

マイクロホンアレイによる 移動音源の高S/N比收音

金沢大学大学院
オーディオ情報処理研究室 伊藤 栄太

研究背景

1

▶ 講演者が歩きながら発表する際・・・

マイクロホンを装着する or

マイクロホンを直接手に持つ

負担

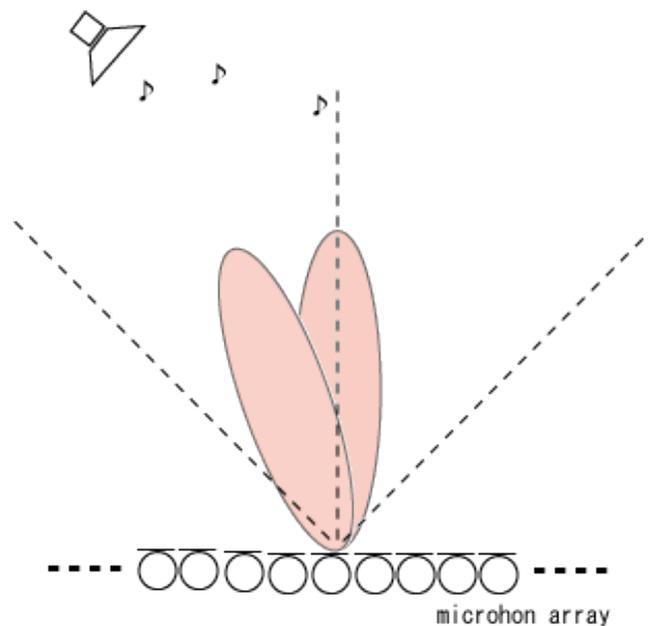
・衣服の布ずれ、息 等による雑音

⇒設置マイクロホンで発表者の声のみを
高感度に收音する方法の検討

まえがき（超指向性ビーム）

2

- ▶ 直線上にマイクロホンを等間隔に並べたマイクロホンアレーにより、超指向性收音を可能とする

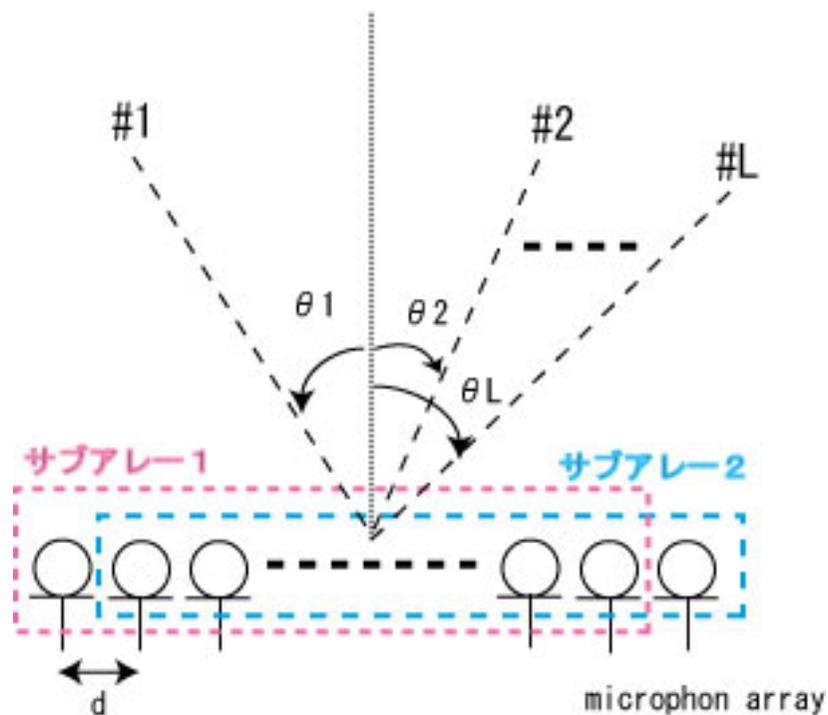


1つのビームを回転させて使うことで、短時間・一定感度の高S/N收音が可能となる

まえがき（音源方向推定）

3

- ▶ マイクロホンアレーの素子を二つのサブアレーに分けて考えることで、発表者の音声方向の超分解能推定が可能となる(=ESPRIT法)



