

5-6 温度差熱利用

河川、地下水等の水温は1年中あまり変化しないので、季節に対して変化する外気に対して、夏は冷たく、冬は暖かくなる。この温度差を利用して得られるエネルギー量を推計した。

推計したエネルギーは表 5-6-1(1)に示すとおりである。

表 5-6-1(1) 温度差熱利用の賦存量及び潜在可能量算定項目

項目	推計した温度差エネルギー
河川熱	河川水の熱エネルギー
下水熱	下水処理施設から排出される処理水の熱エネルギー
温泉熱	温泉の源泉(賦存量)及び温泉施設の排湯(潜在可能量)の熱エネルギー
地下水熱	工業用水として給水している地下水の熱エネルギー

5-6-1 河川熱

(1) 賦存量

河川熱の温度差エネルギー賦存量は、下記の式で求められる。

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{導入可能流量(m}^3\text{/s)} \times 3600 \text{ 秒} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} \times \text{温度差(K)} \times \text{比熱[MJ/(t} \cdot \text{K)]} \\ \times \text{比重(t/m}^3\text{)} \times 10^{-3}$$

計算で用いた条件は以下に示すとおりである。

項目	定義	値	出典
導入可能流量 (m ³ /s)	= 推定河川流量 - 河川維持流量	<p>●推定河川流量</p> <p>①本土地域 本土地域の河川は、ほとんどが一級河川川内川の支川であり、統計的に流況データが整理されている川内川の流量観測所(国土交通省 斧淵水位流量観測所)の比流量を用いて、河川流量を推定。 推定河川流量(m³/s) = 各河川の流域面積(km²) × 比流量(m³/s/km²) ※斧淵比流量 : 0.02m³/s/km² (1956年～2006年の平均湧水流量)</p> <p>②甌島地域 年間降雨量と流出係数(用途別)、流域面積から年平均流量を算出</p>	<p>・斧淵比流量 : 国土交通省 水文水質 DB ベース</p> <p>・流域面積 : 鹿児島県土木部河川課資料</p>
		●河川維持流量 : 0.002m ³ /s/km ²	・国土交通省 水管理・国土管理局 発電ガイドライン
温度差(K)	月温度差の年平均(各月の河川水温と平均気温の温度差)	<p>①本土区域 : 3.4</p> <p>②甌島区域 : 2.4</p> <p>※各月の河川水温 : 川内川 斧淵観測所データ</p> <p>※各月の平均気温</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本土区域 : 川内観測所平年値 ・甌島区域 : 中甌観測所平年値 	<p>・河川水温 : 国土交通省 水文水質 DB ベース (2010年データ)</p> <p>・平均気温 : 気象庁観測データ</p>
比熱 [MJ/(t・K)]		4.18 (年平均水温 18.5℃の定圧比熱)	「2010 省エネルギー手帳」(省エネルギーセンター) 水の物性値表より算出
比重(t/m ³)		1	「新エネルギーガイドブック 2008」,NEDO

