

多チャネルスピーカアレイによる 加算式スポット秘話技術

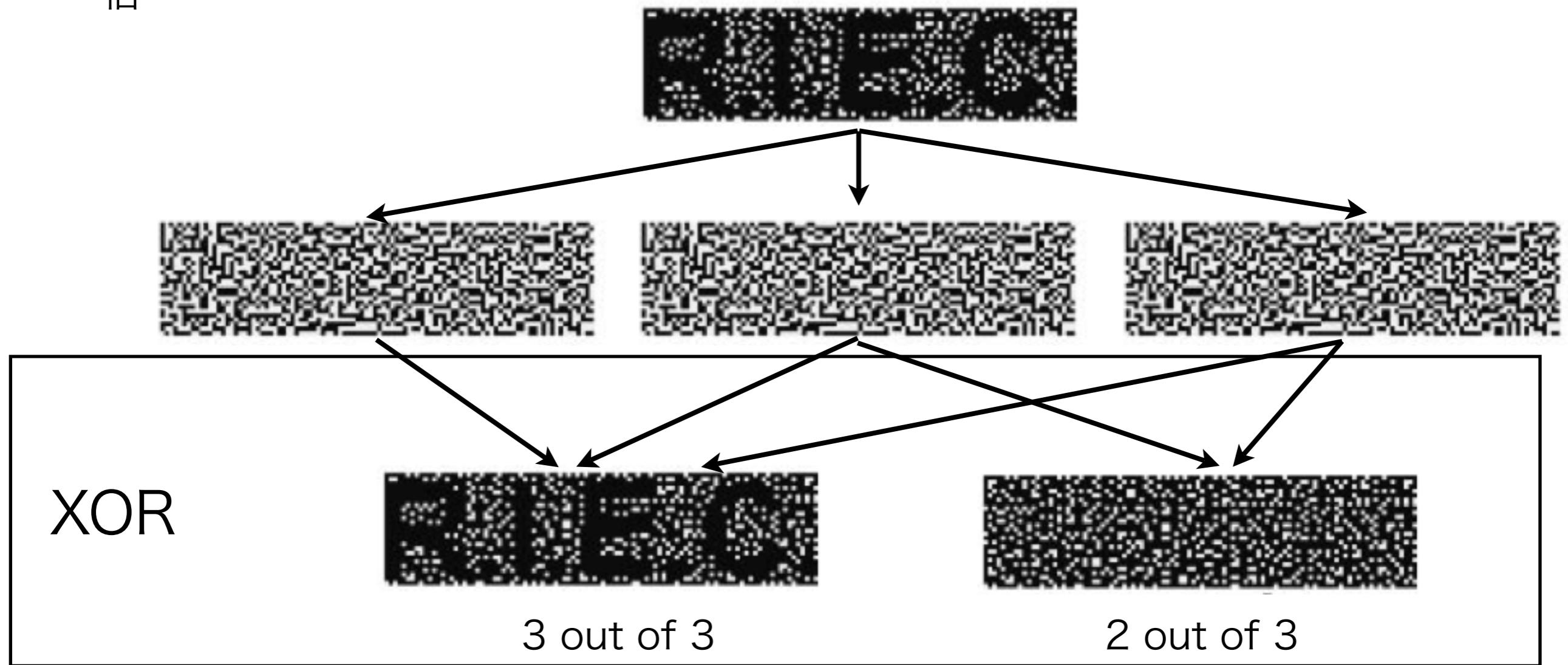
Acoustical privacy area generation based on simple summation of numerous signals
from a multichannel loudspeaker array

岡本 拓磨^{1,2)}, 岩谷 幸雄^{1,3)}, 鈴木 陽一^{1,3)}

- 1) 東北大学 電気通信研究所
- 2) 東北大学 大学院工学研究科
- 3) 東北大学 大学院情報科学研究科学

Motivation

- Audio secret sharing for 1-bit audio
N. Fujita, R. Nishimura and Y. Suzuki, *Acoust. Sci. & Tech.* **27**, 3 (2006)
- Secret sharing schema (秘密共有分散, A. Shamir 1979)に基づく音情報秘話通信



Motivation

- Audio secret sharing for 1-bit audio
 - N. Fujita, R. Nishimura and Y. Suzuki, *Acoust. Sci. & Tech.* **27**, 3 (2006)
- Secret sharing schema (秘密共有分散, A. Shamir 1979)に基づく音情報秘話通信
 - * ネットワーク秘話通信
 - * 全ての情報がそろわないと音信号は絶対に復元できない
- この技術をアナログ(空気伝搬)の世界で実現できなか!?
 - 特定の場所だけに特定の音を伝えたい
 - * スピーチプライバシー
 - 課題
 - * 空気中, 聴覚ではXORは取れない

Previous methods

■ 局所再生

■ 多点制御に基づく方法

* J.-W. Choi *et al.* (2002)

* S. Enomoto *et al.* (2005)

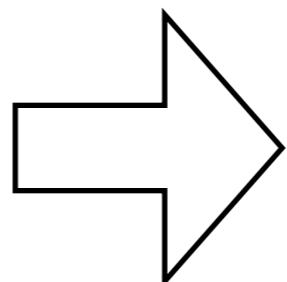
■ ビームフォーミングに基づく方法

* Y. Tamai *et al.* (2003)

