

「熱輸送ネットワークによる低温排熱の地域内利用研究」

結果報告書

< 第二部 Feasibility Study 編 >

2008年3月31日

環境パートナーシップ CLUB・EPOC

温暖化・省エネ分科会

第二部 Feasibility Study 編

1 . F S 調査概要	3
1 - 1 調査の方法	3
1 - 2 調査項目	3
2 . 調査結果	4
2 - 1 A 社:三機工業株式会社	4
(1 . 1) システムの原理	4
(1 . 2) システムの特徴	5
(2) 熱供給側企業における排熱回収設備検討	9
(3) 熱利用側企業における熱供給設備検討	11
(4 . 1) 熱源施設の条件	12
(4 . 2) 熱利用施設の条件	16
(5) 熱輸送ネットワークのシミュレーション	29
(6) 経済性評価	45
(7) 環境性評価	45
(8) 今後の検討課題と解決策	46
2 - 2 B 社:株式会社神鋼環境ソリューション	48
(1) システムの原理・特徴	48
(2) 熱供給側企業における排熱回収設備検討	51
(3) 熱利用側企業における熱供給設備検討	53
(4) 熱源施設と熱利用施設の条件	55
(5) 熱輸送ネットワークのシミュレーション	62
(6) 経済性評価	84
(7) 環境性評価	89
(8) 今後の検討課題と解決策の提示	92
3 . まとめ	94

第二部 Feasibility Study 編

1. FS 調査概要

1 - 1 調査の方法

第一部アンケート編で述べたとおり、アンケート調査、及びヒアリング調査の結果を踏まえ、モデルによる経済性検討を実施した。

現在国内で実用化に向けて取り組んでいる熱輸送の方式は 2 方式あり、各方式には規模の大きさ、使用蓄熱剤など、それぞれ特徴がある。本調査では、EPOC 会員企業がそれぞれの効果を参考に、自社に応じた装置を選択する幅を得るため、あえて 1 社に絞らず、以下の 2 社に FS を依頼することとした。また、本検討では優劣をつけず、各社の特徴を活かした検討結果を示す。

[FS 調査委託先]

A 社: 三機工業株式会社

B 社: 株式会社神鋼環境ソリューション

1 - 2 調査項目

- (1) システムの原理・特徴
- (2) 熱供給側企業における排熱回収設備検討
- (3) 熱利用側企業における熱供給設備検討
- (4) 熱源施設と熱利用施設の条件
- (5) 熱輸送ネットワークのシミュレーション
- (6) 経済性評価
- (7) 環境製評価
- (8) 今後の検討課題と解決策

2. 調査結果

2 - 1 A 社:三機工業株式会社

(1.1) システムの原理

本システムは、熱源施設（発電、化学、生産、下水汚泥焼却、ごみ焼却プラントなど）から排出される様々な低温排熱（200℃以下）を、コンテナ内に充填した「潜熱蓄熱材（PCM：Phase Change Material）」に蓄え、熱利用施設（病院、オフィス、公共施設、集合住宅、工場など）へトレーラー等でオフライン輸送する「未利用エネルギーの有効利用」技術である。導管方式に比べインフラ整備コストが安価でかつ距離に関係なく、地下埋設物等の制限を受けない等、新しい発想に基づく CO₂ 削減対策技術である。システム概要を図 1.1 に示す。

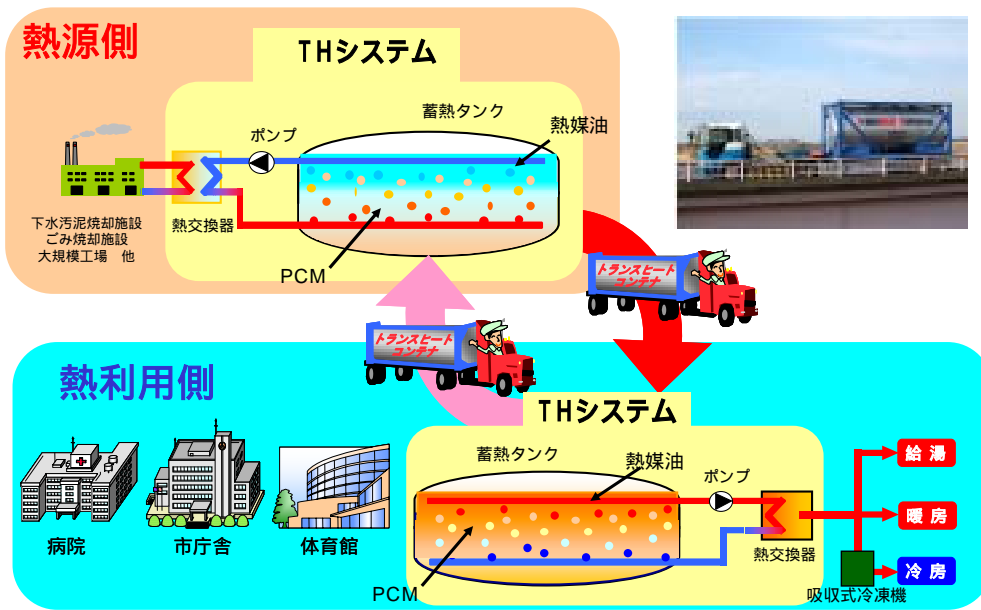


図 1.1 本システムの概要

また、本システムの利用手順（蓄熱～輸送～利用）を下記に示す。

1) 熱源における蓄熱

- ①熱源施設からの低温排熱（蒸気、温水、高温空気、排ガスなど）エネルギーを、熱交換器を介して熱媒油に伝える。
- ②熱エネルギーを得た高温の熱媒油を、固体になっている PCM を蓄えたタンク下部より供給し、直接接触により熱交換して PCM にエネルギーを与え、徐々に溶かす。
- ③PCM より軽い熱媒油は比重差によりタンク上部へ上昇・分離し、この間に温度が低下する。
- ④温度が低下した熱媒油は、再度ポンプにより吸引され、熱交換器へ送られ、排熱との熱交換により加温され、熱エネルギーを得る。
- ⑤PCM が全て液状化したところで蓄熱完了。

2) 熱のオフライン輸送

熱利用施設へとトレーラーにてコンテナ（蓄熱タンク）を搬送。

3) 熱利用施設における放熱・熱利用

- ①タンクと熱媒油配管を接続し、タンク下部より低温の熱媒油を供給し、蓄熱時と反対にPCMに蓄えられた熱エネルギーを、熱媒油に与え高温化する。
 - ②高温の熱媒油に伝えられた熱エネルギーを、熱交換器を介して熱利用側の熱媒体(水、空気、ガスなど)に伝え熱利用を行う。
 - ③熱エネルギーを与えた低温の熱媒油を再びタンク下部より供給し、熱媒油を暖める。
- 以上のように、熱源での蓄熱および利用先での放熱作業は非常にシンプルである。

(1.2) システムの特徴

1) 効率的、効果的な蓄熱

蓄熱タンク内には、熱を蓄えるPCMと、熱の授受の役割を担う熱媒油が充填され、比重差により分離している(上部:熱媒油、下部:PCM)。蓄放熱時においては、この熱媒油とPCMが直接接触により熱交換を行うため、熱交換効率が高い。

また、蓄熱材にPCMを用いるため、温度変化にあらわれる“顕熱”だけではなく、物質の相変化(固体⇄液体)に要する“潜熱”エネルギーも蓄熱・利用できるので、高密度な蓄熱が可能となる。例えば、本システムで利用するPCMの“酢酸ナトリウム三水和物”(融点58°C)を用いて、暖房や給湯等の温熱利用(80°C→50°C利用、図1.2)を行う場合、温水に比べて3倍程度、高密度に熱を蓄えることができる。

ここでは酢酸ナトリウム三水和物の例を紹介したが、利用側の用途に応じて融点の異なるPCMを選定することにより、排熱温度や利用温度域に適した効率的、効果的な蓄熱が可能となる。また、本システムでは、PCMの相変化のみを用いるため、繰り返し利用が可能である。

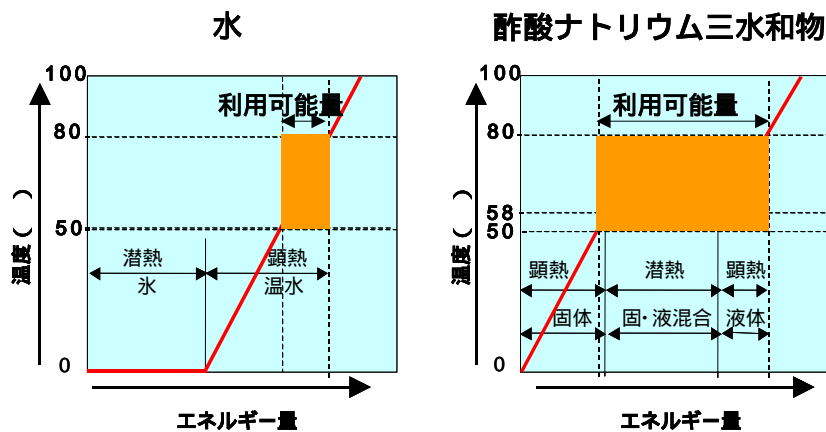


図1.2 PCMの利用可能エネルギー比

2) オフライン輸送により多様な熱供給

オフライン輸送により、導管等によるオンライン方式と比べて、下記メリットが生まれる。

- ①配管等のインフラ整備コストが大幅に削減できる。輸送距離による整備費への影響がない。
- ②1ヶ所の熱源から複数の遠方需要先（半径 20km 程度）への供給が可能となる。
- ③導管敷設の制限（障害物、場所限定・・・）等に縛られず、自由な熱供給が可能となる。

(図 1.3 参照)

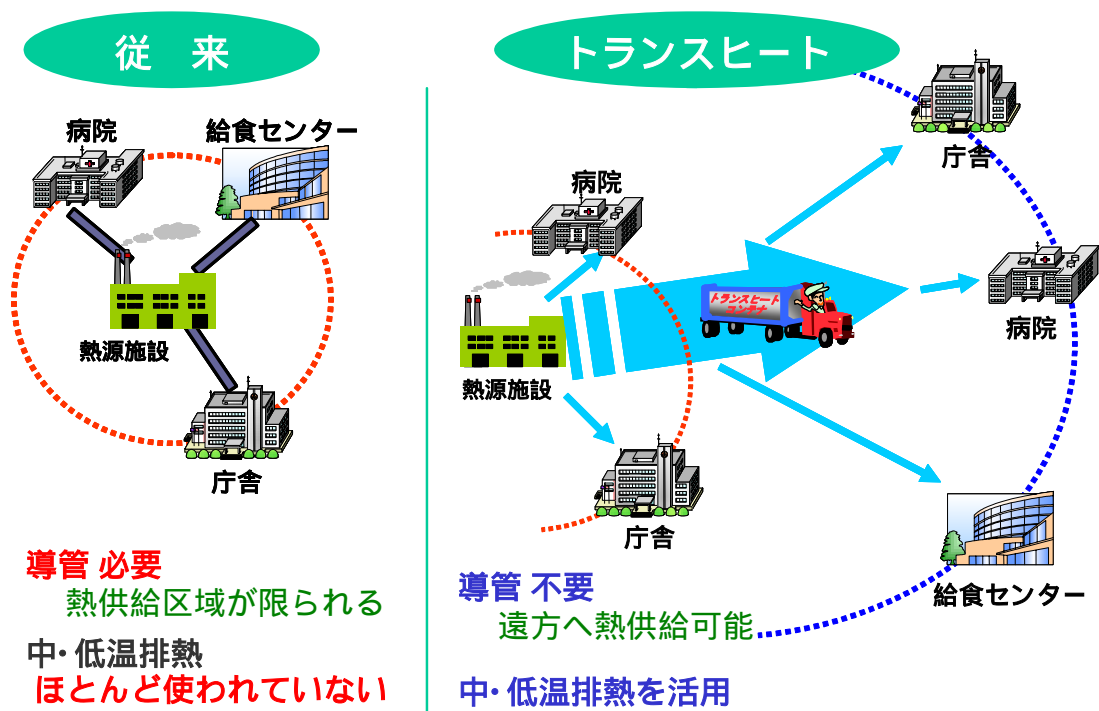


図 1.3 オフライン輸送のイメージ

3) 熱利用側に安定かつ自由に供給

本システムでは、まず熱源施設において、排熱を蓄熱タンクに蓄えた後、熱利用施設へ供給する。したがって、熱源施設では排熱の温度や量、発生時間などに変動やばらつきがあっても、蓄熱タンクがバッファタンクとなりその影響を吸収するので、熱利用施設へは、安定的な熱供給が可能となる。

また、蓄熱タンクからの熱供給は、熱媒油ポンプの ON・OFF や流量制御により容易に行うことができるうえ、蓄熱タンクからの放熱ロス是非常に小さいので、熱需要に応じた間欠的な熱供給も可能である。

熱源施設側での変動吸収イメージと熱利用のイメージを図 1.4 に示す。

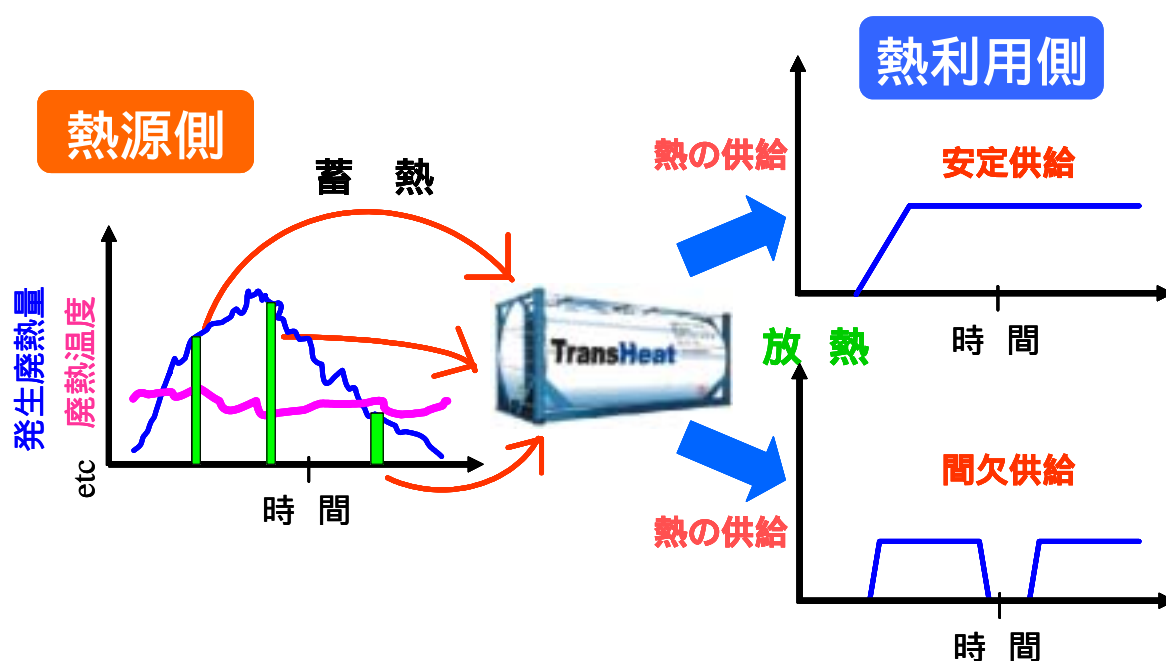


図 1.4 蓄熱イメージ図

4) 運転(試験)実績

本システムは、ヨーロッパで導入実績がある。図1.5に示すドイツ・フランクフルト市郊外の例では、化学工場の蒸気排熱をトランスヒートコンテナ6台で約12キロメートル離れた自社のオフィスビルまで搬送し、暖房や給湯の熱源に利用していた。ドイツで実績のあるコンテナは、1台あたりの蓄熱容量は約3.5MWh/台(3,000Mcal/台)である。

日本国内では、国内道路事情や国内法などに適したコンテナの改造(図1.6:国内実証用蓄熱タンク)や、国内の熱需要に適した用途(冷房への適用)の開発、蓄熱密度の高いPCMの開発などが必要と考えられ、平成16年度(2004年度)の環境省地球温暖化対策技術開発事業に採択され、これらの開発・調査を平成18年度(2006年度)までの3ヵ年で進めた。



図1.6 国内実証試験用コンテナ

開発事業の一環として2005年12月より群馬県内の熱源と埼玉県内の需要先を結んだ実証試験と、2006年1月より都内の下水処理場を熱源とし近隣の市民センターを需要先とした実証試験、の2ヶ所を実施し良好な結果を得ている。

また、2006年8月には上記の下水処理場と市民センターの施設を改造し、高温PCMと単効用吸収式冷凍機を組合わせた冷房実験を実施し良好な結果を得ている。

この実証試験を進めていく過程で、道路法や消防法など国内関連法規の整理が進み、スムーズな事業推進に向けて関係機関と調整を行っている。

現状、国内向けコンテナは、総重量18~24t程度、蓄熱容量1.0~2.0MWh/台(860~1,720Mcal/台、蓄熱温度により変動する)程度としている。2007年度は蓄・放熱速度の改善やタンク内PCMの有効利用率を高める改良、据置型の開発を行っており、用途の多様化や経済性の向上を目指している。

このような試験実績を受け、今年度中には2件を納入予定である。1件はコンテナを据置型で使用し、民間工場内プロセス排熱を蓄熱し、それを事務所エリアの空調用熱源として使用するものである。PCMとして、酢酸ナトリウム三水和物(PCM:Type1/融点58°C)を使用している。(2007年度中に稼働)

もう1件は、青森県八戸市の「奥羽クリーンテクノロジー(株)」に納入されるものであり、廃棄物処理施設から出る排熱をコンテナに蓄熱、それを青森県栽培漁業センターに輸送し、養殖用の海水を加温するものである。PCMとして、エリスリトール(PCM:Type4/融点118°C)を使用する。2008年4月からの稼働を予定している。

