

Linux動作検証レポート

100BASE-TX Ethernetカード12製品

ASCII Lab.

豊富なネットワークアプリケーションの揃ったLinuxは、ネットワークに接続したPCで使ってこそ便利である。特に会社やSOHOなど仕事でLinuxを使うなら、まず間違いなくネットワークカードを装着してネットワークを利用するだろう。

ここで問題となるのが、Windowsと違って、ほとんどのネットワークカードがLinuxを正式サポートしておらず、Linux用ドライバもカードには付属していないことだ。そのためLinuxカーネルには多数のネットワークカードのドライバが付属している。しかしこのドライバは、基本的にLinuxの開発に携わる人々がハード

ウェアの情報を得て、独自に作成したものであり、メーカーの手によるものではない。そのためカードが正常に動作しないなどの不具合が必然的に生じやすい。

そこで、100BASE-TXに対応しているPCI Ethernetカードというカテゴリの製品を集めて、実際にLinuxで動作するかを検証してみた。Linuxのための100BASE-TX PCI Ethernetカードを選ぶ際の指針となれば幸いである。

10BASE-Tではなく 100BASE-TXを選ぶワケ

現時点でLANを構築する場合、選択肢

の筆頭は10BASE-Tと100BASE-TXだろう。価格やパーツの調達のしやすさ、ソフトウェアサポートなどの点で、過去の資産に縛られなければ、この2種類のネットワーク以外には考えられない。問題は10BASE-Tと100BASE-TXのどちらを選ぶか、である。

10BASE-Tも100BASE-TXも、ツイストペアケーブルを使ってハブとネットワークカードを接続する、という見た目の構成は同じに見える。これは100BASE-TXが、10BASE-Tを含む10Mbps Ethernetの技術をできるかぎり流用しつつ、転送レートを10倍にした規格であることに起因している。100BASE-TX自体は、Fast Ethernetとも呼ばれる100Mbps Ethernetの一種であり、IEEE 802.3というEthernet規格の集合に含まれる。いわばEthernetファミリーの一員だ。10BASE-Tと100BASE-TXでは、基本的なアーキテクチャはほぼ同じなので、100BASE-TXへのアップグレードや両者の共存もそう難しくない。エンドユーザーのレベルでも、10BASE-Tに慣れていれば100BASE-TXも理解しやすい。

10BASE-Tではなく100BASE-TXを選ぶメリットは、いうまでもなく10BASE-



写真1 DNS-500

ブラネックスコミュニケーションズ製の5ポート・デュアルスピードハブ。直販価格は1万3800円。全ポートが10BASE-Tと100BASE-TXの自動認識に対応しており、低価格で両者が混在するLANを実現できる。



写真2 FX-08E

ブラネックスコミュニケーションズ製の8ポート・スイッチングハブ。直販価格は2万5800円。全ポートについて10BASE-Tと100BASE-TXを自動認識し、またポートごとにスイッチング動作をサポートする。

Tの10倍の転送レートである。たとえばファイルサーバーでファイル共有する際、10BASE-Tでは力不足となる場合がある。現在ではローカルのハードディスクの最大転送レートが10Mbytes/secを超えることが珍しくないため、たかだがピークで1.1Mbytes/secの10BASE-Tではネットワークドライブとローカルドライブの速度差が大きすぎてストレスを感じてしまう。さらに、クライアントPCが増えるとLANの実効転送レートはさらに下がる。一方100BASE-TXなら最大11Mbytes/sec程度で転送できるため、ローカルのハードディスクと比べてあまり違和感なくネットワークドライブを利用できる。

このように速度面では非常に有利な100BASE-TXだが、対応製品の価格、特にハブの価格が10BASE-Tに比べて高かったことが普及を阻む壁となっていた。しかし最近になって、写真1や写真2のような安価なハブが出回るようになってきた。これらは10BASE-Tと100BASE-TXの両方に対応しているため、両者の混在したLANを構築するのにも便利である(p.51のコラム参照)。100BASE-TX PCI Ethernetカードの価格も、p.52からの機種紹介を見るとわかるように、実勢価格が2000円台まで下がってきており、10BASE-T Ethernetカードに引けを取らない。安価なハブで済む小規模なLAN

なら、もはや100BASE-TXを導入するのに10BASE-Tとの価格差は問題にならないだろう。

高価格とともに普及を阻害していた一因のひとつに、100BASE-TX Ethernetカードの種類の少なさが挙げられるが、現在では解決されている。PCIやCardBusといった高速な拡張バスだけではなく、ISAやPCカードにも装着できる100BASE-TX対応カードは各メーカーから販売されており、接続性は大きく向上している。

Linuxのための100BASE-TXネットワークカード選び

'95年3月に100BASE-TXの規格がIEEEで正式に承認されてから現在までの間に、非常に多くの種類の100BASE-TX対応ネットワークカードが開発・販売されてきた。PCIカードという枠でも相当数の製品が市場に存在するなかで、Linuxで使う製品をどう選ぶべきかを考えてみる。

コントローラチップ

Ethernetカードの中核であるコントローラチップは、拡張バスとのインターフェイスやデータ伝送の同期、流量制御、誤り訂正などを担当し、カードの性能を左右する重要なコンポーネントである。

Linuxの場合は、コントローラチップの

種類自体が重要な選択のポイントとなる。なぜなら、前述のように現状ではEthernetカードにLinux用ドライバが添付されることはまずないため、搭載されているコントローラ用のドライバがLinuxカーネルに含まれていることが、Linuxでそのカードが使えることの第1条件であるからだ。

現在Linuxでドライバが存在する100BASE-TX PCI Ethernetコントローラは、表2とその互換チップ以外には、コンパック製PCによく使われているTexas Instruments製ThunderLANシリーズや、RealTek製RTL8129 / 8139ぐらいである。また、たとえこれらのコントローラを搭載する製品でも、細かいリビジョンの違いなどによりLinux用ドライバが正常に動作しない場合もあるので厄介だ。

ドライバの開発には時間がかかるため、一般的に新しいチップほどドライバの安定性は低い傾向が見られる。逆に古いチップほどLinuxのインストール時に自動検出されるなど、使用可能になるまでの手間が少ない、というメリットがある。新しくして性能も高く機能も豊富なコントローラだからといって簡単に選べないところが、Linuxの難しいところではある。

