

# 触媒技術の動向と展望 2009

## 目次

### 第一編 研究動向

1. 時評 - ピンチはチャンス?	東京工業大学名誉教授 小野嘉夫	3
2. 触媒年鑑に寄せて	平成 20 年度会長 今成 眞	4
次の半世紀には	社団法人触媒工業協会会長 齋藤雄二郎	7
3. 分野別触媒研究の現状と将来動向		
[1] 金属触媒		
燃料電池用白金代替触媒の研究開発動向とカーボンアロイ触媒	NEDO 技術開発機構 燃料電池・水素技術開発部 宮田清藏	10
[2] 酸化物触媒		
酸化物を中心とする固体塩基触媒	北海道教育大学函館 松橋博美	18
[3] 生体・錯体触媒		
鉄触媒を用いるクロスカップリング反応の最近の進展	京都大学化学研究所 清家弘史 中村正治	28
[4] 有機化学		
過酸化水素酸化法による有機合成の進展	産業技術総合研究所 今 喜裕 佐藤一彦	39
[5] 高分子化学触媒		
希土類金属錯体系重合触媒の進展	理化学研究所 鈴木俊彰 侯 召民	49
[6] 触媒学会新設・更新研究会関連分野の研究動向と将来		
[6-1] バイオマス変換触媒研究会	北海道大学触媒化学研究センター 福岡 淳	60
[6-2] ナノ粒子研究会	神奈川大学工学部 内藤周式	62
[6-3] 光触媒研究会	東京工業大学大学院理工学研究科 和田雄二	65
[7] キャラクターゼーション		
リチウムイオン電池正極内でのイオンの動きの視覚化	東京工業大学 山田淳夫	69
[8] バイオマスの高度利用技術開発		
藻類バイオマスの高度利用技術開発	筑波大学大学院生命環境科学研究科 渡邊 信	79
4. 工業触媒注目技術		
[1] AIPO 系ゼオライト吸着材開発と吸着ヒートポンプ、デシカントシステムへの応用	(株)三菱化学科学技術研究センター 武脇隆彦	87

[ 2 ] 高性能リチウムイオ二次電池の開発	旭化成株式会社 吉野 彰	98
[ 3 ] 亜臨界水を触媒として用いたアルキルグリセロールエーテル(界面活性剤)の合成	花王株式会社 白沢 武 巽 信博 宇野 満 齋藤明良	107
5 . 海外の触媒技術動向	(株)三菱化学テクノロジー 大竹正之	117
6 . 平成 20 年度の科学技術政策および触媒関連国家プロジェクトの動向	産業技術総合研究所 つくばセンター 島田広道	143
7 . 2008 年度に国内で開発された新規触媒技術	出版委員会、(株)三菱化学テクノロジー	154
8 . 特別寄稿	福岡水素プロジェクト~燃料電池を核とした水素社会実現を目指して~	
	九州大学 佐々木一成 有働大輔	
	産業技術総合研究所 緒方富幸 牧原正記	
	福岡水素エネルギー戦略会議 藤元正二 田代裕靖	
	九州大学 村上敬宜	175

## 第二編 講演会等の記録

1 . 第44回触媒フォーラム「エネルギー/化学産業を支えるゼオライト触媒」		185
[ 1 ] ゼオライト触媒の設計と反応プロセスへの展開	東京工業大学 辰巳 敬	186
[ 2 ] Computational modeling of zeolites: application to the Z-FORMING® process	新日本石油(株) Rudy Coquet	198
[ 3 ] ゼオライト酸性質の測定と酸発現の原理	鳥取大学 片田直伸	202
[ 4 ] エネルギー産業と化学産業の境界領域の新しい触媒化学の創生	(株)三菱化学科学技術研究センター 瀬戸山亨	212
2 . 触媒学会賞受賞技術(第102回触媒討論会依頼講演)		
気相法N-ビニル-2-ピロリドン製造用触媒の開発と工業化	(株)日本触媒 嶋崎由治・矢野 斉	219
3 . 第101回・第102回触媒討論会		220
[ 1 ] 第101回触媒討論会注目発表		221
[ 2 ] 第102回触媒討論会注目発表		228

