



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 —

Annual Data Compilation of the Water Balance Observation
in the Regional Hydrogeological Study Project (RHS Project)
- For the Fiscal Year 2008 -

武田 匡樹 佐藤 敦也 竹内 竜史

Masaki TAKEDA, Atsuya SATOU 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

February 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
－2008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 佐藤 敦也* 竹内 竜史

(2011年5月10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。

本観測では雨雪量，蒸発散量算出のための気象要素，河川流量，地下水位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、2008年度の表層水理観測で得られた河川流量，雨雪量などについて、欠測や異常値を示すデータに対して補正・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、DVD-ROM化した。

Annual Data Compilation of the Water Balance Observation
in the Regional Hydrogeological Study Project (RHS Project)
- For the Fiscal Year 2008 -

Masaki TAKEDA, Atsuya SATOU* and Ryuji TAKEUCHI

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

(Received May 10, 2011)

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, meteorological data, river flow rate and groundwater level to estimate precipitation and evapotranspiration 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 2008 were complemented or corrected the data was 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 DVD-ROM.

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

* Kumagai Gumi Co., Ltd

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	6
4. 観測結果	13
4.1 雨雪量	13
4.2 河川流量	13
5. 電子ファイルの様式	15
5.1 物理量への変換式	15
5.2 補正・補完箇所の表示	17
5.3 フォルダ構造	18
6. おわりに	20
参考文献	21

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	6
4. Observation results	13
4.1 Precipitation	13
4.2 River flow rate	13
5. The style of the electronic file	15
5.1 Conversion type to the quantity of physics	15
5.2 The indication of the Correction/Complement points	17
5.3 Folder structure	18
6. Conclusions	20
References	21

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の整理手法としては、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⁾および2004年度～2007年度の表層水理観測年報⁶⁾（以下、観測年報という）において補正・補完方法が整理されている。

本データ集は、上記の観測年報での補正・補完方法に基づき、2008年度の柄石川流域および日吉川流域の表層水理観測データについて、補正・補完の作業を行い、データ集を作成した。また、観測データを「観測データセット」および「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、DVD-ROM化を行った。

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、2008年度の河川流量、雨雪量等の表層水理観測データについて、観測年報^{4), 5), 6)}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、観測地点の観測機器周辺の木々等により日々変化する気象条件の観点から、気象観測機器、雨雪量計、河川流量計および地下水位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。

河川流量計は幅広い河川流量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状況を、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ので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。

