



品質管理およびプロジェクト管理機能
を考慮した JGIS の機能高度化

Development of Advanced JGIS Considering Quality Management
and Project Management

河内 進 大井 貴夫 川村 淳 石原 義尚*
蛭名 貴憲*

Susumu KAWACHI, Takao OHI, Makoto KAWAMURA, Yoshinao ISHIHARA*
and Takanori EBINA*

地層処分研究開発部門
システム性能研究グループ

Performance Assessment Research Group
Geological Isolation Research and Development Directorate

March 2008

本レポートは日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>)
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター*では実費による複写頒布を行っ
ております。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

*〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4 日本原子力研究開発機構内

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel.029-282-6387, Fax.029-282-5920

© Japan Atomic Energy Agency, 2008

品質管理およびプロジェクト管理機能を考慮した JGIS の機能高度化

日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門
地層処分基盤研究開発ユニット

河内 進^{*}・大井 貴夫・川村 淳^{*}・石原 義尚^{*1}・蛭名 貴憲^{*2}

(2008年1月16日受理)

JGIS (JAEA Geological Disposal Technical Information Integration System) は研究プロジェクトの技術情報を管理するために開発した研究支援のシステム管理ツールである。この JGIS に関しては、システムとしての使用の容易さや情報やデータの登録の容易さの向上を図り、支援システムとしての機能を十分発揮し、実用的な運用が実施できるように改良することが今後の課題となっていた。

本検討では、従来の JGIS の機能を発揮しつつ、研究者であるユーザが JGIS を使用することの意義を認識でき、かつ実用的な利用を可能にすることを目的として、実際の研究プロジェクトに則した研究成果を取りまとめ、その品質を確保できるような研究管理の手法について、以下の概念設計を行った。

研究プロジェクトを WBS (Work Breakdown Structure) 項目として設定し、それを研究者がポータルサイトとして利用して、全体計画の中での研究の位置づけを確認できるようにシステムの検討を行った。また、国際的な品質マネジメントシステムで採用されている適合性評価の概念を用いた適合性評価シートによって、研究の品質管理を行うことを検討した。また、開発した JGIS を実際の研究プロジェクトである天然現象影響に関する研究に適用した例を付録に示す。さらに天然現象影響に関する研究を例題とした JGIS の利用マニュアルを付録に示す。

JGIS によって管理される研究プロジェクトが全体計画の WBS 項目に関連づけられることから、研究プロジェクトの位置づけを研究開発の全体計画の中で明確にすることが可能となることを示した。また、プロセス体系に基づいた個別研究のプロジェクトについて、重要なプロセスを同定し、それに対して自ら要求事項を分析・理解・設定し、適合性評価を適用して、結果を積極的に確実に示すための適合性評価シートを JGIS の中で利用することによって研究プロジェクトの品質管理が行えることを示した。

核燃料サイクル工学研究所 (駐在) : 〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33

※ 技術開発協力員

*1 三菱重工株式会社

*2 株式会社 NESI

Development of Advanced JGIS Considering
Quality Management and Project Management

Susumu KAWACHI[※], Takao OHI, Makoto KAWAMURA[※]
Yoshinao ISHIHARA^{*1} and Takanori EBINA^{*2}

Geological Isolation Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 16, 2008)

A system for managing and integrating the technical information of R&D was developed (JGIS: JAEA Geological Disposal Information Integration System). The subjects are to improve the usability as the system and the usability to record the information and the data in order to display the function of the system sufficiently and in order to enable the practical use of the system.

In this study the aims are to display the function of JGIS and to enable the researchers as the users to recognize the significance of using JGIS. We built the conceptual design in order to implement the function of quality management and project management to JGIS.

We considered that researchers could access the portal site of the research projects which were set as the WBS (Work Breakdown Structure) items and could confirm which WBS item the research project belonged to in the whole plan. We also considered that the research projects could be managed by using the conformity assessment sheets which were adopted for the quality management.

The appendix contains the example of application of real projects to JGIS and the user's manual of JGIS (Example of a study of potential impact of natural phenomena).

We demonstrated that researchers could confirm which WBS item the research project related to in JGIS and could manage the quality of the research projects by using the conformity assessment sheets in JGIS.

Keywords: JGIS, Geological Disposal, Technical Information, Quality Assurance, Quality Management System

※ Collaborating Engineer

*1 Mitsubishi Heavy Industries, Ltd

*2 NESI Incorporated

目 次

1. はじめに	1
2. JGIS の概要	2
2.1 JGIS の概要と目的	2
2.2 JGIS の機能	6
2.3 JGIS の課題	6
3. 研究の実績管理と品質管理	7
3.1 プロセス体系の管理	7
3.2 品質保証の手順に関する開発	10
4. まとめと今後の予定	14
謝辞	14
参考文献	15
付録 A 実際の研究プロジェクトを JGIS に適用した情報整理の例	16
付録 B 「天然現象影響評価研究（火山・熱水活動）」を例題とした JGIS 利用マニュアル	22

Contents

1. Introduction	1
2. What are JGIS and aims?	2
2.1 Properties of JGIS	2
2.2 Function of JGIS	6
2.3 Subject of JGIS	6
3. Management of research progress and quality	7
3.1 Systematic management of research	7
3.2 Development of the QA procedure	10
4. Conclusion and future plan	14
Acknowledgement	14
References	15
Appendix A: Example of application of real projects to JGIS	16
Appendix B: User's manual of JGIS [Example of a study of potential impact of natural phenomena (Volcanism)]	22

図表目次

図 2-1	各研究要素間の関連	2
図 2-2	研究プロジェクトの流れ図	3
図 2-3	研究要素（タスク）間の参照関係	4
図 2-4	JGIS のシステム概念図	5
図 2-5	JGIS の技術情報の管理体系	6
図 3-1	プロセス体系と JGIS との階層構造の関係	8
図 3-2	ツリー形式の WBS 管理画面から JGIS 関連プロジェクトへの連携イメージ	9
図 3-3	プロジェクト閲覧画面への進捗情報タブの追加	12
図 3-4	タスク編集画面への品質情報タブの追加	13
表 3-1	安全評価分野を対象とした WBS 項目の設定例	8
表 3-2	一般的な要求事項の設定例	10
表 3-3	適合性評価シート	11

This is a blank page.

1. はじめに

地層処分事業の進展に伴い、サイト固有の地質環境条件の調査研究に基づく実際の情報やデータが多数収集され、情報の共有化、管理の重要性が高まっている。そのため、これまで各分野の研究者間のコミュニケーションの推進と確実な情報管理を目的として、各国、各機関において様々な情報管理システムの開発が行われている（各機関^{1) 2) 3) 4) 5)}）。JAEAにおいてもこれを目的として、技術情報統合システム（JGIS : JAEA Geological Disposal Technical Information Integration System）の開発を行っている（核燃料サイクル開発機構，2005⁶⁾）。

JGIS は研究プロジェクトの技術情報を管理するために開発した研究支援のシステム管理ツールであるが、システムとしての使用の容易さや情報やデータの登録の容易さの向上を図り、支援システムとしての機能を十分発揮し、実用的な運用が実施できるように改良することが今後の課題となっていた。

本検討では、従来の JGIS の機能を発揮しつつ、研究者であるユーザが JGIS を使用することの意義を認識でき、かつ実用的な利用を可能にすることを目的として、実際の研究プロジェクトに則した研究成果を取りまとめ、その品質を確保できるような研究管理の手法についての概念設計を行った。

検討においては、以下の項目を考慮することとした。

- ・既存の研究プロジェクトを、階層構造を持った全体計画の中で位置付けるために、WBS (Work Breakdown Structure) 項目として設定し、それをシステムのポータルサイトとして利用することで、研究者のシステム利用の意義付け、促進を行う。
- ・国際的な品質マネジメントシステムで推奨される適合性評価の概念を取り入れた「適合性評価シート」によって研究の品質管理を行う。

本検討による機能および有用性の確認を進める中で整備される JGIS の技術情報は、別途実施されている知識化（梅木ほか，2006⁷⁾）において整備する個々の情報として反映されるものと考ええる。

本報では、まず、2 章において地層処分技術に関する研究成果を含む技術的な情報を統合的に管理する従来の JGIS の概要および機能および課題を述べ、3 章においては課題に基づき JGIS の機能向上を図った結果である WBS の設定に基づくポータルサイトの利用、および適合性評価シートによる研究の品質管理について述べる。また、開発した JGIS を実際の研究プロジェクトである天然現象影響に関する研究に適用した例を付録に示す。さらに天然現象影響に関する研究を例題とした JGIS の利用マニュアルを付録に示す。

2. JGIS の概要

2.1 JGIS の概要と目的

本節では、地層処分技術の研究を支援するためにこれまで開発された JGIS の概要と目的を既存の文献（核燃料サイクル開発機構，2005⁶⁾）に基づいて改めてまとめる。

地層処分の事業が進展する中、サイトでの地質環境の調査研究によって取得される実際の技術的な情報およびデータの収集が行われている。このような情報を共有化し、管理していくために、地質環境の調査研究分野、処分技術の研究開発分野および性能評価研究分野等の各分野間の研究者がコミュニケーションを取り、研究の品質管理を推進することが重要である。

地層処分の研究は複数の研究要素を含み、研究要素相互のコミュニケーションが必要とされる。また研究の実施においては研究要素間での整合性の確保が求められる。研究の進展にともない「情報の取扱量の増加」さらには情報を受け渡す関係先の増加によって「情報の受け渡し関係の複雑化」が発生してくる。

このような状況では、コミュニケーションの推進の観点において、以下のような問題点が発生してくる。

- ・ 技術的な情報の共有困難
- ・ 技術的な情報の不整合の発生
- ・ 情報管理の負担増大

これらの問題点に対応するためのシステムの環境を整備することを目的として、研究者間で技術的な情報を共有し、その情報の整合性を図りながら、統合するための技術情報の体系化を検討した。

(1) 技術的な情報の統合的な管理

地層処分の研究プロジェクトに含まれる個々の研究要素（例：透水性データセット作成 等）が個別に存在している状態で、各研究要素間の関係が不明な場合には、次のようなことが問題となってくる（図 2-1）。

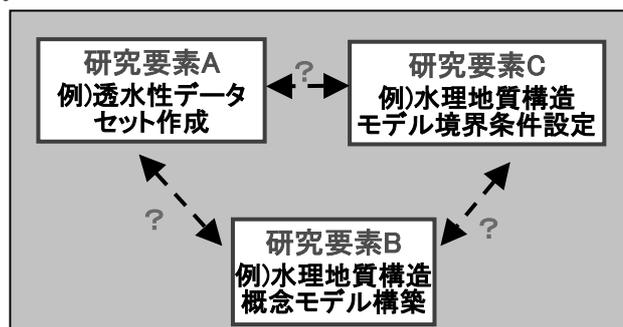


図 2-1 各研究要素間の関連

- ・ 他の研究要素との関係がどのようになっているのか把握できないため、研究の流れの中でそれぞれの研究要素で行われる研究の位置づけを把握できない。
- ・ 各研究要素で利用したい研究成果を探す場合、研究要素の担当者ごとに利用したい研究

成果を探す必要があり、そのために多くの時間と・労力が必要となる。

- ・ それぞれの研究の成果は他の研究を進めるために必要な情報となるが、どの研究要素に使用されているか確認することができない。

そこで地層処分の研究を効率的に実施するために、**JGIS** を使用して個々の研究の関係を明示し、関連する情報を整理・分類し、管理を行う。ここでは研究の流れに沿って「研究要素」を関連づけて集約・統合し、この集約統合したものを研究ごとの情報管理単位として管理することとした。**JGIS** ではこの情報の管理単位を「プロジェクト」と呼び、「研究要素」を「タスク」、研究要素を構成する詳細な作業項目を「ワーク」と呼び、以下のように階層化して整理する。

- ・ プロジェクト（個々の研究を表す）
- ・ タスク（個々の研究に含まれる研究要素）
- ・ ワーク（個々の研究要素に含まれる詳細項目）
- ・ 技術情報

JGIS を利用した研究プロジェクトの流れを以下に示す（図 2-2）。

- ①プロジェクトの作成
- ②プロジェクトの目的および個々のタスク／ワークの関係の明示
- ③個々のタスク／ワークに対応する情報の取得
- ④技術情報の共有

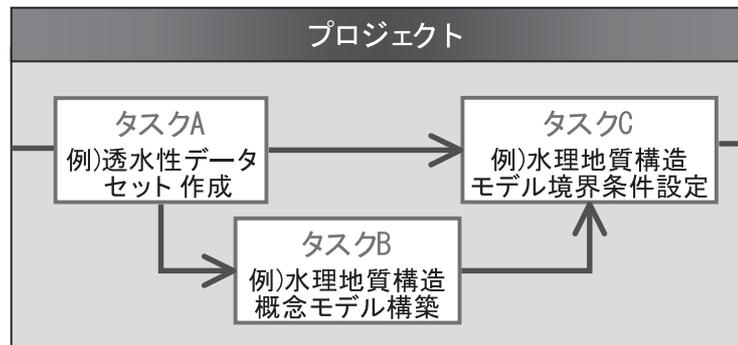


図 2-2 研究プロジェクトの流れ図

研究の流れに基づいて集約統合することで、「タスク A」で作成されたデータが「タスク B」や「タスク C」に使用される関係であることなどが明確となり、各タスクの相互関係や上流下流の関係が明確となる。さらに、研究成果の所在が明らかとなり、情報共有の向上につながる。

(2) 研究要素（タスク）間での技術的な情報の整合性の確保

研究成果の内容を正確に理解するためには、研究成果とその内容に関する「補足的な情報」を一括で管理する必要がある。**JGIS** では研究成果と補足的な情報を一括したものを情報管理の最小単位とし、「技術情報」と呼んで管理することとした。

補足的な情報は、研究成果が導き出されるまでの経緯・背景・状況、さらに他の研究要素（タスク）の研究成果の利用情報といった、研究成果の内容を正確に理解・把握するための情報を含

んだものである。このような情報は、研究成果の整合性確認のために必要な情報と考えられる。研究成果とこの補足的な情報を一括して技術情報として、個別の研究管理単位である研究要素（タスク）へ登録することによって情報管理を行う。

また、ある研究要素（タスク）が他の研究要素（タスク）の研究成果を利用することが考えられる（図 2-3）。ここで、「タスク B」が「タスク A」の研究成果を利用する場合を考える。この場合、「タスク B」からは「タスク A」の研究成果に関する背景や仮定などの研究成果に関する整合性確認が必要となる。このような場合においても、研究成果とともに一括で管理されている補足的な情報を確認することで整合性を確認することが可能となる。整合性の確認を行った上で、参照関係を設定することができる。

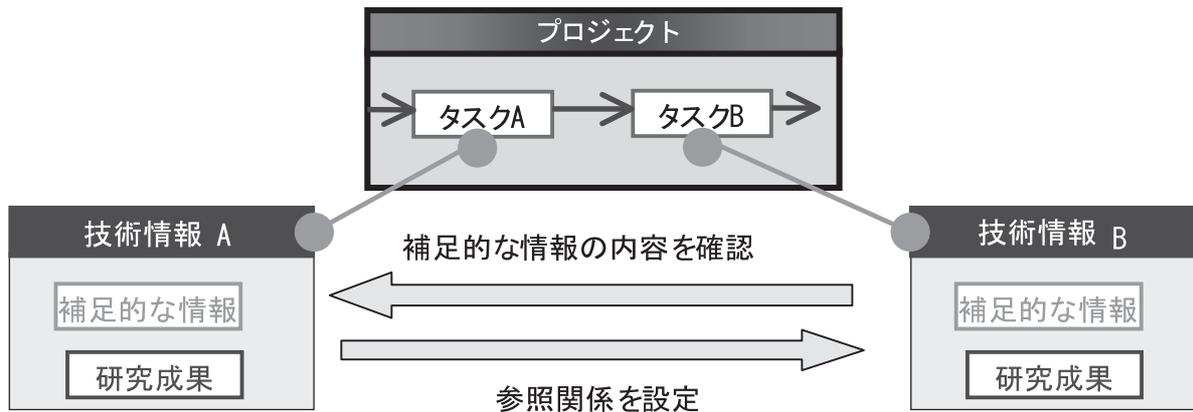


図 2-3 研究要素（タスク）間の参照関係

(3) 研究要素（タスク）間で技術的な情報を共通する場の提供

上記のような技術情報の統合的な管理および研究要素（タスク）間での技術情報の整合性の確保を行うことによって、研究開発の実施を支援することが可能となる。さらに、本システムでは、情報の共有を促進するために、情報共有の場を提供する。場を提供する理由として、以下のことが挙げられる。

- ・研究要素（タスク）に技術情報が登録・更新されても、関係する担当者が即座には知り得ない可能性がある。
- ・情報の統合管理と整合性の確保だけでは、双方向のコミュニケーションが十分に取れない可能性がある。

以上の理由から、技術情報の登録・更新が行われた際には、即座に情報の登録・更新の状況の確認や整合性の確認を行うために、以下のようなシステム側から自動的に通知が行われる方法を採用している。

- ・研究要素（タスク）に技術情報が登録・更新された場合、システム側から関係する担当者へ電子メールによる通知を行う。
- ・ある研究要素（タスク）の技術情報が、他の研究要素（タスク）の技術情報と参照関係が設定されている場合、その利用関係に関連する担当者へシステム側から電子メールによる通知を行う。

このようなシステム側からの自動的な電子メールの通知により、技術情報の登録や更新あるいは利用関係の設定などに対して、即座に内容や整合性の確認あるいは必要な対応を行うことが可能となる。

また、本システムでは電子メールによる通知の他に、技術情報や利用関係の設定に関する担当者への質問・意見のやりとりが行える場として、電子掲示板を用意している。やりとりの記録を掲示板で公開することによって、研究に関する問題点や参考意見などを関係者全員で共有することが可能となる。

以上のような検討を行って、地層処分技術の「信頼性向上」を目的とした研究を効果的に行うために、地質環境分野、処分技術分野および安全評価分野等の各分野で取得された技術的な情報の整合性を図りながら統合し、共有化して、研究者間のコミュニケーションの推進を図ることを目的とした技術情報統合システム「JGIS」を開発してきた（図 2-4）。

JGIS の目的を以下に示す。

1. 情報の統合的管理
2. 情報の整合性の確保
3. 研究者間のコミュニケーションの促進

JGIS は Web ベースのデータベース・マネージメント・システムであるので、ユーザはネットワークにつながるどの PC からも Internet Explorer のような Web ブラウザを通して、システムにアクセスすることが可能である。

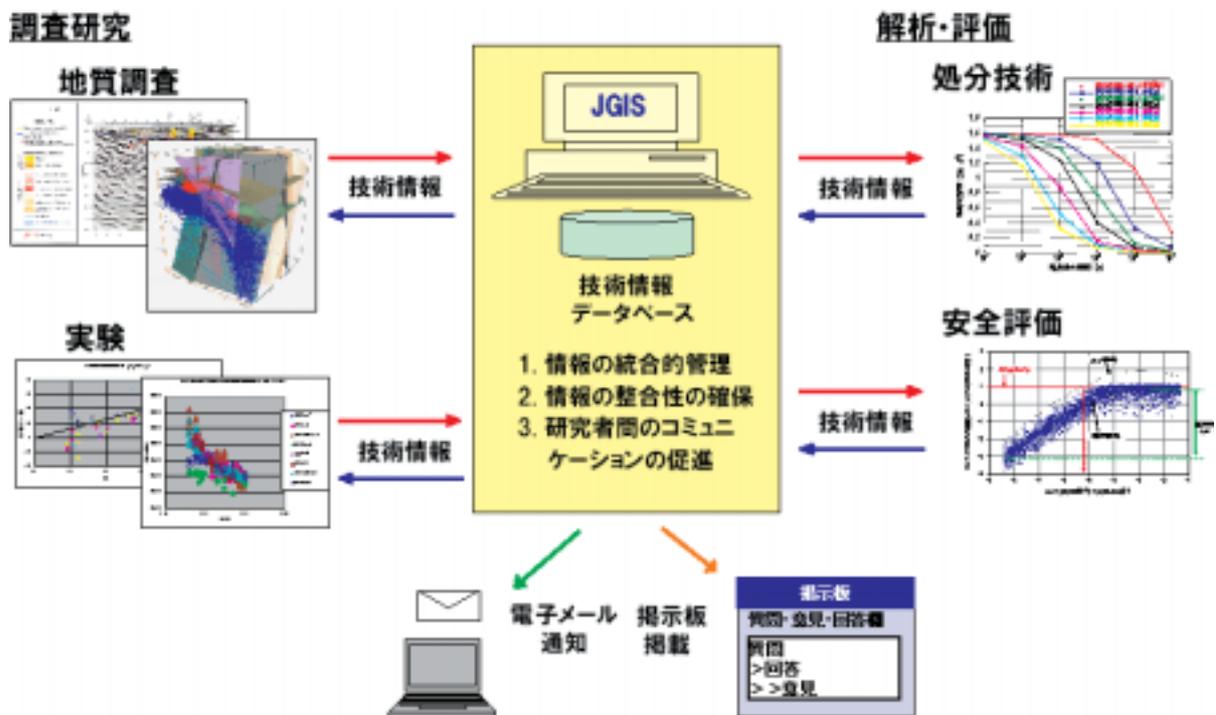


図 2-4 JGIS のシステム概念図

2.2 JGIS の機能

前節で述べたように、JGIS では、一番上の階層である研究計画を「プロジェクト」、その下の階層に属する研究要素を「タスク」、さらにその下の層にある個別の作業を「ワーク」と呼び、計画全体を3つの階層構造で表す。また、前節の図2-2のようなタスクの流れを「タスクフロー」、ワークの流れを「ワークフロー」とそれぞれ呼ぶ。タスクやワークに付属する研究成果は、経緯や背景を含めた補足的な情報とともに「技術情報」として管理される（図2-5）。

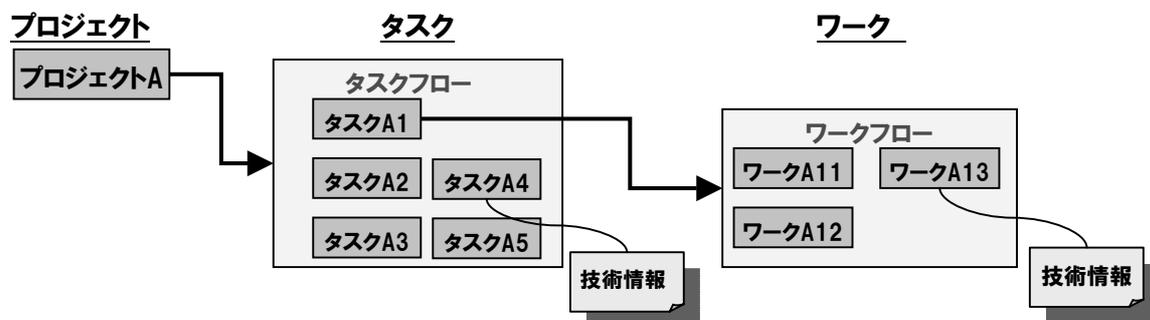


図 2-5 JGIS の技術情報の管理体系

JGIS の機能概要を以下に示す。

- ・JGIS は、プロジェクト、タスク、ワークの3階層で技術情報の管理を行う。
- ・「プロジェクト」は、作業全体の計画を管理し、研究要素とその流れを記述した1つの「タスクフロー」を持つ。また、研究の進展に合わせたバージョンの管理を行う。
- ・「タスクフロー」に含まれる各「タスク」は、研究成果に関する技術情報を管理し、個別研究とその流れを記述した1つの「ワークフロー」を持つ。また、バージョンの管理を行う。
- ・「ワークフロー」に含まれる各「ワーク」は、個別研究の技術情報を管理し、バージョンの管理を行う。
- ・「技術情報」は、個別研究の成果に関する情報を記載した電子ファイル（ドキュメント、数値データ、図表データ等）を管理する。

2.3 JGIS の課題

これまで開発した JGIS によって、研究プロジェクトの技術情報を統合的に管理し、整合性を確保して、情報の共有による研究者のコミュニケーションの促進を図ってきた。システムとしてはさらにツールとしての運用の容易さおよび情報やデータの登録・更新の容易さに関する機能の向上を図り、研究支援のシステムとして研究管理のための実用的な運用ができるように JGIS を改良することが今後の課題であった。

