

# 緊急時迅速放射能影響予測（SPEEDI） ネットワークシステム

## System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information Network System

### あらまし

緊急時迅速放射能影響予測（SPEEDI：System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information）ネットワークシステムは、原子力関連施設から大量の放射性物質が放出される恐れが生じた場合、周辺環境における放射性物質による影響を迅速に予測するシステムであり、財団法人原子力安全技術センターが文部科学省からの委託により運用しているものである。富士通では、SPEEDIネットワークシステムの主要な機能の開発、各種サーバ導入、ネットワーク整備など、システムの構築および運用・保守を継続的に支援してきた。

本稿では、SPEEDIネットワークシステムの開発および運用の状況を紹介します。富士通のSPEEDIネットワークシステムへの支援の取組みについて述べる。

### Abstract

The System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI) network system is a computer system capable of rapidly predicting the effect that radioactive materials will have on the surrounding environment if there is a massive release of radioactive materials from a nuclear facility. The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology consigns the operation of the SPEEDI network system to the Nuclear Safety Technology Center (NUSTEC). NUSTEC has developed the main functions of the SPEEDI network system and Fujitsu provided continuous support with regards to the system construction, operation and maintenance, such as the introduction of servers and improvement of networks.

This paper describes the current status of the development and operation of the SPEEDI network system and Fujitsu's approach to supporting this system.



三澤 真（みさわ まこと）  
科学システムソリューション統括部  
所属  
現在、原子力関係機関向けシステム  
開発に従事。



永森文雄（ながもり ふみお）  
科学システムソリューション統括部  
所属  
現在、原子力関係機関向けシステム  
開発に従事。

## ま え が き

原子力による発電は、運転時に二酸化炭素を排出しないため地球温暖化防止という観点から有効性を持つ反面、一度事故が発生した場合には広範囲に影響を及ぼす危険性を秘めている。1986年に発生した旧ソ連のチェルノブイリ原発事故は、大量の放射性物質が大気中に放出されるという、史上最悪の事故であった。当時のソ連政府の対応の遅れもあり、事故の影響は広範囲に及び、甚大な被害をもたらすこととなった。日本でも1999年、被ばくによる2名の死者を出し、多数の周辺住民の緊急避難と鉄道、道路の閉鎖という事態を招いた東海村ウラン加工工場臨界事故 (JCO事故) が発生している。このため、原子力発電所を含む原子力関連施設では、事故を起こさないために徹底した安全対策を行い、さらに、万一事故が起こった場合に備え、その被害を最小限にとどめるための対策も施している。

このような、原子力関連施設での対策に加え、原子力災害対策特別措置法<sup>(1)</sup>の制定 (1999.12) および施行 (2000.6) により、国や地方公共団体は、原子力関連施設で万一、事故が発生し、大量の放射性物質が放出される恐れが生じた場合に住民の安全を確保するため迅速かつ確かな防護対策を講じるように定められている。

財団法人原子力安全技術センター (以下、原安センター)<sup>(2)</sup>が文部科学省<sup>(3)</sup>の委託により運用する緊急時迅速放射能影響予測 (SPEEDI : System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information) ネットワークシステム<sup>(4),(5)</sup>は、防護対策の策定に当たり、環境に放出される放射性物質の拡散予測 (大気中濃度の推移) や被ばく線量などを迅速に予測計算し、予測結果を国・地方公共団体へ提供して、効果的な防護対策の立案に資することを目的としており、国の原子力防災の根幹をなすシステムである。

富士通では、原安センターでのSPEEDIネットワークシステムの運用開始当初より、システムの開発、インフラ整備、運用・保守などの支援作業を行ってきた。本稿では、SPEEDIネットワークの開発経緯、機能概要について紹介するとともに、富士通の支援の取組みについて述べる。

## SPEEDIネットワークシステム開発の経緯

SPEEDIネットワークシステムは、1979年の米国スリーマイル島原発事故を契機に、当時の日本原子力研究所 (現在、日本原子力研究開発機構) においてシステムの設計が開始され、現在は、文部科学省の委託業務として原安センターにより運用および機能向上などの整備が進められている。

