

5. 廃棄物エネルギー利用計画

5.1 ごみ焼却施設における熱エネルギー利用形態

ごみ焼却施設では、廃熱ボイラ等の熱交換器を設けることにより、ごみの焼却により生じる熱エネルギーを蒸気や熱として回収し、電気や温水に変換し利用することができます。これらの電気や温水は、ごみ焼却施設場内で利用するほか、余剰分は外部に供給することが可能となります。

5.2 現発寒清掃工場での余熱利用

5.2.1 現発寒清掃工場の余熱利用方法

現発寒清掃工場の余熱利用形態を図 5.1 に、余熱利用設備フローを図 5.2 に示します。ごみの焼却による熱エネルギーを回収し、蒸気や温水、電力に変換して場内のプラント設備や建築設備（空調・照明等）、場内ロードヒーティング等に活用しています。また、蒸気や温水、電力の一部は、既設共同溝を通して発寒破碎工場に供給しているほか、余剰分の電力については電力会社等へ売却しています。

なお、かつては蒸気の一部を現発寒清掃工場に隣接する発寒融雪槽へ供給し、冬季の融雪処理に利用していました。平成 21 年（2009 年）のごみ有料化の開始等により、ごみの焼却量が減少し、利用可能な余熱量が減少したことから、平成 23 年（2011 年）以降は休止しています。

