

咲洲地区スマートコミュニティ実証事業

サーマルグリッドシステム実証開始

～熱パッケージ搬送と熱ルーティングによるカスケード利用～

既設熱源・電源を自立・分散型エネルギー化し鉄道網を利用した地域融通エネルギーシステムの開発

環境省 平成25年度地球温暖化対策技術開発・実証研究事業

2014年 8月12日 (場所：梅田サテライト)

大阪市立大学、大阪府立大学、京都大学

DAN計画研究所、Afes、大阪市

(社) 咲洲・アジアスマートコミュニティ協議会



目次

0. 研究開発の概要
1. 研究開発の背景
2. サーマルグリッドシステムの開発
3. 実証設備
4. 期待される効果
5. 今後の予定
6. その他



0. 説明概要

- 既存のビル(主として事務所ビル)の熱源は極めて小さな負荷のもと、低効率で運転



- 従来より低負荷対策は考えられてきたが、導入が進まない



- 解決策としてサーマルグリッドシステムを研究・開発



- サーマルグリッドシステムの省エネルギー効果などメリット

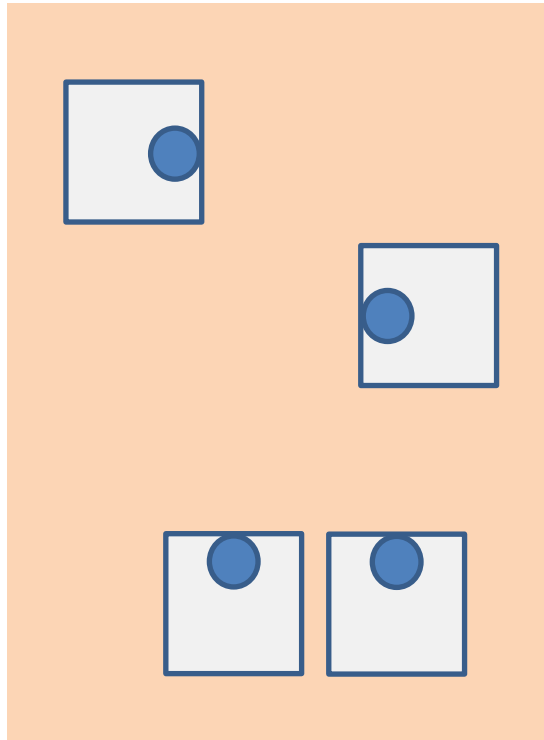


- 今後の実事業化と普及へ向けて

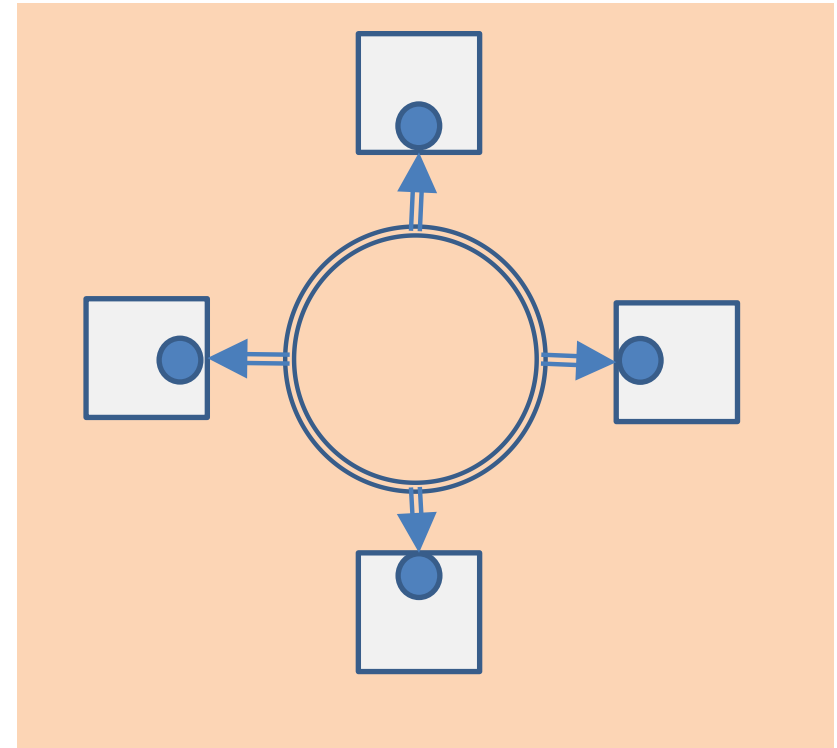
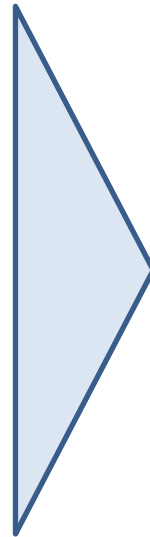


既存の個別熱源に付加するサーマルグリッドシステム

各負荷(空調の冷温熱負荷)と各熱源(熱を生み出す機器)間を自在に熱融通できるシステム



個別熱源
(一般的な空調)



個別熱源にサーマルグリッドシステムを付加

□ : 熱需要施設(建物) ● : 熱源設備



1. 研究開発の背景

- 一般的なビル空調は次の方式が採用されているが、いずれの方式も部分負荷時の効率改善が必要とされている。
- 冷凍機単体のCOPは中央熱源のターボ冷凍機が高いが、搬送動力など含めて中小ビルではビル用マルチが採用されることが多い

一般的な空調設備：**ビル用マルチ方式**

定格性能:

ビル用マルチの**室外ユニットCOPは3.57~4.12**

(D社ビル用マルチVe-upIV 高効率シリーズ、JISB8615による条件)

一般的な空調設備：**建物個別の中央熱源方式**

定格性能:

ターボ冷凍機のCOPは5.8

(冷却水32°C条件)

