特 集

最近におけるガス化技術

編 集 池田米一*・木村英雄**
坂西良親***

重質油、石炭、都市廃棄物などの各種炭化水素原料をガス化して、クリーンエネルギーや化学工業原料を製造するガス化技術が、最近新たなニーズとして注目されている。

本特集では古い歴史を持つガス化技術を前向きに捉え、技術開発における現状と問題点をできるだけ明らかにすることを試みたが、わが国における優れた自主技術開発のために化学工学がすすんで果すべき課題も多いといえる。

I. 総 論

これからのガス化技術を探る†

国 井 大 蔵**

は じ め に

“ガス化”という用語はふつう重油、コークス、石炭などから燃料ガスを製造する場合に使用されている。本

稿では少し範囲を拡げ、“液体・固体の炭化水素原料から水素・一酸化炭素・メタンなどの炭化水素ガスを製造するプロセス”と考えよう。したがってオレフィン類を目的にする場合、留出油と燃料ガスを併産する場合をも含めるものとする。

以前は石炭がガス化の原料であり、燃料ガスは移動層型のガス発生炉、合成化学原料ガスはコークスを用いる水性ガス発生炉が広く使用されていた。低廉な粉炭を酸素・水蒸気によってガス化し、合成ガスを製造するプロセスとして1926年ごろからウインクラー炉(流動層型)、

* Yoneichi Ikeda (正会員) 日東化学工業(株) 研究所 本会編集企画委員会委員

** Hideo Kimura (正会員) 工技院公害資源研究所 本会編集企画委員

*** Yoshichika Sakanishi (正会員) 東洋エンジニアリング(株) 開発部 本会編集企画委員

† 昭和49年6月4日受理

** Daizo Kunii (正会員) 東京大学工学部

表1 留出油、重質油ガス化装置の分類例
(ゴチック文字は実用プロセス、* は研究開発中)

熱エネルギーを与える方法	間 接 加 熱	水 素 化	部 分 酸 化	熱 媒 体
基本接触方式	加熱炉内で炭からの放射加熱	水素または水素に富む生成ガスを送入する。高圧・メタネーション反応を利用	酸素・水蒸気あるいは空気・水蒸気を送入。後者は貧ガス用	高温水蒸気（または燃焼ガス）、固体粉粒を熱媒体として使用する。
a) 空管（空塔）型	Stone & Webster 法、Lummus 法 ナフサよりオレフィン類 三炭熱分解法 灯油よりオレフィン類	GRH 法 (Brit. Gas Council) ナフサよりの燃料ガス水素使用、20~30 気圧生成ガスの一部を循環する。 8900 kcal/Nm ³ 程度	Texaco 法、Shell 法のガス化炉図 1a) 重質油から H ₂ , CO 製造 SBA 熱分解法 ナフサからの C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆ 併産	呉羽・千代田法 酸素による高温燃焼ガスを熱媒体としてナフサから C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆ を併産図 1a) 呉羽原油熱分解法 高温水蒸気による軽質原油からの C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆ 併産 図 1a)
b) 固定層型	ICI 法 ナフサの水蒸気改質により H ₂ , CO の製造 固定触媒層は約 800°C まで。 高温 He によるナフサよりの H ₂ , CO の製造法*	CRG 法 (Brit. Gas Council) ナフサよりの燃料ガス約 26 気圧、生成ガス循環。固定触媒層は約 500°C 4500 kcal/Nm ³ 程度 MRG 法（日本揮発） 上と同様。		Hall 法、Onia-Gegi 法、Segas 法など 重質油からの燃料ガス製造 図 1b) 参照。2 基以上を 1 対とし、メークとブローをサイクリックに行なう。 蓄熱室は耐火煉瓦、触媒効果のある固体粒
c) 移動層型				Höchst 法 高温コークス粒に噴霧した原油を接触させてオレフィン類およびコークスを製造する。 TPC 法
d) 流動層型	レム式ガス化炉（三井鉱工） チャーを流動媒体とし、ナフサ・水蒸気混合ガスを送入して熱分解する。燃料ガス用。図 2d)	FBH 法 (Brit. Gas Council) コークス流動層内に重質油を噴霧する。50 気圧、750°C 水素送入、水素ガス化 7000~7600 kcal/Nm ³	BASF 部分酸化法 コークスの単一流動層に軽質原油を噴霧送入する。オレフィン製造用、常圧近傍、750°C 宇部法*（工業化中） 三段の流動層を使用し、常圧・真空残油を併用。耐火物粒。常圧近傍、850°C および 1100°C 6000~7000 kcal/Nm ³ BASF 循環流動層法* 耐火物粒を 2 塔間に循環し原油からオレフィンを作る。 KK 法* 重質原油、アスファルトからオレフィン類製造、コークス粒循環 2 塔型	ERE, UOP, Kellogg, Gulf 法。 灯油の流動接触分解。 ERE Fluid Coker 真空残油から留出油、富ガス、コークスを得る。 コークスを熱媒体として反応塔・再熱塔間を循環 同 Flexi Coker*（工業化中） 空気によるコークスガス化を組合わせたプロセス Sand Cracker (Lurgi) 軽質油からのオレフィン砂循環
e) 気流型				FCC 反応の一つの段として使用の例がある。
f) 液中気泡型			BASF 法、重質油とガス化媒をビッチ中に吹きこむ	呉羽法* ビッチ浴中に高温水蒸気送入。真空残油の軽質化、ビッチ副生。工業化予定

