

「熱輸送ネットワークによる低温排熱の地域内利用研究(その2)」

結果報告書

< Feasibility Study 編 >

2009年3月31日

環境パートナーシップ・CLUB

温暖化・省エネ分科会

目次

1	F S 調査概要	1
(1)	調査の方法	1
(2)	調査項目	1
(3)	検討対象施設	1
2	調査結果	3
2-1	A 社：三機工業株式会社	3
(1)	システムの原理と特徴	3
(2)	熱供給側企業における検討	9
(3)	熱需要側企業における検討	1 1
(4)	熱供給側企業における回収可能熱量の検討	1 3
(5)	熱需要側企業における必要熱量の検討	1 7
(6)	熱輸送ネットワークのシミュレーション	3 7
(7)	評価・まとめ	6 3
2-2	B 社：株式会社神鋼環境ソリューション	7 1
(1)	熱輸送システム「サーモウェイ」について	7 1
(2)	熱源施設と熱需要施設の条件	7 6
(3)	熱輸送ネットワークのシミュレーション	8 6
(4)	経済評価	9 6
(5)	環境評価	1 0 1
(6)	今後の検討課題と解決策の提示	1 0 3
3	考察	1 0 5
4	国内 C D M 制度の適用	1 0 6
5	まとめ	1 0 7

1 F S調査概要

(1) 調査の方法

E P O C 温暖化・省エネ分科会では、会員企業等の省エネ、CO₂削減に貢献することを趣旨とし、エネルギーを有効に活用できる可能性として低温排熱の熱輸送システムを検討している。2007年度の活動では、E P O C 会員で排熱利用を検討、または温熱を利用している企業等について、熱の排出状況、あるいは温熱の使用状況のアンケート調査を実施し、経済性検討（F S : Feasibility Study）を実施した。検討結果は2008年3月31日付報告書のとおりであるが、熱需要データが市民プールなどの比較的小さい施設に限定されていたため期待していた検討が難しい状況であった。

そこで、2008年度は、病院、ホテルなどの比較的安定して熱需要の大きい施設の熱使用状況を追加調査して再度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方式ありそれぞれの特徴があるため、前年度同様の考えに基づき、検討にあたっては1社に絞らず、以下の2社にF S（Feasibility Study）を依頼することとした。

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。

【F S 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

(2) 調査項目

- ① システムの原理・特徴
- ② 熱供給側企業および熱利用側企業における設備検討
- ③ 熱源施設と熱利用施設の条件
- ④ 熱輸送ネットワークのシミュレーション
- ⑤ 経済性評価
- ⑥ 環境性評価
- ⑦ 今後の検討課題と解決策

(3) 検討対象施設

熱区分	No	A社	B社	種類
排熱	1	熱源A	A施設	工場
排熱	2	熱源B		工場
排熱	3	熱源C	B施設	工場
排熱	4	—		工場
排熱	5	熱源D	C施設	工場
排熱	6	熱源E	D施設	工場
排熱	7	熱源F		工場
排熱	8	熱源G		工場

熱区分	No	A 社	B 社	種類
熱利用	1	熱利用 A	H 施設	プール
熱利用	2	熱利用 B	G 施設	プール
熱利用	3	熱利用 C	J 施設	プール
熱利用	4	熱利用 D	P 施設	プール
熱利用	5	熱利用 E	M 施設	プール
熱利用	6	熱利用 F	L 施設	プール
熱利用	7	熱利用 G	K 施設	プール
熱利用	8	熱利用 H	R 施設	プール
熱利用	9	熱利用 I	I 施設	プール
熱利用	10	熱利用 J	N 施設	プール
熱利用	11	熱利用 K	ホテル 1	ホテル
熱利用	12	熱利用 L	ホテル 2	ホテル
熱利用	13	熱利用 M	ホテル 3	ホテル
熱利用	14	熱利用 N	病院 1	病院
熱利用	15	熱利用 O	病院 2	病院
熱利用	16	熱利用 P	病院 3	病院
熱利用	17	熱利用 Q	病院 4	病院
熱利用	18	—	E 施設	社員寮
熱利用	19	—	F 施設	社員寮
熱利用	20	—	O 施設	プール
熱利用	21	—	Q 施設	プール
熱利用	22	—	S 施設	プール
熱利用	23	—	T 施設	プール
熱利用	24	—	U 施設	プール
熱利用	25	—	V 施設	プール
熱利用	26	—	W 施設	プール

※今年度追加調査したデータ：熱利用 No11～No17 のデータ

2 調査結果

2-1 A社：三機工業株式会社

(1) システムの原理と特徴

(a) 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。

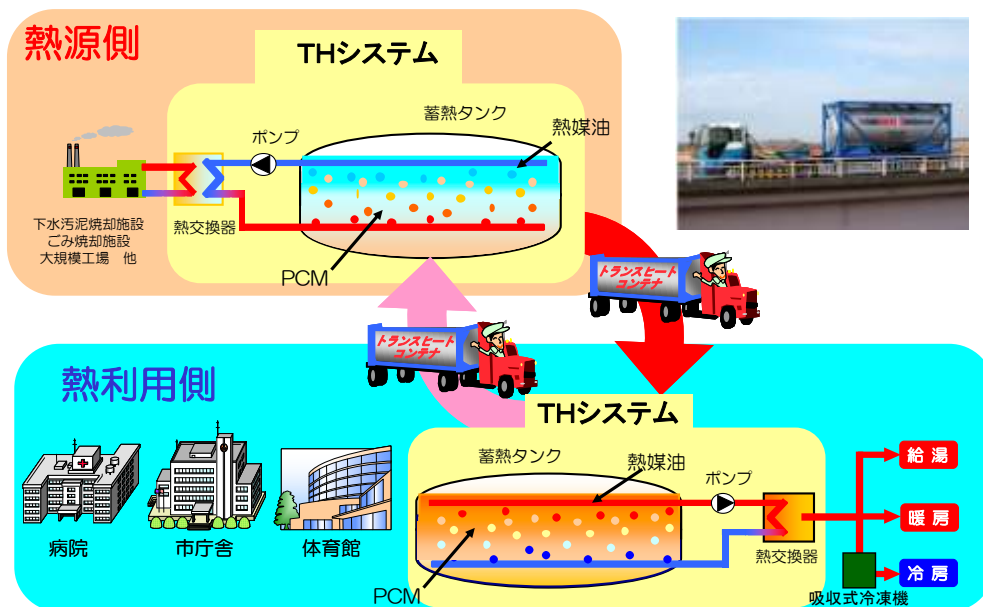


図1.1 本システムの概要

(b) 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が直接接触による熱交換を行っており、熱媒油がシャベット状のPCM間隙を通るため伝熱面積が大きく取れ、蓄・放熱速度が速く熱交換効率も高い。

蓄熱速度は、熱源温度が高く熱媒油温度とPCM融点の温度差が大きいほど速くなり、最大で0.6MW程度である。温度差が小さいと限りなくゼロに近くなる。放熱速度も同様で、コンテナ出入口の熱媒油温度差が大きいほど速く最大で0.5～0.6MW程度となるが、温度差が小さいほど遅くなる。

また、蓄熱材に PCM を用いるため、温度変化にあられる“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・利用できるのも、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℃）を用いて、暖房や給湯等の温熱利用（80℃→50℃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。

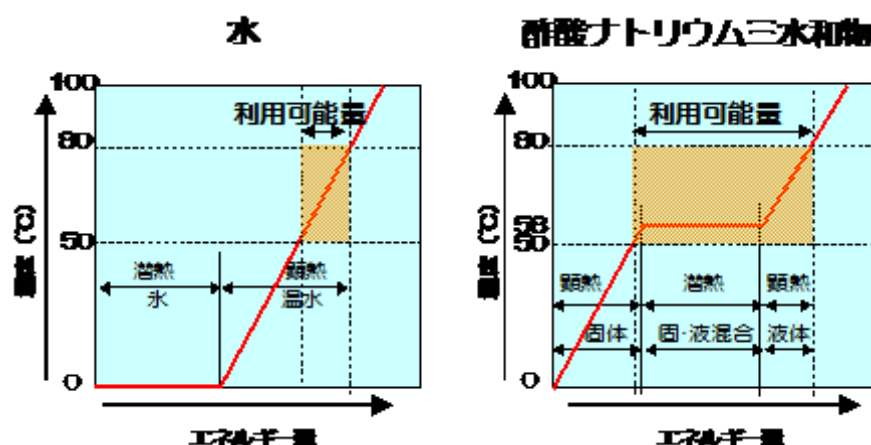


図 1. 2 PCM の利用可能エネルギー比較

2) オフライン輸送による多元的な熱供給

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。輸送距離による施設費への影響がない。
- 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導管敷設時の制限（障害物による弊害や場所の固定など）等に縛られず、自由な熱供給が可能となる。（図 1. 3 参照）

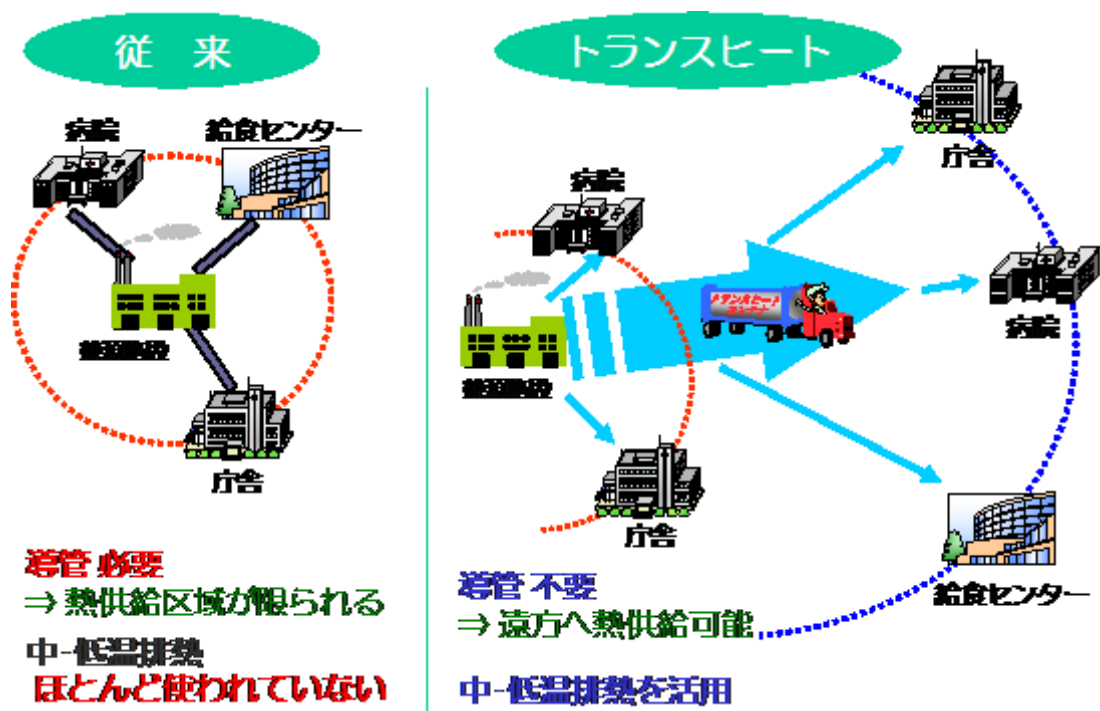


図 1. 3 オフライン輸送のイメージ

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、熱源施設側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変動を吸収するので、熱利用施設側では、安定的に熱エネルギーを利用することができる。

また、蓄熱タンクからの熱供給は、熱媒油の流量制御など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。

熱源側での変動吸収イメージと熱利用側での熱利用のイメージを図 1. 4 に示す。

以上のように、トランスヒートコンテナは熱源施設と熱利用施設間の熱需要の時間差、量の偏り、間欠的な排熱の発生などに対応可能な蓄熱システムである。

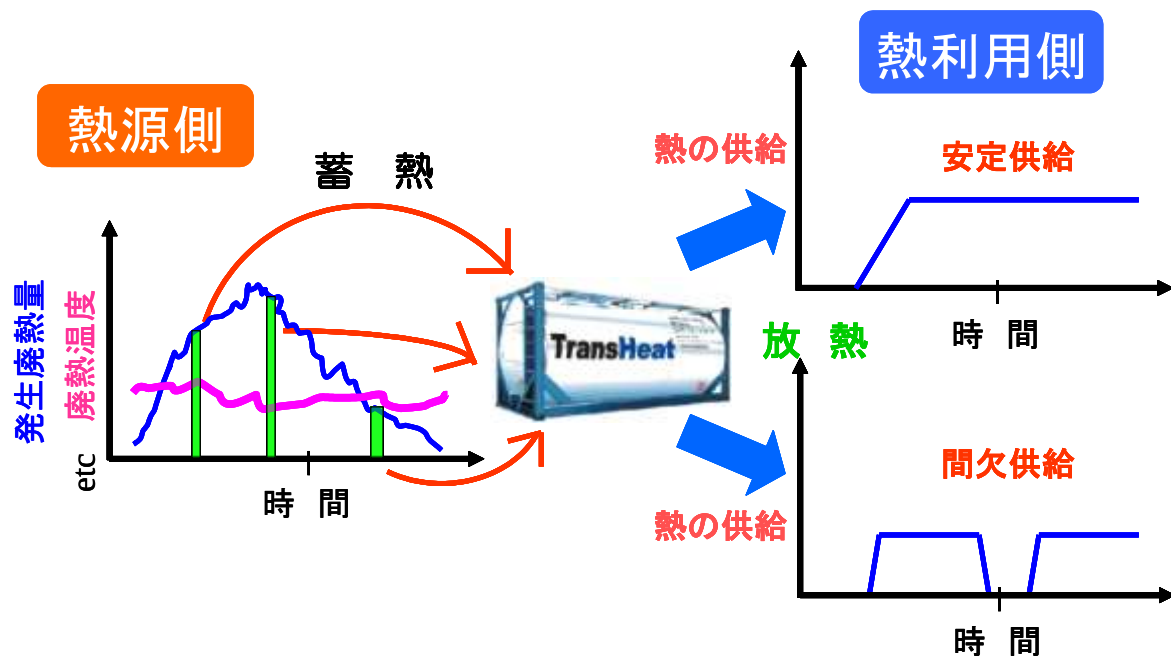


図 1. 4 蓄熱イメージ図

4) 運転（試験）実績・導入実績

平成 15 年（2003 年）の技術導入以来、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 ヶ年で進めた。

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熱利用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熱利用先とした実証試験、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み合わせた冷房実験を実施し良好な結果を得ている。

これら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きた。2007 年 6 月には、危険物保安技術協会による性能評価を取得し、消防法における本システムの指針的な見解を得ることができた。

現状、国内向けコンテナは、総重量 18～30 t 程度、蓄熱容量 1.0～2.0MWh/台（3,600～7,200MJ/台 $\div$ 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た。

このような試験実績を受け、2008 年度には 2 件の実設備が稼動を始めた。1 件は「サントリー天然水（株）奥大山ブナの森工場」に納入したものであり、コンテナを定置型で使用している。（図 1. 5 参照）

工場内の空気圧縮機冷却水等 120℃程度の排熱を、80℃の温水ループに回収するラインを設け、このラインを通じてボイラ補給水の加温や事務所の暖房用熱源などで利用すると共に、余剰分の排熱を定置式トランスヒートコンテナ2台に蓄熱し、排熱が不足する時間帯に事務所内の暖房用熱源として利用するものである。PCM として、酢酸ナトリウム三水和物(PCM : Type1/融点 58℃)を使用している。システムの概略を図1. 6に示す。



図1. 5 定置式トランスヒートコンテナ

本システムの導入により、年間 400 t 程度の CO₂ 削減効果を予想している。

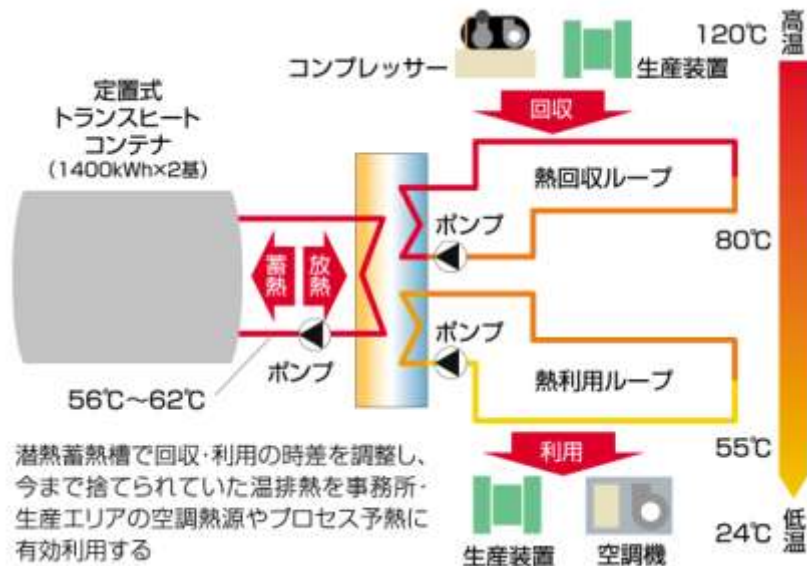


図1. 6 定置式トランスヒートコンテナシステムフロー図

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)」に納入したものであり、廃棄物処理施設から発生する排熱を廃熱ボイラにより2MPaの蒸気として回収し、発電や誘引ファン用タービン駆動動力として利用する他、余剰蒸気を熱源としてコンテナに蓄熱し、それを青森県栽培漁業センターに供給するものである。(図1.7参照) 青森県栽培漁業センターでは、ひらめ稚魚やあわび稚貝を肥育しており、成長促進のため海水を加温している。この海水加温用熱源としてトランスヒートコンテナからの熱を使用し、従来から使用していたボイラ設備の稼働を抑え、化石燃料(重油)の使用量削減を図る。PCMとして、エリスリトール(PCM: Type4/融点118℃)を使用している。



図1.7 トランスヒートコンテナ

熱源側では、排蒸気からの熱を140℃程度で回収し、蓄熱を行う。一方、熱利用側ではコンテナからの熱媒油(コンテナ出口温度:115℃~118℃程度)で温水を加熱し、この温水により海水を温めている(加温後温度:15~20℃程度)。これは、熱の授受に使用している熱媒油が異常時でも海水と直接混合しないようにするため、温水ラインを設けて二重ループとすることでリスク低減を図っている。システムのフロー図を図1.8に示す。

熱利用側での放熱量は平均1.2MWh(海水ベース)であり、これはA重油に換算すると約1300分の熱量になる(ボイラ効率を85%とする)。また、本システムの導入により、年間130t程度のCO₂削減効果を予想している。

