

# IAA システムの全体アーキテクチャについて

多田 信彦†

松下電器産業(株)/ 奈良先端科学技術大学院大学

## 概要

近年、インターネットでの情報サービスが一般的に行われるようになってきている。インターネットは、その同報性、蓄積性、広域性という独自の特徴によって、災害時における情報基盤としての活用に注目を浴びてきている。しかし、緊急時における情報基盤として利用するには、現状のインターネットの技術においては十分とはいえない。本論文においては、広域分散アプリケーションである IAA システムの全体アーキテクチャ、および基本的な設計思想について述べ、これまで3回にわたってこの IAA システムの開発・運用を行ってきたことから、広域分散のアプリケーション開発において問題となる点、また、運用において問題となる点について述べ、それらに対する取り組み内容を報告する。

# The Architecture of IAA System

Nobuhiko TADA †

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. / Nara Institute of Science and Technology

## ABSTRACT

The Internet is very famous as an information resources provider in the recent year. In addition to providing day-to-day information services, it is also widely expected as an infrastructure in the time of disasters due to its i) broadcast capability, ii) information storage, and iii) large area coverage, which will be more important in disasters. However, the current Internet technology is not sufficient in fulfilling the requirement as the information infrastructure in the time of emergency.

This paper describes the architecture and the foundation design idea of IAA, a wide area distributed system. Issues in the development and operation of the distributed system is also discussed in this paper. Some solutions to these issues are also discussed in this paper.

---

†奈良先端科学技術大学院大学 共同研究員

†He is also a joint researcher in NAIST (Nara Institute of Science and Technology, Japan).

# 1 はじめに

近年、インターネットにおける情報公開や情報提供は、WWWの発展とともに一般的に行われるようになってきている。そして、1995年に発生した阪神・淡路大震災以来、情報、および情報のやりとりが、ガス・水道・電気といったいわゆるライフラインと同様に我々の生活に重要な役割を果していることも理解されてきた。

非常時には、平常時よりも重要度の高いデータがやりとりされることが多く、正しくデータが送受信できる情報基盤が求められている。そして、インターネットは自律したネットワークであり、電話やテレビ・ラジオなどのマスコミなどの従来の情報ネットワークにはない同報性、蓄積性、広域性といった特徴を持つことから、災害時における活用の可能性が注目されている。

しかしながら、現状では、単にインターネット上で情報提供や情報公開のサーバを立ち上げて、災害時のように予想されない急激なトラフィックが発生する場合には、継続して安定したサービスを提供することはできないことがある。サーバの選択の方法を考慮するなどいくつか技術的にも検討が行われているが運用も含めて課題が存在する[1][2]。

本論文で述べる IAA システムは、災害時という状況においても安定して動作するように設計された広域分散システムアプリケーションである。本システムでは、複数のデータベースを広域に分散して配置し、それらの間を冗長度をもったトランスポートを介してデータの送受信を行うことでデータ送信の確実性を増している。これまで3回にわたって広域分散環境でのアプリケーションシステムの開発を行い、多くのインターネットのユーザに協力を得ながらインターネット災害訓練という形でシステムの実験とその運用を行ってきた。

本論文では、この経験を通して分散環境での開発過程やその運用における問題点とそれらへの取り組み内容について述べる。さらに、IAAシステムの今後の展望についても述べる。以下、第2節では、IAAシステムの考え方やその構成内容を示し、第3節で実際に行ったインターネット災害訓練の内容について述べる。また、第4節では、このシステムの開発過程や訓練実施における課題と対応

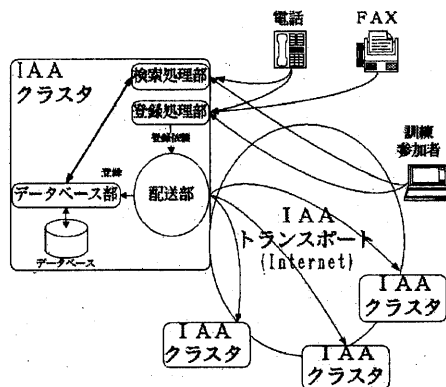


図 1: IAA システムイメージ

について述べ、第5節では今後の課題について述べる。

## 2 IAA システムについて

### 2.1 設計思想

IAA システムは、IAA<sup>1</sup>の意味の通り安否情報(生存者情報)を扱うシステムである。安否情報システムには、通常の情報提供サービスよりも強い頑健性が求められる。こういった非常時のためのシステムは、ユーザが普段から利用しているものでなければならない。

IAA システムの設計思想としては次のような点がある。

- できるだけデータを正しく配送すること
- 普段から動作していること
- 特別な操作がいらぬこと  
非常時においてもユーザが普段と同じ知識だけで操作できること

