



JAEA-Data/Code
2012-015

広域地下水流動研究における表層水理観測データ集
— 2009 年度 —

Annual Data Compilation of Water Balance Observation
in the Regional Hydrogeological Study Project (RHS Project)
- For the Fiscal Year 2009 -

武田 匡樹 竹内 竜史

Masaki TAKEDA and Ryuji TAKEUCHI

地層処分研究開発部門
東濃地科学研究ユニット

Tono Geoscientific Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate

September 2012

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは独立行政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。

独立行政法人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
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 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
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, 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, 2012

広域地下水流動研究における表層水理観測データ集
－2009年度－

日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門 東濃地科学研究ユニット
武田 匡樹⁺・竹内 竜史

(2012年6月28日受理)

東濃地科学研究ユニットでは、広域地下水流動研究の一環として、地下水流動解析における上部境界条件を与える岩盤浸透量を表層の水収支解析によって算出すること、および水理地質構造モデルのキャリブレーションに必要なデータを取得することを目的として、表層水理観測を実施している。

本観測では降水量、河川流量を柄石川流域および日吉川流域で観測している。

本報告では、2009年度の表層水理観測で得られた降水量、河川流量について、欠測や異常値を示すデータの補正・補完を行うとともに、補正・補完前後のデータを取りまとめた。

また、補正・補完前のデータを「観測データセット」、補正・補完後のデータを「補正・補完データセット」としてとりまとめ、CD-ROM化した。

JAEA-Data/Code 2012-015

Annual Data Compilation of Water Balance Observation
in the Regional Hydrogeological Study Project (RHS Project)
- For the Fiscal Year 2009 -

Masaki TAKEDA⁺ and Ryuji TAKEUCHI

Tono Geoscientific Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Akiyo-cho, Mizunami-shi, Gifu-ken

(Received June 28, 2012)

At the Tono Geoscientific Research Unit, the subsurface water balance observation has been carried out in order to estimate groundwater recharge rate for setting the upper boundary conditions on groundwater flow simulation and to obtain data for the calibration of the hydrogeological model.

In the subsurface water balance observations, rainfall data and river flow rate have been observed in the Garaishi river area and the Hiyoshi river area.

The missed data and data error in the monitoring data from the fiscal year 2009 were complemented or corrected, and these data were compiled in data set.

Both of the observation data and compiled data are included in the data set, and the data set is recorded on CD-ROM.

Keywords: Regional Hydrogeological Study Project (RHS Project), Subsurface Water Balance, Precipitation, Evapotranspiration, River Flow Rate, Groundwater Table

+ Geological Isolation Research Unit

目次

1. はじめに	1
2. 概要	2
2.1 目的	2
2.2 観測機器の仕様と諸元	2
3. 表層水理観測データ整理方法	5
3.1 観測データセット	5
3.2 補正・補完データセット	5
3.3 補正・補完方法	5
4. 観測結果	8
4.1 降水量	8
4.2 河川流量	8
5. 電子ファイルの様式	10
5.1 物理量への変換式	10
5.2 補正・補完箇所の表示	12
5.3 フォルダ構造	13
6. おわりに	15
参考文献	16
付録：過去の検討資料一覧	17

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Outline of the subsurface water balance observation	2
2.1 Purposes	2
2.2 Specifications of the observation machinery	2
3. Reduction method of observation data	5
3.1 Observation data sets	5
3.2 Correction data sets / Complement data sets	5
3.3 Correction/Complement methods	5
4. Observation results	8
4.1 Precipitation	8
4.2 River flow rate	8
5. The style of the electronic file	10
5.1 Conversion type to the quantity of physics	10
5.2 The indication of the Correction/Complement points	12
5.3 Folder structure	13
6. Conclusions	15
References	16
Appendix : List of studied documents	17

1. はじめに

東濃地科学研究ユニットでは、広域地下水流動研究¹⁾の一環として、地下水流動解析において上部境界条件を与える岩盤浸透量を表層の水収支解析によって算出すること、および水理地質構造モデルのキャリブレーションに必要なデータを取得することを目的として、1989年より表層水理観測システムを順次観測流域に設置し、表層水理観測を継続している^{2), 3)}。

表層水理観測データ（以下、観測データ）には、気象要素および降水量、河川流量、地下水位、土壌水分データがある。これらの観測データに対し、1989年度～2000年度の表層水理観測年報⁴⁾、2001年度～2003年度の表層水理観測年報⁵⁾、2004年度～2007年度の表層水理観測年報⁶⁾および2008年度の表層水理観測年報⁷⁾において整理されている補正・補完方法に基づき、補正・補完を行っている。

広域地下水流動研究の一環として行っている表層水理観測のうち、気象要素については、柄石川気象観測装置（GMP）での観測を2003年度に、東濃鉦山気象観測装置（TMP）での観測を2007年度に終了している。降水量については、柄石川流域で観測を行っている2箇所の雨雪量計のうち、柄石川雨雪量計（GRD（尾根部））での観測を2003年度に、東濃鉦山雨雪量計（TR）での観測を2007年度に終了している。河川流量については、東濃鉦山流域河川流量計（TPU）での観測を1999年度に終了している。地下水位については、99RT-01（柄石川流域に設置）での観測を2005年度に、GF-1, GU-1, GM-1, GD-1, GU-1, GM-2, GU-3, GM-3 および GD-3（以上、東濃鉦山流域に設置）での観測を2004年度に終了している。土壌水分については、東濃鉦山流域土壌水分計のうち、DD-1, DF-1, DM-1 および DU-1 での観測を2000年度に、DD-3, DM-2, DM-3, DU-2 および DU-3 での観測を1995年度に終了している。

