

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

分置03

1805

地層処分 F E P 情報データベース・システムの開発 (I)

概 要

(動力炉・核燃料開発事業団 研究委託内容報告書)

1 9 9 7 年 3 月

日商岩井株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒107 東京都港区赤坂 1-9-13
動力炉・核燃料開発事業団
技術協力部 技術管理室



地層処分FEP情報データベース・システムの開発 (I)

— 概 要 —

浅原 進也*、木村 良則*

要 旨

地層処分に於ける安全評価シナリオの研究においては、前年度までに基盤情報となる基本的なFEPリストを整理し、文書ファイルにするとともに、それらのリストをシナリオの影響因子に沿って関連づけ、表示・更新する、パーソナル・コンピュータによるFEPリスト管理プログラムを開発した。

平成8年度は、前年度の成果を元に地層処分におけるシナリオ開発の為、総合的なFEP情報データベース・システムについてUNIXシステムをサーバーとした、分散型の評価用地層処分FEP情報データベース・システムを試作し、次年度より開始する実システムの技術基盤を確立した。また、海外における、シナリオ開発を支援する関連手法についても予備的に検討を行い、次年度に開発するFEP情報データベース・システム全体の機能設計の参考とした。

平成8年度の研究開発作業の結果、次年度の課題として、本格的な地層処分FEP情報データベースシステムの設計開発、シナリオ開発を支援するFEPデータ処理機能の開発が残された。

本報告書は、日商岩井株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究内容結果である。

契約番号：080D0921

事業団担当部課室および担当者：環境技術開発推進本部 処分研究グループ 梅木 博之

*日商岩井株式会社



Development of the FEP Data Base System for High Level Radioactive Waste Geological Disposal Performance Assessment

Summary

Shinya ASAHARA*, Yoshinori KIMURA*

Abstract

Prior to 1996, as part of research on Safety Assessment Scenarios for geological disposal of high level radioactive waste, we compiled a fundamental FEP list, which list is expected to serve as the core information for such scenarios. The FEP list was converted into a document file, and an FEP list management program was built which is capable of displaying and updating the contents of the list on a personal computer.

During 1996, based on results achieved in the previous year, we built a prototype of a parallel-type FEP information database system which was designed to develop Safety Assessment scenarios for geological disposal. The system uses a Unix machine as the server computer, thus establishing a technological base for the real system which is to be launched in the following year.

In addition, we made a preliminary survey of techniques available overseas which might support the development of such scenarios. Those findings were used as reference information for designing the overall functions of the FEP information database system to be developed during the following year.

As a result of research and development activities performed during 1996, the design and development of a full-scale FEP information database system, and development of processing capabilities for the FEP data, have remained as themes for the following year.

Work performed by Nissho Iwai corporation under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Radioactive Waste Management Project, Isolation System Research Program
Hiroyuki Umeki

* NISSHO IWAI corporation

【 目 次 】

1	はじめに	1
1.1	F E P 情報データベース・システムの概要	1
1.2	研究項目	7
1.2.1	F E P リスト管理プログラムの改良、機能追加	7
1.2.2	データベース管理システムの開発	8
1.2.3	シナリオ解析支援手法の検討	9
2	簡易 F E P リスト管理プログラム (MacFEP)	2 5
2.1	整備したMacF E P の概要	2 5
2.1.1	グラフィクス・ユーザー・インターフェイス	2 5
2.1.2	F E P 情報の表示概要	2 6
2.2	MacFEPの構成	2 7
2.3	ウィンドウとインターフェイス	2 8
2.3.1	ウィンドウの種類と構成	3 0
2.3.2	メニューの種類と構成	3 5
2.4	データの種類と内容	3 9
2.4.1	テキストデータ	3 9
2.4.2	イメージデータ	4 2
2.4.3	ウィンドウ・オブジェクトデータ	4 3
3	平成 8 年度に改良したMacF E P の機能	4 5
3.1	階層マトリクス・ウィンドウ	4 6
3.2	サブマトリクス・ウィンドウ	4 7
3.3	インフルエンス・ダイアグラム表示機能の改良	4 8
3.4	その他新機能の追加	5 1
3.5	収集情報の履歴管理	5 4
3.6	個別 F E P リスト因果関係の抽出と整合性確認機能	5 5

付録一A 簡易 F E P 管理ソフトウェア 簡易操作説明書

付録一B 簡易 F E P 管理ソフトウェア (英文) 簡易操作説明書

1 はじめに

地層処分に於ける安全評価シナリオの研究に於ては、前年度までに基盤情報となる基本的なFEP (Feature, Event, Process) リストを整理し、ワードプロセッサ用の文書ファイルにするとともに、これらのリストをシナリオの影響因子に沿って関連づけ、表示・更新するためのパーソナル・コンピュータによる、簡易FEPリスト管理プログラムを開発した。それにより、今後発生すると予想される、膨大なFEPリスト情報の収集を効率的に行う手法の基盤を確立した。

また、シナリオ開発を支援する機能を開発するための予備的な関連技術調査も平行して行ない、次年度から開発する本格的な、FEP情報データベース・システムの要求基盤を整備した。

作業にあたっては、前年度に開発した、簡易FEPリスト管理プログラムの操作性等の一部の機能を改良整備し、個々のFEPデータとなるシナリオ情報の収集・管理にかかわる運用体制を確立するとともに、シナリオ情報の収集を目的とした作業を合わせて実施した。

1. 1 FEP情報データベース・システムの概要

高レベル放射性廃棄物の地層処分システムに関する長期的な性能を評価するうえでのシナリオ解析は、個々のFEP (地層処分システムの長期的な挙動を構成する特質、事象およびプロセスで、英語の Feature, Event, Processの頭文字をとって示したもの) やインフルエンス・ダイアグラム (FEPとFEP間の相関を視覚的に表わした図) をもとに、地層処分システムの長期的な性能を評価するためのシナリオを抽出するものであり、これに基づき、評価のための枠組みが規定され、適切なモデル化を行って解析を実施し、その結果を最終的に規準と比較することによって地層処分システムの安全性が判断される。

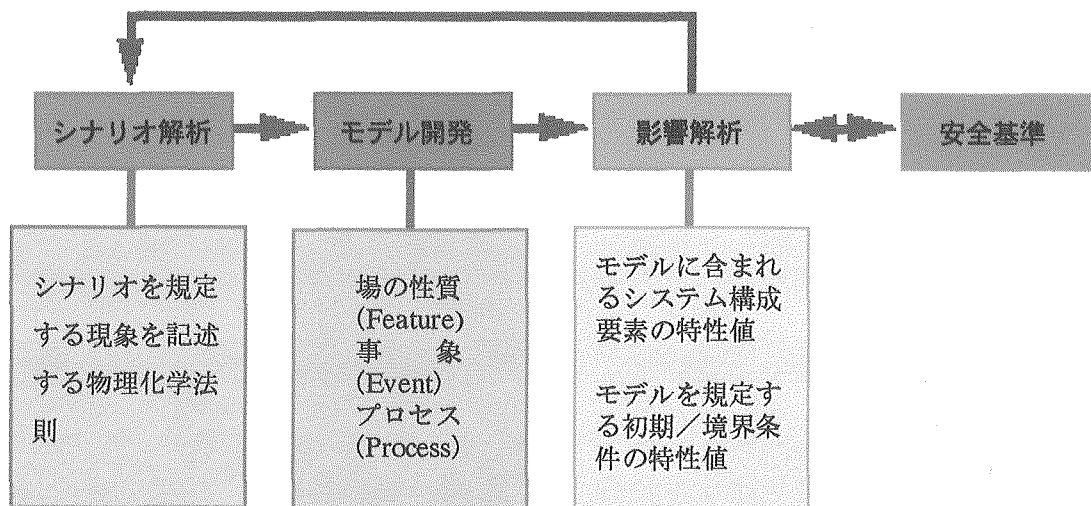


図 1. 1 - 1 地層処分性能評価の体系

このうち、シナリオ解析を行うにあたっては、地層処分システムの長期挙動に関する膨大なFEP情報からシナリオを構築していかなければならず、品質管理の面からも計算機による支援が不可欠なものと

考えられる。これまで事業団では、シナリオ開発を行うためのアプローチとして、包括的なFEPリストとインフルエンス・ダイアグラムを組み合わせた方法を採用している（以下、FEPとインフルエンス・ダイアグラムに登録される情報を含めて“FEP情報”という）。

地層処分システムの性能評価を行うには様々な学問領域が存在し、シナリオを作成するには、それらの専門家による議論と合意形成が必要であるため、このアプローチは、異分野の専門家同士が、それぞれの分野の垣根を越えて議論するうえで有効であると考えられる。

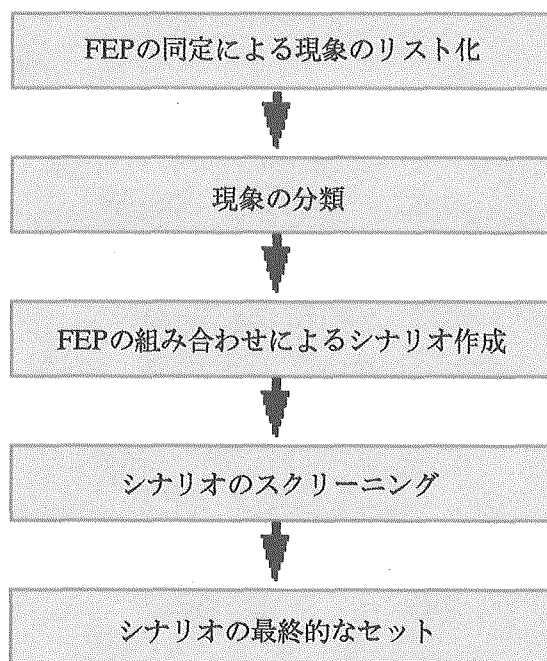


図1. 1-2 シナリオ開発における体系的な方法

FEPリストについては、そのリストをもとに様々な分野の専門家による議論を通してシナリオで考慮すべき現象の網羅性の確認を行うこと、並びにモデル化やデータ取得の指針としての役割を担うことを主眼とするため、詳細なレベルまでのFEPを含んでいるほうが都合がよい。一方、インフルエンス・ダイアグラムについては、FEP間の関係に注目することを目的とし、なるべく簡素化した形態で表現する必要があるため、集合化した形態でのFEPを用いることが望ましい。

本研究では、これらの方法論を具体的に構築するとともに、総合的な情報管理が可能な「FEP情報データベースシステム」を開発するものである。本研究は、これまでのシナリオ分類に従い、まず地下水シナリオの基本ケースを対象にFEP情報データベースシステムに取り入れるものとした。

地下水シナリオの基本ケースとは、

- 1) 人工バリアには欠陥がなく設計どおりに機能し、
- 2) 地質環境条件は定常状態にあり、

3) 将来の人間活動による影響はない。

といった系を想定することである。他のシナリオについては、これと独立して、あるいは基本ケースへの擾動として取り扱うことが可能である。本研究では基本ケースを基盤として開発を進め、地下水シナリオの変動ケースや接近シナリオを取り込んだシナリオ解析のための枠組みに発展させながら、FEP情報データベースシステムを開発していくこととした。

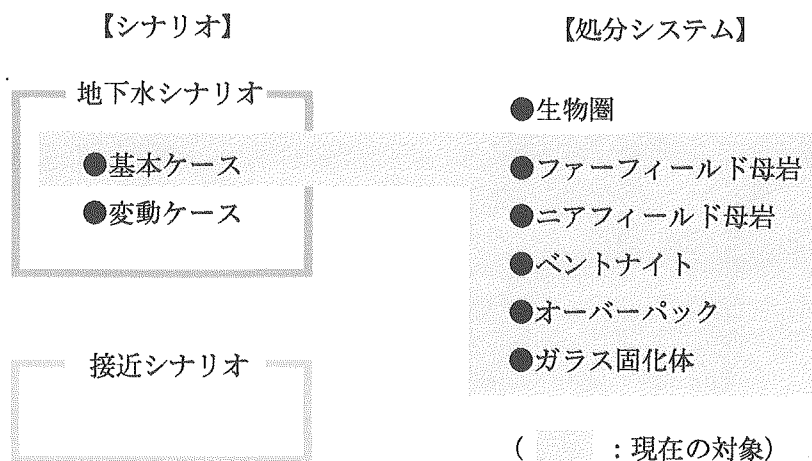


図 1. 1-3 FEP情報データベースシステムの範囲

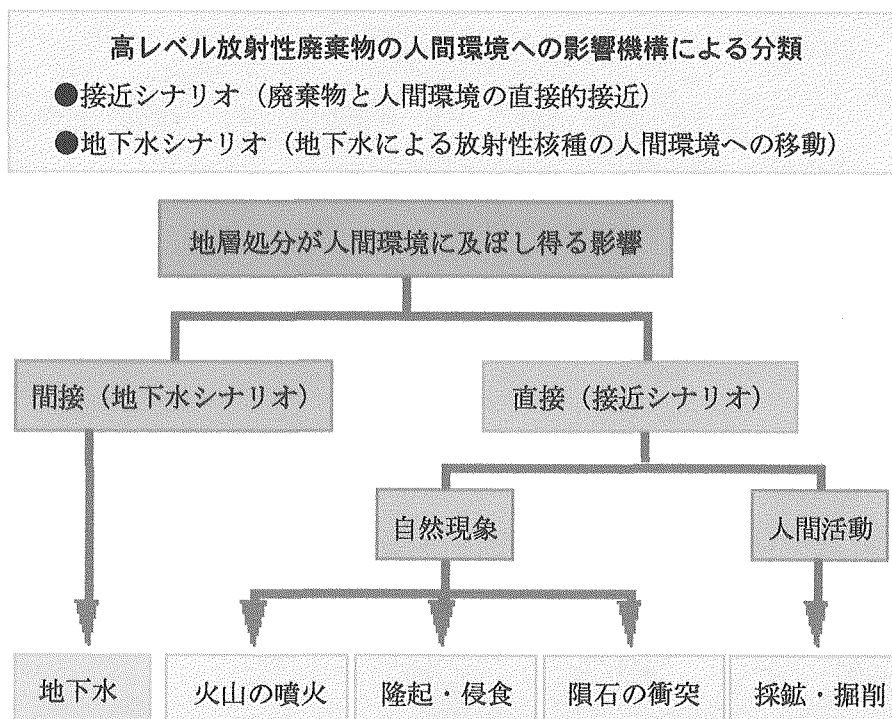


図 1. 1-4 シナリオの分類

(1) FEPリスト

本研究でのFEPリストは、地層処分システムを構成するガラス固化体からファーフールド母岩までの5つの場を横軸とし、縦軸には、それぞれの場での現象と特性を6つ（熱、水理、力学、化学、物質移動、放射線学）に分類して、それぞれFEPの集合体でグループ化を行いマトリクス構造化（「階層マトリクス」と呼ぶ）している。

	F F 母岩	N F 母岩	ベントナイト	オーバーパック	ガラス固化体
熱的現象・特性	F-1	H-1	B-1	OP-1	G-1
水理学的現象・特性	F-2	H-2	B-2	OP-2	G-2
力学的現象・特性	F-3	H-3	B-3	OP-3	G-3
化学的現象・特性	F-4	H-4	B-4	OP-4	G-4
放射線学的現象・特性	F-5	H-5	B-5	OP-5	G-5
物質移動現象・特性	F-6	H-6	B-6	OP-6	G-6

図1. 1-5 階層マトリクス

この各グループごとにキーとなるFEPを定義し、FEPを説明する過程で必要に応じ、さらに下位のFEP（「サブFEP」と呼ぶ）を設け階層構造化している。なお、マトリクス中のF-1やB-3といった記号は、処分システムを構成する場で生じるFEPを一括りにしたものである。

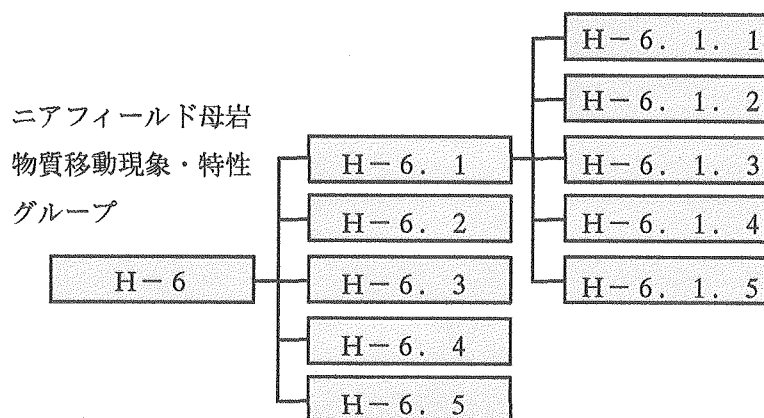


図1. 1-6 階層構造化（記号化による）

これによって、数学モデルやデータとの対応に配慮することができる（このようなFEPに関する情報を「個別FEP情報」と呼ぶ）。このようにFEPのマトリクス化を行うことにより、地層処分システ

ムを構成する場と現象・特性に対する理解と網羅性のチェックが容易となるほかに、異分野間のコミュニケーションの促進が図れること、研究の進展による内容の変更も容易にすることが可能となる。

(2) インフルエンス・ダイアグラム

インフルエンス・ダイアグラムは、階層FEPマトリクスに組み込まれるキーとなるFEPを対象とした因果関係を視覚的に記述するものであり、各FEPを箱（ボックス）で表し、関連するボックス間を枝（ブランチ）で表現する。これにより、FEP間の因果関係に関する理解を容易なものとすることができる。インフルエンス・ダイアグラムには、地層処分システム全体で表したものを「全体システム・インフルエンス・ダイアグラム」、地層処分システムの各コンポーネントごとに作成するものを「サブシステム・インフルエンス・ダイアグラム」、1つのFEPを核に、そのFEPが直接影響を与えるFEPと影響を被るFEPだけを表したものを「ローカル・インフルエンス・ダイアグラム」と呼ぶこととした。このような、システム全体、サブシステム、直接関連のあるFEP間のみ、といった様々なレベルでのインフルエンス・ダイアグラムをFEP内容の検討の範囲に応じて、それぞれ併せて概観することにより、その理解が容易なものとなると考えられる。

(3) FEPリストとインフルエンス・ダイアグラムの接点

FEPリストとインフルエンス・ダイアグラムについては、取り扱うFEPの数が膨大なものになることから、計算機による支援が不可欠である。また、インフルエンス・ダイアグラム中のボックスとブランチに個別FEP情報の内容を計算機上で関係づけることにより、相互の情報を効率的に引き出すことが可能になるとともに、専門家を交えたFEP内容の議論の促進にも有効なものと考えられる。

インフルエンス・ダイアグラムと個別FEP情報を関連づけることにより、個別情報の内容に対する更新や追加および削除といった見直しに対応して、自動的にインフルエンス・ダイアグラムの変更が可能となる。このような視点から本FEP情報データベース・システムを研究している。

(4) FEPデータベース構成

本研究では、個別FEP情報とインフルエンス・ダイアグラムに係わる情報（データ）をデータベース化し、FEP情報の改訂にともなう個別FEP情報の履歴や個別FEP情報相互関連の品質管理を行うとともに、目的とするFEP情報を効率良く引き出すためのグラフィクス・ユーザーインターフェイスを設計検討した。図1. 1-7は、本システムに用いる個別FEP情報とインフルエンス・ダイアグラムに係わる情報のデータベース構成概念を示したものである。

【インフルエンス・ダイアグラム情報エリア】

【階層マトリクスエリア】

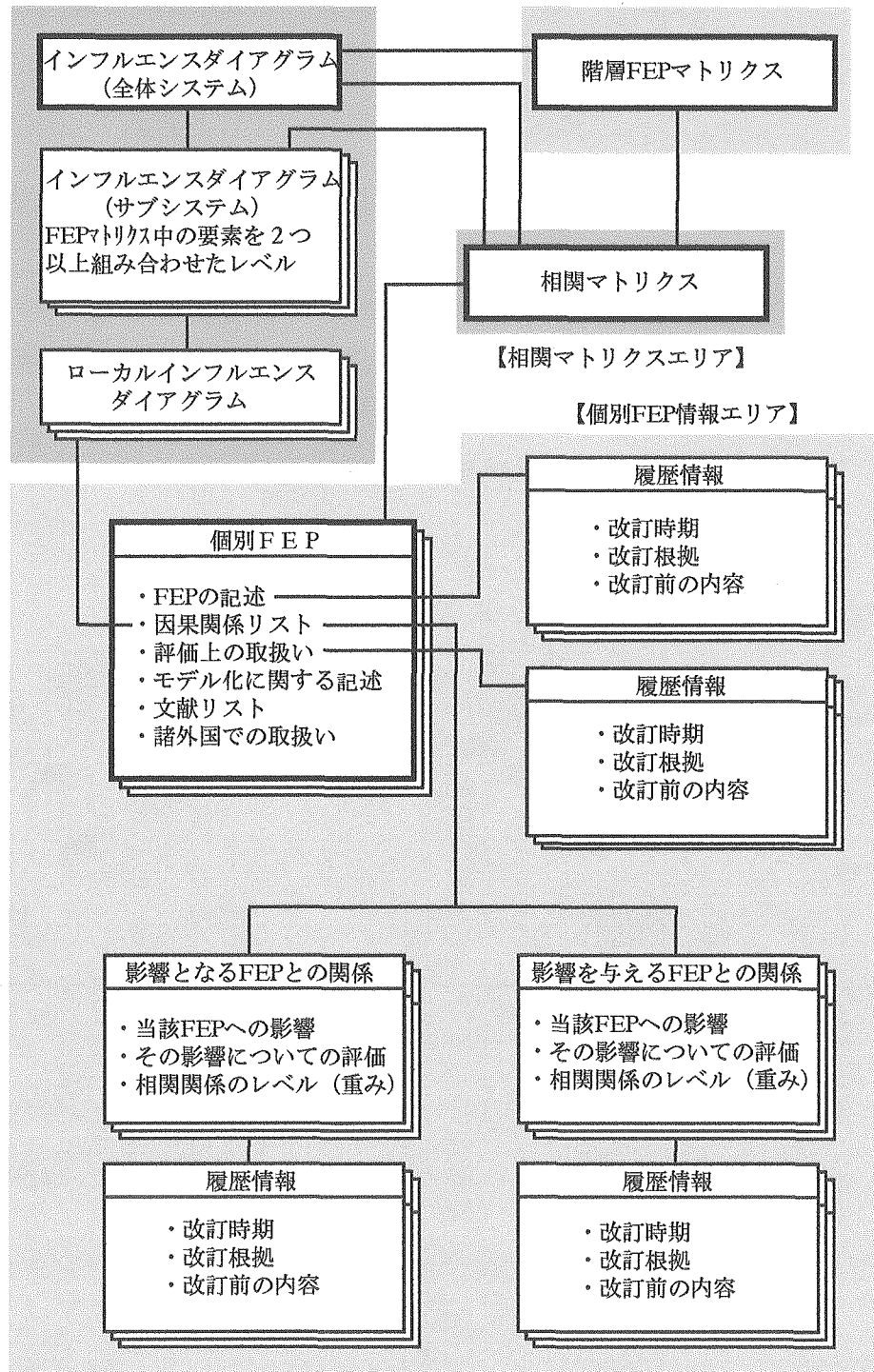


図 1. 1 - 7 FEP情報データベース構成

FEP情報データベースを効率的に利用可能とするために、下記に示す設計検討を行いシナリオ解析支援のための地層処分FEP情報データベースシステムの基盤を開発することとした。

1. 2 研究項目

本研究では個々のデータベースシステム要素を構築しながら、地層処分FEP情報データベースシステムの中心部分を占めるデータベース管理システムを開発するとともに、同システムを用いたシナリオ解析支援に係わる手法の開発を行った。また、簡易FEPリスト管理プログラムについて新たな機能を追加し、データベース管理システムに組み込みながら、データとなるシナリオ情報の収集・管理に係わるサブシステムを確立するための検討も行った。

- 1) 簡易FEPリスト管理プログラムの改良、機能追加
- 2) データベース管理システムの開発
- 3) シナリオ解析支援手法の検討
- 4) 個別FEP情報の収集と管理手法の検討

1. 2. 1 FEPリスト管理プログラムの改良、機能追加

パーソナル・コンピュータによるFEPリスト管理プログラム（プログラム名称：MacFEP）について、以下に示す操作機能等の改良整備を行い、より効率的なFEPリスト管理作業に資する下記の作業を実践した。改良の結果、FEPリスト・データを更新することにより影響ダイアグラム等、表示情報も自動更新され、手作業の合理化と誤り防止効果が得られFEP情報管理作業の効率化を図ることができた。また、将来海外でに利用も考えられるため、英語版も準備した。なお、前年度に試作したMacFEPと区別するために、改良したMacFEPの名称をCASCADEとした。

（1）影響ダイアグラム表示機能の改良

影響ダイアグラムには、全体影響ダイアグラムとサブ・影響ダイアグラム、及び個別影響ダイアグラムがある。前年度に試作したFEPリスト管理プログラムでは、サブ・影響ダイアグラムと個別影響ダイアグラムの表示が行える。FEPリスト管理プログラムが扱う、サブ・影響ダイアグラムと個別影響ダイアグラムは、表示用のデータとして、別途、個々に作図しプログラム中にそれらの関連を記述している。

個別影響ダイアグラムについては、個別FEPリストから因果関係情報を手作業で分析し、個別FEP単位で影響ダイアグラム・データを作図している。そのことから、FEPリストの見直し作業等により因果関係情報の変更が生じた場合には、その都度個別FEP影響ダイアグラム・データを再作成してプログラムを変更しなければならなかった。このように影響ダイアグラムの表示情報について、前年度までのFEPリスト管理プログラムでは、FEPリスト・データの記述情報と表示情報の間の関係の記述を手作業で行う必要があったが、これを自動化し、FEPリスト管理プログラムが、FEPリスト・データを解析することにより自動的に関係を維持することが可能なよう改良した。それにより、FEPデータを変更すると個別インフルエンスの作図表示も自動的に行なえるようになった。

（2）マトリクス表示機能の改良

前年度に試作した、FEPリスト管理プログラムの階層マトリクス・ウィンドウを構成している各ボタンや表題等のコントロール・オブジェクトは、固定データとしてFEPリスト管理プログラム・ソフトウ

エアのリソースとしてプログラム内に記述されていた。そのことから、要素名や要素番号等に変更が生じた場合は、プログラム本体を修正しなければならず汎用性に掛けていたのでこれを改良した。

（３）FEP内容表示機能の改良

前年度に試作した、FEPリスト管理プログラムのFEP内容表示は、サブ・影響ダイアグラム・ウィンドウからの個別FEPリストの表示と、個別影響ダイアグラム・ウィンドウから表示される因果関係の影響内容である。

これらの表示されるFEP内容（リスト）は、ワードプロセッサで作成された文書ファイルをFEPリスト管理プログラムに順応させた形式に従って、個別に手作業にてファイル分けし、FEPリスト管理プログラム用データとして作成していた。従って、個別影響ダイアグラム・データと同様にFEPリストに変更が生じた場合は、その都度データの再作成を手作業にて行わなければならなかった。それらを改良整備し、FEPリストの構造化により様々な視点からFEPリストを取りだし表示を行えるようにした。

（４）その他新機能の追加

FEPリストの更新を管理する機能、インフルエンスの関連をチェックし、データベースに登録されているFEP情報の妥当性を、視覚的に評価するためのFEP情報チェック機能を開発した。これにより、FEP情報と、インフルエンスの関係の妥当性や、FEPデータそのもののタイプミス等を確認する具体的な手段を機能として提供することを可能とした。

１．２．２ データベース管理システムの開発

FEP情報データベース・システムは、サーバー／クライアント方式で運用方法を行うものとした。FEPリスト管理プログラムは、パーソナルコンピュータ・クライアントで動作し、各情報の表示は、UNIXワークステーション・サーバーの管理する共有ディスクに対し、FEPリスト管理プログラムのインターフェイスを通じて行うようにした。

今後、各界の専門家等からFEP情報を得るためには、配付等の運用上の理由からFEPリスト管理プログラムをネットワークから切り離して利用できることが望ましいと考えられたため、追加機能として単体で利用可能なFEPリスト管理プログラムを作成し、報告会等において配付できるようにした。

（１）サーバー

FEP情報データベースシステムをサーバーシステムとして位置付け、FEPリスト管理プログラムをクライアント・システムとして想定した場合の基本的運用・操作手法について検討し、別添に示すサーバーシステムの運用情報収集管理要領書に取りまとめ、運用基盤を整えた。

（２）クライアント

FEPリスト管理プログラムは、パーソナル・コンピュータ版として、FEPリンクド・リストとなる情報を集めるため各界の学識経験者に配付する。それにより収集された情報をFEP履歴データとして想定し、サーバーへの登録検査等の運用手続きについて検討し、別途CASCADE（FEPリスト管理プ

ログラム) 情報収集管理要領書に取りまとめ配付準備を行った。

1. 2. 3 シナリオ解析支援手法の検討

シナリオ解析支援手法は、海外におけるシナリオ開発について検討した。内容については成果報告書の付録を参照願いたい。

(1) シナリオ開発支援機能にかかわる確率論的評価

Event Tree, Fault Treeによる確立論的解析手法は、複数の、特定の振るまいをすると考えられる個別の事象・現象が、個々に関連し影響しあって、一つの動的な系(システム)を構成するという考え方からシステム全体の振るまいを評価する手法である。この方法は古くから研究されており、原子力発電所や再処理工場での確率論的安全解析(PSA: Probabilistic Safety Analysis)として知られている。

