

二酸化炭素回収・貯留 (CCS) 研究会 殿

三菱重工の排ガスからのCO₂回収技術



2008年11月25日
三菱重工業株式会社

地球温暖化対策

■ CO₂削減の対策

- ・ 節 約
- ・ 省エネルギー・高効率化
- ・ 炭素の少ないエネルギーへの転換
石油・石炭 → 天然ガス
- ・ 化石エネルギーから原子力へ
- ・ 自然エネルギーの利用拡大
- ・ CO₂回収・処分(CCS)

注. 水素は一次エネルギーではない。

⇒ 現状においてCO₂対策として対策量、コストの面からCO₂回収・処分に頼らないと、温暖化対策は困難。

CO₂回収方式

1. 燃焼後回収 (Post Combustion)

- 化学吸収法 実用化済 (MEA法、MHI / 関電法)
- 物理吸着法
- 膜 / 化学吸収法

2. 燃焼前回収 (Pre-Combustion)

- 2.1 天然ガス .. 天然ガスリフォーミング / CO₂分離、
水素燃焼 (燃料電池用他)
- 2.2 石炭 石炭ガス化 / CO₂分離、
水素燃焼 (Future Gen 構想)

3. 酸素燃焼 (Oxy Fuel) CO₂純度95%、巨大O₂プラント必要

温暖化対策としてのCO₂回収方法

- CO₂回収の対象
 - ・ 発電所等の大量固定CO₂発生源
- 燃焼排ガスの性状
 - ・ 大気圧
 - ・ CO₂濃度 3～15 vol.%
 - ・ 酸素、SO_x、NO_x、バイジンを含む
- CO₂回収方法
 - ・ 化学吸収法
 - ・ 物理吸収法
 - ・ 吸着法
 - ・ 膜分離法
 - ・ 冷凍分離法
 - ・ O₂燃焼法

KM-CDRプロセスの特徴

KS-1とモノエタノールアミン(MEA)

