# 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

技術を社会へ-Integration for Innovation

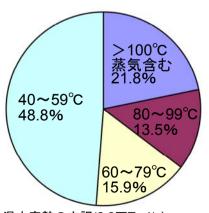
#### AIST

- 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

技術を社会へ-Integration for Innovation

#### AIST

### 1. はじめに



総廃熱量:約27万Tcal/y ガス廃熱(100℃以上)

:24.3万Tcal/y

温水廃熱:2.2万Tcal/y

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

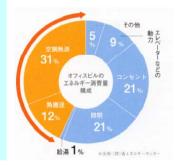
低温廃熱利用の現状

# AIST

### 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

技術を社会へ-Integration for Innovation

#### AIST

### 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用件とは?

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

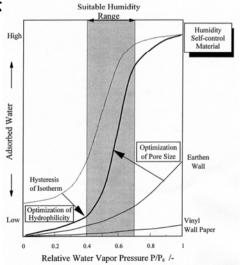
技術を社会へ-Integration for Innovation

技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

### 調湿材料の概念



Tomura (1997)より

#### AIST

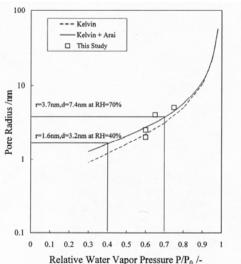
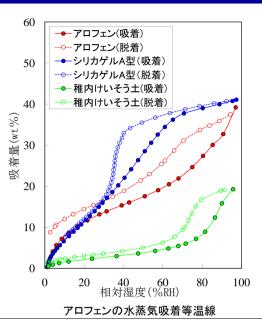


Fig 2. Relation between Kelvin radius, Arai's equation and experimental values.

Tomura (1997)より

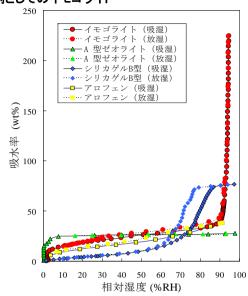


技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

### 結露防止剤としてのイモゴライト



技術を社会へ-Integration for Innovation

技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

### AIST

# 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)

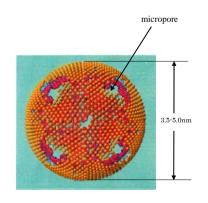
# 「アロフェン」

### ●形態

- ・ 中空球状のアルミニウムシリケイト
- ·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

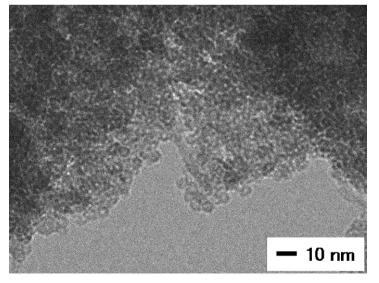
### ●化学組成

• SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比1~2 (Si/Al 比 0.5~1.0)



アロフェンの構造モデル

### AIST



アロフェンのTEM写真

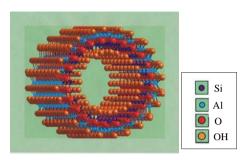
# [イモゴライト]

### ●形態

- チューブ状のアルミニウムシリケイト
- 外径 2.5nm 内径 1.0nm
- ・長さ 数十 nm~数 μ m

### ●化学組成

• SiO<sub>2</sub> • Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> • 2H<sub>2</sub>O ( (OH)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>SiOH )

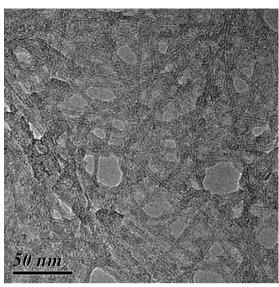


イモゴライトの構造モデル

技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST



合成イモゴライトのTEM写真

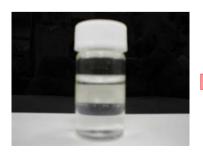
技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

# イモゴライトの特徴

# アルカリを添加するとゲルになる







Bid 研究開発法人產業技術総合研究所

AIST

### 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)

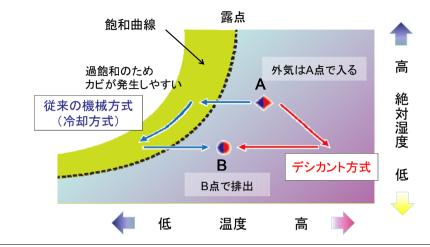
技術を社会へ-Integration for Innovation

### AIST 塩化アルミニウム六水和物 オルトケイ酸ナトリウム イモゴライトの合成 Na<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> AlCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O 0.1mol/l 0.15mol/l 250mlSi/Al=0.67 250ml水酸化ナトリウム滴下 (1 N, 50ml) pH 6.0 前駆体生成 (懸濁液) 遠心分離にて3回脱塩(3000rpm、15分) 前駆体を 2000ml の純水に分散 塩酸滴下 (1N, 10ml) 2 日間加熱 (100℃) 技術を社会へ-Integration for Innovation 国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