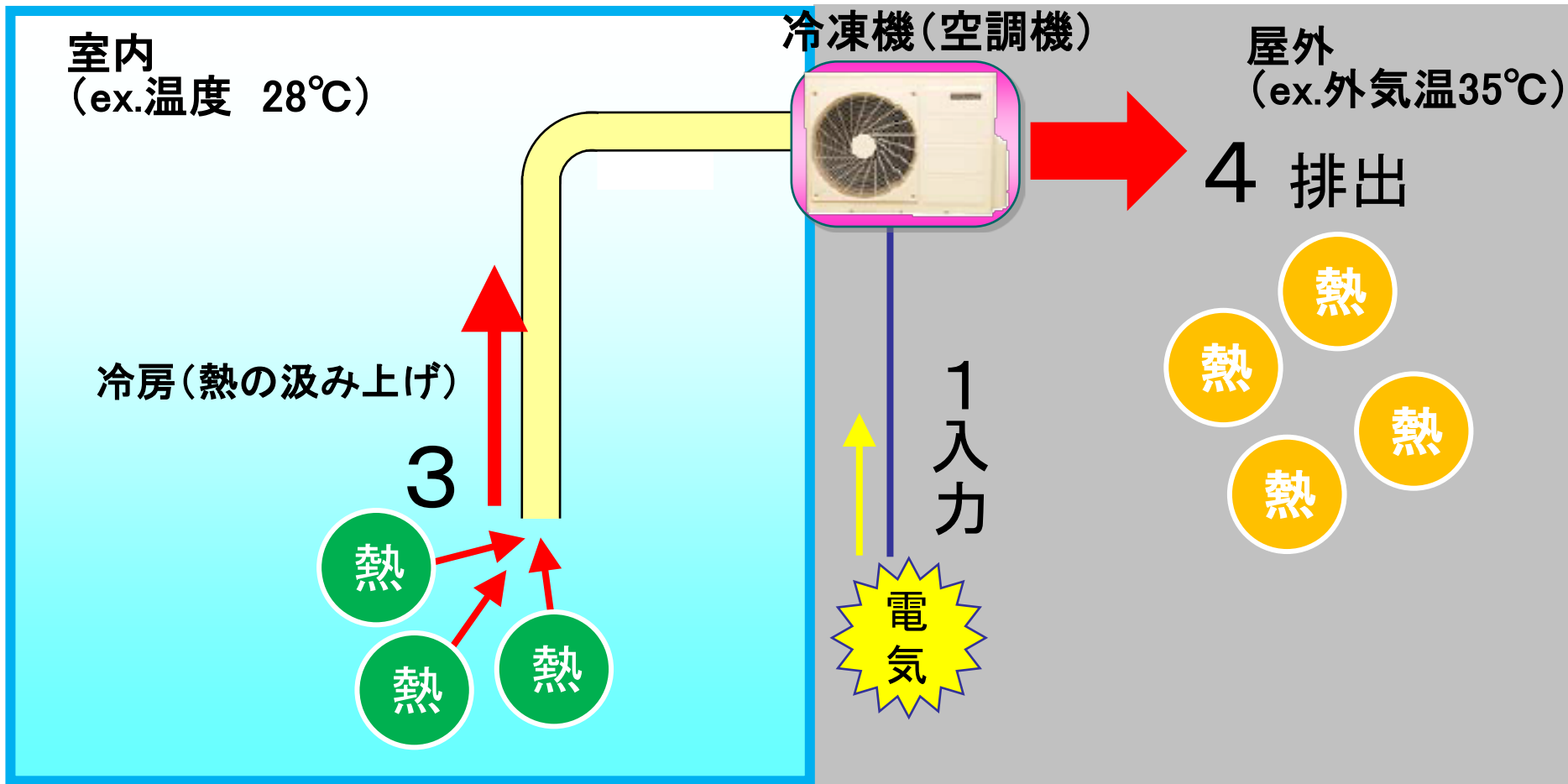
今回発表する研究
開発技術が対象



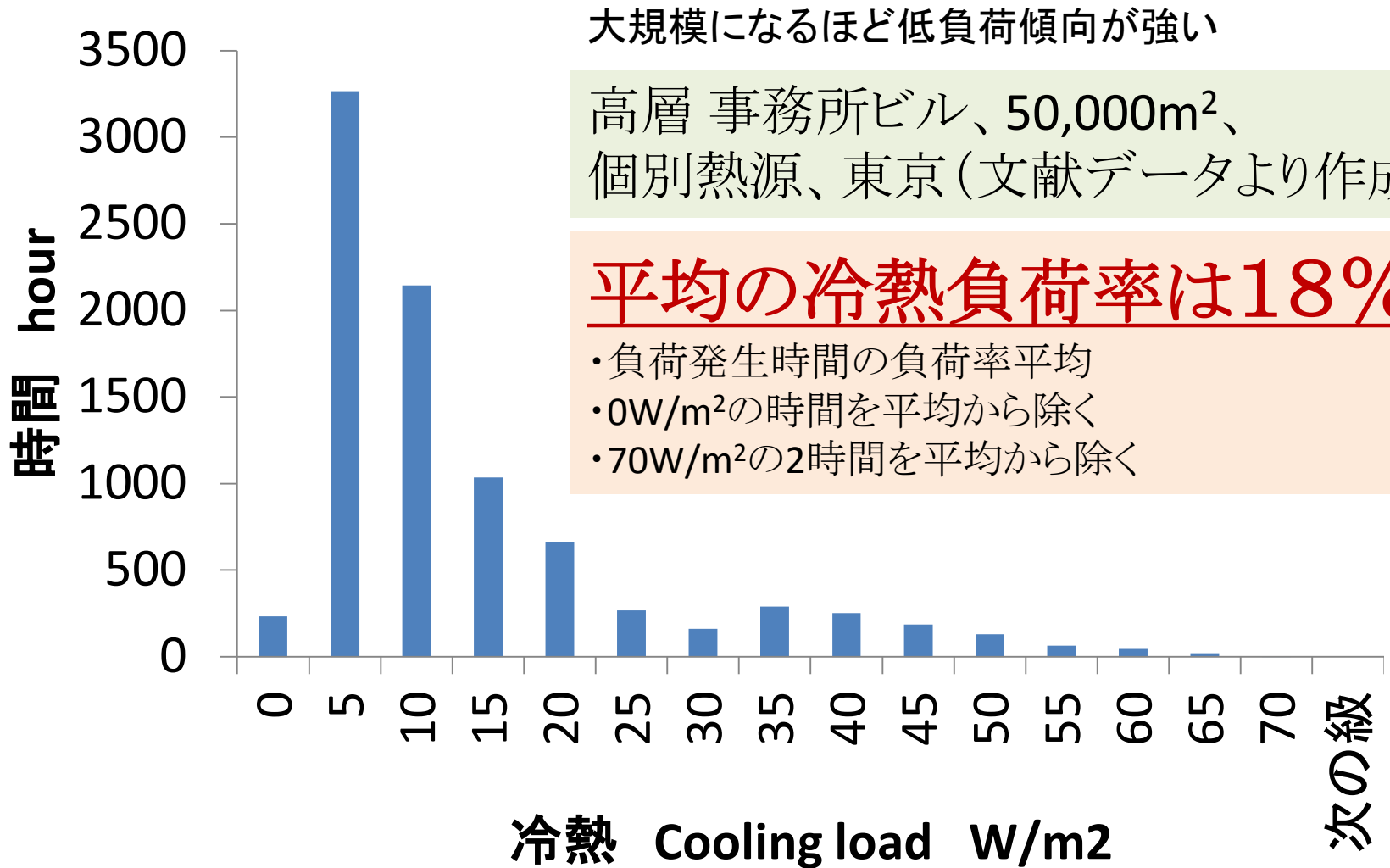
冷凍機の成績係数とは

冷凍機の成績係数の例

COP=3



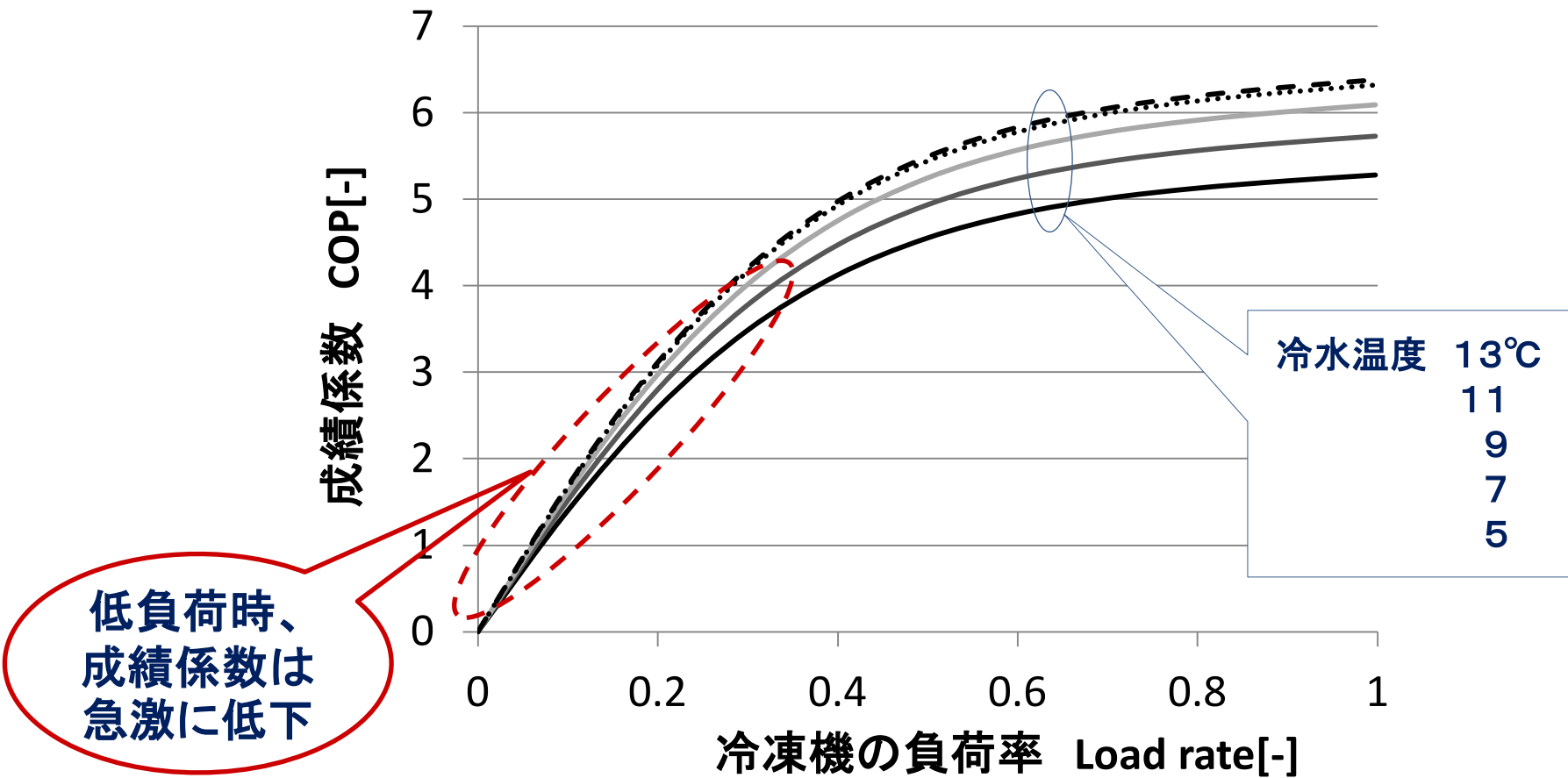
空調は殆どの時間が低負荷で運転されている



野部、業務用建築物の冷温熱負荷時系列データベース(首都圏版)、空気調和・衛生工学会
 The time-series data base of the nonresidential buildings cooling and heating load

熱源機の効率(成績係数:COP)は低負荷時急激に低下

成績係数(COP) = 冷凍能力 / 入力電力



低負荷時、成績係数は急激に低下

冷水温度 13°C
11
9
7
5

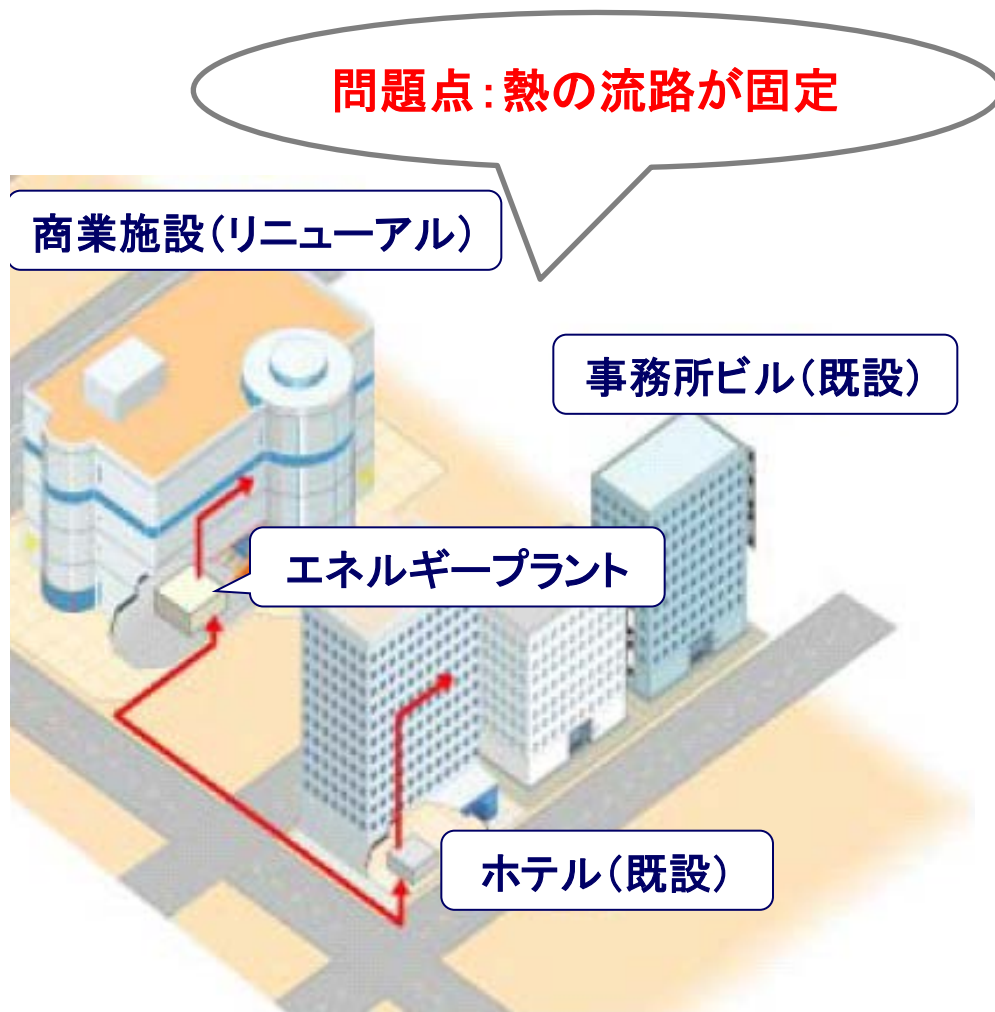
・ターボ冷凍機(水冷式-高効率) RS-XX3-303H(10)-230
(国土交通省、LCEMツールVer.3.03より作成、負荷率0.3以下はメーカーヒアリングにより作成)



従来の低負荷対策：建物間熱融通

街区レベルにおける面的利用を国は推進

- ① 熱源設備の負荷率を高め運転効率を向上
- ② 新しい効率の高い熱源設備から熱供給
- ③ コージェネレーション排熱や年間冷房施設の排熱の利用率向上
- ④ 熱負荷の平準化による容量低減効果



引用：「エネルギーの面的利用促進に関する調査」、
エネルギーの面的利用研究会、平成17年3月



従来の低負荷対策：大型熱源の台数分割（地域熱供給など）

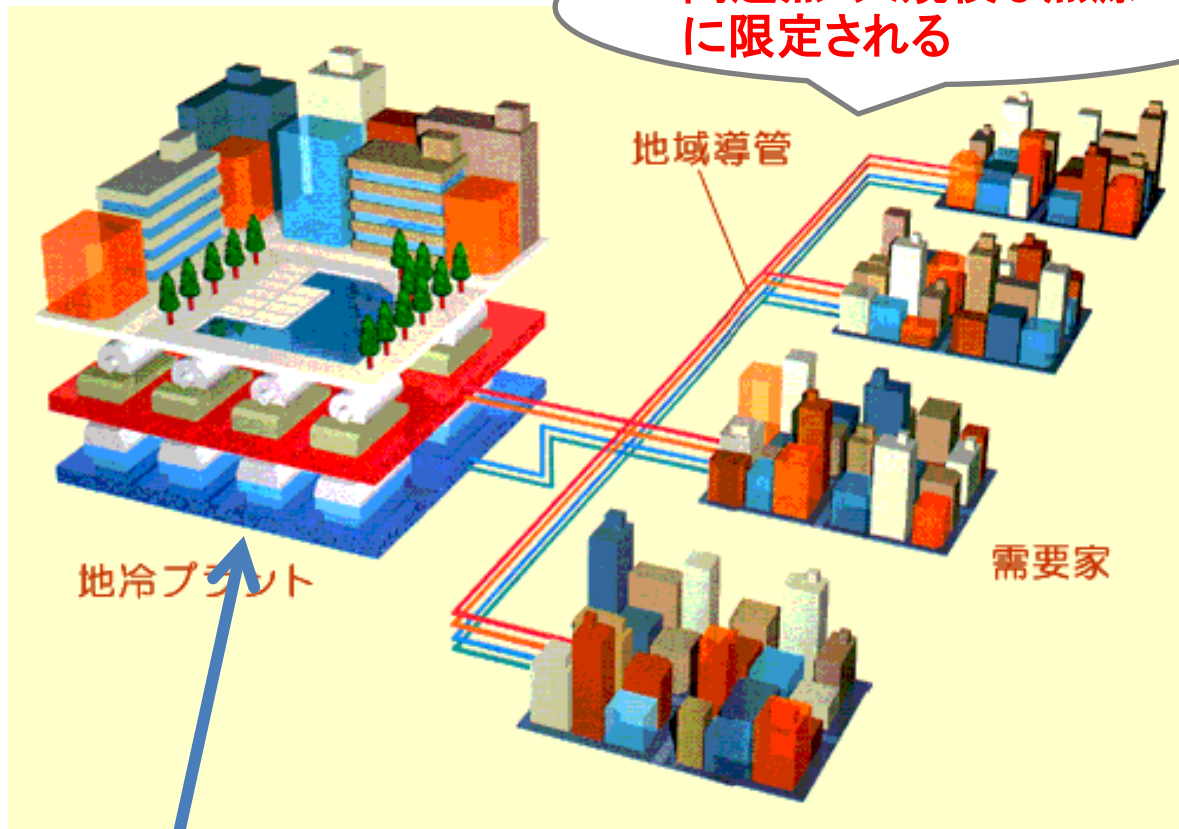
地域熱供給において台数分割による高効率化は一般的であるが、夜間のような微小な負荷時には台数分割でも問題解決にならない。

