

擬似中継器実験 付録

付録 1：擬似中継器実験付録

付録 1-1：所要 C/N の定義

付録 1-1-1：ARIB 実証実験における取得データ

ARIB 実証実験においては、 10^{10} ビットのデータに対する、誤りビット数を計測することで、ビット誤り率(BER)を測定した。C/N 設定を小から大に 0.1dB ステップで BER を取得し、BER が 0 になった C/N を、擬似エラーフリーとして、測定を終了した。また BER が非零で最小のデータが 10^{-7} 台以上の場合、擬似エラーフリーとなる C/N に対応する BER として、 1×10^{-8} を補った。これは、 10^{-7} 台の BER であればビット誤りが観測される可能性が非常に高いと予想されるため、 1×10^{-8} である可能性が高いためである。

こうして得られた C/N 対 BER 特性の最も典型的なパターンは、図 6(a1)または(a2)のようなデータであった。ここで、(a1)では 10^{-8} 台のデータが取得できているので、エラーフリー C/N の BER に 10^{-8} を補っていないが、(a2)では 10^{-8} 台のデータが取得できていないので、エラーフリー C/N の BER に 10^{-8} を補っている。しかし、中には、LDPC 符号の急峻なウォーターフォール特性のため、図 6(b)のように測定点が 10^{-2} 台と 10^{-4} 台の 2 ポイントしか測定できないものも含まれている(例. BPSK 2/5 など)。一方、多値変調方式と、低符号化率 LDPC の組み合わせについては、図 6(c)のように、ウォーターフォール特性が緩やかになる(例. 32APSK 1/4 など)。

こうしたデータから、一般に所要 C/N の定義に使われることの多い、BER= 10^{-11} を満たす C/N 値を求める必要がある。

そこで、本実証実験においては、以下に述べる手法により所要 C/N を求めることとした。

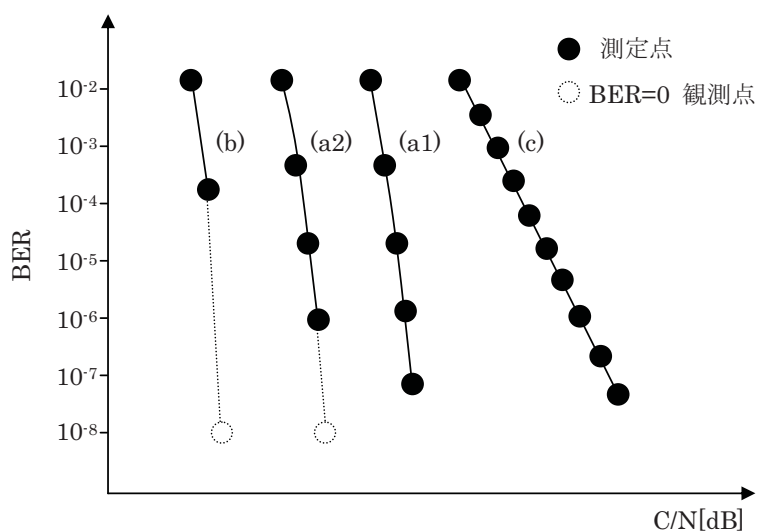


図 6 取得データのパターン

付録 1-1-2 : 所要 C/N の導出手法

図 7 に示すように、C/N の高い方から 3 点のサンプル(P₁、P₂、P₃)を使い、BER=10⁻¹¹ に対応する C/N を計算でもとめ、外挿を行った。具体的には、P₁~P₂間の勾配および P₂~P₃間の勾配の平均値を勾配とし、P₃を始点とする直線が BER=10⁻¹¹ と交差する点を P₄とし、P₄に対応する C/N を所要 C/N とした。

ここで、各点の CN、BER を、P₁(CN₁、BER₁)、P₂(CN₂、BER₂)、P₃(CN₃、BER₃)、P₄(CN₄、10⁻¹¹)、とおくと、所要 C/N は次式で求まる。

$$\text{所要 } C/N = CN_4 = 2 \cdot \frac{\log(10^{-11}) - \log(BER_3)}{\frac{\log(BER_2) - \log(BER_1)}{CN_2 - CN_1} + \frac{\log(BER_3) - \log(BER_2)}{CN_3 - CN_2}} + CN_3$$

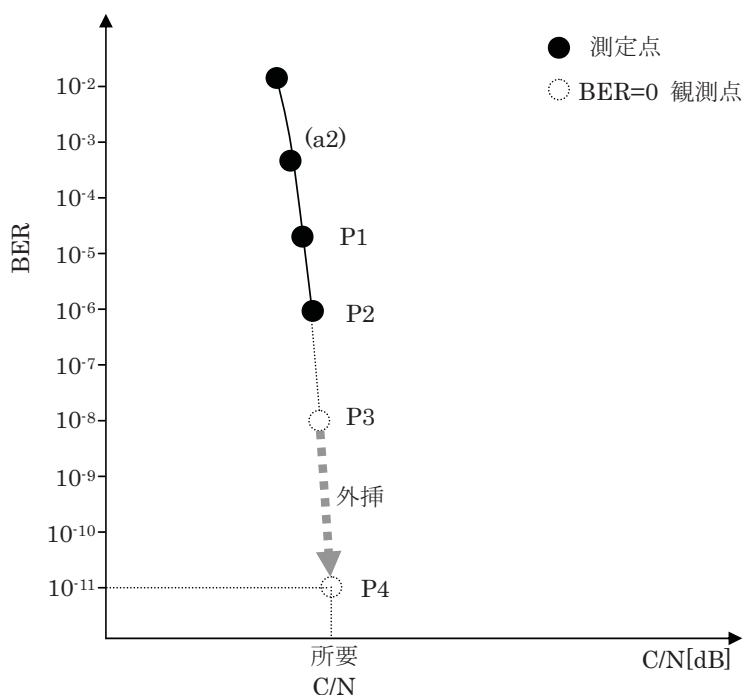


図 7 データの外挿による所要 C/N の導出

付録 1-2 : ARIB 実験で使用した ODU 性能一覧

市販の 7 式の衛星放送受信アンテナの ODU 部のみを取り外し、電波無響箱における受信実験を行った。また、同波管タイプの ODU についても同様に実験を行った。各 ODU の 1kHz オフセットでの位相雑音値を表に示す。また、位相雑音特性を図 8-A~H に示す。

位相雑音特性の類似性から、大きく 4 つのグループに分けられる。

第 1 グループ : E

第 2 グループ : C、F

第 3 グループ : A、B、D、G

第 4 グループ : H

今回はサンプル数の多い第 3 グループから A を選択し、位相雑音特性の最も悪いサンプルとして H を選択した。

表 25 位相雑音特性一覧

種別	位相雑音 (dBc/Hz 1kHz オフセット)
A	-81.25
B	-79.99
C	-77.58
D	-83.11
E	-85.95
F	-78.51
G	-80.79
H	-60.51

図 8-A : 位相雑音特性

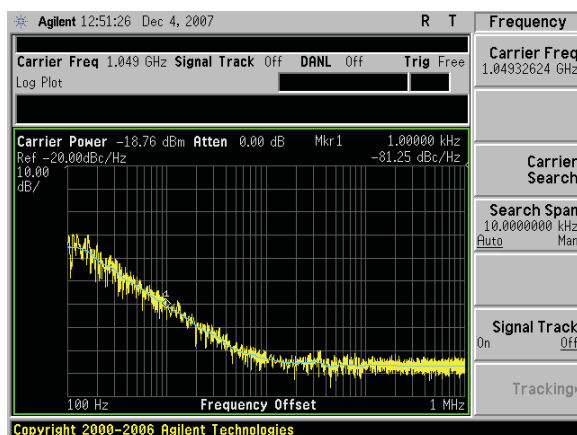


図 8-B : 位相雑音特性

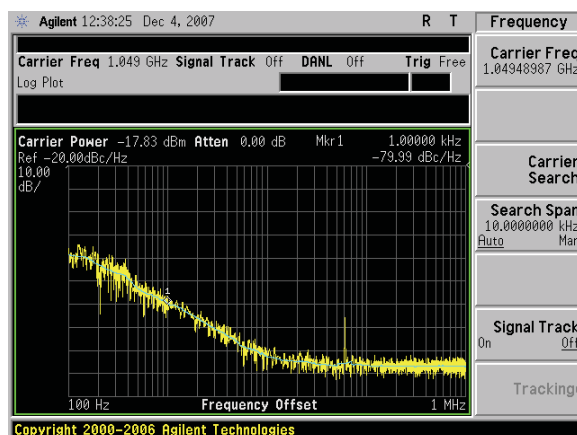


図 8-C : 位相雑音特性

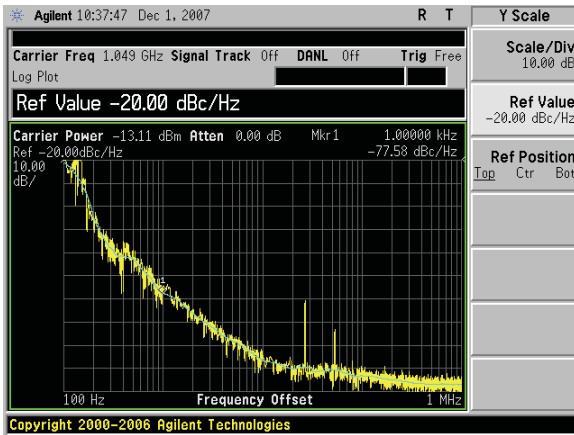


図 8-D : 位相雑音特性

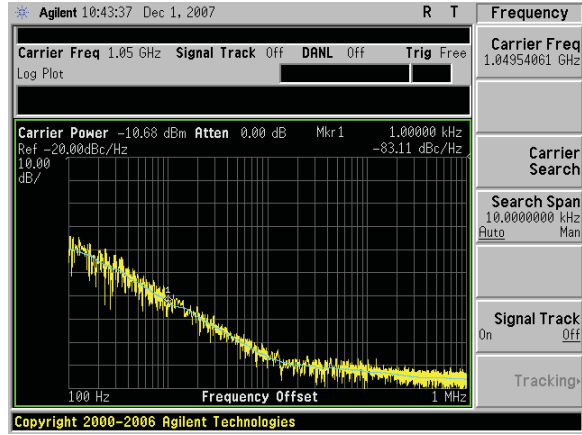


図 8-E : 位相雑音特性

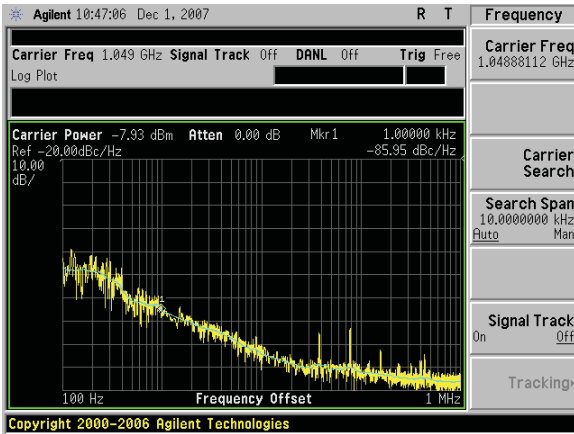


図 8-F : 位相雑音特性

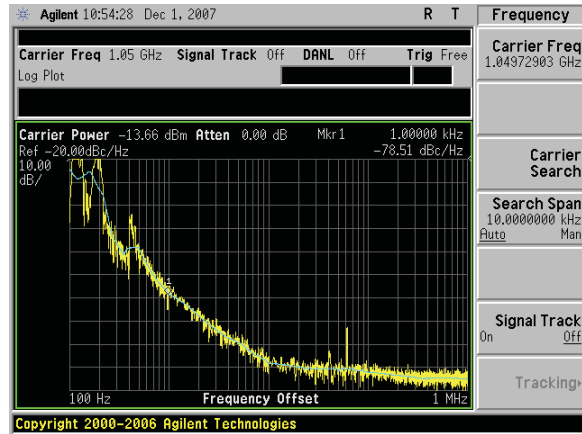


図 8-G : 位相雑音特性

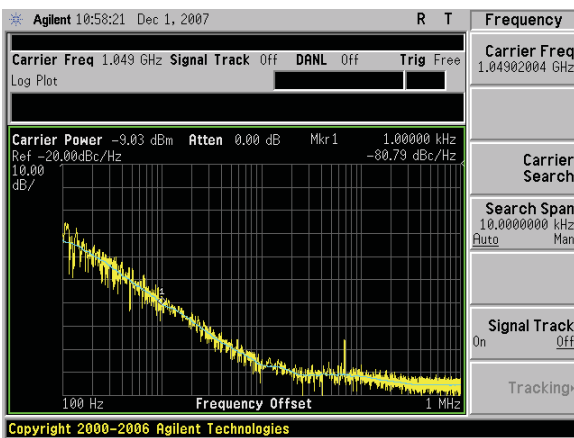


図 8-H (同波管接続) : 位相雑音特性



付録 1-3 : スペクトラム写真
 付録 1-3-1 : 干渉実験 (3.3 節)

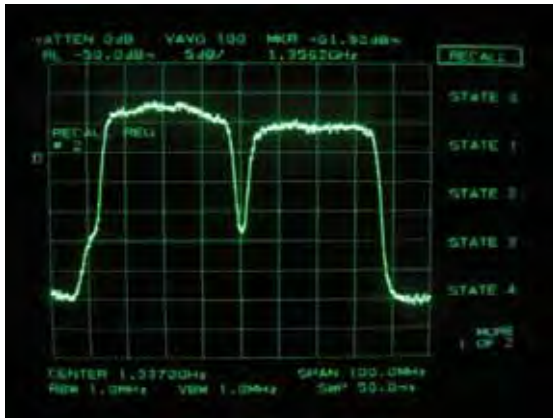


写真 1-1.
 与干渉 32APSK(15ch) ⇒ 被干渉 32APSK(17ch)

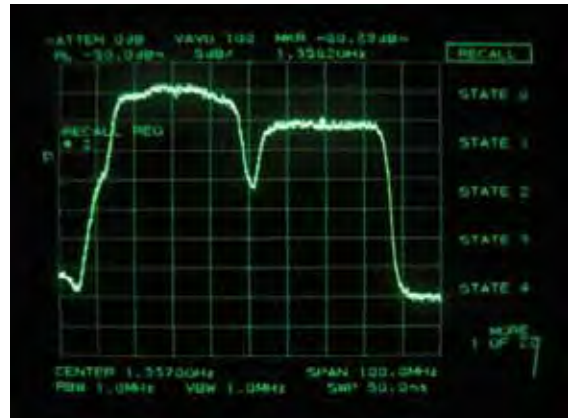


写真 1-4
 与干渉 8PSK(15ch) ⇒ 被干渉 32APSK(17ch)

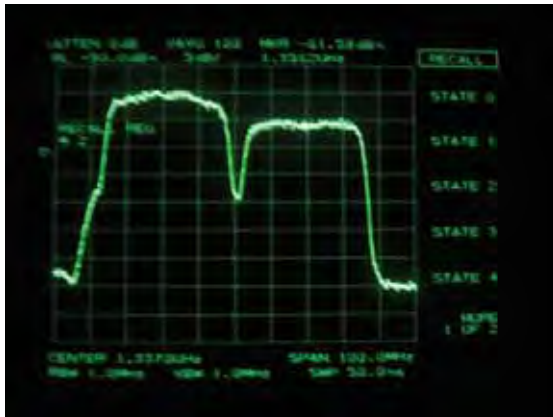


写真 1-2
 与干渉 16APSK(15ch) ⇒ 被干渉 32APSK(17ch)



写真 1-5
 与干渉 8PSK(15ch) ⇒ 被干渉 16APSK(17ch)

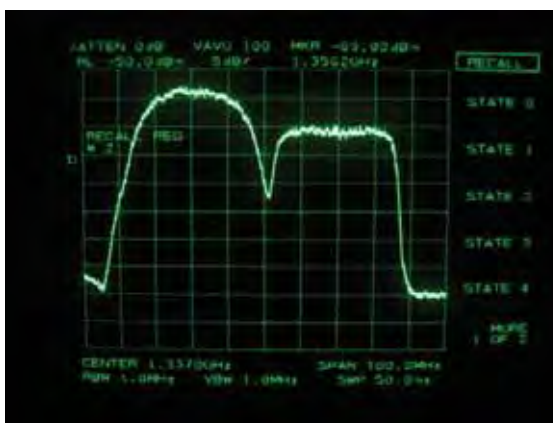


写真 1-3
 (与干渉 ISDB-S(15ch) ⇒ 被干渉 32APSK(17ch))



写真 1-6
 与干渉 8PSK(15ch) ⇒ 被干渉 8PSK(17ch)

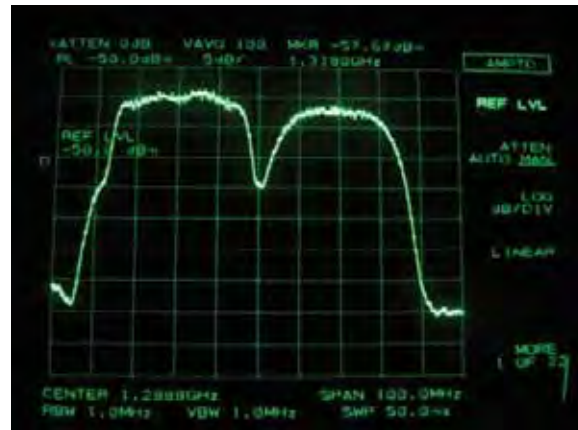


写真 1-7

与干涉 8PSK (15ch) ⇒ 被干涉 ISDB-S 8PSK (17ch)

付録 1-3-2 : 擬似中継器折返し スペクトラム 占有帯域幅 (3.4 節)

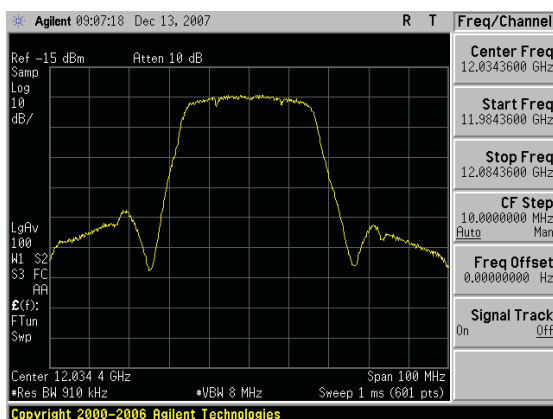


写真 2-1 BPSK(1/2) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.4MHz)

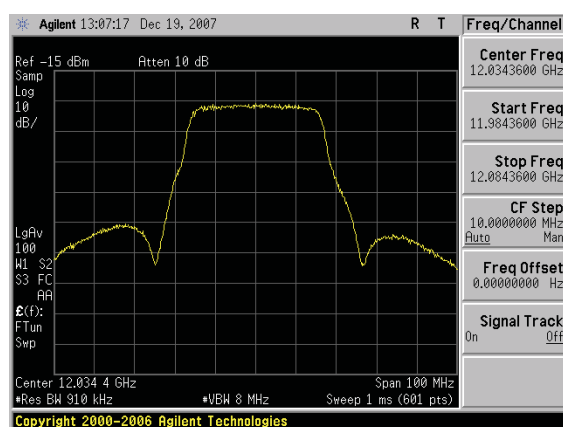


写真 2-4 16APSK(1/2) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

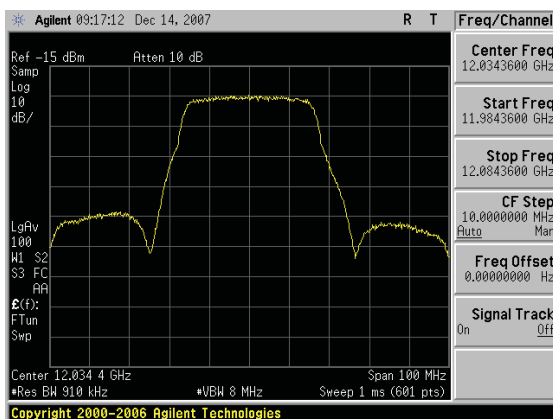


写真 2-2 QPSK(3/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.5MHz)

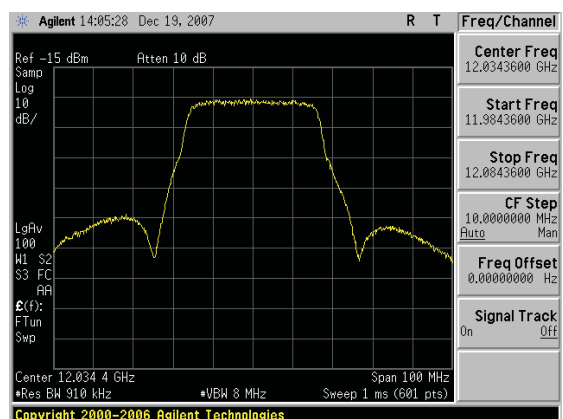


写真 2-5 16APSK(1/3) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.3MHz)

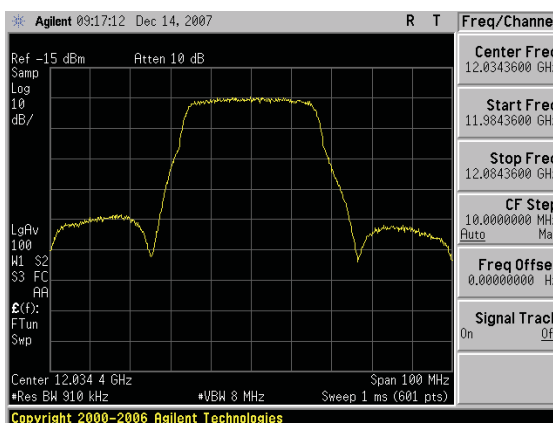


写真 2-3 8PSK(3/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.5MHz)

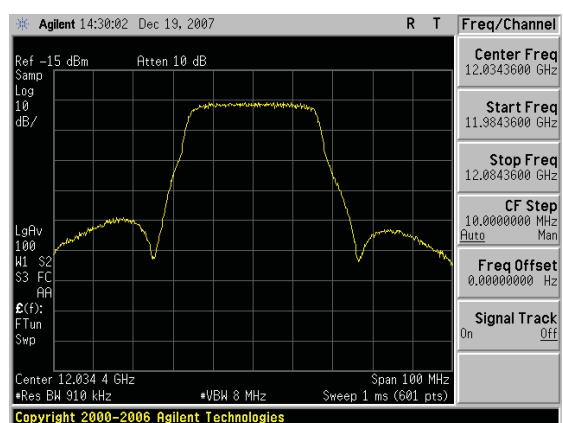


写真 2-6 16APSK(1/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.3MHz)

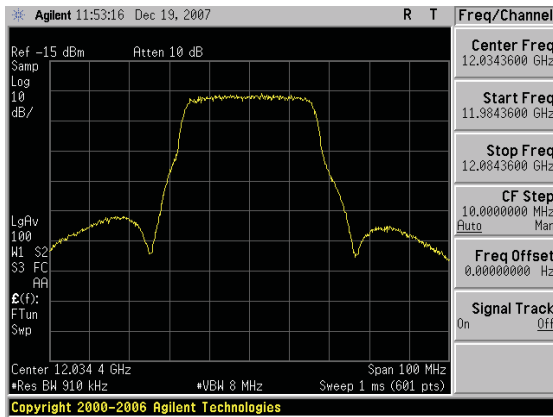


写真 2-7 16APSK (2/3) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.1MHz)

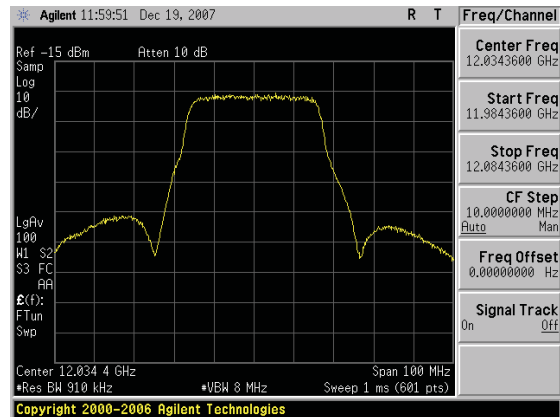


写真 2-9 16APSK (3/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

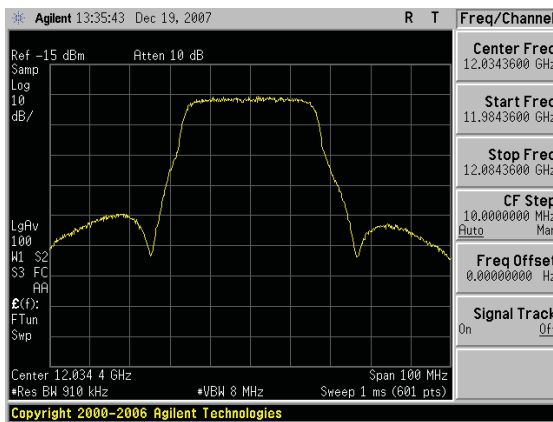


写真 2-8 16APSK (2/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.4MHz)

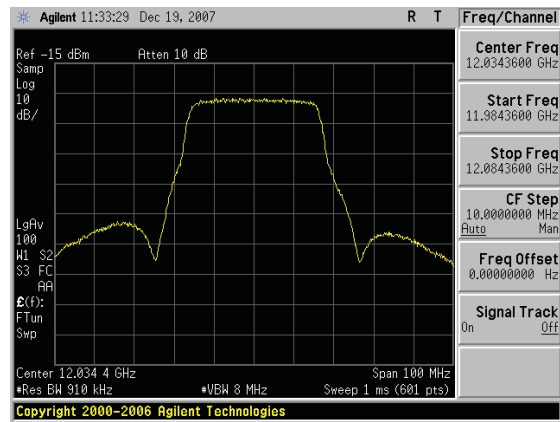


写真 2-10 16APSK (4/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

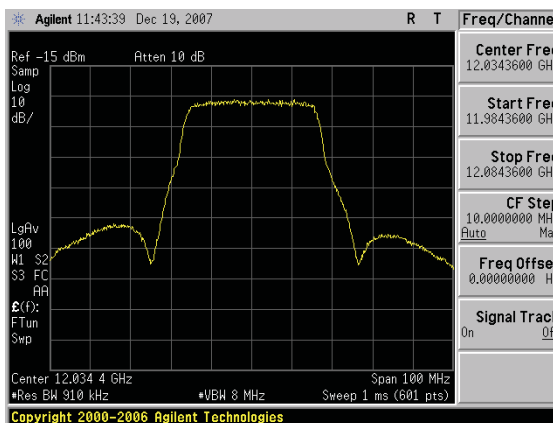


写真 2-9 16APSK (3/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

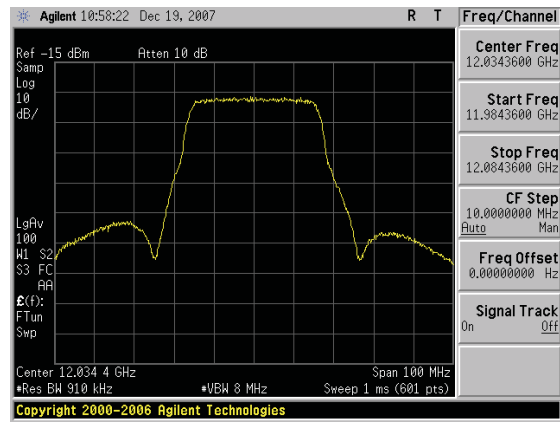


写真 2-11 16APSK (5/6) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

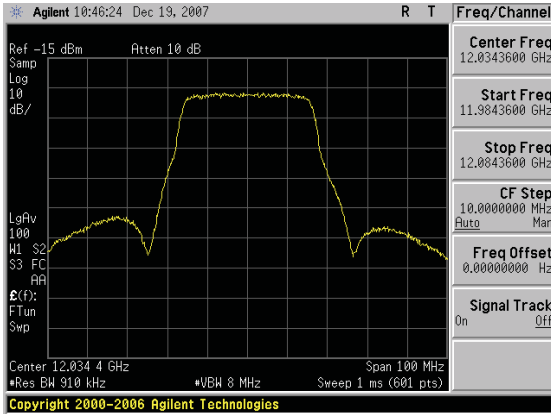


写真 2-12 16APSK (7/8) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

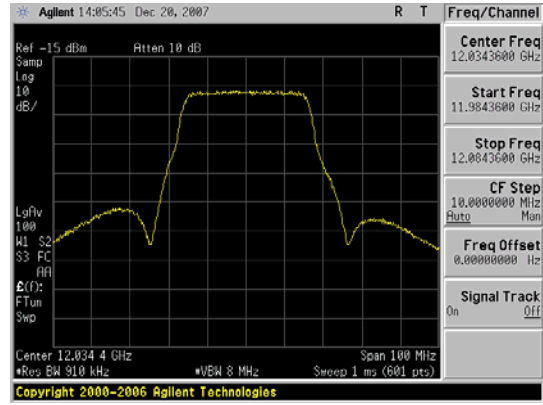


写真 2-15 32APSK (1/3) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

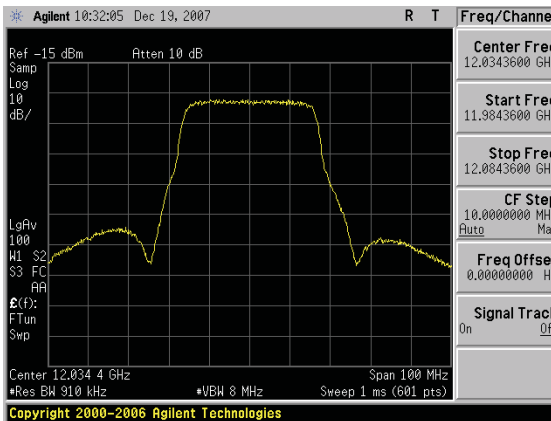


写真 2-13 16APSK (9/10) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.1MHz)

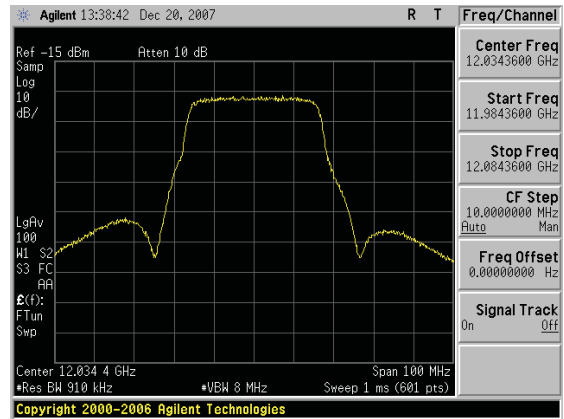


写真 2-16 32APSK (2/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

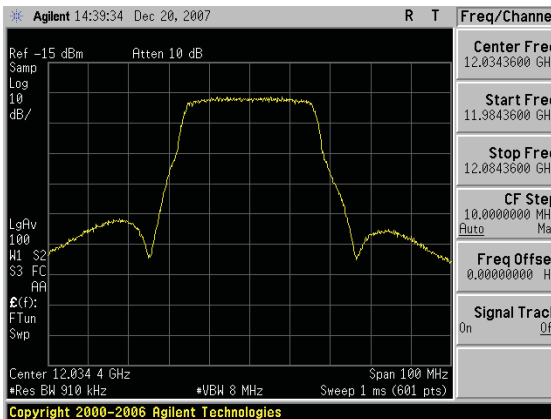


写真 2-14 32APSK (1/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

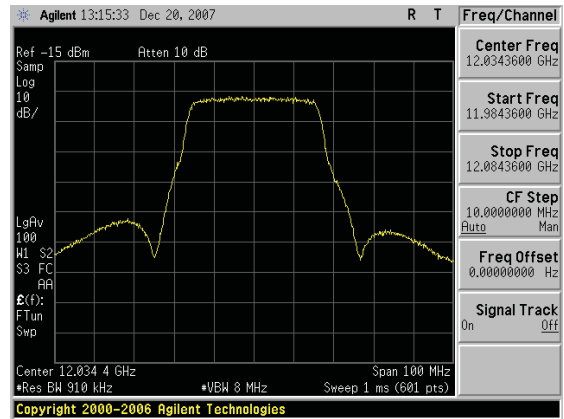


写真 2-17 32APSK (1/2) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.2MHz)

