

# 建築学科の学生を対象とした環境音の聴取による 市街地形状の把握の可能性

飯野 秋成<sup>1)</sup> 吉田 夏樹<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

建築外部空間における音が、計画の段階で積極的なデザインの対象となることは、現在のところあまりない。結果的に、偶然から音環境の面白さが形成されることはあることは否定されないが、音の大きさのレベルや空間における残響（以下、リバーブ）はなかなかコントロールできるものではないこともあり、意図しない騒音苦情が発生することも、めずらしいことではない。

建築外部空間の音環境を数値解析的にとらえようとする学術的研究は、建築環境工学の分野で日進月歩に進められている。環境の数値シミュレーションツールは実に多くのものがあり、大きなプロジェクトなどではこれらを利用しながら、熱、光、空気、そして音の事前解析や評価が綿密に行われる。これらのツールの応用は実務にとどまらず、大学の建築教育においても、環境工学演習の一環として導入されることも多くなってきている。将来的に、ツールのシミュレーション精度が上がり、また教育的にヒューマンインターフェースの確立が進めば、設計段階でツールを使いこなしながら計画するデザイナーが生まれる可能性もある<sup>1)</sup>。

現在の環境シミュレーションツールの教育上のメリットは大きい反面、建築教育の現場で活用する場合には、以下のような点も指摘できる。

- A) 熱、空気、音などの見えないものを可視化することを目的としたもので、視覚を共感覚とする感性を養おうとしていること。すなわち、暑さ、うるささといったものの**直接体験ではない**こと。
- B) 建築物のデザインを先行させ、**結果としての環境**が表示されること。環境をコントロールするという立場からは、トライアンドエラーを前提とした、逆方向の思考の流れとなっていること。

本報告では、音の環境に焦点を絞り、屋外の環境音を聴取して建築外部空間の形状を類推するという、従来の

環境シミュレーションツールとは逆方向の入出力を教育に取り入れることの可能性を考察した。すなわち、大学の授業を想定した短期間の訓練で、環境音から建築外部空間をイメージできるようになるかについて、その訓練方法の基本的な考え方を確立する。さらに、正解が導かれやすい場合と、誤答を招きやすい場合を比較することにより、屋外において学生を混乱させる外部音の要素を明らかにすることを試みた。

なお、目の見えない方が、長期間の生活で獲得する空間把握の精度の高さについては既に指摘されているところであるが、本研究では、建築学科の一般的な学生を対象としたもので、適切な音環境を形成するための建築物の規模や大まかな形状が把握できるようになることを目標としており、過度な推定精度の高さを求めようとするものではない。

## 2. 方法

### 2-1 被験者実験の方法

建築系の学生（学部4年次生）5名を被験者として、2012年10月から12月の2ヶ月間、ほぼ週1回ごとに実験を実施した。本研究における被験者実験に採用の可能性のある方法には、さまざまなものが考えられる。例えば、被験者に目隠しをしてもらって対象地に連れて行く、といった方法も考えられなくはないが、建築の授業の一環として実施できる比較的簡易な方式を確立したいという立場から、録音した音源を、学内の研究室や講義室でじっくり聞いてもらい、推定した空間の状況とさまざまな発生音の種類と位置を、地図化して表現してもらう方法を採用した。

建築外部空間の推定結果の表現方法であるが、①あらかじめ、複数の風景パノラマ写真を示して、正解を選ばせるという方法、および②無地の用紙に自由に書き込んでもらう方法、の2つの試験方法を実施した。前者は、

1) いいの あきなる

〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋1719  
新潟工科大学工学部建築学科（勤務先）

2) よしだ なつき

〒947-0051 新潟県小千谷市三仏生2533  
秀和建設株式会社（勤務先）

4枚のパノラマ写真の中から正解の写真を1枚選び、番号に丸を付けてもらうもので、実施回数を重ねるごとの正答率のトレンドを検討できるものと位置づけた。後者は、聞こえてくる音の種類や配置、そして空間スケールとの関係を詳細に分析するためのもの、と位置づけた。

## 2-2 屋外の環境音の収録と再生の方法

屋外の環境音の収録場所は、新潟県新潟市内および同県長岡市内の商業地域とした。開放的な場所や半閉鎖的な場所、自動車交通の多い場所や歩行者の多い場所、店舗の建ち並ぶ場所やオフィス街、などのバリエーションを持たせた約20の箇所を選定した。