問題点：大規模な熱源に限定される

社会的メリット

- ・大気汚染・公害を防止
- ・未利用エネルギーを有効活用
- ・設備の集中化により、都市美観を向上

熱源機台数分割による高効率化



引用：日本熱供給事業協会HP

4台分割の場合、トータルで能力100とする。



最近の対策:カスケード利用(国土交通省平成23年度第1回 住宅・建築物省CO2先導事業 採択プロジェクト)



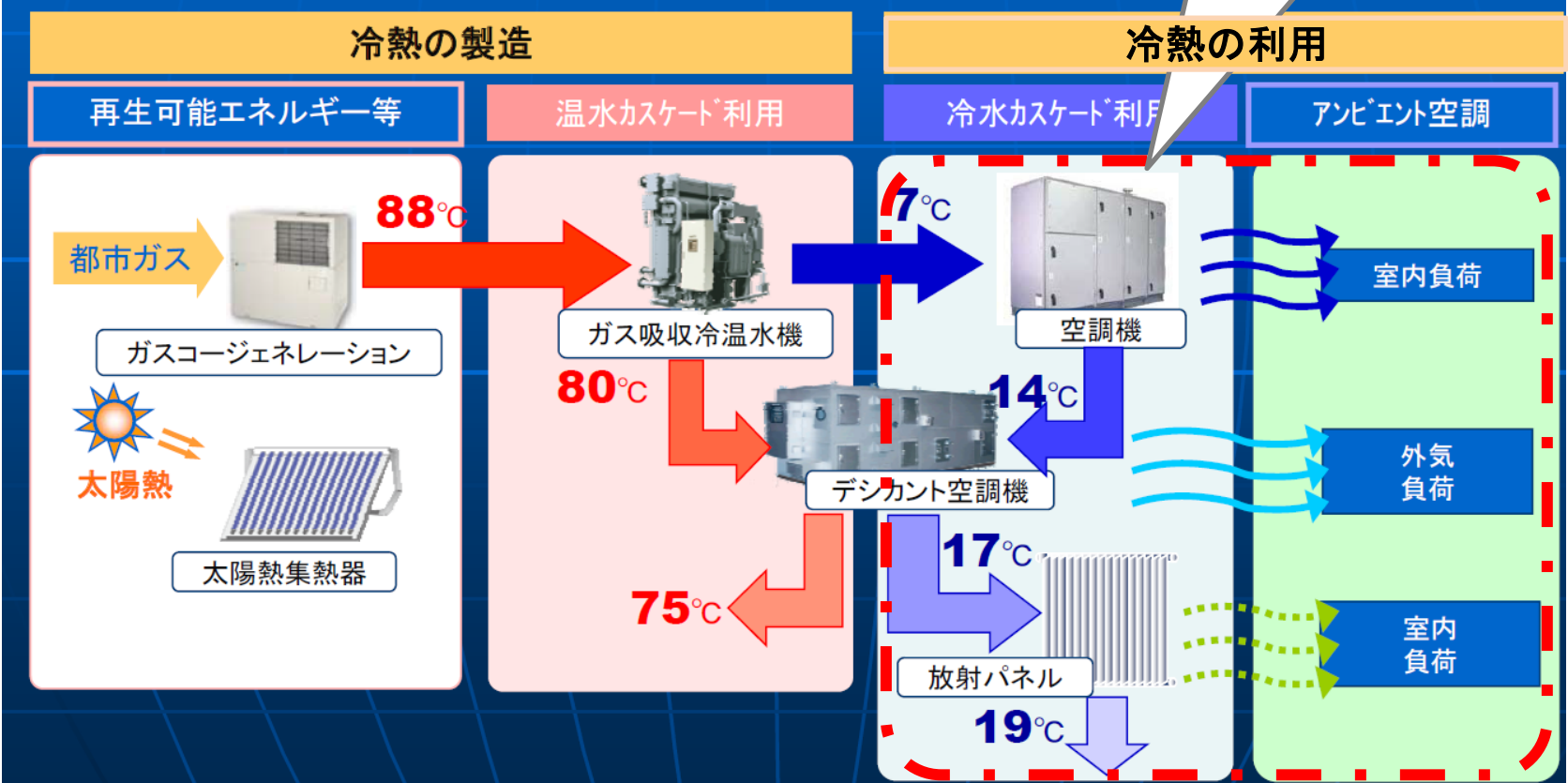
「温水・冷水のダブルカスケード利用」

冷熱の製造側(温水利用)、冷熱の利用側(冷水利用)のそれぞれで

「温水・冷水のダブルカスケード利用」

を行い、快適性を維持、包括的省エネ・省CO2を図る。

問題点:熱の流路が固定的であり、適用範囲は限られる



引用:東京瓦斯平沼ビル建て替えプロジェクト資料、東京ガス他 **冷水のカスケード利用部分**



2. サーマルグリッドシステムの開発

熱源機が低負荷のため低効率で運転

現在の対策:

- ① 高効率熱源機の採用
 - インバータによる高効率化
- ② 熱源の大規模化(地域熱供給)
 - 熱源機の台数分割・台数制御
- ③ 冷温水のカスケード利用

現在の対策の問題点

- ・冷却水温が高いと負荷率40%以下では効率向上効果は僅か
- ・熱源機コストアップ
- ・熱源機コストアップ
- ・カスケード構成が固定

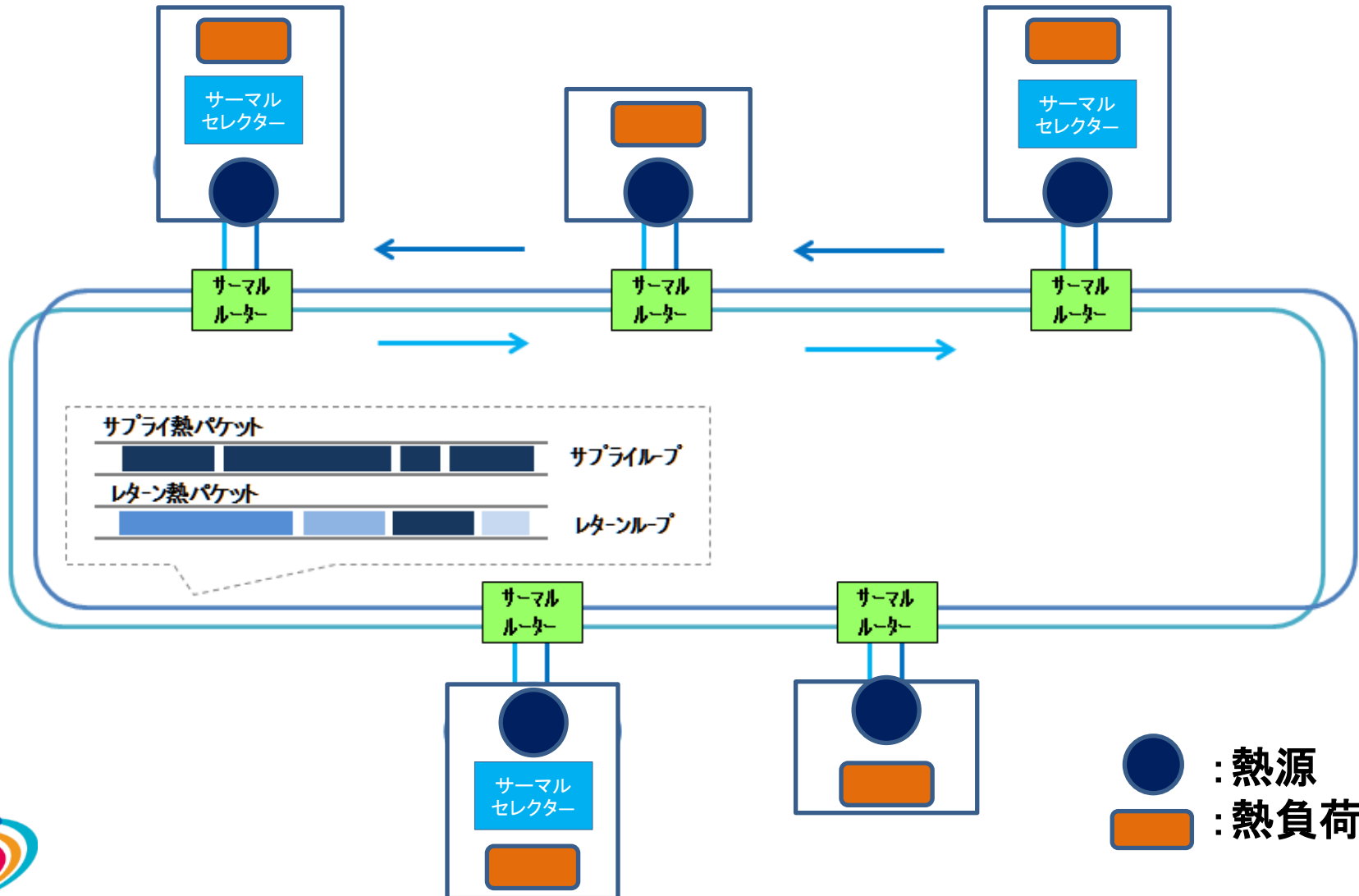
「サーマルグリッドシステム」を研究開発

- ⇒ 既存街区で高効率熱源機を共同利用
- ⇒ 既存街区内の個別熱源を相互に共同利用することで、台数分割と同じ効果が得られる
- ⇒ 熱の流路を柔軟に変更⇒カスケード利用の適用範囲を拡大



