



JAEA-Data/Code

2020-016

DOI:10.11484/jaea-data-code-2020-016

超深地層研究所計画
地質構造モデル／水理地質構造モデルの
数値データ集

Mizunami Underground Research Laboratory Project
Compilation of Digital Data of Geological Model and Hydrogeological Model

尾上 博則

Hironori ONOE

核燃料・バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター
地層科学研究部

Geoscientific Research Department
Tono Geoscience Center
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

November 2020

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは国立研究開発法人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 (<https://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2020

超深地層研究所計画
地質構造モデル／水理地質構造モデルの数値データ集

日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 東濃地科学センター 地層科学研究部

尾上 博則

(2020年9月24日受理)

日本原子力研究開発機構では、「地層処分技術に関する研究開発」のうち深地層の科学的研究（地層科学研究）の一環として、結晶質岩（花崗岩）を対象とした超深地層研究所計画を進めてきた。

本データ集は、超深地層研究所計画やこの計画に先立ち行われた広域地下水流動研究で構築したローカルスケールおよびサイトスケールの地質構造モデルおよび水理地質構造モデルの数値データを取りまとめたものである。

Mizunami Underground Research Laboratory Project
Compilation of Digital Data of Geological Model and Hydrogeological Model

Hironori ONOE

Geoscientific Research Department, Tono Geoscience Center
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development
Japan Atomic Energy Agency
Akiyo-cho, Mizunami-shi, Gifu-ken

(Received September 24, 2020)

Japan Atomic Energy Agency has been conducting Mizunami Underground Research Laboratory (MIU) Project, which is a broad scientific study of the deep geological environment as a basis of research and development for geological disposal of high-level radioactive waste, targeting in crystalline rock.

This report summarized the digital data of local scale and site scale geological model and hydrogeological model constructed in the MIU project and the Regional hydraulic study.

Keywords: Geological Model, Hydrogeological Model, Site Scale, Local Scale

目 次

1. はじめに	1
2. 超深地層研究所計画の概要	2
2.1 地形および地質	2
2.2 調査研究の進め方	5
3. 数値モデルデータの概要	8
3.1 数値モデルのリスト	8
3.2 モデル構築に使用したソフトウェア	8
3.3 データの説明	8
4. まとめ	13
参考文献	14

Contents

1. Introduction	1
2. The Mizunami Underground Research Laboratory Project	2
2.1 Geography and geology	2
2.2 Procedure of research activity	5
3. Data of numerical model	8
3.1 List of numerical model	8
3.2 Software for modeling	8
3.3 Data description	8
4. Conclusion	13
References	14

1. はじめに

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）では、地層処分研究開発の基盤となる深地層の科学的研究の一環として、岐阜県瑞浪市において結晶質岩を対象とした超深地層研究所計画¹⁾を進めている。超深地層研究所計画や、この計画に先立ち行われた広域地下水流動研究²⁾においては、地表からの調査や地下坑道からの調査が実施されるとともに、それらの調査で取得した地質環境特性データを用いて地質構造モデルおよび水理地質構造モデルが構築されてきた^{3)~18)}。

本データ集は、原子力機構がローカルスケール（約十 km 四方；図 2.1-1）およびサイトスケール（2km 四方；図 2.1-1）を対象にして超深地層研究所計画および広域地下水流動研究で構築した地質構造モデルおよび水理地質構造モデルの数値データを取りまとめたものである。

2. 超深地層研究所計画の概要

2.1 地形および地質

瑞浪超深地層研究所（以下、研究所）が位置する東濃地域は、北西部に美濃飛驒山地、南東部に三河山地が分布し、その間に丘陵地が広がる北東－南西方向の軸をもった船底状の地形概観を示す。北部の山地には木曾川が流れ、先行性の河川として深い谷を刻む。研究所の南には、北東から南西に向かう土岐川が流れ、その本流および支流の沿岸には段丘が発達して台地を形成し、河川周辺の低地には沖積層が分布する¹⁹⁾。

研究所用地周辺の地質は、白亜紀後期の花崗岩（土岐花崗岩）からなる基盤を、新第三紀中新世の堆積岩（瑞浪層群）が不整合で覆い、さらにその上位に固結度の低い新第三紀鮮新世～第四紀更新世の砂礫層（瀬戸層群）が不整合で覆う（図 2.1-1）^{20),21)}。瑞浪層群は、下位より、泥岩・砂岩・礫岩からなり亜炭を挟む土岐夾炭累層、凝灰質の泥岩・砂岩を主体とする明世累層/本郷累層、シルト岩・砂岩を主体とする生俵累層に区分される。土岐夾炭累層および明世累層/本郷累層の下部には、それぞれ基底礫岩が分布する。また、土岐花崗岩は、不整合面から約 100～500m 程度の厚さで分布する 30° 以下の低角度傾斜の割れ目が卓越する領域（上部割れ目帯：Upper Highly Fractured Domain（以下、UHFD））と、その下位の比較的割れ目密度が低い領域（下部割れ目低密度帯：Lower Sparsely Fractured Domain（以下、LSFD））の 2 つに大きく区分される。さらに、UHFD 中には低角度傾斜を有する割れ目の集中帯（低角度割れ目集中帯：Low Angle Fractured Zone（以下、LAFZ））が存在することが確認されている¹⁴⁾。研究所用地の北側には、主要な断層として土岐花崗岩および瑞浪層群を変位させる月吉断層が分布する（図 2.1-1）。また、研究所用地内およびその周辺には、これまでの調査研究によって、主立坑沿いに分布する断層（以下、主立坑断層）をはじめとする複数の断層の存在が確認および推定されている¹⁶⁾（図 2.1-2）。