## 第三編 国際会議の記録

1 . 国内開催国際会議から		
[ 1 ] 5th International Conference Interfaces Against Pollution 2008 (IAP2008)	広島大学 犬丸 啓	255
[ 2 ] Catalysis Summit in 2008	北海道大学 上田 涉	257
[ 3 ] ICC14 Pre-Symposium	触媒学会 出口 隆	260
[ 4 ] 5th International Symposium on Surface and Nanotechnology (ISSS-5)	徳島大学 加藤雅裕	263
2 . 海外開催国際会議から		

[ 1 ] 6th International Symposium on Group Five Elements	京都大学 寺村謙太郎	265
[ 2 ] 16th International Symposium on Homogeneous Catalysis (ISHC XVI)	東京工業大学 小坂田耕太郎	267
[ 3 ] 14th International Congress on Catalysis (14th ICC)		
・全体概要	産業技術総合研究所 伊達正和	269
・エネルギー関連	東京大学 久保田 純	270
・工業触媒関連	東京工業大学 岡本昌樹	271
・環境触媒関連	産業技術総合研究所 難波哲哉	272
[ 4 ] XXIII International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC23)	東京大学 西林仁昭	273
[ 5 ] 5th International Conference on Environmental Catalysis (5th ICEC)	産業技術総合研究所 稲葉 仁	275

#### 第四編 触媒学会活動記録

1. 表彰受賞者リスト		279
2. 部会・研究会アニュアルレポート		
〔 1 〕 参照触媒部会		280
〔 2 〕 ファインケミカルズ合成触媒研究会		282
〔 3 〕 有機金属研究会		284
〔 4 〕 コンピュータの利用研究会		286
〔 5 〕 生体関連触媒研究会		288
〔 6 〕 精密表面材料研究会		290
〔 7 〕 重合触媒設計研究会		292
〔 8 〕 高難度選択酸化反応研究会		294
〔 9 〕 水素の製造と利用のための触媒技術研究会		296
〔 10 〕 メタン関連触媒研究会		298
〔 11 〕 規則性多孔体研究会		300
〔 12 〕 燃料電池関連触媒研究会		302
〔 13 〕 光触媒研究会		304
〔 14 〕 環境触媒研究会		305
〔 15 〕 工業触媒研究会		307
〔 16 〕 触媒機能の基盤研究会		309
〔 17 〕 ナノ粒子研究会		311
〔 18 〕 バイオマス変換触媒研究会		312
3. 各地区活動記録		
〔 1 〕 北海道地区活動記録		313
〔 2 〕 東日本地区活動記録		314
〔 3 〕 西日本地区活動記録		316
4. 活動カレンダー		318

