

第2部

ライフラインとしてのインターネット に関する考察

第1章 はじめに

本章では、1995年春から2000年春にかけての5年間に及ぶWIDEプロジェクトライフライン分科会の活動についてふりかえり、今年度の報告での内容について述べる。

1995年1月に発生した阪神・淡路大震災では、大規模災害が発生した場合に被災地への安否確認の呼が極度に集中し、本来被災地で必要となる救援などの情報通信チャンネルを十分に確保するのが困難になることを再確認した。また、死亡者情報と比べ、比較にならないほどの情報量を持つ安否情報の提供に関しては、既存の広域放送メディアは十分な機能を果たすことができなかった。

これに対してインターネットは、その特性から一部のバックボーンなどに障害が発生しても代替経路の自動的な決定が可能であることや、WWWなどの機能を利用することで比較的スムーズに被災状況の提供や安否情報の提供などを行うことができることから、頑健性・同報性・広域性・蓄積性をもった新しいメディアとして注目されることとなった。

この経験を元にして、WIDEプロジェクトでは、災害時におけるインターネットの活用の可能性を検証するためにライフライン分科会を設立し、災害時という非常事態においても安定稼働する頑健なシステム構築のあり方についての研究開発に取り組んできた。

ライフライン分科会では、当初、具体的に次の項目について検討を行った。

- 阪神・淡路大震災の際にインターネットは活用できたのか
- 災害時におけるインターネット活用のあり方とその可能性

一点目の項目についても十分に活用することができなかった。つまり、事前に準備がなされておれば、あるいはシステムが災害を想定した構成になっておれば、もっと有効にインターネットを活用できたはずであると思われる。

その結果、我々はインターネット上で安定したサービスを提供するシステム設計のあり方を検討し、そのシステムを実際に構築・運営して実証していくこ

とを目標に、災害発生時に急激なアクセスが想定される安否情報を扱うシステム (IAA システム) の設計・構築に取り組んできた。IAA システムは、安否情報の登録・検索を行うことのできるシステムであり、広域に分散したクラスタの疎結合の構成をとっている¹。

そして、この IAA システムを用いて、1996 年から毎年 1 月 17 日周辺に、多くのインターネット・サービス・プロバイダやインターネットユーザの協力を得て「インターネット災害訓練」と題し、安否情報の登録・検索訓練を行なってきた。IAA システムは、この「インターネット災害訓練」で各種の実験項目を掲げ、その実証実験を行う形で改良が加えられてきたが、1998 年 1 月の訓練で用いたシステムの安定性は比較的高く、1998 年 5 月からは定常運用システムとしての実験運用も始めている。2000 年 1 月に第 5 回のインターネット災害訓練を実施した。過去 5 回の訓練参加者はのべ 3 万人以上にもなる。

今回の報告も、この第 5 回インターネット災害訓練の内容、9 月 1 日の防災の日での活動などを中心に述べる。また、実際の被災時においても利用検討をしてきており、今回の報告では、台湾大地震の際の我々の取り組みについても述べる。

第2章 活動内容

2.1 防災の日報告 (9/1)

1999 年 8 月 27 日から 9 月 5 日までの間「被災者支援広域通信実験」が開催された。

(<http://www.tokyo-teleport.co.jp/saigai1999/>)

これは「被災者支援広域情報ネットワーク推進協議会」が主催する実験で、公開訓練としては、千代田区の総合防災訓練 (1999 年 8 月 28 日と 8 月 29 日) と東京都・7 都県市の総合防災訓練 (1999 年 9 月 1 日) が行われ、インターネットからの訓練については期間中ずっと行われる形が取られた。WIDE プロジェクトはこの実験に技術協力すると共に、IAA 定常運用システムの利用を始めとする実験への参加を行った。

¹ IAA とは、「私は生きています (I Am Alive)」という意味の英文の意味する通り安否情報 (主に生存者情報) を扱うシステムである。

今回は、以下に挙げる項目を中心とした実験が設定された。

1. 避難所からのインターネット接続性確保に関する検討
2. 避難所での IAA データ登録/検索ユーザインタフェースの検討
3. 被災地外での IAA 情報の蓄積と検索アクセスの分散化の検討
4. 避難所など広範な人への情報提供方法についての検討
5. 帰宅困難者に対する支援についての検討

WIDE プロジェクトからは、IAA 定常運用システムをこの実験に提供することで、3 番目の機能の実証実験に活用させるとともに、以下に挙げる各実験を行った。

1. プッシュホンダイヤルによる音声指示の情報登録/検索システム
2. インターネットファックス (iFAX) を用いた定型用紙からの情報登録と検索結果取得システム
3. WIDE/PhoneShell 技術・ポケベル網・磁気反転表示装置を用いた、電子メールによる被災地への情報通知システム
4. コンパクト HTML による情報登録/検索システム
持ち歩き可能な小型携帯情報端末からの登録/検索実験。今回の実装は、主に i-mode 端末用。
5. E-mail による情報登録システム
持ち歩き可能な小型携帯情報端末に、あらかじめ安否情報を用意しておき、災害時に容易に情報を登録する実験。

小型携帯情報端末からの安否情報登録/検索は、帰宅困難者対策訓練の中でも実施した。帰宅困難者対策訓練は、徒歩訓練や船舶による代替輸送訓練などで、実際にいくつかの携帯情報端末を持ってこの訓練に参加した。徒歩で移動中や輸送中の船舶からも、安否情報の登録を行うことができた。

2.2 台湾地震での国際化対応と問題点

1999 年 9 月 22 日に発生した台湾大地震において、我々は、台湾で利用されている郵便番号体系の導入

などの拡張をおこなった。しかし、台湾大地震では、対応するための十分な時間がなかったため、コンテンツは英語、入力はピンイン (pinyin) であり、台湾語による登録・検索をおこなう段階にまでは至らなかった。我々は、今後、より多くの地域で利用されるシステムへと発展していく必要があると考えている。

2.2.1 国際化対応への問題点

IAA システムが、より多くの地域で利用されるためには、登録者・検索者が、その地域で使用している言語を使用できることが必要不可欠である。そこで、我々は、国際化について議論をおこない、いくつかの対応していかなければならない問題を明らかにした。それらの問題は、地域や言語による問題、文字コードセットによる問題、IAA システムの問題、の 3 種類に大別できる。

