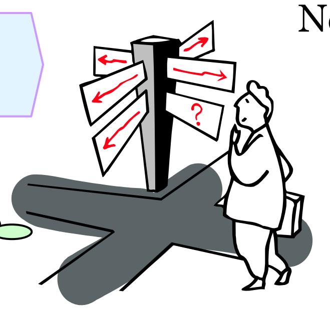
Shu-chan の

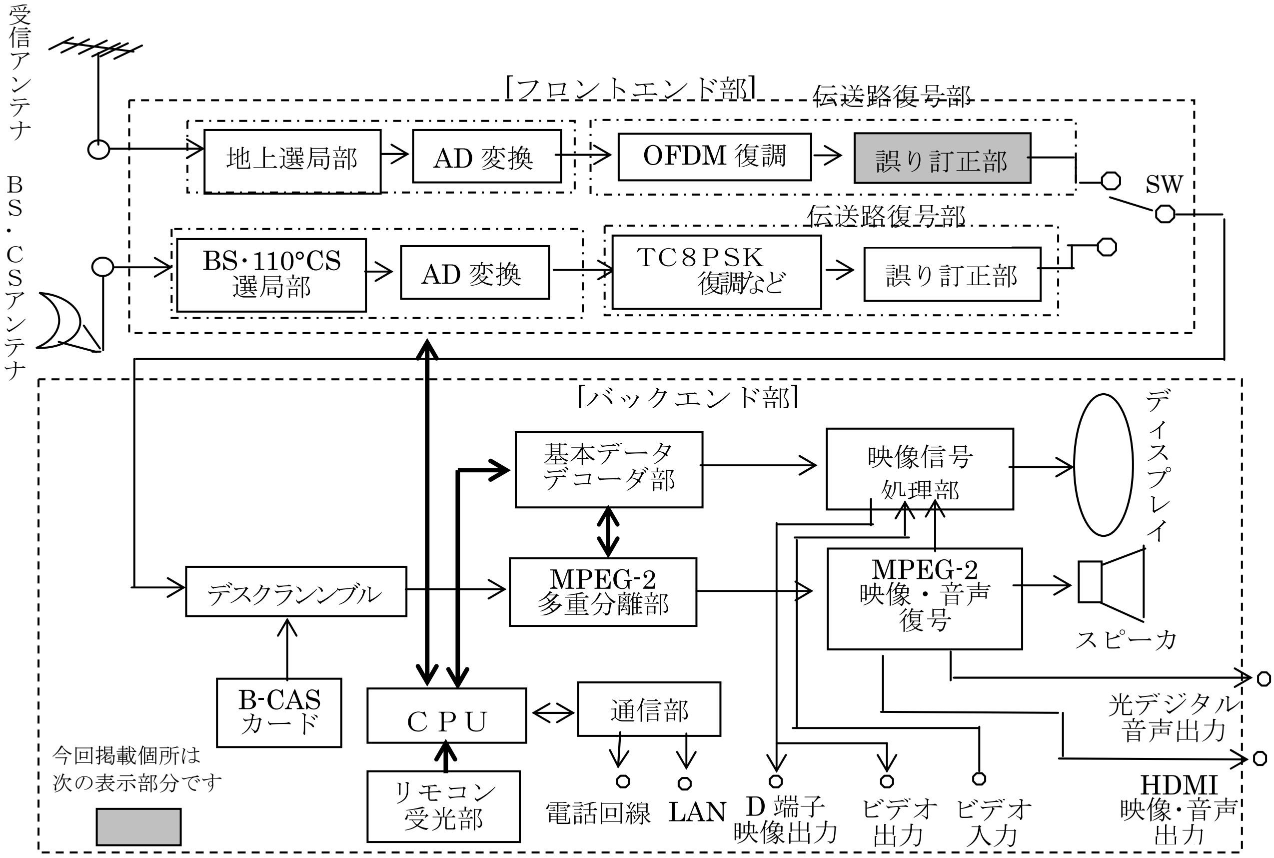
放送ネットワーク 道しるべ

東海道(鳴海宿)

