

学位論文題名

調認知過程に関する認知科学的研究

学位論文内容の要旨

音楽の世界で言うところの“調性”の認知は、“調性的体制化 (tonal organization)” とでも呼ぶべき知覚処理の結果もたらされると考えられる。心の中で行われているその調性的体制化の処理の詳細については、まだ不明の点が多い。本論文の目的はその詳細を明らかにしようとするところにある。

本論文は、聞き手の調認知における基本的な特徴と規則性を見いだそうとした実験の報告、および、調認知過程の計算モデルの提案、さらには、そのモデルの出力と実際の聞き手の調認知結果との比較による考察、を主な内容としている。

第Ⅰ部では、調認知過程に関する従来の実験研究とモデル研究を概観しており（それぞれ第2章と第3章）、特に、著者自身の計算論的モデル構築のための参考にしている。

第Ⅱ部は、3つの実験報告からなる。いずれの実験においても、音楽経験者を被験者として用い、聞き手にメロディ（音高列）を聞かせた直後に、感じた調（主音の音名）を選択させる、また、その調を感じる程度（調性感）を評定させる、という実験手続きを採用している。また、同じくいずれの実験においても、メロディの進行に伴う調認知の時系列的様相を明らかにするために、音列を冒頭から1音ずつ加えながら呈示し、それぞれの時系列段階での反応を求める、という独自の方法を採用している。

実験Ⅰ（第4章）では、J. S. Bach のフーガ主題24種とランダム音高列6種とを材料として用い、それらの音高列に対する聞き手の調認知反応を詳細に観察・分析している。その結果、フーガ主題に対して多くの聞き手が感じる調は少数の特定の調に集中すること、他方、ランダム音高列に対する調反応は聞き手の間で拡散しており、何らの規則性も見いだせないこと、を確認している。また、本実験の被験者（聞き手）が共有する調認知の規則性としては、入力音高列を西洋全音階の音高構造に合致するように認知すること、音高列の解釈は全音階の主和音構成音が多く含まれるようになされること、を見いだしている。

実験Ⅱ（第5章）では、1人の音楽経験者を被験者として用い、調認知の安定性を詳細に検討している。その結果、聞き手の反応の揺れは小さく、少なくとも音楽経験者に関しては調認知の安定性は非常に高いことを確認している。また、調性感の評定値などを分析した結果、聞き手の調認知は、メロディのほぼ5、6音目あた

りまでに確立されることを確認している。

実験Ⅲ（第6章）においては、調の認知が、作曲された時代の異なるメロディに対して異なった様相を呈するかどうかを検討しており、その結果から、聞き手の調認知スキーマは、少なくともバロック以降の西洋音楽に対して同質・同程度の同化を示すということを確認している。また、聞き手は、全音階的で調性的に聞こえる音列を長調として解釈する傾向があり、逆に、調性的に不安定に聞こえる音列を短調として解釈する傾向がある、ということを確認している。

第Ⅲ部では、第Ⅱ部での実験結果に基づいて、新たな調認知モデルをいくつか構築し、提案している。モデル化にあたっては、伝統的記号処理モデルとコネクショニストモデルという、今日の認知モデル化研究における代表的枠組みをともに用い、それぞれ2種類のモデルを提案している（第7章および第8章）。そして、そのそれぞれのモデルの妥当性と限界について綿密に考察している（第9章）。

記号モデルⅠは、入力メロディを受け取ると、まず全音階構造に基づいてそのメロディに解釈可能な調を全て計算する。そして、その後でさらに、主和音構成音を最も多く含む調を選択し、それを出力とする。記号モデルⅡは、記号モデルⅠとは異なり、処理を2段階に分離しない。そのかわりに、入力メロディをある調として解釈した場合に想定されるオクターブの中の12の音高の間に、主音、主和音構成音、全音階音、非全音階音の順に重要度に違いがあると仮定し、その重要度の違いに応じて入力メロディの各構成音に重みづけを行い、それらの値をもとにそのメロディ全体のその調としての可能性を計算する。結果として、記号モデルⅠ、記号モデルⅡは、ともに、実験Ⅰの聞き手の調反応を高い一致率（それぞれ78.4%、80.0%）で予測できているが、著者自身は、記号モデルⅠがもつ、全音階に一致しない調を全て排除してしまうという処理の性格は、心理学的な妥当性に欠けるため、記号モデルⅡがより妥当であると考察している。

コネクショニストモデルⅠは、1音の音高（入力層）、和音（中間層）、調（出力層）の3層のユニットからなる活性伝播型ネットワークとして構築されている。一方、コネクショニストモデルⅡは、中間層を和音のユニットではなく、音程のユニットとして構築されている。コネクショニストモデルⅡが聞き手の調反応を予測できた割合（76.2%）は、コネクショニストモデルⅠのそれ（64.9%）よりも高く、その結果から、著者は、中間層を音程ユニットとするネットワークの方が心理学的に妥当性が高いのではないかと主張している。

