



地層処分システム性能評価のための 解析管理システムの開発

石原 義尚 牧野 仁史 大井 貴夫
石黒 勝彦 梅木 博之* 房枝 茂樹*¹

東海事業所 処分研究部
* 本社 2000年レポートチーム
*¹ 三菱重工株式会社

資料番号：2-3

Development of Computer Assisted System for Analysis
Management in the Performance Assessment of Geological Disposal

Yoshinao ISHIHARA Hitoshi MAKINO Takao OHI
Katsuhiko ISHIGURO Hiroyuki UMEKI* Shigeki FUSAEDA *¹
Waste Isolation Research Division, Tokai Works

* Geological Isolation Research Project, Tokai Head Office
*¹ Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

高レベル放射性廃棄物地層処分システムの性能評価では、評価シナリオに対応して、様々な現象に対する解析コードとデータを組み合わせた解析を多数行う。解析に基づく評価結果が妥当なものとなるためには、解析コードやデータを用いた解析作業が適切に行われていることを保証する必要がある。そこで、性能評価の解析作業を支援し、かつ管理することが可能な計算機支援システムとして、性能評価用解析管理システム（CAPASAシステム）を開発した。本システムでは、オブジェクト指向のプログラミング法を用いており、解析コードやデータの組み合わせを画面上で視覚的に表現して解析を行うことができるため、解析手順やデータの接続関係の確認が容易になった。また、解析に使用したコードや入力データを一括してデータベースに保存することにより、解析内容の履歴管理及び解析結果の再現性や保全性が向上した。

The computer assisted system for analysis management CAPASA (Computer Assisted Performance Assessment System Analysis) has been developed to insure quality of performance assessment (PA) calculations for geological disposal of high level radioactive waste. CAPASA is an integrated system for assembling and executing systems of analysis codes and data sets for the purpose of PA. It provides a graphical user interface which allows the analyst to assemble the direction of flow of data and sequences of execution of the analysis code. Also, CAPASA automatically controls the relation among the used codes and input/output files used in PA calculations to ensure reproducibility and traceability of PA calculations. Input/output data sets and used libraries with auxiliary information are maintained in the system in the form of hierarchical structure. Therefore, an object-oriented method has been introduced in order to efficiently realize CAPASA's function. The use of an integrated computer system like CAPASA is very effective to improve the quality and efficiency of PA calculations.

キーワード

計算機支援システム、解析管理、性能評価、地層処分、高レベル放射性廃棄物、オブジェクト指向
Computer Assisted System, Analysis Management, Performance Assessment, Geological Disposal, High Level Radioactive Waste, Object Oriented Method

1. はじめに

使用済燃料の再処理施設において発生する高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化により安定な形態にした後、30年から50年程度冷却のために貯蔵され、その後、地下の深い地層中に処分すること（以下、地層処分）が、我が国の基本方針とされている¹⁾。地層処分においては、多重バリアシ

テム（ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材からなる人工バリアと天然の地層からなる天然バリアの総称）を設けることが、高レベル放射性廃棄物の地層処分を検討している各国の共通の考え方となっている。

地層処分システムの安全性の評価が、通常の工学システムの場合と大きく異なるのは、

- ① 極めて長い時間枠（例えば数万年以上）を考慮しなければならないこと
- ② 天然の地層という不均質で大きな空間領域を有するシステムであること

の2点である。このため、通常の工学システムのように、設計に基づいて試験的にプラントをつくり、様々な性能試験からシステムの安全性を実証していくという直接的な方法を採用することができない。

したがって、地層処分システムの安全性は、予測解析による間接的な方法により評価することになる。この評価の一般的な方法は、最初に、地層処分システムに生起すると考えられる種々の現象に関するシナリオを描く。次に、シナリオに従いシステムの長期的な挙動を表現するための数学モデルの開発と必要なデータの整備を行う。最後に、モデルとデータを用いた予測解析を行ってシステムの性能を推定した後、指針や基準と比較することによって、地層処分システムの安全性を判定する、という方法である。

地層処分システムの性能評価では、このような間接的な方法をとるため、評価結果の妥当性は、考慮すべき現象が過不足なく合理的に網羅されていること、それらが科学的客観性をもって適切に理解されモデル化されていること、さらにはモデルに対応して適切なデータセットが用意されていることに依存する。このため、シナリオ、解析モデル、データに対して、シナリオの十分性²⁾、主要な解析モデル（解析コード）の検証/確認³⁾、及びデータの妥当性⁴⁾に関する検討を進めている。

さらに、解析に基づく評価結果が妥当なものとなるためには、上記の検討に加えて、解析コード及びデータを用いた解析作業が適切に行われていることも保証する必要がある⁵⁾。すなわち、