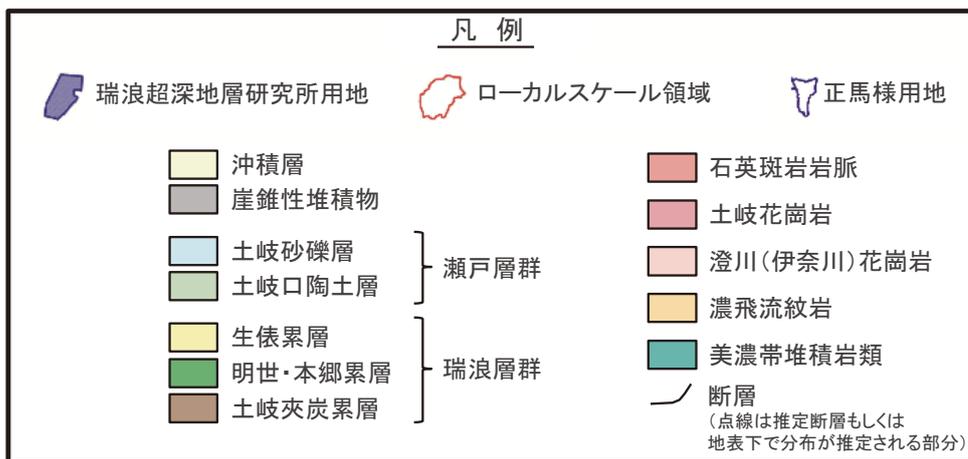
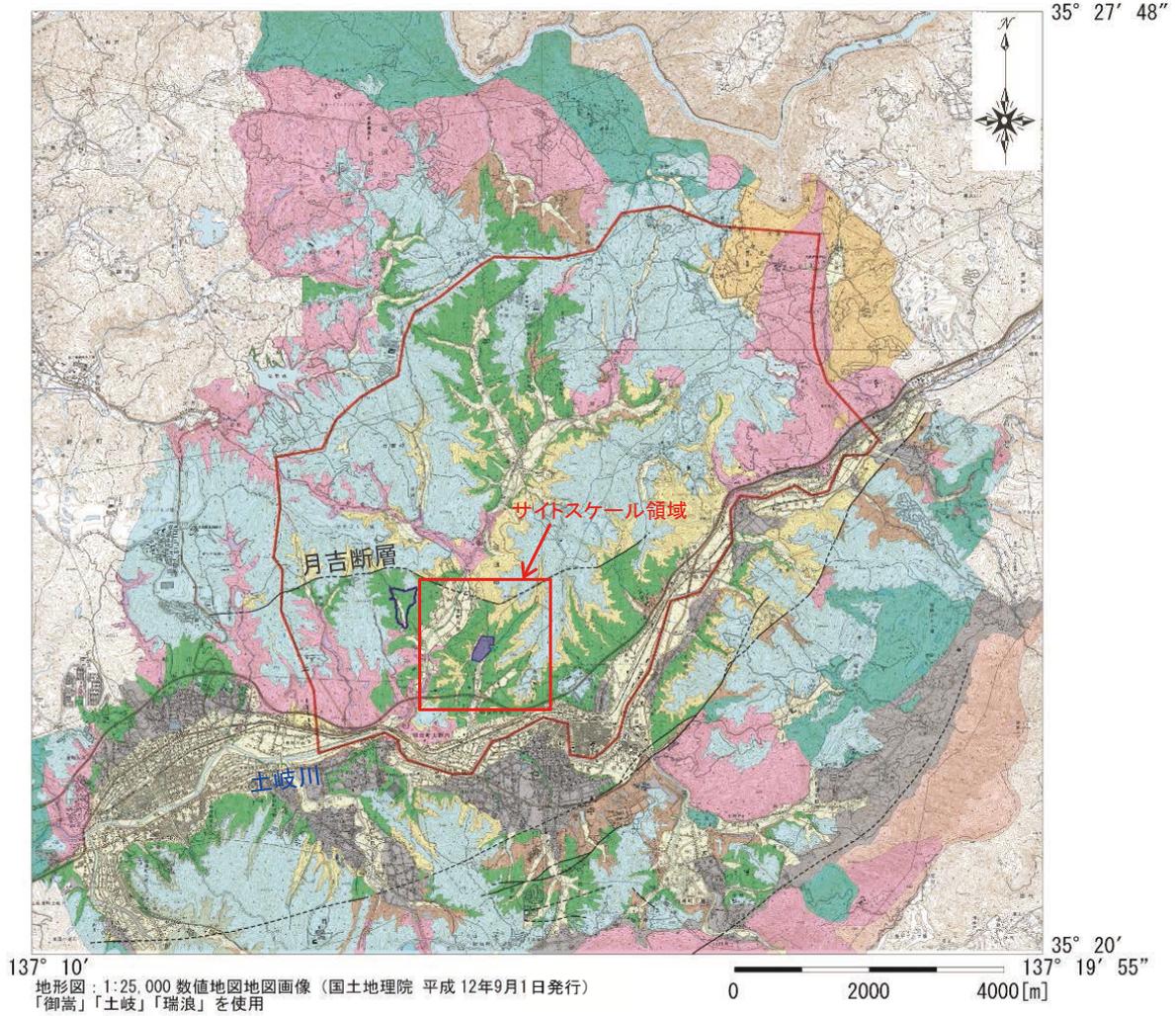


