

## 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 5 月 11 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)(一般)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500194

研究課題名（和文）AV コンテンツの高臨場感再生を指向した視聴覚相互作用およびその感性的評価

研究課題名（英文）Kansei evaluation of auditory-visual interactions orientated towards high-presence reproduction of audio-video contents

研究代表者

長谷川 光司 (HASEGAWA Hiroshi)

宇都宮大学・工学研究科・准教授

研究者番号：50272761

研究成果の概要(和文):本研究では,奥行き感のある映像及びそれとの関連性が強い音を用い,映像の奥行き感,主観的な同時点及び等価音圧レベルの関係についての検討を行った.そして,音の遅延時間を大きくすると主観的な等価音圧レベルは低下する,音の遅延時間を大きくすると奥行き感は増大する,音圧レベルを変化させても主観的な同時点はほぼ変化しない,音圧レベルを大きくすると奥行き感は減少する,音の空間インパする応答は,近距離の奥行き知覚に有効に働く,という結果を得た.

研究成果の概要(英文): In this study, we investigated the equivalent perception among the feeling of depth of a visual stimulus, the point of subjective equality (PSE) of the sound pressure level (SPL), and the point of subjective simultaneity (PSS) of a visual stimulus and its associated sound. We obtained the followings: the PSE of SPL intended to decrease when the delay time increased (the sound was delayed), the feeling of depth of the visual stimulus moved to far away when the sound stimulus was delayed, the PSS hardly changed when the SPL was varied, the feeling of depth of the visual stimulus moved to near when the SPL increased, and the sound transfer functions (STFs) could be effective as a cue of the equivalent perception between the auditory and visual stimuli in relatively short distances.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：視聴覚相互作用, 主観的な同時点, 等価音圧レベル, 奥行き映像

## 1. 研究開始当初の背景

近年、映像提示用ディスプレイの大画面化、高精細化が進み、高画質な映像が比較的容易に得られるようになった。音声・音響においても、デジタル信号処理技術の発展により、高品質な信号がより簡易に取り扱えるようになった。このような背景の下、あたかもその場に臨んでいるような感覚、すなわち臨場感がある空間の再生、または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も重要な要因の1つであると考えられている。

聴覚刺激と視覚刺激が同時に提示された場合、聴覚刺激の音像の定位位置が視覚刺激の影響を受ける現象は、腹話術効果としてよく知られており、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、応用できるかどうかは疑問であり、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、意味的に関連性の強い、視覚刺激と聴覚刺激を様々な組み合わせで提示し、それらの印象を評価させる実験を実施することにより、映像の奥行き感、映像刺激に対応する音の主観的な等価音圧レベル、及び映像と音の主観的同時点の相互関係を明らかにすることを目的としている。

## 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。

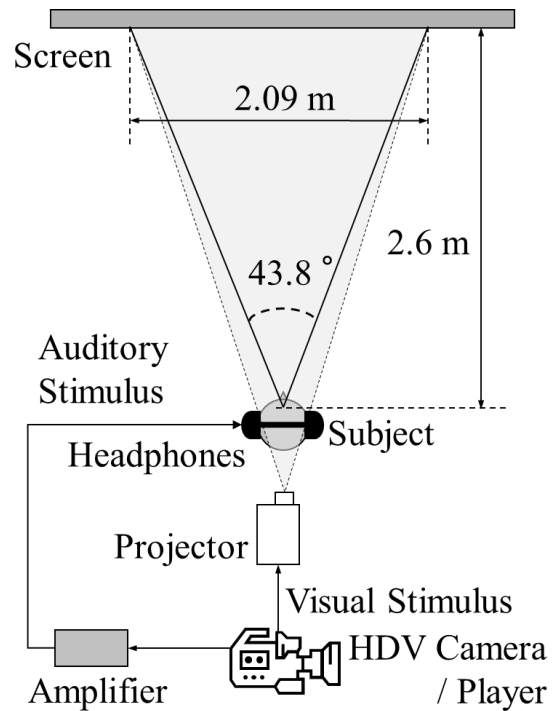


図 1: 実験装置



図 2: 提示映像(10 m)

