# 携帯型情報伝達装置を活用した大規模コンピュータネットワークの管理手法
## — 第2報: 運用実績, 現状, 今後の方針 — *

大野 浩之†
東京工業大学 Titanet 運用センター§
hohno@is.titech.ac.jp
新美 誠‡
東京工業大学 Titanet 運用センター§
bignum@noc.titech.ac.jp

大規模なコンピュータネットワークを小人数低予算で維持管理するためには，管理対象の計算機に端末を介して直接アクセスできないような状況下でも，必要最小限の作業を実施可能にする機構が必要であることを著者の一人は本年5月発表の第1報にて指摘した．そして文字端末装置の存在を仮定しない計算機操作システム (WIDE/PhoneShell システム) が有効であることを述べ，その設計と実装について報告した．本報告 (第2報) では，WIDE/PhoneShell システムを充実させるためのさまざまな試みについて網羅し，(1) システム概要 (2) すでに開発済みの機構の運用状況 (3) 現在開発中の機構の概要，(4) 利用を検討中の要素技術，(5) 今後の展開，などについて報告する．

## 1 はじめに

大規模なコンピュータネットワークを管理するための方法のひとつとして，著者の一人が1990年に提案した WIDE/PhoneShell システムは，ネットワーク管理に実際に利用されており，その概要については，すでに何度か報告を行った [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9]．WIDE/PhoneShell システムは,「ネットワーク管理者」が「いつでも」「どこでも」「ネットワーク管理を」実施可能な環境を提供することを目標に掲げており，具体的には既存の文字端末に依存しない計算機アクセス手法の検討，設計，実装を行ってきた．たとえば，プッシュホンを利用した計算機制御系やページャにメッセージを転送するシステムはその成果の一つである．しかし，これらは検討されたシステムの一部にすぎない．本報告では，これまで明確に言及されることのなかった手法やすでに提案を行ったがその後発展がみられた手法について，現時点での利用可能性を指摘し，次いでそれらを組み込んだ WIDE/PhoneShell システムの今後について検討する．

## 2 WIDE/PhoneShell システム

### 2.1 WIDE/PhoneShell システムの概要

第1報 [10] でも述べたように，WIDE/PhoneShell システムは，大規模広域コンピュータネットワークを小人数低予算で管理しなければならない環境下で必然的に生まれた，ネットワーク管理者に既存の文字端末によらない計算機アクセス機構を提供するシステムである．WIDE/PhoneShell システムは，次項で述べるネットワーク管理者モデルに基づいて設計されており，

*An Improved Computer Network Management Using Portable Communication Equipment (Part.2)
†Hiroyuki OHNO
‡Makoto NIIMI
§Network Operation Center, Tokyo Institute of Technology

「ネットワーク管理者が」,「いつでも」,「どこでも」,「ネットワーク管理を実施」するための手段を提供することを目標に設計と実装がなされている.

1990 年から開発が続けられている WIDE / PhoneShell システムには以下のようにいくつかのシステムにわかれている.

1. WIDE/PhoneShell — DTMF, 音声などを利用して計算機と対話的作業を行うための機構
   - 初代 WIDE/PhoneShell — 著者のひとり (大野) が開発したもの
   - Sophia/PhoneShell — 上智大学の矢吹らによって拡張されたもの [12].
   - CHANT/PhoneShell — 慶應義塾大学の草刈らによって拡張されたもの.
2. WIDE/PCS — ネットワーク上の計算機がページャを制御する機構

本論文では, システム全体を指す場合には "WIDE/PhoneShell システム" と表記し, 上記の 1 のみを指す場合には単に "WIDE / PhoneShell" と表記する. WIDE/PhoneShell には, 初代, Sophia, CHANT の 3 つがあるが, 本論文ではとくに断りがなければ, 著者の一人が 1990 年以来開発と保守を続けている初代 WIDE/PhoneShell を指すものとする.

ところで, WIDE/PhoneShell システムを構成する要素は, 全て一定の条件を満たしている必要がある. それは,

- 広く普及し, 技術的に安定していて, 低コストで利用でき, 操作が容易な技術であること.

である. これは, WIDE/PhoneShell システムが, 規模の大きなコンピュータネットワークを小人数低予算で管理するための即戦力となる必要があることを考慮すれば必然的に得られる条件である.

## 2.2 モデリング

第 1 報でも述べたように, WIDE/PhoneShell システムは, 図 1 のようなネットワーク管理者モデルに基づいて設計実装されている. 図中の request と response に相当する部分を担当するのが WIDE/PhoneShell であり, interrupt に相当する部分を担当するのが WIDE/PCS である.

