

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月18日現在

機関番号：24301
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2009年度～2011年度
 課題番号：21650060
 研究課題名（和文） 寸法知覚に対する視聴覚情報統合の研究：ものの大きさはどこで測るか？
 研究課題名（英文） Audio-visual integration in perceiving the size of objects: Where is the object size measured?
 研究代表者
 津崎 実 (TSUZAKI MINORU)
 京都市立芸術大学・音楽学部・教授
 研究者番号：60155356

研究成果の概要（和文）：ものを大きさの判断に対する聴覚情報の貢献を調べるために地面に衝突して弾むボールを模擬した視覚刺激に、ボールが叩かれたときの音を付随させて見かけ上の大きさの判断を求めた。実験参加者の課題はあくまでも見えたボールの大きさに対する判断であり、聴覚情報に比べて視覚情報の方が豊富に含まれる実験環境であったにもかかわらず知覚判断には明らかな聴覚刺激からの影響が観察された。

研究成果の概要（英文）：To investigate effects of auditory information in perceiving object size, audio-visual stimuli where motion pictures simulating a ball to bound on a ground is combined with a sound of ball smashing were presented to human participants. The task was to evaluate the "visual" size of the perceived object. Although the task was visual and the experimental situation contained more visual informations than auditory informations, it was clearly observed that the perceptual evaluation was systematically influenced by the scaling of the auditory stimuli.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	0	1,900,000
2010年度	700,000	0	700,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,100,000	150,000	3,250,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：感覚・知覚・注意

キーワード：インパルス応答，マルチ・メディア，事象知覚，大きさの恒常性，寸法知覚，視聴覚情報統合

1. 研究開始当初の背景

(1) 「もの」の大きさの知覚については視覚心理学の領域で従来多く取り扱われてきており、視角と対象までの距離、対象に対する知識などに基づく大きさの恒常性の問題に注目が集まってきた。近年、研究代表者や聴覚研

究者が実施してきている聴覚の実験(Tsuzaki et al., 2007; Smith et al., 2005)では物体が同一の素材からなると仮定される場合には、それを叩いたときに発生する共鳴音の情報も大きさに対する重要な情報を与えることが分かっていた。従って「もの」の大きさは視覚

モダリティ単独で与えられるものではなく、聴覚モダリティも関与するいわゆるマルチ・モーダルな知覚属性であることとなる。このようなマルチ・モーダルな知覚、特に視聴覚情報の関与についてはこれまでも音声知覚に於けるマガーク効果(McGurk & MacDonald, 1976)や音声の発話速度に対する聴覚優位性(高野・他, 2000)を示すような研究例が存在していた。これは人間ができるだけ多くの感覚モダリティからの情報を活用して間違いのない知覚を使用としていることを示すものである。実際の世界では例えば、ボールという対象物が存在している場合、それが静止したままで存在することは稀で、それらは何らかの形で運動を伴う。ものが運動する場合、音を発することは避けられないことであり、人間がその音と視覚情報を使って対象の正確な把握をすることはむしろ当然のことと思われるが、知覚心理学領域の細分化の副産物としてこれらのマルチ・モーダルな関係について焦点を当てた研究はなかった。

2. 研究の目的

当研究では、視角上は同じ値で与えられるボールが床に落ちて弾む場面にそのボールの共鳴音を付けることによってボールの大きさが異なって知覚されるかどうかについて調べるといふ、全く新しい実験を実施する。これまで視覚的な大きさと聴覚的な大きさについての交互作用の存在については、視覚対象の視覚の変化と同期して呈示される音の強度の間に存在することが見出されていた(Kitagawa, 2002)。しかし、そのような対象が音を出し続ける物体としての拘束条件が自然界に存在しているわけではなく、視覚的な大きさと聴覚的な大きさといういわば言葉の上での抽象度の高いレベルでの干渉の域に留まっていた。それに対して本研究の目指すところは、物体が他の物体に衝突するときには必ず音が発生するという物理的に強い拘束を満たしているところに斬新性があり、かつより強固な視聴覚統合の必然性がある。さらに物理的な法則としてボール内の気体が等質である場合、ボール打撃音の共鳴周波数はボールの直径に比例して変化するという法則性があるため、実験状況と生態学的状況の整合性も高い。この場合、ボールが単独に提示される場合は大きさの知覚が変わる可能性もあるが、視角上等しい2つのボールが同時に落ちて、それぞれから異なった共鳴音が到来した場合は、ボールの奥行き上の違いを知覚することが予想される。研究では実際に音が知覚されるボールの大きさに影響を与えるかを検証することを目的であった。

