

# IAA システムの現状とその課題

## The state of the IAA disaster communication systems

井澤 志充\* 木本 雅彦† 多田 信彦‡ 大野 浩之§ 篠田陽一\*

Yukimitsu Izawa Masahiko Kimoto Nobuhiko Tada

Hiroyuki Ohno Yoichi Shinoda

### 概要

インターネットを使った情報発信サービスはもはや一般的となっており、災害時においても情報インフラストラクチャとしてのインターネットは注目されている。しかしながら、先の阪神淡路大震災においては、被災地外から被災地内に対して、安否確認のための呼が短時間に極度に集中したため、電話網の輻輳が発生した。

災害時におけるインターネットを使った情報発信サービスのアーキテクチャについても同様に、災害時に発生する極度のアクセス集中に対する対策を施さないと、十分に機能することができないことが分かってきた。

WIDEプロジェクトでは、1995年の阪神・淡路大震災を契機に、インターネットを用いた災害時における被災者情報の提供サービスについて、研究・実験を行ってきた。

本論文では、IAAシステムのアーキテクチャおよび設計思想、その詳細な構造について述べ、実際の災害時に運用したその実績について報告し、これからの取り組みについて述べる。

## 1 はじめに

WIDEプロジェクトライフライン分科会では1995年より、災害時にライフラインとしてインターネットがどのような役割を担えるかという問題について研究を行ってきた。その一つとして、広域疎結合分散データベースシステムである、被災者情報データベースシステム (IAA システム) を設計・構築・運用してきた。

IAA システムはこれから WIDE プロジェクト以外の国内外の組織によって、運用されていくフェーズに移りつつあり、国際標準化への動きも始まりつつある。

本稿では、IAA システム全体のアーキテクチャとその設計ポリシーについて述べ、システムのモジュール構成と各モジュールの役割を明確にする。また、本システムの実際に災害時における運用実績とこれ

からの IAA システムの課題について述べる。

## 2 IAA システムとは

1995年1月に起った阪神淡路大震災では、情報伝達手段として、インターネットが有効に活用されなかった。

これは、災害時に発生するネットワークの切断や輻輳を考慮した情報伝達システムが無かったためである。災害時に、あるシステムが有効に働くための要件として以下の点に優れている必要がある。

- 冗長性
- 安定性
- 信頼性
- 耐規模性

あるシステムが、災害時にシステムとして役立つかという視点からは、冗長性の提供や安定性が求められる。また提供されるサービスという観点からは、セキュリティやプライバシーの保護などを考慮しなければならない。システムのパフォーマンスの視点からみれば、耐規模性のあるソフトウェアの設計方法やネットワークの利用方法などを考慮すべきである。

このように、実際の災害時に有効に働くシステムを設計するに考慮すべき事柄は、多岐にわたって

\*北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科  
School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology, HOKURIKU

†東京工業大学大学院 情報理工学研究科  
Graduateschool of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

‡松下電器産業 (株)  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

§郵政省 通信総合研究所 非常時通信研究室  
Emergency Communications Section,  
Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications

いる。

このような観点から、情報伝達システムを実際に構築することを通して、災害時にも有効に稼働するための課題や問題点などを発見していくことを目的としてIAAシステムを1995年12月より開発してきた。

地震などの局地的災害が起った場合、被災地に安否確認の電話が集中するといった状況が起る。このような場合に、インターネットを利用して、大量の安否情報を効率的に流通させることで、迅速に被災地内の情報を被災地外に知らせることが可能となる。

IAAシステムは、‘I Am Alive’ という意味で、被災者の安否情報をインターネット上の複数の組織で収集・蓄積し、その情報の検索サービスを提供するためのシステムである。各組織のデータは、データベースの同期機構により同期が取られている。

被災者が「自分は今生きている」という情報を被災地内から被災地外へ伝達する目的で構築された。

阪神淡路大震災では、安否に関する情報として主に死亡者情報という悲観的な情報が流通していた。

これは死亡者情報を収集する方法はあったが、生存者情報を収集するためのしくみが存在しなかったためであった。

しかしインターネットの様々な技術は、生存者を確認するというような大規模な情報を扱えるだけの可能性をもっていると考えられる。

現在、以下に示す6ヶ所の組織でIAAシステムが稼働中である。

- 北陸先端科学技術大学院大学
- NSPIXP3
- 岡山県高度情報化推進協議会 (OKIX)
- 小樽商科大学
- 静岡大学
- 東京大学

上記に加え、郵政省 通信総合研究所 通信システム部 非常時通信研究室 (以下 CRL 非常時研と略す) らとも協力態勢をとっており、CRL 非常時研でもIAAシステムが稼働している。

## 2.1 設計ポリシー

我々がシステム設計を行うにあたり、様々な設計方針を策定した。

検索よりも登録を容易にする: 我々の設計した IAA システムは、災害地から被災者の情報を

登録し、被災地外でその情報を検索するというモデルを想定した。そのため、検索に関しては比較的時間がかかっても、また操作に手間取ってもよいが、登録に関してはできるだけ簡単にそして高速に処理できるようにすることにした。

ネットワークへの負荷は最小限にする: 登録に関しては、被災地からの登録を前提としたため、被災地内のネットワークの帯域をできるだけ使用しないような通信プロトコルを使用することにした。

登録された情報の悪用防止: IAA システムのような個人の情報を扱うデータベースシステムは、その登録された情報の扱いには注意が必要である。そこで、本システムではネットワークを流れる個人データの保護や名簿業者等による大量の情報検索には制限をかけるなどの方法を取ることにした。