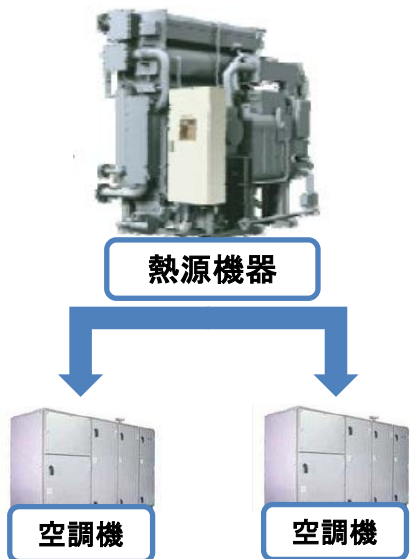
サーマルグリッドシステムの基本構成

順次、選択された建物の熱源から冷水をループ配管に送り出し、需要側の建物へ届けることができるシステム

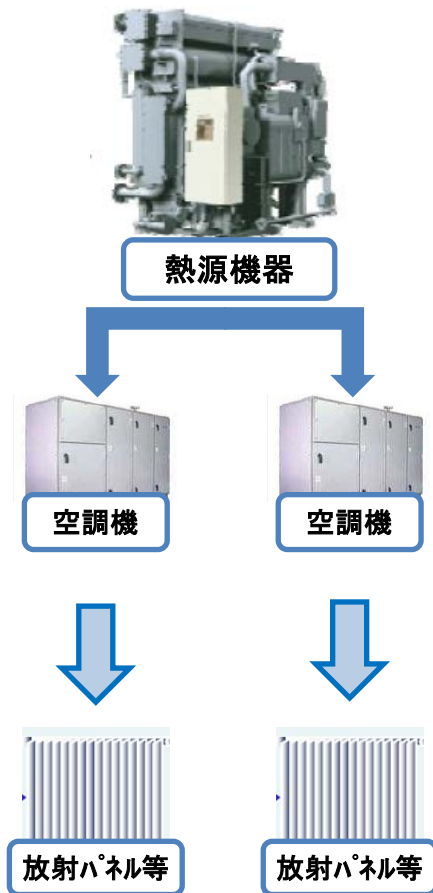


サーマルグリッドシステムによるカスケード利用

通常の空調システム

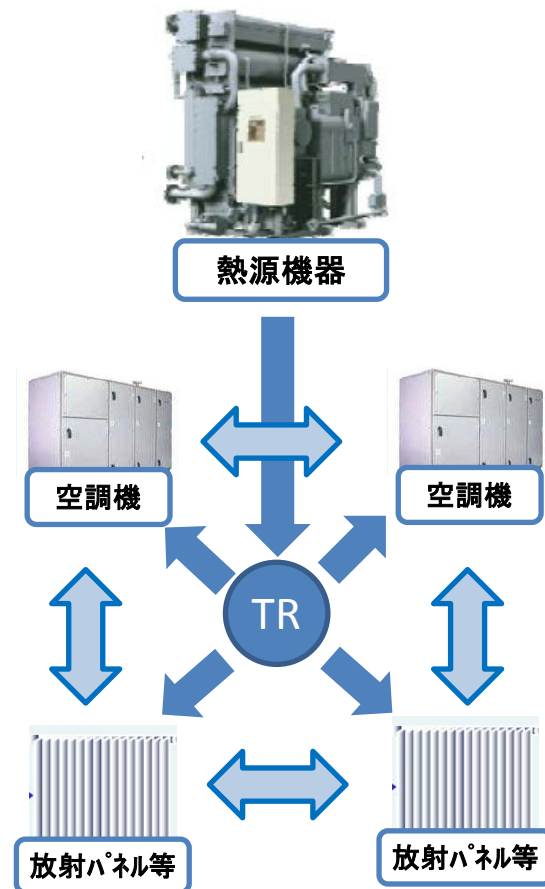


今までのカスケード利用



冷温水の2次利用

サーマルグリッドシステムによるカスケード利用



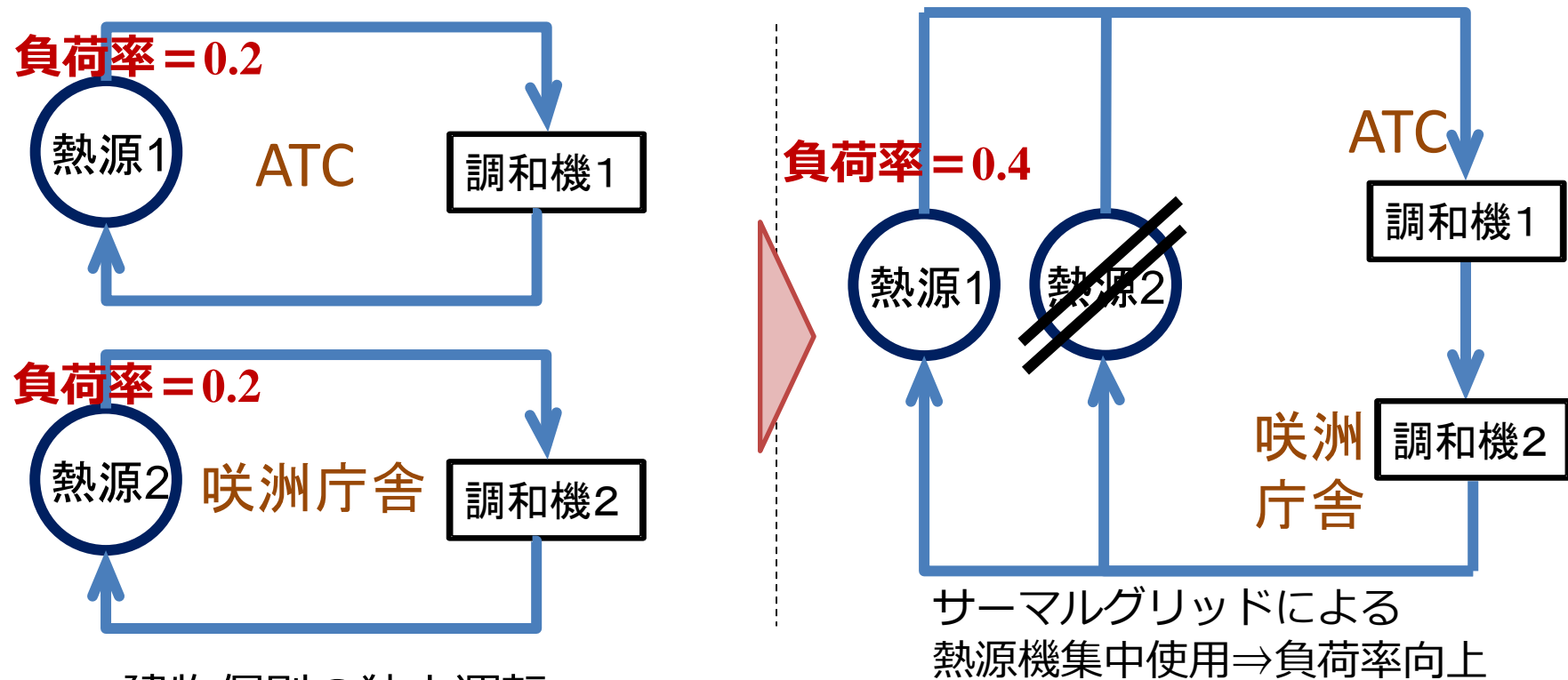
冷温水の**双方向**2次利用
TR サーマルルーターまたは
サーマルセクター



サーマルグリッドシステムにより得られる省エネ効果1



複数建物群中の一部の熱源機を集中使用による熱源機効率向上効果が得られる原理



- ・熱源(ターボ冷凍機)の消費電力は40%削減
- ・冷水流量が1/2となり、冷温水ポンプ消費電力は半分以下
- ・冷却水ポンプ消費電力は半分

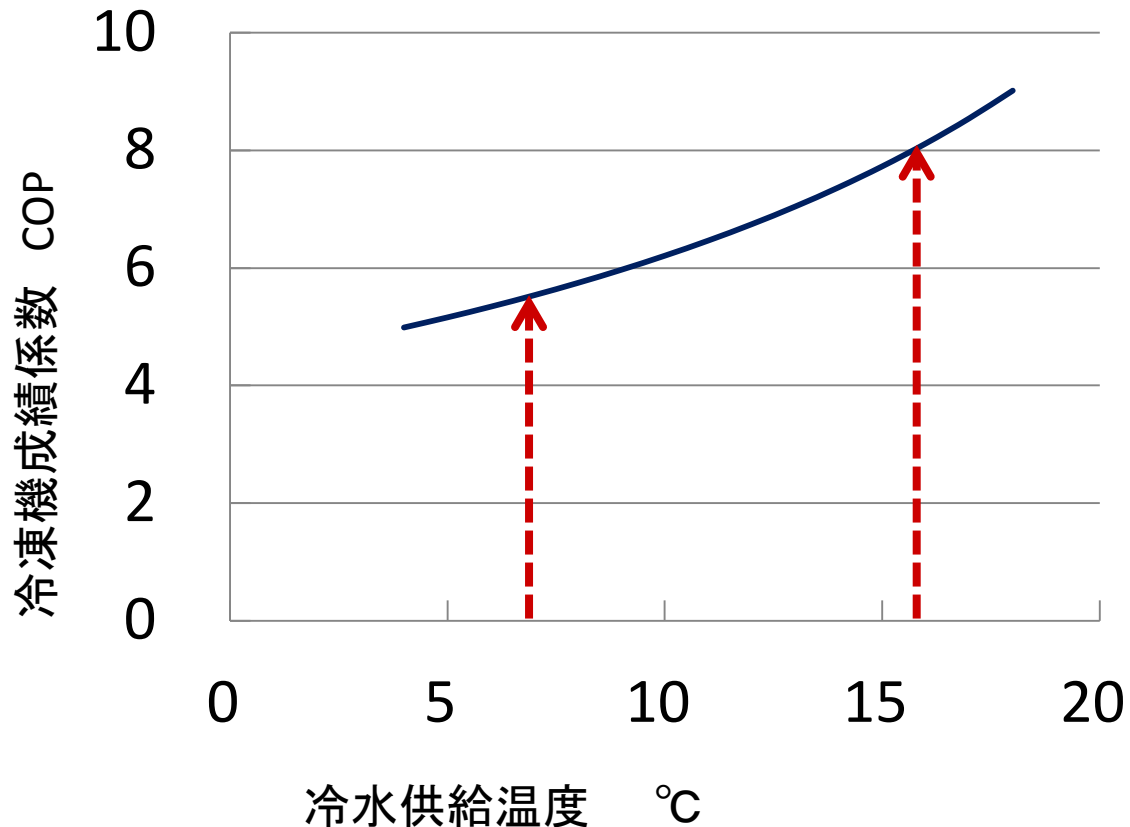


サーマルグリッドにより得られる省エネルギー効果2

部分負荷時の高温冷水使用による熱源機効率向上

- ・熱源供給温度緩和(夏期は冷水温度を高く, 冬期は温水温度を低く)効果が期待できる.
- ・三菱重工製インバーターボ冷凍機の負荷率100%時の特性により効果を検討した.

条件: 熱源機効率(COP)は冷水供給温度7°Cのとき5.5であるのに対し, 16°Cで8.1となる(効率向上効果47%).



本グラフは次の文献の冷凍機特性より算出した.

◇上田, 梶野, 下田: ターボ冷凍機部分負荷性能推定手法の開発 - 第1報 - 性能推定手法の概要と実用化
 空気調和・衛生工学年次大会, 2010-9, p.93-96

◇高山, 赤司, 桑原ら: ターボ冷凍機部分負荷性能推定手法の開発 - 第2報 - 性能推定手法の簡易性能評価ツールへの導入と効果
 空気調和・衛生工学年次大会, 2010-9, p.97-100