本データ集では、柄石川流域の柄石川流域下流河川流量計（GPD）および柄石川流域谷部雨雪量計（GRD）で取得した2009年度の河川流量および降水量データと日吉川流域の日吉川河川流量計（HRD）で取得した河川流量データについて、補正・補完の作業を行った。また、観測データをそれぞれ「観測データセット」、「補正・補完データセット」として整理し、データの取り扱いや利用の簡便性の向上を図るため、CD-ROM化を行った。

なお、本データ集では過年度の報告書で用いている用語の見直しを行っている。具体的には、「気象観測データ」^{4),5),6),7)}を「気象要素」に、「雨雪量データ」^{4),5),6),7)}を「降水量データ」に、「河川流量観測データ」^{4),5),6),7)}を「河川流量データ」に変更している。

2. 概要

2.1 目的

本データ集では、今後、各データの見直しが必要となる可能性を考慮するとともに、補正・補完後のデータから元データまで遡れることを目的として、2009年度に柄石川流域および日吉川流域で取得した河川流量、降水量データについて、観測年報^{4),5),6),7)}の補正・補完方法に基づき、補正・補完等の作業を行い、データ集としてとりまとめた。

2.2 観測機器の仕様と諸元

表層水理観測は、観測地点の地形や標高、観測機器周辺の木々等により変化する気象条件を考慮し、気象観測機器、雨雪量計、河川流量計、地下水位計および土壌水分計を用いて行っている。広域地下水流動研究では、これらのうち、雨雪量計および河川流量計による観測を継続している。

河川流量計は河川流量の変化に対応するため、柄石川流域では大小2種類のパーシャルとパーシャルの水位を観測するための測水井戸で構成されている。河川流量はパーシャルの水位と流量の関係式から算出している。図 2.1 に河川流量計の設置イメージを、図 2.2 にパーシャルの概念図を示す。日吉川流域では河川の幅が広いため河床断面をあらかじめ測量し、観測している河川水位から流量を算出している。

表層水理観測機器の位置図を図 2.3、表層水理観測機器の仕様と諸元を表 2.1～2.2 に示す。

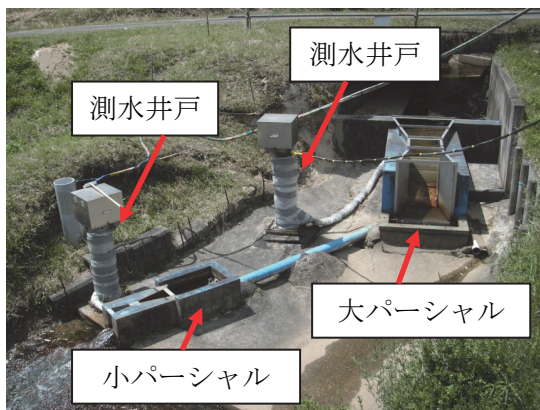


図 2.1 河川流量計の設置イメージ
(図は正馬川上流域設置の河川流量計)

