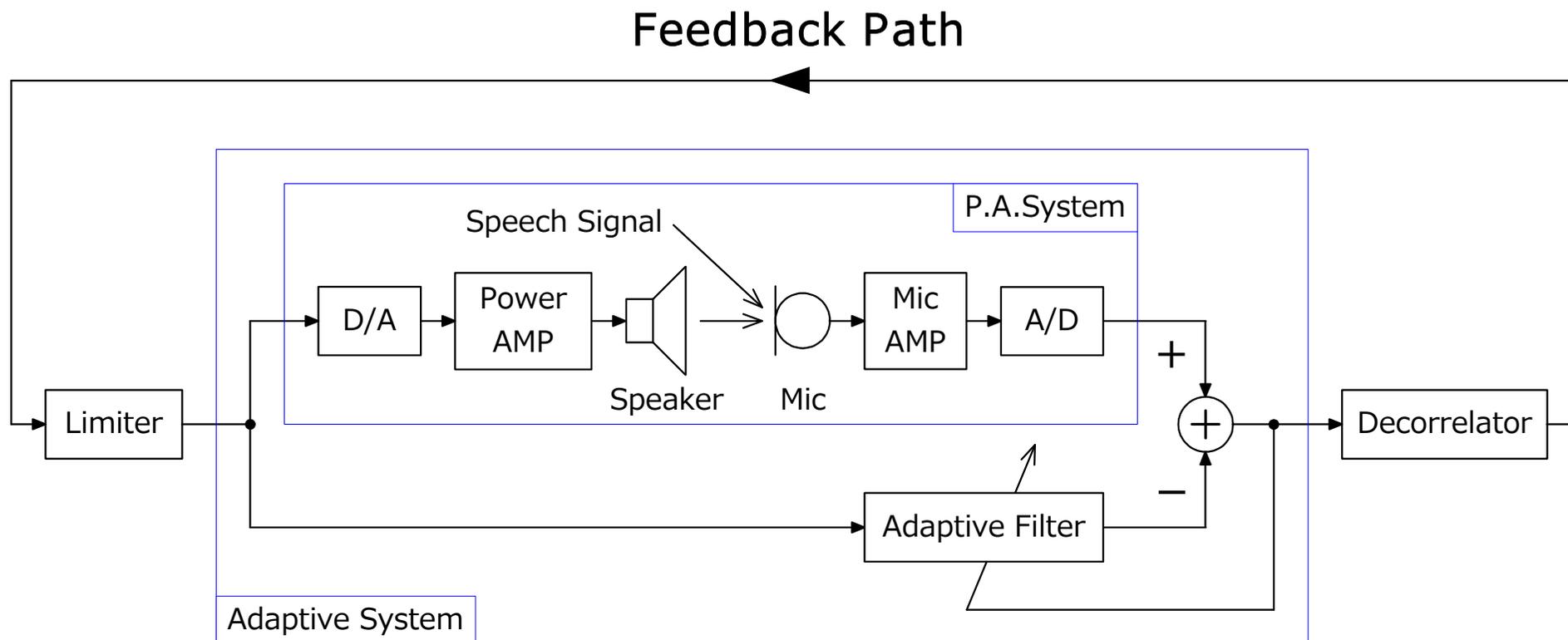

日本音響学会 2012年秋季研究発表会 (2012. 9. 20) 講演番号 2-9-10
適応マイクロホン・アレイと一体化した適応ハウリング・キャンセラ
OHP発表資料の修正版

