

第 7 章

7

低コスト化およびさらなる
高効率化に向けた研究

第7章 低コスト化およびさらなる高効率化に向けた研究 目次

	横須賀研究所 エネルギー機械部	市川 和芳
	我孫子研究所 高レベル廃棄物処分研究プロジェクト(兼)材料構造部	山本 武志
7-1 石炭ガス化スラグの有効利用方策		97
	横須賀研究所 エネルギー化学部 渡辺 隆夫	横須賀研究所 エネルギー化学部 吉葉 史彦
	横須賀研究所 エネルギー化学部 河瀬 誠	横須賀研究所 エネルギー機械部 森 則之
7-2 燃料電池複合発電技術開発の現状と課題		101
コラム：燃料電池の原理		108
	横須賀研究所 エネルギー機械部 木戸口和浩	横須賀研究所 エネルギー機械部 原 三郎
		横須賀研究所 エネルギー機械部 芦沢 正美
コラム：重質油ガス化複合発電の現状と課題		109

市川 和芳 (38ページに掲載)



渡辺 隆夫 (1981年入所)
MCFCのスタック性能評価、スタック運転技術、電池シミュレーション、MCFCとSOFCに関する発電システム解析を行ってきた。
現在、MCFCを中心とした経済性評価や導入方策の検討や燃料電池全般の研究を推進している。



河瀬 誠 (1993年入所)
これまで熔融炭酸塩形燃料電池に関する研究に携わり、燃料として石炭ガス化燃料を用いた場合の電池性能に対する不純物の影響評価を中心に研究を行っている。さらに、燃料電池の高出力化のため、高性能な電極の開発に取り組んでいる。
今後も、引き続きガス化複合MCFC発電の実用化に向けて不純物の影響評価、高性能な電極の開発の研究を進める。



森 則之 (1987年入所)
高温ガスタービン用セラミック燃焼器、セラミック静翼、ならびに固体酸化物形燃料電池の構造設計、試験を通してセラミックスを発電機器に適用する研究を行ってきた。
現在、ガスタービンの監視、異常検知システムに関する研究に従事している。

原 三郎 (10ページに掲載)



山本 武志 (1993年入所)
フライアッシュの有効利用に関して、その諸特性とそれを混和したコンクリートの性能評価に関する調査研究に従事。フライアッシュのアルカリシリカ反応抑制効果やボゾラン活性の早期評価手法を開発。現在は、高レベル廃棄物処分のための人工バリアの性能評価に関する調査研究にも従事。セメント水合物の変遷現象を解明したい。



吉葉 史彦 (1993年入所)
これまでMCFCに関する研究に携わり、スタック内部状態解析及び10kW級スタック運転研究を中心に行ってきた。現在は、石炭ガス化MCFC発電システムの解析及び石炭ガス化ガスを用いたMCFCスタックの発電試験を実施している。今後は、引き続きIG/MCFCの実用化に向けて研究を進めるとともに、廃棄物ガス化ガスを燃料とした場合のMCFCスタック発電特性等を明らかにして行きたい。



木戸口和浩 (1995年入所)
これまで、オリマルジョンなどの重質油ガス化に関する研究に携わり、ガス化複合発電の実用化に向けた中部電力、三菱重工業との共同研究、2t/dガス化研究炉を用いた燃料特性評価を行ってきた。その一方で、ガスタービン燃焼器内の燃焼状態監視システムの検討、開発も行っている。今後は、残渣油、CWMなど多種多様な燃料のガス化特性評価を行うとともに、ガス化炉を含めた燃焼器全般において計測システムの検討、開発を行って行きたい。

芦沢 正美 (28ページに掲載)

7-1 石炭ガス化スラグの有効利用方策

7-1-1 石炭ガス化スラグの特徴

噴流床石炭ガス化プロセスでは、石炭中に含まれる灰分は、炉内で生成ガスと分離され系外へ排出される。この灰分は、微粉炭ボイラから排出されているフライアッシュが各分野で利用されているのと同様にその特徴を活かした有効利用が期待されている。以下に石炭ガス化スラグの特徴について述べる。

(1) 石炭中灰分の全量がガラス状固化スラグの形態で排出される

石炭ガス化炉における石炭灰排出プロセスを図7-1-1

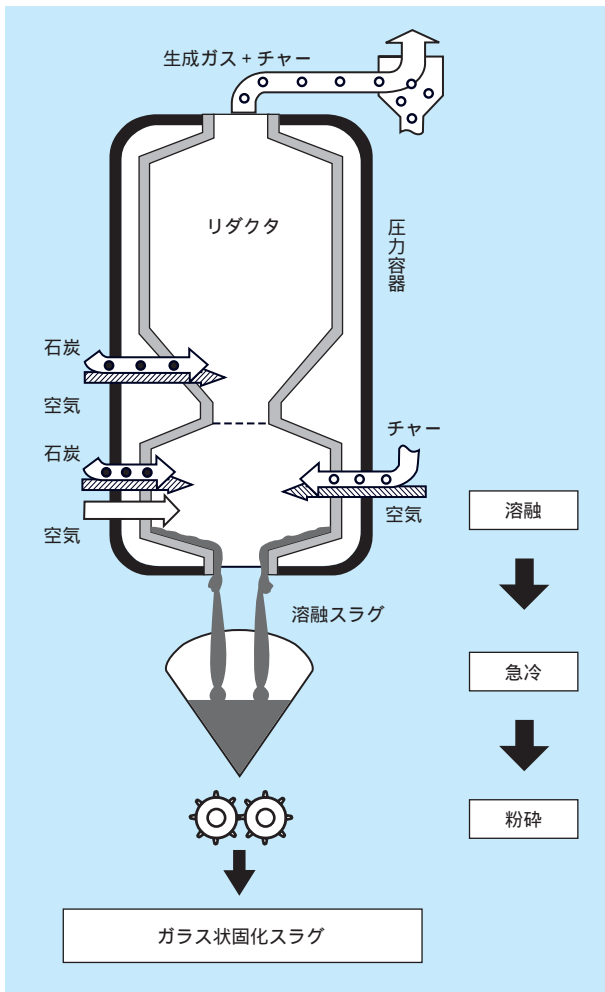


図7-1-1 石炭ガス化スラグ排出プロセス

に示す。噴流床ガス化炉においては、灰分を熔融状態にて常温の貯水槽に流下させ、急冷・固化させた後、粉碎し排出する。

このため、石炭灰は図7-1-2に示すようなガラス状固化スラグの形態で排出され、重量あたりの容積が大幅に減少し、灰の置き場面積が大幅に低減できる。また、取り扱いも容易になる。

(2) スラグ中に未燃炭素分を含まない

ガス化スラグの組成分析結果を原炭中灰分組成と比較し、表7-1-1に示す。ガス化スラグ組成は基本的に石炭中に含まれている灰分組成と同等であることがわかる。

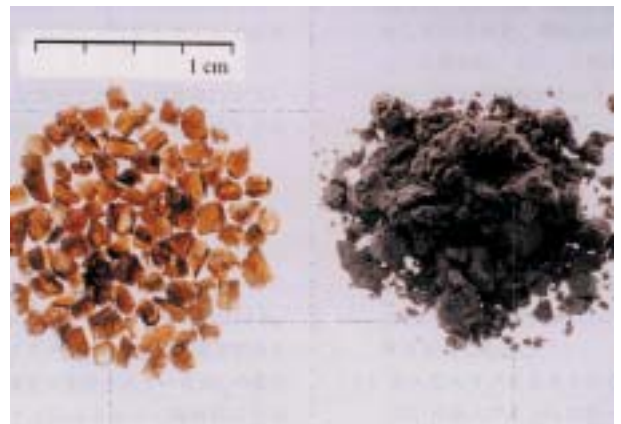


図7-1-2 ガス化スラグとフライアッシュ

表7-1-1 ガス化スラグ組成例

	単位	豪州 M 炭		豪州 W 炭	
		原炭灰	ガス化スラグ	原炭灰	ガス化スラグ
SiO ₂	wt%	51.6	53	66.80	64.30
Al ₂ O ₃	wt%	26.42	26.74	24.40	23.80
Fe ₂ O ₃	wt%	12.34	10.94	3.73	4.89
CaO	wt%	2.99	3.13	1.15	2.22
TiO ₂	wt%	1.41	1.34	1.14	1.27
MgO	wt%	1.19	1.19	1.35	1.57
SO ₃	wt%	1.22	0.08	0.03	0.03
P ₂ O ₅	wt%	0.25	0.21	0.10	0.16
Na ₂ O	wt%	0.67	0.64	0.32	0.55
K ₂ O	wt%	1.33	1.39	0.83	1.00

また、石炭中灰分のほぼ全量がスラグとして排出されるため、品質的にも安定しており、また未燃分を全く含まない長所がある。

(3) 水中への溶出成分がほとんどない

次にガス化スラグの水中溶出試験結果を表7-1-2に示す。ガス化スラグは固化体であるため、水中に長時間保持しても溶出成分がほとんどなく、産業廃棄物の溶出判定基準、土壤環境基準を十分クリアした、環境保全性に優れた性質であることが確認されている。

石炭ガス化スラグはこれらの特徴を持つことから、様々な用途での有効利用が期待されている。

7-1-2 セメント・コンクリート分野での利用方策検討

我が国電気事業におけるフライアッシュの有効利用内訳を表7-1-3に示す。電気事業で発生したフライアッシュの総排出量は430万トンの内、有効利用されているのは約300万トンである。その内訳では7割以上がセメント・コンクリート分野で利用されていることがわかる。ガス化スラグも組成的にはフライアッシュと同様であることから、コンクリート分野での利用が期待できると考えられる。そこで当研究所は、ガス化スラグ有効利用方策の確立の第一歩として、太平洋セメントと共同で2トン/日炉および200トン/日炉より排出されたガス化スラグを用いて、コンクリート用混和材、骨材、セメント原