#### 第五編 工業触媒の技術と動向

1. 触媒工業の概況について	触媒工業協会 榊 孝雄	323
2. 触媒が関る主要プロジェクトの動向	年鑑出版委員会	331

## 第六編 大学・高専・国公立研究機関における研究活動

秋田大学	383	千葉大学	502
石巻専修大学	385	中央大学	507
茨城工業高等専門学校	386	筑波大学	508
宇都宮大学	386	帝京科学大学	510
愛媛大学	389	(財)電力中央研究所	510
大分大学	392	東海大学	511
大阪大学	393	東京工業大学	514
大阪府立工業高等専門学校	408	東京大学	527
大阪府立大学	408	東京農工大学	537
岡山県工業技術センター	411	東京理科大学	540
岡山大学	411	同志社大学	543
鹿児島大学	415	東北大学	545
神奈川大学	415	徳島大学	552
関西大学	420	鳥取大学	554
北九州市立大学	422	苫小牧工業高等専門学校	555
北見工業大学	425	富山県工業技術センター	555
岐阜大学	428	富山大学	556
岐阜薬科大学	430	長崎大学	559
九州工業大学	431	名古屋工業大学	561
九州大学	432	名古屋市工業研究所	562
京都工芸繊維大学	442	名古屋大学	562
京都大学	443	奈良女子大学	570
近畿大学	455	奈良先端科学技術大学院大学	572
熊本大学	457	日本大学	573
群馬大学	459	沼津工業高等専門学校	575
工学院大学	460	兵庫県立大学	576
高知工科大学	462	弘前大学	576
高知工業高等専門学校	462	広島大学	577
高知大学	463	(財)ファインセラミックスセンター	581
神戸大学	464	福岡女子大学	582
国際基督教大学	467	福岡大学	583
埼玉県環境科学国際センター	468	防衛大学校	583
埼玉工業大学	469	北陸先端科学技術大学院大学	584
埼玉大学	470	北海道教育大学	586
(財)相模中央化学研究所	472	北海道大学	586
(独)産業技術総合研究所	473	三重大学	597
静岡大学	491	都城工業高等専門学校	599
自然科学研究機構	492	宮崎大学	599
島根県産業技術センター	493	室蘭工業大学	601
島根大学	493	明治大学	601
首都大学東京	494	明星大学	602
湘南工科大学	495	山口大学	602
昭和薬科大学	496	山口東京理科大学	603
信州大学	496	山梨大学	604
成蹊大学	500	横浜国立大学	607
千葉工業大学	501	龍谷大学	609

和歌山大学	610	早稲田大学	610
キーワード別索引			617
<b>スポット情報</b>			
バイオエタノール生産量の推移			38
バイオディーゼル燃料生産量の推移			48
バイオブタノール特許出願件数推移			97
国内二酸化炭素の部門別排出量の推移			259
海域における全窒素及び全燐の環境基準達成状況の推移			315
地下水汚染判明年度別超過事例数			317
化学工業の収益と設備投資推移			379
化学工業分野における技術貿易の推移			616
<b>広告</b>			
日揮触媒化成株式会社			320
三井化学株式会社			380
昭和電工株式会社			632
ズードケミー触媒株式会社			642
触媒学会			643
<b>執筆者索引</b>			633
<b>編集後記</b>			644

## [ 3-1 ] 金属触媒

# 燃料電池用白金代替触媒の研究開発動向と

## カーボンアロイ触媒

NEDO 技術開発機構 燃料電池・水素技術開発部 宮田清藏

### 1 . はじめに

低炭素化時代を招来する技術として、現在燃料電池研究開発が急ピッチで進められている。燃料電池はその発電機構に起因する以下の 4 種に大別される。すなわちリン酸塩形、熔融炭酸塩形、固体酸化物形、及び固体高分子形である。とりわけ固体高分子形は他のシステムと異なり低温での発電が可能、単体体積及び重さ当たりの出力が大きい、安価になる可能性大などの長所を有している。そのため、自動車などの運輸交通関連や家庭用などで使用されれば、CO<sub>2</sub> 排出削減に大きく寄与すると考えられている。家庭用定置形燃料電池では、平成 17 年度に定置用燃料電池大規模実証研究を開始し、平成 21 年度より東京ガス、大阪ガス、新日本石油などから一般に発売される。一方、燃料電池自動車に関しても、トヨタ、日産、ホンダの各社が精力的に技術開発に取り組んでいる。ホンダでは平成 20 年春よりカリフォルニアにおいて、秋からは我国でもリースを開始した。

このように、我国のレベルは世界のトップを形成していると言っても過言ではない。それは何も問題がないかといえ、コストと耐久性に関してはまだ克服すべき課題が数多くある。すなわち定置用燃料電池では耐久性 9 万時間、単価 50 万円、自動車では現在のコストを 1/100 にした上で起動停止回数 6 万回、耐久性 5,000 時間以上がそれぞれ 2020 年頃の目標である。この目標を達成するためには燃料電池を構成している各部材の劣化メカニズムを基礎的に理解した上で、新材料の開発とトータルシステムの構築、更には大量生産方式の確立など多くのブレイクスルーが必要である。

