



Title	リズム知覚過程の認知科学的研究
Author(s)	後藤, 靖宏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(行動科学)
Dissertation Number	甲第4250号
Issue Date	1998-03-25
DOI	https://doi.org/10.11501/3136743
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/51462
Type	doctoral thesis
File Information	000000322157.pdf



リズム知覚過程に関する認知科学的研究

後藤靖宏

①

リズム知覚過程に関する 認知科学的研究

後藤 靖宏

目次

本論文の構成	viii
第I部 序	1
第1章 本研究の背景と目的	2
1.1 メロディの認知	3
1.2 “リズム”とは	7
1.3 音楽の“拍節構造 (metrical structure)”	9
1.4 拍節構造の知覚と“拍節的体制化 (metrical organization)”	11
1.5 本研究の目的	13
第II部 先行研究の概観	16
第2章 拍節的体制化の過程に関する実験研究	17
2.1 拍節的体制化の漸進性に関する研究	19
2.2 拍節構造の階層性の知覚に関する研究	21
2.3 記憶課題を用いた拍節知覚研究	23
2.4 その他の研究	26
2.4.1 音楽経験および発達の側面からのリズム知覚に関する研究	26
2.4.2 リズム知覚と音高・調知覚との関わりに関する研究	27

2.4.3	神経生理学的な立場からの実験研究	28
2.5	まとめ	30
第3章	拍節的体制化の過程に関するモデル研究	31
3.1	リズム知覚モデルの先駆的研究	32
3.2	処理の漸進性を考慮したモデル	36
3.2.1	Longuet-Higgins and Lee (1982) のモデル	36
3.2.2	Lee (1985, 1991) のモデル	42
3.3	漸進的処理を行わないモデル	44
3.3.1	Lerdahl and Jackendoff (1983) の理論	44
3.3.2	Longuet-Higgins and Lee (1984) のモデル	46
3.3.3	Povel and Essens (1985) のモデル	48
3.4	その他のモデル	49
3.5	まとめ	51
第III部	実験研究	53
第4章	拍節単位の心理的実在性と心内表象の性質 (実験1)	57
4.1	序	58
4.2	方法	59
4.2.1	被験者	59
4.2.2	材料	59
4.2.3	装置	62
4.2.4	実験計画	62
4.2.5	手続き	63
4.3	結果	63

4.3.1	再認率	63
4.3.2	平均評定値	65
4.4	考察	65
第5章 拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立(実験2)		70
5.1	序	71
5.2	方法	74
5.2.1	被験者	74
5.2.2	材料	74
5.2.3	装置	77
5.2.4	手続き	77
5.3	結果と考察	78
5.3.1	量的分析	78
5.3.2	質的分析	92
5.4	一般的考察	102
第6章 拍節構造知覚の確定と変更の過程(実験3~5)		105
6.1	序	106
6.2	実験3	109
6.2.1	方法(被験者, 材料, 装置, 実験計画, 手続き)	109
6.2.2	結果と考察	113
6.3	実験4	117
6.3.1	方法(被験者, 材料, 装置, 実験計画, 手続き)	117
6.3.2	結果と考察	118
6.4	実験5	122
6.4.1	方法(被験者, 材料, 装置, 実験計画, 手続き)	123

6.4.2	結果と考察	124
6.5	一般的考察	128
第7章	音楽非熟達者の拍節構造の知覚：熟達者との比較(実験6)	132
7.1	序	133
7.2	方法	136
7.2.1	被験者	136
7.2.2	材料	136
7.2.3	実験計画	138
7.2.4	手続き	138
7.3	結果	138
7.3.1	文脈音列が単純拍子音列の場合	138
7.3.2	文脈音列が複合拍子音列の場合	142
7.3.3	文脈音列がランダム音列の場合	144
7.4	考察	144
第IV部	モデル研究	149
第8章	既存のモデルの考察：計算機上への実装とシミュレーション	152
8.1	Lee (1985) のモデル	153
8.1.1	モデルの前提	154
8.1.2	リズムの階層性	154
8.1.3	拍節的単位の決定	155
8.1.4	処理様式	158
8.1.5	テンポの影響	158
8.1.6	モデルのアルゴリズム	159

8.2	Povel and Essens (1985) のモデル	162
8.2.1	モデルの前提	163
8.2.2	処理様式	166
8.2.3	テンポの影響	166
8.2.4	モデルのアルゴリズム	166
8.3	両モデルの比較	170
8.3.1	特徴	170
8.3.2	シミュレーション結果	176
第9章 新たな拍節的体制化の過程のモデルの提案		177
9.1	モデル化にあたっての前提	178
9.1.1	モデル構築上の要求	179
9.1.2	処理対象音列の理想化と限定	183
9.2	メトリカル・ユニット階層化モデルの構築	184
9.2.1	モデル構築上の基本的概念	184
9.2.2	モデル構築上の要求の実現：アルゴリズムへの具体的な組み込み	191
9.2.3	モデルの振舞いの実際	195
第10章 モデルの妥当性：実験結果とシミュレーション結果との比較		208
10.1	シミュレーション結果	209
10.2	実験結果とモデルの予測との比較	211
10.2.1	“拍”の予測	213
10.2.2	より高次の階層の拍節単位の予測	215
10.2.3	“第1拍の位置”の予測	217
10.2.4	“拍子”の予測	217

10.2.5	メトリカル・ユニット階層化モデルの振舞いに関する考察：第 1拍の位置の予測について	219
10.3	モデルの妥当性と限界	223
10.4	まとめと今後の展望	226
第V部 まとめ		229
第11章 一般的考察と将来への展望		230
11.1	拍節構造の知覚と拍節的体制化	231
11.1.1	拍節的体制化と拍節単位の心的実在性	231
11.1.2	拍節的体制化にみられる偏好性と漸進性	232
11.1.3	解釈の確定と変更	233
11.1.4	拍節的体制化に与える音楽の熟達度の影響	233
11.1.5	拍節的体制化の漸進性	235
11.2	モデルの今後の方向性	236
11.2.1	リズム知覚モデルの発展の方向	236
11.2.2	より一般的なメロディ認知モデルへの拡張	237
11.3	最後に	239
引用文献		243
付録		262
A 実験で使⽤した音列一覧		263
A.1	実験1で使⽤した音列	264
A.2	実験3~5で使⽤した音列	265

A.3 実験6 で使用した音列 267

 A.3.1 4/4 拍子の音列 267

 A.3.2 3/4 拍子の音列 268

 A.3.3 6/8 拍子の音列 269

 A.3.4 ランダムの音列 270

B モデルによるシミュレーション結果 271

謝辞 281

あとがき

本論文の構成

本論文は、人間のリズム知覚に関する認知科学的研究について述べたものであり、全体で5部11章から構成されている。

本論文のおおまかな構成および内容は以下の通りである。

第I部第1章では本研究を開始するについての背景と目的について述べている。

第II部では、リズム知覚に関してこれまでに行われている研究を概観している。第2章では拍節的体制化の過程に関する実験研究を、第3章では拍節的体制化の過程に関するモデル研究を、それぞれ概観している。

第III部では、聞き手の拍節的体制化の過程を明らかにするという目的のもとで行った、6つの実験研究を報告している。第4章は、リズム知覚に必須である拍節的体制化がなされていることを実験的に証明し、同時に拍節単位の心理的実在性について調べた(実験1)。第5章では、聞き手の拍節的体制化の過程にみられる基本的な嗜好性と、その漸進的な確立の特徴とを詳しく観察した(実験2)。第6章では、拍節解釈の確定と変更の過程について調べた(実験3~5)。第7章では、実験1~5までに得られた知見をより一般化すべく、音楽の熟達者と非熟達者の拍節知覚を比較することによって、拍節的体制化と音楽の熟達度との関係を考察した(実験6)。

第IV部では、聞き手の拍節的体制化に関するモデル研究を行っている。第8章では、これまでに提案されているリズム知覚のモデルのうち、特に高く評価されているものについて、計算機上に実装してシミュレーションを行い、その振舞いを考察した。第9章では、新たなリズム知覚モデルを提案した。ここで構築したモデルは、既存のリズム知覚モデルにはなかったいくつかの新しい特徴を備えている。第10章では、構築したモデルを計算機上に実装してシミュレーションを行い、実験の結果と比較することにより、モデルの妥当性を調べた。

第V部第11章では、本論文の全体的なまとめを述べ、将来にむけての展望について言及している。

第 I 部

序

1.1 メロディの認知

我々の日常生活には音楽があふれている。もちろんここで言う“音楽”とは、一部の人たちによってのみ語られるような、複雑かつ専門的な知識を必要とするものだけではない。テレビやラジオから日常的に流れてきたりカラオケで歌ったりする歌謡曲なども当然音楽だし、映画のサウンドトラックなどもまた音楽である。これらの音楽のもつ心理的作用は絶大である。このことは、音楽が全くなくなってしまうえば、我々の生活がいかに無味乾燥なものになってしまうかということを考えるとすぐにわかるであろう。

我々はこの音楽をただ漫然と聞き流しているのではなく、多様な種類の音楽をさまざまに活用していると言うことができる。たとえば、音楽は、我々が純粹にそれらを鑑賞することによって、高次の芸術的な欲求を満足させてくれるという芸術的役割をもっており、過去の偉大な音楽家が残した素晴らしい楽曲を味わうことができる。音楽にはまた、いわゆる効果音楽的な役割もある。音楽は、我々が気分を盛り上げる必要のある時に活用する、非常に有効な手段の一つである。たとえば、陸上競技の選手がスタート前にアップテンポの音楽を聞いたり、ボクシングの選手がリングに上がる前に激しい音楽を聞いたりして、自分自身を奮い立たせるという話はよく耳にする。一方で、音楽には、気持ちを落ち着けたり疲労を癒したりするような作用もある。たとえば、間接照明に照らされたバーに流れるスローテンポのバラッドは気分を和らげるであろうし、日常生活において我々がストレスを感じている時に、音楽を聞くことによって精神的なやすらぎや安定感を得ることができる。この他にも、医療の現場で病気の治療のために音楽を援用したり、結婚式などで豪華な雰囲気を醸し出すために音楽を流したりする。日常的な場面においても、子供を寝かしつけるために子守唄を歌うことは、洋の東西を問わず広く行われている。

これらはいずれも音楽の心的作用について物語るものであり、音楽は我々の生活

に深く入り込んでいることの証しであると言える。では、我々が音楽を聞くとき、どのような心理作用が介在されてこのような心の状態が生じるのであろうか。

音楽に関する音響的信号はまず我々の感覚器官に到達する。このことは、具体的には、空気の振動によって鼓膜が振動させられるということの意味する。この振動は内耳の基底膜によって電気的信号に変換され、聴神経を通過して脳の中枢系に伝えられる。大脳における知覚の初期の段階では、音の長さや周波数・大きさなどの分析がなされ、個々の音の高さや音質、また声音であるか楽音であるか雑音であるか、ということが知覚される。しかしこの段階では、入力された音響情報はまだ単なる物理的な“音”の連続でしかない。これらを“メロディ”として認知するためには、その後の比較的高次の段階において、個々の音を何らかのまとまりとして“体制化(organize)”する処理が行われる必要がある。

阿部(1987b)によれば、この体制化の結果、メロディの“リズム(rhythm)”や“旋律線(contour)”, “調性(tonality)”などといったものが知覚されると考えられる。我々は、このようなリズムや調性といった概念を形成し、この概念を基礎的な枠組みとして利用することによって、より高次の音楽構造(フレーズ、リズムパターン、和声、音楽スタイルなど)を認知することができ、またその音楽への期待(expectation)がもたらされることになる。そして最終的に、これら知覚された諸要素が統合され、その時点までの記憶や音楽体験、その時の気分などとも複雑に絡み合っ、音楽の心的作用が喚起されると考えられる。

楽曲を楽しんだり、音楽が及ぼす多様な心的作用を明らかにしたりするためには、音楽そのものを「わかる」ことが前提となり(波多野, 1987), その基本的な認知過程がどのようなものであるのかということを知明する必要がある。これまで、音楽の認知は非常に主観的であると考えられてきたために、音楽の認知心理学的研究の発展が妨げられてきた(阿部・星野, 1985)。しかしながら、近年になって、音楽の認知過程にも多くの人々に共通する普遍性があることがわかってきている。知覚の

初期過程については、我々の生物学的な器官的制約に基づくところが大きく、それらの基本的な機能及び規則性が解明されてきている。音楽の認知は、このような比較的低次の知覚過程に加えて、より高次の知覚的体制化の過程も関与している。すなわち、聴覚器官から脳に到達した音響信号を、なんらかのまとまりのあるものとして体制化し、その結果我々は音列を“旋律 (melody)”として認識していると考えられる。この旋律の認知に大きな影響を及ぼす可能性のあるものとしては、子供の頃から暗黙のうちに身につけた音楽文化、楽器や音楽そのものに対する熟達度や親近性、音楽の好みのジャンルなどという、我々の知識や経験であると考えられることができる。これらの知識や経験は、個々人によってある程度の違いはある。しかしその一方で、たとえば同じ国に住んでいるといったように社会的文化的背景が等しい場合や、音楽に対して同程度の熟達度である場合には、音楽の基本的な処理過程には一般的な法則性を見いだすことができる。

阿部 (1987b) によれば、そのような認知処理の法則性に大きな制約を与えているのは、メロディ認知が本質的に時間軸上の線形的 (linear) 性格をもっているということであるという。原則的に考えて、音響情報は、時間経過の方向に線状に並べられた形でしか聞き手に入力されない。したがって、音列を“音楽”として認知するためには、聞き手はその物理的に連続した音響情報をカテゴリー的な離散的単位へ分節化し、この情報単位をより高次の情報単位へと群化していく、という体制化の作業を時間の経過に沿って“漸進的 (incremental)”に行わなければならない。この作業の性格として、入力に対して大きな遅延なしに出力が生成されなければならないので、深いバックトラックを必要とするような処理は考えにくい (平賀, 1987) ということをおけることができるだろう。メロディ認知の高次の処理、特に体制化の過程がこのような制約を受けていることを考えると、メロディの体制化の過程に存在する一般的法則性もそのような制約性を反映する性質をもつ、と考えられる。

さて、音楽の認知に関するこのような制約を踏まえて、メロディを認知するとは

どのようなことなのか、ということをもう一度考えてみる。我々の日常的な音楽体験をふりかえってみると、メロディを聞いて、たとえば「4分の4拍子」といった拍子を知覚できたり、「ハ長調」といった調を知覚できたりしていることがわかる。これらは、それぞれメロディのリズミ的な側面、調性的な側面とすることができる。先行研究によると、メロディの処理はこれらの異なった側面で行われていることが実験的に示されている。たとえば、発達段階的な見地からは、子供は、リズミ的な処理、旋律線の処理、調性的な処理、という順序で処理を行えるようになるということが示されている (Bartlett & Dowling, 1980; Chang & Trehub, 1977; Cuddy & Cohen, 1976; Dowling, 1987 など)。また、脳損傷患者による事例研究からは、音楽に関する認知機能が選択的に障害を受けるという“失音楽症 (amusia)”が、大きく“失旋律症 (amelodia)”と“失リズム症 (arhythmia)”というカテゴリーに分けられるということが示唆されている。たとえば、Peretz(1990)は、メロディの音高に関する認知機能とリズムに関する認知機能が選択的に障害を受けると報告している。また、Peretz(1993)は、失旋律症の中に、旋律線処理が障害を受けると、旋律線処理は障害を受けていないが調性的処理が障害を受けているものがあることを報告している。

これらの先行研究は、いずれも、メロディの認知処理にはリズミ的な処理や調性的な処理という異なった側面があるということを示しており、我々がメロディを認知する際には単一ではない体制化の過程があることを示唆していると言える。阿部(1987b)によれば、このような体制化には、大きく分けて2種類あることが指摘されており、そのそれぞれは、“リズミ的体制化 (rhythmic organization)”, “調性的体制化 (tonal organization)”と呼ばれている。すなわち、与えられた入力音列を、リズミ的に体制化することによって時間軸上での構造化が行われ、調性的に体制化することによって高さの側面にゲシュタルトを与えて有機的な関係づけが行われる。我々が物理的な音の系列をメロディとして認識できるためには、これら2種類の体制化

の処理が心内のスキーマに対し適合的に達成される必要があるのである。

本論文の目的は、これら2種類の体制化のうち、“リズム的体制化”についてその過程を明らかにすることである。すなわち、人間が音楽のリズムを知覚するということはどのような心的行為なのか、音列に対して具体的にはどのような処理を行うことによって音列のリズムを知覚できるのか、といったことを認知科学的に探求することである。次節では、本論文の研究対象である“リズム”とはどのようなものか、ということを確認しておくことにする。

1.2 “リズム”とは

梅本(1966)によれば、リズムは音楽においてのみならず、すべての時間的事象の形態化において広く見られる心理現象である、という。音楽では特にメロディやハーモニーとならんで、リズムはその三大要素の一つに数えられる重要なものであるが、音楽というものが本来時間芸術であり、時間がその基本的枠組みとなっている以上、時間の分節に関係するリズムは、メロディやハーモニーよりもさらに基本的な要素であると言える。このように考えると、音楽においてリズムは非常に重要な位置を占めており、その知覚過程を調べるためには、まずリズムという語がもつ概念を明確にする必要がある。

しかし、既に多くの先行研究によって指摘されているように(たとえば, Cooper & Meyer, 1960; クレストン, 1968; Gabrielsson, 1993; Fraisse, 1982; クラーゲス, 1971 など), リズムの定義を一意に決定することは不可能に近い。たとえば, クレストン(1968)は、これまでになされてきた十以上にもものぼるリズムの定義を紹介しつつ、「誤った理論, あいまいな空想とか無知をさらけ出している」ものが多いとして、リズムという概念を定義することの難しさを指摘している。また Fraisse (1982) も、リズムを定義することは困難であることを認め、その理由として、リズムが「複数の変数が混じりあっている複雑な実体」であるからということをも指摘している。

浅香ら(1996)によれば、リズムの語源については、これまでギリシア語の“ $\rho\epsilon\omega$ (=rheo, 流れる)”に由来した“ $\rho\upsilon\theta\mu\omicron\varsigma$ (=rhythmos, 周期運動)”である、とされてきた。 $\rho\upsilon\theta\mu\omicron\varsigma$ とは、「音や動きにおける律動的な動き・時間」のことである。最近になってリズムの定義づけはもっとさかのぼるようになり、たとえばイエーガー(W.Jaeger)は、「舞踊と音楽におけるリズムのギリシア的発見の根底にあるのは…運動の確固たる区分である。」としているという。

さて、音楽のリズムについては、Fraisie(1982)が、プラトンによる「運動の秩序」というもっとも包括的な定義を採用しつつ、「もっとも一般的には、知覚されたものに基づいて予想が可能であるとき、換言すれば、次に何が起こるかを予想できる時に、リズムが存在するということができる」としている。そしてこの概念は、「一連の連鎖の中の先行する事象の知覚が、後続事象に関する予想を、実時間で、すなわち時間遅れなく次々に生成するということ(前の事象の知覚によって、後続の事象が起こる前に、その事象に関する予想が生じること)がリズムの概念の本質である(Martin, 1972).」という定義にも見ることができるともしている。

しかし、このような定義をもってしても、リズムという語がもつ概念を完全に説明できたことにはならない。これは以下のようなことを考えてみればわかる。予想という観点からすると、一般的には、ランダムな刺激の系列はすべて“非リズム”であると考えられるので、逆に“リズム”とは、ランダムでない、規則的な刺激の流れである、という定義をすることができるかもしれない。このような定義によれば、“リズム”と考えられるものには、脈拍、行進、時計のチクタク音など、同一刺激の単調な反復や、ワルツなどの類似した構造を有する刺激パターンの反復などが考えられる。一方、ある種の現代音楽に見られる、互いに異なるパターンの連続は“非リズム”ということになるかもしれない。しかし、ランダムな刺激の場合でも、人は程度の差こそあれ次に何が生起するかを予想できることがあり、そうすると、上述の定義も一概に正しいと言うことはできないことになってしまうのである。

以上のように考えてくると，“正確”で，かつ一般的に受け入れられるようなリズムの定義をすることは困難であると言わざるを得ない．そこで，本論文では，リズムを以下の意味に限定して用いることにする．すなわち，西洋調性音楽における“拍節的リズム (metrical rhythm)”である．浅香ら (1996) によれば，拍節的リズムとは，「拍節構造がアクセントの規則的な反復継起によって一定の周期に分割されるパターン」のことである．次節では，音楽の拍節的リズムと拍節構造の知覚について述べる．

1.3 音楽の“拍節構造 (metrical structure)”

多くの先行研究が，音楽における時間構造の知覚には異なった側面があることを指摘している (たとえば，Bamberger, 1978; Cooper & Meyer, 1960; Fraisse, 1982; Jones, 1976; Lerdahl & Jackendoff, 1983; Rosenthal, 1989; Upitis, 1987 など)．その中で，Lerdahl and Jackendoff (1983) は 2 つの時間構造を明確に区別している．ひとつは，“グルーピング構造 (grouping structure)” と呼ばれるものであり，もうひとつは“拍節構造 (metrical structure)” と呼ばれるものである．グルーピング構造とは，音楽用語で言うところの“フレーズ (phrase)” などにあたるものであり，たとえば演者が息つきなどをする箇所区切られるまとまりのことである．拍節構造とは，音の相対的な長さから構築されるものであり，音楽用語で言えば“拍子 (meter)” や“小節 (bar)” などにあたるものである．前述したように，本論文での関心の中心は後者にあり，人間はどのようにして拍節構造を知覚していくのかということ明らかにすることが本論文の目的であると言える．

拍節構造を構成しているもっとも基本的な要素として，“拍”と“拍子”をあげることができる．拍とは，“音楽の時間的継起における基本単位”であると言える (浅香ら, 1996)．石桁他 (1965) によれば，1 拍の長さは，長くなりすぎると刻みが遅くなりすぎて単位として不適當であり，短かすぎると刻みが速くなりすぎ

てあつかい難く、かつ識別し難くなるため、音楽では通常、1拍の長さとして0.2秒～1.5秒の間のもので使用される、とされている。実際、大多数の曲はこの範囲内の速さになるように1拍の長さを定めているという。

拍子は“拍(固定した時間単位)の一定数から成る基本的な音楽的時間”(浅香ら, 1996)とされている。たとえば“3/4拍子”の時間単位とは“4分音符一つの長さ”を言い、一定数とは“3”であり、基本的な音楽的時間とは“4分音符3つの長さ”に相当する。そして周期的に3拍目ごとにアクセントをもつ。このような拍の配列である拍子は“3/4”のような拍子記号によって指示され、基本的な音楽的時間ごとに小節縦線で区切られる。拍子はその種類が単純拍子(2拍子, 3拍子, 4拍子)や複合拍子(6拍子, 9拍子, 12拍子)に分けることができる。また、混合拍子(5拍子, 7拍子)と呼ばれるものもある。

これら拍や拍子を構成要素とする拍節構造のもつ重要な特徴として、その“階層性(hierarchy)”をあげることができる(Lerdahl & Jackendoff, 1983; Longuet-Higgins & Lee, 1982, 1984; Lee, 1985, 1991; Yako, 1997)。拍節構造においては、時間的長さの異なる複数の時間単位が、階層的に積み重なっているという構造を見てとることができる。そして、この階層性を同定することによってそのメロディの拍節構造を知覚することができると言える。拍節構造のこのような階層性については、第IV部で詳しく述べる。

ここで注意すべきは、拍や拍子というものは“心理的存在”であるということである。すなわち、それらは発音楽者の側が決定できるものではないし、メロディの中に物理的に存在するものでもない。あくまでも聞き手が知覚した結果として心理的に存在するようになる時間単位である。このような拍節構造を知覚することができるようになるのは、拍節的体制化と呼ばれる処理を行った結果である。次節では、この拍節的体制化について詳しく述べる。

1.4 拍節構造の知覚と“拍節的体制化 (metrical organization)”

本章では、これまで“リズム”や拍・拍子といった概念について述べてきた。しかし、そのような概念は、音響情報内にあらかじめ存在するものでは決してない。音の流れを聞いてそこに拍や拍子などといった拍節構造を感じるのは、我々人間がその音列に対して、ある一定の時間的単位を付与したりそれらを統合したりする結果なのである。このように、入力音列を分節化して拍を感じ、それを群化して拍子を知覚するようになること、すなわち、音列に対する時間的構造化処理のことを“拍節的体制化 (metrical organization)”と呼ぶ。

拍節的体制化について、阿部(1987b)は、音声言語理解との間にみられる類似性からその特徴を考察している。音声言語理解においては、物理的に連続な音声音響を言語的に意味のある情報単位(音素や音節など)の離散的系列へと分節化(segmentation)し、さらにはそれらをより大きな情報単位(形態素、単語、句、節、文)へと群化(grouping)していく処理が特徴的とされており、音韻的及び統語的処理と呼ばれている。これとほぼ同一と見なし得る処理はメロディ認知の過程においても見出し得る。Figure 1.1 (a)に示すような音刺激が入力された場合、聞き手は、この長音1つと短音2つが交互に出現する音の流れを聞くうちに、長音の背後に3つの等間隔の拍を付与して聞くようになり、かつ、4拍をひとかたまり(拍子)として知覚するようになる。これが拍という基本単位への分節化と、拍子というより大きな単位への群化であり、これら一連の処理を指して拍節的体制化と行うことができる。

この拍節的体制化が、我々が心内にもっていると考えられる拍節構造に関する基本的知識(拍節的スキーマ:metrical schema)の支配を受けているということは、拍や拍子についての安定した解釈(処理結果)を得ることのできない入力によく覚えることができないということからわかる。たとえば、Figure 1.1の(b)の刺激は、把

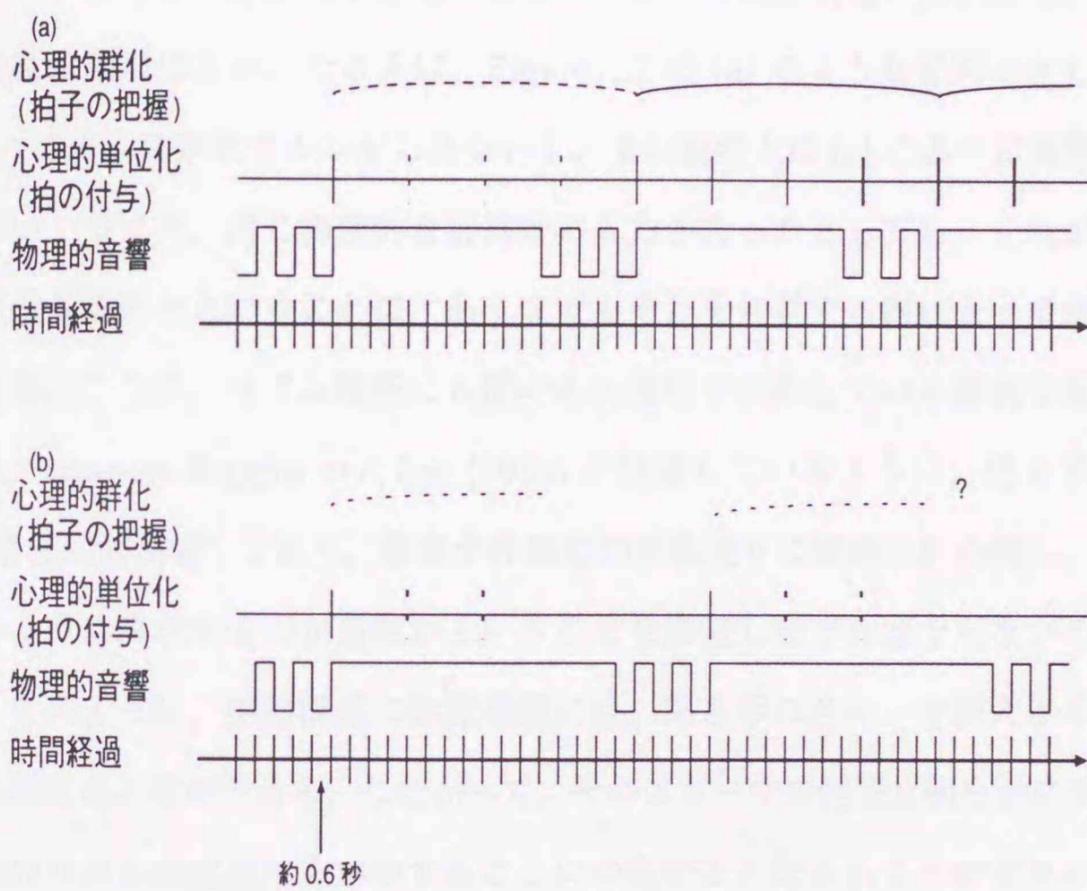


Figure. 1.1. 音の流れに対する単位化 (分節化) と群化. 阿部 (1987b, p.44) より引用.

握し記憶することが難しい。(b)の音の流れは物理的には(a)のそれとほとんど同じ特徴をもっており、異なっているのは長音の長さが短音2音の4倍となっている点だけである。しかし、我々は(b)の刺激に対してなかなか安定した分節化(単位化)と群化の構造を付与することができない。この2つの例の比較からは、このような拍節的体制化の処理も内的スキーマの支配を受けていることがよくわかる。

このような、分節化や群化の知覚、すなわち拍節構造の解釈には、原則としては理論的制限はない。たとえば、Figure 1.2の(a)のような音列に対して、ある人は(b)のように解釈するかもしれないし、また別の人は(c)のように解釈するかもしれない。つまり、同じ物理的音響情報の入力があったとしても、それがどのように解釈されるのかということは、あくまでもそれを知覚する側によって決められるのである。ここに、リズム解釈に人間の心的過程が作用している事実を見ることができ、Longuet-Higgins and Lee (1984)が指摘しているように、聞き手はある意味で“潜在的演奏者”であり、音楽が作曲者の意向通りに演奏された時に、その音楽をどのように解釈するのが自然かということを決定しなければならないのである。

このように、拍節構造の知覚過程には、聞き手のスキーマが大きく関与していると考えられる。したがって、そのスキーマの性質を明らかにすることが、人間のリズム知覚過程を解明することにつながると考えることができる。

1.5 本研究の目的

本論文の目的は、人間のリズム知覚過程について明らかにすることである。すでに述べてきたように、本論文では、リズムという語はおもに西洋調性音楽に見られる拍節的リズムの意味に限定して用いる。また、“音の長さ”の概念を表現するための用語として“音価 (note value)”という語を用いることとする¹。聞き手が、物理的

¹音の長さの概念を表現する用語としては、音価 (note value) の他に、日本語では「音長」, 「時価」, 「歴時」, 英語では “duration”, “time value”, “time interval”, “time span” などといったようなさまざまな表現がある。しかし、多くの先行研究では厳密には区別されないまま使用されているの



Figure. 1.2. 拍節的体制化の例. 同じ音列 (a) に対して異なった拍節解釈 ((b),(c)) が可能である. このように, 論理的には, 音列の拍節解釈には制限はない.

音響情報である音の列に対して、時間的な経過に沿って分節化および群化を行うことによって、音列の拍や拍子といった拍節構造を知覚する過程について、認知科学的手法を用いて詳細に検討する。本論文ではまず、認知心理学的な実験を行うことによって、聞き手の拍節構造の知覚過程について詳しく観察し、そこで認められる一般的法則性を発見する。次に、その法則性から推測される仮説を提出する。そして再び実験によってその仮説を検証し、確実な知見を得ていく。本論文は一貫してこのような循環的かつ相補的な研究方法を取っている。さらに、本論文では、実験結果の考察から演繹される仮説の提出に加えて、同時に、具体性をもった計算論的モデルを構築するというアプローチも採用する。アルゴリズムを明示化した動的モデルを構築して計算機上に実装し、実験によって得られた知見とモデルの振舞いとを厳密に比較することによって、モデルの心理学的妥当性を検討することができると考えられる。次章以降では、このような手法を取ることによって、人間のリズム知覚過程に関する知見を整理し蓄積させ、その全貌を明らかにしていくことにする。

が現状である。本論文では、特に断わりがない限り、音価 (note value) という用語で音の長さを表現することとする。

第 II 部

先行研究の概観

1. 拍節的体制化の概念

2. 拍節的体制化の過程

3. 拍節的体制化の効果

4. 拍節的体制化の応用

5. 拍節的体制化の結論

6. 拍節的体制化の参考文献

7. 拍節的体制化の謝辞

8. 拍節的体制化の索引

9. 拍節的体制化の目次

10. 拍節的体制化の巻頭語

第 2 章

拍節的体制化の過程に関する実験研究

音楽におけるリズムは「複数の変数がまじり合っている複雑な実体」(Fraisse, 1982)と言われる。このことからわかるように、リズムは数多くの要因から構成されており、解明すべき要因に応じたさまざまなアプローチによって研究が行われている。たとえば、リズム知覚を、より広義に時系列パターンの構造化としてとらえて、それをいかに知覚するかといった観点からの研究 (Allan, 1979; Collyer, Broadbent, & Church, 1992; Eisler, 1975; Jones, 1976, 1987a, 1987b; Handel & Lawson, 1983; Handel & Oshinsky, 1981; Royer & Garner, 1970 など) や、それにいかに注意を向けたり記憶したりするかといった研究 (Jones & Boltz, 1989; Jones, Boltz, & Kidd, 1982; Jones, Kidd, & Wetzel, 1981; Jones & Zamostny, 1975; Monahan & Hirsch, 1990; Schulze, 1978 など) もあれば、モダリティの違いによってリズム知覚に違いはあるかといった研究 (Glenberg & Jona, 1991; Glenberg, Mann, Alman, Forman, & Procise, 1989; Martin, 1972 など) もある。また、ピアノなど、楽器を演奏したりそれを聴取したりする時におけるリズム知覚の側面について研究したもの (Beauvillain & Fraisse, 1984; Clarke, 1985, 1989; Shaffer, Clark, & Todd, 1985; Sloboda, 1985a など) もあれば、リズムの“印象”はいかに知覚されるかといった研究 (Gabrielsson, 1986, 1993 など) もある。さらに、“アクセント”と“非アクセント”はどのようにグルーピングされるべきか、といった問題を、“アイアンブ”や“アナペスト”などといった詩脚法を用いて、おもに楽曲分析の立場から明らかにしようとしたアプローチ (Cooper & Meyer, 1960; Meyer, 1973, 1989; Narmour, 1983, 1990, 1992 など) もある。

このように、音楽におけるリズムにはさまざまな側面があり、一口にリズム研究といってもその研究の目的や方法は非常に多岐に渡っている。その中で、本論文での中心的な関心は、第1章でも述べたように、「聞き手はどのようにして物理的な入力音列を分節化して拍を知覚するのか」、また、「どのようにしてそれらを群化して拍子を知覚するのか」などといったこと、すなわち、拍節的体制化の過程の本質は

どのようなものであるのか、ということである。したがって、本章で概観する研究は拍節的体制化に関するものを中心に扱う。

これまでのメロディ認知の心理学的研究は、音の高さの側面(旋律線など)に集中しており、他の側面に焦点をあてた研究は少なかった(阿部・星野, 1985)。このことはリズム的な側面についてもあてはまり、これまでに報告された実験研究は決して多いとは言えない(リズム知覚研究の歴史的な流れについては、Fraisse(1987)に詳しい)。しかし、近年その努力が着実に増えつつあるのも事実である(後藤・阿部, 1996a)。本章では、拍節的な体制化の過程を明らかにするために行われた実験研究について、その目的からいくつかの観点に分類し、特にその成果が評価に値すると思われる研究を概観する。

2.1 拍節的体制化の漸進性に関する研究

我々は、日常的な知覚体験として、メロディを聞いて拍や拍子、リズム構造といった異なったレベルでの単位化および群化を行うことを知っている。また、音列の進行にしたがってその拍節構造を認識していく、ということも経験的に明白な事実である。人間のリズム知覚過程を解明しようとする認知心理学的努力は、したがって、こういった経験的事実を踏まえたものでなければならない。このような観点からの実験研究はあまり多くはないが、近年いくつかの知見が報告されている。

Lee(1991)は、メロディの拍節構造の知覚過程に関する3つの実験を行った。第1実験では、おもに、“反復の要因”，すなわち音列内に繰り返しのパターンがあるかどうか、と、“音の長さの要因”，すなわち第1音目が音列内において相対的に長い音になっているか否か、ということに注目し、これらの要因が拍節構造の知覚にどのように関わっているかを調べた。実験の結果、音列の拍節構造の認識には反復の要因が関わっており、繰り返しパターンを一つの単位(ユニット)として認識しやすい傾向があること、相対的に長い音から単位(ユニット)を開始する傾向にあるこ

と、などが示唆された。

第2実験では、拍の長さ (beat-length) の選択に影響を与える要因を決定するという目的で、おもに“テンポ”を操作することにより聞き手の拍節解釈を調べた。テンポは、slow(♩=500ms), medium(♩=250ms), fast(♩=125ms)の3種類であり、実験1と同様に被験者に音列を呈示してそのリズム譜を記述させた。実験の結果、聞き手は300~600msecの間で拍を認定しやすいということを確認した。

第3実験は、おもに音列の漸進的処理と拍の予測という観点から行われた実験であった。具体的には、時間軸上で、音列の第2音から、第1音のオンセットと第2音のオンセットの間の時間間隔(すなわち、第1音の長さ)と等しい位置に、音のオンセットがあるか否かということ进行操作することによって、聞き手の拍節解釈の変化を調べた。前2つの実験と同様に、聞き手に自身の解釈結果を記譜させるという方法で実験を行った結果、予測した位置に音のオンセットがない場合には、予測した位置に音のオンセットがある場合と比べて、その拍節解釈が変更される傾向があることが見いだされた。

彼はこれらの実験結果を踏まえて、新たなモデルを提案している。このモデルは、基本的にはそれまでのモデル(Lee, 1985)のアルゴリズムを基盤にしたものであるが、新たに、一つの音列に対して複数の拍節解釈をも産出できるように構築されており、聞き手が知覚する可能性の高い複数の解釈を予測できるものとなっている(Lee, 1985, 1991)のモデルについては、第3.2.2節に述べられている。

この他に、聞き手の拍節構造知覚の漸進性に注目した実験研究として、後藤と阿部の一連の研究(後藤, 1994; 後藤・阿部, 1994b, 1995c; Goto & Abe, 1996b)がある。ここでは、おもに数音~十数音から成る単旋律の音列について、聞き手に対して音列の冒頭から一音ずつ段階的に呈示し、Lee(1991)と同様にその時々自身の知覚結果を記譜させた。実験の結果、聞き手が拍子解釈の際にもつ基本的な偏好性や、漸進的な確立過程の特徴が明らかにされてきている。

2.2 拍節構造の階層性の知覚に関する研究

拍節構造の知覚は、拍節的体制化の処理が心内のスキーマに適合的に達成されることによりなされる。これまでは、おもに“どのようにして拍子が知覚されるか”といった研究が多かったが、最近になって、知覚された結果としての拍子の心的表象を調べることによって、逆に、それを知覚する拍節的体制化の過程の性質を解明しようとする研究が報告されるようになってきている。

Palmer and Krumhansl(1990)は、拍子の心内表象を調べるために、実際の楽曲における“音符の出現頻度”を調査し、同時に2つの心理実験を報告している。

音符の出現頻度調査では、彼らはまず、バッハ、モーツァルト、ブラームスおよびショスタコヴィッチの曲から、それぞれ2/4拍子、3/4拍子、4/4拍子および6/8拍子の曲を選択した。次に、これらの曲を一小節ごとに解析し、時間的な位置ごとの音符出現頻度を計算した。たとえば、4/4拍子の曲の場合、一小節を16等分し、それぞれの位置には実際に音がどれくらいの割合で出現しているかを計算した。最後に、GTTM (Lerdahl & Jackendoff, 1983, 第3.3.1節参照)によって予測される、小節内のそれぞれの位置での音符の出現頻度と、実際の作品の小節内での音符の出現頻度との相関を計算したところ、各拍子とも非常に高い相関が得られた。これらの結果から、彼らは、実際の楽曲における音符の頻度分布は聞き手の音楽的知識の獲得に影響を与え、そのような知識を獲得した聞き手は、拍や拍子の知覚にそれを利用しているのではないかと議論した。

実験は、聞き手の拍子の心内表象の性質を見出すことを目的として行われた。第1実験では、拍子表象の階層性が、“プローブ法”(Krumhansl & Shepard, 1979)を応用した方法で調べられた。被験者にはまず、“context beat”が4周期分呈示された。context beatとは、一定の時間間隔で鳴る音のことであり、被験者はこの一定間隔を、2/4拍子、3/4拍子、4/4拍子、6/8拍子のいずれかの拍子の“一小節”と

して聞く(たとえば、4/4拍子の一小節として聞く場合には、その一定間隔を心内で4等分して聞く)ように求められた。次に、context beatの5周期目からは、“probe beat”が同時に呈示された。このprobe beatは、2/4拍子および4/4拍子として聞く条件ではcontext beatを16等分した位置のいずれかの位置に、3/4拍子および6/8拍子として聞く条件ではcontext beatを12等分した位置のいずれかの位置に、それぞれ挿入されていた。被験者の課題は、“probe beatがcontext beatにどれくらいよくフィットしているか(goodness of fit)を7段階で評定する”というものであった。実験の結果、各拍子とも、小節の第1拍目に相当する部分に呈示されたprobe beatに対する評定値がもっとも高く、次に、拍があるとされる箇所(たとえば、4/4拍子では2, 3, 4拍目に相当する位置)に呈示されたそれに対する評定値が続いた。それ以外の箇所に呈示されたprobe beatに対する評定値は低かった。musician(音楽熟達者)は、non-musician(音楽非熟達者)と比較してこの傾向がより顕著であった。これらの結果から、我々の拍子の心内表象は階層的に構成されており、またその階層性は音楽経験によってより顕著になると議論した。

第2実験では、拍子の“記憶混同(memory confusion)”という観点から、第1実験と同様の方法で聞き手の拍子の心内表象が調べられた。被験者にはまず2回のcontext beatが呈示された。続いて、第1実験と同様に、context beatを分割したいずれかの位置に、第1probe beatが挿入されたものが呈示された。次に、第1probe beatが消え、残ったcontext beatの間のいずれかの位置に第2probe beatが挿入されて呈示された。被験者の課題は、context beat内における第1probe beatの位置と第2probe beatの位置の異同を6段階で評定することであった。各拍子ごとに分析したところ、第1実験と同様に、拍子の心内表象の階層性を示唆する結果が得られ、GTTMの予測も大枠において支持された。

彼らは、音符の頻度分布の解析結果および2つの実験結果をふまえて、1)拍子に対する心的表象は階層的な規則性をもっている、2)聞き手は規則的な階層性に基づ

いて音列の拍節構造を予測し知覚していく, 3) 拍子の心的表象の獲得には音楽経験が影響を与える, と結論した. そして, このような規則的階層性は, リズムの知覚や記憶のみならず, 作曲などのより高次の認知活動にも影響を与えると議論した.

拍子知覚の観点から拍節的体制化の過程を明らかにするような研究は最近になって増えてきたものであり, 同様の目的意識をもった研究として, Miller (1993) や London (1995) などをあげることができる. Miller (1993) は, Palmer and Krumhansl (1990) と同様に, 拍子の心内表象は階層をなしているものであるという実験結果を得た. 彼はその結果に基づいて, 拍節構造を知覚するという事は, この拍子の規則的な階層性に基づいて次の拍節構造を予測することであると推測した. London (1995) の研究は厳密には実験研究ではないが, 9/8 拍子や 11/8 拍子といった, “複雑な拍子 (complex meter)” をもった実際の楽曲を分析することによって, 高次の拍節単位が均等に下位分割できないような拍節構造は, それを知覚するのが困難であるとした. そしてそこから, 聞き手は, 音列を2倍型や3倍型といった, より単純な構造になるように知覚していくと推測した.

これらのアプローチはすべて, 聞き手が知覚する拍節構造の階層性を調べようとしたものである. このような問題意識をもった研究は, 拍子やその他の要素の心的表象を解析することによって, 拍節的体制化の過程の特徴を見い出そうとしたものとして注目に値すると言することができる. また, Palmer and Krumhansl (1990) で使用された probe 法は, 音楽経験がなく, したがって自身の知覚結果を言語的に報告することができない聞き手の心内表象をも明らかにすることができるため, より一般的な知見を獲得することができるという点において評価することができる.

2.3 記憶課題を用いた拍節知覚研究

Povel や Essens の一連の研究 (Essens, 1986, 1995; Essens & Povel, 1985; Povel, 1981; Povel & Essens, 1985) では, おもに記憶課題を用いてメロディの拍節構造の

知覚が調べられている。音列の記憶に関する研究はこれまでもいくつかの報告があったが、Povel や Essens たちは、“時系列パターン (temporal pattern)”，すなわち音列をいかに知覚するか，という点に主要な関心をおき，その知覚と記憶との関係を明確に意識した研究を行っている。

Povel and Essens (1985) は，聞き手の時系列パターンの知覚に関して“内的クロック (internal clock) の適合”という考え方を提案した。内的クロックとは，時系列パターンに対して聞き手が任意に適合させることができる，周期的な時間単位のことである。彼らは，この内的クロックを時系列パターンによく適合させることができた時に，聞き手はそれをよく知覚できるとし，それは記憶成績にも反映されるはずであると推測した。

彼らは自分たちの仮説を3つの実験によって検証している。第1実験では，内的クロックを適合させる難易度が異なると予想される，複数の時系列パターンを用意し，被験者に対してそれを記憶できるまで何度でも聞いてから再生するように求めたところ，内的クロックを適合させる難易度が高いとされた時系列パターンほどその再生率が低く，繰り返して聞く回数も多かった。第2実験では，第1実験で使用された時系列パターンを用い，それらを呈示する時に，そのそれぞれにもっとも適合すると予想される“等時音列 (isochronous sequence)”を同時に呈示して被験者に再生するように求めたところ，多くの時系列パターンに対して，第1実験で得られた再生率よりも高い再生率が得られた。第3実験では，1つの時系列パターンに対し，その時系列パターンによく適合すると予想される内的クロック音列と，あまり適合しないと予想される内的クロック音列とを準備し，両者を連続して呈示して，“いずれの組合せがより単純 (シンプル, simple) であるか”，という二者択一の判断を求めたところ，被験者は，音列によく適合すると予想された内的クロックを伴う時系列パターンの方を“より単純である”と判断した。彼らは，これらの結果から内的クロック仮説の妥当性を確認した。そして，聞き手が時系列パターンに対し，内的

クロックをよく適合させ得たときに、そのパターンをよく知覚することができる」と結論し、符号化がよくなされて心内表象も確固たるものになると推測した。

Essens (1995) は、内的クロックの考え方の妥当性を検討するために、Povel and Essens (1985) と同様の方法による実験を報告している。彼は、第1実験で、自身のモデル (Povel and Essens, 1985) と Lee (1985) のモデル¹の予測が異なる音列10種類を準備し、その音列をそれぞれのモデルが予測する時間単位とともに呈示した。被験者の課題は、タッピングによってその音列を再生することであった。実験の結果、Povel and Essens (1985) のモデルによって予測された時間単位を対呈示された場合は、その音列の再生率が高かった。

Essens (1995) はまた、第2実験および第3実験で、音列の“複雑さ (complexity)”を決定している要因について調べている。彼は、我々が音列が複雑であると感じるのは、一定の時間単位であるクロックがその音列にいかに関係しているかということと、そのクロックがどのように下位分割されるか、ということの2つの要因が関係しているという予測をたてた。ここで、下位分割のされ方とは、クロックが、1) 等しい大きさに分割される場合、2) 等しくない大きさに分割される場合、3) 分割されない場合、のことを指す。等しくない大きさに分割される場合は、それ以外の場合に比べて符合化が複雑になるために、それが記憶にも反映されて成績が下がるはずだとした。

第2実験では、この2つの要因を変数としてそれぞれを独立に操作し、第1実験と同様に再生実験を行ったところ、主効果が確認されたのはクロックの適合度の要因のみであり、下位分割のされ方は再生率に影響を与えていなかった。

この結果と、第3実験(音列の複雑さに関する評定実験)の結果から、Essens (1995) は音列を知覚して感じる複雑さの要因として、クロックの適合度の他に、音列内の音がそのクロックをどのように“囲む (envelope)”かということに注目し直した。ク

¹この2つのモデルについては、第8章で詳しく検討している。

ロックと音列に存在する音との関係を、1) クロックの前に音が存在する場合、2) クロックの後に音が存在する場合、3) クロックと音が一致する場合、の3種類に分類し、音列内にある envelope のバリエーションの総数が多いほど、聞き手はその音列を複雑に感じるだろうと予測した。この3種類をスコア化し実験結果を再分析したところ、実験結果をうまく説明することができた。

彼らの一連の研究で仮定された、内的クロックという一定周期の単位は、音楽で言うところの拍や拍子といった心理的時間単位と類似しているとも言えそうであり、拍節的な体制化の処理過程を考える上で有用であると言える。

2.4 その他の研究

2.4.1 音楽経験および発達の側面からのリズム知覚に関する研究

リズム知覚について、音楽の経験や発達の側面から調べた研究がいくつか報告されている(たとえば, Drake, 1993; Drake, Dowling, & Palmer, 1991; Drake & Gérard, 1989; Dowling & Harwood, 1986; Gérard & Drake, 1990; 森下, 1995; Pflederer, 1964; Serafin, 1979; Uptis, 1987 など)。これらの研究は、聞き手は拍や拍子といったものをどのようにして知覚していくのか、という問題意識からの研究とは言い難いが、リズム知覚の能力を獲得していく様相を明らかにしようとしたものであり、聞き手の拍節的な体制化の過程を考える上で参考になる事項が含まれている。

Dowling and Harwood (1986) によれば、Serafine (1979) は4歳から9歳の子どもを対象として拍子知覚に関する実験を行った。その結果、4歳児では正答率が33%であるのに対し、9歳児では76%と高かったことから、成長した子どもほど拍子の知覚能力が発達していると結論づけた。また、Pflederer (1964) は、5歳から13歳の子どもを対象にして、バルトークの作品から引用したフレーズとそれを変化させたフレーズとの異同判断課題を行った結果、成長した子どもほどよく聞き分けられるという知見を得た。さらに Drake (1993) は、5歳および7歳の子どもと、音楽的訓

練を受けていない成人および音楽的訓練を受けた成人の4群を被験者とし、リズムパターンの再生実験を行ったところ、4/4拍子の簡単なリズムではすべての被験者群で正答率は高かったが、それ以外の複雑なリズムでは、音楽的訓練を受けた被験者のみがよりよく正答することができた。彼はリズムの知覚は文化的背景よりも音楽的訓練との関わりが大きいと指摘している。

これらのリズム知覚研究では、“成長するにつれて拍節知覚の能力が発達する”といった点でおおよそ一致した見解が得られており、また音楽経験がリズム知覚に与える影響についても考察されている。これらの研究は、いずれも拍や拍子といった概念を前提としてしまっており、厳密には、聞き手はそれらをどのようにして知覚していくのか、といった拍節的体制化の過程を明確にしようとした研究とは異なる。しかしこれらの研究は、聞き手の拍節的体制化の基本的な特徴をを明らかにするという点で重要であるといえることができる。

2.4.2 リズム知覚と音高・調知覚との関わりに関する研究

音楽の認知には、リズム知覚の側面の他にもいくつかの側面が関わっている。その中のひとつに調性的な知覚の側面がある。この点に注目し、リズム知覚が音高や“調”の知覚とは独立に行われているのか、それとも何らかの影響を受けて行われているのか、といった問題意識からなされている研究が報告されている(たとえば、Bigand, 1997; Boltz, 1989a, 1989b, 1991; Boltz & Jones, 1986; Jones et al., 1982; Jones & Ralston, 1991; Kidd, Boltz, & Jones, 1984; Monahan & Carterette, 1985; Monahan, Kendall, & Carterette, 1987; Okada & Abe, 1997; Palmer & Krumhansl, 1987a, 1987b; Schumuckler & Boltz, 1994; Smith & Cuddy, 1989; Thompson, 1993 など)。

Palmer and Krumhansl (1987a) は、バッハの平均律クラヴィーア曲集からの抜粋を材料として、音の長さの情報は原曲を維持したまま、音の高さの情報のみを均

一にした“equitonal”条件と、音の高さの情報は原曲を維持したまま、音の長さの情報のみを均一にした“equitemporal”条件、それに抜粋部分をそのまま維持した“melody”条件を設定し、音列の19音目から最後までそれぞれの長さをもつ音列について完結性を評定させた。その結果、equitonal条件とequitemporal条件には相関がなかった。また、equitonalな音列とequitemporalな音列の位相をずらして結合したものについて同様の完結性評定を行わせたところ、やはり同様の結果が得られた。これらの結果から、彼らは、音の長さに関する処理は、基本的には音の高さに関する処理とは独立であると結論している。

一方、Boltz and Jones(1986)は、12音から成るメロディを書き取らせる実験を行った結果、音の高さの構造と音の長さの構造の位相が合う場合には成績が向上し、また位相がずれていてもより高次のレベルにおいて規則性がある場合には成績がそれほど悪化しないという知見を得た。これらの結果から、彼らは、音の長さに関する処理と音の高さに関する処理とは何らかの依存性があるのではないかと推測している。

このように、リズム知覚に調性的な知覚がどのように関わっているかどうかということについては、まだ明確な知見が得られていないというのが現状ではある。しかし、調性的な体制化がリズム的な体制化に影響を与えることがあるという報告(Omura & Abe, 1992)もあり、リズム知覚過程を考える上では調性的な影響も何らかの形で考慮する必要があると思われる。

2.4.3 神経生理学的な立場からの実験研究

最近、神経心理学と呼ばれる分野の研究が盛んになってきており、メロディの認知に関する研究も報告されるようになってきている。そこでなされている研究は、拍節的体制化の過程の研究とは直接的な関係は薄いですが、リズム知覚のモジュール性を示唆するような、非常に興味深い知見が報告されている。この分野ではおもに“失音

楽症 (amusia)” の患者がその研究の対象となっている。失音楽症とは、「脳の障害によって生じた音楽機能に関連したさまざまな障害を示す包括的な名称」(遠藤, 1996) のことである。

Peretz らの一連の研究 (Herbert & Peretz (in press); Peretz & Morais, 1989; Peretz, 1990, 1993b, 1993a; Peretz & Gagnon, 1995; Peretz & Kolinsky, 1993) では、失音楽症の患者を調査した結果、失音楽症は“失旋律症 (amelodia)” と“失リズム症 (arhythmia)” という2つの異なった症状に分類できることを示唆する結果が得られた。Peretz (1990) は、20人の健常者と6人の脳損傷患者に、オリジナル音列と、オリジナル音列のリズムは維持したまま、旋律だけを変化させた音列 (“ピッチ体制化条件 (pitch organization condition)”), またはオリジナル音列の旋律は維持したまま、リズムだけを変化させた音列 (“テンポラル体制化課題 (temporal organization task)”), もしくはオリジナル音列の旋律とリズムの両方を変化させた音列 (統制条件), を連続して呈示し、その異同判断を求めたところ、すべての脳損傷患者が、ピッチ体制化条件またはテンポラル体制化課題のいずれか一方において、健常者よりも低い成績を示した。彼女らはこの結果を、脳損傷によって旋律またはリズムの認知処理過程が選択的に障害を受けるということを示唆するものと考えた。そして、リズムを処理する能力と旋律を処理する能力との間には、少なくとも部分的に分離することが可能な、知覚のシステムがある可能性があるという結論づけた。旋律の処理とリズムの処理とがある程度分離しているということは、運動性失音楽として報告された症例からも示唆されている (河村, 1996)。

失音楽症は失語症などと比べてその発見が難しく、実際の患者数も少ないため、先行研究の追実験をするのが困難であり、旋律とリズムの処理の部分的分離という結果の一般化も容易ではない。しかしながら、脳内組織と心的機能の関連を調べ、メロディ認知の神経生理学的な基礎を見い出すことができるという点で重要であり、たとえばコネクショニズムの考え方をメロディ認知に応用しようとするような試み

(たとえば, Bharucha, 1987; Gjerdingen, 1990; Leman, 1989; Sano & Jenkins, 1989; Scarborough, Miller, & Jones, 1991a, 1991b; Todd, 1989 など) とともに, 音楽知覚の心的過程を明らかにするために大きな貢献になることが期待される。

2.5 まとめ

本章では拍節的体制化に関する実験研究を中心に概観した。これまで述べてきたように, 先行する実験研究はさまざまな目的のもとに行われ, その結果多くの知見が蓄積されてきている。しかし, これまでに報告されてきたメロディの拍節構造知覚に関する実験研究は, 拍や拍子といった概念を前提としてしまっているものが多く, メロディの拍節的側面を知覚するということはそもそも聞き手のどのような心的行為なのか, 拍節構造が知覚できるのはどのような処理手続きの結果としてなのか, という疑問については十分に答えられていない。

本論文では, 人間のリズム知覚過程における具体的な処理手続きを明らかにするために6つの実験を行っている。これらの実験の前提となっている考え方は, 聞き手のリズム知覚現象を観察することによってそこで認められる一般的法則性を発見し, そこから演繹される法則性に対して新たに仮説を提出して再び実験による検証を行うというものである。

本論文の後半ではさらに, 実験の結果獲得した知見に基づいて計算論的モデルを提案している。このモデルを計算機上に実装することによって, 実験結果との照合を詳細に行い, 聞き手の拍節的体制化の過程を明らかにできると考えられる。次章では, リズム知覚過程のモデルに関する研究について概観する。

拍節的体制化の過程に関するモデル研究

第3章

拍節的体制化の過程に関するモデル研究

拍節的体制化の過程に関するモデル研究

拍節的体制化の過程に関するモデル研究

拍節的体制化の過程に関するモデル研究

これまでに、いくつかのリズム知覚モデルが提案されてきた。これらは、聞き手がもっとも“自然な”リズム解釈を行うために使用されていると考えられるさまざまな規則を記述したものである。これらのモデルや理論には、そのほとんどに共通するいくつかの仮定がある一方で、その特徴を大きく2分している前提がある。各モデル・理論をもっとも明確に区別している特徴の一つが“処理の漸進性”である。処理の漸進性とは、メロディの構成音が入力される順に漸進的に処理していくというアルゴリズムを想定するか、それとも、メロディの構成音を一括して処理するアルゴリズムを想定するか、という違いのことである。この違いは、聞き手のリズム知覚をモデル化する際に非常に大きな意味をもっていると考えられる。

Table 3.1 にこれまでに提案されたリズム知覚モデルについて、処理の漸進性という観点から分類したものを示す。本章では、これまでに提案されてきたリズム知覚のモデルを、Table 3.1 に示したような処理の漸進性という観点から大きく2つに分類して概観することにする。具体的には、まず最初にリズム知覚モデル研究の先駆けとなった研究について簡単に触れた後に、漸進的処理を行うモデルについて詳しく述べ、次に非漸進的処理を行うモデルについても概観する。最後に、関連するその他のモデルについても触れておくこととする。

3.1 リズム知覚モデルの先駆的研究

聞き手のリズム知覚過程をモデル化しようとした研究のなかで、Simon (1968) のモデルおよび Steedman (1977) のモデルは、その後のリズム知覚の理論的研究に影響を与えた先駆的研究として一定の評価を与えることができる。

Longuet-Higgins and Lee (1982) によれば、Simon (1968) のモデルは“LISTENER”と呼ばれるプログラムとして実現されたものであり、音の長さを手がかりにしてメロディの“フレーズ構造”を発見するための手続を含んでいた。このモデルでは、1) メロディを一括して解析する、2) 全体の構造を解析した後に、音列を等しい音の長

Table 3.1
これまでに提案されたおもなリズム知覚モデル

処理様式	提案者
漸進的処理	Steedman (1977) Longuet-Higgins and Lee (1982) Lee (1985, 1991) Rosenthal (1989, 1992)
非漸進的(一括)処理	Simon (1968) Longuet-Higgins and Steedman (1971) Longuet-Higgins (1976) Lerdahl and Jackendoff (1983) Longuet-Higgins and Lee (1984) Povel and Essens (1985) Parncutt (1994)
その他	Scarborough et al.(1991)

さの最小の“フレーズ”に分割する, 3) 各フレーズは音の onset で始まり, したがっていかなる音符もフレーズの境界によって再分割されない, 4) 1)~3)の後, より高次のグルーピングレベルを発見しようとする, という手続きを含むものであった。

Simon(1968)は, このモデルによって実際にベートーベンのピアノソナタ Opus. 109 の第2楽章の最初の8小節をシミュレートしたところ, ベートーベンが意図したのと同様の長さのグルーピングを獲得することができたことを報告している。しかし, 音列の最初に位置する休符を仮定する方法をもたないため, いわゆるアウトタクト解釈を全く認めないことになること, いわゆるシンコペーション解釈を全く許さないこと, 音列の処理が漸進的ではないこと, などの点において, 聞き手のモデルとしては問題点が残る。

Steedman (1977) のモデルも, 聞き手の拍子解釈を説明しようとした先駆的研究である。このモデルは, 聞き手が, 相対的に長い音の生起や反復をどのように用いて音列の拍節解釈を行うのか, という観点から構築されたモデルであり, 計算機上に実装されている。特に注目すべき点は, 漸進的な処理を行っていくうちに, 音列内の“旋律的反復 (melodic repetition)”をとらえるという処理を具体化しているということであり, これは本章で述べるあらゆるモデルの中で唯一のものである。

このモデルでは, “反復”を“3音または3音以上の連続する音のまとまりが2つあり, それぞれのまとまりを構成するすべての音の長さが等しく, かつ音程と方向が等しいという条件を満たす音列”としている。このような反復は“simple repetition”と呼ばれ, この“simple repetition”と“variant repetition”(“simple repetition”の定義を若干拡大したもの)とを発見することがモデルのアルゴリズムの中心的課題とされている。

このモデルのアルゴリズムの特徴は以下のようにまとめることができる。第1に, アルゴリズムは, ある時点までに確立された拍節構造の枠組でメロディーのより後の部分を解析し, ある拍節単位を構成する音のまとまりが, それ以前に出現したま

とまりの繰り返しになっているかどうかを調べる。第2に、メロディーの前の方に対応する音形を探す際には、すべての音の組合せを調べるのではなく、拍節単位の開始時点からはじまる音のまとまりだけを対象とする。第3に、初めの方の音のまとまりが後の方のものに優先するという考えのため、音列の拍節を確立するための証拠となるまとまりの探索は、音列の冒頭から後方に向かって行う。Steedman (1977)はこのモデルを計算機上に実装し、バッハの平均律クラヴィーア曲集の48のフーガ主題についてシミュレーションを行ったところ、16の音列でバッハが意図したような拍節構造を出力した。

このモデルは、Simon (1968)のモデルと比較すると、音列の初期の事象により優位性をもたせ、漸進的な処理を行うといった点において、人間のリズム認知過程のモデルとしてある程度の心理学的妥当性があると言える。しかし、いくつかの根本的な問題点もある。たとえば、3音以上のまとまりが出現すると、そのたびに音列の冒頭から同型のまとまりがあるかどうかを調べる、という振舞いは、聞き手のパフォーマンスの説明としてはやや無理があるように思われる。また、“反復”の長さには具体的な制限が設けられていない。聞き手がメロディを聴取する場合には、それまでに聴取した音列をすべて記憶しているとは考えられず、記憶している場合にも、一定の限界のある容量に収まる大きさのまとまりを記憶していると考えられるが、Steedman (1977)のモデルはこの部分については全く説明していない。さらに、どのような音列に対しても第1音に第1拍を置かなければならず、いわゆるアウフタクト解釈を認めていないという点も、聞き手のリズム知覚現象をうまく説明できていない。

このモデルは、音列内の“反復”を具体的に処理するという観点は評価される。しかし、聞き手のモデルとしては上述のような根本的な問題があるために、その後目を見張るような発展がないまま現在に至っている。

この他に、Longuet-Higgins and Steedman(1971)のモデルや Longuet-Higgins (1976)

のモデルも、先駆的研究としてある程度の評価を与えることができる。両者とも、音列内にある相対的に長い音が主要な拍節ユニットの始まりになる、という仮定に基づき、音列の拍節構造を解釈しようとするアルゴリズムをもっている。

3.2 処理の漸進性を考慮したモデル

聞き手は、音列を聞いている間に、もしくは聞きながら、その音列の拍節構造を知覚していく。聞き手のもつ、このような漸進的特徴を忠実にモデル化したものとして、まず第一に Longuet-Higgins and Lee (1982) のモデルをあげることができる。このモデルは、1982年に発表されて以来、その後のリズム知覚の理論的研究に対して非常に大きな影響を与え、現在までに提案されているリズム知覚モデルも多くがこのモデルの考え方を基盤にしている(たとえば、阿部, 1993; 後藤・阿部, 1995b; Lee, 1985, 1991; Miller, Scarborough, & Jones, 1988 など)。本節ではまず Longuet-Higgins and Lee (1982) のモデルについて詳細に取り上げ、その後 Lee の二つのモデル (Lee, 1985; Lee, 1991) について簡単に触れることにする。

3.2.1 Longuet-Higgins and Lee (1982) のモデル

3.2.1.1 モデルの前提

このモデルにおいてもっとも基本となる考え方は、聞き手の拍節解釈には、音列内にある長い音が重要な役割を果たすというものである。このような前提に基づき、本モデルは、音列内の音を一定の時間単位に群化する際に、どの時間単位においても長い音がユニットの始まりとなるように音をまとめるように振舞う。

このモデルは、聞き手が音列を聞きながらその拍節構造を解釈していくのと同様に、漸進的な処理を行う。このような特徴をモデルに反映させるために、モデルには、聞き手は音列の冒頭2音を聞いた後、心内に“first beat”, “second beat”をもつということが仮定されている。このように仮定することで、第2音を聴取した段

階においてその後の拍節構造を予測し、音列の進行につれて冒頭での解釈が成功したか失敗したかが検証できるようになる。そして、予測が成功した場合には冒頭での解釈を確定し、逆に失敗した場合には解釈を修正するという振舞いを具体化している。これはちょうど、実際の聞き手が音列を聞いて拍節構造を知覚するのと同じような動きとすることができる。

3.2.1.2 モデルの基本ルーチン

このモデルはいくつかのルーチンの組合せによって構成されており、その振舞いはプロダクションで記述することができる。本モデルでは“t1”, “t2” という記号を使用し、それぞれ聞き手が1番目のビート及び2番目のビートが発生したと判断した時間を表現する。また、“t3” という記号によって次のビートを予測した時間を表す。具体的には、t1 は第1番目の音、t2 は2番目の音にそれぞれ置かれ、即座に“t2-t1” が計算されて t3 の値を予測するために用いられる。

モデルにおいて、聞き手が知覚するであろう拍節構造を発見するために使用される基本ルーチンは、“CONFLATE”, “STRETCH”, “UPDATE” の3種であり、“UPDATE” の下位ルーチンとして“LONGNOTE” というルーチンが用意されている。Figure 3.1 ~ Figure 3.4 にはそれぞれのルーチンの振舞いが示されている。

本モデルが起動すると、これらのルーチンを適宜使用することにより、漸進的に拍節解釈を生成していく。以下に各ルーチンの振舞いを述べる。

CONFLATE ルーチン：

ユニットの2倍化のためのルーチンである。このルーチンは、確立したメトリカルユニットよりも高次のユニットに移動しようとしたときに作動する。具体的には、t2 - t1 のビートの長さを倍にして、新たな t3 の値を予測するという働きをする。これは、t3 に音が発生したときに働くもので、t2 をもとの t3

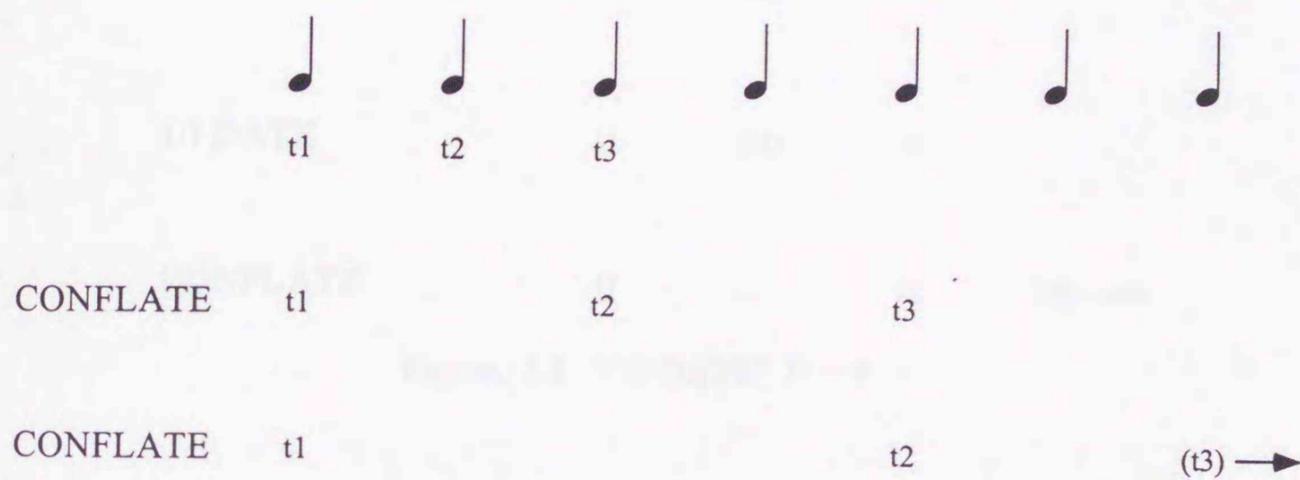


Figure. 3.1. "CONFLATE" ルーチン.