し、管あるいは装置の固体壁を通じて間接加熱を行なう。

- B) 水素化方式：高圧下で水素を送入し、メタネーションその他の水素化反応による発生熱を用いる。
- C) 部分酸化方式：酸素（または空気）と水蒸気を用い、酸化反応による発生熱量で補う。
- D) 熱媒体方式：熱媒体には気体・液体・固体のどれでも使用できる。主として空気を用いる。中圧、常圧の場合。
- D-1) 気体の熱媒体：高温燃焼ガスあるいは水蒸気を熱媒体にする。
- D-2) 液体の熱媒体：熔融スラッグ、熔融 Na₂CO₃ などを熱媒体にする。
- D-3) 固体の熱媒体：触媒粒、耐火物粒、コークス、ドロマイト、生石灰などを熱媒体とする。
- E) 電気エネルギーによる加熱

E-1) 抵抗加熱；E-2) 電子線加熱；E-3) プラズマ加熱

最後の電気エネルギーは原子力による電力が主流を占める時期までに開発されればよいものであり、現時点での

実用化研究は発表されていない。

以上の4点、すなわち原料・目的・反応の基本型式・熱エネルギー付与方式に着目すれば、前に述べた意味でのガス化プロセス全体を統一的に把握することができよう。表1および表2は以上のような考え方にに基づき、それぞれ液体および固体を原料とするガス化プロセスの分類を試みたものである。

表1、表2を見ると、同じ原料から出発して同じ目的のガスを製造するためには数種のプロセスがあり、現在研究開発途中の新プロセスもあることがわかる。プロセスの評価方法としては、

- a) 長期連続の安定運転（操作が安全で容易）
- b) 用役費・固定費・技術料よりの製造コスト
- c) 廃棄物の有無
- d) 環境汚染源の有無
- e) 安全性