- ・位置のずれた2つのサブアレーの位相差から、到来方向を求める

- ▶ 回転可能な超指向性收音ビーム
- ▶ ESPRIT法による音源到来方向推定

⇒この2つを組み合わせることで

移動する音声の高SN比收音を目指す

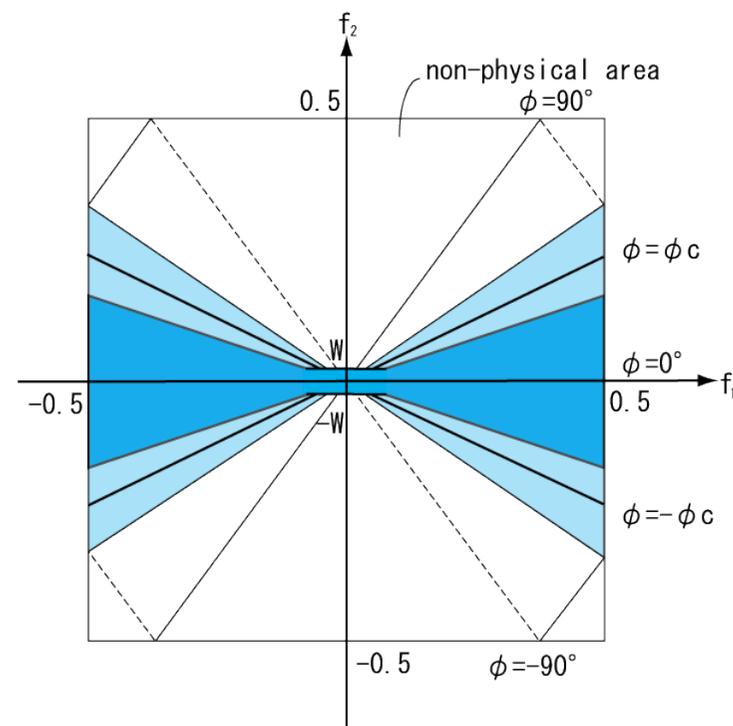
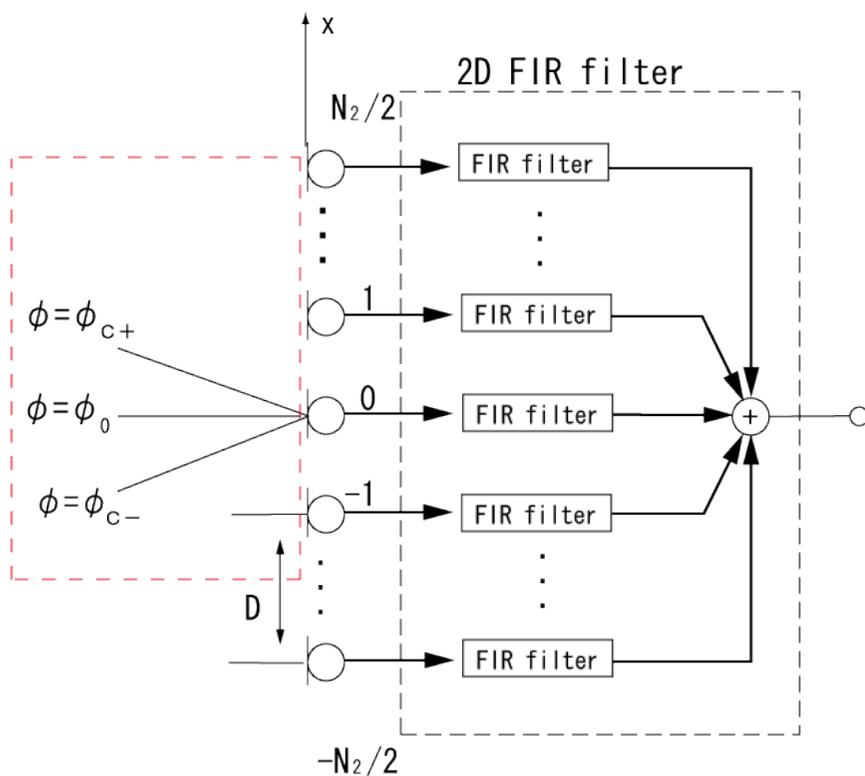
発表内容

