

第 **3** 編

資料・データ



3-1 | 建築のエネルギー消費に関する知識

「福島県再エネ・省エネ推進建築物整備指針」でシミュレーションを行った4施設(事務所、学校)を参考に、建物で消費されるエネルギーを比較、取りまとめをおこなっており、省エネルギー対策などの参考になる。

● 県有建築物のエネルギー消費に関する知識

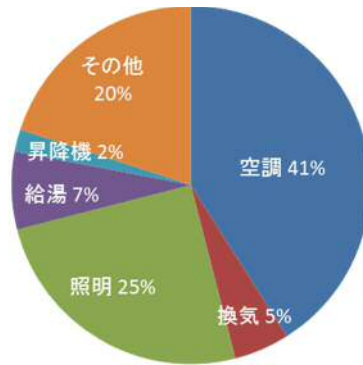
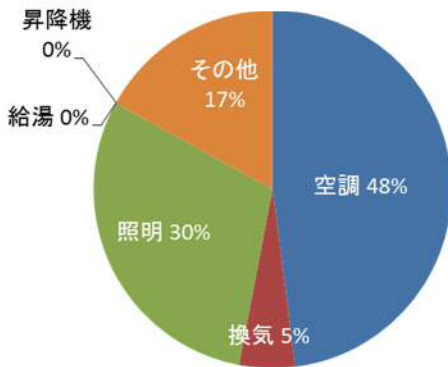
① 各種建築のエネルギー消費の傾向

(建物で消費されるエネルギーの内訳をグラフ化することで、建物のエネルギー消費傾向が掴め、効果的な省エネルギー対策の参考になる。)

事務所と学校の4施設の建物について、建物の用途や規模などによって違いがあるものの、エネルギー消費傾向は、空調が40%~60%、照明が25%~30%、換気が5%程度となっている。エネルギー消費の割合が大きいところを重点に、省エネルギー対策を実施することが効果的である。

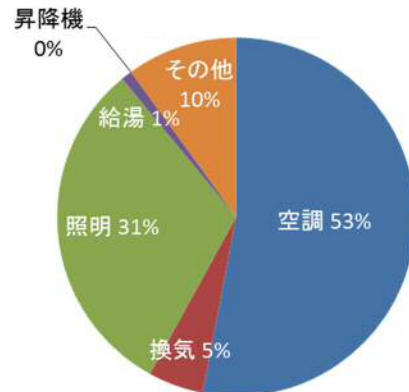
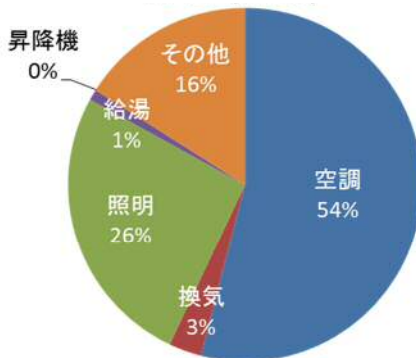
建物名称 相馬港湾建設事務所
構造・規模 RC3階建て 834 m²

建物名称 県庁北庁舎
構造・規模 RC7階建て 8,034 m²



建物名称 平商業高校南校舎
構造・規模 RC3階建て 3,721 m²

建物名称 安積黎明高校北校舎
構造・規模 RC4階建て 6,200 m²



※グラフは、建築物省エネ法における建物の基準(BE=1.0)となる1年間のエネルギー消費量を施設ごとにシミュレーションしたもの

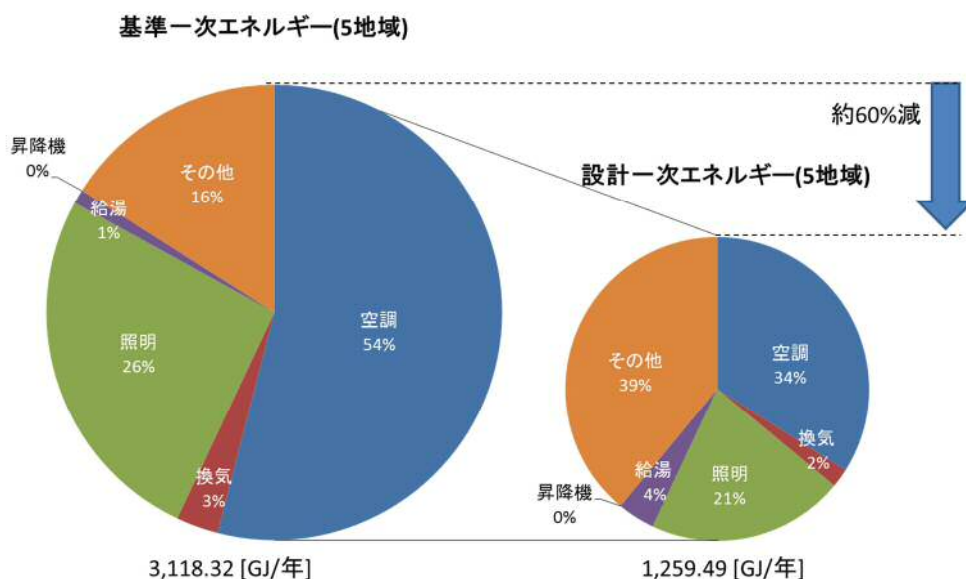
②一次エネルギー消費量^{※1}の比較

(実際に設計した建物のエネルギー消費量(設計一次エネルギー消費量^{※2})と、その建物の基準となるエネルギー消費量(建築物省エネ法による基準一次エネルギー消費量^{※3})を比較し、削減効果を確認する。)

①で示した4つの施設のうち、平商業高校 南校舎を例に比較したところ、設計一次エネルギー消費量は、基準一次エネルギー消費量に比べて約60%削減される結果となった。

表 3-1-1 平商業高校 南校舎の一次エネルギー消費量

建物用途	学校
構造・規模	RC3階建て 3,721 m ²
竣工	H29.11
地域	5地域
基準一次エネルギー	3,118.32 GJ/年(838MJ/m ² 年)
設計一次エネルギー	1,259.49 GJ/年(338MJ/m ² 年)



$$\frac{\text{設計一次エネルギー(その他を除く)}}{\text{基準一次エネルギー(その他を除く)}} = \text{BEI}$$

BEIとは、建築物(住宅を除く)の省エネルギー性能を標準入力法に基づいて評価する指標で、建築物省エネ法では、新築、増築、改築を行う場合、BEI = 1.0以下が求められる。

- ※1 一次エネルギー消費量は、建築物で1年間に消費するエネルギーを熱量換算した値である。
- ※2 設計一次エネルギー消費量は、実際の設計で採用する仕様から算出される一次エネルギー消費量で、太陽光発電等の再生可能エネルギーも対象となり、合計値から差し引く。
- ※3 基準一次エネルギー消費量は、実際の省エネ計画書の調査から標準的な仕様を抽出し、この仕様に基づき算出された一次エネルギー消費量である。

③各地域におけるエネルギー消費量の比較

(同じ仕様の建物を、気象条件が違う3つの地域に建設した場合のエネルギー消費量を比較することで、効果的な省エネルギー対策の参考になる。)

平商業高校 南校舎(5地域)と同じ仕様の建物を 3、4地域に建設した場合の設計一次エネルギー消費量の比較を行った。結果は、寒冷地域になるほど、年間エネルギー消費量が増加し、4地域では11.8%、3地域では17.2%増となる。用途別では空調による消費が多くなり、当該設備への省エネルギー対策が重要であることが分かる。

表 3-1-2 平商業高校 南校舎の地域別エネルギー消費量

地域※	5地域 (基準)	4地域	3地域
		1,395.89 GJ/年(375MJ/m ² 年)	1,475.89 GJ/年(397MJ/m ² 年)

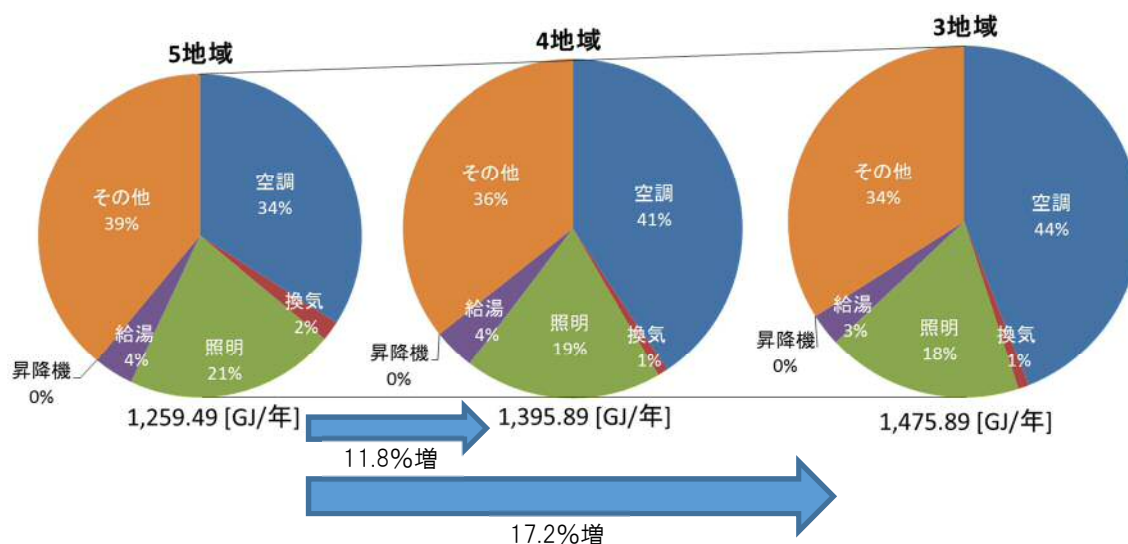


図 3-1-2 平商業高校 南校舎の地域別 設計一次エネルギー消費量の比較

※平成25年経済産業省・国土交通省告示第1号「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」による。福島県は3つの地域に分類され、3地域は主に会津、4地域は中通りと浜通りの北部、5地域は主に浜通り南部である。

3-2 | 地域別気象データ

○県内15地点の気象データ(平年値)をまとめている。

(降水量・気温・平均風速・日照時間・降雪の深さ・最深積雪など)

○断熱材やガラスの仕様の選定、太陽光発電や雪氷熱エネルギーの導入などを検討する際の基礎資料として、本データを活用できる。

- ・気温、湿度…外皮計画、空調計画
- ・日照時間…建物の向きと形状、太陽光発電
- ・降水量、降雪量…建物の向きと形状(積雪対策)、雨水利用、外構計画
- ・風向、風速…建物の向きと形状、風力発電 など

●県内各地の気象データ



図 3-2-1 福島県内の気象データ 15 地点

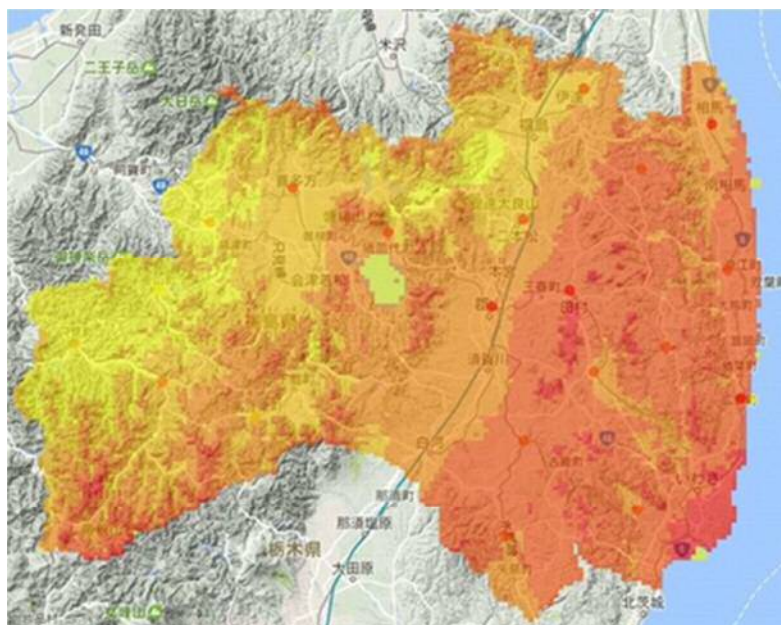


図 3-2-2 福島県内の日射量

福島 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

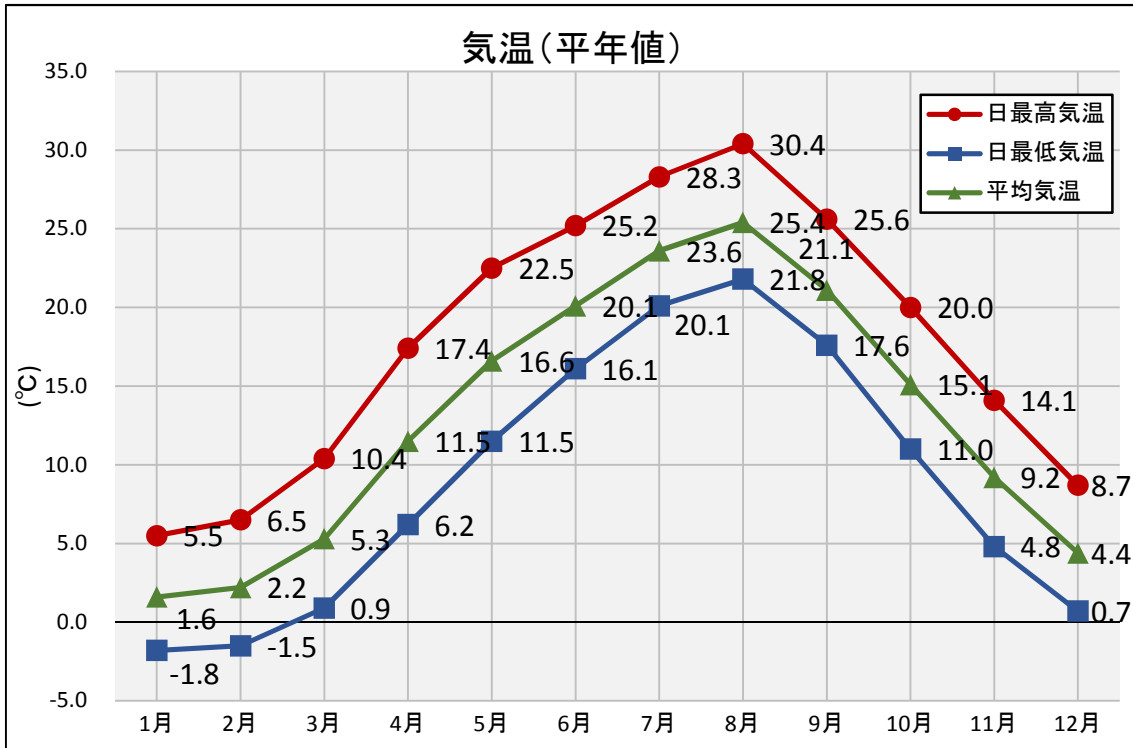
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010
資料年数	30	30	30	30	30	30	30	30
1月	49.4	1.6	5.5	-1.8	2.5	132.0	74.0	19.0
2月	44.3	2.2	6.5	-1.5	2.6	142.3	57.0	17.0
3月	75.6	5.3	10.4	0.9	2.8	174.2	24.0	9.0
4月	81.0	11.5	17.4	6.2	2.8	186.4	1.0	1.0
5月	92.6	16.6	22.5	11.5	2.6	187.5	---	---
6月	122.1	20.1	25.2	16.1	2.3	136.6	---	---
7月	160.4	23.6	28.3	20.1	2.1	123.6	---	---
8月	154.0	25.4	30.4	21.8	2.2	152.5	---	---
9月	160.3	21.1	25.6	17.6	1.9	114.2	---	---
10月	119.1	15.1	20.0	11.0	1.9	135.8	---	---
11月	65.5	9.2	14.1	4.8	2.2	128.3	1.0	1.0
12月	41.8	4.4	8.7	0.7	2.4	125.2	28.0	11.0
年	1166.0	13.0	17.9	8.9	2.4	1738.8	189.0	25.0

福島の降水量

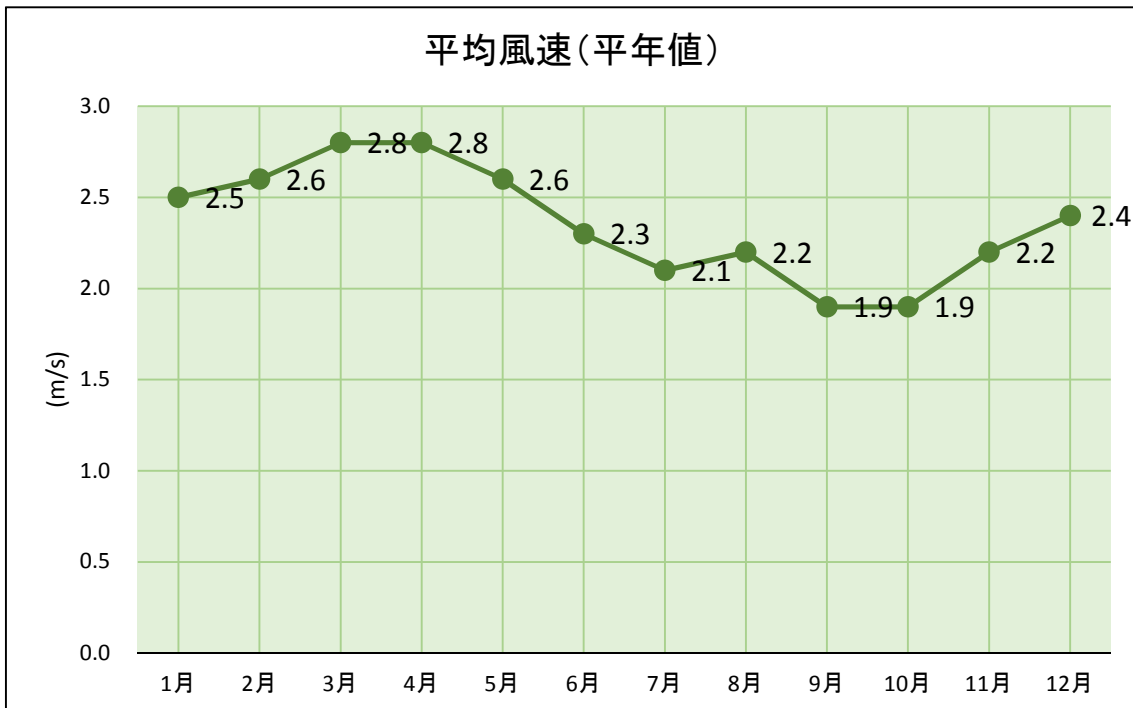


3-2

福島の気温

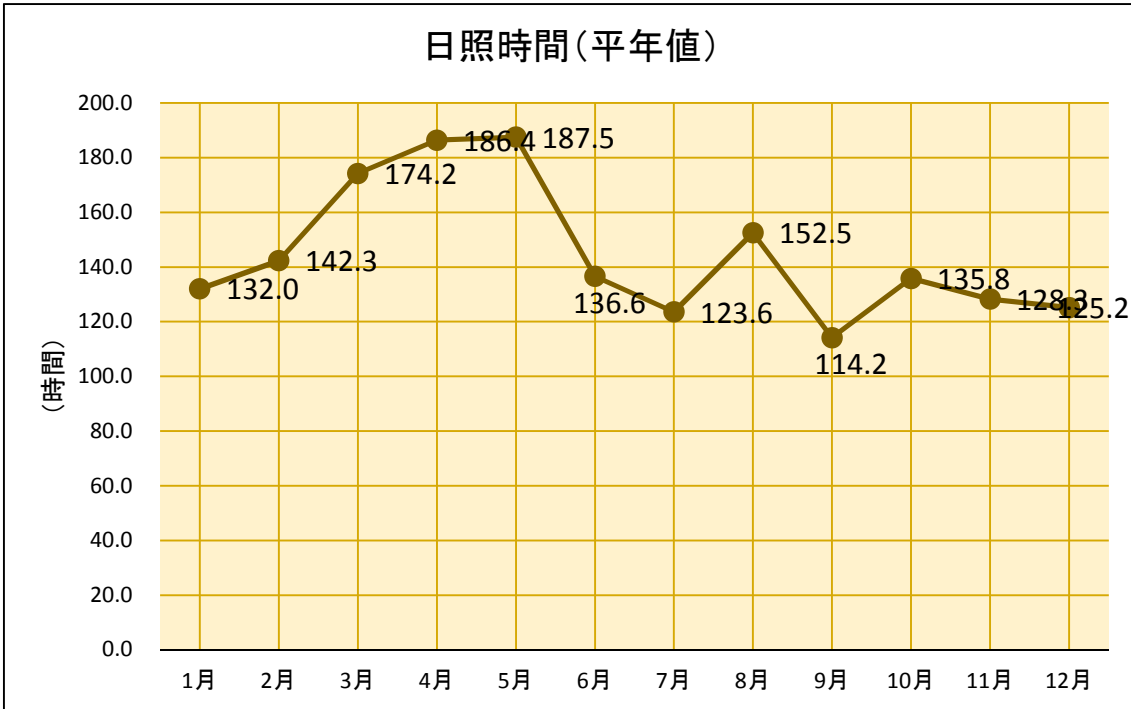


福島の平均風速

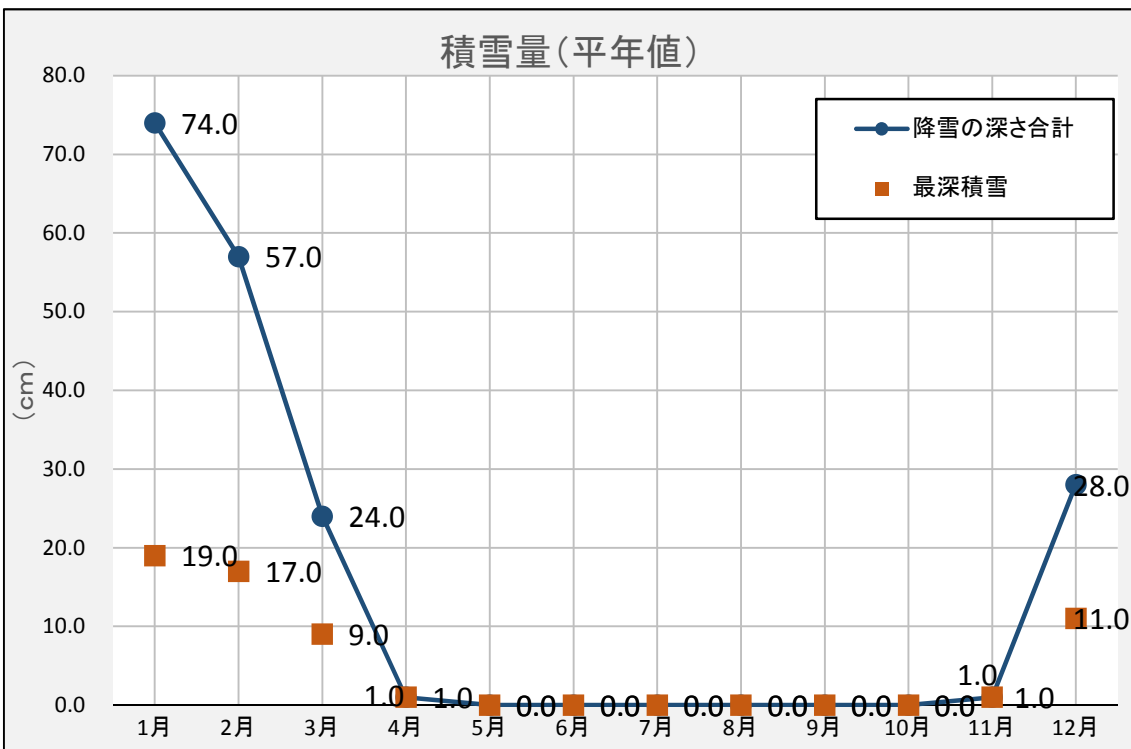


3-2

福島の日照時間



福島の積雪量

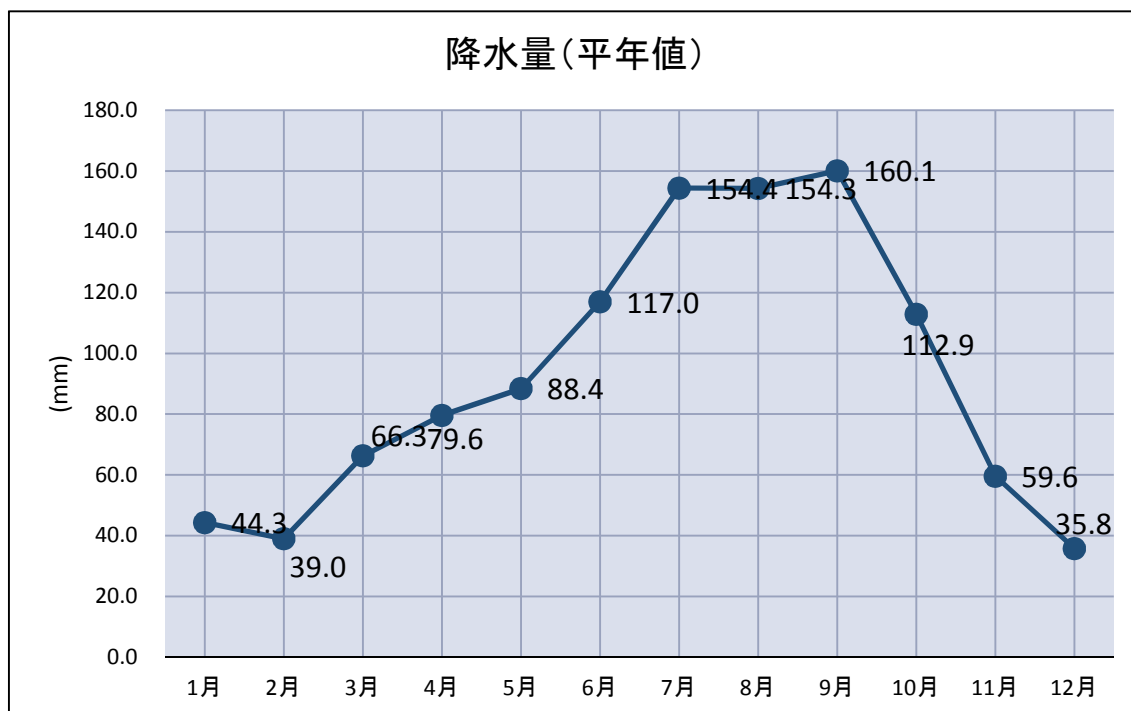


梁川 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

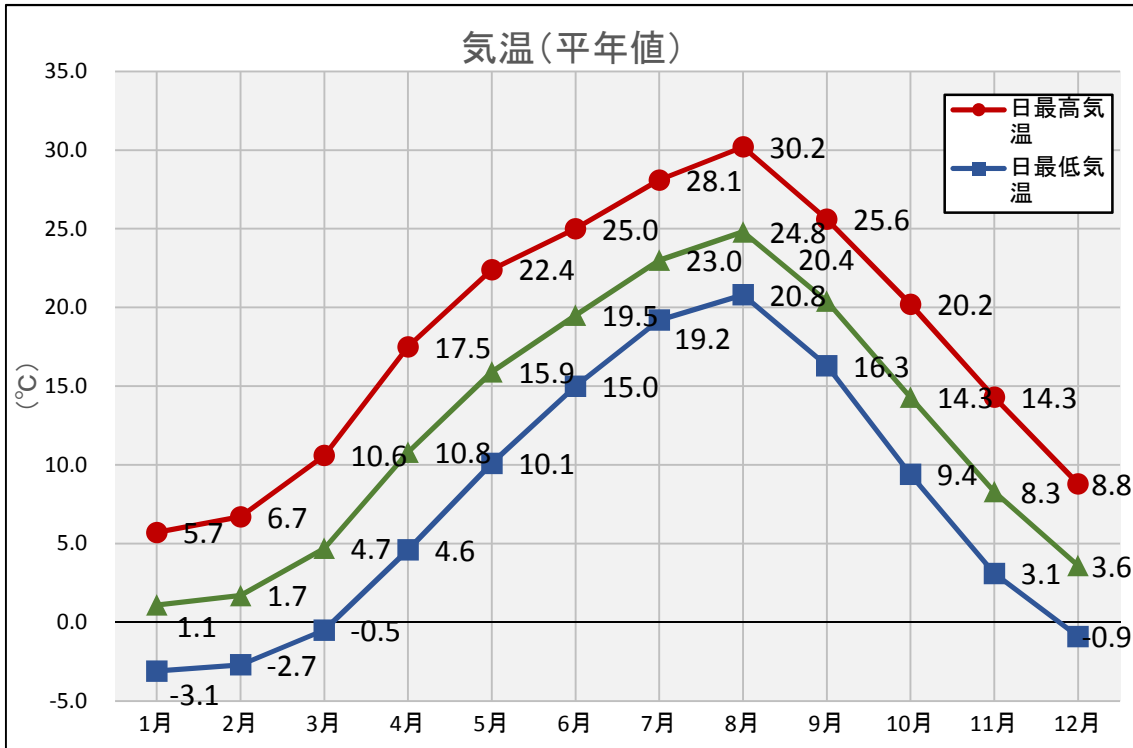
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	25	0	0
1月	44.3	1.1	5.7	-3.1	1.6	121.2	///	///
2月	39.0	1.7	6.7	-2.7	1.8	132.3	///	///
3月	66.3	4.7	10.6	-0.5	1.9	163.8	///	///
4月	79.6	10.8	17.5	4.6	1.9	183.4	///	///
5月	88.4	15.9	22.4	10.1	1.7	181.5	///	///
6月	117.0	19.5	25.0	15.0	1.6	145.2	///	///
7月	154.4	23.0	28.1	19.2	1.4	134.4	///	///
8月	154.3	24.8	30.2	20.8	1.4	153.6	///	///
9月	160.1	20.4	25.6	16.3	1.1	116.5	///	///
10月	112.9	14.3	20.2	9.4	1.1	125.6	///	///
11月	59.6	8.3	14.3	3.1	1.3	120.6	///	///
12月	35.8	3.6	8.8	-0.9	1.5	113.3	///	///
年	1113.8	12.3	17.9	7.6	1.5	1691.4	///	///