音源の収録は、耳の位置で録音できるよう、バイノーラルマイクを利用した。バイノーラルマイクは、イヤホンとマイクが組み合わされたもので、耳の位置で録音できる点が特徴となっている。図1 (a) のように、録音者が耳にバイノーラルマイクを取り付け、収録方向の前後の違いを音源に反映させた。また、数十秒から数分間継続して、マイクを固定して収録した。データは48kHz、24ビットのwavファイルとした。収録後には、360°パノラマにて写真撮影を行って、音源データとともにデータベース化した。

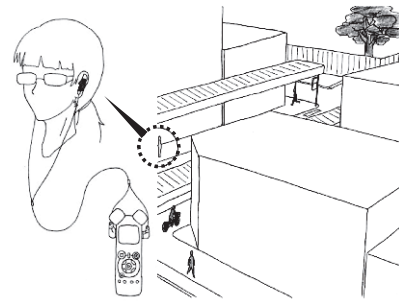
音源の再生方法については、無響スタジオ内でスピーカーから発音させることも考えたが、再生音以外の要素が入り込む危険がある。簡易に実施でき、かつ音源に集中できる方法として、高性能のオーバーヘッドホンを利用することとした。また、夜間の研究室など、室内外の基調音のレベルが小さい環境下を指定して聞いてもらう方法で取り組んでもらった。

## 3. 結果および考察

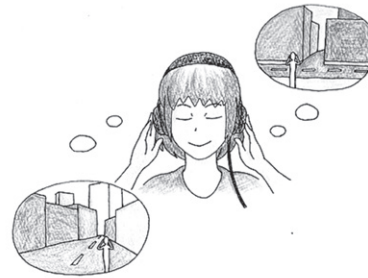
### 3-1 写真を選択させる実験

図2に示すように、テストの回数を増すにつれて正答率が上昇した。ある程度の期間を設けて、繰り返し同様の試験を行いながら、解答後にすぐ正解を示して自身の回答の間違いに気づかせる、ということの繰り返しは、市街地の形状を推定する能力を上げることに繋がるといえる。

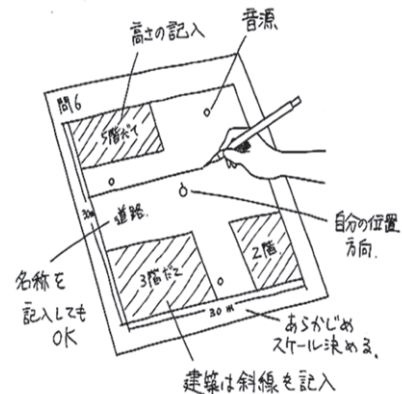
また、各被験者が回答を導いたときの判断となる要素が何であったかを、回答した写真周囲の余白に自由記述してもらった。表1に、読み取った情報(A~D)と、その判断基準をまとめた。左右前後からの交通音や歩行者の話し声、靴音などの直接音が要素となっていることが多かった。正答率が悪かった問題については、小さなブロック塀や看板などからの反射音だったことがしばしばで、方向感覚を誤らせる大きな要因となっていた。