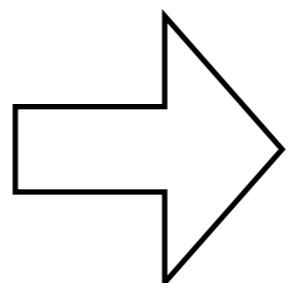
■ スピーチプライバシー

■ マスキングに基づく方法

提案法



目的音を強調する技術

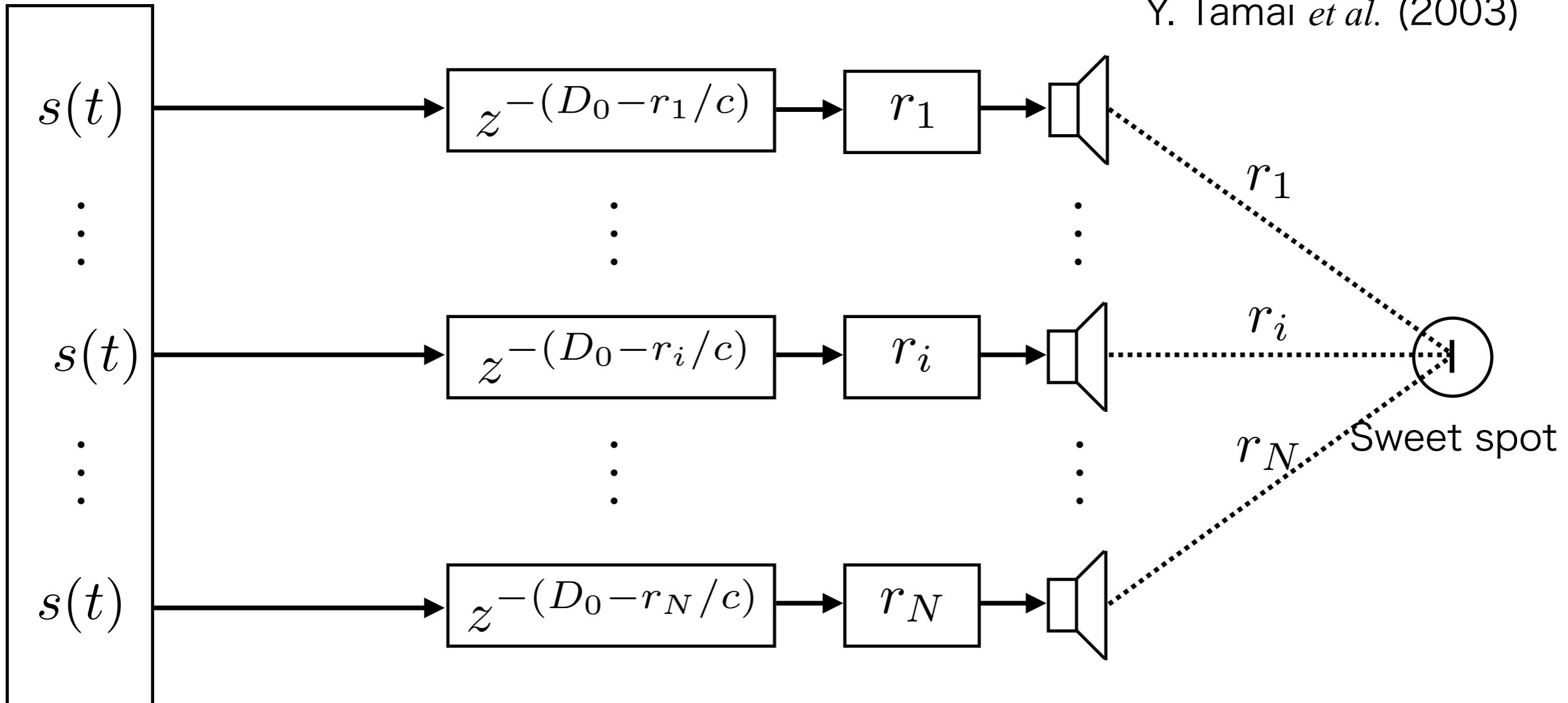


目的音を隠蔽する技術

Previous method

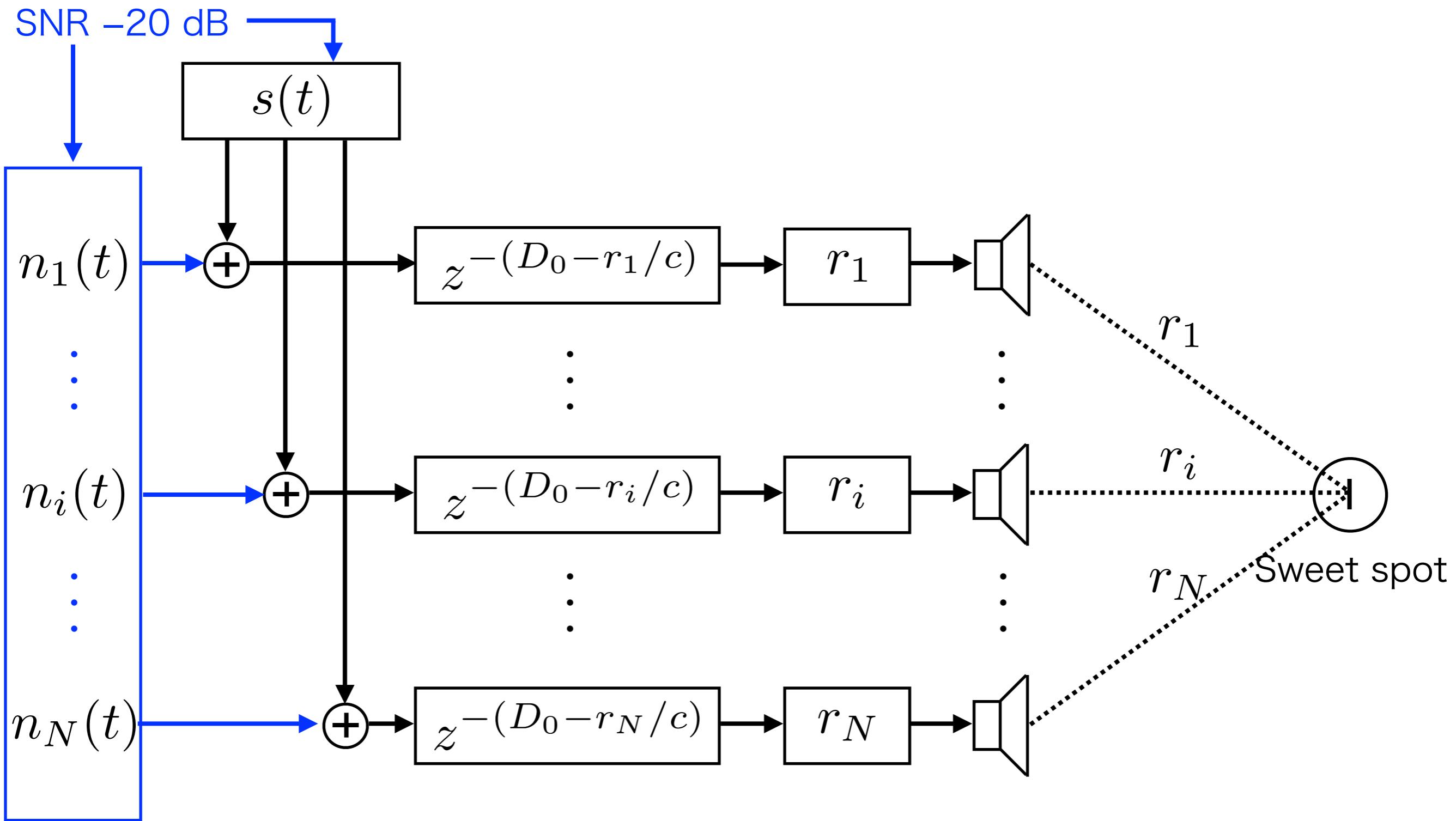
- Sound spot generation based on delay-and-sum

Y. Tamai *et al.* (2003)



- スポットでは信号の振幅がN倍

Proposed method



Basis of proposed method

■ 多チャネル同期に基づくスポット秘話技術

$$x_i(t) = s(t) + n_i(t) \quad \text{スピーカ } i \text{ での信号}$$

$$y_i(t) = \frac{1}{r_i} x_i(t - r_i/c) \quad \text{受音点におけるスピーカ } i \text{ からの信号}$$

$$y(t) = \sum_{i=1}^N r_i \cdot \frac{1}{r_i} x_i(t - D_0) = Ns(t - D_0) + \sum_{i=1}^N n_i(t - D_0) \quad \text{受音点での信号}$$

■ ポイント：ノイズ信号は全てのチャネルで無相関

$$n(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{t^2}{\sigma^2}\right)$$

$$y(t) = Ns(t) + \frac{N}{\sqrt{2\pi n}\sigma^2} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{t^2}{n\sigma^2}\right) = Ns(t) + \sqrt{N}n(t)$$

■ 各スピーカからはノイズしか聞こえない

■ スポットでは目的音のSN比が \sqrt{N} 倍となり、目的音が聞こえる

Performance evaluation

■ 計算機シミュレーションによる提案法の性能評価

- Signal to Noise Ratio (SNR)
- Speech Intelligibility Index (SII) ANSI S3.5-1997