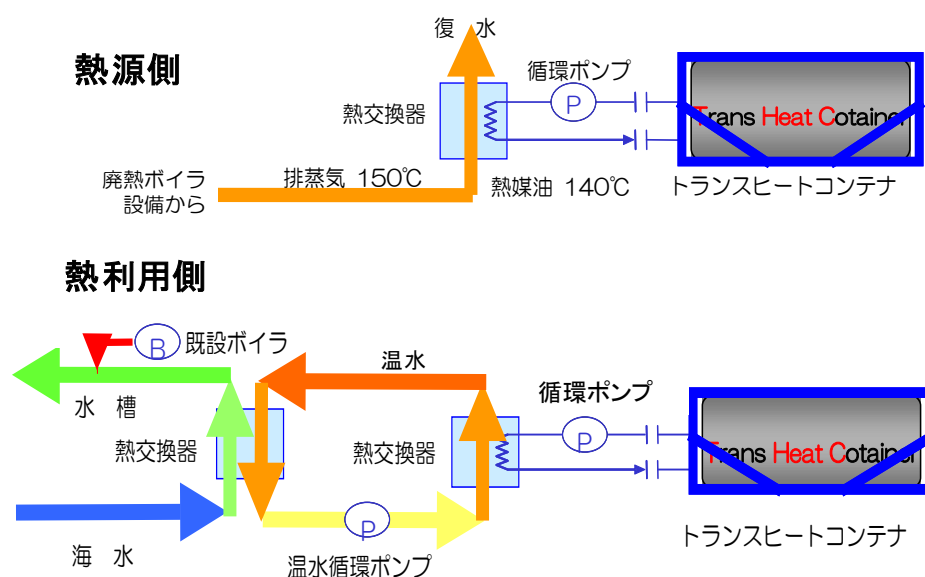


図1.8 システムフロー図

(2) 熱供給側企業における検討

(a) 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。

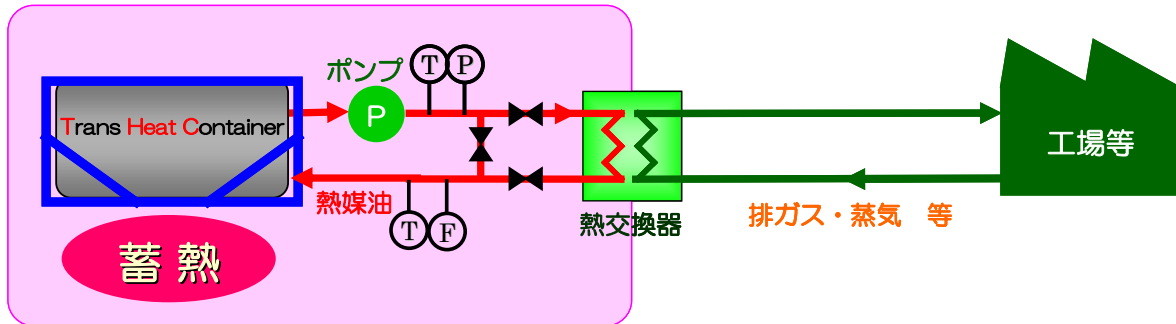


図 2. 1 熱供給側フロー図

(b) 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。

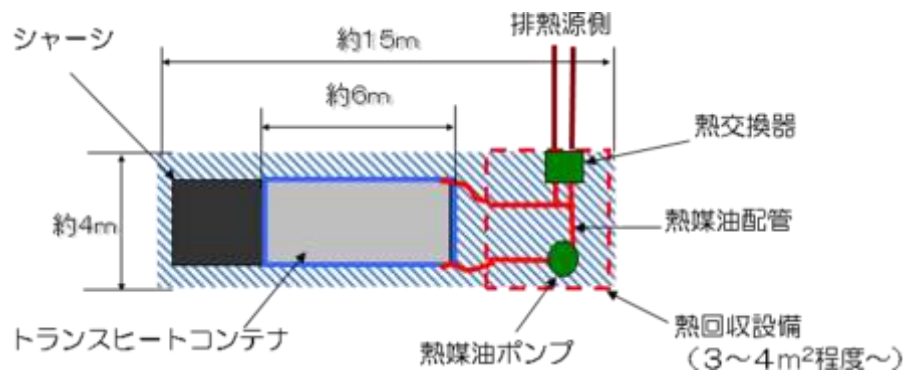


図 2. 2 熱供給側レイアウト

(c) 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	・ISO20 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): 1.0～1.5MWh	
熱媒油ポンプ	・流量: 40m³/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	・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

(d) 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: 2,500～3,500 万円 ・エリスリトールタイプ: 3,500～4,500 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) 熱需要側企業における検討

(a) 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。

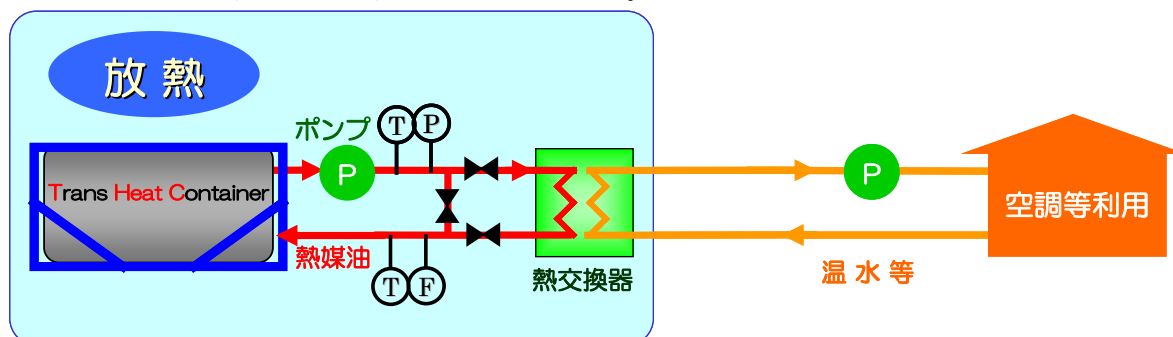


図 3. 1 熱需要側フロー図

(b) 設備レイアウト

設備レイアウトについて図 2. 2 参照。

(c) 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	・ISO20 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): 1.0~1.5MWh	・熱供給側に同じ
熱媒油ポンプ	・流量: 40m³/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	・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

(d) 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 万円程度となる。(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:2,500～3,500 万円 ・エリスリトールタイプ:3,500～4,500 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) 熱供給側企業における回収可能熱量の検討

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 1.5MWh/台として計算する。蓄熱容量については、昨年度より検討精度を上げるため、実績値を基にした数値に見直した。

また、今年度は調査対象地域を名古屋市南部に絞って考えるため、熱源 A～C をメインに考え、熱源 D～G は熱供給量が足りない場合の補助設備とする。

(a) 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	4.2
エリスリトール	150	0.10	1.5

(b) 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 (m ³ /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 $0.34\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 4 回収熱量 2

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	8.4
エリスリトール	150	0.19	3.1

(c) 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 ($^{\circ}\text{C}$)	流量 (m^3/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 $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 6 回収熱量 3

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	4.3
エリスリトール	150	0.22	3.5

(d) 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 ($^{\circ}\text{C}$)	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 $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 8 回収熱量 4

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	24.1
エリスリトール	150	0.39	6.2

(e) 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 ($^{\circ}\text{C}$)	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 $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 10 回収熱量 5

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	76.7
エリスリトール	150	2.88	46.0

(f) 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 ($^{\circ}\text{C}$)	流量 (m^3/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. 1 2 にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 1 2 回収熱量 6

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	23.3
エリスリトール	150	0.76	12.1

(g) 熱源 G

1) 検討条件

検討条件を表 4. 1 3 にまとめる。

表 4. 1 3 検討条件 7

排出源	排出温度 ($^{\circ}\text{C}$)	流量 (m^3/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. 1 4 にまとめる。ただし、排ガスの比熱を $0.25\text{kcal/Nm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ とする。

表 4. 1 4 回収熱量 7

蓄熱材種類	回収後温度 ($^{\circ}\text{C}$)	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	18.4
エリスリトール	150	0.25	8.4

(5) 熱需要側企業における必要熱量の検討

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 1.5MWh/台として計算する。蓄熱容量については、昨年度より検討精度を上げるため、実績値を基にした数値に見直した。

また、今年度は昨年度検討した中から市民プール（10 箇所）に的を絞るとともに、新たにホテル 3 棟と病院 4 棟を追加して検討する。

(a) 熱利用 A（プール①）

検討条件および必要熱量を表 5. 1 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。また、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 検討条件と必要熱量 1

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)	必要熱量	コンテナ 必要台数
		m3/月	MJ/月	台/月
4 月	年間 70 日	0	0	0.0
5 月		415	14,498	2.7
6 月		499	17,433	3.2
7 月		372	12,996	2.4
8 月		20	699	0.1
9 月		0	0	0.0
10 月		324	11,319	2.1
11 月		2,081	72,700	13.5
12 月		2,475	86,464	16.0
1 月		916	32,000	5.9
2 月		91	3,179	0.6
3 月		37	1,293	0.2

(b) 熱利用B (プール②)

検討条件および必要熱量を表5. 2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。また、本検討における既設熱源設備は都市ガス焼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 検討条件と必要熱量2

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	21	10,533	500	17,453	3.2
5月	21	5,101	242	8,452	1.6
6月	21	5,403	256	8,953	1.7
7月	21	1,468	70	2,432	0.5
8月	21	848	40	1,405	0.3
9月	21	3,191	151	5,287	1.0
10月	21	2,237	106	3,707	0.7
11月	21	6,418	304	10,635	2.0
12月	21	10,932	519	18,114	3.4
1月	21	9,404	446	15,582	2.9
2月	21	8,330	395	13,803	2.6
3月	21	9,131	433	15,130	2.8

(c) 熱利用C (プール③)

検討条件および必要熱量を表5. 3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。また、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. 3 検討条件と必要熱量3

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	26	9,408	364	12,723	2.4
5月	26	8,364	324	11,311	2.1
6月	26	6,121	237	8,278	1.5
7月	26	3,032	117	4,100	0.8
8月	26	2,437	94	3,296	0.6
9月	26	1,698	66	2,296	0.4
10月	26	4,323	167	5,846	1.1
11月	26	6,724	260	9,093	1.7
12月	26	10,021	388	13,552	2.5
1月	26	12,166	471	16,452	3.0
2月	26	11,024	427	14,908	2.8
3月	26	13,307	515	17,995	3.3

(d) 熱利用D (プール④)

検討条件および必要熱量を表5. 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。また、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. 4 検討条件と必要熱量4

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	30	5,937	198	6,914	1.3
5月	30	4,614	154	5,373	1.0
6月	30	3,236	108	3,768	0.7
7月	30	2,332	78	2,716	0.5
8月	30	1,427	48	1,662	0.3
9月	30	1,368	46	1,593	0.3
10月	30	2,271	76	2,645	0.5
11月	30	2,754	92	3,207	0.6
12月	30	3,967	132	4,620	0.9
1月	30	5,717	191	6,657	1.2
2月	30	5,578	186	6,496	1.2
3月	30	5,615	187	6,539	1.2

(e) 熱利用 E (プール⑤)

検討条件および必要熱量を表 5. 5 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。また、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. 5 検討条件と必要熱量 5

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)	必要熱量	コンテナ 必要台数
		m ³ /月	MJ/月	台/月
4 月	年間 40 日	272	9,502	1.3
5 月		100	3,494	0.5
6 月		1,085	37,904	5.3
7 月		11	384	0.1
8 月		26	908	0.1
9 月		1	35	0.0
10 月		1	35	0.0
11 月		74	2,585	0.4
12 月		1,182	41,293	5.7
1 月		1,052	36,752	5.1
2 月		54	1,886	0.3
3 月		80	2,795	0.4

(f) 熱利用F (プール⑥)

検討条件および必要熱量を表5. 6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。また、本検討における既設熱源設備は都市ガス焼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. 6 検討条件と必要熱量6

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	21	3,104	148	5,184	1.0
5月	21	2,750	131	4,593	0.9
6月	21	1,208	58	2,018	0.4
7月	21	184	9	307	0.1
8月	21	27	1	45	0.0
9月	21	224	11	374	0.1
10月	21	946	45	1,580	0.3
11月	21	2,323	111	3,880	0.7
12月	21	3,152	151	5,264	1.0
1月	21	4,955	237	8,276	1.5
2月	21	3,880	185	6,480	1.2
3月	21	3,704	177	6,186	1.1

(g) 熱利用G (プール⑦)

検討条件および必要熱量を表5. 7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。また、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 検討条件と必要熱量7

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	26	9,085	353	12,326	2.3
5月	26	7,073	275	9,596	1.8
6月	26	3,902	152	5,294	1.0
7月	26	2,352	91	3,191	0.6
8月	26	2,226	86	3,020	0.6
9月	26	1,424	55	1,932	0.4
10月	26	2,922	113	3,964	0.7
11月	26	5,563	216	7,547	1.4
12月	26	8,489	330	11,517	2.1
1月	26	11,060	430	15,005	2.8
2月	26	9,671	376	13,121	2.4
3月	26	9,862	383	13,380	2.5

(h) 熱利用H (プール⑧)

検討条件および必要熱量を表5. 8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。また、本検討における既設熱源設備は都市ガス焼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. 8 検討条件と必要熱量8

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	21	3,276	157	5,493	1.0
5月	21	2,783	134	4,667	0.9
6月	21	1,576	76	2,643	0.5
7月	21	70	3	117	0.0
8月	21	6	0	10	0.0
9月	21	2	0	3	0.0
10月	21	1,311	63	2,198	0.4
11月	21	2,370	114	3,974	0.7
12月	21	3,818	183	6,402	1.2
1月	21	7,812	375	13,100	2.4
2月	21	5,545	266	9,298	1.7
3月	21	5,858	281	9,823	1.8

(i) 熱利用 I (プール⑨)

検討条件および必要熱量を表 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。また、本検討における既設熱源設備は都市ガス焼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 検討条件と必要熱量 9

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4 月	10	2,001	200	6,990	1.3
5 月	10	108	11	377	0.1
6 月	10	346	35	1,209	0.2
7 月	10	5	1	17	0.0
8 月	10	0	0	0	0.0
9 月	10	0	0	0	0.0
10 月	10	73	7	255	0.0
11 月	10	0	0	0	0.0
12 月	10	688	69	2,404	0.4
1 月	10	5,215	522	18,219	3.4
2 月	10	3,412	341	11,920	2.2
3 月	10	3,456	346	12,074	2.2

(j) 熱利用 J (プール⑩)

検討条件および必要熱量を表 5. 10 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。また、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、その排熱利用率为 40% とする。

表 5. 10 検討条件と必要熱量 10

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4 月	25	9,299	372	6,115	1.1
5 月	25	10,057	402	6,613	1.2
6 月	25	9,283	371	6,105	1.1
7 月	25	9,991	400	6,570	1.2
8 月	25	10,029	401	6,595	1.2
9 月	25	8,786	351	5,778	1.1
10 月	25	9,322	373	6,130	1.1
11 月	25	9,339	374	6,141	1.1
12 月	25	8,105	324	5,330	1.0
1 月	25	9,184	367	6,039	1.1
2 月	25	8,823	353	5,802	1.1
3 月	25	9,658	386	6,351	1.2

(k) 熱利用K (ホテル①)

検討条件および必要熱量を表5. 11にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、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 検討条件と必要熱量11

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
		m3/月	m3/日		
	日/月			MJ/日	台/日
4月	30	6,185	206	7,202	1.3
5月	31	5,092	164	5,738	1.1
6月	30	5,310	177	6,183	1.1
7月	31	6,195	200	6,981	1.3
8月	31	9,979	322	11,246	2.1
9月	30	8,775	293	10,218	1.9
10月	31	8,791	284	9,907	1.8
11月	30	4,707	157	5,481	1.0
12月	31	5,766	186	6,498	1.2
1月	31	6,955	224	7,838	1.5
2月	28	8,300	296	10,356	1.9
3月	31	9,602	310	10,821	2.0

(1) 熱利用 L (ホテル②)

検討条件および必要熱量を表 5. 12 にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、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. 12 検討条件と必要熱量 12

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4 月	30	5,721	191	6,662	1.2
5 月	31	4,116	133	4,638	0.9
6 月	30	5,480	183	6,381	1.2
7 月	31	7,090	229	7,990	1.5
8 月	31	10,748	347	12,112	2.2
9 月	30	8,536	285	9,940	1.8
10 月	31	8,771	283	9,884	1.8
11 月	30	4,557	152	5,307	1.0
12 月	31	5,013	162	5,649	1.0
1 月	31	6,425	207	7,241	1.3
2 月	28	7,980	285	9,956	1.8
3 月	31	8,886	287	10,014	1.9

(m) 熱利用M (ホテル③)

検討条件および必要熱量を表5. 13にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、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. 13 検討条件と必要熱量13

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
		m3/月	m3/日		
	日/月			MJ/日	台/日
4月	30	805	27	937	0.2
5月	31	671	22	756	0.1
6月	30	748	25	871	0.2
7月	31	673	22	758	0.1
8月	31	214	7	241	0.0
9月	30	247	8	288	0.1
10月	31	501	16	565	0.1
11月	30	1,409	47	1,641	0.3
12月	31	827	27	932	0.2
1月	31	855	28	964	0.2
2月	28	1,266	45	1,580	0.3
3月	31	1,944	63	2,191	0.4

(n) 熱利用N (病院①)

検討条件および必要熱量を表5. 14にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、本検討における既設熱源設備は都市ガス焚き蒸気ボイラであるため、そのボイラ燃焼効率を85%とする。

表5. 14 検討条件と必要熱量14

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
		m3/月	m3/日		
	日/月			MJ/日	台/日
4月	30	200,550	6,685	233,540	43.2
5月	31	178,971	5,773	201,689	37.3
6月	30	214,855	7,162	250,199	46.3
7月	31	335,229	10,814	377,781	70.0
8月	31	316,992	10,226	357,230	66.2
9月	30	275,316	9,177	320,605	59.4
10月	31	194,054	6,260	218,686	40.5
11月	30	191,376	6,379	222,857	41.3
12月	31	243,572	7,857	274,490	50.8
1月	31	365,376	11,786	411,755	76.3
2月	28	347,248	12,402	433,254	80.2
3月	31	272,318	8,784	306,885	56.8

(○) 熱利用○ (病院②)

検討条件および必要熱量を表 5. 1 5 および表 5. 1 6 にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、本検討における既設熱源設備は吸収式冷凍機等複数あり、また燃料の種類も複数あるため、燃料の種類毎に検討する。

1) 都市ガスを対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分および給湯利用分が代替可能と考えられる。燃料使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定 (5 月の燃料使用量を「給湯利用分」の基準としてベースに考え、残りの差分を「空調利用分」として検討) して算出し、必要熱量について検討した。ただし、給湯利用の場合はその効率を 80%、空調利用の場合は暖房で 85%、冷房で 100%とする。さらに、トランスヒートからの COP は暖房で 1.0、冷房で 0.7 (低温水吸収式冷凍機との組合せのため) として算出している。検討結果を表 5. 1 5 に示す。

