



National Institute of Information and Communications Technology

ワークショップ
「超多チャンネル音響がもたらすもの」
波面合成技術の紹介

2012/10/10

独立行政法人 情報通信研究機構(NICT)

ユニバーサルコミュニケーション研究所

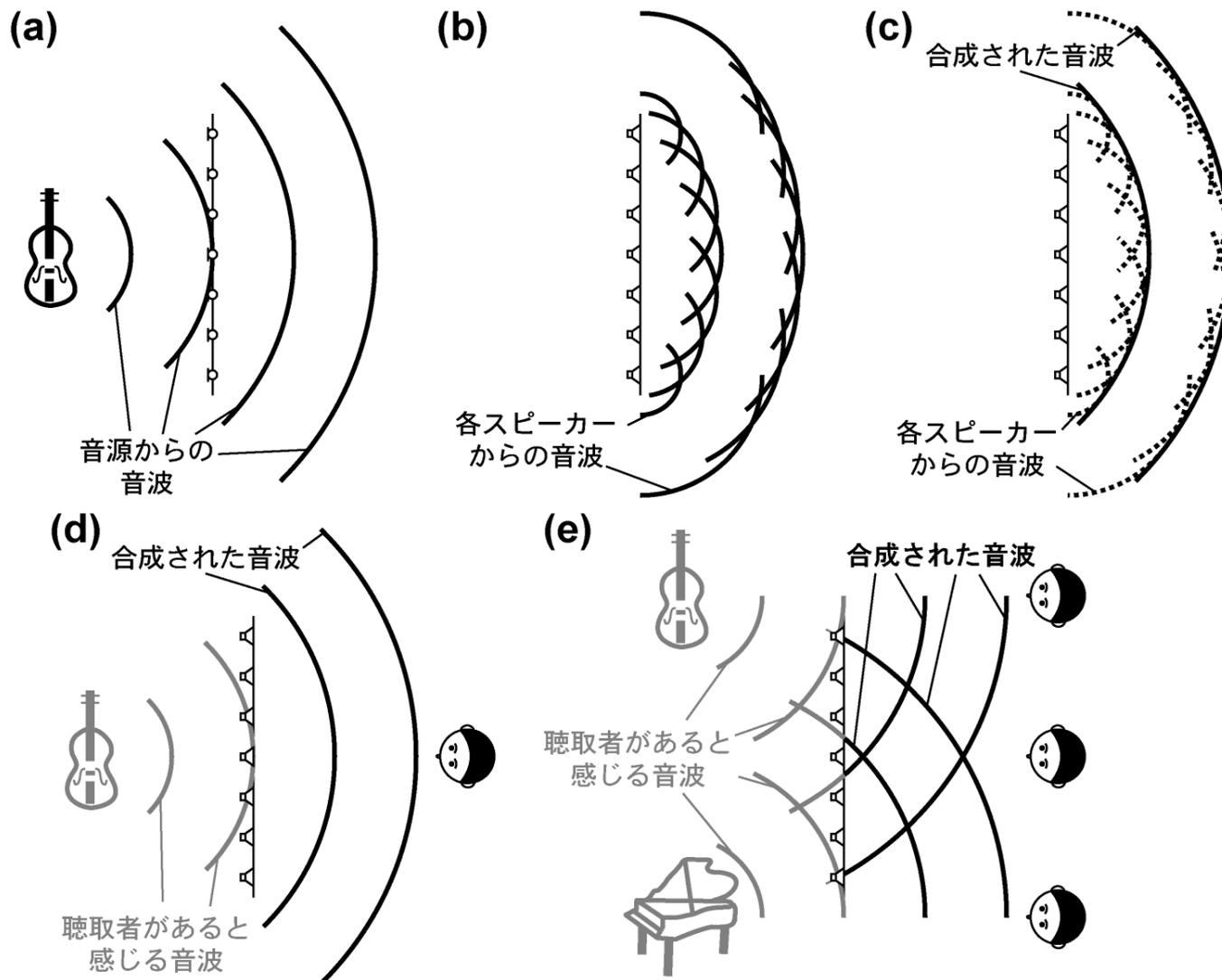
木村 敏幸

最近の高臨場感音響再生技術の分類

- 心理音響モデル 人が聴いて「臨場感」を感じるか
 - 5.1マルチチャンネル音響
 - 22.2マルチチャンネル音響
 - パラメトリックスピーカ
 - Multiple Vertical Panning (MVP)
- 物理音響モデル 音場が「忠実に再現」されるか
 - バイノーラル, トランスオーラル
 - 多点制御
 - 高次アンビソニックス(Higher Order Ambisonics, HOA)
 - 波面合成
 - 境界音場制御 (BoSC)