表7-1-3 電気事業フライアッシュ利用内訳

用途	使用量(トン)	利用率(%)
電力工事に用	12,619	0.41
FAセメント用	197,270	6.43
生コン用	89,181	2.91
セメント原料用	2,016,593	65.72
人口軽量骨材用	36,634	1.19
道路路盤材用	48,560	1.58
アスファルトフィラー用	521	0.02
融雪剤用	187	0.01
肥料用	38,862	1.27
土壤改良材	26,641	0.87
下水汚水処理剤	805	0.03
土木工事に用	54,522	1.78
炭坑充填材	105,636	3.44
地盤改良材	12,325	0.40
製鉄用	2,155	0.07
建材ボード用	134,439	4.38
二次製品用	14,870	0.48
その他	276,825	9.02
有効利用合計	3,068,645	100
有効利用率(%)	68.5	

平成10年度利用分、出典：石炭灰ハンドブック

料としての適合性について検討を行い(図7-1-3)、評価を行った⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。以下にその検討結果について述べる。

(1) 混和材としての検討

セメントの一部代替材料としてコンクリートに用いる材料を混和材と称する。混和材としての性能を評価するためにモルタル試験を実施した。ただし、モルタル試験法は当時(平成7年)の規格であるフライアッシュJISA 6201-1991に従っている。セメント重量の30%をガス

表7-1-2 ガス化スラグの溶出試験結果(豪州M炭)

単位：mg/l

項目	ガス化スラグ(豪州M炭)	産業廃棄物の溶出判定基準		土壤環境基準
		埋立処分	海面埋立	
1	アルキル水銀化合物	ND (<0.0015)	ND	ND
2	Hgまたはその化合物	ND (<0.0005)	<0.005	<0.0005
3	Cdまたはその化合物	0.0003	<0.3	<0.01
4	Pbまたはその化合物	0.004	<3	<0.01
5	Asまたはその化合物	0.002	<1.5	<0.01
6	CN化合物	ND (<0.1)	<1	ND
7	有機リン化合物	ND (<0.1)	<1	ND
8	PCB	ND (<0.0005)	<0.003	ND
9	Cuまたはその化合物	0.0009	<3	<3
10	Znまたはその化合物	0.005	<5	<5
11	6価Cr化合物	ND (<0.001)	<1.5	<0.05
12	pH	8.1	<9	

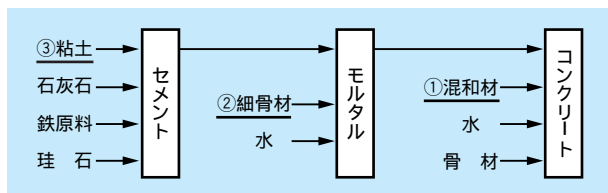


図7-1-3 セメント・コンクリート製造過程における検討材料

化スラグ微粉末で置換・混和した。各ガス化スラグ微粉末の物性値とモルタル試験結果を表7-1-4に示す。ガス化スラグ微粉末を混和したモルタルでは、単位水量低減効果および強度発現性が十分に得られ、混和材として十分な性能を発揮することが示された。また、一般的なフライアッシュを用いた場合と同等の強度発現性を得るためには、ガス化スラグの粉末度をブレン値^(注1)で4000cm²/g以上にすることが認められた。

(2) 細骨材としての検討

コンクリートには通常、砂や砂利、石などを混合し、これらを骨材と呼んでいる。5 mm以下のものを細骨材、5 mm以上のものを粗骨材と呼ぶ。ガス化スラグを粉砕処理し、粒度調整を施しコンクリート用細骨材を準備した。5種類の細骨材試料に対してコンクリート用砕砂(JIS A 5004)、高炉スラグ細骨材(JIS A 5011)、フェロニッケルスラグ細骨材(JIS A 5011)の各規格に示される物性値(密度、吸水率、含水率、単位容積質量、実績率)^(注2)を評価し、絶対乾密度のみが規格値以下で

はあるが、その他の物性値は規格に適合することを確認した(表7-1-5)。ガス化スラグ骨材を用いたモルタル試験により、一般的な砕石を用いた場合に比べ流動性および強度が若干劣るが、配合によっては、砕石と同等の強度となることが示された。また、ガス化スラグ細骨材を用いたモルタル硬化体を薄片処理し、実体顕微鏡によりペーストと骨材界面を観察したが、アルカリシリカ反応による反応生成物は認められなかった(図7-1-4)。ガス化スラグ骨材の絶対乾密度が低いために、実用施工時に配合設計および施工において配慮が必要となるが、十分に使用可能であると考えられた。

(3) セメント原料としての検討

1トンのセメントを製造する際に、原料として石灰石、粘土、ケイ石、鉄原料を各々1080kg、220kg、60kg、30kg使用し、1450℃の焼成キルンでクリンカー塊を造粒する。そのクリンカー塊に35kgの石膏を添加し、粉砕することによりセメントを製品化している。現在は、天然の粘土原料の代替として、石灰石および各種スラグが多く用いられている。平成12年度時点でセメントの需要量は8200万トンであり、セメントクリンカー用の粘土原料としてガス化スラグを用いる場合には、定常的に一定量の有効利用が見込まれる。

本実験では、太平洋セメント(株)のK-2キルンを用いてガス化スラグを粘土原料の一部代替として利用した焼成試験を行なった。セメントクリンカー焼成キルンでは、

表7-1-4 微粉末スラグを混和材としたモルタル試験結果

試料名	比重(-)	粉末度		単位水量比(%)	圧縮強度比(%)		
		ブレン値(cm ² /g)	44 μmふるい残分(%)		7日	28日	91日
豪州M炭	2.57	3070	12.7	95	58.5	75.6	83.0
	2.57	3980	5.2	97	60.0	80.6	87.5
	2.57	4950	1.4	97	64.0	86.3	94.7
豪州B炭	2.53	3950	1.1	100	69.4	83.8	96.8
豪州D炭	2.62	3970	3.6	96	65.3	81.1	95.4
豪州L炭*1	2.62	3970	6.3	98	72.4	81.1	93.5
豪州L炭*2	2.72	3940	4.3	98	73.4	84.6	104.3
フライアッシュ	2.24	3400	11.7	96	81.7	80.5	93.5
JIS規格値	1.95 <	2400 <		102 >		60 <	70 <

*1は灰融点降下剤(CaO)を10%、*2は30%添加している。

(注1) 比表面積

(注2) 単位容積に最大限充填できる体積割合

表7-1-5 ガス化スラグ細骨材の物理特性試験結果

試料名	表乾比重	絶乾比重	吸水率 (%)	含水率 (%)	単位容量質量 (kg/l)	実績率 (%)	
ガス化スラグ	豪州M炭	2.33	2.32	1.24	0.04	1.75	76.0
	豪州B炭	2.49	2.47	0.50	0.04	1.81	73.2
	豪州D炭	2.06	2.03	1.10	0.04	1.76	86.4
	豪州L炭*1	2.37	2.34	0.32	0.10	1.70	71.8
	豪州L炭*2	2.35	2.31	0.78	0.11	1.72	73.6
砕砂	2.61	2.60	1.59	0.37	1.80	70.0	
コンクリート用砕砂規格 JIS A 5004		2.5以上	3.0以下			53以上	
高炉スラグ細骨材規格 JIS A 5011		2.5以上	3.5以下		1.45以上		
高炉スラグ粗骨材規格 JIS A 5011		A : 2.2、 B : 2.4以上	A : 6.0、 B : 4.0以下		A : 1.25、 B : 1.35以上		
フェロニッケルスラグ細骨材規格 JIS A 5011		2.7以上	3.0以下		1.50以上		

* 1は灰融点降下剤 CaO を10%、* 2は30%添加、A種：粒径40～5mm B種：粒径25～5mm

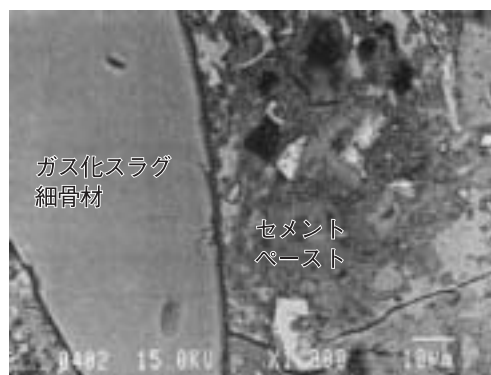


図7-1-4 ガス化スラグ細骨材を混入したモルタル硬化体の組織観察

スポット的に使用原料を変化させないことが望まれており、定常的に一定の組成配合となるように原料を調合している。本実験における試料の量が限られていたために、多量のガス化スラグを短時間に焼成キルンに投入せずにクリンカー 1 トンあたり 4 kg のガス化スラグを投入することにした。得られたガス化スラグ使用セメントの組成例を表7-1-6に示す。ガス化スラグを用いたセメントの物性値およびそのセメントを用いたコンクリートによる物性値評価試験の結果から、在来品と同じ製品を製造

表7-1-6 ガス化スラグを使用したセメントの化学組成例

単位：wt%

項目 原料	強熱 減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
スラグセメント	1.8	20.9	5.0	2.8	64.9	1.6	1.9	0.35	0.43
通常セメント	1.7	20.9	5.1	2.9	65.1	1.3	2.0	0.38	0.42

出来ることが示された。ただし、従来の天然粘土およびフライアッシュ等の微粒子とは異なりガス化スラグの場合は、焼成キルン投入前に微粉砕する工程が必要となるために、在来品製造時に比べてエネルギー消費量が若干多くなることが懸念された。