梁川の降水量

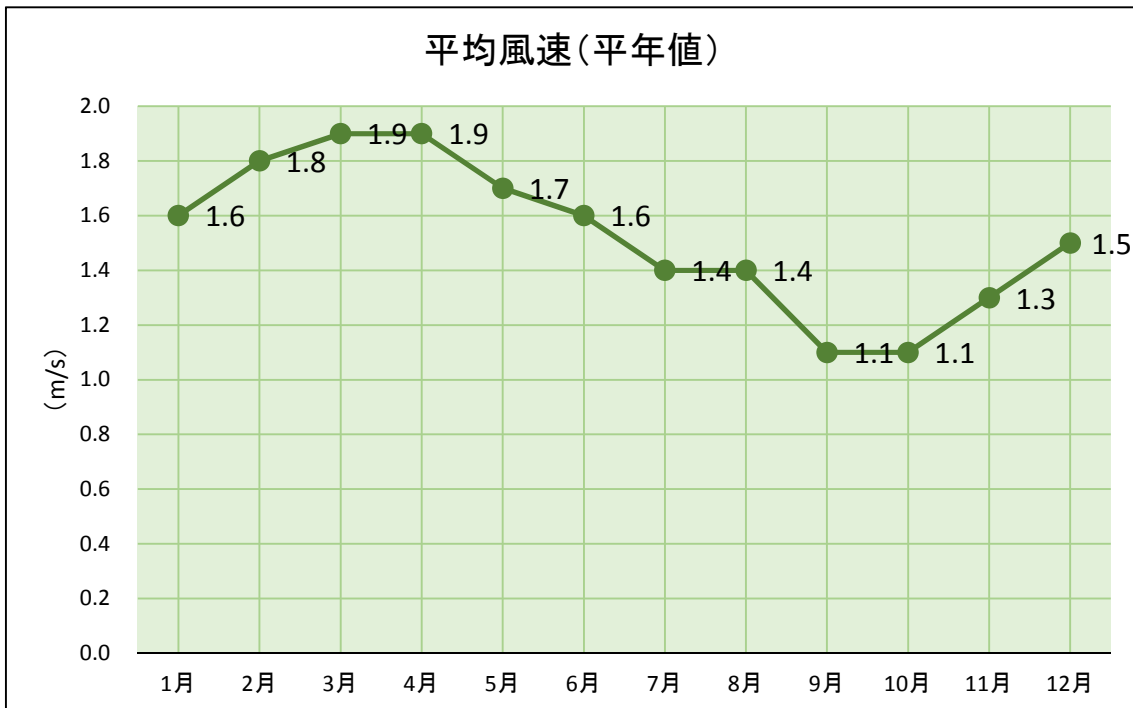


3-2

梁川の気温



梁川の平均風速



3-2

梁川の日照時間



二本松 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

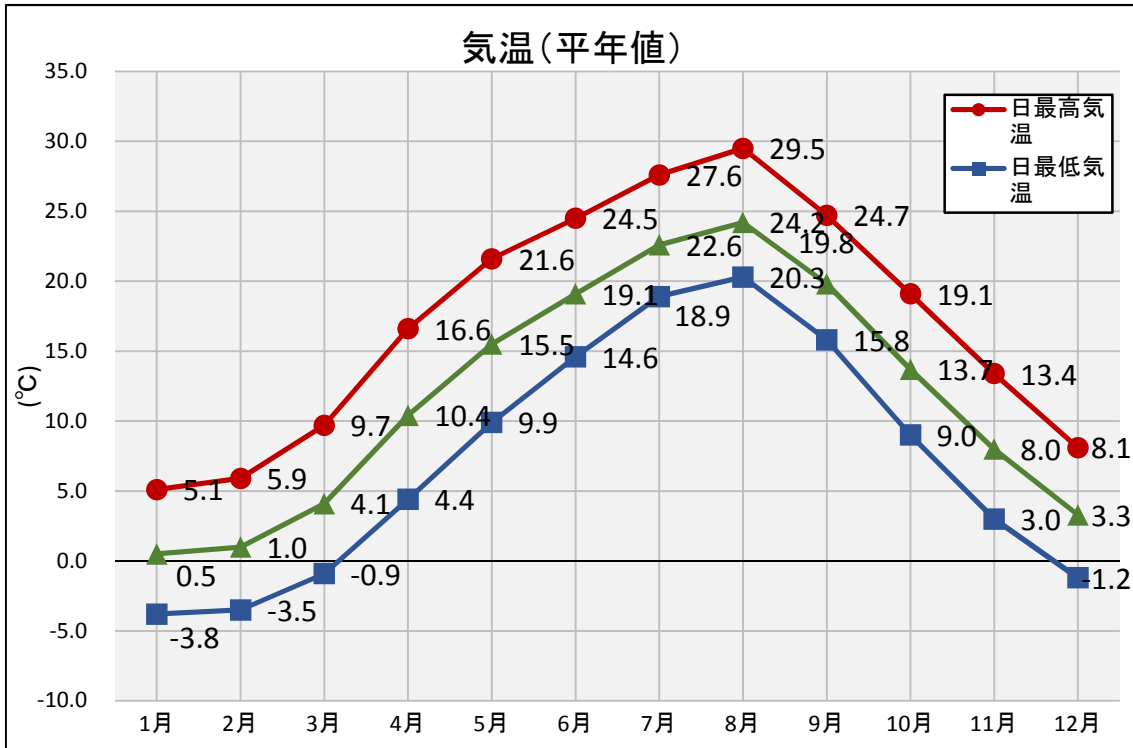
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1987~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	24	0	0
1月	38.2	0.5	5.1	-3.8	1.6	130.6	///	///
2月	36.7	1.0	5.9	-3.5	1.7	138.8	///	///
3月	74.5	4.1	9.7	-0.9	1.9	159.0	///	///
4月	90.1	10.4	16.6	4.4	1.9	174.7	///	///
5月	100.2	15.5	21.6	9.9	1.7	169.3	///	///
6月	129.0	19.1	24.5	14.6	1.5	128.8	///	///
7月	174.6	22.6	27.6	18.9	1.4	120.4	///	///
8月	154.9	24.2	29.5	20.3	1.3	144.0	///	///
9月	176.6	19.8	24.7	15.8	1.3	113.5	///	///
10月	119.9	13.7	19.1	9.0	1.2	130.9	///	///
11月	64.0	8.0	13.4	3.0	1.4	127.8	///	///
12月	33.8	3.3	8.1	-1.2	1.6	124.5	///	///
年	1212.9	11.9	17.2	7.2	1.5	1657.5	///	///

二本松の降水量

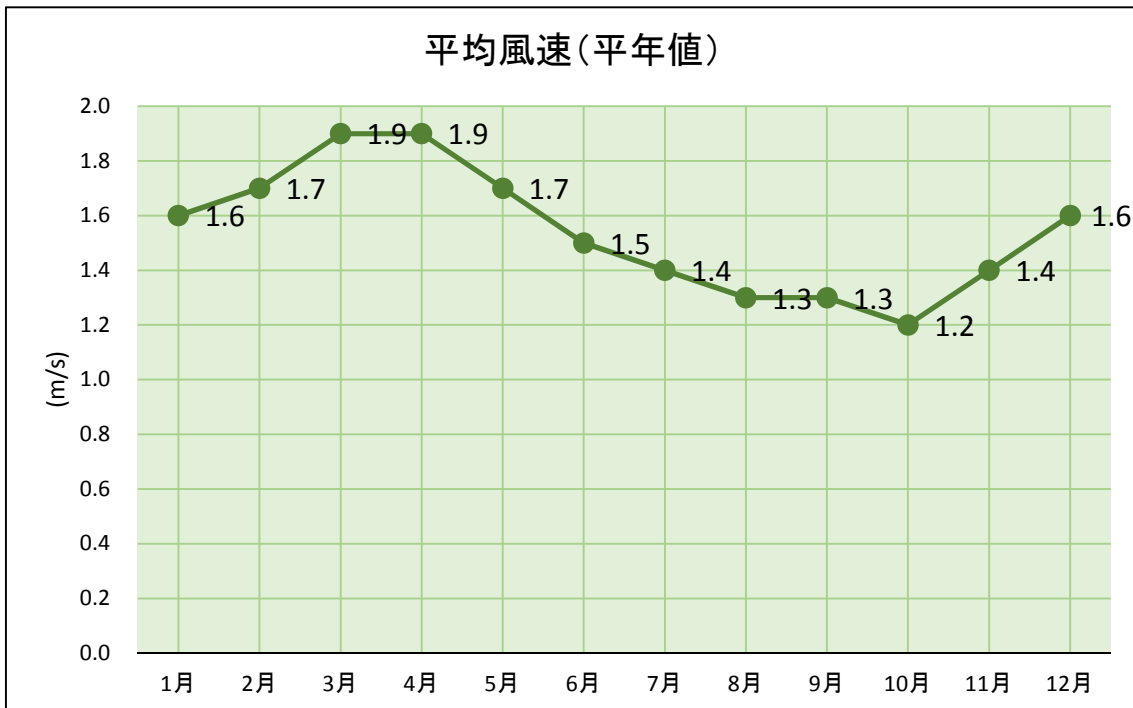


3-2

二本松の気温

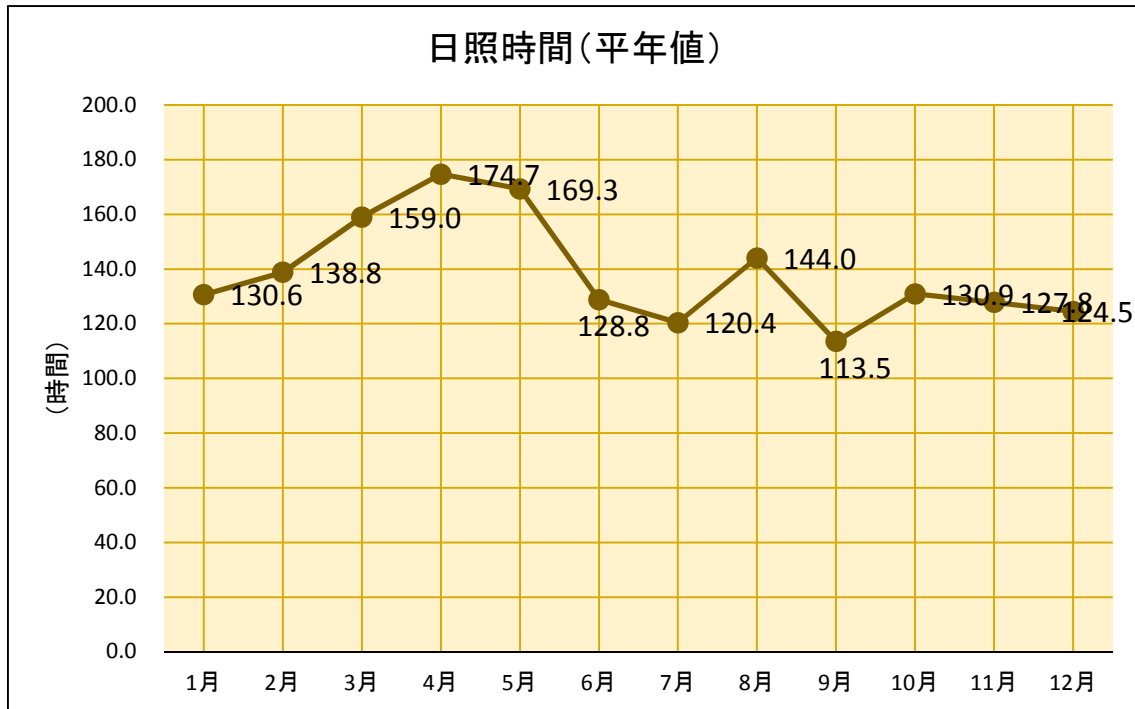


二本松の平均風速



3-2

二本松の日照時間



郡山 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

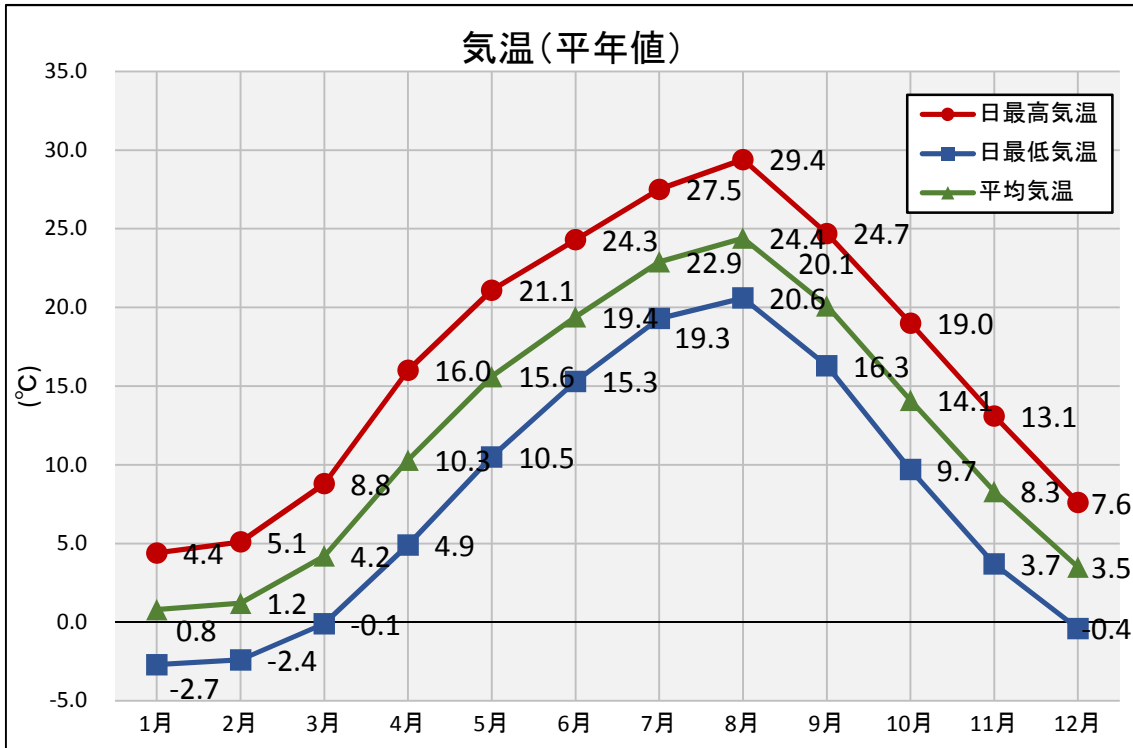
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1987~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	24	0	0
1月	37.4	0.8	4.4	-2.7	2.7	126.1	///	///
2月	37.5	1.2	5.1	-2.4	2.9	136.3	///	///
3月	70.3	4.2	8.8	-0.1	2.9	163.2	///	///
4月	82.8	10.3	16.0	4.9	2.8	182.2	///	///
5月	99.8	15.6	21.1	10.5	2.6	187.9	///	///
6月	127.2	19.4	24.3	15.3	2.0	145.5	///	///
7月	185.0	22.9	27.5	19.3	1.9	137.9	///	///
8月	152.1	24.4	29.4	20.6	1.9	161.7	///	///
9月	165.1	20.1	24.7	16.3	1.7	122.4	///	///
10月	111.1	14.1	19.0	9.7	1.9	136.0	///	///
11月	62.5	8.3	13.1	3.7	2.1	129.5	///	///
12月	32.6	3.5	7.6	-0.4	2.4	120.2	///	///
年	1163.2	12.1	16.8	7.9	2.3	1744.9	///	///

郡山の降水量

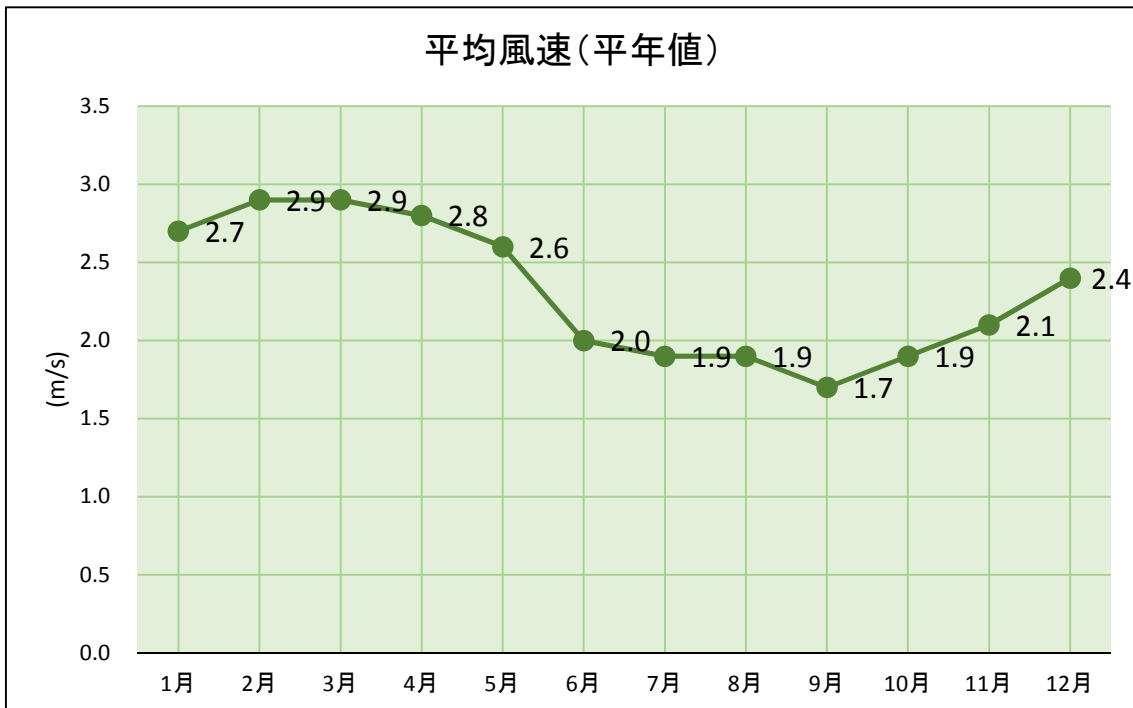


3-2

郡山の気温

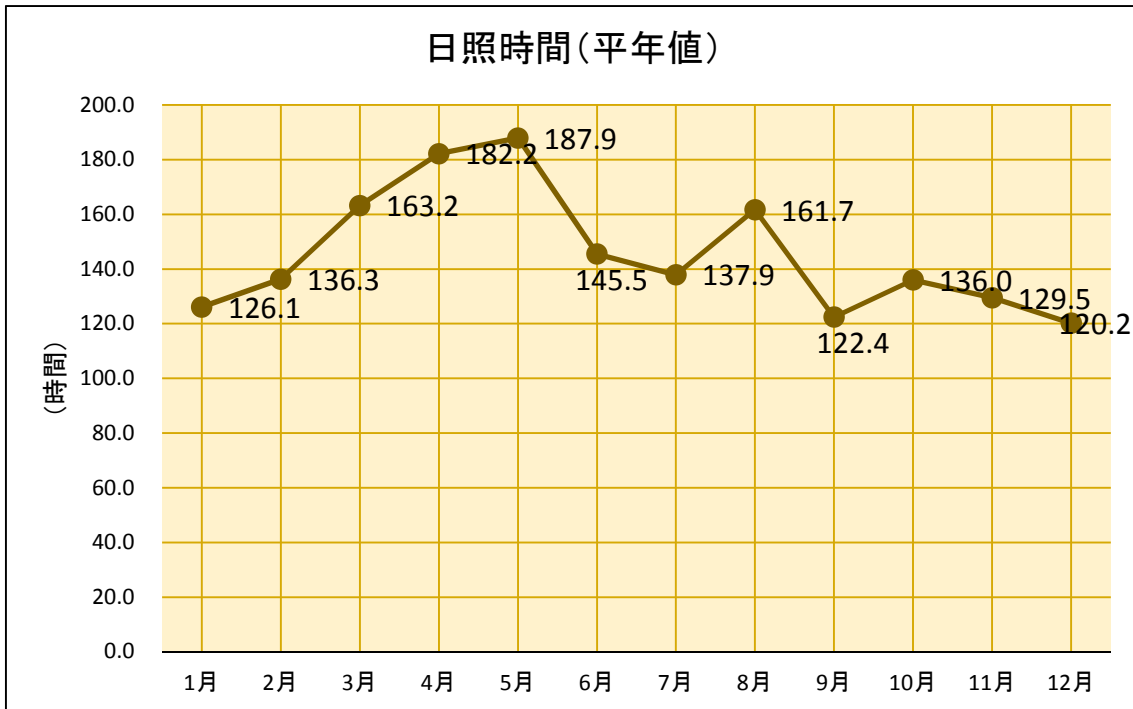


郡山の平均風速



3-2

郡山の日照時間



船引 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

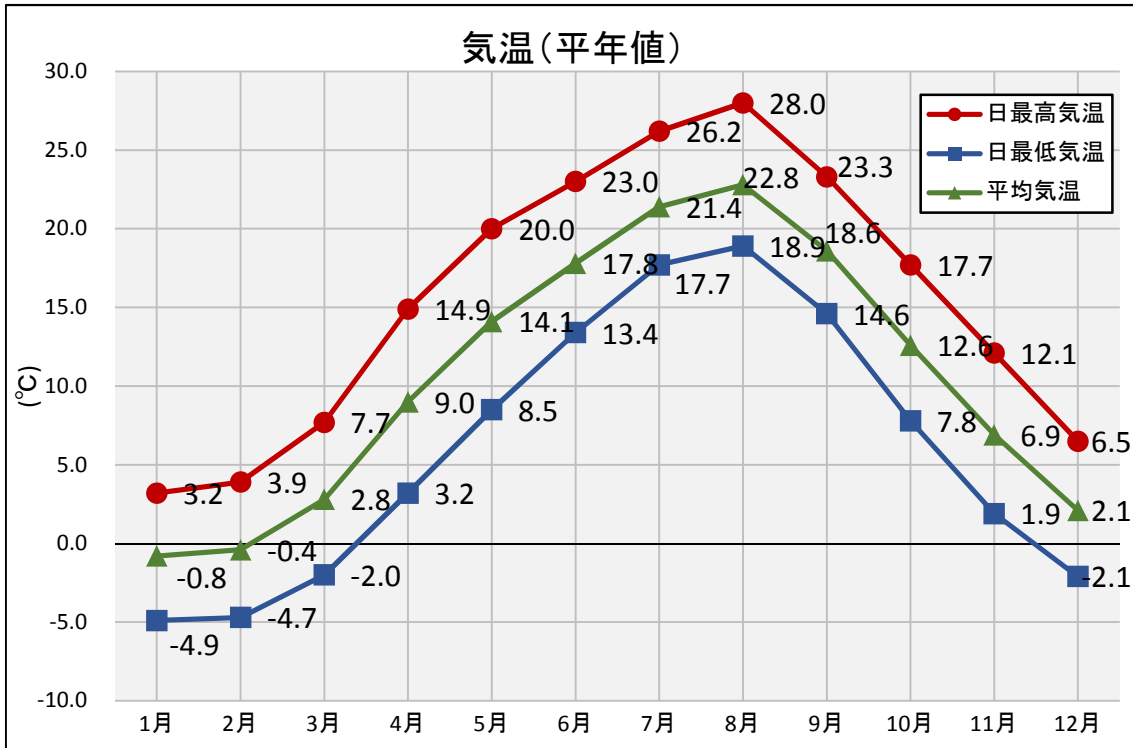
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1987~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	24	0	0
1月	35.9	-0.8	3.2	-4.9	2.1	146.3	///	///
2月	39.2	-0.4	3.9	-4.7	2.2	155.6	///	///
3月	72.1	2.8	7.7	-2.0	2.2	174.1	///	///
4月	87.0	9.0	14.9	3.2	2.2	186.4	///	///
5月	96.1	14.1	20.0	8.5	1.9	188.5	///	///
6月	121.5	17.8	23.0	13.4	1.5	148.0	///	///
7月	172.7	21.4	26.2	17.7	1.4	149.4	///	///
8月	151.3	22.8	28.0	18.9	1.4	173.6	///	///
9月	162.9	18.6	23.3	14.6	1.2	126.0	///	///
10月	119.9	12.6	17.7	7.8	1.4	139.7	///	///
11月	64.6	6.9	12.1	1.9	1.7	135.5	///	///
12月	34.5	2.1	6.5	-2.1	2.0	136.0	///	///
年	1172.6	10.6	15.6	6.1	1.8	1856.6	///	///

船引の降水量

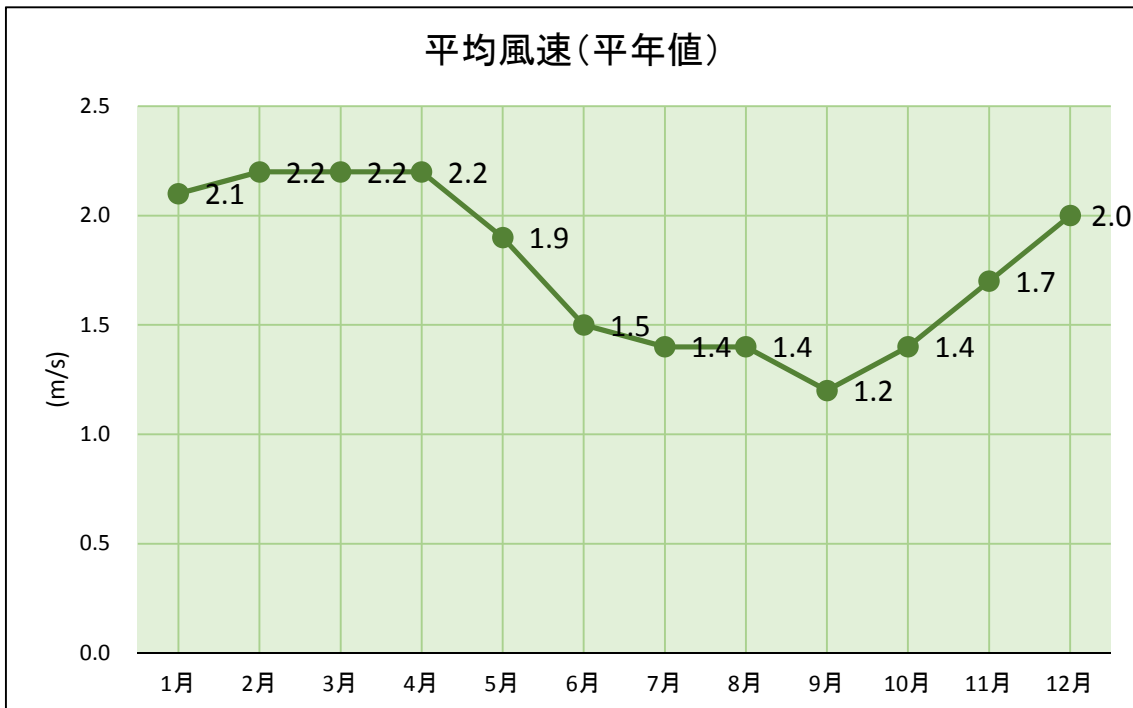


3-2

船引の気温

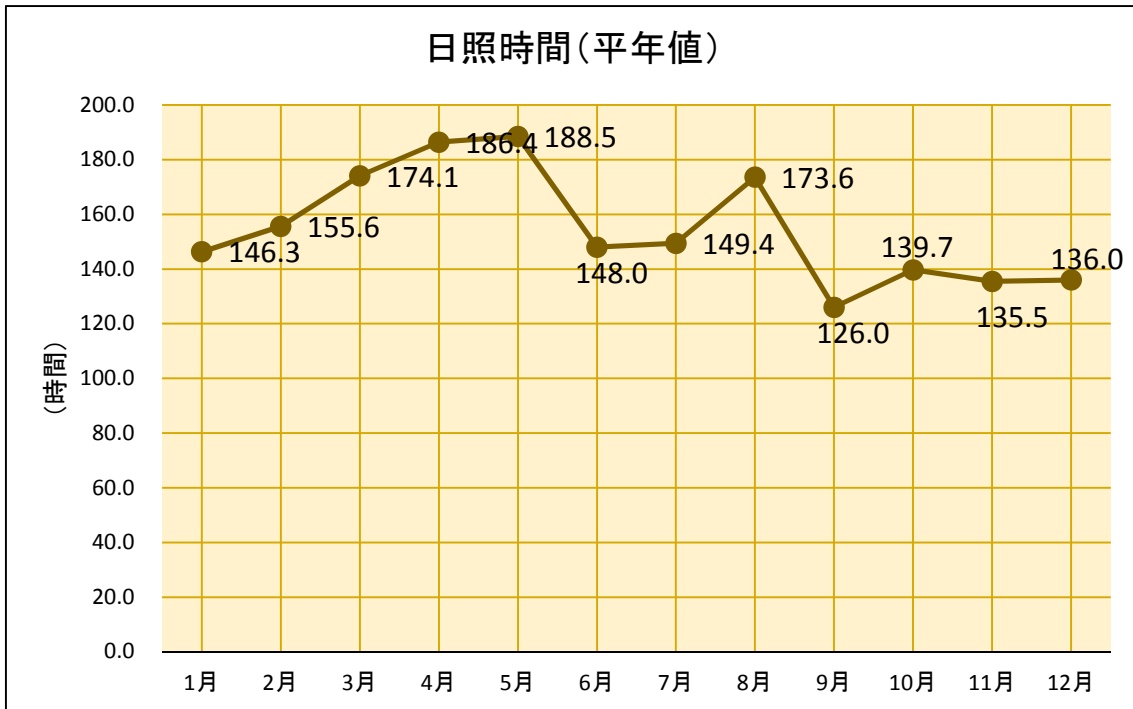


船引の平均風速



3-2

船引の日照時間



白河 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

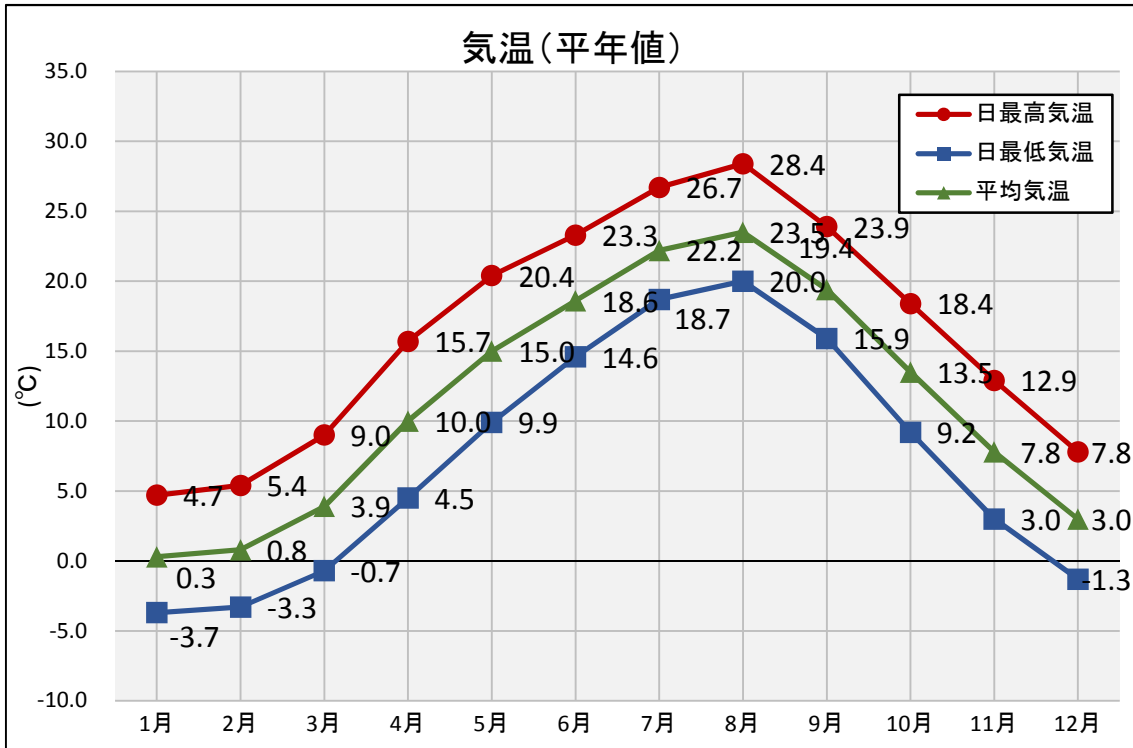
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010
資料年数	30	30	30	30	30	30	30	30
1月	38.9	0.3	4.7	-3.7	3.8	151.2	58.0	14.0
2月	38.5	0.8	5.4	-3.3	4.2	152.4	47.0	13.0
3月	78.2	3.9	9.0	-0.7	4.5	176.8	27.0	10.0
4月	96.4	10.0	15.7	4.5	4.2	182.6	3.0	2.0
5月	121.2	15.0	20.4	9.9	3.8	177.6	---	---
6月	150.3	18.6	23.3	14.6	2.9	126.2	---	---
7月	216.5	22.2	26.7	18.7	2.7	121.9	---	---
8月	223.8	23.5	28.4	20.0	2.6	145.3	---	---
9月	205.8	19.4	23.9	15.9	2.9	113.6	---	---
10月	135.6	13.5	18.4	9.2	3.1	138.1	---	---
11月	69.8	7.8	12.9	3.0	3.6	144.8	2.0	1.0
12月	36.0	3.0	7.8	-1.3	3.7	152.0	21.0	9.0
年	1410.9	11.5	16.4	7.2	3.5	1780.4	161.0	21.0

