

### 3.1.2 ED-Net 対応システムの整備

## 目 次

### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
  - (c) 業務の目的
  - (d) 3 ヶ年の年次実施計画
  - (e) 平成 16 年度業務目的

### (2) 平成 16 年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
  - 1) 実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化
  - 2) 実験映像情報リアルタイム配信の検討
- (c) 業務の成果
  - 1) 実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化
  - 2) 実験映像情報リアルタイム配信の検討
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

### (3) 平成 14～16 年度業務のまとめ

## (1) 業務の内容

### (a) 業務題目 ED-Net 対応システムの整備

### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
独立行政法人 防災科学技術研究所			
防災基盤科学技術研究部門	統括主任研究員	佐藤 一雄	<a href="mailto:ksato@bosai.go.jp">ksato@bosai.go.jp</a>
兵庫耐震工学研究センター	特別研究員	井上 貴仁	<a href="mailto:dinoue@bosai.go.jp">dinoue@bosai.go.jp</a>
	同上	石川健一郎	<a href="mailto:ishikawa@bosai.go.jp">ishikawa@bosai.go.jp</a>

### (c) 業務の目的

国内外の研究機関を高速ネットワークで結び、E-ディフェンスの実験研究成果を世界に発信し、実験データ、研究成果の幅広い利用促進を図るとともに、相互のデータ流通や共同実験の効率的実施等を目標とした「ED-Net (E-Defense Network) 対応システム」を構築する。

### (d) 3 ヶ年の年次実施計画

#### 1) 平成14年度：

- ① システムの全体構想を取り纏める。
- ② 実大実験実験データ配信・公開システムの基本設計およびソフトウェアの整備を行う。

#### 2) 平成15年度：

- ① 基本設計に基づく実大実験データ送受信システムを、既存施設（つくば）を利用して構築する。
- ② 構築したシステムを用いてシステム試験を行い、システムの高速度・安全性を検証する。

#### 3) 平成16年度：

- ① 実大実験データ配信・公開システムのE-Defenseでの具体化にあたって、実大実験で得られるデータを広範に有効利用するためのシステムを構築する。
- ② 実験映像情報をリアルタイム配信するためのシステムを検討する。

### (e) 平成16年度業務目的

- 1) 実大実験データ配信・公開システムのE-Defenseでの具体化にあたって、実大実験で得られるデータを広範に有効利用するため、grid技術を適用したネットワークツールを検討し、データ公開および協調のためのシステム環境を策定する。
- 2) 実験映像情報をリアルタイム配信するためのシステムの基本設計を行う。

## (2) 平成16年度の成果

### (a) 業務の要約

実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化にあたって、実大実験で得られるデータを広範に有効利用するため、grid 技術を適用したネットワークツールの導入を検討した。grid 技術の代表である NEESgrid のドキュメントより grid 技術を適用する要件の抽出、E-ディフェンスにおける現地調査から、データ公開および協調のためのシステム環境、データベースの活用、多チャンネルの信号処理に関する技術的課題および解決策を検討した。また、実験映像情報をリアルタイム配信するためのシステムの基本設計を行った。

### (b) 業務の実施方法

#### 1) 実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化

実大実験で得られるデータを広範に有効利用するため、grid 技術を適用したネットワークツールの導入を検討する。

#### 2) 実験映像情報リアルタイム配信の検討

実大実験データの一部である実験映像情報をリアルタイム配信の基本設計を行う。

### (c) 業務の成果

#### 1) 実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化

実大実験データ配信・公開システムの E-Defense での具体化にあたって、実大実験で得られるデータを広範に有効利用するため、grid 技術を適用したネットワークツールの導入を検討した。すなわち、grid 技術を適用したネットワークシステムの代表である NEESgrid のドキュメント調査と、E-ディフェンスにおける現地システム調査から、平成14年度より整備中の「ED-Net 対応システム」に対し、grid 技術の適用するための技術的課題および解決策を検討した。