Figure. 3.2. "STRETCH" ルーチン.

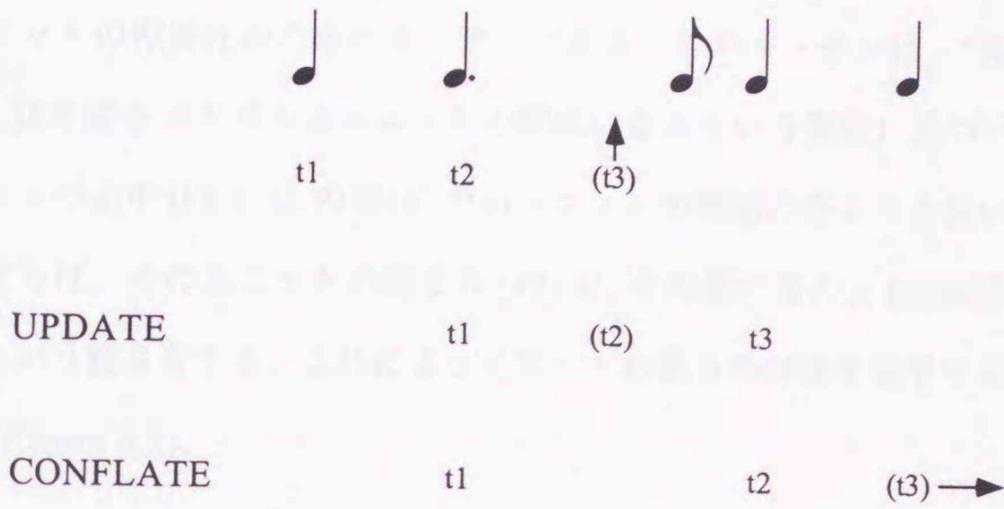


Figure. 3.3. "UPDATE" ルーチン.

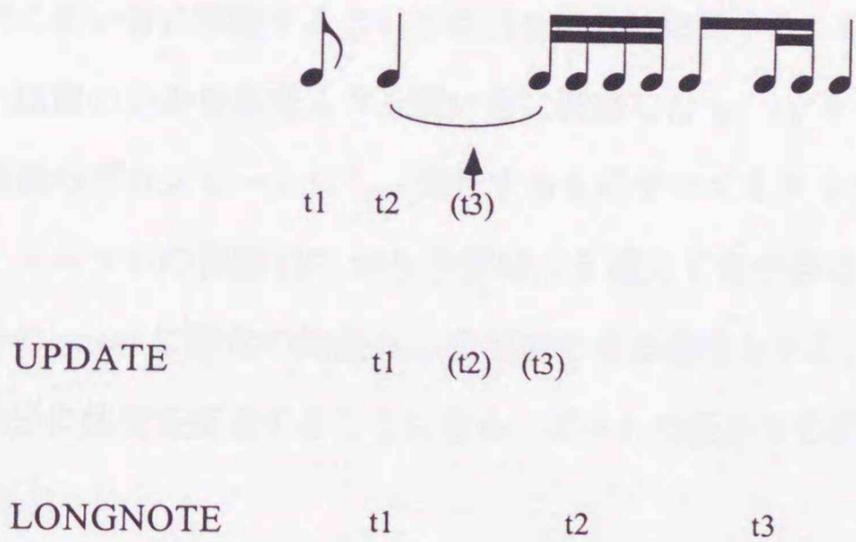


Figure. 3.4. "LONGNOTE" ルーチン.

に移動させ、それによってビートの長さが倍になり、新しい t_3 の値が予測される (Figure 3.1).

STRETCH ルーチン:

ユニットの伸長化のためのルーチンである。このルーチンは、“相対的に長い音”は主要なメトリカルユニットの開始になるという仮定に基づいている。ユニットの途中 (t_2 と t_3 の間) にそのユニットの冒頭の音よりも長い音が出現したならば、そのユニットの始まり (t_2) を、その長い音の上 (onset) に移動させるという働きをする。これによってビートの長さの評価を変更することができる (Figure 3.2).

UPDATE ルーチン:

ユニットの位相変化のためのルーチンである。このルーチンは、最初のビートを相対的に長い音に移動するという特別な場合に作動する。もし音列の始まりに近く、以前のいかなる音よりも長い音に到達したら、 t_1 をその音に移動し、それを最初のダウンビートにし、先行するものすべてをアップビートにする。つまり、ユニットの冒頭 (t_2) から予想時点を越えて音が存在しない場合、その長い音の onset に群化の始点 (t_1) を移動させる働きをする。これは、音列の冒頭の部分に休符を仮定することになる。ビートの長さは必ずしも変化しない (Figure 3.3) .

LONGNOTE ルーチン:

UPDATE を適用した後にのみ適用されるルーチンである。このルーチンは、UPDATE を適用した後、2つのユニットの間 ($t_1 \sim t_3$) に音が全く存在しない場合、2つ目のユニットの始まり (t_2) を次の音の onset に移動させるという働きをする (Figure 3.4).

3.2.1.3 モデルの処理アルゴリズム

本モデルの処理アルゴリズムは以下のように記述することができる。

1. スタート：

最初の2音を聞いた後、すぐに最初の2音に t_1 , t_2 というマークを置く。それら2音の onset 時点 (t_1 , t_2) の間の時間間隔 ($t_2 - t_1$) を算定し、その時間分をユニットの長さ (T) とする。そして、第2音の onset 以後の、そのユニット分の時点 (t_3) で音が生起することを予測する。

2. 予測時点 (t_3) に音の onset が存在する場合、CONFLATE ルーチンを作動させる。

3. t_2 と t_3 の間に、 t_2 上の音よりも長い音が出現した場合、STRETCH ルーチンを作動させる。

4. t_2 から始まる音が t_3 を越え、次音の onset が出現しない場合、UPDATE ルーチンを起動させる。

5. UPDATE 適用後、 t_1 から t_3 の間に音の onset が全く存在しない場合、LONG-NOTE ルーチンを起動させる。

6. 2. に戻り、5 までの処理を繰り返す。どの処理も行われなくなった場合に処理を終了する。

3.2.1.4 モデルの妥当性と問題点

冒頭でも述べた通り、このモデルは聞き手の拍節的体制化の過程を形成化し、処理手続きを具体的に説明しようとしたという点において、非常に高く評価することができる。具体的には、処理の漸進性を実現している点、音列内にある相対的に長

い音を拍節的に主要な音として扱っているという点などは、聞き手のリズム知覚モデルとして心理学的な妥当性が高いとすることができる。

一方、このモデルの問題点として次のようなことをあげることができる。第1に、聞き手は拍や拍子などといった異なったレベルの時間単位を知覚しているが、このモデルは、そのような異なったレベルの知覚を十分に説明することができない。第2に、出力された時間単位のうち、どの時間単位を“拍”とし、どの時間単位を“小節”とするかといった明確な規定がない。したがって“拍子”の概念に相当する単位を出力することができないことになる。第3に、実時間的な制約が加えられていないため、テンポの影響が全く反映されない。聞き手は、同じ音列でもテンポが異なると拍節的な体制化が異なる場合があるが、本モデルでは聞き手のそのようなパフォーマンスを説明することができない。さらに、いわゆる“変拍子”についての説明力が全くないことも一般的な問題としてあげられる。

3.2.2 Lee (1985, 1991) のモデル

Lee (1985, 1991) は、上述の Longuet-Higgins and Lee (1982) のモデルを基本として、より説明力の高いリズム知覚モデルを提案した。ここではこの両者について簡単に触れることにする。なお、Lee (1985) のモデルについては、第8章で詳細に考察を加えている。

Lee (1985) は、拍節構造の階層性について詳細に検討した結果、拍節構造を知覚するということは、その階層性を同定することであるとし、音列を処理する過程において複数の時間的単位(“メトリカル・ユニット”)を認定するようなアルゴリズムモデルを提案した。

このモデルの特徴としては、拍節単位の開始の手がかりとして音列内にある相対的に長い音を利用している点、漸進的な処理を行う点、メトリカル・ユニットを認定していくことによって、聞き手の知覚する異なったレベルの時間単位を説明しよ

うとしている点があげられる。一方で、このモデルの問題点としては、テンポの影響を考慮していないという点や、出力された時間単位のなかの特定のものを、“拍”として決定できないというような点があげられる。

Lee (1991) のモデルは、Lee (1985) のモデルの改定版とすることができる。基本的な処理のアルゴリズムは Lee (1985) と同じであるが、いくつかの違いがある。もっとも大きな違いとしては、Lee (1991) のモデルは、同じ音列に対して一つ以上の解釈を産出する能力をもっているということがあげられる。具体的には、アルゴリズムにある変数を組み込み、その変数の値を変化させることによって、同じ音列に対しても異なる解釈を生成することができるように修正が施されている。

このモデルは、Lee (1985) のモデルと同様に、漸進的な処理を行う点、相対的に長い音を拍節構造開始の手がかりとして利用している点、メトリカル・ユニットを認定していくことによって、聞き手の知覚する異なったレベルの時間単位を説明しようとしている点を主要な特徴としてあげることができる。さらに、同じ音列に対しても複数の解釈を生成するという点は、これまでのモデルにはなかった目新しい特徴である。しかし、新たにアルゴリズムに組み込まれたこの処理が、逆に、聞き手のリズム知覚過程の説明として妥当であるのか、という点についての吟味がなされていないという問題もある。すなわち、このモデルは一つの音列に対して複数の解釈を出力するというように振舞うが、この振舞いは、同じ聞き手が同じ音列を異なって解釈する場合もある、ということを説明しようとしているのか、それとも、同じ音列でも聞き手が異なるとその解釈も異なる場合がある、ということを説明しようとしているのか、はたまた同じ音列を同じ聞き手が、同時に異なって知覚する場合があるということを説明しようとしているのか、ということについては全く考察がなされておらず、聞き手のリズム知覚モデルという観点からは疑問の余地が残ると言わざるを得ない。

3.3 漸進的処理を行わないモデル

前節で述べたモデルは、音列の冒頭から一音ずつ処理を行うという、漸進的な処理様式をとるものであった。これまでに提案されているリズム知覚モデルには、このような漸進的な処理を行わないものもある。音列に対する聞き手の処理過程を考えると、音列を漸進的な処理を行わないというモデルは有効に機能しないと言える。しかし、そのようなリズム知覚モデルの前提となっている考え方には参考になるものがいくつみられる。ここでは、Lerdahl and Jackendoff (1983) の理論、Longuet-Higgins and Lee (1984) のモデルおよび Povel and Essens (1985) のモデルについて概観する。

3.3.1 Lerdahl and Jackendoff (1983) の理論

Lerdahl and Jackendoff (1983) は、西洋の調性音楽の認知に関する広範囲に渡る理論 (GTTM: A Generative Theory of Tonal Music) を発表した。彼らは、音楽における時間構造の知覚を“グルーピング構造 (Grouping Structure)” と“拍節構造 (Metrical Structure)” とに分類し、それぞれを知覚するための規則を提案している。

これらの規則のうち、聞き手の拍節構造に関するものは、“Metrical Well-formedness rules: MWFRs” および “Metrical Preference rules: MPRs” として述べられている。前者の “Metrical Well-formedness rules” とは音列内のどのような音のまとまりを拍節構造とするかということ定義するものであり、後者の “Metrical Preference rules” とは、拍節構造を知覚する際に聞き手が選好する構造を決定するための経験的規則群のことである。

3.3.1.1 Metrical Well-formedness rules

Lerdahl and Jackendoff (1983) によれば、以下のような条件を満たす音列を拍節構造として定義している。

MWFR1 各音の onset は、音列の最小の拍節的階層における拍¹と一致していること。

MWFR2 ある階層における拍が、より下位のすべての階層にある拍と一致していること。

MWFR3 拍節の各階層においては、強拍は2拍または3拍離れて位置付けられること。

MWFR4 tactus と、そのすぐ上位の拍節的階層は、等間隔に存在する拍から構成されること。また、tactus の下位の拍節的階層では、弱拍は、周囲の強拍の間にあつて等間隔に位置づけられること。

このように定義される音列の拍節構造は、次の Metrical Preference rules (MPRs) によって特定化される。

3.3.1.2 Metrical Preference rules

いくつかの MPRs のなかで、単旋律の拍節パターンの知覚について言及しているのは以下の通りである。

MPR1 2音か3音のまとまり、もしくはまとまり一部が“parallel”として解釈できる箇所は、“parallel”な拍節構造として知覚されやすい。

MPR2 あるまとまりにおいては、最強の拍がそのまとまりの中で先頭に出現するような拍節構造が好まれる。

MPR3 レベル L_i で、音事象と一致している拍が、そのレベル L_i での強拍となるような拍節構造が好まれる。

¹Lerdahl and Jackendoff (1983) では、拍節的階層に存在する一定の時間単位はすべて“拍”という語で表現している場合がある。一般的に言われる“拍 (beat)”は、別に“tactus”という語を用いて表現している。

MPR5a 相対的に強い拍が相対的に長い音事象に発生するような拍節構造が好まれる。

これらの規則のなかで、MPR1は、Steedman (1977) の定義よりもやや弱い、音列内の“反復”について述べているものと言える。またMPR5aは、長い音から拍節単位を開始するという他のモデルによる指摘と一致すると考えることができる。

これらの規則は計算機上に実装されてはいないが、彼らは実際に音列のいくつかにこれらの規則群を適用して観察を試みている。その結果、他のモデル(たとえば、Longuet-Higgins and Lee, 1982)と同様の結果が得られる場合もあったが、その一方でかなり直観に反する予測をする場合があった。また、この理論では、音列によっては二通りの解釈が可能である場合があるが、MPRsに違反する事象の総数が等しい場合には、一方の解釈が他方の解釈よりもっともらしい、という事実を説明することができないという問題点も明らかになった。

このような不具合はあるものの、これまで“リズム”という語でやや曖昧に表現されていた音楽の時間構造の概念を、“グルーピング構造”と“拍節構造”とに明確に分離した点や、それぞれの知覚の基盤となっている規則を明示化しようとした点、さらに、“時間間隔の簡約化 (Time-Span Reduction)” という概念を用いて、音楽の時間構造の抽象的な心内表象をも表現しようとした点などについては高く評価することができる。音楽認知一般を広く網羅するこの理論は、その後の音楽認知研究に大きな影響を与えており、後にこの理論に関係するさまざまな研究もなされている(たとえば、Deliège, 1987; Jackendoff, 1991; Lee, 1991; Palmer & Krumhansl, 1990など)。

3.3.2 Longuet-Higgins and Lee (1984) のモデル

このモデルは、どの音列に対しても強弱の逆転が起こらない解釈を見つけようと試みる、という聞き手の特性を具体化したものである。すなわち、聞き手が音列の

拍節構造を解釈する際には、シンコペーションを含まない音列 (“regular passages”, 詳しくは、第9章) として解釈しようとする仮定し、その仮定をみたすようなアルゴリズムが提案されている。このような仮定に基づいて、聞き手の拍節構造の知覚を、以下のような規則で具体化しようとしている。

1. 音列内のもっとも短い音符の長さを、最小のメトリカル・ユニットの大きさ (D) とする。
2. D よりも長い音価の音の組み合わせを考える。D よりも長い音同士の onset の時点は、次に短いメトリカルユニットの長さの整数倍の間隔で存在していると仮定する。この仮定に基づき、D' を D より長い音の時間間隔の “最大公約数” とすると、D'/D は素因数として整数 2 か 3 のみをもつことになる。そこで、次のレベルのメトリカルユニットの長さは次のように記述できることになる。

D'/D が 2 の累乗である場合：長さ 2D

D'/D が 3 の累乗である場合：長さ 3D

D'/D が 6 の倍数である場合：長さ 2D または 3D

3. D'/D が他の値 (たとえば、1/2, 1, 3/2, 5 など) となってしまう場合には、“regular passage” として扱えないことになるので、処理を停止する。
4. メトリカルユニットより長い音が 1 つ以下になるまで上記の処理を繰り返す。
5. メトリカルユニットより長い音が 1 つ以下になった場合、最後の D'/D が 2 または 3 の累乗で、それぞれ 2 または 3 よりも大きい場合には、その間隔までユニットのレベルを上げる。それ以外の場合は処理を停止する。

このモデルは、処理のアルゴリズムが漸進的な性格をもっていないという点では聞き手の拍節的体制化のモデルとして妥当性は低い。しかし、シンコペーションが回

避されるような拍節解釈を生成するというアルゴリズムには、聞き手のリズム知覚過程に観察される特徴がよく反映されている。これらは、聞き手が認知する整合的で階層的な拍節構造を形式的に取り扱える基盤を作ったという点で有意義であると評価することができる。さらに、“小節”を越えるより高次のリズム的時間単位についての考察が行われている点や、明確に規則化こそされてはいないものの、“フレージング”をどのように拍節解釈の手がかりとするか、といった問題についても触れられている点において、他のモデルにはない独自の特徴を見出すことができる。

3.3.3 Povel and Essens (1985) のモデル

Povel and Essens (1985) のモデルについては第8章で詳細に考察を加えている。したがって、本節では概略を示すのみにとどめる。

Povel and Essens (1985) の提案したモデルは、“内的クロック (internal clock)” と呼ばれる概念を用いて聞き手のリズム知覚を説明しようとするものである。内的クロックとは、時系列パターンに対して聞き手が任意に適合させることができる、周期的な時間単位のことである。彼らは、この内的クロックを時系列パターンによく適合させることができた時に、聞き手はそれをよく知覚できるとした。

このような仮定にもとづいて構築されたモデルは、その妥当性が実験によって検証されている。また、時系列パターンに適合する“一定周期の時間的単位”という考え方は、メロディ認知における拍節的体制化の過程の解明に応用可能な考え方を含んでいるとして、一定の評価をすることができる。しかし、時系列パターンにもっともよく適合する内的クロックを見つけるには、パターン内にあるすべてのオンセットの間隔 (onset interval) を一括して利用しなければならず、漸進的な処理過程については全く考慮されていないという点において、人間の拍節的体制化のモデルとしては根本的な問題が残る。

3.4 その他のモデル

近年“コネクショニスト (connectionist)”あるいは“ニューラルネットワーク (neural network)”の計算理論 (McClelland & Rumelhart, 1986) が、音楽の処理にも応用され始めている (たとえば, Bharucha, 1987; Gjerdingen, 1990; Leman, 1989; Sano & Jenkins, 1989; Scarborough et al., 1991a; Todd, 1989 など)。リズム知覚に関して、まだ極めて少ないながらもニューラルネットワークの理論を応用したモデルが提案されるようになってきている。

Scarborough et al.(1991b) は、伝統的なアルゴリズムモデルにかわって、リズム知覚過程をコネクショニストモデルで説明しようとした。彼らが提案した概念は“BEATNET”と呼ばれるものである。それまでの“rule-based”なモデルが複数の規則を順次実行して最終的に単一の解釈を生成するのに対し、BEATNETは、複数の処理器 (processor) を仮定し、それらが相互作用することによって、一定の制約の組合せを充足することで音列の拍子を発見しようとするものである。

BEATNET モデルの前提となる考え方は、拍節的階層のそれぞれは、音列中の単音またはいくつかの音のまとまりの長さに対応しているというものである。したがって、音列内のどの音または音のまとまりの長さが、拍節単位を構成しているか、ということが決定できれば、聞き手が知覚する音列の拍節構造を決定できることになる。この問題を解決するために、彼らは一定間隔で発振する“メトロノーム”を仮定し、このメトロノームの活性の程度により音列の拍節構造を認識するように振舞うモデルを構築した。彼らによれば、1) メトロノームの強度は時間の経過とともに減衰する、2) メトロノームの強度は他のメトロノームからの抑制性入力によって時間とともに減少する、3) メトロノームの活性は他のメトロノームからの興奮性入力によって時間とともに増加する、4) メトロノームの活性はもしそれが音の onset を予想した時、すなわち、音の onset と同時に tick した時に増加する、と

いうように変化するという。

彼らはこのモデルによって実際の作品をシミュレートしたところ、かなりの音列において妥当な拍節構造を生成することに成功した。しかし一方で BEATNET モデルは、モデルの出力に関するパラメータの関係を実感として理解することが極めて困難であり、モデルの出力を予想することがほとんど不可能であるという根本的な問題も明らかになった。このことは、リズム知覚過程の説明として明確な具体性に欠けるという問題点にもなる。コネクショニストモデルによる拍節的体制化の説明は今後の可能性として期待することができるが、その際には認知心理学的な妥当性を厳密に吟味する必要があるであろう。

リズム知覚のモデル化に関する別のアプローチとして、楽器などが演奏されたものを聞いて、聞き手はそれをどのように知覚していくか、という過程をモデル化した研究がある。これまでに提案されてきたリズム知覚モデルは、その処理対象を完全に理想化された音のみとしていたのに対し、Rosenthal (Rosenthal, 1989, 1992) は、実際の“生”の演奏のデータからそのリズム構造を解析するモデルを提案した。“Fa”と呼ばれるこのモデルは、まず第1に、実際に演奏された結果の MIDI データを量子化 (quantize) して、音符を表す事象に分析するという処理を行う。次に、それらの事象の onset の規則的な時間間隔を探索して潜在的なリズムの階層を発見するように振舞う。最後に、その階層を適切に体制化し得るような組合せを探索する。このような処理の結果、モデルは幾つかの異なった解釈を生成し、生成した仮説に順位をつける。実際にフランス国歌“La Marseillaise”について分析を行った結果、“Fa”は5つの異なった解釈を生成した。その中で第1位にランクづけされたものは人間が解釈するものと同じものであったという。

実際の生の演奏を扱う場合には、演奏されたデータをどのように量子化するかが問題となる (Desain & Honing, 1992)。すなわち、聞き手はどの程度までずれを“修正”するのか、またそれは具体的にはどのような処理規則に基づくのか、といったこと

について、認知心理学的な観点から厳密に検証する必要があると言える。Rosenthal (1989, 1992) のモデルは人間のパフォーマンスとのつき合わせを全く行っていないという問題点もあるが、これまでに提案されてきたリズム知覚モデルが対象としなかった、実演奏を聴取する場合のリズム知覚過程をモデル化したという点は、今後リズム知覚過程をモデル化する際の一つの可能性を示していると言えるかもしれない。

3.5 まとめ

本章ではリズム知覚過程に関するモデル研究について概観してきた。ここまで述べてきたように、リズムの拍節構造を認定するモデルは、そのそれぞれが現状では人間のリズム認知過程の全貌を妥当に説明できているとは言い難い。特に、これらのモデルが人間の拍節的体制化の過程をどのくらいよく説明できるか、ということに関しての具体的考察はほとんどない。たとえば、多くのモデル (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Rosenthal, 1989, 1992; Simon & Sumner, 1968; Steedman, 1977) では、作曲家の意図した拍子をどれくらいよく予測できるかということを目的として研究が行われており、人間の聞き手が音列をどのように知覚するか、といったような聞き手の側からの問題意識は希薄である。また、ほとんどのモデル (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Longuet-Higgins & Lee, 1982, 1984; Lee, 1985; Rosenthal, 1989, 1992; Simon & Sumner, 1968; Steedman, 1977) では、そのモデルを評価するのに著者自身の音楽的直観にのみ依存しており、聞き手の解釈をどれくらい予測できているか、という実証的な裏付けがなされていないのが実情である。

人間のリズム知覚モデルとして認知心理学的な妥当性が高いかどうかということ を適切に評価するためには、まず聞き手が音列のリズム構造をどのように知覚し解釈していくか、といった具体的な認知行為を詳しく観察して知見を蓄積する必要がある。そして、これらの知見とモデルの振舞いとを比較して、聞き手の知覚結果をどれほどモデルが予測できているか、また、聞き手が行うような処理を忠実にモデ

ル化しているか、などといった点について詳細に検討する必要がある。

本論文では、人間のリズム知覚過程に関する実験を行って知見を獲得し、その過程モデルを構築する。そして、両者を厳密に比較することによって再度モデルの心理学的妥当性を高めるように修正を施していく。このような認知科学的アプローチによって、聞き手の拍節的体制化の過程を明らかにしていくことにする。

Figure 1: A diagram showing a rectangular box with a smaller rectangle inside it. The larger rectangle is labeled 'A' and the smaller one is labeled 'B'. The text around the diagram is very faint and difficult to read.

第 III 部

実験研究

Figure 2: A diagram showing a rectangular box with a smaller rectangle inside it. The larger rectangle is labeled 'A' and the smaller one is labeled 'B'. The text around the diagram is very faint and difficult to read.

第 II 部で概観してきたように、これまでに、メロディを聞いた時に感じるリズムはどのようにして知覚されるのか、ということについて、いくつかの実験的研究が報告されている。また、リズムの知覚過程をモデル化することによって得られた興味深い知見も報告されている。これらの先行研究によって、聞き手のリズム知覚時にみられる、基本的な特徴が明らかになりつつある。

しかし、認知心理学的に見ると、これらの研究はいくつかの問題点がある。もっとも大きく、かつ本質的な問題点として、メロディの拍節構造知覚に関する実験研究は、その多くが拍や拍子といった概念を前提としてしまっているということを指摘することができる。すなわち、拍や拍子といったものを、あたかもあらかじめ決定されている、既存の物理現象であるかのように考えてしまっており、ともすればそれらを音列の側に初めから内在するかのようなものとして扱ってしまっている。したがって、メロディの拍節的側面を知覚するということは、そもそも聞き手のどのような行為なのか、ということについての具体的な説明が極めて浅くなっているものが多い。

第 2 の問題点は、メロディの拍節構造を知覚するという心的行為は、具体的にはどのようにして行われるのか、という点に関する問題意識が希薄な実験研究が多いということである。メロディの拍節構造は、どのような規則性に基づいて処理が行われた結果知覚されるものなのか、ということについて明確に確認されていない。

第 3 の問題点として、先行する実験研究は、必ずしもリズム知覚過程の解明という一つの目的意識をもって有機的に行われているとは言い難く、断片的な印象を免れ得ないという点をあげることができる。したがって、たとえば相矛盾するような結果が報告されたとしても、その両者について論理的整合性を考察するということがなされていない。

第 4 の問題点は、実験研究で得られた知見と、モデル研究で得られている知見との照合がなされていないということである。逆に言えば、構築されたモデルは実証

的な裏付けがされていない場合が多い。すなわち、拍節構造の知覚過程をモデル化し、音列のシミュレーションを行ったとしても、その音列を実際の聞き手はどのように知覚するか、といったことが調べられていないために、両者の詳細な比較を行うことができていない。そのため、モデルの心理学的妥当性についての考察が十分になされていない。

こうした現状をふまえ、第 III 部では、聞き手のリズム知覚においてもっとも基本的かつ本質的である“音の長さの変化”に焦点を絞り、人間はどのように入力音列を分節化して拍を知覚するのかということ、また、どのようにしてそれらを群化して拍子などを知覚するのかということ、すなわち、これら“拍節的体制化”の過程の性質を明らかにすることを目的として6つの実験を行った。

第4章では、まず拍節的体制化がなされていることを実証するための実験を行った(実験1)。ここでは、拍節的体制化の結果知覚される拍節単位について記憶の側面から調べた。具体的には、再認課題および評定課題を用いることによって、拍節構造の心内表象の心理的実在性を実証し、心内表象の性質について実験的に検討した。

第5章では、拍節構造を知覚するという心的行為を詳細に観察し、その心的行為における規則性をできるだけ詳しく分析した(実験2)。具体的には、数音～十数音からなる音列を用い、被験者に一音ずつ段階的に呈示していくことによって、拍節解釈の漸進的な確立過程と、そこに見られる偏好性を見出すことを目的とした実験を行った。

第6章では、拍節構造知覚の確定と変更の過程について実験を行った(実験3～5)。具体的には、ある時点までの聞き手の拍節解釈が妥当であった場合と、そうでない場合とを比較することにより、聞き手は自身の拍節解釈をどのように確定していくのか、またはどのように変更していくのか、ということについて調べた。

第7章では、実験1～実験5までに得られた知見をより一般化するという目的で実験を行った(実験6)。特に、音楽の熟達者と非熟達者とを比較することにより、拍

節構造の基本的な知覚過程は、音楽的な熟達の程度によって異なるのか、それともその本質的な部分は、音楽の熟達の程度に関わらずある程度普遍的なものであるのか、ということ調べた。

これらの実験によって得られた知見は、第 IV 部で聞き手のリズム知覚過程をモデル化するにあたって反映させた。構築したモデルは計算機上に実装してシミュレーションを行い、実験結果と比較することにより、モデルの心理学的妥当性を検証した。

目次

第1章 序言
第2章 拍節単位の心理的実在性
第3章 心内表象の性質
第4章 拍節単位の心理的実在性と心内表象の性質 (実験1)

第4章

拍節単位の心理的実在性と心内表象の性質 (実験1)

4.1 序

第1章で述べたように、音楽を聞いて感じるリズムの時間的側面には“拍節構造”と呼ばれるものがある。これは聞き手の拍節的体制化の結果として知覚されるものと考えることができる。拍節的体制化とは、心内のスキーマに整合的に適合するような一定周期の時間単位を、音列に対して漸進的に付与していく過程と言える。

拍節的な時間単位とは、経験的には、いわゆる“拍 (beat)”や“拍子 (meter)”などとして知られているものである。しかし、認知心理学的には、メロディの拍節構造を知覚するということはどのようなことなのか、ということについて、とりたてて参考となるような知見は得られていない。また、それらを知覚した結果構築された心内表象にはどのような性質があるのか、ということについてもまだ十分に確認されておらず、心理学的な考察も不十分である。

そこで、実験1では、聞き手が音列を聴取し、その拍節構造を知覚する時には、拍節的体制化がなされているということを実証することを目的として実験をおこなった。本実験で立てた仮説は以下の通りである。聞き手がメロディの拍節構造を知覚できるということは、音列を拍節的に体制化することによって、心内のスキーマに整合的に適合するような一定の時間的な単位を心理的に付与した結果であるということができる。すなわち、拍節的体制化がうまくなされれば、音列内のある特定の時間単位が拍節単位として知覚される一方で、時間的な大きさが異なったり、位相がずれたりして心内のスキーマに整合的に適合しないような時間単位は、物理的には音列内に存在していても、心理的には拍節単位としては知覚されていないはずである。したがって、音列の拍節構造を知覚している場合には、これら両者の心内に表象される程度には違いが生じているであろう。

このような、音列内の時間単位を拍節的な単位として知覚し得る／し得ないという差異は、拍節的体制化によってもたらされたものであるので、逆に、物理的には

等しく音列内に存在している、同じ時間的大きさの音列に対して、それぞれの心内表象の間に何らかの差異を見出し得れば、それは聞き手が物理的音響信号に対して心的に処理を行った結果ということができ、聞き手によって拍節的体制化が行われたことを実証できることになる。

本実験では、聞き手の知覚した拍節構造の心内表象を調べる手段として、再認課題と評定課題を用いた。これらの課題は以下のように行った。音列から一定の時間的長さをもつ音列を、異なる位置から位相を変化させて抜粋した。抜粋した音列は、物理的にはすべて元音列に存在したことになる。元の音列を聴取させた後に、抜粋した音列を連続して呈示して再認課題を課し、抜粋した位置や位相の違いによって再認成績に違いがあるかどうかを調べた。同様に、元音列と抜粋した音列とのリズム的な適合度を評定させ、それらの評定値の間に違いがあるかどうかを調べた。

4.2 方法

4.2.1 被験者

大学生の健聴者20人であった。被験者の音楽経験の範囲は平均で6.8年(最短:全くなし~最長:16年)であった。ここで、音楽経験とは、楽器や声楽について継続して訓練を行っている年数とした。20人中1人が大学で音楽的教育を受けていた。

4.2.2 材料

音列72組であり、1組は“先行音列”と“後続音列”から成っていた。

材料は以下の手順で作成した。先行音列は、石桁他(1965)などから“4/4拍子”として記述されている10小節分の音列を10種類引用し、“リズムのみ”の音列に変更した。“リズムのみ”の音列とは、個々の音符の音価のみを残したものであり、それ以外のすべての物理的特徴(たとえば、音高や強さなど)はすべて均一にしたものである。材料を音価の変化のみに限定した理由は、聞き手の拍節解釈に本質的に影響

を与えるのは音価の変化であり、その他の物理的特徴は二次的なものにすぎないと考えられることによる。このような10種類の音列を、本実験の被験者とは別の評定者(音楽熟達者)2名に呈示し、それぞれの音列が何拍子に感じられるかをたずね、さらに、その感じられる程度を7段階(1:まったく感じない~7:非常に感じる)で評定させた。安定して4/4拍子に感じられると判定された音列のうち、その評定値の高いものから3音列を選択した。音列に対する評定値の平均は、順に7.0, 7.0, 6.5であった。選択した音列に対し、後述する制約を満たすような必要最小限の修正を加えた。音列の実時間的長さは20secとし、音色はピアノ音、レベルは実験者の主観に基づき快適聴取レベルで一定とした。またすべての音列は一定のテンポ($\downarrow=120$ /分)とした。

後続音列はターゲット音列かディストラクター音列かのいずれかであり、以下のようにして作成した。ターゲット音列は、先行音列の3種類の位置から、4種類の位相で抜粋したものとした。3種類の位置とは、音列の冒頭部(音列開始直後:“TOP”), 中間部(音列開始から8sec経過後:“MIDDLE”), および末尾部(音列開始から16sec経過後:“END”)であった。そのそれぞれの位置から、2sec分抜粋したもの(A), Aの位相を0.5secずらして抜粋したもの(B), Aの位相を1secずらして抜粋したもの(C), Aの位相を1.5secずらして抜粋したもの(D)とした。(Figure 4.1 参照)。すなわち、先行音列3種類それぞれから、これらの音列を作成し、ターゲット音列は合計36種類(先行音列の種類:3種類 × 位置:3種類 × 位相:4種類)となった。

ディストラクター音列は、全音符, 付点2分音符, 2分音符, 付点4分音符, 4分音符, 付点8分音符, 8分音符および16分音符を用いて作成した, 2secの実時間的長さをもつ音列36種とした。ディストラクター音列はすべて、その音価のパターンの組合せが先行音列中には存在しない音列パターンとなるように配慮した。ディストラクター音列は、ターゲット音列と同様にピアノ音の音列とし、音高, テンポ, 音の強さなど、音価のパターンを除くすべての物理的要素を先行音列のそれと一致

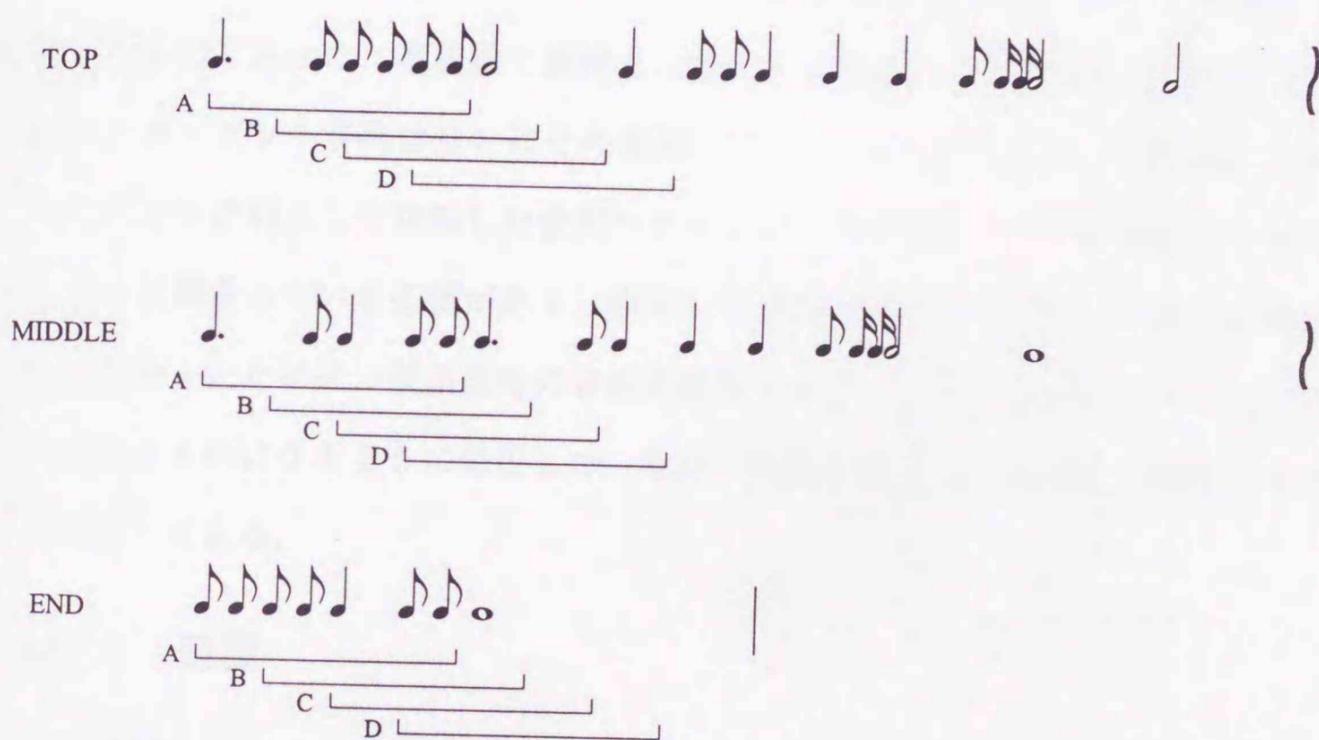


Figure. 4.1. 実験で使用した先行音列の例. 上図では紙面幅の都合で連続する一音列を三段に分けて表現してある. 図に示されるように, ターゲット音列は先行音列の各位置・各位相から抜粋したものであり, 全て先行音列内に存在するものであった. TOP, MIDDLE, END は音列内の位置を, A~D は位相を, それぞれ表す.

させた。

音高は、一組の音列内ではすべて一定にし、音列の組ごとに B3~A4 の範囲でランダムに変化させた。音高を音列の組ごとに変化させた理由は、“飽き”などの被験者の心理的負担を軽減させるためであった。

前述した修正は、以下の要求を満たすために施した。すなわち、本実験では、ターゲット音列として使用した音列は、すべて、元音列から位置および位相を変えて抜粋したものであった。本実験で被験者に要求する課題は再認課題を含むものであるため、ターゲット音列は互いにその音列パターン(音符の組合せ)が異なり、かつ、ターゲット音列として抜粋した音列パターンが、音列内のすべての連続した音列パターンと異なっている必要がある。引用した音列はそのままではこの制約を満たしていなかったために、該当箇所の音価を変更するなどして、互いのパターンがすべて異なるものになるように修正した。なお、実験で使用した音列は、付録 A の A.1 に掲載してある。

4.2.3 装置

各音列は、パーソナルコンピュータ(PC/AT 互換機, OS: Windows95) 上で動作するミディ・シーケンサー・ソフト(Opcodes 社製“Vision J”)と音源(Ronland 社製“Sound Canvas SC-88 Pro”)とによって作成した。作成した音列パターンは MD(Mini Disc) に録音した。材料音列は実験者が直接 MD プレーヤーを操作・再生することにより呈示した。

4.2.4 実験計画

ターゲット音列を抜粋した位置: 3 条件(TOP・MIDDLE・END) × ターゲット音列の位相: 4 条件(A・B・C・D) の 2 要因であった。すべて被験者内要因であった。

4.2.5 手続き

実験は1~4人の被験者群で行った。手続きは以下の通りであった。まず、先行音列を呈示し、若干の空白時間の後に後続音列を呈示した。被験者には、再認課題として、先行音列の中に後続音列があったかどうかの判断をさせた。再認課題に続いて、先行音列と後続音列とがリズム的にどれくらいフィットしていると感じたか (goodness of fit) を7段階で評定させた。7段階とは、“1:全くフィットしてない” ~ “7:完全にフィットしている” であった。材料の呈示順序は被験者群ごとにランダムとした。

4.3 結果

再認率、平均評定値ともに、3音列を込みにして2要因の各水準ごとに算出したものを指標とした。

4.3.1 再認率

再認課題の結果を Figure 4.2 に示す。再認率は、ヒット率 (H) とフォールスポジティブ率 (FP) から求めた再認率 A' の値を指標とした。 A' は、ヒット率 (H) の方がフォールスポジティブ率 (FP) よりも大きい場合、式 (4.1) で求めることができる (Snodgrass, Berger, & Haydon, 1985)¹。

$$A' = 0.5 + \frac{(H - FP)(1 + H - FP)}{4H(1 - FP)} \quad (4.1)$$

算出した再認率について、位置と位相を要因とした分散分析を行った²ところ、位相の主効果が有意であった ($F(3, 57) = 15.053, p < .05$)。Sheffe の多重比較を行っ

¹本実験では、ヒット項目には位置および位相の組み合わせにより12条件があるが、ディストラクターにはその区別がないため、 A' の算出には、フォールスポジティブ率に1/12を乗じたものを使用した。

²算出した A' は、いくつかの先行研究 (たとえば、中村, 1996 など) で行なわれているのに習って、正規分布すると仮定して分散分析を行った。

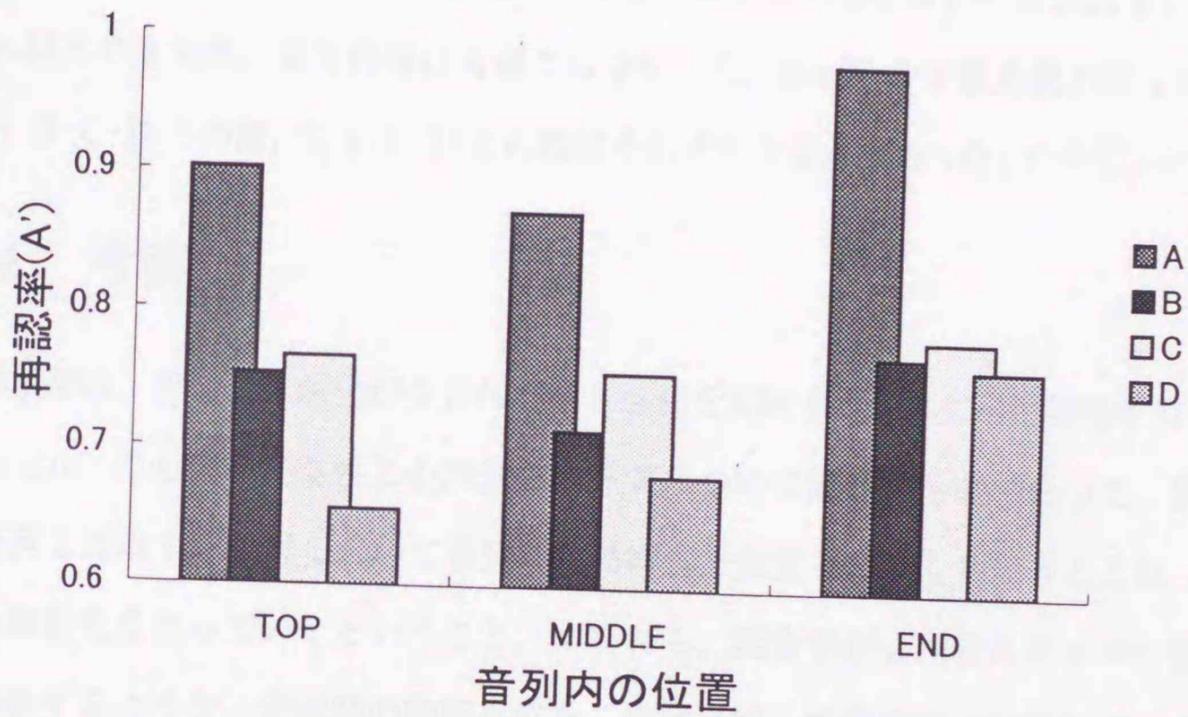


Figure. 4.2. 先行音列内の位置 (TOP・MIDDLE・END) と位相 (A・B・C・D) 別の再認率.

た結果, A と B・C・D との間にそれぞれ有意差があった(すべて $p < .001$). 位置の主効果は有意傾向であった ($F(2, 38) = 3.08, p = .058$). 交互作用は有意ではなかった.

4.3.2 平均評定値

評定課題の結果を Figure 4.3 に示す. 3音列を込みにして, 位置と位相を要因とした分散分析を行った結果, 位相の主効果が有意であった ($F(3, 57) = 39.142, p < .001$). それ以外の主効果, 交互作用は有意ではなかった. Sheffe の多重比較を行った結果, A と B・C・D との間, C と B・D との間にそれぞれ有意差があった(すべて $p < .001$).

4.4 考察

本実験は, 拍節的体制化がなされている様相を実証するために, 拍節的単位 (metrical unit) の心理的実在性と心内表象の性質について調べたものであった. 聞き手が音列を聴取する過程において音列の拍節構造を知覚していくということは, 拍節的な体制化を行っていくということ, すなわち, 聞き手が心内のスキーマに整合的に適合するような一定周期の時間単位を, 音列に対して漸進的に付与していくことであるということができる. したがって, 逆に, 音列内の任意の位置から抜粋した, 複数種類の時間単位の心内表象間に何らかの差異を見出すことができれば, それは聞き手が音列に対して拍節的な体制化を行った結果であり, その過程を実証できたことになるというのが本実験のロジックであった.

本実験では, 単位時間の心内表象の差異を検出する指標として, 再認率と評定値を用いた. 実験の結果, 音列内の異なった位相から抜粋した時間単位の間には, 再認率および平均評定値ともに有意差が確認された.

実験で使用したターゲット音列は, すべて物理的には先行音列内に存在していた. それにも関わらず, 抜粋した位相によって再認率に顕著な差があったことは, ター

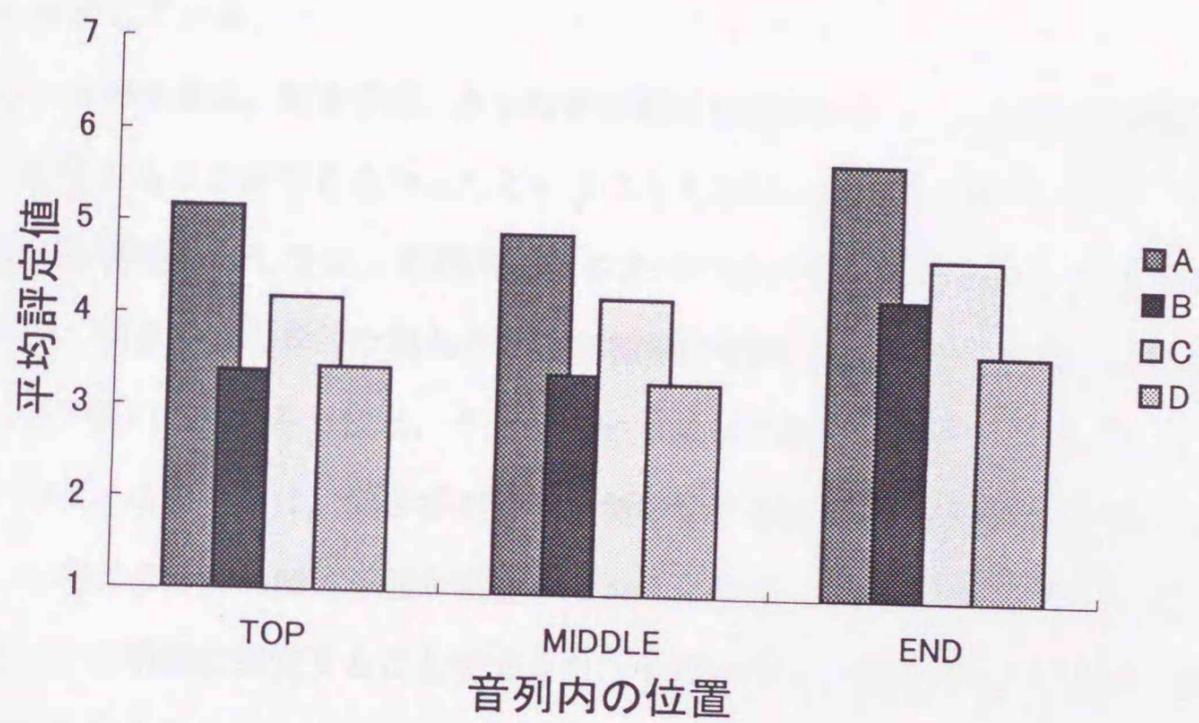


Figure. 4.3. 先行音列内の位置 (TOP・MIDDLE・END) と位相 (A・B・C・D) 別の平均評定値.

ゲット音列の心内表象の間には質的な違いがあったことを示していると考えることができる。また、評定値の違いについても同様のことが言える。すなわち、ターゲット音列はすべて先行音列内に存在する等しい長さの音列であり、時間的な側面に関する違いはないはずである。それにも関わらず、ある特定の位相のターゲット音列に対する評定値が、それ以外の位相のターゲット音列やディストラクター音列に対する評定値よりも高いという結果は、それらの心内表象が均質ではなかったということを示している。

これらの差異は、聞き手は、ある時間単位は知覚できた一方、別の時間単位は“よく”知覚することができなかつたということを反映していると解釈できる。つまり、物理的音響信号としては、音列内にあるすべてのパターンについて“聞こえて”はいるが、聞き手の心理的な関わりとして拍節的体制化がなされた結果、拍節的単位として“聞いて”いる単位と、そうでない単位との区別が表出したのであろう。換言すれば、このことは、聞き手が音列を聞いてそれに一定の時間単位を付与した結果、心内にはある時間的単位が実在するようになり、そのような時間単位は拍節的単位として明確に知覚することができた。その一方で、音列に対し心理的に付与した単位とは合致しない時間単位は知覚していなかつた。このことは拍節的体制化がなされていることの証しとすることができるであろう。

再認課題の結果をみると、位置の主効果に関する検定結果は有意傾向にとどまっておらず、いわゆる“初頭効果”や“新近性効果”を明確には観察することができなかつた。しかしこれは、聞き手の拍節構造を知覚する際には、系列位置の効果が無いということの意味しているのではない。本実験の結果は、聞き手が3種類の同じ音列を繰り返し聴取したために現れたと考えられる。通常音楽を聞く場合のように、音響信号が線条的・実時間的に一度だけ入力されるような状況では、たとえば無意味綴りの記憶実験で見られるような系列位置の効果が観察されることが予想される。

最後に、本実験のまとめとして、今回の実験課題と、いわゆる“潜在記憶 (implicit memory)”との関わりについて言及しておく。本実験では、拍節単位の心内表象を性質を観察する手段として再認課題を用いた。再認課題に反映される記憶は“顕在記憶 (explicit memory)”として分類され、本人が意識的に想起する記憶である。これに対し、本人が意識的な想起を要求しない、いわば無意識の記憶形態は“潜在記憶 (implicit memory)”と呼ばれる (たとえば, Tulving & Schacter, 1990)。潜在記憶については、特に“プライミング”の観点からの研究が盛んに行われている。プライミング効果とは、「先行刺激の受容が、後続刺激の処理に促進効果を及ぼすこと」(太田, 1988) を言う。

当初、潜在記憶の研究では刺激材料としておもに単語や図形が使用されてきた。近年、音楽認知の分野においても潜在記憶の検証がなされており、和音知覚 (Bharucha & Stoeckig, 1986, 1987; 川口・三雲, 1993) や音高系列の知覚 (三雲・川口, 1997)、メロディと和音の知覚 (太田・田中, 1997) など潜在記憶の存在が示唆されている。

リズム知覚の潜在記憶に関する報告はまだほとんど見当たらない。しかし、本実験の被験者の内観報告を分析してみると、「後続音列は先行音列内にあったかどうか明確にわからなかった」、「後続音列は明確に違いがわからず、勘のみに頼って判断した」といった旨の報告が少なからず存在した。つまり被験者は、必ずしも意識的な想起ができていたわけではないにも関わらず、再認課題においては何らかの違いを感じていたことになる。これらは、音楽のリズミ的な側面に関しても潜在的な記憶が働いているということを示唆していると思われる。

川口 (1996) も指摘しているように、音楽情報に関する潜在記憶の研究はほとんどないが、いくつかの非言語的な対象に対しても潜在記憶が確認されていることを考慮すると、音楽の知覚過程にも潜在記憶が存在すると考えた方が自然であるかもしれない。つまり、音楽に関する潜在記憶は、基本的には、言語などを材料に用いた研究で明らかにされてきているような、一般的な潜在記憶機構に基づいて処理が

なされ、さらにそれに加えて、音楽知覚に特有の処理、たとえば、和音の知覚であれば近親調かどうか、音高系列であれば全音階音から構成される音高系列かどうか、などといった情報が作用すると考えることができるであろう。音列の拍節構造の知覚に関する潜在記憶の実験的研究はまだほとんどない。しかし本実験の被験者の報告にもあるように、音列の拍節構造を知覚する際にも何らかの潜在的な記憶機構が作用している可能性はあり、たとえば拍節的な音列とランダム的(非拍節的)な音列に対する潜在記憶の違いについて実験をしてみると興味深い知見が得られるかもしれない。いずれにせよ、リズム知覚過程における音楽情報の記憶特性を解明していく上には、顕在・潜在記憶の両面からの検証が必要になると思われる。

はじめに

本論文では、拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立について、実験2を通じて明らかにする。実験1の結果から、拍節構造知覚の基本的偏好性は、拍節構造の複雑さによって異なることが示された。また、拍節構造知覚の漸進的確立は、拍節構造の複雑さによって異なることが示された。本論文では、拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立について、実験2を通じて明らかにする。

第5章

拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立 (実験2)

本論文では、拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立について、実験2を通じて明らかにする。実験2の結果から、拍節構造知覚の基本的偏好性は、拍節構造の複雑さによって異なることが示された。また、拍節構造知覚の漸進的確立は、拍節構造の複雑さによって異なることが示された。本論文では、拍節構造知覚の基本的偏好性と漸進的確立について、実験2を通じて明らかにする。

5.1 序

実験1では、聞き手が音列の拍節構造を知覚している時には拍節的体制化がなされているという事実を、再認実験および評定課題を通して証明した。実験2では、拍節的体制化の処理の過程を詳しく調べるために観察的実験を行う。

これまでに概観してきた通り、拍節的体制化の過程の処理に関するいくつかの基本的な特徴は明らかになりつつある。しかし、それらの知見は散在しており、現在のところ包括的な知見は得られていない。拍節的体制化の過程がどのような手続きでなされているものなのか、その処理の過程は具体的にはどのような規則性があるのか、という問題意識から実験研究を行ったものは非常に少なく、十分に精密で心理学的妥当性の高い説明理論はまだ提案されていないのが現状である。そこで、実験2では、“メロディの拍節構造を知覚する”という心的行為を微細に観察することによって、その処理過程にみられる規則性を可能な限り詳しく記述し、聞き手のもつ基本的な特徴を見い出すことを主たる目的として実験を行う。

我々は音楽を聞いて、その音楽に合わせて手拍子を打ったり足踏みをしたりするなどして拍を刻むことができる。また、「これは4/4拍子の曲である」とか「これは3/4拍子のメロディだ」といったように、異なった種類の拍子を知覚することができる。このような“拍”や“4/4拍子”などといった言語的ラベルは、音楽に関する特別な教育を受けた後に初めて意識的に使用することができるようになる用語と言える。しかし、たとえ自分の知覚した構造をこのような用語で答えることができななくても、これらの用語で称されるような知覚はだれにでもなされていると考えられる(阿部, 1995)。

この拍や拍子は、ともに拍節構造を構成するものであり、その基本的な要素と言える。石桁他(1965)によれば、拍とは「一定時間ごとに刻まれるもの」、拍子とは「何拍かごとに心理的な強点を周期的に設定して、拍の進行を整理・統合する組織」

とされている。では、我々は、メロディを聴取していく際に、どのようにしてこの「一定時間」を刻むようになり、どのようにして「何拍かごと」の「心理的な強点」、すなわち“ダウンビート (down beat)”という心理的存在を決めていくのであろうか?

