

CONFERENCE REPORTS (3)

第 8 回 国際触媒会議 (西ベルリン)

井上 泰 宣

長岡技術科学大学分析計測センター

〒949-54 長岡市上宮岡町 1603-1

(1984年9月11日 受理)

A Report on 8th International Congress
on Catalysis

Yasunobu INOUE

Analysis Center, Technological University
of Nagaoka

Nagaoka, Niigata 949-54

(Received September 11, 1984)

数ある国際会議の中で、定例的に4年毎に開かれる会議は多くはない。国際触媒会議は古く1956年米国ワシントン会議を第1回とし、1984年の今年は第8回にあたり、7月2日から5日間西ベルリンの国際会議センターにおいて約1千名の参加者を得て盛大に開催された。化学工業においてももっともエッセンシャルな機能素子とも云うべき触媒は今日、エネルギー確保、無公害プロセスの確立あるいは高付加価値化合物の効率的生産においてますますその重要性が増している。これらの研究においては不均一系触媒が中心的役割を演じるため「表面」の問題が最も重要な課題となることは言うまでもない。国際触媒会議の特色は発表論文を厳選することであり(毎回採択数は応募数の30~40%)またその内容を他の論文誌へ再発表することを禁じ会議のプロシーディングに詳細にわたる論文として掲載することである。

ドイツ触媒化学の歴史において、1984年は触媒作用に明確な定義を与えた Ostwald のノーベル賞受賞75年、吸着現象の解明に先駆的役割を果たした Eucken 生誕100年、また Haber によるアンモニア合成の工業的基盤の確立75年にあたる。このため、後者の2人について、その業績を紹介する Historical lecture が、とくにもうけられた他、会議場の広間にドイツ博物館より借り出された Haber の実験装置がその歴史的背景の記述とともに展示され参加者の注目を集めた (Photo. 1)。

本会議の plenary lecture は5件で毎朝一般講演に先だち行われた。その内容は (1) 高分解能電子顕微鏡および NMR 法によるゼオライトの構造解析と触媒作用 (J. M. Thomas, Cambridge Univ.), (2) 表面科学の立場から見た不均一系触媒作用の過去・現在・未来 (G. A.

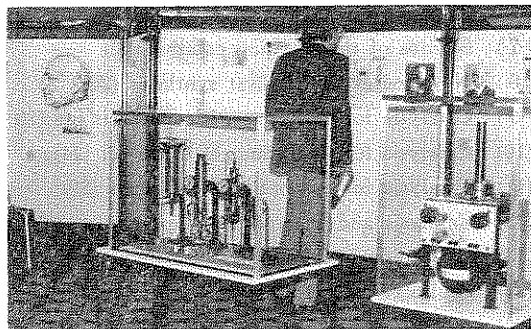


Photo. 1 Exhibition of historic apparatus for the synthesis of ammonia

Somorjai, California Univ.), (2) 金属酸化物の表面構造と触媒作用 (J. Haber, Polish Academy of Science) (4) 太陽エネルギー変換に関連した不均一および均一系触媒による H_2O 分解および CO_2 還元 (J. M. Lehn, Universite Louis Pasteur) および (5) CO 水素化触媒反応における素反応 (W. M. H. Sachtler, Northwestern Univ.) である。この中で Surface Science を表題にうたった Somorjai 教授は LEED, AES, HRLEES, IR, XPS, UPS, ISS, SIMS, EXAFS および Solid State NMR が触媒表面と吸着種のキャラクタリゼーションに有効な手法であることを示し、豊富な実験結果例をもとに、炭素-水素あるいは炭素-炭素結合の切断を含む脱水素、水素化、異性化、水素化分解および環化反応にたいする表面ステップやキンク構造の重要性、表面残存炭素種の役割および Pt 表面に付着した Au や K 原子の例にみられる如き異種原子による電子の効果について総括した。さらに今後触媒表面科学の立場から熱力学的に不利な反応に取り組むことが必要であることを強調した。光エネルギーの化学的変換として $H_2O \rightarrow H_2 + 1/2O_2$ 反応を取り上げた Lehn 教授は講演の終りに「月世界旅行」や「海底2万里」でよく知られるフランスの SF 作家ジュール・ベルヌが丁度100年前の1884年に「人類は将来水を燃料として使用するであろう」と記述した文章をスライドで紹介した。ベルヌの驚くべき着想と Lehn 教授の引用の見事さに会場はしばしば拍手喝采であった。

一般の研究発表は以下の14のテーマについて行われた(カッコ内は発表件数)。

- (1) Impact of surface science on catalysis (24)
- (2) New method in catalysis research (15)
- (3) Active phase-support interactions (25)
- (4) Structure-selectivity/activity correlations (33)
- (5) Contributions of catalysis to ensuring the energy requirements (13)

- (6) Dynamic of catalytic reactions (27)
- (7) Studies of the working catalyst (16)
- (8) New routes for catalyst synthesis (23)
- (9) Catalysis for reactions with synthesis gas (23)
- (10) Catalysis for upgrading of crude oil (24)
- (11) Catalysis for synthesis of chemicals (29)
- (12) Catalysis and environmental protection (6)
- (13) Cluster derived catalysts (9)
- (14) Zeolites (4).

