

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500252

研究課題名(和文)AVコンテンツ視聴空間における視聴覚刺激間の主観的等価性の評価に関する研究

研究課題名(英文)Evaluation of subjective equality between a visual stimulus and its associated sound in an audio-video space

研究代表者

長谷川 光司(Hasegawa, Hiroshi)

宇都宮大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50272761

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文):本研究では、奥行き感のある映像を用いて、視聴覚刺激間の主観的同時点(PSS)及び主観的等価音圧レベル(SSPL)の関係を調査した。まず、奥行きの変化がPSS及びSSPLに与える影響について調査した。視聴覚刺激には太鼓とその打撃音を用いた。その結果、奥行き感を増加させるとPSSは大きくなり、SSPLは小さくなった。次に、奥行き感の相対的な変化がPSS及びSSPLに与える影響について調査した。ここでは、二つの太鼓を用い、最初に叩く太鼓を基準、後に叩く太鼓を判定対象とした。その結果、判定対象のPSSは基準が前方及び後方にある場合共に大きくなり、SSPLについては基準が前方にある場合に小さくなった。

研究成果の概要(英文): In this study, we focused on the perception of simultaneity between a visual stimulus and its associated sound by using an audio-visual clip of a man beating a drum. First, we investigated effects of changes in the feeling of depth of a visual target on the point of subjective simultaneity (PSS) of an auditory-visual event and on the subjective sound pressure level (SSPL) of the sound. As results, the PSS tended to increase and the SSPL tended to decrease as the feeling of visual depth increased. Next, we investigated effects of changes in the relative feeling of depth of two visual targets on the PSS and SSPL using an audio-visual clip of two men beating each drum. In the experiment, the subject judged about an impression of the drum hit second based on the drum hit first. As results, the PSS of the second drum tended to increase in both cases of when the first drum located ahead and behind, and the SSPL of the second drum tended to decrease when the first drum located ahead.

研究分野：波動情報工学

キーワード：視聴覚相互作用 奥行き感 主観的同時点 主観的等価音圧レベル

## 様式C-19、F-19、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

近年の映像の高精細化及び音声・音響信号の高品質化に伴い、臨場感のある空間の再生及び創生への要求は、より一層、高まってきている。臨場感のある視聴空間を得るためには、視覚と聴覚各々の情報の高品質化はもとより、それらを統合的に扱った場合の相乗効果の利用も重要な要因の一つであると考えられている。

視聴覚相互作用に関しては、古くから数多くの報告がある。しかしながら、それらの研究は、視聴覚相互作用の生起要因に主眼をおいた、心理学的な観点からのものがほとんどであり、ランプとブザー音など無意味刺激の組み合わせによる実験的報告が多い。従って、有意味刺激、すなわち互いの関連性が強い刺激の提示を対象とするAVコンテンツ視聴環境へ直接応用することはできず、様々な検証を行う必要があると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、有意味なコンテンツ（視覚及び聴覚コンテンツ相互の概念的な結びつきが強い刺激）を用いて、映像の奥行き感と、主観的同時点（視聴覚刺激間の時間差）及び主観的等価音圧レベル（ある距離で生じた視覚イベントの大きさに相当すると知覚される音圧レベル）の関係について調査することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験装置

本研究で用いた実験装置の概略図を図1に示す。実験刺激は、ハイビジョンビデオカメラ（Sony HDR-HC1）を用いて提示する。映像刺激は、ハイビジョン対応プロジェクタ（EPSON EMP-TW600）を用いてスクリーンに投影する。プロジェクタが投影する映像領域は2.09 m (W) × 1.17 m (H) であり(図2)、映像領域の視野角は43.8°(W) × 25.4°(H)である。また音声刺激は、アンプを介してヘッドホン（SENNHEISER HD-595）から提示する。

被験者は、スクリーンの中央から2.6 m離れた位置に設けた椅子に座り、頭をヘッドレストに固定して実験を行う。

#### (2) 実験刺激

本実験では、映像と音の提示開始時間の同期が取りやすく、経験的に音の大きさが分かりやすい、太鼓を叩く映像とその太鼓音を実験刺激として用いた。実験刺激は、奥行きを感じやすい映像にする必要があるため、長い直線道路（約1 km）で撮影した。撮影には、高解像度（1080 px (W) × 1440 px (H)）のハイ