### 2.2 システム構成

本システムは1つ以上の IAA クラスタから構成される。各 IAA クラスタは基本的に独立して

<sup>1</sup>IAA とは、「私は生きています。」という意味の英文 "I am alive." の各単語の先頭文字をとったものである。

動作する。また、IAA クラスタは、登録処理部、配送部、データベース部、検索処理部といった各モジュールから構成される(図 1 参照)。

このように複数の IAA クラスタから IAA システムを構成することによって、ある 1 つの IAA クラスタへの到達性がそこなわれる事態が生じたとしても、他の IAA クラスタによってサービスの提供を行うという構成をとることができる。この IAA クラスタは物理的にも離れたところに配置するのが望ましい。また、広域な環境での IAA クラスタ間の負荷分散も行える。

さらに、IAA クラスタの内部を機能別にモジュール化したことによって、モジュールの柔軟な組合せが可能になった。具体的には、検索処理だけを行うための IAA クラスタや登録処理だけを行うための IAA クラスタも構築可能となった。また、モジュールの増強なども独立して行えるのでシステムとしての柔軟性や拡張性も考慮されている。

次に IAA クラスタを構成する各部の動作について述べる。

### 2.2.1 登録処理部

IAA 情報を登録可能なユーザインタフェースからの登録に対して、その登録情報を解析し、ある決まった内部形式に変換する。その後、さらに正規化の処理を行い配送部へと送信する。

登録ユーザインタフェースの増加に関しては、この登録処理部の拡張によって対応できる。

### 2.2.2 配送部

配送部は、登録処理部から受け取った情報を自クラスタ内のスプールへ書き込み、自クラスタのデータベース部、他クラスタのデータベース部へとインターネットのような広域ネットワークを介して登録情報を送信する。この広域ネットワークの部分を IAA トランスポートと呼ぶ。

このように配送部は、各 IAA クラスタ間の通信を行うことで、冗長性をもった IAA トランスポートを実現する。IAA トランスポートは、各クラスタでのデータベースが同じ情報を保持することの確実性を向上している。

現状の配送部は、ニュースシステムを利用して実現されている。また、地上回線だけでなく、衛

星回線を用いてのマルチキャスト通信をする試みも行い、複数の配送系を利用できる仕組みになっている。

### 2.2.3 データベース部

配送部から届いた登録情報を蓄積する。また、蓄積情報のインデックスを作成し、検索要求に対して高速に検索結果を返すことに備える。

### 2.2.4 検索処理部

IAA 情報を検索可能なユーザインタフェースからの検索要求に対して、データベース部に対して検索要求情報を送信する。登録処理部と同様に、検索ユーザインタフェースの増加に関しては、この登録処理部の拡張にて対応する。

## 3 インターネット災害訓練

これまで 3 回にわたって IAA システムの安否情報システムを開発し、インターネット災害訓練を実施して、その運用を行ってきた [3][4]。

この訓練の目的は、2.1 節においても述べたように、ユーザに対して IAA システムという緊急時のシステムの存在やその利用方法などを広く知らしめることである。また、開発した IAA システムの課題の抽出といった意味もある。

次にこれまでの訓練内容について述べる。

### 3.1 第 1 回訓練 (1996.01.17,18)

#### 訓練内容

IAA 訓練と衛星回線を用いたネットワーク切断時のバックアップ訓練。

#### IAA クラスタ

NAIST<sup>2</sup>, JAIST<sup>3</sup>, WNOC-KYOTO<sup>4</sup>, 慶応義塾大学湘南藤沢キャンパスの 4 クラスタ

#### クラスタ内構成

各 IAA クラスタに Sun SparcStation2 × 2 台

<sup>2</sup> 奈良先端科学技術大学院大学

<sup>3</sup> 北陸先端科学技術大学院大学

<sup>4</sup> WIDE プロジェクト 京都 NOC

登録・検案件数  
約 6,000 名

### 3.2 第 2 回訓練 (1997.01.17)

#### 訓練内容

IAA 訓練と日比谷公園へのインターネットカーの出動による屋外会場からのデータ登録・検索訓練。また、IAA 訓練の中では DNS を用いた広域負荷分散、NAT 技術を用いた局所負荷分散、衛星回線を用いたマルチキャスト通信の技術などが適用された。

#### IAA クラスタ

NAIST, JAIST, WNOC-KYOTO, 東京レポートセンター (TTC), 東京工科大学 (HACHIOJI), 九州大学 (KYUSHU) の 6 クラスタ