リズム知覚には、非常に多くの要因が複雑かつ有機的に関わっていることが多くの先行研究で指摘されている (たとえば, Benjamin, 1984; Fraisse, 1982; Gabrielsson, 1993 など)。これは拍節構造の知覚に限定した場合でも同様に当てはまることである。拍節構造の知覚に関しては、たとえば Simon(1972) は、音列内における相対的に長い音の生起を手がかりにして、拍や拍子が知覚されるとしている。Steedman(1977) は、旋律の反復 (melodic repetition) が拍節構造の知覚にとって重要な手がかりであるとしている。また、Palmer and Krumhansl(1990) は、構造的な“規則性”が拍子の基礎となっており、音楽の拍節構造の知覚や記憶はこの規則性の心内表象によって影響を受けるとしている。

聞き手が拍節構造を知覚する際に利用している、もっとも基本的かつ本質的な物理的特性は、“個々の音の間の長さの相対的な関係”である。音の長さに顕著な特徴が見られないときには、各音の強さや音色の違いなどの他の物理的要素にも2次的に影響を受けることがある。このような物理的特性に加えて、聞き手はまた“拍子の認識のしやすさ”にも影響を受けていると考えられる。たとえば、我々が曲を聞いて“4/4拍子”を知覚する場合の方が、“5/4拍子”を知覚する場合よりも、多くの場合容易である (London, 1995)。もし音列を聞き始める時に、4/4拍子と5/4拍子の両方に対して、我々の認識のしやすさが同程度であり、両方の拍子を予測する可能性が同程度であるとする、両者とも同程度に知覚されてもよさそうである。しかしながら、実際には4/4拍子と比較して5/4拍子を知覚するのは容易ではないことが多い。このようなことを考慮すると、我々が音楽を聞く際には、単なる時間単位の割りふり而言えば理論的に可能な、あらゆる拍子を知覚する“かまえ”があるというよりは、むしろある種の“偏好性 (preference)”をもって音列の拍子を知覚し

ようとしていることが予想される。

このような偏好性については古くから研究が行われている (Bolton, 1894; Mac-Dougall, 1903; Temperley, 1963 など)。しかし、これらの研究の多くは、その対象がメトロノームや時計の音のような等時間隔系列であり、非常に無味乾燥としたものである。Fraisse (1982) も指摘するように、このような音列はあまりにも限定されすぎてしまっていて音楽的リズムとは言い難いものになっている。本実験ではこの点を考慮し、既存の楽曲から引用した、より“音楽的な”音列、すなわち、さまざまな異なった音の長さの組み合わせから構成される音列を用いて、聞き手の拍節構造の知覚過程を詳細に観察した。

メロディは時間の経過につれて進行する。このことを聞き手の側から考えると、メロディを認知する際には、単語や画像の認知とは異なって、処理対象となる情報が実時間に沿って順々に入力されることになる。したがって、その処理過程では、深いバックトラックを必要とするような処理は考えられず、入力に対して大きな遅延なしに出力が生成されるというような、実時間的な処理が行われると考えられる (平賀, 1987)。本実験で調べる拍節的体制化の処理もまた、時間軸上の各時点で絶えず行われていると考えられる。このような拍節構造知覚の漸進的な特質を明らかにするために、本実験では、音列を段階的に聞かせることによって聞き手の知覚結果を調べるという方法を用いた。すなわち、音列をその冒頭から1音単位に分解し、段階を追って徐々に聞き手に呈示して、その都度知覚した拍節構造を報告させた。このようなある種の限定された状況を作ることによって、どの時点で拍節構造を知覚するのか、時間的な流れの中で拍節構造の知覚がどのように確定もしくは変化していくのか、といったことや、拍節構造の知覚の度合、すなわち、拍や拍子を非常に強く感じるのか、それともあまり強くは感じないのかといった知覚の程度が音列の進行につれてどのように変化するのか、といったことが明らかにできると考えた。さらには、聞き手のもっていると考えられる拍子解釈の基本的な偏好性は音列のどの

時点で見られるのか、などといったことについても解明できると考えられた。

5.2 方法

5.2.1 被験者

被験者は健聴者の大学生20人であった。被験者の平均音楽経験年数は16.8年(最短:11年~最長:19年)であった。ここで、音楽経験とは、楽器や声楽について継続して訓練を行っている年数とした。実験前に口頭で確認したところ、全員いずれも西洋音楽に熟達しており、“拍”や“拍子”などといった概念をよく理解していた。また記譜法にも習熟していた。

5.2.2 材料

材料は、30種類の音列をもとにして作成した262種類の音列パターンであった。30種類の音列のうち、26種類の音列は既存の楽曲の主旋律から小節単位で採って加工したものであり、残りの4種類の音列は実験者が特定の意図をもって作成したものであった。

音列パターンは以下の手順で作成した。まず、既存の楽曲から採った26種類の音列について、“リズムのみ”の音列を作成した。“リズムのみ”の音列とは、個々の音の音価のみを残したものであり、それ以外のすべての物理的特徴(たとえば、音高や強さなど)はすべて均一にしたものであった。実験者が作成した4種類の音列も同様にリズムのみの音列であった。材料を音価の変化のみに限定した理由は、聞き手の拍節解釈に本質的に影響を与えるのは音価であり、その他の物理的特徴は二次的なものにすぎないと考えられることによる。次に、それら30種類の音列を、1音目から3音分までの音列パターン(第3音段階)、1音目から4音分までの音列パターン(第4音段階)、1音目から5音分までの音列パターン(第5音段階)……、というように分解し、一音ずつ最終音まで加えていくことによって、実験で使用する音列パ

ターン合計 262 個を作成した (Figure 5.1 参照). 30 種類の音列は, 第 16 音段階までの音列 1 種類, 第 13 音段階までの音列 3 種類, 第 12 音段階までの音列 8 種類, 第 11 音段階までの音列 5 種類, 第 10 音段階までの音列 7 種類, 第 9 音段階までの音列 3 種類, 第 8 音段階までの音列 2 種類, 第 6 音段階までの音列 1 種類であった. 音列パターンの長さが異なるのは, 既存の楽曲から小節単位で採ったためであった.

既存の楽曲から採った 26 種類の音列の拍子は, 特定の拍節構造のものに偏らないように配慮した. その内訳は, 原曲が 4/4 拍子の音列 8 種類, 3/4 拍子の音列 8 種類, 6/8 拍子の音列 8 種類, “変拍子の音列” 2 種類であった. “変拍子の音列” とは, 音列の途中で 4/4 拍子→2/4 拍子→3/4 拍子と変化するもの 1 音列と, 2/4 拍子→3/4 拍子と変化するもの 1 音列であった. さらに, これらの音列の選択に際しては, いわゆる “アウフタクト” や “タイ”, それに “一定パターンの反復” の有無がほぼ同数になるようにも配慮した. 一方, 実験者が作成した音列は, “等音価の音列” 3 種類と “ランダム音列” 1 種類の合計 4 音列であった. ここで, 等音価の音列とは, 音列を構成する音の音価がすべて等しい音列であり, 3 種類の音列は, それぞれ 4 分音符 12 個分の音列, 8 分音符 12 個分の音列, 16 分音符 12 個分の音列であった. ランダム音列は, 付点 2 分音符, 2 分音符, 付点 4 分音符, 4 分音符, 付点 8 分音符, 8 分音符, 16 分音符, という 7 種類の音価をもつ音符をランダムに組み合わせて作成した. なお, 4/4 拍子, 3/4 拍子および 6/8 拍子という 3 種類の拍子は, これらをひとまとめにして, これ以降 “拍子音列” と呼ぶことにする. この理由は以下の通りである. すなわち, 拍子を感じるということは一定の周期でダウンビートとアップビートの組み合わせが知覚されるということであり, したがって, 変拍子音列やランダム音列とは性格が異なると考えられるからであった.

すべての音列の構成音は A4, 音色はピアノ音で一定とした. レベルは被験者の快適聴取レベルとした. また, すべての音列は一定のテンポ (♩ = 120 / 分) で呈示した.

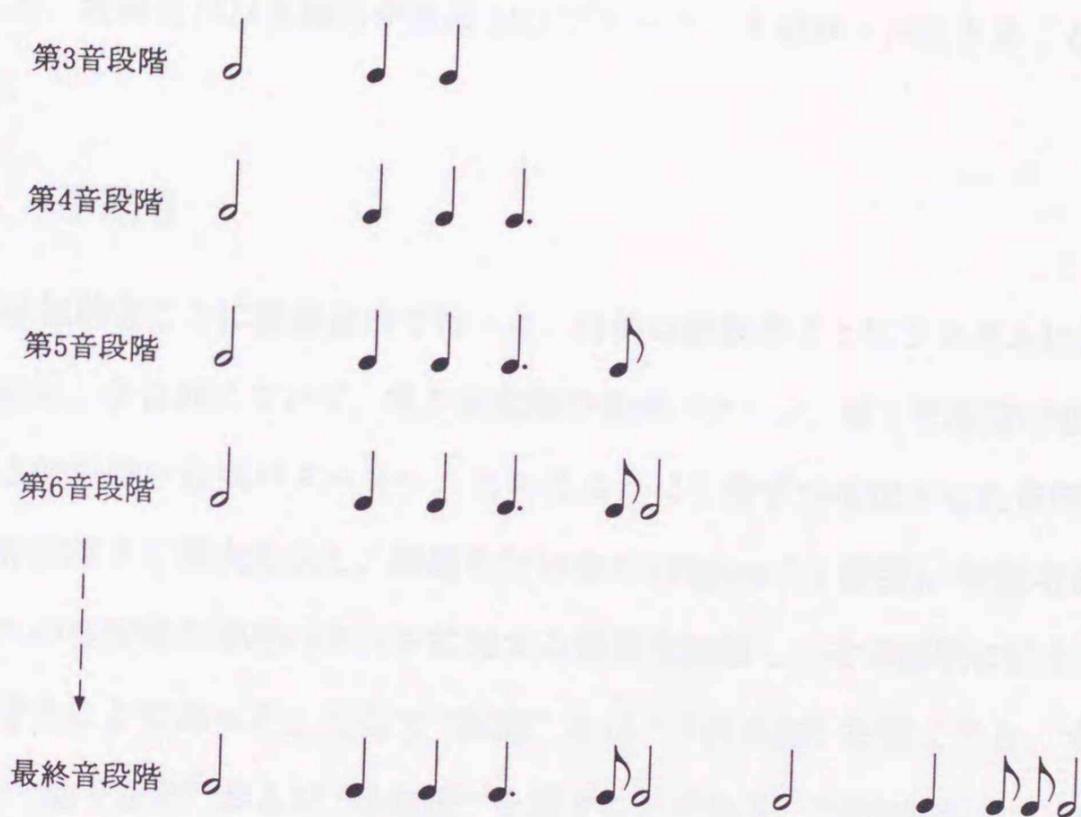


Figure. 5.1. 音列パターンの呈示例. 被験者にはまず第3音段階の音列パターンを呈示してリズム譜の記譜をさせ、自身の拍子解釈に対する確信度の評定をさせた. 次に第4音段階の音列パターンを呈示し、同様にリズム譜の記譜と拍子解釈に対する確信度の評定をさせた. この課題を最終音段階まで行わせ、これを1試行とした.

5.2.3 装置

各音列パターンは、パーソナルコンピュータ (アップル社製 Quadra 700) 上で作動するミディ・シーケンサー・ソフト (Mark of the Unicorn 社製 “Performer”) によって作成した。音色は、サンプリング・キーボード (ENSONIQ EPS) の “GRAND PIANO” を使用した。作成した音列パターン 262 種は、すべて MD (Mini Disc) に録音した。材料音列は実験者が直接 MD プレーヤーを操作・再生することにより呈示した。

5.2.4 手続き

実験は被験者ごとに防音室内で行った。材料は被験者ごとにランダムに呈示した。被験者には、各音列について、第3音段階の音列パターン、第4音段階の音列パターン、第5音段階の音列パターン…、というように1音ずつ増加させた音列パターンを最終音段階まで順次呈示し、課題を行わせた (Figure 5.1 参照)。被験者の課題は、それぞれの音段階の音列パターンに対する解釈を記譜し、その解釈に対する確信度評定を行うことであった。ここで“記譜”とは“リズム譜”を書くこと、すなわち、“音価”、“拍子記号”および“小節線”を記すことであり、“確信度評定”は自身の解釈の確信度を9段階 (1: “全く自信がない” ~ 9: “非常に自信がある”) で評定することであった。また、被験者には、音列パターンを聞きながら、“フットタッピング”を行わせた。フットタッピングとは、スピーカーから流れてくる音列を聞いて、その音列に対して“もっとも自然で、よく合う”と感じられるタイミングでペダルを踏むことであった。これは被験者に自らの感じている拍をより明確に自覚させるために行わせたものであった。このフットタッピングの反応は実際には記録しなかったが、そのことは被験者には教示しなかった。

第3音段階から最終音段階まで課題を行うことを1試行とした。各試行の間には、直前の試行がその直後の試行に与える影響を最小限に抑えるために、歌謡曲やジャ

ズ、ロックなどさまざまなジャンルから引用した楽曲を約30秒呈示して印象評定を行わせた。

5.3 結果と考察

それぞれの音列の各音段階ごとの解釈結果に関して、拍子解釈と評定値の推移について量的な分析を行った。また、拍節構造知覚の漸進性、拍およびテンポについて質的な考察を行った。

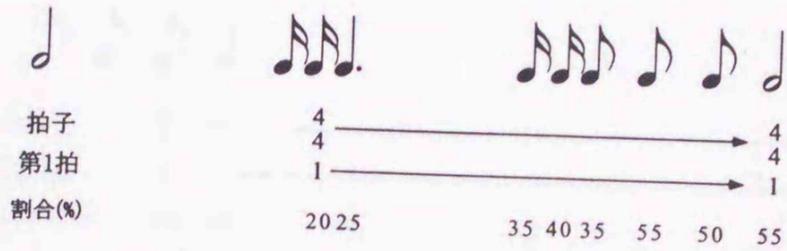
Figure 5.2 ~ Figure 5.7 には、被験者の各材料音列に対する拍節構造の解釈結果のうち、もっとも多かったものについて示されている。「拍子」とは、その音列を聞いて被験者が何拍子に感じたかということを示している。また、「第1拍」とは、第1拍を音列の何音目の音に認定したかということを示している。拍子と第1拍の位置を確定することにより、被験者の知覚結果を一意に特定することができる。「割合(%)」とは、全20人の被験者のうちどのくらいの割合の被験者がそのように解釈したかということが%で示されている。なお、SEQ. 01~SEQ. 24は拍子音列、SEQ. 25~SEQ. 26は変拍子音列、SEQ. 27~SEQ. 29は等音価音列、SEQ. 30はランダム音列である。

5.3.1 量的分析

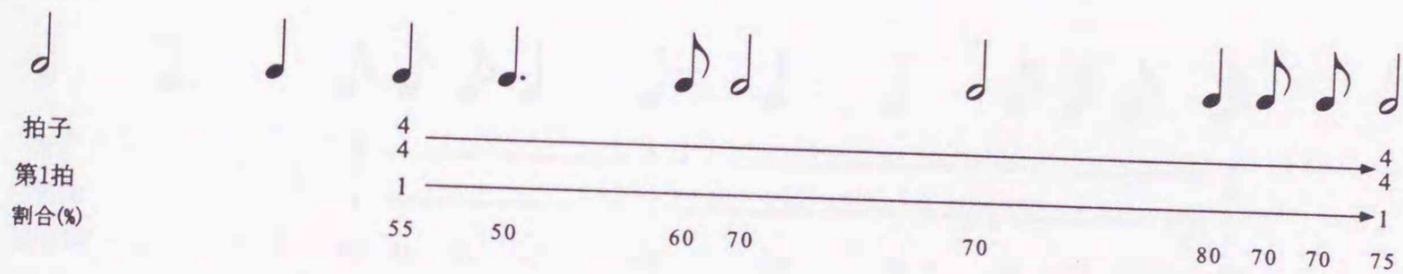
5.3.1.1 全音列・全音列段階を込みにした結果

結果の分析は、各音段階の音列パターンに対して解釈された拍子を指標とした。すべての音列パターンを込みにして被験者の拍子反応を分析した結果、反応率の多い順に、「4/4拍子」解釈が52.45%、「2/4拍子」解釈が20.84%、「3/4拍子」解釈が15.90%、「6/8拍子」解釈が6.16%、「わからない」が4.11%、「その他(上記以外)」の解釈が0.54%であった。ここで、「わからない」とは、被験者が音列パターンを聞いて、音列の拍節構造が知覚できず、その拍子が解釈できなかったことを示している。ま

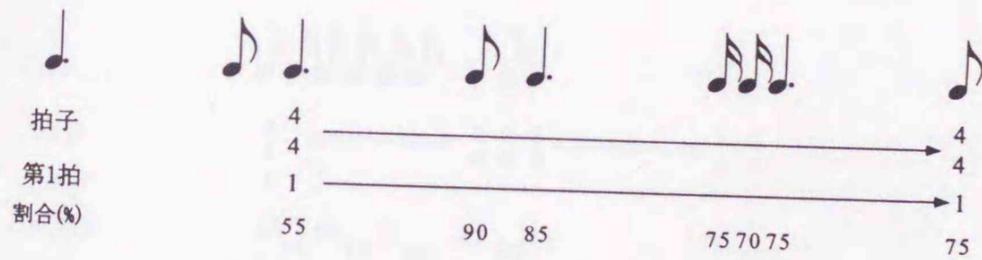
SEQ.06



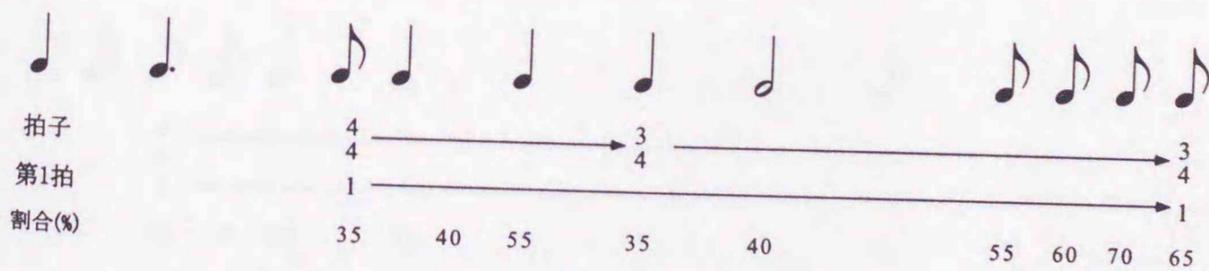
SEQ.07



SEQ.08



SEQ.09



SEQ.10

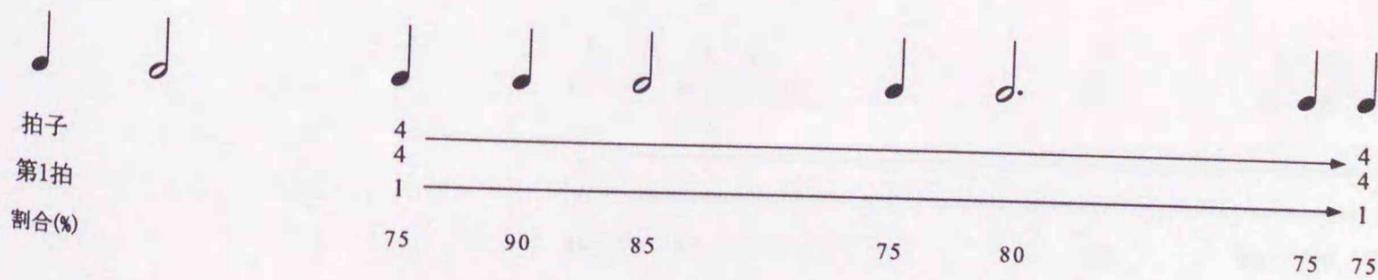
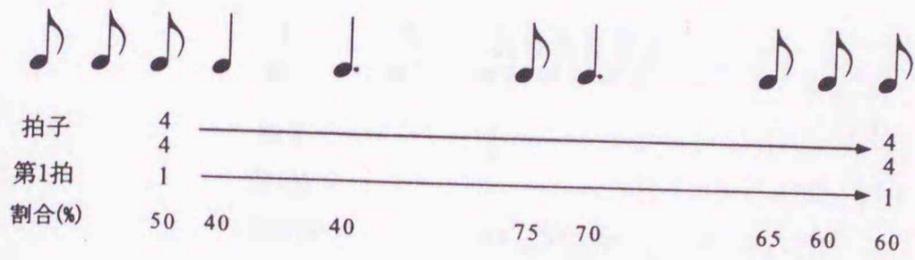
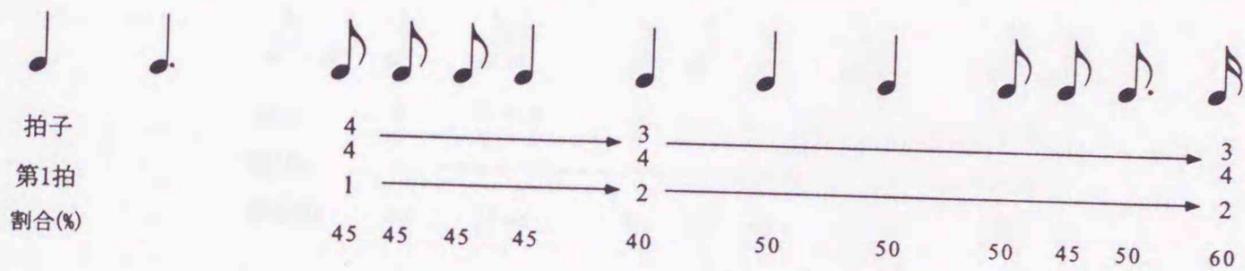


Figure. 5.3. 結果(2)・SEQ.06~SEQ.10 に対する被験者の反応.

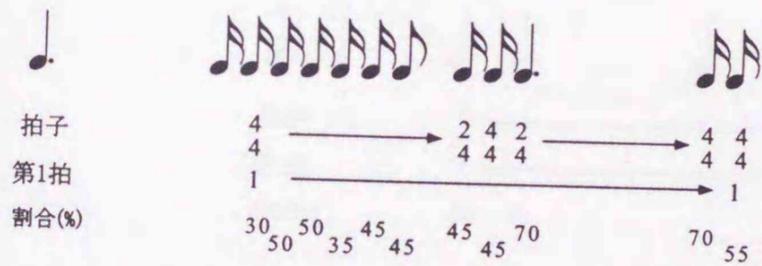
SEQ.11



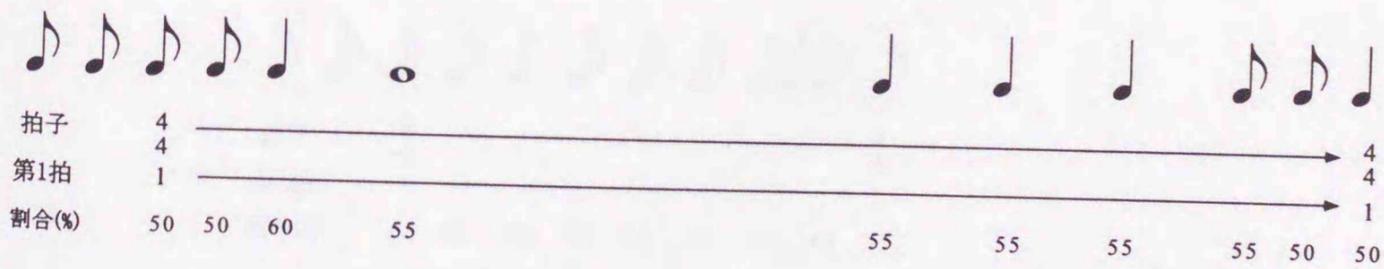
SEQ.12



SEQ.13



SEQ.14



SEQ.15

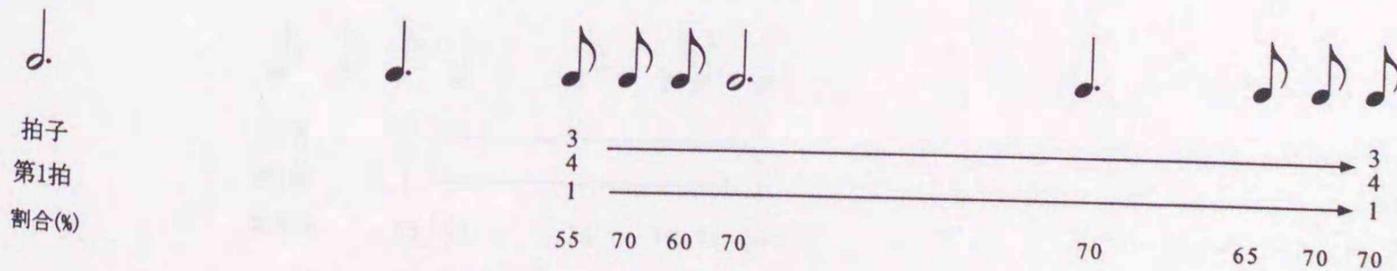
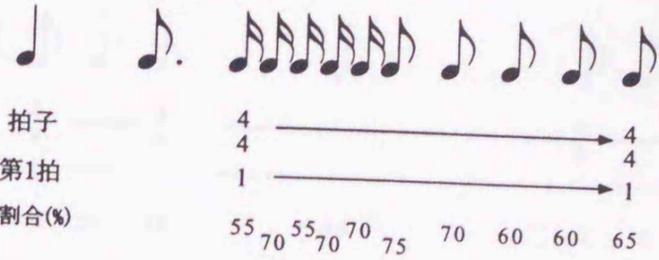
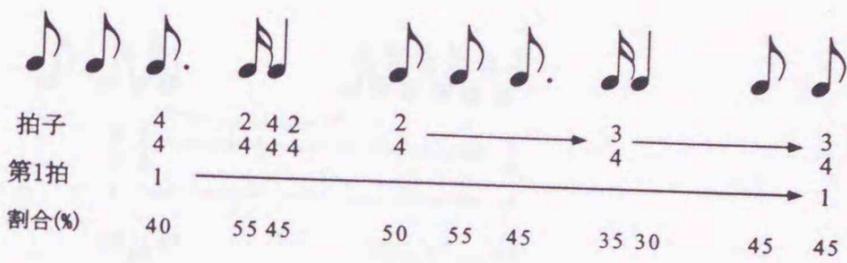


Figure. 5.4. 結果(3)・SEQ.11~SEQ.15 に対する被験者の反応.

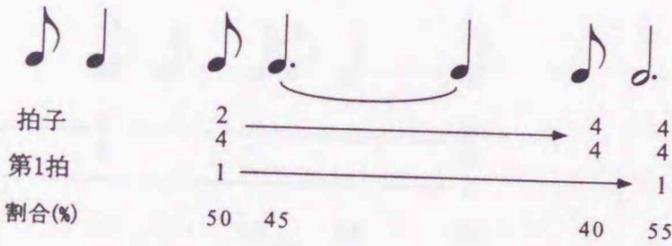
SEQ.16



SEQ.17



SEQ.18



SEQ.19



SEQ.20

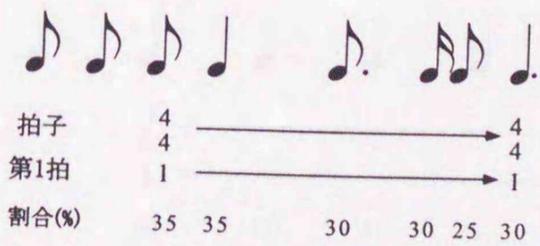
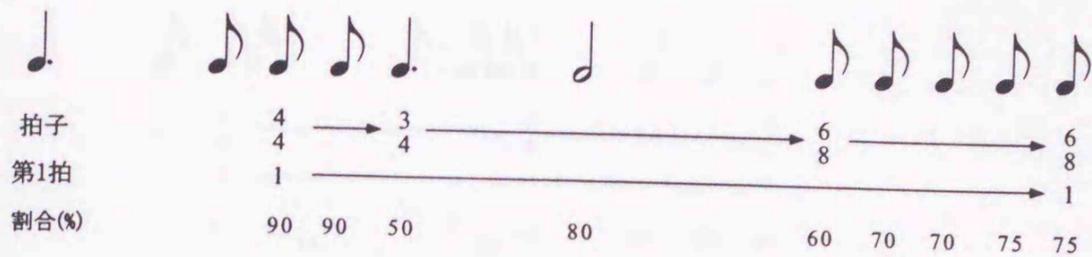
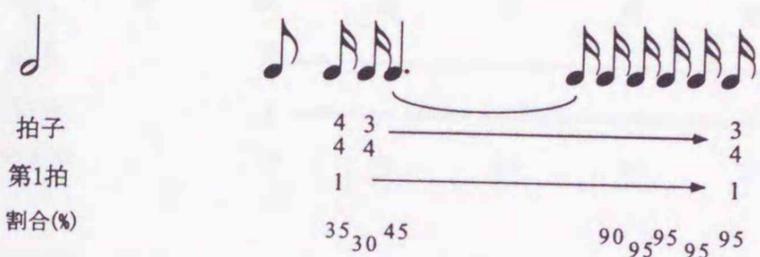


Figure. 5.5. 結果(4)・SEQ.16~SEQ.20 に対する被験者の反応.

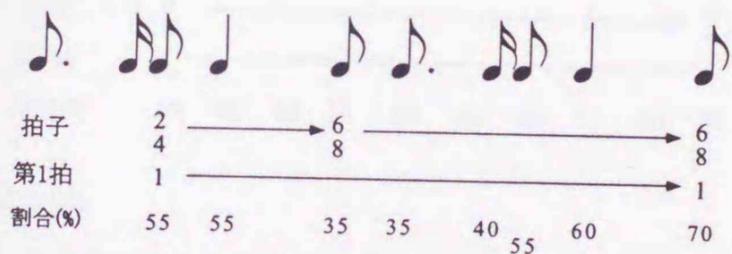
SEQ.21



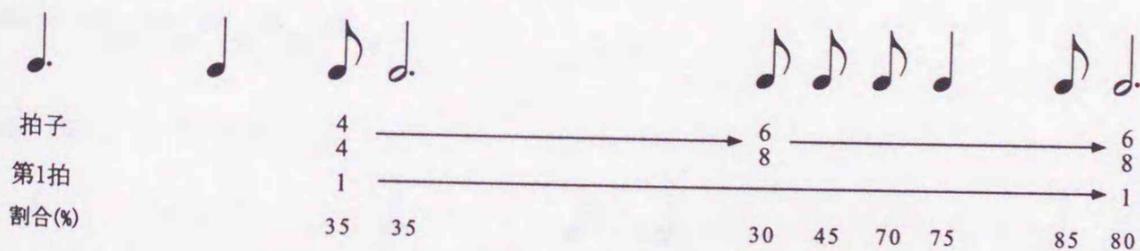
SEQ.22



SEQ.23



SEQ.24



SEQ.25

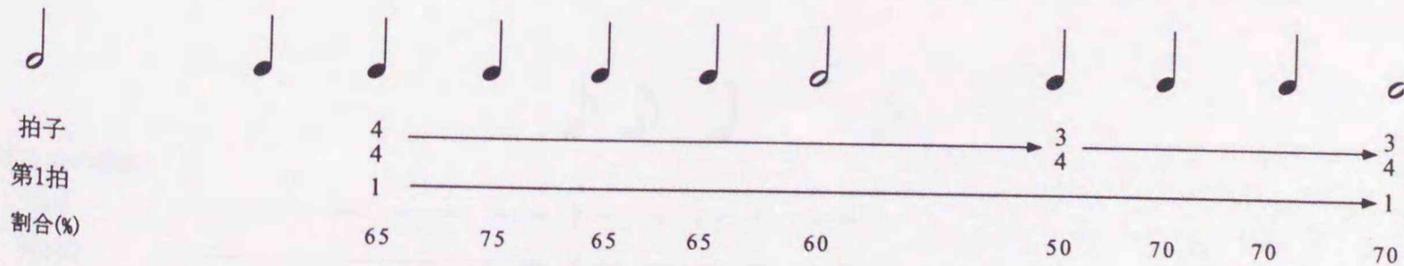
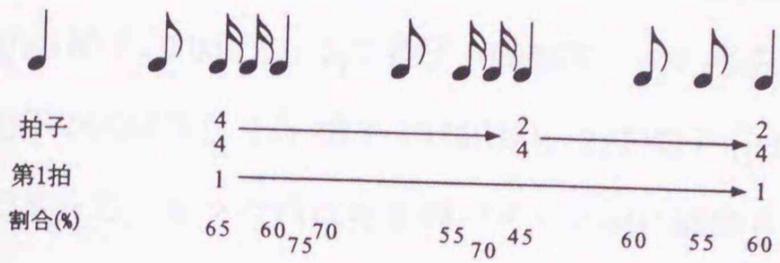
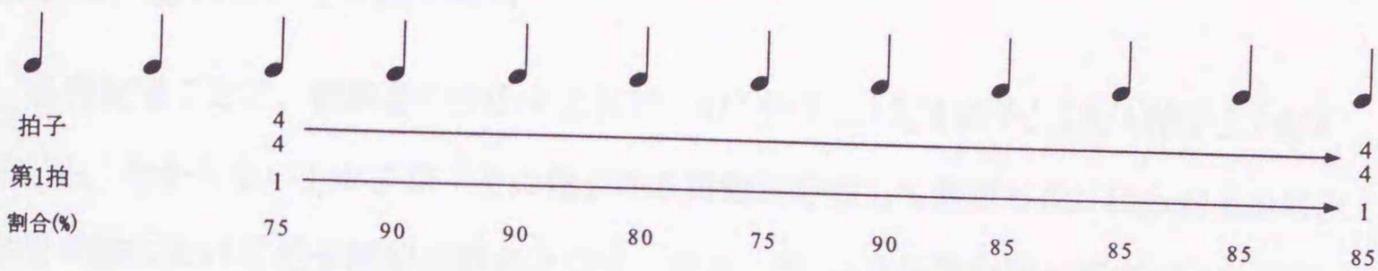


Figure. 5.6. 結果(5)・SEQ.21~SEQ.25 に対する被験者の反応.

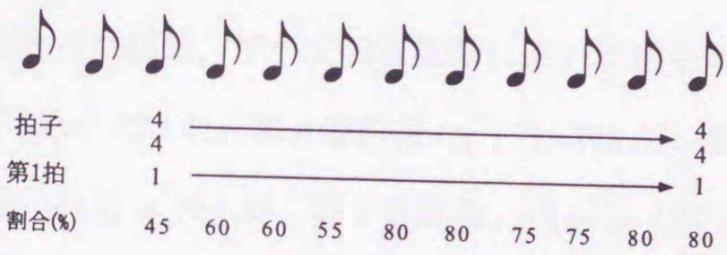
SEQ.26



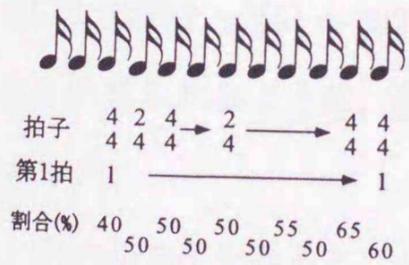
SEQ.27



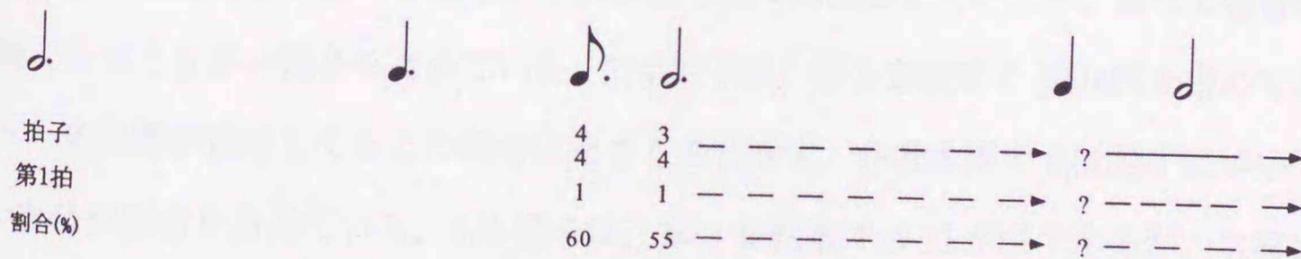
SEQ.28



SEQ.29



SEQ.30



(SEQ.30の続き)

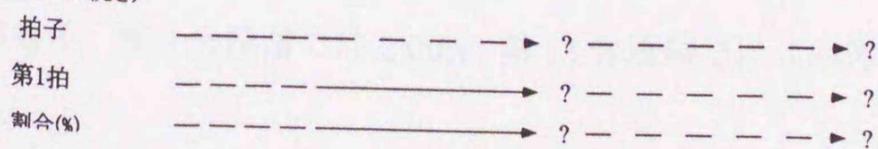


Figure. 5.7. 結果(6)・SEQ.26~SEQ.30 に対する被験者の反応.

た、「その他」の内訳は、3/8拍子(0.163%)、2/8拍子(0.161%)、12/8拍子(0.053%)、8/16拍子(0.037%)、3/2拍子(0.036%)、4/8拍子(0.033%)、5/8拍子(0.029%)、1/2拍子(0.025%)、1/4拍子(0.001%)、2/2拍子(0.001%)、および1/1拍子(0.001%)であった。カッコ内は全音列パターン中に観察された割合を示す。

5.3.1.2 音段階ごとの拍子解釈

各音段階ごとに、被験者の反応を上記の「4/4拍子」、「2/4拍子」、「3/4拍子」、「6/8拍子」、「わからない」および「その他」の6種類に分類して集計した。Figure 5.8に、各音段階における拍子解釈の割合を示す。なお、第14音段階以降は原曲が4/4拍子の音列1音列のみであるために省略した。期待値を0.17として各段階ごとに χ^2 検定を行った結果、すべての音段階において拍子解釈の偏りは有意であり(第3音段階： $\chi^2(5) = 323.41$ 、第4音段階： $\chi^2(5) = 345.52$ 、第5音段階： $\chi^2(5) = 355.26$ 、第6音段階： $\chi^2(5) = 384.33$ 、第7音段階： $\chi^2(5) = 423.40$ 、第8音段階： $\chi^2(5) = 433.30$ 、第9音段階： $\chi^2(5) = 435.53$ 、第10音段階： $\chi^2(5) = 433.39$ 、第11音段階： $\chi^2(5) = 415.34$ 、第12音段階： $\chi^2(5) = 392.53$ 、第13音段階： $\chi^2(5) = 385.46$ 、すべて $p < .01$)、Figure 5.8に見られるように、被験者の音列に対する拍子解釈としては4/4拍子解釈が多かった。

Figure 5.8をみると、4/4拍子の解釈は、冒頭の第3音段階で53.50%を占めている。第5音段階まで若干増加し、それ以降は徐々に減少していくが、総じて各音段階でもっとも多い割合を占めている。2/4拍子は、第3音段階で20.00%を占めており、音段階が進行してもこの割合はあまり変化せず、各音段階で4/4拍子について2番目の割合を占めている。3/4拍子は、第3音段階では11.50%であるが、次第に増加して第13音段階では20.00%になった。6/8拍子は、第3音段階で2.33%であるのが第13音段階では7.17%と増加した。「その他」は音段階を通してあまり変化はなく、第3音段階では2.00%、第13音段階では3.84%であった。「わからない」は

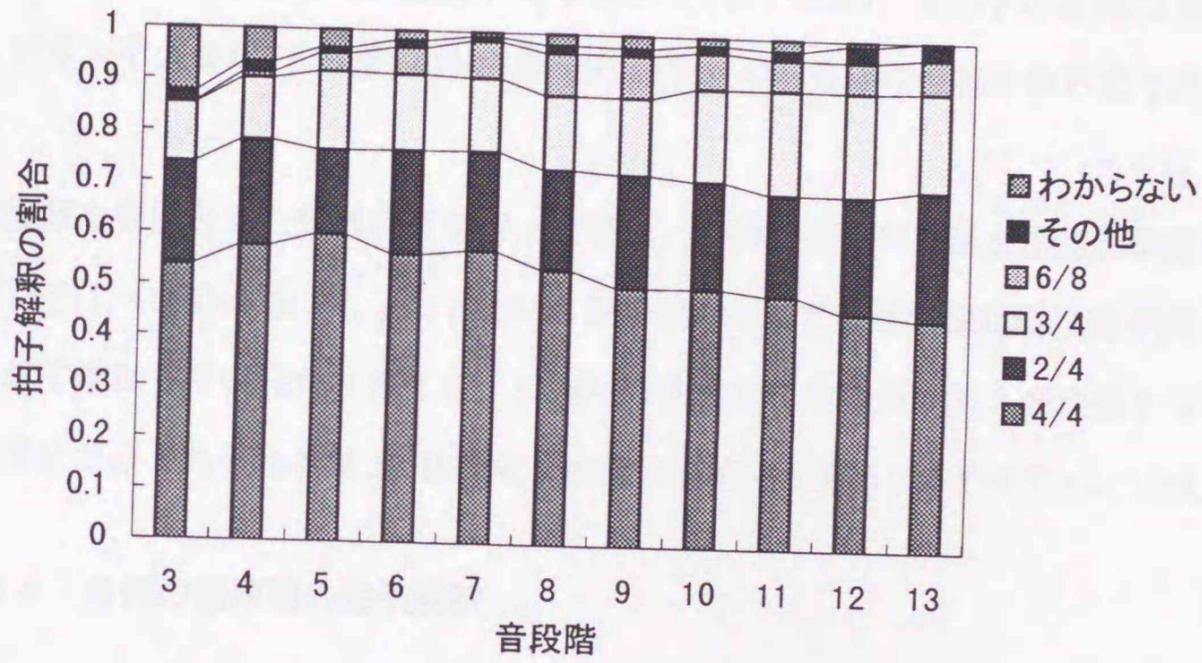


Figure. 5.8. 各音段階ごとの解釈された拍子の割合.

冒頭の第3音段階では12.33%と3番目に多い割合を占めていたのが、音列の進行とともに減少していき、第13音段階では0.83%と極めて少なくなっていた。

5.3.1.3 解釈に対する確信度の評定値

Figure 5.9 に、全30音列を込みにした、音段階ごとの拍子解釈に対する確信度の評定値の推移を示す。ここにはまた、拍子音列(原曲において4/4拍子、3/4拍子および6/8拍子の音列、計24種類)、等音価の音列(3種類)、変拍子の音列(2種類)、およびランダム音列(1種類)の拍子解釈の確信度の評定値の推移も合わせて示してある。

音段階を要因とした分散分析を行った結果、音段階要因の有意な主効果が確認された($F(11, 4165) = 51.64, p < .0001$)。拍子記号に対する評定値は音段階が増えるにつれて増加していったと言える。Sheffeの多重比較の結果、第3音段階から第9音段階までのそれぞれと第13音段階との間に有意差があった(すべて $p < .05$)。

5.3.1.4 音列の種類別の拍子解釈

音段階ごとの拍子解釈の割合 Figure 5.10 ~ Figure 5.13 に、音列を原曲の拍子の種類別(4種類)に分類した、音段階ごとの拍子解釈の割合を示す。

拍子音列に対する拍子解釈の推移 Figure 5.10 は、拍子音列に対する拍子解釈の推移を示している。拍子音列は、原曲の拍子が4/4拍子、3/4拍子、および、6/8拍子の音列からなり、一定の周期でダウンビートとアップビートの組み合わせが知覚されることが期待される音列であった。これら3種の拍子はそれぞれ8音列ずつで、それぞれが等頻度(33.3%)に用意されていた。しかし、聞き手は原曲の拍子通りに解釈をしたわけではなく、4/4拍子の解釈が平均で全体の49.8%を占めた。

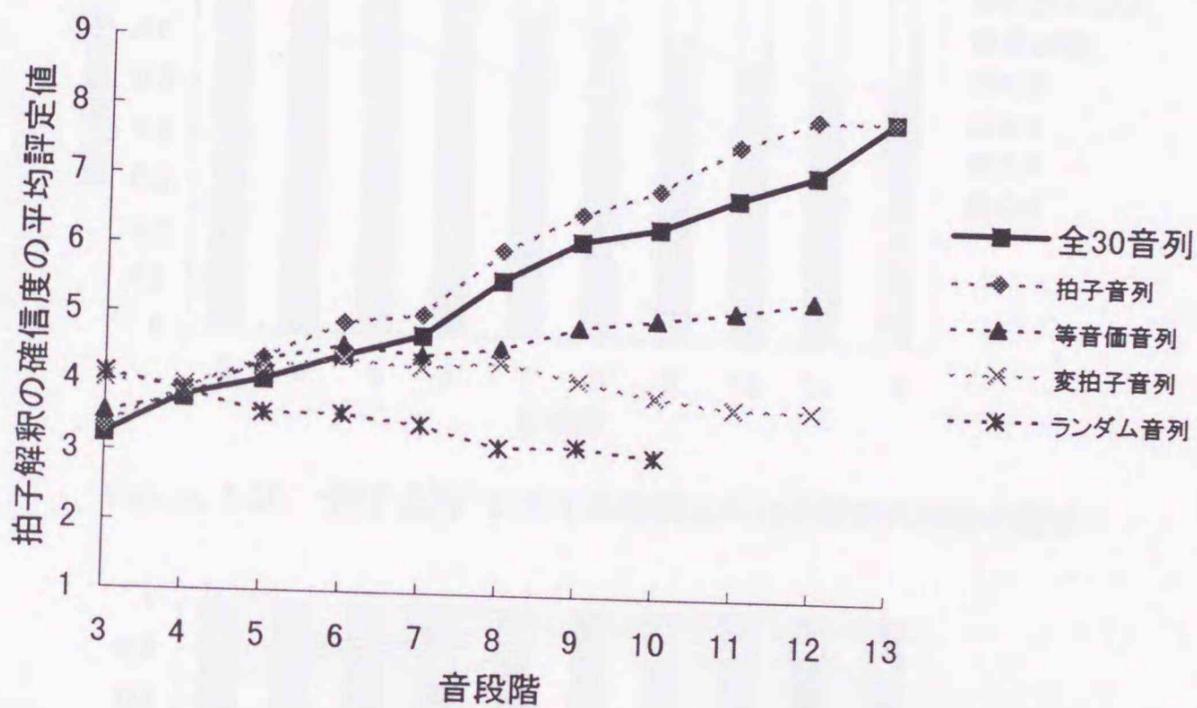


Figure. 5.9. 全30音列を込みにした拍子解釈に対する音段階ごとの評定値の推移。なお、拍子音列(原曲において4/4拍子, 3/4拍子および6/8拍子の音列, 計24種類), 等音価の音列(3種類), 変拍子の音列(2種類), ランダム音列(1種類)に対する確信度の評定値の推移も合わせて示してある。

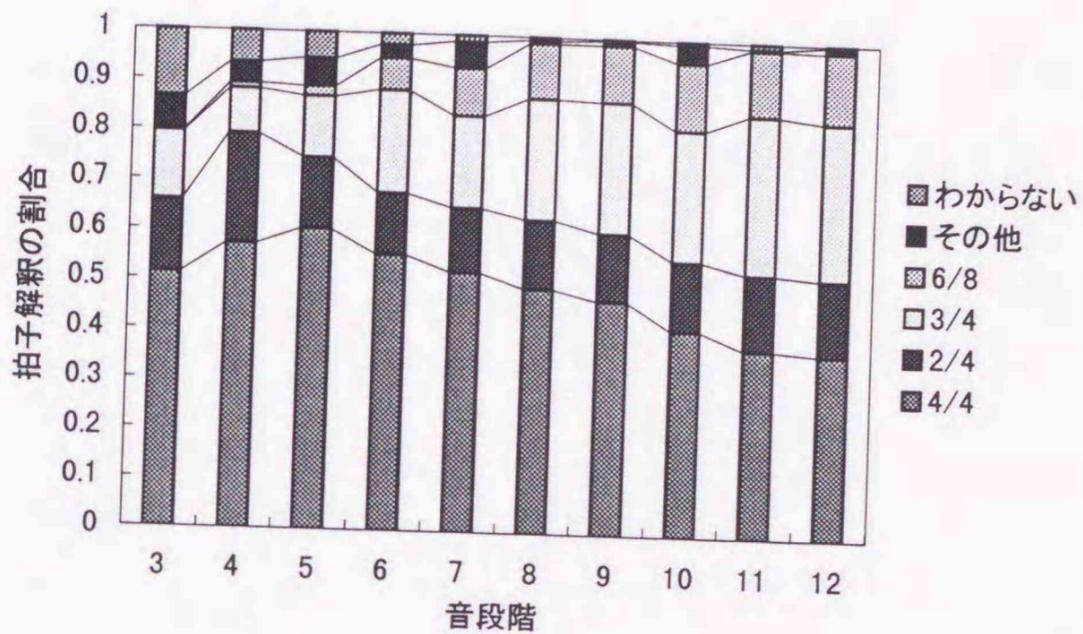


Figure. 5.10. “拍子音列” に対する被験者の拍子解釈の割合の推移.

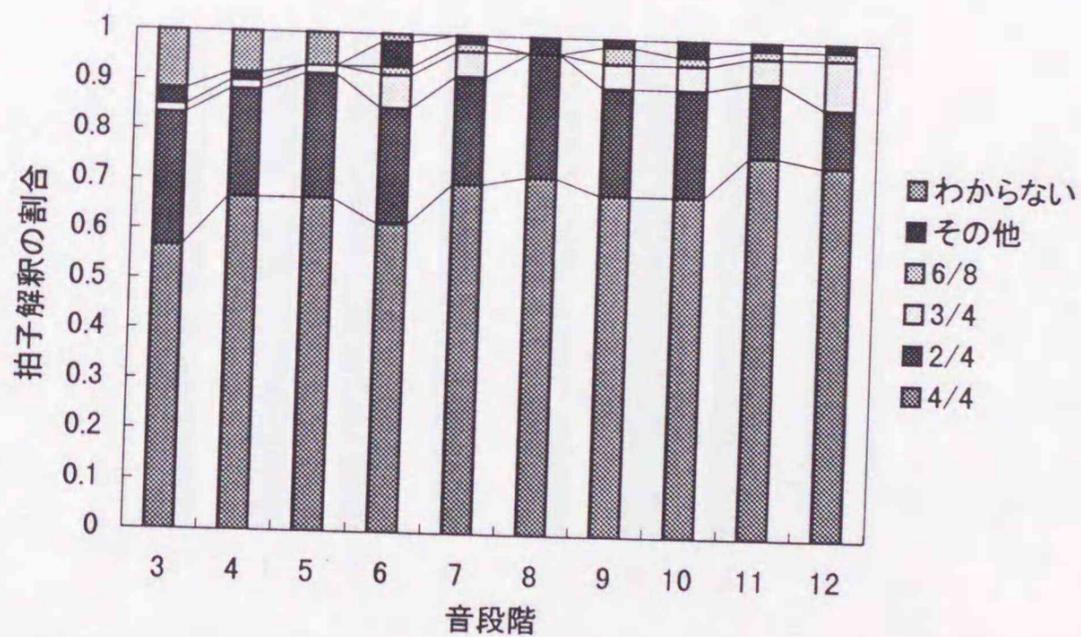


Figure. 5.11. “等音価音列” に対する被験者の拍子解釈の割合の推移.

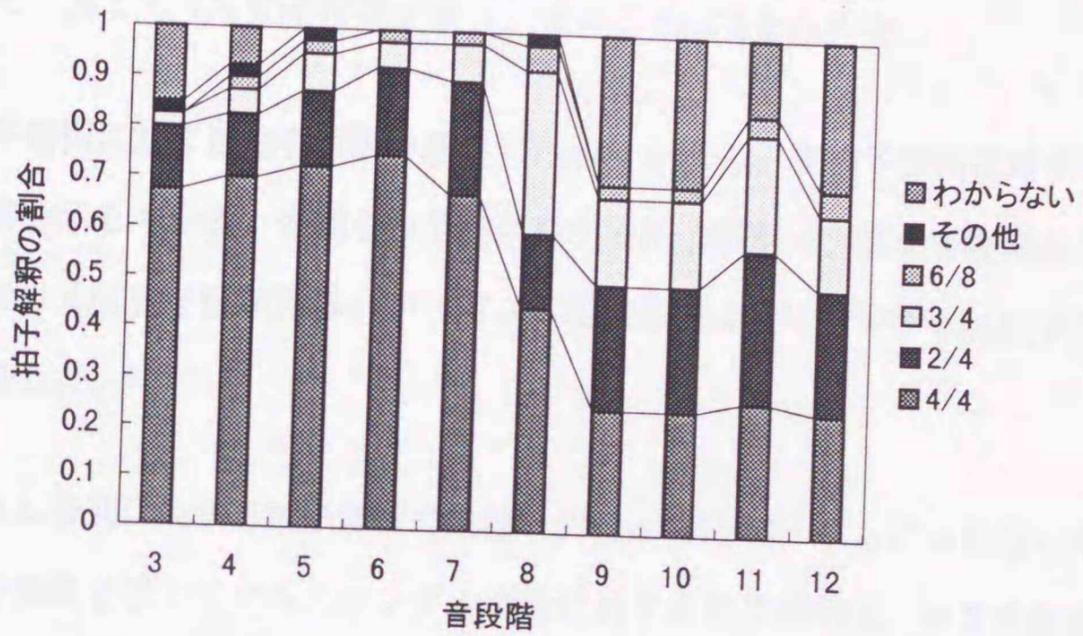


Figure. 5.12. “変拍子音列” に対する被験者の拍子解釈の割合の推移.

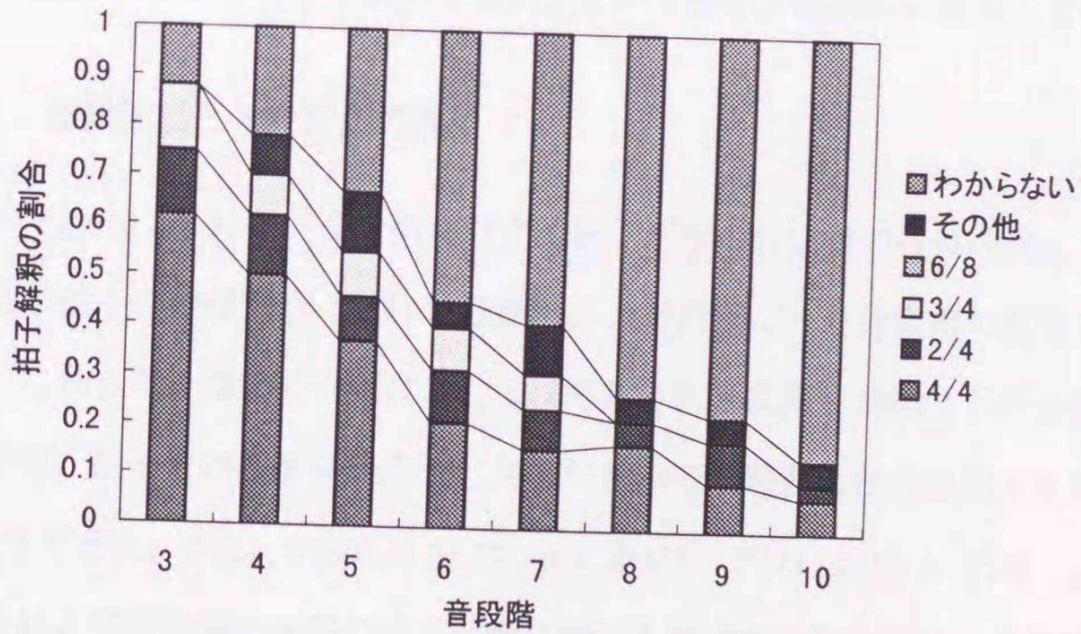


Figure. 5.13. “ランダム音列” に対する被験者の拍子解釈の割合の推移.

等音価音列に対する拍子解釈の推移 Figure 5.11 は、等音価音列に対する拍子解釈の推移を示している。等音価音列は、2倍型や3倍型のみならず、その他の型を含め理論的には無限の拍子解釈も可能であるにも関わらず、第3音段階から最終音段階まで一貫して4/4拍子解釈が多く、全体の68.3%を占めた。

変拍子音列に対する拍子解釈の推移 Figure 5.12 は、変拍子音列に対する拍子解釈の推移を示している。変拍子の音列に対する拍子解釈は、第3音段階から第8音段階までは4/4拍子解釈が多いが、第9音段階以降は2/4拍子や3/4拍子などの解釈も増加した。

ランダム音列に対する拍子解釈の推移 Figure 5.13 は、ランダム音列に対する拍子解釈の推移を示している。ランダム音列に対する拍子解釈は、第3音段階では他の種類の音列におけるのとほぼ同様の割合を示し、4/4拍子が60%を占めているが、音段階が進行するにつれて「わからない」という解釈が直線的に増加していく。

5.3.1.5 音段階ごとの評定値の推移

前掲の Figure 5.9 には、全音列に対する拍子解釈の評定値の推移の他にまた、音列を原曲の拍子の種類別(4種類)に分類した、音段階ごとの評定値の推移も示されている。これらの4種類の音列に対して、それぞれ音段階を要因とした分散分析を行った結果、拍子音列と等音価音列に対してのみ音段階要因の有意な主効果が確認された(それぞれ、 $F(11, 4165) = 51.64, p < .0001$, $F(11, 265) = 17.08, p < .01$)。拍子音列および等音価の音列の拍子解釈に対する確信度の評定値は、音列段階が増えるにつれてその評定値も増加していったと言える。変拍子の音列およびランダム音列は、音段階要因の主効果は有意ではなかった。

5.3.2 質的分析

5.3.2.1 解釈の漸進的確立過程(1): 第3音段階の拍子解釈について

被験者は、第3音段階という非常に限られた状況においても、音列の何らかの拍子にとらえようとしていた。“第3音段階”とは、冒頭から3音目までが呈示された段階を指す。被験者はこの段階において、第1音及び第2音の音価しか認識できない。このような状況下においてはほとんど無限の拍子解釈が可能であり、たとえばSEQ. 01では4/4拍子と解釈して冒頭の8分音符2音の後に3つの4分休符を置くこともできるし、3/4拍子と解釈して2分休符を置くこともできる。しかし、第5.3.1.2節でみたとおり、被験者の多くはある偏った解釈、具体的には4/4拍子で解釈する傾向を示した。ただし、第3音段階における拍子記号に対する確信度の平均評定値は3.23と低い値となっている。このことは、聞き手が拍節構造を完全に解釈した結果と考えるよりは、むしろ、音列の冒頭ではとりあえず暫定的に4/4拍子として解釈を始めようとするが、その確信の程度は極めて低く、その後の音列の進行状況ではかなり容易に覆り得るということを示していると考えた方が自然であろう。

第3音段階において、4/4拍子以外の拍子に解釈した音列は、全30音列のうち1音列(SEQ. 15)のみであり、その音列に対しては3/4拍子としての解釈がもっとも多かった。音列SEQ. 15は、“付点2分音符”、“付点4分音符”、“8分音符”という3音で開始する音列である。この音列の第3音段階では55%(11人)の被験者が3/4拍子として解釈している。つまり第1音を第1小節におさめて完全小節とし、第2音および第3音を第2小節におさめて4分休符を置いて3/4拍子として認定している。

SEQ. 15の他に第3音段階で4/4拍子以外の拍子解釈を割り当てたものは、2/4拍子として解釈した4音列(SEQ. 1, SEQ. 4, SEQ. 18, SEQ. 23)であった。これらの音列の第3音までの音価の比は、順に、1:1:1(1 = “8分音符”, 実時間で

250ms), 1:1:1(1 = “8分音符”, 実時間で250ms), 1:2:1(1 = “8分音符”, 実時間で250ms), 3:1:2(1 = “16分音符”, 実時間で125ms)となっている。これらの音列に共通して観察できる特徴は、非常に“短い”音価が連続した音列であるということである。実験後の被験者の報告によると、これらの音列は“非常に速く感じる”とのことであった。このことは、第1音を1拍分の長さとして認定できないということが一つの原因となっているのかもしれない。

5.3.2.2 解釈の漸進的確立過程(2): 解釈の維持と解釈の変更

第3音段階以降、すなわち音列が徐々に進行するにつれて、被験者の解釈はどのように変化していったのであろうか?以下では、それぞれの音列でもっとも多かった解釈について、解釈された拍子と第1拍の位置に注目しながらその特徴を考察する。

Table 5.1には、聞き手の全30音列に対する解釈結果を、拍子の維持と変更および第1拍の位置の維持と変更の両面から分類した結果が示されている。

Table 5.1をみるとわかるように、全30音列のうち、第3音段階での解釈を音列の進行につれて拍子解釈を維持した音列は16音列であり、残りの14音列は音列の聴取過程において拍子を変更していた。第1拍の位置については、30音列中27音列は、第3音段階から最終音段階まで一貫して第1音に第1拍をおいており、位置が変更されたものは3音列であった。

拍子の変更について 拍子の変更に関する分類のうち、「4/4拍子」と「2/4拍子」は、いわゆる“2倍型”に分類される拍子であり、拍節構造の観点からは本質的な差異は小さいと考えることができる。すなわち、“4/4拍子から2/4拍子への変更”と“2/4拍子から4/4拍子への変更”は、拍の大きさ(実時間的長さ)を維持したまま“1小節”の大きさを1/2倍もしくは2倍にしたものであり、基本となる拍節的単位は等しいとみなすことができる。

Table 5.1
拍子および第1拍の位置の維持/変更の側面から分類した聞き手の解釈結果.

