

## 音声をよりクリアに、音楽をより豊かに

～残響制御が切り拓く“音”の世界～

### Enhancing speech quality and music experience

Opening up new vistas for audio experience with reverberation control technology



メディア情報研究部  
木下 慶介  
Keisuke Kinoshita

#### プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 メディア情報研究部 研究主任。  
日本音響学会技術開発賞、日本オーディオ協会大賞、各受賞。

#### ■残響の功罪

残響とは、ある音源から出た音が室内の壁や天井などに跳ね返って生じる反射音成分の総称です。残響は人やモノが室内で音を発した時には必ず生じており、知らず知らずのうちに様々な音の効果をもたらしています。

例えば、少しでも残響のある部屋でICレコーダ等を用いて音声を収録すると、目的音に反射音が重なり、収録音声は響いた聞き取りにくいものになってしまいます。また、このように響いた音声は、最先端の自動音声認識技術を使っても正しく認識しにくいものです。このように、コミュニケーションの手段としての「音声」にとっては、残響はしばしば邪魔なものになります。

一方、「音楽」の鑑賞や演奏にとっては、残響は非常に重要な要素です。例えば、音楽ホールのステージ上でオーケストラが演奏をすれば、奏でられた音はその音楽ホール特有の豊かな響きである残響を伴い、厚みのある音として聴衆の耳に届きます。残響は歌声や楽音を豊かに響かせ、時にはそれらの芸術性を高めることにさえ寄与します。このように、残響がもたらす音の効果には功罪の両側面があります。

#### ■革新的音響信号処理技術「残響除去・制御技術」の実現

残響により響いた音声をクリアで聞き取りやすい音声に戻したり、一旦収録された音楽をコンサートホールで聴いているかのように豊かなものにするには、収録音に含まれている残響を制御する技術（以降、残響制御技術。図1参照）が必要です。

残響制御技術には、雑音除去技術とならび、長い研究の歴史があり、世界的に見ると1980年代から盛んに研究が行われてきました。しかし、雑音除去とは違い、実環境における

残響制御は近年まで実現されず、困難な未解決問題として残されてきました。我々の初期の検討も困難を極めました。近年、線形予測という数学的手法を発展させることで、世界で初めて、実環境で高精度に動作する残響制御を実現しました[1]。

#### ■様々な応用分野への波及

現在までに、提案の残響除去・制御技術は様々な分野へ以下のように波及し、効果が示されています。

#### （音声をクリアにする技術として）

映画、TV番組制作のためのポストプロダクション\*業界では、作品制作のために様々な場所で音声を収録します。その際に、収録音声には作品に不要な残響が含まれてしまうことがあります。このような状況に対処するため、残響除去・制御技術は長らく登場を待ち望まれていた技術でした。現在、我々の技術はポストプロダクション業界向けのプロ用残響除去ソフトウェアとして、世界の多くの制作スタジオなどに導入され、日々作品制作の役に立っています。また、我々の技術（正確には、メディアインテリジェンス研究所において、我々の技術を基に開発されたリアルタイム残響除去処理技術）は

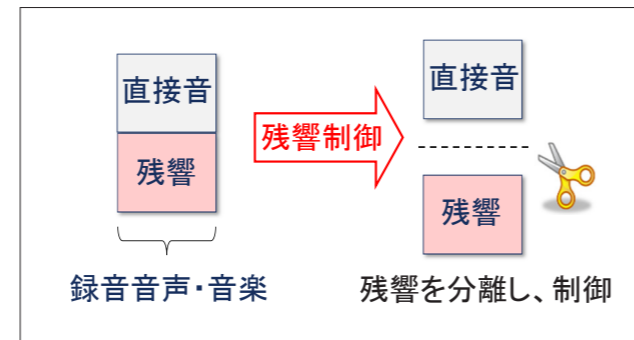


図1：残響制御の効果

よりクリアな音声通信を可能とする次世代電話会議端末へも導入されようとしています。

また、我々の残響除去技術は自動音声認識性能の向上にも寄与しています。本年度開催された残響下音声認識に関する世界的コンペでは、約30の研究機関が参加する中、我々は残響除去技術を音声認識の前処理として用いることで、多くのタスクで最高性能を達成しました[2]。