表 5. 1 5 検討条件と必要熱量 1 5

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4 月	30	34,884	1,163	38,310	7.1
5 月	31	33,761	1,089	35,808	6.6
6 月	30	52,875	1,763	74,411	13.8
7 月	31	69,662	2,247	103,805	19.2
8 月	31	101,161	3,263	163,465	30.3
9 月	30	77,476	2,583	122,559	22.7
10 月	31	34,927	1,127	38,017	7.0
11 月	30	35,694	1,190	39,253	7.3
12 月	31	57,628	1,859	62,705	11.6
1 月	31	71,649	2,311	78,506	14.5
2 月	28	62,234	2,223	75,170	13.9
3 月	31	61,411	1,981	66,968	12.4

2) 電気を対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分が代替可能と考えられる。電気使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定（4月の燃料使用量を「空調利用分0」の基準としてベースにおき、残りの差分を「空調利用分」として検討）して算出し、必要熱量について検討した。ただし、そのCOPを冷暖房共に3.0とする。さらに、トランスヒートからのCOPは暖房で1.0、冷房で0.7（低温水吸収式冷凍機との組合せのため）として算出している。検討結果を表5.16に示す。

表5. 16 検討条件と必要熱量16

月	稼働日数	電気使用量		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	kWh/月	kWh/日	MJ/日	台/日
4月	30	416,976	13,899	0	0.0
5月	31	459,216	14,813	21,023	3.9
6月	30	551,088	18,370	68,972	12.8
7月	31	645,648	20,827	113,809	21.1
8月	31	764,448	24,660	172,935	32.0
9月	30	645,936	21,531	117,751	21.8
10月	31	465,024	15,001	23,913	4.4
11月	30	449,808	14,994	11,820	2.2
12月	31	503,760	16,250	30,234	5.6
1月	31	514,872	16,609	34,106	6.3
2月	28	459,576	16,413	16,431	3.0
3月	31	512,064	16,518	33,127	6.1

(p) 熱利用 P (病院③)

検討条件および必要熱量を表 5. 17 および表 5. 18 にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、本検討における既設熱源設備は吸収式冷凍機等複数あり、また燃料の種類も複数あるため、燃料の種類毎に検討する。

1) 都市ガスを対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分および給湯利用分が代替可能と考えられる。燃料使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定（5 月の燃料使用量を「給湯利用分」の基準としてベースに考え、残りの差分を「空調利用分」として検討）して算出し、必要熱量について検討した。ただし、給湯利用の場合はその効率を 80%、空調利用の場合は暖房で 85%、冷房で 100%とする。さらに、トランスヒートからの COP は暖房で 1.0、冷房で 0.7（低温水吸収式冷凍機との組合せのため）として算出している。検討結果を表 5. 17 に示す。

表 5. 17 検討条件と必要熱量 17

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
		m3/月	m3/日		
	日/月			MJ/日	台/日
4 月	30	22,740	758	25,308	4.7
5 月	31	17,118	552	18,156	3.4
6 月	30	23,555	785	31,359	5.8
7 月	31	35,167	1,134	52,341	9.7
8 月	31	51,223	1,652	82,751	15.3
9 月	30	36,184	1,206	56,076	10.4
10 月	31	19,065	615	21,844	4.0
11 月	30	20,336	678	22,509	4.2
12 月	31	29,524	952	32,137	6.0
1 月	31	43,014	1,388	47,339	8.8
2 月	28	33,969	1,213	41,126	7.6
3 月	31	35,025	1,130	38,336	7.1

2) 電気を対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分が代替可能と考えられる。電気使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定（4月の燃料使用量を「空調利用分0」の基準としてベースにおき、残りの差分を「空調利用分」として検討）して算出し、必要熱量について検討した。ただし、そのCOPを冷暖房共に3.0とする。さらに、トランスヒートからのCOPは暖房で1.0、冷房で0.7（低温水吸収式冷凍機との組合せのため）として算出している。検討結果を表5.18に示す。

表5. 18 検討条件と必要熱量18

月	稼働日数	電気使用量		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	kWh/月	kWh/日	MJ/日	台/日
4月	30	195,432	6,514	0	0.0
5月	31	204,768	6,605	4,646	0.9
6月	30	271,368	9,046	39,053	7.2
7月	31	341,280	11,009	72,588	13.4
8月	31	400,296	12,913	101,960	18.9
9月	30	336,408	11,214	72,502	13.4
10月	31	228,984	7,387	16,699	3.1
11月	30	201,192	6,706	2,074	0.4
12月	31	244,584	7,890	17,124	3.2
1月	31	251,904	8,126	19,674	3.6
2月	28	220,056	7,859	9,498	1.8
3月	31	240,072	7,744	15,552	2.9

(q) 熱利用Q (病院④)

検討条件および必要熱量を表5. 19および表5. 20にまとめる。ただし、燃料使用量については、アンケート結果を参照した。また、本検討における既設熱源設備は吸収式冷凍機等複数あり、また燃料の種類も複数あるため、燃料の種類毎に検討する。

1) 都市ガスを対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分および給湯利用分が代替可能と考えられる。燃料使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定(5月の燃料使用量を「給湯利用分」の基準としてベースに考え、残りの差分を「空調利用分」として検討)して算出し、必要熱量について検討した。ただし、給湯利用の場合はその効率を80%、空調利用の場合は暖房で85%、冷房で100%とする。さらに、トランスヒートからのCOPは暖房で1.0、冷房で0.7(低温水吸収式冷凍機との組合せのため)として算出している。検討結果を表5. 19に示す。

表5. 19 検討条件と必要熱量19

月	稼働日数	燃料使用量 (都市ガス)		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	m3/月	m3/日	MJ/日	台/日
4月	30	21,455	715	24,016	4.4
5月	31	14,130	456	14,987	2.8
6月	30	14,602	487	16,410	3.0
7月	31	23,092	745	31,961	5.9
8月	31	27,063	873	39,482	7.3
9月	30	26,158	872	39,027	7.2
10月	31	20,666	667	27,366	5.1
11月	30	13,651	455	14,404	2.7
12月	31	29,681	957	32,512	6.0
1月	31	21,080	680	22,819	4.2
2月	28	24,089	860	29,018	5.4
3月	31	23,472	757	25,515	4.7

2) 電気を対象とした場合

本ケースでは、既設熱源機器より空調利用分が代替可能と考えられる。電気使用量よりトランスヒートコンテナにて代替可能な熱量を想定（4月の燃料使用量を「空調利用分0」の基準としてベースにおき、残りの差分を「空調利用分」として検討）して算出し、必要熱量について検討した。ただし、そのCOPを冷暖房共に3.0とする。さらに、トランスヒートからのCOPは暖房で1.0、冷房で0.7（低温水吸収式冷凍機との組合せのため）として算出している。検討結果を表5.20に示す。

表5.20 検討条件と必要熱量20

月	稼働日数	電気使用量		必要熱量	コンテナ 必要台数
	日/月	kWh/月	kWh/日	MJ/日	台/日
4月	30	192,405	6,414	0	0.0
5月	31	208,967	6,741	8,243	1.5
6月	30	276,396	9,213	43,195	8.0
7月	31	338,745	10,927	72,833	13.5
8月	31	404,168	13,038	105,394	19.5
9月	30	335,202	11,173	73,438	13.6
10月	31	222,758	7,186	15,107	2.8
11月	30	209,955	6,999	6,318	1.2
12月	31	236,160	7,618	15,244	2.8
1月	31	270,933	8,740	27,358	5.1
2月	28	270,800	9,671	30,238	5.6
3月	31	249,696	8,055	19,959	3.7

(6) 熱輸送ネットワークのシミュレーション

(5) 項で検討した熱利用先へ(4) 項で検討した熱源より熱輸送を行う場合を検討する。ただし、熱需給は検討条件において24時間安定的に行うものとする。ここでは、先ず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) 項の検討結果より、供給できるコンテナ台数の上限を8台分とする(熱源A～Cを主な対象としているため)。なお、本項では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	1.5	
		MJ/台	5,400	
	維持管理費	千円/台・年	1,000	想定(車両維持費は見込まず)

表6. 2 検討条件(輸送)

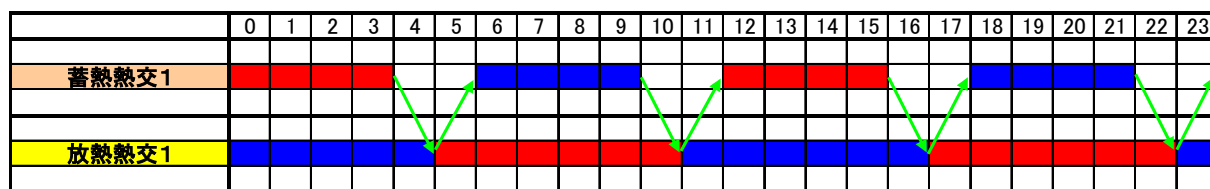
輸送	距離(片道)	km	10	想定
	車両燃費	km/L	2.5	
	CO ₂ 排出係数(軽油)	kg/L	2.62	環境省ホームページより
	軽油単価	円/L	78.5	建設物価/2009・3月号より
	人件費	千円/人工・年	6,000	想定(ただし、時間によらず1日4台まで供給する場合を1人工とする)

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	4.0	想定(実際は熱源排熱量に応じて変動)
	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	熱利用側アンケート結果(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	想定(実際は熱需要量に応じて変動)
	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	熱利用側アンケート結果(平成18年度)
燃料	都市ガス単価(給湯向け)	円/m ³	120	想定(プール・ホテルが対象の場合)
	都市ガス単価(空調・給湯向け)	円/m ³	80	想定(病院が対象の場合)
	発熱量	MJ/m ³	41.1	環境省ホームページより
	CO ₂ 排出係数(都市ガス)	kg/m ³	2.08	

また、コンテナおよびトレーラーの運行例を以下に示す。

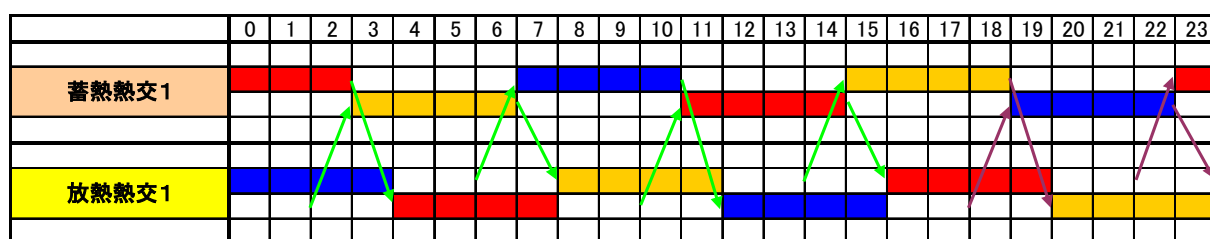
①コンテナ 2 台を使って 4 台分供給する場合



凡例 コンテナ1 コンテナ2
 人件費 → 1人工目

図 6. 1 運行例 1 （1 日 4 台供給の場合）

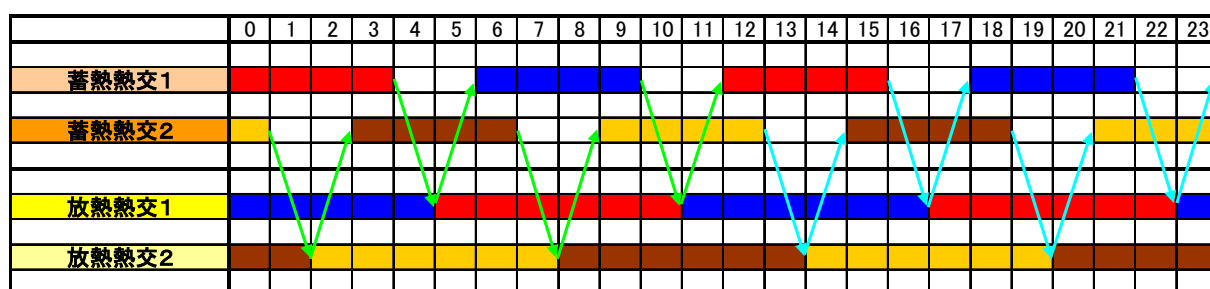
②コンテナ 3 台を使って 6 台分供給する場合



凡例 コンテナ1 コンテナ2 コンテナ3
 人件費 → 1人工目 → 2人工目

図 6. 2 運行例 2 （1 日 6 台供給の場合）

③コンテナ 4 台を使って 8 台分供給する場合



凡例 コンテナ1 コンテナ2 コンテナ3 コンテナ4
 人件費 → 1人工目 → 2人工目

図 6. 3 運行例 3 （1 日 8 台供給の場合）

(a) 熱利用Aの場合（プール①）

(5) 項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、コンテナ保有台数は1台とする。

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		
		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	3	415	54	54	24
6月	4	499	72	72	32
7月	3	372	54	54	24
8月	0	0	0	0	0
9月	0	0	0	0	0
10月	3	324	54	54	24
11月	14	2,081	252	252	112
12月	16	2,475	288	288	128
1月	6	916	108	108	48
2月	0	0	0	0	0
3月	0	0	0	0	0

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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
850	13	13	31	1,000	-207	-6,207

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
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
14,731	490	490	1,027	12,725

(b) 熱利用Bの場合（プール②）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は 2 台とする。

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		
			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	84	10,533	1,518	1,518	675
5 月	2	42	5,101	759	759	337
6 月	2	42	5,403	759	759	337
7 月	1	21	1,468	380	380	169
8 月	0	0	0	0	0	0
9 月	1	21	3,191	380	380	169
10 月	1	21	2,237	380	380	169
11 月	2	42	6,418	759	759	337
12 月	4	84	10,932	1,518	1,518	675
1 月	3	63	9,404	1,139	1,139	506
2 月	3	63	8,330	1,139	1,139	506
3 月	3	63	9,131	1,139	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． 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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
8,658	145	145	344	2,000	6,023	23

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
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
150,068	5,476	5,476	11,490	127,626

(c) 熱利用Cの場合（プール③）

（５）項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、コンテナ保有台数は 2 台とする。

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	3	78	9,408	1,395	1,395	620
5 月	2	52	8,364	930	930	413
6 月	2	52	6,121	930	930	413
7 月	1	26	3,032	465	465	207
8 月	1	26	2,437	465	465	207
9 月	1	26	1,698	465	465	207
10 月	1	26	4,323	465	465	207
11 月	2	52	6,724	930	930	413
12 月	3	78	10,021	1,395	1,395	620
1 月	3	78	12,166	1,395	1,395	620
2 月	3	78	11,024	1,395	1,395	620
3 月	4	103	13,307	1,860	1,860	827

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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
10,635	178	178	422	2,000	7,858	1,858

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
184,340	6,710	6,710	14,078	156,842

(d) 熱利用Dの場合（プール④）

(5) 項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。ただし、コンテナ保有台数は2台とする。

表6. 13 試算結果4

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	540	540	240
5月	1	30	4,614	540	540	240
6月	1	30	3,236	540	540	240
7月	1	30	2,332	540	540	240
8月	1	15	1,427	270	270	120
9月	1	15	1,368	270	270	120
10月	1	30	2,271	540	540	240
11月	1	30	2,754	540	540	240
12月	1	30	3,967	540	540	240
1月	1	30	5,717	540	540	240
2月	1	30	5,578	540	540	240
3月	1	30	5,615	540	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. 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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
5,378	87	87	207	2,000	2,996	-3,004

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/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
93,217	3,297	3,297	6,917	79,707

(e) 熱利用Eの場合（プール⑤）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は１台とする。

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/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月
４月	2	272	36	36	16
５月	1	100	18	18	8
６月	7	1,085	126	126	56
７月	0	0	0	0	0
８月	0	0	0	0	0
９月	0	0	0	0	0
１０月	0	0	0	0	0
１１月	1	74	18	18	8
１２月	8	1,182	144	144	64
１月	7	1,052	126	126	56
２月	0	0	0	0	0
３月	1	80	18	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６．１７ 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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
461	7	7	17	1,000	-570	-6,570

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
7,998	270	270	566	6,892

(f) 熱利用Fの場合（プール⑥）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は２台とする。

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	1	21	3,104	377	377	167
5月	1	21	2,750	377	377	167
6月	1	21	1,208	377	377	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	0	0	946	0	0	0
11月	1	21	2,323	377	377	167
12月	1	21	3,152	377	377	167
1月	2	42	4,955	753	753	335
2月	2	42	3,880	753	753	335
3月	1	21	3,704	377	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６．２０ 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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
3,123	55	55	131	2,000	881	-5,119

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
54,126	2,090	2,090	4,384	45,562

(g) 熱利用Gの場合（プール⑦）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は２台とする。

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	３	７７	９,０８５	１,３９１	１,３９１	６１８
５月	２	５２	７,０７３	９２７	９２７	４１２
６月	１	２６	３,９０２	４６４	４６４	２０６
７月	１	２６	２,３５２	４６４	４６４	２０６
８月	１	２６	２,２２６	４６４	４６４	２０６
９月	１	２６	１,４２４	４６４	４６４	２０６
１０月	１	２６	２,９２２	４６４	４６４	２０６
１１月	２	５２	５,５６３	９２７	９２７	４１２
１２月	２	５２	８,４８９	９２７	９２７	４１２
１月	３	７７	１１,０６０	１,３９１	１,３９１	６１８
２月	３	７７	９,６７１	１,３９１	１,３９１	６１８
３月	３	７７	９,８６２	１,３９１	１,３９１	６１８

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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
8,835	157	157	372	2,000	6,150	150

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
153,148	5,917	5,917	12,414	128,902

(h) 熱利用Hの場合（プール⑧）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は 2 台とする。

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/日	台/月	m ³ /月	kWh/月	kWh/月	L/月
4 月	1	21	3,276	375	375	167
5 月	1	21	2,783	375	375	167
6 月	1	21	1,576	375	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	375	375	167
11 月	1	21	2,370	375	375	167
12 月	1	21	3,818	375	375	167
1 月	3	63	7,812	1,125	1,125	500
2 月	2	42	5,545	750	750	333
3 月	2	42	5,858	750	750	333

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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
4,122	72	72	170	2,000	1,808	-4,192

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
71,446	2,706	2,706	5,677	60,358

(i) 熱利用 I の場合 (プール⑨)

(5) 項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。ただし、コンテナ保有台数は 2 台とする。

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	2	20	2,001	360	360	160
5 月	0	0	0	0	0	0
6 月	0	0	0	0	0	0
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	180	180	80
1 月	4	40	5,215	720	720	320
2 月	3	30	3,412	540	540	240
3 月	3	30	3,456	540	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. 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(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
1,773	34	34	82	2,000	-378	-6,378

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
30,726	1,299	1,299	2,725	25,404

(j) 熱利用Jの場合（プール⑩）

（５）項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。ただし、コンテナ保有台数は２台とする。また、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６．３１ 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	1	25	3,285	450	450	200
５月	1	25	3,285	450	450	200
６月	1	25	3,285	450	450	200
７月	1	25	3,285	450	450	200
８月	1	25	3,285	450	450	200
９月	1	25	3,285	450	450	200
10月	1	25	3,285	450	450	200
11月	1	25	3,285	450	450	200
12月	1	25	3,285	450	450	200
１月	1	25	3,285	450	450	200
２月	1	25	3,285	450	450	200
３月	1	25	3,285	450	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６．３２ 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(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
4,730	79	79	188	2,000	2,383	-3,617