現発寒清掃工場と余熱利用先である発寒破碎工場及び発寒融雪槽の位置関係を図 5.3 に示します。

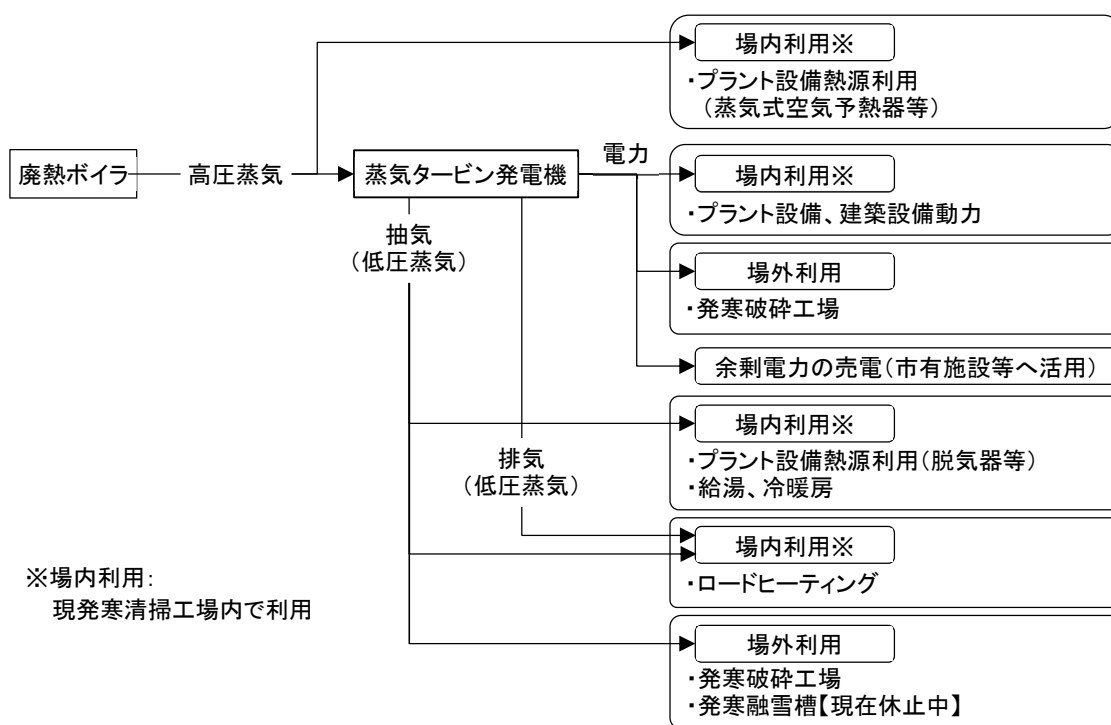


図 5.1 現発寒清掃工場における余熱利用形態

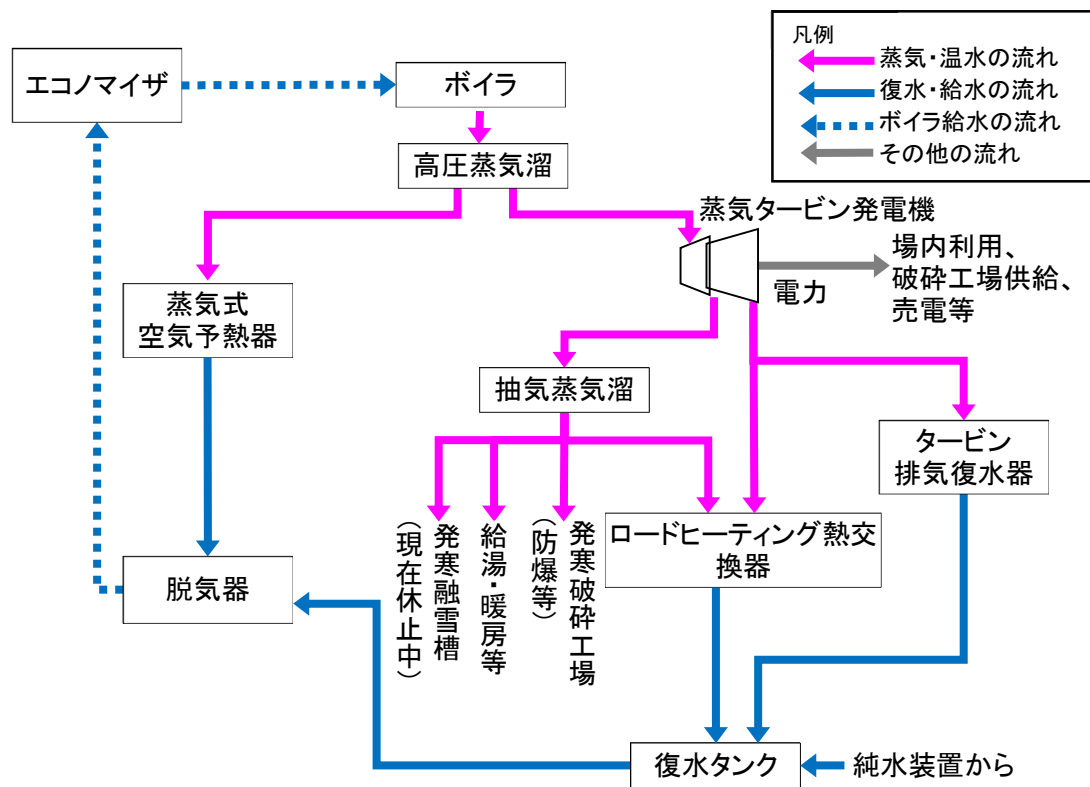


図 5.2 現発寒清掃工場の余熱利用設備フロー

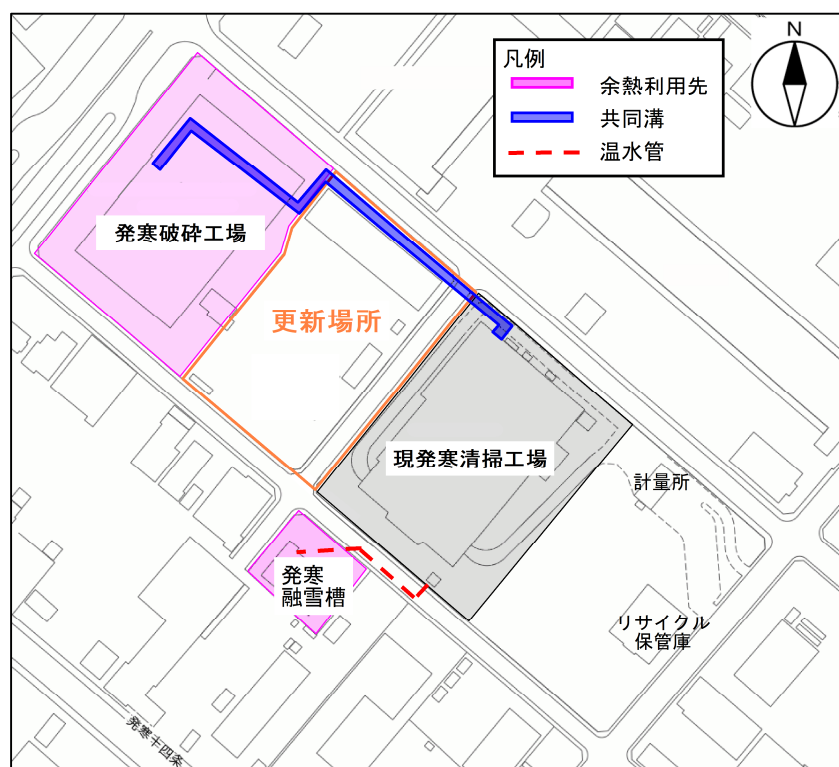


図 5.3 現発寒清掃工場の余熱利用先の位置関係

5.2.2 現発寒清掃工場の余熱利用実績

(1) 電力収支

現発寒清掃工場及び発寒破碎工場の令和5年度（2023年度）の電力収支を表5.1に、経年データを表5.2に示します。

令和5年度（2023年度）は、現発寒清掃工場において年間約30,000 MWhを発電し、このうち合計約15,000 MWh（清掃工場：14,000 MWh、破碎工場：1,000 MWh）を利用し、約15,000 MWhを売電しています。発電充足率について、現発寒清掃工場は中間整備期間であった6月を除くと、ほぼ賄えています（表5.1、表5.2）。

経年的には、令和元年度（2019年度）発電量が約31,000 MWh/年、令和5年度（2023年度）発電量が約30,000 MWh/年となっています（表5.2）。

表 5.1 現発寒清掃工場及び発寒破碎工場の月別電力収支（令和5年度（2023年度））

項目 月別	発電量(MWh)	発電電力利用量			買電量(MWh)		利用量(MWh)		発電充足率		
		売電量 (逆送電力)	清掃工場 (場内) (A1)	破碎工場 (場外) (A2)	清掃工場 (場内) (B1)	破碎工場 (場外) (B2)	清掃工場 (場内) (C1)	破碎工場 (場外) (C2)	清掃工場 (場内) (A1/C1)	破碎工場 (場外) (A2/C2)	合計
4	2,300.11	1,181.76	1,046.45	71.90	124.23	172.72	1,170.68	244.62	89%	29%	79%
5	3,220.82	1,555.95	1,567.77	97.10	0.00	176.40	1,567.77	273.50	100%	36%	90%
6	163.72	93.95	65.87	3.90	411.59	160.07	477.46	163.97	14%	2%	11%
7	2,971.84	1,448.78	1,408.06	115.00	0.00	157.14	1,408.06	272.14	100%	42%	91%
8	2,988.05	1,232.05	1,648.90	107.10	0.00	151.77	1,648.90	258.87	100%	41%	92%
9	2,956.62	1,381.67	1,476.05	98.90	0.00	160.38	1,476.05	259.28	100%	38%	91%
10	2,559.00	1,382.56	1,096.74	79.70	0.00	148.09	1,096.74	227.79	100%	35%	89%
11	2,619.04	1,364.79	1,174.15	80.10	0.00	171.09	1,174.15	251.19	100%	32%	88%
12	2,528.69	1,350.66	1,098.83	79.20	0.00	162.38	1,098.83	241.58	100%	33%	88%
1	2,522.84	1,348.89	1,093.05	80.90	0.00	129.29	1,093.05	210.19	100%	38%	90%
2	2,347.32	1,246.63	1,018.79	81.90	0.00	108.79	1,018.79	190.69	100%	43%	91%
3	2,753.39	1,412.97	1,254.42	86.00	0.00	149.96	1,254.42	235.96	100%	36%	90%
合計	29,931.44	15,000.66	13,949.08	981.70	535.82	1,848.08	14,484.90	2,829.78	—	—	—
最高	3,220.82	1,555.95	1,648.90	115.00	411.59	176.40	1,648.90	273.50	—	—	—
最低	163.72	93.95	65.87	3.90	0.00	108.79	477.46	163.97	—	—	—
平均	2,494.29	1,250.06	1,162.42	81.81	44.65	154.01	1,207.08	235.82	—	—	—

