

触媒学会の 60 年を振り返る

— 「触媒」誌からキーワードを拾いつつ

小野 嘉夫
東京工業大学名誉教授

1. はじめに

触媒学会が創立 60 年を迎える。小さな「触媒懇談会」から始まった触媒学会だが、その間には、対象となる触媒の分野も広がり、「触媒」に対する考え方もずいぶんと変化してきた。講演では、「触媒」誌と「触媒討論会」に現れたタイトル（字面）を追って、この 60 年を振り返ることにする。なお、本講演の内容は、触媒年鑑「触媒技術の動向と展望 2018」 pp. 3-25 に記した内容に基づいている。

2. 触媒討論会・触媒誌・触媒懇談会の発祥

触媒学会の発祥の地は、北海道大学触媒研究所である。触媒研究所（触研）は、1943 年に設立されている。1948 年には、堀内寿郎が所長となる。第 1 回触媒討論会は、1951 年、日本化学会主催の討論会として、触研で開催されている。講演数 13 件、特別講演 1 件、参加者 60 名であった。第 2 回も触研で開催され、講演数 10 件、特別講演 1 件、参加者 150 名であった。時間は、2.5 日をかけている。討論を重視し、1 件あたり、1 時間をとっていた。また、十分な討論を行うために、予稿が前もって配布され、参加者は予稿を読む、というのが前提であった。これが、触研流であり、触媒学会の伝統となった。触媒討論会は、長い間、学会の重要な支柱であった。

触媒討論会の第 1 回の開催から、7 年を経て、1958 年 7 月に触媒学会は、「触媒懇談会」として発足した。この年の触媒討論会は第 7 回にあたる。「触媒懇談会」は、1964 年に触媒学会と改称される。また、2011 年に法人化された。

「触媒」誌は、懇談会の発足から 1 年遅れて、1959 年に刊行された。雑誌「触媒」の名は、北大触研の紀要「触媒」の名称をそのまま拝借したものである。

3. 小討論会・研究会など

討論会の規模が次第に大きくなると、それを補足するものとして、「小討論会」制度が導入された。最初に行われたのは、「触媒体製法に関する小討論会」であった。その後、多くの小討論会が行われた。1981 年には、「研究会」制度が導入された。最初に設置されたのは、「固体酸プロセス化委員会」、「C1 化学委員会」、「触媒調製委員会」であった。その後、公募制の研究会制度が始まり、多くの研究会が設置され、講演会、シンポジウムなどを主催するとともに、研究発表会にセッションをもっている。小討論会、研究会システムは、触媒討論会に加えて、ディスカッションの場を提供するものとして、極めて有効な役割を果たしてきた。

研究会や小討論会のテーマを振り返ると、その時々、研究者・技術者がどのような問題意識をもっていたかが、如

実になる。小討論会・研究会のテーマは、おおまかに、次のように分類されよう。

(a) 触媒科学の基礎

触媒調製、固体酸プロセス化、表面設計、表面分光、マイクロポーラス結晶合成、メソ多孔体、計算化学、光触媒など

(b) 社会・時代の要請

C1 化学、CO₂ 固定化、フロン関連、NO_x、環境触媒、天然ガス、水素関連、燃料電池、光触媒など

(c) 学会「裾野」分野

ファインケミカルズ合成、有機金属、酵素類似触媒、高分子精密設計、センサなど

4. 国際触媒会議、東京触媒国際会議 (TOCAT)

1980 年には、第 7 回国際触媒会議が東京で開催された。組織委員長:尾崎(東工大)、総務:安盛(東工大)、財務:米田(東大)のほか、触媒学会の総力を挙げた大イベントであった。参加者は 1,000 名を超えた。

また、1990 年には、第 1 回 TOCAT が開催される。いくつかあった 2 国間シンポジウムに替わるものという意味合いもあった。TOCAT は、その後も、4 年ごとに開催され、現在に至っている。

5. 触媒学会(発足当時)が抱えた重要課題

(a) 学問か、応用か

学会（特に大学）の役割について、多くの議論があった。触媒学会の巻頭言では、次のコメントが述べられている。「Harber 以来のアムモニア合成、Hinshelwood 以来の蟻酸の分解に閉じこもっているならば、実際の触媒反応とますます大きくひらいてしまうのではないか」[丹羽 丹, 三菱化成, 触媒誌巻頭言 (1992)]

一方、違う意見もあった。「触媒の研究が実際の触媒を使う化学工業の発達に何の貢献もしていない、これでよいのか」というような非難もあると聞かすが、この非難はあたらない。触媒の基礎的研究は甚だ困難な事項である。私はこのことに従事される研究者が実用的に役立つかどうかということ念頭におかず、純粹の学問的研究に全力を注がれるべきと考えるのが、最も堅実な歩み方ではないだろうか」[児玉信二郎(住友化学) 触媒誌巻頭言(1993)]。

実際には、小討論会のテーマに見るごとく、基礎研究と応用研究は、ある程度のバランスをもって、進められてきたように思われる。

(b) 学界と企業

産業界は、触媒の分野で素晴らしい成果を上げてきた。2008 年までの成果は、触媒 50 巻 1 号の「実用化された触媒技術年表」に詳しい。また、その後の成果も、Appl. Catal., A, 389, 24-45 (2010) にもまとめられている。しかし、学会

設立当初、触媒学会(討論会)は、大学の人間もの、企業の参加者は、聞きおいて帰るといふ風潮が強かった。

「触媒フォーラム」(第1回は1983年)、「工業触媒—技術開発と動向」(第1回は1992年)、「工業研究会フォーラム」(第1回は2007年)は、アカデミアと産業界を結ぶのにおおきな役割を果たしてきた。

