

## 人間の役割を考慮した情報通信システムのモデル化

村田 育也\*\*, 樽磨 和幸†, 大月 一弘‡\*

\*神戸大学大学院自然科学研究科, †大阪商業大学商経学部, ‡神戸大学国際文化学部

あらまし: 近年, 大規模で汎用性をもった情報通信システムの構築の需要が高まっている. このため, コンピュータを操作しないユーザをも考慮したネットワークシステム, すなわち情報ユーザのための情報基盤 (HII: Human Information Infrastructure と呼ぶ) を構築することが必要になる. 本稿では, HII 構築のための参照モデルとして情報通信システムの階層構造モデルを提案する. モデルは, 情報通信システムをマシンだけでなく人やサービスを含むものとして捉え, 人間の役割に注目して情報通信システムの機能を階層化している. さらに, コンピュータ・ネットワーク設計への応用法とエージェント研究への応用法を検討し, 本モデルの有効性を示す.

## A Referential Model for Human Information Infrastructure

Ikuya MURATA\*\*, Kazuyuki TARUMA†, Kazuhiro OHTSUKI‡\*

\*Graduate School of Science and Technology, Kobe University

†Faculty of Commerce and Economics, Osaka University of Commerce

‡Faculty of Cross-cultural Studies, Kobe University

**Abstract:** The planning of the multi-purpose large-scaled network systems has been in demand in recent years. In this sense it is needed to construct "Human Information Infrastructure" for information users, including the users who are not familiar with the computer operation. In this paper we propose a hierarchical model of the information network systems as the referential model for constructing Human Information Infrastructure. We describe the hierarchical model, based on the role of the people who support the systems since we believe that people and information service are essential for specifying the equipments of the network systems. We will also consider the effectiveness of the model, applying it to the design of the computer network and the study of the human agent systems.

---

\*兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所兼務  
e-mail:murata@cs.cla.kobe-u.ac.jp

# 1 はじめに

インターネットブームによるコンピュータ・ネットワークの利用者の増大にともない、地域規模のネットワーク化構想、企業や教育機関における一般事務まで含めた総合的な情報ネットワークの構築などのネットワーク汎用化が急激に進んでいる。これらのネットワークにおいては、不特定に近い多数のユーザが、さまざまな目的でネットワークを利用することを想定している。このようなある種の公共的な意味あいをもつ大規模汎用ネットワークシステムの構築においては、単に物理的なネットワーク配線だけでなく、ネットワーク上で提供されるサービスや、そのために必要となる機器や人員などの配備をも含めたトータルなシステム設計が必要になる。

本来、コンピュータ・ネットワークシステムは、多様性と多層性を同時に備えており、それらが無数の組み合わせを生み出すため、その複雑さがシステム設計の障害となることが多い。このため、システムの機能を分類し、階層化するモデルが必要とされる。OSI 参照モデル [1] は、ネットワークの通信機能だけを階層化したものであり、このような総合的なシステムの一部（下位層の部分）にしか適用できない。そこで、総合的なシステム設計のための手法として、システムの利用者であるユーザの存在を意識したモデル化のアプローチが検討されている。郵政省の情報通信基盤整備プログラム [3] においては、情報通信基盤の構造を4階層に分類している。ただし、これは既存の組織間の関係をあらわすためのモデル化であり、具体的なシステム設計に応用することはできない。

情報通信システムの機能を階層化したモデルが提唱されない1つの原因として、ユーザの定義を一意にしていることがあげられる。これまでは、コンピュータ・ネットワークも情報も直接扱っていたネットワークユーザがユーザの中心であったが、コンピュータ・ネットワークの成熟に伴い、コンピュータを操作しない間接的なネットワーク利用者の存在を考慮することが重要になってきた。このことは、阪神淡路大震災における情報流通の問題点の検討などでも明らかになった [2]。そこで本稿では、情報を提供したり享受したりするユーザを情報ユーザ (IU) と呼び、コンピュータを直接操作するマシンユーザ (MU) と区別する。情報ユーザの出現は、成熟した自動車社会において、自動車を運転しなくてもバスやタクシーに乗ったり、自動車で輸送される郵便物や宅配便を利用したりすることで自動車社会のユーザとなることに似ている。ネットワークユーザは、ちょうど自家用車の運転手にあたり、IU かつ MU (運転手) と考えることができる。

