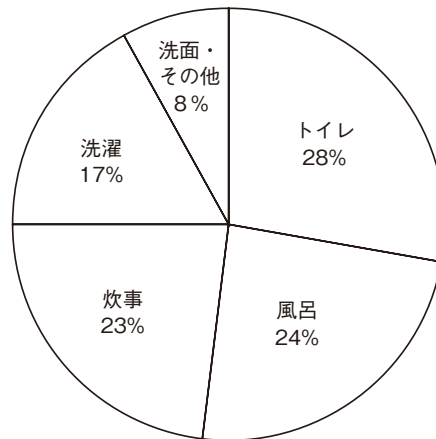


参考2-2-1 目的別家庭用水使用量の割合



(注) 東京都水道局調べ (2002年度)

参考2-3-1 小規模事業所における工業用水の使用実態

	補給水量 原単位 (m^3 /日/億円/年)	使用水量 原単位 (m^3 /日/億円/年)	回収率 (%)	実質製造品 出荷額等 (億円)	補給水量 (千m^3 /日)	使用水量 (千m^3 /日)
食料品製造業	16.8	16.9	0.3	53,328	898.4	901.2
飲料・飼料・たばこ製造業	12.8	15.0	14.1	10,616	136.4	158.7
繊維工業	11.6	12.1	4.2	26,532	306.5	320.0
衣服・その他の繊維製品製造業	2.1	2.1	0.0	21,724	45.7	45.7
木材・木製品製造業	2.1	2.2	1.1	20,058	42.9	43.3
家具・装備品製造業	1.0	1.1	7.8	13,237	13.8	15.0
パルプ・紙・紙加工品製造業	58.1	58.3	0.3	15,465	898.6	901.5
出版・印刷・同関連産業	2.6	2.7	3.2	31,085	79.8	82.5
化学工業	10.0	16.5	39.4	17,794	178.3	294.1
石油製品・石炭製品製造業	1.4	1.8	19.7	7,316	10.5	13.1
プラスチック製品製造業	9.5	13.9	31.5	28,447	271.3	396.1
ゴム製品製造業	2.8	3.0	6.9	5,382	15.1	16.2
なめし革・同製品・毛皮製造業	14.7	14.7	0.0	5,827	85.4	85.4
窯業・土石製品製造業	10.8	18.5	41.9	38,627	415.8	715.9
鉄鋼業	14.3	17.4	18.1	18,864	269.1	328.7
非鉄金属製造業	2.2	3.0	27.7	8,823	19.1	26.4
金属製品製造業	3.3	3.4	2.0	64,267	212.2	216.5
一般機械器具製造業	2.5	2.5	3.7	54,407	133.5	138.6
電気機械器具製造業	1.7	3.3	46.3	42,609	74.5	138.9
輸送用機械器具製造業	1.8	1.8	0.5	19,218	35.4	35.5
精密機械器具製造業	1.5	1.5	3.4	6,818	10.1	10.4
その他の製造業	2.1	2.1	0.2	16,041	33.7	33.8
業種計	8.0	9.3	14.9	526,487	4,186.1	4,917.5
基礎資材型 (3業種分類)	7.1	10.2	30.7	155,692	1,105.0	1,594.6
加工組立型 (3業種分類)	2.1	2.6	21.6	123,052	253.4	323.4
生活関連型 (3業種分類)	11.4	12.1	5.7	247,743	2,827.7	2,999.5

- (注) 1. 業種別の補給水量原単位、使用水量原単位、回収率は、国土交通省水資源部調べ。1993年の値である。
 2. 業種別の実質製造品出荷額等は、工業統計の製造品出荷額等(4~29人)を1990年基準で実質化したものである。
 3. 業種別の補給水量、使用水量は、補給水量原単位、使用水量原単位に実質製造品出荷額等を乗じて求めた。
 4. 業種計、3業種分類の補給水量原単位、使用水量原単位は、補給水量、使用水量から実質製造品出荷額等を除したものである。
 5. 業種分類については、用語の解説参照

参考2-3-2 公益事業における水使用量（淡水補給水量）

（単位：千 m^3 /年）

	電気事業	ガス事業	熱供給事業	合計
淡水補給水量	634,346	12,316	14,675	661,338
工業用水道	84,018	4,371	840	89,230
上水道	37,211	1,481	10,230	48,921
表流水、伏流水	493,357	2,237	2,961	498,555
井戸水	17,468	3,917	396	21,781
その他	2,293	311	248	2,851