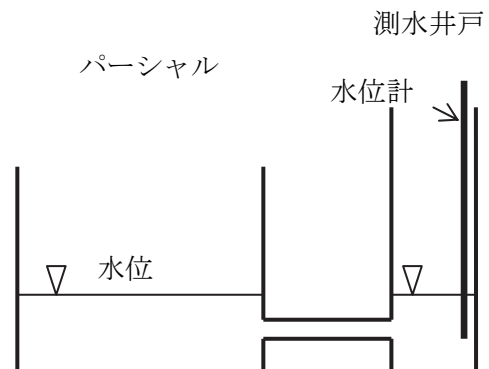


図 2.2 パーシャルによる
水位観測の概念図

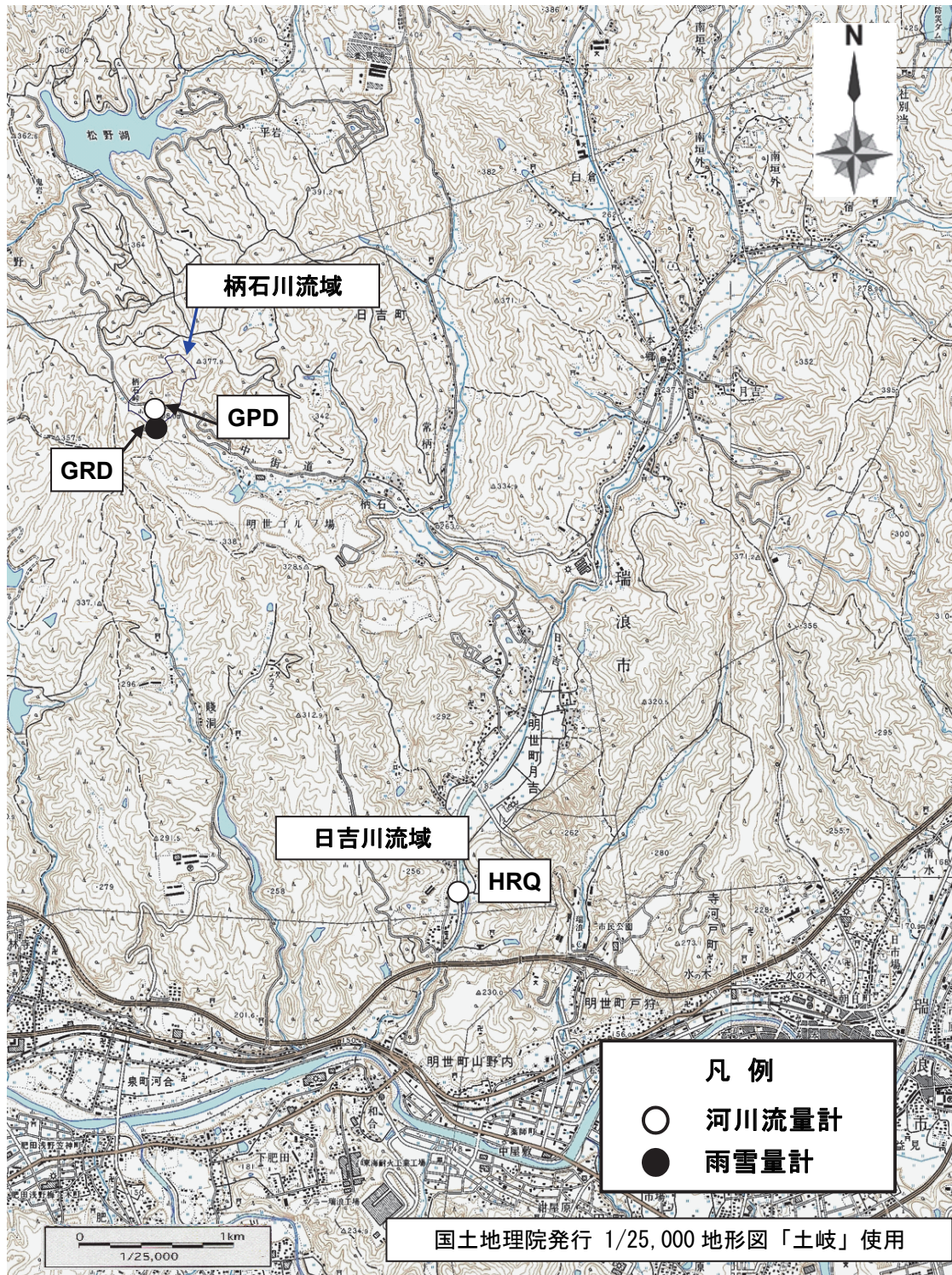


図 2.3 表層水理観測機器位置図

(GRD : 柄石川流域谷部雨雪量計, GPD : 柄石川下流河川流量計
HRQ : 日吉川河川流量計)

表 2.1 表層水理観測機器の仕様と諸元・観測項目 (雨雪量計)

観測点名	地点標高(m)	観測機器名	製造元	型式	地上高(m)	地上高の基準	観測項目	測定範囲	記録範囲	センサー測定器差
柄石川流域谷部雨雪量計 (GRD)	299.03	いっ水式転倒ます式雨量計	横河電子機器株	B-071-00	2.530	受水口	降水量	-	20mm以下のとき±0.5mm以内、100mm以下の連続した雨量のとき±3%	20mm以下のとき±0.5mm以内、100mm以下の連続した雨量のとき±3%

表 2.2 表層水理観測機器の仕様と諸元・観測項目 (河川流量計)

観測点名	流域面積 (km ²)	地点標高 (m)	観測機器名	製造元	型式	水位計型式	取水量高さ (mm)	観測項目	バーシヤル天端高さ (mm)	水位計測定範囲
柄石川下流河川流量計GPU	0.010	342.06 341.14	6inバーシヤルフリューム 0.5inバーシヤルフリューム	横河電子機器株 横河電子機器株		W-4481-11-00 W-4481-11-00	15 12	測水井戸水位:H (mm) 測水井戸水位:H (mm)	560 234	0~1m 0~1m
日吉川河川流量計HRQ	23.9	171.48 [*]	水圧式水位検出器	株池田計器製作所	EOP-200型	-	-	河川流量(m ³ /s)		0~5m

※水位標零点高

3. 表層水理観測データ整理方法

3.1 観測データセット

観測データセットは、各観測機器（センサー）の観測間隔ごとに得られた電圧データと物理量データのデータセットで構成されている。

電圧データは各センサーからデータロガーへ送られ、データロガーの IC カードに記録されている。物理量データは各センサーに設定されている変換式を用いて電圧データから変換している。

3.2 補正・補完データセット

機器の故障、観測条件の変化またはメンテナンス時の作業等によって、観測データには欠測や異常値が生じる。よって、観測データの品質を確保するためには、観測データ毎に適切な補正・補完方法を選択し、補正・補完を実施する必要がある。補正・補完のどちらを選択するかは、観測データの特性および欠測や異常値が生じている期間の長さによって異なる。補正・補完の定義および選択した補正・補完方法の詳細は次項に示す。各観測データに補正・補完を実施し、その結果を整理したものが補正・補完データセットとなる。