表2 固体原料のガス化装置分類例

石炭ガス化を主体とする。{ } 内は2次資源(都市ごみ, スラッジなど)
ゴチック文字は実用化プロセス。* は研究開発中。† は基礎研究中

熱エネルギーを与える方式	間 接 加 熱	水 素 化	部 分 酸 化	熱 媒 体
基本接触方式	燃焼炎からの放射。高温ガス熱交換	水素を送入する。メタネーション発熱を利用	酸素(または空気)および水蒸気送入	高温水蒸気, 熔融塩, 固体粒などを熱媒体として加熱
b) 固定層型		Otto, Koppers, 日鉄, 黒田式などのコークス		
c) 移動層型	Koppers 式などの直立レドルト炉 石炭より都市ガス { 片寄式熱分解法* 2次資源の乾留・ガス化 }	{ 新日鉄式熱分解法† 2次資源の乾留・ガス化 }	Koppers-Kerpely, Wellman, Chapman 式などの普通型ガス発生炉。コークスに空気, 貧ガス Leuna, Wuerth 式などのスラッグタップ式ガス発生炉。コークスに酸素 Lurgi 式高压ガス発生炉, 褐炭に酸素, 燃料ガス用	Bamag, VGI, PGC, Pintch, 石井式などの普通型水性ガス発生炉。 2基以上の炉を1対として, 空気ブローによる 燃焼加熱管熱と, 水蒸気送入によるメータを交互に行なう。 コークスより水性ガス
d) 流動層型		Hygas 法* (IGT) 粉炭(8メッシュ以下)より SNG 製造 60 気圧以上, 多段流動層 必要水素はチャーのガス化による 一部に気流型接触 (一次水添部)を使用。	Winkler ガス発生炉 粉炭, 酸素より合成ガス Hygas 法* (IGT) 部分酸化 左と同様 Synthane 法* (Bur. Mines) 気流型接触の反応と, 2段の流動層を複合。 粉炭, 酸素より高压 SNG COED 法* 酸素使用の多段流動層 石炭より留出油, 富ガス, チャーを作る { JFC 法(日本揮発油) 空気によるプラスチックの熱分解 }	CO ₂ Acceptor 法* (Consol. Coal Co.) 11 気圧の燃料ガス。2塔間にドロマイト粒を循環して褐炭をガス化, 2塔型 Union Carbide 法* 2塔間に炭素結粒を循環して粉炭をガス化して燃料ガスとする。約7気圧 Westinghouse 法* 石炭の脱硫ガス化。多重流動層, 熱媒体は CaO IGT 水素製造法* 多段流動層, 鉄粉粒を使用してチャーより純水素を製造する。 { バイロックス法(月島機械)* 2次資源よりの燃料ガス, 2塔間に砂を循環 }
e) 気流型			Koppers-Totzek 炉 微粉炭・酸素より合成ガス Texaco 炉(工業化試験) 微粉炭と空気, ガスタービン用 B & W Du Pont 炉 微粉炭, 酸素による合成ガス BI Gas 法* 微粉炭, 2段の気流反応を複合, 高压 SNG	Garrett 法* 粉炭から留出油とチャー, 2塔間にチャーを循環する。 { 同法は2次資源特に都市ごみのガス化用に開発 }
f) 液中気泡型			Otto 単室法*, スラッグ Kellogg 単室法*, Na ₂ CO ₃ AT Gas 法*, 熔融鉄	Otto 双室法†, スラッグ Kellogg 双室法†, Na ₂ CO ₃ Kellogg 2塔法†, Na ₂ CO ₃

a)は絶対であるが, 現在は b) が小さくとも c), d), e) に問題があるプロセスは, 将来において b) の増大につながるものである。現在は b) が多少大きくても, c), d), e) に関する問題のない新技術の開発が将来必要となろう。

2. 石油のガス化技術

ナフサからの燃料ガス製造には表1に示すように, 空管水素化型の GRH 法 (Gas Recycle Hydrogenation), 触媒固定層水素化型の CRG 法 (Catalytic Rich Gas) および同型の MRG 法 (Methane Rich Gas) が広く使用され, ナフサからの H₂, CO 製造には触媒固定層間接加熱型の ICI 法が普及している。

またナフサからオレフィン類を得るために, 空管を用

いる管式加熱炉型式のストーン・ウェプスター炉, およびルーマス炉がエチレンセンターの中心となっていることは周知の通りである。より重質な灯油を原料とするものとして楕円状断面の空管を用いる三菱式熱分解炉が開発に成功した(48年度本会技術賞受賞の技術)。ナフサを原料としてアセチリン・エチレン製造を目的としたものに空塔内高温燃焼ガス熱媒体型の呉羽・千代田法が工業化された。ナフサ・留出油を原料とする合成(あるいは還元)ガス, 燃料ガス, オレフィン類の製造プロセスは完成の域にあるが, 加熱炉を使用するプロセスでは燃焼ガスの脱硝が問題となろう。

石油系燃料の低硫黄化には各種のプロセスがあるが, 無硫黄燃料を目標とするためにはアスファルテンを多く含有する常圧(蒸留塔)残渣油, 真空(蒸留塔)残渣油, ビッチなど, いわゆる黒物の熱分解・ガス化が重要

図3 Flexi-Coker

となる。これらの油は反応に伴い炭素質を析出して管内あるいは固定触媒層を閉塞するので、気相で反応にあずかる留出油とは異なる反応型式を取らなければならない。

黒物のガス化プロセスとして広く応用されているものは、合成ガス用を目的とする空塔部分酸化型のテキサコ (30~68 気圧)、シエル法 (約 40 気圧) であり、酸素・水蒸気により 1,200~1,400°C で H_2 , CO を発生させる。本方式では (水蒸気)/(酸素) の比率を大きくし、反応温度を下げれば CH_4 の含有量が増加し、SNG (代替天然ガス) 用としても使用できるとの報告もある。