第9章では、著者が提案するモデルと、Longuet-Higgins and Steedman (1971) のモデル、および Krumhansl (1990) のモデルの3種類のモデルのシミュレーション結果を比較しており、著者の構築した記号モデルⅡが、現在までに提案されている諸調認知モデルの中で、聞き手の調反応を最もよく予想できる計算モデルであろうことを検証している。また、今後のモデル化の方向性として、記号処理モデルとコネクショニストモデルとの統合を提案している。

第Ⅳ部は、本論文全体のまとめとして、調性的体制化の過程に対する一般的考察を行い、かつ、今後の研究で取り組むべき課題を論じている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 阿 部 純 一
副 査 教 授 菱 谷 晋 介
副 査 教 授 金 子 勇
副 査 助 教 授 鹿 又 伸 夫

学 位 論 文 題 名

調認知過程に関する認知科学的研究

本論文は、音楽認知における調性的体制化の過程の性質を、実験と計算論的モデル構築の両面から、探求したものである。

第Ⅰ部では、調認知過程に関する従来の実験研究とモデル研究を概観しており、特に、著者自身の計算論的モデル構築のための参考にしている。

第Ⅱ部は、3つの実験報告からなる。実験では、メロディの時系列的変化に伴った調認知の様相を観察するために、聞き手に音列を冒頭から1音ずつ加えながら呈示し、その都度感じた調とその調性感の程度を反応させる、という独自の手続きを採っている。

実験Ⅰでは、フーガ主題24種とランダム音高列6種とを材料として用い、それらの音高列に対する反応を詳細に分析している。その結果、フーガ主題に対して多くの聞き手が感じる調は少数の特定の調に集中すること、他方、ランダム音高列に対する調反応は聞き手の間で拡散しており、何らの規則性も見いだせないことを確認している。また、聞き手は、入力音高列を西洋全音階の音高構造に合致するように認知すること、特に全音階の主和音構成音が多く含まれるように認知することを見いだしている。調認知反応についての体系だった分析は従来ほとんどなされておらず、この実験で確認された調認知の基本的な特徴と規則性は、当該研究領域に大きな貢献をなす知見といえる。実験Ⅱでは、音楽経験者を被験者とし、調認知の安定性を詳細に検討している。その結果、少なくとも音楽経験者に関しては調認知の安定性は非常に高いこと、また、調性の認知はメロディのほぼ数音目あたりで確立されることを確認している。実験Ⅲでは、調の認知が、作曲された時代の異なるメロディに対して異なった様相を呈するかどうかを検討しており、その結果から、聞き手の調認知スキーマは、少なくともバロック以降の西洋音楽に対して同質・同程度の同化を示すということを確認している。実験Ⅱおよび実験Ⅲより得られた知見は、実験Ⅰの知見をさらに詳細にしたものとして評価することができる。

第Ⅲ部では、第Ⅱ部での実験結果に基づいて、新たな調認知モデルを提案している。モデル化にあたっては、記号モデルとコネクショニストモデルの2種類の枠組みを用い、それぞれ2つずつモデルを提案している。記号モデルⅠは、まず、入力メロディの構成音高を全音階構造にあてはめ、解釈可能な調を全て計算する。その上でさらに、主和音構成音を最も多く含むような調を選択し、出力する。記号モデルⅡでは、処理を2段階に分離せずに、オクターブ内の12音高を、主音、主和音構成音、全音階音、非全音階音の順に重みが異なると仮定し、その重みづけを基にしたあてはめの計算を行い、調を決定する。著者自身は、全音階に一致しない調を全て排除してしまうという記号モデルⅠの性質は心理学的に妥当でなく、記号モデルⅡがより妥当である、と考察している。コネクショニストモデルⅠは、1音の音高、和音、調の3層のユニットからなる活性伝播型ネットワークとして構築されている。一方、コネクショニストモデルⅡは、音程ユニットを中間層としている。コネクショニストモデルⅡが聞き手の調反応を予測できた割合は、コネクショニストモデルⅠのそれよりも高く、その結果から、著者は、コネクショニストモデルⅡの妥当性を主張している。第Ⅲ部の第9章では、著者が提案するモデルと、Longuet-Higgins and Steedman(1971)のモデル、Krumhansl(1990)のモデルのシミュレーション結果を比較しており、記号モデルⅡが、現在までに提案されている諸調認知モデルの中で、聞き手の調反応に最も高い一致率を示すモデルであろうことを検証している。また、今後のモデル化の方向性として、記号処理モデルとコネクショニストモデルとの統合を提言している。

本論文では、実験研究と計算論的モデル研究とを、密接に関係づけながら、ともに高いレベルで遂行している。まず、そうした研究の構成と遂行に対して高い評価を与えることができる。また、報告されている3つの実験の具体的な成果にも新しい貢献をいくつか認めることができる。さらには、著者のモデルの一つが、現在までに提案されている諸調認知モデルを凌ぐ一致率で、聴き手の調反応を予測できるものとなっており、その理論的考察が当該研究領域に対する最も大きな貢献として評価することができる。

以上により、当審査委員会は、本論文の著者吉野巖氏に博士（行動科学）の学位を授与することが妥当であるとの結論に達した。