3. 研究の方法

(1) 2次元の液晶ディスプレイ上に呈示される図形の大きさの判断を、随伴する音響信号が存在する中で判断し、主観的な大きさについて評価することが実験課題であった。この

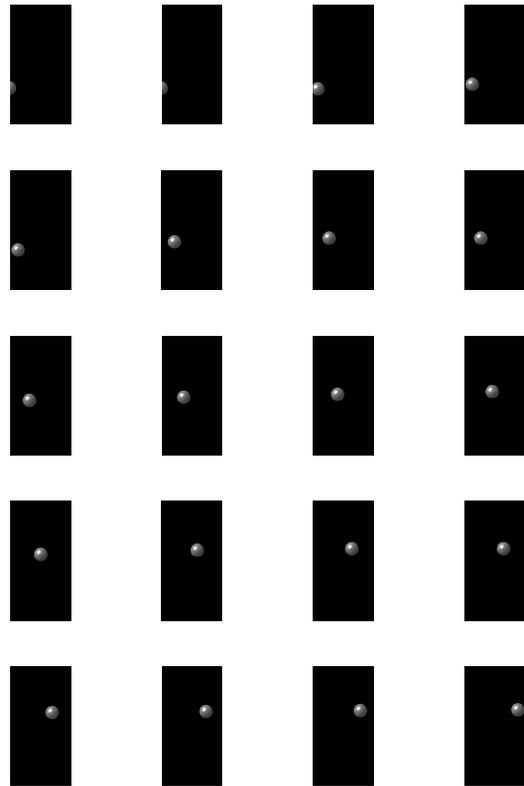


図1 球体刺激の運動画像のスナップショット。左上のパネルから横方向へフレームが進む。

際に図形はボールが地面に弾んでいる様子を模擬した運動図形であり、そのボールを表す円形の半径を3種類に変化させた。随伴する音は、市販の音素材集からテニスボールの打撃音を原刺激として採用し、その時間波形を時間軸上で伸張収縮するというスケール変換を施した。伸張した場合は共振周波数が低くなり、これは仮にそのボールが実在しているとすれば原寸よりも大きくなる。対して収縮させた場合は共振周波数は高くなり、原寸よりも小さくなったボールに対応する。

(2) 従来の研究の多くは、かなり抽象度の高い刺激、例えば単純な円盤と長方形を用い、前者が後者に対して一定の速度で接近して接した後に反対方向へ同じ速度で遠ざかるような視覚運動図形に、正弦波のトーンバーストを付けるものであるか、その反対には自然のビデオ画像に自然音や音楽などを付随させて、その間の知覚的な「ふさわしさ」を判断させるようなものが多かった。抽象度が高い刺激については解釈も多様であり、また符合性も出てくるため、知覚判断者の持つ様々なスキーマによって判断のゆれが存在しうるため、その実験観察を一般化することが難しい。その一方で、自然物のビデオ画像などを折角用いても、組み合わせる音やビデオ画像の可能な仕方のまずさから、自然界では絶対に生じ得ない、つまり自然対象でありなが

ら人工刺激であることがあからさまな刺激を用いた実験が多く見られてきた。この問題点を解消するために、この研究ではまず3次元モデルを使用した球体の加速度運動、つまりある高さから落とされて加速的に仮想的な地面に落ちていき、そこではね返って上昇するという軌道を微分方程式を用いてシミュレートした画像を用いることとした。対象は、2次元的な画像であるが、球体であることを想定された表面材質の反射率と光源位置との考慮することによって与えることとした。(図2参照)

(3)実験参加者は、液晶ディスプレイ上に呈示されるこの運動する球体の見かけ上の大きさを判断して、マグニチュード推定法による判断を行った。画像にはスケール変換を施した聴覚刺激をボールが地面に接した時点で同期して呈示した。参加者にはその音についてはなるべく無視して、見かけの大きさに基づいて判断することを求めた。