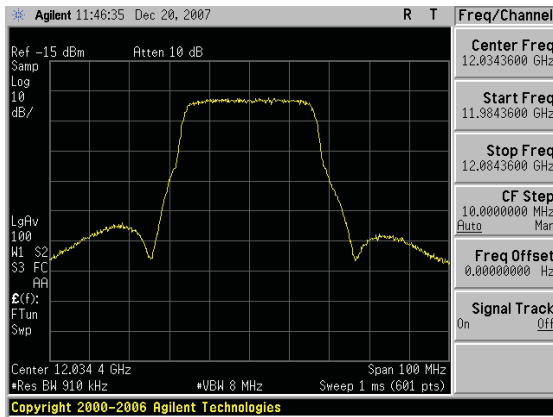


写真 2-18 32APSK (3/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.1MHz)

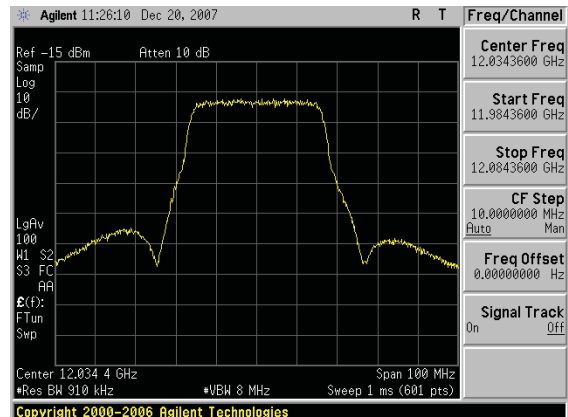


写真 2-20 32APSK (3/4) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.1MHz)

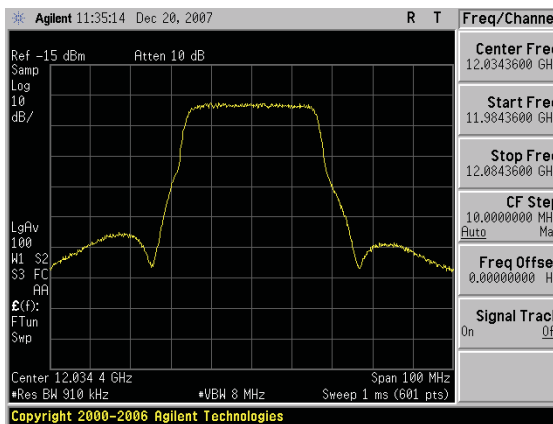


写真 2-19 32APSK (2/3) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.0MHz)

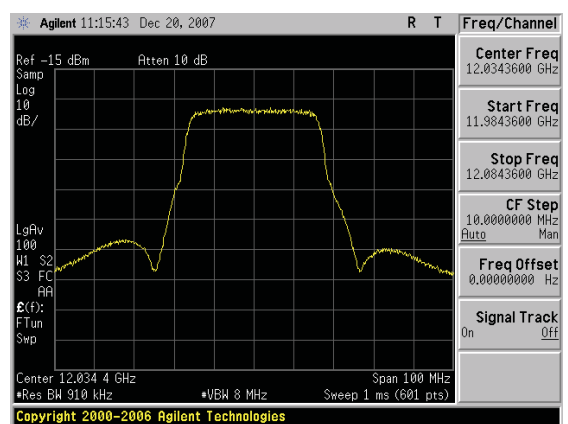


写真 2-21 32APSK (4/5) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.1MHz)

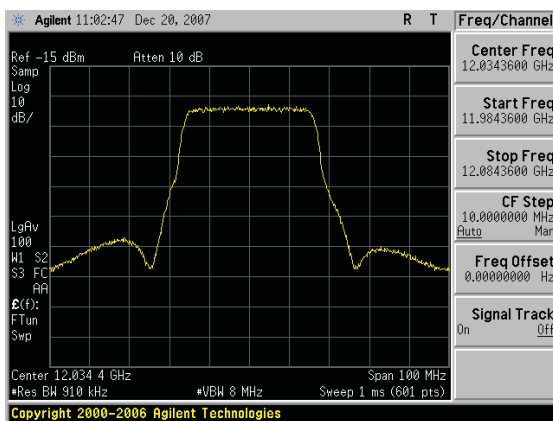


写真 2-22 32APSK (5/6) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.0MHz)

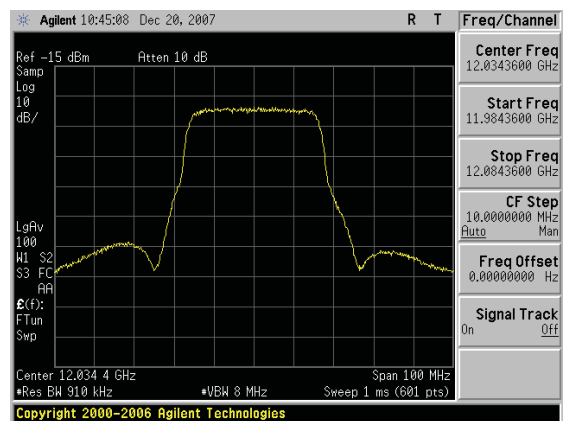


写真 2-23 32APSK (7/8) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=32.9MHz)

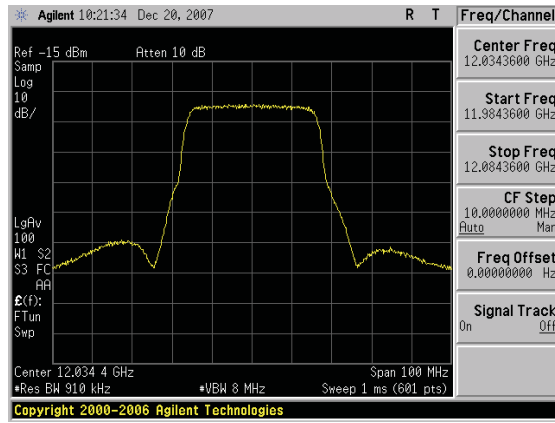


写真 2-24 32APSK(9/10) 擬似中継器後のスペクトル(占有帯域幅=33.0MHz)

付録 1-4 : コンスタレーション写真(3.5 節)

・ $\pi/2$ シフト BPSK

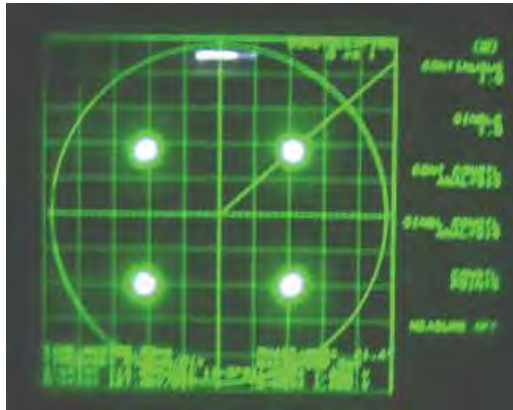


写真 3-1 BPSK IF 折返しの
コンスタレーション

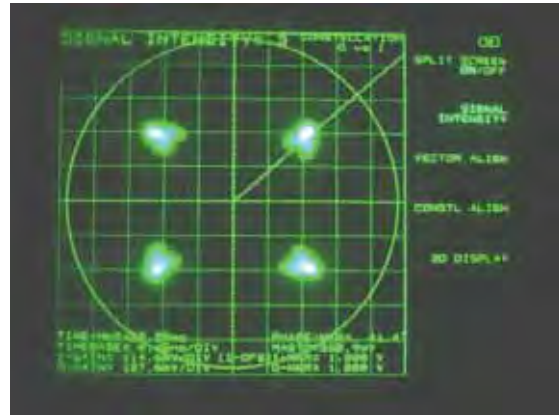


写真 3-2 BPSK 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

・ QPSK



写真 4-1 QPSK IF 折返しの
コンスタレーション

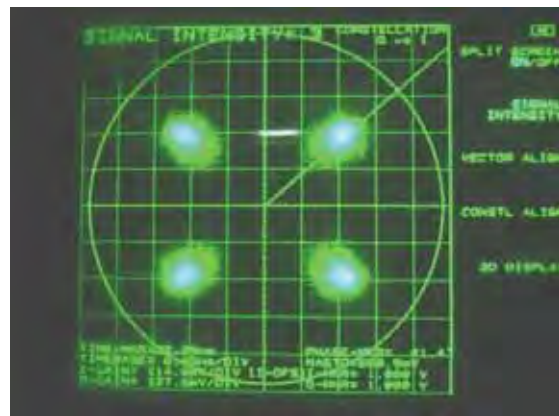


写真 3-5 QPSK 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

・ 8PSK

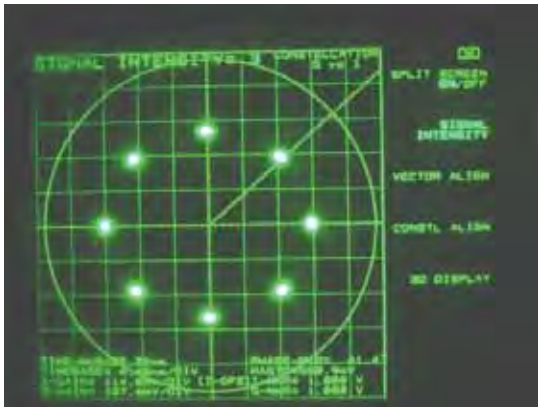


写真 5-1 8PSK IF 折返しの
コンスタレーション



写真 5-2 8PSK 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

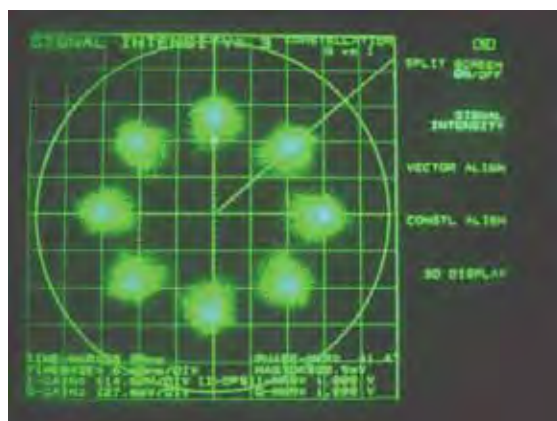


写真 5-3 8PSK 擬似中継器折返しのコンスタレーション(ODU あり)

