

# ELIS-8200のネットワーク機能

中山千代美\* 山崎徹也\* 大江哲男\*\* 長坂篤\*\*

\* (株)沖テクノシステムズラボラトリ \*\* 沖電気工業株式会社

ELIS-8200は、拡張したCommon Lispを高速に実行するための専用プロセッサを搭載したLispマシンである。最近のUNIXワークステーションの普及によって、このようなLispマシンにもUNIXの持つTCP/IPプロトコルと、その上で動作するネットワークアプリケーションを備え、インターオペラビリティを高めることが要求されている。これはネットワーク資源の有効利用を計る上からも重要である。本論文では、LispマシンELIS-8200上のTCP、Telnet、UDP、RPCの各アプリケーションインタフェース及び各種アプリケーションの実現について述べる。

## Network Facilities of Lisp Machine ELIS-8200

Chiyomi Nakayama\*, Tetsuya Yamazaki\*, Tetsuo Ooe\*\*, Atsushi Nagasaka\*\*

\* Oki Technosystems Laboratory, Inc.

3-8-10 Uchiyama, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan

\*\* Oki Electric Industry Co., Ltd.

10-3, Shibaura 4-Chome, Minato-ku, Tokyo 108, Japan

ELIS-8200 is a Lisp Machine with a Lisp dedicated processor which is suitable for executing Extended Common Lisp. Recent spread of Unix workstations demands support of Unix TCP/IP protocol and improvement of interoperability from non-Unix machines like Lisp machine. It is also important in the viewpoint of effective use of network resources.

This paper describes the implementations of TCP, UDP, RPC and other network applications such as YP on ELIS-8200.

## 1. まえがき

現在、ワークステーションの利用される範囲が、従来高級パソコン、オフコン、ミニコンが利用されていた分野にまで急速に広がっている。このワークステーションのOSとして主に採用されているのがUNIXであり、それ以外のシステムは、特定の言語を高速実行するLispマシンやPrologマシンなど特殊な用途を目的とするものに限られてきている。

ELIS-8200 (写真1) は、拡張したCommon Lisp<sup>1)</sup>を高速に実行するための専用プロセッサを搭載したLispマシンである。通常AIソフトは、LispなどのAI言語を用いて開発されることが多い。Lispによる開発を行なう場合Lispを高速に開発実行できるLispマシン利用の意義は大きい。

Lispマシンは他のUNIXシステムとTCP/IPを用いたネットワークによって接続されることが多い。UNIX同士の間ではARPAのアプリケーションだけでなく、UNIXのネットワークアプリケーションがよく使用されている。Lispマシンのような非UNIXシステムにおいてもこれらのネットワークプロトコルやネットワークアプリケーションを備えることは、ネットワーク資源の有効利用を図る上で非常に重要である。

本稿では、LispマシンELIS-8200のTCP/IP、NFSを初めとするネットワーク機能と、その開発方針について報告する。

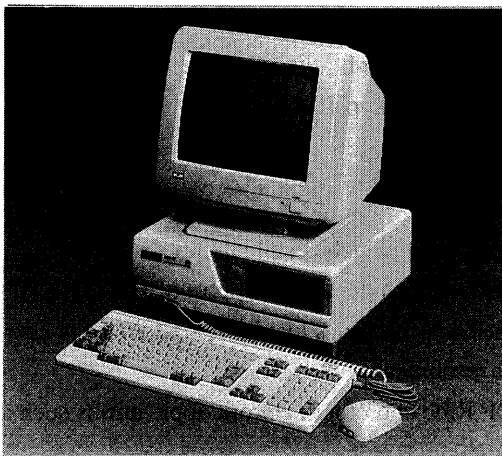


写真1: ELIS-8240

## 2. ネットワーク機能の概要

ELIS-8200は、Ethernetインタフェース上にプロトコルとしてTCP/IPを装備している。その上でARPAアプリケーション(Telnet, FTP, SMTP)に加え、BSD系UNIXのネットワークアプリケーション(lpr, rsh)、SUNのネットワークアプリケーション(NFS, YP)、Xウィンドウなどが動作する(図1)。