(a) バイノーラルマイクにより環境音を録音する



(b) 被験者に、再生音源から都市空間をイメージしてもらう



(c) 被験者に空間を描いてもらう

図1 聴覚から建築外部空間をイメージさせる実験

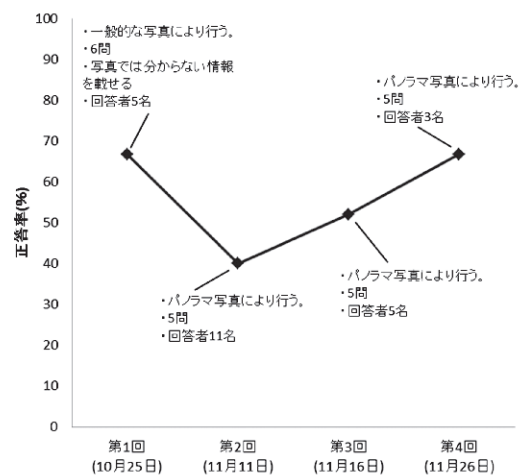
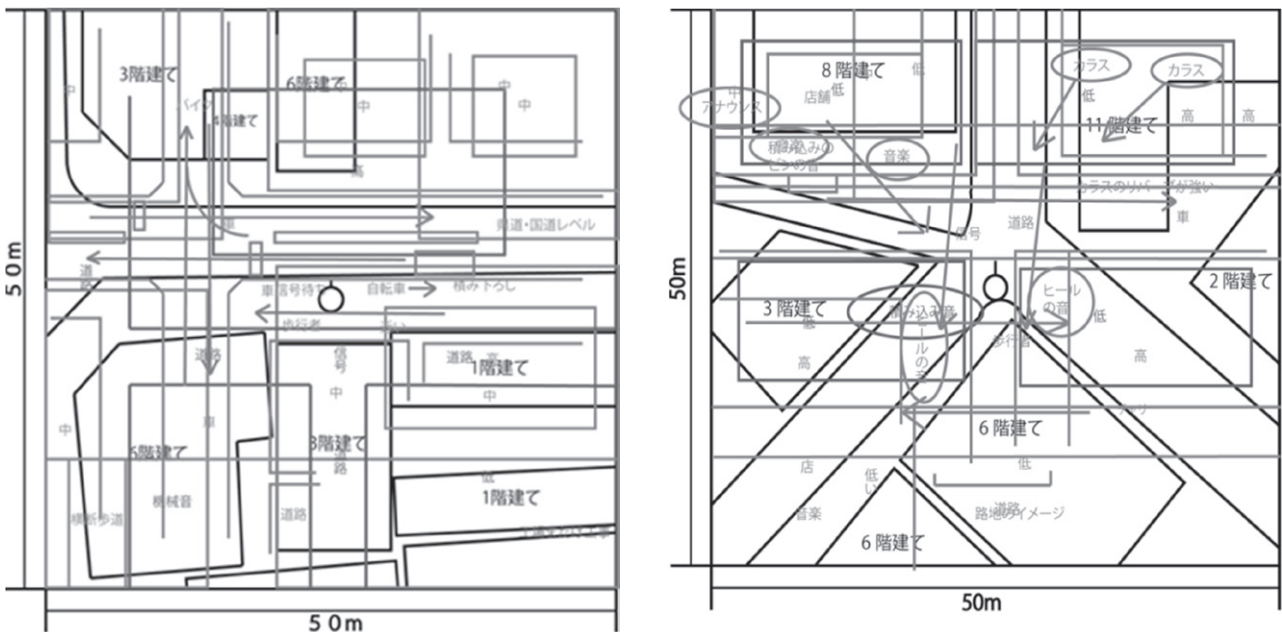


図2 写真を選択させる問題の実施回数による正答率の上昇傾向

表 1 写真選択問題実施時に被験者が拾い上げた情報とその根拠

意見の種類	被験者の意見	A	B	C	D
判断方法	トラックの音が大きく単純に大きな道のものを選んだ				
	トラックの停車している音がしたので4番は停車しづらいと思ったので選択肢から外した				
	交通音の反響が大きい感じがしたのでビルに囲まれているのではないかと思い2番にした		○	○	
	3番はバスの音がしなかったので				
	エンジンをかける音がしたので3番はないかと				
	車どおりが常に左だったのでそれを考えると4番ではない	○			
	交通音が大きいと4番は選びやすい				
音のイメージ	信号音がするが4番だと露骨すぎるので選ばなかった				
	左側から音がすると4番は選びやすい	○			
	車の通りが多いイメージ				○
	3番の屋根がかかっている感じではなかった		○		
写真のイメージ	全体に交通音が大きい				○
	ベース音が常に大きい				○
	リバーブ感が読み取れない			○	
写真と音のイメージの食い違い	1番が写真の中で一番静かなイメージがあった				
	町の佇まいからして大きな車は通らないと思った				
テストの改善点	一瞬人の声もしたので1番・2番の写真だと人通りがなさそうだったので・・・				
	左から右に通る車があったがそこまで大きな車が1番のような細い通路を通るとは考えなかった	○			
	高い建物の印象はあったがこの選択肢の中から選ぶとなると難しかった		○		
	左から音がするのに右の写真しかない	○			
	音の大きい方(左)が写っている写真があれば選択していた	○			
	1番は写真から建物の高さが読み取れないので選びづらかった			○	
	横断歩道の音がしていたので写真にあると選択してしまう				
1番の写真は道が狭いのでそんなに車が通るような場所に思えなかった				○	
テストの改善点	路地のような音はしないこともなかったが終始車の音がするので				
	左右の情報が多い	○			
	写真に左の情報がない	○			
	日付・時刻・天候を表示してほしい				
	写真から読み取ってほしい割には写真から読み取れる情報が少ない				
	道路の見取り図があるとわかりやすかった(地図や写真を撮った方向など)				
	写真ではなく配置記入問題だったら描けない				

