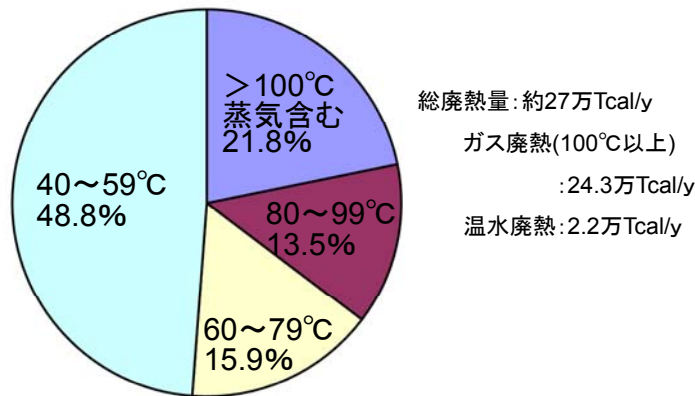


# 地圏表層物質を用いた革新的吸着材の開発

地圏資源環境研究部門  
地圏化学研究グループ  
鈴木正哉

1. はじめに
2. 調湿材料と結露防止剤
3. 地圏表層におけるナノマテリアル
4. デシカント空調
5. 二酸化炭素回収システム
6. 現在と今後

## 1. はじめに



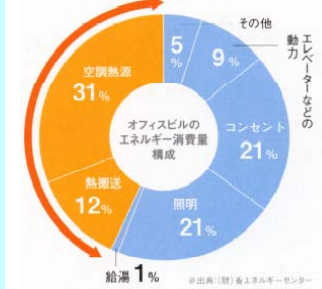
温水廃熱の内訳(2.2万Tcal/y)

2000年度(財)省エネルギーセンター調査結果より

### 低温廃熱利用の現状

## 地球温暖化問題を解決する方向性

- ① 二酸化炭素の排出量を減らす  
省エネの促進  
エコ意識の普及
- ② 排出された二酸化炭素を分離・回収する  
CCS  
有効利用化



省エネに対応した吸着式エネルギーシステムや二酸化炭素回収システムの構築はかなり進んでいるが、各種システムを最大限に生かす吸着材の開発がなされていない。

**各システムにあった高性能吸着材の開発が必要!**

## 2. 調湿材料と結露防止剤

日本の気候・・・夏季:高温多湿  
冬季:低温乾燥

問題点: 多湿 ... カビ・ダニによるアトピーの発生、  
乾燥 ... ウィルスの発生

これまではエアコンおよび除湿機で対応

- しかし ・電力の消費(二酸化炭素排出問題)
- ・局地的な電力消費によるヒートアイランド現象
- ・冷房病

## 調湿材料におけるナノ材料の役割

調湿材料に求められる要件とは?

調湿材料はナノサイズの細孔をもてばよいのか?

ナノサイズの細孔を有する吸着剤

ゼオライト・MCM・シリカゲル・活性炭・珪藻土など・・・

第1の問題点・・・ゼオライトでは、  
水蒸気を吸着するが、常温では脱着しない



温度をかけなくても水蒸気を吸放出することが必要

第2の問題点・・・シリカゲルやMCMは繰り返し利用することにより性能が劣化



繰り返し水蒸気を吸放出しても性能劣化しない耐久性が必要

## 調湿材料の概念

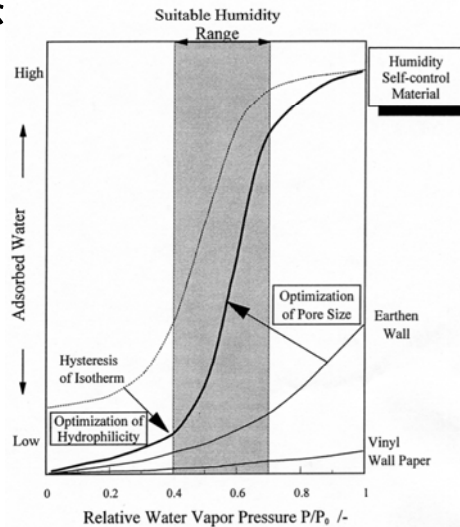


FIG. 1. Schematic water vapor adsorption isotherm of the humidity self-control material.