（注）国土交通省水資源部調べ（2003年の値）

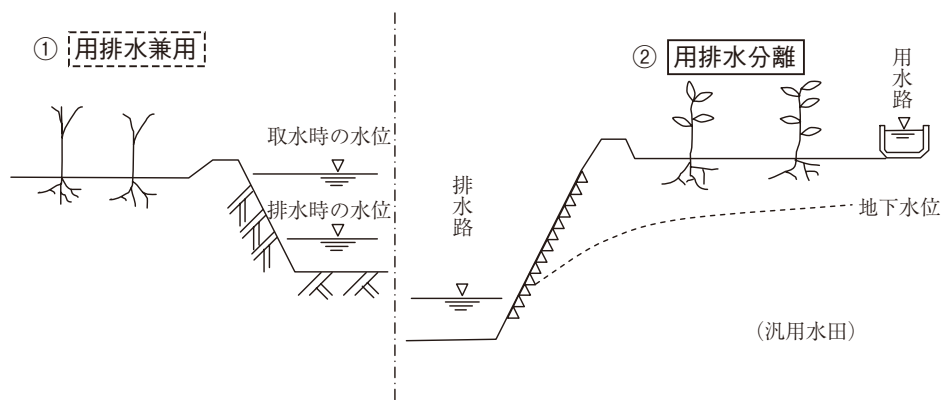
参考2-4-1 農業用水使用量の推移（用途別）

（単位：億 m^3 /年）

用途	年	1975	1980	1983	1989	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水田かんがい用水		560	565	562	559	555 (559)	559	556	554	546	539	532	529	525	520
畑地かんがい用水		7	11	18	22	25 (24)	26	27	28	29	29	27	27	28	28
畜産用水		3	4	5	5	5 (5)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
合計		570	580	585	586	585 (587)	590	589	586	579	572	564	560	557	552

- （注）
1. ここでいう使用量とは実績使用量ではなく、推計量である。
 2. 数値は耕地の整備状況、作付状況等を基準として1975年については農林水産省が、その他については国土交通省水資源部が推計した。
 3. 1995年以降は需要量の算出方法の一部を見直している。
 4. 1995年の下段括弧内は平成10年版「日本の水資源」における公表値である。
 5. 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

参考2-4-2 用排水の分離による汎用田化



- ①用排水兼用の水田では、セキ上げによって取水のための水位を確保する必要があり、水路敷を低くできない。このため地下水水位が高く形成され、畑としての利用が難しい。
- ②用排水が分離された汎用水田は排水路の水位を低くコントロールすることができ、地下水水位を調節することができる。このため水田としても畑としても利用することができる。

参考2-4-3 耕地面積の推移

(単位：千ha)

	1970年			1975年			1980年			1985年			1990年			1995年			1997年			1998年		
	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計
北海道	291	696	987	276	800	1,076	267	872	1,139	258	927	1,185	243	966	1,209	240	962	1,201	238	957	1,196	238	954	1,192
東北	919	347	1,266	890	339	1,229	881	329	1,210	862	331	1,193	844	326	1,170	825	304	1,129	817	294	1,111	813	290	1,103
関東	287	257	544	281	236	518	280	220	500	272	212	484	266	202	467	258	187	445	255	182	437	254	179	433
東海	199	174	373	176	154	330	164	147	311	158	140	298	152	133	284	146	124	270	143	121	264	141	120	261
東計	486	431	917	457	390	848	444	367	811	430	352	782	417	335	752	403	311	714	398	303	701	395	299	694
北陸	358	242	600	316	218	534	295	210	504	279	206	485	263	196	459	248	184	432	241	180	422	238	179	418
近畿	183	21	204	169	18	187	161	18	179	155	17	172	150	16	166	143	15	157	140	14	154	139	14	153
中国	132	27	159	119	23	142	112	22	134	108	22	129	104	20	124	100	19	119	98	19	117	97	19	116
四国	147	45	192	128	44	172	120	43	163	113	43	156	108	40	149	103	40	142	101	38	138	99	37	136
九州	279	72	351	247	67	314	232	65	297	221	65	286	212	61	273	203	59	262	199	57	255	197	56	252
全国計	309	110	419	273	98	371	255	91	346	244	85	329	233	80	313	220	73	293	214	69	283	212	67	279
四国	143	100	243	126	96	222	120	89	209	115	85	200	111	76	187	106	70	176	103	66	168	101	64	165
九州	246	133	379	228	129	357	219	122	341	212	117	329	204	105	309	195	92	287	192	88	279	189	86	275
九州計	202	228	430	188	207	395	181	200	381	175	198	373	168	190	359	162	181	343	159	177	336	157	175	333
沖縄	448	361	809	416	336	752	400	322	722	387	315	702	372	295	668	357	273	630	350	265	615	347	261	608
全国計	-	-	-	2	40	42	1	43	44	1	45	46	1	46	47	1	44	45	1	43	44	1	42	43
全国計	3,415	2,381	5,796	3,171	2,402	5,572	3,055	2,406	5,461	2,952	2,427	5,379	2,846	2,397	5,243	2,745	2,294	5,038	2,701	2,248	4,950	2,679	2,226	4,905

