

第4章 事業所排熱等の計算方法

4.1 工場からの排熱

工場の生産工程などで使用される燃料や電力等のエネルギー消費量が熱となって環境中に排出されると考えられる。消費段階ではこれら燃料消費量と電力使用量を消費エネルギー量として捉え、また排出段階は消費段階の消費エネルギー量と等しいとして環境への排熱量を計算した。環境への排熱量を計算する際、燃料消費に伴う排熱は、顕熱と潜熱に配分し、電力使用に伴う排熱は顕熱とした。なお、工場建物にかかる生産工程以外の消費エネルギーや、環境への排熱（工場の事務所の空調排熱など）は建物排熱として第2章で計算されているためここでは除外した。

東京23区内の工場における消費エネルギー量および環境への排熱量は、環境省が実施した「平成14年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務」で推計したデータを引用した。

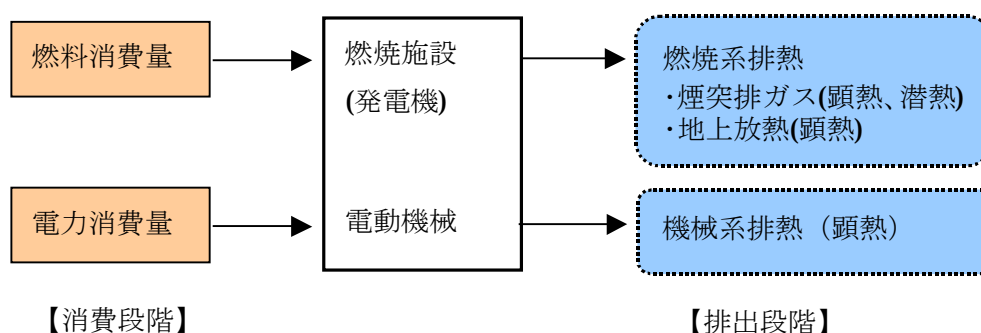


図4-1 工場排熱の概要

4.1.1 消費段階における把握

前出の環境省調査では、23区内の工場で消費されるエネルギー量（夏季）を、大気汚染物質排出量総合調査（環境省、平成8年実績値）データなどから夏季における燃料使用量と電力使用量として求めている。これによると23区内の工場において燃料消費量と電力消費量を合わせて、 124.5 T J/day のエネルギー量が消費されていることがわかっている。

前述のように本調査では工場における消費段階の消費エネルギー量と排出段階の環境への排熱量は等しいものと考えている。そのため、計算方法については、次の4.1.2に示す排出段階における環境への排熱量の計算の項でまとめて説明することとする。

4.1.2 排出段階における把握

工場の燃焼施設における燃料消費はすべてが排熱になる訳ではなく、一部が製品・副産物（の化学エネルギー）に転化する。しかし、その割合を全ての業種又は施設種別に

わたって推計することは困難なため、ここでは施設で年間に使用される燃料のもつ発熱量（顕熱・潜熱）がすべて大気に放出されるものとして推計を行った。また電力についてもすべてが顕熱として大気に排出されると仮定した。

燃焼施設については、煙突の有無で2通りに分けて計算した（排熱高さの違い）。

煙突を持つ（データのある）施設については、排ガスが持つ顕熱・潜熱（排ガス量及び排ガス温度、排ガス水分率から計算）が煙突高さで排出され、これを燃料の発熱量（顕熱・潜熱）から差し引いたものが地上付近で大気に排出されると仮定し、高さ別の年間排熱量を求めた。一方、煙突のない（又はデータのない）施設については、すべての排熱が地上付近から排出されるとして年間排熱量を求めた。

さらに業種別の燃料消費量に対する電力消費量比率を用いて各事業所における電力消費量（電気炉等に用いられる電力は除く）を推計し、すべて顕熱として年間排熱量を算出し加えた。

このように施設ごとに推計した年間排熱量を稼動パターン（何時から何時まで稼動するか）に応じて24時間に配分した上で、メッシュ単位で合計し、メッシュ別時刻別高さ別の顕熱・潜熱別環境への排熱量を計算した。なお、計算は年平均値であるが、生産工程からの排熱は年間を通じて大きな変動はないと考えられる。

推計のフローを図4-2に、計算結果を表4-1に示す。

【推計に用いた情報源及びデータの種類の種類】

（大気汚染物質排出量調査）1996年の稼動実績値

事業所位置（3次メッシュコード）、事業所産業種別、年間稼働時間、稼働期間（月単位）、稼働時間（始業時刻、終業時刻）、使用燃料種別、燃料種別別年間消費量、煙突高さ、煙突口径