### (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。

#### 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, 40 m の 4 種類とする。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。

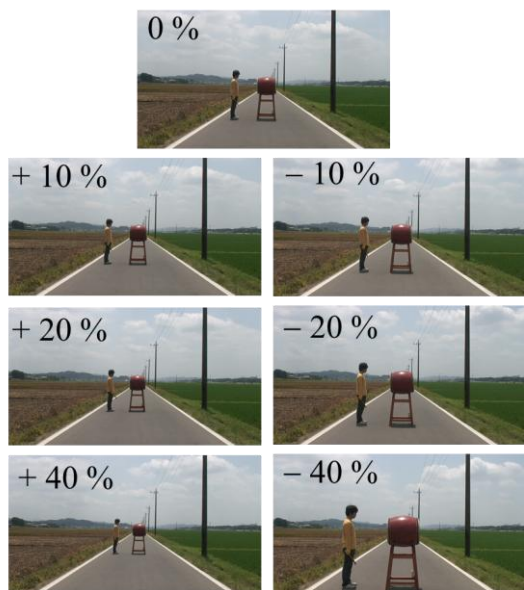


図 3: 映像の奥行き変化(10 m)

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代の男女8名とした。

(4) 実験手順

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。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。

- ① 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。
- ② 聞こえた太鼓音の印象に対して、「太鼓の大きさが大きい」と感じたか、「小さい」と感じたか。
- ③ 太鼓を叩く動作に対して、「音が早い」と感じたか、「遅い」と感じたか。

4. 研究成果

図 4 に視聴覚刺激間の遅延時間に対する主

観的音圧レベルの変化を示す。図より、遅延時間が增大する、即ち音が映像より遅れるにつれて、主観的な等価音圧レベルが低下していることがわかる。

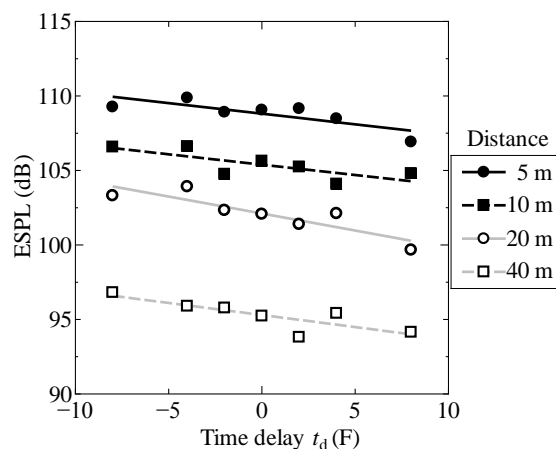


図 4: 視聴覚刺激間の遅延時間に対する等価音圧レベルの変化

図 5 に視聴覚刺激間の遅延時間に対する奥行き感の変化を示す。図より、遅延時間が增大するにつれて、距離の等価点(point of subjective equality)が増大していることが分かる。

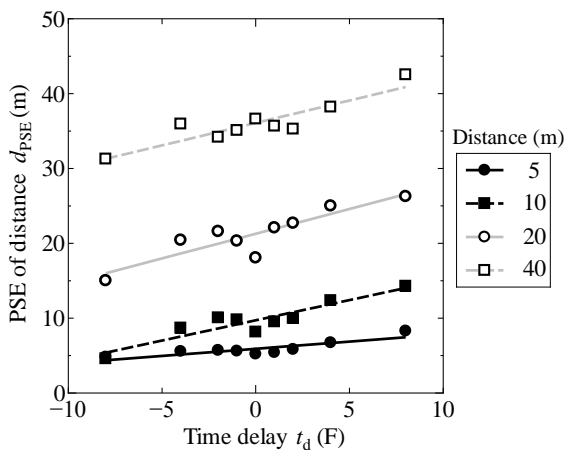


図 5: 視聴覚刺激間の遅延時間に対する奥行き感(距離の等価点)の変化

図 6 に音圧レベル差に対する視聴覚刺激間の主観的同時点の変化を示す。図より、距離 5 m の場合を除き、音圧レベルが変化しても主観的同時点はほとんど変化していないことが分かる。

