

# 触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

## 難得糊塗：何ごとも「工業触媒」で考える癖

浅岡 佐知夫

### 1. はじめに

南米のコロンビアに一昨年までJICAから派遣されて、3年間ほど年4回延べ年3ヶ月程度コロンビア国立大学での研究指導にあっていた。その時に経験した何個かのエピソードを、この紙面に相応しいかどうかは定かではないが、紹介する。研究課題は、パーム油の水添(水素化分解)によるバイオディーゼル製造の触媒技術に関するが、とにかく可燃性があるので、技術的な話の蓋は、ここでは開けない。

### 2. プロローグ：コロンビアのサッカー試合

コロンビアへ研究指導に行くかどうかを予備調査することになった時の話である。まだ現役の教授で、当時、研究していた流動接触分解(FCC)触媒のように、研究室と酒場をサイクルする状態であって、情報収集に抜き出されもせず日本を出発した。

最初、コロンビアに関しては、サッカー試合で審判が殺されるとか、オウンゴールの代表選手が射殺されるとか、とにかく狂信的なサッカーファンがいる国ぐらいの知識しか持ち合わせていなかった。

首都ボゴタの空港に夜に降り立つと、JICA事務所が雇ったタクシーの運転手に迎えられた。彼から携帯と書類を受け取り、ホテルまで送ってもらって、「翌日の朝、また迎えに来て事務所まで送るので、渡した書類をホテルで読んで、ゆっくり休んでください」と言われた。時差ボケと高山病がみで何となくその書類を見ると、今いるボゴタと研究指導の予定のコロンビア第2の都市のメデリンを安全性でレッド(立入禁止)・イエロー(立入らない方がよい)・グリーン(一応比較的安全)の3色の部分に塗り分けた英語の地図であった。今いるホテルは？と探してみると、レッドゾーン(観光の中心が主)に近いイエローゾーンにあたり、事務所はグリーンゾーンにあった。また、研究指導予

定の大学は？その時のホテルは？とメデリンの地図を探してみると、場所は定かではない。しかし、グリーンゾーンのない地図なので、良くてイエローゾーンであることだけは分かった。試合開始後いきなり退場のレッドカードに近いイエローカードを突き付けられたようなものである。

「麻薬、誘拐、反政府武装組織の勢いは以前より収まりつつあるが、いまだに活動している。限られた都市のその一部の治安は良いが、それ以外は悪く、特に山間部は麻薬栽培地の場合があり、麻薬を資金源にしている反政府組織の拠点もあるので注意が必要である」とのことである。触媒開発で言えば、活性と選択性は良いのだが寿命に非常に問題があるようなもので、難しい案件に取り組むプロジェクト設定となっていたのである。

寿命に問題のある状況は、事務所の担当者とともにメデリンの空港に着くとさらに深まる。事務所が雇った迎えのタクシーの運転手だけでなく武装警官二人が迎えてくれた。なんと、空港のある高原から標高差約1000m?の山間部を下った先の市街地にあるホテルまでの1時間以上をサイドカー付きバイクで護衛走行をするとのことであった。安全な都市ではVIP気分をたのしむケースであるが、すぐにでもUターンし自ら退場したいところであった。

ホテルから大学の間にはさすがに護衛はないが、契約したタクシー運転手がかつ決められたルートだけを使わなければならなかった。ホテルから空港への帰りももちろん武装警官二人の護衛がついた。今度は、上りでスピードが遅いので、かなり気をもんだが、2度目なので慣れてきた。

空港へ着いて荷物を預けようとするが、チェックが非常に厳しい。理由を聞くと、「メデリンから直接マイアミビーチへ行く便であるから」とのこと。ここでハタと気がつく、「メデリン」は「メデジン」だと、このルートは映画やテレビドラマで有名な「麻薬密輸ルート」だった？と、そして

「メデジンカルテル」という懐かしい名に。触媒プロセスの開発シナリオ作成時に、情報調査で常識的知見、例えば「高温でのコーク生成による触媒劣化を転化率と選択性を重視するあまり」見落としていたような状況である。ちなみに、二度とこのルートは使わなかった。トラブルを避けるためだけでなく、帰りにもボゴタに立ちよって携帯を返還するためでもあった。