- 超指向性ビームの設計と回転方法
- 方向推定(ESPRIT法)の音声帯域における精度

- ▶ まえがき
- ▶ 超指向性ビームの設計と回転法
- ▶ 音源到来方向推定 (ESPRIT法)
- ▶ まとめ
- ▶ 今後の課題

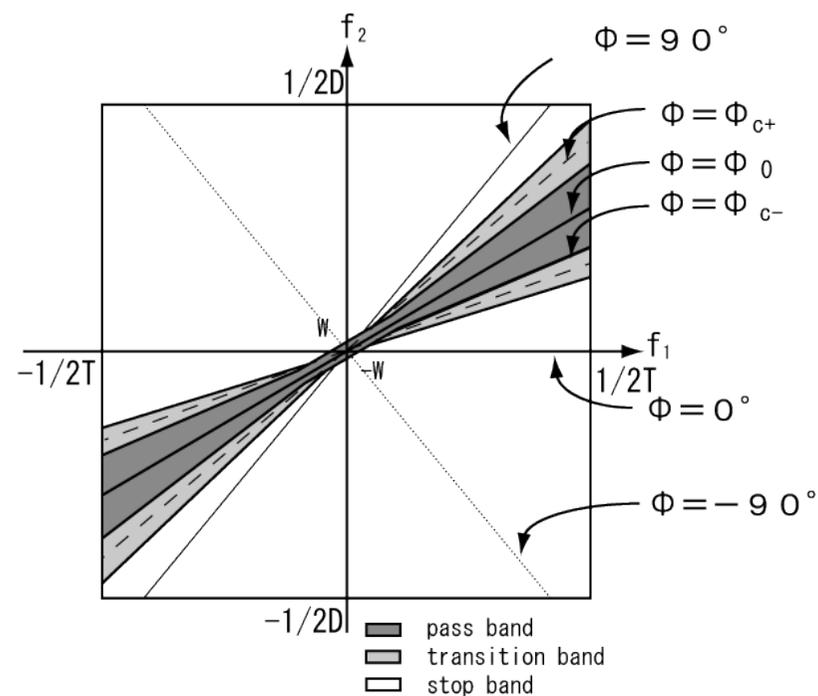
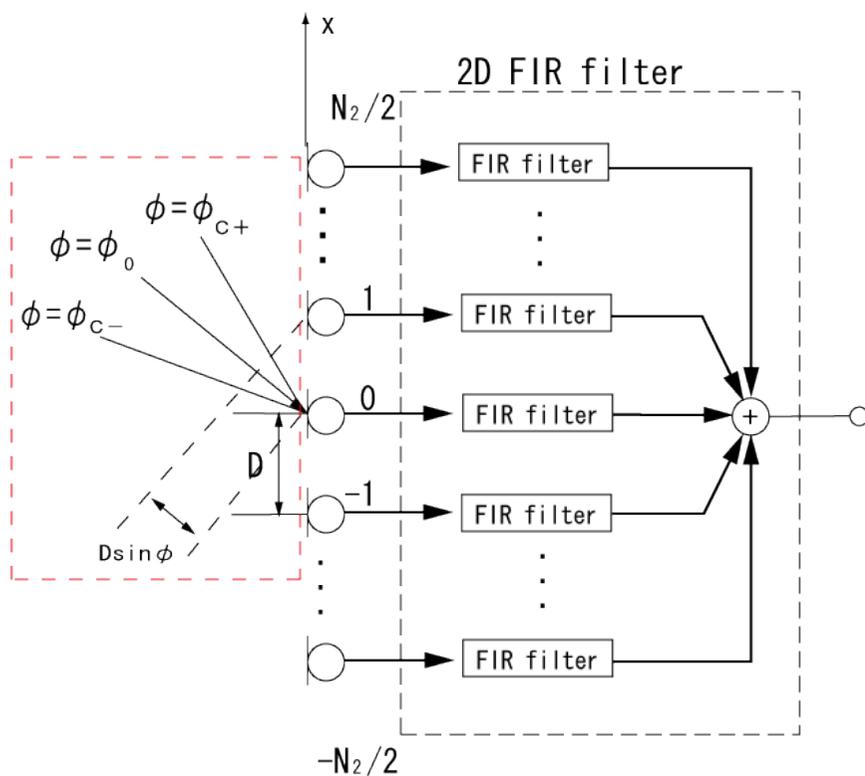
超指向性ビームの設計

