

複数TS伝送方式デジタル有線テレビジョン放送

実験報告書

平成12年2月

(社)日本CATV技術協会 規格・標準化委員会
WG4対応SG
複数TS伝送方式デジタル有線テレビジョン放送実験作業班

目 次

1. 実験の目的	6 7
2. 実験に関する基本的な考え方	6 7
3. 実験場所および実験日程	6 7
3. 1 実験場所	6 7
3. 2 実験期間	6 7
3. 3 実験参加団体	6 8
4. 実験項目	6 9
4. 1 室内伝送実験	6 9
4. 1. 1 室内伝送実験項目	6 9
4. 1. 2 室内伝送実験方法	6 9
4. 1. 3 室内伝送実験評価方法	7 1
4. 1. 4 単一TS多重器・複数TS多重器についての概要	7 5
4. 1. 5 実験に供試された信号源のパラメータおよび室内実験に供試 された複数TS多重器とSTBの機能	7 6
4. 2 野外伝送実験	7 7
4. 2. 1 野外伝送実験項目	7 7
4. 2. 2 野外伝送実験方法	7 7
4. 2. 3 野外伝送実験評価方法	7 8
5. 実験結果の概要	8 3
6. 実験結果	8 4
7. 実験参加者名簿	1 0 4

1. 実験の目的

本実験は、デジタル有線テレビジョン放送において複数のトランスポートストリーム信号（以下、複数TS信号と略す）を伝送する場合の技術的条件を策定するために必要な技術データを収集する事を目的とする。

2. 実験に関する基本的な考え方

有線テレビジョン放送法施行規則で規定されているデジタル有線テレビジョン放送方式において複数TS信号の伝送における多重フレーム構成などの確認、および受信実験を、有線テレビジョン放送法施行規則に準拠した施設を対象に行う。

3. 実験場所および実験日程

3. 1 実験場所

3. 1. 1 室内伝送実験

郵政省通信総合研究所 通信システム部放送技術研究室 ACTセンター

3. 1. 2 野外伝送実験

(株)日本ネットワークサービス (NNS)

山梨県甲府市富士見1-4-24

3. 2 実験期間

平成12年1月 ～ 平成12年2月

[表1 実験期間]

項 目	12月	1月	2月
1. 実験準備	←→		
2. 室内伝送実験	←→		
3. 野外伝送実験	←→		
4. 実験報告書	←→		

3. 3 実験参加団体

1. NECケーブルメディア(株)
2. 株関電工
3. 住友電気工業(株)
4. ソニー(株)
5. DXアンテナ(株)
6. 株ディレク・ティービー
7. 東京電力(株)
8. (財)東京ケーブルビジョン
9. 日本アンテナ(株)
10. 日本通信機(株)
11. 日本電信電話(株)
12. 株日本ネットワークサービス
13. 日本放送協会
14. パイオニア(株)
15. 株日立製作所
16. 古河電気工業(株)
17. 株ブロードネットマックス
18. マスプロ電工(株)
19. 松下電器産業(株)
20. 八木アンテナ(株)

4. 実験項目

4. 1 室内伝送実験

4. 1. 1 室内伝送実験項目

室内伝送実験項目を表2に示す。

[表2 室内伝送実験項目]

No	実験項目		評価方法
1	誤り率の測定	選択されたTSの誤り率	定量評価
2	多重フレーム同期限界の測定	多重フレーム同期捕捉の限界	定量評価
3	整合性の確認	MPEG-2systems 規格との整合性	客観評価
4	両立性の確認	既存の単一TSとの両立性	客観評価
5	選局切替の確認	TS選択による選局切替	客観評価
6	各TSの独立性の確認	他TSへの影響度	客観評価
7	遅延時間の測定	多重、伝送、分離による遅延時間	定量評価
8	付加情報の確認	付加フラグ等の情報の伝送	客観評価
9	相互接続動作確認	相互接続での動作確認	客観評価
10	ジッタ（パケット到達遅延ゆらぎ）の測定	TSパケットのジッタ（パケット到達遅延ゆらぎ）測定	定量評価

4. 1. 2 室内伝送実験方法

室内伝送実験方法を表3に示す。

[表3 室内伝送実験方法]

No	実験項目	信号源		測定条件その他
		機材	内容	
1	誤り率の測定	テストパターン発生器 複数TS多重器 信号発生器	デジタル符号発生器 複数TS多重器 64QAM変調器	測定位置 受信出力点
2	多重フレーム同期限界の測定	テストパターン発生器 複数TS多重器 信号発生器	デジタル符号発生器 複数TS多重器 64QAM変調器	測定位置 受信出力点
3	整合性の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2サーバ MPEG-2エンコーダ 複数TS多重器 64QAM変調器	測定位置 受信出力点

4	両立性の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点
5	選局切替の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点
6	各 TS の独立性の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点
7	遅延時間の測定	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点
8	付加情報の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 付加情報回路
9	相互接続動作確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点
10	ジッタ (パケット到達遅延ゆらぎ) の測定	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2 サーバ MPEG-2 エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信出力点

4. 1. 3 室内伝送実験評価方法

室内伝送実験評価方法を表4に示す。

[表4 室内伝送実験評価方法]

No	実験項目	評価用測定器	評価方法
1	誤り率の測定	デジタルトランスミッションアナライザまたは誤り率測定器	受信CN比を変化させて、BERを測定する。
2	多重フレーム同期限界の測定	デジタルトランスミッションアナライザまたは誤り率測定器	受信CN比を変化させて、複数TS伝送フレームの同期性能を測定する。
3	整合性の確認	MPEG-2 Systems アナライザ 映像/音声モニタ	STBで受信した複数TS伝送フレームから選択したTSが、MPEG-2 Systemsに準拠していることをTSアナライザにより確認する。 伝送後の映像、音声を確認する。
4	両立性の確認	映像/音声モニタ	単一TS伝送方式と複数TS伝送方式が、1つのSTBで受信可能なことを確認する。
5	選局切替の確認	映像/音声モニタ	STBにおいて、TS選択の切り替え動作を確認する。
6	各TSの独立性の確認	映像/音声モニタ	入力TSパケットの速度の合計が出力帯域を越えない場合および越えた場合の他のTSへの影響を確認する。
7	遅延時間の測定	オシロスコープ	複数TSの多重、64QAM伝送、受信およびTS選択分離までの遅延時間を測定する。
8	付加情報の確認	MPEG-2 Systems アナライザ	レシーブステータスおよび緊急警報放送起動フラグの情報が、複数TS伝送フレームのヘッダによって伝送されることを確認する。
9	相互接続動作確認	映像/音声モニタ	製造者の異なる実機を相互に接続して動作を確認する。
10	ジッタ（パケット到達遅延ゆらぎ）の測定	MPEG-2 Systems アナライザ	多重器のPCR書き換えをしないで、複数TS多重/分離を行い等価的に多重器におけるパケットジッタ量を算出する。