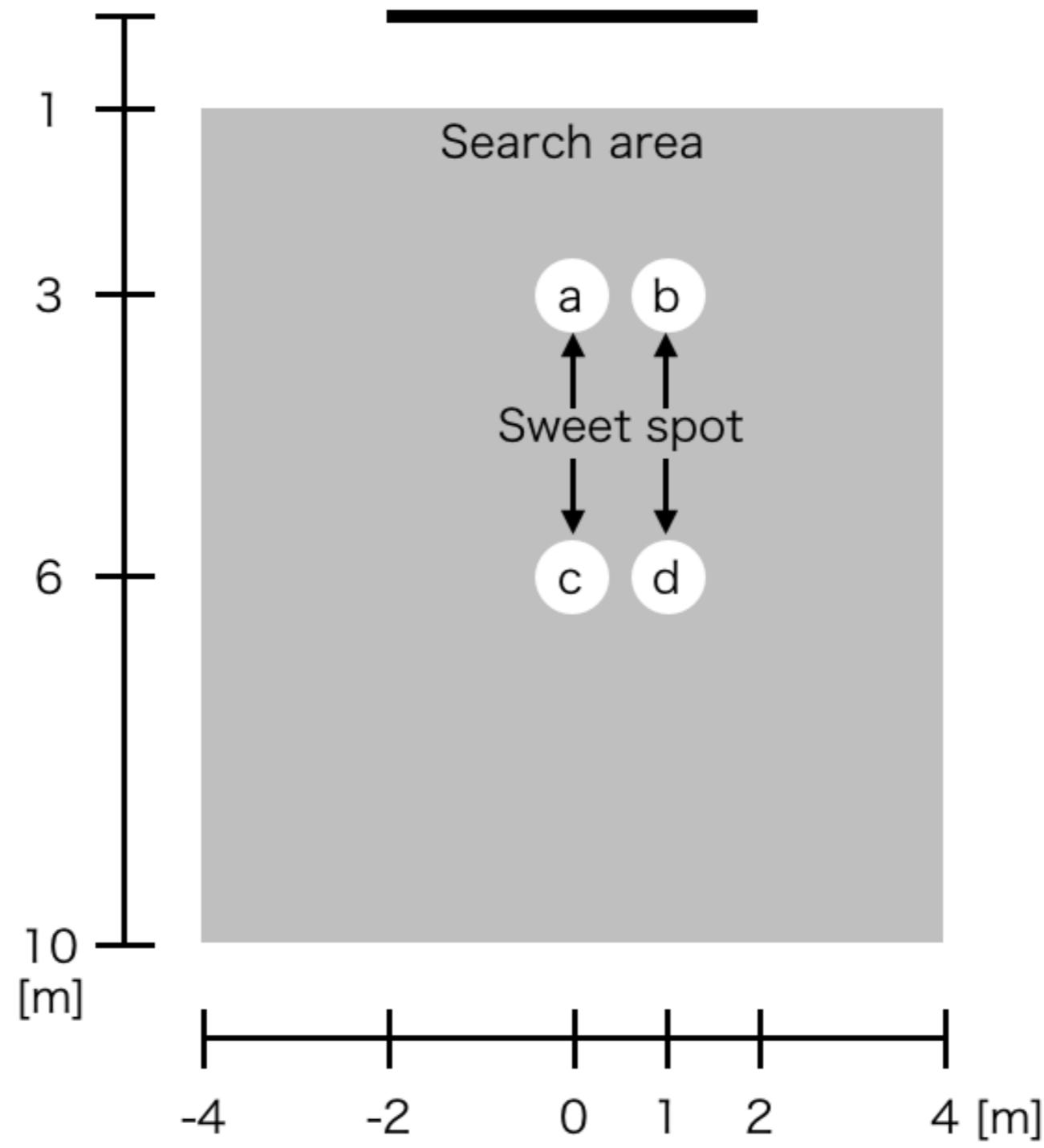
- * 音声明瞭度を0～1で評価
- * 音声とノイズの各バンドごとのSNRから算出

■ シミュレーション条件

- * サンプリング周波数：48 kHz
- * 目的信号：音素バランス 1000 文広帯域音声データ (NTT-AT)
- * ノイズ信号：ホワイトノイズ, ピンクノイズ
- * SII 条件：1/3 オクターブバンド (18 分割) (中心周波数:160 Hz ~ 8000 Hz)
- * 解析バンド パスフィルタ：128 サンプル FIR フィルタ

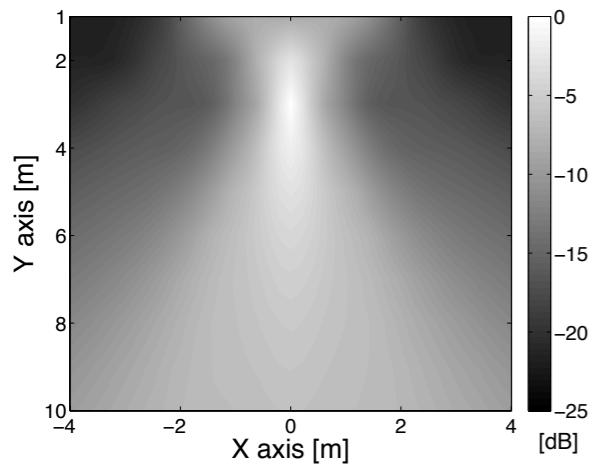
Linear array

Linear array (100 ch at regular intervals)

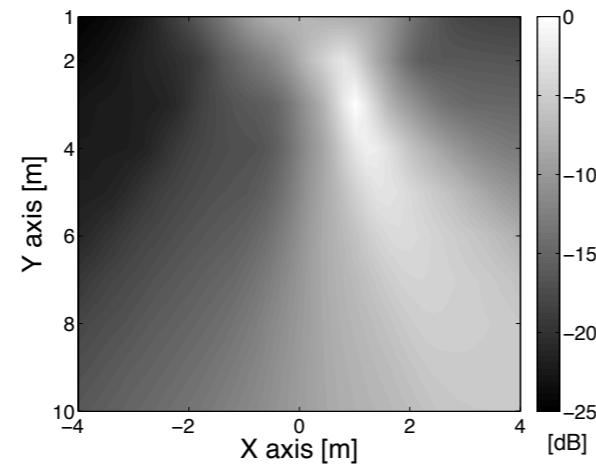


Linear array : Results (SNR)

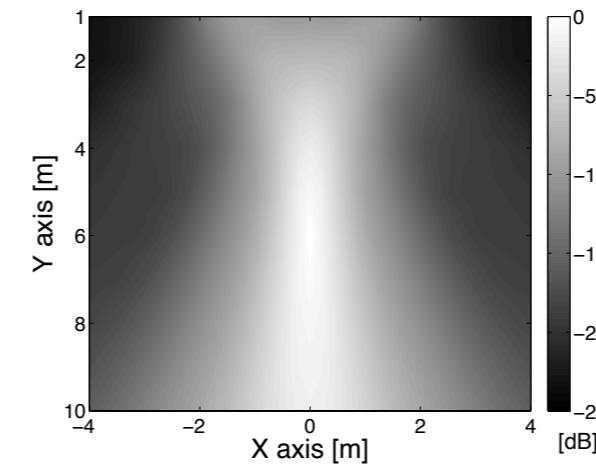
White noise



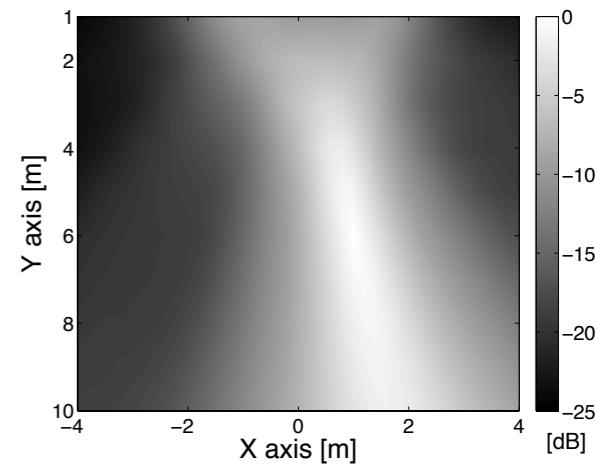
(a)



(b)

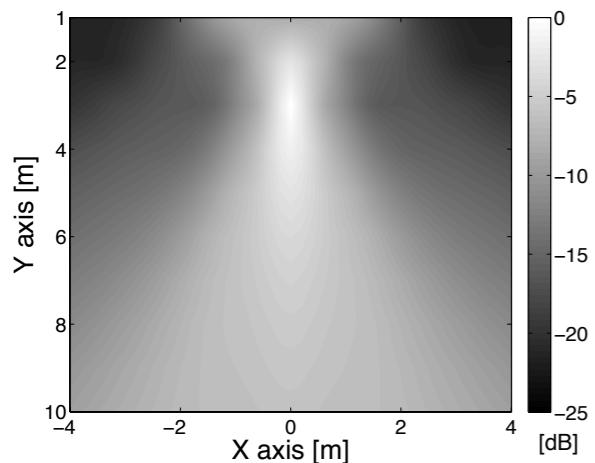


(c)

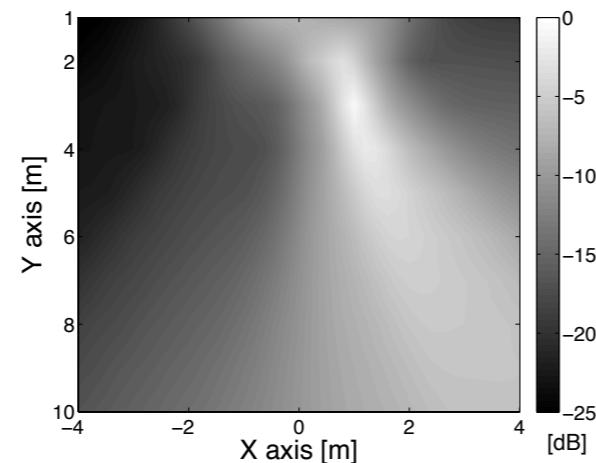


(d)

