

見聞記

第12回世界石炭地下ガス化シンポジウムに参加して

島田 莊 平*
Sohei Shimada

去る8月25日から28日までの4日間、西ドイツ、ザールブリュッケンに於いて、第12回世界石炭地下ガス化シンポジウムが開催された。

石炭の地下ガス化(Underground Coal Gasification=UCG)は、石炭を地上に掘り出すことなく、炭層を直接ガス化して、ガスの状態で地上に導き出し燃料または化学原料として利用するものである。抗内作業を皆無にすることのできるこの方法の完成は、鉱山技術者の古くからの夢でもあった。

石炭地下ガス化シンポジウムは、本来アメリカの国内シンポジウムであった。1975年の第1回シンポジウムから、1985年の第11回シンポジウムまで毎年アメリカで開催されてきた。しかし、今年初めてアメリカ以外の地で開催された。この背景には、年々アメリカ以外の諸国からのシンポジウム講演、参加者が増加している事、また、現在、西ドイツ・ベルギーで盛んに行われている、石炭地下ガス化の研究をより促進し、世界的な規模でこの長い間の「夢」の実現に知恵を結集しようという意図があるものと考えられる。本年のシンポジウムの開催は、ザールブリュッケン大学のProf. Dr. Schloemerの尽力によって実現したものである。

シンポジウムには13カ国から135名の参加者があった。その内訳を下に示す。

西ドイツ	55	米国	27
ベルギー	15	オランダ	15
日本	8	ユーゴスラビア	4
フランス	2	イギリス	2
スペイン	2	ブラジル	2
チェコスロバキア	1		
ニュージーランド	1		
ポーランド	1		

シンポジウムは2件の特別講演(Key Note Address, Plenary Lecture)があり、その後、各セッションの講演があった。いずれのセッションとも、セッションごとにPlenary Lectureがあり、Reviewが行われた。セッションのテーマとPlenary Lectureをも含めた講演数を以下に示す。

Session I	Economic Aspects (4)
Session II	Technology Status I (5)
	Technology Status II (5)
Session III	Experimental Laboratory Work
Session IV	Modeling (9)
Session V	General Subject (14)
	(Poster Display)
Session VI	Environmental Aspects (5)

Key Note AddressではUCGの将来の研究方向について、またPlenary Lectureでは米国の現在までの多くのフィールドテスト結果のレビューと今後の研究方向が報告された。

Session IではEnergy International Inc. (U. S. A.)のFeasibility Study、米国とニュージーランド共同のフィールドテスト計画等が報告された。

Session II, Technology Status Iは、現在フィールドテストが行われている、西ドイツ・ベルギーのテストサイト、Thulinでの技術開発と技術現況が、また、Session II, Technology Status IIでは、アメリカの個々のフィールドテストの結果が報告された。