軽質原油からの燃料ガス製造用として固定層熱媒体型 (蓄熱型) のホール法、オニヤ・ゲギ法はよく知られているが、熱分解に必要な熱エネルギーを与えるためのプロと熱分解 (メーク) を交互に行なうので、切替時のバージ用水蒸気による環境汚染が問題である。また空気使用であるため高圧には向かない。

同じ目的に単一流動層中の高圧水素化反応 (Hydrogenation) を用いる FBH 法 (Fluid Bed Hydrogenation) がある。これは 35~150 メッシュのコークスを水素によって流動化し、底部から上向きに原油を噴霧送入する断熱型の反応器を用いる (50 気圧, 750°C)。本方式は重質油からの SNG 製造として注目されるが、アスファルテンを含有する油に対しては、装置出口近傍のカーボントラブルを解決しなければならない。

軽質原油の熱分解プロセスとして工業化されたものには、コークスの単一流動層中に酸素を送入する部分酸化型の BASF 法がある (750°C, オレフィン製造)。また空塔高温水蒸気熱媒体型の呉羽法はセリヤなどの軽質原油を 2,000°C 程度の水蒸気によって熱分解するものであり、画期的な国産技術として実用化されている (詳細は各論 1. 参照)。

真空残渣油を軽質化して留出油、富燃料ガスおよびコークスを併産するフルードコーカーは 2 塔流動層コークス熱媒体循環型の反応装置として前から知られているものであるが、最近副生コークスを空気・水蒸気によってガス化する流動層反応装置を組み合わせて低熱量燃料ガ

図4 コークス熱媒体法 (KK 法)

スを製造するフレキシコーカーが開発され、本邦において建設される段階に至っているとの由である。その概略を図 3 に示す。

常圧および真空残渣油を併用する流動層部分酸化型のものとして宇部法がある。このプロセスは耐火物を流動媒体とする 3 段流動層 (噴流層) のものであるが、高圧ではないので脱硫後の燃料ガスはボイラーなどに用いられる。その詳細については各論 2. によられたい。

図 1 に示したような流動層で固体熱媒体循環方式は酸素を使用しないので用役費が小さく、原油熱分解によるオレフィン製造に応用される。軽質原油を原料とし、耐火物粒を循環するものに BASF 法 (Wirbel Fließ Verfahren) があり、実用規模の工業化試験が行なわれた由である。図 4 は工業技術院大型プロジェクトにおいて採択された KK 法の略図であり、コークスを熱媒体として重質原油あるいは真空残渣油からのオレフィン製造用として現在も開発研究中である。そのほか詳細の発表はないが、真空残渣油と高温 (700~900°C と想像される) の水蒸気をピッチ液浴中へ送入して軽質化する呉羽法が工業化を予定されている (液中気泡水蒸気熱媒体型のプロセス)。

3. 石炭のガス化技術

石炭からの燃料ガス製造としては、移動層部分燃焼型のルルギ式高圧ガス発生炉が広く使用されている。その概略を図 5 に示す。本プロセスはすでに 40 年間各地で使用されて確立した技術になっており、アメリカ南部の石炭を使用して代替天然ガスを製造するエル・パソ社もこれを採用した。これは酸素使用の部分酸化型式である

図5 Lurgi 高压ガス化装置¹⁾(非、弱粘結炭、塊状)

図6 B & W Du Pont ガス化装置¹⁾(微粉炭用)

が、21 気圧程度の高压であるためにメタンの組成が多い。

合成ガスとしての H_2 , CO 製造には、当時は低廉であった粗粒状の粉炭、コーライトを使用するものとして単一流動層部分酸化型のウインクラー化炉(文献^{1,2,6)}参照)、および微粉炭を原料とするコッパース・トウェック炉(気流部分酸化型、文献^{1,6)})が実際に使用された。前者は本邦にも数箇所建設され、一つの硫安工場に1基で十分であるほどの処理能力と操業の安定性を誇っていた。後者は石油時代に入る直前に常盤炭よりの合成ガス用として導入されたが、灰の熔融排出・ノズルへの逆火防止などの技術的問題の解決のために多大の努力が払

図7 CO_2 Acceptor 法⁵⁾
(Consolidation Coal Co. 30t/d Rapid City, S. Da.)

