

# 蓄熱システムの研究開発

プロジェクト名： 未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発

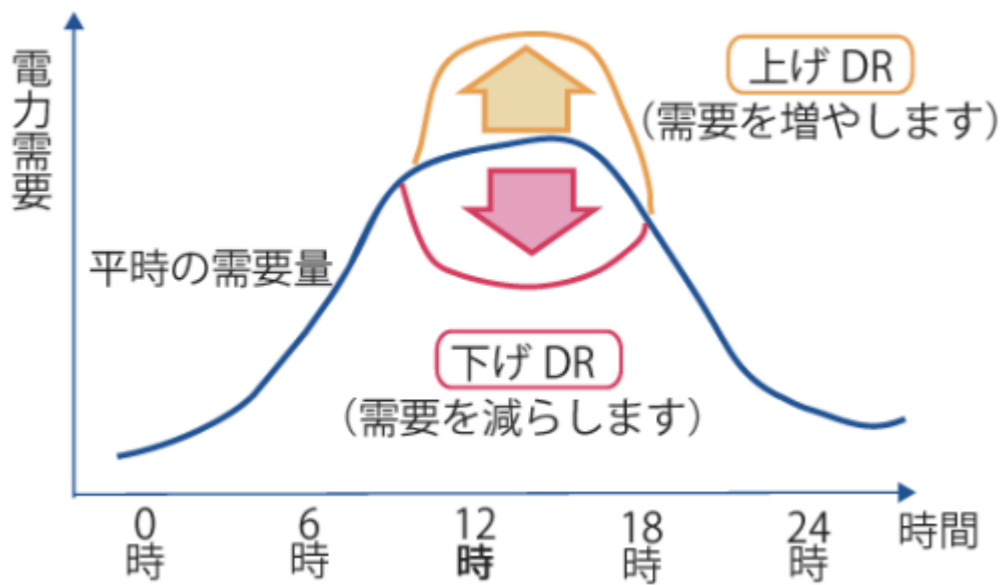
プロジェクト実施者： パナソニック株式会社

プロジェクト実施期間： 2013年11月～2023年3月



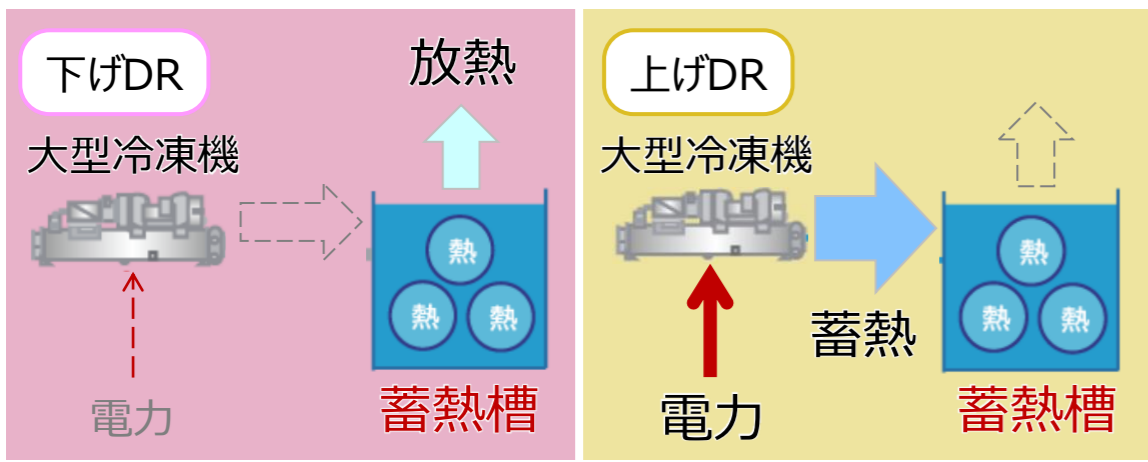
再生可能エネルギーの容量増加やこれまで出力調整を担ってきた石炭等の火力発電所廃止の動きがあり、火力発電所や蓄電池に代わる電力需給調整手段として蓄熱システムが期待されている