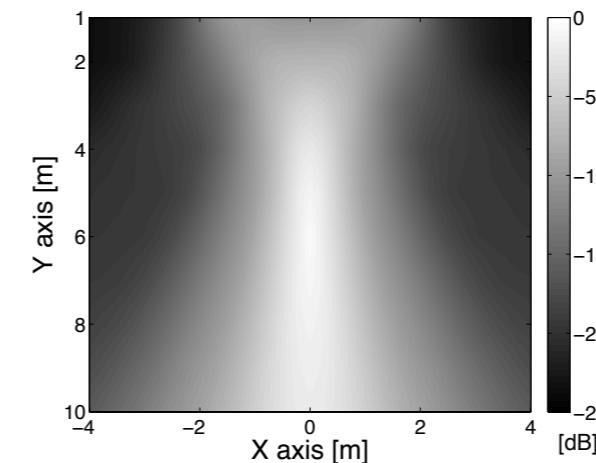
Pink noise



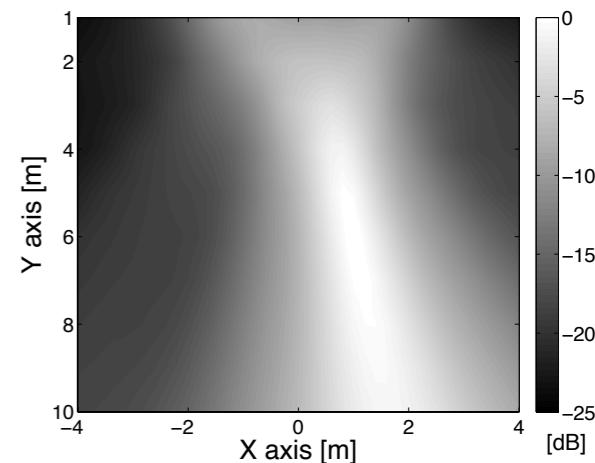
(a)



(b)



(c)

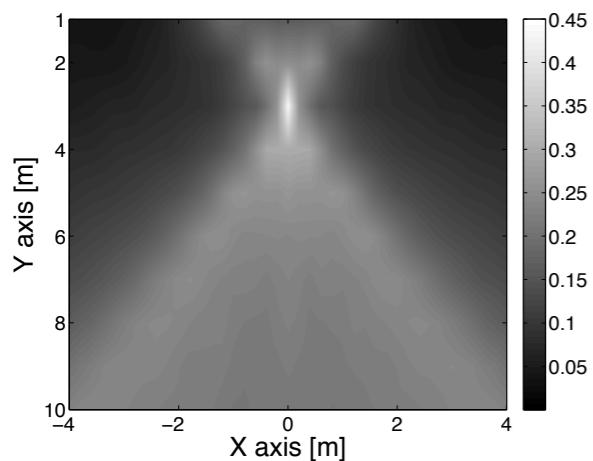


(d)

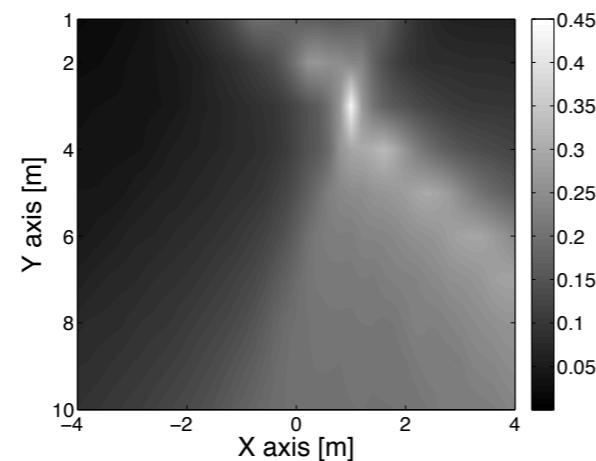
10

Linear array : Results (SII)

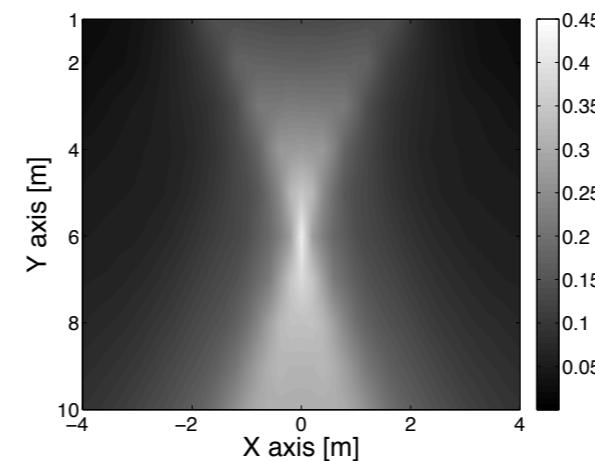
White noise



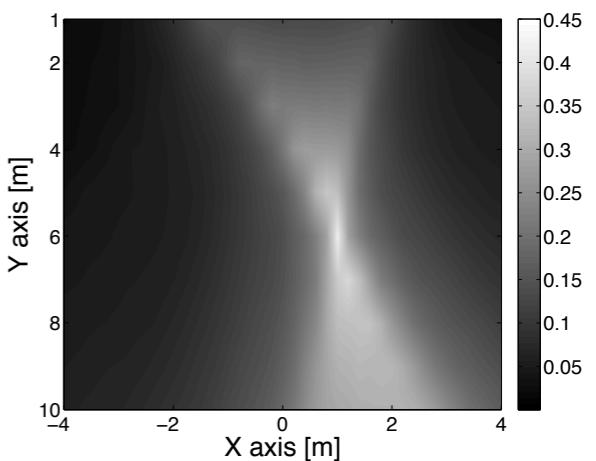
(a)



(b)

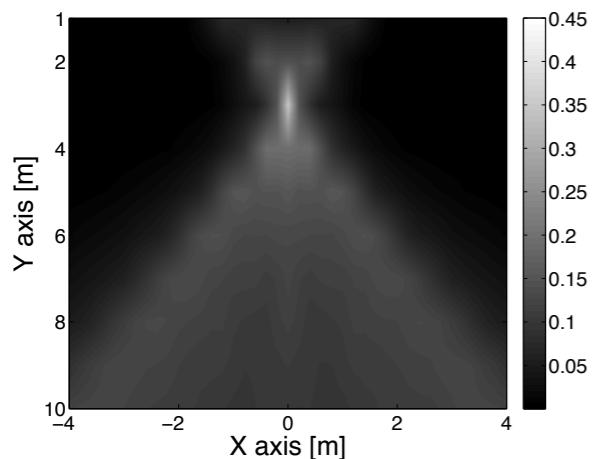


(c)

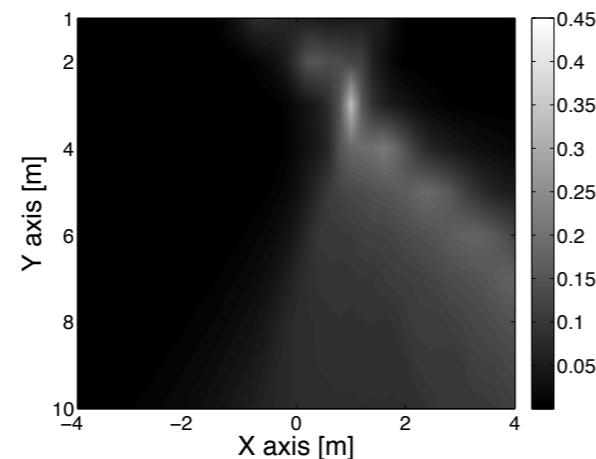


(d)

