

未利用エネルギーの有効利用 — 二塔式ガス化炉の活用 —

褐炭・バイオマスなどをガス化し多用途利用を 可能にする「二塔式ガス化炉 TIGAR[®]」

二塔式ガス化炉 TIGAR[®] は、ほかのガス化炉と比較して低温・低圧な条件下で運転できる循環流動層技術を応用したガス化炉。褐炭など未利用燃料のガス化が可能で、運用性、経済性にも優れた魅力あるガス化炉プロセスが特長。実証プロジェクトをスタートさせ商用化へ前進!!

株式会社 IHI
エネルギー・プラントセクター
エネルギーシステムセンター
二塔式ガス化炉プロジェクト部

湯浅 晃一・中澤 亮



インドネシア実証機 (50 t/d) プラント全景 (中央 : TIGAR[®] ガス化炉架構)

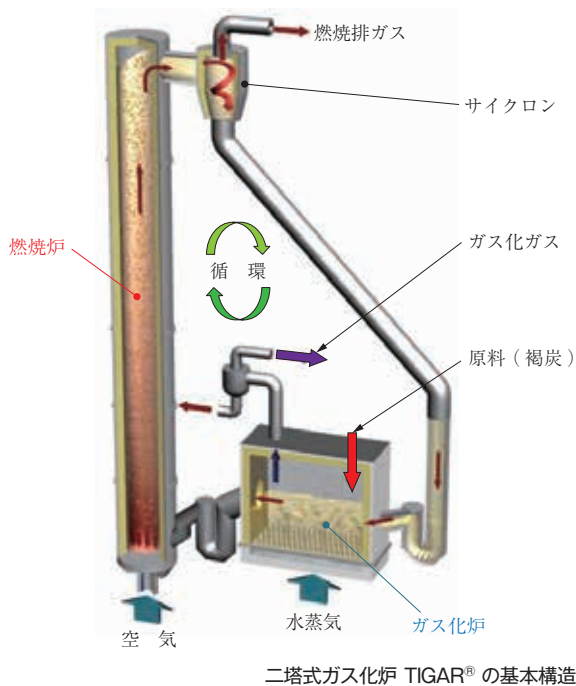
近年、アメリカでシェールガス、カナダでオイルサンドが多量に生産されるようになるなど非在来型のエネルギー資源のニュースが世間をにぎわしている。そもそも、世界で使用されているエネルギー源には石油・天然ガス・石炭といった化石燃料や、原子力、再生可能エネルギーなど複数あるが、エネルギー密度が高く、容易に輸送でき、使い勝手に優れる化石燃料がその多くを担っている。なかでも石炭は最も可採埋蔵量が多く、世界的に偏在性がなく、かつ石油や天然ガスと比較して発熱量当たりの単価が安く価格が安定しているため、多くの国で重要なエネルギー源となっている。しかし、石炭埋蔵量の半分以上を占める褐炭や亜瀝青炭^{れき}といった低品位炭は、水分や酸素分が多いため発熱量が低い。特に褐炭は自然発火しやすいため、

長距離輸送や貯蔵に向かず、炭鉱近くの発電所燃料など限定的な利用にとどまり十分に利用されていない。

従って、これら未利用石炭の利用技術の重要性が高まっている。このため、褐炭など低品位炭の固体原料をガス化することで、高効率な発電やガス化ガスである一酸化炭素や水素からアンモニア、メタノール、メタン、ほかの液体燃料などを合成し化学原料として利用できる技術が重要と考えられる。これら技術の鍵となるのはガス化技術であり、世界では各種のガス化技術の研究開発が行われている。

石炭ガス化技術 (二塔式ガス化)

ガス化システムとは、固体原料の熱分解とチャーという炭化物のガス化反応により固体原料を一酸化炭素



や水素などのガスに変換する技術である。ガス化反応は吸熱反応であり、空気や酸素により部分酸化することでガス化に必要な熱を供給する。ガス化剤としては、酸素、水蒸気、空気などが用いられる。ガス化炉としては固定床・噴流床・流動層など各種の型式が開発されており、それぞれ異なる特徴をもっている。IHI では未利用な資源が多く、高効率利用技術の開発が期待されている褐炭に着目し、2004 年から循環流動層ボイラの技術を応用した二塔式ガス化炉 TIGAR® (Twin IHI Gasifier) の開発を進めている。

