

技術情報統合システムの機能高度化に関する研究

研究概要

(核燃料サイクル開発機構 業務委託報告書)

2004年2月

三菱重工業株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転写する場合は、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)

2004

技術情報統合システムの機能高度化に関する研究 - 研究概要 -

(核燃料サイクル開発機構 業務委託報告書)

石原義尚*¹, 福井 裕*¹, 佐川 寛*¹,
松永健一*¹, 伊藤隆哉*¹

要 旨

本研究では、地質環境分野と処分技術(設計)・安全評価技術分野との間で相互に活用される技術情報について体系化を図るとともに、技術情報統合システムの機能の高度化として、分野毎に構築された技術情報管理データベース間での情報共有化、および利用促進を目指した一般情報の共有機能などについて検討し、技術情報の統合を実現するためのシステム機能について検討を行った。

- (1) 地層処分研究の進展に伴って段階的に更新される、あるいは増加していく具体的な地質環境についての情報を、設計・安全評価の研究に適切に反映するため、技術情報をシステム化するのに適した形態を整理した上で、設計・安全評価の両分野における技術情報をタスク/ワークに基づく2階層の形態で整理するとともに、地質環境分野との技術情報の受け渡しについて整合性を図りながら体系化を行った。
- (2) 地層処分の研究3分野間の技術情報の統合を図るため、技術情報の体系化の検討結果に基づき、複数のデータベースで管理された情報の相互利用の機能について検討を行った。また、技術情報の利用履歴の管理、情報利用の連絡、および共通情報の揭示等のシステム機能を検討するとともに、操作の容易性を考慮したシステム操作画面について検討した。

本報告書は、三菱重工業株式会社が核燃料サイクル開発機構との委託研究契約により実施した研究成果に関するものである。

機構担当部課室：東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部 システム解析グループ

* 1 三菱重工業株式会社

**Study on Advanced Systematic Function of the JNC Geological Disposal
Technical Information Integration System
- Summary Report -**

(Document Prepared by Other Organization, Based on the Trust Contract)

Yoshinao Ishihara^{* 1}, Hiroshi Fukui^{* 1}, Hiroshi Sagawa^{* 1},
Kenichi Matsunaga^{* 1}, Takaya Ito^{* 1}

ABSTRACT

In this study, while attaining systematization about the technical know-how mutually utilized between geology environmental field, disposal technology (design) field and safety assessment field, the share function of general information in which the formation of an information share and the use promotion between the technical information management databases built for every field were aimed at as an advancement of the function of JNC Geological Disposal Technical Information Integration System considered, and the system function for realizing considered in integration of technical information.

- (1) Since the concrete information about geology environment which is gradually updated with progress of stratum disposal research, or increases is reflected suitable for research of design and safety assessment, After arranging the form suitable for systematizing technical information, while arranging the technical information in both the fields of design and safety assessment with the form of two classes based on tasks/works, it systematized planning adjustment about delivery of technical information with geology environmental field.
- (2) In order to aim at integration of 3-fields technical information of geological disposal, based on the examination result of systematization of technical information, the function of mutual use of the information managed in two or more databases was considered. Moreover, while considering system functions, such as management of the use history of technical information, connection of information use, and a notice of common information, the system operation windows in consideration of the ease of operation was examined.

This work was performed by Mitsubishi Heavy Industries, LTD. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison: Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Waste Isolation Research Division, System Analysis Group

*1 Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

目 次

1. はじめに.....	1
2. 分野間で受け渡される技術情報の体系化.....	2
2.1 体系化のアプローチ	2
2.2 設計・安全評価分野の情報体系化.....	4
2.3 地質環境分野との情報連携.....	10
3. システム機能の高度化に関する検討.....	14
4. おわりに.....	20
参考文献	21

図目次

図 2-1	タスク・ワークの概念と技術情報体系化のイメージ	3
図 2-2	第 2 次取りまとめに基づく設計分野のタスクフロー	5
図 2-3	第 2 次取りまとめに基づく安全評価分野のタスクフロー	6
図 2-4	超深地層研究分野における統合化データフロー	10
図 2-5	地質環境に係わる 3 次元幾何形状情報	11
図 3-1	処分技術・安全評価分野の技術情報統合システムの MVC モデル	14
図 3-2	パラメータセット・データベースを利用した地質構造モデル	15
図 3-3	パラメータセット・データベースを利用した物性データの共有	16
図 3-4	システムログイン画面例	18
図 3-5	システムメニュー画面例	19

表目次

表 2-1	設計（処分技術）分野のタスク項目リスト.....	8
表 2-2	安全評価分野のタスク項目リスト.....	9
表 2-3	設計・安全評価分野で利用する地質環境データ項目	12
表 3-1	技術情報（電子ファイル）に対する属性情報.....	17

1. はじめに

地層処分研究開発は、地質環境条件の調査、処分技術、安全評価の3分野から成り立っている。サイトを特定しない第2次取りまとめにおいては、仮想的な地質環境に例示的な処分システムが構築され、既存の情報を取りまとめつつ、設計・安全評価を行ってきた。今後は、処分事業の進展に伴って、段階的に更新されるあるいは増加していく具体的な地質環境についての情報を適切に整理するとともに、それらを適切に取り込んだ設計・安全評価を実施することが重要である。このため、サイクル機構には、第2次取りまとめまでの研究成果と今後のENTRY、QUALITY、深地層の研究施設等で得られる新たな研究成果を活用して、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の高度化に向けた研究開発を行うことが求められている。

この要望に応えるためには、地質環境条件の調査、処分技術、安全評価のそれぞれの分野での調査や研究の進展に応じて適宜変更・拡充される多様な技術的な情報を、関係する分野内の研究あるいは異なる分野の研究等と適切に共有し利用可能とする環境を整備することが重要な要素の一つとなる。また、地層処分技術の研究開発は長期にわたるプロジェクトであり、逐次変化していく技術的な情報を体系的に集約・記録していくことは、技術伝承の観点からも重要となる。

本研究では、地質環境分野と処分技術（設計）・安全評価技術分野との間で相互に活用される技術情報について体系化を行い、技術情報統合システムの機能の高度化に関する検討を行うものである。システム機能の高度化としては、分野毎のデータベース・マネジメントシステム間での技術情報の共有機能、及び利用促進を目指した一般情報の共有機能などにより、より高度な技術情報の統合を実現するための機能について検討を行う。

2. 分野間で受け渡される技術情報の体系化

これまでは、地質環境分野と処分技術・安全評価分野の 2 つについて、それぞれの専門的な見地から 2 つの技術情報統合システムの構築を行ってきた。地質環境分野についての技術情報統合システムは主に地下研究施設における調査での使用を想定し、処分技術・安全評価分野についての技術情報統合システムは主に処分場設計研究や安全評価研究においての使用を想定して構築してきた。