Tomura (1997)より

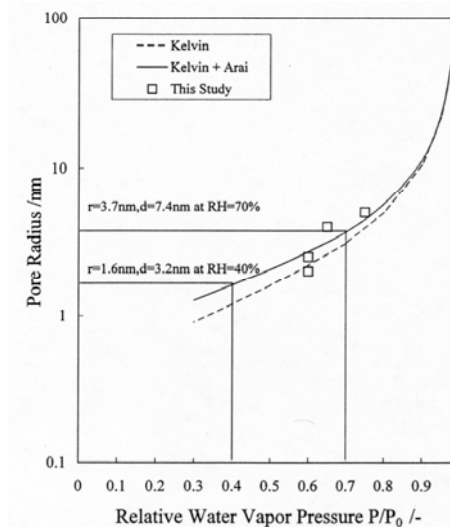
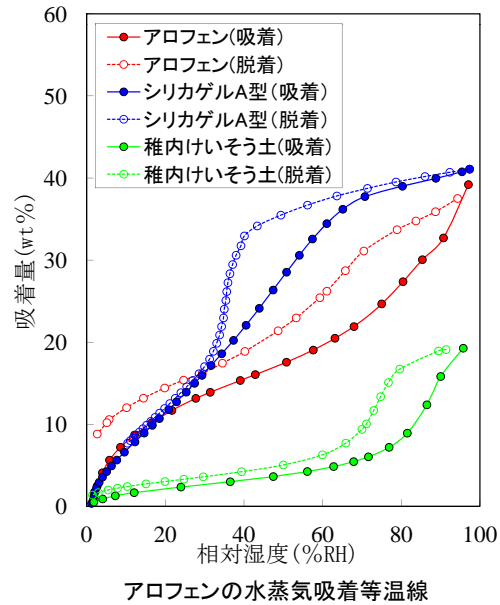
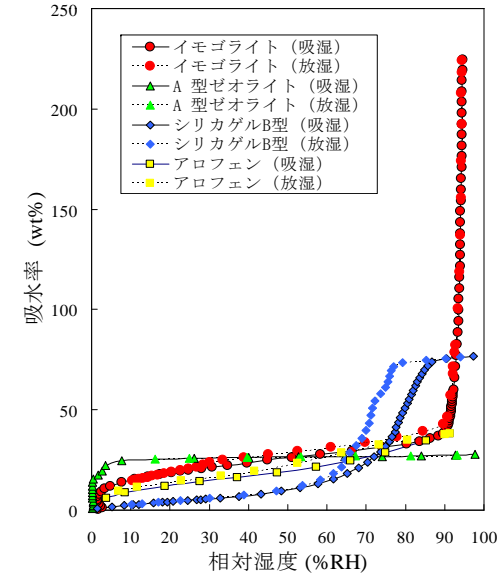


FIG. 2. Relation between Kelvin radius, Arai's equation and experimental values.