		第1拍の位置	
		維持	変更
拍子を維持	16 音列	14 音列	2 音列
拍子を変更	14 音列		
(内訳)	4/4 拍子から 2/4 拍子へ	2 音列	なし
	4/4 拍子から 3/4 拍子へ	4 音列	1 音列
	4/4 拍子から 6/8 拍子へ	2 音列	なし
	2/4 拍子から 4/4 拍子へ	3 音列	なし
	2/4 拍子から 6/8 拍子へ	1 音列	なし
	4/4 拍子から 解釈不能へ	1 音列	なし

一方、「3/4拍子」は、いわゆる“3倍型”に分類される拍子であり、2/4拍子や4/4拍子とはその構造が異なると考えられる。また、「6/8拍子」は「3つの小単位から成る2拍子」(石桁他, 1965), すなわち、3拍子と2拍子が複合した“複合型”の拍子と分類されている。したがって、“2倍型”の拍子から“3倍型”や“複合型”の拍子への変更や、“3倍型”や“複合型”の拍子から“2倍型”の拍子への変更は、拍節構造の解釈を大きく変更していることになる。

Figure 5.14 は、音列のより初期の段階で4/4拍子として解釈したものが、途中で3/4拍子に変更した音列の例 (SEQ. 25) である。この音列に対して、70%の被験者は、第3音段階において第1音に第1拍において第1小節を完全小節とし、4/4拍子として解釈した。その後、第7音段階までは4/4の解釈を変更することなく維持するが、第8音段階、すなわち、第7音(2分音符)の音価を認識した時点で被験者の半数以上(65%)が3/4拍子に解釈を変更している。そしてその解釈を変更することなく最終音まで到達している。この変更は、以下のようにしておきたと考えられるかもしれない。音列の初期に認定した4/4拍子を維持したままで解釈を継続すると、第3小節の第1拍目には音の onset が存在しないことになり、第7音がいわゆる“小節線をまたぐ”シンコペーションになる。小節の第1拍目はダウンビートとなるべき時点であり、拍節構造の知覚にとって“参照点”とでも言うべき心理的に非常に重要な役割を果たす。4/4拍子で解釈すると参照点が定まらないことになり、その不安定さを解消するために、参照点に音の onset が存在するような3/4拍子の解釈に変更した。ただし、途中で拍子の解釈を変更するのは、その時点における自身の解釈に対する確信度が低い場合に限られるようである。解釈に対して十分に自信がある場合には、小節の第1拍目に音の onset のない場合でも解釈の変更がなされない場合もある(たとえば、SEQ. 14)。

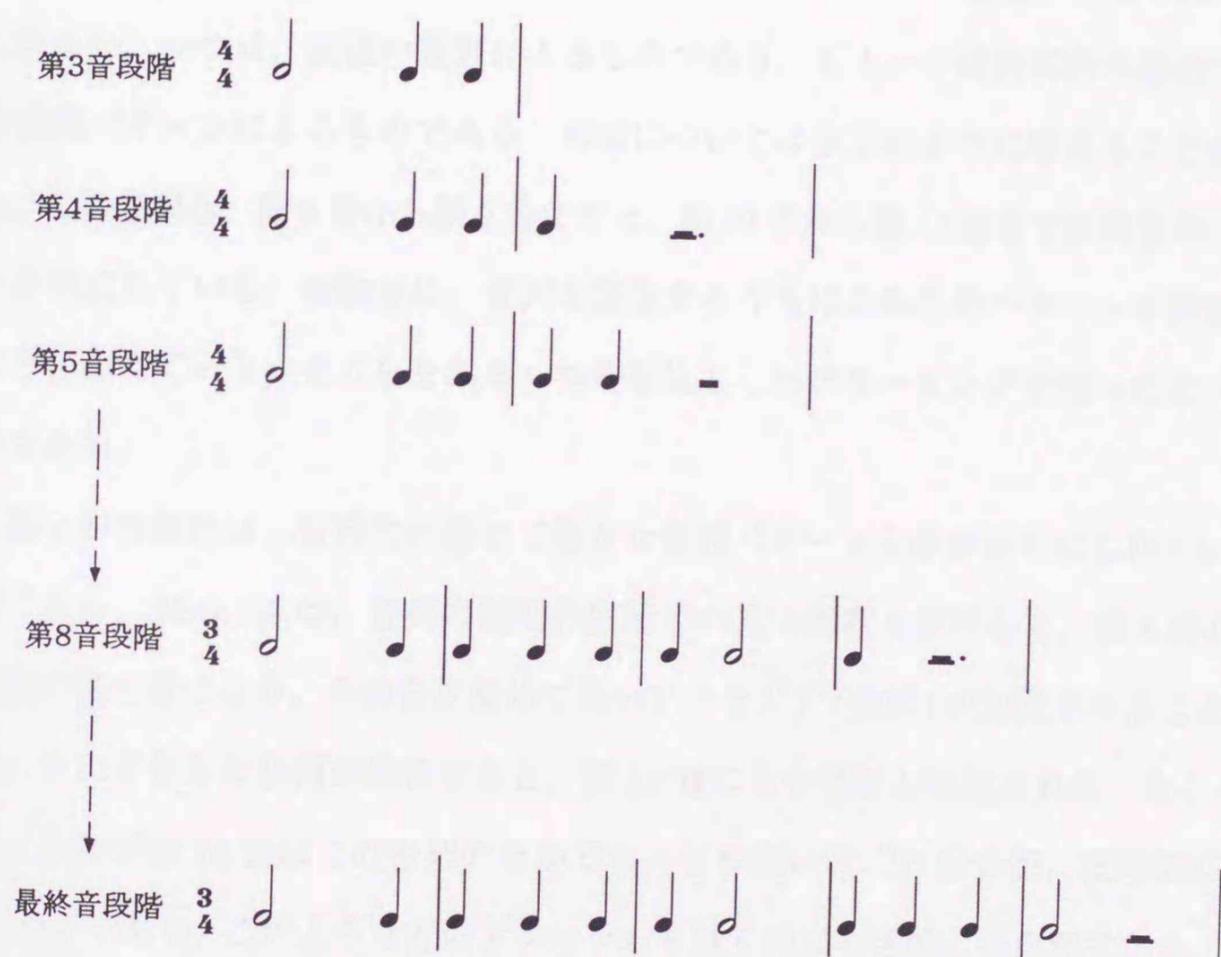


Figure. 5.14. SEQ. 25 に対する被験者の解釈. 冒頭での 4/4 拍子解釈を途中で 3/4 拍子に変更して最終音に至る.

第1拍の位置の変更について 次の例は、音列の進行途中で第1拍の位置を変更した音列の例 (SEQ. 03) である (Figure 5.15)。この音列は拍子記号についての変更はなく、冒頭の第3音の時点で認識した4/4解釈を維持したまま最終音まで到達している。しかし、第15音段階にいたって、約半数の被験者が第1音を第1小節におさめてアウフタクト解釈をしており、第1拍を第2音に置いて解釈した。

このような解釈が生成された理由としては以下の2つの可能性が考えられるかもしれない。一つは、反復の要因によるものであり、もう一つは音列内の極めて僅かな音列パターンによるものである。前者については以下のように考えることができる。この音列は、第2音から第9音までと、第10音から第17音までが同型のパターンを形成している。被験者は、音列を聴取するうちにこれらのパターンを同定するようになっていき、それらのある一つの単位としたグルーピングを行ったというものである。

第2の可能性は、音列内の極めて僅かな音列パターンを手がかりにしたというものである。SEQ. 03は、音列の初期の段階での4/4解釈を続けると、第8音が第2小節の第1音になり、その音に極めて強いアクセント(強拍)が知覚されることになる。そしてさらに音列が進行すると、第13音にも中強拍が知覚される。ところが、第8音及び第13音はこの音列のなかでもっとも短い音(16分音符、実時間にして125ms)であり、このような音にアクセントを置くのは心理的に不自然である。したがって、それまでの解釈を変更することによってこのような不自然さを解消しようとしたのかもしれない。実験後、被験者“SI”は「(第1拍の位置を変更しないまま解釈をすると)第8音、第9音、第10音がひとまとまりになるが、“タカタン”という音のつながりに不自然さを感じる」と報告していた。この報告は、極めて直感的な表現ながら、短い音にアクセントをおくことを好まない聴き手のパフォーマンスを的確に表していると思われる。

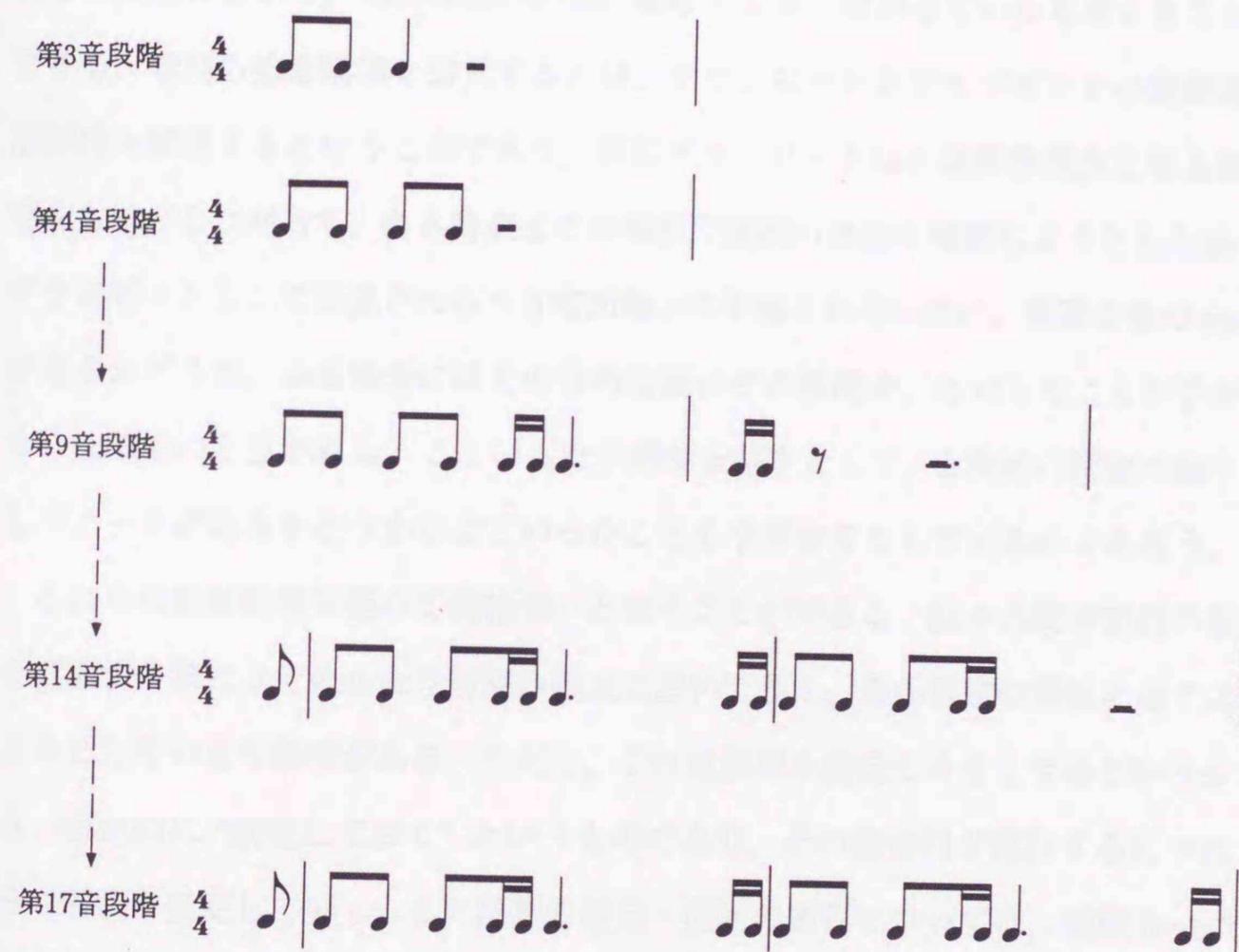


Figure. 5.15. SEQ.03 に対する被験者の解釈. 冒頭では第1音に第1拍を認定していたものを途中で変更して最終音に至る.

解釈の維持と解釈の変更：まとめ ここでは、ひとたび知覚された拍節構造が、音列を聴取していく過程において維持される場合および変更される場合に関して考察を行った。拍子と第1拍の位置が変更される場合について調べた結果、冒頭で構築した解釈の変更にはいくつかの要因があることが示唆された。そのなかで、予測される時点に音の onset があるかどうかということは、いわゆるシンクペーション解釈との関係において、拍節構造の把握に極めて大きく関わっていると考えることができる。音列の拍節構造を知覚するとは、ダウンビートとアップビートの定期的な周期性を知覚するということであり、特にダウンビートは心理的参照点となる重要性をもつ。したがって、ある時点までの解釈で後続の音列を解釈しようとした場合、ダウンビートとして知覚されるべき時間軸上の予測される時点に、実際に音の onset があるかどうか、ある場合にはその音の音価はどの程度か、といったことが手がかりになるものと思われる。こういった予測性を基本として、2次的に同型の繰り返しパターンがあるかどうかなどといったことも手がかりとしているのであろう。

これらの観察結果は極めて興味深いとすることができる。我々人間が音列の拍節を認識する際にはそのかなり初期の時点においてさえ、ある特定の解釈に当てはめようとしている可能性がある。ただし、それは解釈を決定しようとするというよりは、暫定的に“仮定しておく”というものであり、その後音列が進行するにつれてその解釈を変更していく。この解釈の確定・変更の過程については、実験3~5で、“予測性”の観点から行った実験を報告する。

5.3.2.3 “拍”の実時間的範囲について

全音列・全音列段階について、被験者の知覚した拍の実時間的なスパンに分析した。具体的には、被験者の解釈した拍子に注目し、たとえば、4/4拍子として解釈された音列の場合には、1拍を4分音符の長さとしてみなした¹。全5240音列(262音

¹同様に、3/4拍子および2/4拍子として解釈された音列についても4分音符として認定したものを1拍とした。なお、6/8拍子は、1拍として“(8分音符)3個分”を1拍とする(石桁他, 1965)

列 × 20 人) 分のデータについて 1 拍の実時間を集計した。集計結果を Figure 5.16 に示す。

Figure 5.16 をみると、1 拍の長さとして、500ms~750ms を中心にして、250ms から 1500ms の範囲に分布していることがわかる。この結果は、SEQ. 27, SEQ. 28 および SEQ. 29 に対する被験者の反応をみるとより詳細にわかる。これらの音列は、すべての音符の音価が等しい音列であり、すべて 4 分音符=120/min のテンポであった。これを実時間に換算すると、SEQ. 27 は 4 分音符=500ms, SEQ. 28 は 8 分音符=250ms, SEQ. 29 は 16 分音符=125ms であり、実時間的にみると SEQ. 28, SEQ. 29 はそれぞれ SEQ. 27, SEQ. 28 の 1/2 の長さの音符の列であることがわかる。これをすべて “4 分音符の連続した音列” としてとらえると、SEQ. 27 はテンポが 4 分音符=120/min, SEQ. 28 はテンポが 4 分音符=240/min, SEQ. 29 はテンポが 4 分音符=480/min, というように、同一の音列をテンポを変えて被験者に呈示したと考えることができる。これらの音列に対する被験者の反応結果は、ほとんどが 1 拍=500ms として認識していた。つまり、被験者のほとんどは SEQ. 27 に対しては 4/4 拍子として 1 小節内に 4 分音符を 4 音分、SEQ. 28 に対しては 4/4 拍子として 1 小節内に 8 分音符を 8 音分、SEQ. 29 に対しては 4/4 拍子として 1 小節内に 16 分音符を 16 音分収めていた。

被験者の中には、SEQ. 29 に対して 2/4 拍子として認識し、4 分音符の連続する音列としてとらえるものもいた。すなわち、この被験者は 1 拍 = 250ms として認識していたことになる。このような反応はあまり多いものではなかったが、他の音列についても見出すことができた。たとえば、被験者 “AK” は SEQ. 05 に対して 2/4 拍子としてとらえ、すべての音価を 1/2 の長さで認識していた。つまり、この被験者は 1 拍=1000ms として認識していたことになる。

本実験ではテンポが固定されていたために、知覚された拍の実時間的長さについてという記述にしたがって計算した。

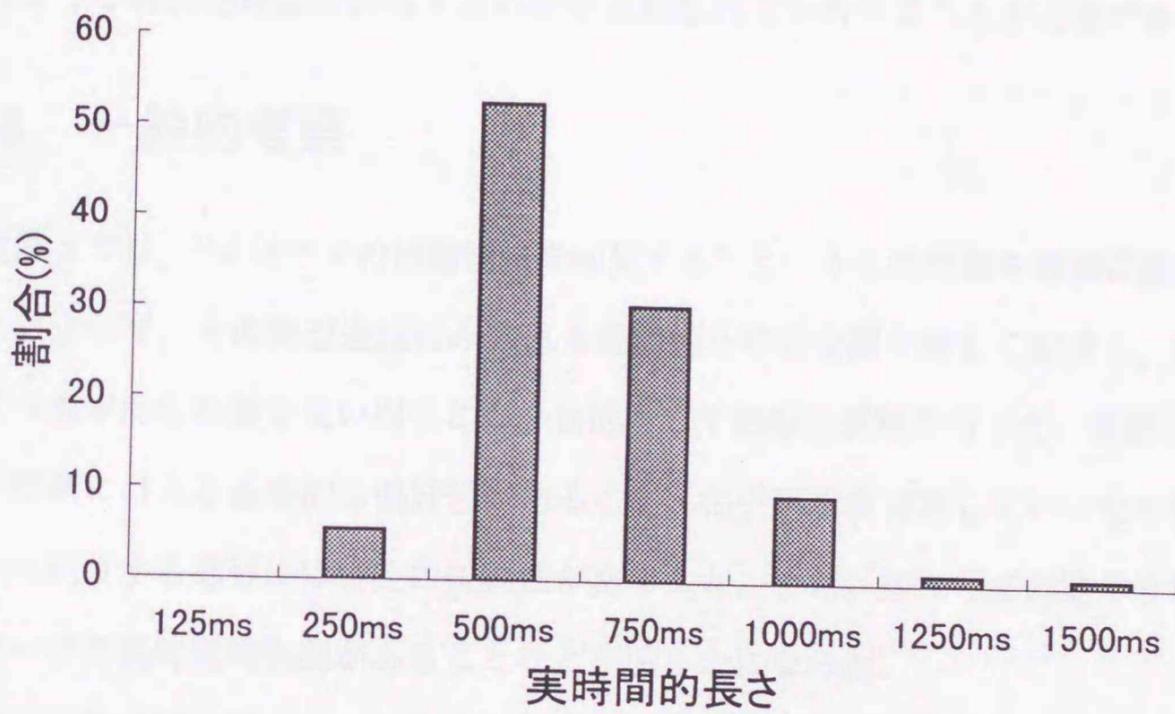


Figure. 5.16. 1拍として知覚した単位の実時間的長さ.

て連続量的な知見を得ることはできなかったが、分析の結果は多くの先行研究の結果と一致するものであり、また、一般的な西洋音楽に多いとされる拍の実時間的範囲(200ms~1500ms)内にも入っている。拍の実時間的範囲は文化や民族によって異なったり、また時代によってもその範囲は変化していると考えられている。聞き手の知覚する拍の実時間的範囲について詳細な知見を得るためには、マグニチュード法などの精神物理学的手法を用いることによって、被験者の知覚する拍の実時間がどのような時間的範囲に分布するのかを連続量的に分析することが必要であろう。

5.4 一般的考察

実験2では、“メロディの拍節構造を知覚する”という心的行為を微細に観察することによって、その処理過程にみられる規則性を可能な限り詳しく記述し、聞き手のもつ基本的な特徴を見出すことを目的として観察的実験を行った。実験の結果、拍子解釈にはある基本的な偏好性があること、拍子解釈を確定していったり変更していったりする過程には特定の規則性があること、また、拍として認定できるスパンは一定の実時間的制限があることなどが明らかになった。

拍子解釈の偏好性については以下のことが明らかになった。音列に対する被験者の拍子解釈は、4/4拍子、次いで2/4拍子が多く、それらと比較すると3/4拍子の解釈や6/8拍子の解釈は少なかった。この偏りは特に音列の初期段階において顕著であり、たとえば第3音段階においては、音列パターンの約7割が4/4拍子または2/4拍子として解釈されていた。拍子音列に限定してみると、原曲における拍子は4/4拍子、3/4拍子、および、6/8拍子がそれぞれ8曲ずつで等しく用意されていたのにも関わらず、拍子解釈の割合は、4/4拍子が53.3%、2/4拍子が14.3%を占めており、ここにも解釈の偏りが認められた。また、等音価音列は、2/4拍子や4/4拍子など2倍型の拍子や、3/4拍子などの3倍型の拍子、6/8拍子などの複合型の拍子のみならず、より複雑な拍子にも解釈することが可能であったにも関わらず、平

均で4/4拍子解釈が68.3%、2/4拍子解釈が21.0%を占めており、やはり同様の偏りが確認された。

拍子解釈に対する確信度の推移をみると、音列の冒頭第3音段階から第5音段階程度では、被験者の拍子解釈に対する確信度は低い。この段階では、聞き手は音列に対して拍子を強く感じているわけではない、つまり、明確な拍節構造はまだ確立されていない、ということがわかる。第6音段階以降になると、全体としては徐々に拍子解釈の確信度は上昇していつている。

このような拍子解釈に見られる偏りとその確信度の評定値の推移を考えると、聞き手が音楽を聞くときには、数多くの種類の拍子の可能性を想定して聞きはじめるのではなく、ある限られた種類の拍子として知覚しようとする偏好性がある、換言すれば、聞き手は4/4拍子のように単純な2倍型の拍節構造に適合するような解釈を前提として聞き始め、音列を聞いていくにつれて漸進的にその仮定を確定または変更する、と考えることができる。

この確定または変更の過程には、その時点までに暫定的に仮定した拍節構造と“矛盾する事象”が、後続する音列のなかに出現するかしないか、出現する場合にはどのように出現するのか、ということが関わっていると推測される。具体的には、聞き取ったところまでの解釈に基づいて、予測される時点に音が出現したり、予測しない時点で音が出現したりするということが関係していると考えられる。これは、Povel & Essens(1985)の内的クロック (internal clock) と音の onset との一致という考え方などにもみられるものであり、第6章の実験3~5では、この“予測性”について実験的検討を行う。

実験結果の「2倍型の拍子への偏好性」の原因のひとつには、日常的に経験している音楽には2倍型の拍子構造をもった音楽が多い、ということが考えられる。たとえばバッハの平均律48曲フーガ曲集では、全部で12種類の拍子が使用されているうち、2/4拍子および4/4拍子が25曲を占めている(福本, 1982)ということから

もわかるように、全般的に言って音楽には2倍型の拍節構造をもつものが多い。このことはまた、普段我々がテレビやラジオで耳にする歌謡曲などにも当てはまるし、小学校時に習う文部省唄歌にも当てはまる。音楽に対する基本的な偏好性については、4/4拍子という拍子そのものにその理由を見い出そうとしたり (Smith & Cuddy, 1989) さらには、歴史的にどのような暮らし方をし、どのように身体を使ってきたのか、ということによって決められる (小島, 1993, 第11参照) とするものもある。いずれにせよ、これらの音楽に慣れ親しんでいる聞き手は、2倍型の拍子で音楽を認識しようとする傾向を強くもっており、この2倍型の拍子への偏好性は、我々が心内にもつリズムスキーマのいわば“デフォルト値”であるといつてよいのであろう。

本実験では、音楽認知における拍節的体制化の過程を明らかにする研究の一つとして、拍子解釈の偏好性と漸進的な確立について考察した。そうした観点からすると、拍子の偏好性のみならず、拍や拍子の心理的単位や、その単位開始点の位置がどう決まるかといったことを詳細に調べる必要もあるであろう。また、リズム知覚における熟達者と非熟達者との相違について調べてもおもしろいかもしれない。たとえば、非熟達者は、熟達者と比較して、経験している拍子の種類が少ないために、音列が進行しても拍子解釈の変更は容易にはおこらないという可能性がある。本論文では、この点について、第7章で実験的に検討している。

多くの先行研究でも述べられているように、リズム知覚にはさまざまな要因が有機的に関係していると考えられる。リズム知覚研究には、個々の要因の関わり合いを見極めつつ、リズム知覚過程に関わる問題を解明していくことが必要であると思われる。次章では、リズム知覚における確定と変更の過程について調べることにする。

第6章

拍節構造知覚の確定と変更の過程 (実験3~5)

6.1 序

実験2では、聞き手の拍節構造の知覚過程について段階をおって詳細に観察した。その結果、聞き手は、原曲の拍子に関わらず、音列の拍節構造を4/4拍子や2/4拍子といった単純2倍型の構造で解釈しようとする傾向があり、音列の聴取開始では特にその傾向が強いこと、音列の冒頭では、知覚した拍節構造に対する確信の程度は低く、音列が進行するにつれて、その解釈を徐々に確定していったり別の解釈に変更していったりすること、などが明らかになった。これらの知見を踏まえると、聞き手は、音列の冒頭で暫定的に知覚した拍節構造を、音列が進行するにつれてどのようにして確定したり変更したりしていくのか、ということを見い出すことができれば、拍節的体制化の過程にみられる基本原理についての示唆を得ることができると考えられる。本章で行う実験では、拍節解釈の確定と変更の過程に焦点を絞り、聞き手が一度構築した拍節解釈をどのようにして確定したり変更したりしていくのか、ということについて調べることを目的としている。

実験2でも述べた通り、拍や拍子は、ともに拍節構造を構成するものであり、その基本的な要素と言える。石術他(1965)によれば、拍とは「一定時間ごとに刻まれるもの」、拍子とは「何拍かごとに心理的な強点を周期的に設定して、拍の進行を整理・統合する組織」とされている。聞き手が「心理的な強点」を設定した拍、すなわち心理的存在であるアクセントを付与して知覚した拍は“ダウンビート (down beat)”と呼ばれ、拍節構造を決定する心理的参照点となる重要な拍である。それ以外の拍は“アップビート (up beat)”と呼ばれる。拍節構造は、このダウンビートとアップビートとが繰り返されることによって構成される。

聞き手は、これらの繰り返しを認識することにより、音列の拍節構造を知覚する。リズム知覚の本質はその「予測可能性」にある (Fraisse, 1982; Martin, 1972; 梅本, 1996) ということからわかるように、この繰り返しは規則的かつ周期的なもので

あるため、聞き手がひとたびこの繰り返しを知覚すると、その後は何拍ごとにこのダウンビートが発生するか、つまり時間軸上でどの時点でダウンビートが発生するか、ということ“予測”できるようになる。

このことを実験2の結果とを合わせて考えると、聞き手がひとたび知覚した拍節構造を確定または変更していく過程には、以後の音列に対する自身の予測がどれだけ適切であるか、ということが大きく関わっていると考えられる。この予測の適切さとは、その時点までに知覚した拍節構造と“矛盾する事象”が、後続する音列のなかにどの程度出現するかということであり (Essens, 1986; Lee, 1991; Povel & Essens, 1985), 具体的には、知覚した拍節構造の枠組みで後続の音列を解釈しようとした際に、時間軸上で予測される時点で音の onset がない場合や、予測されない時点で音の onset があるかどうかなどといったことが想定される。

前述した通り、拍節構造がダウンビートとアップビートとの規則的な繰り返しで構成されることを考慮すると、音列の拍節構造を知覚する際には、聞き手は後続の音列のダウンビートの位置を予測しながら聴取していることが推測される。本章では、聞き手がダウンビートを予測する、時間軸上の時点における音の onset の有無を操作することによって、予測が適切である状況と適切ではなくなる状況をつくり出した。そして、両条件の知覚結果を比較し、メロディを聴取していく過程において、予測の妥当性がその後の拍節解釈にどのように関わっていくのか、ということ“を明らかにするための実験を行った。

このような条件を設定するために、以下の実験では2つのタイプの材料音列を準備した。一方のタイプの音列は、4拍子の拍節構造の枠組で解釈すると、各小節の第1拍目、すなわち、ダウンビートとして予測される時点には必ず音の onset が出現するが、3拍子の拍節構造の枠組で解釈すると、各小節の第1拍目には音の onset が出現しない音列であった。もう一方のタイプの音列は、3拍子の拍節構造の枠組で解釈すると、各小節の第1拍目、すなわち、ダウンビートとして予測される時点

には必ず音の onset が出現するが、4拍子の拍節構造の枠組で解釈すると、各小節の第1拍目には音の onset が出現しない音列であった。

実験3では、このような2種類の材料音列のそれぞれに対し、4拍子または3拍子のいずれかの拍節解釈を誘導するような音列を対呈示した。実験4では、2種類の材料音列を呈示する前に、4拍子または3拍子のいずれかの拍節解釈を誘導するような音列を呈示して、聞き手に十分な文脈を形成させた後に材料音列を呈示した。実験3および実験4において、対呈示もしくは連続呈示された音列の拍節構造と、材料音列の拍節構造とが一致する場合には、誘導された拍節構造の枠組みで後続の音列が解釈できることになる。このことは、自身の拍節的な予測が妥当であるということになり、以後音列が進行しても自身の解釈と矛盾する事象は生じない。逆に、対呈示もしくは連続呈示された音列の拍節構造と、材料音列の拍節構造とが一致しない場合には、音列が進むにつれて、誘導された拍節構造の枠組みで後続の音列が解釈できなくなっていくことになる。このことは、自身の予測がはずれ、自身の解釈と矛盾する事象が生じるということの意味する。したがって、前者は、対呈示された2つの音列の間の適合感が高く、逆に、後者は音列が進行するにつれて対呈示された2つの音列の適合感が低くなっていくことが予想される。実験5では、特定の拍節構造を誘導する音列を呈示せずに材料音列のみを呈示することにより、聞き手は、音列の進行につれてどの時点においてその音列の拍節構造を知覚できるようになるのかということ調べた。この結果と実験3や実験4の結果とを比較することにより、聞き手の解釈の確定/変更の過程について考察した。

6.2 実験3

6.2.1 方法

6.2.1.1 被験者

大学生の健聴者20人であった。被験者の音楽経験の範囲は平均で5.1年(最短:全くなし~最長:14年)であった。ここで、音楽経験とは、楽器や声楽について継続して訓練を行っている年数とした。大学で正式な音楽教育を受けている者はいなかった。

6.2.1.2 材料

10種類の元音列から作成した、50種類の“材料音列”であった。10種類の元音列は、“4/4拍子”の拍節構造の枠組で矛盾なく知覚することができる音列5種と、“3/4拍子”の拍節構造の枠組で矛盾なく知覚することができる音列5種であり、すべて5小節から成るものであった。

元音列は、以下のような手順で作成・選択した。まず、既存の楽曲から採った4/4拍子の音列10種類、3/4拍子の音列10種類それぞれについて、“リズムのみ”の音列を作成した。“リズムのみ”の音列とは、個々の音符の音価のみを残したものであり、それ以外のすべての物理的特徴(たとえば、音高や強さなど)はすべて均一にしたものである。材料を音価の変化のみに限定した理由は、聞き手の拍節解釈に本質的に影響を与えるのは音価の変化であり、その他の物理的特徴は二次的なものにすぎないと考えられることによる。

次に、各音列が以下のような制約を満たすような音列になるように修正を施した。4/4拍子の音列については、各小節の第1拍には必ず音のonsetが存在し、かつ、第1音から3拍ずつ区切った場合には、各区切りの第1拍に音のonsetが存在しないようにした(Figure 6.1 参照)。3拍ずつ区切った場合の各区切りの第1拍に音の

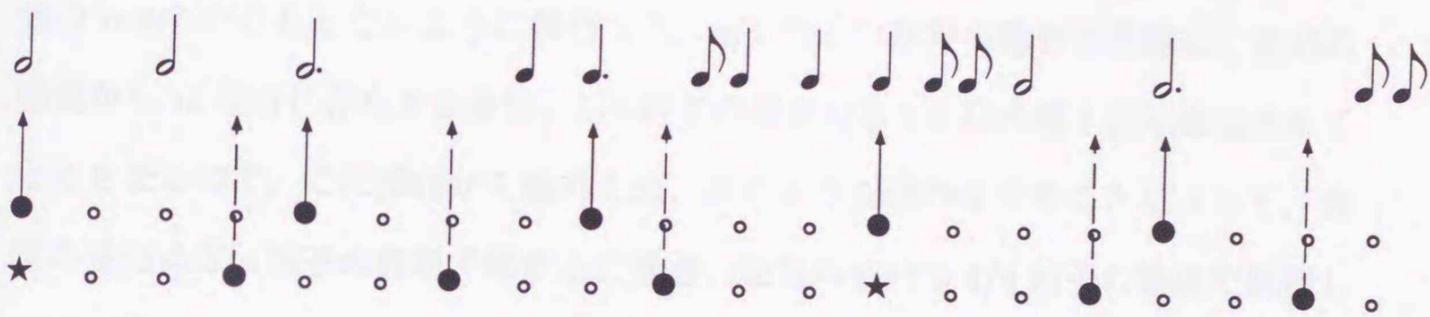


Figure. 6.1. 実験で使用した音列の例. 音符の下にある記号のうち, ●はダウンビートを, ○はアップビートを, それぞれ示しており, 上段は4/4拍子で解釈した場合のダウンビートとアップビートの周期性を, 下段は3/4拍子で解釈した場合のダウンビートとアップビートの周期性を表している. この音列の場合, 4/4拍子で解釈すると, 実線の矢印で示したように, 各小節の第1拍には必ず音の onset が生起するが, 3/4拍子で解釈すると, 点線の矢印で示したように, 各小節の第1拍には必ず音の onset は生起しない. なお, ★で示した位置にある音は, 4/4拍子で解釈した場合でもダウンビートに相当する位置にあることになるため, 位置変更の修正は施さなかった.

onset が存在する場合には、その直前の音の音価を伸長するなどして音の onset が存在しないように操作した。ただし、音列の冒頭から13拍目に存在する音は、4/4拍子の場合の第4小節の第1拍に相当することにもなるので、この操作から除外した。3/4拍子の音列についても同様の趣旨の修正を施した。すなわち、各小節の第1拍には必ず音の onset が存在し、かつ、第1音から4拍ずつ区切った場合には、各区切りの第1拍に音の onset が存在しないようにした。4拍ずつ区切った場合の各区切りの第1拍に音の onset が存在する場合には、その直前の音の音価を伸長して音の onset が存在しないように操作した。4/4拍子の音列の場合と同様に、音列の冒頭から13拍目に存在する音は、3/4拍子の場合の第5小節の第1拍に相当することにもなるので、この操作から除外した。このような操作をすることによって、前者の音列は3/4拍子の枠組で解釈した場合、後者の音列は4/4拍子の枠組で解釈した場合に、それぞれ“ダウンビート”として予測される時点には音の onset が存在しないこととなった。

このようにして修正を施した4/4拍子10種、3/4拍子10種の音列を、本実験の被験者とは別の評定者(音楽熟達者)2名に呈示し、各音列が何拍子に感じられるかをたずね、同時にその拍子を感じられる程度を7段階(1;ほとんど感じない~7:非常に強く感じる)で評定させた。この結果、4/4拍子の音列はすべて4/4拍子に、3/4拍子の音列はすべて3/4拍子に感じられるという結果であった。そこで、評定者2人の評定値を平均し、その値の高いものから順にそれぞれ5種類ずつを選択した。以下では、4/4拍子の音列をSeq. (4)-1~Seq. (4)-5、3/4拍子の音列をSeq. (3)-1~Seq. (3)-5とする。なお、音列の一覧は、付録AのA.2に掲載してある。

選択した音列の音高は、音列内ではすべて等しくし、各元音列ごとに異なるようにした。各元音列の音の音高は、Seq. (4)-1とSeq. (3)-1をA3、Seq. (4)-2とSeq. (3)-2をB3、Seq. (4)-3とSeq. (3)-3をC4、Seq. (4)-4とSeq. (3)-4をD4、Seq. (4)-5とSeq. (3)-5をE4とした。音列ごとに音高を変化させた理由は、試行間

の影響を最小限に抑えること、音列を繰り返し聴取することからくる“飽き”などの被験者の心理的負担を軽減させることであった。音色はすべてピアノ音、強さは快適聴取レベルですべて均一とした。またテンポは一定(♩ = 120 / 分)とした。

このようにして修正・選択した音列を、冒頭から1小節分、2小節分、3小節分、4小節分および5小節分に分解し、材料音列とした。この結果、1種類の元音列から小節数の異なった5種類の材料音列が作成できることになり、合計50個(元音列10個 × 長さ5種類)の材料音列を作成した。

材料音列に先だてて呈示する“拍節誘導音列”は、4/4拍子としての知覚を誘導するものと、3/4拍子としての知覚を誘導するものの2種類を準備した。Essens (1995)によると、ある音列に、等間隔な別な音高の音列を付加すると、その音列によってある特定の拍節構造を誘因することができる。誘導の効果は非常に強力で、同じ音列でも、異なった等間隔音列をとまなうと、異なった拍節構造の音列のように聞こえるという。この知見に基づき、本実験では、拍節誘導音列は2種類のドラム音(“Tight Kick”, “Side Stick”)を組み合わせて作成した。4/4拍子としての知覚を誘導するものは、1つのTight Kick音に3つのSide Stick音が続くもの(“[Tight Kick]-[Side Stick]-[Side Stick]-[Side Stick]”), 3/4拍子としての知覚を誘導するものは、1つのTight Kick音に2つのSide Stick音が続くもの(“[Tight Kick]-[Side Stick]-[Side Stick]”)とした。材料音列、拍節誘導音列ともにレベルは被験者の快適聴取レベルとした。また、テンポは材料音列と等しくした(♩ = 120 / 分)。

6.2.1.3 装置

各音列は、パーソナルコンピュータ(PC/AT互換機、OS: Windows95)上で作動するメディア・シーケンサー・ソフト(Opcodes社製“Vision J”)によって作成した。材料音列の音色は、音源(Ronland社製“Sound Canvas SC-88 Pro”)の“GRAND PIANO-1”, 拍節誘導音列の音色は“Tight Kick”と“Side Stick”音を使用した。作

成した音列パターンはMD (Mini Disc) に録音した。音列は実験者が直接MDプレーヤーを操作・再生することにより呈示した。

6.2.1.4 実験計画

拍節誘導音列：2条件(4拍子, 3拍子) × 材料音列の長さ：5条件(1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分) の2要因であった。いずれも被験者内要因であった。

6.2.1.5 手続き

1 試行は拍節誘導音列で開始した。まず拍節誘導音列を3周期分呈示し、それに続けて、拍節誘導音列に重ねて材料音列を呈示した。材料音列と拍節誘導音列のテンポは等しくし、材料音列の第1音は拍節誘導音列の4回目の強拍(“Tight Kick”音)と一致させた。被験者には、材料音列が拍節誘導音列にどれくらいよくフィットしているか(= “goodness of fit”)について、7段階で評定させた。7段階とは、“1：全くフィットしていない” ~ “7：完全にフィットしている”であった。

2種類の拍節誘導音列と50種類の材料音列を組合せることによってできた100種の材料はランダムに呈示した。本試行に入る前に5回の練習試行を行った。実験は聞き手のペースで行い、約1時間30分かかった。

6.2.2 結果と考察

Figure 6.2a および Figure 6.2b には、4/4拍子と3/4拍子の材料音列それぞれについて、2種類の拍節誘導音列との“フィット感”の平均評定値が小節ごとに示されている。

材料音列が4/4拍子の音列(Seq. (4)-1~Seq. (4)-5)について、拍節誘導音列(2水準：4/4拍子, 3/4拍子)と小節の長さ(5水準：1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小

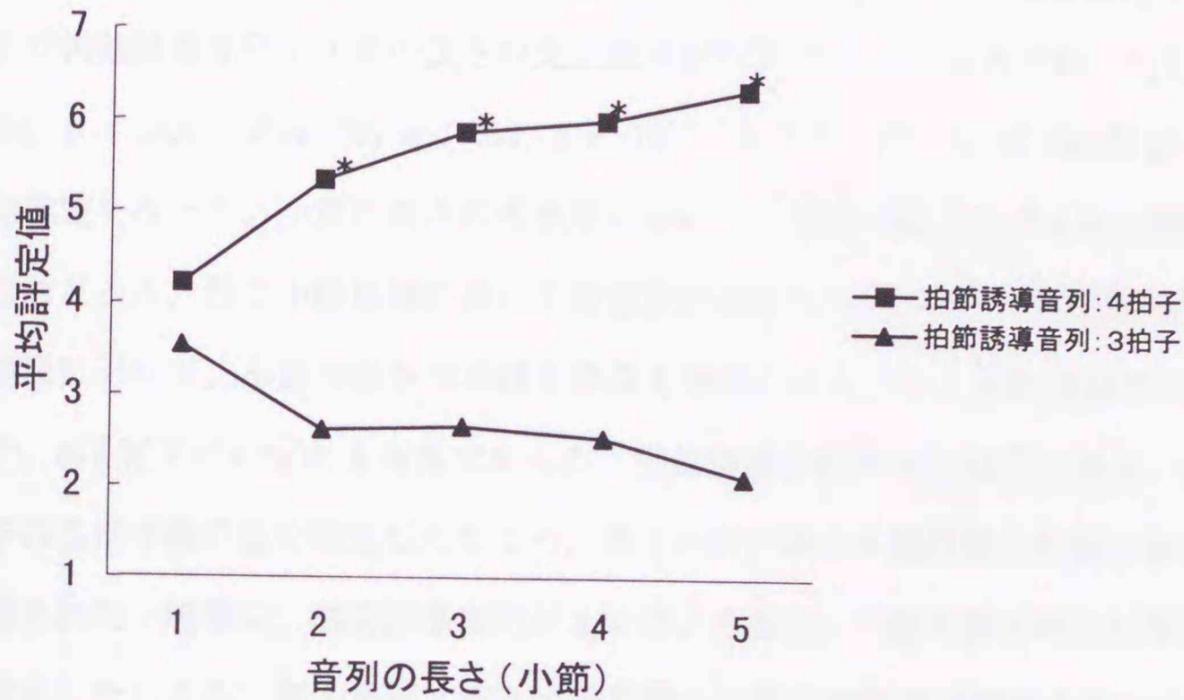


Figure. 6.2a. 材料音列が4/4拍子の場合の評定値の推移.

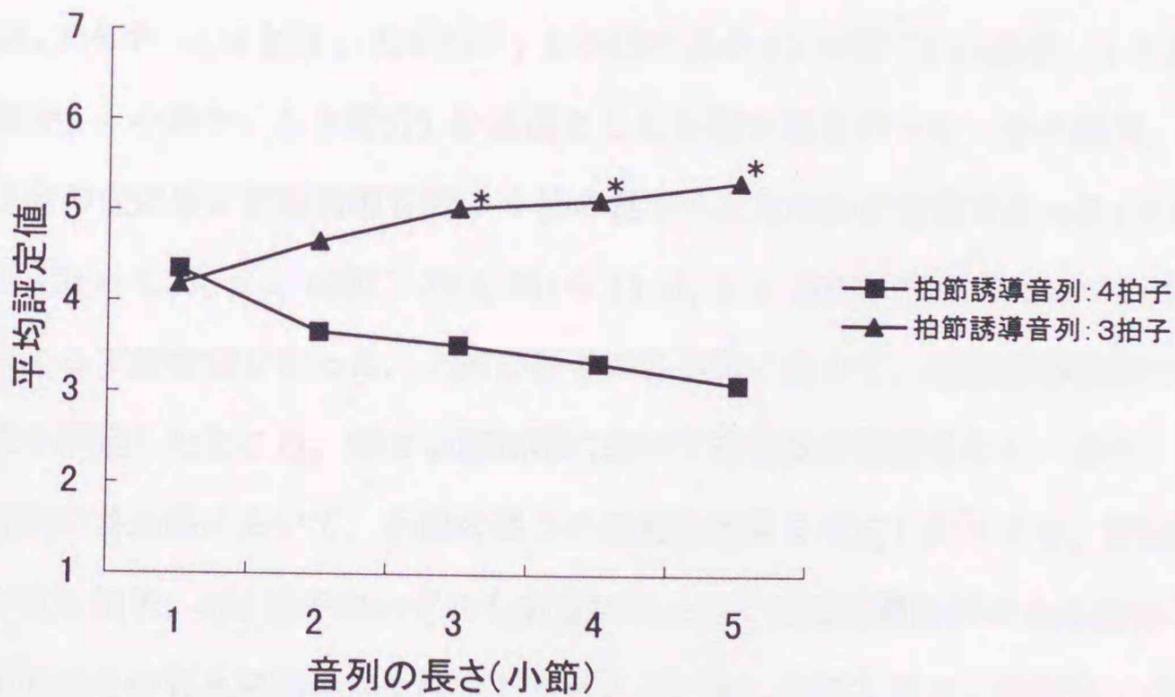


Figure. 6.2b. 材料音列が3/4拍子の場合の評定値の推移.

Figure. 6.2. 拍子別の評定値の推移. ■ 4は拍節誘導音列が4拍子を, ▲ 3は拍節誘導音列が3拍子の場合を, それぞれ示している. なお, *は, Sheffeの下位検定の結果, 小節の長さの各水準において, 拍節誘導音列が4拍子の場合と3拍子の場合との間に有意な差があったことを示す.

節分, 5小節分) を要因とした分散分析を行った。その結果, 拍節誘導音列の主効果および拍節誘導音列×小節の長さの交互作用が有意であった(それぞれ, $F(1, 19) = 10.84, p < .001, F(4, 76) = 17.02, p < .001$)。交互作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において, 拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ, 第2小節以降において有意差が確認された。また, 拍節誘導音列の各水準において, 小節の長さの単純主効果を検定したところ, 拍節誘導音列が4/4拍子, 3/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が4/4拍子の場合, 小節の長さの各水準間の差を検定したところ, 第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された。同様に, 拍節誘導音列が3/4拍子の場合, 小節の長さの各水準間の差を検定したところ, 第1小節と第2小節以降との間に有意差が確認された(すべて $p < .05$)。

同様に, 材料音列が3/4拍子の音列 (Seq. (3)-1~Seq. (3)-5) について, 拍節誘導音列 (2水準: 4/4拍子, 3/4拍子) と小節の長さ (5水準: 1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分) を要因とした分散分析を行った。その結果, 拍節誘導音列の主効果と拍節誘導音列×小節の長さの交互作用が有意であった(それぞれ, $F(1, 19) = 8.29, p < .0001, F(4, 76) = 15.32, p < .001$)。交互作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において, 拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ, 第3小節以降において有意差が確認された。また, 拍節誘導音列の各水準において, 小節の長さの単純主効果を検定したところ, 拍節誘導音列が3/4拍子, 4/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が3/4拍子の場合, 小節の長さの各水準間の差を検定したところ, 第1小節と第2小節以降との間に有意差が確認された。同様に, 拍節誘導音列が4/4拍子の場合, 小節の長さの各水準間の差を検定したところ, 第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された(すべて $p < .05$)。

Figure 6.2a および Figure 6.2b からわかるように, 4/4拍子の材料音列, 3/4拍

子の材料音列に対する評定値は、ともに、それぞれの音列の拍子と先行する拍節誘導音列の拍子とが一致していないとき、材料音列の長さが長くなっていくにつれて低くなっていった。一方、それぞれの音列の拍子と先行する拍節誘導音列の拍子とが一致しているときには、評定値は低下することではなく、冒頭1~2小節で上昇し、その後はある一定の高さを保持したまま推移していった。

材料音列が長くなるにつれて、拍子の異なる拍節誘導音列とのフィット感に違いが現れた理由は以下のように考えることができる。拍節誘導音列の拍子と材料音列の拍子とが一致する条件では、拍節誘導音列によって誘導された拍節構造の心内表象と後続の音列の拍節構造とが一致していたために、その適合の程度がよくなったのだろう。一方、拍節誘導音列の拍子と材料音列の拍子と一致しない条件では、拍節誘導音列によって誘導された拍節構造の表象と、知覚していく材料音列の拍節構造とは、音列の進行にしたがって徐々に適合しなくなっていったと考えられる。後者の条件の場合、拍節誘導音列によって誘導された拍節構造の枠組で後続の音列を知覚しようとするとき、“ダウンビート”として予測される位置に音の物理的 onset が存在しないことになる。ダウンビートは拍節構造の知覚に非常に重要な心理的存在であり、聞き手はこれを拍節的手がかりとして音列の拍節構造を知覚しようとする。しかし、音列が進行するにつれて、ダウンビートに当たる時間的位置に音の物理的 onset が存在しないという状況が増加していくことになり、適合感が減少していくのであろう。

本実験では、Povel や Essens の研究 (Essens, 1995; Povel & Essens, 1985) と同様に、拍節誘導音列として呈示された音列は、材料音列の呈示段階でも継続していた。このようにすることで、ある特定の拍節構造の心内表象を確実に誘導することができたと考えられる。しかし同時に、このような方法では、聞き手は拍節誘導音列のドラム音の onset と材料音列のピアノ音の onset の物理的な一致のみを手がかりにしてフィット感の評定をした可能性も考えられる。実験4では、この可能性を検討

するために、拍節誘導音列を呈示した後に単独で材料音列を呈示する、という方法を採用して同様の実験を行った。

6.3 実験4

前述の通り、実験4では、ある特定の拍節構造を誘導する音列を呈示した後に、連続して材料となる音列を呈示するという方法を採用することによって、心内の表象のみに基づいてフィット感を評定させた。こうすることによって、実験3で考えられた、“音の物理的な onset の一致のみを手がかりとしてフィット感を評定する”という可能性を排除できると考えられた。

6.3.1 方法

6.3.1.1 被験者

実験3に参加していない、大学生の健聴者20人であった。被験者の音楽経験の範囲は平均で4.3年(最短:全くなし~最長:15年)であった。ここで、音楽経験とは、楽器や声楽について継続して訓練を行っている年数とした。音楽大学で正式な音楽教育を受けている者はいなかった。

6.3.1.2 材料

実験3で使用したのと同じ音列を使用した。なお、実験3で“拍節誘導音列”と呼んだものは、ここではその性格を考慮して“文脈音列”と呼び変えることにする。この文脈音列は3周期分で終了した。

6.3.1.3 装置

実験3と同じであった。

6.3.1.4 実験計画

文脈音列：2条件(4拍子, 3拍子) × 材料音列の長さ：5条件(1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分) の2要因であった。いずれも被験者内要因であった。

6.3.1.5 手続き

実験の基本的な流れは実験3と同じであったが、実験4では、文脈音列と材料音列とは別々に呈示されるという点、つまり、文脈音列が3周期分呈示され、それが消えた後に材料音列が呈示される、という点のみが実験3と異なっていた。

具体的な手順は以下の通りであった。1試行は文脈音列で開始した。まず文脈音列を3周期分呈示し、それが終了した後、材料音列を単独で呈示した。材料音列と文脈音列のテンポは等しくし(♩=120/分)、材料音列の第1音は、文脈音列によってダウンビートが予測される時点と一致させた。聞き手は、材料音列が文脈音列にどれくらいよくフィットしているかについて、7段階で評定した。

文脈音列によって誘導した拍節構造を維持させるために、聞き手には文脈音列の“Tight Kick”音に合わせてフットタッピングをするように求めた。本試行に入る前に5回の練習試行を行った。実験は聞き手のペースで行い、約1時間30分かかった。

6.3.2 結果と考察

Figure 6.3a および Figure 6.3b には、4/4拍子と3/4拍子の材料音列それぞれについて、2種類の文脈音列の平均評定値が各小節ごとに示されている。

材料音列が4/4拍子の音列(Seq. (4)-1~Seq. (4)-5)について、文脈音列(2水準：4/4拍子, 3/4拍子)と小節の長さ(5水準：1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分)を要因とした分散分析を行った。その結果、文脈音列の主効果および文脈音列×小節の長さの交互作用が有意であった(それぞれ、 $F(1, 19) = 57.38$, $p < .001$, $F(4, 76) = 23.18$, $p < .001$)。その他の効果は有意ではなかった。交互

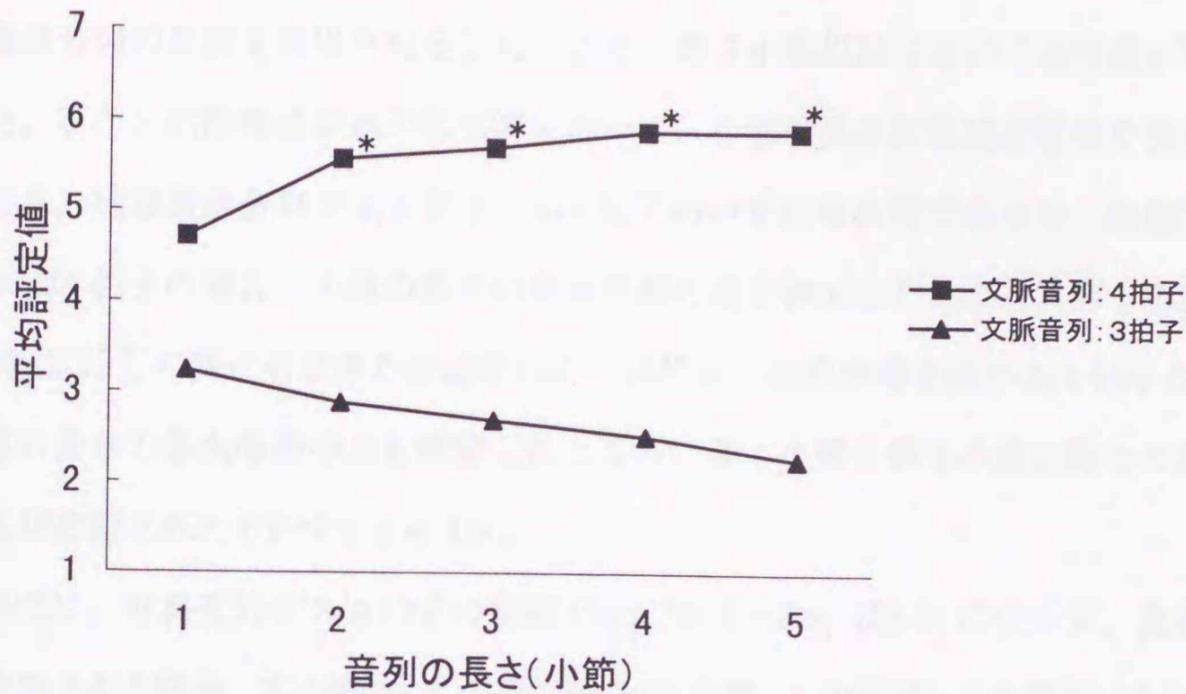


Figure. 6.3a. 材料音列が4/4拍子の場合の評定値の推移.

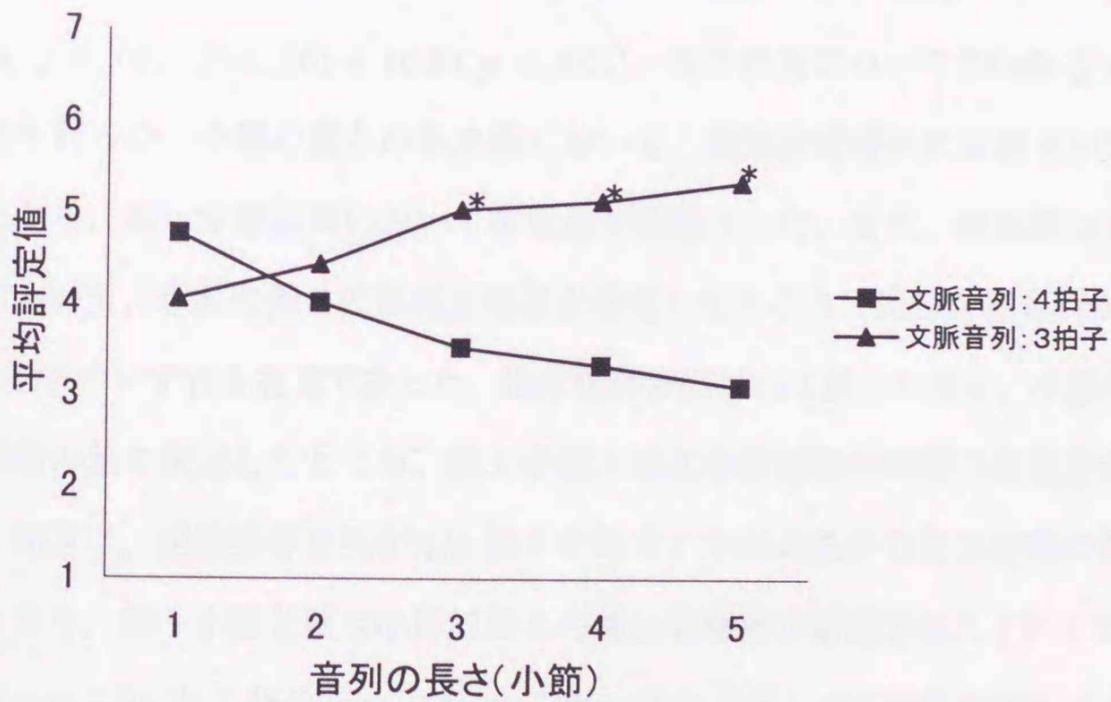


Figure. 6.3b. 材料音列が3/4拍子の場合の評定値の推移.

Figure. 6.3. 拍子別の評定値の推移. ■ 4は文脈音列が4拍子を, ▲ 3は文脈音列が3拍子の場合を, それぞれ示している. なお, *は, Sheffeの下位検定の結果, 小節の長さの各水準において, 文脈音列が4拍子の場合と3拍子の場合との間に有意な差があることを示す.

作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において、拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ、第2小節以降において有意差が確認された。また、拍節誘導音列の各水準において、小節の長さの単純主効果を検定したところ、拍節誘導音列が4/4拍子、3/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が4/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第2小節以降との間に有意差が確認された。同様に、拍節誘導音列が3/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された(すべて $p < .05$)。

同様に、材料音列が3/4拍子の音列 (Seq. (3)-1~Seq. (3)-5) について、文脈音列 (2水準: 4/4拍子, 3/4拍子) と小節の長さ (5水準: 1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分) を要因とした分散分析を行った。その結果、文脈音列の主効果、および文脈音列と小節の長さの交互作用が有意であった(それぞれ、 $F(1, 19) = 7.84, p < .01$, $F(4, 76) = 16.34, p < .001$)。交互作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において、拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ、第3小節以降において有意差が確認された。また、拍節誘導音列の各水準において、小節の長さの単純主効果を検定したところ、拍節誘導音列が3/4拍子、4/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が3/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された。同様に、拍節誘導音列が4/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された(すべて $p < .05$)。

Figure 6.3a および Figure 6.3b からわかるように、4/4拍子の材料音列、3/4拍子の材料音列に対する評定値は、ともに、それぞれの音列の拍子と先行する文脈音列の拍子とが一致していないとき、材料音列の長さが長くなっていくにつれて低くなっていった。一方、それぞれの音列の拍子と先行する文脈音列の拍子とが一致しているときには、評定値は低下することなく、冒頭1~2小節で上昇し、その後は

ある一定の高さを保持したまま推移していった。

本実験は、実験3と違って、文脈音列によってある特定の拍子を誘導した後に、材料音列が単独で呈示されていた。そのため、聞き手は拍節を誘導する文脈音列と材料の音列との適合度を判断するのに、両者の音の物理的な onset の一致を手がかりにはできなかったが、結果は基本的に実験3で得られたものと酷似していた。すなわち、文脈音列の拍子と材料音列の拍子とが一致する条件では、材料音列が長くなるにつれて評定値も上昇し、逆に文脈音列の拍子と材料音列の拍子と一致しない条件では、材料音列が長くなるにつれて評定値も下降していった。この理由は実験3の場合と同様に考えることができる。すなわち、文脈音列によって形成された特定の拍節構造の枠組で後続の音列を解釈しようとした場合、それと合致する場合には適合感も上昇するが、それと合致しない場合には音列が進行するとともに適合感が下降していったものと考えられるであろう。実験後の被験者の報告の中には「文脈を維持しようとしたが、途中で合わなくなってきた混乱した。」というものや、「後続の音列にひきずられていって、だんだんとフットタッピングがずれてしまいそうになった。」というものが散見された。このことから、拍節構造を知覚する際には、予測した時点の音の onset の有無を手がかりとしていることが示されている。

実験3および実験4では、知覚したある特定の拍節構造を、音列の進行にしたがって確定したり変更したりする際には、予測の適切さが関係していることが示唆された。すなわち、ひとたび知覚した枠組みで後続の音列を解釈しようとした場合、予測されるダウンビートの時間的位置に音の物理的 onset が存在する場合には、それまでの解釈がより確実なものとなり、逆に音の物理的 onset が存在しない場合には、それまでの解釈が変更される可能性があることがわかった。後者の場合、“予測した時点に音の onset が無い”という事態は、自身の解釈に対するいわば“反証”とでも呼ぶべきものである。実験3および実験4の結果は、音列の進行につれて徐々にこ

の反証が蓄積されていって、ある基準を越えた場合に拍節解釈の変更が起り得る、ということを示唆していると言える。

次の実験5では、聞き手は、音列が進行していくにつれてどの時点でその音列の拍節構造を知覚するのか、ということ調べる。音列の拍節構造を知覚する時点がわかれば、その結果と実験3・4で得られた反証の蓄積に関する知見と比べ合わせることによって、解釈の変更過程に関するより深い知見を得ることができるであろう。

6.4 実験5

実験5の目的は、聞き手が音列の拍節構造を知覚することができていく時点と、実験3および実験4で得られた、自身の解釈に矛盾が生じていく過程を比較することによって、拍節解釈の変更と反証の蓄積との関わりについて明らかにすることである。

このような目的のために、実験5では、聞き手が音列の拍節構造を知覚する時点調べる。具体的には、まず材料音列を呈示して、聞き手にその音列の拍節構造を知覚させ、その後、ある特定の拍節構造を暗示する音列を連続して呈示することによって両者の適合度を評定させる。この音列が、聞き手が知覚している拍節構造と一致していれば、その評定値も高くなるであろう。逆に、聞き手が知覚している拍節構造と一致していなければ、その評定値は低くなるであろう。したがって、評定値の高い拍節構造が、すなわちその時点で聞き手が知覚している拍節構造であると言える。

次に、このようにして得られた聞き手の拍節構造知覚の時点と、実験3および実験4で得られた反証の蓄積の推移とを併わせて考察する。実験3および実験4では、ある枠組によって後続の音列の拍節構造を解釈しようとした場合に、矛盾する事象が発生せず、したがって予測が妥当である場合と、矛盾する事象が発生して予測が妥当ではなくなるという条件を設定した。後者の場合、音列の進行につれて矛盾す

る事象, すなわち反証が蓄積されていったことになる。聞き手の拍節構造知覚の時点と反証の蓄積されていく間に何らかの関係を見出すことができれば, ひとたび構築した拍節解釈を変更していく過程についての洞察を得ることができるであろう。

このような手順を踏むことによって, 実験5は, 同時に実験2で得られた知見をより一般的な観点から再確認することができると考えられる。すなわち, 実験2では材料として音列数音~十数音という短い音列を使用していたが, 実験5では5小節分の音列を使用している。実験5においても, 拍節解釈の2倍型解釈への偏好性などが確認することができれば, 実験2で得られた結果をより一般化することになるであろう。

6.4.1 方法

6.4.1.1 被験者

実験3および実験4に参加していない, 大学生の健聴者20人であった。被験者の音楽経験の範囲は平均で3.8年(最短:全くなし~最長:12年)であった。ここで, 音楽経験とは, 楽器や声楽について継続して訓練を行っている年数とした。音楽大学で正式な音楽教育を受けていた者はいなかった。

6.4.1.2 材料

材料音列は実験3で使用したのと同じ音列を使用した。すなわち, 5小節から成る4/4拍子と3/4拍子の元音列から, それぞれ小節単位に分解することによって作成した, 1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分および5小節分の音列であった。

材料音列に続けて呈示する“拍節音列”は, すべて500msec, 一定の高さから成るピアノ音で構成されるものであり, 強いピアノ音が4拍ごとに現れる4拍子のもの(“強-弱-弱-弱-強-弱-弱-弱…”)と, 強いピアノ音が3拍ごとに現れる3拍子のもの(“強-弱-弱-強-弱-弱…”)の2種類を準備した。拍節音列の音の強弱は, 実験

者の主観により明確の強弱の違いが知覚できるものとした。拍節音列内の音の音高は材料音列の音高と一致させた。

材料音列は徐々にフェード・アウトしてゆき、若干の何も音のない時間の後に、拍節音列が3周期分(強拍3回分)続いた。

6.4.1.3 装置

実験3と同じであった。

6.4.1.4 実験計画

材料音列の長さ:5条件(1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分) × 拍節音列:2条件(4拍子, 3拍子)の2要因であった。いずれも被験者内要因であった。

6.4.1.5 手続き

材料音列が呈示され、それが徐々にフェードアウトした後に、拍節音列が続いた。材料音列と拍節音列のテンポは等しくした($\downarrow=120$ /分)。聞き手は、材料音列と拍節音列がどれくらい滑らかに続いているように感じたかについて7段階で評定した。7段階とは、“1:全く滑らかではない”~“7:完全に滑らかに続いている”であった。

本試行に入る前に5回の練習試行を行った。実験は聞き手のペースで行い、約1時間30分かかった。

6.4.2 結果と考察

Figure 6.4a と Figure 6.4b には、4/4拍子と3/4拍子の材料音列それぞれについて、2種類の後続音列の平均評定値が各小節ごとに示されている。

材料音列が4/4拍子の音列(Seq. (4)-1~Seq. (4)-5)について、材料音列の長さ(5水準:1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分)と拍節音列(2水準:4拍子,

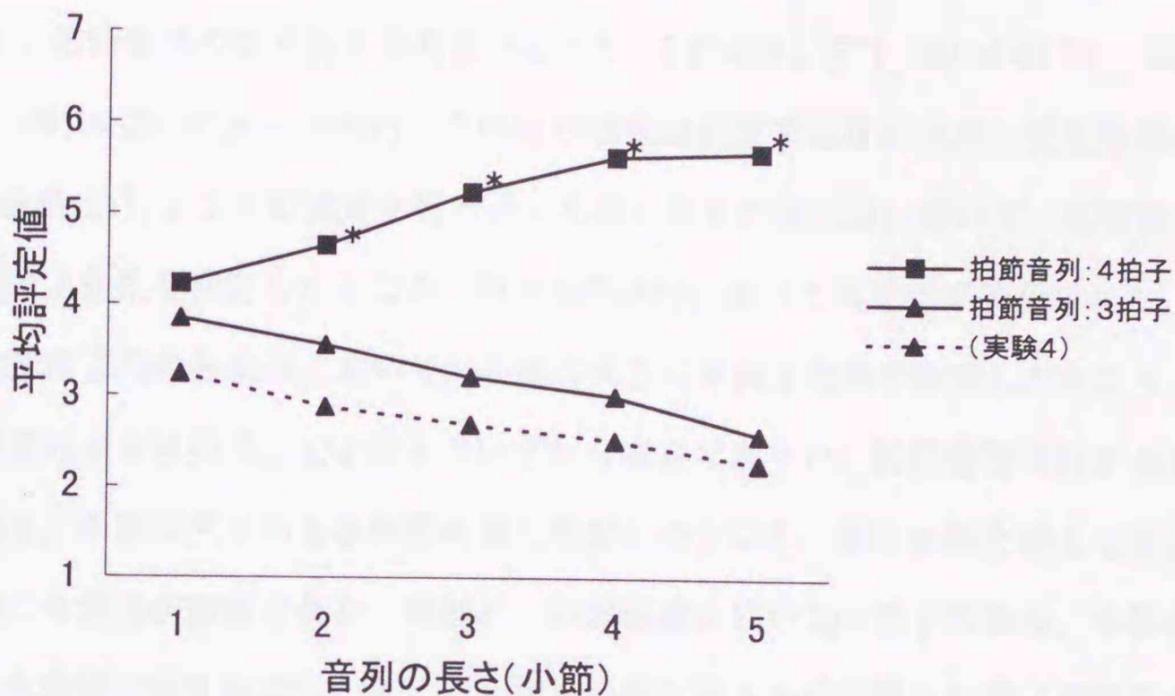


Figure. 6.4a. 材料音列が 4/4 拍子の場合の評定値の推移.

