



JAEA-Data/Code

2015-024

DOI:10.11484/jaea-data-code-2015-024

幌延深地層研究計画（第1段階）における
深層ボーリング調査の割れ目データ集

Data of Fractures Based on the Deep Borehole Investigations
in the Horonobe Underground Research Laboratory Project (Phase 1)

草野 友宏 石井 英一

Tomohiro KUSANO and Eiichi ISHII

バックエンド研究開発部門

幌延深地層研究センター

深地層研究部

Horonobe Underground Research Department

Horonobe Underground Research Center

Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management

February 2016

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 (<http://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, 2016

幌延深地層研究計画(第1段階)における深層ボーリング調査の割れ目データ集

日本原子力研究開発機構
バックエンド研究開発部門 幌延深地層研究センター 深地層研究部

草野 友宏^{*}, 石井 英一

(2015年12月11日 受理)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構では、堆積岩を対象とした深地層の研究施設計画を北海道幌延町において進めている。

本データ集は、幌延深地層研究計画（第1段階）において実施した深層ボーリング調査の割れ目データに関する情報を取りまとめたものである。

**Data of Fractures Based on the Deep Borehole Investigations
in the Horonobe Underground Research Laboratory Project (Phase 1)**

Tomohiro KUSANO* and Eiichi ISHII

Horonobe Underground Research Department
Horonobe Underground Research Center
Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management
Japan Atomic Energy Agency
Horonobe-cho, Teshio-gun, Hokkaido

(Received December 11, 2015)

Japan Atomic Energy Agency (JAEA) is performing the Horonobe Underground Research Laboratory Project, which includes a scientific study of the deep geological environment as a basis of research and development for geological disposal of high level radioactive wastes (HLW), in order to establish comprehensive techniques for the investigation, analysis and assessment of the deep geological environment in the sedimentary rock.

This report aims at compiling fracture data of drill core obtained from the Horonobe Underground Research Laboratory Project (Phase 1).

Keywords: Horonobe Underground Research Laboratory Project, Sedimentary Rock, Fracture, Drill Core

* Collaborating Engineer

目 次

1. はじめに	1
2. 調査位置	1
3. 収録データ	2
4. EMI 検層	3
5. BHTV 検層	4
6. おわりに	5
参考文献	5

付録 CD

1. 割れ目データ表
2. EMI データ表
3. BHTV データ表

Contents

1. Introduction	1
2. Location of boreholes	1
3. Recorded data	2
4. EMI survey	3
5. BHTV survey	4
6. Conclusion	5
References	5

Appendix CD

1. Data sheet of fracture
2. Data sheet of EMI survey
3. Data sheet of BHTV survey

This is a blank page.

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）が、北海道幌延町で実施している幌延深地層研究計画は、平成 17 年 10 月の「原子力政策大綱」¹⁾に示された「深地層の研究施設」を活用した計画のひとつであり、堆積岩を対象に深地層の研究を行うものである。

幌延深地層研究計画における調査研究は、地下施設の建設工程や研究開発課題の内容、実施時期の違いから「第 1 段階：地上からの調査研究段階」、「第 2 段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階」、「第 3 段階：地下施設での調査研究段階」の 3 段階に分けて推進している。

第 1 段階における地質・地質構造に関する調査研究では、岩盤の地質学的不均質性を把握するため、深層ボーリング調査を実施した²⁾。

本データ集は、第 1 段階に実施した深層ボーリング調査（HDB-1～11）^{3)~11)}における岩芯（コア）記載作業および物理検層（EMI 検層，BHTV 検層（HDB-6,9,10,11 のみ））より得られた割れ目データを取りまとめたものである。

