

## 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 30 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21510183

研究課題名（和文）個人への適応型音情報空間システムに関する研究

研究課題名（英文）Study of an adaptive system with acoustic information space for a person

研究代表者

宮地 泰造（MIYACHI TAIZO）

東海大学・情報教育センター・教授

研究者番号：60384921

研究成果の概要（和文）：複数の超音波ビームの交差点に、可聴音が外部にほとんど出ない小さい音空間球を生成する新方式を開発する。音生成素子群において、隣接する素子の位相差を 180 度にする手法を導入した。これに基づく 3 つの方式 (1) 音空間外への可聴音の生成を大幅に削減する、(2) 同心円状の配置により可聴音の生成を弱める、(3) 超音波の方向を内側に集めると、それらの相乗効果において、大きな進展があった。

研究成果の概要（英文）：The purpose is an methodology for building a small acoustic space that produces little audible sound at the intersection of multiple ultrasonic beams. We introduced a method that makes a phase difference between two transducers arranged side by side 180 degrees in a cluster of transducers. We made good progresses in three methodologies (1) particularly reduce the sound out of the acoustic space, (2) weaken the strength of sound by transducers in a concentrate circle, and (3) focusing ultrasonic beams inside of the strait line, and in their multiple effects.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2010 年度	700,000	210,000	910,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：社会安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：パラメトリックスピーカ・適応型音情報空間・深い意味、嗜好・注視行動・球状音空間・注視行動・可聴音ビームの細線化・デジタルサイネージ

## 1. 研究開始当初の背景

パラメトリック・スピーカ(PS)によるとビーム状の超音波が生成して、ビームの中で再生音を提供できる。それに対して、さらなるつぎの期待も出てきている。(1)より幅の小さいビームへの期待、(2)強い反射波の削減、(3)特定地点まで大音量でその先では聞こえない。これらは、便利な音による情報通信への期待の大きさを物語っているが、空気中での音の物理的特性に反する特性、すなわち空気

中では一般的に起きない現象への期待であると考えられる。しかし、これらが実現できれば、より広範な応用が可能になる。そのためには、音生成素子群内の配置や音生成素子間の相互作用まで分析して、発生する可聴音を制御しなければならない。

## 2. 研究の目的

音生成素子群内の配置や音生成素子間の位相制御により、複数の超音波ビームの交差点に、可聴音が外部にほとんど出ない小さい音

空間球を生成する新方式を開発する。

### 3. 研究の方法

これまで、あまり明らかになっていない、音生成素子群で生成する超音波ビームを不均一な構造にした場合の、不均一超音波ビームの新たな特性の創出を検討する。

音生成素子群内の配置や音生成素子間の位相制御を、音生成素子群内の列単位や個別の音生成素子の影響まで考慮して、生成した超音波ビームの構造や特性/部分特性をさらに高度化する方式を追求する。

超音波ビームの構造の中で可聴音の生成に影響を与える要因を分析して、発生する超音波の強度や超音波ビームの形状と超音波の相互作用から発生する可聴音を制御する。

### 4. 研究成果

複数の超音波ビームの交差点に、可聴音が外部にほとんど出ない小さい音空間球を生成する新方式を開発する。

音生成素子群において、隣接する素子の位相差を約 180 度にする手法を導入することにより、

(1) 超音波ビームの幅を小さくするが、超音波ビームの中心部での可聴音の強さはできるだけ維持する方式を研究開発した (図 1, 3-5 参照、図 3 は一般の音響スピーカの音の拡散のイメージであり、図 4 は PS の超音波から再生される可聴音の拡散のイメージである。図 1 は一般の PS の超音波ビームの幅を小さくした 2 つのパターンを左右に示している。この基本方式に基づいて制作したのが図 5 の高出力の PS であり、その可聴音の拡散イメージを示している)。これにより、幅の小さい対象物に対応できることを実現した。