今後の地層処分研究開発では、段階的に更新されるあるいは増加していく具体的な地質環境についての情報を適切に整理するとともに、それらを適切に取り込んだ設計・安全評価を実施することが重要とされている。そのため、地質環境分野についての技術情報をいかに処分技術（設計）や安全評価の研究に取り入れていくか、また、逆に処分技術（設計）・安全評価研究の技術情報をいかに地質環境分野の研究に取り入れていくか、という部分が重要である。

ここでは、それぞれの分野の技術情報統合システムの構築の中で検討してきた分野間での技術情報の受け渡しについて、それらの十分性と整合性を確認しつつ体系化を行う。体系化の検討においては、地質環境分野において地質環境特性調査結果を解釈したデータやモデル化・解析結果を、処分技術・安全評価分野に取り込むことが、分野間での技術情報の受け渡しにおける最も優先的な機能とする。このような技術情報の受け渡しが生ずる技術情報の項目と利用形態を整理する。また、地質環境分野の解釈済みデータや解析結果などの受け渡される技術情報を、整理した利用形態に合わせることなどを検討する。

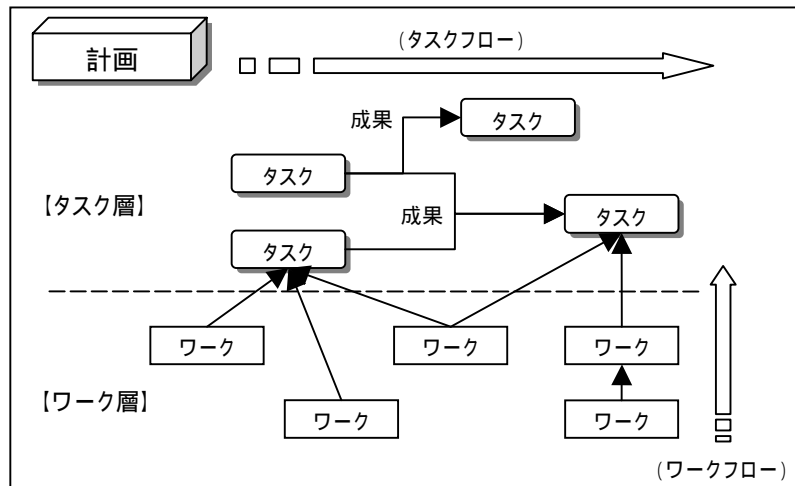
2.1 体系化のアプローチとシステムの概要

今後の地層処分研究の進展に伴い、技術的な情報のやり取りが量的に増大するとともに、質的にも多様化・複雑化すると考えられる。これに対応するため、技術情報統合システムでは、増大・多様化・複雑化していく技術的な情報を適切に登録・更新することができ、その技術情報を効果的かつ効率的に共有・利用できる環境を提供するものである。

技術情報の効果的かつ効率的な利用を進めるため、技術情報の相関関係・依存関係を表す体系的なフレームを整備する必要がある。地層処分技術の研究開発は 3 つの分野から構成されており、各分野も多数の研究要素を含んでいる。こうした研究要素のひとつひとつは「研究成果」と「その研究成果達成に向けた作業」に分類され、これらの相関関係・依存関係に従って結びつけることによって、技術情報の体系的なフレームを整備する。

技術情報統合システムでは、研究成果を「タスク」、研究成果の達成に向けて行う個別作

業を「ワーク」に分類するとともに、それぞれの研究成果に至るまでに必要な個々の作業内容とその構造をワークフローとして表し、さらに研究成果の全体的な流れをタスクフローとして表すこととする。さらに、タスクやワークの組合せにより構成される大きな作業単位の目的や範囲および内容を管理する「計画(プロジェクト)」を定義し、「計画-タスク-ワーク」をひとつの管理単位として取り扱う(柴田ほか, 2003)。このような技術情報の体系化のアプローチを図2-1にまとめる。



- 【計画】タスク/ワークの組合せにより構成される大きな作業単位の目的や範囲および内容
- 【タスク層】研究成果の流れ+ワークの取りまとめ等の作業
- 【ワーク層】成果を準備する個別作業(群)

図2 - 1 タスク・ワークの概念と技術情報体系化のイメージ
(柴田ほか, 2003 より引用, 一部加筆)

2.2 設計・安全評価分野の情報体系化

技術情報の登録・更新・閲覧・利用の基盤として技術情報統合システムを活用していくためには、研究3分野それぞれについて、「タスク」と「ワーク」を実際の作業内容に照らし合わせて仕分けをした上で、「タスク」と「ワーク」の対応付けが必要となる。さらに、このタスクやワークに技術情報を関連付けられるようにしておくことが肝要である（柴田ほか，2003）。

(1) 第2次取りまとめに基づく情報体系化

昨年度までに整理したワークフロー（石原ほか，2003）を参考に，上述したタスク（研究成果）およびワーク（成果を準備する個別作業）の観点から，第2次取りまとめにおける設計分野と安全評価分野のタスクフローとワークフローを再度，整理した。第2次取りまとめ報告書に基づく設計分野および安全評価分野のタスクフローを，図 2-2 および図 2-3 にそれぞれ示す。

プロジェクト:設計(第2次取りまとめ)