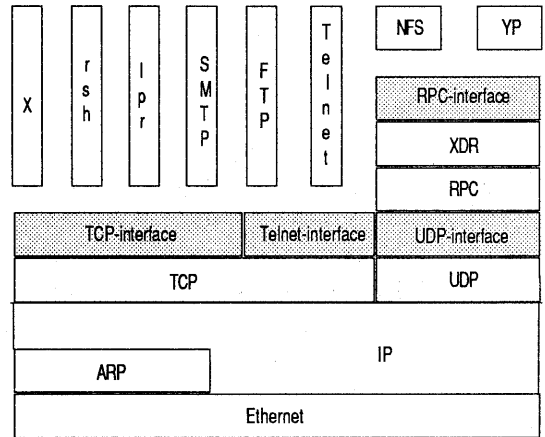


図1: ネットワーク機能

これらの機能は、三つの処理部(ELIS、FEP、CP)に分散してしている(図2)。CP(Communication Processor)はトランスポート層以下の基本通信処理を行いFEP部にTCPとUDPのインタフェースを提供する。FEP(Front End Processor)部はインテル386<sup>TM</sup>マイクロプロセッサを用いたOS/2マシンであり、OS/2上のネットワークアプリケーションが動作する他に、CP部とELIS部の間の中継処理を行なう。ELIS部では、各種ネットワークアプリケーションとCommon Lispに対するアプリケーションインタフェースを提供する。

## 3. CP

CP部はTCP、UDP、IP、ARPなどの基本通信処理を行なう。CP部の提供するインタフェースを以下に列挙する。

- (1) TCP接続の能動的オープン

- (2) TCP接続の受動オープン
- (3) TCP接続へのデータ送信
- (4) TCP接続からのデータ受信
- (5) TCP接続のクローズ
- (6) TCP接続のアボート
- (7) TCP接続の受動オープンのキャンセル
- (8) TCP接続の情報の取得
- (9) UDPソケットのオープン
- (10) UDPソケットへのデータ送信
- (11) UDPソケットからのデータ受信
- (12) UDPソケットのクローズ
- (13) UDPソケットの情報の取得

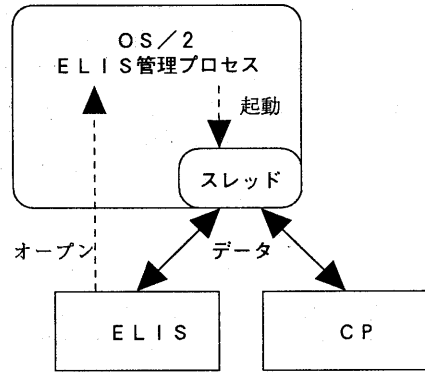


図3：リレースレッドの機能

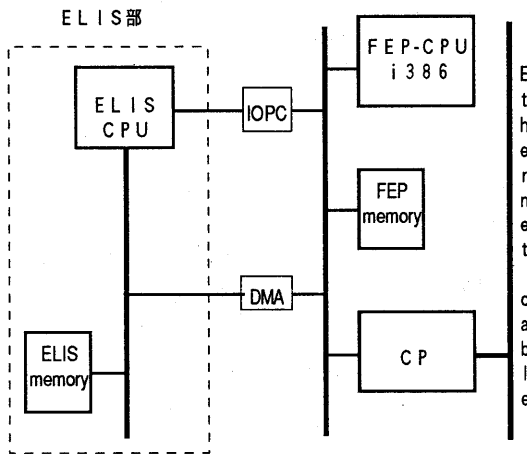


図2：ハードウェア構成

#### 4. FEP

FEP部では、ELIS部からのI/O要求及びELIS部への処理要求の発行などを管理するプロセスが稼働している。このプロセスがELIS部からのTCP、UDPのオープン要求により、ネットワーク通信制御用のスレッドを起動する。起動されたスレッドはELIS部からのネットワーク処理要求を受け取りCP部へ発行し、その処理結果をELIS部へ返す(図3)。データ転送には二通りあり、転送データサイズが小さい場合はIOPCを通して転送し、大きい場合はDMAを用いて転送する(図2)。これによって効率の良いデータ転送を図っている。

