

# 波面合成による 音場再現における制御点数の影響 — 方向感の検討 —

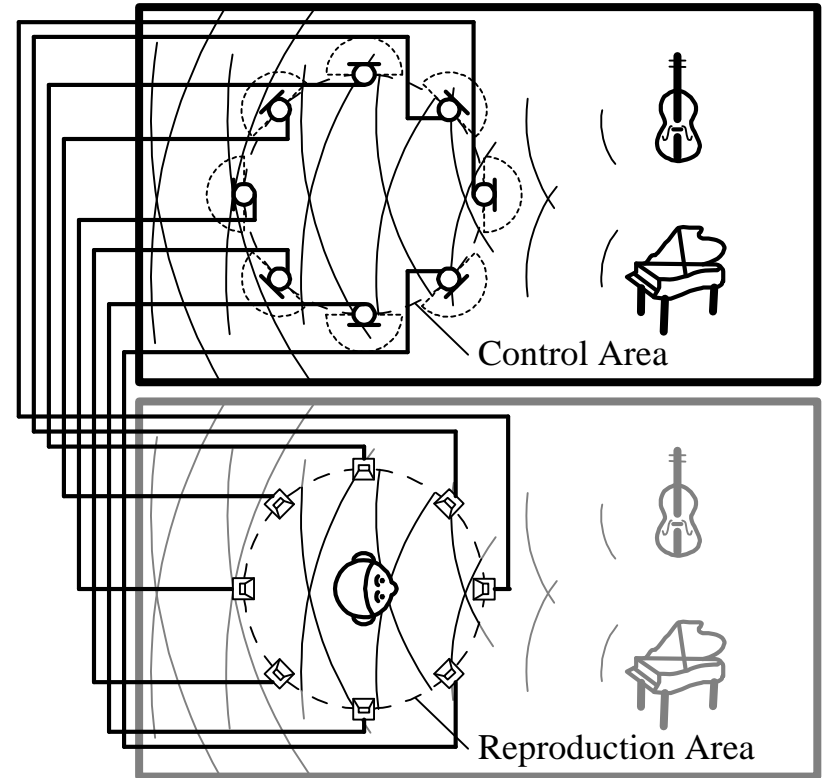
木村敏幸 (学振PD/名大 情報科学)

笥一彦, 武田一哉 (名大 情報科学/CIAIR)

板倉文忠 (名大 情報メディア/CIAIR)

# 背景

- 波面合成法
  - マイクロホンで収音
  - スピーカで再生波面を合成
- 収音の際の制御点はどれくらい必要か？  
重要な検討課題

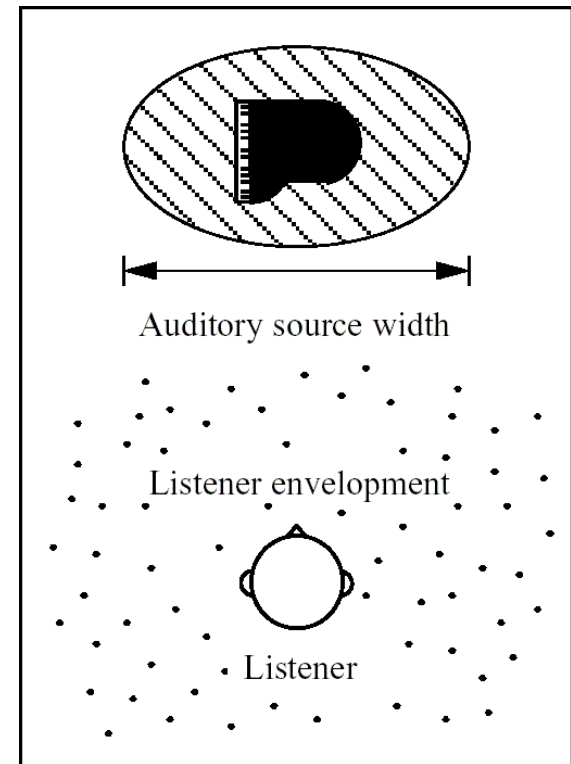


# 制御点数の影響

- 物理的アプローチ
  - 波面の再現精度を検討
  - いくつかの先行研究例あり
- 主観的アプローチ
  - 音場知覚に及ぼす影響を検討
  - あまり研究例が存在せず