ビジョンビデオカメラ（Sony HDR-HC1）を用いた。

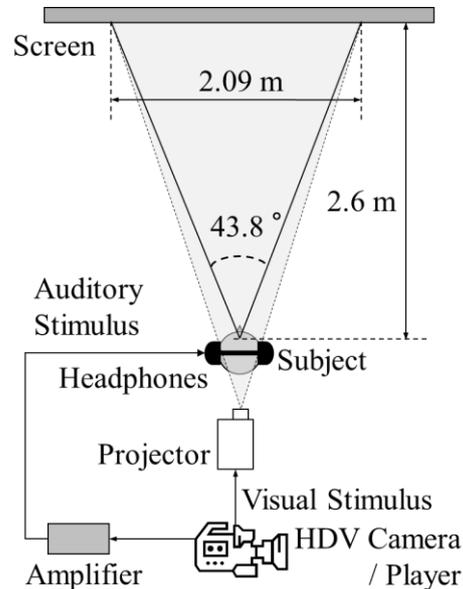


図1: 実験装置



図2: 提示映像(10 m)

#### ① 映像刺激

映像刺激は、奥行きを感じやすい長い直線道路で撮影した太鼓を叩く映像を用いた。撮影した距離は、5, 10, 20, 30, 40, 50 m とする。また、奥行き感を変化させる実験に対しては、図3に示すように、-40%~+40%までの距離差を付加した映像を用いた。

また、奥行き感の相対的な変化が、主観的同時点及び主観的等価音圧レベルに与える影響に関する実験においては、左右に二つの太鼓を配置して、右側の太鼓を基準（前に叩く）とし、左側の太鼓を判定対象（後に叩く）とした。図4に二つの太鼓を配置した場合の提示映像を示す。

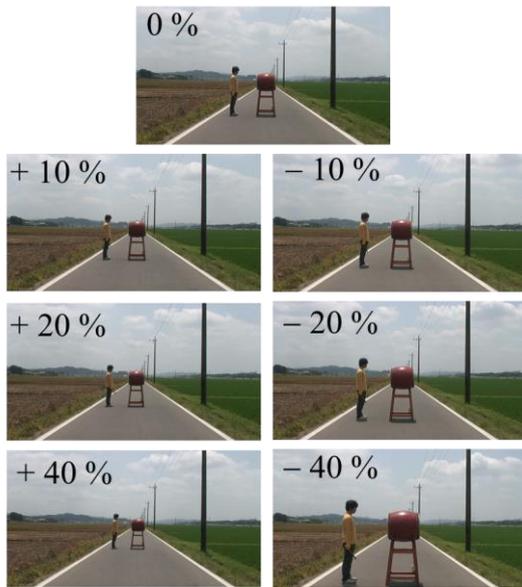


図3: 映像の奥行き変化(10 m)



図4: 二つの太鼓を配置した場合の相対的な提示映像

② 音刺激

音刺激は、図2中にある太鼓の音を用いる。太鼓音の録音は、映像を撮影した距離に関わらず、音源(太鼓)の側で行った。よって、録音した太鼓音には距離を判断する情報が含まれていない。そこで、音声刺激自体にも奥行き印象を持たせるため、実際に測定した各距離の空間伝達関数を畳み込んだ音刺激を作成した。

(3) 被験者

被験者は、それぞれの実験に対して、正常な視覚(矯正視力を含む)と聴覚を持つ20代の学生8名とした。

(4) 実験手順

一つの太鼓を用いた場合には、映像の提示距離(4種類: 5, 10, 20, 40 m), 奥行き変化(7種類: 0, ±10, ±20, ±40%), 音圧差(9種類: 0, ±3, ±6, ±9, ±12 dB)及び視聴覚刺激間の遅延時間(9種類: 0, ±1, ±2, ±4, ±8 F, 1 F = 1/30 s)をランダムに組み合わせた刺激を提示した。