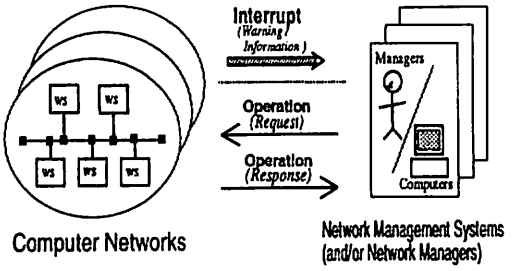


図 1: ネットワーク管理者モデル

ところで, これとは別の視点でネットワーク管理を眺めると, ネットワーク管理は以下の 3 つの機構とそれを駆使する機構 (あるいは管理者) からなるシステムだとも言える.

1. 検出系 — システムの異常を検出する機構
2. 通知系 — ネットワーク管理者に異常を通知する機構
3. 制御系 — ネットワーク管理者の指示をネットワークに反映させる機構

本論文では, 実装作業等の報告をこの分類に沿って行う.

WIDE/PhoneShell システムは, 場所に依存しない計算機アクセスを目指しているが, このことを, 大野と寺岡が現在検討中のモデル [4] を用いて検討すると次のようになる. (図 2).

自分の計算機を原点にとり, そこからの距離を横軸に, 得られるサービスの質を縦軸にとる. LAN の普及により, LAN が敷設されている範囲内から出なければ, 利用者は自分の計算機上で作業するのと同じサービスが受けられる. これが図中の点線 (a) の意味である. LAN がインターネットに接続されると IP パケットは世界中の計算機との間でやりとりされるが, 利用者から見ればアカウントがない計算機には login できないので, 計算機利用者が自組織の LAN を離れると, 得られるサービスと位置との関係は図の (b) に示すような離散的なものとなってしまう. 理想は (e) のように位置によらず同一のサービスが得られること

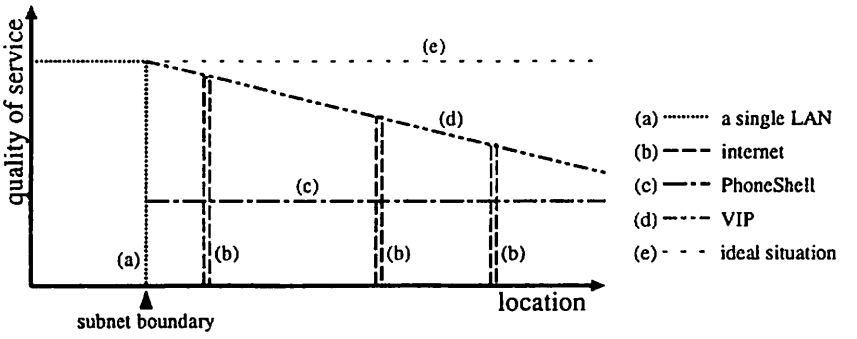


図 2: 場所とサービスの関係

であるが，(b) との差は大きい．寺岡らの mobile computing environment の研究グループは，(b) を (e) に近づける手段として VIP (virtual internet protocol) を採用した．VIP が普及すれば，インターネット上の任意の地点で自分の計算機にアクセスできるので (b) は (d) に近づく．しかし，距離が遠くなればサービスの劣化が起きるため，距離が遠くなるにつれ (d) と (e) との差は開いてしまう．一方，WIDE / PhoneShell システムは，世界中の至るところに分布する電話が利用できれば計算機にアクセスでき位置の影響を受けないが，得られるサービスの質は低いので，距離とサービスとの関係は図の (c) となる．このモデルで考えると，WIDE/PhoneShell システムの開発目標は，(c) を (d) ではなく (e) に近付けることであるといえる．

# 3 実装ずみの機構

本章では，すでに実装作業を終えて，WIDE/PhoneShell システムを実際に支えているいくつかの機構について述べる．

## 3.1 検出系

検出系の実装作業は以前から活発で，さまざまな試みがなされている．

### ppingd

第1報で報告した ping スクリプトは，ping コマンドを実行した際に指定したホストが 20 秒間無反応だとエラーになることを利用してプログラムされている．ところで，著者の勤務する Titanet[1] 運用センターでは，定常的に 53 台の基幹ルータと 8 台の主要ホストに ping をかけている．これだけの機器にシーケンシャルに ping をかけると，機器の全てが無反応の場合には，検査の 1 クール終了に 20 分以上を要する．また，無反応機器の数によって 1 クールの終了時間が左右されるので，定期的な検査はできない．そこで複数の ping プロセスを同時に実行することにより，検査の所用時間の長時間化やバラツキは解消した．