基本機能

100BASE-TX対応カードの基本機能と

ドライバモジュール	コントローラチップ	メーカー・製品名	付属ドライバのバージョン	
			日本語redhat Linux 5.2	TurboLinux 日本語版 3.0**
3x59x.c	3Com 40-0336-004	スリーコム ジャパン Fast EtherLink XL PCI (3C905-J-TX)	0.99H	0.99E
	3Com 40-0483-001	スリーコム ジャパン Fast EtherLink XL PCI (3C905B-J-TX)		
eepro100.o	Intel 82558	メルコ LCI-TXI	0.99B	0.99B
	Intel 82559**	インテル EtherExpress PRO/100+ マネージメント・アダプタ		
epic100.o	SMC 83C170 / 171	SMC EtherPower 10/100	1.03	0.99B
tulip.o	DEC 21140-AF	アライドテレシス CentreCOM LA100-PCI-T V2, コレガ FastEther PCI-TX, プラネックスコミュニケーションズ ENW-9051-F	0.89H	0.88
	DEC 21143-PD	アクトンテクノロジ Cheetah PCI Adapter EN1207C-TX		
via-rhine.o	VT86C100A	プラネックスコミュニケーションズ FNW-9700-T, メルコ LGY-PCI-TXR / LCI-TXN	1.00	付属しない
	DL10030	コレガ FastEther PCI-TX		

表1 テストした製品と各Linuxの付属ドライバとの対応

*1 eepro100.oドライバはIntel 82559への対応を明記していない。動作することは編集部で確認した

*2 付録CDに収録されているアップグレードを適用すると、各ドライバは日本語redhat Linux 5.2と同一バージョンに更新される

しては、10BASE-T / 100BASE-TXおよび半二重 / 全二重の自動切り替え機能がある。これはAuto Negotiation(NWay)と呼ばれる規格で決まっており、現在市販されているカードなら間違いなく対応している。また、よほど低価格な製品でない限り、EthernetカードにはインジケータLEDが搭載されており、ネットワークとの通信状況を直接目で確認できる。必須なのはハブとのリンク確立やフレームの送受信、10Mbps / 100Mbpsの判別という3種類だろう。できれば半二重 / 全二重を判別するLEDもほしいところだ。



写真3 Wake on LAN用ケーブルの接続

このようにWake on LANに対応したEthernetカードとマザーボードの間を専用ケーブルで接続すると、PCの電源がオフでもEthernetカードにはケーブル経由で電力が供給され続ける。Ethernetカードはネットワーク上のパケットを監視し、「起きる」よう指示されたらPCの電源をオンにする、という動作が可能になる。

添付ソフトウェア

Linuxにとって重要な添付ソフトウェアとは、カードの故障をチェックするハードウェア診断ツールの有無だ。もしこの診断ツールが添付されており、かつDOSで動作するならば、LinuxでもDOSのブートフロッピーを用意するだけで利用できる分、手軽だ。逆にWindows用診断ツールしかない場合は手間がかかってしまう。

拡張バスの対応

拡張バスすなわちPCIには、現在リビジョンとしてRev.2.0 / 2.1 / 2.2の3種類が存在する。基本的にはPCIカードとPCIスロットが共にRev.2.0以上であれば、たいしては問題なく動作するし、市場に存在する製品はまず間違いなくRev.2.0以上に対応しているから心配はない。Rev.2.2だけはACPIなど新しい電力管理機能に対応しているが、マザーボード側もLinuxも対応が間に合っていないので、現状では特にメリットはない(将来性はあるが)。

付加機能

機能面ではWake on LANという、ネットワーク経由でPCの電源をオンにしてブートさせるという機能をEthernetカー

ドに実装するのが流行している(写真3)。Wake on LANの狙いは、リモート接続PCから無人のオフィスにあるPCのメンテナンスをするなどして、PCを管理する手間を省くことである。つまり完全な付加機能であり、こうしたニーズがなければ、特に必要ない機能でもある。もっとも、最新のISDNルータの中には、電話回線からアクセスされたらEthernetに接続されたPCをWake on LANで起動する、という家庭では便利そうな製品もあり、何かと面白そうな機能ではある。

製品の評価方法について

今回集めた12種類のEthernetカードは、基本的に日本語redhat Linux 5.2にて評価している。またTurbo Linux 日本語版 3.0でも動作検証を行っている。両者に含まれるドライバモジュールの種類とそのバージョンについては、表1を参照していただきたい。

p.52からの各機種紹介では、日本語redhat Linux 5.2をインストールしたときの状況をチェックした。各EthernetカードをLinuxで使用するための具体的な設定方法などは、p.58からの記事を参照していただきたい。

動作検証としては、10Mbps / 100Mbpsおよび半二重 / 全二重という転送モードの自動検出や、FTPサーバーにおける転送レートなどの確認を行った。結果はp.58 ~ p.59のとおりである。

テストに使ったPCの仕様は表2のとおりである。この2台のうちテスト用PC1は、10Mbps / 100Mbpsおよび半二重 / 全二重の自動検出や、FTPサーバーでの転送レートの確認といった動作検証に使用した。一方のテスト用PC2は、各機種紹介で記している日本語redhat Linux 5.2のインストールテストに使用した。

この2台のPCを、Pentium IIとAMD-K6-2という大きく異なる仕様にしたのは、チップセットの種類によってPCIカードが正しく動作しない場合があることを考慮したためだ。特にAMD-K6-2を使ったテ

テスト用PC1

機種名	デルコンピュータ Dimension XPS R400
マザーボード	Intel SE440BX相当
プロセッサ	Intel Pentium II-400MHz x 1基
チップセット	Intel 440BX AGPset
2次キャッシュメモリ	512Kbytes (プロセッサに内蔵)
メインメモリ	SDRAM 64Mbytes (100MHzバス対応)
グラフィックス	NVIDIA RIVA128 (AGP接続, SGRAM 4Mbytes)
ハードディスク	IDE 6.4Gbytes
CD-ROMドライブ	32倍速ATAPI (IDE) CD-ROMドライブ
IDE インターフェイス	PCI接続のIDEインターフェイス (Intel PIIx4Eに内蔵)

テスト用PC2

機種名	(自作機)
マザーボード	AOpen AX59Pro Rev.1.32
プロセッサ	AMD-K6-2-300MHz x 1基
チップセット	VIA Apollo MVP3
2次キャッシュメモリ	512Kbytes (マザーボード上)
メインメモリ	SDRAM 64Mbytes (100MHzバス対応)
グラフィックス	NVIDIA RIVA128 (AGP接続, SGRAM 4Mbytes)
ハードディスク	IDE 2.1Gbytes
CD-ROMドライブ	8倍速ATAPI (IDE) CD-ROMドライブ
IDE インターフェイス	PCI接続のIDEインターフェイス (VIA VT82C586Bに内蔵)
SCSIホストアダプタ	アダプテックジャパン AHA-2940U (PCI接続)

表2 テストに使用したPCのハードウェア仕様

スト用PC2のチップセットは、Intel純正ではない互換チップセットである。PCIカードメーカーによっては、この互換チップセットでの動作確認をしていないこともあるらしく、PCIバスのデータ転送中にハングアップしたりするなどのトラブルが

生じることがある。ただし、今回テストした限りでは、両方のプラットフォーム間で動作の違いはなかった。

そのほか、各機種のスぺック表はp.56～p.57を参照していただきたい。

本記事に関してのご注意

本記事にて評価した12種類の製品は、いずれのメーカーもLinuxを正式にはサポートしておらず、動作保証もしていません。本記事に関して各メーカーにお問い合わせすることはご遠慮下さい。また動作検証の結果は、メーカーおよび編集部で保証するものではありません。ご了承下さい。