<以下は大規模工場・事業所のみデータ>

年間排ガス量（乾き）、排ガス温度、排ガス水分率

（その他）

燃料の発熱量（高位発熱量、低位発熱量）

出典：各種資料（総量規制マニュアル、省エネルギー便覧、ボイラー・燃焼関連教科書、その他インターネットサイト等）

東京都業種別電力消費量比率（対燃料消費量、発熱量ベース、1996年実績値）

出典：「都におけるエネルギー需給構造調査」平成11年3月 東京都環境保全局

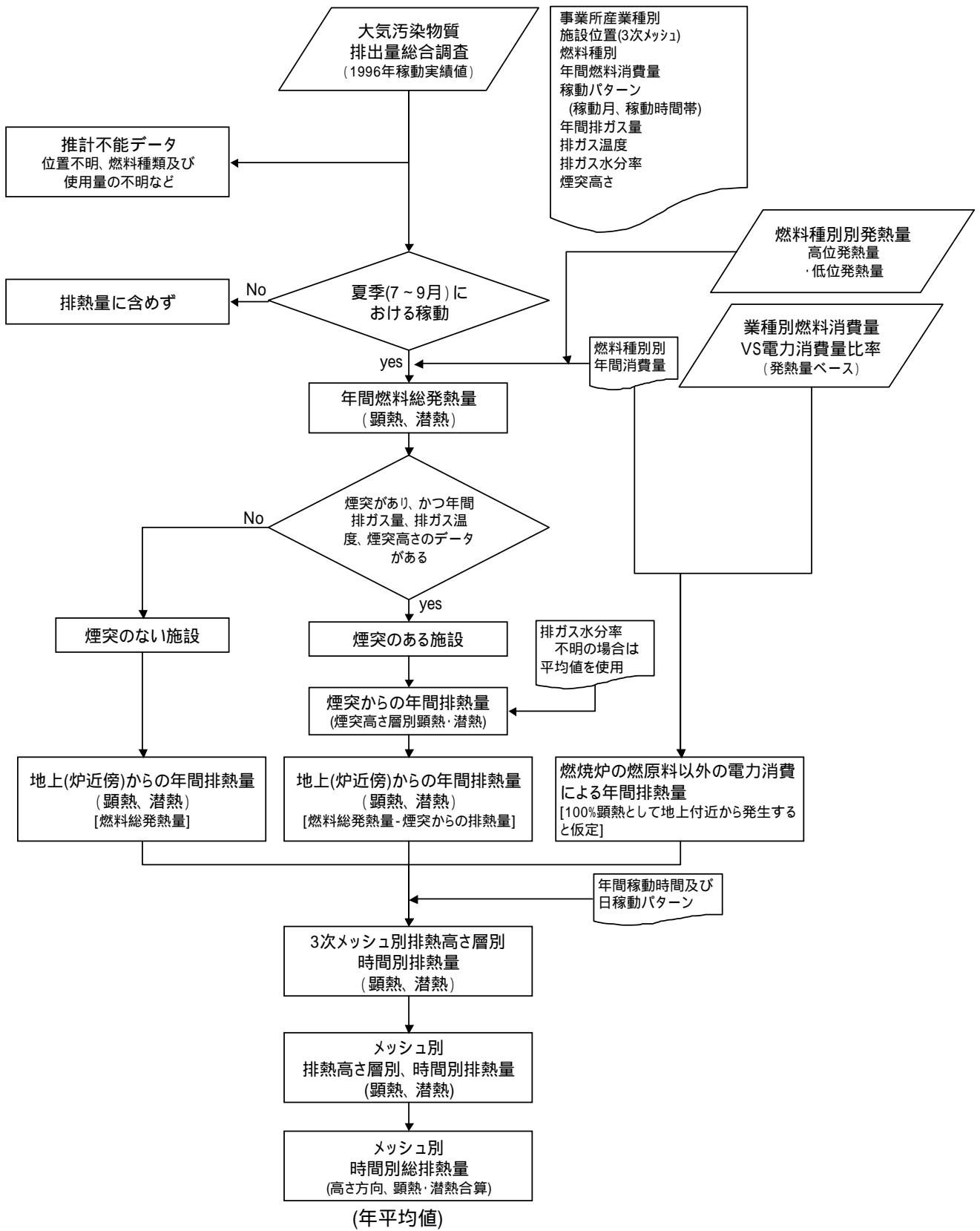


図 4-2 工場からの環境への排熱量の推計フロー

表 4 - 1 東京 23 区の工場からの環境への排熱量 (年平均値)

(単位 : TJ/hr、日合計のみ TJ/day)

時刻	地上:TJ/hr			煙突:TJ/hr		
	顕熱	潜熱	合計	顕熱	潜熱	合計
1	1.2	0.2	1.3	0.0	0.0	0.0
2	1.2	0.2	1.3	0.0	0.0	0.0
3	0.7	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0
4	0.7	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0
5	1.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0
6	1.5	0.2	1.7	0.0	0.0	0.0
7	2.9	0.3	3.2	0.0	0.0	0.0
8	3.0	0.3	3.4	0.0	0.0	0.0
9	5.9	0.6	6.5	0.0	0.0	0.0
10	8.0	0.8	8.8	0.1	0.1	0.2
11	9.1	1.0	10.1	0.1	0.1	0.2
12	10.5	1.3	11.8	0.1	0.1	0.2
13	13.4	2.5	15.9	0.1	0.1	0.2
14	9.6	1.1	10.7	0.1	0.1	0.2
15	8.6	0.9	9.5	0.1	0.1	0.2
16	6.9	0.7	7.6	0.0	0.1	0.1
17	4.6	0.5	5.1	0.0	0.0	0.0
18	4.3	0.4	4.7	0.0	0.0	0.0
19	4.0	0.4	4.4	0.0	0.0	0.0
20	3.6	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0
21	3.1	0.3	3.4	0.0	0.0	0.0
22	2.6	0.3	2.9	0.0	0.0	0.0
23	2.3	0.3	2.5	0.0	0.0	0.0
24	1.3	0.2	1.5	0.0	0.0	0.0
日合計	109.8	13.1	122.9	0.6	1.0	1.6

4.2 清掃工場からの排熱

東京 23 区内には 19 箇所の公営清掃工場が稼動している。

清掃工場では地域で収集したごみに補助燃料を投入して燃焼させ、発生した熱エネルギーの一部は発電に使用されたり、プールなど隣接施設への熱供給に利用されている。その他の熱は煙突や発電用ボイラーの復水器から排熱されている。本調査では、消費段階の消費エネルギー量をごみ処理量と助燃剤消費量で捉え、排出段階の環境への排熱量を消費エネルギー量から場外に供給される電力量（売電）と熱供給量を差し引いた煙突排熱量、所内電力消費排熱、復水器排熱とした。

現在の清掃工場は基本的に一日 24 時間稼動しており、本調査でも清掃工場の消費エネルギー、環境への排熱は一日を通して変わらないものとして算出した。

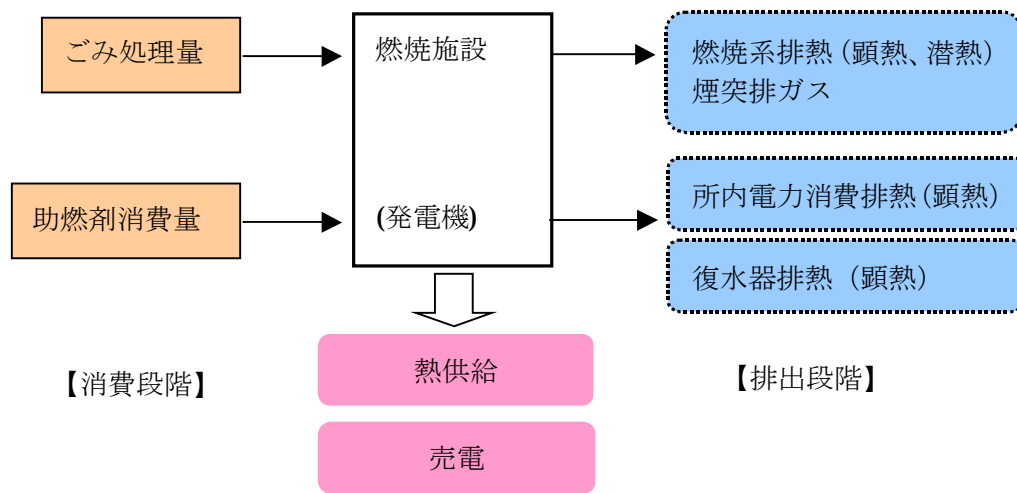


図 4-3 清掃工場排熱の概要

【推計に用いた資料】

- ・ ごみの物理組成別の搬入量
出典:平成 14 年度 清掃工場等搬入先ごみ性状調査報告書 平成 15 年 3 月
東京 23 区清掃一部事務組合
- ・ 補助燃料の投入量、発電量
出典:清掃事業年報(東京都 23 区)平成 14 年度 東京 23 区清掃協議会
- ・ 排ガスの温度、排ガス量、水分量
出典:清掃工場排ガス調査結果 平成 14 年度 東京 23 区清掃一部事務組合
- ・ ごみの組成別発熱原単位
出典:大阪府廃棄物焼却炉に係る指導指針 大阪府環境農林水産部環境指導室

