

見聞記

第7回オーストラリア石炭科学
会議に参加して

On the 7th Australian Coal Science Conference

平 間 利 昌*

Toshimasa Hirama

2年ごとに行われているオーストラリア石炭科学会議の第7回（7th Australian Coal Science Conference）が'96年12月にヴィクトリア州で行われ、それに参加した。場所はメルボルン市から西方に約170 km離れたラトロブ・ヴァレイ（Latrobe Valley）と呼ばれる地域にあるMonash大学のGippslandキャンパスである。

この地域は、有名なヴィクトリア褐炭の産地で、後で述べるように、褐炭を使った火力発電所や化学工場などがある。いわば鉱山・工業地域であるが、日本のそれとは様子が全く異なり、広くなだらかな丘陵地域の中で、工場らしき所の煙突から煙が出ているのを散見できる、といった程度である。

以下では、本会議とその後に訪問したCRCと呼ばれる共同研究センターの様子をкаいつまんで紹介する。

1. 会議の概要

筆者自身は今回が初めての参加だったので、これまでの会議との比較はできないが、少なくとも今回は日本エネルギー学会誌でも開催案内が掲載されていたように、国際的な会議とするための努力がなされていたようである。ちなみに本会議には9ヶ国から約150名の参加者があった。勿論オーストラリアからの参加が大半ではあるが、日本からの20名をはじめとして、アメリカ（6名）、インドネシア（4名）、ニュージーランド（3名）、タイ、韓国、中国など環太平洋地域からの参加もめだった。

会期は12月2日から4日までの3日間であった。この間、プレナリー・セッションとポスター発表（9件）を含めて76件の論文発表が行われた。この他、褐炭の

露天掘り鉱山（Open Cut Mining）とそれに隣接する火力発電所、及び褐炭の乾燥・ガス化複合発電技術（IDGCC；Integrated Drying Gasification Combined Cycle）の実験プラント見学などのバスツアーが組まれ、私は前者に参加した。

2. 会議における発表論文の内容

筆者の独断で本会議の発表論文の内容を分類すると表1ようになる。1論文を2つの項目に数えたものが4件あるので、総論文数は80件になっている。また、縦軸と横軸の分類思想に必ずしも統一性がないが、この種の分類の困難性に免じてご勘弁いただきたい。灰の軟化・溶融点の新測定法の提案などをはじめとして、灰に関連した発表が比較的に多かったので、特に分類項目を設けた。

横の分類で、その他のプロセスとは、製鉄・コークスから液化までの分類項目に当てはまらないプロセスであり、具体的にはオーストラリアの事情を反映して、褐炭の脱水とアップ・グレーディング、脱水液の水処理など褐炭がらみのプロセスが半数を占める。さらに、ガス化・燃焼の複合発電システム及び活性炭製造プロセス（3件）などもこの分類に含めた。縦分類の基礎研究とは、他の6つの分類項目には単純に含め難い研究室規模の研究、という程度の意味である。本会議の場合、筆者の知る限りでは、結果として発表論文の分野が石炭の液化とガス化が主体のわが国の石炭科学会議に比べると、分野の偏りが少ないように感じる。

以下では、筆者が参加したセッションの中で注目した論文につき、その要点を紹介する。

2.1 新しい直接還元製鉄プロセスの提案

Matmorと呼ばれる新しく簡便な方法が提案された。もともとミル・ダストの有効利用のために開発されたプロセスで、粉鉱石と褐炭の乾燥粉を混合して直

*北海道工業技術研究所 資源エネルギー基礎工学部熱工学研究室長

〒062 札幌市豊平区月寒東2条17丁目

表1 発表論文内容の分類

	プロセス開発・評価	操作	燃料・炭種評価	効率・触媒	化学原料・炭素材	環境	基礎研究	計
製鉄・コークス	1		3	1			1	6
燃 焼	2	2	1			3	2	10
ガ ス 化	2	1	2	4		1	3	13
熱 分 解	1		1		4		1	7
液 化	2		1	5		1	2	11
その他のプロセス	5		3		2	3	3	16
石炭化学			3				6	9
灰			3			2	3	8
計	13	3	17	10	6	10	21	80