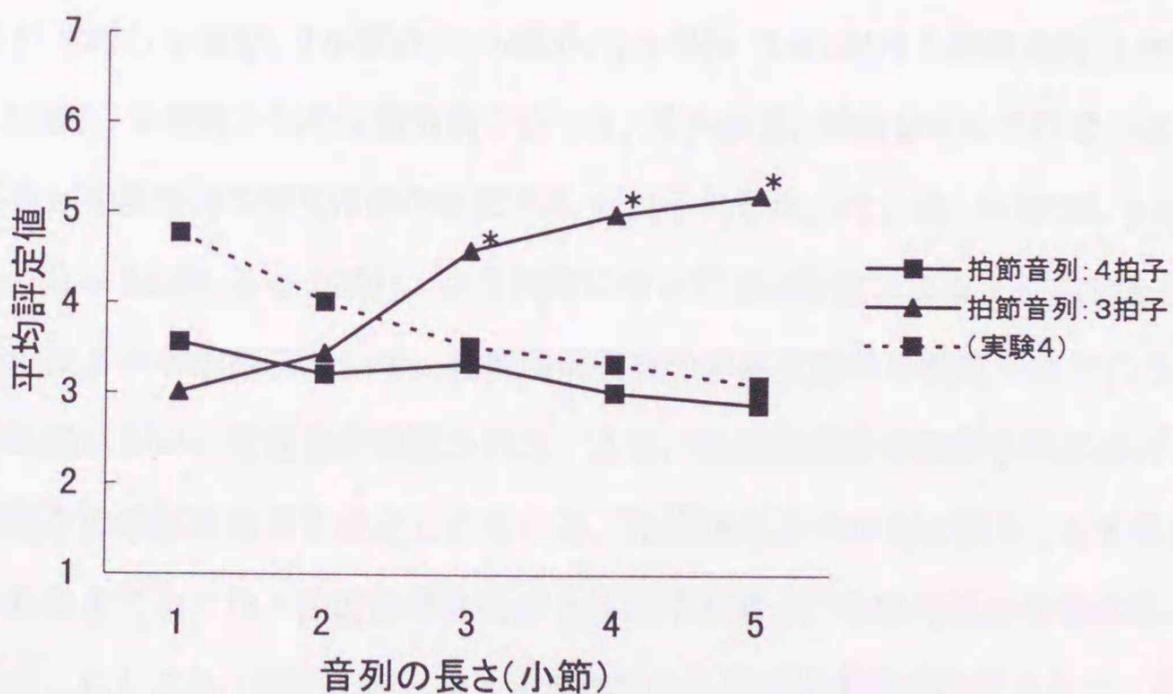


Figure. 6.4b. 材料音列が 3/4 拍子の場合の評定値の推移.

Figure. 6.4. 拍子別の評定値の推移. ■ 4 は文脈音列が 4 拍子を, ▲ 3 は文脈音列が 3 拍子の場合を, それぞれ示している. また, “(実験4)” とは, Figure 6.4a では, 3 拍子の文脈音列の後に続けて 4/4 拍子の材料音列を呈示した場合の評定値の推移であり, Figure 6.4b では, 4 拍子の文脈音列の後に続けて 3/4 拍子の材料音列を呈示した場合の評定値の推移である. なお, * は, Sheffe の下位検定の結果, 小節の長さの各水準において, 拍節音列が 4 拍子の場合と 3 拍子の場合との間に有意な差があることを示す.

3拍子)を要因とした分散分析を行った。その結果、拍節音列の主効果および小節の長さ×拍節音列の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F(1, 19) = 47.38, p < .001$, $F(4, 76) = 20.02, p < .0001$)。その他の効果は有意ではなかった。交互作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において、拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ、第2小節以降において有意差が確認された。また、拍節誘導音列の各水準において、小節の長さの単純主効果を検定したところ、拍節誘導音列が4/4拍子、3/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が4/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第2小節以降との間に有意差が確認された。同様に、拍節誘導音列が3/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された(いずれも $p < .05$)。

同様に、材料音列が3/4拍子の音列(Seq. (3)-1~Seq. (3)-5)について、材料音列の長さ(5水準:1小節分, 2小節分, 3小節分, 4小節分, 5小節分)と拍節音列(2水準:4拍子, 3拍子)を要因とした分散分析を行った。その結果、拍節音列の主効果および小節の長さ×拍節音列の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F(1, 19) = 10.29, p < .001$, $F(4, 76) = 14.98, p < .0001$)。交互作用について Sheffe 法による下位検定を行った。小節の長さの各水準において、拍節誘導音列の単純主効果を検定したところ、第3小節以降において有意差が確認された。また、拍節誘導音列の各水準において、小節の長さの単純主効果を検定したところ、拍節誘導音列が3/4拍子、4/4拍子のいずれも有意であった。拍節誘導音列が3/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された。同様に、拍節誘導音列が4/4拍子の場合、小節の長さの各水準間の差を検定したところ、第1小節と第3小節以降との間に有意差が確認された(すべて $p < .05$)。

これらの結果を、先に述べた“反証”という観点から考察してみる。Figure 6.4a および Figure 6.4b には、実験4の結果の一部を合わせて掲載してある。すなわち、

Figure 6.4a に掲載されている“実験4の結果”とは、3拍子の文脈音列の後に続けて4/4拍子の材料音列を呈示した場合の評定値の推移であり、Figure 6.4a に掲載されている“実験4の結果”とは、4拍子の文脈音列の後に続けて3/4拍子の材料音列を呈示した場合の評定値の推移である。実験4で、“3拍子”の文脈音列の後に続けて4/4拍子を呈示する条件では、音列が進行するにつれて、自身の解釈に対して矛盾する事象、すなわち反証が蓄積されていくことになる。同様に、実験4で、“4拍子”の文脈音列の後に続けて3/4拍子を呈示する条件では、音列が進行するにつれて、自身の解釈に対して矛盾する事象、すなわち反証が蓄積されていくことになる。そういった観点からすると、Figure 6.4a および Figure 6.4b に掲載されている実験4の結果は、反証が蓄積されていった結果を表しているにとらえ直すことができる。

ここで、反証の蓄積の程度と拍節解釈との関係を調べるために、実験4で“3拍子”の文脈音列の後に続けて4/4拍子を呈示した場合の評定値の推移と、実験5で4/4拍子の音列の後に拍節音列4に対する評定値の推移との間の相関をとったところ、有意な強い負の相関があった($r_s = -0.71, p < .001$)。同様に、実験4で“4拍子”の文脈音列の後に続けて3/4拍子を呈示した場合の評定値の推移と、実験5で3/4拍子の音列の後に拍節音列3に対する評定値の推移との間の相関をとったところ、有意な強い負の相関があった($r_s = -0.82, p < .001$)。このことは、聞き手が音列の冒頭で暫定的に仮定した拍節解釈を変更するのは、その時点までの自身の解釈に対する反証が蓄積されていき、その反証がある限界を越えた時であるという可能性を示していると言える。すなわち、冒頭で構築した解釈で後続の音列の拍節構造を解釈しようとして、徐々にに矛盾が生じていった場合に、その矛盾を解消するために自身の解釈を変更するということを示していると考えられる。

実験5の結果はまた、実験2で観察された結果とも一致している。実験5において、材料音列が4/4拍子の音列の場合は、2種類の拍節音列との間に有意差が確認されたのは小節の長さが2小節の時であるのに対し、材料音列が3/4拍子の音列の

場合は小節の長さが3小節の時であった。実験2において観察されたように、聞き手には2倍型解釈への基本的な偏好性がある。実験5において4/4拍子の方が3/4拍子よりも早い段階で知覚できたのは、このような2倍型解釈への偏好性が反映された結果であろう。

6.5 一般的考察

本章では、拍節構造を知覚する際の、解釈の確定と変更の過程について3つの実験を行った。その結果、音列の拍節構造の解釈を変更する時には予測の妥当性が影響を与えている、という仮説をほぼ支持する結果が得られた。

実験3では、拍節誘導音列によって聞き手の心内にある特定の拍子を喚起させ、その後、拍節誘導音列に重ねて別の材料音列を小節単位で段階的に呈示した。拍節誘導音列と材料音列との適合度を評定させた結果、心内に喚起された拍子と一致する音列に対する評定値は、音列が進行するにつれて高くなっていき、逆に、心内に喚起された拍子と一致しない音列に対する評定値は低くなっていった。実験4では、実験3と同様に、文脈音列によって聞き手に特定の拍節構造を喚起させた後に、音列を単独で段階的に呈示したところ、やはり音列が進行するにつれて、心内に喚起された拍子と一致する音列に対する評定値が高くなっていき、逆に、心内に喚起された拍子と一致しない音列に対する評定値は低くなっていった。実験5では、拍節構造の知覚が音列聴取のどの時点でなされているのかを調べるために、材料音列をまず呈示し、続けて拍節音列を呈示して両者の適合度を評定させた。その結果、実験2の結果と同様に、4/4拍子の音列の場合には3/4拍子の音列の場合よりも早い段階でその拍節構造を知覚していった。さらに、実験3、4の結果とあわせて考えると、ある拍節解釈を変更するのは、後続の音列内に“反証”となるべき事象が生起し、それが蓄積していった場合であるということが明らかになった。

一連の実験によって、拍節構造を知覚する過程において“予測”が重要な役割を果

たしていることが示された。実験2で示されたように、我々聞き手が音列を聞く場合、メロディのより初期の段階で知覚した拍節構造は暫定的なものであり、その後時間の流れにそって入力される情報によって徐々に確定していく。その際に、その時点までに知覚した拍節構造の枠組で後続のメロディを解釈しようとした場合、予測が適切であって、矛盾する事象がない場合はそれまでの解釈が確定され、一方、予測が不適切であって、音列の進行につれて矛盾する事象が生起・蓄積する場合にはそれまでの解釈が変更されるのであろう。今回の実験において、矛盾する事象とは“ある時点までの解釈に基づいて後続の拍節構造を予測した場合、時間軸上においてダウンビートとして知覚されることが予測される時点で、音の物理的 onset が存在しないこと”であった。本章の冒頭で述べた通り、音列の拍節構造を知覚するということはダウンビートとアップビートとの繰り返しを知覚するということである。ダウンビートは一定周期の時間単位を示す、非常に重要な心理的役割を果たしており、その時点で音の onset が存在するかどうかということは、自身の予測に大きく関わってくるということであろう。

今回の実験において、予測に関する要因として操作した変数は、ダウンビートとして予測した時点で音の onset があるかどうかということであった。予測に矛盾する事象としては、この他にも、たとえばダウンビートを予測しない時点で音の onset があるかどうか、ということが考えられる。また、単に音の onset があるかどうかということだけではなく、予測した時点にある音の音価の大小も、その後の解釈の様子に大きく関わっていると考えられる。たとえば、ある拍節解釈でダウンビートが予測されない時点で音の onset が存在したとしても、その音の音価が小さいものであれば、解釈の変更に対する貢献度は小さいかもしれないし、同様に、ダウンビートが予測される時点で音の onset が存在したとしても、その音の音価が小さいものであれば、解釈の確証に対する貢献度は小さいかもしれない。今回の実験結果からはこれらの点について明確な結論を出すことはできないが、いずれもその後の拍節

解釈に影響を与える可能性があるであろう。

実験3~実験5では、材料の音列として4/4拍子と3/4拍子の2種類に限定したが、今回得られた知見はこの他の拍子を知覚する場合にも一般化させ得ると考えられる。たとえば、“6/8拍子”の場合を考えてみる。ある音列が「強拍-弱拍-弱拍-中強拍-弱拍-弱拍」というパターンの繰り返しとして知覚されたとき、その音列は6/8拍子として知覚されたということが出来る。前述した通り、弱拍として知覚される拍は、強拍として知覚される拍と比較すると心理的な重要性が低く、その時点には音が出現しなかったり、音が出現したとしても音価が小さかったりするケースが多い。もし、メロディの聴取開始時に4/4拍子として解釈し始めたとする、聞き手は「強拍-弱拍-中強拍-弱拍」というパターンの繰り返しを予測しながら聞くことになる。この4/4解釈では第5拍目には再び強拍が出現することになるが、6/8拍子の音列では弱拍となって、その時点に音が出現しなかったり、出現してもその音価が小さかったりするケースが多い。そしてそれが解釈に対する反証となり、後の解釈を変更しようとするきっかけになり得るであろう。このことは、いわゆる“変拍子”のメロディについて、拍子の変化を知覚するような場合にも同様に当てはまると言える。

拍節解釈の2倍型の偏好性という観点からは、本章の実験結果は実験2で得られた知見とも一致している。実験2は、数音~十数音からなる音列を用い、それを一音ずつ増加させながら段階的に呈示していくという、極めて限定された状況を設定して聞き手の拍節構造の知覚過程を観察したものであった。実験の結果、聞き手には4/4拍子などといった単純な2倍型の構造で音列の拍節構造を知覚しようとするという基本的な偏好性があることが明らかになった。本章の実験では、最長で5小節からなる音列を材料として使用し、聞き手には小節単位で呈示することによってその知覚過程を観察した。結果は実験2の結果と同様であり、4/4拍子の音列が3/4拍子の音列よりも早い時点で知覚できるという結果が得られている。この結果はや

は、聞き手が拍節解釈の際にもつ2倍型解釈への偏好性が反映されたものであると考えられる。このように考えると、本章の実験結果は実験2で得られた知見をより一般化するものと考えられるであろう。

第7章

音楽非聴達者の拍節構造の知覚

聴達者との比較 (実験6)

音楽非熟達者には、拍節構造の知覚が、熟達者よりも低いことが示された。これは、音楽非熟達者は、拍節構造の知覚に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。この結果は、音楽非熟達者の拍節構造の知覚の発達に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。この結果は、音楽非熟達者の拍節構造の知覚の発達に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。

第 7 章

音楽非熟達者の拍節構造の知覚： 熟達者との比較 (実験 6)

音楽非熟達者の拍節構造の知覚の発達に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。この結果は、音楽非熟達者の拍節構造の知覚の発達に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。この結果は、音楽非熟達者の拍節構造の知覚の発達に、熟達者よりも低い能力を持っていることを示している。

7.1 序

実験1～実験5によって、我々聞き手のもつ、メロディの拍節構造を知覚する際の基本的な性質を明らかにしてきた。実験6では、これまでに得られてきた知見が、音楽の熟達・非熟達に関わらず一定の普遍的なものなのか、それとも音楽的訓練によって何らかの影響を受けるものなのかを調べた。

音楽的な訓練を受けた熟達者は、メロディを聞いて、自分の感じた“拍子”や“調”などといったものを言語化して答えることができる。一方、音楽的な訓練を受けていない聞き手は、メロディの拍子や調といったものを言語的に答えることはできない。しかしながら、音楽的に“素人”であって自分の知覚した構造を拍子や調といったような用語で答えることができないとしても、そうした用語で称されるような知覚的体制化を皆等しく心内で行っていると考えられる(阿部, 1995)。音楽非熟達者がこのような体制化を行っていることは、たとえばメロディの印象評定課題や記憶課題などを課すと、“メロディらしい”音列と“メロディらしくない”音列とを区別することができることからわかる。同じメロディに対しては皆ほぼ同じ時点で手拍子を打ったり足踏みをしたりすることができるということからは、音列を拍節的に体制化していることが推測できるし、また、メロディをまとまりよく“終らせる”音高を選び出すことができるということからは、メロディを調性的に体制化していることが推察できる。

阿部・星野(1985)が指摘するように、これまでのメロディ認知の心理学的研究は音の高さの側面(旋律線など)に集中しており、その他の側面に焦点をあてた研究は少ない。このことは、特別な音楽的訓練を受けていない聞き手のメロディ認知に関する実験研究についてもあてはまる。たとえば、音楽の非熟達者はどのようにしてメロディの調を認知するのか、といったことについては数多く研究されている(たとえば、Cuddy & Buderstcher, 1987; Janata & Reisberg, 1988; Krumhansl & Shepard,

1979 など)。音楽の非熟達者を扱ったこれらの研究では、熟達者のような調性階層性を示すような結果が得られない場合もあるが、最近では、音楽非熟達者の調性に関する心内表象も、熟達者のそれと同様に、階層性をもっていること示す証拠がいくつか示されている (Herbert, Peretz, & Gagnon, 1995; Lynch, Eilers, Oller, Urbano, & Wilson, 1991; Smith, 1997; Smith, Nelson, Grahsoph, & Appleton, 1994)。

一方、調性的な側面の研究に比較すると、音楽非熟達者のリズム知覚研究は、その多くが発達的な側面からのものに限定されている (たとえば, Dowling & Harwood, 1986; Drake, 1993; 森下, 1995; Pflederer, 1964; Serafin, 1979 など) のが現状である。これら発達的側面からのリズム知覚研究では、“成長するにつれて拍節知覚の能力が発達する” といった点でおおよそ一致した見解が得られているが、いずれも拍や拍子といった概念を前提としてしまっており、聞き手はそれらをどのようにして知覚していくのか、という問題意識からの研究とは言い難い。

非熟達者の拍節構造の知覚過程について系統的に調べた実験研究はさらに少なくなる。そのようななかで、Palmer and Krumhansl (1990) による研究は、非熟達者の拍節知覚に関する心内表象を顕在化させようとした、数少ない研究の一つである。彼らは、被験者を、少なくとも5年以上楽器の訓練を行った群と、楽器などの経験が2年以下の群とに分け、プローブ法 (Krumhansl & Shepard, 1979) を応用して拍子の心内表象の階層性を調べた。被験者にはまず、“context beat” が呈示された。context beat とは、一定の時間間隔で鳴る音のことであり、被験者はこの一定間隔を、2/4 拍子、3/4 拍子、4/4 拍子、6/8 拍子のいずれかの拍子の“一小節”として聞くように求められた。次に、context beat に加えて“probe beat” が呈示された。この probe beat は 2/4 拍子および 4/4 拍子として聞く条件では context beat を 16 分割した位置のいずれかの位置に、3/4 拍子および 6/8 拍子として聞く条件では context beat を 12 分割した位置のいずれかの位置に、それぞれ挿入されていた。被験者の課題は、“probe beat が context beat にどれくらいよくフィットしているか (goodness

of fit) を7段階で評定する” というものであった。実験の結果、聞き手は拍子の心内表象は階層的であることを示し、さらに、音楽熟達者は非熟達者と比較すると、より微細な判断ができることを見出した。彼らは、一般的に、聞き手は音楽訓練には関わらず拍子の階層性についての暗黙の知識をもっているが、その知識は音楽経験が増えるにつれてより“豊か (rich)” になっていくと結論づけた。

彼らの研究で使用された方法は、聞き手に課された課題は特別な音楽的な知識がなくても遂行することが可能なものであり、非熟達者の心内表象を顕在化させることができた。しかし、実験で使用した音系列は一定間隔の周期的なクリック音であったために、音列を時間的に聴取していく過程においてどのように拍節的体制化がなされていくのか、熟達者と非熟達者とはその体制化の経過は異なるのかどうか、などといったことを調べるできないという問題点が残った。

本実験ではそういった問題点を克服し、さまざまな音価の組合せから成る、より一般性の高い音列を用いることによって、音列の拍節的体制化の過程という観点から音列の聴取経過による知覚の変化を調べた。具体的には、音楽の熟達者と非熟達者の両方について、音列の冒頭数音、すなわち聞き手が音列を聞き始めた時点と、音列の数小節経過後、すなわち聞き手が十分に音列を聞いた後では、聞き手の拍節解釈にどのような変化がみられるかを調べることによって、両者の知覚経過に違いがあるかどうかを検討した。

本実験では、非熟達者の拍節構造の心内表象を顕在化させる手段として、実験5で使用したものと同様の方法を用いることとした。この方法は、Palmer and Krumhansl (1990) の方法を応用したものである。すなわち、ある文脈 (context) を呈示した直後に、プローブ (probe) として特定の拍子を示す“音列 (sequence)” を呈示し、文脈音列とプローブ音列との“フィット感 (goodness of fit)” を評定させることにより、その時点での聞き手の拍節構造の心内表象を観察するという方法である。文脈音列を聞いてその拍節構造を知覚したとすると、その時に構築された心内表象と一致する

プローブ音列は、一致しないそれと比較してフィット感が高くなるであろう。したがって、フィット感が高いとされたプローブ音列の拍子が、その時点で聞き手が知覚している拍節構造であると推測することができる。このような方法によって、自分自身の知覚結果を言語化して表現することができない非熟達者についても、彼らの拍節構造の心内表象を観察することができると考えられた。

7.2 方法

7.2.1 被験者

大学生の健聴者22名であった。半分の11名は音楽熟達者、残りの11名は非熟達者であった。音楽熟達者とは、音学大学で正規の音楽教育を受けているか、または楽器・声楽などを正式に習った経験が10年以上あるものとした。音楽熟達者の平均年数は14.8年(最短：10年～最長：20年)であり、彼らは全員現在も何らかの音楽活動をしていた。音楽非熟達者とは、これまでに楽器の演奏の経験が3年以下のものとした。非熟達者の平均年数1.2年(最短：0年～最長：3年)であり、彼らは現在も音楽活動は何もしていなかった。

7.2.2 材料

20種類の音列を使用した。これらは性質が異なるとされる4種類の拍節構造の音列であり、その内訳は、単純拍子の音列として、2倍型拍節構造(4/4拍子)の音列が5音列、3倍型拍節構造(3/4拍子)の音列が5音列、複合拍子の音列(6/8拍子)が5音列、およびランダム音列(非拍節的音列)が5音列であった。前3者の音列は、石術他(1965)などから“4/4拍子”、“3/4拍子”および“6/8拍子”として記述されている9小節分の音列をそれぞれ10種類引用し、“リズムのみ”の音列に変更した。“リズムのみ”の音列とは、個々の音符の音価のみを残したものであり、それ以外のすべての物理的特徴(たとえば、音高や強さなど)はすべて均一にしたものである。

材料を音価の変化のみに限定した理由は、聞き手の拍節解釈に本質的に影響を与えるのは音価の変化であり、その他の物理的特徴は二次的なものにすぎないと考えられることによる。このような10種類の音列を、本実験の被験者とは別の評定者(音楽熟達者)2名に呈示し、それぞれの音列が何拍子に感じられるかをたずね、さらに、その感じられる程度を7段階(1:まったく感じない~7:非常に感じる)で評定させた。安定してそれぞれの拍子に感じられると判定された音列のうち、その評定値の高いものから5音列を選択した。音列に対する評定値の平均は、4/4拍子の音列が6.9、3/4拍子の音列が6.9、6/8拍子の音列が6.6であった。ランダム音列は、付点2分音符、2分音符、付点4分音符、4分音符、付点8分音符、8分音符、16分音符という7種類の音価をもつ音符をランダムに組み合わせて作成した音列であり、実時間にして18secであった。作成した10種類のランダム音列についても熟達者2名に呈示して、特定の拍子に感じられるかどうかについて判断させ、特定の拍子に感じられないとされた音列5種を使用した。なお、使用した音列の一覧は、付録AのA.3に掲載してある。すべての音列の音色はピアノ音、音高はA4で一定とし、レベルは快適聴取レベルとした。テンポは♩=120/分とした。

このようにして準備した20種類すべての音列を小節単位で分解し、冒頭から1小節分、5小節分、9小節分の3種の方法音列を準備した。ランダム音列については、冒頭から2sec分、10sec分、18sec分の音列を準備した。

プローブ音列はピアノ音であり、強拍が、1)4拍ごとに現れるもの、2)3拍ごとに現れるもの、3)6拍ごとに現れ、かつその中間に中強拍が現れるもの、の3種類とした。これらは、順に、4拍子、3拍子および6拍子を意味するプローブ音列となった。音の強弱は、実験者の主観により明確にその差異が区別できると判断された大きさを使用した。音高はA4、音色はピアノ音で、それぞれ一定とした。テンポは先行音列のそれと一致させた。

これら材料音列とプローブ音列の組合せにより、合計180音列(文脈音列の拍子

の種類：4種類×文脈音列の数：5種類×文脈音列の長さ：3種類×プローブ音列の種類：3種類)の材料を作成した。

7.2.3 実験計画

文脈音列の長さ：3条件(1・5・9小節分)×プローブ音列：3条件(probe=3・4・6)×音楽の熟達度：2条件(高・低)の3要因であった。先行音列の長さの要因と後続音列の要因は被験者内要因であり、音楽の熟達度の要因は被験者間要因であった。

7.2.4 手続き

実験は1~4人ずつ行った。実験手続きは以下の通りであった。まず文脈音列を呈示した。文脈音列は徐々にフェード・アウトしていった。その後若干の空白時間、つまり何も音のない時間が続いた。その後に、プローブ音列が3周期分(強拍3回分)続いた。被験者の課題は、文脈音列とプローブ音列がどれくらい滑らかにつながっているように感じたか、すなわち、文脈音列に対し、プローブ音列がどれくらいフィットしているか(=“goodness of fit”)を7段階で評定することであった。7段階とは、“1：全くフィットしていない”~“7：完全にフィットしている”であった。

音列の呈示順序は被験者群ごとにランダムであった。本試行の前に練習試行を5回行った。実験は約2時間かかった。

7.3 結果

平均評定値について、熟達者と非熟達者の比較という観点からの分散分析を行った。

7.3.1 文脈音列が単純拍子音列の場合

7.3.1.1 4/4拍子の場合

文脈音列が4/4拍子の場合における、平均評定値の推移をFigure 7.1に示す。文

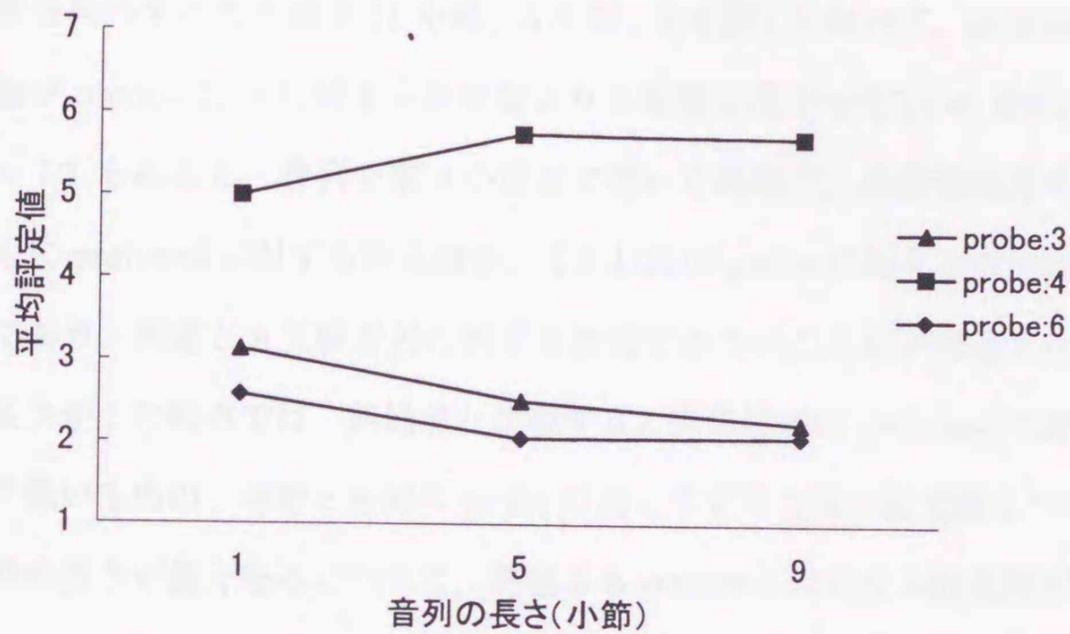


Figure. 7.1a. 音楽熟達者

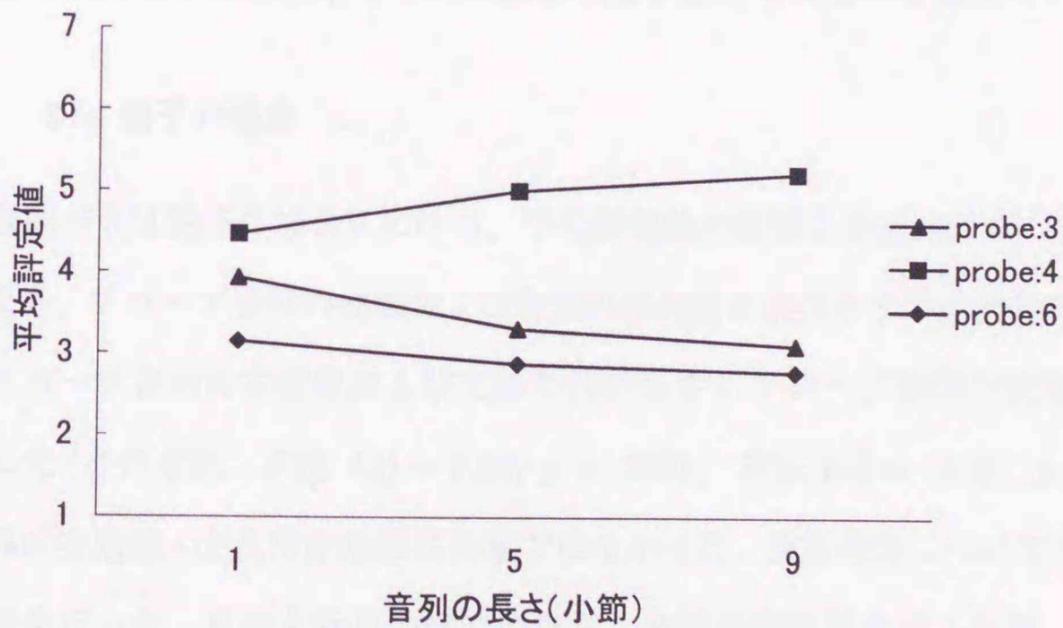


Figure. 7.1b. 音楽非熟達者

Figure. 7.1. 文脈音列が単純構造音列の場合の評定値の推移・1. 文脈音列が4/4拍子の場合.

脈音列の長さ、プローブ音列の種類および音楽の熟達度を要因とする分散分析を行った結果、プローブ音列の主効果が有意であった ($F(2, 42) = 15.26, p < .0001$). それ以外の主効果、交互作用効果はすべて有意ではなかった. Scheffe の下位検定の結果、文脈音列のすべての長さ (1小節, 5小節, 9小節) において、probe=4 に対する評定値が probe=3, 6 に対する評定値よりも有意に高かった ($p < .0001$).

Figure 7.1 をみると、音列を第9小節まで聞いた段階で、非音楽熟達者、音楽熟達者ともに probe=4 に対する評定値が、それ以外の probe に対する評定値よりも高くなっており、両者とも文脈音列の拍子を知覚できていたことが推測される. 文脈音列の長さが1の時点では、熟達者と比較すると非熟達者の probe=4 に対する評定値が若干低いものの、両者とも他の probe に対してよりも高い評定値をつけている. 文脈音列の長さが長くなるにつれて、両者とも probe=4 に対する評定値が高いことが明瞭になっていった. すなわち、音列の進行につれて評定値の変化をみると、総じて音楽熟達者と非熟達者との間に顕著な差は認められないと言える.

7.3.1.2 3/4 拍子の場合

文脈音列が3/4拍子の場合における、平均評定値の推移を Figure 7.2に示す. 文脈音列の長さ、プローブ音列の種類および音楽の熟達度を要因とする分散分析を行った結果、プローブ音列の主効果および文脈音列の長さ×プローブ音列の交互作用が有意であった (それぞれ、 $F(2, 42) = 9.84, p < .0001$, $F(4, 84) = 13.22, p < .0001$). それ以外の主効果・交互作用効果は有意ではなかった. 交互作用について Scheffe の下位検定を行った. 単純主効果の検定の結果、文脈音列の長さが5小節, 9小節の時に、probe=3 に対する評定値が probe=4, 6 に対する評定値よりも有意に高かった (いずれも $p < .0001$).

Figure 7.2 をみると、音列を第9小節まで聞いた段階では、音楽熟達者、非熟達者ともに probe=3 に対する評定値がそれ以外の probe に対する評定値よりも高くなっ

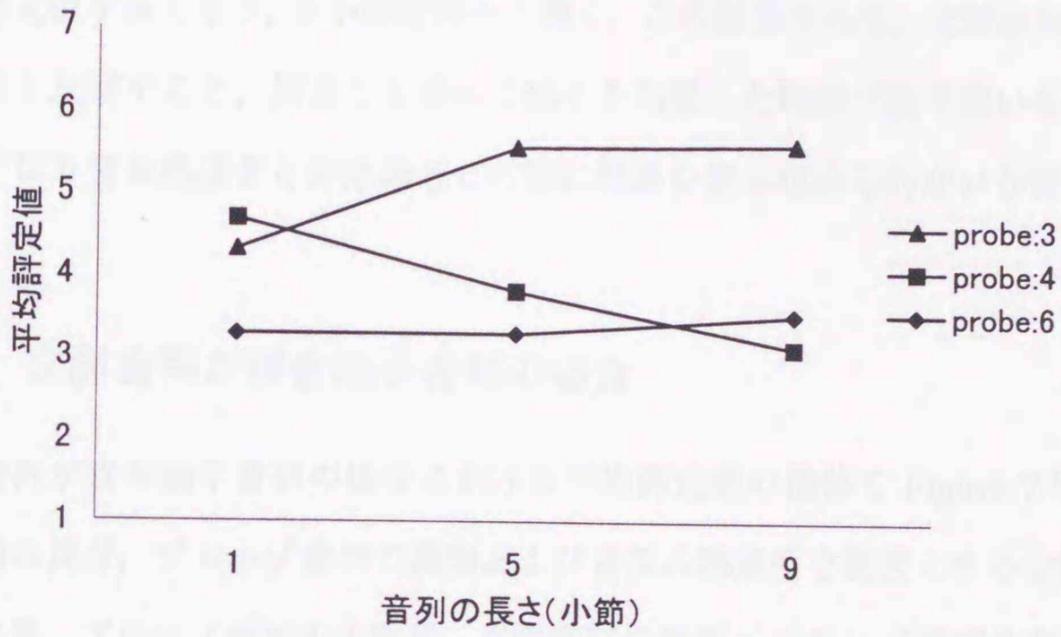


Figure. 7.2a. 音楽熟達者.

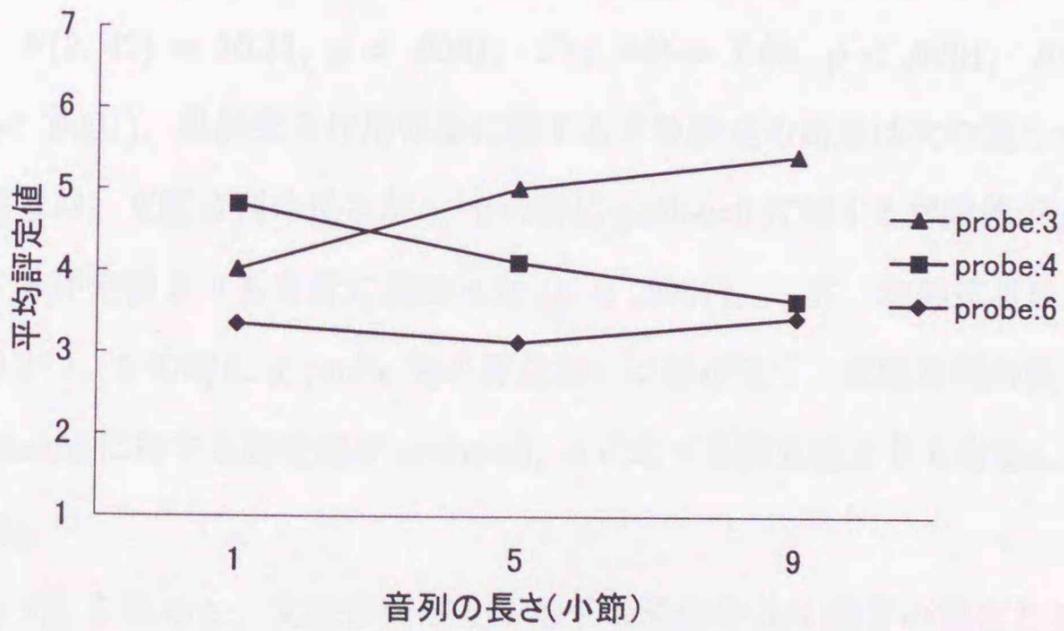


Figure. 7.2b. 音楽非熟達者

Figure. 7.2. 文脈音列が単純構造音列の場合の評定値の推移・2. 文脈音列が3/4拍子の場合.

ており、両者ともに音列の拍子を知覚することができていたと推測される。文脈音列が1小節の時点では、両者とも probe=3 に対する評定値は probe=4 に対する評定値とほぼ同じである。文脈音列が5小節段階に進行すると、両者とも probe=3 に対する評定値が高くなり、9小節段階へと続く。この結果からは、文脈音列が4/4拍子の場合と比較すると、両者とも音列の拍子を知覚した時点が若干遅いものの、大枠ではやはり音楽熟達者と非熟達者との間に顕著な差は認められないとすることができる。

7.3.2 文脈音列が複合拍子音列の場合

文脈音列が複合拍子音列の場合における平均評定値の推移を Figure 7.3 に示す。文脈音列の長さ、プローブ音列の種類および音楽の熟達度を要因とする分散分析を行った結果、プローブ音列の主効果、文脈音列の長さ×プローブ音列の交互作用および文脈音列の長さ×プローブ音列×音楽の熟達度の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F(2, 42) = 10.11, p < .0001$, $F(4, 84) = 7.68, p < .0001$, $F(4, 91) = 9.01, p < .0001$)。単純交互作用効果に関する下位検定の結果は次の通りであった。音楽熟達者は、文脈音列の長さが5, 9の時に probe=6 に対する評定値が probe=3, 4 に対する評定値よりも有意に高かった ($p < .0001$)。一方、非熟達者は、文脈音列の長さが1, 5の時には probe 間の評定値には差がなく、文脈音列の長さが9の時に probe=6 に対する評定値が probe=3, 4 に対する評定値よりも有意に高かった ($p < .001$)。

Figure 7.3 をみると、文脈音列が4/4拍子の場合や3/4拍子の場合とは違って、評定値の推移には音楽熟達者と非音楽熟達者との間に若干の違いをみることができる。第1小節の段階では、両者ともにまだ probe=6 に対する評定値はその他のものと比較して高くはないが、第5小節の段階では、音楽熟達者はすでに probe=6 に対する評定値が他の probe に対するそれよりも高くなり、第9小節段階ではさらに

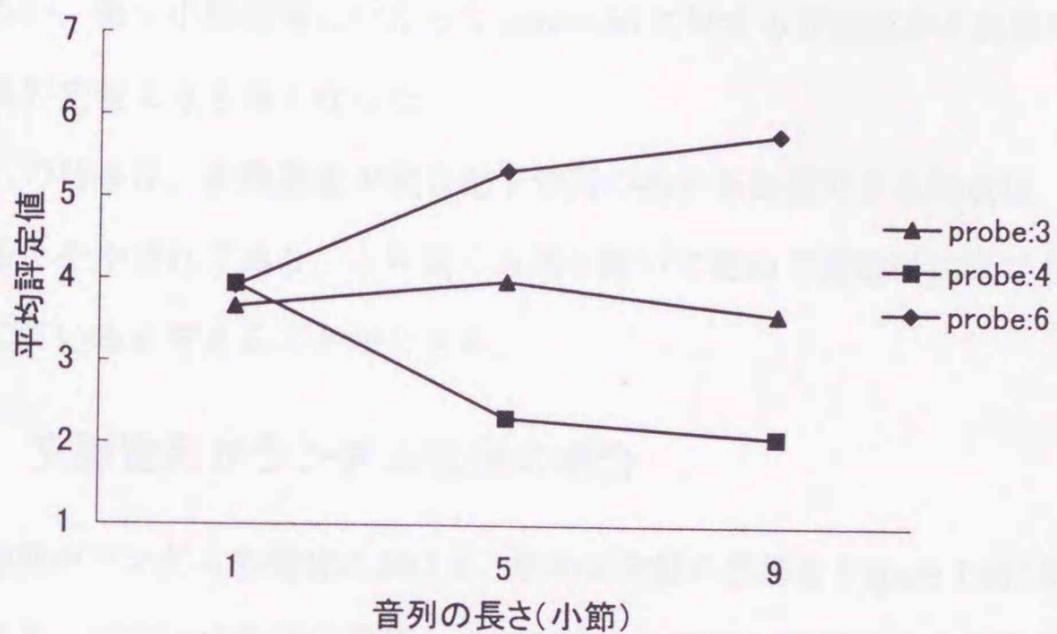


Figure. 7.3a. 音楽熟達者.

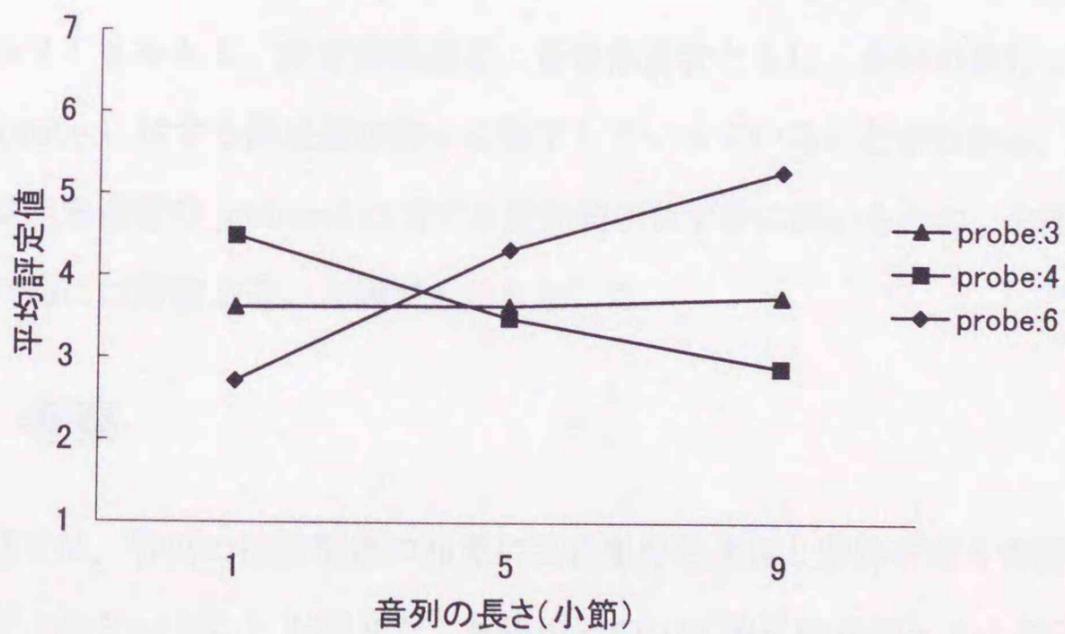


Figure. 7.3b. 音楽非熟達者.

Figure. 7.3. 先行音列が複合拍子音列の場合の評定値の推移.

probe=6 に対する評定値が高くなって、明確に文脈音列を知覚していると言うことができる。一方、非熟達者は、第5小節の段階では、probe=6 に対する評定値はそれ以外の probe に対する評定値よりもわずかに高いが、それらの間に明確な差は観察されない。第9小節段階にいたって probe=6 に対する評定値がそれ以外の probe に対する評定値よりも高くなった。

これらの結果は、非熟達者が複合拍子音列の拍子を知覚できる時点は、熟達者と比較するとやや遅れており、より長く音列を聞いて初めて明確に知覚できていたことを示していると考えられる。

7.3.3 文脈音列がランダム音列の場合

文脈音列がランダムの場合における、平均評定値の推移を Figure 7.4 に示す。文脈音列の長さ、プローブ音列の種類および音楽の熟達度を要因とする分散分析を行った結果、文脈音列の長さの主効果が有意傾向であった ($F(2, 21) = 2.62, p = .137$)。

Figure 7.4 をみると、非音楽熟達者、音楽熟達者ともに、音列の進行につれてすべての probe に対する評定値が徐々に低下していきっていることがわかる。第1小節段階では非熟達者の probe=4 に対する評定値がわずかに高いものの、全体的にみると両者の間には顕著な違いは観察されなかった。

7.4 考察

本実験では、音列の拍節構造の知覚には音楽の熟達者と非熟達者との間で違いがあるかどうかということを調べた。単純拍子の 4/4 拍子の音列と 3/4 拍子の音列、複合拍子の 6/8 拍子の音列、それにランダム的な音列を準備して音楽熟達者と非熟達者の拍節構造の知覚過程を比較した結果、音列を十分に聴取した後には、熟達者・非熟達者ともにその拍節構造を一様に知覚することができていると考えられ、全体としては両者の間には基本的な違いがないことが確認することができた。

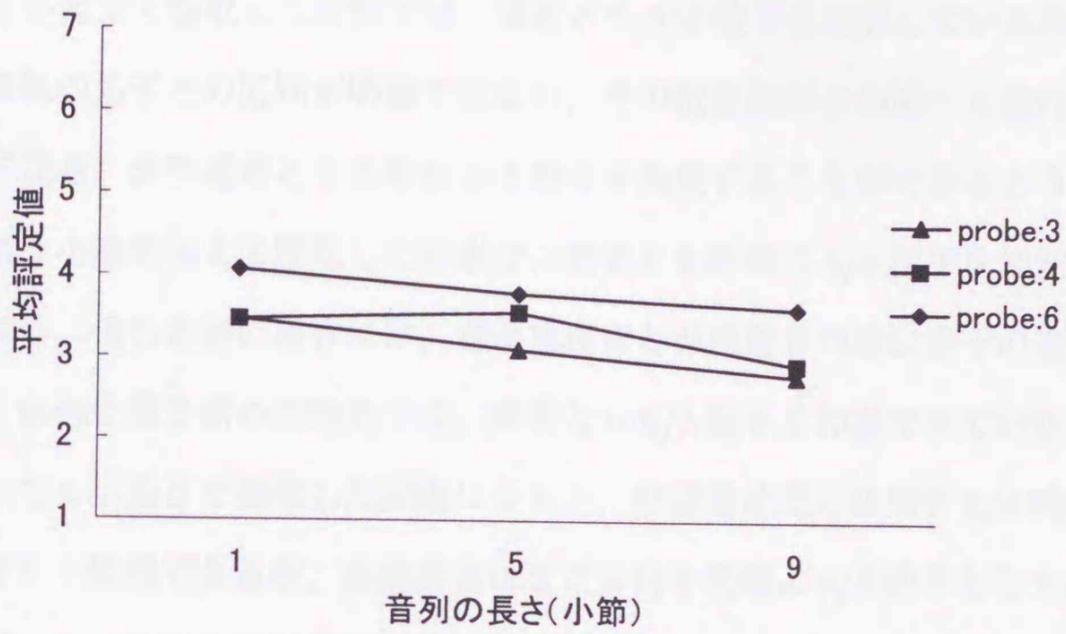


Figure. 7.4a. 音楽熟達者.

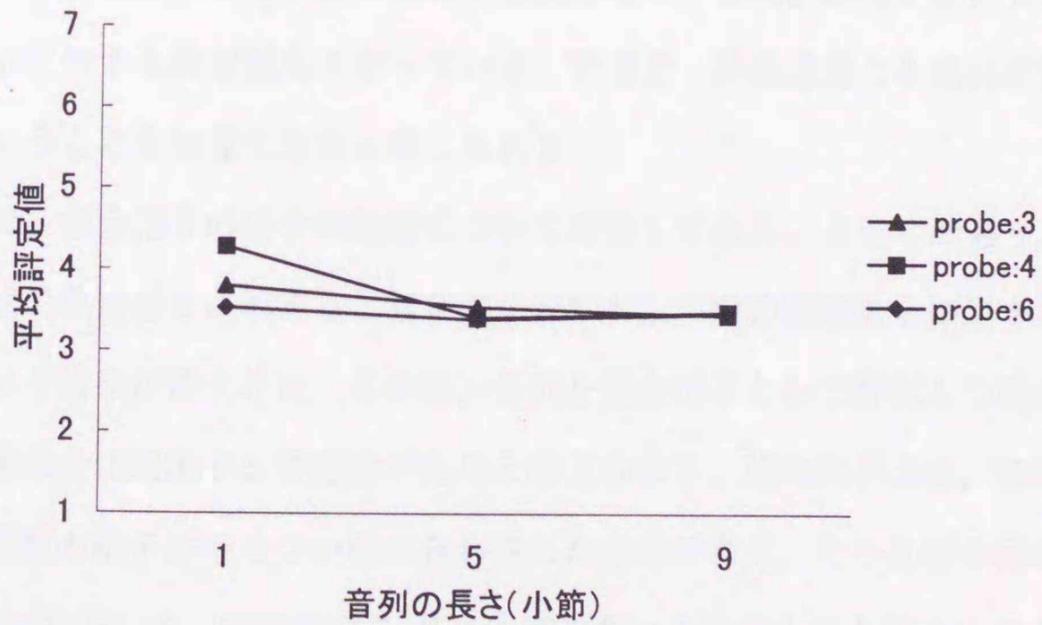


Figure. 7.4b. 音楽非熟達者.

Figure. 7.4. 文脈音列がランダムの場合の評定値の推移.

単純拍子の4/4拍子の場合には、音列の冒頭1小節分を聴取した段階で、熟達者、非熟達者ともに、音列の拍子を知覚できており、音列が進行するにつれて自身の知覚結果を確信していった様子が見られる。単純拍子の3/4拍子の場合には、音列の冒頭1小節分を聴取した段階では、両者とも3/4拍子を知覚しているわけではなく、その他の拍子との区別が明瞭ではない。その後音列が5小節へと進行するにつれて、熟達者、非熟達者とも明確に3/4拍子を知覚することができるようになっていき、第9小節最後まで聴取した時点では両者とも明確に3/4拍子を知覚できたと考えられる。複合音列の場合には、音楽熟達者と非熟達者の間に若干の違いが観察された。音列を聞き始めた時点では、両者とも6/8拍子を知覚できていない。音列が進行して5小節まで聴取した段階になると、熟達者は既に音列を6/8拍子として知覚できたと推測できるが、非熟達者はまだ音列を明確に6/8拍子としては知覚しておらず、それ以降の段階で徐々に6/8解釈を確立していったと考えられる。ランダム音列の場合には両者の間に明確な差異はなく、音列が進行するにつれていずれのprobeに対する評定値も下がっていき、熟達者・非熟達者とも音列が拍節的ではないということを知覚できたと考えられる。

ここで、複合拍子の場合の結果について考察してみる。上述した通り、音楽の非熟達者は、熟達者と比較すると複合拍子音列としての拍節構造を知覚する時点が遅れるという結果が得られた。これは、音列を複合拍子として解釈した場合に生じる解釈の曖昧さに起因する可能性があると考えられる。複合拍子とは、音楽学的には複数の種類の拍子がいくつか組み合わせられたものであり、たとえば今回の実験で用いた“6/8拍子”は、“3/8拍子”が2つ組み合わせられたものと考えられている拍子である。6/8拍子は、一般的には、3拍のまとまりを二つ組み合わせることによって2倍型の拍節構造として知覚されたものとされているが、一つのユニットを3等分することによって3倍型の拍節構造として解釈することも不可能ではない。音列を複合拍子として知覚しようとした場合に生じる、このような不確定な要素のために

その拍節構造を解釈するのが困難になり、非熟達者はそこに迷いを感じていたのかもしれない。

今回の結果は、Palmer and Krumhansl (1990) の結果と同様に、単純型の拍節構造音列を知覚する場合には熟達者と非熟達者との間には違いがないが、複合型の拍節構造音列を知覚する場合には熟達者と非熟達者との間には違いがあるということを示している。しかしながら、これらの結果が、即、拍節構造が複雑になればなるほどその“知覚”には音楽的な知識や経験が必要であることを意味する、と一般化することには慎重でなければならない。その理由は、拍節構造が複雑になった音列を知覚する際には、我々聞き手のもつ拍節的体制化の過程の基本的な規則性を越えた要因を含む可能性があるからである。たとえば、5拍子や7拍子といった“混合拍子”は、単純拍子と比較するとそれを知覚することが難しいことが予想され、実際、たとえばホルストの組曲「惑星」の“火星”といったような混合拍子の拍節構造をもつ楽曲を聞くと、メロディに合わせてうまく手拍子を打ったり、その拍子を知覚したりすることに困難を感じる場合がある。それに比べて、音楽に非常に熟達している聞き手は、そのようなメロディに合わせて容易に手拍子を打ったり拍子を知覚したりすることができるようにも見える。しかし、熟達者が複雑なメロディの拍節構造を容易に知覚できるように見えるのは、このような拍子のメロディの拍節構造に関する顕在的な知識をもっており、トップダウン的な判断をした結果とも考えられる。つまり、熟達者が複雑な構造の音列をうまく解釈できるのは、自身の経験や学習に基づく顕在的・明示的な知識に基づいているからであり、本実験で明らかにしようとした、聞き手のもつ潜在的・暗黙的な知覚的処理とは次元が異なると考えられる。そのように考えると、今回の結果は、音列の拍節構造を知覚する際には、基本的には、音楽の熟達者と非熟達者との間には本質的な違いがないことを意味すると解釈するほうが妥当であろう。

4/4拍子音列の拍節構造の知覚が、それ以外の拍子の音列の拍節構造の知覚より

も早かったという結果は、実験2~5の結果とも一致する。すなわち、西洋調性音楽に親しんでいる聞き手は、2倍型の拍子で音楽を認識しようとする傾向を強くもっており、これは我々が心内にもつリズムスキーマの“デフォルト値”とすることができる(後藤・阿部, 1996d)。我々はこのスキーマにしたがって音列を解釈しはじめるために、音列のより初期の段階から4/4拍子の知覚ができたのであろう。音列が、結果的に3/4拍子や6/8拍子として知覚される場合でも、音列の冒頭では4/4拍子として暫定的に解釈し、その進行につれて徐々にその解釈を変更していったものと思われる。

本実験の結果によって、これまでの実験で得られた結果をさらに一般化することができたと考えられよう。聞き手が2倍型の拍子解釈への基本的な偏好性をもっているということや、音列が進行するにつれてその解釈が徐々に確立されていくことということは、音楽の熟達の程度に関わらず一般的な西洋音楽の聞き手がもつ特徴であると言える。今後は、このような特徴が西洋音楽以外の音楽的文化をもつ聞き手にも当てはまるのかどうかといったようなことについても考察を進める必要があると思われる。

第 III 部では、拍節的体制化の過程の特徴を詳細に調べるために認知心理学的実験を行い、聞き手がメロディを聞いて行っていると思われる、いくつかの処理の規則性を見い出すことができた。第 IV 部では、それらの知見を妥当に説明することができる、リズム知覚過程のモデルを構築する。本論文で構築を目指しているモデルは計算論的モデルである。リズム知覚モデルを計算機上に実装してその動的な振舞いを観察できるようにすることにより、モデルの心理学的な妥当性を検討することを目的とする。

リズム知覚過程のモデルを構築することは、聞き手のリズム知覚過程を明らかにするために以下の点において有効であると考えられる。

第 1 に、リズム知覚過程をモデル化するという事は、聞き手のリズム知覚過程の処理規則についての仮説を提案することである。心理学的により妥当な仮説を提案するためには、阿部(1993)も指摘しているように、リズム認知に関する心理現象についてよく知り、またよく分析・考察する必要がある。こうした作業を行うことによって、実際の聞き手のリズム知覚過程を詳しく検討することができる。

第 2 に、モデルを構築するという事は、聞き手の処理の規則を明示的に形式化することになる。本研究で構築するモデルは計算論的モデルであり、モデルのアルゴリズムを具体的に提案することによって、モデルの動的な振舞いを検討することができるようになる。

第 3 に、計算論的モデルを構築することにより、ある入力に対して具体的・特定の出力を得ることができる。その結果、心理学的実験で得られた結果との比較・照合が可能になり、モデルの予測力や説明力についての客観的な評価をすることができるようになる。

第 4 に、具体的なアルゴリズムをもった計算論的モデルを構築することにより、実際に計算機上に実装できることになる。したがって、多くの音列の事例について迅速かつ正確にシミュレートすることができるようになり、モデルを評価するための

根拠が数多く得られることになる。

このような点を踏まえ、第 IV 部では聞き手のリズム知覚過程のモデルを構築して計算機上に実装し、実験結果と比較・照合することによってその振舞いの妥当性を見極めるための作業を行う。第 IV 部の構成は以下の通りである。

第 8 章では、現在までに提案されたモデルの中で、これまでに一定の評価を得てきている 2 つの既存のモデルについて考察を深める。両者の前提となる考え方、モデルのアルゴリズム、実際の振舞いなどについて、実際に計算機上に実装してさまざまな観点から詳しく比較することにより、両者の妥当性と問題点を明らかにして、新たに構築するリズム知覚モデルに生かす。

第 9 章では、第 III 部の実験研究で明らかになった知見に基づいて新たなリズム知覚モデルを構築する。ここで構築するモデルは、第 8 章で明らかになった既存のモデルの特徴のうち、妥当と思われる考え方は採用し、逆に問題点や限界と考えられる部分については最大限の改善をはかったものとなっている。

第 10 章では、第 9 章で構築したリズム知覚モデルについて、実験研究の、特に実験 2 で得られた結果とモデルのシミュレーション結果とを比較することにより、モデルの妥当性について詳しく評価する。また、第 8 章で比較した 2 つのモデルと比較して、構築したモデルの説明力の高さや心理学的妥当性について述べられている。最後には、構築したモデルの限界について述べ、今後の改善点などについて言及している。

第 8 章

既存のモデルの考察： 計算機上への実装とシミュレーション

ここでは、現在までに一定の評価が得られている、既存の2つのリズム知覚モデルについて比較を行う。第3章で概観した通り、現在までにいくつかのリズム知覚モデルが提案されている。これらのモデルは、アーキテクチャ、処理の様式、扱う対象音列、アルゴリズムなどの点でそれぞれに特色がみられ、それぞれの振舞いの妥当性が検討されている。そのような中で、Lee (1985) の提案したモデルおよび Povel and Essens (1985) の提案したモデルは、これまでのリズム知覚研究の大きな流れを代表するモデルであり、特に高い評価を受けている。

この2つのモデルについて、その前提となっている考え方、処理様式、処理のアルゴリズムなどについて詳細に比較することは、聞き手のリズム知覚過程についてより説明力の高いモデルを構築するために有意義であると考えられる。本章では、この両者のモデルのアルゴリズムを明示的に形式化して計算機上に実装する。そして、実験2で使用した音列を用いてシミュレーションを行って、その振舞いの妥当性と問題点を確認する。比較した結果については、心理学的に妥当と思われる部分については採用し、未解決の部分については具体化をはかることによって、次章でより妥当性の高いリズム知覚過程のモデルを提案・構築する際に生かすことにする。

8.1 Lee (1985) のモデル

Longuet-Higgins や Lee, Steedman らの一連の研究 (Lee, 1991; Longuet-Higgins, 1976, 1978; Longuet-Higgins & Lee, 1982, 1984; Steedman, 1977) では、おもに人工知能 (AI) 研究という理論的 (theoretical) な立場から、聞き手のリズム知覚の研究が行われてきた。

このような流れの中で、Lee (1985) が提案したリズム知覚モデルは、それまでの研究によって得られた知見を具体的に生かしたものである。このモデルは、聞き手の拍節的体制化の過程を想定したアルゴリズムモデルを提案したという点において、認知心理学的に高い評価を得ている。本節では、Lee (1985) の提案したモデルにつ

いて、基本となる考え方の妥当性を検討し、実際のアлゴリズムを詳細に調べることとする。

8.1.1 モデルの前提

Lee (1985) のモデルが扱うのは、音列のリズミ的な側面に限定されている。彼は“リズム”という語を音列の拍節的側面に限定して使用している。したがって、彼のモデルは、我々聞き手がメロディを聞いて知覚する時間構造のうち、拍や拍子といった拍節構造を知覚する過程、すなわち、拍節的体制化の過程をモデル化したものと言うことができる。

Lee (1985) のモデルが対象としているのは、音列内の音符の“相対的な長さ”についての情報である。聞き手がメロディの拍節構造を知覚するには、音符の相対的な長さに加えて、音の高さ、強さ、大きさなど多くの要因が関わっており、それらの要因がリズム知覚にどのような影響を与えているかという問題を調べることも重要ではある。しかし、音符の相対的な長さの組合せは、リズム解釈の対象となるあらゆる音列において必ず存在する本質的なものであり、このもっとも基本的な要因について他の影響と独立させて理解することは不可欠なことである。このような考えに基づいて、Lee (1985) のモデルでは音列を構成する音価のみを処理の対象としている。そして、音符の音高や強さ、音色、アーティキュレーション、on-set と off-set の比率など、音価以外の物理的性質はすべて等しいと仮定している。

8.1.2 リズムの階層性

彼は、リズム知覚モデルの構築にあたって、聞き手が音列を特定のリズムの実現として解釈するためにはどのような処理をする必要があるのかということと言語処理との類推から考察した。先行研究 (Longuet-Higgins, 1978; Martin, 1972; Sundberg & Lindblom, 1976) によると、リズムは階層的な構造であり、これは文章構造に非

常に類似しているという。すなわち、リズムは、フレーズ構造文法によって生成された“木構造 (tree structure)”とみなすことができる (Longuet-Higgins, 1978)。ここでいう木構造とは、音楽用語では拍子と呼ばれるものに相当すると考えることができる。たとえば、4/4 拍子は Figure 8.1 に示されるような構造として、また 3/4 拍子は Figure 8.2 に示されるような構造として、それぞれ表象されていると考えることができる。

これらの考察を通して、Lee (1985) は、聞き手が音列のリズムを知覚するということは、そのリズムを生成している規則を同定し、すべての音符や休符を収容する木構造を心内に表象するということであると仮定した。第1章でも指摘した通り、すべての音列は、原則として、可能性としては無限の解釈をすることができる。したがって、聞き手のリズム知覚過程をモデル化するということは、このような音列の無限の解釈の中からもっとも妥当と思われる解釈を選択する過程を明らかにすることであると言い替えることができる。Lee (1985) はこの問題を解くために、聞き手は音列内にあるどのような事象を手がかりとして拍を知覚し拍子を知覚していくのか、ということを経験から考察した。

8.1.3 拍節的単位の決定

8.1.3.1 “長音”の顕著性

Lee (1985) のモデルにおいて、聞き手の拍節構造知覚にもっとも重要であると考えられているものは、音列内にある音のうちの相対的に音価の大きな音である。このことは、聞き手は相対的に長い音をより主要な拍節単位の開始時点として聞くという傾向を意識していることになる。

ここで、彼が音の長さの指標としているのは、ある音の onset から次の音の onset までの時間間隔である。彼はこれを“length”と表現して、ある音の onset からその音の offset までの時間間隔である“duration”と区別している。

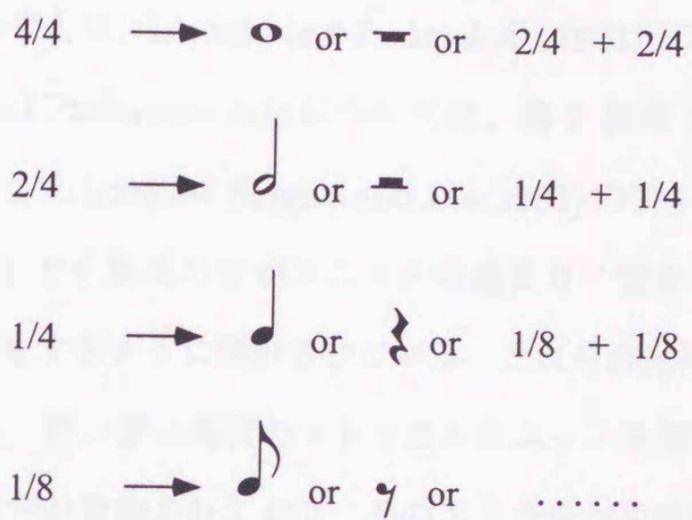


Figure. 8.1. 4/4 拍子の階層性.

