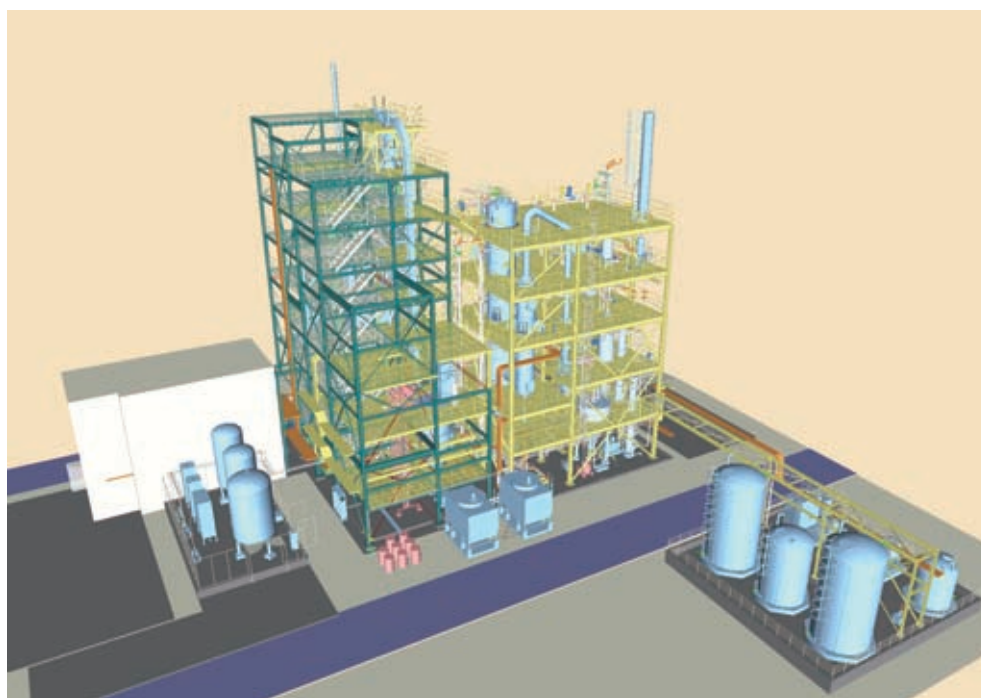


# 使いにくい燃料を 価値ある燃料に

## 褐炭，バイオマスをさまざまな用途に使える ようにできる「二塔式ガス化炉 TIGAR<sup>®</sup>」

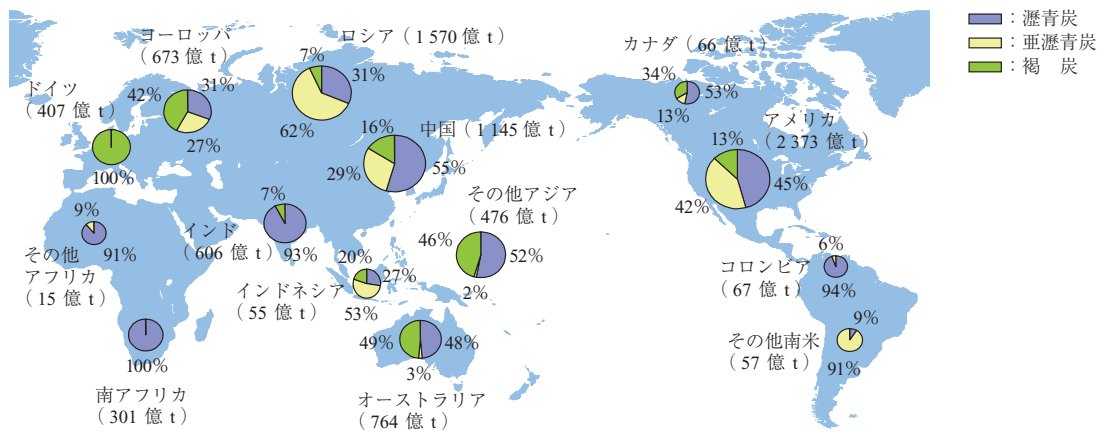
二塔式ガス化炉 TIGAR<sup>®</sup> は、他のガス化炉と比較してマイルドな条件で運転できる循環流動層方式のガス化炉。蓄積のある流動層・プラント技術により経済的にも魅力あるプロセスを実現。