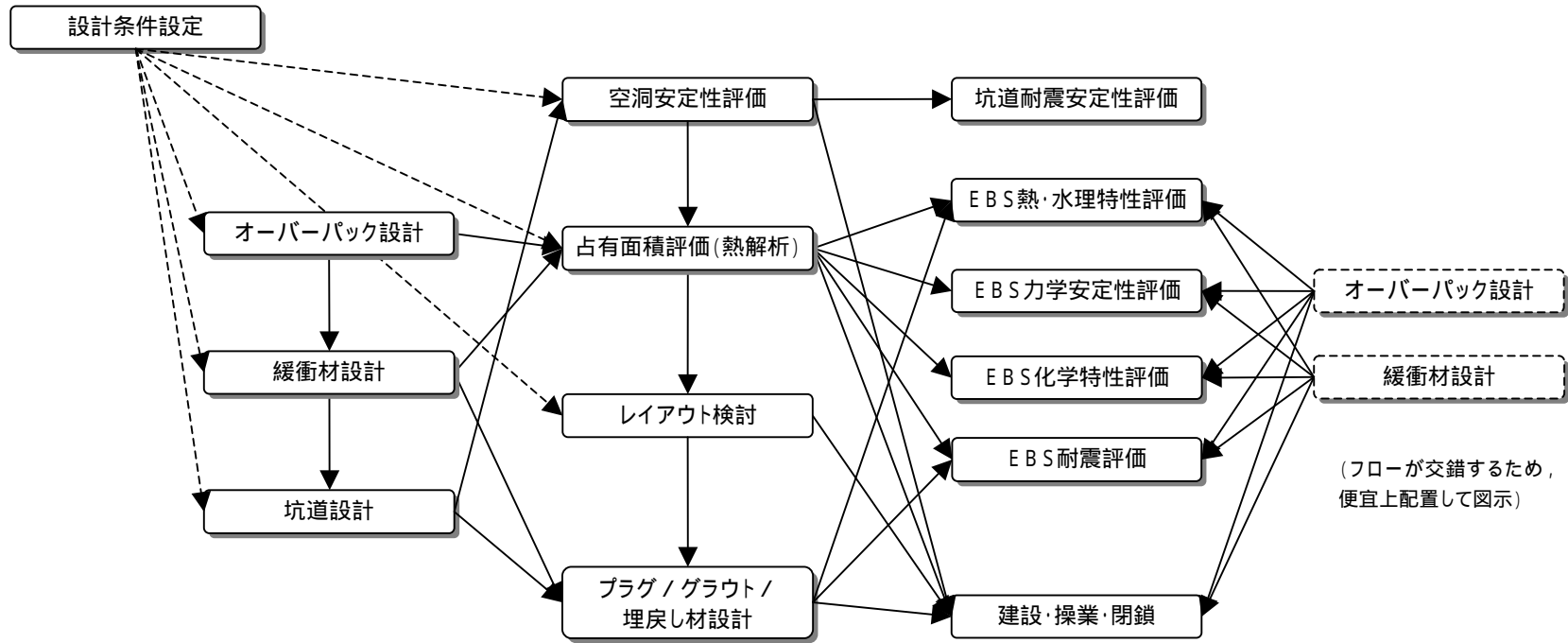


図2 - 2 第2次取りまとめに基づく設計分野のタスクフロー

プロジェクト:安全評価(第2次取りまとめ)

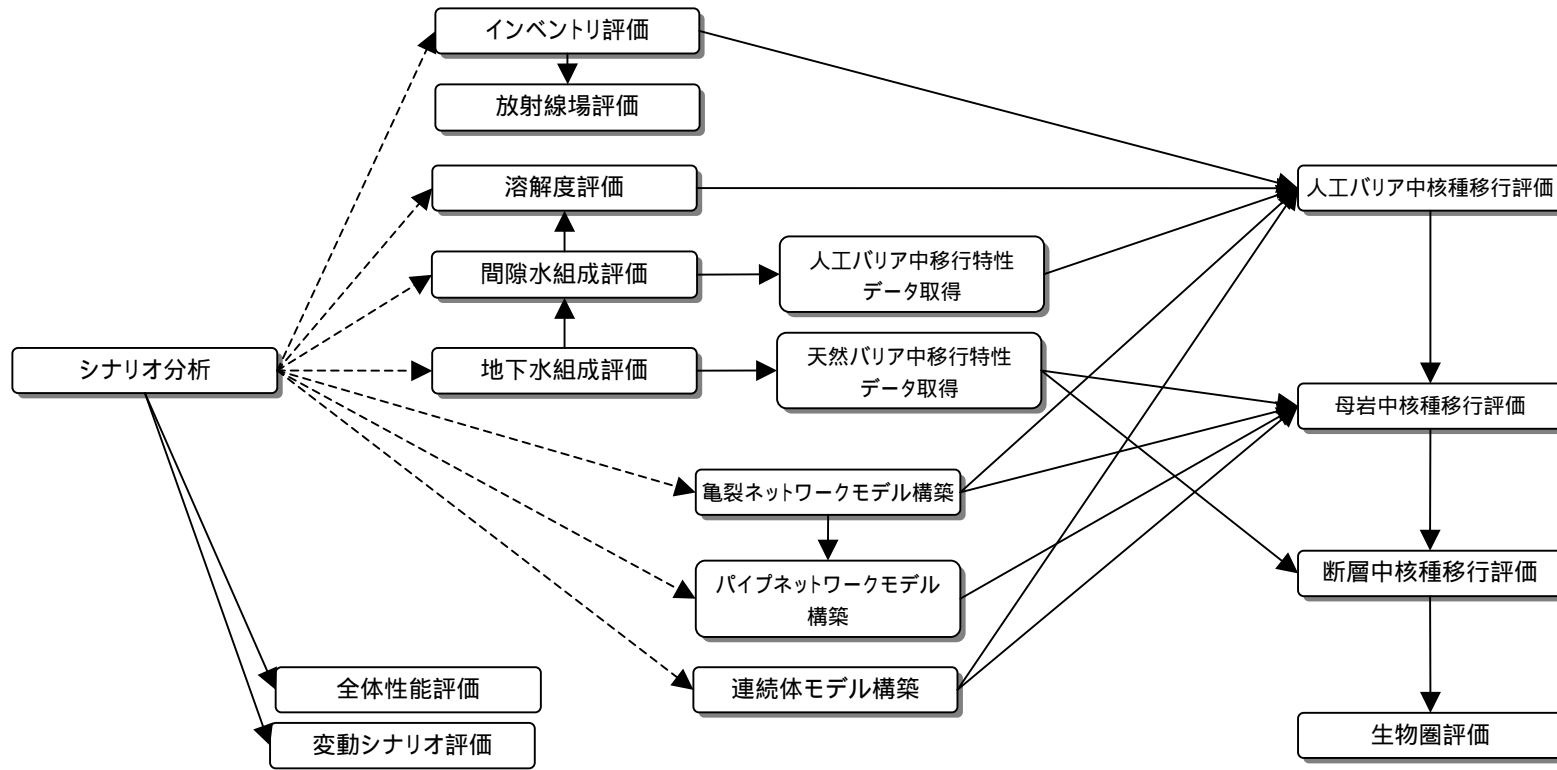


図2 - 3 第2次取りまとめに基づく安全評価分野のタスクフロー

(2) 第2次取りまとめ以降の研究開発に対応した情報体系化

前項で整理したタスクフロー/ワークフローは第2次取りまとめ報告書に基づくものであり、“取りまとめられた研究成果”に関するタスク/ワークの分類と対応付けとなっている。このため、第2次取りまとめ以降の研究開発の実態とは整合していない可能性があり、最新の処分技術・安全評価分野の、より実際的な作業(個別研究作業や取りまとめ的評価作業)との対応付けが必要と考えられる。ここでは、第2次取りまとめ以降に公表されたサイクル機能の研究開発報告(平成13年度報告書、平成14年度報告書)を参考に、タスクとワークの分類と対応付けを行った。なお、作業に際しては、各分野の特徴に応じて専門的な知識を活用する必要があり、サイクル機構東海事業所処分研究部の専門家のコメントを反映しながら整理した。