#### a) NEESgrid のシステム要件の整理

NEESgrid は、データ公開のみならず他機関との協調実験が可能なネットワークシステムである。NEESgrid のシステム構成図を図1に示す。また、それぞれの機能は以下の通りである。さらに、これらのシステム構築に必要なハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク要件も調査した。

##### i) NEESpop (NEES "point of presence.")

NEESgrid の様々なサービスを提供するマシン。NEESpop 上では、以下のサービスが提供される。

- ・ リモート環境から実験施設やシミュレーションの操作を行う NTCP (NEESgrid Teleoperations Control Protocol) サービス
- ・ ストリーミングデータを扱う NSDS (The NEESgrid Streaming Data Service)。現在、DataTurbine がその役割を果たしている。
- ・ 分散データを管理する NMDS (NEESgrid Metadata Service)
- ・ 他サイトの情報提供サービス

- ・ 実験ノートである E-notebook サービス
- ・ コラボレーションツールの CHEF サービス

NEESpop は、他の NEESgrid のサイトと情報交換を行うためのゲートウェイである。

ii) TPM (Telepresence Mode)

Telepresence Mode (TPM) は、WWW ブラウザを使ってユーザにインタフェースと直観的な映像を提供する。TPM では、PZT (パン・ズーム・傾き) 可能のリモート telerobotic ビデオカメラにより、ユーザに対して実験施設と実験を見せることができる。TPM では、実験の準備や実験中における、同期的または非同期のモニタリングを可能にする。

iii) DAQ (Data Acquisition)

データ収集 (DAQ) システムである。DAQ は、LabView のフレームワーク上に実装されている。

iv) Camera Host

動画情報を収集蓄積する装置である。

v) Microphone Host

音声情報を収集蓄積する装置である。

vi) Gigabit Ethernet & Gigabit Router

ギガビット (1000Mbps) オーダの帯域をもつネットワークである。インターネットへ接続するための装置である。インターネットから不要な情報が入ってこないように、フィルタリングを行う。

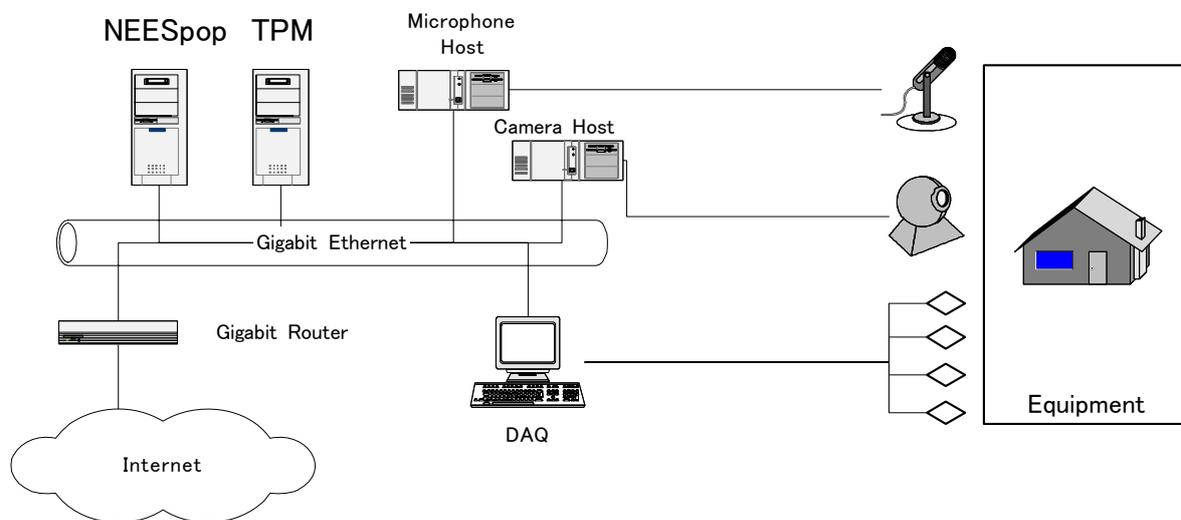


図 1 NEESgrid システム構成図

b) 既存システムの整理と grid 技術 (NEESgrid) を適用するシステム環境

E-Defense のデータ収録システムは、ED-Net 対応システムと独立しており、データ交換はオンラインではなく、メディアを介して行う。また、運営管理上、これらのデータ収録システムに他のソフトウェアをインストールすることは認められていない。また、ED-Net 対応システムは、防災科学技術研究所ネットワークを介してインターネットに接続されているが、防災科学技術研究所ネットワークのセキュリティポリシーで、インターネットに対してポート番号 80 (http) と 443 (https) のみを開放している。