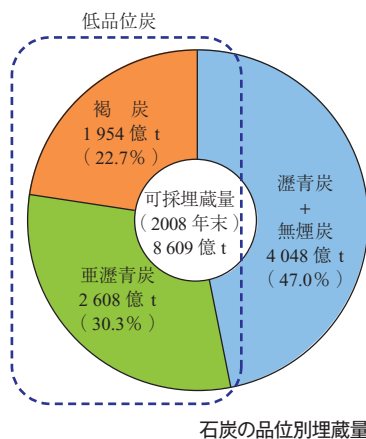
二塔式ガス化炉パイロット炉

世界で使用されるエネルギー源には、石油、天然ガス、石炭といった化石燃料や、原子力、水力、風力、太陽光、バイオマスなど複数あるが、エネルギー密度が高く、容易に移動でき、使い勝手に優れる化石燃料がその多くを担っている。このうち、石油は輸送用燃料、化学原料として幅広く使用されているが、中東地域に偏在し、価格も不安定である。天然ガスは、硫黄分が少なく、また他の化石燃料と比較してCO<sub>2</sub>の発生量も少ないため、環境に比較的優しいとして、消費が伸びている。そしてこれらの価格は今後上昇してい

くと予想されている。一方、化石燃料のなかでは石炭が最も可採埋蔵量が多く、比較的多くの国、それも政治的に安定した国々に存在する。また、石油や天然ガスと比較して発熱量当たりの価格が安くかつ価格も安定しているため、多くの国で重要なエネルギー源となっている。しかし、石炭埋蔵量の半分は、水分や酸素分が多いため発熱量が低い褐炭や亜瀝青炭<sup>れき</sup>といった石炭であり、これらは低品位炭と呼ばれている（ミニ解説で石炭の種類解説）。また、褐炭は自然発火しやすいためハンドリングに注意を要する。これらの理



石炭の埋蔵地域  
WEC「Survey of Energy Resources 2010」より作成



石炭の品位別埋蔵量

由によって低品位炭は、価格は安い十分に利用されていない。長距離輸送や貯蔵に向かないため、炭鉱近くの発電所燃料など限定的な利用にとどまっているのが現状である。

一方、石炭をガス化して得られたガスは、主に H<sub>2</sub> や CO で、そのままガスタービンやガスエンジンなどの発電用燃料にしたり、化学反応を経て化学原料や輸送用燃料にしたりできる。

化学反応を経て得られる代表的な物質は、アンモニア、DME (ジメチルエーテル)、メタノール、メタンなどである。メタンは代替天然ガス (SNG) として、従来天然ガスが使われている用途の代替ができる。また CTL (Coal to Liquid: 石炭液化燃料) と呼ばれる液体燃料を得ることができ、石油同様に燃料としてのみならず、化学原料に利用することができる。したがって利用しにくかった低品位炭を安く効率的にガス化できれば、発熱量の高い燃料や付加価値の高い化学原料として利用でき、経済的にも、また資源の有効活用に

もおおいに貢献できることになる。

IHI の二塔式ガス化プロセスは、まさしくこれを実現する技術であり、褐炭などの低品位炭だけでなく、木質片などのバイオマスを含んだこれまで利用しにくかった燃料を付加価値の高い燃料・化学原料に変換する技術である。