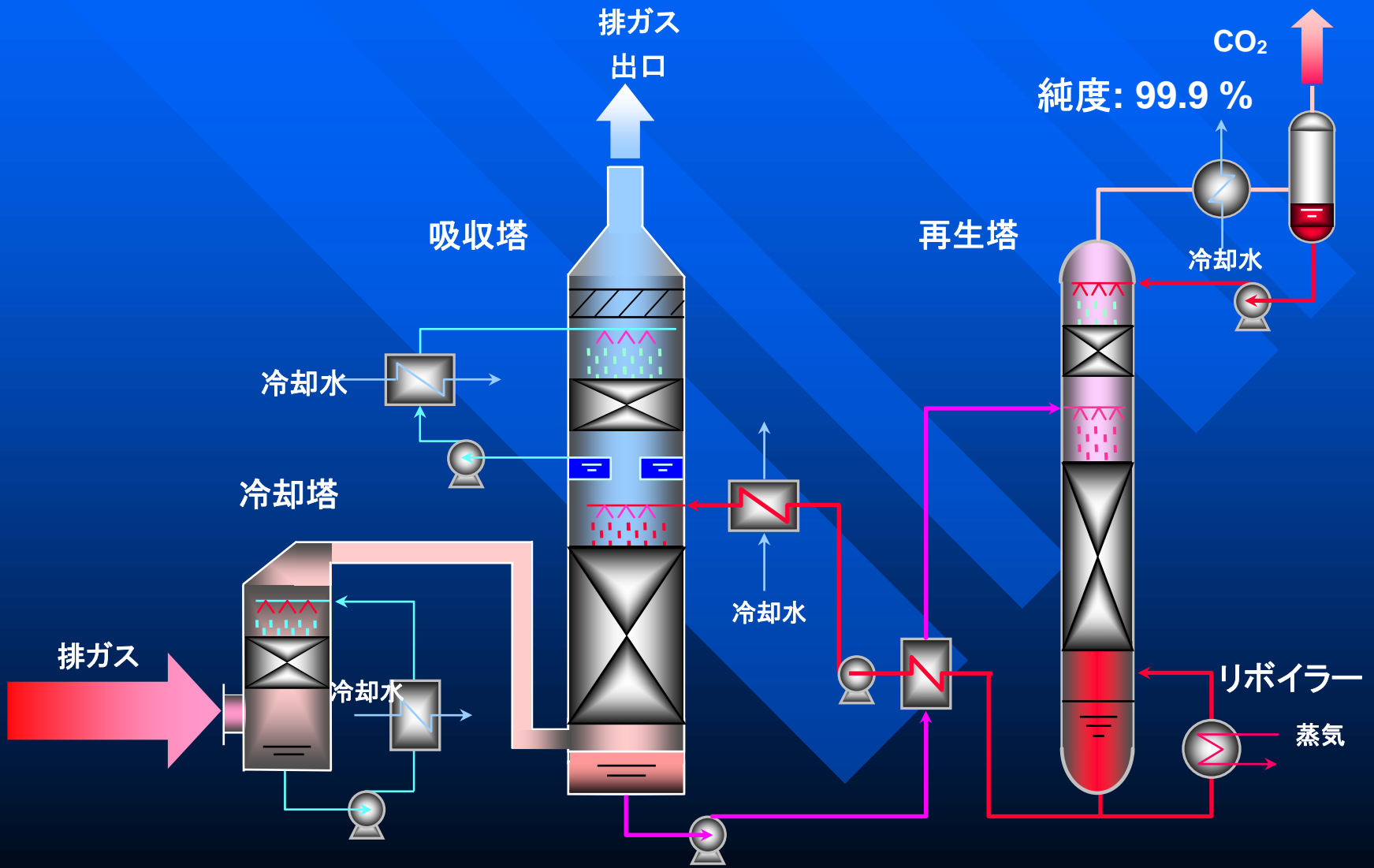
■ モノエタノールアミン(MEA)吸収液

モノエタノールアミンは最も基礎的なアミンの1つでCO₂回収の分野(天然ガスや合成ガス)では80年位前から使われていた。また排ガスからのCO₂回収の分野においても数十年位前から食品等の小規模な用途に用いられて来た。排ガスからのCO₂の分野においてこのモノエタノールアミンの欠点である腐食性を防食剤により改善し高濃度化し、省エネルギー化する技術をダウケミカル社(米)が20数年前に開発し、現在フロアー社(米)がその使用权を有している。

■ KS-1吸収液

KS-1吸収液は三菱重工と関西電力が1990年代に開発し、1999年初めての商用機を稼働させている。

プロセスフロー



特徴

- ・ 関西電力・三菱重工による共同開発
- ・ アミンベースの新吸収液“KS-1”およびKS-1をもとにした独自装置
- ・ 高い省エネルギー性能を達成
- ・ 排煙脱硫装置での実績をベースに大容量化が可能
- ・ 主な優位性
 - ✓KS-1 吸収液
 - 高いCO₂ 吸収性能
 - 強い耐腐食性
 - 強い耐劣化性
 - ✓プロセス
 - ユーティリティーおよび吸収液消費量の低減
 - 運転・管理が容易
 - ✓経済性
 - 低い運転コスト
 - 大規模化によるスケールメリット