	1999年			2000年			2001年			2002年			2003年			2004年			2005年			2006年		
	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計	水田	畑	計
北海道	236	951	1,187	235	950	1,185	234	947	1,181	233	945	1,178	232	944	1,175	230	942	1,172	228	941	1,169	227	939	1,166
東北	810	287	1,097	806	283	1,089	803	279	1,082	800	276	1,076	797	273	1,071	793	273	1,066	788	273	1,061	786	272	1,057
関東	252	177	429	251	175	426	249	173	422	247	172	419	245	171	416	243	171	414	242	170	412	240	170	410
東海	139	119	259	138	118	256	136	118	254	134	117	252	133	118	251	132	118	250	130	118	248	128	117	246
東計	392	296	688	388	294	682	385	291	676	381	289	670	378	289	667	375	289	664	371	288	659	368	287	655
北陸	235	177	413	233	176	409	231	174	405	229	173	401	227	172	399	226	171	397	224	171	395	222	170	393
近畿	138	14	152	137	14	151	136	13	149	136	13	149	135	13	148	134	13	147	133	13	146	132	13	146
中国	97	19	115	96	18	114	95	18	113	95	18	113	94	18	112	94	18	112	93	18	111	92	18	110
四国	98	37	135	97	36	133	96	36	132	96	35	131	95	35	130	94	35	129	93	36	129	93	36	129
九州	195	55	250	193	55	248	191	54	245	190	54	244	189	53	242	188	53	241	186	53	240	185	54	239
全国計	59	22	81	59	21	80	58	20	78	57	20	77	57	19	76	56	19	75	56	19	75	56	19	75
全国計	150	44	193	148	42	191	147	41	188	146	40	186	145	39	184	143	40	183	142	41	183	141	41	182
全国計	209	65	274	207	63	270	205	61	266	203	60	263	202	59	261	199	59	258	199	60	258	197	60	257
四国	100	62	162	99	61	160	98	59	157	97	58	155	97	57	154	96	56	152	95	56	151	95	55	150
九州	188	85	273	187	83	270	185	82	267	184	80	264	183	79	262	182	78	260	181	77	258	180	76	256
九州計	156	174	330	155	172	327	154	170	324	153	169	322	152	167	319	151	166	317	151	166	316	150	165	315
沖縄	344	258	603	341	255	597	339	252	591	337	249	586	335	246	581	333	244	577	332	243	574	330	241	570
沖縄	1	41	42	1	41	41	1	40	41	1	39	40	1	39	40	1	39	40	1	39	39	1	38	39
全国計	2,660	2,207	4,868	2,641	2,189	4,832	2,623	2,170	4,793	2,607	2,156	4,763	2,592	2,144	4,736	2,575	2,139	4,714	2,556	2,136	4,692	2,543	2,128	4,671