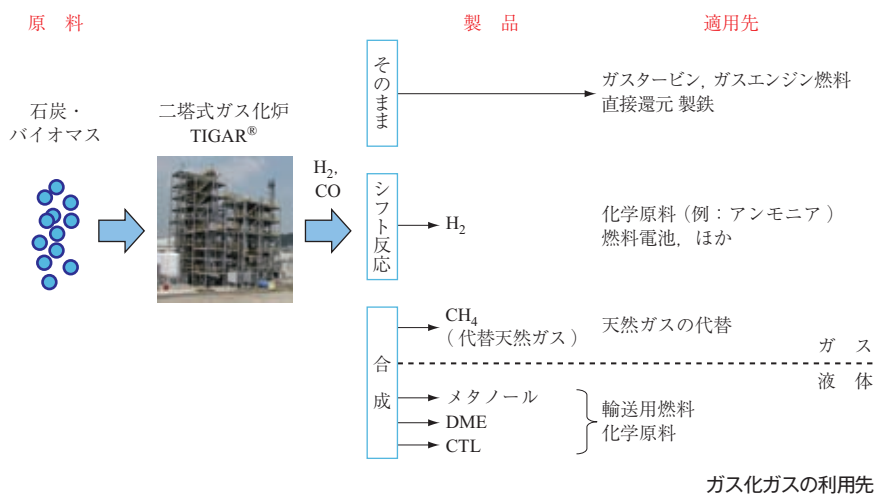
二塔式ガス化炉は、高温の砂のなかで燃料の燃焼や、ガス化反応を行う流動層技術をベースとしている。ガス化反応を行うガス化炉と、燃焼反応を行う燃焼炉の二つの炉からなるため、二塔式と呼んでおり、ガス化炉と燃焼炉を高温の砂が循環する循環流動層方式である。

まず、褐炭やバイオマスなどの原料をガス化炉に投入すると、熱による分解とそこに吹き込まれた水蒸気との反応によってガス化する。ガス化しなかった残りの燃料は循環する砂とともに燃焼炉に運ばれ、そこに吹き込まれた空気によって燃焼する。高温になった砂は吹き上げられ、サイクロンによって燃焼排ガスと分離されてガス化炉に戻り、ガス化に必要な熱源となる。

この二塔式ガス化炉は次のような特徴をもつ。

(1) 低温・常圧でのガス化

石炭ガス化複合発電 (IGCC) 向けなどで先行する噴流床ガス化炉は、石炭中に含まれる灰分 (融点は 1 200 ~ 1 500℃) を溶かして回収する必要があることから、およそ 1 500℃、かつ 3 MPa 程度の高温・高圧で運転する。しかし揮発分が多くガス化しやすい褐炭は、1 000℃ 以下の温度でもガス化できるため、このような高温でガス化することは効率的



## (2) 発熱量の高いガス化ガス

多くのガス化炉は、ガス化炉内でガス化原料の一部を燃焼させてガス化に必要な熱源としている。このため、高価な酸素製造装置で発生させた酸素をガス化炉に吹き込みガス化剤とする。しかし、二塔式ガス化炉は、ガス化に必要な熱源は燃焼炉から循環してきた高温の砂によって賄い、ガス化炉では水蒸気をガス化剤として使用する。そのため、ガス化反応には酸素の必要がない。また燃焼熱を発生させる燃焼炉では、空気を投入するが、燃焼炉とガス化炉が分かれており、高温の砂だけがガス化炉に回ることから、燃焼排ガスがガス化ガスに混ざらず、化学原料用にも適した、発熱量の高いガス化ガスを得ることができる。