・ 16APSK



写真 6-1-1 16APSK(1/4) IF 折返しのコンスタレーション

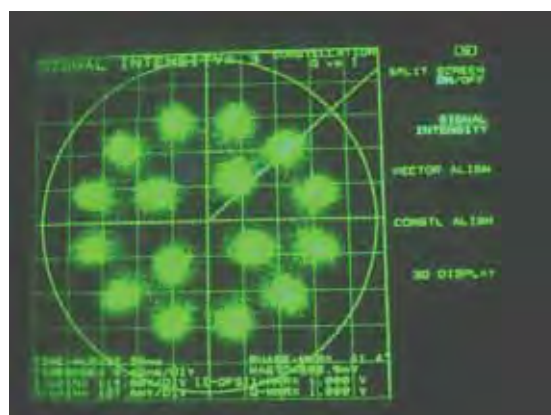


写真 6-1-2 16APSK(1/4) 擬似中継器折返しのコンスタレーション

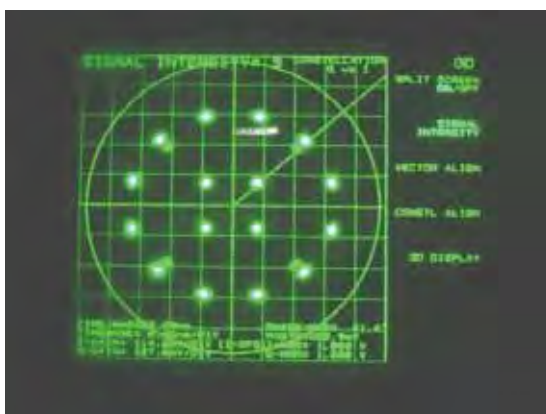


写真 6-2-1 16APSK(1/3) IF 折返しのコンスタレーション



写真 6-2-2 16APSK(1/3) 擬似中継器折返しのコンスタレーション

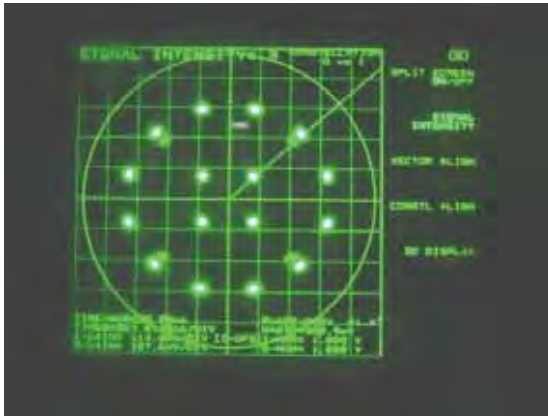


写真 6-3-1 16APSK(2/5) IF 折返しの
コンスタレーション

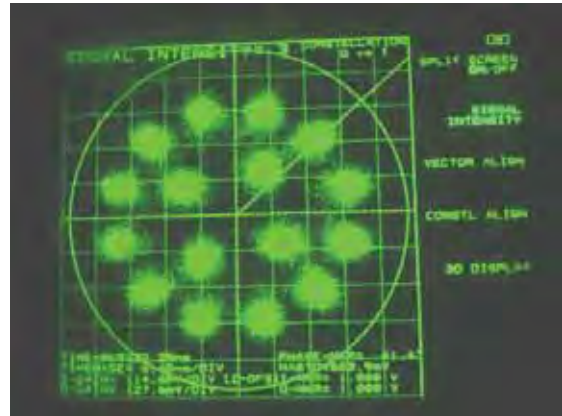


写真 6-3-2 16APSK(2/5) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

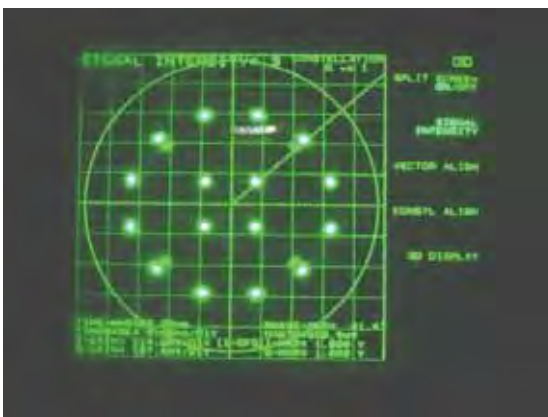


写真 6-4-1 16APSK(1/2) IF 折返しの
コンスタレーション

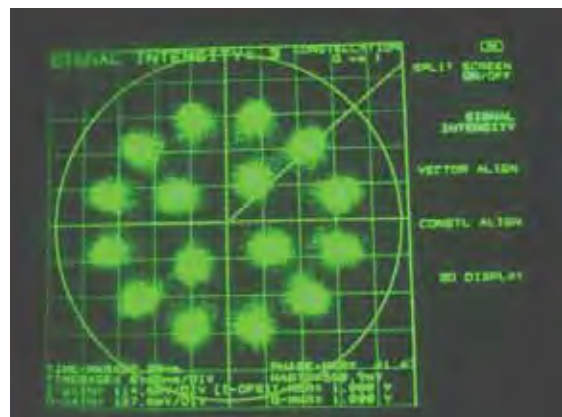


写真 6-4-2 16APSK(1/2) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

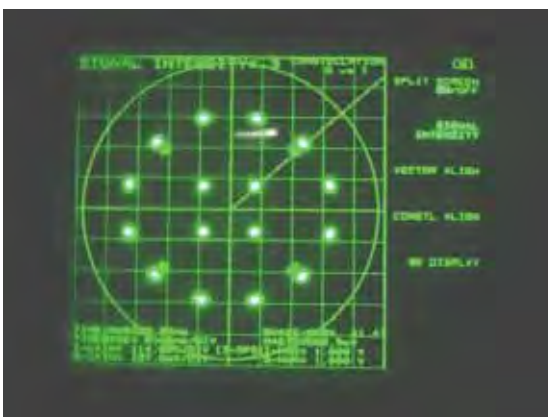


写真 6-5-1 16APSK(3/5) IF 折返しの
コンスタレーション



写真 6-5-2 16APSK(3/5) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

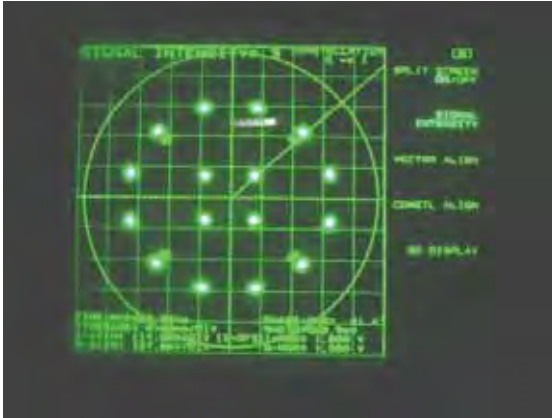


写真 6-6-1 16APSK (2/3) IF 折返しの
コンスタレーション

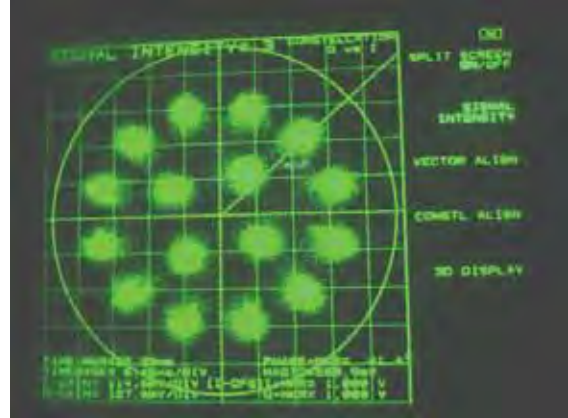


写真 6-6-2 16APSK (2/3) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

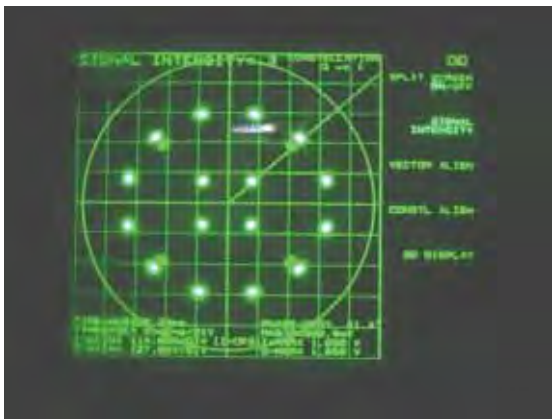


写真 6-7-1 16APSK (3/4) IF 折返しの
コンスタレーション



写真 6-7-2 16APSK (3/4) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

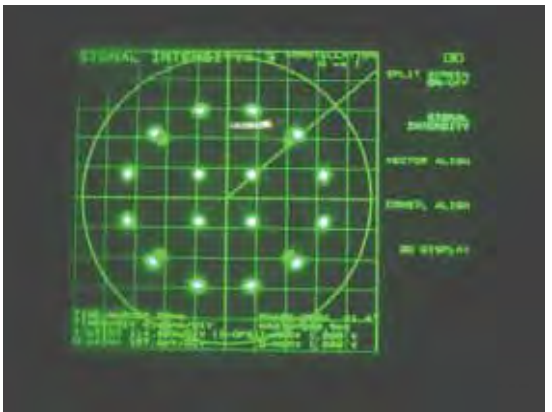


写真 6-8-1 16APSK (4/5) IF 折返しの
コンスタレーション

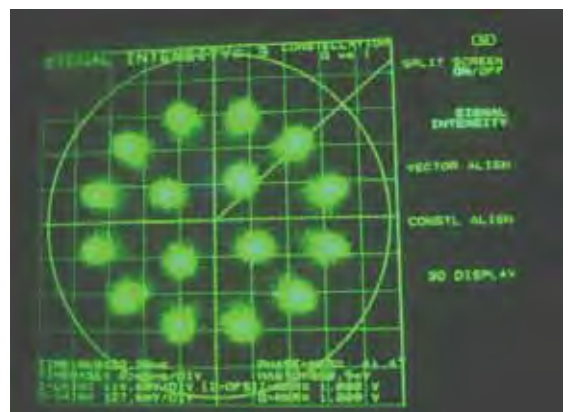


写真 6-8-2 16APSK (4/5) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

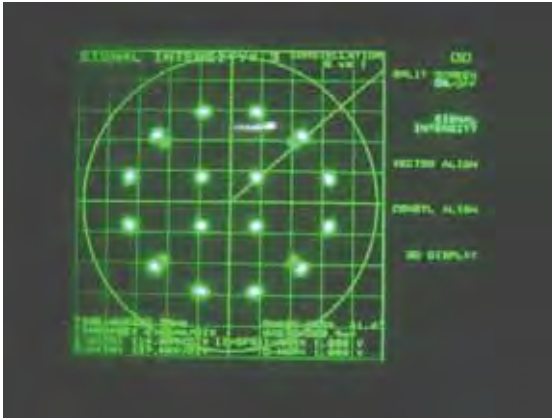


写真 6-9-1 16APSK(5/6) IF 折返しの
コンスタレーション

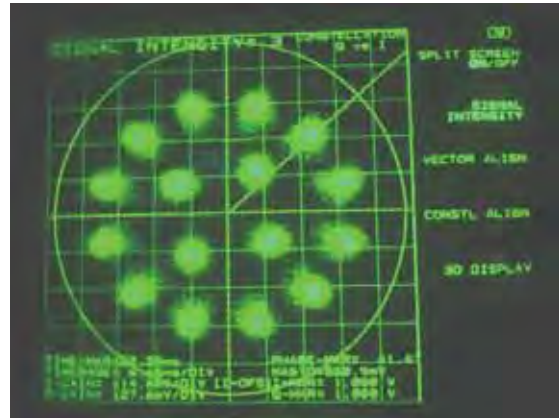


写真 6-9-2 16APSK(5/6) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

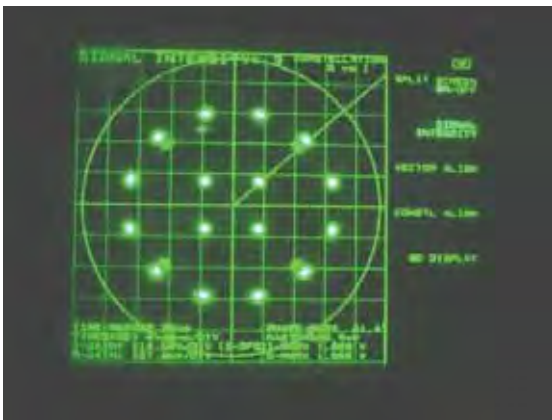


写真 6-10-1 16APSK(7/8) IF 折返しの
コンスタレーション

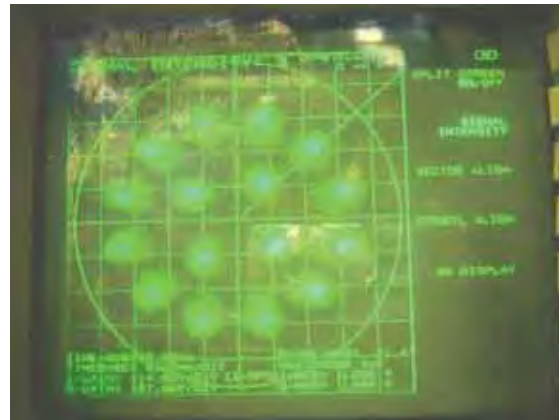


写真 6-10-2 16APSK(7/8) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

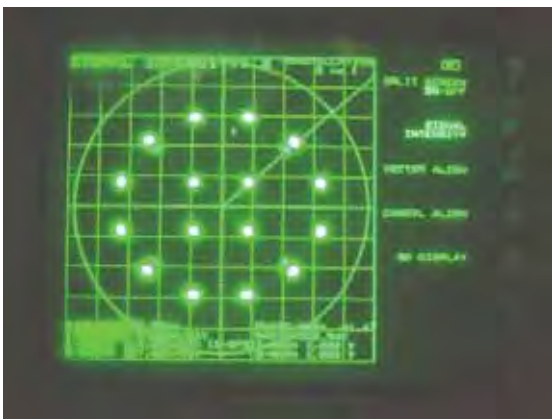


写真 6-11-1 16APSK(9/10) IF 折返しの
コンスタレーション

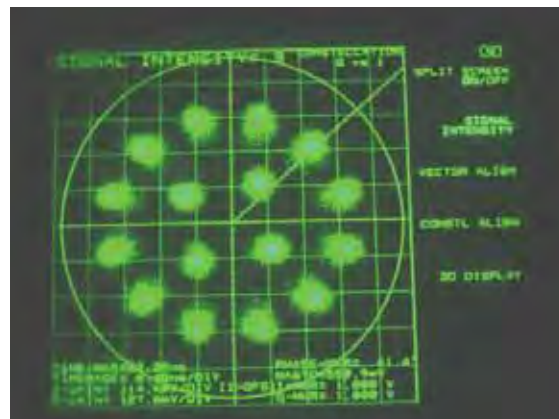


写真 6-11-2 16APSK(9/10) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

・ 32APSK

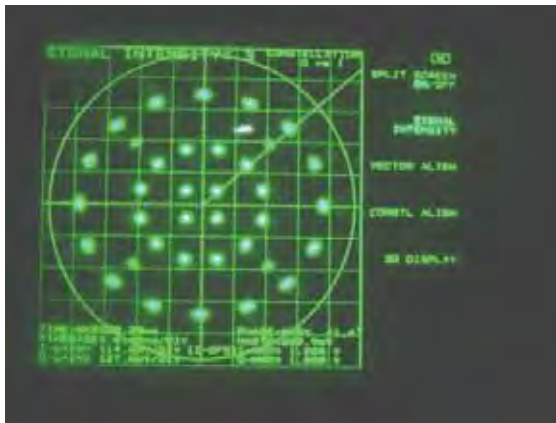


写真 7-1-1 32APSK(1/4) IF 折返しの
コンスタレーション

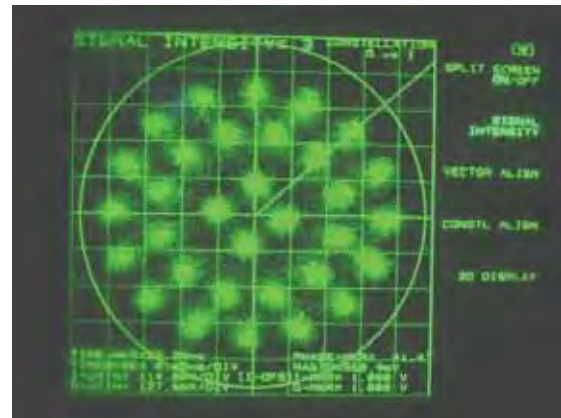


写真 7-1-2 32APSK(1/4) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

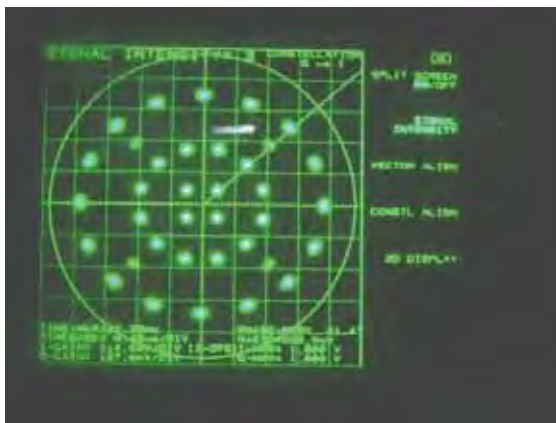


写真 7-2-1 32APSK(1/3) IF 折返しの
コンスタレーション

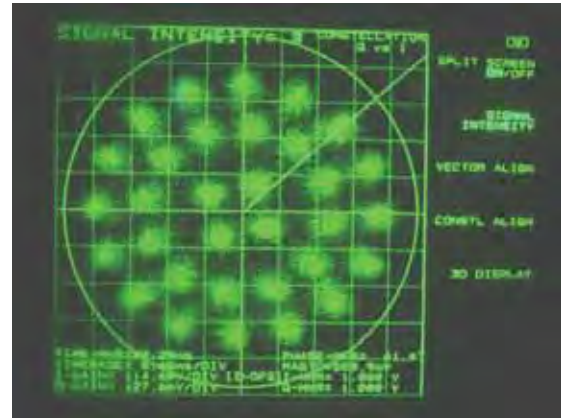


写真 7-2-2 32APSK(1/3) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

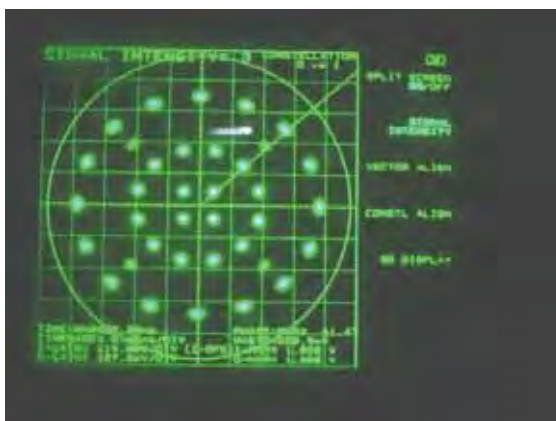


写真 7-3-1 32APSK(2/5) IF 折返しの
コンスタレーション

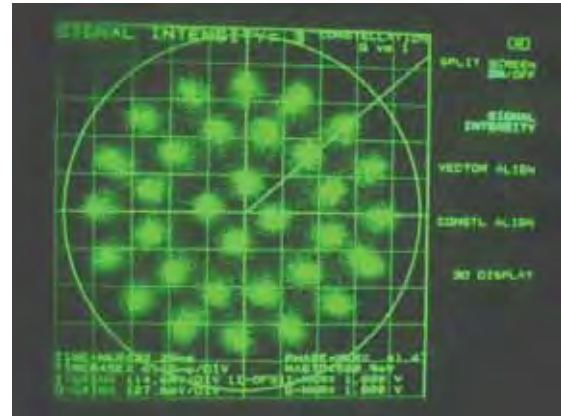


写真 7-3-2 32APSK(2/5) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

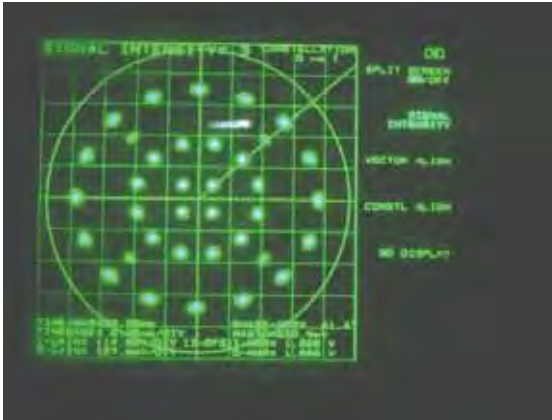


写真 7-4-1 32APSK(1/2) IF 折返しの
コンスタレーション

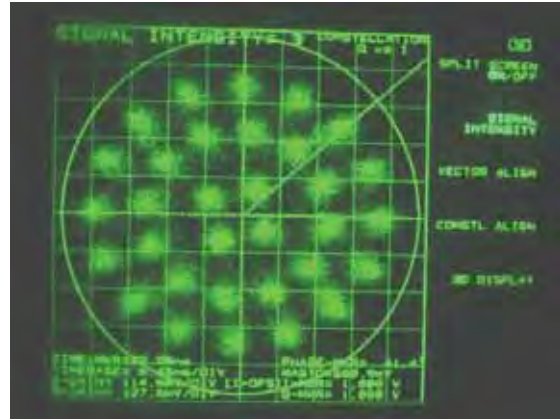


写真 7-4-2 32APSK(1/2) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

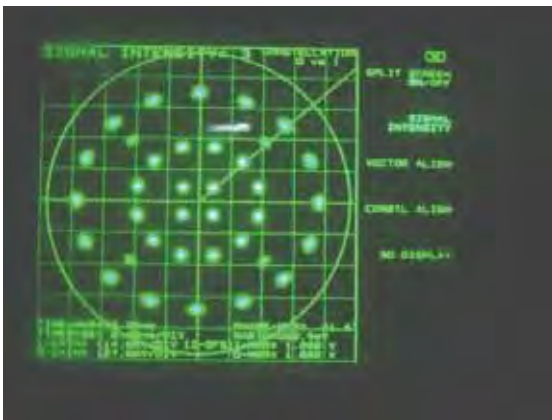


写真 7-5-1 32APSK(3/5) IF 折返しの
コンスタレーション

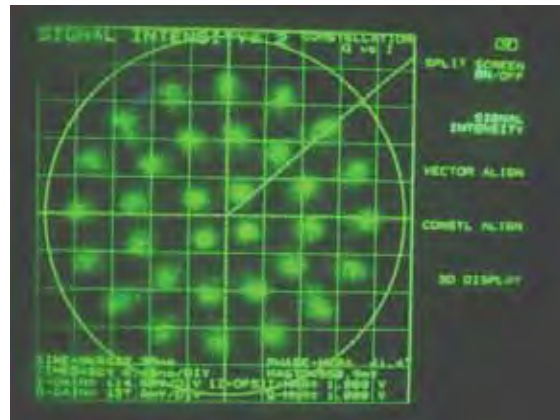


写真 7-5-2 32APSK(3/5) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

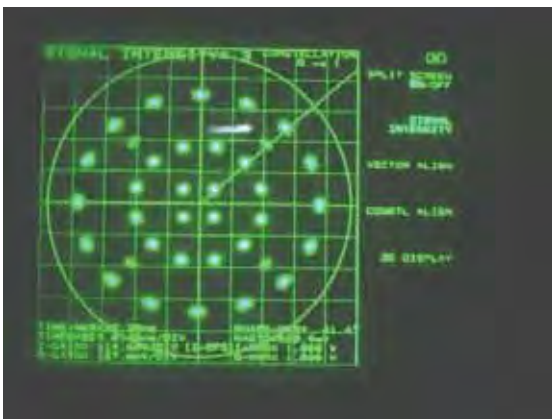


写真 7-6-1 32APSK(2/3) IF 折返しの
コンスタレーション



写真 7-6-2 32APSK(2/3) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

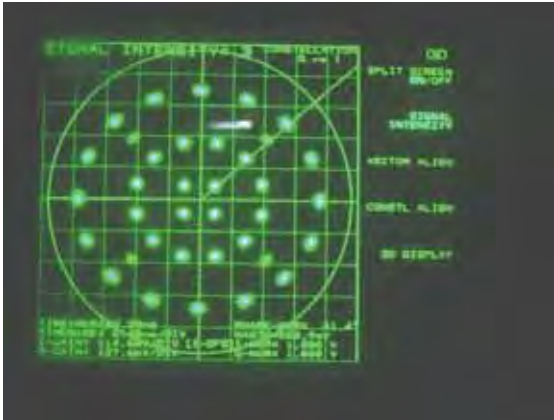


写真 7-7-1 32APSK(3/4) IF 折返し
のコンスタレーション

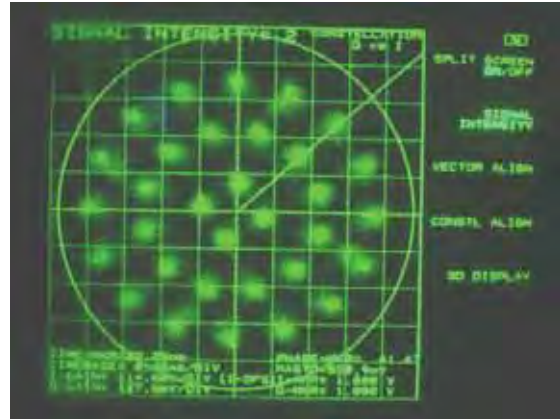


写真 7-7-2 32APSK(3/4) 擬似中継器
折返しコンスタレーション

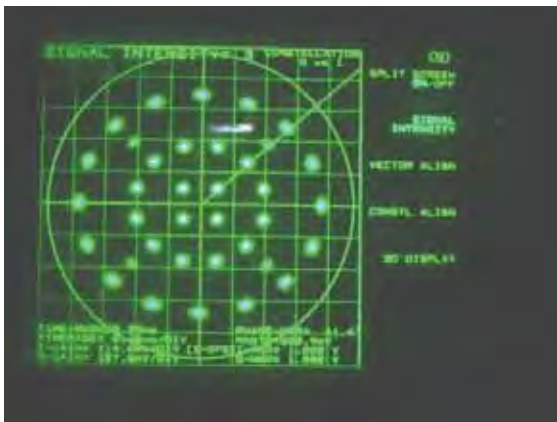


写真 7-8-1 32APSK(4/5) IF 折返し
のコンスタレーション

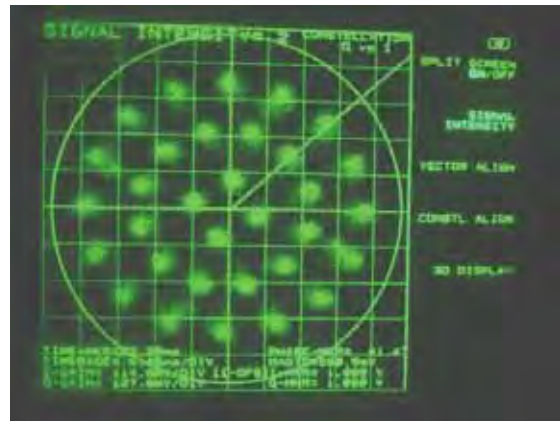


写真 7-8-2 32APSK(4/5) 擬似中継器
折返しコンスタレーション

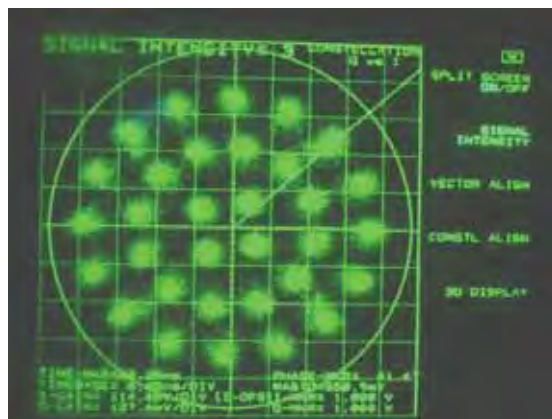


写真 7-8-3 32APSK(4/5) 擬似中継器
折返しコンスタレーション (ODU 入り)