3.3 補正・補完方法

(1) 補正・補完

本データ集では補正・補完を以下のように定義する。

① 補正

観測データの明らかな異常値や欠測を、欠測前後の観測データやメンテナンス作業の記録から補い直すことを補正と定義する。

② 補完

欠測や異常値が長期間に渡って観測されているため補正が不可能な場合、あるいは気象観測データのように観測データが短期間で大きく変動する場合に対して、他の観測地点で取得した観測データとの相関性に基づき、計算によって欠測や異常値を補うことを補完と定義する。

(2) 補正の方法

補正可能であるとみなすには、観測データの時間変動に連続性があることを確認することが必要となる。以下に、観測項目毎の補正方法を示す。

① 降水量

降水量データは、転倒ますの転倒回数で測定する。欠測の原因としては、データロガーの停止や枯葉等により雨雪量計内部で目詰まりをおこすことで、転倒ますが転倒しないことが挙げられる。よって、降水量データの欠測や異常値は、メンテナンス記録および他の観測地点で取得した降水量データとの比較によって確認した。

② 河川流量

メンテナンス時に行うパーシャルフリューム内の実測水位と観測データの間には機械の持つ誤差以上の差異が長期間認められた場合は、実測水位に合うように観測データに補正量を加減算した。表 3.1～3.2 に柄石川下流河川流量計の補正期間と補正量を示す。なお、日吉川河川流量計では実測水位と観測データに機械の持つ誤差以上の差異が認められなかったため、補正は行っていない。

表 3.1 柄石川下流河川流量計 GPD 大パーシャル

期 間	補正量
2009/4/1～2009/4/30	10.0mm 加える
2009/5/1～2009/5/31	12.0mm 加える
2009/6/1～2009/11/30	16.0mm 加える
2009/12/1～2010/3/31	10.0mm 加える

表 3.2 柄石川下流河川流量計 GPD 小パーシャル

期 間	補正量
2009/5/16～2010/1/6	6.0mm 加える
2010/2/10～2010/3/30	5.0mm 加える

(3) 補完の方法

補完可能であるとみなすには、各観測地点で取得した観測データ間の相関性にに基づき、欠測・異常値が長期にわたる期間に対して、観測データの日変動および時間変動が計算式を用いて再現可能であるとする理論的根拠が必要となる。以下に、補完の方法を示すとともに、表 3.3 に理論的根拠と補完の有効性について示す。

①降水量

降水量データは、観測地点毎のばらつきが大きいいため、瞬間値で比較すると他の観測地点の降水量データとの相関性は極めて低い。しかし、日積算または日平均データで比較すると相関性が高くなることから、降水量データの補完は、日単位で実施する。

②河川流量

河川流量データは、流出解析手法の一つであるタンクモデル⁸⁾を用いることで補完が可能である。よって、降雨を伴う期間で、測定限界を超えたデータや欠測に関してはタンクモデルを用いて補完を行う。降雨を伴わない期間の欠測に関しては1次式を用いて補完を行う。

表 3.3 観測項目の観測データ変動の理論的根拠と補完の有効性

観測項目	相関性と観測データ変動の理論的根拠	補完の有効性
降水量	観測データの日平均や日積算値は、広域を日単位で変化する気象によって変動することから、日単位での観測地点間の相関性は高い。	○ (日データ)
河川流量 (河川水位)	河川流量は、流域特有の流出特性に支配されるため、時間単位での再現性は高い。タンクモデルや、1次式によって補完を行う。	○ (時間データ)

(4) 補完の実施

①降水量

2009年度は補完を実施すべき欠測が生じなかったため、補完は実施していない。

②河川流量

今年度はタンクモデルによる補完を行うような長期間の欠測が見られなかったため、降雨を伴わない欠測について1次式による補完のみを行った。

4. 観測結果

4.1 降水量

柄石川流域谷部の 2009 年度の降水量は 1783 (mm year⁻¹) であり, 2008 年度までの降水量の年平均値 (1570 (mm year⁻¹)) より 200mm 程度多い降水量が観測された。

4.2 河川流量

図 4.1, 図 4.2 に柄石川下流河川流量計 (GPD) および日吉川河川流量計 (HRQ) における 2009 年度の年間の河川流量および河川流出高と 2008 年度までの河川流量および河川流出高の年平均値を示す。なお, 河川流出高は河川流量を流域面積で除したものである。

2009 年度の GPD の河川流量および河川流出高は 2008 年度までの年平均値より多い値が観測された。HRQ の河川流量および河川流出高は 2008 年度までの年平均値より少ない値が観測された。