※6月中に中間整備を実施したため、発電量等が減少しています。

表 5.2 現発寒清掃工場の電力収支の経年データ
（令和元年度（2019年度）～令和5年度（2023年度））

項目 月別	電 力 量(MWh)														
	令和元年度			令和2年度			令和3年度			令和4年度			令和5年度		
	発電量	売電量	買電量	発電量	売電量	買電量	発電量	売電量	買電量	発電量	売電量	買電量	発電量	売電量	買電量
4	2,849	1,332	0	3,198	1,507	0	2,133	928	10	2,035	962	296	2,300	1,182	124
5	3,200	1,438	5	3,186	1,471	11	325	119	434	3,091	1,472	0	3,221	1,556	0
6	429	239	447	6	3	451	2,400	1,114	4	161	88	419	164	94	412
7	2,768	1,183	69	1,125	491	420	2,519	1,102	1	3,292	1,540	0	2,972	1,449	0
8	3,172	1,264	0	3,047	1,365	0	2,134	874	4	3,283	1,519	0	2,988	1,232	0
9	2,920	1,283	0	3,041	1,470	0	2,592	1,255	3	2,974	1,417	0	2,957	1,382	0
10	2,883	1,419	0	2,716	1,488	0	2,088	909	3	2,663	1,449	0	2,559	1,383	0
11	2,572	1,327	0	2,652	1,446	0	1,859	712	5	2,564	1,379	0	2,619	1,365	0
12	2,561	1,259	57	2,585	1,382	0	1,418	335	6	2,479	1,309	0	2,529	1,351	0
1	2,749	1,430	0	2,550	1,347	0	1,693	472	6	2,415	1,252	0	2,523	1,349	0
2	2,466	1,306	0	2,281	1,205	0	1,264	292	8	2,218	1,166	0	2,347	1,247	0
3	2,786	1,441	0	2,571	1,352	0	1,638	507	7	1,936	1,052	167	2,753	1,413	0
合計	31,355	14,921	578	28,958	14,527	882	22,063	8,619	491	29,111	14,605	882	29,932	15,003	536
最高	3,200	1,441	447	3,198	1,507	451	2,592	1,255	434	3,292	1,540	419	3,221	1,556	412
最低	429	239	0	6	3	0	325	119	1	161	88	0	164	94	0
平均	2,613	1,243	48	2,413	1,211	74	1,839	718	41	2,426	1,217	74	2,494	1,250	45

出典：「札幌市清掃事業概要」

(2) 融雪のための余熱利用（ロードヒーティング）

現発寒清掃工場では寒冷地の特徴を活かし、冬季において、ごみ焼却に伴う蒸気について熱交換器を介して温水としたうえで、温水配管を敷設することでロードヒーティングを行っています。ロードヒーティングにより現発寒清掃工場及び発寒破砕工場（西清掃事務所の一部を含む）の場内道路の融雪を行っています（図 5.4 参照）。