1980年代には、1台のベクトル計算機 (富士通製VP2100) 上に機能が集約され、計算条件入力・計算実行の操作をすべて原安センターで行い、国や地方公共団体が、原安センターから配信される予測計算結果を、中継機Ⅱと呼ばれる表示端末で閲覧する形態が整えられた。1990年代後半には、負荷の分散と可用性の向上を目的として、ベクトル計算機に集中している機能 (データ収集機能、システム制御機能、図形作成機能) を複数のワークステーションに分散させ、ベクトル計算機 (富士通製VX×2台) は、予測計算機能のみに特化させた。

2005年以降、中継機Ⅱ側から計算条件入力・計算実行を行う予測結果直接入手機能・直接計算機能の整備が進められ、国や地方公共団体の利用者に対してインタラクティブな利用環境が提供されるようになっていく。

以下にSPEEDIネットワークシステムの主要な変遷を示す。

## (1) 1980～1984年

設計、プロトタイプ開発、基本システムの開発 (日本原子力研究所)

## (2) 1985～1992年

システムの原安センターへの移管、地方公共団体ネットワークの接続

## (3) 1993～1996年

地方公共団体端末の更新 (ワークステーション化)

## (4) 1997～1999年

システムの分散化 (VP→ワークステーション)

## (5) 2000～2001年

対象施設の拡大 (研究炉、燃料加工施設)、オフサイトセンター (緊急事態応急対策拠点施設) の接続

## (6) 2002～2004年

地方公共団体端末の更新 (PC化)

## (7) 2005～2006年

高度化SPEEDI計算モデルの導入、予測結果直接

## 入手機能・直接計算機能の開発

原子力施設から万一大量の放射性物質が放出されたり、あるいは、そのおそれがあったりする場合に、国や地方公共団体は住民の安全を確保するため迅速かつ的確な防護対策を講じることとなっており、SPEEDIネットワークシステムは、24時間365日休むことなく稼働している。

### SPEEDIネットワークシステムの構成と機能概要

SPEEDIネットワークシステムは、原子力関連施設周辺の気象条件、原子力関連施設から放出が予想される放出源情報、およびあらかじめ設定された地形データを基に「放射能拡散モデル計算」を行い、放射性物質の拡散、大気中濃度、人体への被ばく線量などを予測する。予測結果は原子力関連施設周辺の地図上に等値線データなどで表現され、ネットワーク経由で提供される。SPEEDIネットワークシステムの概念を図-1に示す。

原子力関連施設周辺の気象条件は、各地方公共団体および日本気象協会から、原安センターの中央計算機群に自動収集され、常時、予測計算の実施に備えている。

文部科学省から予測計算実施の指示を受けると、

原安センターは、収集されている気象条件を基に予測計算を実施し、予測結果を図形データとして地方公共団体および国の防災関係機関に送信する。

以下にSPEEDIネットワークシステムの主な機能を示す。

#### (1) データ収集・監視・登録

放射性物質の拡散を予測する計算に必要な気象データを常時収集し蓄積している。気象データは、日本気象協会から提供される数値予報データGPV (Grid Point Value) データとアメダス (AMeDAS : Automated Meteorological Data Acquisition System) 観測データ、および原子力関連施設がある道府県から提供されるモニタリングデータを収集・蓄積している。

道府県からは、気象データとともに、環境放射線の観測データも収集されており、環境放射線の観測値が一定レベルを超えていないかの監視も常時行っている。一定レベルを超えた場合は、自動的に原安センター内および文部科学省の関係者に携帯電話の音声とE-mailで通報される。