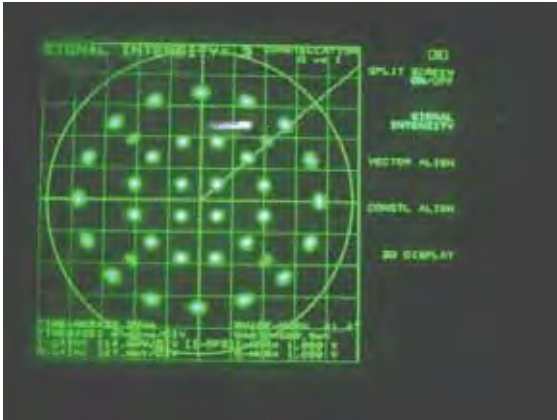


写真 7-9-1 32APSK(5/6) IF 折返しの
コンスタレーション

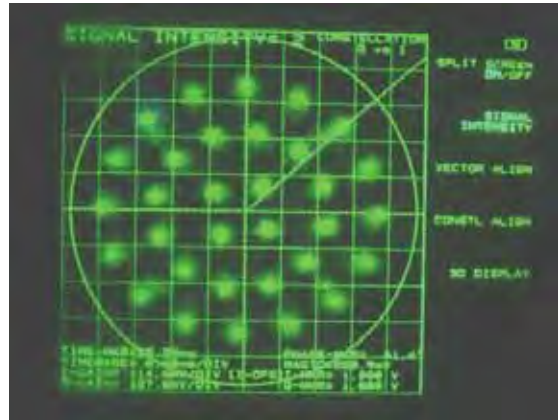


写真 7-9-2 32APSK(5/6) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

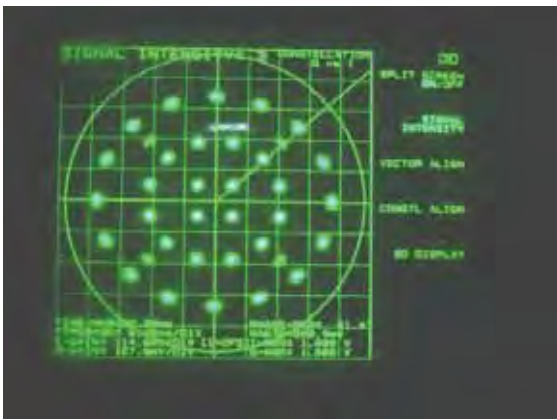


写真 7-10-1 32APSK(7/8) IF 折返しの
コンスタレーション

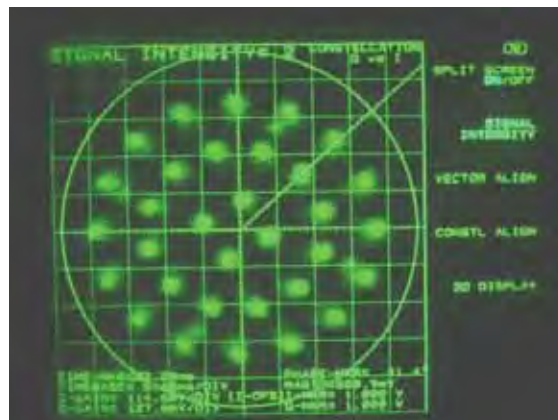


写真 7-10-2 32APSK(7/8) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

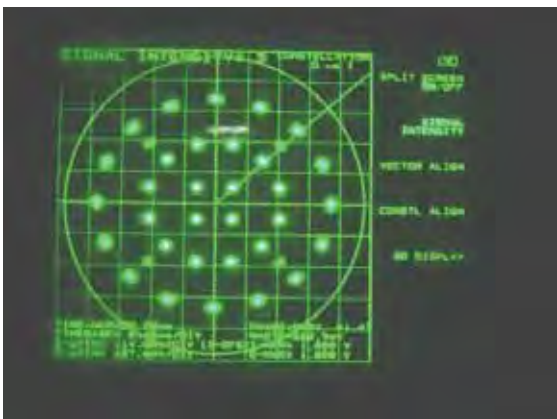


写真 7-11-1 32APSK(9/10) IF 折返しの
コンスタレーション

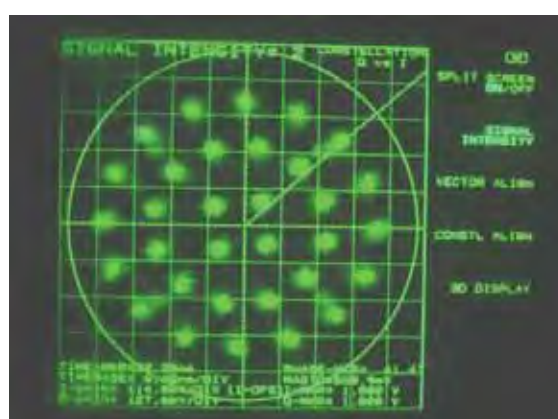


写真 7-11-2 32APSK(9/10) 擬似中継器
折返しのコンスタレーション

付録 1-5 IF 折返し、疑似中継器折返し C/N 対ビット誤り率特性

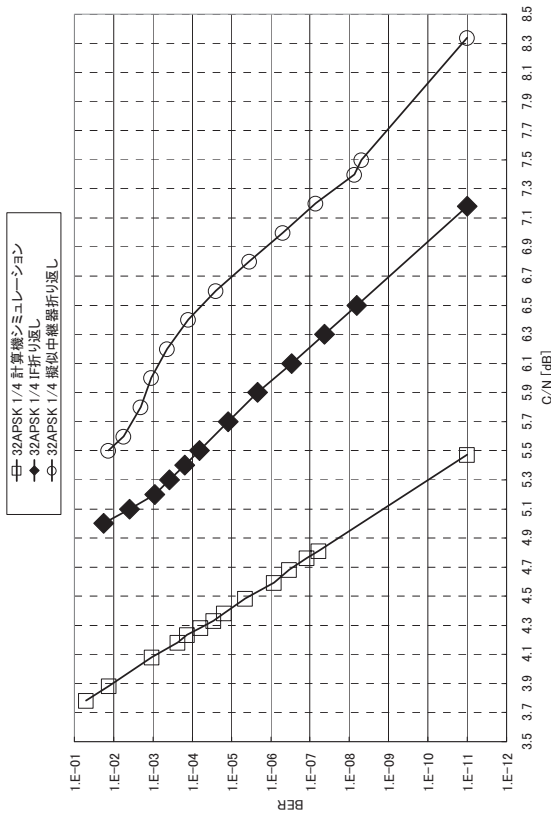


図 9a $\pi/2$ シフト BPSK1/4

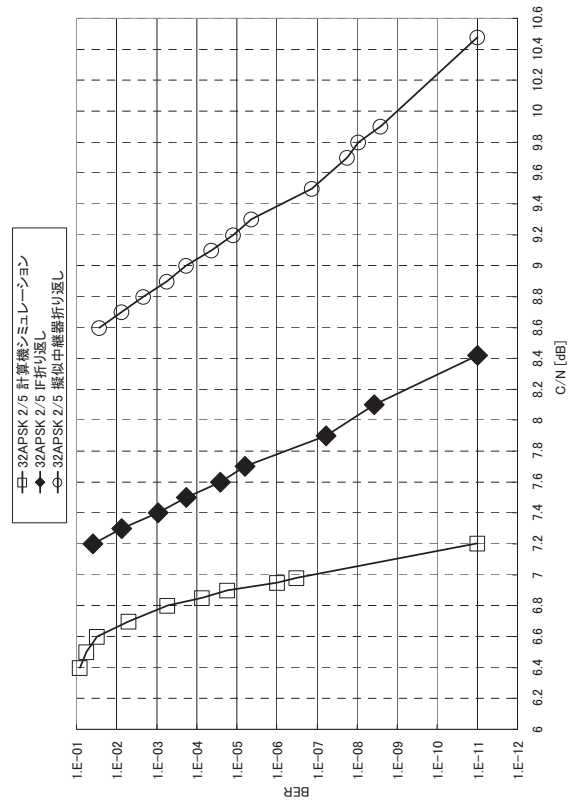


図 9c $\pi/2$ シフト BPSK2/5

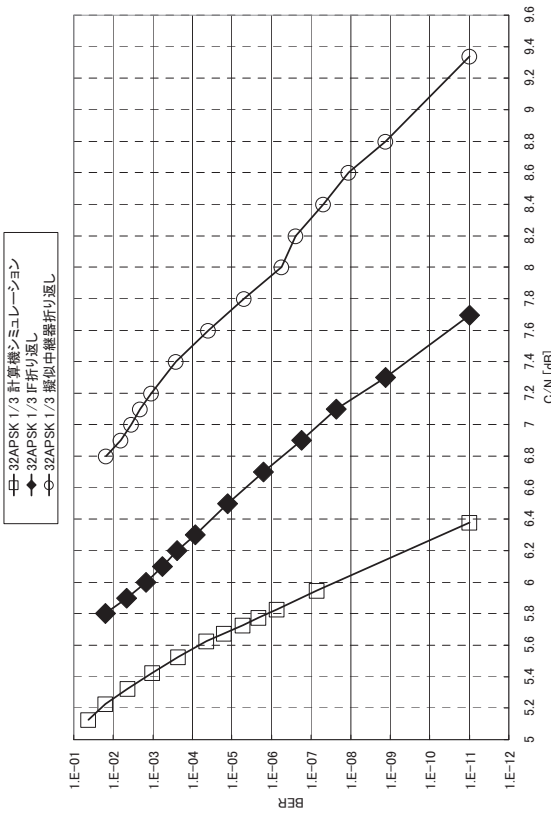


図 9b $\pi/2$ シフト BPSK1/3

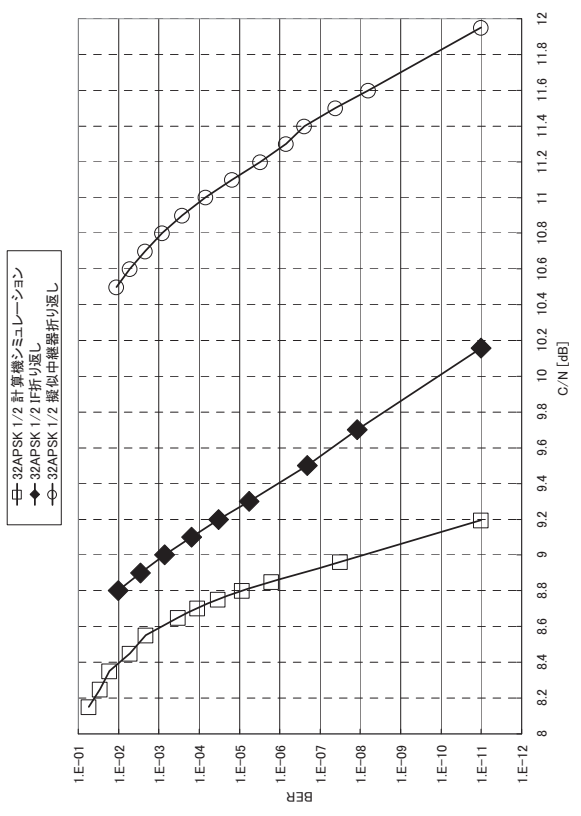


図 9d $\pi/2$ シフト BPSK1/2

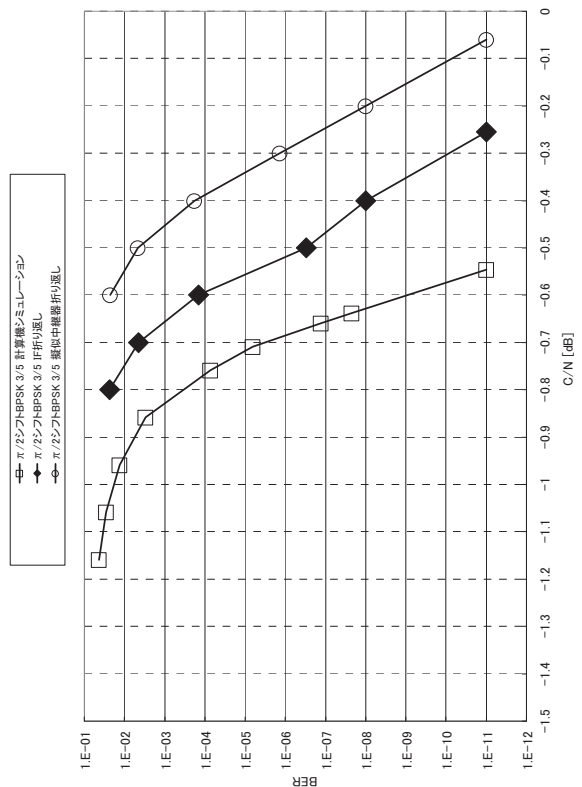


図 9e $\pi/2$ シフト BPSK3/5

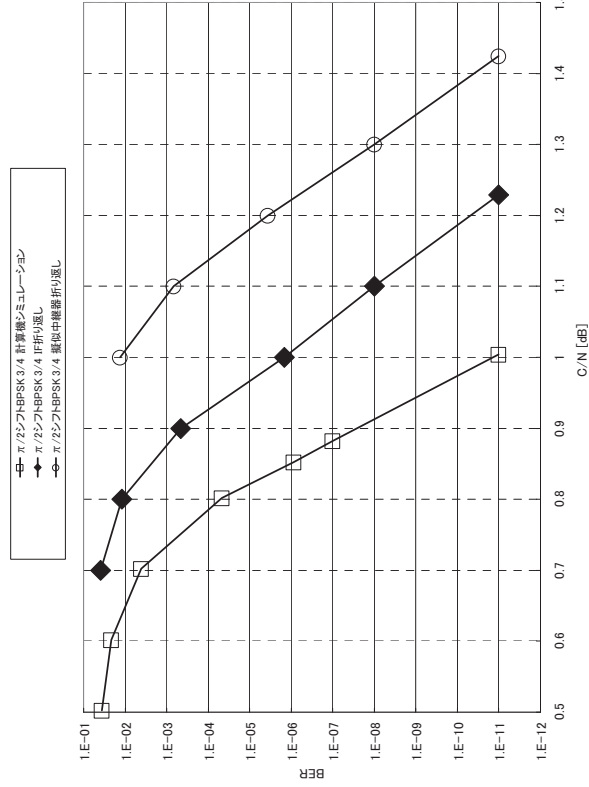


図 9g $\pi/2$ シフト BPSK3/4

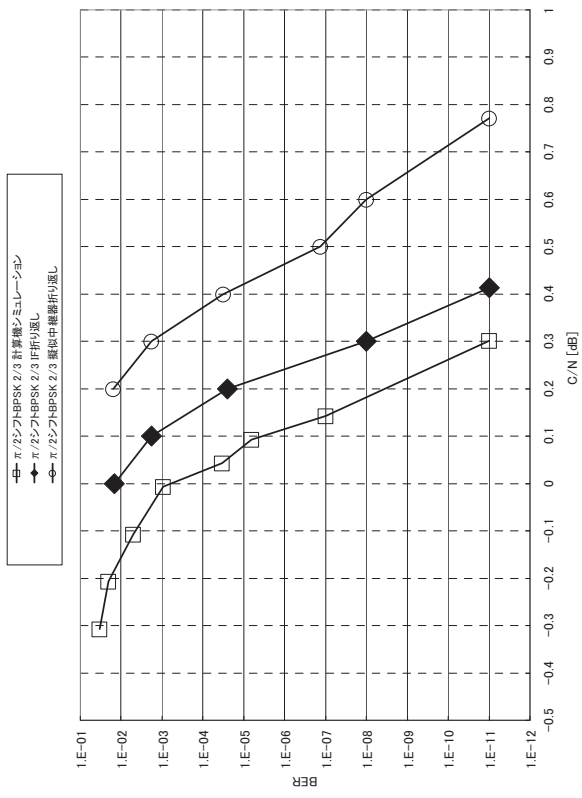


図 9f $\pi/2$ シフト BPSK2/3

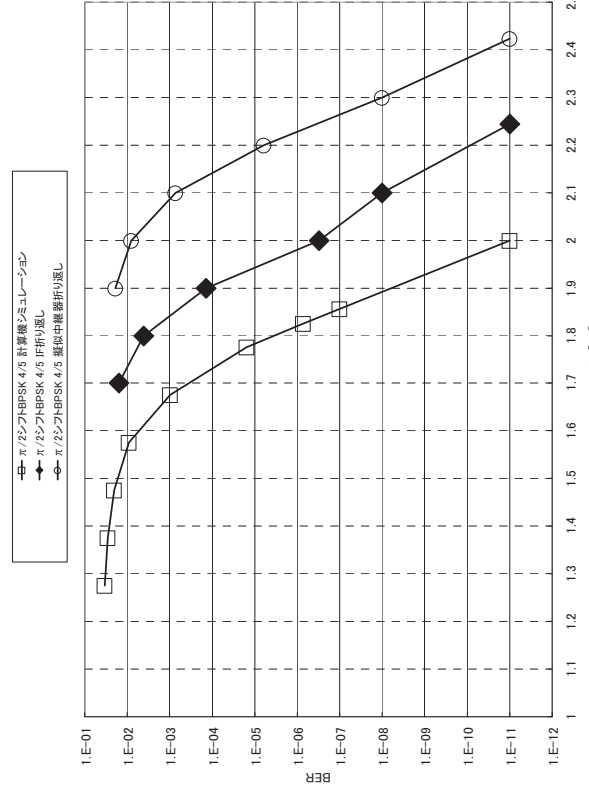


図 9h $\pi/2$ シフト BPSK4/5

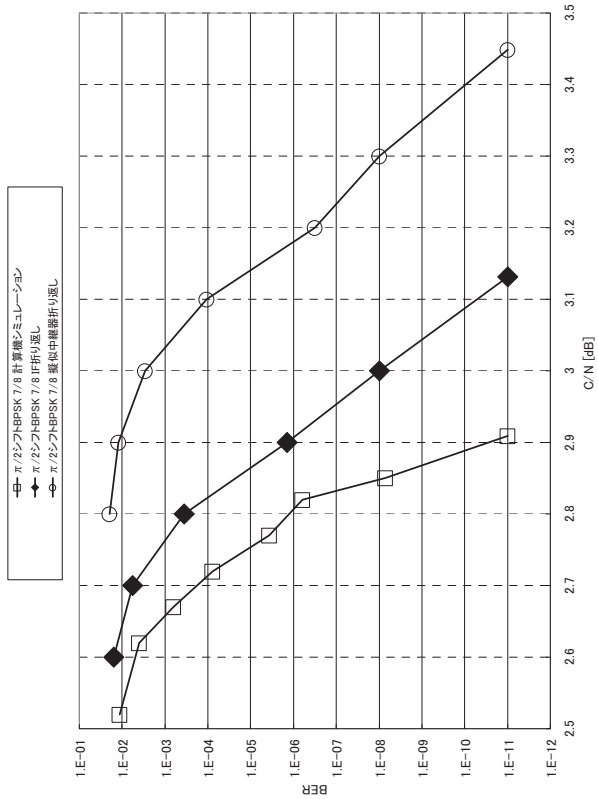


図 9j $\pi/2$ シフト BPSK 7/8

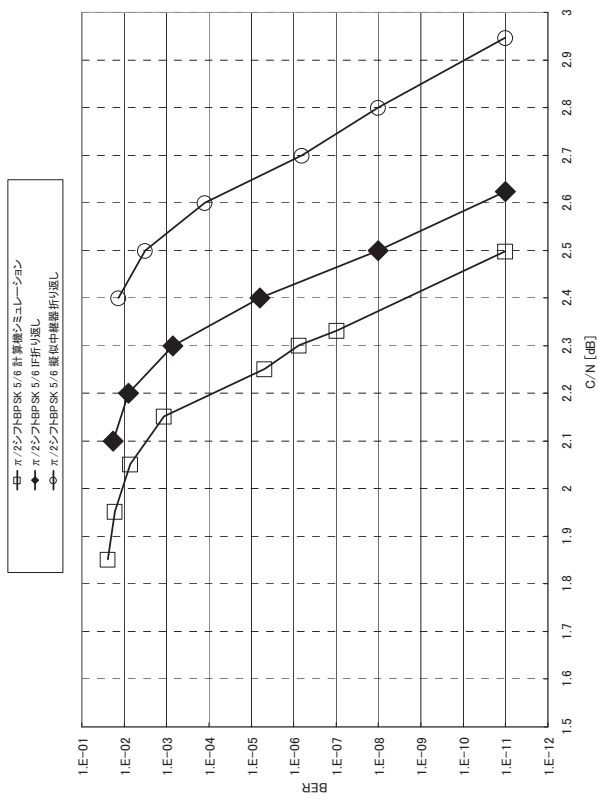


図 9i $\pi/2$ シフト BPSK 5/6

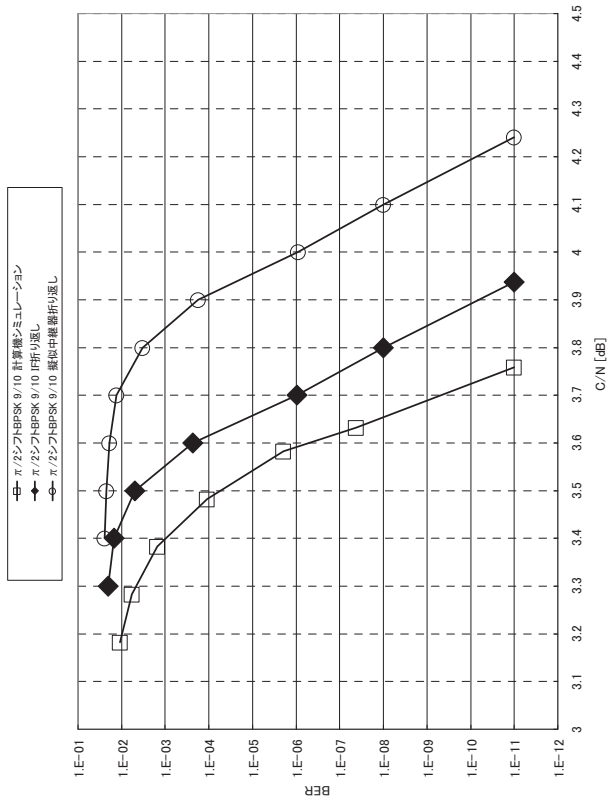


図 9k $\pi/2$ シフト BPSK 9/10

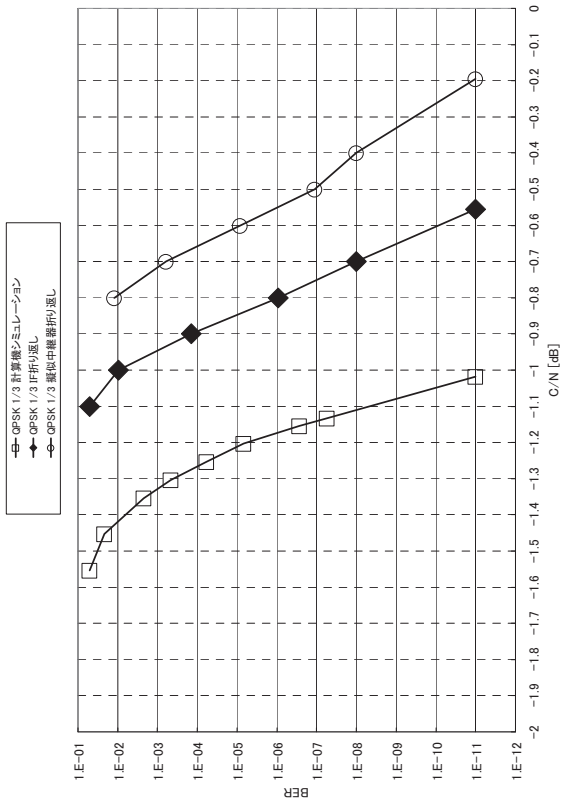


図 10a QPSK1/4

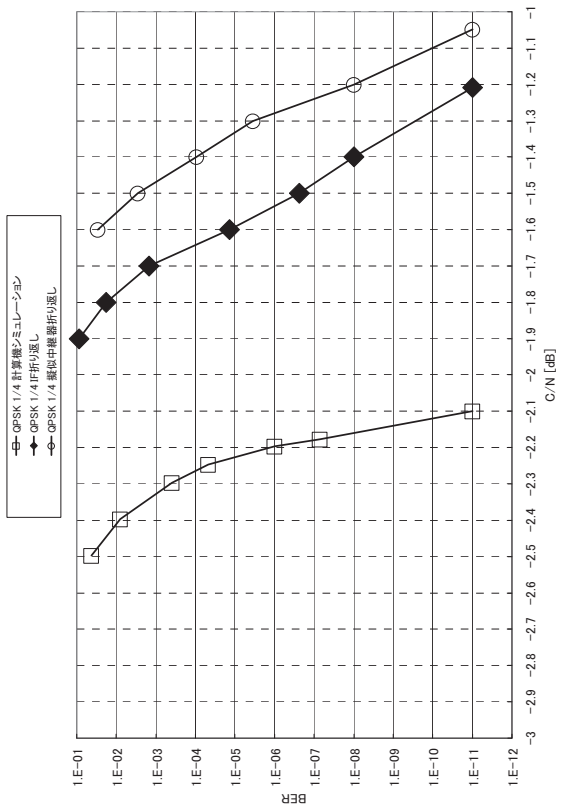


図 10b QPSK1/3

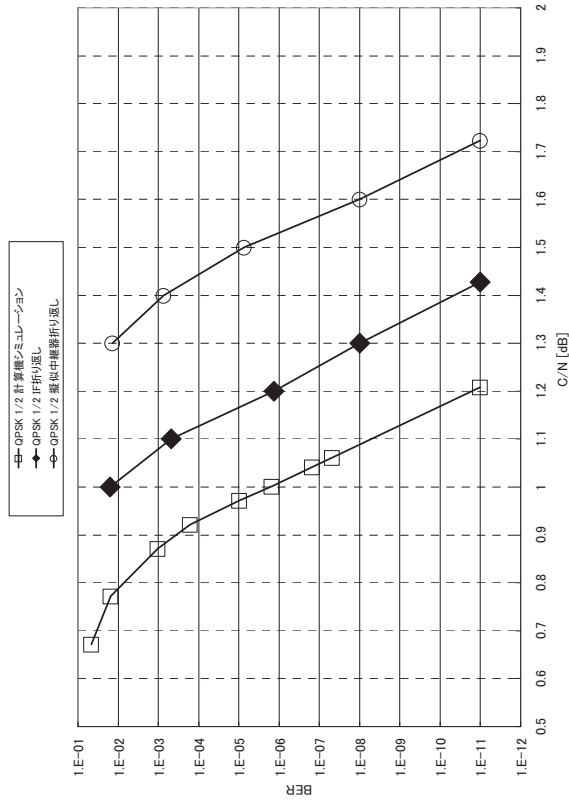


図 10c QPSK2/5

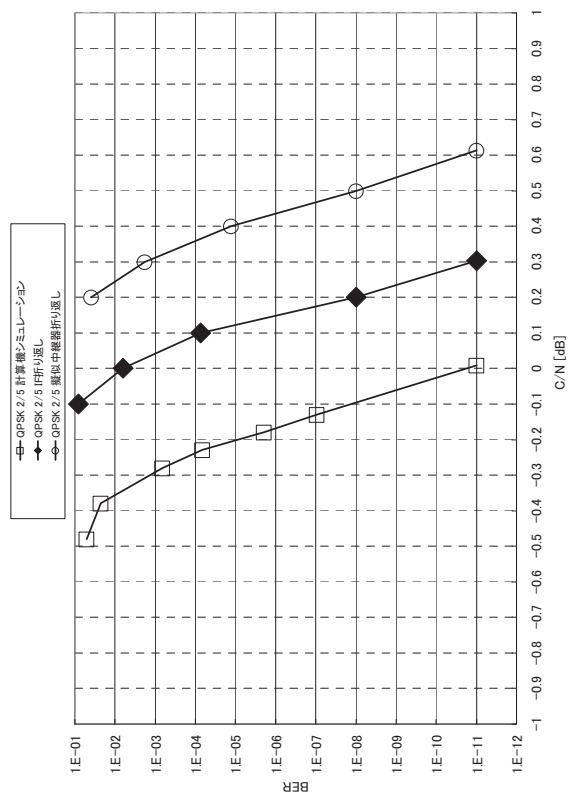


図 10d QPSK 1/2

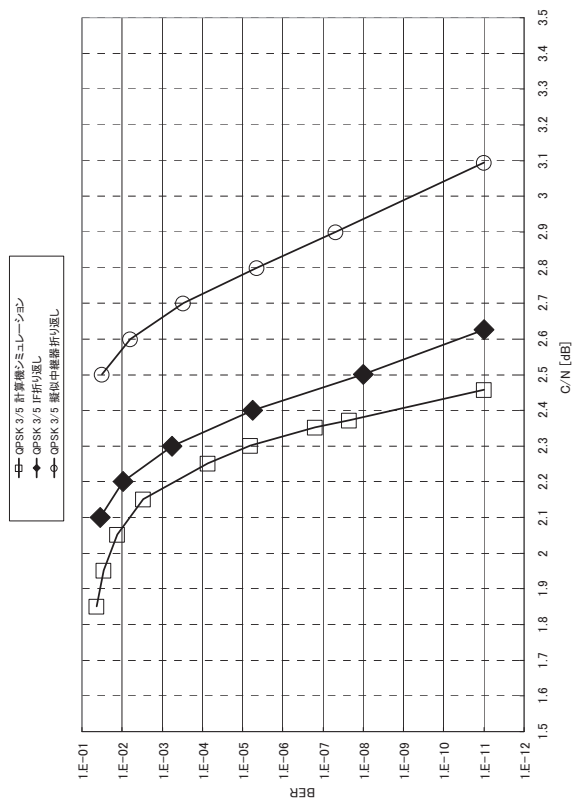


図 10e QPSK3/5

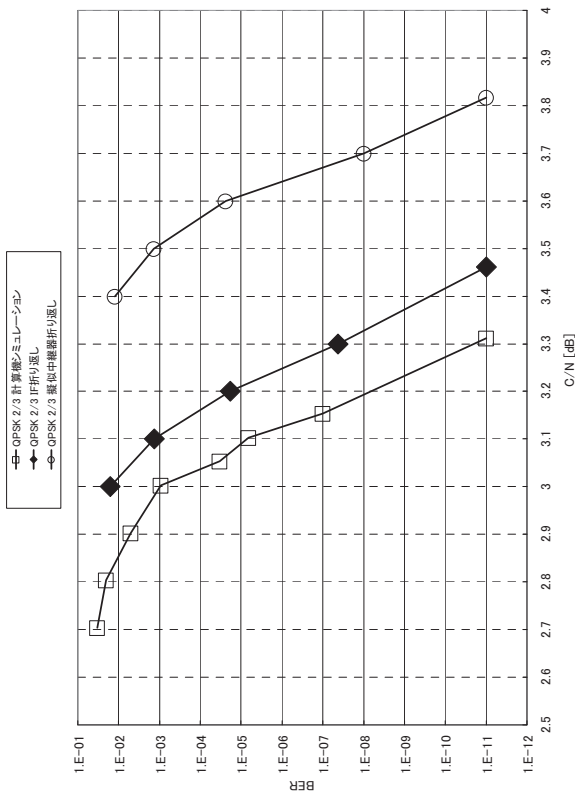


図 10f QPSK2/3

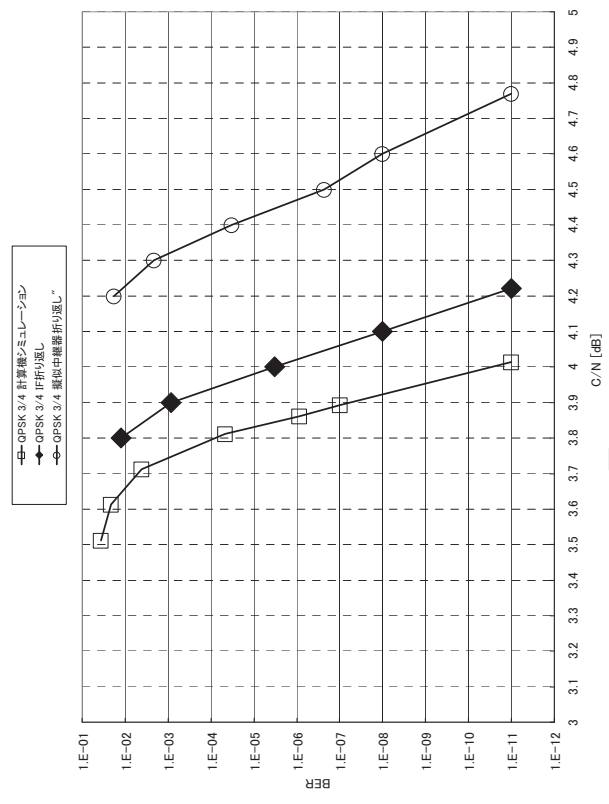


図 10g QPSK3/4

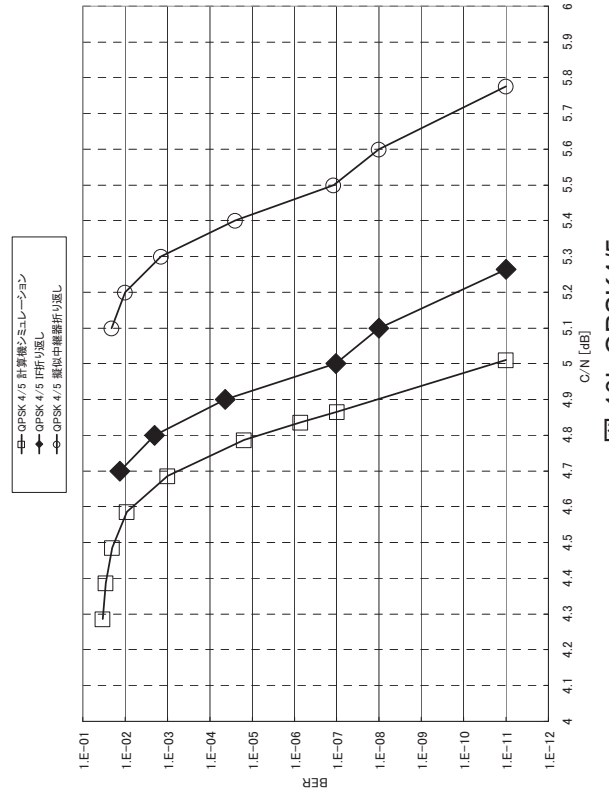


図 10h QPSK4/5

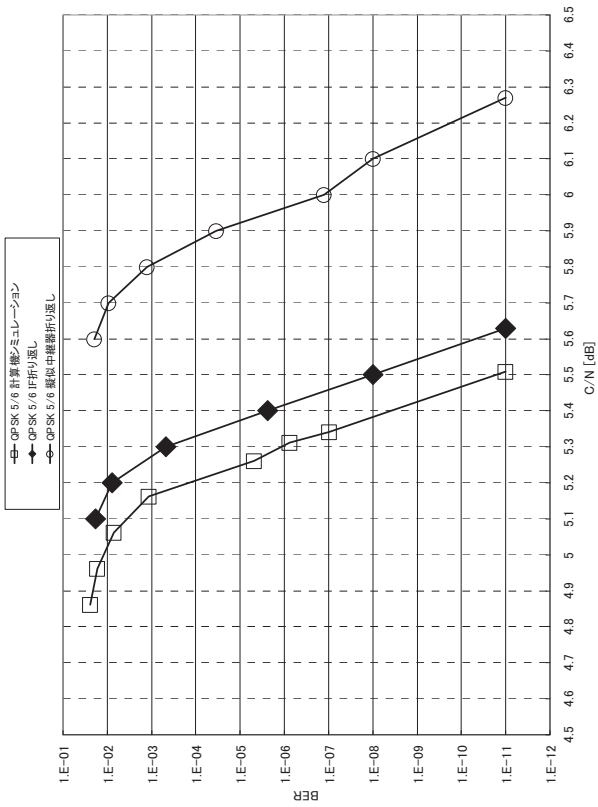


図 10i QPSK 5/6

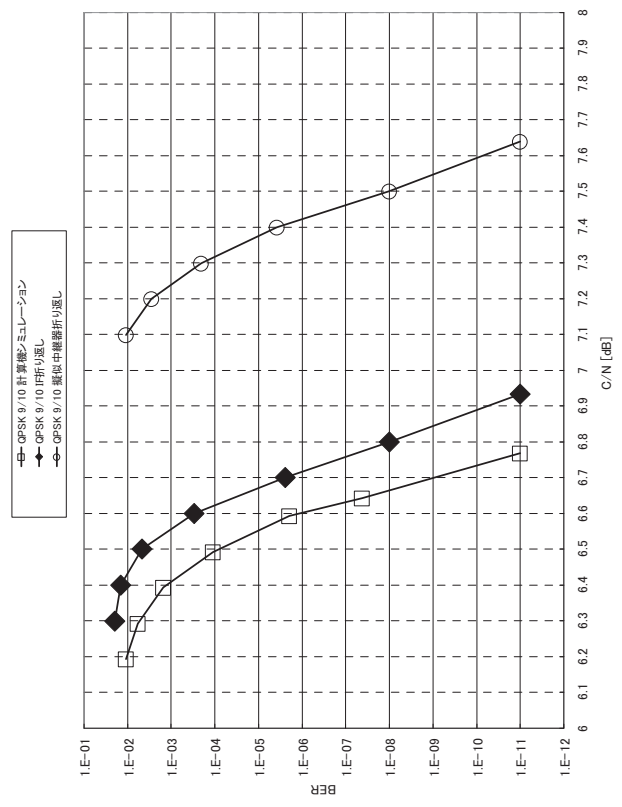


図 10k QPSK 9/10

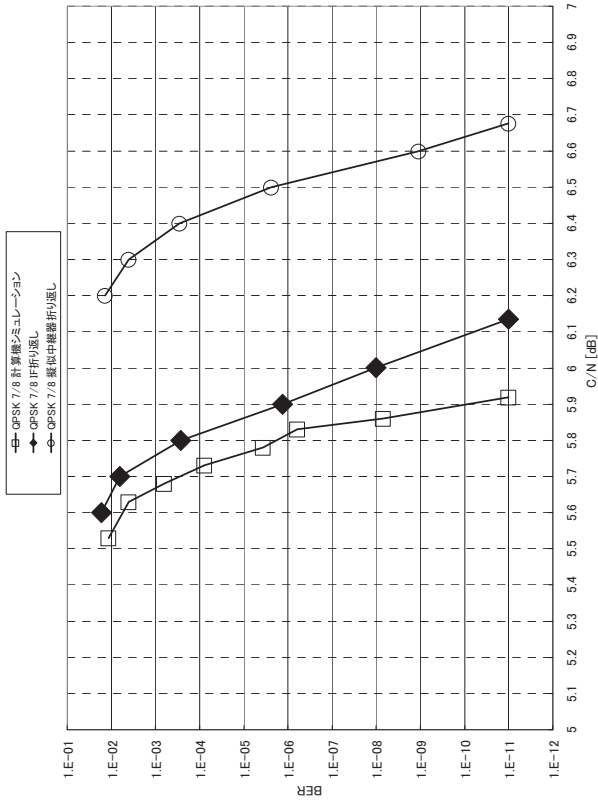


図 10j QPSK 7/8

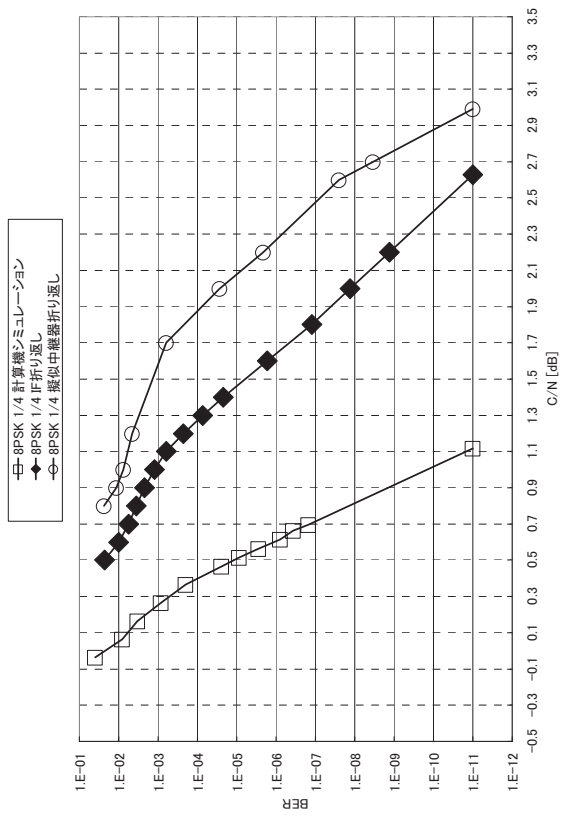


図 11a 8PSK 1/4