例 1. 音響信号機は、視覚障害者や高齢者の安全な横断を支援しているが、騒音の発生や安全な方向を提示できない問題が発生している。

(a) 国道と県道の交差点などにおける長い横断歩道でも、騒音を発生させないで、安全な横断誘導を可能にできた (図 2, 5 参照)。

(b) 平塚盲学校からの要請を受けた神奈川県警平塚警察署に協力して、ビルに囲まれて反射音の強い、危険な交差点での安全誘導と騒音発生回避も実現できた。この反射音の強い交差点では、正しい方向が提示できていない場合や、赤の信号機が青になったように間違えた誘導になっていた。

(c) 横断歩道の中央部のエスコート・ゾーンの有効性が認められていたが、維持費が大きくなるため実導入は見送られてきた。騒音を発生しない音によるエスコート・ゾーンを実現でき、平塚警察の実証実験による有効性の確認を得ることができた。

(2) 同心円状の配置した音生成素子の隣接する列の間で位相差を 180 度にして、より可聴音の生成を弱めるとともに、部分的に音生成素子の配置密度を下げる方式により、可聴音

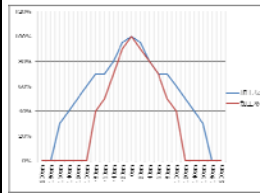


図 1. ビーム幅の縮小例 (左右 2 タイプ)



図 2. 長い横断歩道の誘導例

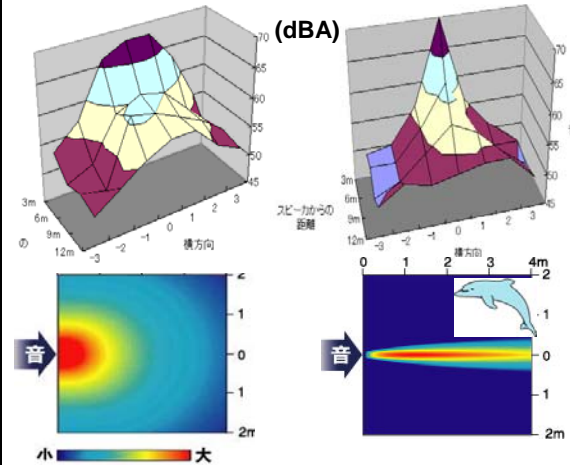


図 3. 一般の音響スピーカの音の拡散のイメージ

図 4. PS の出す可聴音の拡散のイメージ

(出典: 図 3, 4 の下の図は三菱電機エンジニアリングのホームページ)

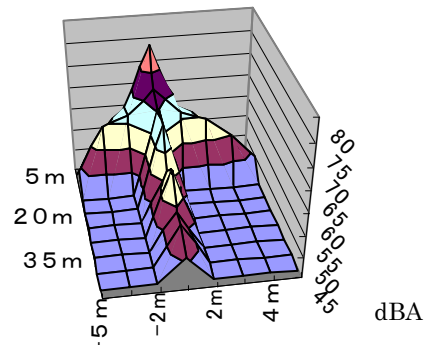


図 5. 幅の小さい PS から発信される可聴音の拡散のイメージ

の強度を下げることにより遠方への到達を一部分削減することができた。

(3) 超音波の方向を内側に集めることにより、小音量ではあるが、それらの相乗効果を通じ、可聴音の幅と到達距離を大幅に削減する方式を実現できた。その詳細は、特許に申請している。

(4) 情報提供への応用では、複数の PS から、同時並列に複数の音情報を提供して、その (c) 高速選択を可能にする手法、(d) 並列聞取りを可能にする方式と (e) 利用手法を得ることができた (図 6 参照)。一般的な音でこれを試みると、360 度の全方向に複数の音が拡散するため、音が混ざって内容が聞き取れなくなる。デジタルサイネージなど