サーマルグリッドシステムの開発課題

① サーマルグリッドシステムの構成

- サーマルルーター
- サーマルセレクター
- サーマルループ
- 最適化制御と分散制御

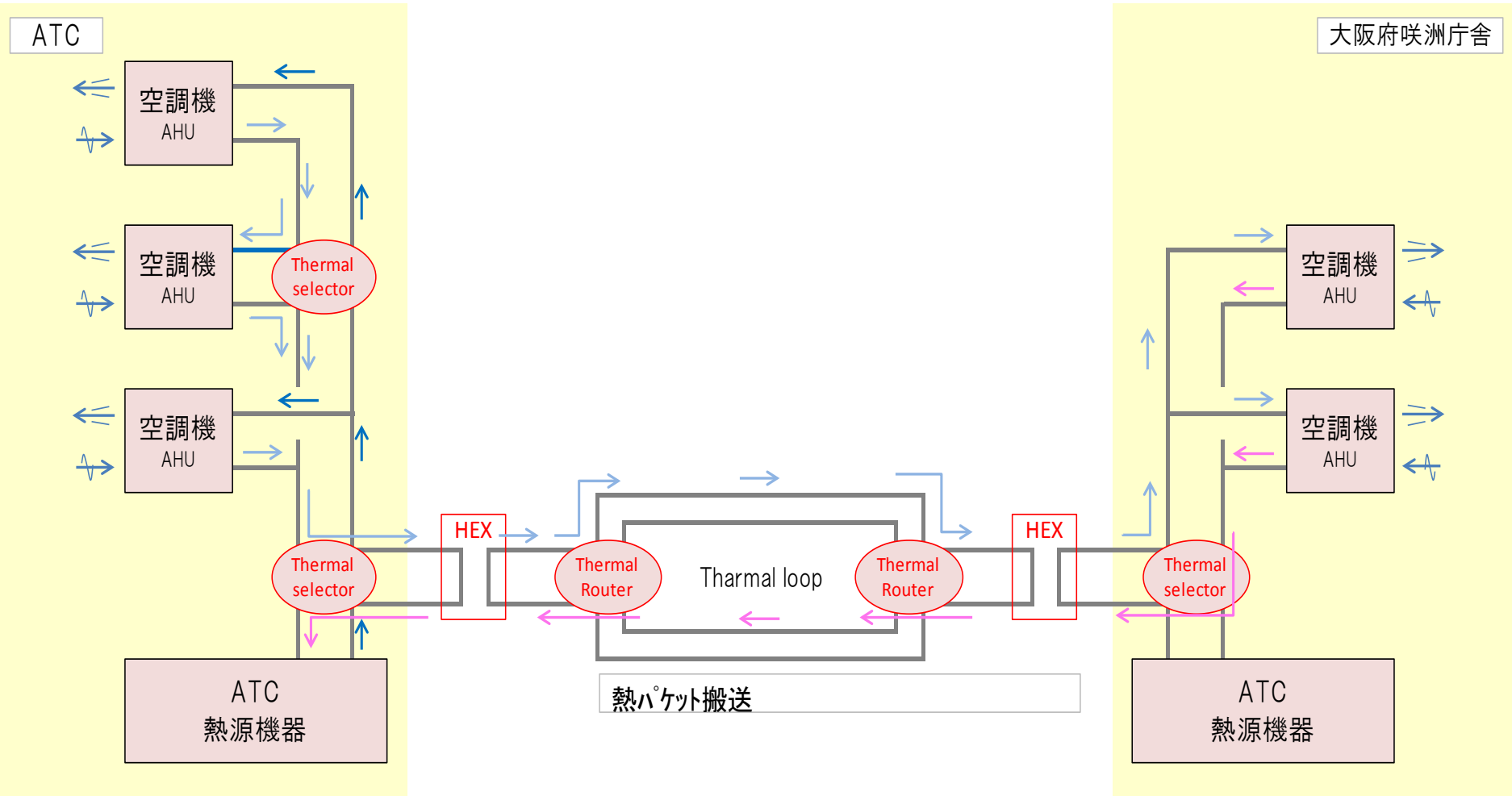
② サーマルグリッドシステムの制御方法

- 複数建物群中の高効率機熱源機の優先使用
- 熱源機の負荷率向上制御
- カスケード利用パターン選択制御
- 高温冷水使用制御

③ 熱パッケージ単位の課金による熱の取引(今後の課題)



実証設備配管の基本構成



実証設備



サ-マルル-タ (ATC)



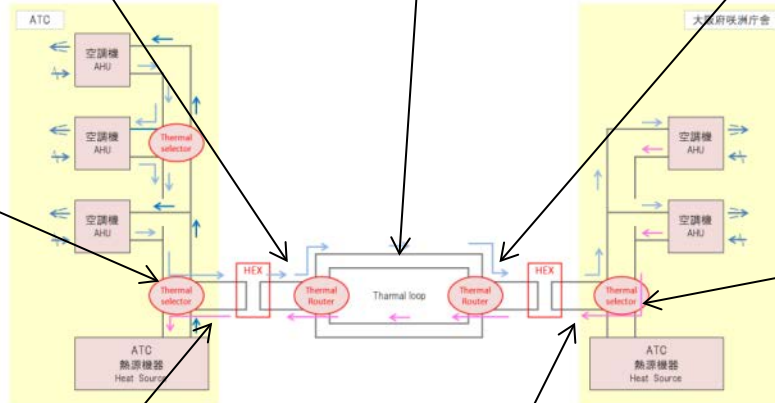
サ-マルル-プ (ATC~咲洲庁舎)



サ-マルル-タ (咲洲庁舎)



サ-マルセレクタ (ATC)



サ-マルセレクタ (咲洲庁舎)



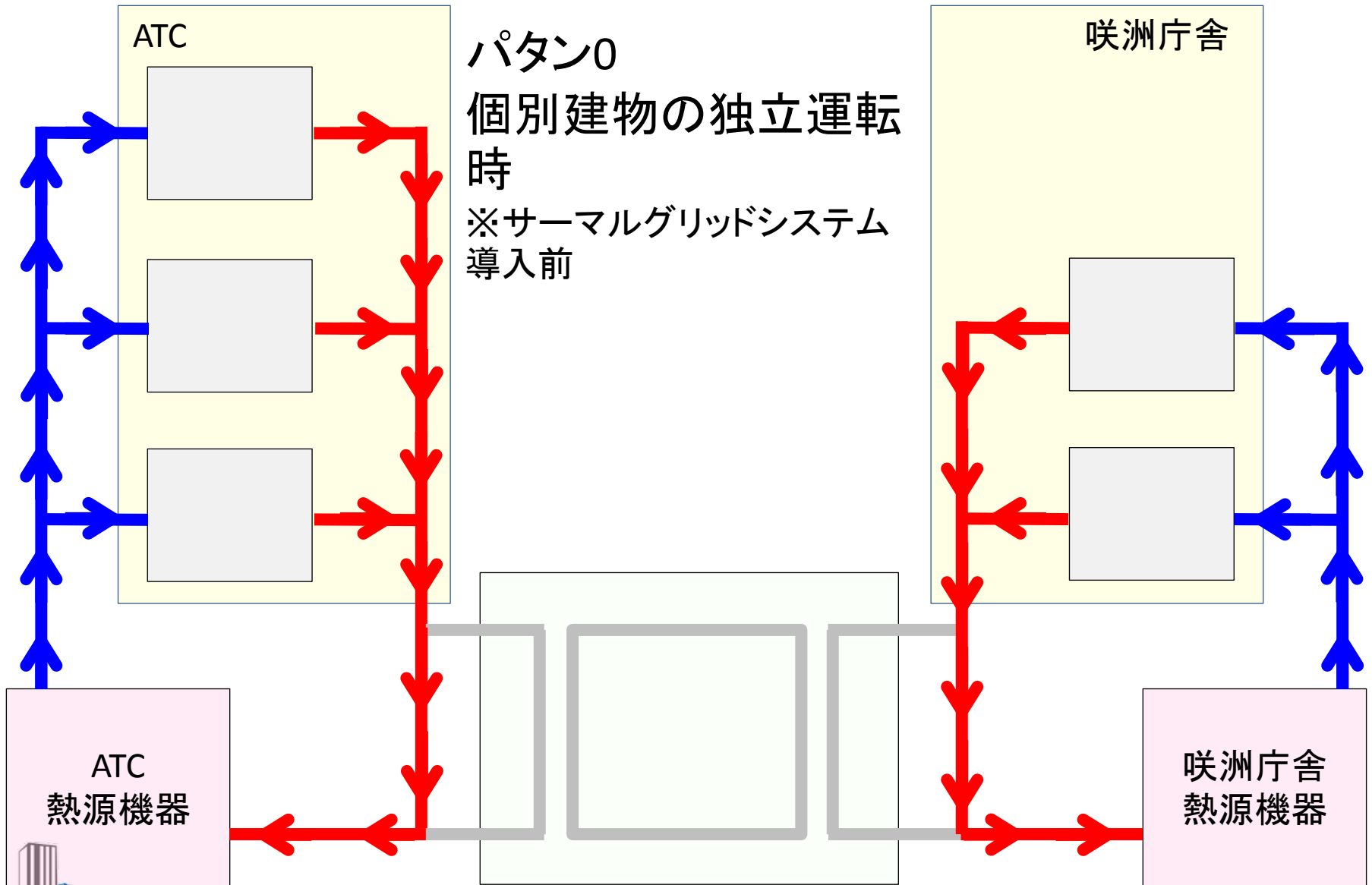
接続管 (ATC)



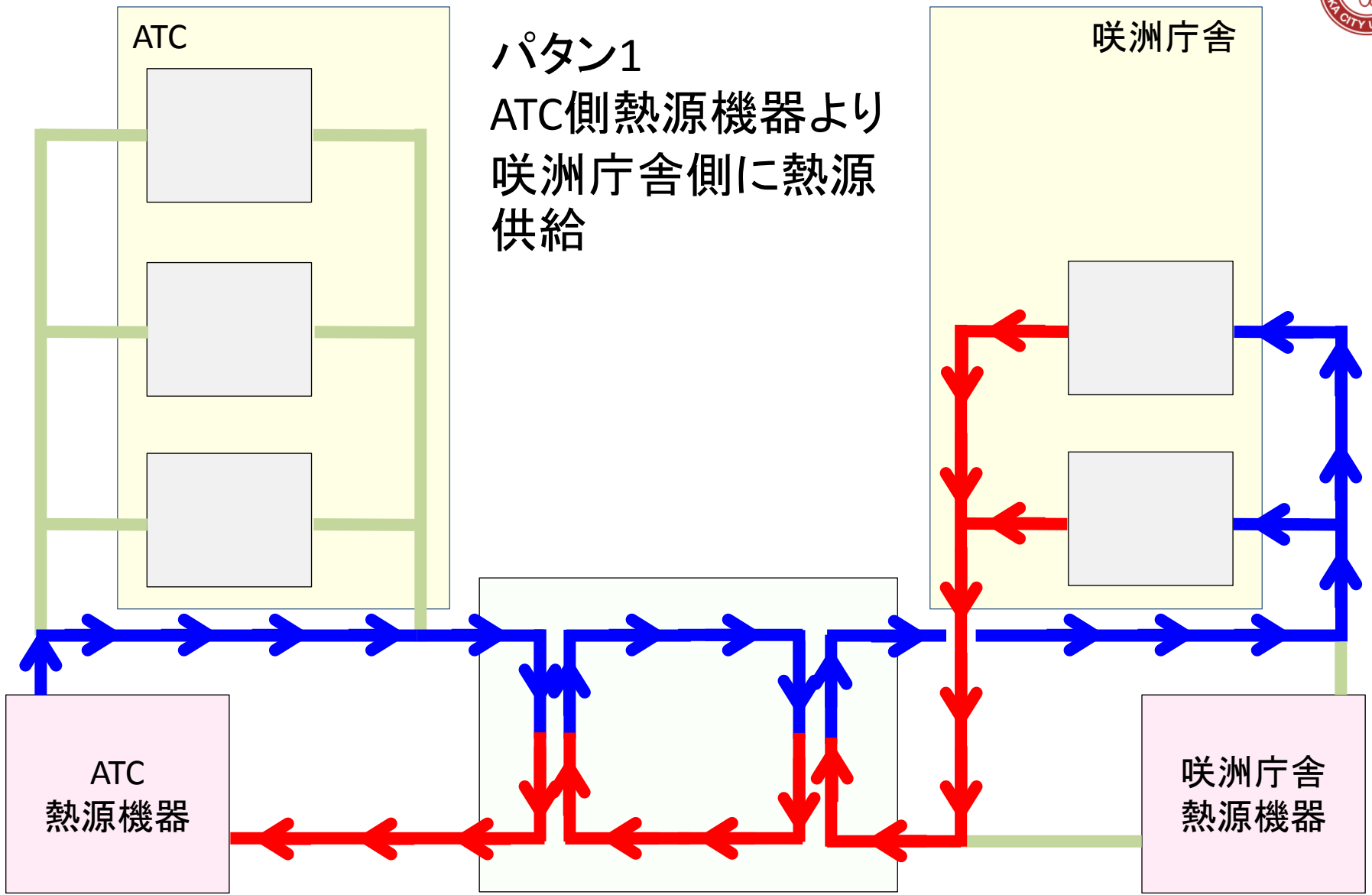
接続管 (咲洲庁舎)