テレビ放送



＜地上デジタル放送受信機（その６・誤り訂正２）＞



［参考図］　実際の地上デジタル放送受信機の回路構成図

今回は、地上デジタルテレビ放送に採用されているリードソロモン（RS）符号による誤り訂正について解説するわけですが、この RS 符号は、ブロック符号訂正方式の中の一つの方式です。ブロック訂正方式は、イレージャー方式、隣接符号方式ならびにリードソロモン（RS）方式などがありますが、この RS 方式は、その中で最も高次な方式で非常に難解な理論です。

そこで、ここでは、ブロック訂正方式の入り口にあたる「イレージャー訂正方式」について解説し、誤り訂正の理論の序論とします。

なお、本稿は、元 NHK 運用技術局の羽物俊秀氏の「わかりやすいデジタル符合の誤り検出と誤り訂正の話」（NHK 中央研修所版）をもととして

作成しました。

☆　ブロック符号とは？

デジタル信号は、「1」と「0」のビットの組み合わせによって情報を伝送したり記録（以下「伝送等」と表わします。）したりします。その連続した情報ビットをいくつかの情報ビットごとに区切りを入れて考えます。地上デジタルテレビ放送では、この区切りを 204 バイト（1632＝204×8 ビット）としています。この区切りを入れる区間が 1 ブロックです。言いかえると、1 ブロックは 1632 ビットということになります。このようにブロックとして符号が誤りを生ずるかを判断し、また、その訂正をブロックとして考えるのがブロック符号です。

例えば、8 ビット 1 ブロックとして符号があるとき、その中の 1 ビットでも誤りがあれば、このブロックは誤りがあったと考えます。したがって、同一ブロック内では、1 ビットの誤りでも 8 ビットの誤りでも同じように 1 ブロックの誤りというわけです。（図 1 参照）

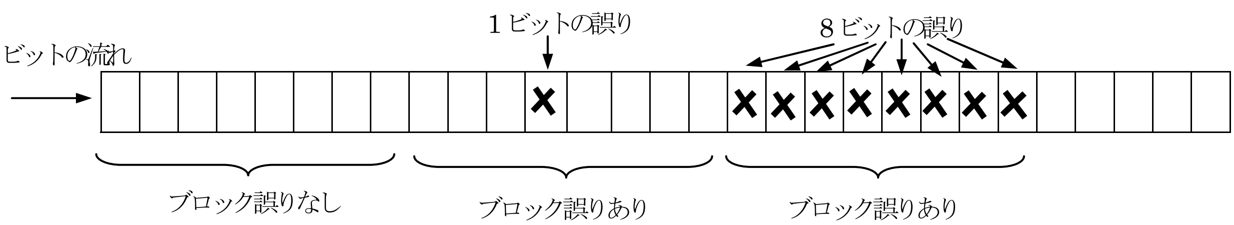


図 1　ブロック誤りの考え方

誤りをブロックとして検出し、訂正する方式をブロック訂正方式と呼びます。

☆　ランダム誤りとバースト誤り

デジタル信号の誤りには大きく分けてランダム誤りとバースト誤りがあります。

ランダム誤りとは誤りの発生する割合がいつでも平均していることが特徴です。したがって、ビット誤りは平均して発生します。

これに対してバースト誤りは誤りがところどころで集中して発生し、次に集中して発生するまでの間は、ほとんど誤りの発生がないような特

徴をもっています。

一般に、磁気テープやデスクなど記録系の誤りは、バースト誤りが多く、伝送系の誤りはランダム誤りが多いようです。

☆　ブロック訂正のわかりやすい事例（その 1）

ブロック訂正の仕組みを理解するためにわかりやすい例について紹介します。

ここに A、B、C の 3 つのブロック信号があります。ブロック信号ですから A、B、C とも沢山のビットから構成されています。しかし、話をわかりやすくするため A、B、C とも 2 ビットで構成される信号とします。

