

主成分分析による マルチチャンネル音響符号化の検討

木村敏幸 (名大・人情)

笥一彦 (名大・人情/CIAIR)

武田一哉 (名大・工/CIAIR)

板倉文忠 (名大・情報メディア/CIAIR)

はじめに

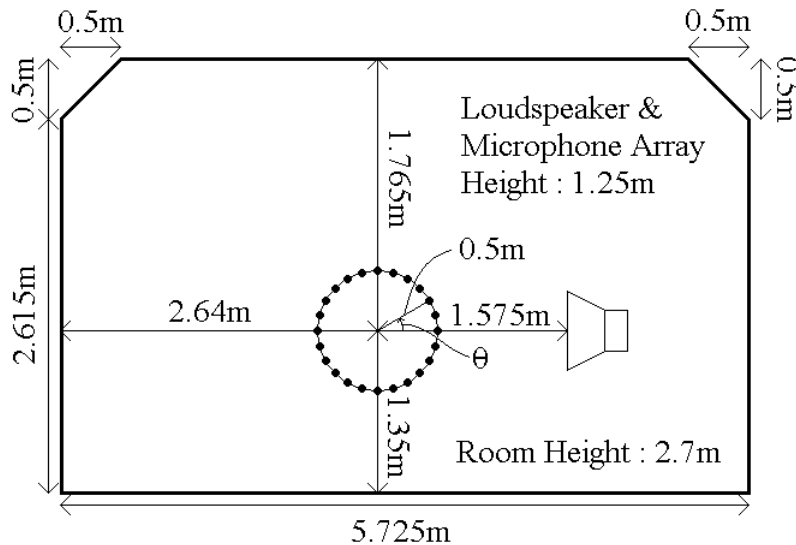
- 音場伝送
 - 聴覚バーチャルリアリティ技術に応用
 - 空間の音響情報を伝送し、別の空間で再現
- より音場を正確に再現するには多数の制御点 (チャンネル) を要する
- 音場情報を送信するにはマルチチャンネル符号化システムが必要

研究目的

- 今までのマルチチャンネル符号化システム
 - AC-3、MPEG2 AACなど
 - チャンネル間の冗長性を用いた圧縮はほとんどなし
 - 圧縮量はチャンネル数にほぼ比例
 - 現時点の通信回線では不十分
- チャンネル間の冗長性を用いた符号化システムの構築
 - より高い圧縮率を実現