Tomura (1997)より



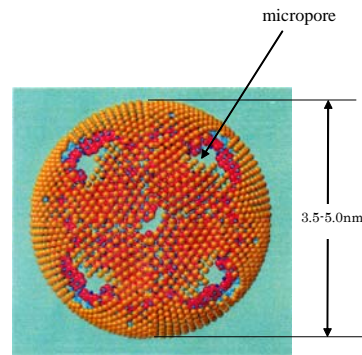
結露防止剤としてのイモゴライト



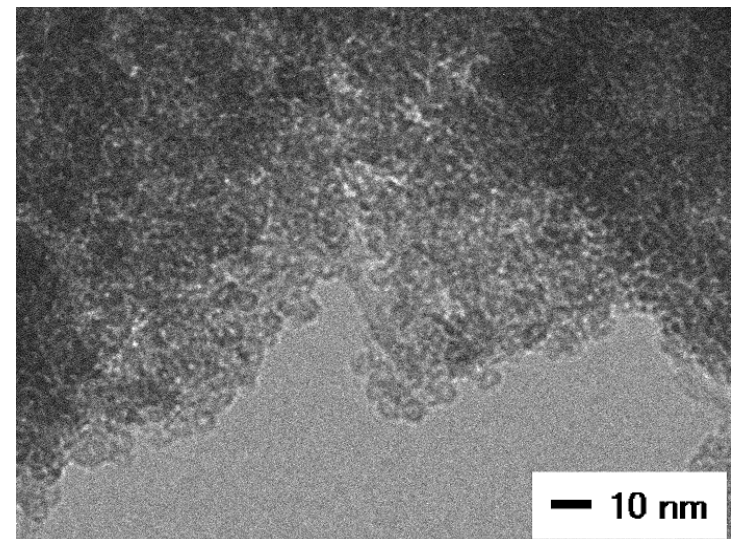
3. 地圏表層におけるナノマテリアル  
ナノカプセル(アロフェン)・ナノチューブ(イモゴライト)

[アロフェン]

- 形態
  - ・中空球状のアルミニウムシリケート
  - ・直径 3.5~5.0nm
  - ・外壁の厚さ 0.7~0.8nm
  - ・外壁には 0.3~0.4nm の孔を有する
- 化学組成
  - ・  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  比 1~2
  - (Si/Al 比 0.5~1.0)



アロフェンの構造モデル

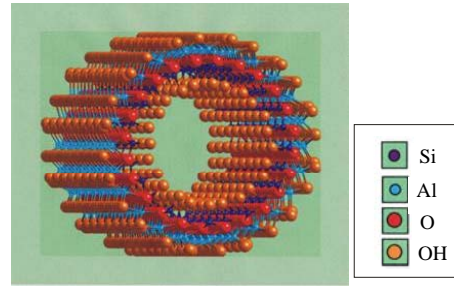


アロフェンのTEM写真

## [イモゴライト]

### ●形態

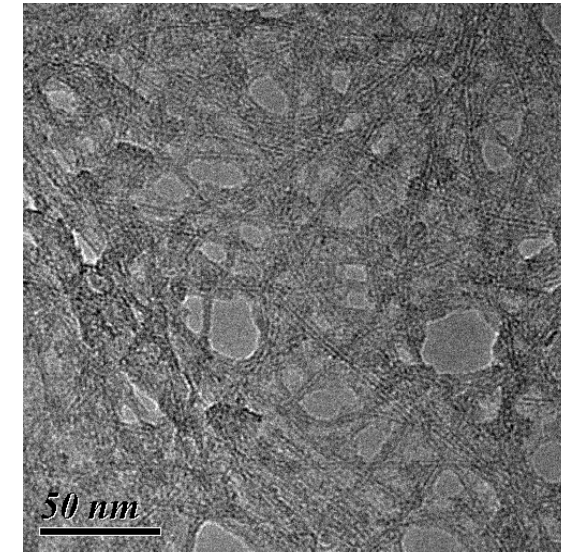
- ・チューブ状のアルミニウムシリケート
- ・外径 2.5nm 内径 1.0nm
- ・長さ 数十 nm～数 μm



イモゴライトの構造モデル

### ●化学組成

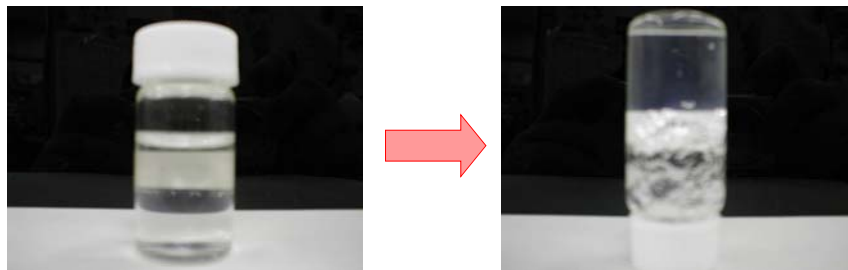
- ・  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
 $((\text{OH})_3\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiOH})$