#### (2) 気象予測計算

GPVデータを基に大気力学モデル計算を行い、原子力関連施設の周囲の気象状況（風向・風速）の

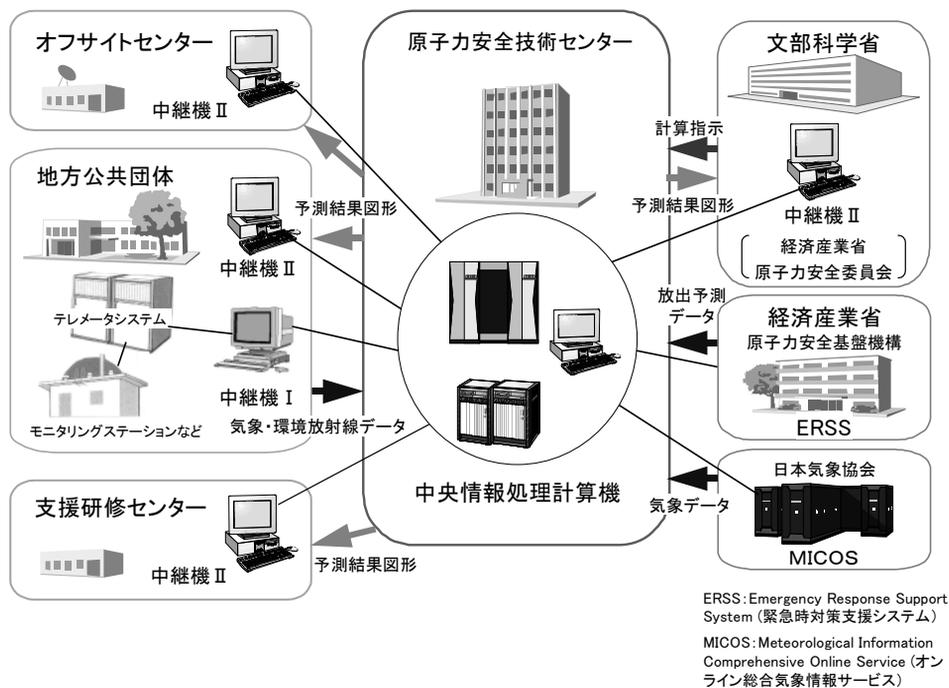


図-1 SPEEDIネットワークシステムの概念  
 Fig.1-Concept of SPEEDI network system.

変化を予測する。アメダスデータとモニタリングデータは、予測値の精度向上のための補正に使用される。

(3) 拡散予測計算

気象予測計算の計算結果に基づき、放出される放射性物質が時間とともにどのように拡散し、人体や環境にどの程度の影響を与えるかを予測する。

(4) 予測図形作成

拡散予測の計算結果を地図上に表示するための図形(予測図形)を作成する。作成される図形は等値線で表現される。予測図形には放射性物質の分布を表す大気中濃度図形、放射性物質からの放射線の量を表す空間線量率図形、地表に降下した放射性物質の量を表す地表蓄積量図形、人体への影響を表す外部被ばく図形・内部被ばく図形などがある。気象予測計算の結果も風速場図形として作成される。

(5) 予測図形配信

予測図形作成で作成された図形を、ネットワークを経由して国や地方公共団体の災害対策本部(注)、自治体に配信する。災害対策本部、自治体には専用端末が設置され、予測図形を表示することができる。

