

# 堤研究室

## [次世代高効率石炭ガス化技術開発]

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>

専門分野 エネルギープロセス工学

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。

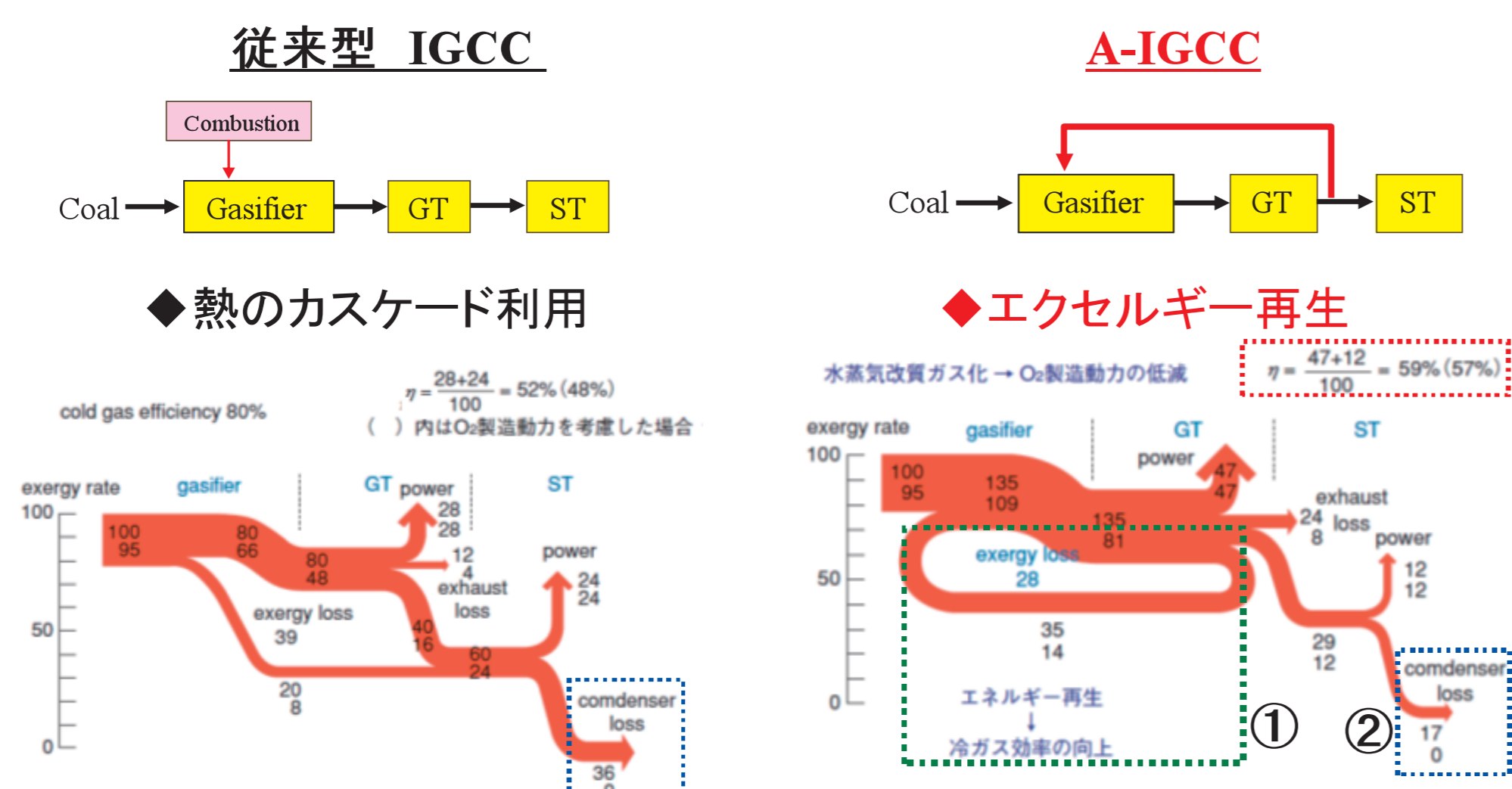
#### 現在の気流層ガス化技術

- ・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°C) 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°C) でガス化し、ガス化に必要な熱は高温ガスタービン (1700°C級) や燃料電池の排熱を回収