コンピュータ・ネットワークを運用することのできる旧来のユーザにとって、情報基盤は物理媒体を含むネットワークシステムであった。しかし、情報ユーザにとっての情報基盤は、コンピュータを実際に操作する人やコンピュータ・ネットワークによって提供されるさまざまなサービスを含むものと捉え

ることができる。さらに、情報通信システムにおける情報伝達的手段は、コンピュータ・ネットワークだけに限られたものではなく、放送や電話、FAX をはじめとするさまざまな通信メディアを選択的に利用できるようになっている。本稿では、このように情報ユーザが捉える情報基盤を Human Information Infrastructure (HII) と呼ぶことにする。情報ユーザにとっては、HII が整備されてはじめて情報通信システムを利用することが可能になる。

本稿では、HII としてのコンピュータ・ネットワーク構築のための参照モデルを提案する。ここでは、情報通信がさまざまな人々によって担われていることに注目し、それぞれの人々の役割を分析することにより、人をも含めた情報通信システムの機能を階層化する。情報通信システムにおいては、多くの人々がそれぞれ異なる種類の役割を担っている。それらの役割を、システムにおける情報の流れにそって順序性をもって捉えることができる。すると、情報通信システムにおける人間の役割を階層的に表現することができる。

提案する階層構造モデルは、情報通信システム全体に対する3層構造モデルと、コンピュータ・ネットワークシステムに対する7層構造モデルからなる。各階層は、それぞれ異なる種類の役割をもつ人に対応している。また、システムを構成するハードウェアやソフトウェアならびにネットワーク環境なども各階層に対応付けられている。つまり、物質的要素 (ハードウェア、ソフトウェア、機器設定) と人的要素が合わさって1つの階層が機能している。

本モデルを用いることにより、システム設計における物質的要素と人的要素の配備の検討が容易になるだけでなく、情報通信に携わる人々の責任や担当機器の範囲をも明確にすることができる。また、ネットワーク・エージェントシステム開発など、広く情報通信システムの利用に関するソフトウェア開発における指針を検討する上での基礎的モデルにも適応できると考えられる。

## 2 HII 参照モデルの提案

### 2.1 3層構造モデル

人間の役割を考慮して情報通信システムを大きく階層化すると、「情報ユーザ層」、「情報サービス層」、「通信サービス層」に分けることができる [4] (図1)。この3層構造モデルは、通信メディアの種類によらず適用することができる。

情報通信システムに内在する多様性は、この3層構造モデルの各階層に対応している。すなわち、情報ユーザがそれぞれにさまざまな複数の情報ニーズを持っていることに起因する情報ニーズの多様性は「情報ユーザ層」に、情報通信システムで伝達される情報の種類の多様性は「情報サービス層」に、そし

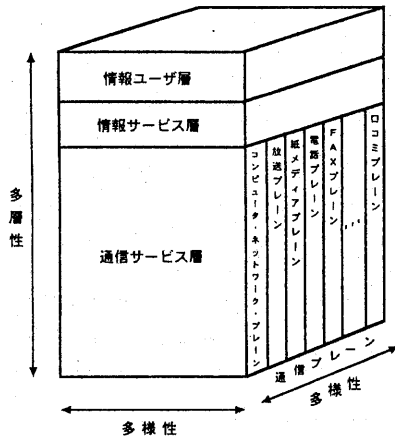


図1: 情報通信システムの3層構造モデル

て、通信メディアの多様性は「通信サービス層」に対応している。

(1) 情報ユーザ層

情報ユーザとは、情報コンテンツを提供したり享受したりする個人または人の集団や組織を指す。情報通信システムにおける情報の流れの始点と終点に居るのが、情報ユーザである。「情報ユーザ層」とは、情報ユーザが情報コンテンツを提供したり享受したりする階層である。

(2) 情報サービス層

情報サービスとは、それぞれの情報を利用するために応じて、情報ユーザに対しておこなう情報コンテンツの加工サービスを指し、通信メディアの種類によらないサービスである。「情報サービス層」は、情報サービスをおこなう階層である。大学広報を例にとると、大学広報としてふさわしいコンテンツを検討する広報委員会がこの層に属する。この層で扱うコンテンツは、用いる通信メディアには関係がなく、通信メディアが印刷物であってもWWWであっても同じである。