による広告では、複数の利用者は複数種類の価値に興味を持つため、興味を引く複数種類の価値を示すことが重要である。分かり易い話言葉による説明は、論理的およびよい雰囲気などを短時間で伝えることができ、また、深い意味も伝えることが、容易にできるため重要である。PSの活用により、複数の分かり易い話し言葉による説明を可能にできた。

速く選択するためには、同時に聞き取りながら、必要な内容かを確認する必要がある

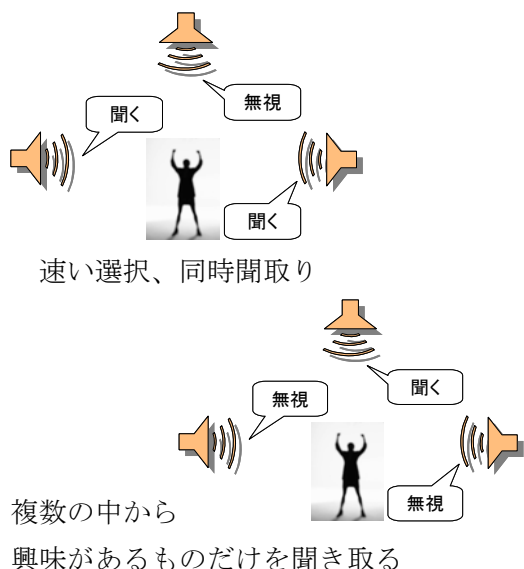


図6. PSによる音情報の高速選択と並列聞き取り

る。音は、雰囲気や人の信頼度など豊富な情報を短時間で表現できる。また、人間は首を振るが体の向きを変えるだけで、容易に複数の説明を切り替えることができるため、高速な聞き取りが可能にできる。論文での評価結果は、次のとおりである[2]。

## Experimental Results

We experiment the limitation of human capability with parallel acoustic information supplied by PQuA for human capability.

### ■ Environments for the tests.

**Three voice explanations.** (1) 25 names of bus stops and top 10 sports news in about 40 characters/news in Japanese, (2) three long explanations about 200 characters in Japanese. Ea: Wimbledon and Roger Fedeler 197 characters, Eb: Maria Sharapova 194 characters, and Ec: diet by playing tennis 188 characters, (3) Shibamata tour 60 characters, Foods 50 characters, actor Tora-san 47 characters.

**Example1. Long sentence of Wimbledon.** “The championships, Wimbledon began

in 1877. It is one of the world’s four annual Grand Slam tournaments and the only one to be played on grass courts. Players are under obligation to use both white wear and white shoes. Shuzo Matsuoka was one of the eight best players in 1995 Japan. Roger Fedeler won the championship in five consecutive seasons”.

**Place:** Roof top of building H with two floors in Tokai University.

**Subjects:** (a) 8 males in 20’s

**Test 1. Packaging method in order to easily listen to long sentence is easy.**

We found that it was easy for Japanese to divide a sentence into several phrases each of that include less than 7+2 words based on the magical number. Each phrase in long sentences included between 15 and 31 characters for easy understanding.

**Test 2. Parallel listening of a list of names and short news by PS was ensured.**

8 subjects could simultaneously hear both voice explanations **25 names of bus stops and top 10 sports news**. Two subjects could not remember the right answers.

**Test 3. Parallel listening of two explanations: Good by PS, impossible by loud speakers.**

**Subjects:** Eight persons. Subjects are in their twenties (7) and fifties (1).

**Data:** Ea and Ec were made in tow different male/female voices by TTS.

**Audio speakers:** (i) two PSs, (ii) two loud speakers. The two speakers stand 4m apart. A subject stands 2.5m apart from each speaker.

**Hight of PS:** 1.7 meters (Refer to Fig. 3), **TTS system:** SmartVoice [7]

**Noise environment:** about 56 dBA by sound level meter RION NL-26.

- **Loud speaker case.** All subjects could not understand both two voice explanations from both sides by two loud speakers because two voice merged into one sound space.