例えば、A=(1,0)、 B=(0,1)、 C=(0,0)　とします。

この表示は、A ブロックは 1 と 0 の 2 ビットであることを表します。今このブロックを図 2 のように並べてみます。

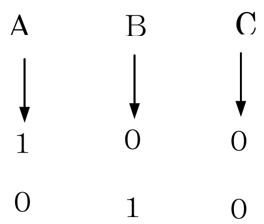


図 2　ビットの並べなおし

つぎに、この並べた信号のパリティチェックを考えましょう。パリティは偶数パリティとします。

（参考：パリティチェックに関しては、No48 テレビ放送電波はどんな形？（その 6 誤り訂正）をご覧ください。）

横方向のパリティは、

$P_1 = 1+0+0 = 1$

$P_2 = 0+1+0 = 1$

たて方向のパリティは、

$Q_1 = 1+0 = 1$

$Q_2 = 0+1 = 1$

$Q_3 = 0+0 = 0$

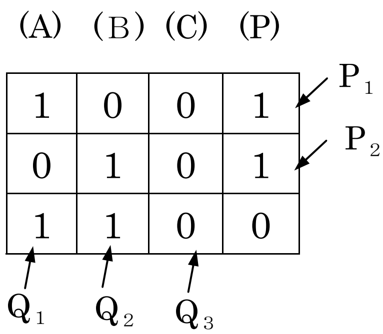


図 3　パリティビットの付加

となりますから、図 3 のようなパリティの表を作ることが出来ます。

このようにブロック符号では、横方向のパリティとたて方向のパリティをそれぞれ考慮しているのです。

みなさんは、日常生活で図 3 のようなたてと横の表になった数の計算をしたことがありますね。横方向の小計を出し、たて方向の小計を出し、最後に全体の計をだしますが、全体の合計は横方向の小計の和とたて方向の小計の和が一致しなければなりません。これと同様に図 3 の表でも

$$P_1 + P_2 = 1+1 = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1+1+0 = 0$$

となって、全体の合計は一致していることがわかります。

これより誤り訂正の理論に入ります。

情報信号として伝送等をする信号は図 4 のようにパリティビットを含めて 12 ビットとするのです。

この 12 ビットを伝送等をする特徴は、横方向、たて方向のどこを選んでも和が 0 になっていることです。

1	0	0
0	1	0

の 6 ビットの代りに

横方向では
1+0+0+1=0
0+1+0+1=0
1+1+0+0=0

1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	0

たて方向では
1+0+1=0
0+1+1=0
0+0+0=0
1+1+0=0

図 4　伝送等をする信号

この信号が伝送等をされその後、受信したり再生（以下「受信等」と表わします。）されたとき、誤りが生じたとします。

一例として　　B=(0,1)　が　B=(1,1)　に誤ったとします。

これにより図 5 を作ることが出来ます。

この場合のパリティを調べてみましょう。

パリティは

1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	0

誤り発生 ⟹

このビットに誤りを生じた

1	1	0	1
0	1	0	1
1	1	0	0

横方向では
$S_1 = 1+1+0+1 = 1$
$S_2 = 0+1+0+1 = 0$

たて方向では
$S_1 = 1+0+1 = 0$
$S_2 = 1+1+1 = 1$
$S_3 = 0+0+0 = 0$

図 5　1 ビット誤りの例

横方向、たて方向ともオール 0 になるように伝送等をしたのですが、エラーのビットがあるところだけが横方向、たて方向共に 0 にならず 1 になります。

横方向およびたて方向のそれぞれの和を S とすれば図 5 の下段の様になり、誤りビットを含んだ和(ここでは S)が 1 になっていることが確かめられます。

ここで S について少し触れておきましょう。S は情報とパリティの和ですが、1 ビットエラーがあれば 1 になります。また横方向の S やたて方向の S の組み合わせによりエラーの位置が分ります。このような S を「シンドローム（Syndrom：症候群)」と呼びます。人間が風邪をひけば熱が出る咳が出るなどの症状を表しますが、これは風邪の症候群のひとつといえましょう。この考え方のように情報に誤りが発生すれば、シンドロームが発生の症状を表すのです。