河川熱の温度差エネルギーの賦存量は、表 5-6-1(2)及び図 5-6-1(1)に示すとおりである。

賦存量は、薩摩川内市全体で 4,189,019GJ/年である。

賦存量の多い河川は、樋脇川、田海川、高城川、後川内川となっている。

表 5-6-1(2) 河川熱の温度差エネルギー賦存量

河川名	流域面積 (km ²)	使用可能 流量(m ³ /s)	月温度差 の年平均	比熱 (MJ/(t・K))	比重 (t/m ³)	賦存量 (GJ/年)
樋脇川	46.1	0.830	3.4	4.18	1	371,997
田海川	39.2	0.706	3.4	4.18	1	316,422
高城川	28.6	0.515	3.4	4.18	1	230,818
後川内川	28.0	0.504	3.4	4.18	1	225,888
市比野川	20.3	0.365	3.4	4.18	1	163,589
樋渡川	18.6	0.335	3.4	4.18	1	150,144
久富木川	17.8	0.320	3.4	4.18	1	143,421
平佐川	17.1	0.308	3.4	4.18	1	138,042
百次川	14.8	0.266	3.4	4.18	1	119,218
山田川	14.0	0.252	3.4	4.18	1	112,944
隈之城川	14.0	0.252	3.4	4.18	1	112,944
麦之浦川	12.3	0.221	3.4	4.18	1	99,050
湯田川	12.2	0.220	3.4	4.18	1	98,602
轟川	12.1	0.218	3.4	4.18	1	97,705
城後川	10.6	0.191	3.4	4.18	1	85,604
秋上川	9.9	0.178	3.4	4.18	1	79,778
勝目川	9.8	0.176	3.4	4.18	1	78,881
武田川	9.6	0.173	3.4	4.18	1	77,537
大王川	9.5	0.171	3.4	4.18	1	76,640
南方川	8.9	0.160	3.4	4.18	1	71,710
瀬早川	8.3	0.149	3.4	4.18	1	66,780
原田川	6.8	0.122	3.4	4.18	1	54,679
平良川	6.7	0.121	3.4	4.18	1	54,231
岩切川	6.6	0.119	3.4	4.18	1	53,335
葛川	6.0	0.108	3.4	4.18	1	48,404
枯木野川	5.9	0.106	3.4	4.18	1	47,508
荒瀬川	5.9	0.106	3.4	4.18	1	47,508
八間川	5.8	0.104	3.4	4.18	1	46,612
木場谷川	5.8	0.104	3.4	4.18	1	46,612
草道川	5.8	0.104	3.4	4.18	1	46,612
小倉川	5.3	0.095	3.4	4.18	1	42,578
網津川	5.2	0.094	3.4	4.18	1	42,130
西方川	4.8	0.086	3.4	4.18	1	38,544
田代川	4.7	0.085	3.4	4.18	1	38,096
中間川	4.6	0.083	3.4	4.18	1	37,200
牟田川	4.6	0.083	3.4	4.18	1	37,200
久見崎川	4.6	0.083	3.4	4.18	1	37,200
山の手川	4.5	0.081	3.4	4.18	1	36,303
小川	4.1	0.074	3.4	4.18	1	33,166
飛川	3.9	0.070	3.4	4.18	1	31,373
松尾川	3.7	0.067	3.4	4.18	1	30,029
長尾川	3.7	0.067	3.4	4.18	1	30,029
銀杏木川	3.7	0.067	3.4	4.18	1	30,029
倉野川	3.6	0.065	3.4	4.18	1	29,132
都川	3.5	0.063	3.4	4.18	1	28,236
釣尾川	3.4	0.061	3.4	4.18	1	27,340
谷丸川	3.1	0.056	3.4	4.18	1	25,099
菊地田川	2.8	0.050	3.4	4.18	1	22,409
春田川	2.8	0.050	3.4	4.18	1	22,409
新川	2.6	0.047	3.4	4.18	1	21,065
三堂川	2.5	0.045	3.4	4.18	1	20,169
小幡川	1.9	0.034	3.4	4.18	1	15,238
下鶴田川	1.8	0.032	3.4	4.18	1	14,342
松田川	1.4	0.025	3.4	4.18	1	11,205
計	503.8	9.067	-	-	-	4,063,736

河川名	流域面積 (km ²)	使用可能 流量(m ³ /s)	月温度差 の年平均	比熱 (MJ/(t・K))	比重 (t/m ³)	賦存量 (GJ/年)
浜田川	6.1	0.167	2.4	4.18	1	52,834
中津川	4.2	0.118	2.4	4.18	1	37,332
長川	4.0	0.111	2.4	4.18	1	35,117
計	14.3	0.396	-	-	-	125,283

