半球に負荷がかかりやすいことがわかった。

4. 一般的考察

本研究では、転調前の調性の音階が転調後の音高に含まれる割合によって影響が見られるか調べた結果、3指標すべてでR値による影響が見られた。このことにより、転調において理論上で近親調や遠隔調であること以外に、転調前の調性の音階と転調後の音高の割合による影響が見られたことがわかった。この結果から、転調は転調前の調性の影響を受けて転調後の調性感を判断するため、転調前の音階と転調後の音高の割合も調性感に影響

を与える重要な要因であると考えられる。

また、調判定で困難度が高い場合、脳活動において右前頭部位のβ帯域の活動が増加したことから、調判定が難解であると脳活動の負荷に影響が見られると考えられる。

今回、4調性それぞれ2パターンで検討したが、調性と転調前の調性の音階に含まれる転調後の音高の割合関係の一部分でしかないので、今後は調性と転調前・後の音高の割合の関係がみられるか検討したい。

引用文献

- 1) 石桁真礼生他(1965): 楽典-理論と実習-, 音楽之友社
- 2) 谷口高士(1998): 音楽と感情, 北大路書房
- 3) 松永理恵他(2001): 調知覚に見られる音高系列の影響, 日本音楽知覚認知学会平成13年度秋季研究発表会資料, 日本音楽知覚認知学会
- 4) 三戸勇氣他(2001): 転調課題に対する認知活動の生理心理学的研究~旋律による, 日本音楽知覚認知学会平成13年度秋季研究発表会資料, 日本音楽知覚認知学会
- 6) N. Oram&L. L. Cuddy(1995): Responsiveness of Western Adults to Pitch-distributions in Melodic Sequence, Psychological Review
- 7) C. L. Krumhansl(1979): The Psychological Representation of Musical Pitch in Tonal Context, Cognitive Psychology 11, pp. 346-374