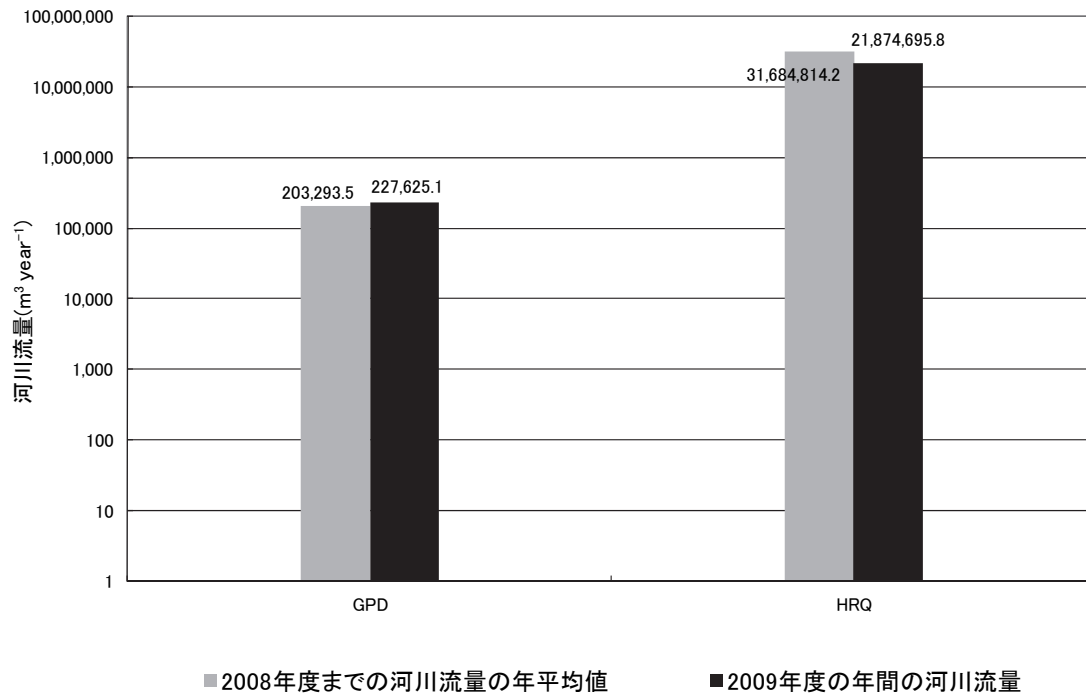


図 4.1 流域別河川流量

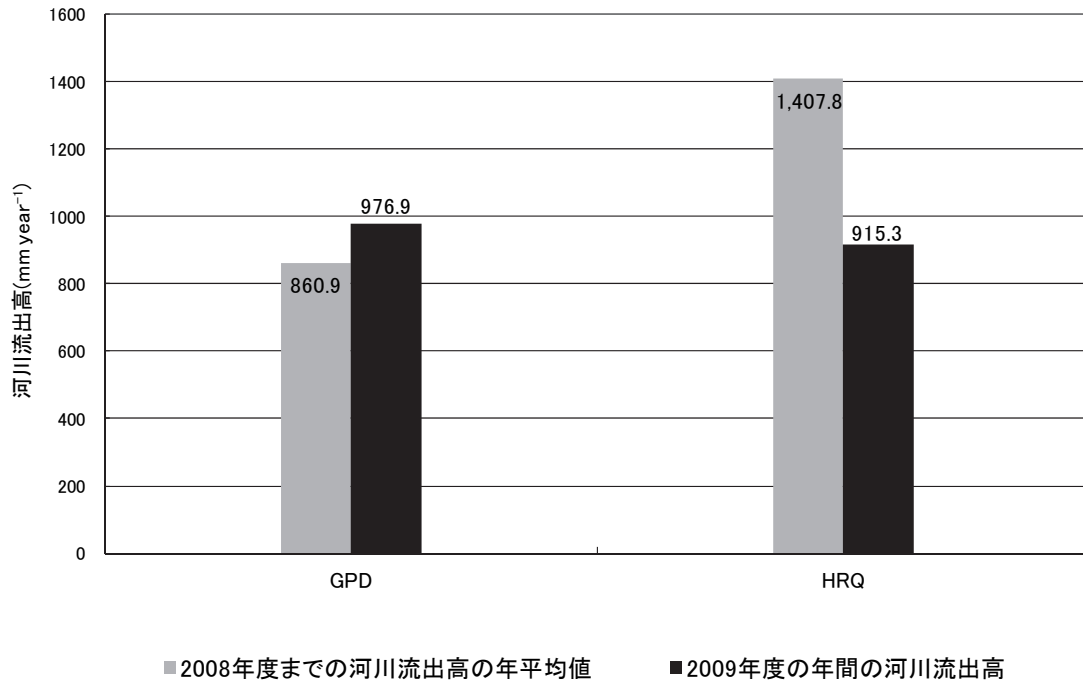


図 4.2 流域別河川流出高

5. 電子ファイルの様式

「観測データセット」と「補正・補完データセット」の電子ファイルの様式を以下に示す。
 なお、各データセットは、Microsoft 社製 EXCEL 形式で保存した。

5.1 物理量への変換式

観測データセットには得られた電圧データを物理量データに変換する変換式が組込まれている。表 5.1～5.3 に各観測機器の変換式を示す。

河川流量については表 5.2 の優先順位に従って、変換式を用い流量への変換を行った。

表 5.1 物理量変換式 雨雪量計

観測点名	観測機器名
柄石川流域谷部雨雪量計 (GRD) (mm)	Y=0.5X

X:電圧値 Y:物理値

表 5.2 物理量変換式 柄石川河川流量計

観測点名	観測機器名	水位(mm)変換式	流量(m ³ min ⁻¹)変換式	河川流量(m ³ min ⁻¹)変換式	
				順位	条件式
柄石川下流河川流量計GPD	1.5ft/パーシャルプリューム	$Y_1' = 200X$	$Y_1 = 1.541(Y_1')^{1.538} / 1000$	1	$0.968 \leq Y_2 > 0.011$
	2in/パーシャルプリューム	$Y_1' = 200X$	$Y_2 = 5.76(Y_2' / 10)^{1.55} / 1000$	2	$Y_1 > 0.5$