これらの E-Defense におけるシステム環境に grid 技術 (NEESgrid) を適用するシステム環境を図 2 に示す。

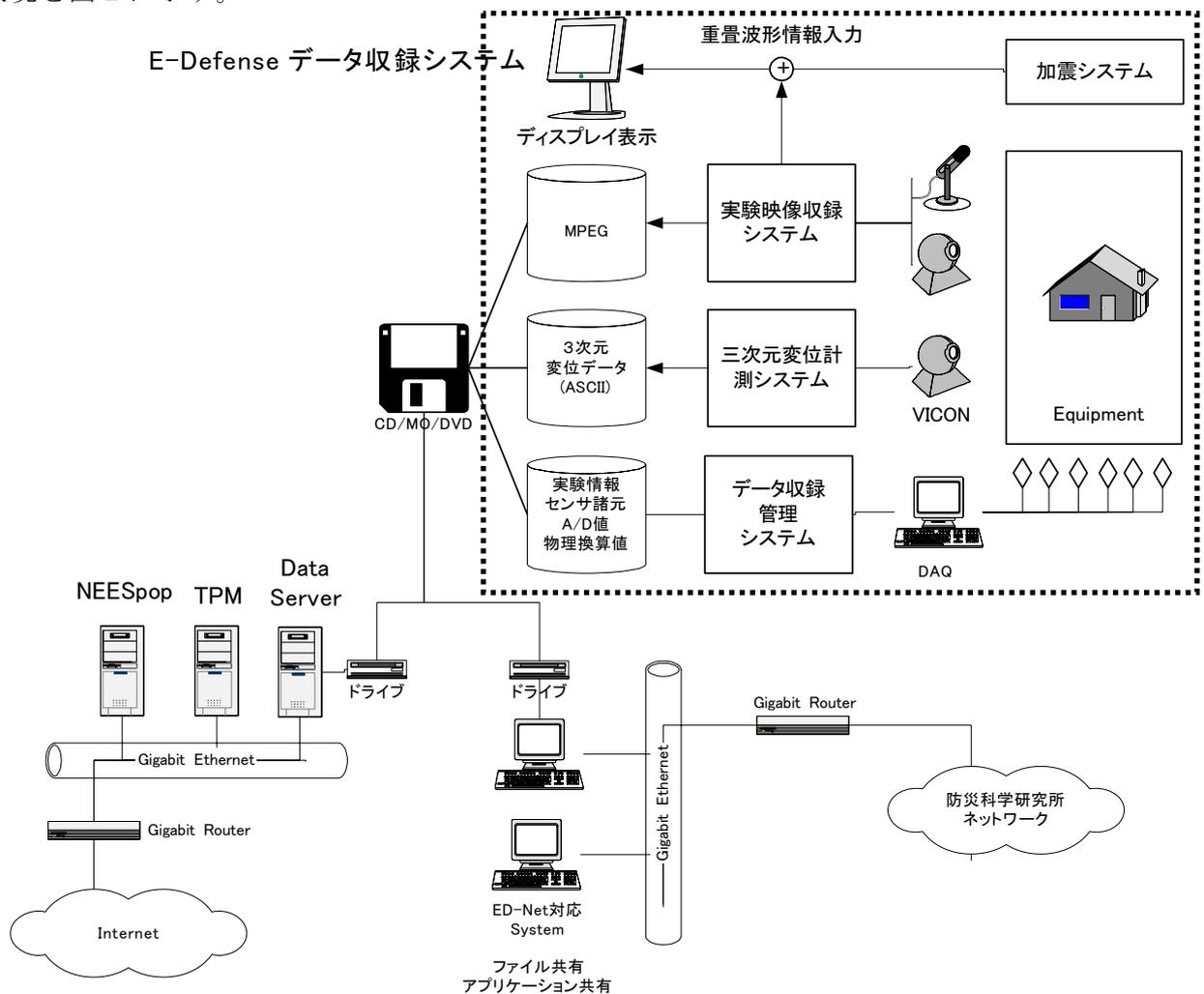


図 2 grid 技術適用のシステム環境

ED-Net 対応システムでは、E-ディフェンスとつくば研究所間のファイル共有やアプリケーション共有を行うことができるが、インターネットに対してポート番号 80 と 443 のみ公開のアクセスコントロールが行われているため、grid 技術適用にむけたネットワーク要件を満足していない。したがって、実大実験で得られるデータをより広範に有効利用するためには、E-ディフェンスに grid 技術専用のネットワークを構築する必要がある。

grid 技術専用ネットワークでは、実験計測システムからのデータを格納するデータサーバを設置する。このデータサーバは、NEESpop や TPM に対して仮想 DAQ や仮想 Camera PC の役割を果たす。また、NEESpop や TPM は直接インターネットに接続するため、悪意のあるユーザからの攻撃を防ぐために、NEESpop や TPM での不要な Daemon の削除、Gigabit Router での不必要なポートの閉鎖が必要である。

以上の調査検討より、ED-Net 対応システムに grid 技術 (NEESgrid) を適用する場合の課題と解決策を以下に示す。

#### イ) 仮想 DAQ、仮想 Camera Host 等の Data Server の構築

データ収録システムと grid 技術専用ネットワークはオフラインであるので、grid 技術

を適用する場合、DAQ や Camera PC の役割を果たす Data Server を構築する。

DAQ の役割を果たすには、データ収録システムにおける三次元データ、実験情報・センサ諸元・A/D 値・物理換算値を LabView 上の NEESgrid Subroutine が利用できるデータ形式に変換する機能を実現する。