以上、ガス化スラグをセメント・コンクリートの分野で有効利用する際の諸特性評価を行ない、コンクリート用混和材、コンクリート用細骨材、およびセメントクリンカー製造用原料として使用する際に十分な性能が得られることを示した。ただし、これらの各利用法において破砕・粉砕工程が必須となるために、各製品製造時に追加的なエネルギー消費が必要となる。この点に関しては検討の余地が残された。

7-1-3 ガス化スラグ有効利用方策の拡大に向けて

当研究所では、ガス化スラグの付加価値化とともに大量消費が果たせる新しい有効利用分野の探索が必要であるとの認識から、現在、前述の有効利用方策以外に高付加価値型の人工骨材製造技術の開発に取り組んでいる。これには、現状のスラグ性状および形状に基づいて利用方法を検討するだけでなく、利用するためには、どのような性状であるべきか考え、スラグ排出プロセスの改良も踏まえた検討を行う必要がある。

7 - 2 燃料電池複合発電技術 開発の現状と課題

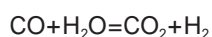
7-2-1 研究の背景と現状

燃料電池発電は、これまでの火力発電方式と異なる電気化学反応を利用した発電方式である。発電原理が従来の火力発電と異なることから、高い発電効率が期待できるばかりではなく、燃焼過程を含まないことによりNO_xをほとんど排出しないなど環境適合性にも優れるといった特長を有する。当研究所では、石炭ガス化燃料を用いて、IGCCをさらに上回る高効率複合発電を目指した高温形燃料電池の技術開発を進めている。

燃料電池では、燃料と酸化剤の連続的な供給により、燃料の持つ化学エネルギーが直接・連続的に電気エネルギーに変換され、同時に反応生成物や熱が生成される。一般に反応物は燃料側ではH₂、酸化剤側ではO₂であり、生成物はH₂Oである。現在、H₂を燃料として用いるのは特殊な用途に限られ、実用的には化石燃料である天然ガスを改質したり石炭をガス化してH₂を得ることが一般的である。このとき改質反応やガス化反応に伴ってCO₂も生成される。このように、燃料電池発電システムにおける全体の反応は、原燃料となる天然ガスや石炭を燃焼させ、H₂OやCO₂が生成され、同時に電力が得られる点で、従来の火力発電技術と同等である。

燃料電池にはいくつかの種類があり、低温形と高温形に大別できる。低温形の燃料電池（りん酸形（PAFC）、固体高分子形（PEFC））は電極反応の進行を促進するために、電極内部に白金（Pt）触媒を分散担持させているが、PtはCOとの結合力が強く触媒能が低下するため、燃料ガス中のCO濃度を極力低いレベルに抑制することが求められる。また、動作温度も200以下となり、排熱の利用にも制約がある。

これに対して高温形の燃料電池（熔融炭酸塩形（MCFC）、固体酸化物形（SOFC））は、動作温度がそれぞれ600～700、800～1000と高く、Ptが不要であるばかりでなく、次のシフト反応



によって、COがH₂に変換され、高濃度のCOを含む石炭ガス化ガス燃料を直接利用することができる。さらに、燃料電池から排出される高温・高圧のガスによって、ガスタービンや蒸気タービンによる動力回収を組合せた複合発電が可能となり、プラント全体の効率をより高めることが可能となる。石炭ガス化複合燃料電池発電システムの効率は、MCFC、SOFCともに50%（発電端、HHV）を越え、SOFCで数%高い値が試算されている。

当研究所では、MCFCやSOFCを適用した天然ガス燃料の高効率の発電システムを想定する一方、石炭ガス化燃料を利用した高効率の複合発電システムを最終的な石炭利用形態と位置づけて、その技術開発を進めている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。石炭のガス化は加圧条件で行われ、ガス化炉から高温の蒸気が得られるので、発電システムとしてはMCFCと共に、ガスタービン（GT）、蒸気タービン（ST）を利用することが考えられる。石炭を利用したMCFCによる複合発電システムの構成を図7-2-1に示す⁽⁶⁾。ガス化された石炭ガスはガス精製装置（ポラスフィルタ、湿式脱硫装置）を通してMCFCの燃料極に供給され、ガス中のH₂が反応に用いられる。空気極では空気中のO₂が反応するが、空気は、未反応の可燃ガスや反応によって生じたCO₂を含む燃料排ガスと混合され、燃焼されてからMCFCの空気極に供給される。これに伴って、MCFCの空気極には反応に必要なO₂とCO₂が供給される。高温高圧の排空気は最終的には膨張タービンに供給されて動力回収され、さらに排熱回収される構成となっている。これら燃料電池を大規模な石炭ガス化燃料電池複合発電システムとして実現するためには、電池本体技術の開発はもとより、石炭ガス中に含まれる不純物対策、システム化技術など数多くの開発を今後進めていく必要がある。

現在、燃料電池に関しては、当研究所の他、各メーカー、電力会社、ガス会社が幅広い技術開発を進めている。全般的には自動車用や家庭用としての適用が期待されている低温形のPEFC開発が盛んであるが、高温形燃料電池の開発は、高効率の定置用発電技術として着実に進められている。MCFCに関しては、国の計画において、

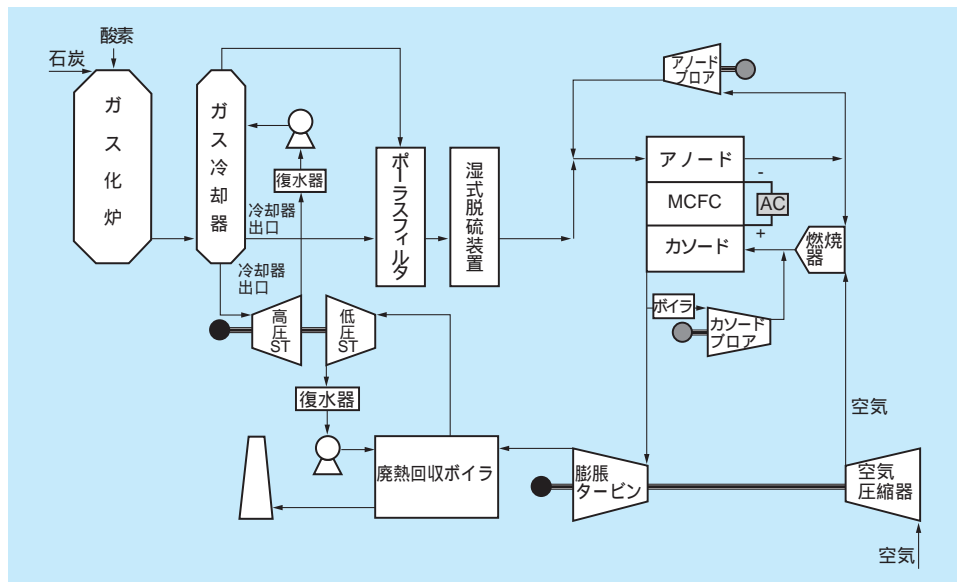


図7-2-1 石炭ガス化MCFC複合発電システムの構成
(アノードガスリサイクルシステム)

天然ガス燃料の1,000kW級プラントの実証試験が平成11年度に行われ、45%の発電効率を達成している。現在、平成12～16年度の計画において、より高効率を目指した天然ガス利用の高圧電池モジュール開発(1.2MPa)が進められており、当研究所では、熔融炭酸塩型燃料電池発電システム技術研究組合の一員として、国の計画の中で、その基本要素である10kW級スタックの長期耐久性の試験評価や長寿命化開発を進めている。また、石炭ガス利用に関する基礎研究も進め、電力会社との共同の受託分担研究として、小型単セルによる石炭ガス中に含まれる代表的な不純物による電池性能への影響について試験評価を行っている。さらに当研究所では、MCFCの燃料多様化に向けての所内研究も進めており、石炭ガスの適用はもちろんのこと、類似した組成を持つ廃棄物ガス化炉との組み合わせによる発電方式の検討も実施している。それらの研究の中で、石炭ガス化燃料組成による基本的な電池性能への影響や適用組成範囲の検討を実験的に進め、性能予測のための相関式の開発などに努めている。

SOFCに関して、国では数kW級モジュール開発を進め、平成13年度から4ヶ年の予定で、5～20kW級の熱自立モジュール開発を進めている。当研究所では、SOFCを将来的にはMCFCを上回る高効率複合発電技術につながる技術として捉え、高効率化を達成するための目標として、1000動作の全セラミック製SOFCを

設定し、各種構成材料に重点を置いた開発を進めてきた。その一環として、国の開発計画においては低コスト化を目指した材料開発を進めたほか、それに先立ち、高効率を達成するための天然ガスや石炭を用いた発電システムの効率解析も実施してきた。さらに近年では、より高効率が期待できる電極支持形の薄膜電解質構造のSOFCに注目し、本構造を適用したスタック開発を所内研究として進めている。

関連する技術としてはさらに、燃料電池用の石炭ガス製造を目的として、EAGLE計画が進められている。本計画ではガス化関連の試験が平成18年度まで予定されており、その後燃料電池を接続した試験が想定されている。

7-2-2 熔融炭酸塩形燃料電池(MCFC)複合発電技術

石炭を用いたMCFC複合発電システムを実現するための技術課題を中心に述べる。

(1) 石炭ガス化燃料中の不純物の影響評価

MCFCの利用形態の1つとして、石炭ガス化燃料を用いる大規模高効率発電プラントが期待されているが、石炭には硫黄や塩素など多種類の不純物が含まれている。そこで、石炭ガス化燃料中に含まれる不純物のMCFCへの影響を検討し、ガス精製装置の精製目標値への指針