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。

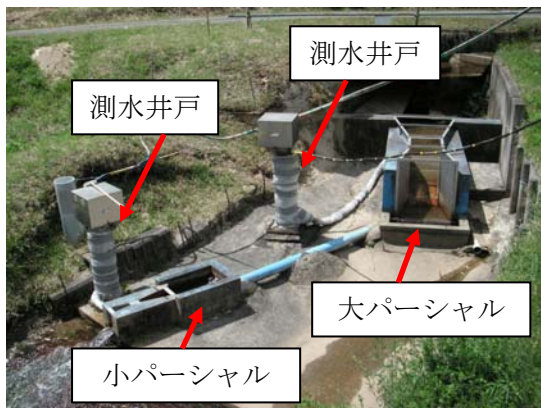


図 2.1 河川流量計の設置状況

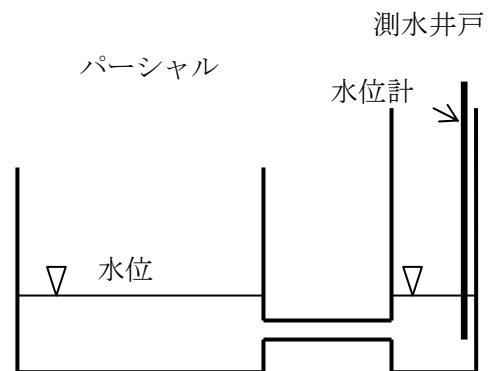


図 2.2 パーシャルによる
水位観測の概念図

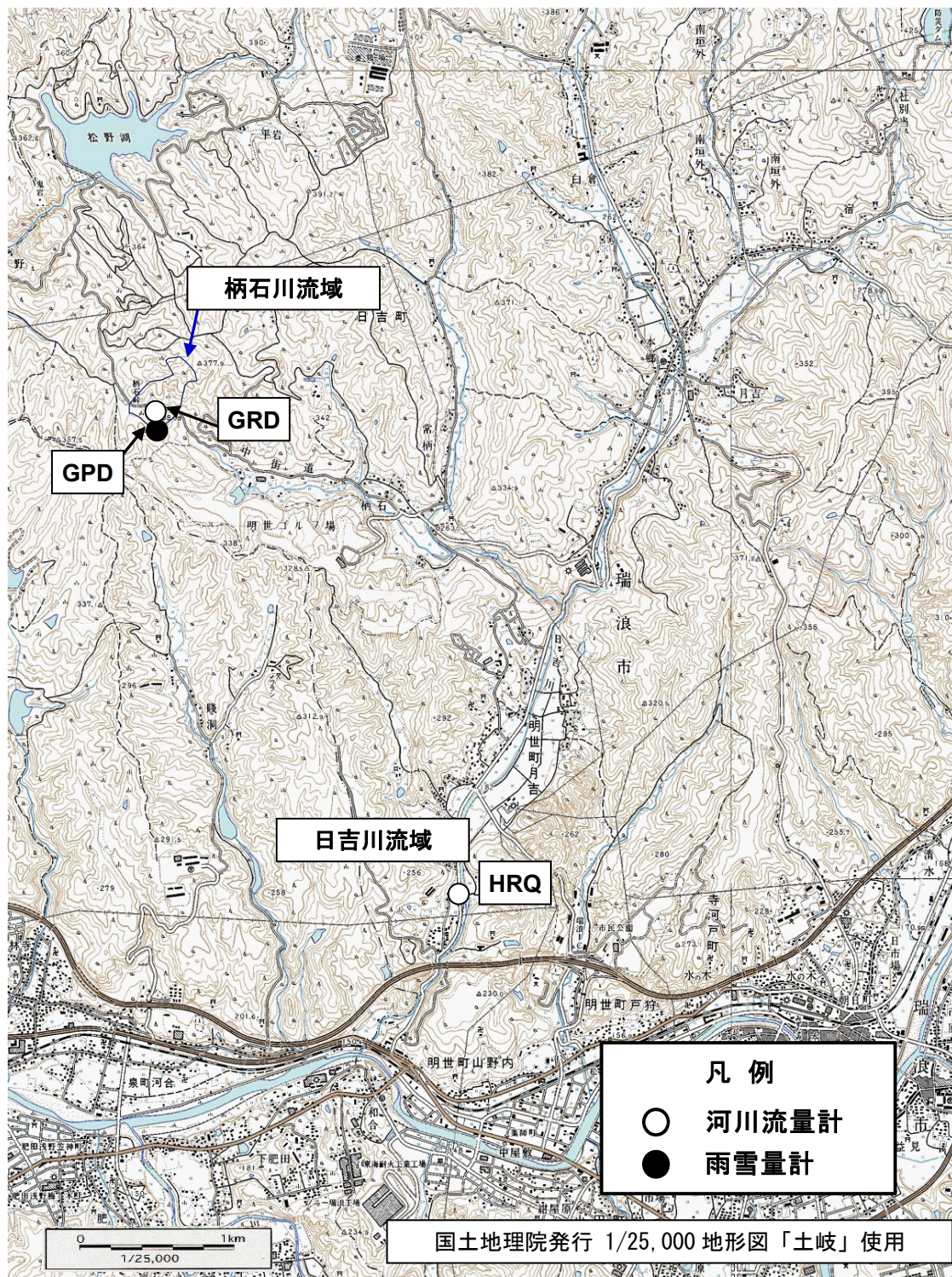


図 2.3 観測機器位置図

(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	センサー測定誤差
梶石川流域谷部雨雪量計 (GRD)	299.03	いつ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	雨雪量	-	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	パージヤル天端高さ(mm)	水位計測定範囲
梶石川下流河川流量計GPD	0.233	296.66	1.5Rパージヤルブリューム	横河電子機器株		W-4481-11-00	60	測水井戸水位:H(mm)	920	0~1m
日吉川河川流量計HRQ	23.9	171.48 [*]	2m ² パージヤルブリューム	横河電子機器株		W-4481-11-00	6	測水井戸水位:H(mm)	335	0~1m
			水圧式水位検出器	池田計器製作所	ECP-200型	-	-	河川流量計(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

表層水理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、表層水理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、適切な補正・補完方法を選択し、これ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、観測データの特長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。例えば、河川流量のように、瞬間値のスケールで補正が行える場合と、雨雪量のように瞬間値での補正が不可能なため、日データのスケールで補完を行う場合がある。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、整理した結果が補正・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、前後の確からしいデータ、メンテナンス作業の記録や観測データ等から補い直すことを補正と定義する。河川流量計のパーソナルフリーダム測水井戸の水位、転倒ます式雨雪量計の転倒回数が補正の対象である。