4.2.1 消費段階における把握

清掃工場における消費エネルギー量の計算フローを図4-4に示す。

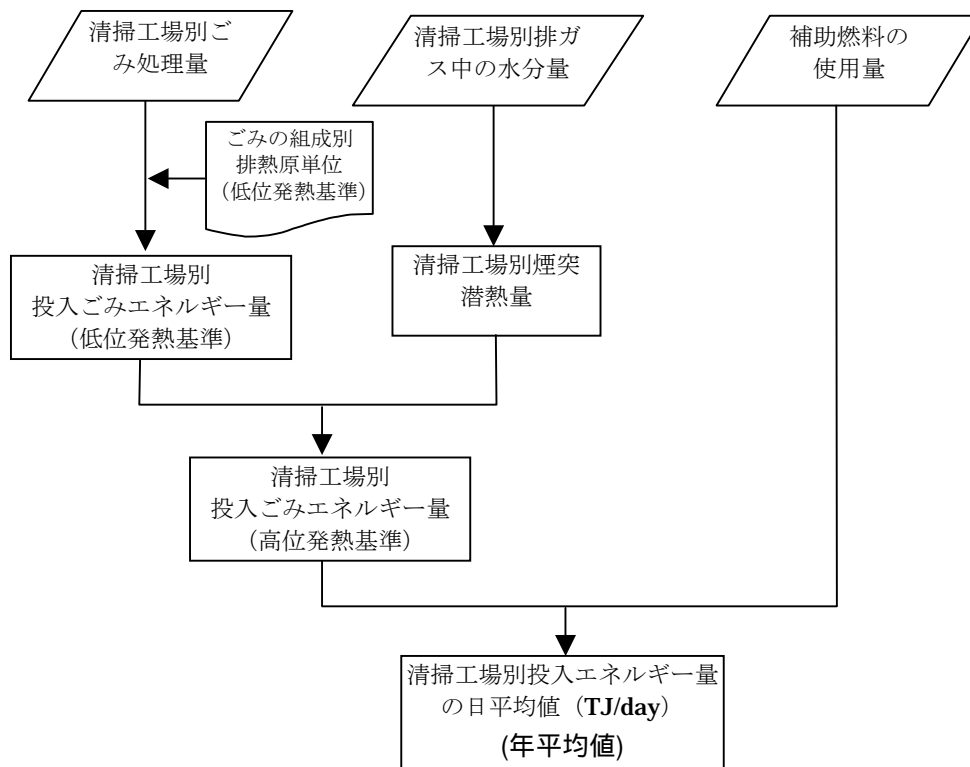


図4-4 清掃工場における消費エネルギー量計算フロー

表4-2に各清掃工場に投入されるごみ種別ごとのエネルギー量を、表4-3に排ガスに含まれる潜熱量、投入される補助燃料を含む投入エネルギー量を示す。

表4-2 各清掃工場に投入されるごみ種別ごとのエネルギー量（単位：GJ/day）

清掃工場名	ごみ種別ごとの低位発熱量: GJ/day								計
	紙類	繊維	厨芥	木草	その他可燃物	プラスチック類	ゴム	皮革	
練馬	2,538	496	908	536	99	1,052	13	5	5,647
世田谷	1,758	813	689	360	118	1,031	84	7	4,861
板橋	6,648	695	2,491	314	247	3,430	12	2	13,838
葛飾	3,617	878	1,658	545	230	1,462	3	14	8,407
足立	2,539	481	1,075	382	177	819	5	34	5,514
杉並	3,231	466	918	741	173	1,352	24	4	6,910
光が丘	1,774	443	604	362	75	659	7	4	3,928
大田第1	3,492	623	1,125	730	150	1,293	6	2	7,422
大田第2	0	0	0	0	0	8,757	0	0	8,757
目黒	3,017	529	982	365	147	1,251	19	16	6,325
有明	3,308	79	460	242	150	1,351	15	4	5,608
千歳	3,618	479	974	734	115	1,291	54	9	7,275
江戸川	2,834	708	1,141	632	178	1,426	12	3	6,934
墨田	3,525	541	1,144	429	148	1,138	12	13	6,950
北	3,497	395	1,151	769	217	1,433	25	5	7,491
新江東	12,275	1,311	3,453	615	489	4,259	57	31	22,489
港	5,175	972	1,765	615	258	2,106	24	0	10,915
豊島	2,397	259	786	434	123	910	21	12	4,943
中央	4,876	203	857	349	277	1,150	6	12	7,729
渋谷	1,448	153	313	126	49	451	12	8	2,560
計	71,568	10,525	22,495	9,279	3,420	36,621	410	186	154,502

注1：ごみ種別ごとの発熱原単位は「大阪府廃棄物焼却炉に係る指導指針（大阪府環境農林水産部環境指導室）」を用いた。

注2：湿基準低位発熱量を基準としたが、乾基準低位発熱量のみ記載の廃棄物は、乾基準低位発熱量を使用した。

注3：「厨芥」については湿ベース重量の70%が水分として乾ベース重量を求め、乾基準低位発熱量の原単位を乗じてエネルギー量を算出した。

注4：「繊維」は木綿、羊毛、化繊の発熱量の平均発熱量を用いた。

注5：「その他可燃物」は表中のごみ種別以外の可燃物の発熱量の平均値とした。

注6：「プラスチック類」は熱可塑性樹脂の発熱量とした。

注7：各清掃工場の年間稼働日数は異なるが、年間のごみ処分量を稼働日数で除して稼働日基準のエネルギー量を算出した。

表 4-3 各清掃工場の補助燃料を含む投入エネルギー量 (単位: GJ/day)

清掃工場名	投入エネルギー量: GJ/day			計
	ごみのエネルギー量		補助燃料	
	低位発熱量	潜熱量		
練馬	5,647	1,041	11	6,699
世田谷	4,861	1,156	3	6,020
板橋	13,838	954	68	14,860
葛飾	8,407	2,020	4	10,431
足立	5,514	570	25	6,109
杉並	6,910	2,975	12	9,897
光が丘	3,928	949	8	4,885
大田第1	7,422	1,216	11	8,649
大田第2	8,757	1,709	98	10,564
目黒	6,325	1,118	7	7,450
有明	5,608	955	5	6,567
千歳	7,275	1,198	11	8,484
江戸川	6,934	1,065	6	8,005
墨田	6,950	997	11	7,958
北	7,491	1,321	23	8,836
新江東	22,489	3,281	46	25,817
港	10,915	1,599	9	12,523
豊島	4,943	828	8	5,779
中央	7,729	1,095	35	8,859
渋谷	2,560	395	13	2,968
計	154,502	26,443	414	181,359

東京 23 区の清掃工場で消費されるエネルギーは、**181.4TJ/day** と計算された。

表 4-4 東京 23 区の清掃工場で消費されるエネルギー量 (年平均値)