3. 研究の実績管理と品質管理

本章では、2.3 節で抽出した課題を解決するため、研究者に対して **JGIS** を利用することの意義づけができ、システムの実用的な運用をできるようにすることを目的として、研究プロジェクトの実績の管理や品質の確保が可能となるような研究管理の手法について検討を行った。

実績の管理や品質の管理を考慮した研究管理の手法の検討にあたっては、信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）で検討されている，研究をプロセスごとに管理し，適合性評価を用いて研究成果の信頼性を向上させる手法を参考として，具体的にシステムの機能として取り込むための検討および設計・製作を行った。

3.1 プロセス体系の管理

信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）では，プロセスアプローチを地層処分の研究開発に適用するための方法が説明されている。“現状の研究開発段階と現在進行中の実際の研究開発プログラムの項目を考慮に入れ，地層処分の安全評価に係わる研究に含まれるプロセスやそれに含まれるサブプロセス，さらには，サブプロセスに含まれる詳細化された個別プロセスを明示することとする。これらの検討により，地層処分の安全評価に係わる研究に含まれるプロセスの体系が重要な **WBS (Work Breakdown Structure)** として詳細に設定される。”

本節では，個別研究のプロジェクトが研究開発の全体計画の中でどこに位置付けられているかを明確にするために，**JGIS** によって管理される個別の研究プロジェクトを，それより上位の全体計画の **WBS** 項目と関連づけるような概念設計を行う。このことによって，研究者は担当の研究プロジェクトや他の研究プロジェクトについての位置づけをシステム内でいつでも確認することができ，研究プロジェクトの進捗管理等のプロジェクト管理や個々の研究の品質管理を体系的に行うことが可能となる。

信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）では，実際の地層処分研究の研究開発プログラムである「研究開発全体マップ詳細版（資源エネルギー庁，2006⁹⁾）」を参照し，プロセスからサブプロセス，個別プロセスへと階層構造を持った **WBS** を設定した。本検討では，この **WBS** が個々の研究プロジェクトのポータルサイト的な役割を担うものと考え，これまで開発した技術情報の管理システムである **JGIS** への入り口としてシステムに取り入れることとする。

(1) 研究開発全体マップに基づく **WBS** の設定例

信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）が設定した **WBS** では，「地質環境分野」，「処分技術分野」，「安全評価分野」が一番上の階層のプロセスとして位置付けられ，例として「安全評価分野」について階層構造が示されている。この構造では，「安全評価分野」の下に階層に位置する「評価手法」，「モデル化技術」，「データベース開発」をサブプロセスに分類し，さらに例えば「評価手法」では，それぞれの下の階層に個別プロセス(1)として「シナリオ解析技術」，「不確実性評価技術」，「総合的な性能評価技術」を設定し，また「シナリオ解析技術」の下に階層には，個別プロセス(2)として，「基本シナリオを対象とした **FEP** 情報に基づくシナリオ構築・評価技術の整備」，「天然現象を発端とする変動・接近シナリオの構築・評価技術の整備」を設定している（表 3-1）。

表 3-1 安全評価分野を対象とした WBS 項目の設定例
(大井ほか (2008) ⁸) を引用して加筆)

プロセス	サブプロセス	個別プロセス(1)	個別プロセス(2)	
地質環境分野				
処分技術分野				
安全評価分野	評価手法	シナリオ解析技術	基本シナリオを対象としたFEP情報に基づくシナリオ構築・評価技術の整備 天然現象を発端とする変動・接近シナリオの構築・評価技術の整備	
		不確実性評価技術	不確実性の要因の分類に応じた不確実性の定量化技術の整備 不確実性の影響評価技術の整備	
		総合的な性能評価技術	総合的な性能評価のための評価体系の例示	
	モデル化技術	人工バリア中の核種移行		地下水／間隙水化学 ガラス固化体からの核種溶出 緩衝材中の核種移行
			天然バリア中の核種移行	岩盤中の核種移行 コロイド・有機物・微生物
		生物圏での核種移行／被ばく	GBI 設定手法および地表環境での核種移行モデル化技術の改良・整備	
		データベース開発	放射性元素の熱力学データベースの整備	熱力学データベースの更新および溶解度設定手法の体系化
		収着・拡散データベースの整備	分配係数および拡散係数についてのデータベースの整備とパラメータ設定手法の体系化	
		処分場システムデータ	処分場システムデータベースの整備	

(2)WBS に基づいた研究の管理手法

このような WBS の構造をポータルサイトとして JGIS 上で実現するため、以下の概念設計を行った。WBS の階層構造と JGIS の階層構造との関係は以下ようになる (図 3-1)。WBS の一番上の階層の「プロセス」を入り口として、「個別プロセス(2)」が JGIS の入り口となる「プロジェクト」に対応する。

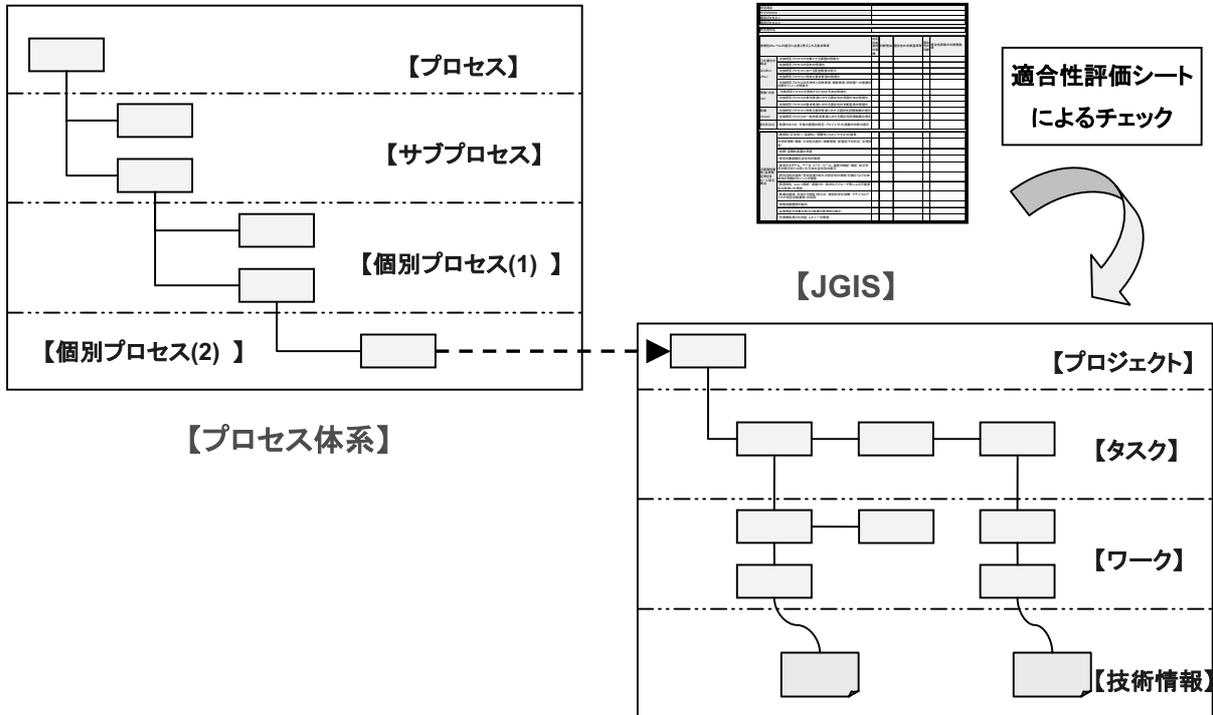


図 3-1 プロセス体系と JGIS との階層構造の関係

上記の安全評価分野を対象として設定されたプロセス体系をポータルサイトとした **JGIS** のプロジェクトへの連携をシステム上に構築するために、階層的ツリー形式によるプロセス体系の情報管理を実施することとして設計の検討を行った（図 3-2）。

WBS 項目に対して画面上でのツリー形式の表示を採用することによって、研究の進展に伴う **WBS** 項目の変更に対しても柔軟に対応することが可能となる。

また、個別プロセスの項目から、複数のプロジェクトへのリンク機能を持たせることによって、プロセス体系から関連する **JGIS** の研究プロジェクトを呼び出す選択画面を通して、プロセス体系と **JGIS** でこれまでに構築された個別研究プロジェクトとの対応を図ることが可能となる。

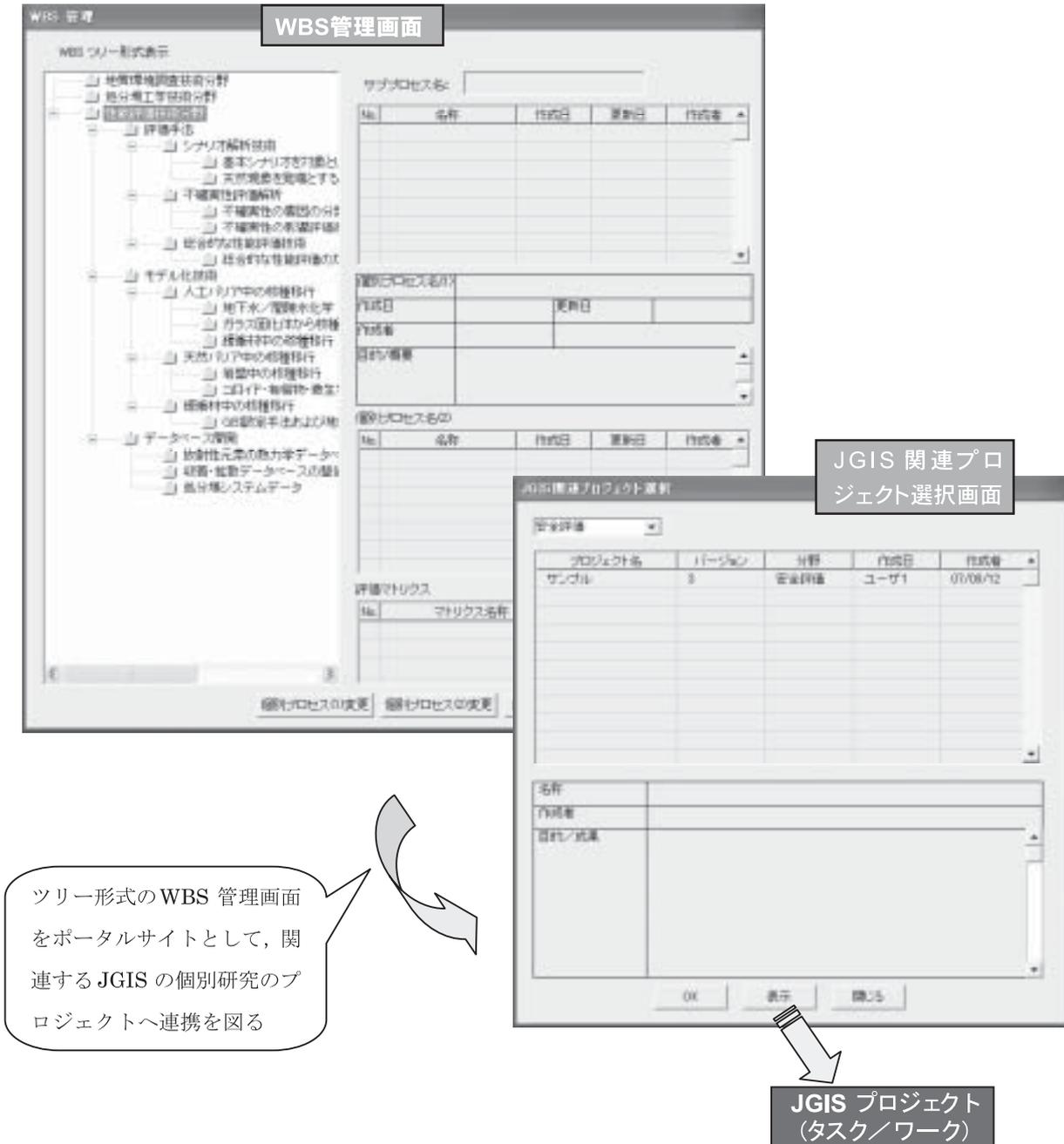


図 3-2 ツリー形式の WBS 管理画面から JGIS 関連プロジェクトへの連携イメージ

3.2 品質保証の手順に関する開発

信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）の検討では，品質マネジメントシステム規格が採用する適合性評価の概念を用いて，「信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法」についての検討がなされている。

本節では，適合性評価の概念を用いて，設定されたプロセスごとに「要求事項の設定とそれに対する適合性評価」を行うために示された手順をシステムの機能として組み込むための検討を行った。

(1)WBS に基づいた研究の品質保証を行うための手順の開発

品質保証を考慮した研究を実施するために，品質マネジメントシステム規格によって採用される適合性評価の概念を用いて作成した「適合性評価シート」を利用して，システムの中で研究プロジェクトの品質を管理する方法について検討を行った。

信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備（大井ほか，2008⁸⁾）では，表 3-2 で示すように「信頼性のレベルの提示に必要と考えられる要求事項」を「①文書化の観点」，「②信頼性確保（評価の頑健性）に係る観点」に分けて，一般的な要求事項の設定例として例示している。

表 3-2 一般的な要求事項の設定例
（大井ほか（2008）⁸⁾ から引用）

信頼性のレベルの提示に必要と考えられる要求事項	
①文書化の観点	・当該研究プロセスが対象とする課題の明確化
	・当該研究プロセスの目的の明確化
	・当該研究プロセスにおける実施概要の明示
	・当該研究プロセスに特有な要求事項の明確化
	・当該研究プロセスの反映先と反映事項・貢献事項（次段階への進展の判断ポイント）の明確化
	・当該研究プロセスを実施するための手法の明確化
	・当該研究プロセスの要求事項に対する適合性の評価方法の明確化
	・当該研究プロセスの要求事項に対する適合性の判断基準の明確化
	・当該研究プロセスに特有な要求事項に対する適合性評価結果の提示
	・当該研究プロセスの一般的な要求事項に対する適合性評価結果の提示
	・結果のまとめ，今後の課題の設定・プロジェクトの進展の判断の提示
②信頼確保（品質保証等を含む）に係る観点	・透明性（正当性）／追跡性／明瞭性（わかりやすさ）の確保
	・科学的理解・根拠・正当性の提示（現象理解，影響因子の同定，合理性等）
	・時間・空間的変遷の考慮
	・研究対象範囲（検討課題，評価対象事象，評価対象時間のスケール，解析ケース等）の妥当性の確認
	・使用するモデル，データ，コード，ツール，装置の検証・確認，構成状況の提示または，用いる手法の妥当性の提示
	・研究目的の達成（安全評価であれば安全性の確保）を損なうような未解決の問題がないことの確認
	・感度特性，what if解析，保留FEP，様式化アプローチ等による不確実性の取扱いの実施
	・結果の補強，指示する傍証（例えば，補完的安全指標，ナチュラアナログ研究の結果等）の利用
	・未解決課題等の抽出
	・品質保証の対象の明示と対策と結果の具体的な提示
・利害関係者との対話，レビューの実施	

表 3-3 で示すように適合性評価シートは、以下のように設定される。

「①文書化の観点」の要求事項は、PDCA サイクルの各項目の役割と対応させることによって、「PDCA の要求事項」として設定されている。

抽出された要求事項は、その適用に関する対応として、「対応の必要性の有無」、「判断理由」が明示され、「要求事項に対する適合性の判断基準」と合わせて整理されて、それらに基づいた適合性評価が行われる。

「②信頼性確保（品質保証等を含む）に係る観点」の要求事項は、「①文書化の観点」の要求事項とあわせて、一般的に求められる要求事項として適合性評価シートに用いられる。

表 3-3 適合性評価シート
(大井ほか (2008) ⁸⁾ から引用)

研究項目						
サブプロセス						
個別プロセス 1						
個別プロセス 2						
研究資料名						
信頼性のレベルの提示に必要と考えられる要求事項		対応の必要性の有無	判断理由	適合性の判断基準等	適合性の判断	適合性評価の判断根拠等
①文書化の観点	・当該研究プロセスが対象とする課題の明確化					
	・当該研究プロセスの目的の明確化					
はじめに (Plan)	・当該研究プロセスにおける実施概要の明示					
	・当該研究プロセスに特有な要求事項の明確化					
理論・方法 (Do)	・当該研究プロセスの反映先と反映事項・貢献事項(次段階への進展の判断ポイント)の明確化					
	・当該研究プロセスを実施するための手法の明確化					
	・当該研究プロセスの要求事項に対する適合性の評価方法の明確化					
結果 (Check)	・当該研究プロセスの要求事項に対する適合性の判断基準の明確化					
	・当該研究プロセスに特有な要求事項に対する適合性評価結果の提示					
まとめ(Act)	・当該研究プロセスの一般的な要求事項に対する適合性評価結果の提示					
	・結果のまとめ、今後の課題の設定・プロジェクトの進展の判断の提示					
②信頼性確保(品質保証等を含む)に係る観点	・透明性(正当性)／追跡性／明瞭性(わかりやすさ)の確保					
	科学的理解・根拠・正当性の提示(現象理解、影響因子の同定、合理性等)					
	・時間・空間的変遷の考慮					
	・研究対象範囲の妥当性の確認					
	・使用するモデル、データ、コード、ツール、装置の検証・確認、校正状況の提示または用いる手法の妥当性の提示					
	・研究目的の達成(安全評価であれば安全性の確保)を損なうような未解決の問題がないことの確認					
	・感度特性、what-if解析、保留FEP、様式化アプローチ等による不確実性の取扱いの実施					
	・結果の補強、支持する傍証(例えば、補完的安全指標、ナチュラルアナログ研究の結果等)の利用					
	・未解決課題等の抽出					
	・品質保証の対象の明示と結果の具体的な提示					
・利害関係者との対話、レビューの実施						

以上のような品質保証のプロセス体系に基づいて、プロセス、サブプロセス、個別プロセスという階層の WBS 項目から構成された個別研究の技術資料に関する適合性の判断を、PDCA サイクルを含んだ適合性評価シートによってチェックし、そのシートのファイルを個別研究のプロジェクトに対応させて、技術情報を管理する JGIS の中で管理することを検討した。

(2) 品質保証に関する手順のシステムへの適用

品質保証の機能として、プロジェクトの進捗に関する属性情報を表示する以下の機能をプロジェクト閲覧画面へ追加する (図 3-3)。

- ・プロジェクト閲覧画面へ「進捗情報」タブを追加する。
- ・タスクやワークの進捗情報を一覧表として表示する。
- ・タスクやワークが予定終了日を過ぎても完了していない場合、当該タスクやワークを赤色文字で表示する。

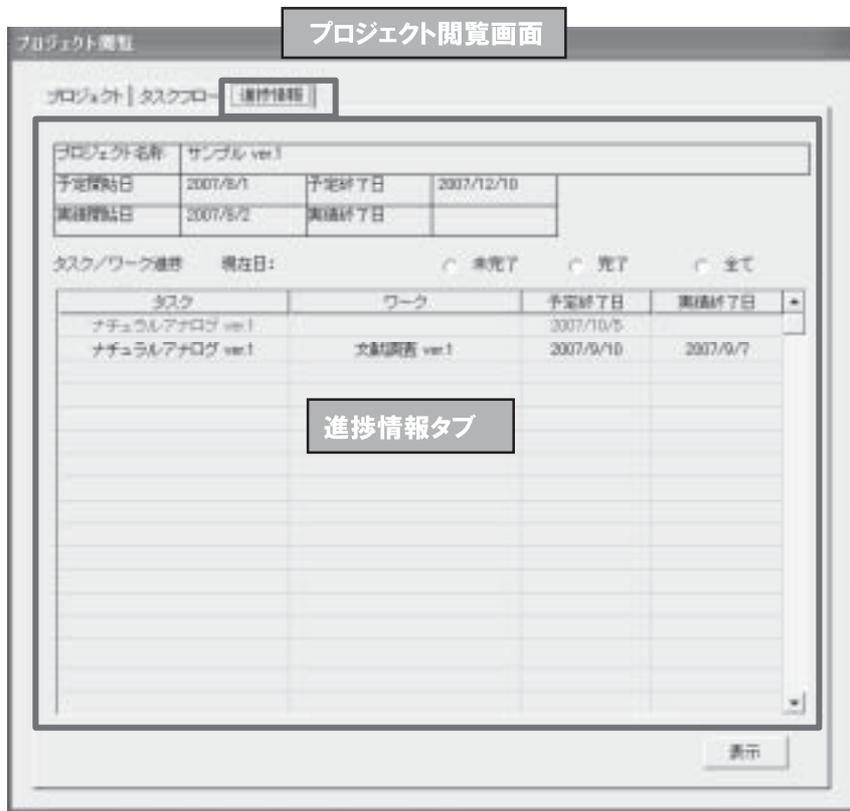
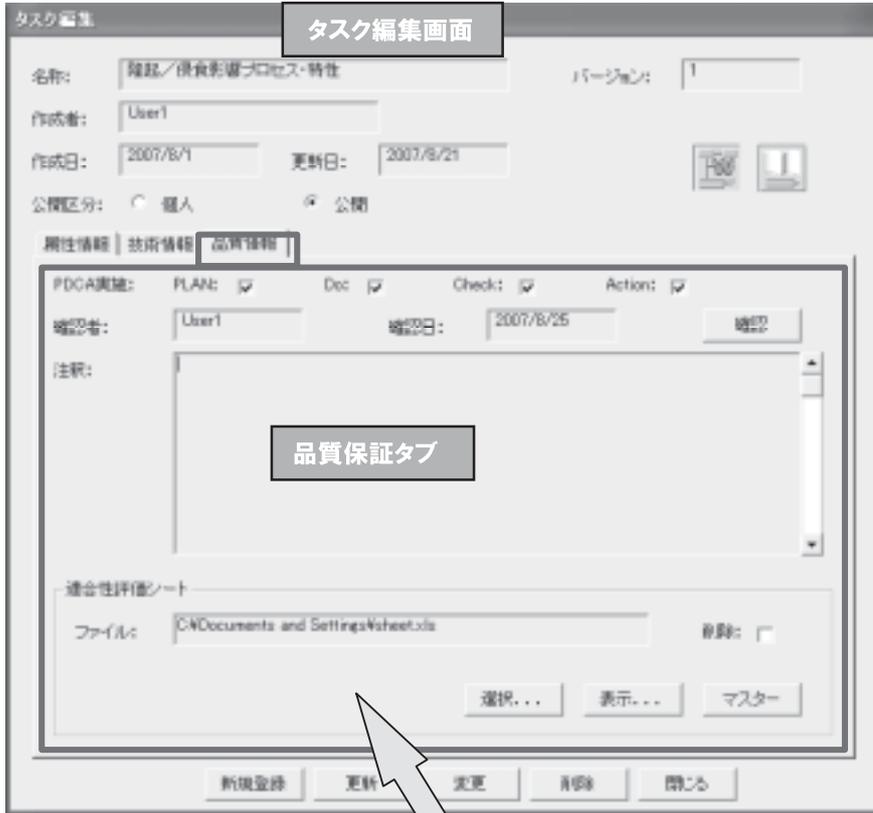


図 3-3 プロジェクト閲覧画面への進捗情報タブの追加

研究プロジェクトの個別作業のレベルで PDCA サイクルを確実に実施するために、タスクの属性情報の一つに品質保証を目的とした品質情報項目を追加する (図 3-4)。

- ・タスク編集画面へ「品質保証」タブを追加する。
- ・個別の作業項目の「Plan」, 「Do」, 「Check」, 「Act」のチェックボックスをチェックして、確実に実施する。
- ・表 3-3 の適合性評価シートの新規ファイルを読み出し、評価シートにおいて研究プロジェクトの適合性の判断をチェックして、そのチェックした評価シートのファイルを登録する。