プラットフォーム非依存: IAA システムのようなシステムが社会的インフラストラクチャとなることを考慮して、IAA システムは特定の OS に依存しないように作成することにした。

IAA システムは上記の設計方針に主眼をおいて設計・開発を行った。

## 3 システム設計

IAA システムは、今後様々なプラットフォームで稼働させた場合に移植作業を容易にするため、プラットフォーム非依存を目的として、そのシステムの大部分を Perl5[16] を用いて作成された。また、Perl5 は Perl モジュールという概念とオブジェクト指向の概念を持っているためこれを利用し、複数の IAA モジュールで共通して利用する機能は Perl モジュールとして分割し、各モジュールでこれを利用するような設計になっている。

また、IAA システムのモジュール間で使用している LLDB というプロトコルの実装には、Perl5 のオブジェクト指向言語としての特性を活かし、基本的なプロトコルモジュールをスーパークラスとして実装し、実際にこのプロトコルをベースとして独自の変更を加えている部分をサブクラスとして実装した。これにより、IAA システム内部で利用しているプロトコルの基本的な部分が変更になっても、それ

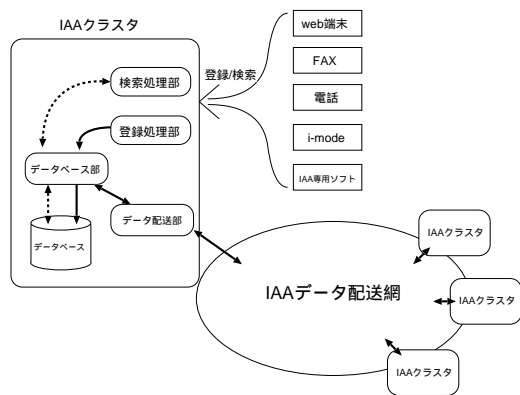


図 1: IAAシステム全体図

を元に導出されたプロトコルの実装は非常に低いコストで変更に対応できるようになっている。

IAAシステム全体は、図1のような構成をしている。

この図でわかるように、IAAクラスタと呼ばれるPCがIAAシステムの一つの単位を構成している。このIAAクラスタが、IAAトランスポートによって接続されIAAシステム全体を構成している。このように複数の同じ機能をもつクラスタを複数配置することによって、システム全体としての耐故障性を確保している。また、それぞれのクラスタのサービスは他のクラスタに非依存であるため、どれかのクラスタが故障してサービスを行えなかったとしても、他のクラスタがサービスを継続できるようにになっている。

IAAクラスタ内部には、以下の4つの内部モジュールから構成されている。

1. 登録処理部
2. 検索処理部
3. 配送部
4. データベース部

### 登録処理部

登録処理部では、ユーザから入力された被災者情報を、正規化して登録内容の必要事項が記入されているかどうかのチェックを行う。記載ミスを見つけた場合には、ユーザの使用するインターフェースに可能であれば、ユーザにどこが記載ミスであるかとその再入力を求める。登録処理部が正規化し

表 1: IAAシステムのPCのスペック

CPU	AMD-K6-2/300MHz
Memory	256 Mbytes
Network Card	3Com 3c905 Fast Etherlink XL 10/100BaseTX
OS	FreeBSD 2.2.8-RELEASE

た情報は、配送部に渡される。また、ユーザインタフェース毎の違いも、この登録処理部で吸収される。

### 検索処理部

ユーザからの検索要求に応じて、データベース部へアクセスしその結果をユーザへ返すのが検索処理部である。また、たとえばユーザに返す検索結果の最大レコード数など、ユーザの検索に対する制限もここで行う。

### 配送部

登録処理部から渡された正規化された情報を、自クラスタのデータベース部に渡し、さらにIAAトランスポートを通じて他のクラスタに配送するのが、この配送部の役割である。

### データベース部

配送部から渡された情報を蓄積し、検索要求に応じて検索結果を返すのがデータベース部の役割である。データベース部には、データベースフロントエンドの役割を果たすプログラムと、実際のデータベースの実装の2つから構成されている。これは、実際のデータベースの実装に依存しないようにするためのもので、実際のデータベースの実装はなにを用いても良いような構造になっている。

また現在のIAAクラスタは、表1に示すスペックのPC上で稼働している。

次に、IAAシステムを構成するソフトウェアモジュールについて説明する。

### 3.1 モジュール構成

IAAシステムは、大きく分けて以下の4つのモジュールによって構成されている。

- ユーザーインターフェース部

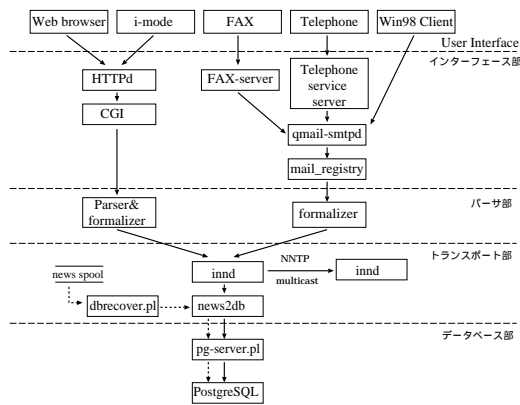


図 2: IAA クラスタ内部のモジュール構成

表 2: IAA システムのユーザーインターフェースの対応状況

インターフェース	検索	登録
WWW	可	可
FAX	不可	可
テレホンサービス	可 (結果は FAX にて返送)	可
i-mode	可	可
IAA 専用ソフト	不可	可