■ 三菱重工の排ガスからのCO₂回収技術

アミンとCO₂の反応式

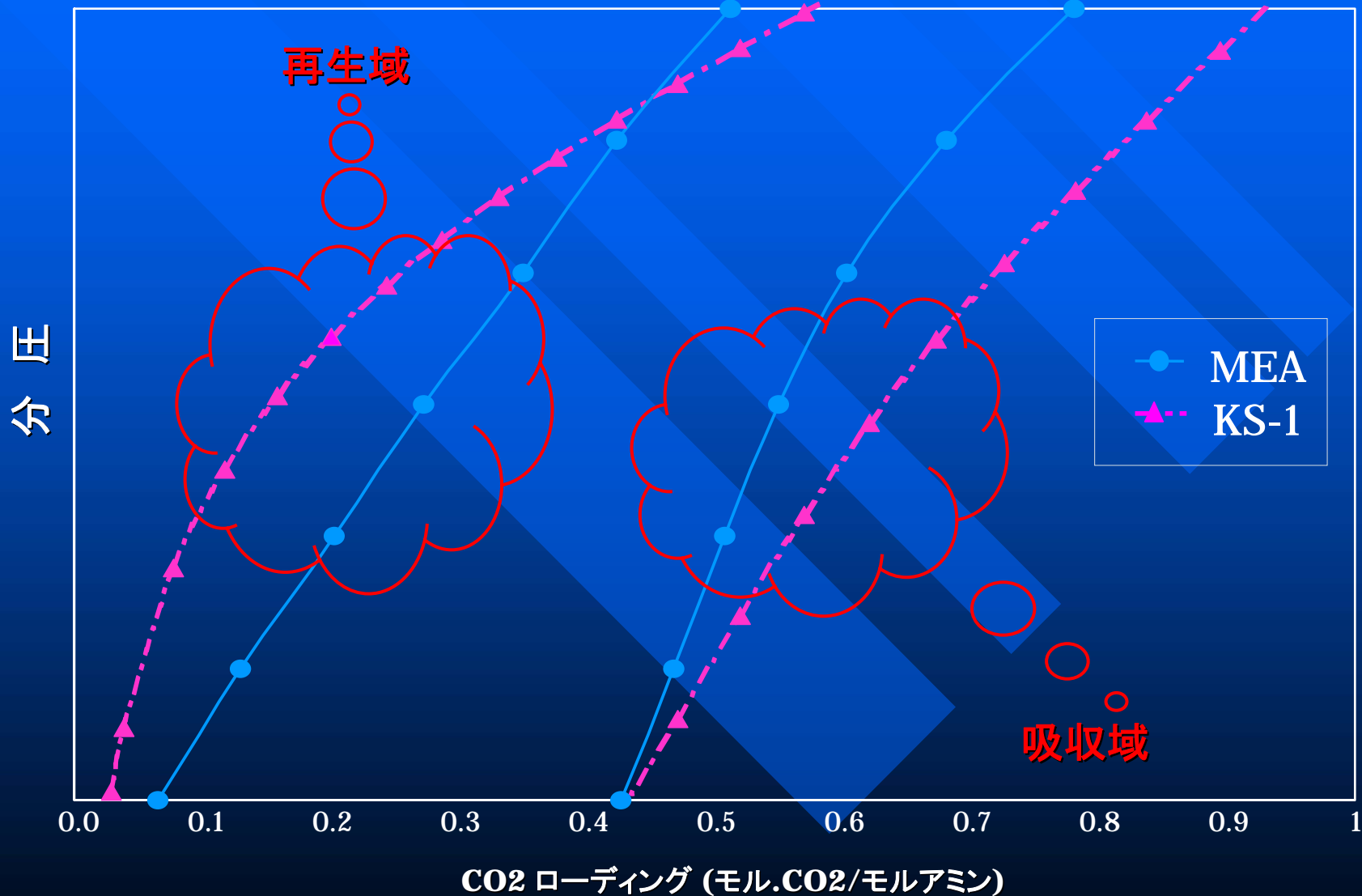
■モノエタノールアミン (MEA)



■立体障害アミン (KS-1)