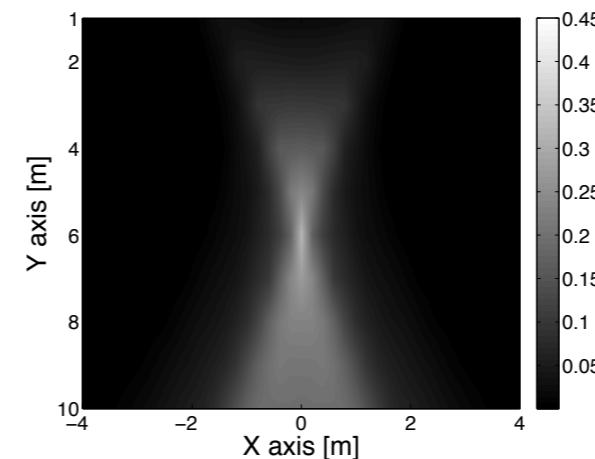
Pink noise



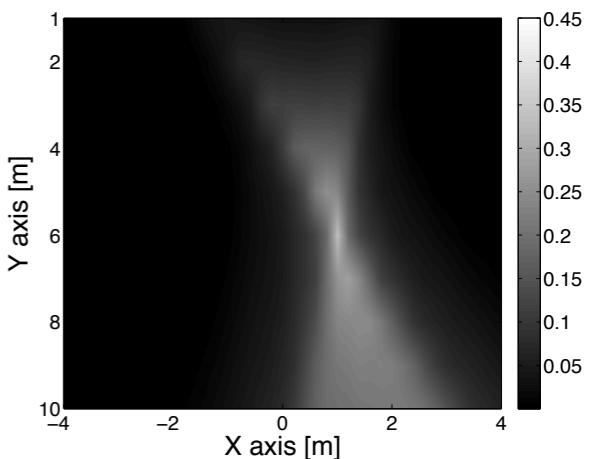
(a)



(b)

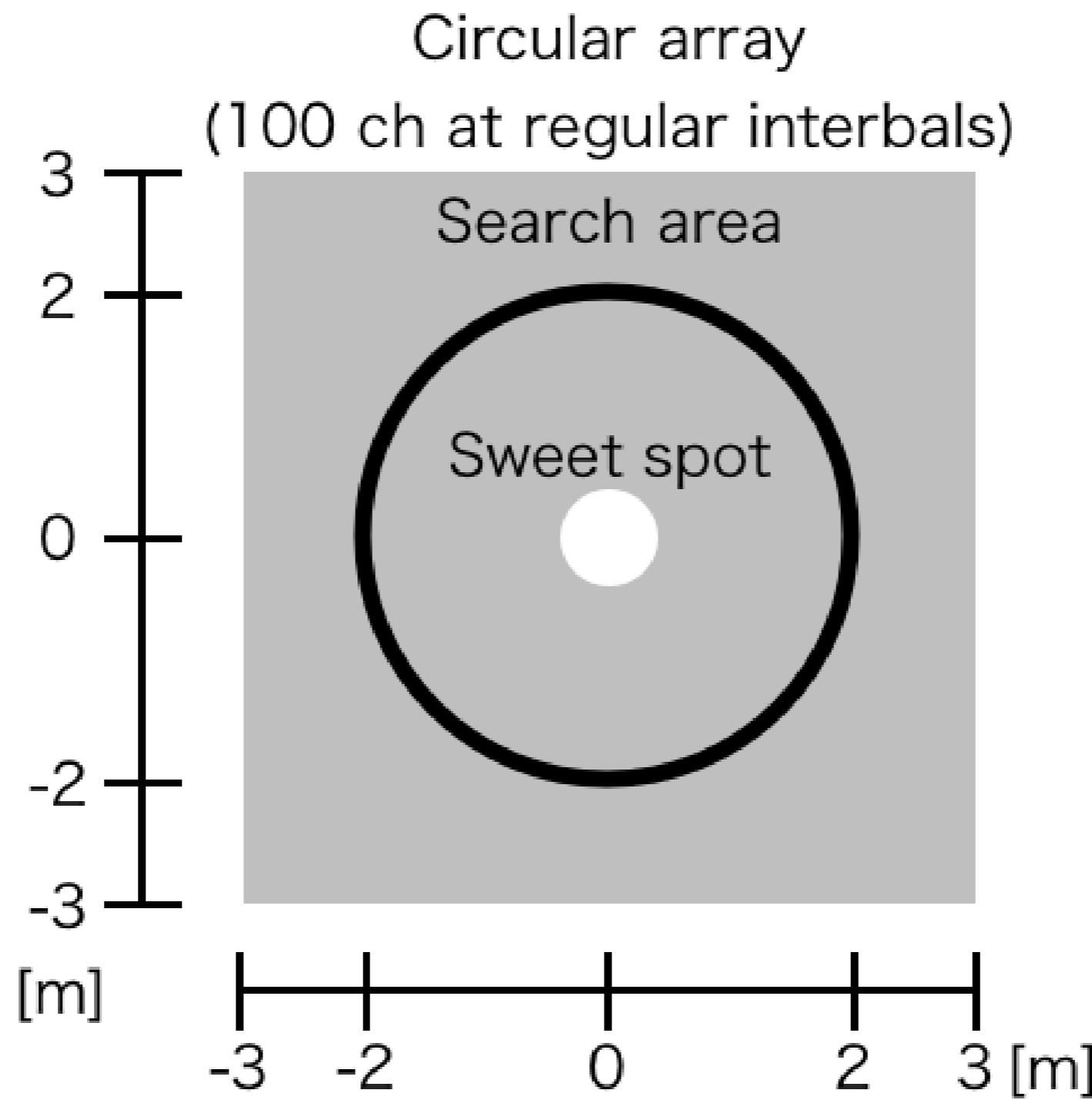


(c)



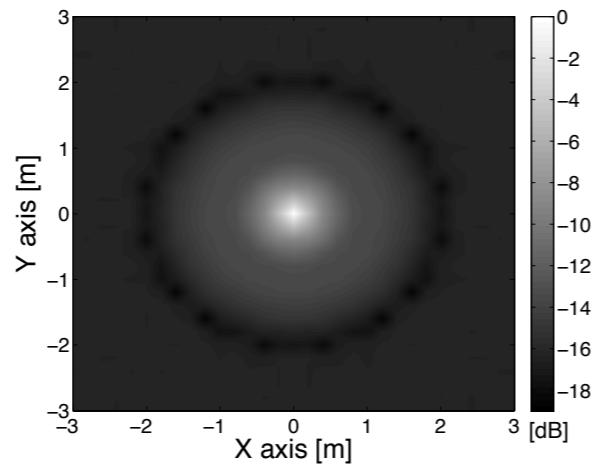
(d)

Circular array

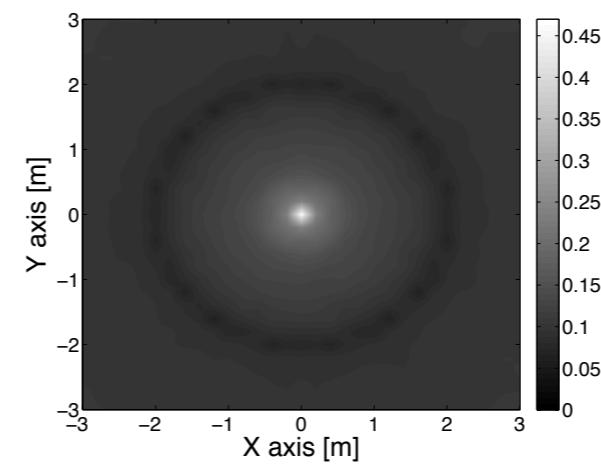


Circular array : Results (SII)

■ White noise

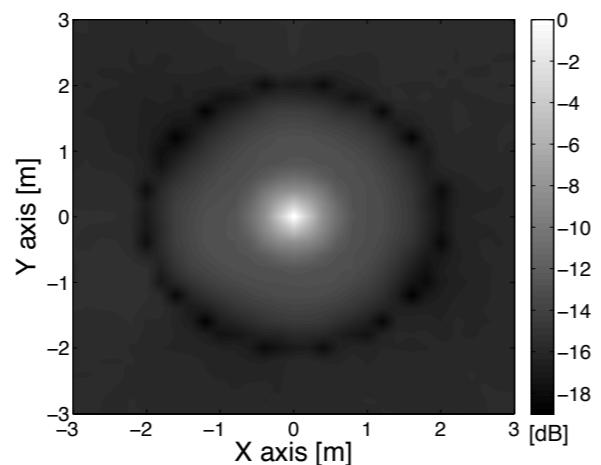


(SNR)