- ① 評価シナリオに対応して、正しい手順で解析が実行されているか
- ② 解析に使用するコードとデータセットが適切に組み合わせられているか
- ③ 解析手順に対応して、解析コード間のデータの受け渡しが整合よく行われているか

等の観点から、解析作業が適切であることを確認していく必要がある。また、性能評価の解析作業は、複数の人間が関与して多数の計算を繰り返して行うものである。したがって、解析作業者の人為的ミスをできる限り低減するとともに、解析コードとデータの組合せ、及びデータの受け渡しを適切に実施しなければならない。

このためには、解析コードやデータを統合し、評価シナリオに応じてこれらを柔軟に組み合わせ

た総合的な解析が実施できる解析支援環境を整備することが有効であると考えられる。さらに、解析支援環境下で行われた解析作業の内容を体系的に管理し、確実にトレースできるようにすることも重要である。

以上のことから、性能評価の解析作業を支援し、かつ管理していくために、計算機を用いた性能評価用解析管理システム（Computer Assisted Performance Assessment System Analysis；以下、CAPASAシステム）を開発したので、報告する。

2. CAPASAシステムの基本概念

2.1 性能評価解析の特徴

地層処分システムの性能評価を考えるうえで基本となるシナリオは、地下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能性に関するシナリオ（地下水シナリオ）と、廃棄物と人間との物理的距離が接近することによって人間環境に影響を及ぼす可能性が生じるようなシナリオ（接近シナリオ）との2つであり、特に地下水シナリオを重視して検討を行うべきことが国際的にも共通の考え方となっている⁶⁾。地下水シナリオとは、ガラス固化体と地下水が接触することにより放射性核種が溶出し、地下水によって核種が生物圏まで運ばれるシナリオである。地下水シナリオに対する総合的な性能評価を行うためには、図1に示すような熱、水理、力学、地球化学、物質移行等の多様かつ複合的な関連性を有する現象に対応した解析モデルの体系に基づいて、複数のモデルを適切に組み合わせた解析が必要となる。

さらに、研究開発の進展に伴うモデルの開発や改良、あるいはデータの更新、追加等を受けて、解析モデルの体系が見直されていくことも考慮しなければならない。

このような特徴を有する性能評価解析が適切に行われることを保証するために満足すべき要件を以下に示す。

- ① 解析の内容に応じて、解析コードを柔軟に組み合わせた計算が実施できること
- ② 各コード間のデータの受け渡しを正確に効率良く実施できること
- ③ 時間的に進展する現象毎の研究成果（モデルの開発/改良、データの更新/追加等）の取り込みが容易にできること
- ④ 解析の手順とその内容を保存しておくことにより、解析結果の透明性と追跡性を確保すること
- ⑤ 解析コード、ライブラリ、及び入出力データを一元管理することにより、解析結果の再現性

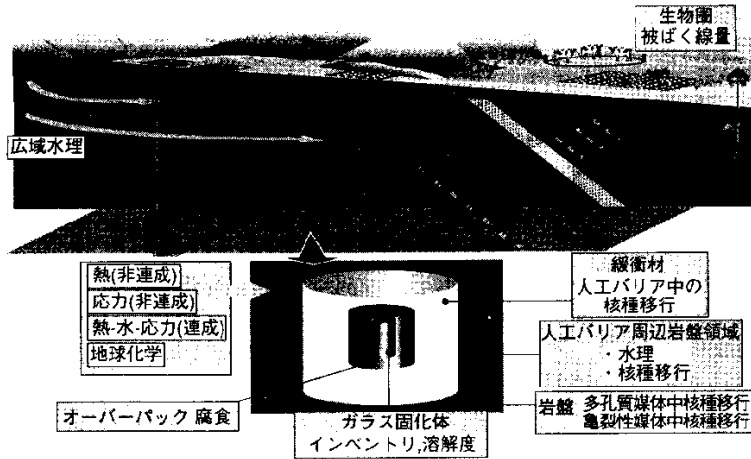


図1 地下水シナリオに対する性能評価のモデル体系

と安全性を向上させること

開発したCAPASAシステムでは、①～③の要件を解析支援機能により、また④～⑤の要件を解析管理機能により具体化できるようにした。以下、CAPASAシステムの解析支援機能と解析管理機能を、上記の要件への対応を中心として述べる。

2.2 解析支援機能

解析の内容に応じて複数のコードをシステム上で柔軟に組み合わせた計算を行うため、解析パス（解析コードの組合せと実行順序）の構築とそのパスに応じたデータの選択・受け渡しを画面上で簡単に行うことができ、かつ解析を実行することができる機能を実現する。ここで、解析パスを視覚的に表現したものを、PLAN (Process Linkage / Analysis Network) と名付けた。PLANは、図2に示すように、プロセスノード（解析に使用する個別のコードを表す）と、データノード（コードの入出力データを表す）とによって表現される。ノード間の矢印はデータの流れを示し、ある解析コードの出力が他の解析コードの入力へと受け渡されることを示す。

