

堤研究室

[高濃度循環流動層ガス化炉]

生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター
 Collaborative Research Center for Energy Engineering

http://www.energy.iis.u-tokyo.ac.jp/tsutsumi

工学専門分野 ● エネルギープロセス

機械工学専攻

コールドモデルによる大量・高濃度粒子循環システムの開発

石炭は、可採埋蔵量が豊富でしかも世界中に広く分布すること、また価格が安価で安定していることから、世界の一次エネルギーの約30%を占めている。現在、高効率の石炭発電技術として、石炭ガス化複合サイクル発電(IGCC: Integrated Coal Gasification Combined Cycle)や石炭ガス化燃料電池複合サイクル発電(IGFC: Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle)の開発が行なわれている。本研究室では、発電効率を飛躍的に向上するために、石炭を低温でガス化し、ガス化に必要な熱は高温ガスタービンや燃料電池の排熱を蒸気として再生利用する『エクセルギー再生型次世代石炭ガス化高効率発電システム(Advanced-IGCC/IGFC)』を提唱してきた。このプロセスの実現のために、コールドモデルによる大量・高濃度粒子循環システムについて研究を行なっている。

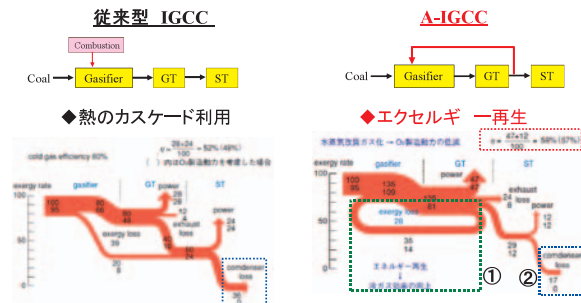
現在の気流層ガス化技術

- ・高温場の形成を容易にし、生成ガスの発熱量を確保するためガス化剤に酸素を使用
 - 燃焼反応によりエクセルギー効率が低下
- ・石炭の一部を燃焼し、形成した高温場(1100~1500℃)で石炭をガス化
 - 生成したガスの発熱量低下

エクセルギー再生型次世代石炭ガス化高効率発電システム

- ・排熱回収した水蒸気をガス化剤に用いることによるエクセルギー再生ガス化
- ・石炭を低温(700~900℃)でガス化し、ガス化に必要な熱は高温ガスタービン(1700℃級)や燃料電池の排熱を回収

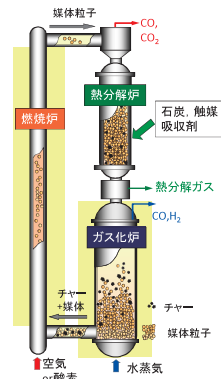
エクセルギー再生型次世代石炭ガス化高効率発電システム



- ① 排熱回収した水蒸気をガス化剤に用いることによるエクセルギー再生ガス化
- ② 送電端効率が約9%向上する見込み!

A. Tsutsumi, *Clean Coal Technol. J.* 11 (2004) 17-22
 G. Guan et al., *Particology* 8 (2010) 602-606

次世代石炭ガス化炉の概念図

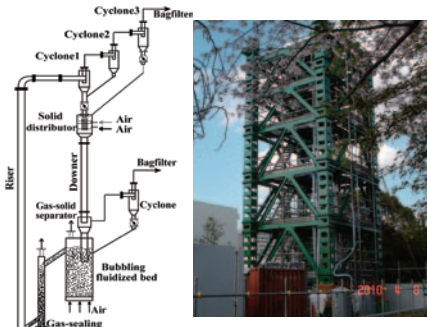


- チャー部分燃焼炉(ライザー)
- ・酸素によるチャーの部分燃焼
 - ・ガス化反応に必要な熱を供給気泡流動層ガス化炉
 - ・チャーの水蒸気ガス化
 - ・ガスタービン排熱の利用
 - ・燃焼炉排熱を流動媒体を通して利用

高速・高濃度粒子循環システム
 ・大量の熱媒体粒子循環が必要

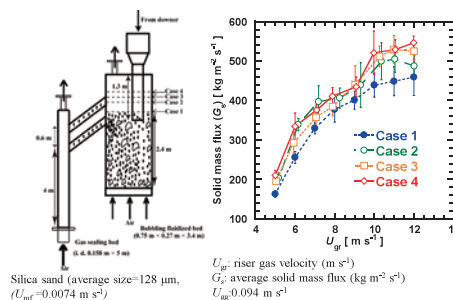
G. Guan et al., *Fluidization XIII*, (2010) 407-414
 G. Guan et al., *Chem. Eng. J.* 164 (2010) 221-229

大型循環流動層 コールドモデル



高さ16 m, 直径0.10 m, 地上7階、地下1階
 (次世代石炭ガス化炉試験装置)

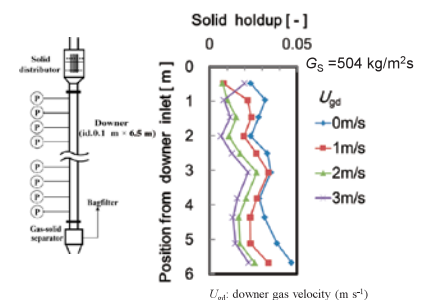
ライザー空塔速度と気泡流動層高の粒子質量フラックス(G_s)への影響



C. Fushimi et al., *Powder Technol.* 209 (2011) 1-8

$U_{gr}=12$ m/s (case 4)において
 $G_s=546$ kg/m²sを達成

ダウンナー空塔速度(U_{gd})の見かけ粒子ホールドアップへの影響



G. Guan et al., *J. Chem. Eng. Jpn.* 45 (2012) 948-954
 G. Guan et al., *Chem. Eng. J.* 66 (2011) 4212-4220

$G_s=504$ kg/m²sでの
 見かけ粒子ホールドアップは0.01-0.04