#### 5. アプリケーションインタフェース

ELIS-8200上のネットワークアプリケーションに対して、TCP、UDP、Telnet、RPCの各インタフェースが提供される。このうちTCP、UDP、Telnetは、Common Lispのストリームインタフェースとして実現されているためCommon Lispの多彩な入出力関数を用いることができる。他の目的で開発されたアプリケーションであっても少ない変更でネットワークアプリケーションに書き換え可能である。RPCインタフェースはUDPインタフェース上に実現されている。RPCインタフェースは、従来のネットワークアプリケーションがデータ転送を主目的としていたのに対して、処理依頼あるいは処理分散を主目的とするアプリケーションの開発に優れている。SUNアプリケーションのNFSとYPはこの上で動作している。

##### 5.1 TCPインタフェース

TCP、Telnetの特性は基本的にストリームであるため、Common Lispのストリームの概念と親和性が良い。違いはTCPには能動的と受動的の二つのタイプの異なるオープンがあることである。ELIS-8200では「接続されていないストリーム」という概念を導入した。通常サーバはサーバマシン上の良く知られたポートで受動的オープンを行ない、クライアントからの能動的なオープンがあったときにコネクション

が確立される (図4)。これは、BSD系UNIXのソケットと類似している。送信のタイミングはバッファが一杯になったときか、明示的に関数 `flush-output` を行なったときに起動され、受信はバッファが空になったときに起動される。以下にTCPインタフェースの接続と切断を行なう関数を列挙する。

- (`open "tcp:" &key :local-port`)  
接続されていないストリームを返す。
- (`connect-net stream remote-addr remote-port`)  
能動的に接続されたストリームを返す。
- (`listen-net stream &optional remote-addr remote-port`)  
受動的に接続されたストリームを返す。
- (`disconnect-net stream &key direction`)  
指定方向の接続を切断する。
- (`close stream &key :abort`)  
ストリームを閉じる。

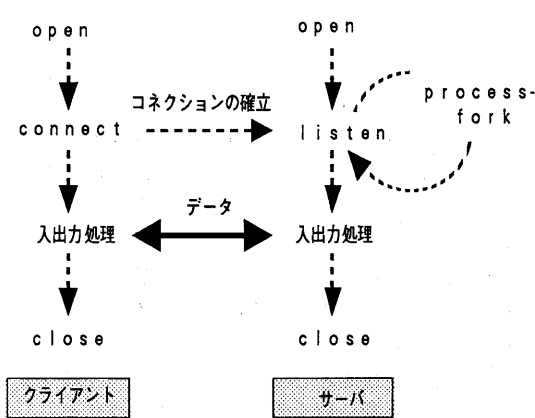


図4: TCPコネクションの確立

## 5.2 Telnetインタフェース

Telnetインタフェースは、Telnetプロトコルのネゴシエーションやコード変換機能とオートフラッシュ機構を備えている (図5)。TelnetインタフェースはTelnetによって使われていることはもちろんであるが、それ以外にもFTPにおけるコントロールコネクションなど標準コードによる通信を必要とする部分で活用できる。オートフラッシュ機構は、タイマ割り込みにより定期的にストリームのバッファを監

視し、バッファ内のデータの成長が停止した時点で自動的にデータを送信する機構である。この機能を用いれば、明示的に送信のコマンドを発行せずに (ネットワークをほとんど意識せずに) インタラクティブな通信アプリケーションを構築することができる。TCPインタフェースと比較した場合、見掛け上オープン時の引数が異なる。

(`open "telnet:" &key :local-port :auto-flush-interval`)