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
81,985	2,997	2,997	6,288	69,703

(k) 熱利用Kの場合（ホテル①）

（５）項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. 3 4 に示す。ただし、コンテナ保有台数は 2 台とする。

表 6. 3 4 試算結果 1 1

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	60	6,185	1,080	1,080	480
5 月	1	31	5,092	558	558	248
6 月	1	30	5,310	540	540	240
7 月	2	62	6,195	1,116	1,116	496
8 月	2	62	9,979	1,116	1,116	496
9 月	2	60	8,775	1,080	1,080	480
10 月	2	62	8,791	1,116	1,116	496
11 月	1	30	4,707	540	540	240
12 月	1	31	5,766	558	558	248
1 月	2	62	6,955	1,116	1,116	496
2 月	2	56	8,300	1,008	1,008	448
3 月	2	62	9,602	1,116	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. 3 5 試算結果（ランニングコスト） 1 1

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
10,279	161	161	382	2,000	7,575	1,575

表 6. 3 6 試算結果（CO₂ 削減効果） 1 1

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
178,167	6,074	6,074	12,744	153,275

(1) 熱利用Lの場合(ホテル②)

(5) 項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。ただし、コンテナ保有台数は2台とする。

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	30	5,721	540	540	240
5月	1	31	4,116	558	558	248
6月	2	60	5,480	1,080	1,080	480
7月	2	62	7,090	1,116	1,116	496
8月	2	62	10,748	1,116	1,116	496
9月	2	60	8,536	1,080	1,080	480
10月	2	62	8,771	1,116	1,116	496
11月	1	30	4,557	540	540	240
12月	1	31	5,013	558	558	248
1月	2	62	6,425	1,116	1,116	496
2月	2	56	7,980	1,008	1,008	448
3月	2	62	8,886	1,116	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. 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(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
9,999	161	161	382	2,000	7,295	1,295

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
173,312	6,074	6,074	12,744	148,420

(m) 熱利用Mの場合（ホテル③）

（５）項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 0 に示す。ただし、コンテナ保有台数は 1 台とする。

表 6. 4 0 試算結果 1 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	15	805	270	270	120
5 月	0	0	0	0	0	0
6 月	1	15	748	270	270	120
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	1	15	1,409	270	270	120
12 月	1	16	827	279	279	124
1 月	1	16	855	279	279	124
2 月	1	14	1,266	252	252	112
3 月	1	16	1,944	279	279	124

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. 4 1 試算結果（ランニングコスト） 1 3

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
942	28	28	66	1,000	-180	-6,180

表 6. 4 2 試算結果（CO₂ 削減効果） 1 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
16,336	1,054	1,054	2,211	12,017

(n) 熱利用Nの場合(病院①)

(5) 項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 3に示す。ただし、コンテナ保有台数は4台とする。

表6. 4 3 試算結果 1 4

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	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
5月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
6月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
7月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
8月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
9月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
10月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
11月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
12月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
1月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
2月	8	224	29,431	4,032	4,032	1,792
3月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984

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. 4 4 試算結果(ランニングコスト) 1 4

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
30,692	773	773	1,834	4,000	23,313	11,313

表6. 4 5 試算結果(CO₂削減効果) 1 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/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
797,991	29,171	29,171	61,203	678,446

(○) 熱利用○の場合(病院②)

(5) 項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. 46および表6. 49に示す。ただし、コンテナ保有台数は各4台とする。

1) 都市ガスを対象とした場合

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	7	210	27,591	3,780	3,780	1,680
5月	7	217	27,009	3,906	3,906	1,736
6月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
7月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
8月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
9月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
10月	7	217	28,175	3,906	3,906	1,736
11月	7	210	27,591	3,780	3,780	1,680
12月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
1月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
2月	8	224	29,431	4,032	4,032	1,792
3月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984

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(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
29,263	740	740	1,757	4,000	22,025	10,025

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
760,827	27,952	27,952	58,646	646,277

2) 電気を対象とした場合

表 6. 4 9 試算結果 1 6

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	0	0	0	0	0	0
5 月	4	124	42,240	2,232	2,232	992
6 月	8	240	84,000	4,320	4,320	1,920
7 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
8 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
9 月	8	240	84,000	4,320	4,320	1,920
10 月	5	155	48,048	2,790	2,790	1,240
11 月	2	60	30,000	1,080	1,080	480
12 月	6	186	86,784	3,348	3,348	1,488
1 月	7	217	97,896	3,906	3,906	1,736
2 月	3	84	42,600	1,512	1,512	672
3 月	6	186	93,000	3,348	3,348	1,488

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 0 試算結果（ランニングコスト） 1 6

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
11,498	526	526	1,248	4,000	5,197	-6,803

表 6. 5 1 試算結果（CO₂削減効果） 1 6

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
434,103	19,860	19,860	41,668	352,715

(p) 熱利用Pの場合(病院③)

(5) 項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. 5 2および表6. 5 5に示す。ただし、コンテナ保有台数は各4台とする。

1) 都市ガスを対象とした場合

表6. 5 2 試算結果 1 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	5	150	18,473	2,700	2,700	1,200
5月	4	124	13,694	2,232	2,232	992
6月	6	180	20,131	3,240	3,240	1,440
7月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
8月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
9月	8	240	31,533	4,320	4,320	1,920
10月	4	124	15,641	2,232	2,232	992
11月	4	120	15,766	2,160	2,160	960
12月	6	186	24,240	3,348	3,348	1,488
1月	8	248	32,584	4,464	4,464	1,984
2月	8	224	28,018	4,032	4,032	1,792
3月	7	217	28,511	3,906	3,906	1,736

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 3 試算結果(ランニングコスト) 1 7

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
23,501	611	611	1,450	4,000	16,829	4,829

表6. 5 4 試算結果(CO₂削減効果) 1 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
611,020	23,067	23,067	48,397	516,489

2) 電気を対象とした場合

表 6. 5 5 試算結果 1 8

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	0	0	0	0	0	0
5 月	1	31	9,336	558	558	248
6 月	8	240	75,936	4,320	4,320	1,920
7 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
8 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
9 月	8	240	84,000	4,320	4,320	1,920
10 月	3	93	32,550	1,674	1,674	744
11 月	1	30	5,760	540	540	240
12 月	4	124	49,152	2,232	2,232	992
1 月	4	124	56,472	2,232	2,232	992
2 月	2	56	24,624	1,008	1,008	448
3 月	3	93	44,640	1,674	1,674	744

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 6 試算結果（ランニングコスト） 1 8

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
8,174	404	404	959	4,000	2,407	-9,593

表 6. 5 7 試算結果（CO₂削減効果） 1 8

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
308,619	15,255	15,255	32,006	246,103

(q) 熱利用Qの場合(病院④)

(5) 項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. 58および表6. 61に示す。ただし、コンテナ保有台数は各4台とする。

1) 都市ガスを対象とした場合

表6. 58 試算結果19

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	5	150	17,530	2,700	2,700	1,200
5月	3	93	11,304	1,674	1,674	744
6月	3	90	11,776	1,620	1,620	720
7月	6	186	20,266	3,348	3,348	1,488
8月	7	217	28,511	3,906	3,906	1,736
9月	7	210	27,591	3,780	3,780	1,680
10月	5	155	20,365	2,790	2,790	1,240
11月	3	90	10,514	1,620	1,620	720
12月	6	186	24,522	3,348	3,348	1,488
1月	4	124	16,292	2,232	2,232	992
2月	6	168	19,769	3,024	3,024	1,344
3月	5	155	19,245	2,790	2,790	1,240

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. 59 試算結果(ランニングコスト)19

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
18,215	483	483	1,145	4,000	12,104	104

表6. 60 試算結果(CO₂削減効果)19

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
473,585	18,222	18,222	38,231	398,911

2) 電気を対象とした場合

表 6. 6 1 試算結果 20

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	0	0	0	0	0	0
5 月	2	62	16,562	1,116	1,116	496
6 月	8	240	83,991	4,320	4,320	1,920
7 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
8 月	8	248	86,800	4,464	4,464	1,984
9 月	8	240	84,000	4,320	4,320	1,920
10 月	3	93	30,353	1,674	1,674	744
11 月	2	60	17,550	1,080	1,080	480
12 月	3	93	43,755	1,674	1,674	744
1 月	5	155	77,500	2,790	2,790	1,240
2 月	6	168	78,395	3,024	3,024	1,344
3 月	4	124	57,291	2,232	2,232	992

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. 6 2 試算結果（ランニングコスト）20

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
電気	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
9,746	458	458	1,087	4,000	3,743	-8,257

表 6. 6 3 試算結果（CO₂削減効果）20

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
367,963	17,293	17,293	36,282	297,096

(r) 熱利用先のネットワーク化①

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。プール系列3棟(熱利用D・H・I)をネットワーク化し試算した結果を表6.64に示す。ただし、コンテナ保有台数は2台とし、輸送人件費は1人工のまま抑えられたとする。

表6.64 試算結果21

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	90	11,214	1,620	1,620	720
5月	2	62	7,505	1,116	1,116	496
6月	1	30	5,158	540	540	240
7月	1	31	2,407	558	558	248
8月	1	31	1,433	558	558	248
9月	1	30	1,370	540	540	240
10月	1	31	3,655	558	558	248
11月	1	30	5,124	540	540	240
12月	2	62	8,473	1,116	1,116	496
1月	4	124	18,744	2,232	2,232	992
2月	3	84	14,535	1,512	1,512	672
3月	4	120	14,929	2,160	2,160	960

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6.65 試算結果(ランニングコスト)21

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
11,346	192	192	455	2,000	8,507	2,507

表6.66 試算結果(CO₂削減効果)21

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
196,658	7,243	7,243	15,196	166,976

(s) 熱利用先のネットワーク化②

同様に、ホテル系列 3 棟（熱利用 K・L・M）をネットワーク化し試算した結果を表 6. 6 7 に示す。ただし、コンテナ保有台数は 3 台とし、輸送人件費は 2 人工とする。

表 6. 6 7 試算結果 2 2

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	90	12,711	1,620	1,620	720
5 月	2	62	9,879	1,116	1,116	496
6 月	3	90	11,538	1,620	1,620	720
7 月	3	93	13,958	1,674	1,674	744
8 月	5	155	20,941	2,790	2,790	1,240
9 月	4	120	17,558	2,160	2,160	960
10 月	4	124	18,063	2,232	2,232	992
11 月	3	90	10,673	1,620	1,620	720
12 月	4	124	11,606	2,232	2,232	992
1 月	3	93	14,235	1,674	1,674	744
2 月	4	112	17,546	2,016	2,016	896
3 月	5	155	20,432	2,790	2,790	1,240

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. 6 8 試算結果（ランニングコスト） 2 2

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減－増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
21,497	346	346	821	3,000	16,983	4,983

表 6. 6 9 試算結果（CO₂削減効果） 2 2

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
372,611	13,067	13,067	27,416	319,062

(t) 熱利用先のネットワーク化③

同様に、プール系列4棟（熱利用 A・E・F・G）をネットワーク化し試算した結果を表6. 70に示す。ただし、コンテナ保有台数は2台とし、輸送人件費は1人工のまま抑えられたとする。

表6. 70 試算結果23

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	90	12,461	1,620	1,620	720
5月	3	93	10,338	1,674	1,674	744
6月	2	60	6,694	1,080	1,080	480
7月	1	31	2,919	558	558	248
8月	1	31	2,299	558	558	248
9月	1	30	1,649	540	540	240
10月	1	31	4,193	558	558	248
11月	3	90	10,041	1,620	1,620	720
12月	4	124	15,298	2,232	2,232	992
1月	4	124	17,983	2,232	2,232	992
2月	4	112	13,696	2,016	2,016	896
3月	3	90	13,683	1,620	1,620	720

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. 71 試算結果（ランニングコスト）23

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
13,350	240	240	569	2,000	10,302	4,302

表6. 72 試算結果（CO₂削減効果）23

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
231,408	9,051	9,051	18,990	194,317

(u) 熱利用先のネットワーク化④

同様に、プール系列2棟(熱利用 G・J)をネットワーク化し試算した結果を表6.73に示す。
ただし、コンテナ保有台数は2台とし、輸送人件費は1人工のまま抑えられたとする。

表6.73 試算結果24

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	120	12,370	2,160	2,160	960
5月	3	93	10,358	1,674	1,674	744
6月	3	90	7,187	1,620	1,620	720
7月	2	62	5,637	1,116	1,116	496
8月	2	62	5,511	1,116	1,116	496
9月	2	60	4,709	1,080	1,080	480
10月	2	62	6,207	1,116	1,116	496
11月	3	90	8,848	1,620	1,620	720
12月	4	124	11,774	2,232	2,232	992
1月	4	124	14,345	2,232	2,232	992
2月	4	112	12,956	2,016	2,016	896
3月	4	120	13,147	2,160	2,160	960

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6.74 試算結果(ランニングコスト)24

ランニングコスト						
削減	増加				差引(減-増)	
都市ガス	熱源動力	熱利用動力	輸送燃料	コンテナ関連	人件費なし	人件費あり
千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
13,565	296	296	703	2,000	10,271	4,271

表6.75 試算結果(CO₂削減効果)24

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
235,134	11,179	11,179	23,454	189,322

(7) 評価・まとめ

(6) 項のシミュレーション結果を基に、本システム導入による環境性や経済性についてまとめる。その後、本システム導入に向けた課題やその解決策について考察する。

(a) 環境性評価

1) 評価・まとめ

- 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。
- ②(6) 項の試算結果より、本検討においては熱利用 A～Q で総量約 4,160 t/年もの CO₂ 削減効果がみられる。(コンテナ供給台数の上限を 8 台/日とした場合)
- 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。(図 7. 1 参照)

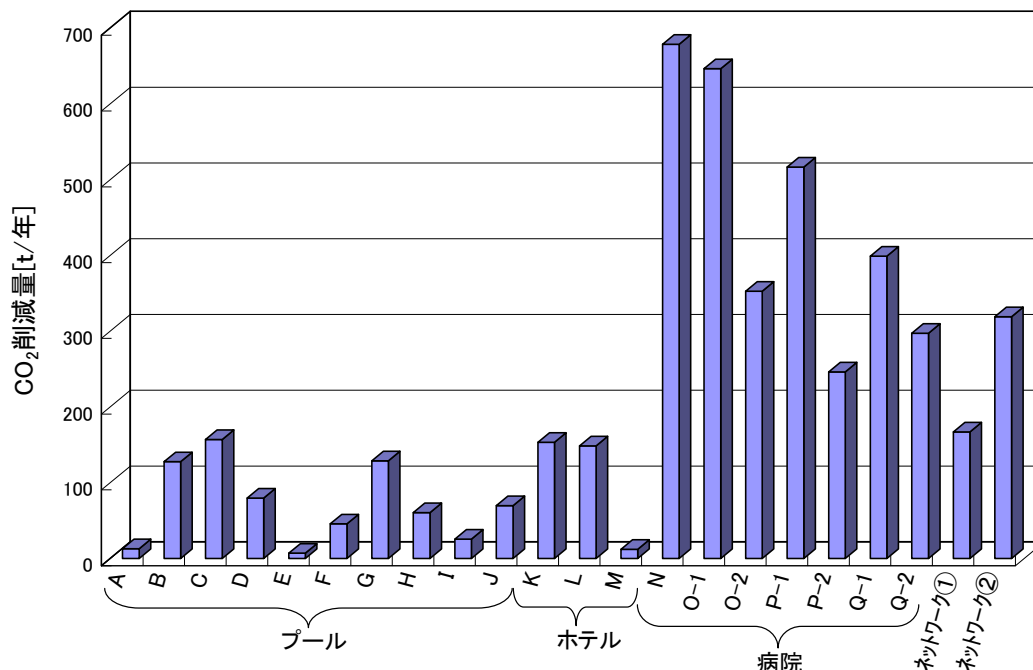


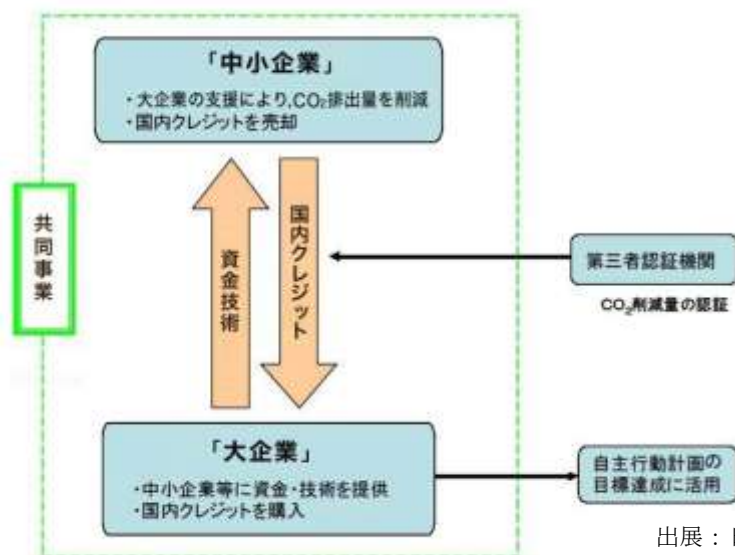
図 7. 1 各熱利用先の CO₂ 削減効果

2) CO₂ 排出権取引に関して

世界的な CO₂ 排出権取引市場の興隆を受け、日本国内においても政府は 2008 年 10 月に国内排出量取引制度の試行を正式に決定し、併せて国内 CDM の制度もスタートさせた。国内 CDM によって発生したクレジットは、国内排出量取引制度において取引できるものである。これを受けて経済産業省は、CDM 案件となる省エネ対策プロジェクトの募集を開始し、ボイラーや空調設備の更新、ヒートポンプやコージェネレーションの導入といったモデル事例を 100 件用意し、対策の推進に乗り出している。

ここで、国内 CDM (Clean Development Mechanism) とは、大企業が中小企業に省エネ技術を移転して共同で対策を実施し、得られた CO₂ 削減量を排出枠(クレジット)として登録、大企

業の削減分として認める制度である。(図7. 2 参照) 京都議定書が規定する CDM は、先進国が途上国で温室効果ガスの排出削減対策を実施し、削減分を排出枠 (CER) として獲得するものであるが、同様の仕組みを国内の温暖化対策にも適用した形である。中小企業は、CO₂ 削減効果を定量的に把握し、計算書を作成して第三者認証を受ける必要がある。