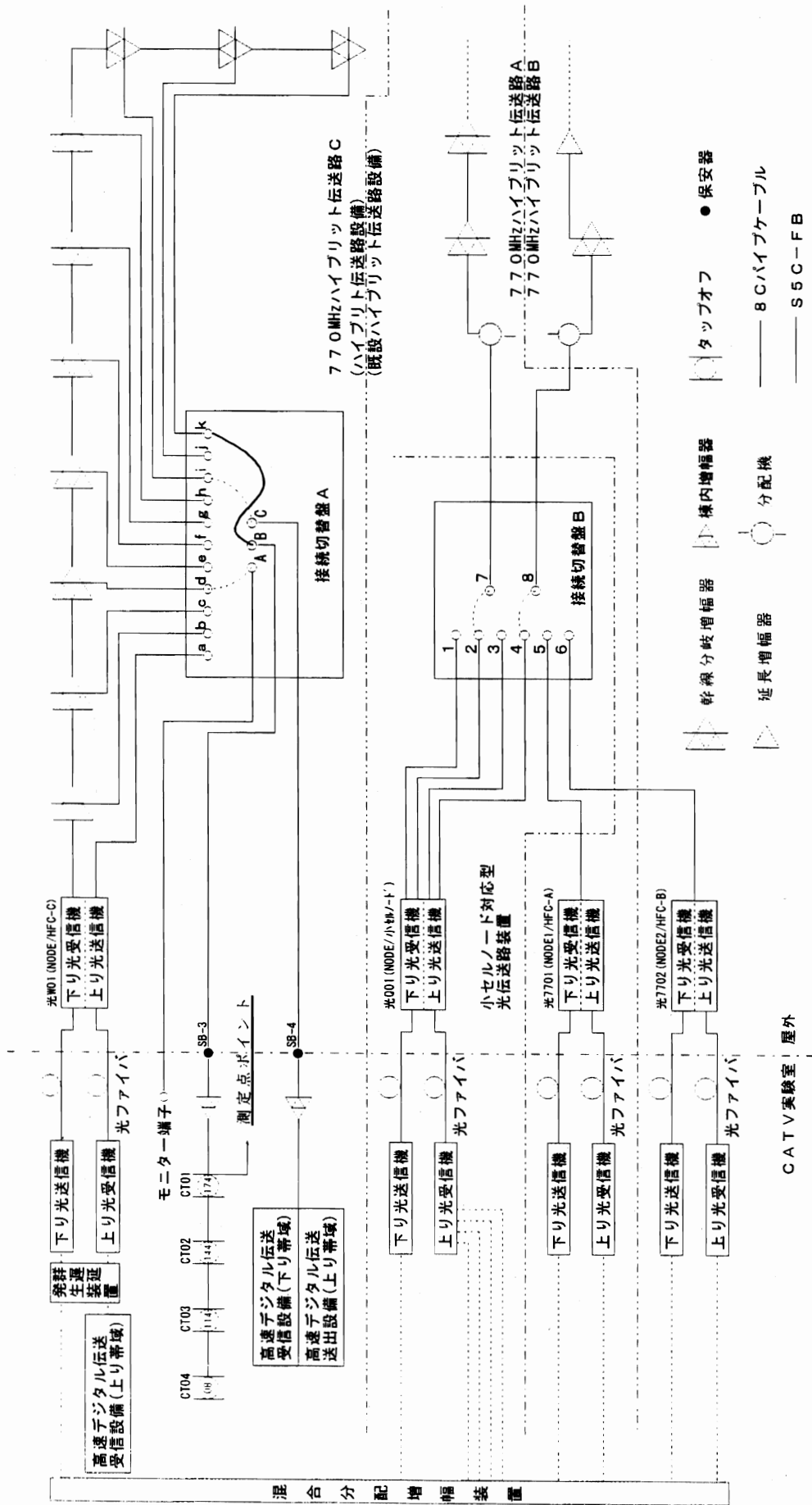


図1 室内実験 ACT センター伝送路装置構成図

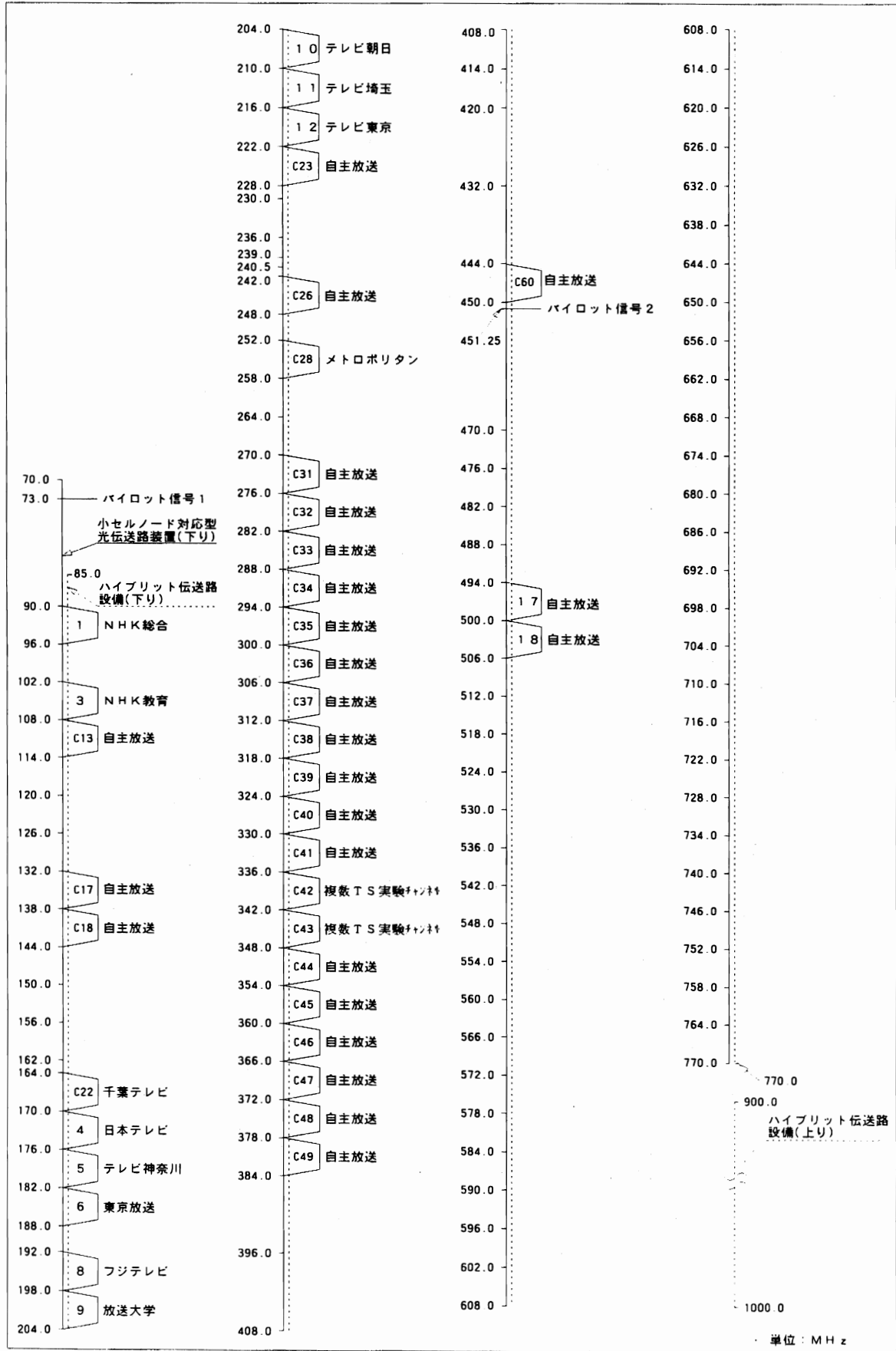


図2 室内実験周波数配列図

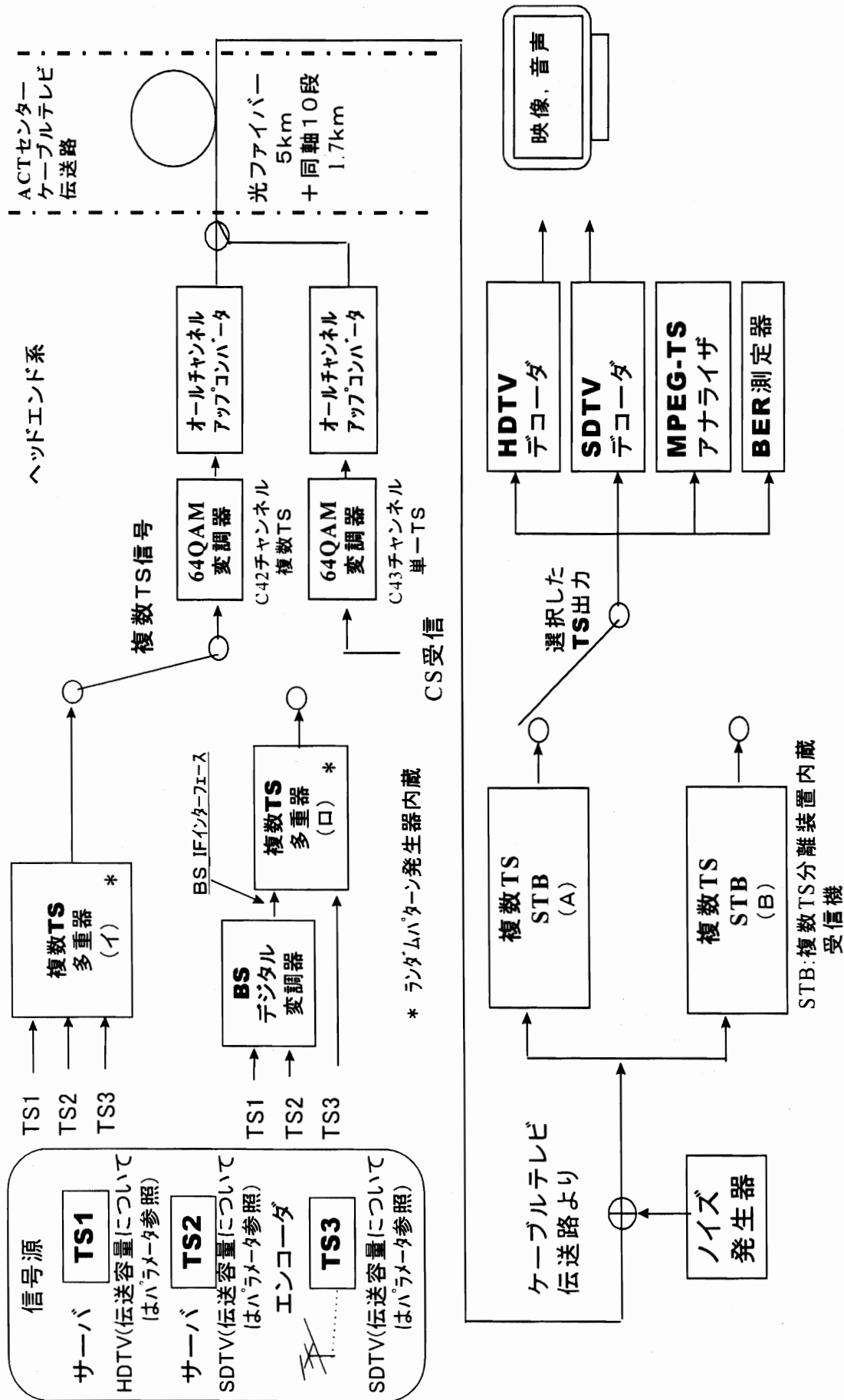
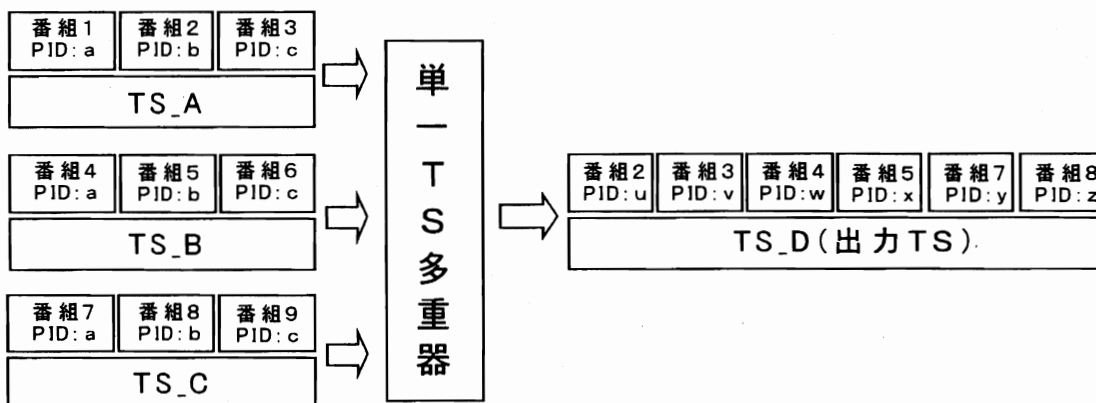


図3 複数TS伝送実験系統図

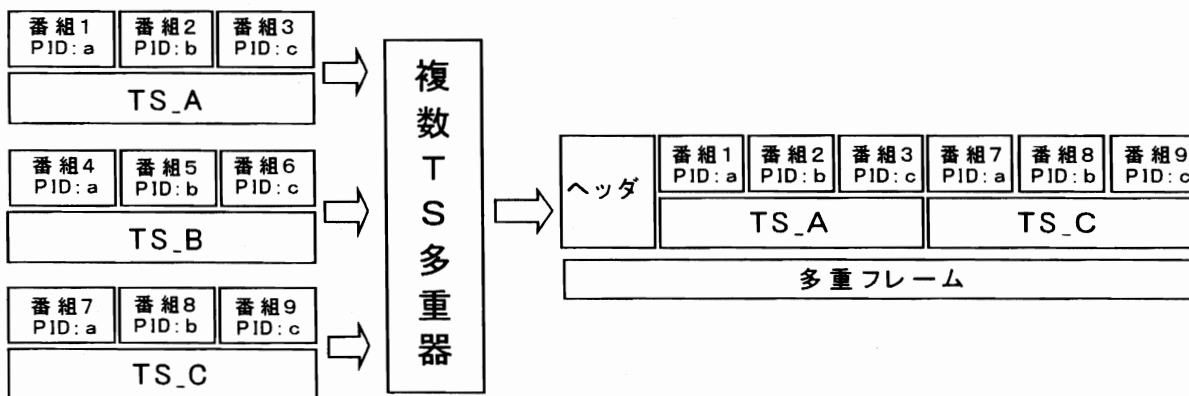
4. 1. 4 単一TS多重器・複数TS多重器についての概要



単一TS多重器の概念

単一TS多重器は、入力TS（MPEG-2 Systems 準拠）に多重された複数の番組の中から任意の番組を抜き出し、再編成された番組を、多重器が新たに生成した出力TS（MPEG-2 Systems に準拠）に多重する機能を持ち、受信機で選局するために使用される信号（PSI/SI）および選局を補助する信号（EPG）を再構築する機能を併せ持つ。

また、多重器から出力される番組（再編成された番組）のPIDは、再編成後の番組相互間で同じPIDとならないようにするために書き換える必要があり、PIDを書き換える機能を持つ。



複数TS多重器の概念

複数TS多重器は、入力TS（MPEG-2 Systems に準拠）の中から任意のTSを抜き出し、多重器が新たに生成した複数TS伝送方式に準拠した多重フレーム上に、各入力TSの独立性を保ちながら、また入力TSの番組編成のまま多重する機能を持ち、必要最低限のPSI書き換え機能を併せ持つ。

また、多重器から出力される番組のPIDは、出力される多重フレーム上の番組相互間で同じPIDであっても同一TS内では同じにならないため、入力される番組のPIDをそのまま用いることができるので、PIDを書き換える機能は持たない。

4. 1. 5 実験に供試された信号源のパラメータおよび室内実験に供試された複数TS多重器とSTBの機能

[表5 複数TS伝送実験 MPEG-2 TS パラメータ]

	TS1	TS2	TS3
映像フォーマット	MP@HL	MP@ML	MP@ML
音声フォーマット	AAC	BC	BC
映像PID	0x0111	0x0022	0x0022
音声PID	0x0114	0x0023	0x0023
PCR_PID	0x0111	0x0022	0x0022
TS_id	0x40F2	0x4010	0x4030
Service_id	0x00AA	0x014A	0x0078
Network_id	0x0004	0x0004	0x0004
System management_id	0x02FF	0x02FF	0x02FF
伝送速度[Mbps] 188byte 単位	22.01(*3) 21.74(*1)	3.30(*3) 3.26(*2)	3.30(*3)
所要スロット数	40	6	6
コンテンツ 概要	HDTV をサーバに収録。繰り返し再生	地上放送をサーバに収録。繰り返し再生	地上放送の映像、音声をリアルタイムエンコード

*1, *2: BS-IF インターフェース入力における TS1, 2 の伝送速度は、BS デジタル放送のフレームで 20 スロット(=21.74Mbps)および 3 スロット(=3.26Mbps)に相当する速度とし、NIT には衛星分配記述子を使用した。

*3: TS1, TS2, TS3 の伝送速度は、TSMF フレームでの所要スロット数に相当する速度であり、合計容量は 28.61Mbps である。

TSMF ヘッダの伝送速度 (0.552Mbps) を含めて総合計容量は 29.162Mbps となる。

BS-IF インターフェース入力を持つ複数 TS 多重器の TS3 入力、MPEG-2 TS である。

[表6 複数TS伝送実験に使用した多重器の機能]

複数TS多重器	イ	ロ
多重可能なTS数	4TS	9TS
多重フレームへのスロット割り付け	静的配置	静的配置
ヘッダの誤り訂正符号	なし	なし
BS-IF インターフェース	なし	あり

[表7 複数TS伝送実験に使用したSTBの機能]

STB	A	B
多重フレーム同期検出	多重フレーム同期信号	多重フレーム同期信号
Version-number 参照	しない	しない
CRC 演算結果の照合	しない	する
内蔵 MPEG デコーダ	SDTV/BC	HDTV/AAC

4. 2 野外伝送実験

4. 2. 1 野外伝送実験項目

野外伝送実験項目を表8に示す。

[表8 野外伝送実験項目]

No	実験項目		評価方法
1. 事前測定			
1	伝送信号レベル	実験チャンネルの信号レベルの測定	定量評価
2	伝送路 CN 比	実験チャンネルの CN 比の測定	定量評価
2. 複数TS伝送測定			
1	映像/音声伝送確認	選択したTSの映像/音声確認	客観評価
2	選局切替の確認	TS選択による選局切替	客観評価
3	付加情報の確認	付加フラグ等の情報の伝送	客観評価

4. 2. 2 野外伝送実験方法

野外伝送実験方法を表9に示す。

[表9 野外伝送実験方法]

No	実験項目	信号源 機材 内容		測定条件その他
1. 事前測定				
1	伝送信号レベル	信号発生装置	64QAM 変調器	測定位置 受信機入力点
2	伝送路 CN 比	信号発生装置	64QAM 変調器	測定位置 受信機入力点
2. 複数TS伝送測定				
1	映像、音声伝送確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2サーバ MPEG-2エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信機出力点
2	選局切替の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2サーバ MPEG-2エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信機出力点
3	付加情報の確認	テストパターン発生器 " 複数TS多重器 信号発生器	MPEG-2サーバ MPEG-2エンコーダ 複数TS多重器 64QAM 変調器	測定位置 受信機出力点

4. 2. 3 野外伝送実験評価方法

野外伝送実験評価方法を表10に示す。

[表10 野外伝送実験評価方法]