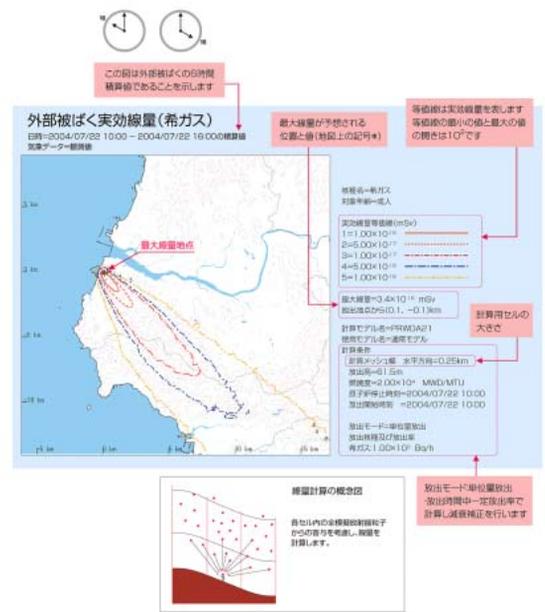
予測図形(外部被ばく実効線量)の表示例を図-2に示す。

SPEEDIネットワークシステムの機器構成

SPEEDIネットワークシステムは、東京都文京区の原安センターに設置された中央計算機群と、国や地方公共団体などに設置された端末群、およびそれらを接続するネットワークから構成され、先に記述した機能を実現している。原安センターと災害対策本部や自治体との間のネットワークはセキュリティ確保や緊急時の輻輳を避ける観点から、インターネットや公衆網を用いず、専用線によるネットワークを構築している。

SPEEDIネットワークシステムの構成概要を図-3に示す。

(注) 原子力災害対策本部の設置(原子力災害対策特別措置法第15条)  
 原災法第15条に基づき、内閣総理大臣が緊急事態宣言を発出したときには、官邸に原子力災害対策本部を設置する。またオフサイトセンターには、原子力災害現地対策本部を設置し、国が主体となって事故対策に取り組む。地方公共団体は、原子力災害が発生または発生するおそれがあるときには、原子力災害対策本部を設置し必要な原子力防災体制を整える。



財団法人原子力安全技術センター 提供

図-2 予測図形(外部被ばく実効線量)の表示例  
 Fig.2-Prediction results of external exposure dose.

● 中央計算機群の概要

SPEEDIネットワークシステムは、いつ発生するか分からない事故への対応が目的であるため、主要な機器は多重化構成とし予測計算を常時計算できる状態としている。具体的には、制御システムはクラスタ構成とし、計算サーバと図形作成サーバは複数台構成としている。

(1) 制御システム(富士通製PRIMEPOWER650 ×2台)

SPEEDIネットワークシステムの中心となる装置であり、中央計算機群のシステム全体の機能を制御する。主な機能としては、地方公共団体からのデータ受信・監視・蓄積、計算サーバでの予測計算の実行制御、予測計算の各種パラメタの保管、計算結果の保管と図形作成サーバの制御を行う。制御システムはクラスタによる2重化構成としている。

(2) 計算サーバ(富士通製VPP5000U ×2台)

制御システムの管理下で気象予測計算、拡散予測計算を実行する。局地気象予測(PHYSIC)、風速場計算(WIND21)、濃度・線量計算(PRWDA21)の3種類の計算コードを使って放射性物質の拡散予測計算を行う。計算サーバは、同一機種の2台構成としている。

(3) 図形作成サーバ (富士通製PRIMEPOWER450 ×4台)

制御システムの管理下で、計算サーバが出力した計算結果を基に予測図形の作成を行う。作成された図形は表示端末である中継機Ⅱに送られる。

図形作成サーバは4台の同一機種で構成され、ハードウェア障害時などの運用継続性を向上するとともに、図形作成処理の時間短縮も図られている。

制御システムは図形作成サーバの処理状況を監視し、最も負荷の少ないサーバに図形作成ジョブを割り当てる。

(4) SPEEDI端末 (富士通製FMV)

SPEEDIネットワークシステムの操作の大部分を担う操作端末である。制御システムの状態表示、予測計算条件の入力、データ収集状況の監視など、SPEEDIネットワークの主要な操作はすべてSPEEDI端末から行うことができる。

(5) 配信用中継機Ⅱ (富士通製GP400S/M60 ×2台)

作成された予測図形を保管し、国や地方公共団体に設置された中継機Ⅱに配信する機能を持つ。配信

機能のほかに、通常の中継機Ⅱと同じ図形表示機能も持つ。

(6) 通報サーバ (他社製)

SPEEDIネットワークシステムのシステムログはすべて制御システム上に蓄積される。通報サーバは制御システム上のログを監視し、特定の事象が発生した場合は携帯電話へ音声およびE-mailにより通報する。

(7) ネットワーク監視装置 (富士通製GP400S/M60 ×1台)

SPEEDIネットワークシステムに接続される各計算機およびネットワーク機器の稼働状況の集中監視を行う。

(8) アメダス・GPV中継機 (気象協会設置)