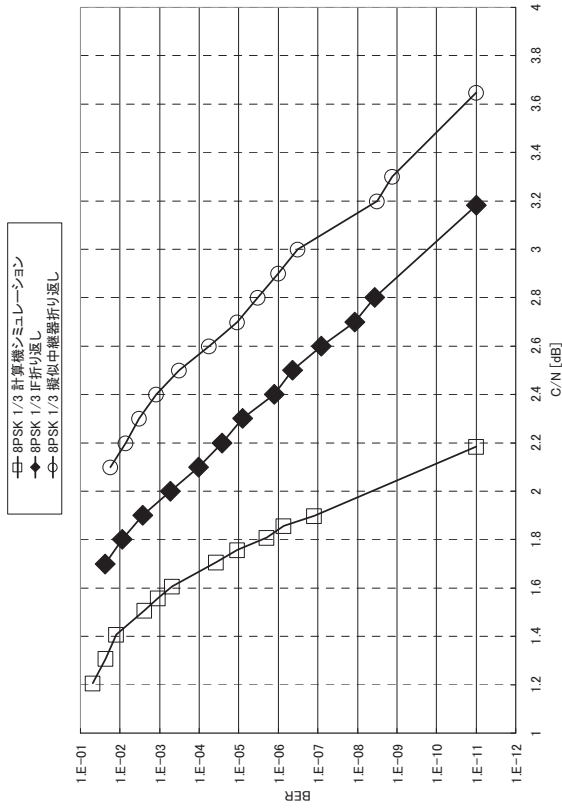


図 11b 8PSK 1/3

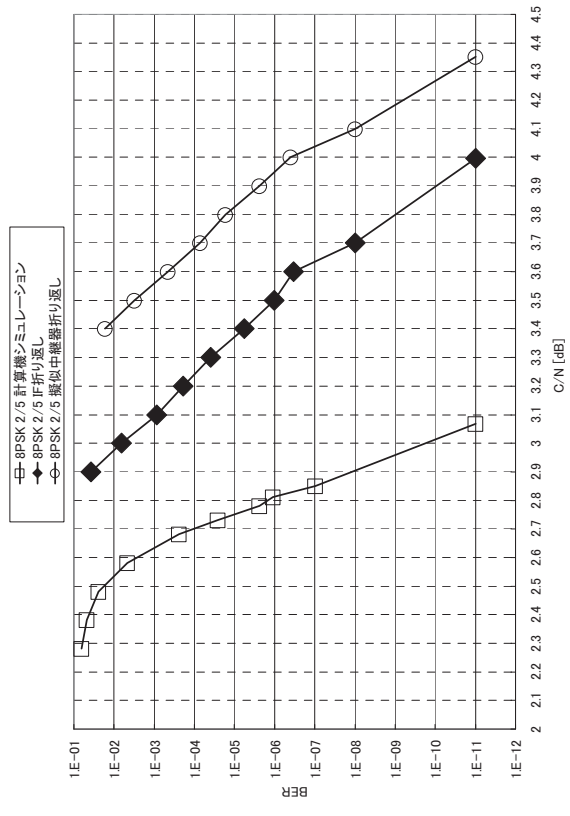


図 11c 8PSK 2/5

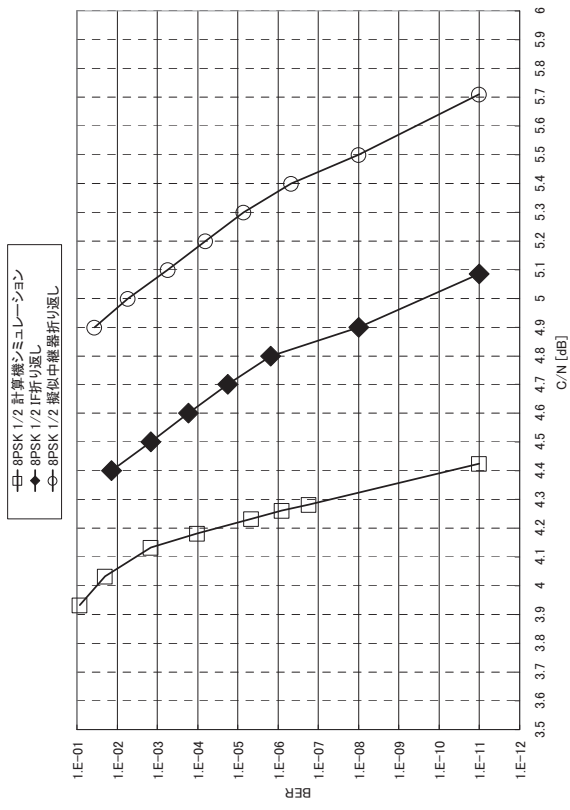


図 11d 8PSK 1/2

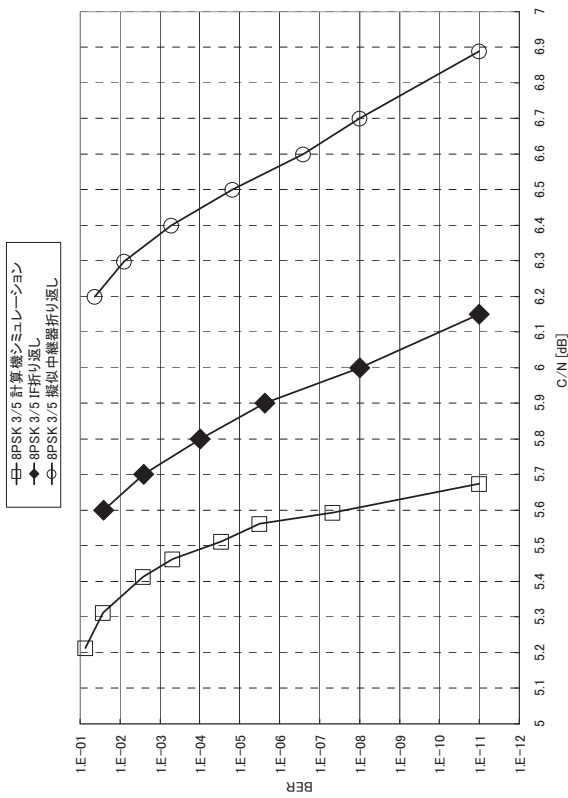


図 11e 8PSK 3/5

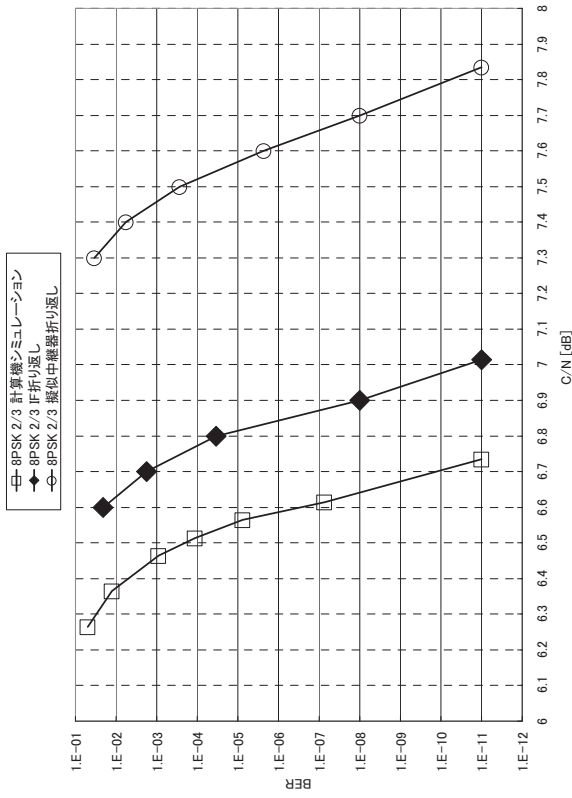


図 11f 8PSK 2/3

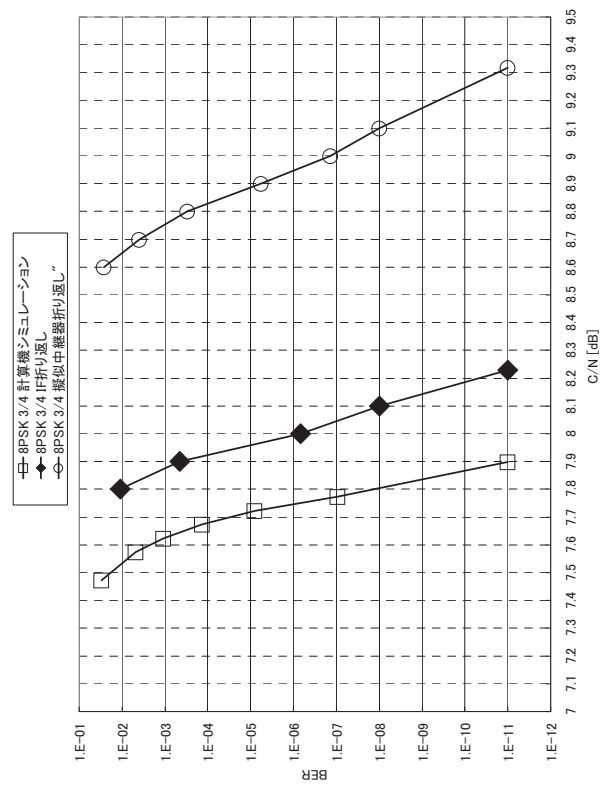


図 11g 8PSK 3/4

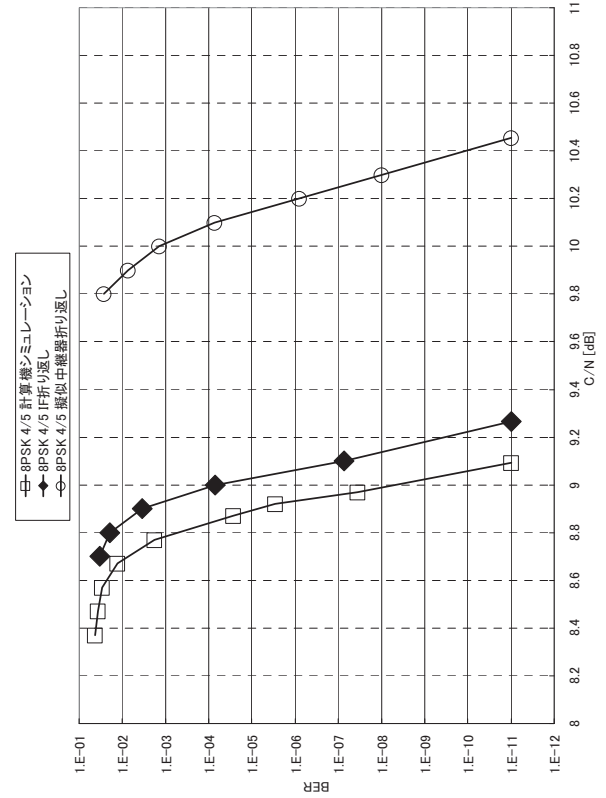


図 11h 8PSK 4/5

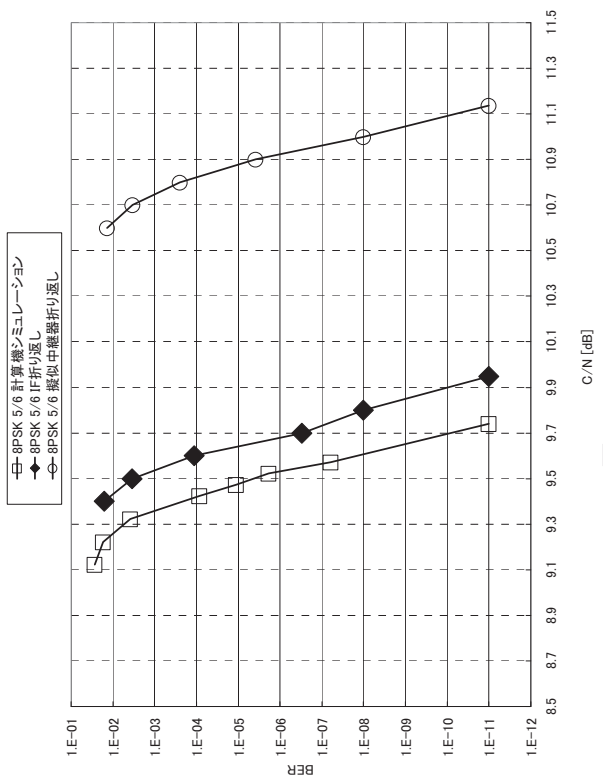


図 11i 8PSK 5/6

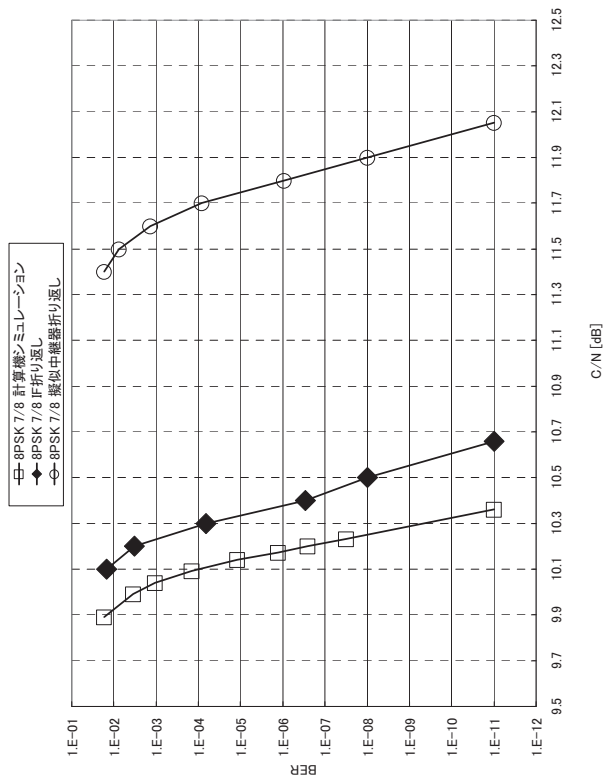


図 11j 8PSK 7/8

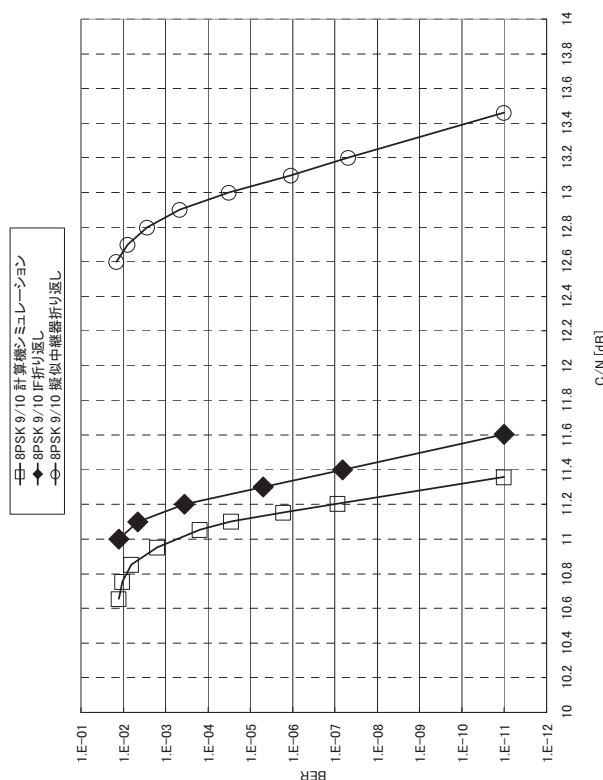


図 11k 8PSK 9/10

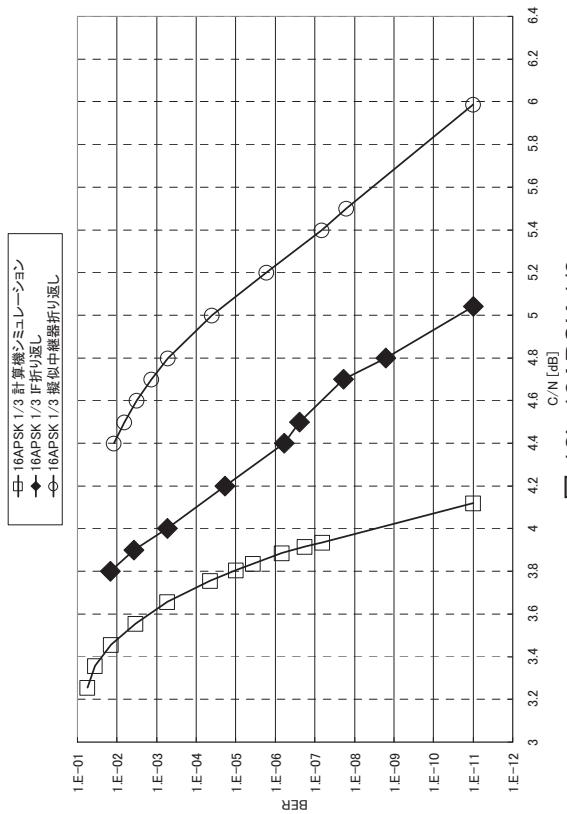


図 12b 16APSK 1/3

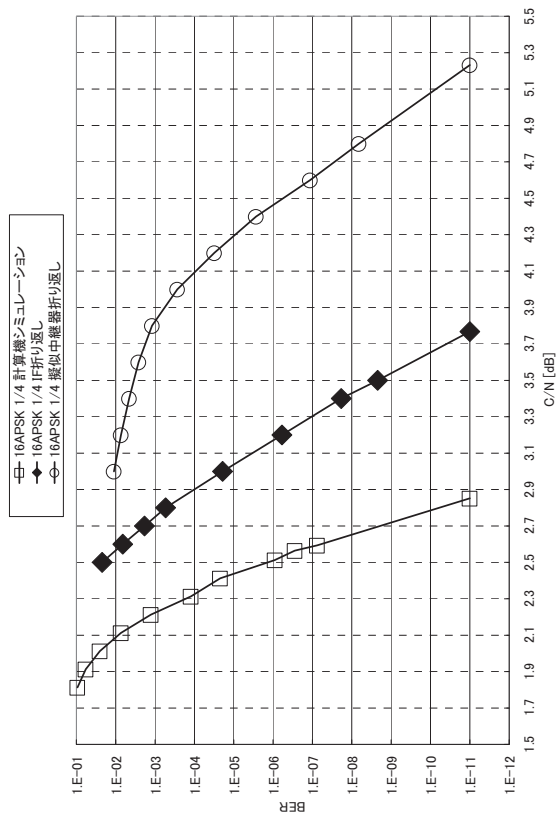


図 12a 16APSK 1/4

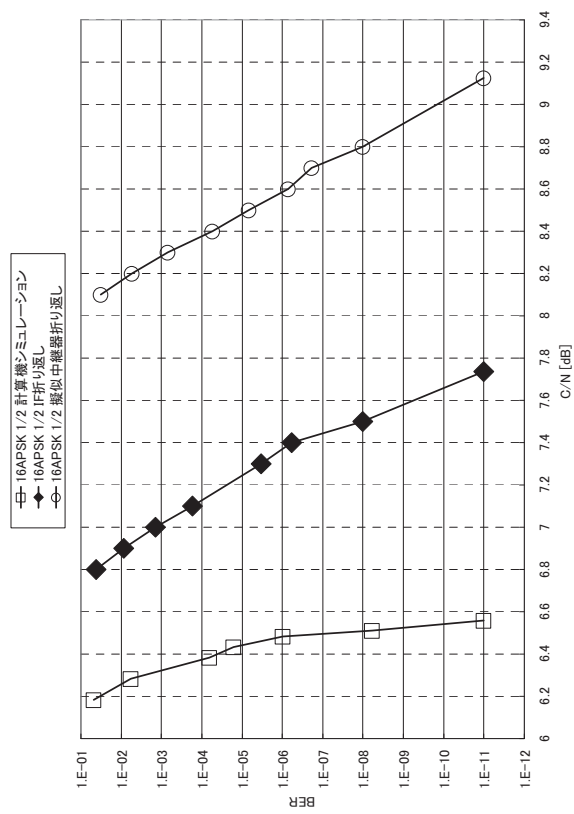


図 12d 16APSK 1/2

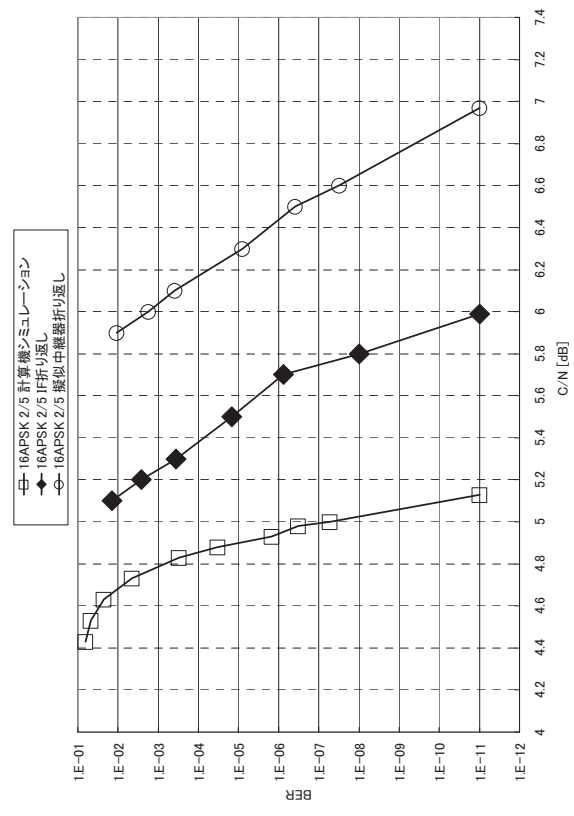


図 12c 16APSK 2/5

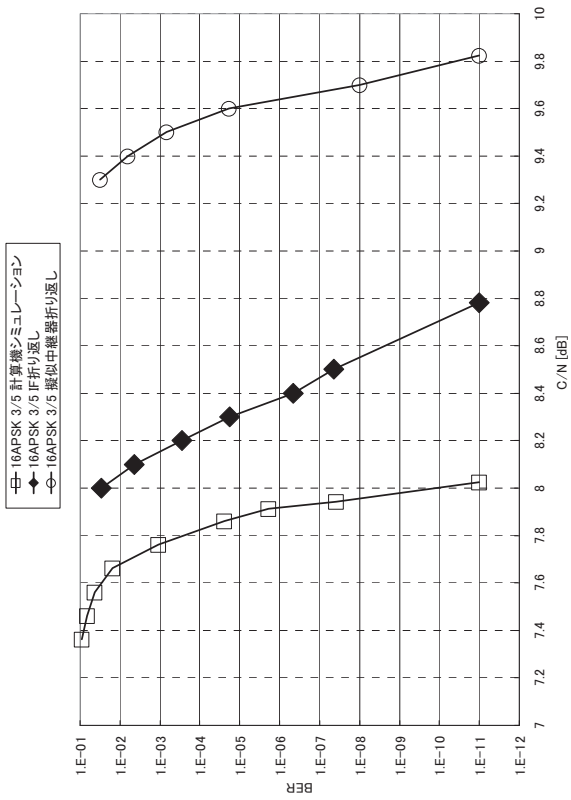


図 12e 16APSK3/5

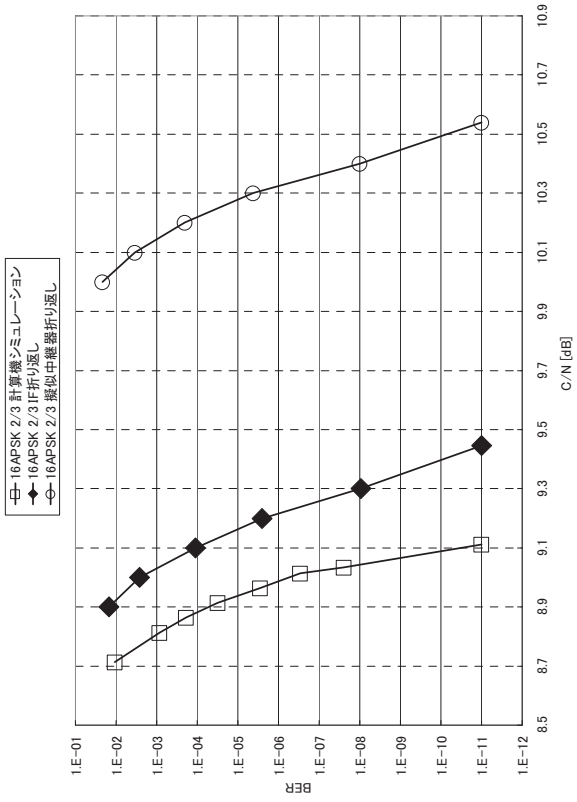


図 12f 16APSK 2/3

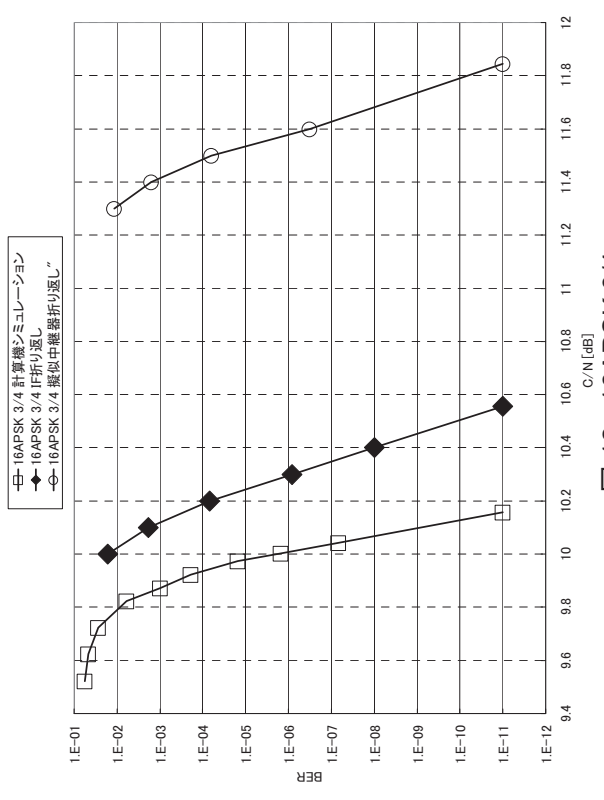


図 12g 16APSK 3/4

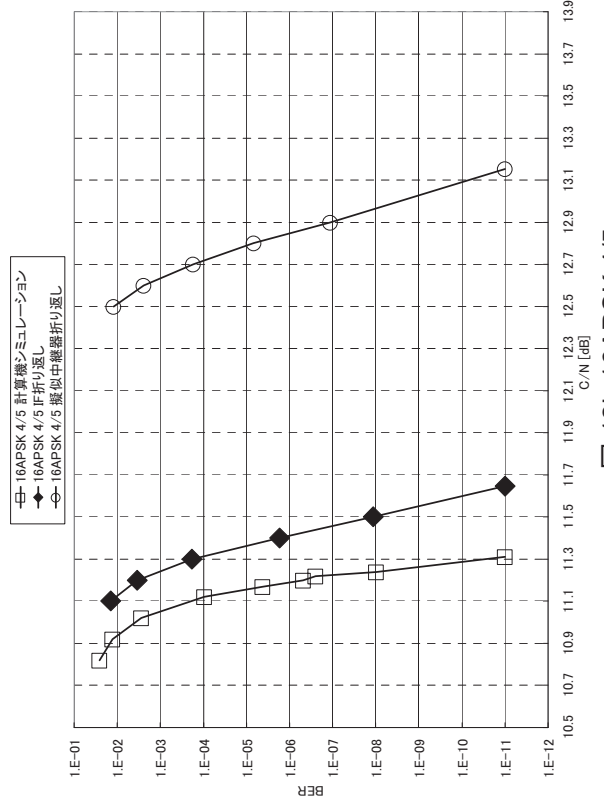


図 12h 16APSK 4/5

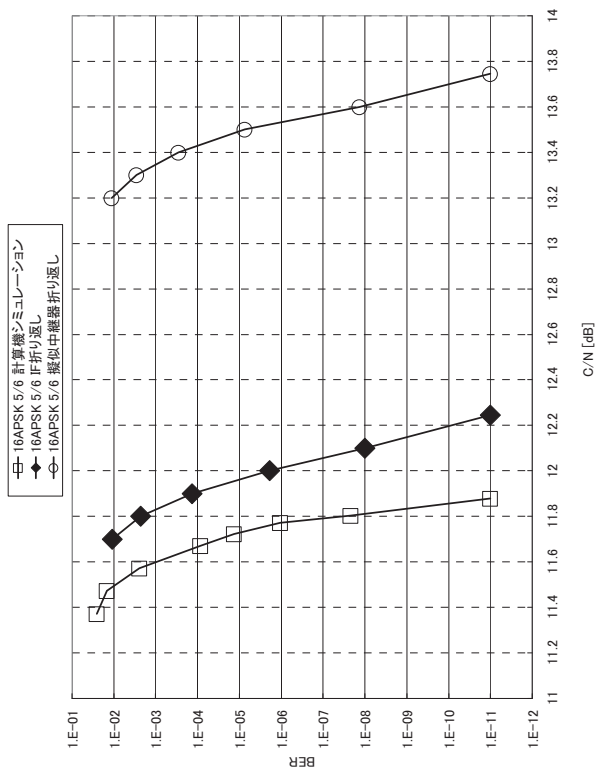


図 12i 16APSK 5/6

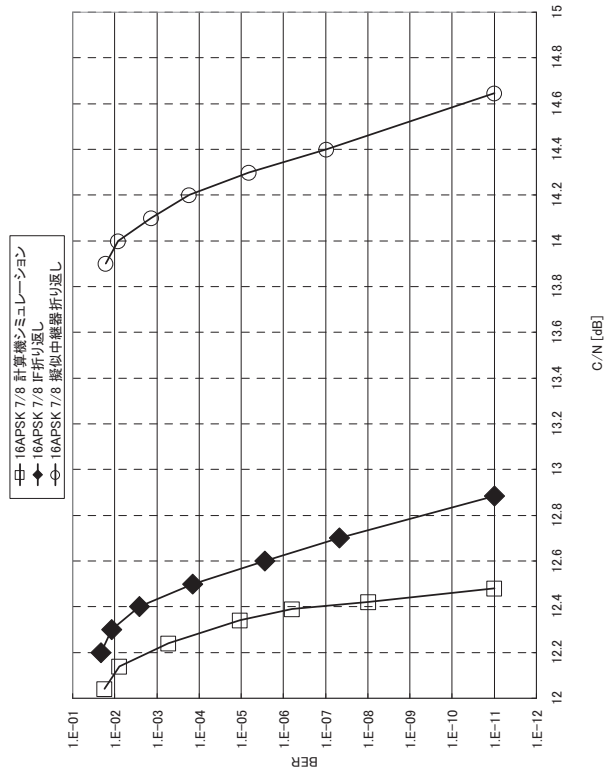


図 12j 16APSK 7/8

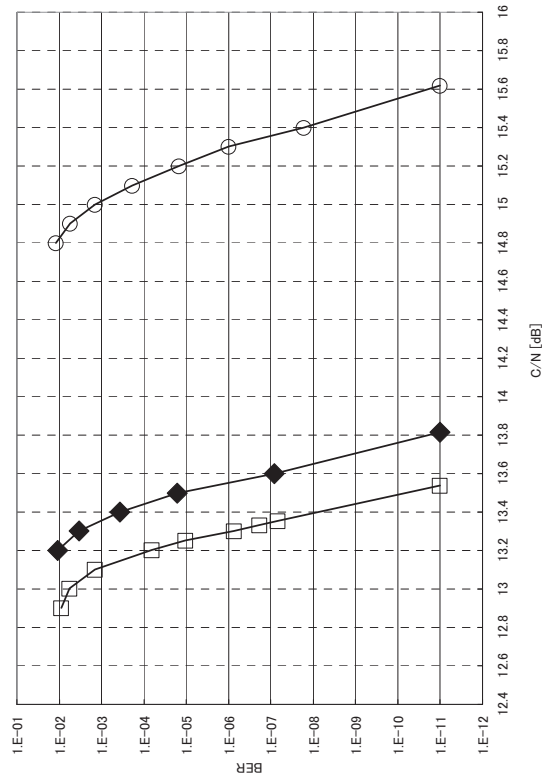


図 12k 16APSK 9/10

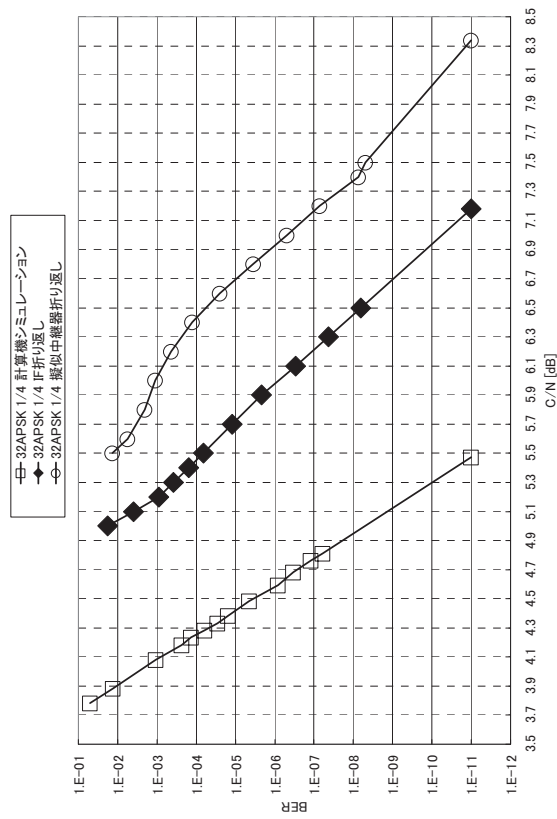


図 13a 32APSK 1/4

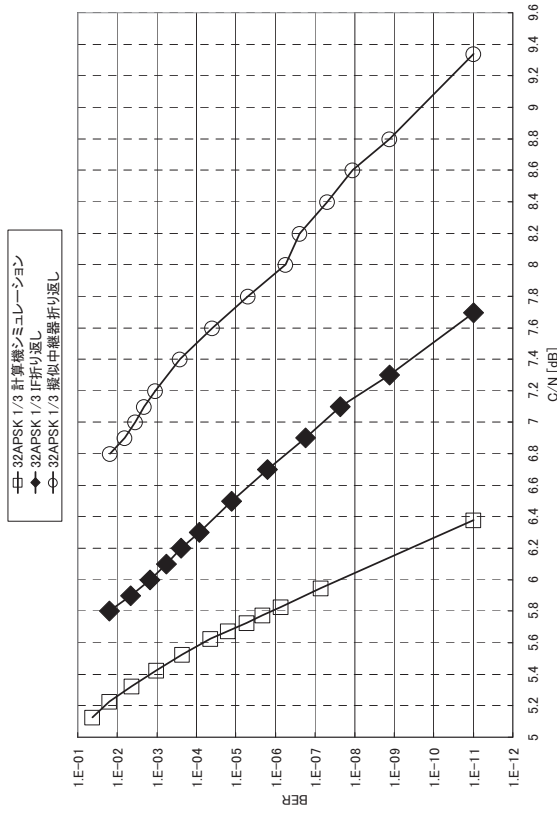


図 13b 32APSK 1/3

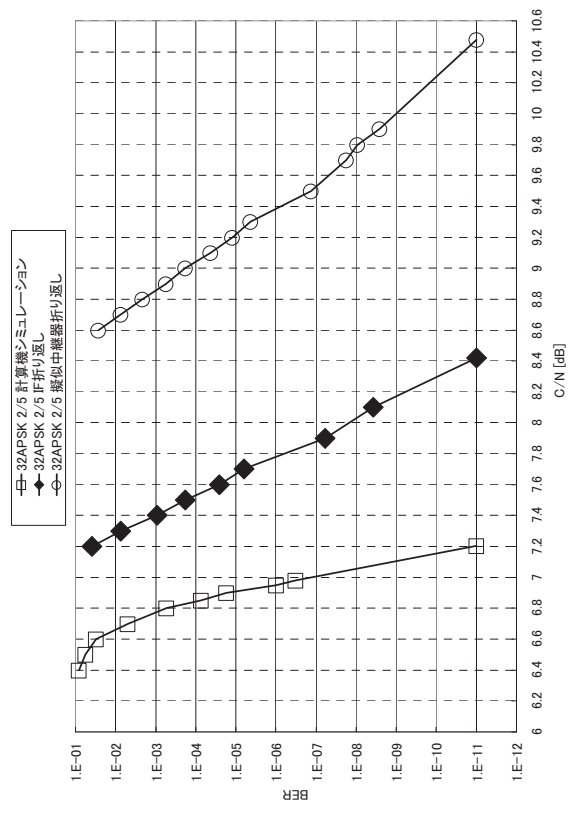


図 13c 32APSK 2/5

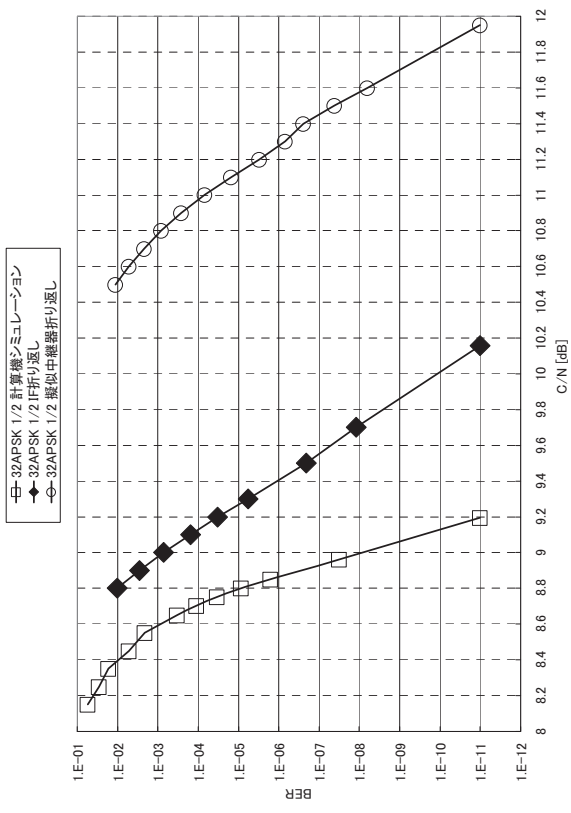


図 13d 32APSK 1/2

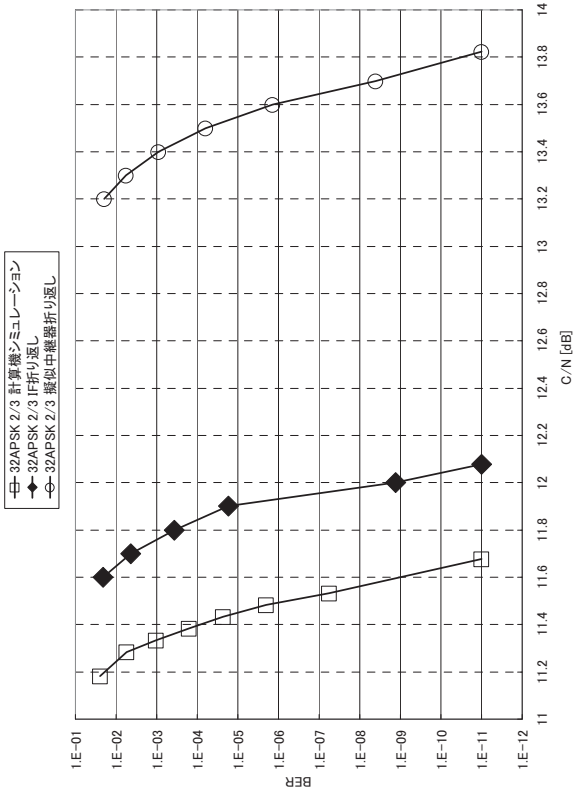


図 13f 32APSK 2/3

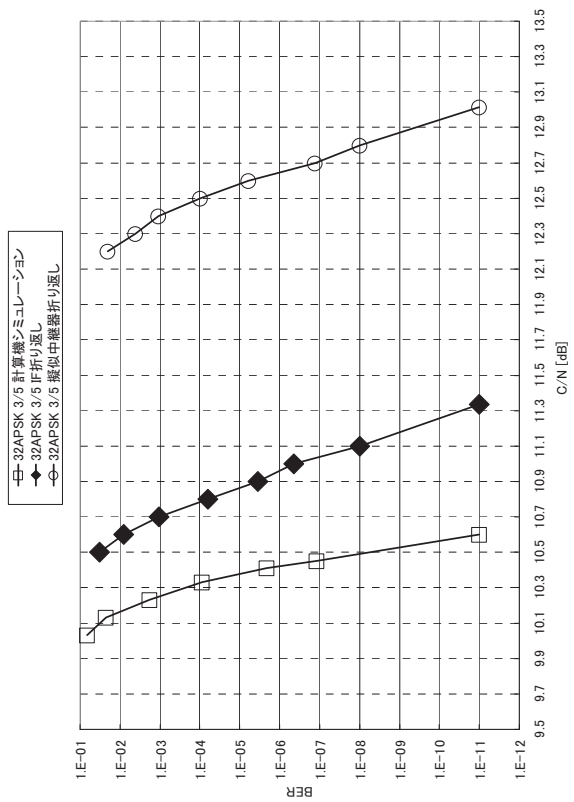


図 13e 32APSK 3/5

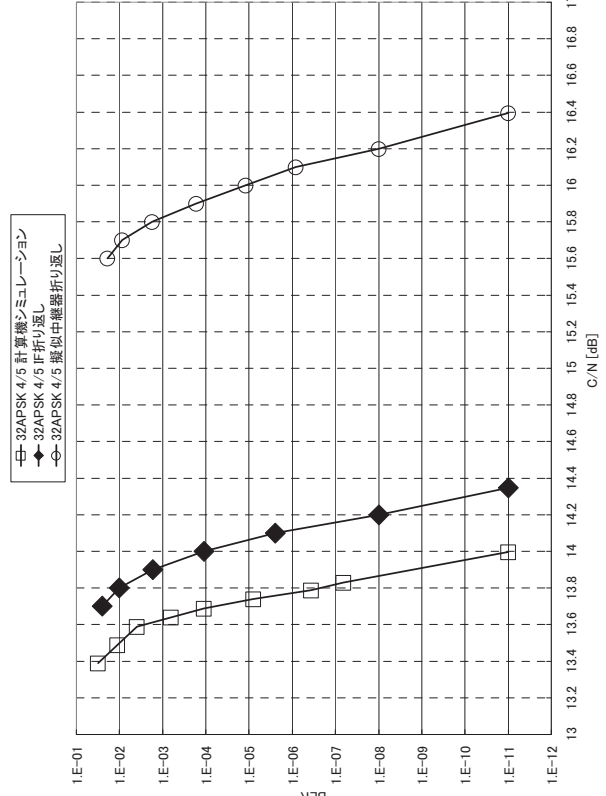


図 13h 32APSK 4/5

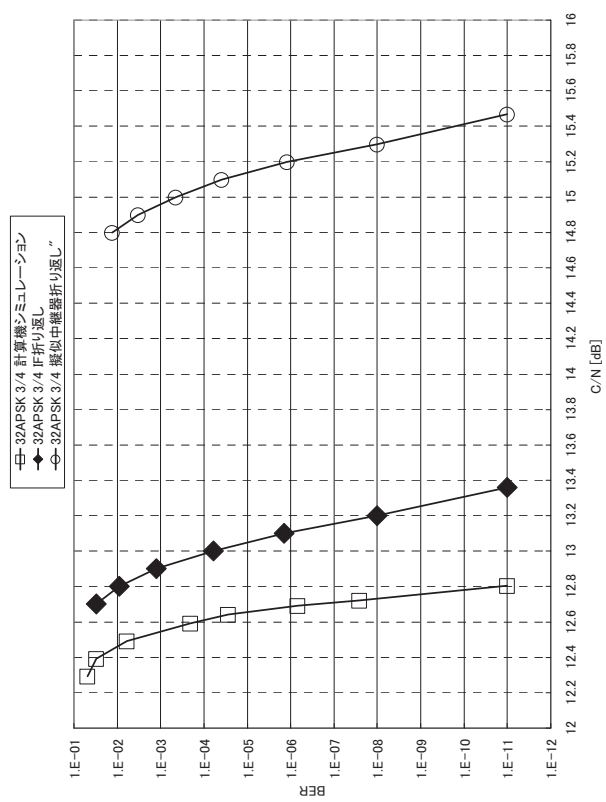


図 13g 32APSK 3/4

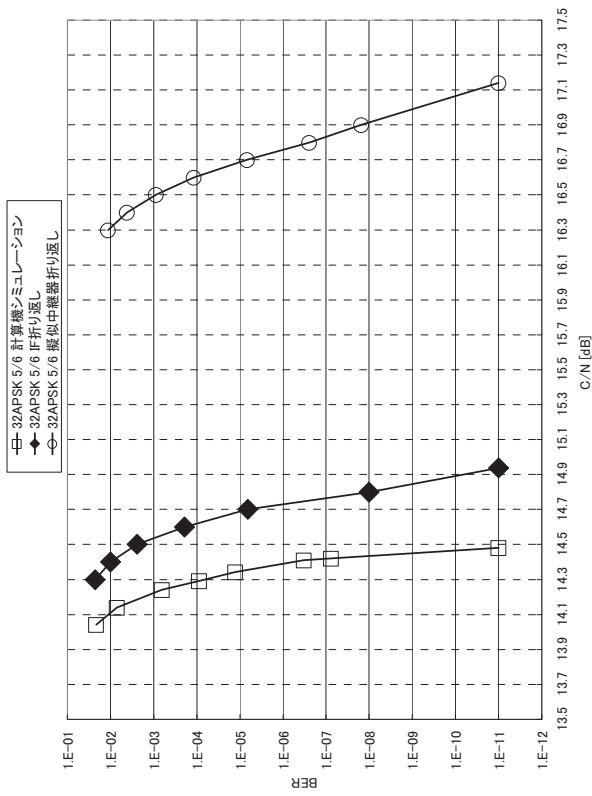


図 13i 32APSK 5/6

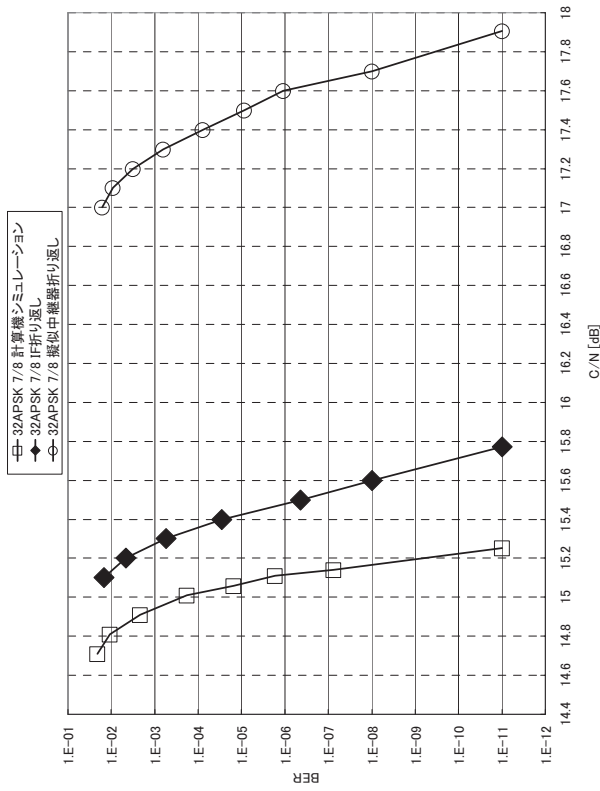


図 13j 32APSK 7/8

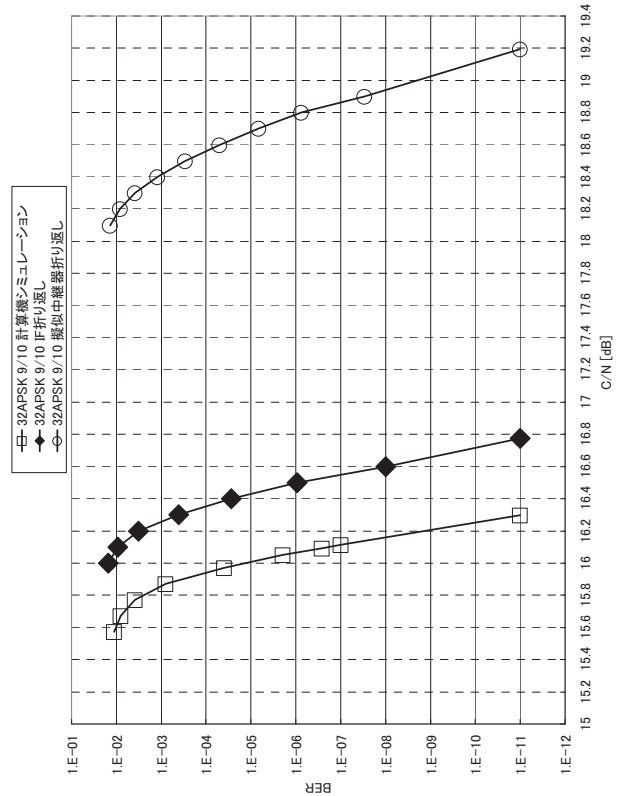


図 13k 32APSK 9/10

付録 1-6 16/32APSK の最適 OBO 値測定について

測定方法：16/32APSK の疑似中継器折返し (BS17ch)において、疑似エラーフリーC/N+OBO 値が最小となる OBO 値を、符号化率毎 (全 11 種類) に測定する。16/32APSK の最適 OBO 値の測定結果を図 14 及び図 15 に示す。