■ 適応ハウリング・キャンセラ実用化の課題

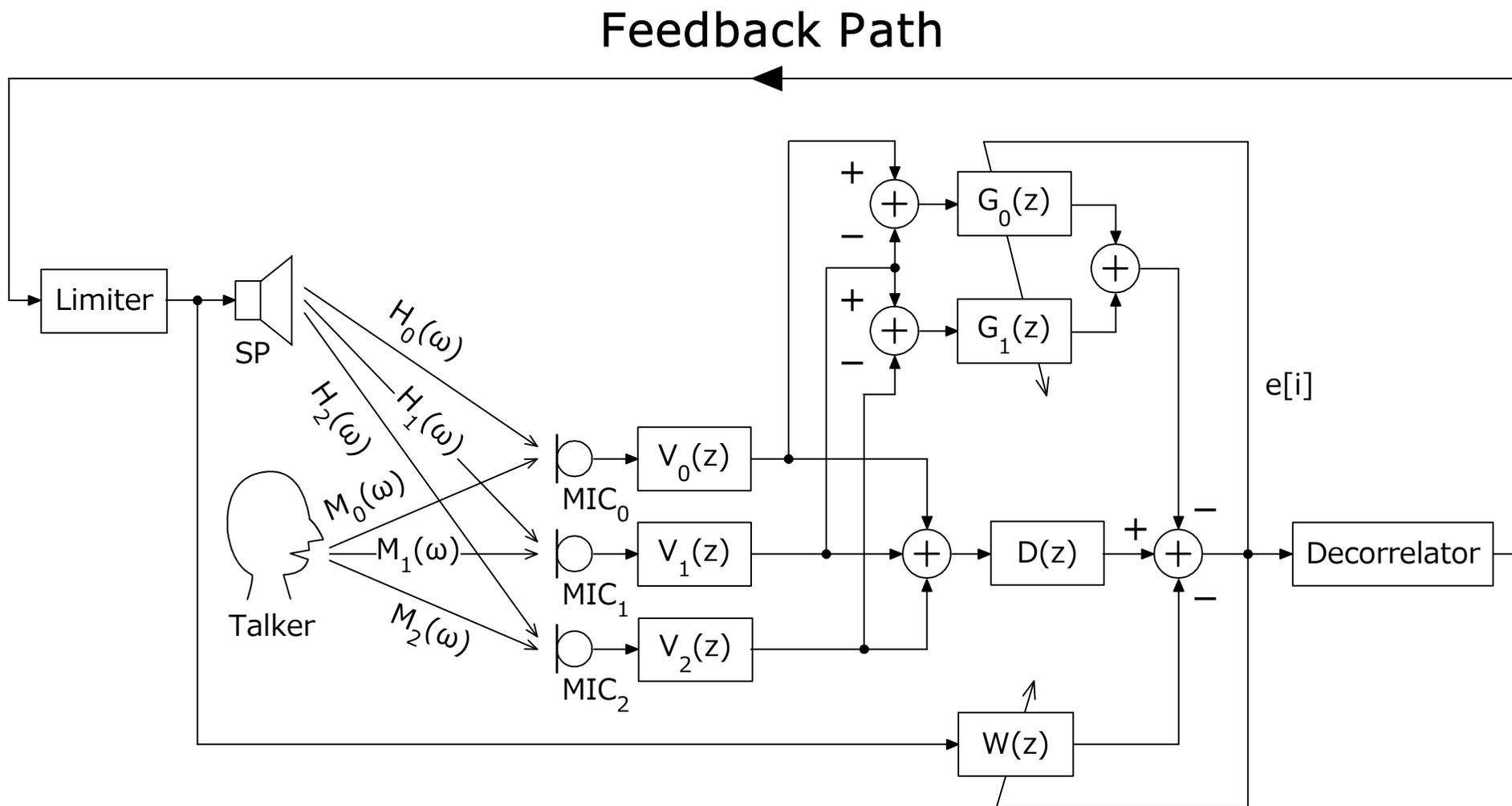
スピーカ／マイク間の距離変動により拡声音の品位を損ねる異音（ヒーヒー、ヒュンヒュン音）が発生する