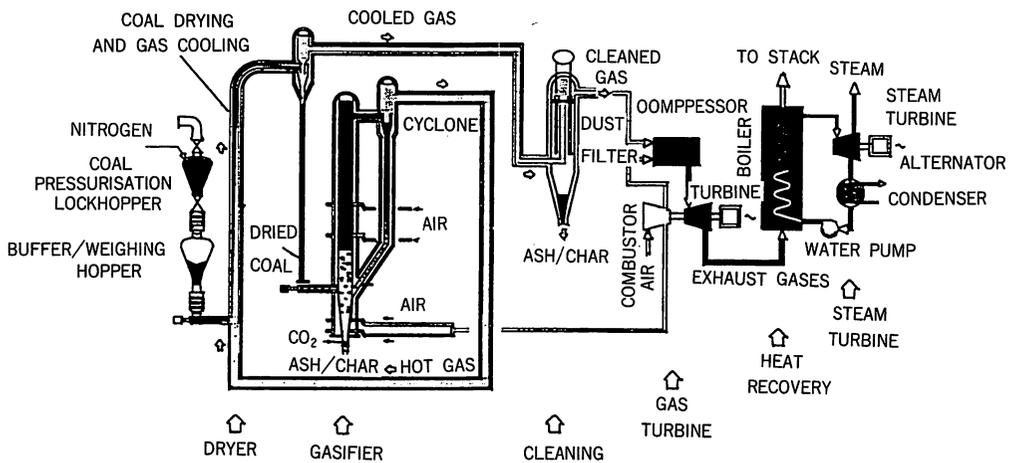


図-1 褐炭の乾燥・ガス化複合発電 (IDGCC) プロセスのダイヤグラム

径20mmの円柱状に成形し、これをまず縦型移動層式のレットドで加熱・還元する。さらに酸素吹きの溶融炉で溶融してスラグを除去する。還元炉そのものは既存の技術で対応できる。この還元法とは別に成形プロセス (Coldry Process) についても発表があった。両者ともに技術的な可能性は既に証明されている。

溶鉱炉方式に比べてコストが低く、生産規模に柔軟性を持たせ得るプロセスであり、開発途上国などでも採用し得るプロセスである。

2.2 IDGCC及び新しい発電技術

オーストラリアでは国のプロジェクトとして、産学官の共同研究体制の下で褐炭のIDGCCプロセスの研究開発を進めており、この狙いと現在の研究状況が報告された。これに関連する例えば褐炭の脱水、ガス化反応、ガス燃焼などの単位操作についてもいくつか報告された。IDGCCのプロセス・ダイヤグラムを図-1に示す。わが国でもIDGCCの研究がなされているが、

IDGCCでは含水率が高い褐炭を乾燥する工程が必要になり、これをガス化されたガスの顕熱を利用して行うのが特徴である。この乾燥と冷却によってガス化ガスの温度を、ダスト除去工程 (セラミックス・フィルター) では250℃まで下げる。発電端効率は、高位発熱量基準で42%、低位基準で52%、発電コストは現状の微粉炭火力より30%程度低下すると見込んでいる。

心臓部にあたるガス化・ダスト除去・ガスタービンのプロセスについては10MWtの試験プラントが、この8月から運転に入っている。プラント研究はHerman Research Pty. Ltd. が担当しているが、要素研究には大学やCSIRO (国立研) なども参加し、後述する褐炭のCRCプロジェクトの主要なテーマの一つになっている。

特に目新しくはないが、熱力学的な計算による種々の発電プロセスの効率比較結果が報告された。褐炭を対象にしたIDGCC及び部分ガス化と燃焼を組み合わせ

せたアドヴァンスドPFBC (A-PFBC) では、加圧流動層燃焼炉 (PFBC) からの排ガスをガス化ガスと一緒にトッピング・コンパスターに導入する場合、低発熱量基準で44.5~46.7%の効率が期待でき、上述のIDGCCよりも優位性があると見込んでいる。この他、米国が出資し、オーストラリアとタイ国がタイ国のクラビ (Krabi) 炭鉱で進めている地下ガス化研究プロジェクトの紹介があった。