図 2.1-1 瑞浪超深地層研究所周辺の地質概要

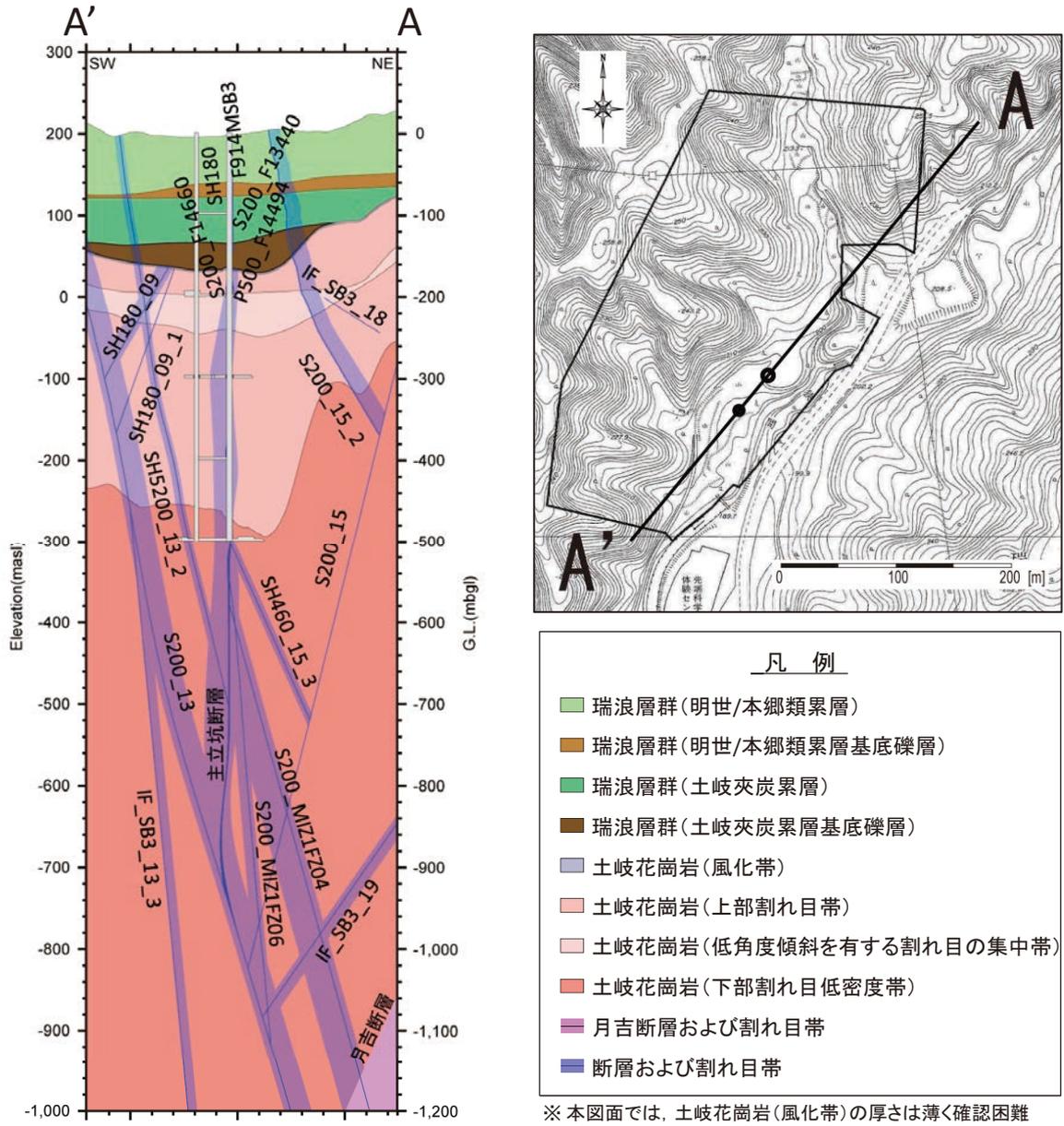


図 2.1-2 瑞浪超深地層研究所周辺における地質・地質構造のモデル¹⁶⁾

2.2 調査研究の進め方

超深地層研究所計画では、異なる空間スケールにおける深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤を整備することを主たる研究目標としており、地表からの調査予測研究段階（以下、第1段階）、研究坑道の掘削を伴う研究段階（以下、第2段階）、研究坑道を利用した研究段階（以下、第3段階）の3つの段階に区分し研究を進め、調査の進展に伴う情報量の増加に応じた地質環境特性に関わる理解度や調査の達成度を順次評価してきた。上記の研究目標を達成するために、調査の進展に伴う情報量の増加に応じて、地質環境特性に関わる理解度や調査の達成度を順次評価しつつ、次の調査または段階へ移行するかどうかを判断することが重要との考え方にに基づき、繰り返しアプローチを実施してきた（図2.2-1）。繰り返しアプローチは、各調査段階において安全評価あるいは施設の設計・建設にとって重要と考えられる地質環境情報を抽出・設定して、実際に調査・解析・評価の一連のプロセスを繰り返し実施することにより、重要な地質環境情報の設定の方法や留意点に関する知見を蓄積・体系化する取り組みを行うものである。