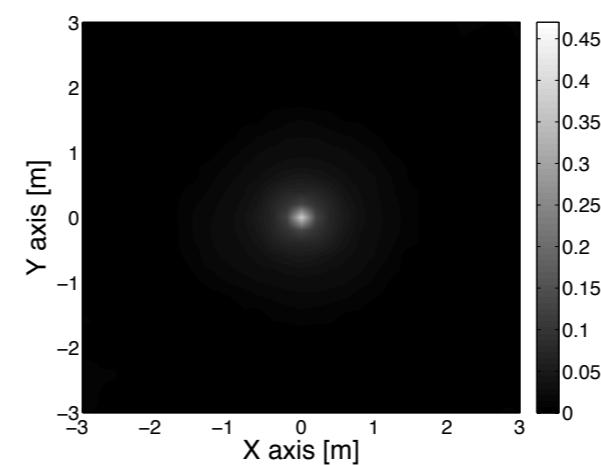


(SII)

■ Pink noise



(SNR)



(SII)

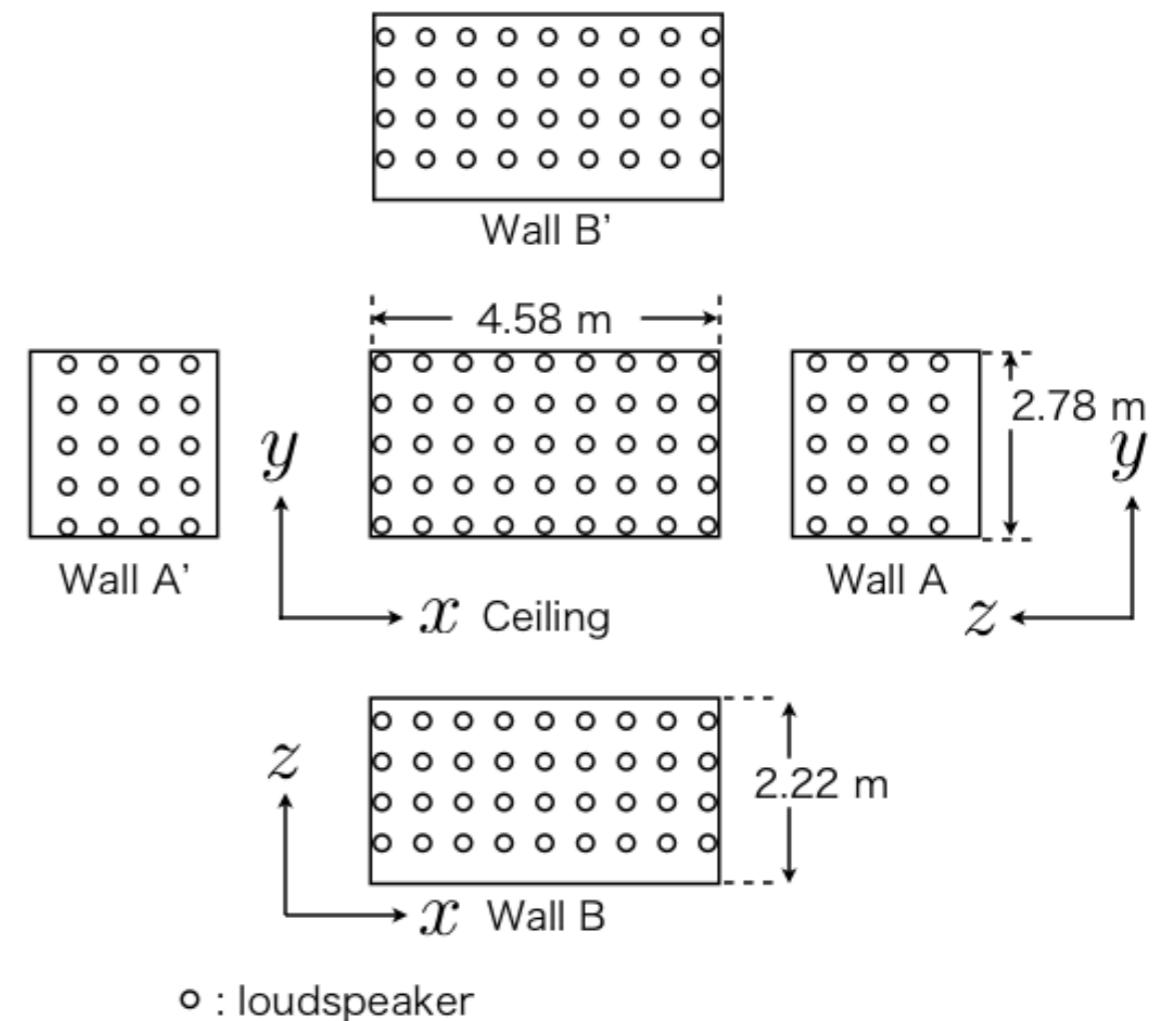
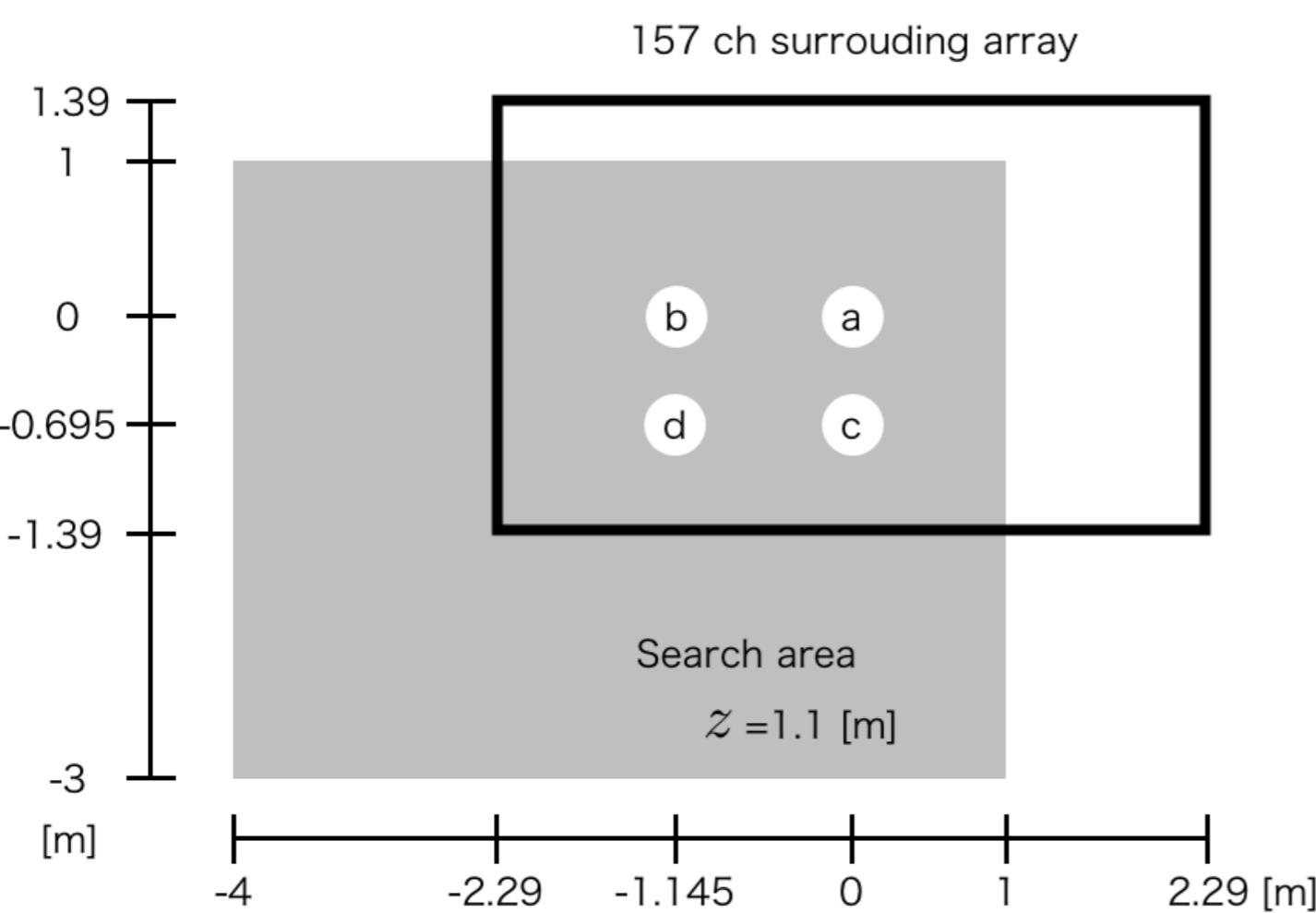
Surrounding 157 array



Surrounding 157 loudspeaker array
@R.I.E.C., Tohoku Univ.