(2) 熱供給側企業における排熱回収設備検討

(2)-1 システムフロー図

システムフロー図について図2.1にまとめる。

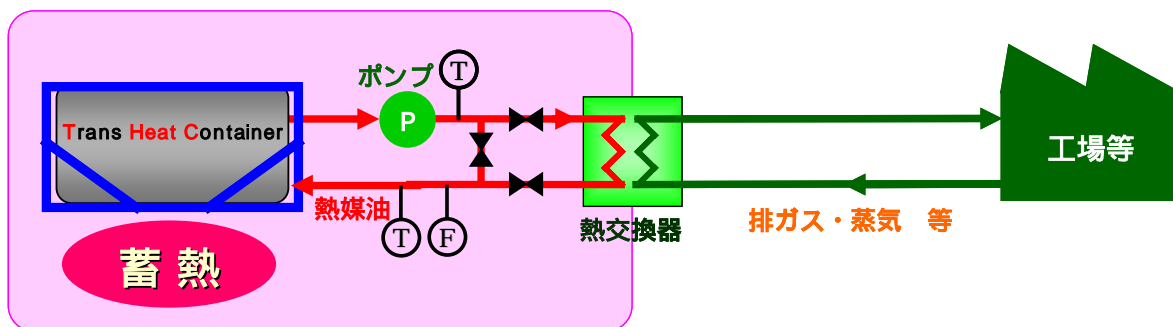


図2.1 熱供給側フロー図

(2)-2 設備レイアウト

設備レイアウトについて図2.2にまとめる。

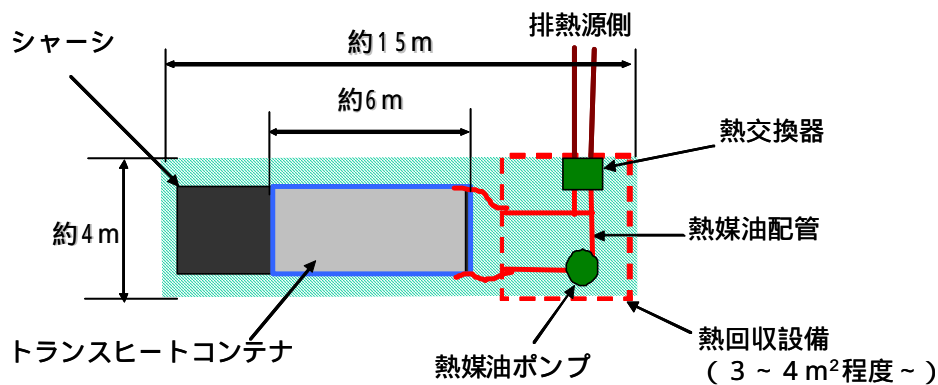


図2.2 熱供給側レイアウト

(2)-3 機器リスト

熱供給側における主要機器は、トランスヒートコンテナ・熱媒油ポンプ・熱交換器となる。上記機器の仕様を表2.1に示す。

表2.1 機器仕様

機器	仕様	備考
トランスヒートコンテナ	<ul style="list-style-type: none"> ・IS 020 フィート枠付きコンテナ ・コンテナ容量: 11.0 ~ 26.0m³ ・蓄熱容量(国内標準): 1.0 ~ 2.0MWh 	
熱媒油ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・流量: 50m³/h 程度 ・耐熱温度: 180 程度(PCM:Type4) 120 程度(PCM:Type1) 	・詳細については、要相談
熱交換器	<ul style="list-style-type: none"> ・型式: プレート式・スパイラル式 他 ・交換熱量: 1.0MW 程度 	・詳細については、要相談

(2)-4 コスト

上記主要機器の設備費を表2.2に示す。熱供給側のコストについては、トランスヒートコンテナ本体を除き、トータルで3,000万円程度となる。(ただし、排熱ダクト・配管は対象外とする。また、本金額は主要機器を含む1セット当りの金額であり、トランスヒートコンテナを複数台運用する場合は、別途検討が必要となる。)ただし、本金額については概算金額になるので、詳細については別途検討を要する。特に、排熱源が排ガスの場合は、その性状や温度により仕様が大きく異なるため、コストも大きく変動する。

表2.2 機器コスト

機 器	コ ス ト	備 考
トランスヒート コンテナ	・酢酸ナトリウムタイプ:2,000~2,500万円 ・エリスリトールタイプ:3,000~3,500万円	・蓄熱材の充填量による
熱媒油ポンプ	・200万円程度	・機器仕様による
熱交換器	・数百~数千万円程度	・機器仕様による

(3) 熱利用側企業における熱供給設備検討

(3)-1 システムフロー図

システムフロー図について図3.1にまとめる。

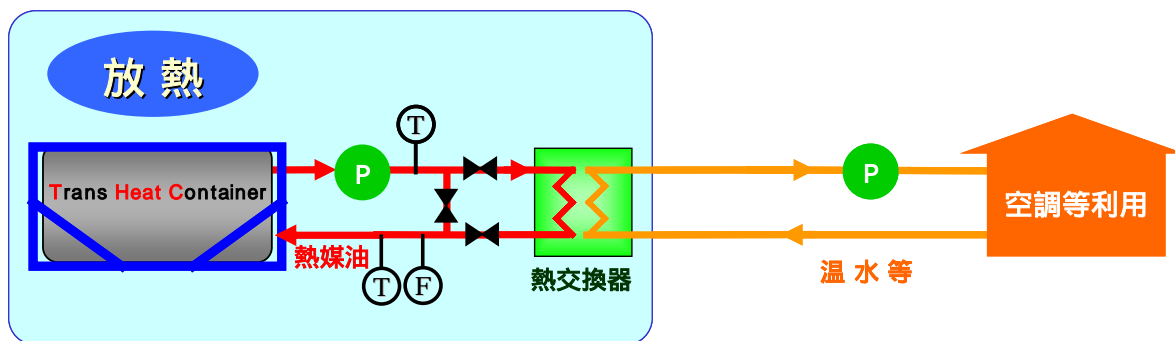


図3.1 熱需要側フロー図

(3)-2 設備レイアウト

設備レイアウトについて図2.2参照。

(3)-3 機器リスト

熱需要側における主要機器は、トランスヒートコンテナ・熱媒油ポンプ・熱交換器となる。上記機器の仕様を表3.1に示す。

表3.1 機器仕様

機器	仕様	備考
トランスヒートコンテナ	<ul style="list-style-type: none"> ・IS O20 フィート枠付きコンテナ ・コンテナ容量: 11.0 ~ 26.0m³ ・蓄熱容量(国内標準): 1.0 ~ 2.0MWh 	・熱供給側に同じ
熱媒油ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・流量: 50m³/h 程度 ・耐熱温度: 150 程度(PCM:Type4) 120 程度(PCM:Type1) 	・詳細については、要相談
熱交換器	<ul style="list-style-type: none"> ・型式: プレート式・スパイラル式 他 ・交換熱量: 0.5MW 程度 	・詳細については、要相談

(3)-4 コスト

上記主要機器の設備費を表3.2に示す。熱供給側のコストについては、トランスヒートコンテナ本体を除き、トータルで¥2,000万程度となる。(ただし、熱利用側媒体の配管設備は対象外とする。また、本金額は主要機器を含む1セット当りの金額であり、トランスヒートコンテナを複数台運用する場合は、別途検討が必要となる。)ただし、本金額については概算金額になるので、詳細については別途検討を要する。

表3.2 機器コスト

機 器	コ ス ト	備 考
トランスヒート コンテナ	・酢酸ナトリウムタイプ:2,000~2,500万円 ・エリスリトールタイプ:3,000~3,500万円	・蓄熱材の充填量による
熱媒油ポンプ	・200万円程度	・機器仕様による
熱交換器	・数百万円程度	・機器仕様による

(4.1) 熱源施設の条件

アンケート回答結果より、熱供給側企業における回収可能熱量について検討する。ただし、排熱は検討条件において24時間安定的に発生するものとし、酢酸ナトリウム三水和物に蓄熱する場合は90℃までの熱回収、エリスリトールに蓄熱する場合は150℃までの熱回収とする。また、後述する『1日当たりの供給可能コンテナ台数』については、コンテナ1台当たりの蓄熱容量を2.0MWh/台として計算する。

(4.1)-1 熱源A

1) 検討条件

検討条件を表4.1にまとめる。

表4.1 検討条件1

排出源	排出温度()	流量(m ³ /h)
焼却炉排ガス	185	7,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.2にまとめる。ただし、排ガスの比熱を0.34kcal/Nm³・℃とする。

表4.2 回収熱量1

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	0.26	3.2
エリスリトール	150	0.10	1.2

(4.1)-2 熱源B

1) 検討条件

検討条件を表4.3にまとめる。

表4.3 検討条件2

排出源	排出温度()	流量(m3/h)
焼却炉排ガス	185	14,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.4にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.34\text{kcal/Nm}^3\cdot\text{C}$ とする。

表4.4 回収熱量2

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	0.53	6.3
エリスリトール	150	0.19	2.3

(4.1)-3 熱源C

1) 検討条件

検討条件を表4.5にまとめる。

表4.5 検討条件3

排出源	排出温度()	流量(m3/h)
焼成炉排ガス	400	3,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.6にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot\text{C}$ とする。

表4.6 回収熱量3

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	0.27	3.2
エリスリトール	150	0.22	2.6

(4.1)-4 熱源D

1) 検討条件

検討条件を表4.7にまとめる。

表4.7 検討条件4

排出源	排出温度()	流量(m ³ /h)
コージェネ排ガス	171	63,900

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.8にまとめる。ただし、排ガスの比熱を0.25kcal/Nm³・℃とする。

表4.8 回収熱量4

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	1.5	18.1
エリスリトール	150	0.39	4.7

(4.1)-5 熱源E

1) 検討条件

検討条件を表4.9にまとめる。

表4.9 検討条件5

排出源	排出温度()	流量(m ³ /h)
加熱炉排ガス	240	110,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.10にまとめる。ただし、排ガスの比熱を0.25kcal/Nm³・℃とする。

表4.10 回収熱量5

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	4.80	57.6
エリスリトール	150	2.88	34.5

(4.1)-6 熱源F

1) 検討条件

検討条件を表4.11にまとめる。

表4.11 検討条件6

排出源	排出温度()	流量(m3/h)
加熱炉排ガス	215	40,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.12にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot\text{C}$ とする。

表4.12 回収熱量6

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	1.45	17.4
エリスリトール	150	0.76	9.1

(4.1)-7 熱源G

1) 検討条件

検討条件を表4.13にまとめる。

表4.13 検討条件7

排出源	排出温度()	流量(m3/h)
加熱炉排ガス	200	36,000

2) 回収可能熱量

回収可能熱量を表4.14にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot\text{C}$ とする。

表4.14 回収熱量7

蓄熱材種類	回収後温度()	回収可能熱量(MW)	1日当たりの供給可能コンテナ台数(台)
酢酸ナトリウム三水和物	90	1.15	13.8
エリスリトール	150	0.25	6.3

(4 . 2) 熱利用施設の条件

アンケート回答結果より、熱需要側企業における必要熱量について検討する。ただし、熱需要は検討条件において 24 時間安定的に発生するものとする。また、後述する『コンテナ必要台数』については、コンテナ 1 台当たりの蓄熱容量を 2.0MWh/台として計算する。

(4 . 2) - 1 熱利用 A

1) 検討条件

検討条件を表 5 . 1 にまとめる。ただし、稼働日数については、アンケート結果の『年間業務日数』より下記表のように仮定し、電力使用量については、アンケート結果の『用途別電気使用量』より 2005 年と 2006 年の平均値を用いて検討した。

2) 必要熱量

必要熱量を表 5 . 2 にまとめる。本検討における既設熱源設備はエアコンであるため、そのエネルギー変換効率 (COP) を 3.0 とする。

表 5 . 1 検討条件 8

月	稼働日数 日/月	電力使用量	
		kWh/月	kWh/日
4月	20	113,161	5,658
5月	20	154,664	7,733
6月	20	377,447	18,872
7月	20	537,086	26,854
8月	20	654,204	32,710
9月	20	460,926	23,046
10月	20	224,060	11,203
11月	20	129,885	6,494
12月	20	310,312	15,516
1月	20	432,107	21,605
2月	20	307,557	15,378
3月	20	258,579	12,929

表 5 . 2 必要熱量 8

月	必要熱量 MWh/日	コンテナ 必要台数 台/日
5月	23.2	11.6
6月	56.6	28.3
7月	80.6	40.3
8月	98.1	49.1
9月	69.1	34.6
10月	33.6	16.8
11月	19.5	9.7
12月	46.5	23.3
1月	64.8	32.4
2月	46.1	23.1
3月	38.8	19.4

(4.2)-2 熱利用B

1) 検討条件

検討条件を表5.3にまとめる。ただし、稼働日数については365日と仮定し、燃料使用量については、アンケート結果より2005年と2006年の平均値を用いて検討した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.4にまとめる。本検討における既設熱源設備は灯油焚きボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.3 検討条件9

月	稼働日数	燃料使用量	
		L/月	L/日
4月	30	10,400	347
5月	31	10,550	340
6月	30	9,600	320
7月	31	8,650	279
8月	31	7,650	247
9月	30	8,500	283
10月	31	9,750	315
11月	30	10,800	360
12月	31	11,650	376
1月	31	13,000	419
2月	28	7,200	257
3月	31	13,250	427

表5.4 必要熱量9

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/日	台/日
4月	10,814	1.5
5月	10,616	1.5
6月	9,982	1.4
7月	8,704	1.2
8月	7,698	1.1
9月	8,839	1.2
10月	9,811	1.4
11月	11,230	1.6
12月	11,723	1.6
1月	13,082	1.8
2月	8,022	1.1
3月	13,333	1.9

(4.2)-3 熱利用C

1) 検討条件

検討条件を表5.5にまとめる。ただし、稼働日数については365日と仮定し、燃料使用量については、アンケート結果より2005年と2006年の平均値を用いて検討した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.6にまとめる。本検討における既設熱源設備はコージェネ（燃料：都市ガス）であるため、その排熱利用率を40%とする。

表5.5 検討条件10

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	30	9,424	314
5月	31	8,637	279
6月	30	8,029	268
7月	31	6,823	220
8月	31	5,928	191
9月	30	5,967	199
10月	31	6,957	224
11月	30	8,127	271
12月	31	8,926	288
1月	31	9,898	319
2月	28	9,026	322
3月	31	9,567	309

表5.6 必要熱量10

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/日	台/日
4月	5,164	0.7
5月	4,580	0.6
6月	4,400	0.6
7月	3,618	0.5
8月	3,144	0.4
9月	3,270	0.5
10月	3,689	0.5
11月	4,454	0.6
12月	4,734	0.7
1月	5,249	0.7
2月	5,300	0.7
3月	5,074	0.7

(4.2)-4 熱利用D

1) 検討条件

検討条件を表5.7にまとめる。ただし、稼働日数については年間70日程度のため、月単位での検討とする。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.8にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.7 検討条件11

月	稼働日数	燃料使用量
		m3/月
4月	年間 70日	0
5月		415
6月		499
7月		372
8月		20
9月		0
10月		324
11月		2,081
12月		2,475
1月		916
2月		91
3月		37

表5.8 必要熱量11

月	必要熱量	コンテナ 必要台数
	MJ/月	台/月
4月	0	0.0
5月	14,498	2.0
6月	17,433	2.4
7月	12,996	1.8
8月	699	0.1
9月	0	0.0
10月	11,319	1.6
11月	72,700	10.1
12月	86,464	12.0
1月	32,000	4.4
2月	3,179	0.4
3月	1,293	0.2

(4 . 2) - 6 熱利用 E

1) 検討条件

検討条件を表 5 . 9 にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表 5 . 10 にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を 85% とする。

表 5 . 9 検討条件 1 2

月	稼働日数	燃料使用量	
		日/月	m3/日
4月	21	10,533	500
5月	21	5,101	242
6月	21	5,403	256
7月	21	1,468	70
8月	21	848	40
9月	21	3,191	151
10月	21	2,237	106
11月	21	6,418	304
12月	21	10,932	519
1月	21	9,404	446
2月	21	8,330	395
3月	21	9,131	433

表 5 . 10 必要熱量 1 2

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/月	台/日
4月	17,453	2.4
5月	8,452	1.2
6月	8,953	1.2
7月	2,432	0.3
8月	1,405	0.2
9月	5,287	0.7
10月	3,707	0.5
11月	10,635	1.5
12月	18,114	2.5
1月	15,582	2.2
2月	13,803	1.9
3月	15,130	2.1

(4.2)-7 熱利用F

1) 検討条件

検討条件を表5.11にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.13にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.11 検討条件13

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	26	9,408	364
5月	26	8,364	324
6月	26	6,121	237
7月	26	3,032	117
8月	26	2,437	94
9月	26	1,698	66
10月	26	4,323	167
11月	26	6,724	260
12月	26	10,021	388
1月	26	12,166	471
2月	26	11,024	427
3月	26	13,307	515

表5.13 必要熱量13

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/月	台/日
4月	12,723	1.8
5月	11,311	1.6
6月	8,278	1.1
7月	4,100	0.6
8月	3,296	0.5
9月	2,296	0.3
10月	5,846	0.8
11月	9,093	1.3
12月	13,552	1.9
1月	16,452	2.3
2月	14,908	2.1
3月	17,995	2.5

(4 . 2) - 8 熱利用 G

1) 検討条件

検討条件を表 5 . 1 4 にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表 5 . 1 5 にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を 85% とする。

表 5 . 1 4 検討条件 1 4

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	30	5,937	198
5月	30	4,614	154
6月	30	3,236	108
7月	30	2,332	78
8月	30	1,427	48
9月	30	1,368	46
10月	30	2,271	76
11月	30	2,754	92
12月	30	3,967	132
1月	30	5,717	191
2月	30	5,578	186
3月	30	5,615	187

表 5 . 1 5 必要熱量 1 4

月	必要熱量	コンテナ 必要台数
4月	6,914	1.0
5月	5,373	0.7
6月	3,768	0.5
7月	2,716	0.4
8月	1,662	0.2
9月	1,593	0.2
10月	2,645	0.4
11月	3,207	0.4
12月	4,620	0.6
1月	6,657	0.9
2月	6,496	0.9
3月	6,539	0.9

(4.2) - 9 熱利用H

1) 検討条件

検討条件を表5.16にまとめる。ただし、稼働日数については年間40日程度のため、月単位での検討とする。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.17にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.16 検討条件15

月	稼働日数	燃料使用量
		m3/月
4月	年間 40日	272
5月		100
6月		1,085
7月		11
8月		26
9月		1
10月		1
11月		74
12月		1,182
1月		1,052
2月		54
3月		80

表5.17 必要熱量15

月	必要熱量	コンテナ 必要台数
	MJ/月	台/月
4月	9,502	1.3
5月	3,494	0.5
6月	37,904	5.3
7月	384	0.1
8月	908	0.1
9月	35	0.0
10月	35	0.0
11月	2,585	0.4
12月	41,293	5.7
1月	36,752	5.1
2月	1,886	0.3
3月	2,795	0.4

(4.2)-10 熱利用 I

1) 検討条件

検討条件を表5.18にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.19にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.18 検討条件16