適合性評価シートの登録

研究項目	対応の必須性の有無	判断理由	適合性の判断基準等	適合性の判断	適合性評価の判断根拠等
サブプロセス					
開発プロセス					
開発プロセス2					
研究資料					
信頼性のレベルの提示に必要と考えられる要求事項					
①文書化の観点					
はじめに (Plan)					
②実施・方法 (Do)					
結果 (Check)					
③まとめ (Act)					
必須性の観点 (品質保証等を含む) に係る観点					
④透明性 (正当性) / 透明性 / 明確性 (わかりやすさ) の確保					
⑤科学的理解・根拠・正当性の提示 (現象理解、影響因子の特定、合理性等)					
⑥所関・空間的変遷の考慮					
⑦研究対象範囲の妥当性の確認					
⑧使用するモデル、データ、コード、ツール、装置の検証・確認、校正状況の提示等を行う手段の妥当性の提示					
⑨研究目的の達成 (安全確保) における安全性の確保 (未解決の問題がないこと) の確認					
⑩感度特性、what-if-分析、保護FPE、構造化アプローチ等による不確実性の削減の実施					
⑪結果の提示 (品質保証) (例えば、構造的な検証、ソフトウェア開発の結果等) の提示					
⑫未解決課題等の抽出					
⑬品質保証の対象の明示と結果の具体的な提示					
⑭利害関係者との対話、レビューの実施					

図 3-4 タスク編集画面への品質情報タブの追加

4. まとめと今後の予定

システムとしての使用の容易さや情報やデータの登録の容易さの向上を図り、支援システムとしての機能を十分発揮し、実用的な運用が実施できるように改良することが課題となっていた。

本検討では、従来の JGIS の機能を発揮しつつ、研究者であるユーザが JGIS を使用することの意義を認識でき、かつ実用的な利用を可能にすることを目的として、実際の研究プロジェクトに則した研究成果を取りまとめ、その品質を確保できるような研究管理の手法について、以下の概念設計を行った。

実際の地層処分研究の研究開発プログラムである「研究開発全体マップ詳細版」を WBS 項目として設定し、これをポータルサイトとして、これまで開発した JGIS への入り口として利用するシステムの概念設計を行った。これによって、JGIS によって管理される研究プロジェクトを、それより上位の全体マップの WBS 項目と関連づけ、研究プロジェクトの位置付けを研究開発の全体計画の中で明確にすることを可能とした。

また、プロセス体系に基づいた個別研究のプロジェクトに対して、国際的な品質マネジメントシステムで採用される適合性評価の概念を用いた適合性評価シートによってプロセスの適合性の判断を実施し、その適合性評価シートを JGIS の中で利用することによって研究プロジェクトの品質管理が行えることを示した。

開発した JGIS を実際の研究プロジェクトである天然現象影響に関する研究に適用した例を付録に示した。さらに天然現象影響に関する研究を例題とした JGIS の利用マニュアルを付録に示した。

今後は、これらの品質マネジメント規格に対応した品質保証に関連する諸機能をシステムへ取り込むための開発を行い、品質保証を考慮した研究管理のための情報管理システムの構築を実施する。本研究によって開発された品質保証の機能を取り込んだ JGIS の技術情報は、今後知識化で整備される情報のフロントエンドとして利用が可能と考える。

謝辞

本報告書を作成するにあたり、地層処分研究開発部門 地層処分基盤研究開発ユニット システム性能研究グループ 宮原要グループリーダーからは有益な助言を頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 吉村公孝, 三好 悟, 山本修一, 安藤賢一, 佐藤昌子: “地質環境調査における調査システムフローの開発とその応用; その1 調査システムフローの構築と活用方策に関する検討”, 日本原子力学会「2007年秋の大会」予稿集, I04, p.531 (2007).
- 2) 山本修一, 安藤賢一, 佐藤晶子, 吉村公孝, 三好 悟, 武田康人: “地質環境調査における調査システムフローの開発とその応用; その2 調査システムフローを活用した情報管理システムの検討”, 日本原子力学会「2007年秋の大会」予稿集, I05, p.532 (2007).
- 3) 原子力発電環境整備機構: “段階的な事業推進における構造化アプローチと要件管理”, NUMO-TR-07-01,(2007).
- 4) Yongsoo Hwang: “ ’05 Safety Case in a Potential HLW Disposal in ROK for Better Communication among Stakeholders”, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), VALDOR 2006, (2006).
- 5) Bong-Yo Yun, Keun Joo Lee, Se-Moon Park, Chang-Lak Kim, Swong Ho Choi and Myung Sub Roh: “A study on development and utilization of sites for radioactive waste repository Nuclear Environment Technology Institute”, Korea Hydro & Nuclear Power Co. Ltd. (KHNP), 2006 East Asia Forum on Radwaste Management Conference, (2006).
- 6) 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知識基盤の構築—平成17年取りまとめ—, 一分冊3 安全評価手法の開発—”, 核燃料サイクル開発機構, JNC TN1400 2005-016, (2005).
- 7) 梅木博之, 大澤英昭, 内藤守正, 中野勝志, 牧野仁史: “地層処分技術に関する知識管理システムの基本的概念”, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2006-078, (2006).
- 8) 大井貴夫, 加藤智子, 河内 進, 川村 淳: “信頼性のレベルを提示可能な体系的な検討結果のとりまとめ方法の整備”, JAEA-Research 2008-014, (2008).
- 9) 資源エネルギー庁,(独)日本原子力研究開発機構、資源エネルギー庁調査等事業実施機関: “高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画”, p. II -5-11~18, (2006).

付録 A 実際の研究プロジェクトを JGIS に適用した情報整理の例

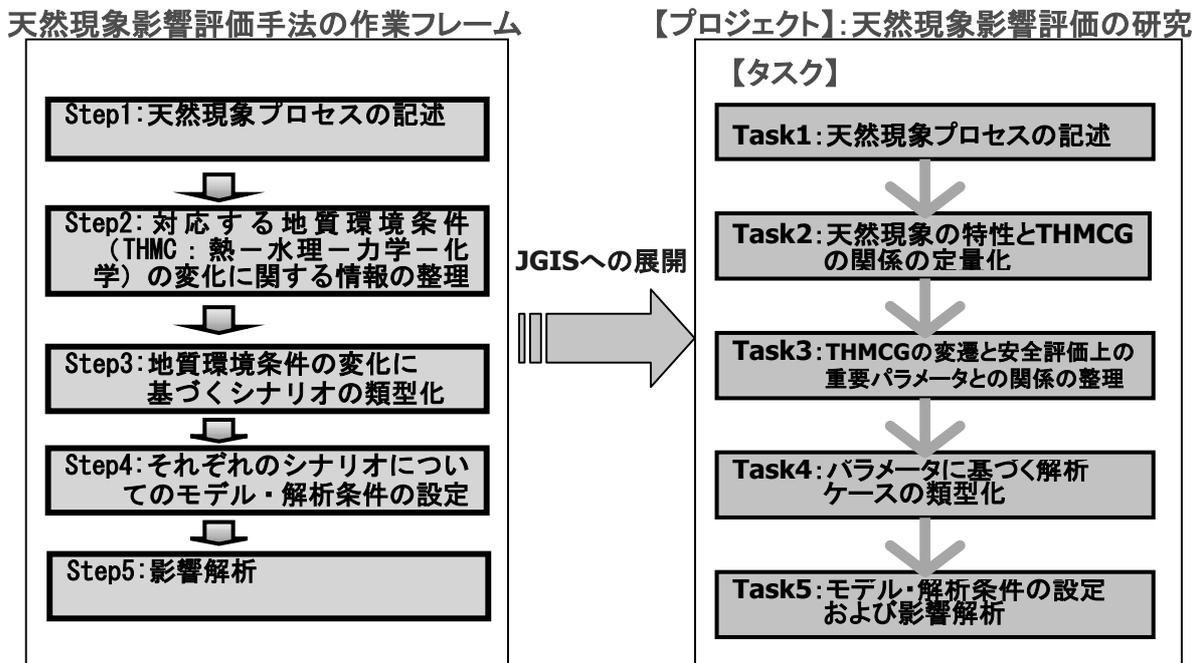
JGIS は個々の研究の成果や取得される情報やデータとそのバージョンを適切に管理し、研究者間のコミュニケーションを促進する。以下の節において、具体的な研究プロジェクトである「変動シナリオを対象とした研究」を例題として JGIS への適用を実施して、情報の整理・分類を行い、JGIS 上に各プロジェクトを構築しタスクやワークを設定した結果について示す。

A. 天然現象影響に関する研究の JGIS への適用

情報整理の具体例として、火山・熱水活動の天然現象による影響評価に関する研究を採用した。天然現象の影響評価を、5段階の高度化された作業フレームで分類・整理した(川村ほか, 2006 a)。5段階の作業フレームは、処分システムの安全が評価まで統合的に体系づけられた総合評価作業フレーム(大井ほか, 2008 d)と対応づけられている。さらに熱、水理、力学、化学、幾何形状(以下「THMCG」とする)の分類で収集・整理する手法(THMCG 情報シート; 付図 A-3 に示す THMCG と天然現象の特性との関係のマトリクス, THMCG と評価パラメータとの関係のマトリクス)によって、以下の情報を整理した。

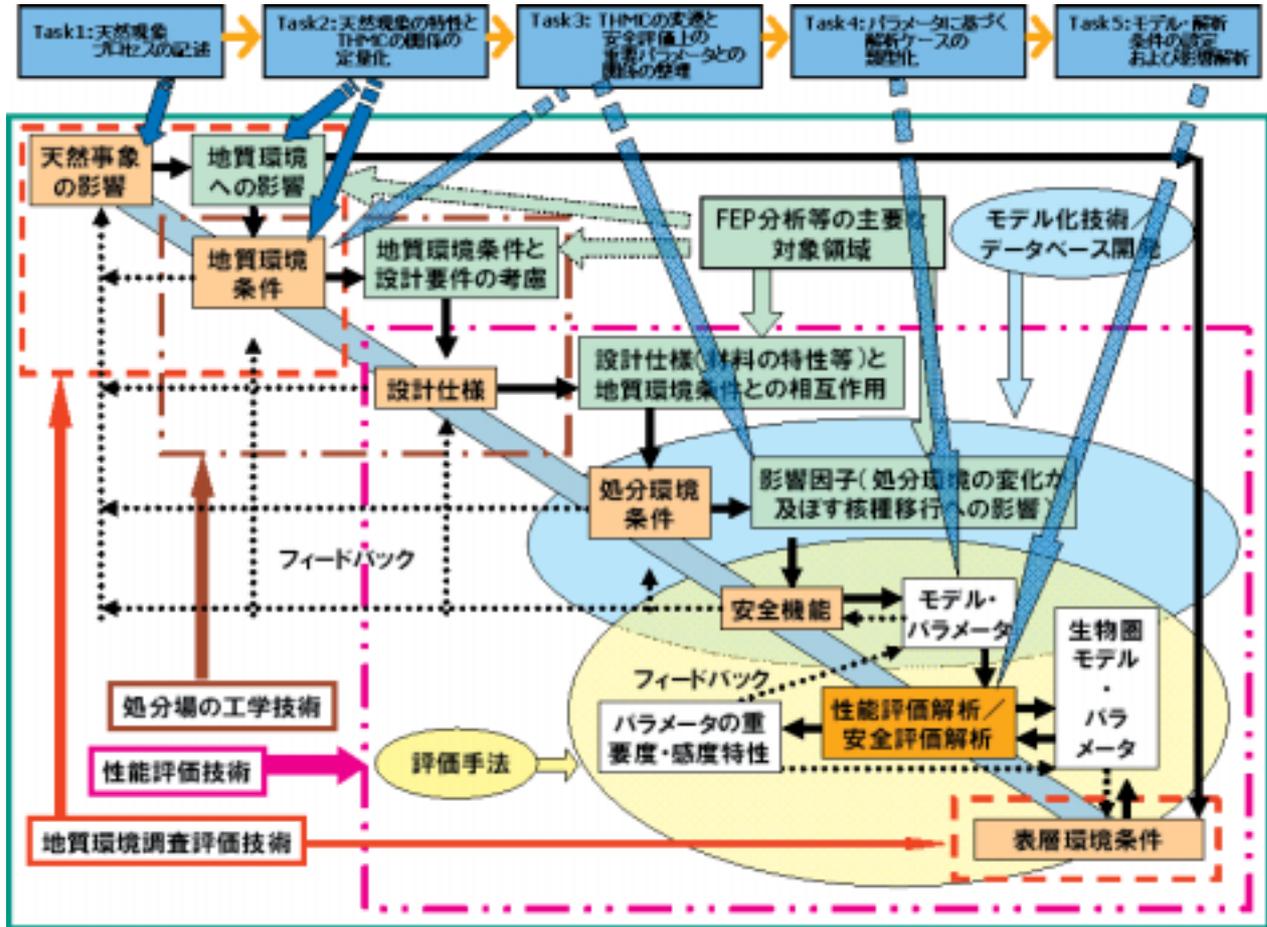
- ・天然現象が及ぼす地質環境への影響に関する情報の整理
- ・地質環境の変化と核種移行パラメータとの関係の整理
- ・地質環境の特性調査に係わる情報と核種移行に係わる情報とのリンク

JGIS 上には、一番上の階層であるプロジェクトとして「天然現象影響評価の研究」プロジェクトを構築し、次の階層であるタスクとして「Task1」から「Task5」までの5つのタスクを作業フレームに対応するものとして設定した(付図 A-1)。



付図 A-1 「天然現象影響評価の作業フレーム」のステップと「天然現象影響評価の研究」プロジェクトのタスクとの関係

「天然現象影響評価の研究」プロジェクトの Task1 から Task5 までの各タスクは、総合評価作業フレーム（大井ほか，2008^o）の各項目に以下のように対応する（付図 A-2）。



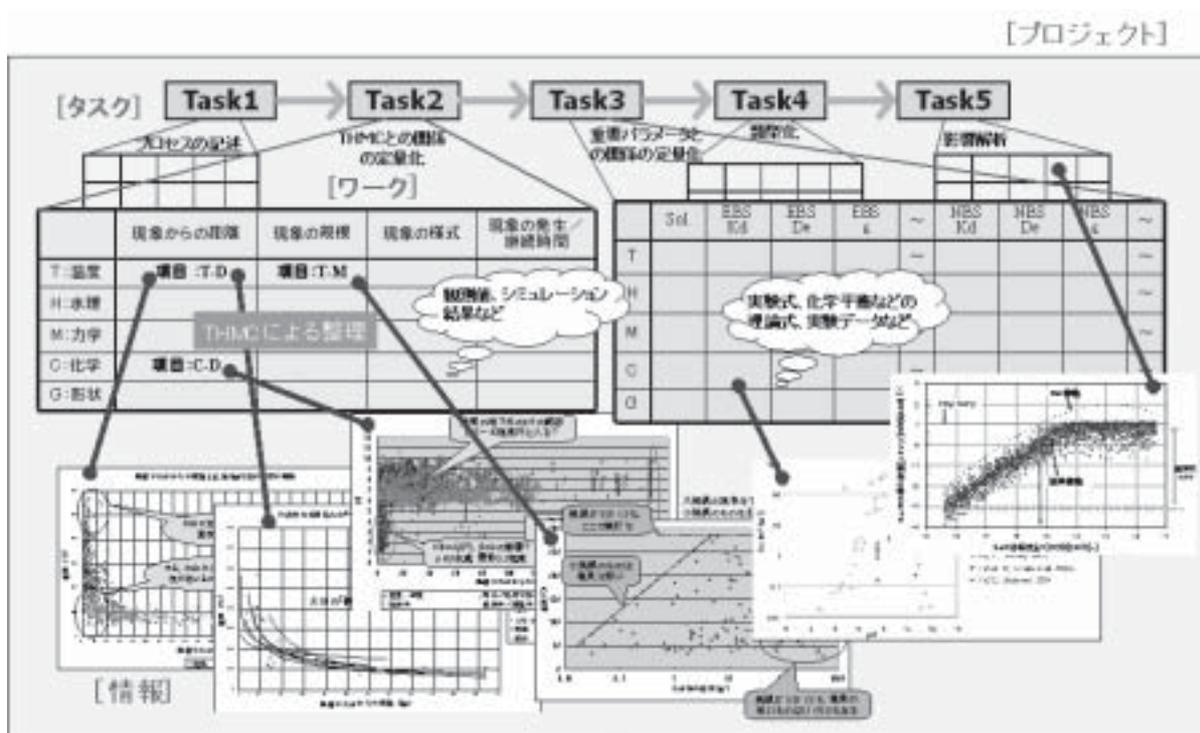
付図 A-2 「天然現象影響評価の研究」プロジェクトのタスクと「総合評価作業フレーム」の項目との関係

タスクの層まで分類された「天然現象影響評価の研究」プロジェクトを、取得された情報やデータまで含めた詳細レベルまで整理・分類した（付図 A-3）。

プロジェクトを階層構造の一番上のレベルとして、研究要素であるタスクの「Task1」から「Task5」までが階層構造の次のレベルとして構成され、その下のレベルとして詳細項目であるワークが THMCG で分類されたマトリクス形式で構成されている。

「天然現象の特性と THMCG との関係の定量化」を行うタスク Task2 は、天然現象の特性を THMCG で分類したマトリクス形式の詳細項目として下の階層に分解され、それぞれの詳細項目に技術的な情報が付属する。その中の一つ、ワーク「現象からの距離と温度」の項目については、温度分布に関するデータが技術的な情報として登録されている。

「安全評価上の重要パラメータと THMCG との関係の定量化」を行うタスク「Task3」では、溶解度・分配係数・拡散係数等の重要パラメータが THMCG で分類されたマトリクス形式の詳細項目として仕分けされ、それぞれの詳細項目に研究成果を含む技術的な情報が登録されている。



付図 A-3 「天然現象影響評価の研究」プロジェクト全体 (THMCG 情報シート)

タスクやワークから技術情報まで分類・整理された天然現象影響評価のプロジェクトのデータを JGIS のシステム上に展開し、実際にユーザが情報やデータを共有し、統合・管理できるようにした。

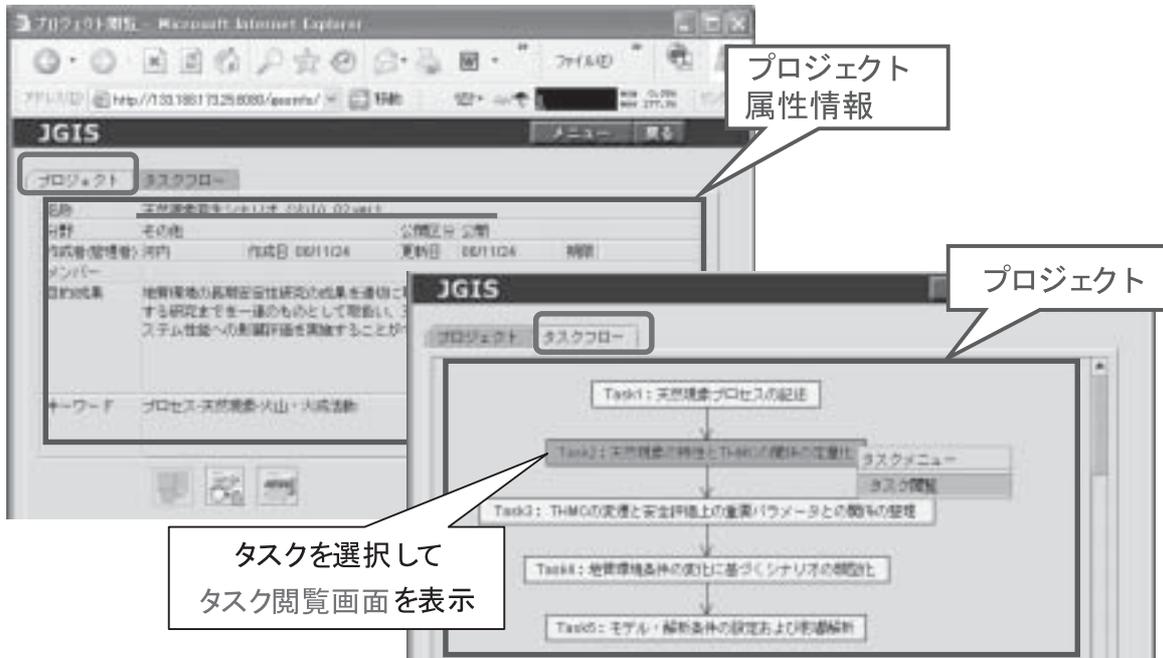
以下に、JGIS 上に構築された天然現象影響評価のプロジェクトを使用して、各画面で表示される内容の画面イメージを示した。

各ユーザの PC 上で Web ブラウザ (Internet Explorer 等) から JGIS を呼び出し、ユーザ名とパスワードを入力することによってログインする。ログイン後 JGIS の主メニューが表示される (付図 A-4)。



付図 A-4 JGIS のログイン画面と主メニュー画面

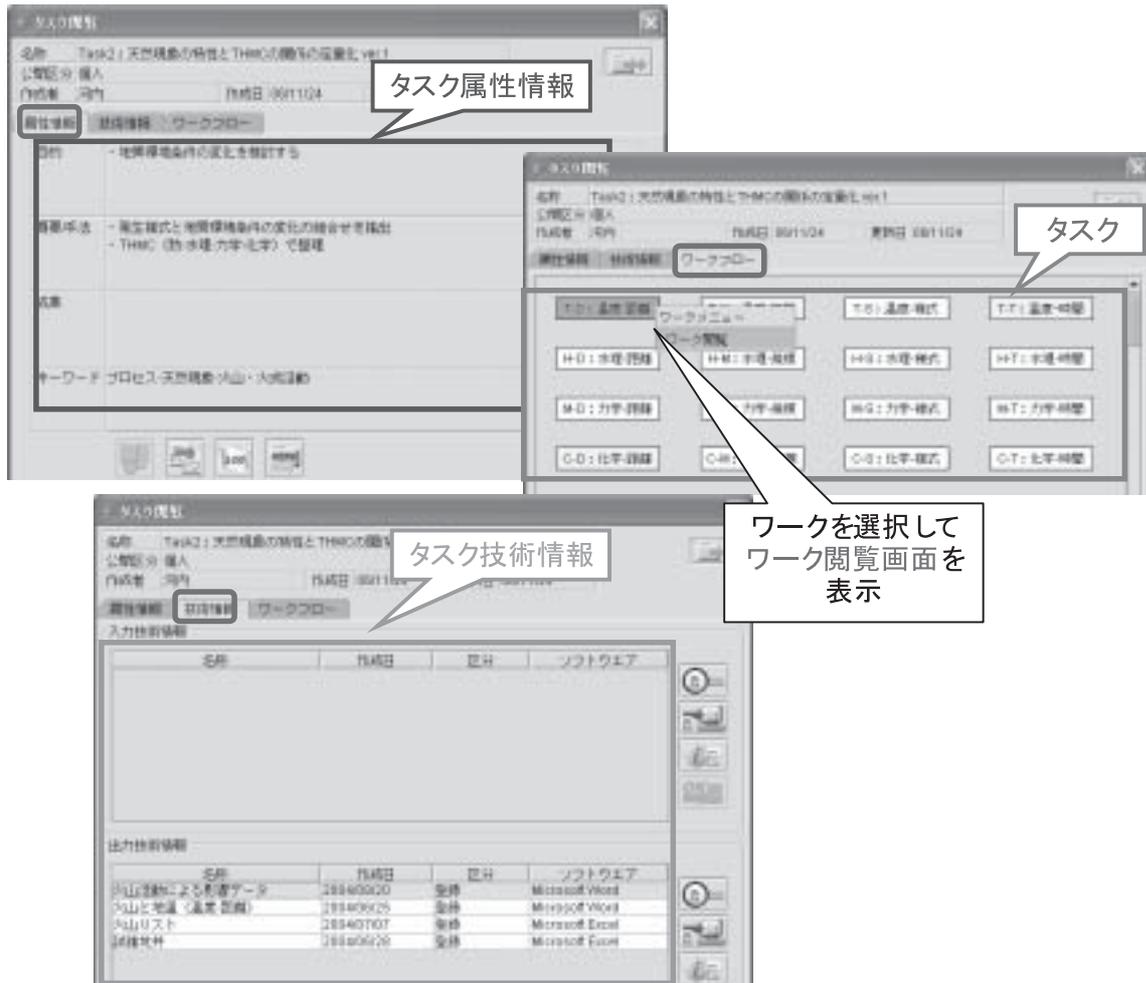
「天然現象影響評価」プロジェクトを選択して開くと、プロジェクト閲覧画面が表示される（付図 A-5）。プロジェクト閲覧画面では、プロジェクトタブに名称、日付、作成者、目的／成果などの属性情報が表示され、タスクフロータブにはプロジェクトに含まれる「Task1」～「Task5」までのタスクとそのタスクフローが表示される。「Task2」を選択しハイライトしてタスク閲覧のコンテキストメニューを選択し、「Task2」に関する情報を呼び出す。