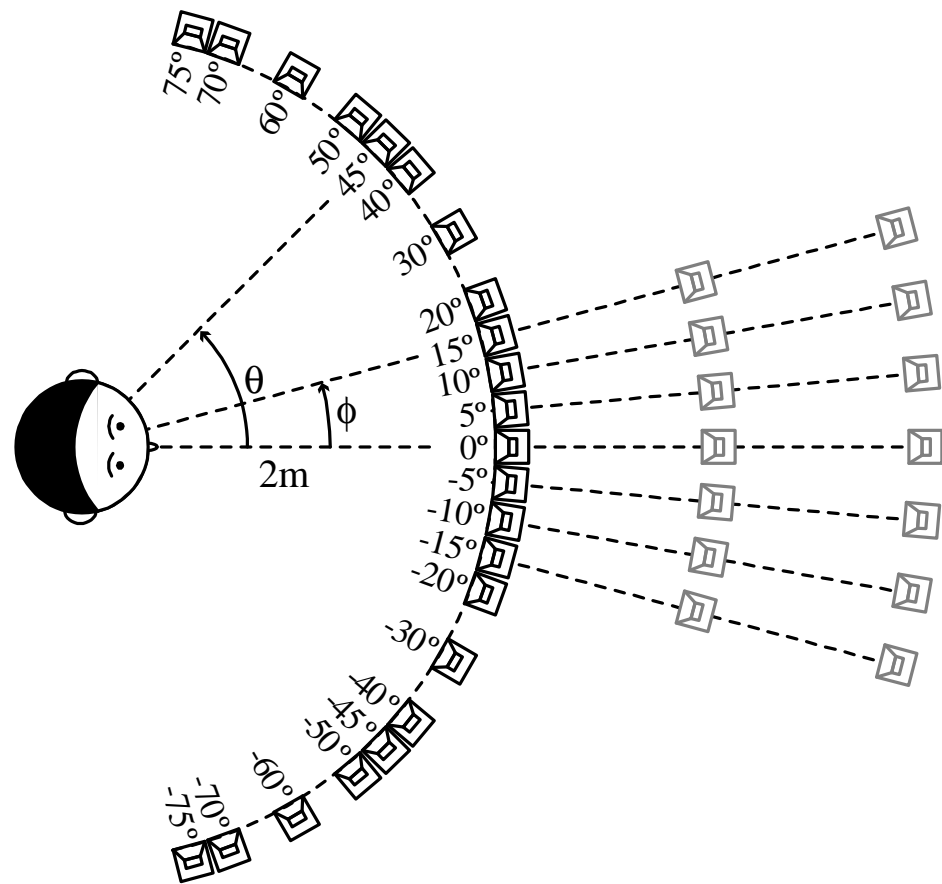
# 音場知覚の空間的要素

- 方向感
- 距離感
- 空間印象
  - 見かけの音源の幅(ASW)
    - 直接音と融合した音像の幅
  - 音に包まれた感じ(LEV)
    - ASW以外の音像によって周りが満たされる程度



# 実験環境

- **スピーカー**
  - 23個
- **暗騒音レベル**
  - 25.0dB(A)
- **音圧レベル**
  - 約60dB(A)
- **被験者**
  - 頭部固定
  - 視覚制限