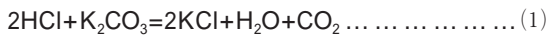
を得る必要がある。平成6年度からMCFCへの不純物の影響を解明するため国家プロジェクトが進められており、現在、当研究所、北海道電力(株)、四国電力(株)、北陸電力(株)、(株)日立製作所が参加している。各社の自主研究を含め、燃料側の不純物としてH₂S、HCl、NH₃、HFを取り上げ、酸化剤ガス中の不純物としてSO₂、NO_xを取り上げてMCFC性能への影響を評価している。

① H₂Sの影響⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾

H₂Sのセル電圧への影響は燃料中のCO濃度が高いほど大きくなる。これはH₂Sがアノード(Ni)表面に化学吸着することで、Niの触媒機能が低下し、シフト反応(H₂O+CO=H₂+CO₂)が遅くなり、発電反応の主反応物質であるH₂が欠乏するためである。したがって、ある程度の水素濃度の高い燃料であれば、図7-2-2に示すように、H₂S添加初期は電圧低下が大きいものの運転時間2000時間以降ではほぼ無添加の場合とほぼ同等な性能を示し、発電反応へのH₂Sの影響は小さい。

② HClおよびHFの影響⁽¹⁰⁾

HClによる電極反応への影響は極めて小さいものの、添加したほぼ全量のHClが(1)式の反応によりKClとなるため、電解質ロスが促進される。この電解質ロスによりMCFC性能(電圧、寿命)が低下する。



すなわち許容できる電解質ロス量が把握できればHCl

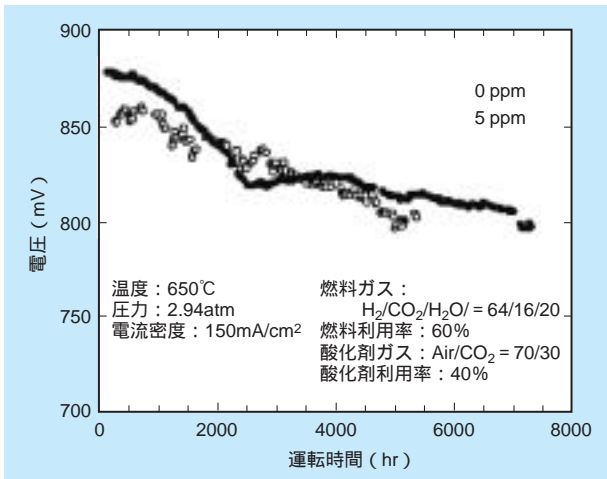


図7-2-2 長時間運転におけるH₂Sの影響

の許容濃度を設定することができる。

HFの影響は、HClと同様に電極反応への影響は極めて小さい。またHClに比べ炭酸塩との反応性は低く、電解質ロスへの影響は小さい。

③ NH₃の影響⁽¹¹⁾

電池性能への影響は極めて小さく、添加されたNH₃のほぼ全量が電極反応また電池構成部材と反応することなく排出される。

④ NO_xの影響

NO_x添加により内部抵抗が増加し、電池電圧は低下する。しかしながら、図7-2-3に示すように、継続的にNO_xはカソード側から電解質に溶解するが、アノードにおいて燃料ガス中のH₂とNO₂・またはNO₃・が反応し、N₂としてアノード排ガス中に放出されるため、電解質中にはほとんどNO₃・またはNO₂・は蓄積されない。このため内部抵抗増加原因となる物質の生成も鈍化し、結果的に電池性能の低下はほとんど起こらない。またこの結果は、供給されたNO_xがN₂に還元されることを示しており、MCFCのように燃料ガスと酸化剤ガスが電解質板によって仕切られている物は脱硝機能を持ち合わせていることを示している。

⑤ SO_xの影響⁽¹²⁾

電圧の経時変化はH₂S添加の場合と類似した傾向にある。しかし、カソード流路部材は、SO₂と炭酸塩より腐食が進行しやすく、通常のカソード流路部材に用いられているSUS316Lよりも耐腐食性の高い材料を用いる必要がある。

以上、当研究所を中心として実施した石炭ガス化燃料中の各種の不純物による電池特性への影響評価について

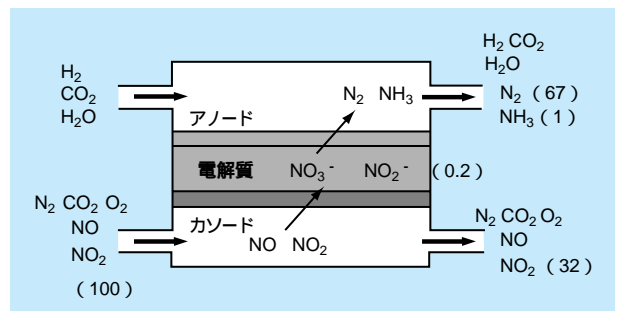


図7-2-3 電池内でのNO_xの挙動

述べた。今後は石炭ガス化 MCFC 複合発電 (IG-MCFC) の実用化に向けて、多種の不純物の複合的な影響について明らかにしていく必要がある。

(2) システム構成と性能解析⁶⁾

MCFC に、石炭ガス化燃料や廃棄物ガス化ガス等の多様な燃料を適用するには、長期的な安定性確保のためこれらのガスに対する MCFC の耐久性を検証するばかりではなく、可能な限り高い電池電圧すなわち高い発電効率とするため最適なガス組成条件を電池部分で達成するシステムを構成することが重要である。石炭ガス模擬ガスに不純物を添加したガスを電池に供給した場合の発電試験等では、アノード流路内部においてシフト反応が未平衡状態となることにより、電池の性能が低下することが報告されており⁽⁷⁾⁽⁸⁾、このような実電池における発電特性をシステム熱物質収支に反映させることも、実用的なシステム構成のためには重要となる。本節では、IG-MCFC プラントシステムの熱物質収支解析を行い、MCFC 部分におけるガス条件等について、実電池の発電限界を考慮した場合のシステム解析結果について述べる。解析に当たっては、アノード流路内で不純物等の影響によりシフト反応が未平衡状態となった場合を想定し、シフト反応未平衡状態がシステム全体の特性に与える影響を調べた。なお、検討の対象としたシステムは、アノード出口ガスをアノード

ド入口に再循環させるアノードガスリサイクルシステム (図7-2-1) 及び、アノードガスリサイクル系を省略しアノード出入口間に熱交換器を設けたアノード熱交換システム (図7-2-4) である。

解析に適用した石炭ガス化燃料組成を表7-2-1に示す。石炭ガス化燃料組成の場合、天然ガス組成と比較して、CO成分の濃度が高くなっていることが特徴となる。一方近年の電池試験によれば、MCFCを安定に運転するためには運転条件にある程度の許容範囲があることが明らかになりつつある。表7-2-2には、本解析において適用した運転制約要因とその条件をまとめて示す。これらのガス組成や運転条件を考慮することにより、システム性能の解析結果をより精確に得ることが可能となる。

アノードガスリサイクルシステムの構成図については既に図7-2-1に示した。本システムにおけるアノードガスリサイクルの目的は、アノード入口部分における炭素析出を防止することである。炭素析出に関する解析の結果、炭素析出防止のために必要なアノードガスリサイク

表7-2-1 天然ガス改質ガスと石炭ガス化燃料の主な組成

	石炭ガス化燃料 (本検討)	天然ガス (参考)
H ₂ /CO/CO ₂ /H ₂ O	29/69/1/1	48/8/7/36
備考	酸素吹き湿式ガス精製システムにおけるガス組成	外部改質システムにおけるガス組成

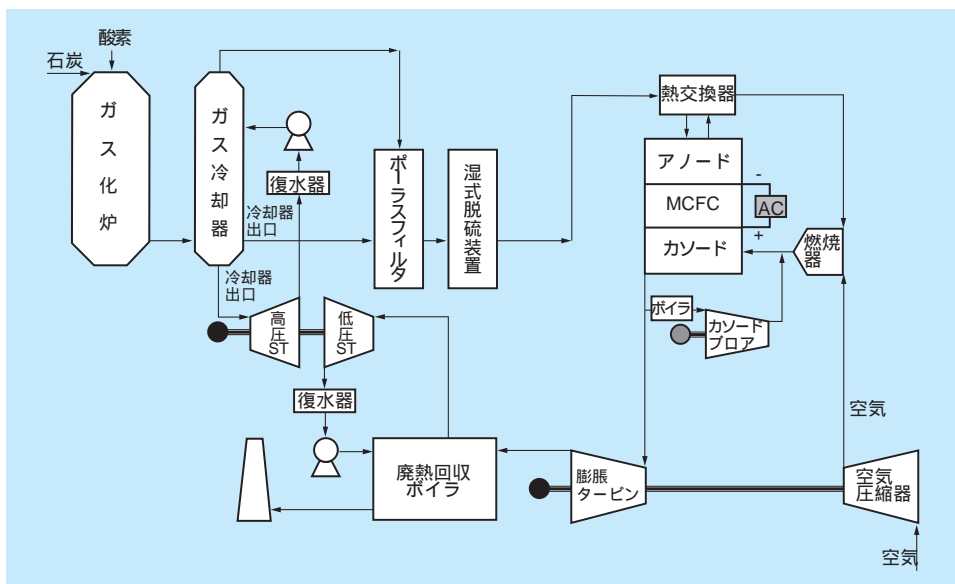


図7-2-4 石炭ガス化MCFC複合発電システムの構成 (アノード熱交換システム)

表7-2-2 解析に考慮した電池の運転制約要因とその条件

項目	運転制約条件	選定理由
アノード入口ガス条件	炭素非析出条件	最も炭素が析出しにくい条件
アノード出口水素濃度	1%以上	実セル発電試験結果から選定
カソード入口炭酸ガス分圧	0.1MPa以下	長期に亘りNi短絡を起こさないための目標値