付図 A-5 プロジェクト閲覧画面のプロジェクトタブとタスクフロータブ

「Task2：天然現象の特性と THMCG との関係の定量化」タスクに関する情報を示すタスク閲覧画面が表示される（付図 A-6）。

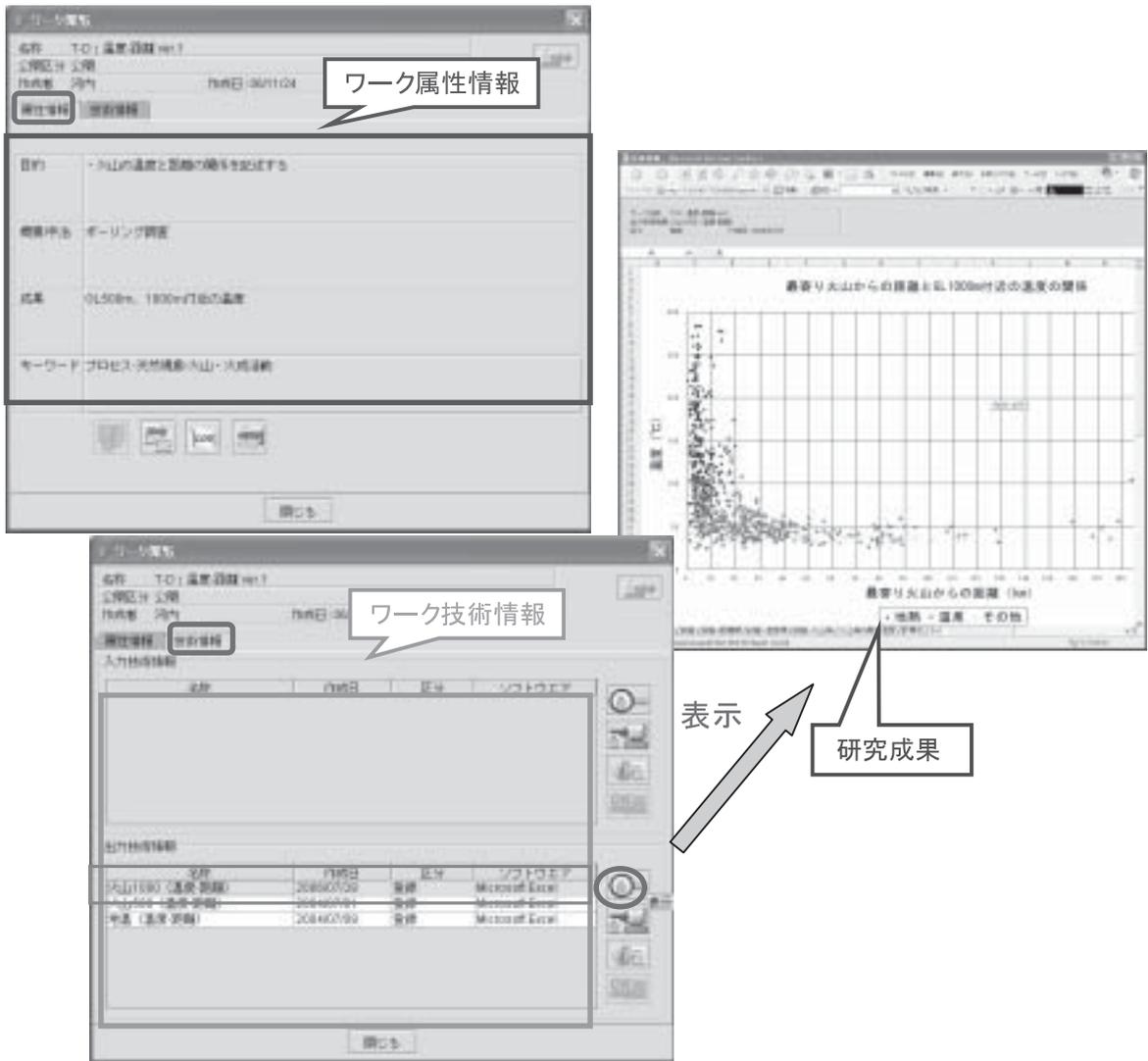
タスク閲覧画面では、属性情報タブにタスクの補足的な情報である目的、概要／手法、成果などの属性情報が表示され、技術情報タブにはタスクに登録された技術的な情報やデータのファイルリストが表示される。ワークフロータブには「Task2」の詳細項目であるワークとワークフローが表示される。黄色表示のワークは、そのワークに技術的な情報が登録されていることを示している。「T-D：温度と距離」ワークを選択してハイライトし、ワーク閲覧のコンテキストメニューを選択して、「T-D：温度と距離」ワークに関する情報を呼び出す。



付図 A-6 タスク閲覧画面の属性情報タブ、技術情報タブとワークフロータブ

「T-D：温度と距離」ワークに関する情報を示すワーク閲覧画面が表示される（付図 A-7）。

ワーク閲覧画面では、属性情報タブにワークの補足的な情報である目的、概要／手法、成果などの属性情報が表示され、技術情報タブにはワークに登録された技術的な情報やデータのファイルがリストとして表示される。技術情報のレコードをハイライトして、右側の表示ボタンを選択すると、研究成果のデータファイルが適切なアプリケーションによって開かれ、Web ブラウザ上に表示される。

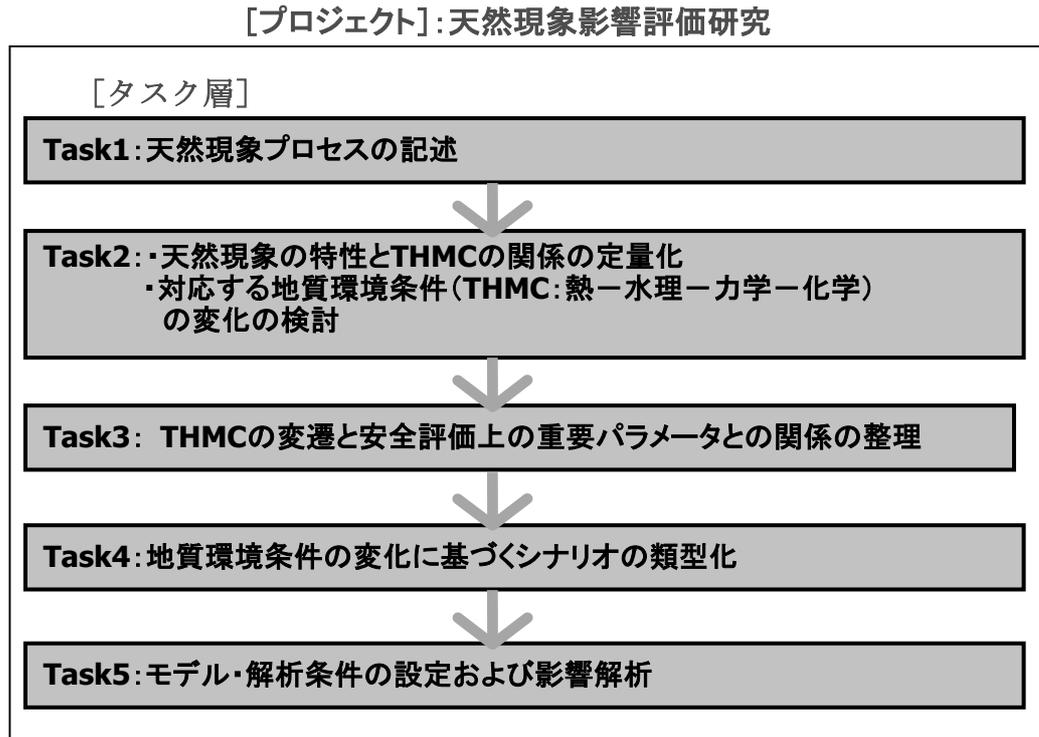


付図 A-7 タスク閲覧画面の属性情報タブ、技術情報タブとデータファイルの表示

付録 B 「天然現象影響評価研究（火山・熱水活動）」を例題とした
JGIS 利用マニュアル

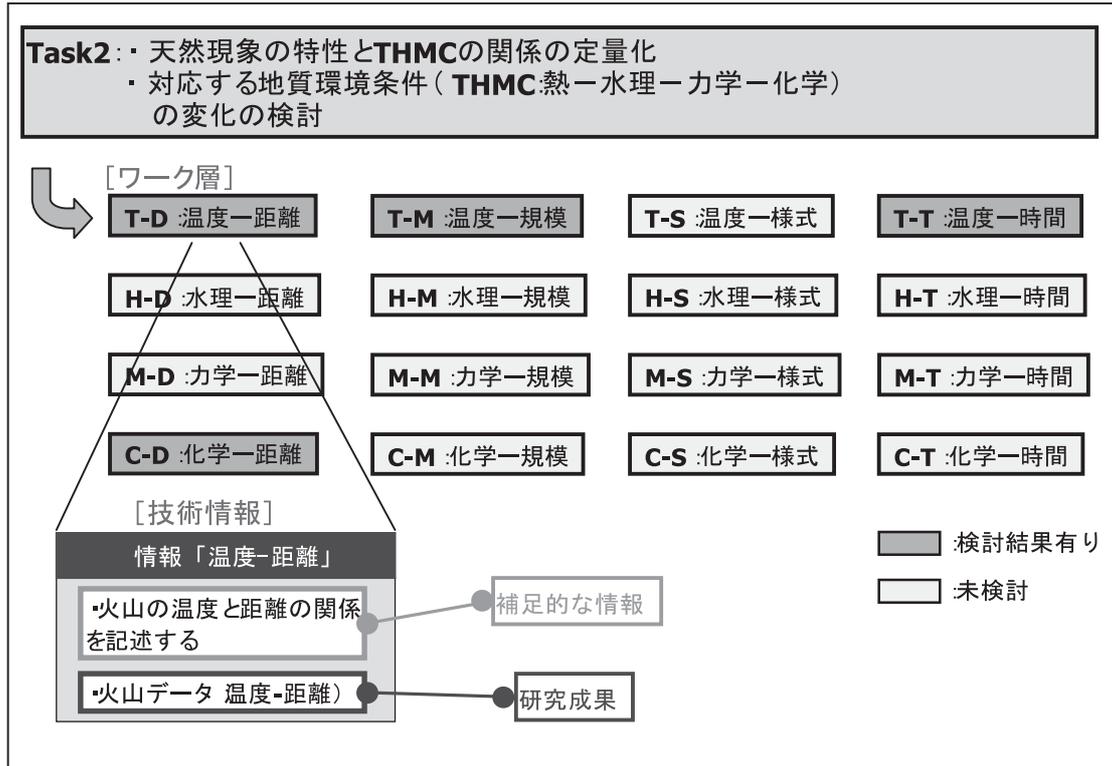
1. 「天然現象影響評価研究」のプロジェクト（研究計画）の JGIS への適用

「天然現象影響評価研究」プロジェクト（研究計画）では、天然現象の記述から影響解析までの作業手順が作業フレームとして構築されているが、その作業手順をタスク（研究要素）として JGIS 上に展開しプロジェクトを構築する（付図 B1-1）。



付図 B1-1 天然現象影響評価プロジェクトのタスクフロー

例えば、「Task2」として設定されたタスク（研究要素）「天然現象の特性と THMC の関係の定量化」は、その下の階層としてワーク（詳細項目）に分類・仕分けされる（付図 B1-2）。その中の一つのワークである「T-D：温度-距離」には、技術情報として「火山データ（温度-距離）」の研究成果とともに背景や仮定などの補足的な情報を含めて登録される。「Task2」以外のその他のタスクについても、同様の階層構造が構築される。

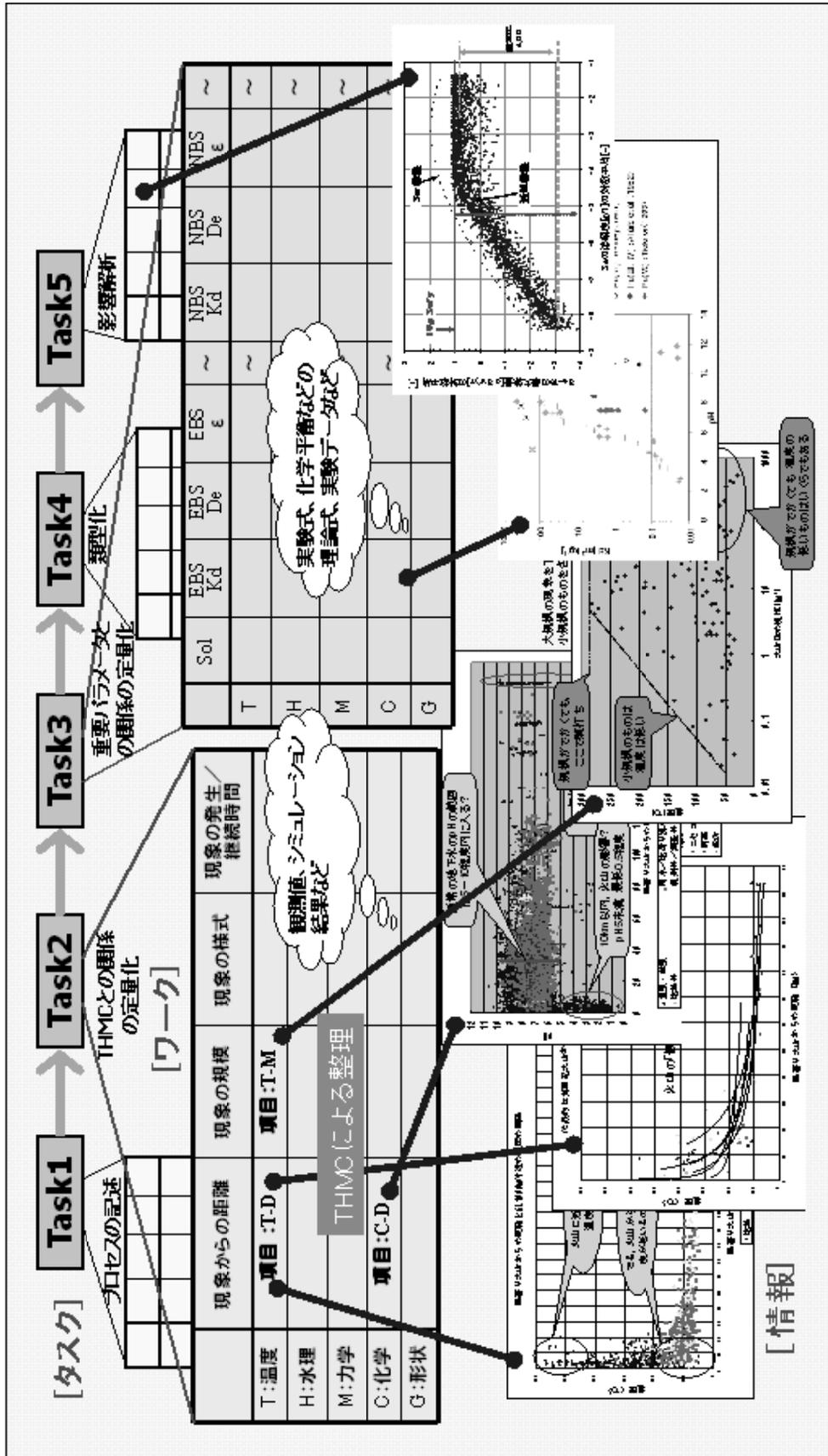


付図 B1-2 Task2 : 天然現象の特性と THMC の関係の定量化

次ページでは、「天然現象影響評価研究」のプロジェクト全体がタスクおよびワークとそれに付属する技術情報によって構築された階層構造を持っていることを示している (付図 B1-3)。

今回の JGIS の説明では、このプロジェクトの階層構造を実際に JGIS 上に構築し、技術情報を統合的に管理し整合性を確保する手順を示すために、①新規に「天然現象影響評価研究」のプロジェクトを作成・登録し、②この研究の作業手順を示すタスク (研究要素) の登録を行い、③各作業手順を THMC で分類した詳細項目となるワークの登録を行い、④ワークに付属する研究成果を補足情報とともに技術情報として登録し、⑤技術情報の整合性を確保するために技術情報の参照登録を行い、最後に④構築が完了した全体プロジェクトを閲覧する方法を示す。

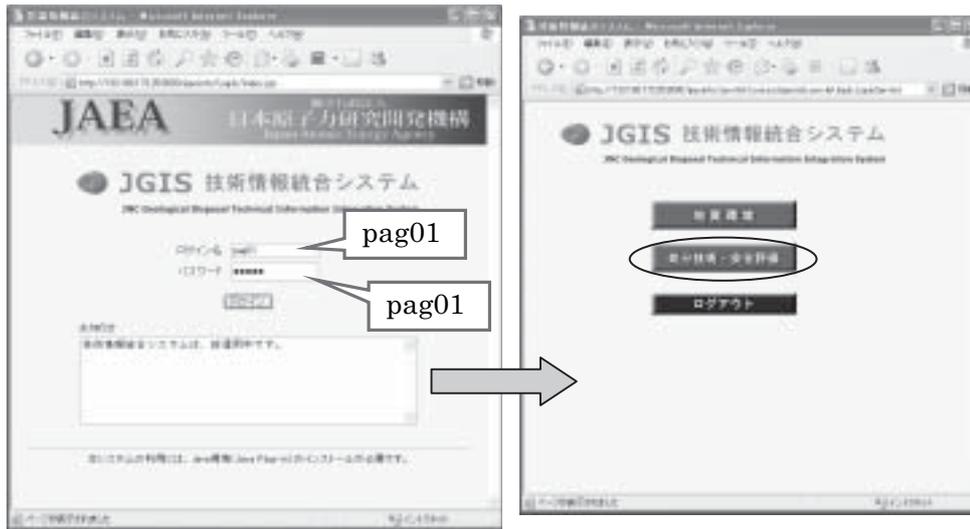
[プロジェクト]



付図 B1-3 天然現象影響評価プロジェクト全体

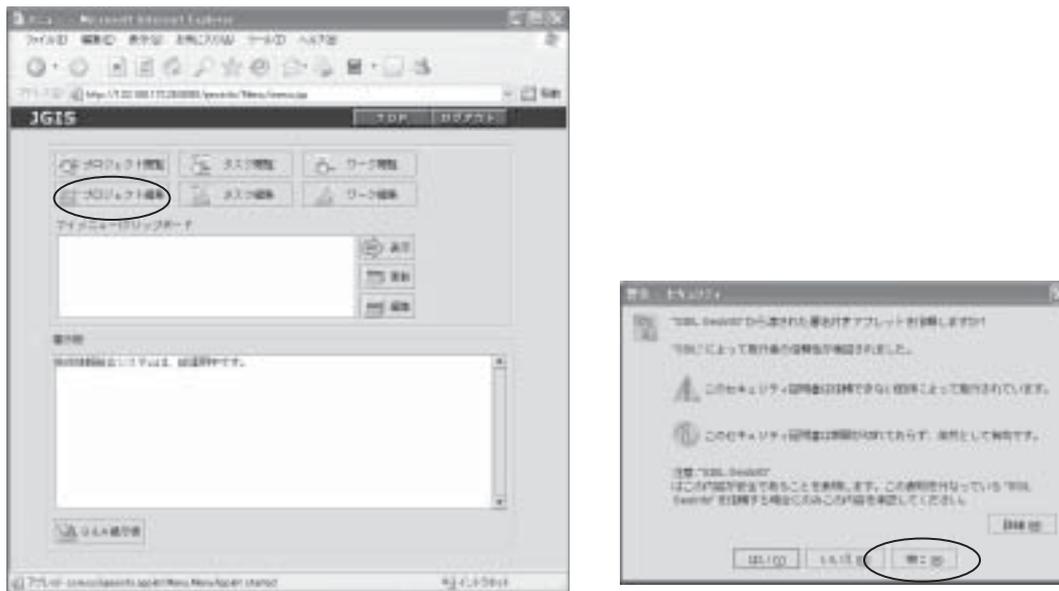
2. 「天然現象影響評価研究」プロジェクト（研究計画）を登録するときの作業

クライアント PC からブラウザの「Internet Explorer」を起動し、「システム性能研究チーム」のホームページから「技術情報統合システム（JGIS）」にアクセスするとログイン画面が表示されるので、ログイン名「pag01」、パスワード「pag01」を入力し【ログイン】ボタンを選択する。ログイン後、共通メニュー画面が表示されるので、【処分技術・安全評価】ボタンを選択し「処分技術・安全評価」システムを起動する。（付図 B2-1）



付図 B2-1 ログイン画面

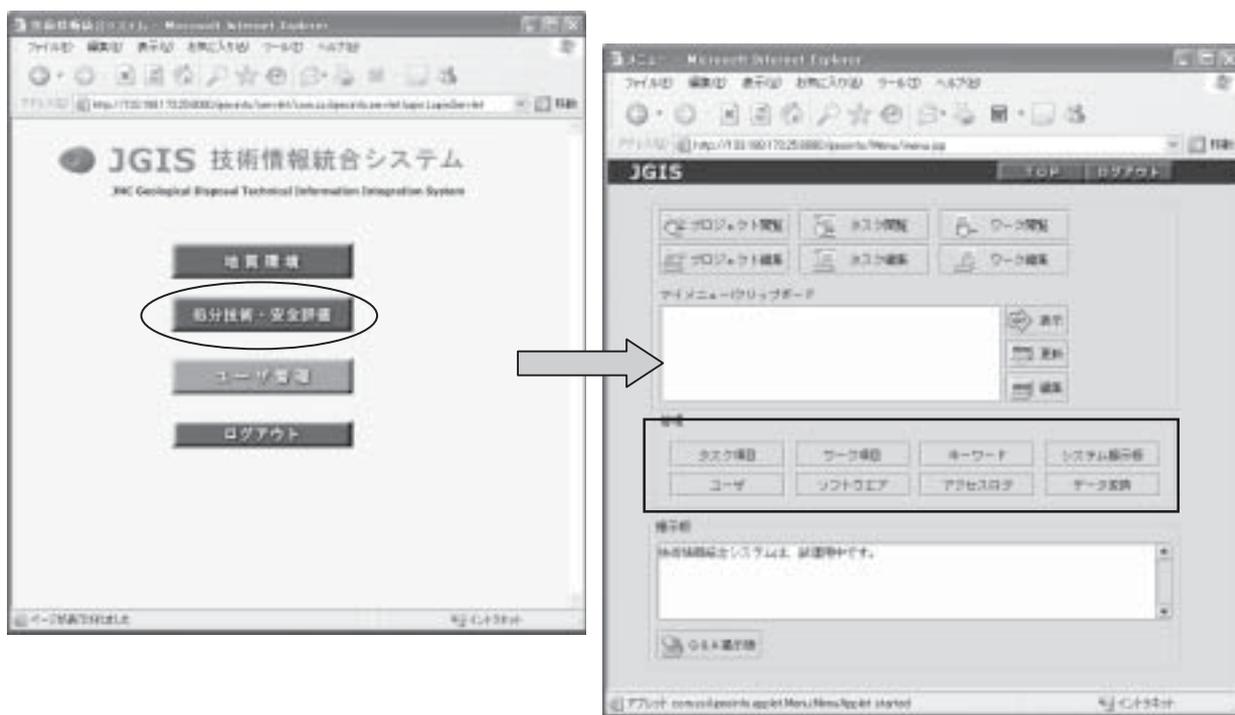
「主メニュー」画面が表示され、画面は機能別のボタン、マイメニュー／クリップボード、（システム）掲示板で構成される。新規プロジェクトを作成するために、【プロジェクト編集】ボタンを選択する（付図 B2-2）。