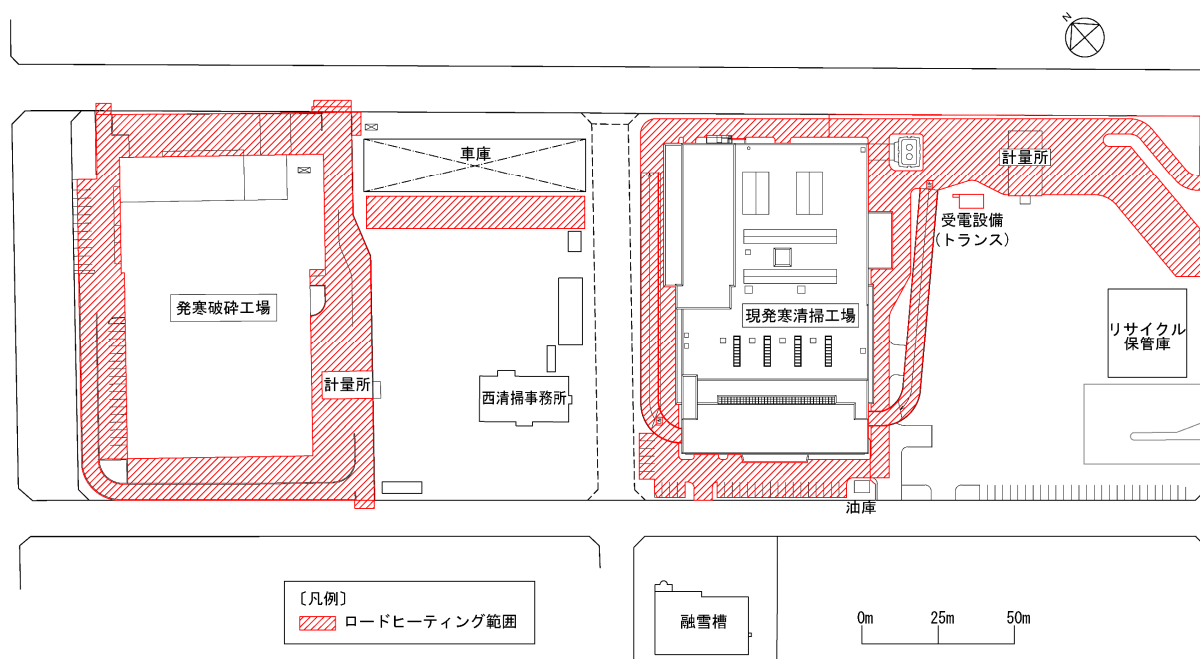


図 5.4 現発寒清掃工場及び発寒破砕工場のロードヒーティング範囲

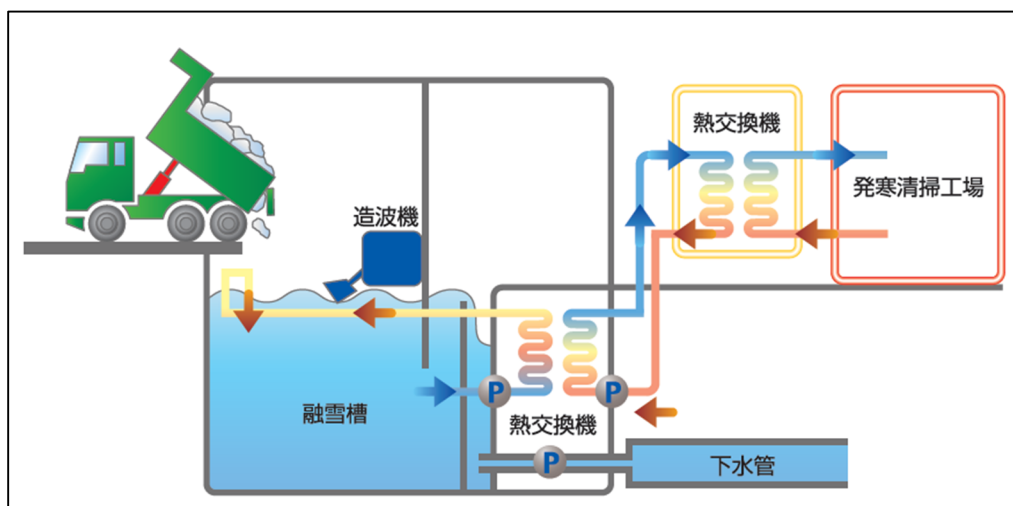
(3) 融雪のための余熱利用（発寒融雪槽）

現発寒清掃工場に隣接する発寒融雪槽の概要を表 5.3 に示します。かつては、現発寒清掃工場から冬季に余熱供給を行うことで、融雪処理に貢献していましたが、平成 21 年（2009 年）のごみ有料化の開始により、ごみの焼却量が減少し、利用可能な余熱量が減少したことから、平成 23 年（2011 年）以降は休止しています。

発寒融雪槽の主要な機器は、熱交換器、温水供給のための配管及びポンプ、雪を投入する水槽（融雪槽）で構成されています（図 5.5）。

表 5.3 発寒融雪槽の概要

所在地	札幌市西区発寒 14 条 14 丁目 1081
敷地面積	1,906 m ²
利用熱源	現発寒清掃工場ごみ焼却余熱
利用可能熱量	5 Gcal/h（約 21 GJ/h）
融解促進	造波機による攪拌
融雪槽形状	幅 14 m×長さ 17 m×水深 8 m×1 池
有効容量	1,900 m ³
投雪方法	ダンプトラックによる直接投入（3 投雪口）
融雪可能量	2,200 m ³ /日



出典：「さっぽろの雪処理施設」（札幌市建設局）

図 5.5 発寒融雪槽の概要図

5.2.3 現発寒清掃工場の余熱利用の課題

(1) 発電効率の向上

現発寒清掃工場では中間整備期間を除き、現発寒清掃工場及び発寒破砕工場における必要電力を賄えています。しかし、最新の他都市施設では、高温高压ボイラによる高効率発電設備の導入が主流となっており、新発寒清掃工場では、発電効率の向上が見込まれます。

また、本市の上位計画である「札幌市まちづくり戦略ビジョン」「札幌市エネルギービジョン」、札幌市一般廃棄物処理基本計画「新スリムシティさっぽろ計画」において、ごみ焼却施設について高効率なエネルギー回収による廃棄物発電、熱利用を推進しています。また、昨今の燃料費の高騰からより一層のエネルギーの有効利用を求められます。

上記を踏まえ、新発寒清掃工場においては、表 5.4 に示す発電効率向上に関する技術を組合せ、発電効率を向上させることを検討します。

表 5.4 発電効率向上に係る技術的要素

項目	発電効率向上に係る技術的要素	技術概要
熱回収率強化	低温エコノマイザの採用	エコノマイザの伝熱面積を大きくし、より低温まで排ガスを冷却します。
	低空気比燃焼	燃焼排ガス量を減らし、ボイラ設備出口での排ガス持出し熱量を低減します。
蒸気の効率的利用	低温触媒脱硝	触媒入口の排ガス温度を低温化し、排ガスを再加熱するための蒸気量を削減します。
	高効率乾式排ガス処理	湿式排ガス処理と比較し、排ガス再加熱用蒸気使用量を削減します。
	排水クローズドシステムの非採用	ボイラ・発電効率を向上させます。
蒸気タービンシステム効率向上	高温高压ボイラ	ボイラの主蒸気条件を高温高压化します。
	抽気復水タービン	タービン中間段から蒸気を取り出し、利用します。
	水冷式復水器	蒸気タービンでの熱落差を大きくします。

出典：「高効率ごみ発電施設整備マニュアル」（環境省、平成 30 年 3 月改訂）を参照し作成

(2) 発寒融雪槽の活用検討

現発寒清掃工場では抽気蒸気を用いて、発寒融雪槽へ熱供給していましたが、ごみ量の少ない冬季において、発電と発寒融雪槽稼働に必要な蒸気量の確保が課題でした。新発寒清掃工場では前節で示した高効率な発電設備を導入予定であり、抽気蒸気のほか、発電量及び売電量への影響がない排気蒸気を用いて発寒融雪槽の稼働について検討します。