ル率は80%程度となることが分かった。図7-2-4にはアノード熱交換システムの構成図を示す。本システムではアノードガスリサイクルを省略することにより、アノード入口における炭酸ガス濃度が低くなるため、発電には有利なガス組成となっていることが特徴となる。本システムの場合、炭素析出防止のためには、アノードガスに蒸気を添加する必要があるため、廃熱回収系からの蒸気供給を伴うシステムとなっているとともに、アノード入口におけるガス温度を所定の温度に上昇させるため、アノード出口ガスとの熱交換を行うシステム構成となっている。炭素析出ガス条件に関する検討の結果、アノード熱交換システムの場合、燃料ガスへの蒸気添加量は約60%程度となることが分かった。

続いて、アノード流路内部におけるシフト反応が未平衡状態となり $(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)$ の値が低下した場合について、アノード出口水素濃度に関する解析を行った。シフト反応が平衡状態に達していないことについては、 $K = \{(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)_{未平衡}\} / \{(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)_{平衡}\}$ の値を解析に導入し、Kの値を1以下の範囲で変更することによりシステムの熱物質収支解析に反映させた。図7-2-5に、Kの値が0.4程度に低下した場合について、アノード出口における水素濃度を設定燃料利用率に対して示す。アノード出口における水素濃度が1%程度以上となる領域が、アノード熱交換システムの場合に大きくなっていることがわかる。本検討より、アノード熱交換システムはアノードガスリサイクルシステムより燃料利用率を高く設定した運転が可能であることが分かった。

一方、カソード側システム構成に注目すると、検討を行ったシステムではカソードガスリサイクル系にボイラ

アノード出口水素濃度が低下すると、電池の発電性能は急激に低下するが、その目安は約1%程度と推定されている。また、これまでの石炭ガス化模擬ガスを用いた単セル試験では、電池内部でシフト反応が未平衡状態となり、 $(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)$ の値が0.4程度に下がる場合があることが明らかとなっている。

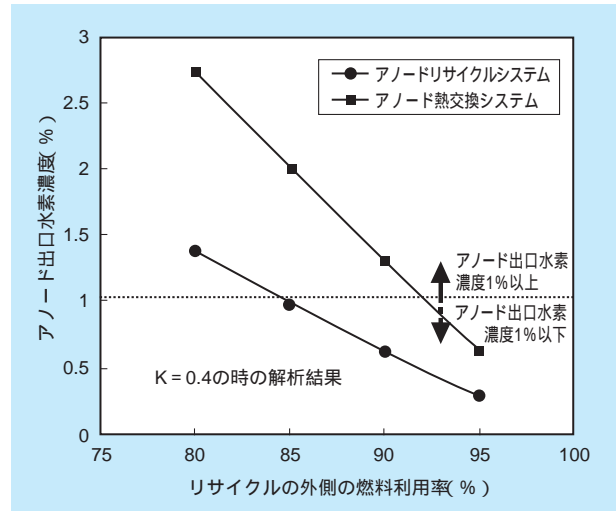


図7-2-5 アノード出口水素濃度のプラント燃料利用率依存性

$$[K = \{(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)_{未平衡}\} / \{(H_2 \cdot CO_2) / (CO \cdot H_2O)_{平衡}\}]$$

ーを設置し、電池からの熱量を蒸気タービンに回収することによりシステム全体の熱効率を向上させるような構成となっている。スタックはカソードリサイクル系での熱回収及び空気圧縮機からの供給空気により冷却されるため、カソードリサイクル系での回収熱量が大きくなると、システムへの供給空気量も少なくなり、システム効率が上昇する。しかしながら、システムへの供給空気量の減少は、相対的なカソード炭酸ガス分圧の上昇を伴うため、Ni短絡の観点からシステム運転条件の制約が発生してくる。ここでは、カソードリサイクル系から蒸気タービンへの回収熱量をパラメータとした場合の、システム効率とカソード炭酸ガス分圧の関係について解析を実施した。システム熱効率とカソード炭酸ガス分圧についての検討結果を図7-2-6に示す。アノードリサイクルシステムはカソード炭酸ガス分圧を低下させるために熱効率の低下を伴うのに対し、アノード熱交換システムの場合、逆に熱効率の上昇を伴うことが分かった。

以上の結果からアノード熱交換システムは、石炭ガス化燃料のような高CO濃度、低H₂濃度燃料に対して、幅広い燃料利用率で運転可能であり、カソード炭酸ガス分圧を低減させた条件にも十分対応可能なシステムであると考えられる。

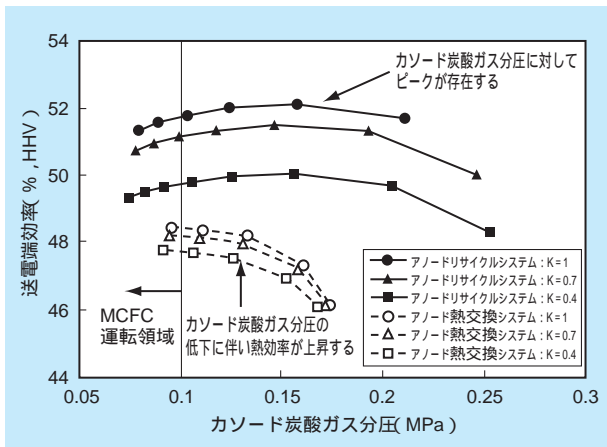


図7-2-6 カソード炭酸ガス分圧と熱効率の関係

カソードガスリサイクル系における熱回収量をパラメータとした解析
プラント燃料利用率はアノード出口水素濃度=1%となるように設定した
[$K = \frac{(H_2 \cdot CO_2 / (CO \cdot H_2O))_{床平衡}}{(H_2 \cdot CO_2 / (CO \cdot H_2O))_{平衡}}$]

7-2-3 固体酸化物形燃料電池（SOFC）複合発電技術

当研究所では、石炭を利用するSOFC複合発電システムについても検討を実施してきた⁽¹³⁾。構成の一例を図7-2-7に示す。本構成は、微粉炭を空気でガス化し、乾式クリーンアップによるガス精製を行うシステムである。SOFCに流入する燃料は熱交換器により加熱され、空気

はリサイクルブローを用いて昇温する。空気側にリサイクルブローを用いることで、システムに流入する空気流量を低減でき、GTでの圧縮機動力の低減、HRSG（排熱回収ボイラ）での回収熱量の増大が図れる。このように、SOFCによる複合発電システムも、MCFCと同様にGTやSTとの組み合わせによって構成されるが、最も大きな違いは、MCFCでは燃料極の排ガスを空気で燃焼したガスが空気極に供給されているのに対して、SOFCでは空気極には空気のみが圧縮機から直接供給されており、未反応物を含む排燃料と排空気は電池から排出された後に燃焼されてGTに送られている点にある。システム解析に用いた電池での運転条件を表7-2-3に、効率解析を行った結果を表7-2-4に示す。表7-2-4中には、例示したシステムをシステム1として示すとともに、ガス化条件を変更した場合の効率もシステム2、システム3として併せて示した。なお、システム2、3では、

表7-2-3 解析に用いたSOFCの運転条件

電池電圧	0.725V
燃料利用率	75%
電池運転温度*1	1000℃
電池入口ガス温度	925℃
電池運転圧力	1.0MPa

*1：電池の出入口ガス温度の平均

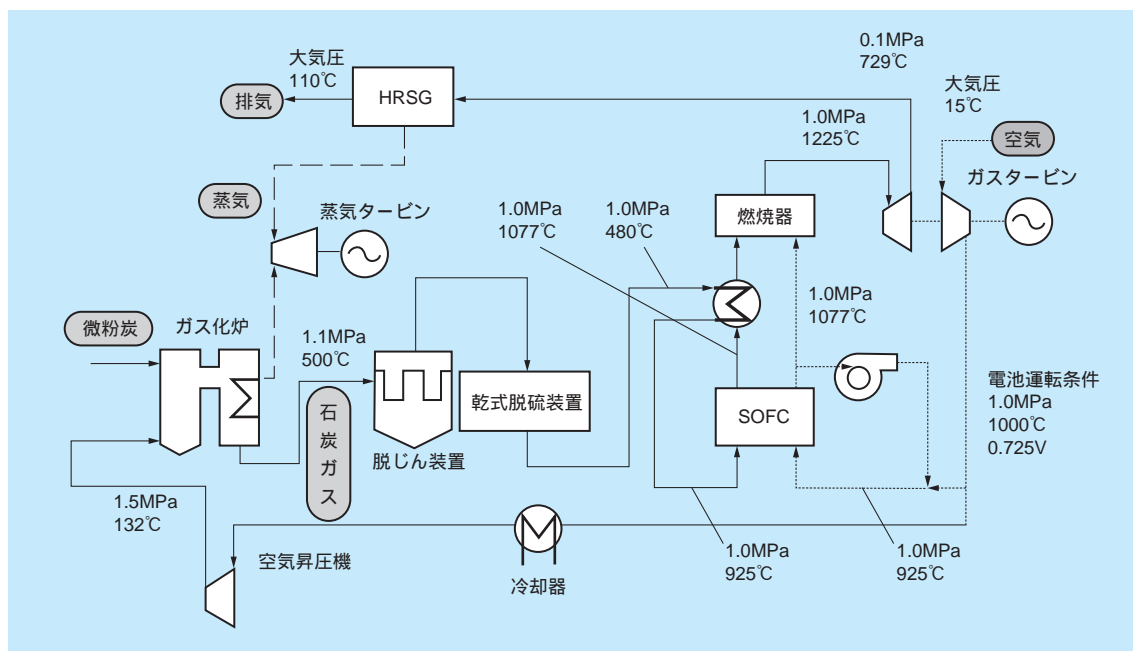


図7-2-7 SOFCを用いた発電システムの構成例
(ガス化剤：空気、ガス精製：乾式クリーンアップ)

