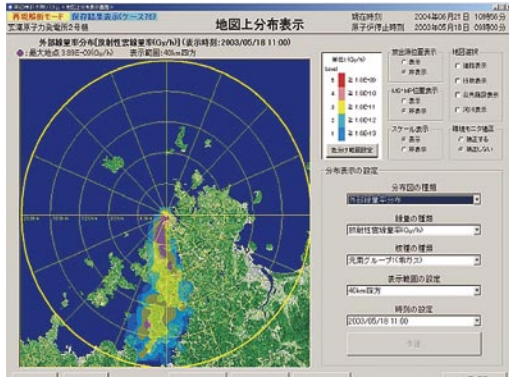


Development of Nuclear Preparedness Support System



糠塚重裕\*1 Shigehiro Nukatsuka  
 渡邊長深\*1 Osami Watanabe  
 工藤清一\*2 Seiichi Kudou  
 山岸誠\*3 Makoto Yamagishi  
 大場良二\*4 Ryojhi Ohba  
 岡林一木\*5 Kazuki Okabayashi

1. はじめに

原子力緊急事態とは原子力発電所などの施設から放射性物質や放射線が異常に施設外へ放出される事態をいう。原子力緊急事態発生時、施設者は図1に示すように、事故の発生とその後の状況を速やかに国と自治体に報告しなければならない。さらに事故の分析と進展、並びに周辺環境への影響を予測・評価し、その情報を提供することが必要になる。

このような事態で施設者の原子力防災活動を支援し、かつ施設者の防災要員の意思決定や判断を支援するためのツールとして原子力緊急時対応システム (MEASURES: Multiple Radiological Emergency Assistance System for Urgent Response) を開発した。

原子力緊急時対応で重要なことは、的確に事故状態を分析し、迅速に事象進展を把握し、正確に周辺環境の影響を予測し、地域住民の安全を確保することである。

2. MEASURES システムの構成

MEASURES は原子力緊急時の効果的な対応を支援するために、以下の4つのサブシステムを備えている。

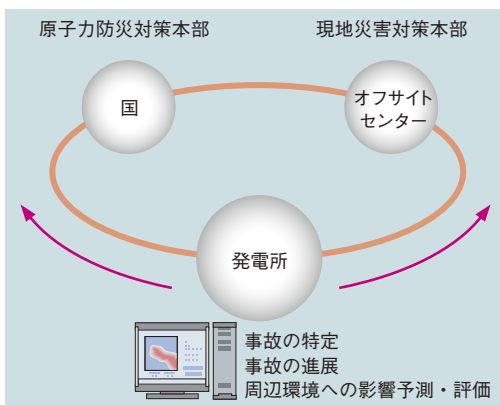


図1 緊急時体制の基本概念

る。このシステムはパソコンを活用したシンプルな構成とし、三次元気流分布など計算時間を要する解析には並列計算処理により時間短縮を図っている。各サブシステムの処理フローを図2に示す。

① 情報収集・判断システム (AIPS)

データ収集、プラント状態の表示、及び事故の起因事象の判定を実行する。データには発電所状態データ (プラントパラメータ)、周辺モニタ (環境パラメータ)、風向、風速などの気象データ等が含まれ、これら収集されたデータを簡単かつ明瞭な形式で図3に示すように表示する。さらに、収集された発電所状態データとあらかじめ用意された知識データに基づく事故診断テーブルから、例えば配管が破断したというような、事故として何が起こったのかという起因事象を同定する。

② 事象進展表示システム (ACIS)

①による起因事象診断に基づいて、イベントツリー検索法により今後の事象進展を迅速に推論し、

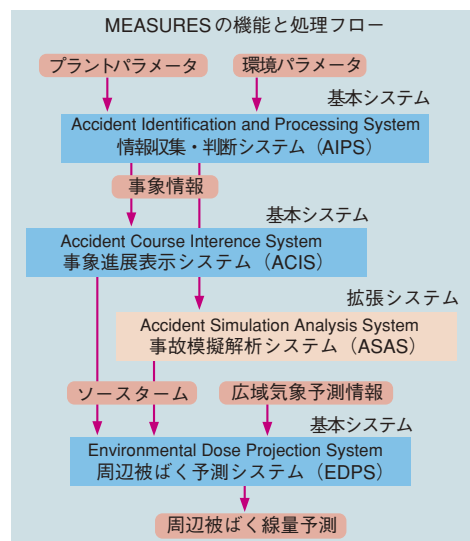


図2 MEASURES の各サブシステムの処理フロー

\*1 原子力事業本部原子力技術センター原子炉安全技術部首席  
 \*2 原子力事業本部原子力技術センター原子炉安全技術部放射線安全技術課首席

\*3 原子力事業本部原子力技術センター原子炉安全技術部信頼性技術課首席  
 \*4 技術本部長崎研究所所長室技監・主幹 工博  
 \*5 技術本部長崎研究所流体研究室首席 博(工)