No	実験項目	評価用測定器	評価方法
1. 事前測定			
1	伝送信号レベル	スペクトラムアナライザ	実験チャンネルの信号レベルを測定し記録する。
2	伝送路 CN 比	スペクトラムアナライザ	実験チャンネルの CN 比を測定し記録する。
2. 複数 TS 伝送測定			
1	映像、音声伝送確認	映像/音声モニター MPEG-2 Systems アナライザ	STBで受信した複数TS伝送フレームから、選択したTSをデコーダに接続して映像、音声の確認を行う。
2	選局切替の確認	映像/音声モニター MPEG-2 Systems アナライザ	STBにおいて、TS選択の切り替え動作を確認する。
3	付加情報の確認	MPEG-2 Systems アナライザ	レシーブステータスおよび、緊急警報放送起動フラグの情報が、複数TS伝送フレームのヘッダによって伝送されることを確認する。

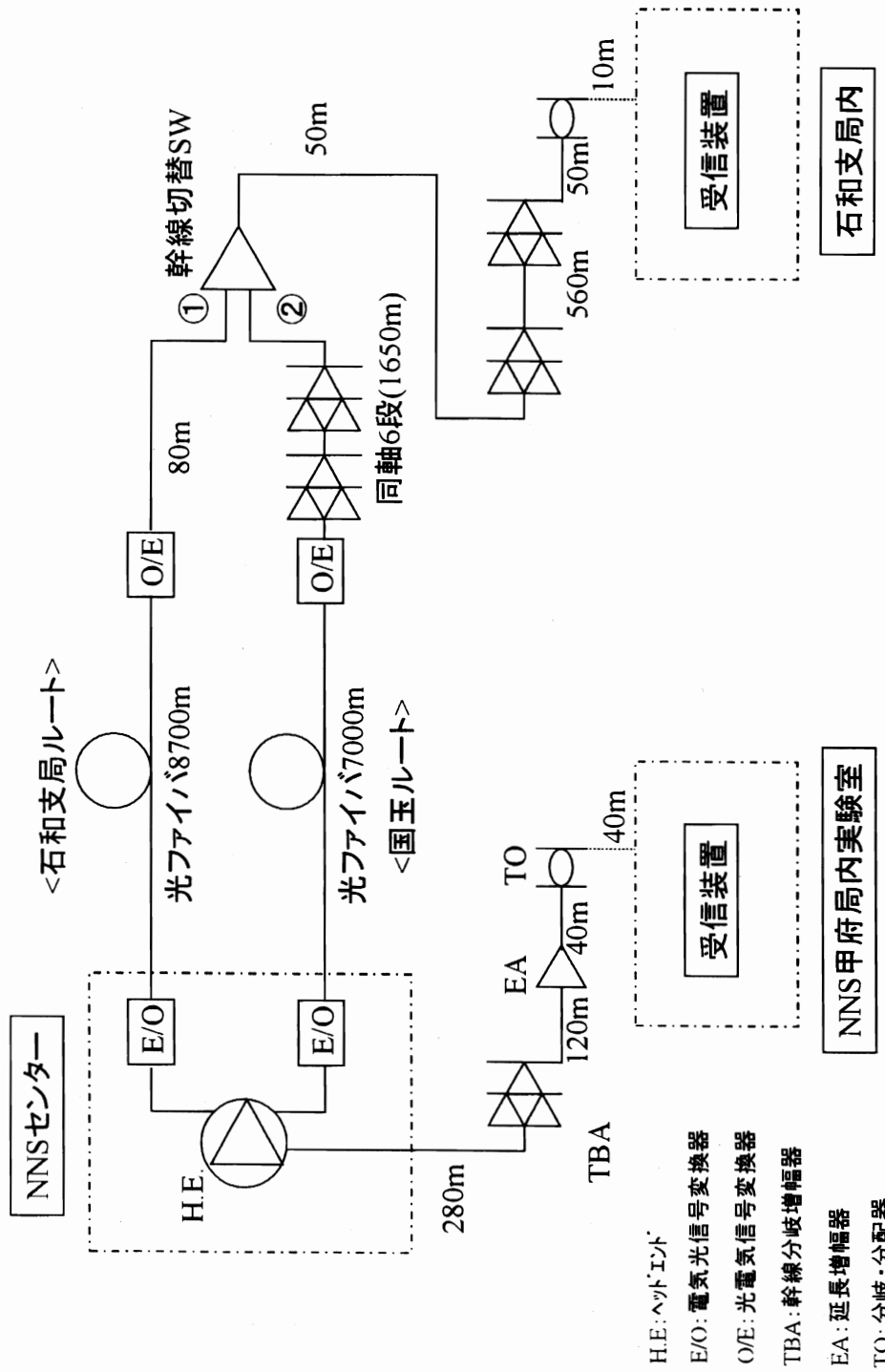


図4 野外実験 日本ネットワークサービス伝送路系統図

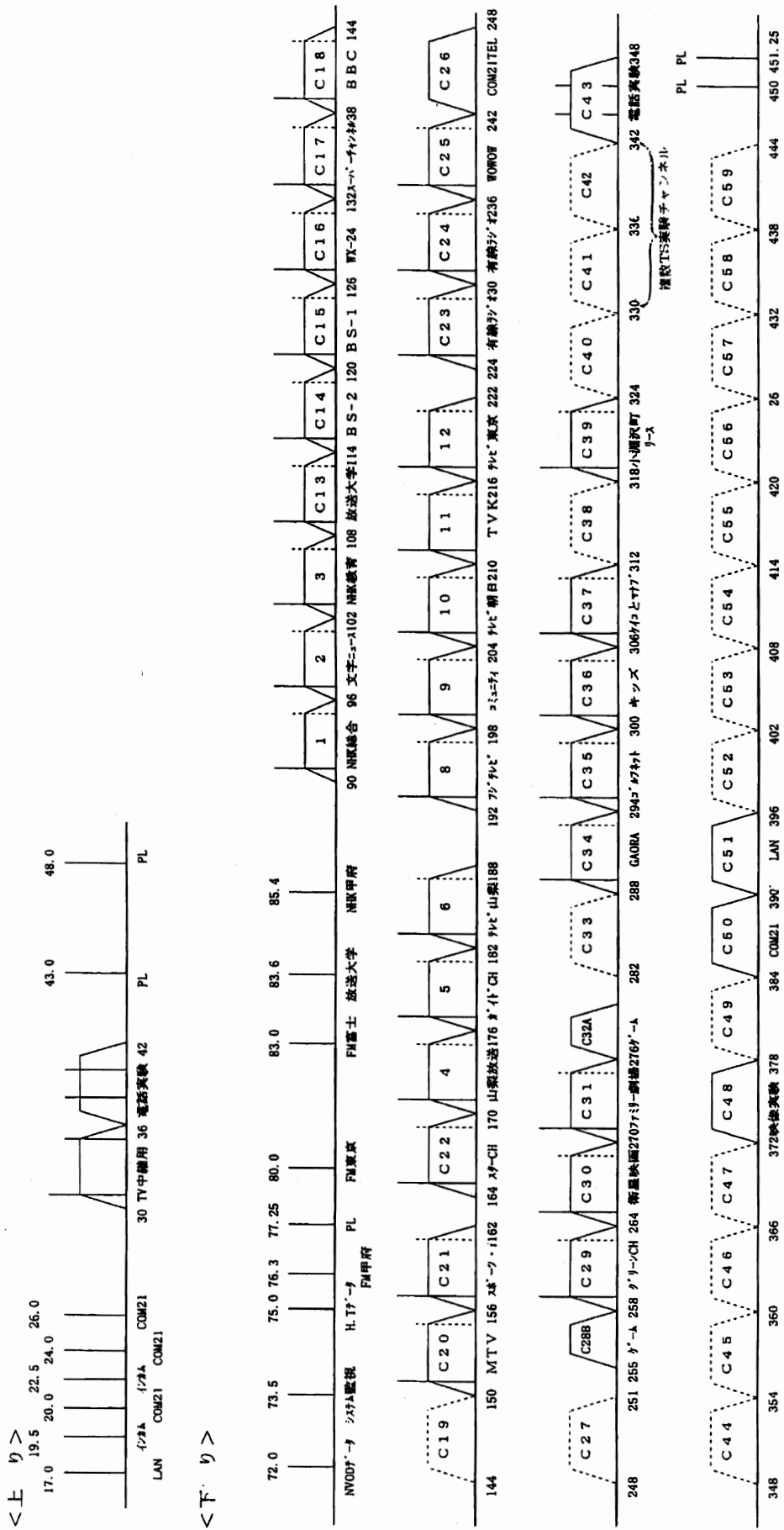


図5(a) 野外実験周波数配列

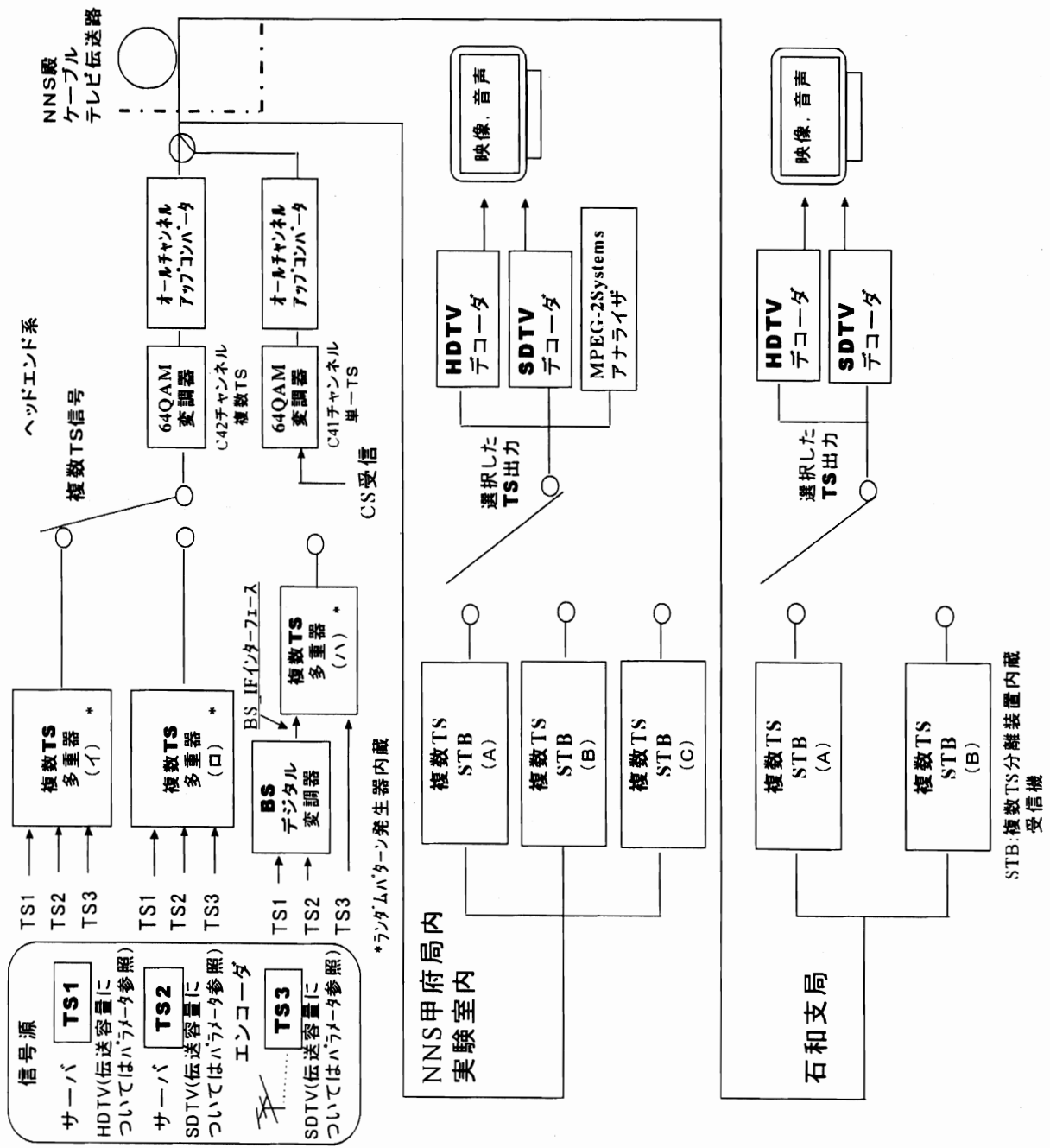


図5(b) 野外伝送実験系

野外実験に供試された複数 TS 多重器および STB の機能

[表 1 1 複数 TS 伝送実験に使用した多重器の機能]

複数 TS 多重器	イ	ロ	ハ
多重可能な TS 数	4TS	6TS	9TS
多重フレームへの スロット割り付け	静的配置	静的配置	静的配置
ヘッダの誤り訂正符号	なし	なし	なし
BS-IF インターフェース	なし	なし	あり

[表 1 2 複数 TS 伝送実験に使用した STB の機能]

STB	A	B	C
多重フレーム同期検出	多重フレーム 同期信号	多重フレーム同期信 号または framePID	多重フレーム 同期信号
Version-number 参照	しない	しない	しない
CRC 演算結果の照合	しない	する	する
内蔵 MPEG デコーダ	SDTV/BC	SDTV/BC	HDTV/AAC

5. 実験結果の概要

電気通信技術審議会デジタル放送システム委員会で承認された実験計画書に基づき、有線テレビジョン放送法施行規則に定める技術基準に準拠した施設において実験を行った結果、複数 TS 伝送方式は、室内実験、野外実験いずれにおいても複数 TS 伝送方式の要求条件として定められた機能・性能を満足し、問題ないことが確認された。