(注) 1. 農林水産省「耕地及び作付面積統計」による。
 2. 地域区分については用語の解説を参照
 3. 四捨五入の関係で集計が合わない場合がある。

参考2-5-1 消雪パイプ使用水量

地域区分	消雪パイプ使用水量 (百万m ³ /年 (%))			
		河川水	地下水	その他
北海道	0.2	-	0.1 (55.1%)	0.1 (44.9%)
東北	355.5	6.5 (1.8%)	347.8 (97.8%)	1.3 (0.4%)
関東内陸	2.1	1.9 (92.1%)	0.2 (7.9%)	-
関東臨海	-	-	-	-
東海	18.7	3.3 (17.4%)	15.4 (82.5%)	0.0 (0.0%)
北陸	190.1	70.0 (36.8%)	116.8 (61.4%)	3.4 (1.8%)
近畿内陸	15.1	8.3 (55.1%)	6.8 (44.8%)	0.0 (0.1%)
近畿臨海	8.1	4.4 (54.7%)	3.7 (45.3%)	-
山陽	7.5	6.3 (84.2%)	1.2 (15.8%)	-
山陰	0.1	0.1 (98.2%)	-	0.0 (1.8%)
四国	-	-	-	-
北九州	-	-	-	-
南九州	-	-	-	-
沖縄	-	-	-	-
全国	597.3	100.7 (16.9%)	491.8 (82.3%)	4.8 (0.8%)

- (注) 1. 国土交通省水資源部調べ
 2. 使用水量は2005年度の値である。
 3. 四捨五入の関係で集計値が合わない場合がある。
 4. 地域区分については、用語の解説を参照

参考2-5-2 流雪溝使用水量

地域区分	流雪溝使用水量 (百万m ³ /年 (%))			
		河川水	地下水	その他
北海道	63.5	45.5 (71.6%)	0.9 (1.5%)	17.1 (26.9%)
東北	473.3	446.4 (94.3%)	24.1 (5.1%)	2.8 (0.6%)
関東内陸	5.2	1.9 (36.2%)	-	3.3 (63.8%)
関東臨海	-	-	-	-
東海	35.8	35.8 (100.0%)	-	-
北陸	81.7	81.7 (100.0%)	-	-
近畿内陸	0.5	0.5 (100.0%)	-	-
近畿臨海	-	-	-	-
山陽	13.1	13.1 (100.0%)	-	-
山陰	4.8	3.9 (81.3%)	-	0.9 (18.7%)
四国	-	-	-	-
北九州	-	-	-	-
南九州	-	-	-	-
沖縄	-	-	-	-
全国	677.9	628.7 (92.8%)	25.0 (3.7%)	24.1 (3.6%)

- (注) 1. 国土交通省水資源部調べ
 2. 使用水量は2005年度の値である。
 3. 四捨五入の関係で集計値が合わない場合がある。
 4. 地域区分については、用語の解説を参照

参考2-5-3 養魚用水使用量

地域区分	養魚用水使用量 (百万m ³ /年 (%))			
		河川水	地下水	その他
北海道	632.7	325.0 (51.4%)	59.2 (9.4%)	248.5 (39.3%)
東北	1,636.6	998.8 (61.0%)	362.9 (22.2%)	274.9 (16.8%)
関東内陸	627.9	396.6 (63.2%)	68.5 (10.9%)	162.8 (25.9%)
関東臨海	83.1	58.1 (69.9%)	17.4 (21.0%)	7.6 (9.2%)
東海	906.9	353.4 (39.0%)	342.7 (37.8%)	210.8 (23.2%)
北陸	78.6	52.6 (67.0%)	25.6 (32.6%)	0.4 (0.5%)
近畿内陸	139.2	79.0 (56.8%)	48.0 (34.5%)	12.1 (8.7%)
近畿臨海	247.0	206.0 (83.4%)	41.1 (16.6%)	-
山陽	94.1	93.4 (99.3%)	0.6 (0.7%)	-
山陰	192.3	174.5 (90.7%)	14.4 (7.5%)	3.5 (1.8%)
四国	221.4	87.0 (39.3%)	134.3 (60.7%)	-
北九州	143.8	32.3 (22.5%)	76.9 (53.4%)	34.7 (24.1%)
南九州	201.8	62.4 (30.9%)	103.9 (51.5%)	35.5 (17.6%)
沖縄	0.1	-	0.0 (25.0%)	0.1 (75.0%)
全国	5,205.4	2,919.1 (56.1%)	1,295.6 (24.9%)	990.8 (19.0%)

- (注) 1. 国土交通省水資源部調べ
 2. 使用水量は2005年度の値である。
 3. 四捨五入の関係で集計値が合わない場合がある。
 4. 地域区分については、用語の解説を参照