- ▶ 正面から到来し、角度($\phi_{c-} \sim \phi_{c+}$)内の信号の收音の為のフィルタ設計



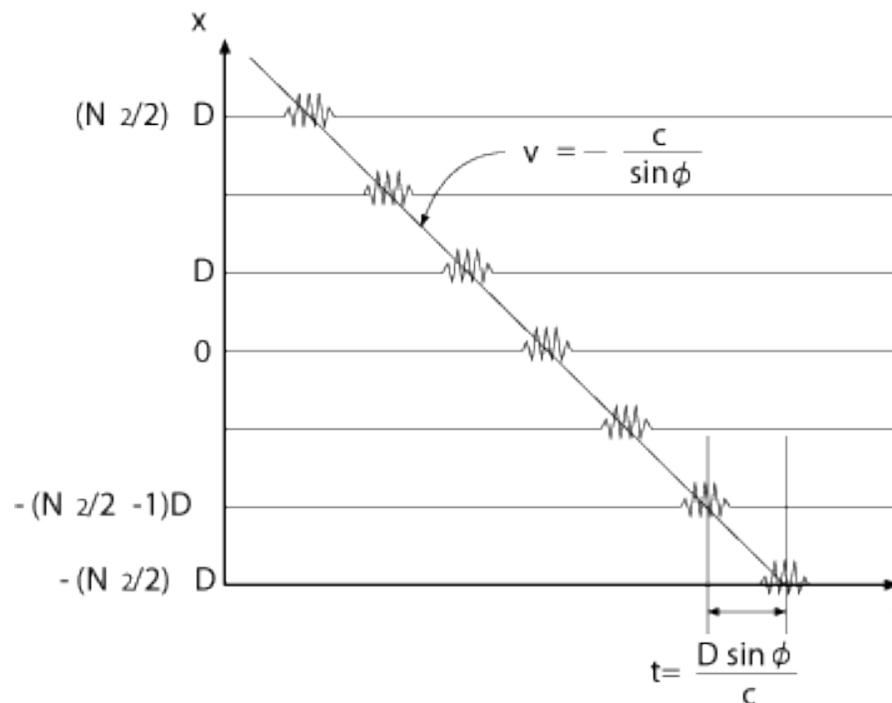
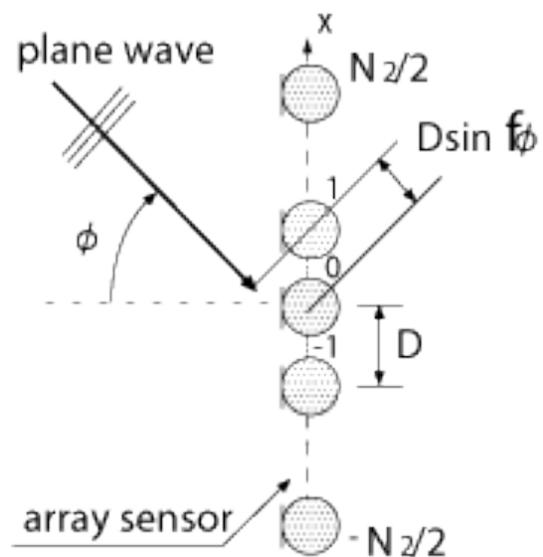
超指向性ビームの設計