日本気象協会のオンライン総合気象情報サービス (MICOS : Meteorological Information Comprehensive Online Service) システムと接続され、GPVデータおよびアメダスデータを受信する。

(9) 緊急時対策支援システム (ERSS) /関係機関接続用機器 (富士通製GP400S/M10 ×2台)

原子力安全基盤機構のERSS (Emergency

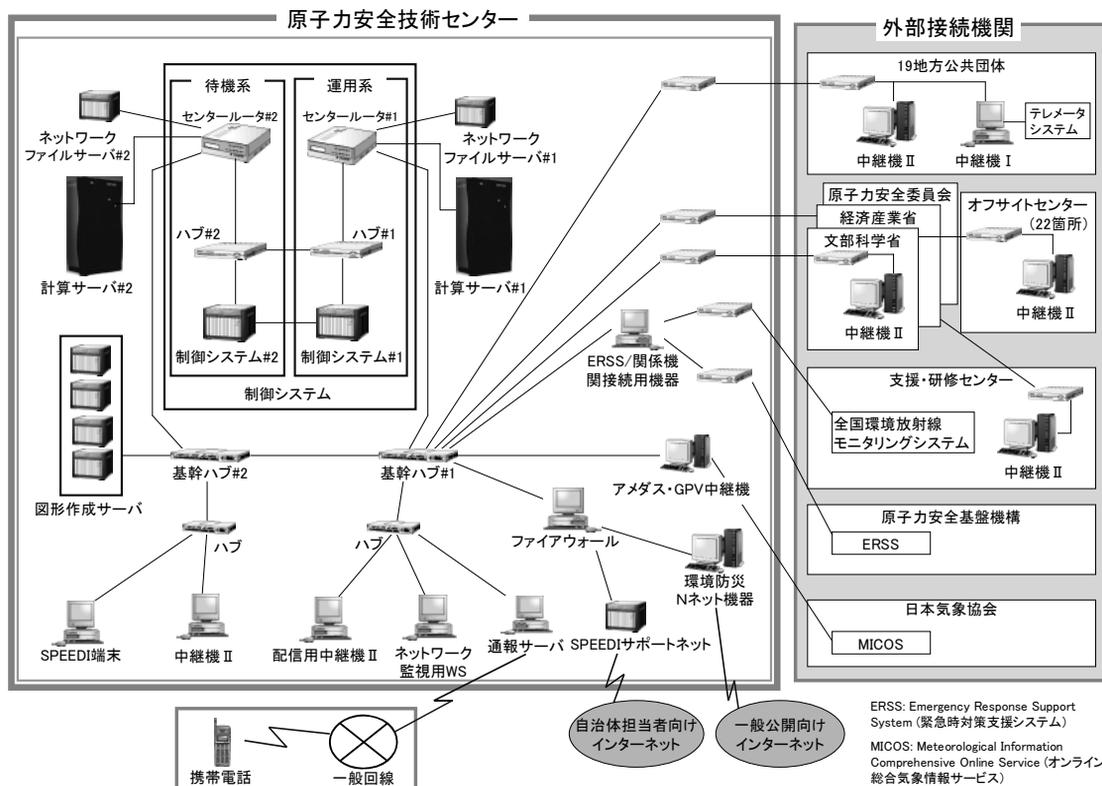


図-3 SPEEDIネットワークシステムの構成概要  
Fig.3-SPEEDI network system structure overview.