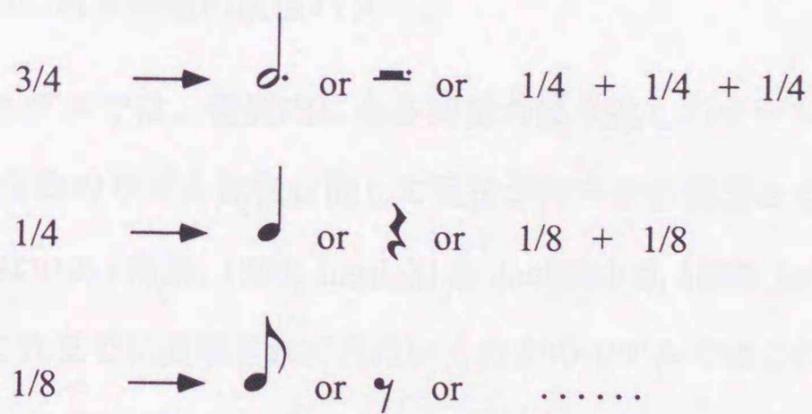


Figure. 8.2. 3/4 拍子の階層性.

Woodrow(1909)によれば、長い音は短い音よりも“大きく (loudly)”聞かれる傾向にあるという。また、Povel and Okkerman(1982)も、長い無音間隔が続く音は、短い無音間隔が続く音と比較するとアクセント音として知覚されることを指摘した。これらの指摘は、いずれも長い音は短い音と比較して知覚的に顕著であるということの意味している。この考えは、Lerdahl and Jackendoff (1983) の Metrical Preference rule: MPR5 (Metrical Preference rule については、第3部第3.3.1節参照) と共通する考え方である。また Longuet-Higgins and Lee(1982) のアルゴリズムモデル(第3部第3.2.1節参照)でも最長の音がユニットの始まりに起きるようにグループ化する、という振舞いをするように設計されている。これらの先行研究と同様に、Lee (1985) のモデルでも、長い音は高次のメトリカルユニットを開始するものとして聞かれやすいという傾向が意識されており、そのような音が拍節構造に手がかりになるように振舞うように設計されている。

8.1.3.2 音列内にある同型の反復パターン

Lee(1985) のモデルでは、音列内にある同型の繰り返しパターンについては考慮されていない。音楽のリズム知覚に関して反復が何らかの要因となっているという指摘はなされてはいる(阿部, 1993; Lerdahl & Jackendoff, 1983; Longuet-Higgins & Lee, 1982) が、これまでに提案されてきたいくつかのモデルではこの点について特別の提案をしているモデルはなく、Steedman(1977)のみが“melodic repetition” という概念で説明しようと試みているにすぎない。この理由としては、聞き手が反復に基づいた高次の拍節的次元についての解釈を行う場合でも、その基本となるのが相対的な音価の比であるということ、また、同型の繰り返しパターンは、結果として“小節”をまたぐことになるような場合も多く、むしろ Lerdahl and Jackendoff (1983) が指摘するところの“グルーピング構造”を構成する手がかりにもなってしまおうということなどがあげられる。したがって、同型の反復パターンは、相対的な音価の

変化による手がかりが曖昧であるような場合に初めて考慮されるものであり、拍節構造の知覚とは次元の異なるものと考えた方が妥当であると思われる。

8.1.4 処理様式

第3章で述べたように、これまでに提案されてきたいくつかのモデルを“処理の漸進性”という観点から分類すると、音の入力につれて一音ずつ順々に処理を進めていく“漸進的処理”方式のものと、すべての入力音を一括して処理する“非漸進的処理”または“一括処理”方式のものに分類することができる。Lee (1985) のモデルは前者の漸進的処理様式をとっており、音列の入力にしたがって一音ずつ妥当な拍節解釈を作っていくという振舞いをする。これは、聞き手がメロディを聞く場合に、時間の経過に沿って入力されていく音を順次知覚し、それらを体制化していくという様子を忠実にモデル化したものと言うことができる。また、音列のより初期の段階にある、拍節な手がかりはそれ以後の手がかりよりも心理的に重要である (Longuet-Higgins & Steedman, 1971; Steedman, 1977) という知見をも考慮したものとなっている。これらを考えると、Lee (1985) が採用している漸進的な処理様式は、聞き手のメロディ処理として心理学的妥当性が高いと言うことができる。

8.1.5 テンポの影響

Lee (1985) のモデルでは、テンポの影響、すなわち実時間性は全く考慮されていない。入力の対象は理想化された音列であり、すべての音価がもっとも単純な整数比で表現されたものに限定されている。聞き手は、同じ音列でもテンポが異なると異なった拍節構造を知覚する場合があるが、本モデルではそういった点は考慮の対象外とされており、テンポの影響を処理するアルゴリズムは組み込まれてはいない。

8.1.6 モデルのアルゴリズム

8.1.6.1 処理の流れ

Figure 8.3 には、Lee (1985) のモデルのアルゴリズムの概略が示されている。アルゴリズムは以下のように記述することができる。

1. 音列の第2音の onset を認定して段階で、第1音の onset と第2音の onset に“マーク (t_1 および t_2)”を置き、その時間間隔を計算する。その時間間隔を“ユニット”の長さとする。
2. 時間軸上で、 t_2 からのユニットの長さ分の群化を予測し、マーク t_3 を置く。
3. マーク t_2 と t_3 との間に、マーク t_2 上の音よりも長い音の onset がない場合は、その時点のユニットを“メトリカル・ユニット”とする。もしも長い音の onset が存在する場合は、その onset にマーク t_2 を移動し、ユニットの長さを伸長させて新しい群化予測時点 t_3 を予測する。この処理をメトリカル・ユニットが確立されるまで繰り返す。
4. もし、その時点でもメトリカル・ユニットよりも長い音の onset が、群化開始予測時点にある場合には、その音の上にマーク t_1 を移動し、群化開始時点の位相を変える。
5. 2～4. の処理をその処理の必要がなくなるまで繰り返す。そして、その時点のメトリカル・ユニットを最高次のユニットとして認定する。

8.1.6.2 シミュレーション例

以上のように、処理のアルゴリズムを明示的に形式化し、計算機上に実装してシミュレーションを行った。Figure 8.4 には、Lee (1985) のモデルによるシミュレー

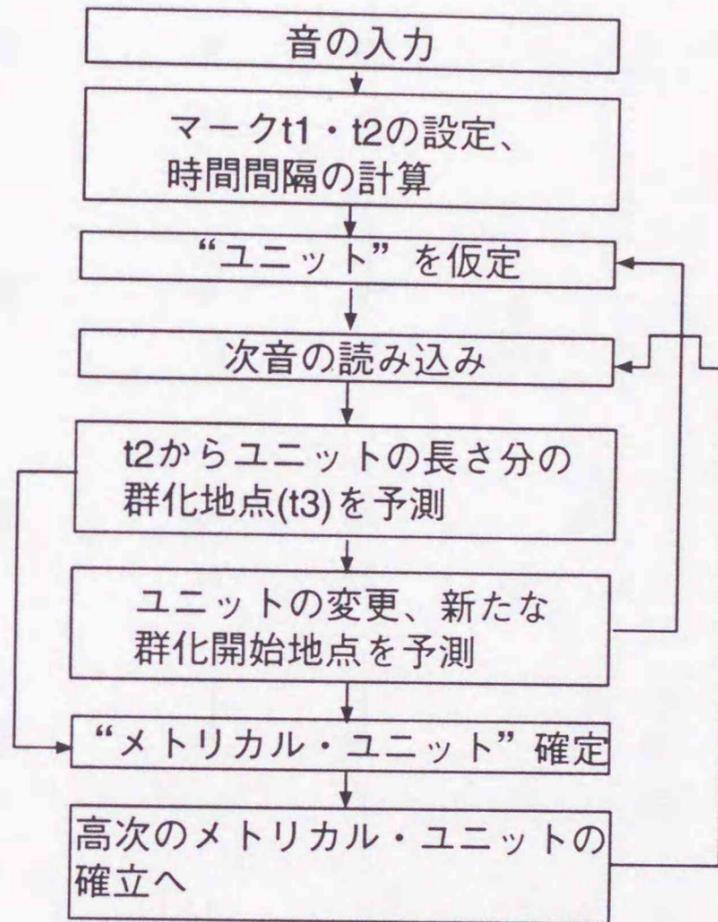


Figure. 8.3. Lee (1985) のモデルのアルゴリズムの概略.

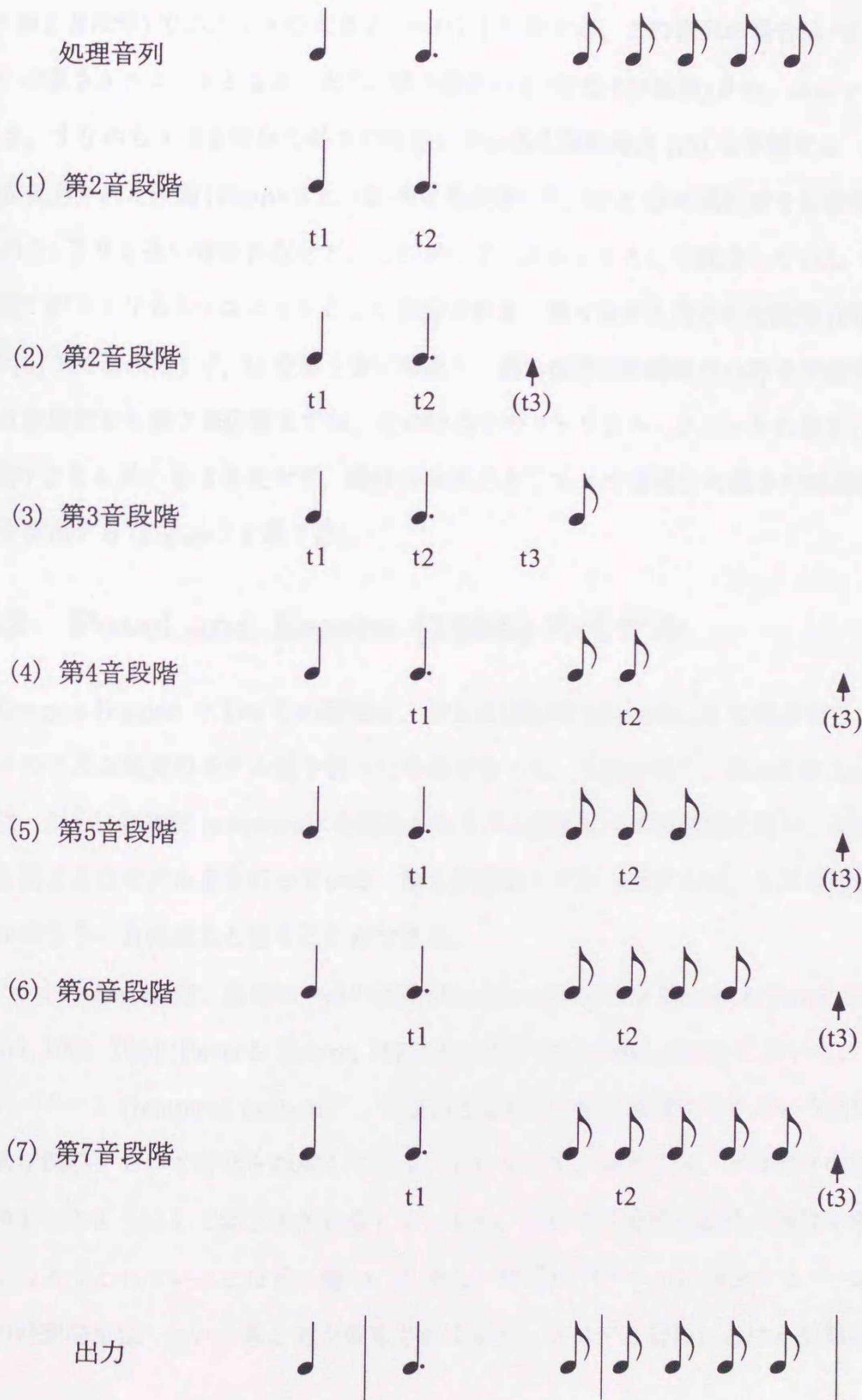


Figure. 8.4. Lee (1985) のモデルによるシミュレーション例.

シミュレーション例が示されている。本モデルは、まず第2音が入力された段階 (Figure 8.4, (1) 第2音段階) でユニットの大きさ ($t_2 - t_1$) を計算する。この音列の場合は“4分音符”の長さがユニットとなる。次に、第2番目の音 (付点4分音符) から、ユニットの長さ、すなわち4分音符分の長さの時点に次の郡化開始時点 (t_3) を予測する。第3音が入力された段階 (Figure 8.4, (3) 第3音段階) で、 t_2 と t_3 の間には4分音符 (t_2 上の音) よりも長い音は存在せず、したがって、ユニットとして仮定していた“4分音符”がメトリカル・ユニットとして認定される。第4音が入力された段階 (Figure 8.4 (3) 第3音段階) で、 t_1 を第2音に移動し、新たな郡化開始時点 (t_3) を予測する。第5音段階から第7音段階までは、その時点でのメトリカル・ユニットの長さ (4分音符) よりも長い音は存在せず、最終的な出力として4分音符分の長さの時間的単位を算出する (Figure 8.4 最下段)。

8.2 Povel and Essens (1985) のモデル

Longuet-Higgins や Lee らの研究は、おもに理論的 (theoretical) な観点からメロディのリズム知覚のモデル化を行ったものであった。これに対し、Povel や Essens らは、おもに経験的 (empirical) な側面からリズム知覚に関する研究を行い、実験結果を踏まえたモデル化を行っている。彼らが構築しているモデルは、リズム知覚モデルのもう一方の流れと行うことができる。

Povel と Essens は、自身の一連の研究 (Essens, 1986, 1995; Essens & Povel, 1985; Povel, 1981, 1984; Povel & Essens, 1985; Povel & Okkerman, 1981) において、“時系列パターン (temporal pattern)”，すなわち音列をいかに知覚するかという点に中心的な関心をおいて研究を継続している。したがって、厳密には、メロディの拍節構造をどのようにして聞き手が知覚していくか、という拍節的体制化の過程を明らかにしようとしているとは言い難い。しかし、時系列パターンに適合する“一定周期の時間的単位”という考え方が仮定されており、メロディ認知における拍節的体

制化の過程の解明に応用可能な考え方を含んでいるとして一定の評価をすることができる。

8.2.1 モデルの前提

Povel and Essens (1985) のモデルも、Lee (1985) のモデルと同様に、その対象を音列内の音符の“相対的な長さ”についての情報に限定している。すなわち、音符の音高や強さ、音色、アーティキュレーションなど、音価以外の物理的性質はすべて等しいという仮定に基づいている。

このような仮定に基づいて、Povel and Essens (1985) のモデルでは、時系列パターンは“クロック (clock)”によって評価され得るという考え方を提案する。ここで、彼らの言うクロックとはある一定の大きさの時間単位のことであり、先行研究(たとえば、Handel & Lawson, 1983; Handel & Oshinsky, 1981; Longuet-Higgins & Lee, 1982; Povel, 1981, 1984; Steedman, 1977 など)ではより直接的に“拍”や“拍子”などといった音楽理論用語で定式化されているものに相当すると考えることができる。彼らの仮定によると、聞き手が時系列パターンをよく知覚できるのは、それにもっともよく適合するクロックを選択できた時であるとした。したがって、彼らのモデルでは、時系列パターンにもっともよく合うクロックを選択することが最終的な目標となる。

8.2.1.1 内的クロック (internal clock)

聞き手が時系列パターンを評価する際に使用するクロックは、外部のクロックではあり得ず、聞き手が何らかの内的なクロックにアクセスしていると仮定した。この内的なクロックの本質を特定するために、彼らは“絶対的クロック (absolute clock)”, “音列から導出された時間単位のクロック (clock with a time unit derived from the sequence)” および “階層的クロック (hierarchical clock)” という3種類のクロックに

についての考察をしている。

“絶対的クロック”とは、聞き手がアクセスしているクロックは非常に短いデュレーション（たとえば1msec）の固定された時間単位であると仮定する考え方である。しかし、この考え方は人間のモデルとしては妥当ではない。たとえば200msec, 400msec, 800msecの実時間的長さをもつ3音音列を把握するためには、合計1400回クロックにアクセスしなければならず、すぐに記憶容量の限界を越えてしまうであろう。同時に、ある時系列パターンが、異なったテンポで呈示されても同一なものとして知覚されるのかを説明することができない。さらに、同じ数のインターバルをもつすべての音列が、インターバルのデュレーションに関わらず、等しくよく知覚され再生されることになるが、先行研究(Povel, 1981)ではこのような予測は支持されていない。このように考えると“絶対的クロック”という考え方は聞き手がアクセスしている時間単位としては妥当ではない。

“音列から導出された時間単位のクロック”とは、聞き手がアクセスしているクロックは、その音列における最短の音価に等しいものであると仮定する考え方である。この考え方に基づくと、クロックとしてある時間単位を選択することができれば、時系列パターンの測定の問題は単純化されるということが予想される。たとえば、時系列パターンから選択されたクロックが200msecの実時間的長さをもつものである場合、音列のすべてのインターバルが最小インターバルの整数倍になるのであれば、同じ数のインターバルをもつすべての音列が均等にうまく表象されることになる。たとえば、[200msec, 200msec, 400msec]という3音から構成される音列と、[200msec, 400msec, 400msec]という3音から構成される音列とは、両方とも概念化の容易さが等しいはずなので、両者とも同じようによく表象されるはずである。しかし、Povel (1981)の実験結果によれば、前者の音列は後者の音列と比較して再生成績がよかった。したがって、“音列から導出された時間単位のクロック”という考え方も適切ではないということになる。

“階層的クロック”とは、聞き手がアクセスしているクロックは、時系列パターンに対して聞き手が任意に適合させることができる、周期的な時間単位とする考え方である。これらの時間単位は分割したり結合したりできるような実時間的な大きさをもつものであり、時間のユニットとその下位分割は固定されていない、柔軟な性格をもつものとされている。Povel and Essens (1985) は、この考え方に基づいて Povel (1981) によって報告された単純な時系列パターンの再生について解釈してみたところ、その大部分を説明することができた。このことから、階層的クロックの考え方の妥当性が高いということを結論づけた。

Povel and Essens (1985) で採用されているクロックは、3番目の階層的クロックであり、特にこれを“内的クロック (internal clock)”と呼んでいる。彼らは、聞き手が音列を聞いて、この内的クロックを時系列パターンによく適合させることができた時に、それをよく知覚できるとした。つまり、どのような内的クロックが音列によく適合するのかがわかれば、それがすなわち聞き手のリズム知覚過程をモデル化することになる。彼らは、先行研究の結果に基づいて以下のような要因を考察している。

8.2.1.2 内的クロックの決定要因

彼らは、時系列パターンによく合う適切な内的クロックは、聞き手が時系列パターンを聞いて、どの音に心理的存在であるアクセントを知覚するかということと関係していると仮定した。Povel ら (Povel, 1981; Povel & Okkerman, 1981) はさまざまな音列を聞き手に呈示し、音列内にあるどのような音が心理的に重要であるかということ調べた。その結果、

1. 相対的に長い単音
2. 連続した2音の第2音

3. 3音以上から構成される“まとまり(クラスター；cluster)”の最初の音と最後の音

という3種類の特性をもつ音が知覚的に顕著であるという知見を得た。すなわち、音高や音の強さなどがすべて等しく、音価のみが変化する時系列パターンの場合、聞き手はすべての音を等しく知覚するのではなく、その中のいくつかの音に“アクセント”を付与して知覚する。音列に同調させる内部クロックは、知覚されたこれらのアクセントの数によって決定されるとした。したがって、彼らのモデルは、この内的クロックを選択するアルゴリズムを明示的に形式化することが中心的な目標となっている。

8.2.2 処理様式

本モデルは、Lee (1985) のモデルとは異なり、入力された音列をすべて一括して処理するという振舞いをする。すなわち、モデルはすべての音の入力が終了してから初めてその処理を開始する。

8.2.3 テンポの影響

本モデルも、Lee (1985) のモデルと同様に、テンポの影響、すなわち実時間性は全く考慮されていない。したがって、音列を構成する音の相対的な比率が同じである場合には、それぞれの音の絶対的な音価が異なっても等しい処理結果を出力することになる。

8.2.4 モデルのアルゴリズム

8.2.4.1 内的クロックの導出過程

Povel and Essens (1985) のモデルでは、上述した知見に基づき、以下のような手続きで内的クロックを導出する。

1. 時系列パターンを入力する。入力パターン内のそれぞれの音価に比例した数値とする。
2. 入力された数値を最大公約数で除することにより、各音をもっとも単純な比率の数値に変換する。変換された値は時間軸上に配置し直される。
3. 上述の知見に基づき、アクセントを付与するかどうかを決定する。アクセントの付与を認定された各入力音にはアクセント値“1”が加えられる。その結果、アクセント付けされた音は“2”，アクセント付けされない音は“1”として表現されることになる。
4. すべての可能な“クロック”を生成する。クロックとは、ユニットの大きさと位相開始位置のすべての組合せを考慮した時間単位である。
5. すべてのクロックについて、
 - (a) アクセントイベント (+*ev*)
 - (b) アクセントなしのイベント (0*ev*)
 - (c) 無音 (-*ev*)に一致するものがいくつあるかを計算する。
6. クロックの“同調度”を計算する。同調度の値は反証スコア (*C*) によって表現される。それぞれのクロックの同調度は式 (8.1) で計算される。

$$C = (W \times -ev) + (1 \times 0ev) \quad (8.1)$$

ここで、*W*は-*ev*と0*ev*の関係に関わるパラメータであり、原モデルでは $W = 4$ に固定されている。

7. すべてのクロックについて、ユニットが約数であるかどうかを決定し、最終段階では約数であるユニットをもつそれらのクロックから同調度のもっとも高いものを選択する。すなわち、反証スコア (C) の値がもっとも小さいクロックをベストクロックとして選択する。

8.2.4.2 シミュレーション例

以上のように、処理のアルゴリズムを明示的に形式化し、計算機上に実装してシミュレーションを行った。Figure 8.5 に Povel and Essens (1985) のモデルによるシミュレーション例を示す。入力される音列は、8分音符の実際の長さをたとえば 250msec とすると、[250, 500, 500, 250, 250, 500, 750] と表現することができる。モデルにはこれらの値を整数値で入力する。

入力された数値は、段階 (1) で時間軸に変換される。入力音列の最大公倍数は 250 であるので、音列 (1) は、[1 2 2 1 1 2 3] となる。

この数値は段階 (2) で、音の onset の時点を 1、それ以外の時点を 0 として [1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0] と表現し直される。

段階 (3) では、第 8.2.1.2 節で述べた「アクセント付けされ得る音」に相当する音にアクセントが加えられる。音列 (1) の場合、第 3 音と第 7 音が「相対的に長い単音」に相当するので、アクセント値 1 が加えられる。第 1 音と第 2 音は「連続した 2 音」を構成し、「連続した 2 音の第 2 音」に相当する。したがって、第 2 音目にもアクセント値 1 が加えられる。さらに、第 4 音、第 5 音、第 6 音は「3 音以上から構成される“まとまり”」に当たる。したがって、そのまとまりの最初の音である第 4 音と最後の音である第 6 音にもアクセント値 1 が加えられる。これらの処理の結果、音列 (1) は、アクセント付けされて [1 2 0 2 0 2 1 2 0 2 0 0] と表現されることになる。

段階 (4) ではすべての可能な“クロック”を生成する。クロックの最長値は音列の

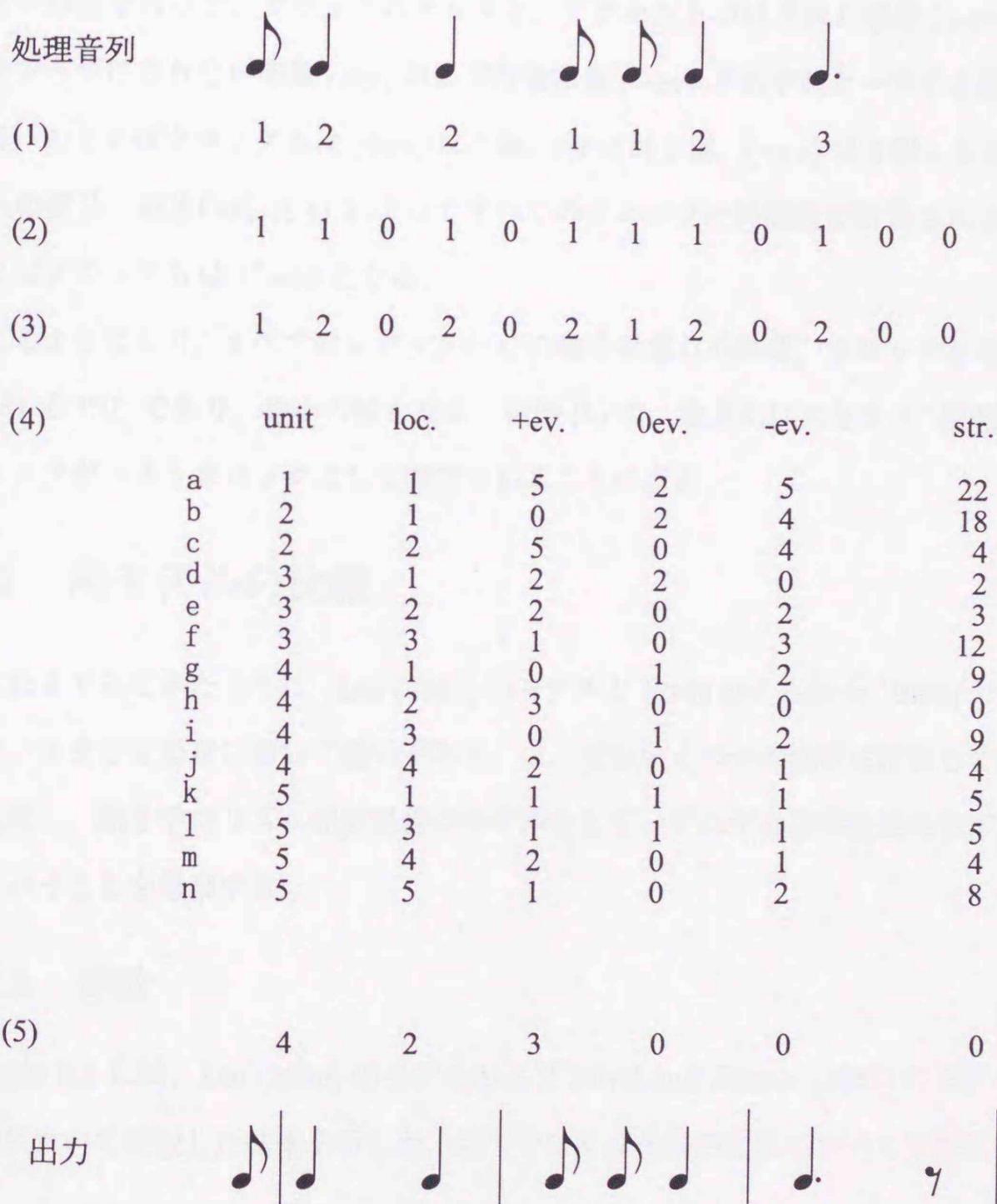


Figure. 8.5. Povel and Essens (1985) のモデルのシミュレーション例.

全長の1/2を越えないという制限が加えられている。ここでは、大きさが最小で1、最大で5の時間単位について、それぞれの位相を変化させることにより合計15種類のクロックが生成されることになる。さらに、段階(5)では音列と生成されたクロックとの照合を行って、クロックのチックと、アクセントづけされた事象(+ev)、アクセントづけされない事象(0ev)および無音事象(-ev)それぞれと一致する数を数える。たとえばクロックbは(+ev)は0個、(0ev)は2個、(-ev)は4個となる。これらの値は、前述の式(8.1)によってすべてのクロックの同調度が計算される。たとえばクロックbは $C=18$ となる。

このようにして、すべてのクロックの C の値を計算した結果、クロックhの反証値が $(C)“0”$ であり、最小の値となる。段階(5)で、最終的に大きさ4、位相2のクロックがベストクロックとして認定されることになる。

8.3 両モデルの比較

これまでみてきたように、Lee (1985)のモデルと Povel and Essens (1985)のモデルは、さまざまな点において違いがある。ここではいくつかの側面に注目して両者を比較し、聞き手のリズム知覚過程のモデルとしていずれが心理学的妥当性が高いかということ考察する。

8.3.1 特徴

Table 8.1 には、Lee (1985)のモデルおよび Povel and Essens (1985)のモデルの特徴について比較した結果を示した。以下ではそれぞれの項目について考察する。

8.3.1.1 処理様式

Lee (1985)のモデルは、音の音価が入力されるたびに処理を行うという漸進的処理をする。具体的には、冒頭の2音分が入力された段階で第1音の長さを基準のユ

Table 8.1
2つのモデルの特徴の比較

	モデル	
	Lee (1985)	Povel and Essens (1985)
処理の様式	漸進的処理	非漸進的処理 (一括処理)
出力の階層性	複 層	単 層
解釈の多義性	常に単数	複数の場合あり
実時間性(テンポ)	考慮せず	考慮せず
実験による検証	していない	している

ニットとし、第3音以降は音が入力されるたびにユニットとの比較をすることによって、聞き手が知覚すると思われる時間単位としてメトリカル・ユニットを出力する。Lee (1985) のモデルは聞き手が実際に音を処理するのと同じような振舞いをすると言うことができる。

一方、Povel and Essens (1985) のモデルは、入力された音の音価を一括して処理する、という振舞いをする。具体的には、処理すべき音がすべて入力されてから、その音列の中でアクセント付けされて知覚されると予想される音と、考えられ得るすべてのクロックのチックとの照合を行い、もっとも同調度の高いクロックを聞き手が知覚する時間単位として出力する。

聞き手が音列を聞いてその拍節構造を知覚する場合に受けるもっとも基本的な制約は実時間的なものである。すなわち、メロディの処理は曲の進行とともに実時間的に進められる。また、入力に対して大きな遅延なしに出力が生成される必要がある。可能性としては、メロディの処理は、完全に一音ずつ独立して行われる場合だけでなく、ある程度の情報を記憶・保持してメロディのその後を解釈するという場合も考えられる。しかしそのような場合の情報の保持はせいぜい数音～十数音程度であり、たとえば楽曲のすべての音の入力が終了してから処理を開始するとは考えられない。このような点を考えると、処理様式については Lee (1985) のモデルの方が妥当性が高いと言いうことができる。

8.3.1.2 出力の階層性

Lee (1985) のモデルは、メトリカル・ユニットという概念を用いて聞き手の知覚する拍節的単位を表現している。このメトリカル・ユニットは、暫定的に仮定された基本的時間単位が、その後入力された音と比較により確定したものである。このモデルでは、ひとたびメトリカル・ユニットが確定すると、さらに高次のユニットを仮定し、それがメトリカル・ユニットとして認定されるかどうかを調べるように

振舞う。その結果、原則として、一つの音列に対して、大きさの異なる一つ以上のメトリカル・ユニットが出力されることになる。

一方、Povel and Essens (1985) のモデルでは、音列にもっともよく適合するクロックを選択するという考え方を前提としているため、基本的には、一つの音列に対して一つの時間単位のみを出力するように設計されている。この時間単位は、入力された音列の相対的な音価によって表現されるものであり、それが聞き手の知覚するどのような時間単位に相当するのかを特定することはできない。

聞き手は、メロディを聞いて異なった大きさの時間単位を知覚していると考えられる。これらの時間単位は、音楽用語では拍や拍子、小節などとして表現されており、拍節構造を構成する重要な要素とされている。Lee (1985) のモデルは、聞き手の知覚する異なったレベルの時間単位を出力するものであり、Povel and Essens (1985) のモデルよりも妥当性が高いとすることができる。

8.3.1.3 解釈の多義性

Lee (1985) のモデルでは、一つの音列に対して一つの解釈のみを出力する。解釈を生成する過程は排他的なものであり、特定の解釈を出力するとそれ以外の解釈はまったく出力しないことになる。

一方、Povel and Essens (1985) のモデルでは、複数の解釈を出力する場合もある。このモデルでは、聞き手が音列に対して、もっともよく同調させ得るような時間単位をベストクロックとして出力するように振舞い、同調度の指標として“反証”を用いている。反証の値は前述の式 (8.1) によって計算されるものであり、アクセント付けされて知覚される音とクロックのチックとがどの程度一致するかを示していると言える。この値は、すべてのクロックに対してそれぞれ独立に計算されるものであり、結果として異なるクロックに対して同じ値を出力する場合がある。このような場合は、モデルは複数の解釈結果を出力することになる。

聞き手がメロディを聞いてその拍節構造を知覚する場合には、原則的には解釈が一意に決まると言える。しかし、同じ音列に対しても、時には異なった拍の長さを感じたり異なった拍子を知覚したりするという可能性もないわけではない。このように考えると、一つの音列に対して複数の解釈を生成する Povel and Essens (1985) のモデルは一定の評価に値するのかもしれない。ただし、解釈が同じか異なっているか、ということについては、それがあらゆる聞き手に当てはまる普遍的な事柄であるのか、それとも特定の聞き手にしか当てはまらないことであるのか、といった問題や、知覚した複数の拍節構造は、同程度の強さ・同程度の確信度で感じられているのか、それとも、いずれかの拍節構造が優勢であって、感じられる程度がそれ以外のものとは違いがあるのか、といった問題が複雑に関係してくる。また、そもそも何をもって同じ／異なる解釈とするのか、といった根本的な問題も残る。第3章で述べた Lee (1991) のモデルでも、Povel and Essens (1985) のモデルと同じように、同一の音列に対して異なる複数の解釈を生成する場合があるが、ここでもやはり同様の問題点は残っている。いずれにしても、将来的にはこのような検討を経た上で、モデルが複数の解釈結果を出力できるということの心理学的意味や可能性について、慎重に検討する必要があるだろう。

8.3.1.4 テンポの影響

Lee (1985) のモデル、Povel and Essens (1985) のモデルのいずれも、対象音列のテンポ、すなわち実時間性については全く考慮されていない。両者ともその入力の対象は音価の比率であるため、音列を構成するそれぞれの音の相対的な比率が同じである場合には、対応する音の絶対的な音価が異なっても等しい処理結果を出力することになる。聞き手は、同じ音列でもテンポが異なると異なった拍節構造を知覚する可能性があるということを考えると、テンポの影響をその処理アルゴリズムに組み込むことは不可欠になってくる。その点では、両者とも聞き手のリズム知覚モデ

ルとしては妥当性が低く、改善の余地があると言わざるを得ない。

8.3.1.5 実験による妥当性の検証

Lee (1985) のモデルは、おもに筆者の音楽的直観にもとづいて構築されている。このモデルの基本的な考え方として採用されているアイデアはそれなりに妥当性があるが、実際の聞き手のパフォーマンスとの比較・照合は全く行われていない。

Povel and Essens (1985) のモデルは、先行研究 (Povel, 1981, 1984; Povel & Essens, 1985; Povel & Okkerman, 1981 など) で得られた知見に基づいて構築したものである。彼らはまた、自身の構築したモデルの妥当性を確認するために実験を行っている (Essens, 1995; Povel & Essens, 1985)。ここでは、時系列パターンの再生実験を中心に実験研究が行われている。ある音列に対し、もっともよく合うと予測されたクロックをその音列と対呈示した場合には、それ以外のクロックを対呈示した場合や何も対呈示しない場合と比較して、時系列パターンの再生率が高かった、というような事実から、モデルの説明力の高さを実証しようとしている。

認知心理学的な立場から考えると、モデル化はそれ自体が目的ではなく、あくまでも聞き手のリズム知覚過程を明らかにしようとする問題意識の一貫としてなされるべきである。モデル化するということは、いわば仮説を提案することであり、その仮説を検証するために実験的検討は不可欠であろう。こういった点を考えると、Lee (1985) のモデルは、Povel and Essens (1985) のモデルと比較して認知心理学的な考察が若干弱いと言えるかもしれない。ただし、当然ながら、行われるべき実験は自身のモデルに有利な結果を導くようなものであってはならず、公平な立場から遂行されなければならない。そういった意味では、Povel and Essens (1985) や Essens (1995) で行われている実験研究にはやや改善の余地があると思われる。

8.3.2 シミュレーション結果

本章で比較している2つのリズム知覚モデルは、そのそれぞれを計算機上に実装し、実験2で使用した音列のシミュレーションを行った。両モデルのシミュレーションの詳細については、第9章で提案するモデルによるシミュレーション結果とともに、第10章で詳しく述べている。ここではシミュレーション結果の概略を述べるにとどめる。

“拍”については、Lee (1985) のモデルが62.0%、Povel and Essens (1985) が53.4% (両者とも整数比、整分数比のものを含む) を正確に予測することができていた。小節の大きさについては、Lee (1985) のモデルが56.3%、Povel and Essens (1985) が49.5% (両者とも整数比、整分数比のものを含む) を正確に予測することができていた。

全体としては、Lee (1985) のモデルの方が聞き手のパフォーマンスをよく予測できていると言えるが、これらの予測率は決して高いとは言えない。また、両者とも“拍子”に相当する概念を出力できないという問題点もある。

第9章では、実験研究で得られた知見を説明できるようなリズム知覚過程のモデルを提案する。その際、両モデルのシミュレーション結果を分析することによって得られた知見を最大限活用することとする。

本章では、第10章の「モデル化による...」の前提として、第9章で「新たな拍節的体制化の過程のモデルの提案」を行う。...

第9章

新たな拍節的体制化の過程のモデルの提案

本章では、第9章の「新たな拍節的体制化の過程のモデルの提案」について、第9章の「新たな拍節的体制化の過程のモデルの提案」を詳しく説明する。...

本章では、第 III 部の実験研究によって得られた知見と、第 IV 部第 8 章のリズム知覚過程のモデルの考察によって獲得した知見を参考にしつつ、心理学的に妥当性の高いモデルを提案する。

聞き手のリズム知覚過程を忠実にモデル化するためには、いくつかの前提および要求を整理する必要がある。そこで、まず最初にリズム知覚過程モデルを構築する際にあたっての前提を述べ、次にモデルの満たすべき心理学的要求を整理することにする。

9.1 モデル化にあたっての前提

人間のリズム知覚過程をモデル化するにあたってのもっとも基本的な仮定は、先行する調認知に関するいくつかのモデル(たとえば、阿部, 1987a; 吉野, 1996 など)と同様に、人間のメロディ処理の過程を、聴覚的処理の過程と、より高次の認知的処理の過程とに分離できるとしたことである。本章で提案するリズム知覚モデルは、後者の入力音がすでに知覚的な処理過程を経た後の部分、つまり高次の認知的処理過程をモデル化するものである。

第 2 の仮定は、聞き手は、連続した音響的入力信号を、音の長さの離散的単位として知覚するということである。すなわち、現実の音響情報は、物理的な強さや on-set と off-set の比率などをはじめとして、さまざまな要因が複雑に関係しているが、聞き手はそれらを一音ずつ分離して知覚できることとしている。

第 3 の基本的な仮定は、本モデルは西洋調性音楽を対象としているということであり、それ以外のメロディ、たとえば日本の古典的雅楽やインドネシアのガムラン音楽などは対象としていない。したがって、本モデルが想定しているのは、西洋音楽の聞き手がどのようにして西洋調性音楽のリズムを知覚していくのかということになり、モデルのスキーマは西洋音楽の拍節構造を反映したものとなっている。

第 4 の仮定は、本モデルは西洋音楽の拍節的側面の知覚を対象としているという

ことである。第1章で述べた通り、聞き手が知覚するメロディの時間的側面には、“拍節構造”と呼ばれるものと“グルーピング構造”と呼ばれるものがある(Lerdahl & Jackendoff, 1983)。前者の拍節構造は、拍や拍子、小節線などといったような音楽用語で表現される概念であり、後者のグルーピング構造は、フレーズなどといった音楽用語で表現される概念である。本章で提案・構築するモデルは、聞き手の拍節構造の知覚過程をモデル化しているものである。

本章で提案するリズム知覚モデルは、第III部の実験研究によって得られた知見が最大限反映されるように構築されている。具体的には、聞き手のもつ処理の漸進性、2倍型拍節構造への偏好性、拍節構造の階層的知覚、シンコペーションの回避、実時間的制約などの特徴がモデルに組み込まれている。以下では、これらの特徴について考察し、モデルのアルゴリズムへの組み込みについて詳しく述べることにする。

9.1.1 モデル構築上の要求

リズム知覚過程のモデルを構築するにあたり、まずリズム認知に関する心理現象について十分に考察することが必要である。阿部(阿部, 1988, 1989, 1993)は経験的事実に基づき、モデル作成の際に満たすべき仮定のいくつかを指摘している。ここでは、それらの指摘を考慮しながら、実験研究から得られた知見を反映させたモデルを構築するために、モデル作成上の要求を整理することとする。

9.1.1.1 “拍”と”拍子”の定義

聞き手は、音楽用語で“拍”や“拍子”(もしくは“小節”)と呼ばれる、異なったレベル・側面を認識し、それらの総体的な認定結果としてリズムの拍節解釈を行うとすることができる。“拍”とは、聴き手が音列を聞き取る際にある一定の時間間隔を単位(unit)としてタイミングをとるようになる、その時間間隔である。“拍子”とは、聴き手がその拍を2つ、3つなどと群化して聞き取る、その群化された単位

をいう。

ここで、モデル構築のために、“拍”という用語を特定化しておく必要がある。“拍”という用語は、一般的には、聞き手が知覚する、実時間にして約250ms~1000ms程度を中心に分布する、もっとも顕著な時間単位のレベルを表現するために使用される。しかし、“拍子”もしくは“小節”などといった、より高次の階層の時間単位についてもまた、同じ拍という語によって表現されることもある。本章で提案するモデルでは、これらの混乱を避けるために、聞き手が知覚するある実時間の範囲に収まる時間単位を、Lerdahl and Jackendoff (1983) にならって“tactus”という語を用いることとする。

構築するモデルは、このtactusや拍子という異なったレベルの概念を具体的に説明できなければならない。

9.1.1.2 漸進的处理

聞き手が音列を聞いてその拍節構造を知覚する場合には、時間の経過に大きな制約を受ける。このことは、メロディの処理は曲の進行とともに実時間的に進められるものであり、また、入力に対して大きな遅延なしに出力が生成される必要があるということの意味する。

音列は時間的経過に沿ってしか聞き手に入力されないということを考えると、聞き手のもっとも基本的な処理を反映させるためには、構築するモデルは本質的に漸進的な性格をもたなければならない。すなわち、基本的に“左から右へ (from left to right)”と1音ずつ順次処理を進めていく性格をもつべきである。

また、聞き手は音列のより以前の部分に対して作った拍節解釈を維持しようとする傾向がある。したがって、聞き手のリズム知覚過程のモデルも、音列のより前の部分に対して構築した拍節構造は、容易には変更されないという性格が反映されなければならない。

9.1.1.3 階層化

聞き手は群化をある程度まで複雑に構造化でき、また階層化できる。モデルは、その処理を通じて、個々の音列に対する“リズム感”の違いを説明できなければならない。また、モデルは、聞き手が知覚できるリズム構造の全体像と限界を具体的に予測できなければならない。

9.1.1.4 長音の顕著性

音列内に存在する、長短さまざまな長さをもつ要素音のうち、相対的に長い音は知覚的により顕著である。すなわち、聞き手は、相対的に“長い”音を他の短い音よりも大きく聞く傾向にあり、そのような音から群化を始めようとする傾向がある。構築するモデルは聞き手のこのような特徴が反映されるべきであり、音列内にある音価の大きな音をより高次の拍節構造の始まりの手がかりとして処理するように振舞うべきである。

9.1.1.5 シンコペーションの回避

Longuet-Higgins and Lee (1984) によれば、聞き手はできるだけ音列を“シンコペーション”のないものとして解釈しようとする、という傾向があり、聞き手が音列を自然に解釈した場合はシンコペーションがみられないという。この指摘は実験2の結果とも一致しており、リズム知覚過程をモデル化するにあたっては聞き手のもつこのような特徴も反映させるべきである。

モデルのアルゴリズムの中に、可能な限りシンコペーションを回避するという振舞いを組み込むためには、シンコペーションと非シンコペーションとの区別を明確かつ具体的に表現する必要がある(シンコペーションの定量的定義については、第9.2.1.4節で述べる)。また、第9.1.1.4節で述べた、長音から高次の拍節単位を開始するという仮定とも論理的に矛盾しないように配慮しなくてはならない。

9.1.1.6 テンポの影響

聞き手は、同じ音列でも、テンポが異なるとその解釈が異なることがある。すなわち、音列を構成するそれぞれの音価の相対的な比率が同じであっても、それぞれの音の絶対的な長さが異なると、異なった拍節解釈を行う。具体的には、聞き手は音列を聞いて、約250msから約1000msの長さの時間単位を *tactus* として知覚する傾向にある。

これまでに提案されているリズム知覚に関するモデルや理論で、この点について考慮されているものはほとんどなく、人間のリズム知覚モデルとしては認知的心理学的な妥当性が低かった。聞き手の拍節的体制化の過程をモデル化するためには、聞き手のもつこのような実時間的制約を明確に反映させる必要がある。

9.1.1.7 2倍型解釈への偏好性

実験2～実験6では、聞き手の拍節知覚の顕著な傾向として、音列をできるだけ2倍型の拍節構造として解釈しようとするということが明らかになった。すなわち、聞き手はあらゆる拍節構造を知覚できるような“構え”があるというよりは、むしろ、音列を単純な2倍型の拍節構造として知覚しようとする。音列の冒頭付近では特にこの傾向が強く観察される。

構築するリズム知覚モデルは、このような聞き手の偏好性についても考慮しなくてはならない。2倍型の拍節構造とは、ある階層の時間単位とその一つ上の階層の時間単位とが、長さの点で偶数倍の関係になっている拍節構造のことであり、具体的には4/4拍子や2/4拍子などがこれに相当する。

9.1.1.8 階層化の有限性

聞き手は、群化をある程度まで階層化しようとはするが、無限に階層化できるわけではない。したがって、構築するモデルが予測する階層も無限であってはならない。

9.1.2 処理対象音列の理想化と限定

上記のような要求を満たすようなモデルを構築する際には、その処理対象となる音列を理想化し特定しておく必要がある。ここで提案するモデルの処理の対象となる入力刺激は、音の経時的列、すなわち長短さまざまな長さをもつ要素音線条的系列の集合に限定し、以下に述べるような制限を設けている。

9.1.2.1 対象音列の長さ

構築するモデルが対象としている音列の長さ、すなわち、音列を構成する要素音の個数に制限は加えないこととする。

9.1.2.2 音の長さの定義

音列の各要素音の音の長さは、音の“length”，つまり、その音の onset と次の音の onset までの時間間隔とし、これを音価と呼ぶこととする。これは、ある音の onset からその音の offset までの時間間隔 (“duration”) とは区別されるものである。

9.1.2.3 要素音の物理的特徴

構築するモデルが処理の対象としている音列の各音は音価のみである。そして、それ以外の物理的特徴、たとえば、物理的な強さ、音色、音高、on-time と off-time の比率などはすべて均一なものとしている。このような限定を加えた理由は、拍節構造の知覚に本質的に影響を与えているのは音の相対的長さであり、それ以外の物理的特徴が及ぼしている影響は二次的なものにすぎないと考えられることによる。

9.1.2.4 要素音の比率の理想化

各音の長さは互いに単純な整数値の比率で表現することのできる関係にあるものとする。すなわち、各音の長さは理想的に単位化および相対化できるものと仮定し、

1(16分音符)から16(全音符)までの整数値で表現し得るものとする。

これらの制限によって、刺激音列は整数値の線条的系列として表現できることになり、聞き手が各音の音価を測定でき、かつ、その時間を単位化して時間軸上の予想位置の確認、修正に使うことができるということを仮定していることになる。

9.2 メトリカル・ユニット階層化モデルの構築

ここでは、新たなリズム知覚過程モデル(“メトリカル・ユニット階層化モデル”)を構築する。このモデルは、これまでに述べてきたモデル構築上の要求を可能な限り満たすように設計されている。

このモデルは、基本的にはLee(1985)のアイデアに基づいている。この理由は、第8章で詳細に検討したように、これまでに提案されてきたリズム知覚モデルのなかで、心理学的妥当性がもっとも高いと判断されるからである。

まず最初に、モデルを構築するにあたって前提となる概念を確定しておくこととする。

9.2.1 モデル構築上の基本的概念

9.2.1.1 “regular passage”の定義

本モデルのアルゴリズムのもっとも基本的振舞いは、可能な限り音列を“regular passage”として解釈しようとするということである。“regular passage”とは、以下の条件を満たす小節の系列をいう(c.f. Longuet-Higgins & Lee, 1984)。

1. 冒頭以外のすべての小節は音符(要素音の onset)から始まる。第1小節はアフタクトの場合がある。このことにより、小節にまたがったシンコペーションはないことになる。
2. すべての小節は同一の“standard meter”から構成される。

3. どの小節にもシンコペーションは含まれない。

モデルを構築するにあたっては、これらの概念を以下のように形式的に記述し直す必要がある。

- 1' N を鳴っている音とし、U は N が始まる最高次のメトリカル・ユニットであるとする。N の音価は U を越えることはできない。

このように記述し直すことができる論理的根拠は次の通りである。連続する2音 N および S があるとする。この時、音 N から始まるメトリカル・ユニットを U とする。S の onset が U の終了以降に開始すると仮定すると、U の終了は、休符かタイで結ばれた音に相当する R の onset と一致しなければならないことになる。ここで、V を R から始まる最高次のメトリカル・ユニットとする。V の開始は U の終了と一致しなければならないので、V の次元は少なくともレベル U と同じ次元にあることになる。しかし、そうすると、R の音の“重さ”は N の音の“重さ”より重いことはないので、N と R という音符の列はシンコペーションを構成してしまい、リズムはシンコペーションを形成しないという仮定に反することになる。したがって、音 S の onset は U の終了する以降に開始してはならないことになる。

- 2' もしレベル L のメトリカル・ユニットの音価を D とするならば、D よりも大きな音価をもつ音は、少なくとも L+1 の重さでなければならない。

上記の仮定 1. によって、重さ L の鳴っている音は D を越える音価をもたないことになる。したがって、D よりも長い音価をもつ鳴っている音は、少なくとも L+1 の重さをもつことになる。

- 3' L が拍子の中のある階層であり、L におけるユニットの長さが D であるならば、L 以上の重さをもつ音符の時間間隔は D の倍数である。

ある階層のメトリカル・ユニットが分割されるときには、その下位ユニットは等しい長さでなければならない。しかし、鳴っている音は、L以上の階層のすべてのメトリカル・ユニットを開始することになる。したがって、階層L以上のメトリカル・ユニットの長さはDの倍数でなければならない。

次に、“regular passage”を定義する際に記述した“standard meter”，メトリカル・ユニットおよびシンコペーションについて定義する。

9.2.1.2 “standard meter”

Figure 9.1のように、4/4, 3/4, 6/8などの通常の拍子記号で示される拍節構造は、その単位を、1/2や1/3と、より下位の階層に分割していくことができる。こうしたことが可能な拍節構造を“standard meter”とする。

9.2.1.3 “メトリカル・ユニット”

“standard meter”にはいくつかの階層があり、その階層はある一定の時間的単位から構成されている。このような周期的な一定の時間的長さをもつ単位を“メトリカル・ユニット”と呼ぶことにする。

構築するモデルでは、メトリカル・ユニットが、聞き手が知覚する tactus や拍子などといった時間単位に相当すると仮定している。これは、モデルが音列を処理した結果、メトリカル・ユニットを認定することができれば、それが聞き手の知覚した拍節構造を特定したことになると仮定していることになる。また、本モデルでは、これらのメトリカル・ユニットを階層的に積み上げていくことで、より上位の拍節単位を特定する。これは、複数の拍節単位の間係を特定することになり、“拍子”に当たる概念を出力できるということの意味する。

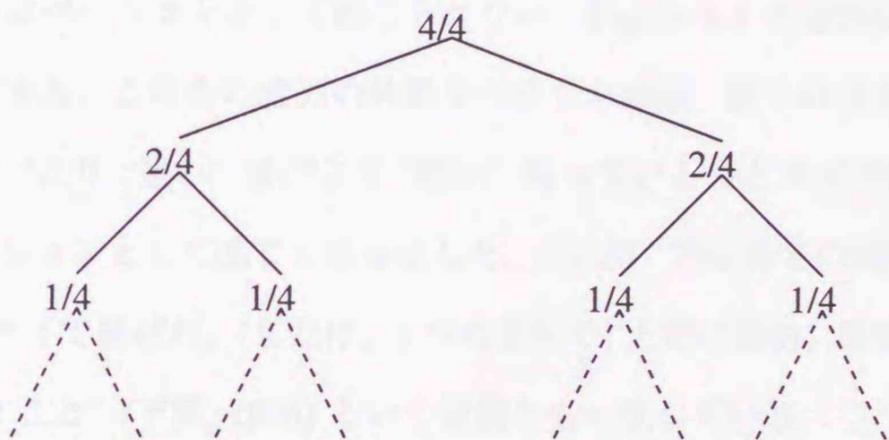


Figure. 9.1. standard meter の例. たとえば “4/4” という拍子記号で表現される拍節構造は、その下位の階層として (2/4+2/4) のように分割することができ、さらにそのそれぞれを (1/4+1/4)+(1/4+1/4) のようにより下位の階層に分割していくことができる.

9.2.1.4 音符の“重さ”とシンコペーション

本モデルは、可能な限りシンコペーションを回避するように振舞うという仮定に基づいて構築される。したがって、シンコペーションと非シンコペーションとを明確に区別し、定量的に形式化する必要がある。

Longuet-Higgins and Lee (1984) は、Figure 9.2 ~ Figure 9.4 のような音列を念頭におきながら、シンコペーションと非シンコペーションとを区別しようと試みた。直観的には、Figure 9.2 の音列はシンコペーションとして感じられるが、Figure 9.3 の音列はシンコペーションとして感じられない。Figure 9.4 の音列は微妙な音列とすることができる。これらの音列の特徴を分析した結果、彼らは自身の音楽的直観にしたがって“より“重い”音がより“軽い”鳴っている音とタイで結ばれたもの”がシンコペーションとして感じられるとした。これは“同じ高さの弱拍と強拍(または中強拍)がタイで結ばれ、(または、1つの音符で)正規の強拍、弱拍の位置が変わる(移動する)こと”(下田, 1993) という定義とも一致している。

これらの考察からもわかるように、シンコペーションを定義するためには、まず、音または音符の“重さ (weight)” とメトリカル・ユニットのレベルを定義する必要がある。

音または音符の重さ ある音符あるいは休符の“重さ (weight)” とは、その音符(休符) から始まるメトリカル・ユニットのレベルとする。

メトリカル・ユニットのレベル その音符あるいは休符が存在する音列の最高次のメトリカル・ユニットのレベルを「0」と置き、当該の音符あるいは休符から始まるメトリカル・ユニットのレベルを「n-1」とする。「n」はその上位ユニットのレベルを指す。

たとえば、Figure 9.5 のような音列を考えてみる。最高次のメトリカル・ユニッ

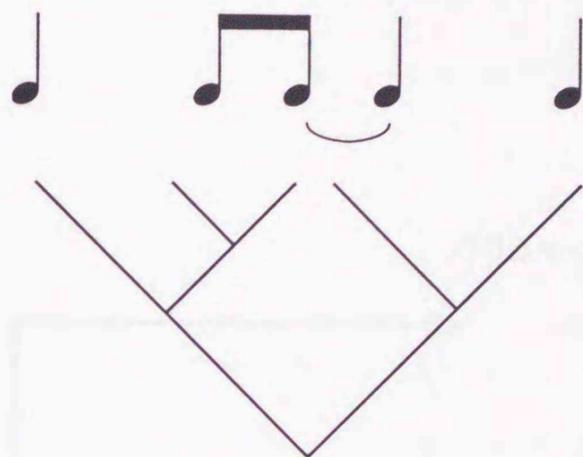


Figure. 9.2. “シンコペーション”として感じられる音列.

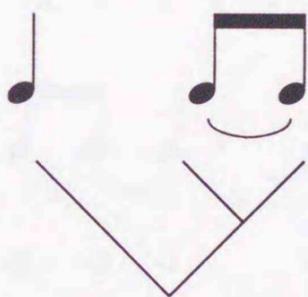


Figure. 9.3. “シンコペーション”として感じられない音列.

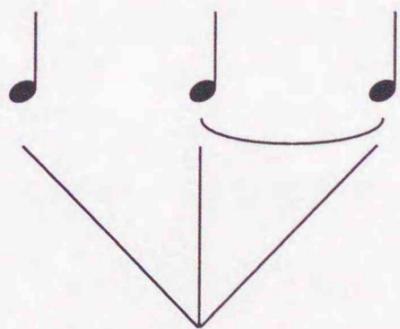


Figure. 9.4. “シンコペーション”に感じられるかどうか微妙な音列.