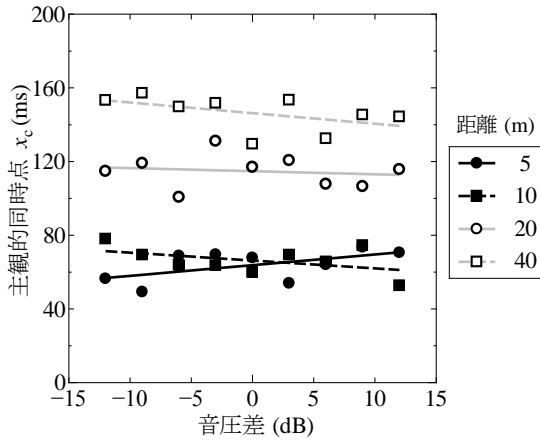


図 6: 音圧レベルに対する視聴覚刺激間の主観的同時点の変化

図 7 に音圧レベル差に対する映像の奥行き感の変化を示す. 図より, 音圧レベル差が増大する, 即ち音が大きくなるに伴い, 距離の等価点が減少していることが分かる.

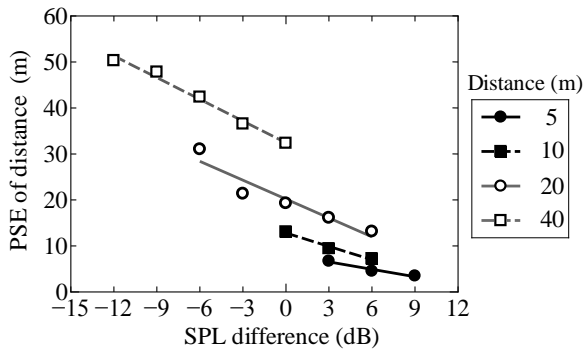


図 7: 音圧レベルに対する奥行き感 (距離の等価点) の変化

さらに, 音の空間インパルス応答が奥行き知覚に影響するのかについても検討を行った. 図 8 の(a)及び(b)それぞれに, 空間伝達関数(STF: spatial transfer function)を考慮していない場合と考慮した場合の, 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を示す.

図より, すべての条件において, 視聴覚刺激間の遅延時間が増大する, 即ち音が遅れるに伴い, 等価音圧レベルが減少していることが分かる.

次に, 図 8 を算出する際に用いた, sigmoid logistic 関数の傾きに注目した. この傾きは, 判断のしやすさを反映していると考えられ, 傾きが大きいほど, 容易に判断できたと考えられる. 図 9 に提示距離に対する傾きの変化を示す. 図より, 比較的近距离において, 空

間伝達関数を考慮した場合の方が, 考慮していない場合よりも傾きが大きな値を示していることが分かる.