Response Support System) と接続され、放出源情報を受信する。また地方公共団体から収集したデータを、日本原子力研究開発機構の支援・研修センターに送信する機能も持つ。

### ● 国・地方公共団体側システムの概要

#### (1) 中継機Ⅰ (富士通製GP400S/M10×2台)

地方公共団体のテレメータシステムと接続され、テレメータシステムから気象観測データ、環境放射線データを受信し蓄積する。蓄積したデータは10分間隔で制御システムに収集される。ハードウェア異常などによるデータ受信停止を避けるため、ほとんどの中継機Ⅰは2台の同一端末で構成され、一方の停止時にもデータ収集を継続できるよう考慮されている。

#### (2) 中継機Ⅱ (富士通製FMV)

中央計算機群から配信された予測図形の表示を行う端末である。地方公共団体、および国関連施設に設置される。以前は予測図形の表示を行うための端末であったが、後述する直接入手機能、直接計算機能の開発により、入力端末としての機能も備えるようになった。

### 富士通の取組み

日本原子力研究開発機構によって開発されたSPEEDIネットワークシステムの基本システムは、1986年より、文部科学省からの委託を受けた原安センターに実施主体が移管され、地方公共団体や日本気象協会とのネットワークが整備され、運用されてきている。

SPEEDIネットワークシステムのうち、放射性物質の拡散予測計算を行う部分は日本原子力研究開発機構が開発したものを利用している。富士通は、各種データの収集・蓄積、予測計算実行のための入力データ作成、計算ジョブの実行制御、計算結果の可視化などのシステムを利用するための機能の開発、各種サーバの導入、構築、ネットワーク監視などのシステムの運用にかかわる環境の整備、利用・運用を円滑に進めていくための保守や支援を行ってきた。

とくに、1999年のJCO事故以降、SPEEDIネットワークシステムは、原子力防災における重要性が高まり、原子力施設周辺住民の防護対策をより効果的、有効に立案するために必要な情報を提供するシステムとするため、様々な機能強化が行われてきた。

以下に、近年の主要な機能追加など整備が行われたものについて紹介する。

### ● 予測・監視機能の強化

#### (1) 予測対象施設の拡大

SPEEDIネットワークシステムが放射性物質の拡散予測計算を行う対象は、当初、原子力発電所(「もんじゅ」,「ふげん」を含む)および再処理施設工場に限定されていた。その後1999年のJCO事故を契機に、予測対象施設として、大学・研究機関の試験研究用原子炉、燃料加工施設などが追加され、対象施設はそれまでの14自治体34拠点から、19自治体43拠点に拡大され、また、国の方針により、原子力災害時の防護対策の拠点として「オフサイトセンター」が全国22箇所に整備された。これに伴い、対象施設増加に伴うシステム利用環境、機能追加を実施し、全オフサイトセンターに中継機Ⅱを設置し、予測図形を配信・表示する機能が整備された。

SPEEDIネットワークシステムのデータ通信ネットワークを図-4に示す。

SPEEDIネットワークシステムは、文部科学省、原子力安全委員会、経済産業省、オフサイトセンター、地方公共団体、および日本気象協会とを、原安センターに設置された中央情報処理計算機を中心に専用回線により接続している。中央情報処理計算機は、地方公共団体のモニタリングステーションなどからの気象・環境放射線観測データと、日本気象協会からのGPVデータおよびアメダスデータを常時収集し、万一の緊急事態に備えている。

#### (2) データ収集・監視の詳細化

SPEEDIネットワークシステムが各地方公共団体から収集する環境放射線データは、本来、予測計算そのものには必要なものではなかった。JCO事故以降、国内の全原子力関連施設の環境放射線データの常時監視が、SPEEDIの大きな任務の一つとして位置付けられるようになった。これに伴い、従来、平常時は1時間間隔(緊急時には10分間隔)であった環境放射線データの収集を、常時10分間隔で行うよう改修が行われている。また、一部の施設については、一般的な $\gamma$ 線線量率に加えて中性子線の線量率も収集するよう改修が行われた。