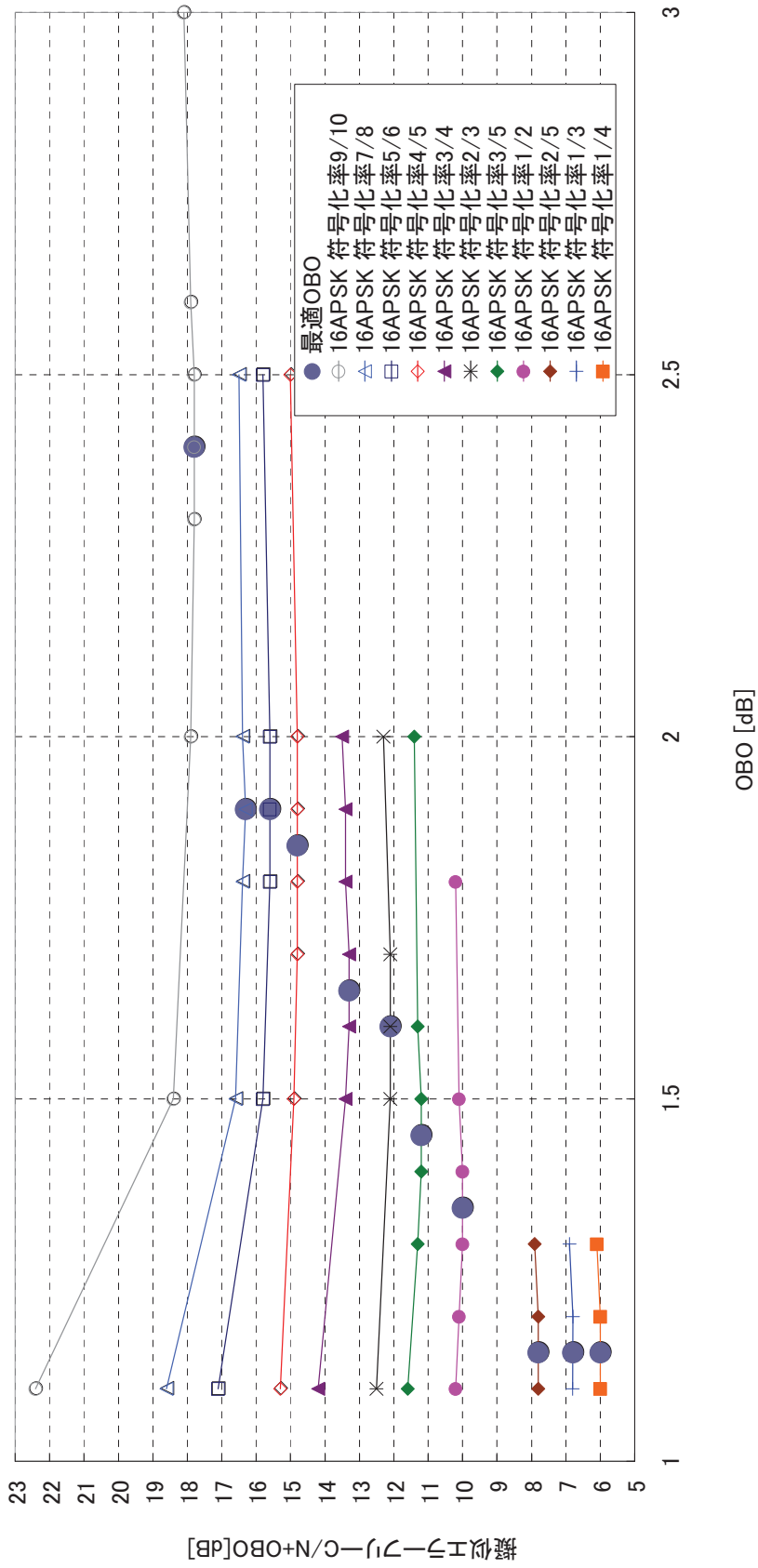


図 14 : 16APSK OBO 対疑似エラーフリーC/N+OBO 測定結果

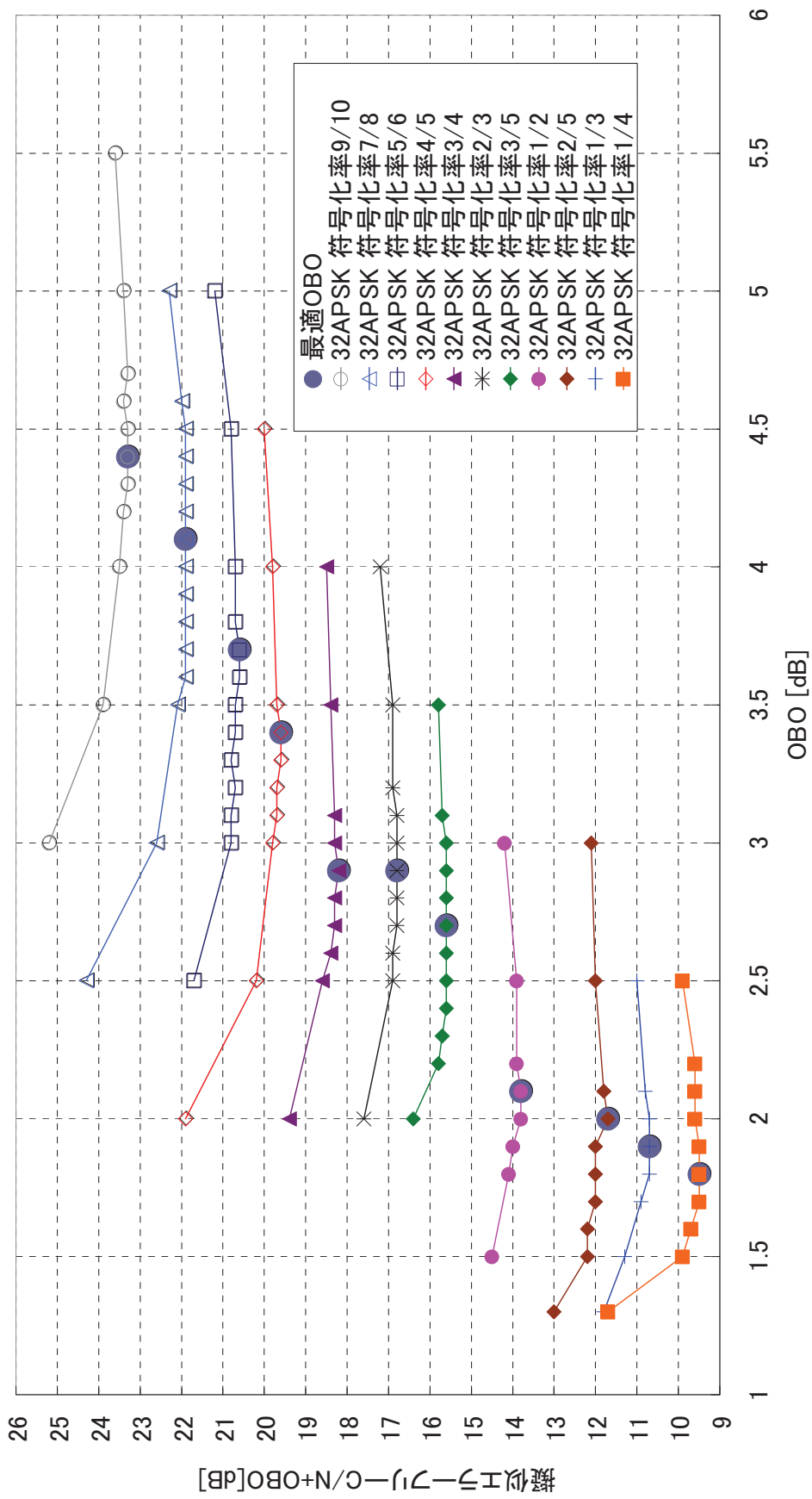


図 15 : 32APSK OBO 対擬似エラーフリー-C/N+OBO 測定結果

衛星伝送実験 詳細結果報告

2-4 伝送路符号化部実験－衛星伝送実験 実験結果

2-4-1 RF 実験および衛星伝送実験の主要パラメータ

RF 実験(地球局 17G-12G トランスレータ折返し)および衛星伝送実験の主要パラメータを表 25 に示す。各変調方式の衛星中継器バックオフを表 26 に示す。なお、衛星実験における 16APSK および 32APSK のバックオフは、衛星中継器で指定できるバックオフが 1dB ステップであるため、最適 OBO に近い設定値を選択した。

表 25 : RF 実験および衛星伝送実験の主要パラメータ

シンボルレート	32.5941Mbaud
ロールオフ率	0.1
変調方式	$\pi/2$ シフト BPSK QPSK 8PSK 16APSK 32APSK
符号化率	1/4 1/3 2/5 1/2 3/5 2/3 3/4 4/5 5/6 7/8 9/10
地球局 HPA バックオフ	5dB

表 26 : 各変調方式の衛星中継器 OBO 値一覧

符号化率	$\pi/2$ BPSK	QPSK	8PSK	16APSK	32APSK
1/4	0.5	1.0	0.9	1.7	2.1
1/3				1.7	2.1
2/5				1.7	2.1
1/2				1.7	2.4
3/5				1.7	2.4
2/3				1.7	2.4
3/4				1.7	2.4
4/5				1.7	2.9
5/6				2.1	2.8
7/8				2.1	2.8
9/10	2.1	2.8			

2-4-2 RF 実験および衛星伝送実験における占有帯域幅測定

実験内容：RF 実験については、トランスレータ出力における $\pi/2$ シフト BPSK～32APSK のスペクトラム及び変調信号の占有帯域幅を測定し、占有帯域幅 34.5MHz を満たすことを確認する。

衛星伝送実験については、衛星伝送実験用 7m 受信アンテナ出力における $\pi/2$ シフト BPSK～32APSK のスペクトラム及び変調信号の占有帯域幅を測定し、占有帯域幅 34.5MHz を満たすことを確認する。

なお、衛星中継器の伝送チャンネルは BS21ch を使用した。32APSK の符号化率 1/4、1/3、2/5 は実験の都合上、2008 年 4 月 22 日に実施した BS19ch を用いた衛星伝送実験において測定を行った。

測定結果を表 27～表 28 に示す。また、付録 2-1 にスペクトラム写真を示す。

表 27 : RF 実験(地球局 17G-12G トランスレータ一折返し) 占有帯域幅一覧

変調方式	符号化率	占有帯域幅 [MHz]
$\pi/2$ シフト BPSK	9/10	33.3
QPSK	3/4	33.4
8PSK	3/4	33.4
16APSK	1/4	33.5
16APSK	1/3	33.5
16APSK	2/5	33.5
16APSK	1/2	33.5
16APSK	3/5	33.5
16APSK	2/3	33.4
16APSK	3/4	33.5
16APSK	4/5	33.5
16APSK	5/6	33.5
16APSK	7/8	33.5
16APSK	9/10	33.5
32APSK	1/4	33.6
32APSK	1/3	33.5
32APSK	2/5	33.5
32APSK	1/2	33.6
32APSK	3/5	33.6
32APSK	2/3	33.5
32APSK	3/4	33.6
32APSK	4/5	33.6
32APSK	5/6	33.5
32APSK	7/8	33.5
32APSK	9/10	33.6

表 28 : 衛星伝送実験 占有帯域幅一覧

変調方式	符号化率	占有帯域幅 [MHz]
$\pi/2$ シフト BPSK	9/10	33.3
QPSK	1/2	33.4
8PSK	3/4	33.5
16APSK	1/4	33.2
16APSK	1/3	33.2
16APSK	2/5	33.2
16APSK	1/2	33.2
16APSK	3/5	33.2
16APSK	2/3	33.2
16APSK	3/4	33.2
16APSK	4/5	33.2
16APSK	5/6	33.2
16APSK	7/8	33.2
16APSK	9/10	33.2
32APSK	1/4	33.2
32APSK	1/3	33.2
32APSK	2/5	33.2
32APSK	1/2	33.2
32APSK	3/5	33.2
32APSK	2/3	33.1
32APSK	3/4	33.1
32APSK	4/5	33.1
32APSK	5/6	33.1
32APSK	7/8	33.1
32APSK	9/10	33.1

2-4-3 RF 実験および衛星実験における C/N 対ビット誤り率測定

実験内容：RF 実験および衛星伝送実験において $\pi/2$ シフト BPSK～32APSK の C/N 対ビット誤り率測定を実施する。16APSK および 32APSK のバックオフは、衛星中継器で指定できるバックオフが 1dB ステップであるため、最適 OBO に近い設定値を選択した。(表 26 参照)

なお、今回の実験ではハードウェアの都合上、16APSK における符号化率 1/2 以下の符号化率については、符号化率 3/5 と同じ半径比を適用し、32APSK における符号化率 3/5 以下の符号化率については、符号化率 2/3 と同じ半径比を適用した。衛星中継器の伝送チャンネルは BS21ch を使用した。

32APSK の符号化率 1/4、1/3、2/5 は実験の都合上、2008 年 4 月 22 日に実施した BS19ch を用いた衛星伝送実験において測定を行った。

表 29～表 33 に $\pi/2$ シフト BPSK、QPSK、8PSK、16APSK、32APSK のトランスレータ一折返しおよび衛星伝送実験における所要 C/N 及び所要 C/N 劣化量を示す。衛星伝送実験においては、測定値の所要 C/N に OBO を加えた値も記載した。図 17～図 22 に衛星伝送実験における所要 C/N+OBO 対周波数利用効率を示す。付録 2-2 に受信信号のコンスタレーション写真を示す。付録 2-3 に C/N 対ビット誤り率特性を示す。付録 2-4 に衛星伝送実験および擬似中継器実験における所要 C/N 一覧を示す。

表 29-a : $\pi/2$ シフト BPSK 所要 C/N 一覧

符号化率	シミュレーション ①	IF 折返し ②	トランスレータ 一折返し ③	衛星 折返し ④	OB0 ⑤	衛星伝送実験 +OB0 (⑥=④+⑤)
1/4	-5.1	-2.8	-2.8	-2.7	0.5	-2.2
1/3	-4.0	-2.8	-2.8	-2.6	0.5	-2.1
2/5	-3.0	-2.4	-2.3	-2.3	0.5	-1.8
1/2	-1.8	-1.5	-1.5	-1.4	0.5	-0.9
3/5	-0.5	-0.3	-0.3	-0.2	0.5	0.3
2/3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.5	1.2
3/4	1.0	1.2	1.2	1.3	0.5	1.8
4/5	2.0	2.2	2.2	2.3	0.5	2.8
5/6	2.5	2.6	2.6	2.8	0.5	3.3
7/8	2.9	3.1	3.2	3.2	0.5	3.7
9/10	3.8	3.9	3.9	4.2	0.5	4.7

表 29-b : $\pi/2$ シフト BPSK 所要 C/N 劣化量一覧

符号化率	IF 劣化 (②-①)	トランスレータ劣化 (③-①)	トランスレータ 一固定劣化 (③-②)	衛星劣化 (④-①)	衛星劣化 (OB0 含む) (⑥-①)	衛星固定 劣化 (⑥-③)
1/4	2.3	2.3	0.0	2.4	2.9	0.6
1/3	1.2	1.2	0.0	1.4	1.9	0.7
2/5	0.6	0.7	0.1	0.7	1.2	0.5
1/2	0.3	0.3	0.0	0.4	0.9	0.6
3/5	0.2	0.2	0.0	0.3	0.8	0.6
2/3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.9	0.7
3/4	0.2	0.2	0.0	0.3	0.8	0.6
4/5	0.2	0.2	0.0	0.3	0.8	0.6
5/6	0.1	0.1	0.0	0.3	0.8	0.7
7/8	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8	0.5
9/10	0.2	0.1	0.0	0.4	0.9	0.8

表 30-a : QPSK 所要 C/N 一覧

符号化率	シミュレーション ①	IF 折返し ②	トランスレータ-折返し ③	衛星折返し ④	OB0 ⑤	衛星伝送実験 +OB0 (⑥=④+⑤)
1/4	-2.1	-1.2	-1.3	-1.1	1.0	-0.1
1/3	-1.0	-0.6	-0.4	-0.3	1.0	0.7
2/5	0.0	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5
1/2	1.2	1.4	1.5	1.8	1.0	2.8
3/5	2.5	2.6	2.7	2.9	1.0	3.9
2/3	3.3	3.5	3.7	3.7	1.0	4.7
3/4	4.0	4.2	4.3	4.5	1.0	5.5
4/5	5.0	5.3	5.3	5.5	1.0	6.5
5/6	5.5	5.6	5.7	6.0	1.0	7.0
7/8	5.9	6.1	6.2	6.5	1.0	7.5
9/10	6.8	6.9	7.1	7.5	1.0	8.5

表 30-b : QPSK 所要 C/N 劣化量一覧

符号化率	IF 劣化 (②-①)	トランスレータ-劣化 (③-①)	トランスレータ-固定劣化 (③-②)	衛星劣化 (④-①)	衛星劣化 (OB0 含む) (⑥-①)	衛星固定劣化 (⑥-③)
1/4	0.9	0.8	0.1	1.0	2.0	1.2
1/3	0.4	0.6	0.2	0.7	1.7	1.1
2/5	0.3	0.4	0.1	0.5	1.5	1.1
1/2	0.2	0.3	0.1	0.6	1.6	1.3
3/5	0.1	0.2	0.1	0.4	1.4	1.2
2/3	0.2	0.4	0.2	0.4	1.4	1.0
3/4	0.2	0.3	0.1	0.5	1.5	1.2
4/5	0.3	0.3	0.0	0.5	1.5	1.2
5/6	0.1	0.2	0.1	0.5	1.5	1.3
7/8	0.2	0.3	0.1	0.6	1.6	1.3
9/10	0.1	0.3	0.2	0.7	1.7	1.4

表 31-a : 8PSK 所要 C/N 一覧

符号化率	シミュレーション ①	IF 折返し ②	トランスレータ ー折返し ③	衛星折返し ④	0B0 ⑤	衛星伝送実験 +0B0 (⑥=④+⑤)
1/4	1.1	2.6	2.8	2.9	0.9	3.8
1/3	2.2	3.2	3.5	3.3	0.9	4.2
2/5	3.1	4.0	4.1	4.0	0.9	4.9
1/2	4.4	5.1	5.3	5.4	0.9	6.3
3/5	5.7	6.2	6.4	6.6	0.9	7.5
2/3	6.7	7.0	7.2	7.5	0.9	8.4
3/4	7.9	8.2	8.3	8.7	0.9	9.6
4/5	9.1	9.3	9.4	10.1	0.9	11.0
5/6	9.7	9.9	10.2	10.8	0.9	11.7
7/8	10.4	10.7	10.8	11.6	0.9	12.5
9/10	11.4	11.6	11.9	12.8	0.9	13.7

表 31-b : 8PSK 所要 C/N 劣化量一覧

符号化率	IF 劣化 (②-①)	トランスレー ター劣化 (③-①)	トランスレー ター固定劣化 (③-②)	衛星劣化 (④-①)	衛星劣化 (0B0 含む) (⑥-①)	衛星固定 劣化 (⑥-③)
1/4	1.5	1.7	0.2	1.8	2.7	1.0
1/3	1.0	1.3	0.3	1.1	2.0	0.7
2/5	0.9	1.0	0.1	0.9	1.8	0.8
1/2	0.7	0.9	0.2	1.0	1.9	1.0
3/5	0.5	0.7	0.2	0.9	1.8	1.1
2/3	0.3	0.5	0.2	0.8	1.7	1.2
3/4	0.3	0.4	0.1	0.8	1.7	1.3
4/5	0.2	0.3	0.1	1.0	1.9	1.6
5/6	0.2	0.5	0.3	1.1	2.0	1.5
7/8	0.3	0.4	0.1	1.2	2.1	1.7
9/10	0.2	0.5	0.3	1.4	2.3	1.8

表 32-a : 16APSK 所要 C/N 一覧

符号化率	シミュレーション ①	IF 折返し ②	トランスレータ ー折返し ③	衛星折返し ④	OB0 ⑤	衛星伝送実験 +OB0 (⑥=④+⑤)
1/4	2.9	3.8	4.1	4.2	1.7	5.9
1/3	4.1	5.0	5.3	5.5	1.7	7.2
2/5	5.1	6.0	6.1	6.6	1.7	8.3
1/2	6.6	7.7	8.0	8.6	1.7	10.3
3/5	8.0	8.8	8.9	9.7	1.7	11.4
2/3	9.1	9.4	9.8	10.3	1.7	12.0
3/4	10.2	10.6	10.8	11.6	1.7	13.3
4/5	11.3	11.6	11.9	12.9	1.7	14.6
5/6	11.9	12.2	12.7	13.6	2.1	15.7
7/8	12.5	12.9	13.3	14.5	2.1	16.6
9/10	13.5	13.8	14.3	16.3	2.1	18.4

表 32-b : 16APSK 所要 C/N 劣化量一覧

符号化率	IF 劣化 (②-①)	トランスレー ター劣化 (③-①)	トランスレー ター固定劣化 (③-②)	衛星劣化 (④-①)	衛星劣化 (OB0 含む) (⑥-①)	衛星固定 劣化 (⑥-③)
1/4	0.9	1.3	0.3	1.4	3.0	1.8
1/3	0.9	1.2	0.3	1.4	3.1	1.9
2/5	0.9	1.0	0.1	1.5	3.2	2.2
1/2	1.1	1.4	0.3	2.0	3.7	2.3
3/5	0.8	0.9	0.1	1.7	3.4	2.5
2/3	0.3	0.7	0.4	1.2	2.9	2.2
3/4	0.4	0.6	0.2	1.4	3.1	2.5
4/5	0.3	0.6	0.3	1.6	3.3	2.7
5/6	0.3	0.8	0.5	1.7	3.8	3.0
7/8	0.4	0.8	0.4	2.0	4.1	3.3
9/10	0.3	0.8	0.5	2.8	4.9	4.1

表 33-a : 32APSK 所要 C/N 一覧

符号化率	シミュレーション ①	IF 折返し ②	トランスレータ ー折返し ③	衛星折返し ④	OB0 ⑤	衛星伝送実験 +OB0 (⑥=④+⑤)
1/4	5.5	7.2	7.4	7.3	2.1	9.4
1/3	6.4	7.7	8.0	8.2	2.1	10.3
2/5	7.2	8.4	8.5	9.8	2.1	11.9
1/2	9.2	10.2	10.7	11.1	2.4	13.5
3/5	10.6	11.3	11.8	12.5	2.4	14.9
2/3	11.7	12.1	12.9	13.6	2.4	16.0
3/4	12.8	13.4	14.1	15.2	2.4	17.6
4/5	14.0	14.3	15.1	16.2	2.9	19.1
5/6	14.5	14.9	15.8	17.4	2.8	20.2
7/8	15.3	15.8	16.8	19.2	2.8	22.0
9/10	16.3	16.8	18.1	22.6	2.8	25.4

表 33-b : 32APSK 所要 C/N 劣化量一覧

符号化率	IF 劣化 (②-①)	トランスレー ター劣化 (③-①)	トランスレー ター固定劣化 (③-②)	衛星劣化 (④-①)	衛星劣化 (OB0 含む) (⑥-①)	衛星固定 劣化 (⑥-③)
1/4	1.7	1.9	0.2	1.8	3.9	2.0
1/3	1.3	1.6	0.3	1.8	3.9	2.3
2/5	1.2	1.3	0.1	2.6	4.7	3.4
1/2	1.0	1.5	0.5	1.9	4.3	2.8
3/5	0.7	1.2	0.5	1.9	4.3	3.1
2/3	0.4	1.2	0.8	1.9	4.3	3.1
3/4	0.6	1.3	0.7	2.4	4.8	3.5
4/5	0.3	1.1	0.8	2.2	5.1	4.0
5/6	0.4	1.3	0.9	2.9	5.7	4.4
7/8	0.5	1.5	1.0	3.9	6.7	5.2
9/10	0.5	1.8	1.3	6.3	9.1	7.3