第1段階においては、既得情報整理／地表地質調査から孔間トモグラフィ探査／孔間水理試験までの6つの調査項目を設け、それらを5つの調査ステップに区分して繰り返しアプローチを用いた調査研究を展開し、地質構造モデルおよび水理地質構造モデルの構築と更新が行われた（図2.2-2、表2.2-1）。

第2段階においては、深度500mまでの研究坑道の建設が進められた。研究坑道は主として、土岐花崗岩中に建設されており、2本の立坑（主立坑および換気立坑）とそれらを結ぶ深度100m毎の水平坑道（予備ステージ）、ならびに深度300mと500mで展開される水平坑道（深度300mステージ、深度500mステージ）から構成される（図2.2-3）。研究坑道の壁面観察や、坑道から掘削されたボーリング孔を利用した地質環境調査の結果ならびに、研究坑道掘削時の湧水量計測やボーリング孔での地下水の水圧・水質モニタリング結果に基づき地質構造モデルおよび水理地質構造モデルの構築と更新が行われた。

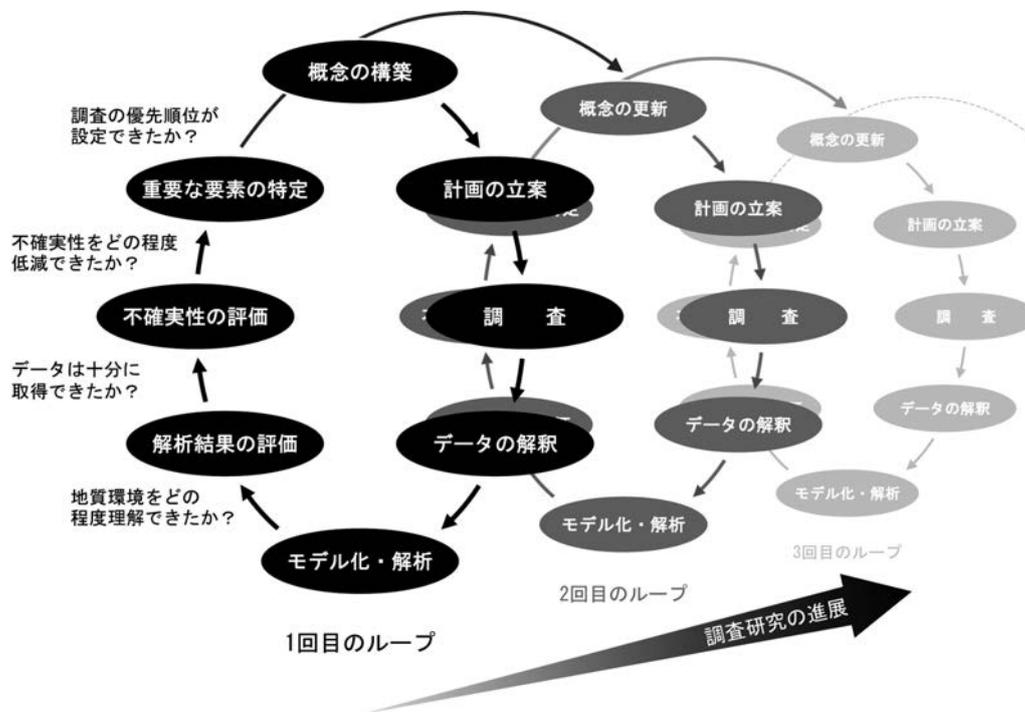


図 2.2-1 繰り返しアプローチ¹⁾

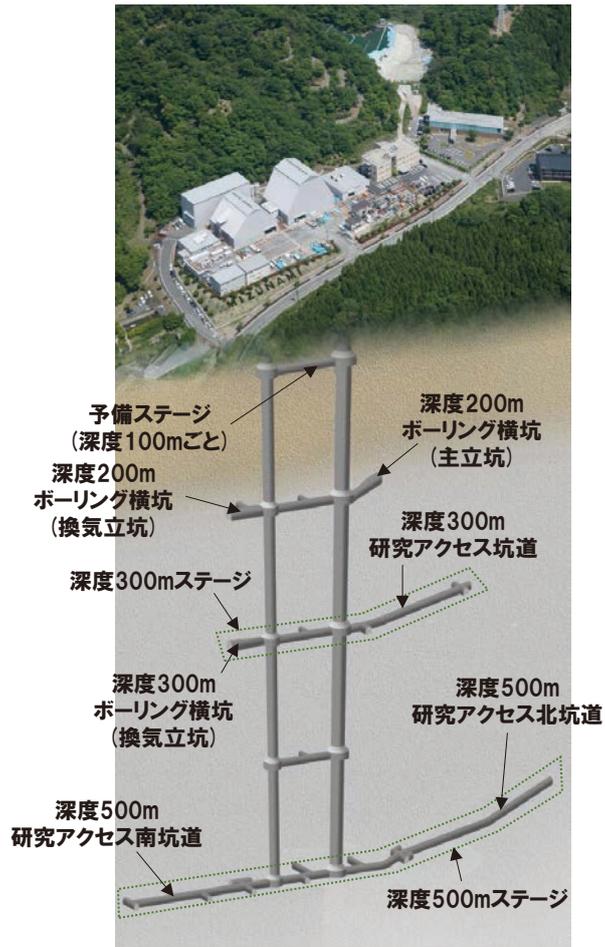


図 2.2-3 瑞浪超深地層研究所の研究坑道レイアウト

3. 数値モデルデータの概要

3.1 数値モデルのリスト

表 3.1-1 に、本データ集に格納する数値モデルの一覧表を示す。第 1 段階については、5 つの調査ステップ毎の数値モデルデータを整備した。第 2 段階については、地質構造モデルおよび水理地質構造モデルともに、最終の数値モデルデータのみを整備した。なお、ローカルスケールの地質構造モデルは第 1 段階以降更新されていない。

表 3.1-1 数値モデルの一覧

調査区分		ローカルスケール			サイトスケール		
		地質構造 モデル	水理地質構造 モデル	参考 文献	地質構造 モデル	水理地質構造 モデル	参考 文献