- パーサ部
- トランスポート部
- データベース部

IAA クラスタの内部のモジュール構成を、図2に示す。図2中の矢印は、登録時のデータの流れを表している。

このように、IAA クラスタ内部では様々なソフトウェアモジュールが稼働しており、その役割と情報の正規化のレベルに応じて、レイヤ構造になっていることが分かる。

次に、それぞれのモジュールについて説明する。

### 3.2 ユーザーインターフェース部

ユーザーインターフェース部は、IAA システムとユーザとの橋渡をする部分で、様々なインターフェースに対応している。表2は対応しているインターフェースとその対応状況である。

ユーザーインターフェース部は、ユーザからのアクセスプロトコルには、HTTP でのアクセスと SMTP でのアクセスに対応しているが、IAA 内部専用のプ

ロトコルモジュールは、Perl5 のモジュールとして分離してあるため、他のプロトコルに対応するのも容易な作りになっている。

また、表2に示した以外のユーザーインターフェースにも順次対応していく予定である。特に、普段コンピュータに触れる機会の少ない人や、子供にも簡単に使えるインターフェースの開発や、被災地内を持ち運べるような端末から、IAA システムへアクセスできるようにしておくことはこれからの大きな課題の一つである。

次に表2に示したユーザーインターフェースについて説明する。

#### 3.2.1 WWW

WWW は現在のインターネットユーザにとって最も身近なインターネットアプリケーションの一つである。IAA システムでは、WWW を用いて被災者情報の登録と検索を可能としている。

IAA システムの URL は、<http://www.iaa.wide.ad.jp/> であるが、この URL でアクセスすると IAA システムを構成するいずれかの IAA クラスタに接続するようになっており、IAA クラスタの数やホスト名についてはユーザに対して隠蔽されている。またこのように1つの URL に対してアクセスされることを利用して、DNS を用いた広域負荷分散の効果を得ることができる [4]。

現在、WWW のページは日本語版と英語版の2種類が用意されている。

WWW を用いた日本語版の登録の様子が図3である。また、WWW を用いた日本語版の検索の様子が図4である。

この登録や検索のフォームは、HTML のフレームを利用しているが、フレームを表示することのできないブラウザ用のページも用意されており、そのページから登録や検索を行うこともできるようになっている。lynx[17] を用いた登録の様子が、図5である。

本来、ユーザの利便性を考慮すると、登録や検索の作業はフォームを送るのではなく各登録項目事にページを用意して、ウィザード形式での登録が望ましい。しかしながら、本システムは災害地において運用されることを前提としているため出来るだけ HTTP のトラフィックを減らしたいという考えから、敢えてフォームを使った登録・検索システムを用いている。

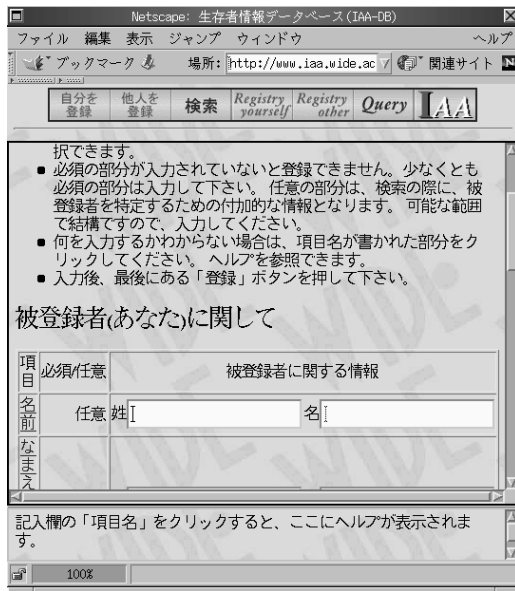


図 3: WWW を用いた日本語版の登録の様子

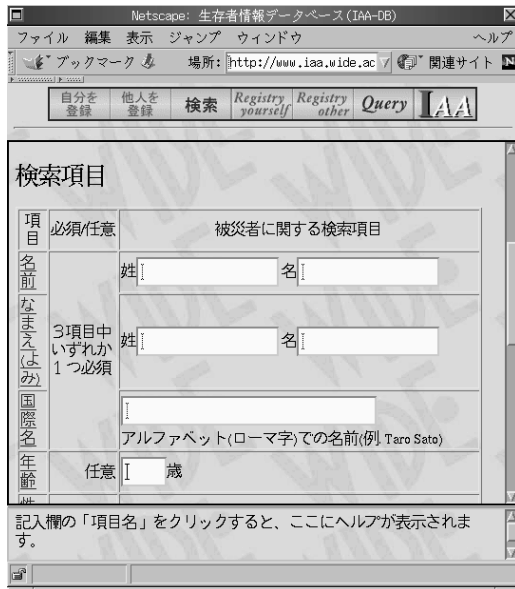


図 4: WWW を用いた日本語版の検索の様子

### 3.2.2 FAX

普段コンピュータを利用していないユーザにとって、コンピュータを操作すること自体が苦痛となる場合も多い。コンピュータを操作できない人も安否情報を登録することができるように、我々はFAXや次の節で述べるテレホンサービスでの登録方法を提供している [5, 6]。