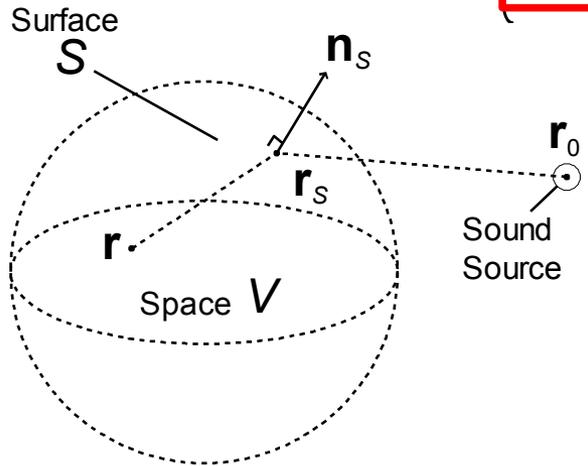
ホイヘンスの原理

- マイクホンとスピーカで波面を忠実に合成



Kirchhoff-Helmholtz積分方程式

• ホイヘンスの原理の数学的表現

$$P(\mathbf{r}, \omega) = \frac{1}{4\pi} \int_S \left\{ \frac{\partial P(\mathbf{r}_s, \omega)}{\partial \mathbf{n}_s} \frac{e^{-jk|\mathbf{r}-\mathbf{r}_s|}}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}_s|} - P(\mathbf{r}_s, \omega) \frac{\partial}{\partial \mathbf{n}_s} \left(\frac{e^{-jk|\mathbf{r}-\mathbf{r}_s|}}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}_s|} \right) \right\} dS$$


音圧傾度

音圧

無指向性音源の
音響伝搬特性

双指向性音源の
音響伝搬特性

- 境界面上で以下の音源を再生すれば, 空間内に音場が忠実に再現
 - 無指向性音源(大きさ: 音圧傾度)
 - 双指向性音源(大きさ: 音圧)

波面合成技術の定義

波面合成(wavefront synthesis)

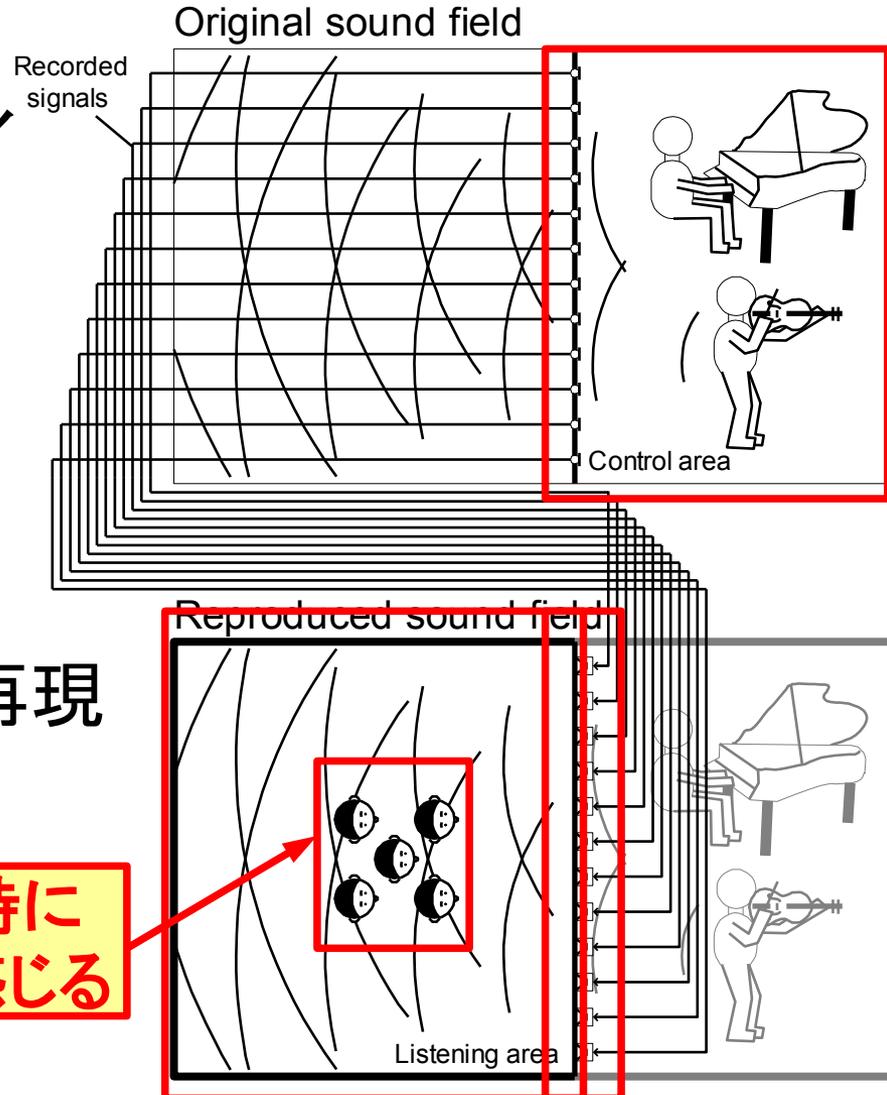
- ・領域の形状は任意
- ・無指向性音源と双指向性音源が必要

波動場合合成(wave field synthesis, WFS)

- ・無指向性音源のみ必要
- ・領域を無限平面に制限

波動場合成(Wave Field Synthesis, WFS)