DEMO: 17:30-

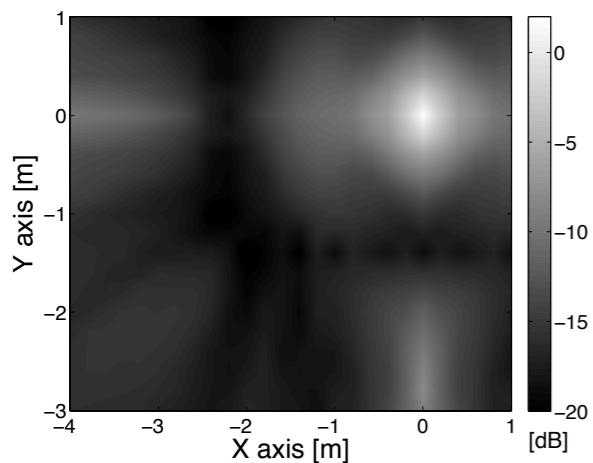
Surrounding 157 array



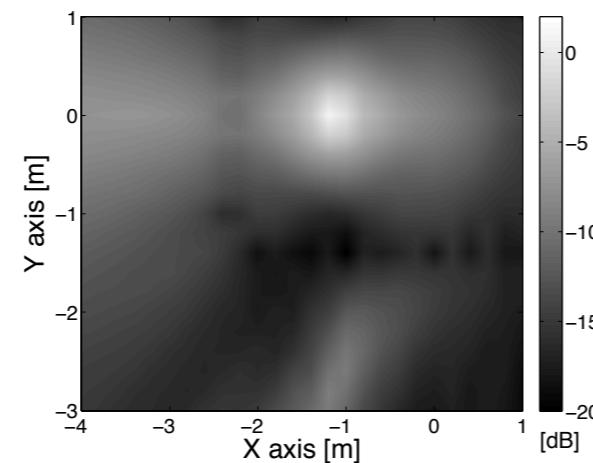
Arrangement of loudspeakers

Surrounding 157 array : Results (SNR)

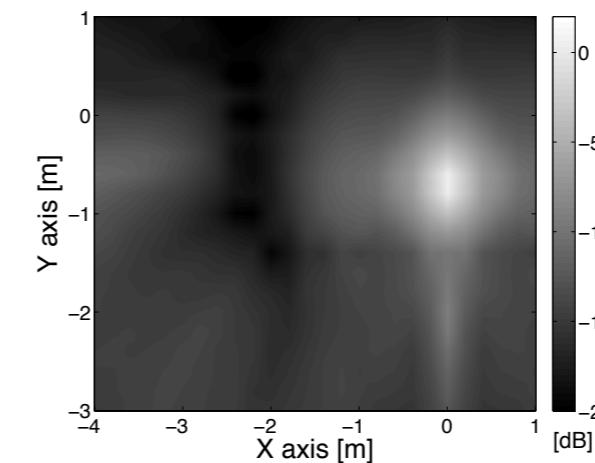
White noise



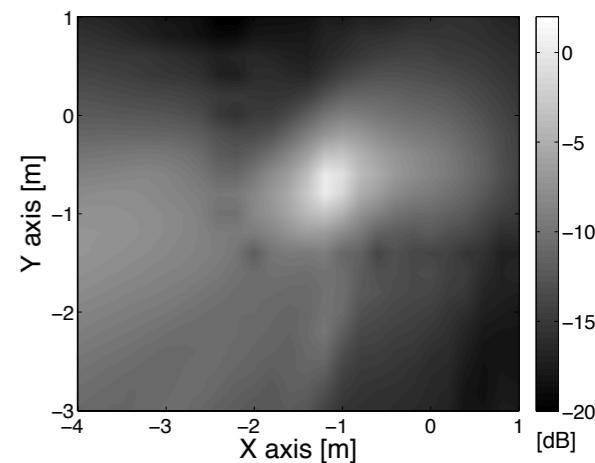
(a)



(b)

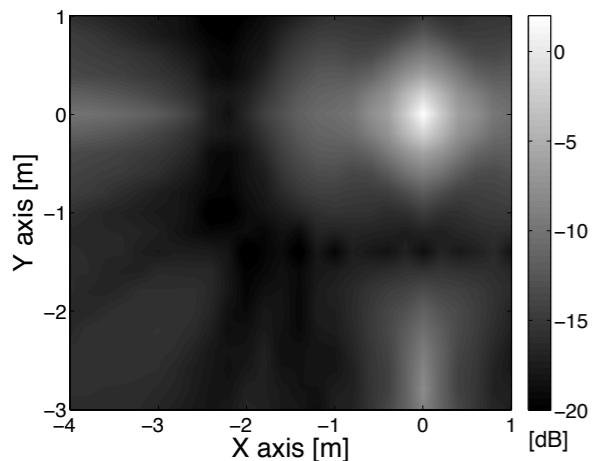


(c)

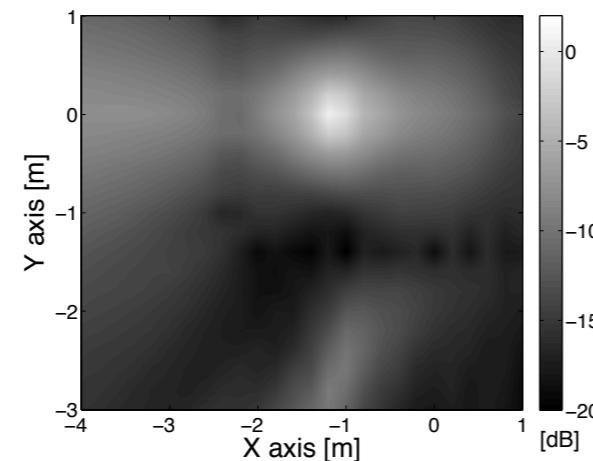


(d)

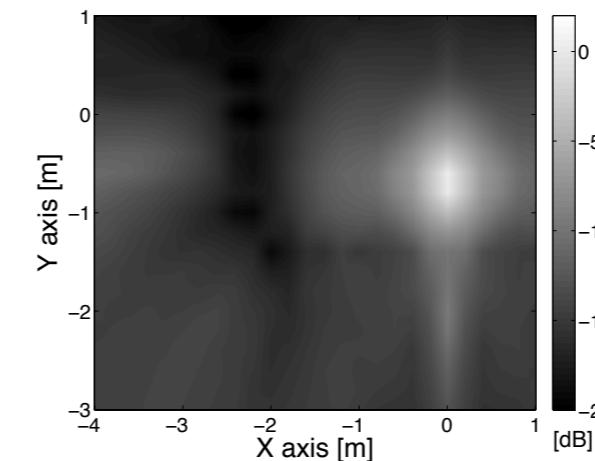
Pink noise



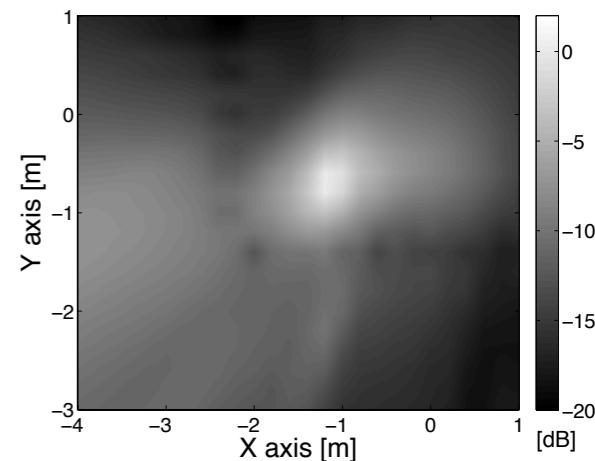
(a)