FAXは、コンピュータに比べ精密機器が少ない

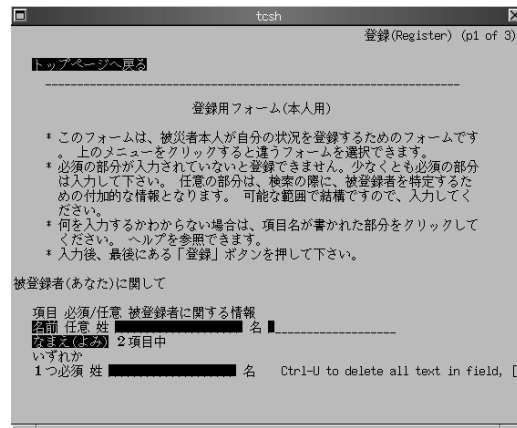


図 5: lynx を用いた登録の様子

ため、機器の破損する可能性も低いと思われる。災害地での運用を考慮した場合、使用する機器の頑健性も考慮すべきでありその点ではコンピュータより有利であると考えられる。

### FAXによる登録

FAXを使った登録システムとして、次の3つから構成されている。

- インターネット FAX
- OCR/OMR BOX
- 認識情報修正用 WWW サーバ

インターネット FAXは、あらかじめ配布してある IAA 登録用紙(図6)に記入された安否情報を、FAXで受信するためのものである。

この FAXで受信した安否情報を、手書き文字認識(OCR)や、マーク認識(OMR)等の技術を利用して、画像情報をコード情報に変換するのが、OCR/OMR BOXである。

現在の文字認識技術では、ユーザが記入した手書きの文字を、人と全く同じようにコンピュータで認識・判断することは難しく、100%の自動認識は難しい。そこで、誤った情報を修正するシステムとして、認識情報修正用 WWW サーバを使い、人手によって情報を修正し、修整後の情報を IAA システムに登録している。

従来のボランティア活動は、実際にボランティアを行う人が現地に行って活動を行うのが主であった。しかし、登録情報のプライバシーの問題を何らかの方法で解決すれば、この認識情報修正用 WWW サーバにおける、人手による情報修正作業に遠隔地から参加することも可能となるため、新しいボラン

**IAA 登録用紙**

**被登録者情報 記入欄**

被登録者の 姓(ローマ字) [必須]      被登録者の 名(ローマ字) [必須]

年齢(数字)      郵便番号(数字) [7桁] (3+4)

性別      血液型      状況 [必須]

男性 女性      A B AB O      生存 軽傷 重傷 死亡

所属(ローマ字)      キーワード(ローマ字)

**報告者情報 記入欄**

報告者(ローマ字) [必須]      報告場所(ローマ字) [必須]

続柄 [必須]      確認状況 [必須]

本人 家族 他人      直接 伝聞

状況確認日 [必須]

西暦      月      日      時刻(24H)

Note

注意：ローマ字は、全て大文字で記入して下さい  
[必須]の項目は、必ず記入して下さい。

図 6: FAX 用登録用紙

ティアの形態を提案することも考えている。

### 3.2.3 テレホンサービス

全節のFAXインターフェースと同様に、コンピュータを利用するのが難しいユーザのために、電話という身近にある機器を利用した登録・検索手段を提供している。

このシステムは、WIDE/PhoneShell[7, 8]を利用して実装されており、電話回線の制御や音声ガイダンスの読み上げ、FAXの送信、タッチトーンの検知を行っている。

ユーザはテレホンサービスのガイダンスにしたがって、表3,4に示すタッチトーンによる情報入力を行う。

また、生存者情報の検索では、検索結果は一度電話を切り暫くのちに検索結果を取り出すという方法を提供している。

実際には、検索に必要な情報を入力したあとに、音声ガイダンスで「検索ID」が告げられる。一旦電話を切り、暫くしてから電話をかけ、検索IDを入力すると検索結果をFAXで取り出すことができるようになっている。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
2	い	き	し	ち	に	ひ	み		り	を
3	う	く	す	つ	ぬ	ふ	む	ゆ	る	ん
4	え	け	せ	て	ね	へ	め		れ	
5	お	こ	そ	と	の	ほ	も	よ	ろ	

表 3: タッチトーンでひらがなを入力するための変換表

登録項目	選択番号	選択肢
性別	1	男性
	2	女性
登録者の状態	0	無事
	1	軽傷
	2	重傷

表 4: タッチトーンで性別、登録者の状態を入力するための変換表

### 3.2.4 i-mode

近年、小型携帯情報端末は広く一般に利用されるようになりつつある。特に携帯電話網からWWWのブラウジングサービスやE-Mailサービスを利用できるi-mode端末は、携帯電話の爆発的な拡大と共に、個人の携帯端末としてその地位を確たるものにしつつある。

そこで、コンピュータは使えなくてもi-mode端末ならば使えるというユーザでも、IAAシステムを留意に利用できることを目的として、コンパクトHTML[18]のみから構成されるWWWコンテンツをIAAシステム上に作成した。

### 3.2.5 Windows Client

初期のIAAシステムでは、E-mailによる登録サービスを提供していた。あるメールアドレスにメールを送信すると、登録メールの雛形が送られてきて、そのメールを編集して送り返すと登録されるという仕組みであった。しかし、雛形メールの編集作業をユーザに行かせた結果、IAAシステム側でのパーサが予想できないような、登録メールが殺到する結果となった。

一方で、メールシステムが元来備えているバッファ機構は、パースト的なアクセスを吸収する役割を果たす。これは「可能なかぎりユーザからの登

図 7: IAA 専用登録ソフト

録を受け付ける」という IAA システムのポリシーの実現には重要な機能である。

そこで、IAA システム登録専用のメーカーを開発した(図7)。IAA 専用クライアントソフトは Microsoft Windows 95/98/NT 上で動作する。