付図 B2-2 主メニュー画面

「処分技術・安全評価」システムを起動して、サーバからの認証画面が表示された場合には、【常に】ボタンを選択する。

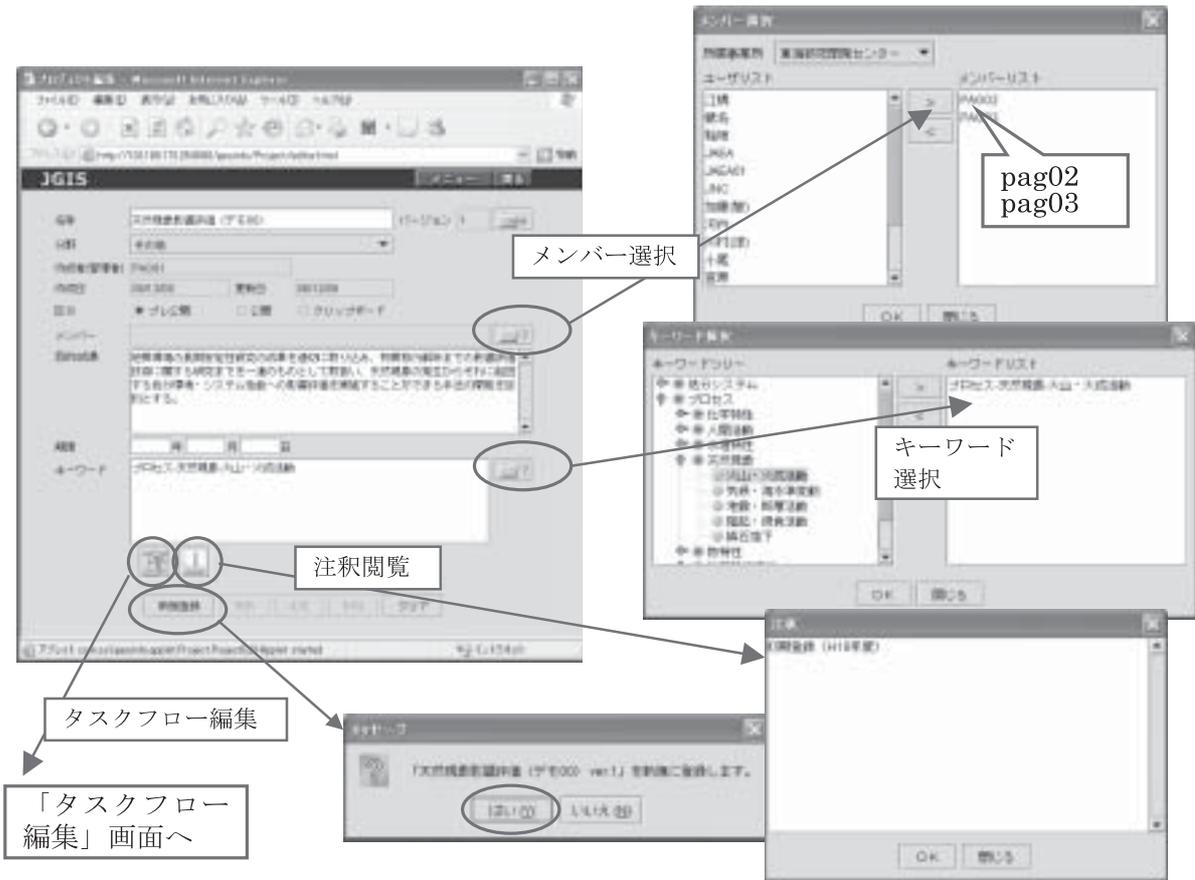
管理者権限を持ったユーザが本システムにログインした場合、共通メニュー画面には【ユーザ管理】ボタンが表示され、「処分技術・安全評価」システムを起動すると、設定を管理する機能のボタン群が「マイメニュー／クリップボード」と「掲示板」のフレームの間に「管理」フレームとして表示される。(付図 B2-3)



付図 B2-3 ログイン画面（管理者権限）

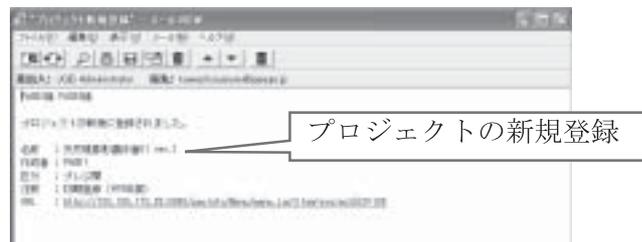
「プロジェクト編集」画面が表示されたら、各テキストフィールドに入力を行う。(付図 B2-4)

『区分』は“プレ公開”とし、『メンバー』および『キーワード』はそれぞれボタンを選択し、表示されたリストから項目を選択する。



付図 B2-4 プロジェクト編集画面でのプロジェクト新規登録

画面一番下の【新規登録】ボタンを選択し、「メッセージウィンドウ」上で、【はい】を選択してプロジェクトを登録する。プロジェクトを新規登録すると、プロジェクトのメンバー（pag02, pag03）に対して電子メールによる通知が行われる（付図 B2-5）。



付図 B2-5 新規登録の電子メールによる通知

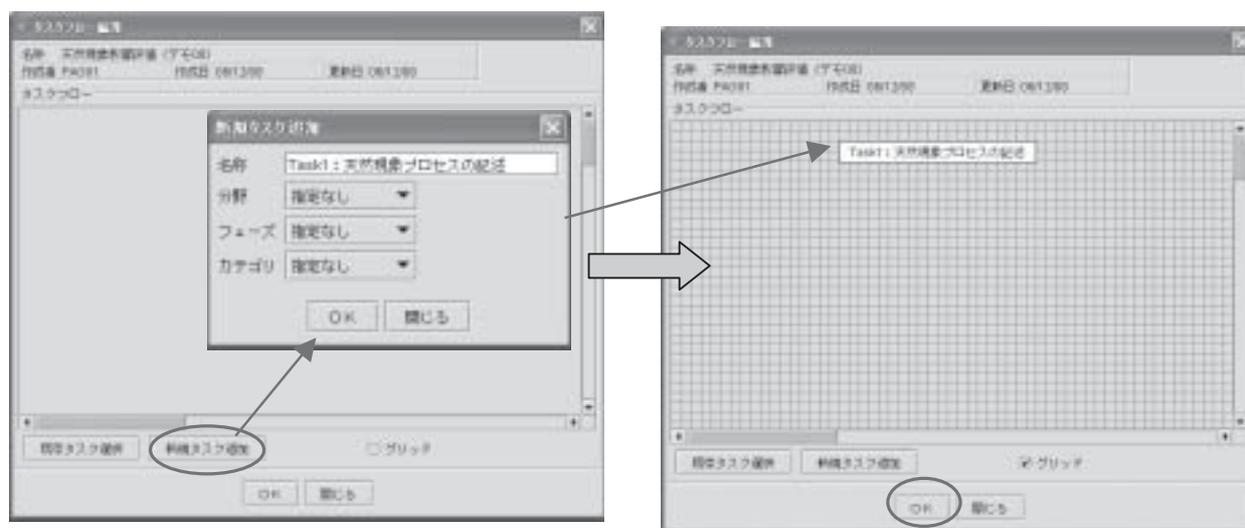
プロジェクト登録後、【タスクフロー編集】ボタンを選択し、「タスクフロー編集」画面でタスクフローに関する設定を行う。

3. 研究の作業手順を示すタスク（研究要素）を登録するときの作業

「天然現象影響評価研究」の作業手順を示す「現象の記述」から「影響解析」までの研究要素としてのタスクを“Task1”から“Task5”までJGIS上に登録する作業が必要となる。

「タスクフロー編集」画面で、【新規タスク追加】ボタンを選択すると、「新規タスク追加」画面が表示されるので、『名称』フィールドに“Task1：天然現象プロセスの記述”の入力を行い（他のプルダウンメニューは“指定なし”とする）、【OK】ボタンを選択する（付図 B3-1）。

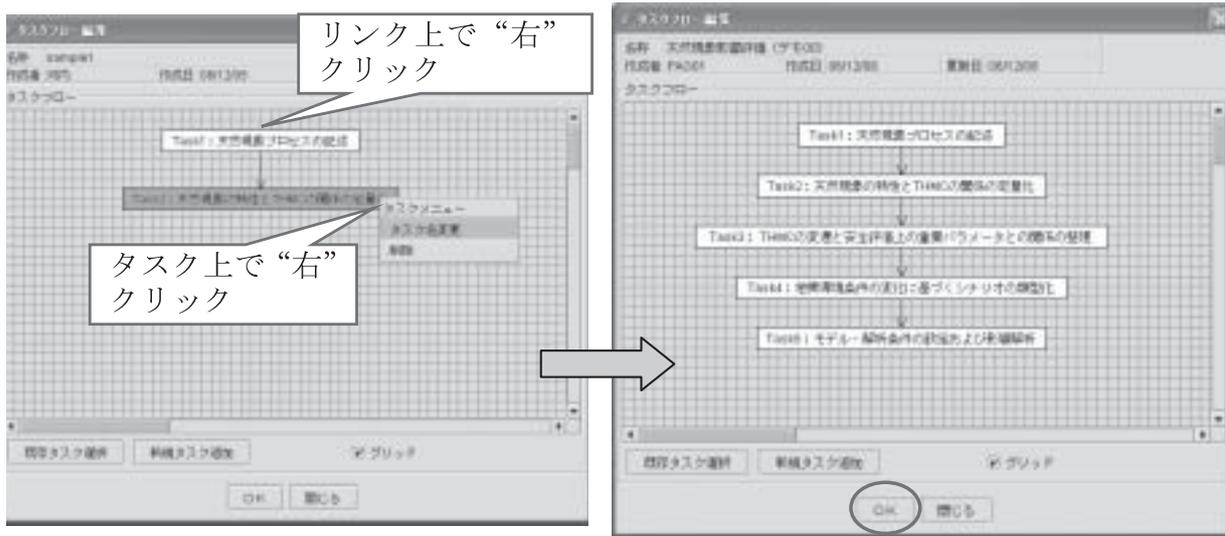
【OK】ボタン選択後、【十字】カーソルが画面上に表示されるので、適当な位置で“左”クリックを行い、タスクを配置する。タスクが配置しやすいように、『グリッド』チェックボックスに“チェック”を入れておく。



付図 B3-1 タスクフロー編集画面(1)

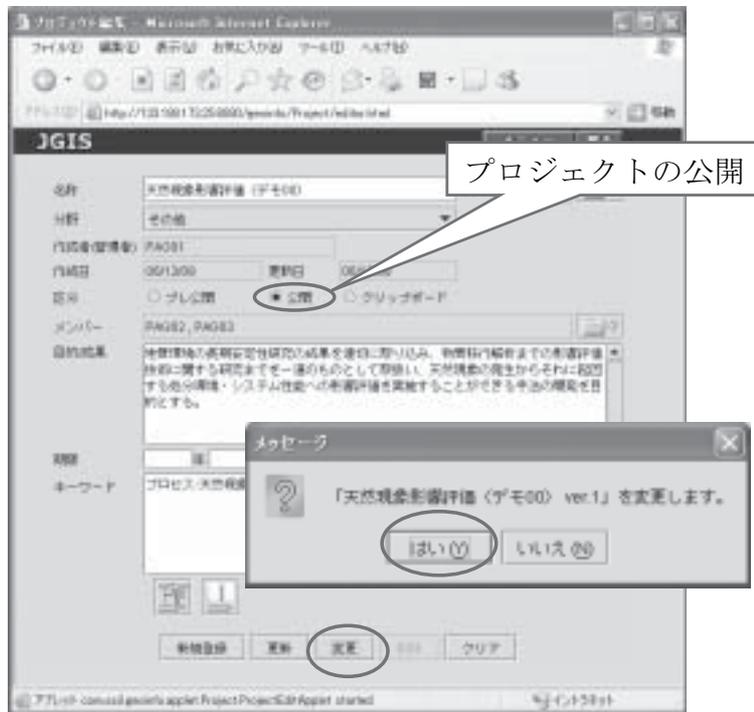
同様にして、「新規タスク追加」画面から新規タスクの“Task2：天然現象の特性と THMC の関係の定量化”を入力し【OK】ボタンを選択後、Task1の下に配置する（付図 B3-2）。

作業手順の流れを示すリンクを作成するには、“Task1”のタスク上で“左”クリックし、続けて“Task2”のタスク上で“左”クリックすると、“→”によってタスク間のリンクが結ばれる。間違っても作成してしまったリンクを削除するには、リンクの“→”上で“右”クリックすると、“削除”のポップアップメニューが表示されるので、“削除”項目の選択によってリンクを切断することができる。“Task2”タスクの上でマウスを“右”クリックすると、『タスクメニュー』が表示され、“タスク名称変更”、“削除”のみが操作可能となる（プロジェクトの『区分』が“プレ公開”のため、タスクの編集は行えない）。同様にして、“Task3”～“Task5”のタスクを追加して、タスク間のリンクを結び、【OK】ボタンを選択する。



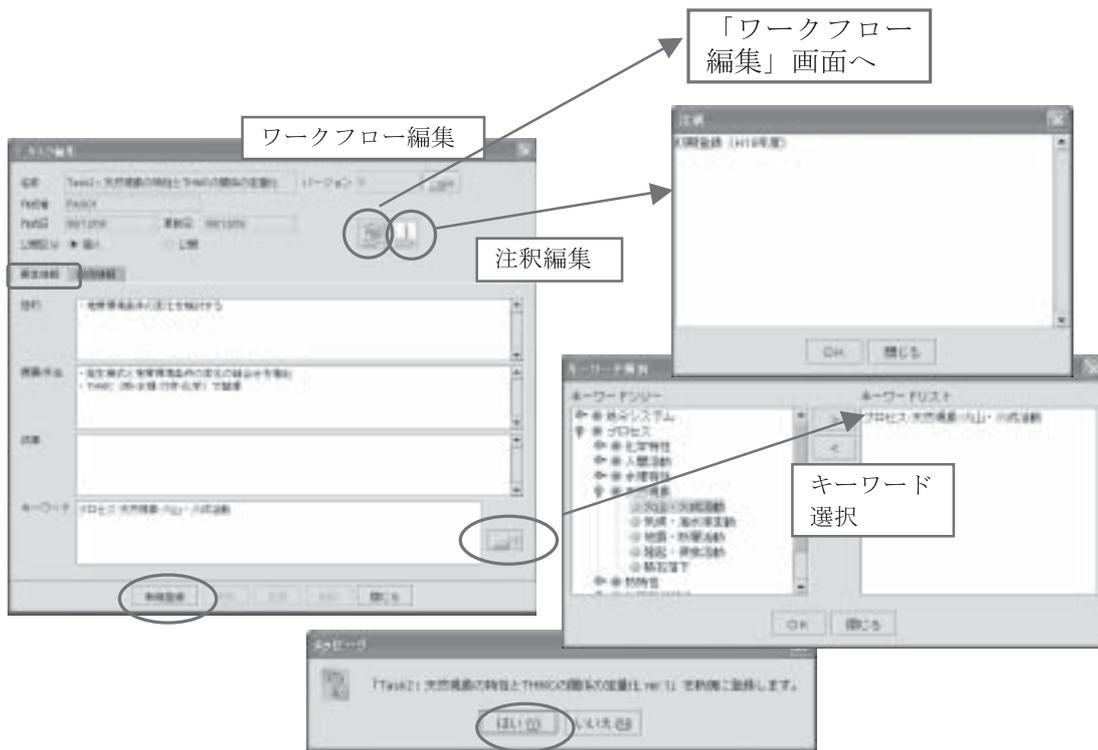
付図 B3-2 タスクフロー編集画面(2)

「プロジェクト編集」画面に戻るので、プロジェクトを公開するため、『区分』の“公開”をチェックし、入力データをデータベースに反映するために【変更】ボタンを選択する（付図 B3-3）。確認画面が表示されるので【はい】ボタンを選択する（【更新】ボタンはプロジェクトのバージョンが上がるので、ここでは選択しない）。



付図 B3-3 プロジェクト編集画面でのプロジェクト変更

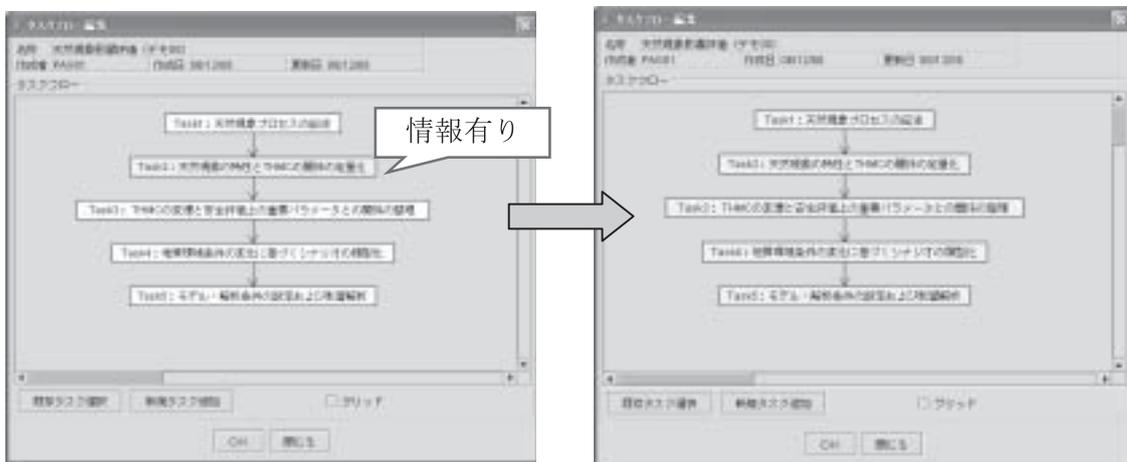
プロジェクトが公開されると、プロジェクトのメンバーへ電子メールの通知が行われる（付図 B3-4）。



付図 B3-6 タスク編集画面でのタスク新規登録

「タスク編集」画面が表示されたら、『属性情報』タブの各テキストフィールドに入力を行う。『区分』は“個人”とし、『キーワード』はボタンを選択し、表示されたリストから項目を選択する。

【新規登録】ボタンを選択してから、【はい】を選択して“Task2”タスクを登録すると、「タスクフロー編集」画面に戻る（付図 B3-7）。“Task2”は、情報が入力されているので、タスク項目がクリーム色に表示される。同様に、他のタスクについても、「タスク編集」画面から属性情報を入力し、「タスク編集」画面の【変更】ボタンを選択して入力データをデータベースに反映する。

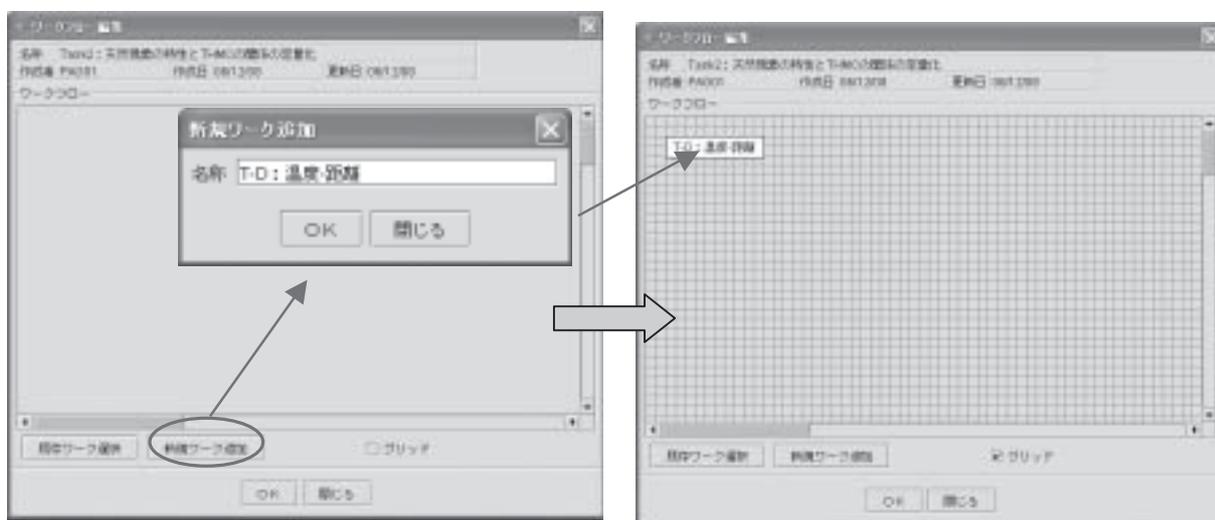


付図 B3-7 タスク編集画面での各タスクの登録

“Task2”を登録後，【ワークフロー編集】ボタンを選択し，「ワークフロー編集」画面でワークフローに関する設定を行う。

4. 作業手順を THMC で分類したワーク（詳細項目）を登録するときの作業

タスクによって記述された作業手順を THMC で分類したマトリクス形式の詳細項目となるワークを登録する作業が必要となる。ここでは，例として“Task2”タスクに関するワークを登録する作業についての説明を行う。「ワークフロー編集」画面で，【新規ワーク追加】ボタンを選択すると，「新規ワーク追加」画面が表示されるので，『名称』フィールドに“T-D：温度-距離”の入力を行い，【OK】ボタンを選択する（付図 B4-1）。【OK】ボタン選択後，【十字】カーソルが画面上に表示されるので，適当な位置で“左”クリックを行い，ワークを配置する。

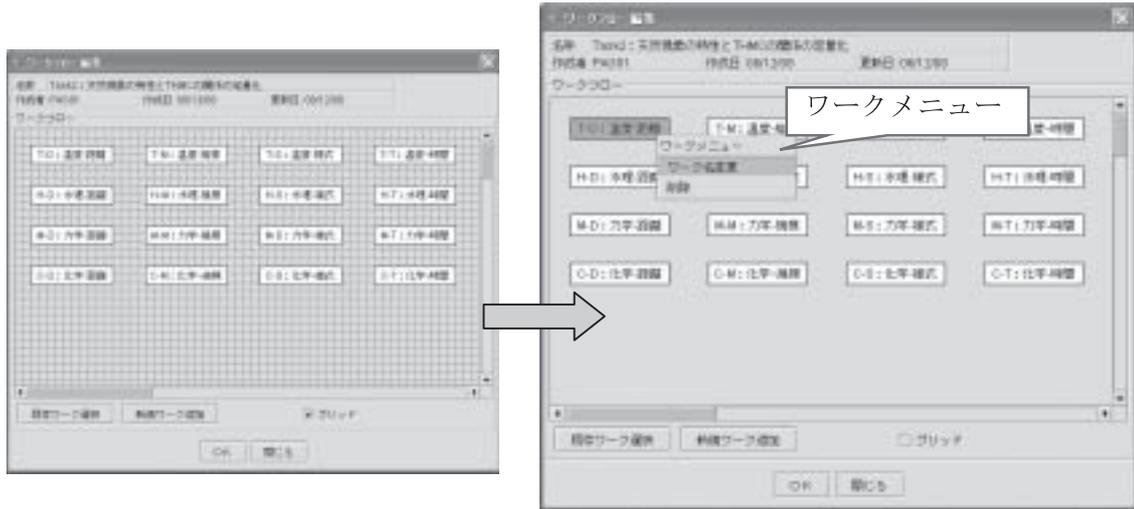


付図 B4-1 ワーク編集画面での新規ワークの追加

同様にして，「新規ワーク追加」画面から他の新規ワークを以下のような配置に追加する（付図 B4-2）。

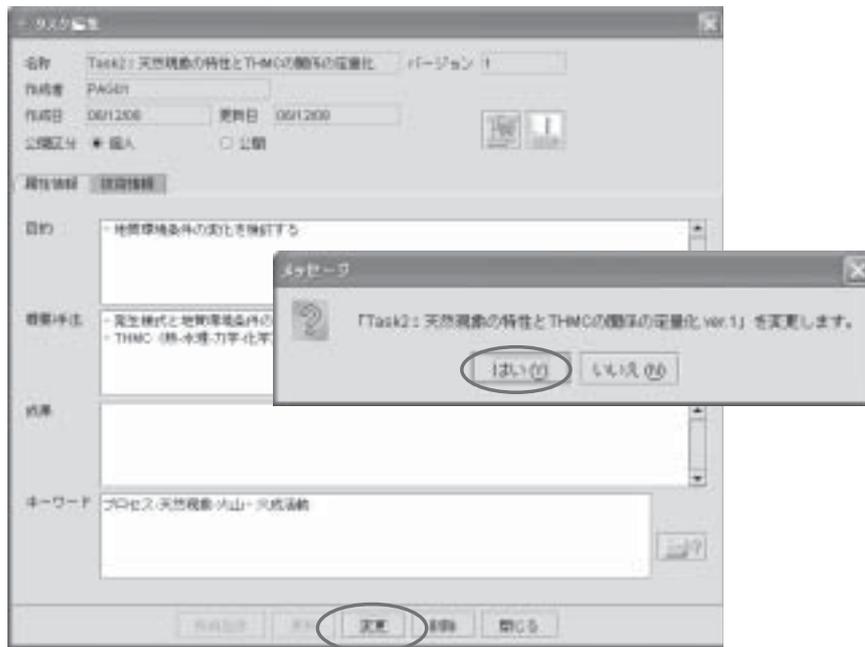
タスクと同様に，ワーク上で“左”クリックし，続けて別のワーク上で“左”クリックすると，“→”によってワーク間のリンクが結ばれる。リンクを削除するには，リンクの“→”上で“右”クリックすると，“削除”のポップアップメニューが表示されるので，“削除”項目の選択によってリンクを切断することができる。