6. 実験結果

目 次

6. 実験結果	8 4
6. 1 室内伝送実験	8 5
1) 誤り率の測定	8 5
2) フレーム同期限界の測定	8 7
3) 整合性の確認	8 8
4) 両立性の確認	8 9
5) 選局切替の確認	9 0
6) 各T Sの独立性の確認	9 1
7) 遅延時間の測定	9 3
8) 付加情報の確認	9 4
9) 相互接続動作確認	9 5
10) ジッタ（パケット到達遅延ゆらぎ）の測定	9 6
6. 2 野外伝送実験	1 0 0
1) 伝送信号レベルの測定	1 0 0
2) C N比の測定	1 0 1
3) 選択したT Sの映像、音声の確認	1 0 2
4) 選局切り替えの確認	1 0 2
5) 付加情報の確認	1 0 3
7. 実験参加者名簿	1 0 4

6. 1 室内伝送実験

1) 誤り率の測定

単一TS伝送、複数TS伝送の各TSのCN比[dB]対BER特性を図7および図8に示す。複数TSについては、既存の物理伝送規格のRS(204,188)による誤り訂正後のBER特性を示した。64QAM信号の平均電力をC、雑音帯域幅は5.274MHzとしてCN比[dB]を測定した。(有線テレビジョン放送法施行規則における所要CN比の31dBは、雑音帯域幅および搬送波尖頭レベルと平均レベルとの換算により26.1dBとなる。)

測定チャンネル：C42ch(339MHz)

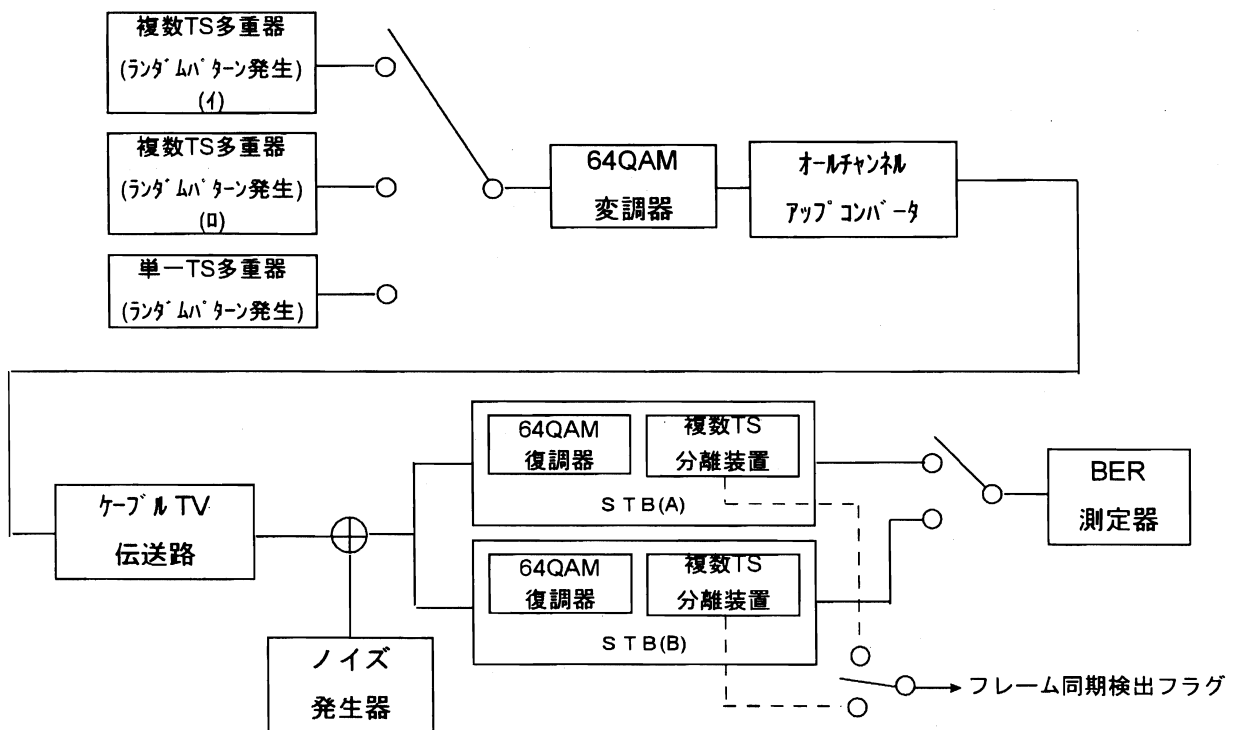


図6 誤り率の測定系統図

図7、8に誤り率の測定結果を示す。

TS1, TS2, TS3は複数TS伝送

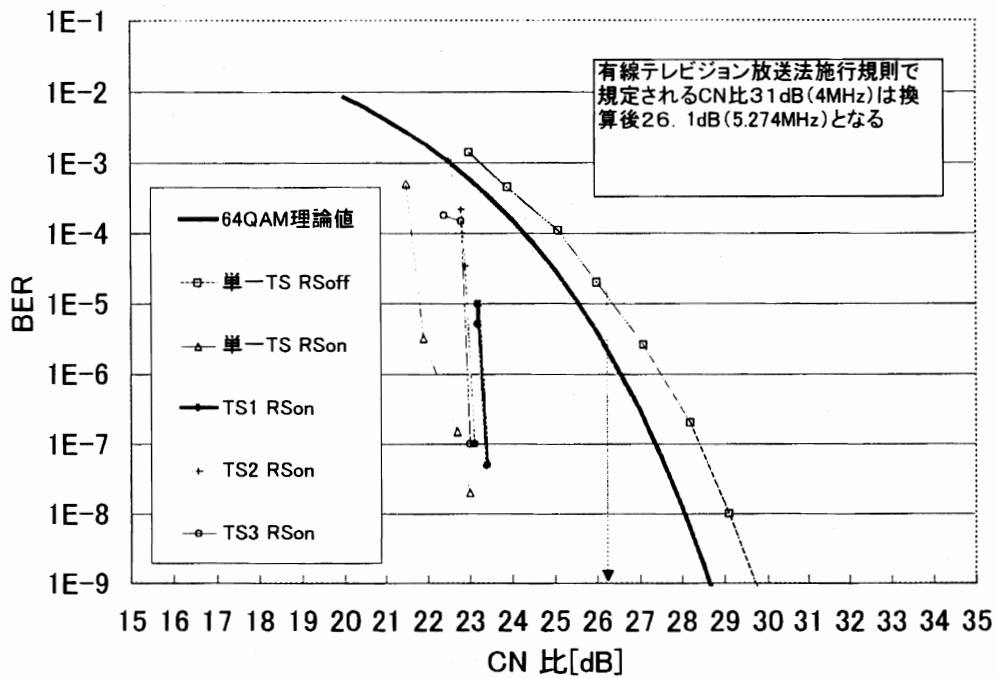


図7 多重器イとSTBAの組合せの場合

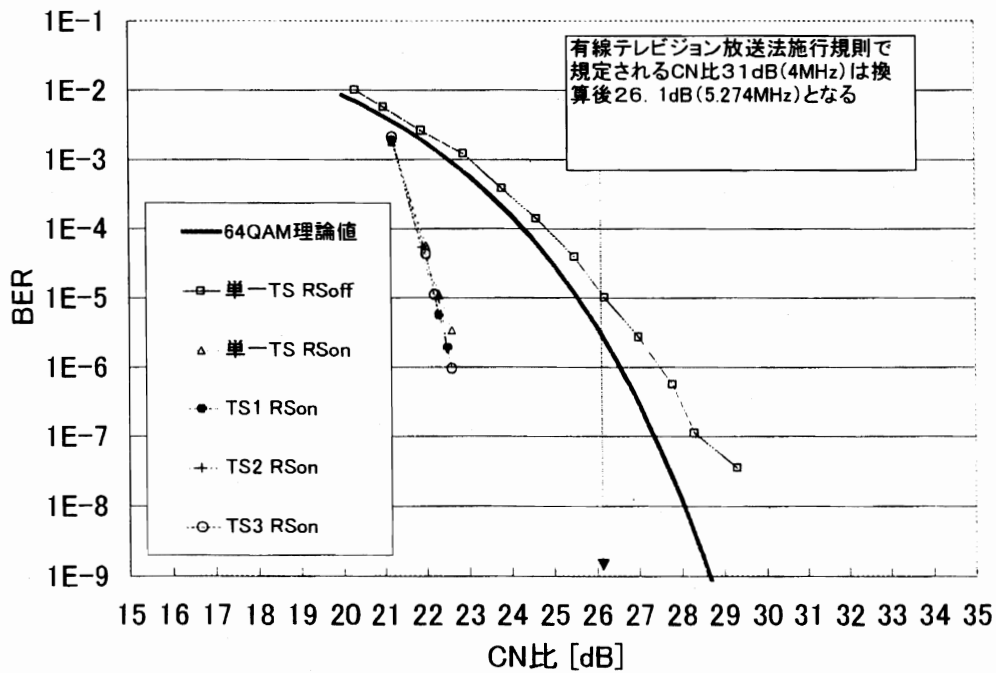


図8 多重器ロとSTBBの組合せの場合

2) 多重フレーム同期限界の測定

受信 CN 比を変化させて、複数 TS 伝送フレームの同期性能を測定する。

測定チャンネル : C42ch (339MHz)

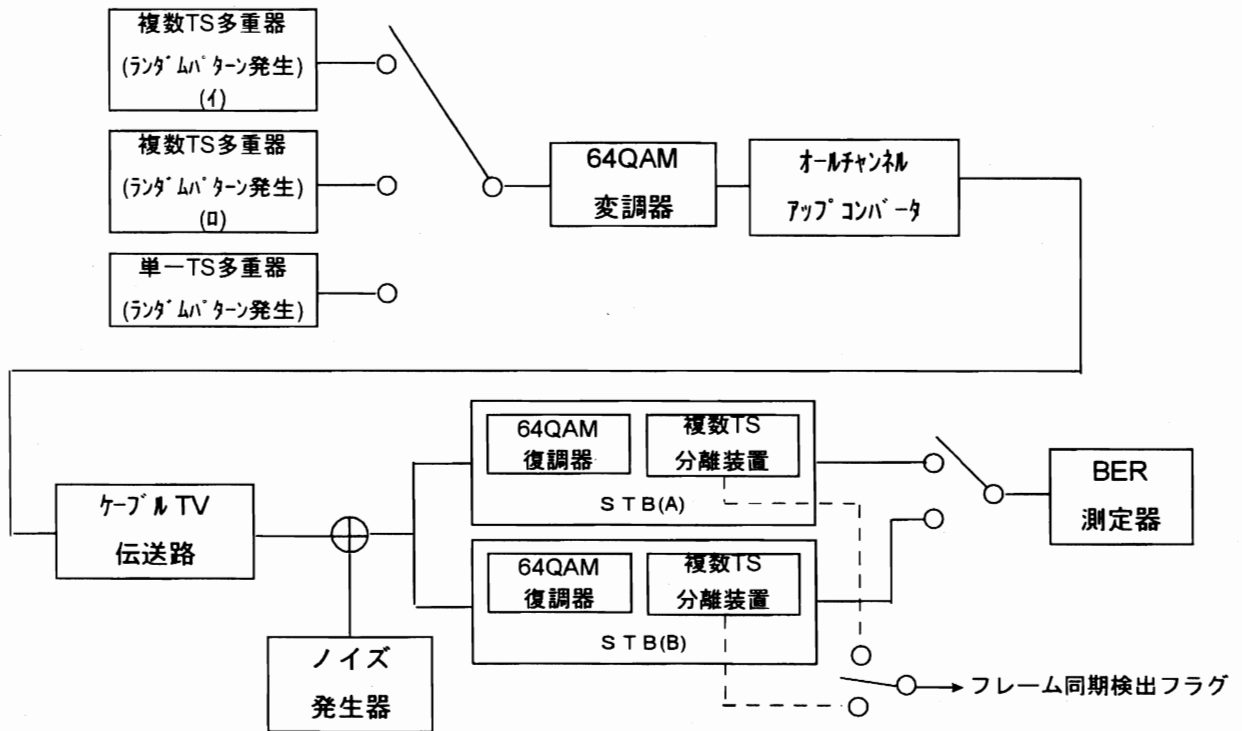


図9 多重フレーム同期限界の測定系統図

[表 13 多重フレーム同期限界の測定結果]

測定項目	測定結果	備考
多重フレーム同期限界	CN 比 = 21 ~ 22 dB	多重器 I と STB A の組合せ、多重器 II と STB B の組合せとも同等であった。

3) 整合性の確認

複数TS伝送チャンネル (C42) を受信後、TS1, 2, 3 を選択して MPEG-2 Systems 規格との整合性、映像、音声を確認する。

MPEG-2 Systems アナライザによってエラー検出した主な内容を下記に掲げる。

- ①TS パケット同期が 0x47 でない場合
- ②TS パケットの連続性カウンタが 0x0 から 0xf へ 1 ずつ増加していない場合
- ③番組配列情報 (PSI) 等の情報の CRC エラー
- ④PCR(program clock reference) のジッタ量が ±500ns を越える場合
- ⑤T-STD(TS system target decoder) 内のバッファが Over flow した場合

測定チャンネル : C42 c h (3 3 9 MHz)

