

光加入者線多重伝送装置

Optical Subscriber Loop Carrier Equipment

従来のアナログ電話端末および新しいISDN(Integrated Services Digital Network)端末(INS: Information Network System ネット64)を混在収容してサービスを提供できる光加入者線多重伝送装置を開発した。この装置は、D70形交換機の加入者回路をユーザービルまたは小規模需要局(可搬形局舎)に設置し、交換機と加入者回路を6.3 Mビット/秒または52 Mビット/秒の光伝送路で接続する装置である。収容加入者線は、6.3M方式の場合最大127加入/台、52M方式の場合最大381加入/台(アナログ電話換算)である。この装置により、現在のメタリックケーブルによる加入者網が抱えている老朽化、管路スペース不足などの問題が解決できるとともに、今後の加入者網のサービス高度化に対応することができる。この装置は、日本電信電話株式会社で1989年4月から本格導入されている。

藤田浩之* *Hiroyuki Fujita*
 細田 茂* *Shigeru Hosoda*
 高野光広* *Mitsuhiro Takano*
 生島一郎** *Ichirō Ikushima*

1 緒 言

光ケーブルは広帯域、低損失、無誘導、細心・軽量などの優れた特性を持っている。このため、光ケーブル通信は、従来のメタリックケーブルが抱えている技術的問題点を解決でき、すでに電話局相互を結ぶ中継系の分野で本格導入されているが、加入系の分野では経済的条件が整わないため、本格導入に至っていない。一方、現状の加入者網では以下に述べるような課題を抱えている¹⁾。(1)メタリックケーブルの老朽化による故障のため保守稼働が増大している。(2)都市部での再開発などによって大規模な需要が発生し、新しい電話局を建設する必要が生じている。(3)小規模需要エリアでの可搬形局舎(以下、BOXと略す。)の交換機をデジタル交換機に更改する必要がある。光加入者線多重伝送装置はこれら課題を解決するとともに、加入系に光ケーブルを導入することを可能とする方式である。

この装置を実現するために、(1)シングルモード光ファイバ伝送技術、(2)小形光伝送回路技術、(3)LSI技術、(4)国際標準ネットワーク ノード インタフェース技術を加入系伝送装置に採用した。この装置は、1989年3月に開発を完了し、4月から日本電信電話株式会社(以下、NTTと言う。)に納入を開始している。

2 光加入者線多重伝送装置の概要

2.1 方式概要

D70形自動交換機は、主にTDSW(時分割スイッチ)、LCNE(集線通話路装置)、SLIE(加入者線インタフェース装置)で構成する。光加入者線多重伝送装置(以下、CT/RTと略す。)は、LCNEとSLIEの間に光加入者線伝送路または中継伝送路を適用し、ユーザービルまたはBOX(小規模需要局)に設置したSLIEまで多重伝送する方式であり、電話局に設置された光加入者線端局多重伝送装置(CT: Central Terminal)およびユーザー側に設置される光加入者線遠隔多重伝送装置(RT: Remote Terminal)で構成する。CT/RTの適用形態を図1に示す。同図で(a)は都市での、(b)は小規模需要エリアでの適用例である。同図に示すように、この装置は従来のアナログ電話のほかINS(Information Network System) ネット64サービスを提供することができる。INS ネット64サービスは、D70形交換機を半固定パスとして使用し、中継系を介してISDN交換機に接続されている。CTは、D70形交換機と同一キャビネットに搭載され、LCNEからの加入者信号を多重化・電気-光交換を行い光ケーブルによってRTに伝送する。RTは、CTからの多重化信号の逆変換を行い、加入者線インタフェース装置へ送出し、アナログ電話およびIインタフェース端末にサービスを提供する。

