

SOHO 向けダイヤルアップルータ

Dial-up Router for SOHO Users

UDC 621.3.029.6 / .317.799

笛木 正	Tadashi Fueki	情報通信事業本部	情報ネットワーク事業部	第2開発部
長谷川 全	Tamotsu Hasegawa	情報通信事業本部	情報ネットワーク事業部	第1開発部
明戸 正人	Masato Aketo	情報通信事業本部	情報ネットワーク事業部	第2開発部

1 まえがき

最近の情報通信市場では、デジタル化を中心とした技術革新とパソコン等の情報端末の高性能・低価格化を背景とした、インターネットの利用拡大に代表されるように、コンピュータ通信の需要が急速に拡大している。日本のインターネット人口が1500万人、パソコンの単年度出荷台数が800万台となり、すでに企業等では、従来の電話を主体とする通信からコンピュータ通信へ需要のシフトがおこっており、一般家庭でも電話回線を利用したパソコンでの通信が急速に広まってきた。従来のSOHO (Small Office Home Office) ユーザはアナログ電話回線にモデムを接続してパソコン通信をおこなうのが一般的であったが、回線速度が33.6 kbit/sまたは56kbit/sと遅く、またパソコンと電話の同時利用が不可能であった。

アナログに代わって、ISDN回線にDSU (Digital Service Unit) を介してTA (ターミナルアダプタ) を接続する通信が普及してきた。ISDNは1回線につき2回線分を使用できるので、1回線をパソコン通信、残り1回線を電話とすることにより、パソコンと電話の同時利用が可能となる。また、回線速度は1回線64kbit/sであり、2回線束ねると128kbit/sの高速通信が可能となる。しかし、複数台のパソコンから同時にインターネット接続するという機能がなくパソコンネットワークの拡張性に乏しかった。

上記の問題点を解決する手段としてDSU, HUB機能を内蔵し、ISDN回線のINSネット64に対応したSOHO向けダイヤルアップルータSurfin'boy 1/pro (図1)を開発した。初心者も販売の狙いとし、インターネットブラウザを利用して簡単に設定できるようにした。



図1 Surfin'boy 1/pro 外観図
External view of Surfin'boy 1/pro

2 開発方針

SOHOユーザをターゲットとし、以下の点に留意した。

2.1 機器接続口の充実

回線接続装置であるDSUとパソコンを増設する際必要となるHUBを、外付け機器とせずに内蔵し、周辺機器をなくす。

パソコン、アナログ・デジタル端末を接続するためのポートとして、10BASE-T (10Mbit/s, ツイストペアケーブル100m対応) 4ポート、アナログ端末接続口2ポート、デジタル端末接続口 (S/T点) 2ポートを装備する。