第 1 段階	ステップ 0	○	○	5)	○	○	9)
	ステップ 1	○	○	6)	○	○	9)
	ステップ 2	○	○	4)	○	○	7)
	ステップ 3	○	○	10)	○	○	11)
	ステップ 4	○	○	13)	○	○	12)
第 2 段階	Shaft500	—	○	17)	—	○	17)
	Stage500	—	—	—	○	—	18)

3.2 モデル構築に使用したソフトウェア

地質構造モデルの構築には、各種地質データの解析の支援、三次元的な数値モデルの構築および地下水流動解析が実施できる GEOMASS システム²²⁾および三次元 GIS ソフトウェアと同等の機能を有する Vulcan™ (Maptek Pty Ltd.製) を使用した。また、水理地質構造モデルの構築には GEOMASS システムを使用した。したがって、本データ集にはこれらのソフトウェアからエクスポートした ASCII ファイルを数値モデルデータとして格納した。

3.3 データの説明

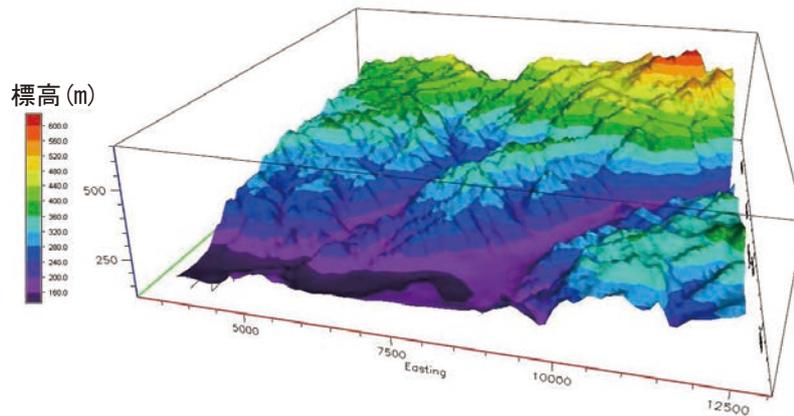
本データ集に格納する数値モデルデータは、面形状ファイルと分布範囲ファイルの 2 つに大別される。

(1) 面形状ファイル

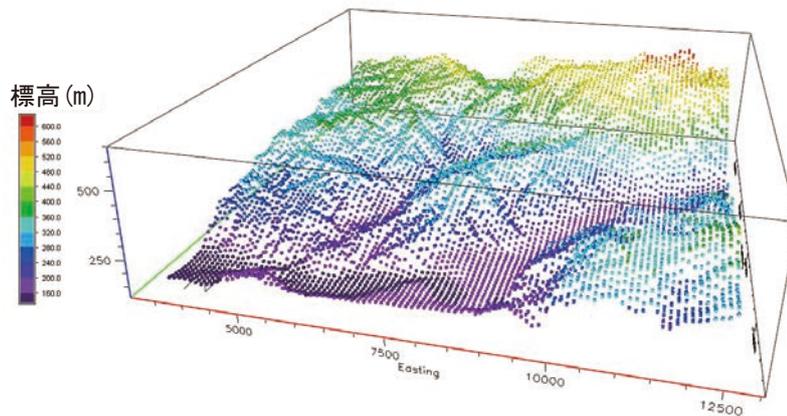
面形状ファイルには、地表面や地層境界、断層の三次元形状を構成する点群の位置情報である座標 (E-W(m)、N-S(m)、標高(m)) が保存されている (図 3.3-1)。ファイル形式は、数値モデルを構築したソフトウェアやモデル毎で多少異なるものの、基本的には図 3.3-2 のフォーマットである。詳細は、各ファイルの冒頭にあるデータ説明を参照すること。なお、数値モデルを構築した時期によって異なる座標系 (旧日本測地系と世界測地系) が適用されているため、データを使用する際には留意する必要がある。