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。補完に用いる補完式または補完方法は観測データの特性によって異なる。例えば、気象観測データや雨雪量のデータに関しては、観測地点毎のばらつきが大きいため、観測データの瞬間値で比較すると相関性は極めて悪い。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良くなるため、これらのデータの補完は、日データの時間スケールで実施した。また、河川流量計の観測データ（測水井戸の水位データ）に関しては、他の河川流量計の観測データと比較しようとしても、それぞれの流域で流出特性が異なるため、相関性に関する理論的根拠が薄い。しかし、降雨と河川流出との関係は流出解析で検討することができるため、流出解析の手法の一つであるタンクモデル⁷⁾を用いることによって、河川流量計の観測データを補完した。

(2) 補正の方法

各観測データに対して補正可能であるかを検討するためには、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 雨雪量計

転倒ます式雨雪量計の観測データは、転倒ますの転倒回数で測定する。雨雪量計による欠測の原因としては、データロガーの停止によって転倒回数が計測されないこと、枯葉等により雨雪量計内部で目詰まりをおこし、転倒せず計測されないことが挙げられる。観測データの欠測や異常値は、メンテナンス記録および他の雨雪量計データとの比較によって確認した。

② 河川流量計

河川流量計の測水井戸水位の欠測は、欠測期間中に降雨がない場合、前後のデータを端点とした線形補正 ($Y=aX+b$) を実施した。

また、メンテナンス時の実測水位と観測データに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定数を加減算した。表 3.1～3.3 に期間と定数を示す。

表 3.1 柄石川流域河川流量計 GPD 大パーシャル

期 間	補正量
2008/4/1～2008/4/7	27.0mm 引く
2008/4/8～2008/4/28	8.0mm 加える
2008/4/29～2008/5/23	10.0mm 引く
2008/5/24～2008/6/6	6.0mm 加える
2008/6/7～2008/6/20	12.0mm 引く
2008/6/21～2008/7/7	15.0mm 加える
2008/7/8～2008/8/28	20.0mm 引く
2008/8/29～2008/9/5	19.0mm 加える
2008/9/6～2008/9/21	20.0mm 引く
2008/9/22～2008/9/26	47.0mm 加える
2008/9/27～2009/3/31	20.0mm 引く

表 3.2 柄石川流域河川流量計 GPD 小パーシャル

期 間	補正量
2008/4/1～2008/6/30	6.0mm 加える
2008/7/1～2008/7/31	10.0mm 加える
2008/8/1～2008/8/31	6.0mm 加える
2008/9/1～2008/9/30	14.0mm 加える
2008/10/1～2009/3/31	8.0mm 加える

