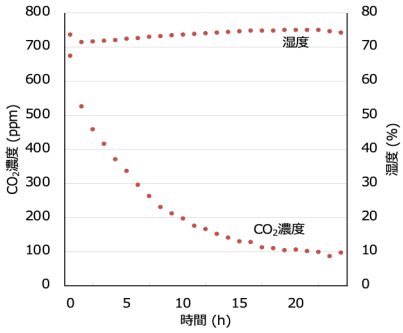
大気中CO_2選択的回収技術を活用した固体剤開発

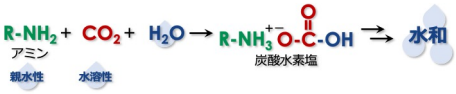
神戸学院大学 、日立建機株式会社、JAXA

アラルキルアミン担持ペレット

多湿条件下でのCO_2選択的吸収

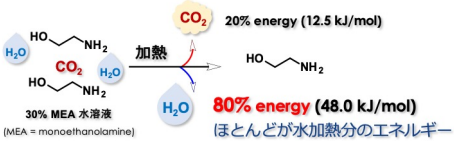


従来：水の混入は避けられない



アメリカ物理学会
Direct Air Capture of CO_2 with Chemicals (2011)
"Water vapor can compete with CO_2 for the reactive sites on sorbents, degrading capture performance. Water vapor can add to the thermal mass of a sorption system that must be heated during regeneration, adding to operating costs."
含水は問題視されているが，避けられないことが前提として議論されている。

水加熱分の エネルギー が必要



Weiland, R. H. *et. al. J. Chem. Eng. Data* **1997**, 42, 1004-1006.
APS Physics, *Direct Air Capture of CO_2 with Chemicals*, **2011**, pp 59.

ボトルネック課題 ＝ 水分離

従来アミンのCO_2と水の吸収比

アミンを空気中室温で放置（約1週間）→ 成分分析（元素分析）
アミンを１として換算

	CO_2	H_2O	含水率 (CO_2比)
MEA モノエタノールアミン	0.33	1	300%
MAE 2-(メチルアミノ)エタノール	0.34	1.8-2.7	500-800%
EDA エチレンジアミン	0.27	4.1-4.4	1,500-1,600%
DMEDA N,N-ジメチルエチレンジアミン	0.86	4.7-4.8	550-560%
DETA ジエチレントリアミン	0.35	4.8-5	1,350-1,450%

ボトルネック 含水か？

Inagaki, F.; Okada, Y.; Matsumoto, C.; Yamada, M.; Nakazawa, K.; Mukai, C. *Chem. Pharm. Bull.* **2016**, *64*, 8-13

水分を分離するCO_2吸収/放出剤を導出

※市販のアミンを使用
(大量生産可能)

得られた知見

a) CO_2の吸収選択性（水との比較）up!!
※化合物によってはCO_2のみ吸収

b) CO_2吸収性能はMEAと同程度

c) 放出温度はMEAと同程度 (100-120 °C 前後)
※化合物によっては100 ℃未満で放出

d) 放出CO_2がそのまま疎水性のCO_2固定化反応に利用可能

Inagaki, F.; Matsumoto, C.; Iwata, T.; Mukai, C. *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 4639-4642.
特願2016-147414, 特願2018-010003

アラルキルアミンのCO_2と水の吸収比

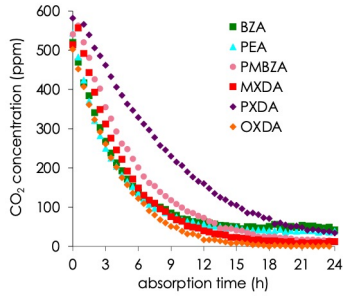
アミンを空気中室温で放置（約1週間）→ 成分分析（元素分析）
アミンを１として換算

	CO_2	H_2O	含水率 (CO_2比)
MEA モノエタノールアミン	0.33	1	300%
MAE 2-(メチルアミノ)エタノール	0.34	1.8-2.7	500-800%
EDA エチレンジアミン	0.27	4.1-4.4	1,500-1,600%
DMEDA N,N-ジメチルエチレンジアミン	0.86	4.7-4.8	550-560%
DETA ジエチレントリアミン	0.35	4.8-5	1,350-1,450%

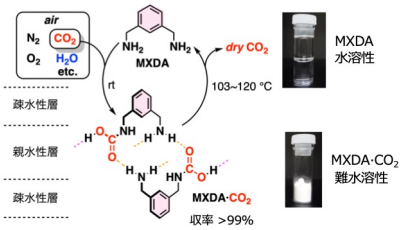
	CO_2	H_2O	含水率 (CO_2比)
BZA ベンジルアミン	0.5	0.125	25%
PEA フェネチルアミン	0.44	0.11	25%
PMBZA パラメトキシベンジルアミン	0.44	0.11	25%
PTFMBZA パラトリフルオロメチルベンジルアミン	0.5	0.125	25%
OXDA オルトキシリレンジアミン	1	0	0%
MXDA メタキシリレンジアミン	1	0	0%
PXDA パラキシリレンジアミン	1	0	0%

フェニル基導入で含水率が劇的に低下

アラルキルアミンの大気中CO_2吸収

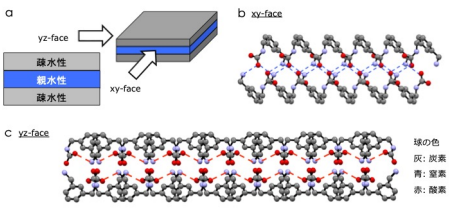


MXDAの性質



耐水性発現メカニズム

X線結晶構造解析

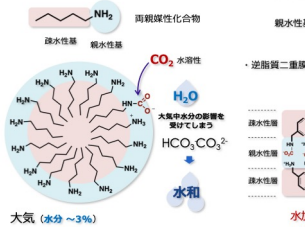


自己組織化し、両外側面に疎水層（フェニル基）をもつ
逆脂質二重膜構造を形成

新規性と優位性

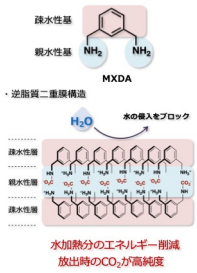
従来の常識

両親媒性化合物が大気中に存在すると、大気中水分の影響で親水性官能基が外側に位置し、CO_2を吸収後に大気中水分の影響を受けて炭酸水素塩や炭酸塩、水和物に変化すると考えられてきた。



新技術

疎水性官能基を適切な位置に配置すると、大気中CO_2を選択的に吸収する。



水加熱分のエネルギー削減
放出時のCO_2が高純度