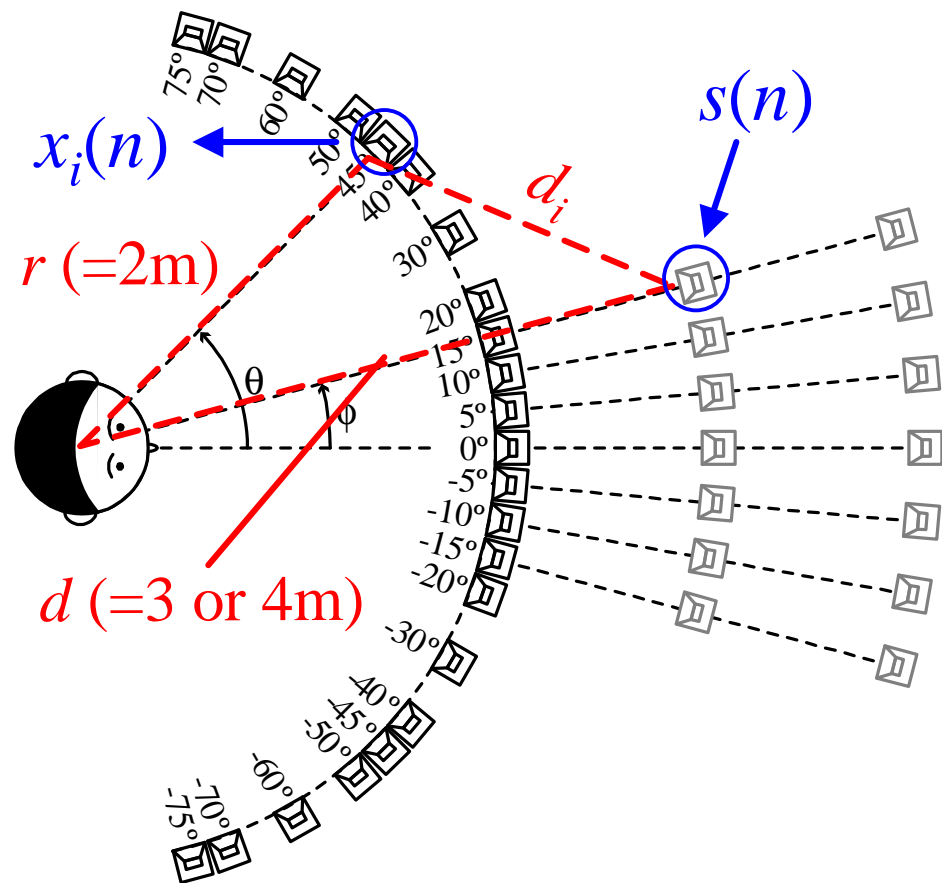


# 実験条件

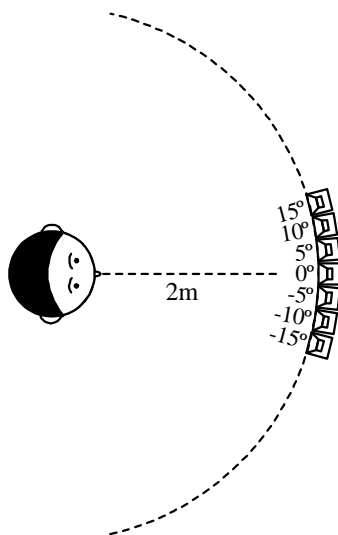
- 音源(1sec)
  - 白色雑音&音声
- 制御点信号

$$x_i(n) = \frac{d-r}{d_i} s(n - \text{round}\left(\frac{d_i F_s}{c}\right))$$

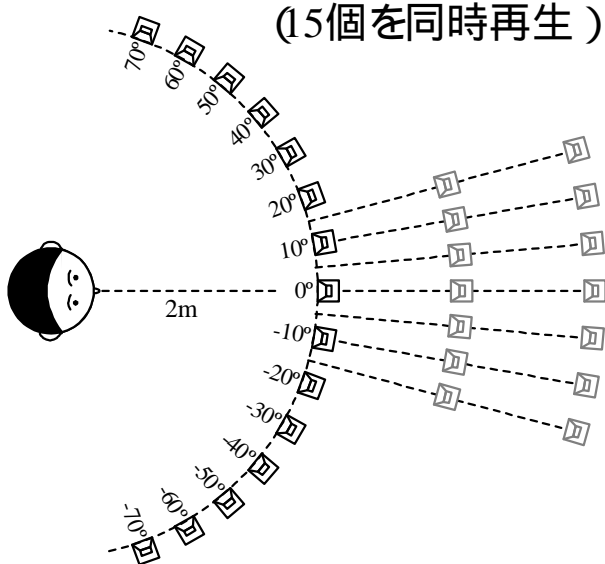
- $d_i = \sqrt{d^2 + r^2 - 2dr \cos(\phi - \theta)}$
- $F_s$ : 標本化周波数(=48kHz)
- $c$ : 音速(=340m/s)



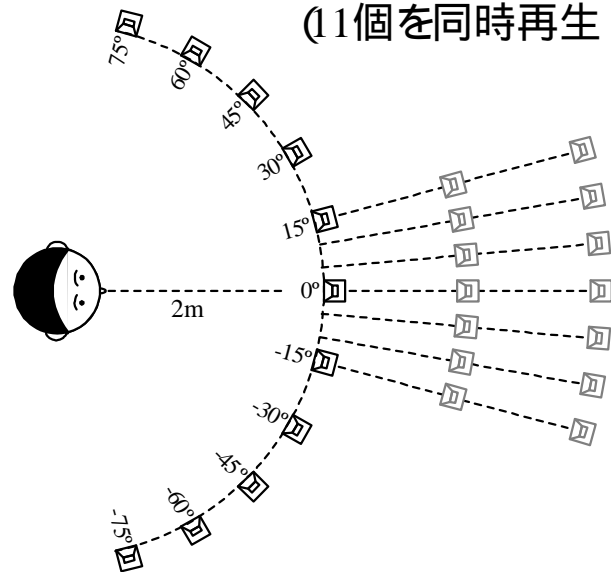
(a) Control Condition



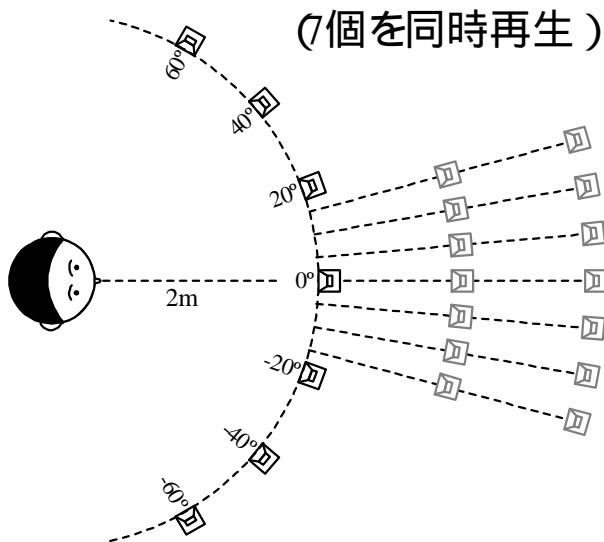
(b) 10° Azimuth Interval  
(15個を同時再生)