月	稼働日数	燃料使用量	
	日/月	m3/月	m3/日
4月	21	3,104	148
5月	21	2,750	131
6月	21	1,208	58
7月	21	184	9
8月	21	27	1
9月	21	224	11
10月	21	946	45
11月	21	2,323	111
12月	21	3,152	151
1月	21	4,955	237
2月	21	3,880	185
3月	21	3,704	177

表5.19 必要熱量16

月	必要熱量	コンテナ 必要台数
	MJ/月	台/日
4月	5,184	0.7
5月	4,593	0.6
6月	2,018	0.3
7月	307	0.0
8月	45	0.0
9月	374	0.1
10月	1,580	0.2
11月	3,880	0.5
12月	5,264	0.7
1月	8,276	1.1
2月	6,480	0.9
3月	6,186	0.9

(4.2)-11 熱利用J

1) 検討条件

検討条件を表5.20にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.21にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.20 検討条件17

月	稼働日数	燃料使用量	
	日/月	m3/月	m3/日
4月	26	9,085	353
5月	26	7,073	275
6月	26	3,902	152
7月	26	2,352	91
8月	26	2,226	86
9月	26	1,424	55
10月	26	2,922	113
11月	26	5,563	216
12月	26	8,489	330
1月	26	11,060	430
2月	26	9,671	376
3月	26	9,862	383

表5.21 必要熱量17

月	必要熱量	コンテナ 必要台数
	MJ/月	台/日
4月	12,326	1.7
5月	9,596	1.3
6月	5,294	0.7
7月	3,191	0.4
8月	3,020	0.4
9月	1,932	0.3
10月	3,964	0.6
11月	7,547	1.0
12月	11,517	1.6
1月	15,005	2.1
2月	13,121	1.8
3月	13,380	1.9

(4.2)-12 熱利用K

1) 検討条件

検討条件を表5.22にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.23にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5.22 検討条件18

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	21	3,276	157
5月	21	2,783	134
6月	21	1,576	76
7月	21	70	3
8月	21	6	0
9月	21	2	0
10月	21	1,311	63
11月	21	2,370	114
12月	21	3,818	183
1月	21	7,812	375
2月	21	5,545	266
3月	21	5,858	281

表5.23 必要熱量18

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/月	台/日
4月	5,493	0.8
5月	4,667	0.6
6月	2,643	0.4
7月	117	0.0
8月	10	0.0
9月	3	0.0
10月	2,198	0.3
11月	3,974	0.6
12月	6,402	0.9
1月	13,100	1.8
2月	9,298	1.3
3月	9,823	1.4

(4 . 2) - 1 3 熱利用 L

1) 検討条件

検討条件を表 5 . 2 4 にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表 5 . 2 5 にまとめる。本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き温水ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を 85% とする。

表 5 . 2 4 検討条件 1 9

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	10	2,001	200
5月	10	108	11
6月	10	346	35
7月	10	5	1
8月	10	0	0
9月	10	0	0
10月	10	73	7
11月	10	0	0
12月	10	688	69
1月	10	5,215	522
2月	10	3,412	341
3月	10	3,456	346

表 5 . 2 5 必要熱量 1 9

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/月	台/日
4月	6,990	1.0
5月	377	0.1
6月	1,209	0.2
7月	17	0.0
8月	0	0.0
9月	0	0.0
10月	255	0.0
11月	0	0.0
12月	2,404	0.3
1月	18,219	2.5
2月	11,920	1.7
3月	12,074	1.7

(4.2)-14 熱利用M

1) 検討条件

検討条件を表5.26にまとめる。ただし、稼働日数については、年間稼働日数より平均的に各月に振り分け検討する。燃料使用量については、アンケート結果を参照した。

2) 必要熱量

必要熱量を表5.27にまとめる。本検討における既設熱源設備はコージェネ（燃料：都市ガス）であるため、その排熱利用率を40%とする。

表5.26 検討条件20

月	稼働日数	燃料使用量	
		m3/月	m3/日
4月	25	9,299	372
5月	25	10,057	402
6月	25	9,283	371
7月	25	9,991	400
8月	25	10,029	401
9月	25	8,786	351
10月	25	9,322	373
11月	25	9,339	374
12月	25	8,105	324
1月	25	9,184	367
2月	25	8,823	353
3月	25	9,658	386

表5.27 必要熱量20

月	必要熱量	コンテナ
		必要台数
	MJ/月	台/日
4月	6,115	0.8
5月	6,613	0.9
6月	6,105	0.8
7月	6,570	0.9
8月	6,595	0.9
9月	5,778	0.8
10月	6,130	0.9
11月	6,141	0.9
12月	5,330	0.7
1月	6,039	0.8
2月	5,802	0.8
3月	6,351	0.9

(5) 熱輸送ネットワークのシミュレーション

5章で検討した熱利用先へ4章で検討した熱源より熱輸送を行う場合を検討する。ここでは、熱利用先と熱源とを1対1で結ぶ場合を想定し、使用する蓄熱材はエリスリトールとする。また、4章の検討結果より、供給できるコンテナ台数の上限は34台分となる。なお、本章ではISO20フィート枠付きコンテナによる熱輸送が可能として検討しているが、詳細検討には、既設設備の稼動状況・搬送ルート・コンテナ設置場所の確認等を調査する必要がある。

その他、検討条件を以下に示す。ただし、本検討では原価償却を含んでいない。

表6.1 検討条件(コンテナ)

コンテナ	PCM	種類	エリスリトール	想定
	蓄熱容量	MWh/台		
		MJ/台	7,200	

表6.2 検討条件(輸送)

輸送	距離(片道)	km	10	想定
	車両燃費	km/L	2.5	
	CO ₂ 排出係数(軽油)	kg/L	2.62	環境省ホームページより
	軽油単価	円/L	102.5	想定
	人件費	千円/人・年	6,000	

表6.3 検討条件(設備)

熱源設備	ポンプ動力	kW/台	7.5	想定
	負荷率	-	0.6	
	蓄熱時間	h/台	5.0	
	CO ₂ 排出係数(電気)	kg/kWh	0.555	環境省ホームページより
	電力単価	円/kWh	14.7	熱利用Aアンケート結果(平成18年度)
熱利用設備	ポンプ動力	kW/台	7.5	想定
	負荷率	-	0.6	
	放熱時間	h/台	4.0	
	CO ₂ 排出係数(電気)	kg/kWh	0.555	環境省ホームページより
	電力単価	円/kWh	14.7	熱利用Aアンケート結果(平成18年度)
燃料	都市ガス単価	円/m ³	75	熱利用Cアンケート結果(平成18年度)
	CO ₂ 排出係数(都市ガス)	kg/m ³	2.08	環境省ホームページより
	灯油単価	円/L	71.5	想定
	CO ₂ 排出係数(灯油)	kg/L	2.49	環境省ホームページより

(5) - 1 熱利用Aの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.4に示す。ただし、熱源設備を集中熱源と想定する。

表6.4 試算結果1

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
	台/日	台/月	kWh/月	kWh/月	kWh/月	L/月
4月	9	170	113,161	3,825	3,060	1,360
5月	12	232	154,664	5,220	4,176	1,856
6月	28	566	377,447	12,735	10,188	4,528
7月	34	680	453,333	15,300	12,240	5,440
8月	34	680	453,333	15,300	12,240	5,440
9月	34	680	453,333	15,300	12,240	5,440
10月	17	336	224,060	7,560	6,048	2,688
11月	10	194	129,885	4,365	3,492	1,552
12月	23	466	310,312	10,485	8,388	3,728
1月	32	648	432,107	14,580	11,664	5,184
2月	23	462	307,557	10,395	8,316	3,696
3月	19	388	258,579	8,730	6,984	3,104

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.5 試算結果(ランニングコスト)1

ランニングコスト					
削減	増加				差引
電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
53,916	1,820	1,456	4,512	30,000	16,129

表6.6 試算結果(CO₂削減効果)1

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
2,035,613	68,706	54,965	115,322	1,796,620

(5) - 2 熱利用Bの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.7に示す。

表6.7 試算結果2

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			灯油	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	L/月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	2	60	10,400	1,350	1,080	480
5月	2	62	10,550	1,395	1,116	496
6月	2	60	9,600	1,350	1,080	480
7月	2	62	8,650	1,395	1,116	496
8月	1	34	7,650	767	614	273
9月	1	36	8,500	810	648	288
10月	2	62	9,750	1,395	1,116	496
11月	2	60	10,800	1,350	1,080	480
12月	2	62	11,650	1,395	1,116	496
1月	2	62	13,000	1,395	1,116	496
2月	1	31	7,200	693	554	246
3月	2	62	13,250	1,395	1,116	496

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.8 試算結果(ランニングコスト)2

ランニングコスト					
削減	増加				差引
灯油	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
8,652	216	173	535	6,000	1,727

表6.9 試算結果(CO₂削減効果)2

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
灯油	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
301,290	8,153	6,522	13,685	272,930

(5) - 3 熱利用Cの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.10に示す。ただし、エネルギー・ランニングコストの削減については、コンテナからの熱供給により代替できた熱量分を都市ガスに換算して試算した。

表6.10 試算結果3

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	1	30	9,424	675	540	240
5月	1	31	8,637	698	558	248
6月	1	30	8,029	675	540	240
7月	1	31	6,823	698	558	248
8月	1	31	5,928	698	558	248
9月	1	30	5,967	675	540	240
10月	1	31	6,957	698	558	248
11月	1	30	8,127	675	540	240
12月	1	31	8,926	698	558	248
1月	1	31	9,898	698	558	248
2月	1	28	9,026	630	504	224
3月	1	31	9,567	698	558	248

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.11 試算結果(ランニングコスト)3

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
7,298	99	79	350	6,000	770

表6.12 試算結果(CO₂削減効果)3

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
202,403	4,558	3,646	7,650	186,548

(5) - 4 熱利用Dの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.13に示す。

表6.13 試算結果4

月	コンテナ 供給台数	エネルギー			
		削減	増加		
	都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	
台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	0	0	0	0	0
5月	2	415	45	36	16
6月	3	499	68	54	24
7月	2	372	45	36	16
8月	1	20	23	18	8
9月	0	0	0	0	0
10月	2	324	45	36	16
11月	11	2,081	248	198	88
12月	12	2,475	270	216	96
1月	5	916	113	90	40
2月	1	91	23	18	8
3月	1	37	23	18	8

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.14 試算結果(ランニングコスト)4

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
542	13	11	33	6,000	-5,514

表6.15 試算結果(CO₂削減効果)4

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/月	kg/月	kg/月	kg/月	kg/月
15,038	500	400	838	13,301

(5) - 5 熱利用Eの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.16に示す。

表6.16 試算結果5

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	3	63	10,533	1,423	1,139	506
5月	2	42	5,101	949	759	337
6月	2	42	5,403	949	759	337
7月	1	21	1,468	474	380	169
8月	1	21	848	474	380	169
9月	1	21	3,191	474	380	169
10月	1	21	2,237	474	380	169
11月	2	42	6,418	949	759	337
12月	3	63	10,932	1,423	1,139	506
1月	3	63	9,404	1,423	1,139	506
2月	2	42	8,330	949	759	337
3月	3	63	9,131	1,423	1,139	506

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.17 試算結果(ランニングコスト)5

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
5,475	167	134	415	6,000	-1,241

表6.18 試算結果(CO₂削減効果)5

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
151,832	6,319	5,055	10,606	129,852

(5) - 6 熱利用Fの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.19に示す。

表6.19 試算結果6

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	2	52	9,408	1,163	930	413
5月	2	52	8,364	1,163	930	413
6月	2	52	6,121	1,163	930	413
7月	1	26	3,032	581	465	207
8月	1	26	2,437	581	465	207
9月	1	26	1,698	581	465	207
10月	1	26	4,323	581	465	207
11月	2	52	6,724	1,163	930	413
12月	2	52	10,021	1,163	930	413
1月	3	78	12,166	1,744	1,395	620
2月	3	78	11,024	1,744	1,395	620
3月	3	78	13,307	1,744	1,395	620

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.20 試算結果(ランニングコスト)6

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
6,647	197	157	487	6,000	-194

表6.21 試算結果(CO₂削減効果)6

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
184,340	7,420	5,936	12,454	158,531

(5)-7 熱利用Gの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.22に示す。

表6.22 試算結果7

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	1	30	5,937	675	540	240
5月	1	30	4,614	675	540	240
6月	1	30	3,236	675	540	240
7月	1	30	2,332	675	540	240
8月	1	30	1,427	675	540	240
9月	1	30	1,368	675	540	240
10月	1	30	2,271	675	540	240
11月	1	30	2,754	675	540	240
12月	1	30	3,967	675	540	240
1月	1	30	5,717	675	540	240
2月	1	30	5,578	675	540	240
3月	1	30	5,615	675	540	240

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.23 試算結果(ランニングコスト)7

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
3,361	119	95	295	6,000	-3,148

表6.24 試算結果(CO₂削減効果)7

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
93,217	4,496	3,596	7,546	77,580

(5) - 8 熱利用Hの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.25に示す。

表6.25 試算結果8

月	コンテナ	エネルギー			
	供給台数	削減	増加		
		都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月
4月	2	272	45	36	16
5月	1	100	23	18	8
6月	6	1,085	135	108	48
7月	1	11	23	18	8
8月	1	26	23	18	8
9月	0	0	0	0	0
10月	0	0	0	0	0
11月	1	74	23	18	8
12月	6	1,182	135	108	48
1月	6	1,052	135	108	48
2月	1	54	23	18	8
3月	1	80	23	18	8

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.26 試算結果(ランニングコスト)8

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
295	9	7	21	6,000	-5,742

表6.27 試算結果(CO₂削減効果)8

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
8,187	325	260	545	7,058

(5) - 9 熱利用Ⅰの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.28に示す。

表6.28 試算結果9

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	1	21	3,104	471	377	167
5月	1	21	2,750	471	377	167
6月	1	21	1,208	471	377	167
7月	0	0	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0
9月	1	21	224	471	377	167
10月	1	21	946	471	377	167
11月	1	21	2,323	471	377	167
12月	1	21	3,152	471	377	167
1月	2	42	4,955	941	753	335
2月	1	21	3,880	471	377	167
3月	1	21	3,704	471	377	167

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.29 試算結果(ランニングコスト)9

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
1,968	76	61	189	6,000	-4,357

表6.30 試算結果(CO₂削減効果)9

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
54,592	2,873	2,299	4,823	44,597

(5) - 10 熱利用Jの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.31に示す。

表6.31 試算結果10

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	2	52	9,085	1,159	927	412
5月	2	52	7,073	1,159	927	412
6月	1	26	3,902	579	464	206
7月	1	26	2,352	579	464	206
8月	1	26	2,226	579	464	206
9月	1	26	1,424	579	464	206
10月	1	26	2,922	579	464	206
11月	1	26	5,563	579	464	206
12月	2	52	8,489	1,159	927	412
1月	3	77	11,060	1,738	1,391	618
2月	2	52	9,671	1,159	927	412
3月	2	52	9,862	1,159	927	412

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.32 試算結果(ランニングコスト)10

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
5,522	162	129	401	6,000	-1,170

表6.33 試算結果(CO₂削減効果)10

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
153,148	6,110	4,888	10,255	131,897

(5) - 1.1 熱利用Kの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.34に示す。

表6.34 試算結果11

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	1	21	3,276	469	375	167
5月	1	21	2,783	469	375	167
6月	1	21	1,576	469	375	167
7月	0	0	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0
9月	0	0	0	0	0	0
10月	1	21	1,311	469	375	167
11月	1	21	2,370	469	375	167
12月	1	21	3,818	469	375	167
1月	2	42	7,812	938	750	333
2月	1	21	5,545	469	375	167
3月	1	21	5,858	469	375	167

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.35 試算結果(ランニングコスト)11

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
2,576	69	55	171	6,000	-3,719

表6.36 試算結果(CO₂削減効果)11

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
71,446	2,602	2,081	4,367	62,396

(5) - 1.2 熱利用Lの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.37に示す。

表6.37 試算結果12

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
	台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月
4月	1	10	2,001	225	180	80
5月	1	10	108	225	180	80
6月	1	10	346	225	180	80
7月	0	0	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0
9月	0	0	0	0	0	0
10月	0	0	0	0	0	0
11月	0	0	0	0	0	0
12月	1	10	688	225	180	80
1月	3	30	5,215	675	540	240
2月	2	20	3,412	450	360	160
3月	2	20	3,456	450	360	160

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.38 試算結果(ランニングコスト)12

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
1,142	36	29	90	6,000	-5,014

表6.39 試算結果(CO₂削減効果)12

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
31,670	1,374	1,099	2,306	26,892

(5) - 1.3 熱利用Mの場合

5章の検討結果よりコンテナ供給台数を設定し、試算した結果を表6.40に示す。ただし、エネルギー・ランニングコストの削減については、コンテナからの熱供給により代替できた熱量分を都市ガスに換算して試算した。

表6.40 試算結果13

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	1	25	3,720	563	450	200
5月	1	25	4,023	563	450	200
6月	1	25	3,713	563	450	200
7月	1	25	3,996	563	450	200
8月	1	25	4,012	563	450	200
9月	1	25	3,514	563	450	200
10月	1	25	3,729	563	450	200
11月	1	25	3,736	563	450	200
12月	1	25	3,242	563	450	200
1月	1	25	3,674	563	450	200
2月	1	25	3,529	563	450	200
3月	1	25	3,863	563	450	200

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.41 試算結果(ランニングコスト)13

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
3,356	99	79	246	6,000	-3,068

表6.42 試算結果(CO₂削減効果)13

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
93,081	3,746	2,997	6,288	80,050

(5) - 14 熱利用先のネットワーク化

上記で設定したコンテナ供給台数を基に、複数の熱利用先をネットワーク化して熱供給を行なう場合を検討する。熱利用G・K・L・Mをネットワーク化し試算した結果を表6.43に示す。ただし、輸送人件費を1人工のまま抑えられたとする。

表6.43 試算結果14

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月	
4月	4	86	14,934	1,932	1,545	687
5月	4	86	11,528	1,932	1,545	687
6月	4	86	8,871	1,932	1,545	687
7月	2	55	6,328	1,238	990	440
8月	2	55	5,439	1,238	990	440
9月	2	55	4,882	1,238	990	440
10月	3	76	7,311	1,707	1,365	607
11月	3	76	8,860	1,707	1,365	607
12月	4	86	11,715	1,932	1,545	687
1月	7	127	22,418	2,851	2,280	1,013
2月	5	96	18,064	2,157	1,725	767
3月	5	96	18,792	2,157	1,725	767

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.44 試算結果(ランニングコスト)14

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
10,435	323	258	802	6,000	3,052

表6.45 試算結果(CO₂削減効果)14

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
289,414	12,218	9,773	20,507	256,916