これらは、いずれも想定事故に沿ったシナリオに基づいて原子力施設の安全性を評価するための、イベント・ツリー、フォルト・ツリーを機器データベース等から組み上げ、それらに沿って、想定事象の発生確率を系統立てて評価する手法である。地層処分に於ては対象となる処分システムが、原子力施設のように純工学的システムでなく、むしろ天然自然を対象としたシステムであるため、FEPリストから抽出される影響ダイアグラムの関係情報を基盤として事象を示すデータベースの特定が難しく新たな手法の開発と知験が必要と考えられる。

一般にEvent Tree/Fault Tree法は確率論的リスク解析の分野に含まれる数学的手法を示している。それは対象となるシステムのダイナミクスを評価する場合に、要素の関連が複雑であり決定論的に把握できない場合に、ある程度の目安をつけることを目的としてトップダウンでモデル化する手法である。従って、確率論の扱う量は頻度である。

Event Tree/Fault Tree手法は放射性核種の放出から生物圏までの移行を、多重バリアにをモデルとした事象頻度(移行率)で評価する方法であれば、他の核燃料サイクル施設における、確率論的安全性評価手法が参考になる。その場合は、各事象に過渡的な変化を考えない、静的な手法と過渡的变化を一部考慮する準静的な手法が考えられる。また、生物圏までの多重バリア全体を一つの系とみなし、核種の放出と移行をより個別のモデルとして考え、事象頻度を時間に対し、共に平行に進行する事象規模の連結として考える、計算科学的な数値計算モデルを複雑組み合わせた手法が準静的解析の発展形として考えられた。

一方、静的解析、準静的解析、そして複雑解析等の手法は、逸れ自身が有するアルゴリズムからプログラム構造を規定する。静的解析手法はその単純さから1本のプログラムで構成できると考えられ、パーソナルコンピュータ程度の情報処理資源があれば基本的な機能の開発は可能である。また、準静的解析においては、部分的な過渡現象モデルを扱う決定論的モデルの規模にもよるが基本的にワークステーション級の計算機資源が必要となるであろう。さらに、多数のモデルを複雑に組み合わせる複雑モデルの解析システムの開発においては、超高速のコンピュータや画像処理プロセッサ、大規模データベース等が必要となり研究開発技術の大半は計算機科学の分野の課題となるであろう。

確率論的手法でシナリオ開発を行なうための支援プログラムを開発することを考えた場合、同プログラムに対する基本的な機能要求は以下の通りである。

(a) 対話方式によるTree組立

確率論的シナリオ開発支援システムの対話機能は、およそ次の要求を満足する必要がある。

第一にEvent Tree/Fault Treeの作図機能が必要である。例えば、Eventは個々のFEPに特徴付けられる要素として考え、Faultは核種の放出率、移行率等で表すとする。従って、最終的な関心事は生物圏に核種が到達するか否かであるのでEvent/Faultを組み合わせたTree表現が必要である。

作図にあたっては、Event Treeのみの作図と管理（核種移行事象の連結からみたTree）、Fault Treeのみの作図と管理（核種放出率等からみたTree）、だけでなく更にそれらを組み合わせた場合の作図機能も必要である。組み合わせはEvent/Faultの二つのTree情報から自動的に作図する機能を開発することが望ましい。また、Event/Faultについては要素の変動に関する処理も追加作図する機能が必要である。

例えば、オーバーパックの腐食による消失、工事ミス等の人的因子による地下水条件の変化、地震や断層等の接近シナリオによる地下水流れの大幅な変化等である。これらの事象をつかさどる要素の変化については、Event Tree上で解かりやすく表示し、ユーザーにTreeの状態変化を告げる機能が必要である。この様なシステムの状態変化を考慮する必要がある機能を複雑にする要因である。以上のように地層処分性能評価シナリオを開発するための支援機能としての、Event Tree/ Fault Treeによる確率論的手法を利用した対話システムは、原子力施設等の確率論的リスク解析システムに比較し事象の不確定性から複雑化すると考えられる。そのための代用的な機能として以下のものが上げられる。

Event Tree作図管理機能（要素の変化によるシステムの状態変化を視覚的に取り扱えること）
Fault Tree作図管理機能
Event, Fault 連係Tree作図管理機能
プロセス・システムとの対応機能

(b) 確率過程計算機能の分野

核燃料サイクル施設等のリスク解析は、正常な運転から事故への遷移を評価することを目的としている。従来のEvent Tree/Fault Treeの手法を基礎としてシナリオ開発の参考にするためには、核種の放出源を定め、インベントリ計算から事象を評価することにより、過渡的な事故状態と類似したシナリオでアプローチすることができる。但し、埋設から放出までの過程は、廃棄体からの崩壊熱や地下水と接触する緩衝材や、オーバーパックの化学反応等の複雑な過渡的变化を伴うため、確率論的モデルの対象とはならないと考えられる。

確率過程の計算においては、埋設後廃棄物は十分に冷却され、オーバーパックが地下水と接触し緩衝材と化合物を造り、最終的に固化体が滲出したと仮定してモデル化する。従って、事象は地層中で安定した定常的な環境に添って、核種が移行し生物圏に到達するまでの静的な近似で状態の発生頻度を計算する方法をとることができる。

確率過程の計算はEvent Treeに従って、放出源からのインベントリーの放出率を事故事象と想定し移行率を計算する手法となる。また、移行率について地下水流れや輸送拡散モデル等の核種移行の決定論的モデルを組み合わせることにより、より複雑なEventによる準静的なが計算できると考えられ

る。以上の様に確率過程の計算については、モデルの複雑度により下記の通りに分類できる。

静的解析：核種放出から生物圏までの移行までのシナリオ全てを確率論的計算により取り扱う。評価は移行率で判断する。この手法は、基本的な事象を判断するために便利であるので、初期のFEP原データに対するスクリーニング作業の効率化に期待できる。但し、静的解析では事象が一様であることと、系の中に過渡的な現象を入れ込む事が出来ない為、静的解析によるスクリーニング結果のみにシナリオ開発を依存することはできない。計算機能はシステムの状態を各事象の発生頻度と継続時間で表し放射性物質の放出経路と移行率をTreeにそって計算する。従って、1本のプログラムと事象データベースで計算機能を構成すると考えられる。

準静的解析：静的解析の一部に決定論的モデルを応用し、より精度の高い事象評価を狙った解析手法である。核種移行に係わる系の中に過渡的な事象が含まれ、部分的な核種移行率より精密に計算するモデルとする。例えば、放出されたインベントリーに従って、ニアフィールドでの地下水の地球化学的特性を評価した移行率を得る場合は、熱力学モデルを動的に検討しなければならない。熱力学モデルは平衡論的には（参考文献9）時間を考慮しなくて良いが、現実の地下水は時間にそって流れるため酸化還元モデル等の反応速度を考慮したモデル（参考文献10）を考慮する等、過渡的事象を決定論的モデルで近似した数値計算に頼らなければならない。計算機能面からは準静的解析計算は、系全体の計算を静的解析に示すよう発生頻度と継続時間でモデル化し、過渡的事象部分を個別の時間依存の離散方程式から近似した、数値計算コードに置き換えて全体を計算する手法になる。この方法は、プログラム制御面からは逐次的な計算制御となる。従って、決定論的モデルに置き換えられた移行率が次のステップの事象へに放出率と継続時間と考えられるため、個別事象の計算誤りや誤差は全体計算の進行に沿って拡大する傾向にあると考えられる。プログラムは1本の確率論的解析コードと複数の個別現象解析コードから構成すると考えられる。

複雑系解析：複数の決定論的モデルの動的な組み合わせによる解析である。これは理論的には確率論的モデルに基礎を置いた手法ではないが、複数の決定論的計算モデルをを複雑に組み合わせさせてシミュレーションを実行すると言う数値計算を基礎とした考えかたである。これは、準静的解析手法をより動的に拡張する戦略として捉えることができるが、現象の平行性を考慮することにより、準静的解析に見るような順序に沿った事象評価計算の進行と言う考え方は適合しなくなる。この場合、系全体の発生頻度は時間と共に変化する状態の示す指標としてアルゴリズムに組み込むことにより、ダイナミックに状態を変化させる系の複雑な事象連係をシミュレートする手法が考えられる。プログラムの構造と開発手法は静的解析、準静的解析とは大きく異なることが予想される。従って、本手法は独立なコンピュータによる仮想世界としての処分システム性能評価手法として取り上げるべきである。

なお、従来から知られている“連成解析”は、個別の現象を解明するにあたり極端な要素還元手法

の適用が難しいと考えられる対象について、ある程度の自由度を残したまま決定する手法である。連成解析においては、複数の式を連立させて離散式を導きプログラム・アルゴリズムを設計してプログラムする手法が一般にとられている。

そのためプログラムは1本の独立したものである。このような観点から開発された連成解析コードは小規模な複雑度（即ち、幾つかの要素と自由度からなる連立方程式）の範囲で精密な計算をおこなうことに適しているが、それらをより組み合わせたシステムを構築することは、簡単なモデルを多数組み合わせる手法に比較して逸れ自身の複雑度から検証が難しいと考えられる。従って、そのような連成解析コードは単体で大型の計算モデルに応用すべきと考えられる。

（c）リスク評価データベース

確率論的リスク評価を手段としたシナリオ開発の支援システムを構築するにあたりデータベース・システムは不可欠な機能セグメントである。このデータベースは次の情報を管理する。

第1にEvent Tree, Fault Treeに関する情報である。それらの情報は核種の放出に係わる頻度を放出率として考えたデータや地下水による輸送や化学的現象による沈殿、収着等を考慮した移行率を情報としたものが考えられる。

第2にFEPデータである。これは文書情報にEPが接続されたものとしてデータベース管理されるべきである。

第3に準静的解析など個別の過渡的現象を記述する情報である。これは主に実験により得られた情報とする。

リレーショナル管理機能：Event, Faultや実験データを管理する機能として関係記述子による多重リンク構造をもったデータベース・モデルが必要である。

オブジェクト管理機能：EPリンクつきシナリオはクラスとしてその情報を扱うべきである。

（2）シナリオ開発支援機能にかかわるFEP影響ダイアグラム

影響（インフルエンス）ダイアグラムとFEPリストによるシナリオ解析機能は、シナリオ解析の基本的な機能である。それは、各界の学識経験者より集められる評価シナリオを、文字（文書ファイル情報）形式データとして保持すると共に、相互に影響する要因についての、リンク（関係情報）データを有するものとした。影響ダイアグラムは、このリンクより生成されるグラフである。このグラフは情報構造としては大規模なネットワークを含む有向グラフとして考えられる。

初期の研究段階では、この有向グラフは、多重辺やループを含まない単純有向グラフとして出発すると考えられるが、シナリオ解析、個別現象解析に係わる研究が進むに従って、例えば、自己回帰的に影響する事象のようなシナリオが生じる可能性があるため、抽出や作図等の作業においては、多重辺、ループを含むグラフ探索アルゴリズムを今後検討する必要がある。実際のインフルエンスは自己回帰的な、フィードバック・ループを含むものであると考えられる。例えば、建設時における掘削影響と母岩周辺の地下水の地球化学的特性等は、応力場を変化させる掘削と熱・地下水化学過程が工事

と共にフィードバック・ループ・シナリオとなると考えられる。

この方法は、予想される限りのシナリオについてデータベースに記述し、個々の影響要因に従って、個別現象評価のためのシナリオを抽出するという一連の抽出作業を、シナリオ全体から行えるという点で厳密であり、シナリオ開発において始めに必要な機能であるが、その分、処理する情報量は膨大であるので、情報処理技術に依存する量も大きなものと考えられるため、並列処理等最新の情報処理技術の応用が求められる技術である。

FEPとみなされたものは、それぞれ原因及び発生の可能性、そして結果についてだけでなく、他のFEPとみなされたものとの最終的相互作用についても分析されなければならない。このような相互作用には順序による影響も考慮する必要があり、場合によっては新たに生じたFEPが既存のFEPに影響を与えることがある。処分システムの健全性の評価に関する複雑な情報を適切に取り扱うためには、性能評価の方法論に関する戦略について深く研究する必要がある。この方法論の重要な構成要素としてFEPによるシナリオ開発がある。

(a) 基本的なアプローチ

シナリオ開発プロジェクトに関するSKB/SKIの共同研究において、「原則として、放射性廃棄物処理システムの安全性評価手法は、それに関連したすべての特徴、事象、及び過程を考慮にいたったものである」と述べられている。

上記のFEP（特徴、事象、及び過程）とは、処分システムからの放射性核種の放出や輸送に直接的、及び間接的に影響を及ぼすと考えられる対象についての記述である。それは想定されるリスクとして各界の専門家等により仮説として示される文章と、その関連からなる情報の組である。このような、シナリオによるリスク評価のアプローチは、原子力発電所設備の安全性評価手法と類似していると考えられる。しかし、実際には高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる処分システムの性能評価にかかわるシナリオは、多重バリア方式と呼ばれる天然自然現象にその最終的な隔離機能を期待しているため、評価対象が自然であり発電所のような工学的論拠（例えば、故障率など）に基づく手法でリスク評価シナリオ開発にアプローチし難いという点で、出発点から異なっていると言える。

FEPとみなされたものは、それぞれ原因、及び発生の可能性そして結果についてだけでなく、他のFEPとみなされたものとの最終的相互作用についても分析されなければならない。このような相互作用は順序による影響も考慮する必要があり、場合によっては新たに生じたFEPが既存のFEPに影響を与えることがある。このように処分システムの健全性の評価に関する複雑な情報を適切に取り扱うためには、性能評価の方法論に関する戦略について深くに研究する必要がある。この方法論の重要な構成要素としてシナリオ開発がある。シナリオ開発の基本目標は、処分システムが超長期にわたり健全性を確保できるかどうかを評価することである。シナリオ開発の最も重要な戦略の一つは重要な問題を確認しやすくすることである。

また、シナリオ開発戦略を完成することは難しいとしても、完成を目指して努力することは必要である。この点からも、シナリオ開発のすべてのステップを文書化し、コンピュータによる管理システムを構築することは重要である。シナリオ開発のステップをわかりやすく文書ファイル化することによって、関連シナリオを広範囲に再吟味し更新することができる。多方面の専門家により見直しが行なわれることは、公正で合理的なシナリオを開発する上でも、放射性廃棄物の安全な処理という重要

な問題について一般的な合意を得る上でも、おそらく最良な方法といえるであろう。そのためには、シナリオの電子情報化とそれを共有する情報システムが重要な開発課題となる。

FEPの手法は、米国サンディア国立研究所の放射性廃棄物管理システム部門によって開発されたシナリオ開発方法論が基礎となっている。サンディア研究所の方法論の主な目的は、FEPをシナリオに取り入れることにより、処分システムの候補地を評価する際に客観的にも一貫した方法でシナリオを開発することであった。サンディア研究所の方法論は凡そ、以下のステップから組立られた。

- 1) 放射性廃棄物を長期に隔離するために重要だと思われるFEPを、プロジェクトの早い段階で包括的に見きわめる知識・経験を蓄積すること。
 - 2) コンピュータを利用しFEPを図式化して分類する。これはFEPリストをできるだけ完全なものにするために必要な条件である。
 - 3) 適切に定義された基準に基づいてFEPを選別すること。(スクリーニング)
 - 4) 選別されて残ったFEPを組み合わせてシナリオをつくること。(シナリオ開発)
- これらのシナリオのについて評価を行ない、最終的な評価シナリオを開発し、処分システムの候補地を評価するために適用すること。

これら、サンディアの手法を基本にスウェーデンのSKI/SKBにより、プロセスシステム (PS: Process System) と呼ばれる新しい考え方が開発された。

プロセスシステムが開発された動機は、主にサンディアの手法の3番目のステップであるスクリーニング作業が、予想以上に複雑で時間がかかりすぎる手法であると判断されたためである。プロセスシステムは「処分システムやその周囲の環境におけるバリア特性、例えば放射性核種の地下水との化学反応等を説明するのに必要な、あるいは、一定の外的な条件から少なくともある程度決定論的に予測できるような、すべての現象 (FEP) の組織立った集合体」と定義づけされる。

それは全体シナリオといった広範な確率論を中心として扱うような領域と、特定地域の地下水の地球化学モデルといった、分解された過程である個別の領域との中間のサイズの複雑度のモデルを扱う問題に帰着する。個別の現象解明については還元論に基づいて分解された現象過程と現実の実験により検証する決定論的手法がとられ、自由度を下げた方程式から数学モデルが開発される。決定論的手法の弱点は、モデル単体の検証は可能であるが、それらを重ね合わせた場合に正しい解が得られるか正確な見通しをえることが難しい事、また、理想化された実験環境から開発されたモデル式は、現象を普遍的に記述する力は一般に無いことが上げられる。

また、全体シナリオは現象全てを広範に見渡すため、確率論的なアプローチを中心とした理論展開となる。確率論的手法の弱点は、特に高レベル放射性廃棄物処分においては前述のようにフォルトの論拠を構成することの困難さがあげられる。

プロセス・システムとは、一定の外的な条件によるシナリオが、FEPに影響を及ぼすような対象によって定義づけされる過程である。

現在の知験の範囲内で、より高いレベルに達するための手がかりとなる手法は、プロセス・システムを体系的に形成してコンピュータにより視覚化することである。

プロセス・システムの構造に目を通し、文書化していくと、専門家による判断（どのシナリオを分析すべきなのかを選択するのに常に必要な）が確かに基本的な必要事項となることが判断できる。

（b） プロセスシステムと影響ダイアグラム

プロセスシステムを構築するための一つの方法は、プロセスシステムの影響ダイアグラムをつくることである。

影響ダイアグラムとは、プロセスシステムにおけるFEPがボックスで示され、FEP間の相互作用がボックス間のラインで表わされるようなダイアグラムである。

これらに付いては本書3章にて、関連文書付き影響ダイアグラムに基づいたソフトウェアによる方法論を示した。この方法は、すべての体系的なシナリオが共通して必要とする条件を満たすことを目指したものである。その必要条件とは、次のようなものである。

条件1：処分システムの設計思想に影響を及ぼすような、特徴、事象、プロセスやそれらの相互作用と組み合わせを体系的に整理し見直すこと。

条件2：シナリオ開発の際に決定された事項を文書化管理すること、及びその決定事項のトレーサビリティを確実なものにするために、その後の評価の際に決定された事項を文書化管理すること。

条件3：研究結果は、包括的なものでなくてはならず、より詳しい調査や研究が必要な分野が一見してわかるようなものでなくてはならない。

SKIによって研究開発されたこの方法は、SKBによってSFL3-5処分システム概念のための事前調査研究として試験的に使われている。その主なステップは、次のとおりである。

ステップ1：基礎的な影響ダイアグラムの構築

ステップ2：基礎的な影響ダイアグラムによるシナリオ影響ダイアグラムの開発

ステップ3：シナリオ及び抽出例の形成

プロセスシステムによるアプローチの最初のステップは、以下の手順にそって評価の際に研究対象となるシステムに関する基礎的なインフルエンス・ダイアグラムを構築することである。また、同時

に文書化（FEPリスト）を始めることである。

ステップ1：システムの定義付け

ステップ2：定義されたシステムに関するFEPを選択すること。

ステップ3：FEP間の影響を明確化すること。

収集した情報は全て電子ファイル化し、データベース管理に適合するよう書式、データ構造を定める。

（c） 影響ダイアグラムの開発

基礎的な影響ダイアグラムにおけるプロセスシステムは、処分システムの働きに影響を及ぼすようなFEPや影響を含んでいるが、この段階では、異なったFEPの重要性や、処分システム性能への影響などに関してはまだ評価されていない。

FEPの重要性や処分システム性能への影響などは、プロセスシステムの初期の状態や、プロセスシステムがいかに周囲の状態に左右されるかなどによって変わる。従って、次のステップとして考えられるのが構成要素を定義することの大切さである。

すなわち評価されるべきシナリオの論拠を定義することである。シナリオ論拠の定義を行うと、影響ダイアグラムの見直しが必要となり、それぞれの影響の重要性が選出されたシナリオについて評価される。それは結果的に、この個別のシナリオについての影響ダイアグラムとなる。

また、シナリオ・影響ダイアグラムから、インフルエンスやFEPを取り除くことによって、重要性の程度が異なるシナリオについての縮小された影響ダイアグラムをつくることができる。インフルエンスの重要性を評価するために、重要性を示すスケールとして事前に定義付けされたものが使われている。

インフルエンスによる評価においては、重要性を示すレベルを適切に選択すること、また、それぞれのレベルに必要な事項を明確に定義することによって、「専門家の判断による」評価システムが構成できる。この過程は、影響ダイアグラム・システムの記述における、必要な最小レベルの複雑性を表わしている。それは、性能評価をより確実にするようなインフルエンスやFEPを見いだす可能性を高める反面、システム記述をより複雑すると言う問題を生じる。従って、インフルエンス・ダイアグラムによる方法では、洗練された作図機能を持った対話システムが必要である。

例えばコンピュータを利用して、色分けコードや様々なタイプのラインを使って、影響ダイアグラムを開発・抽出することにより、様々なレベルの重要性を有したインフルエンスやFEPを組み立てることを効率化するであろう。

以上のように、影響ダイアグラムの手法は反復性を有したプロセスである。それにより2つのFEPがそれぞれの情報が失われることなく1つのFEPに組み込まれたり、FEPがどのように相互作用を及ぼすのかを適切に表わすことを目的として、FEPが2つ以上のFEPに分かれて行かなくてはならない場合があることが予想できる。

さらに、そのような手続きを経てFEP間に新しく生まれたインフルエンスも見いだされるであろう。

影響ダイアグラムの評価と改善を容易にするために基準シナリオの前提条件が定義され、その基準シナリオの影響ダイアグラムが、基礎的な影響ダイアグラムより開発される必要がある。また、他のシナリオの影響ダイアグラムについても、同様に基準シナリオをベースにして影響ダイアグラムによって、今後発展させていくことができる。

(d) 基準となる影響ダイアグラムの開発

基準シナリオは、プロセスに関しては、出来るだけ完全に定義されなければならない。しかし、予定された性能や処分システムの発展を記述する際の複雑さを低減するために、より簡易なものにしなければならない。このような簡易化の実例として、人工バリアの初期状態について仮定することがあげられる。

例えば、人工バリアに予想される不具合や設計基準に従った特性などである。さらに、プロセス・システムにおける外的FEPのインパクトに関する仮定（例えば、プロセスシステムの範囲内で一定の状態が保たれるならばという仮定）は、例えそれが超長期的観点からは、時間の経過と共に変化する過渡的な現象であっても基準シナリオとしては単純なものではなくてはならない。

次のステップは、影響ダイアグラムを見直し、定義付けされた基準シナリオについてのダイアグラムにおけるそれぞれの影響の重要性を評価する手順である。

欠けている影響やFEPがないかどうかの確認や、影響ダイアグラムを改善できるような修正は見いだされたら、ただちに行われなければならない。また、下流のFEPやインフルエンスを考慮にいれることなく、影響ダイアグラムにおける、主要なFEPに及ぼすそれぞれの影響について、FEP間の相互作用の重要性を判断して評価を進めなければならない。

ステップ1：シナリオ・影響ダイアグラムの見直しや評価は、特定の分野の専門家だけでなく、処分全体をよく理解している人たちもグループに加わって最善の成果があげられる。影響の重要性は、重要性スケール（例えば「重要」「はっきりわからない」「無視してかまわない」などのような）を使ったり、数字を使って重要性のレベルを表わしたり（例えば1から10まで）することによって定量的に判断する事が重要である。

ステップ2：影響ダイアグラムの評価結果は、それぞれのインフルエンスにつながっている処理に文書化されなければならない。処理には判断された重要性、決定したことについての説明、参考文献、及び評価の責任を負っている専門家のグループなどが記述されていなければならない。このような文書が存在することによって、将来、再評価したり、評価手法を改善することが容易に可能になる。

ステップ3：インフルエンスやFEPを減じることによって、基準シナリオに対して、様々なレベルの重要性を有した縮小影響ダイアグラムを構成することが出来る。重要性レベルが定義付けされ、規定のレベルより重要性が低いと判断されたすべての影響やFEPは、影響ダイアグラムから取り除かれるべきである。唯一のFEPであっても、そのFEPが他のFEPに及ぼす全ての影響が、規定された重要性レベルより低い場合削除するという

判断も考慮すべきである。

ステップ4：影響ダイアグラムを縮小するためには、3つの重要性を示すスケール「重要」「不明瞭」「無効」を利用する。これは、「無効」と評価されたすべての影響を取り除くということを意味している。すなわち、FEP-Bへの影響とFEP-Cに対するFEP-Bの影響を取り除くということである。FEP-Bの原因のみが「無効」と評価されているので、このFEPが引き起こしたのも「無効」ということになり、取り除かれるのである。FEP-Bを取り除くことによって、FEP-Dを活性化するような影響が何も残されていないので、FEP-DやFEP-Dが他のFEPに及ぼす影響も取り除く。

(e) その他の影響ダイアグラムの開発

基準シナリオに対して、縮小されない影響ダイアグラムを使うことによって、他のシナリオについての影響ダイアグラムの開発を進めることが出来る。その開発手順は以下のとおりである。

ステップ1：研究対象となるシナリオを説明するような、外的FEP及び複数の外的FEPを組み合わせたものを選択する。これらの外的FEPによって基準シナリオの影響ダイアグラムにおける主要FEPが混乱してしまうことが考えられる。それにより、主要FEPから下流の影響の重要性が、外的FEPによる潜在的混乱という点で再評価される。ある影響の重要性が基準シナリオの重要性と同レベルと評価されたとしたならば、影響の本質が基準シナリオの本質と異ならない限り、この経路にわたって下流の影響やFEPをさらに評価する必要はない。

ステップ2：基準シナリオと同様に、他のシナリオについてもその評価結果がそれぞれの影響につながるプロトコルに文書化されなければならない。影響やFEPを取り除くことによって、選択された外的FEPや複数のFEPを組み合わせたものについての縮小ダイアグラムを様々なレベルの重要性で作成することができる。

ステップ3：選択されたシナリオを適切に表わすために、影響ダイアグラムを修正することが必要であることがわかっている場合には（例えば、FEPや影響が再び定義付けされなければならないとか、さらに多くのFEPや影響が必要であることなど）、選択されたシナリオと基準シナリオの両方について影響ダイアグラムや関連文書を改訂する。これには、基準シナリオ・影響ダイアグラムにおいて修正された影響の重要性を再評価する作業も含まれている。

ステップ4：プロセスシステムに影響を及ぼすような、外的FEPやあるいはそれを組み合わせたものの数が非常に多いので、シナリオを選択することは難しい。外的FEPの最初の構造を把握するためにFEPをその原因に基づいて分類する。例えば、人間によって引き起こされた現象、自然現象及び自然事象、廃棄物や処分場の効果などである。さらに、

プロセスシステムにおいて同様のインパクトを有する外的FEPをひとつにまとめることも考えられる。

ステップ5：外的FEPはシステムの特性を変化させることがあり、それによってFEP間の影響の重要性をも変化させることがある。今後の研究で外的FEPが最も発生しやすい時や、その持続時間、及び組み合わせ不可能な外的FEPなどを推測する手法が開発されることが望まれる。

ステップ6：前もって最も決定的な外的FEPやそれらの組み合わせを判断することによって、評価すべきシナリオの数を減少させることができるであろうと考えらる。プロセスシステムを完全に示すことはできないと考えるべきである。しかし、プロセスシステムの見直しや評価が何度も行われるにつれて、プロセスシステムもより確実に表現されていくだろう。このことは、プロセスシステムの決定経路を認識する前に、外的FEPに関連付け付けされた、少なくとも2つのシナリオを評価しなければならないということの意味している。

(f) シナリオの系統的表示及び抽出例

選択されたシナリオを分析するのに必要なシナリオや抽出例を明確に表わすために、縮小された個別の影響ダイアグラムを利用する。様々な異なったモデルや抽出例が、プロセスシステムの様々な部分や、局面を研究するために必要となるであろう。それは、例えば、温度、水文学、バリアの減成などである。このことが意味していることは、すべてのFEPや影響が同じモデルで同時に研究できるものではなく、いくつかのグループに分れて研究すべきものであるということである。これらの研究は、FEP間の相互作用の重要性に関する理解が深まると共に、影響ダイアグラムは、改訂及び更新を繰り返していかなくてはならないであろう。

影響ダイアグラムとFEPリンクド・リストによるシナリオ解析機能は、シナリオ解析の基本的な機能である。FEPリンクド・リストは、各界の学識経験者より集められる評価シナリオを、文字（文書ファイル情報）形式データとして保持すると共に、相互に影響する要因についての、リンク（関係情報）データを有するものとする。

影響ダイアグラムは、このリンクより生成されるグラフである。このグラフは非常に情報量の多い有向グラフとして考えられる。初期の研究段階では、この有向グラフは、多重辺やループを含まない単純有向グラフとして出発すると考えられるが、シナリオ解析、個別現象解析に係わる研究が進むに従って、例えば、自己回帰的に影響する事象のようなシナリオが生じる可能性があるため、抽出や作図等の作業においては、多重辺、ループを含むグラフ探索アルゴリズムを応用検討する必要がある。