表 3.3 日吉川河川流量計 HRQ

期 間	補正量
2008/4/1～2009/3/31	10.0mm 加える

(3) 補完の方法

補完可能な観測項目とみなすには、観測地点間の相関性に基づき、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 3.4 に理論的根拠と補完の有効性を示す。

① 雨雪量計

雨雪量データは、瞬間値で比較すると場所によるばらつきが大きく、他の観測地点の雨雪量データとの相関性は極めて低い。しかし、日単位で比較すると相関性が高くなることから、雨雪量データの補完は、日単位で実施した。

② 河川流量計

雨雪量と河川流出の関係は流出解析によって検討可能である。よって、測定限界を超えたデータや、降雨を含む期間の欠測に関しては、雨雪量から流出量を解析する方法であるタンクモデルを用いて補完を行った。

表 3.4 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
雨雪量	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。推定にはタンクモデルなどを用いる。	○ (時間データ)

(4) 補完式の設定

雨雪量データの相関式，および流域ごとの河川流量を補完するためのタンクモデル⁷⁾の諸元を以下に示す。

① 雨雪量データの相関式

雨雪量計間の相関関係(相関係数・相関式)は、観測年報^{4), 5), 6)}および2004年度～2007年度までの観測データを基に算出した。2008年度の相関係数と相関式を表3.5に示す。

表 3.5 2008 年度観測地点における相関係数と相関式(雨雪量計)

欠測観測点(Y)	優先順位	補完観測地点(X)	相関式	相関係数
柄石川流域雨雪量計GRD	1	正馬様コミュニティー雨雪量計SR	$Y=1.01X$	0.94

② タンクモデルの諸元

河川流量の補完は、既存研究において求められたタンクモデル⁷⁾を用いた。各流域におけるタンクモデルの諸元を以下に示す。

1) 柄石川流域河川流量計 GPD のタンクモデル

柄石川流域のタンクモデルは、観測年報^{4), 5), 6)}における諸元を用いた。観測年報^{4), 5), 6)}において短期流出を解析した結果、雨雪量の大きな場合と小さな場合で、単一のタンクモデルでは流量が再現できなかったことから、雨雪量の大小でタンクモデルを場合分けしている。柄石川流域タンクモデルの諸元を図 3.1 に示す。