マルチチャンネル音響信号の作成

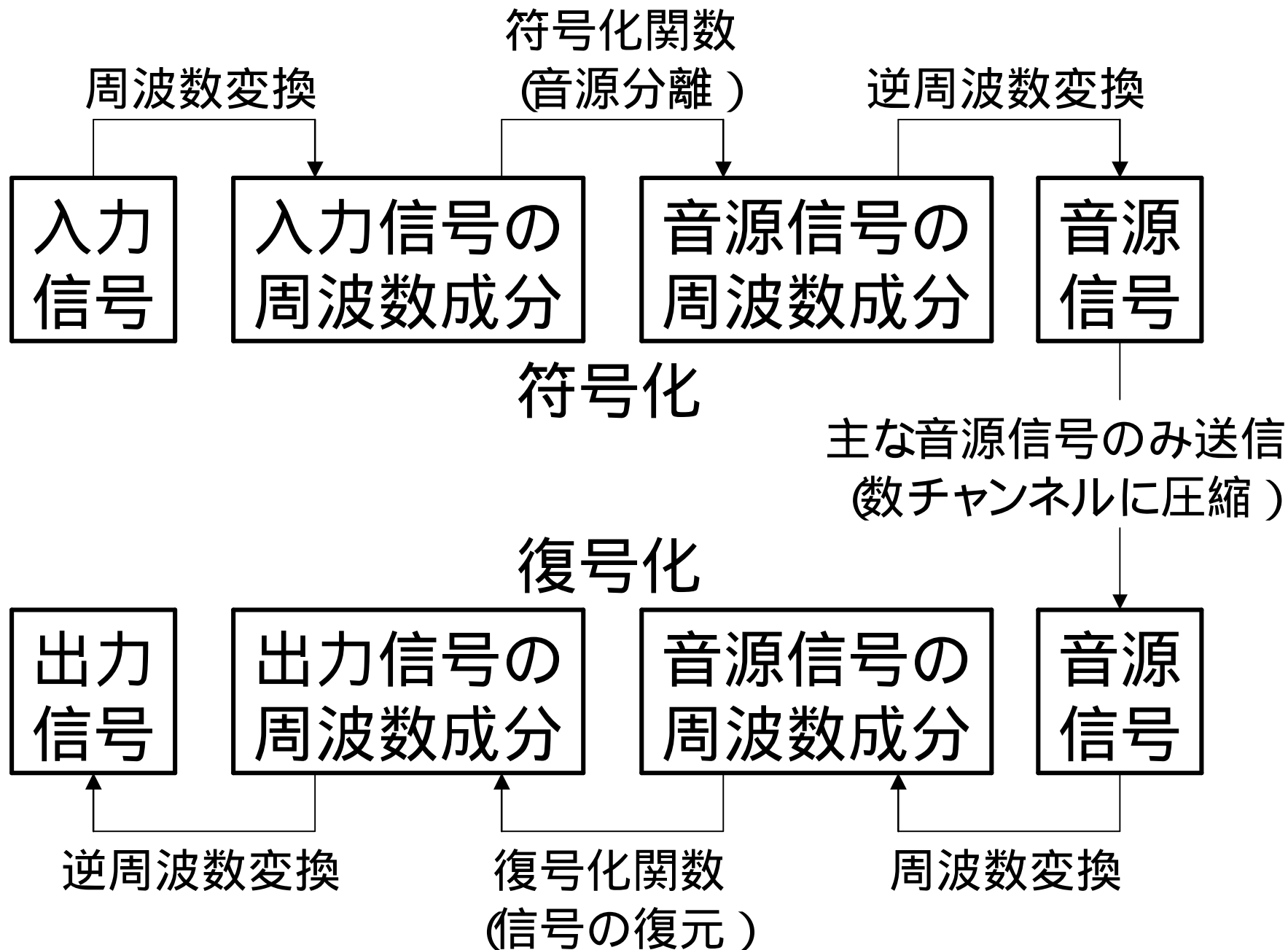
名古屋大学工学部 7号館
410号室 (可変残響室)



- 残響時間 (RT)
 - 150ms、300ms
- スピーカー方位角
 - 0°
- マイクロホン方位角
 - $-165^\circ \sim 180^\circ$
 - 15° 間隔 (計24点)

作成手順

- TSP信号 (44.1kHz、5.944sec)で室内インパルス応答を測定
- FIRフィルタ (次数...16384)をドライソースに畳み込み
- ドライソース (44.1kHz)
 - 白色雑音 (帯域...200Hz~10kHz)
 - ガウス-マルコフ雑音 (帯域...200Hz~10kHz)
 - 自己相関係数 $r(t) = 0.99^t$



実験条件

- マルチチャンネル音響信号の符号化及び復号化の実験
- フレーム長...23ms (=1024点)
- フレーム間隔... 12ms (=512点)
- 窓関数...sin窓
- 周波数変換...1024点FFT