地域や言語による問題

各地域の言語体系に対応するためには、対応しようとする数の、入力フォーム、利用方法等のコンテンツを用意し、管理していかなければならない。それらのコンテンツは、更新される可能性があり、複数の言語間で内容に差がでないような管理技術についての検討が必要となる。特に、災害発生後のアナウンスなどは、迅速な更新が要求される。被災地域で使用されている言語から優先的にコンテンツを更新し、徐々に他の言語を更新するといった方法も考えられる。しかし、このような作業は複数の人間が関与するため、混乱なく作業を進めることのできる環境が必要となる。

複数の言語を混在して使用する地域での登録・検索についても考慮しなければならない。このような地域では、登録時に複数の言語が利用されるため、検索結果に複数の言語が混在する可能性が高い。どのようにすれば、検索者が理解しやすい形態で、情報を提供できるかについて、検討していく必要がある。

さらに、現在の IAA システムでは、氏名により個人を識別している。しかし、個人を特定する名前を持たない地域も存在する。このような地域では、どのように個人を識別しているのかについて調査し、どのようにそれを反映するかについての検討が必要となる。また、地域によっては、個人を識別するものとして、氏名の他に、宗教上の名前、数値化された ID などをもつ場合がある。このような有益な情

報の利用についても考えていく必要がある。

文字コードセットによる問題

文字コードセットに関してもいくつかの問題がある。例えば、日本語の文字コードセットのように、ひとつの言語に対して、複数の文字コードセットが存在する場合がある。日本語の文字コードセットでは、どの文字コードセットを使用しているのか、ある程度の自動判別が可能である。しかし、自動判別できない文字コードセットも存在する。このような文字コードセットの各地域での利用状況、および複数の文字コードセット間での変換方法などについて、把握しておかなければならない。

また、検索は、WWW による情報提供をおこなっているが、現在、利用されている多くのブラウザは、複数の文字コードセットを混合して表示できない。これは、IAA システムによって解決しなければならない問題ではない。しかし、IAA システムが、早期の完成を求められていることから、なんらかの情報提供方法について、検討していくべきであると考えている。

IAA システムの問題

エラーメッセージの翻訳などといった問題だけであれば、カタログといった形態をとることも可能である。IAA システムが、国際化を目指す場合、特に問題となるのは、パーサや各種入力インタフェース (CGI 等) である。例えば、入力データの正規化などをおこなうパーサは、氏名などといった情報の種類に応じて、入力された文字の利用を許すかなどの確認、訂正をおこなっている。その処理は、地域・言語の特徴に大きく左右される。また、すでに述べたように、氏名では個人を特定できない地域も存在するため、地域によっては、まったく異なる処理が必要となる場合もある。したがって、様々な文字コードセット、地域ごとに異なる言語をはじめ、文化や制度についての特徴を調査し、把握しておかなければならない。さらに、それらを IAA システム内で反映させるため、どのようにシステム内に定義するのが適切であるか考えていく必要がある。

2.2.2 今後の対応

現在の IAA システムは、モジュール間で情報交換をするプロトコル (LLDB プロトコル) に言語切

り替えのコマンドを準備するなど、一般的なアプリケーションレベルでの国際化については考慮されている。しかし、我々は、これまでの国際化対応だけでは、不十分であるとの認識をもっており、これまでに述べた問題を中心に、さらなる調査、研究をおこなっていく予定である。

2.3 LIFELINE BOF at IW99

本節では Internet Week 99 期間中に開催した LIFELINE-BOF の内容について述べる。

横浜パシフィコで 1999 年 12 月 14 日～18 日に開催された IW99 の期間中に LIFELINE-BOF (～災害時のインターネットの役割～) をおこなった。BOF を開催するにあたっては、次のような案内を行った。

- 日時
12 月 15 日 18:00 - 20:00
- 内容
災害時におけるインターネットの役割について興味のある人を対象として既に活動している災害時に対応するためのシステム作りを行っている方々の現状報告や、その課題の整理を通して、災害時におけるインターネット上での情報共有のあり方や団体間の協力体制のあり方などについて議論する。
- テーマ
災害時におけるインターネット上のシステムにおける相互接続性 (inter-connectivity) についての話しをしていくこと。

BOF では、阪神・淡路大震災の発生から 5 年を経ようとする中で、災害時の想定で、インターネットを活用したさまざまなアプリケーションが開発されるようになっている。今回は、そういった活動をしている方々の中から、ご都合のついた方に来ていただき、その内容などについて話しをし、テーマにあがる内容について議論に参加していただくこととなった。具体的には、パネル形式での進行とし、パネラは次の方々である。

- 坂本氏 (岩手県立大学)
- 高橋氏 (日本青年会議所:JC)

- 大野氏 (郵政省通信総合研究所 非常時通信研究室)

- 丸山氏 (WIDE プロジェクト)

進行は次の順でおこなった。

1. 簡単な自己紹介&活動内容
2. 今後の相互接続性について

2.3.1 活動内容について

WIDE プロジェクトの例

1995 年から開発をはじめている IAA システムを例にあげて、災害時におけるシステムのあり方を述べた。次のような質疑が行われた。

Q. 阪神淡路の際には、電話による輻輳があったとの事だったが、電話を使ったオペレーションが機能するか?

A. 被災地以外にシステムを構築することで輻輳問題を回避することを考えている。

Q. 7 日で削除しているが、もっと長い期間必要でないか?

A. 定常運用システムでプライバシー確保のために取っている期間だが、実際の被災時には期間を含めて考慮することが必要だと思っている。試しにやっている事例だと思ってもらうと良いだろう。

Q. 電源問題があるので、衛星を含めて他の方法を考える必要はないか?

A. 車のバッテリーを使って電源確保するなどの方法を取った。

Q. 新潟で定常運用システムを利用したが、昨年はパッケージ化する話がでていたが、その後の進捗状況は?

A. 準備を進めているが、まだ間に合わない状況。IAA の動いているマシンの貸し出しなども考慮にいれたい。

日本青年会議所 (JC) の例

日本青年会議所には、全国に 750 の日本青年会議

所、約 60,000 人の会員が存在しており、これらの方々が連携をとりあって、災害時における活動をしている。阪神・淡路大震災の際には、支援物資の仕訳や搬送を支えた。また、日本青年会議所では仮想的な被害を想定して訓練を行ったりもしている。