CN 比 : 3 3 d B

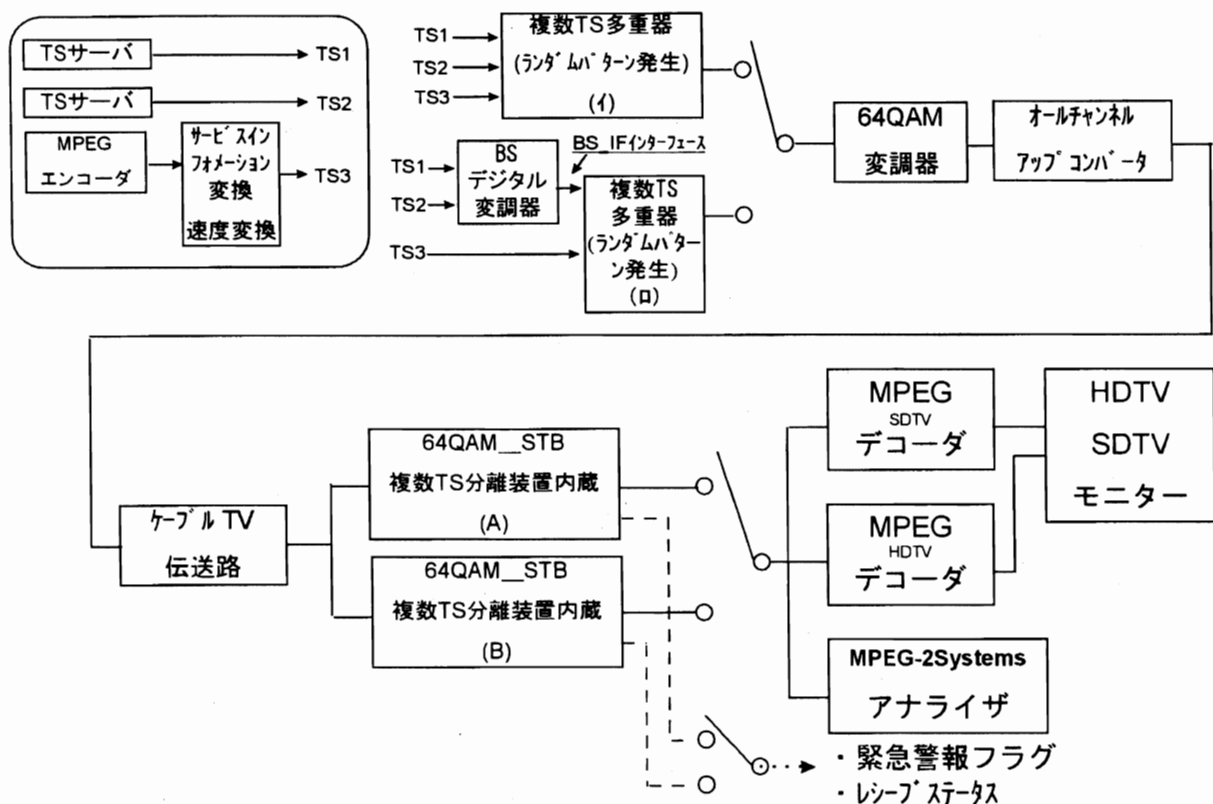


図 10 整合性の確認系統図

[表 14 整合性の確認結果]

イとAの組合せ	ロとBの組合せ
良	良

4) 両立性の確認

単一TS伝送方式のSTB機能を拡張した複数TS用STBで、複数TS伝送チャンネル(C42)及び単一TS伝送チャンネル(C43)を受信し、どちらも支障なく受信できることを確認する。

測定チャンネル：C42ch (339MHz)

CN比：33dB

測定チャンネル：C43ch (345MHz)

CN比：33dB

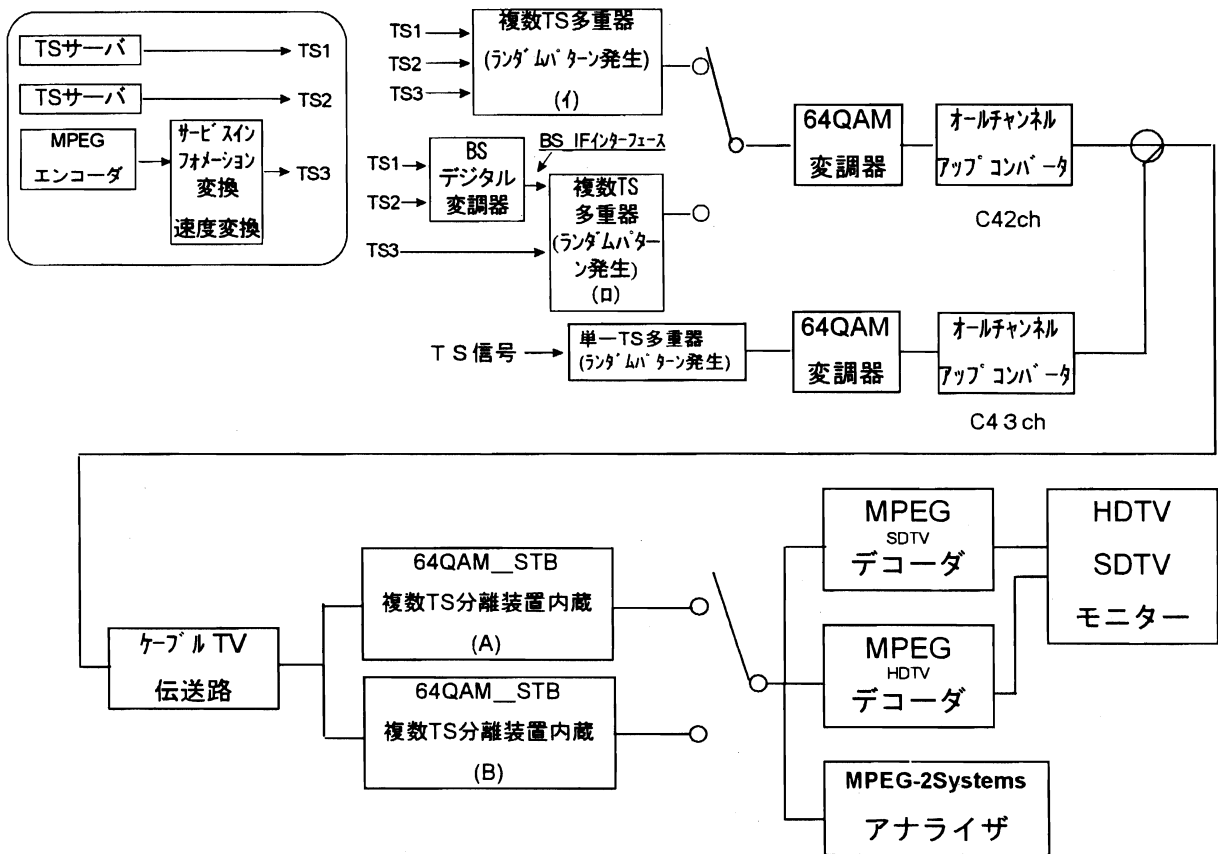


図 11 両立性の確認系統図

[表 15 両立性の確認結果]

イとAの組合せ	ロとBの組合せ
良	良

5) 選局切替の確認

単一TS伝送方式のSTB機能を拡張した複数TS用STBで、複数TS伝送チャンネル(C42)を受信し、受信した各TSの選択動作を確認する。

測定チャンネル：C42ch (339MHz)

C/N比：33dB

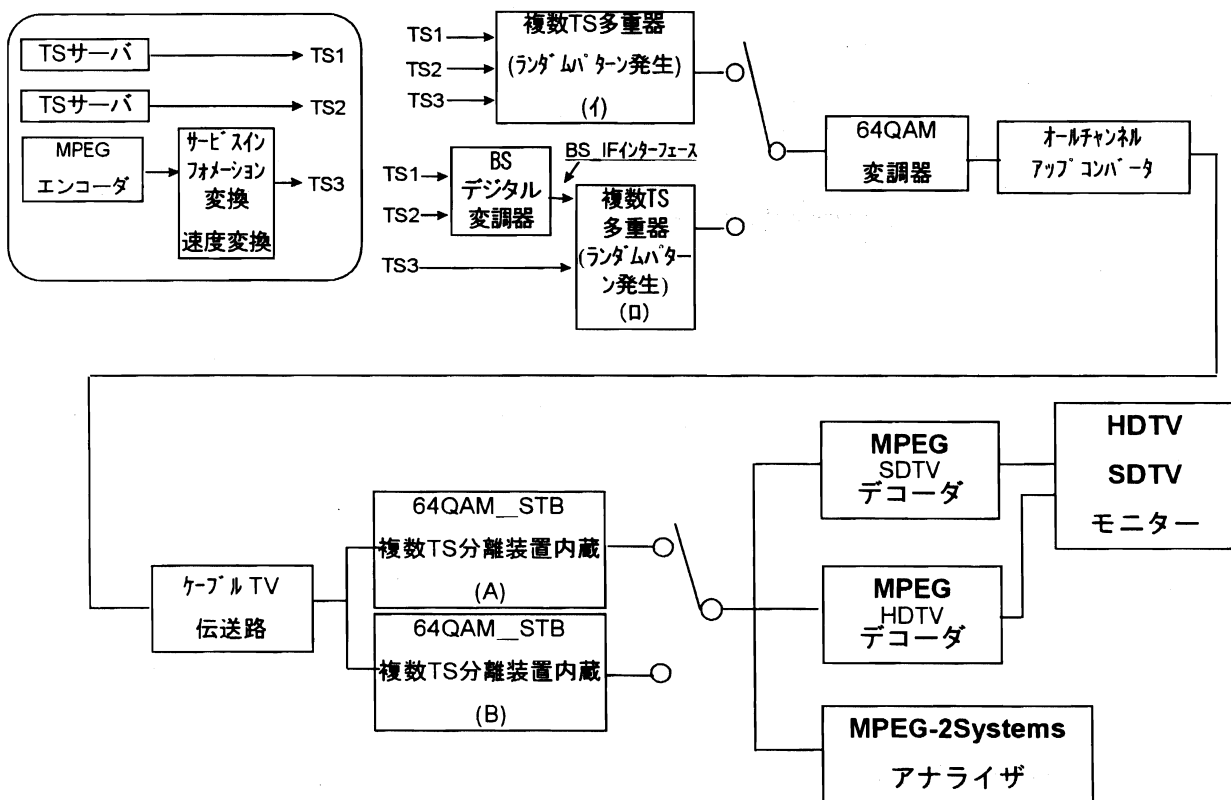


図 12 選局切替の確認系統図

[表 16 選局切替の確認結果]

確認項目	確認結果
TS 1	良
TS 2	良
TS 3	良

(参考) 切替時間：実験で使用した機器では、チャンネル選択、TS 選択、映像・音声の再生まで約1秒を要した。

6) 各 TS の独立性の確認

TS3 の速度をスロット数単位で増加させかつ映像伝送レートを上昇させ、ヌルパケットを含む使用帯域の合計が 29.162Mbps の 52/53 を超えるいくつかの場合について、破綻の有無を確認する。

測定に使用した MPEG-2 TS の内容は下記による。

- ①TS1：40スロット（固定）
- ②TS2：6スロット（固定）
- ③TS3：6～20スロット（可変）

測定チャンネル：C42ch（339MHz）

C/N比：33dB

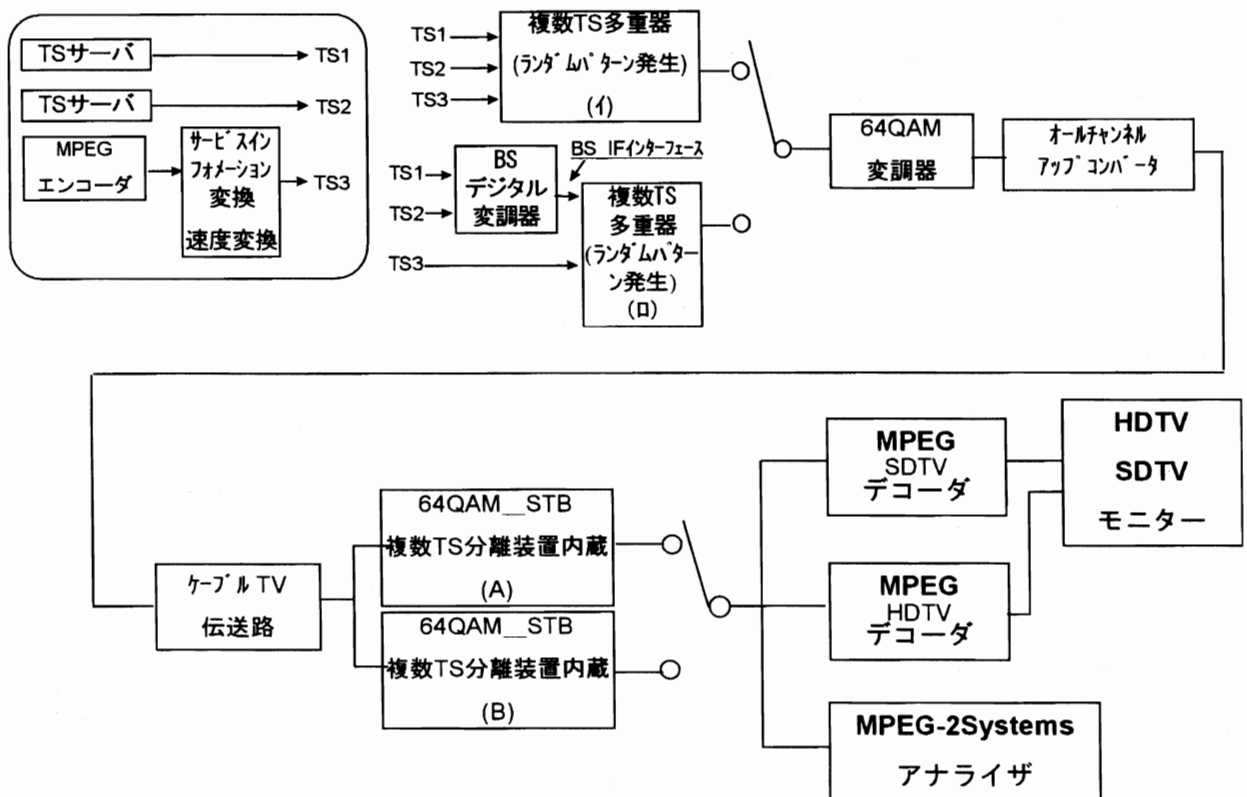


図 13 各 TS の独立性の確認系統図

[表 17 各 TS の独立性の確認結果]