(5) - 15 熱利用先のネットワーク化

同様に、熱利用F・Jをネットワーク化し試算した結果を表6.46に示す。ただし、輸送人件費を1人工のまま抑えられたとする。

表6.46 試算結果15

月	コンテナ		エネルギー			
	供給台数		削減	増加		
			都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料
	台/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月
4月	4	104	18,493	2,322	1,857	825
5月	4	104	15,437	2,322	1,857	825
6月	3	78	10,023	1,742	1,394	619
7月	2	52	5,384	1,160	929	413
8月	2	52	4,663	1,160	929	413
9月	2	52	3,122	1,160	929	413
10月	2	52	7,245	1,160	929	413
11月	3	78	12,287	1,742	1,394	619
12月	4	104	18,510	2,322	1,857	825
1月	6	155	23,226	3,482	2,786	1,238
2月	5	130	20,695	2,903	2,322	1,032
3月	5	130	23,169	2,903	2,322	1,032

また、ランニングコストおよびCO₂削減効果について以下にまとめる。

表6.47 試算結果(ランニングコスト)15

ランニングコスト					
削減	増加				差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	輸送人件費	減 - 増
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
12,169	359	286	888	6,000	4,636

表6.48 試算結果(CO₂削減効果)15

CO ₂ 削減効果				
削減	増加			差引
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	減 - 増
kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
337,488	13,530	10,824	22,709	290,425

(6) 経済性評価

- ①本システムは排熱を回収し、熱の必要な需要先へ運搬し利用するものである。排熱そのものは低エクセルギーであるため、経済価値が低く、廃棄されていたものであり、これを使って事業化するにはそのハードルも高い。
- ②既設燃料削減費を基に試算したが、現状では数千万円/年以上のエネルギーコストをかけている設備でないと回収は難しい。
- ③ランニングコストにおいては、「輸送に伴う人件費」が大きなウエイトを占めており、この部分のコストをいかに抑えるかが重要なポイントとなってくる。
- ④同一事業場内においては、コンテナの据置型利用により、輸送が不要となるため、経済性を向上させる有効な手段となる。
- ⑤複数の熱源・熱利用先をネットワーク化し、効率よくコンテナを回送できる体制を整えることにより経済性が向上する。(5.14および5.15章参照)
- ⑥削減したCO₂排出権そのものにもコスト価値を見出し、経済性に反映できる制度を整えることにより経済性の向上が図られる。
本検討においては、熱利用A～Mで総量約3,000 t/年のCO₂削減効果があり、これを経済価値として3,000円/t-CO₂と考えると、約900万円/年の経済効果となる。

(7) 環境性評価

- ①排熱利用は、利用した熱量に見合った一次エネルギー使用量が抑制されるため、CO₂削減効果が大きい。
- ②6章の試算結果より、本検討においては熱利用A～Mで総量約3,000 t/年ものCO₂削減効果がみられる。
- ③検討結果からも分かるように、代替できる一次エネルギー量(トランスヒートから供給できる熱量)が大きい施設であるほど、高いCO₂削減効果が得られる。
- ④排出権については、海外、特にヨーロッパにおいては活発に取引が行われているが、国内においては、一部の大手企業だけが購入する傾向が強かった。これは、業界ごとにCO₂の削減目標を掲げる「自主行動計画」の未達成分を補充するために行われたものであり、なかでも電力と鉄鋼の2業種は世界から大量に排出権を購入している。しかし、他業種においても将来の規制リスクに備えて、排出権を購入する企業が増え始めている。

今後は、京都議定書の第1約束期間の開始と共に、温室効果ガスの削減が至上の命題となるため、排出権取引はより一層活発になると考えられる。東京証券取引所などでも排出権取引を創設するという動きがあるため、その動向に注意を払う必要がある。また、消費者向けの排出権関連商品として、日本郵政の「カーボンオフセット年賀」なども登場しており、小口排出権取引の拡がりも考えられる。

(8) 今後の検討課題と解決策

1) 技術面

コンテナ本体の高性能化

蓄放熱速度や蓄放熱効率の向上を行い、コンテナ本体の高性能化を目指す。現在、実証実験にて確認中であり、今後も取組んでいく。

省スペース化

コンテナ本体の高密度化や小型化を行い、設備の省スペース化を目指す。検討課題として、今後取組んでいく。

高性能蓄熱材の導入

高融点の蓄熱材や蓄熱密度の高い蓄熱材の開発や導入を目指す。社会での必要性を見極めながら、研究機関等と協力し、今後の検討課題とする。

2) 事業面

輸送費の低減

検討結果からも分かるように、ランニングコストにおける輸送に伴う人件費のウェイトが非常に高い。複数の導入先をネットワーク化させることにより、トレーラ運転手およびコンテナを効率よく運用する体制を整える。

設置場所の確保

本システムでは、汎用コンテナ（ISO 20フィート枠付きコンテナ）を使用しており、その外形も画一的なものである。このため、設備の状況によっては進入や設置ができない場合もあり、設置場所・運行ルートの確保が課題となる。このため、コンテナの小型化や設備状況に応じたコンテナの設計に取り組んでいく。

イニシャルコストの低減

国内の汎用品の使用等により、イニシャルコストを低減させ初期投資を抑える。また、既設設備への導入の際は、改造費を極力抑えられるよう、十分な事前調査を行う。

3) 制度・法規制

CO₂排出権の取り扱い

本システムにおいては、直接CO₂削減効果が現れるのは熱需要側のみとなる。しかし、本システムは、その特性上熱供給側と熱需要側の両者がそろって初めて成立するものである。よって、熱供給側にも導入メリットが働くような排出権の分配方法を確立させるため、関係機関へ働きかけている。今後、さらにこの働きかけを強めていく。

補助金・優遇制度

本システムの建設に伴い、対象となりうる補助事業一覧（平成19年度分）を表7.1に示す。

表 7 . 1 補助事業一覧

機関名	補助事業名	補助対象者	補助率	
環境省	地方公共団体率先対策補助事業	地方公共団体	1 / 2	
	公共・公益サービス部門率先対策補助事業	医療保険、社会福祉等の機関等（官・民）	1 / 2	地方公共団体等のシェアード・エコも対象
	廃棄物処理施設における温暖化対策事業	民間団体	最大 1/3 or 1/2	
	温室効果ガスの自主削減目標設定に係る設備補助事業	民間団体	1 / 3	省エネ等によるCO ₂ 排出抑制設備導入への補助
	地球温暖化対策ビジネスモデルインキュベーター（起業支援）事業	民間団体	1 / 2	
	再生可能エネルギー高度導入地域整備事業	民間団体	1 / 2	
	地球温暖化対策技術開発事業	官・民・学	1 or 1/2（最大）	
N E D O	新エネルギー事業者支援対策事業		1 / 3以内	
	エネルギー使用合理化事業者支援事業		1/3 or 1/2	

このように、補助対象となりうるメニューは揃っているが、より一層の対象枠の拡大を求めていくため、関係機関への働きかけを強める。

また、上に挙げた例は、どれも調査・開発事業や導入時に費用負担されるものである。今後はこの枠を越えて、運営時においても補助対象や優遇措置が取られるような枠組みが構築されるよう、関係機関へ働きかける。

化石燃料価格や炭素税の変動・導入による経済性への影響

化石燃料価格の高騰は、本システムにおける収入源の増加に直接結びつく要因となるため、経済性の向上効果を生む。

また、炭素税の導入は、社会の CO₂ 削減動機となるため、本システム導入の後押しとなる。よって間接的に経済性を向上させる要因となる。

2 - 2 B社:株式会社神鋼環境ソリューション

(1) システムの原理・特徴

熱輸送システム「サーモウェイ」は、熱源を持つ施設から排出される中・低温域の廃熱を蓄熱装置に蓄えて車両等により遠隔地まで輸送するシステムである。蓄熱装置には潜熱蓄熱材と熱媒油が充填されており、潜熱蓄熱材に熱エネルギーが蓄えられる。蓄熱装置への蓄熱、蓄熱装置からの熱回収は熱媒油を介して行う。

「サーモウェイ」は、潜熱蓄熱材としてエリスリトール(融点;119℃、融解潜熱;340kJ/kg)を使用している。エリスリトールはメロン、ブドウや梨などの果実や醤油・味噌・清酒などの発酵食品に含まれている天然にも存在する糖アルコールの一種であり、ノンカロリーの人工甘味料として使用されており、安全性が高い材料である。

「サーモウェイ」は、エリスリトールの融点119℃付近の温度で蓄熱するため、熱源として150~250℃の中・低温域、熱利用として90℃以下の温度での用途に適している。「サーモウェイ」は、市販の排熱利用型吸収式冷凍機と組み合わせることで、廃熱エネルギーを冷熱転換して冷房用途にも利用可能である。これにより、廃熱エネルギーを利用して、夏季は冷房用途、冬季は暖房用途に切り替えて利用することができる。

表1に「サーモウェイ」の蓄熱装置のラインアップを示す。20トン蓄熱装置、10トン蓄熱装置、4トン蓄熱装置の3タイプを有し、熱需要施設の負荷に応じて選択できる。基本的な運転条件として、蓄熱運転は3~8時間、熱回収運転は4~8時間としている。

表1 蓄熱装置のラインアップ

	蓄熱容量	総重量	寸法
20トン蓄熱装置	7.1GJ	20トン	6m × 2.4m × 1.7mH
10トン蓄熱装置	3.4GJ	10トン	3.3m × 2.4m × 1.7mH
4トン蓄熱装置	1.2GJ	4トン	1.2m × 2.4m × 1.7mH

②運転（試験）実績

2007年2～3月にパイロットスケールの4トン蓄熱装置を使って公道輸送試験を実施し、輸送による性能上の問題が見られないことを確認した。本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構との共同研究（平成17年度～平成18年度成果報告書 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスエネルギー転換要素技術開発／バイオマス資源の有効利用のための熱輸送システムの研究開発）にて実施した。



図1 パイロットスケールの4トン蓄熱装置



図2 公道輸送試験の状況

公道輸送試験での熱回収運転データ例（図3、図4）を以下に紹介する。図3は、8時間にわたり一定出力で90℃の高温水を安定して供給した運転データである。図4は出力一定（25kw）で暖房した状態で、15分間隔で間欠的に60℃温水を供給した運転データである。

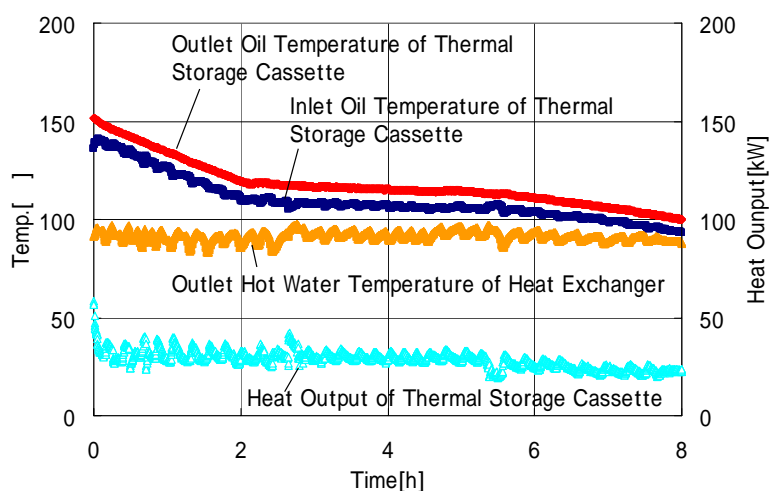


図3 熱回収運転データ(90℃ 温水供給)

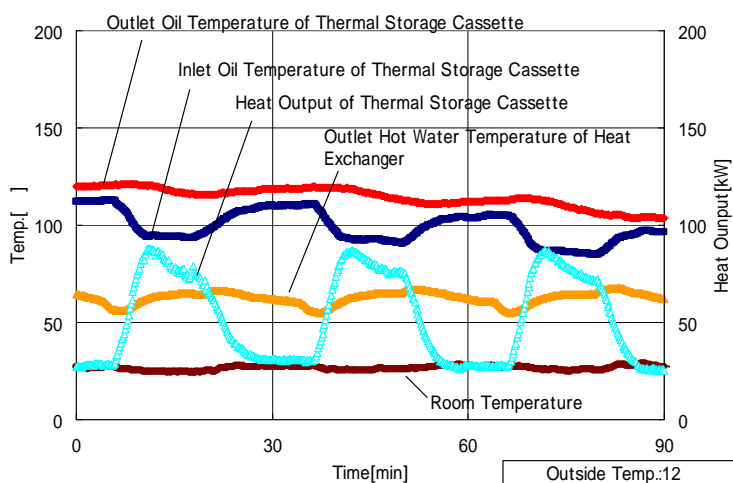
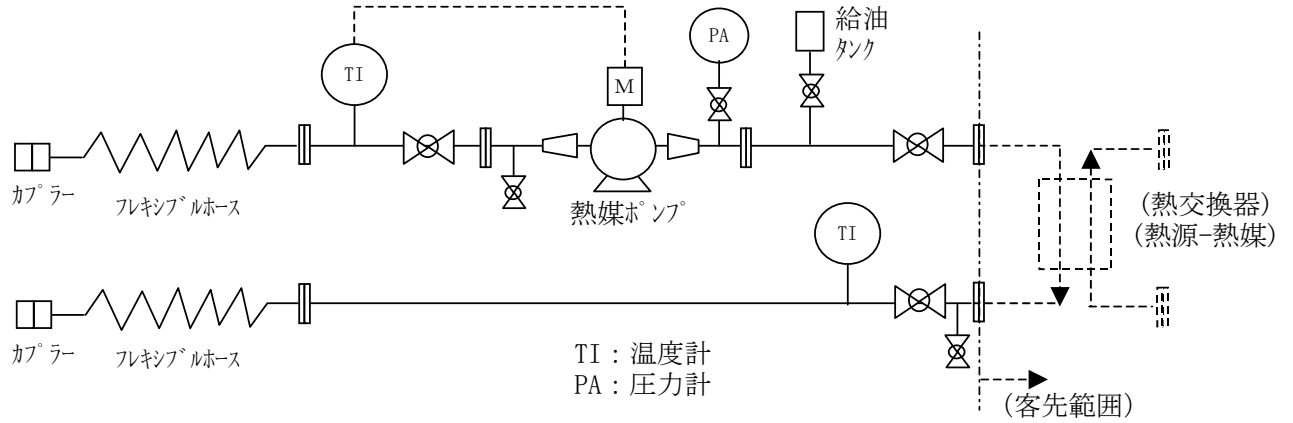


図4 熱回収運転データ(暖房&給湯;負荷変動)

(2) 熱供給側企業における排熱回収設備検討

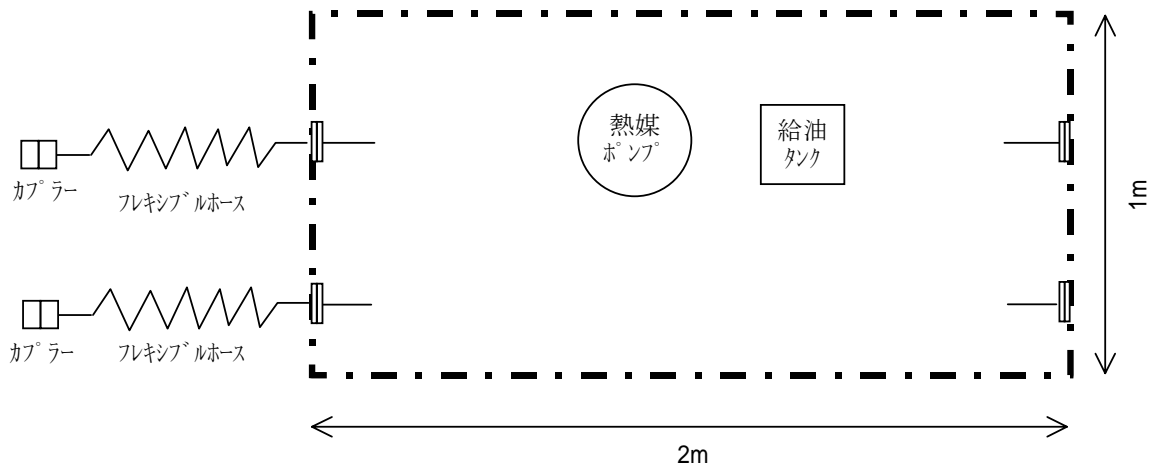
①システムフロー図 (計電装・制御システムを含む)



(備考)

- ・ 熱交換器 (熱源-熱媒) は客先範囲とし、本紙の範囲に含まない。
- ・ 当システムに必要な熱媒油は本紙の範囲に含む。

②設備レイアウト



全体寸法) 2 m × 1 m

総重量) 6 2 0 k g

③機器リスト、その他設備仕様一覧

機器名称	数量	仕様
熱媒循環ポンプ	1台	流体:熱媒油、耐熱温度200
給油タンク	1個	容量2L
フレキシブルホース	2本	耐熱温度200、長さ:10m
温度計	2本	K熱電対
圧力計	1個	0-1MPa
配管、バルブ類	1式	耐熱温度200

(備考) 当システムに必要な熱媒油は本紙の範囲に含む。

④コスト (設備費、工事費、設計費など)

設備価格表 (ご参考用)

(単位 : 千円)

項目	数量	4トン用	20トン用
蓄熱装置	1基	15,000	30,000
排熱回収設備	1基	4,000	9,000
熱供給設備	1基	7,000	14,000
輸送用車両	1台	3,000	18,000
工事・設計費	1式	6,000	9,000
計		35,000	80,000

('08年3月現在)

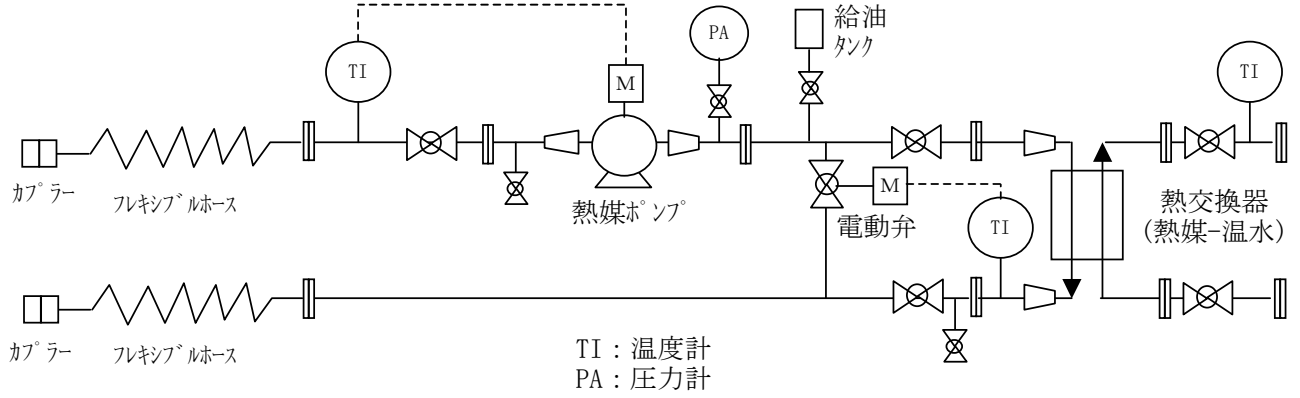
注記) ・蓄熱側の熱交換器は含みません。

(熱源の種類により別途積算)