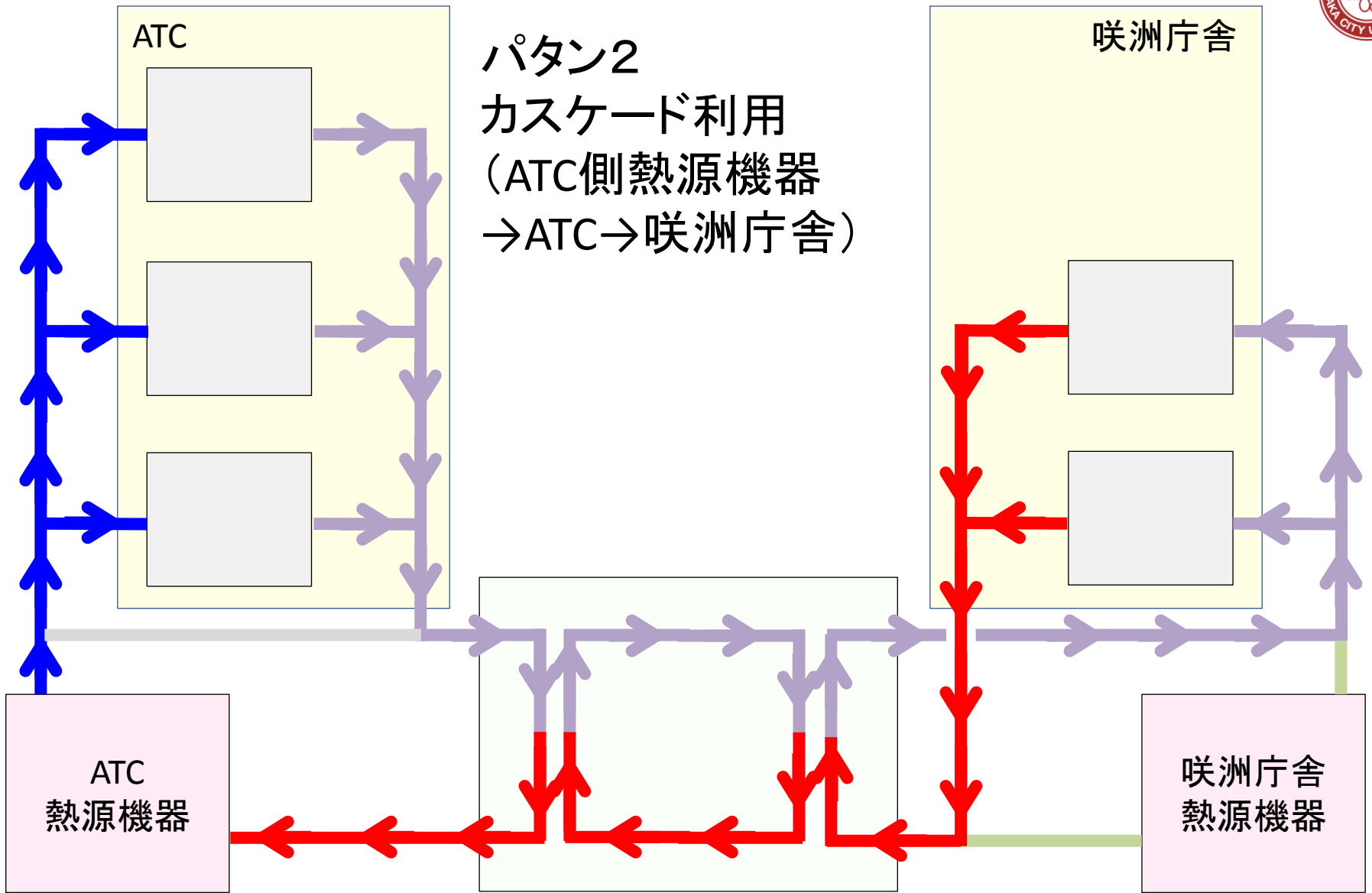


サーマルグリッドの動作パターン(実証設備)