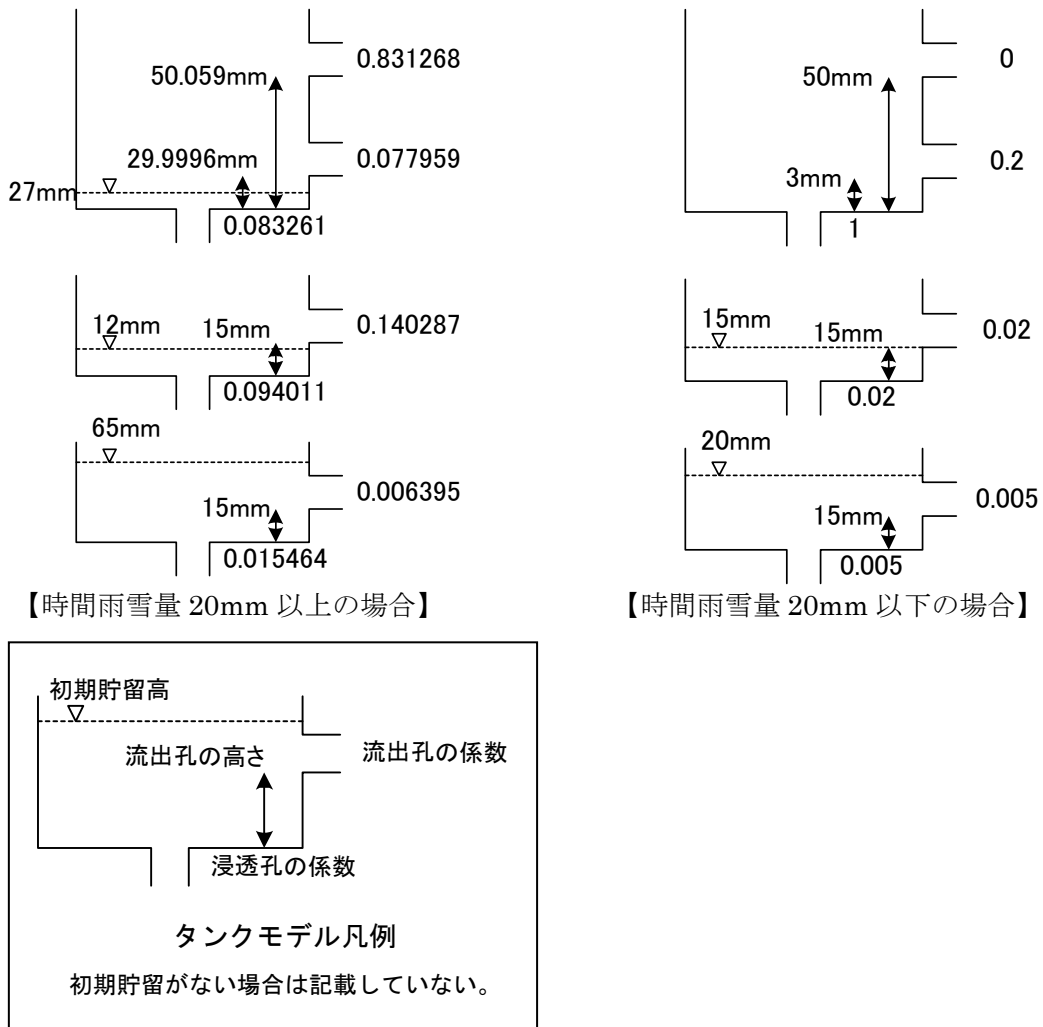


図 3.1 タンクモデルの諸元（柄石川流域）

(5) 補完の実施

(4)において検討した補完式を用いて、雨雪量および河川流量データの補完を実施した。表 3.6 に補完の実施条件を示す。

河川流量においては欠測期間中に降水がない場合は欠測前後のデータを用いて 1 次式もしくは 2 次式で補完を行う。また、欠測期間中に降水がある場合または測定限界を超える出水がある場合は、タンクモデルを用いて補完を行う。

表 3.6 補完の実施条件

観測要素	条件	補完方法
雨雪量	1 回以上の欠測(ただし、欠測前後の積算値が線形的に変化している場合は除く)	相関関係
河川流量	2 時間以上の欠測かつ欠測期間中における降水あり	タンクモデル
	欠測期間中における降水なし	1 次式もしくは 2 次式

4. 観測結果

4.1 雨雪量

雨雪量は、柄石川雨雪量計（GRD：谷部）の1箇所で観測している。

柄石川流域の2008年度の雨雪量は1783（ mm year^{-1} ）であり、観測開始から2007年度までの各年度の雨雪量の平均（1570（ mm year^{-1} ））より200mm程度多くなった。

4.2 河川流量

河川流量観測は、柄石川下流（GPD）、日吉川流域（HRQ）の2箇所において実施している。なお日吉川流域では、2003年度より河川流量観測を開始している。図4.1、図4.2に流域ごとの2008年度の河川流量および河川流出高を示す。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。

GPDは河川流量、河川流出高とも2008年度は観測開始から2007年度までの年度ごとの平均より多い値が観測された。HRQは河川流量、河川流出高とも2008年度は観測開始から2007年度までの年度ごとの平均より少ない値が観測された。