これら(1)、(2)の改修、整備に当たっては、JCO事故後の緊急性から原安センターの強い要請を受けて、非常に短期間で開発整備が求められる

中、富士通としてのこれまで培われた様々なノウハウおよび技術力を結集し、原安センターからの協力を仰ぐことにより、対応することができた。

## ● 利用者環境の改善 (予測結果直接入手機能)

予測計算の条件入力、予測計算ジョブ起動は、従来は原安センターに設置されたSPEEDI端末からしか行うことができなかった。これは、原子力災害の発生時の想定として、SPEEDIの予測計算の実行指示は文部科学省側から指示され、その指示に従って原安センターが予測計算を行い、結果を地方公共団体に配信するという、一方通行の流れが想定されていたためである。しかし、原子力防災訓練を実施する地方公共団体が増加し、防災訓練で使用する予測図形を容易に入手したいというニーズが高まり、地方公共団体設置の中継機Ⅱから直接計算条件を入力し、計算結果の予測図形を直接受け取る、予測結果直接入手機能の整備が行われた。

SPEEDI端末は端末側にもアプリケーションを搭載するクラサバシステムであるが、予測結果直接入手機能の操作系は、端末側はブラウザのみで動作するWebシステムとして構築した。これはメンテナンスの効率化や、将来的な中継機ⅡのWeb化を視野に入れたものである。

予測結果直接入手機能の概念を図-5に示す。

予測結果直接入手機能では利用者の利便性を図るため、複雑な計算条件の一部を固定化して操作を簡略化したり、計算ジョブの起動時に予測終了時刻を表示したりする機能などの整備が図られた。

## 今後の展開

SPEEDIネットワークシステムの予測計算の領域は、原子力施設を中心に約100 km四方以内に限定されていた。これに対し、日本原子力研究開発機構が開発された新しい計算モデルを導入し、より広範囲な影響を予測する機能の整備が進められている。

文部科学省および原安センターは、2007年度には広範囲影響予測機能の計算モデル部分を日本原子力研究開発機構から原安センターの計算機環境(新計算サーバ)に導入し、計算実行が可能な環境を構築し、2008年度以降、計算条件入力や図形作成・配信などの運用に必要な環境整備を進め、2009年度の運用開始を目指している。富士通では、このような文部科学省、原安センターの整備計画に従って、新しい計算サーバの導入を進め、これまでのベクトル計算機に代わってPCクラスタ(富士通製PRIMERGY RX200 S3×12台)を導入し、コスト

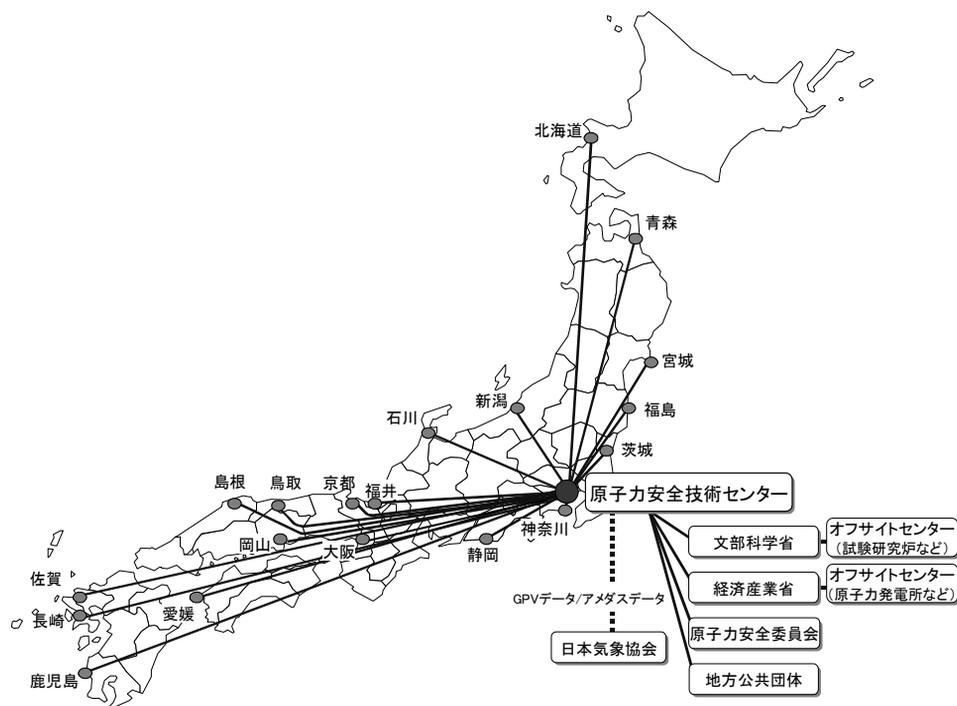


図-4 SPEEDIネットワークシステムのデータ通信ネットワーク  
Fig.4-Data communication network of SPEEDI network system.