2.2 方式諸元

CT/RTには、装置の収容回線数により6.3 Mビット/秒方式

* 日立製作所 戸塚工場 ** 日立製作所 光技術開発推進本部

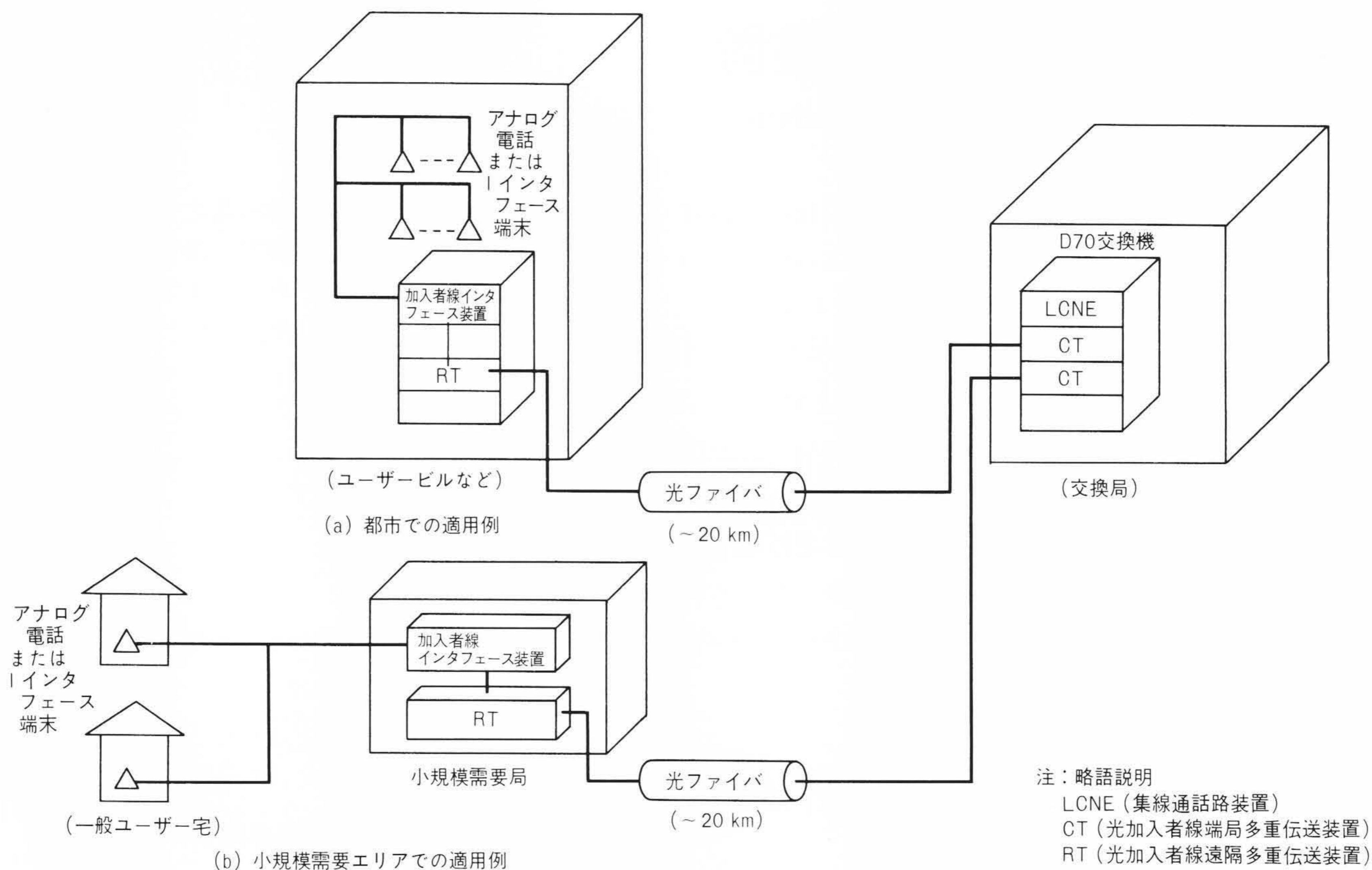


図1 CT/RTの適用形態 CT/RTの適用形態，都市での適用例(ユーザービル設置)，小規模需要エリアでの適用例(可搬形局舎設置)がある。

表1 方式仕様 CT/RT6.3M方式および52M方式の方式諸元を示す。

| 項目 | 諸元 | | 備考 | |
|------------|--|--|----------------------------|--------------------------|
| | 6.3M方式 | 52M方式 | | |
| 最大適用距離 | 1形：7 km 2形：20 km | 同左 | 20 kmを超える場合は中継伝送路を使用 | |
| 伝送路インタフェース | 6.312 Mビット/秒 CMI符号 1.3 μm シングルモードファイバ | 51.84 Mビット/秒 CMI符号 1.3 μm シングルモードファイバ | — | |
| 交換機インタフェース | 4.096 Mビット/秒 PM符号 VIIインタフェース | 同左 | LCNE～SLIE間インタフェース適合 | |
| 同期方式 | LCNEクロックに従属同期 | 同左 | — | |
| 収容チャンネル数 | SLIE使用時 | アナログ電話 1～127 Iサービス 0 | アナログ電話 1～381 Iサービス 0 | 加入者線試験：LT線延長方式 |
| | | アナログ電話 1～120 Iサービス 0 | アナログ電話 1～374 Iサービス 0 | 加入者線試験：RTTST方式 |
| | AI-NT使用時 | アナログ電話 1～104 Iサービス 1～24 | アナログ電話 1～312 Iサービス 1～72 | 加入者線試験：LT線延長方式およびRTTST方式 |
| | AISLT使用時 | アナログ電話 1～96 Iサービス 1～24 | アナログ電話 1～319 Iサービス 1～48 | |
| 加入者線試験 | LT線延長方式 | 同左 | 伝送距離：7 km未満 | |
| | RTTST方式 | 同左 | 伝送距離によらず適用可 | |
| 冗長構成 | 伝送路二重化 | 同左 | 障害時自動切換 | |
| 監視・制御 | CTTSTによる遠隔集中監視制御 | 同左 | — | |
| 実装 | CT | D70 LCFに搭載 | 同左 | — |
| | RT | キャビネットに搭載 5台/キャビネット | キャビネットに搭載 2台/キャビネット | キャビネット引き出し構造により，壁面設置可 |
| 冷却 | 自然冷却 | 同左 | — | |
| 環境条件 | 25±15℃ 30～85%RH | 同左 | — | |

注：CMI(Coded Mark Inversion)，SLIE(加入者線インタフェース装置)，PM(Phase Modulation)，AI-NT(回線終端装置)，CTTST(端局監視試験装置)，RTTST(遠隔監視試験装置インタフェースユニット)

と52 Mビット/秒方式がある。6.3M方式は、1システム当たり最大127回線(アナログ電話換算)を収容し、光ファイバ4対でCTとRT間を伝送するものである。52M方式は、6.3M方式の3倍の加入者収容数を持つもので、光ファイバ2対でCTとRT間を伝送するものである。CT/RTの方式仕様を表1に示す。

2.3 装置構成

CT/RTの6.3M方式と52M方式の装置構成をそれぞれ図2、3に示す。52M方式は、加入者収容数が6.3M方式の3倍になっている点以外は6.3M方式と基本的に同じであり、ここでは6.3M方式の装置構成について述べる。

(1) インタフェース多重変換部

CT側では、交換機からくる4 Mビット/秒4本分の音声の信号(127加入分)を8 Mビット/秒2本の装置内信号に変換し、伝送部へ送出手。また、伝送部からの信号を交換機側信号

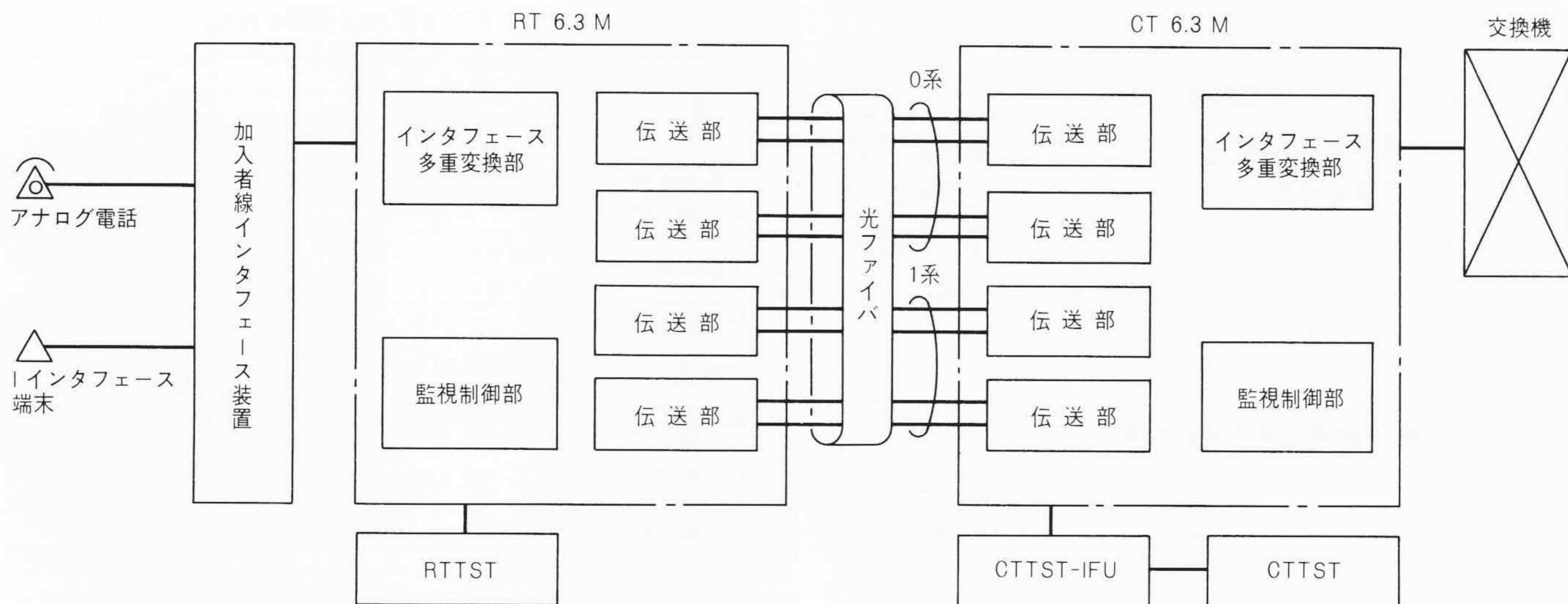
に逆変換を行う。この変換・逆変換で、加入者信号のうち、加入者の状態・制御を行う制御・監視信号は、情報量を $\frac{1}{2}$ に圧縮・伸長している。RT側でもCT側とほぼ同様の機能を果たしている。

(2) 伝送部

伝送部は、システム稼働率の観点から0系/1系の冗長構成としている。伝送部では、インタフェース多重変換部からの8 M装置内信号と伝送側の6 M信号間の速度変換、電気-光変換、装置内符号(NRZ: Non Return to Zero)/伝送側符号(CMI: Coded Mark Inversion)の符号変換および伝送路終端を行う。