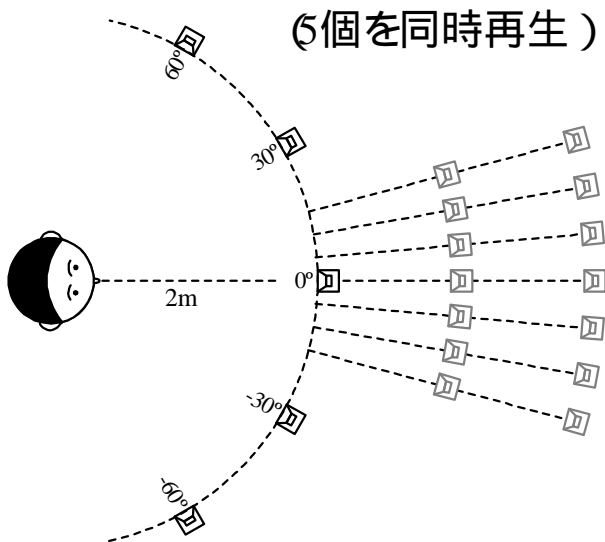
(c) 15° Azimuth Interval  
(11個を同時再生)



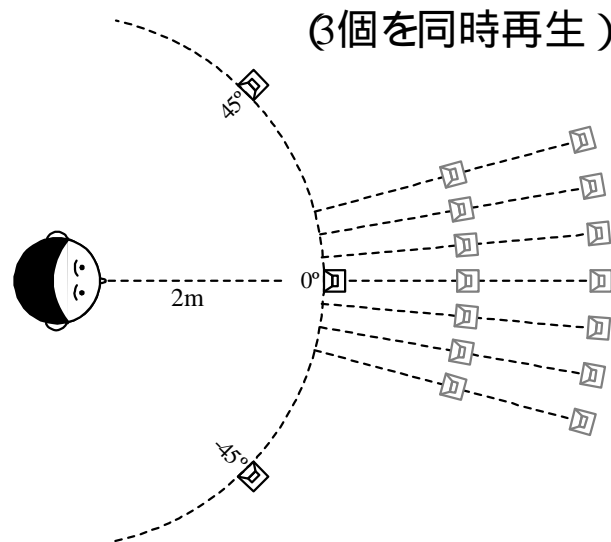
(d) 20° Azimuth Interval  
(7個を同時再生)



(e) 30° Azimuth Interval  
(5個を同時再生)



(f) 45° Azimuth Interval  
(3個を同時再生)

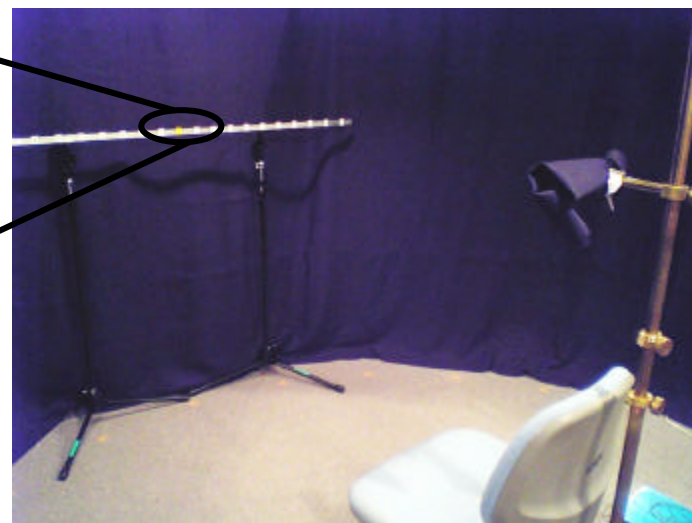


# 実験手順

- 被験者
  - 8名(男4名 ,女4名)
- 回答方法
  - 音の聞こえた方向を
  - 目盛りに従って
- 目盛り
  - 2.5°間隔(-25° ~ 25°)