この方法は、予想される限りのシナリオについてデータベースに記述し、個々の影響要因に従って、個別現象評価のためのシナリオを抽出するという一連の抽出作業を、シナリオ全体から行えるという点で厳密であり、シナリオ・データベース・システムの解析機能として、最初に開発の必要な機能であるが、その分、処理する情報量は膨大であるので、情報処理技術に依存する量も大きなものと考えられるため並列処理等最新の情報処理技術の応用が求められる今後の開発課題である。

(g) FEPデータによるシナリオ開発手法に関する今後の課題

地層処分性能評価においては、計画する処分システムの健全性に係わる評価を、想定する評価シナリオに沿って多方面からの現象解明と評価を行うことが基本的な手法と考えられる。そのため、評価シナリオの開発においては、FEPリンクド・リストや、全体影響ダイアグラムから、個別現象解析レベルの影響ダイアグラムを抽出し、その妥当性を評価する作業が必要である。

また、FEPに直接影響する事象の評価については基準FEPから派生するプロセス・システムとして別途考慮する必要がある。シナリオ開発にあたっては、そのためのFEPリンクド・リストから影響ダイアグラムを抽出する方法と、影響ダイアグラムから、FEPリンクド・リストの影響関連の評価を行う場合の2種類のアプローチについて研究する必要がある。

いずれにしてもシナリオ開発の手法は、情報処理面から考察すると複雑な意味ネットワークを評価するアルゴリズムが基本になると考えられる。そのためには、FEPからできるだけあいまいさを取り除かなければならない。そのためには凡そ以下の議論に対する技術的な説明と情報処理システムによる具体的な評価・管理技術の開発が必要と考えられる。

(イ) FEPのあいまい性に関する議論

FEPをシナリオ開発の基盤とする場合、下記の議論について検討し、論理基盤を確立することが重要と考えられる。

- * 適用可能な知識範囲を明確に定義管理しそれらの関係を示すこと。例えば、気候学上の知識や地形上の知識等のいわゆる接近シナリオと地下水シナリオの関連した領域について
- * 長期に亘るシナリオに過渡的な事象を含めること。
- * 自然環境システムおける様々なシステム間の複雑な相互作用を説明すること。
- * シナリオの生起確率についての意義のある説明をすること。

これらのシナリオの不確実性に関する議論は、どのシナリオの可能性も現実性もはっきりしてはいないと言う根拠に基づいている。それは、個別シナリオに基づいた評価結果は、1つの例としてみなすべきであると言う意見の論拠ともなりうる。この場合（個別シナリオ手法において）、局部的な不確実性、すなわち一定のシナリオや、境界条件に対する許容範囲にあるパラメーターやプロセスの重要性は推定することができるが、不確実な全体的領域内のシナリオ、もしくは評価範囲の重要性については確立されていないと言う議論を生むものでもある。

これは、シナリオ・データが自然言語による記述と言う条件から生じるあいまいさに対する議論でもあるので、より、論理規則のしっかりした表現形式を導入する等、言語処理や意味論レベルでの対応が必要と考えられる。

また、従来のシナリオ開発のプロセスは、「低い確率」で「少ない影響」しか及ぼさないと考えられるシナリオを無視しているため、その論拠と影響評価に関する議論が続けられることが考えられる。

シナリオ・データに関する不確実性の議論は、シナリオが、会話を含む一般言語で記述されていることの起因する主観の混在、表現のあいまい性等からくるものである。そのため、シナリオ・デー

タを基盤に、シナリオを構築する戦略は、あいまいさに対する何らかの判断論拠を有していることが求められる。そのような、性能評価の手法を開発する手段として、シナリオに基づいた手法を適用すべきか、または、それ以外の手法を適用する方がいいかという議論は今後も続けられるであろう。

しかし、シナリオを評価するための情報システムの開発という目標をもつ本プロジェクトにおいては、FEPを基準とした情報科学のアプローチから、より具体的な情報処理のモデルとしてFEP以外の手法も関連付けて取り込んで行くべきと考えられる。また、シナリオ開発の柔軟性という点では、多くの専門知識や、データに裏付けられているFEPに基づいたシナリオを使用する手法が多くの国において支持を受けている。ところが、この手法には前述のような問題点もあるために、それだけで一貫したシナリオを開発することは難しい。この手法によって引き出されるシナリオの現実性については、今後も検討を要するものである。

従って、単純にシナリオだけ収集した場合、概念的な統計値によって傾向が得られる結果となる。この問題に対しては、非常に決定論的なシナリオと、正当化することが困難なシナリオとを分離して検討することが必要である。さらに、シナリオの性質をたった一つの特徴や、事象や過程で（しかし複雑な）定義付けすると、モデルが簡素化されすぎてしまい、モデルの持つ問題記述の普遍性が損なわれる可能性がある。そのようにして、自然環境におけるプロセス間の相互作用が見逃される場合が考えられる。

FEPの選択が不適切である場合、シナリオの柔軟性が欠ける可能性もある。例えば、ある特徴にプロセスが及ぼしている影響は、いくつかの関連事象につながり、その結果、様々なプロセスの原因ともなっていく。このようにして、システムにおけるフィードバック・ループが規定されていくのである。特徴、事象、及び過程の連続した一連の関係が存在するために、このような周期的な因果関係をFEPを使ってそのまま説明することは難しい。これらの相互に影響を及ぼし合うFEPを認識することは、多くの時間を要する論争を引き起こすようなプロセスである。

ある程度までは、この影響も事象ツリー分析によって避けられるが、特徴、事象、過程間の区別は依然として適切なものではない。何故ならば、FEPのフィードバックは前述の様に木構造に分解できない、自己再帰的なループも含む、フィードバック・ループのグラフとなるためである。このようなシナリオのループは社会・経済や生物システムに多く見られるモデルと考えられる。

それと比較して、動的システムを用いる手法は、決定論的な判断に基づくものではあるが、複雑な因果関係に左右されることはない。この場合、評価シナリオは、そのプロセスが明確であり、構成要素の相互に及ぼし合う影響が、明白に確実に調節されていなくてはならない。この手法の目的の一つは、放射性廃棄物処分システムの性能や、将来における展開に関連するすべての現象（特徴、事象、及び過程）を含んだ統合化された定量化モデルを構築することである。（Sumerling and Read 1993）しかしながら、適切なモデルの適用性はかなり限られており、今のところ、この手法はあまり試みられていない。

シナリオに基づいた手法と動的システムによる手法は互いに相容れないように見えるが、必ずしもそうとは限らない。例えば、処分システムの性能を評価する為に適用される、気候を動因とする体系的なモデルを開発する際、概念モデルの設計段階においてFEP選択の過程が非常に具体化されている。もちろん、どんな完全なシステムにおいても、シミュレーション出来ないような現象が出てくる。このことから、システムモデルがモジュラー構成をとる必要性が強調される。システムモデルがモジュ

ラー構成をとることによって、新しい概念や現象に適応するためのサブモデルの開発が容易になるであろう。これはシステム化のアプローチにとって重要な事項である。

以上の手法における最も望ましい特徴が組み合わされた性能評価シナリオは、明らかに価値のあるものである。シナリオに基づいた手法を用いるのは、廃棄物処分システムの性能に大きく影響を及ぼすような特徴、事象及び過程をはっきりさせるために、初期段階の研究に限定されなければならない。この初期段階の研究にこの手法が適用されることによって、概念モデルがある程度改良され、予備的な感度解析が容易になるであろう。その結果この初期段階において認識されたFEPが系統立ったモデルとして具体化され、それを用いて処分場の展開を定量的に予想することが推奨されている。

（ロ）接近シナリオに関する議論

現在FEPデータにより開発されている地下水による核種移行シナリオとは別に、長期的な気候変動や地震、人災と言った要因について、別途処分システムに過渡的に影響する接近シナリオとして扱っている、将来的な総合評価シナリオを開発するにあたっては、地下水シナリオにこの接近シナリオが複雑に絡み合ったシナリオの開発が求められると考えられる。

例えば、英国では、セラフィールド用地に対する基礎的な試験において、気候の変化を中心とした評価シミュレーションが実施されたことがあり（Intera, 1996）、予備的ではあるが、このような評価も行なうべきであると報告している。

我が国においては、このような局地的な水分地質学的問題は、気候に左右されるリチャージ現象と、海面の変化の影響を特徴とするシナリオ等を考えることができる。一般に地球的な気候は、一万年以上の長期間にわたって徐々に変化していくと考えられているが、我が国の地質条件においては、短い期間に発生している断層（地震）や他の現象もあわせて考慮が必要であると考えられる。このように、接近シナリオにおいては、単純な注目点から出発しても、気候変動、及び地殻変動の両方の影響を受けるものと考えられている。それは、処分システムの性能に影響を及ぼすと思われる主要プロセスについて、時間と共に変化するリスクとして評価する対象となると考えられる。決定論的にそれらのプロセスのダイナミクスを評価する必要が生じた場合、それだけでも非常に複雑なモデルとなるであろう。それは、断続的な地殻変動のシミュレーションと同時に長期間における気候の周期的な変化を取扱うものと考えられる。

（3）RES : Rock Engineering Systems手法によるシナリオ開発

Rock Engineering Systems手法は、シナリオ開発の1手法でFEP手法からバリアの性能評価に係わる部分を中心として抽出し、PS: Process Systemと呼ばれる安全評価事象の連成マトリクスを組立ることにより評価シナリオを組み立てる方法である。この方法は、より詳細に個別現象解析のための連成計算モデル等を組立する場合にも有効な指針を与えるものである。

例えば、将来RESのInteraction Matricesの考え方を、連成シミュレーションの為の解析コード実行管理簿としても応用できると考えられる。RES法によるシナリオ開発は、処分に係わる岩盤周辺のバリア性能に係わる現象を連成のマトリクスとして考えたProcess Systemを中心としたシナリオ評価となるため、その殆どが工学的対象と考えられる。

RESアプローチの基本は、すべての面の問題が確実に網羅されるようにトップダウン・アプロー

チから始めることである。最初に全体的な目標から始まり、次にすべての要因について、変数と変数の間のどの相互作用が事象経路を包括するのかを確立するのである。このようにして、RESに関する問題は、その構成要素を確立するために分類される。

現在のところ、行われている研究は、RES手法の可能性を探求することである。系統立って、マトリックスを検討すると、システムの全体像やプロセス間のつながりが視覚化され、システムの観念化と同時にそのシステムの働きについての討論が文書化されることが理解できる。

RES手法の問題点は、FEPの場合もそうであるがプロセスにおける様々な異なるステップを、どのように文書化するかについて明確な方法が確立されていないことである。現在ほどの研究グループもそれぞれ、独自の手法で研究結果を発表している。今後、様々な研究グループが同レベルの研究活動を行えるように、研究成果が実用的に適切に見直されるように、系統立った明確な文書化が必要とされるようになると考えられる。

(4) インフルエンス・ダイアグラムとRES法の比較

インフルエンス・ダイアグラムに基づいた方法論とRES方法論の本来の目的は同じである。従って、前項にて検討してきた確立論的手法等と比べ、類似した手法であると考えられる。従って、ここではインフルエンス・ダイアグラムに基づいた方法論とRES方法論の違いについて補足する。

インフルエンス・ダイアグラムに基づいた方法論とRES方法論の目的は、異なるFEPシナリオに関して一定のシステムの働きを説明することである。どちらの方法論においても、システムを構築するために図や表を使って、特定のFEPに関して、システム内の様々なFEPが、システムからの放射性核種の放出にいかに関与を及ぼすかを示すことによって、本来の目的が達成できる。どちらの方法論についても、研究対象のシステムにおける相互作用の相対的重要性を評価するために、専門家による半定量式コード化という手法を用いている。このようにして、システムの複雑性を緩和することが可能になり、シナリオ分析においては、処分場全体の性能の中で、最も重要な面に重点をおいて、評価できるようになる。そして、FEPや相互作用を文書化すること、選択されたFEPの重要性、そしてその重要性の判断の論拠がインフルエンス・ダイアグラム方法論とRES方法論の中心的部分となっている。インフルエンス・ダイアグラム方法論において、FEPを文書化したものと、その影響についての説明及びシナリオ開発の過程で下されたすべての決定が、インフルエンス・ダイアグラムにつながっているデータベースにまとまって編集されている。最新のRES方法論においては、文書化の必要性が認識されているが、文書化するためのシステムは、FEPを分類すること以外については開発が進んでいない。

RES方法論とインフルエンス・ダイアグラム方法論の2つの方法論には、もちろん相違点もある。最も顕著な違いは、図式的なレイアウトに関係している。RES方法論においては、マトリックス形式を用いているのに対して、インフルエンス・ダイアグラム方法論においては、ノード（節点）や矢印を使っている。もう一つの違いは、インフルエンス・ダイアグラム、及び相互作用マトリックスの構造の背後にある戦略に関係していて、それは、シナリオの開発や説明のために、インフルエンス・ダイアグラムや、相互作用マトリックスがどのように使われているのかということである。問題となるのは、これらの相違点が、インフルエンス・ダイアグラムに編集されている情報（付属文書を伴い、特定のFEPのシステムの働きも説明するもの）がRESマトリックスやそれに付随する文書における情

報と異なるかどうかという点である。

RES方法論は、処分システムの状態変数として展開し、これらの変数間の相互作用を評価することである。そのような変数は、どちらかというと、システムの物理的変数すなわち、「温度」、「岩石ストレス」、「地下水の流動」などが望ましい。これらの状態変数は、FEPであることもあれば、そうでないこともある。既存のすべてのFEPは、状態変数、それぞれの相互作用、及びそれらに関連したすべてのメカニズム経路に関して認識される。RESモデル構造を完成させるためには、新しいFEPをつくりだすことが必要になるかもしれない。

RES方法論の手法は、ソフト的もしくはハード的なシステム手法、あるいは両方の要素を兼ね備えた手法ともいえる。ソフト的なRES方法論の手法とは、問題の構造を（目的に応じて）確立するために変数間のすべての相互作用をコード化し、次に最も重要な力学経路を確立することである。ハード的なRES方法論の手法とは、システムにおけるすべての構造力学を数値的に評価し、同時に抽出するために完全連結モデルを用いることである。両方の手法を用いて、シナリオの研究が行われる。

インフルエンス・ダイアグラム方法論の本質となることは、バリア構成要素の開発やシステムにおける放射性核種の移行を説明するために適用される、相互作用チェーン（連鎖）や流動経路のネットワークを開発することである。既存のFEPや開発過程で認識されたFEPを、ダイアグラムの適切なバリア域においてボックスで表わすことによって、上記のネットワークを開発することができる。FEPの中には、例えば、「地下水の流動」、「温度」、「岩石ストレス」などのように、システムの主要パラメーターや物理的変数となるものもある。FEP間の相互作用は、FEPをつないで、影響の方向を示す矢印によって認識され、表わされる。すべてのFEPやすべての影響及びそれに関する文書が、ダイアグラムに関連するデータベースに編集されている。

限定された一組のシナリオ前提条件について、すべての相互作用の重要性を評価することによって、重要性のレベルが異なる様々なインフルエンス・ダイアグラムが開発される。これらのインフルエンス・ダイアグラムは、ある一定のレベルの重要性で性能を評価をする際に考慮されなければならない事象の関連を表わしており、それらの関連は、システムを説明する際の概念的な不確かさを示す指針ともなる。従って、インフルエンス・ダイアグラムは、システムの働きを定量分析することを目的に直接利用されるための完全連結モデルとして意図されたものではないと考えられる。

2 簡易FEPリスト管理プログラム (MacFEP)

前年度に開発したシステムに於て、FEP文書ファイルは手作業によりワードプロセッサ形式で作成しテキスト形式にて管理した。このFEP文書ファイルを編集し簡易FEPリスト管理プログラムで管理することによりFEP情報の選出や表示を視覚的に行うことが可能となり、各界の専門家間でのFEP情報交換等作業を容易に行うことができるようにした。

2. 1 整備したMacFEPの概要

MacFEPは、FEP情報をグラフィクス・ユーザーインターフェイスを利用して、解かりやすい操作で目的とするFEP情報を、Macintoshの画面に表示するソフトウェアとして開発した。主な特徴は次のとおりである。

2. 1. 1 グラフィクス・ユーザー・インターフェイス

グラフィクス・ユーザー・インターフェイスは、MacFEP環境下に格納したFEP情報を選出表示するために用い、画面上に表示されたグラフィクス・ウィンドウをマウス操作で選択することにより、目的とするFEPリストや、インフルエンス・ダイアグラムを表示する。主なグラフィクス・ユーザー・インターフェイスは次のとおりである。

(1) 階層マトリクス・ウィンドウ

目的とするサブマトリクス・ウィンドウを選択表示するインターフェイス。

(2) サブ・マトリクス・ウィンドウ

目的とする個別FEPリスト、およびローカル・インフルエンス・ダイアグラムを選択表示するインターフェイス。

(3) サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

表示されたサブ・インフルエンス・ダイアグラムからローカル・インフルエンス・ダイアグラムを表示するインターフェイス。

(4) ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

因果関係（原因・結果）リストを表示し、また因果関係のローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウも表示可能なインターフェイスを備える。

(5) ウィンドウメニュー

表示したFEP情報のテキスト検索や印刷等の制御を行うメニューを装備し、操作方法は、一般の市販ソフトウェアとほぼ準拠している。

2. 1. 2 FEP情報の表示概要

- (1) FEPリスト内容の表示
- (2) サブおよびローカル・インフルエンス・ダイアグラムの表示
- (3) 個別FEPリストの因果関係（原因・結果）内容の表示

図2. 1-1 にグラフィクス・ユーザーインターフェイス・ウィンドウの表示例を示す。

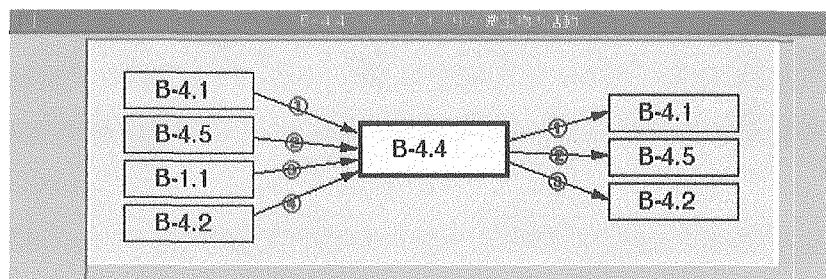


図2. 1-1 ローカル・インフルエンス・ダイアグラムの表示

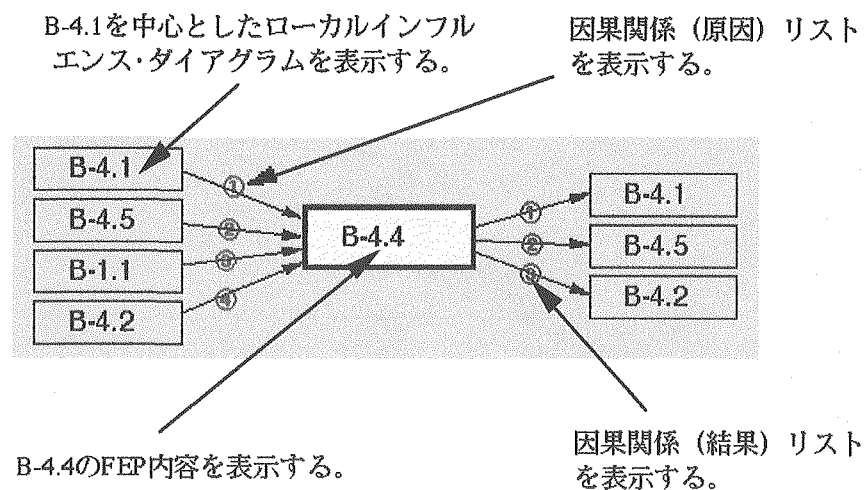


図2. 1-2 ローカル・インフルエンス・ダイアグラムのインターフェイス

図2. 1-2に、図2. 1-1に表示したローカルインフルエンス・ダイアグラムのユーザーインターフェイス部を示す。

図2. 1-2のローカル・インフルエンス・ダイアグラムにおいて、矢印で指されている絵部分にマウスポインタを合致させ、マウス・ボタンをクリックすることにより、矢印に示されている内容が別ウィンドウに表示される。このようにMacFEPには、FEP情報表示のためのグラフィクス・ユーザーインターフェイスを備え、コンピュータとユーザー間の対話をより簡易に行えるようにした。

また、ウィンドウメニューでは、ウィンドウ表示内容の印刷やファイル操作等をマウスで行うことができる。

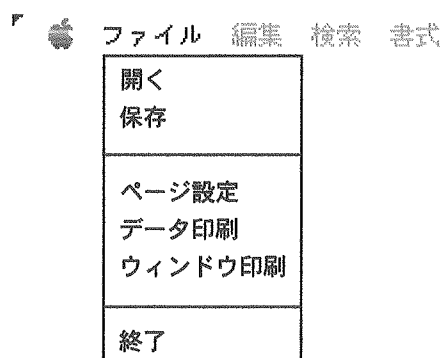


図 2. 1 - 3 ウィンドウメニュー表示例

2. 2 MacFEPの構成

MacFEPの動作環境は、グラフィクス・ユーザーインターフェイス部とデータ制御部、Macintoshオペレーティング・システム (MacOS) リソース、イベント管理部およびMacFEP環境下に置かれたFEP情報データから構成される。

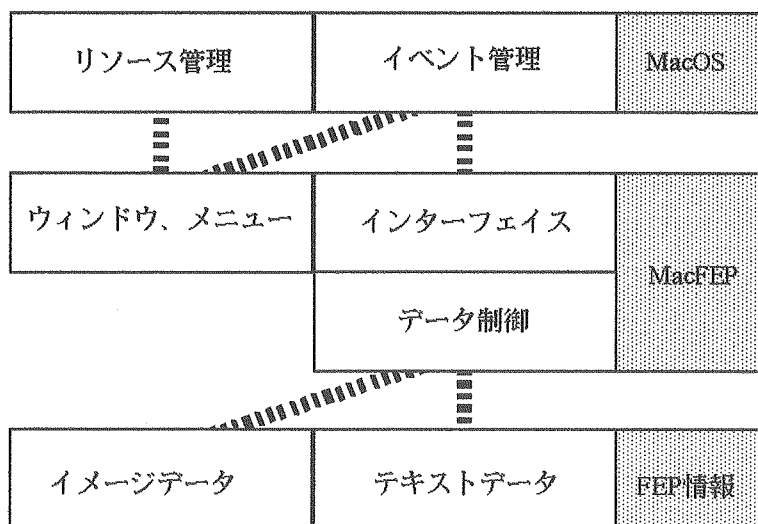


図 2. 2 - 1 MacFEP動作環境概要

(1) リソース

ウィンドウ、メニュー、ダイログおよびアイコン等、プログラムのインターフェイスを構成するものを全てをリソースと呼ぶ。リソースはインターフェイスの要素の単なる記述に過ぎず、リソースのみ

では動作しない。

(2) イベント

グラフィクス・ユーザーインターフェイスを使用するソフトウェアは、必ずしも一定の順序で処理を行うものではなく、ウィンドウに描画されている絵から目的とする作業をマウスで選択する。この絵部分とマウス動作の制御をイベントという。

(3) ウィンドウ、メニュー

ウィンドウやメニューは、MacFEP専用で作成し、リソースに格納されている。

(4) インターフェイス

イベント管理部からのユーザーアクション情報を取得し、ウィンドウやメニューのどここの位置が選択されたかを確認後、ウィンドウ制御を行い必要情報をデータ制御にわたす。

(5) データ制御

インターフェイスから送られた情報をもとに、必要とするデータをアクセスしウィンドウ内に表示させる。

2. 3 ウィンドウとインターフェイス

MacFEPは起動後、最初のウィンドウ（階層マトリクス・ウィンドウと制御ウィンドウ）を表示し、ウィンドウに対するユーザーからのマウスクリックやメニュー操作（このウィンドウに対するマウスクリックやメニュー操作行動をイベントという）を待つ。

表示される各ウィンドウ内には、それぞれウィンドウの用途に合わせイベント用オブジェクト（ボタンやメニュー）が配置されている。インターフェイス部は、この各オブジェクトを制御し選択された情報（別ウィンドウ表示等）に連結させる。

図2. 3-1は、階層マトリクス・ウィンドウを中心としたオブジェクトと、インターフェイスの関連例を示したものである。ウィンドウとインターフェイスは、MacFEPが終了されるまでオブジェクトの選択によるウィンドウ表示を繰り返す。図2. 3-2は、MacFEPのグラフィクス・ユーザーインターフェイスのウィンドウとインターフェイスに係わるイベントについて、Macintoshオペレーティング・システムとの関連を示したものである。

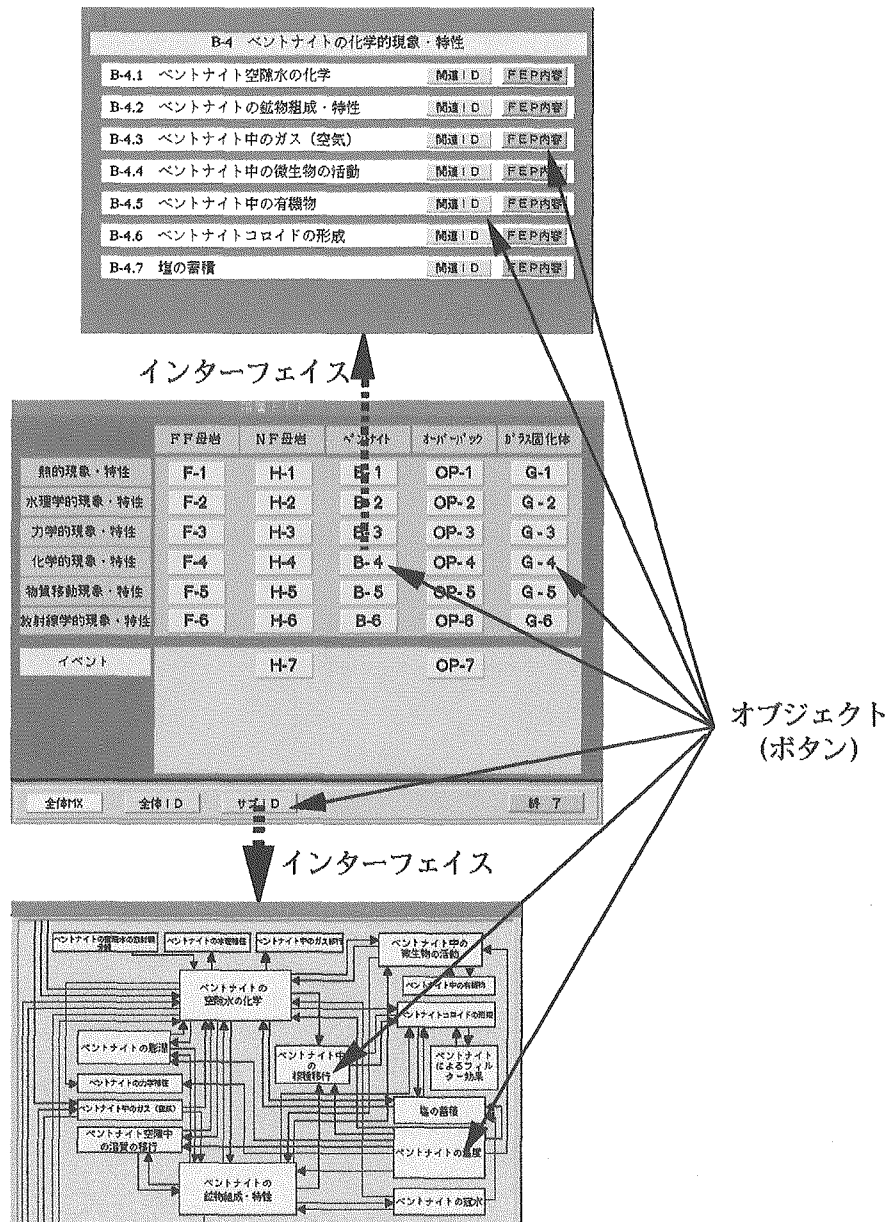


図 2. 3-1 ウィンドウ・オブジェクトとインターフェイス

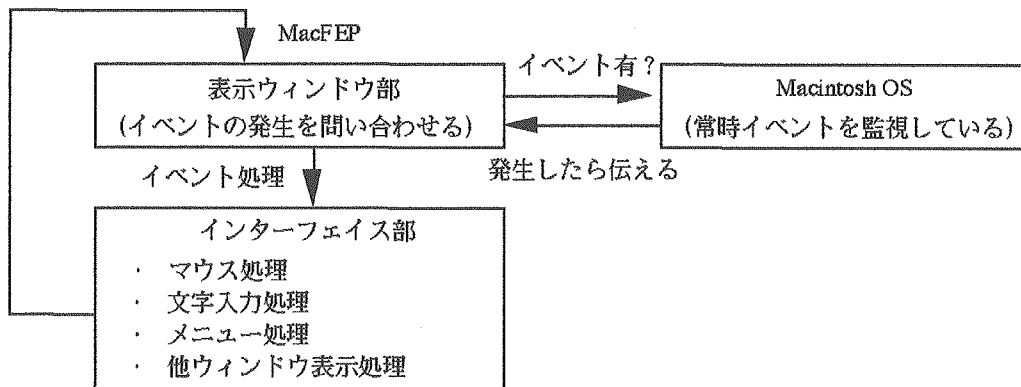


図 2. 3 - 2 Macintosh OSとMacFEPグラフィクス・ユーザーインターフェイスの関連

2. 3. 1 ウィンドウの種類と構成

MacFEPに備わっているウィンドウは下記のとおりである。

(1) 階層マトリクス・ウィンドウ

階層マトリクス・ウィンドウは、MacFEP起動後最初に表示されるウィンドウである。

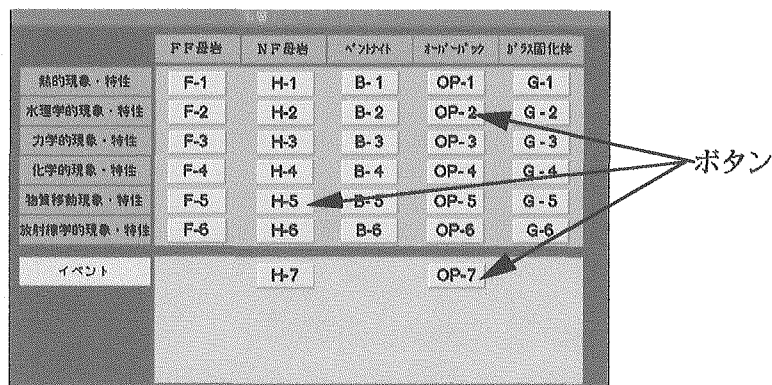


図 2. 3 - 3 階層マトリクス・ウィンドウ

階層マトリクス・ウィンドウは、目的とするサブ・マトリクス・ウィンドウの表示を選択するために用いる。コントロール・オブジェクトは、サブ・マトリクス番号が描かれたボタンのみとしている。