- **Parametric speaker case.** All subjects could listen to both voice guides from the both sides by two parametric speakers. There was little sound echo in the sound space since each voice explanation was reproduced close to each nearer ear.

**Test 4. Listening to one explanation among three explanations was ensured**

**Audio system:** Parametric speakers on both left and right hands side of a subject; a loud speaker in front of a subject (Refer to Fig. 4).

**Place:** An open space on the forth floor of No.

9 building of Tokai University  
**Noise environment:** about 47 dBA. A quiet space was created outside of the beam.

**Results.** All subjects could catch the contents of one explanation among three explanations. The sound from the right side speaker entered only into the right ear like a whisper that produced a different sound space from that by loud speakers. One subject felt the sound space very strange since the voice sounded in the head. One subject could not understand the whole explanation because of no interesting.

**Test 5. Listening to two explanations among three explanations was ensured**

■**The same conditions as Test4.** A picture was displayed for each explanation (Fig.5).

**Test 5-1 Bad listening by loud speakers.** All subjects could listen to some key words in two explanations using three loud speakers. However they could neither listen to the whole explanation nor understand the explanations by the loud speakers.

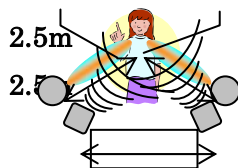
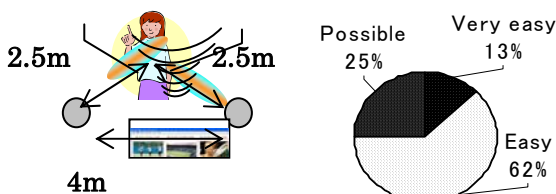


Fig. 3 PS and loud speakers



(a) Image of Test 4, 5, 6  
 (b) Listening to one explanation

Fig. 4 Degrees of the easy listening to an explanation



Fig.5 Tennis: Dieting, Wimbledon, and M. Sharapova

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 5 件)

1. 宮地, 鈴木:「パラメトリックスピーカの高指向性誘導音が横断歩行に与える効果」, 日本ロービジョン学会誌, Vol. 10, pp.75-80, 2010.
2. Taizo Miyachi, et al: “Parallel Quiet Acoustic Guides for Sensible Culture”, Springer, LNAI 6883, pp.1-10, 2011.
3. Takashi Furuhashi, Taizo Miyachi, et al: “Doze Driving Prevention System by Low Frequency Stimulation and High Density Oxygen with Fragrance of GF (Grape Fruit)”, Springer, LNAI 6883, pp.11-20, 2011.
4. Taizo Miyachi, et al: “Affordance in Dynamic Objects Based on Face Recognition”, Springer, LNAI 6277, pp.645-652, 2010.
5. 宮地, 鈴木:「単眼3画面 Head Mount Display システムの有効性評価」, 日本ロービジョン学会誌, Vol. 9, pp.178-182, 2010.

[学会発表] (計 21 件)

1. Taizo Miyachi, et al: “Active Learning of Multiple culture by Wide Rolled Ehon with Multiple 3D View Points”, Proc. of Hawaii International Conference on Education 2011, pp.107-114, 2011.
2. Taizo Miyachi, et al: “Lifelong Learning by Wide Auto-flow Ehon and Face Position Recognition”, Proceedings of the 6th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, Vol.6, pp.1-9, 2011.
3. 宮地他:「反響音の強い交差点でのパラメトリックスピーカによる横断誘導システム」, 日本ロービジョン学会総会予稿集, P-7, p.85, 2011.
4. 酒匂, 宮地:”パラメトリックスピーカーを用いたゲーム機筐体の騒音軽減の一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表、p.214, 3月2011年。
5. 松尾, 宮地:”パラメトリックスピーカーを利用した展示物案内音声システムの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表、p.216, 3月2011年
6. 鈴木, 宮地:”サイン音の基本音に対する脳の感情反応の一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表、p.205, 3月2011年。
7. 荻上, 宮地:”多画面連携による絵巻物型デジタルコンテンツの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表、p.182, 3月2011年。
8. 三田, 宮地:”駅構内における高齢者誘導システムの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表、p.192, 3月2011年。
9. Taizo Miyachi, et al: “Evolved Knowledge based on Regional Contexts for Distribution”, Proceedings of the 5th International Conference on