処分技術分野のタスク項目一覧を表2-1にまとめ、安全評価分野のタスク項目一覧を表2-2にまとめる。さらに、これらの各タスクに対応するワーク項目を整理した。

表2-1～表2-2に示したような、技術情報体系化の根幹であるタスク/ワークの分類と対応付けは、専門的な知識を必要とすることから画一的に行うことは不可能であり、また、研究開発の進展に伴って進化していくものである。このため、各タスク/ワークの作業実施者へのインタビューとレビューを重ねながら、研究の進展に応じてブラッシュアップしていく必要がある。システム化に際しては、このようなタスク/ワークの項目変更(進化)に柔軟に対応できる仕組みが重要となる。

表2 - 1 設計(処分技術)分野のタスク項目リスト

試験・調査	解釈・現象理解	シナリオ・設計要件	概念モデル・数学モデル・データセット・評価	設計設定	設計
・ナチュラルアナログ			<ul style="list-style-type: none"> 地質構造モデル 地質構造状態・特性DS 力学モデル 力学状態・特性DS 熱状態・特性DS 水理地質構造モデル 水理状態・特性DS 地下水流動評価結果 地球化学状態・特性DS 地下水組成評価結果 		地質環境
			<ul style="list-style-type: none"> 施設中地下水流動評価結果 流路(移行経路)評価結果 施設中地下水形成評価結果 間隙水形成評価結果 インベントリ評価結果 		安全評価
				<ul style="list-style-type: none"> 対象固化体設定 固化体仕様設定 	固化体
<ul style="list-style-type: none"> OP腐食試験 OP放射線影響試験 	<ul style="list-style-type: none"> 腐食プロセス・特性 放射線影響プロセス・特性 	<ul style="list-style-type: none"> OP腐食シナリオ OP設計要件 	<ul style="list-style-type: none"> 腐食モデル・解析DS・評価 耐圧モデル・解析DS・評価 放射線影響モデル・解析DS・評価 OP製作/施工性評価 	<ul style="list-style-type: none"> OP仕様設定 OP製作/施工方法設定 	OP
・緩衝材基本特性試験	<ul style="list-style-type: none"> 緩衝材クリーブプロセス・特性 緩衝材水理プロセス・特性 緩衝材膨潤プロセス・特性 緩衝材化学プロセス・特性 	・緩衝材設計要件	<ul style="list-style-type: none"> 緩衝材力学特性モデル・解析DS・評価 緩衝材水理特性モデル・解析DS・評価 緩衝材熱特性モデル・解析DS・評価 緩衝材膨潤特性モデル・解析DS・評価 緩衝材製作/施工性評価 	<ul style="list-style-type: none"> 緩衝材仕様設定 緩衝材製作/施工方法設定 	緩衝材
<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し材基本特性試験 プラグ基本特性試験 粘土グラウト基本特性試験 坑道閉鎖試験 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し材/プラグ水理プロセス・特性 埋戻し材/プラグ膨潤プロセス・特性 	<ul style="list-style-type: none"> 閉鎖材設計要件 閉鎖要件 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し材/プラグ力学特性モデル・解析DS・評価 埋戻し材/プラグ水理特性モデル・解析DS・評価 埋戻し材/プラグ膨潤特性モデル・解析DS・評価 閉鎖材製作/施工性評価 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し材仕様設定 プラグ仕様設定 粘土グラウト仕様設定 閉鎖材製作/施工方法設定 	閉鎖材
<ul style="list-style-type: none"> 支保工基本特性試験 低アルカリ性コンクリート施工性確認試験 掘削影響試験 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削影響プロセス・特性 岩盤クリーブプロセス・特性 地震時影響プロセス・特性 	<ul style="list-style-type: none"> 地下施設設計要件 建設/作業要件 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削時空洞安定性評価モデル・解析DS・評価 地震時空洞安定性評価モデル・解析DS・評価 作業期間空洞安定性評価モデル・解析DS・評価 熱評価モデル・解析DS・評価 施工性評価DS・評価 掘削影響DS 	<ul style="list-style-type: none"> 深度設定 定置方式設定 支保工仕様設定 坑道離間距離/埋設ピッチ設定 坑道仕様設定 レイアウト設定 地下施設施工方法設定 	地下施設
<ul style="list-style-type: none"> ガス移行試験 緩衝材/岩盤の長期力学的安定性試験 緩衝材流出/侵入試験 熱・水・応力・化学連成試験 緩衝材/埋戻し材変質試験 断層模擬試験 放射線長期影響試験 セメント影響試験 	<ul style="list-style-type: none"> ガス移行プロセス・特性 緩衝材/岩盤の長期力学的安定性プロセス・特性 緩衝材流出/侵入プロセス・特性 熱・水・応力・化学連成影響プロセス・特性 緩衝材/埋戻し材変質プロセス・特性 断層影響プロセス 放射線長期影響プロセス セメント影響プロセス 	<ul style="list-style-type: none"> ガス移行影響シナリオ 緩衝材/岩盤の長期力学的安定性シナリオ 緩衝材流出/侵入影響シナリオ 熱・水・応力・化学連成影響シナリオ 緩衝材/埋戻し材変質影響シナリオ 断層影響シナリオ 放射線長期影響シナリオ セメント影響シナリオ 	<ul style="list-style-type: none"> ガス移行モデル・解析DS・評価 緩衝材/岩盤の長期力学安定性モデル・解析DS・評価 緩衝材流出/侵入モデル・解析DS・評価 熱・水・応力・化学連成モデル・解析DS・評価 緩衝材/埋戻し材変質モデル・解析DS・評価 断層影響モデル・解析DS・評価 放射線長期影響モデル・解析DS・評価 セメント影響モデル・解析DS・評価 地震影響モデル・解析DS・評価 		長期健全性評価