ところで ping を使った機器異常の検出には 2 つの方法が考えられる (図 3)。

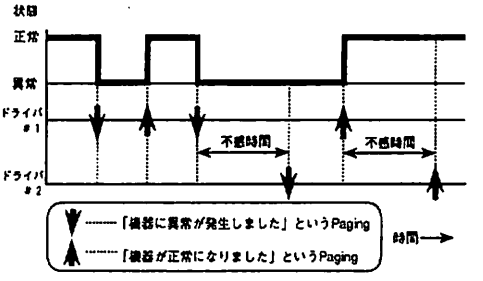


図 3: 機器異常検出方法による paging の違い

- ドライバ#1 機器の状態が変化したのを関知したら，すぐに paging する。
- ドライバ#2 機器の状態が変化してもすぐには paging せず，一定時間 (不感時間) その状態が保たれた時点で paging する．

[1] 東京工業大学情報ネットワーク

現在はネットワークの細かい挙動をチェックしたいことから，ドライバ#1を利用している．しかし，ルーティングの切り替わりの際などに，pingに成功したりしなかったりする不安定な状態[2]になる場合があるので，運用ベースではドライバ#2を使用するのがよい．

以下に実例を挙げる(図4)．この例は，ドライバ#1を使用した記録である．この時は修理作業のため，何度も電源のON/OFFを繰り返したので，10回のpagingが起きている．この時に，もしドライバ#2を不感時間5分と設定して使用していれば，15:01(14:56から5分後、以下同様)と15:24と15:49の3回だけPagingが起こっていたことになる．手元にある約2ヵ月分のデータを集計してみると，ドライバ#1ではpagingが190回だったものが，ドライバ#2で不感時間を5分感とすると109回に減らすことが出来ることがわかり，かなりの効果が認められる．

```
8/24 14:56 石川台 3GW が up!
8/24 15:19 石川台 3GW が down!
8/24 15:20 石川台 3GW が up!
8/24 15:22 石川台 3GW が down!
8/24 15:23 石川台 3GW が up!
8/24 15:35 石川台 3GW が down!
8/24 15:39 石川台 3GW が up!
8/24 15:40 石川台 3GW が down!
8/24 15:42 石川台 3GW が up!
8/24 15:43 石川台 3GW が down!
```

図4: pagingの一例

また現時点では，ネットワークトポロジーを考慮せずに全ての機器にpingしているため，木構造になっているネットワークの根もとのルータが停止した場合，枝葉に存在する機器も停止したという旨の連絡が来てしまうという欠点がある．しかし，ネットワークのトポロジーを反映したチェックは複数の経路が存在する場合などもある．これを単純なif/then/elseで表現するのはむずかしいので，エキスパートシステムを構築する方法を検討している．

[2]俗に言うヨーヨーモード

**snmpとsyslog**

離れたネットワーク機器の監視にはSNMPが使用できる．著者の管理するネットワークのひとつであるTitanetの基幹ルータは，周囲の気温や内部温度が一定の値を越えると自分自身で電源を切ってしまう．SNMPでこれらの温度を監視し，あるマージンを越えた場合，管理者に通知が送られるように設定した．

syslogファイルにはさまざまな障害情報，警告情報などが記録される．このファイルを常時あるいは一定間隔で監視することにより，障害をいち早く検出することが可能である．現在はswatchという公開ソフトを利用しているが，syslogファイルのローテートが起こった場合新しいファイルに切り替わらない，マシンがrebootした場合に自動的にはチェックを再開しないといった問題点があきらかになったので，独自のものに置き換える準備を行っている．

**センサの配備**

ネットワークインタフェースを有する無停電電源装置(UPS)を導入した．このUPSは，SNMPによって電源電圧，電池温度など電源周りの情報を外部に提供する機能を持つ．また，温度センサ，湿度センサも内蔵しており，周囲の気温と湿度を測定できる．さらに4bitの接点を持っており，接点の状態が変化するとSNMPのTRAPが発生する．4bitの接点には，試験的に光スイッチ，騒音スイッチ，赤外線スイッチ，タッチスイッチを接続し，部屋の電灯の点灯の有無，人の声あるいは物音の有無，人の動きの有無，人の手によるタッチの有無を検出可能にした．