(2) 制御ウィンドウ

制御ウィンドウは、階層マトリクス・ウィンドウと同じくMacFEP起動後最初に表示されるウィンドウで、常時画面上に表示される。

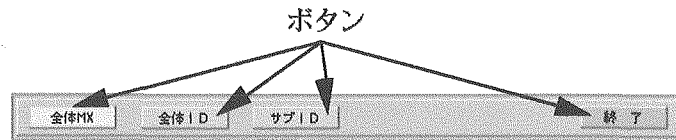


図 2. 3-4 制御ウィンドウ

ウィンドウに配置されたコントロール・オブジェクトは、ボタンのみでそれぞれイベントにより次の動作を行う。

- 全体MXボタン : 階層マトリクス・ウィンドウを表示させる。
- 全体IDボタン : 現在リソースのみ (アクションなし)
- サブIDボタン : サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウを表示させる。
- 終了ボタン : MacFEPを終了させる。

(3) サブ・マトリクス・ウィンドウ

サブ・マトリクス・ウィンドウは、個別FEP情報の表示を選択するために用いる。

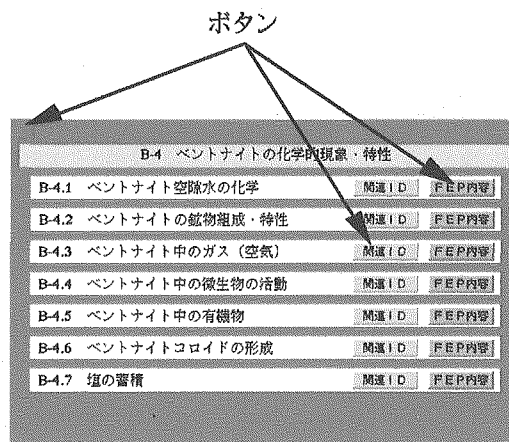


図 2. 3-5 サブ・マトリクス (B-4) ・ウィンドウ

選択は、個別FEP番号と個別FEP項目が記述されている同横列に配置された関連IDボタンまたはFEP内容ボタンで行う。

- 関連IDボタン : 選択した個別FEP番号を中心としたローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウを表示させる。
- FEP内容ボタン : 選択した個別FEP番号の内容をFEP内容表示ウィンドウに表示させる。

また、ウィンドウ左上に配置されたボタンは当該ウィンドウを閉じる（クローズ）させる場合を選択する。

（４） サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウは、ベントナイトにかかわるインフルエンス・ダイアグラムを描画したウィンドウである。ウィンドウ内に配置したイベント用コントロール・オブジェクトは、階層マトリクス・ウィンドウやサブ・マトリクス・ウィンドウに配置したような標準的なボタンではなく、描画した絵部分がイベント用コントロール・オブジェクトとなっている。イベントを持つ絵部分はFEPサブ・マトリクス項目が記述されている。

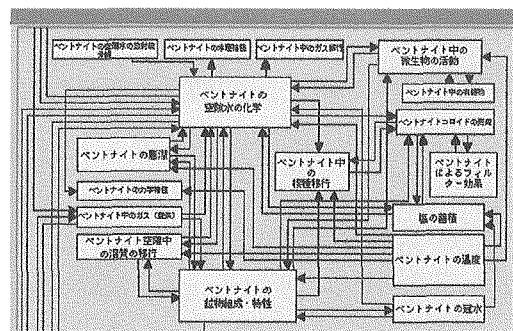


図 2. 3-5 サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

FEPサブ・マトリクス項目の絵部分を選択すると関連するローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウを表示する。サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ内のイベントを持つFEPサブ・マトリクス項目と表示されるローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウの個別FEP番号は次のとおりである。

FEPサブ・マトリクス項目（絵部）	個別FEP番号
ベントナイトの空隙水の化学	B-4.1
ベントナイトの力学特性	B-4.3
ベントナイトの鉱物組成・特性	B-4.2
ベントナイト中の微生物の活動	B-4.4
ベントナイト中の有機物	B-4.5
ベントナイトのコロイドの形成	B-4.6
塩の蓄積	B-4.7

図 2. 3-6 FEPサブ・マトリクス項目（絵部）と表示する個別FEP番号

(5) ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウは、選択した個別FEPにかかわるインフルエンス・ダイアグラムを表示する。インフルエンス・ダイアグラムは、個別FEP内容の因果関係（原因、結果）から抽出し描画している。

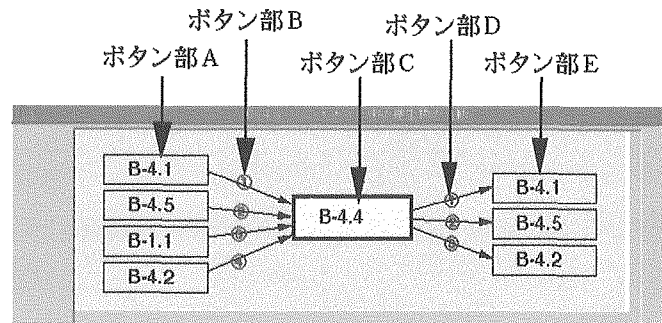


図2. 3-7 ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

イベント部分は、サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウと同様に描画した絵部分（図2. 3-7 参照）がコントロール・オブジェクトとなっている。

- ボタン部A** : 当該FEPに影響を及ぼす（原因）FEP番号としている。四角で囲まれた部分がコントロール・オブジェクト（ボタンと同機能）となっており、クリックすることにより選択したFEP番号のローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウに表示を変える。
- ボタン部B** : ボタン部Aと当該FEP番号を結ぶ矢印に架かる赤丸数字（○）部がコントロール・オブジェクト（ボタンと同機能）となっており、ボタン部AのFEP番号の原因内容が別ウィンドウに表示される。
- ボタン部C** : 四角で囲まれた当該FEP番号部分がコントロール・オブジェクトとなっており、因果関係を除く当該FEP内容を別ウィンドウに表示する。
- ボタン部D** : ボタン部Eと当該FEP番号を結ぶ矢印に架かる青丸数字（○）部がコントロール・オブジェクト（ボタンと同機能）となっており、ボタン部EのFEP番号の結果内容が別ウィンドウに表示される。
- ボタン部E** : 当該FEPが影響を及ぼす（結果）FEP番号としている。四角で囲まれた部分がコントロール・オブジェクト（ボタンと同機能）となっており、クリックすることにより選択したFEP番号のローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウに表示を変える。

(6) FEP内容表示ウィンドウ

FEP内容表示ウィンドウは、サブ・マトリクス・ウィンドウのFEP内容ボタンをクリックすることにより、選択された個別FEP内容を表示する。

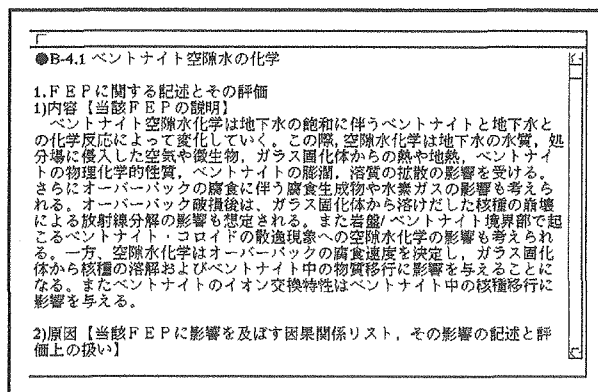


図 2. 3 - 8 FEP内容表示ウィンドウ

FEP内容表示ウィンドウ内に表示されたFEP内容（テキストデータ）は、ウィンドウに配置されたコントロール・オブジェクト（スライダー）を用いて上下にスクロールすることができる。また、ウィンドウメニューの検索項目選択により、特定の文字や文字列の検索を行うことができる。FEP内容表示ウィンドウ内に表示されたFEP内容は、テキストエディタ使用の要領で変更することが可能であり、変更後の内容を別ファイルとして保存することができる。

（7）因果関係（原因または結果）表示ウィンドウ

因果関係（原因または結果）表示ウィンドウは、ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウから表示される（前述ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ参照）ウィンドウであり、因果関係の原因または結果内容を表示する。

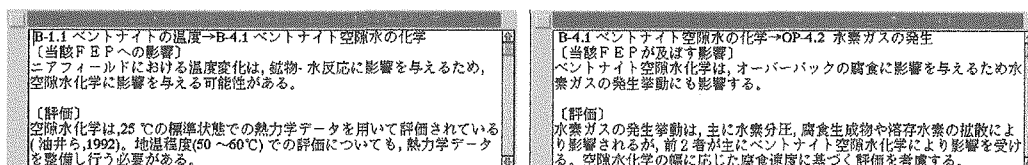


図 2. 3 - 9 因果関係の原因（左）と結果（右）ウィンドウ

本ウィンドウに表示された内容は、FEP内容表示ウィンドウと同様に変更後の内容を別ファイルとして保存することができる。

2. 3. 2 メニューの種類と構成

MacFEPに備わっているメニューは、構成および操作方法とも一般の市販ソフトウェアにほぼ準じている。



図 2. 3 - 1 0 MacFEPのウィンドウメニュー

ファイル : ファイルメニューは、最前面に表示されているウィンドウに対するプリンタへの出力や既存ファイルのオープン等の制御とMacFEPの終了を行う。

編集 : ウィンドウ内のフィールドに表示されているテキストデータ（個別FEP内容等）の制御（カットやペースト等）を行う。

検索 : ウィンドウ内のフィールドに表示されているテキストデータ（個別FEP内容等）の制御（検索や置換）を行う。

書式 : ウィンドウ内のフィールドに表示されているテキストデータ（個別FEP内容等）の制御（文字設定）を行う。

ウィンドウメニューは、最前面に表示されているウィンドウの種類により使用可能と不可能を設定している。これは、最前面に表示されているウィンドウがイメージデータのみを表示している場合に編集や検索等テキストにかかわる制御を必要としないためである。

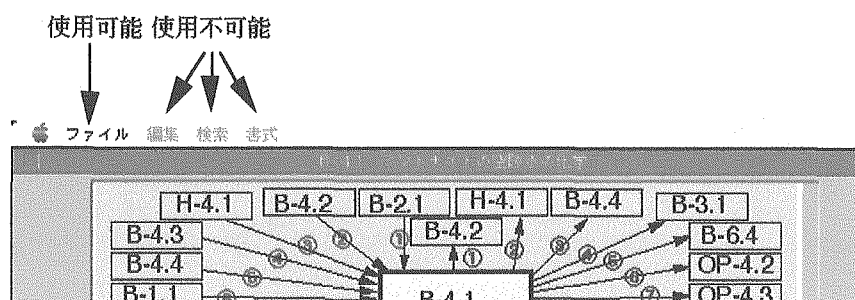


図 2. 3 - 1 1 ウィンドウメニューの設定

(1) ファイルメニュー

ファイルメニューの構成を図 2. 3 - 1 2 に示す。

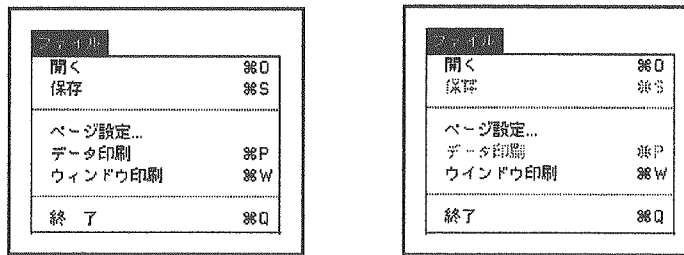


図 2. 3 - 1 2 ファイルメニュー構成（使用可能、不可能設定）

ファイルメニューに構成される各項目の制御は次のとおりである。

- 開く : FEP内容表示ウィンドウおよび因果関係（原因、結果）表示ウィンドウで内容変更され別名で保存されたファイルを開く。
- 保存 : FEP内容表示ウィンドウおよび因果関係（原因、結果）表示ウィンドウで内容変更したファイルを別名で保存する。
- ページ設定 : プリンタの用紙設定
- データ印刷 : 最前面のウィンドウにテキストデータが表示されている場合に、その内容を印刷する。最前面のウィンドウにテキストデータが表示されていない場合は、使
用できない（図 2. 3 - 1 2 の右を参照）。
- ウィンドウ印刷 : 最前面のウィンドウをウィンドウ単位で印刷する。
- 終了 : MacFEPの終了

（２）編集メニュー

編集メニューの構成を図 2. 3 - 1 3 に示す。

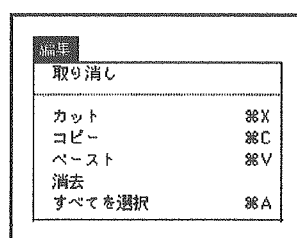


図 2. 3 - 1 3 編集メニュー構成

編集メニューに構成される各項目の制御は、市販されているワードプロセッサ系のソフトウェアやテキストエディタと同等で、表示されているテキストデータを対象とする。

（３）検索メニュー

検索メニューの構成を図 2. 3 - 1 4 に示す。

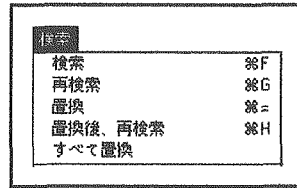


図 2. 3 - 1 4 検索メニュー構成

検索メニューに構成される各項目の制御は、市販されているワードプロセッサ系のソフトウェアやテキストエディタとほぼ同等で、表示されているテキストデータの文字や文字列を検索または置換する。

(4) 書式メニュー

書式メニューの構成を図 2. 3 - 15 に示す。

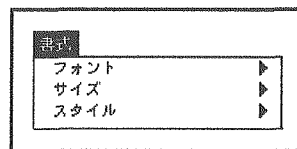


図 2. 3 - 1 5 書式メニュー構成

書式メニューは、表示されているテキストデータの文字や文字列のフォント変換やサイズ変更等を用いる。書式メニューは、フォント変換やサイズ変更等用にサブ・メニュー形式となっている。

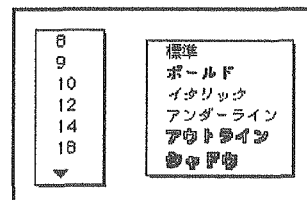


図 2. 3 - 1 6 書式サブ・メニュー構成

図 2. 3 - 17 は、前述したウィンドウの全体フローを示したものである。

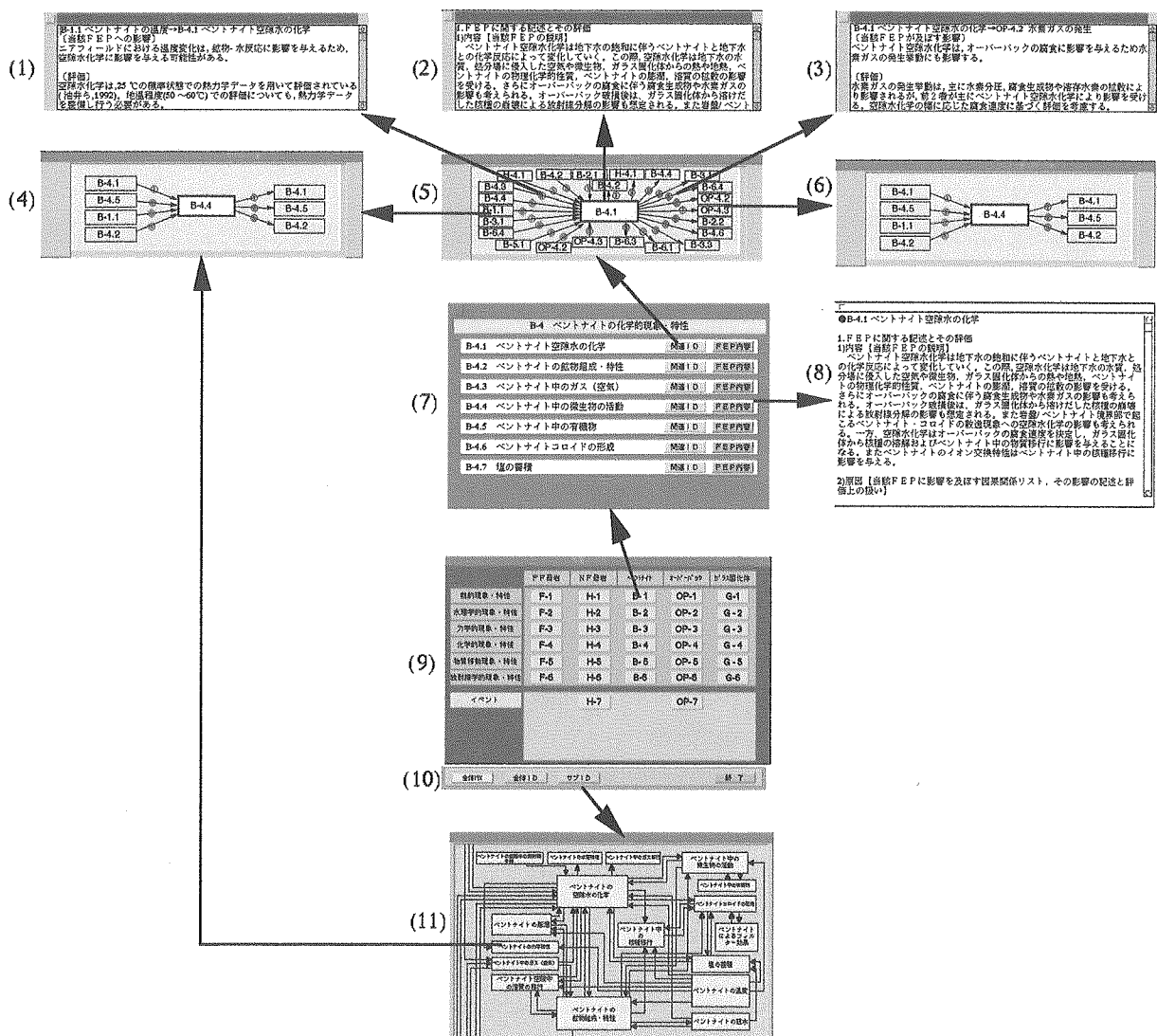


図 2. 3-17 ウィンドウ全体フロー

- (1) 因果関係（原因）表示ウィンドウ
- (2) 個別FEP内容（因果関係を除く）表示ウィンドウ
- (3) 因果関係（結果）表示ウィンドウ
- (4)、(5)、(6) ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ
- (7) サブ・マトリクス・ウィンドウ
- (8) 個別FEP内容（全内容）表示ウィンドウ
- (9) 階層マトリクス・ウィンドウ
- (10) 制御ウィンドウ
- (11) サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ

2. 4 データの種類と内容

MacFEPが管理するデータの種類は、テキストデータ、イメージデータおよび、ウィンドウ・オブジェクトデータであり、それぞれ表示するウィンドウに合わせた形式としている。

2. 4. 1 テキストデータ

(1) 個別FEP内容データ（全内容）

個別FEP内容データ（全内容）ファイルは、サブ・マトリクス・ウィンドウのFEP内容ボタンから呼びだされ、個別FEP内容表示ウィンドウ内に表示される。個別FEP内容データ（全内容）ファイルは、個別FEP番号単位を1ファイルとして管理している。個別FEPの全内容が記述されているデータファイル内容の構成を図2. 4-1に示す。

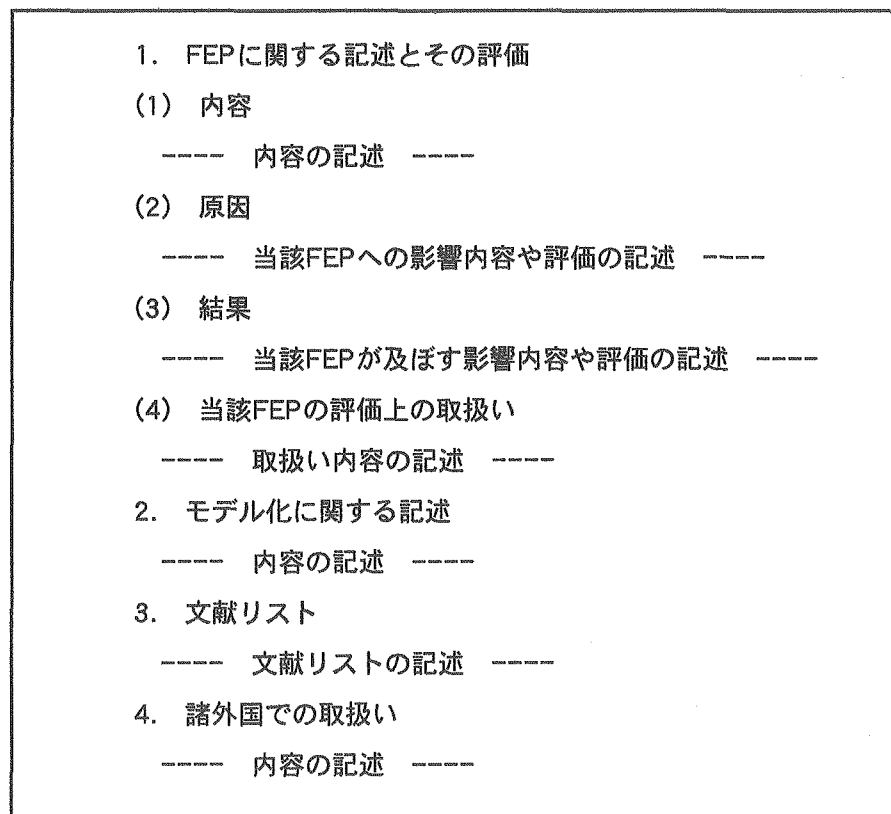


図2. 4-1 個別FEP内容データ（全内容）ファイルの構成

(2) 個別FEP内容データ（因果関係内容を除く）

個別FEP内容データ（因果関係内容を除く）ファイルは、ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウの当該FEP番号を描画してある部分のコントロール・オブジェクトから呼びだされ、ウィンドウ内に表示される。個別FEP内容データ（全内容）から因果関係の原因部分と結果部分の内容を省いて作成されているファイルであり、個別FEP番号単位を1ファイルとして管理している。個別FEP内容データ（因果関係内容を除く）ファイル内容の構成を図2. 4-2に示す。

1. FEPに関する記述とその評価
(1) 内容
----- 内容の記述 -----
(4) 当該FEPの評価上の取扱い
----- 取扱い内容の記述 -----
2. モデル化に関する記述
----- 内容の記述 -----
3. 文献リスト
----- 文献リストの記述 -----
4. 諸外国での取扱い
----- 内容の記述 -----

図2. 4-2 個別FEP内容データ（因果関係内容を除く）ファイルの構成

（3）個別FEP因果関係（原因）データ

個別FEP因果関係（原因）データは、個別FEP内容データ（全内容）ファイルの原因部分を抜きだして作成されたファイルである。個別FEP因果関係（原因）データファイルは、個別FEP因果関係内容により複数作成されている。個別FEP因果関係（原因）データは、それぞれローカル・インフレンスダイアグラム・ウィンドウの原因部に配置されたコントロール・オブジェクトから呼ばれ、因果関係表示ウィンドウ内に表示される。

B-1.1 ベントナイトの温度→B-4.1 ベントナイト空隙水の化学

〔当該FEPへの影響〕

ニアフィールドにおける温度変化は、鉱物-水反応に影響を与えるため、空隙水化学に影響を与える可能性がある。

〔評価〕

空隙水化学は、25℃の標準状態での熱力学データを用いて評価されている（油井ら、1992）。地温程度（50～60℃）での評価についても、熱力学データを整備し行う必要がある。

図2. 4-3 個別FEP因果関係（原因）データファイル内容例

（4）個別FEP因果関係（結果）データ

個別FEP因果関係（結果）データは、個別FEP内容データ（全内容）ファイルの結果部分を抜きだして作成されたファイルである。個別FEP因果関係（結果）データファイルは、個別FEP因果関係内容により複数作成されている。個別FEP因果関係（結果）データは、それぞれローカル・インフレンスダイアグラム・ウィンドウの結果部に配置されたコントロール・オブジェクトから呼ばれ、因果

関係表示ウィンドウ内に表示される。

B-4.1 ベントナイト空隙水の化学→B-2.2 ベントナイトの水理特性

〔当該FEPが及ぼす影響〕

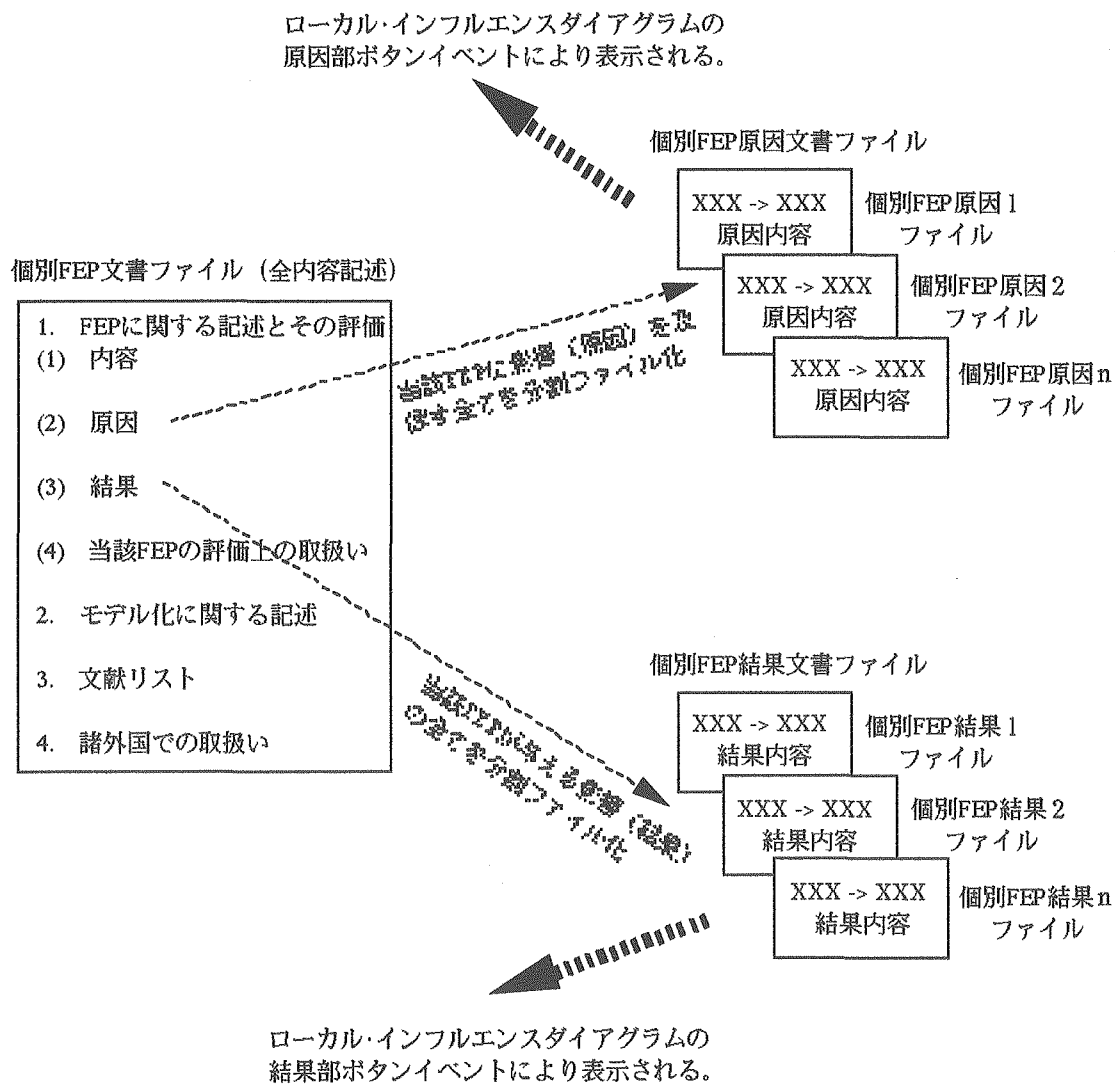
ベントナイトの水理特性は、ベントナイト空隙水化学に依存する。

〔評価〕

ベントナイトの透水性は高イオン強度の溶液で高くなることが知られている。しかし、その変化は緩衝材中の溶質の拡散支配を覆す程度には大きくない。

図 2. 4-4 個別FEP因果関係（結果）データファイル内容例

個別FEP内容データ（全内容）ファイルから抜粋し作成した個別FEP因果関係（原因、結果）ファイルは、MacFEPが管理するフォルダに図 2. 4-5 に示すファイル名で格納している。