(b)



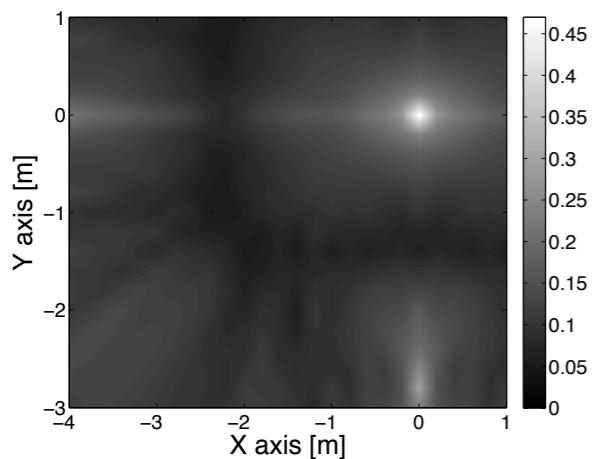
(c)



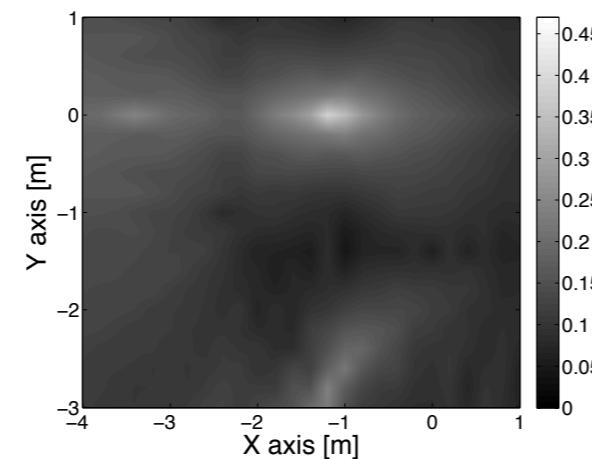
(d)

Surrounding 157 array : Results (SII)

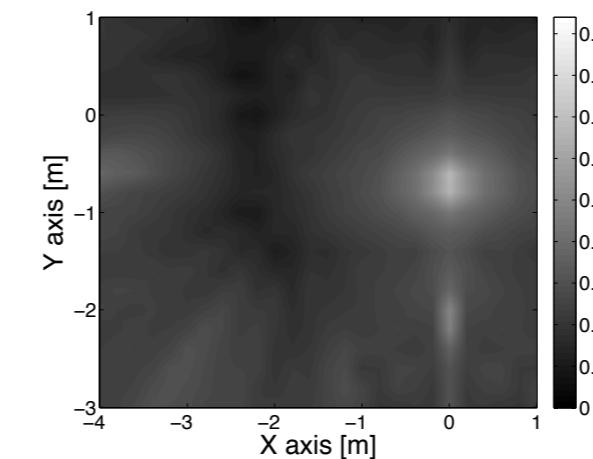
White noise



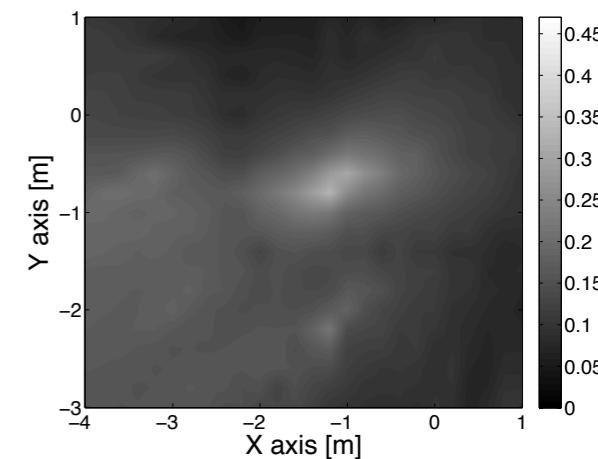
(a)



(b)

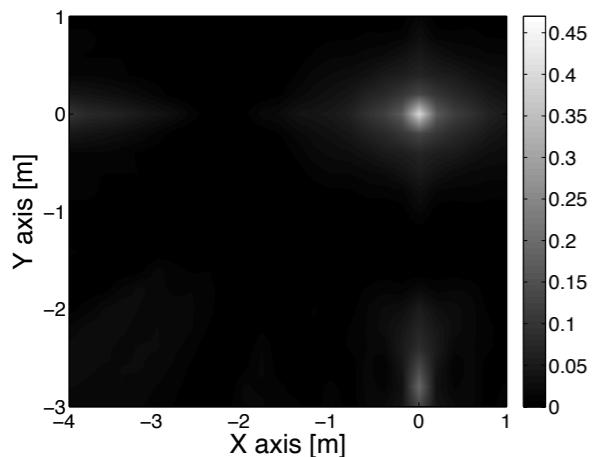


(c)

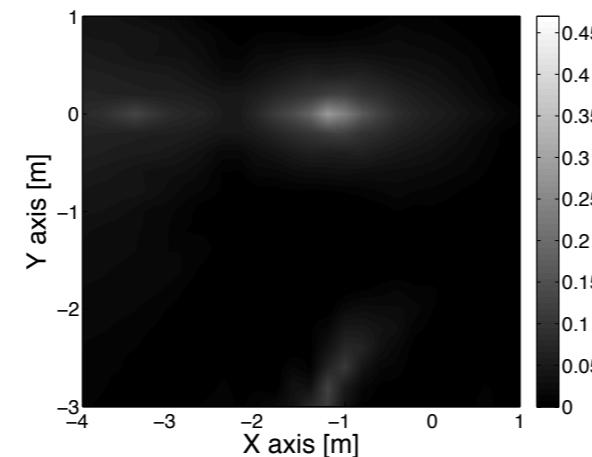


(d)

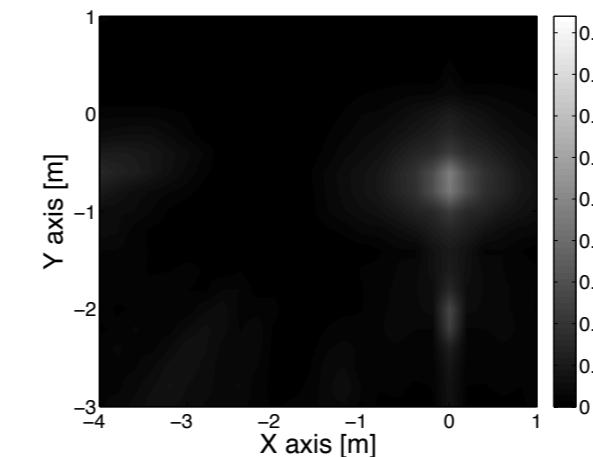
Pink noise



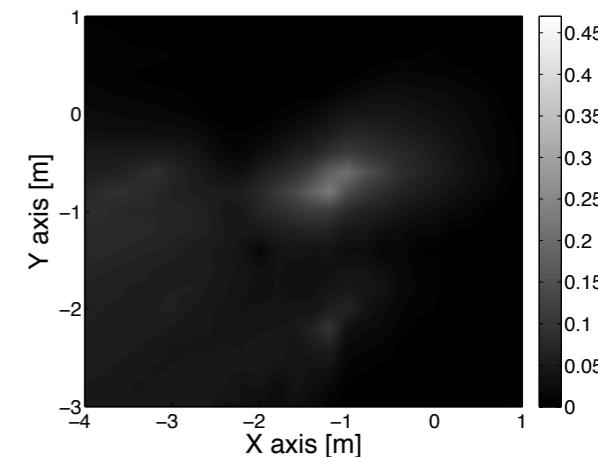
(a)



(b)



(c)



(d)

Concluding remarks

■ 多チャネル同期に基づくスポット秘話技術の提案

■ 遅延和アレイを用いた音声強調の提案とその評価

- ✳ 100チャネル直線アレイ
- ✳ 100チャネル円形アレイ
- ✳ 157チャネル包囲型アレイ



■ 今後の予定

■ エリアでの評価

- ✳ バイノーラル録音
- ✳ 残響の影響

■ マスク信号の改良

- ✳ 逆相
- ✳ 帯域分割処理
- ✳ 適切なマスク信号

■ 目的信号の多チャネル化