Column

10BASE-Tと100BASE-TXの混在するLANを構築するには

最近のLAN関連ハードウェアの動向を見ると、100BASE-TX対応製品のラインアップ拡充と低価格化が著しい。たとえばプリントサーバーでは、従来の10BASE-T/-2対応製品に混じって、100BASE-TXで接続できる製品が増えてきているし、10BASE-T対応製品と価格がほとんど変わらない100BASE-TX対応ネットワークカードも登場している。だからといって、LANに接続するすべての機器を100BASE-TX対応品とすることには、まだ少し無理がある。たとえば、ISDNルータなど10BASE-T専用の機器がどうしてもLANに残るからだ。

注意すべきは、基本的に10BASE-Tの機器は100BASE-TXのLANに直結できないし、その逆も不可であることだ。100BASE-TX対応ネットワークカードが10BASE-Tに接続できるのは、単に10BASE-Tでも動作するよう設計されているだけにすぎない。100BASE-TX専用ハブには10BASE-Tの機器を接続できないし、その逆もしかりだ。したがって、10BASE-Tと100BASE-TXそれぞれの機器を同時に利用するには、両者のLANを相互接続する何らかの手段が必要になる。

この10BASE-Tと100BASE-TXの混在を格段に実現しやすくしたのがデュアルスピードハブである。図1(a)のように、デュアルスピードハブの原理をひと言でいうなら、共通の接続ポートを持った10BASE-Tと100BASE-TXのリピータハブ(ダムハブ、シェアードハブと呼ばれる一番単純なハブ)をブリッジと呼ばれる回路で接続したものだ。100BASE-TXの機器が接続されたポートは自動的に内部で100BASE-TXのハブに接続され、10BASE-Tの機器も同様に処理されるので、ユーザーから見れば10BASE-Tと100

BASE-TXを区別する必要がなく非常に便利だ。後述するスイッチングハブに比べれば、デュアルスピードハブは基本的にリピータハブの一種であり、構造も比較的簡単で製造コストも低いというメリットがある(ポート単価は2000円台まで下がってきている)。

相互接続という目的なら図(b)のようなスイッチングハブも利用できる。スイッチングハブは、発信元と送信先のポートの間をスイッチングの回路で接続して通信させることで、ポートごとに10Mbpsあるいは100Mbpsの帯域をフルに利用できる。これに対してリピータハブは10Mbpsまたは100Mbpsの帯域を全ポートで共有する分、実効転送レートは下がってしまう。

スイッチングハブは図1(a)のブリッジに相当する回路が多数詰め込まれており、10BASE-Tと100BASE-TXの相互接続に流用しやすかったため、以前から相互接続に使われてきた。しかし、そもそもスイッチングハ

ブは性能向上が第一目的の製品であり、数十万円という非常に高い価格が導入のネックだった。また比較的安価な製品では、各ポートが10BASE-Tあるいは100BASE-TXのどちらかしか接続できないなど、ネットワーク構成の柔軟性や使いやすさに欠けていた。しかし現在では、図(b)のように全ポート自動切り替えのタイプでも、ポート単価3000円台という安価なスイッチングハブも増えている。サーバーへのアクセス集中への対策も兼ねてスイッチングハブを導入するというのは、そう悪い選択ではない。

10BASE-Tと100BASE-TXを相互接続する場合、100BASE-TXではハブの段数やケーブル長の制限などがきついため、ネットワークの規模を拡大するには10BASE-Tより注意が必要だ。こうした場合にもスイッチングハブが便利だが、カスケード接続のための高速な専用バスを設けたスタックハブを活用すると、より安価にLANを拡大できる。

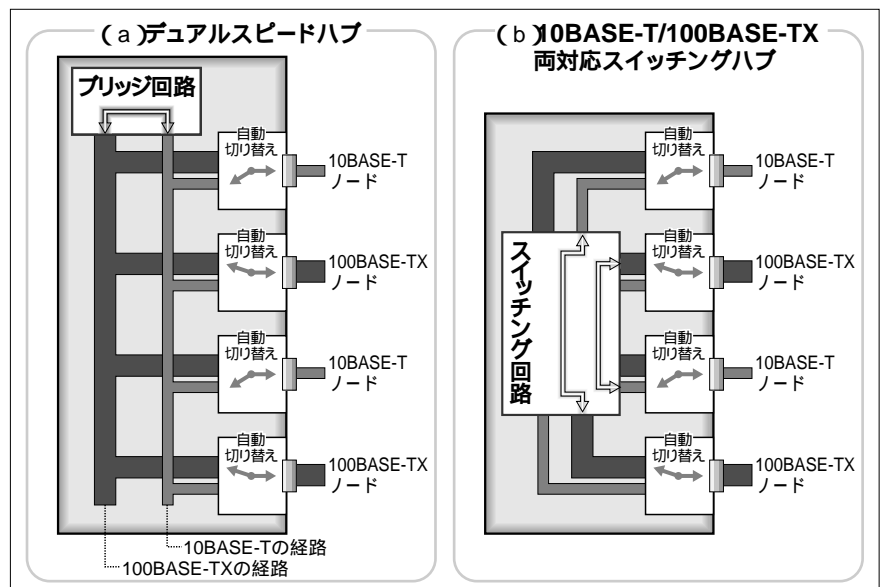


図1 10BASE-Tと100BASE-TXの混在するLANを実現するハブ

SMC Networks EtherPower 10/100

標準価格： 1万2800円
 実勢価格： 1万円前後
 URL： <http://www.toyomicro.com/>



SMC Networksは、ネットワークカードメーカーの老舗であるSMCとAccton Technologyが、'97年に共同で設立した会社だ（旧SMCはSMSCという名称になった）。日本では東洋マイクロシステムズがSMC Networks製品の総供給元であり、今回試用したカードも同社から借用した。

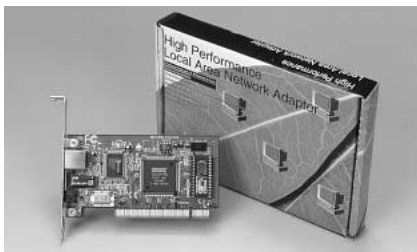
EtherPower 10/100のコントローラチップはSMSC製のLAN83C170またはLAN83C171で、試用機には前者が搭載されていた。このコントローラの特徴の1つは、5Vと3.3VというPCIバスの信号レベルに両方とも対応していることで、当然本カードも両方に対応している。3.3VのPCIスロット搭載機が登場し始めている現状では、使い回しのしやすいカードといえる。