表7-2-4 SOFCを用いた発電システムの効率

	ガス化炉条件		効率(HHV%) [発電端/送電端]
	ガス化剤	石炭供給	
システム1	空気	微粉炭	58.6/53.4
システム2	酸素	微粉炭	60.9/53.8
システム3	酸素	CWM	58.3/51.4

酸素製造設備が必要であり、ガス化剤の製造、昇圧にかかわる動力を別途考慮した。

ガス化に係わる設備以外の構成および運転条件は、極力同じとなるように解析を行っているため、表7-2-4の結果は、各システムの最適化を図って得られたのではない。また、効率はSOFCの運転条件、機器効率に大きく依存するものであるが、本解析条件では、いずれのシステムでも、おおむね50%を越える送電端効率が期待できる結果を得た。なお、微粉炭で石炭を供給するガス化方式では、酸化剤の種類にかかわらず、同程度の送電端効率となった。

各システムごとの効率、損失の内訳を図7-2-8に示す。システム1のGTはガス化用の空気を供給するため、その動力分を差し引いて電気出力を算出し、システム2、3では、ガス化炉へのガス供給にかかわる動力は酸素製造設備で消費する動力としている。そのためシステム1では、他のシステムよりも、GTから回収できる電気出力は小さくなっているが、システム全体の消費動力も少

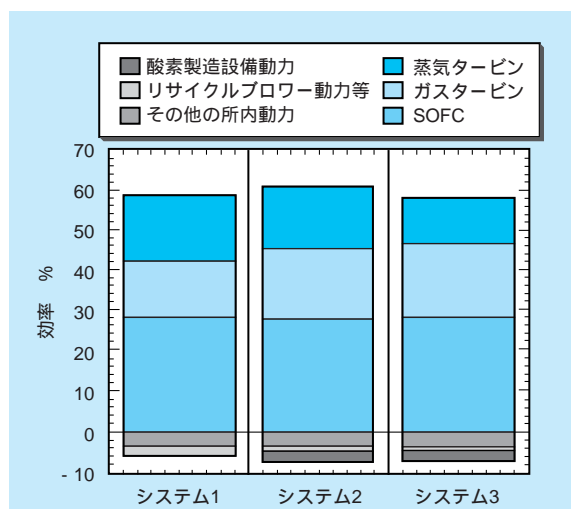


図7-2-8 各システムの効率、損失の内訳

なくなっている。また、石炭を石炭・水スラリー (CWM) で供給するシステム3では、CWM中の水分が気化熱を奪い、ガス化炉で回収できる蒸気量が減少するため、蒸気タービンで回収できる出力が低下している。

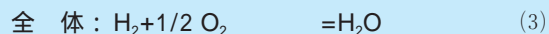
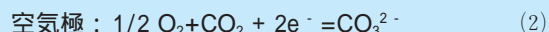
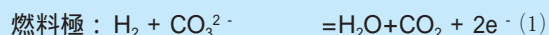
SOFC複合発電システムはこのように高効率なシステムとして期待できる。今後、石炭ガス組成に対するSOFCの発電特性、燃料中に含まれる微量成分の影響などを明確にすると共に、高温で作動する熱交換器、リサイクルブローワなどを必要とするなど技術的な課題を解決して行く必要がある。

コラム：燃料電池の原理

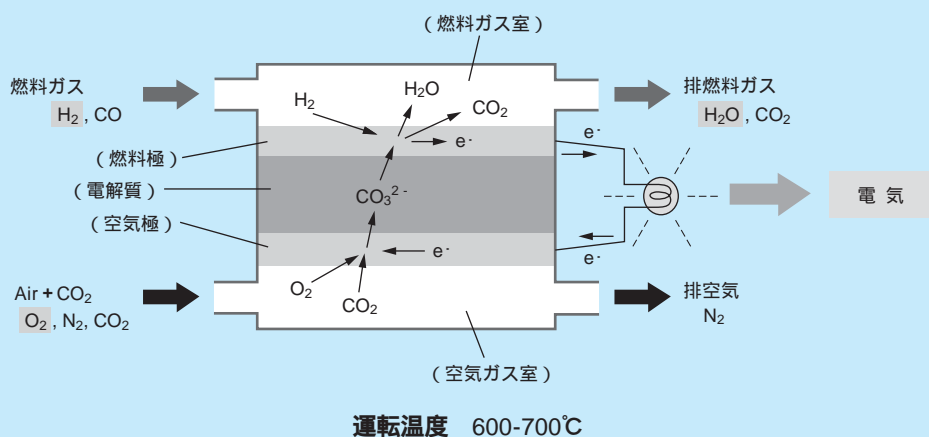
燃料電池による発電は、直接型発電といわれる。燃料電池では、燃料の化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換しており、通常の火力発電プラントのようにボイラー、タービン、発電機を通しての、エネルギー形態の変化がなく、高い発電効率を実現できる。

燃料電池は通常、イオン導電体となる電解質とその両側に配置される燃料極（アノード）と空気極（カソード）の2枚の電極、さらにその両側に、電極反応に必要な燃料ガスと空気（酸化剤ガス）を供給するためのガス流路で形成されている。電解質と電極は反応に関与し、アクティブコンポーネントと呼ばれることもある。燃料電池には、いくつかの種類があり、通常、構成する電解質によって区分される。

石炭ガス化燃料電池複合発電としての利用が期待されるMCFCを例に、その発電原理を図に示す。MCFCでは反応に関与するイオンは CO_3^{2-} であり、電池内部では以下の一連の反応がおこる。



空気極では、供給された O_2 と CO_2 が外部開路からの e^- と反応して CO_3^{2-} を生成し、燃料極では、供給された燃料ガス中の H_2 が、空気極側から電解質を通して移動してきた CO_3^{2-} と反応して H_2O 、 CO_2 と e^- を生成する。 e^- が外部の負荷回路を經由し、空気極側に戻って、空気極側の反応に関与する。一連の反応で、 e^- が外部回路を流れることにより、発電が行われることになる。また、全体の反応は(3)式に示すように、 H_2 と O_2 から H_2O が生成される反応に他ならず、 H_2 の持つ化学エネルギーが電気エネルギーに変換されることが分かる。これらの反応を起こさせる一組の電池をセルと呼び、発生する電圧は通常1V弱である。したがって、大出力を得るためには、セルを何層にも積層して高電圧を得るスタック（積層電池）を構成して用いている。セル間の電気的な接続ならびに燃料ガスと空気との分離にはセパレータと呼ばれる上下両面にガス流路を備えた部材が適用される。スタックの出力は全体の電圧と電極面積に比例する電流との積によって決まる。実際には、電極反応に伴う若干の抵抗の存在によって、内部で発熱が起こり、その分だけ、電気エネルギーに変換される割合は減少する。



コラム：超重質油ガス化複合発電の現状と課題

1. はじめに

エネルギー資源に乏しく、そのほとんどを海外に依存している我が国では、燃料の多様化、ならびにエネルギーの高効率利用が重要な課題となっている。新種燃料として近年注目されているオリマルジョン™（BITOR社の登録商標）や、石油精製の際に副生される残渣油等の超重質油は、火力発電の代替燃料として有望視されている。また、高効率利用の観点から、ガスタービンをを用いたガス化コンバインド発電（以下：IGCC）への適用⁽¹⁾が求められている。

超重質油のガス化技術に関しては、テキサコ法、シェル法等⁽²⁾があり、水素などの原料ガスの製造方法として以前から利用されている。また、近年残渣油を燃料としたIPPにおける有効な発電方法として注目されている。しかし、電気事業用として超重質油IGCCを採用するには、コスト低減、CO₂排出量削減といった観点からプラント全体における効率の向上が必要不可欠となる。さらに、平成10年3月の卸売り電力自由化制度の導入以降、実用化にあたっては、これまで以上のコスト削減が求められる時代となった。

そこで、当研究所では、燃料性状に応じた最適なガス化炉容積の選定など、合理的な設計を可能とする数値解析ツールの開発に着手するとともに、高効率達成のための運転条件の確立や、数値解析の精度向上、ならびに検証を可能とする「新種液体燃料ガス化研究炉」を開発し、平成12年2月に竣工させた⁽³⁾。現在、将来の低品位炭CWMも視野に入れ、ガス化炉の合理的な設計・運用を支援するための研究展開を推進中である。

2. 超重質油について

超重質油と呼ばれるものには、世界各地で産出される天然ピチューメン、重質原油、および製油所で副生されるアスファルト、残渣油等がある。このうち、ベネズエラで産出される天然ピチューメンのオリノコタルをエマルジョン化し、重油並のハンドリング性を持たせたオリマルジョン™は、国内では北海道電力釧路内火力発電所などで利用されている他、海外でもデンマーク、カナダなどに普及している。表1に超重質油と呼ばれる主な燃料の性状例を示す。

超重質油は、一般に室温では固化しているため、その利用にあたっては、高温で取り扱う必要がある。製油所の副産品として産出される残渣油等を

表1 超重質油の性状の例

項目	単位	オリマルジョン™	アスファルト
発熱量	kcal/kg	7100	9900
灰分	wt%	0.18	0.06
残留炭素	wt%	12.8	22
粘度	cSt(100)		3900
硫黄	wt%	2.8	5.2
窒素	wt%	0.46	0.4
Na	wtppm	14.2	70
V	wtppm	380	165

オリマルジョン™については、当所分析値

利用する場合、そのプラントを製油所に併設し、輸送、および保温コストの低減を図るなどの工夫をしている。一方、オリマルジョン™などのエマルジョン化されているものについては、輸送、保管に関しては容易であるが、流体の特性上、ポンプや流調弁の選定、長期保存時のエマルジョンの劣化への注意が必要となる。これら超重質油には、ガスタービンを腐食させる因子である硫黄分、ナトリウムなどが多く含まれており、高効率化が期待できるIGCCプラントの開発にあたっては、これらの除去技術の確立が必要不可欠となる。