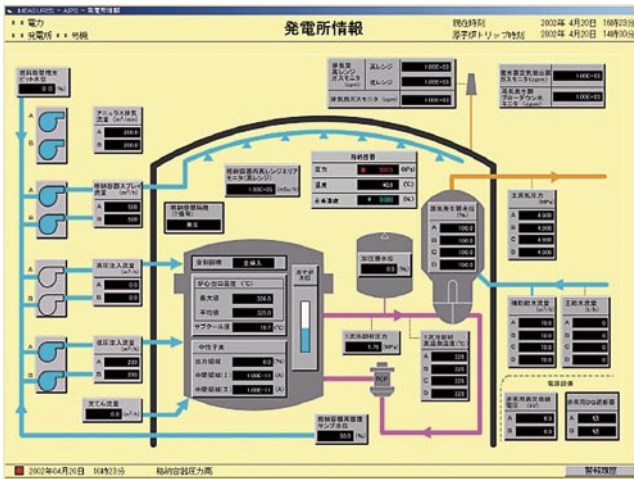


図3 発電所情報の表示例

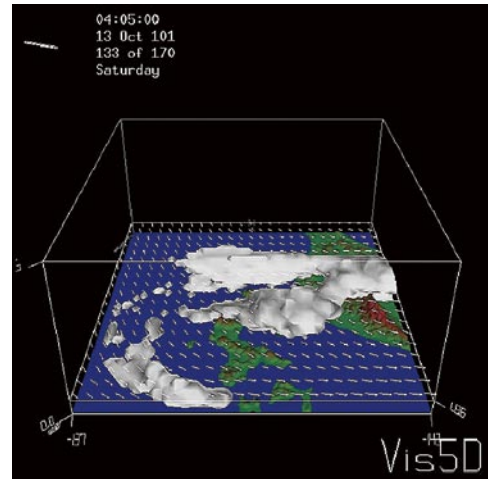


図4 放射性雲移行挙動の動画表示例

放射性物質の放出開始時刻，放出継続時間や放出率を評価する．事象進展や放出放射エネルギーデータは事前に解析され，推論のためのデータベースとして格納されている．②はイベントツリー上に事故事象の進展状態を表示する．

③ 事故模擬解析システム (ASAS)

②は事前に解析されたデータに基づく事象進展の推論を担当しているが，③は最適評価解析プログラムを使用し，より現実的に，正確に事象進展と放出放射エネルギーの推論を実行することを目的としている．このシステムは事故の初期段階から解析を連続的に正確に実行することができる．

④ 周辺被ばく予測システム (EDPS)

④は発電所を中心とした気流状態の変動と放射性物質の拡散状態及び放射性物質の濃度変化，線量率分布などを迅速に正確に予測するシステムである．GPV (Grid Point Value) データなどの気象予報データを使用し，さらに気象力学モデルや非定常三次元拡散モデルを採用することにより，精緻な予測を得ることを可能にしている．さらに，発電所からの放出量や核種の種類は②，③からの結果を自動的に利用するか，又は手動でそれらのデータを与えることができる．④は風速ベクトル図，空気中濃度分布，地表沈着量分布，線量率分布，積算線量分布を表示する．また図4に示すようにプルーム移行挙動アニメーションなどを表示することができる．

気象庁の地域気象観測システムであるアメダス (実測値) と MEASURES (予測値) の比較を図5に示す．日時を指定して事前に解析された MEASURES の予測解析結果 (観測点での気温，風向，及び風速の時間変化) は実際に観測された気象観測データ (アメダス) と良い一致を示している．

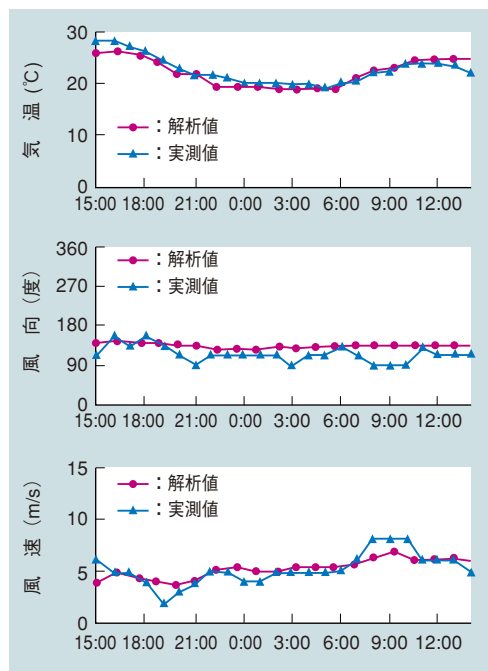


図5 アメダス (実測値) と MEASURES (予測値) の比較 (福井県大飯地点) 平成 13 年 5 月 29 日～5 月 30 日.