参考2-5-4 発電用水の概要

1. 概要

発電用水は、水の位置エネルギーを利用し、発電を行うための用水であり、水力発電は以下の方式に分類される。

(1) 一般水力発電

① 落差を得る構造による分類（下図）

- 1) 水路式：河川から取水した水を水路によって発電所に導き、その間で河川の急勾配や屈曲部の落差を利用する方式
- 2) ダム式：ダムによって落差を得て発電する方式
- 3) ダム水路式：緩勾配部ではダム、急勾配では水路によって落差を利用する方式

② 水の利用方法による分類

- 1) 流れ込み式：河川の流量を調整せずにそのまま取り入れる方式
- 2) 調整池式：深夜などの軽負荷時に河川水を貯留し、これを夕刻などのピーク時に利用することにより1日又は数日間の短期間の負荷変動を調整する方式
- 3) 貯水池式：豊水時に河川水を貯留し、これを渇水時に利用することにより年間を通じ季節的に水量の調整を行う方式

(2) 揚水式発電

深夜の余剰電力等を利用して低所の水を高所の調整池又は貯水池にくみ上げ、電力需要のピーク時にこれを放流して発電する方式であり、次の2次方式に分類される。

- 1) 混合揚水式：上流部に自流があり、大容量の貯水池をもつ方式
- 2) 純揚水式：上流部に自流はなく、揚水によって貯留された水だけを日又は週間調整用に用いる方式

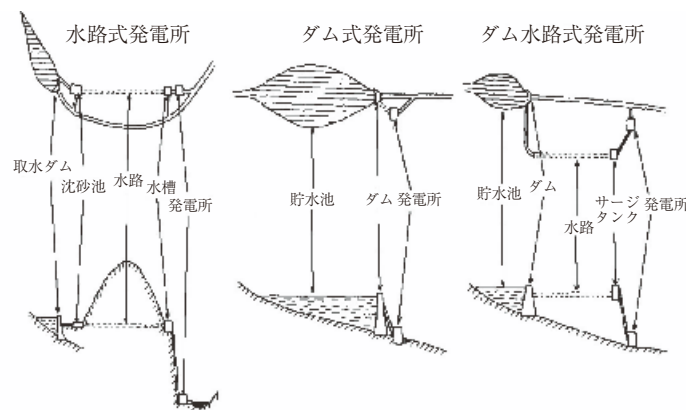


図 一般水力発電所の構造

2. 発電に要する水量

水力発電は、水量と落差により発電力（理論水力）が推定でき、両者の積に水車効率を掛けることにより、発電力が求められる。河川からの取水による水路式発電では、その河川の流況曲線（注）に示された渇水量を基準に発電に常時使用できる水量を決めている。

$$\text{発電力} = (\text{理論水力}) \times (\text{水車効率}) \times (\text{発電機効率})$$

$$\text{理論水力} = 9.8 \times (\text{使用水量}) \times (\text{有効落差})$$

（例）有効落差50mで発電力3万kWを得る場合に必要水量

土木学会編「土木工学ハンドブック」によると、2万kW以上の発電力の場合の水車効率及び発電機効率は次のとおり。

水車効率：88%、発電機効率：97%

したがって、

$$30,000 \text{ (kw)} = 9.8 \times Q \text{ (m}^3/\text{s)} \times 50 \text{ (m)} \times 0.88 \times 0.97$$

$$Q = \frac{30,000}{9.8 \times 50 \times 0.88 \times 0.97} = 71.7 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

(注) 流況曲線

その流量以上の日が、年に何日あったかを記録した曲線

3. 水力発電の経緯と現状

我が国の水力発電の一般供給用としての最初のもは、明治25年に京都市が琵琶湖疏水を利用して蹴上(けあげ)に設置した水力発電所(80kW×2台)であり、以来各地で水力発電の開発が進められていった。このようにして、我が国における電力の供給力構成は、「水主火従」と称せられる時代が続いたが、その後、火力発電技術の進歩もあって、石油火力を中心とする火力発電が盛んになり、昭和30年代後半に「火主水従」へと転換した。さらに、2度にわたる石油危機を契機に、原子力発電の開発・利用が急速に進められ、電力の供給力に占める比率が高くなっている。しかし、水力発電は二酸化炭素や硫黄酸化物等を排出しない国産のクリーンな再生可能エネルギーとして、地球環境問題等への対応の観点から重要な役割を担っている。また、揚水式発電は、昨今の電力需要の急速な拡大に対しては最も安価なピーク供給力としての役割を期待されており、最適電源構成の観点から、この導入が進められている。

参考2-5-5 発電電力量及び発電設備(平成17年度)