PLANを用いることにより、性能評価解析の複雑なシーケンスやコード間の相互依存性を比較的簡潔に表現することができる。また、解析の中間結果や最終的な結果もPLANの中に記述・保存されているため、PLANは解析内容及び手順の確認や管理・検査に有効である。

PLANで表現された解析を実際に行うために、すべての情報を共通データベースに格納し、各コード間のデータの受け渡しはデータベースを

介して実施することとした。この場合、図3に示すように、PLAN上のプロセスノード（解析コード）は、それに特有のプリ・ポスト処理プログラムを使って共通データベースから必要なデータを取り出し、解析実行後の結果を共通データベースに保存することになる。これをPLAN上のすべてのプロセスノードに対して順次実行することにより、複数の解析コードを組み合わせた性能評価解析が実行できる。また、各コード間のデータの受け渡しはシステムが行うため、正確かつ効率的に

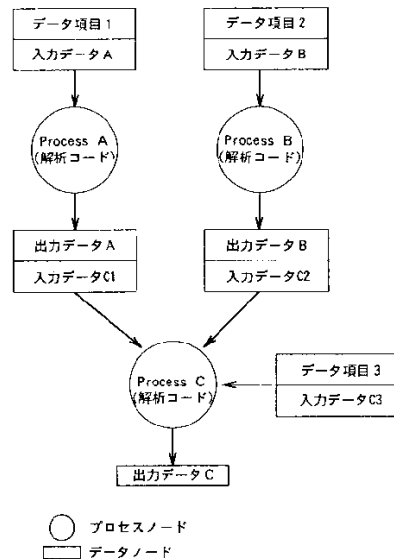


図2 PLAN (Process Linkage/Analysis Network) の概念図

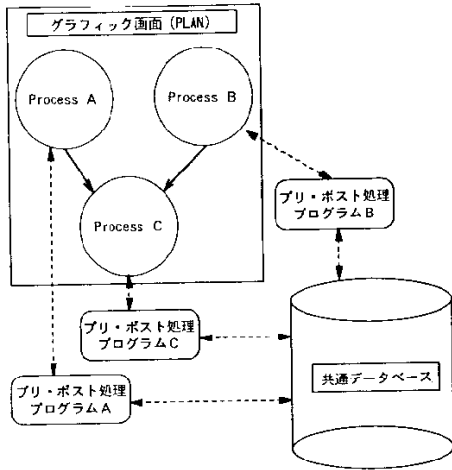


図3 データベースを介したPLAN (解析) の実行概念

実施できる。

ここで、PLAN上のプロセスノードを計算機システムの側面からみると、データベースから情報を取り出すプリ処理プログラム、解析コード、及びデータベースに情報を保存するポスト処理プログラムの集合 (モジュール) として構成されている。このため、解析コード自体には一切の変更を加えることなく、システムの構築を行うことが可能になる。このようなアプローチを採用した利点は、以下のとおりである。

- ① 解析コードのモジュール化によって独立性や再利用性が高まり、コードの改良や新規コードの導入に伴うシステムの拡張が、システム全体に影響を与えることなく実施できる

- ② 既存の解析コードをそのまま利用するため、検証/確認の成果や使用上のノウハウを活かすことができる
- ③ データベースとのプリ・ポスト処理プログラムを拡充させることによって、様々な解析コードの組合せに柔軟に対応でき、データの受け渡しを半自動化することができる

2.3 解析管理機能

解析の内容及び手順を明確に管理していくために、CAPASAシステムでは上述したPLANそのものをデータベースで管理する。さらに、PLANに含まれる解析コード (複数可)、各コードの入力データ及び解析結果を、PLANと関連付けて一元管理することとした。これは、解析コード (実行ファイル) や入出力データ等のファイルを個別に保存・管理していた従来の方法に比べて、効果及び効率の両面から大きな利点となる (図4参照)。すなわち、解析に使用したコードの組合せ、各コードのバージョン、及び入出力データ、さらには解析日時や内容に関する簡単なメモ等を含めて、解析作業にかかわるすべての情報を一元管理することにより、必要に応じて過去の解析内容を確認にトレースすることができ、解析結果の透明性と追跡性を確保することができる。

また、PLANには、名称とともにバージョン番号をつけて管理することとした。このバージョン番号は、PLANの構成や入出力データを変更した場合 (例えば、PLAN上のプロセスノードの追加や削除等)、システムが自動的に更新する。これにより、過去の解析結果の保全性が確保される。