回線の誤接続を防ぐ目的で、WAN (Wide Area Network) とLAN (Local Area Network) の実装位置を明確に区別する。

2.2 ユーザフレンドリーな機能

フラッシュROMを実装して、ソフトウェアのバージョンアップをユーザがスムーズに行えるようにする。

初心者でも簡単に設定できるよう、インターネットブラウザを利用したメニュー形式とする。

停電時でも、電話、インターネットが一時的に使用できるように、乾電池による動作を可能とする。

LAN 接続されたパソコン画面にナンバーディスプレイ表示をする。

2.3 設置場所を選ばない。

スペースに余裕がない場所でも設置可能となるよう、小型 (A5 判相当)・薄型とし、横置き・縦置きの両用可とする。

設置場所に関係なく LED の点灯状態を確認しやすい構造

とする。

3 設計の要点

3.1 ハードウェア

図2にハードウェア構成図を示す。

3.1.1 DSU部

DSU は、TTC 標準 JT-G961 準拠とし、機器出力側には I-430

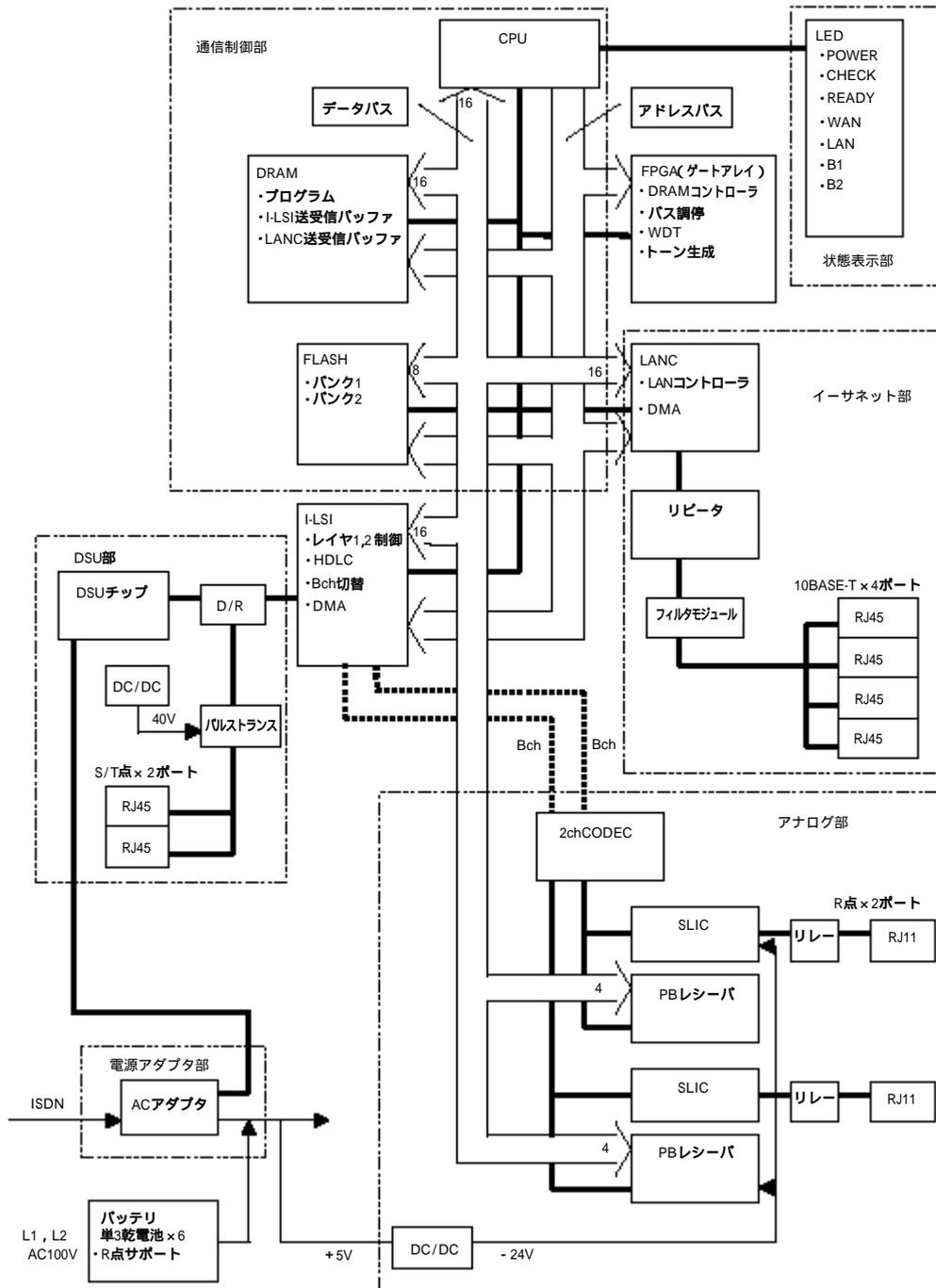


図2 ハードウェア構成
Hardware block diagram

準拠のT点を装備した。DSU部の電力を回線からの局給電とし、商用電源停電時及び通電時にT点にファントム給電を行なえる構造とした。また、DSU部自身の電源はDC/DCコンバータにより変換しDSUチップに供給することとした。DSU部は常に局給電により動作するため、装置全体の省電力化、電源アダプタの小型化に寄与した。保守・試験を容易にするため、本装置の通電・停電に係わらずループ試験を可能とした。T点は、バス配線を利用することによりISDN機器を最大7台まで接続可能とした。(規格上は8台まで接続可能だが、本装置の回線制御部も1台と見なすので7台となる。)本装置の小型化・省電力化を考慮し、CT(Circuit Termination)とLT(Line Termination)をC-MOSプロセスで1チップ化したDSUチップを採用した。