	水 力	火 力	原 子 力	そ の 他	合 計
発電電力量(億kWh)	864	7,651	3,048	18	11,579
認可出力(百万kW)	47	176	50	1	274

- (注) 1. 電力調査統計月報による。
2. 地熱は火力に含む。
3. 自家用発電設備は1発電所最大出力1,000kW以上を計上
4. 試運転分電力量を含む。
5. 四捨五入の関係で合計と一致しない場合がある。

参考2-5-6 水の熱エネルギー利用

近年、ヒートポンプ等の熱利用機器の開発に伴い、低温熱源である河川水等の大量に存在する水からの熱エネルギー利用が可能となり、温泉水のように熱源の発生地や用途に必ずしもとらわれない幅広い熱利用が行われるようになり、新しいエネルギー源として注目されている。

これらをその利用形態で見ると、温排水・冷水等の直接的利用とヒートポンプ等を活用した間接的利用に大別される。

前者は、温排水や冷水あるいは温泉水を、直接あるいはヒートパイプ等を用いて熱を利用するもので、冷暖房や融雪などに用いられるほか、養魚用水等にも用いられている。

後者は、河川水、ダムの貯留水、地下水あるいは下水・下水処理水など大量に存在している水を熱源として、低い温度の所から高い温度の所へ熱を運び上げることのできるヒートポンプを利用し、地域冷暖房、給湯等に利用するものであり、水の温度が外気温に比較し冬は高く夏は低く、年間を通して温度が比較的安定していることにより効率的な熱利用を行うことができる。例えば、地域冷暖房を行っている東京都箱崎地区では、空気を熱源とした場合に比べ約20%の省エネルギーになると見込んでいる（図1、表1）。

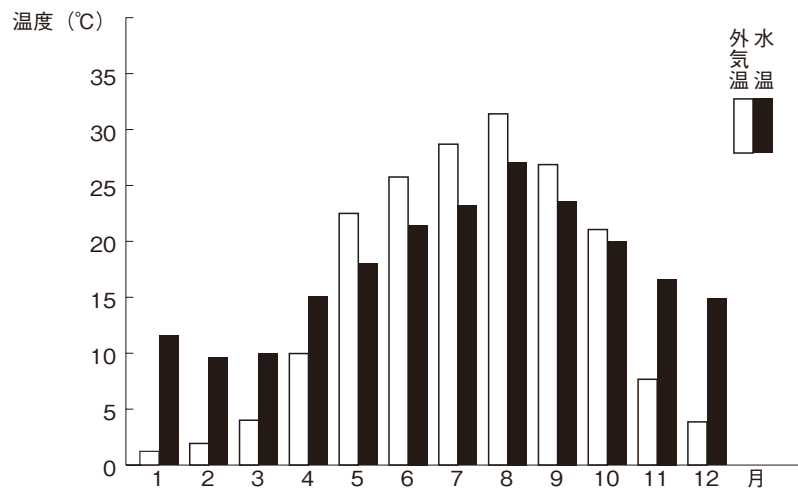


図1 水温と外気温との比較 (東京都箱崎地区の場合)

名称	水源	利用施設、用途等	使用水量 (m ³ /日)
東京都中野処理場	下水処理水	管理棟 (5,600m ²) の冷暖房	約3,000
東京都湯島ポンプ場	未処理下水	事務棟 (490m ²) の冷暖房	約2,000
東京都有明処理場	下水処理水	管理棟 (4,419m ²) の冷暖房	約1,500
山形県最上町役場	地下水	役場等5施設 (10,604m ²) の暖房、給湯	約2,300
東京都箱崎地区	河川水	業務用地等 (22.7ha) の地域冷暖房、給湯	約34,700
東京都後楽一丁目地区	未処理下水	業務用地等 (21.6ha) の地域冷暖房	約130,000

表1 ヒートポンプを用いた水の熱利用事例

さらに、最近では、地下水の帯水層に蓄熱し、その温冷熱をヒートポンプ等を介して間接的に利用しようとする技術の開発が進められている。このシステムでは、大量の熱エネルギーを月単位の期間で貯蔵し、地下水の量的保全を図りながら温冷熱を利用できるという特性がある（図2、表2）。