- ・熱供給側の熱交換器は含みます。(熱媒油—温水熱交換器)
- ・ネットワーク構築での複数基設置時は別途積算

(3) 熱利用側企業における熱供給設備検討

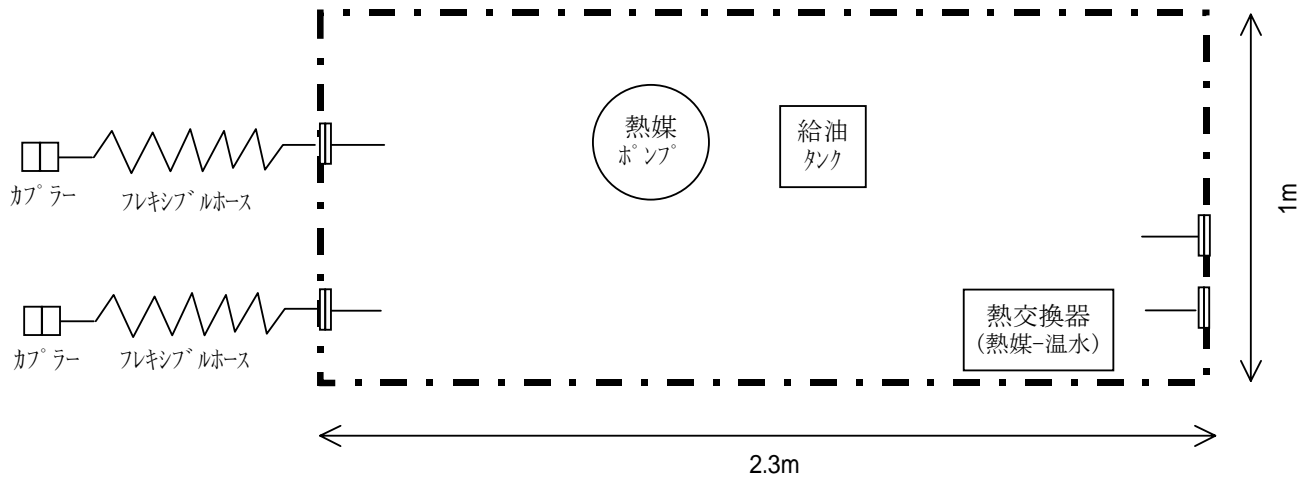
①システムフロー図 (計電装・制御システムを含む)



(備考)

- ・ 当システムに必要な熱媒油は本紙の範囲に含む。

②設備レイアウト



全体寸法) 2.3m × 1m

総重量) 720kg

③機器リスト、その他設備仕様一覧

機器名称	数量	仕様
熱媒循環ポンプ	1台	流体:熱媒油、耐熱温度200
給油タンク	1個	容量2L
熱交換器	1基	プレート式熱交換器、耐熱温度200
フレキシブルホース	2本	耐熱温度200、長さ:10m
温度計	3本	K熱電対
圧力計	1個	0-1MPa
配管、バルブ類	1式	耐熱温度200

(備考) 当システムに必要な熱媒油は本紙の範囲に含む。

④コスト (設備費、工事費、設計費など)

設備価格表 (ご参考用)

(単位 : 千円)

項目	数量	4トン用	20トン用
蓄熱装置	1 基	15,000	30,000
排熱回収設備	1 基	4,000	9,000
熱供給設備	1 基	7,000	14,000
輸送用車両	1 台	3,000	18,000
工事・設計費	1 式	6,000	9,000
計		35,000	80,000

('08年3月現在)

注記) ・蓄熱側の熱交換器は含みません。

(熱源の種類により別途積算)

- ・熱供給側の熱交換器は含みます。(熱媒油-温水熱交換器)
- ・ネットワーク構築での複数基設置時は別途積算

(4) 熱源施設と熱利用施設の条件

① 熱源施設

熱輸送ネットワークのシミュレーションを行うにあたり、対象とした熱源施設（4施設）の条件一覧を表2にまとめる。

表2 熱源施設の条件一覧

熱源施設	熱源種類	熱源温度 ()	ガス量 (m ³ N/h)	年間運転日数 (日)	1日の運転時間 (hr)	供給可能熱量 (GJ/日)
1 A施設	燃焼炉排ガス	185	7,000	350	24	5.5
	燃焼炉排ガス	185	14,000	300	24	11.0
	合計					
2 B施設	焼成炉排ガス	400	3,350	340	24	25.3
	焼成炉排ガス	270	4,580	340	24	15.8
	合計					
3 C施設	ガスタービン排ガス	171	63,900	244	24	22.1
	合計					
4 D施設	焼成炉排ガス	227.5	103,000	350	24	218.6
	焼成炉排ガス	205.5	17,000	350	24	24.3
	焼成炉排ガス	201	32,000	350	24	41.2
	合計					

②熱利用施設

熱輸送ネットワークのシミュレーションを行うにあたり、対象とした熱需要施設（19施設）の条件一覧を表3（燃料使用量）、表4（熱需要量）に示す。

対象とした全19施設の内、20トン機を使用可能な施設は8施設、駐車スペースを確保できないなどの理由により20トン機を使用不可の施設は11施設であった。20トン機を使用不可の施設では4トン機を使用することとした。

20トン機を使用可能な施設	20トン機を使用不可の施設
G施設	E施設
H施設	F施設
I施設	J施設
R施設	K施設
T施設	L施設
U施設	M施設
V施設	N施設
W施設	O施設
	P施設
	Q施設
	S施設

表3 熱需要施設の条件一覧(燃料使用量)

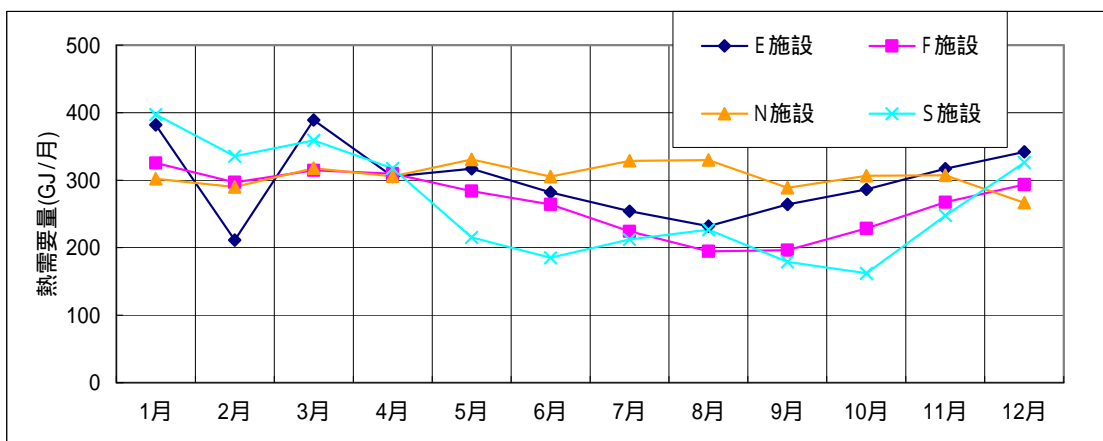
熱需要施設	業種	熱源機器	使用燃料	利用用途	熱利用温度	給水温度	運転時間(1日平均)	運転日数(年間)	燃料使用量(灯油; l、都市ガス; m3)												年間合計	駐車場
									1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1 E施設	社員寮	温水ボイラ	灯油	給湯、暖房	50-70		12 hr	336日	13,000	7,200	13,250	10,400	10,800	9,600	8,650	7,900	9,000	9,750	10,800	11,650	122 kL/年	20t不可
2 F施設	社員寮	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50-70		12 hr	336日	9,898	9,026	9,567	9,424	8,637	8,029	6,823	5,928	5,967	6,957	8,127	8,926	97 km3/年	20t不可
3 G施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	6 hr	253日	9,404	8,330	9,131	10,533	5,101	5,403	1,468	848	3,191	2,237	6,418	10,932	73 km3/年	20t可
4 H施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	4.2 hr	70日	916	91	37	0	415	499	372	20	0	324	2,081	2,475	7.2 km3/年	要調整
5 I施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、ボイラ昇温	80	20	2 hr	120日	5,215	3,412	3,456	2,001	108	346	5	0	0	73	0	688	15 km3/年	20t可
6 J施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	75	20	12 hr	310日	12,166	11,024	13,307	9,408	8,364	6,121	3,032	2,437	1,698	4,323	6,724	10,021	89 km3/年	20t不可
7 K施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	60	60	14 hr	309日	11,060	9,671	9,862	9,085	7,073	3,902	2,352	2,226	1,424	2,922	5,563	8,489	74 km3/年	20t不可
8 L施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	2.7 hr	251日	4,955	3,880	3,704	3,104	2,750	1,208	184	27	224	946	2,323	3,152	26 km3/年	20t不可
9 M施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	0.5 hr	38日	1,052	54	80	272	100	1,085	11	26	1	1	74	1,182	3.9 km3/年	20t不可
10 N施設	温水ボイラ	コージェネ	都市ガス	給湯、ボイラ昇温			12 hr	300日	9,184	8,823	9,658	9,299	10,057	9,283	9,991	10,029	8,786	9,322	9,339	8,105	112 km3/年	
11 O施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	12 hr	130日	1,542	3	193	152	193	134	0	0	0	2	76	797	3.1 km3/年	20t不可
12 P施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	11.5 hr	360日	5,717	5,578	5,615	5,937	4,614	3,236	2,332	1,427	1,368	2,271	2,754	3,967	45 km3/年	20t不可
13 Q施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	60	20	0.122 hr	287日	232	95	200	204	615	204	62	37	2	132	516	229	2.5 km3/年	20t不可
14 R施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	3.8 hr	250日	7,812	5,545	5,858	3,276	2,783	1,576	70	6	2	1,311	2,370	3,818	34 km3/年	要確認
15 S施設	温水ボイラ	真空温水ヒータ	都市ガス	給湯、暖房	85	20	11.5 hr	309日	12,076	10,200	10,912	9,656	6,553	5,631	6,451	6,896	5,451	4,927	7,528	9,924	96 km3/年	20t不可
16 T施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	(年間)85 hr	62日	311	104	96	196	1,784	1,355	54	23	5	98	50	44	4.1 km3/年	20t可
17 U施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	1~6 hr	90日	90	1,195	140	19	197	220	39	142	39	305	2,915	1,633	6.9 km3/年	20t可
18 V施設	温水ボイラ	真空温水ヒータ	都市ガス	給湯、暖房	60	30	14 hr	300日	3,400	1,900	1,700	600	0	0	0	0	0	500	1,800	2,500	12 km3/年	20t可
19 W施設	温水ボイラ	隣接する清掃工場から蒸気供給	-	給湯、暖房	70	20	工場からの熱利用															20t可

表4 熱需要施設の条件一覧（熱需要量）

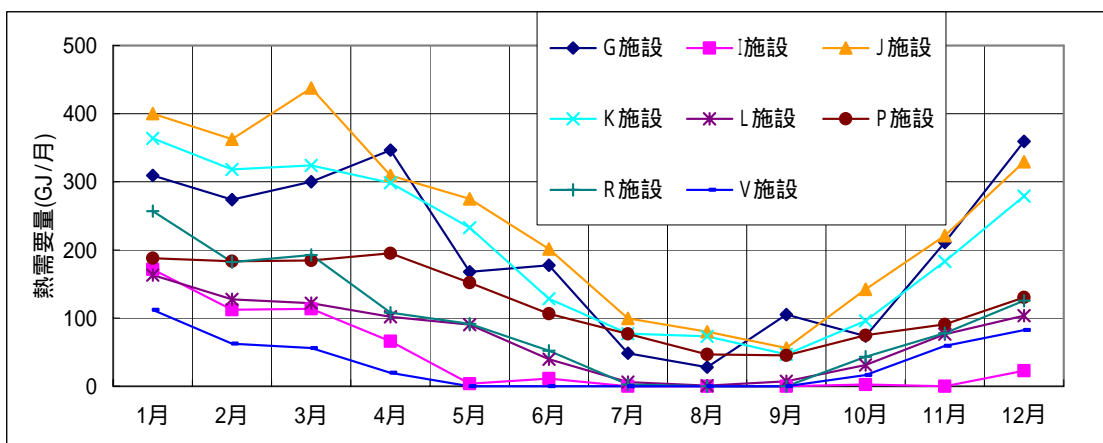
熱需要施設	業種	熱源機器	使用燃料	利用用途	熱利用温度	給水温度	運転時間 (1日平均)	運転日数 (年間)	熱需要量(GJ) (ボイラ効率: 80%と仮定)												1日平均	駐車場
									1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1 E施設	社員寮	温水ボイラ	灯油	給湯、暖房	50-70		12 hr	336日	382	211	389	305	317	282	254	232	264	286	317	342	10.7 GJ/日	20t不可
2 F施設	社員寮	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50-70		12 hr	336日	325	297	315	310	284	264	224	195	196	229	267	293	10 GJ/日	20t不可
3 G施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	6 hr	253日	309	274	300	346	168	178	48	28	105	74	211	359	9.5 GJ/日	20t可
4 H施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	4.2 hr	70日	30	3	1	0	14	16	12	1	0	11	68	81	3.4 GJ/日	要調整
5 I施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、ボイラ昇温	80	20	2 hr	120日	171	112	114	66	4	11	0	0	0	2	0	23	4.2 GJ/日	20t可
6 J施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	75	20	12 hr	310日	400	362	438	309	275	201	100	80	56	142	221	329	9.4 GJ/日	20t不可
7 K施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	60	60	14 hr	309日	364	318	324	299	233	128	77	73	47	96	183	279	7.8 GJ/日	20t不可
8 L施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	2.7 hr	251日	163	128	122	102	90	40	6	1	7	31	76	104	3.5 GJ/日	20t不可
9 M施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	0.5 hr	38日	35	2	3	9	3	36	0	1	0	0	2	39	3.4 GJ/日	20t不可
10 N施設	温水ボイラ	コージェネ	都市ガス	給湯、ボイラ昇温			12 hr	300日	302	290	318	306	331	305	329	330	289	307	307	266	12.3 GJ/日	
11 O施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	12 hr	130日	51	0	6	5	6	4	0	0	0	0	2	26	0.78 GJ/日	20t不可
12 P施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	11.5 hr	360日	188	183	185	195	152	106	77	47	45	75	91	130	4.1 GJ/日	20t不可
13 Q施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	60	20	0.122 hr	287日	8	3	7	7	20	7	2	1	0	4	17	8	0.29 GJ/日	20t不可
14 R施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	3.8 hr	250日	257	182	193	108	92	52	2	0	0	43	78	126	4.5 GJ/日	要確認
15 S施設	温水ボイラ	真空温水ヒータ	都市ガス	給湯、暖房	85	20	11.5 hr	309日	397	335	359	317	215	185	212	227	179	162	248	326	10.2 GJ/日	20t不可
16 T施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	(年間)85 hr	62日	10	3	3	6	59	45	2	1	0	3	2	1	2.2 GJ/日	20t可
17 U施設	温水ボイラ	温水ボイラ	都市ガス	給湯、暖房	50	20	1~6 hr	90日	3	39	5	1	6	7	1	5	1	10	96	54	2.5 GJ/日	20t可
18 V施設	温水ボイラ	真空温水ヒータ	都市ガス	給湯、暖房	60	30	14 hr	300日	112	62	56	20	0	0	0	0	0	16	59	82	1.4 GJ/日	20t可
19 W施設	温水ボイラ	隣接する清掃工場から蒸気供給	-	給湯、暖房	70	20	工場からの熱利用															20t可