2. 調査位置

深層ボーリング調査が実施された位置を図 2-1 に示す。

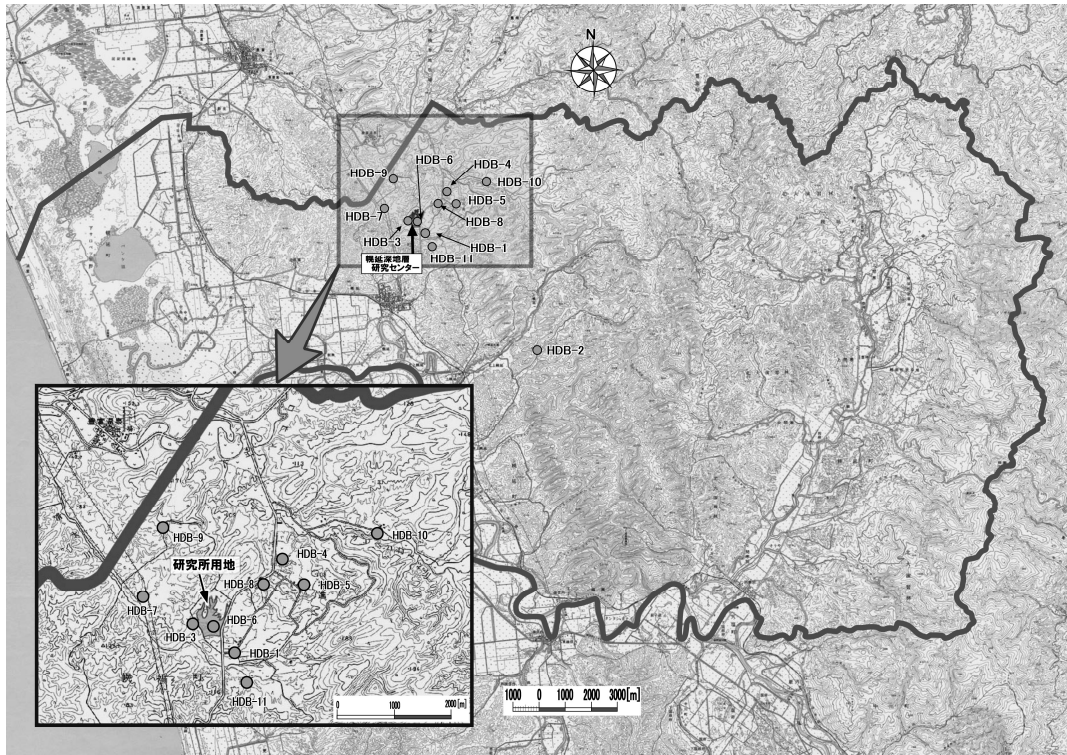


図 2-1 深層ボーリング調査位置図

国土地理院発行 5 万分の 1 地形図「稚咲内」「豊富」「上猿払」「雄信内」「敏音知」「天塩」を使用

3. 収録データ

コア記載作業により得られた割れ目データを基本として、物理検層の結果も踏まえて、以下の項目について収録する。取りまとめた表の例を表 3-1 に示す。

- ・ 番号 (No.)
- ・ 深度 (depth) 【m】; 上端 (upper), 下端 (lower), 中間 (middle)
- ・ 傾斜 (dip) 【°】
- ・ 鏡肌 (slickenside)
- ・ 条線 (slickenline); レイク (rake) 【°】
- ・ 破断ステップ (slickenstep); レイク (rake) 【°】
- ・ 羽毛状構造 (plumose structure)
- ・ 断層岩 (fault rock); 種類 (type), 厚さ (thickness) 【mm】
- ・ 炭酸塩充填 (carbonate filling); 厚さ (thickness) 【mm】

表 3-1 割れ目データ表の例

HDB-9 No.	depth			dip (°)	slickenside	slickenline		slickenstep		plumose structure	fault rock		carbonate filling	
	upper (m)	lower (m)	middle (m)			rake (°)	rake (°)	type	thickness (mm)		thickness (mm)			
110	89.39	90.00	89.70	85	x	○	20	x		x			x	
111	90.00	90.43	90.22	75	x	x		x		○	x			x
112	90.69	90.71	90.70	10	○	x		x		x	○	gs		x
113	91.27	91.31	91.29	55	○	○	90	x		x	x			x
114	91.62	91.70	91.66	60	○	○	90	x		x	x			x
115	91.88	92.00	91.94	70	○	○	110	x		x	x			x
116	93.43	93.47	93.45	40	○	○	0	○	0	x	x			x
117	93.56	93.66	93.61	50	x	x		x		x	○	fg	22	x
118	94.15	94.34	94.25	28	○	○	140	x		x	○	fb	87	x
119	94.20	94.22	94.21	5	○	○	120	x		x	x			x
120	94.52	94.54	94.53	10	○	○	110	x		x	x			x
121	95.60	95.82	95.71	23	○	○	30	○	210	x	x			x
122	95.81	96.00	95.91	30	○	○	0	x		x	x			x
123	95.94	96.00	95.97	25	○	○	0	x		x	x			x
124	95.96	96.00	95.98	80	○	○	0	x		x	x			x
125	96.00	96.14	96.07	70	x	x		x		x	○	fb		x
126	97.22	97.33	97.28	70	x	○	70	x		x	x			x
127	97.80	97.81	97.81	5	x	x		x		x	x			x
128	97.93	98.00	97.97	40	○	○	120	x		x	x			x
129	98.26	98.30	98.28	30	○	○	20	x		x	x			x
130	98.43	98.49	98.46	40	x	○	90	x		x	x			x

各項目に記載した内容は以下のとおりである。

3.1 番号 (No.)