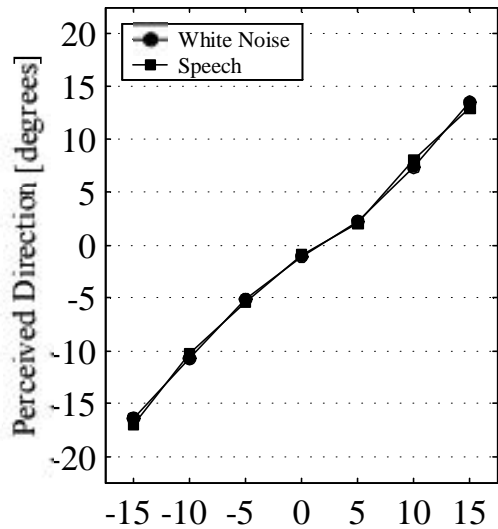
## Subjective Assessment

Session 1		Session 2			
Order...Randomized (White Noise or Speech)					
Session					
Practice		Main (308 trials)			
(21 trials)		(77)	(77)	(77)	(77)
Trial (Procedure)					
Stimulus		Answer (4 s)			
(1 s)					

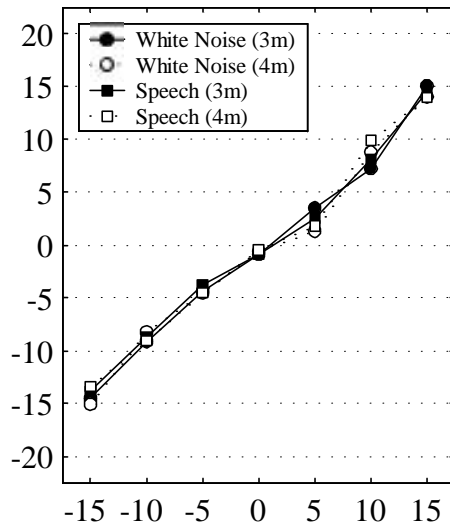