熱需要施設は熱需要量の年間変動パターンによって図 5 に示す 3つのパターンに大別される。

(パターン1)年間通して熱需要量が高く安定している施設



(パターン2)夏季(7~9月)に熱需要量が低い施設



(パターン3)年間通して熱需要量が低い施設

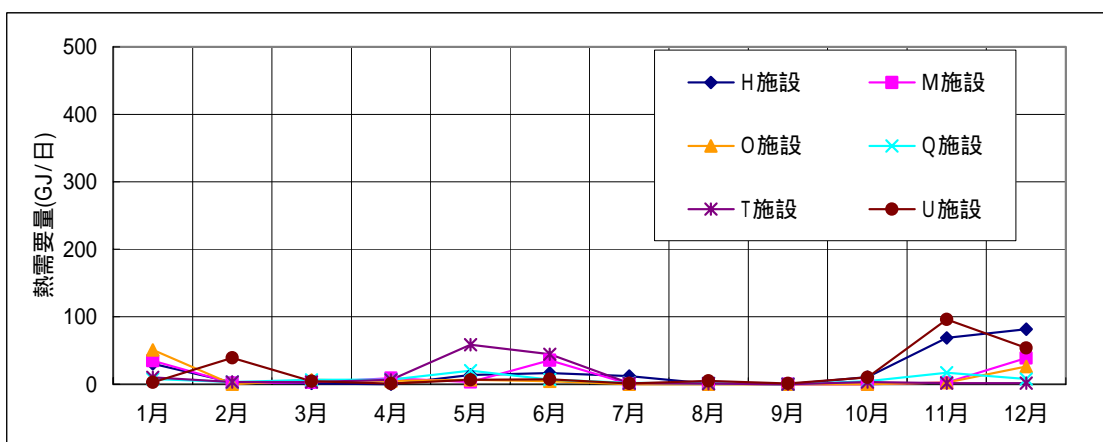


図 5 熱需要施設の熱需要量の年間変動パターン

③熱源施設の供給可能熱量と熱需要施設の熱需要量の比較

熱源施設の供給可能熱量と熱需要施設の熱需要量の比較を図 6 に示す。熱需要量に対して供給可能熱量の方が十分に大きい。

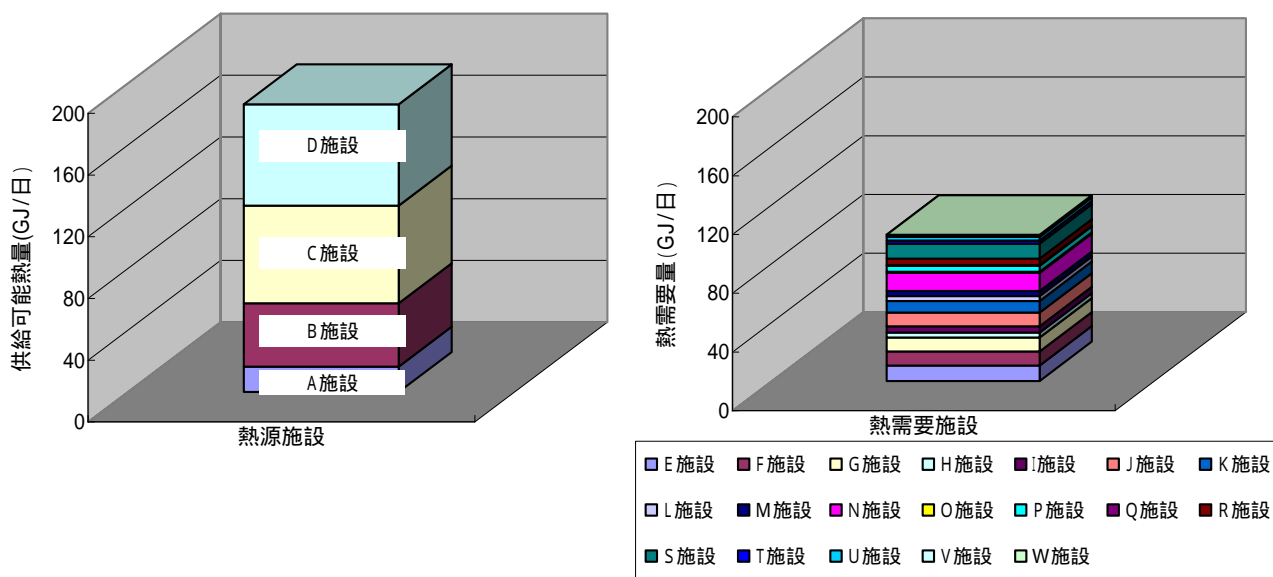


図 6 熱源施設の排熱量と熱需要施設の熱需要量の比較

④熱源施設と熱需要施設の全体マップ

熱源施設（4施設）と熱需要施設（19施設）の全体マップを図7に示す。熱需要施設の全施設に熱輸送することを考えた場合、図7中に示した通り、熱源施設ごとに4つのエリアに分けるのが妥当である。しかし、名古屋市を中心街を南北に縦断して熱輸送を行うルートを含んでおり、輸送効率を考慮した場合、現実的ではないと考えられる。

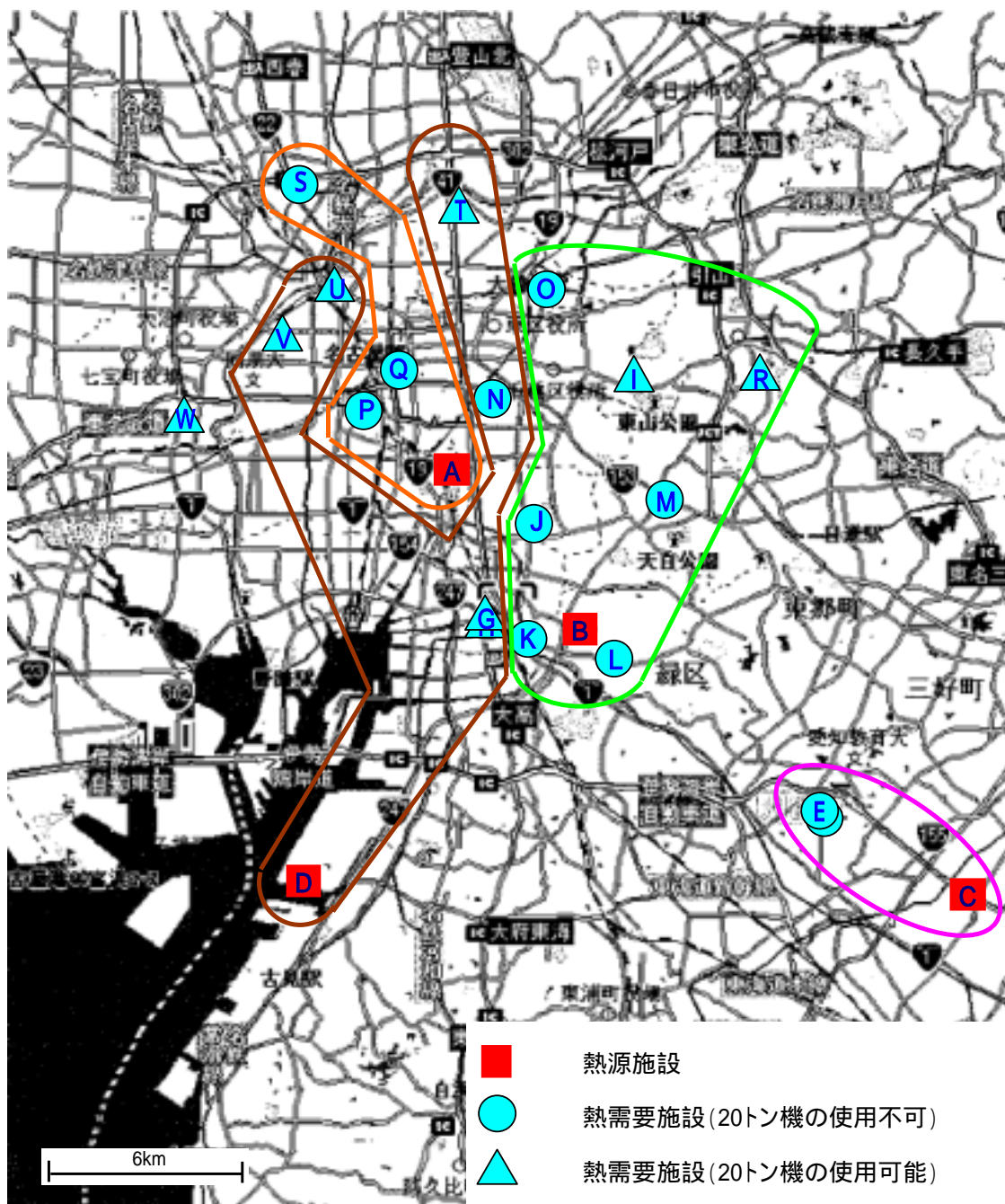


図7 熱源施設と熱需要施設の全体マップ

(5) 熱輸送ネットワークのシミュレーション

5.1 ケース1

①各熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

<1系統>

(熱供給施設) A施設

(熱需要施設) G施設

H施設

I施設

(蓄熱装置) 20トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1号機	<蓄熱>	移	G施設				移	<蓄熱>			移	施設		移	H施設		移	<蓄熱>			移	G施設			移

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	
	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A施設	16.0 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	
	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	G施設	9.5 GJ/日
	H施設	3.4 GJ/日
	I施設	3.1 GJ/日
	合計	16.0 GJ/日

(特記事項)

- 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。

< 2 系統 >

(熱供給施設) B 施設

(熱需要施設) J 施設

K 施設

L 施設

M 施設

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>			
2号機	移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設			
3号機	移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>			
4号機	移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設			
5号機		移 M 施設			移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>			
6号機		移 <蓄熱>			移 M 施設				移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設			

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	B 施設	21.6 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	J 施設	8.4 GJ/日
	K 施設	7.2 GJ/日
	L 施設	3.6 GJ/日
	M 施設	2.4 GJ/日
合計		21.6 GJ/日

(特記事項)

- ・ 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。
- ・ B 施設では、排熱回収設備に蓄熱装置 3 台を並列に接続して同時に蓄熱運転を行う。

②蓄熱装置およびトレーラーの運行表の作成（運行経路を含む）

< 運行表 >

< 1系統 >

熱供給施設	A施設
熱需要施設	G施設 H施設 I施設

< 2系統 >

熱供給施設	B施設
熱需要施設	J施設 K施設 L施設 M施設

時刻	1号機
0:00	蓄熱(A施設)
0:30	
1:00	
1:30	輸送
2:00	熱回収(G施設)
2:30	
3:00	
3:30	
4:00	
4:30	輸送
5:00	蓄熱(B施設)
5:30	
6:00	輸送
6:30	蓄熱(A施設)
7:00	
7:30	
8:00	
8:30	輸送
9:00	熱回収(J施設)
9:30	
10:00	輸送
10:30	熱回収(I施設)
11:00	
11:30	
12:00	輸送
12:30	熱回収(H施設)
13:00	
13:30	
14:00	
14:30	輸送
15:00	蓄熱(A施設)
15:30	
16:00	
16:30	
17:00	
17:30	
18:00	
18:30	輸送
19:00	熱回収(G施設)
19:30	
20:00	
20:30	輸送
21:00	蓄熱(B施設)
21:30	
22:00	
22:30	輸送
23:00	蓄熱(A施設)
23:30	

時刻	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
0:00	輸送	輸送	蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
0:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
1:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
1:30					熱回収(M施設)	蓄熱(B施設)
2:00						
2:30						
3:00						
3:30						
4:00	輸送	輸送				
4:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
5:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
5:30					蓄熱(B施設)	熱回収(M施設)
6:00						
6:30						
7:00						
7:30						
8:00	輸送	輸送				
8:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
9:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
9:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
10:00						
10:30						
11:00						
11:30						
12:00	輸送	輸送				
12:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
13:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
13:30					蓄熱(B施設)	熱回収(L施設)
14:00						
14:30						
15:00						
15:30						
16:00	輸送	輸送				
16:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
17:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
17:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
18:00						
18:30						
19:00						
19:30						
20:00	輸送	輸送				
20:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
21:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
21:30					蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
22:00						
22:30	輸送					
23:00	蓄熱(A施設)					
23:30						

<運行経路>

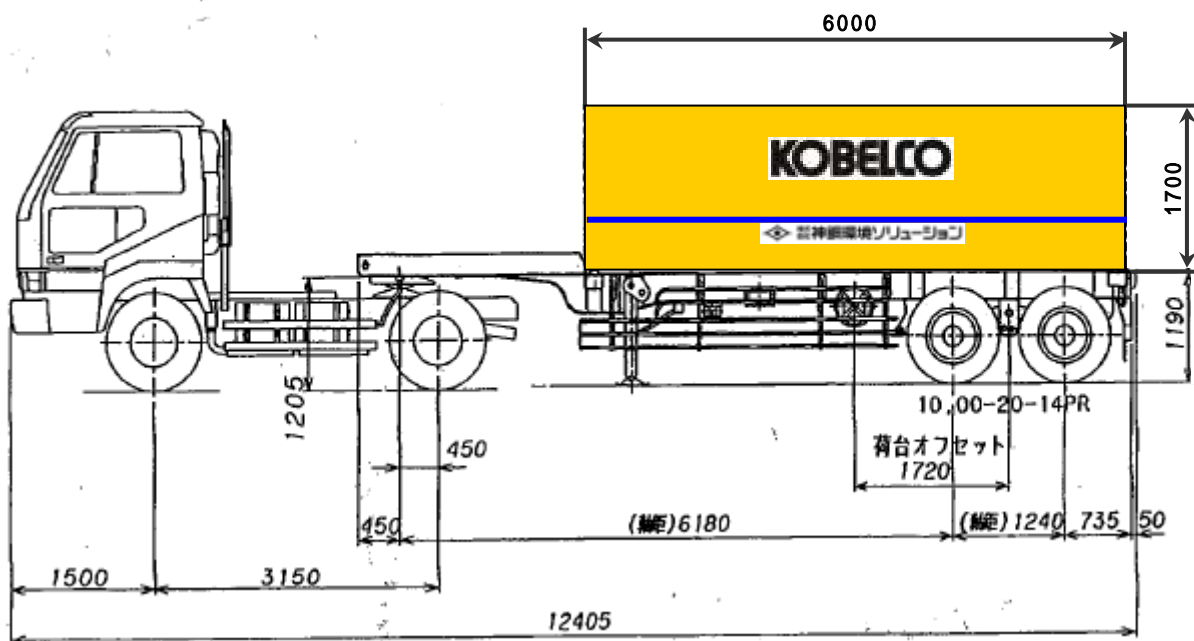


③蓄熱装置およびトレーラー条件設定（台数、サイズ、蓄熱材等）

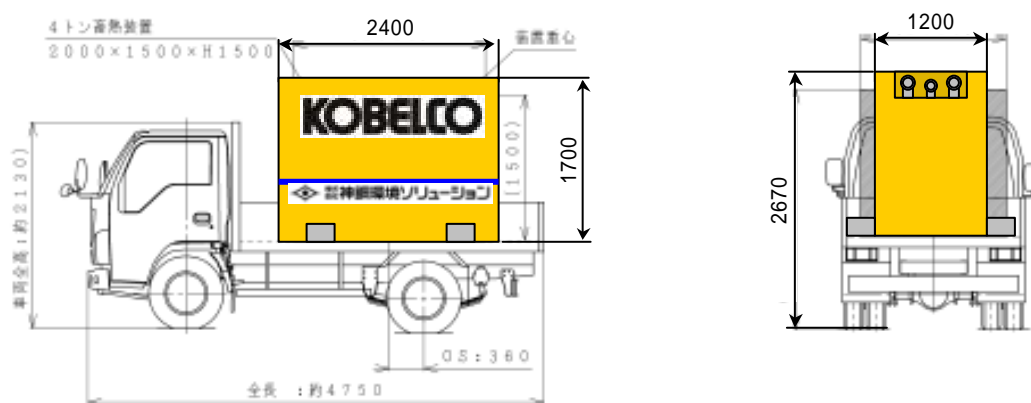
<p><1系統></p>	<p>蓄熱装置) 20トン蓄熱装置 台数) 1台 寸法) 6m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p><2系統></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 6台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>

④蓄熱装置・トレーラー図

<20トン蓄熱装置とトレーラーの図>



<4トン蓄熱装置とトラックの図>



⑤蓄熱装置配送システム構成図

<熱輸送の運用>

熱供給施設	<p>蓄熱装置を排熱回収設備に接続する。</p> <p>蓄熱運転を開始。</p> <p>蓄熱装置の温度が設定温度(ex.160)に達した時点で蓄熱終了。</p> <p>排熱回収設備から蓄熱装置を切り離す。</p>
輸送	<p>トラックにて輸送(熱供給施設 熱需要施設)</p>
熱需要施設	<p>蓄熱装置を熱供給設備に接続する。</p> <p>熱回収運転を開始。</p> <p>貯湯槽の水温が設定温度(ex.90)に達した時点で熱回収終了。</p> <p>熱供給設備から蓄熱装置を切り離す。</p>
輸送	<p>トラックにて輸送(熱需要施設 熱供給施設)</p> <p style="text-align: center;">^</p>

5. 2 ケース 2

①各熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

< 1 系統 >

(熱供給施設) A 施設

(熱需要施設) G 施設、H 施設、I 施設

(蓄熱装置) 20 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1号機	<蓄熱>	移	G施設				移	<蓄熱>			移	施設		移	H施設		移	<蓄熱>			移	G施設			移

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)		(輸送熱量)	
		A 施設		16.0 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)		(輸送熱量)	
		G 施設		9.5 GJ/日
		H 施設		3.4 GJ/日
		I 施設		3.1 GJ/日
	合計			16.0 GJ/日

(特記事項)

- 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。

< 2 系統 >

(熱供給施設) B 施設

(熱需要施設) J 施設、K 施設、L 施設、M 施設

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>			
2号機	移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設			
3号機	移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>			
4号機	移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設				移 <蓄熱>				移 K 施設			
5号機		移 M 施設			移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>			
6号機		移 <蓄熱>			移 M 施設				移 <蓄熱>				移 L 施設				移 <蓄熱>				移 J 施設			

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	B 施設	21.6 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	J 施設	8.4 GJ/日
	K 施設	7.2 GJ/日
	L 施設	3.6 GJ/日
	M 施設	2.4 GJ/日
	合計	21.6 GJ/日

(特記事項)

- ・ 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。
- ・ B 施設では、排熱回収設備に蓄熱装置 3 台を並列に接続して同時に蓄熱運転を行う。

< 3 系統 >

(熱供給施設) C 施設

(熱需要施設) E 施設 (または F 施設)

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	<蓄熱>	移 E 施設					(待機)									<蓄熱>			移 E 施設				移 <蓄熱>	
2号機	E 施設	移 (待機)																	移 <蓄熱>				移 E 施設	
3号機	<蓄熱>	移 E 施設					(待機)									<蓄熱>			移 E 施設				移	
4号機	E 施設	移 (待機)																	移 <蓄熱>				移	
5号機	<蓄熱>	移 E 施設					(待機)									<蓄熱>			移 E 施設				移	
6号機	E 施設	移 (待機)																	移 <蓄熱>				移	

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	C 施設	10.8 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	E 施設	10.8 GJ/日
	F 施設	
	合計	10.8 GJ/日

(特記事項)

- 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。
- C 施設では、排熱回収設備に蓄熱装置 3 台を並列に接続して同時に蓄熱運転を行う。

②蓄熱装置およびトレーラーの運行表の作成（運行経路を含む）

< 運行表 >

< 1系統 >

熱供給施設	A施設
熱需要施設	G施設 H施設 I施設

< 2系統 >

熱供給施設	B施設
熱需要施設	J施設 K施設 L施設 M施設

時刻	1号機
0:00	蓄熱(A施設)
0:30	
1:00	
1:30	輸送
2:00	熱回収(G施設)
2:30	
3:00	
3:30	
4:00	
4:30	輸送
5:00	蓄熱(B施設)
5:30	
6:00	輸送
6:30	蓄熱(A施設)
7:00	
7:30	
8:00	
8:30	輸送
9:00	熱回収(J施設)
9:30	
10:00	輸送
10:30	熱回収(I施設)
11:00	
11:30	
12:00	輸送
12:30	熱回収(H施設)
13:00	
13:30	
14:00	
14:30	輸送
15:00	蓄熱(A施設)
15:30	
16:00	
16:30	
17:00	
17:30	
18:00	
18:30	輸送
19:00	熱回収(G施設)
19:30	
20:00	
20:30	輸送
21:00	蓄熱(B施設)
21:30	
22:00	
22:30	輸送
23:00	蓄熱(A施設)
23:30	