	TJ/day
清掃工場の消費エネルギー量	181.4

4.2.2 排出段階における把握

清掃工場における環境への排熱の推計フローを図4-5に示す。

本調査では、煙突から排出される①煙突排熱、また地上排熱としては②発電量のうちの場内使用分及び③復水器からの放熱量を対象として計算を行なった。

ただし、下水道への排熱は23区内の清掃工場合計で約0.2TJ/dayと小さいため、以降の計算では考慮しない。

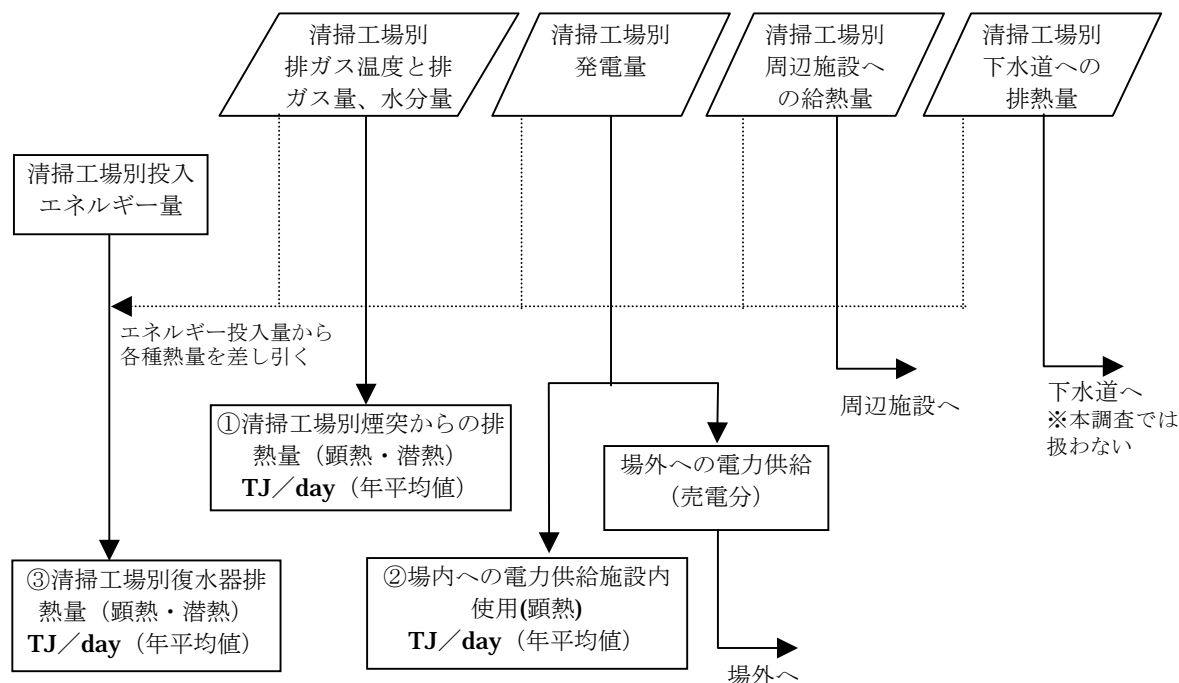


図4-5 清掃工場からの環境への排熱算出フロー

表4-5に各清掃工場の煙突からの排ガス温度、排ガス流量から求めた排熱量を、表4-6に各清掃工場の発電量とその場内使用と売電分を示した。また、表4-7に周辺施設への給熱量を示した。

表4-8に各清掃工場からの環境への排熱量を示す。

表 4-5 各清掃工場の煙突からの排熱量 (単位: GJ/day)

工場名	煙突排熱: GJ/day		
	顕熱量	潜熱量	合計
練馬	648	1,041	1,689
世田谷	827	1,156	1,983
板橋	1,072	954	2,026
葛飾	1,788	2,020	3,808
足立	370	570	940
杉並	1,416	2,975	4,391
光が丘	527	949	1,476
大田第一	963	1,216	2,178
大田第二	1,419	1,709	3,128
目黒	828	1,118	1,946
有明	784	955	1,739
千歳	915	1,198	2,113
江戸川	776	1,065	1,842
墨田	779	997	1,776
北	1,106	1,321	2,427
新江東	2,729	3,281	6,010
港	1,405	1,599	3,004
豊島	693	828	1,521
中央	894	1,095	1,989
渋谷	346	395	740
合計	20,285	26,443	46,728

表 4-6 各清掃工場の発電量

(単位: GJ/day)

清掃工場名	発電量: GJ/day		
	うち 場内使用	うち 売電	
練馬	199	147	51
世田谷	149	81	68
板橋	1,335	1,298	38
葛飾	973	283	689
足立	471	226	245
杉並	418	263	155
光が丘	201	184	17
大田第1	1,319	1,318	1
大田第2			
目黒	489	288	201
有明	200	195	5
千歳	766	203	563
江戸川	707	321	386
墨田	796	268	529
北	675	362	313
新江東	2,620	961	1,659
港	1,205	520	685
豊島	398	313	85
中央	940	351	588
渋谷	255	160	95
計	14,117	7,742	6,375

表 4-7 各清掃工場の周辺施設への給熱量

(単位: GJ/day)

清掃工場名	給熱量: GJ/day
練馬	131
世田谷	0
板橋	281
葛飾	0
足立	201
杉並	201
光が丘	1,118
大田第1	0
大田第2	0
目黒	392
有明	2,934
千歳	301
江戸川	69
墨田	101
北	128
新江東	2,909
港	0
豊島	372
中央	301
渋谷	0
計	9,027.3

注1: 東京都清掃局ヒアリングによる。
注2: 世田谷、葛飾については建て替え中のため 0 とした。

表 4-8 各清掃工場 の環境への排熱量 (単位: GJ/day)

清掃工場名	清掃工場からの排熱:GJ/day				合計
	煙突排熱		地上排熱		
	顕熱	潜熱	顕熱	潜熱	
練馬	648	1,041	4,828	0	6,517
世田谷	827	1,156	3,969	0	5,952
板橋	1,072	954	12,515	0	14,542
葛飾	1,788	2,020	5,934	0	9,742
足立	370	570	4,722	0	5,663
杉並	1,416	2,975	5,149	0	9,540
光が丘	527	949	393	1,881	3,750
大田第1	963	1,216	6,469	0	8,647
大田第2	1,419	1,709	7,436	0	10,564
目黒	828	1,118	4,911	0	6,857
有明	784	955	1,889	0	3,629
千歳	915	1,198	5,507	0	7,619
江戸川	776	1,065	5,709	0	7,550
墨田	779	997	5,553	0	7,329
北	1,106	1,321	5,968	0	8,395
新江東	2,729	3,281	15,238	0	21,248
港	1,405	1,599	8,834	0	11,838
豊島	693	828	3,800	0	5,322
中央	894	1,095	5,980	0	7,969
渋谷	346	395	2,133	0	2,873
計	20,285	26,443	116,936	1,881	165,546

注1: 地上排熱に含まれる復水器排熱は、光が丘では水冷式、その他の清掃工場は空冷式として計算した。水冷式の場合は顕熱に対する潜熱の割合を9:1とし、空冷式の復水器では全て顕熱とした。

表 4-9 に示すとおり、東京 23 区内にある 19 箇所の清掃工場からの環境への排熱は、煙突から 46.7TJ/day、地上施設から 118.8TJ/day と計算された。

表 4-9 清掃工場からの環境への排熱量 (年平均値)

	環境への排熱量: TJ/day	
	顕熱/潜熱別	顕熱/潜熱計
煙突からの排熱	顕熱	20.3
	潜熱	26.4
地上施設からの排熱	顕熱	116.9
	潜熱	1.9
合計	165.5	