タスクの上でマウスを“右”クリックすると，『ワークメニュー』が表示され，“タスク名称変更”，“削除”のみが操作可能となる（ワークの情報がデータベースに登録されていないため，ワークの編集は行えない）。全てのワークを追加したら，「ワークフロー」画面の【OK】ボタンを選択する。



付図 B4-2 ワーク編集画面でのワークメニュー

「タスク編集」画面に戻り、入力データをデータベースに反映するために、【変更】ボタンを選択する（付図 B4-3）。確認画面が表示されるので、【はい】ボタンを選択する。



付図 B4-3 タスク編集画面でのタスクの変更

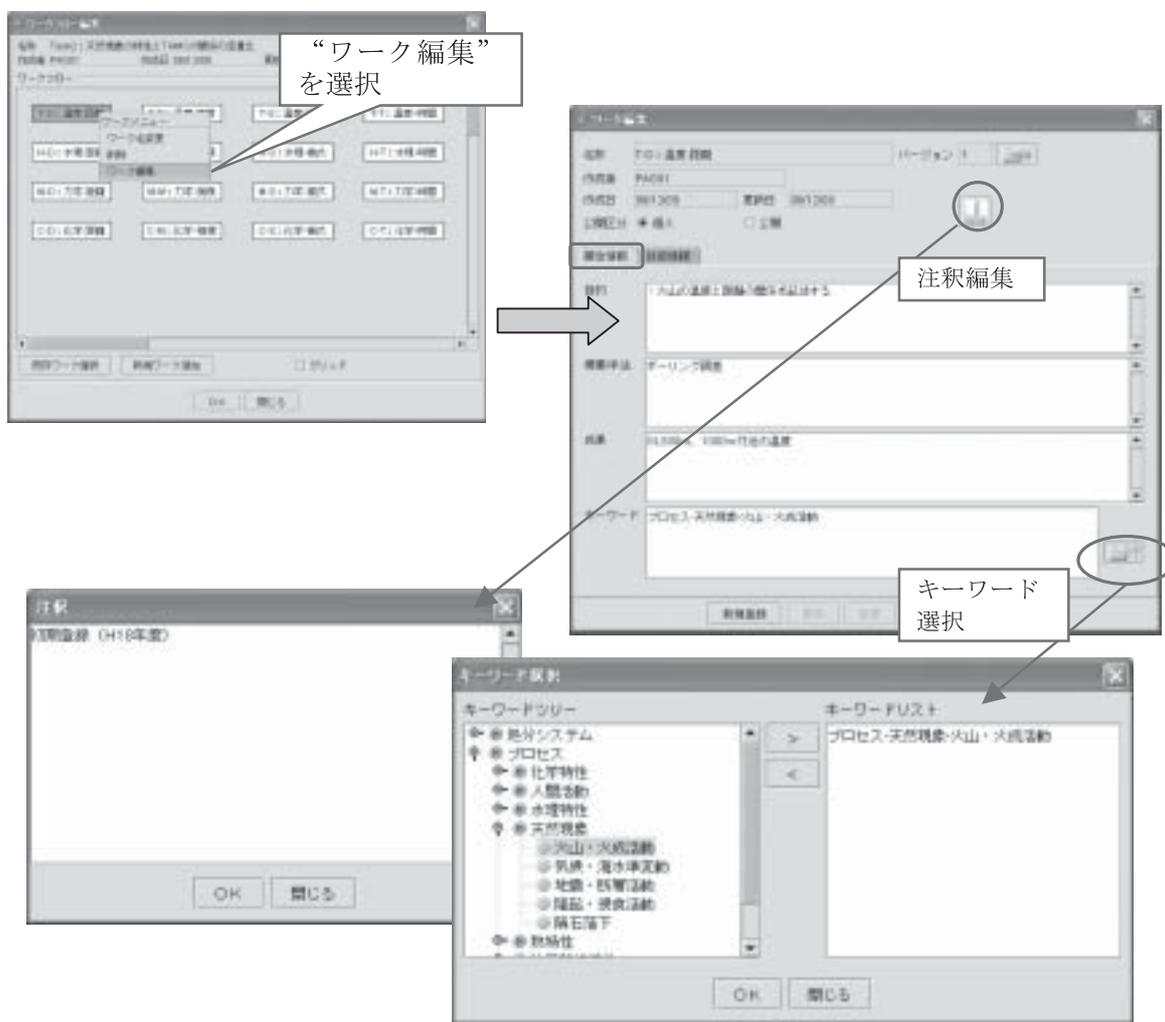
5. ワークに付属する研究成果とともに補足情報を技術情報として登録するときの作業

次に、THMC で分類されたワークに付属する研究成果を補足情報とともに技術情報として登録する作業が必要となる。

「タスク編集」画面から、再び【ワークフロー編集】ボタンを選択すると、「ワークフロー編集」画面が表示されるので、「T-D：温度-距離」ワーク上で「右」クリックする（付図 B5-1）。“Task2”の情報が変更されたことによって、“ワーク編集”項目がポップアップメニューに追加表示される。

“ワーク編集”項目を選択すると、“T-D：温度-距離”の「ワーク編集」画面が表示される。

「ワーク編集」画面が表示されたら、『属性情報』タブの各テキストフィールドに入力を行う。『区分』は“個人”とし、『キーワード』はボタンを選択し、表示されたリストから項目を選択する。『属性情報』タブの入力が終了したら、『技術情報』タブを選択し、技術情報の入力を行う。



付図 B5-1 ワーク編集画面での属性情報タブ

『技術情報』タブには，“入力技術情報”フレームと“出力技術情報”フレームがあり，技術情報を分けて登録することができる（付図 B5-2）。

研究成果を登録するために，『技術情報』タブの『出力技術情報』フレームの【新規】ボタンを選択すると，「登録・参照」画面が表示される。ここでは，技術情報の登録をするので，【登録】ボタンを選択すると，「ファイル選択」画面が表示され，クライアント PC のディスクのファイルが一覧表示される。登録するファイル“地温（温度-距離）.xls”を一覧から選択し，【開く】ボタンを選択すると，データベースにエクセルファイルが登録される。



付図 B5-2 ワーク編集画面での技術情報タブ

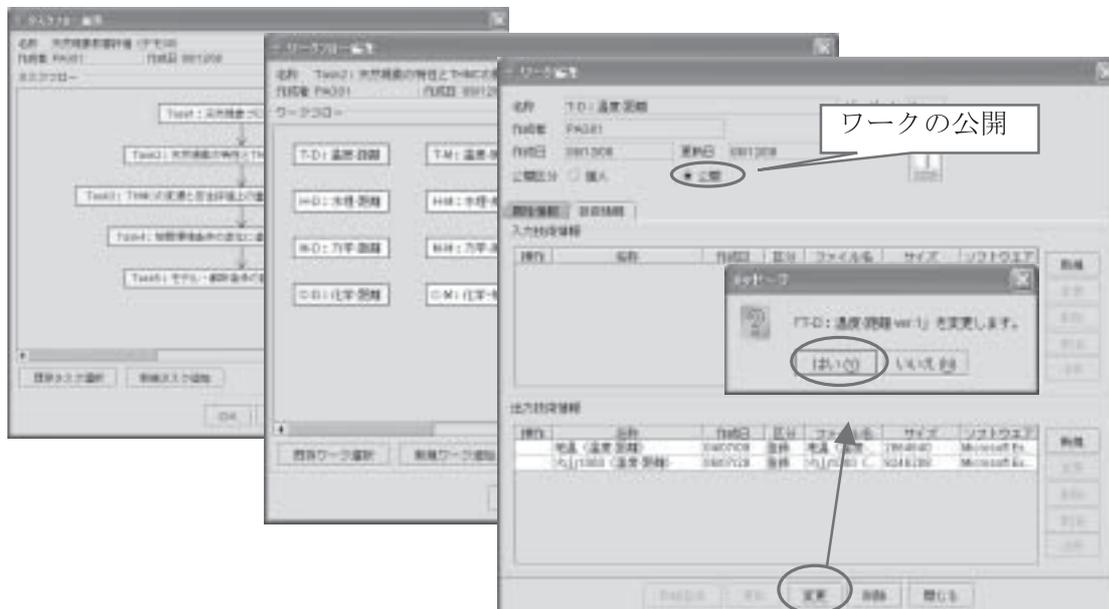
“出力技術情報” にファイルが登録されたので，「ワーク編集」画面の【新規登録】ボタンを選択し，“T-D：温度-距離”ワークを登録する（付図 B5-3）。

「ワークフロー編集」画面に戻る。



付図 B5-3 ワーク編集画面でのワークの新規登録

同様に、「ワーク編集」画面の『技術情報』タブの“出力技術情報”に“火山 1000（温度-距離）.xls”ファイルを登録し、技術情報が他のプロジェクトから参照できるように『公開区分』を“公開”へ変更し、【変更】ボタンを選択する（付図 B5-4）。



付図 B5-4 ワーク編集画面での技術情報の新規登録

ワークが公開されると、全ユーザに対して電子メールの通知が行われる（付図 B5-5）。

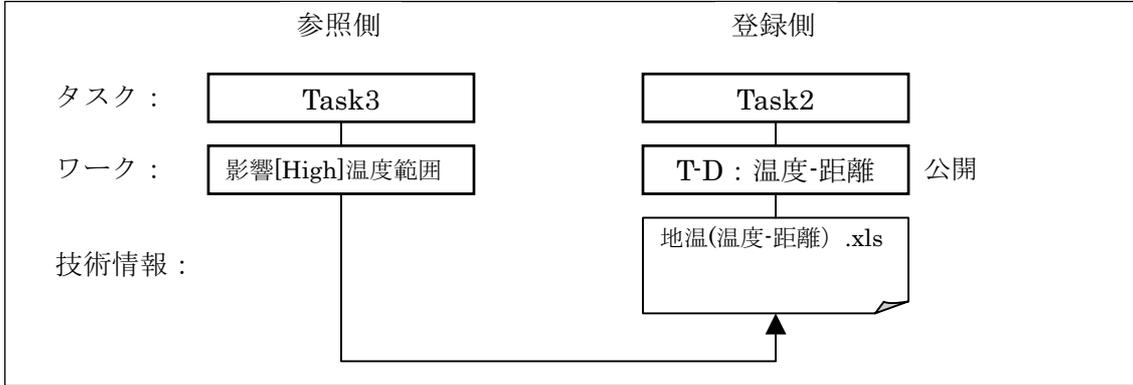
通知された電子メールの URL を選択すると、公開された「ワーク閲覧」画面の属性情報が表示され、閲覧することができる。



付図 B5-5 ワーク公開の電子メールによる通知

6. 技術情報の整合性を確保するために技術情報の参照登録を行うときの作業

技術情報の整合性を確保するために、あるワークからプロジェクト内（あるいは他のプロジェクト）で登録された技術情報を参照するには、以下の設定を行う。ここでは例として、“Task2”タスクの下階層の“T-D：温度-距離”ワークに登録された技術情報の“地温(温度-距離).xls”ファイルを、“Task3”タスクの下階層の“影響[High]の温度範囲”ワークから参照する（付図 B6-1）。



付図 B6-1 技術情報の参照関係

「タスクフロー編集」画面で、“Task3： THMC の変遷と安全評価上の重要パラメータとの関係の整理”を選択し、さらに「ワークフロー編集」画面で、“影響[High]の温度範囲”を選択し、「ワーク編集」画面を開く（付図 B6-2）。
「ワーク編集」画面で、『技術情報』タブの“入力技術情報”フレームの【新規】ボタンを選択し、「登録・参照」画面が表示されたら、【参照】ボタンを選択して、参照する技術情報を設定する。



付図 B6-2 ワーク編集画面での技術情報の参照設定

【参照】 ボタンを選択すると、「プロジェクト選択」画面が表示されるので，“天然現象影響評価（デモ 00）”プロジェクトを選択すると、次に「プロジェクト閲覧」画面が表示され，“Task2：天然現象の特性と THMC の関係の定量化”タスクを選択し、さらに「タスク-技術情報選択」画面で“T-D：温度-距離”ワークを選択し、「ワーク-技術情報選択」画面で，“出力技術情報”フレームの“地温（温度-距離）.xls”ファイルを選択してハイライトする（付図 B6-3）。

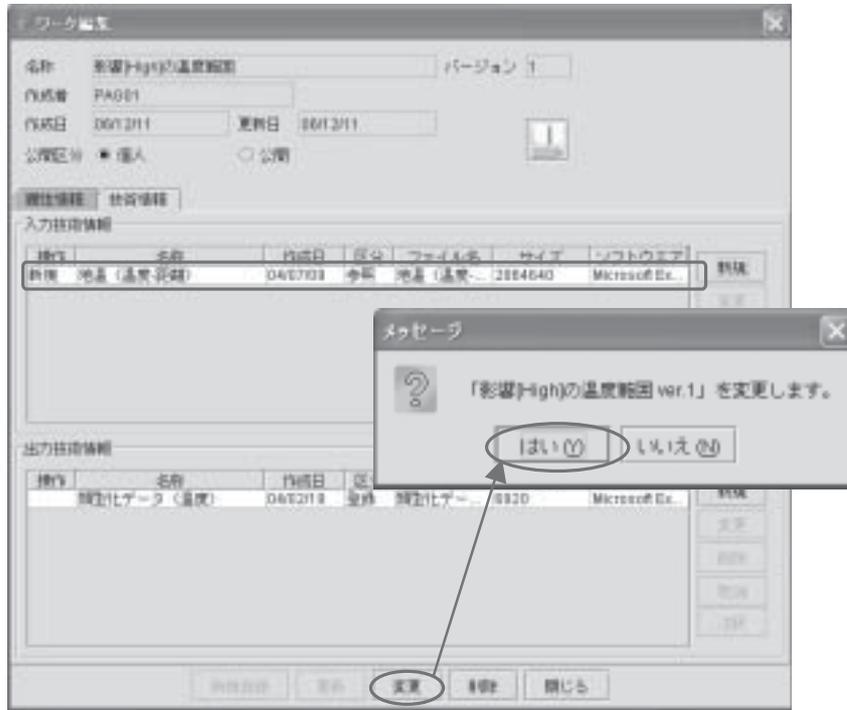
【技術情報閲覧】 ボタンを選択すると、選択した技術情報のファイルの内容を確認することができる。

【OK】 ボタンを選択することによって、参照する技術情報の選択が決定する。



付図 B6-3 ワーク編集画面での技術情報の参照登録

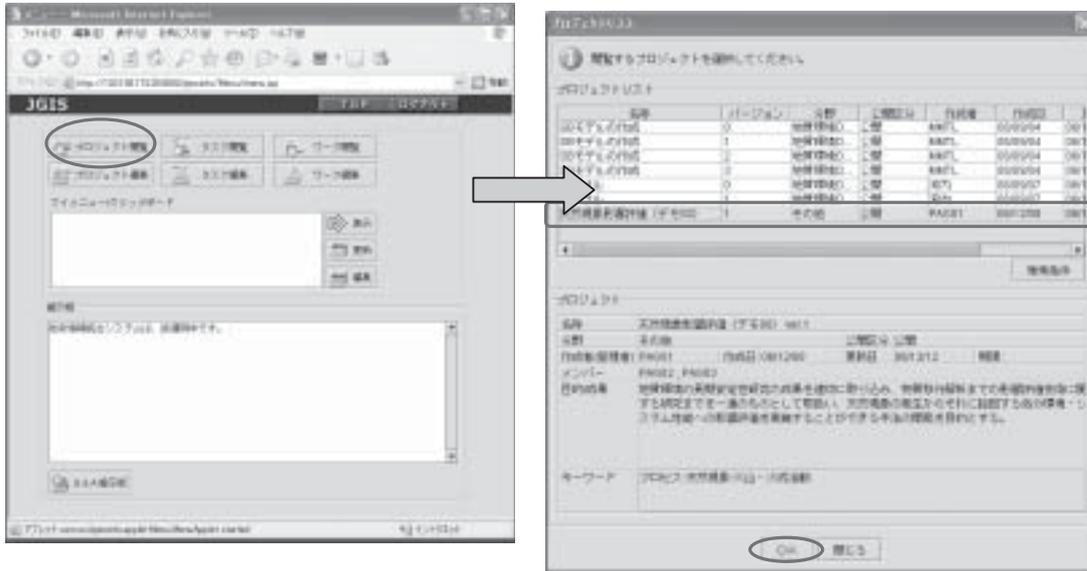
“Task3” タスクの下の“影響[High]の温度範囲”ワークの「ワーク編集」画面で、『技術情報』タブの“入力技術情報”フレームに参照技術情報の“出力技術情報”フレームの“地温（温度・距離）.xls”ファイルが登録されるので、「ワーク編集」画面の【変更】ボタンを選択し、入力データをデータベースに反映する（付図 B6-4）。確認画面が表示されるので、【はい】ボタンを選択する。



付図 B6-4 ワーク編集画面でのワークの変更

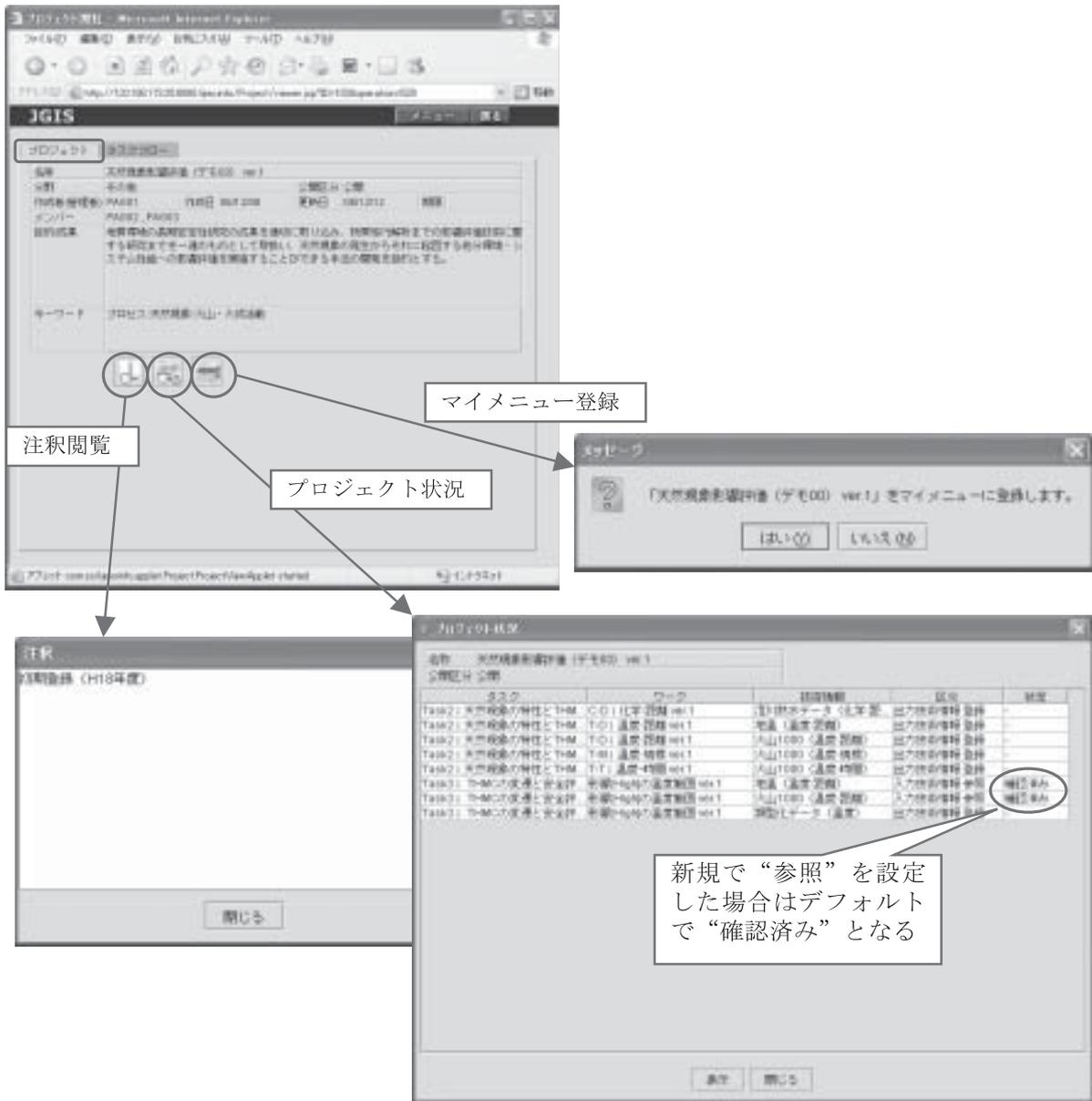
7. 構築が完了した全体プロジェクトを閲覧するときの作業

これまでにタスク・ワークおよびそれに付随した技術情報が登録され、プロジェクトの構築が完了した“天然現象影響評価 (デモ 00)”プロジェクトを閲覧する。「メインメニュー」画面から【プロジェクト閲覧】ボタンを選択すると、「プロジェクト選択」画面が表示されるので、“天然現象影響評価 (デモ 00)”プロジェクトをハイライトし、【OK】ボタンを選択する (付図 B7-1)。



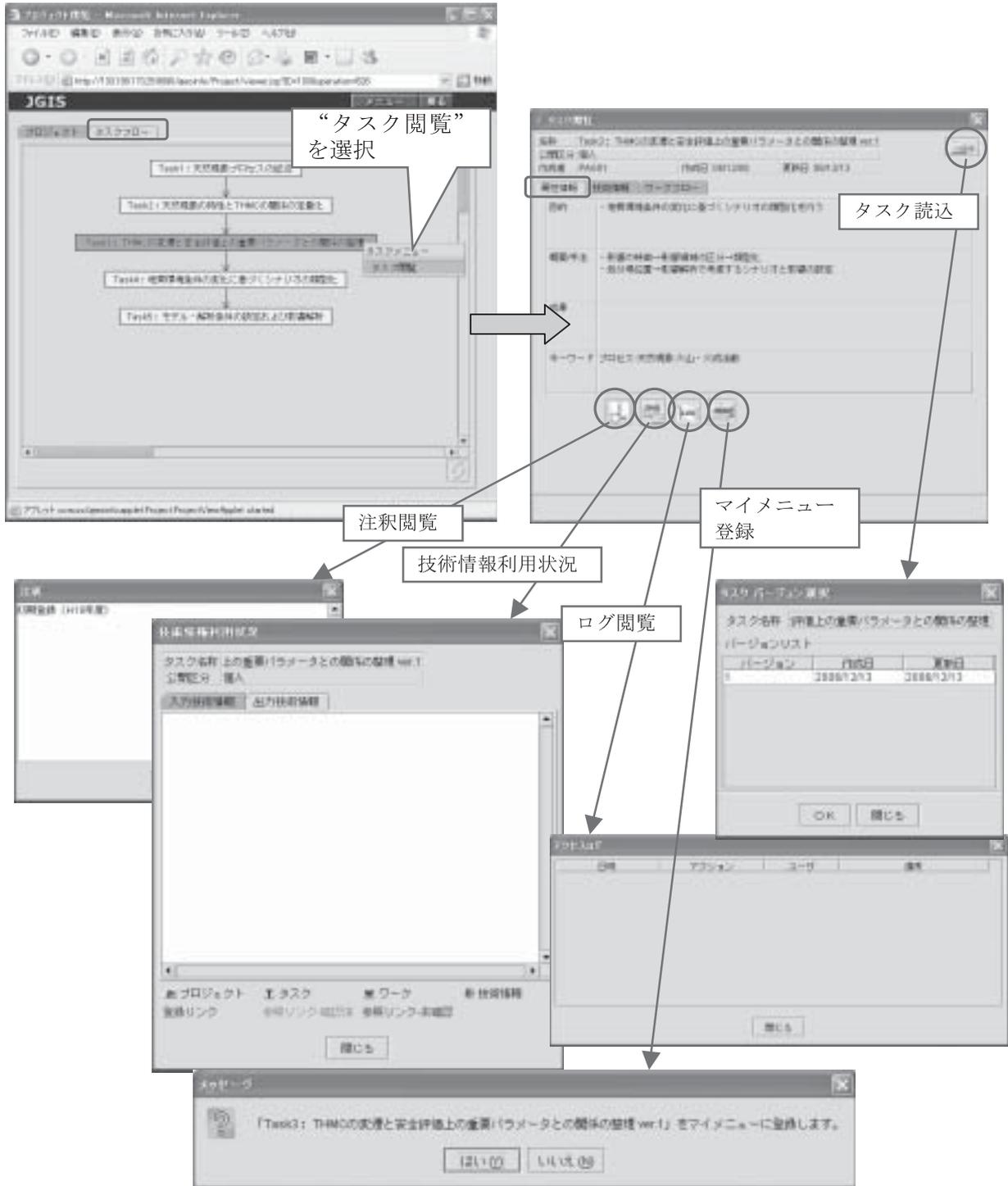
付図 B7-1 プロジェクト閲覧のためのプロジェクト選択画面

「プロジェクト閲覧」画面の『プロジェクト』タブにプロジェクトの情報が表示される。各ボタンを選択することによって、「注釈」画面、「プロジェクト状況」画面、「マイメニュー登録」画面が表示される (付図 B7-2)。