(3) 監視制御部

CT/RTの警報を監視・表示するとともに、伝送路に障害が発生した場合の0系/1系の自動切換、回線品質モニタのためのCTおよびRTの折り返し試験制御を行う。



注: 略語説明 CTTST-IFU (端局監視試験装置インタフェースユニット)

図2 CT/RT6.3M方式装置構成図 CT/RT6.3M方式装置構成を示すもので、この構成で最大127加入まで収容できる。

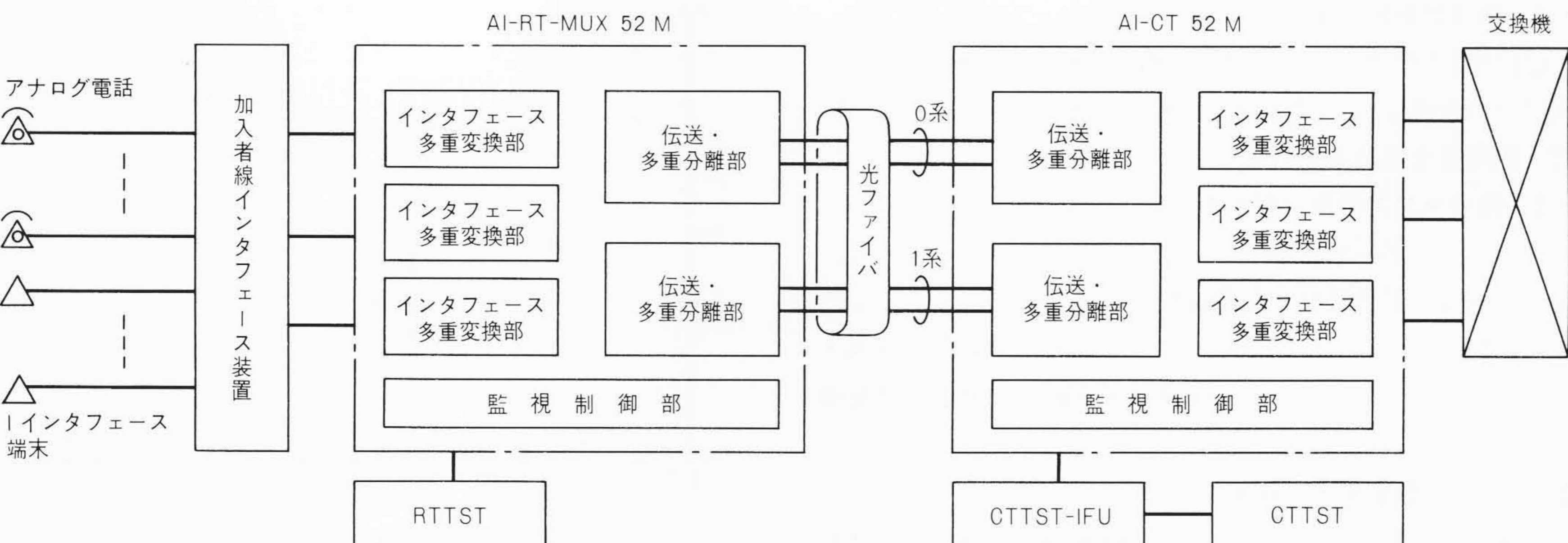


図3 CT/RT52M方式装置構成図 CT/RT52M方式装置構成を示すもので、この構成で最大381加入まで収容できる。

3 光加入者線多重伝送装置の特徴

加入者線の多重伝送技術は、アナログ電話、INSネット64サービス、専用線サービスなどの各種サービス対応にさまざまな方式が検討されている。ここでは、この装置の特徴・位置づけについて述べる。

3.1 アナログ電話とINSネット64の提供

この装置は、アナログ電話とINSネット64の両サービスを混在して提供する。現在はアナログ電話サービスがINSネット64サービスに比べて圧倒的に多いが、後者の需要は伸びつつある。そのためこの装置は、アナログ電話・INSネット64サービスを意識せずにシステムを構成できるフレキシビリティを持っている。また、従来INSネット64サービスが提供できなかった地域でも、この光加入者線多重伝送方式によって提供が可能となる。

3.2 電話局の集約化が可能

CT/RTの伝送距離は、加入系光伝送路を使用した場合最大20 kmである。したがって、CT/RT方式を導入することによって、広範囲なエリアで電話局を集約化することが可能となり、さらに大規模な需要が発生した場合でも、新たに電話局を設置しないで済ませることができる。また、この装置は6.3 Mビット/秒デジタル二次群伝送速度を採用しているため、小規模需要局では既設の局間中継伝送路を使用することができ、CT~RT間の距離を20 kmを超えた構成にすることも可能である。

3.3 加入者線の遠隔試験方式の採用

光加入者線多重伝送方式では、加入者線試験をメタリック線を延長して行う方式とした場合、CT~RT間の伝送距離はこのメタリック線の損失によって約7 km以下と制約される。そのため、この装置ではCTTST(端局監視試験装置)とRTTST(遠隔監視試験装置)を新たに開発して、加入者線の遠隔試験を可能とし、加入者線試験によるCT~RT間の伝送距離の制約をなくした。

3.4 保守効率の向上

CT/RTの装置および伝送路の監視制御を、CTTST(電話局に一つ設置)によって遠隔集中監視制御方式としたため、保守・運用性を高めることができる。

3.5 光ケーブルのシングルモードファイバ化

光ファイバのシングルモードファイバ伝送技術を導入し、光ケーブルの低価格化・広帯域化を可能とした。また、このCT/RTは、従来のマルチモードファイバも使用可能な構成としており、既設のマルチモードファイバの光ケーブルを使用したエリアでも適用可能である。

3.6 小規模需要局での適用

従来、小規模需要局のクロスバ交換機の更改はRCS(遠隔制御交換装置)で行われていたが、加入者数がさらに小さい局で

はこのCT/RT方式を導入することによって、クロスバ交換機の更改をより経済的に行うことができる。

3.7 大容量タイプによる低コスト化

52M方式では、伝送路部分の多重数を高めることによる経済化をねらって、6.3M方式の3倍の容量を持つ52M方式を装置化した。これにより、まとめて300加入以上の需用がある場合は1加入当たりの経済性を高めることができる。

4 光加入者線多重伝送装置の構成

4.1 伝送特性

CTおよびRTの伝送部に使用する光モジュールには短距離用と長距離用がある。この光インタフェースの仕様を表2に示す。同表に示すとおり、6.3M方式と52M方式ともに1.3 μm帯のLD(半導体レーザ)を使用している。このLDの送信光中心

表2 光インタフェースの仕様 光インタフェース仕様は、短距離タイプ(1形)と長距離タイプ(2形)の2種類がある。

| 項目 | 仕様 | | | |
|---------|-----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | 6.3M方式 | | 52M方式 | |
| | 1形 | 2形 | 1形 | 2形 |
| クロック周波数 | 6.312 MHz | | 51.84 MHz | |
| 伝送符号 | CMI | | CMI | |
| 送信光中心波長 | 1,270~ 1,335 nm | 1,280~ 1,330 nm | 1,280~1,330 nm | |
| 発光素子 | LD | | LD | |
| 送信光レベル | -19~ -10 dBm | -13~ -7 dBm | -13~ -8 dBm | -3~ +1 dBm |
| 受光素子 | PD | | PD | APD |
| 最小受光レベル | -36.8 dBm以下 | | -30.7 dBm 以下 | -35.4 dBm 以下 |
| 適用距離 | 7 km | 20 km | 7 km | 20 km |
| 伝送ファイバ | SM形光ファイバ (GI形光ファイバも使用可能) | | 同左 | |