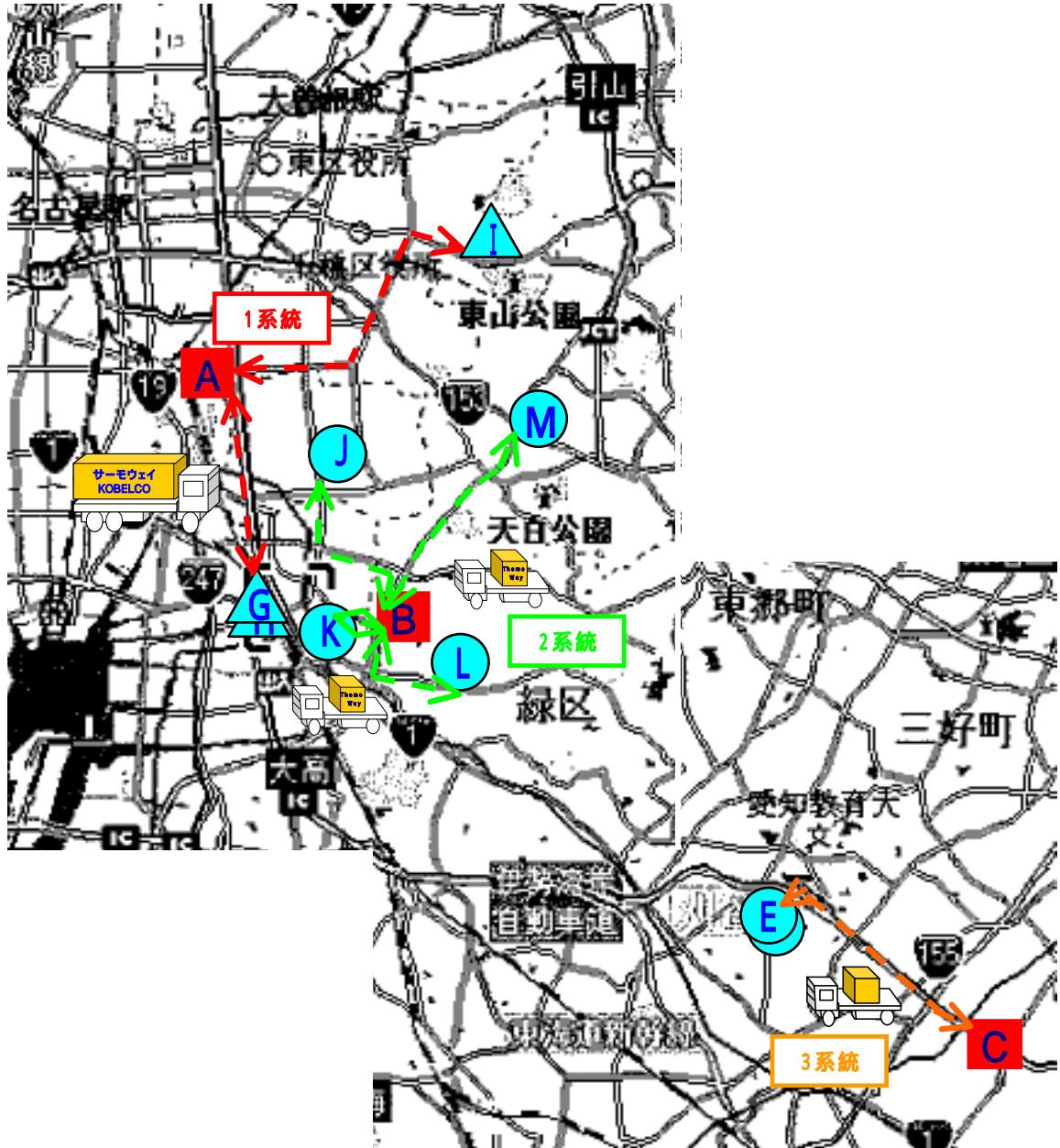
時刻	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
0:00	輸送	輸送	蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
0:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
1:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
1:30					熱回収(M施設)	蓄熱(B施設)
2:00						
2:30						
3:00						
3:30						
4:00	輸送	輸送				
4:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
5:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
5:30					蓄熱(B施設)	熱回収(M施設)
6:00						
6:30						
7:00						
7:30						
8:00	輸送	輸送				
8:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
9:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
9:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
10:00						
10:30						
11:00						
11:30						
12:00	輸送	輸送				
12:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
13:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
13:30					蓄熱(B施設)	熱回収(L施設)
14:00						
14:30						
15:00						
15:30						
16:00	輸送	輸送				
16:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
17:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
17:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
18:00						
18:30						
19:00						
19:30						
20:00	輸送	輸送				
20:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
21:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
21:30					蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
22:00						
22:30	輸送					
23:00	蓄熱(A施設)					
23:30						

< 3系統 >

熱供給施設	C施設
熱需要施設	E施設 (F施設)

時刻	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
0:00	蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)	蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)	蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)
0:30						
1:00						
1:30						
2:00	輸送	輸送				
2:30	熱回収(E施設)	(待機)	輸送	輸送		
3:00			熱回収(E施設)	(待機)	輸送	輸送
3:30					熱回収(E施設)	(待機)
4:00						
4:30						
5:00						
5:30						
6:00	(待機)					
6:30			(待機)			
7:00					(待機)	
7:30						
8:00						
8:30						
9:00						
9:30						
10:00						
10:30						
11:00						
11:30						
12:00						
12:30						
13:00						
13:30						
14:00						
14:30	蓄熱(C施設)					
15:00			蓄熱(C施設)			
15:30					蓄熱(C施設)	
16:00						
16:30						
17:00						
17:30						
18:00	輸送	輸送				
18:30	熱回収(E施設)	蓄熱(C施設)	輸送	輸送		
19:00			熱回収(E施設)	蓄熱(C施設)	輸送	輸送
19:30					熱回収(E施設)	蓄熱(C施設)
20:00						
20:30						
21:00						
21:30						
22:00	輸送	輸送				
22:30	蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)	輸送	輸送		
23:00			蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)	輸送	輸送
23:30					蓄熱(C施設)	熱回収(E施設)

<運行経路>



③蓄熱装置およびトレーラー条件設定（台数、サイズ、蓄熱材等）

<p>< 1 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 20トン蓄熱装置 台数) 1台 寸法) 6m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p>< 2 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 6台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p>< 3 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 6台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>

④蓄熱装置・トレーラー図

ケース1と同じ。

⑤蓄熱装置配送システム構成図

ケース1と同じ。

5. 3 ケース 3

①各熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

< 1 系統 >

(熱供給施設) A 施設、B 施設

(熱需要施設) G 施設、H 施設、I 施設、N 施設、R 施設

(蓄熱装置) 20 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	<蓄熱A>	移	N施設	移	施設	移	<蓄熱B>	移	R施設	移	H施設	移	<蓄熱B>	移	G施設	移								

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A 施設	7.1 GJ/日
	B 施設	14.2 GJ/日
	合計	21.3 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	G 施設	7.1 GJ/日
	H 施設	3.4 GJ/日
	I 施設	3.1 GJ/日
	N 施設	4.0 GJ/日
	R 施設	3.7 GJ/日
	合計	21.3 GJ/日

(特記事項)

- 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。

< 2 系統 >

(熱供給施設) A 施設

(熱需要施設) O 施設、P 施設、Q 施設

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	移<蓄熱A>	移<蓄熱A>	移O施設	移Q施設	移<蓄熱A>	移<蓄熱A>	移<蓄熱A>	移P施設						移<蓄熱A>	移P施設					移<蓄熱A>	移P施設			

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A 施設	5.1 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	O 施設	0.8 GJ/日
	P 施設	4.0 GJ/日
	Q 施設	0.3 GJ/日
合計		5.1 GJ/日

(特記事項)

- 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。

< 3 系統 >

(熱供給施設) B 施設

(熱需要施設) J 施設、K 施設、L 施設、M 施設

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	移 J 施設				移 <蓄熱 B>				移 J 施設				移 <蓄熱 B>				移 J 施設				移 <蓄熱 B>			
2号機	移 <蓄熱 B>				移 J 施設				移 <蓄熱 B>				移 J 施設				移 <蓄熱 B>				移 J 施設			
3号機	移 K 施設				移 <蓄熱 B>				移 K 施設				移 <蓄熱 B>				移 K 施設				移 <蓄熱 B>			
4号機	移 <蓄熱 B>				移 K 施設				移 <蓄熱 B>				移 K 施設				移 <蓄熱 B>				移 K 施設			
5号機		移 M 施設			移 <蓄熱 B>				移 L 施設				移 <蓄熱 B>				移 L 施設				移 <蓄熱 B>			
6号機		移 <蓄熱 B>			移 M 施設				移 <蓄熱 B>				移 L 施設				移 <蓄熱 B>				移 J 施設			

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	B 施設	21.6 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	J 施設	8.4 GJ/日
	K 施設	7.2 GJ/日
	L 施設	3.6 GJ/日
	M 施設	2.4 GJ/日
	合計	21.6 GJ/日

(特記事項)

- ・ 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。
- ・ B 施設では、排熱回収設備に蓄熱装置 3 台を並列に接続して同時に蓄熱運転を行う。

< 4 系統 >

(熱供給施設) C 施設

(熱需要施設) E 施設、F 施設

(蓄熱装置) 4 トン蓄熱装置

(運転パターン)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1号機	移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>			
2号機	移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設			
3号機	移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>			
4号機	移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設			
5号機		移 E 施設/F 施設			移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>			
6号機		移 <蓄熱 C>			移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設				移 <蓄熱 C>				移 E 施設/F 施設			

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	C 施設	21.6 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	E 施設 F 施設	21.6 GJ/日
	合計	21.6 GJ/日

(特記事項)

- ・ 熱需要施設において、熱供給の時間が必ずしも熱需要の負荷と一致しないため、輸送熱量を受け取り、蓄えることができる容量の貯湯槽があるとした。
- ・ C 施設では、排熱回収設備に蓄熱装置 3 台を並列に接続して同時に蓄熱運転を行う。

②蓄熱装置およびトレーラーの運行表の作成（運行経路を含む）

< 運行表 >

< 1系統 >

熱供給施設	A 施設 B 施設
熱需要施設	G 施設 H 施設 I 施設 N 施設 R 施設

< 2系統 >

熱供給施設	A 施設
熱需要施設	O 施設 P 施設 Q 施設

時刻	1号機
0:00	蓄熱 (A 施設)
0:30	
1:00	
1:30	
2:00	輸送
2:30	熱回収 (N 施設)
3:00	
3:30	
4:00	
4:30	輸送
5:00	
5:30	熱回収 (I 施設)
6:00	
6:30	
7:00	
7:30	輸送
8:00	
8:30	蓄熱 (B 施設)
9:00	
9:30	
10:00	
10:30	輸送
11:00	
11:30	
12:00	熱回収 (R 施設)
12:30	
13:00	
13:30	
14:00	輸送
14:30	
15:00	
15:30	熱回収 (H 施設)
16:00	
16:30	
17:00	
17:30	輸送
18:00	蓄熱 (B 施設)
18:30	
19:00	
19:30	
20:00	輸送
20:30	熱回収 (G 施設)
21:00	
21:30	
22:00	
22:30	
23:00	
23:30	輸送

時刻	1号機
0:00	輸送
0:30	蓄熱 (A 施設)
1:00	
1:30	
2:00	
2:30	輸送
3:00	熱回収 (O 施設)
3:30	
4:00	
4:30	輸送
5:00	熱回収 (Q 施設)
5:30	
6:00	
6:30	輸送
7:00	蓄熱 (A 施設)
7:30	
8:00	
8:30	
9:00	輸送
9:30	熱回収 (P 施設)
10:00	
10:30	
11:00	
11:30	
12:00	
12:30	輸送
13:00	蓄熱 (A 施設)
13:30	
14:00	
14:30	
15:00	輸送
15:30	熱回収 (P 施設)
16:00	
16:30	
17:00	
17:30	
18:00	
18:30	輸送
19:00	蓄熱 (A 施設)
19:30	
20:00	
20:30	
21:00	輸送
21:30	熱回収 (P 施設)
22:00	
22:30	
23:00	
23:30	

< 3系統 >

熱供給施設	B施設
熱需要施設	J施設 K施設 L施設 M施設

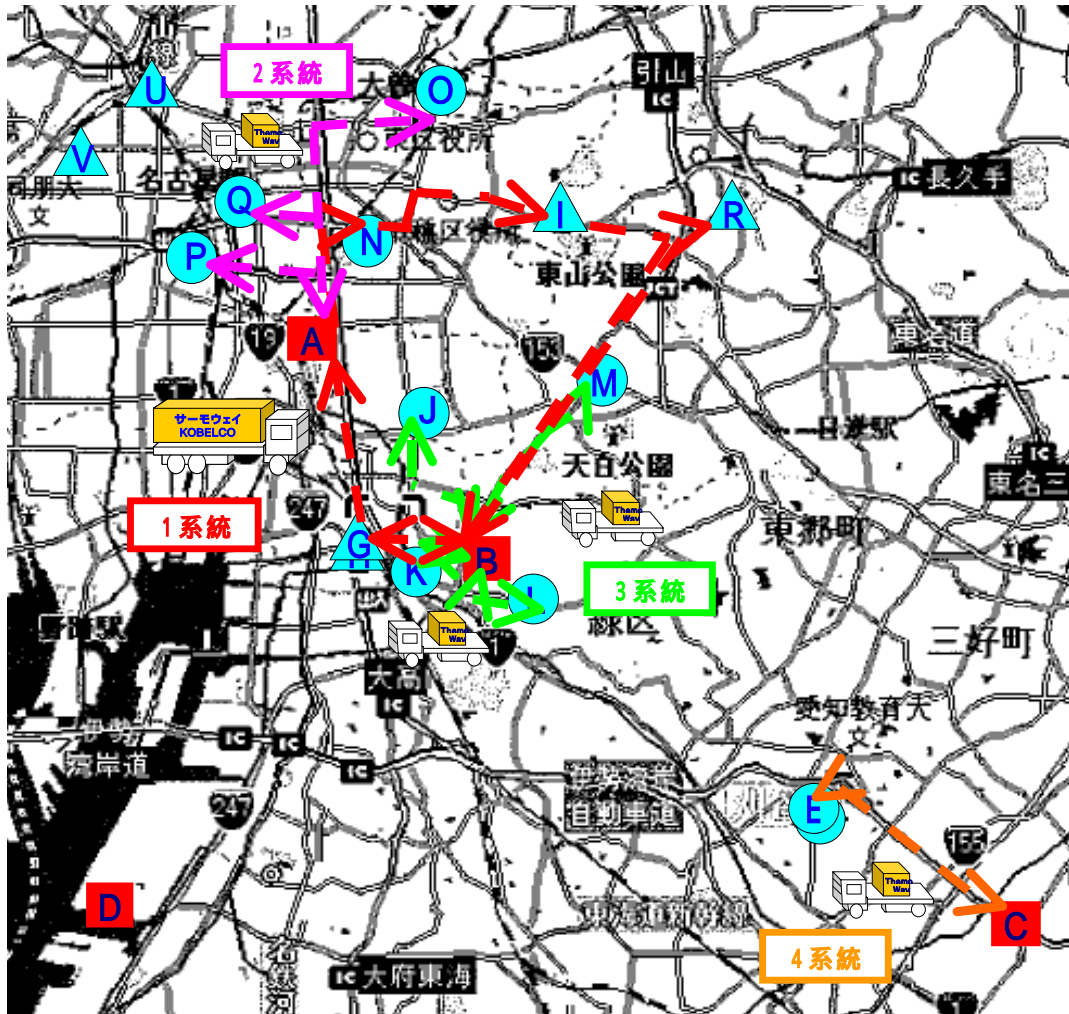
時刻	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
0:00	輸送	輸送	蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
0:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
1:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
1:30					熱回収(M施設)	蓄熱(B施設)
2:00						
2:30						
3:00						
3:30						
4:00	輸送	輸送				
4:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
5:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
5:30					蓄熱(B施設)	熱回収(M施設)
6:00						
6:30						
7:00						
7:30						
8:00	輸送	輸送				
8:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
9:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
9:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
10:00						
10:30						
11:00						
11:30						
12:00	輸送	輸送				
12:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
13:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
13:30					蓄熱(B施設)	熱回収(L施設)
14:00						
14:30						
15:00						
15:30						
16:00	輸送	輸送				
16:30	熱回収(J施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送		
17:00			熱回収(K施設)	蓄熱(B施設)	輸送	輸送
17:30					熱回収(L施設)	蓄熱(B施設)
18:00						
18:30						
19:00						
19:30						
20:00	輸送	輸送				
20:30	蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)	輸送	輸送		
21:00			蓄熱(B施設)	熱回収(K施設)	輸送	輸送
21:30					蓄熱(B施設)	熱回収(J施設)
22:00						
22:30						
23:00						
23:30						

< 4系統 >

熱供給施設	C施設
熱需要施設	E施設 F施設

時刻	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
0:00	輸送	輸送	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)
0:30	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	輸送	輸送		
1:00			熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	輸送	輸送
1:30					熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)
2:00						
2:30						
3:00						
3:30						
4:00	輸送	輸送	輸送	輸送		
4:30	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	輸送	熱回収(E/F施設)	輸送	輸送
5:00			蓄熱 (C施設)		蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)
5:30						
6:00						
6:30						
7:00						
7:30						
8:00	輸送	輸送	輸送	輸送		
8:30	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	輸送	輸送
9:00					熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)
9:30						
10:00						
10:30						
11:00						
11:30						
12:00	輸送	輸送	輸送	輸送		
12:30	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	輸送	輸送
13:00					蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)
13:30						
14:00						
14:30						
15:00						
15:30						
16:00	輸送	輸送	輸送	輸送		
16:30	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	輸送	輸送
17:00					熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)
17:30						
18:00						
18:30						
19:00						
19:30						
20:00	輸送	輸送	輸送	輸送		
20:30	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)	輸送	輸送
21:00					蓄熱 (C施設)	熱回収(E/F施設)
21:30						
22:00						
22:30						
23:00						
23:30						

<運行経路>



③蓄熱装置およびトレーラー条件設定（台数、サイズ、蓄熱材等）

<p>< 1 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 20トン蓄熱装置 台数) 1台 寸法) 6m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p>< 2 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 1台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p>< 3 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 6台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>
<p>< 4 系統 ></p>	<p>蓄熱装置) 4トン蓄熱装置 台数) 6台 寸法) 1.2m×2.4m×1.7mH 蓄熱材) エリスリトール</p>

④蓄熱装置・トレーラー図

ケース1と同じ。

⑤蓄熱装置配送システム構成図

ケース1と同じ。

(6) 経済性評価

6.1 ケース1

①収入

収入	熱輸送量	37.6 GJ/日
	ボイラ効率	80 %
	燃料削減量(都市ガス)	1.14 km ³ N/日
	年間熱輸送日数	270 日/年 (10月-6月、夏期を除く)
	年間燃料削減量	308 km ³ N/年
	都市ガス単価	65 円/m ³ N
	年間燃料削減費	20,020 千円/年

