

太田弘毅（通信総研）、山崎芳男、白石吾郎（早大理工）

## 1. はじめに

デジタル信号を伝送する場合、伝送路で発生する符号誤りへの対策として、誤り訂正符号を付加し、復調・再生時の符号誤りを制御している。しかし、伝送路の容量との兼ね合いから、無制限に訂正符号を増やせないため、伝送路の符号誤りを推定、または測定し、品質を維持できる必要最小限の付加情報（誤り訂正、誤り検出符号）で回線が設計されている。更に、移動受信などの変動の激しい条件下では、データの語同期がはずれるなどの問題も含んでいる。

ここでは、語同期の不要な1ビット時系列の符号化である1ビット高速標本化方式<sup>1)</sup>に着目し、デジタル伝送路への適用を検討している。今回は、符号誤りの影響について報告する。

## 2. 1ビット高速標本化および誤りの検出

1ビット高速標本化方式は、 $\Sigma\Delta$ 変調等何らかの方法<sup>2)</sup>により量子化雑音のスペクトルを制御して量子化雑音のエネルギーを可聴帯域を越える高域に集中させ、図-1に示すとおり可聴帯域内のダイナミックレンジを拡大する方式で、再生時にはDA変換器は不要で比較的低次のLPFのみで復調できる。

符号誤りについても、通常の複数ビットで1サンプル点の値を表す符号化方式に比べ、個々に独立した符号であり、誤ったビット以外の符号は信号の復元に寄与する。また、1ビットで標本化された符号は、それぞれ等しい重みを持つので、図-2に示すとおり符号誤りが信号に及ぼす影響には特徴がある。

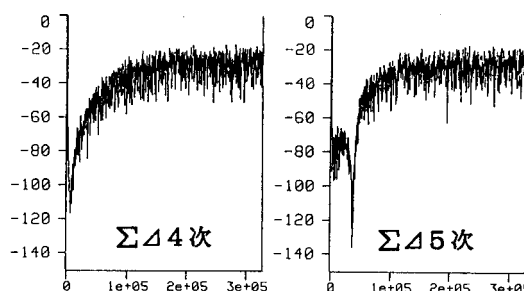


図-1 1ビット高速標本化のスペクトル制御の例

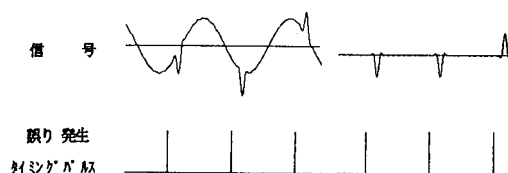


図-2 符号誤りの発生時の1ビット高速標本化信号の再生波形

1ビット方式でも通常のマルチビット方式と同様の誤り制御が可能であるが、むしろ語同期が必要ないという1ビット方式の特徴を活かして、伝送系はすべて信号の伝送に使用し、受信側で、線形予測等により専ら信号の統計的性質を利用して誤りを制御をする方式<sup>3)</sup>について検討を加える。

## 3. シミュレーションによる検討

デジタルの伝送路には様々あるが、ここでは、表-1に示す衛星放送のデジタル音声方式Bモードをモデルに、同じ伝送路条件で1ビット高速標本化方式との比較を行った。情報伝送量は、同期、制御、訂正符号、データを含めて考えるものとし、発生する符号誤りのモデルは、基本的なランダム誤り、パー

\*On the Digital Transmission of Wide Frequency Range Acoustic Signals by 1 bit High Speed Sampling -Effects of digital errors on signal quality- by H.Ohta(CRL), Y.Yamasaki(Waseda Univ.), G.Shiraishi(Waseda Univ.)