- 境界面を平面に変形した積分方程式
 - Rayleigh積分
 - 平面マイクロホンアレイで音を収録
 - マイクロホンと同じ位置にスピーカを配置
 - 平面スピーカアレイで収録した音を再生
 - 聴取領域内で波面が再現



複数の聴取者が同時に
原音場にいるように感じる

波面合成技術の定義

波面合成(wavefront synthesis)

- ・領域の形状は任意
- ・無指向性音源と双指向性音源が必要

波動場合成(wave field synthesis, WFS)

- ・無指向性音源のみ必要
- ・領域を無限平面に制限

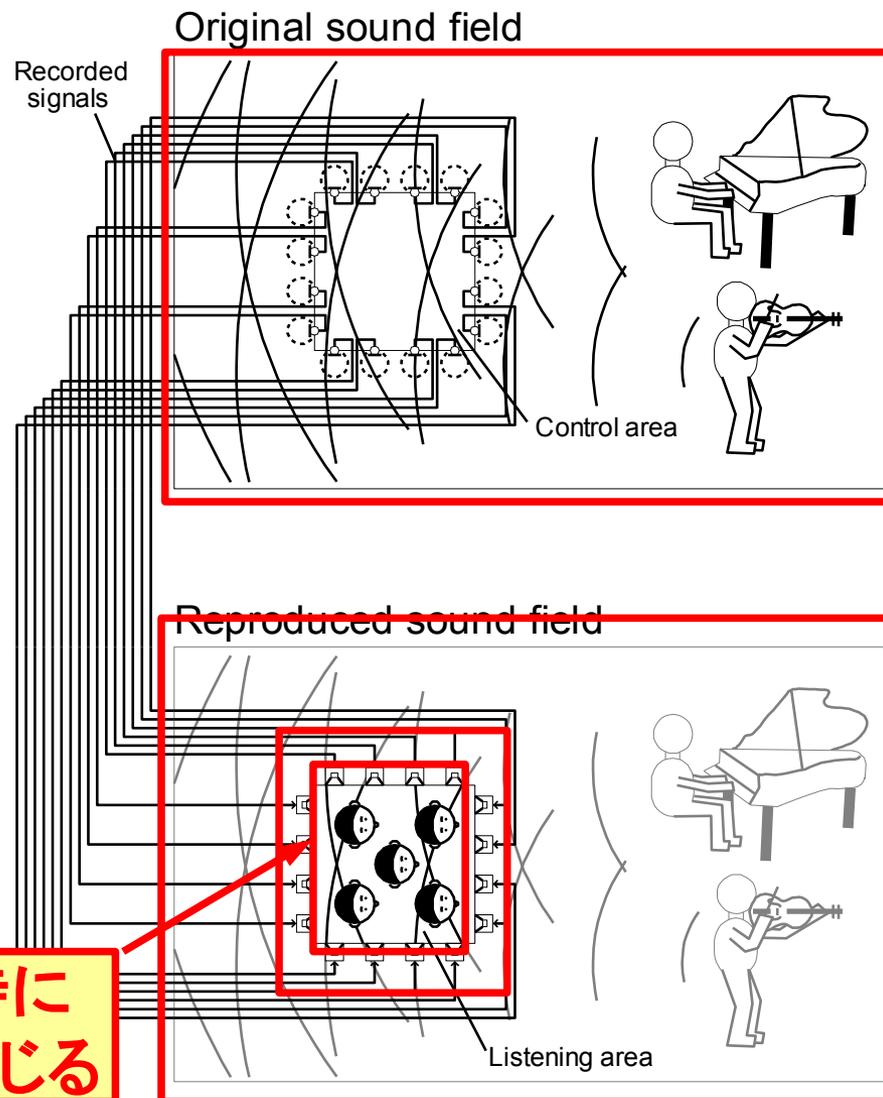
指向性マイクロホンを用いた波面合成

- ・領域の形状は任意
- ・指向性マイクロホンが必要

指向性マイクロホンを用いた波面合成

- 指向性係数を導入した積分方程式

- Fresnel-Kirchhoffの回折公式
- 指向性マイクロホンアレイで音を収録
- 指向性マイクロホンと同じ位置にスピーカを配置
- スピーカアレイで収録した音を再生し、聴取領域内に波面を再現



複数の聴取者が同時に
原音場にいるように感じる

- 現状
 - 主に計算機シミュレーションによる検討
 - どれだけ忠実に再現できるかを追求している段階
 - 今後実環境での検討が期待される
- 課題
 - マイクロホンとスピーカの数
 - 聴感上問題のないレベルまで減らす
 - 映像システムとの親和性
 - 透明なマイクロホンやスピーカの開発が必要
 - 臨場感への影響
 - 方向感, 距離感, 空間印象は検討済み
 - 音源(話者)の向きは全く検討されていない

「うめきた」の紹介

- 「うめきた」
 - 大阪駅北側の旧貨物駅跡地の再開発
 - NICTが2013年4月下旬から常設展示
- 展示内容
 - 200インチ裸眼立体映像ディスプレイ
 - 立体音響システム
 - スクリーンの上下にスピーカアレイを設置