われた。同じ目的と型式のガス化を行なうものとして B & W ジュボン法(図6)、住友化学法・日東化学法・東洋高压法などが開発された。熔融スラッグ中に粉炭とガス化媒を吹き込む液中気泡部分酸化型のオートー単室法の開発もその時期にあたる。

石油時代に入ると燃料ガスを目的とするルurgi高压ガス化法以外の合成ガス用プロセスは、前述のような重油・原油を原料とするテキサコ、シュル法、およびナフサを原料とする ICI 法などの水蒸気改質法によって代替されてしまった。その間本邦における石炭ガス化の開発研究は中止されたが、アメリカにおいては Bureau of Mines, Institute of Gas Technology, その他の機関で将来に備える開発研究が続行されていたのである。

石油高価格時代に入ると、“エネルギー源の独立”の目標に沿う石炭が再び脚光を浴びてきたが、環境保全エネルギー効率の見地からアメリカにおいては次のような開発計画が大規模に進められている⁵⁾。

- 1) ボイラー燃焼用の常圧ガス化(空気使用)
- 2) ガスタービン・スチームタービン複合サイクル用の中圧ガス化(発電効率 50% を目標とする)(空気使用または酸素使用)
- 3) 代替天然ガス(SNG)用の高压ガス化(酸素使用の部分酸化、水素使用の Hydrogenation)
- 4) 留出油・燃料ガス併産用の乾留ガス化(酸素使用、空気使用)
- 5) 液化(水素使用)

本稿では 1~4) の概況に触れるに止めたい。まず 1) の常圧ガス化については図6のような気流方式部分酸化型を用いるシステム設計が研究され⁶⁾、2) に対して

図 8 Union Carbide Corp. 法¹⁾
(Battele's Columbus Lab.)

図 9 Hygas 法 (IGT)⁵⁾
(75t/d, 159 時間連続運転の実績がある, Chicago)

は同じくテキサコ方式のものが考えられている⁶⁾。
 $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ の発熱を利用する CO_2 アクセプター法 (図 7) は 11 気圧なのでこの目的に使用されよう。最近開発が始められたものに図 8 の UCC 法がある (灰を粒状に焼結して排出)。

3) の SNG 用としては図 9 に示す Hygas 法の開発が進んでおり、159 時間の連続安定運転の実績がある由である。同図は部分酸化型のものであるが、水素化反応の

図 10 IGT 水素製造法⁵⁾

図 11 BI Gas 法
(Bituminous Coal Research Inc. 120t/d, Homer City, Penn.)

発熱を使用するために、図 10 のような粉粒状鉄を反応媒体とする純水素製造法の開発研究が開始された⁶⁾。同じ目的で酸素使用のものに Synthene 法 (Bur. of Mines) 75t/d プラントが建設中である。図 11 は 2 段の気気反応を組み合わせた部分酸化方式の BI Gas 法であって、120t/d のプラントを 1975 年から運転する予定と伝えられる。

4) の留出油・燃料ガス併産を行なうものには図 12 の

COED 法、図 13 のウェスティングハウス法が知られているが、前者は酸素を用いるのに対し、後者は空気を使用し、かつ CaO による脱硫をねらっている点が異っている。これらのプロセスは石炭の有効資源化の目的にかなうものである。

4. 2次資源のガス化技術

都市ごみあるいは下水処理後のスラッジなどは2次資源として有効に使用できる。大気汚染の原因となり、莫大な熱エネルギーを低効率の廃熱ボイラーによって一部利用するにすぎない焼却炉は、2次公害のない熱分解プロセスによって代替されるべきであろう。

これらの2次資源の熱分解・ガス化は、技術的には重質油・石炭の熱分解・ガス化の延長上にあると考えてよい。すなわち表2に示すような移動層間接加熱型のレトリート方式、移動層部分燃焼型の發生炉方式、単一流動

層部分燃焼型の乾留炉方式（そのほか間接加熱回転炉型のものもある）は、石炭乾留ガス化技術の再現とも考えられよう。2次資源の再資源化については他の機会にゆずり、本項では重質油・石炭・2次資源に対する技術的共通性を説明するものとして二つの例を示すに止めたい。