4.3 火力発電所からの排熱

東京 23 区内では、品川と大井に火力発電所が稼動している。

火力発電所では、消費段階の消費エネルギー量を投入される燃料消費量で捉え、排出段階の環境への排熱は消費エネルギー量から供給される電力を差し引いた煙突排熱量、発電過程の機器ロスによる排熱量、温排水として排出される復水器排熱量として捉えることができる。

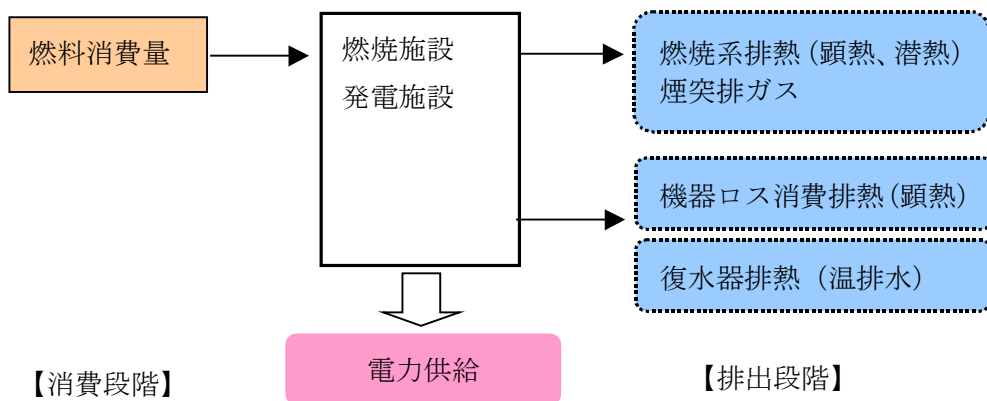


図 4-6 火力発電所排熱の概要

電力需要の年間変動では夏と冬にピークを持っている。また、年間の最大電力需要は冷房需要の増加などにより夏季の昼過ぎに現れる。火力発電はこのような電力需要の変動に対応して電力を供給するよう求められており、季節的・時間的に稼動状況が変動する。本調査では品川と大井火力発電所の 8 月の一日の稼動状況を推定し、発電所から大気、公共用水域に排出される時刻別の環境への排熱量を推計した。

推計方法の概略を以下に示す。

- ①大井と品川発電所の 2001 年度の燃料消費実績値と、ここ 5 年間の東京電力の発電量の推移から、2001 年度の値を補正して両発電所の（冷夏、暖冬などの影響を除いた）平均的な年間燃料消費量を求めた。
- ②2002 年度の東京電力管内の月別の火力発電の計画発電量をもとに、上記で求めた年間燃料消費量から両発電所の月別燃料消費量を求めた。
- ③東京電力資料およびヒアリングにより煙突からの排熱、地上プラントからの排熱、公共用水域への排熱を求めた。
- ④東京電力の最大電力記録日（2001.7）の日間需要変動を用い、原子力は 24 時間一定、水力はピーク時の対応、残り（ミドル）の電力を火力で賄うものと仮定して各排熱量（煙突から、地上プラントから、温排水）の時間変動を求めた。

図 4-7 に推計フローを示す。

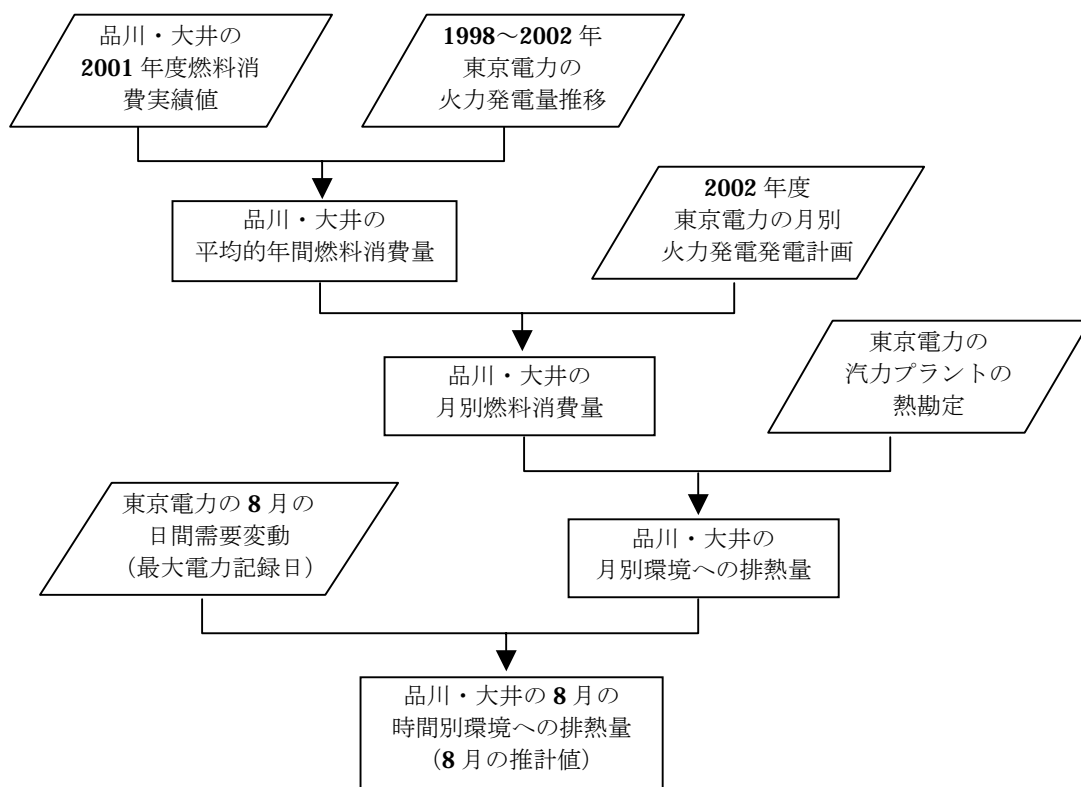


図4-7 東京23区内の火力発電所からの排熱算出フロー

【推計に用いた資料】

- ・ 1998～2002年の東京電力の火力発電量の推移
出典：電気事業連合会資料による
- ・ 品川火力発電所、大井火力発電所の燃料消費量の実績値、発電計画
出典：平成14年度電力需給の概要 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編
- ・ 東京電力の汽力プラントの熱勘定、最大電力記録日の電力日間需要変動
出典：東京電力資料およびヒアリングによる

4.3.1 消費段階における把握

品川・大井の両発電所において8月の一日に消費されるエネルギー量を求めた。大井火力発電所では燃料に原油を使用し、品川火力発電所は都市ガスによるコンバインドサイクル発電を行っている。