表2-2 安全評価分野のタスク項目リスト

試験・調査	解釈・現象理解	シナリオ	概念モデル・数学モデル	データセット	評価解析	安全評価
・ナチュラルアナログ		・変動シナリオ		・地質構造モデル ・地質構造状態・特性DS ・水理地質構造モデル ・水理状態・特性DS ・地球化学モデル ・地球化学状態・特性DS ・熱状態・特性DS	・地下水流動評価 ・流路(移行経路)評価 ・地下水組成評価	地質環境
				・固化体仕様設定結果 ・OP仕様設定結果 ・緩衝材仕様設定結果 ・施設仕様設定結果 ・処分深度設定結果	・再冠水時間評価結果 ・緩衝材密度評価結果 ・長期健全性評価結果	設計
・隆起/侵食事例調査 ・火山/火成活動事例調査 ・地震/断層事例調査 ・気候/海水準変動事例調査	・隆起/侵食影響プロセス・特性 ・火山/火成活動影響プロセス・特性 ・地震/断層影響プロセス・特性 ・気候/海水準変動影響プロセス・特性	・隆起/侵食シナリオ ・火山/火成活動シナリオ ・地震/断層シナリオ ・気候/海水準変動シナリオ	・隆起/侵食モデル ・火山/火成活動モデル ・地震/断層モデル ・気候/海水準変動モデル	・隆起/侵食解析DS ・火山/火成活動解析DS ・地震/断層解析DS ・気候/海水準変動解析DS	・隆起/侵食影響評価 ・火山/火成活動影響評価 ・地震/断層影響評価 ・気候/海水準変動影響評価	地質環境の 長期安定性
・透水試験	・母岩水理プロセス・特性	・母岩中地下水流動シナリオ ・施設材中地下水流動シナリオ	・母岩中水理地質構造モデル ・母岩中地下水流動モデル ・施設中水理地質構造モデル ・施設中地下水流動モデル	・母岩中地下水流動解析DS ・施設中地下水流動解析DS	・母岩中地下水流動評価 ・施設中地下水流動評価 ・流路(移行経路)評価	水理
・水-岩石反応試験 ・水-施設材反応試験 ・水-緩衝材反応試験 ・溶解度試験	・水-物質反応プロセス・特性 ・沈殿/溶解プロセス・特性	・母岩中地下水形成シナリオ ・施設材中地下水形成シナリオ ・間隙水形成シナリオ ・沈殿/溶解シナリオ	・母岩中地下水形成モデル ・施設中地下水形成モデル ・間隙水形成モデル ・沈殿/溶解モデル	・地球化学基本定数DS ・母岩中地下水形成解析DS ・施設中地下水形成解析DS ・間隙水形成解析DS ・溶解度解析DS	・母岩中地下水形成評価 ・施設中地下水形成評価 ・間隙水形成評価 ・溶解度評価	化学
・ガラス溶解/核種溶出試験 ・緩衝材移行試験 ・緩衝材収着試験 ・緩衝材コロイド試験 ・緩衝材有機物影響試験 ・緩衝材微生物影響試験 ・閉鎖材/支保工材移行試験 ・閉鎖材/支保工材収着試験 ・母岩移行試験 ・母岩収着試験 ・母岩コロイド試験 ・母岩有機物影響試験 ・母岩微生物影響試験 ・室内トレーサ試験 ・原位置トレーサ試験 ・GBI調査 ・地表環境データ調査 ・土壌収着データ調査 ・移行係数データ調査 ・濃縮係数データ調査 ・人動植物に関するデータ調査 ・法令関係データ調査	・ガラス溶解/核種溶出プロセス・特性 ・緩衝材の特性 ・緩衝材中移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・施設材の特性 ・施設材中移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・母岩の特性 ・母岩中移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・掘削影響領域中移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・GBIの移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・地表環境の移行/遅延/擾乱プロセス・特性 ・被ばくプロセス・特性	・ガラス溶解/核種溶出シナリオ ・インベントリ評価シナリオ ・緩衝材中核種移行シナリオ ・施設材中核種移行シナリオ ・閉鎖材/支保工/地下施設中核種移行シナリオ ・母岩中核種移行シナリオ ・掘削影響領域中核種移行シナリオ ・生物圏移行シナリオ ・生物圏被ばくシナリオ	・ガラス溶解/核種溶出モデル ・インベントリ解析モデル ・人工バリア中核種移行モデル ・閉鎖材/支保工/地下施設中核種移行モデル ・母岩中核種移行モデル ・掘削影響領域中核種移行モデル ・生物圏移行モデル ・生物圏被ばくモデル	・ガラス溶解/核種溶出解析DS ・インベントリ解析DS ・人工バリア中核種移行解析DS ・閉鎖材/支保工/地下施設中核種移行解析DS ・母岩中核種移行解析DS ・掘削影響領域中核種移行解析DS ・生物圏解析DS	・インベントリ評価 ・人工バリア中核種移行評価 ・閉鎖材/支保工/地下施設材中核種移行評価 ・天然バリア中核種移行評価 ・生物圏移行/被ばく評価	物質移行

2.3 地質環境分野との情報連携

ここでは、設計・安全評価分野に係る技術情報と地質環境分野の技術情報との有機的な連携について検討を行った

(1) 地質環境分野の技術情報

東濃地科学センター（Tono Geoscience Center，以下 TGC）で作成された図 2-4 に示す統合化データフローは、主に原位置調査、データ取得から当該流域を対象とした水理地質構造モデルの構築・シミュレーションまでの考え方や情報の流れを整理したものであり、解析結果やエンドユーザへのアウトプットに寄与する重要因子を把握することを意図したものである。これらは、原位置で取得されたボーリング柱状図、コア観察記録、坑内映像、電磁気探査、孔間水理試験などの膨大な情報（生データ）に基づき、地質年代にわたる水理水文学的諸過程を勘案した解釈を試みるプロセスである。したがって、統合化データフローが地質環境分野における「タスクフロー」となり、ここに含まれるタスク項目の下位に、試験方法や概念化・解析モデル等の相違により、多様な考え方や技術情報の流れ（「ワークフロー」）が整理されることになると考えられる。



図2 - 4 超深地層研究分野における統合化データフロー
（核燃料サイクル開発機構，2002）

(2) 処分技術・安全評価分野で利用する地質環境分野の技術情報

地質環境条件は、処分技術・安全評価分野の作業における検討の与条件（設計・評価の前提条件）であり、対象とするフィールドから得られる地質環境を正しく捉えるため、以下のデータが必要と考えられる。

- 地形・断層・地層構造（地層層序・地質区分）等の空間データ
- 地層毎の諸物性（水理定数、力学定数など）

● 地形・地質構造等の空間データ（地質構造モデル）

地質環境に係わる空間データは、図 2-5 に示すような 3 次元幾何学情報（地層、断層）として表現される。これらの地質構造と、水理、力学、地球化学等の物性データ（解析用データ）を関連付けておくことが、設計・安全評価の検討根拠を示し、作業内容をトレースして行く上で重要となる。