⇒ 実用化・商品化はマイク位置固定の機器に限定
（スタンド・マイクの拡声装置，補聴器 etc）



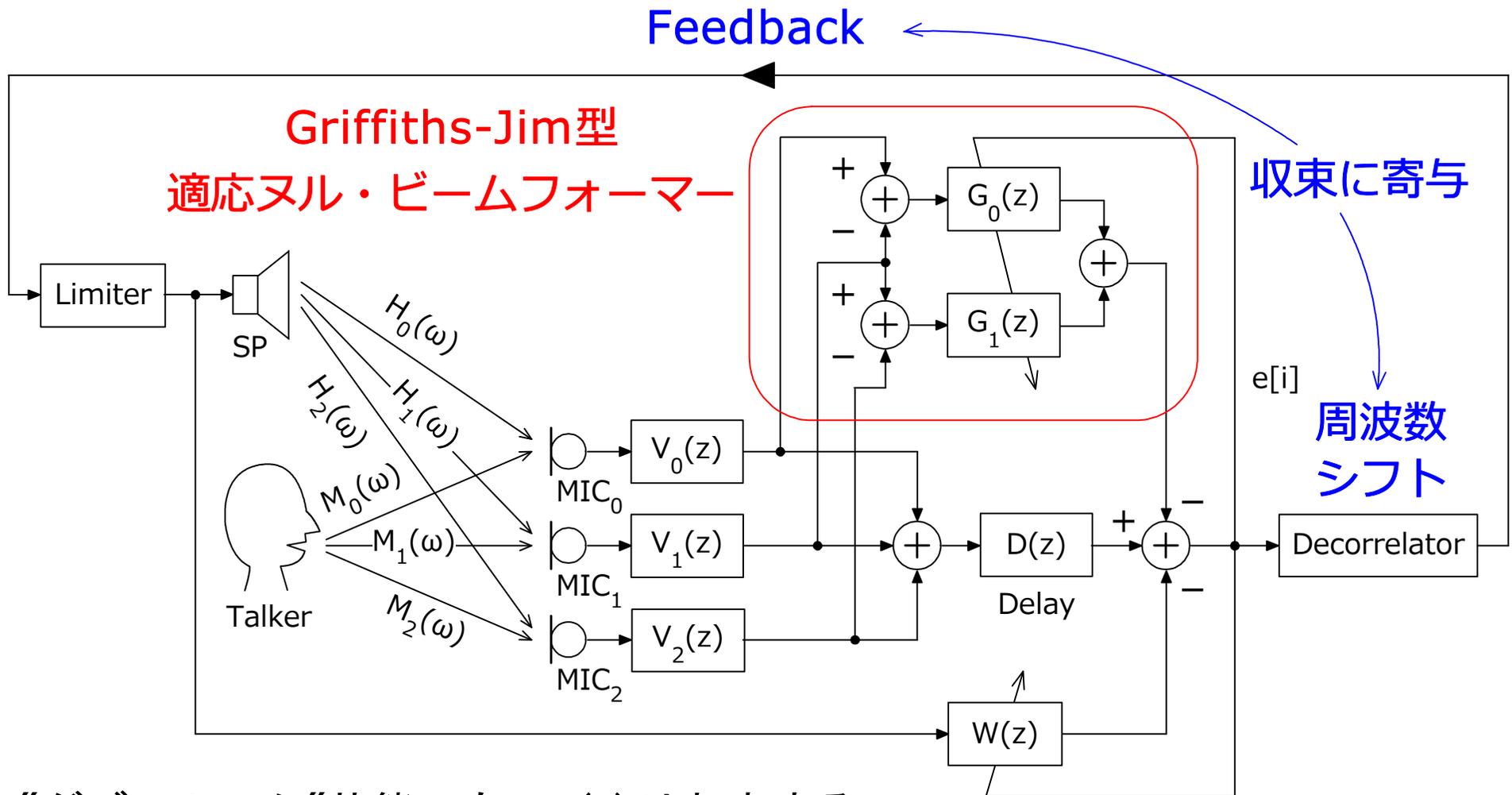
■ 適応マイクロホン・アレイと一体化した適応ハウリングキャンセラの構成（素子数3）