- ▶ 到来角度 ϕ 、過渡域($\phi_{c-} \sim \phi_{c+}$)の信号の收音のためのフィルタ設計



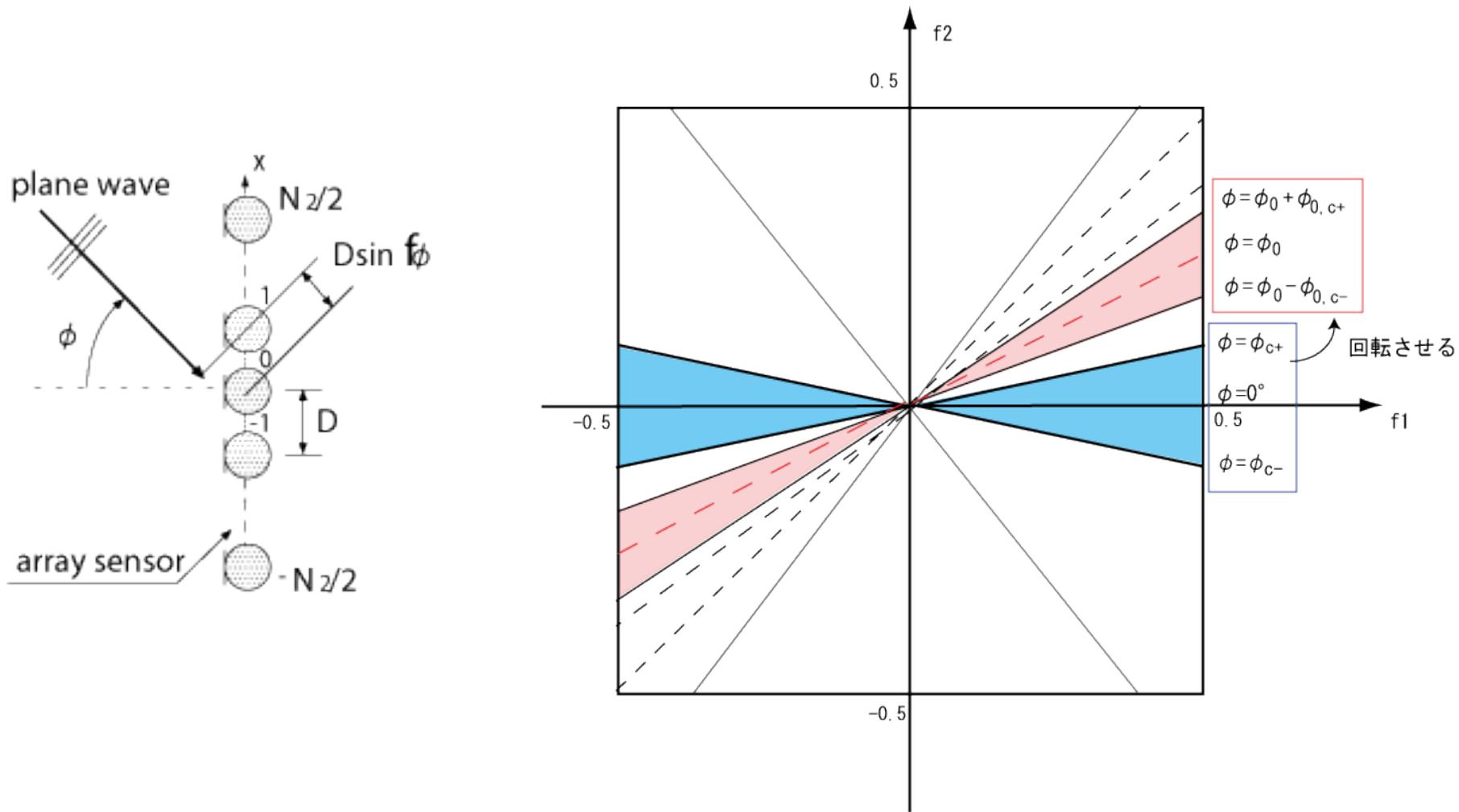
超指向性ビームの設計

- ▶ 到来角度 ϕ の時の、マイク間の到来時間差 τ



超指向性ビームの設計

- ▶ 到来角度 ϕ の時の、マイク間の到来時間差 τ

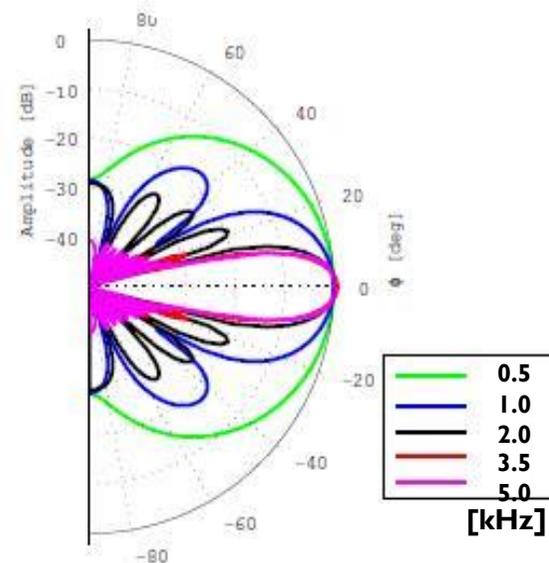
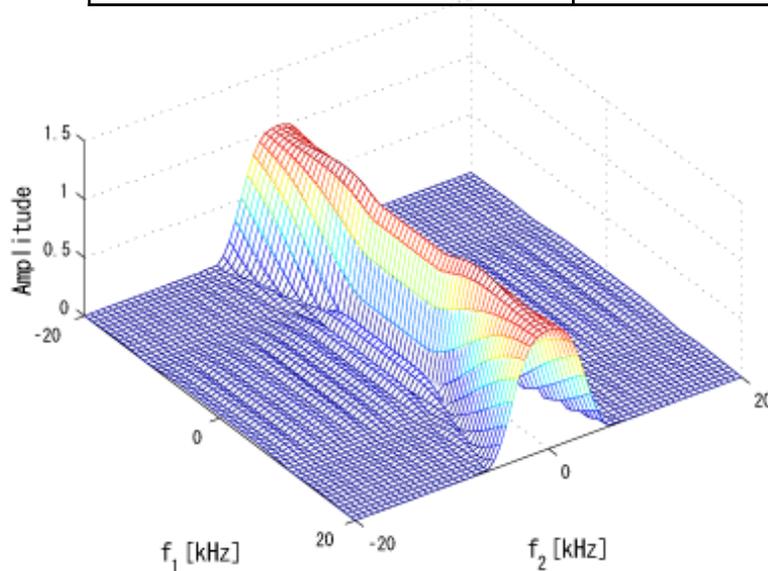