次のような質疑が行われた。

Q. 掲示板に関して簡単な認証ができれば、システムでは情報に関与する必要はないだろうと話があったが、青年会議所内で認証ができていると考えてよいのか?

A. そう考えてよい。

岩手県立大学の例

岩手県立大学では、岩手山が噴火の可能性があるため、それに対する対策を研究室で行なっている。

具体的には、インターネット層のインフラの確保に焦点をあて、実験環境として無線 LAN(アマチュア無線) を使っている。アマチュア無線は基地局を必要としないため災害時に有効であり、アマチュア無線とノート型 PC を組み合わせて一つのノードとする。その情報をまとめて後からインターネットで流すというシステムを構築しようとしている。次のような質疑が行われた。

Q. アマチュア無線で LAN を作る機械はいろいろあるがどの様なことを対象として考えているのか?

A. 短距離を結ぶのは特定小電力を考えている。

Q. IP をとばすのか音声をとばすのか?

A. 場合によっていくつかのことを検討している。

郵政省総合通信研究所 非常時通信研究室

まず、震源地、災害状況のデフォルメ表示 (www.sensorium.org) がされるように、世界中で災害などの被害がおこっている現状の説明がなされた。非常時通信研究室では、どんな情報をどのように提供するのかを検討し、同じ努力で世界中で利用できるような姿を理想として活動している。また、使えるインタフェースは何でも利用するよう試みてもいる。

WIDE プロジェクトと相互に連携しながら活動をしている。

2.3.2 相互接続性

相互接続性についての議論も短い時間であったが行なわれた。

参加者は、この相互接続については是非行えるようになっているべきだという意見が多かった。

それぞれの組織におけるポリシ、具体的には扱うデータの公開範囲などには違いがあることが想定されるが、それはポリシの話であり、システムとしては連携できる枠組をもっておく必要があることについては合意された。

最小限の情報を同じフォーマットでやりとりすれば実現可能であるとか、災害時にも利用できる標準的なプロトコルを設計構築していく必要があるといった意見が出された。これらについては、メーリングリスト (lifeline-jp@ml.iaa.wide.ad.jp) で情報共有をはかっていくことが確認された。

第3章 第5回インターネット災害訓練報告 (1/16, 17)

3.1 訓練概要

今回の訓練は、前回の第4回訓練と同様、

- 生存者情報データベースへの登録および検索訓練
- 特定地域が被災したとした想定での生存者情報データベースへの登録および検索訓練

を実施した。

今回の訓練は、2000年1月16日00:00に開始し、2000年1月17日24:00に終了した。この他に、岡山での公開訓練が2000年1月15,16日に実施された。詳細は後述する。

各ユーザインタフェースによる受け付け時間を表3.1に示す。

3.2 IAA システム概要

第4回までの訓練との大きな違いは、次の2点である。

- 小型携帯情報端末用のユーザインタフェース

表 3.1 ユーザインタフェース毎の受け付け時間

種類	受け付け時間
WWW による登録/検索	1月16日 00:00 ～ 1月17日 24:00
小型携帯情報端末による登録/検索	1月16日 00:00 ～ 1月17日 24:00
電話による登録/検索	1月17日 09:00 ～ 1月17日 18:00
FAX による登録/検索	1月17日 09:00 ～ 1月17日 18:00

の提供

- PICKLES 版 IAA システムの運用と相互接続

PICKLES 版 IAA システムについては、後章で述べる。

3.2.1 小型携帯情報端末用ユーザインタフェース

前述の被災者支援広域通信実験では、小型携帯情報端末用にコンパクト HTML による登録・検索インタフェースと、E-mail による登録インタフェースを提供した。しかし、この時は1ヶ所の IAA クラスタでのみ運用していた。今回の訓練では、WIDE プロジェクトが直接管理したクラスタ全てで運用した。

小型携帯情報端末として主に想定したものは、i-mode 端末である。

3.3 IAA クラスタ構成

今回の訓練で用いた IAA クラスタは、以下に示すように定常運用システムとして設置してあるうちの6ヶ所 (pc5～pc10) に加え、郵政省通信総合研究所 (CRL)、高知工科大学に設置された。

- 東京大学 (pc5)
- 北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST) (pc6)
- 岡山情報ハイウェイ (OKIX) (pc7)
- NSPIX-3(WIDE プロジェクト) (pc8)
- 小樽商科大学 (pc9)
- 静岡大学 (pc10)
- 郵政省通信総合研究所 (CRL)
- 高知工科大学

郵政省通信総合研究所及び高知工科大学で稼働した IAA システムは、BSD/OS ベースの PICKLES パッケージ上で運用された。詳細は後述する。

上記のクラスタ間をつなぐ IAA トランスポートは、図 3.1 に示すように接続された。

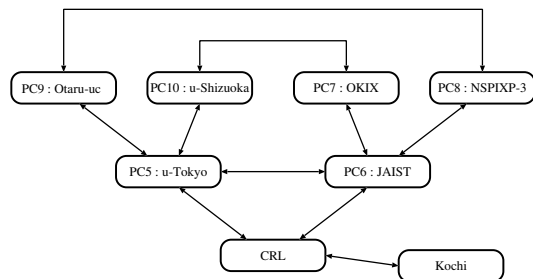


図 3.1 クラスタ間の配送

3.4 主催/共催/協力/実施支援組織

第5回訓練における協力体制を以下に示す。

- 主催：WIDE プロジェクト
- 共催：郵政省 通信総合研究所 非常時通信研究室 / 岡山県高度情報化実験推進協議会 (OKIX)
- 協力：岡山県 / 松下電送システム株式会社
- 実施支援組織：東京大学 / 北陸先端科学技術大学院大学 / 奈良先端科学技術大学院大学 / 東京工業大学 / 倉敷芸術科学大学 / 慶応義塾大学 / 小樽商科大学 / 静岡大学

3.5 訓練結果

岡山での公開訓練を含めた、2000年1月15日から17日の間の登録件数は約2,100件、検索件数は約3,400件であった。このうち、今回本格的に導入した小型携帯情報端末用のユーザインタフェースからの登録は、コンパクトHTMLからの登録が21件、E-mailによる登録が10件であった。