利得は $V_n(z)$ または $H_n(z)$ に含まれるものとする



■ 適応マイクロホン・アレイと一体化した適応ハウリングキャンセラの構成（素子数3）

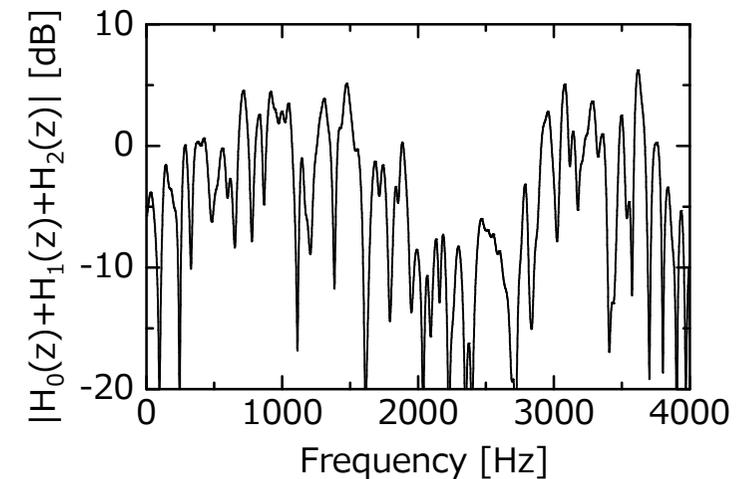
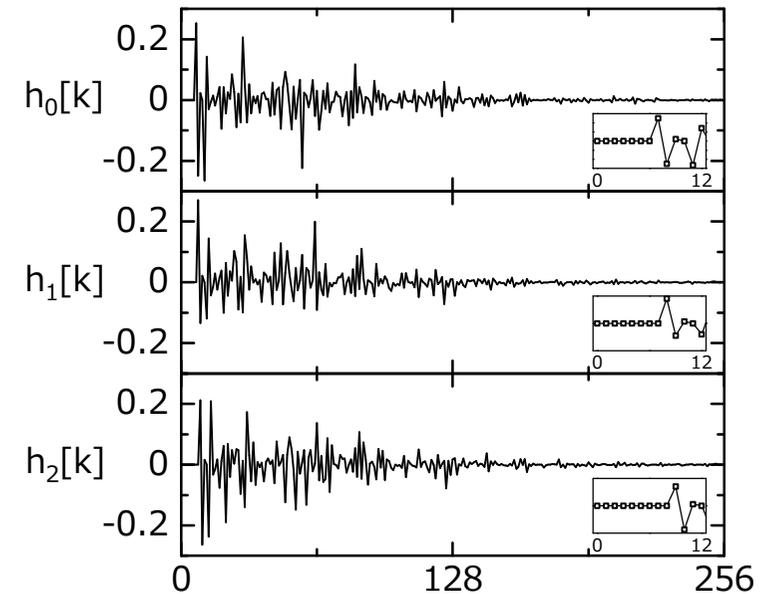
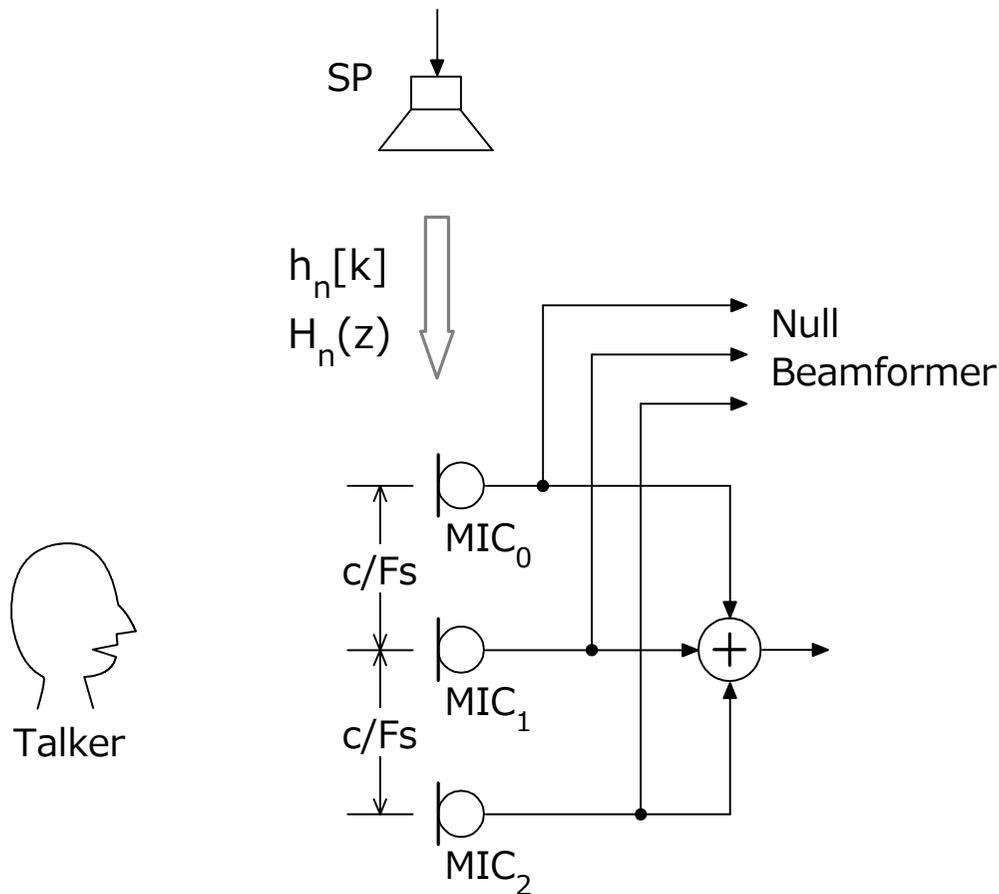
利得は $V_n(z)$ または $H_n(z)$ に含まれるものとする