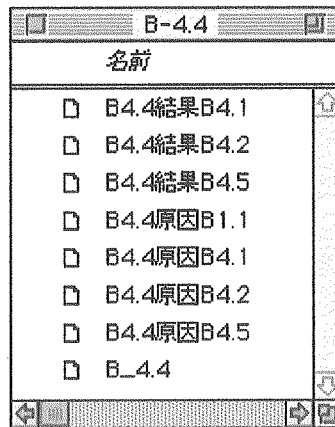


図 2. 4-5 個別FEP内容関連ファイル

2. 4. 2 イメージデータ

イメージデータは、サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウとローカル・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウ内に表示するデータであり、それぞれPICT形式で作成されたデータファイルである。サブ・インフルエンス・ダイアグラム・データは、ベントナイトにかかわるインフルエンス・ダイアグラムを描画したもので、ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・データは、個別FEPの原因、結果に関する因果関係を描画したものである。

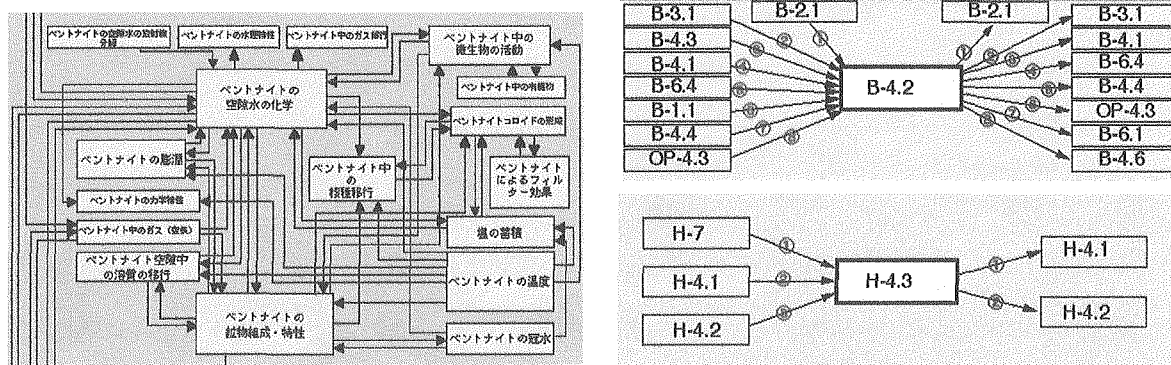


図 2. 4-6 サブおよびローカル・インフルエンスダイアグラム・データ

ローカル・インフルエンス・ダイアグラム・データファイルは個別FEP単位に作成しMacFEP環境下のPICTsrcフォルダに格納されている。因果関係は、個別FEP内容に記述されている原因および結果に対応している。

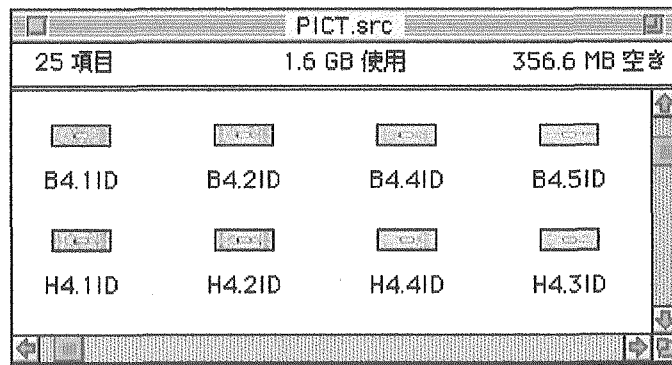


図 2. 4-7 格納されているローカル・インフルエンス・ダイアグラム・データファイル

2. 4. 3 ウィンドウ・オブジェクトデータ

ウィンドウ・オブジェクトデータは、大別すると2種類であり、1つは階層マトリクスウィンドウのようにウィンドウとウィンドウ内に配置されたボタン等のイベント用コントロール・オブジェクトのみで構成されているデータやウィンドウメニューであり、1つはテキストデータやイメージデータを表示するための枠組みとしてのウィンドウである。ウィンドウ・オブジェクトはそれぞれリソースとして管理される。ウィンドウ、メニュー、ダイログおよびアイコン等、プログラムのインターフェイスを構成するもの全てをリソースと呼ぶ。リソースはインターフェイスの要素の単なる記述に過ぎず、MacFEP内部のイベントに対するインターフェイス部により動作が確定する。

図 2. 4-8 は、ウィンドウ・オブジェクトデータを格納しているリソースの一部を示したものである。

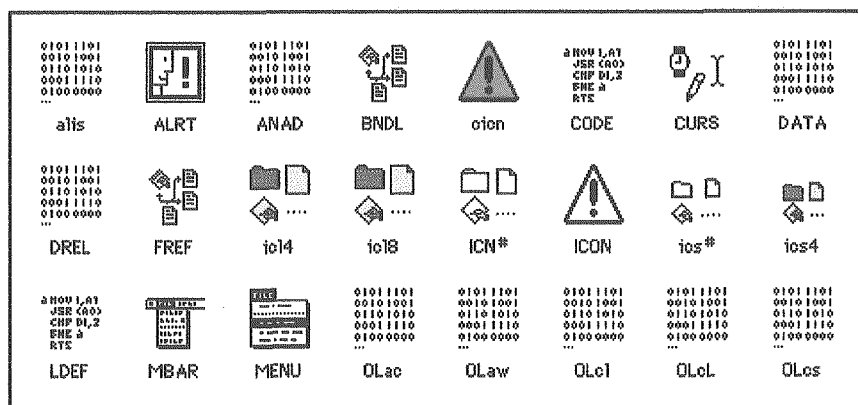


図 2. 4-8 MacFEPリソースの一部

(1) ウィンドウ・オブジェクトデータ

階層マトリクス・ウィンドウ、サブマトリクス・ウィンドウは、ウィンドウ・オブジェクトとウィンドウ内に配置されるボタン等のイベント用コントロール・オブジェクトで構成されている。各オブ

ジェクトは、リソースとして管理されMacOSとMacFEPインターフェイスとの連携を保つ。

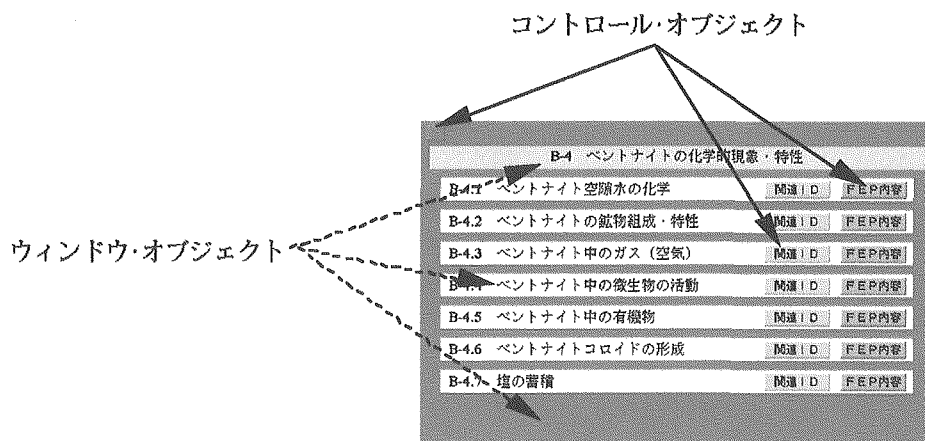


図2. 4-9 ウィンドウ・オブジェクトとコントロール・オブジェクト

(2) 文書データ、イメージデータ表示ウィンドウ

文書データ、イメージデータ表示ウィンドウは、前述したFEP情報データ (テキスト、イメージ) をウィンドウ内に配置したフィールド・オブジェクトに読み込み表示する。そのことからリソースに格納しているウィンドウは、ウィンドウ・オブジェクトとウィンドウ内に配置されたフィールド・オブジェクトで構成される。

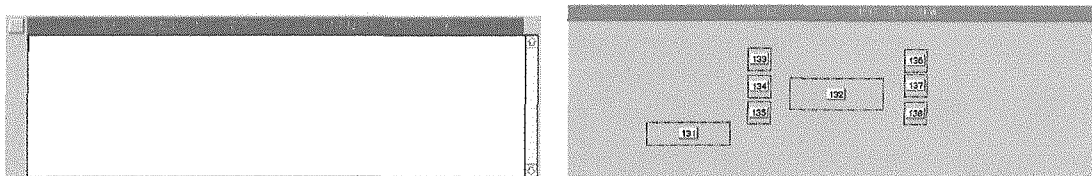


図2. 4-10 文書データ用ウィンドウ (左) とイメージデータ用ウィンドウ (右)

3 平成8年度に改良整備したMacFEPの機能

MacFEPは、グラフィクス・ユーザー・インターフェイスにより目的とするFEP情報をウィンドウに表示するソフトウェアである。前年度までの開発においては、蓄積されてきた文書ファイル形式のFEP情報をパーソナル・コンピュータで整理し、シナリオ開発のアプローチや議論のためのプレゼンテーションに用いることを主な利用目的とした。そのため、グラフィクス・ユーザー・インターフェイスの視覚的動作や操作性に主眼をおいたため、FEP情報表示のための各データはMacFEPプログラム内部のインターフェイスに依存する方法で開発した。

例えば、それらのデータには、グラフィクス・ユーザー・インターフェイスを構成するウィンドウ・オブジェクトや、ウィンドウに配置されるボタン等のコントロール・オブジェクト、ワードプロセッサや他計算機で作成されたFEP情報ファイルがある。

プログラム開発に於て、ウィンドウ・オブジェクトやウィンドウに配置されるボタン等のコントロール・オブジェクトは、固定データ形式（ウィンドウの色や大きさ、ボタンの配置位置など）としてリソース内に作成し、FEP情報ファイルはワードプロセッサで作成された文書ファイルをテキストによる個別FEPリストとして変換後、手作業により因果関係を抽出し、個別FEP単位でインフルエンス・ダイアグラム・データと原因リスト、および結果リストのデータファイルを作成して表示に利用した。従って、FEPマトリクスの構成やFEPリストの因果関係に変更が生じた場合は、その内容によりプログラム内部構造とFEPデータを作り直す必要が生じた。

今後、シナリオ解析にかかわるさまざまな分野の専門家や関係者から、それぞれの視点からのFEP情報を得てシナリオ解析はますます深究され、階層マトリクス構成やFEPリストの因果関係は、議論や合意形成に応じ随時変更されていくであろう。これらに対応すべく、MacFEPプログラムをシナリオ開発のための、より汎用的な支援システムとして構築するためには、システムの構成を現在のパーソナル・コンピュータ単体稼働型からネットワーク対応機能分散（クライアント／サーバー）型とし、FEP情報収集やプレゼンテーションはクライアントで行い、収集データの管理やデータ分析はサーバー（データベース）で行うようなシステムを構成することが望ましいと判断し本年度に基盤となるサーバー・クライアント・システムを整備した。それに伴いMacFEPプログラムについて機能改良を行った。

なお、前年度までに開発したMacFEPと区別するため、改良整備したMacFEPの名称をCASCADEとした。

3. 1 階層マトリクス・ウィンドウ

MacFEP階層マトリクス・ウィンドウを図3. 1-1に示す。MacFEP階層マトリクス・ウィンドウを構成している各ボタンや表題等のコントロール・オブジェクトは固定データとして、MacFEPプログラムのリソースとしてプログラム内に記述されている。そのことから、要素名や要素番号等に変更が生じた場合は、プログラムを直さなければならない。

	FF母岩	NF母岩	バウンダリ	オーバーバック	ガラス固化体
熱的現象・特性	F-1	H-1	B-1	OP-1	G-1
水理学的現象・特性	F-2	H-2	B-2	OP-2	G-2
力学的現象・特性	F-3	H-3	B-3	OP-3	G-3
化学的現象・特性	F-4	H-4	B-4	OP-4	G-4
物質移動現象・特性	F-5	H-5	B-5	OP-5	G-5
放射線学的現象・特性	F-6	H-6	B-6	OP-6	G-6
イベント		H-7		OP-7	

図3. 1-1 階層マトリクス・ウィンドウ

(1) マトリクス要素名（項目表題）および要素番号のデータベース化

プログラム内に記述されていたウィンドウ表示の各テキストを、データベースから得て表示できるように改良した。これにより、階層マトリクス内の各テキストに変更が生じた場合でも、データベースの内容を変更することにより対処することを可能とした。

FEP=> select * from MXNAME_X;	FEP=> select * from MXNAME_Y;
F FF母岩 1	熱的現象・特性 1
H NF母岩 2	水理学的現象・特性 2
B 緩衝材 3	力学的現象・特性 3
G ガラス固化体 5	化学的現象・特性 4
OP オーバーバック 4	物質移動現象・特性 5
FEP=> █	放射線学的現象・特性 6
	FEP=> █

図3. 1-2 データベース内のマトリクス情報

(2) マトリクス要素名（項目表題）の英語化

日本語圏外に対するFEPのアプローチ用としてテキスト表示部を英語としたウィンドウを用意した。

FEP Matrix					
	F.F.Host Rock	N.F. Host Rock	Buffer Material	Overpack	Vitrified Waste
Thermal phenomena and properties	F-1	H-1	B- 1	OP-1	G - 1
Hydrological phenomena and properties	F-2	H-2	B- 2	OP- 2	G - 2
Mechanical migrational phenomena and properties	F-3	H-3	B- 3	OP- 3	G - 3
Chemical phenomena and properties	F-4	H-4	B- 4	OP- 4	G - 4
Material phenomena and properties	F-5	H-5	B- 5	OP- 5	G - 5
Radiological phenomena and properties	F-6	H-6	B-6	OP-6	G - 6
Events	H-7		OP-7		
Matrix Diagram Sub I.D. Quit					

図 3. 1-3 階層マトリクス・ウィンドウの英語化

3. 2 サブマトリクス・ウィンドウ

MacFEPのサブマトリクス・ウィンドウを図 3. 2-1 に示す。サブマトリクス・ウィンドウに表示されている個別FEP名称は固定データとして、MacFEPプログラムのリソースとしてプログラム内に記述されている。そのことから、個別FEP名称に変更が生じた場合は、プログラムを直さなければならない。

B-4 ベントナイトの化学的現象・特性		
B-4.1 ベントナイト空隙水の化学	関連ID	FEP内容
B-4.2 ベントナイトの鉱物組成・特性	関連ID	FEP内容
B-4.3 ベントナイト中のガス（空気）	関連ID	FEP内容
B-4.4 ベントナイト中の微生物の活動	関連ID	FEP内容
B-4.5 ベントナイト中の有機物	関連ID	FEP内容
B-4.6 ベントナイトコロイドの形成	関連ID	FEP内容
B-4.7 塩の蓄積	関連ID	FEP内容

図 3. 2-1 サブマトリクス・ウィンドウ

（1）個別FEP番号と個別FEP名称表示のデータベース化

プログラム内に記述されていた個別FEP番号と個別FEP名称をデータベースから得て表示できるように改良した。これにより、サブマトリクス・ウィンドウ内の各名称に変更が生じた場合でも、データベースの内容を変更することにより対処することが可能となった。


```

FEP=> select fepno,name from NAME a where a.fepid[1] = 'H';
H-4.1| NF母岩中の地下水化学
H-4.2| NF母岩の鉱物組成・特性
H-4.3| NF母岩中のガス（空気）
H-4.4| NF母岩中の微生物の活動
H-4.5| NF母岩中の有機物
H-4.6| 天然コロイドの形成
FEP=> █

```

図 3. 2-2 データベース内の個別FEP名称情報

(2) 個別FEP名称の英語化

日本語圏外に対するFEPのアプローチ用として個別FEP名称を英語としたウィンドウを用意した。

H - 4 Chemical phenomena and properties of N.F. Host Rock		
H-4.1 Groundwater Chemistry in N.F. Host Rock	Influence Diagram	Document
H-4.2 Mineral composition of N.F. Host Rock	Influence Diagram	Document
H-4.3 Gas(Air) in N.F. Host Rock	Influence Diagram	Document
H-4.4 Active microorganism in N.F. Host Rock	Influence Diagram	Document
H-4.5 Organic matter in N.F. Host Rock	Influence Diagram	Document
H-4.6 Formation of natural colloid	Influence Diagram	Document
	Influence Diagram	Document
	Influence Diagram	Document
	Influence Diagram	Document

図 3. 2-3 サブマトリクス・ウィンドウの英語化

3. 3 インフルエンス・ダイアグラム表示機能の改良

インフルエンス・ダイアグラムには、全体インフルエンス・ダイアグラムとサブ・インフルエンス・ダイアグラムおよび個別インフルエンス・ダイアグラムがある。MacFEPでは、サブ・インフルエンス・ダイアグラムと個別インフルエンス・ダイアグラムの表示が行える。

前年度に開発したMacFEPが扱うサブ・インフルエンス・ダイアグラムと個別インフルエンス・ダイアグラムは、表示用のデータとして別途個々に絵描きソフトウェアを用いて作成し、MacFEPプログラムに記述している。個別インフルエンス・ダイアグラムについては、個別FEPリストから因果関係情報を人的に分析して個別FEP単位で絵描きソフトウェアでインフルエンス・ダイアグラム・データを作成しプログラムに記述している

そのことから、FEPリストの見直しにより因果関係情報の変更が生じる都度、個別FEPインフルエンス・ダイアグラム・データを再作成しプログラムを変更しなければならなかった為、これを自動化するよう機能を改良した。

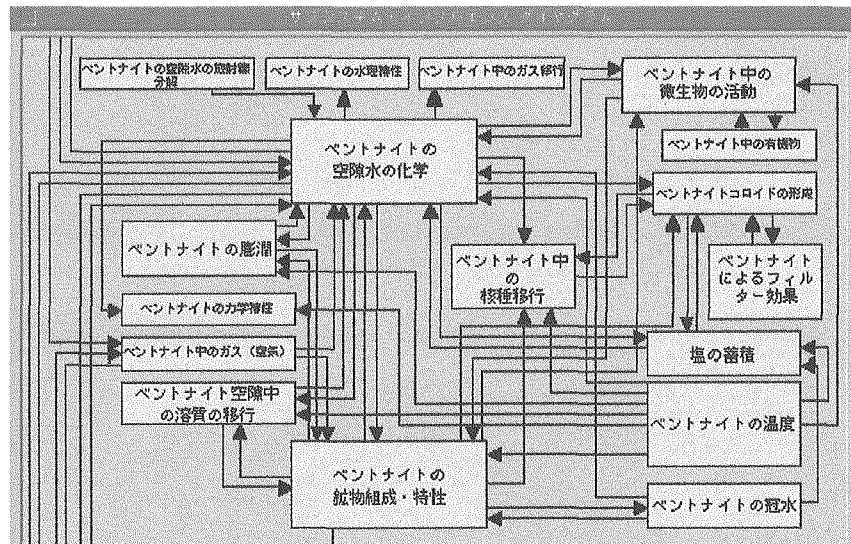


図 3. 3 - 1 サブ・インフルエンス・ダイアグラム

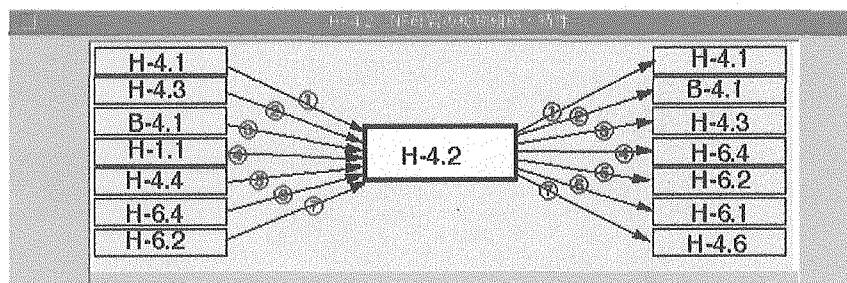


図 3. 3 - 2 個別インフルエンス・ダイアグラム

（１）因果関係情報のデータベース化

CASCADEでは、個々のFEPリストから手作業で作成していた個別インフルエンス・ダイアグラム・データをデータベースの各FEPリスト情報から抜粋し表示できるものとした。これにより、FEPリストの因果関係情報（原因、結果）の変更にも対応可能となった。

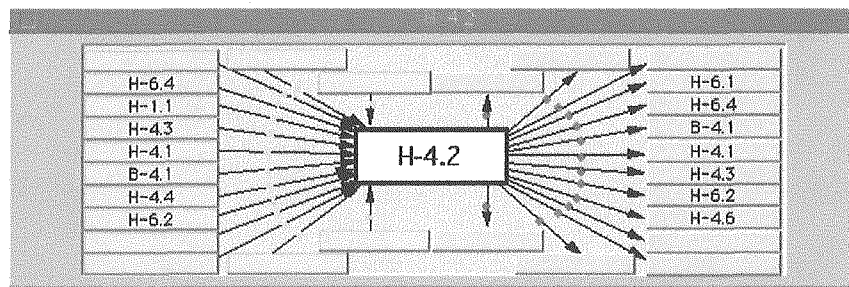


図 3. 3-3 CASCADE個別インフルエンス・ダイアグラム

なお、後述するがデータベースが管理するFEPリスト情報は、本システムの因果関係チェックによりFEPリスト間の因果関係の整合性を検査していることから、CASCADEで表示される個別インフルエンス・ダイアグラムは品質が補償される。

(2) サブ・インフルエンス・ダイアグラムの英語化

日本語圏外に対するFEPのアプローチ用としてサブ・インフルエンス・ダイアグラムを英語としたウィンドウを用意した。

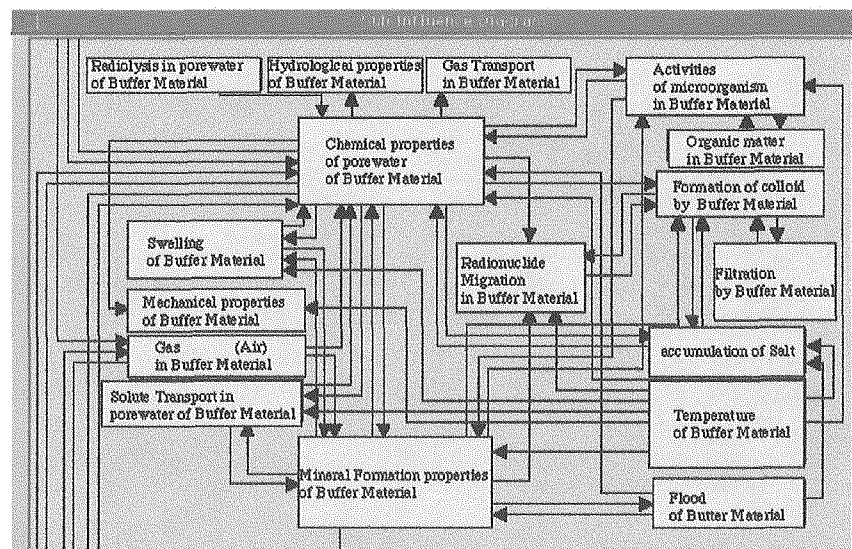


図 3. 3-4 サブ・インフルエンス・ダイアグラムの英語化

(3) FEP内容表示機能の改良

前年度に開発したMacFEPのFEP内容表示は、サブ・インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウからの、個別FEPリストの表示と個別インフルエンス・ダイアグラム・ウィンドウから表示される因果関係の影響である。これらの表示されるFEP内容（リスト）は、ワードプロセッサで作成された文書ファイルをMacFEPプログラムに順応させた形式で、個々に手作業でファイル分けし、MacFEPプロ

グラム用データとして作成している。

また、個別インフルエンス・ダイアグラム・データと同様にFEPリストに変更が生じた場合は、データの再作成を手作業にて行う必要がある。従って、データはMacFEPプログラムに依存していることから、リンクド・リストのように柔軟なリスト表示は行うことができない。

本年度は、以上の問題を解決するため、FEPリストを構造化しデータベースに管理させることによって、様々な視点からFEPリストを取りだし表示を行えるようMacFEPプログラムの改良を行った。

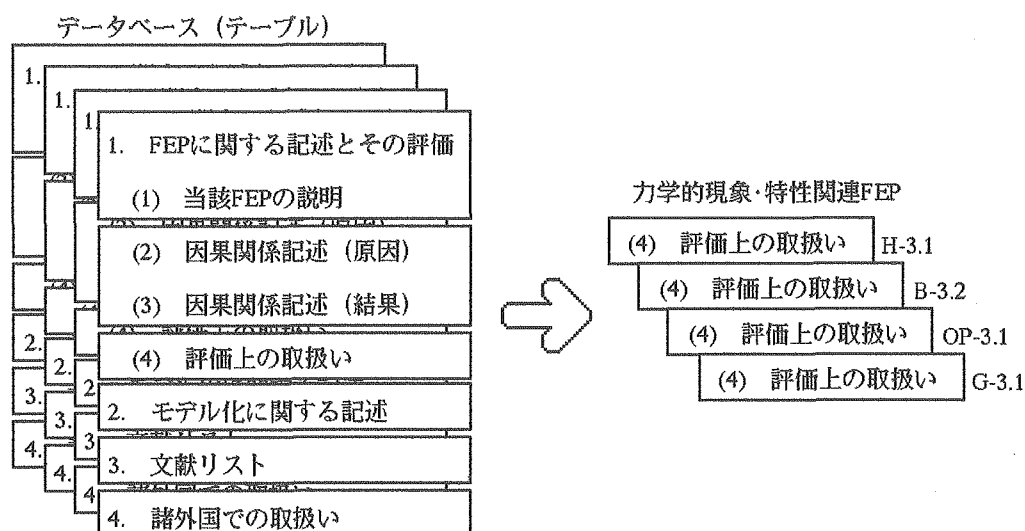


図 3. 3 - 5 力学的現象・特性関連に係わる評価上の取扱いリストの取りだし例

3. 4 その他新機能の追加

(1) 配布用CASCADE

FEP情報管理データベース・システムは、サーバー／クライアント方式の運用方法を行うものとしている。CASCADEは、クライアントで動作し、各情報の表示はサーバーの管理する共有ディスクからCASCADEのインターフェイスを通じて行っている。今後、各界の専門家等に対するアプローチやFEP情報を得るためには、CASCADEをネットワークから切り離して利用できることが望ましい。追加機能としてネットワーク外のマッキントッシュで利用可能なCASCADEを作成した。

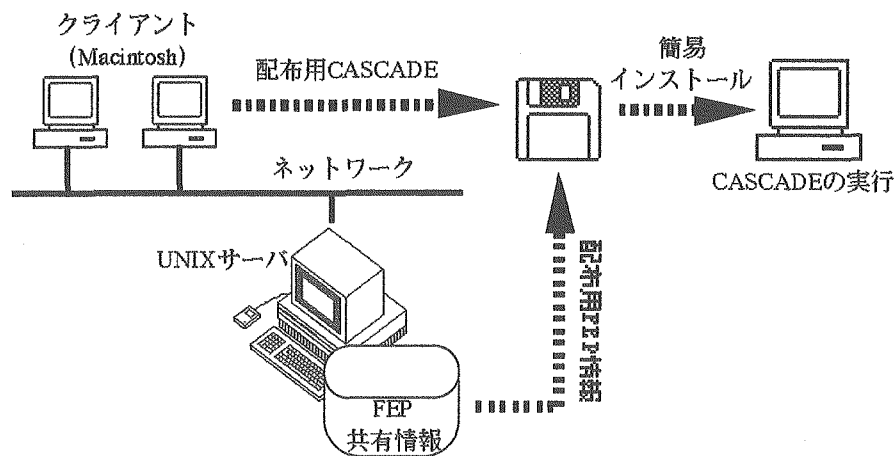


図 3. 4 - 1 配布用CASCADEの作成

CASCADE動作のために必要なものは、配布用CASCADEプログラムとFEPデータである。配布のためのFEPデータは、サーバーの主操作ウィンドウの配布用FEPデータ作成機能で求めることができる。配布用FEPデータ作成機能で作成されたFEPデータとクライアントに準備されたCASCADEプログラムをフロッピーディスク等に格納し、配布できるものとした。

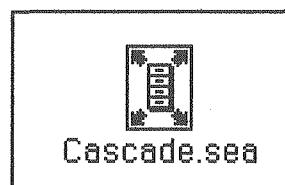


図 3. 4 - 2 配布用CASCADEアプリケーション

配布CASCADEアプリケーションは、簡単にインストール可能なものとしている。インストールは、配布したフロッピーディスク等に格納されている配布用CASCADEアプリケーション・アイコンを、ダブルクリックし、表示されるダイアグラム・ウィンドウで配布用CASCADEの格納先を指定することにより行えるようにした。