これは、クライアント側で入力項目のフォームを表示し、ユーザに分かりやすいインターフェースを提供すると共に、SMTP によるデータの送信の前にクライアント側で入力された情報のエラーチェック(使えない文字が使われていないかどうか等)をおこなうことで、エラーメールなどの不必要なトラブルの発生を防いでいる。

また、クライアント側でデータ処理が実現できることを利用して、入力データの切りわけ処理のほか、今後ネットワークに接続が困難な状況下で、クライアント内部に登録情報を蓄積し、ネットワーク接続が確保できる場所で一括送信ができるようにすることにより、より多くの IAA 生存者情報を IAA システムが収集することを可能とした。

### 3.3 パーサ部

ユーザインターフェース部から入力されたデータのチェックや正規化を行うのが、パーサ部の役割である。パーサ部では、

- 文字コードの変換
- 2バイト文字から1バイト文字への変換
- 必須入力フィールドの未記入の発見

を行い、トランスポート部へその結果を入力する。ユーザインターフェース部が CGI であった場合は、パースの結果不備がある場合は、その旨をユーザに返す。

### 3.4 トランスポート部

IAA システムは広域分散データベースを中核とするシステムである。本システムが災害時に利用され、その範囲も特定できないことから、

- 耐規模性
- 頑健性

が要求される。一般的に分散データベースは、個々のデータベースの同期に関する時間的制約が強いほど、また排他制御やアトミックオペレーションなどの要求が強いほど、プロトコルは複雑になり、集中化するため、上述の要件を満たすことは困難となる。そこで、このようなコンシステンシに関する制御をできるだけ簡略化し、十分なスケラビリティと頑強性を確保することとした。

そこで、IAA システムのトランスポート部では、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である。

- 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
- 配送されるデータの機密保持が要求される

そこで、IAA システムでは、NetNews システムをトランスポート部に利用している [9, 10, 11]。

NetNews システムは、これらのうちはじめの3条件は満たしていることに加え、広く一般に用いられていることを鑑みると信頼するに足る情報配送系である。

また、本システムで構築する NetNews のフィード網は、一般に開かれたものではなく、同様な目的を持ったクラスタ間のみ張られた閉じた網を利用している。

配送データの機密保持機構については、配送データを DES アルゴリズムによるデータの暗号化を行い、暗号化したデータを UUencoding してテキストデータに変換したものを配送するようにした。

また、配送データの破損を検出する機構として、データの MD5 [12] を計算し、この値をデータのヘッダに添付することで、データの受け側でデータ破損を検出する機構を付加した。

また、数分から数十分後に、同じデータを同じクラスタに配送する ihave/sendme 機構を用い、また、フィードされる側から数十分から数時間に一回の割合で配送されたデータのリストを配送する側に通知する ihave/sendme control 機構を用いることにより、配送の信頼性を向上させている。

トランスポート部として NetNews を利用しているが、一般的に NetNews のアプリケーションは設定に専門的な知識を要求するものであることや、ニュースの記事という単位での配送しかできないという制限があることから、より一般的なデータ配送機構を構築しようとした場合に限界がある。そこで、WIDE プロジェクトでは、より一般的な用途に用いることができる頑健なデータ配送機構の設計に取り組んでいる [13]。

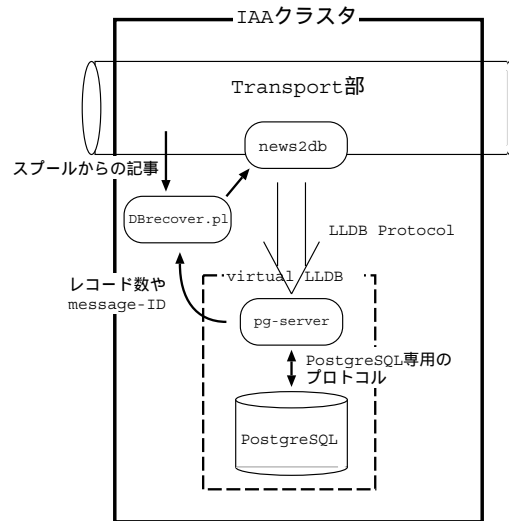


図 8: IAA データベース部

### 3.5 データベース部

IAA システムのデータベース部は、データベースの実装と実装依存部分を隠蔽するためのフロントエンドアプリケーションという、対で構成されている。これは、IAA システムに要求されるデータベースの性質が以下のようなものであり、必要とされるスキーマの実装依存部分を隠蔽し、仮想のデータベースシステム “IAA データベース” を提供するためである。

- 個々のデータベースはすべて同じ内容である。
- データベースに対する操作は参照と追加のみである。変更と削除はない。
- あるデータベースにデータの追加があると、その追加データをトランスポート部を使って他のデータベースに伝える

現在は、データベースの実装に PostgreSQL を利用しているが、その他の実装を利用する場合でも、専用のフロントエンドアプリケーションを作成することで、IAA システムのデータベースとして利用することが可能である (図8)。

また、IAA データベースの内容が破損した場合のために、NetNews のデータスプールから登録データを登録するためのプログラム (図8中、DBrecover.pl) を用意した。

### 3.6 LLDB プロトコル

IAA システムは、様々なユーザインタフェースを備えている。これらのユーザインタフェースに対

し、IAA システムが提供するデータベースへアクセスするための共通仕様として、アクセスプロトコルを定義した。

このアクセスプロトコルに基づいて、ユーザインタフェース部とパーサ部および、トランスポート部とデータベース部の通信は行われている。

#### アクセスプロトコル仕様の概要

本プロトコルは、FTP や SMTP のようにテキストベースで、コマンドに対する応答も 3 桁の数字で表されたステータスコードを返す。

本プロトコルは、プロトコルのバージョンや、データベース種別をチェックする「コネクションの確立」部と、登録や検索、コネクションの終了処理を行なう「コマンド処理」部の 2 つのパートで構成されている。