3.1.2 イーサネット部

イーサネット部には、IEEE802.3準拠の10BASE-Tポートを装備した。LAN部とHUB部の接続にはTTLレベル直接接続のシリアル方式の採用により、内部のフィルタトランスモジュール(IEEE802.3レイヤ1制御回路(PHY))の省略が可能となり、装置の低廉化・小型化に寄与した。

3.1.3 アナログ部

本装置には2つのアナログ端末接続口を装備した。アナログ部は、給電部・極性切替部・着信信号部・2線-4線変換部で構成した。

給電部は、電源アダプタ出力の5Vを接続された端末が動作可能な-24Vに変換し、端末に給電を行なう。

極性切替部は、着信応答時に端末に対して転局信号を送出する。モデム・FAX端末等の応答時転局信号が必要な機器も接続可能とした。

着信信号部は、低廉化のために自動式コンバータ回路を採用した。このコンバータ回路は給電部で生成される-24Vと電源アダプタ出力の5Vを利用し、着信鳴動に必要な高電圧を生成した。

2線-4線変換部には、SLIC(Subscriber Line Interface Controller)を用いて、部品数の低減設計を行なった。アナログ部は他の部位とは異なり、可聴帯域のノイズが少ないことが望まれる。本装置ではプリント板設計時、アナログ部のレイアウトを優先させ、可聴帯域のノイズを押さえた。

3.1.4 通信制御部

本装置は、電源投入後の起動時に不揮発性フラッシュメモ

りに格納されているプログラムをD-RAMにコピーし動作する構成とした。これにより、動作中のプログラムの書き換え作業が可能となり、ユーザによるバージョンアップを実現できた。さらに、フラッシュメモリに比較し、1.5倍高速のD-RAMでのプログラム動作方式と32bit RISC CPUの採用により、回線側の通信速度で7.6KB/s(64kbit/s時)を実現した。

3.1.5 状態表示

本装置の動作状態を確認できるようにLED7個(POWER, CHECK, READY, WAN, LAN, B1, B2)を装備した。CHECK LEDのみ橙色とし、他のLEDと区別して故障時に点灯することとした。また、個々のLEDとCHECK LEDとの併用により故障箇所の切り分けを可能とした。

3.1.6 電源アダプタ部

電源アダプタを小型・軽量化するため、トランスレスタイプを採用し、出力電圧を安定化することにより本体のレギュレータ回路および放熱板を不要とした。また、アダプタに回線(U点)接続のモジュラジャックを実装し、電源線と回線を一束とすることを可能として、本体への配線を簡易化した(図3)。また、設置時に回線の極性が反転していた場合、切替が可能ないように回線極性反転スイッチを装備した。これにより、ユーザによる設置工事を可能とした。

3.2 ソフトウェア

本装置では、10BASE-Tポートを制御する通信制御部(データ通信)、アナログポートを制御する通話制御部(アナログ通話)、各種設定を行うアプリケーション部を同時に処理するために、並列処理可能なリアルタイムOS(ARMS(アンリツリアルタイムモニタ), SH-1マイコン用))を使用した。

3.2.1 通信制御部

(1) ネットワークプロトコル



図3 電源アダプタ外観
External view of power unit

表1. プロトコルのRFC一覧表
RFC table of protocol

プロトコル	RFC
UDP	RFC768
IP	RFC791
ICMP	RFC792
TCP	RFC793
ARP	RFC826
RIP	RFC1058
VJC	RFC1144
IPCP	RFC1332
PAP	RFC1334
NAT	RFC1631
PPP	RFC1661
MP	RFC1717
Stac LZS	RFC1974
CHAP	RFC1994
HTTP	RFC2068
DHCP	RFC2131