## 蓄熱システムによる電力需給調整



## 想定適用先

- 10℃前後の冷熱需要がある用途
- 民生（オフィスビル、商業施設）：空調
  - 産業（食品工場、冷蔵倉庫）：プロセス冷却



(出典) 日本熱供給事業協会 <https://www.jdhc.or.jp/what/merit/>に基づき、当社作成

## 空調

### オフィスビル



(出典) COOL&HOT 2015 No.49

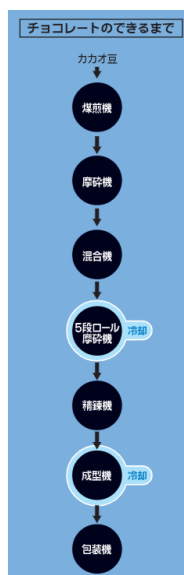
### 商業施設



(出典) COOL&HOT 2013 No.45

## プロセス冷却

### 食品工場

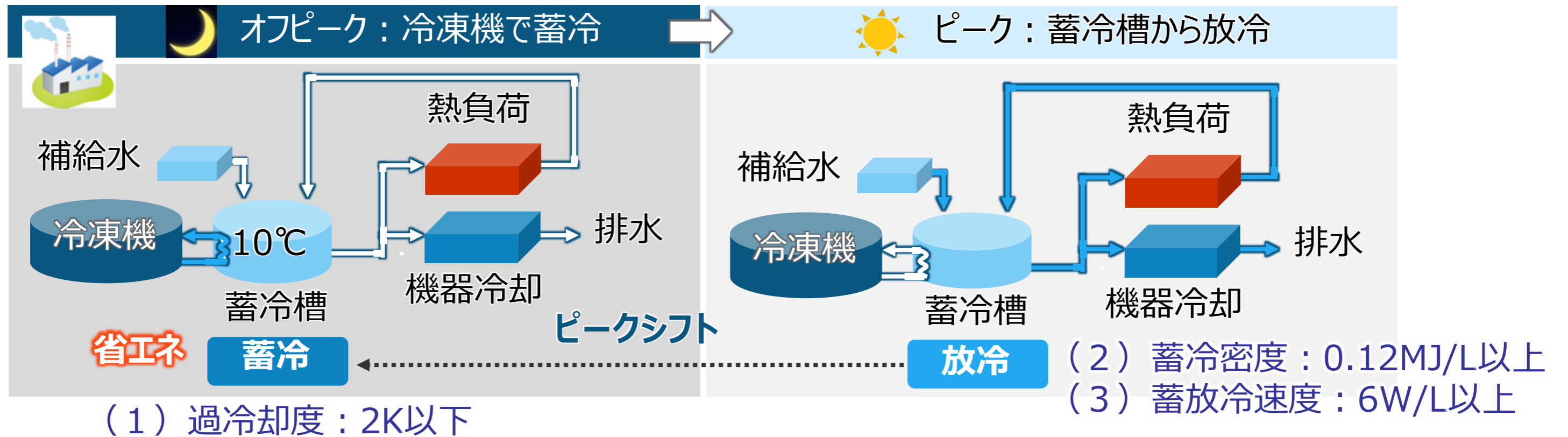


(出典) COOL&HOT 2006 No.25

・ オフピークの冷凍機運転で蓄えた熱をピークに使用し、ピークシフト。10℃前後で熱を貯めることで省エネ

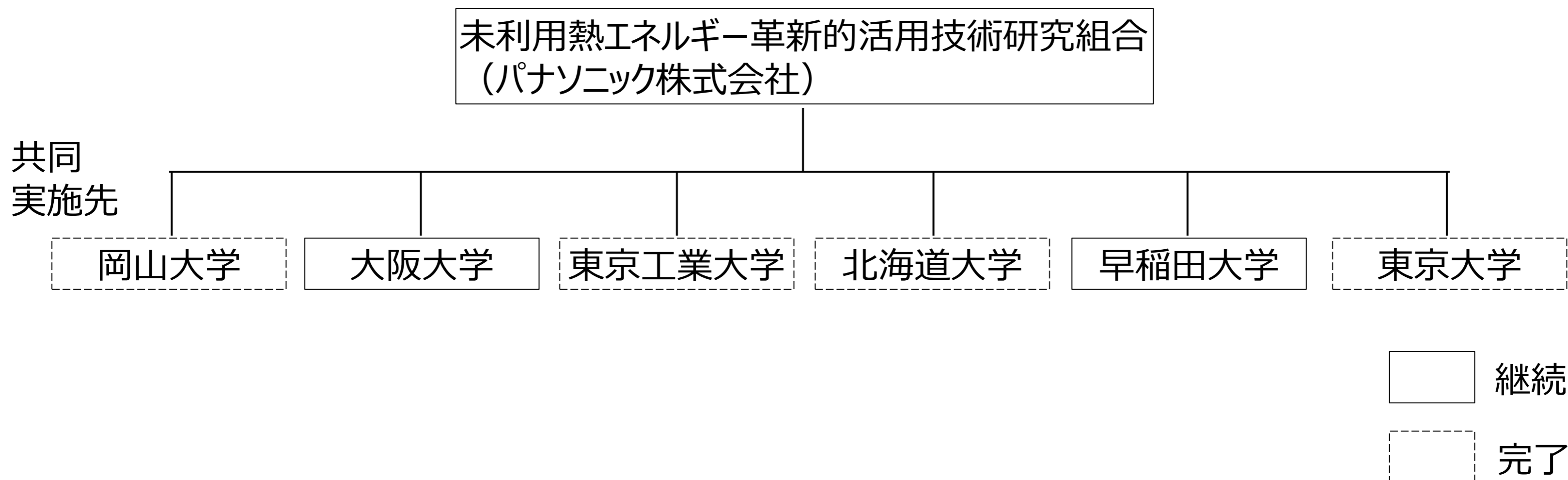
## 目標

- ・ 模擬システムを構築する
- ・ 要求仕様を満たすことを実証する
  - (1) 過冷却度 : 2K以下
  - (2) 蓄冷密度 : 0.12MJ/L以上
  - (3) 蓄放冷速度 : 6W/L以上
- ・ 省エネ等の効果を明らかにする