### 2 . 固体高分子形燃料電池の原理

図 1 に固体高分子形燃料電池 (PEFC) の原理図を示す。アノードでは白金又はルテニウム白金合金によって水素分子は酸化されプロトンと電子を生成する。プロトンは電解質であるプロトン伝導性膜を、電子は外部回路を通してカソード電極に到達する。その時カソード上の白金触媒及びアノードから到達した電子により酸素分子が還元され、プロトンと結合して水が生成

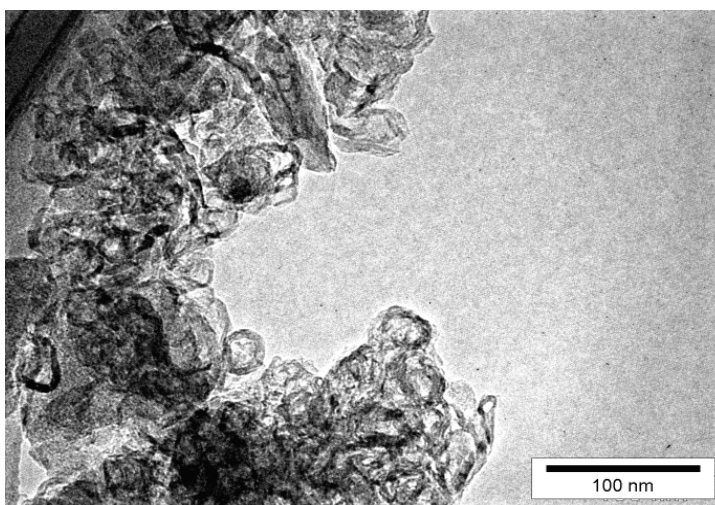


図 1 . 高分子を炭化して作製したナノシエルの電子顕微鏡写真 (群馬大学尾崎)

## [ 3-3 ] 生体・錯体触媒

## 鉄触媒を用いるクロスカップリング反応の最近の進展

京都大学化学研究所 清家弘史 中村正治

## はじめに

遷移金属を触媒とするクロスカップリング反応が、液晶や有機電子材料あるいは医薬品などの機能性化合物類の強力な合成手法として認識されてから久しい。この汎用炭素—炭素結合生成反応は、ニッケルあるいはパラジウムを触媒として大きな発展を遂げてきた。1972年に Corriu らの王立化学会誌に報告した短い論文と、<sup>1)</sup> 同年、玉尾・熊田らが米国化学会誌に報告した速報が、<sup>2)</sup> その嚆矢となった。玉尾らはその論文の中で、二価のジアルキルニッケル錯体と芳香族塩化物との間に起こる還元的脱離・酸化的付加過程と、この複合過程の生成物である芳香族ニッケル塩化物と Grignard 反応剤との金属交換過程からなる反応機構および触媒サイクルを作業仮説として提唱しているが、これが現在に至るクロスカップリング反応の伸展の起爆剤となったことに疑いの余地はない。この有機金属化学の基本反応から構成される触媒サイクルは、現在盛んに用いられているニッケルおよびパラジウムを触媒とする殆どのクロスカップリング反応の機構を理解、説明するのに役立つ。