図4-8に品川・大井火力発電所の月別日燃料消費量の推定値を示す。

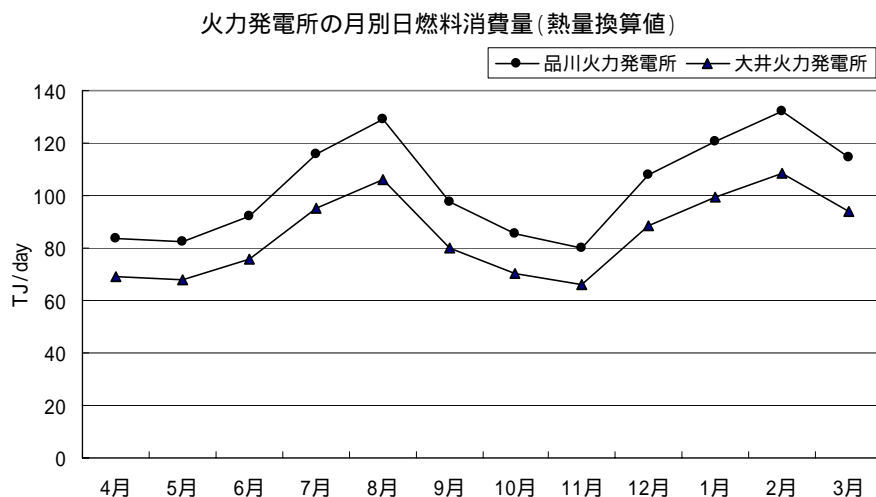


図4-8 品川・大井火力発電所の月別日燃料消費量(推定値)

上記月変動を考慮すると、8月の一日に消費されるエネルギー量は表4-9のとおり、**235.5TJ/day**となった。

表4-9 23区内の火力発電所で消費されるエネルギー量(8月の推計値)

	日排熱量:TJ/day
品川火力発電所	106.3
大井火力発電所	129.2
合計	235.5

4.3.2 排熱段階における把握

次に、上記で求めた消費エネルギー量から環境中に排出される排熱量を計算した。

図4-9に東京電力の汽力プラントにおける熱の収支を示す。

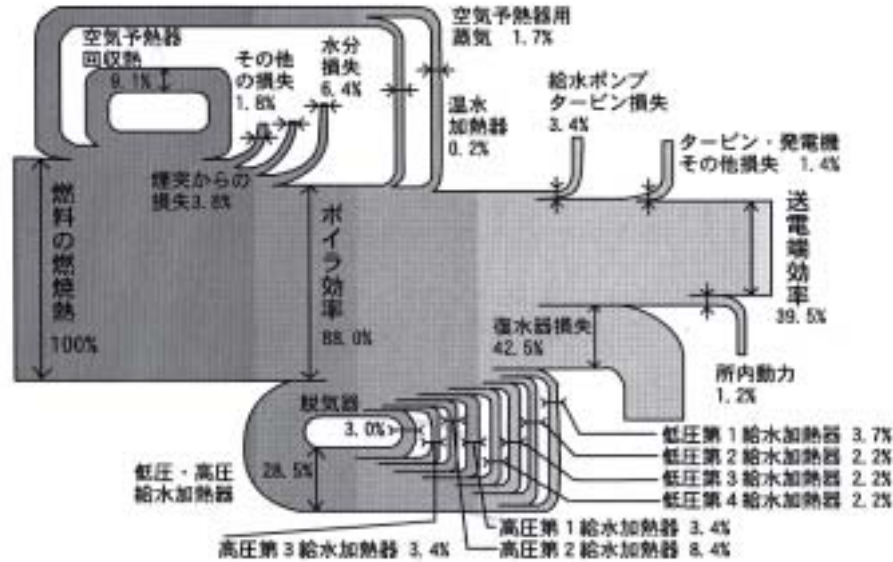


図4-9 汽力プラントの熱勘定 出典：東京電力資料

東京電力へのヒアリングによると、発電効率が向上すれば復水器損失が減少するものと考えられる。品川火力発電所は改良型コンバインドサイクル発電により約50%もの発電効率を実現しており、その分復水器損失を少なくして熱勘定計算した。復水器損失分は公共用水域へ排出されるため、以降では温排水として扱うものとする。

表4-10に品川・大井発電所の月別の排熱量を示す。

表4-10 品川火力発電所、大井火力発電所の月別の環境への排熱量

		(単位:TJ/day)													
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	
大井発電所	上空大気排熱	顕熱	2.6	2.6	2.9	3.6	4.0	3.0	2.7	2.5	3.4	3.8	4.1	3.6	3.2
		潜熱	4.4	4.3	4.9	6.1	6.8	5.1	4.5	4.2	5.7	6.4	6.9	6.0	5.4
	地上排熱(顕熱)		5.4	5.3	5.9	7.4	8.3	6.2	5.5	5.1	6.9	7.8	8.5	7.3	6.6
	温排水		31.1	30.5	34.2	42.9	47.9	36.1	31.6	29.7	40.0	44.8	48.9	42.4	38.4
品川発電所	上空大気排熱	顕熱	3.2	3.1	3.5	4.4	4.9	3.7	3.2	3.0	4.1	4.6	5.0	4.3	3.9
		潜熱	5.4	5.3	5.9	7.4	8.3	6.2	5.5	5.1	6.9	7.7	8.4	7.3	6.6
	地上排熱(顕熱)		6.5	6.4	7.2	9.0	10.1	7.6	6.7	6.2	8.4	9.4	10.3	8.9	8.1
	温排水		27.9	27.3	30.6	38.4	42.9	32.3	28.3	26.6	35.8	40.1	43.8	38.0	34.3

上記で求めた環境への排熱の時間変動を調べるため、最大電力を記録した日の電力需要の時間変動パターンを用いて、火力発電量の時間変動を推定した。この際、原子力は一日を通して一定供給、水力は電力需要のピーク時の対応電力と仮定した。推定した日間電力構成の変動パターンを図4-10に示す。

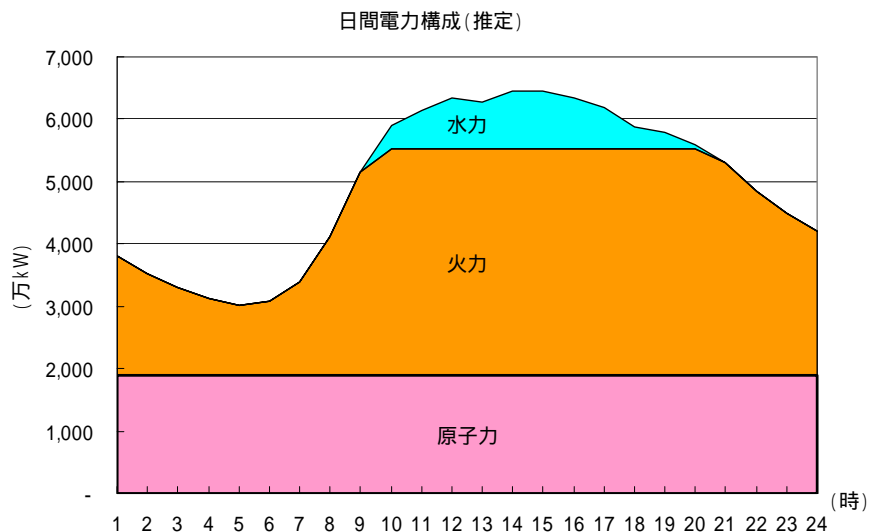


図4-10 日間電力構成の変動パターン

出典：東京電力資料（2001.7の最大電力記録日の日変動パターンをもとに作成）

この変動パターンにもとづき、時刻別の環境への排熱量を求めた。大井火力発電所、品川火力発電所の8月の時刻別排熱量を表4-11に、両発電所からの合計日排熱量を表4-12に示す。