X:電圧値

表 5.3 物理量変換式 日吉川河川流量計

観測点名	観測機器名	水位(mm)変換式	流量(m ³ min ⁻¹)変換式		河川流量(m ³ min ⁻¹)変換式
			順位	条件式	
日吉川河川流量計HRQ	水圧式水位検出器	$Y_1' = X$	1	$0.6301 > Y_1 > 0.01$	$Y_1 = 0.02 - 0.66Y_1' + 5.72Y_1'^2$
			2	$2 > Y_1 > 0.63$	

X:電圧値

5.2 補正・補完箇所を表示

補正・補完データセットには、補正または補完を実施した場所について、色を変更して表示した。表 5.4 に補正・補完箇所の表示方法の例を示す。

(1) 補正箇所

補正を実施した箇所は、赤字で表示した。

(2) 補完箇所

補完を実施した箇所は、青字で表示した。

表 5.4 補正・補完箇所の表示方法の例

日時	水位[mm]		換算流量[m ³ /分]		GPD換算流量[m ³ /分]
	GPD 1.5ft	GPD 2in	GPD 1.5ft	GPD 2in	
2010/1/6 11:00	62.8	82.4	0.898	0.151	0.151
2010/1/6 11:10	62.7	82.0	0.895	0.150	0.150
2010/1/6 11:20	63	86.5	0.902	0.163	0.163
2010/1/6 11:30	63.3	90.9	0.909	0.176	0.176
2010/1/6 11:40	63.3	86.9	0.909	0.164	0.164
2010/1/6 11:50	67.6	82.9	1.005	0.153	0.153
2010/1/6 12:00	67.8	84.1	1.010	0.156	0.156
2010/1/6 12:10	68.0	83.5	1.015	0.154	0.154
2010/1/6 12:20	68.3	84.6	1.021	0.157	0.157
2010/1/6 12:30	68.5	84.1	1.026	0.156	0.156
2010/1/6 12:40	68.7	83.5	1.031	0.154	0.154
2010/1/6 12:50	68.9	82.9	1.036	0.153	0.153
2010/1/6 13:00	69.2	82.3	1.041	0.151	0.151
2010/1/6 13:10	69.4	81.8	1.046	0.149	0.149
2010/1/6 13:20	69.6	81.3	1.051	0.148	0.148
2010/1/6 13:30	68.8	80.8	1.033	0.147	0.147
2010/1/6 13:40	68.4	81	1.024	0.147	0.147
2010/1/6 13:50	67.7	80.5	1.008	0.146	0.146
2010/1/6 14:00	67.3	81.4	0.998	0.148	0.148
2010/1/6 14:10	67	82.3	0.992	0.151	0.151
2010/1/6 14:20	66.6	81.8	0.982	0.149	0.149
2010/1/6 14:30	66.6	81	0.982	0.147	0.147
2010/1/6 14:40	66.7	81.7	0.985	0.149	0.149
2010/1/6 14:50	66.8	80.7	0.987	0.146	0.146
2010/1/6 15:00	67	81.4	0.992	0.148	0.148
2010/1/6 15:10	67.1	80.5	0.994	0.146	0.146
2010/1/6 15:20	67.4	81.3	1.001	0.148	0.148
2010/1/6 15:30	67	82	0.992	0.150	0.150
2010/1/6 15:40	67.5	81.9	1.003	0.150	0.150
2010/1/6 15:50	67.4	82.4	1.001	0.151	0.151
2010/1/6 16:00	67.7	83	1.008	0.153	0.153

赤字は補正值、青字は補完値

5.3 フォルダ構造

それぞれのデータセットの構造を以下に示す。

(1) 観測データセット

観測データセットでは、各観測項目で10分ごとに回収した電圧データを物理量データに変換している。地下水位についてはセンサーかぶりに変換をし、河川流量については水位(mm)に変換している。表5.5に観測データセットのファイル例を示す。なお、観測データセットのCD-ROMの内部フォルダ構造は以下のとおりである。

¥observed data set (観測データセットのフォルダ)
 observed data set 2009
 柄石川流域
 雨雪量計 GRD (河川流量計 GPD 含む)
 日吉川流域
 河川流量計 HRQ

表 5.5 観測データセットのファイル例

日時	電圧値データ			物理量データ(mm)		
	GPD大ハッシュ	GPD小ハッシュ	柄石谷雨雪量計	GPD大ハッシュ	GPD小ハッシュ	柄石谷雨雪量計
2009/3/1 0:00	49.5	136.3	3311	49.5	136.3	1655.5
2009/3/1 0:10	49.7	137	3311	49.7	137	1655.5
2009/3/1 0:20	49.6	136.8	3311	49.6	136.8	1655.5
2009/3/1 0:30	49.8	135.9	3311	49.8	135.9	1655.5
2009/3/1 0:40	49.8	136	3311	49.8	136	1655.5
2009/3/1 0:50	49.8	136.7	3311	49.8	136.7	1655.5
2009/3/1 1:00	50.1	136.2	3311	50.1	136.2	1655.5
2009/3/1 1:10	50	136.4	3311	50	136.4	1655.5
2009/3/1 1:20	50.2	136	3311	50.2	136	1655.5
2009/3/1 1:30	50.2	136.1	3311	50.2	136.1	1655.5
2009/3/1 1:40	50.1	135.9	3311	50.1	135.9	1655.5
2009/3/1 1:50	50.4	136.4	3311	50.4	136.4	1655.5
2009/3/1 2:00	50.3	135.6	3311	50.3	135.6	1655.5