注：略語説明 LD(Laser Diode：半導体レーザ)、PD(Photo Diode：フォトダイオード)、APD(Avalanche Photo Diode：APD形フォトダイオード)

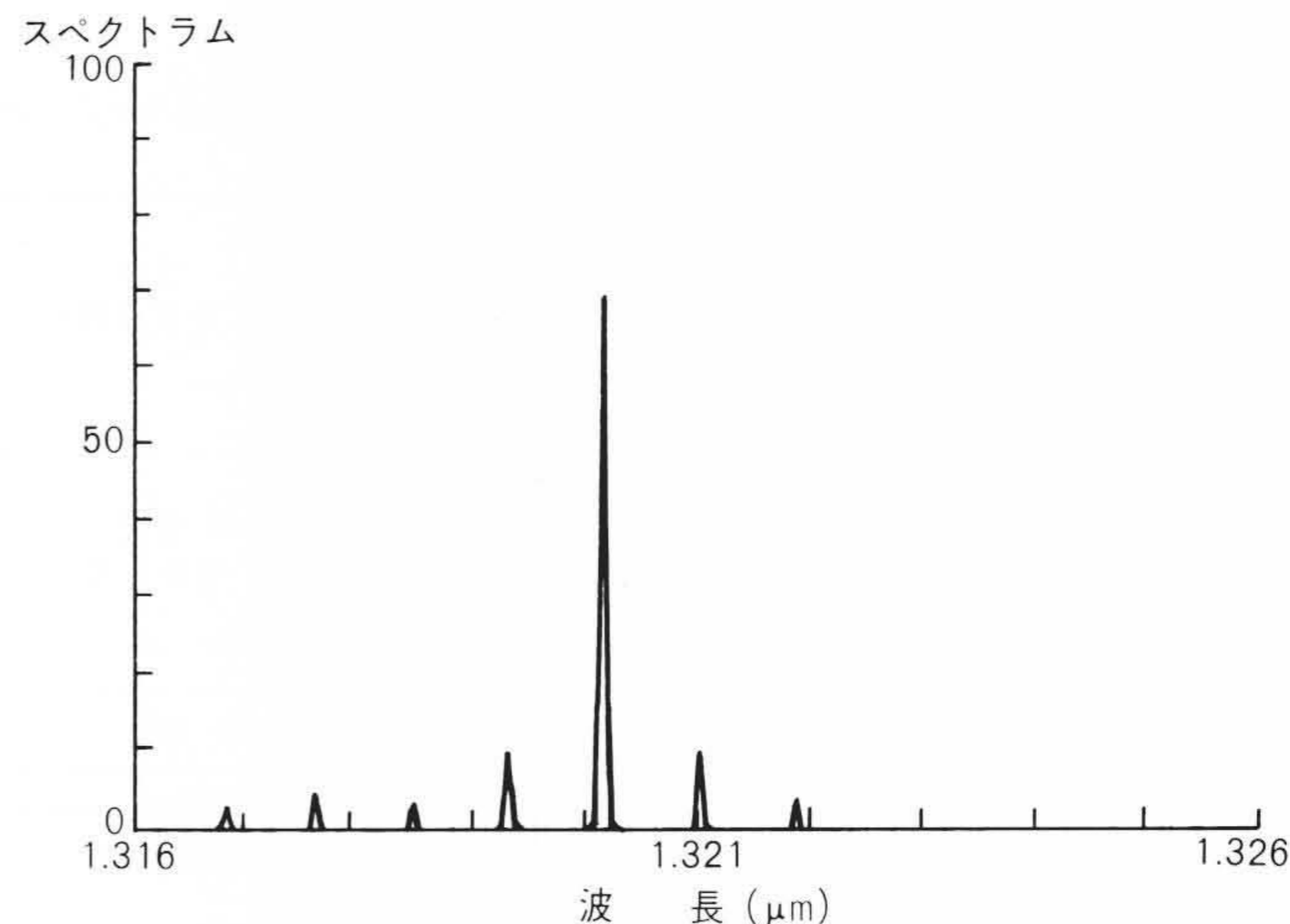


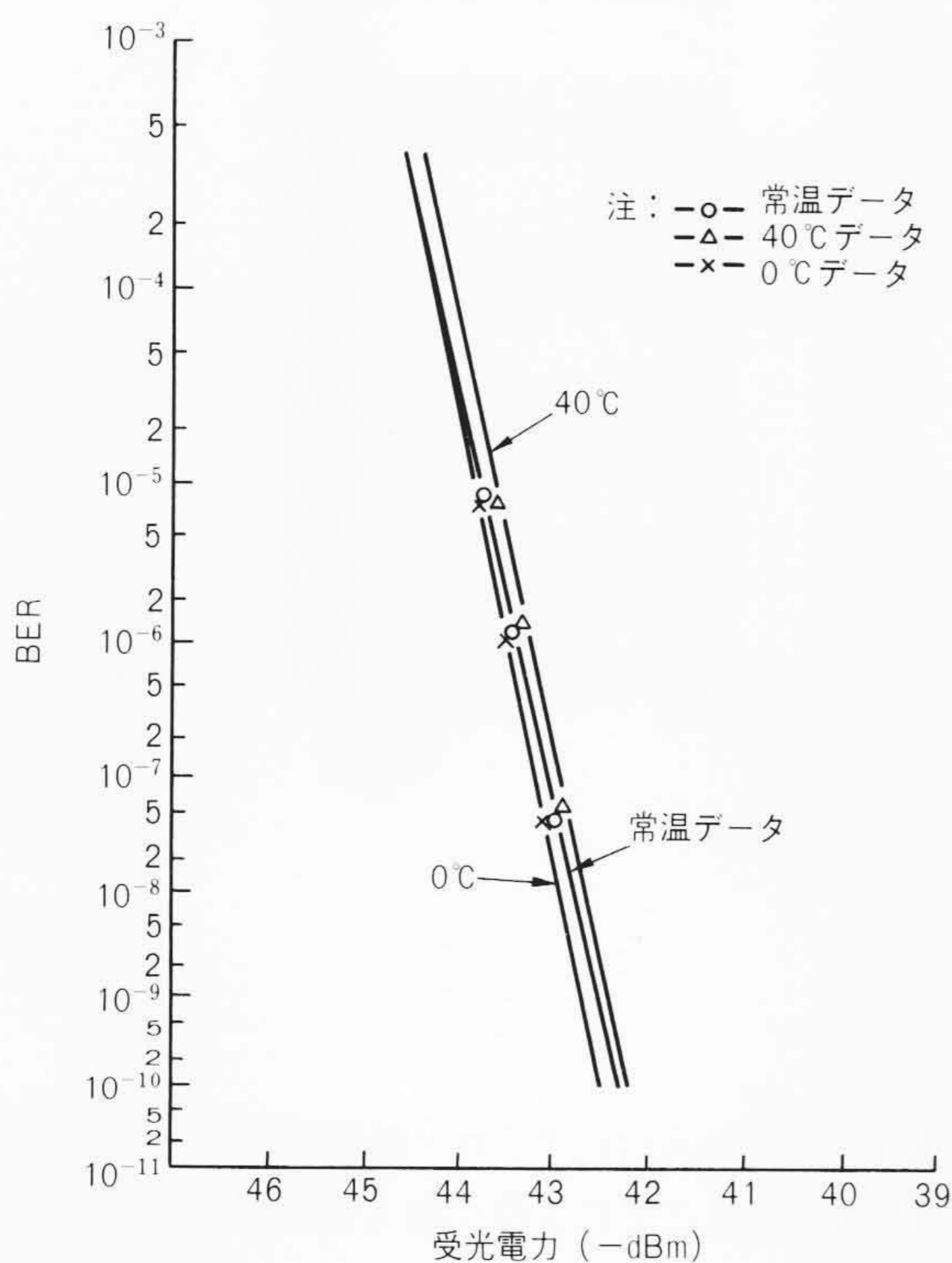
図4 光モジュールの送信光中心波長の測定値 CT/RT6.3M方式の光モジュールの送信光中心波長の測定例を示す。