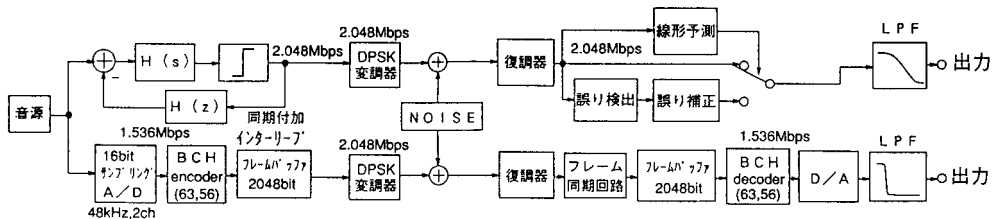


図 - 3 伝送路シミュレーションのブロック

スト誤りとする。

シミュレーションのブロックを図 - 3 に、DPSK 変調の伝送特性を図 - 4 に示す。これによると、BCH による誤り訂正で特性が改善されるが、別にフレーム同期も考慮しなければならない。これは、2048 ビットのフレームの先頭の 16 ビットに割り当てられた同期パターンを信号から検出し、データフ

レームを確立するもので、符号誤りが同期パターン内に発生した場合は、そのフレームは再生不能となる。

一方、1 ビット方式では、S/N は符号誤りの増加に比例して劣化するが、同期はずれによる再生不能に陥ることはない。

更に、前節で述べた復調信号に着目し、線形予測等を用いて誤りを制御する手法により信号レベルが小さく、誤りによるノイズが目立つ状態ほど誤りの検出率が上がることから、聴感上の改善に効果的である。

表 - 1 シミュレーションデータの規格

	Bモード	1ビット
信号帯域	20kHz	50kHz
標準化周波数	48kHz	1.024MHz
量子化	16bit直線量子化	1bit $\Sigma\Delta$ 7次
伝送速度		2.048Mbps
チャンネル数		2ch
変調方式		4相DPSK

Bモードのみ  
 制御信号: 16bit、独立データ: 240kbps、ビットインターリーブ: 32bit  
 フレーム同期パターン: 16bit/フレーム(000100110101110)  
 誤り制御 データ: BCH SEC-DED(63,56)  
 レジスタ: 上記に加えBCH SEC-DED(7,3)  
 制御信号: 繰り返しによる多数決判定

#### 4. まとめ

今回の報告では、1 ビット高速標準化方式のデジタル伝送路への適用に関する検討として、まず、デジタル伝送路に発生する符号誤りについて、シミュレーションによる検討を試みた。

その結果、フレーム構造を持たない1 ビット符号化が、符号誤りの増加にも強いことを示した。また、符号誤りを含んだ再生信号から誤りの発生を検出し、誤り訂正、抑圧を行うことが可能であることがわかった。

今後は、伝送路シミュレーションをすすめ、情報量と音の品質の評価、誤り制御、移動受信における検討などを行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) 山崎, " 講座 AD/DA 変換器とデジタルフィルタ ", 音響学会誌, 46, 251-257 (1990)
- 2) 山崎, " 量子化雑音のスペクトルに着目した高速1ビット符号化と信号処理 ", 信学講論, (1992.9)
- 3) 山須田, 関口, 山崎, 伊藤, " デジタル化された音響信号の適応型誤り補正について ", 信学会, 研究会, EA78 - 26 (1978.7)

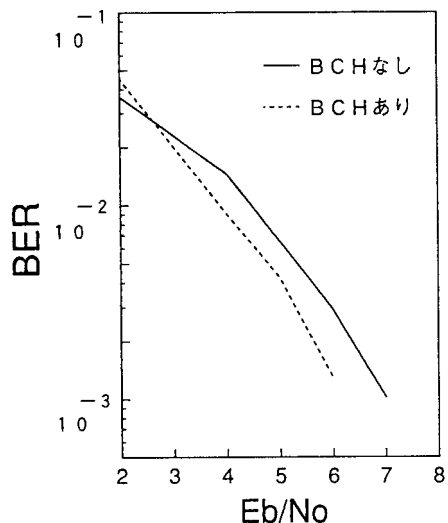


図 - 4 誤り訂正符号による伝送特性の改善