一方、時を前後して、1971年に、Kochi らによって鉄触媒クロスカップリング反応が米国化学会誌に速報として報告された。触媒量の塩化鉄(III)の存在下、ハロゲン化アルケニルとアルキル Grignard 反応剤とがカップリングシアルケンを高収率で与える反応であった。<sup>3)</sup> 教科書的には進行しないとされていた  $sp^2$  炭素上での効率的な求核置換反応であり、上述の Corriu ら、玉尾らの研究にも少なからず影響を与えたものの、鉄触媒はその後のクロスカップリング反応の進展の中では中心的な存在とはならない。同反応は基質適用範囲が狭く(求電子剤、求核剤共に)合成化学的には制約が多いことや、ニッケル触媒のような明快な反応機構が提唱されなかったことがその主な理由と推察される。Kochi らの報告から四半世紀が過ぎた2000年頃、再び鉄触媒クロスカップリング反応に注目が集まり始めた。最も普遍的に存在する遷移金属である鉄という元素に対する潜在的な期待感があるところに、鉄触媒のクロスカップリング反応の精密制御手法がいくつか発見されこの転換点がもたらされた。1998年に Cahiez らは1-メチル-2-ピロリジノン(NMP)を共溶媒として用いることで Kochi らの Grignard カップリング反応が高収率で進行し、かつ基質の適用範囲が大きく広がることを示した。<sup>4)</sup> 同手法は、その後 Fürstner らによって芳香族塩化物やスルホン酸エステルを電子剤として用いる芳香族クロスカップリング反応にも有用であることが報告された。<sup>5)</sup> 同時期に筆者らは鉄触媒による触媒的不斉カルボメタル化反応を報告した。<sup>6)</sup> これは根岸カップリング反応類似の反応条件下で、アルキル亜鉛のシクロプロペンへの付加反応が触媒量の BINAP の添加でエナンチオ選択的に進行するという反応であり、後の鉄触媒カップリング反応のホスフィン配位子による反応性制御に繋がる研究となった。

ニッケルやパラジウムと比較した場合、鉄は多様な酸化状態とスピン状態をとり、それに付随する多彩な配位化学を示すことから錯体化学的な反応機構研究は困難を極め、Kochi らの反応機構研究<sup>3c)</sup> から30年以上を経た現在でも解明には到っていない。<sup>7)</sup> 実のところ、「鉄錯

## [ 3-4 ] 有機化学

## 過酸化水素酸化法による有機合成の進展

産業技術総合研究所 今 喜裕 佐藤一彦

## 1. 概要

過酸化水素は経済的かつクリーンな理想的酸化剤である。ある種の触媒系の開発により、過酸化水素水を用いる実用性の高いアルコールの酸化、オレフィンのエポキシ化やジオール化、アリルアルコールの選択酸化などが可能になった。有機溶媒を用いず、またハロゲン化物不在の条件下で効果的に生成物を得ることができる。本稿では、我々が開発してきた過酸化水素を用いる環境に優しい選択酸化技術の最近の進展について述べる。ハロゲンフリーエポキシ化技術を用いた革新的絶縁材料の開発（昭和電工（株）との共同研究）についても述べる。

## 2. 酸化反応とグリーンケミストリー

グリーンケミストリーには様々な視点があるが、合成化学的には「環境にやさしいものづくりの化学」といえる。現代の我々が健康で豊かな生活を送るための医薬品や合成繊維、プラスチック類などの有用物質は、ほとんどが石油を原料として多段階の化学反応によって製造されている。しかし現在の技術では、目的物以外に各反応の副生成物や使用した有機溶媒などの廃棄物が生じてしまい、環境を汚染する原因となる。これからは廃棄物を出してから処理するのではなく、はじめから廃棄物を出さないこと、そのためのクリーンな合成技術の開発が重要となる（図1）。