地層境界面データには、ダミーデータが含まれる場合がある。ローカルスケールを例にすると、

地層は下位より基盤岩の土岐花崗岩下部割れ目低密度帯、土岐花崗岩上部割れ目帯、堆積岩の瑞浪層群、瀬戸層群の順で構成されるとともに、いくつかの断層が分布する（図 3.3-3）。地層境界面や断層は地表面で切られるため、図 3.3-3 の破線部のデータは数値モデルの構築に使用しないダミーデータとなる。また、複数の地層境界面が交差する場合があるが、その場合は基本的な層序を考慮して地層境界面の切り切られの関係を確認しつつ、数値モデルに反映する地層境界面を選択する必要がある。断層についても瀬戸層群以深にのみ分布するため、瀬戸層群下面で切られることとなる。これらのような地層境界面と断層面の切り切られの関係は、各数値モデルのデータリストに注記した。



(a) 地表面モデル



(b) エクスポートした地表面モデルの座標データ

図 3.3-1 面形状ファイルのデータイメージ

```

# Type: scattered data
# Field: 1 x (E-W m)
# Field: 2 y (N-S m)
# Field: 3 z (ELm)
# Field: 4 column integer
# Field: 5 row integer
# Grid_size: 92 x 93
# Grid_space: 3500.000000,12600.000000,-71500.000000,-61900.000000
# 座標系:旧日本測地系(Tokyo Datum)
#
3500.0   -71500.0  148.1   1   1
3600.0   -71500.0  150.4   2   1
3700.0   -71500.0  152.7   3   1
3800.0   -71500.0  152.5   4   1
3900.0   -71500.0  149.6   5   1
4000.0   -71500.0  143.4   6   1
4100.0   -71500.0  140.2   7   1
4200.0   -71500.0  144.0   8   1
4300.0   -71500.0  146.9   9   1
4400.0   -71500.0  158.3  10   1
4500.0   -71500.0  183.4  11   1
4600.0   -71500.0  173.7  12   1
4700.0   -71500.0  178.6  13   1
.
.
.

```

点群の位置座標 (E-W(m), N-S(m), 標高(m))
 点群の並び番号
 点の数(X方向、Y方向)
 データ領域の座標 (X方向最小値、X方向最大値、Y方向最小値、Y方向最大値)

Field 1 Field 2 Field 3 Field 4 Field 5

図 3.3-2 面形状ファイルの基本フォーマット

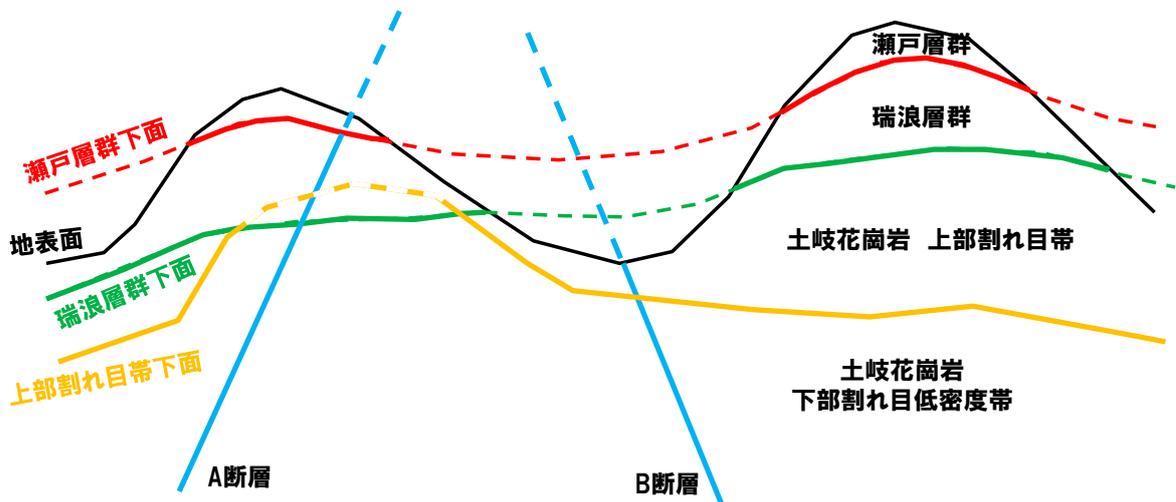
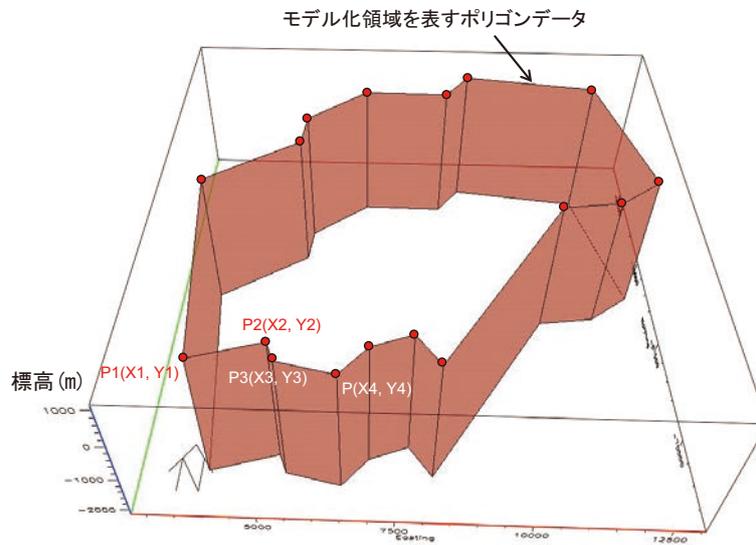