すなわち図 14 はギャレット法の略図であり、チャーを熱媒体として循環する気流型反応を組み合わせた構成を有する。本図は石炭の乾留用として発表されたが、この方式は微粉砕した 2 次資源（都市ごみ）のガス化用に開発されていた。またパイロックス法（月島機械）は原油・アスファルトの熱分解（図 6 参照）と同様な粗粒循環流動層方式（図 15）を応用し、実際の都市ごみから $5,000 \sim 6,000 \text{ kcal/Nm}^3$ の燃料ガスを得ている。2 次資源のガス化は重質油・石炭のガス化に関する最新の技術を応用することにより、急速に発展するであろう。

5. これからのガス化技術

石油・石炭・2次資源を通じ、熱分解・ガス化には酸素あるいは空気の使用が必要である（水素化型式の反応でも、水素製造に酸素あるいは空気を使用する）。高圧のSNGには空気の圧縮動力が莫大となるので、酸素の使用（液体酸素を加圧）が望ましいが、10気圧付近の中圧でガスタービン・スチームタービン複合サイクル用、あるいは低圧の燃焼加熱用には、空気を使用する方式が有利になる。安全性・NO_x問題も考慮する事前評価によって、原料・目的に対する最適な加熱方式（酸素あるいは空気）、したがってプロセスのアウトラインが定まることになる。

ガス化の熱源として高温ガス冷却原子炉（HTGR）から出る高温ヘリウムを使用する方式は、HTGRよりの電力を用いる直接加熱方式よりも有利であり、1980年代には実現する可能性がある。この開発研究としては本邦の原子力製鉄研究組合の真空残渣油から出発するプロ

セス、西独 Jülich 研究所の石炭ガス化開発計画が知られている。

本邦においては重質油・2次資源の熱分解・ガス化に関する研究開発が先行し、石炭についてはこれからである。原油値上げに対する大きなカウンターバランスを手に入れるためにも、本邦独自の石炭資源化プロセスを開発しなければならない。例えばアメリカ産のような良質炭ではなく、未開発地域に多い低品位炭の徹底資源化（灰の有効利用まで）を可能とする新プロセスなどは、まさしく化学工学の問題であろう。

引用文献

- 1) Conn, A. L.: *Chem. Eng. Progr.*, 69, No. 12, 56 (1973)
- 2) Kunii, D. and O. Levenspiel: "Fluidization Engineering", John Wiley & Sons, New York (1969)
- 3) 日刊工業新聞, 昭和49年4月5日
- 4) Sass, A.: *Chem. Eng. Progr.*, 70, No. 1, 72 (1974)
- 5) U.S. Dept. of The Interior: Annual Report 1973-74 Office of Coal Research, "Coal Technology, Key to Clean Energy"
- 6) 矢木栄, 国井大蔵: "工業窯炉", 共立出版 (1953)

II. 各 論

1. 熱 分 解 法*

五味 真 平**・鈴木 昭***

1. ま え が き

炭化水素の熱分解プロセスの歴史は長く、すでにその歴史的役割を終えたもの、現在、石油化学の根幹をなすオレフィン製造プロセスとして主流をなしているもの、および新プロセスの開発の段階にあるものなどさまざまである。

熱分解プロセスに関する紹介はその工業的重要性から数多く発表されており、すでにおなじみのことと思われるので、ここでは原油を含む重質油を原料として最近開発され、工業化されたプロセス、およびプロセス開発の

最終段階にあり、システムとして完成の域に達し工業化の近いと思われるいくつかの熱分解プロセスを紹介することにしたい。

またガス化技術としての熱分解法という分類はかならずしも熱分解プロセスの特徴と重要性を十分に説明することにはなりにくいので、現在の社会的要求である極低硫黄燃料の製造システムへの熱分解プロセスの応用としてガス化に加えて重質油の無触媒軽質化をもその範囲に加えることにした。

1-1 熱分解によるガス化でオレフィン製造を目的としたプロセス

重質油を熱分解するに必要な熱源をプロセスで生成するオフガス、またはコークの一部を純酸素を使用することなく空気燃焼によって得、しかも窒素が分解ガス中に

* 昭和49年7月10日受理

** Shinpei Gomi (正会員) 貝羽化学工業(株) 副社長

*** Akira Suzuki (正会員) 千代田化工建設(株)