出展：日経 BP ネット HP

図7. 2 国内 CDM の仕組み

この背景には、中小製造業の2005年度の温室効果ガス排出量が約9,000万tで、基準年比2.9%増となっており、大企業の排出量が減少傾向(基準年比2.3%減)であるのと対照的であることが挙げられる。また、中小企業の取り組みが進まない理由は、省エネ設備導入のための資金調達が難しい・情報が乏しいなどが挙げられる。国内 CDM のスタートにより、中小企業の省エネ取り組みを大企業が技術的・資金的に支援するための仕組みが制度化された。

経済産業省は、2008年11月7日までに5件の国内 CDM プロジェクトの申請を受け付けたと発表し、このうち1件は東京大学がコンビニ大手のローソンから資金提供を受けて実施するものである。本郷や白金など4キャンパスにおいて、38,000台の蛍光灯機器をインバータ化するというもので、CO₂排出量を約4,000t削減できると見込まれている。

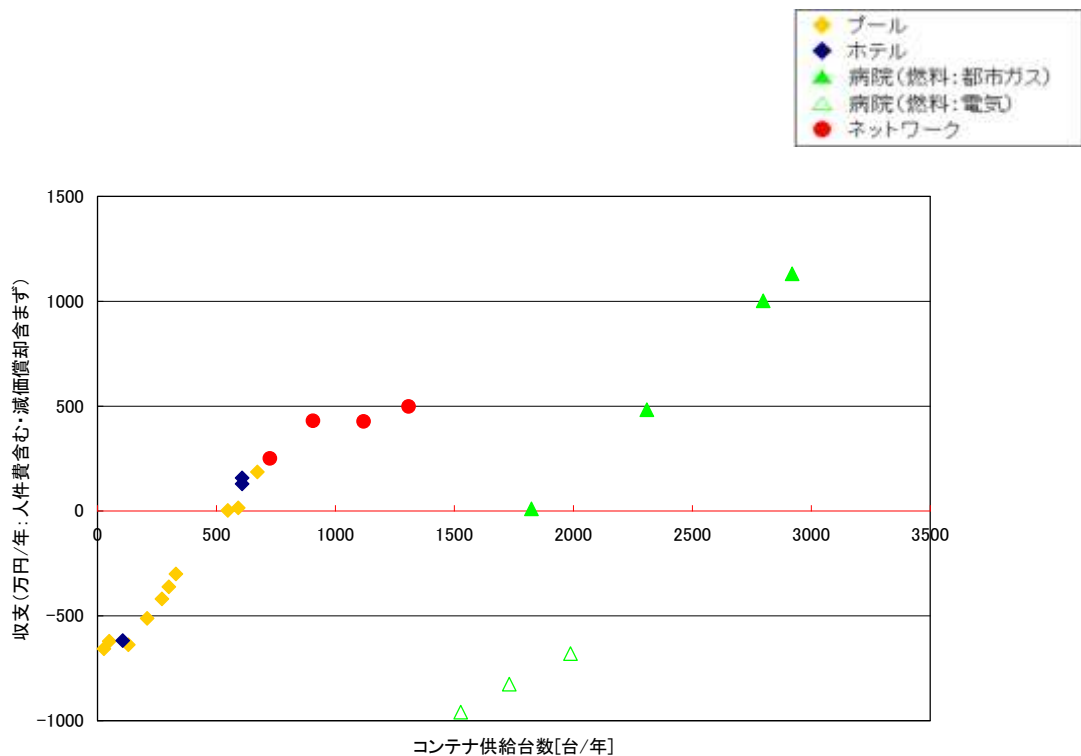
ここで、トランスヒートコンテナシステム導入により達成されるCO₂削減を「削減方法論」として登録することは可能であると考えており、また今後そのような方向に進める必要があると考えている。しかし、特に低温排熱を複数の熱利用先へネットワーク化して供給する場合は、上述したように各々の設備に対して「CO₂削減効果を定量的に把握し、計算書を作成して第三者認証を受ける必要がある」ため、そのハードルは高い。事前に、各設備に対していかに十分に調査をして準備をし、認証に向けて取り組むかが重要になってくる。また、それを取りまとめる企業にもかなりの負荷が発生すると予想されるため、その選定も重要になってくる。言い換えると、「トランスヒートコンテナシステム導入によるCO₂削減事業」を確立させ、モデル事例として挙げられ、「削減方法論」に登録することが、CO₂排出権取引市場参入への近道になると考えられる。

※本項は、「日研 BP ネット HP」を参照して記述。

アドレス <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Keyword/20081119/319557/>

(b) 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1,000万円/年程度以上の燃料費削減効果がある設備でないとランニングコストはまかなえない。(減価償却を含まない場合であっても)
- ③ランニングコストにおいては、「輸送に伴う人件費」が大きなウェイトを占めており、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。(設備規模が小さくなるほど、この傾向が強くなる)
人件費を見込まなければ、熱供給量がコンテナ1台/日程度の需要であってもランニングコストはまかなえる。(原価償却は含まず)
- ④同一事業場内においては、コンテナの定置型利用により、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、効率よくトレーラ運転手・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((6)(r)項～(6)(u)項参照)。単独ではランニングコストの差引(収支)がマイナスの熱利用先についても、ネットワーク化により経済性が改善される。
- ⑥CO₂排出権取引制度を利用す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～Qで総量約4,160t/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1,250万円/年の経済価値となる。
- ⑦コンテナ供給台数と収支はおおよそ比例関係にあるが、各月毎の供給台数に差異が大きい(病院の燃料：電気の例等)とその収支に大きく影響する。(図7. 3参照)



(c) 今後の検討課題と解決策

1) 技術面

①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。

②高性能蓄熱材の導入

高融点の蓄熱材・蓄熱密度の高い蓄熱材の開発や導入を目指す。各種研究機関や企業等と協力しながら、今後取組んでいく。

2) 事業面

①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エイトが非常に高い。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必要がある。

これは、ホテル系列をネットワーク化させた例（(6)（s）項参照）と熱利用Pの燃料：電気を対象とした場合の例（(6)（p）項参照）を比較すると分かるように、コンテナ供給台数は前者の方が少ないにも関わらず、ランニングコストの収支は良くなっている。これは、前者の方が各月毎の供給台数に差異が少なく、コンテナ保有台数を抑えることができる上、トレーラ運転手も効率的に運用できるためである。

その他、輸送費の低減策として下記が考えられる。

- ・輸送に特化した会社を利用し、他業務と並行して輸送作業を行い単価を下げる
- ・市や県の人材等を有効に活用し、コンテナ搬送業務を一部移管（無償）する

これは、各自治体の雇用対策や環境対策の一環にも繋がり、現在の社会情勢にマッチした方策となる。

ここで、人件費を含まない場合のコンテナ供給台数と収支の関係を図7. 4に示す。図7. 3と比較すると分かるように、その収支は大きく改善する。

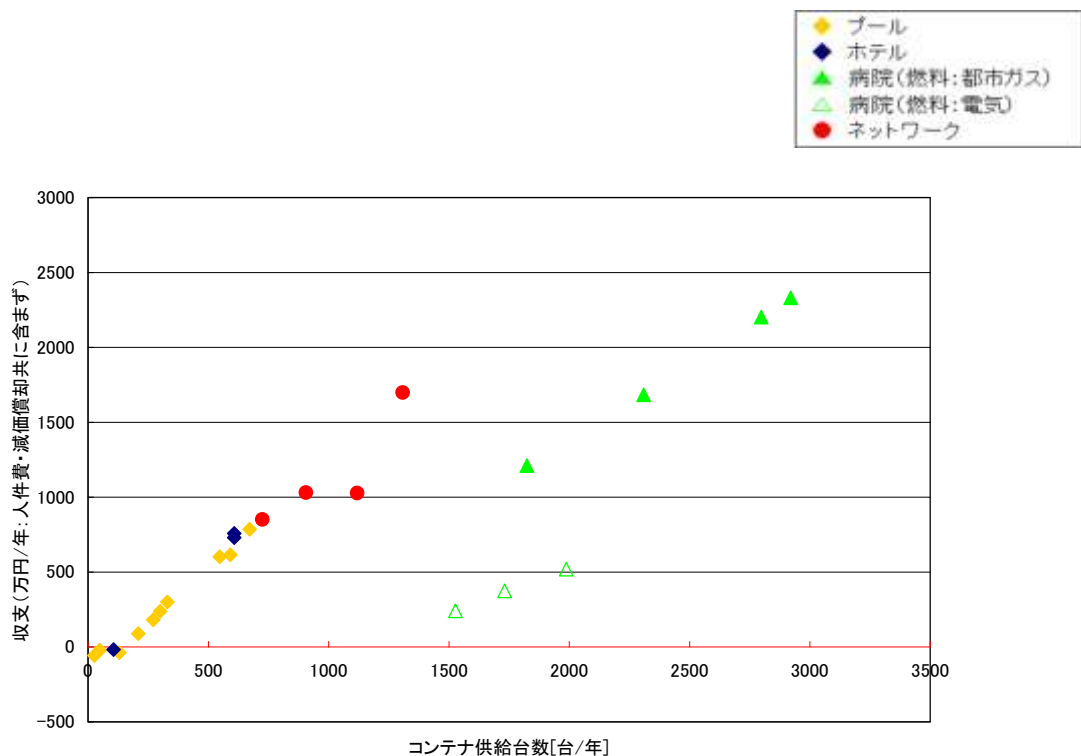


図 7. 4 コンテナ供給台数と収支②（人件費を含まない場合）

②設置場所の確保

本システムでは、汎用コンテナ（ISO20 フィート枠付きコンテナ）を使用している。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 of 確保が課題となる。

特に市街地の中心部は建物も密集しており、設置場所の確保が大きな課題となる。これを解消するため、下記方法が考えられる。

- ・路上の一部をコンテナ設置場所として確保する
- ・遊休施設の跡地を熱供給ステーションとして使用する

ここで、「熱供給ステーション」とは、コンテナを複数台設置させ、熱供給源として各施設へ熱を送り出すための施設を想定している。（図 7. 5 参照）この場合、トランスヒートによる「オフライン熱供給」とステーションから周辺施設へ熱供給を行うための「オンライン熱供給」とを上手く組み合わせる必要がある。または、別途小型コンテナを用意し、ステーションからの熱供給に使用する方法も考えられる。

同時に、本システム側では、設備状況に応じたコンテナの設計に取り組んでいく必要がある（コンテナの小型化を含め）。

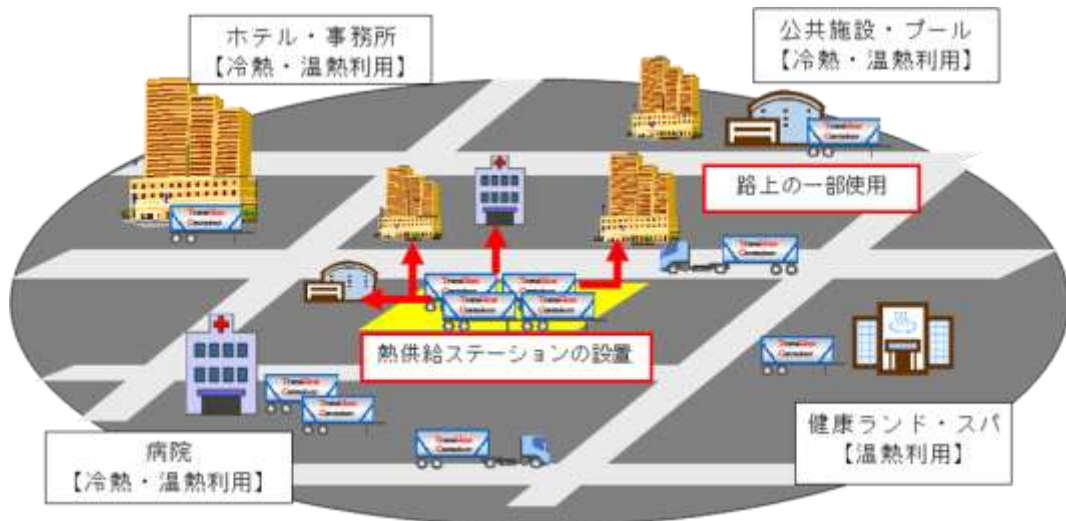


図 7. 5 熱供給ステーションイメージ図

③イニシャルコストの低減

下記により、イニシャルコストの低減を図る。

- ・国産品や国内の汎用品の使用
- ・計画段階から検討を行い、本システムが組み込み易い空調方式を選定する（新設設備への導入の場合）
- ・熱利用場所近傍にコンテナ設置場所を確保する（新設設備への導入の場合）
- ・十分な事前調査を行い、改造費を極力抑える（既設設備への導入の場合）

3) 制度・法規制

①CO₂ 排出権取引制度の活用

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方策として、下記が考えられる。

- ・排出権の分配方法を確立させる
- ・両者に排出枠が発生する（ダブルでカウントされる）仕組みを構築する

また、別の方策として下記が考えられる。

- ・本システム導入により発生した排出枠に高付加価値を付け、通常よりも高値で取引される制度を整える

②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 20 年度分）を表 7. 1 に示す。ここにあるように、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必要がある。

また、イニシャルコストを低減する方法（イニシャルコストを 0 に抑える方法）として、下記が考えられる。

- ・表のような国庫補助を複数同時取得可能にする
- ・国庫補助と地方自治体からの補助を同時に受けることを可能にする
- ・補助率が 1（＝100%補助）のメニューを増やす

さらに、表に挙げた例は、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、ランニングコストにも補助対象が広がるような下記方法が考えられる。

- ・ランニングコスト低減にも寄与される新たな補助枠を創設する
- ・本システムから導入した熱量に応じて、減税を設置後数年にわたり認める税額控除を行う

表 7. 1 補助事業一覧（平成 20 年度分）

機関名	補助事業名	補助対象者	補助率	備考
環境省	業務部門対策技術率先導入補助事業	地方公共団体	1 / 2	
	地方公共団体が所有する業務用施設に、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づいた実行計画	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「アール・エス」も対象
	廃棄物処理施設における温暖化対策事業	(1)廃棄物発電施設整備事業 (2)廃棄物熱供給施設整備事業 (3)廃棄物燃料製造施設整備事業 (4)ごみ発電ネットワーク事業 (5)熱輸送システム事業	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導入加速化事業	民間団体・地方公共団体	1 / 2	
	低炭素社会モデル街区形成促進事業	民間団体等	1 / 2	
	廃棄物処理システムにおける温室効果ガス排出抑制対策推進事業	地方公共団体等	1	
	地球温暖化対策技術開発事業	官・民・学	1 or 1/2（最大）	
NEDO	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	

③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。

ホテル系列をネットワーク化した例（（6）（s）項参照）を基に検証すると、今回の検討では、燃料（都市ガス）の単価を 120 円/m³に想定しているため、熱単価は 2.92 円/MJ となる。これが、病院系列で想定した単価（80 円/m³→1.95 円/MJ）になると、その収支は人件費を見込んだ場合では－2,182 千円/年とマイナスになってしまう。（図 7. 6 参照）一方、熱単価が熱供給事業の平均単価※¹レベルになると、収支は大きく改善される。

しかし、一般の燃料価格の変動幅（図 7. 6 内「A 重油納入価格変動幅※²」参照）は、1.7～3.1 円/MJ 程度であり、今回の想定値はこのレベル内にある。このため、本システム導入に

向けてはさらなるコスト削減努力を行う必要があると共に、熱販売単価を高水準で安定させる方策を検討する必要がある。

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。

※ 1：熱供給事業便覧 平成 17 年版、(社)日本熱供給事業協会、(2005 年)

※ 2：(財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センターHP

アドレス <http://oil-info.ieej.or.jp/price/price.html>

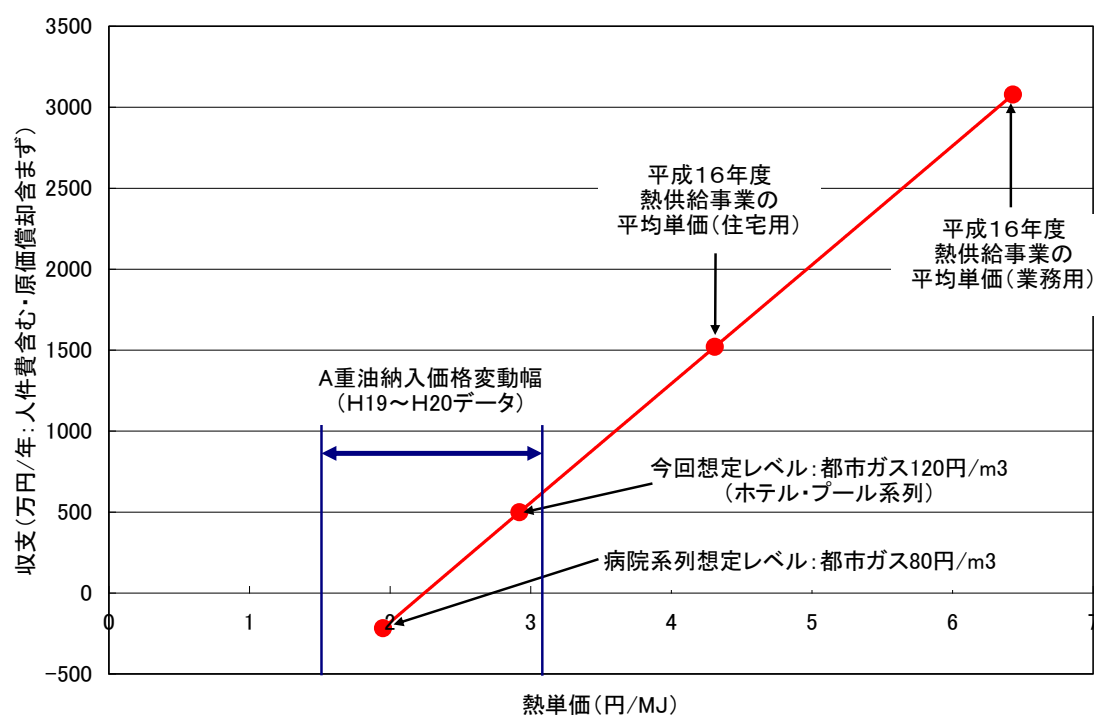


図 7. 6 熱単価と収支

2-2 B社：株式会社神鋼環境ソリューション

(1) 熱輸送システム「サーモウェイ」について

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、エリスリトールの融点 119℃付近の温度で蓄熱する。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



図 1 パイロットスケールの 4 トン蓄熱装置

Technical drawing of a Kobelco truck chassis, showing dimensions and specifications. The drawing includes a side view of the truck with a yellow cargo box labeled "KOBELCO".