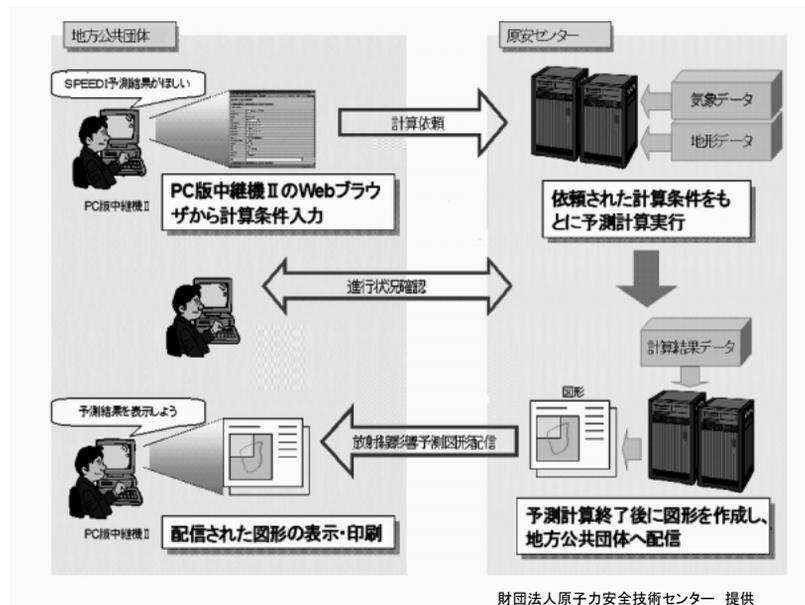


図-5 予測結果直接入手機能の概念  
Fig.5-Concept of function to directly receive prediction results.

パフォーマンスの向上に貢献している。

JCO事故以降、原子力を取り巻く環境の変化が大きい中、改修期間が短期であることなどから、SPEEDIネットワークシステムの根本的な設計思想はベクトル計算機1台で処理を実施していたシステムを継承せざるを得なかった経緯がある。

これらシステムに求められる要件の大きな変化も踏まえ、今後は各ハードウェアのリプレース時期に合わせて、原子力防護対策の迅速な立案という大きな目標に向けた最適なシステムの形を目指して、データ収集、データ管理、計算制御などの主要機能の見直し、および再配置の検討を進めるとともに、現行センターのある東京側での地震など、万一の事態を想定した場合の二次的なバックアップシステムの構築をも視野に入れたシステムの冗長化を推進し、より堅ろうかつ効率的なシステムの実現を目指した提案などを働きかけていきたい。

## む す び

これまでSPEEDIネットワークシステムの開発および運用の状況を紹介し、富士通の本システムへの支援の取組みについて述べてきた。今後も富士通としては日本の原子力防災の要となっている本システ

ムの安定稼働、機能拡張のための一翼を担ってまいりたいと考えている。

本稿は、旧電源開発促進対策特別会計法及び特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、財団法人原子力安全技術センターが、これまで実施してきた「緊急時対策総合支援システム調査」の総合成果を示したものである。

## 参 考 文 献

- (1) 内閣府：原子力災害対策特別措置法。  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/law/002-1.html>
- (2) 財団法人原子力安全技術センター。  
<http://www.nustec.or.jp/>
- (3) 文部科学省ホームページ。  
<http://www.mext.go.jp/>
- (4) 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム SPEEDIパンフレット. 2006.  
<http://www.bousai.ne.jp/vis/torikumi/030103.html>
- (5) 須田直英：SPEEDIネットワークシステムの現状と展望. 保健物理, Vol.41, No.2, p.88-98 (2006).