白河の降水量

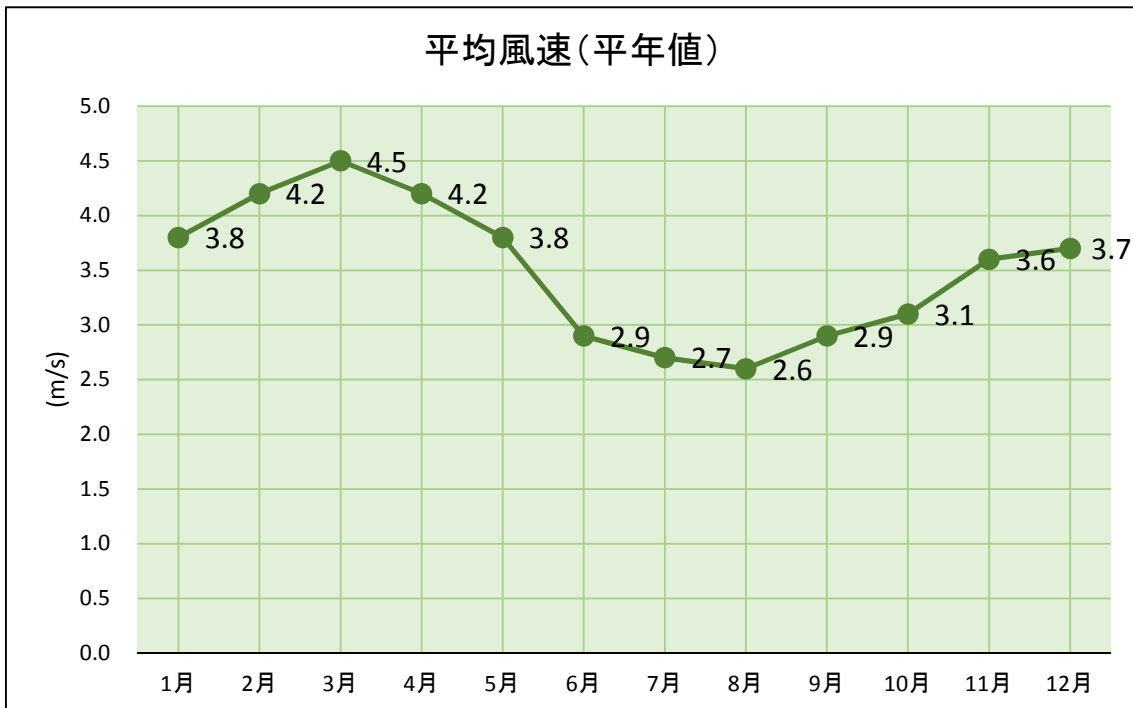


3-2

白河の気温

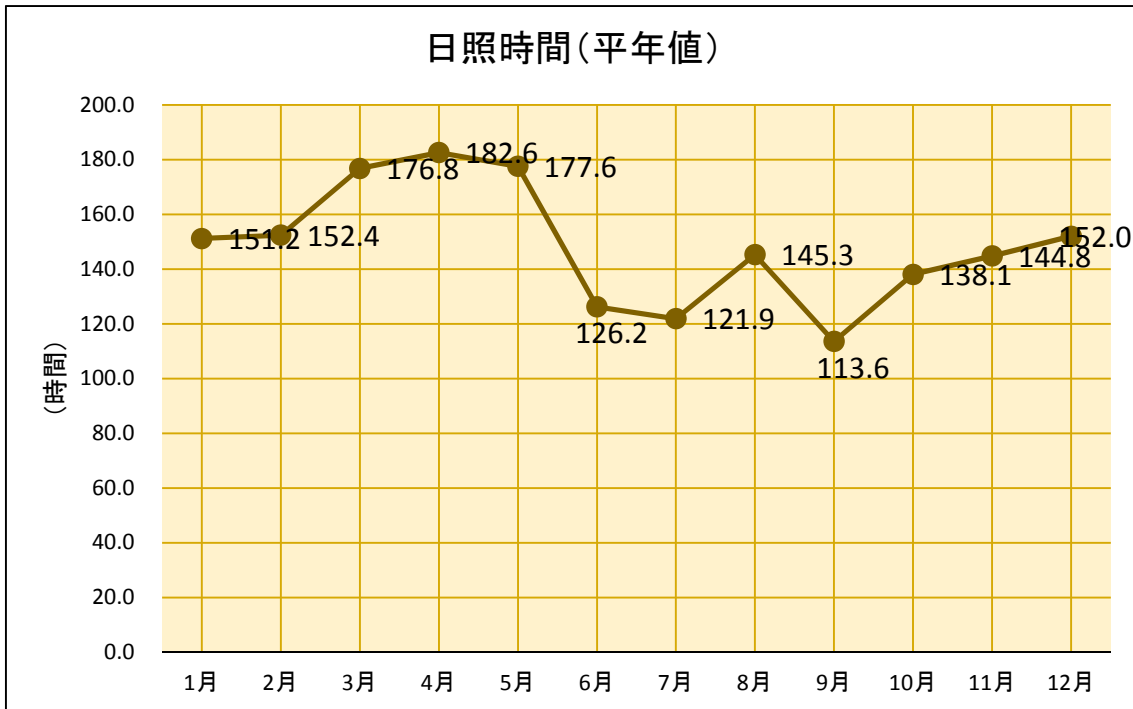


白河の平均風速

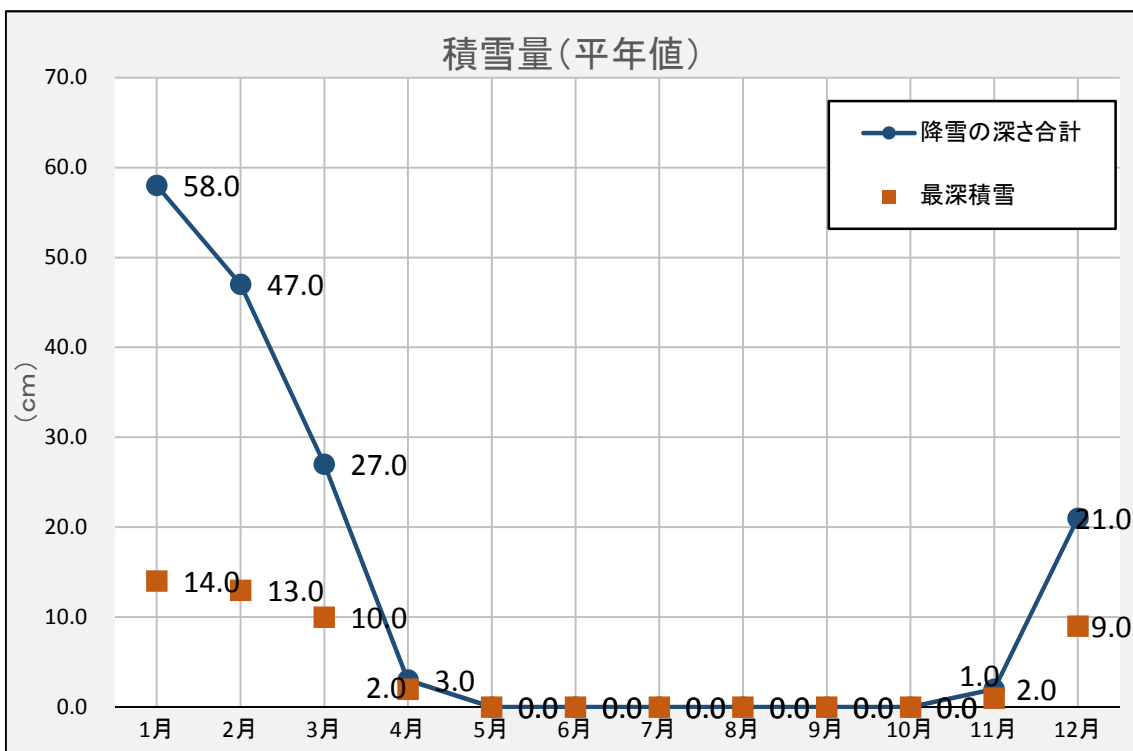


3-2

白河の日照時間



白河の積雪量

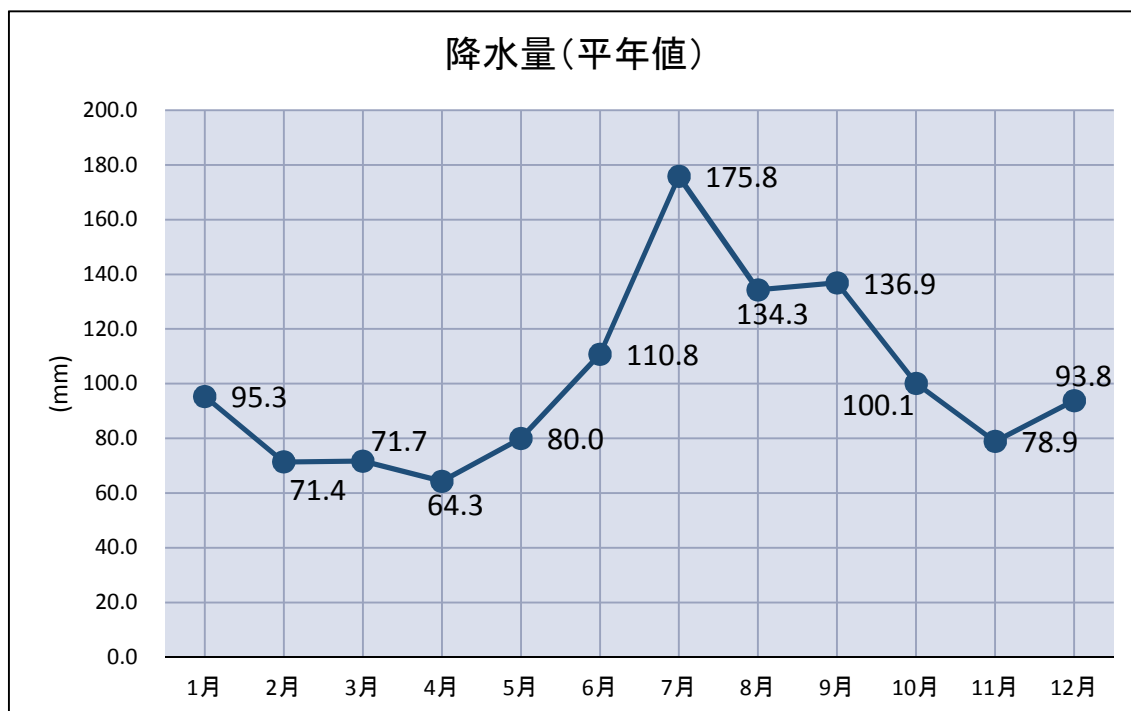


若松 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

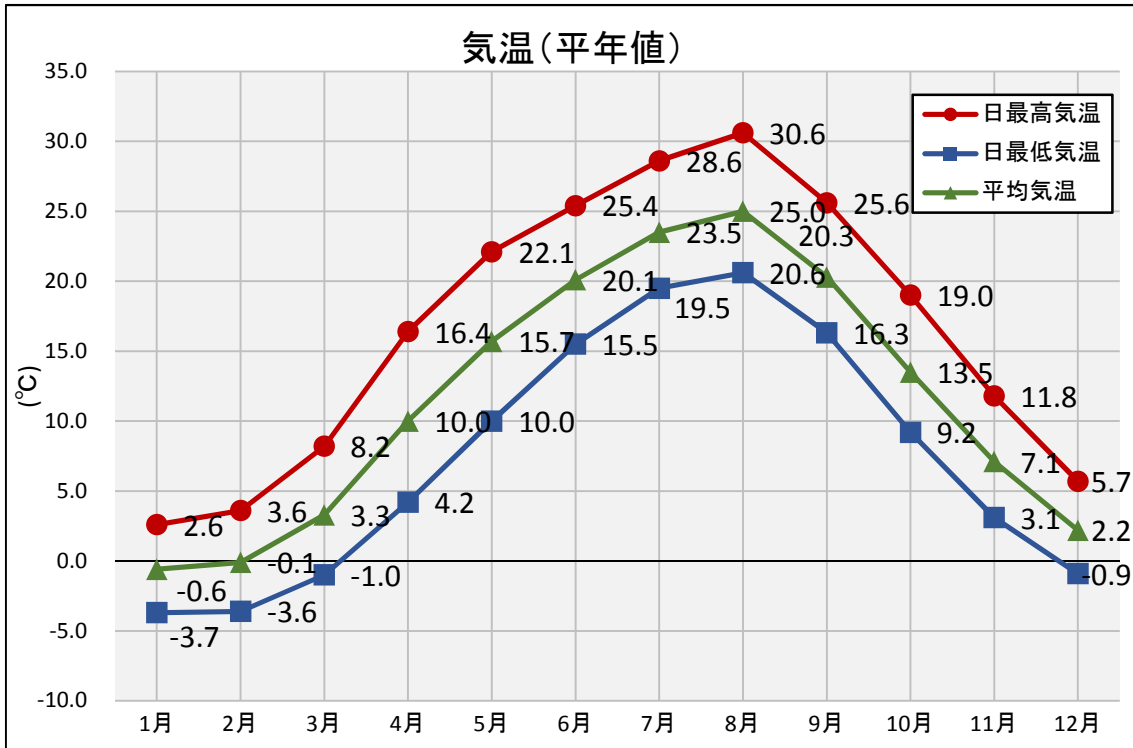
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	1981~2010	1981~2010
資料年数	30	30	30	30	30	30	30	30
1月	95.3	-0.6	2.6	-3.7	2.5	78.5	171.0	49.0
2月	71.4	-0.1	3.6	-3.6	2.7	98.8	142.0	48.0
3月	71.7	3.3	8.2	-1.0	2.4	138.2	66.0	28.0
4月	64.3	10.0	16.4	4.2	2.7	172.7	5.0	3.0
5月	80.0	15.7	22.1	10.0	2.4	193.6	---	---
6月	110.8	20.1	25.4	15.5	2.6	161.9	---	---
7月	175.8	23.5	28.6	19.5	2.0	159.9	---	---
8月	134.3	25.0	30.6	20.6	2.2	198.7	---	---
9月	136.9	20.3	25.6	16.3	1.8	132.1	---	---
10月	100.1	13.5	19.0	9.2	2.1	121.5	---	---
11月	78.9	7.1	11.8	3.1	2.1	86.8	6.0	3.0
12月	93.8	2.2	5.7	-0.9	2.5	70.7	83.0	30.0
年	1213.3	11.7	16.7	7.4	2.3	1613.2	478.0	59.0

若松の降水量

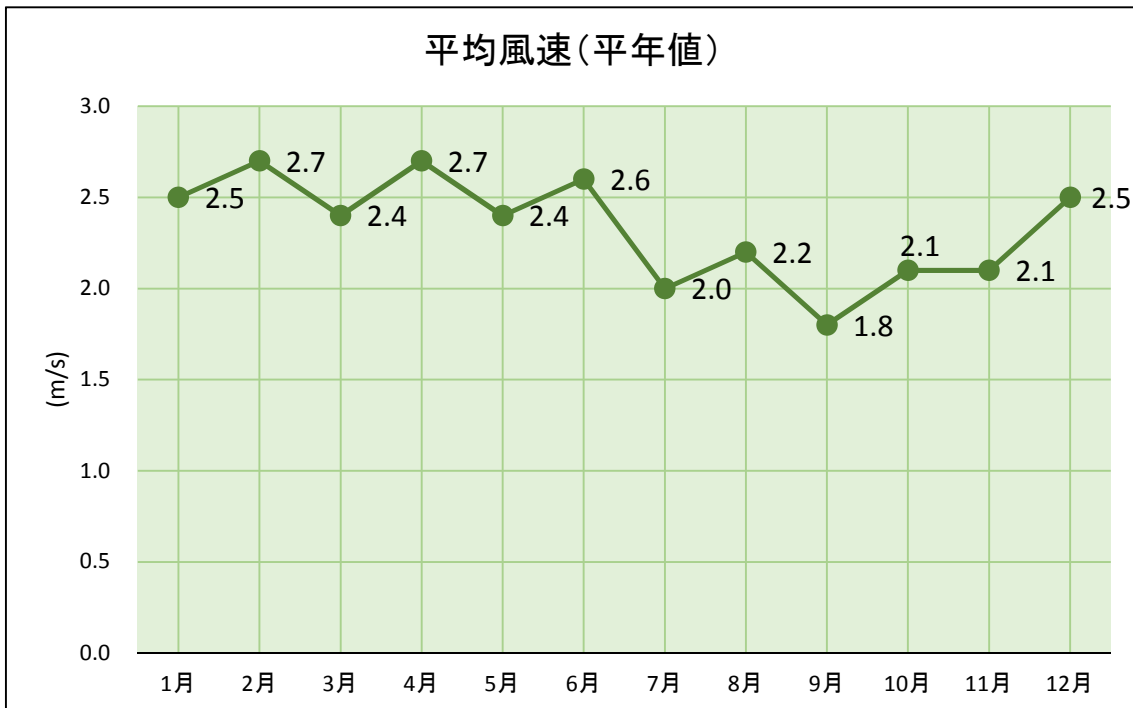


3-2

若松の気温

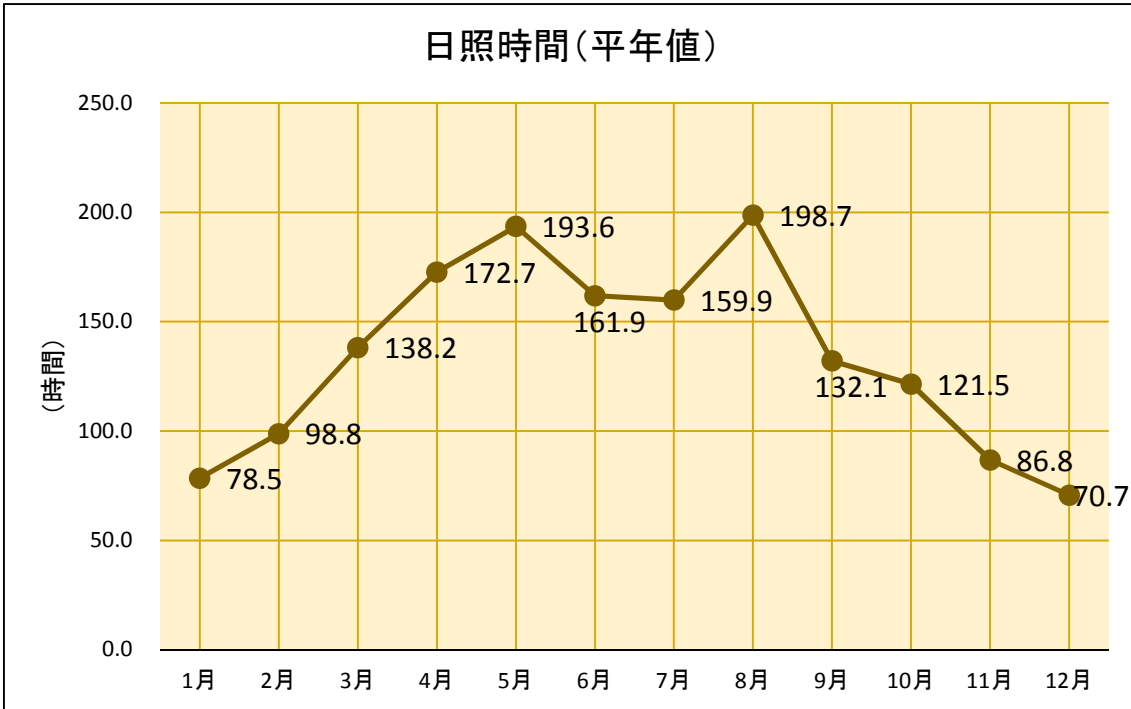


若松の平均風速

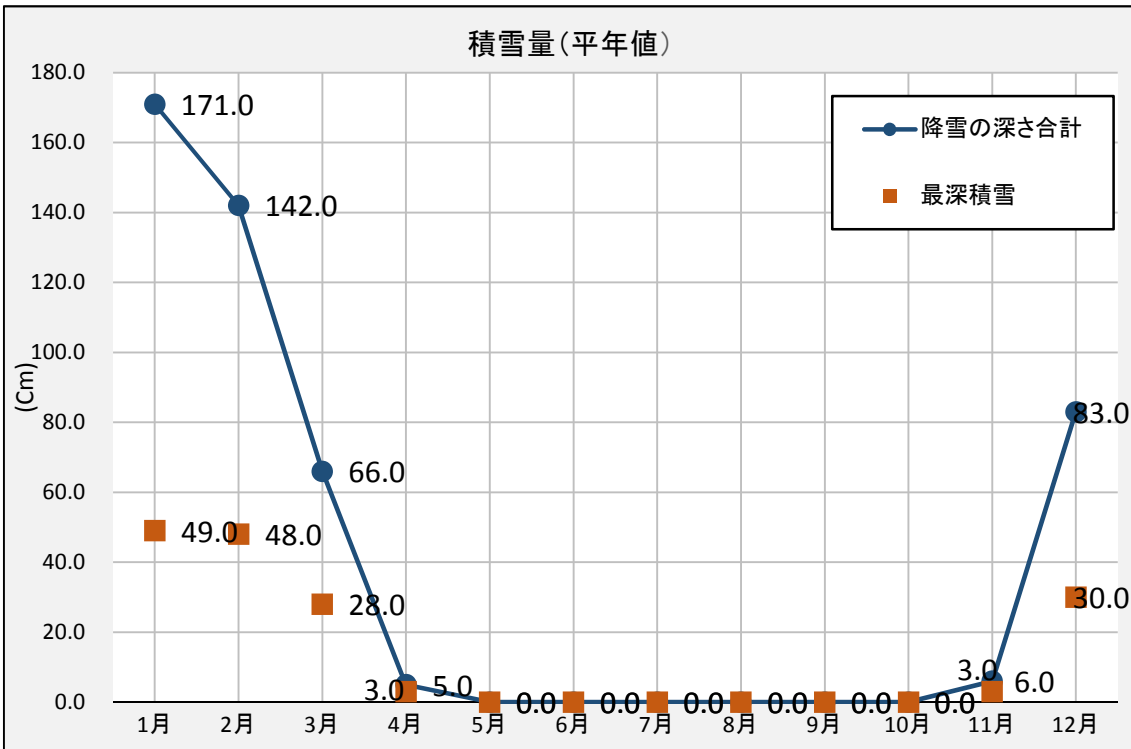


3-2

若松の日照時間



若松の積雪量

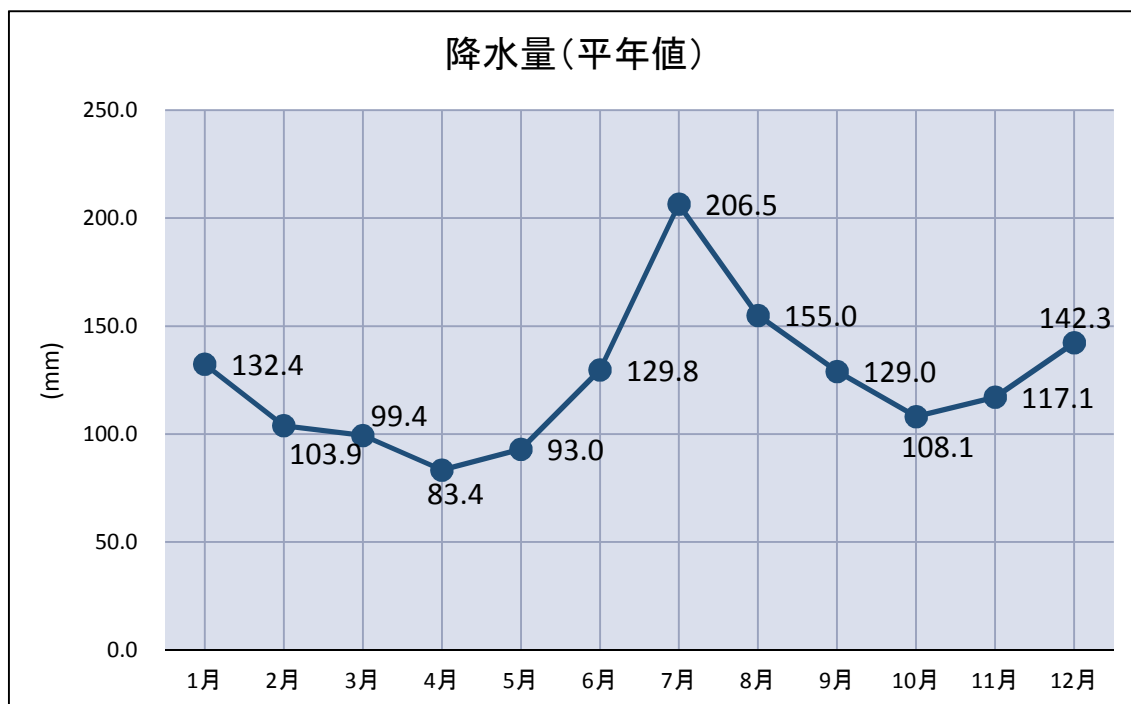


喜多方 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

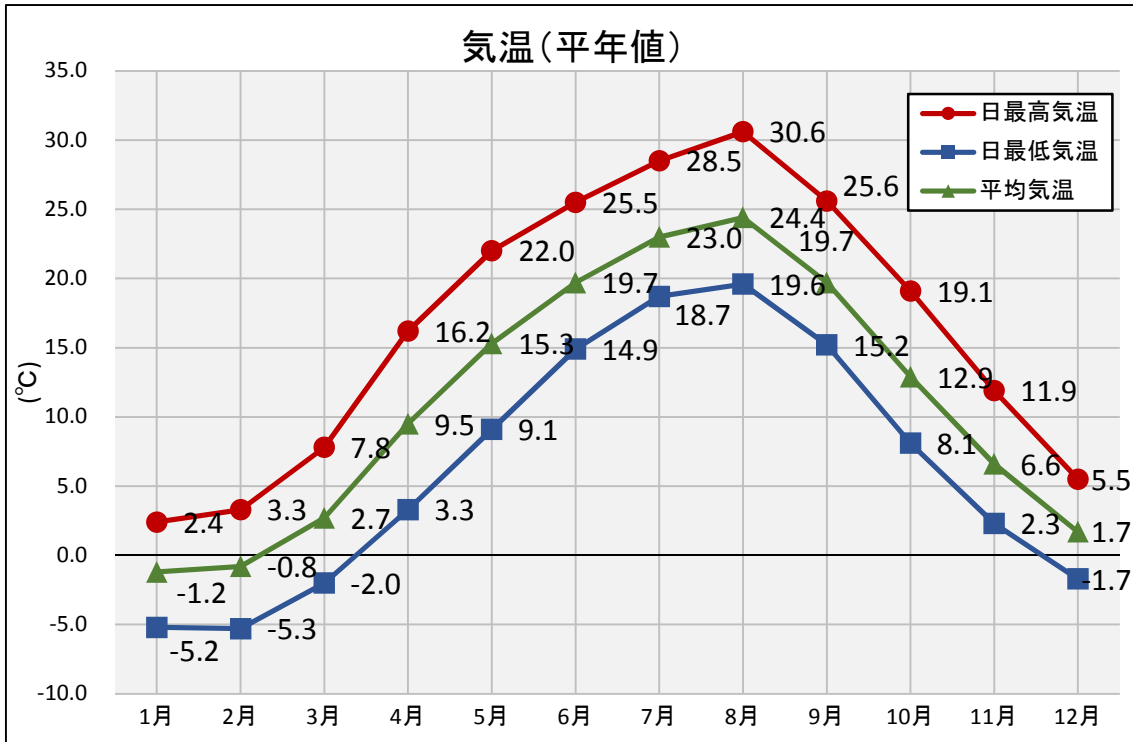
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1981～2010	1987～2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	24	0	0
1月	132.4	-1.2	2.4	-5.2	1.6	83.1	///	///
2月	103.9	-0.8	3.3	-5.3	1.7	102.1	///	///
3月	99.4	2.7	7.8	-2.0	1.8	137.3	///	///
4月	83.4	9.5	16.2	3.3	1.9	175.3	///	///
5月	93.0	15.3	22.0	9.1	1.6	191.6	///	///
6月	129.8	19.7	25.5	14.9	1.2	160.8	///	///
7月	206.5	23.0	28.5	18.7	1.0	158.8	///	///
8月	155.0	24.4	30.6	19.6	1.0	195.8	///	///
9月	129.0	19.7	25.6	15.2	0.9	137.6	///	///
10月	108.1	12.9	19.1	8.1	1.0	133.8	///	///
11月	117.1	6.6	11.9	2.3	1.2	96.2	///	///
12月	142.3	1.7	5.5	-1.7	1.4	72.9	///	///
年	1499.8	11.2	16.6	6.5	1.4	1637.8	///	///