ハードウェア診断ツールとしては、DOSの日本語環境からでも実行できるプログラムが添付される。英語表示だが、GUIで操作できるので操作は難しくない。

日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、自動検出こそされなかったものの、メニューから「EPIC 100」を選択するだけで済んだ。東洋マイクロシステムズではLinuxの正式サポートはなく、マニュアルにも記述はない。しかしメールによる問い合わせは受け付けているほか、同社WWWサイトに簡潔ながらLinuxへのインストール方法が掲載されており、Linuxユーザーへの配慮が伺える。

アクトンテクノロジー Cheetah PCI Adapter EN1207C-TX

標準価格： 7800円
 実勢価格： -
 URL： <http://www.accton.co.jp/>



台湾 Accton Technologyの日本法人であるアクトンテクノロジーは、'99年3月1日よりCheetah PCI Adapterシリーズの新製品2種を販売開始した。今回取り上げるEN1207C-TXは、その新製品のうちコントローラにDEC 21143-PDを採用したカードである。

今回評価した12機種のうち、DEC 2114xコントローラを採用しているのは4機種ともっとも多い。その中でも本カードの21143-PDは最新バージョンのチップである。しかし、それが仇となったのか、日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、「Digital 21040(Tulip)」と自動検出されるものの正常に動作しなかった。ドライバを最新版であるVer.0.90Qに差し替えると動作したが、Linuxでの利用には注意が必要なカードといえる。なお、メーカーによるLinuxの正式サポートはなく、マニュアルにもLinuxに関する記述はない。

カード上のパーツとしては、ブートROMソケットが搭載されているのが目立つ程度で、シンプルな構成のカードといえる。

付属品のうち、各種ドライバを収録したフロッピーには、ハードウェア診断ツールも収録されている。DOSの英語環境でのみ動作し、英語表示ながらインタラクティブに操作していくと診断テストを実行できるので、操作はそう難しくない。

アライドテレシス CentreCOM LA100-PCI-T V2

標準価格： 1万2800円
 実勢価格： 9800円前後
 URL： <http://www.allied-teleasis.co.jp/>



アライドテレシスはネットワーク機器全般の開発・販売を行っている日本のメーカーである。その同社が現在販売している唯一の100BASE-TX PCI Ethernetカードが、このCentreCOM LA100-PCI-T V2だ。

本カードはコントローラにDEC 21140-AFを採用している。写真にあるようにカード上にはブートROMソケットが装備されているものの、サポートされていない。珍しいのは、インジケータLEDが5種類もあり、パケット衝突検出が表示される点だ。またMACアドレスを記したシールはブラケット外面に貼ってあり、カード装着後でも外部からMACアドレスを確認できるよう配慮されているようだ。しかし、このシールがケースで隠れてしまう場合があるのは惜しい。

添付のマニュアルはかなり詳細に記述されているが、サポートされていないLinuxに関する記述はない。また添付フロッピーには、DOSの日本語環境でも動作する英語表示のシンプルなハードウェア診断ツールが収録されている。

日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、最初は「Digital 21040(Tulip)」として自動検出されるが、インストール後には21140と正確に認識され、問題なく動作した。またLinuxユーザーには嬉しいことに、同社WWWサイトにはSlackware 3.6Jでの動作確認結果とインストール方法が掲載されている。

インテル PRO/100+ マネージメント・アダプタ

標準価格： 1万4800円
 実勢価格： -
 URL： <http://www.intel.co.jp/>



インテルは、これまで現行製品だった EtherExpress PRO/100+の後継として、'99年4月よりPRO/100+ マネージメント・アダプタを販売する。今回は英語版のパッケージを借用して評価した。

非常に小さな本カードには、最新の Intel製82559というコントローラのほか、フラッシュメモリのブートROM、Wake on LAN用ケーブルコネクタが集約されている。PCIバスの信号レベルは5Vと3.3Vの両方に対応するほか、最新のPCI 2.2およびACPIのパワーマネジement機能をサポートしている。マザーボードさえこれらの規格に対応していれば、Wake on LAN用ケーブルなしでもリモートからの起動が可能となる。難点を強いて上げるなら、全二重通信を示すインジケータLEDがないことだろう。

以上のような新しきゆえに、本カードはまだLinuxでは正式にサポートされていない。インテルもLinuxをサポートしておらずマニュアルにも記述がないので、注意が必要だろう。ただし日本語redhat Linux 5.2でのインストールテストでは、「Intel EtherExpress Pro 100」として自動検出され、特に問題なく動作していた。どうやら82559コントローラの下位互換性は高いようだ。

付属CD-ROMに収録されているソフトウェアのうち、ハードウェア診断ツールはWindows用とDOS用の両方とも用意されている。

コレガ FastEther PCI-TX

標準価格： 9800円
 実勢価格： 5000円前後
 URL： <http://www.corega.co.jp/>

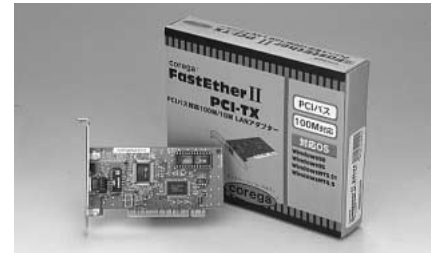


'96年設立という比較的新興のネットワーク機器メーカーであるコレガは、現在2種類の100BASE-TX PCI Ethernetを販売している。そのうち、コントローラにDEC 21140-AFを採用しているのが、このFastEther PCI-TXである。本カードはよく見ると、アライドテレシスのCentreCOM LA100-PCI-T V2とそっくりで、試用したカードを見る限り、パーツや配線パターンなど同一に見える。MACアドレスに含まれるメーカーIDもアライドテレシスだった。コレガはアライドテレシスの関連会社であり、ハードウェア自体は共通という場合もあるのだろう。LA100-PCI-T V2との違いは、カード自体の仕様ではなくサポートなどにある。PC-98シリーズに対応している点は同じだが、サポートOSはWindows系に限られる。診断ツールはほぼ同一で、DOSの日本語環境でも動作した。両者の価格差は、上記以外にも製品保証期間が1年間（LA100-PCI-T V2は永久保証）といった違いにより生じているわけだ。

しかしLinuxユーザーにとって、メーカーによるLinuxの正式サポートがなく、マニュアルにも記述がない点は同じだ。それでも同社のWWWサイトで、Linuxを含むPC-UNIXでの動作確認結果とインストール方法が公開されている点は安心できる。日本語redhat Linux 5.2についても、LA100-PCI-T V2と同じで問題なく動作した。

コレガ FastEther PCI-TX

標準価格： 5800円
 実勢価格： 2700円前後
 URL： <http://www.corega.co.jp/>



FastEther PCI-TXは、コレガが販売しているもう一つの100BASE-TX PCI Ethernetカードである。前出のFast Ether PCI-TXに対して、半額近く安価である点が大きな特徴といえるカードだ。

