

マルチメディアパフォーマンスにおける Vibro-scape Design の実践的試み

渡邊 淳司^{*1 *2} 吉田 知史^{*3} 安藤 英由樹^{*2}
田畑 哲稔^{*4} Maria Adriana Verdaasdonk^{*4*5}

Practical Approach of Vibro-scape Design in Multi-media Performing Art

Junji Watanabe^{*1 *2} Tomofumi Yoshida^{*3} Hideyuki Ando^{*2}
Tetsutoshi Tavata^{*4} Maria Adriana Verdaasdonk^{*4*5}

Abstract – Recently we have developed a novel stage design system, which can present different vibro-auditory information to each member of audience. The system is composed of the ultrasonic speaker and the moving controller. The speaker delivers ultrasonic wave, which is modulated with the audible frequency. The wave travels straight like a beam, and when it encounters an object, the object is vibrated with the audible modulation frequency. The speaker, therefore, can directly and selectively present sounds to the audience, and it can generate a virtual sound source anywhere in the installation space such as a wall, a screen, or even performer's body. Although the speaker is generally fixed and the direction of the “ sound spot ” is limited, we attached the ultrasonic vibration component of the speaker to the top of a moving light housing to control the direction of the sound beam in real time. This Moving Ultrasonic Speaker (MUS) was used in the multi-media performance entitled “ Living Lens ” on 15, 16, 17 July 2006, as a part of Brisbane Festival 2006. In this paper, we give an outline of this stage design technique, and propose a concept of “ Vibro-scape Design ” in the performing art stages.

Keywords : Moving Ultrasonic Speaker, Multimedia Performance, Vibro-scape Design

1. はじめに

1960年代後半、カナダの作曲家・音楽教育家 Murray Schafer により「Soundscape(サウンドスケープ)」という概念が提唱された[1]。この語は「音」を表す「サウンド」と、「眺め・情景」を意味する接尾語「スケープ [-scape]」の複合語である。サウンドスケープの概念は学際的な概念であり、一義的に解釈することは困難であるが、本論文では、特に、「音世界の景色」という音の時空間的広がり、と、「人それぞれの音世界を大切に」という各個人の多様な聴覚体験という解釈に着目して取り上げる。この概念が提唱されて以来、サウンドスケープをモチーフとした活動や作品制作が

数多く行われてきた[2][3][4]。しかしながら、舞台芸術という、多人数の観客が同時に鑑賞し、観客席が固定され、舞台と分離された状況において、サウンドスケープの概念を取り入れることは困難であった。舞台芸術におけるサウンドスケープ演出は、大量のヘッドフォン[5]や大掛かりなスピーカシステム[6][7]が必要であり、そのようなハードウェア的制約もあり、実現されることは少なかった（ただし、一つのスピーカで3次元的な音響を実現可能な手法として、Hugo Zuccarelli による Holophonics があるが、2007年4月現在、その技術の詳細は公開されておらず、商品化もされていない[8][9]）。しかし、近年、鋭い空間選択性を持って聴覚情報を提示可能な音響提示システム（超音波を利用した超指向性スピーカ）が開発、実用化された[10][11]。筆者らは、観客個人個人が異なる聴覚体験を得られる舞台演出（サウンドスケープの要素を備えた舞台演出）は舞台芸術の新たな可能性を開くものと考え[12][13]、超音波スピーカをムービングライトのソケット部に取り付け、任意の位置に聴覚情報を選択的に提示可能なシステムを実現し、舞台演出へ応用した（図1）。本論文ではそのシステム概要と、演出効果について述べる。

*1: (独) 科学技術振興機構 さきがけ

*2: 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

*3: 電気通信大学 電気通信学研究所

*4: Media Performance Unit cell/66b

*5: Creative Industries precinct,
Queensland University of Technology

*1: PRESTO Japan Science and Technology Agency

*2: NTT Communication Science Laboratories,
NTT Corporation

*3: Graduate School of Electro-Communications,
The University of Electro-Communications