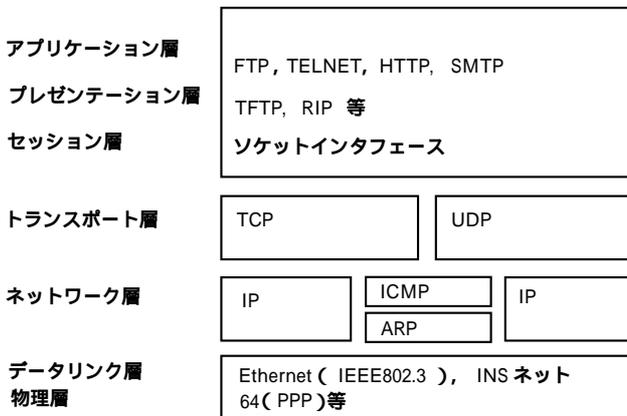


図4 OSI 参照モデル
OSI reference model

ネットワークプロトコルには、OSI (Open System Interconnection) の7階層モデルで、物理層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層、セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層の7階層がある。本装置も、図4に示すOSI参照モデルに準拠した階層構造とし、IP (Internet Protocol) に相当するネットワーク層の中で、ネットワークアドレスに従い、相手先端末のネットワークにデータを振り分ける機能 (ルーティング機能) を実現した。なお、IP制御としては、表1に示すRFC (Request for Comments) 準拠のARP (Address Resolution Protocol), IP, ICMP (Internet Control Message Protocol), UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol) を採用することにより実現した。

(2) ルーティング機能

ルーティング機能により、受信したパケットをどのように振り分けるかという情報 (ルーティング情報) に従い、相手先端末のネットワークにデータを送信する。ルーティング機能には、ユーザが固定の情報を登録する「スタティック (静的) ルーティング」と、ルータ間で自動的にルーティング情報を決定する「ダイナミック (動的) ルーティング」の2種類がある。スタティックルーティングが、ルーティング情報に登録された固定の情報でルーティングを行うのに対し、ダイナミックルーティングでは、ルータ間で最適な経路となるルーティング情報のやり取りをし、そのルーティング情報でルーティングを行う。このダイナミックルーティングのプロトコルには、現在最も広く使用されている、表1に示すRFC

準拠のRIP (Routing Information Protocol) を採用した。RIPにより、ネットワーク構成が変更になったときや、相手先のネットワークに障害が発生したときなどでも、自動的にルータ間でルーティング情報を決定し、最適なルーティングを行うことを可能とした。

(3) 回線制御機能

PPP (Point to Point Protocol) 制御

PPP制御は、ISDN回線や専用回線によって接続された2点間での通信路の制御を行う。ISDN回線上のDチャネルを使用して、図5に示す回線交換のメッセージのやり取り (呼制御) を行い、要求に応じて回線の接続・切断をする。ISDN回線のインタフェースプロトコルでも、OSIモデルに準拠した階層構造とし、ネットワーク層での呼制御により回線を接続し、表1に示すRFC準拠のPPP制御を行う。PPP制御では、データリンク層のLCP (Link Control Protocol) と、ネットワーク層のNCP (Network Control Protocol) の2種類がある。各プロトコルにおいて、それぞれのリンクを確立することで、PPP通信を可能とした。LCPでは物理的に回線が接続されているかの確認、使用される回線での最大フレームサイズ、回線接続時の相手先認証方法などの交信を行う。これに対しNCPでは、表1に示すRFC準拠のIPCP (Internet Protocol Control Protocol) を使用し、IPアドレスの取得、データ圧縮方法などの交信を行う。