ではないと考えられる。

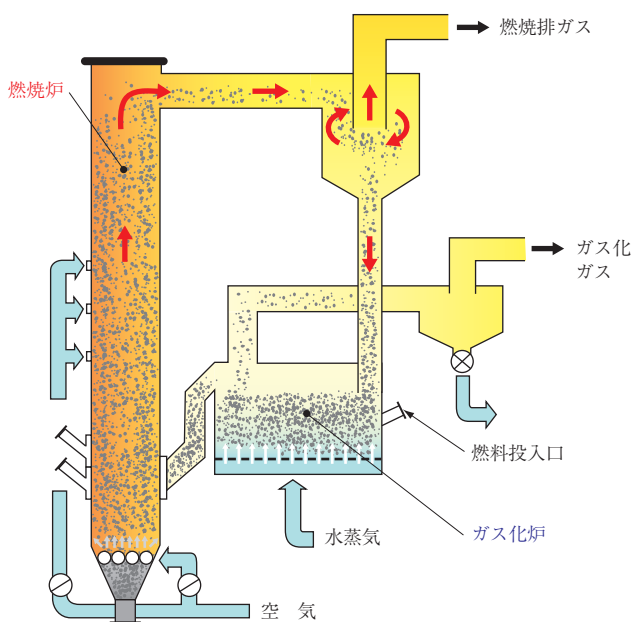
二塔式ガス化炉は褐炭をターゲットとし、灰分を溶かさなため、 $800 \sim 900^{\circ}C$ といった比較的低温、かつほぼ大気圧で運転する。したがって二塔式ガス化炉は、高温・高圧ガス化炉と比較すると、褐炭を効率的にガス化するだけでなく、高価な耐熱/耐圧機構・機器が必要なくなり、入手性に優れた汎用品を使用することができるため、コスト低減が可能となる。またプラントとしても運転、保守メンテナンスが容易になる。

これらには、IHI が実績をもつ循環流動層ボイラの知見が活かされている。

流動層であるため、石炭はもちろんバイオマスもそれほど形状にこだわらず粗粉碎のみでガス化原料として使用することができる。石炭と同時に使用することも可能である。再生可能エネルギーであるバイオマスを使用すれば、 $CO_2$  排出量の増加は抑えられる。

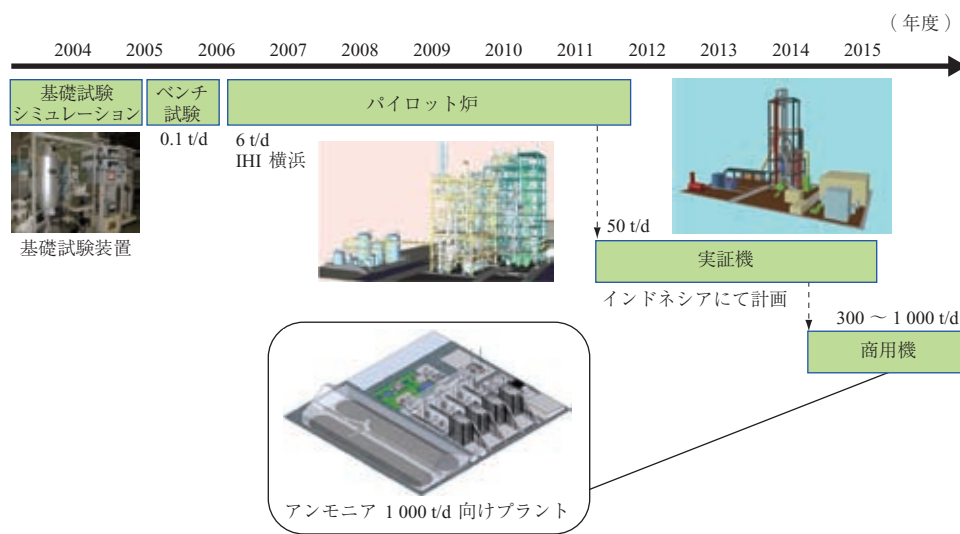
## (3) 多種燃料に対応

このようなメリットをもつ二塔式ガス化炉を TIGAR® (Twin IHI Gasifier) と名付け、2004 年から開発をはじめ、2010 年より経済産業省の支援も受けて、現在は給炭量が日量 6 t 規模のパイロット炉から、10 倍程度の日量 50 t 規模にスケールアップした実証機に進む段階である。実証運転は、低品位炭が豊富に存在し、低品位炭利用技術の開発を積極的に後押しするインドネシアで行うことを計画している。そこでは、スケールアップ設計の確認、数千時間の長時間運転による保守耐久性の確認などを行う予定である。