A:左右前後 B:高さ C:水平距離 D:全体的に



複数の被験者からの回答を、グレーで重ねて表示している。黒の濃線は正解の配置である。左の設問例では、複数の被験者が、建物の配置と大きさを概ね正しく把握しており、建物間の路地の存在を見抜いた被験者もあった。右の設問例では、被験者ごとにかなり異なった回答が得られている。道路が直行していない建築外部空間では、環境音の聴取だけでは形状把握が難しい。

図 3 建物等の配置記入問題の解答例

表2 建物等の配置記入における特徴

読み取った情報	記入のパターン		根拠
	正誤	特徴	
前後	○	前方があいている	車の直接音
	○×	横に通る道路が前だったり後ろに書かれている	前後がわかっていない、前後が判断しにくい
	×	真後ろがあいている	空間があるのを聞き取った可能性がある
左右	○	左右は読み取れている	1回反射起きにくい
	○	店舗から流れてくる音楽を左に記入している	左右は分かっている
	○×	左右で建物の高さの意見が2分している	1回反射は方向を感わず
高さ	×	屋根(ガンギ)があると判断している	高い建物のせい
	×	高さを記入していない	高さがわからない
距離感	○	記入している位置が正答と重なっている	2階建ての位置を判断できている
	×	建物のない場所に建物があると判断された。	あいている空間を判断できていない
	×	建物がない位置に建物があると判断している	遠いリバーブ感
	×	あいていると判断	何も無い感をつかみかけている
	×	道路などを縦横にしか描いていない	斜めや後ろは読み取りづらい
	×	道路や建物のスケールがあっていない	音と実際の距離感がつかめていない

### 3-2 建築外部空間の空間を描かせる実験

音源の収集地点を中心に、50m四方の範囲の建物の配置状況を書き込んでもらったときの回答例を図3に示す。試験期間の前半では、主に道路上の線音源の位置や、エリア内に存在する建物の棟数の情報などのヒントをあたえてパズルのように取り組ませる場合が中心であったが、2ヶ月後にはそれらのヒントをまったく与えない場合についても実施した。いずれのテストにおいても、左右の音は判断が容易であって、車や自転車、人の通る音などの直接音によって、道路の方向はほぼ把握することができる。また、バイノーラルマイクでは2点における収録であるために、原理的には音の前後関係は把握しにくいと考えられるものの、実際は前後関係を正しく判断していることも多かった。録音時にバイノーラルマイクを装着した学生の耳たぶが、再生音の方向性に影響した可能性が考えられる。

一方、周辺建物の配置と高さについては、ヒントを与えない場合には誤答が多かった。交通音のリバーブが、対面する建物間や、複数棟で囲まれた小公園などで発生している音源が多かったが、その状況を的確な形で読み取った回答も、後半には徐々に見られるようになった。

また、図3右のように、道路が直交していない状況は、ノーヒントでは道路の方向を推定することはできなかったが、それでも建物位置関係については、複数の被験者がある程度妥当な推定をしていることも読み取れる。

表2は、被験者の解答用紙から読み取ることのできる全般的な傾向をまとめたものである。写真選択の試験と同様、音源の近くに存在するコンクリートブロックや雁木などからの反射音を、建物の壁からの反射音と誤判断したのが見られた。また、周辺建物の高さや距離感は、なかなかつかみづらかった様子も読み取れる。その一方

で、試験を繰り返すうちに正解を導くことがあったり、建物の外壁における反射以外の反射音が存在することに意識が向くようになったりした被験者も存在した。正解率などの数値的指標の向上をもって示すには至っていないものの、今回設定した学習期間以上の時間をかけて取り組むことにより、空間把握の能力を示すことのできる可能性は示唆された。

## 4. まとめ

### 4-1 結論

建築外部空間において収録した音源のみを聴取し、これをもとに建築外部空間の形状を推定させる実験を、建築学科の学生を対象に実施した結果を報告した。本研究で得られた知見は以下の通りである。