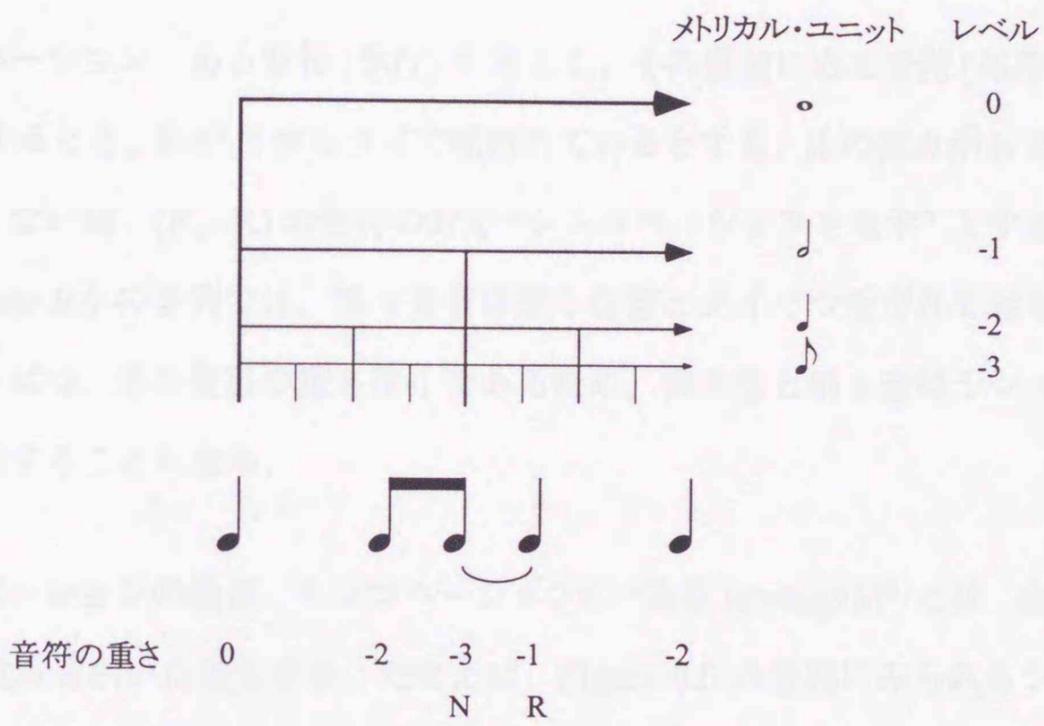


Figure. 9.5. メトリカル・ユニットのレベルと重さ.

トは全音符分の長さであり、番号1の音符(4分音符)の重さが「0」となる。第2位のメトリカル・ユニットの長さは2分音符分の長さであり、番号4の音符(4分音符)の重さが「-1」となる。第3位のメトリカル・ユニットの長さは4分音符分の長さであり、番号2の音符(8分音符)および番号5の音符(4分音符)の重さが「-2」となる。第4位のメトリカル・ユニットの長さは8分音符分の長さであり、番号3の音符(4分音符)の重さが「-3」となる。

シンコペーション ある音符(休符)をRとし、その直前にある音符(休符ではない)をNとするとき、RがNからタイで結ばれているとする。Rの重みがNの重みよりも小さくない時、(N, R)の音符の対を“シンコペーションをなす”とする。たとえば、Figure 9.5の音列では、第4音目は第3音目とタイでつながれており、第4音目の重さは-3、第3音目の重さは-1であるため、第3音と第4音はシンコペーションを形成することになる。

シンコペーションの強さ シンコペーションの“強さ(strength)”とは、Rの重みからNの重みを引いた差とする。たとえば、Figure 9.5の音列にみられるシンコペーションの強さは $-1 - (-3) = 2$ となる。

9.2.2 モデル構築上の要求の実現：アルゴリズムへの具体的な組み込み

人間の聞き手のリズム知覚過程モデルを構築するにあたって、具体的にアルゴリズムに組み込んだ心理学的知見は以下の通りである。これらは、第9.1.1節で述べたものが基盤となっている。

9.2.2.1 処理の漸進性

漸進的処理 漸進的処理については、以下のように、音列の音が入力されるたびに、一音ずつ処理を行っていくという振舞いを実現した。

1. 第1音目が入力されると即、処理を開始する。
2. 第2音目が入力された段階で、“first beat”と“second beat”を想定し、以後の解釈の生成に使用する。
3. “first beat”と“second beat”の時間差を計算する。この時間差は、その時点での“ユニット”の基準となる。第3音目が入力されると第2音の長さと比較され、評価される。以後、新たに音が入力されるたびに、その時点での基準となっているユニットを比較・評価される。

より以前の処理結果の優位性 音列のより初期の部分に対して行った処理結果を基準にして、以降の音事象の処理を継続することにより、以前の解釈を維持するという特徴が反映されることになる。

1. 冒頭で仮定したユニットを基準に、以後に入力される音の音価によってユニットをメトリカル・ユニットとして確定または改訂していく。
2. メトリカル・ユニットが決定すると、それを基準にして、さらに新たなユニットを構築していく。

9.2.2.2 拍節構造の階層性

音列が入力されていくにつれて、メトリカル・ユニットを確定していく。ひとたびメトリカル・ユニットが確定すると、さらに高次のメトリカル・ユニットを認定

するという処理を行う。すなわち、本モデルは、大きさの異なる複数のメトリカル・ユニットを生成することになる。

これらのメトリカル・ユニットの関係は次の通りである。高次のメトリカル・ユニットは、より低次のメトリカル・ユニットを完全に内包するように積み上げられる。すなわち、低次のメトリカル・ユニットの onset をより高次のメトリカル・ユニットの onset と一致させて音列を解釈する。この結果、冒頭の小節を除くすべての小節は拍の onset と一致することになる。

こうすることによって、聞き手が知覚するリズムの階層性、すなわち、大きさの異なる一定時間の単位をモデルが認定できることになる。

9.2.2.3 長音の顕著性

本モデルは、相対的に長い音から拍節単位を開始するような処理規則を、次の2点について実行する。

第1に、本モデルでは、ある時間単位をユニットとして仮定し、いくつかの処理を経てメトリカル・ユニットとして認定する。メトリカル・ユニットを認定した後は、以後に入力される音の音価と、その時点でのメトリカル・ユニットの長さとを比較する。入力される音の音価の方がその時点でのメトリカル・ユニットの長さよりも長い場合には、その音から開始する、新たなメトリカル・ユニットを生成する。このことにより、より高次の拍節単位はより長い音から開始されることになる。

第2に、本モデルでは、長い音から始まるように第1拍の位置を計算する。音列の冒頭において仮定したユニットよりも長い音が出現した場合、モデルは第1拍の位置をその音に仮定して以後の解釈を生成し直す。このことにより、最初の拍節単位は相対的に長い音から開始されることになる。

9.2.2.4 シンコペーションの回避

本モデルでは、音列を“regular passage”として処理するという規則を組み込むことにより、可能な時にはシンコペーションを回避することを実現している。具体的には、鳴っている音が最高次のメトリカル・ユニットを越えて続く時以外は、シンコペーションを認定しないというように振舞う。

9.2.2.5 テンポの影響

本モデルでは、聞き手に及ぼすテンポの影響をそのアルゴリズムに反映させている。具体的には、出力するメトリカル・ユニットのうち、ある一定時間の範囲に入るものを *tactus* として特定する。この時間範囲に入るメトリカル・ユニットを認定できない場合には、出力したメトリカル・ユニットを基準として新たに計算する、という振舞いをする。これは、聞き手が知覚する時間単位のうち、*tactus* を特定することになり、テンポが反映されることになる。

9.2.2.6 2倍型解釈への偏好性

本モデルでは、聞き手のもつ2倍型解釈の偏好性という特徴が、部分的にはあるが実現されている。具体的には第9.2.2.5節で述べた *tactus* の出力の際、一定時間範囲に入るメトリカル・ユニットを認定できない場合に、基準となるメトリカル・ユニットを2倍化もしくは1/2倍化するという振舞いをする。これは、異なる階層にあるメトリカル・ユニットの時間的長さの比が偶数倍になるということの意味する。

本モデルは、以上のような心理学的知見を組み込んで計算機上に実装することが可能になった。以下では、本モデルのアルゴリズムとシミュレーションの実行例を示す。

9.2.3 モデルの振舞いの実際

本モデルの処理の流れの概略を Figure 9.6 に示す。モデルのアルゴリズムは、実際の音列の処理に即して、Figure 9.7 により詳しく述べている。また、本章の最後には、計算機上で実際にシミュレーションした様子を掲載してある。

9.2.3.1 モデルのアルゴリズム

モデルのアルゴリズムは以下のように記述することができる。

1. 音列の第1音の onset を認定した段階で、その音の onset にマーク “P1 (Position of 1st tone)” を置く。
2. 音列の第2音の onset を認定した段階で、その音の onset にマーク “P2 (Position of 2nd tone)” を置く。
3. 第1音と第2音の onset 間時間間隔 (P2-P1), すなわち、第1音の length を計算し、この時間間隔を “ユニット (U)” の長さとする。
4. 時間軸上で、P2 からユニットの長さ分の群化を予測し、マーク “Pe (Position of expected tone)” を置く。
 - (a) マーク P2 と次の拍節開始の予測時点 Pe との間に、マーク P2 上の音より長い音の onset がない場合は、その時点のユニットを “メトリカル・ユニット (M.U.)” とする。
 - i. 初めてメトリカル・ユニットを認定した場合には、そのメトリカル・ユニットが tactus として適切かどうかを評価する。メトリカル・ユニットが値 “T” よりも小さい場合は2倍化する (上段の式)。メトリカル・ユニットが値 “T” の範囲に入っている場合は、それを tactus

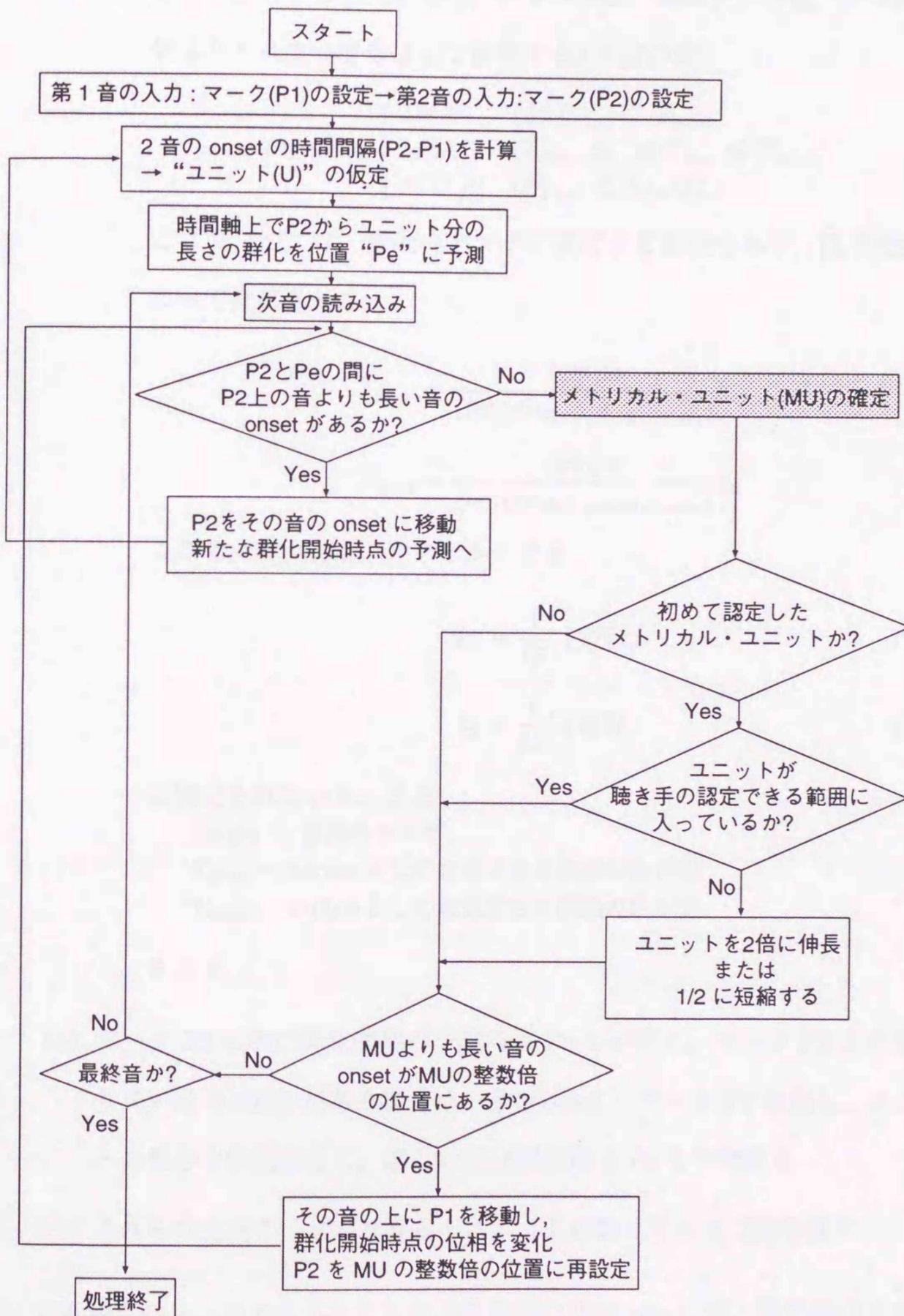


Figure. 9.6. メトリカル・ユニット階層化モデルの処理アルゴリズムの流れ.

として出力する (中段の式). メトリカル・ユニットが値 “T” の最大値よりも大きい場合は 1/2 倍化する (下段の式).

$$tactus = \begin{cases} 2M.U. & (M.U._{1st} < T_{mini}) \\ M.U. & (T_{mini} \leq M.U._{1st} \leq T_{Max}) \\ M.U./2 & (T_{Max} < M.U._{1st}) \end{cases}$$

ここで, “T” は, 音列のテンポに依存する変数であり, 以下の式によって計算される.

$$T_{Max} = \frac{tempo}{(length_{the-quarter-note})} k_1 \quad (9.1)$$

$$T_{mini} = \frac{tempo}{(length_{the-quarter-note})} k_2 \quad (9.2)$$

ここで, k_1 , k_2 は, デフォルトでは

$$k_1 = \frac{1}{15} : (\text{定数}) \quad (9.3)$$

$$k_2 = \frac{1}{60} : (\text{定数}) \quad (9.4)$$

に固定されている. なお

$tempo$ ~ 音列のテンポ.

T_{Max} ~ $tactus$ として知覚できる範囲の最大値.

T_{mini} ~ $tactus$ として知覚できる範囲の最少値.

を示す.

(b) マーク P2 と次の群化開始の予測時点 Pe との間に, マーク P2 上の音より長い音の onset がある場合は, その onset にマーク P2 を移し, ユニットの長さを伸長させて, 新しい群化開始時点 Pe を予測する.

(c) これらの処理を, メトリカル・ユニットが確立するまで繰り返す.

5. ある時点のメトリカル・ユニットよりも長い音の onset が, 群化開始予測時点, すなわち, 時間軸上でのメトリカル・ユニットの整数倍の位置にあるならば, その音の上にマーク P1 を移動し, 群化開始時点の位相を変える. また,

その位相変化とともに、マーク P2 を時間軸上を遡らない、もっとも近い群化開始予測時点、すなわち、時間軸上でのメトリカル・ユニットの整数倍の位置に置く。これは、群化開始予測時点には常に音の onset がなければならないという制約のためである。再び 4. に戻り、より高次のメトリカル・ユニットの確立を目指す。

6. 4 の処理をその必要がなくなるまで繰り返す。そして、その時点でのメトリカル・ユニットを最高次のユニットとして認定する。

このアルゴリズムを実際の音列の処理に沿って説明すると以下のようなになる (Figure 9.7).

処理音列に対して第 1 音目、第 2 音目が入力されるとそれぞれの音の onset 上にマーカー P1, P2 を置き、 $(P2 - P1)$ を計算して“ユニット”として仮定する。そして、その後時間軸上で、P2 からユニット分の長さの群化を位置 P_e に予想する。P2 と P_e の間には マーク P2 上にある音よりも長い音 (音符番号: 3) があるため、そこにマーク P2 を移動し、新たに P_e の位置を計算し直す (第 4 音段階)。今度は P2 と P_e の間には P2 よりも長い音は存在しない。ここで $P1-P2$, $P2-P_e$ はこの時点で“メトリカル・ユニット”として確立される。このメトリカル・ユニットは初めて認定されたものであるので、tactus となり得るかどうかを評価され、次音の入力を待つ。次に、この時点でのメトリカル・ユニット (すなわち、4 分音符メトリカル・ユニット) よりも長い音 (音符番号: 3) が群化開始予測時点、つまり時間軸上でメトリカル・ユニットの整数倍の時点にあるので、その音の上にマーク P1 を移動し、群化開始時点の位相を変えると同時に、マーク P2 をもっとも近い群化開始予測時点 (音符番号: 5) に置き、再び $(P2 - P1)$ を計算して P_e を予測する。この時、P2 と P_e の間に P2 よりも長い音 (音符番号: 7) が存在するので、そこにマーク P2 を移動し、再度 P_e の位置を計算する。今度は P2 と P_e の間には P2 よりも長い音は存

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

処理音列

(1) 第3音段階 metrical unit: 4

(2) 第4音段階 metrical unit: 4

(3) 第5音段階 metrical unit: 4

(4) 第6音段階 metrical unit: 4

(5) 第7音段階 metrical unit: 4

(6) 第8音段階 metrical unit: 4

(7) 第9音段階 metrical unit: 4
12

(8) 第10音段階 metrical unit: 4
12

最終的な解釈 $\frac{3}{4}$

Figure. 9.7. メトリカル・ユニット階層化モデルによるシミュレーション例.

在せず，ここで“付点2分音符メトリカル・ユニット”が確立する．残りの音列には“付点2分音符ユニット”よりも長い音は存在せず，これ以上高次のメトリカル・ユニットを推論しない．最終的な音列の解釈は，図の最下段に示したように，3音目に第1拍を置く，3/4拍子となる．

9.2.3.2 シミュレーション例

本プログラムは，起動すると音列の入力待ちの状態になる．プログラムの指示にしたがって，音列を一音ずつ入力する．音符は以下の数値を用いる．

16分音符 = 1 4分音符 = 4 (2+8)分音符 = 10
8分音符 = 2 付点4分音符 = 6 付点2分音符 = 12
付点8分音符 = 3 2分音符 = 8 全音符 = 16

すべての音価を入力し終ると，プログラムは確認を求めてくる．確認が終ると，次にテンポの入力を求めてくる．テンポは，通常の音楽の表記にしたがい，「♩=?/分」の値を入力する．

以上がすべて入力し終ると本プログラムは音列の解析を開始する．本章末には，プログラムを起動して実際にシミュレーションを行った例が掲載されている．プログラムの出力は，リターンキーを押すことにより一音ずつ処理をした結果を表示する．同時に，アスタリスク(*)とハイフン(-)によって，音列が徐々に処理されていく様子も模式的に表示される．本章末に示した音列の場合，プログラムは第2音が入力された段階まではメトリカル・ユニットの出力はない．第3音～最終音の処理が終了した段階で，4分音符分のメトリカル・ユニットと12分音符分のメトリカル・ユニットとを出力する．また，第1拍の位置として第2音を認定する．最終的には，本モデルは，音列を第2音に第1拍を置く，3/4拍子として解釈したことになる．

The note value of Tone NO. 1 : 4
The note value of Tone NO. 2 : 6
The note value of Tone NO. 3 : 2
The note value of Tone NO. 4 : 2
The note value of Tone NO. 5 : 2
The note value of Tone NO. 6 : 4
The note value of Tone NO. 7 : 4
The note value of Tone NO. 8 : 4
The note value of Tone NO. 9 : 4
The note value of Tone NO. 10 : 2
The note value of Tone NO. 11 : 2
The note value of Tone NO. 12 : 3
The note value of Tone NO. 13 : 1
The note value of Tone NO. 14 : 0

Note NO. 1 is '4'.
Note NO. 2 is '6'.
Note NO. 3 is '2'.
Note NO. 4 is '2'.
Note NO. 5 is '2'.
Note NO. 6 is '4'.
Note NO. 7 is '4'.
Note NO. 8 is '4'.
Note NO. 9 is '4'.
Note NO. 10 is '2'.

Note NO. 11 is '2'.

Note NO. 12 is '3'.

Note NO. 13 is '1'.

Confirm! Is it all right?

Press 1 if it is good, else press 2.

1

Please enter the tempo:

The quarter ?? per min.

120

--- START! ---

Tempo is 120

The 2nd note is now on processing...

* - - - * - - - - - ?

P1 P2 Pe

Now UNIT is 4

...and METRICAL UNIT has not been established yet... .

The 3rd note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 4

...and METRICAL UNIT is 4.

The 4th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 8

...and METRICAL UNIT is 4.

The 5th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 8

...and METRICAL UNIT is 4.

The 6th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - ?

P1 P2 Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4.

The 7th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - ?

P1 P2 Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4.

The 8th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - ?

P1 P2 Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12.

The 9th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - * - - - * - - - * - - - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12.

The 10th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - * - - - * - - - * - - - * - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12

The 11th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - * - - - * - - - * - - - * - * - ?

P1

P2

Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12.

The 12th note is now on processing...

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - * - - - * - - - * - - - * - * - * - - ?

P1 P2 Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12

All notes have been entered!

* - - - * - - - - - * - * - * - * - - - * - - - * - - - * - - - * - * - * - - * |

P1 P2 Pe

Now UNIT is 12

...and METRICAL UNIT is 4,12

FINISHED !

...Results

Metrical Unit = 4,12

1st beat is Tone No.2

本稿では、シミュレーションの結果と実験の結果を比較し、モデルの妥当性を検証する。シミュレーションの結果は、実験の結果とよく一致していることが確認された。これは、モデルが現実の現象を適切に表現していることを示している。ただし、シミュレーションの結果は、実験の結果と完全に一致しているわけではない。これは、シミュレーションの結果には、実験の結果にはない誤差が含まれている可能性があるためである。

10.1 シミュレーション結果

シミュレーションの結果は、実験の結果とよく一致していることが確認された。これは、モデルが現実の現象を適切に表現していることを示している。ただし、シミュレーションの結果は、実験の結果と完全に一致しているわけではない。これは、シミュレーションの結果には、実験の結果にはない誤差が含まれている可能性があるためである。

第 10 章

モデルの妥当性：

実験結果とシミュレーション結果との比較

本稿では、シミュレーションの結果と実験の結果を比較し、モデルの妥当性を検証する。シミュレーションの結果は、実験の結果とよく一致していることが確認された。これは、モデルが現実の現象を適切に表現していることを示している。ただし、シミュレーションの結果は、実験の結果と完全に一致しているわけではない。これは、シミュレーションの結果には、実験の結果にはない誤差が含まれている可能性があるためである。

本章では、第9章で構築したメトリカル・ユニット階層化モデルの妥当性について評価する。具体的には、実験2の被験者の振舞いとモデルの出力とを比較することにより、予測率を算出してモデルの説明力を詳細に考察する。

10.1 シミュレーション結果

実験2で使用した全30音列について、メトリカル・ユニット階層化モデルによってシミュレーションを行った。Table 10.1には、被験者の解釈結果と合わせて、Lee (1985)のモデルおよびPovel and Essens (1985)のモデルによるシミュレーション結果も示されている。

ここで、被験者の解釈結果とは、音列を最終音段階まで聴取した時点でのものであり、“拍子”と“第1拍の位置”について掲載した。メトリカル・ユニット階層化モデルのシミュレーション結果としては、モデルがtactusとして認定したメトリカル・ユニットを“拍”として、出力された複数のメトリカル・ユニットのうち最大のものを拍によって割ることにより計算されるものを“拍子”として掲載した。また、第1拍の位置についても掲載した。Lee (1985)のモデルについては、出力したユニットと第1拍の位置について掲載した。Povel and Essens (1985)のモデルについては、複数の出力がある場合はそのすべてを掲載した。この場合、表中では、“ユニット”と“第1拍”が順に対応したものになるように表記してある。なお、メトリカル・ユニット階層化モデルの結果に関して、単数のメトリカル・ユニットしか出力しなかった場合は「拍子」の項は“-”，複数のメトリカル・ユニットを出力するが、そこから拍子を推測できない場合には、括弧内に出力したメトリカル・ユニットのすべてを記した。なお、音段階ごとの全結果は付録B(Table B.1)に添付してある。

Table 10.1

実験2の被験者の反応とモデルの出力の一覧。表中の“M.U.”は“メトリカル・ユニット階層化モデル”を，“Lee”はLee(1985)のモデルを，“P & E”はPovel and Essens (1985)のモデルを，それぞれ表す。

| SEQ. | 被験者 | | | | モデル | | | | | |
|------|-----|-----|---|---------|-----|------|----------|-------|--------|-------|
| | 拍子 | 第1拍 | 拍 | 拍子 | 第1拍 | M.U. | Lee | P & E | 第1拍 | |
| 01 | 4/4 | 1 | 4 | 4/4 | 4 | | 2, 10 | 4 | 2 | 1 |
| 02 | 4/4 | 1 | 4 | - | 2 | | 4 | 2 | 4, 7 | 1, 5 |
| 03 | 4/4 | 2 | 4 | 4/4 | 1 | | 2, 4 | 1 | 2 | 1 |
| 04 | 4/4 | 1 | 4 | 4/4 | 4 | | 2, 8 | 4 | 2 | 1 |
| 05 | 4/4 | 3 | 4 | 4/4 | 3 | | 4, 16 | 3 | 12, 6 | 3, 5 |
| 06 | 4/4 | 1 | 4 | - | 1 | | 10 | 1 | 8 | 1 |
| 07 | 4/4 | 1 | 4 | 4/4 | 1 | | 8 | 1 | 8 | 1 |
| 08 | 4/4 | 1 | 4 | - | 1 | | 8 | 1 | 8 | 1, 7 |
| 09 | 3/4 | 1 | 4 | 2/4 | 1 | | 4, 8 | 1 | 8 | 1 |
| 10 | 4/4 | 1 | 4 | 2/4 | 1 | | 4, 8 | 1 | 2 | 1 |
| 11 | 4/4 | 1 | 4 | (2,4,6) | 3 | | 2, 4, 6 | 3 | 5 | 4 |
| 12 | 3/4 | 2 | 4 | 3/4 | 2 | | 4, 12 | 2 | 8, 10 | 5, 5 |
| 13 | 4/4 | 1 | 3 | 6/8 | 1 | | 6 | 1 | 8, 8 | 1, 7 |
| 14 | 4/4 | 1 | 4 | (2,4) | 6 | | 2, 4, 16 | 6 | 16 | 7 |
| 15 | 3/4 | 1 | 6 | (6,12) | 1 | | 12 | 1 | 12 | 1 |
| 16 | 4/4 | 1 | 4 | - | 1 | | 4 | 1 | 8 | 5 |
| 17 | 3/4 | 1 | 4 | 2/4 | 4 | | 2, 4 | 4 | 4 | 1 |
| 18 | 4/4 | 1 | 4 | (2,4,6) | 1 | | 2, 6, 10 | 1 | 8, 8 | 1, 2 |
| 19 | 2/4 | 1 | 4 | - | 2 | | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 20 | 4/4 | 1 | 4 | 4/4 | 1 | | 2, 4 | 1 | 2 | 1 |
| 21 | 6/8 | 1 | 3 | 6/8 | 1 | | 6 | 1 | 12 | 4 |
| 22 | 3/4 | 1 | 4 | 2/4 | 1 | | 12 | 1 | 8 | 1 |
| 23 | 6/8 | 1 | 3 | 6/8 | 1 | | 6 | 1 | 6, 6 | 1, 5 |
| 24 | 6/8 | 1 | 3 | 6/8 | 1 | | 6 | 1 | 12 | 1 |
| 25 | 3/4 | 1 | 4 | 2/4 | 1 | | 8 | 1 | 8 | 1 |
| 26 | 2/4 | 1 | 4 | - | 1 | | 4 | 1 | 4 | 1 |
| 27 | 4/4 | 1 | 4 | - | 1 | | 2 | 1 | 16 | 4 |
| 28 | 4/4 | 1 | 4 | (2,4) | 1 | | 4 | 1 | 8 | 4 |
| 29 | 4/4 | 1 | 4 | (1,4) | 1 | | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 30 | - | - | 4 | (6,12) | 1 | | 4 | 1 | 11, 11 | 2, 11 |

10.2 実験結果とモデルの予測との比較

モデルの予測力を評価するために、実験2の結果とメトリカル・ユニット階層化モデルの予測とを比較した。比較結果は、モデルが被験者のパフォーマンスを完全に予測できたもの、何らかの点において異なったもの、完全に予測に失敗したものなどに分類することができた。

メトリカル・ユニット階層化モデルが実験2の被験者の最終的な解釈結果を完全に予測できたのは、全30音列中10音列であった。Figure 10.1 ~ Figure 10.2にはモデルが聞き手の解釈をうまく予測できた音列の例を示す。図中には、被験者の反応として拍子(上)と第1拍の位置(下)、モデルの予測としてメトリカル・ユニットの大きさ(上)と第1拍の位置(下)が、それぞれ示されている。

Figure 10.1の音列(SEQ. 05)では、被験者は最終的に第3音に第1拍をおき、4/4拍子として解釈している。一方モデルは、長さが4および16の2つの階層のメトリカル・ユニットを生成している。これは4/4拍子を表している。最終的に、第1拍を第3音においた4/4拍子として解釈したことになる。Figure 10.2の音列(SEQ. 12)では、被験者は当初第1音に第1拍をおいた4/4解釈をしているが、音列の進行につれて解釈を変更し、最終的には第1拍の位置を第2音に移動して拍子解釈も3/4拍子に変更している。一方モデルは、長さが4および12の2つの階層のメトリカル・ユニットを生成している。これは3/4拍子を表している。最終的に、第1拍を第2音においた3/4拍子として解釈したことになり、被験者の最終的な解釈と一致している。

一方、何らかの点において聞き手の予測とは異なった音列についてはいくつかの種類に分類することができる。以下では、聞き手の解釈結果とモデルの出力結果を詳しく比較するために、

1. “拍”の予測

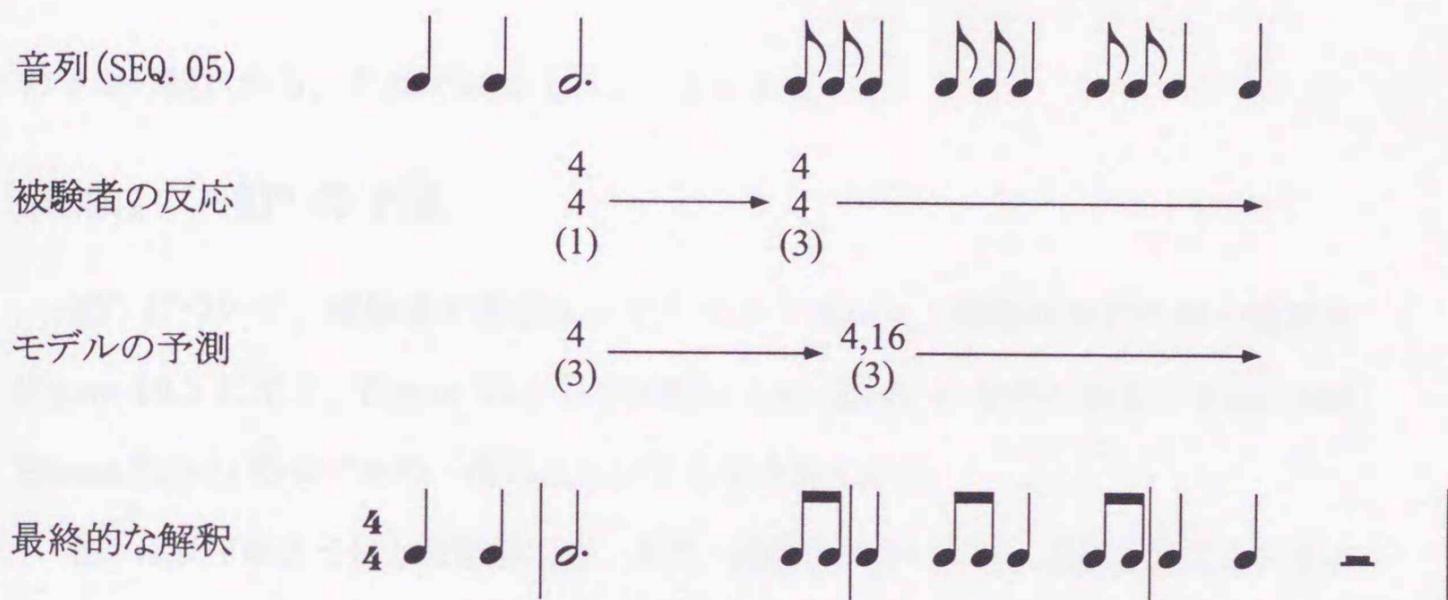


Figure. 10.1. 被験者の反応とモデルの予測が一致した音列の例 (1).

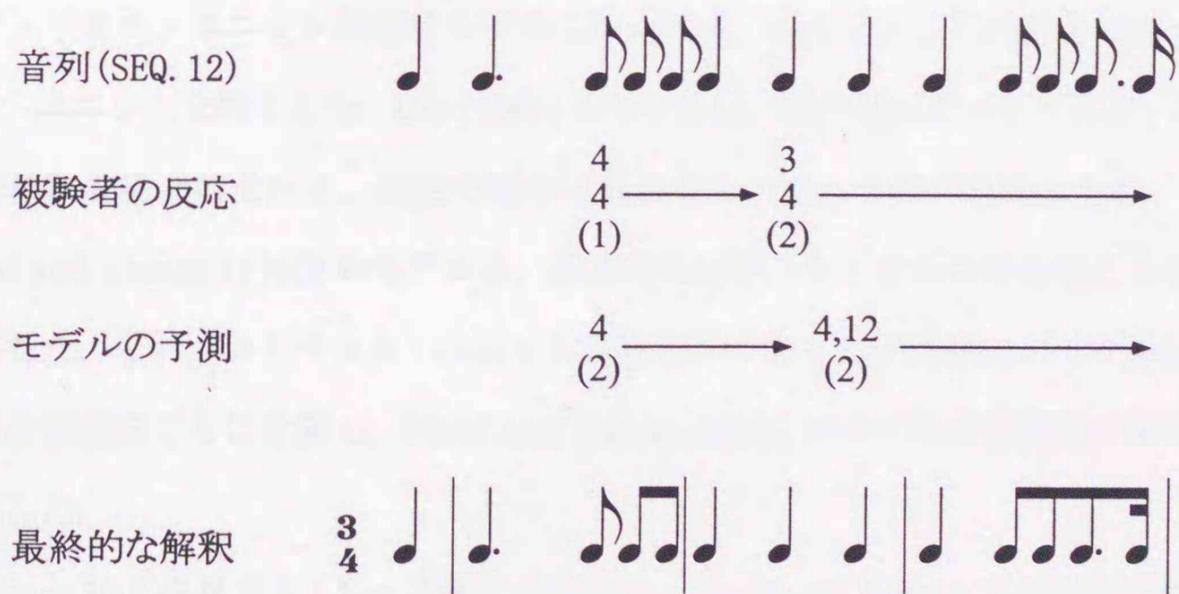


Figure. 10.2. 被験者の反応とモデルの予測が一致した音列の例 (2).

2. より高次の階層の拍節単位の予測
3. “第1拍の位置”の予測
4. “拍子”の予測

の4つの観点から、それぞれを比べることとする。

10.2.1 “拍”の予測

“拍”について、被験者の解釈とメトリカル・ユニット階層化モデルの一致率を Figure 10.3 に示す。Figure 10.3 には同時に Lee (1985) のモデルおよび Povel and Essens (1985) のモデルの一致率についても示されている。

“拍”は以下のようにして計算した。まず、被験者については、各音段階ごとにもっとも多かった拍子解釈から推測される時間的大きさを“拍”とした。たとえば、被験者の最終的な拍子解釈が“4/4 拍子”の場合には、“4分音符1つ分の大きさ”を拍とした¹。

メトリカル・ユニット階層化モデルについては、tactus として出力されたメトリカル・ユニットを拍とした。Lee (1985) のモデルは、出力されたメトリカル・ユニットが単数の場合はそれを、複数の場合は最小のものを、それぞれ拍とした。また、Povel and Essens (1985) のモデルは、出力されたユニットそのものを拍とみなして計算した。なお、メトリカル・ユニット階層化モデルと Lee (1985) のモデルについては各音段階ごとに計算し、Povel and Essens (1985) のモデルは最終音段階のみを計算した。

Figure 10.3 を見ると、Lee (1985) のモデル、Povel and Essens (1985) のモデルと比較して、メトリカル・ユニット階層化モデルは拍についてより高い予測力をもっていることがわかる。Lee (1985) のモデルでは、完全に一致したものは少なく、整

¹6/8 拍子は、1拍として「“(8分音符)3個分”を1拍とする」(石桁他, 1965)という記述にしたがって計算した。

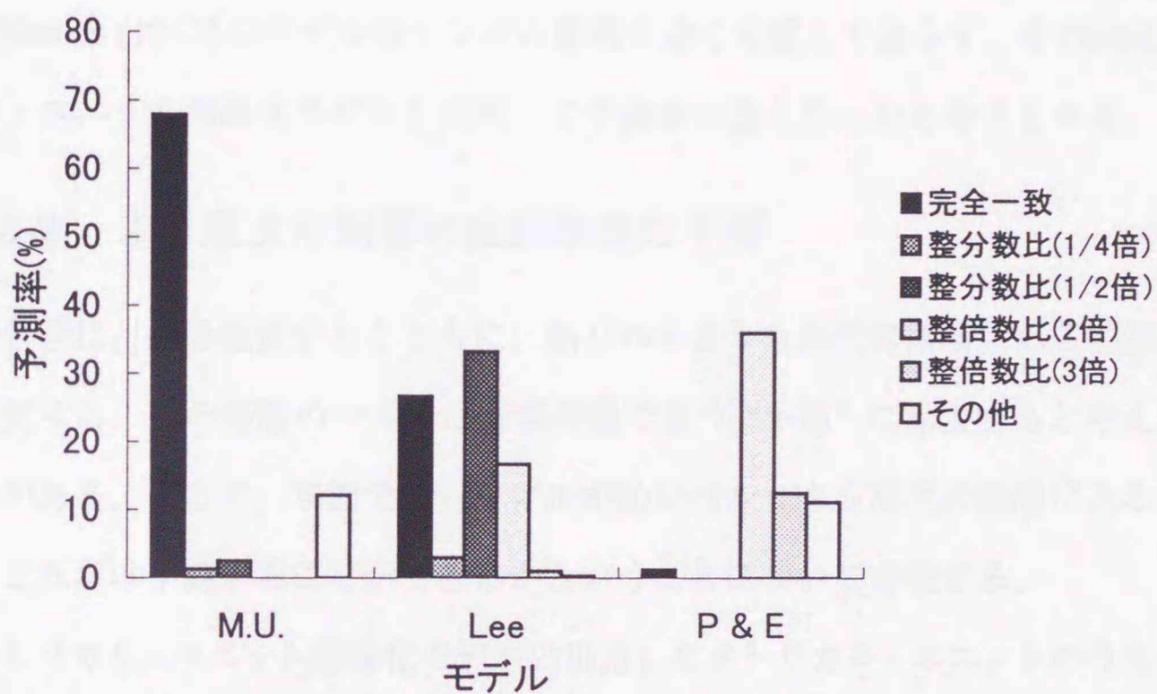


Figure. 10.3. 各モデルが被験者の知覚した“拍”を予測できた割合。図中の“M.U.”はメトリカル・ユニット階層化モデルを，“Lee”はLee (1985)のモデルを，“P & E”はPovel and Essens (1985)のモデルを，それぞれ表している。

分数比もしくは整倍数比になっているものが多かった。Povel and Essens (1985) のモデルでは極めて低い割合しか予測することができなかった。

この理由は次のように考えることができる。聞き手が認定する拍は、実時間的な大きさの範囲に入っている。メトリカル・ユニット階層化モデルはテンポの影響を考慮しており、テンポから計算したある一定の時間単位を *tactus* として認定するというアルゴリズムが有効に働いたのであろう。一方、Lee (1985) のモデルおよび Povel and Essens (1985) のモデルはテンポの影響を全く考慮しておらず、その結果メトリカル・ユニット階層化モデルと比較して予測率が低くなったと考えられる。

10.2.2 より高次の階層の拍節単位の予測

聞き手は、拍を知覚するとともに、拍レベルよりも高次の階層にある拍節単位をも知覚する。この階層の一つには音楽用語で言う“小節”に相当すると考えられるものがある。そこで、本節では各モデルが拍レベルよりも高次の階層にある拍節単位をどれだけ予測することができるかということについて考察する。

メトリカル・ユニット階層化モデルの出力したメトリカル・ユニットのうちの最大の大きさをもつもの、Lee (1985) のモデルが出力した、最大のメトリカル・ユニット、および、Povel and Essens (1985) が出力したユニットと、聞き手が“1小節”として認定した大きさとが一致するかどうかを計算した。

Figure 10.4 に一致率を示す。Figure 10.4 を見ると、完全に一致したもの、整分数比となっているものについては、メトリカル・ユニット階層化モデルと Lee (1985) のモデルの予測率は顕著な違いは見られず、Povel and Essens (1985) のモデルのみが若干低い予測率となった。

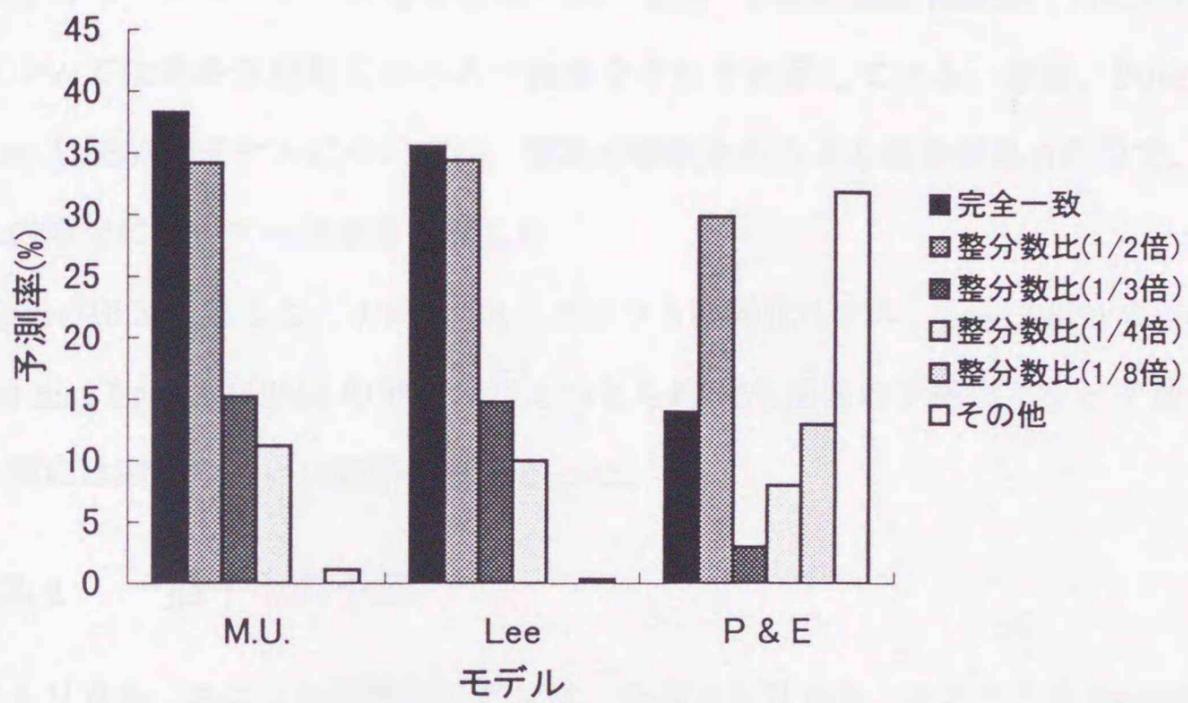


Figure. 10.4. 各モデルが被験者の知覚した“小節”を予測できた割合。図中の“M.U.”はメトリカル・ユニット階層化モデルを，“Lee”はLee (1985)のモデルを，“P & E”はPovel and Essens (1985)のモデルを，それぞれ表している。

10.2.3 “第1拍の位置”の予測

第1拍を何音目に認定するか、という点について、被験者の解釈とメトリカル・ユニット階層化モデルの予測の一致率を Figure 10.5 に示す。Figure 10.5 にはまた、Lee (1985) のモデルおよび Povel and Essens (1985) のモデルの一致率についても示されている。ここでの一致率は、メトリカル・ユニット階層化モデルおよび Lee (1985) のモデルについては各音段階での一致率、Povel and Essens (1985) のモデルについては最終音段階における一致率をそれぞれ示している。なお、Povel and Essens (1985) のモデルについては、複数の解釈を出力する場合があったので、それぞれの場合について一致率を計算した。

Figure 10.5 を見ると、メトリカル・ユニット階層化モデル、Lee (1985) のモデル、Povel and Essens (1985) のモデルが3つとも約65%前後の予測率となっており、3者の間には顕著な違いは観察されなかった。

10.2.4 “拍子”の予測

メトリカル・ユニット階層化モデルは、あるメトリカル・ユニットを *tactus* として特定化する。*tactus* として認定された以外のメトリカル・ユニットのうちの最大のものとの長さの関係から、その音列を何拍子として解釈したかがわかる。

メトリカル・ユニット階層化モデルは、全30音列中10音列について、被験者が認定した拍子と同じ拍子を出力した。Lee (1985) のモデルについては、メトリカル・ユニット階層化モデルのように *tactus* を特定できない。したがって、モデルは拍子を出力しないことになる。ここでは最大のメトリカル・ユニットを最小のメトリカル・ユニットで除すことにより、モデルの出力から暫定的な拍子を推測した結果、Lee (1985) のモデルが被験者の拍子解釈を予測できたのは、全30音列中2音列であった。また、Povel and Essens (1985) のモデルは単一のユニットのみを出力するので、原則として拍子に相当するものは計算することができない。

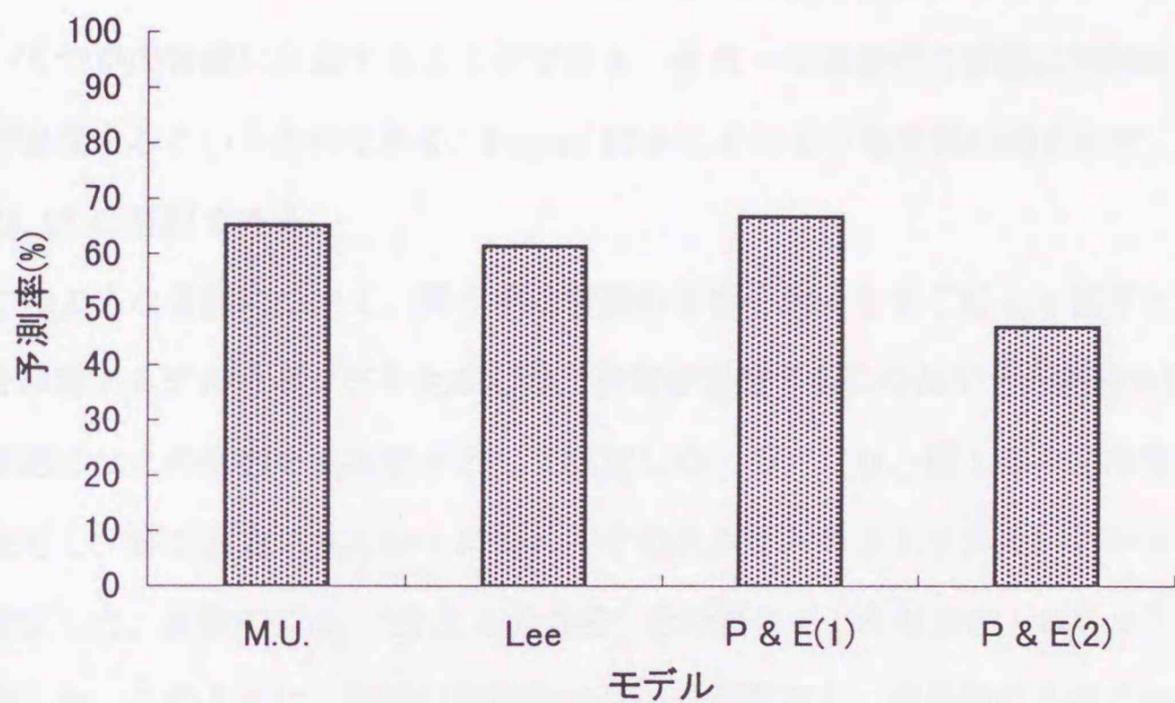


Figure. 10.5. 各モデルが被験者の知覚した第 1 拍の位置を予測できた割合. 図中の “M.U.” はメトリカル・ユニット階層化モデルを, “Lee” は Lee (1985) のモデルを, “P & E” は Povel and Essens (1985) のモデルを, それぞれ表している.

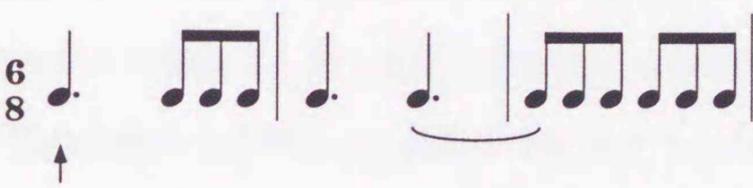
10.2.5 メトリカル・ユニット階層化モデルの振舞いに関する考察： 第1拍の位置の予測について

ここでは、構築したメトリカル・ユニット階層化モデルについて、第1拍の位置が予測できたのはどのような場合か、予測できなかった音列にはどのような特徴があるか、ということに関して詳しく調べる。

メトリカル・ユニット階層化モデルが聞き手の解釈を予測することができた音列はいくつの特徴に分類することができる。その一つは音列の冒頭に相対的に長い音が出現するという音列である。Figure 10.6 にそのような音列の例を示す。これはSEQ. 21の音列である。

このような音列について、聞き手は冒頭の3音を聞くとすぐに4/4拍子としてそれを収容するグルーピングを生成した。音列が進行するにつれてその解釈を変更し、最終的にはこの音列を6/8拍子として認定した。モデルも、第1音を基本単位として仮定し、音が入力されていくにつれてそのユニットをメトリカル・ユニットとして認定した。具体的には、“付点4分音符”分の長さをメトリカル・ユニットとして認定した。このように、冒頭に相対的に長い音が存在し、その後に入力される音がそれを越えないという音列の場合、モデルは聞き手の解釈を正確に予測することができた。この音列に対しては、Povel and Essens (1985)のモデルでも、聞き手の解釈と等しく第1音に第1拍を認定した。

モデルは、“最終音まで等間隔のもの”または、“冒頭数音まで等間隔で音価の変化がほとんどない”という音列についても聞き手の解釈を正確に予測することができた。Figure 10.7 にそのような音列の例 (SEQ. 19) を示す。このような音列について、聞き手は、冒頭の3音を聞いた段階で第1音に第1拍を置いて暫定的に解釈を生成し、後に入力される音列の音価を評価しながら冒頭で生成した解釈にうまく“収まる”ように解釈を維持した。モデルの場合は、音価の変化が存在しないために、冒頭2音で仮定したユニットがメトリカル・ユニットとして確定する。そして最終

被験者の解釈 $\frac{6}{8}$ 

モデルの予測 \uparrow

Figure. 10.6. 第 1 拍の位置に関して被験者の解釈とモデルの予測が一致した音列の例 (1).

被験者の解釈 $\frac{2}{4}$ 

モデルの予測 \uparrow

Figure. 10.7. 第 1 拍の位置に関して被験者の解釈とモデルの予測が一致した音列の例 (2).

被験者の解釈 $\frac{4}{4}$ 

モデルの予測 \uparrow

Figure. 10.8. 第 1 拍の位置に関して被験者の解釈とモデルの予測が一致した音列の例 (3).

音にいたるまでにそのユニットよりも長い音が出現しないので第1音に第1拍を置いたままになる。

第1音以外に第1拍を認定するものは比較的少数であった。Figure 10.8 にその例を示す (SEQ. 05) この音列について、聞き手は、冒頭の3音を聞いた段階では、まだ第1音に第1拍を設定している。しかし、第4音を聞く、すなわち、第3音の音価を評価すると、第1拍を第3音に移動し、冒頭2音を第1小節に収めている。メトリカル・ユニット階層化モデルの場合は、第1音の入力があった段階でユニットを仮定する。そして、第2音の音価の入力があった段階でそのユニット(4分音符分のユニット)をメトリカル・ユニットとして認定する。このメトリカル・ユニットを生成した後、第3音の音価の入力があった段階で、さらに上位のユニットを仮定し、第1拍の位置を第3音に移動する。そしてユニットを伸長すると同時に順次入力される音価をそのユニットに収容する。第11音の音価が入力された段階で仮定したユニットをメトリカル・ユニットとして認定し(この場合は全音符メトリカル・ユニット)、解釈を終了する。

一方、聴き手の解釈とモデルの予測が一致しなかった音列の例 (SEQ. 01) を Figure 10.9 に示す。Figure 10.9 のような音列に対して、聞き手の70%が第1音に第1拍を置いて解釈したのに対し、モデルは第4音目が入力されるとその音に第1拍を置き、冒頭の3音はアウフタクトとして解釈した。

このような音列をうまく予測できなかった理由として、聞き手とモデルとでは“相対的に長い音”の処理の仕方が異なっているということが考えられる。実験2の結果から、聞き手は知覚的に顕著な相対的に長い音からグルーピングを開始する、という特徴をもっていることが示唆されている。一方、構築したメトリカル・ユニット階層化モデルにもそのような特徴を組み込んでおり、メトリカル・ユニット階層化モデルがあるレベルの拍節構造を開始する手がかりとして音列内に存在する相対的に長い音を利用する。しかし、モデルは相対的に長い音が入力されると、即、そ

の音から高次の拍節単位を開始しようとするのに対し、聞き手はそのような音を聴取しても、その他の要因をも総合的に利用して、ある程度の時間的遅延の後に解釈を確定するように振舞うことが観察されている。このような、相対的に長い音に対する、いわば“敏感さ”の違いによって、第1拍の位置をうまく予測できない音列があるのである。

10.3 モデルの妥当性と限界

構築したメトリカル・ユニット階層化モデルは、聞き手の解釈結果をある程度適切に予測することができていると言える。特に、既存のモデルと比較すると、拍や小節、拍子などといったものを、別々にかつ具体的に予測することができ、予測率も高かった。このことから、メトリカル・ユニット階層化モデルの説明力は高いと言えることができる。

メトリカル・ユニット階層化モデルは、音が入力されるにつれて漸進的に処理を進めていく。平賀(1987)も指摘しているように、聞き手が音列を聞いて、その拍節構造を知覚する場合に受けるもっとも基本的な制約は実時間的なものである。すなわち、メロディの処理は曲の進行とともに実時間的に進められる。また、入力に対して大きな遅延なしに出力が生成される必要がある。このような点を考えると、メトリカル・ユニット階層化モデルの漸進的処理という振舞いは聞き手のリズム知覚過程のモデルとして妥当性が高いと言えることができる。

メトリカル・ユニット階層化モデルは、音列の処理の結果、複数のメトリカル・ユニットを生成しようという振舞いをする。すなわち、ひとたびメトリカル・ユニットが確定すると、さらに高次のユニットを認定しようとする。その結果、一つの音列に対して、大きさの異なる一つ以上のメトリカル・ユニットが出力されることになる。これまで見てきたように、聞き手は、メロディを聞いて拍や小節などといった、異なった大きさの時間単位を知覚している。聞き手の拍節的体制化の過程をモ

デル化するためには、これら異なった階層の時間単位を具体的に予測できる必要がある。そういった点においてもまた、メトリカル・ユニット階層化モデルは人間のリズム知覚の様子を忠実に再現しようとしていると言える。

実時間性を考慮しているという点についても、メトリカル・ユニット階層化モデルは既存のモデルと比較して心理学的妥当性が高いとすることができる。これまでに何度となく指摘したように、聞き手は、同じ音列でもテンポが異なると異なった拍節構造を知覚する場合がある。特に、聞き手が拍(第9章で使用した言葉では *tactus*)として知覚できる拍節単位は、ある一定の実時間的範囲に収まるものである。こういった点を考慮すると、聞き手のリズム知覚過程をモデル化するには、テンポの影響などの実時間性を考慮する必要がある。この点、Lee (1985) のモデル、Povel and Essens (1985) のモデルのいずれも実時間性を考慮しておらず、聞き手のモデルとしては説明力に欠ける。

このように、メトリカル・ユニット階層化モデルは聞き手の拍節的体制化の過程をよくモデル化していると言えるが、その一方でいくつかの問題点も明らかになった。

第1に、いくつかの音列では単層のメトリカル・ユニットしか認定できない場合があった。メトリカル・ユニット階層化モデルは、基本的に、入力される音を一音ずつ評価していくという振舞いをする。この結果、音列のより初期の段階における音から構築した単位を基準としてその後の音列を評価することになる。このような処理過程において、ひとたび確定したメトリカル・ユニットが *tactus* として認定できる時間範囲内に入っており、かつ、その後の音列のなかの音符の長さの変化がない場合には、認定した以上の時間単位を構築することができない。単層のメトリカル・ユニットしか認定できないということは、“拍子”の概念に相当する単位を出力しないということを意味する。聞き手は音列を聞いて、拍よりも高次の拍節単位をも知覚するという事を考えると、モデルの限界と言わざるを得ない。

第2に、メトリカル・ユニット階層化モデルは長音に対して敏感であるために、聞

き手のパフォーマンスをうまく予測できないことがあった。第10.2.3節でも触れた通り、本モデルは音列内にある相対的に長い音をより高次の拍節構造を開始する手がかりとして利用しており、そのような音が出現するとすぐに処理を開始する。しかし、聞き手はそれまでの解釈を維持しようとする傾向があり、長い音が出現しても容易に解釈を変更しない場合がある。メトリカル・ユニット階層化モデルはこの点の見究めが不十分であり、改善の余地が残る。

第3に、メトリカル・ユニット階層化モデルは実時間性を考慮しているが、テンポ効果を反映させるためには音列の早さを明示的に指示しなければならない、という制約がある。すなわち、モデルの処理を開始するにあたり、“♩=120”などといった値を具体的に入力する必要がある。しかし聞き手は、テンポを知覚するために、そのメロディを聞き始める前に具体的な数値を知っている必要はなく、メロディの聴取過程においてのテンポを認識するようになる。より妥当な聞き手の拍節的体制化のモデルを構築するためには、聞き手のこのようなパフォーマンスを的確に反映させる必要がある。

第4に、メトリカル・ユニット階層化モデルは、ある実時間的範囲内に収容できないメトリカル・ユニットを2倍化もしくは1/2倍化するという振舞いをする。これは、実験2の結果得られた聞き手の2倍型解釈への偏好性を意識したものであり、実験結果をよく説明することができていた。しかし、聞き手は、たとえば3倍型解釈をする場合などもあり、現在のアルゴリズムではそのようなパフォーマンスを十分に説明できない。現在のメトリカル・ユニット階層化モデルに反映されている2倍型解釈への偏好性を基本にしつつ、その他の解釈可能性をも説明できるように改良する必要がある。

10.4 まとめと今後の展望

本章では、構築したメトリカル・ユニット階層化モデルについて、聞き手のパフォーマンス結果とシミュレーション結果を比較することによって、モデルの妥当性と限界を具体的に調べてきた。最後に、拍節的体制化のモデル化に関わるより一般的な問題を述べ、将来への展望についてまとめておくことにする。

人間のリズム知覚過程をモデル化する際に考慮すべき問題の一つに、知覚の処理機構と記憶機構との関わりをあげることができる。本論文においては、この問題について考慮の対象に入れてこなかった。我々は環境から刺激を受けて、その刺激を記憶している。すなわち、音響情報は感覚器官に入力されると、聴覚的感覚記憶 (echoic memory) に保持された後、短期記憶に送られ、さらにうまく符合化されたものは長期的な記憶として保持される。我々が音楽を聞く時にもこのような記憶が大きく関わっていると考えるのは自然であり、メロディを知覚する際の体制化の過程についても非常に重要な役割を果たしていると言うことができる。しかし、これまでに提案されてきたリズム知覚モデルは、人間の記憶機構について明確に意識しているものはほとんどない。たとえば、第3章で概観したモデルは、そのすべてがバックトラッキングの可能性について考慮されておらず、それを支える記憶機構についての考察がなされていない。したがって、既存のモデルの枠組では、たとえば、音列の全部または一部を記憶してその後の拍節解釈に利用するといったような人間のパフォーマンスを説明することができないことになる。また、音列の前半と後半を比較するなどということができないため、聞き手が容易に知覚できる“拍子の変化”についても説明力をまったくもたないことになる。より妥当に聞き手の拍節的体制化をモデル化するためには、音楽に関する記憶の性質や容量といったものを厳密に見極め、それを具体化してモデルのアルゴリズムに反映させる必要がある。そうすれば、音列内の同型の繰り返しパターンをグルーピングすることについての説明も可能にな

るし、実験3～5で明らかになった、聞き手の拍節解釈を確定したり変更したりする過程についても“反証”の考え方をより積極的に利用できるようになる。

人間のリズム知覚過程のモデルを構築するにあたり、今後の改善の可能性の一つとしてあげられるのがコネクショニストモデル (Connectionist model) の考え方である。これまでに述べてきたモデルは、すべて記号操作に基づいた伝統的な記号モデルであった。一方で、近年注目されているものとしてコネクショニズムの考え方があり、上述の未解決の問題を解くための一つの可能性として興味深い。

コネクショニストモデルは、ニューラルネットワークモデル (Neuralnetwork model)、あるいは並列分散処理モデル (Parallel distributed model: PDP Model) などと呼ばれ、1980年代以来心理学・認知科学の分野において注目を浴びた。コネクショニストモデルは、記号操作に基づいた伝統的な記号モデルとは異なって、神経生理学的にもっともらしく組織化されたモデルであり、視知覚などの領域で非常に高い成功を収めることができた (McClelland & Rumelhart, 1986)。現在では、コネクショニストモデルの限界も指摘されてはいる (たとえば、往住, 1991 など) が、人間の認知過程を表現する一つの枠組みとして定着している。

近年、音楽の認知にもコネクショニストモデルの考え方を応用しようとする動きがあり、いくつかの研究がなされている。しかし、その多くは調の予測に関するものやピッチ知覚に関するものに偏っており (たとえば、Bharucha, 1987; Gjerdingen, 1990; Leman, 1989; Sano & Jenkins, 1989; Scarborough et al., 1991a; Todd, 1989 など)、音楽のリズム知覚に関するものは極めて少なく、Scarborough et al. (1991b) などがあるに過ぎない。しかし、リズム知覚の“並列性” (Scarborough et al., 1991b) を考慮すると、聞き手の拍節的体制化の過程を表現するモデルのアーキテクチャとして検討する価値があるであろう。その際、音響情報の知覚過程から拍節的体制化の処理過程までをコネクショニストモデルで実現しようとするのではなく、むしろ、知識依存性の低い初期の知覚的な処理はコネクショニストモデルで実現し、高