区域	賦存量(GJ/年)
本土	4,063,736
甌島	125,283
計	4,189,019

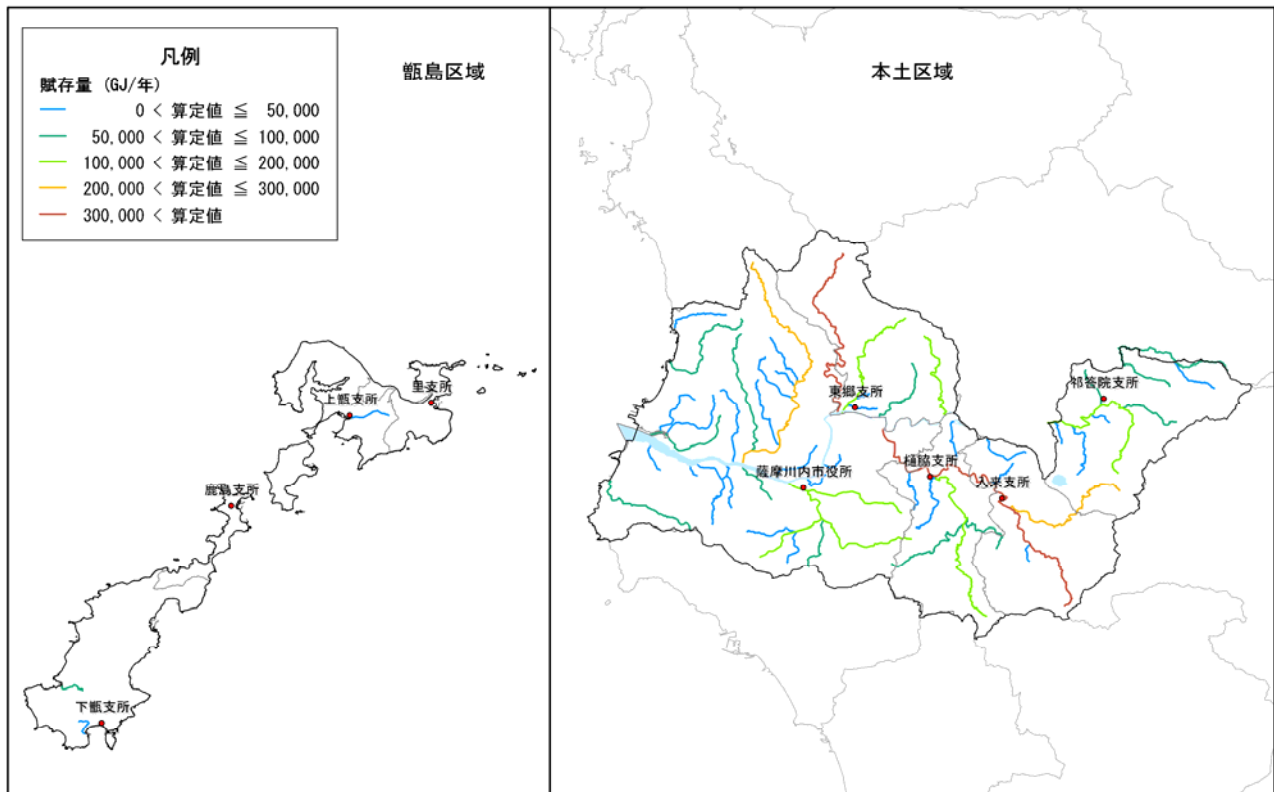
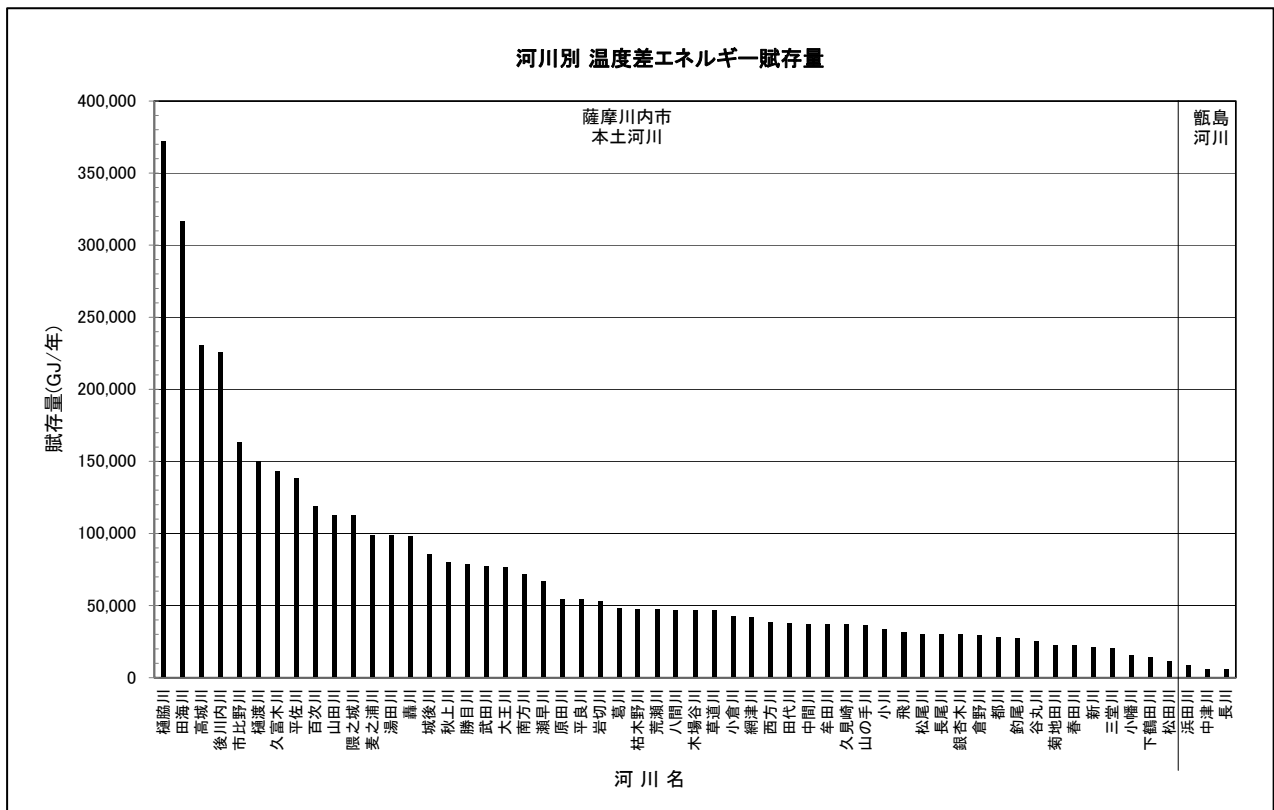


図 5-6-1 (1) 河川別の温度差エネルギー賦存量

(2) 潜在可能性

河川熱の温度差エネルギー潜在可能性は、法的な制約により開発時の手続きや対策等の制約が大きいと予想される地域（表 5-6-1(3)）における賦存量を除外した値とした。

表 5-6-1(3) 温度差エネルギーにおける制約条件

区分	制約が大きいと予想される地域	関連法規
法規制	国立・国定公園，都道府県立自然公園	自然公園法
	原生自然環境保全地域，自然環境保全地域	自然環境保全法
	鳥獣保護区	鳥獣保護法
	世界自然遺産地域	世界自然遺産