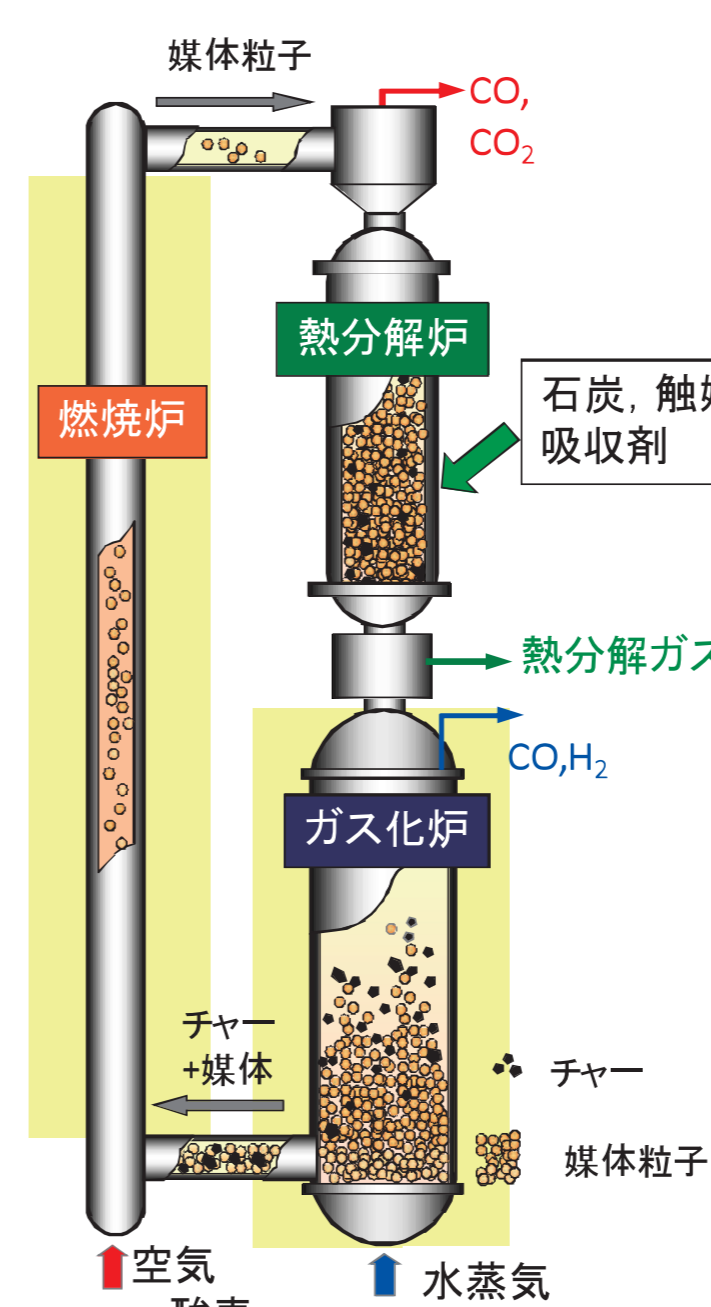
### エクセルギー再生型次世代石炭ガス化高効率発電システム



- 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., *Particulology* 8 (2010) 602-606