IPアドレスの取得

ユーザがインターネットをするためには、通信時にプロバイダから全世界で1つしかないグローバルアドレスを取得しな

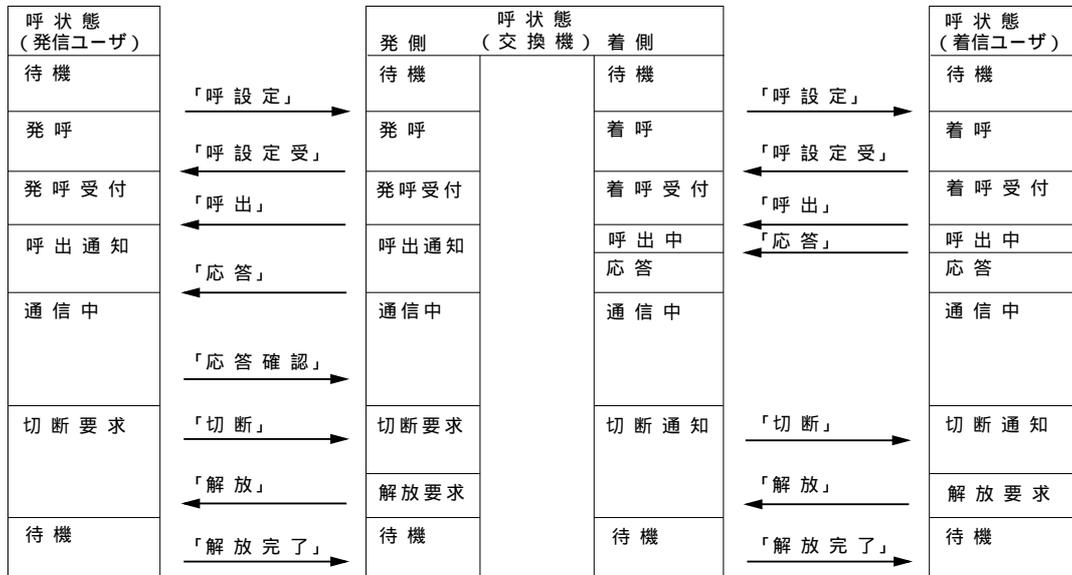


図5 呼制御シーケンスと呼状態
Call control sequence and call states

なければならない。PPP制御のIPCPを使用して、IPアドレス取得の交信を行い、プロバイダからインターネットで使用するグローバルアドレスを取得する。本装置からプロバイダにIPアドレス「0.0.0.0」で接続要求するのに対し、プロバイダからはルータに付与するグローバルアドレスを送信してくる。本装置は、この付与されたグローバルアドレスを使用して、再度接続要求をし、インターネット接続を可能とした。

認証機能

特定出来ない相手からの不正なアクセスを防ぐため、ID・パスワードにより認証を行う。PPP制御のLCPを使用して、認証方法の交信を行う。本装置の認証機能を実現するために、表1に示すRFC準拠のPAP (Password Authentication Protocol) 認証とCHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 認証の2種類を採用した。PAPでは、IDとパスワードをそのまま回線に送出するために、セキュリティが低い。これに対しCHAP認証ではチャレンジメッセージを相手側に送り、相手側で受け取ったチャレンジメッセージを暗号化して送り返す。送り側は受け取ったメッセージと、送ったチャレンジメッセージの暗号化した結果が一致するかどうか認証を行う。暗号化することにより、ID、パスワードが盗み見されないため、セキュリティの高いデータ通信を可能とした。本装置では、まずCHAP認証を試み、拒否された場合は自動的にPAP認証を行う方式とした。

データ圧縮機能

データ圧縮機能は、データ通信での回線負荷を低減させ、転送速度の向上を図るために有効である。PPP制御のIPCPを使用して、データ圧縮方法の交信を行う。本装置のデータ圧縮機能を実現するために、表1に示すRFC準拠のVJC (Van Jacobson Compressed TCP/IP) 圧縮と、Stac LZS圧縮の2種類を採用した。VJC圧縮ではIPヘッダのみ圧縮してデータ送出するので、転送データの圧縮率が低い。これに対しStac LZS圧縮は、IPヘッダ部とデータ部を圧縮して送出する。送受信側で最新の packets データを保存しておき、その packets データを参照して、圧縮・復元を行う。データ部までの圧縮を行うことにより、効率の良いデータ通信を可能とした。