二塔式ガス化炉の構造と原理

実証確認後の商用化段階では、まずは天然ガスを原料としているインドネシア肥料工場の原料ガス代替を目指している。インドネシアに豊富にある安価な褐炭をガス化し、高価な天然ガスを代替できれば、肥料会社にとっては運転コストの減少につながるができる。なおインドネシアとしては余った天然ガスは重要な外貨獲得源である LNG 輸出に回すことができる。そ



二塔式ガス化炉の開発スケジュール

して、インドネシアから LNG を大量に輸入している日本にとってもインドネシアの LNG 輸出余力が増すことはエネルギーセキュリティ上、望ましいことである。

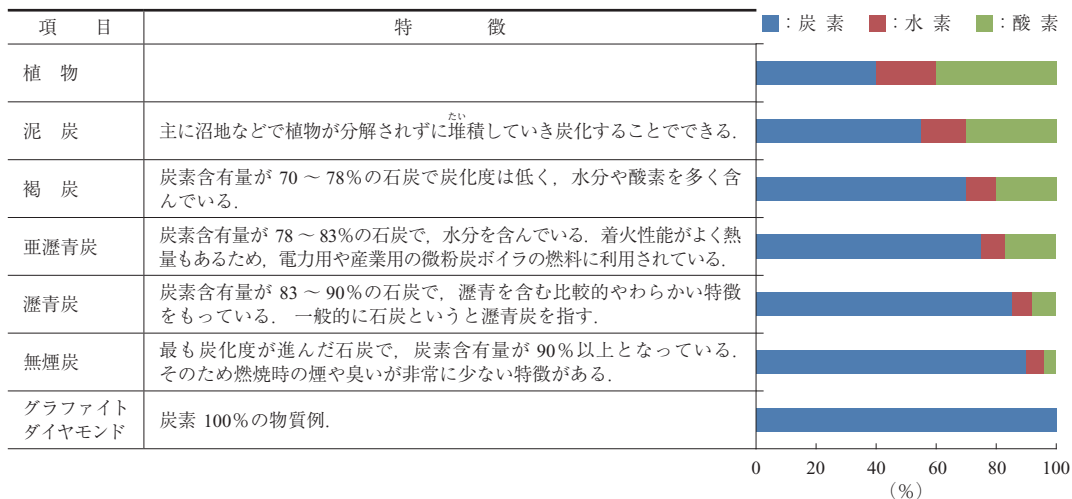
商用段階での展開先としては、肥料会社だけでなく他産業へもアプローチするとともに、インドや、オーストラリアなどの褐炭が豊富に存在する国々へ参入を

図る計画である。

IHI では循環流動層ボイラで培った技術に加え、石炭などのマテリアルハンドリング、液化天然ガスなどのプラントの経験がある。これらの知見を活かして資源の有効活用につながる二塔式ガス化炉 TIGAR® プラントの早期実現を目指す。

### ミニ解説

いろいろな石炭



約 3 億 5 千万年前の石炭紀から数百年前の新第三紀にかけ地中に堆積した植物が菌類によって分解され、地殻変動の圧力や地熱などによって炭素分を中心に固まった（炭化）。ほかに水素や酸素や微量の硫黄、窒素、ケイ素、アルミニウム、カルシウムなども含んでいる。一般に、年代を経たものほど炭素の比率が高くなり（炭化度が進み）、発熱量が大きくなる。

問い合わせ先

株式会社 IHI エネルギーシステムセクター

電話 (03) 6204 - 7800

URL : [www.ihico.jp/](http://www.ihico.jp/)