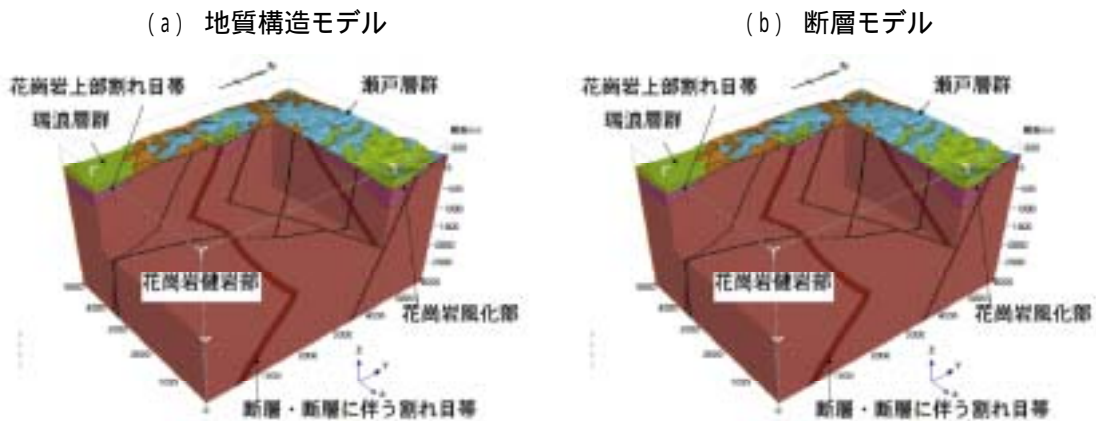


図 2 - 5 地質環境に係わる 3 次元幾何形状情報
（核燃料サイクル開発機構，2002）

● 地層毎の諸物性

設計・安全評価の分野で使用する地層毎の諸物性に関して、表 2-1 および表 2-2 に整理した設計および安全評価のタスク項目リストに含まれる地質環境に関連する項目と、その項目で利用するデータ項目の関係を表 2-3 にまとめる。表中には、図 2-4 に示した統合化データフローのタスク項目を合わせて整理した。

表 2 - 3 設計・安全評価分野で利用する地質環境データ項目

設計・安全評価分野の タスク項目	データ項目	統合化データフローの タスク項目
地質構造状態・特性 DS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 岩種 ・ 間隙率 (有効間隙率) ・ 真密度 (乾燥密度) ・ 飽和密度 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 岩相モデル ・ 構造モデル ・ 核種移行解析に反映するためのデータセット (高透水性部の幾何学的 / 鉱物学的特性)
地質構造モデル	(3次元空間分布)	・ 地質構造モデル
熱状態・特性 DS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度 ・ 熱伝導率 ・ 比熱 ・ 線膨張係数 (熱膨張係数) ・ 地表面温度 ・ 地温勾配 	-
水理状態・特性 DS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 透水係数 (透水量係数) ・ 動水勾配 ・ 飽和透水係数 ・ 水分拡散係数 ・ 固有透過度 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堆積岩 (K/T 分布) ・ BFR (K/T 分布) ・ 高透水性部 (K/T 分布) ・ 断層 (K/T 分布) ・ 水頭分布 ・ 核種移行解析に反映するためのデータセット (透水量係数, 動水勾配)
水理地質構造モデル	(3次元空間分布)	・ 水理地質構造モデル
地下水流動評価結果 流路 (移行経路) 評価結果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流速 (ダルシー流速 / 実流速) ・ 地下水移行経路 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水流動解析 (シミュレーション) ・ 核種移行解析に反映するためのデータセット (地下水の移行経路, 移行経路長, 地下水の流入域 / 流出域, 移行経路における流速, 移行時間)
力学状態・特性 DS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一軸圧縮強度 ・ 弾性係数 ・ ポアソン比 ・ 動ポアソン比 ・ 弾性波速度 (P 波 / S 波) ・ 粘着力 ・ 内部摩擦角 ・ 引張強度 ・ 側圧係数 ・ 初期鉛直応力 ・ 初期水平応力 ・ 圧縮指数 ・ 膨潤指数 ・ 限界状態パラメータ ・ 2次圧密係数 ・ 初期体積ひずみ速度 ・ 膨潤応力 ・ せん断弾性係数 	・ 岩盤力学特性の分布
力学モデル	(岩の構成式)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 岩盤力学モデル ・ 岩盤力学シミュレーション

設計・安全評価分野の タスク項目	データ項目	統合化データフローの タスク項目
地球化学状態・特性 DS	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水組成 (pH, Eh, イオン強度, 元素濃度; 実測値) 	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積岩の水質 ・BFR の水質 ・高透水性部の水質 ・断層の水質 ・核種移行解析に反映するためのデータセット(地下水の地球化学特性)
地下水組成評価結果	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水組成 	<ul style="list-style-type: none"> ・地球化学シミュレーション
(母岩中核種移行評価)	<ul style="list-style-type: none"> ・流路 (移行経路) ・拡散深さ ・拡散寄与面積率 ・分散係数 (分散長) 	<ul style="list-style-type: none"> ・核種移行解析に反映するためのデータセット(流量, 移行経路長, 移行時間, 高透水部の収着 / 拡散特性)

3. システム機能の高度化に関する検討

(1) 技術情報の共有機能に関する検討

● 複数のデータベースへのアクセス方法

地質環境分野についての技術情報統合システムと、処分技術・安全評価分野についての技術情報統合システムとの技術情報を共通に利用するためには、ソフトウェア的な統合が必要となる。

2つの技術情報統合システムは、どちらもJavaを主体としたプログラミングにより開発が進められている。ここで、処分技術・安全評価分野についてのシステムは、MVCモデルの概念を採用している。MVCモデルとは、ソフトウェアを、Model、View、Controllerの3種類のコンポーネントに分類して開発することにより、拡張性等を向上させる技術である。処分技術・安全評価分野のシステムでは、図3-1に示すようなMVCモデルを採用し、プログラムのモジュール化を行っている。

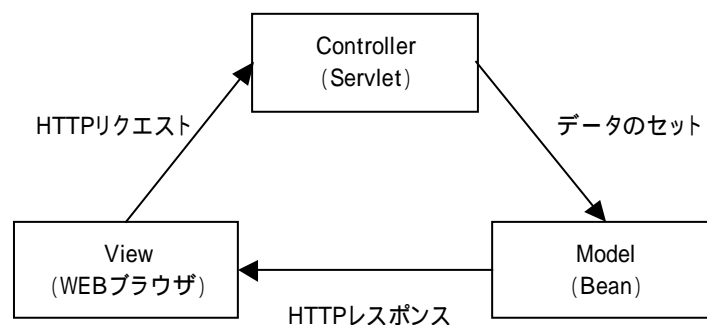


図3 - 1 処分技術・安全評価分野の技術情報統合システムのMVCモデル

地質環境分野の技術情報統合システムがMVCモデルに基づき、プログラムのモジュール化を行って開発が進められていけば、ソフトウェア的な結合は基本的に可能であり、地質環境分野のデータベースに登録された技術情報（電子ファイル等）の閲覧・ダウンロードなどの利用が可能となる。

● パラメータセットデータベースの利用

処分技術・安全評価分野の技術情報統合システムは、設計や安全評価での取りまとめ的な評価を行う際に用いる設定済みデータ（例えば、地質環境分野の解釈済みデータ等）を管理するパラメータセット・データベースを備えている。これを利用することにより、地質構造モデル等で表現される3次元幾何学情報（地層/断層の配置・空間分布）を共有すると