水のエネルギー利用がクリーンで省エネルギーな未利用熱源の活用であること、地球温暖化防止にも効果があること等から今後とも増加していくと考えられるが、利用に当たっては、水源別の熱エネルギー賦存量、経済性等の検討を進めるとともに、放流あるいは地下に戻される温冷水の環境に与える影響、地下水利用に伴う地盤沈下等の障害等に配慮し、適切な利用を行うことが重要である。

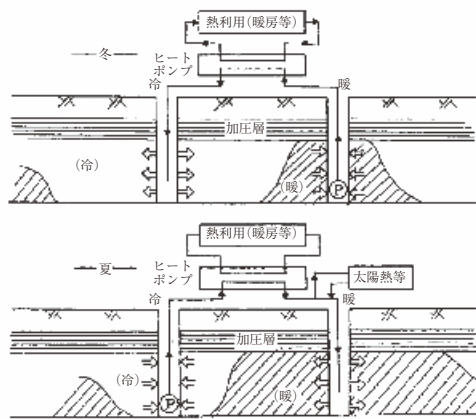


図2 地下水の熱利用システムの例

実施場所	実施目的	方式	利用内容	利用帯水層	還元
北海道 北広島市	温熱蓄熱と利用技術	揚水, 注入を別時期 に行う方式	冬期の給湯専用	約95m	注入法(地下水) 38 ~ 68℃
愛知県豊橋市	冷熱蓄熱と利用技術	揚水, 注入を別時期 に行う方式	夏期の冷房専用	約50m	注入法(地下水) 11 ~ 15℃
山形県米沢市	温熱・冷熱蓄熱と利 用技術	揚水, 注入を同時 に行う方式	夏期の冷房, 冬期の 暖房・融雪	150m ~ 200m	注入法(地下水)
新潟県長岡市	冷温水のかん養実験	注入法		約15m	注入法(河川水)
山形県山形市	温熱・冷熱蓄熱と利 用技術	揚水, 注入を同時 に行う方式	夏期の冷房, 冬期の 暖房・融雪	90m ~ 105m	注入法(地下水) 11.5℃

表2 我が国の帯水層蓄熱利用の実例

参考2-5-7 ヒートポンプ

ヒートポンプとは、低い温度の所から、温度の高い所へ熱を伝えることができる装置である。

河川水、地下水、下水などを熱源とし、気化しやすい液体を媒介（冷媒という）として、1）冷媒を熱源により気化させると、冷媒は熱源から気化するための熱を奪う。2）気化した冷媒を圧縮し、3）凝縮器で液体に戻すと、冷媒は気化した際に熱源から奪った熱を放出し、凝縮器を循環する水を温めることができる。この時に消費する圧縮機の運転等に必要エネルギー（電気など）に比較して、熱源から伝えられる熱エネルギーの方が大きいため、効率的なエネルギーの利用が可能である。

冷媒の流れを逆転させることによって1台のヒートポンプで温水の代わりに冷水を供給することもできる。

熱源として河川水、地下水、下水等が適当であるのは、冷媒が気化するための熱エネルギーを奪われても、大量に存在することから引き続き一定の温度の熱源として供給できるためである。

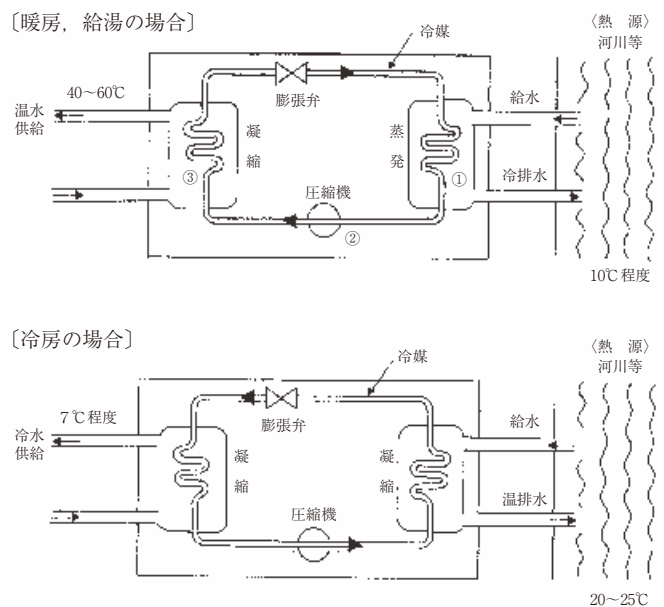


図 ヒートポンプによる熱利用の例