超指向性ビームの設計

▶ 設計例

マイク間隔D [cm]	3.4
マイク個数	19
アレー長	61.2

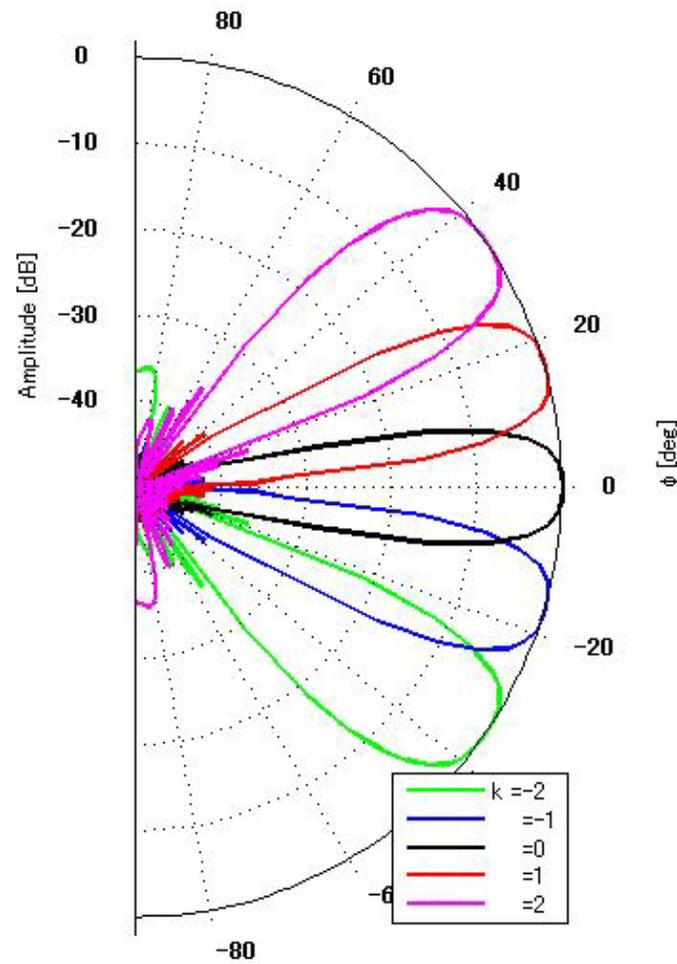
サンプリング周波数 [kHz]	11.66
過渡域 Φ_c [°]	8.21
ビーム幅 [°]	16.42