図 3.3-3 面形状ファイルに含まれるダミーデータの説明 (ローカルスケールの例)

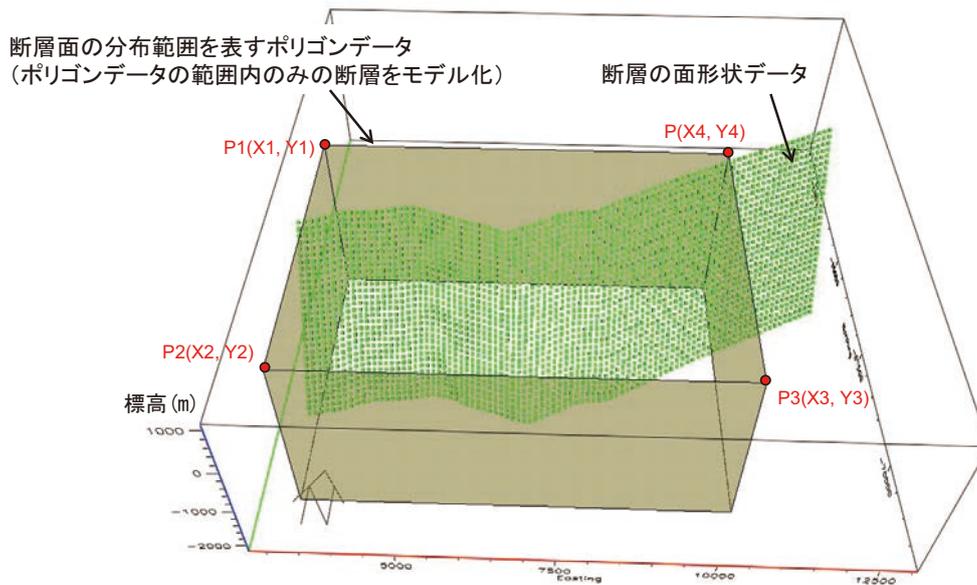
(2) 分布範囲ファイル

分布範囲ファイルには、数値モデルのモデル化領域や断層が分布する範囲を示すポリゴンデータの平面座標 (E-W(m)、N-S(m)) が保存されている (図 3.3-4)。ファイル形式は、数値モデルを構築したソフトウェアやモデル毎で多少異なるものの、基本的には図 3.3-5 のフォーマットである。詳細は、各ファイルの冒頭にあるデータ説明を参照すること。なお、数値モデルを構築し

た時期によって異なる座標系（旧日本測地系と世界測地系）が適用されているため、データを使用するには留意する必要がある。



(a) モデル化領域のポリゴンデータ



(b) 断層の分布範囲のポリゴンデータ

図 3.3-4 分布範囲ファイルのデータイメージ

```

# Type: polygon data
# Field: 1 x (E-W m)
# Field: 2 y (N-S m)
#
POLYGON
4000.0    -71000.0
5300.0    -70600.0
5450.0    -71000.0
6500.0    -71250.0
7000.0    -70650.0
7750.0    -70350.0
8200.0    -71000.0
10597.7   -67007.2
11741.8   -66842.1
.
.
.
Field 1    Field 2
    
```

} ポリゴンを形成する点の平面座標 (E-W(m), N-S(m))

図 3.3-5 分布範囲ファイルの基本フォーマット

(3) 関連データ

本データ集には、表 3.3-1 に示す数値モデルに関連する数値データを格納した。

表 3.3-1 関連データ

データ名称	格納ファイル
研究坑道 形状データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図面一式 (PDF ファイル) ・ DXF 形式ファイル (AutoCAD 対応) ・ WRL 形式ファイル (MicroAVS 対応) ・ MODFEM 形式ファイル*¹ (Femap 対応) <p>*¹ 地表および坑道内から掘削したボーリング孔情報を含む。</p>

4. まとめ

超深地層研究所計画において構築した地質構造モデルおよび水理地質構造モデルの数値データを取りまとめた。各モデルの数値データは、異なる空間スケールや調査段階毎にデータセットとして整理した。