河川熱の温度差エネルギー潜在可能性は、以下の式で求められる。

$$\text{潜在可能性(GJ/年)} = \text{河川熱賦存量(GJ/年)} - \text{法規制区分内の河川熱賦存量(GJ/年)}$$

河川熱の温度差エネルギーの潜在可能性は、表 5-6-1(4)及び図 5-6-1(2)に示すとおりである。潜在可能性は、薩摩川内市全体で 3,865,874GJ/年である。

表 5-6-1(4) 河川熱の温度差エネルギー潜在可能性

区域	賦存量 (GJ/年)	法規制区分内の賦存量 (GJ/年)	潜在可能性 (GJ/年)
本土	4,063,736	① 225,888 (後川内川)	3,740,591
		② 47,508 (枯木野川)	
		③ 22,409 (菊池田川)	
		④ 27,340 (釣尾川)	
甑島	125,283	0	125,283
合計	4,189,019	323,145	3,865,874

注) 法規制区分内は薩摩川内市立自然公園区域を示す。

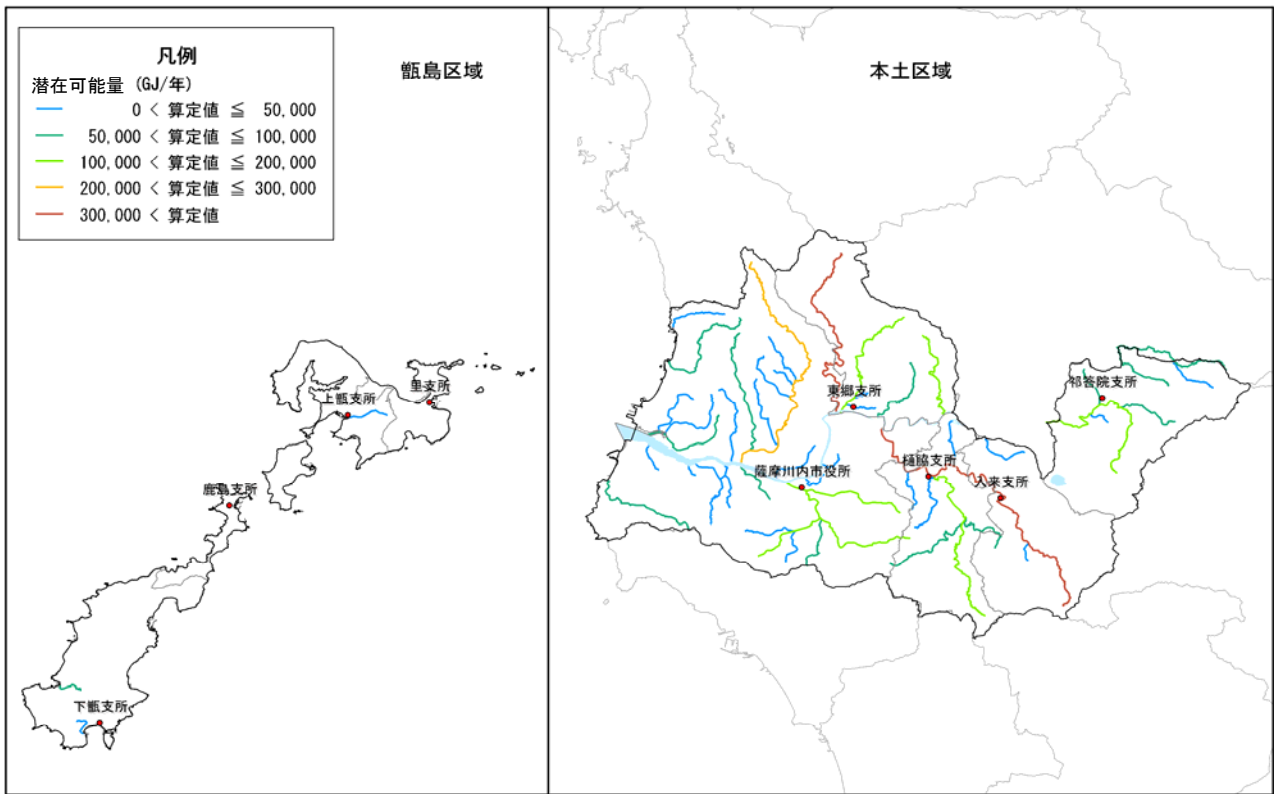


図 5-6-1(2) 河川熱の温度差エネルギー潜在可能性

5-6-2 下水熱

(1) 賦存量

下水熱の温度差エネルギー賦存量は、下記の式で求められる。

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{下水処理量(m}^3\text{/年)} \times \text{温度差(K)} \times \text{下水の比熱[MJ/(t} \cdot \text{K)]} \times \text{比重(t/m}^3\text{)} \times 10^{-3}$$