今回の訓練実施中において、IAAシステム運用に関して、特に問題は起こらなかった。

今回は、定常運用してきたクラスタに加えて、郵政省通信総合研究所や高知工科大学のクラスタとも

接続した。その際の設定は非常に煩雑で、かつ手動で行なっている。クラスタ数を増やすなど、規模拡大に対応するためにも、設定の自動化を含めた改良が必要である。この問題は、次世代 IAA システムにおいて対応していく予定である。

その他、小型携帯情報端末用のインタフェースを用意したが、今回は基本的に i-mode 端末向けに作成されたものであり、今後は i-mode 端末以外の様々な携帯情報端末用のインタフェースの開発が必要と考えられる。また、個々の端末に対応するだけでなく、携帯情報端末向けのインタフェースの一般的なモデルの構築も進めていきたい。

3.6 高知工科大学菊池研究室との協調

今回の訓練では、高知工科大学の菊池豊助教授と菊池研究室の学生(総勢10名)の協力のもと、同研究室にも IAA サーバを設置して実際に運用した。

今回菊池研究室で用いたサーバは、後述する PICKLES 版 IAA システムである。菊池研究室に PICKLES 版 IAA システムを設置し、IAA システム運用技術を移転するための作業は1999年12月から約1ヵ月かけて行なった。特に2000年1月8日から1月10日には、本分科会のメンバでもある木本と野田(いずれも所属は東京工業大学の大学院だが、実際には通信総合研究所の大野のもとで研究活動が続けている)が高知工科大学に赴き、運用方法についての特訓を行なった。

菊池研究室では、今回の IAA システム運用に関して詳細なドキュメント¹を残しているが、それによると今回 IAA システムを運用することになった経緯を以下のように記している。

- 1月17日は阪神淡路大震災の5年目にあたる。
- WIDE プロジェクトでは阪神淡路大震災があってから毎年インターネット災害訓練を行っている。
- 1月17日に高知工科大学において企業向けの大学説明会があり、学科別懇談会で IAA のデモをやろうということになった。デモに協力して頂いた方にはアンケートを書いてもらって、

¹ <http://www.ugs.kochi-tech.ac.jp/010409i/lab/IAA17/index.html>

意見を聞く。

また、研究室内のメンバー 10 人を二組に分け、マニュアル作成組 (5 人)、システム組み上げ組 (5 人) を組織している。その理由として以下を挙げている。

- 今までは IAA システムを作った人と使う人が同じだったため、IAA システムに触れたことがない人が使うにはドキュメントが少なすぎた。
- PICKLES に触れたことのない人にでもマニュアル 1 つで運用可能な状態に もって行けるかを確認する。
- 実際にマニュアルを作った人がマニュアルをチェックするだけでは見落とし している点が出てくるかもしれない。

このように、PICKLES 版 IAA システムの運用技術を伝承することを明確に示した上でシステムを組み上げ、無事当日を迎えた。当日は、高知工科大学において IAA システムは無事に稼働し、当日実施されたアンケート結果もすでに公表² されている。

高知工科大学菊池研究室は、WIDE プロジェクトには参加していないし、ライフライン分科会にも加入していないが、PICKLES 版 IAA システムには高い関心を示しており、1999 年 3 月 31 日から始まった有珠山噴火の際にも素早く対応するなど、活発に活動している。今後も、良好な関係を保って行きたい。

3.7 岡山県との協力体制

昨年度の報告にも述べたが、IAA システムを構成する一つのクラスは、岡山情報ハイウェイ (OKIX) にも設置されている。

岡山県での防災訓練の活動時期と重なることもあり、協力組織として今年度の第 5 回インターネット災害訓練に加わって頂いた。

岡山県側での訓練の概要は次に示す内容である。

訓練日時 2000 年 1 月 15 日, 16 日 10:00 - 17:00

訓練会場 岡山市 天満屋岡山店 6 階 みどりのひろば

訓練メニュー

- WEB 端末による IAA 登録・検索訓練
- 携帯情報端末 i-mode による IAA 登録・検索訓練 (15 日のみ)

会場セッティング

- IAA 説明パネル
- IAA 説明ビデオ
- INS64 × 1 回線
- WEB 端末 × 2 台
- i-mode 端末 × 1 台

天満屋百貨店の 6F の広場に岡山県での「防災とボランティア週間」の中の一つの展示コーナーという位置づけで訓練を行った。デモスペースとしては、小さかったが、阪神・淡路大震災時の写真展などもあり防災を意識させるものになっていた。

当日は気温も低く訓練参加人数が少なすぎるのではないかという不安があったが、併設されていたイベントなどのせいか、夕方まで想像以上に多くの人手があった。ただし、訓練への参加となるとスタッフが積極的にお願ひしなければ参加していただくことは難しいのが現実であった。結局のところ参加人数としては、50 ~ 70 人くらいになった。また、会場でライフライン分科会の活動を紹介するビデオを放映したが、人目を引いてプレゼンテーション効果があがった。

岡山県は比較的災害の少ない県だと言われているが、併設されていた阪神・淡路大震災の際の被害の様子やその他の災害時の様子などのパネルの前には人があつまり興味をもって見ている方も多くおられ、防災意識の高さがうかがえた。

安否情報の検索・登録訓練は、携帯情報端末 (i-mode) から利用できるといっていたが、比較的年齢層の若い方は、key board や i-mode の操作は苦もなく行っていた。複数の媒体で登録や検索と目の前で見せるとインパクトが強いようだ。

また、IAA プロジェクト自身を簡単に説明するビラなどを配布するとさらに効果あるデモが行えたと思われる。

図 3.2, 3.3 に公開訓練会場での風景をしめす。

² <http://www.ugs.kochi-tech.ac.jp/010409i/lab/IAA17/question.html>



図 3.2 岡山県での公開訓練風景 (1)



図 3.3 岡山県での公開訓練風景 (2)

第4章 次世代 IAA システム

第3回インターネット災害訓練から運用されている IAA システムは、安定して稼働している。現在定常的に運用されている IAA システムもこのシステムをベースとしている。この IAA システムは IAA version 1(通称 IAA-98) と呼ばれるものである。