MP (Multilink Protocol) 制御

MP制御は、ISDN回線上の2本のBチャンネル (64kbit/s) を束ねて、128kbit/s によるデータ転送を行う。本装置では、2本のBチャンネルに送信データを交互に転送することで、表1に示すRFC準拠のMP通信を可能とした。また、MP通信で2本のBチャンネルにデータを振り分ける際、IPデータフレームを分割 (フラグメント) して転送してくる端末に対しても動作可能とするため、フラグメントされた受信データを再合成 (リアセンブル) する機能を持たせMP通信可能とした。これにより、PPP通信に比べ2倍のデータ転送速度を可能とした。

(4) NAT (Network Address Translation)・IP Masquerade 機能

10BASE-Tポートに接続された複数台のパソコンを同時にイ

インターネット接続可能とするために、表1に示すRFC準拠のNAT・IP Masquerade機能を搭載した。NAT・IP Masquerade機能は、本装置のLAN内で割り当てられているプライベートアドレスを、プロバイダから取得したグローバルアドレスに変換し、さらにそのパケットのポート番号を変換する。これにより、1つのグローバルアドレスに対して、複数のプライベートアドレスを割り当て、複数台のパソコンから同時にインターネット接続を可能とした。

(5) リモートアクセス機能

リモートアクセス機能により、ISDN回線上の2本のBチャネルを使用して、異なる接続先のネットワークへ同時に通信を行う。設定されたネットワークアドレスと設定された接続先を自動的に振り分けることで、要求のあった発着信を同時に可能とした。このリモートアクセス機能により、インターネットをしながら、他ネットワーク間でのデータ通信を可能とした。

(6) DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) サーバ機能

パソコン等からのIPアドレス等の要求に対して、IPアドレスの割り当てや、各種ネットワーク情報を提供するために、表1に示すRFC準拠のDHCPサーバ機能を搭載した。DHCPクライアント(パソコン等)からの要求を受け付けてIPアドレスの割り当てや、各種ネットワーク情報を割り当てる。本装置では、IPアドレス、サブネットマスク、ゲートウェイアドレス、DNSサーバアドレスの情報を割り当てることを可能とした。

(7) フィルタリング機能

フィルタリング機能は、受信パケットを転送または廃棄する。受信したIPパケットの送信元アドレス、宛先アドレス、ポート番号と、あらかじめ設定されたフィルタリング情報とを比較して、パケットのフィルタリングを可能とした。

3.2.2 通話制御部

(1) アナログ発着信機能

本装置では、2つのアナログポートを実装し、アナログ電話・FAXでの発着信を可能とした。通話制御部でも通信制御部同様、ISDN回線上のDチャネルを使用して、図5に示す回線交換の呼制御を行い、アナログ電話・FAXの発着信通話を実現した。また、ISDN回線上の2本のBチャネルを使用して、データ通信中でも、アナログ発着信を行うことを可能とした。

グローバル着信、ダイヤルイン番号、サブアドレス機能

着信電話番号により、本装置に装備されている2つのアナログポートの鳴り分けを可能にするために、グローバル着信機能、ダイヤルイン番号機能を設けた。ユーザがISDNのダイヤルイン番号契約をすれば、呼制御での「呼設定」メッセージに付加されてくる着番号情報と、あらかじめ設定されているグローバル着信、ダイヤルイン番号情報とを比較して、アナログポートの着信鳴り分けを可能とした。また、ユーザがダイヤルイン番号契約しなくても、着信鳴り分けを可能にするため、サブアドレス機能も設けた。呼制御での「呼設定」メッセージに付加されてくるサブアドレスと、あらかじめ設定されているサブアドレス情報とを比較して、サブアドレスによる着信鳴り分けも可能とした。

内線通話機能、着信転送機能

本装置の2つのアナログポート間で通話可能とするために、内線通話機能を搭載した。また、着信通話時に他ポートへの転送を可能とするために、着信転送機能を搭載した。

擬似コールウェイト機能

通常ISDNの付加サービスには、フレックスホンのコールウェイト機能という、通話中に別の相手から着信があった場合に、通話中の端末に着信があることを知らせる機能があるが、このサービスは契約しないと使用できない。しかし、未契約でもこの機能を使用できるように、擬似的なコールウェイト機能を実現した。通話中に着信があった場合、着信があることを伝える着信通知音を受話器に鳴動させ、電話機のフッキングにより相手切り替えを可能とした。