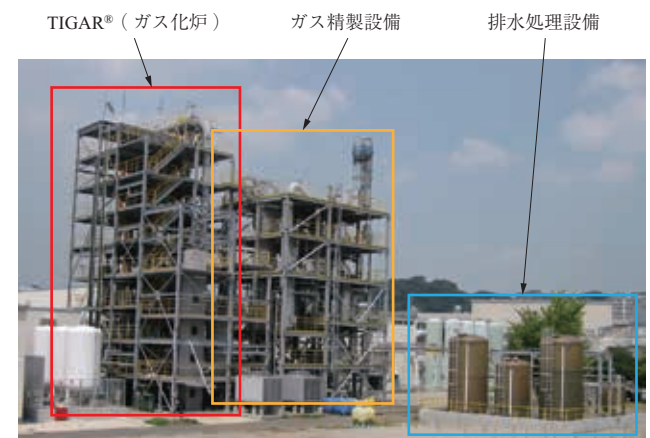
二塔式ガス化炉は、高速流動層燃焼炉と気泡流動層ガス化炉を組み合わせたガス化炉であり、高温の砂の中で燃料の燃焼やガス化反応を行う流動層技術をベースとしている。ガス化反応を行うガス化炉と、燃焼反応を行う燃焼炉の二つの炉から成るため“二塔式”と呼んでいる。褐炭などの固体原料はガス化炉に投入され、熱分解およびガス化剤との反応により主に一酸化炭素、水素に変換される。ガス化剤としては水蒸気を利用し、水蒸気はガス化ガスおよび排気ガスからの熱回収によって生成される。ガス化炉で発生した未反応のチャーは循環媒体とともに燃焼炉に運ばれ、空気によって燃焼し循環媒体に熱を供給する。循環媒体と排気ガスはサイクロンと呼ばれる装置によって分離され、循環媒体はガス化炉に循環されることでガス化反応に必要な熱となる。

パイロット炉 (6 t/d) による検証

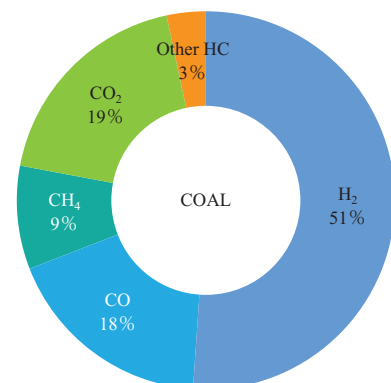
要素研究を経て、2006 年度より次期開発ステップであるインドネシア実証機 (50 t/d) プロジェクトに向けた設計データ、プラント連続安定性能の取得検証を目的として、褐炭供給量 6 t/d 規模の連続ガス化試験が可能なパイロット炉を横浜工場に建設した。本プラントではガス化するだけでなく、ガス化ガス中に含まれるタール、窒素分を除去するガス精製機器、ガス精製の工程で生じる排水を処理する排水処理機器も設け、ガス化プラントに必要な構成機器一式を連続試験評価した。ガス化原料としては石炭中の水分 30 ~ 45% 程度のインドネシア褐炭を使用した。

< ガス化ガス組成 >

パイロット炉による褐炭ガス化試験によって得られた代表的なガス化ガス組成は、水素、一酸化炭素、二酸化炭素、メタンなどであった。水蒸気ガス化炉の特徴である高濃度水素を得ることができるとともに、窒素などのコンタミネーションがほとんどないことも確認できた。