符号化及び復号化関数の作成

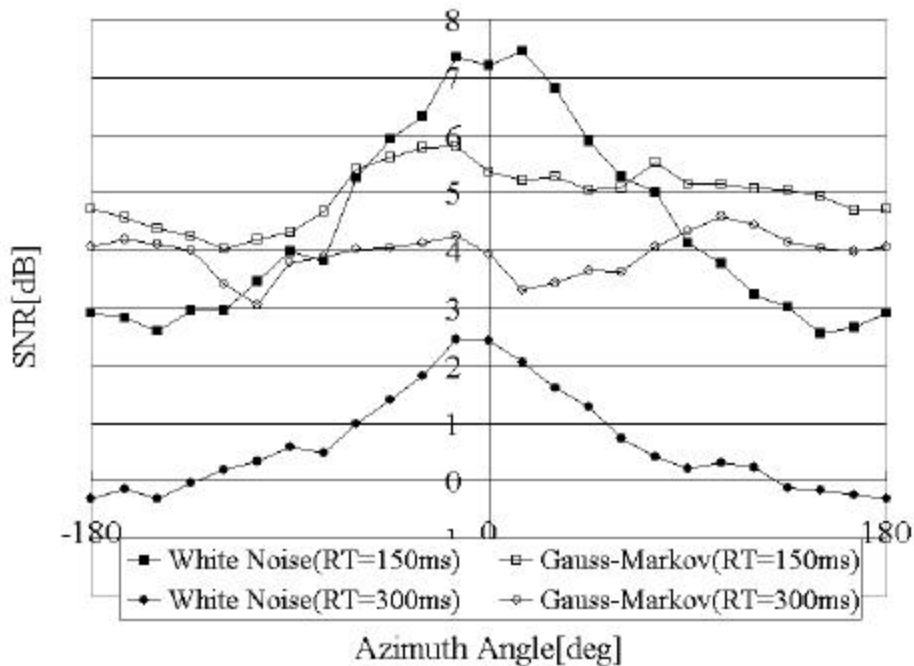
- 畳み込みフィルタ (復号化関数)
 - 室内インパルス応答の周波数応答を1024点に間引き
 - 帯域...200Hz~10kHz
- 逆畳み込みフィルタ (符号化関数)
 - 復号化関数の逆周波数応答フィルタ
 - 因果律を満たすために512点の遅延

振幅のSN比による評価

$$(\text{SNR})_i = 10 \log_{10} \left[\frac{\sum_{\omega} \{ |X_i(\omega)| \}^2}{\sum_{\omega} \{ |X_i(\omega)| - |Y_i(\omega)| \}^2} \right]$$

- フレーム長...23ms (=1024点)
- フレーム間隔... 12ms (=512点)
- 窓関数...Hamming窓
- 入力信号...512点の遅延