波長の測定例を図4に示す。また、CT/RT光伝送路の最小受光電力特性を図5および図6に示す。

4.2 装置の実装および外観

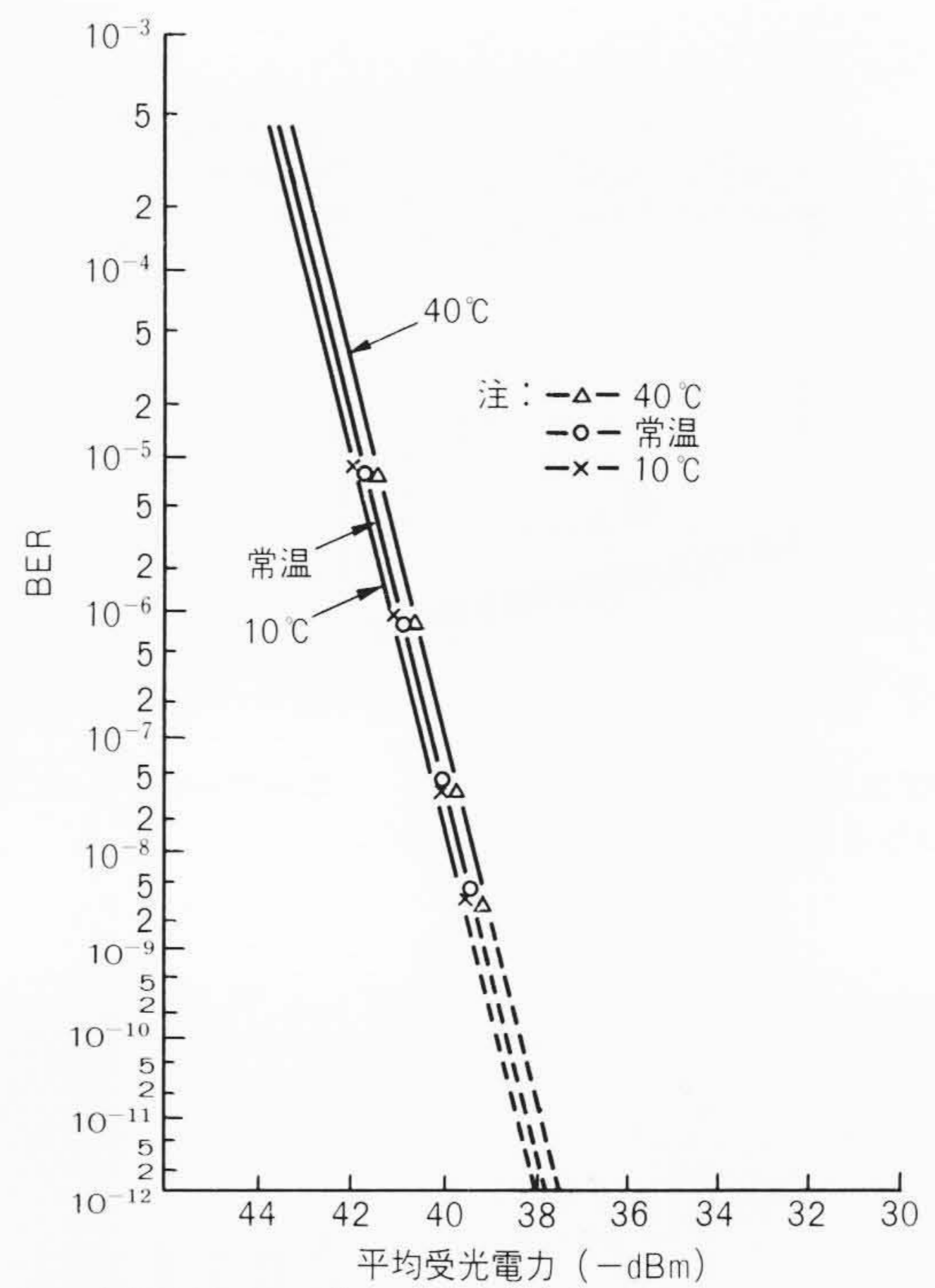
6.3M方式のCTユニットの外観を図7に、RTユニットの外観を図8に示す。CTユニットは1ユニットに2システム実装する。52M方式のCTユニットの外観を図9に、RTユニットの外観(キャビネットに搭載した状態)を図10に示す。

RTを搭載するキャビネットは、搭載する装置(ユニット)数に応じて、RT-10、RT-5およびRT-3(2)の3タイプのキャビネットを開発した。RT-10、RT-5はユーザービルの地下室などに設置するもので、RT-3(2)はオフィスフロアに設置するものである。キャビネットの概要を表3に、キャビネットへのユニットの搭載の概要を図11に示す。光ファイバの保守作業は、RT側では装置の前面で行える構成とした。RT-10キャビネットの外観を図12に示す。



注：略語説明 BER (Bit Error Rate)

図5 最小受光電力特性(6.3M方式) CT/RT6.3M方式の最小受光電力特性の測定例を示す。



注：略語説明 BER (Bit Error Rate)