計算で用いた条件は以下に示すとおりである。

項目	定義	値	出典
下水処理量 (m ³ /年)		下水処理施設ごとの処理量	・薩摩川内市 下水道課資料 (H22 年度データ)
温度差(K)	月温度差の年平均(各月の下水処理水放流水温と平均気温の温度差)	①本土区域：5.9 ②甑島区域：2.6 ※各月の放流水温 ・本土区域：宮里浄化センター測定値 ・甑島区域：中甑・中野浄化センター測定値 ※各月の平均気温 ・本土区域：川内観測所平年値 ・甑島区域：中甑観測所平年値	・放流水温：薩摩川内市 下水道課資料(H22 年度データ) ・平均気温：気象庁観測データ
比熱 [MJ/(t・K)]		本土地域：4.18 (年平均水温 22.5℃の定圧比熱) 甑島地域：4.18 (年平均水温 20.5℃の定圧比熱)	「2010 省エネルギー手帳」(省エネルギーセンター)水の物性値表より算出
比重(t/m ³)		1	「新エネルギーガイドブック 2008」,NEDO

下水熱の温度差エネルギーの賦存量は、表 5-6-2(1)に示すとおりである。

賦存量は薩摩川内市全体で 22,405GJ/年である。

賦存量の多い場所を地区別にみると、川内地区が最も多く、次いで祁答院地区となっている。

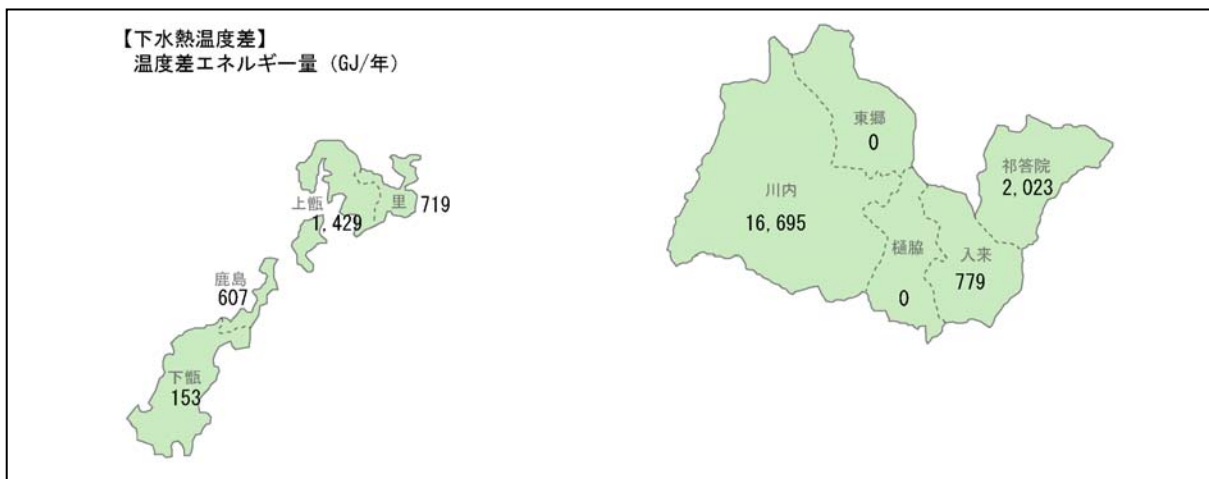
表 5-6-2(1) 下水熱の温度差エネルギー賦存量

項目	単位	地区									計
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甑	下甑	鹿島	
下水処理量 ¹⁾	m ³ /年	676,934	0	31,606	0	82,027	66,187	131,506	14,107	55,892	1,058,259
月温度差の平均	K	5.9	-	5.9	-	5.9	2.6	2.6	2.6	2.6	-
比熱 ²⁾	MJ/t・K	4.18	-	4.18	-	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	-
比重 ³⁾	t/m ³	1	-	1	-	1	1	1	1	1	-
賦存量	GJ/年	16,695	0	779	0	2,023	719	1,429	153	607	22,405