総計 271 件のうち約 70% は今回初の試みとして、ポスター形式の発表で行われた。国別の主な発表件数をみると、米国が最も多く (49 件)、ついで前回の開催国であった日本 (38)、西ドイツ (37)、フランス (21)、ソ連 (18)、英国 (14) 等である*。上記の発表課題の中で (7) ~ (12) は実用を重んじるドイツ触媒の伝統を反映したものであろう。これに対し (1) ~ (3) のテーマでは吸着現象や表面分析手法を中心とした基礎的な研究発表が多い。この中で表面科学に関連した研究報告を概説すると

(1) の課題では超高真空条件下で単結晶を用いて吸着あるいは触媒作用をしらべた報告が多い。すなわち (i) 格子面構造の効果 (Ni (100) および (111) 面上の n-ブタンの水素化分解)、(ii) 金属間の比較 (Ni (100), Pd (100), Ag (111) 面上への CH₃OH の吸着; Fe (111) および Re (0001) 面上への N₂ の吸着)、(iii) ステップおよびキンク構造効果 (Ru, Pt)、(iv) 付着種原子の影響 (Cu/Ru (0001), Na/Ru (001), K/Pt (111), Pb/Pd (111)) 等である。この他酸化物との組み合わせ (Fe/MgO (111), Cu/ZnO) もみられる。Robert らは Zn (0001) 単結晶とそれを酸素雰囲気下に露出することにより Zn 単結晶金属表面に数層の酸素層を構成させた ZnO (0001) 面を調整し、両表面に対する HCOOH の吸着状態を XPS および UPS によりしらべた結果を報告した。Zn 金属表面上に作られた数層の酸素層のみからなる ZnO (0001) とバルク単結晶 ZnO (0001) 間の比較は残念ながら行われていないが、バルク ZnO に至るまで酸素層の厚さを順次増加させ、価電子帯構造の変化や触媒作用の機構を追跡する事は非常に興味ある課題と思われる。

(2) のテーマでは透過電顕や IR などの測定法および測定対象の拡張例の報告が多い。これに加え Rh/Al₂O₃ 上の CO の吸着状態を Tunneling Spectroscopy で解析した例 (Jacklevis, Ford Motor)、や Ni 表面に吸着した CO に対し Field Desorption Mass Spectrometry を応用し、Ni(CO)₂ や Ni(CO)₃ の性質を明らかにした例がある (Block, Fritz-Haber-Institut)。また脱硫反応に用いられる Co/Al₂O₃ および Ni/Al₂O₃ 触媒に対し、

ISS および SIMS を応用しこれらの方法が有用となることを指摘した報告 (Cocke, Texas A and M Univ.) もみられた。

下地担体酸化物と金属間の相互作用を取り上げた (3) のテーマでは Strong Metal-Support Interaction すなわち SMSI 現象* を中心にいくつかの報告が行われた (Pd, Ni, Ir, Rh/TiO₂, Ni/TiO₂+Al₂O₃, Rh, Pd/Nb₂O₅, Pt/MgO)。SMSI 現象に対し、従来の担体-金属間の電子移行モデルに加え、担体酸化物の一部が金属表面に移動するモデル、あるいは触媒反応においては担体と金属による界面での協同作用を重視するモデルが提案された。この SMSI 効果と触媒作用間の相関性について必ずしも統一した見解は得られず今後の課題として残された。

(4) 以下のテーマにおいて発表された触媒の個々について紹介することは紙面の制約上難しいが、代替エネルギーとしての C₁ 化学を代表する (9) の分野でみると、CO+H₂ 反応において主生成物に C₁~C₆ の炭化水素を与える Fischer-Tropsch 反応の触媒としては、Ni, Co, Fe 金属に助触媒として Cu, K₂O, Mn を添加した例、あるいは MgO, TiO₂, ThO₂, ゼオライト (ZSM-5) を担体とした例があり、一方、主生成物としてメタノールを目的とした触媒としては、Rh, Pd, Pt 金属を種々の金属酸化物に担持させ担体効果を強調した報告が多かった。メタノール生成に関して (CuO)_x(CoO)_yZnAl₂O₄ や ZnCr₂O₄+ (K) の複合系触媒についての報告もみられる。

本国際会議で発表された触媒研究において使用された表面分析法は XPS (23 件)、IR (12)、EXAFS (8)、Diffused Reflectance (10)、TPD (8)、AES (7)、UPS (5)、SIMS (5)、LEED (3)、および ELS (2) である。また ISS, PAS, FIM, FEM を応用した報告が各 1 件ずつみられた。この他触媒のキャラクターゼーションに用いられた方法として EM (26)、ESR (17)、NMR (9) およびメスパウワー法 (7) がある。

会議以外の印象を記してみると、国際会議センターは西ベルリン市の中心部よりバスで 20~30 分のところに在る壮大な建物で講演用の会場も広く立派であった。ポスター発表会場 (写真 2) は踊り場ふうの通路に設置されたが、いたるところで活発な議論が続けられ各ポスターパネル間の空間が狭い程に感じた (Photo. 2)。会議の運営も案内表示や連絡に関しきめ細な配慮がやや欠けることを除くと全般的にスムーズに進行した。会議期間中ホテルでは夜スチームが入る程の気温で小雨も降るあいにくの天候の日々が多かったが、西ベルリンはよほど

* プログラムに記載の件数

* 本号 current topics (2) に詳細な紹介がある。

好ましからざる場所へ出向かない限り安全な街であり、たとえドイツ語は話せなくとも対話のきく友好的な所であり滞在期間を楽しく過ごすことができた。

国際触媒会議の発表内容に限らずここ十年來の成果をみると、表面分析法にもとづく表面科学の寄与は触媒作用をつかさどる表面の微視的構造を次第に明らかにし始め、今後は得られた知識と技術をもとに積極的に触媒を

「設計」することが求められる時代となってきた。しかし、その反面、時代を切開く新しい触媒作用を見出し触媒から表面科学へ問題を提起できる可能性が存在するのをもまた、触媒の大いなる魅力と云えるのではなからうか。

次期国際会議は1988年カナダのカルガリーで開催予定である。



Photo. 2 Poster session