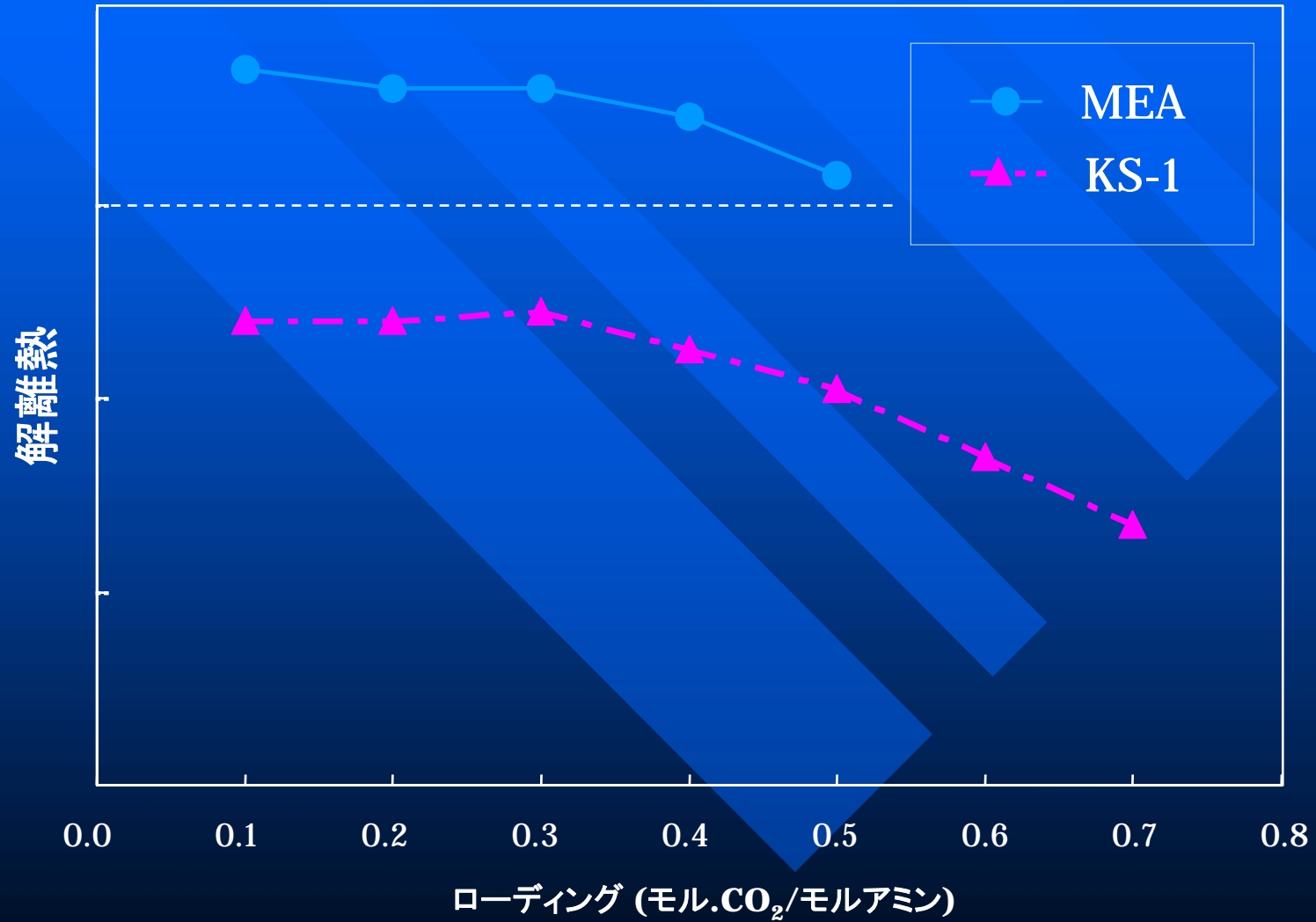


KS-1とMEA吸収液中のCO2溶解度



■ 三菱重工の排ガスからのCO₂回収技術

解離熱 (反応熱)