### 次世代石炭ガス化炉の概念図

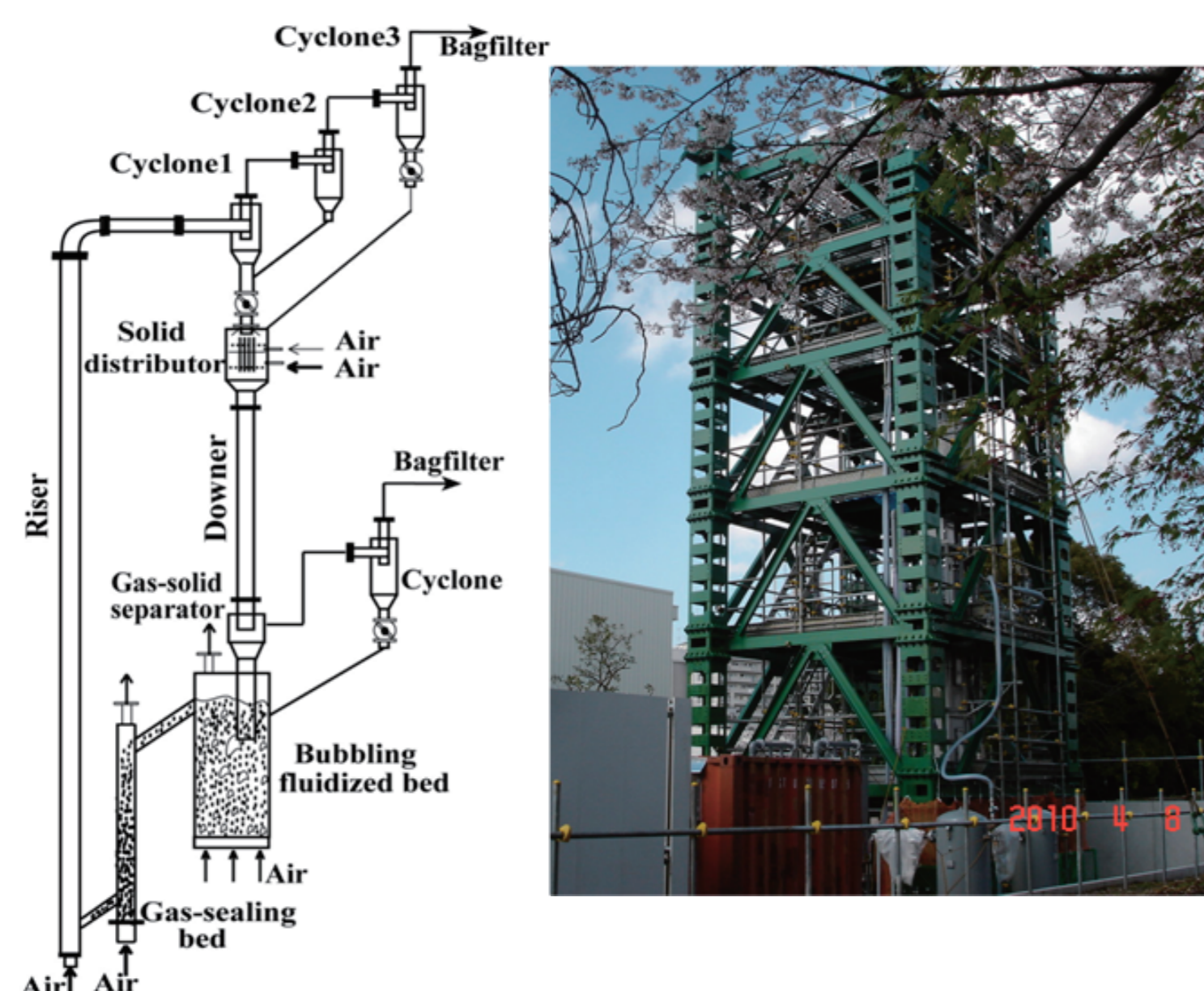


- チャー部分燃焼炉(ライザー)
- ・酸素によるチャーの部分燃焼
  - ・ガス化反応に必要な熱を供給
- 気泡流動層ガス化炉
- ・チャーの水蒸気ガス化
  - ・ガスタービン排熱の利用
  - ・燃焼炉排熱を流動媒体を通して利用