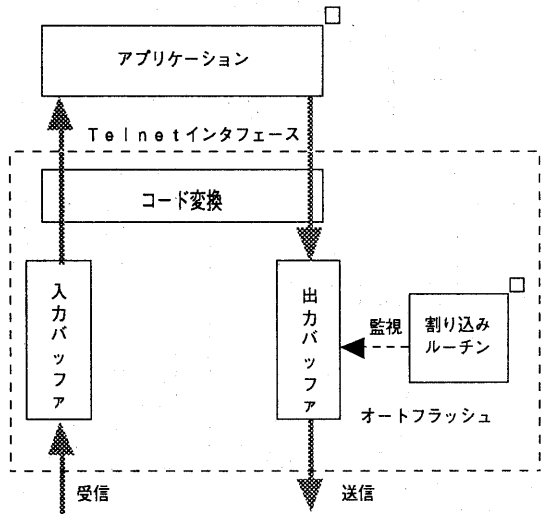


図5: Telnetインタフェース

## 5.3 UDPインタフェース

UDPはデータグラム通信であるため、UDPインタフェースをCommon Lispのストリームインタフェースとしてそのまま扱うことは難しい。UDPインタフェースをストリームとして扱えるならば、Common Lispの入出力関数をそのまま利用できる。UDPインタフェースにはUDP上のアプリケーションにデータグラムの区切りを明確に通知する機能が必要である。ELIS-8200のUDPインタフェースでは、一つのデータグラムを一つのストリームとして扱い、データグラムの最後のデータを読んだならEOF (end of file) を返し、EOF状態をクリアしてから次のデータグラムを受信する。ストリーム内の送信データを送信するには明示的に指示しなければならない。セッションの終了は、UDPアプリケーションの解釈によりストリームをクローズすることによって行われる (図6)。

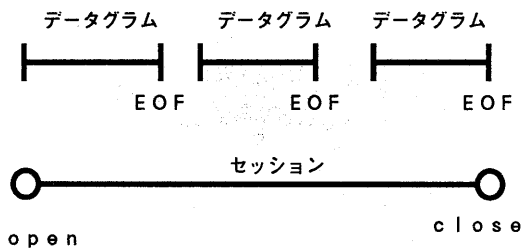


図6：データグラムとセッションの関係

#### 5.4 RPCインタフェース

ELIS-8200のRPCクライアントインタフェースは通常のRPCとブロードキャストRPCの二つを備えている。特定のサーバからサービスを受けるときは通常のRPCインタフェースを用い、不特定のサーバからサービスを受けるときはブロードキャストRPCインタフェースを用いる。RPCサーバを起動するには、サーバで使用するリモート関数とエンコード/デコード関数を引数として関数RPC-svc-startを評価する。RPCを実現するにはポートマップサーバも必要である。ポートマップサーバはUDP上のよく知られたポート上で動作し、プログラム番号に対応するポート番号をクライアントに知らせる。ポートマップサーバ自身もRPC上で動作する。

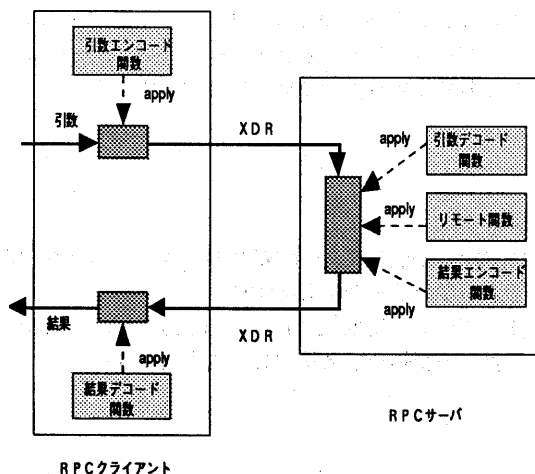


図7：RPC機構

RPCインタフェース上のアプリケーションを開発するには、複数のリモート手続きから構成されるプログラムを設計した後、リモート関数、引数と結果をそれぞれXDRにエンコード/デコードする関数、リモート関数を呼び出すローカル関数を作る必要がある(図7)。将来は、より簡単な定義と宣言のみでRPCプログラムが生成できるようにする。

## 6. ARPA、UNIXアプリケーション

ELIS-8200ネットワークシステムは、ARPAアプリケーションとしてTelnet、FTP、SMTPを提供する。Telnetクライアントは、複数のセッションを同時に保持することができ、ユーザはセッションの切り換えが可能である。FTPは会話的操作の他に、関数から呼び出せるファイル転送ライブラリも提供する。