(3) 通信サービス層

通信サービスとは、情報の伝達を主なサービスとし、通信メディアの種類に応じて情報を伝達するために必要な情報のフォーマット加工、変換、蓄積をおこなうサービスをいう。通信メディアの種類によってその内容が決まるサービスである。「通信サービス層」は、情報ユーザ間で情報を伝達するために通信サービスをおこなう階層である。

通信サービスの種類を通信メディアによって区別すると、コンピュータ・ネットワーク、放送(TV、ラジオ)、紙メディア(新聞、広報紙、ミニコミ紙)、電話、FAX、ロココミなどがある。通信サービス層は、それぞれの通信サービスに対応する通信プレーンに分類することができる。それらの中から1つの通信サービスを選択すると、この層はさらに細かく階層

階層名	人間の役割	機能
情報ユーザ層	情報を提供したり享受したりする	情報の提供と享受
情報サービス層	情報コンテンツの加工をおこなう	情報コンテンツの加工
ネットワーク情報サービス層	コンピュータネットワークの特性を考慮して情報の加工をおこなう	情報フォーマットの加工
	情報のメディア変換サービスをおこなう	情報の変換
ネットワークサービス運用層	ネットワーク・アプリケーションの運用・管理をおこなう	情報の蓄積
ネットワークツール層	アプリケーションソフトの運用・管理をおこなう	情報の伝達
コンピューティングシステム層	コンピュータ・ハードとOSの運用・管理をおこなう	
ネットワークシステム層	ネットワーク・システムの運用・管理をおこなう	
物理基盤層	ネットワーク・ケーブルの運用・管理をおこなう	

図2: コンピュータ・ネットワーク・プレーンの階層構造モデル

化することができる。

2.2 コンピュータ・ネットワーク・プレーンの階層構造モデル

通信メディアがコンピュータ・ネットワークの場合について、人間の役割に基づいて通信サービス層を階層化すると、「ネットワーク情報サービス層」、「メディア変換サービス層」、「ネットワーク・サービス運用層」、「ネットワーク・ツール層」、「コンピューティング・システム層」、「ネットワーク・システム層」、「物理基盤層」に分けることができる(図2)。なお、各層を下位層からC1~C7と略して表記することにする。

(1) ネットワーク情報サービス層(C7)

「ネットワーク情報サービス層」は、コンピュータ・ネットワークという情報メディアに応じて情報フォーマットを加工(編集)する階層である。この階層における情報の加工は通信メディアの種類によって決まるので、通信プレーンによって異なる加工がおこなわれる。WWW上での大学広報の場合、WWW上で情報を公開するためのフォーマットを検討するWWW委員会がこの層に属する。

(2) メディア変換サービス層(C6)

「メディア変換サービス層」は、コンピュータ・ネットワーク・プレーンにおいて情報を伝達するために適したメディアに変換(情報の電子化)したり、その逆の変換をする階層である。この層に属する人は、実際にコンピュータの前において情報を入力するためにそれを操作するマシンユーザである。WWW上における大学広報では、HTML文書やGIF画像などの電子メディアに変換する作業を担当する。情報に対するさまざまな処理は、これより上位の階層では人がおこない、これより下位の階層ではマシンなどがおこなう。これより下位層の人間の役割は、マ

シンなどの運用である。

(3) ネットワーク・サービス運用層 (C5)

「ネットワーク・サービス運用層」は、ネットワーク・アプリケーションの運用・管理をおこなう階層である。ネットワーク・アプリケーションとは、実際に作られて運用されているメーリングリストや WWW ホームページや商用 BBS システムの電子会議室を指す。WWW や BBS などによって発信される情報は、この層で蓄積される。WWW 広報においてこの層に属する人は、ホームページのファイルを置く場所 (URL で示される) と、これに関わるルールを管理する。

(4) ネットワーク・ツール層 (C4)

「ネットワーク・ツール層」は、情報通信のアプリケーション・ソフトウェアの運用・管理をおこなう階層である。この層に属する人は、情報通信のサービス形態に適した蓄積・伝送を実現するための処理をおこなえるアプリケーション・ソフトウェアを選択し、運用する。

(5) コンピューティング・システム層 (C3)

「コンピューティング・システム層」は、ネットワークを構成するコンピュータ・ハードウェアとそのオペレーティング・システムの運用・管理をおこなう階層である。この層に属する人は、コンピュータ本体と周辺機器を接続し OS をインストールして基本的な利用環境を整える。マシユーザに対して利用環境を提供 (もしくは制限) することが、この階層でおこなわれる。