6 t/d パイロットプラント外観

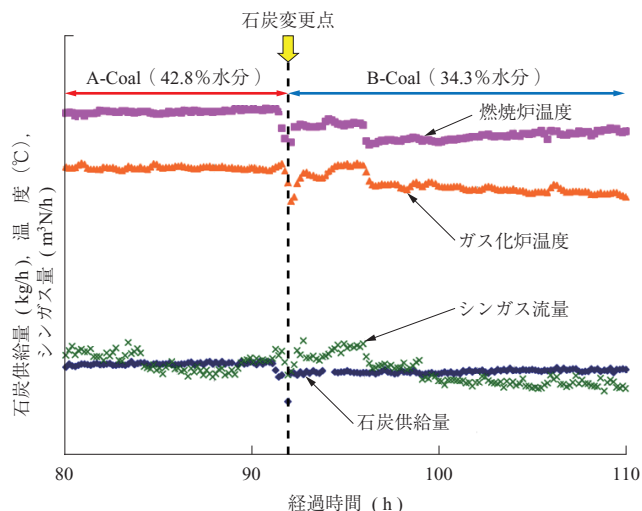


褐炭ガス化ガス組成 (パイロット試験)

< 連続運転安定性 >

100 時間以上の連続ガス化運転でのトレンドでは、ガス化炉温度、燃烧炉温度ともにほぼ一定で、安定したガス化運転が可能であることを確認できた。また、運転途中で石炭中水分が 42.8%の褐炭から、34.3%の褐炭へ連続的に供給を変化させているが、各部温度やガス化状態に急激な変動は見られず、装置として高いロバスト性を有することも確認できた。

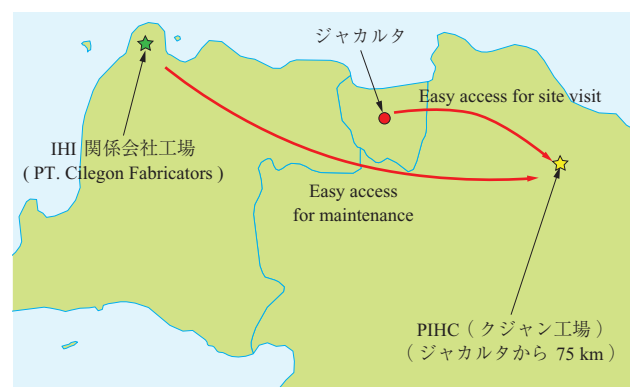
2010 年度からは経済産業省の支援を受け、実証機への課題抽出、要素技術の検証を行い、さらにパイロット炉の連続運転試験の成功により、2012 年度から次のステップであるインドネシア実証プロジェクトをスタートした。



パイロットプラント運転トレンド

インドネシア実証プロジェクト

実証プロジェクトはインドネシア褐炭給炭量 50 t/d 能力の二塔式ガス化炉実証機をインドネシア国営肥料統括会社 (PIHC) 傘下のクジャン工場に建設、実証機を使ったさまざまなガス化実証検証を 2016 年度末まで行う計画である。クジャン工場はジャカルタから東南に約 75 km、また、IHI 海外関係会社である PT. Cilegon Fabricators 工場からも陸送にて 2 時間程度で輸送できる位置にある。



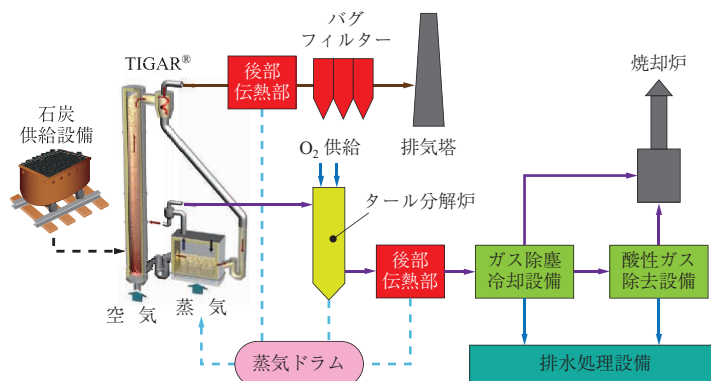
インドネシア実証プロジェクトサイト

< 実証プロジェクト概要 >

実証機はガス化ガス用途先としてアンモニア肥料工場を想定した水素製造プロセスの検証を行う。構成はガス化炉 TIGAR®, ガス化ガス中のタール除去を目的としたタール分解炉、排熱回収、ガス冷却・除塵、ガス化ガス中の一酸化炭素を水素へ変換するガスシフトプロセスおよび、ガス化ガス中の酸性ガス (CO₂, H₂S) 除去プロセスから成り、アンモニア合成に必要な