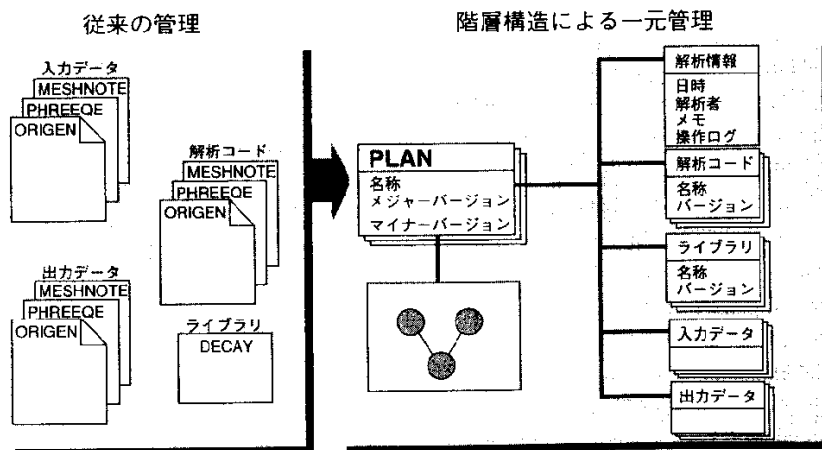


図4 解析管理のための一元管理

また、既存のPLANに対するキーワード検索機能の実現により、過去の解析に対するトレーサビリティ（追跡性）の向上を図っている。

3. システム開発

3.1 開発手順

CAPASAシステムの開発においては、オブジェクト指向プログラミング⁷⁾の考え方を採用し、解析で必要となるデータの複合的な関連性を階層構造（クラスとリンク）として整理・管理することとした。このため、オブジェクト指向データベースを中核として、PLANの実行制御、プリ・ポスト処理プログラム等をC++言語を用いて開発した。ただし、解析コードに関しては、先にも述べたように既存のものをそのまま利用するため、コードの作成言語は特に問題にはならない。なお、本システムは、これまで解析に使用していたUNIX系計算機（SUNワークステーション）のウィンドウ環境（Motif環境）で動作可能である。

以下に、システムの開発手順を簡単にまとめる。

(1) データの分析と整理

データベースの設計及びプリ・ポスト処理プログラム作成のために必要な作業として、個別現象に対応した解析コードに対して、解析実行に必要なデータ項目を抽出し、階層構造（クラスとリンク）として整理した。この際、現象間の関連性と相互関係を考慮し、関連のあるデータ項目は一つのクラスとしてまとめた。また、複数のコードを組み合わせた解析を実行するために必要なデータ

の接続関係及びデータ操作を検討した。

(2) データベースの設計

上記で分析されたデータの階層構造に基づいて、解析コードの入出力データを保存するデータベースの設計と構築を行った。構築に際しては、研究の進展に伴って新たなデータ項目をデータベースへ追加することも考慮して、クラスの再利用性を向上させることにより、比較的容易に拡張ができる構造とした。このため、解析コードを改良した場合や新規の解析コードをシステムに追加する場合は、データ構造の追加あるいは部分的な修正で対応することができる。

(3) 解析コードとデータベース間のプリ・ポスト処理プログラムの作成

解析コードの入出力データ管理、及びコード間のデータ接続を行うために必要なプリ・ポスト処理プログラム、並びにそれらをウインドウ画面上でマウスにより簡単に操作するためのグラフィカルユーザインターフェイス（Graphical User Interface；以下、GUI）を作成した。