(6) ネットワーク・システム層 (C2)

「ネットワーク・システム層」は、ネットワーク・システムを運用・管理する階層である。企業内 LAN など、どのようなネットワークシステムを構築し運用するかを検討する人が、この層に属する。

(7) 物理基盤層 (C1)

「物理基盤層」は、実際に情報が送られる回線 (一般公衆回線、専用線、無線系回線などの物理的な伝送媒体) の運用・管理をおこなう。公衆回線を提供したり専用線の敷設を請け負う企業などが、この層に属する。

### 3 HII 参照モデルにおける情報の流れ

HII 参照モデルにおける情報の流れを、WWW ホームページを用いて大学広報サービスをおこなう場合を例にして図示したものが図3である。情報の縦の流れは、あるコンピュータの中またはその周辺でコンピュータに依存しておこなわれるものを表している。この図では、6個のコンピュータを介しておこなわれる情報通信システムを表している (ルータ等は C2 以下の層に属するのでこの図には現れない)。左

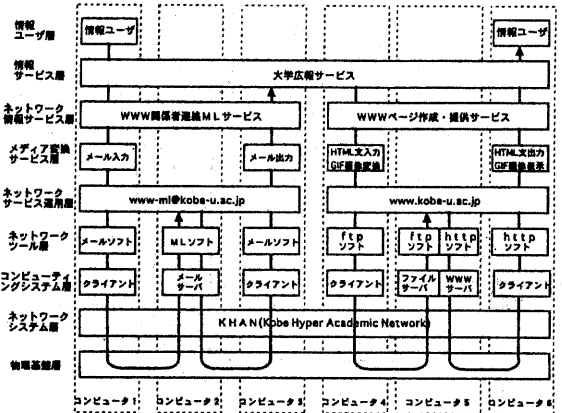


図3: HII 参照モデルにおける情報の流れの例

側半分は電子メールを通信手段として大学広報サービスのコンテンツが作られていく過程を表しており、右側半分は WWW を通信手段として大学広報サービスを提供する過程を表している。

この図で各層の中に示されている枠の横への広がり、各層における人の役割に対する責任範囲を示している。たとえば、情報サービス層における「大学広報サービス」の枠がコンピュータ1からコンピュータ6にまで伸びているが、これは大学広報サービスの範囲が情報の伝達に関与するすべてのコンピュータに及ぶことを示している。同様に、ネットワーク情報サービス層における「WWW ページ作成・提供サービス」はコンピュータ4からコンピュータ6までに及び、「HTML 文書・GIF 画像等入力」はコンピュータ4でのみおこなわれることを示している。

さて、情報の流れを追いながら、図3の右側を中心に各層における人の役割について詳しく説明する。コンピュータ1の情報ユーザが情報を提供する。その情報を、情報サービス層に属する人たちが大学広報としてふさわしいと判断する情報に加工する。この加工の過程で、サービスの内容や運用方法についてコンピュータ・ネットワーク (メーリングリスト) を用いて議論したり連絡したりするときの情報の流れを示しているのが、コンピュータ1からコンピュータ3までの C7 層以下である。

そうして吟味された大学広報サービスのコンテンツを、ネットワーク情報サービス層に属する人たちが WWW ページに適したフォーマットに加工 (編集) する (コンピュータ4の C7 層)。できあがったコンテンツを、メディア変換サービス層に属する人たちが (コンピュータを直接操作するマシユーザ) が HTML 文書や GIF 画像としてコンピュータに入力する (コンピュータ4の C6 層)。

入力された情報は、ネットワーク・サービス運用層において定められた蓄積方法 (蓄積場所、ファイルの分割方法、URL 等) に従って転送の準備がおこなわれ (コンピュータ4の C5 層)、FTP ソフトのプ

プログラムによって（コンピュータ4のC4層）、クライアント・マシンが情報を送信する（コンピュータ4のC3層）。送出された情報は、ネットワーク・システム層のプロトコルに従って（コンピュータ4から5までのC2層）、物理媒体を通してFTPサーバ・マシンに至る（コンピュータ4から5までのC1層）。

その情報は、FTPサーバ・マシンが受信した後（コンピュータ5のC3層）、FTPソフトのプログラムによって（コンピュータ5のC4層）、定められた場所に蓄積する（コンピュータ5のC5層）。蓄積された情報は、HTTPソフトによって（コンピュータ5のC4層）、WWWサーバ・マシンから送信され（コンピュータ5のC3層）、ネットワーク・システム層と物理基盤層を介してクライアント・マシンに至る（コンピュータ5から6までのC1層とC2層）。