2.3 石炭燃焼関連

北大と北工研の共同研究として、微小重力場を使った石炭燃焼の成果が報告された。主に単一チャー粒子の着火温度への重力効果に関するものであり、微小重力場では揮発分によって酸素の拡散が抑えられて、常重力場よりも着火温度が高くなる。いかえれば、常重力場の研究では対流による影響を完全に取り除いた測定は殆ど不可能であり、このような意味で微小重力場は燃焼の基礎研究にとって重要な情報をもたらす。

流動層燃焼場を想定したNO_x生成に関し、Monash大学のDr. Liによる、燃料窒素から生成する反応中間体の挙動についての研究発表は筆者にとって興味深いものであった。彼らは、先にFTIRを使った測定により反応中間体としてHNCOが生成することを発表している¹⁾が、今回はタールの二次分解による反応中間体の発生及び一次熱分解に続くチャーからの反応中間体の重要性を強調していた。筆者らは流動層を使ったCO₂/O₂燃焼におけるNO_xとN₂Oの排出特性について発表した。

2.4 灰の軟化・溶融点の新測定法

CSIROの研究者により、TMA (Thermomechanical Analysis) と称する新しい測定法が提案された。シリンダー状容器に微量 (50mg) の試料を入れ、ピストンで上から加圧しながら所定の速度で昇温しつつ、加圧状態での灰層の体積変化を測定する。データの再現性などを種々検討した結果、ピストンの先端部形状は下に凸型、昇温速度は700℃までは50℃/min、それ以上では5℃/minとし、加圧は140Paが適当であるとの結論を得た。この測定法では灰の軟化や溶融の進行を灰層の体積変化によって検知するが、ゼーゲルコーンによる測定では検知できなかった、シントリングの初期過程を検知できることが明らかになった。CSIROではモデル物質などを使って、TMA法で検知された情報と灰の物理・化学的变化との対応性について引き続いて研究している。

3. 褐炭の露天掘鉱山と発電所の見学

会議第1日目の夕方から、ディナーを兼ねた褐炭露天掘炭鉱と隣接する火力発電所の見学会があった。この地域にはヤルーン、ロイ・ヤン、ヘーゼルウッドの3つの褐炭火力発電所があり、合計出力で4,600M (460万キロ) W、ヴィクトリア州の発電量の80~85%を賄っている。いずれもそれぞれの露天掘炭と火力発電所が隣接されており、褐炭が掘削現場から発電所までベルトコンベアで直接搬送されている。見学したヘーゼルウッド鉱は、既に、長さが3 km幅1 km程度で深さ100mほどの掘削跡が、まるで大きなクレータのように広がっていたが、この火力発電所に今後さらに100年間以上、燃料を供給できる量の褐炭が埋蔵されているそうである。

火力発電所は3箇所のうち2箇所を見学したが、いずれも通常の微粉炭バーナー燃焼方式で、特に最新技術を使ったものではなく、タービンの蒸気条件も超臨界などの高効率なものではなかった。一方、瀝青炭火力と比べると褐炭は粉碎が容易なため、微粉碎工程が簡略化されている。

筆者の不勉強さ故ではあったが、発電所でただ一つ驚いたのは、硫黄酸化物及び窒素酸化物用の排煙処理設備が全く設置されていないことである。ヤルーン炭などのヴィクトリア褐炭の硫黄含有率は0.3wt%程度で最新の低NO_xバーナーを装備していないことを考えると、NO_x・SO₂ともに排ガス中濃度で200ppm以上は排出しているものと考えられ、日本の状況を考えると極めて高い排出レベルである。

帰国後、'88年のIEAの資料²⁾によるオーストラリアの排出基準を調べると、新ボイラーに対してSO₂は200mg/m³ (約70ppm相当)、NO_xは同じく800mg/m³ (400ppm相当)であった。SO₂については旧ボイラーであることで基準をクリアしているものと思われる。人口密度がわが国の約1/150という事情があるにせよ、オーストラリアにおいてすら、の感を禁じ得ない。