#### クラスタ内構成

IAA クラスタ毎に性能差あり。

#### 登録・検案件数

登録件数 約 2,000 件, 検案件数 約 10,000 件

### 3.3 第 3 回訓練 (1998.01.17,18)

#### 訓練内容

IAA 訓練と新潟会場、神戸会場の屋外会場からのデータ登録・検索訓練。また、IAA 訓練の中では、第 2 回に引続き DNS を用いた広域負荷分散、衛星回線を用いたマルチキャスト通信 [5]、FAX や電話といったユーザーインタフェース技術などが適用された

#### IAA クラスタ

NAIST, JAIST, 東京大学の 3 クラスタ

#### クラスタ内構成

各クラスタに PC-UNIX × 1 台 (IAA サーバ) と SparcStation2 × 1 台 (DNS 用)

#### 登録・検案件数

登録件数 約 1,000 件, 検案件数 約 3,000 件

## 4 分散環境での問題点

これまでの分散環境での広域分散システムの開発や訓練実施を通して、開発や運用に関して問題に

なった点は大きく次の 3 つのタイプにわけられる。

- 開発者が分散していることによる問題
- 運用者が分散していることによる問題
- システム自体が分散していることによる問題

### 4.1 開発者の分散による問題

#### 4.1.1 開発者間の情報共有

3 回の IAA システムの開発を通して、開発者が分散して存在することによる情報共有の方法や議論の方法については、予想していた以上に大きな問題があった。基本的に電子メールを用いて開発者間の情報共有をおこなった。電子メールの利用によって、開発者らはその作業時間帯にずれがあっても、非同期に電子メールを読み書きして情報を共有していくことが可能となった。

しかしながら、非同期な作業環境がサポートされる一方で、合意形成に時間がかかることとなった。「同じ時間帯で作業することや同じ場所で作業することが少ない場合には、十分な余裕をもったスケジュール作成をしなければならない」ということをあらためて認識させられた。第 1 回、第 2 回訓練システムでは、各 IAA クラスタで動作する実装については、競争原理によってより良いシステムへの発展することを目指して各クラスタ毎に異なる実装を試みた。しかしながら、システムの仕様の決定自体に時間を要してしまい、それぞれが同じようには動作しきれなかった。

第 3 回訓練システムの実装においては、それぞれのクラスタで同じ実装が動作することになった。

#### 4.1.2 決定事項の掲載

電子メールの議論での決定事項をそのまま放置しておく、その決定事項は参照しにくく、参照するために多くの時間を要してかえって全体の効率を低下させてしまうこととなる。

第 3 回訓練時には、議論の結果の決定事項はできるかぎり WWW に情報を載せるといったことをきめ細かに行うようにした。これらのドキュメントは CVS によって管理された。

## 4.2 運用者の分散による問題

複数の IAA クラスタにおける運用体制としては、各 IAA クラスタにおける管理者・責任者の明確化といったことが重要な役割を果たす。運用フローが適切に決定されていなければならない。

運用面のサポートに関してはまだ力を注いでいないのが現状である。

### 4.2.1 IAA オペレータ支援環境

ユーザに情報を入力してもらうシステムにおいては、システムでは解釈できなかった情報をどのように扱うか、という問題がある。IAA システムでは基本的にできるだけ登録データを単にエラーとして終らせずに人手を介してでもデータを登録することを考えた。第1回、第2回訓練システムにおいては、電子メールでの登録や検索を可能にしていたので、フォーマットを決めてはいたものの例外処理が多くなった。第2回訓練では、この IAA オペレータの支援環境の試作が行われたが、IAA システム自体の動作が不安定だったため参考となるデータが存在しないままになった。

第3回では、基本的に WWW による登録と検索だけになったので、IAA オペレータが介在する必要性は特にはなかった。ただし、FAX などのユーザインタフェースでは必要に応じて人手を介しての補正処理などを行っていた。

## 4.3 分散システムによる問題

### 4.3.1 開発環境の整備

システム開発用の計算機には、開発環境を構築するために、計算機のいくつかの設定内容を変更したり、新しいソフトウェアをインストールするといった事前作業が必要になる。こういった作業は、開発用の計算機の種類が統一されていない場合には比較的工数を要する。

第1回訓練システムでは、各 IAA クラスタは同機種 of 計算機で構成されたので、環境整備の工数を特に意識する事もなかったが、第2回訓練システムでは、各 IAA クラスタ毎に構成する計算機はいくつかの異なるオペレーティングシステムが存在したため、それぞれの作業に負担がかかるようになった。そのため第3回訓練システムでは、

再度、開発環境を統一するようにし開発環境の整備に関する工数を削減した。

### 4.3.2 分散システム間のセキュリティ

分散に配置されたシステム間での通信セキュリティの確保、それらのスケーラビリティが考慮されなければならない。

これまでの第1回から第3回の訓練システムを通しては、IAA トランスポートでのデータフローに関するセキュリティとしては、DES による暗号化によって盗聴に対するセキュリティを強化してきた。