番号は、掘削深度の浅い方から順に 1, 2, … と付記した。

3.2 深度 (depth)

深度は、各割れ目とボーリング孔が交差する上端、下端および中間深度を記入した。ボーリングコアを完全に切っていない割れ目については、上端または下端深度のみ記入した。

なお、単位は m とし、小数点以下第 2 位 (1cm 単位) まで記入した。

3.3 傾斜 (dip)

コアに垂直な方向からの割れ目の傾斜角を記入した。

3.4 鏡肌 (slickenside)

鏡肌の有無について○×で表示した。

3.5 条線 (slickenline)

条線の有無について○×で表示した。条線が認められる場合、レイク (rake) 角度を記入した。レイク角は下盤側の走向線右側を 0° とし、時計回りに $0\sim 180^\circ$ の範囲で表示した。

3.6 破断ステップ (slickenstep)

破断ステップの有無について○×で表示した。破断ステップが認められる場合、Petit(1987)¹²⁾の T 面, R 面もしくは P 面の発達型を仮定した下盤側に対する上盤側の相対的な変位方向を、下盤側の走向線右側を 0° とした時計回りの $0\sim 360^\circ$ のレイク (rake) 角度で標記した。

3.7 羽毛状構造 (plumose structure)

羽毛状構造の有無について○×で表示した。

3.8 断層岩 (fault rock)

断層岩の有無を○×で表示した。種類については、以下の基準に従って分類した。

※fb：断層角礫（基質が未固結で、破碎岩片の含有率が 30%以上）

fg：断層ガウジ（基質が未固結で、破碎岩片の含有率が 30%以下）

gs：固結した黒色細粒な断層破碎物質

厚さの単位は mm とした。

3.9 炭酸塩充填 (carbonate filling)

割れ目内の炭酸塩充填の有無を○×で表示した。厚さの単位は mm とした。

4. EMI 検層

EMI (Electrical Micro Imaging) は、パッドに埋め込んだ小さなボタン電極を孔壁に押し当てることにより地層の導電率 (比抵抗値の逆数) を測定し、孔壁を画像化する検層種目である。測定電流はツール下部より地層に流され、一部は電極より主電流として、残りは高解像度を保つためフォーカス電流として使用される。各電極の電流値は地層の導電率変化に比例するため、電流変化を色調変化に変換することにより孔壁をイメージングする。

孔井が、主に、地層境界、割れ目、薄層の挟み、孔径拡大部 (破碎帯、断層等) のような地質的不連続面を貫く場合に、孔壁展開図には孔井を横切る不連続面が比抵抗値の差異としてサインカーブ状に表現される。

孔壁展開図上に表れる不連続面にサインカーブを重ね合わせ、最も合致したカーブを決定す

ることにより、不連続面が孔井を貫く位置における深度、方位角（不連続面の落ち方位）、傾斜角を求める。なお、EMI では真北を方位基準としており、この地域では西に 9 度の補正值を用いている。

読み取った不連続面を以下の 2 タイプに分類した。（HDB-1,2 を除く。）

A；開口性割れ目、低比抵抗物質が充填された割れ目、概ね層厚 10cm 以下の低比抵抗帯

B；地層、岩質の境界面、高比抵抗の薄層、破碎帯や孔径拡大個所の境界

（HDB-11 では、さらにタイプ A の不連続面を読み取りの明瞭さで、ランク 1：明瞭、ランク 2：やや明瞭、ランク 3：不明瞭に区分している。）

不連続面の読み取り一覧表の例を表 4-1 に示す。項目は、番号(No.)、深度、方位角 (azimuth)、傾斜角 (dip)、タイプ (type) である。なお、深度については、コア記載作業により示された深度を正しい深度とし、コアと孔壁画像で一致が明らかな岩相（凝灰岩層、炭酸塩鉱物脈、炭酸塩ノジュール等）を基準に、コア記載結果と整合させた補正深度 (corrected depth) である。

表 4-1 EMI データ表の例

No.	corrected depth (m)	azimuth (°)	dip (°)	type
1	6.23	158.2	58.6	A
2	6.86	185.9	53.0	A
3	7.32	90.8	43.8	B
4	7.33	147.5	22.8	A
5	7.41	83.0	34.3	A
6	7.48	92.3	40.8	B
7	8.33	356.5	9.0	A
8	8.52	24.1	35.8	A
9	9.37	100.7	45.9	A
10	9.51	78.5	45.2	A