②経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	1 台
		4トン機	6 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	1 基
		4トン用	1 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	3 基
		4トン用	4 基
	設備費用	一式	188,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		12,533 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料他)		8,000 千円/年
	年間経費合計		20,533 千円/年

③CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	641 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	43 回/日
	輸送距離	6 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	23 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	60 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	581 ton-CO ₂ /年

④経済効果

年間の熱輸送日数を 270 日、輸送経費を 8,000 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 513 千円の赤字で経済的なマイナスは小さく、CO₂ 排出削減効果は 581[ton-CO₂/年]となる。

(経済性評価の前提条件)

- ・熱需要施設における既存ボイラの効率を **80%**と仮定する。
- ・熱需要施設において都市ガスの購入単価を **65[円/km³N]**と仮定する。
- ・熱輸送の運用に関わる年間経費（人件費、輸送燃料他）を **8,000** 千円と仮定する。

- ・都市ガスの CO₂ 排出係数は **2.08[kg-CO₂/m³N]**(*1)
- ・軽油の CO₂ 排出係数は **2.62[kg-CO₂/L]**(*1)

(*1)地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条 排出係数一覧表より

地球温暖化対策の推進に関する法律施工令第三条（平成18年3月24日 一部改正）

排出係数一覧表

	排出係数		発熱量		活動量	参考
	数値	単位	数値	単位		
一号 二酸化炭素 (CO2)						
イ：燃料の燃焼に伴う排出						
一般炭	0.0247	(kg-C/MJ)	26.6	(MJ/kg)	総排出量算定期間に本来の用途に従って使用された当該燃料の量	2.41 (kg-CO2/kg) に相当
ガソリン	0.0183	(kg-C/MJ)	34.6	(MJ/l)		2.32 (kg-CO2/l) に相当
ジェット燃料油	0.0183	(kg-C/MJ)	36.7	(MJ/l)		2.46 (kg-CO2/l) に相当
灯油	0.0185	(kg-C/MJ)	36.7	(MJ/l)		2.49 (kg-CO2/l) に相当
軽油	0.0187	(kg-C/MJ)	38.2	(MJ/l)		2.62 (kg-CO2/l) に相当
A重油	0.0189	(kg-C/MJ)	39.1	(MJ/l)		2.71 (kg-CO2/l) に相当
B重油又はC重油	0.0195	(kg-C/MJ)	41.7	(MJ/l)		2.98 (kg-CO2/l) に相当
液化石油ガス (LPG)	0.0163	(kg-C/MJ)	50.2	(MJ/kg)		3.00 (kg-CO2/kg) に相当
液化天然ガス (LNG)	0.0135	(kg-C/MJ)	54.5	(MJ/kg)		2.70 (kg-CO2/kg) に相当
都市ガス	0.0138	(kg-C/MJ)	41.1	(MJ/Nm ³)		2.08 (kg-CO2/Nm ³) に相当
ロ：他人から供給された電気の使用に伴う排出	0.555	(kg-CO2/kWh)			総排出量算定期間において使用された他人から供給された電気の量	
ハ：他人から供給された熱の使用に伴う排出	0.057	(kg-CO2/MJ)			総排出量算定期間において使用された他人から供給された熱の量	
ニ：一般廃棄物の焼却に伴う排出	735	(kg-C/t)			総排出量算定期間に焼却された一般廃棄物のうち廃プラスチック類の量(乾重量ベース)	
ホ：産業廃棄物の焼却に伴う排出						
(1) 廃油	796	(kg-C/t)			総排出量算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの廃油の量(湿重量ベース)	
(2) 廃プラスチック	697	(kg-C/t)			総排出量算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの廃プラスチック類の量(湿重量ベース)	
ヘ：その他						

6. 2 ケース 2

①収入

収入	熱輸送量	48.4 GJ/日
	ボイラ効率	80 %
	燃料削減量(都市ガス)	1.47 km3N/日
	年間熱輸送日数	270 日/年
		(10月-6月、夏期を除く)
	年間燃料削減量	397 km3N/年
	都市ガス単価	65 円/m3N
	年間燃料削減費	25,805 千円/年

②経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	1 台
		4トン機	12 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	1 基
		4トン用	2 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	3 基
		4トン用	7 基
	設備費用	一式	278,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		18,533 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料他)		13,000 千円/年
	年間経費合計		31,533 千円/年

③CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	826 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	61 回/日
	輸送距離	6 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	33 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	86 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	740 ton-CO ₂ /年

④経済効果

年間の熱輸送日数を 270 日、輸送経費を 13,000 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 5,728 千円の赤字で経済的なマイナスが大きいですが、CO₂ 排出削減効果は 740[ton-CO₂/年]となる。

(経済性評価の前提条件)

ケース 1 と同様。

6. 3 ケース 3

①収入

収入	熱輸送量	69.6 GJ/日
	ボイラ効率	80 %
	燃料削減量(都市ガス)	2.12 km ³ N/日
	年間熱輸送日数	270 日/年
		(10月-6月、夏期を除く)
	年間燃料削減量	572 km ³ N/年
	都市ガス単価	65 円/m ³ N
	年間燃料削減費	37,180 千円/年

②経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	1 台
		4トン機	13 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	2 基
		4トン用	1 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	5 基
		4トン用	8 基
	設備費用	一式	322,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		21,467 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料他)		18,000 千円/年
	年間経費合計		39,467 千円/年

③CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	1,190 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	62 回/日
	輸送距離	6 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	33 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	86 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	1,104 ton-CO ₂ /年

④経済効果

年間の熱輸送日数を 270 日、輸送経費を 18,000 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 2,287 千円の赤字で経済的にはマイナスであるが、CO₂ 排出削減効果は 1,104[ton-CO₂/年]となる。

(経済性評価の前提条件)

ケース 1 と同様。

(7) 環境性評価

①システムに関わる法規制と現行法における課題（規制緩和が必要な項目など）

本システムに関わる法令として

ア、消防法(火災予防条例)

使用する熱媒油は消防法上の危険物には該当しないが、可燃性液体に相当し、少量危険物と同様に、各自治体の火災予防条例の適用を受ける。

イ、労働安全衛生法

通知対象物に当たる。

ウ、水質汚濁防止法

ノルマルヘキサン抽出分として油分排出規制を受ける。(場外への漏出を防ぐ)

エ、廃棄物の処理及び清掃に関する法律

廃油及び廃潜熱蓄熱材の適正な処理

オ、道路交通法

道路運送における車両総重量の規制。

以上の法令が本システムに関連するが、技術上・運営上障壁となる法規制は無い。

但し、本システムの経済性向上には1回当りの輸送熱量を高める事が不可欠である。現在の道路交通法では20トン蓄熱装置が規制無く運行出来る限度となる。(車両総重量規制) 25トン、30トン蓄熱装置の輸送へ向けた規制緩和が望まれる。

②システムに関連する国等の補助金・助成制度について

表5に平成19年度に実施された“CO2対策に関する補助金事業”の一覧を示す。熱源の種類、熱利用の形態により種々支援策が制定されているので都度十分に検討する必要がある。

表5 CO₂対策に関する補助金事業の一覧

	補助金事業名称	事業主管機関名	補助の目的	補助の対象者	補助率	事業期間	その他
1	新エネルギー等事業者支援対策事業	経済財政産業省 資源エネルギー庁 新エネルギー対策課 独立行政法人新エネルギー産業技術 総合開発機構 (NEDO)	太陽光発電、風力発電、太陽熱利用、温度差エネルギー利用、天然ガスコジェネレーション、燃料電池、バイオマス発電、バイオマス熱利用、バイオマス熱製造、雪氷熱利用、中小水力発電、地域発電について、その加速的な導入促進を図る。	新エネルギー等事業者 を行う事業者	最大 1/3	4年間	
2	廃棄物処理施設における温暖化対策事業(環境省)	環境省 廃棄物・リサイクル対策課	高効率な廃棄物発電や廃棄物由来のバイオマス発電等の廃棄物処理に係るエネルギー利用施設の整備を実施する民間企業等の事業者に対し、事業実施に必要な経費の一部を国が補助することにより、地球環境の保全に資することを目的とする。	ア、民間企業 イ、独立行政法人 ウ、公益法人 エ、法律により直接 設立された法人	1/3(下記以外) 1/2 (ごみ発電ネットワーク、熱輸送システム)	原則1年間	熱輸送が指定されている
3	エネルギー使用合理化事業者支援	独立行政法人新エネルギー産業技術 総合開発機構 (NEDO)	既設の工場、事業所における省エネルギー設備・技術の導入事業であって、省エネルギー効果が高いと見込まれ、費用対効果が優れていると認められるもの、波及効果等が大きい大規模設備を導入するもの(大規模事業)に対して国庫補助金	既設工場・事業所にエネルギー器具・設備導入を図る事業者	単独事業 1/3 複数事業者 1/2	単年度のみ	国交賞・農水省の認定事業を含む
4	地域新エネルギー等導入促進対策費	独立行政法人新エネルギー産業技術 総合開発機構 (NEDO)	新エネルギー等の導入のための計画に基づき実施する事業であって、設備導入事業と普及啓発事業を併せて実施する事業	地方公共団体等、 非営利民間団体	1/2(地方公共団体等/普及啓発事業費は定額)	原則単年度事業	
5	地域バイオマス活用交付金	農林水産省	バイオマスタウン構想の策定、バイオマスの変換、利用施設等の一体的な整備等バイオマスタウンの実現に向けた地域の創意工夫を凝らした主体的な取組みへの支援。 ソフト面、ハード面共に支援有り。	市町村、 農林漁業者の組織する 団体 PFI事業者、NPO	1/2	5年間	
6	地域地球温暖化防止事業費補助金	経済産業省	地域における新エネルギー導入の促進及び省エネルギー普及の推進を図ることを目的とした地域地球温暖化防止事業(石油及びエネルギー需給構造高度化勘定)の実施。	民間企業	補助対象経費の合計額の1/2を限度		平成15年10月規定
記) その他バイオマス利用、及び廃棄物関連での 交付金・補助金制度多種有り。							
記) 平成19年度公募実施された事業。							

③化石燃料価格や炭素税などの変動・導入による経済性について

昨年来よりの原油価格の高騰は著しいものがあり、今年年初には、一時的に100ドル/バレルを超えた。その後、安定基調には有るものの、依然90ドル/バレルの高水準（06年の約1.5倍）にあり、今後とも原油高基調は続くものと想定される。



図8 原油価格の推移

炭素税とは、環境税の一種として 化石燃料（石油・石炭・天然ガス）に含まれる炭素の含有量に応じて課税することにより、需要を抑えCO₂の排出抑制を図る地球温暖化防止対策税制である。企業活動によるCO₂削減効果はもとより、民生部門におけるCO₂削減の為のアナウンス効果も期待する。EUの一部（スウェーデン、フィンランド、ノルウェー、オランダ、デンマーク等）にては、既に導入されているが、日本国内では、環境省、農水省が積極的に検討を推し進めているが、経済界の反対もあり検討段階の域を超えていない。いずれにしても 化石燃料のエネルギー消費に対して炭素税の導入如何に関わらずエネルギー消費のコスト増は不可避の状況で有る。

化石燃料価格の高騰、また炭素税の導入により熱輸送システムの将来に於ける経済性向上は大いに期待出来る。経済性だけにとどまらずに 環境面から 京都議定書、ポスト京都議定書を見据えた時、二酸化炭素削減に向け、待ったなしで、新たなクリーンエネルギーが強く求められている。熱輸送システムは、太陽光・風力ほかと共にますます経済性においても、また地球環境保全のためにも今後非常に有用な手段として期待出来る。

(8) 今後の検討課題と解決策の提示

上記の検討の結果、これまで廃棄されてきた150～250℃の低温廃熱を蓄熱することにより再生エネルギーとして 輸送し遠隔地での熱需要者で有効利用（冷・暖房、給湯他）するシステムである。一次エネルギー（化石燃料）の確実な減少と、それに伴うCO₂の削減効果は大きい。京都議定書、ポスト京都議定書を見据えた時非常に有用なシステムで有る。

しかし、経済性を考慮する時、蓄熱装置1台当りの利用可能エネルギーは多くないため、設備運営面では、輸送に関わる人件費、設備の原価償却費が実用化に向けた障壁となっている。

以上より今後の検討課題として下記の項目が抽出される。

1. 減価償却費の削減

- ・イニシャルコストの削減

蓄熱密度の向上による蓄熱装置の更なるコンパクト化

- ・システム導入目的に合った有効な補助金制度の利用。
- ・廃エネルギー利用促進のための補助金制度の充実と優遇税制の獲得。

2. 輸送に関わる人件費の削減

- ・熱需要先の拡充により1回当りの輸送人件費の削減。
- ・既存運行システムへの組み込み。
- ・運行業務と他業務との兼務。（熱利用者自身での運営）

（輸送業務に要する時間は 平均1時間／1回。……有効な運送システムの構築。）

3. 減価償却費・輸送人件費の相対的削減

経済性イメージ図（次ページに記載）より明らかなように、熱需要量の拡大によって事業メリットが醸し出される。

（熱輸送量の確保 ⇒熱輸送量の増大）

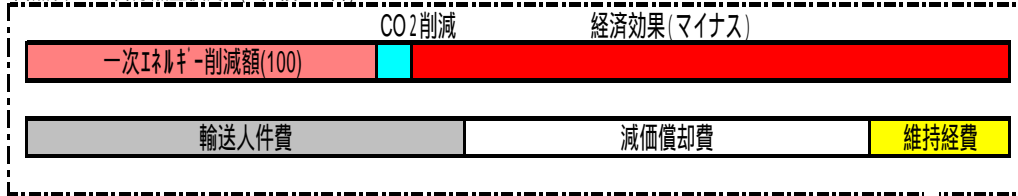
- ・熱利用目的の多様化
給湯・暖房だけでなく冷房用途・冷水利用への適用によって 年間を通した熱供給の確保が可能となる。
- ・複数の熱需要先の確保による熱供給ネットワークの構築。

4. その他

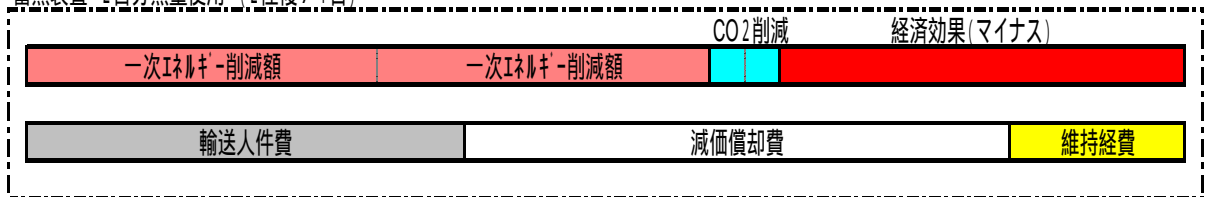
熱輸送により熱利用施設で削減された燃料使用量に見合ったCO₂排出削減量を熱源施設でもカウント出来る制度の設定。（熱需要者の一方的な利益享受を熱源施設側でも利益享受出来る制度を確立し 熱排出者の本システム積極参画への動機付を行う。）

経 済 性 イ メ ー ジ 図

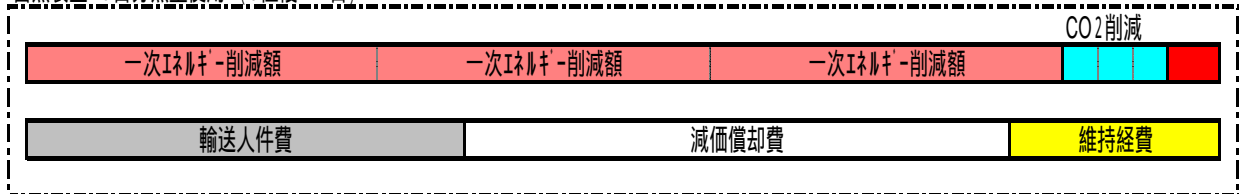
蓄熱装置 1台分熱量使用 (1往復/1日)



蓄熱装置 2台分熱量使用 (2往復/1日)



蓄熱装置 3台分熱量使用 (3往復/1日)



《検討条件》

都市ガス消費に替えて20トン蓄熱装置を使用し連続的に熱供給を実施

(都市ガス単価 75円/m³)

2、3台分熱量使用時は蓄熱カセット2基使用

補助金 1/3、減価償却期間を10年と設定

CO₂削減は 3,000円/ton-CO₂

維持費用は、電力代、輸送燃料代、トラック維持経費、施設維持・小修理を含む。

3.まとめ

本調査では、これまでに記載した2方式(2社)での低温排熱の地域内利用ネットワークを検討してきた。

低温排熱の利用はこれまで利用されずに廃棄されていた低温排熱を有効に活用することができ、使用する化石燃料の削減とCO₂の削減に対して貢献することが可能である。EPOC会員企業全体でのCO₂の削減に向けても、有用なシステムであることがわかった。

調査の方法でも述べたように、本調査の目的は両方式に対して優劣をつけるものではなく、EPOC会員企業がそれぞれの方式について参考にできる情報を得ることであるため、2方式を比較等は行わないが、FS調査の結果、いずれの方式においても今後の検討課題としては主に以下のような共通項目が挙げられている。

今後の主な検討課題

(1) 技術面の課題

- ・蓄熱密度の向上
- ・蓄熱装置のコンパクト化 など

(2) 事業面での課題

- ・輸送に関わる費用の低減
 - ー熱需要先の拡充、ネットワーク化により輸送人件費を削減
 - ー既存運行システムへの組み込み
- ・イニシャルコストの削減

(3) 制度・法規制

- ・CO₂排出権の取り扱いについて、熱輸送により熱利用施設で削減された燃料使用量に見合ったCO₂排出削減量を熱源施設でもカウント出来る制度の設定
- ・補助金、優遇制度の活用 など

これらについて、技術面での課題については大学を始めとする研究機関での取り組みも進んでいる。

事業面での課題については、今回の調査ではできなかった、総合病院やホテル、スーパー銭湯等、年間を通じて24時間体制で熱を利用する施設への供給を含めた検討により、さらに効率的なビジネスモデルを構築できる可能性が大きいと考えられる。技術面での課題をクリアすることに伴うイニシャルコストの削減が伴うことも期待できる。

また、制度・法規制については、EPOCという組織の特色を生かした働きかけを続けていく必要がある。

これらをふまえ、温暖化・省エネ分科会では引き続き実用化に向けた研究を継続する。