以上述べた状況が事前にわかっていたら、コロンビアに立ち入ることも決して無かったはずである。このような状況にもかかわらず、何故、退場もせずに、コロンビア国立大学メデリン校での研究指導が始まったかという、実際の安全状況はこの時にはとっくに改善されていたが、安全マニュアルの改訂等の対応の変更の決断が遅れていただけであった。おかげで貴重な体験をさせていただいた。改良触媒が実機反応器になかなか入らないのと一緒である。改良触媒の寿命を保証することが難しいので、安全策を取り、実績のある旧触媒を使い続けるか、あるいは改良触媒を部分的にかつ段階的にしか使わないことが多い。

1年半後の実際に始まった時には、三色刷りが配られることも護衛警官がつくこともなかった。しかし、コロンビア滞在中は自らの責任において安全には常に注意を払った。これは、工業触媒においての、寿命に絶えず注意を払うのと同じである。\*追記

### 3. 石油の起源はイグアナ？：

コロンビアは世界一鳥の種類が多いのとカトレアをはじめとするランの花で知られる。コロンビア国立大学のメデリン校へ行ってまず贈呈されたのが、キャンパス植物紹介図鑑である。このことに象徴されるように、キャンパス自身、山麓に広がり、流下式鉱物精錬工場のような配置(実際に指導に行ったのは大学の中でも最も古い歴史を持つ鉱山学部であり、流下式精錬パイロットも見学)ではあるが、建物の存在はまばらで広い敷地を有する自然が豊富な場所である。山麓にある校舎の屋根でオームが啼いていたり、一番高いところにある名誉教授棟の屋根を猿が渡り歩いたり、下の方のキャンパスの学生食堂付近をイグアナが闊歩していたりしている。

とくにイグアナは、大小とりまぜ何種類・何匹いるかわからなく、下の谷から湧いてくるらしく神出鬼没であり、樹にも登る。また、イグアナは入場無料の広大な植物園にも、川沿いに巣穴を持ち、池を中心に散歩したり、亀と競って背干しをしたりしている。街なかの普通の公園にもイグアナがいる。

コロンビアは石炭・石油・天然ガスのエネルギー資源も豊富で、『エコペトロ』という国営石油会社がある。この会社のロゴマークがイグアナである。コロンビアでは石油の起源は恐竜の末裔であるイグアナの化石であると信じられているとのことであった。製油所内には多くのイグアナが

生息し、末裔として大事に保護されているとのことであった。

イグアナを絞っても直接石油は出てこない。しからば、気の遠くなるような時間をかけて石油に変換されていたとしたら、どのような反応に？どのような触媒が？使われたのだろうと考えた。またハタと思い当たった。そういえば、プラチナ(Pt)は、世界で初めてコロンビアで発見された金属元素であり、高活性な触媒元素である。Pt触媒なら地中の嫌気性発酵のメタンと共存していれば地中温でゆっくりとではあるが水素化脱酸素・脱窒素できるのではないか？この名残の難処理成分を石油精製は処理しているのではないかと。発想がシェールガスの採掘の如くどんどん深みに嵌っていく。

### 4. 石油と触媒の話

話が深みに嵌った勢いで、石油と触媒の話の続けよう。筆者の触媒研究の原生樹林にもどりながら進める。

最初は、「担持イオニック白金族触媒によるブタジエンのブテンへの選択水添」、次は、「均一系金属錯体の固定化：高分子金属キレート触媒による選択酸化」、更には、「遷移金属/活性炭触媒によるイソペンタン脱水素」、引き続きは、「活性炭調製：重質油炭化」、「遷移金属/炭素繊維水素貯蔵体」、ここまでが大学で助手時代も含めて行ったことであり、いずれも炭化水素の水素化・脱水素にかかわる水素の動きに関する触媒作用が主であり、工業触媒の視点はなかった。

例えば、白金族のイオニック担持に無機イオン交換体のゼオライト13Xを用いようとしたが担持段階で崩壊してしまった。研究は、13Yにかえて続けたが今から考えると、イオン交換量ばかり考えて担体物質の安定性を無視したわけである。その後、ハイシリカゼオライトZSM-5やUSYが出てきた。工業触媒としての安定性の面から、研究の主軸はハイシリカゼオライトがすでに常識となっていた。これを知りえなかったのは、いくら大学での研究であったとはいえ悔しい限りである。