#### （音楽をより豊かにする技術として）

残響制御技術はステレオ音源から立体的な情報である残響を取り出し、過去の名演を元音源に忠実なサラウンド音楽として魅らせることにも使用されています[3]。図2のように、コンサートホールの観客席で音楽を聴いている場合、我々の耳に到来する音は、二つに大別されます。一つは、音源から我々の耳に直接届く音成分（以降、直接音）と、四方八方あらゆる角度から我々の耳に到来する残響です。CDなどには、一般的に、この観客席の位置で録音されたような音楽が記録されています。このようなCDを従来のステレオスピーカを用いて再生すると、直接音と残響が両方とも前方から再生されてしまい、元の音響環境とは異なる音環境が作り出されてしまいます。しかし、我々の技術を用いて音楽信号を直接音成分と残響成分に分離し、図3のようなサラウンド環境にて、前方スピーカから直接音成分、後方スピーカから残響成分を再生すれば、元の録音環境に近い音環境を再構成することがで

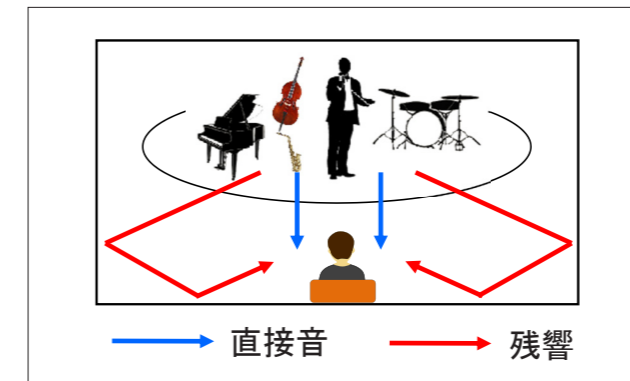


図2：ホールの観客席に届く音

きます。現在までに、残響制御技術は、有名海外アーティストの過去のライブ録音をサラウンド音楽に変換し、映画館などで配信する再現ライブなどで使われ、好評を博しています。また、このサラウンド化機能を搭載したホームオーディオ製品も他社から発売されています。

#### ■残響除去・制御技術が切り拓く音の未来：今後の展望

残響制御技術の精度がさらに向上すれば、様々な可能性が広がります。例えば、電話や自動音声認識等の音テクノロジーは、現在のようにマイクの位置を気にしながら使用する必要はなくなり、好きな時に好きな場所で自由に使用することが可能になるでしょう。また、手元にある音楽ソースをサラウンド化再生すれば、家に居ながらにして、その音楽を収録したライブ会場や音楽ホールで音楽を聴くのと全く同じ音環境を体験することもできるようになるでしょう。これらの応用を含む様々な場面で、残響除去・制御技術は音テクノロジーの根幹を支える技術となり、これから先の音の未来を切り拓く一助となっていくことでしょう。

※放送やパッケージメディアなどの映像作品、映画の製作における撮影後の作業の総称。

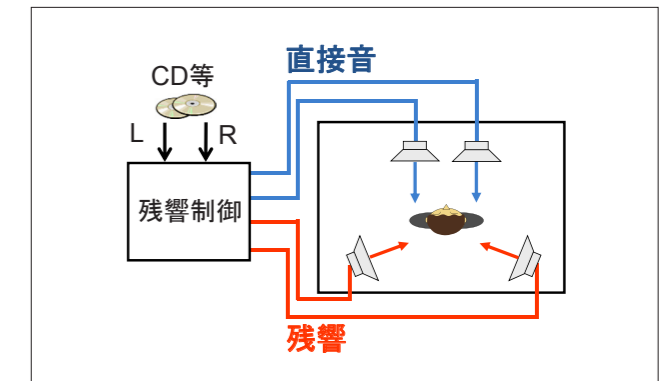


図3：残響制御を用いたサラウンド化再生

#### 【関連文献】

- [1] K. Kinoshita, M. Delcroix, T. Nakatani and M. Miyoshi, "Suppression of late reverberation effect on speech signal using long-term multiple-step linear prediction," *IEEE Trans. Audio, Speech and Lang. Proc.*, Vol. 17, No. 4, pp.534-545, 2009.
- [2] M. Delcroix, T. Yoshioka, A. Ogawa, Y. Kubo, M. Fujimoto, N. Ito, K. Kinoshita, M. Espi, T. Hori, T. Nakatani, A. Nakamura, "Linear prediction-based dereverberation with advanced speech enhancement and recognition technologies for the reverb challenge," *REVERB challenge*, 2014.
- [3] K. Kinoshita, T. Nakatani and M. Miyoshi, "Blind upmix of stereo music signal using multi-step linear prediction based reverberation extraction," in *Proc. of The 34th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, pp.49-52, 2009.