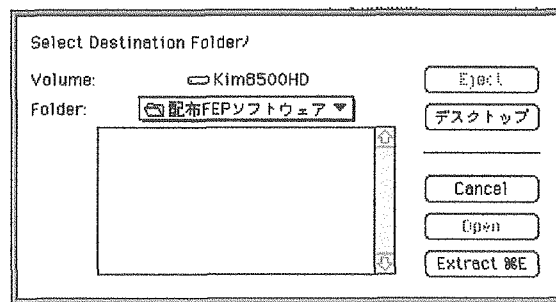


図 3. 4 - 3 配布用CASCADEインストール用ダイアグラム・ウィンドウ

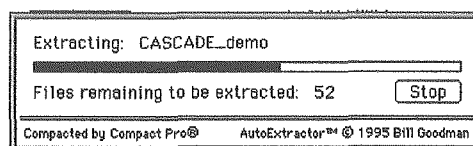


図 3. 4 - 4 インストールの実行ウィンドウ

配布用CASCADEのインストールが終了すると、インストール時に指定したフォルダ内にCASCADEの動作に必要な情報を含んだフォルダが作成される。フォルダ内のCASCADEアイコンをダブルクリックすることにより、ネットワークに接続された本システムのクライアントと同等のCASCADEが起動する。

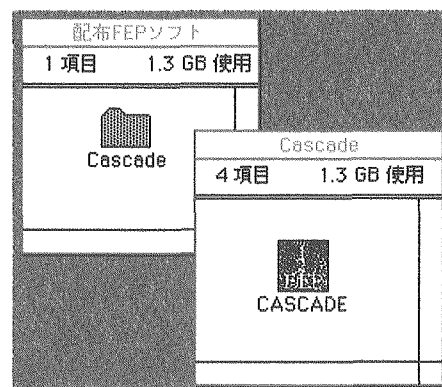


図 3. 4 - 5 インストールにより作成されたフォルダとCASCADEアイコン

3. 5 収集情報の履歴管理

配布用CASCADEの目的として前項のとおり、各界の専門家へのアプローチとFEP情報の収集である。配布したCASCADEは、FEP内容表示ウィンドウで表示したFEP内容をワードプロセッサとほぼ同等な操作方法により、変更することができる。FEPリスト本文が変更された場合は、変更理由を記述するためのウィンドウを表示し、変更理由を入力できるようにした。変更されたFEPリストは、個別FEP単位で履歴付けをして全て保存され、配布CASCADE返還後その内容を見ることができる。収集したFEP情報は、ネットワークに接続されているクライアントから必要に応じデータベースに格納することによって、FEPリストの履歴管理を行えるようにした。

```
FEP=> select fepno,cname,wname,date from DES a where a.fepid[1]
H-4.1|      1| 1111|97/03/06/16/41
H-4.2|      1| 1111|97/03/06/16/41
H-4.3|      1| 1111|97/03/06/16/41
H-4.4|      1| 1111|97/03/06/16/41
H-4.5|      1| 1111|97/03/06/16/41
H-4.6|      1| 1111|97/03/06/16/41
FEP=> ■
```

図 3. 5 - 1 データベースによる履歴管理

図 3. 5 - 1 は、データベースに登録された、あるテーブルの履歴フィールドを示したものである。収集先は、コード化し登録するものとした。収集先については、別途収集先テーブルとして管理している。

```
FEP=> select * from USER;
      1 | 1111 | 本社          | 動燃太郎
      2 | 1122 | 東海          | 東海一郎
      3 | 1133 | 東農          | 東農 進
      4 | 1144 | 人形          | 岡山勝夫
FEP=> ■
```

図 3. 5 - 2 収集先テーブル内容表示例

3. 6 個別FEPリスト因果関係の抽出と整合性確認機能

個別FEPリストの因果関係の抽出は、データベースのアクセスの項で記述したとおり、サーバーの主操作ウィンドウを用いて目的とするFEP番号から表示できる。

```
FEP=> select cau,eff from CE where cau = 'B-2.1';  
B-2.1|B-1.2  
B-2.1|B-3.1  
B-2.1|B-3.3  
B-2.1|B-3.5  
B-2.1|B-4.2  
B-2.1|B-4.7  
B-2.1|B-4.1  
B-2.1|B-4.1  
FEP=> ■
```

図 3. 6 - 1 データベースから抽出したFEP番号 B-2.1が影響を与えるFEP番号

図 3. 6 - 1 に示すとおり、因果関係の抽出はSQLスキーマを組み立てることにより任意のFEP番号で原因FEPや結果FEPの表示を行える。

因果関係情報の抽出や表示はSQLを用いて行うことができるが、FEP間に関する因果関係の整合性はウィンドウを用いて行うには多大な作業が生じ、またその品質にも問題があろう。サーバーの主操作ウィンドウの因果関係情報の作成機能を用いることによって、クライアントで因果関係の状況を確認できるものとした。

因果関係検査			
B-1.1	->	B-1.2	O K
B-1.1	->	B-1.3	DUPLICATION ERROR
B-1.1	->	B-1.3	RELATION ERROR
B-1.1	->	B-2.1	RELATION ERROR
B-1.1	->	B-2.2	RELATION ERROR
B-1.1	->	B-3.1	O K
B-1.1	->	B-3.3	O K
B-1.1	->	B-4.1	O K
B-1.1	->	B-4.2	O K
B-1.1	->	B-4.4	O K
B-1.1	->	B-4.7	O K
B-1.1	->	B-6.1	RELATION ERROR
B-1.1	->	B-6.4	RELATION ERROR
B-1.1	->	H-1.1	RELATION ERROR
B-1.1	->	OP-1.1	O K
B-1.2	->	B-1.1	O K
B-1.3	->	B-3.2	O K
B-2.1	->	B-1.2	RELATION ERROR
B-2.1	->	B-3.1	RELATION ERROR
B-2.1	->	B-3.3	RELATION ERROR
B-2.1	->	B-3.5	RELATION ERROR
検査実行			

図 3. 6 - 2 FEPリストの因果関係検査ウィンドウ

因果関係検査ウィンドウは、サーバーの因果関係情報の作成で得られた因果関係データから、FEPリストの因果関係状況を表示するものである。因果関係検査ウィンドウに表示された情報で、DUPLICATION ERROR と表示されているレコードは、個別FEPリスト内に同一因果関係が記されていることを示し、また、RELATION ERRORと表示されているレコードは、整合性が取れていないFEPを示したものである。因果関係検査ウィンドウでは、整合性の取れていない理由を表示できるものとした。



図 3. 6 - 3 RELATION ERROR理由の表示

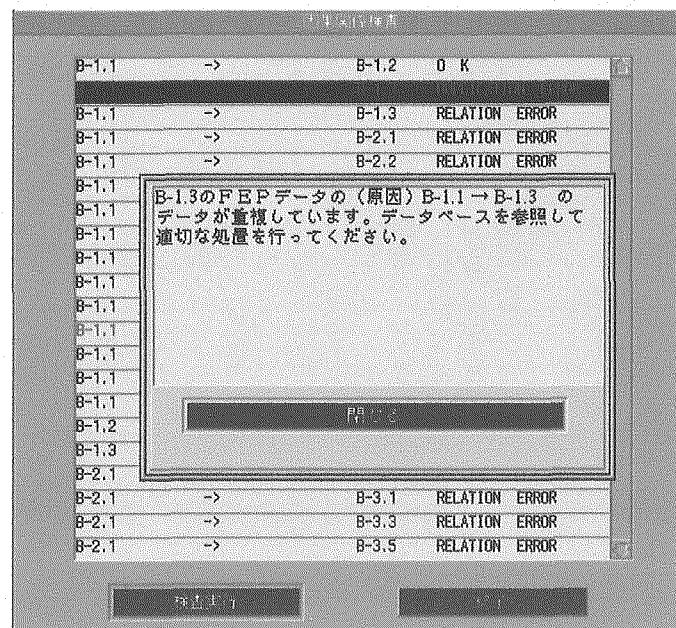


図 3. 6 - 4 DUPLICATION ERROR理由の表示

また、整合性のエラーとなったFEPの内容を表示するものとした。

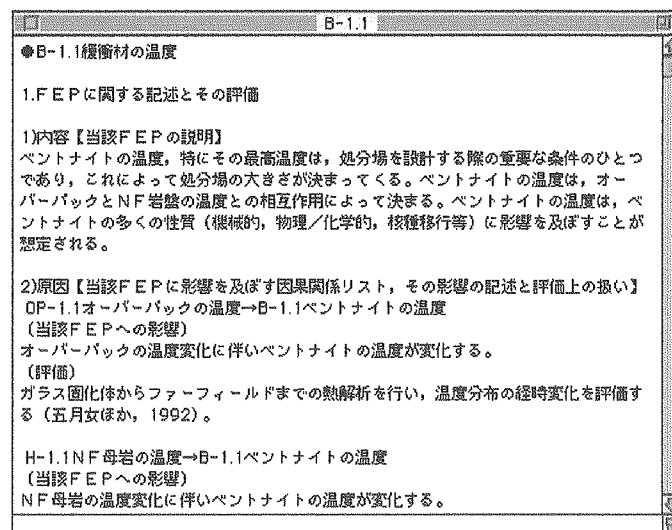


図 3. 6 - 5 エラーを示す個別FEPリストの表示

個別FEPリストの変更や外部から収集したFEPリストは、データベース更新の都度因果関係の整合性を確認可能となり、FEPリスト間の因果関係に係わる品質管理を図れるものとした。

参考文献

- Sensitivity of the Engineered Barrier System (EBS) Release Rate to Alternative Conceptual Models of Advective Release from Waste packages Under Dripping Fracture, J.H. LEE, J.E. ATKINS, J.A. McNEISH, and VALLIKAT. INTERA Inc. U.S.A
- Stochastic Simulation of Pitting Degradation of Multi-Barrier Waste Container in The Potential Repository at Yucca Mountain. J.H. Lee, J.E. Atkins and R.W. Andrews. INTERA Inc. U.S.A
- Probabilistic Multiphase Flow Modeling Using The Limit - State Method. Yanyong Xiang, Srikantha Mishra, M&O/INTERA Inc. U.S.A
- 4)PRECIS - Probabilistic Risk Assessment System. American Society of Testing and Materials, David M. Peterson, Robert G. Knowlton, Jr. INTERA Inc. U.S.A
- SKB Technical Report 94-28, Scenario Development Methodologies, Torsten Eng, John Hudson, Ove Stephansson, Kristina Skagius, Marie Wiborgh. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Sweden
- Expert System to Support Geochemical Modeling, F.J. Pearson, Jr., B. Skytte Jensen, and Andreas Haug. INTERA Inc. U.S.A
- The use of Probability elicitation in the High - Level Nuclear Waste regulation Program, Aaron R. DeWispelare, L. Tandy Herren, Robert T. Clemen, Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses, U.S.A
- Models for Decision Making : An Overview of Problems, Tools and Major Issues, Gautam Mitra, Brunel University, U.K
- Mathematical Models as a Tool for the Social Science, Bruce J. West, Gordon and Breach Science Publisher. U.S.A
- Methodology for Large Scale Systems, Andrew P. Sage, McGraw - Hill Book Company. U.S.A
- Military Applications of Modeling, Selected Case Study, Francis P. Hoeber, Gordon and Breach Science Publisher. U.S.A
- An Innovative Approach to Quantifying Parameter Estimation Uncertainty from Hydraulic Tests Using Probabilistic Methods. R.M. Roberts, P.S. Domski, and J.D. Avis, INTERA Inc.
- Preliminary Performance Assessment for the Waste Isolation Pilot Plant, December 1992, Volume 1 : Third Comparison with 40 CFR 191, Subpart B, WIPP Performance Assessment Department, SANDIA REPORT, SAND 92 - 0700/1, UC - 721, U.S.A
- Draft Position Paper, Scenario Development for Postclosure Performance Assessment of the WIPP : Input to SNL Systems Prioritization and Project Technical baseline.
- NRC Iterative Performance Assessment Phase 2, Development of capabilities for Review of a Performance Assessment for a High - Level Waste repository. NUREG-1464, US NRC
- Review of Scenario Selection Approaches for Performance Assessment of High - Level Waste

Repositories and Related Issues. Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses, San Antonio, Texas, U.S.A

- CARARA, A System for Computer Aided Reliability And Risk Assessment, Systems Engineering Services, NUKEM, German
- FTL, Fault Tree Code, Version 2.70, User's Manual, Edition June 1998, Systems Engineering Services, NUKEM, German
- ニアフィールド核種移行評価コード RELEASE、PNC TN 1410 92-060、1992年9月、動力炉・核燃料開発事業団
- PHREEQE, A Computer Program for Geochemical Calculations, U.S. Geological Survey, Water Resource Investigations Report 80-96, Revised and Reprinted - Aug. 1990
- HYDROGEOCHM, A coupled Model of HYDROlogic Transport and GEOCHEMical Reaction in Saturated - Unsaturated Media, George Yeh, Department of Civil engineering, The Pennsylvania State University, 1992, U.S.A
- Theory and Implementation for SWIFT- II. The Sandia Waste Isolation Flow and Transport Model for Fractured Media, NUREG/CR - 3328, August 1986, U.S. DOE
- SWENT. A Three Dimensional Finite Difference Code for the Simulation of Fluids, Energy and Solute Transport. April 1983. INTERA Environment Consultants, Inc. 11999 kafty Freeway, Suite 610, Houston, TX 77079. U.S.A
- Scenario Development Methodologies, SKB Technical Report 94 - 28, Nov. 1994, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Corporation. Sweden
- The Art of Computer Programming. Vol.1 Fundamental Algorithms. Donald E. Knuth, Addison Wesley Publishing Company.
- Andersson, J. and Eng, T. (1989) The joint SKI/SKB Scenario development project. In Proc. NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris 1989.
- Andersson, J. et al. (1989) The joint SKI/SKB Scenario development project. SKI reports TR 89:14.
- Billington, D.E. et al (1989) Radiological assessment of deep geological disposal: work for UK Nirex Ltd. In Proc. NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris 1989.
- Bingham, F.W. and Barr, G.E. (1979) Scenarios for long-term release of radionuclides from a nuclear waste repository in Los Medanos region of New Mexico. Sandia National Laboratories report SAND78-1730.
- Bonano, E.J., et al. (1989) Demonstration of a Performance Assessment methodology in High-level waste disposal in basalt formations. NUREG/CR-47 SAND86-2325.
- Bonano, E.J., et al. (1990) The use of expert judgments in performance assessment of High-level waste repositories. In Safety Assessment of Radioactive Waste Repositories. Proceedings of the Paris Symposium, OECD, Paris, 1990.

- Bonano,E.J., Cranwell.R. and Davis,P. (1989) Performance assessment methodologies for the analysis of high-level nuclear waste repositories. Rad Waste Man and Nucl Fuel Cell Cycle, Harwood Acad. Publ. 13 (1-4) 229-239
- Boulton,G.S. Time-dependent modelling of environmental change: The prediction of Quaternary glaciations. In Safety assessment of radioactive waste repositories. Proceedings, OECD, Paris, 1990.
- CEC: Performance assessment of geological isolation systems for radioactive waste - Summary. CEC Nuclear and Science report series PAGIS, 11775EN (1998).
- Courbouleix,S et al. (1985) French language publication.
- Cranwell., R.M. ; Campbell.; J.E. Helton., J.C.; Inman., R.L.; Longsine.,D.E.; Ortiz., N.R. Runkle., G.E. and Shortencarrier., M.J. (1987) "Risk methodology for Geological disposal of Radioactive Waste:" Final Report, SAND81-2537, NUREG/CR-2452, Sandia National Laboratories, USA
- Cranwell, R. M. et al. (1987) Risk methodology for geologic disposal of radioactive waste: final report. NUREG/CR-2452, SAND81-2573.
- Cranwell, R. M. et al. (1982, revised 1990) Risk methodology for geologic disposal of radioactive waste: scenario selection procedure. NUREG/CR-1667, SAND80-1429.
- D'Alessandro, M. and Bonne,A Radioactive waste disposal into a plastic clay formation. CEC report EUR7111 (Also by Harwood Academic Publishers, 1981)
- Dalrymple,G.D.et al. (1986) First report on the acquisition of data for use in Probabilistic risk assessment of underground disposal of radioactive waste. UK DoE report DoE/RW/86.071.
- Dames and Moore Intl, (1977) Evaluation of environmental change and its effects on the radiological performance of a shallow engineered disposal facility at Elstow, Bedfordshire. UK DoE report: TR-D&M-9; DoE/RW/87.124. UK Department of the Environment, London, Wiley, London.
- Dames and Moore (1988) Earthquake effects on groundwater systems: an Introductory Review. UK DoE report DoE/RW/89.052.
- Dames and Moore (1988) Background studies: climatic and geomorphological aspects of the evolution of shallow-land buried sites for radioactive waste disposal. UK DoE report DoE/RW/88.055.
- Escalier des Orres, P., Devillers, C., Cernes, A. and Izabel,C. Determination des scenarios a prendre en compte dans l'appréciation de la sûreté d'un site pour le stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde. In Proc. NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris 1989.
- Environmental Protection Agency (1985) Environmental standards for the Management and disposal of spent nuclear fuel, high level and transuranic radioactive wastes, Final Rule. 40CFR Part 191, Federal Register 50 (182) Washington, D.C.

- Foley, M.G. et al. (1982) Geologic simulation for a hypothetical site in the Columbia Plateau: Results. Pacific Northwest Laboratory report PNL-3542-2. Check versus other ref which may be earlier version.
- Eisenberg, N. (1992) Performance assessment for High-level waste repositories in risk assessment: A survey of characteristics, applications and methods used by Federal Agencies for Engineered systems. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C. 20555-0001.
- Grimwood, P. and Thegerstrom, C. (1990) Assessment of the risk associated human intrusion at radioactive waste disposal sites. Some observations from NEA workshop. In Safety assessment of radioactive waste repositories. Proceedings of the Paris Symposium. OECD, Paris 1990.
- Guzowski, R. V., et al. (1989) Potential scenarios for use in performance assessment high-level radioactive waste repositories in unsaturated tuff. NUREG/CR-477 SAND86-7170.
- Hunter, R.L. (1983) Preliminary scenarios for the release of radioactive waste from a hypothetical repository in basalt of the Columbia Plateau. NUREG/CR-3353
- Hunter, R.L. (1983) Preliminary scenarios for the release of radioactive waste from a hypothetical repository in basalt of the Columbia Plateau. Sandia report SAND83-1352
- Hunter, R.L., Barr, G.E. and Bingham, F.W. (1983) Scenarios for consequence assessments of radioactive waste repositories at Yucca Mountain, Nevada test site. Sandia National Laboratories report SAND82-1277.
- Imbrie, J. et al. (1984) The orbital theory of Pleistocene climate. In Milankovitch and climate, ed Berger, A.L., Reidel, Dordrecht, 269-305.
- INTERA Environmental Consultants Inc., (1983) GSM: Geologic simulation model for a hypothetical site in the Columbia Plateau: Large computer version of nuclear waste isolation report ONWI-447
- INTERA Environmental Consultants Inc., (1983) FFSM Far-field state model, Office of Nuclear waste Isolation report ONWI-436.
- International Atomic Energy Agency (1981) Safety assessment for the underground disposal of radioactive wastes. Safety series No, 56, IAEA, Vienna.
- Kane, P. (1992) VANDAL version 1.3 Technical overview. UK DoE report. DoE/RR/92.095. UK Department of the Environment, London.
- Laurens, J.-M., Thompson, B.G.J. and Sumerling, T.J. (1989) The development and application of an integrated radiological risk assessment procedure using Time-dependent probabilistic risk analysis. In Proc NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris.
- Logan, S.E. and Berbeno, M.C. (1977) "Geologic modelling in risk assessment radioactive waste management" in Risk analysis and Geologic modelling: relation to the disposal of radioactive wastes into geological formations. Proceedings of an OECD/NEA and CEC workshop in Ispra 23-27 May, 1977. 77-1158.

- NAGRA: Projekt Gewähr 1985 - Feasibility study; NAGRA Projekt Gewähr report series NGB 85-01 - NBG 85-09, NAGRA, Baden, Switzerland, 19485.
- National Research Council: A study of the isolation system for geologic disposal of radioactive wastes; National Academy Press, Washington D.C. (1983).
- NEA (1989) Risks associated with human intrusion at radioactive waste disposal sites. Proceedings of an NEA workshop. OECD/NEA, Paris.
- NEA (1994) Characterisation of Long-term Geological Changes for Disposal sites. Proceedings of NEA workshop, Paris, France 19-21 September 1994
- NEA SCENARIO CATALOGUE(1988) A compilation of questionnaire responses on scenarios for performance assessments of radioactive waste disposal. OECD/NEA, Paris.
- NEA [PAAG/DOC (88)2] Systematic approaches to Scenario development. A preliminary report of the NEA working group on the Identification and selection of scenarios for Performance assessment of nuclear waste disposal.
- NEA (1990) Safety assessments of radioactive waste management. Proceedings of the Paris Symposium, 1989. OECD/NEA, Paris 1989.
- NEA (1991) Disposal of radioactive waste: Review of safety assessment methodologies. A report of the Performance Assessment Advisory Group of the Radioactive Waste Management Committee. OECD/NEA, Paris, 1991
- Peaudecerf, P. and Blanc, P.L. (1990) French language publication
- Read, D., Krol, A & Thompson, B.G.J. & Thompson (1987) A structured programme of research into the Chemical aspects of radioactive waste disposal. In Scientific basis for waste management, Vol. 10. Mat Res Soc, Boston USA.
- Ringrose, P.S. et al. Probabilistic simulation of the long-term evolution of radioactive waste disposal sites. In Proc. NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris 1989.
- Roberds, W.J., Plum, R.J. and Visca, P.J. (1984) Proposed methodology for completion of scenario analysis for the basalt waste isolation project, Rockwell Hanford Operations Report RHO-BW-CR-147P.
- Sagar, B. and Janetzke, R.W. (1991) Total performance assessment computer code: description of executive module. Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses, San Antonio, Texas. CNWRA 91-009.
- SKBF/KBS: Final storage of spent nuclear fuel - KBS-3, Stockholm (1989).
- Stephens, M.E. and Goodwin, B.W. (1989) Scenario analysis for post-closure assessment of the Canadian concept for nuclear waste disposal. In Proc. NEA/IAEA/CEC Symposium, Paris 1989.
- Sumerling, T.J. (1991) Dry run 3: A trial of methodology for the probabilistic risk assessment of underground disposal of radioactive waste that accounts for long-term environmental change: Overview. UK DoE Report TR-DR3-10.

- Sumerling., T.J. and Read., D. (1993) Approaches to long term performance assessment of deep underground disposal of radioactive wastes: A European perspective. Mat. Res. Soc. Symp. Proc. [294] pp 951-960
- Thompson,B.G.J. (1989) The time dimension in risk analysis: examples from recent work in the United Kingdom. In Risk Analysis in Nuclear Waste Management, ed A. Saltelli et al. Kluwer, Dordrecht.
- Thompson,B.G.J. (1987) The development for procedures for the assessment of the underground disposal of radioactive wastes: research funded by the Department of the Environment, 1982-1987. Rad Waste Man and the Nucl Fuel Cell Cycle, Vol 9 pp215-256.
- Thompson, B.G.J. [PAAG/DOC(88)11] A method of overcoming the limitations of conventional scenario-based risk assessments by using Monte Carlo simulation of possible future environmental changes. Technical report TR-DoE-12.
- Thompson., B.G.J. & Sagar., B. (1993) "The development and application of integrated procedures for post-closure performance assessment, based on Monte Carlo simulation: the probabilistic systems assessment (PSA) approach". Reliability Engineering and System Safety [42] pp125 - 160
- Thorne,M.C. (1993) The use of expert opinion in formulating conceptual models of underground disposal systems and the treatment of associated bias. Reliability Engineering and System Safety.
- Tierney,M.S. (1991) Combining scenarios in a calculation of the overall probability distribution of cumulative releases of radioactivity from the Waste Isolation Pilot Plant, South Eastern New Mexico. SAND 90-0838. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.
- Tyrer, M. Bennett, D.G. Read, D & Yunus, I (1995) "Near Field and Chemical Transport Modelling . Rep. UK DoE/HMIP TR-Z2-9
- USEPA (1985) "Environmental standards for the Management and disposal of spent nuclear fuel, high level waste and transuranic radioactive waste"; Final Rule. Federal Register [50] Washington D.C.
- Wilmot,R.D. (1993) The treatment of climate-driven environmental change and associated uncertainty in post-closure assessment. Reliability Engineering & System Safety. Vol 42, pp181-200.
- Wittingham,R.B. (1989) Human intrusion into nuclear waste repositories: a systematic approach to the definition of scenarios using human reliability modelling. In Proc NEA Symposium, Paris 1989.
- Woo,G. (1989) Is the risk of human intrusion exaggerated. In Proc NEA Symposium Risk associated with human intrusion at Radioactive waste disposal sites, Paris, 1989.
- Wusche, D.M. et al. (1995): Second interim assessment of the Canadian concept for nuclear waste disposal, AECL-8373-4.