次の認知的な処理は記号的アプローチで実現するという指摘(たとえば, 徃住, 1991 など)に基づいたアプローチをとることによって, 聞き手のリズム知覚過程モデルとしてより妥当性の高いモデルを構築することができるかもしれない。

第 V 部

まとめ

本研究は、人間の“リズム知覚”という高次の認知的行為について、実験およびモデル化という作業を通じて、その処理手続きを明らかにしようとしたものであった。

阿部・星野(1985)も述べているように、鑑賞、演奏、作曲などの音楽的活動には、知覚、記憶、運動遂行、学習、創造、感情など、さまざまな認知過程が関与している。これらの諸認知過程のうち、本研究では音楽聴取時におけるリズム知覚過程について詳しく調べた。本章では、本論文のまとめとして、まず実験研究によって得られた知見について総合的に考察する。次に、構築したリズム知覚過程モデルについての発展の方向性について、より一般的なメロディ認知モデルに拡張するための考察を行う。最後に、人間のリズム知覚に関わる、より一般的な観点からの議論を行う。

11.1 拍節構造の知覚と拍節的体制化

11.1.1 拍節的体制化と拍節単位の心的実在性

阿部(1987b)によれば、音楽に対する科学的考究の中には、音楽を音楽たらしめている形式を見きわめようとする研究努力もあり、音楽学や文化人類学、社会学、歴史学、さらには数学、物理学などの各方面の方法をつかってなされてきているものがこれにあたる。しかし、これらの努力の対象は、あくまでも音楽活動の結果として外在化された曲を対象としてなされる形式化の努力であって、音楽を音楽たらしめている心的過程についての理論化を行っているものではない。

このことを本論文に沿って言い直すと、我々がメロディを聞いて感じる拍や拍子などの拍節構造は、あくまでも我々が音列に対して何らかの心的処理を行った結果として知覚されるものであり、あらかじめ規定されているものでもなければ、物理現象としてメロディ内に存在するものでもない。

本研究では、音列に対する時間的な構造化の処理過程を拍節的体制化と呼んだ。聞き手がメロディの拍節構造を知覚するときに、このような拍節的体制化がなされ

ていることは、同じメロディから抜粋した断片の記憶成績が、その抜粋の仕方が異なると変わってくるということからもわかる。第4章でも指摘したように、ある音列に対して心的に付与した時間単位と一致するパターンはよく知覚され記憶されるが、心的に付与した時間単位と一致しないパターンはうまく知覚されず、また記憶も十分になされない。物理的には同じ音列内に等しく存在する音列のパターンでもこのように心的表象に違いが観察されることは、聞き手が音列を聞くにつれて、自身の内的なリズムスキーマに適合した拍節的時間単位が心的に実在するようになることを示している。そして、これはすなわち、音列を拍節的に体制化した結果を意味すると言うことができるであろう。

11.1.2 拍節的体制化にみられる偏好性と漸進性

このような拍節的体制化の過程には、聞き手のもつ内的なリズムスキーマが強く反映されている。このリズムスキーマは、ある一定の生理学的制約の上に成り立っているものであり、人間が生得的に備えている部分や、個人が生活する社会や文化的な影響を受けて後天的に学習された部分があると考えられる。

現代の我々日本人のような、西洋音楽の聞き手のもつリズムスキーマにはいくつかの特徴を観察することができる。第5章で指摘したように、我々聞き手は音列の拍節構造を知覚する際には、単純な2倍型の拍節構造として音列を解釈しようとする傾向を強くもっている。このような傾向は音列の冒頭では特に強く、冒頭の数音程度では大部分が2倍型の拍節構造として知覚しようとする。ただしこの時点の知覚の程度は強いものではなく、どちらかというとな暫定的に仮定しているという様子が観察される。その後、音列が進行して十数音程度を聞くようになると、聞き手は自身の解釈を確定していったり、あるいは変更していったりする。

11.1.3 解釈の確定と変更

聞き手がひとたび構築した拍節構造の解釈は、その後音列が進行するにつれて、確定されていったり変更されていったりする。解釈の確定や変更にはいくつかの要因が影響を与えると考えられる。その中で、それまでの解釈で後続の音列が解釈し得るかどうかということ、すなわち自身の予期が妥当であるかどうか、ということとは聞き手の解釈に大きく関わっていると言することができる。拍節構造の知覚に関する予期とは、具体的には、ある時点までに構築した拍節解釈によって後続の音列を解釈した場合、予測される時点に実際に音が発生するかどうか、発生する場合はその音の相対的な音価の大きさはどうか、などといったこととである。特に、心理的参照点であるダウンビートの生起の有無は、その後の拍節解釈に大きな影響を与える。第 6 章で報告した実験によると、時間軸上で予測される時点にダウンビートが発生する場合には、それまでの解釈が確定され、逆に、ダウンビートが発生すると予測される時点に音の生起がない場合には、解釈が変更されることがあるという結果が得られた。

ダウンビートが予測される時点に音が生起しないということは、自身の解釈に対する反証と言することができる。この反証という考え方に基づいて実験結果を考えると、聞き手の拍節的体制化の処理としては、とりあえず暫定的に 2 倍型の拍節解釈を構築し、しばらくは以前の解釈を維持しようとする。そして、音列が進行するにつれてその解釈に矛盾が生じる場合には反証が蓄積されていき、ある基準を越えた時に初めて解釈が変更されるようである。

11.1.4 拍節的体制化に与える音楽の熟達度の影響

これまでみてきたように、拍節的体制化はメロディの拍節構造を知覚するための必須の処理と言することができる。この拍節的体制化は、基本的に、音楽の熟達の程度に関わらず皆等しくなされていると考えられる。音楽的な訓練をうけていない聞

き手は、メロディの拍子や調といったものを言語的に答えることはできないが、同じメロディに対しては皆ほぼ同じ時点で手拍子を打ったり足踏みをしたりすることができるし、また、メロディをまとまりよく終らせる音高を選び出すこともできる。これらのことは、音楽的に“素人”であって、自分の知覚した構造を拍子や調といったような用語で答えることができないとしても、そうした用語で称されるような知覚的体制化を皆等しく心内で行っているということを示している。

第 7 章で述べた実験結果が示すところでは、拍節的体制化は、原則として音楽の熟達・非熟達に関わらずなされており、その基本的な部分では本質的な差異は見い出されなかった。すなわち、音列が進行するにつれて、その音列の拍節構造を知覚していく経過においては、音楽の熟達者・非熟達者ともに共通する特徴を観察することができた。両者とも、音列の初期の段階では単純 2 倍型としてその音列の拍節構造を知覚しようとした。そして最終的には、両者とも等しくその音列の拍節構造を知覚することができた。

当然のことであるが、音楽の熟達者と非熟達者の拍節知覚にみられる特徴が完全に等しいというわけではなく、両者の間に若干の違いがある場合もあるであろう。たとえば、複雑な拍節構造をもつ音列を聞く場合、音楽の非熟達者は熟達者と比べるとその拍節構造を知覚するのがわずかながら遅れることがあった。しかし、このことが即拍節構造の知覚に音楽的な知識や経験が必要であるということにはならないと考えられる。第 7 章でも指摘した通り、拍節構造が複雑になった音列の場合の知覚過程には、我々聞き手のもつ拍節的体制化の過程の基本的な規則性を越えた要因を含む可能性があると考えられる。一見すると、音楽熟達者は、より複雑なメロディの拍節構造も容易に知覚することができるため、非熟達者とはなされている拍節的体制化の性質が異なっているように思える。しかし、熟達者はこのような拍子のメロディの拍節構造に関する顕在的な知識をもっており、トップダウン的な判断をした結果と考えることができる。つまり、熟達者が複雑な構造の音列をうまく解釈で

きるのは、自身の経験や学習に基づく顕在的・明示的な知識に基づいていると考えられ、本研究で一貫して明らかにしようとしてきた聞き手のもつ潜在的・暗黙的な処理規則とは次元が異なるものである。これらのことを考えると、拍節的体制化には、基本的には、音楽の熟達者と非熟達者との間には本質的な違いがないと考える方が妥当であろう。

11.1.5 拍節的体制化の漸進性

メロディを認知する過程においては、その処理は実時間的な制約を受けている。すなわち、メロディの認知は、ある音響刺激が出現し、それに続いてすぐ新たな音響刺激が出現する、ということの繰り返しの繰り返しにおいて、それらが漸進的に処理されていくことである。このことは、聞き手が、時間の経過に沿ってその時点までにおけるもっとも妥当な解釈を生成しなければならないということの意味する。

拍節構造の知覚という現象を時間の経過に沿って考えてみると、一般的に、聞き手の拍節解釈はより以前に知覚した拍節構造解釈に影響を受ける。すなわち、ある時点の拍節構造の知覚は、その直前の解釈を基本とし、特に反証がない場合には更新されず、逆に何らかの反証があってそれが蓄積されてある一定の基準を越えたと変更されるという原理によって行われていると推測できる。このような漸進的な知覚過程においては、メロディの冒頭など安定した体制化がいまだ確立していない時点においては変更がより容易になされ、一方、ある程度までメロディが進行し、体制化がある程度十分に行われた後は、変更されるよりも維持される方向で解釈が進んでいくと言えるであろう。

11.2 モデルの今後の方向性

11.2.1 リズム知覚モデルの発展の方向

本研究では、聞き手のリズム知覚過程の計算論的モデルを構築した。そして、構築したモデルを計算機上に実装した結果、その動的な振舞いを詳細に観察することができるようになった。

本研究で構築したモデルは、伝統的な記号モデルであった。そのモデルは、実際に聞き手がメロディを聞いていく時の様子を忠実に反映させたものであり、音列の進行につれてその拍節構造を解釈するというような処理の漸進性を実現するアルゴリズムが組み込まれていた。また、聞き手が音列の拍節構造を知覚する際にみられる、その知覚の階層性や実時間的な制約などについても考慮したモデルであった。

実験結果との比較・照合の結果、聞き手の知覚した拍や拍子といった拍節構造に対してかなり高い予測率が得られた。このことは、聞き手のリズム知覚モデルを構築するための基本的な方向性が妥当であることを示している。これらを踏まえた上で、構築したモデルをさらに改善するためには、解決すべきいくつかの課題がある。たとえば、構築したモデルでは、音列の拍節構造を処理する手がかりとして、その音列内の音の相対的な長さのみを利用していった。そして、音の相対的な長さ以外の物理的情報、具体的には音の高さや大きさ、音色などは一定であるという仮定に基づいていた。聞き手がメロディを聞いてその拍節構造を知覚する場合には、このように極度に理想化されかつ限定された状態の音を聞いているのではなく、上述の各要素が複雑に関連している総体としてのメロディを聞いている。聞き手のリズム知覚を忠実にモデル化しようとする場合、音の相対的な長さ以外の情報についても考慮する必要がある。モデルにこのような特徴を処理するアルゴリズムを組み込むためには、上述した要素間の関係を厳密に調べる必要がある。

聞き手のリズム知覚過程をモデル化するにあたっては、人間の音楽情報に関する

記憶についてもまた詳細に検討する必要がある。聞き手がメロディを聴取する際には、ある一定の容量に収まる断片を記憶し、メロディの処理に使用していると考えられる。たとえば、何音かのまとまりを記憶することによってその後の拍節知覚に役立てたりしているかもしれないし、メロディをさかのぼって拍節構造を確認したりしているかもしれない。構築したモデルは、リズム知覚のこのような側面については説明力をもっていない。モデル改善の方向性として、このような音楽情報に関する記憶容量と、それを支える記憶機構について詳しく調べ、それをモデルに組み込んでいくということがあげられるであろう。

このような改善を行うための一つの可能性としてコネクショニズム的アプローチをあげることができる。第 10 章でも述べた通り、コネクショニストモデルは既にその限界も示されており、聞き手のリズム知覚過程を全面的にモデル化できるとは考えにくい。しかし、たとえば知識依存度の低い初期の知覚的な処理はコネクショニストモデルで実現し、より高次な処理は記号モデルで実現する、といったように、コネクショニストモデルと記号モデルのメリットを有機的に利用することによって、人間のリズム知覚のモデルとして妥当性の高いモデルを構築することができる可能性があると考えられる。

11.2.2 より一般的なメロディ認知モデルへの拡張

阿部 (1987b, 1993) が指摘するように、メロディの認知は、おもに、リズム的な体制化の処理、旋律線的な体制化の処理、それに調性的な体制化の処理が、ある程度の独立性を保ちながらも相互に関連し合うことによってなされていると考えられる。本論文では旋律線や調性といった側面についてはモデル化の対象から外していた。しかし、たとえばリズム的な体制化のされかたによって調の認知が変わる場合もあるといった実験結果 (Okada & Abe, 1997) や、逆に調性的な体制化がリズム解釈に影響を与える場合もあることを示唆する結果 (Omura & Abe, 1992) も報告されてい

る。人間のメロディ認知過程を包括的に説明し得るモデルを構築するためには、これらの複数種の体制化を考慮する必要がある。調性的な体制化のモデルについては既にいくつかの知見が蓄積されつつあり(たとえば, Bharucha, 1987; Krumhansl, 1990; 吉野, 1996), 異なる体制化の過程についての統合が可能になってきている。

人間のメロディ認知について、より汎用性の高い心的モデルを構築しようとする場合、メロディを聴取した時に喚起される情動と、それが音楽の変化につれてどのように変化するか、といったことに対する説明理論としての可能性についても考察する必要がある。情動の源として考えられるものの一つに、Meyer (1956) の提案したような“暗意-実現 (implication-realization)” の過程をあげることができる。村尾 (1987) によると、メロディの認知の本質は、“先行の音が後続の音を何らかの形で期待させ、そしてまた具体化された後続 (の音) はそれによって先行 (の音) 確認や見直しをはかろうとする連続的な過程である” という。たとえば、「ドレミ…」のような順次上行は一つのパターンをなし、さらに「…ファソラ…」と続く傾向 (暗意) をもつだろうし、「ドソ」のような広い音程は逆に「ド」に戻ろうという傾向をもつことが予想される。そしてその期待がはぐらかされたり (逸脱)、引き伸ばされたり (遅延) して、最終的に期待が満足される (実現) という過程を意識することができる。このように、我々が後続のメロディを意識的/無意識的に予測しながら聞いているということは、たとえばピアニストが音を間違えて弾いた時に、たとえ聞き手がその曲を初めて聞く場合でも間違いに気づくといった例を考えてみれば容易に理解することができる。波多野 (1987) も指摘しているように、暗意が実現した場合には満足感が得られるであろうし、逆に暗意が遅らされたり、暗意されたものとは違った後続が導かれたりする場合には違和感やいらだちといったような感情の基礎となるような感覚が引き起こされるであろう。このような感情の基礎となるシステムとメロディ認知との対応関係を体系的に分析することによって、音楽による美的感情の喚起や変化についての示唆を得ることができるであろう。

人間のメロディ認知のモデル化ということ考えた場合、さらによりマクロな視点からの考察も必要になるかもしれない。たとえば、音楽的背景の異なる個人間や民族間ではメロディの認知も異なる(たとえば, Castellano, Bharucha, & Krumhansl, 1984; Lynch et al., 1991 など)といった特徴をどのように説明するか, といった問題や, 時代によって異なるメロディの認知をどのようにモデル化するかといった問題, メロディ認知の個人差をどのように説明するか, などといった問題は今後に残された重要な課題であり, 認知科学的に探求されるべき問題であると言える。

いずれにしても, 人間のメロディを認知する過程をモデル化するためには, 本論文を通して行ってきたように, 今後もさらに詳細な観察を行い, そこから得られる知見を蓄積・整理していく必要があるであろう。そして, そうした作業を積み重ねていくことによってのみ, 人間の振舞いにより忠実で, 心理学的にもより妥当性の高いモデルを構築していくことができるようになるであろう。

11.3 最後に

本論文の冒頭で述べたように, 本論文で一貫して考察の対象としてきたのは西洋調性音楽にみられるリズムであり, それを聞き手がいかに知覚していくかということについて述べてきた。最後に, 人間の“リズム感”はどのようにして決まるのかといった根本的な問題について簡単に触れて, 本論文の締めくくりとする。

人々のリズム感は何によってきまるのであろうか。この問いに対して, 小島(1993)は, “リズム感はその人々が歴史的に長い間どんな体の使い方をして暮らしてきたかによってきまる”と述べ, リズム感は民族によって大変に異なることを指摘している。たとえば, 日本と地理的には近い韓国朝鮮の人々のリズム感, 日本人のそれとは大変に異なっているという。韓国朝鮮の音楽は基本的に3拍子系ととらえることのできるリズムが非常に多く, その多くは強弱強の強烈なダイナミックなリズムで, その3拍目は1拍に入るための予備的な弾みの要素をもっている。ところが日

本の音楽では圧倒的に2拍子系のリズムが多く、それも強拍弱拍の区別は非常に弱く、むしろ前(ま)と後(の)との組合せによる静かな2拍子である。

こうした違いが現れるのは、歴史的に長い間何世紀にもわたってどんな暮らし方をしてきたか、体を日常的にどのように使ってきたか、どういう文化を指向するか、どのような教育の影響も受けたか、などといったさまざまな原因があげられる。小島(1993)によれば、たとえば日本人の場合は、水田稲作農耕民という歴史的背景があり、その結果静的なリズム感が形づくられてきたことが指摘されている。そして、日本人は静かな立居振舞いを洗練された美しい立居振舞いと考える美意識を育て、それを基礎に能や日本舞踊のような芸能や静かな2拍子の音楽を作ってきたという。このような日本音楽の静かな2拍子は、クラシックやジャズ、ポピュラー音楽のリズムから考えるといかにも鈍いように感じられるが、これはクラシックやジャズ、ポピュラー音楽などを“音楽の基本”と考え、それに日本人のリズム感がうまく対応しないためにそれを“悪い”というふう認識してしまっているに過ぎない。

このように、リズム感はいままで生活してきた歴史的な背景に大きく影響を受ける。小島(1993)はさらに、海洋漁労民は“スウィングするリズム感”、山村畑作民は“ダイナミックなリズム感”、牧畜民は“予備的な弾みをもった強拍弱拍のリズム感”、それに採集狩猟民は“ビート感の強いリズム感”を、それぞれ形作るとしている。たとえば、海洋漁労民である沖縄の人は、“カチャーシー”と呼ばれる踊りを踊る。この踊りは、体全体が一拍ごとに縦に揺れるという特徴があるが、これは、海洋漁労民の生活にとっては“サバニ”という小型の細長い木の舟が欠かせないものであり、この舟に乗るために体を波の揺れに柔軟に対応させることから現れたのではないかという説がある。また、山村畑作の地である椎葉村(宮崎県北西部)の神楽は、動きがダイナミックでテンポも早く、手足の動きも大きい。この村は九州山脈の山中深いところにあつて平地がほとんどないために、動きがダイナミックになると言われている。

本論文でその対象としてきたのは、西洋調性音楽におけるリズムであり、概念、アプローチ、研究方法など、あらゆる面においてその制約の元に議論を進めてきた。しかし、いわゆる“リズム”と呼ばれるものは、西洋調性音楽の中にのみみられるものでは決してなく、我々人間の日常生活の中において至るところに観察し得る現象である。そのように考えると、人間がリズムとどのように関わってきたのか、時代や民族に固有の特徴と生体としてもつ共通の特徴はいかなる関係にあるのか、リズムが人間の思考や生活様式にどのように影響を与えてきたのか、などといったことについての興味は尽きない。これらの問題を解決することはいかにも困難ではあろうが、同時に、我々音楽心理学に関わる認知科学者にとっては、非常に刺激的かつ挑発的な課題であると言えよう。

内田 清一 (1952) 『日本近代文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1957) 『文学の発展』 東京 岩波书店

内田 清一 (1958) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一

内田 清一 (1960) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1962) 『文学の発展』 東京 岩波书店

内田 清一 (1964) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1966)

引用文献

内田 清一 (1968) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1970) 『文学の発展』 東京 岩波书店

内田 清一 (1972) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1974)

内田 清一 (1976) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一

内田 清一 (1980) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1982) 『文学の発展』 東京 岩波书店

内田 清一 (1984)

内田 清一 (1986) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一

内田 清一 (1988) 『文学の発展』 東京 岩波书店

山田 孝一 (1990)

- 阿部 純一 (1987a). メロディの知覚と予測の過程 —終止音導出行為のシュミレーション—. 心理学研究, 58, 275-281.
- 阿部 純一 (1987b). 旋律はいかに処理されるか. 波多野 誼余夫 編, 音楽と認知. 東大出版会.
- 阿部 純一 (1988). リズム・パターンの認知—その過程モデルについて—. 日本心理学会第 52 回大会 発表論文集, p. 500.
- 阿部 純一 (1989). リズム知覚の過程—モデル化と実験—. 日本心理学会第 53 回大会 発表論文集, p. 686.
- 阿部 純一 (1993). リズム的体制化の過程—そのモデル化への試論—. *Hokkaido Behavioral Science Report, Series P*, 66. 北海道大学文学部行動科学科.
- 阿部 純一 (1995). メロディの知覚的体制化の過程. 日本認知科学会第 12 回大会 発表論文集, 16-19.
- 阿部 純一・星野 悦子 (1985). 音楽の認知心理学的研究について. 心理学評論, 28, 267-279.
- Abe, J., & Hoshino, E. (1990). Schema driven properties in melody cognition: Experiments on final tone extrapolation by music experts. *Psychomusicology*, 9(2), 161-172.
- Allan, L. G. (1979). The perception of time. *Perception & Psychophysics*, 26, 340-354.
- 浅香 淳他 (1996). 新音楽辞典 楽語. 音楽之友社.

- Bamberger, J. (1978). Intuitive and formal musical knowing: parables of cognitive dissonance. In S. S. Madeja (Ed.), *The arts, cognition and basic skills*. New Brunswick, N.J.: Transaction Books.
- Bartlett, J. C., & Dowling, W. J. (1980). The recognition of transposed melodies: A key-distance effect in developmental perspectives. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 501-515.
- Beauvillain, C., & Fraisse, P. (1984). On the temporal control of polyrhythmic performance. *Music Perception*, 1, 485-499.
- Benjamin, W. E. (1984). A theory of musical meter. *Music Perception*, 1, 355-414.
- Bharucha, J. J. (1987). Music cognition and perceptual facilitation: A connectionist framework. *Music Perception*, 5, 1-30.
- Bharucha, J. J., & Pryor, J. H. (1986). Disrupting the isochrony underlying rhythm: An asymmetry in discrimination. *Perception & Psychophysics*, 40, 137-141.
- Bharucha, J. J., & Stoeckig, K. (1986). Reaction time and musical expectancy: Priming of chords. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 1-8.
- Bharucha, J. J., & Stoeckig, K. (1987). Priming of chords: Spreading activation or overlapping frequency spectra? *Perception & Psychophysics*, 41, 519-524.
- Bigand, E. (1997). Perceiving musical stability: The effect of tonal structure, rhythm, and musical expertise. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 808-822.
- Bolton, T. L. (1894). Rhythm. *American Journal of Psychology*, 6, 145-238.

- Boltz, M. (1989a). Perceiving the end effects of tonal relationships on melodic completion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 746-761.
- Boltz, M. (1989b). Rhythm and "good endings": Effects of temporal structure on tonality judgments. *Perception & Psychophysics*, 46, 9-17.
- Boltz, M. (1991). Some structural determinants of melody recall. *Memory & Cognition*, 19, 239-251.
- Boltz, M., & Jones, M. R. (1986). Does rule recursion make melodies easier to reproduce? If not, what does? *Cognitive Psychology*, 18, 389-431.
- Brown, W. (1911). Tempoal and accentual rhythm. *Psychological Review*, 18, 336-346.
- Castellano, M. A., Bharucha, J. J., & Krumhansl, C. L. (1984). Tonal hierarchies in the music of north India. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 394-412.
- Chang, H. W., & Trehub, S. (1977). Auditory processing of relational information by young infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 24, 324-331.
- Clarke, E. F. (1985). Some aspects of rhythm and expression in performance of Erik Satie's "Gnossienne No.5. *Music Perception*, 2, 299-328.
- Clarke, E. F. (1987). Categorical rhythm perception: An ecological perspective. In A. Gabrielsson (Ed.), *Action and perception in rhythm and music*. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.

- Clarke, E. F. (1989). The perception of expressive timing in music. *Psychological Research*, 51, 2-9.
- Collyer, C. E., Broadbent, H. A., & Church, R. M. (1992). Categorical time production: Evidence for discrete timing in motor control. *Perception & Psychophysics*, 51, 134-144.
- Cooper, G., & Meyer, L. (1960). *The rhythmic structure of music*. Chicago: University of Chicago Press.
- クレストン P. (1968). リズムの原理. 中川 弘一郎 (訳). 音楽之友社. (Creston, P. 1968 *Principles of Rhythm*.)
- Cuddy, L., & Cohen, A. J. (1976). Recognition of transposed melodic sequense. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 255-270.
- Cuddy, L. L., & Buderstcher, B. (1987). Recovery of tonal hierarchy: Some comparisons across age and level of musical experience. *Perception & Psychophysics*, 41, 609-620.
- Deliège, I. (1987). Grouping conditions in listening to music: An approach to Lerdahl and Jackendoff's grouping preference rules. *Music Perception*, 4, 325-360.
- Desain, P., & Honing, H. (1992). Quantization of musical time: A connectionist approach. *Computre Music Journal*, 13, 56-66.
- Desain, P. A. (1992). (de)composable theory of rhythm perception. *Music Perception*, 9, 439-454.
- Deutsch, D. (1982). Grouping mechanisms in music. In D.Deutsch (Ed.), *The psychology of music*. New York: Academic Press.

- Dowling, W. J. (1987). Tonal structure and children's early learning of music. In J. Sloboda (Ed.), *Generative process in music* (pp. 113-128). London: Oxford University Press.
- Dowling, W. J., & Harwood, D. L. (1986). Rhythm and the organization of time. In W. J. Dowling, & D. L. Harwood (Eds.), *Music cognition* (pp. 178-201). Orlando: Accademic Press.
- Drake, C. (1993). Reproduction of musical rhythms by children, adult musicians and adult nonmusicians. *Perception & Psychophysics*, 1, 25-33.
- Drake, C., Dowling, J., & Palmer, C. (1991). Accent structure in the reproduction of simple tunes by children and adult pianists. *Music Perception*, 8, 315-334.
- Drake, C., & Gérard, C. (1989). A psychological pulse train: How young children use this cognitive framework to structure simple rhythms. *Psychological Research*, 51, 16-22.
- Eisler, H. (1975). Subjective duration and psychophysics. *Psychological Review*, 82, 429-450.
- 遠藤 美津子 (1996). 脳と音楽認知の障害. *音声言語医学*, 37, 462-467.
- Essens, P. (1986). Hierarchical organization of temporal patterns. *Perception & Psychophysics*, 2, 69-73.
- Essens, P. (1995). Structuring temporal sequences: Comparison of model and factors of complexity. *Perception & Psychophysics*, 57, 519-532.
- Essens, P., & Povel, D. J. (1985). Metrical and nonmetrical representations of temporal patterns. *Perception & Psychophysics*, 37, 1-7.

- Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. In D. Deutsch (Ed.), *The psychology of music*. (pp. 181-220). New York: Academic Press.
- Fraisse, P. (1987). A historical approach to rhythm as perception. In A. Gabrielsson (Ed.), *Action and perception in rhythm and music*. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- 福本 正 (1982). バッハ平均律 48 フーガの研究. 音楽之友社.
- Gabrielsson, A. (1986). Rhythm in music. In J. R. Ebans, & M. Clynes (Eds.), *Rhythm in psychological, linguistic, and musical processes* (pp. 131-167). IL: Springfield.
- Gabrielsson, A. (1993). The complexities of rhythm. In T. J. Tighe, & W. J. Dowling (Eds.), *Psychology and music. the understanding of melody and rhythm* (pp. 93-120). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gérard, C., & Drake, C. (1990). The inability of young children to reproduce intensity differences in musical rhythms. *Perception & Psychophysics*, 48, 91-101.
- Gjerdingen, R. O. (1990). Categorization of musical patterns by self-organizing neuronlike networks. *Music Perception*, 7, 339-369.
- Glenberg, A. M., & Jona, M. (1991). Temporal coding in rhythm tasks revealed by modality effects. *Memory & Cognition*, 19, 514-522.
- Glenberg, A. M., Mann, S., Alman, L., Forman, T., & Procise, S. (1989). Modality effects in the coding of rhythms. *Memory & Cognition*, 17, 373-383.
- 後藤 靖宏 (1994). 拍 (beat) と拍子 (meter) の認知過程について—モデル化へ向けての実験—. 日本音楽知覚認知研究会平成6年春期(第13回)例会発表抄録集, p. 35.

- 後藤 靖宏 (1997). 拍節単位 (metrical unit) の心的実在性—再認と評定課題による実験的検討—. 日本心理学会第 61 回大会 発表論文集, p. 692.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1994a). “リズム的体制化” の過程のモデル化. 音楽音響研究会資料, MA94-19, 日本音楽知覚認知研究会第 14 回例会資料, 日本音楽心理学音楽療法懇話会 資料, 1-6.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1994b). 拍と拍子の認知過程—実験とモデル化—. 日本心理学会第 58 回大会 発表論文集, p. 731.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1994c). 拍子認知のシミュレーション. 北海道心理学会第 41 回発表論文集.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1995a). “リズム” 認知過程のモデル化: “メトリカル・ユニット階層化モデル” と “内的クロック生成モデル” の比較と今後の方向性. 日本認知科学会第 12 回大会 発表論文集, 152-153.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1995b). 実時間的制約を持つリズム認知モデルの提案. 北海道心理学会第 42 回大会 発表論文集, 63-64.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1995c). 拍と拍子の認知過程・2—実験とシミュレーション及び複層性の導入—. 日本心理学会第 59 回大会 発表論文集, p. 625.
- Goto, Y., & Abe, J. (1996a). On cognitive models of rhythmic interpretation. *International Journal of Psychology*, p. 51.
- Goto, Y., & Abe, J. (1996b). Rhythmic interpretation of simple musical sequence. *The 4th International Conference on Music Perception and Cognition*, p. 31. (abstract).

- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1996a). リズム知覚研究の最近の動向と今後の課題— 拍節的体制化を中心に—. 音楽心理学音楽療法懇話会研究年報, 25, 3-13.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1996b). リズム認知過程における心理的単位について—再認と評定課題による探索的実験—. 北海道心理学会第43回大会 発表論文集, p. 45.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1996c). 拍子 (meter) 認知過程の性質 —“Probe Sequence 法”を用いた実験的検討—. 日本心理学会第60回大会 発表論文集, p. 679.
- 後藤 靖宏・阿部 純一 (1996d). 拍子解釈の基本的偏好性と漸進的確立. 音楽知覚認知研究, 2, 38-47.
- Handel, S. (1974). Perceiving melodic and rhythmic auditory patterns. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 922-933.
- Handel, S. (1986). Tempo in rhythm: Comments on Sindnell. *Psychomusicology*, 6, 19-23.
- Handel, S., & Lawson, G. R. (1983). The contextual nature of rhythmic interpretation. *Perception & Psychophysics*, 34, 103-120.
- Handel, S., & Oshinsky, J. S. (1981). The meter of syncopated auditory polyrhythms. *Perception & Psychophysics*, 30, 1-9.
- Harrell, T. W. (1937). Factors influencing preference and memory for auditory rhythms. *Journal of General Psychology*, 16, 427-269.
- 波多野 誼余夫 (1987). 音楽の認知的理論をめざして. 波多野 誼余夫 編, 音楽と認知. 東大出版会.
- Herbert, S., & Peretz, I. (in press). Recognition of music in long-term memory: are melodic and temporal patterns equal partners? *Memory & Cognition*.

- Herbert, S., Peretz, I., & Gagnon, L. (1995). Perceiving the tonal ending of tune excerpts: The roles of preexisting representation and musical expertise. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 49*, 193-209.
- 平賀 譲 (1987). 音楽認知のための知識表現. 波多野 誼余夫 編, 音楽と認知. 東大出版会.
- 石桁 真礼生・丸田 昭三・金光 威和雄・末吉 保雄・飯田 隆・飯沼 信義 (1965). 楽典. 音楽之友社.
- Jackendoff, R. (1991). Musical parsing and musical affect. *Music Perception, 9*, 199-230.
- Janata, P., & Reisberg, D. (1988). Response-time measures as means of exploring tonal hierarchies. *Music Perception, 6*, 161-171.
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: toward a new theory of perception, attention and memory. *Psychological Review, 76*, 323-355.
- Jones, M. R. (1987a). Dynamic pattern structure in music: recent theory and research. *Perception & Psychophysics, 41*, 621-634.
- Jones, M. R. (1987b). Perspective on musical time. In A. Gabrielsson (Ed.), *Action and perception in rhythm and music*. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- Jones, M. R., & Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological Review, 96*, 459-491.
- Jones, M. R., Boltz, M., & Kidd, G. (1982). Controlled attending as a function of melodic and temporal context. *Perception & Psychophysics, 82*, 211-218.

Jones, M. R., Kidd, G., & Wetzell, R. (1981). Evidence for rhythmic attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1059-1073.

Jones, M. R., & Ralston, J. T. (1991). Some influences of accent structure on melody recognition. *Memory & Cognition*, 19, 8-20.

Jones, M. R., & Zamostny, K. P. (1975). Memory and rule structure in the prediction of serial patterns. *Journal of experimental psychology: Human Learning and memory*, 104, 295-306.

川口 潤 (1996). 音楽情報の潜在記憶. 梅本 堯夫 編, 音楽心理学の研究. ナカニシヤ出版.

川口 潤・三雲 真理子 (1993). 非言語情報の潜在記憶 (1)—和音の潜在記憶—. 日本心理学会第 57 回大会 発表論文集, p. 718.

河村 満 (1996). 失音楽症 (amusia) —表出面の障害について—. 音声言語医学, 37, 468-473.

Kidd, G., Boltz, M., & Jones, M. R. (1984). Some effects of rhythmic context on melody recognition. *American Journal of Psychology*, 97, 153-173.

クラークス L. (1971). リズムの本質. 杉浦 実 (訳). みすず書房. (Klages, L. 1944 *Vom Wesen des Rhythmus*. 2nd ed.).

小島 美子 (1993). 人々のリズム感は何によってきまる? 言語 11 月号 (pp. 14-21). 大修館書店.

Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. Oxford: Oxford University Press.

- Krumhansl, C. L., & Shepard, R. N. (1979). Quantification of the hierarchy of tonal functions within a diatonic context. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 579-594.
- Lee, C. S. (1985). The rhythmic interpretation of simple musical sequence: towards a perceptual model. In P. Howell, I. Cross, & R. West (Eds.), *Musical structure and cognition* (pp. 53-69). London: Academic Press.
- Lee, C. S. (1991). The perception of metrical structure: Experimental evidence and a model. In R. West, P. Howell, & I. Cross (Eds.), *Representing musical structure* (pp. 59-128). London: Academic Press.
- Leman, M. (1989). Adaptive dynamics of musical listening. *Contemporary Music Review*, 4, 355-370.
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Massachusetts: MIT Press.
- Lewin, D. (1981). Some investigations into foreground rhythmic and metric patterning. In R. Browne (Ed.), *Music theory: special topics*. New York: Academic Press.
- London, J. (1995). Some examples of complex meters and their implications for models of metric perception. *Music Perception*, 13, 59-77.
- Longuet-Higgins, H. C. (1976). The perception of melodies. *Nature*, 263, 646-653.
- Longuet-Higgins, H. C. (1978). The perception of melodies. *Nature*, 263, 646-653.
- Longuet-Higgins, H. C., & Lee, C. S. (1982). The perception of musical rhythms. *Perception*, 11, 115-128.

- Longuet-Higgins, H. C., & Lee, C. S. (1984). The rhythmic interpretation of monophonic music. *Music Perception*, 1, 424-441.
- Longuet-Higgins, H. C., & Steedman, M. J. (1971). On interpreting bach. In B. Meltzer, & D. Michie (Eds.), *Machine intelligence*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Lynch, M. P., Eilers, R. E., Oller, K. D., Urbano, R. C., & Wilson, P. (1991). Influence of acculturation and musical sophistication on perception of musical patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 967-975.
- MacDougall, R. (1903). The structure of simple rhythm form. *Psychological Review, Monograph Supplements*, 4, 309-416.
- Martin, J. G. (1972). Rhythmic (hierarchical) versus serial structure in speech and other behavior. *Psychological Review*, 79, 487-509.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1986). *Parallel distributed processing*. Cambridge: MIT Press.
- Meyer, L. B. (1956). *Emotion and meaning in music*. Chicago: University of Chicago Press.
- Meyer, L. B. (1973). *Explaining music: Essay and explorations*. Berkeley: University of California Press.
- Meyer, L. B. (1989). *Style and music: Theory, history, and ideology*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

三雲 真理子・川口 潤 (1997). 非言語情報の潜在記憶 (4)—音高系列の潜在記憶 (I)—.

日本心理学会第 61 回大会 発表論文集, p. 825.

Miller, B. O., Scarborough, D. L., & Jones, J. A. (1988). A model of meter perception in music. *Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 717-723.

Miller, O. (1993). Time perception in musical meter perception. *Psychomusicology*, 12, 124-153.

Monahan, C. B., & Carterette, E. C. (1985). Pitch and duration as determinants of musical space. *Music Perception*, 3, 1-32.

Monahan, C. B., & Hirsch, I. J. (1990). Studies in auditory timing: 2. Rhythm patterns. *Perception & Psychophysics*, 47, 227-242.

Monahan, C. B., Kendall, R. A., & Carterette, E. C. (1987). The effect of melodic and temporal contour on recognition memory for pitch change. *Perception & Psychophysics*, 41, 576-600.

森下 修次 (1995). 音楽のリズムの知覚と音楽経験. 日本音響学会誌, 51, 96-102.

村尾 忠廣 (1987). 楽曲分析における認知. 波多野 誼余夫 編, 音楽と認知. 東大出版会.

中村 涼 (1996). 新情報の既有知識への取り込みに及ぼす実在性教示とカテゴリー名呈時の効果. 教育心理学研究, 44, 85-91.

Narmour, E. (1983). Some major theoretical problems concerning the concept of hierarchy in the analysis of tonal music. *Music Perception*, 1, 129-199.

- Narmour, E. (1990). *The analysis and cognition of basic melodic structures: The implication-realization model*. Chicago: University of Chicago Press.
- Narmour, E. (1992). *The analysis and cognition of melodic complexity: The implication-realization model*. Chicago: University of Chicago Press.
- Okada, A., & Abe, J. (1997). Cognitive modeling of integration process of metrical and tonal organizations in melody perception. *Proceedings of the International Conference on Cognitive Science '97*, 188-193.
- Omura, S., & Abe, J. (1992). Effects of pitch information on metric interpretation in melody perception. *Japan Music and Computer Science Society, Summer Symposium '92 Paper Session Proceedings*, 61-66.
- 太田 信夫 (1988). 長期記憶におけるプライミング：驚くべき潜在記憶 (implicit memory). *心理学評論*, 31, 305-322.
- 太田 信夫・田中 拓人 (1997). メロディと随伴する和音に関する潜在記憶の検討—終始音導出法を用いて—. *日本心理学会第61回大会 発表論文集*, p. 815.
- Palmer, C., & Krumhansl, C. L. (1987a). Independent temporal and pitch structures in determination of musical phrases. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 116-126.
- Palmer, C., & Krumhansl, C. L. (1987b). Pitch and temporal contributions to musical phrase perception: Effects of harmony, performance timing, and familiarity. *Perception & Psychophysics*, 41, 505-518.

- Palmer, C., & Krumhansl, C. L. (1990). Mental representation for musical meter. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 728-741.
- Parncutt, R. (1994). A perceptual model of pulse salience and musical accent in musical rhythms. *Music Perception*, 11, 409-464.
- Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information by unilateral brain-damaged patients. *Brain*, 113, 1185-1205.
- Peretz, I. (1993a). Auditory agnosia: a functional analysis. In S. McAdams, & E. Bigand (Eds.), *Thinking in sound: the cognitive psychology of human audition* (pp. 199-230). London: Oxford University Press.
- Peretz, I. (1993b). Auditory atonality for melodies. *Cognitive Neuropsychology*, 1, 21-56.
- Peretz, I., & Gagnon, L. (1995). Perceiving the tonal ending of tune excerpts: the roles of pre-existing representation and musical expertise. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 2, 193-209.
- Peretz, I., & Kolinsky, R. (1993). Boundaries of separability between melody and rhythm in music discrimination: A neuropsychological perspective. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2, 301-325.
- Peretz, I., & Morais, J. (1989). Music and modularity. *Contemporary Music Review*, 4, 279-293.

- Pflederer, M. R. (1964). The responses of children to musical tasks embodying Piaget's principle of conservation. *Journal of research in Music Education*, 12, 251-268.
- Povel, D. J. (1981). Internal representation of simple temporal patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 3-18.
- Povel, D. J. (1984). A theoretical framework for rhythm perception. *Psychological Research*, 45, 315-337.
- Povel, D. J., & Essens, P. (1985). Perception of temporal patterns. *Music Perception*, 2, 411-440.
- Povel, D. J., & Okkerman, H. (1981). Accents in equitone sequences. *Perception & Psychophysics*, 79, 565-572.
- Rosenthal, D. (1989). A model of the process of listening to simple rhythms. *Music Perception*, 6, 315-328.
- Rosenthal, D. (1992). Emulation of human rhythm perception. *Computer Music Journal*, 16, 64-76.
- Royer, F. L., & Garner, W. R. (1970). Perceptual organization of nine-element auditory temporal patterns. *Perception & Psychophysics*, 7, 115-120.
- Sano, H., & Jenkins, B. K. (1989). A neural network model for pitch perception. *Computer Music Journal*, 13, 41-48.
- Scarborough, D. L., Miller, B. O., & Jones, J. A. (1991a). Connectionist models for tonal analysis. In P. Todd, & D. Loy (Eds.), *Music and connectionism*. MA: MIT Press.

- Scarborough, D. L., Miller, B. O., & Jones, J. A. (1991b). PDP models for meter perception. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 892-899.
- Schulze, H. (1978). The detectability of local and global displacements in regular rhythmic patterns. *Psychological Research*, 40, 173-181.
- Schulze, H. (1989). Categorical perception of rhythmic patterns. *Psychological Research*, 51, 10-15.
- Schumuckler, M. A., & Boltz, M. G. (1994). Harmonic and rhythmic influences on musical expectancy. *Perception & Psychophysics*, 56, 313-325.
- Serafin, M. L. (1979). A measure of meter conservation in music, based on Piaget's theory. *Genetic Psychology Monographs*, 99, 185-229.
- Shaffer, L. H., Clark, E. F., & Todd, N. P. (1985). Metre and rhythm in piano playing. *Cognition*, 20, 61-77.
- 下田 和男 (1993). 楽典. 共同音楽出版社.
- Simon, H. A. (1972). Complexity and the representation of concepts for sequential patterns. *Psychological Review*, 79, 369-382.
- Simon, H. A., & Sumner, R. K. (1968). Pattern in music. In Kleinmuntz (Ed.), *Formal representation of human judgment*. New York: Academic Press.
- Sloboda, J. A. (1985a). The communication of musical metre in piano performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 377-396.
- Sloboda, J. A. (1985b). *The musical mind: The cognitive psychology of music*. Oxford: Clarendon.

- Smith, J. D. (1997). The place of musical novices in music science. *Music Perception*, 14, 227-262.
- Smith, J. D., Nelson, D. G. K., Grahsoph, L. A., & Appleton, T. (1994). What child is this? What interval was that? Familiar tunes and music perception in novice listeners. *Cognition*, 52, 23-54.
- Smith, K., & Cuddy, L. (1989). Effects of metric and harmonic rhythm on the detection of pitch alterations in melodic sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 457-471.
- Snodgrass, J. G., Berger, G. L., & Haydon, M. (1985). *Human Experimental Psychology*. New York: Oxford University Press.
- Steedman, M. J. (1977). The perception of musical rhythm and meter. *Perception*, 6, 555-569.
- Sundberg, J., & Lindblom, B. (1976). Generative theories in language and music descriptions. *Cognition*, 4, 99-122.
- Temperley, N. M. (1963). Personal tempo and subjective accenuation. *Journal of General Psychology*, 68, 267-287.
- Thompson, W. F. (1993). Pitch pattern, durational pattern and timbre: A study of the perceptual integration of auditory qualities. *Psychomusicology*, 12, 3-21.
- Todd, N. P. M. (1985). A model of expressive timing in tonal musical expression. *Music Perception*, 3, 33-58.
- Todd, P. (1989). A connectionist approach to algorithmic composition. *Computer Music Journal*, 13, 27-43.

往住 彰文 (1991). 心の計算理論. 東大出版会.

Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory system. *Science*, 247, 301-306.

津崎 実 (1988). 音楽知覚心理学の動向—旋律・ピッチ知覚を中心として—. *心理学研究*, 59, 176-190.

梅本 堯夫 (1966). 音楽心理学. 誠信書房.

梅本 堯夫 (1996). 音楽心理学の体系序説. 梅本 堯夫 編, 音楽心理学の研究. ナカニシヤ出版.

Upitis, R. (1987). Children's understanding of rhythm: The relationship between development and music training. *Psychomusicology*, 7, 41-60.

Yako, M. (1997). The hierarchical structure of time and meter. *Computer Music Journal*, 21, 47-57.

吉野 巖 (1996). 調認知過程に関する認知科学的研究. 博士論文 (未刊行), 北海道大学大学院文学研究科.

付録

実験で使用した資料一覧

表1 実験1-1で使用した資料一覧
表2 実験1-2で使用した資料一覧
表3 実験1-3で使用した資料一覧

付録 A

実験で使用した音列一覧

実験1, 実験3~5 および実験6で使用した音列の一覧を示す. なお, 実験2で使用した音列については, 第5章でその一覧を示したので省略した.

A.2 実験 3~5 で使した音列

Seq.(4)-1

Musical notation for Seq.(4)-1 in 4/4 time. The first staff contains a quarter note, and a quarter note. The second staff contains a quarter note, and a quarter note. A slur is placed under the first four notes of the second staff.

Seq.(4)-2

Musical notation for Seq.(4)-2 in 4/4 time. The first staff contains a quarter note, and a quarter note. The second staff contains a quarter note, and a quarter note.

Seq.(4)-3

Musical notation for Seq.(4)-3 in 4/4 time. The first staff contains a quarter note, and a quarter note. The second staff contains a quarter note, and a quarter note.

Seq.(4)-4

Musical notation for Seq.(4)-4 in 4/4 time. The first staff contains a quarter note, and a quarter note. The second staff contains a quarter note, and a quarter note. A slur is placed under the last four notes of the second staff.

Seq.(4)-5

Musical notation for Seq.(4)-5 in 4/4 time. The first staff contains a quarter note, and a quarter note. The second staff contains a quarter note, and a quarter note. A slur is placed under the last four notes of the second staff.

A.3 実験で使った音列

A.3.1 3/4拍子の音列

Seq.(3)-1

3/4

Seq.(3)-2

3/4

Seq.(3)-3

3/4

Seq.(3)-4

3/4

Seq.(3)-5

3/4

A.3 実験 6 で使した音列

A.3.1 4/4 拍子の音列

No.1 $\frac{4}{4}$

No.2 $\frac{4}{4}$

No.3 $\frac{4}{4}$

No.4 $\frac{4}{4}$

No.5 $\frac{4}{4}$

A.3.2 3/4 拍子の音列

No.1 $\frac{3}{4}$

No.2 $\frac{3}{4}$

No.3 $\frac{3}{4}$

No.4 $\frac{3}{4}$

No.5 $\frac{3}{4}$

A.3.3 6/8 拍子の音列

No.1 $\frac{6}{8}$ 

No.2 $\frac{6}{8}$ 

No.3 $\frac{6}{8}$ 

No.4 $\frac{6}{8}$ 

No.5 $\frac{6}{8}$ 

A.3.4 ランダムの音列

No.1

Musical notation for No.1, consisting of three staves. The first staff has a whole note, a quarter note, and a quarter note. The second staff has a quarter note, and a quarter note. The third staff has a quarter note, and a quarter note. There are phrasing marks (brackets and vertical lines) throughout the piece.

No.2

Musical notation for No.2, consisting of three staves. The first staff has a quarter note, and a quarter note. The second staff has a quarter note, and a quarter note. The third staff has a quarter note, and a quarter note. There are phrasing marks (brackets and vertical lines) throughout the piece.

No.3

Musical notation for No.3, consisting of three staves. The first staff has a quarter note, and a quarter note. The second staff has a quarter note, and a quarter note. The third staff has a quarter note, and a quarter note. There are phrasing marks (brackets and vertical lines) throughout the piece.

No.4

Musical notation for No.4, consisting of three staves. The first staff has a quarter note, and a quarter note. The second staff has a quarter note, and a quarter note. The third staff has a quarter note, and a quarter note. There are phrasing marks (brackets and vertical lines) throughout the piece.

No.5

Musical notation for No.5, consisting of three staves. The first staff has a quarter note, and a quarter note. The second staff has a quarter note, and a quarter note. The third staff has a quarter note, and a quarter note. There are phrasing marks (brackets and vertical lines) throughout the piece.

付録 B

モデルによるシミュレーション結果

実験2で使用した音列の、メトリカル・ユニット階層化モデルによるシミュレーション結果を示す。Lee (1985) のモデル、および Povel and Essens (1985) のモデルによるシミュレーション結果も同時に掲載した。

Table B.1 実験2で使用した音列のメトリカル・ユニット階層化モデルおよび Lee (1985), Povel and Essens(1985)(表中では“P & E”と略記)のモデルによるシミュレーション結果。メトリカル・ユニット階層化モデルのシミュレーション結果は、メトリカル・ユニットと第1拍の位置について各音段階ごとに示した。Lee (1985)のモデルのシミュレーション結果は、ユニットと第1拍の位置について各音段階ごとに示した。Povel and Essens (1985)のモデルのシミュレーション結果は、ユニットと第1拍の位置について最終音段階についてのみ示した。なお、“メトリカル・ユニット階層化モデル”の出力で、モデルが *tactus* として認定したメトリカル・ユニットは太字で示してある。

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-------|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| SEQ.01 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | - | - |
| 5 | 4 | 4 | 2 | 4 | - | - |
| 6 | 4 | 4 | 2 | 4 | - | - |
| 7 | 4 | 4 | 2 | 4 | - | - |
| 8 | 4,16 | 4 | 2,10 | 4 | - | - |
| 9 | 4,16 | 4 | 2,10 | 4 | - | - |
| 10 | 4,16 | 4 | 2,10 | 4 | - | - |
| 11 | 4,16 | 4 | 2,10 | 4 | 2 | 1 |
| SEQ.02 | | | | | | |
| 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 6 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 7 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 8 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 9 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4,7,7 | 1,1,5 |
| SEQ.03 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 11 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-------|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 12 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 13 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 14 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | - | - |
| 15 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | - | - |
| 16 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | - | - |
| 17 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | 2 | 1 |
| SEQ.04 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 7 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | - | - |
| 8 | 4,16 | 1 | 2,8 | 1 | 2 | 1 |
| SEQ.05 | | | | | | |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 8 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 10 | 4 | 3 | 4 | 3 | - | - |
| 11 | 4,16 | 3 | 4,16 | 3 | - | - |
| 12 | 4,16 | 3 | 4,16 | 3 | - | - |
| 13 | 4,16 | 3 | 4,16 | 3 | 12,16,16 | 5,3,5 |
| SEQ.06 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 5 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 6 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 5 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 5 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 5 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 5 | 1 | 8 | 1 |
| SEQ.07 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | 8 | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 4 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 5 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 6 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 7 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 8 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 9 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 10 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 11 | 4,8,16 | 1 | 8,16 | 1 | - | - |
| SEQ.08 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 8 | 1 | 8,8 | 1,7 |
| SEQ.09 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 5 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 6 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 7 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 8 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 9 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 10 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | - | - |
| 11 | 4,8 | 1 | 4,8 | 1 | 8 | 1 |
| SEQ.10 | | | | | | |
| 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 4 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | - | - |
| 5 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | - | - |
| 6 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | - | - |
| 7 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | - | - |
| 8 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | - | - |
| 9 | 4,8 | 2 | 4,8 | 2 | 2 | 1 |
| SEQ.11 | | | | | | |
| 3 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 4 | 2,4 | 1 | 2,4 | 4 | - | - |
| 5 | 2,4 | 1 | 2,4 | 3 | - | - |
| 6 | 2,4,6 | 1 | 2,4,6 | 3 | - | - |
| 7 | 2,4,6 | 1 | 2,4,6 | 3 | - | - |
| 8 | 2,4,6 | 1 | 2,4,6 | 3 | - | - |
| 9 | 2,4,6 | 1 | 2,4,6 | 3 | - | - |
| 10 | 2,4,6 | 1 | 2,4,6 | 3 | 5 | 4 |
| SEQ.12 | | | | | | |
| 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 6 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 7 | 4 | 2 | 4 | 2 | - | - |
| 8 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | - | - |
| 9 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | - | - |
| 10 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | - | - |
| 11 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | - | - |
| 12 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | - | - |
| 13 | 4,12 | 2 | 4,12 | 2 | 8,10 | 5,5 |
| SEQ.13 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 5 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 6 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 7 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 8 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 9 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 10 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 11 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 12 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 13 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | 8,8 | 1,7 |
| SEQ.14 | | | | | | |
| 3 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 6 | 2,4 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 7 | 2,4 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 8 | 2,4 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 9 | 2,4 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 10 | 2,4 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 11 | 2,4,16 | 1 | 2,4,16 | 1 | - | - |
| 12 | 2,4,16 | 1 | 2,4,16 | 1 | 16 | 7 |
| SEQ.15 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 5 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 6 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 7 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 8 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 9 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 10 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | 12 | 1 |
| SEQ.16 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 11 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 12 | 4 | 1 | 4 | 1 | 8 | 5 |
| SEQ.17 | | | | | | |
| 3 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 6 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 7 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 8 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 9 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 10 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |
| 11 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 12 | 2,4,8 | 1 | 2,4 | 1 | 4 | 1 |
| SEQ.18 | | | | | | |
| 3 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 2,4,6 | 4 | 2,6 | 4 | - | - |
| 5 | 2,4,6 | 4 | 2,6 | 4 | - | - |
| 6 | 2,4,6 | 4 | 2,6 | 4 | 8,8 | 1,2 |
| SEQ.19 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 11 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 12 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| SEQ.20 | | | | | | |
| 3 | 2,4,8 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 2,4,8 | 2 | 2 | 2 | - | - |
| 5 | 2,4,8 | 2 | 2 | 2 | - | - |
| 6 | 2,4,8 | 2 | 2,4 | 2 | - | - |
| 7 | 2,4,8 | 2 | 2,4 | 2 | - | - |
| 8 | 2,4,8 | 2 | 2,4 | 2 | 2 | 1 |
| SEQ.21 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 5 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 6 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 7 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 8 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 9 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 10 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 11 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | 12 | 4 |
| SEQ.22 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 4 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 5 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 6 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 7 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 8 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 9 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 10 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 |
| SEQ.23 | | | | | | |
| 3 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| 5 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 6 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 7 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 8 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 9 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 10 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | 6,6 | 1,1 |
| SEQ.24 | | | | | | |
| 3 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 4 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 5 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 6 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 7 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 8 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 9 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | - | - |
| 10 | 3,6 | 1 | 6 | 1 | 12 | 1 |
| SEQ.25 | | | | | | |
| 3 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 4 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 5 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 6 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 7 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 8 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 9 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 10 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | - | - |
| 11 | 4,8 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 |
| SEQ.26 | | | | | | |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|-----|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 3 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 11 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 12 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| SEQ.27 | | | | | | |
| 3 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 5 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 6 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 7 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 9 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 10 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 11 | 4 | 1 | 4 | 1 | - | - |
| 12 | 4 | 1 | 4 | 1 | 16 | 1 |
| SEQ.28 | | | | | | |
| 3 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 4 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 5 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 6 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 7 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 8 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 9 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 10 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 10 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 11 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| 12 | 2,4 | 1 | 2 | 1 | 8 | 1 |
| SEQ.29 | | | | | | |

(前ページからの続き)

| | メトリカル・ユニット階層化モデル | | Lee (1985) | | P & E (1985) | |
|---------------|------------------|-----|------------|-----|--------------|------|
| | メトリカル・ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 | ユニット | 第1拍 |
| 3 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 4 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 5 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 6 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 7 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 8 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 9 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 10 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 10 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 11 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| 12 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| SEQ.30 | | | | | | |
| 3 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 4 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 5 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 6 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 7 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 8 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 9 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | - | - |
| 10 | 6,12 | 1 | 12 | 1 | 2,11 | 2,11 |
| | | | | | | (終り) |

謝辞

本論文は、著者が北海道大学大学院文学研究科修士課程(行動科学専攻)に入学し、その後、同研究科博士後期課程に進学し在籍していた約5年間の研究をまとめたものである。

本研究を遂行するにあたり、音楽の心理学について完全に無知であった著者に対し、初期の段階から数々の点において適切な御指導を賜った北海道大学文学部教授阿部純一先生に対し、心より感謝の意を表す。先生には、研究上の指導のみならず、一社会人として持つべき常識についても常に厳しく御指導いただいた。深く感謝する次第である。

本研究の遂行にはまた、同じ研究室にて音楽認知の研究をしている同志の助言が非常に有益であった。特に、吉野巖氏、岡田顕宏氏、大村清一郎氏(現株式会社大村)の各氏からは日頃から貴重な意見をいただいた。記して感謝の意を表す。

さらに、同じ研究室に在籍している大学院生や学部学生からも常日頃からいろいろな形で励ましをいただいた。深く感謝する。

1997年11月

著者

あとがき

最後に、僕が博士論文を執筆するにいたったこの5年間を振り返ってみたいと思います。

僕が大学の4年間を過ごした東京を離れ、札幌に来たのは1993年の4月3日でした。当日は小雪がちらつく空模様でした。4月にもなって雪が降るということは、東京で花見をしてきた僕にとってはかなりショックであり、これからこの寒い北海道でやっていけるのだろうか、と不安になったのを今でもはっきりと覚えています。

幸いなことに、指導教官である阿部純一先生をはじめ、よき先輩や友人に恵まれたおかげで、順調な北海道生活を始めることができました。しかし、肝心の研究の方はというと、“音楽の心理学に関する研究をやりたい”という漠然とした目標はあったものの具体的な研究テーマがなかなか決まらず、次第に焦ってきました。

そんなある日、阿部先生に「リズムについて研究をしてみないか」というアドバイスをいただきました。当時の僕は音楽心理学におけるリズム認知研究の重要性を理解しておらず、正直言って“あまり面白そうじゃないなあ”と感じていました。しかし、その他にこれとって具体的なテーマも思いつかなかったので、“つまらなかったら変えればいいや”という案外軽い気持ちで研究を始めました。

しかし、実際に研究が始まると、すぐに自分の考えが誤っていたことに気づきました。実験を繰り返してデータを収集していくうちに、リズム認知研究の難しさを痛感するとともに、おぼろげながらその意義もわかってきました。当初は何をやるにしても自信が持てなかった自分でしたが、博士後期課程に進学するころになって、次第に自分の研究に対して客観的に評価できるようになり、2度の国際学会を含む学会発表や論文の作成などを通じて、研究成果を発表できるようになりました。

このように書いてしまうと、研究が順調に進行していったかのような印象がありますが、現実には思考錯誤の連続でした。僕が現在の研究を開始したのは北海道大学

に来てからですが、音楽心理学については全くの無知であったため、基本的な用語すら分からず論文を読んでもちんぷんかんぷんの状態がしばらく続きました。実験を行うにしても、北海道に知合いがほとんどおらず、音楽熟達者に被験者として参加していただくような実験の際にはとても苦労しました。また、僕はコンピュータが大の苦手な人で、ワープロさえもろくに起動できないような状態でしたので、「計算機上にモデルを構築し、シミュレーションを行う」などということは夢のまた夢でした。日常生活でもたくさんの苦労や失敗がありました。生まれて初めて凍傷にかかってしまい、どうしようもなく不安になったこと、修士論文を執筆していたころ、早朝4時頃に車が轍にはまってしまい、誰も通らない道路で助けを待っていたこと、アルバイト先での人間関係がうまくいかず悩んだこと、などなど、数え挙げたらきりがありません。

このようなことがあるたびに、何度となくメゲそうになったのですが、その都度周囲の方々に助けられました。本論文の冒頭にも書いたように、阿部先生をはじめとして、研究室の仲間には大変お世話になりました。皆さんの協力があったからこそ本論文が完成したといっても過言ではありません。

最後に、僕を常に支えてくれた恋人に、最大級の感謝の意を表します。彼女がいてくれたおかげで僕の生活に張りが出ました。そして、ともすると単調になりがちな研究生活に潤いを与えてくれました。感謝しても感謝しきれません。本当にどうもありがとう、そして、これからもよろしく!!

ようやく寒くなりかけてきた日に。

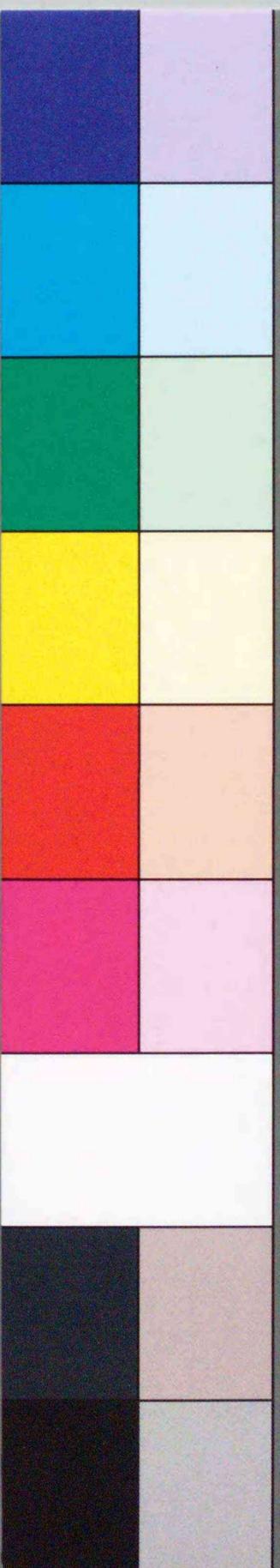
後藤 靖宏



Inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



© Kodak, 2007 TM: Kodak