4. 研究成果

(1)図2は3種類の視覚刺激に対する見かけの大きさの評価結果を示したものである。各棒の違いは組み合わせた聴覚刺激のスケールに対応する。

(2)視覚的な寸法に対して系統的に評価値が上昇していることから、実験参加者が適切にこの課題をこなしていることが確認できる。

(3)その上で、聴覚刺激の違いが判断に確実に影響していることも観察できる。但し、その影響はすべての視覚刺激に共通して生じているわけではなかった。最も典型的に聴覚刺激の影響が生じたのは視覚刺激がLargeの条件であり、この場合は見かけ上の球の大きさは、聴覚刺激のスケール変換率に対して系統的に従う傾向を示した。視覚刺激がsmallの条件では、聴覚刺激がsmallの時はより小さく見える傾向が出たが、聴覚刺激がLargeとなった場合は、大きく見えるという効果には繋がらなかった。また、視覚刺激が中間的なものについては聴覚刺激はほとんど影響を与えていなかった。

(4)実験結果を表面的に見る限り、聴覚刺激はさほど影響しないようにも見えるかもしれない。しかしながら、実験参加者への教示はあくまでも「見かけの大きさ」、つまり画面に映ったボールの大きさを判断するというものであった。このような教示を行った理由は、予備的な実験により聴覚刺激の間の差は明らかであり、それを考慮した場合に大きさの判断がそれに影響されるのは、かなり当然の結果であると考えたからである。また、今回の実験条件では、画像を呈示するディスプレイの枠やその呈示位置に対する奥行き情報など視覚的な情報は聴覚情報よりも豊富に含まれた環境での実験であった。それにも関わらず、聴覚情報の影響が大きさの判断に現れたことは、聴覚刺激がかなり頑健な大きさに対する情報を含んでいることを示唆する重要

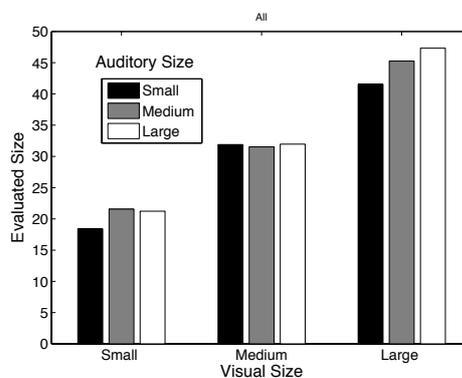


図2 視覚刺激の大きさや聴覚刺激の大きさの組合わせに対する知覚された「見かけの大きさ」

な発見であった。

(5) 今回の観察は、これまであまり考慮されてこなかった聴覚刺激のスケールを適切に操作することによって、マルチ・メディア情報のより適切な提供が可能となる可能性を示唆する。実際にはこれまでのマルチ・メディア的な刺激呈示では、ものの大きさによって音が系統的に変化するという物理的な制約は完全には反映されてこなかった。これは視覚的な対象の縮小や拡大の方が聴覚的な刺激のそれよりも簡単に行えるからという側面もあったことと、仮想現実的な状況を作るときに聴覚刺激が補助的な地位しか持っていなかったことにもよる。聴覚刺激はタイミングを教えるという点に加えて、今回確認した寸法についての頑健性については今後積極的に取り入れていく価値があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計5件)

- (1) Minoru Tsuzaki, Toshio Irino, Chihiro Takeshima, and Toshie Matsui Effects of the Correlation Between the Fundamental Frequencies and Resonance Scales as a Cue for the Auditory Stream Segregation, ARO midwinter research meeting (2012年2月29日), San Diego, California, USA
- (2) Chihiro Takeshima, Minoru Tsuzaki, and Toshio Irino, Discrimination of Speaker Sizes Through Speech Sounds: Dependence on Sound Duration, ARO midwinter research meeting (2012年2月26日), San Diego, California, USA
- (3) 津崎 実, 入野 俊夫, 竹島 千尋, 松井 淑恵 寸法知覚を中心とした聴覚情景分析 -物理世界と心理世界をつなぐ聴覚-

日本音響学会2011年秋季研究発表会（招待講演），（2011年9月21日） 島根大学，島根。

- (4) Tsuzaki, M.: "Speech segregation and the interaction between F0 and size" WAVE Workshop. (2010年11月28日). 生駒芸術会館
- (5) Tsuzaki, M., Nakagawa, Y.: "Speech segregation and the interaction between F0 and size" CNBH 12th Anniversary. (2009年9月3,4日). Cambridge, U.K.

〔図書〕（計1件）

- (1) 森周司, 香田徹 (編), 香田徹, 日比野浩, 任書晃, 倉智嘉久, 入野俊夫, 鶴木祐史, 鈴木陽一, 牧勝弘, 津崎実, (共著) 「聴覚モデル」, (2011) コロナ社, 195-229.

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
津崎 実 (TSUZAKI MINORU)

研究者番号：60155356

京都市立芸術大学・音楽学部・教授