合成イモゴライトのTEM写真

## イモゴライトの特徴

アルカリを添加するとゲルになる



## イモゴライトの合成とその必要性

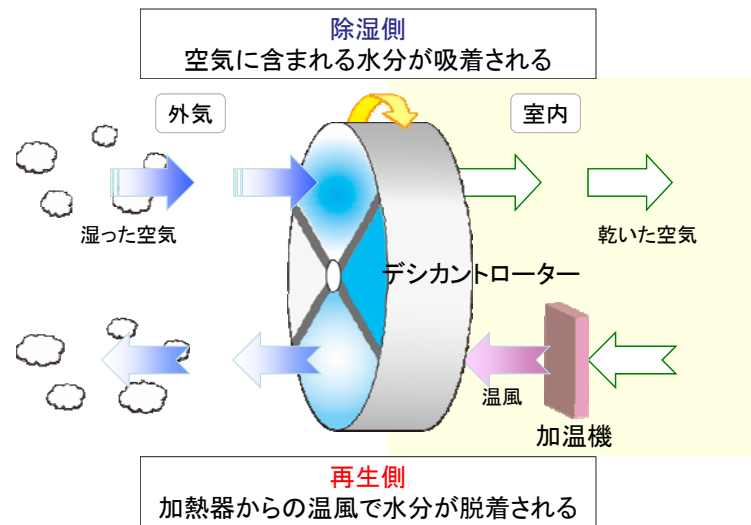
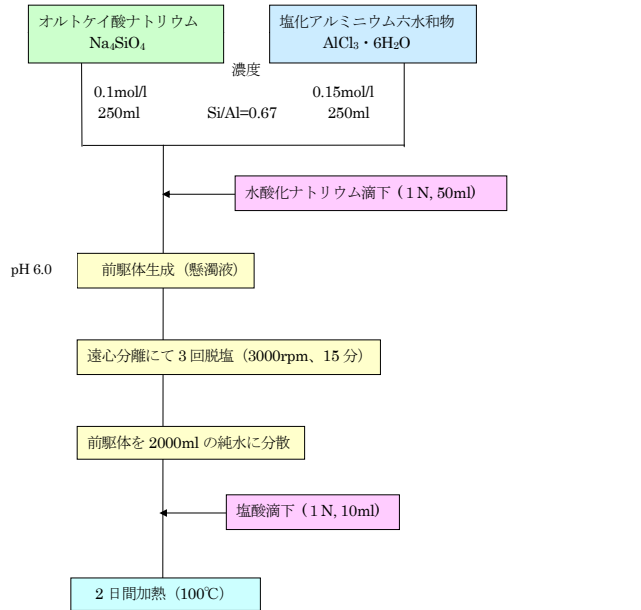
### イモゴライトの産状



丸茂ら(2002)



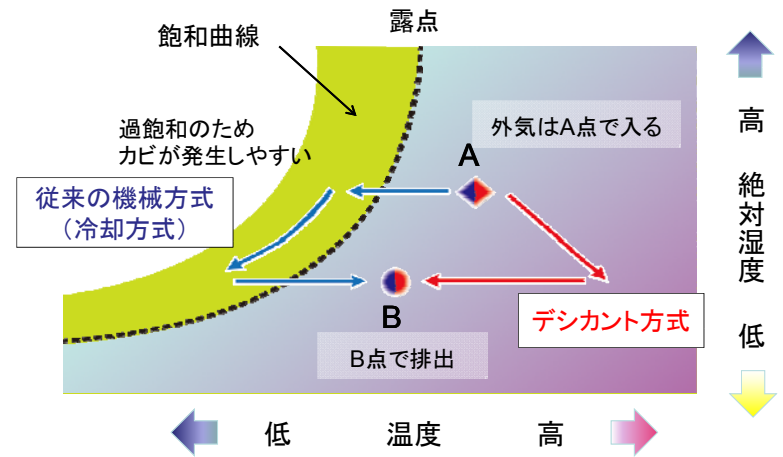
### イモゴライトの合成



### デシカント空調システムの概要

### 4. デシカント空調

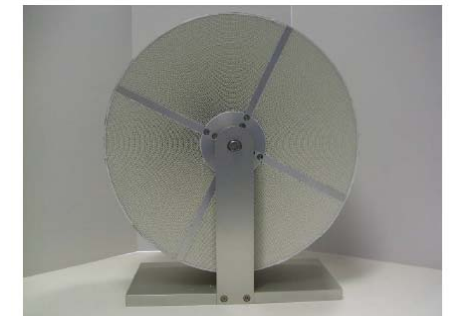
#### (1) デシカント空調システム概要



### デシカントローターの作成



デシカントローター



デシカントローター (枠付き)