図6 最小受光電力特性(52M方式) CT/RT52M方式の最小受光電力特性の測定例を示す。

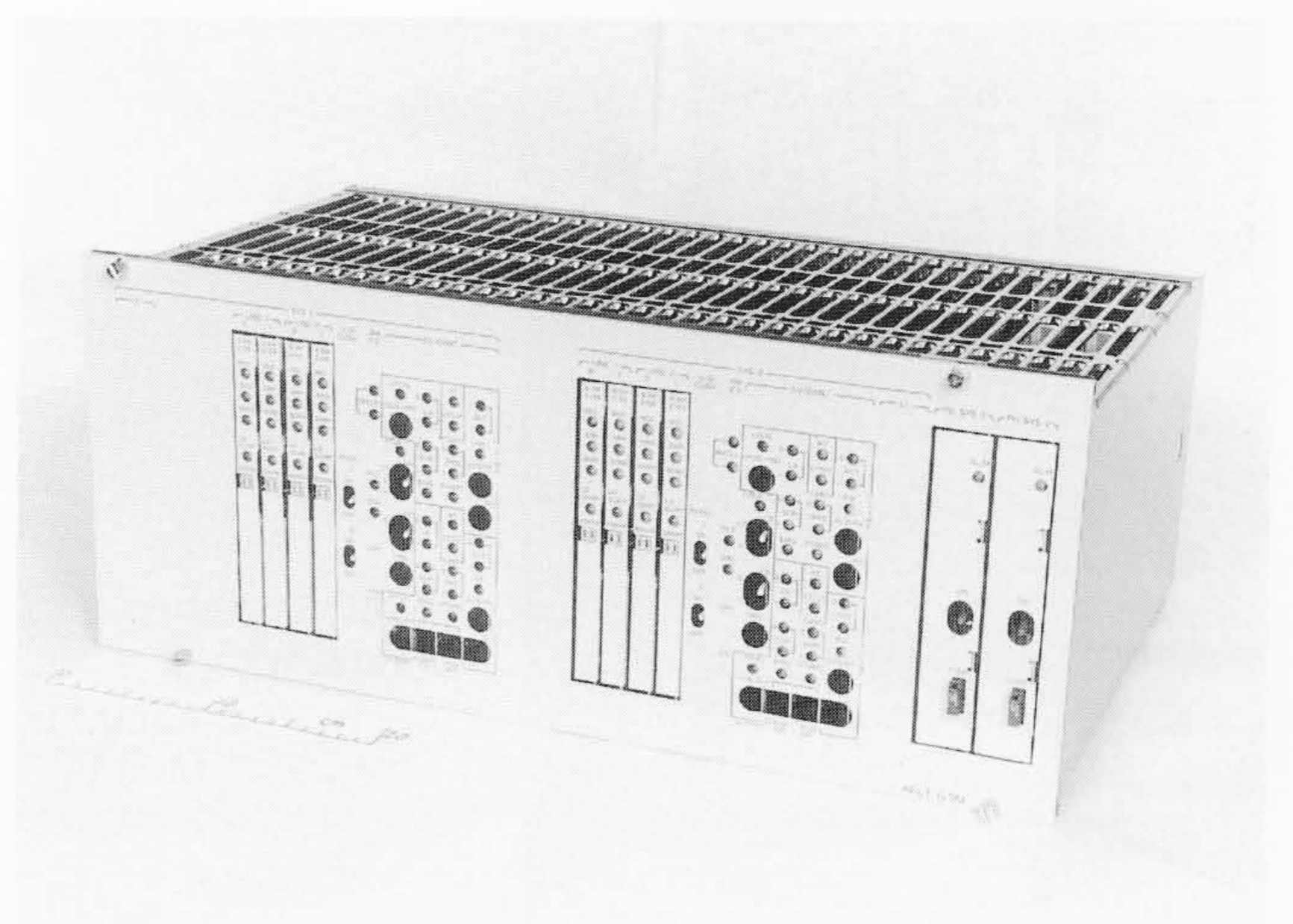


図7 CTユニットの外観(6.3M方式) 交換局に設置されるCTユニット(6.3M方式)の外観を示す。

表3 キャビネットの概要 キャビネットの概要を示す。MDF室(ビルの地下室で外線ケーブルを収容する場所)に設置するタイプと、事務室に設置するタイプがある。

| 架形式 | キャビネット名 | 架寸法 (mm) | 搭載ユニット数 | 設置場所 | 保守寸法 |
|--------|-------------|--------------------|---------|-------------|-------------------|
| 一体架形式 | RT-10キャビネット | 幅800×奥行600×高さ1,800 | 10ユニット | MDF室などアンカ固定 | 壁面設置可, 架引き出し |
| | RT-5キャビネット | 幅400×奥行600×高さ1,800 | 5ユニット | | |
| ハーフ架形式 | RT-2キャビネット | 幅400×奥行600×高さ1,000 | 2ユニット | 事務室などフリー設置 | 壁と裏面間にスペース, 架引き出し |
| | RT-3キャビネット | | 3ユニット | | |