< 指向特性 >

超指向性ビームの設計

▶ ビーム回転例



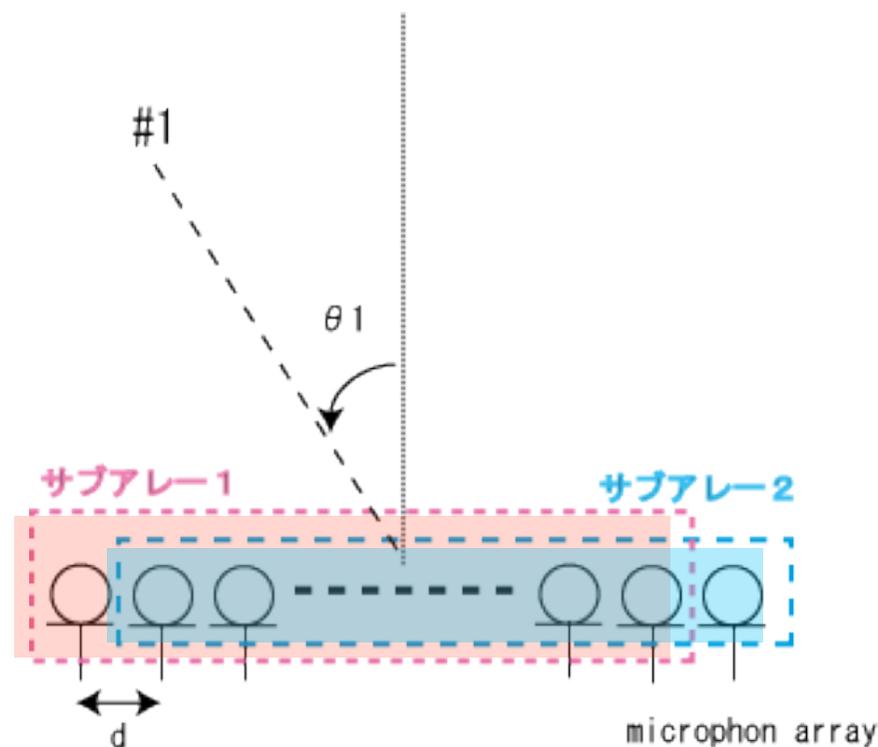
- ▶ 実現に向けて
- ▶ 超指向性ビームの設計と回転法
- ▶ 音源到来方向推定(ESPRIT法)
- ▶ まとめ
- ▶ 今後の課題



音源到来方向推定 (ESPRIT)

12

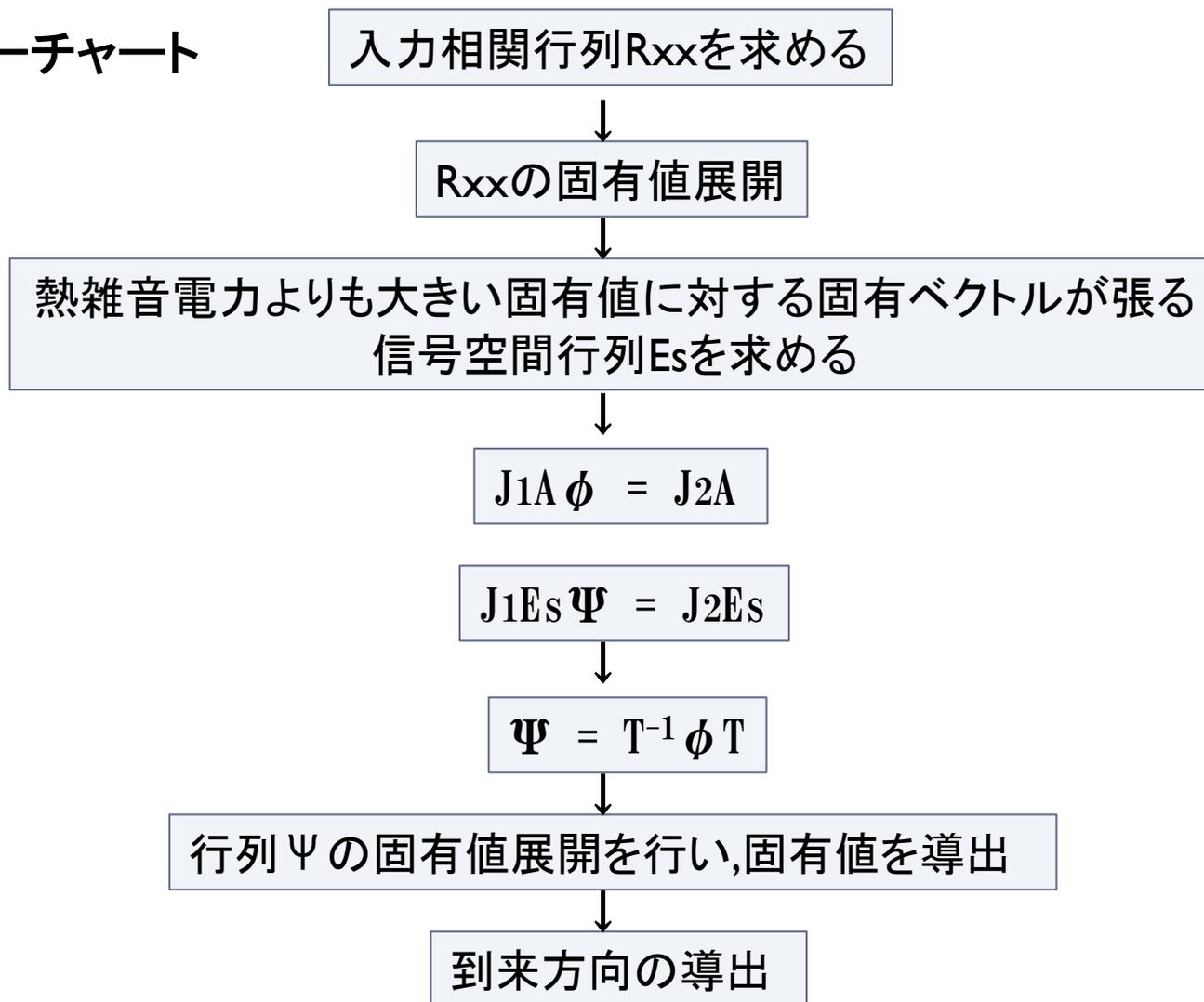
- ▶ マイクロホンアレーの素子を二つのサブアレーに分けて考えることで、発表者の音声の到来方向を推定する