Camera PC の役割を果たすには、Data Server 上で、実験映像収録システムの MPEG データを入力データとした Data Turbine Client を構築する。

#### ロ) DataTurbine のチャンネル数の制限

Data Turbine は、ネットワーク上でデータを取込んで配信するリングバッファのアーキテクチャを有しており、データを蓄積交換するためのアプリケーションや API を提供している機能である。DataTurbine は、1つのサーバで同時に 100 から 200 程度の信号処理が限界のようである。E-ディフェンスにおける千数百のセンサからくるデータを、100 から 200 程度のチャンネル数で処理できるような解決策を検討する必要がある。解決策としては、DataTurbine の並列化、信号を多重化が考えられる。

#### ハ) セキュリティポリシーの検討及び実装

ED-Net の専用ネットワークのセキュリティポリシーを作成する。このセキュリティポリシーに従って、不正アクセスからの防止などのアクセスコントロール、データの公開・非公開の処理を構築する。

#### ニ) NEESpop や TPM のハードウェア選択

grid 技術は、Java 技術を基盤に構築されており、Java 技術では性能を引き出すために、CPU やメモリ容量、ディスク容量を最適なものを選ばなければならない。E-ディフェンスに導入されるセンサやカメラは相当数あり、導入後性能が出なければ、手戻りの影響が大きい。そこで、導入以前に小規模環境でベンチマークを行い、その外挿でメモリ容量はディスク容量を決定したほうが得策であると考えられる。

## 2) 実験映像情報をリアルタイム配信の検討

E-ディフェンスにおいて行われる実験を撮影し、インターネットを使用してライブ配信、オンデマンド配信することは、施設・成果の報告、PR、プレゼンテーション用として活用することができる。ここでは、実大実験データに含まれる映像情報をリアルタイムに配信するシステムを検討した。