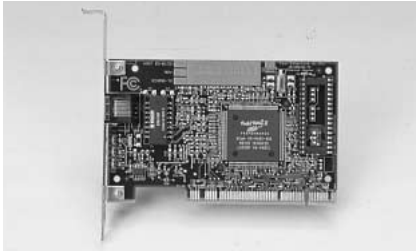
コントローラチップの名称はDL10030でメーカーは確認できなかった。しかし、このチップのPCIのベンダIDおよびデバイスIDが、VIA Technologies製のVT86C100Aと同一であることから、そのセカンドソースによる同等品と思われる。試用品では、チップのRevision番号まで他製品に搭載のVT86C100Aと同一だった。なお本カードのMACアドレスも、メーカーIDはアライドテレシスを示していた。

本カードはブートROMソケットを搭載しているが、FastEther PCI-TX同様サポートされていない。細かいところでは、全二重通信のインジケータLEDないことや、ハードウェア診断ツールが添付されていない点が気になった。マニュアルには、やはりサポートされていないLinuxに関しては何も記述されていない。

さて日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、本カードは自動検出されず、選択リストにも表示されなかった。ドライバモジュール自体（via-rhine.o）はインストールされるため、コンパイルの必要はなく、ネットワークの設定をすれば本カードを動作させることができた。

スリーコム ジャパン Fast EtherLink XL PCI

標準価格： オープン価格
 実勢価格： 9400円前後 (3C905B-J-TX)
 URL： <http://www.3com.co.jp/>



ネットワーク機器の老舗メーカーである3Comは、100BASE-TX Ethernetカードだけでも、PCIやISA、PCカード、そしてサーバー向けといった具合に多数ラインアップしている。その中で、今回評価するクライアントPC向けのPCIカードであるFast EtherLink XL PCIは、現在ちょっと複雑な販売形態になっている。

もともとFast EtherLink XL PCIは発売当初、3C905-J-TX (以下3C905) という型番になっていた。その後、コントローラチップがバージョンアップした3C905B-J-TX (以下3C905B) という型番の製品も登場し、現在では両方ともFast EtherLink XL PCIという製品名で併売されている。写真のうち右上は3C905、左上は3C905Bである。製品名が同じなので間違えて購入しそうだが、型番以外にもパッケージの絵柄も異なるので確認を怠らないようにしたい (右上写真は3C905のパッケージ)。なお今回は、3C905はメーカー提供の借用品で、また3C905BはOEM向け供給品にて評価している。

3C905と3C905Bを比べた場合、最も異なるのはコントローラチップである。まず3C905Bでは、3Com独自のParallel Taskingアーキテクチャがバージョンアップされており、性能向上やCPU占有率の低下などが図られているという。カードを見ると、3C905のコントローラチップは、PHYチップ (ネットワークの物理層

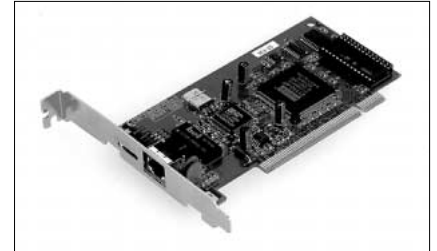


を担当するチップ) やトランシーバチップを外付けしているのに対して、3C905Bではそれらのチップをコントローラチップに統合している。カードサイズが小さくなっていることと併せて、製造コストの低下に役立っているだろう。また3C905Bは、Wake on LANに対応している (写真ではOEM向け供給品のためWake on LAN用ケーブルコネクタはない)。余談だが、Linuxでの通称も3C905はBoomerang、3C905BはCycloneと異なっている (これらは3Com内部でのコード名だったらしい)。そのほか、ブートROMソケットの実装や、PCIバスの信号は5Vのみサポート、全二重通信のインジケータLEDがない、といった仕様は共通である。また診断ツールは、Windows用のほかDOS用プログラムも用意されているが、DOS用は英語表示だけだ。なおメーカーによるLinuxの正式なサポートはなく、マニュアルにもLinuxに関する記述はない。

さて日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、3C905 / 3C905Bのどちらも「3com 3c59x (Vortex)」という異なる型番で自動検出されるので一瞬焦る。しかしインストール後、ドライバモジュールは3C905 (Boomerang) および3C905B (Cyclone) を正しく認識した。動作については、3C905Bだけ全二重通信の自動認識がうまくいかなかったが、再起動すれば正しく認識したので致命的な問題とはいえない。

プラネックスコミュニケーションズ ENW-9501-F

標準価格： オープン価格
 実売価格： 6400円前後
 URL： <http://www.planex.co.jp/>



プラネックスコミュニケーションズが現在販売している100BASE-TX PCI Ethernetカードは3種類である。そのうちコントローラにDEC 21140-AFを採用しているのが、このENW-9501-Fである。

本カードを見て気付いたのは、アライドテレシスのCentreCOM LA100-PCI-T V2やコレガのFastEther PCI-TXと部品配置や配線パターンが酷似していることだ。もっとも基板表面の白い文字やロゴ、PHYチップは異なるので、同一製品ではない。仕様の面では、搭載されているブートROMソケットのサポートがないことや、パケット衝突検出のLEDが装備されていることが、前述の2製品と共通している。

添付フロッピーに含まれる診断ツールは、DOSの日本語環境で動作し、日本語表示でインタラクティブに操作できる親しみやすいものだ。

本カードについては、メーカーのWWWサイトにSlackware 3.5での動作確認結果とインストール方法のほか、ドライバのソースコード (tulip.c Ver.0.90) が掲載されているのは好ましい。日本語redhat Linux 5.2でのインストールテストでは、他のDEC 21140-AF搭載カードと同様、正常に動作した。またWWWサイトに掲載のドライバでも問題なく動作することは確認できた。しかしメーカーによるLinuxのサポートがなく、マニュアルにも記述がない点は惜しい。

プラネックスコミュニケーションズ FNW-9700-T

標準価格： オープン価格
 実勢価格： 2800円前後
 URL： <http://www.planex.co.jp/>



プラネックスコミュニケーションズといえば、安価なネットワーク機器の販売ということでも知られるメーカーである。同社が現在取り扱っている3種類の100BASE-TX PCI Ethernetカードについても、DEC 2114xシリーズを採用する2製品と比べて非常に安価な製品を1機種ラインアップしている。それがこのFNW-9700-Tである。

本カードのコントローラチップはVIA Technologies製のVT86C100Aである。最近、本カードのようにVIA Technologies製のチップを採用した安価なEthernetカードが急増しており、DEC 2114xシリーズなどと比べて、チップ単価が非常に安いことが伺える。もっともカードの価格が安い理由はそれだけではなく、4層基板より安価な2層基板の採用や、添付フロッピーを1枚に減らす(ENW-9501-Fは2枚)といった努力も影響しているだろう。機能的に気になったのは全二重通信のインジケータLEDがないことや、DOSで動作する診断ツールが英語で表示されることぐらいだ。

ENW-9501-Fと同じなのは、WWWサイトにLinuxの情報が掲載されているものの、メーカーによるLinuxのサポートがなく、マニュアルにも記述がないことである。また日本語redhat Linux 5.2のインストールでは、コレガのFastEther PCI-TX同様、手でネットワークの設定をする必要があった。