表 4-11 大井火力発電所、品川火力発電所の 8 月の時刻別排熱量（推定値）

時刻	大井発電所: GJ/h				品川発電所: GJ/h			
	煙突排熱		地上排熱 (顕熱)	温排水	煙突排熱		地上排熱 (顕熱)	温排水
	顕熱	潜熱			顕熱	潜熱		
1	116	195	238	1,375	141	237	289	1,231
2	98	165	202	1,166	119	201	245	1,044
3	85	143	174	1,008	103	174	212	903
4	74	125	153	882	90	152	185	790
5	68	114	139	807	83	139	170	722
6	72	121	147	850	87	147	179	761
7	91	153	187	1,080	111	186	227	967
8	135	227	277	1,601	164	276	337	1,434
9	197	332	404	2,339	240	403	492	2,094
10	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
11	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
12	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
13	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
14	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
15	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
16	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
17	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
18	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
19	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
20	220	371	452	2,613	268	451	549	2,339
21	206	347	423	2,447	251	422	514	2,191
22	179	301	367	2,123	217	366	446	1,901
23	158	265	323	1,871	192	323	393	1,675
24	139	235	286	1,655	170	286	348	1,482
日計: TJ/day	4,038	6,801	8,288	47,945	4,910	8,270	10,079	42,927

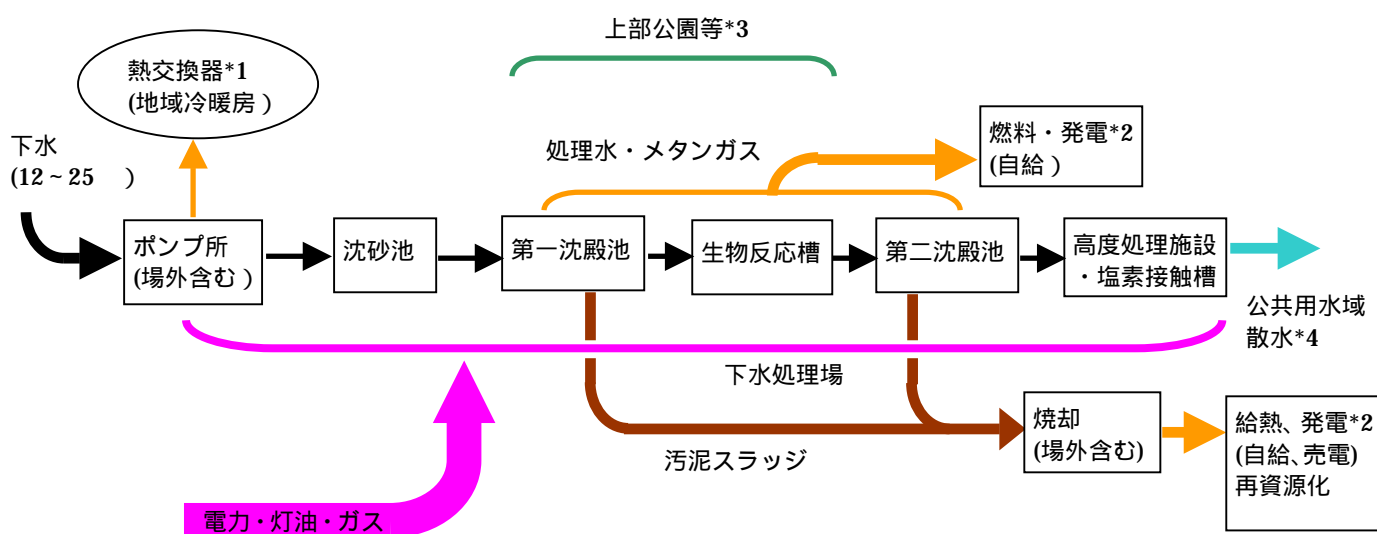
表 4-12 東京 23 区内火力発電所からの 8 月の環境への排熱量

		日排熱量: TJ/day
煙突からの排熱	顕熱	8.9
	潜熱	15.1
地上施設からの排熱	顕熱	18.4
温排水		90.9
合計		133.3

4.4 下水処理場における排熱の可能性

東京都下水道局「下水道事業年報平成13年度」によれば、23区内に立地する下水処理場は15カ所あり、下水処理量（受水規模）は日平均4,620千m³である。処理場の下水処理量（受水規模）は2,010～1,184,400m³と規模に大きな差が見られる。

下水処理場からの排熱を検討するために、下水処理の仕組みにおける大まかなエネルギーフローを描くと図4-11の通りである。



- *1：下水熱と外気温度の温度差を利用するアーバンヒートシステムと称され、東京ドーム周辺の地域冷暖房などに利用されている。
- *2：森ヶ崎水処理センター等では焼却燃料、葛西処理場等ではNaS電池、砂町水処理センター焼却炉熱利用による地域冷暖房、小台処理場ではバイオマス発電など、様々な未利用エネルギー利用が行われている。
- *3：11カ所の下水処理場等では、処理施設の上を屋上緑化し、公園やスポーツ施設として利用している。
- *4：再生水を散水（路面温度低下実験）や小河川のせせらぎ用水として利用している。

図4-11 下水処理場のエネルギーフロー概念図

図に示すように、下水自体が熱を有しており、下水処理の各プロセスにおいては処理過程で電力・灯油・ガス等のエネルギーが消費されるとともに、生物反応槽からのメタンガスの発生、汚泥スラッジの焼却などにより、外部に熱が排出されているが、その熱も様々な活用がされている。

因みに、供給エネルギーのうち、ほとんどを占める「受電量（内訳は揚水他、処理用、汚泥処理用）が処理場別・年度別に公表されていることから、仮に平成13年度の15カ所総受電量から熱量換算をすると表4-13の通りとなる。

表 4-13 受電量による熱量換算（年平均値）

下水処理量 (m ³)	a 年間受電量 (kWh)	b 1日当り受電量 (kWh) a/365	熱換算量 (TJ/day) b×3.6
1,686,133,600	661,370,432	1,811,974	6.5

また、下水処理場からの排熱については、次のような見解や取組がみられる。

- 1) 国土交通省「下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き」（平成 11 年 3 月）では、「下水道では消費エネルギーと薬品類により二酸化炭素、処理プロセスにおいてメタンと一酸化二窒素が排出され、温室効果ガスの対象となる」としている。これを地球温暖化係数を乗じて、二酸化炭素に換算し、処理プロセス別に排出量を算定すると次の通りである。