3. 超重質油IGCCプラント

図1に現状の技術段階で実用化が期待される超重質油IGCCプラントの構成例を示す。1300～1500の高温でガス化された超重質油の生成ガス中には、灰分、未燃炭素、および材料腐食因子となる硫黄分、ナトリウム、カリウム等が含まれるため、ガスタービンに通気するにあたっては、生成ガスを脱じん設備、および脱硫設備にて精製し、クリーンなガスを得る必要がある。

脱じんに関しては、高い脱じん性能、低圧力損失等の特徴を持つセラミック製のポーラスフィルタを圧力容器内に設置し、灰分および未燃炭素を含んだダストを捕集する方法が実用段階にある。従来の水スクラバによる脱じんよりも生成ガス温度を450程度に保つことができ、プラント全体として高効率化が期待できる。また脱硫に関しては、商用規模で実績があるのは湿式法であるMDEA方式である。酸化鉄等を主成分とした脱硫剤を用いて脱硫を行う乾式法は、高温状態のまま連続処理を行うので高いプラント効率が見込めるため、早

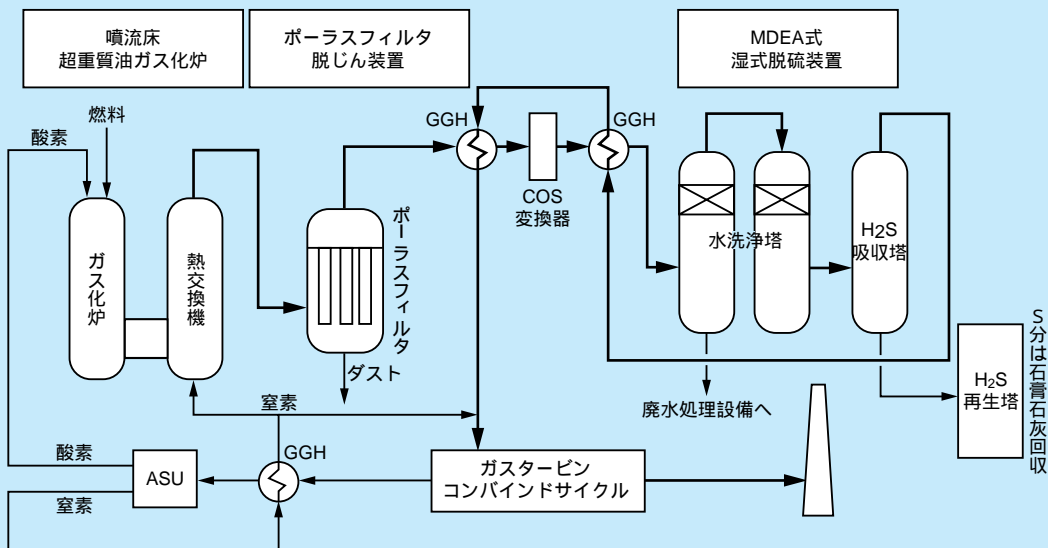


図1 超重質油IGCCプラント構成例

期実用化が期待される。

4. 当研究所における超重質油ガス化試験研究⁴⁾

平成12年に完成した新種液体燃料ガス化研究炉の外観を図2に、実験設備全体の系統概略を図3に示す。

本実験設備は、酸素・窒素・空気のガス供給設備、燃料タンクおよびポンプ、ガス化炉本体、生成ガス処理設備等から構成されている。各部の温度、圧力、流量などの状態量や、生成ガス組成はオンラインで把握でき、反応生成物についてはバッチ式でサンプリング後、分析を行っている。

ガス化炉本体は、燃料処理量が日量約2トンで、ガスタービンによるコンバインド発電を想定し、加圧下(1.9MPa)で運転を行っている。ガス化燃料用のメインバーナは炉頂部に設置されており、その他、炉内昇温用のA重油バーナとその着火用メタントーチが備えてある。炉構造は、外郭より压力容器一体型の水冷ジャケット、断熱材、耐火材が施工されており、実験炉研究で問題となるヒートロスをおさえた設計としている。生成ガスは、ガス冷却器(熱交換器)で冷却後、焼却炉で燃焼され、脱じん、脱硫設備を経て、大気に放出される。

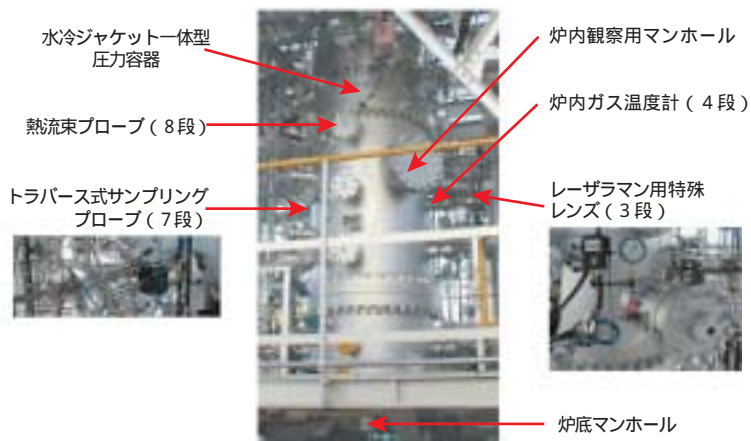


図2 新種液体燃料ガス化研究炉外観

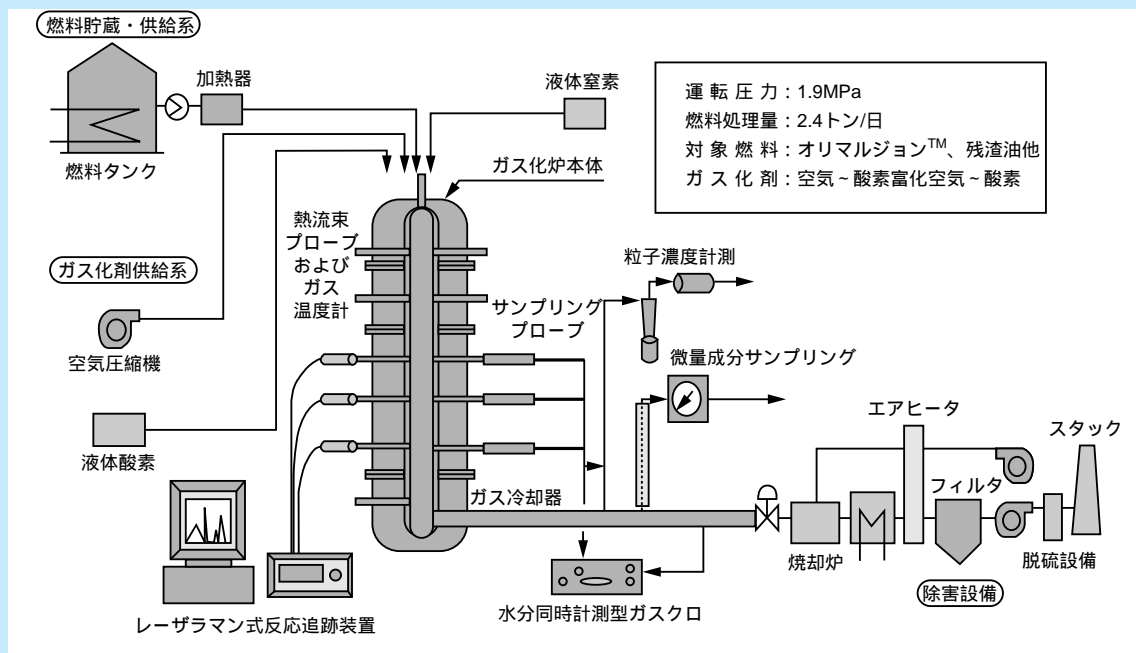


図3 新種液体燃料ガス化実験設備系統概略図

「新種液体燃料ガス化研究炉」では、オリマルジョン™のガス化を平成12年に累積で166時間22分実施した。ガス化炉投入酸素量を変化させ、生成ガス発熱量をはじめ、炭素転換率、冷ガス効率などの各種ガス化効率を把握した。酸素比とこれらのガス化効率との関係を図4に示す。生成ガス発熱量は9.5～10.5MJ/m³_N、炭素転換率は97%以上、冷ガス効率は75～80%の値を得た。表2に生成ガス性状の例を示す。可燃性成分であるCO、H₂は、それぞれ約40%の値を得た。

また、本ガス化炉には、炉内でのガス組成や粒

表2 オリマルジョン™ガス化試験によるガス組成の一例(酸素化：0.38)

ガス組成	組成の一例
CO	38.7vol%
H ₂	39.4vol%
CH ₄	0.1vol%
CO ₂	8.7vol%
H ₂ O	11.9vol%
H ₂ S	8900ppmv
COS	280ppmv
N ₂ など	残り

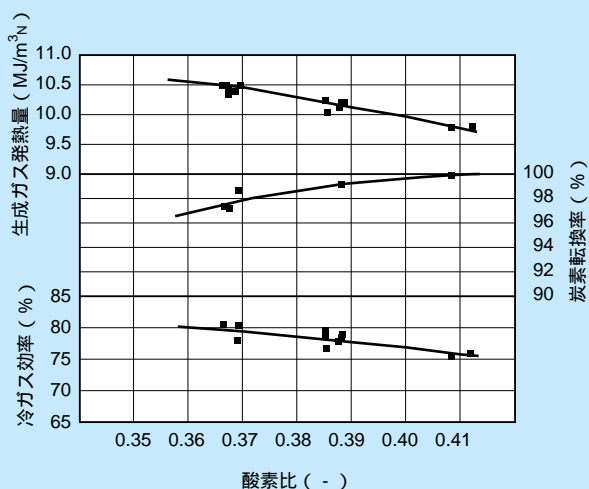


図4 各種ガス化特性

子反応率などの変化を評価するため、図5に示すとおりガス化反応途中の粒子、およびガスをサンプリングするプローブ(反応凍結プローブ)や、炉内ガス組成の非接触計測を可能とするレーザーラマン分析装置、炉壁熱流束プローブをガス化炉縦方向に多段設置し、データの蓄積をはかっている。反応凍結プローブ、熱流束計で得られたデータは数値解析技術の開発、および検証に用いられ、確度の高い炉内現象解析ツールの開発を実施してい