現発寒清掃工場と同様に、温水による熱供給を前提とし、比較検討した結果を表 5.5 に示します。検討の結果、排気蒸気においても発寒融雪槽への熱供給は可能であり、抽気蒸気で熱供給した場合と比較し、発電量及び売電量への影響もないため、冬季分の売電歳入が約 2,000 万円/年上昇する見込みです。以上を踏まえ、新発寒清掃工場では排気蒸気による熱供給は可能であると想定し、引き続き活用を検討します。

表 5.5 発寒融雪槽への熱供給方法に関する比較

比較融雪槽 への熱供給 方法	排気蒸気	抽気蒸気
想定条件※ ¹		
工事費	融雪槽設備 約 1.8 億円 熱交換器・屋外配管 約 2.0～2.3 億円	融雪槽設備 約 1.7 億円 熱交換器・屋外配管 約 1.7 億円
売電歳入※ ² (発寒融雪槽 稼働期間の み)	約 1.8 億円/冬季 ＝発電電力量 9.42 MW×稼働日数 53 日× 24 h×14.85 円/kWh	約 1.6 億円/冬季 ＝発電電力量 8.36 MW×稼働日数 53 日× 24 h×14.85 円/kWh
メリット	・発電量及び売電量に影響なし	・排気蒸気と比較し、熱交換器の小型化が可能で設置スペース確保が容易 ・国内に複数のプラントメーカーがあるため、安定稼働及びメンテナンス時の信頼性が高い
課題等	国内メーカーの熱交換器では抽気蒸気よりも大型化する懸念はあるものの、プラントメーカーへのヒアリングにおいて、新発寒清掃工場の設置スペースへの影響はなく、熱供給可能と回答	排気蒸気と比較し、売電歳入が約 2,000 万円/年減少 (冬季歳入分の 10 %、年間 2 %減少)
評価	○	△

※¹ 想定条件は、高効率発電施設である現白石清掃工場の温度・圧力実績値及び発寒融雪槽の現設備仕様である利用可能熱量 5 Gcal/h を設定。

※² 発電電力量は新駒岡清掃工場の実施設計値より試算。稼働日数は実績より設定。売電単価は令和 6 年度（2024 年度）の契約単価をもとに設定。

(3) 現行の余熱供給の継続

現発寒清掃工場では、熱エネルギーの一部を蒸気、温水、電力の形態で発寒破砕工場へ供給しています。また、水冷式復水器でタービン排気より熱回収し、場内ロードヒーティング用熱源として活用しています。新発寒清掃工場の運営及び発寒破砕工場の継続稼働のためにも、これらの余熱利用は、継続して実施していく必要があります。

5.3 エネルギー利用計画

5.3.1 エネルギーの利用の考え方

新発寒清掃工場における余熱利用形態を図 5.6 に示します。

新発寒清掃工場では、現発寒清掃工場と同様に、焼却により発生するエネルギーを施設内の設備や事業実施区域内の場内ロードヒーティングに利用するほか、既設共同溝を経由して発寒破碎工場に蒸気、温水、電力としてエネルギーを供給することを計画します。また、高圧蒸気は優先的に発電及びプラント設備の熱源利用に用いることとし、低圧蒸気はプラント設備での再利用や給湯、冷暖房、場内ロードヒーティングなどで有効利用を図ります。

また、寒冷地の特徴を活かし、隣接する発寒融雪槽への排気蒸気による熱供給を検討します。さらに、余剰電力については、引き続き電力会社等に売却し、本市施策による市内施設利用などを想定します。