### 求められる除湿材の性能

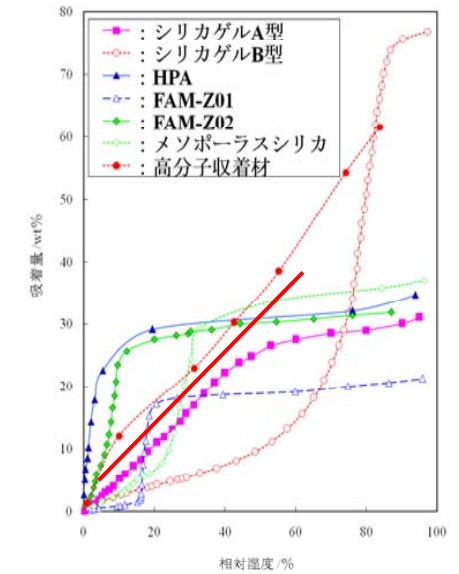
1. 相対湿度が幅広い範囲で、除湿できること。  
(水蒸気吸着等温線が直線的であること)
2. 脱水温度ができるだけ低温であること。
3. 吸・脱着の繰り返しにおいて、性能が落ちないこと。
4. コストが安いこと。

### 除湿剤開発の現状

求められている吸着量

- ・相対湿度60%で、吸着量40wt%
- ・相対湿度5%で、吸着量5wt%

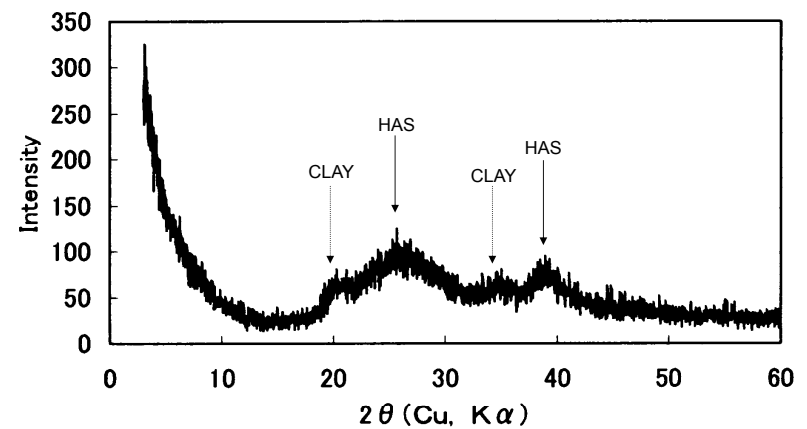
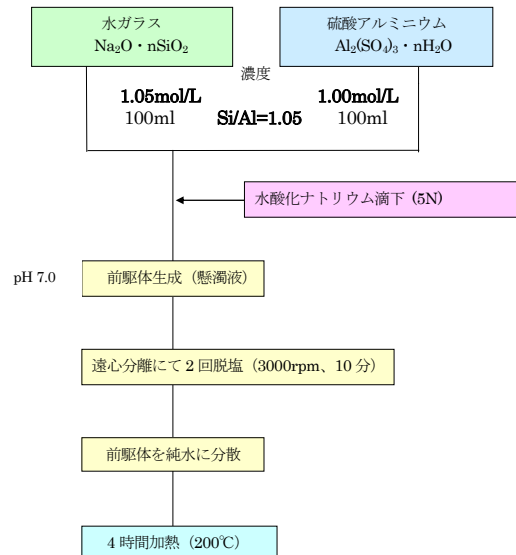
40°C加熱 相対湿度27.1%  
 60°C加熱 相対湿度10.7%  
 80°C加熱 相対湿度 4.8%  
 100°C加熱 相対湿度 2.4%  
 (25°C・60%の空気)