従来の検出系はソフトウェア的に検出可能な情報のみしか取り扱えなかったが，周囲の環境に関する情報もわずかではあるが取り扱えるようになった．

## 3.2 通知系

**FAX, 音声, 電報を用いたページング**

安価なFAX Modemが流通し，これを用いてFAXを送受信するフリーソフトウェアも発表されているので計算機からFAXを送出するのは今

や容易である．著者らもFAX送出プログラムを利用してWIDE/PCSの出力をページャへではなくFAXに送出する準備を整えた．FAXは，文字情報だけでなく画像情報を送信することも可能なので，一度に大量の情報を伝えたい場合にはページャより有効である．ただし，ページャのように手軽に持ち運べないという問題がある．

また，第1報で紹介した「追跡型syslog」を利用する環境の整備も完了した．追跡型syslogの実体は，音声によるページング機構であり，携帯電話や留守番電話にメッセージを音声で吹き込む機能のことである．基本的枠組はすでに出来上がったが，略号や英語を多く含むメッセージをいかにわかりやすく読み上げるかが課題として残っている．

ところで，FAXが利用可能になると新たな応用として，電報が利用可能になる．電報は，事前に手続きを済ませておけばFAXによって申し込むことができる．したがってFAXをサポートしたWIDE/PCSは，電報を使ってメッセージを送ることが可能になった．電報の受付時間は緊急定文電報を含めれば24時間で，配達も早朝深夜(22時～6時)をのぞけばいつでもどこでも配達されるので，ページャや電話で連絡できない場所にいる管理者へのPagingには好適である．

### WIDE/PCS メッセージ再送機構

Sophia/PhoneShellを用いたアプリケーションとして,「ページャに送られたメッセージを再度送出する機構」を作成した．

原理は簡単で，(1) まず，WIDE/PCSがページャへメッセージを送る際に，メッセージをページャごとに用意したディレクトリに保存しておき，(2) 再送を希望するページャの所有者がSophia/PhoneShellに公衆電話等からアクセスし，DTMFを使ってページャの電話番号と自分の暗証番号を伝達してそのページャのユーザであることを証明し，(3) 既に当該ユーザにおくられたメッセージのうちのどのメッセージを再送するかを指定する．すると，該当するメッセージが再度ページャサービスセンタに送られる．このように簡単な機構であるが，ページャの所有者が，ページャのサービスエリア外や電波の到達しにくい地下やビル内からページャサービスエリア内にもどったときに，ページャ所有者の意志でメッセージ再送を実施できる点が便利である．

なお，現在この機構はSophia/PhoneShellだけでなくWIDE/PhoneShellを用いて実装したものも用意した．

### PDAの活用

再送機構は有効ではあるが，これに加えて端末アクセスができない場所から他の管理者のページャにメッセージを送る機能も必要である．

しかし，WIDE/PCSで多く使われているNTT DoCoMoの自由文型ページャに36文字の漢字仮名混じりの日本語でメッセージ[3]を送ろうとすると，1文字を表現するのに5ストロークを要するので，プッシュホン上でのべ180個のキーを誤り無く押さなければならない．これは現実的ではない．そこで，最近普及が進んでいるNewton, Zoomer, Zaurus, HP200LXといったPDA(Personal Data Assistance)と呼ばれるシステム手帳サイズの小型計算機をページャに対する入力デバイスとして利用する方法を検討した．これらのPDAは内蔵のスピーカからDTMF音の発生ができたり，シリアルインターフェースを使って外部のDTMF発振器などを制御することが可能である．すなわち入力した文を数字に変換し，これらのデバイスを利用してDTMF音を作り，ページャにメッセージ送ればよい．シリアルインタフェースに接続するDTMF発信器は，1990年に当時普及しはじめたラップトップパソコンでWIDE /PhoneShellを制御する目的で製作したもの[11]を流用した．PDAがDTMFを扱えるようになったので，ページャへのメッセージ転送だけでなく，WIDE/PhoneShellの半自動運転も可能になった．

また，単音は出せても 和音であるDTMFを発振出来ないPDAもあるので，DTMFではなくモールス信号を発生させ，システム側ではこれを解読してWIDE/PhoneShellが提供するサービスと同等のサービスを実施する環境も整いつつある．

[3]仕様上の上限

### 3.3 制御系

制御系は従来は手をつけていなかったが，今回ルータやモデムなどの電源を ON/OFF する機構の整備を行った．シリアルケーブルでワークステーションと接続されたシングルボードコンピュータにコマンドを送ると，そのコマンドにしたがって電力制御用のリレースイッチを ON/OFF するだけの単純な機構であるが，電源を再投入をすれば復旧するような障害は，この機構により短時間で回復するようになった．