- 6大学を共同実施先として研究開発を推進し、学会発表：17件、論文：4件、受賞実績：1件、プレス発表：2件（22年3月時点、当社単独除く）の成果を創出

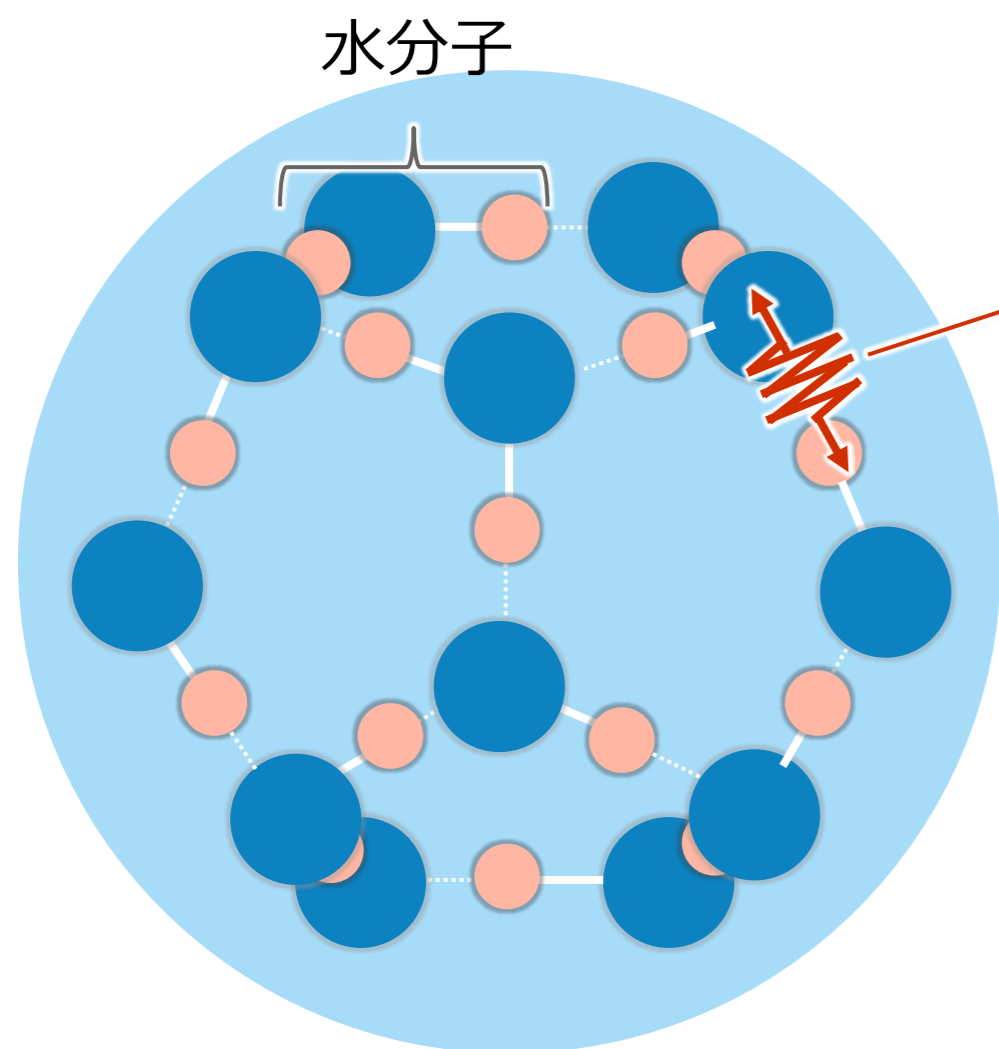
### 研究開発体制





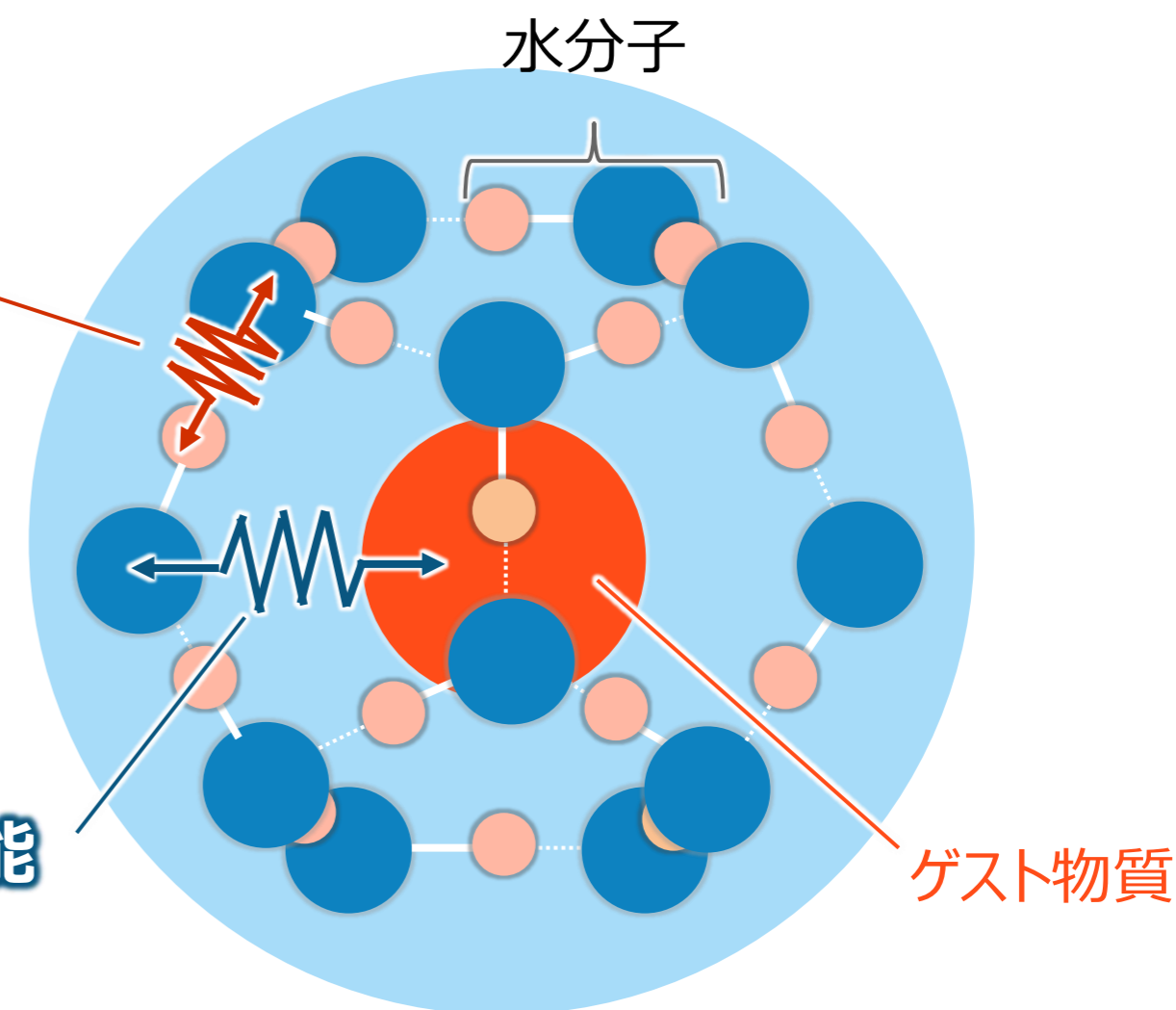
- ・ 時空を超え、氷より高い10℃前後の温度で、氷と同等の高密度で冷熱を貯める蓄冷技術
- ・ 籠構造の中に包接したゲスト物質が水分子と相互作用することで、氷より高温で蓄冷できる