(イと A の組合せ)

破綻が無い場合は○、破綻した場合は×

TS3 の入力スロット数 (伝送レート)	TS3 への割り当て スロット数	TS1	TS2	TS3	備考
6 (3.58Mbps)	6	○	○	○	初期値
7 (4.18Mbps)	6	○	○	×	
20 (11.94Mbps)	6	○	○	×	

[表 18 各 TS の独立性の確認結果]

(ロと B の組合せ)

破綻が無い場合は○、破綻した場合は×

TS3 の入力スロット数 (伝送レート)	TS3 への割り当て スロット数	TS1	TS2	TS3	備考
6 (3.58Mbps)	6	○	○	○	初期値
7 (4.18Mbps)	6	○	○	×	
20 (11.94Mbps)	6	○	○	×	

7) 遅延時間の測定

複数 TS の多重、伝送、分離に伴う遅延時間を測定する。

測定チャンネル：C42ch (33.9MHz)

C/N比：33dB

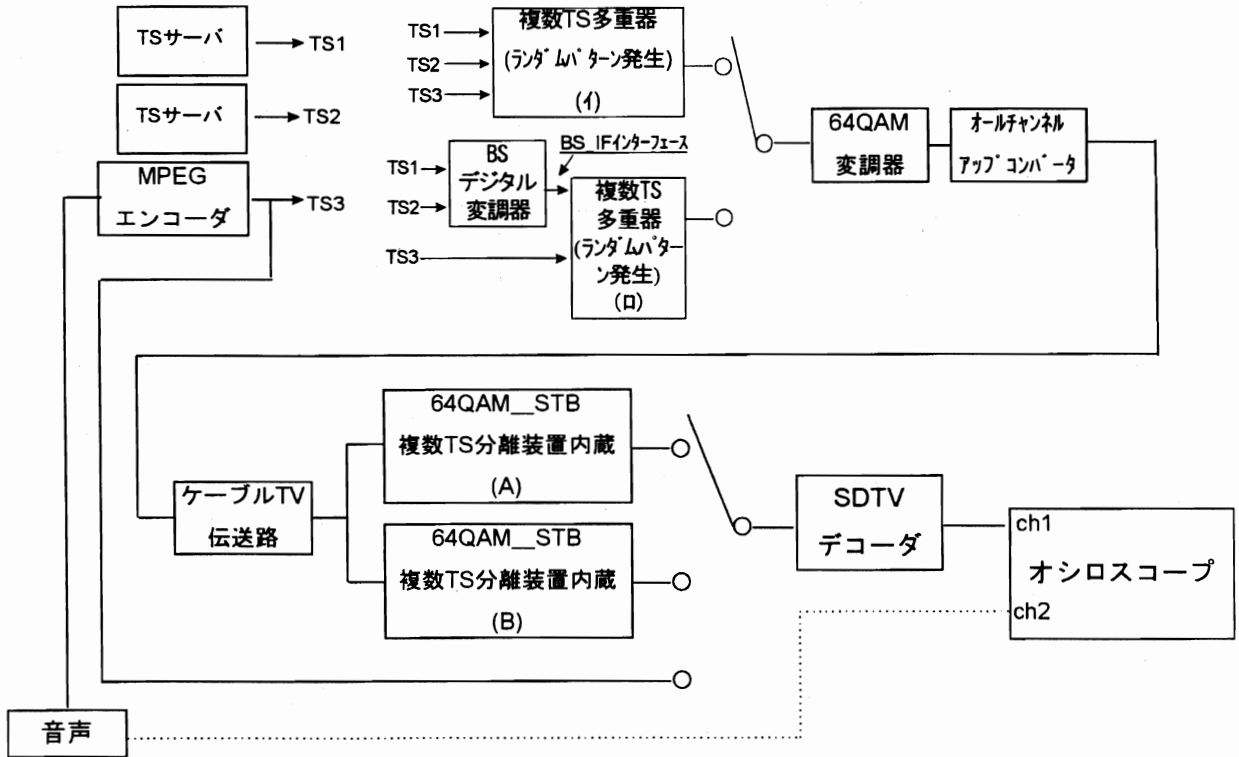


図 14 遅延時間の測定系統図

[表 19 遅延時間の測定結果]

	イと A の組合せ	ロと B の組合せ
エンコード前とデコード後の音声の時間差 (複数 TS 分離装置から取り出した TS3 をデコードした場合)	887ms	887ms
エンコード前の音声とデコード後の時間差 (TS3 のエンコーダとデコーダを直結した場合)	865ms	
複数 TS の多重、伝送、分離に伴う遅延時間	22ms	22ms

測定結果より、サービスに支障をきたすような遅延時間でないことを確認した。

複数 TS の多重に伴う最大多重遅延時間は、一般的に 50ms 以内であれば問題はおきない。

8) 付加情報の確認

緊急警報放送などの起動を確認する。

測定チャンネル：C42ch (33.9MHz)

C/N比：33dB

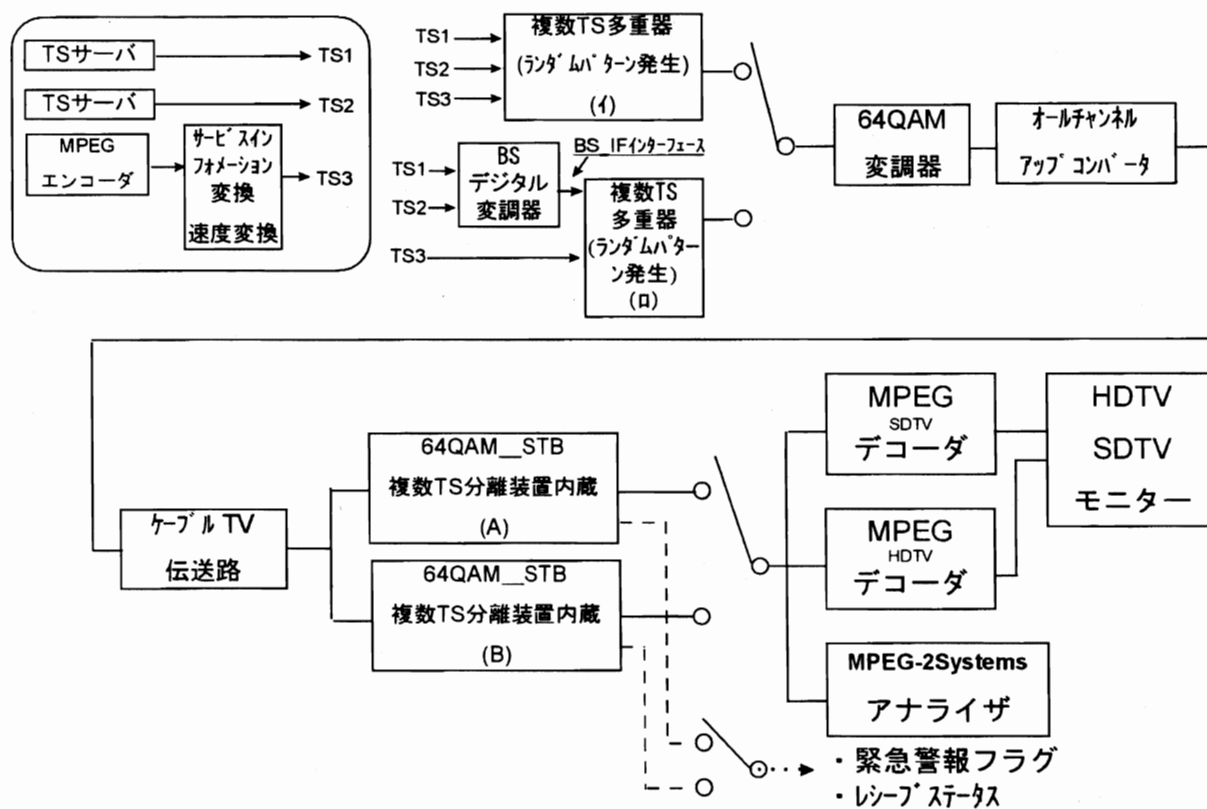


図 15 付加情報の確認系統図

[表 20 付加情報の確認結果]

フラグ	イとAの組合せ	ロとBの組合せ
緊急警報放送起動フラグ	良	良
レシーブステータス	良	良

9) 相互接続動作確認

実験に供試された多重器および64QAM_STBを、相互に接続し動作を確認する。

測定チャンネル：C42ch (339MHz)

CN比：33dB

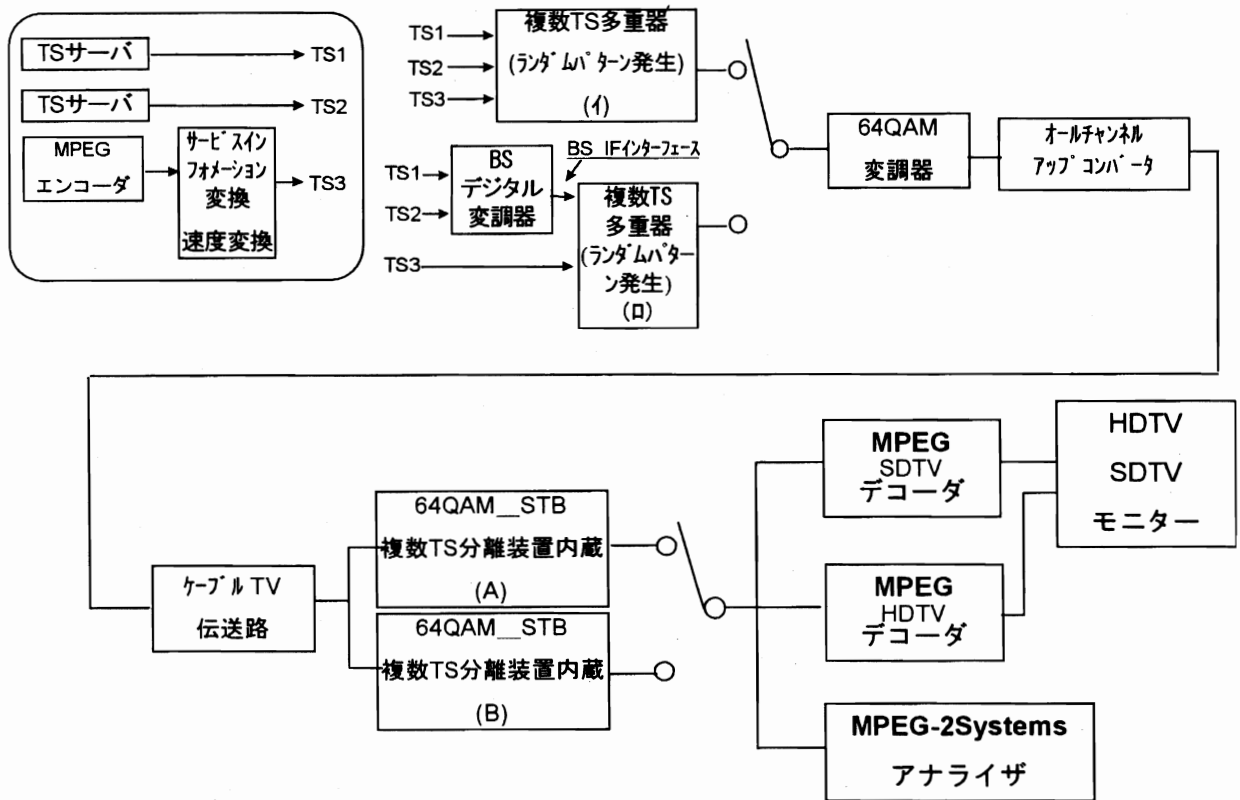


図 16 相互接続動作の確認系統図

[表 21 相互接続動作の確認結果]

①TS1, TS2, TS3 がいずれも映像、音声を再生可、MPEG-2 Systems 準拠の場合は (○, ○, ○)

	STB A	STB B
多重器 イ	(○, ○, ○)	(○, ○, ○)
多重器 ロ	(○, ○, ○)	(○, ○, ○)

②STB で緊急警報放送のフラグ、受信 status を検出できた場合は (○, ○)

	STB A	STB B
多重器 イ	(○, ○)	(○, ○)
多重器 ロ	(○, ○)	(○, ○)