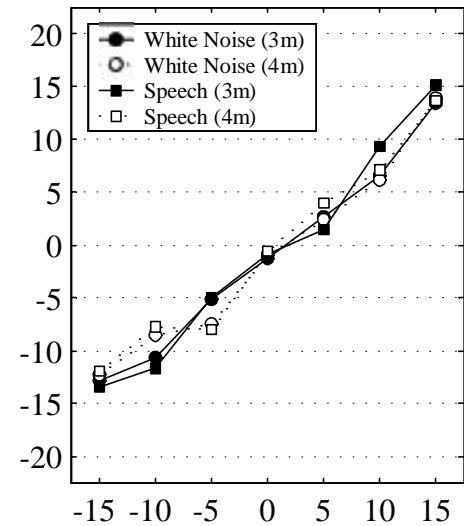
(a) Control Condition



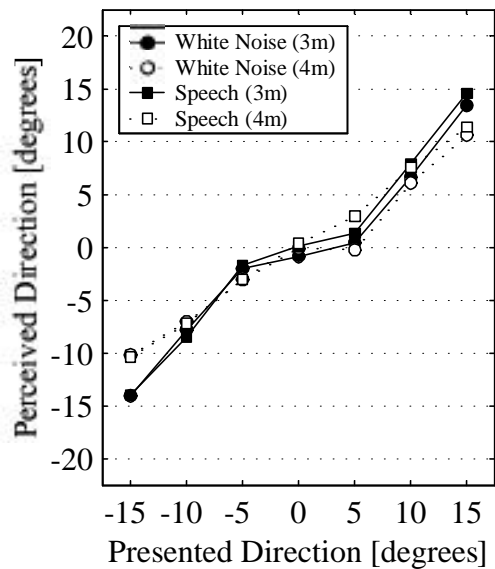
(b) 10° Azimuth Interval



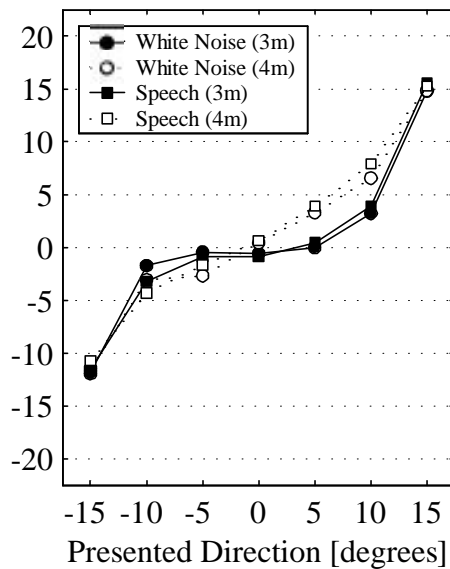
(c) 15° Azimuth Interval



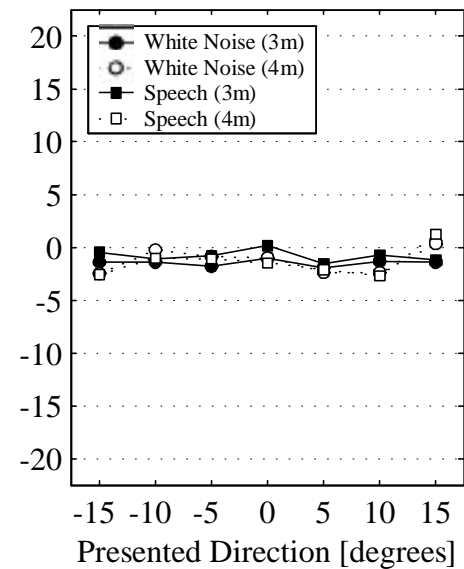
(d) 20° Azimuth Interval