3.2.3 アプリケーション部

ユーザが使いなれているインターネットブラウザで簡単に設定できるように、表1に示すRFC準拠のHTTP (HyperText Transfer Protocol)を採用し、対話形式の入力画面とすることにより、簡単かつ詳細な設定およびバージョンアップを可能とした。

(1) 設定機能

各種設定を行うためにHTTPサーバ機能を搭載し、インターネットブラウザを使用したパソコンからの設定を可能とした。設定画面には、初心者が容易にインターネット接続するための簡易設定と、すべての機能を設定するための詳細設定を用意し、使いやすさの向上を図った。簡易設定(図6参照)では、インターネットサービスプロバイダと契約した際に与えられるデータ(プロバイダ名、ユーザID、パスワード、接続先の電話番号、DNSサーバアドレス)を、設定

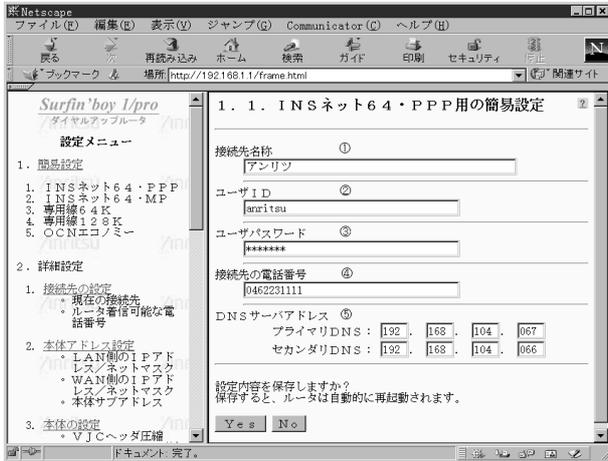


図6 設定画面
Screen of setting

画面の空欄（ ~ ）に入力するだけで、インターネット接続が可能な構成としている。また、複数の本装置に同じ設定をする場合、設定内容をテキストファイルで作成しておき、インターネットブラウザからそのファイルを送信するだけで各種設定が行えるように、一括設定の機能を搭載した。

(2) バージョンアップ機能

プログラムのバージョンアップについても、インターネットブラウザから行えるように、HTTPでのバージョンアップを実現した。本装置では、メインプログラムとサブプログラムの2つのプログラムを持つ構成とし、メインプログラムが動作できなくなった場合にはサブプログラムが動作するので、再度メインプログラムをダウンロードすれば、再びメインプログラムでの動作が可能となるように設計した。

3.2.4 ナンバーディスプレイツール

ISDNでは、ナンバーディスプレイ契約していなくても、アナログ回線からの着信以外は、呼制御での「呼設定」メッセージに発信番号情報が付加されてくる。それを利用し、アナログ電話に着信があった場合に、本装置のLAN内に接続されているすべてのパソコンに対して、一目で発信者電話番号を確

認できるように、本ツールを開発した。アナログ電話に着信があった場合に、LAN上の各パソコンに対してUDPパケットを送出し、本ツールがインストールされているすべてのパソコンにポップアップ画面として、発信者電話番号を確認できるようにした（図7参照）。本ツールはオプションとし、ライセンスフリーでダウンロードサイトに公開することとした。

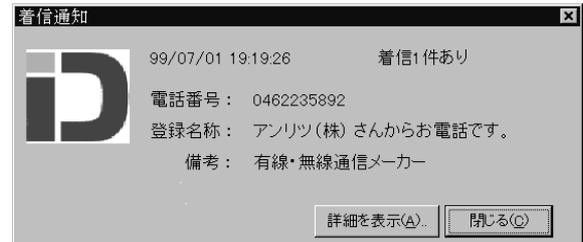


図7 ナンバーディスプレイ表示画面
Screen of caller ID

3.3 機 構

3.3.1 外 観

前面に状態表示用のLEDを配置し、背面に10BASE-Tポート4個、アナログポート2個、S/T点2個、終端抵抗切り替えスイッチ1個、リセットスイッチ1個、アース用端子台1個を集中配置した（図8参照）。