では、このような考え方にしたがって、シンドロームを含めた表を作ってみましょう。図 6 から分るように送信等側では、シンドロームが 0

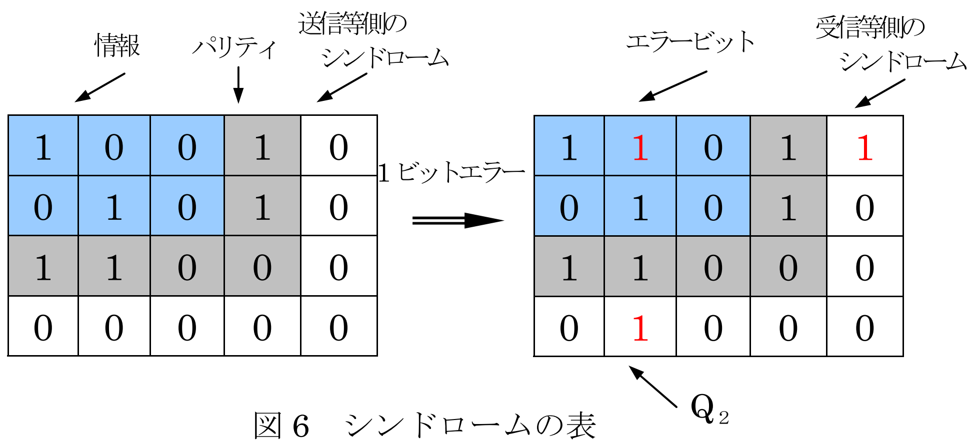


図 6　シンドロームの表

になるように送信等をしているのです。しかし、このシンドロームは送信等はしません。

次に受信等側では、送信等のときにシンドロームが 0 になるようにして送ったことを知っていますから、受信等の信号のシンドロームを計算してみれば誤りがあったのかどうかがわかるのです。

ここまでの説明では、ビット誤りのように思えるかもしれませんが、B

ブロックの中の1ビットが誤ったのですから、これはBブロックの誤りであるといえます。すなわち、Q_2がBブロックが誤っていることを示しているポインターであると考えることが出来ます。

図7の場合は、たて方向のシンドロームが誤り場所を示すポインターになりますが、横方向のシンドロームは訂正に使用します。

図8から横方向のシンドロームは、$\binom{1}{0}$ になっています。このシンドロームをそのまま誤りのあるブロックにモジロ2（末尾参照）で加えるのです。

この加え方は、シンドロームの1番目のビットは誤りのあるブロックの1番目に、2番目は2番目に加えるという意味です。

したがって、

$$\binom{1}{1}+\binom{1}{0} = \binom{0}{1}$$

となります。

これは、

1+1=0　　　1+0=1

の2つの計算式を1つにまとめただけです。

このように加えることにより図9のように誤りが訂正できることがわかります。

以上のことをまとめますと、たて方向のシンドロームで誤りのブロックの位置を検出し、

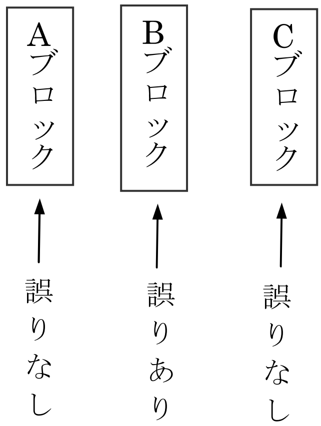


図7　誤りのポインター

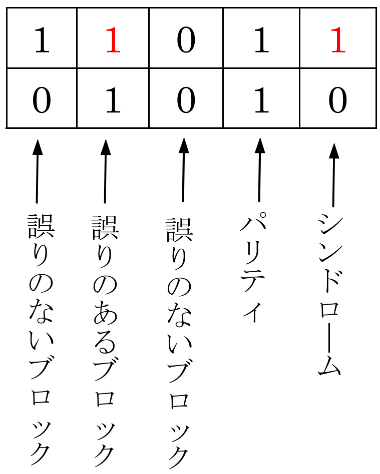


図8　誤りとシンドローム

(誤りあり)

1	1	0
0	1	0

上の誤りありの2番目のブロックにシンドロームの

1
0

を加える

(誤り訂正)

1	0	0
0	1	0

図9　誤り訂正の仕方

横方向のシンドロームはその位置にそのまま加えることによって、誤り訂正が可能となることがわかります。

次回もブロック符号による誤り訂正の話を続けます。

[もっと知りたい方のために]

モジロ 2

私たちの日常の 10 進法は 0,1.2.3‥‥9 で 10 で桁上がりしますが、モジロ 2 は、0,1 の次に桁あがりをするような加算をします。

モジロ 2 の計算では、具体的に次のような計算です。

0+0=0　　1+0=1　　1+1=0