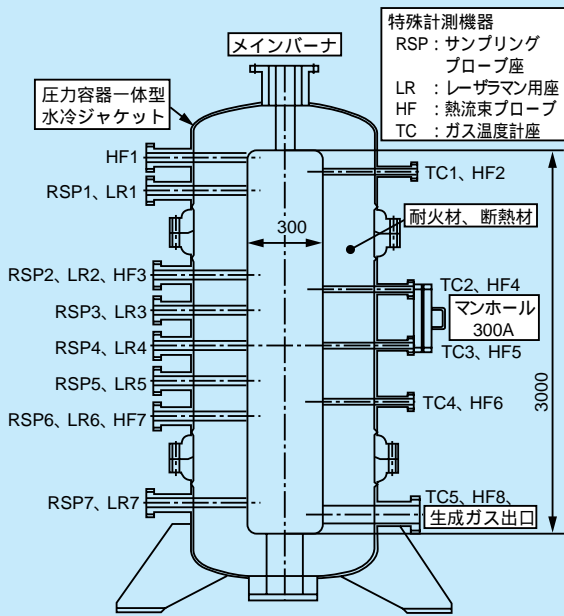


図5 特殊計測座の配置図

る。図6、図7、図8に平成12年度に実施した数値解析結果の例を示す。ガス化炉内温度分布、また各種ガス組成分布は数値解析結果と実験値とで良い一致を示しており、解析ツールに導入したオリマルジョン™の微粒化機構のモデルや気相反応モデル等はおおむね妥当であると考えられる⁽⁵⁾。

5. 海外の重質油ガス化複合発電プロジェクトの動向

海外ではここ数年の間に、酸素吹き噴流床タイプのテキサコ炉、シェル炉を用いたIGCCプロジェ

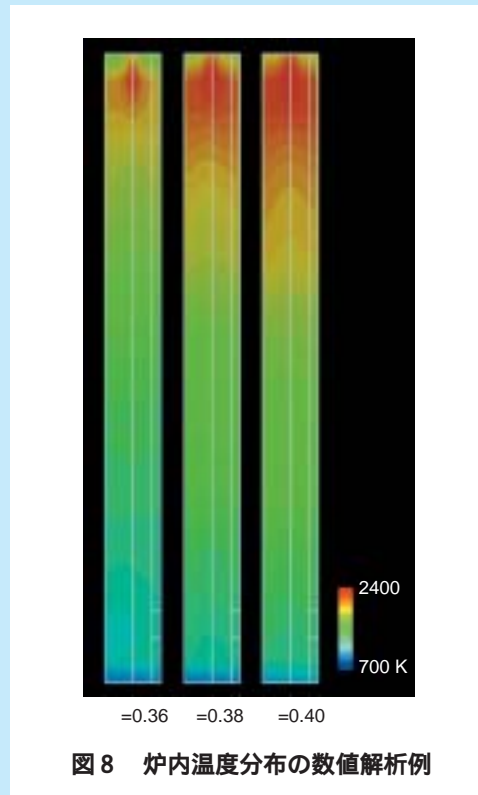


図8 炉内温度分布の数値解析例

クトがいくつか実施され始め、すでに一部商用運転されているものもある。表3に現在行われているIGCCプロジェクトの一覧を示す。これらはほとんどが製油所に併設されており、製油所からの残渣油を用い、発電以外にも水素製造を行うなどして発電コストを補っている。燃料の多様化の観点から、残渣油IGCCプロジェクトは今後、ますます増えるものと推定されるが、電気事業用として本

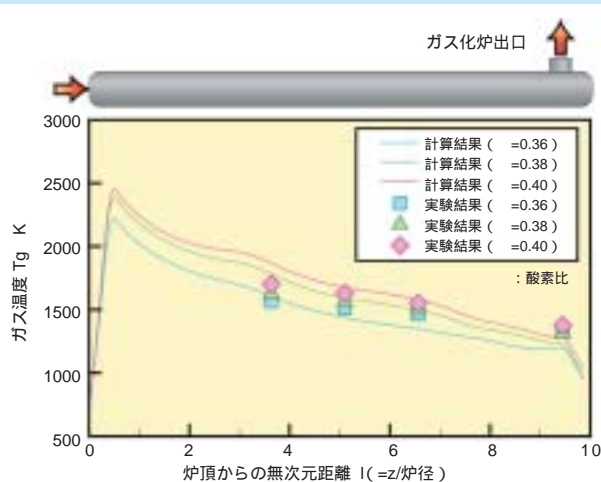


図6 ガス化炉中心軸上ガス温度分布の実験値との比較

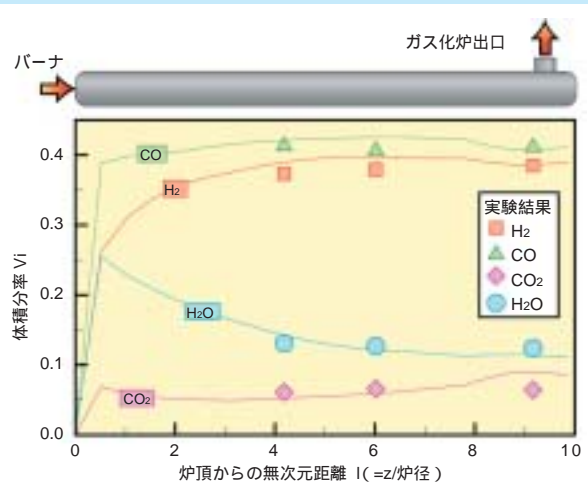


図7 炉内ガス組成分布の実験値との比較 (酸素比: 0.36)

表3 超重質油IGCCのプロジェクト一覧

プロジェクト名(国名)	ガス化炉形式	燃料	適用	出力	運開年	備考
EI・Dorado (USA)	Texaco : 160T/D	Petcoke/残渣油	Cogen	35MW	1996	商用運転中
Shell Pernis (Netherlands)	Shell : 1650T/D (3基)	減圧残渣	Cogen/H ₂	127MW	1997	商用運転中
ISAB (Italy)	Texaco : 3498T/D (2基)	残渣油	Power/H ₂	562MW	1999	1999年7月にガス化開始
SARAS (Italy)	Texaco : 4156T/D (3基)	残渣油	Cogen/H ₂	551MW	2000	2000年4月にガス化開始
Api (Italy)	Texaco : 1370T/D (2基)	残渣油	Power	250MW	2000	2000年7月にガス化炉100%負荷運転達成
Delaware (USA)	Texaco : 2535T/D (2基)	Petcoke	Power	240MW	2000	Repowering 2000年7月にガス化開始
EDF (France)	Texaco	Sludge	Power	400MW	2003	
日石三菱(日本)	Texaco	残渣油	Power	350mW	2003	
PIEMSA (Spain)	Texaco : 4680T/D (2基)	残渣油	Power/H ₂	935MW	2004	
IOCL (India)	Shell	Petcoke	Power/H ₂	180MW	2004	
Agip (Italy)	Shell	残渣油	Power	-	-	

技術を採用するにあたっては、乾式の脱じん、脱硫設備を導入するなど、高効率な発電プラントの実現が不可欠である。

6. おわりに

有限な資源である化石燃料を有効に活用することは、人類にとって避けられない課題である。現在おもに使用している原油、天然ガス等は、21世紀中頃には需要と供給のバランスが厳しくなることが予想されている。今後、現在ほとんど利用されていない超重質油を積極的に導入していくことは、資源の枯渇という実状から考えても必須のことであり、また、これらの燃料を使用していく上で、プラント効率、環境適合性の向上が必要となる。これらの要求を満たした超重質油ガス化IGCCの近い将来での実現が必要不可欠であり、当研究所では、多種の燃料のガス化試験を実施し、実用化の際に設計、運用の支援に用いることが可能な各種ガス化性能データの取得を行うとともに、確度の高い数値解析技術の開発を今後とも続けていく。

参考文献

(1) 滝真人、石村雅士、芦沢正美、伊藤茂男、荒

木剛夫、太田一広、田地正憲、「超重質油ガス化コンバインド発電技術の開発研究 - ガス化・ガス精製特性の解明と実機実現可能性の検討 - 」、火力原子力発電、51(7)、(2000)、p. 866-872

(2) (社)重質油ガス化委員会、「重質油のガス化」、丸善、(1973)

(3) 芦沢正美、木戸口和浩、原三郎、大高円、渡邊裕章、犬丸淳、佐藤幹夫、「新種液体燃料ガス化研究炉の開発 - ガス化炉の設計・運転ノウハウの確立に向けて - 」、電中研報告 W00003、(2000)

(4) 原三郎、木戸口和浩、芦沢正美、犬丸淳、「新種液体燃料ガス化研究炉による超重質油ガス化特性の解明 - 炉内でのガス化反応特性に関する検討 - 」、電中研報告 W00015、(2001)

(5) 渡邊裕章、大高円、原三郎、犬丸淳、芦沢正美、梶谷史朗、木戸口和浩、「超重質油ガス化炉数値解析技術の開発 - 天然超重質油エマルジョン燃料を対象とした解析手法の検討 - 」、電中研報告 W00013、(2001)