5. BHTV 検層

BHTV（ボアホール・テレビュアー）は、流体で満たされた孔井の孔壁を音波で走査することにより、孔壁の状態を映像として表す測定器である。

測定された BHTV のデータ（孔壁からの反射波）は、アンプリテュード値（反射強度）とトラベルタイム（反射波到達時間）に分けられる。アンプリテュード値は反射波の強弱を示すので、孔壁に亀裂などがあり照射波が吸収されると弱い値を示し、孔壁が硬質で亀裂が無ければ強い値を示す。トラベルタイムはツールから孔壁までの距離に換算される。アンプリテュード値およびトラベルタイムを色調の変化に置きかえ連続的に表示することにより、孔壁の状況を知ることができる。

イメージングされた孔壁の展開図上では、フラクチャー（割れ目等）はサインカーブで表示される。このサインカーブをトレースすることによって、フラクチャーの傾斜方位とフラクチ

ャーの高さを求める。そして、このフラクチャーの高さと反射波から算出した孔径からフラクチャーの傾斜角を計算する。

読み取ったフラクチャーはその明瞭度により 3 つのランク（1：明瞭，2：やや明瞭，3：不明瞭）に分類した。

フラクチャーの読み取り一覧表の例を表 5-1 に示す。項目は、番号（No.）、コア記載結果と整合させた補正深度（corrected depth）、傾斜方位（azimuth）、傾斜角（dip）、ランク（rank）である。

表 5-1 BHTV データ表の例

No.	corrected depth (m)	azimuth (°)	dip (°)	rank
1	133.62	189	55	3
2	133.81	350	43	3
3	134.25	218	45	3
4	134.32	48	49	3
5	134.40	237	40	3
6	134.76	345	67	3
7	135.26	17	53	3
8	135.41	23	55	3
9	135.61	10	58	3
10	135.85	198	58	2

6. おわりに

本データ集は、第 1 段階に実施した深層ボーリング調査におけるコア記載作業により得られたデータを基本として、物理検層の結果も踏まえて、割れ目に関する項目について取りまとめたものである。

この調査結果は、今後、第 2・3 段階に実施されたボーリング調査等の割れ目データと併せて、地質環境モデル（地質構造モデル、地下水の水理モデル等）の更新及び数値解析の実施等へ反映される。

参考文献

- 1) 原子力委員会，原子力政策大綱，平成 17 年 10 月 11 日．
- 2) 太田久仁雄，阿部寛信，山口雄大，國丸貴紀，石井英一，操上広志，戸村豪治，柴野一則，濱克宏，松井裕哉，新里忠史，高橋一晴，丹生屋純夫，大原英史，浅森浩一，森岡宏之，舟木泰智，茂田直孝，福島龍朗，幌延深地層研究計画における地上からの調査研究段階（第 1 段階）研究成果報告書 分冊「深地層の科学的研究」，JAEA-Research 2007-044，2007，434p．
- 3) 大野宏和，武田匡樹，松岡稔幸，深層ボーリング孔を利用した地質学的調査および力学試験

データ集, JAEA-Data/Code 2015-021, 2016, 52p.

- 4) 大成建設株式会社, 幌延深地層研究センターにおける試錐調査 (HDB-1 孔), JNC TJ1400 2002-010, 2002, 921p.
- 5) 大成建設株式会社, 幌延深地層研究センターにおける試錐調査 (HDB-2 孔), JNC TJ1400 2002-011, 2002, 961p.
- 6) 大成・前田特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-3 孔), JNC TJ5420 2004-003, 2003, 918p.
- 7) 大成・前田特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-4 孔), JNC TJ5420 2004-004, 2003, 788p.
- 8) 大成・前田特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-5 孔), JNC TJ5420 2004-005, 2003, 855p.
- 9) 大成・大林特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-6,7,8 孔)のうち HDB-6 孔, JNC TJ5400 2005-004, 2004, 1182p.
- 10) 大成・大林特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-6,7,8 孔)のうち HDB-7 孔, JNC TJ5400 2005-005, 2004, 704p.
- 11) 大成・大林特定建設工事共同企業体, 幌延深地層研究計画における試錐調査 (HDB-6,7,8 孔)のうち HDB-8 孔, JNC TJ5400 2005-006, 2004, 795p.
- 12) Petit, J. P., Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks, *Journal of Structural Geology*, Vol.9, No.5/6, 1987, pp.597-608.

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 ^(c)	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	ウエーバ	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
光線	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
放射線	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
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間は同一である。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 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	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面電荷	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 ¹ 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=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バトン	b	1 b=100 fm 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	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 =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フォト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウエル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe≡(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=1 cGy=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=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロ	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