ともに、各岩種に対する水理、力学、地球化学などの解析用データを合わせて管理すること
 ができることから、設計・安全評価の作業を共通のデータ環境で実施することが可能である。

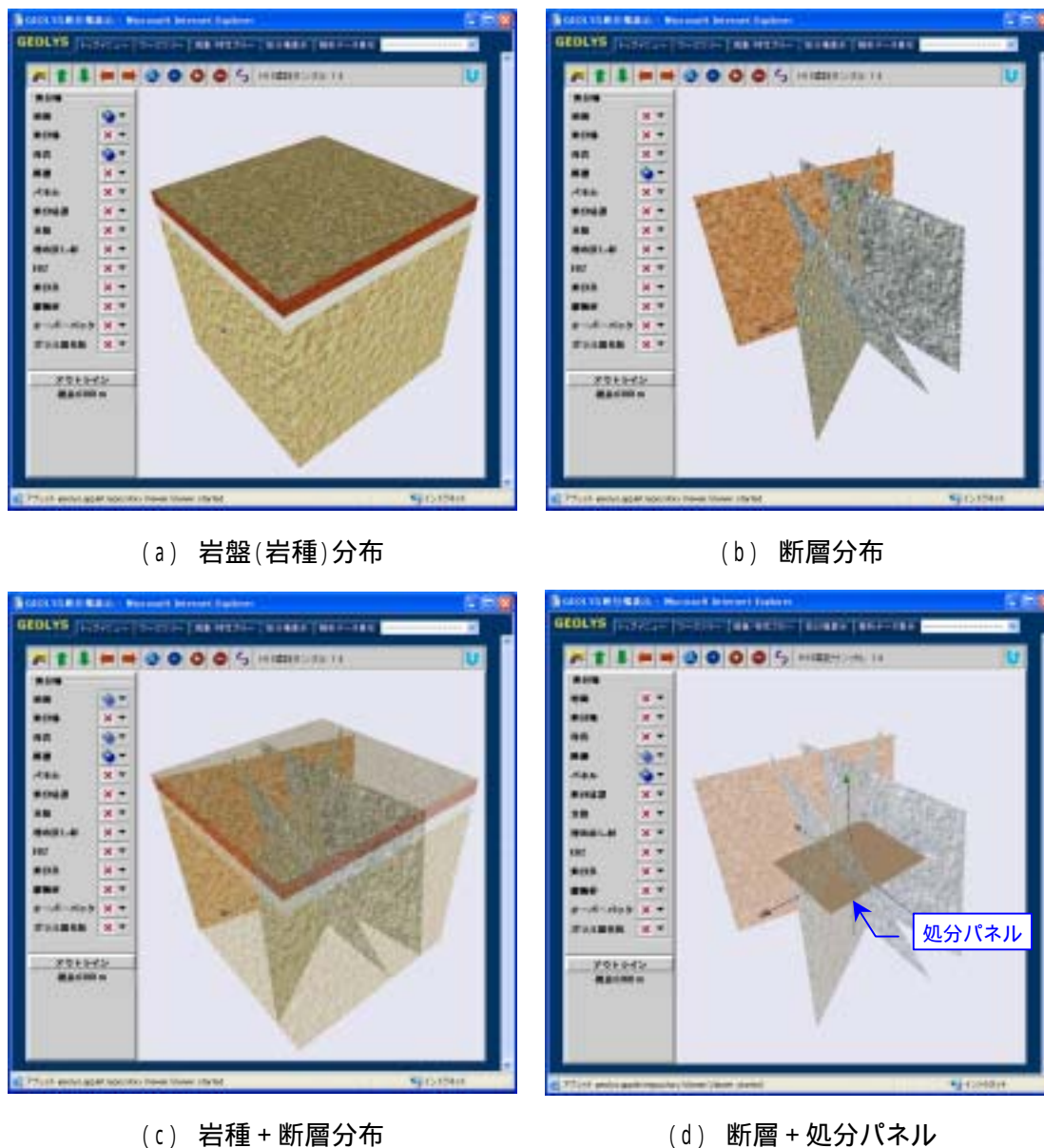


図3 - 2 パラメータセット・データベースを利用した地質構造モデル

また、設計・安全評価で使用するデータ(解釈済みの地質環境データや設計作業で得られる処分場構成要素の仕様に関するデータ)は、地質構造モデルにおける岩種・断層や、処分パネルと関連付けて管理されており、図 3-3 に示す形態で確認することが可能である。例えば、図 3-2 に示したモデルでは、深度に応じて変化する岩種(第三紀堆積岩や花崗岩など)のそれぞれに対して力学特性等の岩盤物性値が管理されており、対象とする岩種に応じて設計された処分場構成要素の仕様(オーバーパックや緩衝材の物性など)を合わせて管理して

いることから、安全評価に係わる研究者(解析実施者)は、設計の対象とした岩種(例えば、深度 1,000m に分布する花崗岩)に対する共通のデータセットを利用して作業を進めることができる。

(a) 岩盤物性(花崗岩)

(b) 岩盤物性(堆積岩)

(c) 設計結果(オーバーパック物性)

(d) 設計結果(緩衝材物性)

図3 - 3 パラメータセット・データベースを利用した物性データの共有

(2) 技術情報の利用履歴に関する検討

技術情報統合システムに登録された技術情報に含まれる記載内容やデータは、タスクフロー・ワークフローに従って別のタスク/ワークで利用され、それらタスクやワークの技術情報に影響を与えるため、利用履歴(実績)を管理していくことが必要となる。

このため、タスク/ワークに関連付けて登録される技術情報（電子情報ファイル等）に、表 3-1 に示す属性情報を設けることにより、当該タスク/ワークで研究者自身が登録した情報か、参照（利用）している情報か、ならびに入力情報が出力情報か、が把握できるようにする。

表3 - 1 技術情報(電子ファイル)に対する属性情報

区分	種類	内容
参照区分	登録データ	当該「タスク/ワーク」項目で登録した「電子情報」を表す。
	参照データ	他の「タスク/ワーク」項目で登録された「電子情報」を参照（利用）していることを表す。
入出力区分	入力情報	「電子情報」を入力情報として登録・参照したことを表す。
	出力情報	「電子情報」を出力情報として登録・参照したことを表す。

(3) 情報利用の通知機能の検討

技術情報の相互利用を促進していくため、以下に示すように、技術情報統合システムに技術情報（プロジェクト、タスク/ワーク等）が登録・更新（バージョンアップ）された際は、関係する研究者に電子メールで通知・周知する。

- ・プロジェクト登録時の通知
- ・タスク/ワーク（技術情報）登録時の通知
- ・プロジェクト更新（バージョンアップ）時の通知
- ・タスク/ワーク更新時の通知
- ・技術情報利用時の通知