方位角ごとのグラフ



- 0°付近で高いSN比
 - 直接音が再現
 - 定位感は保持
- 残響によるSN比の低下
 - 直接音方向のみ考慮したため

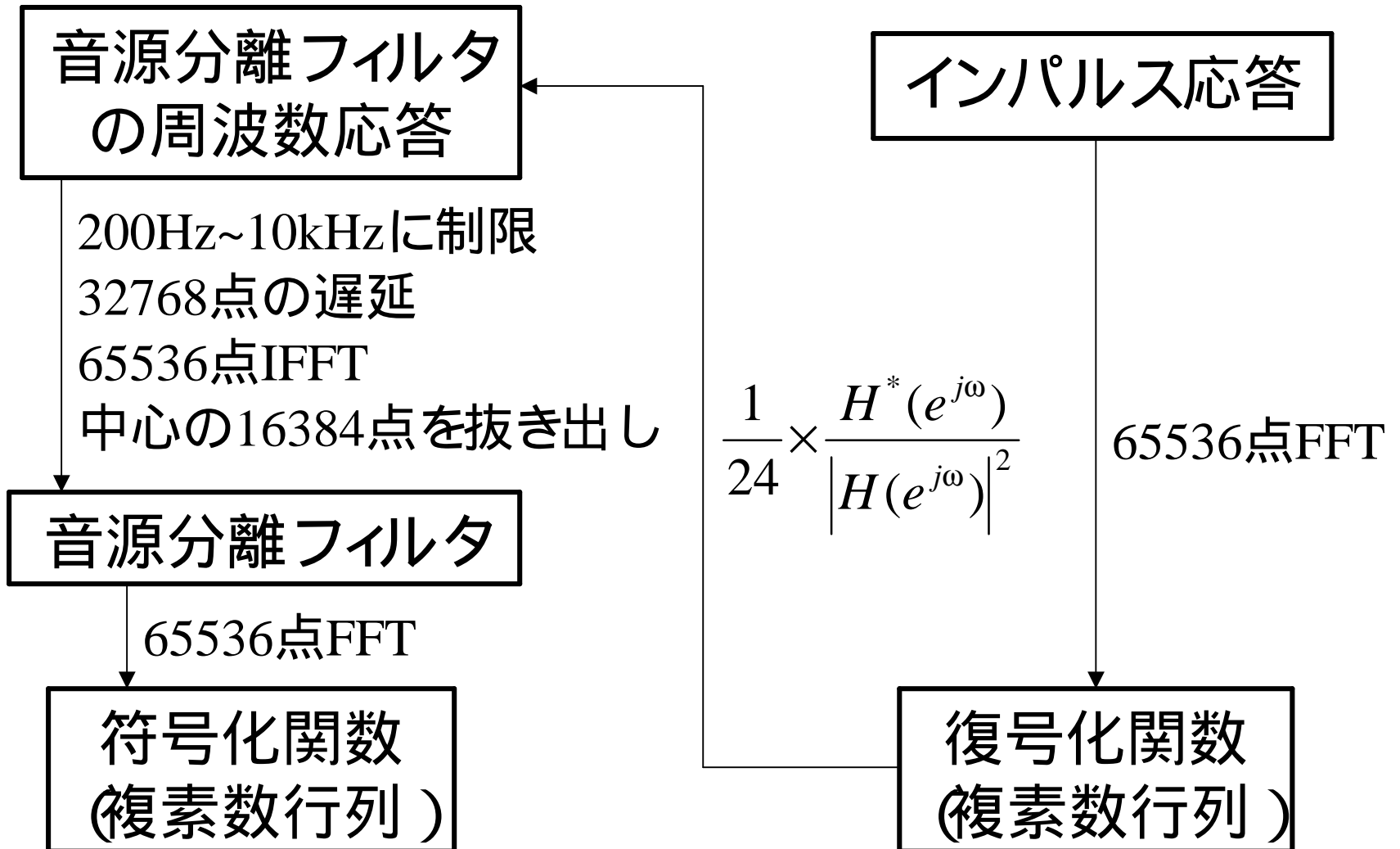
まとめ及び展望

- 音源情報抽出原理に基づくマルチチャンネル音響符号化方式を考案
- 直接音については再現性が期待される
- 再生装置による主観評価
- 複数音源や移動音源の場合の検討

実験条件

- マルチチャンネル音響信号の符号化及び復号化の実験
- フレーム長...0.74sec (=32768点)
- フレーム間隔...0.37sec (=16384点)
- 重ね合わせの手順
 - フレームを65536点FFTする
 - 複素数行列変換し、65536点IFFTする
 - 0~65535点のうち、16384~32767点を適用