(4) 全体制御プログラムの作成

PLANを構築するためのGUI、PLANに基づく解析の実行制御、PLANの保存等、CAPASAシステム全体を制御・管理するためのプログラムを作成した。

3.2 システムの全体構成

構築したCAPASAシステムの全体構成を図5に示す。本システムは、GUI（ウインド画面のアイコンやメニューとマウスによる選択）を通じて簡

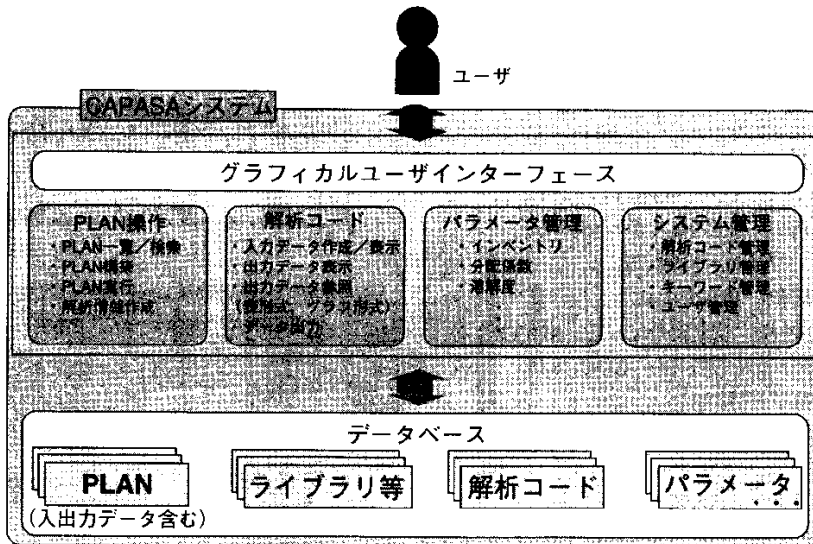


図5 CAPASAシステムの基本構成

単に操作することができ、ユーザがデータベースの内部を直接操作する必要はない。システムの操作メニューは、大きく4つに分類される。

(1) PLAN操作

PLANの新規構築、実行、保存、既存PLANの検索／読み込み、解析情報の作成等を行う機能

(2) 解析コード操作

各解析コード毎に用意されており、入力データの作成、出力データの表示、表及びグラフ形式でのデータ参照、データのファイル出力等を行う機能

(3) パラメータ管理

核種の半減期、インベントリ、分配係数、溶解度等、複数の解析コードで共通に使用する各種の基本データを保存・管理する機能

(4) システム管理

解析コードの実行ファイル、ライブラリ等を管理する機能、並びに検索用キーワードの登録／管理、ユーザの登録／管理等を行う機能

PLAN操作及び解析コード操作は、主として解析実行に係るメニューであり、PLANの構築及びそれに基づく解析の実行が可能である。これは、2.2で述べた解析支援機能を実現したものである。また、PLAN操作のなかで、既存PLANの検索／読み込み、解析情報の作成は解析管理機能に関するものであり、PLANを単位としてすべての情報を一括して取り出すことができる。

パラメータ管理メニューは、解析に使用するデータの整合性を向上させるために付加したもので、解析支援及び管理の両方に係る機能を実現したものである。また、システム管理メニューで、解析コード自体（実行ファイル）並びにコードに付随するライブラリ類の保存・管理ができる。このため、過去の解析結果についても、常に再現計算が可能である。

現在までに構築したCAPASAシステムには、地下水シナリオに対応した性能評価解析を行うため、以下の解析コードが導入されている。

- ① インベントリ評価：ORIGEN
- ② 地球化学評価：PHREEQE
- ③ 核種移行評価：MESHNOTE、MATRICS、HYDROGEOCHEM
- ④ 生物圏評価：AMBER

これらの解析コードにおいては、単独での解析はもとより、複数のコードを組み合わせた解析が実行できる。また、CAPASAシステムの基本的な操作手順はどの解析コードにおいても同じであるため、共通の手順でシステムの機能を活かした解

析が実施できる。

4. システムの具体的運用

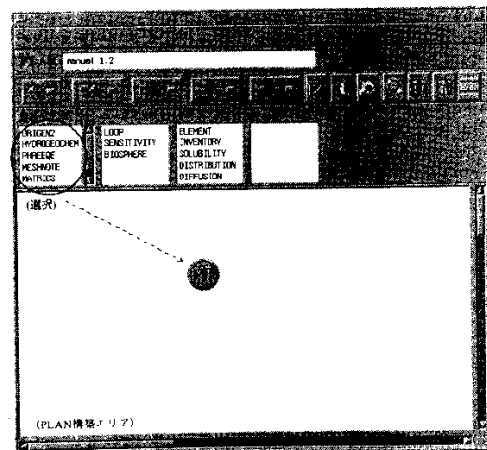
3.2で示したCAPASAシステムの機能が実際の解析作業のなかでどのように利用されるのかを、具体的に紹介する。

4.1 解析支援

(1) 単一コードでの解析

CAPASA上で解析コードを実行する場合、はじめに、図2に示したような解析の実行パスを表現したPLANを構築する必要がある。ただし、解析コードを一つだけ用いて計算する場合、図6に示すように、解析したいコードをマウスで選択してPLAN構築エリアに置くだけでPLANの構築は終了する。この場合のPLANは一つのプロセスノード（解析コード）だけで表現される。

次に、PLAN上のプロセスノードをマウスで選択し、入力データ作成用のウィンドウを起動する。このウィンドウ上で入力データを作成するとともに、実行するコードのバージョンを設定する。なお、入力データは、データベース内に用意されている雛形（テンプレート）や外部ファイルから読み込むことも可能である。入力データ作成後、PLAN実行ボタンをマウスで選択すると、計算が実行され、解析結果がデータベースに自動的に保存される。この時、出力ファイルがそのままデータベースに保存されるわけではなく、3.1(1)で述べたデータの分析・整理に基づいて、管理が必要なデータのみが抽出され、階層化された形でデー