喜多方の降水量

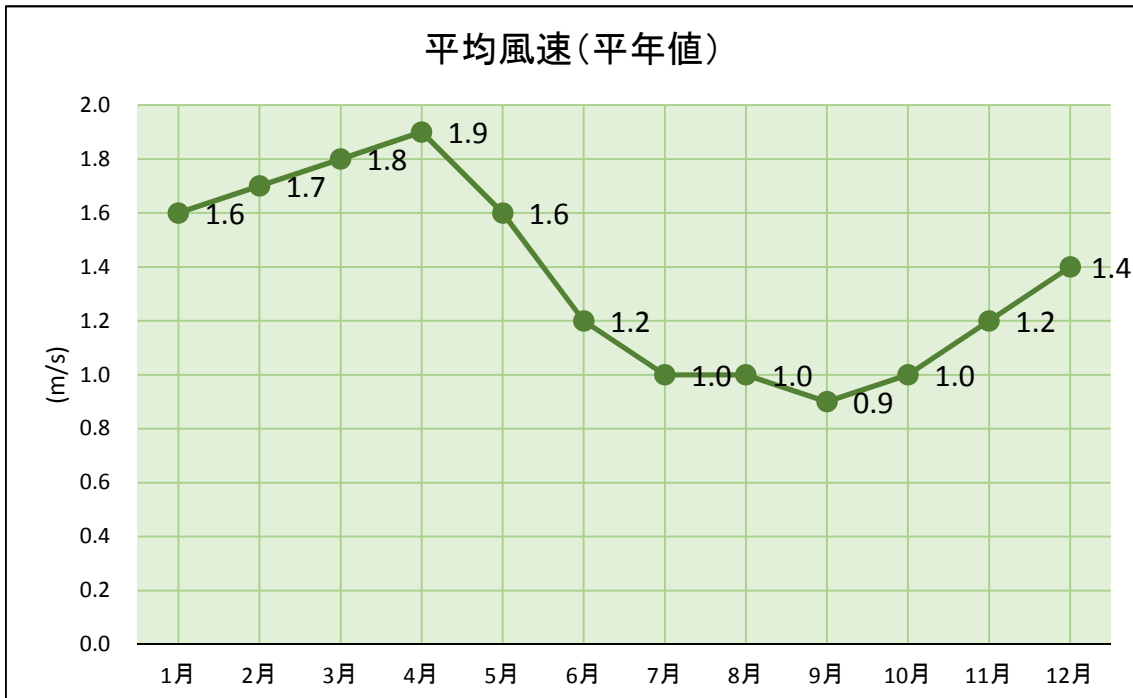


3-2

喜多方の気温

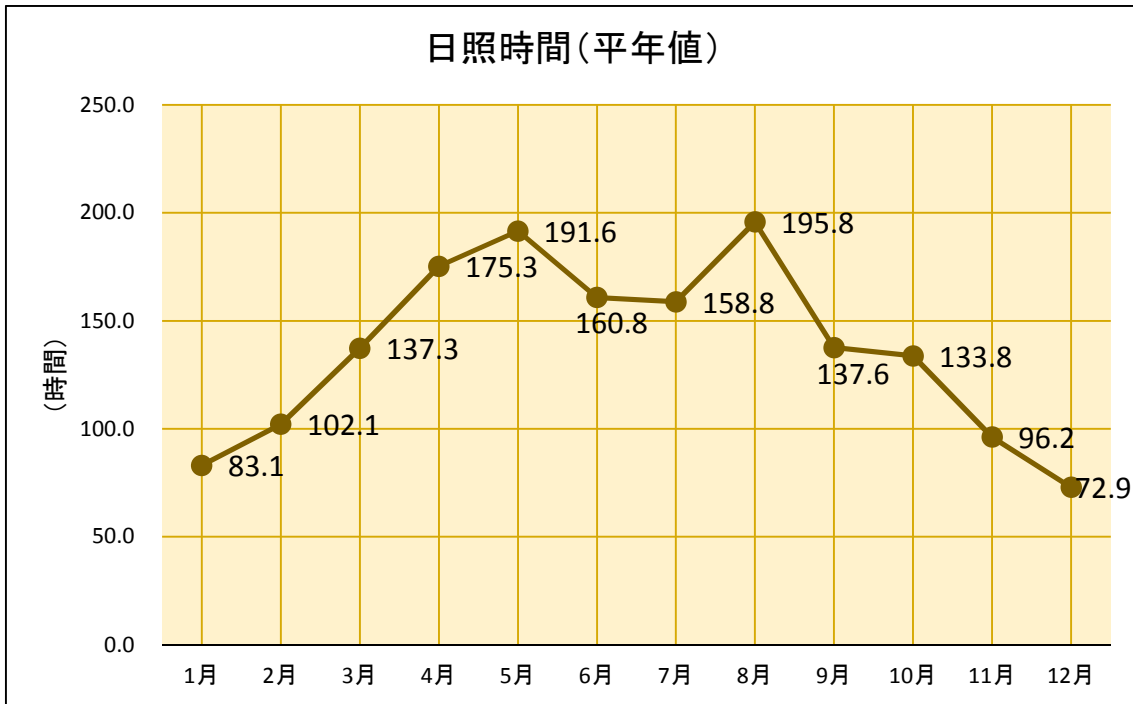


喜多方の平均風速



3-2

喜多方の日照時間

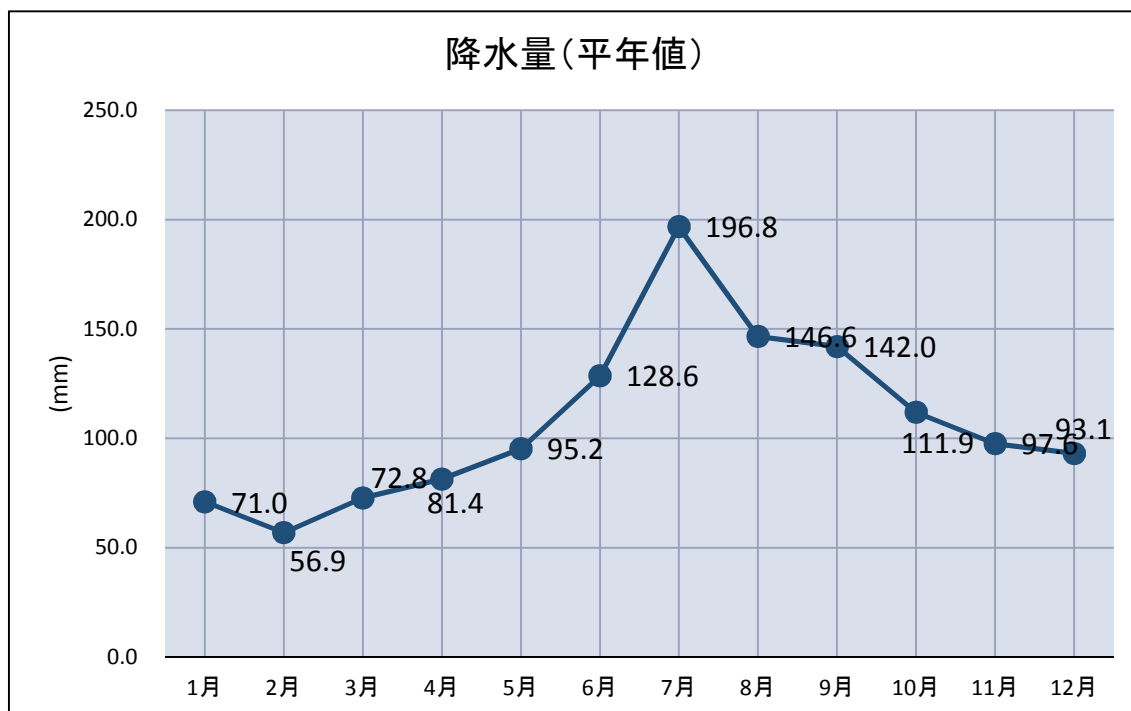


猪苗代 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

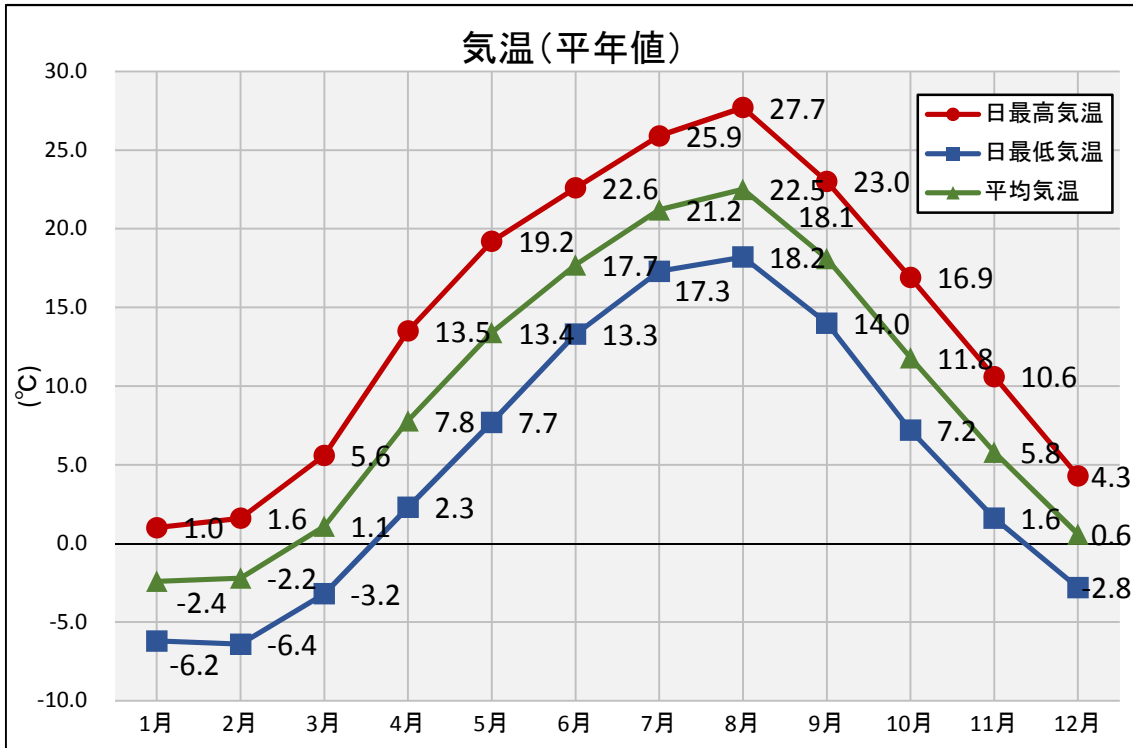
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	1981~2010	1981~2010
資料年数	30	30	30	30	30	25	30	30
1月	71.0	-2.4	1.0	-6.2	2.5	87.5	204.0	64.0
2月	56.9	-2.2	1.6	-6.4	2.5	105.1	169.0	67.0
3月	72.8	1.1	5.6	-3.2	2.5	132.9	92.0	43.0
4月	81.4	7.8	13.5	2.3	2.4	164.2	11.0	8.0
5月	95.2	13.4	19.2	7.7	2.2	184.8	0.0	0.0
6月	128.6	17.7	22.6	13.3	1.9	152.7	0.0	0.0
7月	196.8	21.2	25.9	17.3	1.7	148.7	0.0	0.0
8月	146.6	22.5	27.7	18.2	1.7	184.2	0.0	0.0
9月	142.0	18.1	23.0	14.0	1.7	125.8	0.0	0.0
10月	111.9	11.8	16.9	7.2	1.9	131.8	0.0	0.0
11月	97.6	5.8	10.6	1.6	2.0	108.7	21.0	9.0
12月	93.1	0.6	4.3	-2.8	2.2	84.8	121.0	43.0
年	1293.8	9.6	14.3	5.2	2.1	1615.8	618.0	78.0

猪苗代の降水量

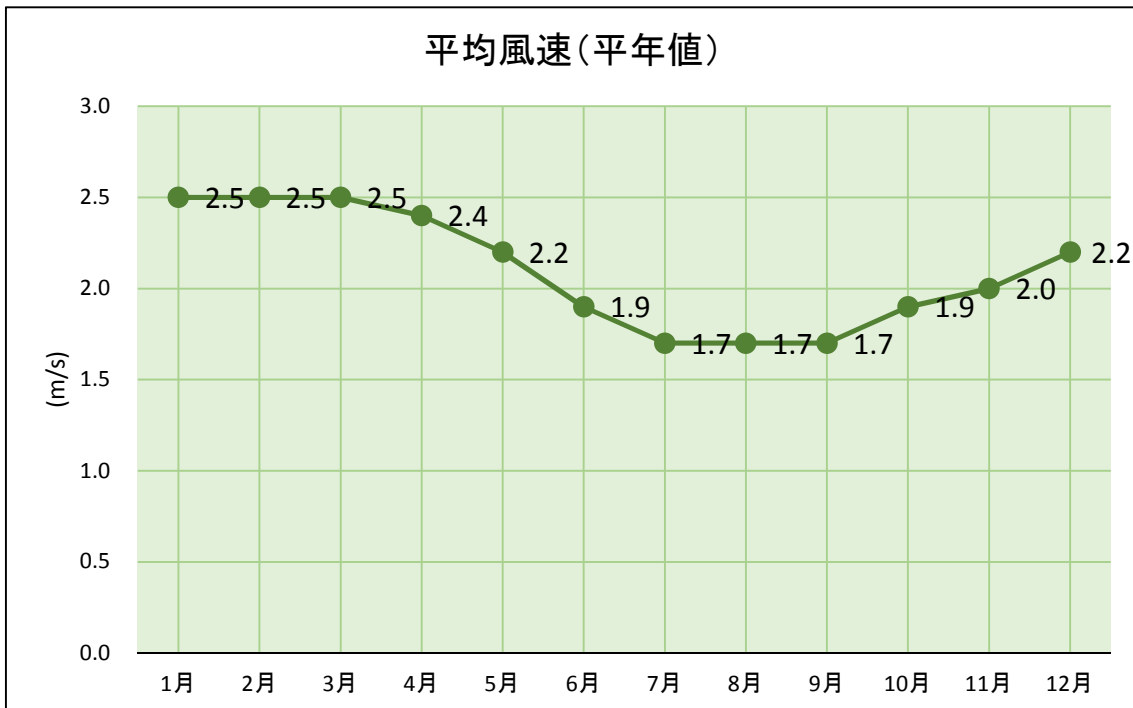


3-2

猪苗代の気温



猪苗代の平均風速

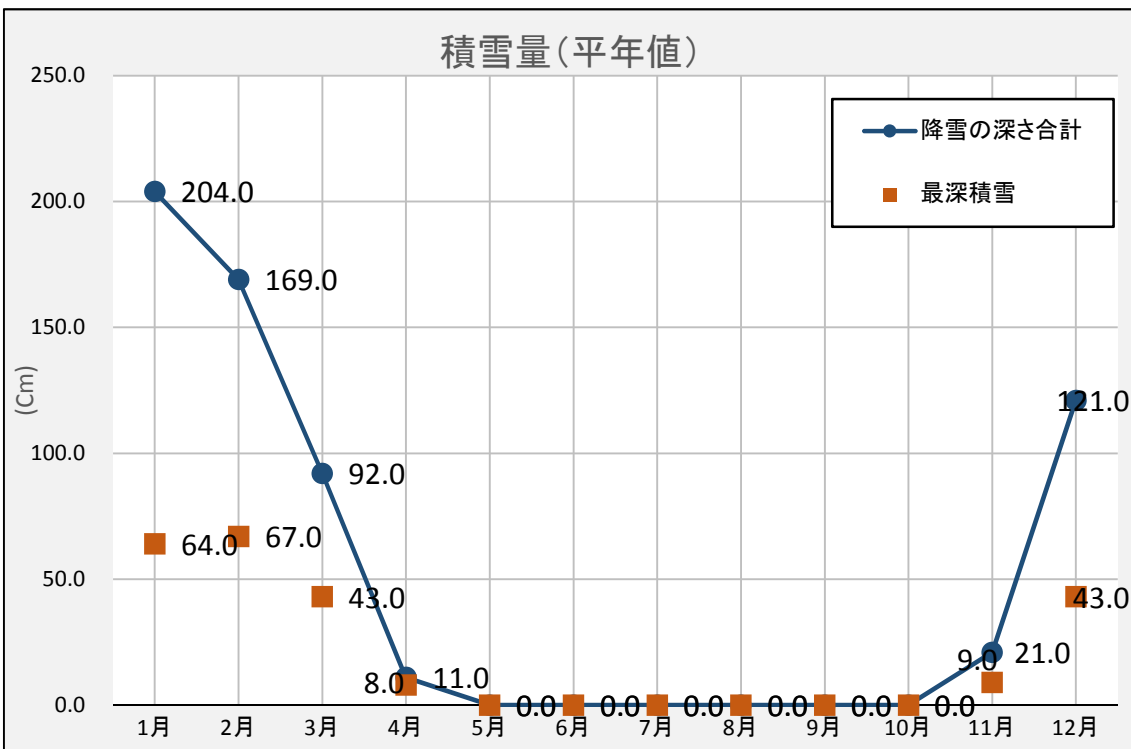


3-2

猪苗代の日照時間



猪苗代の積雪量

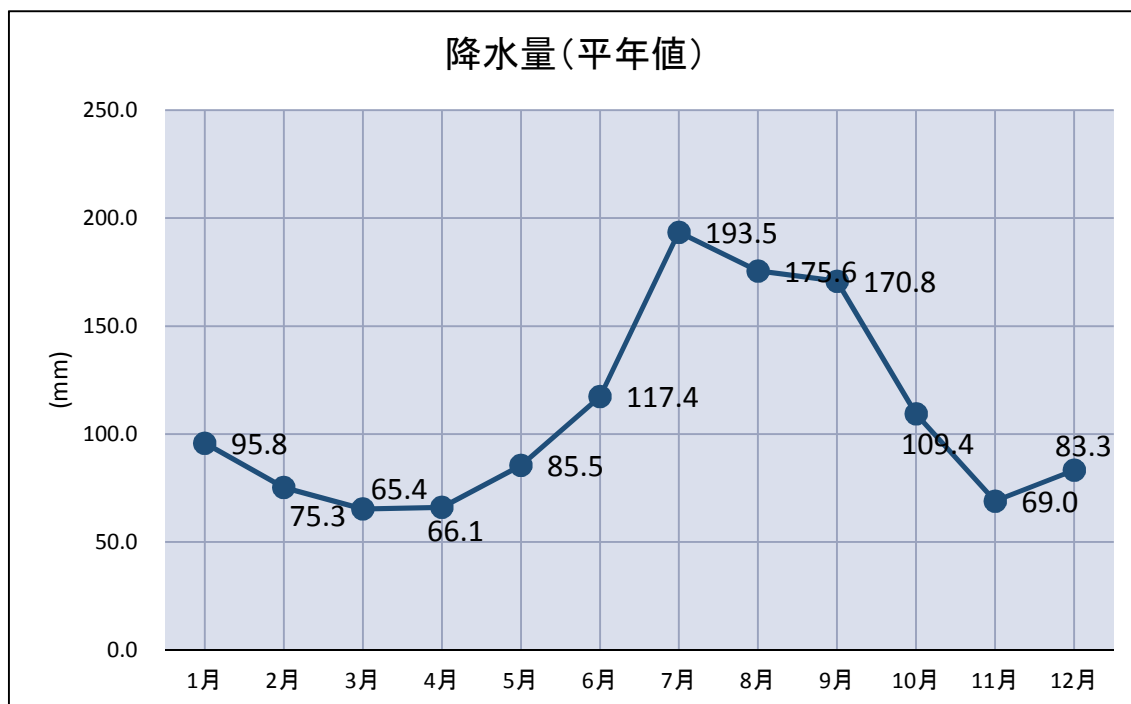


田島 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

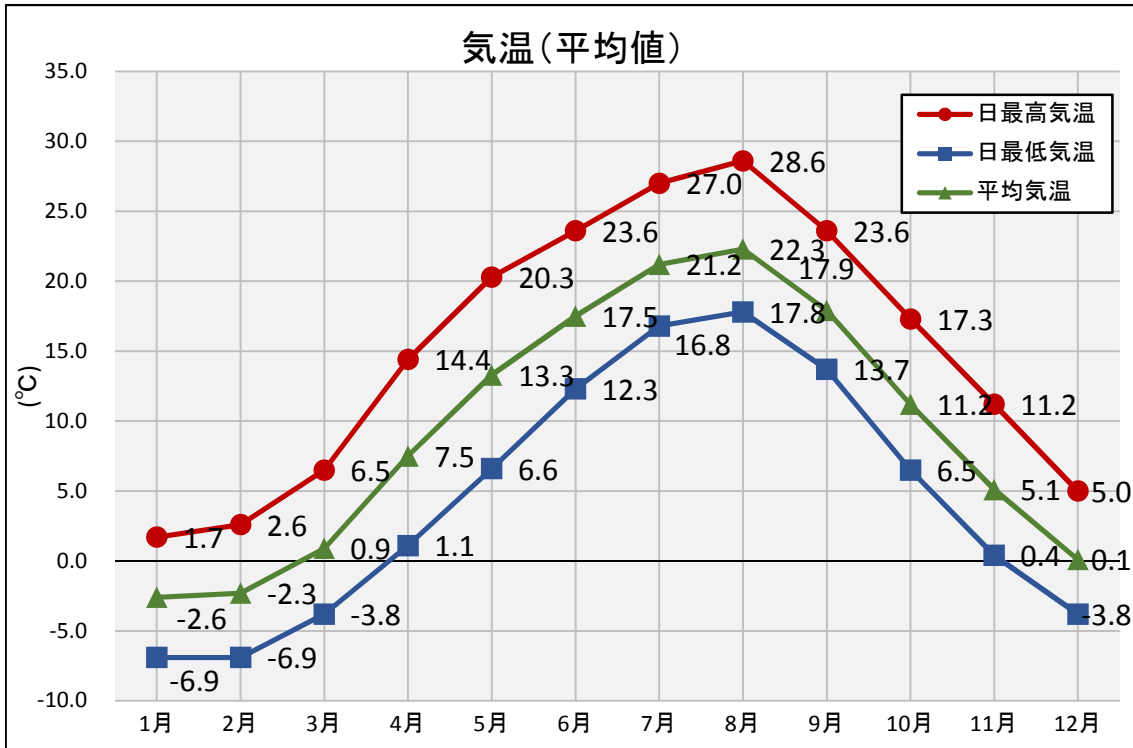
平年値(年・月ごとの値) 主要要素

要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	1982~2010	1982~2010
資料年数	30	30	30	30	30	25	29	28
1月	95.8	-2.6	1.7	-6.9	0.7	62.0	199.0	70.0
2月	75.3	-2.3	2.6	-6.9	0.8	79.3	182.0	87.0
3月	65.4	0.9	6.5	-3.8	1.0	115.9	112.0	64.0
4月	66.1	7.5	14.4	1.1	1.1	154.5	13.0	14.0
5月	85.5	13.3	20.3	6.6	1.0	166.6	0.0	0.0
6月	117.4	17.5	23.6	12.3	0.7	138.3	0.0	0.0
7月	193.5	21.2	27.0	16.8	0.7	137.8	0.0	0.0
8月	175.6	22.3	28.6	17.8	0.7	156.7	0.0	0.0
9月	170.8	17.9	23.6	13.7	0.6	106.7	0.0	0.0
10月	109.4	11.2	17.3	6.5	0.6	100.0	0.0	0.0
11月	69.0	5.1	11.2	0.4	0.7	86.2	11.0	6.0
12月	83.3	0.1	5.0	-3.8	0.7	68.6	108.0	39.0
年	1316.5	9.3	15.1	4.5	0.8	1373.7	631.0	92.0

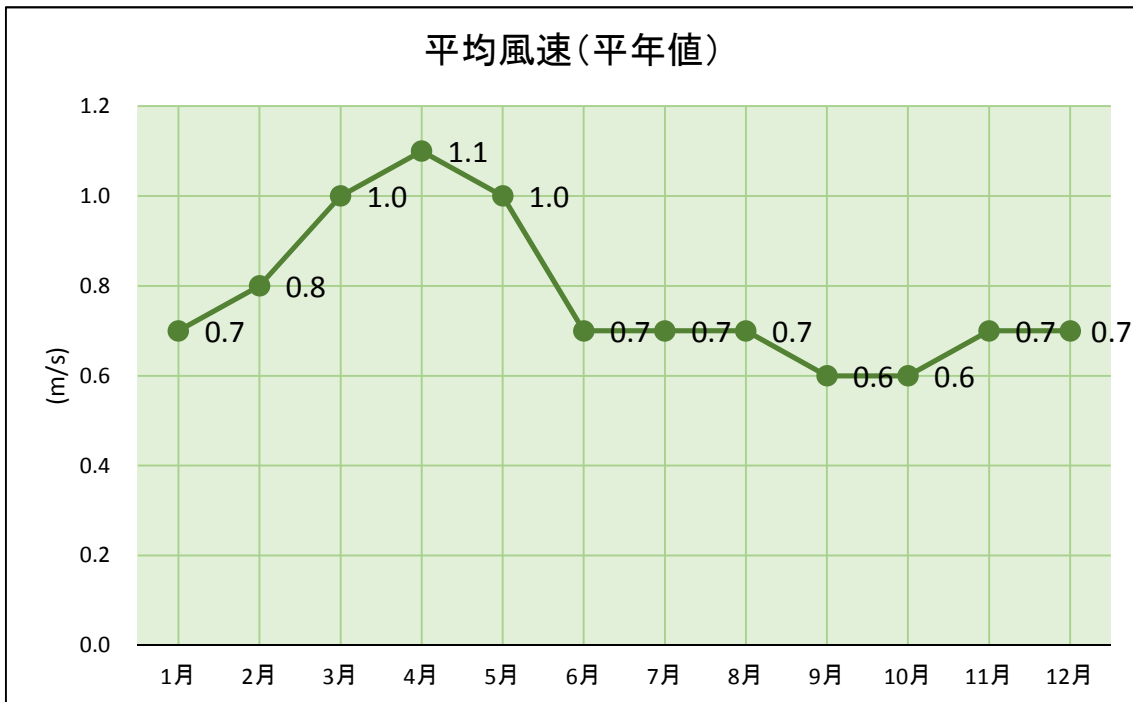
田島の降水量



田島の気温

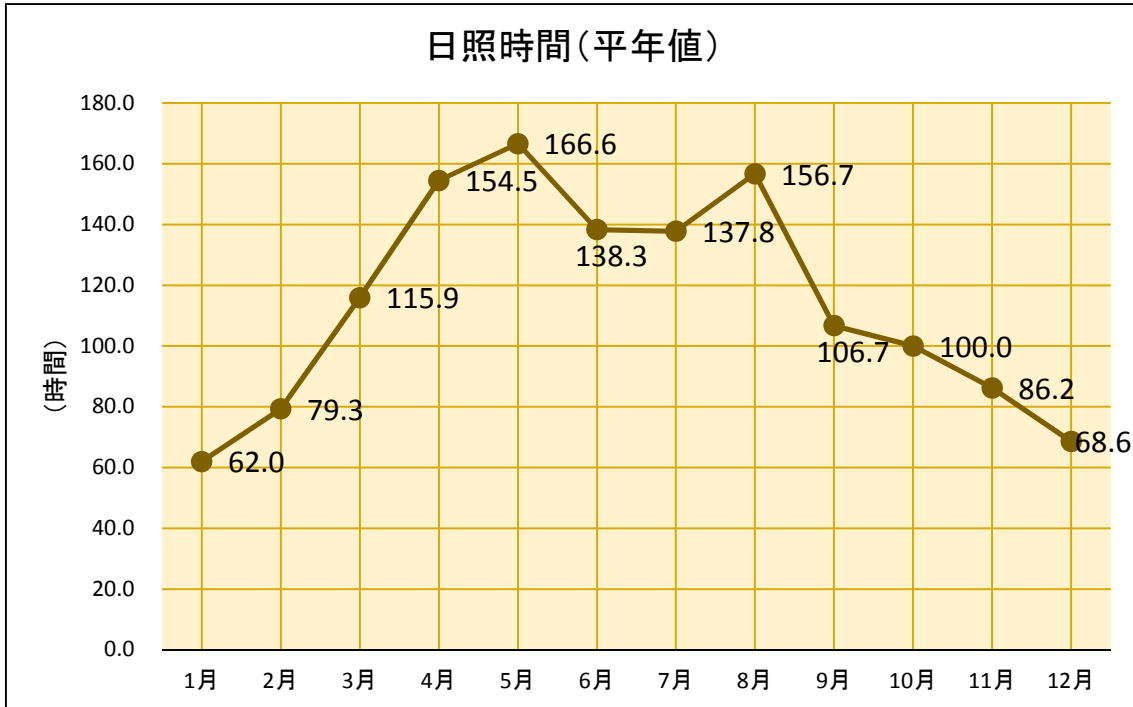


田島の平均風速

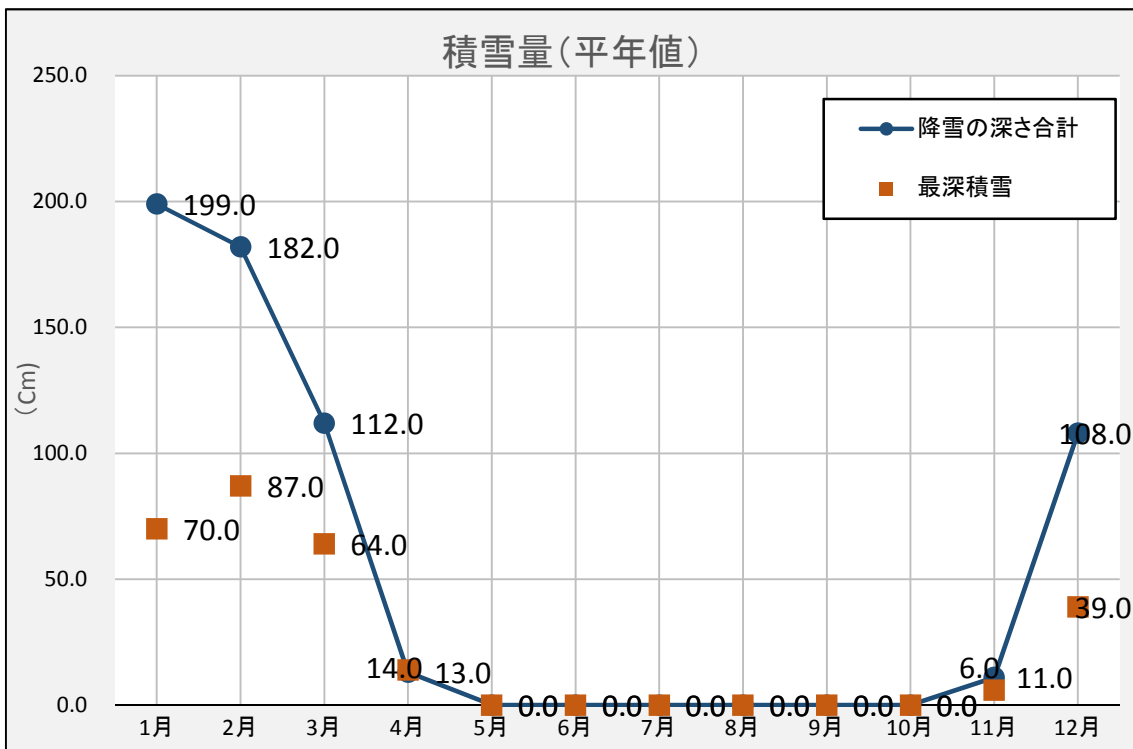


3-2

田島の日照時間



田島の積雪量



桧枝岐 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

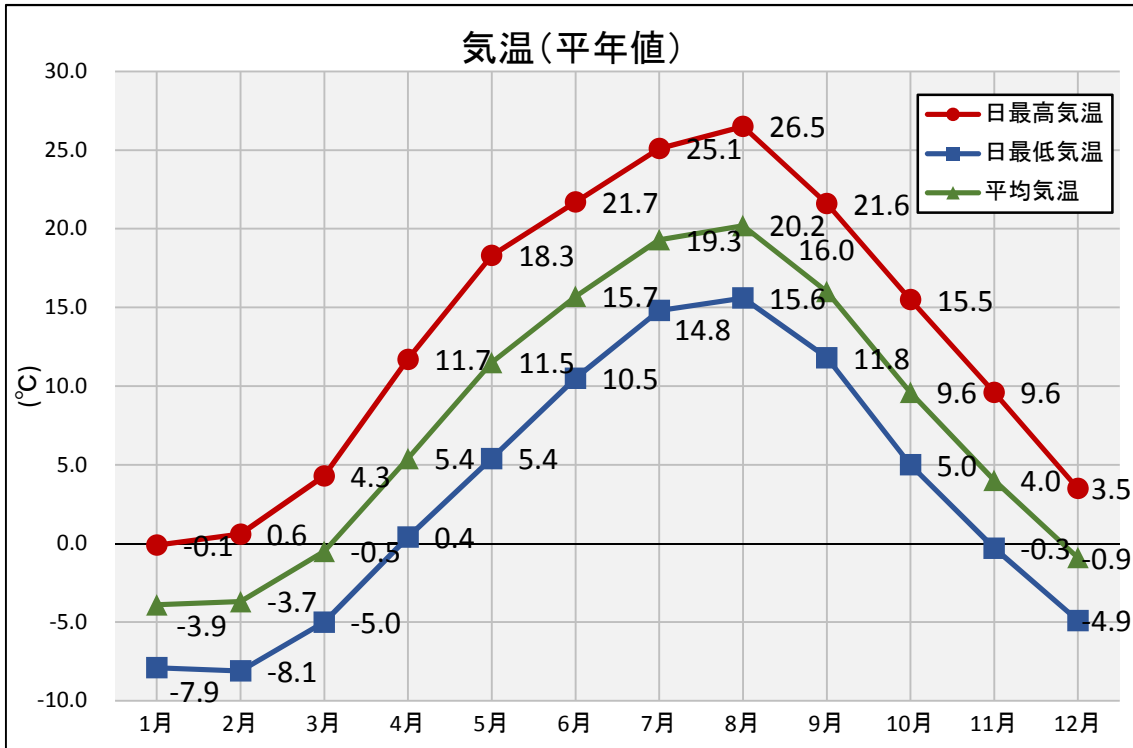
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1987~2010	1982~2010	1982~2010
資料年数	30	30	30	30	30	24	28	28
1月	125.8	-3.9	-0.1	-7.9	2.0	46.5	324.0	161.0
2月	109.5	-3.7	0.6	-8.1	2.0	61.1	289.0	203.0
3月	89.6	-0.5	4.3	-5.0	1.8	95.0	215.0	182.0
4月	78.9	5.4	11.7	0.4	1.6	130.4	85.0	111.0
5月	91.8	11.5	18.3	5.4	1.4	149.3	4.0	10.0
6月	124.6	15.7	21.7	10.5	1.0	124.6	0.0	0.0
7月	187.1	19.3	25.1	14.8	0.9	126.7	0.0	0.0
8月	166.5	20.2	26.5	15.6	0.9	133.1	0.0	0.0
9月	170.8	16.0	21.6	11.8	0.9	90.6	0.0	0.0
10月	138.5	9.6	15.5	5.0	1.1	84.6	2.0	1.0
11月	106.6	4.0	9.6	-0.3	1.4	70.1	55.0	23.0
12月	125.5	-0.9	3.5	-4.9	1.7	52.1	240.0	94.0
年	1505.4	7.7	13.2	3.1	1.4	1160.0	1247.0	///