「重質油炭化」および「遷移金属/炭素繊維水素貯蔵体」の研究に関しては、当時、奨学金をいただいていた重質油処理に熱心な石油会社から、ある程度の評価を受けていた。この時、印象的だったのは、『炭化(コーカー)は、石油精製としては炭を取るのではなく油を取る技術である』と知ったことである。また、エンジニアリング会社の重役面接で、ドクター論文の反応について、「イソペンタンを脱水素して工業的に有用なイソプレンまでいかない触媒を研究して何の意味があるの？」と聞かれた時も、印象的であった。高温でのコーク失活を嫌い、熱力学的平衡規制のためにイソプレンの生成は極めて低かった。今であれば、「軽質ナフサC<sub>5</sub>のリフォーミングの基礎反応としての触媒の研究です」と答えることはできるのではあるが、知っていることを全部答えること

が適切であったかどうかは疑問である。

したがって、会社に入ってからの研究開発においては、トップマネジメントに理解されやすい具体的な目標物を『愚鈍』に設定することに心掛けた。

工業触媒として最初に取り組んだのが、重質油の水素化処理触媒である。熱分解処理・コーカーの限界を新規な高性能触媒で克服するのである。その高性能触媒の技術的基礎となったのが10~20nmの細孔を持つ担体であった。重質油(アスファルト：カリブ海には鉍石として産出する島国もある)中には、アスファルテンと呼ばれて分離すれば粉末固体である最も重い成分がある。その成分が細孔の中に入って反応できるサイズである。また厄介なことに、その成分にはバナジウム(V)、ニッケル(Ni)等の金属分が集中して含まれ、その金属分が細孔に分解沈積して細孔閉塞を招き触媒が失活することが知られていた。

触媒を開発したければ、まず反応を知らなければならぬ。アスファルテンの分解と脱金属の両者がどのように関係するかを解明することから始まった。問題になったのが金属分の性状であり、構造であった。

## 5. 石油の起源はシェールガス？

ここで、話は石油の起源に戻る。動物には血液があり、人の場合の中心金属はFeのヘモクロビンであり、エビ・カニはCuであり、逆にVは海洋性軟体生物「ほや」である。これが、石油の有機起源説、まさに化石燃料の重要な証拠となっている。このVを数1000ppm含んでいる油がコロンビアの隣国ヴェネゼラで産出されるボスカン原油であり、この処理の反応解析から始めた。熱をかけるだけでも分解するが、硫黄分(H<sub>2</sub>S)が存在すると非常に促進される。ただし、中心金属は抜けるが、強い水素化脱窒素処理(自然界では起き難い)をしなければ、周りのN四配位構造は代わりの金属が来ると錯体構造に戻る。

この現象が自然界で起きていたら石油の有機

起源説の重要な証拠が能力を失う。また、シェールガスとしては、天然ガスの価格の下落を防ぐため、硫黄や金属分・窒素分の極めて少ないシェールオイル分を中心に産出されている。このシェールオイル分が無機由来かどうか？が石油の由来の鍵となってきている。したがって、石油のイグアナ起源説は、暫くは、イグアナと共棲するコロンビア人の『ロマン』として、とっておける。

## 6. エピローグ：難得糊塗

入社時は「聡明」：理論解析だけを押し付けられた状態で始まったので、まさに、「難得糊塗」である。「難得」の「聡明」のレッテルのままであったなら、それ以後の工業触媒およびプロセス開発の成果はなかったであろう。

コロンビアにおける油としてのバイオディーゼルの話も重質油の水素化処理触媒から始まった著者の長い工業触媒研究の歴史の最終章に近い具体例の一つである。これもまさに、「難得糊塗」である。「聡明」なら、このプロジェクトもなかった。

このように何ごとにも「工業触媒」で考える著者の癖が「糊塗」：物わかりを悪くすることにつながり、結局「道に従う」ことになっていると考えている。

また、チャンスがあれば、日本は「ジパング」、コロンビアは「エルドラド」と呼ばれる、ともに関係の深い資源の「金」などの話をするつもりである。

2016.10.31

\*追記：本稿執筆後の11月に、メデリンにおいて、開発途上国での仕事を希望する日本人大学生旅行者が強盗に遭い射殺されるという痛ましい事件が起きている。メデリンに限らず中南米の都市においては、仕事、旅行いずれにおいても、安全には十二分な配慮が常に必要であることをあらためて強調したい。