Dimensions (mm):

- Overall length: 12405
- Wheelbase (前輪): 6180
- Wheelbase (後輪): 1240
- Overall width: 2400
- Height of cargo box: 1700
- Height of chassis: 1190
- Height of front suspension: 1205
- Height of rear suspension: 450
- Height of chassis at rear: 450
- Height of chassis at front: 1500
- Height of chassis at middle: 3150
- Height of chassis at rear: 735
- Height of chassis at rear: 50

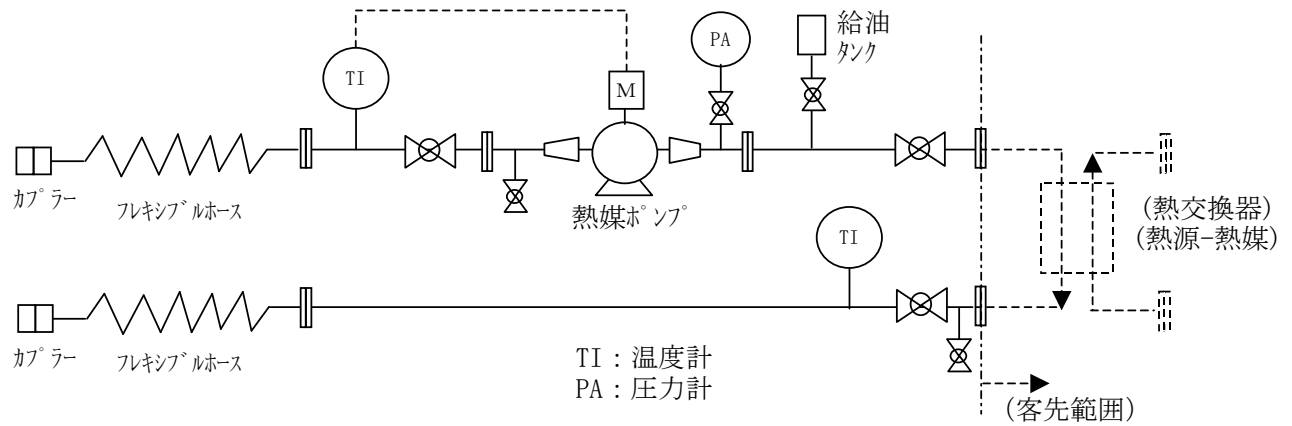
Specifications:

- Engine: 10,00-20-14PR
- Platform offset (荷台オフセット): 1720
- Label: 三神自動車工業株式会社

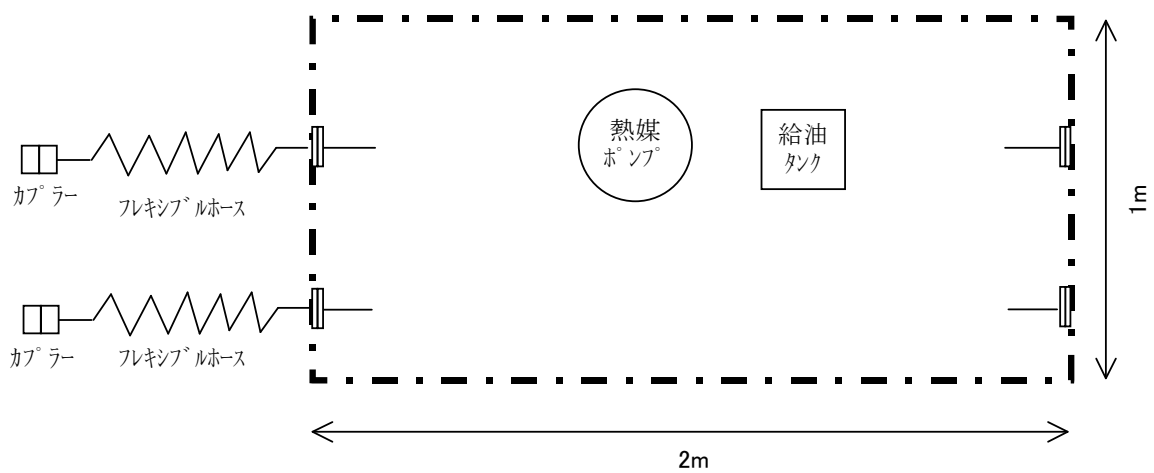
[illegible]

72

<システムフロー図>



<設備レイアウト>

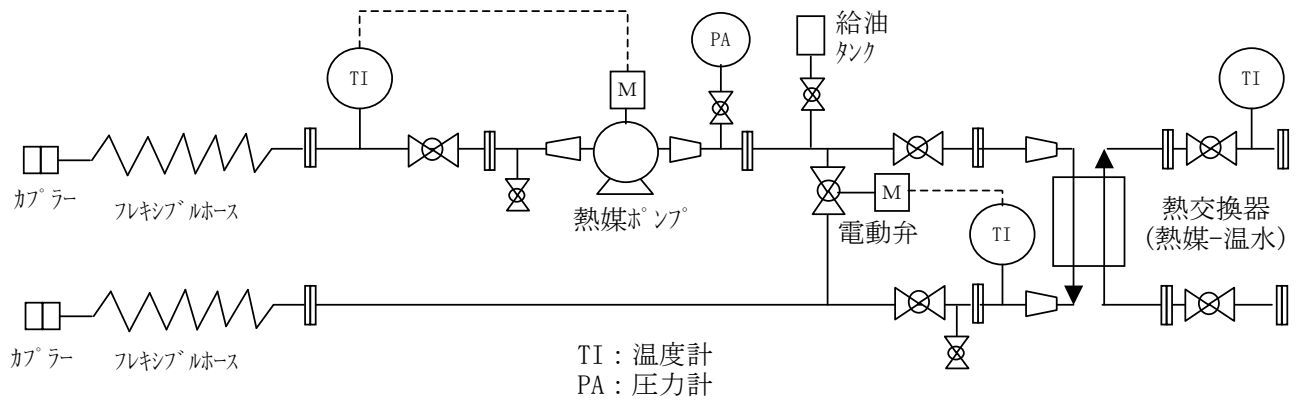


全体寸法) 2 m × 1 m

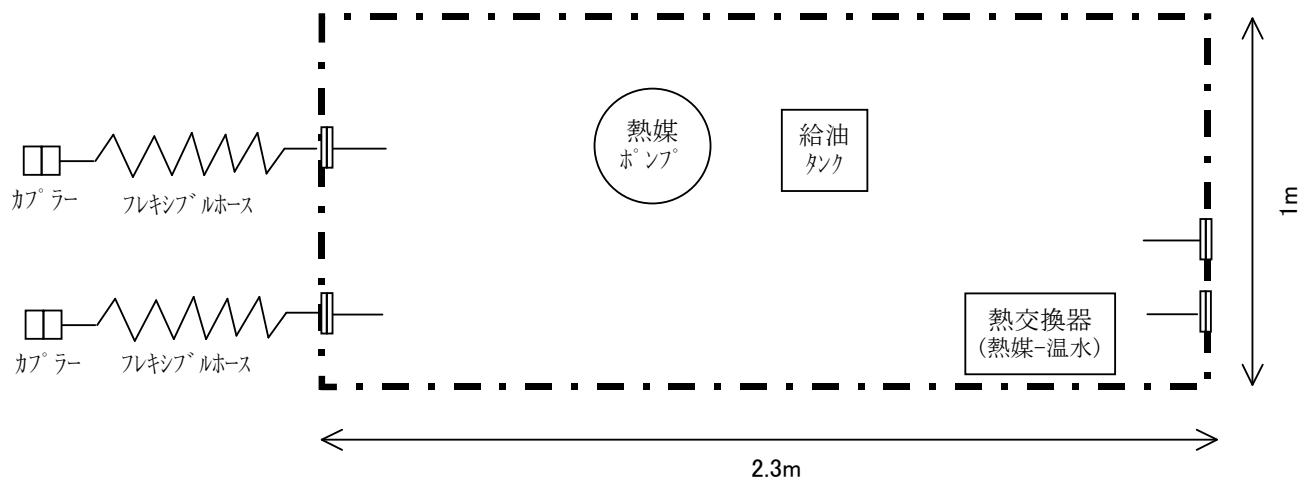
総重量) 6 2 0 k g

図 3 熱供給側企業における排熱回収設備のシステムフローと設備レイアウト

<システムフロー図>



<設備レイアウト>



全体寸法) 2.3m × 1m

総重量) 720kg

図4 熱利用側企業における熱供給設備のシステムフローと設備レイアウト

<コスト（設備費、工事費、設計費など）>

表 2 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

(2) 熱源施設と熱需要施設の条件

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3にまとめる。

表3 熱源施設の条件一覧

熱源施設	熱源種類	熱源温度 (°C)	ガス量 (m3N/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					16.5
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					41.1
3 C施設	ガスタービン排ガス	171	63,900	244	24	22.1
	合計					22.1
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					284.2

②熱需要施設

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（26施設）の条件一覧を表 4,5（燃料使用量）、表 6,7（熱需要量）に示す。

対象とした全26施設の内訳は、社員寮と温水プールが19施設、ホテルが3施設、病院が4施設である。社員寮と温水プールの19施設について20トン機を使用可能かどうか調査した結果、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。

また、ホテルについては、20トン機を使用不可と想定し、病院については20トン機を使用可能なスペースを有すると想定した。市街地のホテルなどでは駐車スペースの確保が課題になるケースが多いと考えられるが、例えば、公道の駐車許可の優遇措置などは有効な解決策となり得る。

社員寮、温水プール		ホテル	病院
20トン機を使用可能な施設	20トン機を使用不可の施設	（20トン機を使用不可と想定）	（20トン機を使用可能と想定）
G施設	E施設	ホテル1	病院1
H施設	F施設	ホテル2	病院2
I施設	J施設	ホテル3	病院3
R施設	K施設		病院4
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 4 熱需要施設（社員寮、温水プール）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/月、都市ガス：m3/月）												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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	温水ボイラ	都市ガス	給湯、プール昇温	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	コージェネ	都市ガス	給湯、プール昇温			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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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 5 熱需要施設（ホテル、病院）の条件一覧（燃料使用量）

熱需要施設	熱源 機器	使用 燃料	燃料使用量(m3/月)、電気使用量(kWh/月)											
			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 ホテル1	温水ボイラ	都市ガス	6,955	8,300	9,602	6,185	5,092	5,310	6,195	9,979	8,775	8,791	4,704	5,766
2 ホテル2	温水ボイラ	都市ガス	6,425	7,980	8,886	5,721	4,116	5,480	7,090	10,748	8,536	8,771	4,557	5,013
3 ホテル3	温水ボイラ	都市ガス	855	1,266	1,944	805	671	748	673	214	247	501	1,409	827
1 病院1	蒸気ボイラ	都市ガス	365,376	347,248	272,318	200,550	178,971	214,855	335,229	316,992	275,316	194,054	191,376	243,572
2 病院2	ヒートポンプ 冷凍機	電気	514,872	459,576	512,064	416,976	459,216	551,088	645,648	764,448	645,936	465,024	449,808	503,760
	吸収式冷暖房機	都市ガス	71,649	62,234	61,411	34,884	33,761	52,875	69,662	101,161	77,476	34,927	35,694	57,628
3 病院3	ヒートポンプ	電気	251,904	220,056	240,072	195,432	204,768	271,368	341,280	400,296	336,408	228,984	201,192	244,584
	吸収式冷温水発生機	都市ガス	43,014	33,969	35,025	22,740	17,118	23,555	35,167	51,223	36,184	19,065	20,336	29,524
4 病院4	ガス吸収冷温水機	電気	270,933	270,800	249,696	192,405	208,967	276,396	338,745	404,168	335,202	222,758	209,955	236,160
	ヒートポンプ	都市ガス	21,080	24,089	23,472	21,455	14,130	14,602	23,092	27,063	26,158	20,666	13,651	29,681

表 6 熱需要施設（社員寮、温水プール）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/月）												（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			9.5 GJ/日	20t不可
3 G施設	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	温水ボイラ	都市ガス	給湯、プール昇温	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	コージェネ	都市ガス	給湯、プール昇温			12 hr	300 日	302	290	318	306	331	305	329	330	289	307	307	266			12.3 GJ/日	
11 O施設	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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	温水プール	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

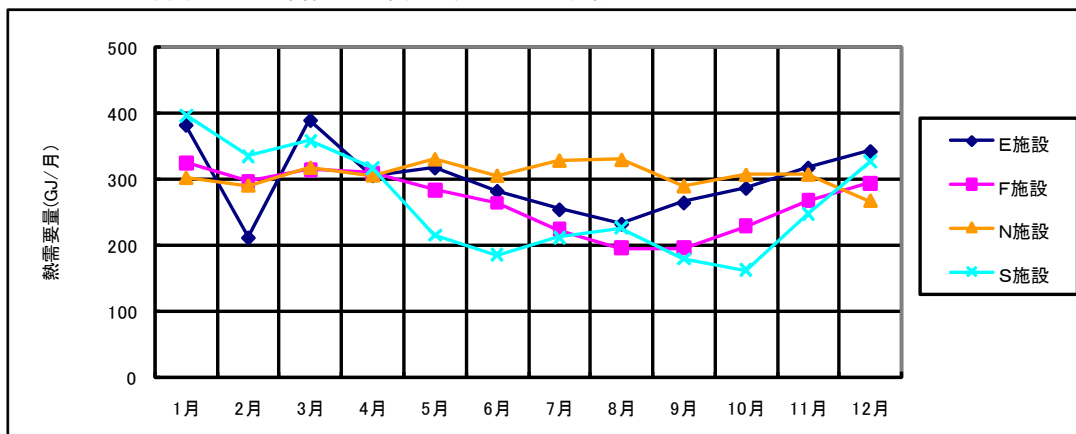
表 7 熱需要施設（ホテル、病院）の条件一覧（熱需要量）

熱需要施設	熱源 機器	使用 燃料	熱需要量(GJ/月) (ボイラ効率:80%、COP=3と仮定)											
			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 ホテル1	温水ボイラ	都市ガス	229	273	316	203	167	175	204	328	289	289	155	190
2 ホテル2	温水ボイラ	都市ガス	211	262	292	188	135	180	233	353	281	288	150	165
3 ホテル3	温水ボイラ	都市ガス	28	42	64	26	22	25	22	7	8	16	46	27
1 病院1	蒸気ボイラ	都市ガス	12,014	11,418	8,954	6,594	5,885	7,064	11,022	10,423	9,052	6,380	6,292	8,009
2 病院2	ヒートポンプ 冷凍機	電気	5,561	4,963	5,530	4,503	4,960	5,952	6,973	8,256	6,976	5,022	4,858	5,441
	吸収式冷暖房機	都市ガス	2,356	2,046	2,019	1,147	1,110	1,739	2,290	3,326	2,547	1,148	1,174	1,895
	合計		7,916	7,010	7,549	5,650	6,070	7,690	9,263	11,582	9,524	6,171	6,032	7,335
3 病院3	ヒートポンプ	電気	2,721	2,377	2,593	2,111	2,211	2,931	3,686	4,323	3,633	2,473	2,173	2,642
	吸収式冷温水発生機	都市ガス	1,414	1,117	1,152	748	563	774	1,156	1,684	1,190	627	669	971
	合計		4,135	3,494	3,744	2,858	2,774	3,705	4,842	6,007	4,823	3,100	2,842	3,612
4 病院4	ガス吸収冷温水機	電気	2,926	2,925	2,697	2,078	2,257	2,985	3,658	4,365	3,620	2,406	2,268	2,551
	ヒートポンプ	都市ガス	693	792	772	705	465	480	759	890	860	679	449	976
	合計		3,619	3,717	3,468	2,783	2,721	3,465	4,418	5,255	4,480	3,085	2,716	3,526

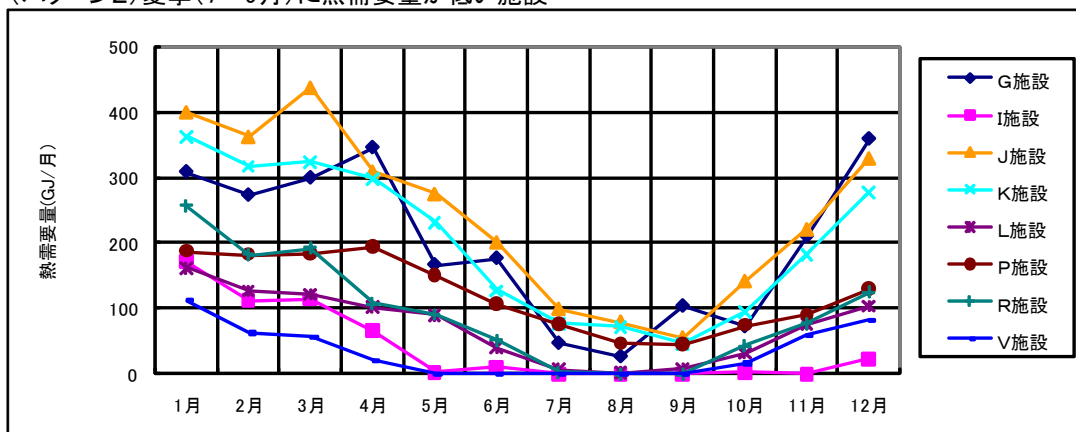
（注）各施設の燃料使用量（表 4,5）から熱需要量を算出する際、使用燃料が都市ガスの熱需要量はボイラ効率 80%の設備、使用燃料が電気
の熱需要量は COP=3 の空調設備を想定した場合の算出方法に統一した。実際には個々の設備に応じた熱負荷を考慮する必要がある。

社員寮と温水プールの熱需要施設は、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

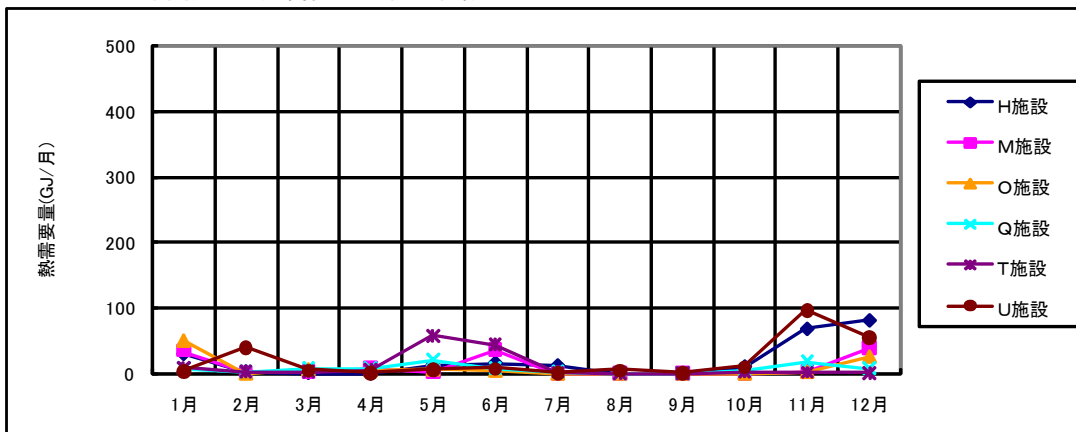
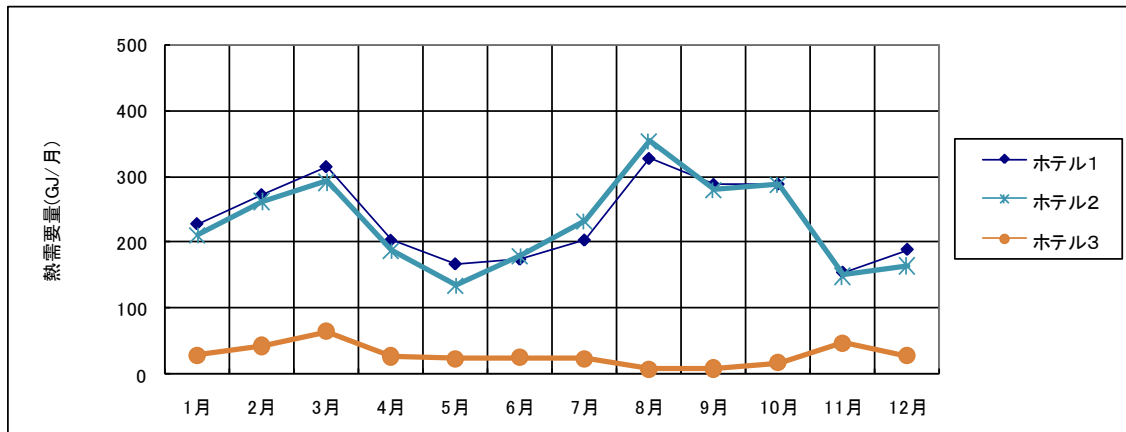