メルコ LCI-TXI

標準価格： 1万4800円
 実勢価格： 1万2800円前後
 URL： <http://www.melcoinc.co.jp/>



PCやPC-98、Macintoshなど幅広く周辺機器の開発・販売を手掛けるメルコは、ネットワーク機器のラインアップも充実させている。その同社の100BASE-TX PCI Ethernetカードは3種類あり、LCI-TXIはハイエンドモデルである。

LCI-TXIのコントローラチップはIntel製の82558である。これはWake on LANに対応しており、本カードもWake on LAN用ケーブルコネクタやネットワークブートのためのブートROM(フラッシュメモリ)を搭載している。こうした付加機能のせいもあって、基板上には多数のパーツが並んでおり、製造コストも高いものと推測される。付属品については、PC98-NX用を含む2種類のWake on LAN用ケーブルや、別のマシンから本カードを装着したマシンを起動するプログラムといったWake on LAN関連の充実が目立つ。しかし、診断ツールが付属していないのは難点といえよう。細かいところでは全二重通信のインジケータLEDもない。

メルコではLinuxの正式サポートはなく、マニュアルにも記述はない。しかし、メールによる問い合わせは受け付けている。各種Linuxでの動作確認結果がWWWサイトに掲載されており、Linuxユーザーには安心できる。また日本語redhat Linux 5.2のインストールテストでは、「Intel EtherExpress Pro 100」と自動検出され、その後の動作も正常だった。

メルコ LCI-TXN / LGY-PCI-TXR

標準価格： 9800円 / 3800円
 実勢価格： 7500円前後 / 3200円前後
 URL： <http://www.melcoinc.co.jp/>



メルコがラインアップしている100BASE-TX PCI Ethernetカード3種類のうち、ローコストモデルがLGY-PCI-TXR、そしてミッドレンジがLCI-TXNである。この2機種ハードウェアは同一のものを使用している。異なるのはサポートOSの範囲と価格で、LGY-PCI-TXRはWindows 95 / 98 / NT 4.0のみをサポートすることで価格を下げている。LCI-TXNはDOSやWindows 3.1もサポートしている。どちらにしろ、メーカーによるLinuxの正式サポートがない点は同じであり、ハードウェアが同一なことから、ここでは2機種を一緒に評価した。

本カードはコントローラチップにVIA Technologies製VT86C100Aを採用する。他のVT86C100A搭載カードと同様、2層基板を使用しているほか、ブートROMソケットを省くなどしてコストダウンを図っているようだ。しかし添付フロッピーに診断ツールがないのは難点といえる。また全二重通信のインジケータLEDもない。

マニュアルにはLinuxに関して記述されていないものの、LCI-TXI同様、メルコはメールによる問い合わせを受け付けている。また各種Linuxでの動作確認結果がWWWサイトに掲載されている。

日本語redhat Linux 5.2のインストールでは、他のVT86C100A搭載カードと同様、インストール後に手でネットワークの設定を行う必要があった。

Specifications

メーカー名	SMC Networks	アクトンテクノロジー	アライドテレシス
製品名	EtherPower 10/100	Cheetah PCI Adapter EN1207C-TX	CentreCOM LA100-PCI-T V2
販売形態	販売店経由	販売店経由	販売店経由
標準価格	1万2800円	7800円	1万2800円
ハードウェア仕様			
コントローラチップ	SMSC LAN83C170 / 83C171	DEC 21143-PD	DEC 21140-AF
ネットワークコネクタ	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個
全二重通信 / Auto Negotiation	/	/	/
インジケータLED	100 / ACT / FDX / LINK	10 LNK / 100 LNK / ACT / FDX	100 / ACT / COL / FDX / LNK
拡張バス規格 / データ転送方式	PCI Rev.2.1 / バスマスタ	PCI Rev.2.0 / バスマスタ	PCI Rev.2.1 / バスマスタ
PCIバス信号の電圧レベル	5V / 3.3V	5V	5V
ネットワークブートROM	ソケットあり	ソケットあり	-
Wake On LAN対応	-	-	-
最大消費電力	2.5W	1.8W	1.7W
外形寸法 (幅 x 高さ)	120 x 54mm	123 x 65mm	139 x 70mm
動作保証OS			
Windows 95 / 98 / NT 4.0	-	-	-
Linux	(メールで問い合わせ可)	-	(動作確認結果やインストール方法をWWWサイトに掲載)
その他のOS	NetWareほか	NetWareほか	NetWare
付属品・保証・情報手先など			
付属品	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど
無償保証期間とサービス内容	センドバック：永久保証	センドバック：永久保証	センドバック：永久保証
Internet URL	http://www.toyomicro.com/	http://www.accton.co.jp/	http://www.allied-teleasis.co.jp/
FAX情報サービス	-	-	-
備考	日本での総供給元は東洋マイクロシステムズ	-	付属品は永久保証の対象外

メーカー名	スリーコム ジャパン	ブラネックスコミュニケーションズ	ブラネックスコミュニケーションズ
製品名	Fast EtherLink XL PCI(3C905B-J-TX)	ENW-9501-F	FNW-9700-T
販売形態	販売店経由	販売店経由	販売店経由
標準価格	オープン価格	オープン価格	オープン価格
ハードウェア仕様			
コントローラチップ	3com 40-0483-001	DEC 21140-AF	VIA Technologies VT86C100A
ネットワークコネクタ	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個
全二重通信 / Auto Negotiation	/	/	/
インジケータLED	10 LNK / 100 LNK / ACT	100 / ACT / COL / FDX / LNK	100 / ACT
拡張バス規格 / データ転送方式	PCI Rev.2.1 / バスマスタ	PCI Rev.2.1 / バスマスタ	PCI Rev.2.1 / バスマスタ
PCIバス信号の電圧レベル	5V	5V	5V
ネットワークブートROM	ソケットあり	-	-
Wake On LAN対応	-	-	-
最大消費電力	3.3W	1.1W	1.1W
外形寸法 (幅 x 高さ)	121 x 86mm	138 x 72mm	123 x 68mm
動作保証OS			
Windows 95 / 98 / NT 4.0	-	-	-
Linux	-	(動作確認結果やインストール方法をWWWサイトに掲載)	(動作確認結果やインストール方法をWWWサイトに掲載)
その他のOS	DOS / Windows 3.1 / OS/2ほか	NetWare	NetWare
付属品・保証・情報手先など			
付属品	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど
無償保証期間とサービス内容	センドバック：永久保証	センドバック：永久保証	センドバック：永久保証
Internet URL	http://www.3com.co.jp/	http://www.planex.co.jp/	http://www.planex.co.jp/
FAX情報サービス	FAXBOX TEL 03-3769-9850	-	-
備考	3C905-J-TXの場合、Wake on LANは非対応	市場参考価格： 6900円	市場参考価格： 3200円