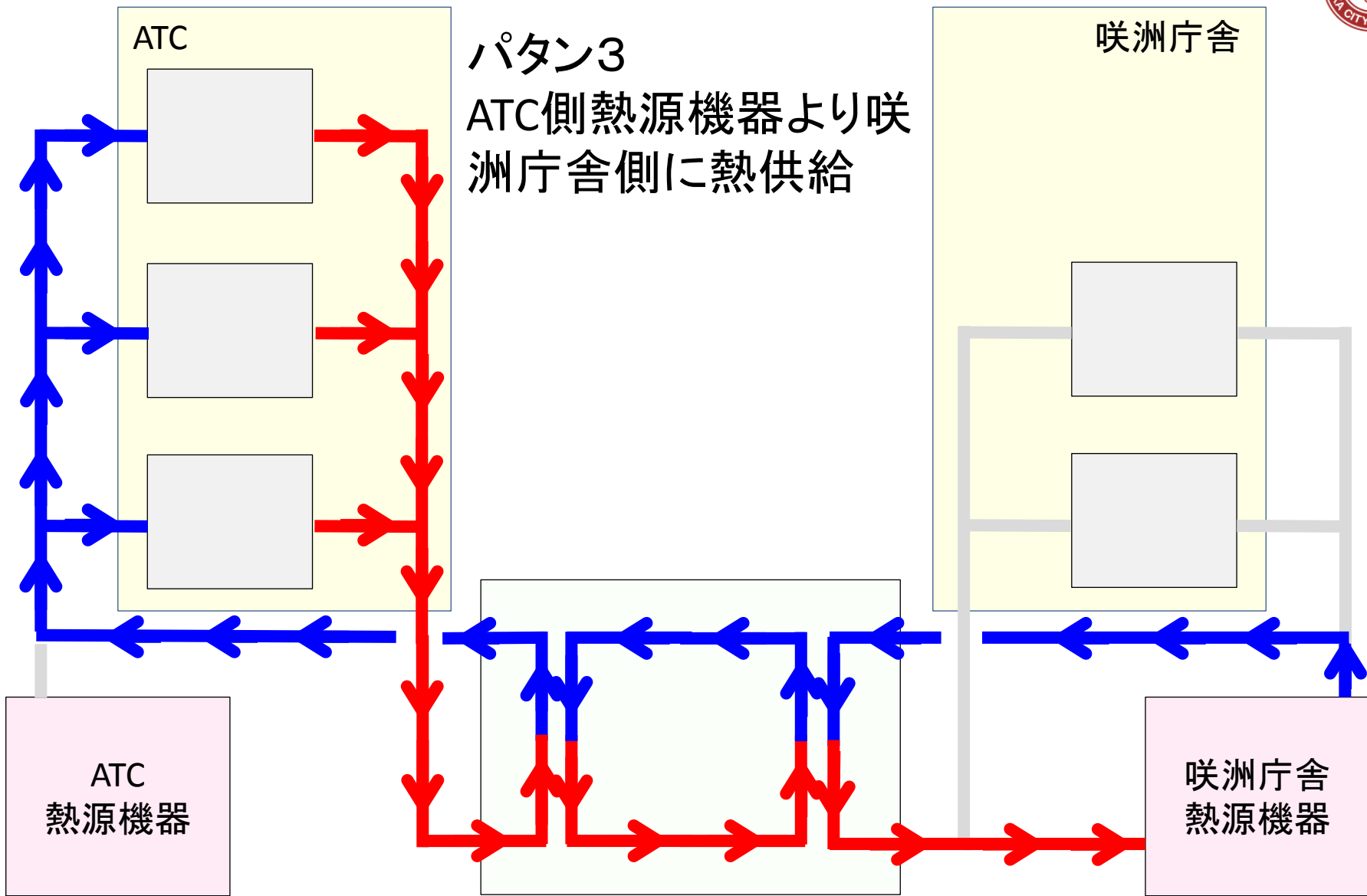
パターン1
ATC側熱源機器より
咲洲庁舎側に熱源
供給



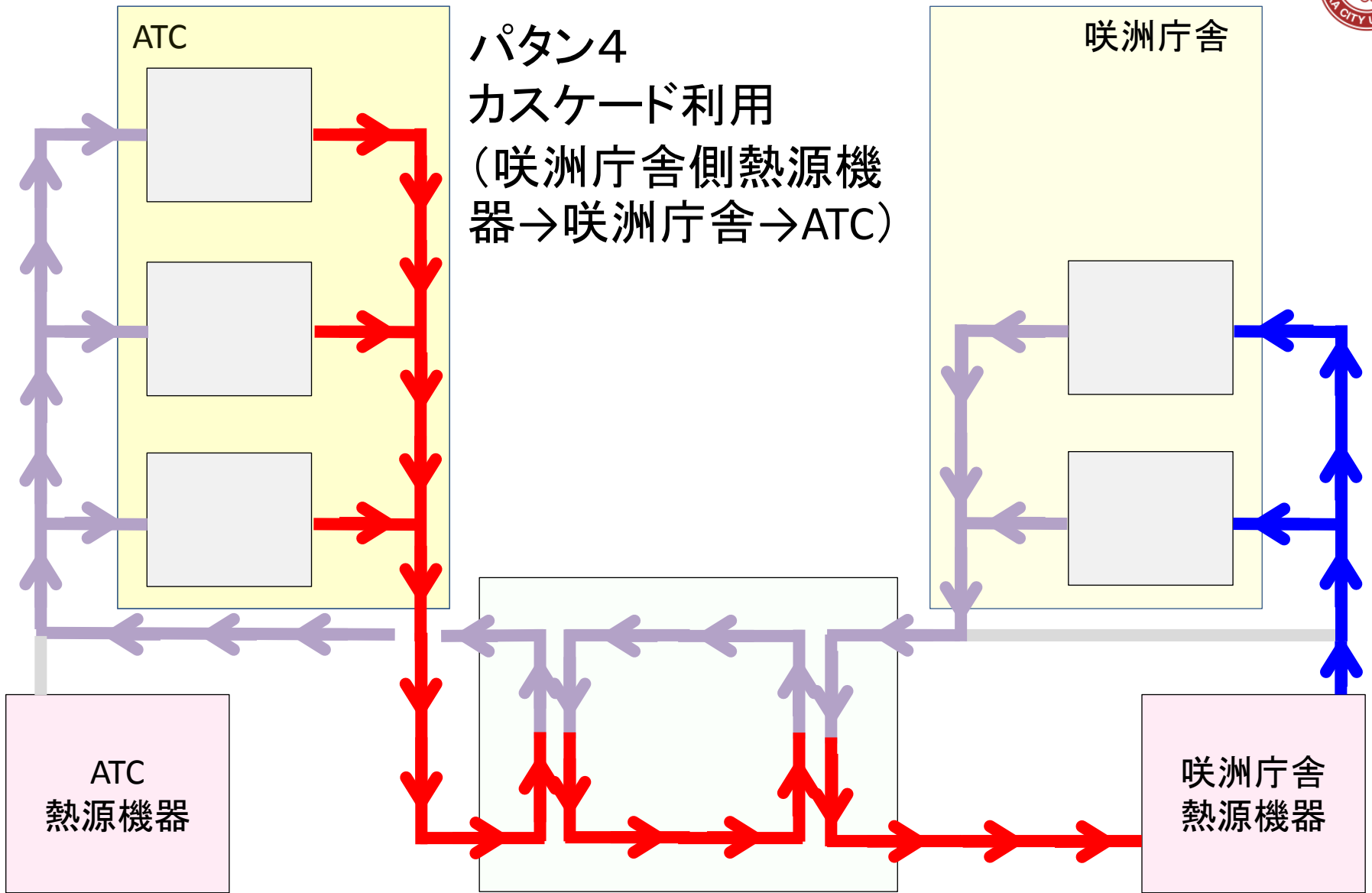


パターン3

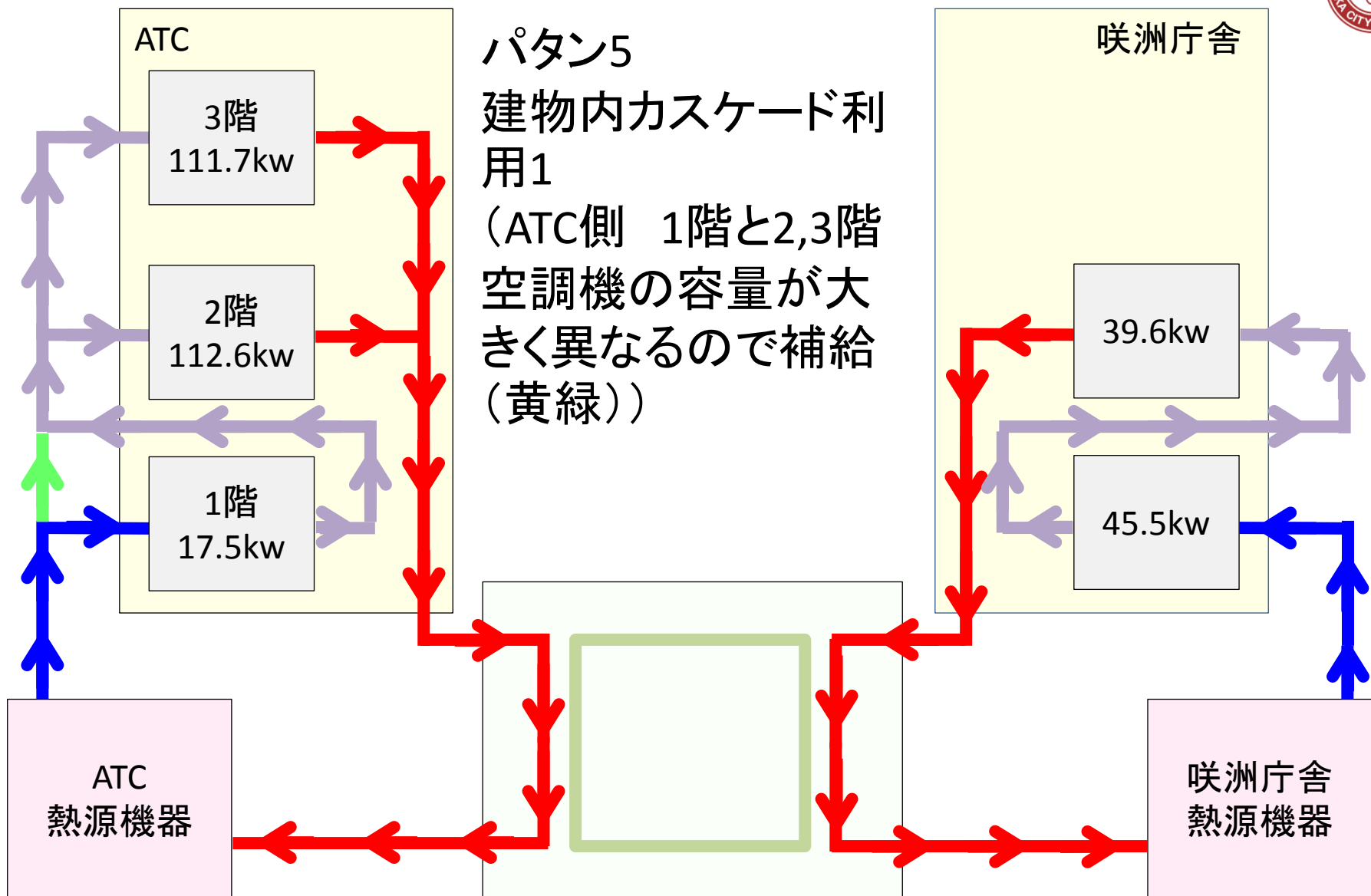
ATC側熱源機器より咲洲庁舎側に熱供給

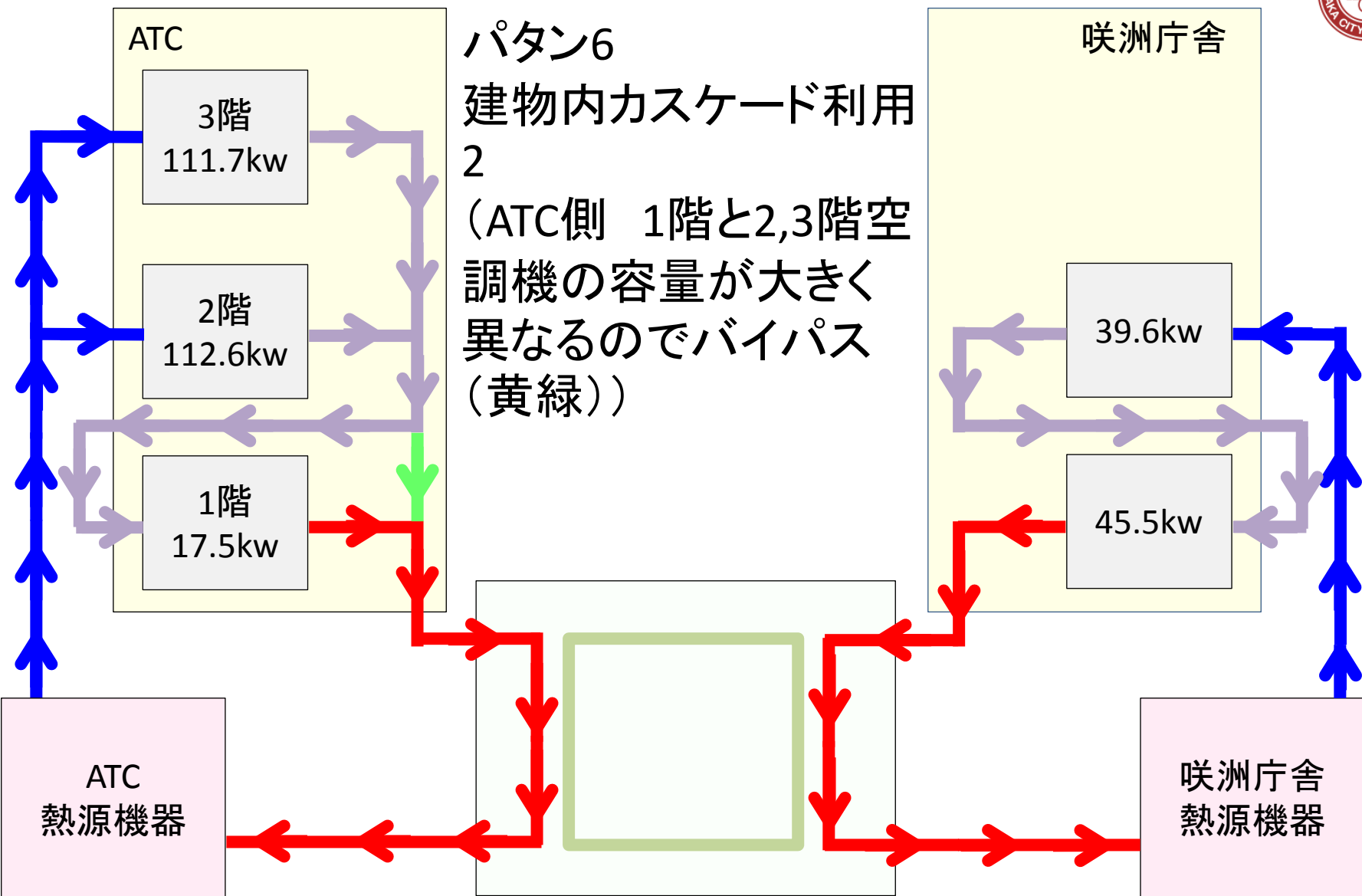


パターン4 カスケード利用 (咲洲庁舎側熱源機器→咲洲庁舎→ATC)



パターン5
建物内カスケード利用1
 (ATC側 1階と2,3階
 空調機の容量が大
 きく異なるので補給
 (黄緑))





4. 期待される効果

①冷暖房消費エネルギーを約4割低減:

サーマルグリッドシステムを導入するだけで、負荷率が向上し搬送流量が減少します。さらに、地域内の高効率熱源機器を地域全体で利用する効果等もあわせて、冷暖房消費エネルギーを約4割低減できます。

②新たな市場の創出:

「サーマルグリッドシステム」は設備更新とは異なる市場が創出できます。また要素技術として開発中のスマートバルブ、軽量断熱配管等は「サーマルグリッドシステム」以外にも展開可能です(別途発表予定)。

③地域冷暖房事業との接続効果:

国内で普及が進まない地域冷暖房設備とも接続が可能。導入によって地域冷暖房設備の低効率運転を回避できます。事業の収益性を大幅に向上可能に。

④災害に対する強靭さ(事業継続性):

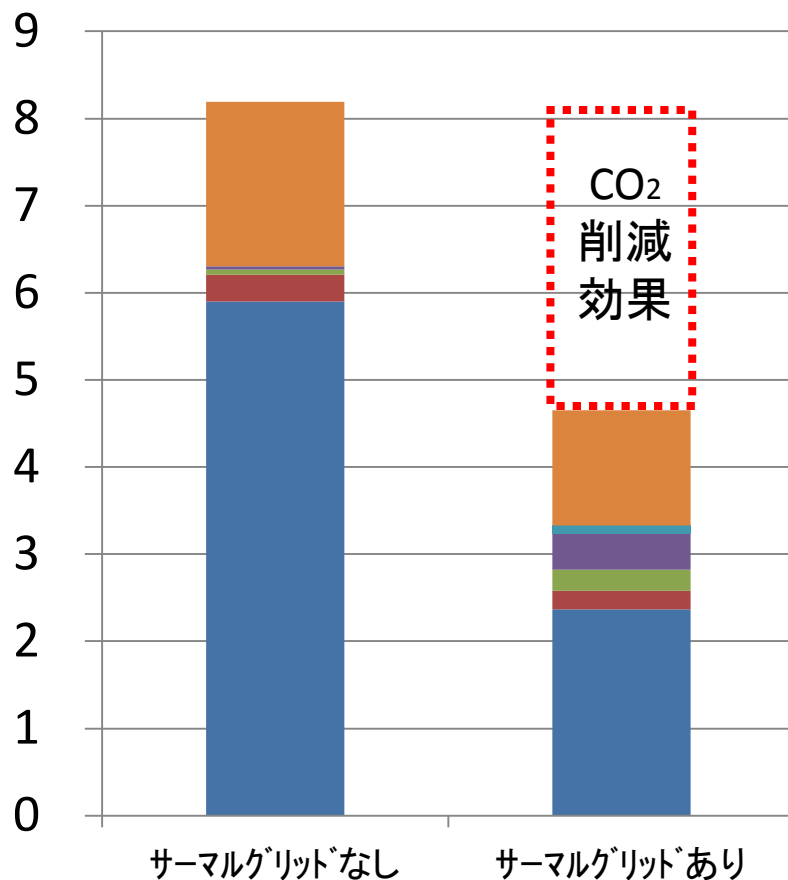
サーマルグリッドシステムが普及すると、熱源設備の故障時には近隣施設から重要施設への冷暖房優先供給が可能となり、災害に対する強靭さが高まります。



四施設への実導入によるCO₂削減効果

コスモスクエア駅、インテックス大阪、ATC、咲洲庁舎に大規模実導入の場合
 サーマルグリッドシステムのCO₂削減効果は約43%
 (2012年1~12月 年間使用実績から試算)

(千 t-CO₂/年)