### 氷蓄熱（融点0℃）



水素結合  
氷と同等の蓄冷量

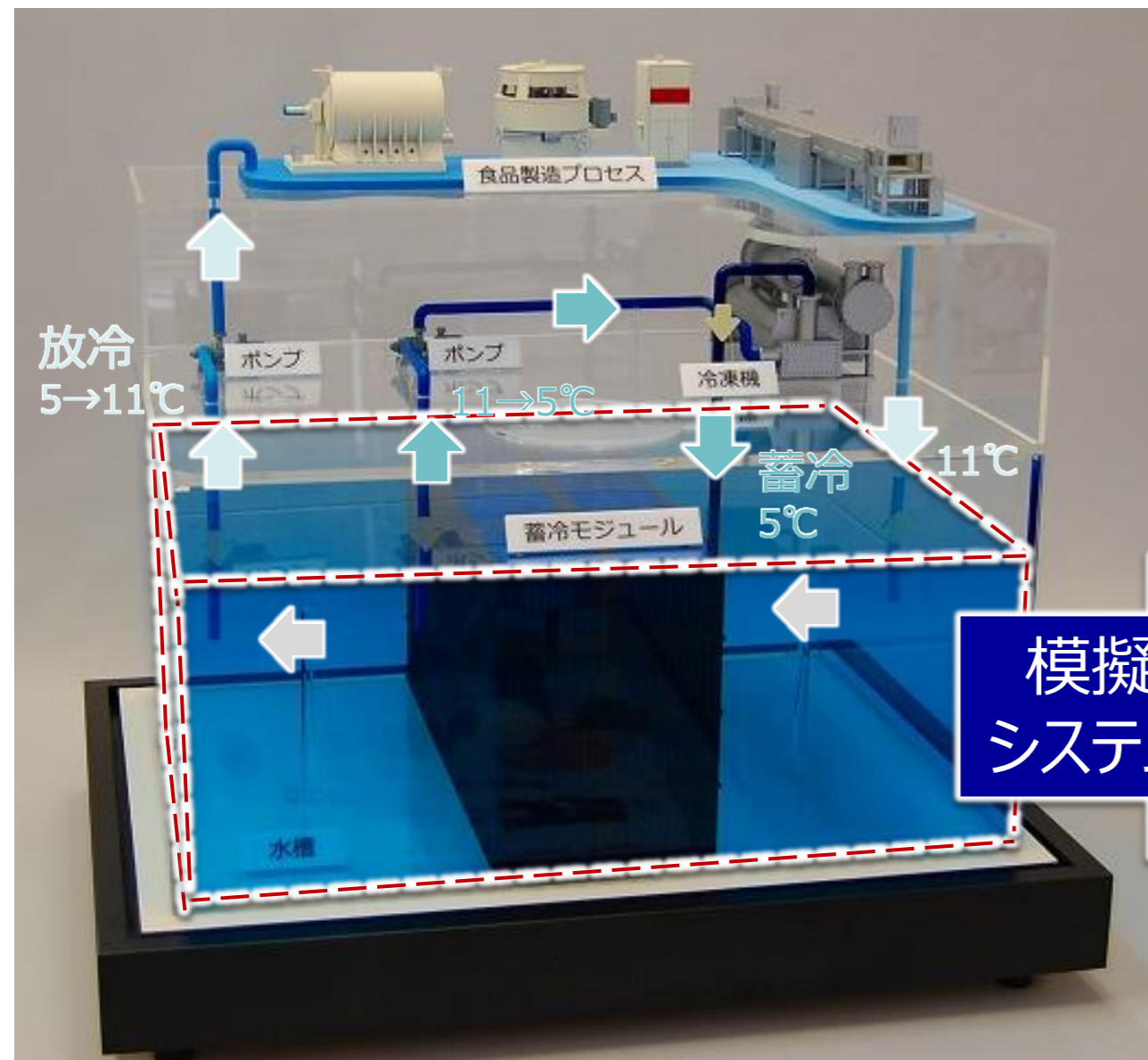
### 高密度蓄冷（融点10℃前後）



相互作用  
氷より高温で蓄冷可能

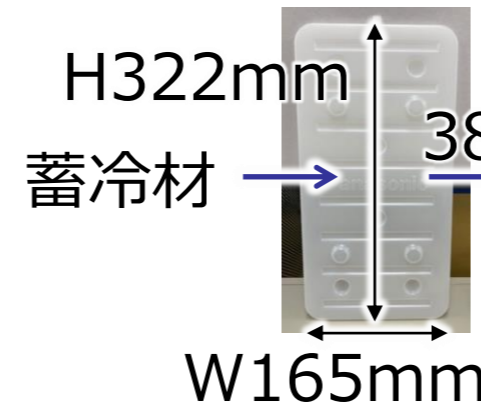
- 目標：模擬システムを構築する
- 成果：食品製造プロセスへの適用を想定し、水槽内に蓄冷モジュールを設置した模擬システムを構築