簡易FEPリスト管理ソフトウェア
簡易操作説明書

【 目 次 】

1	はじめに	1
1. 1	特徴	1
1. 2	動作環境	1
1. 3	用語	1
2	インストール方法	2
3	起動と終了	4
3. 1	CASCADEの起動	4
3. 2	CASCADEの終了	5
4	ウィンドウとメニュー	6
4. 1	ウィンドウの種類と操作	6
4. 1. 1	階層マトリクスウィンドウ	6
4. 1. 2	サブ・マトリクスウィンドウ	7
4. 1. 3	ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウ	8
4. 1. 4	個別FEP内容ウィンドウ	10
4. 1. 5	内容変更理由記述ウィンドウ	11
4. 1. 6	制御ウィンドウ	12
4. 2	メニューの種類と操作	12
4. 2. 1	ファイルメニュー	12
4. 2. 2	編集メニュー	14
4. 2. 3	検索メニュー	15
4. 2. 4	書式メニュー	16
5	注意事項	17
5. 1	ファイルおよびフォルダの扱い	17
5. 2	個別FEP情報内容変更について	18

1 はじめに

本書は、簡易FEPリスト管理ソフトウェア「以下、CASCADEと称す」の操作説明書であります。

CASCADEは、パーソナル・コンピュータのMacintoshのグラフィクス・ユーザー・インターフェイスを用いて目的とするFEP情報の選出や表示を行い、必要に応じ変更、修正するための支援システムです。

1. 1 特徴

CASCADEの特徴はおおよ次のとおりです。

- マトリクス・ウィンドウからのローカル・インフルエンス・ダイアグラムの表示
- マトリクス・ウィンドウからの個別FEP内容の表示
- ローカル・インフルエンス・ダイアグラムからの因果関係内容の表示
- ローカル・インフルエンス・ダイアグラムからローカル・インフルエンス・ダイアグラムを表示
- 個別FEP内容からローカル・インフルエンス・ダイアグラムの生成

1. 2 動作環境

CASCADEの利用可能なMacintoshの動作環境は次のとおりです。

- CPU : MC68030以上またはPowerPC搭載のMacintosh
- メモリー : 8MB以上推奨
- OS : 漢字Talk7.1以上
- ディスプレイ : 13インチ以上のカラーモニター
- 磁気ディスク空き容量 : 5MB以上（インストール時は約4MB）

1. 3 用語

CASCADEの操作を説明する用語は、一般にMacintoshの操作で使われる用語を使用しています。

なお、本書に記載した用語や内容につきましては、Macintoshで市販のアプリケーション・ソフトウェアを使いこなせるレベルのユーザーを対象として説明しています。

2 インストール方法

CASCADEのインストールは、次の要領で行います。

配布しましたフロッピーディスク（名称：配布CASCADE）をフロッピーディスクドライブに挿入します。

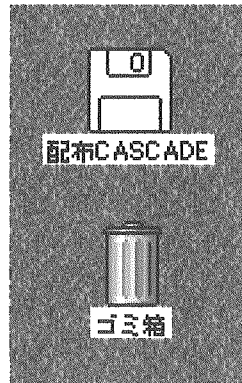


図 2-1 フロッピーディスク挿入後の画面表示

配布CASCADEフロッピーディスクアイコンをダブルクリックします。配布CASCADEフロッピーディスク格納内容が表示されます。

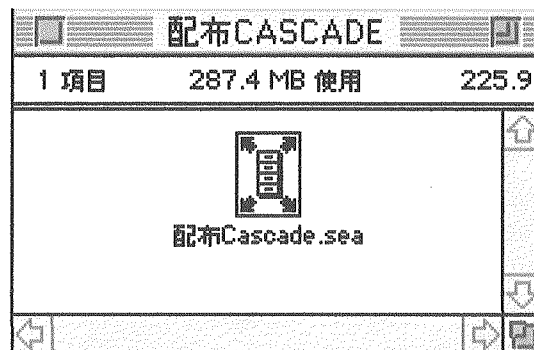


図 2-2 配布フロッピーディスク内CASCADE.seaファイル

配布フロッピーディスク内には、圧縮ファイルCASCADE.seaが格納されています。CASCADE.seaアイコンをダブルクリックします。図 2-3 に示すCASCADE格納先指定ダイアログが表示されます。

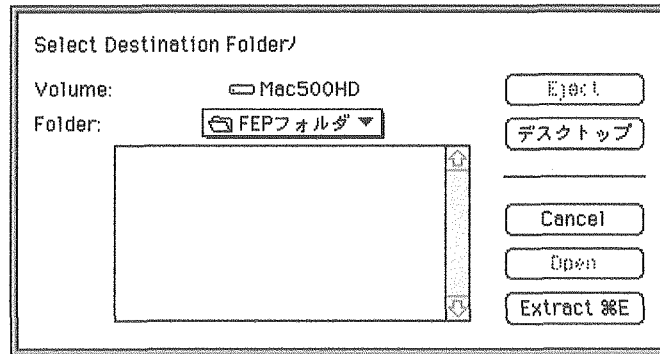


図 2 - 3 CASCADE格納先指定ダイアログ

CASCADEを格納するフォルダの指定を図2-3のダイアログを用いて行います。図2-3はデスクトップ上を指定しています。格納先を指定後、ダイアログ内のボタンをクリックします。圧縮ファイルの解凍が始まります。

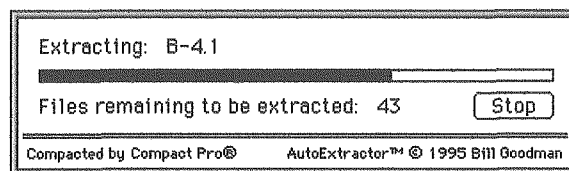


図 2 - 4 CASCADE.sea圧縮ファイル解凍処理ウィンドウ

解凍処理が終了すると図2-4で指定された場所（フォルダ）にCASCADEという名称でフォルダが作成されます。CASCADEフォルダの所在を確認後、配布CASCADEフロッピーディスクをドラッグしてください。

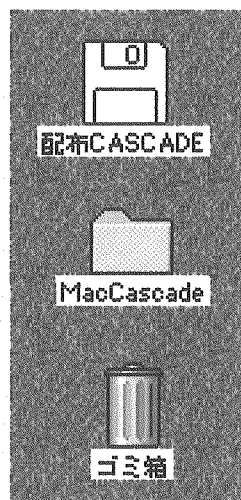


図 2 - 5 デスクトップ上に作成されたCASCADEフォルダ

CASCADEフォルダをダブルクリックし、CASCADEフォルダ内に図2-6に示すファイルおよびフォルダが存在することを確認します。

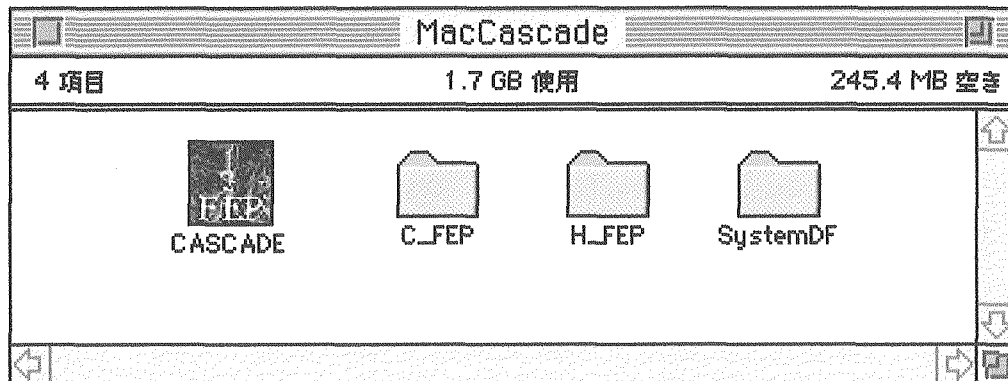


図2-6 CASCADEフォルダの内容

CASCADEの処理および操作は全てCASCADEフォルダ内で行います。

- CASCADEアプリケーションファイル：CASCADE動作アプリケーションファイル。
- C_FEPフォルダ：最新の個別FEPファイルを格納するフォルダ。
- H_FEPフォルダ：処理済個別FEPファイル保管フォルダ
- SystemDFフォルダ：CASCADEアプリケーション設定ファイル格納フォルダ

CASCADEの通常操作では、CASCADEアプリケーションファイルを除き、直接アクセスすることはありません。なお、SystemDFフォルダはCASCADEアプリケーション動作環境ファイルを含んでいますので変更しないようお願いします。

3 起動と終了

3.1 CASCADEの起動

CASCADEフォルダ内のCASCADEアプリケーションアイコンをダブルクリックすることによりCASCADEは起動されます。



図3.1-1 CASCADEアプリケーションアイコン

CASCADEの起動を示すスプラッシュウィンドウ表示（1～2秒で消える）後、図3.1-2に示すログインウィンドウが表示されます。

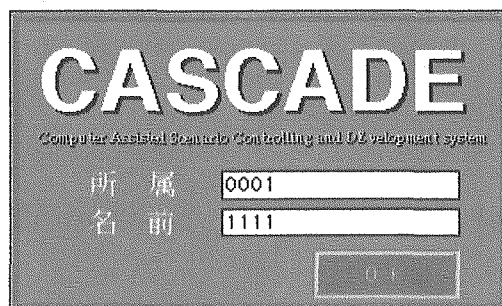


図 3. 1-2 ログインウィンドウ

ログインウィンドウの所属フィールド、名前フィールドに入力します。各フィールドは、半角全角すべての文字が入力可能です。一度入力すると次回からは前回入力した所属、名前が表示されます。変更がなければOKボタンをクリックするかリターンキーを押下してください。CASCADEのログインウィンドウは、一般のソフトウェアのようにユーザーの使用制限を目的としたものではありません。そのことから、ログインウィンドウの所属、名前フィールドは未入力（スペース）でもシステムの起動に支障はありませんが、CASCADEの目的を御理解していただき必ず入力をお願いいたします。

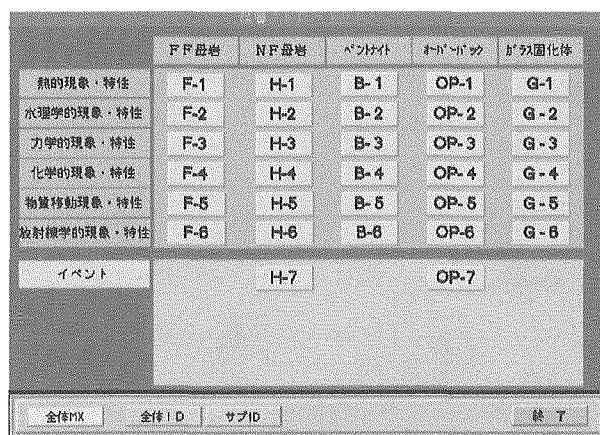


図 3. 1-3 階層マトリクスウィンドウと制御ウィンドウ

ログインウィンドウのOKボタンをクリックされると図 3. 1-3 のウィンドウが表示されます。CASCADEは、図 3. 1-3 の階層マトリクスウィンドウを開始ウィンドウとして操作します。

3. 2 CASCADEの終了

CASCADEの終了は、2つの方法で行うことができます。

(1) 制御ウィンドウからの終了

図 3. 1-3 に示す制御ウィンドウの終了ボタンをクリックすることによりCASCADEは終了します。制御ウィンドウは、CASCADE動作中は常時画面の下部に表示されています。

(2) ウィンドウメニューからの終了

ウィンドウメニューのファイル・プルダウンメニューの終了項目を選択することによりCASCADEは終了します。

ファイル	
開く	⌘O
保存	⌘S
ページ設定...	
作業データ印刷	⌘D
ファイル印刷	⌘P
ウィンドウ印刷	⌘W
終 了	
	⌘Q

図 3. 2-1 ファイル・プルダウンメニュー

4 ウィンドウとメニュー

4. 1 ウィンドウの種類と操作

CASCADEのウィンドウの種類はおよそ次のとおりです。

- 階層マトリクスウィンドウ
- サブ・マトリクスウィンドウ
- ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウ
- 個別FEP内容ウィンドウ
- 内容変更理由記述ウィンドウ
- 制御ウィンドウ

その他に保存やテキスト検索時等のダイアグラム・ウィンドウがありますが、ほぼ一般のソフトウェアに準拠していることから、詳細な説明は割愛しています。

4. 1. 1 階層マトリクスウィンドウ

階層マトリクスウィンドウは、ログインウィンドウ処理後に表示されサブ・マトリクス項目を選択するために用います。

	F F 母岩	N F 母岩	ベントナイト	膨潤バグ	ガラス固化体
熱的現象・特性	F-1	H-1	B-1	OP-1	G-1
水理学的現象・特性	F-2	H-2	B-2	OP-2	G-2
力学的現象・特性	F-3	H-3	B-3	OP-3	G-3
化学的現象・特性	F-4	H-4	B-4	OP-4	G-4
物質移動現象・特性	F-5	H-5	B-5	OP-5	G-5
放射線学的現象・特性	F-6	H-6	B-6	OP-6	G-6
イベント	H-7			OP-7	

全表示

全表示ID

サブID

終了

図 4. 1-1 階層マトリクスウィンドウと制御ウィンドウ

サブ・マトリクス項目の選択は、ウィンドウ内のH-1やB-4のボタンをクリックします。今回配布したCASCADEバージョンでは、次のボタンをサポートしています。

B-1, B-3, B-4, G-4, H-4, OP-1, OP-3, OP-4

選択ボタンのクリックにより、選択されたサブ・マトリクスウィンドウ（図 4. 1-2 参照）が表示されます。

4. 1. 2 サブ・マトリクスウィンドウ

サブ・マトリクスウィンドウは、個別FEPの情報（FEP内容、ローカルID）の表示を選択するために用います。

B-4 ベントナイトの化学的現象・特性		
●B-4.1 ベントナイト空隙水の化学	関連ID	FEP内容
●B-4.2 ベントナイトの鉱物組成・特性	関連ID	FEP内容
●B-4.3 ベントナイト中のガス（空気）	関連ID	FEP内容
●B-4.4 ベントナイト中の微生物の活動	関連ID	FEP内容
●B-4.5 ベントナイト中の有機物	関連ID	FEP内容
●B-4.6 ベントナイトコロイドの形成	関連ID	FEP内容
●B-4.7 塩の蓄積	関連ID	FEP内容
	関連ID	FEP内容
	関連ID	FEP内容

図 4. 1-2 サブ・マトリクスウィンドウ

関連IDボタン：当該個別FEPのローカルIDを表示します。

FEP内容ボタン：当該個別FEPの情報を表示します。

ウィンドウの左上に配置されている■ボタンは、本ウィンドウを閉じます。（ウィンドウのクロー

ズ)

4. 1. 3 ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウ

ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウは、サブ・マトリクスウィンドウ（図4.1-2参照）の関連IDボタンから表示されます。ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウは、当該個別FEPの因果関係（原因、結果）を表示します。

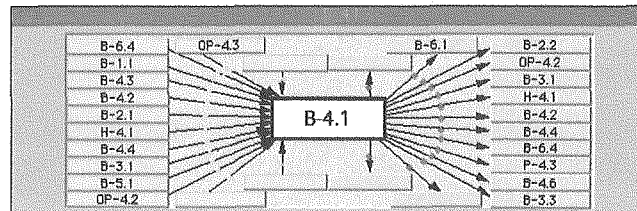


図 4. 1 - 3 ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウ

ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウの左右および中心に配置されている各FEP番号は、中心部に表示されている当該FEP番号の個別FEP内容から因果関係を抽出して表示しています。図 4. 1 - 3 の左右に示す因果関係（原因、結果）のFEP番号は、各々ボタンとなっておりクリックすると選択したFEP番号を中心としたローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウを表示します。

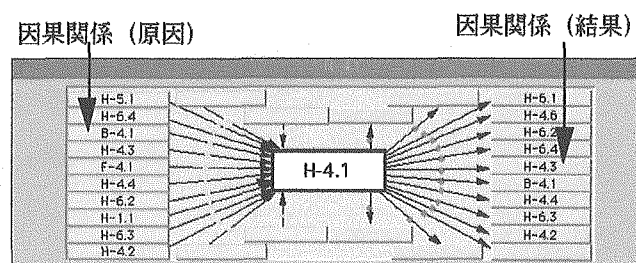


図 4. 1 - 4 ローカルIDウィンドウ

また、ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウの因果関係（原因、結果）を示すFEP番号ボタンと当該FEP番号を結ぶ矢印の間に配置されている青色（原因）または赤色（結果）の●は当該FEPとの因果関係内容を表示します。

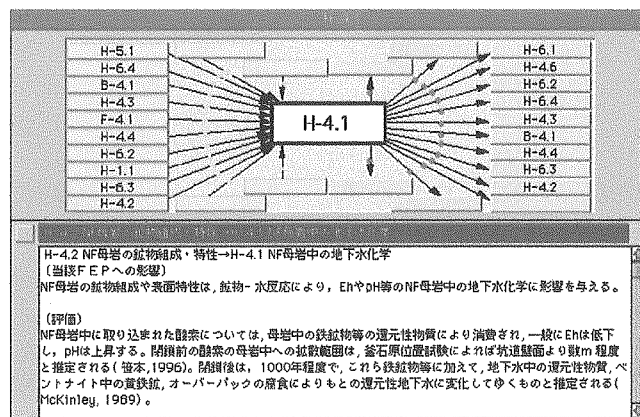


図 4. 1 - 5 因果関係（原因）内容の表示

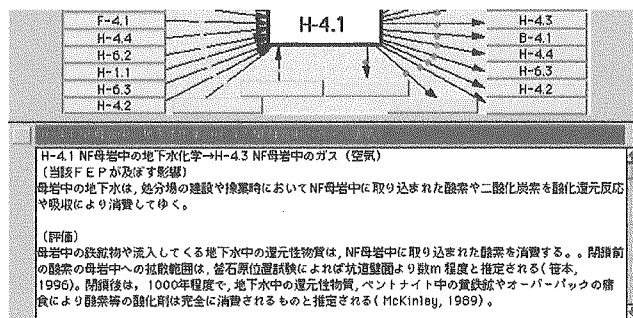


図 4. 1 - 6 因果関係（結果）情報の表示

中心部の当該FEP番号を示す部分をクリックすると、因果関係を除く当該FEP内容を表示します。

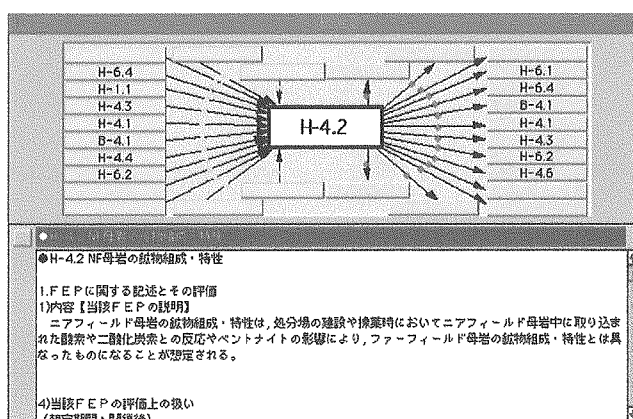


図 4. 1 - 7 当該FEP情報の表示

ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウから表示される因果関係（原因、結果）内容および当該FEP内容は表示のみとしています。内容の変更は、次項の個別FEP内容ウィンドウを用いて

行います。個別FEP内容ウィンドウで変更された内容は、ローカル・インフルエンス・ダイアグラムウィンドウで表示される各情報に反映します。

4. 1. 4 個別FEP内容ウィンドウ

個別FEP内容ウィンドウは、サブ・マトリクスウィンドウ（図4.1-2参照）のFEP内容ボタンから表示されます。個別FEP内容ウィンドウを用いて当該FEPの内容を変更することができます。個別FEP内容ウィンドウは、4. 1. 5 項に示す内容変更理由記述ウィンドウと一対となっています。

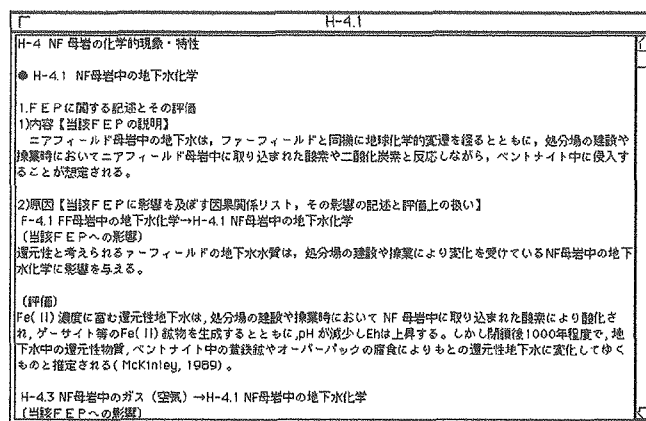


図 4. 1 - 8 個別FEP内容ウィンドウ

個別FEP内容ウィンドウの使用方法は、一般のテキストエディタ用アプリケーションとほとんど同じです。なお、個別FEP内容ウィンドウに表示される個別FEP内容は、常に最新内容を表示します。個別FEP内容ウィンドウ内の表示内容を変更後、ウィンドウ・クローズボックスのクリックまたはメニューの保存選択を行うと図4. 1 - 9 に示すダイアログが表示されます。



図 4. 1 - 9 保存確認ダイアログ

取消 : 作業中のウィンドウに戻ります。

保存無し : 内容変更なしでウィンドウを閉じます。

保存する : 内容を変更して保存後ウィンドウを閉じます。

図4. 1 - 10 は、保存時に処理する個別FEP内容ファイルについて示したものです。個別FEPフォルダと履歴ファイルフォルダに最新内容を格納します。個別FEPフォルダに格納した情報ファイルは次回に個別FEP内容ウィンドウ実行時に表示されます。

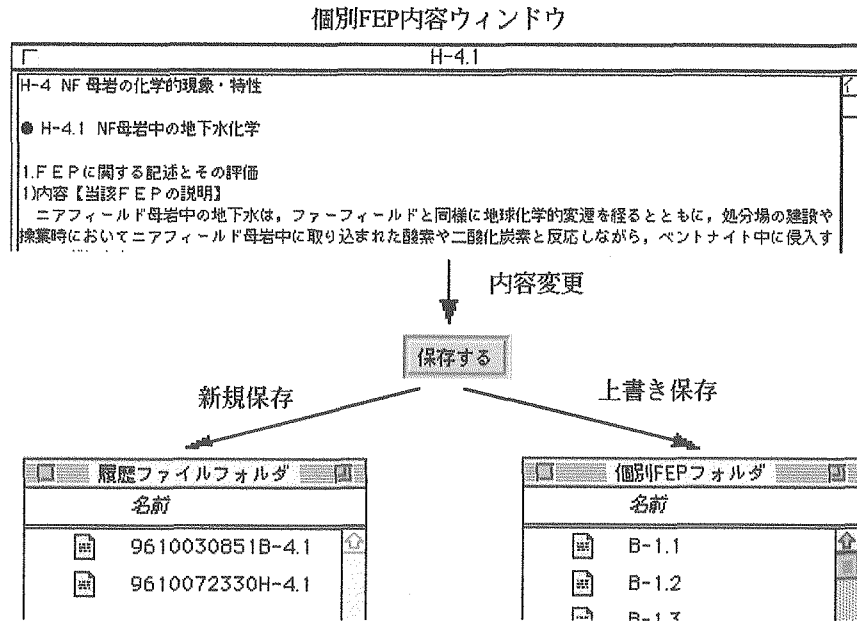


図 4. 1 - 1 0 保存時の個別FEP情報ファイル

4. 1. 5 内容変更理由記述ウィンドウ

内容変更理由記述ウィンドウは、4. 1. 4 項の個別FEP内容ウィンドウの内容を変更した理由を入力するために用います。内容変更理由記述ウィンドウは、個別FEP内容ウィンドウと対になっており、常に最新内容が表示されます。

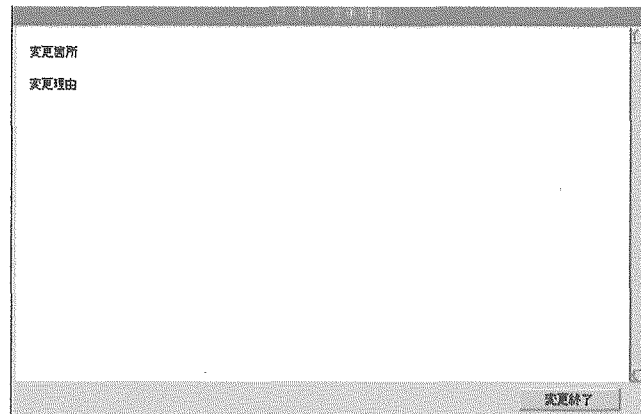


図 4. 1 - 1 1 内容変更理由記述ウィンドウ

使用法は個別FEP内容ウィンドウとほぼ同じです。変更箇所、変更理由を入力終了後変更終了ボタンをクリックすることにより内容が保存されます。なお、ウィンドウ内に表示されている「変更箇所」「変更理由」は、処理毎に表示されます。

4. 1. 6 制御ウィンドウ

制御ウィンドウは、CASCADE起動中常時画面上に表示されています。本バージョンでは、階層マトリクスウィンドウの表示とCASCADE終了のために用います。



図 4. 1 - 1 2 制御ウィンドウ

本バージョンでは、全体IDボタンとサブIDボタンは未対応でアクションは設定されておりません。

4. 2 メニューの種類と操作

CASCADEのウィンドウメニューは4種類で、それぞれプルダウン・メニューとなっています。

- ファイルメニュー
- 編集メニュー
- 検索メニュー
- 書式メニュー



図 4. 2 - 1 ウィンドウ・メニュー

各メニューおよびプルダウン・メニューの選択項目は、ウィンドウの内容により選択可能な項目と選択不可能な項目に分かれています。選択不可能な項目に関しては画面上に半透明で表示されます。



図 4. 2 - 2 選択可能と不可能なメニュー表示例

4. 2. 1 ファイルメニュー

ファイルメニューは、最前面に表示されているウィンドウに対して保存や印刷等の処理を行うために使用します。また、CASCADEの終了もこのメニューで行えます。

ファイル	
開く	⌘O
保存	⌘S
ページ設定...	
作業データ印刷	⌘D
ファイル印刷	⌘P
ウィンドウ印刷	⌘W
終了	⌘Q

図 4. 2-3 ファイル・メニュー

(1) 開く

「開く」は、個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウで処理した過去の情報を表示する場合に選択します。「開く」で表示された内容は、1つのウィンドウに選択した個別FEP内容と変更内容を表示します。最初に個別FEP内容を表示し、その後ろに変更内容を表示します。

(2) 保存

個別FEP内容ウィンドウで内容変更後、保存する場合に選択します。(4. 1. 4 項の個別FEP内容ウィンドウを参照)

(3) ページ設定

印刷の設定を行います。

(4) 作業データ印刷

個別FEP内容ウィンドウの全体内容をテキスト印刷する場合に使用します。個別FEP内容ウィンドウが最前面に表示されている時にのみ有効です。

(5) ファイル印刷

作業データ印刷は、最前面（現在表示中）の内容を印刷しますが、ファイル印刷は、既存（履歴ファイル等）の印刷に用います。ファイル印刷を選択すると、印刷ファイル選択ダイアグラムが表示されます。

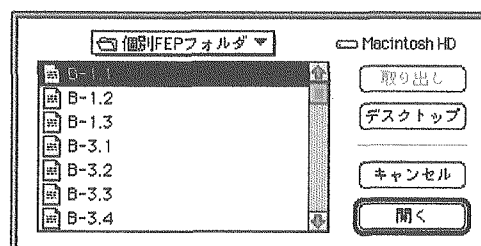


図 4. 2-4 印刷ファイル選択ダイアグラム

(6) ウィンドウ印刷

最前面に表示されているウィンドウをウィンドウ単位で印刷する場合に使用します。

(7) 終了

CASCADEを終了させます。

4. 2. 2 編集メニュー

個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウが最前面に表示されている時にのみ有効であり、個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウ内テキスト・フィールドに表示されている内容に対して使用します。

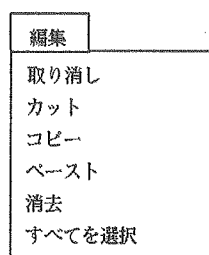


図 4. 2 - 5 編集メニュー

(1) 取り消し

1回前に編集メニュー項目を用いて処理した内容を取り消します。

(2) カット

マウス・ポインタで指定した範囲のテキストをカットし一時的にメモリ内に保存します。マウス・ポインタで指定した範囲のテキストは消されます。

(3) コピー

マウス・ポインタで指定した範囲のテキストをコピーし一時的にメモリ内に保存します。マウス・ポインタで指定した範囲のテキストは、消されません。

(4) ペースト

マウス・ポインタで指定した位置に「カット」または「コピー」で一時的にメモリ内に保存されたテキストを付け加えます。

(5) 消去

マウス・ポインタで指定した範囲のテキストをメモリ内に保存せずに消去します。

(6) すべてを選択

マウス・ポインタで全範囲テキストを指定したことに同等です。

4. 2. 3 検索メニュー

個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウが最前面に表示されている時にのみ有効であり、個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウ内テキスト・フィールドに表示されている内容に対して使用します。

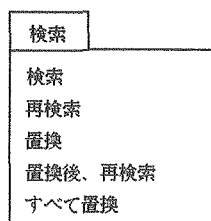


図4. 2-6 検索メニュー

検索メニュー内のいずれかの項目を選択すると表示されているテキスト・フィールド内容のテキスト検索用ウィンドウが表示されます。テキスト検索用ウィンドウの「検索文字列」フィールドに目的とするテキストを入力し「実行」ボタンをクリックすることにより、合致するテキスト検索を開始します。

「置換文字列」フィールドは、「検索文字列」フィールドで入力したテキストが検索された場合に検索テキストを置き換えるテキストを入力します。

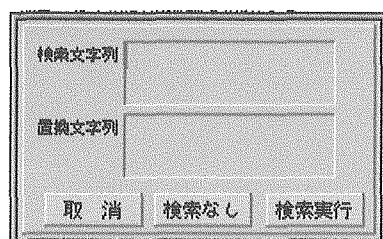


図4. 2-7 テキスト検索用ウィンドウ

(1) 検索

「検索文字列」フィールドに入力されたテキストをマウス・ポインタの位置から最初に合致するテキストを検索します。検索実行はテキスト検索用ウィンドウの「検索実行」ボタンがクリックされた時に開始します。

(2) 再検索

検索項目で合致したテキストの次の合致するテキストを検索します。同一テキストがあると思われる場合は再検索を繰り返します。

(3) 置換

「検索文字列」フィールドに入力されたテキストをマウス・ポインタの位置から最初に合致するテキストを検索後、「置換文字列」フィールドに入力されているテキストに置き換えます。「置換文字列」フィールドに入力されている場合のみ有効です。

(4) 置換後、再検索

置換により置き換えられたテキストから、次の同一テキストを検索し置き換えます。同一テキストがあり、置き換える場合は置換後、再検索を繰り返します。

(5) すべてを置換

置換および置換後再検索は、マウス・ポインタの位置から順に1回ずつ検索、置換を行いますが、すべて置換は内容すべての検索合致テキストを置き換えます。

4. 2. 4 書式メニュー

個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウが最前面に表示されている時にのみ有効であり、個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウ内テキスト・フィールドに表示されている内容に対して使用します。書式メニュー項目でテキスト内容のフォントやサイズまたはスタイルを変更することができます。マウス・ポインタで変更範囲を設定し目的とする書式メニュー項目で行います。

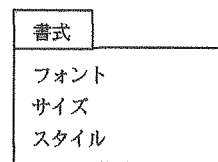


図 4. 2 - 8 書式メニュー

(1) フォント

フォントは動作させるMacintoshに登録されているフォント・メニューが表示されます。マウス・ポインタで変更範囲を設定し目的とするフォントを指定します。

(2) サイズ

サイズは文字の大きさを変更させる場合に使用します。マウス・ポインタで変更範囲を設定し目的とする文字サイズを指定します。

(3) スタイル

スタイルは文字スタイルを変更させる場合に使用します。マウス・ポインタで変更範囲を設定し目的とする文字スタイル（太文字や斜体文字等）を指定します。

書式メニューで設定したフォント、サイズおよびスタイルは保存時ファイルおよび現表示ウィンドウに反映しますが、個別FEP内容ウィンドウまたは変更理由記述ウィンドウの起動時は常にOOSAKA 12ポイントで表示します。なお、ファイルメニューの「開く」項目選択で表示したウィンドウのテキストは設定したフォントとなります。