# 4. デシカント空調

(1)デシカント空調システム概要

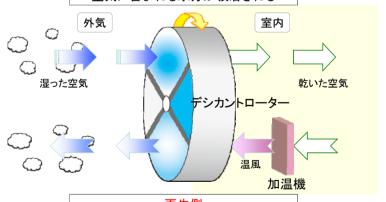


技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所8

#### AIST

### 除湿側 空気に含まれる水分が吸着される



再生側 加熱器からの温風で水分が脱着される

デシカント空調システムの概要

### AIST

### デシカントローターの作成







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。

技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

周立研究開発法人產業技術総合研究所

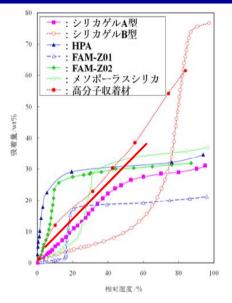
#### AIST

### 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)



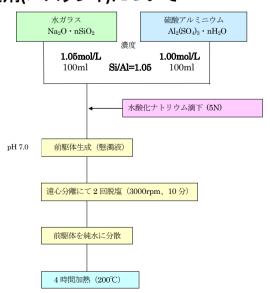
各種吸着剤の水蒸気吸着等温線

技術を社会へ-Integration for Innovation

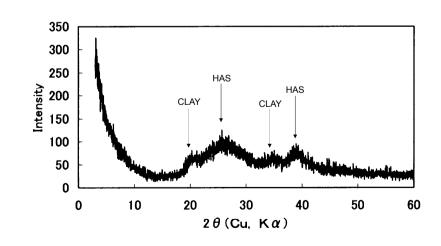
#### AIST

# 高性能除湿剤(ハスクレイ)について

[合成法]

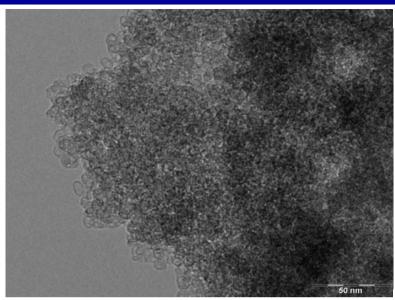


### AIST



生成物について(XRD)

技術を社会へ- Integration for Innovation Bidenius Bid



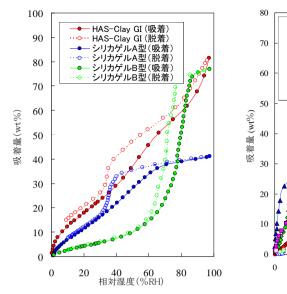
生成物について(TEM)

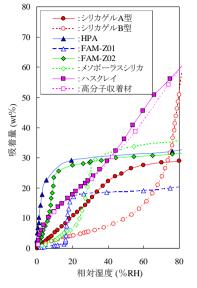
技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

### 水蒸気吸着等温線



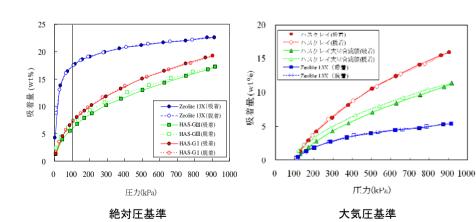


技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST

### 二酸化炭素吸着性能



### **AIST**

# 5. 二酸化炭素回収システム



CO<sub>2</sub>施用・加温(昼間・夜間ともに灯油を燃焼)



加温時に発生したCO<sub>2</sub>を貯留し、昼間に利用 (夜間のみ灯油を燃焼) <co₂排出量>

加温機から発生

CO<sub>2</sub>施用機から 発生

植物による吸収



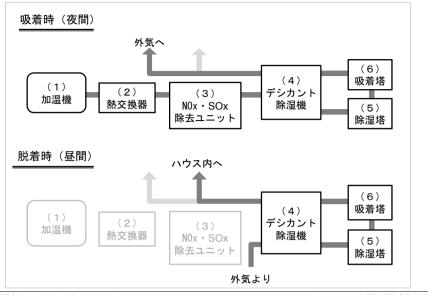
<co₂排出量>

加温機から発生

植物による吸収

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)



技術を社会へ-Integration for Innovation

国立研究開発法人產業技術総合研究所

# **⊘**AIST

# 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

-廃熱利用 太陽光発電と組み合わせた空調







技術を社会へ- Integration for Innovation

Bid 研究開発法人產業技術総合研究所

#### AIST



吸着塔•除湿塔

技術を社会へ-Integration for Innovation

BIDINGREEN 產業技術総合研究所