## 食品製造プロセスへの適用形態

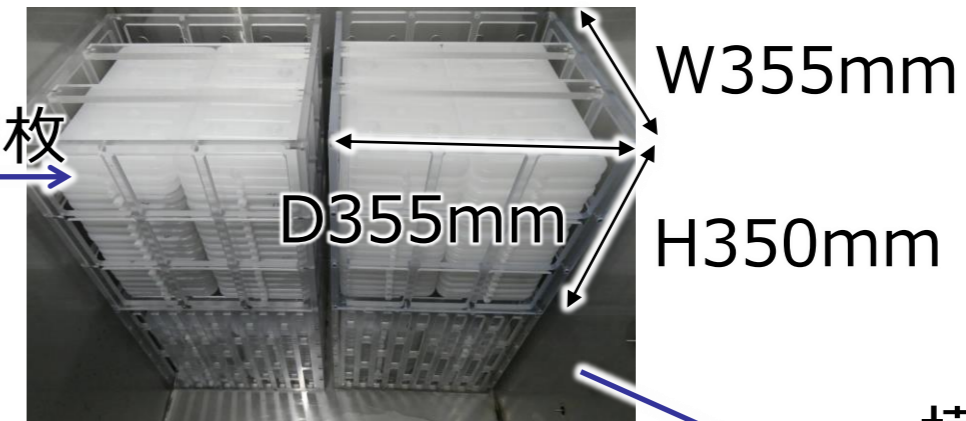


**模擬システム**

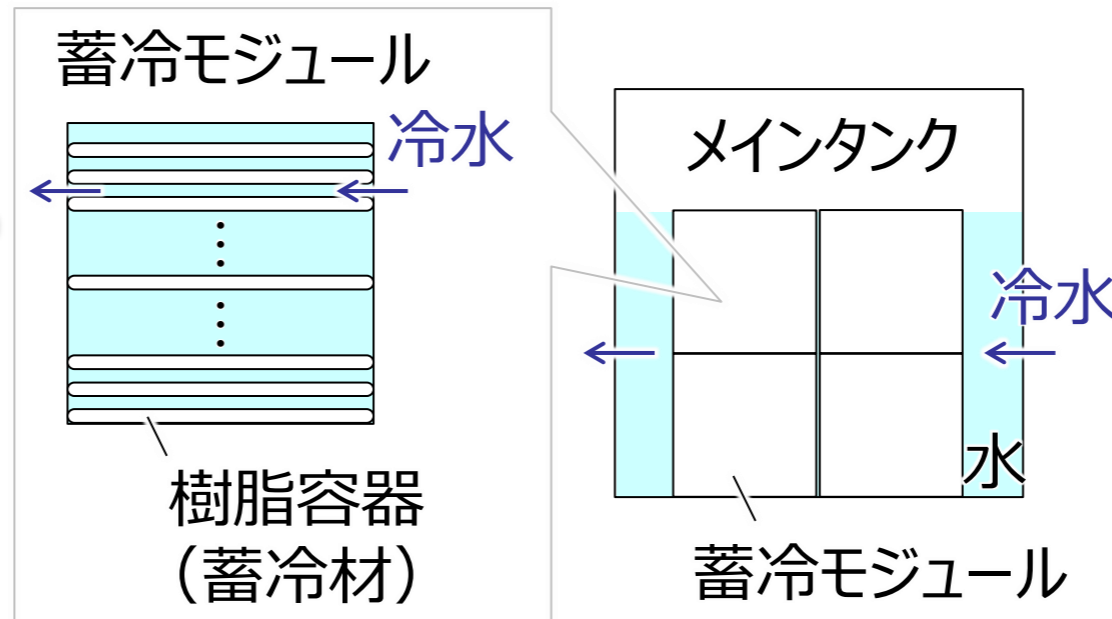
## 樹脂容器



## 蓄冷モジュール



## メインタンク内の模式図



## 模擬システム外観





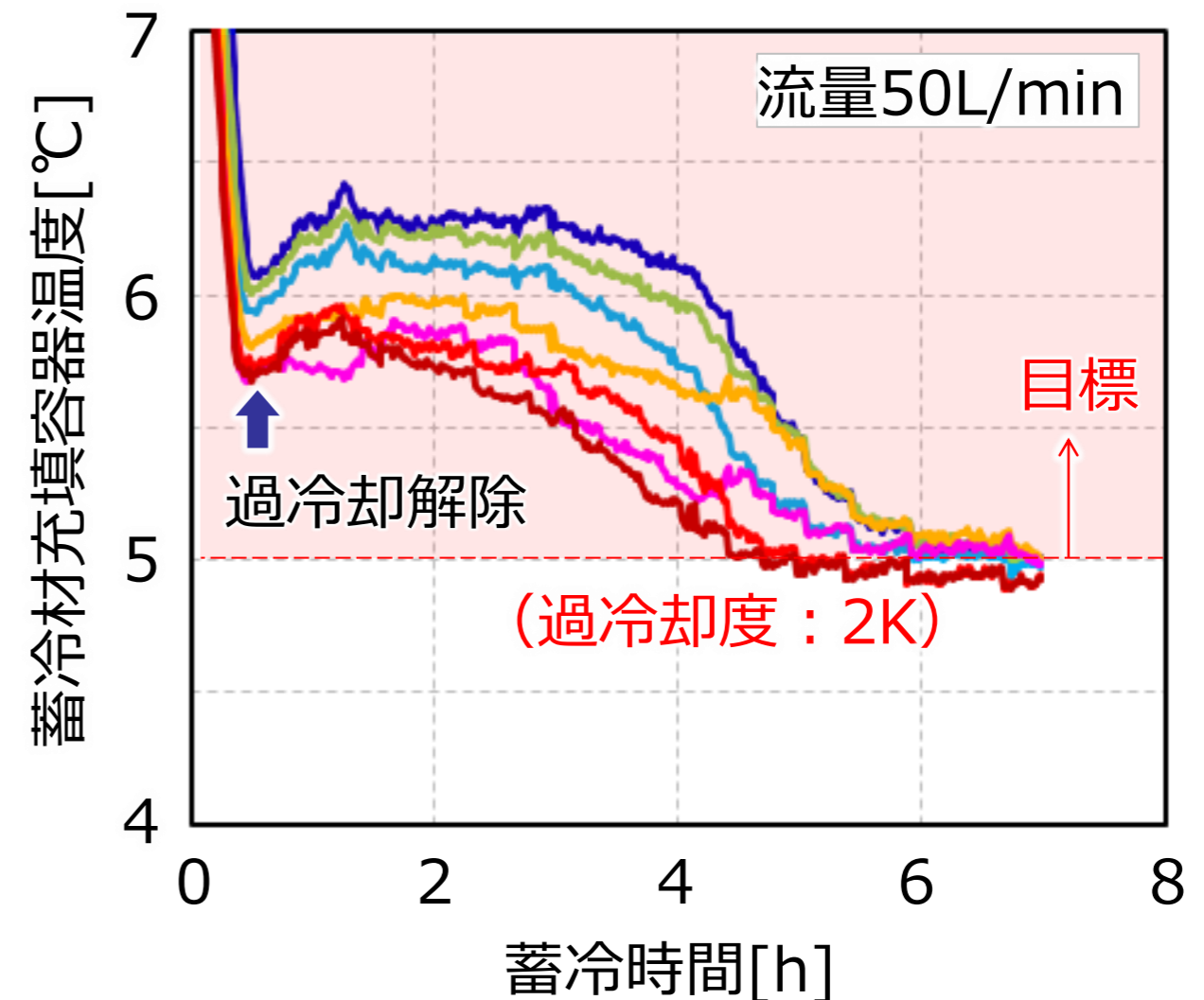
- 目標：下記要求仕様を満たすことを実証する
  - (1) 過冷却度：2K以下
- 成果：5°Cでの蓄冷過程において、過冷却度 2K以下を実証

#### 樹脂容器温度測定点



※温度測定点を下面に水平設置

#### 過冷却度



2K以下 (融解開始温度との差から算出)

- 大阪大学、早稲田大学と共同で、銀ナノ粒子がクラスター生成を促進し、セミクラスレートハイドレートの過冷却を大幅に抑制するメカニズムを解明 → 2021年6月にプレス発表済み