IAA version 1 は安定した稼働を主眼として設計されその意味では成功を納めているが、我々は次のステップとして、より大量のデータを扱えるシステムへと発展させるため、新しい IAA システムの設計を行っている [2]。

そこで現在は IAA システムの中でもデータ配送機構を担っている、トランスポート部に主眼を置き、新たな設計を行った。

4.1 従来のデータトランスポート技術

従来、広域に分散したシステム間のデータ通信をサポートするデータ配送機構は、安定したネットワークを前提にしているものが多く、安定して稼働するサーバがネットワーク上を移動するシステムのサポートを行うなど、何らかの安定したシステムを前提としたモデルで設計されている。

このようなモデルで設計されたデータ配送機構を用いる問題点として、大規模災害時に発生するようなネットワークの激しい輻輳や分断が起こった場合などを想定していないため、そのような場合には利用することができない。

これは従来のデータ配送機構が、配送における頑健性を念頭に置いて設計されていないことに起因している。つまり、配送における頑健性を提供することができるデータ配送機構であれば、大規模災害時でも有効に機能することができるといえる。

従来のデータ配送機構を用いて上記のような問題に対応するために、データ配送機構を用いるアプリケーションでこれらの問題を解決する方法が多くみられる。

しかしながらアプリケーションのレベルでこのような問題を解決する方法は、

- アプリケーション毎にこれらの機能を実現する必要がある。
- アプリケーションが下位の状態を把握する必要があるため、ネットワークレイヤの観点からみるとレイヤバイオレーションをおこしている。
- すべての情報がアプリケーションで処理されることになるため、プロトコルオーバーヘッドが大きくなる。

等の問題点を持つ。

そこで、データ配送機構に広域負荷分散やレプリケーション、グループ化などをサポートする機能を持たせることが上記の問題を解決する一つの手法である。

データ配送機構自身が、このような機能を内包することで、より効率的な広域負荷分散の実現やより

一般的で様々なデータ配送を必要とするアプリケーションをサポートすることができる可能性を持つと考えられる。

4.2 設計方針

新しいトランスポート部は以下のような要求をもつデータ通信における信頼性を向上させることを目的とする。

- 広域に分散したシステム間での同報データ通信
- 即時性は問わない
- 耐規模性に優れる

1 番目の項目における同報データ通信とは、データ配送機構によって接続されている分散したシステム全てに同様の情報を伝搬する機能を有する必要があることをさしている。これは、1 対多での通信をサポートすることを意味する。1 対多通信をサポートすることで、例えばこのデータ配送機能によって結ばれる分散データベースの全てのクラスタで同様のレコードを容易に保持することができるようになり、分散データベース全体の系に冗長性を持たせることができる。

2 番目の項目としてデータ配送の即時性を重要視しないことを挙げた。これは、即時性と頑健性がトレードオフの関係に陥り易いことに起因しており、我々は即時性よりも頑健性を重要視しているためである。

3 番目の項目として挙げた耐規模性は、このデータ通信機構が様々なアプリケーションが利用できるようにするためには重要な要素である。

またその他に、アプリケーションに対して分散環境を隠蔽することができることも必要である。あらかじめ分散環境で稼働することを考慮したアプリケーションから利用できるのは当然のことながら、アプリケーション側からは分散環境を利用していることが分からないようなインターフェースを提供することが必要である。

これは、アプリケーションに分散環境を意識したコードを含む必要性を無くすことで、本手法のデータ配送機構の適用範囲を広げることにもなる。

現在、このような要求をデータ配送機構のみで満たすものはみられず、データ配送機構を用いるアプリケーション側で必要に応じた処理を行う必要がある。

そこで、データ配送機構に広域負荷分散や同報性といった機能を拡張できるような枠組みを持たせ、データ配送において要求される機能をデータ配送機構に組み込むことが出来るシステム設計を設計した。

4.3 設計

前節で述べたように、従来のデータ配送機構と比較して高い拡張性や耐規模性、頑健性を提供するため本節で提案するデータ配送機構には、大別して 4 層からなるレイヤモデルを採用している。

本節では設計のうち特に本方式のレイヤ構成について述べる。

4.3.1 レイヤ構成

本節で提案するデータ配送機構は、端点に位置するシステム同士の通信 (point-to-point) から、グループ化されたデータベースクラスタへのデータ送信まで、様々なデータ通信の要求を満たすことができるように設計されている。

またアプリケーションには仮想的なホストを提供し、これらとのデータ通信を行わせる方式を採用することで、アプリケーションに対して実際のネットワークポロジを隠蔽することができるようにした。

これは、配送ネットワークの再構成やグループ化、あるいは激しい輻輳や分断といったネットワーク故障が起こった場合の自動対応などをアプリケーションに意識させる事なく行えることを意味している。あるいはアプリケーションがこれらの機能を明示的に指定することも可能である。

このような粒度の違う要求をみたすため、新たに提案するデータ配送機構に以下の 4 つのレイヤを定義した。この 4 つのレイヤは図 4.1 のように構成されている。

- リンクアソシエーション層
- リンクコンフィギュレーション層
- レコード層
- レコードコントロール層

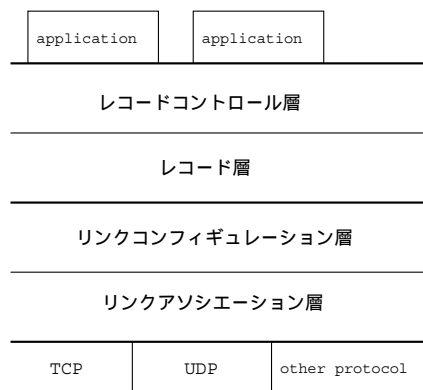


図 4.1 4 レイヤ構成

これら4層からなるデータ配送機構の上位層にはアプリケーションレイヤがあり、これにサービスを行う。また下位層にはTCPといったセッション指向のプロトコルの他にもUDPのようなデータグラム指向のプロトコルも使用することができる。

下位層にどのようなプロトコルを使用するかは、上位レイヤに対してどのようなサービスを提供するかに依存しており、また本機構内での実現方法によっても変わってくるため、実際にはさまざまなプロトコルを混在して使用することになることが考えられる。

次にこれら4つのレイヤそれぞれの役割について説明する。

4.3.2 リンクアソシエーション層

リンクアソシエーション層では、端点同士の接続に関する部分を担うレイヤである。この層は実際にあるホストとあるホストが通信を行うことを上位レイヤに保証する必要がある。