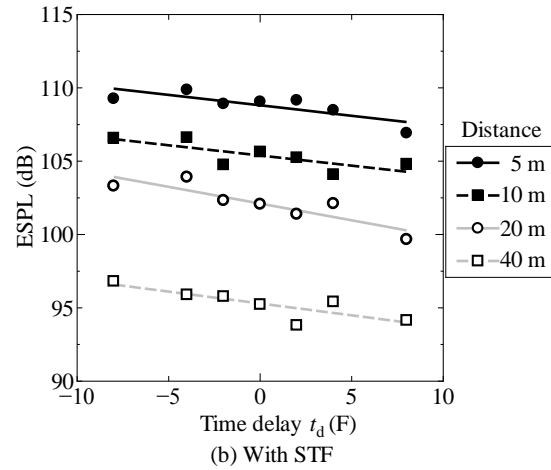
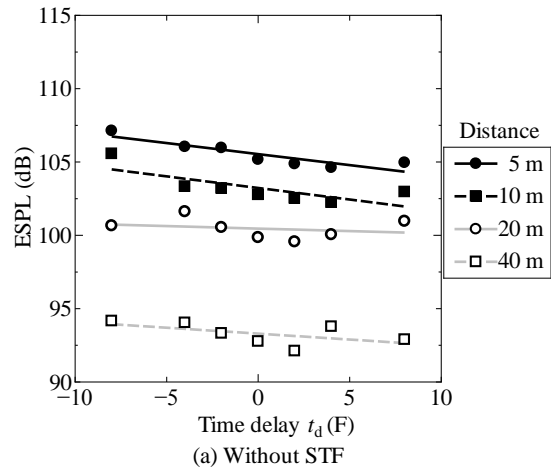


図 8: 視聴覚刺激間の遅延時間に対する等価音圧レベルの変化

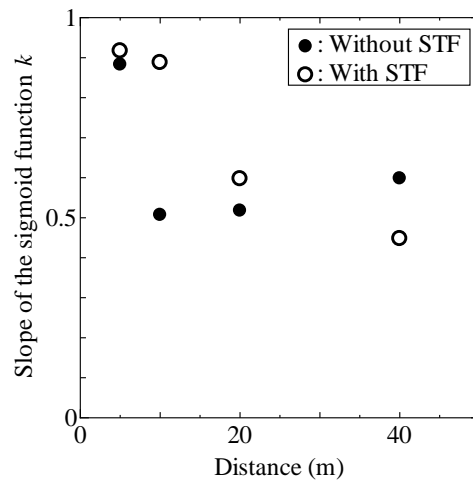


図 9: 提示距離に対する sigmoid logistic 関数の傾きの変化

以上の実験結果をまとめると、次のようになる。

- ① 音の遅延時間を大きくすると主観的な等価音圧レベルは低下する,
- ② 音の遅延時間を大きくすると奥行き感は増大する(遠くに感じる),
- ③ 音圧レベルを変化させても主観的同時点はほぼ変化しない,
- ④ 音圧レベルを大きくすると奥行き感は減少する(近くに感じる),
- ⑤ 音の空間伝達関数は、近距離の奥行き知覚に有効に働いている。

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)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Junji YOSHIDA, Kouhei UEDA, Hiroshi HASEGAWA: Effect of presentation side of preceding tone sequence on across-ear temporal order judgments, *Acoust. Sci. & Tech.*, Vol. 32, No. 5, pp. 228 - 231 (Sep. 2011) 査読有

[学会発表] (計 15 件)

- ① 伊藤祐弥, 石渡一企, 吉田準史, 長谷川光司, 春日正男: 視覚及び聴覚刺激の強度が視聴覚間の主観的同時点に与える影響, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会講演論文集, 3-Q-14, CD-ROM (15, Mar. 2012).
- ② 石井信之, 菅原翔一, 武井友香, 長谷川光司, 春日正男, 阿山みよし: 映像の奥行き感の変化が主観的等価音圧レベルに与える影響について, 日本音響学会 2011 年秋季研究発表会講演論文集, 1-Q-1, CD-ROM (20, Sep. 2011).
- ③ 植田浩平, 吉田準史, 長谷川光司: オンセット視覚刺激先行, 聴覚刺激先行提示時のオフセットの同期知覚特性について, 日本音響学会 2011 年秋季研究発表会講演論文集, 1-9-14, CD-ROM (20, Sep. 2011).
- ④ Hiroshi HASEGAWA, Masao KASUGA, Junji YOSHIDA: Influence of light luminance on auditory-visual simultaneity perception, *Proceedings of Forum Acusticum 2011*, 000204, Aalborg, Denmark, (June 2011).
- ⑤ 伊藤祐弥, 久保良太, 畠中哲平, 吉田準史, 長谷川光司, 春日正男: 視覚刺激の

強度差が視聴覚間の主観的同時点に与える影響, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会講演論文集, 3-P-60, CD-ROM (11, Mar. 2011).