## 4 現在実装中の機構

本節では，WIDE/PhoneShell システムに組み込むための準備を進めている要素技術について述べる．

### 4.1 通知系

**FAX による手書き文字，マークシート，バーコード等の認識**

第 1 報で述べたように FAX を入力装置とみなし，手書き文字，マークシート，バーコードなどを受け付ける準備を進めている．すでに手書き文字の認識とマークシートの認識の一部の試験的実装を終え，バーコードへの対応に取り掛かるところである．

**DTMF によらないページャ制御**

現在の WIDE/PCS には以下のような問題がある．

1. 呼が確立した際に回線の極性反転がおこらないと使用できない[4]．
2. DTMF を利用してメッセージを送る現行の方式は，人間が操作することを前提に設計されているので，ページャサービスセンタ側からの応答メッセージは全て音声で行われている．このため，音声を認識できないシステムでは，DTMF 発信のタイミングを見計らうことが難しいく，場合によっては文字化けや文字落ちが起きる．
3. こちらから DTMF で送ったデータが正しく認識されているかを確認する方法が無い．
4. 電話番号を間違えたなどの理由でページャサービス以外の電話に繋がった場合でも一方的に DTMF を送ってしまい，発信者には無事にメッセージを送ったという通知を返してしまう．

これらの欠点は，ページャサービス会社側がページャへのメッセージを受け付けるインタフェースを改善しない限り抜本的な克服はできない．この問題に対して，NTT DoCoMo は，自由文型ページャに限って「データ端末インターフェース」を提供している．これは 300bps(ITU-T V.21), 1200bps(ITU-T V.22), 2400bps(ITU-T V.22bis) の modem を使ってページャサービスセンタに接続し，あらかじめ決められたプロトコルで通信を行ってページャにメッセージを送り込むもサービスである．現在，このサービスを利用するためのドライバが作成され，試験的に利用されている．しかしまだ WIDE/PCS には組み込まれていない．

**音声・DTMF 等識別機構**

上述のように，ページャを DTMF で制御する場合，ページャサービスセンタからの応答は音声 (主に人の声) である．WIDE/PCS は，メッセージの内容を理解できないのでメッセージを聞き終えてから DTMF を送出するという対応はできない．現在は，回線接続後あらかじめ決めた時間だけ待ち，音声によるメッセージが終了するタイミングを推測している．しかし，音声メッセージの長さがかわった場合には DTMF 送信のタイミングが不適切になり，DTMF を意図したように送れないことがある．この問題は，接続相手から現在送られている音が以下のいずれかに該当するかを識別できれば，改善される．

- 無声
- リングバックトーン (呼出音)
- ビジートーン (話中音)
- 人の声

[4] 内線電話の一部、ISDN TA の一部など．これは現在利用している NCU の仕様上の制限である

- 第 2 発信音 (ポケベルセンタが DTMF を受け付ける状態を表す音)
- DTMF 音

これらを互いに区別するだけであれば，接続相手から送られてくる音を高速フーリエ変換 (FFT) して比較することで実現できる．著者らの実験系は，電話回線からの音をワークステーションに取り込むハードウェアを持っており (図 5)，また近年のワークステーションは，分解能が低くてもよければ実時間で FFT を実行できる計算能力を持っているので，実装は容易である．現在，FFT の結果を効率よく処理し，判断を下すルーチンの試作を行っている．

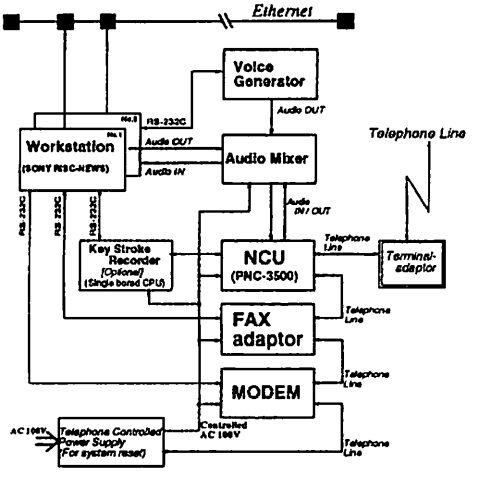


図 5: 実験系のハードウェア

## 4.2 その他

検出系，通知系，制御系のいずれにも該当しないが，WIDE/PhoneShell システムの発展に寄与するものとして実装が進められているもののうち主なものは，以下の 2 点である．