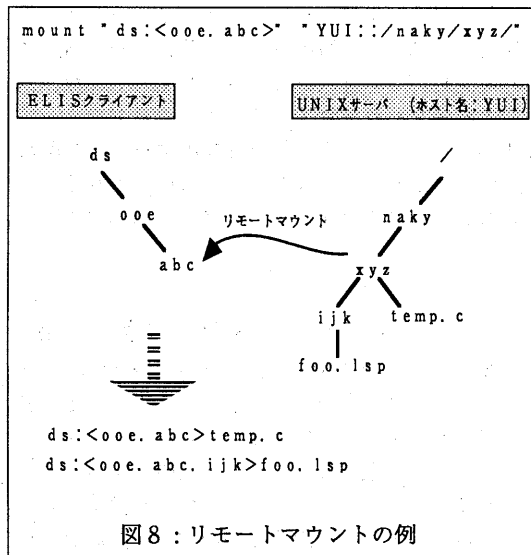
UNIXアプリケーションにおいては、その中でも特に利用価値の高いrshとlprを提供する。

## 7. SUNアプリケーション

UNIXの普及とともに、NFS、YPなどのSUNのネットワークアプリケーションも広く受け入れられている。ELIS-8200ネットワークシステムではNFSとYPクライアントを実現している。

### 7.1 NFS(Network File System)

NFSはマウントの概念をネットワーク上に拡張した分散ファイルシステムである。ELIS-8200はUNIXとは異なるTOPSライクなファイルシステムを持つ。UNIXのような他システムのディレクトリをELIS-8200のディレクトリにリモートマウントした場合も、ELIS-8200のファイルシステムの一部として扱える(図8)。また、パス名の中に明示的にホスト名を指定することによって、リモートファイルシステムを自由にアクセスできるオートマウント機構も実現した<sup>[2]</sup>。



## 7.2 YP (Yellow Page)

YPはネットワーク上の管理情報の一貫性を保つサービスである。ELIS-8200ではSUNのYPサーバがサービスする管理情報のうち、ホスト情報、ユーザ情報などのデータを利用し、ELIS-8200での管理作業を軽減している。もちろんYPを使わずにローカルに管理することも可能である。SUNのYPのインプリメントではYPの管理単位であるドメインを階層化できない。これでは階層的組織を反映したネットワーク管理は難しい。現在ELIS-8200はYPサーバ機能は持っていないが、今後YPサーバを実現するとともにドメインの階層化も計画している。例えば図9においてドメインAのクライアントマシンは、ドメインAのローカルデータの他にドメインBのエクスポートデータとドメインCのインターナルデータをアクセスできる。

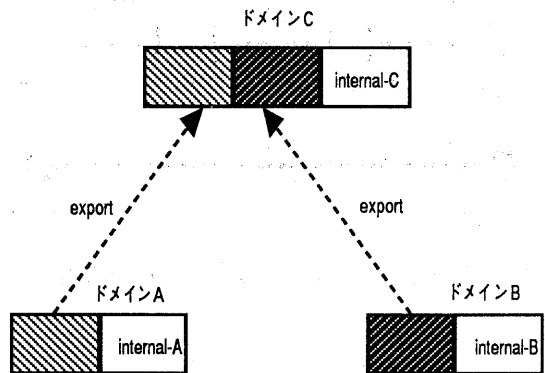


図9: YPドメインの階層

## 8. あとがき

コストパフォーマンスの優れたワークステーションの出現により、ネットワークを利用できる環境が定着してきた。このような環境では特異なプロトコルは歓迎されない。我々はLispマシンELIS-8200に対してARPA、UNIX、SUNのネットワークアプリケーションを実現した。これからは、バンドルされたネットワークアプリケーションを利用するだけでなく、標準プロトコルをベースとしたカスタムネットワークアプリケーションを開発できる環境が望まれるであろう。ELIS-8200ネットワークシステムはユーザがもっと気軽にネットワークアプリケーションを開発できる環境の提供を目指している。

### 参考文献

- [1] 鈴木,家吉,菅原,杉村: "新ELISシステムの概念", 電子通信学会秋季全国大会(1989)
- [2] 中山,大江,長坂: "LISPマシンELISにおけるNFSの実現", 情報処理学会第39年全国大会(1989)

UNIXはAT&T Bell Laboratoriesで開発されたOSです。  
NFSはSun Microsystems、OS/2はMicrosoft、EthernetはXerox、X Window SystemはM.I.T、386™はintelのそれぞれ商標です。