## ■ 過冷却を抑制するメカニズムを解明

大阪大学  
プレス発表



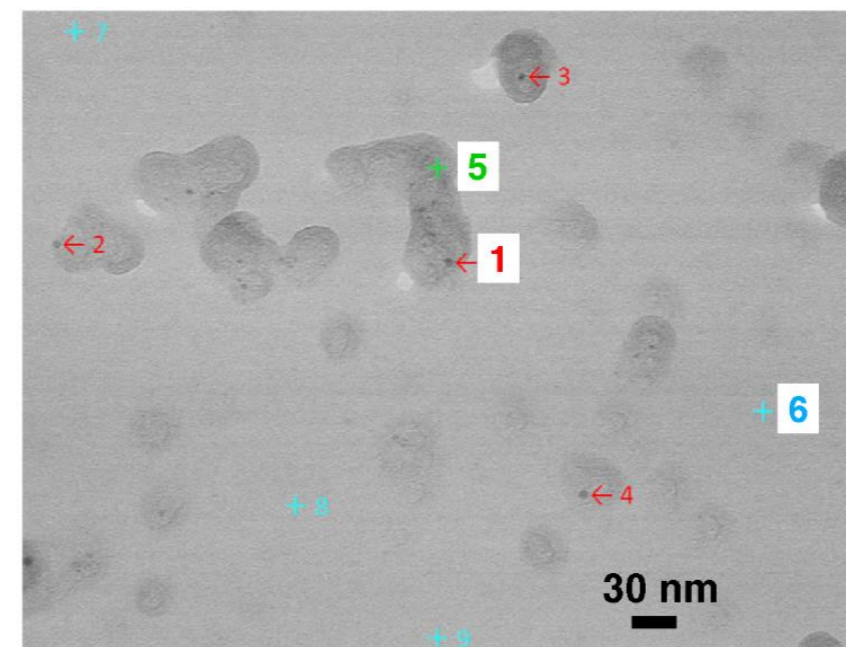
(出典) [https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210622\\_2](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210622_2)

早稲田大学  
プレス発表



(出典) <https://www.waseda.jp/top/news/73287>

過冷却水溶液中の溶液構造に着目し、凍結切断レプリカ法を組み合わせた電子顕微鏡観察により、過冷却抑制剤とクラスター生成の関係を系統的に調査しました。その結果、ペンタン酸銀と Tetra-*n*-butylammonium fluoride (TBAF) を添加した系において、約5nmの銀ナノ粒子が生成し、それを起点に直径10-30nmのクラスターが生成する瞬間を捉えることに成功



レプリカ膜の電子顕微鏡(SE-STEM)画像  
直径約5 nmの銀ナノ粒子(赤矢印で指す黒い点)を囲む様に10-30 nmのクラスターが形成されている。

(出典)  
Machida, H., et al:  
Commun. Mater., 2, 66 (2021)



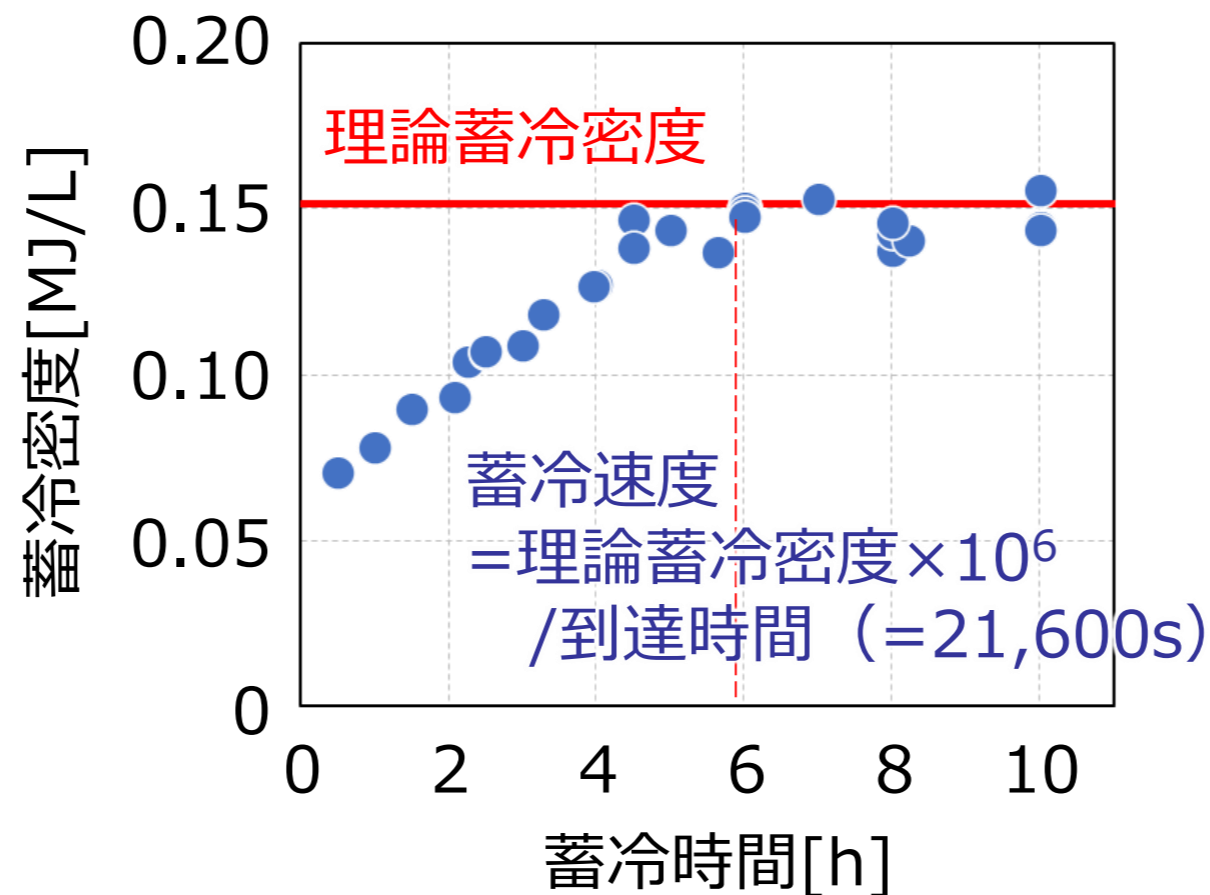
- ・ 目標：下記要求仕様を満たすことを実証する  
 (2) 蓄冷密度 0.12MJ/L以上 (3) 蓄放冷速度 6W/L以上
- ・ 成果：実証中 (2022年11月時点)。モジュール体積当りの蓄冷材充填量増により、蓄冷密度向上の見通し