以下に、各パートにおけるメッセージの流れの例を示す。ただし、正常な場合のみ示し、エラーの場合は省略する。

- コネクションの確立

クライアント	データの流れ	サーバ
connect		100 "welcome llldb\n"
"proto-ver=1.0\n"		
"db-name-ver=IAA/0.1\n"		"105 waiting for your operation\n"

- コマンド処理



## 登録 (registry)

クライアント	(データの流れ)	サーバ
"registry"		"101 registry: start\n"
"LYOMI = yamada\n" "FYOMI = taro\n" "AGE=25\n" ".\n"		"105 registry: success\n"

## 検索 (query, get)

クライアント	データの流れ	サーバ
"query 2 0\n"		"101 query: start\n"
"LYOMI= yamada\n" "FYOMI= taro\n" ".\n"		"104 3 item hit\n" "23\n" "186\n" ".\n" "105 query: success"
"get 23"		"103\n" "LYOMI= yamada\n" "FYOMI=taro\n" "AGE=32\n" "PLACE = osaka\n" ".\n" "get: success\n"
"get 186"		"103\n" "LYOMI= yamada\n" "FYOMI=taro\n" "AGE=25\n" ".\n" "get: success\n"

## 終了

クライアント	(データの流れ)	サーバ
"quit\n"		"106 quit: success\n" (close)

## 4 従来システムの問題点

阪神淡路大震災では、被災地外から被災地内へ安否を確認するための電話による呼が、短時間に集中して起ったため、電話回線の輻輳が発生した。これは、インターネットを用いた情報発信システムについても同様のことがいえる。つまり災害が発生すると短時間の間に大量の安否情報の登録および

検索によりアクセスが発生することが予測されるからである。つまり、インターネットを用いた安否確認システムを構築した場合に、スタンドアローン型のWWWサーバとデータベースによる実装では、サーバに対する極度のアクセスによる負荷でサービスの継続が困難になるのは容易に予測できる。

## 5 本システムでの解決方法

本システムでは、サーバによる極度のアクセスを回避するため、DNSを使った広域負荷分散機構を導入した。この広域負荷分散機構にはDNSのラウンドロビン機構 [4] を利用している。ユーザはwww.iaa.wide.ad.jp というホストに対してHTTPコネクションを張って安否情報の登録/検索を行うが、このホスト名の名前解決をDNSで行う際に、現在稼働しているIAAクラスタのIPアドレスを用いてラウンドロビンするようにiaa.wide.ad.jpドメインのwwwというホスト名のAレコードを定義してある。これにより、WWWサーバに対するアクセスの集中はIAAクラスタの数だけ軽減される。また、WWWサーバによって提供されるWWWページも、一度にフォームをユーザに送信してこれをPOSTしてもらうという構造にすることによって、1ユーザが発生させるHTTPのトラフィックの軽減も計っている。

## 6 本システムの特徴

IAAシステムは、広域負荷分散機構を持つWWWのサーバであるという一面の他に、広域負荷分散データベースシステムと見なすこともできる。

一般に、分散データベースは、各データベースの同期に関する時間的制約や排他制御、アトミックオペレーションなどの要求に応じて、プロトコルが複雑化になり、集中化する傾向にある [1, 2, 3]。IAAシステムは、このようなコンシステンシに関する制御を出来るだけ簡略化し、十分な耐規模性と頑健性を確保することにした。

具体的には、

- 各データベースに格納されている内容は全て同じである。
- データベースに対するスキーマは追加と参照のみで、変更や削除はない。
- データベースへのデータの追加は、データ配送系によって全てのデータベースに同じものが配

送され追加される。

という方法でコンシステンシを維持している。つまり、データ配送系の信頼性が確保されれば、データベースの整合性も確保させることになる。

そこで本システムでは、データ配送系として NetNews システムを用いた。NetNews システムを用いた理由は幾つかあるが、NetNews システムは、これらのうちはじめの3条件は満たしていることに加え、広く一般に用いられていることを鑑みると信頼するに足る情報配送系であると考えた為である。また、NetNews システムは、複数の冗長な配送網の構築を許すため、我々は一般地上網と合わせ衛星回線を用いた配送リンクも構築した。この結果、1996年より毎年1月に行われているインターネット災害訓練における実験やその他の運用の際にも、設定ミスやハードウェアによるトラブル、使用回線自体の輻輳以外ではデータの損失は起っていない。

IAA システムは、広域負荷分散機構を備えた WWW サーバによるデータ入力を、広域疎結合分散データベースによって蓄積し、また要求に応じて検索サービスを提供しているシステムであると見なすことができる。

## 7 運用実績

IAA システムは、実際に災害時にも運用されることを前提として開発されており、実際に幾つかの災害には投入されている。そこで、それぞれの災害に対して運用するまでの経過と運用結果について報告する。

### 7.1 台湾大地震

1999年10月22日午前10時19分台湾中部の嘉義市付近でマグニチュード6.4の地震が発生した。WIDE プロジェクトでは、9月22日の午後に、台湾大地震の被災者の安否情報の発信支援のために IAA システムを投入することの検討を開始した。