このような予測結果を正確，かつ短時間で提供するため，三次元気流分布など計算時間を要する解析には，図6に示す計算領域を徐々に絞り込む多重格子法の採用や並列計算処理により時間短縮を図っている．

3. MEASURES の特徴

MEASURES は，周辺被ばく予測のみならず，原子力緊急時対応支援や意思決定に必要とされる独立したサブシステムを統合化し，一体化した運用ができるシステム構成となっている一方，個別サブシステムを単独運用することもできるシステム構成となっている．さらに，各システムの連携により，一人でも操作が可能であるとともに，中央制御盤のヒューマンマ

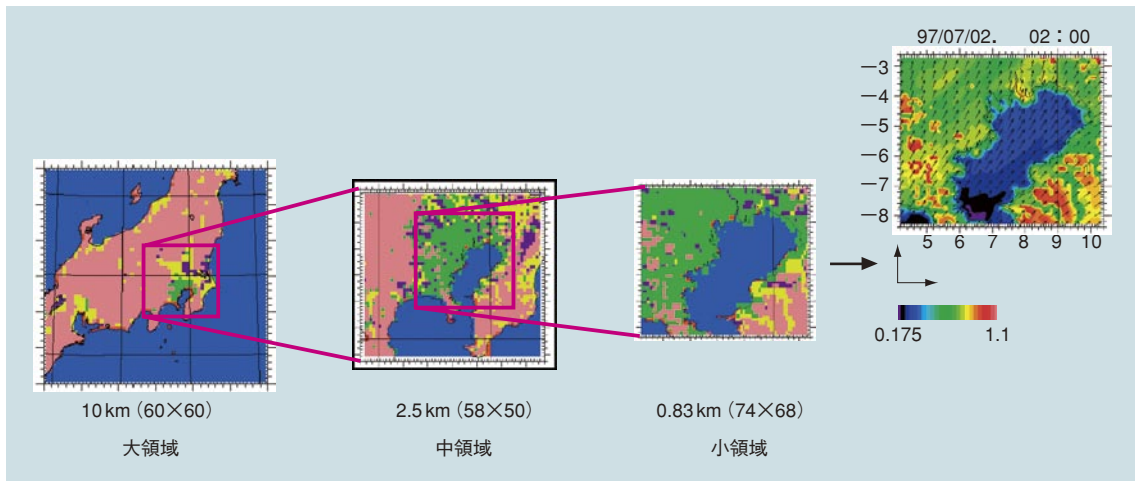


図6 計算領域を徐々に絞り込む多重格子法概念

シーンインターフェイス設計技術を生かした視認性・操作性に優れたユーザインターフェイスを採用している。また、拡張性を考慮し、各種解析コード類の組み込みが容易になるよう設計されている。

#### 4. 防災活動への適用

MEASURES は原子力緊急対応時の原子力防災活動の支援を目的として開発したが、原子力事故以外の国、自治体による総合防災訓練、発電所内の防災訓練、防災要員の日常訓練などに活用し、事故想定に基づいた実効性のある訓練を実現することができる。

#### 5. おわりに

並列計算処理コンピュータシステムを利用して、MEASURES と称する原子力緊急対応システムを開発した。MEASURES には気象力学モデルが採用されており、精度良く詳細な環境影響を予測するため三次元気流分布解析を行うが、解析時間がかかるという難点があった。このため、予測システムとしての応用が困難であった。解析時間短縮を図るため、並列計算処理コンピュータシステムの採用、さらに多重格子法などの採用により大幅な解析時間の短縮を図ることに成功した。このことにより、三次元気流分布解析と

環境影響予測評価を迅速、かつ正確に実行することが可能となり、原子力緊急時対応のみならず、有害ガスの拡散や各種公害などの被害予測など多方面への応用が可能となった。

#### 参考文献

- (1) S. TRINICASTELLI, et al., Turbulence Closure Models and Application in RAMS, Environmental Fluid Mechanics (2005) 5:169-192
- (2) 気象状況予測手法, 特許第 3712654 号, US6, 853, 924B2
- (3) 拡散物質の拡散状況予測手法および拡散状況予測システム, 特開 2003-196574 号



糠塚重裕



渡邊長深



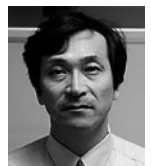
工藤清一



山岸誠



大場良二



岡林一木