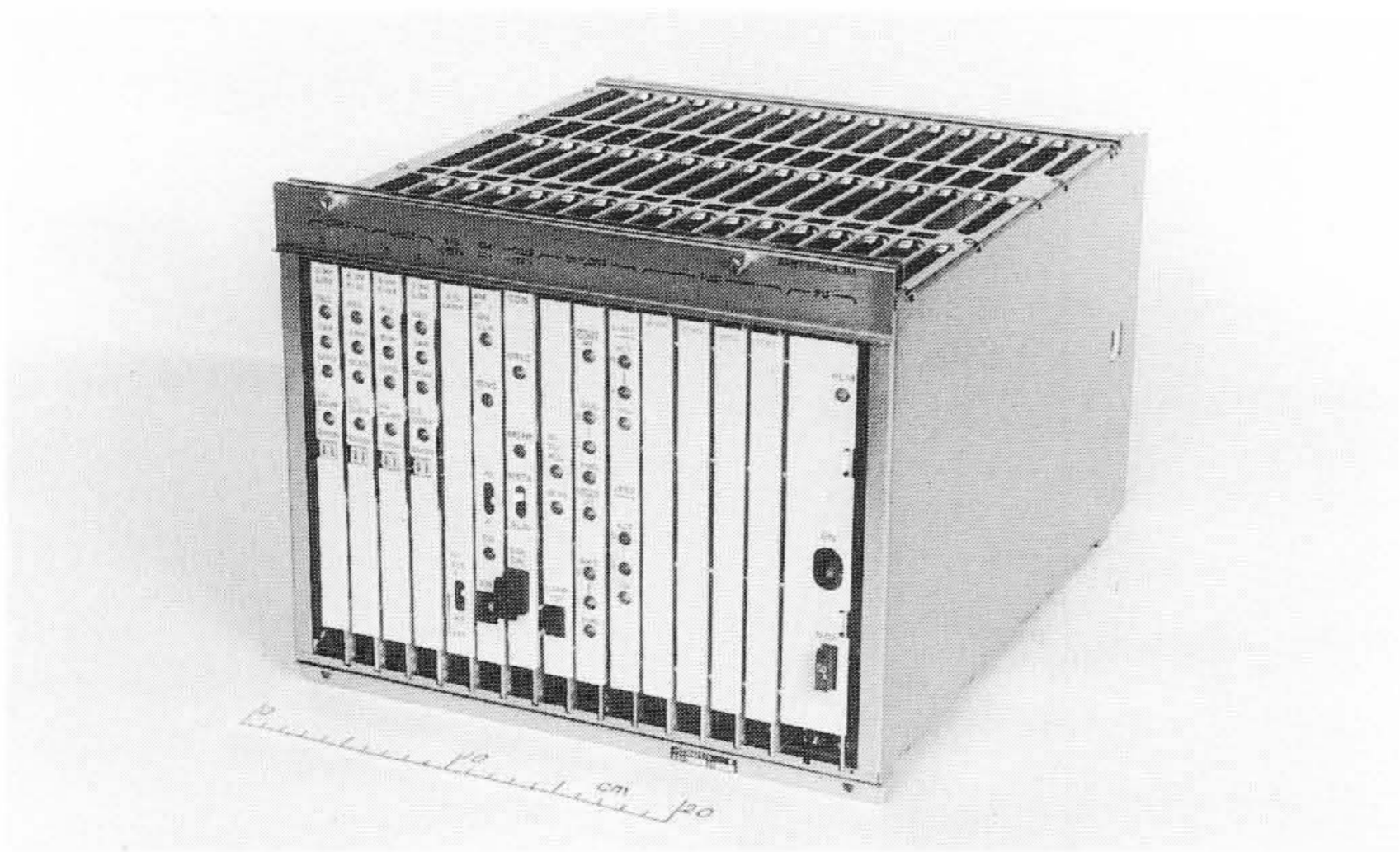


図8 RTユニットの外観(6.3M方式) ユーザービルなどに設置されるRTユニット(6.3M方式)の外観を示す。

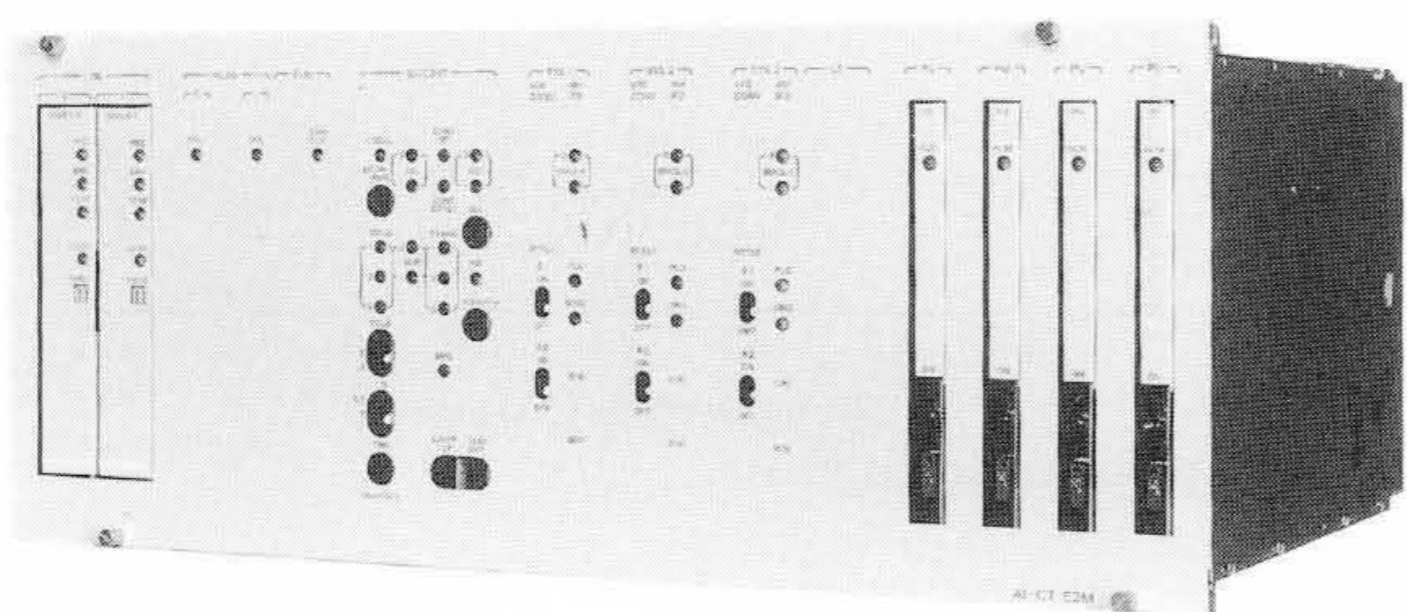


図9 CTユニットの外観(52M方式) 交換局に設置されるCTユニット(52M方式)の外観を示す。

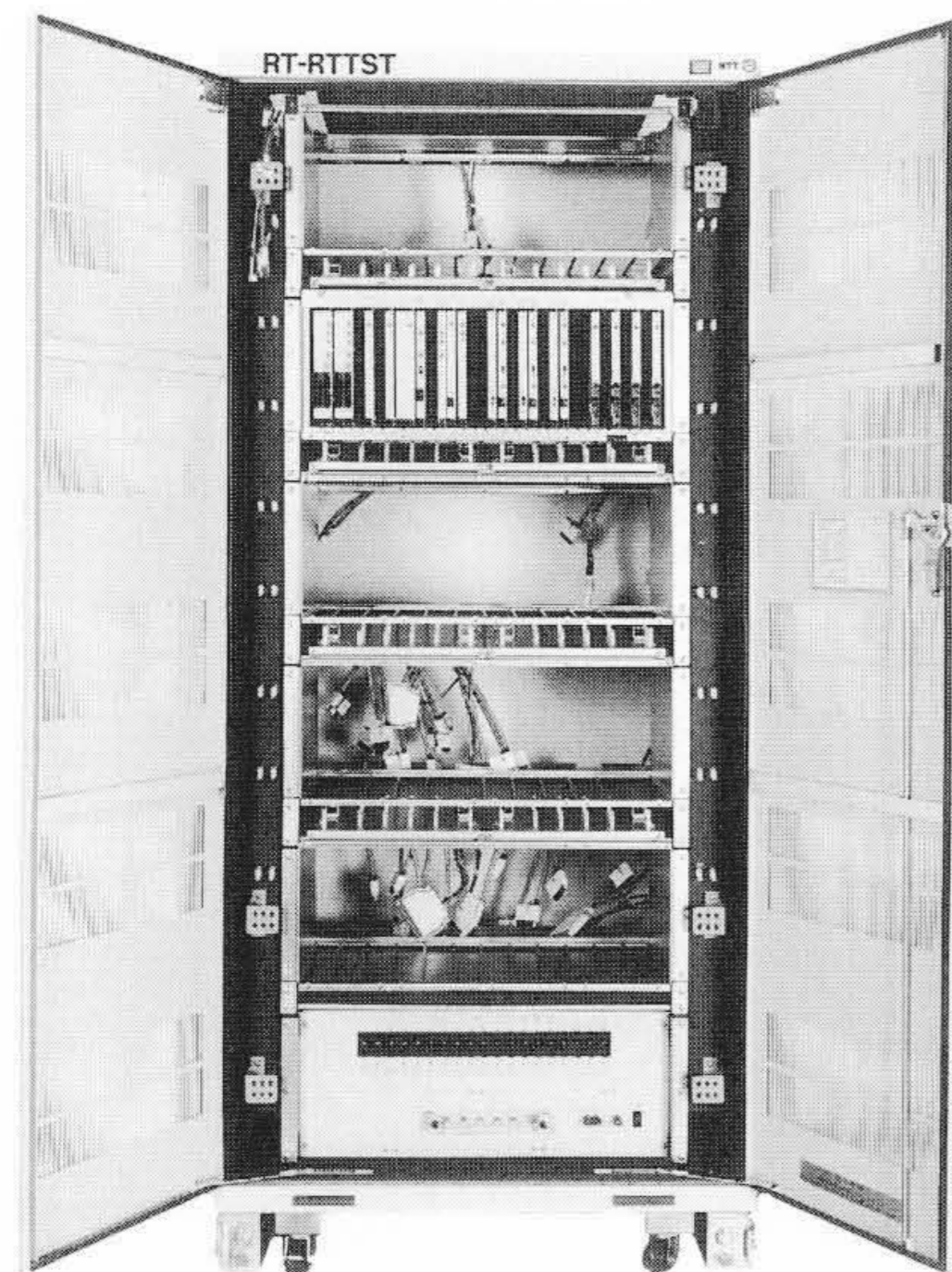
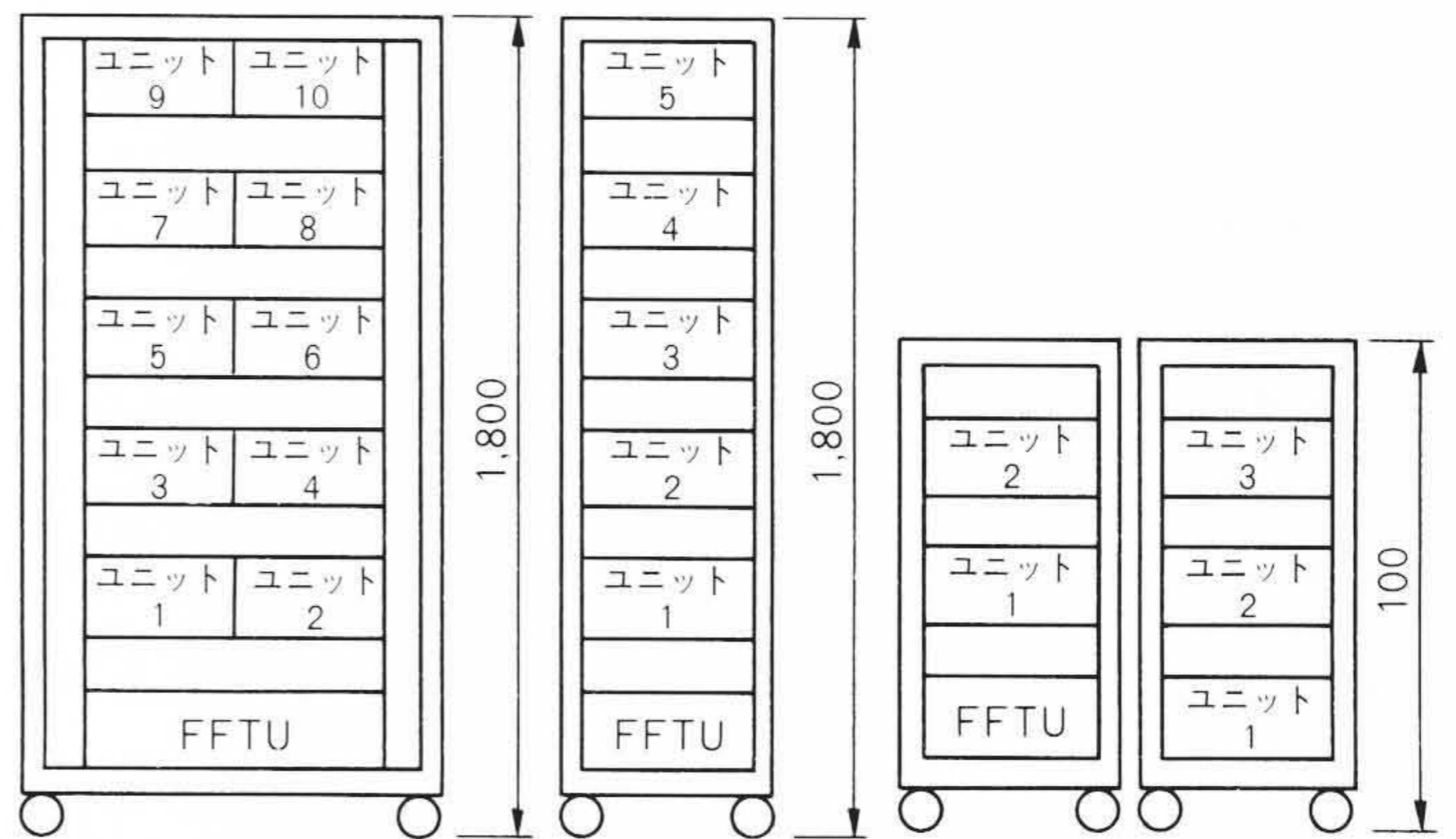