東京国際触媒コンファレンスに R&D セッションを置いたことも、企業からの発表を促す良い機会となった。関東地区の「サマーセミナー」、関西地区の「触媒研究懇談会」、北海道地区の「オーロラセミナー」なども、産学の垣根を低くすることに貢献した。

(d) 固体触媒学会

触媒学会には、「固体触媒学会」という批判、指摘がなされてきた。吸着、速度論偏重であるとのコメントも、しばしば、なされていた。この傾向に、大きなインパクトを与えたのは、Ziegler-Natta 触媒の出現があった。触媒誌の巻頭言や各種コメントに、Ziegler, Natta が頻出するようになる。また、それまでになかった、均一系と不均一系の接点を探る試みがなされるようになった。

- 「固体触媒と錯体触媒はどう違うか」 関東地区シンポジウム (1969)
- 「有機金属化学および触媒化学からみた反応機構(その類似性と特殊性) 触媒誌特集 (1969)
- 「均一系と不均一系における触媒作用の関連」 触媒誌特集(1979)
- 「均一系触媒と不均一系触媒の接点」モレキュラーキャタリシス懇談会 (1985)
- 「均一系と不均一系の接点としての有機金属の役割」有機金属研究会 (1989)

また、触媒討論会のテーマとして、均一系触媒反応が取り上げられることが多くなった。重合反応触媒(1964)、錯体(1967)、有機合成と反応機構(1969)、錯体 (1974)

このように、「触媒学会の裾野を広げるべき」という議論が、しばしばなされた。また、先に述べた、ファインケミカルズ合成、有機金属、酵素類似触媒、高分子精密設計、センサなどの研究会は、この意味でも学会に大きな貢献を果たした。「光触媒」は、当初、裾野的であったが、現在は学会発表の多くを占める主要分野に発展している。

6. 触媒学会発足時のトピックス

(a) 吸着学説と表層反応説

1960年頃、触媒討論会で白熱の議論がなされたテーマに、「表層反応説」と「表面均一性・不均一性」の問題であった。

「表層反応説」は、反応速度論や反応機構を固体表面での吸着から考える「吸着学説」に対して、表面層の重要性を指摘したものであり、牧島象二(東大)によって提唱されたものである。「おおくの触媒反応は固体表面からある程度の厚みをもった、いわゆる触媒表層において進行する。したがって、触媒固体を考慮しない反応機構の研究は片手落ちであり…」。

討論の中心は、表層の存在そのものよりも、どちらの考え方が反応機構の解明に役立つか」という点にあった。

現在では、プロピレンのアリル酸化における固体酸素の関与、ヘテロポリ酸の擬液相、酸素吸蔵型自動車触媒など、固体が触媒反応に関与する例は、多く知られている。

(b) 表面の均一性と不均一性

堀内らの北大触媒研究所に代表される触媒化学は、絶対反応速度論」と「統計熱力学」を基礎とした理論的展開と電極反応、水素化反応などの速度論的考察が多く、触媒表面は均質な平面であることが前提となっていた。一見、不均一性に由来するとみられる各種現象も吸着力等に分布関数を導入することで対処できるとし、異種の活性点の存在はあえて考慮しなかった。

菟原(神戸大)のグループは、金属の加工、焼き戻しの効果を調べ、金属の格子欠陥の重要性を指摘した。一連の研究は、定量性、表面の清浄性等について、批判を生んだ。しかし、菟原の主張は、確固たるものであった。

高真空技術や表面解析法の進歩により、step や kink と触媒活性との関係が明らかになり、構造敏感反応、構造鈍感反応などが議論されるのは、1970年代に入ってからである。

(c) アンモニア合成

アンモニア合成は、工業的生産が始まった50年後の1960年代でさえ、固体触媒分野の主要テーマであった。1960年には、触媒討論会において、「アンモニア合成反応(基礎から応用まで)」と題して特別討論会が開かれている。主題は、速度論による反応機構と律速段階である。

1970年代前半には、尾崎・秋鹿は、アルカリ金属の添加が遷移金属のアンモニア合成活性が大幅に増大することを見出し、さらに、そのなかで、活性炭に担持した Ru 触媒に電子供与体を添加した触媒(Ru/C/K)が発見された。Ru系触媒は、1992年にカナダにおいて工業化されている。

2012年には、北野らは、 $12\text{CaO}/7\text{Al}_2\text{O}_3$ エレクトライドを Ru の担体としたアンモニア触媒合成触媒について報告している。TOFは、Ru/MgO/Ca に比べて、60倍以上であるという。今後の発展が楽しみである。

1960年代の速度論的研究で得られた知見が、以後の Ru 触媒の発展につながっていることは明らかである。

7. 触媒誌からトピックスを追って

1960年代から現在まで、触媒学会の研究者は、多様な学問的、応用的課題に挑戦してきた。講演では、この間のトピックスを、触媒誌からキーワードを拾いつつ概観する。

発足当時、物理化学偏重といわれた学会であったが、産業界の努力もあり、結果として、産学のどちらにも偏重しないバランスの取れた学会であったと思われる。全体としての中心課題は、やはり、「固体表面」であることに変わりはない。アンモニア合成・ギ酸の分解に始まり、石油化学、天然ガス、自動車触媒、脱硫触媒、燃料電池、光化学とその時々課題に挑戦しつつも、「固体表面」が重要な役割を果たしてきた。一方、触媒学会賞の企業の受賞対象には、均一系触媒もかなり含まれている。

触媒学会は、固体触媒を中心としつつも、バランスのとれた学会として、進んできたのではないかと思われる。学会の更なる発展を祈念するものである。