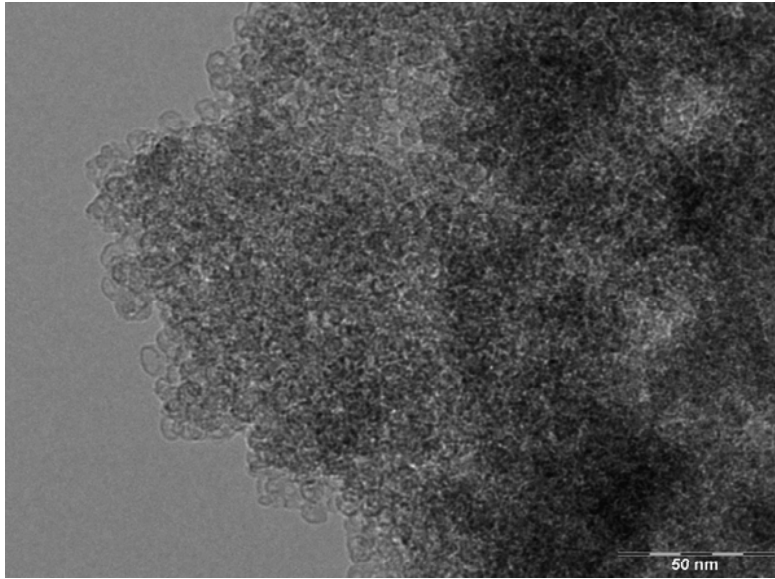
各種吸着剤の水蒸気吸着等温線

### 高性能除湿剤(ハスクレイ)について

[合成法]

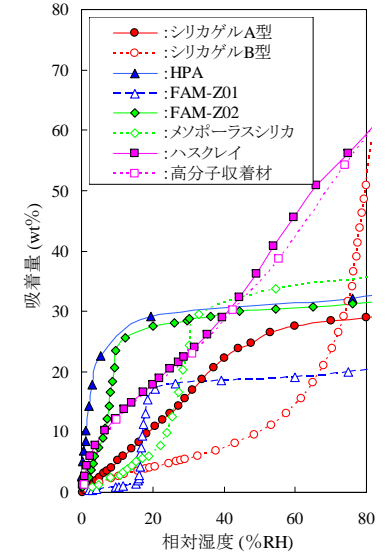
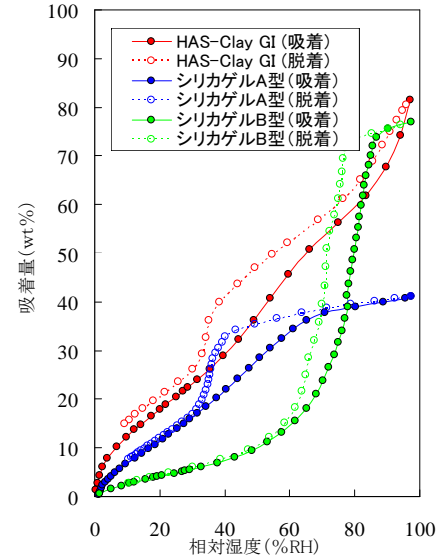


生成物について(XRD)

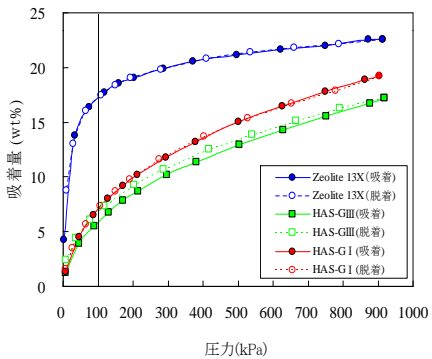


生成物について(TEM)