クライアント・マシンがその情報を受信した後（コンピュータ6のC3層）、HTTPソフトによって（コンピュータ6のC4層）、WWWアプリケーションのルールに従って（コンピュータ6のC5層）、HTML文書やGIF画像をモニタやプリンタに出力する（コンピュータ6のC6層）。出力された情報は、WWWの情報サービスとして受け取られ（コンピュータ6のC7層）、大学の広報サービスとして情報ユーザの必要に応じて取捨選択、時には編集されて（コンピュータ6のIS層）、最終的に情報ユーザがそれを楽しむ（コンピュータ6のIU層）。

1人の人が必ず1つの層の役割を果たしているわけではなく、複数の層の役割を同時に果たしていることが少なくない。たとえば、情報を必要な人が直接パソコンを操作してWWWページを見ているとき、この人はIU層からC6層までの役割をすべて1人で果たしていることになる。

## 4 HII参照モデルの応用

### 4.1 マシン仕様への応用

コンピュータ・ネットワークに接続するマシン個々の仕様を決定するときに、この階層構造モデルを応用することができる。図4に示したように、あるマシンが複数の情報サービスを提供している場合、IU層からC4層までの各層において情報サービスに依存した個別のサービスが併存する。このとき、それぞれの情報サービスによる要求は、C3層以下にも及ぶが、物理的に同じ1つのマシンに対して要求されるため、それらのサービスをすべて実現することができないことも有り得る。

たとえば、サービスAはマシンユーザ（MU：C6層に属する人）を制限する必要はないが、サービスBはMUのあるグループのメンバーだけに制限する必要があるとする。両方のサービスを1台のマシンで使おうとすると、そのグループのメンバーにもそれ以外の者にもIDを発行する必要が生じる。ところが、サービスCは不特定多数のMUを許すことを要求したとすると、これら3つのサービスを1つの

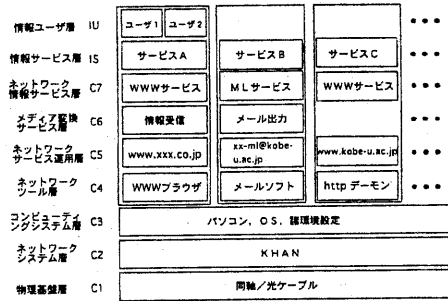


図4: マシン仕様決定への適用例

マシンで運用することは不可能である。

このような検証は、MUの利用環境だけでなく、マシンの設置場所や、メモリ容量やネットワーク・システムの種類、回線速度など多くの利用環境を検討するために用いることができる。つまり、このHII参照モデルは、マシン個々の仕様を実現可能な範囲で決定するために利用することができる。

### 4.2 情報通信システム設計への応用

前節の方法でマシン個々の仕様を決めることができれば、それらのマシンの仕様をネットワーク・システム層の機能を満たすように接続していくと、情報通信システム全体を構築していくことができる。

情報通信システム全体を、システムで伝達されるすべての情報サービスを考慮して、1度に構築することは非常に困難である。そこで、まず1種類の情報サービスについてコンピュータ・ネットワーク構成を考えるとよい。それを示したのが図5である。1種類の情報サービスについて考えると、ネットワークにおけるマシン個々の役割が明確になるので、ネットワーク構築は比較的容易になる。このとき、ネットワークシステム層と物理基盤層は、複数のコンピュータのC3層より上位の層から複数の要求を受けることになり、これらを矛盾なく満たすように調整しながらネットワークを構築することになる。

また、ネットワーク構築の際、各コンピュータの各階層に必要な人的、物的な準備が完了しているかどうかを知るためのチェック表として使うこともできる。図5で示した○×は、それをチェックした様子を示している。なお、コンピュータ2と5のIS層とC7層は、人およびものを準備する必要はないが、これらの層でのサービスがC5層以下に影響を及ぼすために点線で示してある。

実際の情報通信システムでは、多くの種類の情報サービスが伝達される。上でおこなった1種類の情報サービスにおける考察を他の情報サービスについてもおこなう必要がある。他の情報サービス1つ1つについて、C1層とC2層に対する上位層からの要求をまとめ、それらを矛盾なく満たすように調整することができれば、ネットワーク構築の準備は完了