(2) 補正・補完データセット

補正・補完データセットは観測データセットで変換された物理量データを降水量および河川流量は日データ・月間データとしてまとめ、地下水位は時間データ・日データとしてまとめた。地下水位についてはセンサーかぶりから水位(m)にまとめた。河川流量については水位(mm)から河川流量(m³ min⁻¹)および河川流出高(mm year⁻¹)をまとめた。表 5.6 に補正・補完データセットのファイル例を示す。補正・補完データセットの CD-ROM の内部フォルダ構造は下記に示す。

¥completed data set (補正・補完データセットのフォルダ)

completed data set2009

柄石川流域

雨雪量計 GRD

河川流量計 GPD

日吉川流域

河川流量計 HRQ

表 5.6 補正・補完データセットのファイル例

柄石川流域 積算降水量		柄石川流域 日降水量		柄石川流域 月降水量
時間	谷部雨量 (mm)	日付	谷部雨量 (mm)	谷部雨量 (mm)
2009/4/1 0:00	82.5	2009/4/1	-82.5	-82.5
2009/4/1 0:10	82.5	2009/4/2	0.0	
2009/4/1 0:20	82.5	2009/4/3	0.0	
2009/4/1 0:30	82.5	2009/4/4	0.0	
2009/4/1 0:40	82.5	2009/4/5	0.0	
2009/4/1 0:50	82.5	2009/4/6	0.0	
2009/4/1 1:00	82.5	2009/4/7	0.0	
2009/4/1 1:10	82.5	2009/4/8	0.0	
2009/4/1 1:20	82.5	2009/4/9	0.0	
2009/4/1 1:30	82.5	2009/4/10	0.0	
2009/4/1 1:40	82.5	2009/4/11	0.0	
2009/4/1 1:50	82.5	2009/4/12	0.0	
2009/4/1 2:00	82.5	2009/4/13	0.0	
2009/4/1 2:10	82.5	2009/4/14	0.0	
2009/4/1 2:20	82.5	2009/4/15	0.0	
2009/4/1 2:30	82.5	2009/4/16	0.0	
2009/4/1 2:40	82.5	2009/4/17	0.0	
2009/4/1 2:50	82.5	2009/4/18	0.0	
2009/4/1 3:00	82.5	2009/4/19	0.0	
2009/4/1 3:10	82.5	2009/4/20	0.0	
2009/4/1 3:20	82.5	2009/4/21	0.0	
2009/4/1 3:30	82.5	2009/4/22	0.0	
2009/4/1 3:40	82.5	2009/4/23	0.0	
2009/4/1 3:50	82.5	2009/4/24	0.0	
2009/4/1 4:00	82.5	2009/4/25	0.0	
2009/4/1 4:10	82.5	2009/4/26	0.0	
2009/4/1 4:20	82.5	2009/4/27	0.0	
2009/4/1 4:30	82.5	2009/4/28	0.0	
2009/4/1 4:40	82.5	2009/4/29	0.0	
2009/4/1 4:50	82.5	2009/4/30	0.0	

6. おわりに

本データ集では、2009年度に取得した柄石川流域および日吉川流域の降水量、河川流量データについて、補正・補完を行いデータセットとして整理した。柄石川流域における2008年度までの降水量の年平均値（1570 (mm year⁻¹))より200mm程度多い降水量が観測された。また、柄石川および日吉川の河川流量は、観測開始から2008年度までの年平均値よりも多い値が観測された。今後も、観測を継続し、データの蓄積を図るとともに、取得したデータを用いて、柄石川流域および日吉川流域の岩盤浸透量を算出する予定である。

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構：“広域地下水流動研究年度報告書(平成 16 年度)” JNC TN7400 2005-013(2005).
- 2) 小林公一，中野勝志，小出 馨：“表層水理観測システムによる水収支の算定 —岐阜県東濃鉾山におけるケーススタディー—”，動燃技報，No.97，pp.145-150 (1996).
- 3) 村田正敏，宮原智哉，小田川信哉：“日吉川流域・柄石川流域における面積雨量算出手法の検討”，サイクル機構契約業務報告，JNC TJ7400 2005-048(2004).
- 4) 核燃料サイクル開発機構：“1989～2000 年度 表層水理観測年報（データ集）” JNC TN7450 2002-002 (2002).
- 5) 核燃料サイクル開発機構：“広域地下水流動研究における表層水理観測年報—2001～2003 年度（データ集）” JNC TN7450 2005-005 (2005).
- 6) 佐藤敦也，竹内竜史：“広域地下水流動研究における表層水理観測年報—2004～2007 年度（データ集）”JAEA-Data/Code 2009-027 (2009).
- 7) 武田匡樹，竹内竜史：“広域地下水流動研究における表層水理観測データ集—2008 年度 JAEA-Data/Code 2011-006.
- 8) 菅原正巳：“流出解析法”，共立出版（1972）.