インテル PRO/100+ マネージメント・アダプタ	コレガ FastEther PCI-TX	コレガ FastEther PCI-TX
販売店経由 1万4800円	販売店経由 / 直販 9800円	販売店経由 / 直販 5800円
Intel 82559	DEC 21140-AF	DL10030 (VT86C100A互換)
RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個
/	/	/
100 / ACT / LNK	100 / ACT / COL / FDX / LNK	100 / ACT / LNK
PCI Rev.2.2 / バスマスタ	PCI Rev.2.1 / バスマスタ	PCI Rev.2.1 / バスマスタ
5V / 3.3V	5V	5V
フラッシュメモリ標準装備	-	-
0.67W	1.7W	2.0W
120 x 68mm (実測)	139 x 70mm	139 x 73mm
-	(動作確認結果やインストール方法を WWWサイトに掲載)	-
NetWare	-	-
ドライバFD、マニュアル、Wake on LAN用ケーブルなど	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど
キャリアイン：永久保証	センドバック：1年間	センドバック：1年間
http://www.intel.co.jp/	http://www.corega.co.jp/	http://www.corega.co.jp/
-	FAXBOX TEL 045-476-5387	FAXBOX TEL 045-476-5387
4月1日発売予定、ACPI 1.0対応		

メルコ LCI-TXI	メルコ LCI-TXN	メルコ LGY-PCI-TXR
販売店経由 1万4800円	販売店経由 9800円	販売店経由 3800円
Intel 82558	VIA Technologies VT86C100A	VIA Technologies VT86C100A
RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個	RJ-45 x 1個
/	/	/
100 / ACT / LNK	100 / ACT / LNK	100 / ACT / LNK
PCI Rev.2.0 / バスマスタ	PCI Rev.2.0 / バスマスタ	PCI Rev.2.0 / バスマスタ
5V	5V	5V
フラッシュメモリ標準装備	-	-
2.5W	2.5W	2.5W
125 x 75mm	140 x 72mm	140 x 72mm
-	(メールで問い合わせ可、インストール方法をWWWに掲載)	(メールで問い合わせ可、インストール方法をWWWに掲載)
DOS / Windows 3.1ほか	DOS / Windows 3.1ほか	-
ドライバFD、マニュアル、Wake on LAN用ケーブルなど	ドライバFD、マニュアルなど	ドライバFD、マニュアルなど
センドバック：1年間	センドバック：1年間	センドバック：1年間
http://www.melcoinc.co.jp/	http://www.melcoinc.co.jp/	http://www.melcoinc.co.jp/
FAXBOX TEL 052-614-6911	FAXBOX TEL 052-614-6911	FAXBOX TEL 052-614-6911
ACPI 1.0、PMS 1.0に対応		

Specificationsの注意事項

Auto Negotiation
転送速度や半二重 / 全二重などの自動検出機能のこと。通称 NWay。

インジケータLED
ネットワークカードの状態を示すLED表示の種類を意味する。

「10 LNK」：10Mbpsで接続中
「100」, 「100 LNK」：100Mbpsで接続中
「ACT」：フレームを受信中
「FDX」：全二重で接続中
「LNK」：ハブと正常に接続済み
「COL」：フレーム衝突の検出

なおLEDの表示には点灯だけではなく、点滅を使うこともある。

動作保証OS
ここでは、メーカーが動作を保証し、かつサポートするOSを記している。Linuxについては、どのメーカーも現状では正式にサポートしていない。

無償保証期間
永久保証は、各メーカーとも無条件で認められているわけではない。登録カードを規定期間以内にメーカーへ送り返す必要があったり、登録時に指定したPCで使い続けたり、といった条件が課されている。条件の内容は、メーカーごとに異なるので、注意が必要である。

無償保証期間とサービス内容
「センドバック」とは、ユーザーが製品をメーカーへ宅配便または郵送などで送り返して修理してもらうサービス。
「キャリアイン」とは、ユーザーが製品を販売店やメーカー窓口へ持ち込んで修理してもらうサービス。

意外なほど安定していた Linux環境下のネットワークカード

それでは最後の締めくくりとして、評価した12枚の100BASE-TX PCI Ethernetカードを、実際にLinuxで使用した結果をまとめることにしよう。

動作検証の方法

今回の動作検証の目的は大別すると2つである。ひとつは10BASE-T / 100BASE-TX、全二重 / 半二重というそれぞれの転送モードで通信できること、およびその切り替えが自動的に行えることの確認である。もうひとつは、それぞれの通信モードで期待される転送レートが達成できることの確認である。

評価した環境を図2に示す。使用したハブのうち (a) デュアルスピードハブはブラネックスコミュニケーションズ製DNS-500 (p.48写真1)、(b) 10BASE-T専用リピータハブはフジクラ製EH2038、(c) 10BASE-T / 100BASE-TX両対応スイッチングハブはブラネックスコミュニケ

ーションズ製FX-08E (p.48写真2) である。これら3種類のハブに対してFTPクライアント / サーバーの両PCを順番に接続しながら、まずFTPサーバーマシンより社内ネットワーク上にあるDNSサーバーを使って名前解決ができるかどうかを確認する。次にFTPによるファイル転送を行い、期待される転送レートで通信できることを確認した。

(a) のハブに接続した場合、Auto Negotiation機能 (NWay) によりハブとマシンの間は100Mbps / 半二重で通信できなければならない。次に (b) に接続されたら、自動的に10Mbps / 半二重が、さらに (c) の場合は100Mbps / 全二重が自動的に選択されなければならない。全二重の場合、送受信が同時に行われるので最大200Mbpsでのデータ転送が可能だ。しかしFTPの場合、ほとんどのパケットがどちらか一方にしか流れないので、半二重と全二重の性能差が表れにくい。そこでFTPのputとgetを同時に実行

して、大量のパケットが双方向に発生するよう調整している。これにより (c) のハブに接続した際、正しく全二重のパフォーマンスが発揮されているかを転送レートから確認できる。

なおFTPクライアントマシンには、Intel Celeron-300A搭載の自作PCに日本語redhat Linux 5.2をインストールして、標準のFTPクライアントプログラムを使用した。EthernetカードはDEC 21140-AF搭載カードである。またFTPのget / putでは、30Mbytesのファイルを/dev/nullへ10回繰り返し転送し、その速度を測定している。

動作確認の結果

以下では、基本的に日本語redhat Linux 5.2にて各カードの動作を確認している。Turbo Linux Pro 日本語版 3.0については、弊誌付録CD-ROMに収録されているアップデートを当ててからテストしたところ、日本語redhat Linux 5.2の場合と同等の結果を得ることができた。

またFTPでの転送レートの測定結果については、100BASE-TX / 全二重通信の場合、どのカードもget / putともに10.9M ~ 11.0Mbytes/secという、ほぼ100BASE-TXの理論限界値を叩き出した。少なくともFTPでのピーク性能に関しては、どのカードも問題ないといえる。