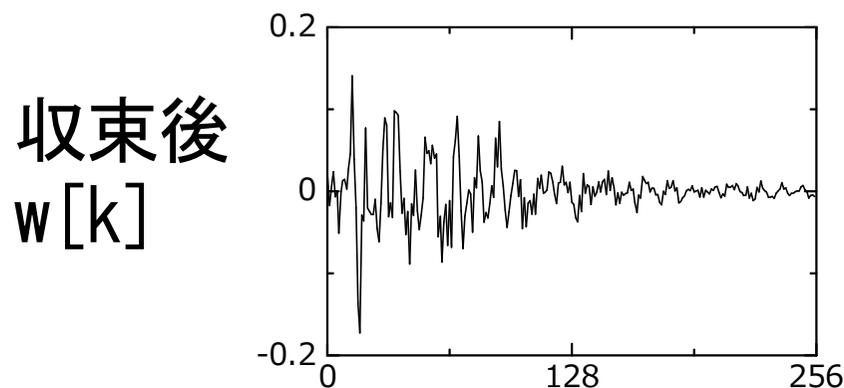
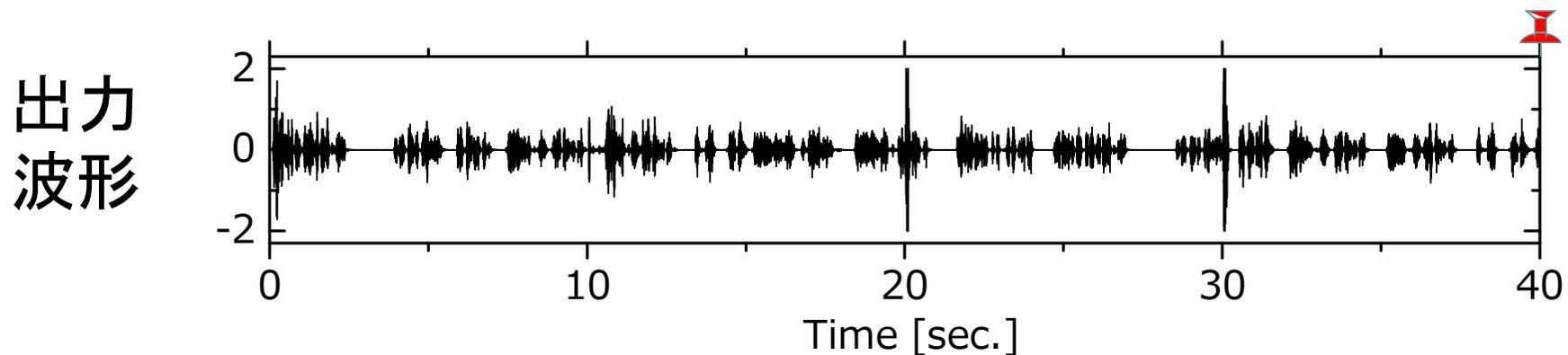
“ダブルトーク”状態でも $G_n(z)$ は収束する

■ シミュレーション条件

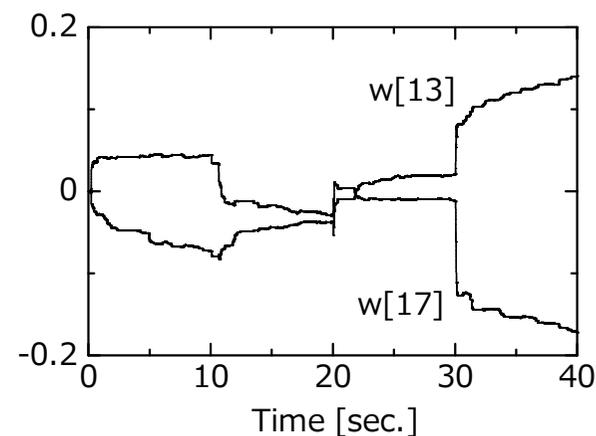
- ・ 10秒ごとにスピーカ／マイク間の距離変更（遅延追加）
- ・ LMS, $F_s = 8\text{kHz}$, 利得 max 6dB