- Knowledge, Information and Creativity Support Systems, Vol.5, pp.107-114, 2010.
10. Taizo Miyachi, et al: “An Audible LED Pole Signalwith Ultrasonic Beams for Safe Crossing”, Ageing, Disability and Independence, Transport1.24-31, 2010.
  12. Taizo Miyachi, et al: “A Navigation System with Ultrasonic Beams for Reliable Connection of Sustainable Transports”, Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons, No.11, A61-71, 2010.
  13. Taizo Miyachi, et al: “Network Affordance in a Region by Active Reflection Nodes”, Proc. of International Workshop on Informatics, pp.107-114, 2010.
  14. 対馬、宮地:”多画面と指向性スピーカの連携による安価デジタルサイネージシステムの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表, 3月 2010年.
  15. 高野、宮地:”視線追跡の領域認識に基づく情報発信システムの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表, 3月 2010年.
  16. ジャッカラボン、宮地:”文字認識・デジタル化と選択文字拡大による弱視者読書支援システムの一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表, 3月 2010年.
  17. Taizo Miyachi, et al: “Indirect observation and assist of discovery by wireless3D-accelerometer”, Proceedings of the 4th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, Vol.5, pp.97-103, 2009.
  18. Taizo Miyachi, et al: “Psychological Type Oriented Adaptive 3D Map in the Mobility”, Proc. of International Workshop on Informatics, pp. 85-91, 2009.
  19. Taizo Miyachi, et al: “A Lightweight Wide HMD by Separated Three Displays for an Aging Society”, Proc. Of IDW '09 THE 16TH INTERNATIONAL DISPLAY WORKSHOPS, Vol. 2, pp.1277-1280, 2009.
  20. 宮地他:「パラメトリックスピーカによる静穏型横断支援の可能性」, 日本ロービジョン学会総会予稿集, 2009.
  21. 後藤、宮地他:”サイン音のための聴覚刺激による脳の感情応答の一検討”、日本人間工学会, 日本人間工学会関東支部大 39 回大会, 12月 2009年.
  22. 前澤、宮地:”顔認識型動体障害物回避と歩行コンテキスト型経路案内の一検討”、電子情報通信学会 学生研究会発表, p.168, 3月 2009年.

〔図書〕(計 1 件)

小田浩一、宮地泰造他 共訳

ロービジョン・マニュアル、301 ページ、  
オー・ビー・エス、2010 年

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)

名称: 音響発生装置およびスピーカ

発明者: 宮地泰造他

権利者: 東海大学

種類: 特許

番号: 特願 2010-102212

出願年月日: 2010 年 4 月 27 日

国内外の別: 国内

名称: パラメトリックスピーカ

発明者: 宮地泰造他

権利者: 東海大学

種類: 特許

番号: 特願 2011-129187

出願年月日: 2011 年 6 月 9 日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

- ・ 細ビームのパラメトリックスピーカの屋内デモンストレーション, 国際学術会議 TRANSED2010, 香港, 6月 2010年, 参加者 約 200名.

- ・ 大出力細ビームのパラメトリックスピーカの屋内デモンストレーション, 国際学術会議 KES2011, Kiserslautern, 9月 2011年.

- ・ 実用版大出力細ビームのパラメトリックスピーカの屋外デモンストレーション, 平塚盲学校, 平塚, 1月 2012年, 参加者 約 60名.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

**宮地 泰造 (MIYACHI TAIZO)**

東海大学・情報教育センター・教授

研究者番号: 60384921