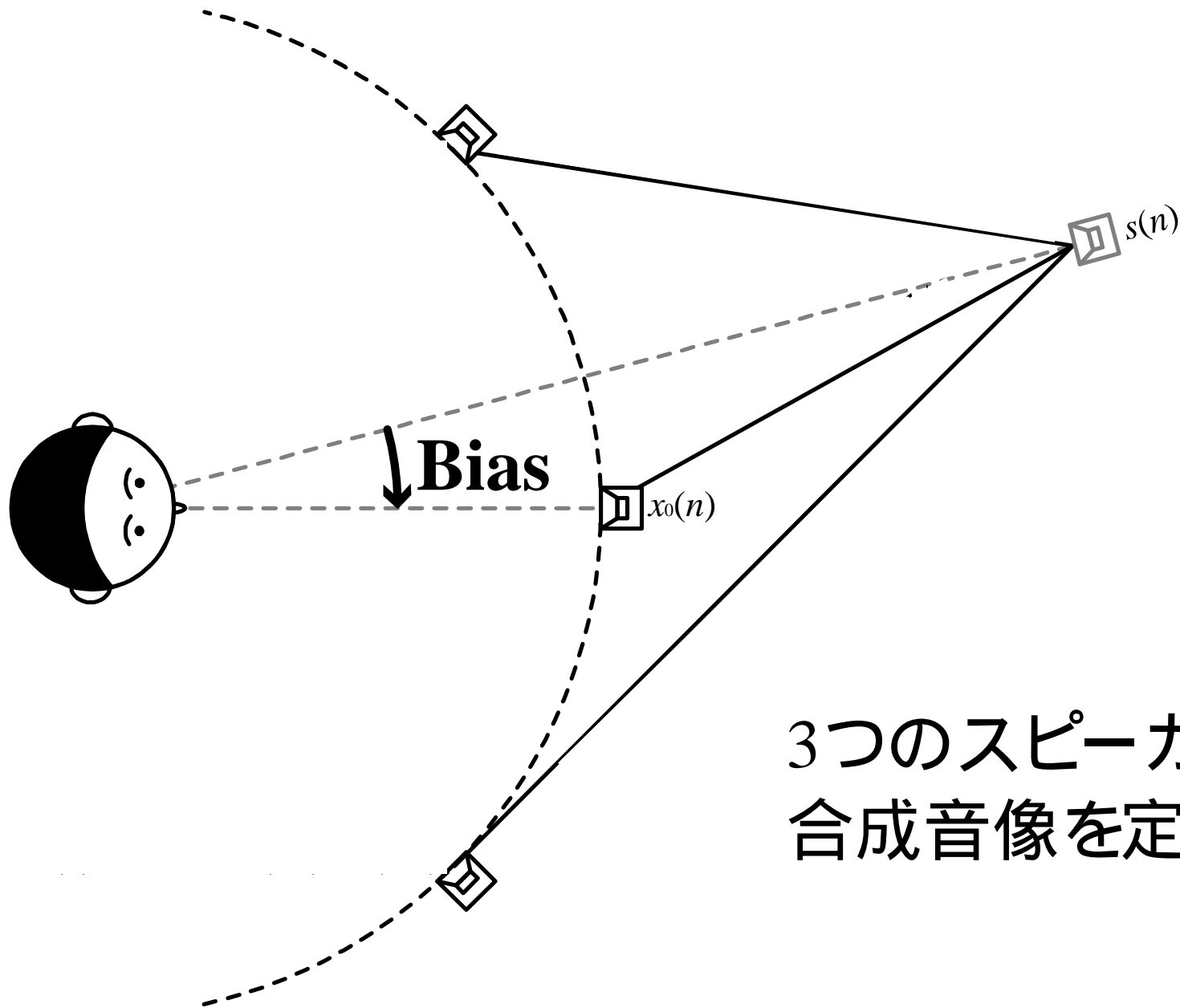


(e) 30° Azimuth Interval

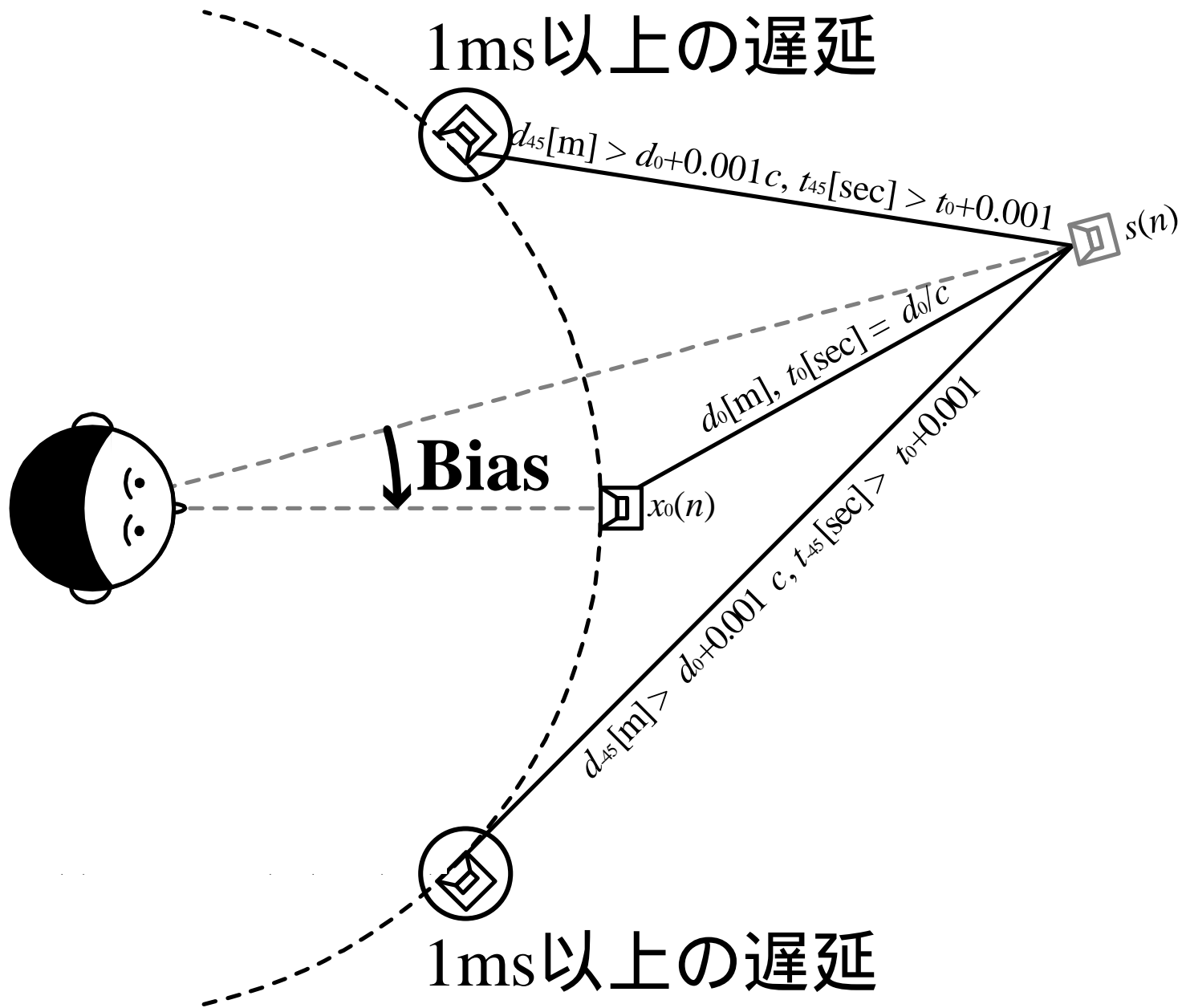


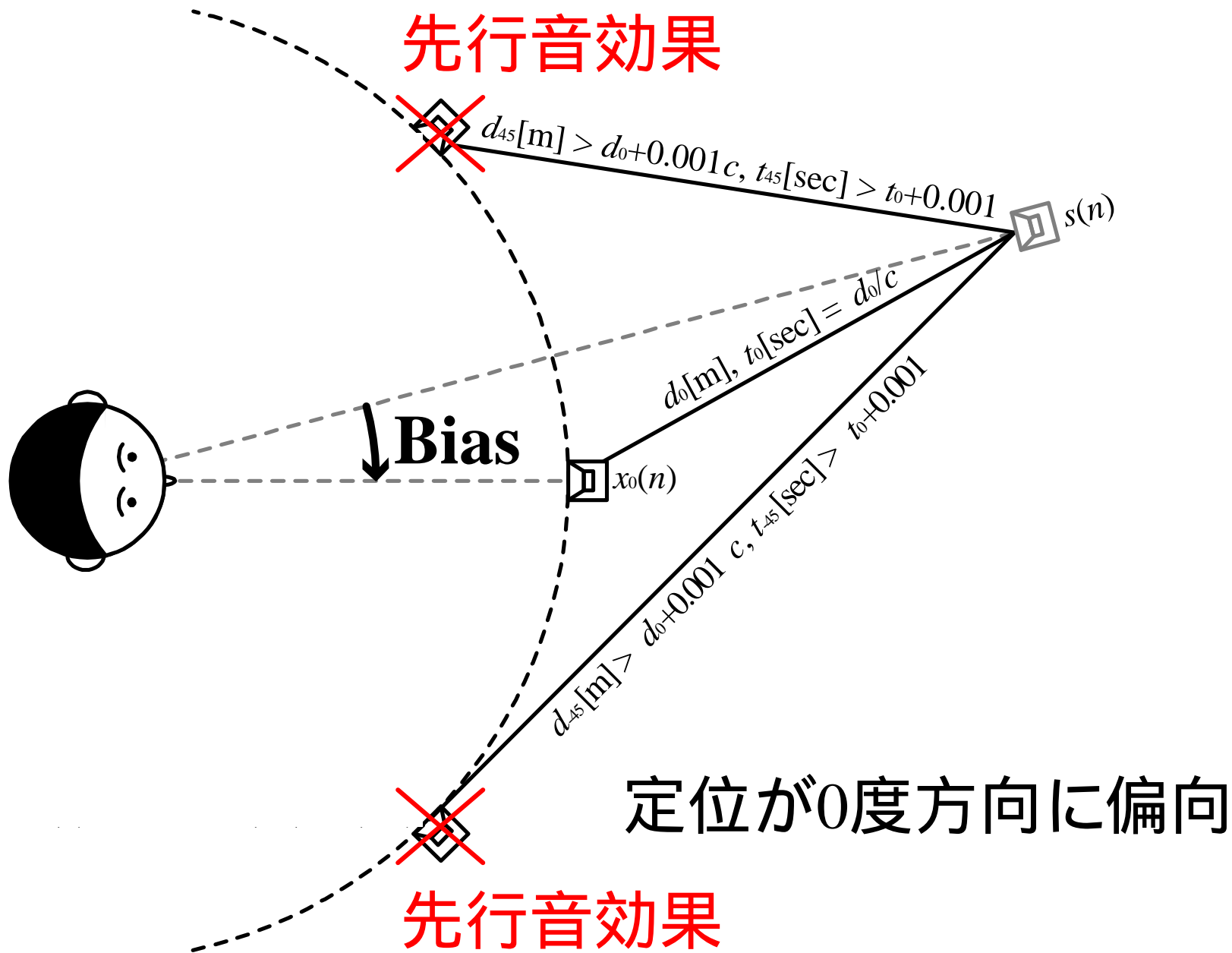
(f) 45° Azimuth Interval





3つのスピーカの  
合成音像を定位





# 平均二乗誤差(MSE)

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{D_i - D'_i\}^2}$$

–  $D'$  : 回答方向[degrees]