10) ジッタ（パケット到達遅延ゆらぎ）の測定

多重・分離にともなうパケット遅延ジッタを測定し、測定結果をスロット配置から計算されるジッタの最大値と比較し、計算値の範囲内であることを確認する。

i 測定方法

複数 TS 多重器の PCR 補正機能を OFF として伝送する。受信機で測定対象の TS を選択して出力し、MPEG アナライザに取りこむ。PCR が付加されたパケットについて PCR の値とパケット到着時間の差を算出することにより遅延ジッタを求める。実験システムを図 17 に示す。

測定は、

(イ)：入力 TS が多重フレームに同期している場合

(ロ)：入力 TS が多重フレームに非同期の場合

測定時のスロット配置を図 18 に示す（遅延ジッタはスロット配置により異なる）。

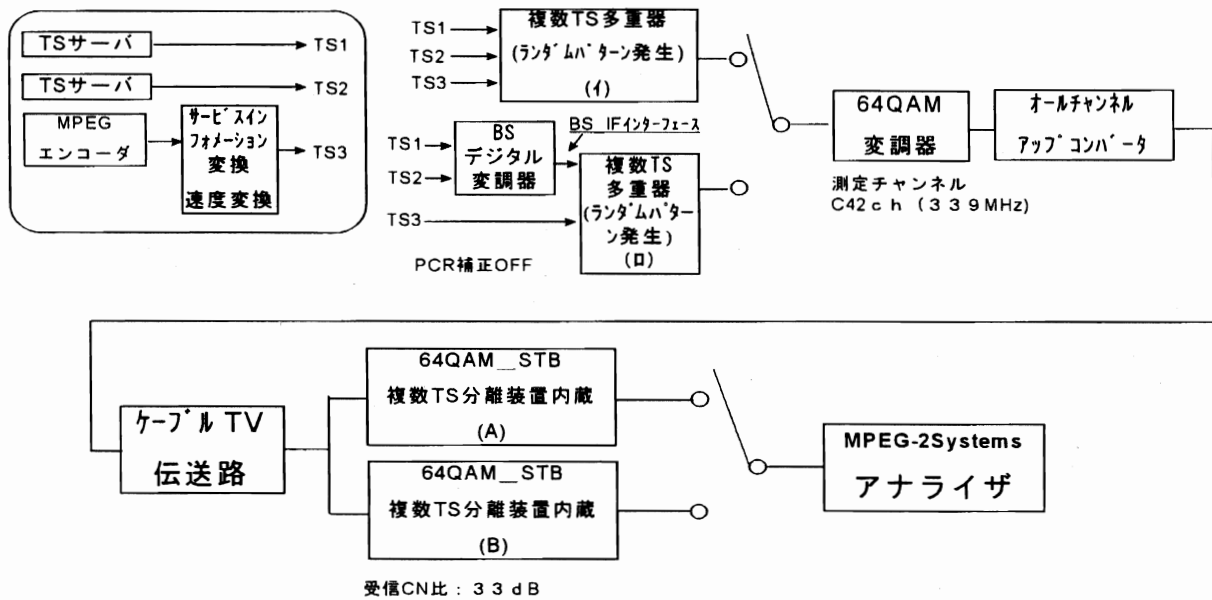
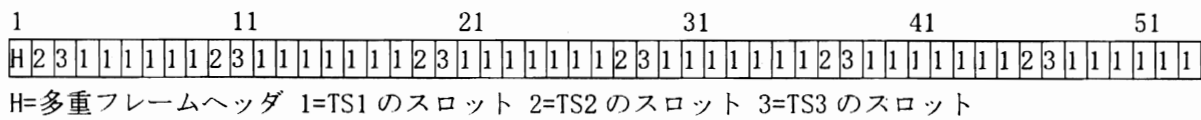
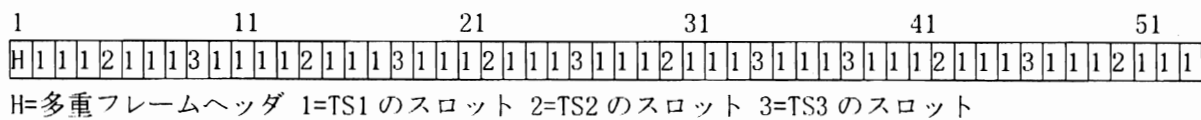


図 17 ジッタの測定系統図



(イとAの組合せ)



(ロとBの組合せ)

図 18 測定時のスロット配置

ii 実験結果

あるパケットが、エンコーダが想定する時間より「多重器への入力 TS の速度で 1 パケット伝送するのにかかる時間」だけ遅れてデコーダに到着した場合、受信機のデコーダバッファ量は遅延ジッタがない場合と比較して最大 1 パケット分変動すると考えられる。そこで、遅延ジッタの大きさを、入力時のパケットの周期で規格化した遅延ジッタ B (単位：パケット) で表示する。

入力時のパケットの周期で規格化した遅延ジッタ B は次式で表せる。

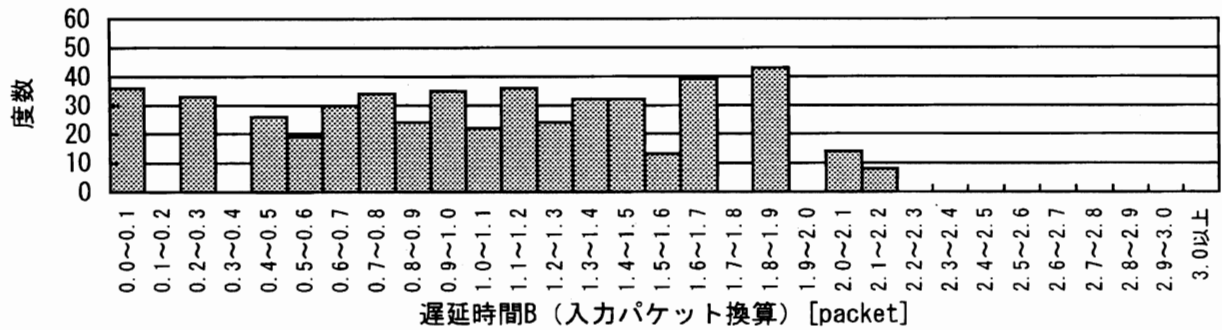
$$B = T / T_p$$

$$T_p = (204 \times 8) / (31.644 \times 10^6 \times s \times 53)$$

ここで T は遅延ジッタの測定値 [sec]、s は入力 TS に割当てられたスロット数、T_p は入力 TS (割当てスロット数 : s) のパケットの周期 [sec/packet] である。

TS1 および TS2 について測定した遅延ジッタの度数分布をグラフ 1 と 2 に示す。

(イと A の組合せ：同期)



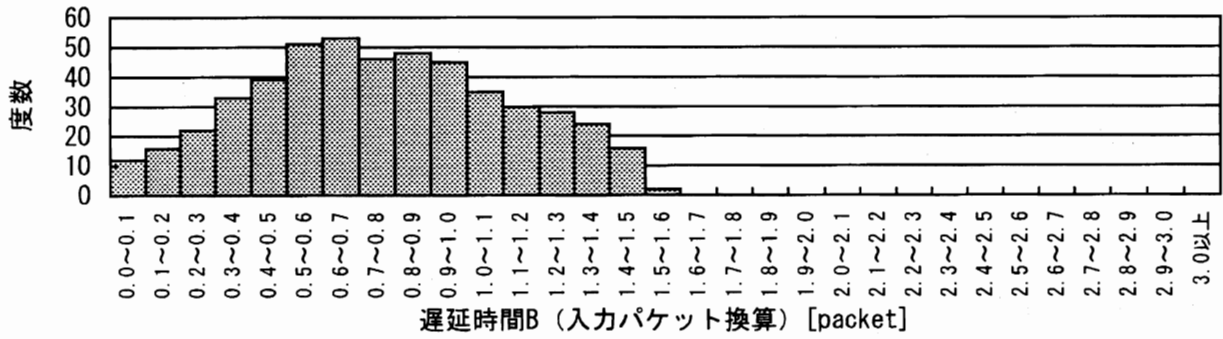
(a) TS1 (割当てスロット数 s=40)



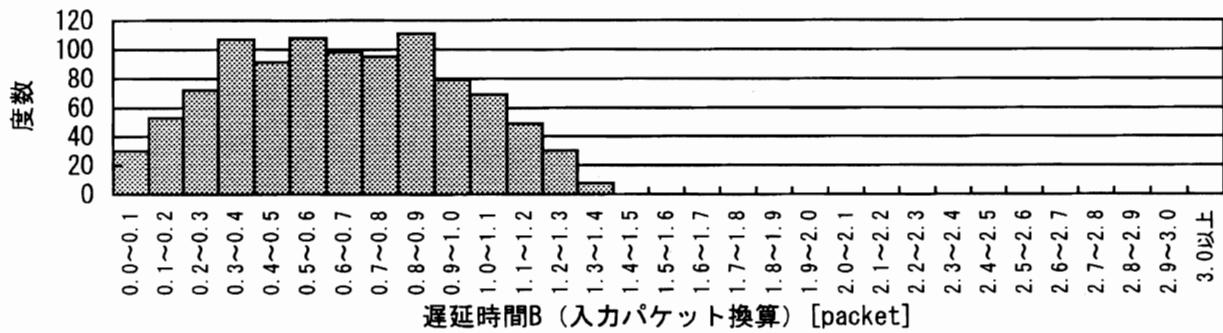
(b) TS2 (割当てスロット数 s=6)

図 19 遅延ジッタ B の度数分布測定結果

(ロとBの組合せ：非同期)



(a) TS1 (割当てスロット数 s=40)



(b) TS2 (割当てスロット数 s=6)

図 20 遅延ジッタ B の度数分布測定結果

iii スロット配置から計算できる遅延ジッタの最大値との比較

遅延ジッタの最大値は、入力 TS にヌルパケットを挿入して割り当てられたスロットの速度に変換(同期化)する際に発生する遅延ジッタの最大値 Tr と、多重フレーム内のスロット位置割り当てによる遅延ジッタの最大値 Tf との和になる(図 21 参照)。 Tr 、 Tf は次式で与えられる。

$$Tr = \max(delr) - \min(delr)$$

$$Tf = \max(delf) - \min(delf)$$

Tr は、図 21 より、入力 TS が多重フレームに非同期の場合 Tp であり、入力 TS が多重フレームに同期している場合 0 である。 Tf は、パケット配置から計算した $delf$ より求めることができる。

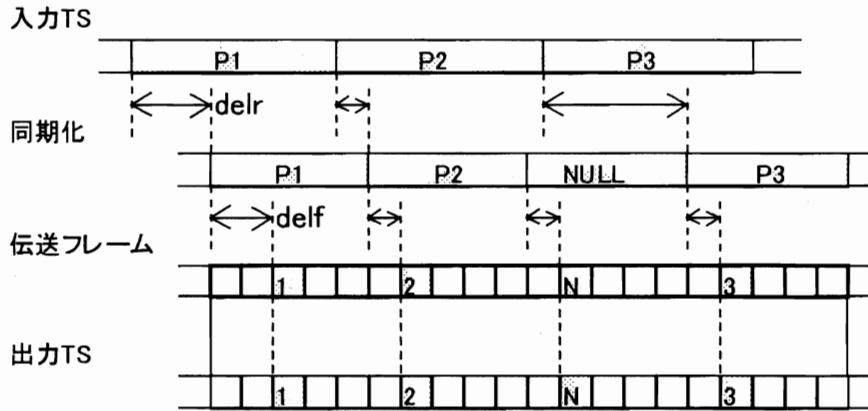


図 21 多重分離にともなう遅延ジッタ

測定時のスロット配置 (図 18 参照) に対して計算した遅延ジッタの最大値を表 22 にまとめる。

[表 22 スロット配置から計算した遅延ジッタ B の最大値]

	イと A の組合せ：同期	ロと B の組合せ：非同期
TS1 (s=40)	2.09	1.74
TS2 (s=6)	0.094	1.36
TS3 (s=6)	0.094	1.83

図 19 (a) において遅延時間が 2.1~2.2 パケットと測定されたものが 8 パケット (500 パケット中) あり、表 22 に示す計算上の最大値 2.09 パケットを超えている。これは、多重器で PCR の補正を OFF にしていることにより、本来の PCR パケットの基準クロックの変動の範囲 ($\pm 500\text{ns}$ 以内) を超えて基準クロックが大きく変動し、この基準クロックを基にして測定器で再生したシステムクロック (27MHz) も変動することから生じるゆらぎによる時間分解能等の誤差が含まれた結果と推測する。

この誤差を考慮すると、測定結果が計算上の最大遅延量の範囲内であると考えられる。

6. 2 野外伝送実験

6.2.1 事前測定

1) 伝送信号レベルの測定

NTSC-VSB-AM と 64QAM の受信信号レベルを測定する。

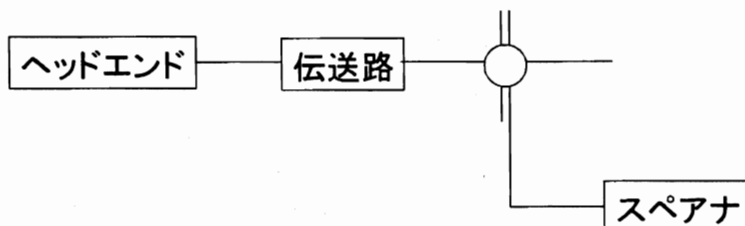


図 22 信号レベル測定系統図

[表 23 信号レベルの測定結果]