4. 共同研究センター (CRC) の訪問

CRCとはCooperative Research Centerの略称で、産学官の連携の下でプロジェクト研究を推進するための組織である。石炭利用に限っても、褐炭と瀝青炭の利用技術研究プロジェクトが並行しており、国全体としては数十を数えるCRCプロジェクト研究を、それ

ぞれ民間、大学及び国立研（CSIRO）等の共同で推進している。

筆者らが訪問したのは、褐炭による新発電技術（CRC-New Technologies for Power Generation from Low Rank Coal）を担当している部門であった。このプロジェクトには3つの大学とCSIRO及び7つの企業が参画している。研究のプログラムは、①プロセス最適化、②石炭利用の利便化（脱水・乾燥、スラリー化など）と燃焼技術、③流動層プロセスの開発、④流動層燃焼とガス化、⑤その他の新技術開発、及び⑥教育の6つに分かれ、それぞれ連携をとりながら並行して研究を進めている。1日弱の訪問だったので、上記のプログラムのうち、午前は②、③、④に関わる流動層技術及び加圧流動層による褐炭の乾燥の研究を担当している、Monash大学のClaytonキャンパス、午後はMonash大学に隣接している本CRC研究プロジェクトの本部で②と④に関わる研究現場を見学した。

逐一についての説明はここでは割愛させていただくが、大学の研究においてもCRC本部の研究の場合も総じて、基本的な実験設備がしっかりと整備されている感じを受けた。例えば大学には、直径25cmで高さが10mの循環流動層コールドモデルがある。これを設置する場所と大容量の送風機の確保は、日本の大学や国立の研究所では殆ど不可能に近い。また、CRCの本部では石炭の熱分解やガス化・燃焼反応の研究用に最高温度1400°Cで16atmまでの加圧が可能なドロップ・チューブ型反応器が稼働していた。さらに、エキシマ・レーザーを使ってガス燃焼過程での炉内水平及び垂直面でのアンモニア分布の測定が行われていた。いずれもIDGCCの基礎研究用の設備であり、後者は石炭ガ

ス化ガスの燃焼におけるNO_x抑制が研究テーマである。

現在オーストラリアがとっているCRC方式は、研究プロジェクトを限られた数に絞り込み、それらに資金及び戦力を集中的に投入する方式といえる。一方で、この褐炭を対象にしたCRCプロジェクトの場合、プラント研究に偏らず、大学や研究所レベルでの基礎研究に対しても周到な配慮がなされている。また、プロジェクトを管理・推進する組織体が産学官を網羅して構成されており、総合力を発揮できる体制がとられているように見えた。

5. おわりに

オーストラリアでは、石炭は国内の主たるエネルギー源としてだけでなく、国の経済を支える主要な資源である。それだけに石炭に関する関心は高く、人口比では約7倍の日本と比べても、質的には遜色のない研究が行われているように見えた。CRC方式の研究開発と管理体制によるプロジェクト研究の推移は、わが国の今後の研究開発体制を考える上でも興味深い。

最後に本渡航は、通産省のクリーン・コール・テクノロジー調査旅費によるものであった。ここに記し、関係各位に謝意を表します。なお、第8回目の本石炭科学会議は1998年12月にシドニーで開催される。

参考文献

- 1) P. F. Nelson, C.-Z. Li and E. Ledesma ; Formation of H₂CO from the Rapid Pyrolysis of Coals, Energy and Fuels, 10 (1996), 264-265
- 2) IEA Coal Research ; "Emission Standard for Coal Fired Plants", 1988

協賛行事ごあんない

「第16回光がかかわる触媒化学シンポジウム」

〔共 催〕 理化学研究所、触媒学会

〔協 賛〕 日本化学会、高分子学会 他

〔日 時〕 平成9年6月10日（火）

〔会 場〕 東京工業大学・百年記念館

（目黒区大岡山2-12-1）

〔参加費〕 一般3,000円、学生1,000円（当日受付）

〔申込先〕 〒226 横浜市緑区長津田町4259

東京工業大学生物工学科 大倉一郎

TEL 045-924-5752

FAX 045-924-5778