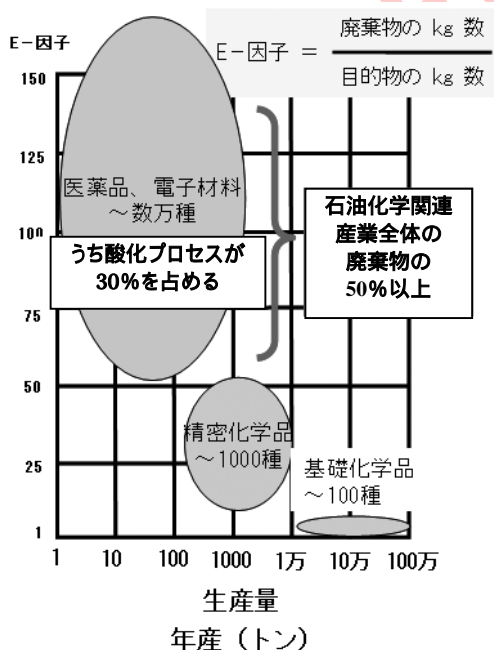


図1. 化学製品と E-因子

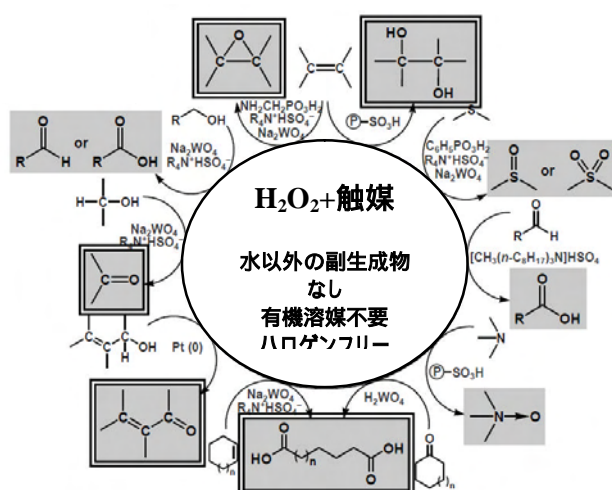


図2. 過酸化水素を用いる酸化反応



## [ 3-8 ] バイオマスの高度利用技術開発

## 藻類バイオマスの高度利用技術開発

筑波大学大学院生命環境科学研究科 渡邊 信

## 1. はじめに

地球温暖化とエネルギー資源枯渇の問題の解決は、環境と経済の好循環を実現するための最重要課題である。経済発展にともなう化石燃料の消費の増加は二酸化炭素排出の増加を意味することから、地球温暖化問題がエネルギー資源の枯渇問題と密接な関係をもつと言える。様々な環境問題の解決には、エネルギー消費（資源枯渇型問題）に伴う二酸化炭素排出量の問題（すなわち地球温暖化問題）と解決すべき問題とのバランスを考慮することが必要になってくる。

化石燃料の中でも、最も大きな比重を占める石油は、1~2億年前の海に生育していた生物の死骸がもととなって作られたと考えられている。その当時、現在の油田が集中している中東地域の辺りは、広大な入り江の浅瀬からなる海だった。そこでは、温暖な気候のもとで、微細藻類が大繁殖を繰り返し、これを捕食する動物とともに膨大な量の生物遺骸として、海底に沈降、堆積していたことが分かっている。また現在の5大陸5大洋を創り出した地殻変動の活発な時代でもあり、その当時生み出された莫大な量のバイオマスが、地殻に閉じこめられ、高圧、高温のもとで変性した結果、石油が生成したと考えられている。石油のもとは、太古の海で繁殖した微細藻類だったといわれている。

現代においても、微細藻類は、二酸化炭素発生を抑制を受けながら、エネルギー生産を行う手段として、注目されている。微細藻類は、光合成により、太陽エネルギーを化学エネルギーに変換することができ、変換された化学エネルギーは燃焼等で利用することができる。燃焼により二酸化炭素が発生するが、そのときに排出された二酸化炭素中の炭素は、光合成により大気中に吸収されたものであるため、実質的な増加はないと考えられる。すなわち、微細藻類により生産されたエネルギーは、二酸化炭素の制約を受けないエネルギーなのである。同様の特徴をもつものとして、木質バイオマスやエネルギー作物の生産が上げられる。しかしこれらと比較して微細藻類は、一年中光合成が可能、二酸化炭素吸収密度が高いこと、液体培地で育つのでプラント化が容易であるといった長所がある。一年中光合成が行えると言うことは、エネルギーの安定供給の面で都合がよく、また二酸化炭素吸収密度が高いと言うことは、エネルギー生産速度が大きいことを意味している。このことは安定してエネルギーを供給し続ける（持続させる）ために必要な「ストックよりもフローを重視する」という点でも好都合といえる。更に扱いが容易であることは、メンテナンスなども含めたコストの面でも有利になる。