### WIDE/PCS のユーザ界面の改良

WIDE/PCS は，中間ファイルを介してページャを制御するので，電子メール以外の手段を用いてメッセージをページャに送ることは容易である．このことを立証するために，WIDE/PCS のユーザインタフェースプログラムを Macintosh 上に試作し，動作を確認した (図 6)．現在，X window 版，Windows 版も試作中である．

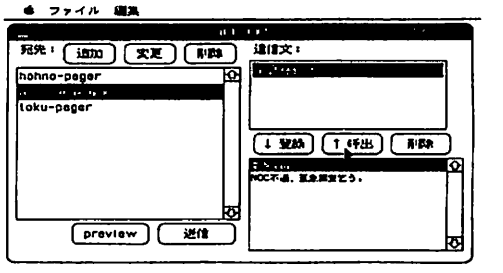


図 6: Macintosh 上の GUI の画面

また，多くのユーザが nemacs あるいは mule 上でメールを読み書きしていることから，「ページャへ送るメッセージを作成中の emacs バッファの内容を読み込み，作成中のメッセージがページャ上ではどのように表示されるかをエミュレートする機能」も用意した．この目的のために，著者らが属する研究グループの徳川によって自由文型のエミュレータが開発された．このエミュレータにより，メッセージ作成者は現在のメッセージが 36 文字以内に収まっているか否かを容易に判定できるようになった．

### 使い捨てパスワード

使い捨てパスワード (One Time Password) の配布に WIDE/PCS が利用することも検討されている．システムのセキュリティを確保するために，パスワードを使い捨てパスワードにすることがあるが，そのためのパスワードをどのように利用者に配布するかについては，決定的な方法はまだない．「システムに接続するとシステムが毎回異なる文字列を表示し，利用者は解読プログラムが組み込まれている小型の計算機でこれを解読して使い捨てパスワードを取得し，これをシステムに入力するとはじめて login できる」というシステムは，使い捨てパスワードを用いたシステムの一例ではあるが全てではない．この方法の欠点の一つに，万一解読用計算機を盗まれると使い捨てパスワードを導入した意味が無くなるという問題がある．この方式にかえて，使い捨てパスワードをページャで送るようにすれば，利用者は解読用の

計算機を携帯する必要がなくなり，解読用計算機盗難の問題も回避できる．ただし，ページャへのメッセージが盗聴されていないことが前提である．WIDE/PCS が使い捨てパスワード配布にどの程度有効であるかは，引続き検討を重ねる．

# 5 WIDE/PhoneShell の今後

本節では，今後採用するか否かを現在検討中の技術をいくつか取り上げる．ついで，WIDE/PhoneShell システム自体の今後のありかたについて述べる．

## 5.1 利用を検討中の技術

WIDE/PhoneShell システムは，広く普及し，技術的に安定し，安価で，利用が容易な技術を集めてつくるという方針を堅持している．この方針に合致し，WIDE/PhoneShell システムの枠組のなかで利用できる可能性のあるものを以下に列挙する．これらは，資料が十分に入手できない，法的規制のため実際に試すことができないといった理由でいずれも検討が不十分であるが，逆に利用可能性を完全に否定する根拠はないものばかりである．

### 次世代ページャ

次世代のページャは，一度数100文字のメッセージを受信できるようになる可能性がある．加えて，小型，軽量，広域サービスなども実現すると予想される．この仮定が正しく，加えてページャが今後も受信専用機であると仮定すると，送信機能が不要な分だけ，大きさ，価格，サービス範囲の点で無線端末より優位になるので，今後も利用価値は大きいと思われる．さらに，ページャサービス会社側がインターネットとページャのゲートウェイを提供すれば，ユーザ側が WIDE/PCS のようなサービスを自作しなくてすみ，メッセージ伝達機構としての利用がいっそう盛んになると思われる．

ページャからメッセージを送信できる機種は，すでに販売されているが，大きさ，価格，電池寿命，サービス範囲など克服すべき点が多く，現時点では WIDE/PhoneShell には適さない．送信可能なページャは，同時期に開発された受信専用機と比べると，上記の点で常に不利になるという本質的問題を抱えているが，やがてはこの問題も無視できる程度にまで軽減されるだろう．