出典：1) 薩摩川内市水道局 下水道課 平成22年度資料

2) 「2010省エネルギー手帳」(省エネルギーセンター)水の物性値表

3) 「新エネルギーガイドブック2008」,NEDO



(2) 潜在可能性

下水熱の温度差エネルギー潜在可能性は、下記の式で求められる。

$$\text{潜在可能性(GJ/年)} = \text{下水熱賦存量(GJ/年)}$$

※賦存量は全て利用可能できるものとする。

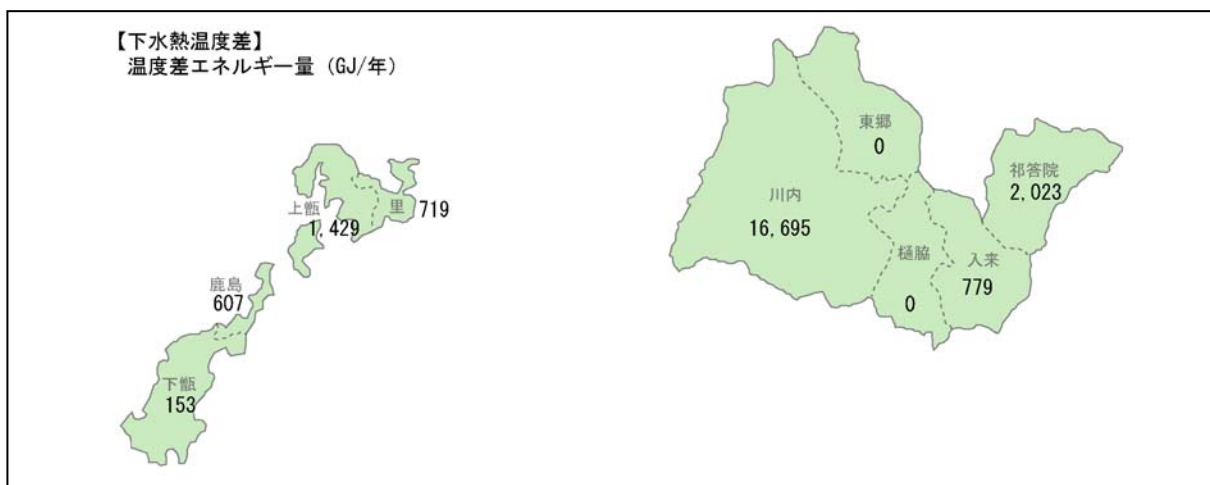
下水熱の温度差エネルギーの潜在可能性は、表 5-6-2(2)に示すとおりである。

潜在可能性は薩摩川内市全体で 22,405GJ/年である。

潜在可能性の多い場所を地区別にみると、川内地区が最も多く、次いで祁答院地区となっている。

表 5-6-2(2) 下水熱の温度差エネルギー潜在可能性

項目	単位	地区									計
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甑	下甑	鹿島	
賦存量	GJ/年	16,695	0	779	0	2,023	719	1,429	153	607	22,405
潜在可能性	GJ/年	16,695	0	779	0	2,023	719	1,429	153	607	22,405



5-6-3 温泉熱

(1) 賦存量

温泉熱の温度差エネルギー賦存量は、下記の式で求められる。

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{湧出量(m}^3\text{/分)} \times 60 \text{分} \times 24 \text{時間} \times 365 \text{(日)} \times \text{温度差(K)} \\ \times \text{温泉の比熱[MJ/(t} \cdot \text{K)]} \times \text{比重(t/m}^3\text{)} \times 10^{-3}$$

計算で用いた条件は以下に示すとおりである。

項目	定義	値	出典
湧出量 (m ³ /分)		源泉ごとの湧出量	・ 薩摩川内市観光・シティーセールス課及び水道局資料
温度差(K)	月温度差の年平均(源泉温度と各月の平均気温の温度差)	各温泉の源泉温度	・ 「日本温泉・鉱泉分布図及び一覧(第2版)[CD-ROM版]」, 独立行政法人産業技術総合研究所 ・ 温泉施設への聞き取り
		各月の平均気温 ・ 本土区域：川内観測所平年値 ・ 甑島区域：中甑観測所平年値	・ 気象庁観測データ
比熱 [MJ/(t・K)]		各源泉温度における比熱	「2010 省エネルギー手帳」(省エネルギーセンター)水の物性値表より算出
比重(t/m ³)		1	「新エネルギーガイドブック 2008」, NEDO