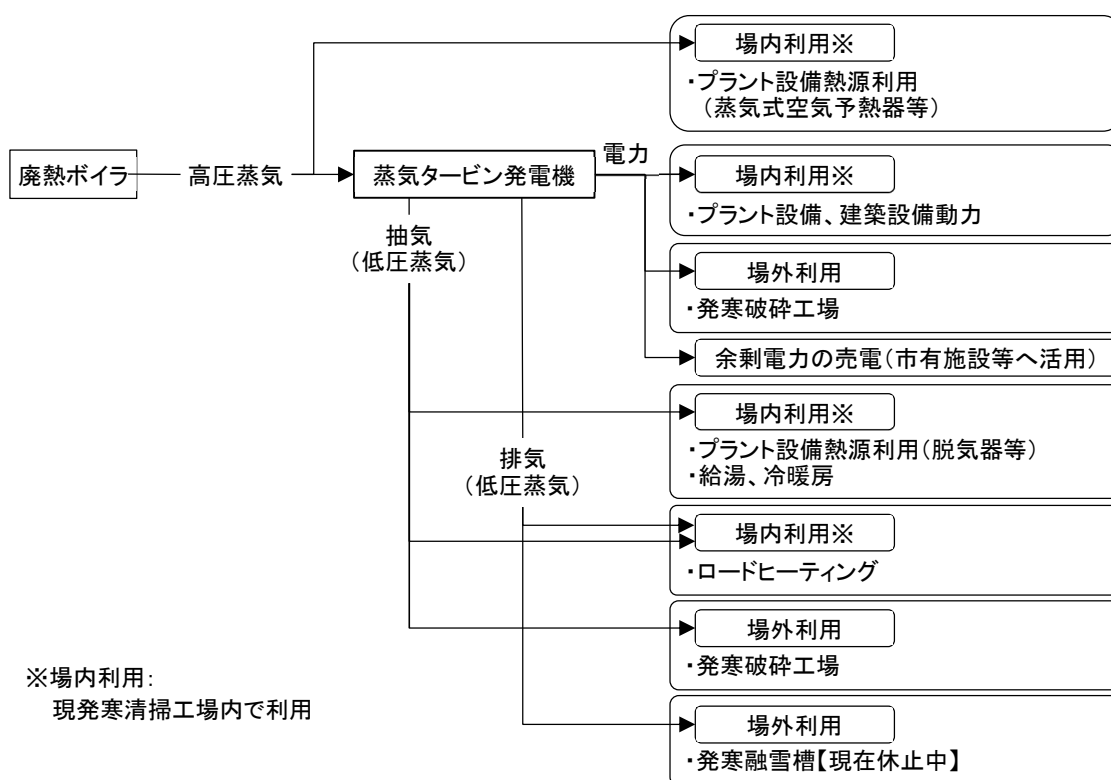


図 5.6 新発寒清掃工場における余熱利用形態

5.3.2 エネルギー利用の計画条件

新発寒清掃工場におけるエネルギー利用の計画条件を表 5.6 に示します。

表 5.6 エネルギー利用の計画条件

項目		概要
ボイラ蒸気条件		400 ℃×4 MPa※ ¹
利用方法		蒸気タービンによるごみ発電及び場内・発寒破碎工場・発寒融雪槽への熱供給
各施設への供給方法	破碎工場	既設共同溝を活用し、蒸気、温水、電力等を供給
	発寒融雪槽※ ²	地中埋設管により、温水を供給等
利用先	蒸気 (低圧蒸気)	場内冷暖房給湯（管理用諸室等）
		大空間用暖房（各プラットホーム等）
		発寒破碎工場
	温水※ ³	場内ロードヒーティング（約 50 ℃） ※敷地進入出道路、構内道路、ランプウェイ、駐車場等を対象
		発寒破碎工場（ロードヒーティング）
		発寒融雪槽
	電気	場内利用
		発寒破碎工場（高圧電力）
		余剰電力は売電（市有施設等へ活用など）

※¹ 新発寒清掃工場では、ボイラ蒸気条件を 400 ℃以上×4 MPa 以上と計画していますが、試算値として仮設定しました。

※² 発寒融雪槽への熱供給は検討段階であるため、熱供給すると仮定した場合です。

※³ 稼働期間：発寒融雪槽を活用する場合は 12～3 月、場内ロードヒーティングは 11～4 月を想定します。

5.3.3 エネルギー収支

前節で設定した前提条件及びプラントメーカーへのヒアリング結果を踏まえ、新発寒清掃工場におけるエネルギー収支概算を行いました。結果を表 5.7 に示します。

表 5.7 エネルギー収支の概算（冬季）

項目	算出値	備考
①施設規模	640 t/日	
②基準ごみの低位発熱量	9,000 kJ/kg ※	
③ごみの入力熱量	240.0 GJ/h	$=①÷24 \text{ h/日}×②×10^3$
④外部燃料の熱量	0 GJ/h	プラントメーカー回答をもとに設定
⑤発電出力	14,800 kW	プラントメーカー回答をもとに設定
⑥消費電力（合計）	2,660 kW	
新発寒清掃工場	2,520 kW	プラントメーカー回答をもとに設定
発寒破碎工場	140 kW	令和4年度稼働実績をもとに設定
⑦熱利用量（合計）	46.3 GJ/h	
新発寒清掃工場	2.3 GJ/h	プラントメーカー回答をもとに設定
場内ロードヒーティング	14.1 GJ/h	プラントメーカー回答をもとに設定
発寒破碎工場	8.9 GJ/h	令和6年3月稼働実績をもとに設定
発寒融雪槽	21.0 GJ/h	設備仕様をもとに設定

※プラントメーカーヒアリング時点での設定値であるため、「3.3.3 (8) 新発寒清掃工場における計画ごみ質」における設定値と異なります。

5.3.4 エネルギー回収率の検討

本事業では、蒸気タービンによる高効率発電を導入するほか、給湯、冷暖房だけではなく、融雪槽を含めた余熱利用を行うことでごみ焼却による熱エネルギーを最大限活用し、温室効果ガス削減に寄与する施設とします。

発電及び余熱利用を合わせたエネルギー回収率は 30 %以上を見込み、現発寒清掃工場 (10 %程度) を上回る計画とします。

【発電効率】

$$\begin{aligned}\text{発電効率}[\%] &= \frac{\text{発電出力 } 100[\%]}{\text{投入エネルギー (ごみ+外部燃料)}} \\ &= \frac{\text{発電出力}[\text{kW}] \times 3,600[\text{kJ/kWh}] \times 100[\%]}{\text{ごみ発熱量}[\text{kJ/kg}] \times \text{施設規模}[\text{t/日}] \div 24[\text{h/日}] \times 1,000[\text{kg/t}] + \text{外部燃料発熱量}[\text{kJ/kg}] \times \text{外部燃料投入量}[\text{kg/h}]} \\ &= \frac{14,800[\text{kW}] \times 3,600[\text{kJ/kWh}] \times 100[\%]}{9,000[\text{kJ/kg}] \times 640[\text{t/日}] \div 24 \left[\frac{\text{h}}{\text{日}} \right] \times 1,000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right]} \\ &= 22.2 \%\end{aligned}$$

【熱利用率】

$$\begin{aligned}\text{熱利用率}[\%] &= \frac{\text{有効熱量} \times 0.46^{※1} \times 100[\%]}{\text{投入エネルギー (ごみ+外部燃料)}} \\ &= \frac{\text{有効熱量}[\text{MJ/h}] \times 1,000[\text{kJ/MJ}] \times 0.46^{※1} \times 100[\%]}{\text{ごみ発熱量}[\text{kJ/kg}] \times \text{施設規模}[\text{t/日}] \div 24[\text{h/日}] \times 1,000[\text{kg/t}] + \text{外部燃料発熱量}[\text{kJ/kg}] \times \text{外部燃料投入量}[\text{kg/h}]} \\ &= \frac{46.3^{※2} [\text{GJ/h}] \times 1,000,000[\text{kJ/GJ}] \times 0.46 \times 100[\%]}{9,000[\text{kJ/kg}] \times 640[\text{t/日}] \div 24[\text{h/日}] \times 1,000[\text{kg/t}]} \\ &= 8.9 \%\end{aligned}$$

【エネルギー回収率】

$$\begin{aligned}\text{エネルギー回収率}[\%] &= \text{発電効率}[\%] + \text{熱利用率}[\%] \\ &= 22.2 \% + 8.9 \% \\ &= 31.1 \%\end{aligned}$$