図 5 熱需要施設の熱需要量の年間変動パターン (社員寮、温水プール)

ホテルと病院の熱需要量について、図 6 に示す通り、季節によってある程度の変動があるものの、年間通して熱需要量がある。

(ホテル)



(病院)

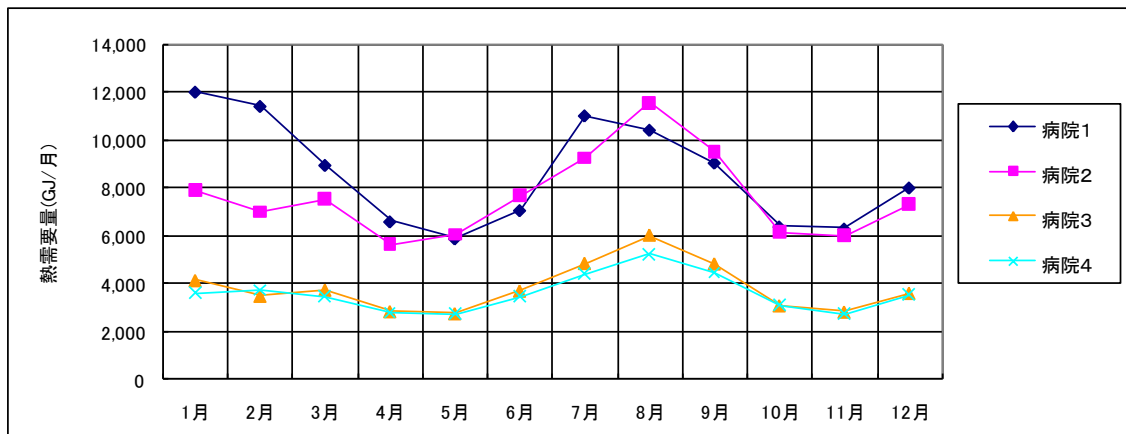


図 6 熱需要施設の熱需要量の年間変動パターン（ホテル、病院）

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 7 に示す。熱源施設の供給可能熱量（364GJ/日）に対して熱需要施設の熱需要量（894GJ/日）が大きい。熱需要施設の熱需要量の内訳は、社員寮、温水プール、ホテルの合計が 116GJ/日で、病院の合計が 778GJ/日であった。

熱源施設の供給可能熱量に対して病院の熱需要量が十分大きく、病院では安定して排熱を受け入れて利用可能であると考えられ、排熱利用先として適している。

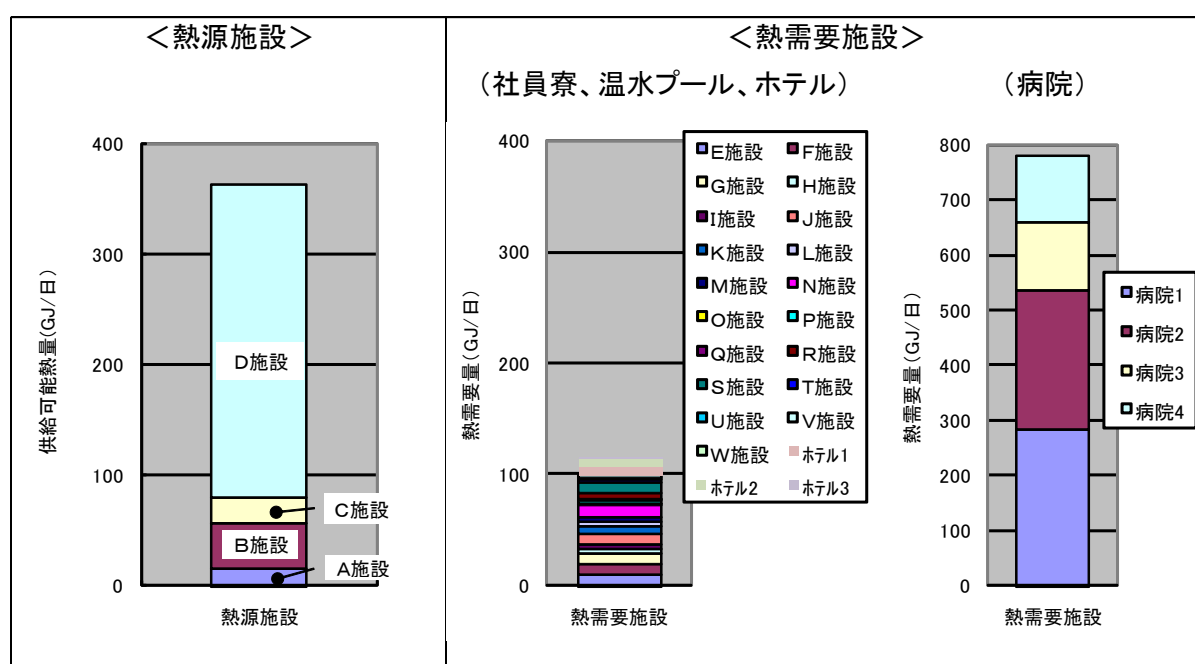


図 7 熱源施設の排熱量と熱需要施設の熱需要量の比較

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（26 施設）の全体マップを図 8 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 8 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、名古屋市の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。

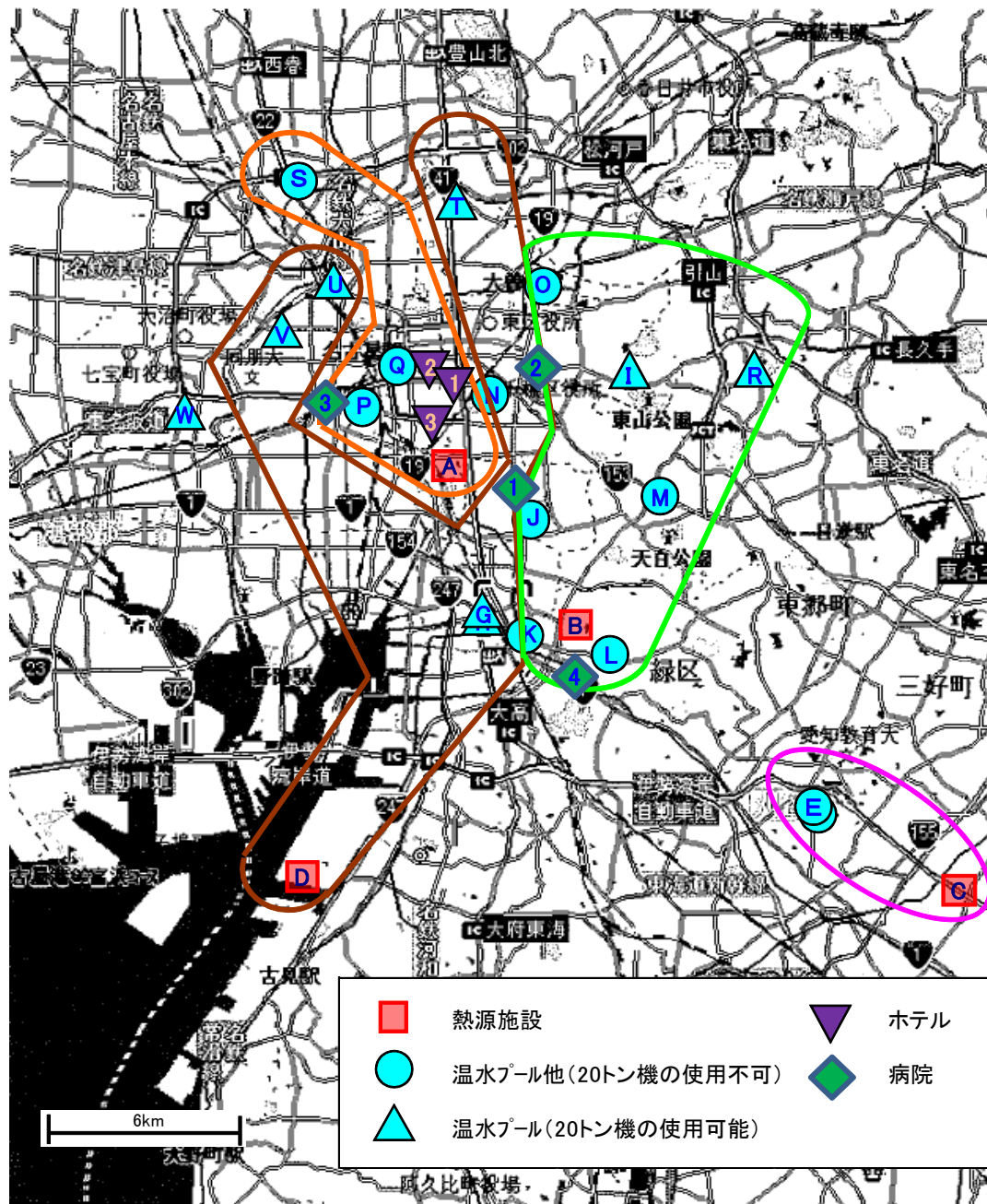


図 8 熱源施設と熱需要施設の全体マップ

(3) 熱輸送ネットワークのシミュレーション

熱輸送の運転パターンを検討するにあたり、熱源施設と熱需要施設の熱負荷の時間変動を考慮する必要がある。ホテルと病院の熱需要量の時刻別パターンを図9に示す。ホテル、病院とも、夜間に熱需要量が低下する傾向が見られる。

そこで、以下の熱輸送ネットワークのシミュレーション（ケース1～ケース3）では、熱需要施設の熱負荷はおよそ5時～24時にわたり均一であると想定し、熱源施設の熱負荷は24hr一定であると想定して熱輸送の運転パターンを作成した。

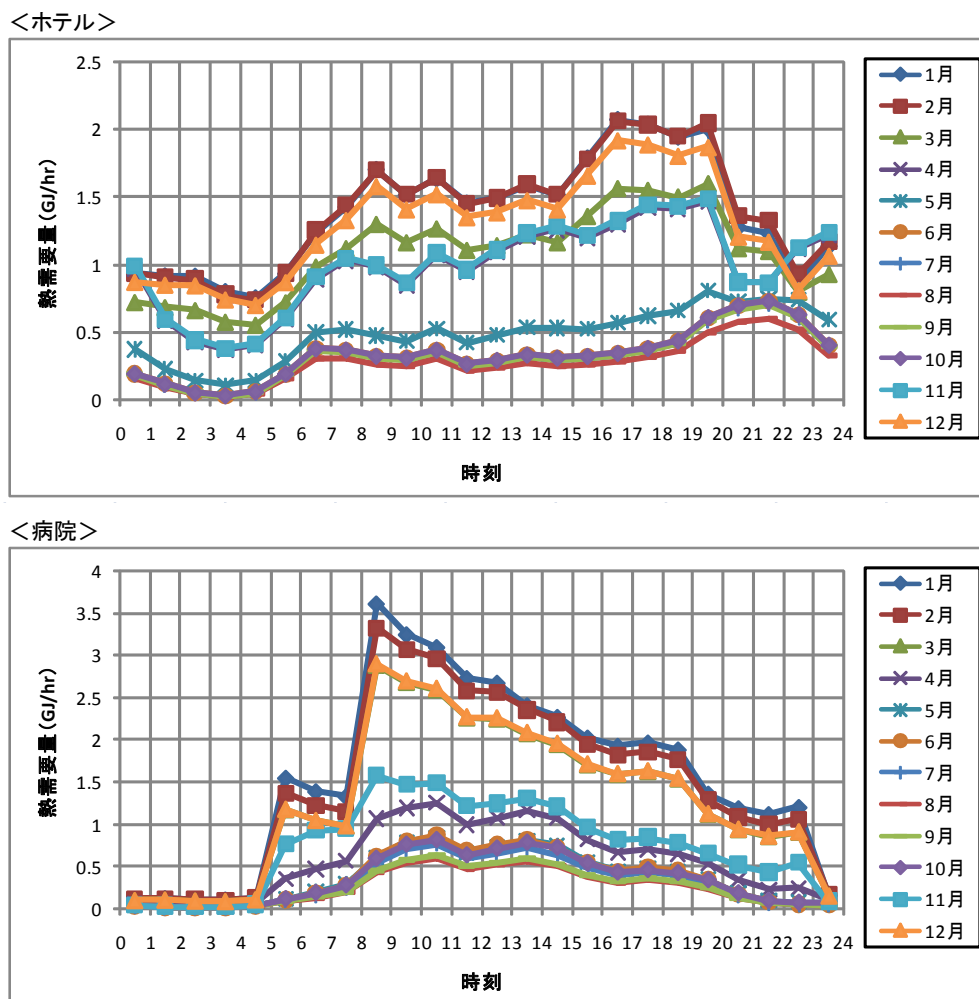


図9 ホテルと病院の熱需要量の時刻別パターン

出典：社団法人 空気調和・衛生工学会「都市ガスによるコージェネレーションシステム 計画・設計と評価」

(a) ケース 1

①熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

	熱源施設	熱需要施設	蓄熱装置
< 1 系統 >	A 施設	N 施設 ホテル 1、ホテル 2	4 トン蓄熱装置
< 2 系統 >	B 施設	病院 1	20 トン蓄熱装置
< 3 系統 >	C 施設	E 施設、F 施設	4 トン蓄熱装置
< 4 系統 >	D 施設	病院 4	20 トン蓄熱装置



図 10 熱輸送マップ (ケース 1)

< 1 系統 > : 4 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A施設	16.5 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	N施設	6.9 GJ/日
	ホテル1	5.2 GJ/日
	ホテル2	4.4 GJ/日
合計:		16.5 GJ/日

(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 N施設						移 熱源A					移 N施設							移 熱源A					
2号機					移 熱源A						移 N施設							移 熱源A				移 N施設		
3号機	熱源A					移 N施設					移 熱源A							移 N施設					移 熱源A	
4号機	移 熱源A			移 ホテル1					移 熱源A		移 ホテル1						移 熱源A			移 ホテル1				
5号機	熱源A							移 ホテル1				移 熱源A				移 ホテル1					移 熱源A			
6号機	熱源A				移 ホテル2					移 熱源A					移 ホテル2					移 熱源A				
7号機	熱源A									移 ホテル2					移 熱源A				移 ホテル2					移

(注) 道路状況を詳細に調査した上で、最適な運転パターンを検討する余地がある。

運転スケジュールが過密であり、道路状況によって運転スケジュールに遅延が生じた場合には熱輸送量の低下につながり、経済性が悪化するので注意が必要である。

< 2 系統 > : 20 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	B施設	41.1 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院1	41.1 GJ/日
合計:		41.1 GJ/日

(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	熱源B			移 病院1				移 熱源B			移 病院1				移 熱源B			移 病院1				移 熱源B		
2号機	病院1				移 熱源B			移 病院1			移 熱源B				移 病院1			移 熱源B				移 病院1		

< 3 系統 > : 4 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	C施設	13.8 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	E施設	7.5 GJ/日
	F施設	6.3 GJ/日
合計:		13.8 GJ/日

(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 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
2号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			
3号機	移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
4号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			

< 4 系統 > : 20 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	D施設	87.8 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院4	87.8 GJ/日
合計:		87.8 GJ/日

(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 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D	
2号機					移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4			移 熱源D				移 病院4		
3号機					移 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D	
4号機					移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4			移 熱源D				移 熱源D		移 病院4

(b) ケース 2

①熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

	熱源施設	熱需要施設	蓄熱装置
< 1 系統 >	A 施設	病院 2	20 トン蓄熱装置
< 2 系統 >	B 施設	病院 1	20 トン蓄熱装置
< 3 系統 >	C 施設	E 施設、F 施設	4 トン蓄熱装置
< 4 系統 >	D 施設	病院 4	20 トン蓄熱装置



図 11 熱輸送マップ (ケース 2)

< 1 系統 > : 20 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A施設	16.5 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院2	16.5 GJ/日
合計:		16.5 GJ/日

(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	→(a)より				移	病院2						移	熱源A					移	病院2					(b)
2号機	→(b)より				移	熱源A						移	病院2					移	熱源A					(a)

< 2 系統 > : 20 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	B施設	41.1 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院1	41.1 GJ/日
合計:		41.1 GJ/日

(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	熱源B			移	病院1			移	熱源B		移	病院1			移	熱源B		移	病院1			移	熱源B	
2号機	病院1			移	熱源B			移	病院1			移	熱源B		移	病院1		移	熱源B			移	病院1	

< 3 系統 > : 4 トン蓄熱装置

(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

(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 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
2号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			
3号機	移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
4号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			

< 4 系統 > : 20 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	D施設	87.8 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院4	87.8 GJ/日
合計:		87.8 GJ/日

(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 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D		移 病院4				移 熱源D		
2号機					移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4			移 熱源D				移 病院4		
3号機					移 病院4				移 熱源D			移 病院4				移 熱源D		移 病院4				移 熱源D		
4号機					移 熱源D			移 病院4				移 熱源D			移 病院4			移 熱源D				移 病院4		

(c) ケース 3

①熱供給・熱需要設備における運転パターンの作成

	熱源施設	熱需要施設	蓄熱装置
< 1 系統 >	A 施設、B 施設 D 施設	病院 1、病院 2 病院 3、病院 4	20 トン蓄熱装置
< 2 系統 >	C 施設	E 施設、F 施設	4 トン蓄熱装置



図 12 熱輸送マップ (ケース 3)

＜1系統＞：20トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	A施設	16.5 GJ/日
	B施設	44.1 GJ/日
	D施設	280.2 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	病院1	85.2 GJ/日
	病院2	85.2 GJ/日
	病院3	85.2 GJ/日
	病院4	85.2 GJ/日
合計		340.8 GJ/日