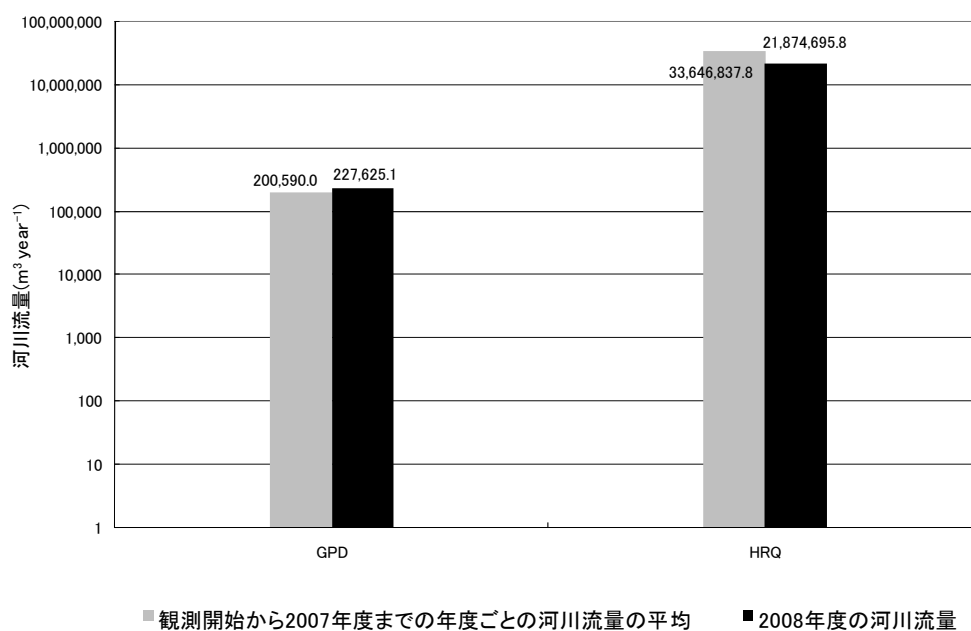


図 4.1 流域別河川流量

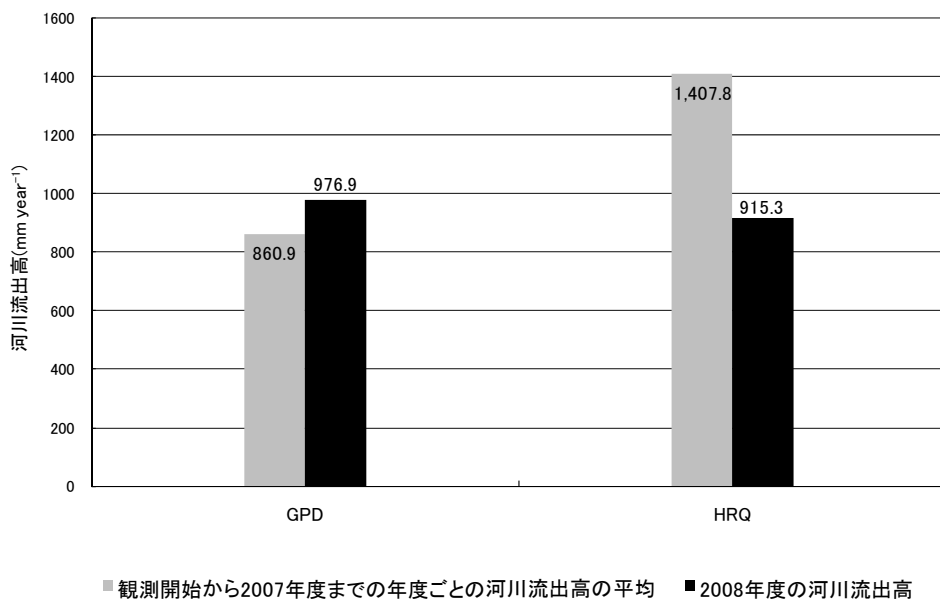


図 4.2 流域別河川流出高

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について、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/パーシヤルプリューム	$Y_1' = 200X$	$Y_1 = 1.541(Y_1')^{1.538} / 1000$	1	$0.968 \geq Y_2 > 0.011$
	2in/パーシヤルプリューム	$Y_1' = 200X$	$Y_2 = 5.76(Y_2' / 10)^{1.55} / 1000$	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	$0.6301 > Y_1 > 0.01$	$Y = 60Y_1$
			2	$2 > Y_1 > 0.63$	