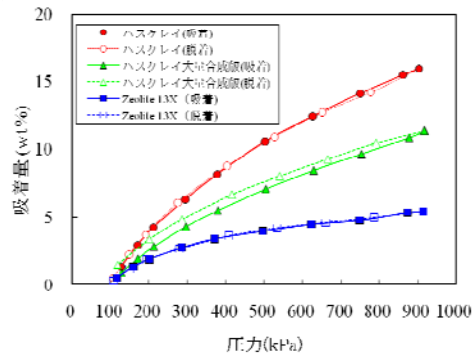
水蒸気吸着等温線



二酸化炭素吸着性能

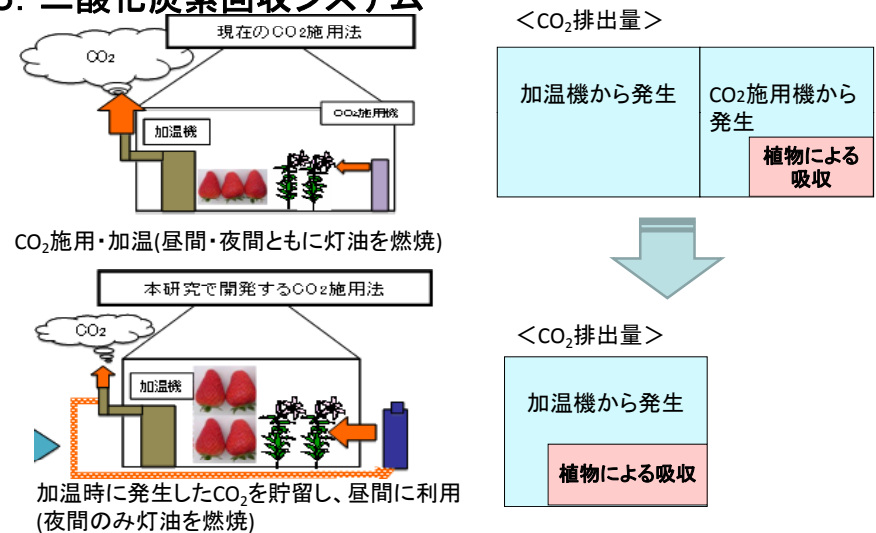


絶対圧基準



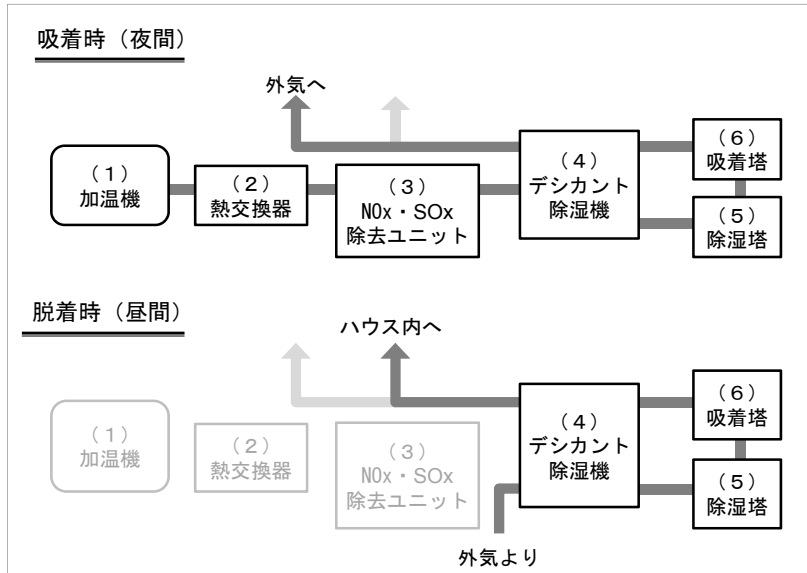
大気圧基準

5. 二酸化炭素回収システム



農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(H22~24年度)  
「施設園芸における熱エネルギーの効率的利用技術の開発」(H26~27年度)にて実施中

### 今回のCO<sub>2</sub>回収システム(濃度差法)



吸着塔・除湿塔

### 5. 現在と今後

将来の夢(3年後)



ハスクレイ搭載トラックで移動



クリーンセンター廃熱利用



太陽光発電と組み合わせた空調