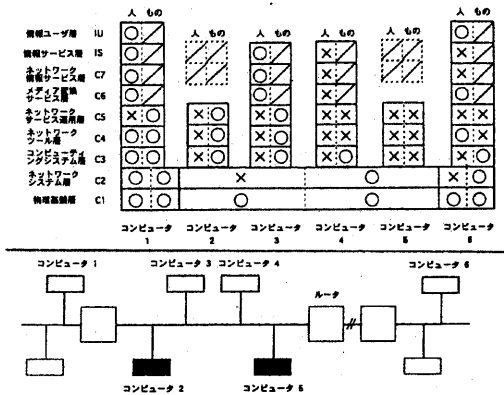


図5: 情報通信システム設計への応用例

したことになる。

必要なすべての情報サービスを伝達するために要求される下位2層(C1層とC2層)のサービスは併存することが可能なか不可能なのか、不可能ならどこをどのように改善する必要があるのかを、HII参照モデルの階層ごとに要求されるサービス内容を整理して比較検討することによって、このモデルを情報通信システムの設計に応用することができる。

### 4.3 ネットワーク・エージェント研究への応用

コンピュータ・ネットワーク・プレーンにおけるHII参照モデルでは、人間の役割を9層に分けた。情報通信システムにおいてネットワーク・エージェントは、これら9層のうちIU層を除く各層の人の役割の一部を代行していると考えられる。

HII参照モデルのネットワーク・エージェント研究への応用として以下のようなものが考えられる。

1. ネットワーク・エージェントがどの階層の人の役割を代行しているのかを明らかにすることができる。

複数のエージェントを比較評価する際、同じ階層の人の役割を代行するもの同士でないと意味がない。エージェントの比較評価などのために、このモデルを用いることはエージェントの種類を明らかにすることに役立つ。また、エージェント設計の際にどの階層の人の役割を代行させることが目的なのかを明確にしておくことは工数の短縮にとって重要である。

2. ネットワーク・エージェントの機能に連続性があるかどうかを明らかにすることができる。

ネットワーク・エージェントが複数の階層にまたがって人の役割を代行することが可能であるが、その場合ネットワーク・エージェントはHII参照モデル

における連続した階層を担っていなければならない。そうでなければ、欠如した階層は結局人がその欠如した役割をすることになり、エージェントとして不完全なものになってしまうからである。

## 5 おわりに

大規模で汎用性をもった情報通信システムの構築のためには、情報ユーザから見た情報基盤、すなわちHIIを構築することが重要である。本稿で提案したモデルは、このHII構築を支援するHII参照モデルである。このモデル化にあつては、情報通信システムをマシンだけでなく人やサービスを含むものとして捉え、人間の役割に注目して情報通信システムの機能を階層化した。

HII参照モデルは、あらゆる通信メディアに適用することのできる汎用性の高いモデルである。本稿ではコンピュータ・ネットワーク・プレーンのみに注目してHII参照モデルを検討したが、通信サービス層における他のプレーンについても、本稿と同様な議論をすることができると考えられる。また、HII参照モデルの応用研究についても、本稿で述べた情報通信システム設計やエージェント研究だけでなく、他の多くの研究分野に展開されることが期待される。

謝辞: 本研究を進めるにあたり日頃よりご指導をいただいている神戸大学工学部北村新三教授、ならびに兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所多淵敏樹所長に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] ISO 7498, Information Processing System - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, 1984-10.
- [2] 「21世紀の知的社会への改革へ向けて」、郵政省電気通信審議会答申, 1994-05. 「兵庫情報化ハンドブック」、兵庫ニューメディア推進協議会, 1995-03.
- [3] 「阪神・淡路震災復興計画のあらまし～阪神・淡路大震災を乗り越えて～」, 兵庫県, 1995-07. 「神戸の復興に向けての提言と神戸市復興計画」、神戸市, 1995-09. 「災害時における情報通信のあり方に関する研究」、兵庫ニューメディア推進協議会, 1995-05.
- [4] 大月一弘・樽磨和幸・姥名邦禎, 「災害を考慮した都市情報通信システム構築に関する一考察」、社会情報システム学会, 東京工業大学 (1996-01). 大月一弘, 「災害を考慮した総合的都市情報通信システムの構築」(田中克己編「震災とインターネット」), NEC クリエイトィブ, 1996-12.