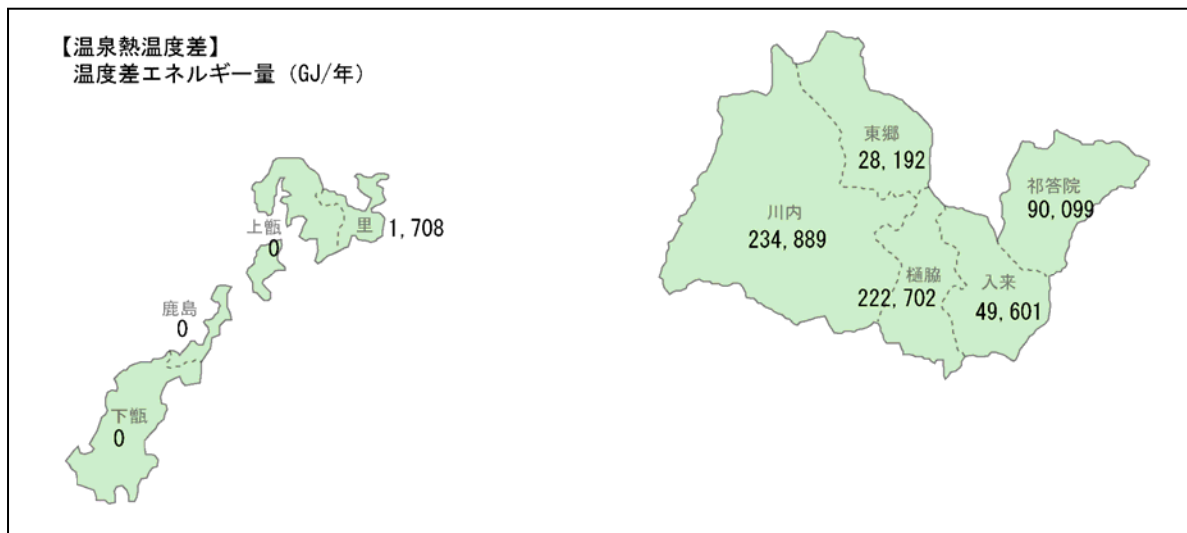
温泉熱の温度差エネルギーの賦存量は、表 5-6-3(1)に示すとおりである。

賦存量は薩摩川内市全体で 627,191GJ/年である。

賦存量の多い場所を地区別にみると、川内地区が最も多く、次いで樋脇地区となっている。

表 5-6-3(1) 温泉熱の温度差エネルギー賦存量

項目	単位	地区									計
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甑	下甑	鹿島	
湧出量	m ³ /分	3.91	3.00	0.70	0.32	1.24	0.05	0	0	0	9.22
賦存量	GJ/年	234,889	222,702	49,601	28,192	90,099	1,708	0	0	0	627,191



(2) 潜在可能量

温泉熱の潜在可能量は、各温泉施設の排湯から得られる熱を温度差エネルギーとして算出した。
 温泉熱の温度差エネルギー潜在可能量は、下記の式で求められる。

$$\text{潜在可能量(GJ/年)} = \text{湧出量(m}^3\text{/分)} \times 60 \text{分} \times \text{営業時間(時間/日)} \times 365(\text{日}) \times \text{温度差(K)} \\
 \times \text{温泉の比熱[MJ/(t} \cdot \text{K)]} \times \text{比重(t/m}^3\text{)} \times 10^{-3}$$

計算で用いた条件は以下に示すとおりである。

項目	定義	値	出典
営業時間(時間/日)	本市の温泉施設の平均的な営業時間 (営業時間内の排湯回収を想定)	12 時間	・各温泉施設の営業時間
温度差(K)	月温度差の年平均(排湯温度と各月の平均気温の温度差)	23.1 ※排湯温度：40℃(想定値) ※各月の平均気温 ・本土区域：川内観測所平年値 ・甌島区域：中甌観測所平年値	・気象庁観測データ
比熱[MJ/(t・K)]		4.18 (40℃の定圧比熱)	「2010 省エネルギー手帳」 (省エネルギーセンター) 水の物性値表

※湧出量、比重は賦存量の値と同じ

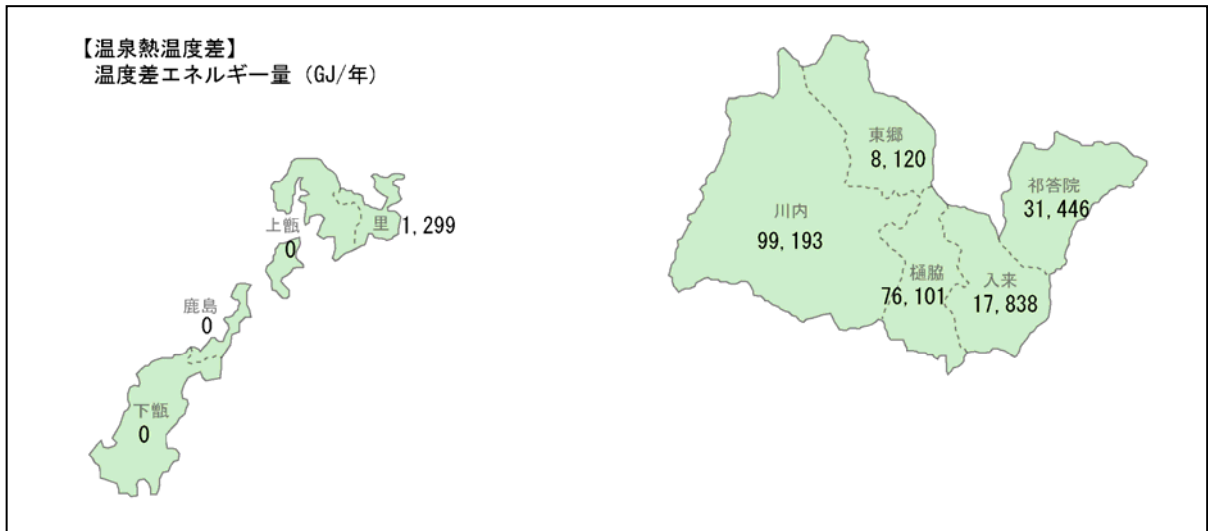
温泉熱の温度差エネルギーの潜在可能量は、表 5-6-3(2)に示すとおりである。

潜在可能量は薩摩川内市全体で 233,997GJ/年である。

潜在可能量の多い場所を地区別にみると、川内地区が最も多く、次いで樋脇地区となっている。

表 5-6-3(2) 温泉熱の温度差エネルギー潜在可能量

項目	単位	地区									計
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甌	下甌	鹿島	
湧出量	m ³ /分	3.91	3.00	0.70	0.32	1.24	0.05	0	0	0	9.22
潜在可能量	GJ/年	99,193	76,101	17,838	8,120	31,446	1,299	0	0	0	233,997