### ISDN 公衆電話

NTT の ISDN 公衆電話は都市部を中心に徐々に普及している．同公衆電話には液晶のパネルがあり，利用方法などをユーザに提示するために利用されているが，その表示内容はときどき変更されている．表示内容を変更するたびに電話内の ROM を交換するといった手間をかけているとは考えにくいので，おそらく ISDN D チャネルを利用して新しい情報を転送しているのではないかという推測が成り立つ．もしこの推測が正しく，情報転送機能がユーザに公開可能であれば，ユーザは ISDN 公衆電話を端末として利用できる．すなわち DTMF を用いて計算機に指示を送ると液晶パネルに情報を表示するサービスを作ることができる．このサービスが実現可能なら，管理者がシステムの稼働状況などを把握したり，計算機からのメッセージを受け取る作業が現在の WIDE/PhoneShell に比べて容易になる．

### 音声認識

音声認識は，WIDE/PhoneShell システム開発開始当初からの懸案であるが，電話回線を経由した不特定多数の話者の音声を確実に認識する技術が必要なため，まだ採用していない．この条件を満たす機器が普及し，だれもが低コストで利用可能になるのを待っている状態が続いている．実験室レベルでは可能になりつつあるが，現時点では WIDE/PhoneShell の枠組には取り込めない．

### 無線の利用 (1)PHS

PHS (Portable Handyphone System) は，今後普及が予想されるサービスで，数年以内に，広く普及し，技術的に安定し，低コストで，かつ操作が容易という諸条件を満たすと思われる．現在携帯電話を利用して実験中の各サブシステムは，ただちに PHS 上で利用できるので，WIDE/PhoneShell システムが PHS を取り込むことは確実である．た

だし，携帯電話やページャではできない独自のサービスを実装できるかは今のところ明確ではない．

#### 無線の利用 (2) ミニ FM 局

ラジオ放送と同等のサービスをインターネット上で実施しようという試みはすでに行われて成果をあげているが，著者らはこれとは逆に，不特定多数の人々に同時に情報が伝えることができるラジオ放送を WIDE/PhoneShell システムの通知系として利用できないかを検討している．たとえばキャンパス内あるいはキャンパス周囲といった，一定の地域でのみ受信可能なラジオ局 (俗に言うミニＦＭ局) あるいはそれに類する放送機構に計算機からの音声情報を送り込めば，システムの稼働状況などをを常に音声で通知することが可能である．システム管理者以外に知られては支障がある情報を流すことはできないが，一般利用者に対する各種の連絡などには利用できると思われる．また，使い捨てパスワードの公開鍵を通知する目的にも利用できる可能性がある．このシステムの利用者に必要なのは，カードサイズの FM ラジオだけなので，広く普及，技術的に安定，価価格，操作が容易という諸条件を満たす．ただし，送信者側には，機材の準備，法的な規制への対応といった問題があるのでコストや手間の点に問題が残る．

#### 無線の利用 (3) 短波帯

前項では，伝搬範囲が比較的狭い FM 放送が，キャンパスネットワークのような中規模ネットワークの管理に利用可能であることを指摘した．一方，広域ネットワークの管理には，短波帯の利用可能性がある．

短波帯の通信は，帯域を広くとることは難しいため大量の情報転送には向かないが，広い範囲に情報を伝えることが可能である．現時点では，山間部を含む国内全域に情報を即時に伝えようとするなら，衛星を利用するか短波帯の無線を利用するのが有力であろう．衛星通信は広い帯域を確保できるが，通信機材のコストの点で WIDE/PhoneShell システムの枠組にそぐわない．これに帯して短波帯で CW(モールス符号) 等を用いて情報を送ると，単位時間に送付可能な情報量は少ないが低コストで国内全域に情報を送付できる．受信機も，FM ラジオよりは高価であるが，衛星通信機器に比べればはるかに安価である．すなわち，国内に散在する広域ネットワークのノードごとに CW で稼働状況を報告する短波帯送信機を設置すれば，管理者はどこにいても短波帯受信機で稼働状況を知ることができる．複数の局が同時に電波を発信しては混信してしまうので複数の周波数を確保する必要があるが，送出スケジュールを適切に決めれば単一周波数でも目的は達せられる．もちろん受信者は，モールス符号による通信を理解できるかデコーダを所持しなければならないという制限が存在する．また，このような目的に利用可能な短波帯を法的に確保できるかといった問題は残る．しかし小人数で，広い範囲に分散するネットワークノードの稼働状況を知るという目的には合致するので検討を進めたい．

### 5.2 次世代 WIDE/PhoneShell

最後に，次世代の WIDE/PhoneShell システムについて述べる．

今までの WIDE/PhoneShell システムは，利用対象を管理者に限定したり，特定の用途に限定したものであった．これに対して，著者のひとり (新美) が新たに提案する新しい PhoneShell システムは，利用の対象をネットワーク管理者から一般の人にまで広げ，従来の「管理者が，いつでも，どこでもネットワークにアクセスできる環境の提供」から「だれもが，いつでも，どこでもネットワークにアクセスできる環境の提供」に拡張することを目指している．