真値
 $Y_1 = 0.02 - 0.66Y_1' + 5.72Y_1'^2$
 $Y_1 = 2.19 - 8.61Y_1' + 12.87Y_1'^2$

X:電圧値

5.2 補正・補完箇所の表示

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](赤字は補正值)		換算流量[m ³ min ⁻¹]		GPD換算流量[m ³ min ⁻¹] (青字は補完値)
	GPD 1.5ft	GPD 2in	GPD 1.5ft	GPD 2in	
2008/7/8 0:00	32.5	290.6	0.326	1.066	1.018
2008/7/8 0:10	32.2	290.5	0.321	1.065	
2008/7/8 0:20	32.1	291.6	0.320	1.071	
2008/7/8 0:30	31.9	289.5	0.317	1.059	
2008/7/8 0:40	31.5	290.7	0.311	1.066	
2008/7/8 0:50	31.0	287.7	0.303	1.049	
2008/7/8 1:00	31.0	286.9	0.303	1.045	1.053
2008/7/8 1:10	31.1	289.2	0.305	1.058	
2008/7/8 1:20	30.5	289.1	0.296	1.057	
2008/7/8 1:30	30.3	288.1	0.293	1.051	
2008/7/8 1:40	30.3	289.2	0.293	1.058	
2008/7/8 1:50	30.4	287.2	0.294	1.046	
2008/7/8 2:00	30.5	288.9	0.296	1.056	1.086
2008/7/8 2:10	30.4	286.5	0.294	1.042	
2008/7/8 2:20	30.0	285.5	0.288	1.037	
2008/7/8 2:30	29.9	284.9	0.287	1.033	
2008/7/8 2:40	30.0	286.9	0.288	1.045	
2008/7/8 2:50	29.7	286.3	0.284	1.041	
2008/7/8 3:00	29.7	284.6	0.284	1.032	1.119
2008/7/8 3:10	29.2	283.4	0.276	1.025	
2008/7/8 3:20	29.4	283.0	0.279	1.023	
2008/7/8 3:30	29.3	283.3	0.278	1.024	
2008/7/8 3:40	29.0	284.2	0.274	1.030	
2008/7/8 3:50	29.0	284.5	0.274	1.031	
2008/7/8 4:00	29.1	284.5	0.275	1.031	1.152
2008/7/8 4:10	29.0	283.8	0.274	1.027	
2008/7/8 4:20	28.5	284.1	0.266	1.029	
2008/7/8 4:30	28.7	281.4	0.269	1.014	
2008/7/8 4:40	28.6	282.0	0.268	1.017	
2008/7/8 4:50	28.4	279.9	0.265	1.005	
2008/7/8 5:00	28.1	282.2	0.261	1.018	1.185

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 分ごとの電圧データで回収したもの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。観測データセットの DVD-ROM の内部フォルダ構造は以下に示す。

¥observed data set (観測データセットのフォルダ)

observed data set 2008

日吉川流域

河川流量計 HRQ

柄石川流域

河川流量計 GPD (雨雪量 GRD 含む)