5-6-4 地下水熱（工業用水）

(1) 賦存量

地下水熱の温度差エネルギー賦存量は、下記の式で求められる。

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{取水量(m}^3\text{/年)} \times \text{温度差(K)} \times \text{地下水の比熱[MJ/(t} \cdot \text{K)]} \times \text{比重} \times 10^{-3}$$

計算で用いた条件は以下に示すとおりである。

項目	定義	値	出典
取水量 (m ³ /年)	工業用水の取水量 (入来町 立山工業 団地及び絃尾地区)	417,605	「統計さつませんたい 平成22年度版」 (平成23年3月,薩摩川内市)
温度差(K)	月温度差の年平均 (各月の工業用水水 温と平均気温の温度 差)	2.2 ※各月の工業用水水温:工業用水 浄水施設での測定値 ※各月の平均気温 ・本土区域:川内観測所平年値 ・甌島区域:中甌観測所平年値	・工業用水水温:薩摩川内市 水道局 上水道課(H22年度資料) ・年平均気温:気象庁川内観測所平年 値
比熱 [MJ/(t・K)]		4.19 (年平均水温 16°Cの定圧比 熱)	「2010 省エネルギー手帳」(省エネルギ ーセンター)水の物性値表より算出
比重(t/m ³)		1	「新エネルギーガイドブック 2008」,NEDO

地下水熱の温度差エネルギーの賦存量は、表 5-6-4(1)に示すとおりである。

賦存量は薩摩川内市全体で 3,849GJ/年である。

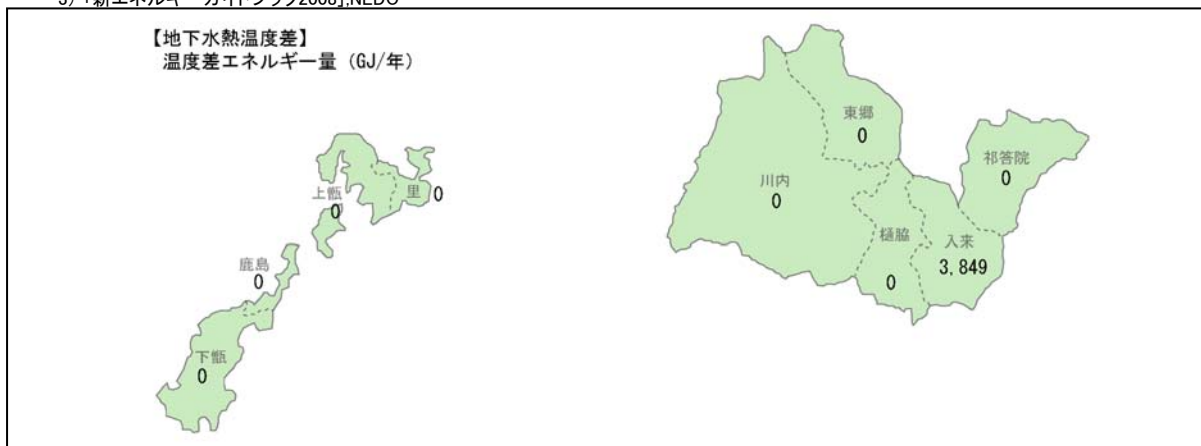
表 5-6-4(1) 地下水熱の温度差エネルギー賦存量

項目	単位	地区									計
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甌	下甌	鹿島	
取水量 ¹⁾	m ³ /年	0	0	417,605	0	0	0	0	0	0	417,605
月温度差の年平均	K	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-
比熱 ²⁾	MJ/(t・K)	-	-	4.19	-	-	-	-	-	-	-
比重 ³⁾	t/m ³	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
賦存量	GJ/年	0	0	3,849	0	0	0	0	0	0	3,849

出典:1)「統計さつませんたい 平成22年度版」(平成23年3月,薩摩川内市)

2)「2010省エネルギー手帳」(省エネルギーセンター)水の物性値表

3)「新エネルギーガイドブック2008」,NEDO



(2) 潜在可能量

地下水熱（工業用水）の温度差エネルギー潜在可能量は、下記の式で求められる。

$$\text{潜在可能量(GJ/年)} = \text{地下水熱賦存量(GJ/年)}$$

※賦存量は全て導入できるものとする。

地下水熱の温度差エネルギーの潜在可能量は、表 5-6-4(2)に示すとおりである。

潜在可能量は薩摩川内市全体で 3,849GJ/年である。

表 5-6-4(2) 地下水熱の温度差エネルギー潜在可能量

項目	単位	地区									計	
		川内	樋脇	入来	東郷	祁答院	里	上甑	下甑	鹿島		
賦存量	GJ/年	0	0	3,849	0	0	0	0	0	0	0	3,849
潜在可能量	GJ/年	0	0	3,849	0	0	0	0	0	0	0	3,849