(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	熱源D		移	病院1			移	熱源D		移	病院1				移	熱源D		移	病院1			移	熱源D		
2号機	病院1			移	熱源D		移	病院1			移	熱源D		移	病院1				移	熱源D		移	病院1		
3号機	熱源D			移	病院1			移	熱源D		移	病院1				移	熱源D		移	病院1			移	熱源D	
4号機	病院1				移	熱源D		移	病院1				移	熱源D		移	病院1				移	熱源D		移	病院1
5号機	熱源D		移	病院2			移	熱源D		移	病院2				移	熱源D		移	病院2			移	熱源D		
6号機	病院2			移	熱源D		移	病院2			移	熱源D		移	病院2				移	熱源D		移	病院2		
7号機	熱源B			移	病院2			移	熱源B		移	病院2				移	熱源B		移	病院2			移	熱源B	
8号機	病院2				移	熱源B		移	病院2				移	熱源B		移	病院2				移	熱源B		移	病院2
9号機	熱源D		移	病院3			移	熱源D		移	病院3				移	熱源A		移	病院3			移	熱源D		
10号機	病院3			移	熱源D		移	病院3			移	熱源A		移	病院3			移	熱源A		移	病院3			
11号機	熱源D			移	病院3			移	熱源D		移	病院3				移	熱源D		移	病院3			移	熱源D	
12号機	病院3				移	熱源D		移	病院3			移	熱源D		移	病院3			移	熱源D		移	病院3		
13号機	熱源D		移	病院4			移	熱源D		移	病院4				移	熱源D		移	病院4			移	熱源D		
14号機	病院4			移	熱源D		移	病院4			移	熱源D		移	病院4			移	熱源D		移	病院4			
15号機	熱源D			移	病院4			移	熱源D		移	病院4				移	熱源D		移	病院4			移	熱源D	
16号機	病院4			移	熱源D		移	病院4			移	熱源D		移	病院4			移	熱源D		移	病院4			

(注) 道路状況を詳細に調査した上で、最適な運転パターンを検討する余地がある。

運転スケジュールが過密であり、道路状況によって運転スケジュールに遅延が生じた場合には熱輸送量の低下につながり、経済性が悪化するので注意が必要である。

< 2 系統 > : 4 トン蓄熱装置

(輸送熱量)

熱供給量	(熱供給施設)	(輸送熱量)
	C施設	13.8 GJ/日
熱需要量	(熱需要施設)	(輸送熱量)
	E施設	7.5 GJ/日
	F施設	6.3 GJ/日
合計:		13.8 GJ/日

(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 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
2号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			
3号機	移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C			
4号機	移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設				移 熱源C				移 E施設/F施設			

(4) 経済評価

(a) ケース 1

1) 収入

収入	熱輸送量(社員寮、温水プール)	20.7 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	0.63 km ³ N/日
	年間熱輸送日数	330 日/年
	熱輸送量(ホテル、病院)	138.5 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	2.00 km ³ N/日
	消費電力削減量	6,741 kWh/日
	年間熱輸送日数	365 日/年
	年間燃料削減量	937 km ³ N/年
	都市ガス単価	65 円/m ³ N
	年間消費電力削減量	2,460,370 kWh/年
	電力料金	12 円/kWh
	年間燃料削減費	90,435 千円/年

2) 経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	6 台
		4トン機	11 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	3 基
		4トン用	3 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	3 基
		4トン用	5 基
	運転手人数		14 人
	設備費用	一式	632,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		42,133 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料費)		59,500 千円/年
	ポンプ動力費		8,000 千円/年
	年間経費合計		109,633 千円/年

3) CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	1,949 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	90 回/日
	輸送距離	7 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	73 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	191 ton-CO ₂ /年
	ポンプ動力CO ₂ 排出量	367 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	1,390 ton-CO ₂ /年

4) 経済効果

年間の熱輸送日数を 330 日(社員寮、温水プール)と 365 日(ホテル、病院)、運転手人数を 14 人で輸送経費(人件費、輸送燃料費)を 59,500 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 19,198 千円の赤字で経済的なマイナスが大きい。CO₂ 排出削減効果は 1,390[ton-CO₂/年]となる。

(経済性評価の前提条件)

- ・熱需要施設において、既存ボイラの効率を 80%と仮定する。
- ・熱需要施設において、電気式空調設備の COP=3 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。
- ・熱需要施設において電力料金を 12[円/kWh]と仮定する。

- ・輸送経費（人件費、輸送燃料費）は想定値とした。なお、輸送経費は地域によってまた運送業務の事業形態等によっても大きく異なるため、地域事情を踏まえた上での詳細検証が今後の課題となる。

- ・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)
- ・電力の CO₂ 排出係数は 0.555[kg-CO₂/kWh](※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/Nm³)		2.08 (kg-CO2/Nm³) 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							

(b) ケース 2

1) 収入

収入	熱輸送量(社員寮)	13.8 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	0.42 km ³ N/日
	年間熱輸送日数	330 日/年
	熱輸送量(病院)	145.4 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	2.21 km ³ N/日
	消費電力削減量	6,741 kWh/日
	年間熱輸送日数	365 日/年
	年間燃料削減量	944 km ³ N/年
	都市ガス単価	65 円/m ³ N
	年間消費電力削減量	2,460,370 kWh/年
	電力料金	12 円/kWh
	年間燃料削減費	90,913 千円/年

2) 経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	8 台
		4トン機	4 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	4 基
		4トン用	1 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	4 基
		4トン用	2 基
	運転手人数		12 人
	設備費用	一式	566,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		37,733 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料費)		49,500 千円/年
	ポンプ動力費		9,000 千円/年
	年間経費合計		96,233 千円/年

3) CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	1,964 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	66 回/日
	輸送距離	7 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	54 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	140 ton-CO ₂ /年
	ポンプ動力CO ₂ 排出量	416 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	1,408 ton-CO ₂ /年

4) 経済効果

年間の熱輸送日数を 330 日(社員寮)と 365 日(病院)、運転手人数を 12 人で輸送経費を 49,500 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 5,320 千円の赤字で経済効果はマイナスとなる。CO₂排出削減効果は 1,408[ton-CO₂/年]となる。

(経済性評価の前提条件)

ケース 1 と同様。

(c) ケース 3

1) 収入

収入	熱輸送量(社員寮)	13.8 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	0.42 km ³ N/日
	年間熱輸送日数	330 日/年
	熱輸送量(病院)	340.8 GJ/日
	燃料削減量(都市ガス)	4.76 km ³ N/日
	消費電力削減量	17,056 kWh/日
	年間熱輸送日数	365 日/年
	年間燃料削減量	1,877 km ³ N/年
	都市ガス単価	65 円/m ³ N
	年間消費電力削減量	6,225,278 kWh/年
	電力料金	12 円/kWh
	年間燃料削減費	196,703 千円/年

2) 経費

経費	蓄熱タンク台数	20トン機	16 台
		4トン機	4 台
	蓄熱制御ユニット	20トン用	7 基
		4トン用	1 基
	熱回収制御ユニット	20トン用	8 基
		4トン用	2 基
	運転手人数		18 人
	設備費用	一式	970,000 千円
	補助金比率		1/3
	償却年数		10 年
	実質負担額		64,667 千円/年
	輸送経費(人件費、輸送燃料費)		69,500 千円/年
	ポンプ動力費		16,000 千円/年
	年間経費合計		150,167 千円/年

3) CO₂削減効果

CO ₂ 削減効果	燃料削減に伴うCO ₂ 排出削減量	3,903 ton-CO ₂ /年
	輸送回数	120 回/日
	輸送距離	7 km/回
	燃費	3 km/L
	輸送燃料使用量	97 kL/年
	輸送CO ₂ 排出量	255 ton-CO ₂ /年
	ポンプ動力CO ₂ 排出量	754 ton-CO ₂ /年
	年間CO ₂ 削減量合計	2,894 ton-CO ₂ /年

4) 経済効果

年間の熱輸送日数を 330 日(社員寮)と 365 日(病院)、運転手人数を 18 人で輸送経費を 69,500 千円/年、償却年数 10 年など、上記条件を設定した場合、年間 46,536 千円の経済的メリットが見込まれ、CO₂排出削減効果は 2,894[ton-CO₂/年]となる。運転スケジュールが過密であり、道路状況によって運転スケジュールに遅延が生じた場合には熱輸送量の低下につながり、経済性が悪化するので注意が必要である。

(経済性評価の前提条件)

ケース 1 と同様。

(5) 環境評価

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8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おり、十分に検討する必要がある。

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

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）で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ある。

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。また、環境面においても二酸化炭素削減に向け、有用な手段として期待出来る。

表 8 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・事業所に小エネルギー・技術・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	地域バイオマス利活用交付金	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。							

（６）今後の検討課題と解決策の提示

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）するシステムであり、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ある。

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大きくないため、設備運営面では、輸送に関わる人件費や設備の原価償却費の削減が実用化に向けた課題である。

以下に経済性を改善するための解決策を列举する。

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、輸送燃料費の削減

- ・熱需要先の拡充により 1 回当りの輸送人件費の削減、輸送勤務の最適配置による要員スリム化。地域事情を踏まえた上での最適な運送事業形態の検討。
- ・既存運行システムへの組み込み。
- ・運行业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。）
- ・輸送燃料の単価変動等に対する助成金制度。

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。
- ・月別、時刻別の熱需要パターンの異なる複数の熱需要先の組み合わせによる熱供給ネットワークの構築。
- ・都市高速の活用等による輸送効率の向上、熱供給ネットワークのエリア拡大。

④駐車スペースの確保

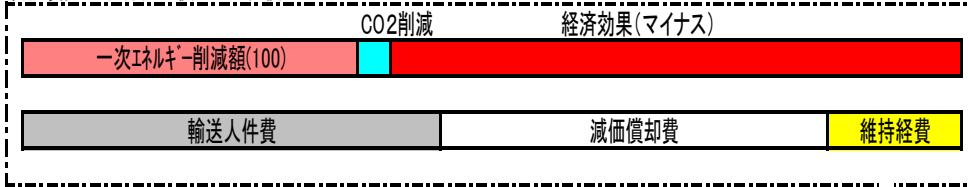
- ・公道の駐車許可の優遇措置等。
- ・セントラル熱供給設備（オフライン）と分散熱供給（オンライン）のシステム。

⑤その他

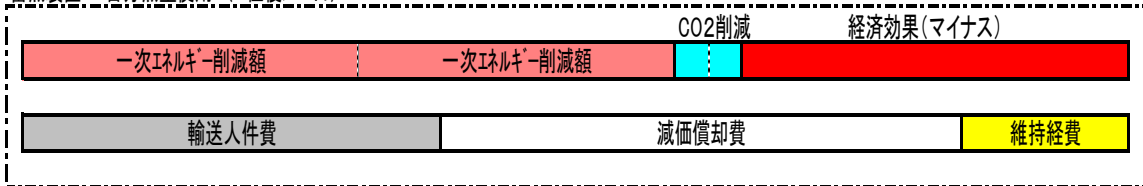
熱輸送により熱利用施設で削減された燃料使用量に見合った CO₂ 排出削減量を熱源施設でもカウント出来る制度の設定。（熱需要者の一方的な利益享受を熱源施設側でも利益享受出来る制度を確立し 熱排出者の本システム積極参画への動機付を行う。）

経 済 性 イ メ ー ジ 図

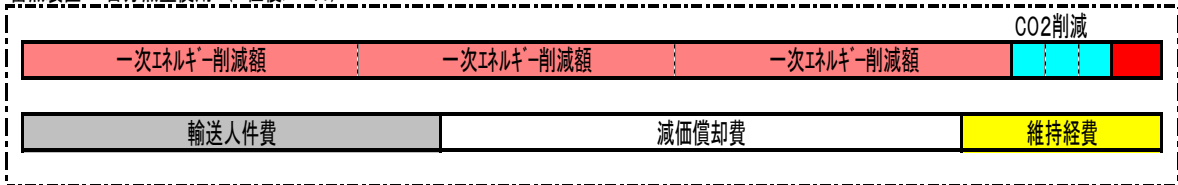
蓄熱装置 1台分熱量使用（1往復／1日）



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）



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 考察

2社の検討を通じて、次のようなことがわかった。

■輸送コスト(運転人件費など)がランニングコストの中で占める割合が非常に大きい。

⇒ ランニングコストメリットを得るには、コンテナ容量分の蓄熱量に対して、短時間(4～5時間程度)で熱を使いきれだけの安定して大量の熱需要がある施設を選択する必要がある。

これはA社の試算例からもわかるが、熱需要の大きい施設として病院などが適していると想定される。また、複数の熱需要施設をネットワーク化することとも効果があると考えられる。

⇒ 蓄熱時間、放熱時間ともに数時間(4～5時間程度)かかるため、1地点あたり複数台、および複数地点をネットワーク化することで、運転手の待ち時間をなくし、運転手の効率運用、すなわち、運転人件費の相対的な低減を期待することができる。

(しかしながら、これに対しては、熱交換設備およびコンテナの設備が増えるほど設備費用が増大すること、1地点の台数が増えるほど広大な設置スペースが必要であることが懸念されてくる。)

また、この場合、運転人数が増えるため、一人当たりの人件費単価によって効果は大きく変わってくるので重要な要素と考えられる。

(例えば、B社ケース3の場合、運転手18人の年間人件費について

400万円/人年と仮定した場合：7,200万円/年であるが、

600万円/人年と仮定した場合：10,800万円/年となり3,600万円も増加し経済性に大きく影響する)

同様に、コンテナや輸送車両などの年間メンテナンス費用も台数が多くなるほど額が大きいため留意する必要がある。

■事業性を考慮した場合、設備費用も考慮する必要がある。

コンテナ、熱交換設備などの設備費が1組で数千万円と非常に高価であるため、設備費を回収できるほどの大きなランニングコストメリットが必要である。

また、現実的な投資回収年数を期待するには、環境省などの補助金取得を考える必要がある。

⇒ 設備の稼動時間が高いことが重要。蓄熱量を短時間で使い切ることができ、1日に2～3往復程度の熱輸送が可能な安定した高熱需要が必要。

⇒ ネットワーク化する場合は、熱交換設備が増えるため、いずれの熱需要も安定した高熱需要であることが求められる。

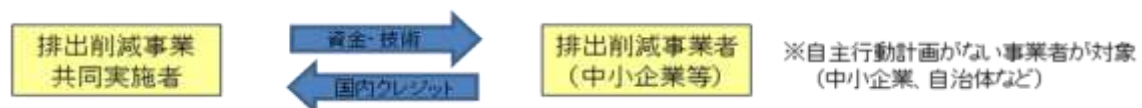
4 国内CDM制度の適用

2章の各社検討の中でも国内CDM制度について触れられているが、当分科会においても制度や適用上の課題などを検討したため、以下に要点を記載する。

国内CDM制度は、下図のように、大企業が資金・技術を提供して、中小企業等がCO₂排出削減事業者となりCO₂削減クレジットの認証を受ける制度である。

今回検討している低温排熱の熱輸送システムにより削減されたCO₂のクレジットが認証される場合、そのクレジットを別途購入したと想定した場合の費用分が事業としての経済メリットとして加算されると考えることができる。このため、国内CDM制度の適用を考える意義は大きいですが、検討にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

<概要図>



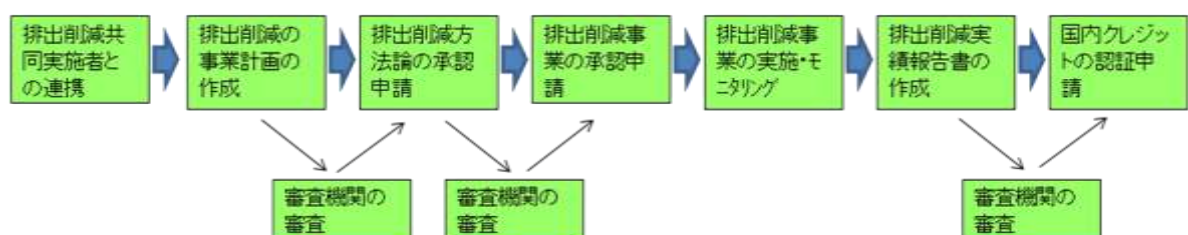
<留意点>

- ・ 排出削減事業としての申請が必要であるのは勿論のこと、まず熱輸送システムの手法そのものについて、削減方法論から認証を受ける必要がある。(下図参照)
- ・ 排出事業者は自主行動計画を策定していない中小企業などが対象であるが、自主行動計画を策定している業界団体に属していないとしても、業界団体が目標を定めている場合は適用されない可能性もある。

今回の熱需要施設については、ホテルは日本ホテル協会が目標を設定しているため対象外と想定される。また、病院は今のところ目標を策定していないようだが、設定を指導されている業界のようであるため適用されるか注意が必要である。

- ・ また、現在の国内CDM制度は試行のため、第一約束期間（2012年まで）が対象であり、現時点ではそれ以降の扱いは不明で、設備存続中において保証されているものではない。

<認証手続きの概要フロー>



5 まとめ

2章の各社検討結果からわかるように、低温排熱の熱輸送利用によってCO₂削減効果を期待することができるが、低温排熱の経済価値は低く（言い換えると利用コストが高く）、事業化するにはハードルが高いといえる。ただし、今回の経済性検討から以下のような条件が合えば、熱輸送システムの経済メリットを享受できる可能性もあると考えられる。

- ・比較的規模の大きい病院など安定して高い熱需要がある施設を対象に熱供給できる
- ・これらをネットワーク化して輸送経費を相対的に低減できる
- ・補助金を活用して設備費を抑制できる

しかしながら、今回は概略検討であり、前提条件として想定している部分が多く、以下のような変動要素や注意事項などがあることを十分考慮する必要がある。

- ・排熱利用に伴う燃料費削減の根拠となる燃料単価の変動は大きな変動要素である。
- ・今回のFS検討では、前年度と同様に、月単位の熱需要データを元に、24時間均等であると想定して排熱、あるいは熱需要があるとして検討したが、通常は一般的に昼間の熱需要が高く夜間の熱需要が低いため、実際は何割かの熱は有効に使用できず、今回の試算よりもメリットは小さくなる可能性があると考えられる。

（ただし、B社の検討では深夜帯の熱負荷減少について若干考慮されている）

- ・今回の検討では現場調査を省略しており、設備費は一般的な概略値を用いて算定しているが、実際は各施設の現場状況などにより配管工事費などが大きく変動するものと思われる。
- ・また、設置スペースも重要な要素であり、トレーラーの駐車場所、熱交換器の設置場所などについて実際に現場状況を確認する必要がある。

特に市街地では地価も高額であり、トレーラーの設置スペースとして確保する分の不動産価値のデメリット等も考慮する必要がある。

したがって、熱輸送システムの事業性についてさらに検討を深めるには、まずは、排熱事業者と熱需要事業者とで、詳細な熱使用データを用いて、現場調査を踏まえたうえで事業性を検討するのが現実的であるといえる。次のステップとして、効果を高めることを目的に熱需要先を増やしてネットワーク化を検討していく、という進め方がよいと思われる。

最後に、本検討内容が会員企業等の省エネ、CO₂削減活動を目的とした検討を進めるうえでの資となれば幸いである。

以上