汚泥処理 56%、水処理 23%、場内ポンプ場 6%、場外ポンプ場 4%、その他 11%

- 2) 大阪市ヒートアイランド対策平成 14 年度成果報告では、「下水処理場はクールスポット(周辺より気温が低い地域)となっており、ヒートアイランド現象の緩和効果がある」と記載されている。(これは敷地内緑化による効果とも捉えられている)
- 3) 森ヶ崎処理センター(日平均受水量約 118 万 m³)では、汚泥処理過程で発生するメタンガスを発電設備の燃料として活用し、また下水処理水を発電設備の冷却用に、発電排熱を汚泥処理過程に再利用するなど資源(排熱)を最大限に活用する設備を PFI 事業として導入している。さらに、屋上では渡り鳥の営巣地、処理水によるビオトープなど、様々な取組が行われている。事業計画によれば、同センターの平均電力需要 13,000kW に対して電力供給能力として最低 9,000kW を供給、平均 16,800MJ/h の温水供給、汚泥消化ガスは約 1,300Nm³/h の供給規模になっている。

以上のように、東京都 23 区内の下水処理場においては、排熱を伴う処理水やメタンガス等は未利用エネルギーとして様々な有効利用がなされているが、

- ①下水処理場に流れ込む水のエネルギー量(水温が持つエネルギー量と有機物のエネルギー量)と処理水のエネルギー量の差(下水処理場で消費されるエネルギー量)が現時点で不明である。

※下水処理場に流れ込む水のエネルギーは 103TJ/day との推計がある。

「地球温暖化防止対策検討書(中間報告)」平成 15 年 7 月 社団法人東京下水道設備協会

- ②電力などの投入エネルギー量は主にポンプの動力などに利用されるが、これによる排熱が処理場から大気に排出されるか、処理水に含まれて場外に搬出されるかが不明である。

以上のことから、下水処理場の人工排熱インベントリーでの扱いは、[消費段階]の消費エネルギー量として受電量の 6.5TJ/day を計上し、[排熱段階]の排熱は不明のままとした。

4.5 建設工事からの排熱

建設工事に伴い、重機その他の建設機械等により多くのエネルギーが消費され、その結果として熱が排出される。

4.5.1 消費段階における把握

東京都の建設工事で使用される燃料消費量や電力消費量から、消費エネルギー量を引用した。次いで東京都と23区の建設工事の売上高比率から、東京都の建設工事で消費されるエネルギー量を按分して東京23区内で消費されるエネルギー量を求めた。さらに365日で除して一日あたりの消費エネルギー量を求めた。

【推計に用いた資料】

- ・東京都内の建設工事による燃料消費量及び電力消費量

出典：都における温室効果ガス排出量総合調査報告書 平成15年3月 東京都

- ・東京都内と23区の建設工事売上高

出典：東京都統計年鑑 H12

表4-14に東京都内で消費される燃料及び電力を、表4-15に東京23区内の建設工事により消費される一日のエネルギー量を示す。

表4-14 東京都内の建設工事による燃料消費量及び電力消費量

	灯油:kl	軽油:kl	A重油:kl	B重油:kl	C重油:kl	電力:MWh
燃料等消費量	93,732	260,789	64,281	5	1,951	67,506

表4-15 23区内の建設工事による消費エネルギー量（年平均値）

	TJ/day
東京23区の建設工事による消費エネルギー量	33.1

4.5.2 排出段階における把握

上記の消費段階において把握した消費エネルギー量に化石燃料はそれぞれの高位/低位発熱量により顕熱・潜熱に分け、電力は全て顕熱として環境への排熱量を計算した。

表4-16 東京23区内の建設工事による環境への排熱量（年平均値）

	排熱量:TJ/day	
	顕熱	潜熱
東京23区の建設工事による排熱量	31.2	1.9

4.6 廃棄物埋立処分場における排熱の可能性

東京都の廃棄物埋立処分場は、図4-12に示す通り東京港内に7カ所あり、うち5カ所（潮見、夢の島、若洲、中央防波堤内側、羽田沖）は、平成3年11月に埋立が終了し、現在、廃棄物を搬入している埋立処分場は下記の2カ所である。

- ①中央防波堤外側その2 : 199ha（平成14年度末埋立処分量 約5,070万トン）
- ②新海面処分場 : 319ha（同140万トン）



図4-12 埋立処分場の位置と変遷 出典：清掃のあらまし 1999（清掃局）

平成14年度に埋立処分された廃棄物は表4-17の通り1,309千トンであり、その内訳は、不燃物、汚泥、スラッジ、産業廃棄物など中間処理されたものである。

表4-17 東京都23区埋立処分廃棄物（平成14年度）

	埋立処分量 (万トン)	内容
一般廃棄物	90.2	23区から発生したゴミの焼却灰及び中間処理された不燃物等
都市施設廃棄物	12.9	下水道汚泥、上水スラッジ等
産業廃棄物	27.8	都内中小事業所が排出する産業廃棄物汚泥、燃え殻、煤塵、 鉍滓、金属くず、ガラスくず及び陶磁器くず、廃プラスチック類、 ゴムくずで中間処理されたもの
合計	130.9	

東京 23 区清掃一部事務組合「事業概要 平成 15 年度」によれば、埋立処分されたゴミが分解する過程でメタン等のガスが発生するが、東京港内の埋立処分場では、パイプを設置し速やかにガスを放散させるとともに、一部ではこのガスを発電*に利用している。

*中央防波堤内側処分場におけるガス発電の概要

分解ガスの組成は、メタン 53%、CO₂29%、窒素 17%、酸素 1%以下で、ガス発熱量は約 4,500 kcal/Nm³、ガス利用量は日最大 16,400Nm³で、発電能力は最大 960kW である。

浸出ガスの熱量 (TJ/day)	発電量 (TJ/day)
0.3	0.1

また、中央防波堤管理事務所（電話ヒアリング）によれば、埋立処分場からの浸出水は約 30 であることから、処分場内の内部温度も同程度と考えることができる。図 4-13 に示す通り、浸出水は集導水管により排水処理場に送り処理されており、公共用水域に排出される。

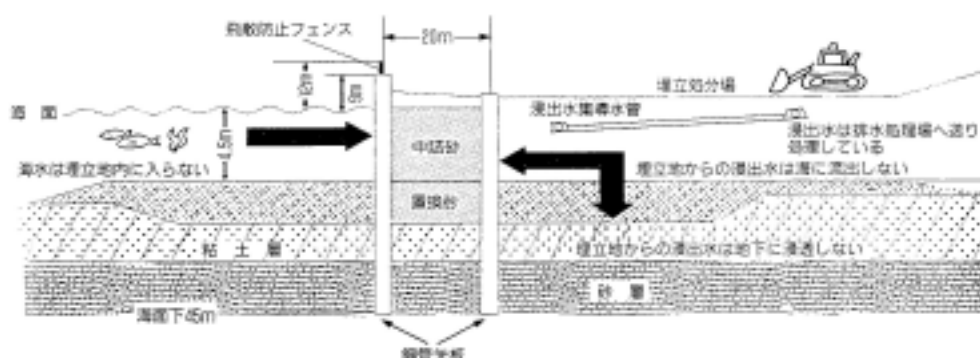


図 4-13 中央防波堤外側埋立処分場 外周護岸構造断面図

出典：清掃のあらまし 1999（清掃局）

以上のように、東京都 23 区内の埋立処分場においては、排熱を伴うガス等は発電等有効利用されており、その量は人工排熱全体から見れば多くないこと、また埋立処分場内の内部温度はある程度想定されるが表面温度については不明であるため、現時点では人工排熱インベントリには計上しないものとした。