○ プロセスノード（解析コード）

図6 単一の解析コードによるPLAN構築画面

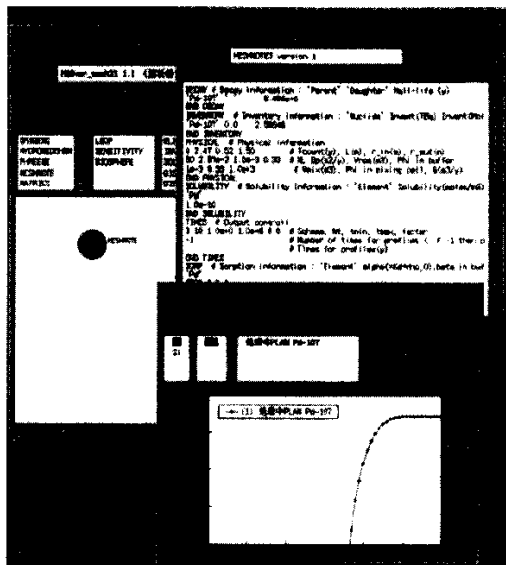


図7 解析結果の確認画面

データベースに保存される。

解析終了後、図7に示すように、入力データの確認（コードの名称とバージョンも併せて表示される）や、解析結果をグラフ形式で表示させることができる。また、過去に実施したPLANの解析結果を選択してグラフ上に併せて表示し、比較することも可能である。

(2) 複数のコードを組み合わせた解析

例えば、図8に示すように、地下水シナリオに対応して、ガラス固化体中のインベントリ解析、核種の溶解度解析、人工バリア中の核種移行解析、岩盤中の核種移行解析、並びに生物圏解析を行うことを考える。この場合、従来手順では、まずORIGENコードとPHREEQEコードで解析を行い、それぞれインベントリと溶解度を求める。次に、

得られたインベントリと溶解度をMESHNOTEコードの入力データに読み込んで解析を行い、人工バリアからの移行率を求める。次に、この移行率を用いてMATRIXESコードで解析を行い、岩盤中の核種移行率を求める。最後に、岩盤中の移行率を用いてAMBERコードで解析を行い、線量当量率を評価することになる。CAPASAシステムでは、このようなコードの実行手順とデータの接続関係をPLANで表現することができ、各コード間のデータの受け渡しはデータベースを介して行うため、従来に比べて解析の実行が容易となる。さらに、データ受け渡し時の人為的ミスを低減することができる。

図8に示した問題をCAPASA上で解析するために構築したPLANを図9に示す。丸い記号（プロセスノード）は解析コードを表し、四角い記号（データノード）は受け渡すデータを表す。図9のようなPLANの構築はマウスの操作だけで簡単に行うことができる。PLANを構築した後、解析者は入力データ作成用のウィンドウを起動して各解析コードの入力データを作成するとともに、接続データ設定用のウィンドウを起動してコード間のデータ接続に関する設定を行う。PLAN上のすべてのコードに対するインプット作成とデータ接続に関する設定が終了した後、画面上的PLAN実行ボタンをマウスで選択すると、PLANの制御フロー（解析順序）に合わせて解析コードが順次実行されていく。この際、データノードで指定されたデータがデータベースから取り出され、次の解析コードの入力データに反映されて、解析が実行される。解析終了後は、各解析コード毎に結果を表やグラフの形式で確認することができる。なお、解析結果は自動的にデータベースに保存されているため、保存のための操作は特に必要ない。

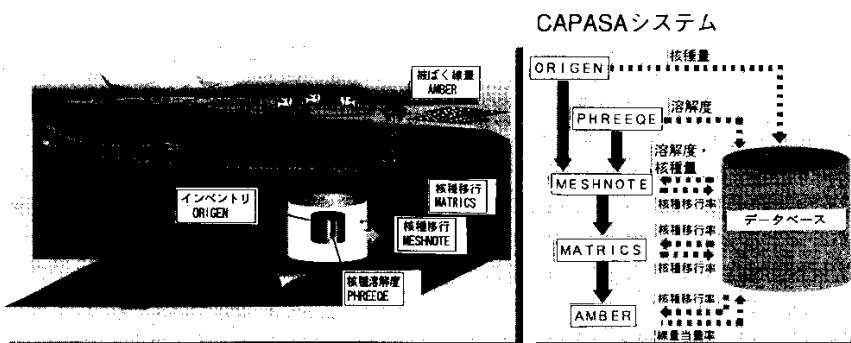
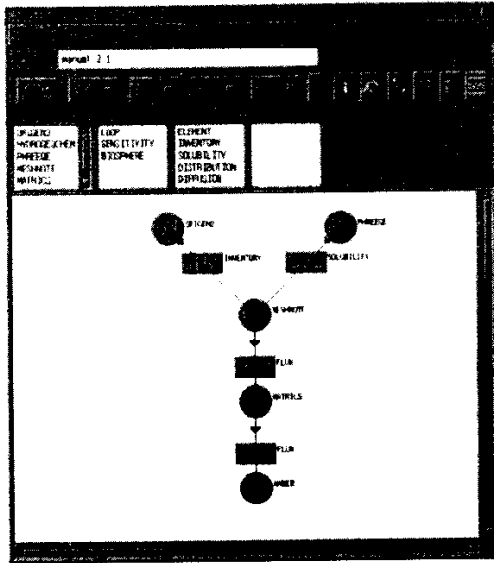