1) 複数のパノラマによる風景写真を提示し、正解を選択させた場合については、試験を数ヶ月繰り返すことによって、正答率が向上することを示した。この場合は、自動車交通や歩行者からの直接音の方向性は判断の大きな要素となっているが、ブロック塀が隣接する収録ポイントでは反射音と直接音の判断ができない場合が多いなどの傾向も見られた。

2) 無地の用紙に、50m四方程度の建物群の配置や音源の種類と位置を自由に記入させた場合については、直接音やリバーブ音を左右や前後に聞き分けることについては、比較的容易にできており、路地や小公園などで囲まれた空間の存在を把握できる場合もあった。ただし、建物の高さや距離感の判断は被験者によってばらつきが大きくなる傾向が見られ、本実験で繰り返した回数だけでは、正解に近づきにくかった。また、直交していない道路のような複雑さの把握にも、限界がみられた。

#### 4-2 今後の研究の方向性

いずれの被験者もが、徐々に確信を持った正解を導けるようになっていく過程を実感できていた。建築系の学生諸氏であるから、将来、音の感性の鋭さから来る空間づくりについて、一言ある技術者になってくれれば、との思いもあった。

都市や建築の環境のコンピュータシミュレーションは、一般に、都市の形と材料と気象データを入力して、表面温度分布や気温・気流の分布を出力する、というスタイルが一般的である。このことが一般に「設計支援」と考えられている。つまり、コンピュータというブラックボックスから出力される温度の「レインボーカラー」や、風向風速の「矢印群」をみて、適切でない環境があれば設計を見直す。このような支援ツールは大切なものに違いないし、建築系の設計支援ツールは実務でも大きな役割を果たしている。

熱や空気や音は、確かに目には見えないものであるが、だからツールとして可視化することだけが答えというわけではない。「こんな熱、空気、音の感覚ならば、おそらくこういう空間なのだろう」、という類推を訓練する場を提供するという、数値解析とは真逆の入出力の方向(図4)を、感性の高い時期に体験することも、空間デザインの1つの要素として求められるのではないか。従来型の設計支援ツールに加えて、逆のプロセスをも、繰り返し、また繰り返し体感する。そして、都市環境に耳を澄まし、肌をすまし、そして場合によって、鼻をすまし、舌をすましながら、都市のアフォーダンス<sup>2)</sup>に「共感」できる能力を養うことこそが、都市環境の教育や設計支援の、実は神髄なのではないか。今回の試みを踏まえ、今後さらに、建築教育のカリキュラムとしてのあり方を追求していきたいと考えている。

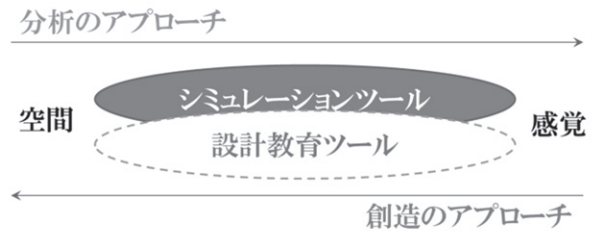


図4 分析のアプローチと創造のアプローチ

#### 謝辞

本研究は、2012年度夏季大阪芸術大学通信教育部音楽学科スクーリングにおける中川真先生(大阪市立大学)との議論をもとに着想した。また本論文は、日本サウンドスケープ協会2013年度秋季研究発表会における既発表論文<sup>3)</sup>の質疑をもとに再構成したものである。中川先生をはじめ、多くの貴重なご意見をくださった先生方にあらためて感謝の意を表す。

本稿の被験者実験は、2012-13年度日本学術振興会科学研究費挑戦的萌芽研究(No.24656339、代表は筆者)の補助を受けて実施した。

#### 【参考文献】

- 1) 飯野秋成：都市熱環境の教育，日本建築学会環境工学委員会第42回熱シンポジウム「将来の建築・都市熱環境とくらし」，pp.85-90，2012.11
- 2) 佐々木正人：『アフォーダンス-新しい認知の理論』，岩波書店(2011)
- 3) 飯野秋成：建築学科の学生を対象とした環境音による空間認識の訓練の試み，日本サウンドスケープ協会2013年度秋季研究発表会「音の世界はこんなに面白い！-最近のサウンドスケープ研究の現場から-」(千葉県立中央博物館)，pp.14-18，2013.11