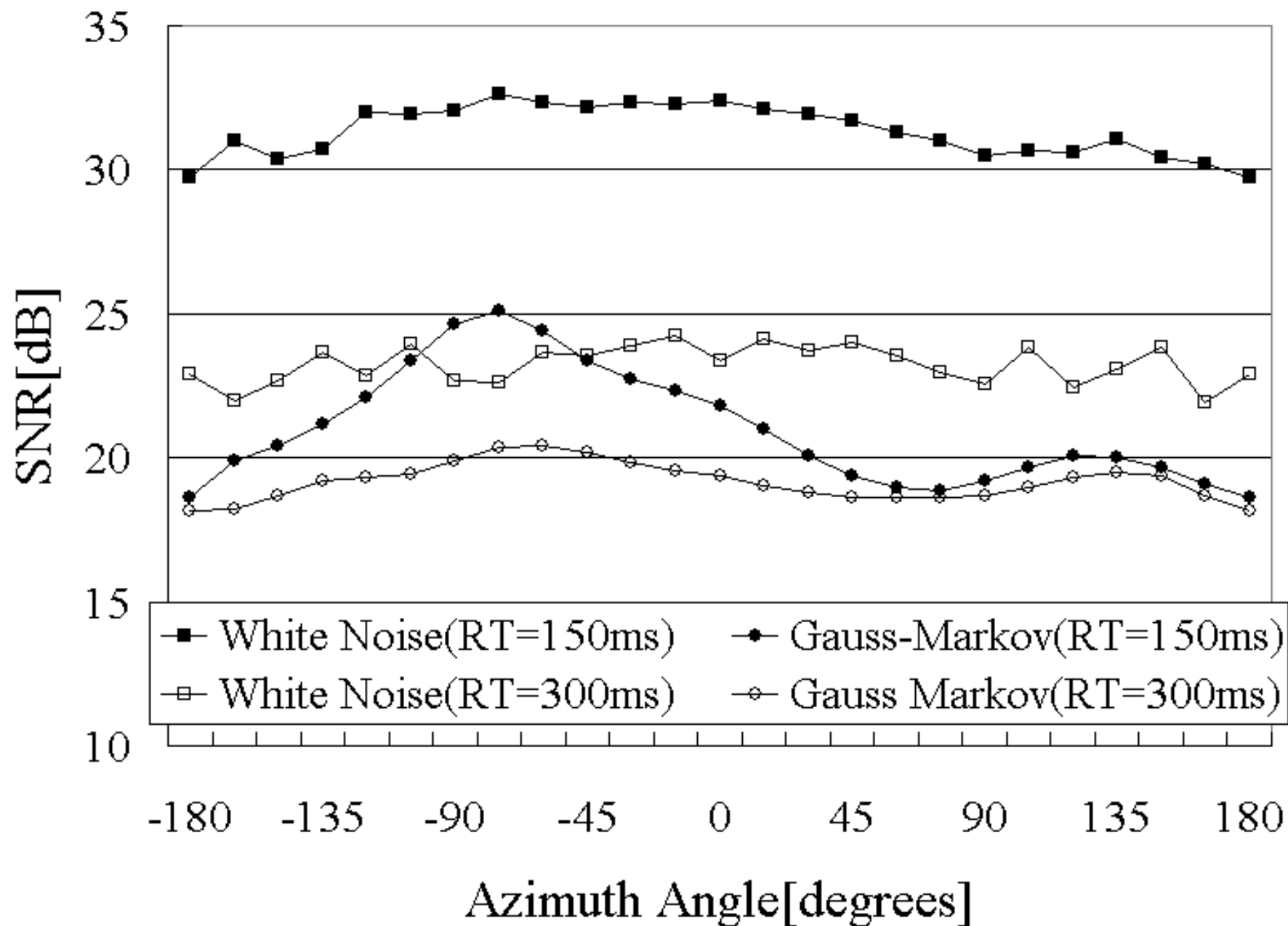
符号化及び復号化関数の作成



SN比による符号化性能の評価

$$(SNR)_i = 10 \log_{10} \left[\frac{\sum_n \{x_i(n)\}^2}{\sum_n \{x_i(n) - y_i(n)\}^2} \right]$$

- $x_i(n)$: 入力信号
- $y_i(n)$: 出力信号
- 入力信号
 - 8192点の遅延 (符号化による遅延)



結果及び考察

- 方位角ごとの評価
 - 方位角に依らず SN比は一定
 - 方位に関しては一定に音場が再現されている
- 残響時間ごとの評価
 - 150msより300msの方が全体的にSN比が低い
 - 300msの音源分離フィルタの次数が足りない
 - 次数を多くすれば300msの精度も改善される

まとめ及び今後の予定

- 音源分離に基づくマルチチャンネル音響符号化方式を構築し、性能を評価
- 低残響下においては高い音場の再現性が期待される
- 再生装置による主観評価
- 複数音源や移動音源の場合の検討