付図 B7-2 プロジェクト閲覧画面

『タスクフロー』タブにはタスクフローが表示され、“Task3”タスクを“右”クリックするとポップアップメニューが表示されるので、“タスク閲覧”を選択する (付図 B7-3)。「タスク閲覧」画面が表示され、『属性情報』タブにタスクの情報が表示される。各ボタンの選択によって、「タスクのバージョン選択」、「注釈」、「技術情報利用状況」、「アクセスログ」、「マイメニュー登録」の画面が表示される。



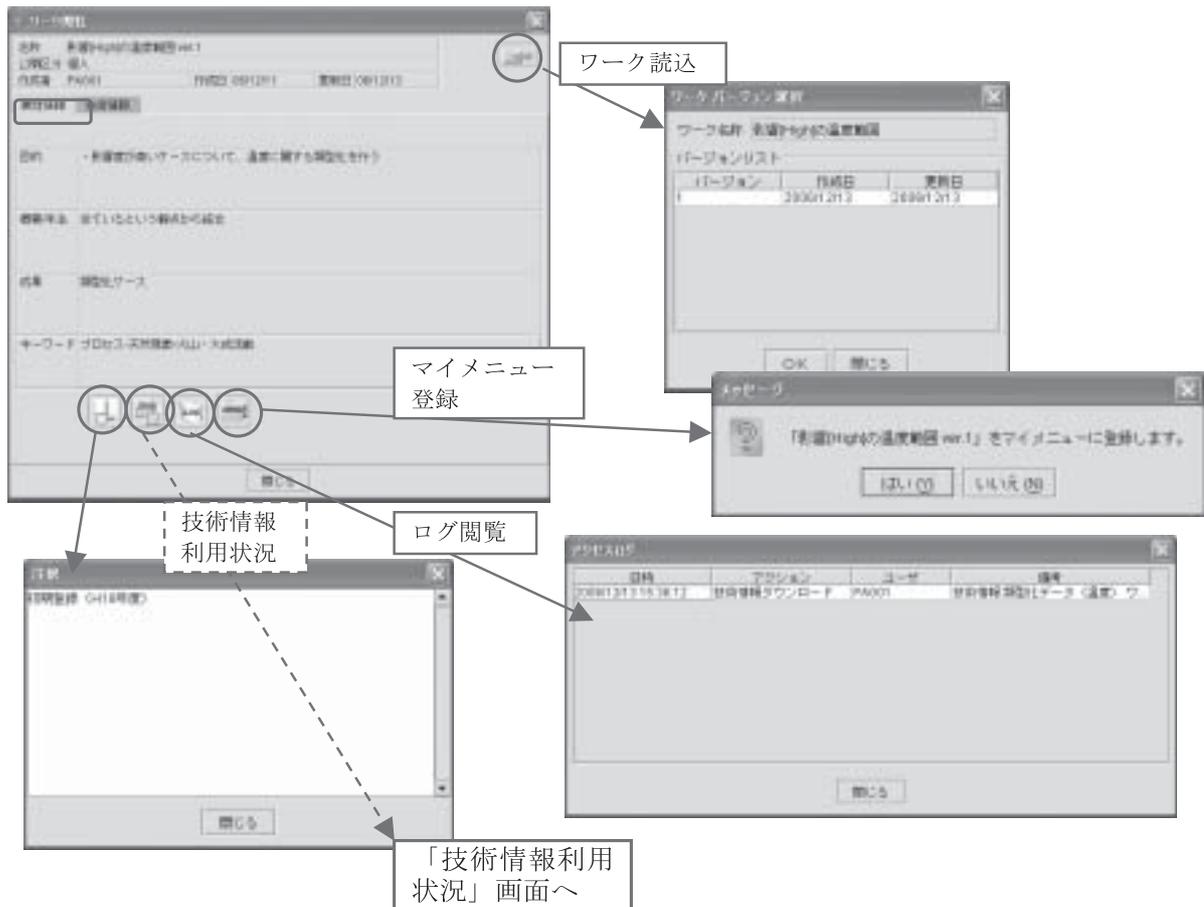
付図 B7-3 タスク閲覧画面の属性情報タブ

『技術情報』タブの選択によって入力技術情報および出力技術情報が表示され、『ワークフロー』タブの選択によってワークフローが表示される（付図 B7-4）。“影響[High]の温度範囲”ワークを“右”クリックし、ポップアップメニューの“ワーク閲覧”を選択して、「ワーク閲覧」画面を表示する。



付図 B7-4 タスク閲覧画面の技術情報タブとワークフロータブ

「ワーク閲覧」画面の各ボタンの選択によって、「ワークのバージョン選択」、「注釈」、「技術情報利用状況」、「アクセスログ」、「マイメニュー登録」の画面が表示される（付図 B7-5）。



付図 B7-5 ワーク編集画面の属性情報タブ

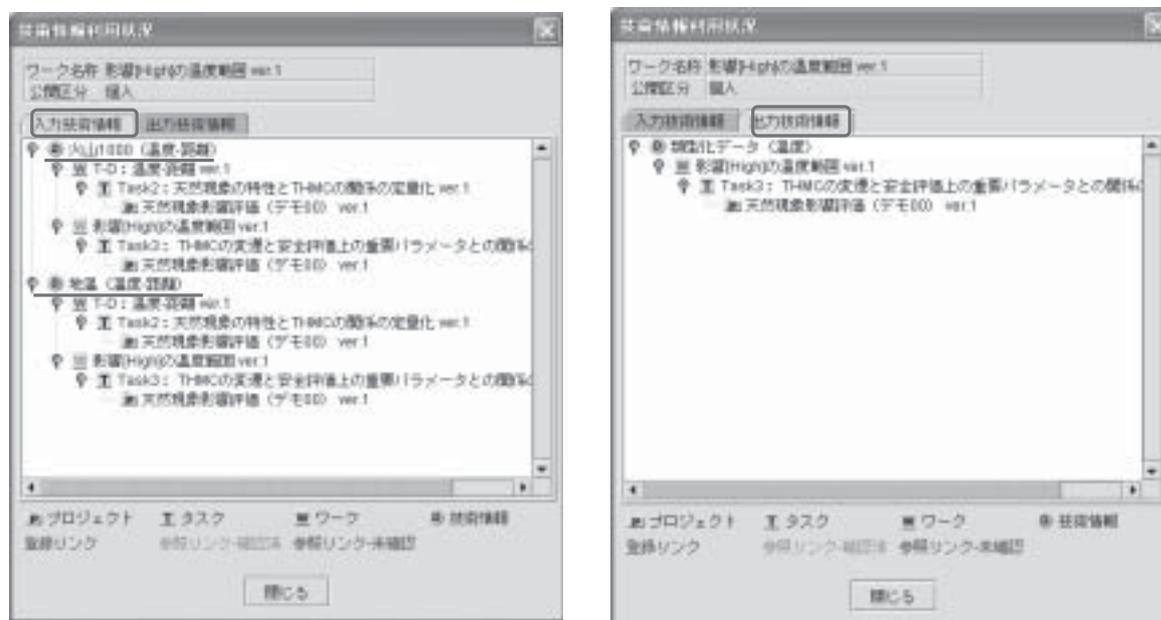
「技術情報利用状況」画面には、影響[High]の温度範囲”ワークに属する技術情報に関するリンク情報をツリー構造で確認することができる。

ツリー構造は、技術情報／ワーク／タスク／プロジェクトの4階層で構築されている(付表 7-1)。

付表 7-1 技術情報の階層構造の表示説明

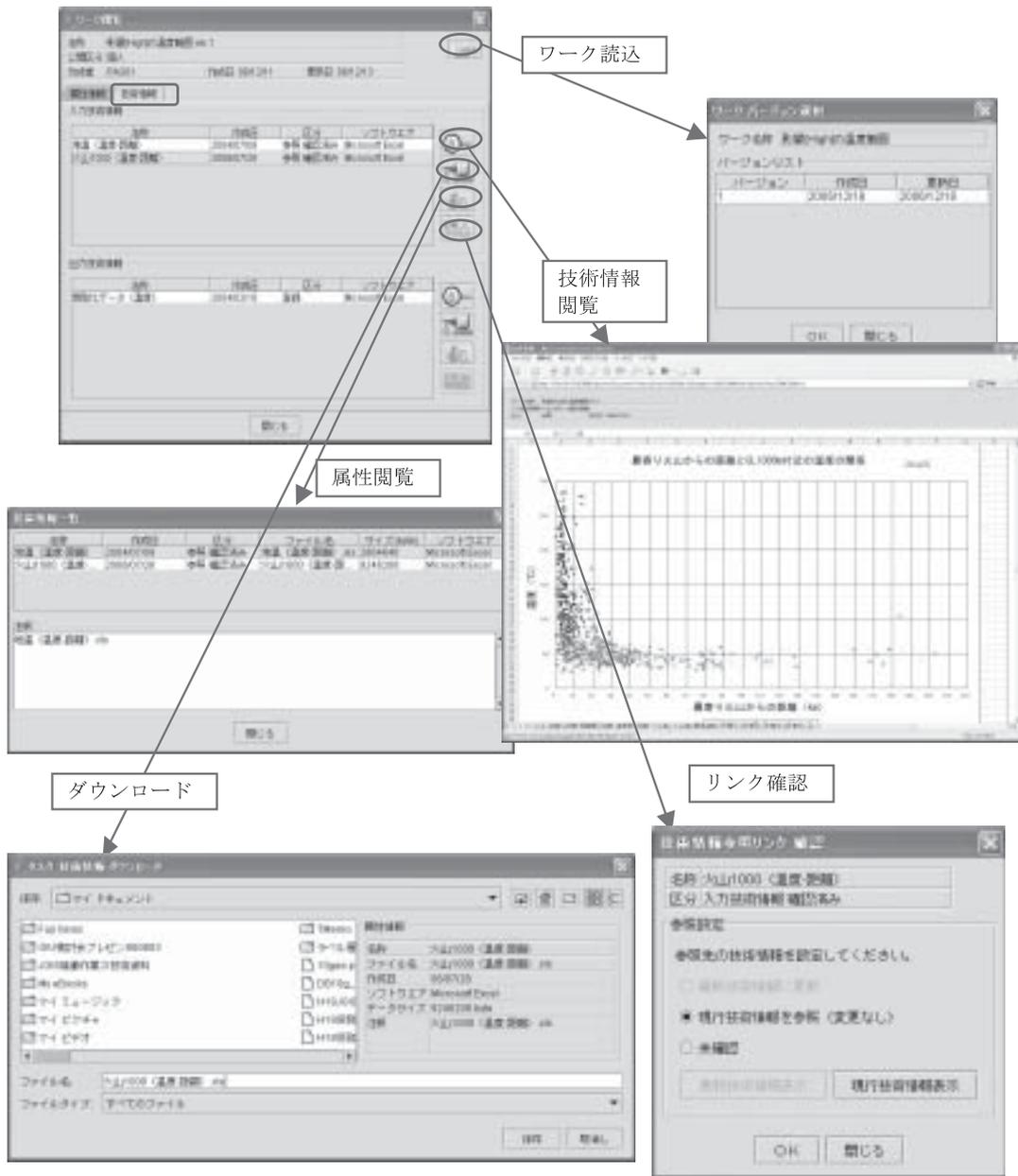
階層	記号
第一階層	D : 技術情報名称
第二階層	W : 技術情報を登録したワーク名称
	W : 技術情報を参照しているワーク名称 (リンク属性が確認済)
	W : 技術情報を参照しているワーク名称 (リンク属性が未確認)
第三階層	T : 第二階層のワークが属するタスク名称
	T : 技術情報を登録したタスク名称
	T : 技術情報を参照しているタスク名称 (リンク属性が確認済)
	T : 技術情報を参照しているタスク名称 (リンク属性が未確認)
第四階層	P : 第三階層のタスクが属するプロジェクト名称

『入力技術情報』タブでは、“Task2”タスクの下の“T-D：温度-距離”ワークに付属する技術情報の“地温(温度-距離).xls”，“火山1000(温度-距離).xls”は，“Task3”タスクの下の”影響[High]の温度範囲”ワークに参照されている(付図 B7-6)。



付図 B7-6 技術情報の利用状況画面

『技術情報』タブの『入力技術情報』フレームの技術情報“火山1000（温度-距離）.xls”をハイライトして、【技術情報閲覧】ボタンを選択すると、ブラウザの中にファイル内容が表示される（付図B7-7）。【ダウンロード】ボタンを選択すると、選択された技術情報をクライアントPCへダウンロードすることができる。



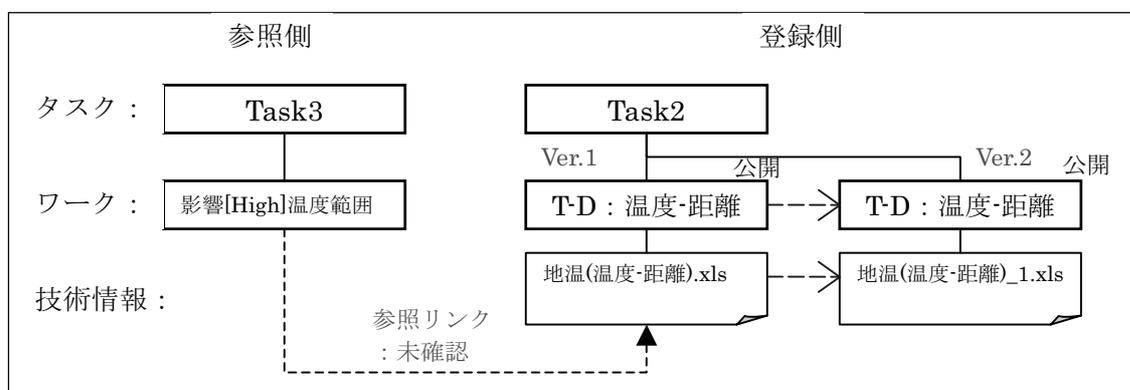
付図B7-7 ワーク閲覧画面の技術情報タブ

8. 登録側技術情報の更新による参照リンク確認とリンク属性変更を行うときの作業

・参照リンクの確認

既に参照関係が作成された技術情報について、参照先の登録側技術情報が新しいデータによって更新（バージョンアップ：Ver.1 → Ver.2）された場合、これまで参照先の技術情報との整合性が保たれていた参照関係の状況が、“未確認”な状態となり、ユーザが内容を確認する必要がある。

付録6章では、“Task2”タスクの下階層の“T-D：温度-距離”ワークに登録された技術情報の“地温（温度-距離）.xls”ファイルを、“Task3”タスクの下階層の“影響[High]の温度範囲”ワークから参照していたが、ここでは、登録側の“T-D：温度-距離”ワークに付属する技術情報の“地温（温度-距離）.xls”ファイルが、新しく“地温（温度-距離）_1.xls”ファイルへ変更され、当該ワークが Ver.1 から Ver.2 へ更新された場合、参照側の“影響[High]の温度範囲”ワークとの参照関係が、“未確認”の状態となることを示す（付図 B8-1）。



付図 B8-1 技術情報の参照リンク

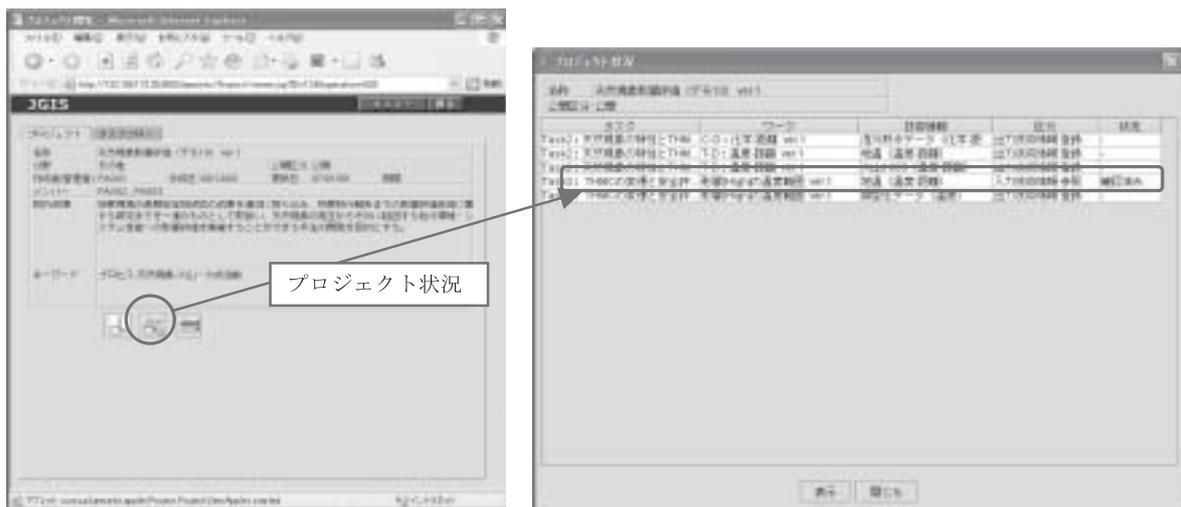
「メインメニュー」画面から【プロジェクト閲覧】ボタンを選択すると、「プロジェクト選択」画面が表示されるので、“天然現象影響評価（デモ 10）”プロジェクトをハイライトし、【OK】ボタンを選択する（付図 B8-2）。



付図 B8-2 プロジェクト閲覧のためのプロジェクト選択画面

「プロジェクト閲覧」画面の『プロジェクト』タブにプロジェクトの情報が表示されるので、【プロジェクト状況】ボタンを選択すると、「プロジェクト状況」画面が表示される (付図 B8-3)。

「プロジェクト状況」画面では、当該プロジェクトに設定されている技術情報の“入力/出力”区分，“登録/参照”区分が一覧表示され，“参照”区分が表示される場合は、状況欄に“確認済み”あるいは“未確認”が表示される。ここでは、新規で参照を設定した状態にあるので、“確認済み”となっている。

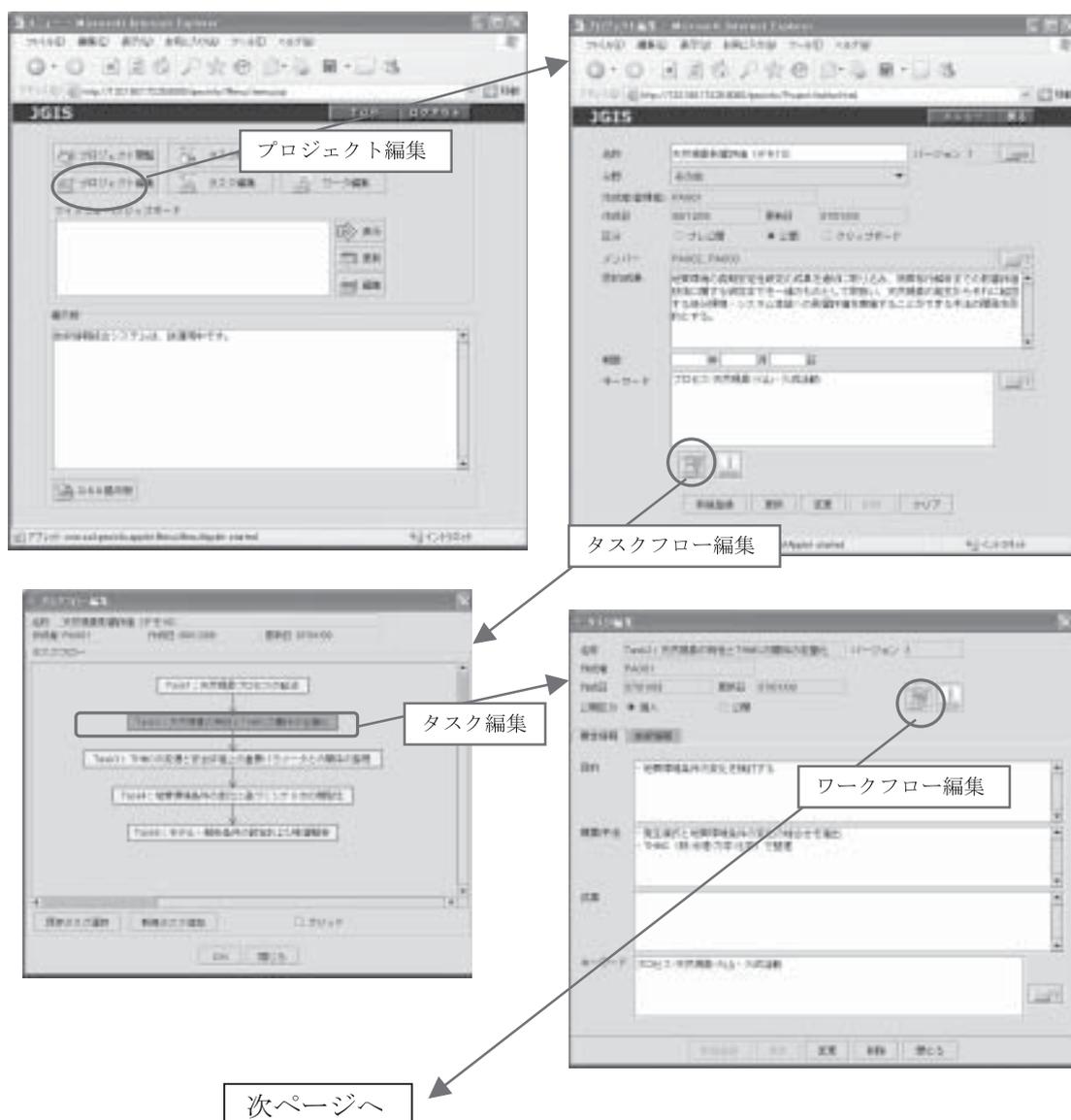


付図 B8-3 プロジェクト状況画面

次に、“Task2”タスクの下の階層の“T-D：温度-距離”ワークに登録された参照先の登録側技術情報を新しいデータ“地温（温度-距離）_1.xls”ファイルによって更新（バージョンアップ：Ver.1 → Ver.2）するために、「メインメニュー」画面から【プロジェクト編集】ボタンを選択する（付図 B8-4）。

「プロジェクト選択」画面が表示されるので，“天然現象影響評価（デモ 10）”プロジェクトをハイライトし，【OK】ボタンを選択して，「プロジェクト編集」画面が表示される。【タスクフロー編集】ボタンを選択して，当該プロジェクトのタスクフローが「タスクフロー編集」画面に表示される。