Session IIIでは地下ガス化の模型実験、ガス化進行に伴う空洞拡大メカニズムの実験等が報告された。

Session IVでは、地下ガス化プロセスをシュミレートする反応モデルと、その実験との対比が報告された。

Session Vではタイトル名が示す通り、他の

* 東京大学工学部資源開発工学科助教授

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

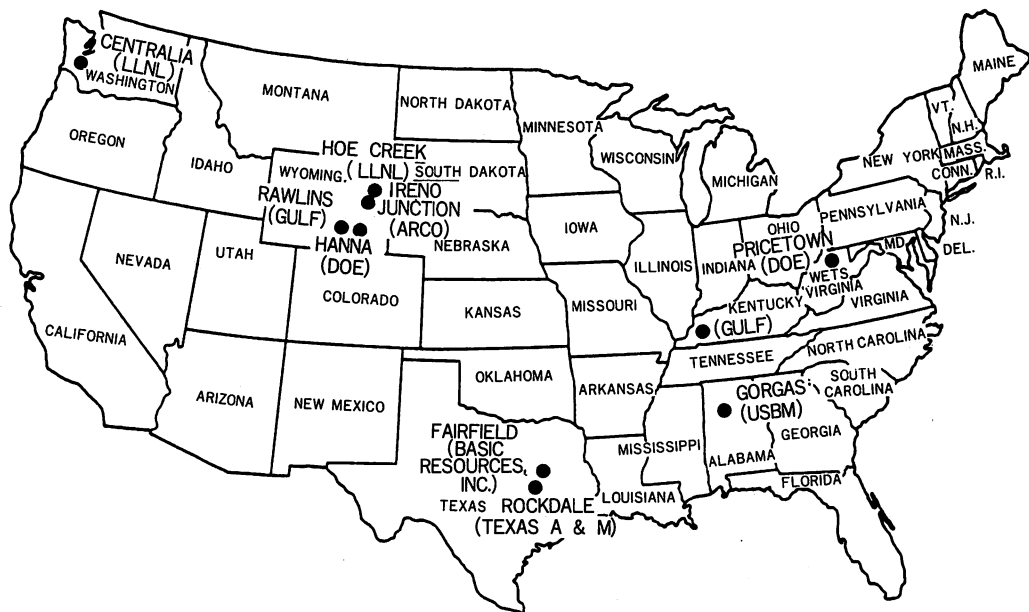


図-1 UCG Field Sites in the United States

Session にあてはまらない論文が、ポスターディスプレイとして会場内ホールで掲示された。主として石炭や岩石の物性に関するものである。

Session VI では米国からの報告だけであったが、主に、地下水に及ぼす石炭地下ガス化の影響が報告された。

以上がシンポジウムの概況であるが、現在、最も UCG の研究開発が進んでいる米国の状況をより詳しく述べたい。

図-1は、米国で実施しているフィールドテストの場所を示している。米国では、政府のみならず、企業（主として石油会社）が独自に研究に取り組んでいるのが特徴である。図中の略号は次の機関を表している。
LLNL: Lawrence Livermore National Laboratory

DOE : Department of Energy

USBM: U. S. Bureau of Mines

これまでの15年以上の基礎研究とフィールドテストにより、米国での UCG の技術レベルは次のようなレベルに達している。

- ①急傾斜層に対する UCG の技術は完成し、いつでも商業化できる。
- ②緩傾斜の亜瀝青炭に関しては、ほぼ技術が完成し、近い将来商業化できる。
- ③膨潤性の瀝青炭に適用できる技術が不完全。

④環境に対する影響の大きいのが問題点。

実際、Energy International Inc. では、1990年には商業プラントを運転する計画であり、もしこれが実現すれば、西側初の UCG プラントの完成となる。同社が、Hanna 地区を対象に行った Economic Study の結果を表1から表3に示す。計算にあたって想定した炭層条件、操業条件は次の通りである。また、ガス化法は垂直ボーリングによる孔底リンク法である。

炭層条件	深度	400 ft
	炭たけ	30 ft
	炭種	亜瀝青炭A
	灰分	30%
	硫黄分	0.6%
操業条件	生産井間隔	100 ft
	坑井ライン間隔	150 ft
	ガス化速度	67 t/day
	モニター井	1/生産井

表1は生産ガス成分、表2は設備コスト、表3は生産コストを示している。

技術的にみると、現在最も将来性のある地下ガス化法と考えられているのは、CRIP (=Controlled Retracting Injection Point) である。これは図-2のように垂直ボーリングと、水平ボーリングを組み合わせたガス化法である。水平ボーリングを炭層底部に削孔

表1 Gasification Chemistry Report.

Calculated raw gas composition and element balances.	
	Composition (Mole Fraction)
Hydrogen	0.2400
Carbon Monoxide	0.2600
Carbon Dioxide	0.2240
Hydrogen Sulfide	0.0008
Methane	0.0640
C ₂ Components	0.0000
C ₃ Components	0.0000
Tar	0.0008
Nitrogen & Inerts	0.0064
Water Vapor	0.2000
Steam/Oxygen Ratio	2.00
Dry Raw Gas Produced, Mole/Mole C Gasified	1.421
Gasification Efficiency, %	46.7
Oxygen/Coal Ratio - In-Place Coal	0.4104
Oxygen/Coal Ratio - MAF Coal	0.7410
Heating Value of Dry Raw Gas, Btu/Cu.Ft.	284.2

表2 Capital Summary.

Total Capital Investment, MM\$	
Upgrading Plant Process	64.974
Upgrading Plant Utility	19.444
Field & Surface Facilities	15.722
Site Development	8.722
Miscellaneous Offsites	12.017
Engineering Fee	12.086
Construction Overhead	<u>9.064</u>
Base Plant Cost	142.008
Total Catalyst Investment	2.044
Contingency Allowance	21.608
Contractors Fee	4.260
Special Charges	<u>8.643</u>
Total Plant Investment	178.563
Working Capital	22.936
Start-up Costs	<u>5.000</u>
Total Capital Required	206.499

表3 Economic Summary Report.

