

氏名	石田 舞
ヨミガナ	イシダ マイ
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	博音第282号
学位授与年月日	平成28年3月25日
学位論文等題目	〈論文〉 音に包まれた感じに対する独立指標の研究

論文等審査委員

（主査）	東京藝術大学	教授	（音楽学部）	亀川 徹
（副査）	東京藝術大学	准教授	（音楽学部）	丸井 淳史
（副査）	東京藝術大学	教授	（音楽学部）	西岡 龍彦

（論文内容の要旨）

人は音を聞いた時、その音源の方向や音源までの距離、また音の奥行き感や拡がり感を感じることができると考えられている。これらの空間音響知覚の中の拡がり感はさらに2つに分けることができると考えられている。ひとつは見かけの音源の幅（ASW:auditory source width, apparent source width）であり、もうひとつは音に包まれた感じ（LEV:listener envelopment）である。見かけの音源の幅とは、先行音（直接音）の到来方向に先行音と時間的にも空間的にも融合して知覚される音像の大きさであり、音に包まれた感じとは、見かけの音源以外の音像によって聞き手の周りが満たされている感じのことである。また、この2つの性質の違いを理解していれば、見かけの音源の幅と音に包まれた感じを区別して知覚できることが示されている。本研究はこの音に包まれた感じに対して、どのような物理量が影響しているかについて調査を行った。

音に包まれた感じとその物理的要因についてはまだ完全には解明されていないが、これまでに様々な研究が行われている。その中に、反射音を後期反射音と初期反射音（後期反射音以前に到達した反射音）に分けて調査を行った研究が存在する。本研究ではこの初期と後期の境界時間を、残響音開始時間と呼ぶ。残響音開始時間を80msとし、初期と後期のエネルギーの比を表した物理指標C80（Clarity）もそのひとつである。これまでの研究において、C値が低い（時間的に後期の残響のエネルギーが初期の音のエネルギーに比べて大きい）と音に包まれた感じが増すと考えられている。しかし、残響音開始時間として80msが必ずしも相応しいとは限らないということや、C値がある程度低い場合は音源によって音に包まれた感じを強く感じられない可能性も示されている。

そこで本研究では、まず実験Ⅰとして、直接音のレベルと残響音開始時間を変化させた音刺激を作成し、評価語抽出を行い、音に包まれた感じが評価できるかどうかを調べた。次に、実験Ⅰで作成した刺激を用いて、音に包まれた感じを含む音の印象がどのように変化するか評価実験（実験Ⅱ）を行った。その結果、直接音のレベルが高くなるに応じて音に包まれた感じは増加する事が示された。また、実験Ⅱにおいては残響音開始時間が異なることで音に包まれた感じの変化は見られなかった。

実験Ⅱで得られた結果は、残響音のレベルが大きいほど包まれ感が増すという従来の研究結果と異なるものであった。この結果の違いについて本研究では、直接音が明瞭に知覚される場合の音に包まれた感じ（従来の研究で用いられた音刺激の範囲）と、直接音の存在が知覚しづらい場合の音に包まれた感じ（実験Ⅱで用いた音刺激の範囲）があると予測し、実験Ⅲでは、実際のホール内で音源からマイクロホンまでの距離を変化させて収録したインパルス応答を用いて、直接音が明瞭に知覚される場合から直接音の存在が知覚しづらい場合までを含むと考えられる範囲で、音に包まれた感じに関する音の印象評価を行った。また実験Ⅲでは、音に包まれた感じという感覚は一つの感覚ではなく、複数の種類があると考え、「楽器音による音に包まれた感じ」と「部屋の響きによる音に包まれた感じ」に評価語を分けて音に包まれた感じの調査を行った。また、残響音の音圧レベルが包まれ感に影響していると考えられるため、収録したインパルス応答をそのまま使った刺激と、距離減衰を考慮して音圧レベルを上げた刺激の2種類を評価した。なお実験Ⅱで用いた評

価語「楽器音の明瞭度」「見かけの音源の幅」についても音の印象を評価した。

実験Ⅲの結果において、「楽器音による音に包まれた感じ」と「部屋の響きによる音に包まれた感じ」は異なる傾向が示された。そこで、実験Ⅲに用いた音刺激に対し、「楽器音による音に包まれた感じ」や「部屋の響きによる音に包まれた感じ」に関係があると考えられる物理量を求め、それら物理量と実験Ⅲで得られた評価結果との相関係数を求めた。また、従来の物理量に加えて、側方のエネルギーの絶対レベルを初期と後期とに分けて合計したLFLEとLFLLを加えた。

その結果、以下の考察が得られた。

1. 「楽器音による音に包まれた感じ」はC値、Ts（時間重心）、初期の側方エネルギーの合計（LFLE）と強い相関があることが示された。また、特にLFLEがある程度低い時にこの傾向が高くなることが示唆された。
2. 「部屋の響きによる音に包まれた感じ」は、C値、Tsに「楽器音による音に包まれた感じ」とは逆の相関がある事が示され、後期の側方エネルギーの合計（LFLL）においても正の強い相関が見られた。
3. インパルス応答をそのまま用いた場合と音の大きさを考慮した場合との相関係数の違いから、「楽器音による音に包まれた感じ」はLFLEが大きいほど包まれ感が高く、「部屋の響きによる音に包まれた感じ」はLFLLが大きいほど包まれ感が高くなる可能性が示された。

#### （総合審査結果の要旨）

コンサートホールなどで音楽を聴く場合に、ホールの響きによって印象が大きく変わる事は良く知られている。このようなホールの空間印象に関しては、これまで様々な研究がおこなわれている。またコンサートホールの録音においても、5チャンネルサラウンドなど再生方式において、空間印象を再現するのは、重要な要素として考えられている。本論文では、このような録音再生における空間印象に着目して研究がおこなわれた。

従来の研究では、ホールの空間印象は少なくとも「見かけの音像の幅（Auditory Source Width:ASW）」と「音に包まれた感じ（Listener Envelopment:LEV）の2種類の要素間隔に分けられると考えられている。本論文では特に「音に包まれた感じ」に焦点をあてて、それらがどのような条件によって生じるのかについて、3つの心理実験によって調査がおこなわれた。1つ目の実験では、本学奏楽堂で収録した響きのデータを元に、残響音のレベルや開始時間を変化させることで、どのような空間印象が得られるかを調査し、「音に包まれた感じ」がこれらの条件で変化する事を確かめた。2つ目の実験では、残響音のレベルや開始時間を変化させた場合の空間印象を一対比較によって評価し、これらの物理的な変化と包まれ感などの心理的な評価の関係について調査した。3つ目の実験では、「音に包まれた感じ」を「楽器の音に包まれた感じ」と「部屋の響きに包まれた感じ」という2つの感覚に分けて評価し、それらがホールの壁などの反射で生じる側方からの音のエネルギーの初期部分と後期部分とが関連していることを導き出した。

審査会では、本論文に関連する先行研究に関する調査が十分でない部分があることや、今回提案している2つの包まれ感の要因となる物理量などについての考察が不十分である点に関して指摘があったが、本論文で得られた「楽器の音に包まれた感じ」と「部屋の響きに包まれた感じ」の2つの「包まれ感」の定義や、これらが側方エネルギーの初期部分と後期部分と関連しているという知見は、博士論文の内容としてふさわしいものであり、まだまだ未解明な部分の多い「音に包まれた感じ」に関する研究に役立つ事が期待できるなどを総合的に評価して、本論文が博士の学位に相当すると判断した。