ここでいう保証とは、端点から端点へ実際にデータが誤りなく配送されたあるいは配送することが出来ないことを明らかにすることを意味している。

例えばリンクアソシエーション層の下位レイヤとしてUDPなどの確認応答がないプロトコルを用いる場合この層で確認応答を実現する必要がある。

また、ネットワークとして使用するメディア特性の違いはこの層で隠蔽されることになる。例えば、通信衛星網を用いた場合の単方向リンクを用いた場合などがこれにあたる。

4.3.3 リンクコンフィギュレーション層

リンクコンフィギュレーション層は以下の2つのサービスを行うレイヤである。

- データ通信を行うシステム間のネットワークを構築する。
- 上位レイヤには仮想的な配送ネットワーク構成を提供する。

図4.2に示すように、リンクコンフィギュレーション層は内部に実際のシステム間のネットワーク構成をもちながら、上位レイヤにはそのネットワーク構成を隠蔽した仮想的なネットワークを提供する。

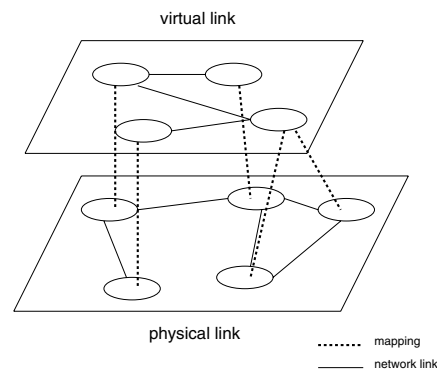


図 4.2 リンクコンフィギュレーション層の内部構成

本方式の要求事項である耐規模性を鑑みた場合に、ある端点から全てのデータ配送先に向けて直接データを送るのは現実的ではないため、データ配送のためのネットワークを構成する必要がある。この配送ネットワークの構成と管理を行うのがこの層の役割の一つである。

また、上位レイヤに対しては仮想的な配送ネットワークを提供する。上位レイヤはこの仮想的な配送ネットワーク上に存在するシステムと通信を行う。

このように2層の配送ネットワークを用いる理由は、上位レイヤに対して実際の配送ネットワークをそのまま提供する方法を比較した場合以下のような利点があるためである。

- 仮想的な1つの宛先になっているが実際には複数の宛先になっているような、1対多通信を上位レイヤに隠蔽して行える。

- 上記の技術を用いて、配送ネットワーク上のあるシステムを切り放したりあるいは新たに投入するといった、配送ネットワークを構成するシステム数の変化を、上位レイヤに隠蔽したまま行える。
- 配送ネットワークのリンク構成を上位レイヤに隠蔽したまま変更することができる。

ネットワーク状態に応じて動的に配送リンクを再構成することで、データ配送網としての頑健性を提供することができる。

このような利点を活用し、大規模災害時のようなネットワークの激しい輻輳や分断に対して対応する機能をこの層で実現することで、これより上位レイヤは配送リンクの変化に対応することなく、あるいは気付くことなくこのデータ配送ネットワークを利用し続けることができる。

また、配送ネットワーク上のあるシステムのリソースへアクセスした場合に実体が別のリソースにありそこへのポインタが返されるような、リダイレクション動作を上位レイヤ対し隠蔽することができる。

このレイヤより上位のレイヤは、仮想的な配送ネットワークの構成のみを意識することになる。

4.3.4 レコード層

レコード層は、下位層から提供された仮想的な配送ネットワーク上に存在する宛先に対してデータの入出力を行うレイヤである。上位レイヤに対しては、仮想的な宛先に対するデータレコード単位の入出力を提供する。このレイヤの役割は効率的な仮想的宛先へのデータ入出力である。

1レコード単位での通信を実際の配送ネットワーク上で行ってはいは効率が悪く、結果としてプロトコルオーバーヘッドが大きくなる。そこでこのレイヤでは図 4.3 に示すように、上位レイヤから渡されたレコードをある単位にまとめて配送し、また下位レイヤからまとめて渡されたレコード群を 1レコード単位に分割して上位レイヤに渡す必要がある。

したがってこのレイヤが上位レイヤに提供するサービスは、仮想的な宛先とレコードの組から構成されるデータの入出力である。

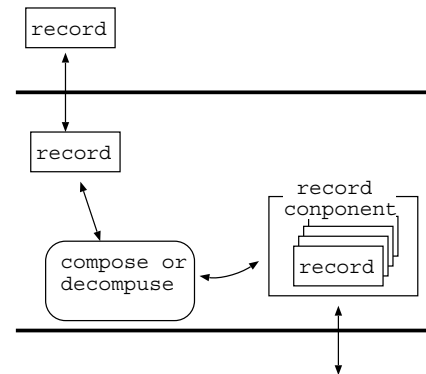


図 4.3 レコード層の内部構成

4.3.5 レコードコントロール層

レコードコントロール層は、下位レイヤから渡されたレコードをメッセージという形式にして上位レイヤに渡すのがその役割である。

メッセージとはレコードの内容に応じて生成される情報である。メッセージはレコードそのものである場合もあり、例えば上位レイヤがデータベースである場合には、レコードはそのままメッセージとして伝達される。

レコードそのものでない場合のメッセージとしては、上位レイヤに対する何らかのコントロールメッセージが考えられる。例えば、あるデータの削除を要求するレコードがこのレイヤで解釈されて上位レイヤに削除要求という形のメッセージとして伝達される。

レコードコントロール層の役割は、下位レイヤから渡されたレコードの内容を解釈し適切なメッセージを生成することである。

4.4 議論

本方式の最も単純な構成はリンクコンフィギュレーション層における配送ネットワークと仮想ネットワークが同一で、さらにネットワークを構成するシステムが 2 つしかない場合である。

このような場合、本方式は RPC のように振る舞うことができる。アプリケーションレイヤは、特定のルールに従ったメッセージを書き込むことで、ネットワークを通じてもう片方にメッセージを伝達することができる。

したがって、アプリケーションレイヤにファイル

システム提供するアプリケーションを用いることで、本機構を NFS のようなファイルの入出力として抽象化することができる。

また、リンクアソシエーション層は下位レイヤを選ばないため、同報通信の要求に対して、利用する下位レイヤとして RM(Reliable Multicast) 網を利用することでより効率の良い同報通信を行う枠組みを提供することができる。