*4: Media Performance Unit cell/66b

*5: Creative Industries precinct,
Queensland University of Technology

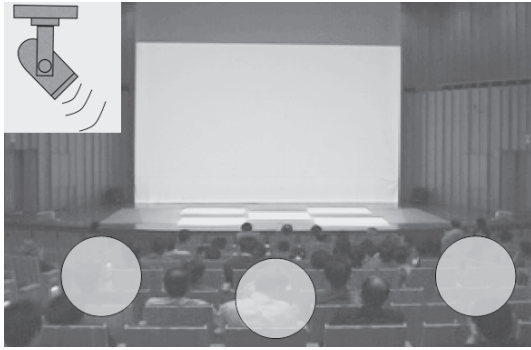


図1 選択的聴覚情報提示を行う舞台演出
Fig.1 Selective sound presentation on stage

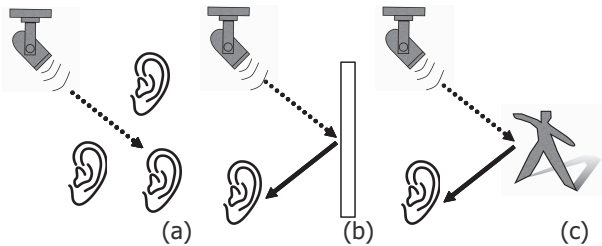


図2 超指向性超音波スピーカの特徴 (a) 選択的
音提示 (b) 壁を音源化 (c) 人を音源化
Fig.2 Characteristics of ultrasonic speaker.
(a) selective sound presentation,
(b, c) virtual sound source

2. 舞台芸術における Vibro-scape Design

これまで筆者らは、映像やセンサ技術、特殊な視覚情報提示装置を使用したマルチメディアパフォーマンスを行ってきた [12] [13] [14]. 本研究では、視覚だけでなく聴覚・振動感覚への演出を考え、前述の超指向性スピーカを舞台の演出装置として利用した。

2.1 超指向性スピーカ

まず、使用した超指向性スピーカの特徴について述べる。このスピーカには、超音波振動素子がハニカム構造で配置され、超音波（約 40KHz）を鋭い方向選択性を持って提示することができる。そして超音波には、可聴域周辺の周波数（700～10KHz）の変調がかけられている。そのため、投射された超音波が何らかの物体に衝突すると、その物体は、変調された可聴域周波数で振動することになる。つまり、このスピーカは、超音波を搬送波とすることで、可聴域の振動を方向選択的に提示している。この原理により、図2(a)のように特定の位置の鑑賞者だけに向かって聴覚情報を提示することが可能である。また、壁に向かって超音波を投射すれば、図2(b)のように、あたかも壁から音が発せられたように聞こえ、さらに、図2(c)のように人間の身体に投射すると、その人から音が生じているように聞こえる。