付録 過去の検討資料一覧

本報告書で記した方法によって取りまとめられた表層水理観測データは、地下水流動解析において上部境界条件を与える岩盤浸透量を算出すること、水理地質構造モデルのキャリブレーションのためだけではなく、浅部の地下水流動機構の把握を目的とした検討にも用いられている。本項では、今後新たに取得する表層水理観測データに基づいた検討を行う際の参考資料として、過去に行われた表層水理に関する検討結果が述べられている文献を記載している。

・表層部における水収支の調査研究

動燃技報, No.78, pp.46-53, 1991, 中野勝志, 中島誠, 柳澤孝一

・立坑掘削に伴う地下水流動影響調査研究 - 東濃ウラン鉱山試験立坑を例として -

応用地質, 第 33 巻, 第 5 号, pp.276-293, 1992, 柳澤孝一, 今井 久, 尾方伸久, 大澤英昭, 渡辺邦夫

・立坑周辺斜面表層部における土壌水分挙動解析

PNC TJ7361 93-002, アジア航測株式会社, 山井忠世, 中島 誠

・東濃地域を対象とした表層水理調査 (その 1)

PNC TJ7361 94-003, アジア航測株式会社, 山井忠世, 小林公一, 岡崎彦哉

・河川水の流量および水質による表層部の地下水流動の推定 - 岐阜県東濃地域におけるケーススタディ -

応用地質, 第 36 巻, 第 1 号, pp.2-13, 1995, 尾方伸久, 若松尚則, 梅田浩司, 柳澤孝一

・広域地下水流動解析のための水平地質断面図の作成

PNC TJ7361 96-003, アジア航測株式会社, 山井忠世, 若松尚則, 岡崎彦哉

・表層地下水流動機構の把握のための地下水位観測システムの設置

PNC TJ7361 97-006, アジア航測株式会社, 山井忠世, 若松尚則, 和知 剛, 小田川信哉

・広域地下水流動研究における表層水理定数観測システムの拡充

JNC TJ7440 99-020, アジア航測株式会社, 遠山茂行, 若松尚則, 岡崎彦哉

- ・ 広域地下水流動研究における表層水理定数観測システムの設置

JNC TJ7440 99-031, アジア航測株式会社, 遠山茂行, 若松尚則, 岡崎彦哉

- ・ 土壌水分地下水位観測データの整理業務

JNC TJ7440 2000-026, アジア航測株式会社, 遠山茂之, 若松尚則, 小田川信哉

- ・ 表層水理現地調査に基づく水理地質構造の解析

JNC TJ7440 2000-029, アジア航測株式会社, 村田正敏, 安野雅満, 若松尚則, 鹿野浩司, 小林公一

- ・ 地下水流動解析における検証用データ（河川流量）の推定

JNC TJ7400 2000-007, 日本工営株式会社, 斎藤 庸, 坂森計則

- ・ 超深地層研究所計画用地周辺の水収支観測結果

サイクル機構技報, No.9, pp.103-114, 2000, 山内大祐, 宮原智哉, 竹内真司, 小田川信哉

- ・ 雨水・河川水の採取・分析

JNC TJ7420 2000-005, アジア航測株式会社, 遠山茂行, 岡崎彦哉, 和知 剛

- ・ 東濃鉦山及び正馬川・柄石川流域の湧水点踏査確認業務

JNC TJ7440 2000-011, 基礎地盤コンサルタンツ株式会社, 中司龍明, 豊嶋賢治, 池田雅俊

- ・ 正馬様用地における地下水位計の設置

JNC TJ7440 2000-018, アジア航測株式会社, 遠山茂行, 若松尚則, 岡崎彦哉

- ・ 東濃地域を対象とした表層水理調査（その2）

JNC TJ7440 2001-004 Vol.1, アジア航測株式会社, 山井忠世, 江田敏幸, 若松尚則, 岡崎彦哉, 神原正年

- ・ 東濃地域を対象とした表層水理調査（その2）図面集

JNC TJ7440 2001-004 Vol.2, アジア航測株式会社, 山井忠世, 江田敏幸, 若松尚則, 岡崎彦哉, 神原正年

- ・東濃地域を対象とした表層水理調査（その3）

JNC TJ7440 2001-005, アジア航測株式会社, 山井忠世, 角南基亮, 若松尚則, 高遠俊一

- ・土壌物性基礎試験

JNC TJ7440 2001-006, アジア航測株式会社, 山井忠世, 中島 誠

- ・航空写真等による水理地質構造の解析報告書

JNC TJ7440 2001-009, アジア航測株式会社

- ・精密現地調査による水理地質構造の解析

JNC TJ7440 2001-010, アジア航測株式会社, 村田正敏, 安野雅満

- ・現地調査による水理地質構造の解析（昭和62年度）

JNC TJ7440 2001-007, アジア航測株式会社

- ・平成13年度 表層水理研究における蒸発散量推定手法の比較

JNC TJ7440 2002-006, アジア航測株式会社, 越川憲一, 若松尚則, 小田川信哉

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
物質の量	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	数メートル	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	キログラム毎立法メートル	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	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	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	1	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	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	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束密度	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束	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
光照射度	ルーメン	lm		cd sr ^(c)
放射線核種の放射能 ^(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	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に使用される。
 (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 (CF-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
粘り	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エントロピー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m 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 kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電表面積	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² 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	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m 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, モル熱容量	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 ³ 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
酵素活性濃度	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	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=60s
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/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=11=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=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	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=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=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=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 =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベ	B	
デジベル	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 =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
ストルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガル	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1G cm ² =10 ⁸ Wb
グウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≡ (10 ³ /4π)A m ⁻¹

(c) 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=1cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	fm	1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=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	1cal=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