■ シミュレーション結果 : ヌル・ビームフォーマー無し



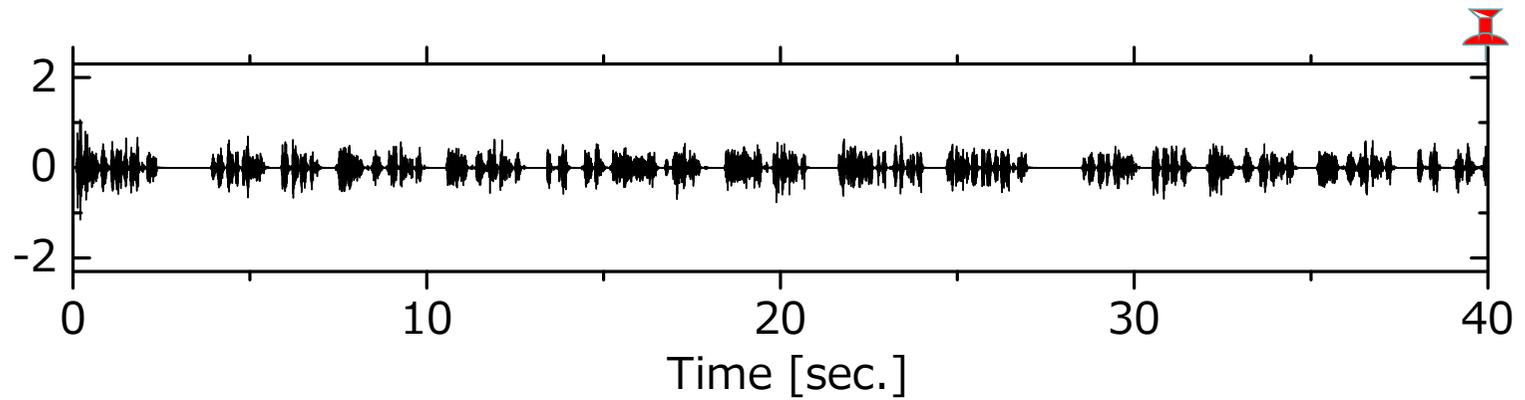
$w[k]$
変動



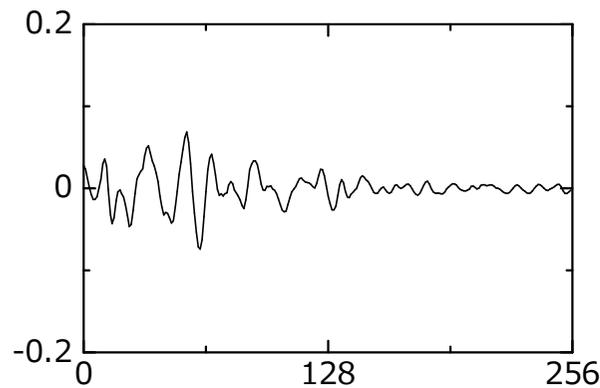
マイク／スピーカ間のインパルス・レスポンス $h_n[k]$ に対して, 10秒ごとに遅延追加 (距離変動を模擬)