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大ハーション	GPD小ハーション	柄石谷雨雪量計	GPD大ハーション	GPD小ハーション	柄石谷雨雪量計
2008/7/1 0:00	69.5	291.6	1435	69.5	291.6	717.5
2008/7/1 0:10	67.2	291.4	1435	67.2	291.4	717.5
2008/7/1 0:20	69.7	291.4	1435	69.7	291.4	717.5
2008/7/1 0:30	68.6	289.2	1435	68.6	289.2	717.5
2008/7/1 0:40	68.5	290.1	1435	68.5	290.1	717.5
2008/7/1 0:50	68.3	291.3	1435	68.3	291.3	717.5
2008/7/1 1:00	67.9	288.7	1435	67.9	288.7	717.5
2008/7/1 1:10	69.6	290.5	1435	69.6	290.5	717.5
2008/7/1 1:20	68.9	291.0	1436	68.9	291.0	718.0
2008/7/1 1:30	67.4	289.1	1436	67.4	289.1	718.0
2008/7/1 1:40	70.3	289.7	1436	70.3	289.7	718.0
2008/7/1 1:50	70.5	291.2	1436	70.5	291.2	718.0
2008/7/1 2:00	67.8	289.3	1437	67.8	289.3	718.5

(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雨雪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 DVD-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 set2008

日吉川流域

河川流量計 HRQ

柄石川流域

雨雪量計 GRD

河川流量計 GPD

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)	
2008/7/1 0:00	717.5	2008/7/1	1.0	89.0	
2008/7/1 0:10	717.5	2008/7/2	0.0		
2008/7/1 0:20	717.5	2008/7/3	0.0		
2008/7/1 0:30	717.5	2008/7/4	7.0		
2008/7/1 0:40	717.5	2008/7/5	0.0		
2008/7/1 0:50	717.5	2008/7/6	49.5		
2008/7/1 1:00	717.5	2008/7/7	1.0		
2008/7/1 1:10	717.5	2008/7/8	18.5		
2008/7/1 1:20	718.0	2008/7/9	0.0		
2008/7/1 1:30	718.0	2008/7/10	0.0		
2008/7/1 1:40	718.0	2008/7/11	0.0		
2008/7/1 1:50	718.0	2008/7/12	0.0		
2008/7/1 2:00	718.5	2008/7/13	0.0		
2008/7/1 2:10	718.5	2008/7/14	0.0		
2008/7/1 2:20	718.5	2008/7/15	0.0		
2008/7/1 2:30	718.5	2008/7/16	0.0		
2008/7/1 2:40	718.5	2008/7/17	0.0		
2008/7/1 2:50	718.5	2008/7/18	4.0		
2008/7/1 3:00	718.5	2008/7/19	0.0		
2008/7/1 3:10	718.5	2008/7/20	0.0		
2008/7/1 3:20	718.5	2008/7/21	0.0		
2008/7/1 3:30	718.5	2008/7/22	0.0		
2008/7/1 3:40	718.5	2008/7/23	0.0		
2008/7/1 3:50	718.5	2008/7/24	0.0		
2008/7/1 4:00	718.5	2008/7/25	0.0		
2008/7/1 4:10	718.5	2008/7/26	0.0		
2008/7/1 4:20	718.5	2008/7/27	0.0		
2008/7/1 4:30	718.5	2008/7/28	6.5		
2008/7/1 4:40	718.5	2008/7/29	0.0		
2008/7/1 4:50	718.5	2008/7/30	1.0		
2008/7/1 5:00	718.5	2008/7/31	0.5		

6. おわりに

本データ集では、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で取得した、2008年度の表層水理観測データについて、補正・補完を行って整理した。その結果、流域ごとで、観測開始から2007年度までの平均と比べデータのバラつきが見られた。また、それらの相関性を把握することによって、広域での表層水理環境を理解することが可能となると考えられる。このため今後も観測を継続し、データの蓄積を図る予定である。

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) 日本原子力研究開発機構：“広域地下水流動研究における表層水理観測データ集—2004～2007 年度—” JAEA-Data/Code 2009-027.
- 7) 菅原正巳：“流出解析法”, 共立出版 (1972) .

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	立法メートル	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
光照射度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	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	J/m ³	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	ジュール毎キログラム	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	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	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 dm 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 =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。
ベクレル	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 =0.1 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
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	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 ^(c)	Oe	1 Oe _e =(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=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=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	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)
マイクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