- ⑥ 植田浩平, 吉田準史, 長谷川光司: 視聴覚におけるオンセット、オフセットの同期知覚特性について, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-7, CD-ROM (9, Mar. 2011).
- ⑦ 山本瞬, 石井信之, 長谷川光司, 石川智治, 春日正男, 阿山みよし: 音圧レベルの変化が映像の奥行き知覚に与える影響について, 日本音響学会 2010 年秋季研究発表会講演論文集, 1-R-5, CD-ROM (14, Sep. 2010).
- ⑧ 植田浩平, 吉田準史, 長谷川光司: 一定の周波数に注意を与えた場合の聴覚同期知覚特性について, 日本音響学会 2010 年秋季研究発表会講演論文集, 1-R-1, CD-ROM (14, Sep. 2010).
- ⑨ Shun YAMAMOTO, Hiroshi HASEGAWA, Tomoharu ISHIKAWA, Ichiro YUYAMA, Masao KASUGA, Miyoshi AYAMA: Effect of change in sound pressure level on the equivalent perception between a visual stimulus and its associate sound, *Proc. of 20th International Congress on Acoustics (ICA 2010)*, 243, Sydney, Australia, (Aug. 2010).
- ⑩ Hiroshi HASEGAWA, Junji YOSHIDA, Masao KASUGA: Effect of attention to preceding stimuli on the simultaneity perception between an auditory and visual stimulus, *Proc. of 20th International Congress on Acoustics (ICA 2010)*, 236, Sydney, Australia, (Aug. 2011).
- ⑪ Junji YOSHIDA, Hiroshi HASEGAWA: Simultaneity perception characteristics in contralateral ear considering attention, *Proc. of 20th International Congress on Acoustics (ICA 2010)*, 72, Sydney, Australia, (Aug. 2010).
- ⑫ Hiroshi HASEGAWA, Shun YAMAMOTO, Tomoharu ISHIKAWA, Ichiro YUYAMA, Masao KASUGA, Miyoshi AYAMA: Effect of the time delay between a visual stimulus and its associated sound on their equivalent perception, *The 17th International Congress on Sound and Vibration (ICSV17)*, T19, 172, Cairo, Egypt, (July 2010).
- ⑬ 久保良太, 伊藤祐弥, 吉田準史, 長谷川光司, 春日正男: 先行刺激に先行刺激による注意が視聴覚間の主観的同時点に与える影響, 日本音響学会 2009 年春季研究発表会講演論文集, 1-R-24, CD-ROM (8, Mar. 2010).
- ⑭ 吉田準史, 植田浩平, 山口洋平, 長谷川

光司: 片耳に注意を与えた場合の左右耳同期知覚特性について, 日本音響学会 2009 年春季研究発表会講演論文集, 1-9-8, CD-ROM (8, Mar. 2010).

- ⑮ Hiroshi HASEGAWA, Takumi ITO, Ichiro YUYAMA, Masao KASUGA, Miyoshi AYAMA: Effect of sound transfer function on the equivalent perception between a visual image with a feeling of depth and its associated sound, The 16th International Congress on Sound and Vibration (ICSV16), T37-1, 174, Krakow, Poland, (July 2009).

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

(3)連携研究者

渡辺 裕 (WATANABE Yu)

研究者番号 : 30400716

(4)連携研究者

湯山 一郎 (YUYAMA Ichiro)

研究者番号 : 50361358

(5)連携研究者

春日 正男 (KASUGA Masao)

研究者番号 : 00280909