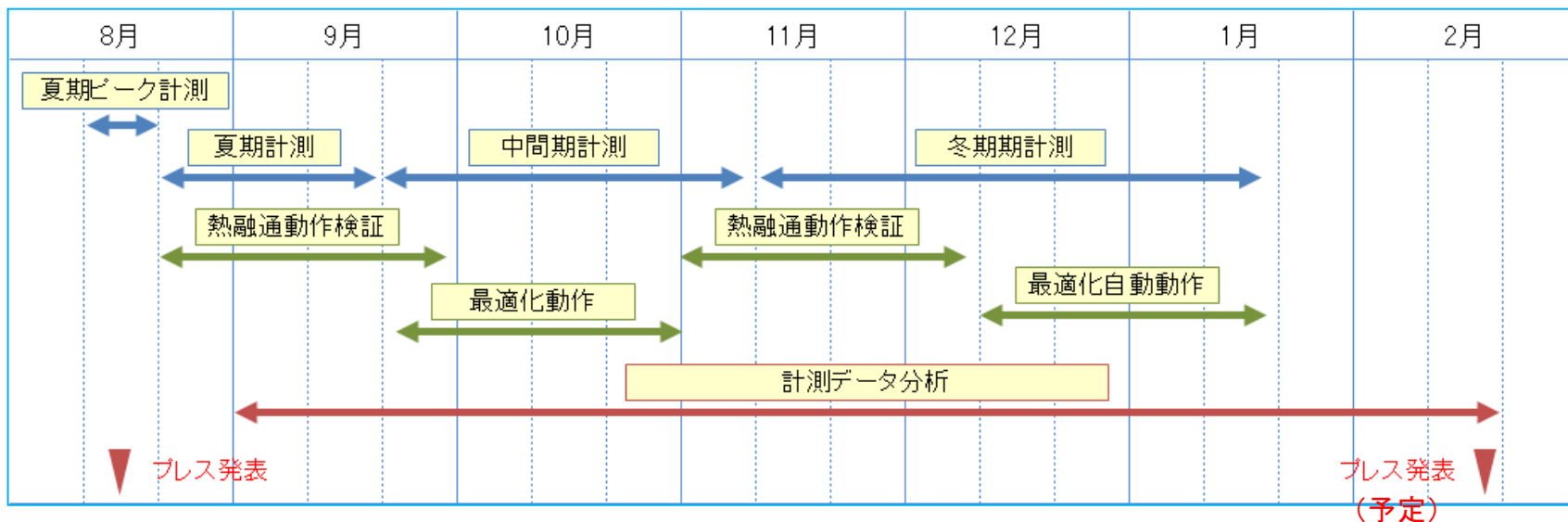


- 各建物内搬送動力
- サーマルグリッド搬送動力
- コスモスクエア駅
- インテックスターボ冷凍機
- インテックス
- ATC+咲洲庁舎

- (1)4施設への導入を想定してCO₂排出量削減効果を試算
 (2)仮定条件
- 1) 各施設の各月の代表日の使用実績を元に各月のエネルギー使用量を積算
 - 2) サーマルグリッドによって、駅とインテックスのターボ冷凍機を、優先的に動かし、各負荷へ熱融通。各能力の100%を利用し、不足分を地冷から補う。
 - 3) サーマルグリッドのポンプ補機能力を追加。
 - 4)各建物の搬送動力を、熱源の総エネルギーの30%として追加
 - 5)カスケード利用による流量減少効果は配管長が延びることによるマイナス要素を考慮して0.7倍とした。
 - 6)ループ管からの放熱損失は搬送熱量の10%とした。



5. 今後の予定



● 実証試験

- サーマルルーティング切替試験
- 熱パケット高温冷水冷房試験
- 最適化制御試験
- 分散制御試験
- 省エネ効果計測
- 結果報告 H27年 2月(予定)

● サーマルグリッド要素技術の開発

- インテリジェントスマートバルブ
- マルチセンサー
- 薄肉内断熱配管

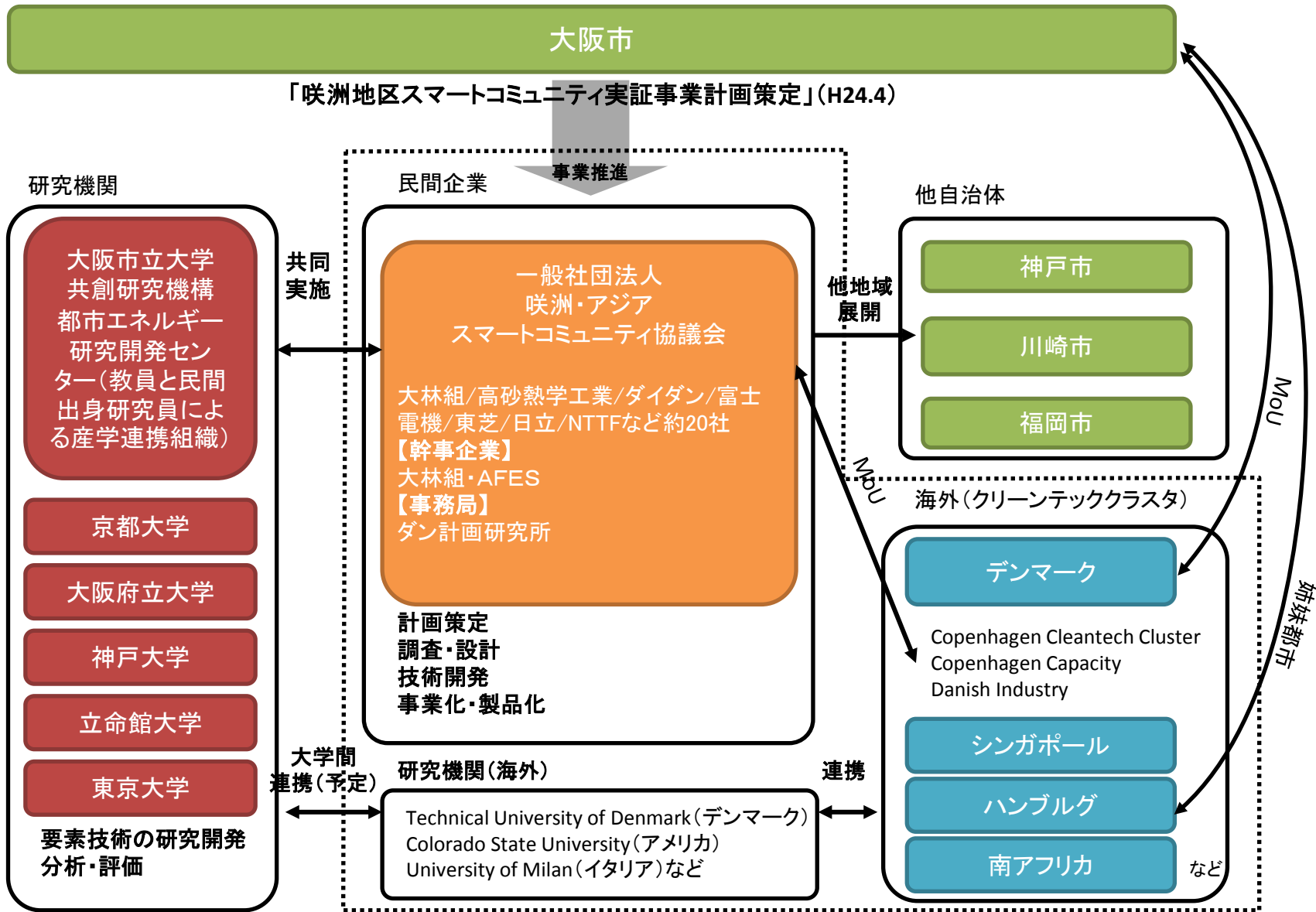


6. その他

- a. 産学官連携実行体制
- b. 咲洲・アジ アスマートコミュニティ協議会
- c. 国際交流（大学および協議会）
- d. 研究開発成果の普及へ向けた事業展開（協議会）



a. 産学官連携実行体制



創 立：平成24年8月

会員数：約20社

組織：大林組等が理事を務める社団法人

スマートコミュニティ構築技術の研究開発と社会実装

民間企業による研究開発成果の製品化

■スマートグリッド関連事業内容

① エネルギーネットワークインフラの技術開発、実証設備の設計施工および試験評価(大学と共同実施、報道発表の研究開発を含む事業)

電力：電力の自営線の整備に鉄道網を活用

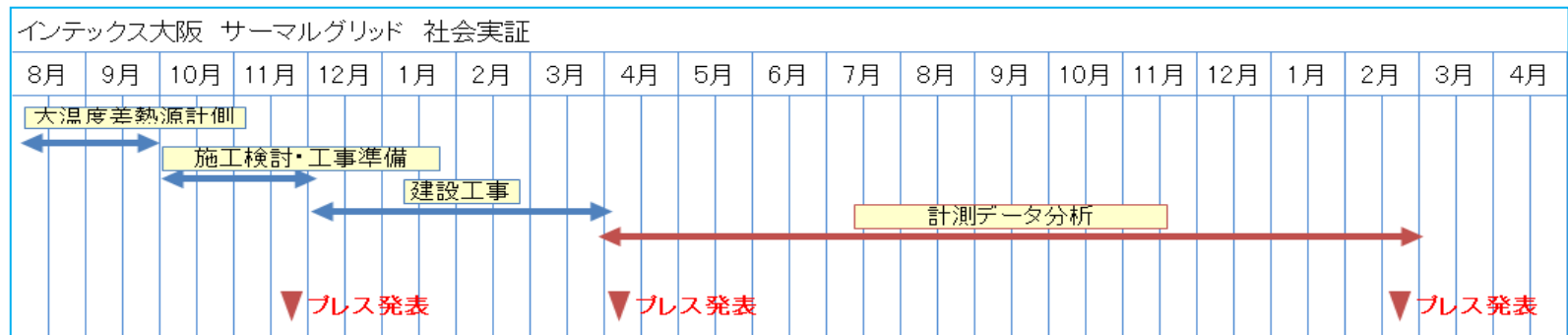
冷暖房：複数建物の既存熱源を接続し利用するサーマルグリッドシステム

② サーマルグリッドシステムの社会実証

インテックス大阪の複数の建物を既成市街地に模して、サーマルグリッドシステムを実際の建物群に適用(設計、建設、運用)

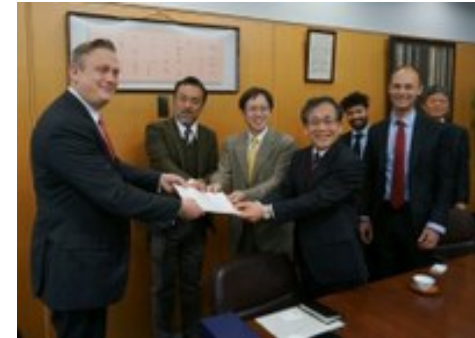
③ サーマルグリッドシステムの普及

咲洲の4施設への本格導入、さらに、鉄道駅を中核とした既存街区や高い熱需要密度の既存街区への展開



c. 国際交流（大学および協議会）

■コペンハーゲン・クリーンテック・クラスター（CCC）が来学（2014年2月）
 ・CCCの活動（大学を含むCCC組織、コペンハーゲンの低炭素まちづくり計画、国際連携）および欧州におけるスマートコミュニティ関連実証研究を紹介するセミナーを開催



▲CCCによる表敬訪問

■ICN SUMMIT 2014に参加（2014年5月）
 「サーマルグリッド・システム」についてプレゼン
 ※ICN（「国際クリーン技術ネットワーク」）には世界300の大学と研究機関が参画

※世界16のクリーンテッククラスターに所属する8,000の民間企業との連携



▲ICNに参画するクリーンテッククラスター

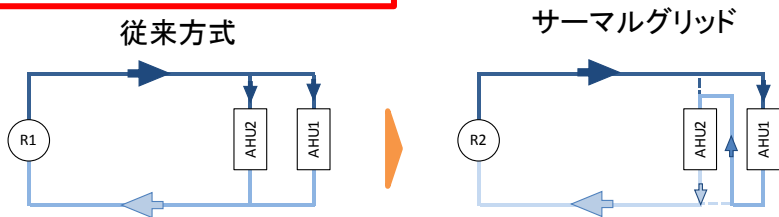


▲ICNサミットの様子



d. 研究開発成果の普及へ向けた事業展開（協議会）

国際特許（大学と共同出願）



■ サーマルグリッドの国際特許を出願中
ITUにてカスケード利用を行う、サーマルグリッドの国際特許を申請中

国内展開

地下街展開

高速道路展開

地下鉄展開

■ 夢洲ビジョンへの策定

国交省事業への技術情報提供により夢洲の開発ビジョンの策定



海外展開



■ CCCとの業務連携

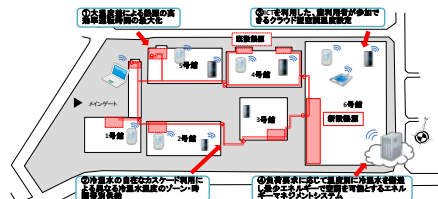
デンマークのCCC(コペンハーゲンクリーンテッククラスター)とSSCAでMOU締結。

■ ICNに参画

国際ナショナルクリーンテックネットワークに参画

■ ハンブルグでの発表

実事業化



■ サーマルグリッドの実用化

環境省 グリーコミュニティ推進実証事業の採択。
代表:大林組 実証場所:インテックス大阪

商品化

無線通信

マイコン制御

センサー内蔵

イメージ図

■ スマートバルブ

汎用回線による自動ネットワーク
マイコン制御・センサー情報の自己分析制御