桧枝岐の降水量

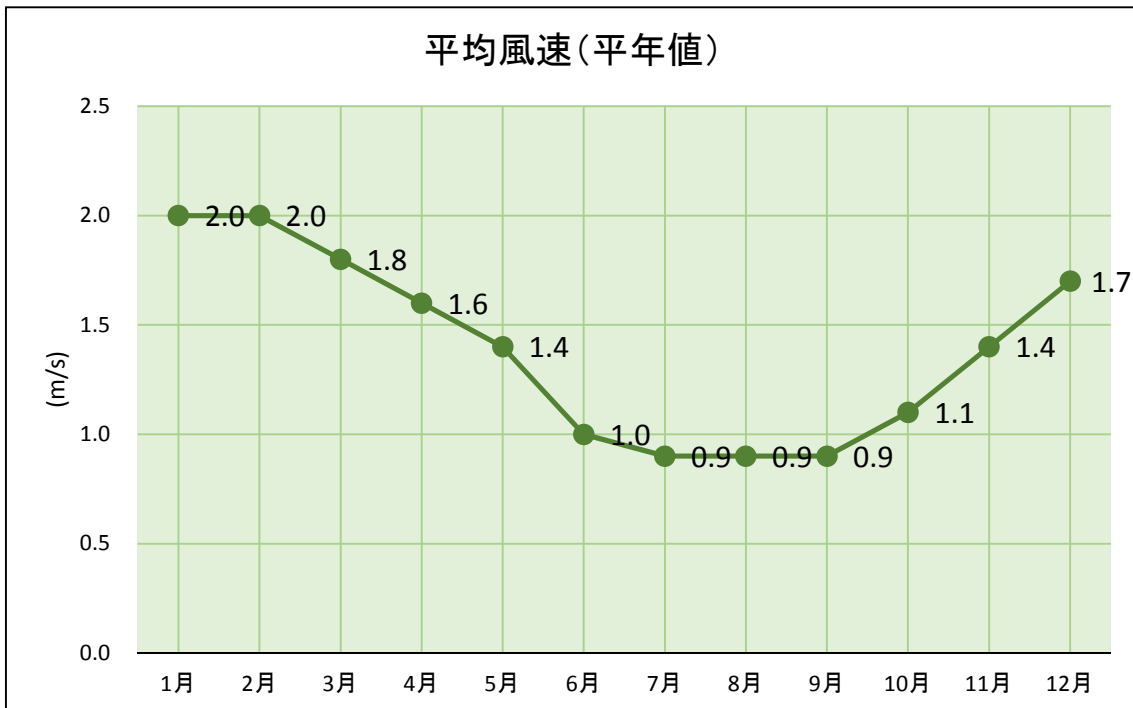


3-2

桧枝岐の気温

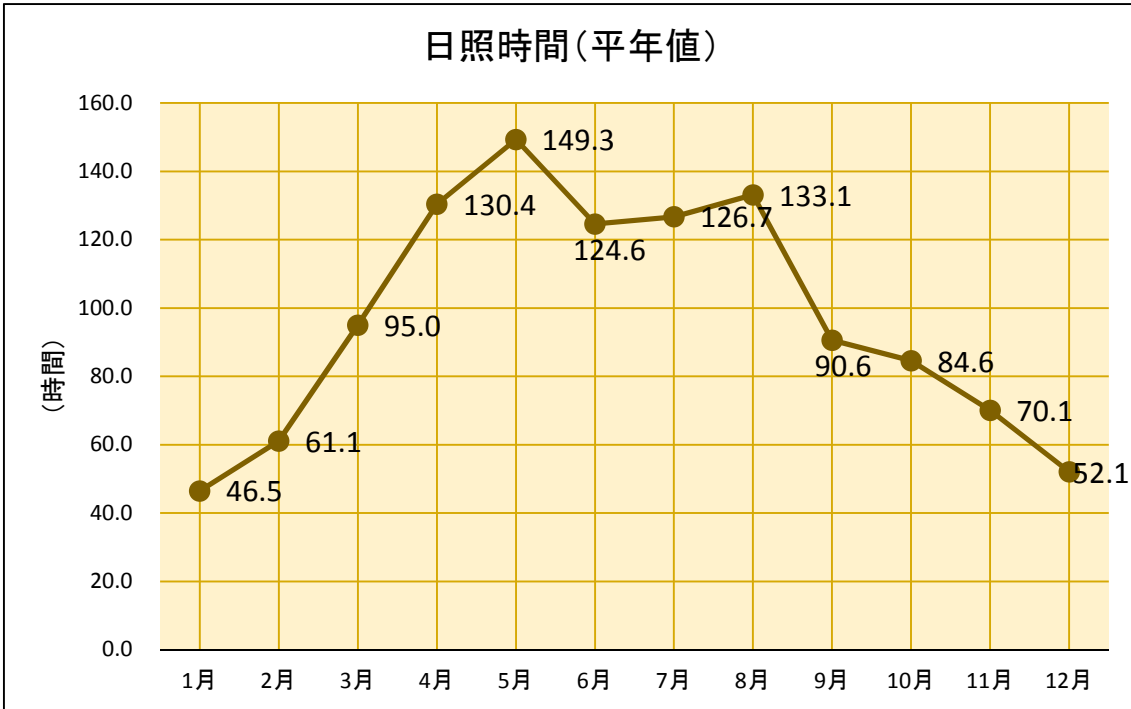


桧枝岐の平均風速

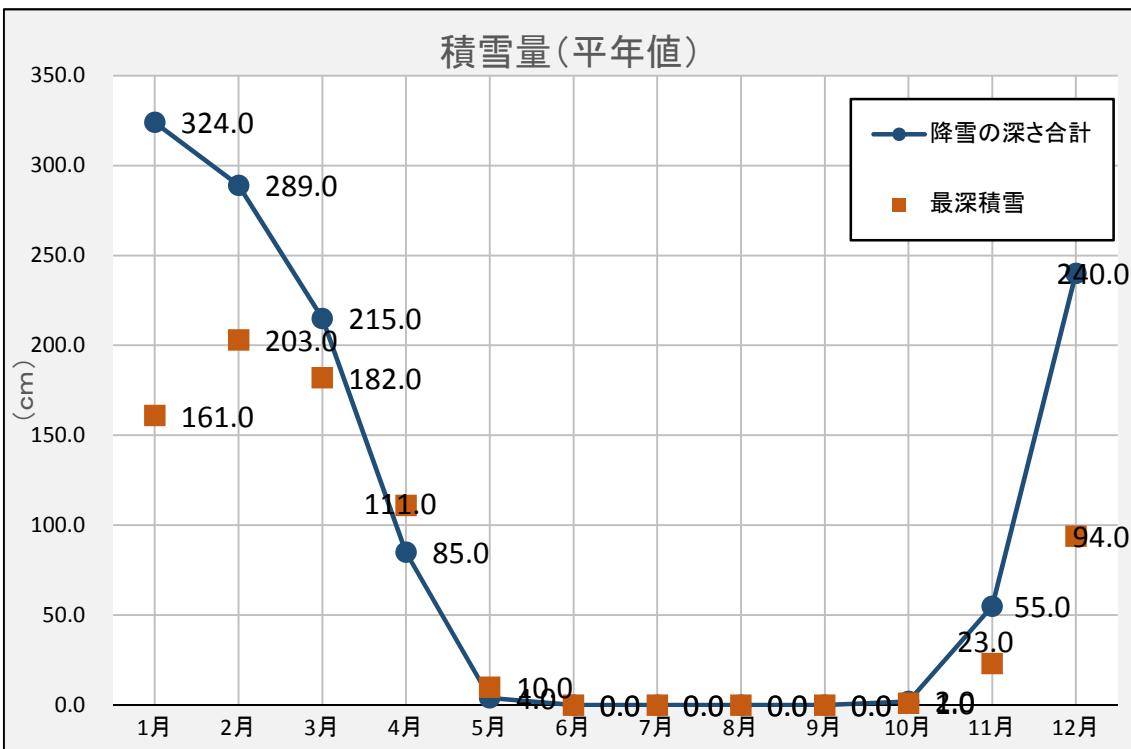


3-2

桜枝岐の日照時間



桜枝岐の積雪量



相馬 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

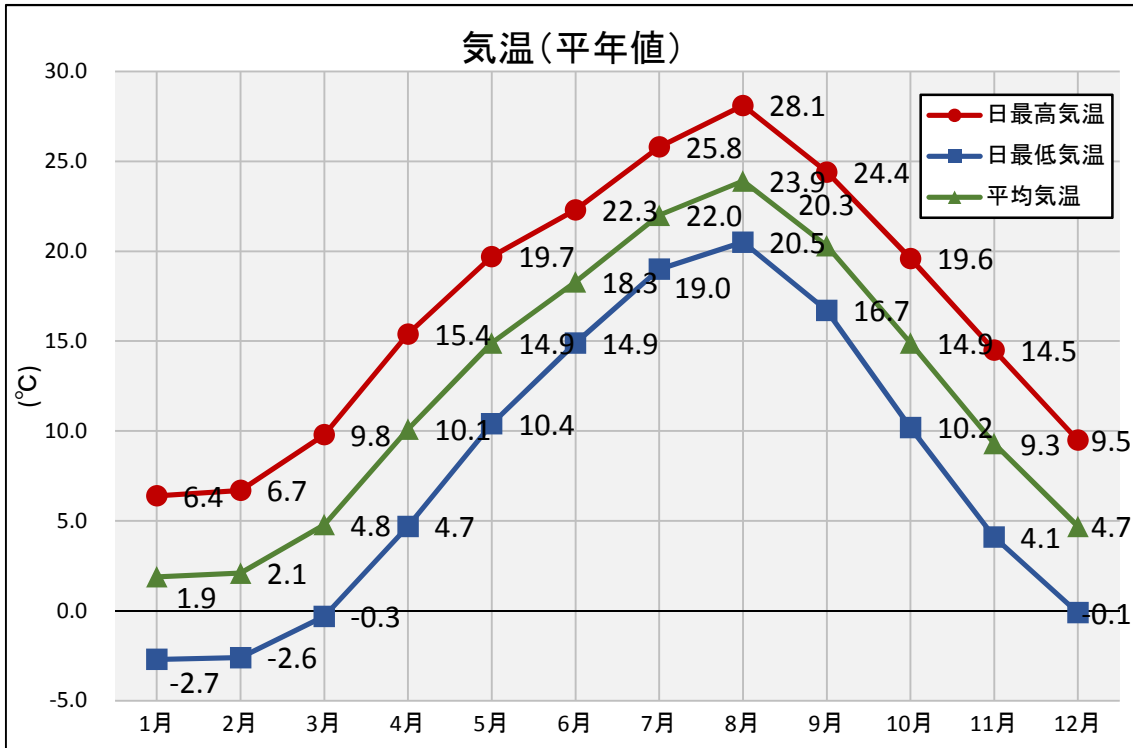
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	25	0	0
1月	38.2	1.9	6.4	-2.7	3.1	161.0	///	///
2月	44.6	2.1	6.7	-2.6	3.2	155.3	///	///
3月	74.1	4.8	9.8	-0.3	3.0	176.3	///	///
4月	103.1	10.1	15.4	4.7	2.6	186.7	///	///
5月	109.8	14.9	19.7	10.4	2.1	179.2	///	///
6月	150.2	18.3	22.3	14.9	1.7	138.6	///	///
7月	177.7	22.0	25.8	19.0	1.4	126.6	///	///
8月	171.7	23.9	28.1	20.5	1.5	148.4	///	///
9月	220.1	20.3	24.4	16.7	1.6	116.4	///	///
10月	168.4	14.9	19.6	10.2	1.9	140.8	///	///
11月	72.0	9.3	14.5	4.1	2.3	146.1	///	///
12月	31.3	4.7	9.5	-0.1	2.8	153.9	///	///
年	1372.6	12.3	16.9	7.9	2.3	1829.1	///	///

相馬の降水量

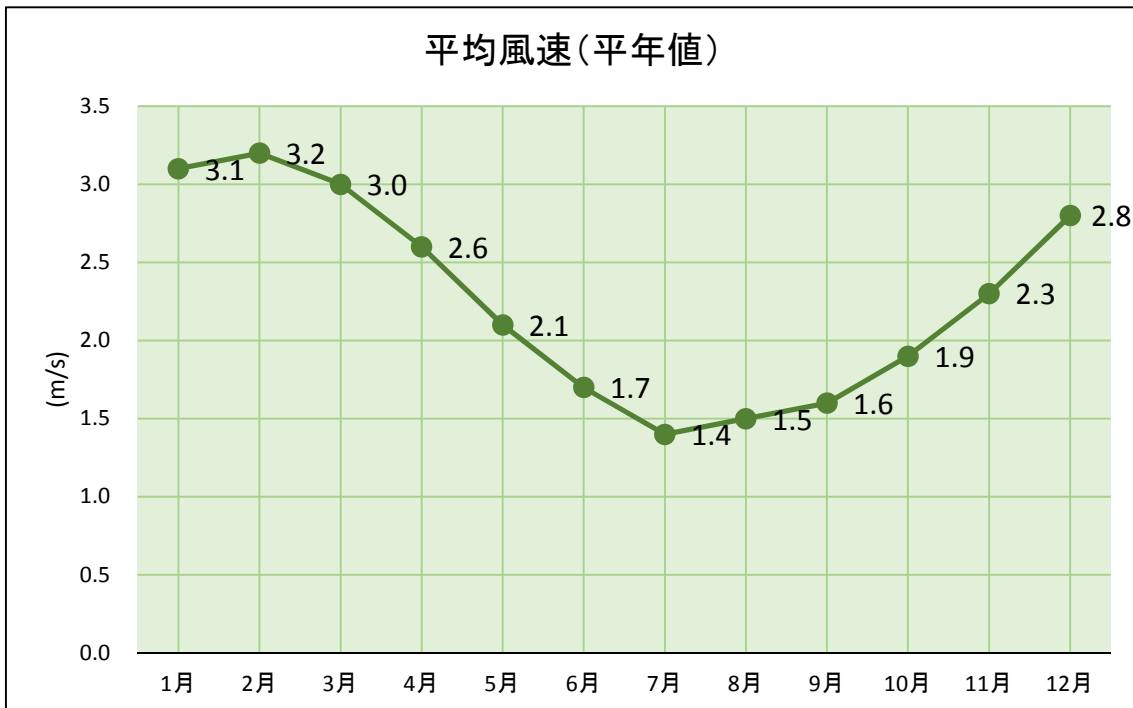


3-2

相馬の気温

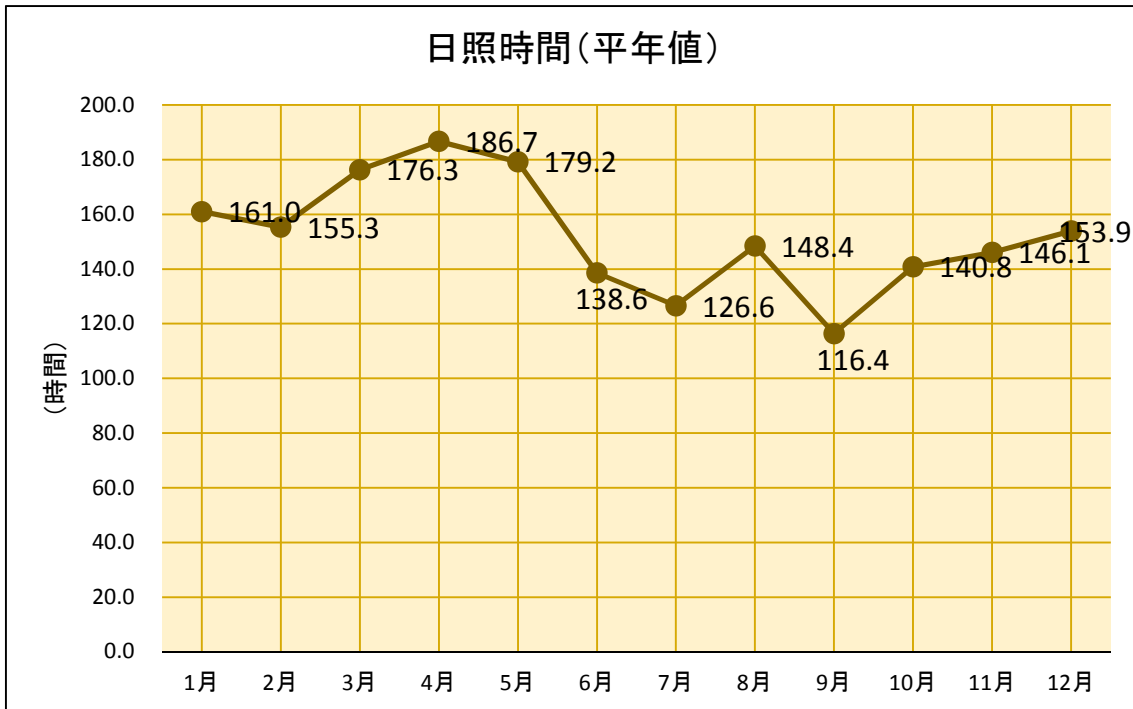


相馬の平均風速



3-2

相馬の日照時間

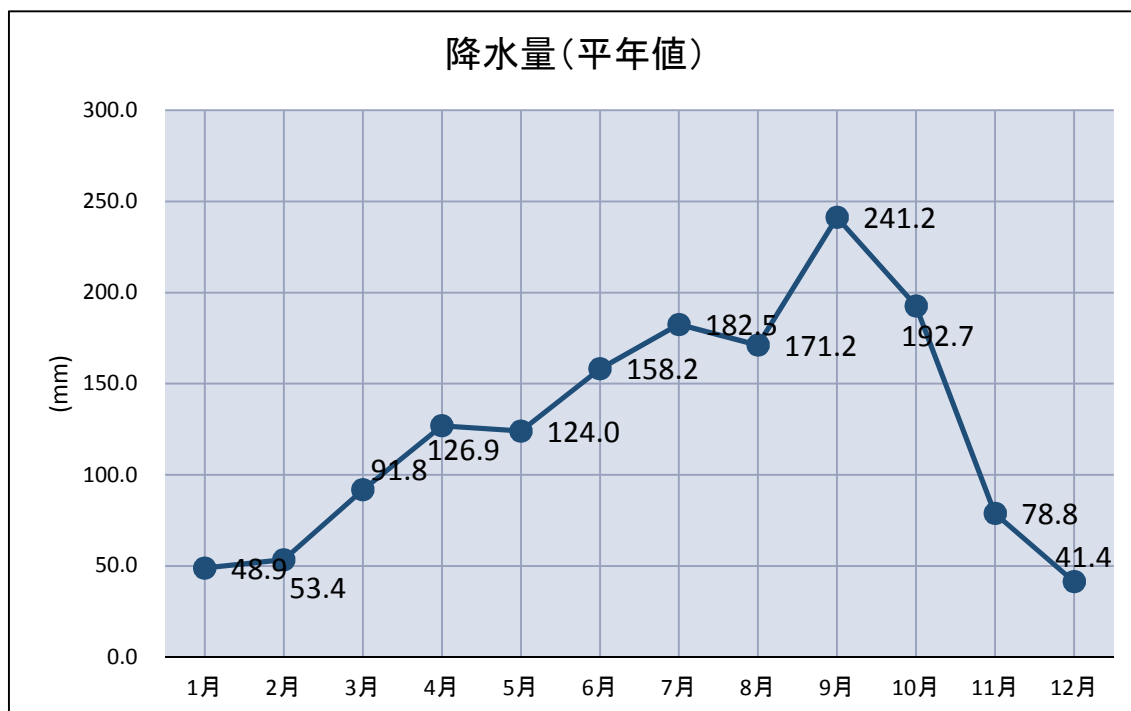


浪江 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

白河の降水量

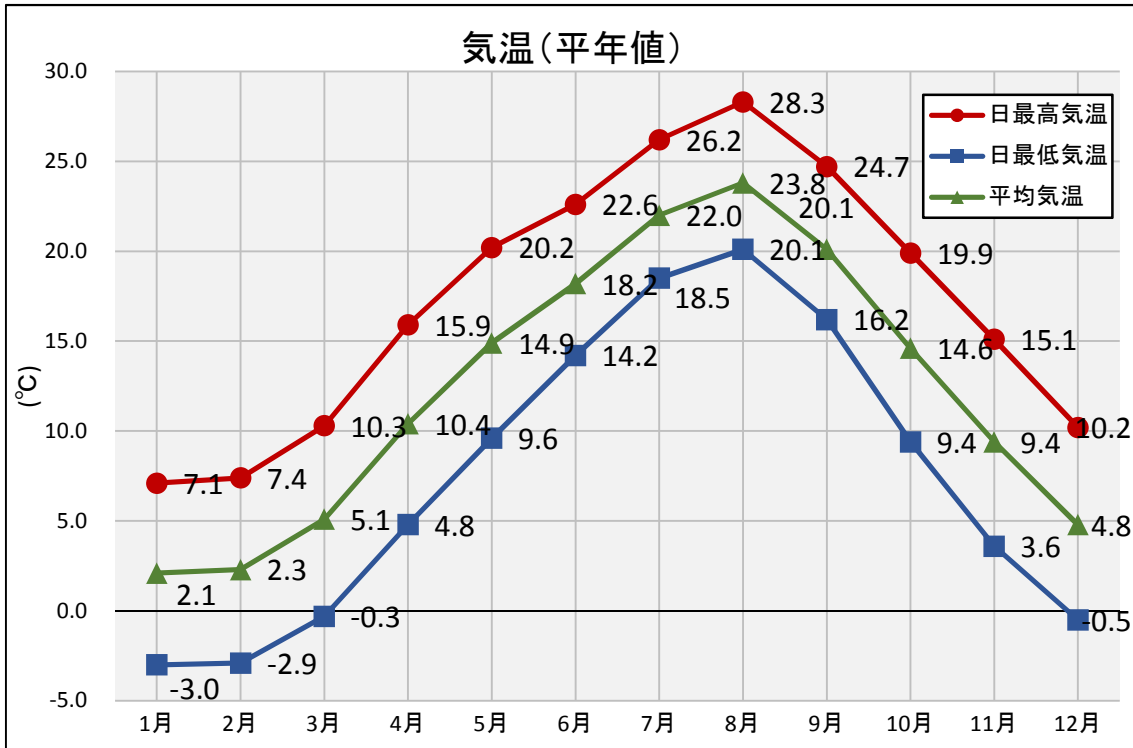
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	25	0	0
1月	48.9	2.1	7.1	-3.0	1.8	159.8	///	///
2月	53.4	2.3	7.4	-2.9	1.8	157.0	///	///
3月	91.8	5.1	10.3	-0.3	2.0	176.7	///	///
4月	126.9	10.4	15.9	4.8	2.0	190.6	///	///
5月	124.0	14.9	20.2	9.6	1.7	184.9	///	///
6月	158.2	18.2	22.6	14.2	1.4	143.2	///	///
7月	182.5	22.0	26.2	18.5	1.2	136.3	///	///
8月	171.2	23.8	28.3	20.1	1.3	162.8	///	///
9月	241.2	20.1	24.7	16.2	1.2	121.2	///	///
10月	192.7	14.6	19.9	9.4	1.3	137.8	///	///
11月	78.8	9.4	15.1	3.6	1.5	146.5	///	///
12月	41.4	4.8	10.2	-0.5	1.7	152.5	///	///
年	1511.0	12.3	17.3	7.5	1.6	1871.6	///	///

浪江の降水量

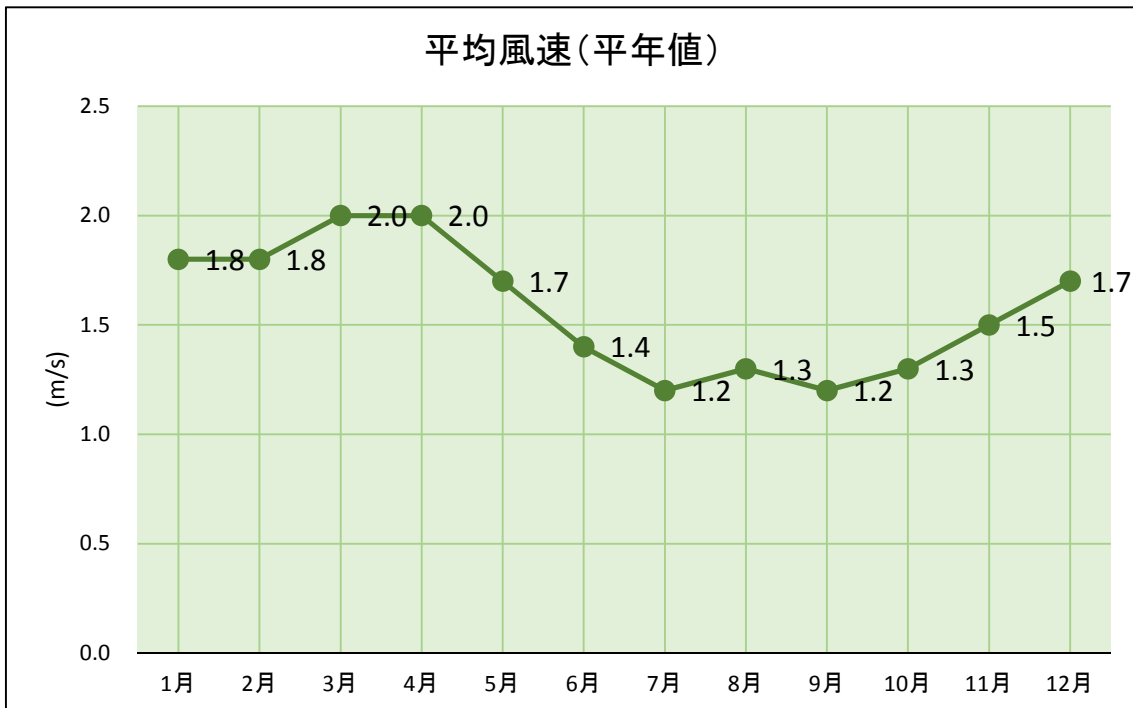


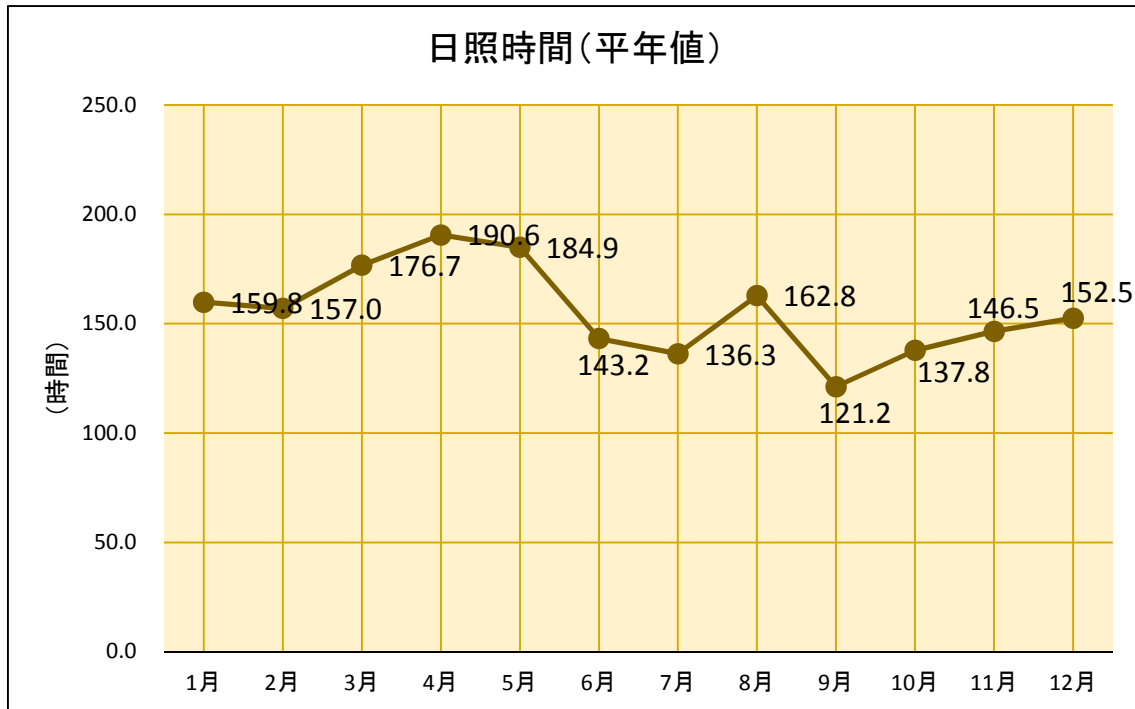
3-2

浪江の気温



浪江の平均風速



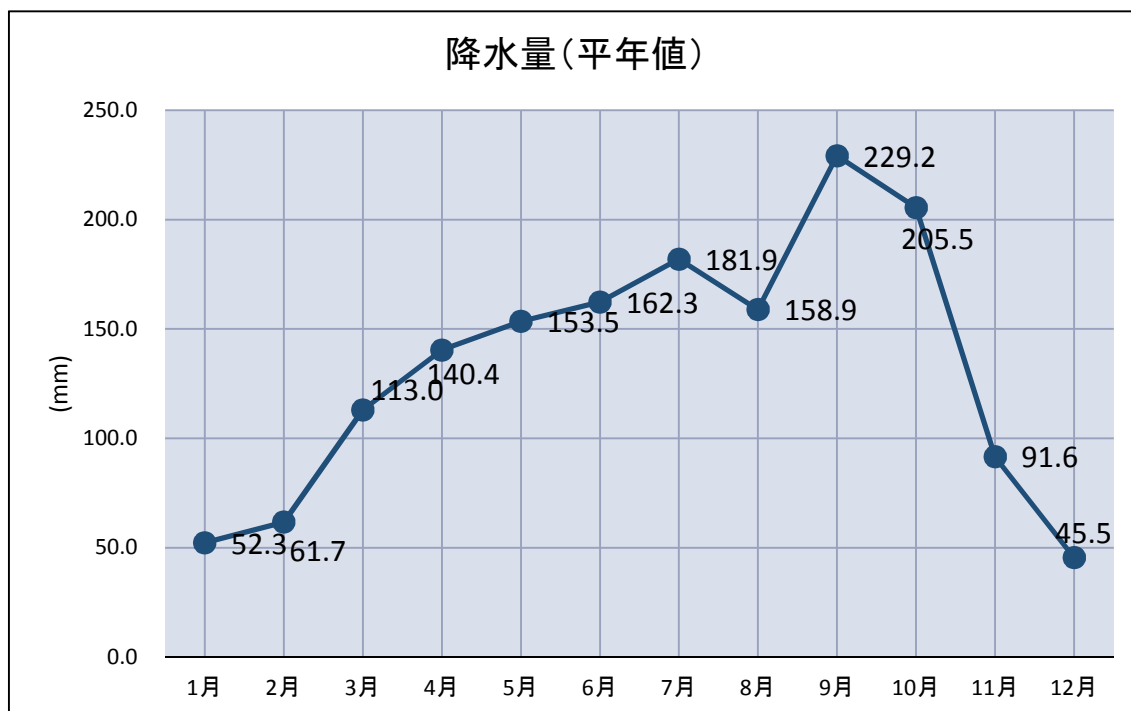


広野 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

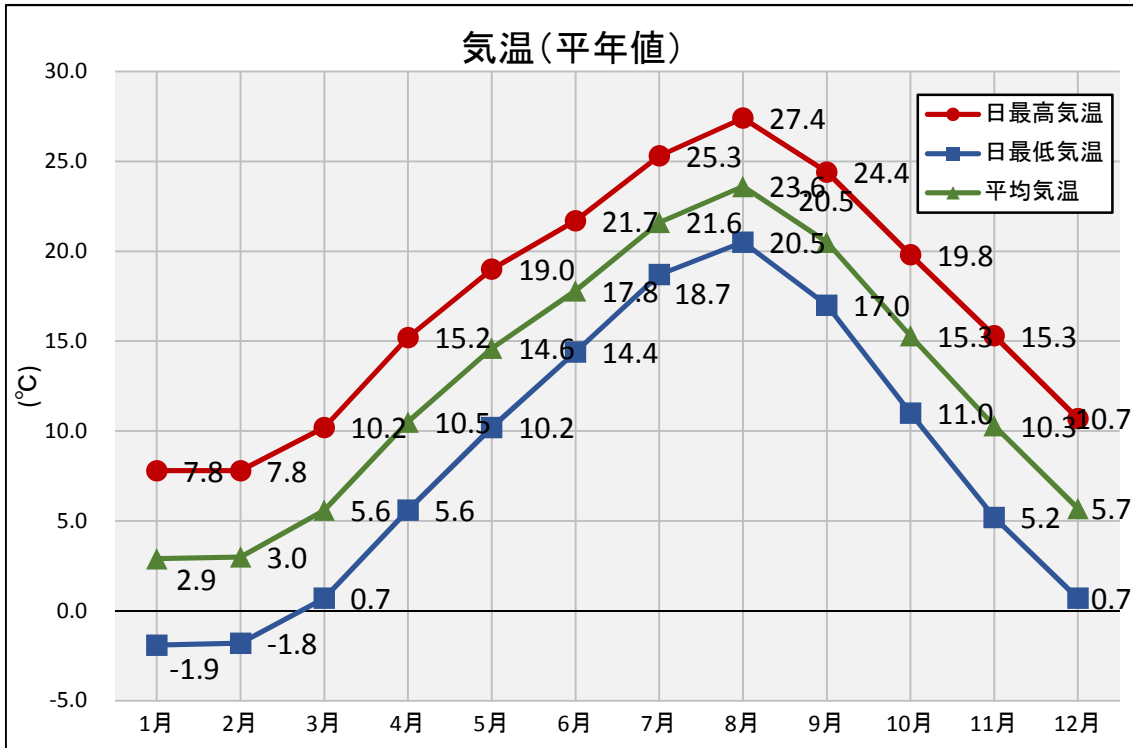
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1986~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	25	0	0
1月	52.3	2.9	7.8	-1.9	1.9	167.6	///	///
2月	61.7	3.0	7.8	-1.8	1.9	163.5	///	///
3月	113.0	5.6	10.2	0.7	2.0	172.8	///	///
4月	140.4	10.5	15.2	5.6	1.9	184.9	///	///
5月	153.5	14.6	19.0	10.2	1.7	180.7	///	///
6月	162.3	17.8	21.7	14.4	1.3	140.3	///	///
7月	181.9	21.6	25.3	18.7	1.2	144.7	///	///
8月	158.9	23.6	27.4	20.5	1.3	176.7	///	///
9月	229.2	20.5	24.4	17.0	1.2	127.8	///	///
10月	205.5	15.3	19.8	11.0	1.2	140.1	///	///
11月	91.6	10.3	15.3	5.2	1.5	148.7	///	///
12月	45.5	5.7	10.7	0.7	1.7	164.1	///	///
年	1597.6	12.6	17.0	8.4	1.6	1920.0	///	///