参考文献

- 1) 日本原子力研究開発機構東濃地科学センター地層科学研究部：“超深地層研究所 地層科学研究基本計画”，JAEA-Review 2015-015 (2015)，39p.
- 2) 動力炉・核燃料開発事業団東濃地科学センター：“広域地下水流動研究基本計画書”，PNC-TN7020 98-001 (1997)，12p.
- 3) 須山泰宏，三枝博光：“広域地下水流動研究における地質構造モデルの構築と地下水流動解析”，JNC-TN7400 2000-012 (2000)，36p.
- 4) 尾上博則，三枝博光：“ローカスケールの地下水流動解析－サイトスケールにおけるステップ 2 の地下水流動解析の境界条件の設定－（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-003 (2005)，22p.
- 5) 大山卓也，三枝博光，尾上博則：“ローカスケールにおける地下水流動解析－ローカスケールでの地下水流動特性評価およびサイトスケールにおけるステップ 0 の地下水流動解析の境界条件の設定－（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-004 (2005)，22p.
- 6) 大山卓也，三枝博光，尾上博則：“ローカスケールの地下水流動解析－サイトスケールにおけるステップ 1 の地下水流動解析の境界条件の設定－（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-005 (2005)，27p.
- 7) 尾上博則，三枝博光，遠藤令誕：“繰り返しアプローチに基づくサイトスケールの水理地質構造のモデル化・地下水流動解析（ステップ 2）”，JNC-TN7400 2005-006 (2005)，93p.
- 8) 松岡稔幸，熊崎直樹，三枝博光，佐々木圭一，遠藤令誕，天野健治：“繰り返しアプローチに基づく地質構造のモデル化（Step1 および Step2）”，JNC-TN7400 2005-007 (2005)，99p.
- 9) 大山卓也，三枝博光，尾上博則，遠藤令誕：“繰り返しアプローチに基づくサイトスケールの水理地質構造のモデル化・地下水流動解析（ステップ 0 およびステップ 1）（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-008 (2005)，77p.
- 10) 尾上博則，三枝博光：“ローカスケールの地下水流動解析－サイトスケールにおけるステップ 3 前半の地下水流動解析の境界条件の設定－（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-011 (2005)，51p.
- 11) 尾上博則，三枝博光，遠藤令誕：“繰り返しアプローチに基づくサイトスケールの水理地質構造のモデル化・地下水流動解析（ステップ 3 前半）（研究報告）”，JNC-TN7400 2005-012 (2005)，76p.
- 12) 尾上博則，三枝博光，大山卓也，遠藤令誕：“繰り返しアプローチに基づくサイトスケールの水理地質構造のモデル化・地下水流動解析（ステップ 4）”，JAEA-Research 2007-034 (2007)，106p.
- 13) 尾上博則，三枝博光，大山卓也：“ローカスケールの地下水流動解析－サイトスケールにおけるステップ 4 の地下水流動解析の境界条件の設定－”，JAEA-Research 2007-035 (2007)，63p.
- 14) 三枝博光，瀬野康弘，中間茂雄，鶴田忠彦，岩月輝希，天野健治，竹内竜史，松岡稔幸，尾上博則，水野崇，大山卓也，濱克宏，佐藤稔紀，久慈雅栄，黒田英高，仙波毅，内田雅大，杉原弘造，坂巻昌工：“超深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階（第 1 段階）研究成果報告書”，JAEA-Research 2007-043 (2007)，337p.
- 15) 石橋正祐紀，栗原新，松岡稔幸，笹尾英嗣：“超深地層研究所計画におけるサイトスケール

- 地質構造モデルの構築－第2段階における Shaft180 から Stage300 地質構造モデルへの更新－”, JAEA-Research 2012-018 (2012), 48p.
- 16) 石橋正祐紀, 笹尾英嗣, 窪島光志, 松岡稔幸: “超深地層研究所計画におけるサイトスケール地質構造モデルの構築－第2段階における Shaft460 および Shaft500 地質構造モデルへの更新－”, JAEA-Research 2013-019 (2013), 31p.
- 17) 尾上博則, 小坂寛, 竹内竜史, 三枝博光: “超深地層研究所計画(岩盤の水理に関する調査研究) 第2段階におけるサイトスケールの水理地質構造モデルの構築”, JAEA-Research 2015-008 (2015), 146p.
- 18) 酒井利啓, 野原壯, 石橋正祐紀: “超深地層研究所計画におけるサイトスケール地質構造モデルの構築－第2段階における Shaft500 から Stage500 地質構造モデルへの更新－”, JAEA-Research 2016-009 (2016), 27p.
- 19) 貝塚爽平, 木曾敏行, 町田 貞, 太田陽子, 吉川虎雄: “木曾川・矢作川流域の地形発達－現地シンポジウムにおける討論と今後の課題－”, 地理学評論, 第37巻, pp.89-102 (1964).
- 20) 糸魚川淳二: “瑞浪地域の地質”, 瑞浪市化石博物館専報, 第1号, pp.1-50 (1980).
- 21) 陶土団体研究グループ: “断層境界を伴う多数の基礎ブロックからなる内陸盆地－岐阜県多治見市周辺の東海層群堆積盆地の例－”, 地球科学, 第53巻, pp.291-306 (1999).
- 22) Ohyama, T., and Saegusa, H.: “GEOMASS System”, JAEA-Testing 2008-007 (2009), 248p.

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량	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 組立単位	
	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
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方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
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg 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
仕事率, 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	Vs	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 ^(e)	°C		K
光照射量	ルーメン	lm	cd sr ^(e)	cd
放射線量	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。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である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
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 ² kg s ⁻²
角加速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加減	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m 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
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面積	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 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	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	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
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	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6. SIに属さないが、SIと併用される単位

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=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、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単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ¹² cm ²) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π)A m ⁻¹

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
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=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