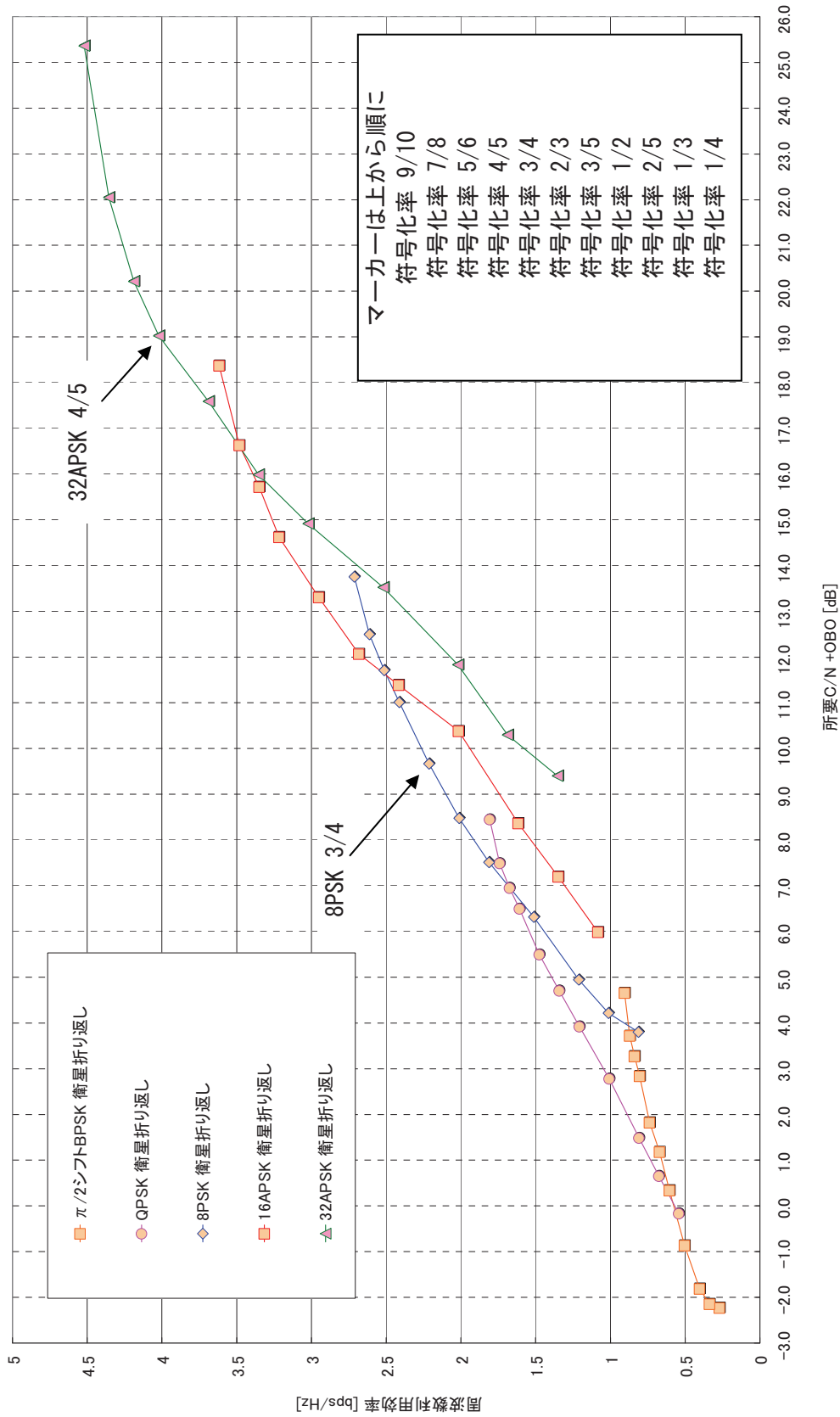


図 17 : 衛星中継器折返し 所要 C/N+OBO 対周波数利用効率

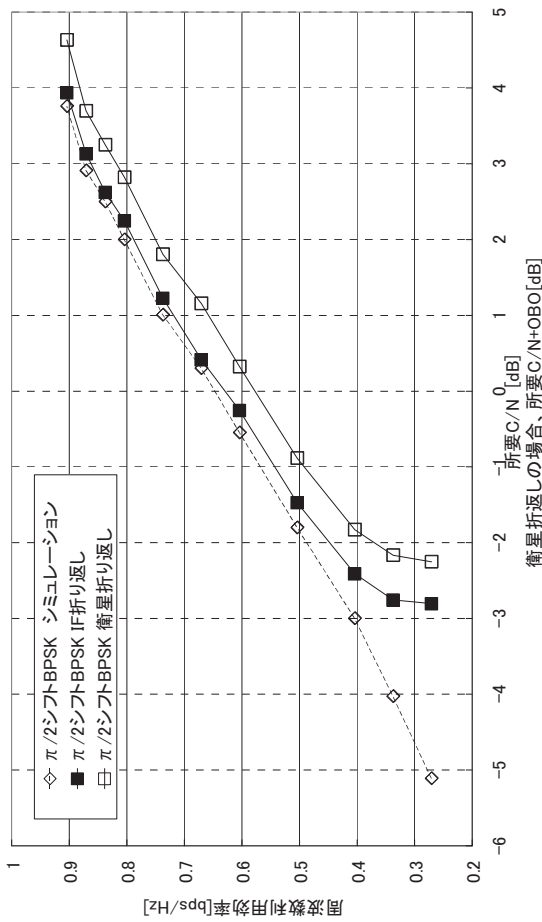


図 18 : $\pi/2$ シフト BPSK 所要 C/N 対周波数利用効率

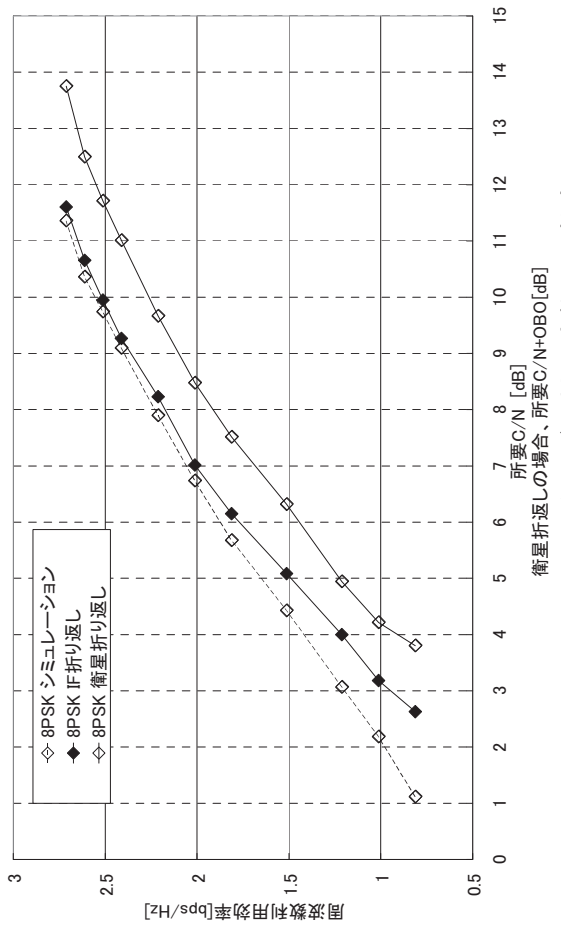


図 20 : 8PSK 所要 C/N 対周波数利用効率

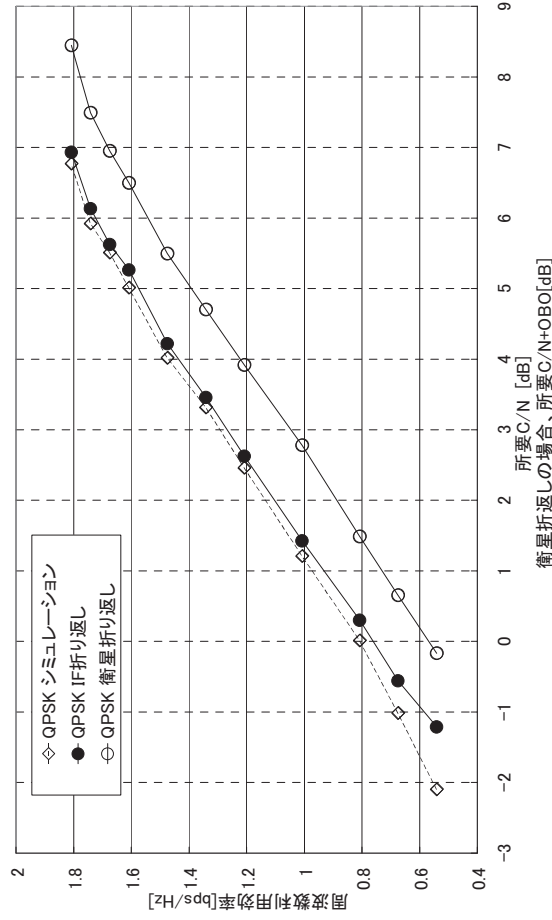


図 19 : QPSK 所要 C/N 対周波数利用効率

マーカーは上から順に

- 符号化率 9/10
- 符号化率 7/8
- 符号化率 5/6
- 符号化率 4/5
- 符号化率 3/4
- 符号化率 2/3
- 符号化率 3/5
- 符号化率 1/2
- 符号化率 2/5
- 符号化率 1/3
- 符号化率 1/4

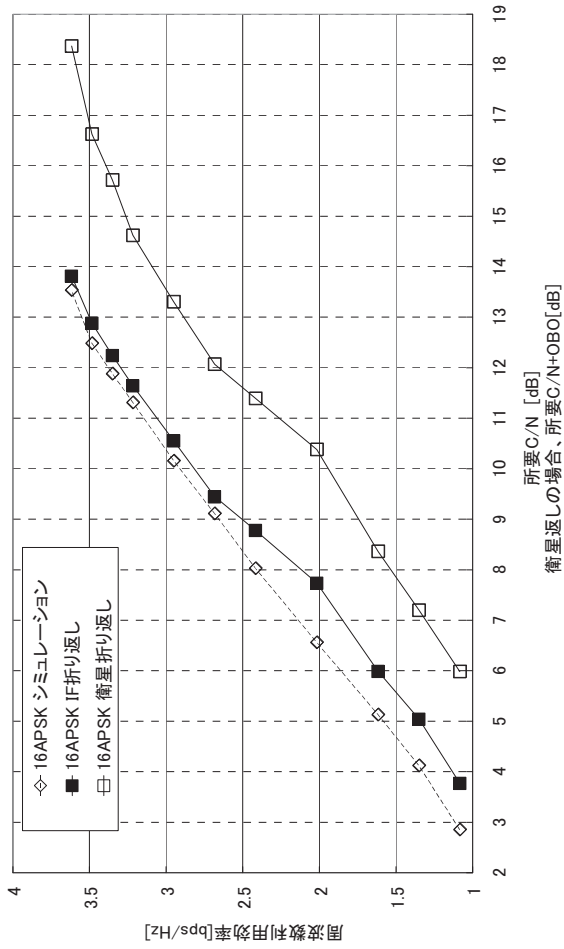


図 21 : 16APSK 所要 C/N 対周波数利用効率

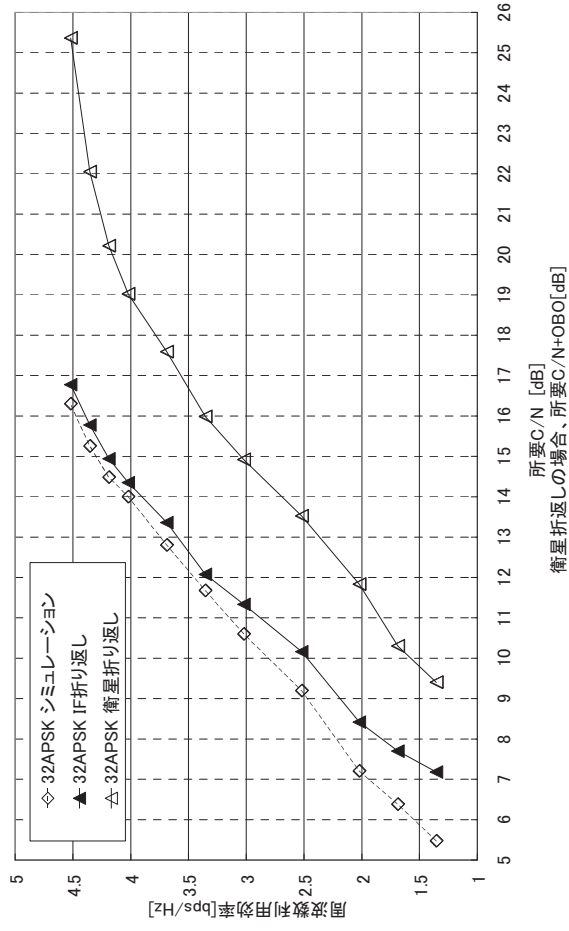


図 22 : 32APSK 所要 C/N 対周波数利用効率

マーカーは上から順に

符号化率 9/10
符号化率 7/8
符号化率 5/6
符号化率 4/5
符号化率 3/4
符号化率 2/3
符号化率 3/5
符号化率 1/2
符号化率 2/5
符号化率 1/3
符号化率 1/4

2-4-4 ODU 挿入時における C/N 劣化量の測定

実験内容：市販の受信アンテナから ODU 部のみ取り外し、ODU 部を電波無響箱に備え付けた受信装置に衛星伝送実験用 7m 受信アンテナ出力信号を入力し、8PSK 3/4、16APSK 3/4、32APSK 4/5 の 3 ケースについて ODU 部有り／無しにおける C/N 劣化量を測定する。

なお、衛星中継器の伝送チャンネルは BS21ch を使用した。32APSK は実験の都合上、2008 年 4 月 22 日に実施した BS19ch を用いた衛星伝送実験において測定を行った。使用した ODU の位相雑音は -81.25dBc (1kHz オフセット)である。使用した ODU の位相雑音特性を図 23 に示す。本実験は衛星放送受信アンテナの ODU 部のみを取り外し、電波無響箱に備え付けて受信実験を行った。無響箱を図 24 に示す。ODU から再放射した信号は矩形ホーンアンテナで受信した。使用した矩形ホーンアンテナの諸元を表 34 に示す。ODU の有無による所要 C/N の測定結果を表 35 および図 25 に示す。

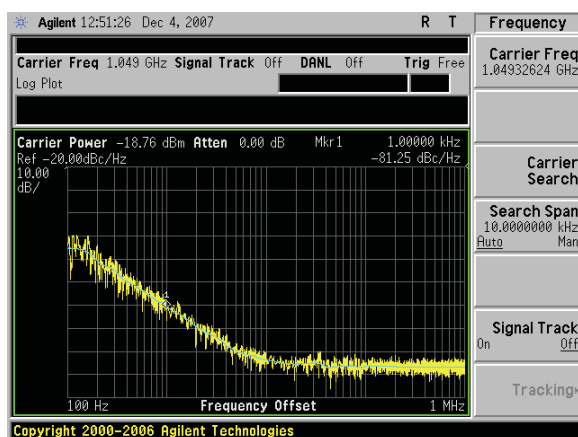


図 23：ODU の位相雑音特性



図 24：無響箱

表 34 矩形ホーンアンテナの緒元

開口径	55.8mm × 43.9mm
利得	16.5dBi

表 35 ODU の有無による C/N の劣化量

伝送方式	ODU なし 所要 C/N[dB]	ODU あり 所要 C/N[dB]	C/N 劣化量[dB]
8PSK 3/4	8.7	8.8	0.1
16APSK 3/4	11.6	11.7	0.1
32APSK 4/5	16.5	16.7	0.2

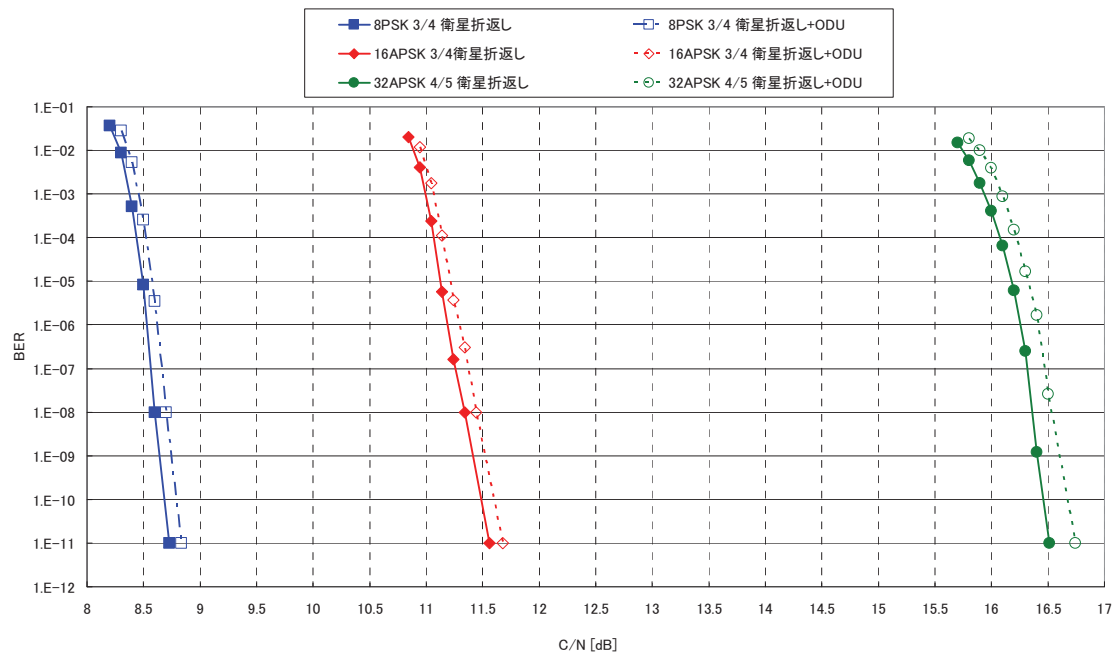


図 25 : ODU 挿入時の 8PSK 3/4 16APSK 3/4 32APSK 4/5 衛星折返し C/N 対ビット誤り率

2-4-5 同期限界測定

実験内容：実験内容：8PSK 3/4 および 32APSK 4/5 の擬似中継器出力信号に対し、受信機入力前の局部発振器の周波数を 0 から±4.5MHz まで変化させ、8PSK 3/4、32APSK 4/5 のキャプチャレンジ C/N、ロックレンジ C/N の測定を実施する。

本測定は2008年4月23日に実施したBS19chを用いた衛星伝送実験において測定を行った。
測定方法：受信機入力前の局部発振周波数変換器におけるローカル周波数偏差を 0 から±4.5MHz まで変化させ（表 23 参照）、C/N を-4dB に設定し、C/N を 0.1dB ステップで増加させ、受信機の同期が 1 分間保持する C/N（キャプチャレンジ C/N）を測定する。続いて、同期確立状態から C/N を 0.1dB ステップで低下させ、同期が外れる C/N（ロックレンジ C/N）を測定する。

8PSK 3/4 および 32APSK 4/5 におけるキャプチャレンジ C/N およびロックレンジ C/N の測定結果を表 36 に示す。

表 36-1：8PSK 3/4 キャプチャレンジ C/N ロックレンジ C/N の測定結果

周波数オフセット [MHz]	ローカル周波数 [MHz]	変調方式	周波数オフセット [MHz]	キャプチャ C/N [dB]	ロック C/N [dB]	備考	
0	0	8PSK 120slot	0.0	-3.5	-3.6	C/N=∞で、周波数オフセット+5.5MHzのときにLockせず、+5.0MHzでLock。 周波数オフセット-4.5MHzのときにLockせず、-4.0MHzでLock。	
1	1254.72		1.0	-3.2	-3.2		
-1	1254.72		-1.0	-3.5(2回目)	-3.5(2回目)		
2	1254.72		2.0	-3.5	-3.5		
-2	1254.72		-2.0	-3.4	-3.5		
3	1254.72		3.0	-3.3	-3.4		
-3	1254.72		-3.0	-3.5	-3.5		
4	1254.72		4.0	-3.2	-3.2		
-4	1254.72		-4.0	-3.0	-3.1		
4.5	1254.72		4.5	-1.2	-2.7		
5	1254.72		5.0	-2.9	-3.1		
				5.0	-2.1		-2.7

表 36-2：32APSK 4/5 キャプチャレンジ C/N ロックレンジ C/N の測定結果

周波数オフセット [MHz]	ローカル周波数 [MHz]	変調方式	周波数オフセット [MHz]	キャプチャ C/N [dB]	ロック C/N [dB]	備考	
0	0	32APSK 120slot	0.0	-3.2	-3.2		
1	1254.72		1.0	-3.3	-3.3		
-1	1254.72		-1.0	-3.0	-3.1		
2	1254.72		2.0	-3.2	-3.3		
-2	1254.72		-2.0	-3.0	-3.1		
3	1254.72		3.0	-3.3	-3.3		
-3	1254.72		-3.0	-3.0	-3.0		
4	1254.72		4.0	-3.0	-3.0		
-4	1254.72		-4.0	-3.0	-3.0		
4.5	1254.72		4.5	-1.9	-2.8		
5	1254.72		5.0	-2.8	-2.8		
				5.0	-2.6		-2.8

2-4-6 TLV 機能の動作検証

実験内容：8PSK 3/4 で TLV モードの信号を伝送し、正しく復調できていることロジックアナライザにより確認する。また、TLV モードの信号がビット誤りを起こした場合、正しく NULL 化が行われることを確認するため、伝送信号に白色雑音を印加してビット誤りを再現し、NULL パケットの置換状況をロジックアナライザにより確認する。

高度衛星デジタル放送暫定方式は、MPEG-TS の伝送において先頭同期バイトの 47Hex を除いた 187Byte 単位で伝送する。TLV モードにおける可変長パケット機能の動作検証として、187Byte と異なる先頭同期バイトを含んだ 188byte の MPEG-TS を利用した。

TLV モードの信号が正しく復号には、TMCC 情報に記載されるトップポイントおよびラストポイント情報が正常に動作する必要がある。本測定では、TLV モードの信号として 188Byte の MPEG-TS を使用し、先頭同期 Byte である 47Hex が検出可能であることをロジックアナライザで確認する事で、TLV モードの動作検証を実施した。

本測定は 2008 年 4 月 24 日に実施した BS19ch を用いた衛星伝送実験において測定を行った。
測定方法：

- ・ 変調器において送信信号として TLV モード (188byte) を選択する。
- ・ 8PSK 3/4 で TLV モードの信号を変調し、衛星伝送路を通過後の信号を復調器で復調する。
- ・ 復調器の復調信号をロジックアナライザで解析し、復調信号の先頭パケットヘッダ及び 2 番目のパケットヘッダが 47Hex であることを確認し、TLV モードのパケットサイズ 188Byte になっていることを確認する。
- ・ 続いて、ノイズを付加し、主信号が断になる状況において、TLV パケットが正しく NULL パケットに置換される事を確認する。

図 26 にノイズを付加しない場合の先頭パケットおよび第 2 パケットにおけるロジックアナライザの解析画面を示す。図 27 にノイズを付加した場合の先頭パケットおよび第 2 パケットにおけるロジックアナライザの解析画面を示す。実験系統図を図 28 に示す。

Label>	DATA	EN	PCK
Base>	Hex	He	Hex
0	47	1	1
1	00	1	0
2	10	1	0
3	19	1	0
4	00	1	0
5	00	1	0
6	00	1	0
7	00	1	0
8	00	1	0
9	00	1	0
10	00	1	0
11	00	1	0
12	00	1	0
13	00	1	0
14	00	1	0
15	00	1	0

図 26-1 ノイズ OFF における
TLV モードの解析結果
(先頭パケット)

Label>	DATA	EN	PCK
Base>	Hex	He	Hex
188	47	1	1
189	00	1	0
190	10	1	0
191	1A	1	0
192	00	1	0
193	00	1	0
194	00	1	0
195	00	1	0
196	00	1	0
197	00	1	0
198	00	1	0
199	00	1	0
200	00	1	0
201	00	1	0
202	00	1	0
203	00	1	0

図 26-2 ノイズ OFF における
TLV モードの解析結果
(第 2 パケット目)

Label>	DATA	EN	PCK
Base>	Hex	He	Hex
0	47	1	1
1	FF	1	0
2	FF	1	0
3	FF	1	0
4	FF	1	0
5	FF	1	0
6	FF	1	0
7	FF	1	0
8	FF	1	0
9	FF	1	0
10	FF	1	0
11	FF	1	0
12	FF	1	0
13	FF	1	0
14	FF	1	0
15	FF	1	0

図 27-1 ノイズ ON における
TLV モードの解析結果
NULL パケット確認画面
(先頭パケット)

Label>	DATA	EN	PCK
Base>	Hex	He	Hex
188	47	1	1
189	FF	1	0
190	FF	1	0
191	FF	1	0
192	FF	1	0
193	FF	1	0
194	FF	1	0
195	FF	1	0
196	FF	1	0
197	FF	1	0
198	FF	1	0
199	FF	1	0
200	FF	1	0
201	FF	1	0
202	FF	1	0
203	FF	1	0

図 27-2 ノイズ ON における
TLV モードの解析結果
NULL パケット確認画面
(第 2 パケット目)

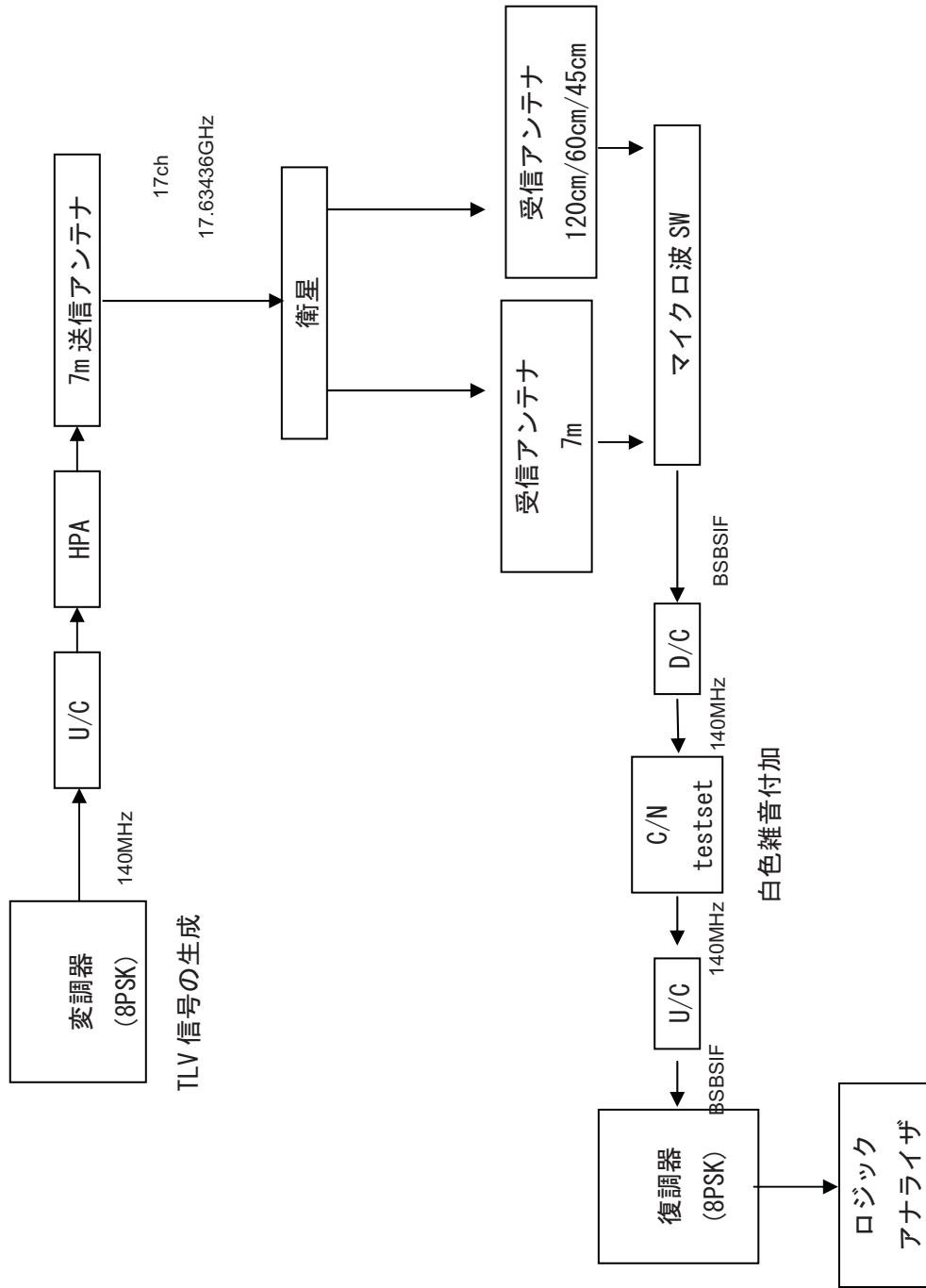


図 28 : TLV モード動作確認試験 実験系統図

2-4-7 総合試験特性

2-4-7-1 衛星伝送実験における総合試験特性（8PSK および低階層用 QPSK）

平成 20 年 4 月 24 日に NHK 放送センターにて、衛星中継器を用いた高度衛星デジタル放送暫定方式による HDTV 4 番組伝送、リニア PCM 番組伝送および階層伝送の総合試験を実施した。伝送チャンネルは BS17ch（アップリンク周波数：17.63436GHz/ダウンリンク周波数：12.03436GHz）を使用した。階層伝送の試験は受信 C/N を C/N テストセットを用いて劣化させ、HDTV が断となる現象を発生させた際に、低階層用映像が正常に復号可能であり、受信 C/N が再び回復した際に HDTV が正常に復号可能であることを試験項目とした。

BS 用受信アンテナを 45cm 径、60cm 径、120cm 径の 3 種類用意し、全ての場合において、正常に受信できることを確認した。総合試験に用いた伝送スロット内訳を表 37 に示す。総合試験に使用した映像・音声素材のビットレートを表 38 に示す。図 29 に実験系統図を示す。図 30~図 36 に総合試験の様子を示す。

上記期間中、実施した全ての試験において、正常に伝送できることを確認した。

表 37-1：総合試験に用いた伝送スロットの内訳

(8PSK 3/4 HDTV4 番組伝送、QPSK 1/2 低階層映像伝送)

HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 14Mbps (25slot)	低階層
				↑ 1.31835Mbps (5slot)

表 37-2：総合試験に用いた伝送スロットの内訳

(8PSK 3/4 リニア PCM1 番組、HDTV 3 番組伝送、QPSK 1/2 低階層映像伝送)

HDTV (リニア PCM 音声) 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 14Mbps (25slot)	低階層
				↑ 1.31835Mbps (5slot)

表 38：総合試験に使用した映像・音声素材のビットレート

番組種別	映像符号化	映像ビットレート	音声符号化	音声ビットレート
HDTV	H. 264	15. 8Mbps	AAC 5. 1ch	320Kbps
HDTV (低階層と同一内容)	H. 264	13. 5Mbps	AAC 5. 1ch	320Kbps
HDTV(リニア PCM 音声)	H. 264	10. 015Mbps	リニア PCM	6912Kbps
低階層用映像	H. 264	990Kbps	AAC	128Kbps

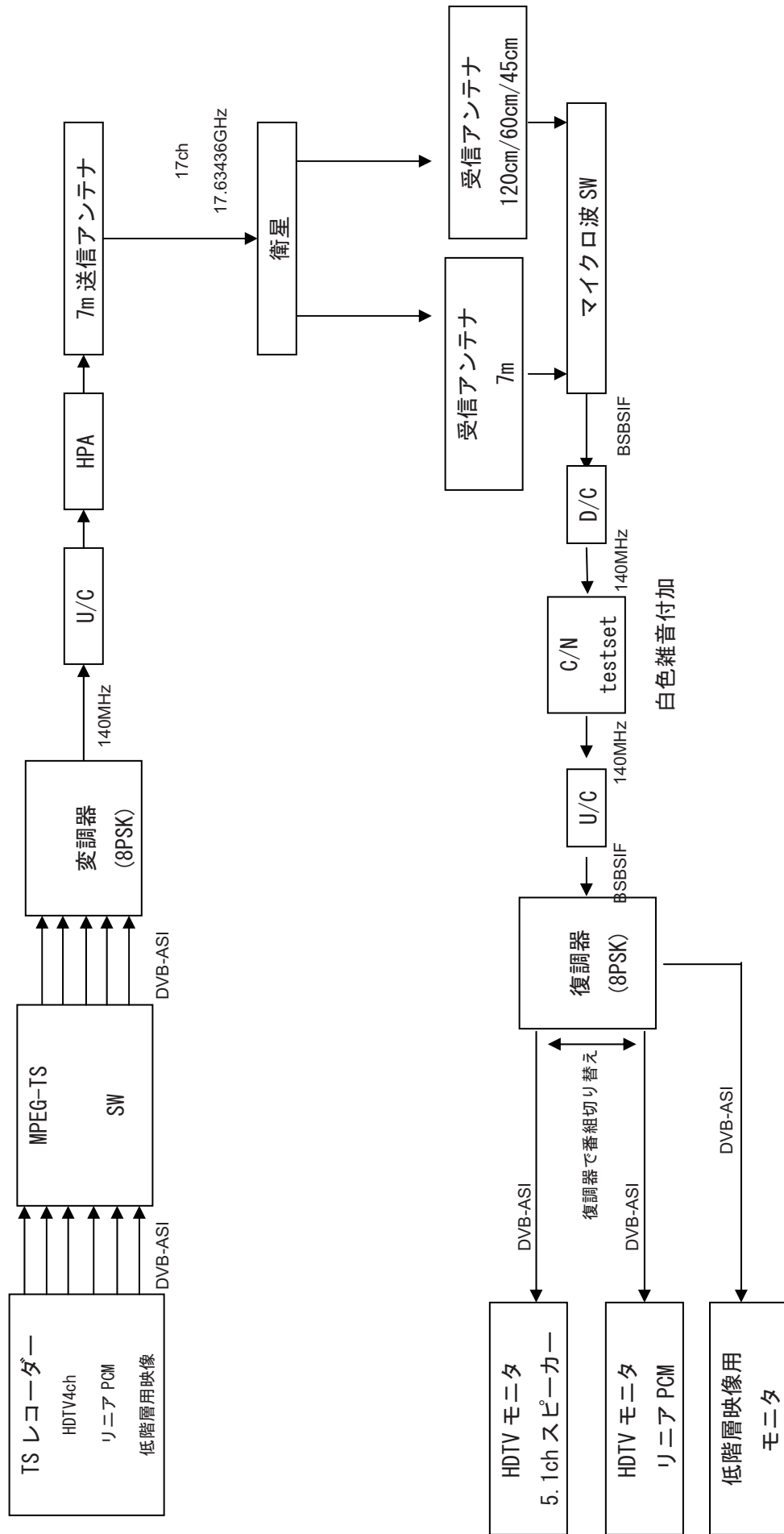


図 29 : 8PSK HDTV 4 番組伝送、リニア PCM 番組伝送、階層伝送、総合試験系統図



図 30 高度衛星デジタル伝送装置

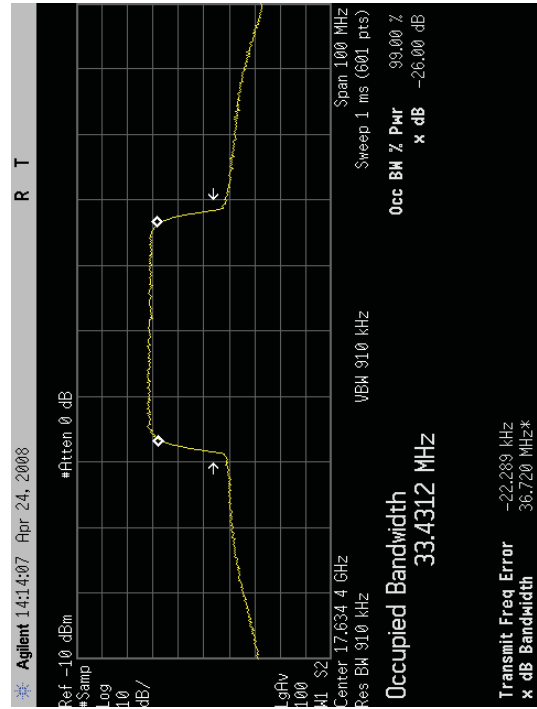


図 32 8PSK 変調波の送信スペクトラム (BS17ch)