広野の降水量

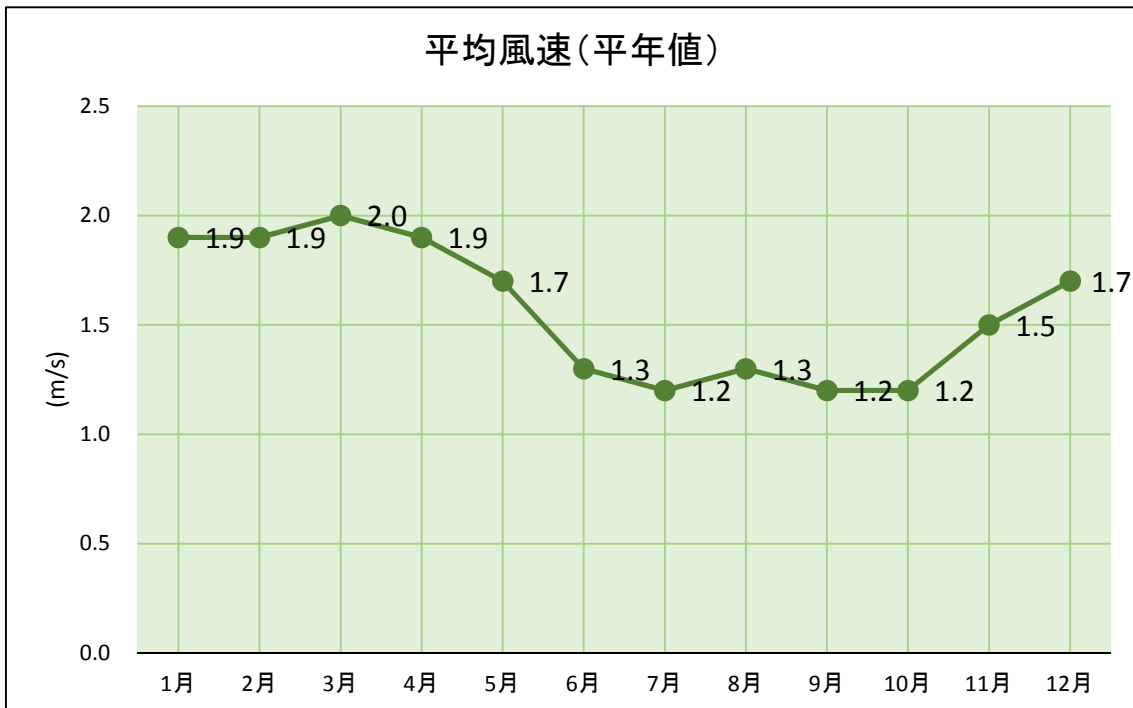


3-2

広野の気温

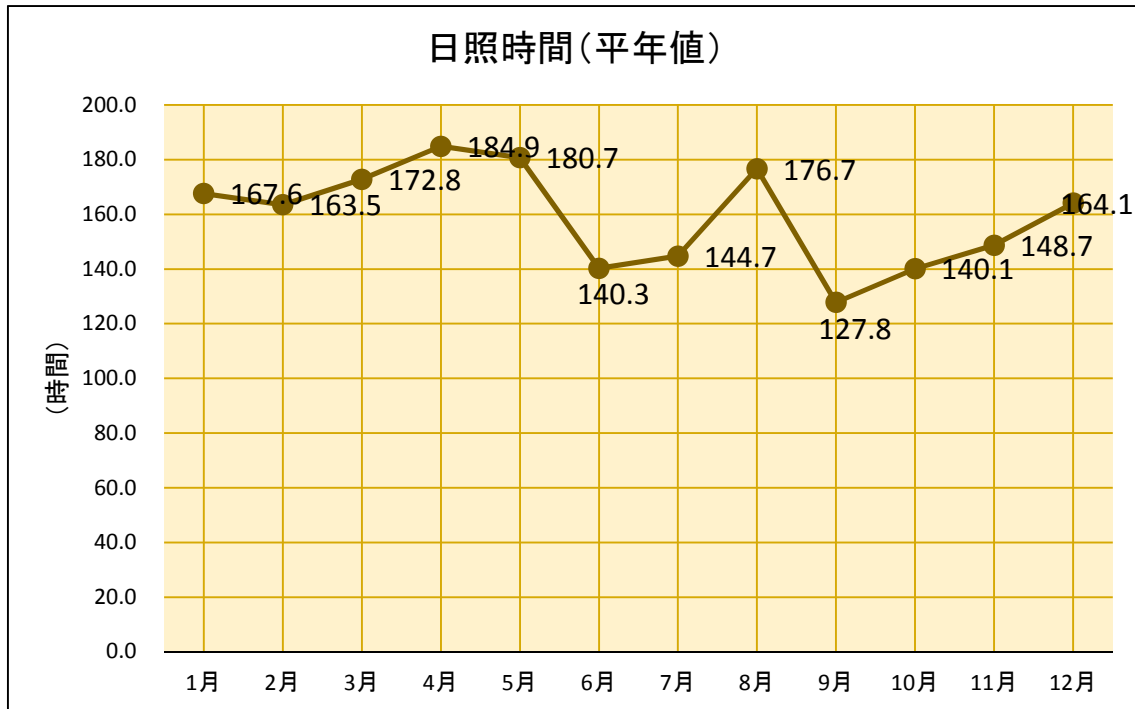


広野の平均風速



3-2

広野の日照時間

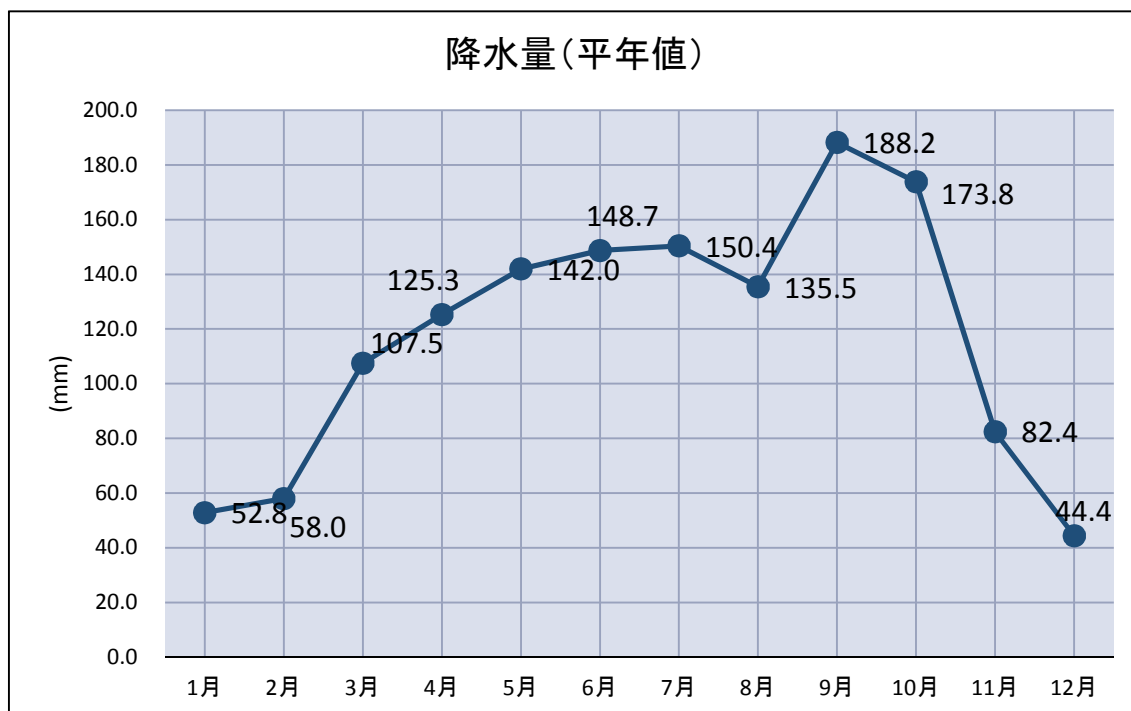


小名浜 平年値(年・月ごとの値) 主要要素

平年値(年・月ごとの値) 主要要素

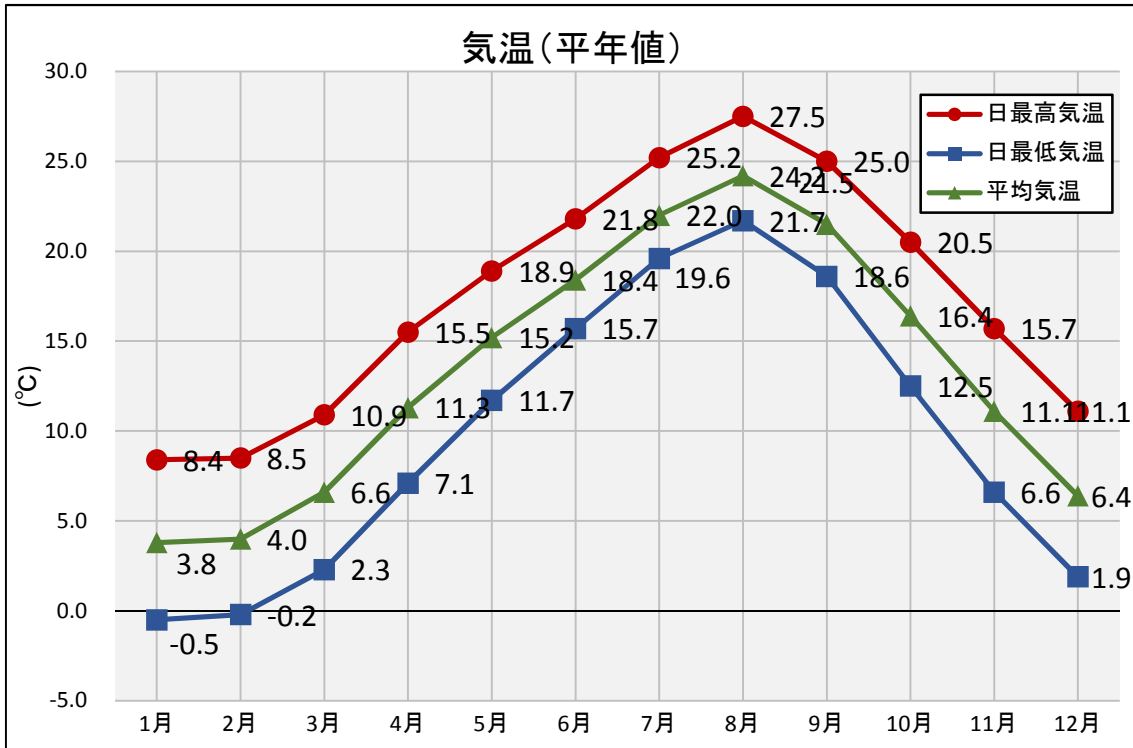
要素	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)	降雪の深さ 合計 (cm)	最深積雪 (cm)
統計期間	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	1981~2010	///	///
資料年数	30	30	30	30	30	30	0	0
1月	52.8	3.8	8.4	-0.5	3.1	189.8	///	///
2月	58.0	4.0	8.5	-0.2	3.2	177.9	///	///
3月	107.5	6.6	10.9	2.3	3.2	185.5	///	///
4月	125.3	11.3	15.5	7.1	3.0	188.8	///	///
5月	142.0	15.2	18.9	11.7	2.7	188.6	///	///
6月	148.7	18.4	21.8	15.7	2.3	142.1	///	///
7月	150.4	22.0	25.2	19.6	2.2	147.9	///	///
8月	135.5	24.2	27.5	21.7	2.4	185.7	///	///
9月	188.2	21.5	25.0	18.6	2.6	139.5	///	///
10月	173.8	16.4	20.5	12.5	2.6	152.7	///	///
11月	82.4	11.1	15.7	6.6	2.7	160.5	///	///
12月	44.4	6.4	11.1	1.9	2.9	183.6	///	///
年	1408.9	13.4	17.4	9.8	2.8	2042.5	///	///

小名浜の降水量

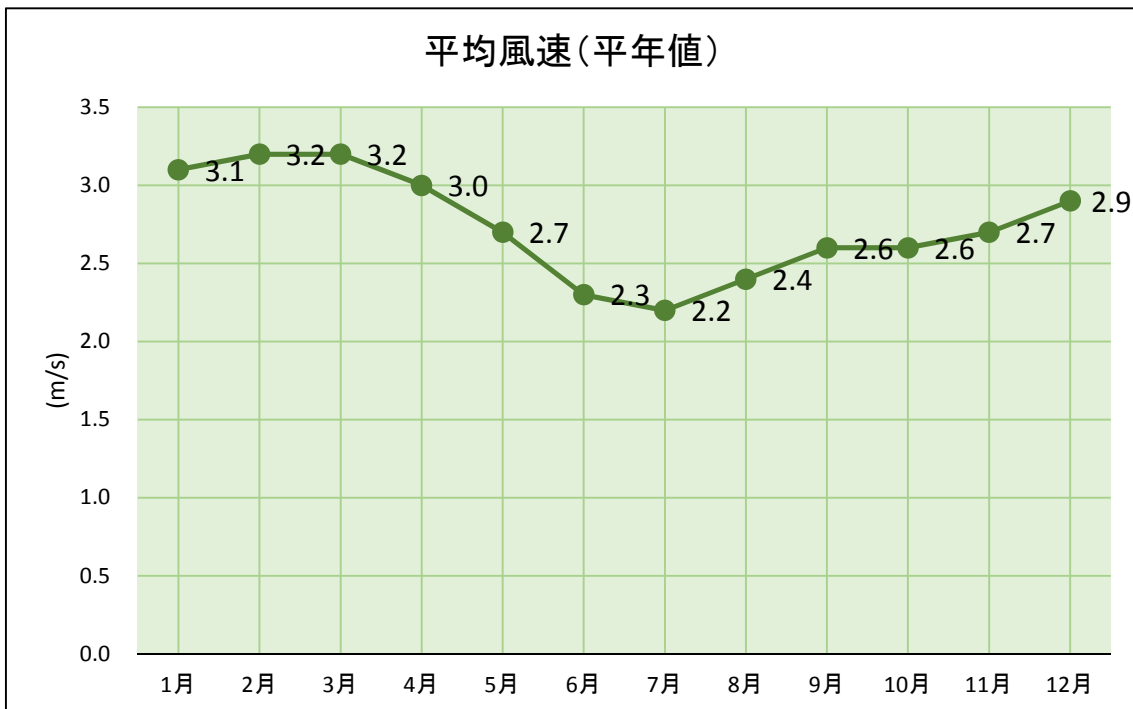


3-2

小名浜の気温

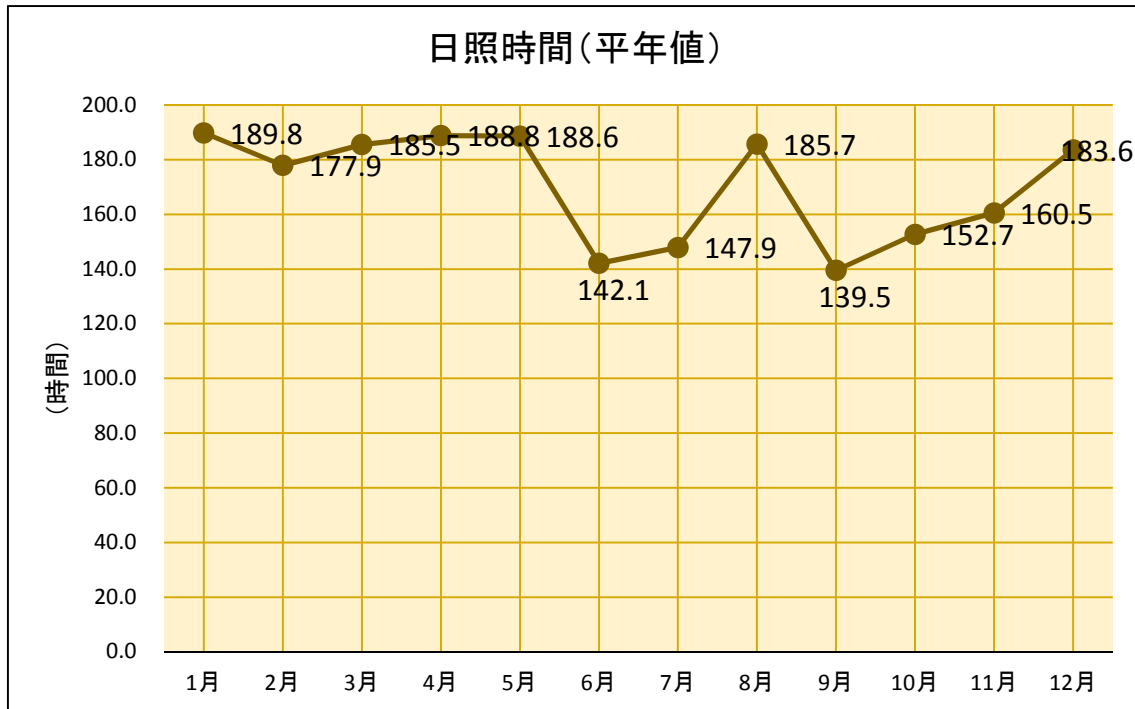


小名浜の平均風速

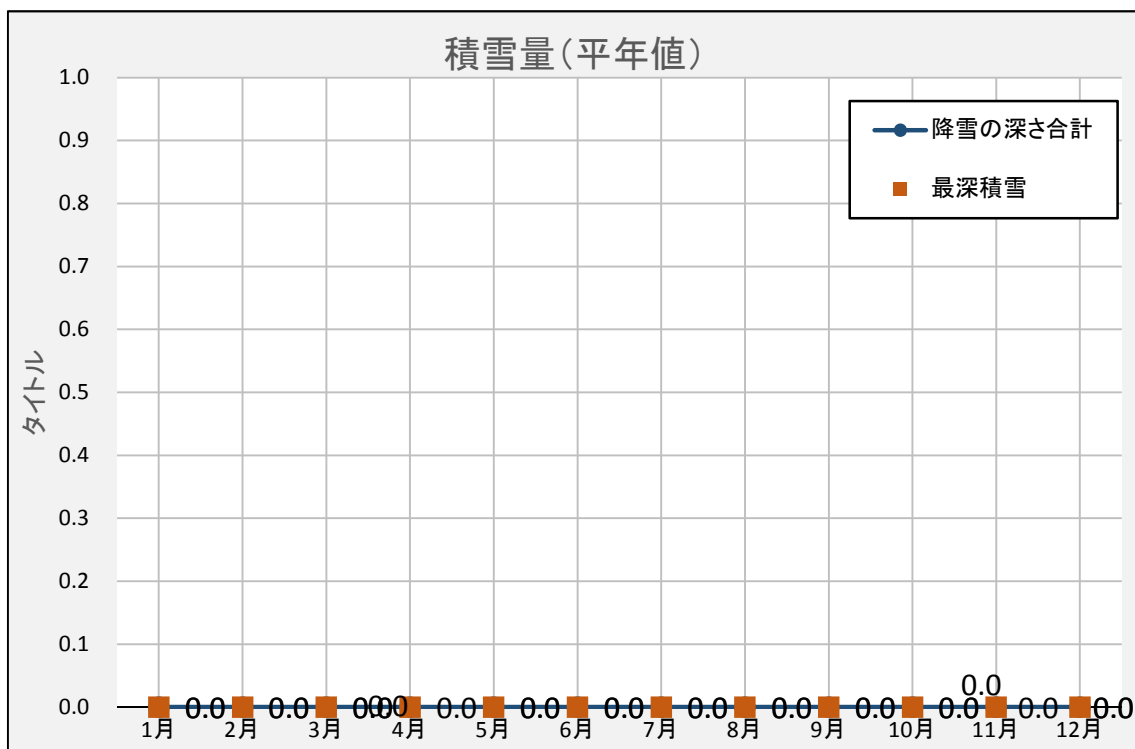


3-2

小名浜の日照時間



小名浜の積雪量



3-3 | 地中熱利用技術の関連資料

- 地中熱利用の長所や短所、利用形態ごとの各方式についてまとめている。
 - ・一般的な空調システムとの比較
 - ・地中熱利用の各方式:ヒートポンプシステム、直接利用方式
- 導入までの手順を5つのステップに分けて解説しているので、導入を検討する際の参考資料になる。

(導入可否については、ステップ2の調査結果により、判断することになる。)

●地中熱エネルギー技術の解説

地下数十メートル以深の温度は、一年を通してほぼ一定に保たれており、地表と比べて夏は涼しく、冬は暖かい。地中熱利用技術は、地中熱を空調や給湯、融雪に利用することで、熱負荷を軽減し、省エネルギー化を図る技術である。また、排熱を大気中に放出しないため、ヒートアイランド現象を緩和する効果も期待される。

表 3-3-1 に空調に地中熱利用システムを導入した場合と、一般的な空調システムの長所と短所をまとめた。表 3-3-1 に示すように、地中熱利用はランニングコストが低く、CO₂ の削減に寄与するが、イニシャルコストが高い短所がある。地中熱利用を検討する場合は、単独での導入だけではなく、補助的な利用も効果的である。

表 3-3-1 地中熱利用技術の長所と短所

	長所	短所
一般空調	<ul style="list-style-type: none"> ・イニシャルコストが安い ・施工費が安い ・取扱メーカーが多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ランニングコストが高い ・CO₂ 排出量が多い ・ピーク電力の原因となる ・ヒートアイランド現象の原因になる
地中熱利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ランニングコストの低減 ・CO₂ 削減 ・ピーク電力の低減 ・ヒートアイランド現象対策 	<ul style="list-style-type: none"> ・イニシャルコストが高い ・事前調査が必要 ・取扱メーカーが限られる ・メンテナンス(モニタリング)が必要

3-3

熱利用形態は、ヒートポンプを利用する方式と直接熱利用をする方式に区分される。さらに、地下水を汲み上げるオープンループ方式や熱交換器を利用するクローズドループ方式等に分類される。図 3-3-1 に利用形態の分類、図 3-3-2 に各利用形態の概要を示す。

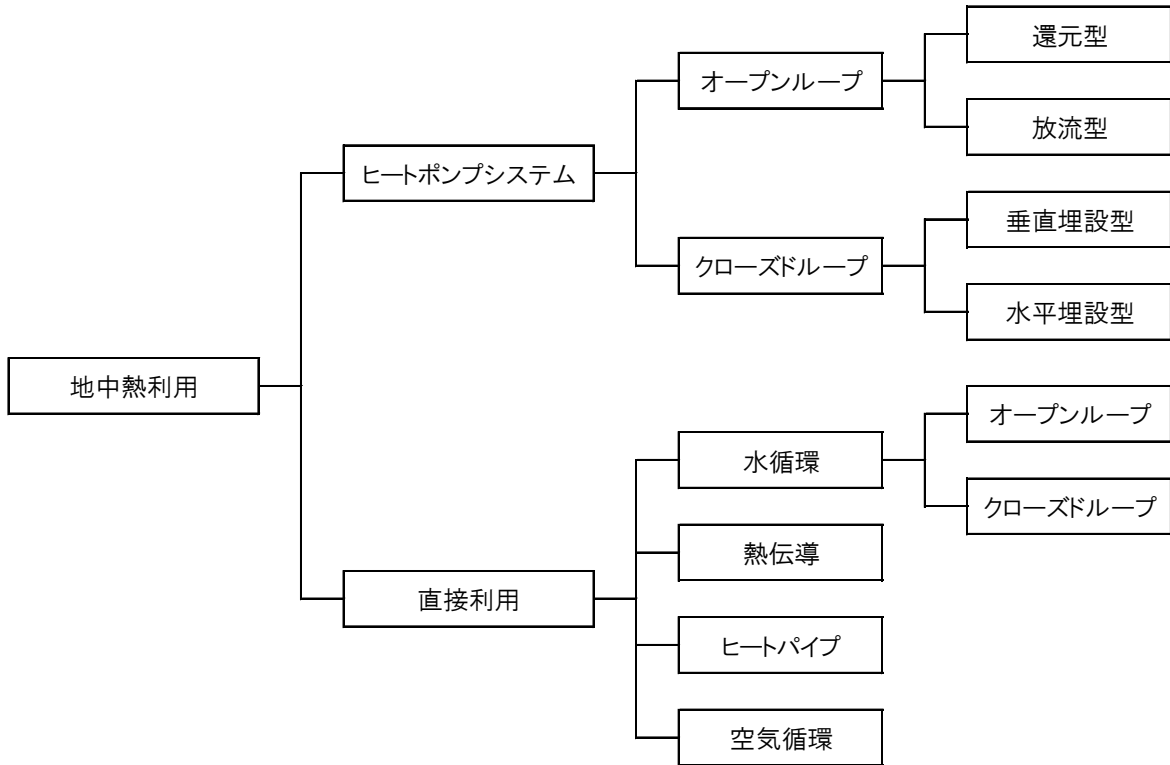


図 3-3-1 地中熱利用形態の分類

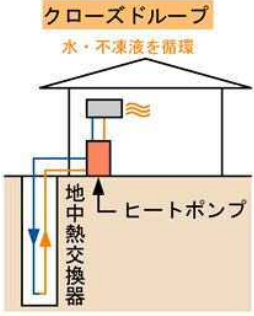
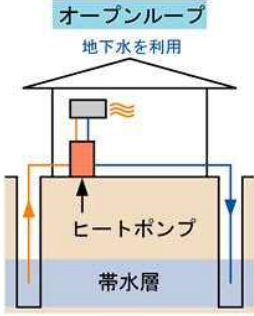

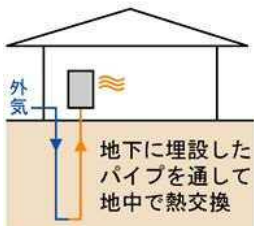


ヒートポンプシステム	
用途:住宅・ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯、道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など	
<p>クローズドループ 水・不凍液を循環</p>  <p>クローズドループ方式は、水や不凍液などの冷媒を熱交換器に循環させて熱を取り出す。熱交換器は地下100m程度までに地中に設置する。</p>	<p>オープンループ 地下水を利用</p>  <p>オープンループ方式は、地下水を汲み上げて熱を取り出す。水質や地下水障害の恐れがない場合に適用できる。</p>
直接利用方式	
<p>熱伝導</p> <p>用途:住宅の保温</p>  <p>熱伝導方式は、土間床を介した利用方法で、地中から伝わる熱によって住宅の保温を行う。</p>	<p>空気循環</p> <p>用途:住宅等の保温・換気</p>  <p>空気循環方式は、地下に埋設した配管に外気を通気させ、熱交換された空気を室内に取り込む。</p>
<p>水循環</p> <p>用途:道路等の融雪等</p>  <p>水循環方式は、循環ポンプで冷媒や地下水を循環させ、融雪や放射冷房等に使用する。クローズドループ方式とオープンループ方式がある。</p>	<p>ヒートパイプ</p> <p>用途:道路等の融雪</p>  <p>ヒートパイプ方式は、冷媒の蒸発と凝縮を利用し、地中と地表面に冷媒を循環させることで熱を取り出し、融雪等に使用する。</p>

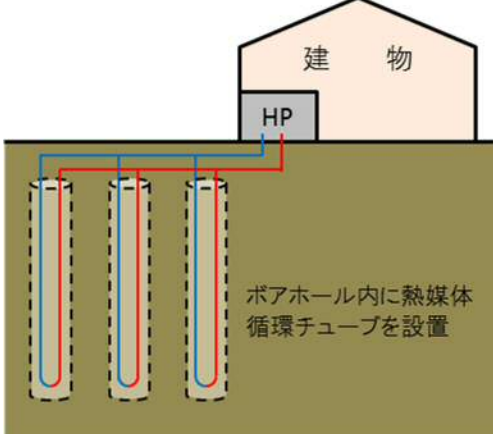
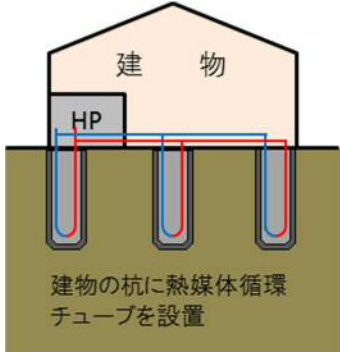
図 3-3-2 地中熱利用形態の概要^{※1}

出所:特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会「協会パンフレット」

※1 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会「協会パンフレット」

3-3

クローズド方式では、地中熱交換器の種類によって垂直埋設型と水平埋設型に分類される。さらに、垂直埋設型はボアホール方式と杭方式に分類される。なお、地中熱利用において地中熱交換器とは、地中熱交換井に熱媒体循環チューブを設置し、井戸を充填剤で満たしたものを指す。各方式の概要については図 3-3-3 のとおりである。

垂直埋設型(ボアホール方式)	垂直埋設型(杭方式)
	
<p>地面に垂直に掘削した地中熱交換井(ボアホール)に熱媒体循環チューブを設置する。ボアホール深さは50～150mとなる。クローズドループ方式の中で最も熱効率が良いが施工費も最も高い。</p>	<p>建築物の杭に熱媒体循環チューブを併設する方法。ボアホール式と比べて施工費を抑えることができるが、熱効率は低い。改修工事には不向き。</p>

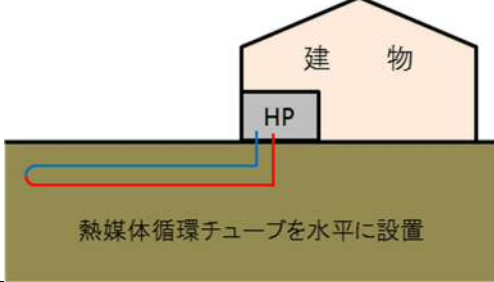
水平埋設型

<p>地下浅部に熱媒体循環チューブを水平に埋設する。ボアホールを掘削しないため、施工費を抑えることができる。熱効率は低い。十分な敷地の確保が必要。</p>

図 3-3-3 熱交換器の概要(クローズドループ方式)

3-3

オープンループ方式では、熱交換後の地下水の処理方式によって放流方式と還元方式の2つに分類される。さらに、還元方式は還元井型と柵浸透型がある。各方式の概要については、図3-3-4のとおりである。

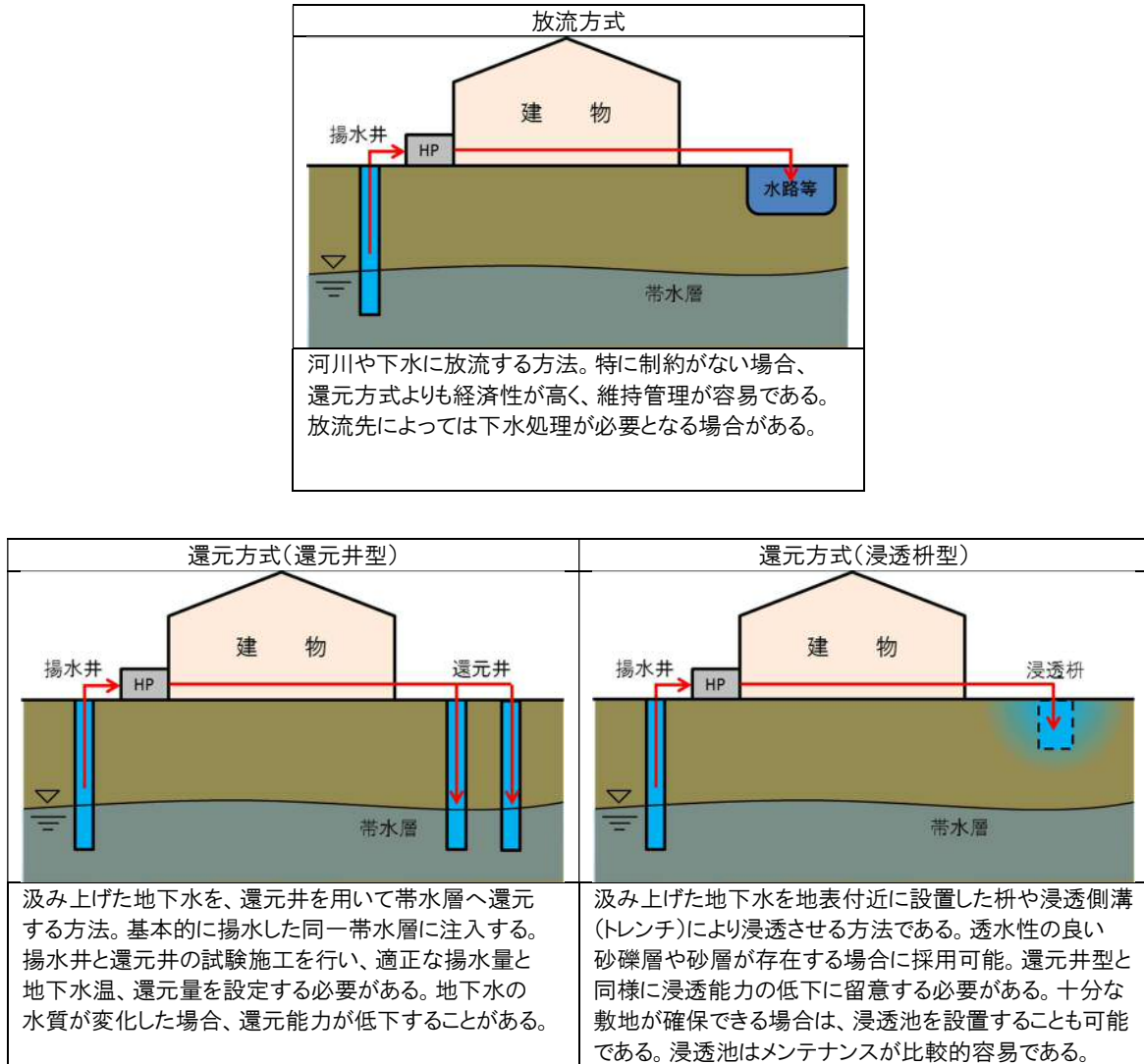


図3-3-4 排水方式の概要(オープンループ方式)