図10 RTユニットの外観(52M方式, キャビネットに搭載した状態) RTユニット(52M方式)のキャビネットに搭載した状態での外観を示す。

5 結 言

アナログ電話およびINSネット64サービスを混在収容するCT/RTを開発した。この装置は、D70形デジタル交換機の加入者回路をユーザービルまたは小規模需要局に設置し、交換機と加入者回路を光伝送路で接続するものである。この装置には、伝送路の伝送速度によって6.3 Mビット/秒方式と52 Mビット/秒方式の2種類があり、収容加入者数はそれぞれ最大127



RT-10 キャビネット RT-5 キャビネット RT-2 キャビネット RT-3 キャビネット

注：略語説明 FFTU (ヒューズ盤ユニット)

図11 キャビネットへのユニット搭載の概要 RTキャビネットへのユニットの搭載方法を示す。

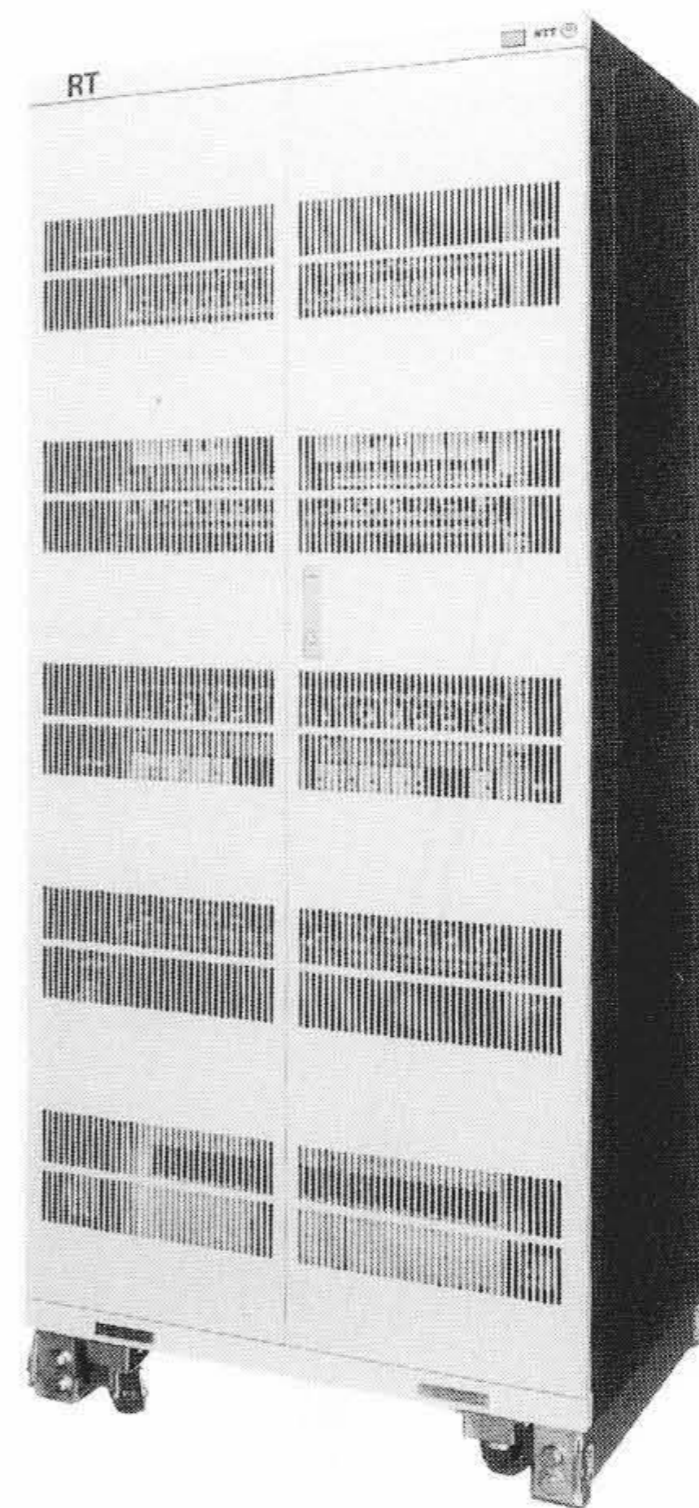


図12 RT-10キャビネットの外観 RT-10キャビネットの外観を示す。〔幅800×奥行き600×高さ1,800(mm)〕

加入/台, 381加入/台(アナログ電話換算)となっている。この装置を導入することにより、加入者網での老朽化・管路スペース不足の問題を解決できるとともに、加入者網を将来のB-ISDN (Broadband ISDN)に対応できるネットワーク構成とすることができる。

終わりに、この装置を開発するに当たり、ご指導・ご協力をいただいた日本電信電話株式会社の関係各位に対し厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 下田：今、加入者ネットワークが変わる, NTT技術ジャーナル(1989-8)