■ シミュレーション結果 : ヌル・ビームフォーマーあり

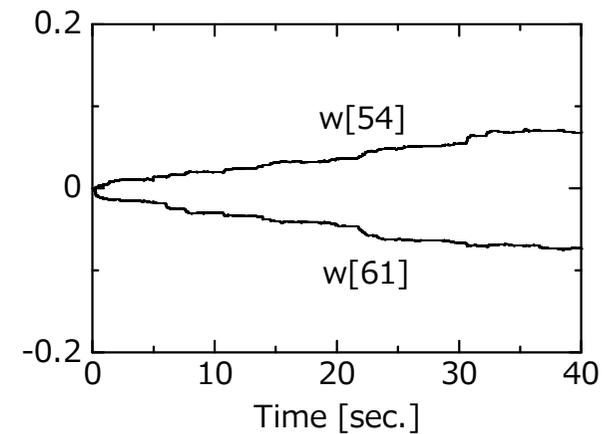
出力
波形



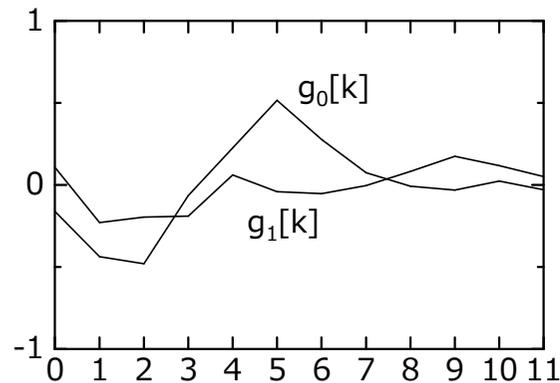
収束後
 $w[k]$



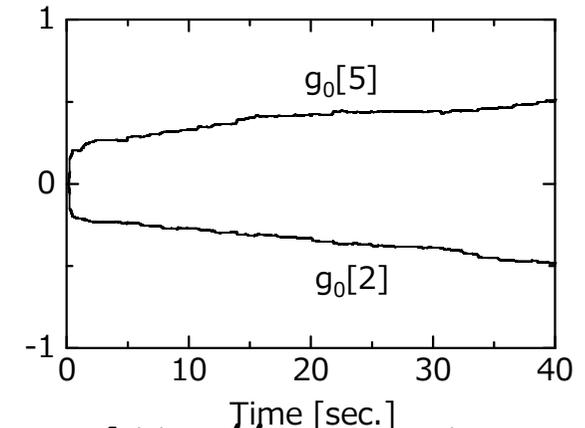
$w[k]$
変動



収束後
 $g_n[k]$

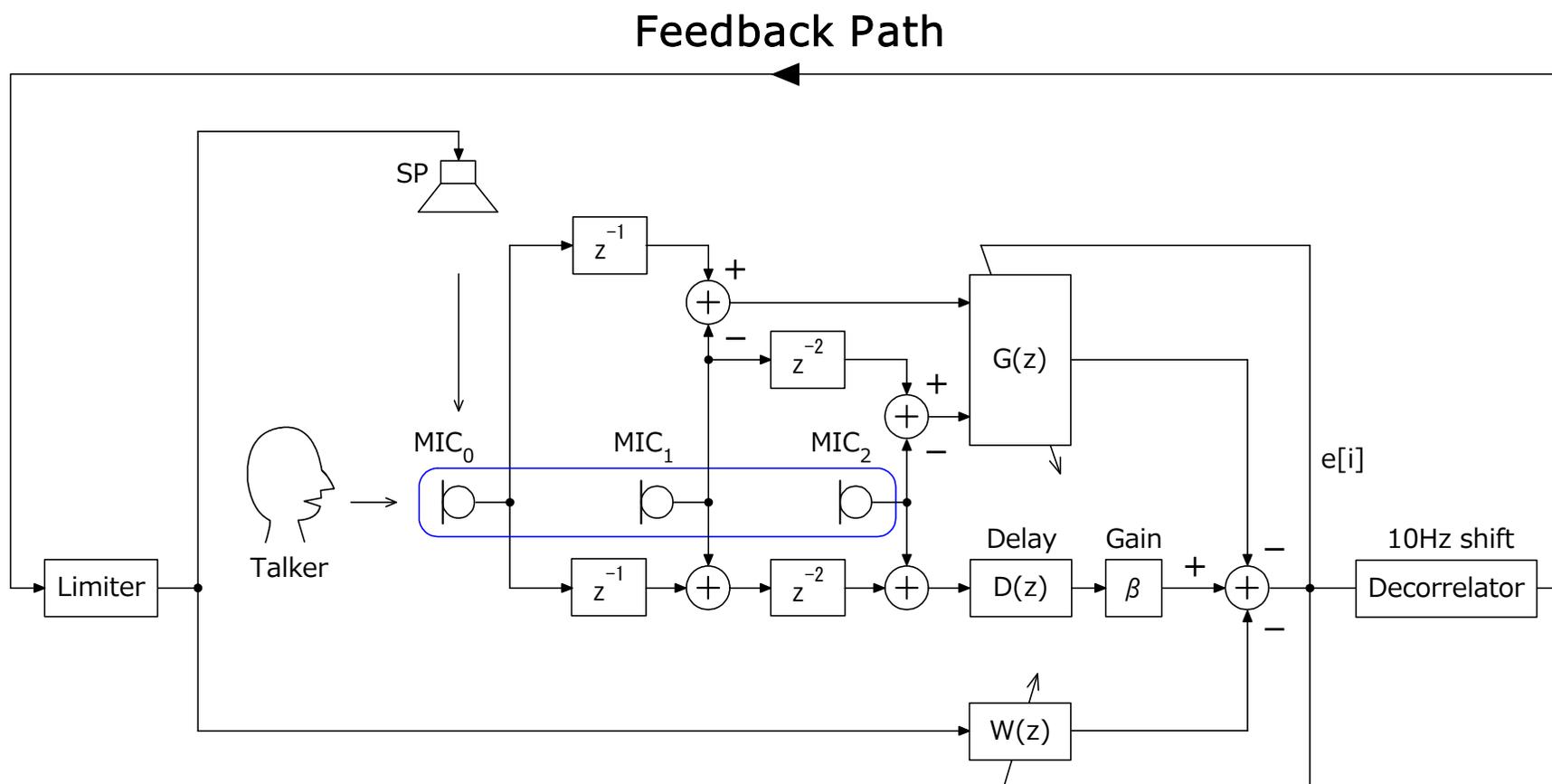


$g_n[k]$
変動



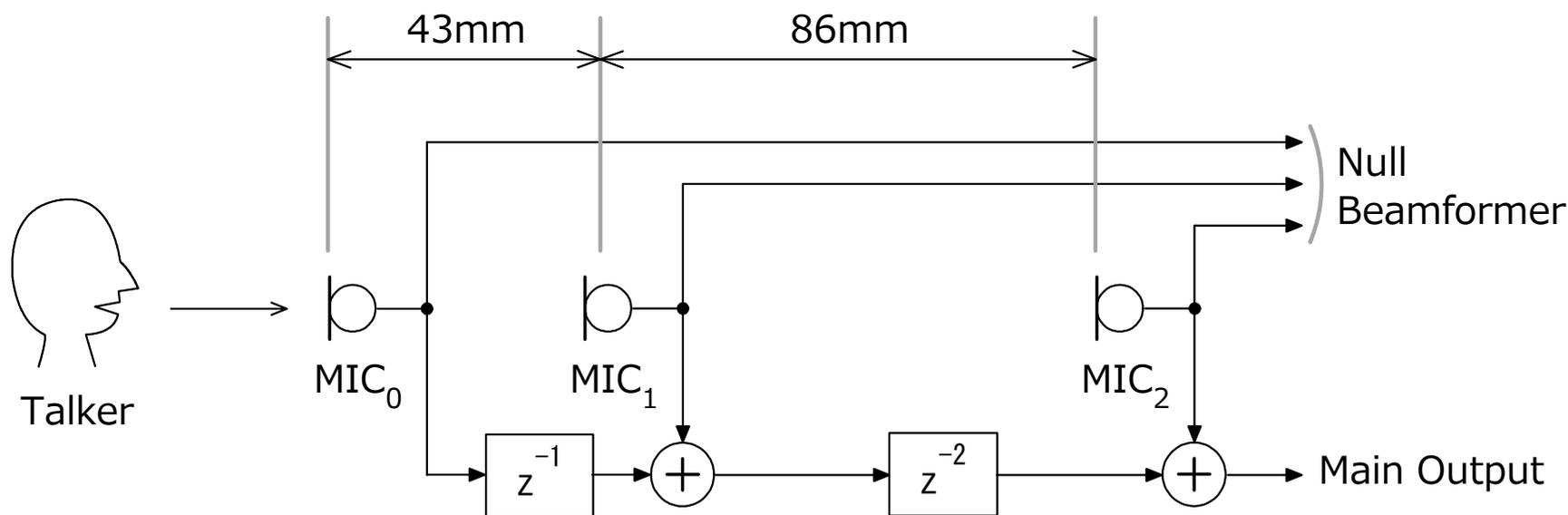
■ デモ・システムの等価回路

- 2素子 end-fire 型マイクロホン・アレイ
- NLMS, $F_s=8\text{kHz}$, Decorrelator=10Hz Frequency shift
- $W(z) : 1024\text{tap}$, $G(z) : 9\text{tap}$, $D(z) = z^{-3}$



■ デモ・システムのマイクロホン配列

- ・ 不等間隔配置 end-fire 型マイクロホン・アレイ
- ・ わずか 3 素子なので鋭いヌル形成は不可能