この震災に IAA システムを投入するには幾つかの問題点があった。

- 文字コードの問題
- 氏名の ASCII 表記の問題
- 郵便番号の問題

### 文字コードの問題

まず台湾で、どのような文字コードが利用されているかの調査を行った。その結果、EUC-TW と呼ばれる文字コードが利用されていることが分かった。しかし、EUC-TW と EUC-JP は同時に表示できないため、日本語ページから検索すると検索結果がいわゆる文字化けを起こすことが分かった。また、台湾語でのコンテンツを用意するには人的な問題もあり、今回は英語版のみで対応することにした。

### 氏名の ASCII 表記の問題

IAA システムでは、氏名を“国際名”という形で ASCII 表記したものを入力することができるようになっているが、台湾ではこのような表記の方法があるのかを調査する必要があった。調査の結果、中国語や台湾語には pin-yin (ピンイン) と呼ばれる音表記の方法が一般的であることが分かったため、国際語フィールドにそれを入力してもらうことで対応した。

### 郵便番号の問題

IAA システムでは、住所を入力しないかわりに郵便番号を入力することで、IAA システム側に用意されている郵便番号データベースをもとに、検索結果としておおよその住所を提供するという方法を採用している。しかし、台湾の郵便番号制度は、必ずしも郵便番号と地理情報が一致しておらず、住所の入力のvarietyにはならないことが分かった。そこで、今回は郵便番号を使った住所の入力は行わないことにした。

このような問題点があったが、WIDE プロジェクトでは9月23日午前4:00より台湾大地震のための IAA システムの運用を開始した。この結果、数件の登録と検索があった。

IAA システムが余り利用されなかった原因としては、台湾語のコンテンツが用意されていなかったこと、マスメディアを通じた広報が十分に行われなかったことなどが考えられる。

### 7.2 有珠山噴火

2000年3月31日午後1時8分に北海道の有珠山で最初の噴火が始まった。そこで、同日午後6時頃、WIDE プロジェクトは有珠山噴火による被災者の安否情報発信支援のための IAA システム運用の検討

を開始した。同日午後9時頃、WIDE プロジェクトはIAA システムの稼働を開始した。その結果、登録数約 100 件、検索数約 4500 件のアクセスがあった。

有珠山噴火の際には、各種メディアを通して IAA システムが運用されている旨の広報が行われたため、被災者もこのシステムの存在を知ったことと、早い時期に避難所に PC が用意されたことが多数のアクセスに繋がったと思われる。

### 7.3 三宅島/神津島火山活動

2000 年 6 月 26 日 午後 8 時頃、三宅島の地震および噴火の恐れのため、一部住民の避難が始まった。同日午後 9 時頃、WIDE プロジェクトは三宅島の地震および噴火による被災者の安否情報発信支援のための IAA システム運用の検討を開始した。同日午後 10 時頃、WIDE プロジェクトは IAA システムの稼働を開始した。その結果、2000 年 8 月現在までに、登録約 30 件、検索約 780 件のアクセスがあった。三宅島およびその周辺の地震や火山活動はまだ続いており、さらに利用数は伸びると思われる。

## 8 性能評価

本システムの性能評価として、単体のクラスタの処理能力の計測を行った。計測方法は、一定の頻度で IAA クラスタの WWW インターフェースを使って登録を行うロボットを作成し、登録完了のメッセージが返ってくるまでの時間を計測した。

なお、この計測は WWW インターフェースとそれに応じて起動される CGI の処理時間とパーサの処理時間を計測しトランスポート部とデータベース部の速度は計測しないものとした。これは、トランスポート部が NetNews を利用しているためバッファの役割を果たすためであり、トランスポート部を含めたデータベース部の速度の計測は別途行う必要がある。

実験は、擬似的に作成した 100 件の安否情報を、0.5、0.4、0.3、0.2、0.15、0.1、0.05 秒間隔で登録した。

図9はこの結果を表したものである。x 軸は登録件数、y 軸はそれにかかった時間(秒)である。なお y 軸は指数表現になっている。

この結果を見ると分かるように、0.2 秒間隔の登録から、急速に一件当たりにかかる登録時間が増加する。0.1 秒間隔と 0.05 秒間隔では差がないように見えるが、これは共に 0.1 秒間隔で 28 件、0.05 秒間隔で 33 件の登録に失敗しているためである。登

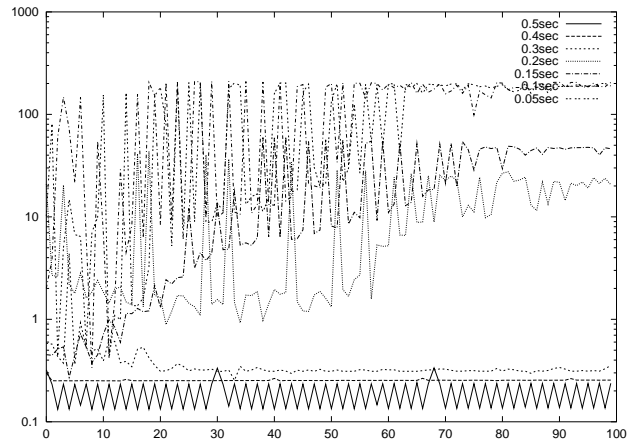


図 9: 登録に要した時間の頻度別グラフ

録の失敗原因については、パーサが CGI からのコネクションを受け付けなくなったためである。これはパーサの処理が追い付いていないことを表している。

現在の IAA システムの実装は、毎秒約 6.6 件の登録までならば、パーサが処理することが分かった。

## 9 課題

これからの IAA システムの課題は、より多くの人に役に立つシステムにするために、以下のような課題を持つ。

- 国際化
- より多くのユーザーインターフェース
- IAA システムのオープン化
- 様々な関連組織との連携
- 標準化

### 国際化

災害は日本に限らず世界中で起っているため、IAA システムは海外での災害にも対応できるようにしなければならない。しかしながら、人名表記や家族の概念など、各国の文化の違いにどのように対応するかはこれからの課題である。その他にも、言語(文字コード)の違いや、郵便番号など国によって事情が異なる情報を扱うことは課題も多い。