※1 0.46 は、発電/熱の等価係数

※2 融雪槽への熱供給量 (21.0 GJ/h) を含む。

※3 ※2の融雪槽熱供給量 (21.0 GJ/h) について、融雪槽の熱供給日数が施設稼働日数の 25 %を下回る見込みであるため、「循環型社会形成推進交付金制度」の交付要件においては熱利用率に見込むことができませんが、ここでは最大熱利用率を示しています。なお、融雪槽を除いたエネルギー回収率は約 27 %であり、同制度による交付要件 (交付率 1/2) 「エネルギー回収率 (発電効率と熱利用率の和) 24.0 %以上 (600 t/日超、800 t/日以下の施設)」を満たす見込みです。

5.3.5 温室効果ガス排出量削減への寄与

ごみの焼却に伴い温室効果ガスである二酸化炭素が排出されます。二酸化炭素（以下「CO₂」という。）の排出量は、主にプラスチックの焼却に伴う焼却由来と、電力や都市ガスなどのエネルギー利用に伴うエネルギー起源に分けられます。一方、焼却に伴う熱エネルギーを効率的に回収して有効利用することで、前述の CO₂ の排出量を削減することが可能です。

新発寒清掃工場のごみの焼却に伴う CO₂ 排出量は約 4.8 万 t-CO₂/年です。一方、新発寒清掃工場の CO₂ 削減効果は約 3.0 万 t-CO₂/年となる見込みであり、現発寒清掃工場と比較して約 5,000 世帯分に相当する CO₂ 削減効果があります。

表 5.8 温室効果ガス排出量の試算

項目	現発寒清掃工場 ＋北石狩(R1～R5 実績平均)	新発寒清掃工場 (計画値)
プラスチック起源 CO ₂ 排出量※ ¹	49,262 t-CO ₂ /年	47,849 t-CO ₂ /年
エネルギー起源 CO ₂ 排出量※ ²	2,363 t-CO ₂ /年	660 t-CO ₂ /年
CO ₂ 排出量合計	51,265 t-CO ₂ /年	48,510 t-CO ₂ /年

※¹ プラスチックの焼却量×排出係数

※² 電力使用量×排出係数＋燃料使用量×排出係数（定期点検時の買電等を想定）。

排出係数：電力 0.000555 t-CO₂/kWh、A 重油 2.71 t-CO₂/kL、都市ガス 0.00223 t-CO₂/kL、
熱供給 0.057 t-CO₂/GJ

※³ 「廃棄物処理部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル」（2012 年 3 月、環境省）に基づき算定しています。なお、ごみの収集運搬に伴う排出量は含んでいません。

表 5.9 温室効果ガス削減量の試算

項目	現発寒清掃工場 ＋北石狩(R1～R5 実績平均)	新発寒清掃工場 (計画値)
売電に伴う CO ₂ 削減効果 ※ ¹ (売電電力量 kWh/t-焼却ごみ)	－8,120 t-CO ₂ /年 (14,631 t-CO ₂ /年)	－27,388 t-CO ₂ /年 (49,347 t-CO ₂ /年)
場外熱供給等による CO ₂ 削減効果 ※ ¹	－830 t-CO ₂ /年	－2,659 t-CO ₂ /年
CO ₂ 削減効果合計※ ²	－8,950 t-CO ₂ /年 (約 2,000 世帯相当)	－30,047 t-CO ₂ /年 (約 7,000 世帯相当)

※¹ プラントメーカーヒアリングにより設定。

※² 世帯当たり年間 CO₂ 排出量（北海道）：4.07 t/年（「令和 5 年度家庭部門の CO 排出実態統計調査結果について（速報値）」（令和 6 年 10 月、環境省）より算出

5.4 脱炭素化に関する取組み

5.4.1 脱炭素化の動向

(1) 国

地球温暖化の進行による気候変動の顕在化が深刻化するなか、脱炭素社会への取組みが国内外で加速化しています。国では、2050 年のカーボンニュートラル（温室効果ガス排出量をゼロにすること）実現を目指すという目標に沿った施策が示されています。

「廃棄物処理施設整備計画」（令和 5 年 6 月 30 日閣議決定、環境省）においても「脱炭素化の推進と地域循環共生圏の構築に向けた取組み」が掲げられ、熱回収の高度化のほか、将来的には、廃棄物の焼却により発生する CO₂ の回収・有効利用・貯留（CCUS）等の技術の導入の必要性が示されています。

(2) 札幌市

本市においても令和 2 年（2020 年）2 月に、温室効果ガス排出量を 2050 年に実質ゼロとするゼロカーボンシティを宣言しました。「札幌市気候変動対策行動計画」（令和 3 年（2021 年）3 月においては、温室効果ガス排出量の 2030 年目標達成のための取組みとして、清掃工場建替え時の高効率なエネルギー回収システムの導入や、市有施設への太陽光発電等の導入促進、市有施設・設備の省エネルギー化等を掲げています。

5.4.2 新発寒清掃工場における取組み

本市や地域のさらなる脱炭素化に資する施設として以下の取組みを推進します。

(1) 高効率なエネルギー回収システムの導入

「5.2 現発寒清掃工場での余熱利用」及び「5.3 エネルギー利用計画」で検討したとおり、新発寒清掃工場では、発電効率向上に係る技術的要素（高温高压ボイラ、抽気復水タービンの採用等）を積極的に導入し、発電効率の向上を図ります。

また、現発寒清掃工場と同様に、焼却により発生するエネルギーを施設内の設備や敷地内の場内ロードヒーティングに利用するほか、既設共同溝を経由して発寒破碎工場に蒸気、温水、電力を供給することでエネルギーの有効利用を行います。また、隣接する発寒融雪槽への熱供給について検討し、さらなるエネルギーの有効利用を検討します。

(2) 建築物・建築設備の省エネルギー化

住宅・建築物の省エネルギー対策を強力に進めるための「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律」（改正建築物法）が令和4年（2022年）6月に公布（令和7年（2025年）4月施行予定）され、プラント設備のみならず建築物の建築物環境配慮も重要となっています。本市においても建築物環境配慮制度（CASBEE 札幌）による届出強化を行っています。