図 31 衛星伝送実験の様子

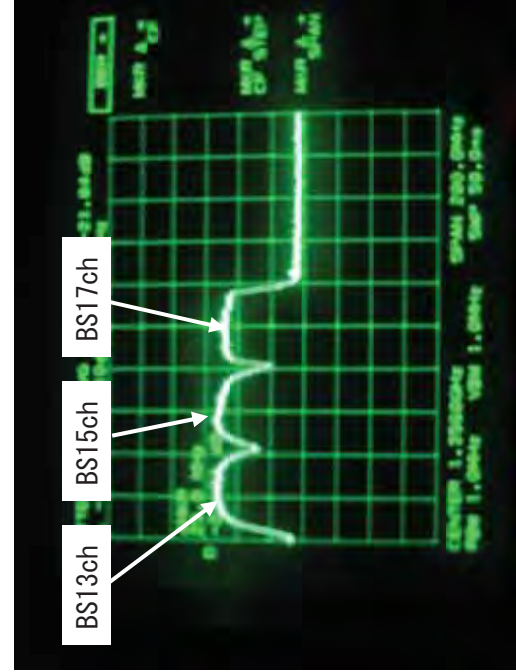


図 33 衛星放送波の受信スペクトラム (BS17ch)



図 34 高度 BS デジタル伝送装置 総合試験の様子



図 35 リニア PCM 番組 低階層番組 使用機器



図 36 受信用 45cm 径 パラボラアンテナ

2-4-7-2 衛星伝送実験における総合試験特性（32APSK および 8PSK バルク伝送）

平成 20 年 5 月 15 日に NHK 放送センターおよび NHK 放送技術研究所にて、高度衛星デジタル伝送暫定方式による 32APSK を用いた衛星 1 中継器による SHV (スーパーハイビジョン)1 番組伝送、8PSK を用いた衛星 2 中継器を用いたバルク伝送機能による SHV 1 番組伝送（バルク伝送）の総合試験を実施した。伝送チャンネルは BS17ch(アップリンク周波数：17.63436GHz/ダウンリンク周波数：12.03436GHz) および BS19ch(アップリンク周波数：17.67272GHz/ダウンリンク周波数：12.07272GHz) を使用した。

受信パラボラアンテナは 45cm 径、120cm 径の 2 種類のアンテナを使用した。32APSK 伝送、8PSK バルク伝送ともに同じ MPEG-TS レートの SHV 番組を使用した。総合試験に用いた伝送スロット内訳を表 39 に示す。総合試験に使用した映像・音声素材のビットレートを表 40 に示す。図 37 に実験系統図を示す。図 38~図 49 にデモンストレーションの様子を示す。

上記期間中、実施した全ての試験において、45cm および 120cm の両方のパラボラアンテナを使用して、正常に伝送できることを確認した。

表 39： 総合試験に用いた伝送スロットの内訳
(32APSK 4/5 衛星 1 中継器 SHV1 番組伝送)

SHV BS19ch
126.56Mbps 120slot

表 39-2： 総合試験に用いた伝送スロットの内訳
(8PSK 3/4 衛星 2 中継器 SHV1 番組伝送（バルク伝送）)

SHV 69.6Mbps 120slot
SHV 69.6Mbps 120slot

表 40： 総合試験に使用した映像・音声素材のビットレート

番組種別	映像コーデック	映像ビットレート	音声コーデック	音声ビットレート
SHV	H.264	118Mbps	AAC 22.2ch	1920Kbps

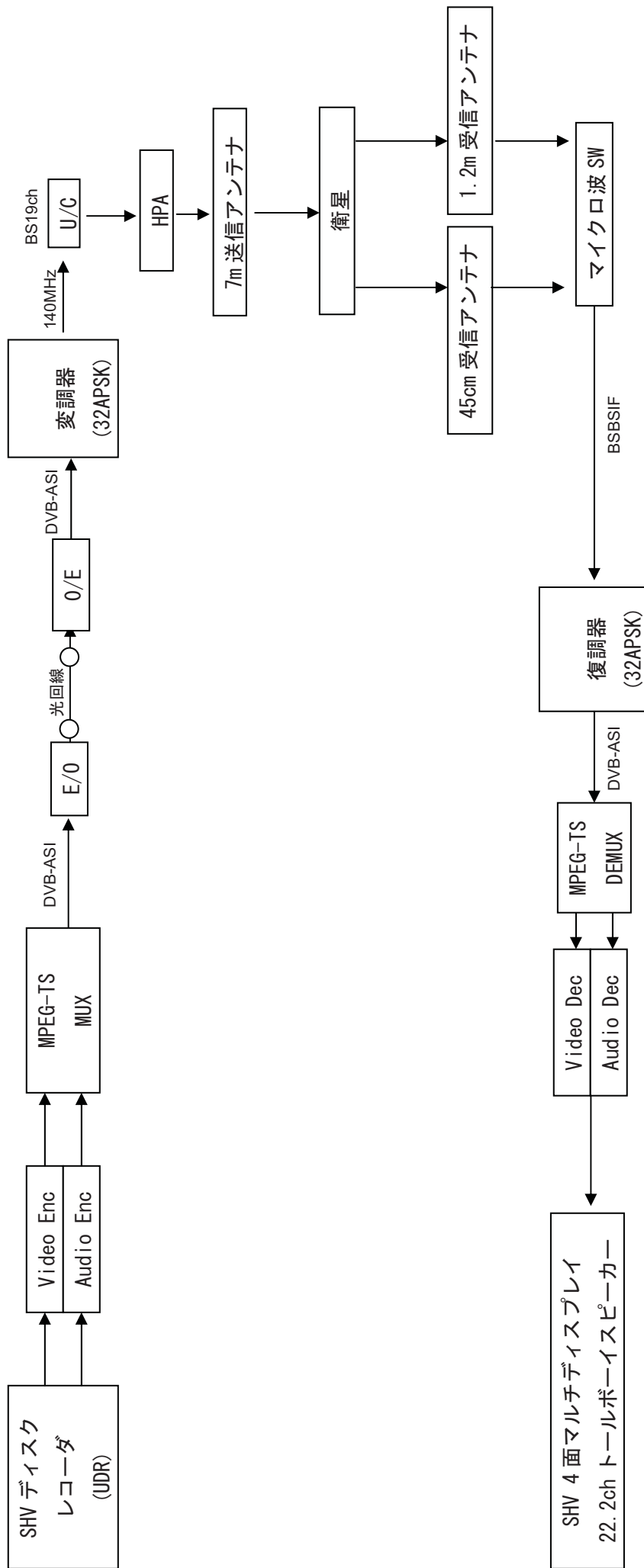


図 37-1 : 32APSK 4/5 SHV 1 番組伝送 総合試験系統図

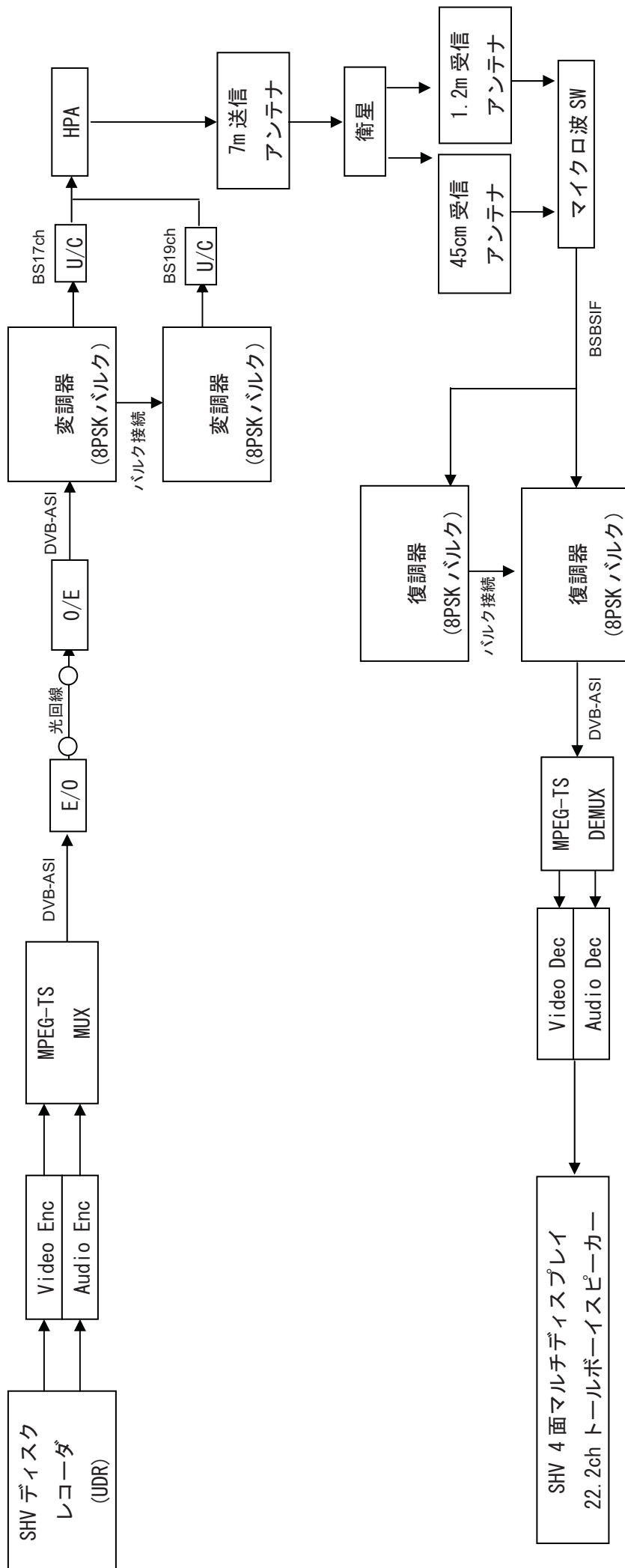


図 37-2 : 8PSK3/4 バルク SHV 1 番組伝送 総合試験系統図



図 38 SHV 番組伝送試験 使用機器



図 39 SHV 番組伝送実験の様子



図 40 32APSK 4/5 受信スペクトラム、コンスタレーション



図 41 8PSK 3/4 バルク伝送 受信スペクトラム、コンスタレーション

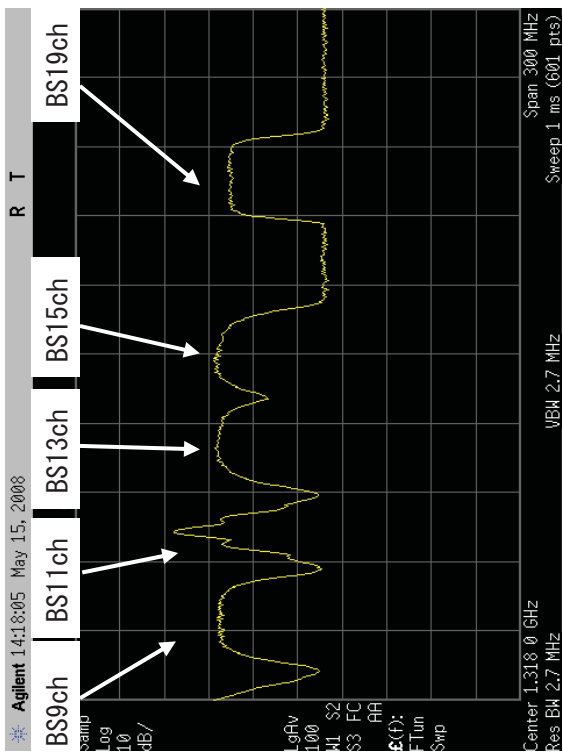


図 42 32APSK 4/5 受信スペクトラム(45cm 径パラポラアンテナ)

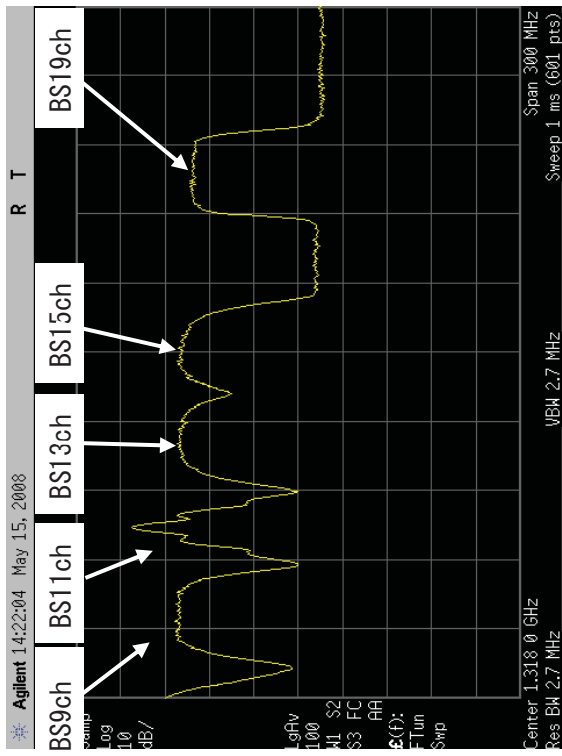


図 44 32APSK 4/5 受信スペクトラム(120cm 径パラポラアンテナ)

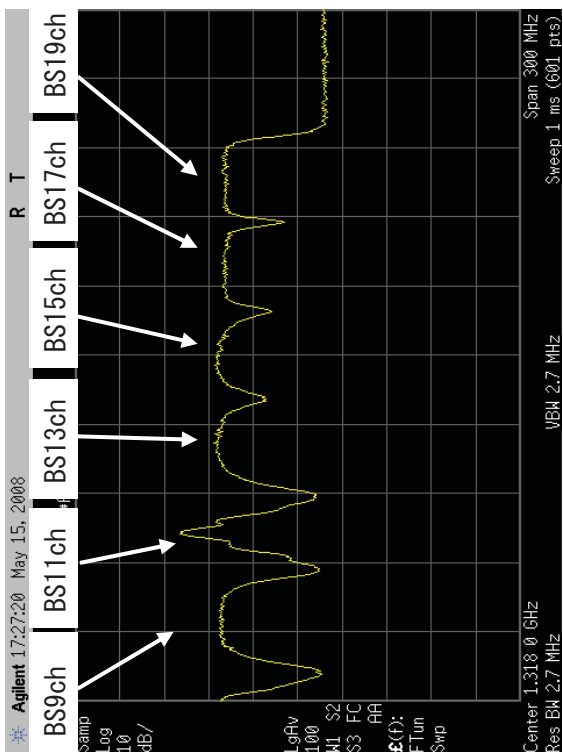


図 43 8PSK 3/4 バルク伝送 受信スペクトラム(45cm 径パラポラアンテナ)

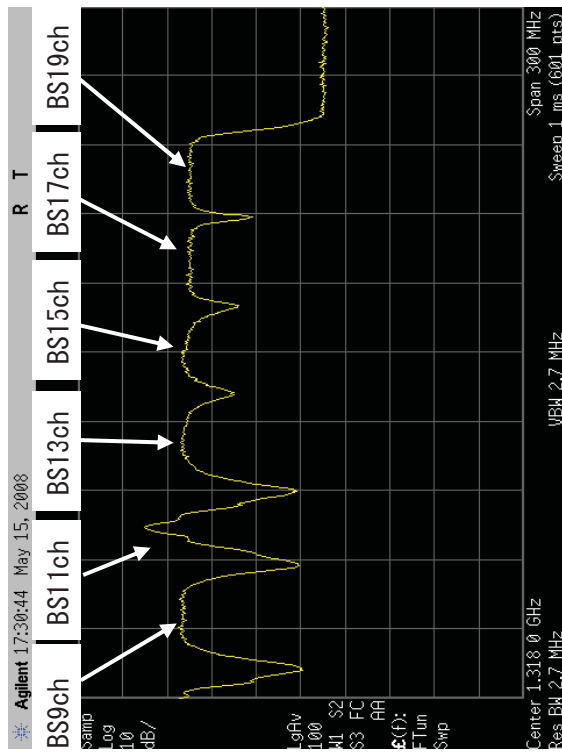


図 45 8PSK 3/4 バルク伝送 受信スペクトラム(120cm 径パラポラアンテナ)



図 46 32APSK 4/5 コンスタレーション (45cm 径パラポラアンテナ)



図 47 8PSK 3/4 バルク伝送 コンスタレーション (45cm 径パラポラアンテナ)



図 48 受信用 45cm 径 パラポラアンテナ



図 49 受信用 120cm 径 パラポラアンテナ

2-4-7-3 擬似中継器による高度衛星デジタル放送暫定方式のデモンストレーション

平成 20 年 2 月 20 日に NHK 放送センターにて、擬似中継器を用いた高度衛星デジタル放送暫定方式による映像・音声伝送のデモンストレーションを実施した。デモンストレーションの実施項目を表 41 に示す。デモンストレーションに使用した映像・音声素材のビットレートを表 42 に示す。図 50 に系統図を示す。図 51~図 58 にデモンストレーションの様子を示す。

表 41-1：デモンストレーションに用いた伝送スロットの内訳
(8PSK 3/4 HDTV4 番組伝送)

HDTV (リニア PCM 音声) 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)
---	----------------------------	----------------------------	----------------------------

表 41-2：デモンストレーションに用いた伝送スロットの内訳
(8PSK 3/4 リニア PCM1 番組、HDTV3 番組伝送)

HDTV (リニア PCM 音声) 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)	HDTV 17Mbps (30slot)
---	----------------------------	----------------------------	----------------------------

表 41-3：デモンストレーションに用いた伝送スロットの内訳
(8PSK 3/4 HDTV1 番組、QPSK 1/2 低階層番組伝送)

HDTV 17Mbps (30slot)	NULL 49.30629Mbps 85slot	低階層
----------------------------	--------------------------------	-----

↑
1.31835Mbps (5slot)

表 41-4：デモンストレーションに用いた伝送スロットの内訳
(32APSK 4/5 1 中継器 SHV1 番組伝送)

SHV 126.56Mbps 120slot

表 41-5：デモンストレーションに用いた伝送スロットの内訳
(8PSK 3/4 2 中継器 SHV1 番組伝送 (バルク伝送))

SHV 69.6Mbps 120slot
SHV 69.6Mbps 120slot

表 42 : デモンストレーションに使用した映像・音声素材のビットレート

実施項目	映像コーデック	映像ビットレート	音声コーデック	音声ビットレート
HDTV4 番組伝送デモ	H. 264	15. 8Mbps	AAC 5. 1ch	320Kbps
リニア PCM 音声デモ	H. 264	10. 015Mbps	リニア PCM	6912Kbps
階層伝送デモ	H. 264	990Kbps	AAC 22. 2ch	128Kbps
SHV 伝送デモ	H. 264	118Mbps	AAC 22. 2ch	1920Kbps

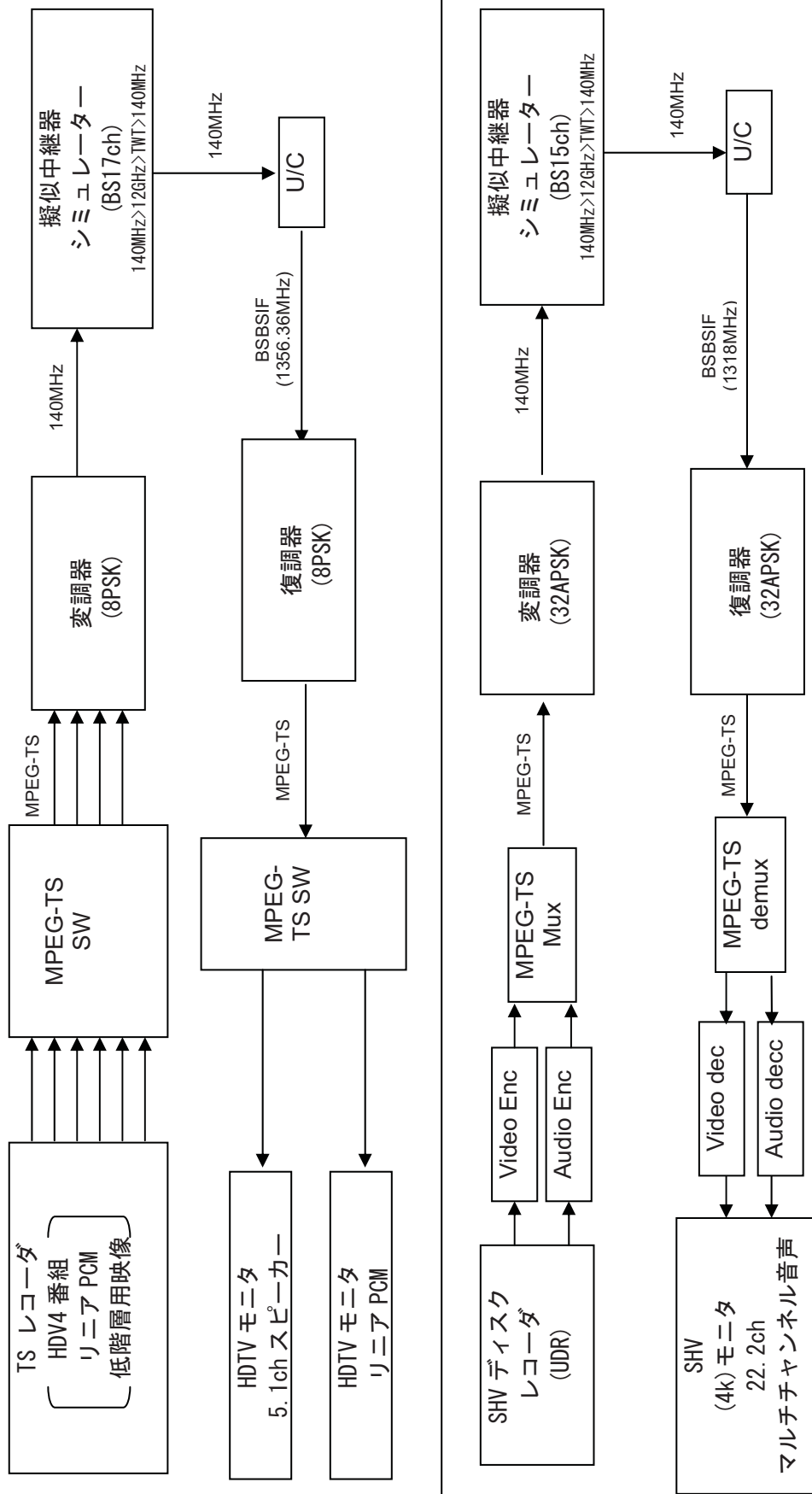


図 50-1：擬似中継器折返し デモンストラーション系統図 (HDTV4ch 伝送、階層伝送、32APSK による 1 中継器 SHV 伝送)

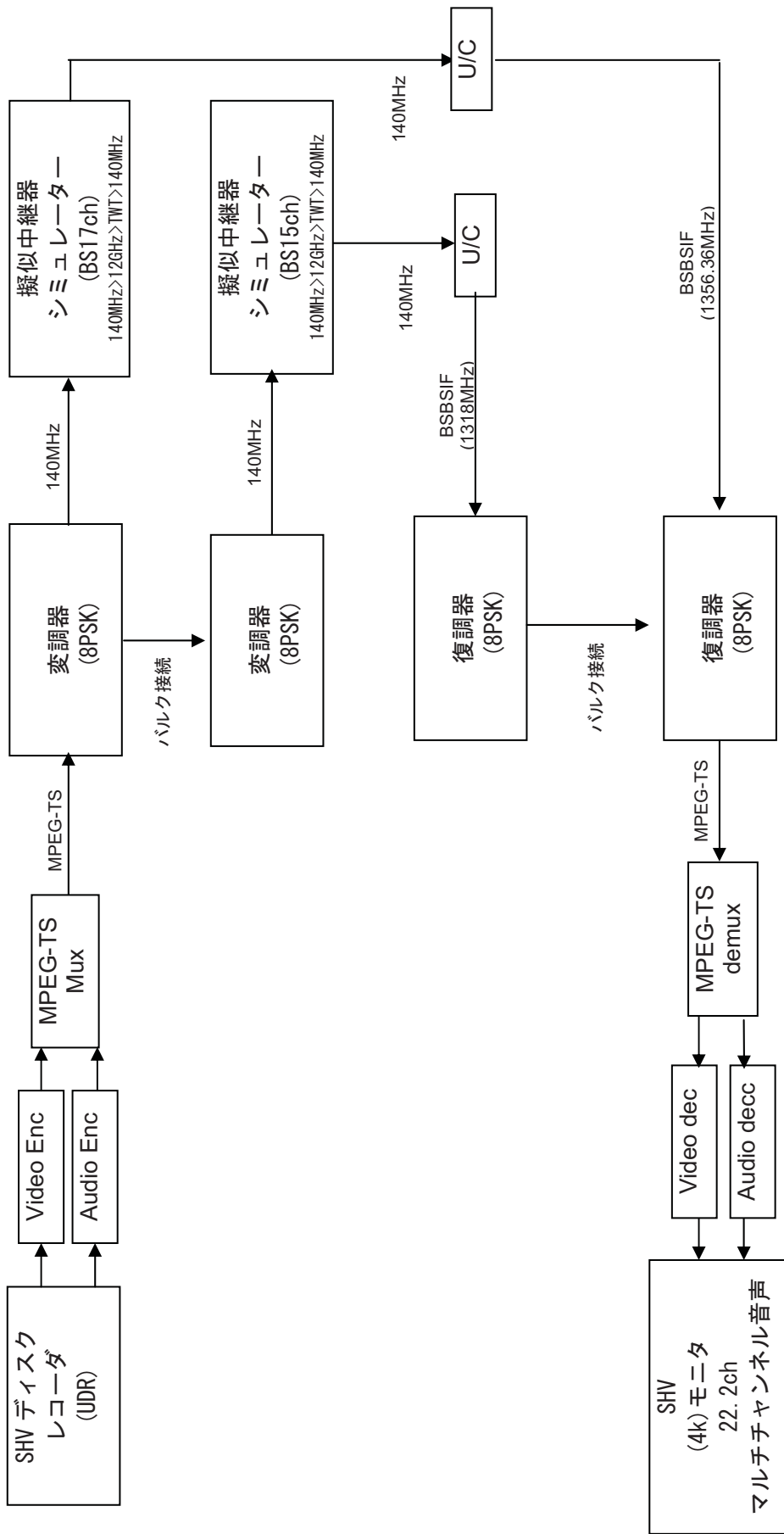


図 50-2 : 疑似中継器折返し デモンストレーション系統図 (8PSK バルク伝送による 2 中継器 SHV 伝送)



图 51 高度衛星デジタル伝送装置



图 52 HDTV 4 番組伝送 映像・音声 符号化 復号装置



图 53 SHV 映像・音声 符号化 復号装置



图 54 リニア PCM 音響装置



図 56 SHV 映像・音声 符号化 復号装置

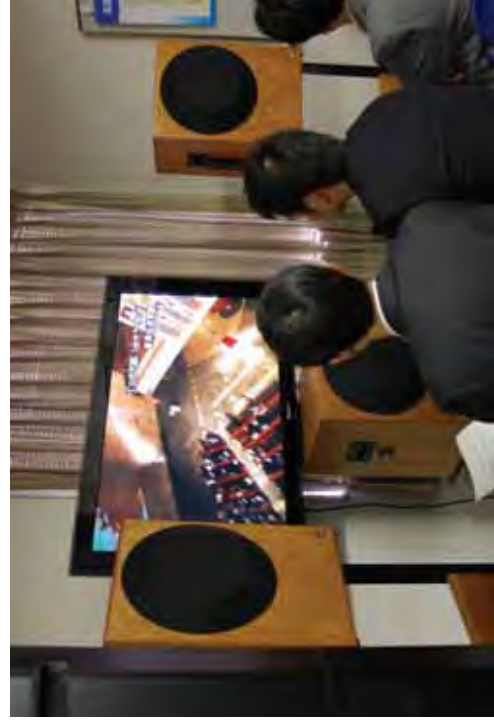


図 58 リニア PCM 番組伝送デモの様子



図 55 高度衛星デジタル伝送装置のデモの様子

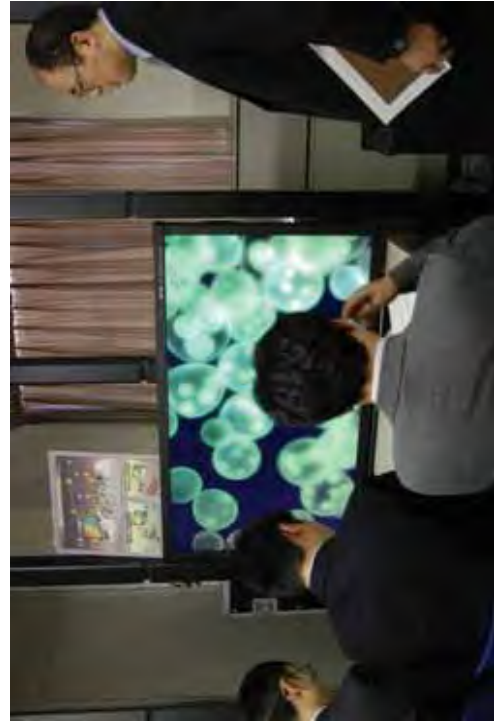


図 57 SHV 番組伝送のデモの様子