●導入検討

地中熱利用技術の導入にあたっては、次に示す手順にしたがって導入を検討する。導入手順は大きく5つのステップに分けられる。図 3-3-5 導入手順の概要を示す。

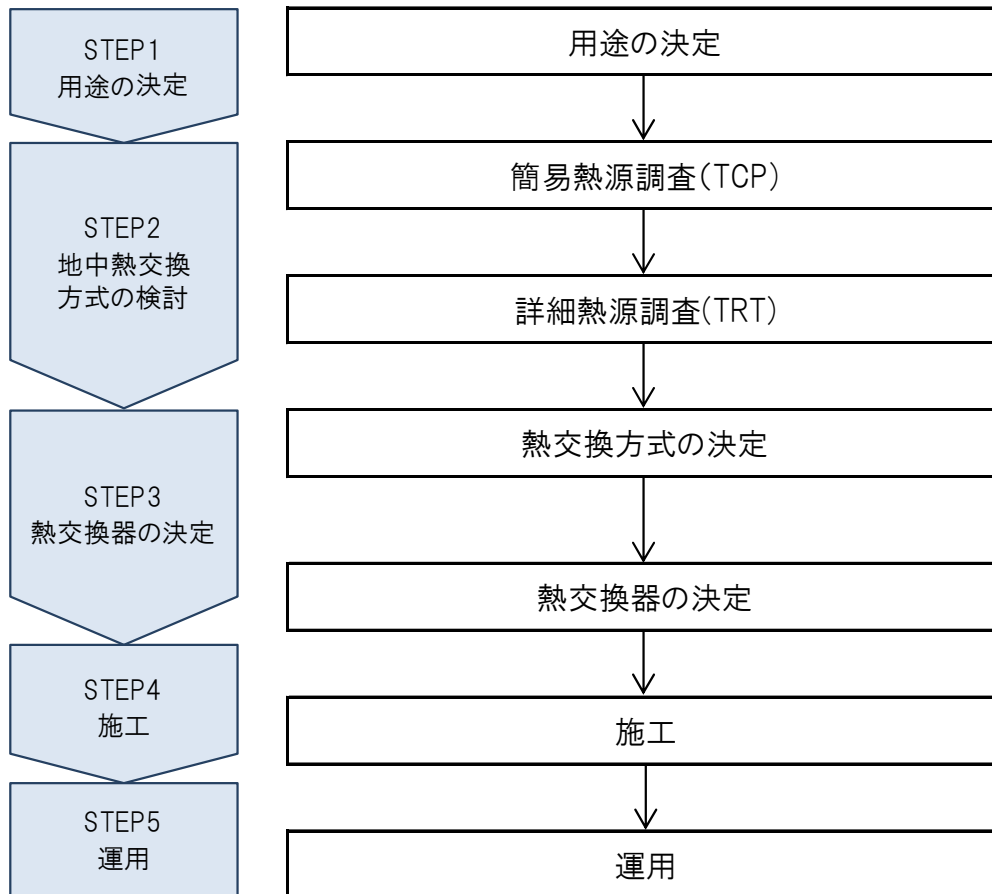


図 3-3-5 地中熱利用技術導入フロー

●用途の検討

①用途の決定

地中熱利用技術の用途は、空調・給湯・融雪とする。地中熱利用形態を表 3-3-2 に示す。利用可能な熱源は地中熱(地下水含む)のほか、下水熱、温泉熱、工場排水熱などの未利用熱が挙げられるが、下水熱は研究段階であること、温泉熱・工場排水熱は利用可能地域が限定的であることから、本ガイドラインでは、利用実績の多い地中熱(地下水含む)を対象とする。

なお、未利用熱を活用する場合でも、導入手順は地中熱や地下水熱の場合と同様である。

表 3-3-2 地中熱利用形態

	利用形態		用途の適否			
			空調	給湯	融雪	
地中熱利用	ヒートポンプ	オープンループ	還元方式	○	○	○
			放流方式	○	○	○
		クローズドループ	垂直埋設型	○	○	○
			水平埋設型	○	○	○
	直接利用	水循環	オープンループ	○	-	○
			クローズドループ	○	-	○
熱伝導		○	-	-		
ヒートパイプ		-	-	○		
空気循環		○	-	-		

②概算コストによる検討

(1)イニシャルコスト

イニシャルコストはクローズドループでは1kWあたり25~60万円程度、オープンループでは1kWあたり10~30万円程度である^{※2}。これを参考にイニシャルコストを概算する。

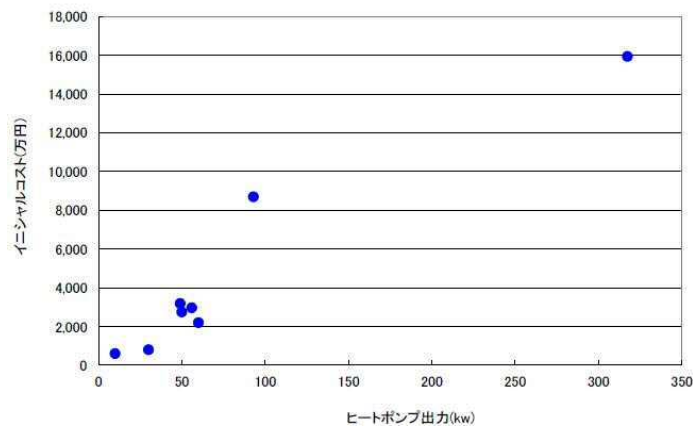


図 3-3-6 ヒートポンプの出力あたりのイニシャルコストの事例(クローズドループ)^{※2}

(2)ランニングコスト

年間のランニングコストを熱負荷、COP から次の式^{※3}を用いて概算する。

年間ランニングコスト

$$= \left(\frac{\text{冷房熱負荷(kW)}}{\text{冷房 COP}} + \frac{\text{暖房熱負荷(kW)}}{\text{暖房 COP}} \right) \times \text{電気料金単価(円/kWh)}$$

(3)投資回収年数

空気熱源の場合と地中熱利用の場合のイニシャルコストおよびランニングコストの差額から、投資回収年数を概算する。この際、投資回収年数と機器更新年数と比較する必要がある。ランニングコストの差額について、地中熱利用の場合は、空気熱源と比較すると、冷房時に 25～48%(平均 41%)の消費電力を削減できる(図 3-3-7)^{※2}。

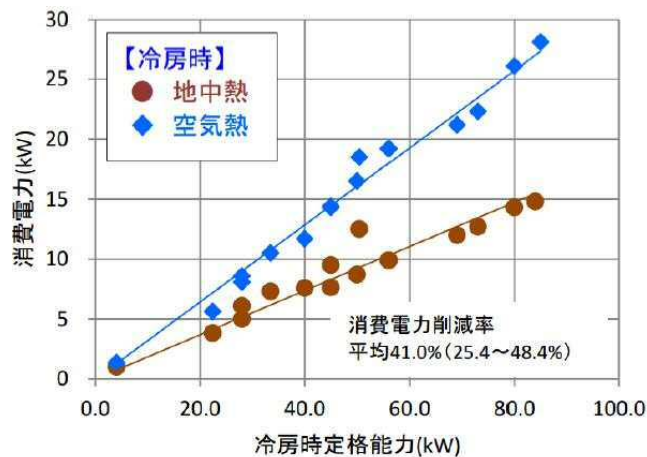


図 3-3-7 地中熱利用ヒートポンプと空気熱源ヒートポンプの消費電力の比較^{※2}

なお、クローズドループ方式では地下水流動がある場合、導入コストはより安価になるが、オープンループ方式では、地下へ還元や公共水路への放流の際に排水処理するとランニングコストが高くなる場合があるため、この値はあくまで参考値であることに留意する。STEP2 および 3 で熱交換量を算定し熱交換器を決定した段階で、より詳細なコストの検討が必要である。

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

●地中熱交換方式の検討

STEP2 では、導入する熱交換方式の検討手順について解説する。地中熱交換方式は、オープンループ方式とクローズドループ方式に分類される。以下にそれぞれの方式の長所と短所を示す。

本ガイドラインでは、施工例が多く、エネルギー消費性能計算プログラムの対象となっているクローズドループ方式の導入手順について解説する。

	長所	短所
オープンループ	<ul style="list-style-type: none"> ・熱効率が比較的良い ・クローズドループに比べ掘削する井戸の本数が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水量が豊富でないと導入できない ・地下水規制、水質、排水処理などの制限が多い ・モニタリング、スケール除去などの維持管理が必要
クローズドループ	<ul style="list-style-type: none"> ・施工例が多い ・地下水の有無に関わらず導入可能 ・制限が少ない(場所を選ばない) 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱効率が比較的悪い ・オープンループに比べ掘削する井戸の本数が多い

①クローズドループ方式の検討

クローズドループ方式を導入する場合、設備設計をする上で、利用可能な熱量を把握するために、地盤の温度および熱伝導率を把握する必要がある。一般的に熱伝導率を決定するためにサーマルレスポンステスト(TRT/熱応答試験)と呼ばれる試験を行う場合が多いが、TRTは深さ100mのボーリングと1週間近い試験期間を必要とし、300～400万円程度のコストを要するため、基本設計段階の調査には不向きである。

そこで、地中熱利用技術の導入の検討する際には、(1)簡易熱源調査と(2)詳細熱源調査の2段階の事前調査を行う。簡易熱源調査は、低コストで可能採熱量を推定することを目的とする。簡易熱源調査によって熱源が利用可能と判断された場合、実施設計にて詳細熱源調査を行い、正確な可能採熱量を算出する(図3-3-8)。

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

※3 栃木県「地中熱ヒートポンプシステムの導入検討の手引き」

◇クローズドループの検討

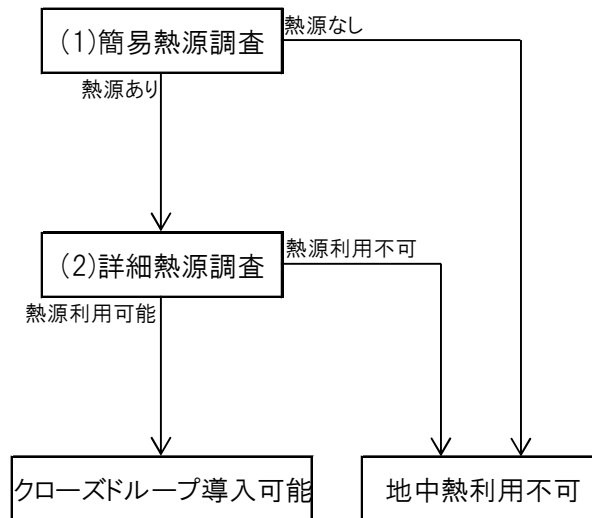


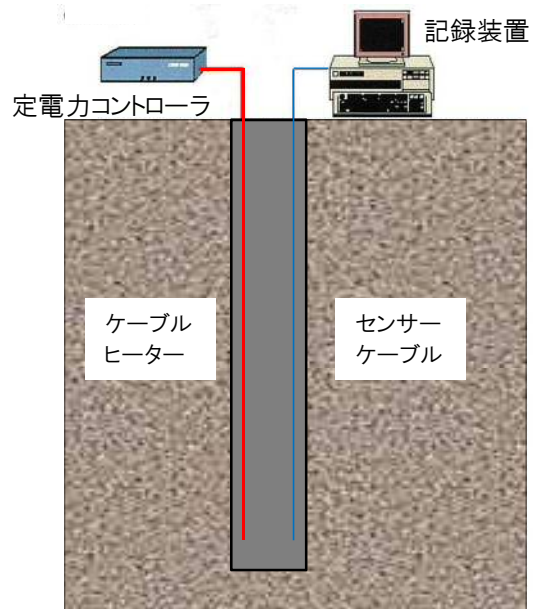
図 3-3-8 地中熱利用形態の決定手順

(1)簡易熱源調査

本ガイドラインで解説する簡易熱源調査は、「TCP 試験(熱伝導率プロファイリング法)」と呼ばれ、地盤調査の際に行うボーリング試験のポアホールを用いるため、比較的安価に熱源調査を行うことができる(70 万円程度(参考値))。また、試験期間も2~3日と短期間である。以下に TCP 試験の概要を示す。

【TCP 試験】

TCP 試験は、地盤調査のボーリング孔を用いて地盤の熱伝導率を推測する手法である。図 3-3-9 に試験装置の概要を示す。試験装置は、ボーリング孔、ボーリングロッド、定電力コントローラ、ケーブルヒーター、センサーケーブル(温度計)、記録装置から構成される。センサーケーブルは、温度センサーを数十 cm おきに並べたものを使用する。ケーブルヒーターによって加熱し、ボーリング孔内の温度変化を計測して熱伝導率を推測する。以下に、TCP 試験の調査手順を示す。

図 3-3-9 TCP 試験装置の概要^{※4}

※4 神宮司元治、高屋正、青野泰大、宮本重信「ボーリング孔を利用した非定常線状熱源法による熱伝導率検層法」、日本地熱学会誌 第 32 巻 第 3 号(2010)

3-3

TCP 試験調査手順^{※5}

- ①機械ボーリングを行い、ボーリングロッドを残置する。
- ②センサーケーブルおよびケーブルヒーターをボーリングロッド内に挿入し、定電力コントローラ、記録装置に接続する。
- ③ヒーターで加熱前に温度を計測し、温度が一定であることを確認する。
- ④ヒーターに電力供給を開始し、温度が安定するまで温度を計測する(8 時間程度)。

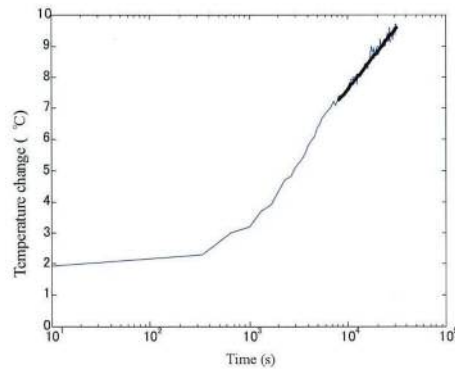


図 3-3-10 TCP 試験結果の例^{※4}

図 3-3-10 に、ある深度での測定結果の例を示す^{※4}。測定結果は、横軸に時間の自然対数、縦軸に温度変化をとった片対数グラフにまとめ、対数温度勾配から非定常線状熱源法を用いて熱伝導率を算定する^{※4}。

判断基準

簡易熱源調査の結果、地中からの採熱が見込める場合、②詳細熱源調査に移る。見込めない場合、地中熱の利用は不可能と判断される。その判断は、TCP 試験で測定される熱伝導率 λ の値を判断基準とし、その基準値は、

$$\lambda = 1.2 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$$

とする。この値は、後述するデフォルト値を用いる場合の地盤の有効熱伝導率と同じ値である。また、TCPは掘削深度がTRTよりも浅く、熱伝導率の値も小さく見積られる傾向があるため、実際の熱伝導率はTCPの試験結果よりも大きくなると考えられる。

※4 神宮司元治、高屋正、青野泰大、宮本重信「ボーリング孔を利用した非定常線状熱源法による熱伝導率検層法」、日本地熱学会誌 第32巻 第3号(2010)

※5 株式会社福島地下開発「小口径ボーリング孔による新方式サーマルレスポンステスト(熱伝導率プロファイリング法)実用化に向けた実証実験結果概要」

(2) 詳細熱源調査

簡易熱源調査の TCP 試験で熱源の利用が可能と判断された場合、実施設計で TRT 等を行い、より正確な地盤熱源調査を実施する。

可能採熱量の評価する指標として、地盤の温度や熱伝導率が挙げられる。熱伝導率は、熱交換器の長さ・本数を決める重要なパラメータとなるが、WEB のエネルギー消費性能計算プログラムを行う場合、地盤の熱伝導率は以下の 3 つの方法で決定することになっている。

- ・サーマルレスポンステスト(熱応答試験/TRT)
- ・土質柱状図からの算出
- ・デフォルト値(垂直埋設型: $1.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 水平埋設型: $0.7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)^{※6}

上記3つの決定方法については、「地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法」^{※6}に詳細に記載されている。土質柱状図から算定する方法では、地下水の移流の効果を加味しないため、実際の熱伝導率よりも低い値が算出されやすい。また、デフォルト値については、国内の TRT で得られた熱伝導率のうち、デフォルト値より低い値は全体の 5%となっており^{※6}、実際の熱伝導率はデフォルト値よりも良い場合が多い。したがって、地中熱を効率よく利用する上では、TRT 試験を行うことが望ましいと言える。以下に TRT の概要について示す。

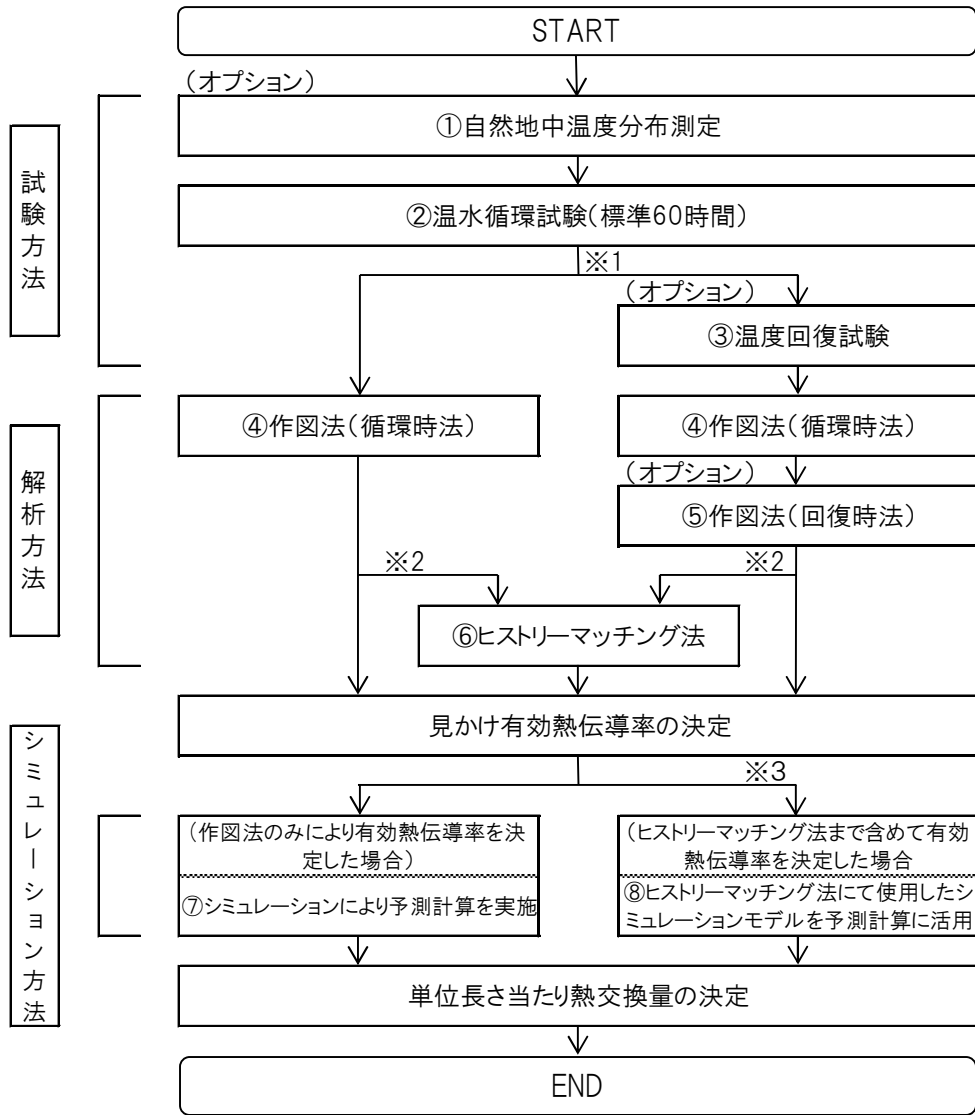
【熱応答試験/TRT(Thermal Response Test)】

熱応答試験は、地中熱交換器に熱負荷を与えた循環流体を循環して得られる流体温度や地中温度の経時変化により、地盤の熱伝導率や熱交換器の熱交換能力を推定する地盤調査試験である。試験費用は、およそ 300~400 万円程度(参考値)である。熱応答試験の手順、解析方法等については、「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」^{※7}に詳細に記載されている。

図 3-3-11 に熱応答試験の解析手順を示す。試験および解析により見かけの熱伝導率を求め、シミュレーションにより単位長さ当たりの熱交換量を決定する。

※6 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所
「地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法」

※7 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」



- ※1 温度回復試験はオプションとして実施する
- ※2 作図法(循環時法)は、熱量一定に基づくため、片対数グラフ作成時に明確な直線部が得られない場合は、温水循環試験を再度実施するか、ヒストリーマッチング法により見かけの有効熱伝導率の決定を行う。
- ※3 解析方法でヒストリーマッチング法を選択した場合

図 3-3-11 熱応答試験手順の概要^{※7}

※7 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」

試験方法

・自然地中温度分布測定(オプション)

自然地中熱温度分布の測定は、必須項目ではないが、実施することが望ましい。測定は、温水循環試験を実施する前に、地中熱交換井内の1mごとの温度を測定する。

・温水循環試験

地中熱交換器に温水を循環させて温度の変化を測定する。試験装置の概要を図3-3-12^{※7}に示す。

熱応答試験装置は、地中熱熱交換器、熱媒体、循環ポンプ、ヒーター、温度センサー、記録装置から構成される。循環水の循環システムは、ヒーター及び地盤以外からの熱影響ができるだけ少なくするため、断熱等を行う。

温水循環試験は、ヒーターによって加熱された熱媒体を熱交換器内に循環させ、熱交換器の入口側と出口側の温度を測定する。熱負荷は、実際に設置予定の地中熱利用システムの負荷と同じ大きさとする。加熱時間は、時間と循環流体平均温度の片対数プロットにおいて、直線部分が充分得られる時間とする(図3-3-13)。加熱時間は、標準で60時間、最短でも48時間行う。測定サンプリング時間は、1分以下とする。

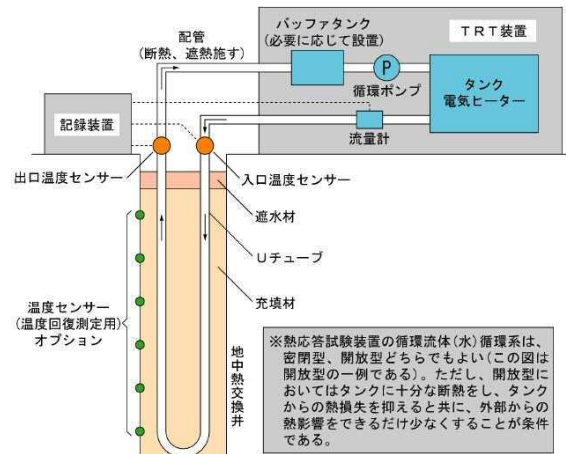


図 3-3-12 熱応答試験装置の概要^{※7}

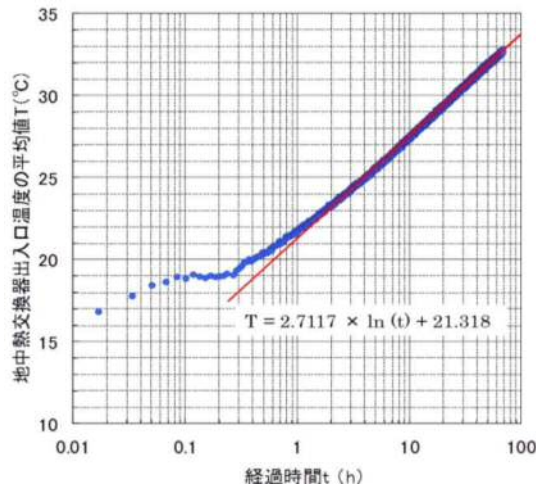


図 3-3-13 熱媒体の平均温度と経過時間の例^{※7}

※7 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」

- ・温度回復試験(オプション)

温度回復試験は、温水循環試験後の地中熱交換井内の温度回復状況をモニタリングする。モニタリングは、温度が温水循環試験前の状態に戻るまで行うか、60 時間程度とする。

解析方法

熱応答試験によって得られた温度データより、見かけの有効熱伝導率と熱交換器の熱抵抗を推定する。ここでは、解析方法の概要を示す程度にとどめるが、詳細については、「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」^{※7}が参考となる。

- ・作図法(循環時法)

循環時法は、温水循環試験中のケルビンの線源理論を適用し、経時変化曲線の傾きから地層の見かけ有効熱伝導率を推定する方法である。

- ・作図法(回復時法)(オプション)

回復時法は、温水循環試験終了後の地層内温度挙動にケルビンの線源理論の重ね合わせを適用し、経時変化曲線の傾きから地層の見かけ有効熱伝導率を推定する方法である。

- ・ヒストリーマッチング方法

温水循環試験中の地中熱交換器入口温度と見かけの熱伝導率をパラメータとして、解析結果に基づく数値シミュレーションモデルを用いて地中熱交換器出口温度を予測し、計算値と実測値のマッチングによって地層の見かけの熱伝導率を推定する手法である。作図法による解析が十分でない TRT データであっても、この手法により、より正確な熱伝導率を推定することができる。反復計算を必要とするため手計算は実施が困難であるが、市販のソフト等を利用することで実施することができる。

シミュレーション方法

解析により求めた有効熱伝導率やシミュレーションモデルを用いて、熱交換器の単位長さ当たりの熱交換量を算定する。詳しいシミュレーション方法については、「地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル」(オーム社)^{※8}に記載されている。

- ・シミュレーションによる予測計算(作図法のみにより有効熱伝導率を決定した場合)

推定された地層の有効熱伝導率を用いて、市販されているシミュレーションソフトにより予想計算を行う。

※7 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 「一定加温・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」

※8 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会編 「地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル(オーム社)」

・シミュレーションによる予測計算(ヒストリーマッチング法を用いた場合)

ヒストリーマッチングにて構築したシミュレーションモデルを用いて、地中熱交換量やヒートポンプの稼働条件を設定することで、運転形態に応じた予測計算を行い、地中熱源容量の最適化を図ることができる。

詳細熱源調査(TRT)の結果、十分な採熱量が見込める場合、クローズドループ方式の導入が可能と判断する。見込めない場合、地中熱の利用は不可能と判断される。その判断は、TRTで測定される熱伝導率 λ の値を用い、その基準値は、デフォルト値と同じ

$$\lambda = 1.2 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$$

とする。測定された有効熱伝導率がこの値を超えた場合は、十分な採熱量が見込めると判断する。

②オープンループ方式の検討

オープンループ方式は、地下水量が豊富でないと導入できない、地下水の揚水・排水の規制が多いなどの短所が多いほか、エネルギー消費性能計算プログラムでも評価対象外となっている。しかし、地下水を直接熱交換に用いるため、クローズドループ方式よりも熱効率が良い。

そのため、豊富な地下水量が見込まれる地域では、オープンループ方式がより効率的である。オープンループ方式は、以下の条件を満たす場合、適用可能である。

- ・地下水の揚水が可能である
- ・揚水した地下水の処理(放流または還元)が可能である

適用条件への適否を確認するために事前調査を行うが、調査項目は簡易水源調査と詳細水源調査に分類される。簡易水源調査は基本設計までの段階に比較的低コストで実施することが可能な調査とし、詳細水源調査は実施設計の段階に行う。以下に調査項目を示す。

(1)簡易水源調査※2

調査項目	調査方法	概要
揚水の可否	地下水規制	導入計画地において地下水の採取制限がないか確認する。
	立地条件	導入計画地において地下水の採取制限がないか確認する。さく井工事が可能であるか確認する。また、地下水の放流(還元)先の有無についても確認する。
揚水量の確保	周辺井戸	計画地周辺に既存井戸がある場合は、井戸の深度、口径、揚水量、揚水ポンプの有無・仕様を確認する。
	地質	地質構造が複雑な場合(山地、丘陵等)、地質調査を行って帯水層の連続性を把握する。
環境影響	地下水障害発生状況	計画地域における地下水位の低下や地盤沈下等地下水障害の発生状況を確認する。
	地下水影響	帯水層の透水性や計画揚水量から周辺井戸に影響を与える可能性がある場合は、地下水シミュレーション等により地下水位の低下量と影響範囲を概算することが望ましい。
水質調査	文献調査	地下水にヒ素や鉛等の有害物質が含まれる場合、含有量が水質汚濁法や下水道法で定められる基準値を超えた場合、処理が必要となるため、基準等を把握する。 また、機械設備の観点から設備の腐食やスケール防止のため、冷凍空調機用水質ガイドライン((財)日本冷凍空調工業会)の水質基準を確認する。
放流先の確保	放流先の確認	放流可能な水路、下水が計画地付近にあるかを確認し、関係自治体に放流の可否を確認する。

簡易水源調査の結果、揚水・排水共に可能性がある場合、(2)詳細水源調査に移る。オープンループ方式の場合、クローズドループ方式の TCP 試験のような安価に揚水量を推定できる調査方法はない。事前調査の段階では、地上探査による地下水量推定が可能であるが、費用がおよそ500万円～(参考値)と高価である。したがって、簡易調査の段階では、メーカーや文献、付近の井戸などから得られる情報で判断しなければならない。想定した水量が得られない場合でも、地中熱ヒートポンプシステムを補助システムとして使用するなどの方法を検討するとよい。

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

(2)詳細水源調査※2

調査項目	調査方法	概要
揚水量の確保	試掘試験	可能揚水量を正確に把握するために、井戸を試掘して段階揚水試験・連続揚水試験・回復試験を行う。
水質調査	水質試験	地下水の水質を調査し、文献で調査した基準値と照合する。
還元先の確保	還元試験	還元型を検討する場合、段階還元試験、連続還元試験を行い、還元能力を把握し、還元先、還元井の深度や本数を設計する。

詳細水源調査の結果、揚水量が確保可能で、放流または還元が可能と判断された場合、オープンループ方式の導入可能とする。判断基準は、必要な冷暖房能力 1kW あたり 2～4L/min の揚水量を基準とする。

(3)排水方式の決定

オープンループ方式の場合、汲み上げた地下水を熱交換に用いた後の地下水を排水する必要がある。排水方式は、水路に放流する放流方式と、帯水層に還元する還元方式に分類される。

・放流方式

河川や下水、水路等に放流する方法。特に制約がない場合、還元方式よりも経済性が高く、維持管理が容易である。放流先によっては下水処理が必要となる場合がある。放流先について、関係自治体等と協議する必要がある。

・還元方式

還元井型

汲み上げた地下水を、還元井を用いて帯水層へ還元する方法。基本的に揚水した同一帯水層に注入する。計画段階に揚水井と還元井の試験施工を行い、適正揚水量と地下水温、適正還元量、利用温度差を設定する必要がある。地下水の水質が変化した場合、還元能力が低下することがある。