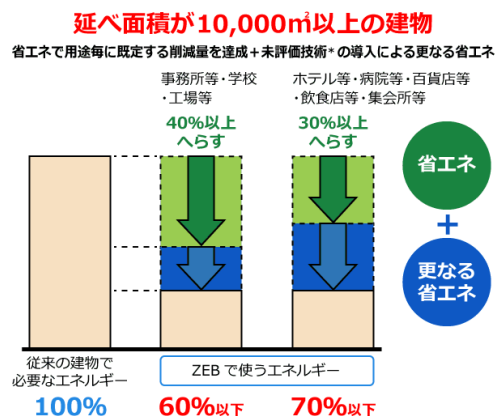
新発寒清掃工場では、建築物及び建築設備に省エネルギー化を図るとともに、太陽光発電システムなど自然エネルギーを利用するための設備も積極的に導入し、延床面積 10,000 m² 以上の大規模建築物に適用される「ZEB Oriented」の評価基準の達成を検討します。想定する導入技術は表 5.10 に示すとおりであり、これらの技術導入により、発電した電力の場内消費を削減し、余剰電力量の最大化と CO₂ 排出量の最小化を図ります。

<ZEB Oriented とは>

ZEB とは、Net Zero Energy Building（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の略称であり、「年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物」と定義されています。

ゼロエネルギーの達成状況等に応じて、4 段階（「ZEB」「Nearly ZEB」「ZEB Ready」及び「ZEB Oriented」）に分かれており、新発寒清掃工場を目指す「ZEB Oriented」は以下の両方を満たす必要があります。

- (ア) 従来の建築物より 40 %以上の一次エネルギー消費量削減
- (イ) 未評価技術（WEBPRO において現時点で評価されていない技術）導入



出典：「ZEB PORTAL（ゼブ・ポータル）」（環境省）を参照し作成

表 5.10 ZEB 技術の概要

対策技術	分類	概要
パッシブ 技術	外皮 断熱	外皮における熱の出入りを抑制し、無断熱の建物と比較し、はるかに少ないエネルギーで室内の温熱環境を快適にします。 ・屋根や壁に高性能断熱材を採用します。 ・高性能遮熱・断熱窓を採用します。
	日射 遮蔽	屋根及び外壁から侵入する日射を遮蔽し、夏季や中間期の冷房負荷を抑制します。 ・高性能ガラスの採用 ・水平庇・ブラインドの設置
	自然 通風 利用	動力等を利用せずに外部の空気を室内に誘引し換気を行います。夏季の夜間や中間期において、室内よりも屋外の方が、温湿度条件が優れている場合に自然風を利用し外気を取込むことで、冷房負荷を低減します。 ・自然風を欄間窓から取込み、建物内部のエコシャフト（煙突効果）で上昇し、屋上開口部から排出されます。
	昼光 利用	開口部から昼間の自然光を取入れ、室内の明るさを確保することで人工照明の利用を減らし、照明エネルギーを抑制します。 ・トップライト、ハイサイドライト（昼間は昼光を利用し、照度の不足する夜間のみ照明を利用します） ・光ダクトシステム（ダクト内面を高反射鏡面とすることで、建物内へ昼光を運びます）
アクティブ 技術	空調 設備	空調設備を高効率なシステム構成とすることで、空調エネルギーを抑制します。 ・熱源機器・システムの高効率化（COP の向上） ・搬送設備の高効率化（流量を変化させる変風量制御等） ・床吹出空調システム
	照明 設備	昼光利用時の明るさの不足分を補い、夜間の各空間の作業に適した光環境を提供しながら、人工照明エネルギー消費を削減します。 ・高効率照明（LED 照明とすることで、消費電力を削減） ・人感・明るさセンサーによる自動調光制御 ・ゾーニング制御（証明の点滅区分を細分化し、照度条件を緩和）
	換気 設備	常時運転とするのではなく、目的に合わせ、適切な制御を行うことで省エネルギー化を図ります。また、建築物全体の風量バランスを考慮して、空調設備との調和のとれたものとします。 ・高効率ファン ・機械室の温度制御 ・人感センサーによる換気制御（便所や給湯室の換気エネルギー削減）
	給湯 設備	給湯設備又はそのシステムを高効率化し、給湯エネルギーを削減します。 ・高効率給湯（ヒートポンプユニット） ・自然冷媒ヒートポンプ給湯機 ・洗面器の自動給湯栓
	昇降機 設備	・エレベータで可変電圧可変周波数制御（VVVF 制御）を採用します。速度制御が容易になるため、着床性能及び乗り心地が改善され、走行時間が短縮されます。また、制御性能向上により、省エネルギー化が可能です。 ・エレベータで電気回生制御を採用します。電動機を発電機として運転し、回生電力を発生させ、有効利用する技術です。

出典：「ZEB 設計ガイドライン【ZEB Ready・中規模事務所編】」
（ZEB ロードマップ フォローアップ委員会）を参考に作成

(3) 太陽光発電設備の導入

本市では積雪が多く、更新場所は面積に制約があることから、従来の屋上設置型に加え、近年技術開発が進む壁面や窓を利用した建材一体型や垂直型の太陽光発電設備の導入を検討し、自然エネルギーの利活用を推進します（表 5.11）。

壁面や窓面に設置される建材一体型や垂直型などの新しい太陽光発電設備は、積雪による発電効率低下や雪の重みによる損傷などを軽減することが期待できます。

表 5.11 太陽光発電設備の技術

技術と特徴	事例
建材一体型 （外壁・窓型） 建築物の壁面と窓を 利活用	 建築物の窓（シースルータイプ）及び壁面（ソリッドタイプ）を利用した太陽光発電
垂直型 平置き型・傾斜型では難しい土地や積雪地域でも導入が可能	 垂直型太陽光発電

出典：大成建設株式会社「T-Green Multi Solar 実装事例集」（上）、エア・ウォーター株式会社「VERPA」（下）