リンクコンフィギュレーション層では、データ配送ネットワーク構成と上層に提供する仮想ネットワーク構成を変えることで、配送ネットワーク上のシステムのクラスタリングによる負荷分散や、グループ化によるデータ配送の効率化などを上位レイヤに意識させないで行うことができる。

この場合に、リンクコンフィギュレーション層やリンクアソシエーション層においてどのようなアルゴリズムを用いてリンクの構成を行うか、あるいはどの程度自動化するかは今後の課題として残されている。

4.5 展望

今後本節で提案したデータ配送機構は、本節で提案したレイヤデザインに基づいてインプリメンテーションデザインをし、それに基づいてインプリメンテーションを作成する。インプリメンテーションは現在稼働中の IAA システムのトランスポートレイヤとして置き換えて、性能評価等の実験を行い、その際に IAA クラスタの動的な配置やバルクデータの配送を試みる。

第5章 PICKLES 版 IAA パッケージの開発

5.1 経緯

1999 年 10 月 5 日から 8 日にかけて北陸先端大学にて技術移転のための合宿を行った。称して「IAA 虎の穴合宿」。この合宿の目的は IAA システムに関する技術や情報を、主要開発者から CRL を中心としたチームに移転することにあった。IAA システムに関する情報を共有し、技術的にもオペレーション的にも理解している人を増やすことで、さらに広い範

囲での運用を目指したものであった。同時にこの合宿では、東工大で開発されてきた PICKLES という OS パッケージ上に IAA システムを展開する際の方向性についても検討された。合宿期間中には、従来の FreeBSD 版 IAA パッケージを用いた技術移転と並行して、このパッケージを PICKLES システムに展開する際の要件、問題点などの洗い出しも行った。

この合宿の成果として

- 既存のドキュメントの更新
- 導入設定作業のドキュメントの作成
- 技術移転にともなう IAA システムの新規オペレータの育成
- PICKLES パッケージ作成の際の作業の見通しなどが得られた。

5.2 第5回インターネット災害訓練での運用

2000 年 1 月 16 日と 17 日に開催された第 5 回インターネット災害訓練では、PICKLES 上で動作する IAA システムの運用実験を行った。PICKLES 上で動作する IAA システムは、郵政省通信総合研究所と高知工科大学で運用した。

第 5 回インターネット災害訓練で運用した PICKLES 版パッケージは、基本的に FreeBSD 版パッケージと同じディレクトリ構成を採用した。FreeBSD 版パッケージとの相違点は、FreeBSD 版では IAA が利用する全てのプログラムを `/usr/local/iaa98` 以下に持っていたが、PICKLES 版では `httpd`, `inn` などのプログラムは標準インストールされているものを利用した点にある。

結果的に同実装異パッケージの IAA システム間での相互接続性を確認できた。

5.3 パッケージの設計と実装

北陸虎の穴合宿で技術移転を受けた結果、現状の IAA パッケージには設定情報とコンテンツ、システムが分離されていないという問題があるという結論を得た。これは IAA クラスタすべてに同じコンテンツ、(ほぼ) 同じ設定を使うという視点の設計としては非常に便利だが、この先の展開を考えると不自由

になるのではないかと考えられる。PICKLES システムは OS やアプリケーションで用いるこれらの情報を分離するという設計になっているため、PICKLES 上での IAA パッケージの作成は同時にこの IAA の問題を解決することにも繋がる。そこで以下の方針の元に PICKLES 版 IAA パッケージの開発を進めている。

PICKLES ではホストごとに異なる情報と、全ホストで共有できる情報を分離している。前者はさらに「設定情報」「実行時に動的に更新される情報」「その他のコンテンツなど」に分離される。IAA システムに関しては、以下のように分離する。設定ファイルは/etc3/iaa98 に置く。データベースやニューススプールなどの可変ファイルは/var/iaa98 に置く。コンテンツは/local/iaa98 に置く。

/etc3/iaa98 以下には IAA システムが利用する httpd や news などのアプリケーションごとにディレクトリを作成し設定ファイルを置く。各設定ファイルが参照される可能性がある path からは/etc3/iaa98 以下の実体にシンボリックリンクを作成する。

/local/iaa98 以下には IAA の Web コンテンツを置く。標準状態では、登録と検索に最低必要なものだけを置く。現在運用されている IAA サーバは、基本的に www.iaa.wide.ad.jp でアクセスできるように、同じコンテンツで運用されている。しかし今後 Web コンテンツとして異なった HTML を記述したサーバを運用する可能性がある。この場合は/local/iaa98 以下のコンテンツを編集すればよい。

現在あたらしいディレクトリ構成に変更した PICKLES 上の IAA パッケージの開発をすすめている。PICKLES システム自体は現在のところ BSD/OS をベースにして実装されているが、現在 FreeBSD 版の PICKLES の開発も CRL(郵政省 通信総合研究所) で進められており、2000 年 9 月の防災の日には、FreeBSD 版 PICKLES とその上に構築された IAA システムパッケージを運用する予定である。

第 6 章 今後の活動

6.1 30 分キット

クラスタを IAA バックエンドシステムと見たとき、災害時に被災地において統制された情報網を迅速に確立し、被災地での Information Base としての機能をもつフロントエンドシステムが必要になる。主な目的としては、以下のようなものがある。

- 被災地の速やかなコミュニケーション機能の回復
- 被災地の情報収集
- 被災地内部でのコミュニケーション機能の回復
- 避難所などでの情報アーカイブ

そこで、このような目的を満たすための装置およびソフトウェアをまとめたキットを短時間で設定等が行えるキットということで、30 分キットと総称し、いろいろな可能性を考えることにした。

6.1.1 考えられる機能

このような目的を達成するために必要ないくつかの機能が考えられる。

- 可搬性
被災地に速やかに展開するためには、コンパクトにまとまっていて、自走機能あるいは一人または二人で移動設置できるような可搬性が必要である。
- コミュニケーション機能確保
内部と外部の通信を確保するために利用可能なあらゆる通信手段を利用できるような枠組みが必要である。また、どのような通信手段を用いてもアプリケーションからは同じように利用できるためにアプリケーションからは抽象化されて利用できるようになっていなければならない。
- 被災地内部をカバーするエリアネットワークの確立
被災地が広範囲にわたった場合には、被災地内