な水素を最終製品として製造する。

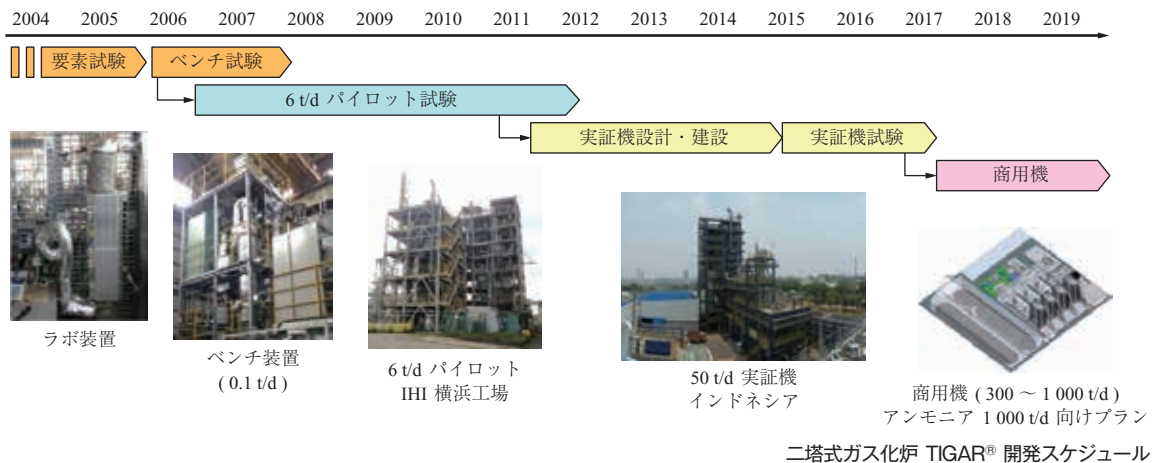
実証運転で使用する石炭は現地法人である PT. IHI GASIFICATION INDONESIA が東カリマンタン島より褐炭 (Coal Brand “PKN Coal” 3 400 kcal/kg GAR at 43% moisture) を購入、サイトまで輸送し運用している。今後はさらに水分含有量の多い褐炭、バイオマスの試験も計画している。



実証機プロセスフロー



サイト近隣の港での石炭荷揚げ風景



< 実証プロジェクト状況 >

2013年2月にインドネシア肥料工場との調印を終え、同年10月より建設工事を開始した。約1年を経て工事は終了し、2014年12月から石炭ガス化運転を兼ねたプラント総合試運転を開始し、2015年度より実証運転ステージに入った。実証運転では肥料工場から派遣されたオペレーターには運転技術の習得と、将来、商用機の運転指導をしていただくことを期待している。

実証プロジェクトは今後2016年度までの約2年間で数千時間のガス化実証運転を行い、スケールアップ設計の確認、長時間運転による保守・耐久性の確認、肥料工場とともにデモンストレーションを行う。



二塔式ガス化炉 TIGAR[®] 実証設備制御室内 (インドネシア運転員への運転教育)

商用化に向けて

インドネシアは国策として、石炭利用率を現在の24%から2025年には31%に高める施策を進めている。

一方、天然ガスの産出量は年々減少しており、数年後には価格が大幅に上昇する見込みで、天然ガスを多く使用している肥料会社は、早期に天然ガスから石炭ガス化ガスへの原料転換を図りたい意向を持っている。以上のことから、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、肥料会社にとっても運転コストを低減することができ、また、インドネシアとしては余った天然ガスを輸出に回すことで貴重な外貨獲得源とすることができる。日本にとってもインドネシアの天然ガス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。現在、実施している実証プロジェクトは、インドネシアで初めて同国の褐炭を使用した長期運

転・ガス化検証を行うものであり、その結果を商用設計に反映、さらに信頼性の向上に努め、二塔式ガス化炉の優れた適用性を示すことで、商用機の早期実現を目指す。

問い合わせ先

株式会社 IHI

エネルギー・プラントセクター

エネルギーシステムセンター

二塔式ガス化炉プロジェクト部

電話 (03) 6204-7521

URL : www.ihico.jp/