### 4.3.3 稼働管理

IAA システムは、柔軟に構成を変更できるシステムになっているため、システム全体として正しく動作していることの検証が困難になっている。

第1回、第2回訓練システムでは稼働状況を管理するシステムはなかった。第3回訓練システムにおいては、定期的に動作チェックのためのデータを送出し、各モジュールにてそのデータが通過したかどうかをチェックをすることにより、システム全体の健全性を確認することとした。また、各クラスタの稼働状況や全体システムとしての稼働状況を管理する仕組みとしては、WWW 上で登録・検索情報の統計を参照できるようにした。

## 5 今後の課題

### 5.1 訓練モデルの整理

これまでの IAA システムの想定している訓練モデルは、検索時の負荷分散といった点に主眼をおいたものになっている。被災地からの登録という視点から見ると、第2回、第3回訓練でメニューに加わった公開会場での登録や検索訓練がそれにあたるが、現状の計算機環境を屋外でそのまま利用することを想定したモデル自身に無理があると考えられる。

また、第3回訓練においては、Windows95 で動作する SMTP クライアントを提供した。これは、これまで2回の訓練にはなかったユーザ環境へのアプローチにあたる。

これらをふまえて、あらためて全体の訓練モデルを明確にしていく必要がある。

## 5.2 訓練規模の拡大に備えて

分散システムの課題をさらに細かく調べるためには、インターネット災害訓練に、より多くの方々に参加・ご協力していただくことが重要になる。現状では、4.3.1節で述べたようにIAAクラスタをセットアップするためにも事前作業が必要になる。これらの作業をパッケージ化して自動化することにより、より多くの方々が訓練への参加がしやすくなる。また、IAAデータベースのアクセスプロトコルを公開していくことも考えている。

また、それらの分散に配置されたデータに関するセキュリティといった問題は、単にIAAトランスポートでの暗号化(4.3.2)という話ではなく、クライアントの認証/認可といった機構が必要になってくる。

訓練規模の拡大に備えてIAAシステム全体のスケールビリティやセキュリティについてもさらに研究をすすめていく予定である。

## 5.3 定常運用

IAAシステムの定常的な運用に対する課題としては、システムの維持管理に関する問題や登録データの保持に関するプライバシーの問題などがあげられる。システムの維持管理に関する問題については、本質的には人的資源といった問題があるが、稼働管理など運用をサポートするシステムを構築することによって工数軽減がはかれると考えている。また、プライバシーの問題については、定常的な運用時に関するデータ保持の期間を限定することや、定常運用時の必須項目としての登録内容を再検討することによって対応可能だと考えている。そして、定常運用することによって、「普段から動いているシステム」になり、想定できていない課題も新たに見出す事ができると考えている。

## 6 おわりに

本論文では3回にわたって開発してきたIAAシステムの設計思想、システム構成を説明し、頑健性のあるサービス提供基盤を構築に関する一例を

示した。さらに、本システムを基に行ってきたインターネット災害訓練の内容について述べ、分散システムの分散環境での開発・運用における問題点とその対応について述べた。

訓練自体のモデルの再考などの残された課題に対しては今後のシステムを改善していく中で取り組んでいきたい。

## 謝辞

最後に本研究にあたって、貴重な御意見を与えてくださったWIDEプロジェクトの皆様、また、インターネット災害訓練に参加いただいた皆様、災害訓練を開催するにあたりご協力いただきました多くの企業の皆様に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Robert L. Carter and Mark E. Crovella. Server Selection Using Dynamic Path Characterization in Wide-Area Networks. In *Proc. IEEE INFOCOM'97*, April 1997.
- [2] Sybase, Inc. SYBASE Replication Server, 1997. Hypertext document. Available electronically at <http://www.sybase.com/products/datamove/repserver.wpaper.html>.
- [3] Yoichi Shinoda, Tomomitsu Baba, Nobuhiko Tada, Akira Kato, Jun Murai. Experiences from the 1st Internet Disaster Support Drill. *INET95*, June 1996.
- [4] 馬場 始三 and 篠田 陽一. 第1回インターネット防災訓練における生存者情報データベースについて. *インターネットコンファレンス'96 論文集 (pp.17-24)*, July 1996.
- [5] Yukimitsu Izawa, Shuji Ishii, Nobuhiko Tada, Masaya Nakayama. Implementation and evaluation of Widely Distributed Database System using Satellite based Multicast and Net-News system for the transport mechanism. *IWS98*, April 1998.