### a) 検討項目

映像配信を行うにあたり、具体的なシステムを以下の検討項目に関して検討を行った。

表 1 検討項目

項目	詳細
配信対象者	コンテンツを配信する対象者及び、想定される配信対象クライアント数。
配信フォーマット	配信を行うフォーマット
性能要件	上記 2 項目の検討結果より、必要となるネットワーク及び、ハードウェアの仕様を検討する。
機能要件	映像配信をシステム化するにあたり、必要と想定される機能を検討する。
システム構成	上記検討結果より、想定されるシステム構成を検討する。

### b) 検討結果

#### i) 配信対象者

映像を閲覧する対象者を検討する、研究者、一般等とする。現状、課金等は考慮せず、広く一般にも公開することとする。また、性能等配信する対象者数は最大 100、及び 1000 を対象とする。

#### ii) 配信フォーマット

現在、映像フォーマットも多数存在しているため対象となる配信フォーマットを決定する必要が有るが、現在主流となっている MPEG-2 と WindowsMedia を比較した場合 WindowsMedia の方が、圧縮率が高く、また、現在広く使用されている OS が Windows ということから、Windows において標準となるフォーマット、WindowsMedia 形式とする。配信する映像は、VHS 品質かつ CD 音質とし、出力サイズを 320×240、フレームレートを 29.97fps、ビットレートが 400kbps と設定する。

#### iii) 性能要件

##### ア) エンコーダ

映像データを配信する WindowsMedia に変換するエンコーダは、標準で Microsoft よりエンコード用ソフトが配布されている。Windows Media 9 シリーズでは、新コーデックを導入し、高品質ビデオを作成することができる。また、エンコーダソフトを実行させる、ハードウェアは、CPU に大きな負荷がかかる。ビデオの品質、サイズ、帯域幅にもよるが、エンコーディングはコンピュータのリソースを消費する。映像コンテンツのプラットフォーム

ームはこのことを考慮して計画することが重要となる。エンコーダのサポートする OS は Windows XP、Windows 2000、および Windows Server 2003 である。

#### イ) ネットワーク帯域

必要となるネットワークの帯域は配信するデータのビットレートに依存する。そのため、1 接続あたり 4.2 項で想定したビットレート以上の帯域が必要となる。よって、ii) で想定した、同時接続数最大 100、1000 とした場合必要となるネットワークの帯域は下表の通りとなる。

表 2 接続数-必要帯域幅

接続数	帯域
100	40Mbps
1000	400Mbps

#### ウ) データ保存容量

配信用データのサイズを見積もるには、Microsoft が提供する下式が適用される。

$$(X\text{Kbps} \times S\text{秒}) / 8192 = Y\text{MB}$$

X:エンコードされたビットレート

S:配信する時間

Y:おおよその合計サイズ

よって、今回の条件を当てはめると 1 配信用データの最大サイズはおおよそ以下の通りとなる。

$$(400\text{Kbps} \times (30\text{分} \times 60\text{秒})\text{秒}) / 8192 = 87.9\text{MB} \approx 88\text{MB}$$

上式より、保存できるデータ容量は最大 50 コンテンツ分配信データを保持できる場合、 $88\text{MB} \times 50\text{コンテンツ} = 4400\text{MB}$  の容量が必要となる。

#### エ) 配信サーバ

帯域幅要件の見積もりと同時接続数の見積もりとから、この要求を満たすために配信サーバがどれくらいのキャパシティを持つ必要があるかを決定する。

必要なサーバ キャパシティの合計を見積もるため、ユーザあたりに必要なビット レートと見積もった最大接続数を掛け合わせる。サーバの実際のキャパシティは、コンピュータごとに異なる。一般的な規則として、Windows Media サービスを動作させ、256 MB の RAM を持つシングル プロセッサ (233 MHz) は、少なくとも 1000 人の 28.8 Kbps モデム使用ユーザにサービスを提供することができる (22 Kbps ユニキャスト ストリーム)といわれている。