図8 地下水シナリオに対する性能評価解析



○ プロセスノード (解析コード)
 □ データノード (接続データの指定)

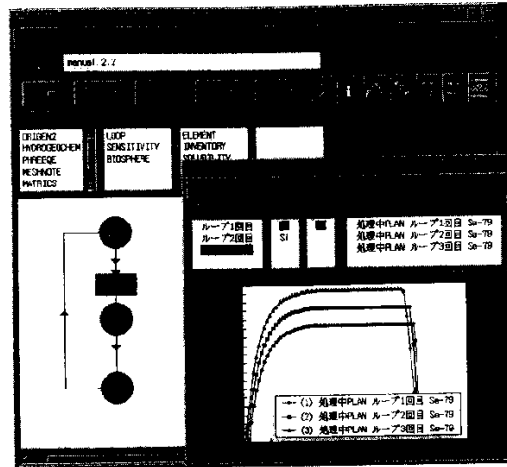
図9 複数の解析コードを組み合わせたPLANの構築画面

また、すべてのコードの解析を一度に実行するだけでなく、既存のPLANに解析コードを追加して計算することも可能である。例えば、MESHNOTEコード単独で解析したPLANをデータベースから読み出して、MATRICESコードを新たに追加したPLANを作成すれば、すでに計算されたMESHNOTEの移行率を用いてMATRICESの計算を行うことができる。

(3) 感度解析

性能評価研究では、様々なパラメータの変動が結果 (例えば、核種移行率等) に及ぼす影響を調べるために、感度解析を行う。CAPASAシステムでは、感度解析についても比較的簡単に実施することが可能である。

図10に感度解析用のPLANの一例を示す。図中のSENSITIVITY (SN) 並びにLOOP (LP) と書かれたプロセスノードは解析コードを表したのではなく、感度解析のために用意されたCAPASAに特有の処理プログラムである。変動の影響が調べたいパラメータの値 (複数個) をSENSITIVITYに設定しておくことにより、それぞれの値が入力データに順次反映され、複数回の解析が連続して実行される。感度解析の結果は、図10に示すように、同一グラフ上で比較・確認することができる。



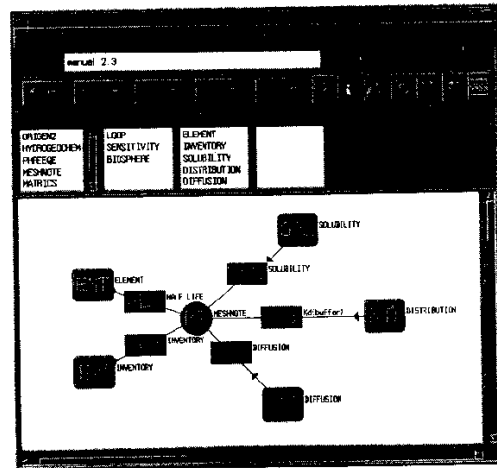
○ プロセスノード
 □ データノード

図10 感度解析のためのPLANと解析結果

4.2 解析管理

(1) PLANの保存と管理

CAPASAシステムでは、解析管理機能として、2.3で述べたように、PLANそのものをデータベースで管理するとともに、PLANに含まれる解析コード、各コードの入力データ及び解析結果を、PLANと関連付けて一元管理している。このため、既存のPLANをデータベースから読み出すことにより、図6から図11に示したようなPLANがその



○ プロセスノード (解析コード)
 □ データノード (接続データの指定)
 ◻ パラメータ管理用データノード

図11 パラメータ管理用データを用いたPLANの構築画面

まま再現される。さらに、PLANに含まれる各解析コードに対して、使用したバージョン、入出力データ、及び解析情報（解析日時や解析に関する簡単なメモ等）が同時に読み出される。これらのデータは、表形式やグラフ形式で参照することができ、必要に応じて外部ファイルに出力することも可能である。このように、PLANを単位とした関連情報の一括管理を実現したことにより、過去の解析内容を確実にトレースすることができ、解析結果の透明性と追跡性を確保することができる。