5 注意事項

CASCADEを利用するにあたり、基本的な注意事項を示します。

5. 1 ファイルおよびフォルダの扱い

CASCADEは2項のインストールの説明で記述したとおり1つのファイルと3つのフォルダで構成されています。

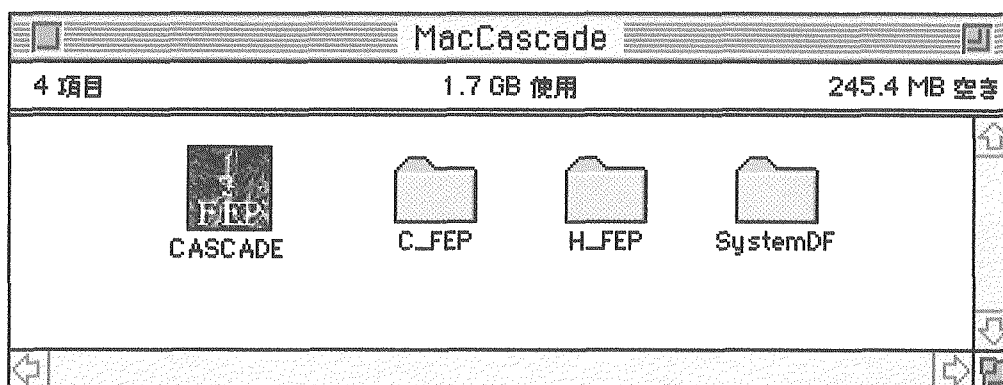


図 5. 1-1 CASCADEのファイルとフォルダ

(1) CASCADEアプリケーション

CASCADE動作アプリケーションファイルです。消去はもちろん他のフォルダに移動も行わないで下さい。

(2) 個別FEPフォルダ

最新の個別FEPファイルが格納されているフォルダです。本フォルダに格納されている個別FEPファイルから個別FEP内容ウィンドウおよび変更理由記述ウィンドウに表示します。ファイル名の変更または消去をするとアプリケーションは誤動作します。また、テキストエディタで直接ファイルを変更すると最新情報として個別FEP内容ウィンドウおよび変更理由記述ウィンドウに表示されますが、履歴管理が不可能となりますので必ずCASCADEのウィンドウから変更して下さい。

(3) 履歴ファイルフォルダ

処理済個別FEPファイルが保管されているフォルダです。個別FEP内容ウィンドウおよび変更理由記述ウィンドウで変更し保存したファイルが格納されます。履歴ファイル名は次の方法で名称付けています。

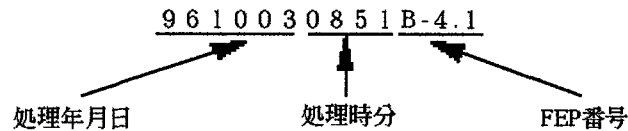


図 5. 1 - 2 履歴ファイル名称

ファイルメニューの「開く」項目を用いて過去のFEP情報を参照する際は、このファイル名称を利用して下さい。

(4) SystemDFフォルダ

CASCADEアプリケーション設定ファイルを格納しているフォルダです。アプリケーションの動作に影響しますので、フォルダ名の変更および移動や格納ファイルの変更は行わないでください。

5. 2 個別FEP情報内容変更について

個別FEP内容ウィンドウを用いての内容変更時の注意事項は次のとおりです。規定外の処理を行うとアプリケーション誤動作の原因となります。

(1) 因果関係（原因）情報の変更

因果関係（原因）情報は、ローカルIDウィンドウの表示に反映しています。既存情報の変更および因果関係（原因）の追加時の注意事項を図 5. 2 - 1 に示します。

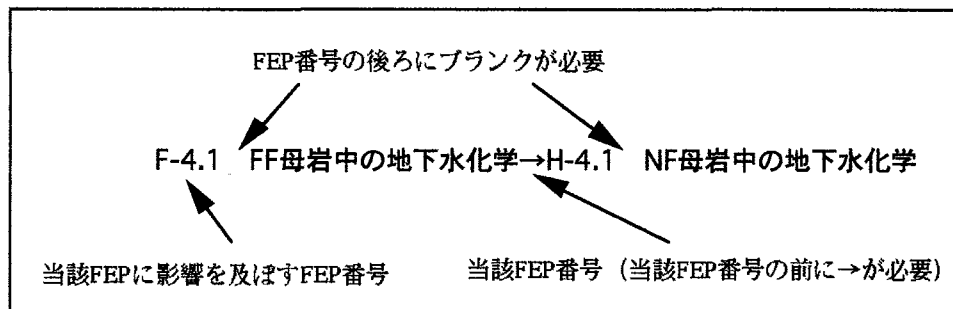


図 5. 2 - 1 因果関係（原因）情報変更・追加時の注意

(2) 因果関係（結果）情報の変更

因果関係（結果）情報は、ローカルIDウィンドウの表示に反映しています。既存情報の変更および因果関係（結果）の追加時の注意事項を図 5. 2 - 2 に示します。

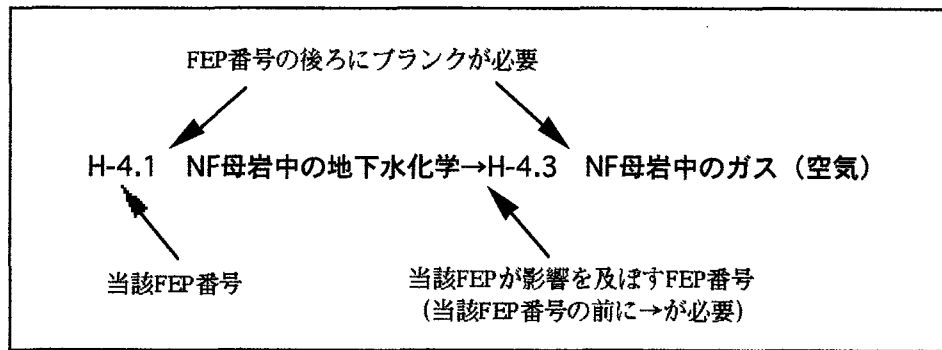


図 5. 2 - 2 因果関係（結果）情報変更・追加時の注意

(3) その他

個別FEP情報内容中にCASCADEがウィンドウに表示するために使用している文（行）が2ヶ所あります。削除をしないでください。

● 1ヶ所目

最終因果関係（結果）情報項と4)当該FEPの評価上の扱い項の間 ***** 文（行）

H-4.1 NF母岩中の地下水化学 → H-4.2 NF母岩の鉱物組成・特性
 【当該FEPが及ぼす影響】NF母岩中の地下水化学は、鉱物-水反応によりNF母岩の鉱物組成・特性を変化させる。

【評価】
 NF母岩の地下水中に取り込まれた酸素は、母岩中の鉄鉱物等を酸化させゲーサイト等の鉄酸化鉱物を表面に形成する。閉鎖前の酸素の母岩中への拡散範囲は、釜石原位置試験によれば坑道壁面より数m程度と推定される(笹本,1996)ため、鉄鉱物を有意に含む母岩の表面は、これら鉄酸化鉱物の被膜でコーティングされる。

***** 1ヶ所目

4)当該FEPの評価上の扱い
 (想定期間：閉鎖後)
 処分場の建設や操業時においてニアフィールド母岩中に取り込まれた空

図 5. 2 - 3 システム使用文（行）その1

● 2ヶ所目

4.諸外国での取扱い項と変更箇所情報の間 /-----/ 文（行）

4. 諸外国での取扱い

● Kristallin- I (Nagra, 1994)

Kristallin- I ではNF 母岩の地下水化学に着目した評価は行われていない。しかし、掘削から閉鎖、処分に至る一連のNF化学の定性的評価が行われている (McKinley et al, 1989)。

- ・ Nagra (1994): Kristallin- I , Safety Assessment Report, NTB 93-22E.
- ・ McKinley et al (1989): The Near-Field Geochemistry of HLW Disposal in Argillaceous Host Rock, Nagra Technical Report 88-26

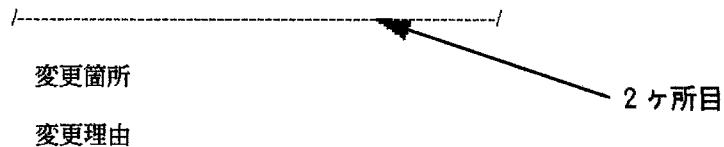


図5. 2-4 システム使用文(行) その2

簡易FEPリスト管理ソフトウェア
(英文)

簡易操作説明書

[Contents]

1	Introduction	
1		
2	Features	
1		
3	System requirements	1
4	Installation	
1		
5	How to work with windows	3

PROGRAM for processing the contents of FEP (CASCADE)

1. Introduction

This program "CASCADE: Computer Assisted Scenario Controlling and Development system", developed on a Macintosh personal computer, is designed to process the contents of FEP developed and edited in the form of a document file on the word processor via a GUI, to select by mouse those contents of the FEP you want to see, and display influence diagrams on the screen without difficulty. The program is subject to further improvements and addition of new functions for a wider use among the users.

2. Features

Following are some of CASCADE's features:

- Local Influence Diagrams are displayed from the Sub Matrix window;
- Contents of Individual FEPs are displayed from the Sub Matrix window;
- Local Influence Diagrams are displayed from the Sub Influence Diagram;
- Contents of Cause-effect Relationships are displayed from the Local Influence Diagrams;
- Local Influence Diagrams are switched from one FEP number to another number;
- Local Influence Diagrams are generated from the Contents of Individual FEP.

3. System requirements

- Operating system : MacOS Version 7.1 or greater
- Total memory : 5 MB or greater recommended
- Free memory : 2 MB or greater recommended
- Display : 13-inch or larger color monitor, 256 colors available

4. Installation

The floppy disk delivered to you stores the demonstration version of CASCADE compressed with Macintosh software, Compact_Prol.51.



CASCADE.sea

Fig.4-1 CASCADE stored on the floppy disk

To install CASCADE on your hard drive proceed as follows:

- (1) Double-click the file icon in the floppy disk folder, then the Compact_Pro1.51 Diagram window will open.
- (2) After selecting the destination folder for CASCADE on the Compact_Pro1.51 Diagram window, click **Extract %E**. The CASCADE demonstration version will be decompressed and a MacCascade folder will be created in the selected folder. (The operating environment for the CASCADE demonstration version is all defined in the created MacCascade folder.)

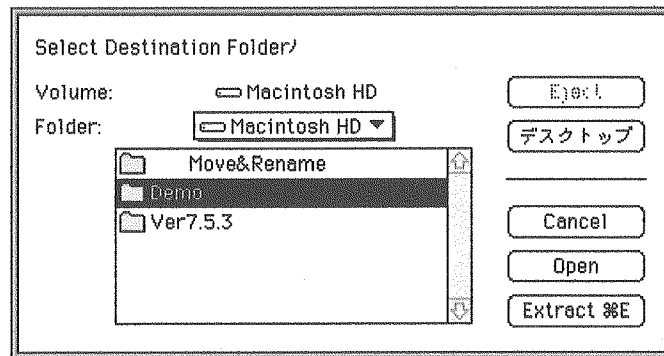


Fig.4-2 Compact_Pro1.51 Diagram

- (3) After making sure that all the files and folders shown in Fig.4-3 are stored in the destination folder, eject the floppy disk from the floppy disk drive.

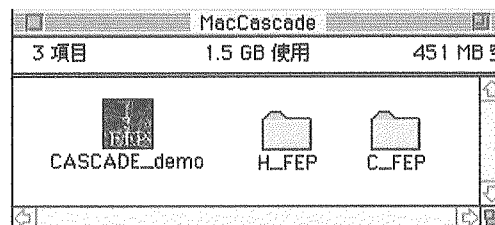


Fig.4-3 MacCascade folder

The above steps are all that are necessary to complete the installation of CASCADE.

To start the CASCADE: Double-click the CASCADE_Demo icon in the MacCascade

folder.

During the installation of CASCADE, no CASCADE-based files other than those in the MacCascade folder are created. If you do not need the CASCADE demonstration version, you should remove the MacCascade folder.

5. How to work with windows

CASCADE has the following windows. Explanation of the window menu is omitted from this document as they are almost the same as those of other software programs currently sold on the market.

- ◆The FEP Matrix window ;
- ◆The Control window ;
- ◆The Sub Matrix windows;
- ◆The Sub Influence Diagram window;
- ◆The Local Influence Diagram windows;
- ◆The Contents of Individual FEPs windows;
- ◆The Cause-Effect Relationship Text List windows.

(1) The FEP Matrix and Control windows

FEP Matrix					
	F.F. Host Rock	N.F. Host Rock	Buffer Material	Overpack	Vitrified Waste
Thermal phenomena and properties	F-1	H-1	B-1	OP-1	G-1
Hydrological phenomena and properties	F-2	H-2	B-2	OP-2	G-2
Mechanical migrational phenomena and properties	F-3	H-3	B-3	OP-3	G-3
Chemical phenomena and properties	F-4	H-4	B-4	OP-4	G-4
Material phenomena and properties	F-5	H-5	B-5	OP-5	G-5
Radiological phenomena and properties	F-6	H-6	B-6	OP-6	G-6
Events		H-7		OP-7	
Matrix Diagram Sub I.D. Quit					

Fig. 5-1 FEP Matrix and Control windows

The FEP Matrix and Control windows are the first ones to appear on the display after the log-in to start CASCADE is finished. The FEP Matrix window allows you to select a Sub Matrix window from the FEP Numbers to display them. The Control window allows you to select and display the Sub Influence Diagram. In this demonstration version of CASCADE, information

in the FEP Matrix and Control window can be selected as follows:

◆ The FEP Matrix window

Each of the FEP Number buttons **B-1** **B-3** **B-4** **G-4** **H-4** **OP-1** **OP-3** **OP-4** allocated in the window displays the Sub Matrix window for the respective FEP Number.

◆ The Control window

Matrix Diagram button : displays the Matrix window.

Sub I.D. button : displays the Influence Diagram related to the bentonite.

Quit button : quits the CASCADE program.

(2) The Sub Matrix windows

B - 4 Chemical phenomena and properties of Buffer Material		
B-4.1 Chemical of groundwater of Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.2 Mineral formation properties of Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.3 Gas(Air) in Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.4 Activities of microorganism in Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.5 Organic matter in Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.6 Formation of Colloid by Buffer Material	Influence Diagram	Document
B-4.7 Accumulation of salt	Influence Diagram	Document
	Influence Diagram	Document
	Influence Diagram	Document

Fig.5-2 Sub Matrix window

The Sub Matrix windows are displayed from the Matrix window and designed to display the Influence Diagrams and Contents for the Individual FEPs.

Influence Diagram buttons : display the Influence Diagram for the specified on the same line.

Document buttons : display the Text Lists of the FEP specified on the same line.

(3) The Sub Influence Diagram window

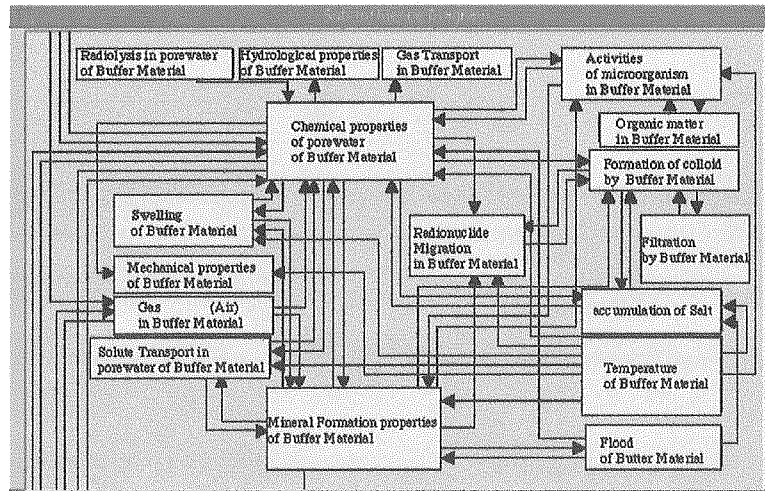


Fig. 5-3 Sub Influence Diagram window

The Sub Influence Diagram windows are displayed from the Control window. Under the demonstration version of CASCADE, the Sub Influence Diagram window related to the bentonite is displayed. From each item of Individual FEP shown in the Sub Influence Diagram window, the Local Influence Diagram for that item can be displayed. Under the demonstration version, you can select those FEP items marked by arrows as shown in Fig.5-4.

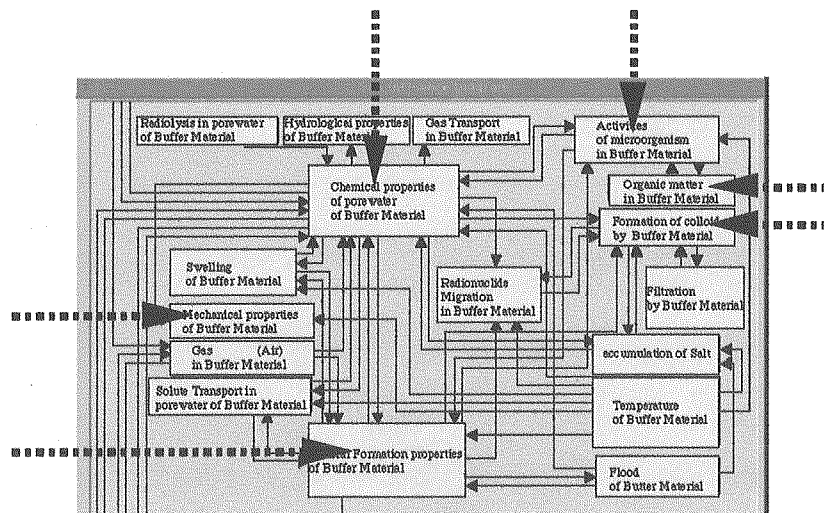


Fig. 5-4 Valid FEP Items shown by arrows on the Sub Influence Diagram

(4) Local Influence Diagram windows

The Local Influence Diagram windows are displayed from the Sub Matrix windows or the Sub Influence Diagram windows.

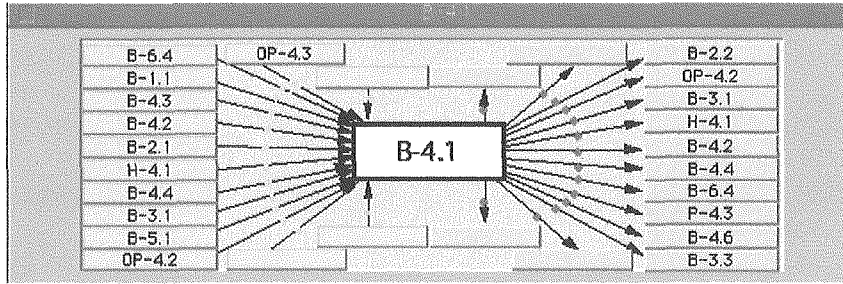


Fig.5-5 Local Influence Diagram window

The Local Influence Diagram window allows you:

- to select from the Contents of Cause-effect Relationships for the currently selected FEP (FEP No. located in Fig.5-5) the FEP No. (as a cause) influencing the FEP and FEP No. (as an effect) influenced by that FEP, and,
- to display FEP No.(as a cause) in the blue button in the left and FEP No. (as an effect) in the yellow button in the right.

The blue and yellow buttons with FEP No.'s. shown on them are linked with their contents of FEP. Clicking each of them displays a Local Influence Diagram window with a selected FEP No. located in the center.

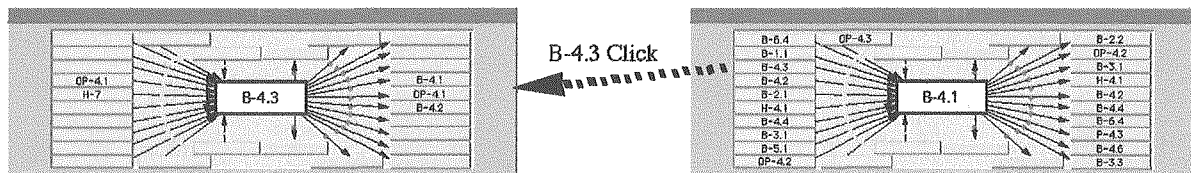


Fig.5-6 Switch between Local Influence Diagram windows by selecting FEP No.

The marks "●" on the lines connecting the currently selected FEP No. and the blue and yellow buttons mean causes and effects respectively, and are the buttons to display the Contents of Cause-effect Relationships between Individual FEPs. For example, Fig.5-7 shows the Contents of B-4.3 (as a cause) influencing B-4.1.

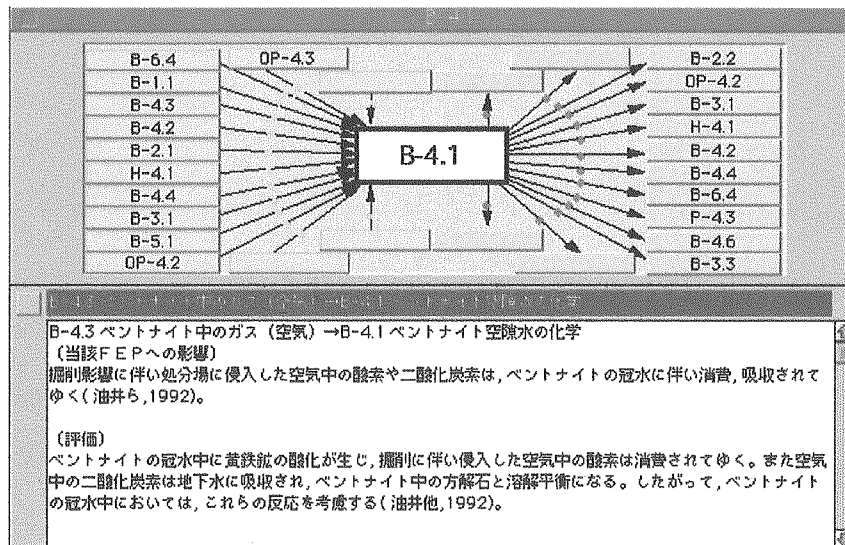


Fig. 5-7 Contents of Cause-effect Relationships

The currently selected FEP No., shown in the center, is the button to display the Contents of Individual FEPs, excluding cause-effect relationships.

(5) The windows displaying the Contents of Individual FEPs

The Contents of Individual FEPs are displayed from the Sub Matrix window. The Contents of Individual FEP windows display the Contents of Individual FEPs, including cause-effect relationships. In the Contents of Individual FEPs window you can update the contents of individual FEPs by adding or deleting information and the updated text is always displayed in the window as the latest list. With every change in the cause-effect relationships, the Local Influence Diagram is automatically updated.

This window is designed primarily for the following purposes:

- to distribute this program together with data to scientists and experts
in a variety of industries and academia for their reviewing the FEP information on their own Macintosh and adding to it their own results and opinions, and,
- to recover those programs reviewed and revised by the above people for effectively collecting various opinions and FEP information in detail.

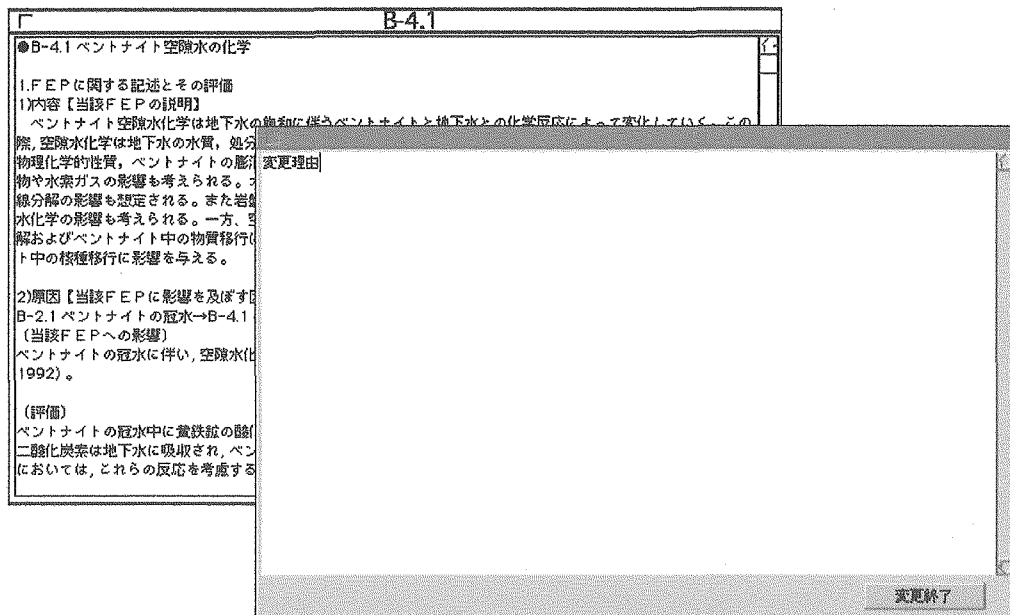


Fig.5-8 Window for the Contents of Individual FEPs and Window for Specifying the Reasons for Revision

Fig.5-8 shows the window of the Contents of Individual FEPs as the latest and the window for specifying the reasons for revision which appears on the screen after the Contents of Individual FEPs are revised.

What is written on the window for specifying the reasons for revision is stored and coupled with the Contents of Individual FEPs. This record is used to understand the history and revisions when the same contents of Individual FEPs are revised.

(6) The Log-in window

Under the CASCADE program, the Log In window is so intended to collect information from those users the program has been delivered to rather than to restrict use like usual software, log-in windows.

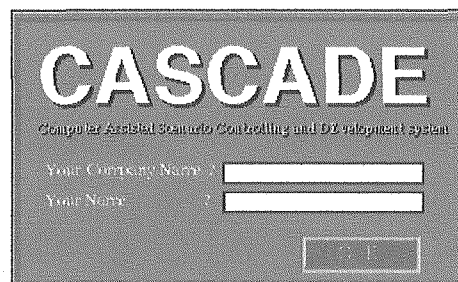


Fig.5-9 Login window

After inputting the user's name and organization, click the OK button. Then the Matrix window will appear on the screen. As mentioned earlier, the program is designed to restrict the use, so the Matrix window is displayed just by clicking the OK button without inputting the name and organization.

To sum up the above explanations, the overall window flow is shown in the Fig.5-10 (excluding the Log in window).

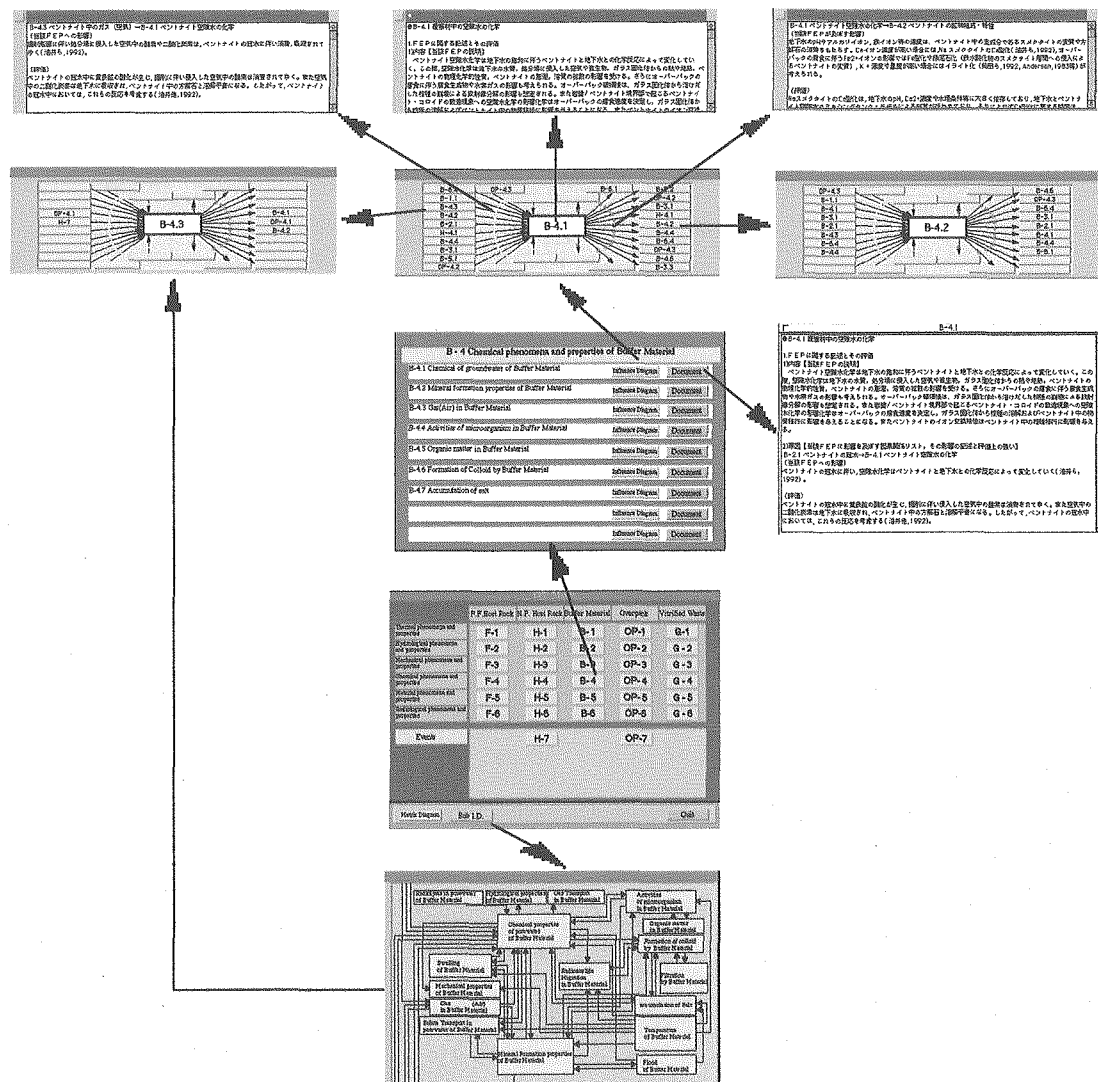


Fig.5-10 Overall Window Flow of CASCADE