実際の上記内容に対し、明確な計算式等は提示されていないが、各配信用サーバを販売しているメーカーにおいて、性能値は持っているため、ビットレート及び最大接続数を示す事によって、対応する装置を選定することが可能である。以下に配信サーバの一例を示す。

表 3 配信サーバ例

最大接続数	構成
100	CPU:Pentium4 2.8GHz RAM:256MB HDD:80GB
1000	CPU:Xeon3.06GHz × 2 RAM:2560MB HDD:ディスクアレイコントローラ 36.3GB HDD × 7

iv) 機能要件

一般的に、映像配信を行う際に次の事項が課題としてあがる。

- ①コンテンツの不正試聴や不正流出を防止したい。
- ②映像配信はネットワーク帯域を多く占有するため帯域の管理が困難。
- ③コンテンツが増大すると、ユーザごとのメニューを構築したい。
- ④映像を配信した結果を簡単にフィードバックしたい。
- ⑤運用状況を簡単に確認したい。

上記の課題を克服するため検討した結果を以下に示す。

表 4 機能例一覧

	課題項目	機能名	内容
アクセス管理	①	不正アクセス防止	視聴者に対し、1回限り有効な URL を発行し閲覧を許可する。
	②	使用帯域制限	使用可能帯域をストリーム数及び帯域で指定することにより、帯域過負荷による視聴障害を防止する。視聴できないユーザには適切なメッセージを返信する。
	③	セキュリティマスク機能	コンテンツやカテゴリにあらかじめ設定された権利情報（セキュリティマスク）の全てを有するユーザだけが視聴・閲覧を許可する。
運用管理	④	視聴ログ	視聴をしたユーザのログを収集し一元管理を行う。ユーザの管理などに活用することが可能。
	⑤	オペレーションログ	これら機能を運用するためのシステムの履歴を管理する。これによりシステム運用状況の把握を行う。

v) システム構成

以上の検討結果より、システム構成を検討した。大きく二つの構成を想定した。まずは、全ての装置及びインフラを設備として有する構成、もう一つはエンコーダまでを装置として有し、配信サーバの部分を外部に委託する方法である。以下にシステム構成例を示す。

表5 システム構成例

	最大接続数	コメント
設備を全て持つ場合	100	ネットワークの帯域が計算上 40Mbps となっているため、一般的な 100Mbps 光回線でも十分対応可能なため、比較的安価に構築可能と考える。
	1000	ネットワークの帯域が計算上 400Mbps となっているため、1000 接続を確保するには、1Gbps クラスの回線が必要になる。1Gbps の回線の維持費用は 50 万～数百万/月かかり維持費が非常にかかる。
配信サーバを外部に委託する場合	100	上述したように、ネットワーク帯域も一般的な回線でも十分対応可能なため、外部委託すると逆にコスト高になる可能性はある。但し、使用頻度が少ない場合はこの限りではない。
	1000	このクラスになると、委託先業者としてもかなり厳しい数値となるという話を聞いたため、数百等再考が必要と考える。