従来装置（5ポートHUB内蔵OCNサービス用IPルータIPMATE1100R）は外形サイズ150(W)×200(D)×34(H)mm、重量約450g（電源アダプタ含まず）であった。本装置は可能な限りの部品をゲートアレイに取り込むこと、コネクタ類を従来品の側面（上記外形サイズ：200(D)mm）にあたる部分に配置したこと、停電時動作用の乾電池を本装置内に実装せず別ユニットとしたことにより、従来装置に対してアナログ端末接続口、デジタル端末接続口を各2ポートづつ追加したにもかかわらず、外形サイズ210(W)×148(D)×34(H)mm、質量約450g（電源アダプタ含まず）を実現した。ケースには質感を損わずかつ皮脂汚れ等が目立たないように、粗めのシボ加工を施した。色彩はケースの製造性とパソコンとの協調性

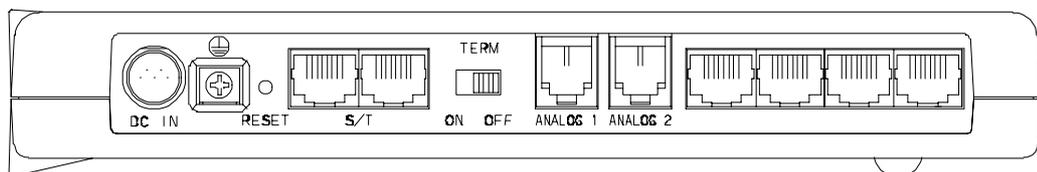


図8 Surfin'boy 1/pro背面図
Back view of Surfin'boy 1/pro

を考え、デスクトップタイプに多く見受けられるライトグレー（CIS色：CS3）とした。ライトグレーという明度の高い色を採用することにより、ケース成形時のウェルドライン、ヒケ、ガス溜りを目立たなくさせ、化粧塗装を不要とした。

3.3.2 構造

中心部に配したLEDカバーとプリント板をアップ・ケースとロワケースで単純にサンドイッチする構造とし、分離、分解を容易とした。ケースの材質には、難燃ABS（Acrylonitrile-butadiene-styrene）クラスV-0、LEDカバーにはPC（Polycarbonate）クラスV-2を使用した。LED発光部の表面積を1個あたり約45mm²とし、発光範囲を装置の正面から天面まで拡大することにより、装置動作を確認しやすくした（図1参照）。また、LEDカバーの導光部において、LEDと接する面を波形とすることにより、光源を拡散反射させ光量をアップさせた。装置本体への配線数を少なくするため、電源アダプタの回線と電源線を同一ケーブルに実装し、WAN側であるISDN回線接続口（U点）を電源アダプタに内蔵した。また、それ以外のポートをすべて装置本体側に内蔵した。

4 むすび

マルチメディアの更なる普及を目指し、SOHOユーザをターゲットに本装置を開発した。扱いやすさ、低価格に重点をおいて開発を行い、初心者およびモデム、ターミナルアダプタユーザの販路を築いた。平成9年度のアナログ回線契約数は前年より100万回線減少し、逆にINSネット64は115万回線の増加となっている。マルチメディア化が叫ばれてからずいぶんになるが、ここきてアナログ回線による電話主体の通信から、コンピュータ等を利用したデータ通信に市場が移行してきた。また、ネットワーク市場は交換機を経由せず電話が利用できるIP over ISDN、Voice over IPといったシステムの開発が進められており、ますます活気を帯びている。

今後は、さらにユーザフレンドリーな機能をサポートし、本装置を市場に定着させるとともに、早期に新しいコンセプトの製品を開発することにより、市場の活性化に貢献していきたいと考える。

参考文献

- 1) 加藤、高杉、長谷川、瀬戸：“OCNサービス用IPルータ”，アンリツテクニカル，74号（1997.10）