■ 三菱重工の排ガスからのCO2回収技術

腐食試験結果

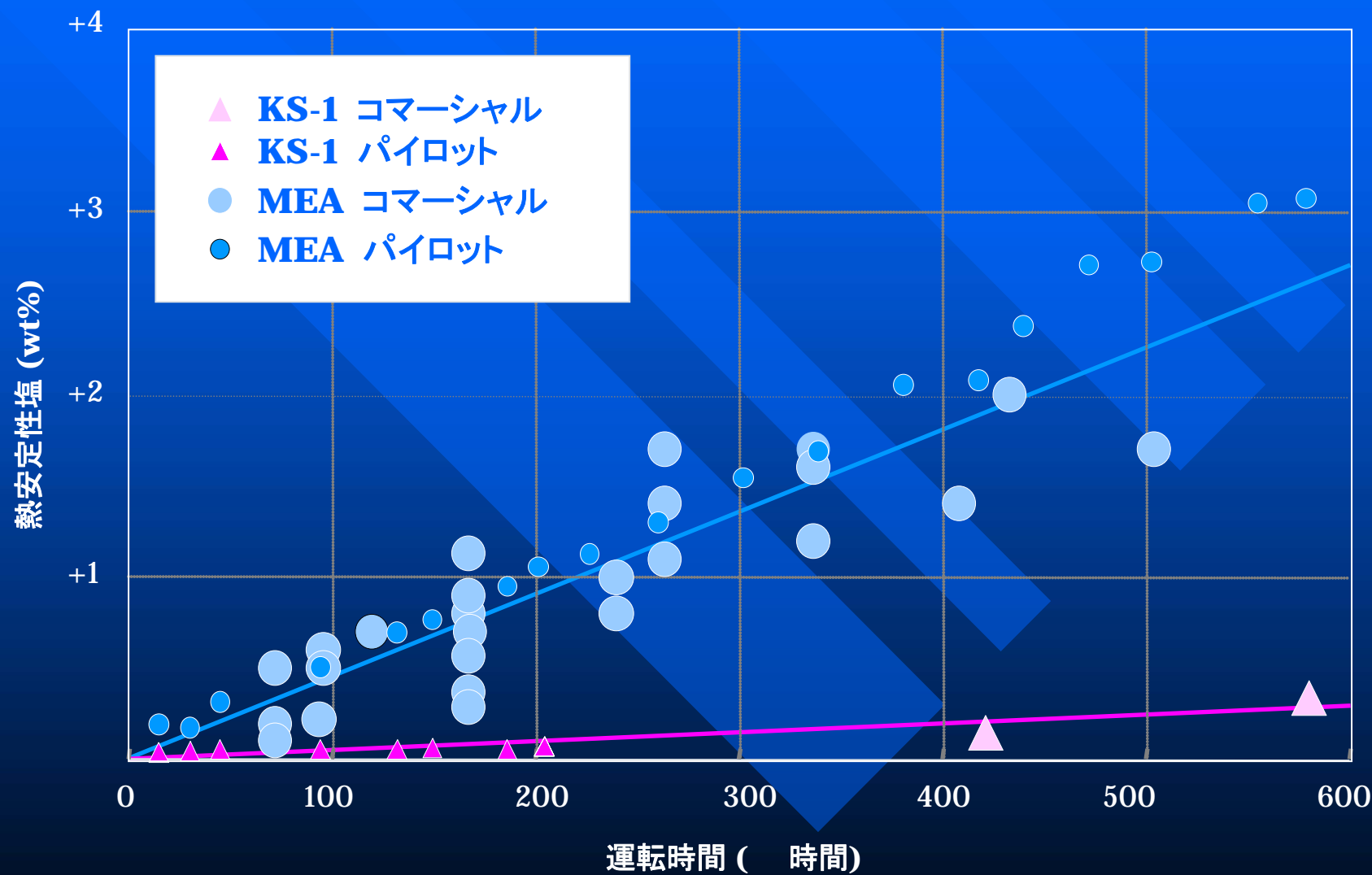
(単位：ミルス／年)