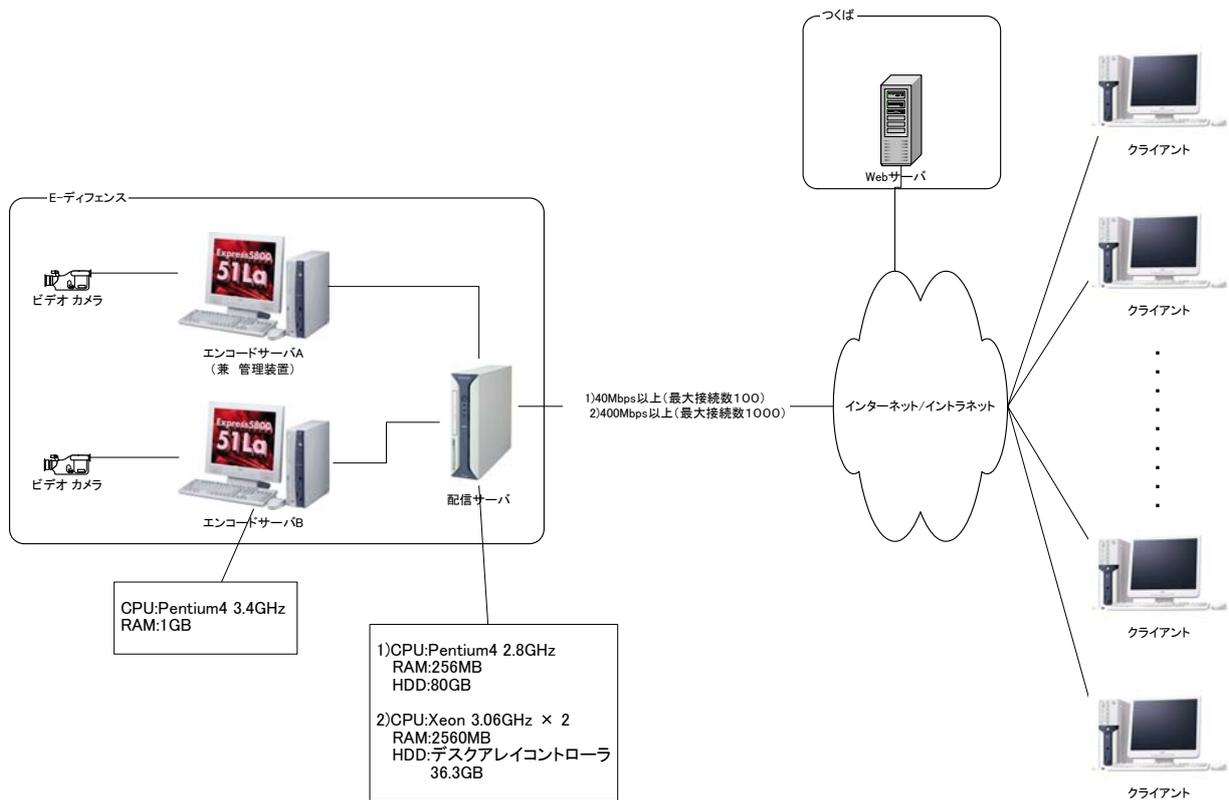


図3 システム構成例（設備を全て持つ場合）

(d) 結論ならびに今後の課題

- NEESgridのドキュメント調査及びE-ディフェンスにおける現地調査から、rid技術を適用したネットワークツールの導入における技術的課題および解決策を検討した。検討したシステムは、データ公開のみならず他機関（特に米国）との協調実験を実施していく上で、有効であることがわかった。

- 2) 実験映像情報をリアルタイムに配信するシステムの基本的検討を行ったが、実環境の展開等による試験を行い実証する事が必要ある。

(e) 引用文献

なし

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
なし			

(g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成14～16年度業務のまとめ

- 1) 実験データ配信・公開するための SAN/CXFS ファイルシステムと WDM 装置を用いた広域データ共有システムの基本設計を行った。さらに設計された構成で基本的な性能試験を行った結果、試験ケースでは運用に耐える構成であることを確認した。
- 2) 国内外の共同研究者との迅速な実験データの交換ができる実大実験データ配信・公開システムの試験システムを、既存の高速ネットワークであるつくば WAN を用い、防災科研と農水研との間で整備・構築した。構築・整備したシステムを用い、広域データ共有及び広域アプリケーション共有の性能を検証した結果、運用に耐える構成であることを確認した。
- 3) 実大実験で得られるデータを広範に有効利用するため、grid 技術を適用したネットワークツールの導入を検討した。すなわち、grid 技術を適用したネットワークシステムの代表である NEESgrid のドキュメント調査と、E-ディフェンスにおける現地システム調査から、平成14年度より整備中の「ED-Net 対応システム」に対し、grid 技術の適用するための技術的課題および解決策を検討した。また、データ公開のみならず他機関（特に米国）との協調実験を実施していく上で、有効であることがわかった。
- 4) 実験映像情報をリアルタイムに配信するシステムの基本設計を行った。