#### 蓄冷密度

構成要素	蓄冷密度	
蓄冷モジュール	顕熱	0.02MJ/L
	潜熱	0.08MJ/L
	計	0.10MJ/L
水	顕熱	0.05MJ/L
計	0.15MJ/L	

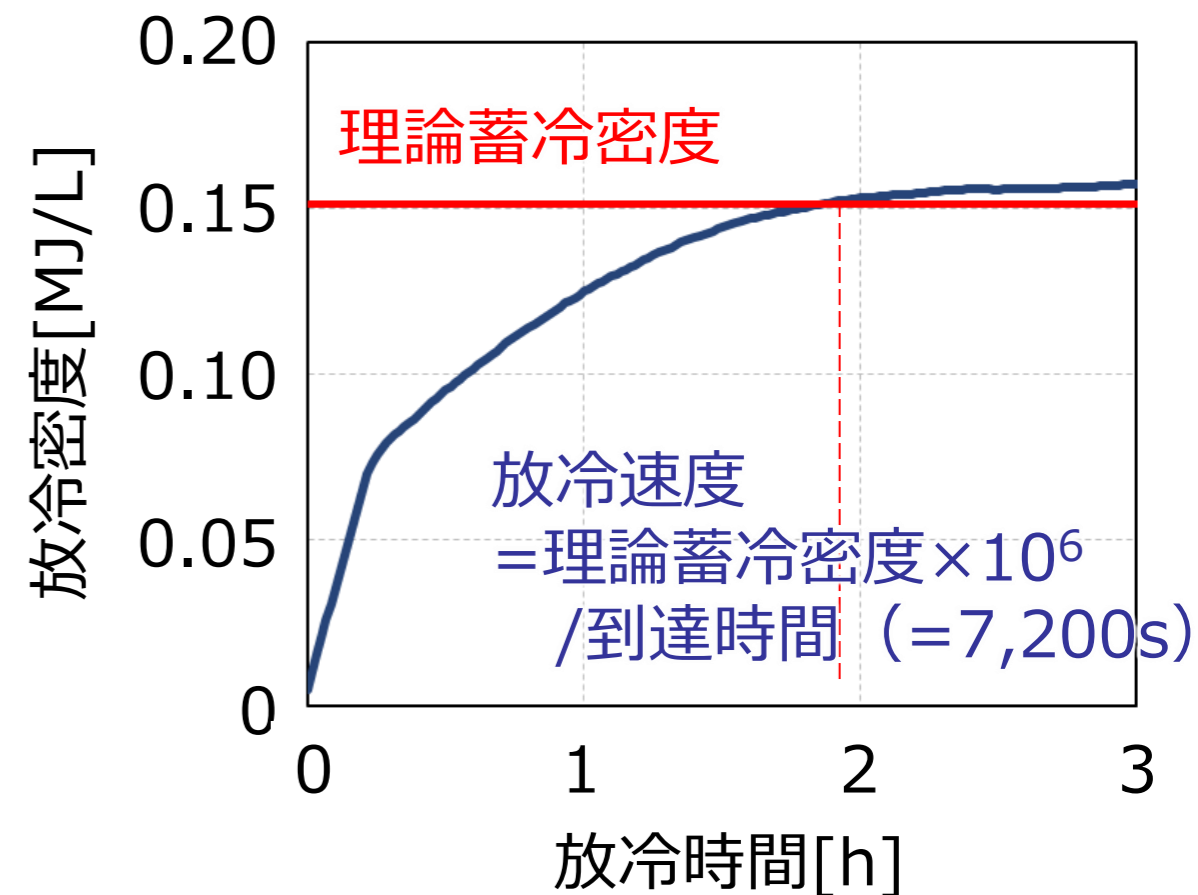
蓄冷密度：0.10MJ/L  
(モジュールのみ)

#### 蓄冷速度



蓄冷速度：8.4W/L  
(メインタンク)

#### 放冷速度



放冷速度：21.0W/L  
(メインタンク)

- ・ 耐久性・量産工法等の技術確立に取り組み、電力需給調整手段として、本プロジェクトで開発した蓄熱システムの社会実装を目指します

## 商業施設



プリンターボ冷凍機



水蓄熱槽

(出典)  
COOL&HOT 2013 No.45

## オフィスビル



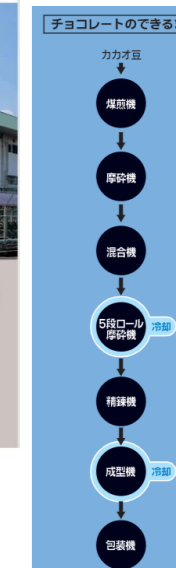
プリンターボ冷凍機



水蓄熱槽

(出典) COOL&HOT 2015 No.49

## 食品工場



(出典) COOL&HOT 2006 No.25

## 本プロジェクトで 開発した蓄熱技術