	Test 1	Test 2
MEA	93.0	76.4
MEA + インヒビター	9.5	8.3
KS-1	3.1	3.6

試験条件：130° C, O₂存在下

■ 三菱重工の排ガスからのCO2回収技術

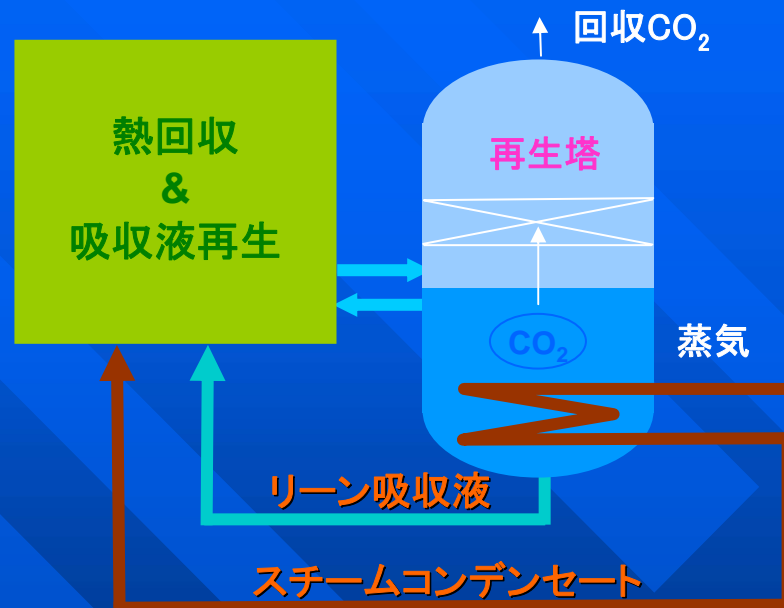
MEAとKS-1の劣化生成物



三菱重工CO₂回収技術

三菱重工・関西電力 排ガスからのCO₂回収技術開発

- 関西電力 南港発電所でパイロット試験を実施
- 当初プロセスから、蒸気消費量15%削減を達成
- プロセスの特徴
再生済み吸収液の廃熱を利用した吸収液の再生方式(独自コンセプト)



関西電力 南港パイロット機

プロセス比較 MEA vs KS-1

	MEA	KS-1
吸収液循環量	1	0.6
再生エネルギー	1	0.68
吸収液劣化	1	0.1
吸収液損失	1	0.1
防食剤	必要	不要

設備の大容量化

■ 大容量化プラントの試設計完了

3000T/Dプラント／1系列納入可能
(ガス焚ベース。石炭焚中規模実証を経て商用機納入を検討)



3000T/Dプラント鳥瞰図

石炭火力からのCO₂回収長期実証試験



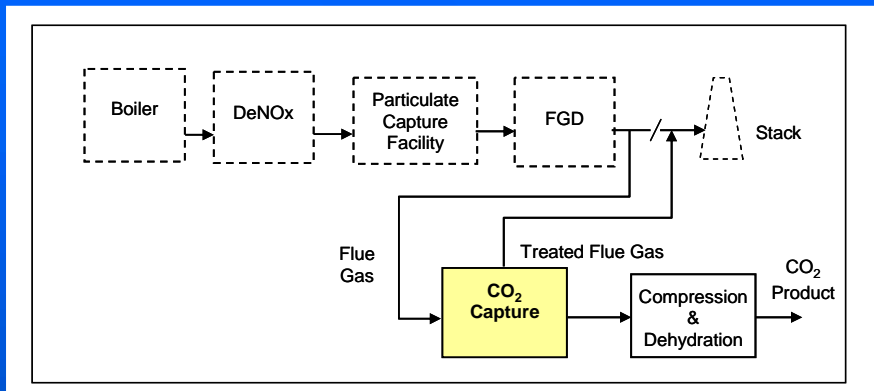
概略

吸収液 : KS-1
CO₂回収量 : 10 T/D
排ガス : 石炭焚ボイラ (14.1 v% CO₂)
スタートアップ : 2006年7月
場所 : 長崎県松島

運転実績

- ❑ 石炭焼きボイラ排ガスに含まれる不純物のCO₂回収プラントに与える影響を確認(ダスト, SO_x, NO_x, etc.)
- ❑ 各不純物の対策手法の確認
- ❑ 6,000時間以上の運転実績
- ❑ 当社CO₂回収プロセスが石炭焚ボイラ排ガスからCO₂を回収出来る事を確認

石炭火力からのCO₂回収システム



排ガス出口

CO₂ 純度 99.9 %

吸収塔

再生塔
(Regenerator)

排ガス冷却/
高度脱硫

処理済排ガス

排ガス

C.W.

C.W.

C.W.