部での情報収集と情報伝達を行うために、被災地エリアネットワークを確立できることが必要となってくる。そのために、30分キットがPHS基地局となっておりある領域をカバーしたり、それらの間を連結して、より広い地域をカバーするようなネットワークを構築する様なこともできる必要がある。

● 煩雑でないオペレーション

被災地では専門知識を持った人員を確保することが難しいと考えられ、だれでも操作し、機能させられるようになっていなければならない。そのためには、機能が単体でまとまっていたり、スムーズに操作できるように非常に操作が洗練されていることが必要で、究極にはオペレーションの必要がないように設計されていることが望ましい。

● パッケージング問題

戸外で利用され、被災地の過酷な状況下で使用されることを想定して、乱暴に扱われても壊れない堅牢性、防塵、対衝撃性、(防)耐水性などが考慮されたパッケージになっていることが必要である。

● 多彩なオプション

被災地の状況に対応できるように多彩なオプションを用意しておく必要がある。例えば、ネットワーク接続や電源確保などが様々ものから行えるようなアダプタなどを充実させておくなどである。また、被災地のあらゆる情報を収集できるように、位置情報のためのGPSや気温、気圧、雨量、風速等の気象情報センサーなども搭載できるようになっていることが望ましい。

6.1.2 現状と今後の展開

現状では、アイデアのみにとどまっており、具体的なイメージを固める作業を行っている。考えられたいくつかの30分キットとしては、次のようなものがある。

- オートバイ搭載機キット
- アドホックネットワークキット

● ライトウェイトクラスタキット

また、共同研究を行っている郵政省通信総合研究所非常時通信研究室では、小型ラックにクラス多機能クライアント機能を全て搭載し、プライベートネットワークやダイヤルアップインターネット接続においても使用できるようにNAT機能を搭載したクラスタを開発し、実際に動作させた。

今後は、具体的なイメージを固める作業を行い、それに対しての技術的な詰めを行って実際にプロトタイプを設計・構築して有用性を確かめることが必要である。また、30分キット独自の特長を生かすアプリケーションとしてどのようなものがあるか検討することも重要である。

6.2 郵政省通信総合研究所との協調

ライフライン分科会のメンバーの一人であり本節の執筆担当である大野は、1999年7月に東京工業大学から郵政省通信総合研究所¹に異動になり、同研究所通信システム部の非常時通信研究室²の室長となった。この異動で、IAAシステムの研究開発拠点に通信総合研究所が新たに加わり、逆に東京工業大学がその役割を終えた。

非常時通信研究室は、阪神大震災後の平成8年に設置された研究室で、大規模災害時に利用するマルチメディア通信システムの研究を担当していた。しかし、あまり明確な成果をあげてはならず、研究は閉塞状態にあるようだった。加えて、1999年3月末時点で非常時通信研究室に所属していた室員は、大野の着任と前後して全員他の部署に異動となり、1999年7月中旬までに全室員が刷新された。そこで、以前の研究は破棄し、ライフライン分科会との強力な協調関係を前面に押し出した研究体制を発足させた。これが現在の非常時通信研究室である。室員は、大野を含めて5名(1999年4月現在)で、これに特別研究員(企業からの出向、非常勤)、研修生(東京工業大学および電気通信大学の学生)が数名在籍している。

非常時通信研究室は、被災者支援広域情報通信実験協議会の一員として、1999年9月1日の7都県市総合防災訓練(主催:中央防災会議)に参加し、東

¹ 郵政省通信総合研究所: <http://www.crl.go.jp>

² 同非常時通信研究室: <http://www.crl.go.jp/ts/ts221/>

京都港区の有明会場で IAA システム等の公開実験を行なった。その直前の 8 月 28,29 日の千代田区の小学校での公開実験とあわせ、これらが、通信総合研究所非常時通信研究室と IAA システム (あるいはライフライン分科会) との深い関わりを示す最初のアピールとなった。また、既に述べたように、1999 年 9 月の台湾大地震の際には、いつでも台湾からのアクセスがあってもよいように準備を進め、2000 年 1 月 17 日には、WIDE プロジェクトの一員として第 5 回インターネット災害訓練に参加した。

現在、非常時通信研究室では、IAA システムの改良と発展に力を注いでおり、1999 年度は、IAA システムの通信総合研究所への技術移転およびユーザインタフェース部分の改良に注力した。ユーザインタフェース部分に注力したのは、大野および東京工業大学の研究が、以前から IAA システムのユーザインタフェース部分に興味を持ち、特に電話や FAX のインタフェース部分について貢献してきたため、研究テーマとして取り付きやすかったからである。また、前章で述べたように IAA システムの PICKLES 化を進めたり、詳細は来年度の報告書で述べるがハードウェアのパッケージ化を進めたり発動発電機を揃えるなどして、いつでもどこにでも持ち出して運用できる体制を整えた。さらに、日本語、英語、中国語のプレゼンテーションビデオを作成して、IAA システムの普及啓蒙につとめた。

2000 年度は、北陸先端科学技術大学院大学のメンバと強力して分散データベース部分の改良と発展にも寄与し、IAA システム全体を今後どう発展させてゆくかといった議論や、そもそもライフライン分科会はこれから何を目指すべきかといった根本的な問題にも関わってゆきたい。なお、通信総合研究所は、北陸先端科学技術大学院大学とは連携大学院の協定を結んでいて、研究者や教官の交流に加えて JGN を使った高品位なテレビ会議が常時可能なので、両者が共同して研究開発を推進するには好ましい条件が整っている。

最後に、1999 年度の最後の日に発生した有珠山噴火とその対応について述べておきたい。

1999 年 3 月中旬から懸念されていた北海道の有珠山は、1999 年度最後の日の 3 月 31 日の午後 1 時過ぎに噴火した。郵政省からの打診もあり、非常時通信研究室では IAA システムを用いて、被災者のコミュニケーションを支援する方向で検討に入った。

そして、ライフライン分科会と連携して、有珠山噴火に対応した IAA システムの運用を、初めて実際の災害時への対応として行なった。この実践運用の詳細については、機会をかねて報告する。