(4) 共通情報の掲示機能の検討

ユーザへの情報伝達を目的として、システム管理者により予め登録されたお知らせや技術情報の最新登録状況を表示する掲示板を備える。また、内外の処分研究に関する動向や情報をスクラップ的に取込むことができるクリップボードを提供する。

● 掲示板

システム管理者により、予め登録された情報（お知らせや技術情報の最新登録状況など）を、システムログイン時に掲示し、全ユーザに周知する。なお、掲示板の表示内容の編集はシステム管理者のみに制限するため、最新登録状況を周知するために研究 3 分野あるいは事業所の代表をシステム管理者として登録しておく必要がある。

● クリップボード

内外の処分研究に関する種々の情報を登録・閲覧するため、特別なプロジェクトとして「ク

リップボード」を設ける。「クリップボード」プロジェクトはシステムの全ユーザをメンバーとし、任意のタスク項目を設定して種々の情報が登録できるようにする。また、「クリップボード」に設定した「タスク」を公開することにより、クリップボードに登録された情報を研究作業と関連する「タスク/ワーク」で利用（リンク付け）することが可能となる。

(5) 操作用ユーザインターフェイスの検討

技術情報統合システムへは、図 3-4 に示すログイン画面から、ユーザ名（ユーザ ID）およびパスワードを入力して、ログインする。また、システム（データベース）に登録されている掲示板の内容（お知らせ等）を表示して、全ユーザに周知する。

技術情報統合システム

ユーザ:

パスワード:

ログイン

掲示板

図3 - 4 システムログイン画面例

システムログイン後、図 3-5 に示すようなメニュー画面が表示され、プロジェクトの編集・閲覧、タスク/ワークの検索・閲覧など、ユーザの作業（利用内容）に応じたボタンが配置されており、目的に応じて容易に操作ができるようにする。また、メニュー項目に地質環境分野のシステムへのアクセスボタンやパラメータセット・データベースを利用した処分場モデルへのアクセスボタンを配置して、相互に利用できるようにする。

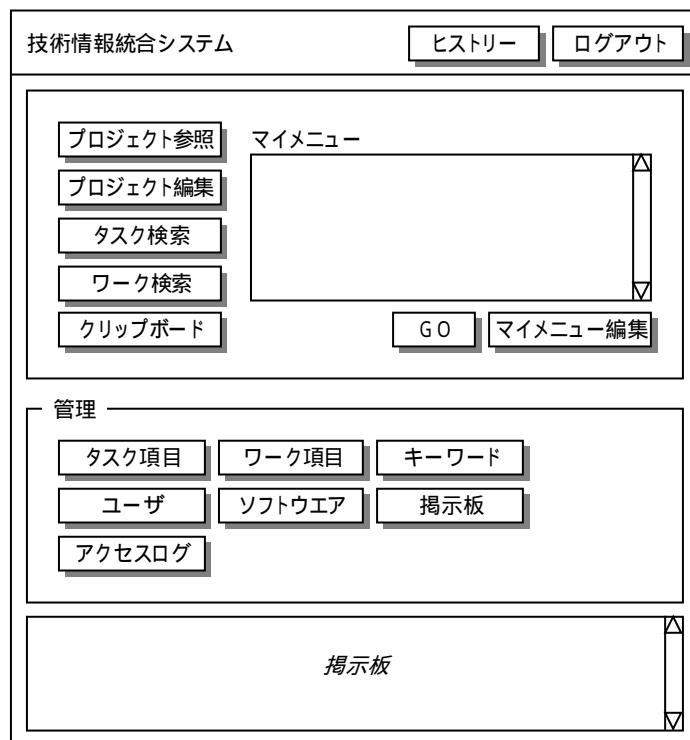


図3 - 5 システムメニュー画面例

4. おわりに

地層処分研究開発は、地質環境特性調査、処分技術、安全評価の3分野から成り立っている。サイトを特定しない第2次とりまとめにおいては、仮想的な地質環境に例示的な処分システムが構築され、既存の情報を取りまとめつつ、設計・安全評価を行ってきた。今後は、処分事業の進展に伴って、段階的に更新されるあるいは増加していく具体的な地質環境についての情報を適切に整理するとともに、それらを適切に取り込んだ設計・安全評価を実施することが重要である。このため、地質環境特性調査、処分技術、安全評価のそれぞれの分野での調査や研究の進展に応じて適宜変更・拡充される多様な技術的な情報を、関係する分野内の研究あるいは異なる分野の研究等と適切に共有し利用可能とする環境を整備することが重要な要素の一つとなる。また、地層処分技術の研究開発は長期にわたるプロジェクトであり、逐次変化していく技術的な情報を体系的に集約・記録していくことは、技術伝承の観点からも重要となる。

本研究では、地質環境分野と処分技術（設計）・安全評価技術分野との間で相互に活用される技術情報について体系化を図るとともに、技術情報統合システムの機能の高度化として、分野毎に構築された技術情報管理データベース間での情報共有化、および利用促進を目指した一般情報の共有機能などについて検討し、技術情報の統合を実現するためのシステム機能について検討を行った。

(1) 技術情報の体系化

地層処分研究の進展に伴って段階的に更新される、あるいは増加していく具体的な地質環境についての情報を、設計・安全評価の研究に適切に反映するため、技術情報をシステム化するのに適した形態を整理した上で、設計・安全評価の両分野における技術情報をタスク/ワークに基づく2階層の形態で整理するとともに、地質環境分野との技術情報の受け渡しについて整合性を図りながら体系化を行った。

(2) システム機能の高度化

地層処分の研究3分野間の技術情報の統合を図るため、技術情報の体系化の検討結果に基づき、複数のデータベースで管理された情報の相互利用の機能について検討を行った。また、技術情報の利用履歴の管理、情報利用の連絡、および共通情報の掲示等のシステム機能を検討するとともに、操作の容易性を考慮したシステム操作画面について検討した。

参考文献

石原義尚，根山敦史ほか：“地層処分統合解析システムの製作設計（ ）”，サイクル機構技術資料（契約業務報告書，三菱重工業株式会社），JNC TJ8440 2003-006 (2003).

石原義尚，福井裕ほか：“地層処分システムの設計・安全評価体系のシステム化に関する研究（ ）”，サイクル機構技術資料（業務委託報告書，三菱重工業株式会社），JNC TJ8400 2003-037 (2003).

核燃料サイクル開発機構：“高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発 - 平成 13 年度報告 - ”，JNC TN1400 2002 - 003 (2002).

核燃料サイクル開発機構：“高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発 - 平成 14 年度報告 - ”，JNC TN1400 2003 - 004 (2003).

柴田勝志，牧野仁史ほか：“技術情報統合システム（JGIS）開発への取り組み”，サイクル機構技報，No.21，pp.79-88，(2003).