## より多くのユーザーインターフェース

現在IAAシステムが提供しているユーザーインターフェース以外にも、老人や子供といったコンピュータに普段余り接していない人や、健常者以外の人にも使いやすいユーザーインターフェースを提供していかなくてはならない。また、一人一人の情報を登録するのではなくある組織毎の安否情報を登録することや、登録情報に現在地の情報などの付加情報を登録できる仕組みについても検討の余地がある。

## IAAシステムのオープン化

IAAシステムは現在一般にはリリースされていない。これには幾つかの理由があるが、運用に際してある程度の知識が必要であることやデータ暗号化の鍵が含まれていることなどが上げられる。したがって、IAAシステムを様々な組織で自由に運用できるように現在のシステムのパッケージ化や鍵管理方法の改善などを行う必要がある。

## 様々な関連組織との連携

WIDEプロジェクト以外にもさまざまな災害情報をあつまっている組織があるが、これらの組織とどのように連携できるかについて検討する必要がある。

## 10 おわりに

本稿では、IAAシステムの設計およびシステムアーキテクチャについて述べた。また、実際に幾つかの災害時に運用したその経過について報告した。そしてIAAシステムのこれからの課題について述べた。

インターネットを利用した災害を想定した情報発信システムは、これからのインターネットの発展に伴ってその要求はより大きくなると考えられ、IAAシステムはこれからのこの分野での研究の発展に大きく関わっていきたいと考えている。

## 参考文献

[1] S. Vinoski. CORBA: Integrating diverse applications within distributed heterogeneous environments. *IEEE Communications*, vol.14, no. 2, Feb. 1997

[2] The Common Object Request Broker: Architecture and Specification. Revision 2.2 February 1998 Available electronically as <http://www.omg.org/library/c2indx.html>

[3] Zakaria MAAMAR. Samdw-software agents meet data warehouses,new generation data warehouse technologies. In *IEICE TRANS INF.&SYST.*, Vol.E82-D, No.2, pp. 189-198. IEICE, January 1999.

[4] 馬場始三, 山口英. DNSを用いた広域負荷分散の実装. 情報処理学会研究報告 98-DSM-9, pp. 37-42. 情報処理学会, May 1998. 情処研報 Vol.98, No.36.

[5] Hideki Honma and Akio Noda and Hiroyuki Ohno. An alternative user interface for the IAA system: Using OCR/OMR as on-ramp gateway for the Internet. In *Proceedings of IEICE Internet Workshop '98*, pp. 120-127. IEICE, March 1998.

[6] 是枝和義, 野田明生, 本間秀樹, 大野浩之. 災害時における, 電話, fax, ページャ等の活用について. 情報処理学会研究報告 98-DSM-9, pp. 31-36. 情報処理学会, May 1998. 情処研報 Vol.98, No.36.

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

[8] 是枝和義. インターネットと公衆電話網を結び可搬型ゲートウェイ装置の実現と応用. 卒業論文, 東京工業大学 理学部 情報科学科, 1996.

[9] 石井秀治, 佐野晋. 通信衛星を用いたマルチキャストデータ伝送機構の設計と実装. 情報処理学会研究報告 98-DSM-9, pp. 43-48. 情報処理学会, May 1998. 情処研報 Vol.98, No.36.

[10] 井澤志充. Netnewsを使った信頼性のある通信の技法. 情報処理学会研究報告 98-DSM-9, pp. 49-54. 情報処理学会, May 1998. 情処研報 Vol.98, No.36.

[11] Yukimitsu Izawa, Shuji Ishii, Nobuhiko Tada, and Masaya Nakayama. Implementation and evaluation of widely distributed database system using satellite based multicast and netnews system for the transport mechanism. In *Proc. Internet Workshop '98(IWS'98)*, pp. 75-83. IEICE and ETL, March 1998.

[12] R. Rivest. The MD5 Message-Digest Algorithm. RFC 1321, April 1992.

[13] 井澤志充, 三輪信介, 篠田陽一. 広域疎結合分散システムのためのデータ配送機構の設計. 情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理ワー

クシヨツプ論文集 ISSN 1344-0640, December 1999.

- [14] 多田信彦, 馬場始三, 井澤志充, 丸山太郎, 田中友英, 中山雅哉. インターネットを用いた安否情報システムの構築とその課題. インターネットコンファレンス'98 論文集 (pp.41-50), December 1998.
- [15] 多田信彦. IAA システム全体のアーキテクチャについて. 情報処理学会 分散システム運用技術研究会, May 1998.
- [16] L. Wall, T. Christiansen, and R. Schwartz. Programming Perl, Second Edition. O'Reilly and Associates, ISBN 1-56592-149-6, 1996.
- [17] M. Grobe. Lynx, a text-based WWW browser. Available electronically as <http://www.lynx.browser.org/>
- [18] 株式会社NTTドコモ. iモード対応 HTML Version 1.0・2.0 タグ・画像イメージ対応表. Available electronically as <http://www.nttdocomo.co.jp/i/tag/index.html>