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

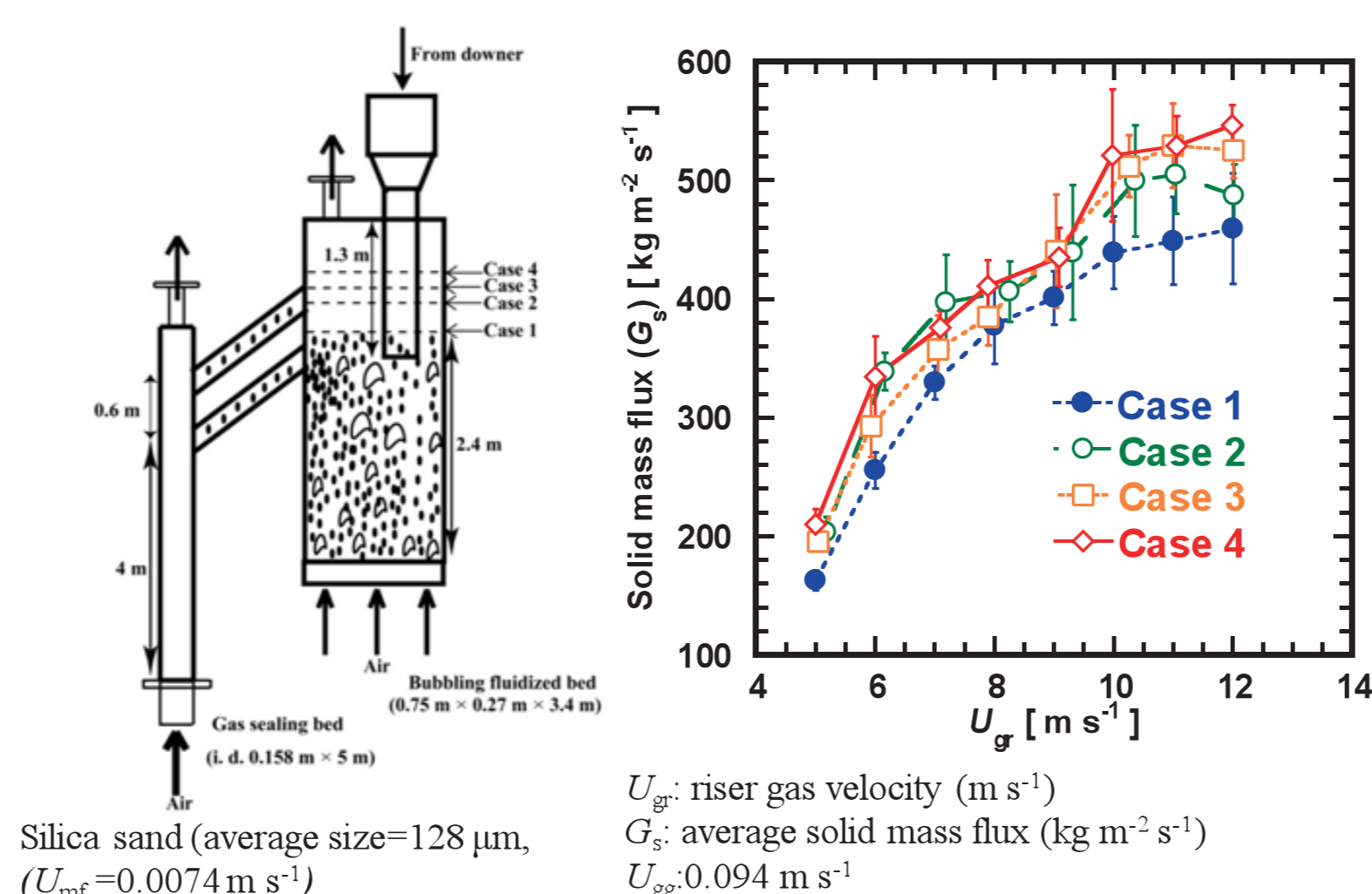
G. Guan et al., *Fluidization XIII*, (2010) 407-414  
G. Guan et al., *Chem. Eng. J.* 164 (2010) 221-229