二つの太鼓を用いた場合には、基準の太鼓の距離は5種類(10, 20, 30, 40, 50 m), 判定対象の太鼓の距離は、基準太鼓との同位置を除く4種類で、各距離に7種類の距離差(0, ±10, ±20, ±40%), 音圧差(5種類: 0, ±3, ±6, dB)及び視聴覚刺激間の遅延時間(5種類: 0, ±3, ±6 F)をランダムに組み合わせた刺激を提示した。

実験刺激の提示時間は1試行につき約5秒である。被験者には、1試行終了毎に、実験刺激の印象について、以下のような質問に回答させた。

一つの太鼓を用いた場合:

- ① 太鼓を叩く映像に対して音が聞こえたタイミングが、「早い」と感じたか、「遅い」と感じたか,
- ② 太鼓を叩く映像に対して、「音が大きい」と感じたか、「小さい」と感じたか。

二つの太鼓を用いた場合:

- ① 後に叩いた太鼓の映像に対して音が聞こえたタイミングが「早い」と感じたか、「遅い」と感じたか,
- ② 後に鳴った太鼓の音が映像の印象に対して、「大きい」と感じたか、「小さい」と感じたか。

4. 研究成果

図5に視覚刺激の奥行き感の変化に対する主観的同時点の変化を示す。図より、奥行き感が増加する(遠くなる)に従って、主観的同時点は大きくなる傾向がみられた。

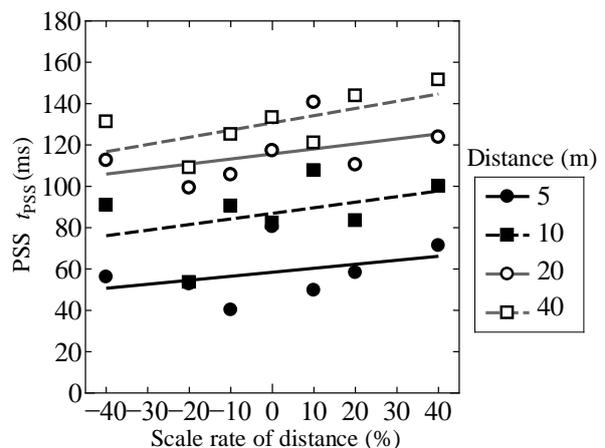


図5: 視聴覚刺激間の遅延時間に対する等価音圧レベルの変化

図6に視覚刺激の奥行き感の変化に対する主観的等価音圧レベルの変化を示す。図より、奥行き感が増加する(遠くなる)に従って、主観的等価音圧レベルは小さくなる傾向がみられた。

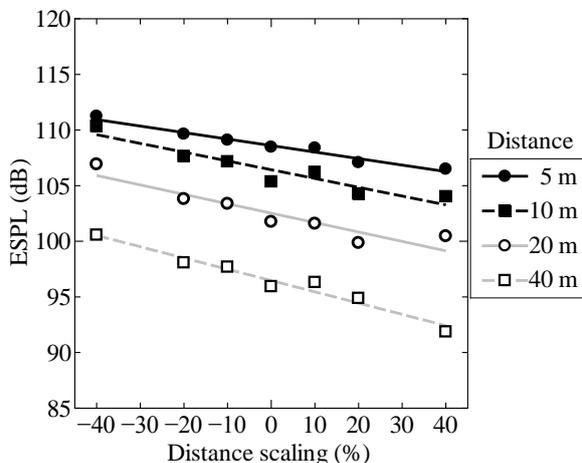


図6: 奥行き感の変化に対する等価音圧レベルの変化

表1に2つの太鼓を用い、相対的に奥行き感を変化させた場合の主観的同時点を判定距離毎に示す。表より、判定対象の太鼓の主観的同時点は、基準の太鼓が前方および後方にある場合共に、大きくなる傾向がみられた。

表1: 基準の太鼓が前方および後方にある場合のもう一方の太鼓の主観的同時点

判定距離 (m)	基準前方 (ms)	基準後方 (ms)
10	12.31	19.05
20	15.22	18.28
30	8.33	15.14
40	11.78	32.10