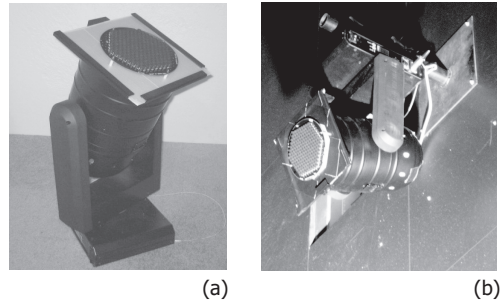


図3 (a) 超音波振動子をムービングライトのソケット部に装着したもの (b) 壁に取り付けた様子

Fig.3 (a) Moving Ultrasonic Speaker (b) MUS attached to the wall

2.2 Moving Ultrasonic Speaker

このスピーカを舞台演出で使用するにあたっては、図3(a)のように、スピーカの超音波振動素子部をムービングライトのソケット部分に取り付け、その方向を制御し、任意の位置に聴覚・振動情報を提示した (Moving Ultrasonic Speaker, 以降 MUS). 前述のように、超音波スピーカは選択的な聴覚情報提示が可能だけでなく、任意の位置（任意の対象）を音源化することができる。舞台では、音源の移動感を提示するだけでなく、図4のように、スクリーンに映し出された映像に音を投射し、映像の動きと音の移動を同期させる演出や、パフォーマンスに投射することで、普段人間から聞くことのない音が聞こえてくる等、これまでにない演出を可能にする。そして、本研究では、このような演出を、聴覚に留まらず、任意位置への振動提示、任意位置の振動源化という触覚的な振動感覚まで含めて捉え、振動エネルギーの分布、Vibro-scape をデザインすることを目指し、舞台演出を行った（サウンドスケープ概念も微細振動や非可聴域振動を含むものではあるが、本論文では、特に、周波数を可聴域に限らず、振動媒質も空気に限らないということを強調するために、敢えて Vibro-scape という語を用いた）。

3. MUSを使用した舞台

3.1 舞台の概要

2006年7月15,16,17日の3日間、舞台芸術を含む国際芸術祭 Brisbane Festival 2006 の Accented Body プロジェクトにおいて、パフォーマンス“Living Lens” [15] が行われ、その舞台演出のなかで MUS を使用した。舞台は巨大なスクリーンが帯状に天井から吊るされ（図4、6）、そのスクリーンには映像が投影されるとともに、その周辺でパフォーマンスが行われた。MUS は、図3(b)のように、劇場の壁に設置され、鑑賞者や壁に向けて、映像やパフォーマンスの位置に合わせて聴覚・振動覚情報を提示した。

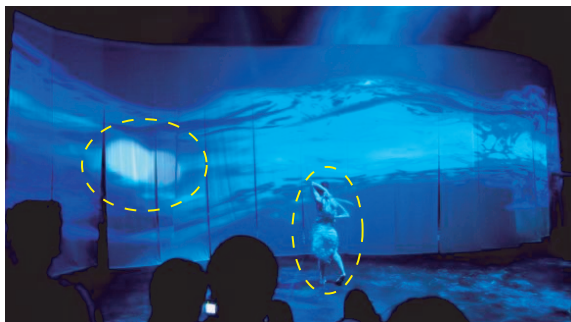


図 4 超指向性超音波スピーカによる舞台演出.
映像やパフォーマンスに対して投射を行う.
Fig. 4 Stage design using MUS



図 6 “ Living lens ”の舞台の様子
Fig. 6 Stage performance “ Living lens ”

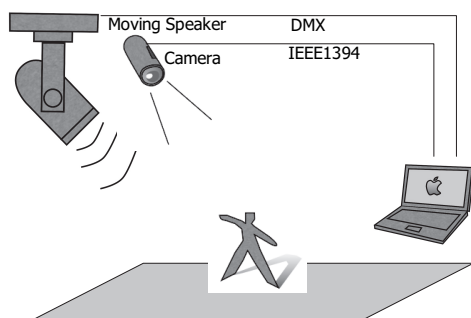


図 5 MUS を使用した舞台のシステム構成
Fig. 5 Components of MUS system

3.2 システム構成

本研究で使用した MUS は、超音波スピーカ部に三菱電機エンジニアリング 超指向性音響システム MSP-10MA を、ムービングライトに Vision Light 社 MOVING PAR 201 を使用した。MUS のソケット部の長さは 53cm、直径は 25cm である。超音波の指向特性（半減全角）は水平、垂直方向ともに約 25 度であった（2KHz 提示時）。MUS は 2 台、劇場の壁面、高さ 3～4m の位置に取り付けられ、それぞれの MUS と同じ位置に設置されたカメラからの画像情報をもとに、ムービングライトの方向を制御した。図 5 にあるように、カメラからの映像は IEEE 規格で PC に取り込まれ、MUS 制御インタフェース画面に表示される。あらかじめ、カメラ映像中の位置と、ムービングライトの方向制御を行う DMX 信号の対応付けを行い、カメラ映像中のある地点をクリックすると、そこに向かってムービングライトが動くように設定した。