$$343 \text{ [m/s]} / 8000 \text{ [Hz]} = 343 \text{ [m/s]} / 8000 \text{ [1/s]} = 0.043 \text{ [m]} = 43 \text{ [mm]}$$

■ デモ・システムの実験結果

* ハードウェアの制約

- ・ マイク数3ヶのためシャープなヌル形成は不可能
- ・ 適応ビームフォーマーのステップ・サイズパラメータ μ の値は大きくできない（異音発生のため）

* ビームフォーマーの効果

- ・ 利得6dBでマイク／スピーカ間の急激な距離変動があってもヒーヒー，ヒュンヒュン音は発生しない
- ・ エコーも減少して明瞭な拡声音に

⇒ マイクロホン・アレイとハウリング・キャンセラの相乗効果は極めて良好

■ まとめ

- ・ 適応マイクロホン・アレイとの一体化により、適応ハウリング・キャンセラのハウリング抑圧特性が向上
 - ⇒ スピーカ／マイク間の距離変動があっても安定
 - ⇒ 補聴器に適用しても性能向上が可能？
- ・ 歌声，エレキ楽器のハウリング抑圧は今後の課題
 - ⇒ 周波数シフトに代わるDecorrelation処理は？
- ・ 手に持ったマイクを大きく振り回して使うようなカラオケのハウリング抑圧は可能か？
 - ⇒ スピーカ・アレイと組み合わせるなどの改良・改善で実現出来るかもしれない . . .