信号の種別	NTSC	64QAM	64QAM
伝送チャンネル	C37	C41	C42
石和支局ルート 光ファイバー伝送 8700m + 同軸ケーブル伝送 2 段 750m	69.0 dB μ V	54.1 dB μ V	54.1 dB μ V
国玉ルート 光ファイバー伝送 7000m + 同軸ケーブル伝送 8 段 2320m	65.6 dB μ V	50.7 dB μ V	50.7 dB μ V

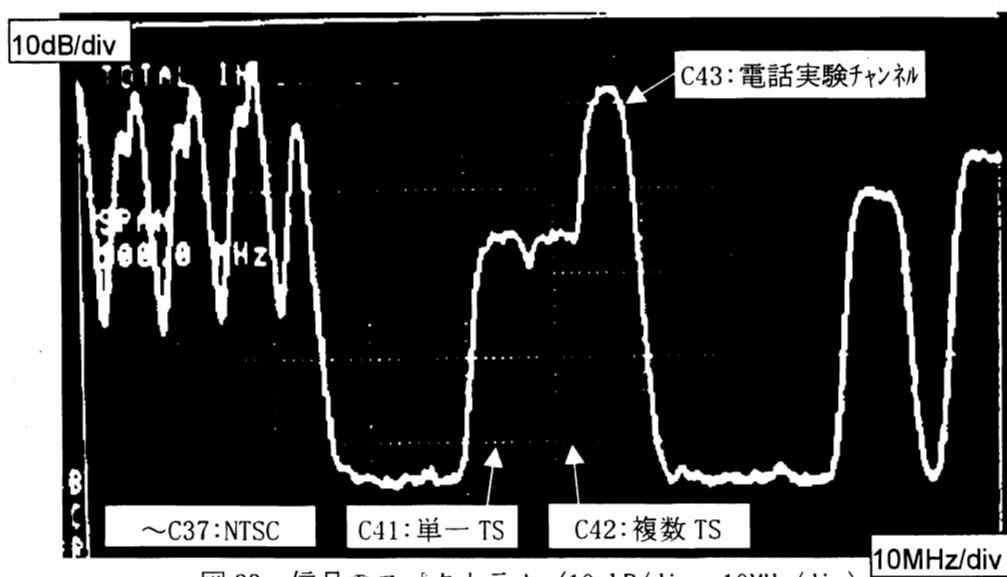


図 23 信号のスペクトラム (10 dB/div, 10MHz/div)

2) CN 比の測定

NTSC-VSB-AM 信号と 64QAM 信号の CN 比を測定する。

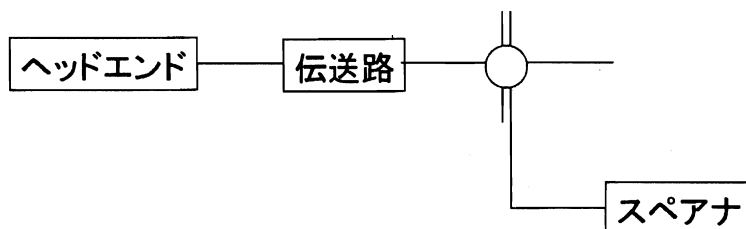


図 24 CN 比測定系統図

[表 24 NTSC の CN 比の測定結果 使用チャンネル : C37]

	NTSC (C37) CN 比 [dB]
石和支局ルート 光ファイバー伝送 8700m + 同軸ケーブル伝送 2 段 750m	45.4
国玉ルート 光ファイバー伝送 7000m + 同軸ケーブル伝送 8 段 2320m	42.8

[表 25 64QAM の CN 比の測定結果 使用チャンネル : C42]

	64QAM (C42) CN 比 [dB]
石和支局ルート 光ファイバー伝送 8700m + 同軸ケーブル伝送 2 段 750m	29.0
国玉ルート 光ファイバー伝送 7000m + 同軸ケーブル伝送 8 段 2320m	27.8

[表 26 64QAM の CN 比の測定結果 使用チャンネル : C41]

	64QAM (C41) CN 比 [dB]
石和支局ルート 光ファイバー伝送 8700m + 同軸ケーブル伝送 2 段 750m	29.0
国玉ルート 光ファイバー伝送 7000m + 同軸ケーブル伝送 8 段 2320m	27.8

6.2.2 複数 TS 伝送測定

3) 選択した TS の映像、音声の確認

複数 TS 伝送チャンネル (C42) を受信後、TS1, 2, 3 を選択して MPEG-2 Systems 規格との整合性、映像、音声を確認する。

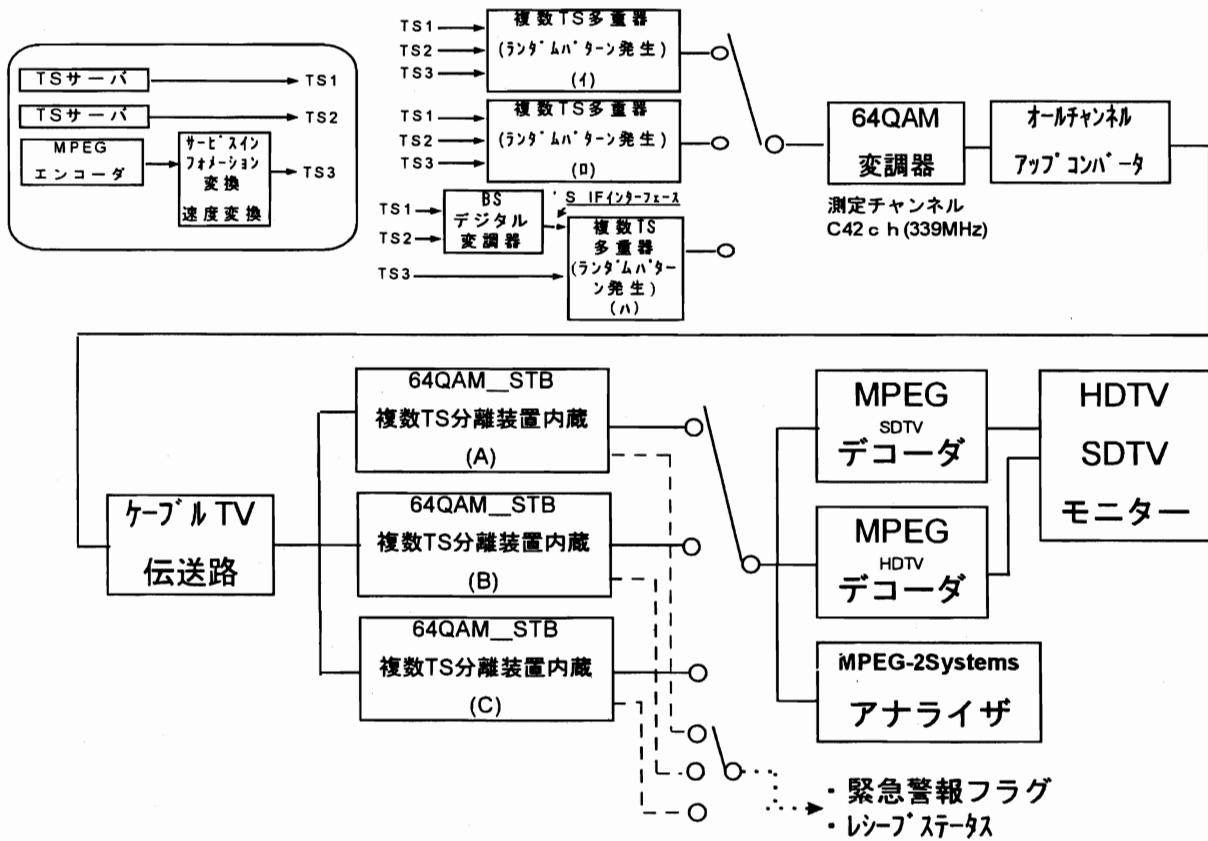


図 25 映像、音声伝送確認システム図

TS1, 2, 3 の確認を行った。

[表 27 TS の映像、音声確認結果]

ロと A の組合せ	ロと B の組合せ	ロと C の組合せ
良	良	良

4) 選局切替の確認

単一 TS 伝送方式の STB 機能を拡張した複数 TS 用 STB で、複数 TS 伝送チャンネル (C42) を受信し、受信した各 TS の選択動作を確認する。

TS1, 2, 3 の選択動作確認を行った。

[表 28 選局切替の確認結果]

確認項目	確認結果
TS 1	良
TS 2	良
TS 3	良

(参考) 切替時間：実験で使用した機器では、チャンネル選択、TS 選択、映像・音声の再生まで約 1 秒を要した。

5) 付加情報の確認

STB で緊急警報放送起動フラグおよびレシーブステータスを確認する。

伝送チャンネルは C42 を使用。

検出できた場合は (○, ○) で示す。

[表 29 フラグの検出結果]

	STB A
多重器 口	(○, ○)

7. 実験参加者名簿

	氏名	会社・団体名	部署
主任	原田 守夫	日本通信機(株)	技術センター情報メディア推進部
副主任	中村 直義	日本放送協会	放送技術研究所デジタルネットワーク
	川谷内 登	NECケーブルメディア(株)	技術本部開発設計部
	望月 健一	NECケーブルメディア(株)	技術本部開発設計部
	斎藤 健二	NECケーブルメディア(株)	技術本部開発設計部
	清家 利之	NECケーブルメディア(株)	技術本部開発設計部
	大野 雄二	(株) 関電工	情報通信本部ケーブルシステム部
	石橋 博人	住友電気工業(株)	伝送システム開発部
	前田 直樹	住友電気工業(株)	伝送システム開発部
	平井 秀幸	住友電気工業(株)	伝送システム開発部
	船田 知之	住友電気工業(株)	伝送システム開発部
	猪瀬 謙司	ソニー(株)	HNC ホームエンタテインメントカンパニー高周波高圧部品事業部 開発2課
	片山 友幸	DX アンテナ(株)	技術部 デジタル機器開発グループ
	畑中 康作	(株) ティルク・ティービー	受信システム技術部 衛星ターミナルシステム課
	多田 貴	東京電力(株)	デジタルCATV放送実験協議会実験プロジェクト室
	林 克富	(財) 東京ケーブルビジョン	技術・企画部
	相良 正治	日本アンテナ(株)	電子機器技術部 技術3課
	石垣 悟士	日本通信機(株)	技術センター情報メディア推進部
	中島 秀雄	日本通信機(株)	技術センター情報メディア推進部
	加来 健治郎	日本通信機(株)	技術センター情報メディア推進部
	小森 宏栄	日本通信機(株)	技術センター情報メディア推進部
	池田 智	日本電信電話(株)	アクセスサービスシステム研究所
	飯野 信彰	(株) 日本ネットワークサービス	技術局
	山形 英器	(株) 日本ネットワークサービス	技術局
	武藤 英明	(株) 日本ネットワークサービス	技術局
	中村 義夫	(株) 日本ネットワークサービス	技術局
	小林 義幸	(株) 日本ネットワークサービス	技術局
	阿良田 洋雄	日本放送協会	営業局受信技術センター受信計画
	三好 泰宏	日本放送協会	営業局受信技術センター首都圏受信技術
	柴田 泰見	日本放送協会	営業局受信技術センター受信計画
	小山田 公之	日本放送協会	放送技術研究所デジタルネットワーク
	倉掛 卓也	日本放送協会	放送技術研究所デジタルネットワーク

徳井 隆	日本放送協会	営業局受信技術センター首都圏受信技術
川久保 徹	パイオニア (株)	C & S 事業部
山地 勝	パイオニア (株)	C & S システム事業部 C & S システム開発 部開発一課
野田 勉	(株) 日立製作所	デジタルメディア開発本部第一部
山下 智史	(株) 日立製作所	デジタルメディアシステム事業部ホームネットワーク部
丸一 徹二	(株) 日立製作所	デジタルメディアシステム事業部ホームネットワーク部
木下 淳	(株) 日立製作所	デジタルメディア開発本部第一部
前田 英紀	(株) 日立製作所	デジタルメディア開発本部第一部
松本 卓三	古河電気工業 (株)	ネットワーク事業部伝送エンジニアリング部 CATV システム課
鈴木 富博	(株) プロートネットマックス	技術開発本部技術開発部
棕本 雅雄	(株) プロートネットマックス	デジタル推進室 事業推進部
吉田 浩	(株) プロートネットマックス	デジタル推進室 技術部
伊東 義和	マスプロ電工 (株)	開発部 1G
中西 徹	松下電器産業 (株)	テレビネットワークシステム事業部ネットワーク事業推進部 技術グループ
河本 典之	松下電器産業 (株)	テレビネットワークシステム事業部デジタルネットワーク事業推 進部企画グループ
古賀 弘	松下電器産業 (株)	マルチメディアシステム研究所
宮崎 貴史	松下電器産業 (株)	テレビネットワークシステム事業部ネットワーク事業推進部
田伐 智	松下電器産業 (株)	マルチメディアシステム研究所
加治 充	松下電器産業 (株)	マルチメディアシステム研究所
下田平 麻志	松下電器産業 (株)	マルチメディアシステム研究所
茂木 智広	八木アンテナ (株)	機器事業部 機器設計部
事務局 西山 光生		
岩堀 深雪		

以上、順不同、敬称略