次世代 PhoneShell システムの理想は，全ての機器がネットワークに直接または間接的に繋がることである．将来，全ての公衆電話自体が現在のワークステーション並の端末機能を持ち，広域ネットワークに高速回線で直接つながれば，現在の WIDE/PhoneShell システムのような手法の出番はなくなる公算が大きい．しかし，そのような環境が実現するにはまだ時間を要するので，広く普及し，技術的に安定し，低価格で，操作が容易という諸条件を満たす技術を使って少しでも理想に近づこうという努力は無駄ではない．これが次世代 PhoneShell システムが歩む道である．

また，キーボードやディスプレイに依存せずに計算機を使用する技術を応用すれば，身体の不自由な人々のコンピュータアクセスを支援できると思われる．現在の日本では，残念ながら身体の不自由な人々のためのコンピュータアクセスに関する研究はTRONプロジェクトなど一部を除いては，まだあまり進んでいない．次世代PhoneShellシステムはこのような分野にも進出することを考えている．

## 6 まとめ

本論文では，大規模なコンピュータネットワークを小人数低予算で維持管理するために考案されたWIDE/PhoneShellシステムの現状と，現在実装中あるいは検討中の機構について報告し，それらがWIDE/PhoneShellシステムの発展に寄与することを指摘した．さらに,「いつでも，どこでも，管理者が」利用可能なシステムを目指して開発が始まったWIDE/PhoneShellシステムが，今後「いつでも，どこでも，だれもが」利用できるシステムへ発展してゆくことを表明した．

## 謝辞

慶應義塾大学の村井純助教授をはじめとするWIDEプロジェクトの関係者に感謝する．なお，本研究はWIDEプロジェクトの研究活動一環として進められている．

## 参考文献

[1] Hiroyuki Ohno. Improved Network Management using WIDE/PhoneShell. In *Proceedings of INET '93*. Internet Society, August 1993.

[2] 大野浩之. WIDE/PhoneShell, WIDE/PCSによるネットワーク管理支援機構. 第47回(平成5年度後期) 全国大会 講演論文集 (1), pp. 1-213. 情報処理学会, 1993.

[3] 大野浩之. 大規模コンピュータネットワークの管理機構に関する研究. 学位論文, 東京工業大学, 1993.

[4] Fumio Teraoka and Hiroyuki Ohno. Location - independent information access: Experiences from vip and wide/phoneshell. In *IAB White Paper*. Internet Activety Board, Sep 1994(投稿中).

[5] WIDEプロジェクト. 1991年度WIDEプロジェクト研究報告書 ( 第11部 WIDE/PCS ). Technical report, WIDEプロジェクト, 1992.

[6] WIDEプロジェクト. 1992年度WIDEプロジェクト研究報告書 ( 第16部 WIDE/PhoneShell ). Technical report, WIDEプロジェクト, 1993.

[7] WIDEプロジェクト. 1993年度WIDEプロジェクト研究報告書 ( 第16部 WIDE/PhoneShell ). Technical report, WIDEプロジェクト, 1994.

[8] 大野浩之. WIDE/PCS — ポケットベルを利用したメッセージ伝達システム. 第18回 jus UNIX シンポジウム論文集, pp. pp. 139-149. jus(日本UNIXユーザ会), November 1991.

[9] 大野浩之. Phoneshell:コンピュータを用いないネットワークアクセス. WIDE Project, editor, bit 別冊 インターネット参加の手引き - 1994年度版 -, 第4.7章, pp. 296-302. 共立出版, 1994.

[10] 大野浩之. 携帯型情報伝達装置を活用した大規模コンピュータネットワークの管理手法. システムソフトウェアとオペレーションシステム, マルチメディア通信と分散処理 研究会予稿集, pp. 127-132. 情報処理学会, 5 1994.

[11] 大野浩之, 村井純. WIDEプロジェクトにおける音声情報の活用について — phone shell の設計とネットワーク管理への応用 —. In *JUS 16th UNIX SYMPOSIUM*, pp. pp. 164-173. jus(日本UNIXユーザ会), November 1990.

[12] 本間一也, 矢吹道郎. ダイヤルトーンを用いた計算機アクセスシステム - Sophia/PhoneShell -. 第35回プログラミングシンポジウム報告集. 情報処理学会, 1994.