Operating Costs	\$ MM/Yr	\$ /MMBtu	
		Main Product	All Products
Coal Royalty	2.102	0.263	0.263
Raw Water Costs	0.600	0.075	0.075
Catalyst & Chemical Costs	18.908	2.368	2.368
Imported Coal Cost	0.000	0.000	0.000
Other Operating Costs	0.000	0.000	0.000
Injection Well Operating Expense	5.531	0.693	0.693
Production Well Operating Expense	0.000	0.000	0.000
Link Well Operating Expense	0.000	0.000	0.000
Monitor Well Operating Expense	4.366	0.547	0.547
Average Main & Cross Line Expense	0.744	0.093	0.093
Local Pipe Relocation Expense	1.070	0.134	0.134
Prod. Equipment Relocation Expense	2.274	0.285	0.285
Operating Labor	2.010	0.252	0.252
Operating Labor Burden	0.704	0.088	0.088
Supervision	0.407	0.051	0.051
Operating Supplies	0.603	0.076	0.076
General Administrative Overhead	3.263	0.409	0.409
Miscellaneous Operating Costs	3.719	0.466	0.466
Maintenance Materials and Labor	<u>4.085</u>	<u>0.512</u>	<u>0.512</u>
Total Operating Costs	50.649	6.344	6.344
Capital Charges	<u>32.266</u>	<u>4.042</u>	<u>4.042</u>
Total Product Cost	82.915	10.386	10.386
Net Cost of SNG, 24302.9	82.915	10.386	10.386

し、ガス化の進行状態は生産ガスの成分をモニターすることによって把握する。炭層内の空洞が天盤にまで拡大し、生産ガス成分が悪化し始めたら、何らかの手段（イグナイター等を用いる）によって、酸化剤を注入するパイプを切断し、注入孔を後退させる。この操作により、常に石炭の存在する位置に酸化剤を注入す

ることができる。反応帯の移動を外部から制御するガス化法である。この方法はすでにフィールドテストで成功している。

UCGの技術開発に関する最近の傾向としては、2カ国間の技術協力をあげる必要がある。前述のベルギー・西ドイツの例の他に、ニュージーランド、ブラジ

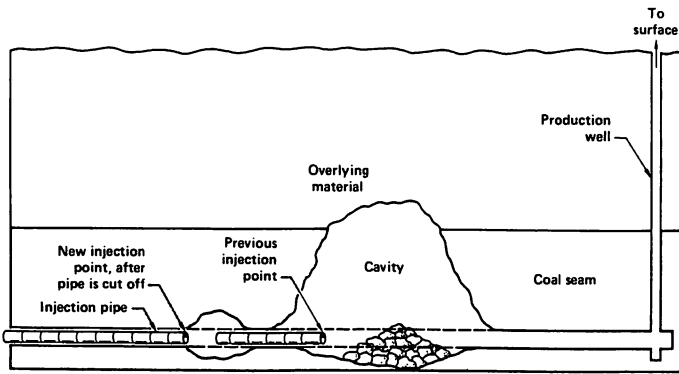


図-2 Illustration of the Controlled Retracting Injection Point of CRIP process.

ルは米国の技術を導入する予定である。西ヨーロッパの諸国以外では、UCGの先進技術国である米国の技術が導入の対象となっているようである。

今回のシンポジウムに参加して、日本でのUCGの技術開発の立ち遅れと必要性を強く感じた次第である。米国ではかなりの開発が進んでいるが、現在まで対象としてきた炭層は、深度が200—300mの浅い炭層を対象としており、西ヨーロッパで対象としている深度1000m程度の炭層については成功例はまだ無い。このあたりが、今後、我々が取組まねばならない点であると考えられる。また、イギリス、ベルギー、オランダ等は北海の海底炭田をUCGで開発するのを究極の目標としている。海底に多くの埋炭量を持つ日本にとっては力強い限りである。

今までの諸外国での研究開発費をみると、米国のような浅い炭層を対象としたフィールドテストでは10億

円、また、西ヨーロッパのように、深い炭層を対象にしたフィールドテストでは、50億円が標準的な額となっている。国内の各種対層を対象とし、また、アジア太平洋地区の炭層をも対象とした、UCGの技術開発を考えるとすると、日本での研究開発には最低200—300億円の研究費が必要と思われる。

一日も早く我が国で石炭の地下ガス化プロジェクトが立案され、フィールドテストが実施されることを望みたい。

なお、本シンポジウムの論文集は、

“Proceedings of the Twelfth Annual Underground Coal Gasification Symposium” というタイトルで、National Technical Information Service, U. S. Department of Commerce から入手可能である。