浸透枡形

汲み上げた地下水を地表付近に設置した枡や浸透側溝(トレンチ)により浸透させる方法である。付近に透水性の良い砂礫層や砂層が存在する場合に導入が可能である。設計に際しては、現地浸透試験により浸透能力の確認が必要である。還元井型と同様に浸透能力の低下に留意する必要がある。また、十分な敷地が確保できる場合は浸透池を設置することも可能である。浸透池は目詰まり除去等のメンテナンスが比較的容易である。

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

●熱交換器の決定

①熱交換器の種類

クローズドループ方式に用いる熱交換器には、垂直埋設型と水平埋設型があり、それぞれにいくつかの種類がある。以下に、それぞれの熱交換器の種類と概要を示す。

(1)垂直埋設型

垂直埋設型の熱交換器は、シングル U チューブ、ダブル U チューブ、大口径固体充填、間接型水充填、直接循環型水充填の 5 種類に分類される。図 3-3-14 に熱交換器の分類を示す。

熱交換器	シングル U チューブ	ダブル U チューブ	大口径固体充填				間接型水充填		直接循環型水充填	
パス数※	1 パス	2 パス以上	1 パス以上							熱交換器中の充填水と直接交換
名称	シングル U チューブ	ダブル U チューブ	スパイラルチューブ	U 字状チューブ	既成コンクリート杭 (固体充填)	鋼管杭 (固体充填)	場所打ち杭	既成コンクリート杭 (水充填)	鋼管杭 (水充填)	二重管 (同軸)
方式	ボアホール				杭					
断面図										
垂直断面図										
材質	高密度ポリエチレン (U チューブ)	高密度ポリエチレン (U チューブ)	高密度ポリエチレン	架橋ポリエチレン管	杭:コンクリート 内管:高密度ポリエチレン (U チューブ)	杭:スチール 内管:高密度ポリエチレン (U チューブ)	杭:鉄筋コンクリート 内管:高密度ポリエチレン (U チューブ)	杭:コンクリート 内管:高密度ポリエチレン (U チューブ)	杭:スチール 内管:高密度ポリエチレン (U チューブ)	外管:スチール 内管:ポリエチレン、塩ビなど
孔径	100~200mm	110~200mm	500mm 以上	約 300mm 以上	約 500mm 以上	約 200mm 以上	約 500mm 以上	約 500mm 以上	約 200mm 以上	約 200mm 以下
充填材	珪砂 豆砂利 コンクリート	珪砂 豆砂利 コンクリート	珪砂 豆砂利	珪砂 豆砂利 コンクリート	珪砂	珪砂	コンクリート	水	水	水
熱媒体	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水、不凍液	水

※パス数:一つの地中熱交換器の中の熱媒を通す経路数。

図 3-3-14 熱交換器の分類(垂直埋設型)※6

※6 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所
「地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法」

3-3

(2)水平埋設型

水平埋設型は、熱交換器を浅部地下に水平に埋設して地盤と熱交換する方式である。ボアホールの掘削を必要としないためコストを抑えることが可能であるが、浅部であるため熱効率は垂直埋設型に劣る。図 3-3-15 に水平埋設型の熱交換器の概要を示す。

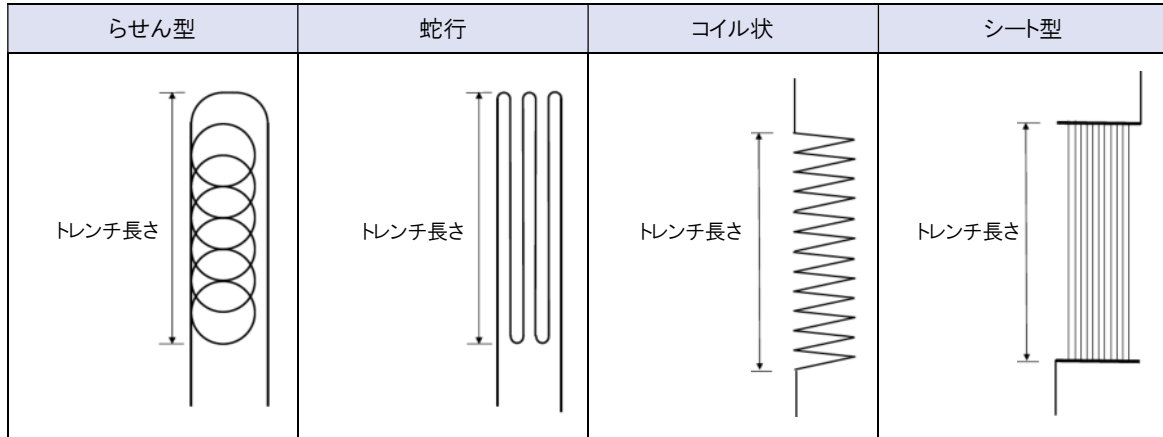


図 3-3-15 熱交換器の分類(水平埋設型)^{※6}

②地中熱交換器の配管方式

地中熱交換器の配管方式は、図 3-3-16 に示す 3 つの方式に分類される。

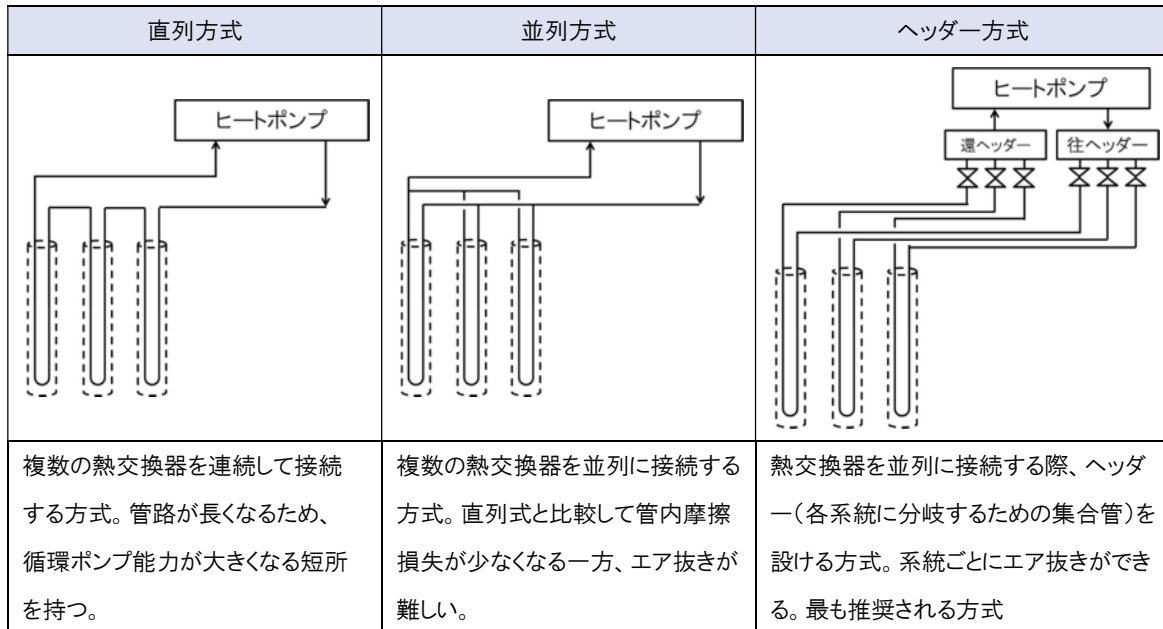


図 3-3-16 熱交換器の配管方式の分類^{※8}

※6 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所
「地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法」

※8 NPO 法人地中熱利用促進協会「地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル(オーム社)」

③熱交換器の長さや熱交換井本数の算定

熱交換器の種類を決定したら、熱交換器の長さや本数を算定する。

(1)熱交換器の総延長の算定

地中への放熱量(冷房時)または、地中からの採熱量(暖房時)と、熱交換器の単位長さあたりの熱交換量から以下に示す式にしたがって熱交換器長を算出する^{※9}。算出した熱交換器長の内、値が大きい方を採用する。単位当たりの熱交換量は、実績値または熱応答試験で得た熱伝導率からシミュレーションソフト等で決定する。

$$L_c \text{ (冷房時の熱交換器総延長)} = \frac{\text{地中への放熱量} \text{ (HPの冷房能力[kW] + HPの冷房時消費電力[kW])} \times 1,000}{\text{単位長さあたりの熱交換量 [W/m]}}$$

$$L_h \text{ (暖房時の熱交換器総延長)} = \frac{\text{地中からの採熱量} \text{ (HPの冷房能力[kW] - HPの暖房時消費電力[kW])} \times 1,000}{\text{単位長さあたりの熱交換量 [W/m]}}$$

(2)熱交換井の本数の決定

熱交換器の総延長と熱交換器1本あたりの長さから、熱交換井の本数を決定する^{※9}。

なお、「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン(案)」^{※10}では、熱交換器1本あたりの長さは50~150m/本とされている。

$$\text{地中熱交換井の本数 } N[\text{本}] = \frac{\text{地中熱交換器の総延長 } L[\text{m}]}{\text{地中熱交換器1本当たりの長さ } D[\text{m/本}]}$$

④流量の決定

熱交換器の本数が決定したら、熱交換量および、熱源水の比熱、密度から熱交換器1本あたりの流量を算定する^{※9}。

$$\text{熱交換器に循環させる循環水の総流量 } V[\text{m}^3/\text{s}] = \frac{\text{熱交換量 } Q[\text{kW}]}{\text{循環水の比熱 } C[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \times \text{循環水の密度 } \rho[\text{kg}/\text{m}^3] \times \text{温度差 } \Delta t[\text{K}]}$$

$$\text{熱交換器1本当たりの循環水の流量 } v[\text{m}^3/\text{s}] = \frac{\text{循環水の総流量 } [\text{m}^3/\text{s}]}{\text{熱交換器の本数 } N[\text{本}]}$$

※9 特定非営利活動法人地中熱利用促進協会「第1回 地中熱技術者のための空調設備講座 講義資料」

※10 国土交通省「官庁施設における地中熱システム導入ガイドライン(案)」

● 施工

地中熱利用にあたり、ボアホール掘削が必要になる場合があるが、掘削工法には4種類の工法がある。各工法の特徴を表 3-3-3 に示す。設置場所の施工条件や周辺状況、地盤状況などを考慮し、適切な掘削工法を選択する。なお、掘削中に発生する汚泥及び排水は、関係法令に従い適切な処理を行う。

表 3-3-3 掘削工法の種類と概要※10

項目	工法	回転振動式	ロータリー式	ダウンザホールハンマ式	ロータリーパーカッション式	
		一重管・二重管	一重管	一重管	一重管	二重管
工法の概要		ロッドの回転と振動で掘り進む。打撃音がなく、パーカッション式よりも低騒音で高速。自走式のため複数孔の掘削が容易。一重管の場合は硬い層にあたると掘削が困難。	ビット(刃)を取り付けたボーリングロッドの回転により掘削。ロッド先端から掘削流体を噴出させ、汚泥を搬出する。全地質に適應するが、施工日数が多くなる。	ロッドの先端に取り付けたエアハンマーによりビットに打撃を与えて掘り進む。0.7~2.4MPaのエア圧力で軟岩から硬岩まで掘削可能。軟弱層には不向き。	ロッドの回転と打撃によって掘り進む。ロータリー式より掘削速度が大きい。自走式の普及により複数孔の掘削が容易。全地質に対応可能。騒音が大きい。	
搬入・仮設		○	△	○	○	
複数孔の施工		◎	△	◎	◎	
掘削流体		要	要	不要	要	
掘削径		100~180φ	100~300φ	100~180φ	100~180φ	
掘削深さ		50~150m	50~200m	50~150m	50~150m	
100m×10本あたりの延べ施工日数		40~60日	90日程度	40~60日	40~60日	
100m×10本あたりの地中熱交換井施工日数		3~5日	5~7日	3~5日	3~5日	
地質	粘土	○	○	△	△	◎
	砂・砂礫	◎	○	○	○	◎
	玉石	△	△	○	△	◎
	軟岩	○	△	◎	○	◎
	硬岩	×	△	◎	△	△

凡例 ◎:容易 ○:標準 △:やや劣る ×:劣る

※10 国土交通省「官庁施設における地中熱システム導入ガイドライン(案)」を要約引用

●運用

地中熱技術を利用するにあたり、効果の実証や環境影響の観点から、地中熱利用状態をモニタリングする必要がある。以下に考えられる環境影響をまとめる。

・地下水/地盤温度

地中熱利用をする場合、地下水/地盤温度は、冷房時は高温に、暖房時は低温になるため、地下水/地盤温度が変化し、地下水の移流が大きい地域では、下流側の熱利用施設や、農作物への生育等に影響を与える可能性がある。

・水質

地下水の温度変化や揚水して空気に触れて酸化し、水質が変化する可能性がある。オープンループ方式では、揚水時と放流/還元時の水質が変化していないかを確認する必要がある。

クローズドループ方式では、熱媒体の漏えいによる地下水質への影響に留意する必要がある。この場合、熱媒体は毒性のない溶媒が望ましい。

・地下水位

オープンループ方式では、地下水を汲み上げるため、適正揚水量を超えると、周辺地下水位が低下する。地下水位低下が長期間・広範囲に渡ると、周辺井戸利用の妨げや、地盤沈下を生じる恐れがある。

次頁に、①クローズドループ方式および②オープンループ方式の場合について、モニタリング項目をまとめる。また、モニタリング項目は、設備規模によって基本項目と補足項目に区分する。

3-3

①クローズドループ※2

(1)基本項目

項目	内容	計測位置
消費電力	揚水/還元ポンプ、熱媒体循環ポンプ、ヒートポンプ本体、室内機等の消費電力を計測する。冷暖房等に使用した熱量との比で、成績係数(COP)を把握できる。	熱媒体循環ポンプ (一次側/二次側) ヒートポンプ 室内機
一次側 熱媒体温度	循環している熱媒体の入口・出口温度を確認する。	地中熱交換器 (入口/出口)
一次側 熱媒体循環量	熱媒体の循環量を確認する。流量計を追加するか、ポンプの消費電力から推定する。	熱媒体循環チューブ (流量計) 循環ポンプ(電力計)

2)補足項目

項目	内容	計測位置
地下水・ 地盤温度	地中熱交換井内の温度を計測し、地下水/地盤の温度変化を確認する。	地中熱交換井 (帯水層を中心に10～ 20m 間隔)

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

3-3

②オープンループ※2

(1)基本項目

項目	内容	計測位置
消費電力	揚水/還元ポンプ、熱媒体循環ポンプ、ヒートポンプ本体、室内機等の消費電力を計測する。冷暖房等に使用した熱量との比で、成績係数(COP)を把握できる。	揚水/還元ポンプ 熱媒体循環ポンプ ヒートポンプ 室内機
揚水水温	揚水水温が設計時に想定した水温と大きく剥離していないかを確認する。	揚水井
揚水水量	揚水水量が設計時に想定した水量と大きく剥離していないかを確認する。	揚水井
揚水井水位	揚水井の水位がどの程度変動するか確認する。揚水していない時期に速やかに元の水位に戻ることを確認する。	揚水井
放流/還元水温	放流/還元水温が設計時に想定した水温と大きく剥離していないかを確認する。	放流先/還元井
放流/還元水量	放流/還元水量が設計時に想定した水量と大きく剥離していないかを確認する。	放流先/還元井
還元井水位 (還元型)	揚水井の水位がどの程度変動するか確認する。水位が徐々に上昇する場合、目詰まりが生じている可能性がある。	還元井
放流/還元水質	電気伝導率や pH を計測し、水質に大きな変動がないことを確認する。	放流先/還元井

(2)補足項目

項目	内容	計測位置
周辺地下水位	近辺に観測井を設け、水位がどの程度変動するか確認する。	揚水/還元井周辺

※2 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

①地中熱マップ

福島県内のボーリングや熱応答試験、TCP 試験の結果から、県内の地下温度の実測値や、推定値を地中熱マップとして掲載する。図 3-3-17^{※11} に、会津盆地における地下 100mまでの温度の平均値を示すので、地中熱利用技術の導入検討の際に参考となる。県内のその他の地域については、今後の試験実施状況により順次追加していく。

なお、地下温度が低い地域でも、地下水の移流がある場合、地中熱利用に適することがあることに注意が必要である。



(地図データ:©2018 Google、ZENRIN)

会津盆地

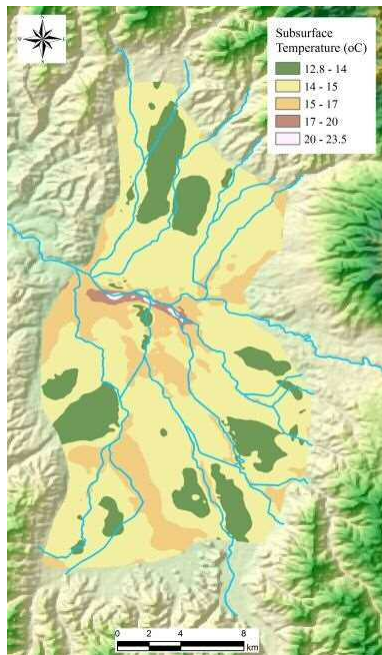


図 3-3-17 福島県地下温度分布^{※11}

※11 Gaurav S, Youhei U, Satoru K, Mutsumi Y, Masahiko K, Shohei K, Naoaki S, Mayumi Y
「Performance evaluation of a ground-source heat pump system utilizing a flowing well and estimation of suitable areas for its installation in Aizu Basin, Japan」, Hydrogeol J, DOI 10.1007/s10040-017-1536-x.(2017)

3-4 | エネルギー消費性能計算における留意点

●一般事項

- ① エネルギー消費性能計算は、建築研究所のホームページ上で行う。
- ② 以下の URL からエネルギー消費性能計算プログラムを起動させる。<http://www.kenken.go.jp/becc/>
- ③ エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説と入力シートは、上記②の URL からダウンロードすることができる。随時更新されるので、最新版をチェックする必要がある。
- ④ 計算する対象建築物の設計図書を用意する(計算に必要な設計図書の例 P227 参照)。
- ⑤ 入力シートはエクセルだが、改変する事はできない。
入力シートを CSV データに変換し、アップロードすることで、エネルギー消費性能計算プログラムが自動で計算する。
- ⑥ 標準入力法とモデル建物法の基準のタスキがけ計算は可能だが、空調設備の一次エネルギー消費量の計算は、外皮負荷を元に計算を行うので、評価手法を統一した方が入手の手間が軽減される。
- ⑦ パソコン等の事務機器によるコンセント負荷は「その他一次エネルギー消費量」に含まれる。
室用途、面積に応じて算出されるが、設計一次エネルギー＝基準一次エネルギーとなる。

●入力シートについて

①共通条件の入力シート

(1)基本情報入力シート

- ・建物の名称、建物所在地、構造、階数、敷地面積、建築面積、延べ面積は確認申請時の情報を入力する。これらの情報は、一次エネルギー消費量の計算には使われない。
- ・地域区分は、確認申請時の住所を市町村名まで調査することで決定する。
建築物の省エネルギー基準(平成 11 年基準)の地域区分とは異なるので、注意が必要である。
- ・年間日射地域区分は、太陽光発電設備を評価する場合のみ、年間日射地域区分を調べて入力する。

(2)室仕様入力シート

- ・室仕様入力シートは、入力された室の情報が全ての設備の計算において共通で利用することになるため、慎重に入力する必要がある。
- ・室仕様入力シートには室の情報を入力するが、どの空間を一つの室とするかには注意が必要である。留意事項は、エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説に記載されている。
- ・室名は文字数の制限はないが、明快で簡潔な室名とすることを推奨する。別シートで入力を誤ると計算がエラーになる。
- ・建物用途名は、室用途のグルーピング(分類)のためだけに用いられており、建物用途に縛られずに室用途を自由に選択して問題はない。
- ・各室用途について、その使われ方が細かく定義されている。これにより計算条件が決まっていて、計算に反映される。
- ・室面積は、建築基準法上の床面積の取扱いに従うことを基本とする。室面積は、基準一次エネルギー消費量の計算算出に使われる重要な数値であるため、正確に算出する。庇下部に付いている照明設備を評価する場合は、庇部分の水平投影面積を室面積として入力する。
- ・階高は、同一の室で階高が異なる場合、最も大きい階高を入力する。
- ・天井高は、同一の室で天井高が異なる場合、最も大きい天井高を入力する。
- ・給湯計算対象室とは、「給湯設備を利用する可能性がある人が存在する居室」と定義しており、給湯機器が設置される室ではないことに注意が必要である。
- ・給湯計算対象室は、「給湯設備が設置される室」ではなく、「湯を利用する可能性がある人が存在する室」を選択する。

②空気調和設備の入力シート

(1)空調ゾーン入力シート

- ・室仕様入力シートにて定義した室を基に、空調負荷計算の最小単位となる空調ゾーンを定義する。
- ・階、室名等の情報は、大文字、小文字、スペース等すべてが『室仕様入力シート』と同一でなければならない。

(2)外壁構成入力シート

- ・外壁(屋根も含む)の部材構成(材料、厚さ)が記載されている意匠図、構造躯体の寸法が記載されている構造図より、外壁部材構成に関する情報を入力する。確認申請時の建築図が必要であり、計算に使われる未記載事項や情報不足を確認する必要がある。
- ・特殊な建材を使用する場合等については、熱貫流率の計算根拠を別途提出する必要がある。
- ・非密閉空気層については厚みの入力は不要である。

(3)外皮仕様入力シート

- ・外壁(屋根も含む)の部材構成(材料、厚さ)が記載されている意匠図、構造躯体の寸法が記載されている構造図より、外壁部材構成に関する情報を入力する。確認申請時の 建築図が必要であり、計算に使われる未記載事項や情報不足を確認する必要がある。
- ・特殊な建材を使用する場合等については、熱貫流率の計算根拠を別途提出する必要がある。
- ・非密閉空気層については厚みの入力は不要である。

(4)熱源入力シート

- ・熱源群名称は、個別分散方式の空調システムの場合、屋外機ごとに別々の「熱源群」を定義する。
- ・冷暖同時供給の入力で、「無」のシステムでは冷房機の暖房負荷、暖房機の冷房負荷は熱源負荷として計上しない。
- ・熱源機種において、「地中熱タイプ 1~5」の判断については、国立研究開発法人 建築研究所のホームページで公開されている「地中熱交換器タイプの判断方法」に従い判断する。
- ・定格冷却能力・定格加熱能力とは、JIS 等で規定された標準定格条件(冷温水温度、冷却水温度、流量等の条件)下での性能とする。
- ・熱源補機定格消費電力は、「電動機出力」を消費電力とみなしてよい。

(5)空調機入力シート

- ・パッケージ型空調機室内機については、屋外機の系統毎に空調機群を定義する。
ただし、同一屋外機系統に属する複数の室内機が、別々の空調ゾーンに配置されている場合は、室内機を空調ゾーン毎にグルーピングしてそれぞれを 1 つの空調機群として定義する。
- ・空調機タイプが「空調機」と「FCU」の場合は、設計図の機器リストに表記された必要冷却(冷房)能力と必要加熱(暖房)能力を入力する。
- ・風量制御方式は、「自動」で変化する制御を導入しているシステムにのみ適用できる。FCU や室内機に多くあるような手動による風量の切り替えは対象としない。
- ・全熱交換機の有無は、空調機とは別に設置されている(空調機に内蔵されていない)全熱交換機について、空調機と分けて単独で入力するが、この場合も「有」を入力する。
- ・個別設置の全熱交換型換気扇の採用が必ずしも BEI を下げるとは限らない。FF 式石油暖房機のような暖房のみの空調機の場合に冷房能力を未入力にすると、建築研究所の エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)では、「冷却能力が 0 です。0 より大きい値を指定してください。」とエラーになる。
一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構「省エネサポートセンター」の回答は、次項 1)、2)のとおり。

- 1)空調機入力シート^②の熱源群②冷熱の欄に「基準設定仕様」と入力する。
- 2)空調機入力シート^④の定格冷却(冷房)能力に⑤定格加熱(暖房)能力と同じ値を入力する。
(ただし、基準設定の冷房の値が計算されるため、実際の値よりBEIは上がる。)
- 1)の基準設定仕様と入力せず、2)の④定格冷却(冷房)能力に0.01(最小値で実際の値に近い)を入力する方がBEIは下がる。

(6)その他

- ・厨房に設置されている空調機については、給気を冷却あるいは加熱するためのエネルギーは評価対象外とし、厨房の給気、排気、循環用の送風機動力(空気循環用送風機も含む)のみを評価対象とする。

③機械換気設備の入力シート

(1)換気対象室入力シート

- ・換気種類について、電気室などの変圧器発熱負荷処理としてパッケージ型空調機を使用して冷房を行う場合は「空調」と入力する。また、厨房の調理器具からの発熱負荷処理 空調機は「循環」、厨房給気の外気処理空調機は「給気」、厨房の排気送風機は「排気」とする。

(2)換気対象室入力シート

- ・電動機出力とは、JIS B 8330、JIS C9603 に基づく値であることを基本とする。

(3)換気代替空調機入力シート

- ・機械換気設備の仕様が記載されている空調換気設備図より、機械換気設備の代わりに 設置された機器発熱負荷処理の空調機の冷却能力、定格出力等を入力する。
- ・必要冷却能力は設置される機器の能力に余裕を見込んでいる場合は、必要とされる能力を算出し、この値を入力してもよい。例えば、故障時の対応として必要冷房能力100%の機器が2台設置されている場合は、1台分の能力を入力してもよい。ただし、この必要能力の算出根拠は別途提出する必要がある。

④照明設備の入力シート

(1)照明入力シート

- ・室の間口・室の奥行は、室指数による補正を行う場合のみ入力する。
- ・「室の間口」×「室の奥行」÷「室面積」となるが、厳密に室面積と一致しなくても問題はない。
- ・機器名称は、照明器具表に記載されている記号や公共用施設照明器具の名称、または照明器具メーカーの型番などを文字列で入力する。機器名称は計算には使用されないが、審査時に図面との照合を行う際に必要な情報であり、必ず入力すること。
- ・照明器具の消費電力とは、JIS C 8105-3 で規定された方法により測定された値であること。
- ・蛍光灯器具、HID 器具、白熱灯器具については、(一社)照明工業会による「ガイド 114-2012:照明エネルギー消費係数算出のための照明器具の消費電力の参考値」に記載されている数値を用いてもよい。
- ・制御等の有無(在室検知制御)は、手動スイッチによる局所的な点滅・調光は対象としない。
- ・制御等の有無(明るさ検知制御)は、手動スイッチによる局所的な点滅・調光は対象としない。

⑤給湯設備の入力シート

(1)給湯対象室入力シート

- ・一管式給湯設備(局所給湯機や返湯管のない中央式給湯機)も計算対象である。
- ・給湯対象室は「湯を利用する可能性がある人が存在する室」であり、給湯箇所は「実際に湯を使う場所」であるため、両者は必ずしも一致しない。
- ・2 バルブ水栓を採用する場合は、節湯器具「無」とする。

(2)給湯対象室入力シート

- ・ガス給湯器の場合、号数に $1.74 (= 1\text{L}/\text{min} \times 25^\circ\text{C} \times 4.186\text{J}/\text{g} \cdot \text{k} \div 60)$ を乗じた値を定格加熱能力としてもよい。

⑥昇降機の入力シート

(1)昇降機入力シート

- ・昇降機の仕様が記載されている昇降機設備図(仕様表、平面図)より、昇降機の積載量、速度、台数や速度制御方式等を入力する。
- ・主たる建物用途が事務所等、ホテル等以外の場合は、輸送能力係数は台数に係らず 1 とすることができるものとする。

⑦太陽光発電設備の入力シート

(1)太陽光発電システム入力シート

- ・太陽光発電設備が住宅共用部と非住宅建築物に跨って設置される場合については、エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説に示されている。
- ・太陽電池アレイのシステム出力が不明な場合は、当該アレイを構成する全ての太陽電池モジュールの一枚あたりの標準太陽電池モジュール出力の合計を、太陽電池アレイのシステム容量として入力してもよい。
- ・パネルの方位角は、南は 0° 、西は 90° 、北は 180° 、東は 270° である。
- ・パネルの傾斜角は、水平を 0° 、垂直を 90° とする。

計算に必要な設計図書の例

種別	種別	設計図書	図面形式		備考
建築	基本情報	確認申請書	PDF		
		配置図	PDF		
		各階平面図	PDF	CAD	
		(計算対象床面積)	PDF		
		立面図	PDF	CAD	
		仕上表	PDF		
		断熱仕様一覧表	PDF		住宅の場合は 熱橋部の仕様
		矩形図	PDF	CAD	
	外皮	建具表(仕様書)	PDF	※CAD	
		各階平面図	PDF		基本と同じ
キープラン		PDF	※CAD		
設備	空調設備	機器表	PDF		当初は暫定値でも 必要
		各階平面図	PDF	※CAD	
		系統図	PDF	※CAD	あればよい
		制御図	PDF		セントラル方式の 場合
	換気設備	機器表	PDF		
		各階平面図	PDF		
	照明設備	照明器具姿図(機器表)	PDF		
		各階平面図	PDF	※CAD	
		制御図	PDF		多数の制御がある 場合
	給湯設備	機器表	PDF		
		特記仕様書	PDF		保温仕様が表示 されているもの
		衛生器具表	PDF		
	昇降機設備	昇降機設備図(仕様書)	PDF		
	太陽光発電設備	太陽光発電設備図(仕様書)	PDF		

3-5 | 再生可能エネルギー導入に伴う申請、届出

○太陽光発電設備や地中熱利用について、届出や申請、確認事項など必要事項をまとめている。

●太陽光発電設備

太陽光発電設備は、電気事業法、売電・連系、火災予防条例に関連した申請・届出が必要である。

以下に、関連する法律・行為ごとに必要な申請・届出をまとめる。

①電気事業関連

電気事業法では、経済産業省令で定める技術基準への適合・維持、電気主任技術者の選任、保安規定の届出が義務づけられている。以下に、出力/連系電圧ごとに申請・届出の種別をまとめる。

出力容量	電気事業法			
	電気工作物区分	技術基準への適合・維持	電気主任技術者	保安規定
～50kW 未満 (低圧連系)	一般用 電気工作物	義務	-	-
50kW以上 ～500kW 未満 (低圧連系)	自家用 電気工作物		選任 選任許可 兼任 外部委託	届出
～500kW 未満 (高圧連系)				
500kW～ (低・高圧連系)			選任 兼任 外部委託	
届出先	-	経済産業省 関東東北産業保安監督部 東北支部		

※1 電気主任技術者の区分

選任：事業所内部の有資格者から主任技術者を選任する(届出)

選任許可：事業所内部の有資格者以外から主任技術者を選任する(許可申請)

兼任：既設の電気工作物の主任技術者に兼任させる(承認申請)

外部委託：外部の電気管理技術者または電気保安法人に保安業務を委託する(承認申請)

※2 電気工作物の出力が2,000kW以上の場合は、電気主任技術者は、事業所内部からの選任のみが認められており、設置工事の30日前までに工事計画の届出が義務づけられる。

3-5

②売電関係

再生可能エネルギー発電設備で発電した電力を売電する場合、経済産業省(資源エネルギー庁)に設備認定を申請し、承認された後に電力会社に連系・電力需給申込をする。

○資源エネルギー庁

出力容量	電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法 (再エネ特措法)		
	設備認定	定期報告	
		設置費用	運転費用
～10kW 未満	Web申請	Web 申請 (増設費は不要)	Web 申請 (経産省大臣が求めた場合)
10kW～50kW 未満		Web 申請	Web 申請
50～2,000kW 未満	書類申請		
届出先	経済産業省 東北経済産業局		

※1 詳細は、経済産業省資源エネルギー庁、電力会社各社のHP等を参照すること。

※2 出力が2,000kW以上となる場合、設備認定は入札区分となる。

○東北電力

系統区分	再生可能エネルギー発電設備からの電力需給に関する契約要綱 (東北電力)		
	事前相談(任意)	接続検討	系統連系・ 電力需給契約
低圧系統	-	-	連系・電力需給申込
高圧・特別高圧系統	事前相談	検討申込	
届出先	東北電力		

※詳細は、東北電力HP等を参照すること。

③火災予防条例関係

発電設備および蓄電池の設置・変更の際に所轄の消防本部、消防署に届出が必要となる場合がある。必要な届出の有無については、事前に各消防本部・消防署に問い合わせ確認すること。

④地中熱

地中熱利用技術を導入する場合、地盤掘削、地下水の利用および排水(オープンループ方式の場合)を行う場合、次の事項について土地の所有者、自治体に許可申請または確認をとる必要がある。

主な行為	申請・確認事項
掘削	当該地が借用地の場合、利権者への許可申請
揚水	地下水利用許可申請
排水	下水、河川、水路、還元先(地下)への排水の水質基準の確認