3.3 舞台の評価と考察

行われた舞台の様子を図 6 に示す。舞台は約 30 分で、その中のおよそ半分の時間帯で MUS を使用した。MUS で投射したコンテンツは、人間の声、蝙蝠の羽音、鈴の音、ニューロンの発火音等、伝達効率のよい高周波の音を含むものを使用した。MUS による演出は大きく、鑑賞者への選択的な投射、劇場の壁への投射、映像への投射、パフォーマンスへの投射の 4 つに分類

される。舞台終了後、MUS を使用した効果について 10 名の鑑賞者にその効果について質問を行った。各演出法についての代表的なコメントを以下に記す。

鑑賞者に投射すると、「耳元で囁かれている感じ」等、近くに音を発するものがないのに音が聞こえてくる不思議な感覚についての報告が多かった。主観的な印象ではあるが、音源が静止しているときより、音源が移動しているときのほうが、音の指向性が強く感じられた。MUS からの超音波は、鑑賞者後方にも達し、自身後方からも音が聞こえるため「音が体を突き抜けた感覚がする」と報告した鑑賞者もいた。また、これまで、超音波が提示されることによって、身体・情動反応が異なることも報告されており [16] [17] [18]、その影響についても考えていきたい。

劇場の壁に向けて投射した場合、例えば、蝙蝠の羽音を投射した場合、「実際に蝙蝠が飛んでいるような感覚を受けた」と全ての鑑賞者が報告した（音源が舞台空間を移動することによって、何らかの緊張感を感じる鑑賞者もいた。）。さらに、MUS は天井や床にも音を投射可能なため、天井や床からの反響音を模擬し、教会のような雰囲気を演出することも可能である。また、MUS で提示される高周波の音は定位しやすく、通常のスピーカから他の音が提示されていても、十分聞き分けられ、図と地の関係のようにうまく共存していた。

映像に向けて投射した場合（例えば、図 4 の白い円に合わせて投射）、「MUS からの音は音源の定位が可能のため、見ている側の注意を誘導する」、「映像ではなく、実際にそこに何かがある感覚があった」、「存在のリアリティが違う」という感想が多かった [19]。前述のように、MUS からの音は聴覚的な図と地の、図の音として機能するため、視聴覚的に図の知覚が一致することは、提示されたものの臨場感を上げるうえで、効果的に機能していたと考えられる。

パフォーマンスに向けて投射した場合、「声を出していないのにエネルギーを感じる」等のコメントがあり、パ

フォーマに対しては、声とは違った形で聴覚的・振動的な表現手段を付加するものであったといえる。

4. おわりに

これまで筆者らは、それぞれの鑑賞者が、特別な装置を装着することなく、異なる光の演出（異なる視覚像）を体験できる舞台を実現してきた。一方、本論文で述べた舞台演出は、聴覚における、情報の時空間分布、個人化体験を簡便な方法で実現したものと言える。そして、鑑賞者からのコメントにもあったように、これらの演出は、聴覚だけでなく、微小振動、超音波振動の身体への影響、さらには存在感と言えるものまで含めた場のデザイン、Vibro-scape Design へつながるものである。