- ・位置のずれた2つのサブアレーの位相差から、到来方向を求める

音源到来方向推定 (ESPRIT)

▶ フローチャート



音源到来方向推定（シミュレーション）

14

- ▶ 目的: ESPRITの音声に対する方向推定精度を検討する
 - ▶ 男性の「あ」という母音を音源に用いる
 - ▶ 300Hz～3400 Hz を対象とする
 - ▶ 1／3オクターブ分析フィルタの中心周波数における方向推定結果の平均をとる
(315,400,500,630,800,1000,1250,1600,2000,2500,3150 [Hz])
-



音源到来方向推定 (シミュレーション)

音源…母音「あ」, サンプル周波数:8000[Hz], 時間:0.601[s], FFTサイズ:4096

素子数	19
素子間隔 [cm]	3.4
アレーサイズ [cm]	61.2

ESPRITによる方向推定結果

周波数 [Hz]	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
315	-0.28	10.48	20.14	30.04	39.50	49.90	59.74	69.97	79.84
400	0.05	10.11	20.26	29.40	40.40	49.61	60.35	69.06	81.26
500	-0.05	9.97	19.88	30.20	40.26	49.91	59.92	70.53	79.13
630	0.16	9.88	20.01	29.91	39.92	49.70	60.42	70.37	82.08
800	0.05	10.01	19.97	29.95	39.96	49.91	60.16	69.75	79.78
1000	0.09	9.96	19.87	29.87	39.76	50.24	60.23	70.03	80.42
1250	0.06	10.06	19.98	30.13	39.99	49.92	60.02	69.98	79.96
1600	-0.17	10.07	19.94	29.93	39.55	49.80	59.98	69.32	81.33
2000	0.59	10.51	20.44	30.46	39.93	49.95	60.06	69.56	83.18
2500	0.30	9.66	20.05	29.90	39.89	49.91	60.36	70.28	80.13
3150	-0.19	9.96	20.05	30.07	40.10	50.25	59.85	69.26	78.52
平均角度 [°]	0.05	10.06	20.05	29.99	39.93	49.92	60.10	69.83	80.51
誤差 [°]	0.05	0.06	0.05	0.01	0.07	0.08	0.10	0.17	0.51

※誤差は全ての角度で1°以内に収まり、高い方向推定精度が得られた

- ▶ マイクロホンアレーによる移動音源の高SN比收音
- ▶ 2つの技術が揃った
 - ⇒ 回転可能な超指向性收音ビーム
 - 良好な指向特性を持つビームを設計出来た
 - 簡易な方法で回転させることが出来た
 - ⇒ ESPRIT法による音源到来方向推定
 - 音声に対して高い方向推定結果が得られた



- ▶ より実際の環境に近いシミュレーション
 - 雑音源が存在する場合の判別方法
 - 話者が移動する際の追従の速さ
- ▶ 超指向性ビーム回転と音源到来方向推定を組み合わせたシミュレーション
- ▶ 実機への導入