“Task2”タスクを“右”クリックし，ポップアップメニューの“タスク編集”を選択して，「タスク編集」画面を表示する。【ワークフロー編集】ボタンを選択すると，「ワークフロー編集」画面が表示される。“T-D：温度-距離”ワークを“右”クリックし，ポップアップメニューの“ワーク編集”を選択すると，当該ワークが「ワーク編集」画面に表示されるので，『技術情報』タブを選択して登録された技術情報を表示する。

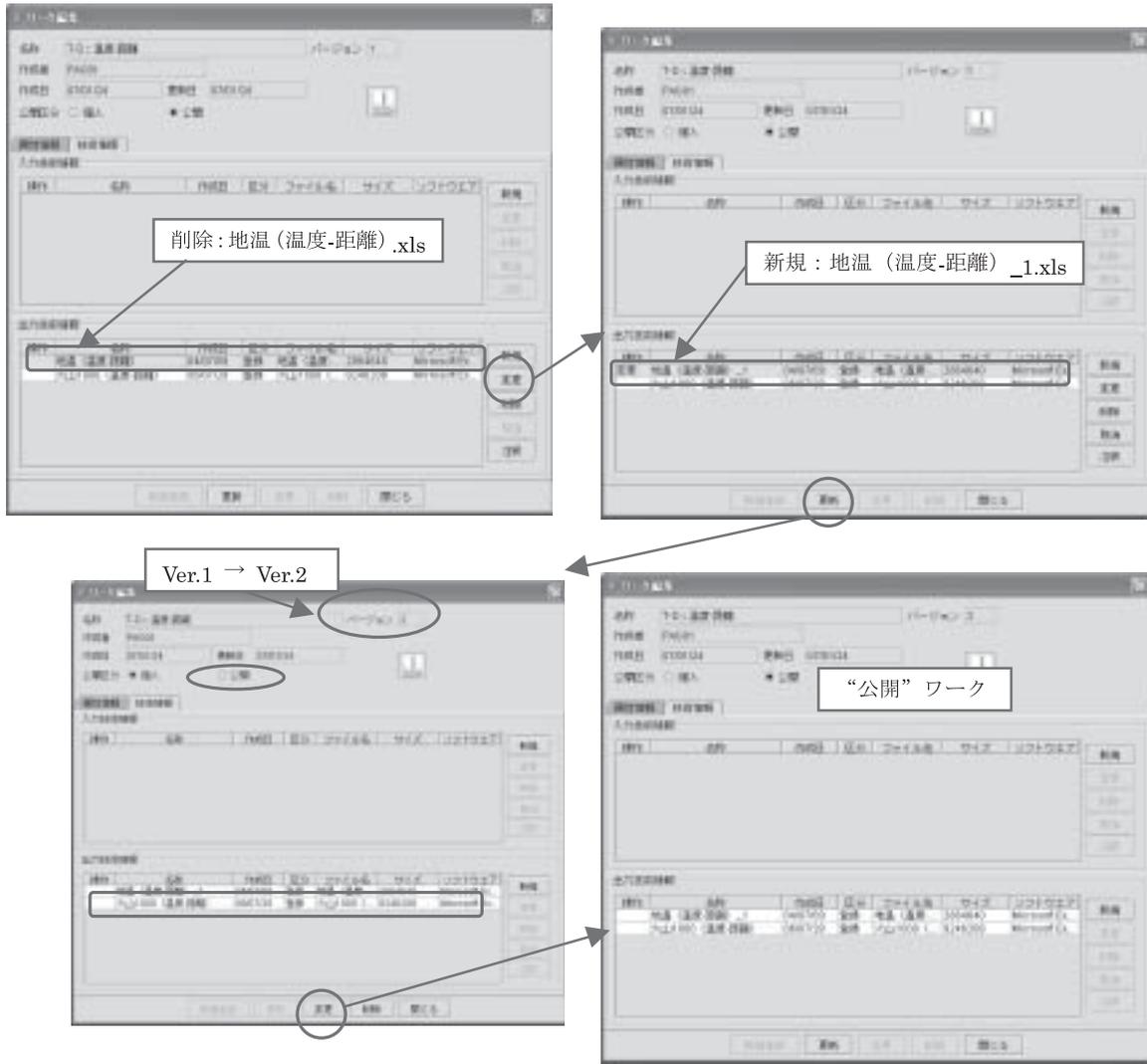




付図 B8-4 新しい技術情報を登録するための一連の操作

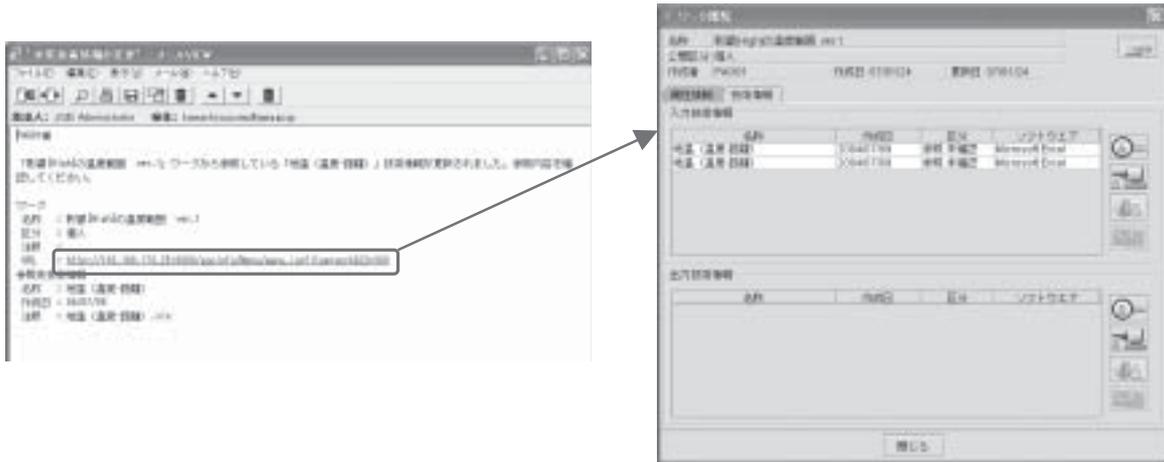
参照先技術情報を更新するために、『出力技術情報』フレームに登録された技術情報“地温（温度-距離）.xls”ファイルを新しい技術情報となる“地温（温度-距離）_1.xls”ファイルへ更新するために、“地温（温度-距離）.xls”の行をハイライトして、【変更】ボタンを選択し、リストの中から“地温（温度-距離）_1.xls”ファイルを選択することによって、技術情報の変更を行う（付図 B8-5）。

「ワーク編集」画面の【更新】ボタンを選択して、“T-D：温度-距離”ワークを Ver.1 → Ver.2 へバージョンアップする。更新によって、公開区分は“個人”となるので、さらに“公開”にチェックし、【変更】ボタンを選択して参照可能な“公開”ワークとする。



付図 B8-5 ワーク編集画面でのバージョンアップ

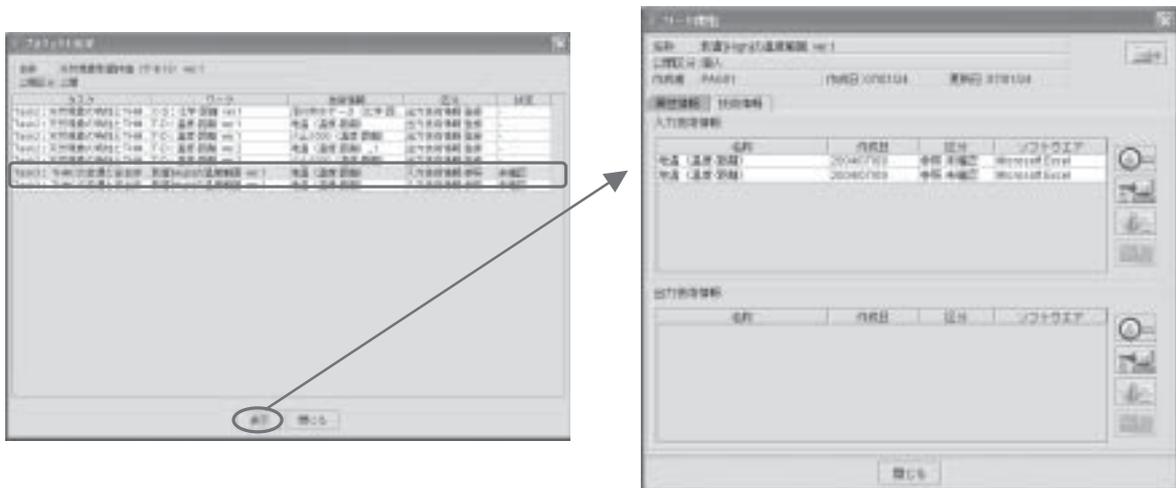
参照先の技術情報が更新され、当該ワークが公開されると、技術情報を参照しているユーザーに対して参照している技術情報が変更されたことが電子メールによって通知される（付図 B8-6）。電子メールに示された URL を開くと、「タスク閲覧」画面が表示されるので、『技術情報』タブを選択して表示すると、リンク属性を変更することができる。



付図 B8-6 技術情報変更の電子メールによる通知

また、「プロジェクト閲覧」画面から、「プロジェクト状況」画面を表示すると、当該プロジェクトに設定されている技術情報の“参照”区分の状況欄に“未確認”が表示されている(付図 B8-7)。

未確認の参照技術情報を選択し、【表示】ボタンを選択すると、「ワーク閲覧」画面が表示されるので、『技術情報』タブを選択して表示すると、リンク属性を変更することができる。

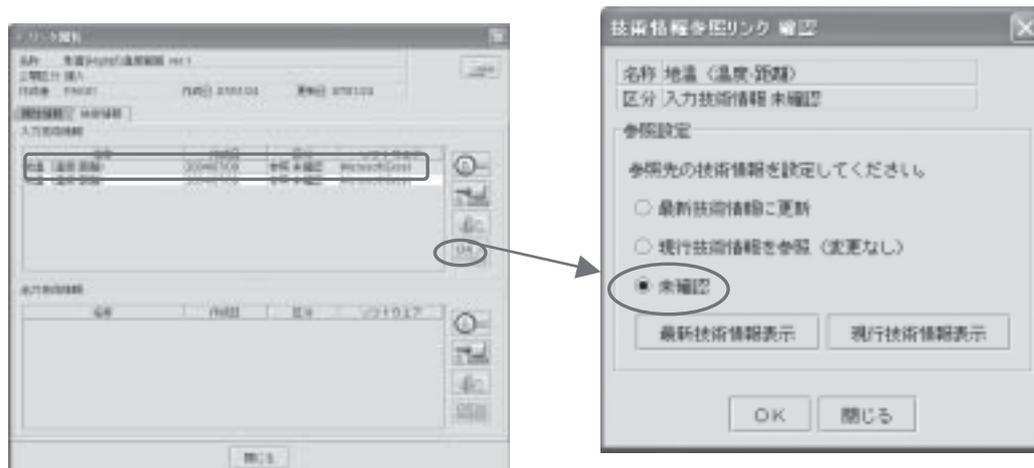


付図 B8-7 ワーク編集画面での技術情報の確認

・参照リンク属性の変更

「プロジェクト状況」画面から“未確認”技術情報を表示するか、あるいは通知されたメールの URL を開くと、「ワーク閲覧」画面の『技術情報』タブが表示され、“未確認”の技術情報を特定することができる。

「ワーク閲覧」画面で、“未確認”の技術情報をハイライトして【リンク確認】ボタンを選択すると、「技術情報参照リンク確認」画面が表示され、参照リンクが“未確認”に設定されていることが確認できる(付図 B8-8)。



付図 B8-8 ワーク編集画面でのリンク属性の確認

「技術情報参照リンク確認」画面で、【現行技術情報表示】ボタンを選択すると、参照設定されている技術情報の内容が確認できる。

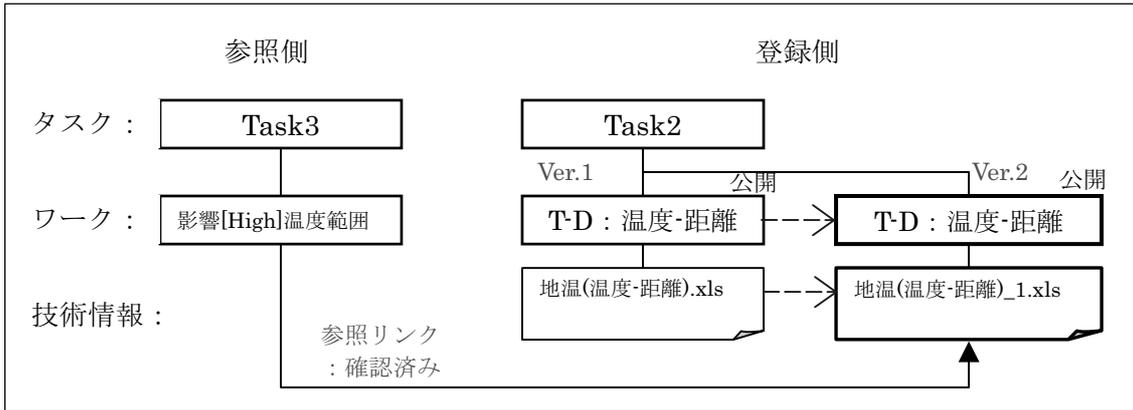
同様に、【最新技術情報表示】ボタンを選択すると、変更された技術情報の内容が確認できる（付図 B8-9）。（技術情報の“地温（温度-距離）.xls”から“地温（温度-距離）_1.xls”へ変更）



付図 B8-9 技術情報の表示

変更された技術情報“地温（温度-距離）_1.xls”の内容を確認して、当該ワークの研究成果に影響がない場合、最新の技術情報に対して参照リンクを設定し、常に最新版との整合性を図る。

ここでは、これまで“影響[High]温度範囲”ワークが、バージョン1の“T-D：温度-距離”ワークに付属していた“地温（温度-距離）.xls”を参照していたが、バージョン2へ更新された“T-D：温度-距離”ワークに付属する新しい技術情報“地温（温度-距離）_1.xls”へ参照が変更された場合の例を示す（付図 B8-10）。



付図 B8-10 変更された技術情報の参照リンク

技術情報“地温（温度-距離）_1.xls”の内容を確認したあと、「技術情報参照リンク確認」画面で“最新技術情報に更新”を選択し、【OK】ボタンをクリックすると、更新された技術情報“地温（温度-距離）_1.xls”に参照リンクが設定され、リンク属性が“確認済み”となる（付図 B8-11）。

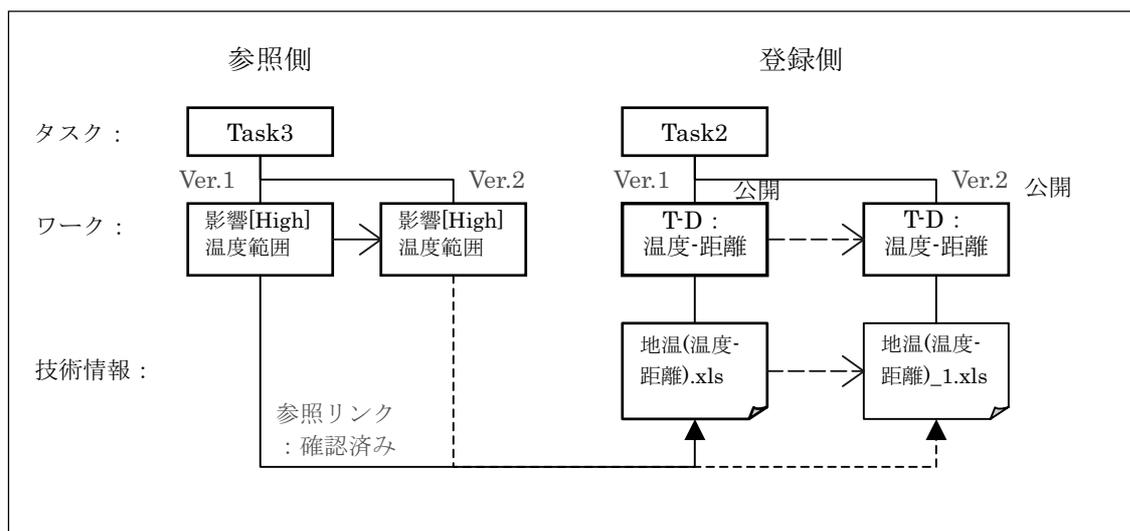


付図 B8-11 技術情報の参照リンク確認画面

一方、変更された技術情報“地温（温度-距離）_1.xls”の内容を確認して、当該ワークの研究成果に影響がある場合、現行（変更前）の技術情報“地温（温度-距離）.xls”に対して参照リンクを設定したあと、最新の技術情報を参照するための作業を行う。

ここでは、“影響[High]温度範囲”ワークは、参照先である登録側の“T-D：温度-距離”ワークの技術情報“地温（温度-距離）.xls”を参照していたが、バージョン2へ更新された“T-D：温度

-距離”ワークに付属する新しい技術情報“地温(温度-距離)_1.xls”への参照を設定するには、参照側の“影響[High]温度範囲”ワークを変更する必要が発生した場合を想定する。この場合、参照側の“影響[High]温度範囲”ワークは、参照先の登録側“T-D:温度-距離”ワークに付属する現行(変更前)の技術情報“地温(温度-距離).xls”に再設定を行い、参照側“影響[High]温度範囲”ワークに登録する研究成果との整合性を図る。その後、参照側“影響[High]温度範囲”ワークをバージョン1から2へと更新し、バージョン2へ更新された“T-D:温度-距離”ワークに付属する新しい技術情報“地温(温度-距離)_1.xls”を参照して研究を行い、その結果をバージョン2の参照側“影響[High]温度範囲”ワークに登録して、技術情報間の整合性を図る(付図B8-12)。



付図 B8-12 変更前の技術情報の参照リンク

技術情報“地温(温度-距離)_1.xls”の内容を確認したあと、「技術情報参照リンク確認」画面で“現行技術情報を参照(変更なし)”を選択し、【OK】ボタンをクリックすると、参照をしていた変更前の技術情報“地温(温度-距離).xls”に、再度設定され、リンク属性が“確認済み”となる(付図B8-13)。



付図 B8-13 技術情報の参照リンク確認画面

参考文献

- a) 川村 淳, 大井貴夫, 牧野仁史, 梅田浩司, 新里忠史, 安江健一, 河内 進, 石丸恒存, 瀬尾俊弘, 蛭名貴憲, 宮原 要, 中司 昇, 茂田直孝: “高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる天然現象影響評価に関する研究計画書 (当面5ヵ年の計画: H18年度版)”, JAEA-Review 2006-039, (2006).
- b) 核燃料サイクル開発機構: “地質環境の調査から物質移行解析にいたる一連の調査・解析技術－2つの深地層の研究施設計画の地上からの調査研究段階(第1段階)における地質環境情報に基づく検討－”, 核燃料サイクル開発機構, JNC TN1400 2005-021, (2005).
- c) 大井貴夫, 稲垣 学, 川村 淳: “シナリオの重要度をわかりやすく提示可能なシナリオ解析手法の整備”, JAEA-Research 2008-023, (2008).

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度 (質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
質量体積 (比体積)	立法メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
(物質質量の)濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率	(数の) 1	1

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表3. 固有の名称とその独自の記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位		他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
	名称	記号		
平面角	ラジアン ^(a)	rad		m ⁰ = m ⁻¹ × m ¹ = 1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(a)	sr ^(c)		m ² × m ⁻² = 1 ^(b)
周波数	ヘルツ	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m ⁰ × kg ¹ × s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ × kg × s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N × m	m ² × kg × s ⁻²
工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² × kg × s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s × A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² × kg × s ⁻³ × A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² × kg ⁻¹ × s ⁴ × A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² × kg × s ⁻³ × A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ⁻² × kg ⁻¹ × s ³ × A ²
磁束	ウェーバ	Wb	V × s	m ² × kg × s ⁻² × A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg × s ⁻² × A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² × kg × s ⁻² × A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(d)	°C		K
光束	ルーメン	lm	cd × sr ^(c)	m ² × m ⁻² × cd = cd
照度	ルクス	lx	lm/m ²	m ² × m ⁻⁴ × cd = m ⁻² × cd
(放射性核種の)放射能	ベクレル	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 質量エネルギー分与, カーマ線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量, 組織線量当量	グレイ	Gy	J/kg	m ² × s ⁻²
	シーベルト	Sv	J/kg	m ² × s ⁻²

- (a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なった性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときにいくつかの用例は表4に示されている。
- (b) 実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号“1”は明示されない。
- (c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号srを単位の表し方の中にそのまま維持している。
- (d) この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		SI 基本単位による表し方
	名称	記号	
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa · s	m ⁻¹ × kg × s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N · m	m ⁰ × kg × s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg × s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m ⁰ × m ⁻¹ × s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎平方秒	rad/s ²	m ⁰ × m ⁻¹ × s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg × s ⁻³
質量熱容量 (比熱容量), 質量エントロピー	ジュール毎キログラム	J/(kg · K)	m ² × kg × s ⁻² × K ⁻¹
質量エネルギー (比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² × s ⁻² × K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎メートル毎ケルビン	W/(m · K)	m ⁰ × kg × s ⁻³ × K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ × kg × s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m ⁰ × kg × s ⁻³ × A ⁻¹
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ × s × A
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² × s × A
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ × kg ⁻¹ × s ⁴ × A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m ⁰ × kg × s ⁻² × A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² × kg × s ⁻² × mol ⁻¹
モルエントロピー, 熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol · K)	m ² × kg × s ⁻² × K ⁻¹ × mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ × s × A
吸収線量	グレイ 毎秒	Gy/s	m ² × s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ × m ⁻² × kg × s ⁻³ = m ² × kg × s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² · sr)	m ² × m ⁻² × kg × s ⁻³ = kg × s ⁻³

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min = 60 s
時	h	1 h = 60 min = 3600 s
日	d	1 d = 24 h = 86400 s
度	°	1° = (π/180) rad
分	'	1' = (1/60)° = (π/10800) rad
秒	"	1" = (1/60)' = (π/648000) rad
リットル	l, L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t = 10 ³ kg
ネーパ	Np	1 Np = 1
ベル	B	1 B = (1/2) ln10 (Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位でSI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1 eV = 1.60217733(49) × 10 ⁻¹⁹ J
統一原子質量単位	u	1 u = 1.6605402(10) × 10 ⁻²⁷ kg
天文単位	ua	1 ua = 1.49597870691(30) × 10 ¹¹ m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里		1 海里 = 1852 m
ノット		1 ノット = 1 海里毎時 = (1852/3600) m/s
アール	a	1 a = 1 dam ² = 10 ² m ²
ヘクタール	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
バール	bar	1 bar = 0.1 MPa = 100 kPa = 1000 hPa = 10 ⁵ Pa
オングストローム	Å	1 Å = 0.1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
バイン	b	1 b = 100 fm ² = 10 ⁻²⁸ m ²

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
ポイズ	P	1 P = 1 dyn · s/cm ² = 0.1 Pa · s
ストークス	St	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
ガウス	G	1 G ≐ 10 ⁻⁴ T
エルステッド	Oe	1 Oe ≐ (1000/4π) A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx ≐ 10 ⁻⁸ Wb
スチルブ	sb	1 sb = 1 cd/cm ² = 10 ⁴ cd/m ²
ホリ	ph	1 ph = 10 ⁴ lx
ガル	Gal	1 Gal = 1 cm/s ² = 10 ⁻² m/s ²

表10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリー	Ci	1 Ci = 3.7 × 10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58 × 10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad = 1 cGy = 10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem = 1 cSv = 10 ⁻² Sv
X線単位		1 X unit = 1.002 × 10 ⁻⁴ nm
ガンマ	γ	1 γ = 1 nT = 10 ⁻⁹ T
ジャンスキー	Jy	1 Jy = 10 ⁻²⁶ W · m ⁻² · Hz ⁻¹
フェルミ	fm	1 fermi = 1 fm = 10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 metric carat = 200 mg = 2 × 10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	
マイクロン	μ	1 μ = 1 μm = 10 ⁻⁶ m