表2に2つの太鼓を用い、相対的に奥行き感を変化させた場合の主観的等価音圧レベルを相対距離毎に示す。表より、基準の太鼓が前方にある場合には、後方の太鼓の主観的等価音圧レベルは小さくなる、すなわち後方の太鼓が過小視される傾向がみられた。また、逆に、基準の太鼓が後方にある場合には、前方の太鼓の主観的等価音圧レベルは大きくなる、すなわち前方の太鼓が拡大視される傾向がみられた。

表2: 基準の太鼓が前方および後方にある場合のもう一方の太鼓の主観的音圧レベル

相対距離 (m)	基準前方 (dB)	基準後方 (dB)
10	-0.85	0.87
20	-0.20	0.60
30	-0.18	0.23
40	1.97	-0.69

以上の実験結果をまとめると、次のようになる。

- ① 奥行き感を増加させる(遠くにする)と、主観的同時点は大きくなる、
  - ② 奥行き感を増加させる(遠くにする)と、主観的等価音圧レベルは小さくなる。
- また、2つの太鼓を用いて、相対的な奥行き感を変化させた場合には、
- ③ 基準の太鼓が前方および後方にある場合共に、主観的同時点は大きくなる、すなわち判定対象の太鼓を遠くに感じる傾向がある、
  - ④ 主観的音圧レベルは基準の太鼓が前方にある場合には小さくなり、後方にある場合には大きくなる。

これらの結果は、今後のAVコンテンツ視聴環境の構築において、重要な知見であると考えられる。

#### 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9件)

- ① Hiroshi HASEGAWA, Tomoharu ISHIKAWA, Masao KASUGA, Miyoshi AYAMA: Effects of changes in the depth feeling of the visual target on the simultaneity perception of an auditory-visual event, Acoustics 2012, 5aPP8, Hong Kong, China, (June 2012).
- ② Hiroshi HASEGAWA, Nobuyuki ISHII, Tomoharu ISHIKAWA, Miyoshi AYAMA: Effects of changes in the feeling of depth of a visual target on the subjective sound pressure level of its associated sound, The 19th International Congress on Sound and Vibration (ICSV19), 85, Vilnius, Lithuania, (July 2012).
- ③ 山本和弘, 齋藤渉, 吉田準史, 長谷川光司: 視覚刺激と聴覚刺激の主観的な等価性に関する一考察, 日本音響学会2012年秋季研究発表会講演論文集, 2-Q-a18,

- CD-ROM (Sep. 2012).
- ④ 山本和弘, 齋藤渉, 吉田準史, 長谷川 光司: 視聴覚刺激の強度等価性の学習が同時性知覚に与える影響, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会講演論文集, 2-Q-6, CD-ROM (Mar. 2013).
  - ⑤ Hiroshi HASEGAWA, Kazuhiro YAMAMOTO, Wataru SAITO, Junji YOSHIDA: Learning changes the perception of the equivalence of strengths between auditory and visual stimuli, The 20th International Congress on Sound and Vibration (ICSV20), 341, Bangkok, Thailand, (June 2013).
  - ⑥ 石渡一企, 吉田 準史, 長谷川 光司: 照度が視聴覚刺激間の同時性知覚に与える影響について, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, 3-P-44, CD-ROM (Sep. 2013).
  - ⑦ 齋藤渉, 吉田準史, 長谷川光司: 聴覚刺激間の等価性の学習が同時性知覚に与える影響について, 日本音響学会 2014 年春季研究発表会講演論文集, 2-P5-19, CD-ROM (Mar. 2014).
  - ⑧ 石渡一企, 吉田準史, 長谷川光司: 照度が増加した場合の視聴覚刺激間の同時性知覚について, 日本音響学会 2014 年春季研究発表会講演論文集, 2-P5-20, CD-ROM (Mar. 2014).
  - ⑨ Hiroshi HASEGAWA, Kasuki ISHIWATARI, Junji YOSHIDA: Ambient illuminance alters perception of auditory-visual simultaneity, Proceedings of Forum Acusticum 2014, R17\_1, Krakow, Poland, (Sep. 2014).

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

長谷川 光司 (HASEGAWA Hiroshi)  
研究者番号 : 50272761

### (2)研究分担者

阿山 みよし (AYAMA Miyoshi)  
研究者番号 : 30251078

渡辺 裕 (WATANABE Yu)  
研究者番号 : 30400716

### (3)連携研究者

なし