自動検出されたカード

以下の6機種は、Linuxのインストール時に自動検出された。

CentreCOM LA100-PCI-T V2
PRO/100+ マネージメント・アダプタ
FastEther PCI-TX
Fast EtherLink XL PCI
ENW-9501-F
LCI-TXI

インストール後の動作も、Fast EtherLink XL PCI (3C905B-J-TX) 以外は障害など生じなかった。3C905B-J-TXで問

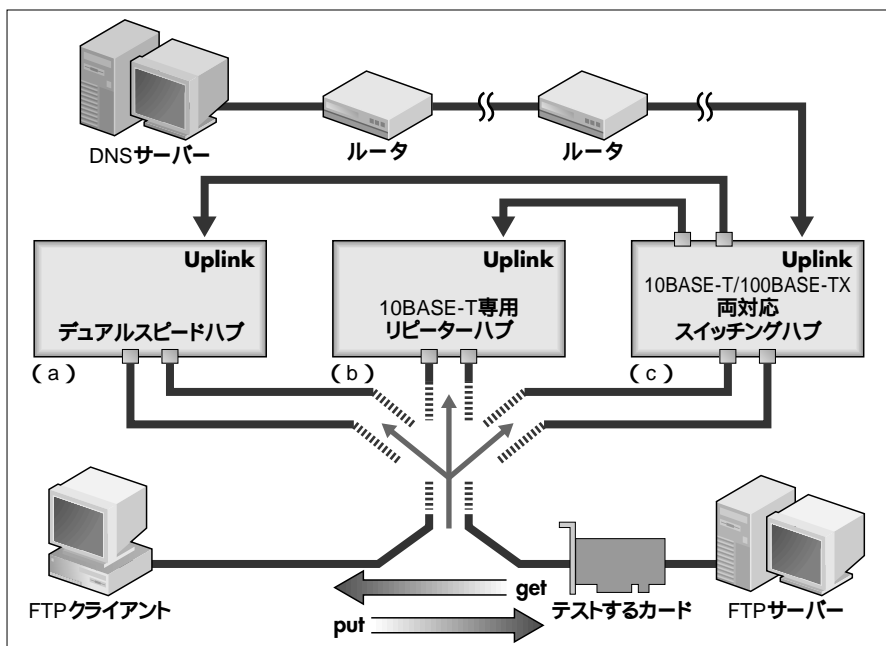


図2

題になったのは、図2の(b)から(c)にハブを切り替えた際、全二重通信ができなかったことだ。もっとも再起動すれば動作するので致命的ではない。

候補リストから選択したカード

EtherPower 10/100は、Linuxをインストールした際、自動検出はされなかったものの、リストから「EPIC 100」を選べば、再起動後にはネットワークを利用できるようになった。また動作確認でも問題は生じなかった。Linuxではコントローラの通称やコードネームも憶えておかないと、必要なドライバモジュールの選択に悩まされるので注意したい。

ネットワーク設定の必要なカード

VIA Technologies製 VT86C100A、およびその互換品をコントローラに採用する以下の4機種は、Linuxインストール時に自動検出されず、また候補リストにもなかったため、インストール後に手動でネットワークの設定を行った。

FastEther PCI-TX
FNW-9700-T
LCI-TXN / LGY-PCI-TXR

さて、一からネットワークの設定を行うには、日本語redhat Linux 5.2に標準添付のlinuxconfが便利である。linuxconfはLinuxconf Projectで開発されているLinuxの総合設定ツールで、X上でもテキストコンソール上でも同等の機能が利用できる。/etc以下にある設定ファイル群を直接エディタで編集してもいいが、linuxconfで設定が可能なら、そちらのほうが便利だろう。

実際に設定するには、まずrootでログインしてシェルから「linuxconf」を実行し、メニューから、

- +Config
- +Networking
- +Client tasks
- +Basic host information

を選択して設定を行う。Ethernetデバイスがひとつだけの場合を例にとると、「Adapter1」を選択し、「Net device」に「eth0」、「Kernel module」に「via-rhine」と入力する。この「via-rhine」とはVT86C100A用ドライバのモジュール名だ。日本語redhat Linux 5.2の場合、「Kernel module」の候補リストに「via-rhine」が登録されておらず、表示されない。しかしモジュール自体は存在するので、直接モジュール名を入力すればよい。あとはIPアドレスなどのパラメータを入力すれば設定終了で、再起動するとネットワークが使えるはずだ。

以上のようにして設定したあとでは、上記4機種は問題なく動作した。

最新ソースコードの必要なカード

Linuxのインストールに最も手間のかかったのが、DEC 21143-PDを搭載するCheetah PCI Adapter EN1207C-TXである。このカードは、自動的にインストールされたtulip Ver.0.89Hというバージョンのドライバモジュールでは動かず、最新版のVer.0.90Qを必要とした。

tulip Ver.0.90Qのモジュールを得るには、まずそのソースコードをドライバの配布元 (<http://cesdis.gsfc.nasa.gov/linux/drivers>) から入手する。次にソースコード (tulip.c) を適当な場所に保存したあと、リスト1のようにコンパイルとモジュールのインストールを実行する。このとき、元のtulip Ver.0.89Hのモジュールが上書きされてしまうので、バックアップを取っておきたい。またコンパイルには、最低限Cの開発環境をインストールしておく必要がある。

あととは前述したlinuxconfで、「tulip」というモジュールを選択、設定し、再起動すればネットワークが使えるようになる。このVer.0.90Qのモジュールを使うと、Cheetah PCI Adapter EN1207C-TXはまったく問題なく動作した。

メーカーによる正式サポートに向けて...

こうして100BASE-TX PCI Ethernetカード12機種の動作検証を終えて印象に残ったのは、検証前に予想していたよりずっとトラブルが少なかったことだ。確かにコンパイルやネットワークの手動設定が必要な機種もあったが、多くの機種は、あたかもWindowsのようにOSのインストール時に自動検出され、適切なドライバが組み込まれた。これらの製品に搭載されているコントローラは、現在市販されている100BASE-TX Ethernetカードの多くが採用している。つまりLinuxで動作する市販製品というのは、実はかなり多いのではと思われる。

もう1つ喜ばしいのは、Linuxでの動作確認結果やインストール方法をWWWサイトで公開するメーカーが増えていることだ。Linuxディストリビュータと周辺機器メーカーが協力してLinuxでの動作確認を行う、という動きも複数見られる。Linuxユーザーが正式サポートのある製品を安心して購入できる環境が実現することを願ってやまない。

```

% gcc -DMODVERSIONS -DMODULE -D__KERNEL__
  -I/usr/src/linux/net/inet -O6 -c tulip.c
% su root
password:
# /sbin/insmod ./tulip.o
# install -m 644 tulip.o /lib/modules/preferred/net/
# exit

```

リスト1 tulip Ver.0.90Qのインストール方法 (日本語redhat Linux 5.2の場合)