スチーム

リボイラー

回収CO2中の不純物

- 化学吸収法(当社KS-1吸収剤)による排ガスから回収されたCO2は極めて高純度である。不純物としては下記の物質を含む。

CO2の純度: 99.9Vol%以上(ドライベース)
[実際に測定されているCO2純度としては99.95~99.97Vol%]

CO2中の不純物: N2 200~400ppm
O2 50~150ppm
その他 微量(1ppmレベル又はこれ以下)
(NOx、アミン分解物等)

- モノエタノールアミン(MEA)による排ガスから回収されたCO2の純度。CO2中の不純物はKS-1吸収液よりもやや多く下記の値となっている。

CO2中の不純物: N2 300~500ppm
O2 100~200ppm
その他 微量(1~10ppmレベル)

備考: これら不純物の濃度は排ガスの組織、運転条件等によりやや変化する。

当社実績

3. 実績（商用機）

1. マレーシア向けCO₂回収装置



CO₂ 回収プラント（マレーシア）

●プラント概要

CO ₂ 回収量	160T/D (200 T/D Max)
吸収液	KS-1
用途	尿素増産用
スタートアップ	1999年10月
クライアント	Petronas Fertilizer (Kedah) Sdn Bhd
サイト	Kedah Darul Aman, マレーシア
ガス源	スチームリフォーマー排ガス

●プロセス

CO₂はアンモニアプラントのスチームリフォーマー排ガスから回収され、尿素合成プロセスで使用される。本プラントは、当社CO₂回収プロセスを用いた最初の商用機であり、1999年10月以降、順調に稼動を続けている。本プロセスは、蒸気消費量および吸収液損失を最小限に留める優れたメリットを発揮している。

3. 実績（商用機）

2. 国内化学会社向けCO₂回収装置



●プラント概要

CO ₂ 回収量	283T/D (330 T/D Max)
吸収液	KS-1
用途	一般
クライアント	化学会社
ガス源	天然ガス 及び 重油焚ボイラー

●プロセス

CO₂は天然ガス及び重油焚ボイラー排ガスから回収される。排ガスは冷却され、(重油焚ボイラー排ガスの場合)CO₂吸収塔の前段でSO_xを除去する。

CO₂は液化され、ドライアイスや溶接用として使用される。

3. 実績（商用機）

3. インド向けCO₂回収装置



●プラント概要

CO ₂ 回収量	450 T/D x 2 ユニット
吸収液	KS-1
用途	尿素増産用
スタートアップ	2007年
クライアント	Indian Farmers Fertilizer Co.
ガス源	天然ガス 及び ナフサリフォーマー 排ガス

●プロセス

CO₂はスチームリフォーマー排ガスから回収される。
CO₂は圧縮され尿素合成プロセスで使用される。排ガスは冷却され、CO₂吸収塔前段でSO_x除去を行う。

3. 実績（商用機）

4. UAE向けCO₂回収装置

FEED
Completed

●プラント概要

CO ₂ 回収量	400 T/D
吸収液	KS-1
用途	尿素増産用
スタートアップ	2008年
クライアント	Ruwais Fertilizer Industries (FERTIL) (アブダビ)
ガス源	天然ガスボイラー 及び スチーム リフォーマー排ガス

●プロセス

CO₂はスチームリフォーマー排ガスから回収される。
CO₂は圧縮され尿素合成プロセスで使用される。排ガス
は冷却され、CO₂吸収塔前段でSO_x除去を行う。

3. 実績（商用機）

6. インド向けCO₂回収装置

*FEED
Completed*

●プラント概要

CO ₂ 回収量	450 T/D
吸収液	KS-1
用途	尿素増産用
スタートアップ	2010
クライアント	インド化学会社
ガス源	天然ガスボイラ及びスチームリフォーマー排ガス

●プロセス

CO₂はスチームリフォーマー排ガスから回収される。
CO₂は圧縮され尿素合成プロセスで使用される。排ガスは冷却され、CO₂吸収塔前段でSO_x除去を行う。

3. 実績（商用機）

7. バーレーン向けCO₂回収装置

*FEED
Completed*

●プラント概要

CO ₂ 回収量	450 T/D
吸収液	KS-1
用途	尿素増産用
スタートアップ	2010
クライアント	Gulf Petrochemical Industries Company
ガス源	天然ガスボイラ及びスチームリフォーマー排ガス

●プロセス

CO₂はスチームリフォーマー排ガスから回収される。
CO₂は圧縮されメタノール合成プロセスで使用される。
排ガスは冷却され、CO₂吸収塔前段でSO_x除去を行う。