参考文献

- [1] R. マリー・シェーファー（鳥越 けい子 他訳）：“世界の調律—サウンドスケープとはなにか”，平凡社，1986.
- [2] 小川 博司，田中 直子，庄野 泰子，鳥越 けい子：“波の記譜法—環境音楽とはなにか”，時事通信社，1986.
- [3] 山岸 美穂，山岸 健：“音の風景とは何か サウンドスケープの社会誌”，日本放送出版協会，1999.
- [4] 岩宮 眞一郎：“音の生態学—音と人間のかかわり—”，コロナ社，2000.
- [5] 難波 精一郎 編：“音の科学”，pp. 16-35，音場の再生—バイノーラル受聴から衝立ステレオまで（後藤敏幸），朝倉書店，1989.
- [6] 酒谷 広太，大嶋 聖人，竹村 裕，溝口 博，加賀美 聡：“直交3軸スピーカアレイによるサウンドスポットの3次元制御”，第23回日本ロボット学会学術講演会予稿集，3C22(1)-(2).
- [7] Kimio Hamasaki, Toshiyuki Nishiguchi, Koichiro Hiyama, Kazuho Ono: “Advanced Multichannel Audio Systems with Superior Impression of Presence and Reality”，AES 116th Convention, Convention paper 6053, 2004.
- [8] Hugo Zuccarelli: “ホロフォニクス・ライブ”，八幡書店，1988.
- [9] 武邑 光裕：“メディア・エクスタシー 情報生態系と美学”，青土社，1992.
- [10] 三菱電機エンジニアリング株式会社，超指向性音響システム [ここだけ]，<http://www.mee.co.jp/pro/sales/kokodake/kokodake.html> (2007年4月23日)
- [11] Woody Norris: “HyperSonic Sound System”，<http://www.woodynorris.com/> (2007年4月23日)
- [12] 渡邊 淳司，Maria Adriana Verdaasdonk，田畑 哲稔，安藤 英由樹，前田 太郎，館 暉：“MultiMedia Performanceにおけるインタラクティブ性と美”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 10, No. 1, pp. 3-9, 2005.
- [13] Junji Watanabe, Tetsutoshi Tavata, Maria Adriana Verdaasdonk, Hideyuki Ando, Taro Maeda, Susumu Tachi: “Illusory Interactive Performance by Self Eye Movement”，ACM SIGGRAPH2004 Abstract and Applications, 2004.
- [14] 渡邊 淳司，Maria Adriana Verdaasdonk，田畑 哲稔：“Augmented Performance with Catalytic Devices”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 7 No. 4, pp. 459-470, 2002.
- [15] Maria Adriana Verdaasdonk: “Living Lens: exploring interdependencies between performing bodies, visual and sonic media in immersive installation”，Ph. D. thesis, Queensland University of Technology, 2007.
- [16] 八木 玲子，仁科 エミ，大橋 力：“可聴域をこえる超高周波成分の信号構造が音の受容反応に及ぼす影響の複合評価指標による検討”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 8, No. 2, pp. 213-220, 2003.
- [17] 崔 鍾仁，堀田 健治，山崎 憲：“超音波を含む波音の再生音が人間の生理・心理に及ぼす影響に関する研究—聴覚誘発電位の挙動・心理・性格検査を用いてその1—”，日本建築学会計画系論文集，Vol. 563, pp. 327-333, 2003.
- [18] 倉片 憲治，中村 則雄，芝崎 朱美，岩城 達也，蘆原 郁，桐生 昭吾：“音楽に含まれる超高周波成分が知覚に及ぼす影響—脳波α波を指標とした脳活動の変化—”，AES 東京コンベンション 2001 予稿集，pp. 22-25, 2001.
- [19] 山本 友紀子，石井 健太郎，中臺 一博，今井 倫太：“指向性スピーカを用いたオブジェクト提示システム”，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006 論文集，pp. 303-308, 2006.

(2007年4月23日 受付)

〔著者紹介〕

渡邊 淳司



(正会員)

2005年 東京大学大学院情報理工学系研究科 博士課程修了。博士（情報理工学）。同年（独）科学技術振興機構「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」領域 さきがけ研究員。
<http://www.junji.org/>

吉田 知史



(学生会員)

国立大学法人 電気通信大学電気通信学研究科 知能機械工学専攻。2003年 早稲田大学第二文学部卒業，2005年 早稲田大学大学院国際情報通信研究科修士課程修了 インタラクティブ表現の研究に従事。

安藤 英由樹



(正会員)

1997年 愛工大院 修士修了。2001年 JST「協調と制御」領域 GM，現在 NTT CS 研 RS. 博士（情報理工学）。メディア芸術祭審査員推薦作品（2006），LAVAL Virtual Grand Prix(2007) 等受賞。

田畑 哲稔 (cell)



Emerging in 1994 through the interplay of visual, sound, body and space, Tokyo-based cell apply digital audio and visual technology to live performances.

Maria Adriana Verdaasdonk



She is a theatre studies graduate who based herself in Tokyo to study the martial art aikido and the butoh. Ongoing investigation employs a multi-layering of visual and sonic textures as a means to locate the performing body within imaginary landscapes.