### 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)

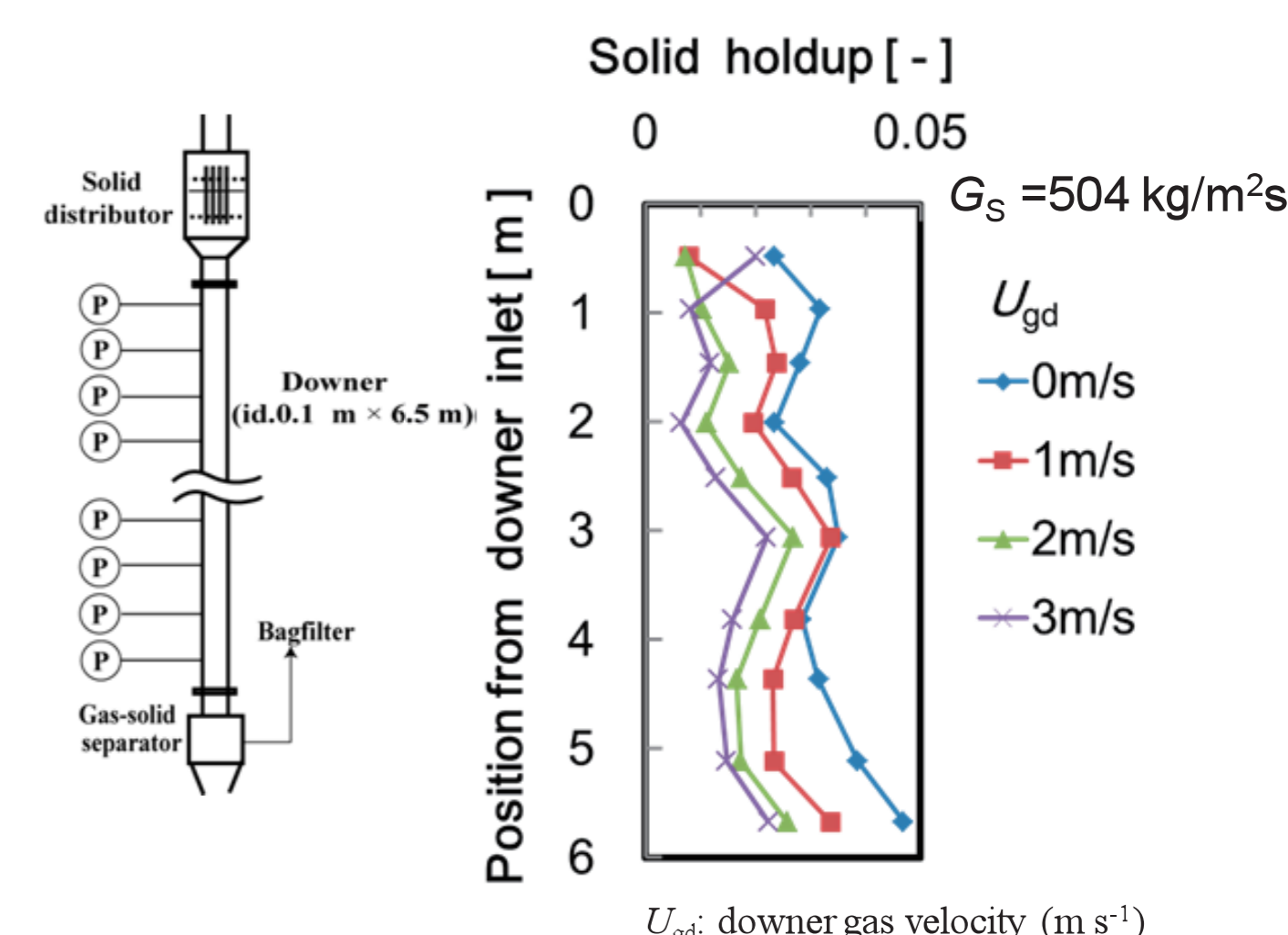
### ライザー空塔速度と気泡流動層高の粒子質量フラックス( $G_s$ )への影響



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/m<sup>2</sup> sを達成

### ダウン空塔速度 ( $U_{gd}$ ) の見かけ粒子ホールドアップへの影響



$G_s=504$  kg/m<sup>2</sup> sでの  
見かけ粒子ホールドアップは0.01-0.04