データベースへの情報の保存は、複数のユーザによる作業に対応するために、2種類のデータベース（グループデータベースとパーソナルデータベース）により管理している。グループデータベースは、複数の解析者間で共有されるデータが格納されており、解析コード、ライブラリ、入力データのテンプレート、パラメータ設定値、PALN等が保存されている。また、パーソナルデータベースは各ユーザ毎に用意されたデータベースで、ユーザが作業中のPLANが格納されている。

あるユーザが処理を行っているPLANは、最初個人別に用意されたパーソナルデータベースに一時的に格納される。そして、このユーザがPLANを長期にわたって保存・管理したい場合、もしくはこのPLANを他のユーザが引用する場合は、これをグループデータベースに移動し、永続的に管理することになる。グループデータベースのデータ（PLAN、コード等）は、データ保護の観点から、変更・削除ができないように保護機能がついている。また、他のユーザが実施したPLANを参照したり、解析結果を引用する場合は、グループデータベースからパーソナルデータベースにPLANをコピーすることにより処理を行うことができる。この時、引用したPLANの名称やバージョン番号も情報として保存される。

このようなデータ保存機能により、複数のユーザが同時に効率よく解析業務を行うことができるとともに、解析結果の保護及び引用に関する整合性を高めることができる。

(2) パラメータ管理

核種の半減期のように各解析コードで共通に使用するデータは、これをデータベースで管理し、必要に応じて引用することにより、解析の整合性を保つことができる。また、核種移行解析で使用される分配係数や溶解度等の各種の設定データは、研究の進展にともなって随時改訂がなされるものである。このため、これらをまとめてデータ

ベースに保存して改訂履歴を管理しながら、解析に引用することが解析管理上望ましい。

そこで、これらの基本データをデータベースに保存・管理するとともに、PLANを用いて解析に適時引用できる機能を付加した。この場合のPLANの例を図11に示す。この図は、半減期、インベントリ（核種量）、分配係数、溶解度、拡散係数をデータベースから取り出してMESHNOTEコードの計算を行う場合のPLANである。このようなPLANを用いることにより、解析に使用した各種パラメータの設定値の確認が容易になり、あわせて解析の整合性を保つことができると考えられる。

5. おわりに

以上述べてきたように、CAPASAシステムの開発により、解析内容（入出力データ、使用した解析コード及びライブラリのバージョン等）の履歴管理及び一元管理が可能となり、再現性と安全性が向上した。また、これまで手入力で行っていた解析コード間でのデータの受け渡し作業を簡単化することができ、単純な人為的ミスの可能性を低減する手順を具体化することができた。さらに、共通のGUI環境（ウインドウ画面のメニューとマウスによる選択）での操作を実現したことにより、どの解析コードにおいても、共通の手順で本システムの機能を活かした解析が実施できるようになった。これらのことは、評価結果の妥当性を保証していく上で有効であると考えられる。

今後は、第2次取りまとめにおける主要な解析を本システム上でいながら、必要に応じて新規の解析コードをシステムに導入していく。さらに、個別の現象に対する研究開発の進展に合わせて、それらの成果（コードの改良、データの改訂等）を随時システムに反映させていき、一連の性能評価解析が実行できる環境をより一層整備していく。また、本システムに導入済の解析コードについては、必要に応じてシステム機能をさらに充実させていく予定である。

謝辞

本報を作成するにあたり、原子力システム株式会社鈴木祐二氏及び姥名貴憲氏には図作成等にご協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 原子力委員会：“原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画”，平成6年6月24日，(1994)。
- 2) 牧野仁史、石黒勝彦 他：“地層処分性能評価におけるシナリオ

- 解析のための探索型アプローチの構築”, 動燃技報, No.107, p.101-109, (1998).
- 3) 動燃事業団: “地層処分研究開発の現状 (平成8年度)”, PNC TN1410 96-071, p.210-214, (1996).
 - 4) 澁谷早苗, 油井三和: “核種移行挙動評価のための熱力学データベースの整備とその状況”, 動燃技報, No.105, p.57-66, (1998).
 - 5) Neyama, A., Ishihara, Y., et al.: “Quality Assurance Program with Computer-Oriented Management System for Performance Assessment”, High Level Radioactive Waste Management, Proceedings of the Eight International Conference, p.544-548, (1998).
 - 6) 原子力安全委員会原子力バックエンド対策専門部会: “高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方について”, 平成9年4月15日, (1997).
 - 7) Meyer, B. 著, 二木厚吉 監訳: オブジェクト指向入門, アスキー出版局, (1990).