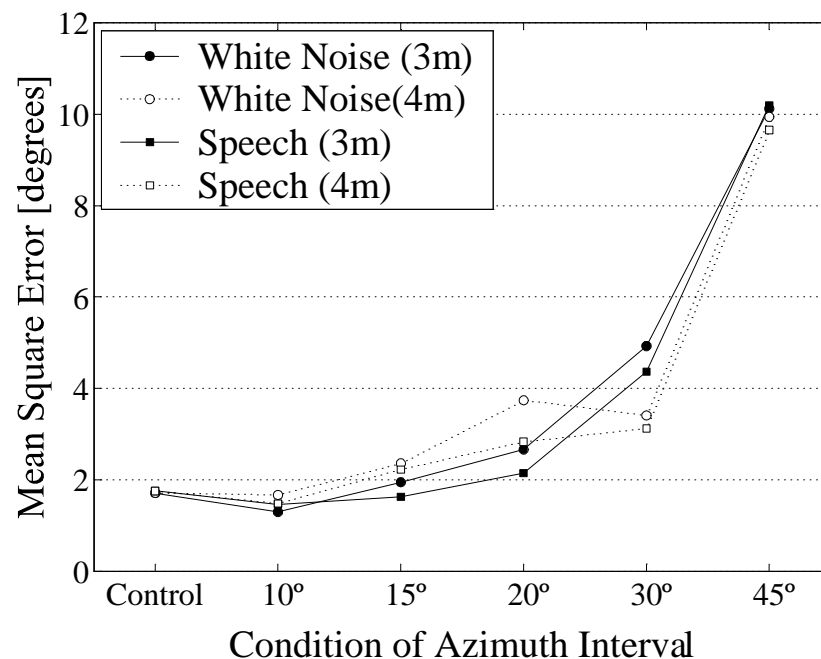
–  $D$  : 提示方向[degrees]

–  $N = 7$  ( $0^\circ, \pm 5^\circ, \pm 10^\circ, \pm 15^\circ$ )

- 条件(a), (b), (c)

– MSE...2度程度

15°の制御点間隔で十分



# まとめ

- 定位に必要な制御点数を検討
  - 15°の制御点間隔で平均誤差が2°以内
- 今後の予定
  - 空間印象についての検討
    - 見かけの音源の幅 (ASW)
    - 音に包まれた感じ(LEV)