微細藻類には、石油と同じような成分を有するオイルをその体内あるいは体外に生産する種があることが知られている。第一次オイルショック以来、1970年代~1990年代にかけて、この性質に着目した研究が多くなされた。これらの研究開発はそのほとんどが、試験管ないしは、小水槽

[ 4-2 ]

## 高性能リチウムイオン二次電池の開発

旭化成株式会社 吉野 彰

### 1. はじめに

リチウムイオン二次電池はこれまで携帯電話、ノート PC などの IT 機器の電源としてこの 10 数年急激な成長を遂げてきた。ここにきて環境・エネルギー問題が大きく取り上げられる中で、蓄電デバイスであるリチウムイオン二次電池は電気自動車用電源用途、電力貯蔵用電源用途などに更に注目を浴びている。

本章では、このリチウムイオン二次電池の開発経緯と最新の技術・市場動向について述べてみたい。その中で「触媒技術」「錯体技術」などの接点についても考察したい。

#### 1.1 リチウムイオン二次電池とは

リチウムイオン二次電池（以下 LIB）とは“カーボン材料を負極活物質にし、リチウムイオン含有金属酸化物(LiCoO<sub>2</sub>)を正極とする非水系二次電池”のことである。

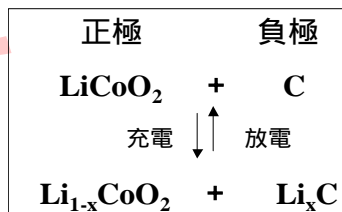


図 1 LIB の電池反応式

その作動原理は図 1 の通りであり、充電で正極 LiCoO<sub>2</sub> から Li イオンが脱離し、負極カーボン(C)に Li イオンが吸蔵され、この電気化学的反応で電子が正極から負極に流れ込む。放電はこの逆反応となる。従来の二次電池とは基本的に異なり、化学反応は一切伴わず、イオンと電子のみが関与する新しい概念の二次電池である。

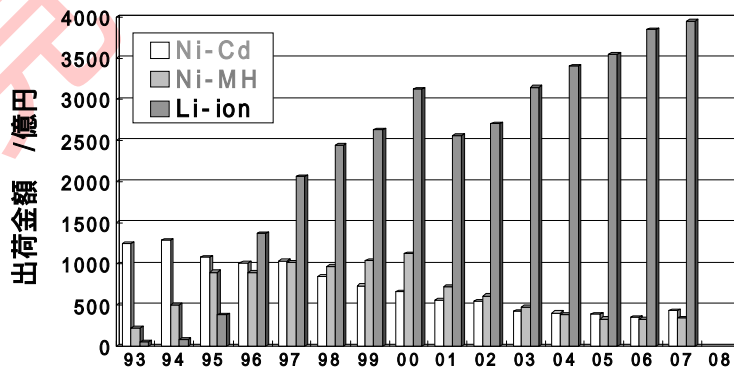


図 2 二次電池市場の推移 (国内出荷金額)

Ni-Cd：ニッケルカドミウム二次電池  
 Ni-MH：ニッケル水素二次電池  
 Li-Ion：リチウムイオン二次電池

#### 1.2 リチウムイオン二次電池市場の現況

非水系電解液を用いた二次電池として、1991 年にはじめて商品化されたリチウムイオン二次電池は携帯電話、ノート PC など

の IT 機器の普及とともに 1995 年から急激に市場が拡大し、現在では図 2 に示すように二次電池の主流となっている。図 3 は用途別の世界市場を示した。

用途の大半が IT 機器の電源であり、世界中で約 30 億個も生産されている。

## 海外の触媒技術動向

(株)三菱化学テクノロジーサーチ 大竹正之

### 1. 世界の化学工業と触媒研究の動向

2008年は米国の不動産バブルとサブプライム問題に始まる原油価格の急騰、中東産油国への投資資本の集中、そして後半には米国の銀行、自動車産業など、主要産業の崩壊危機があった。大手の化学、医薬会社も生産調整や人員削減を開始した。投資資金が原油市場に流れ、2007年から懸念された原油価格は2008年にはUS\$100/bblを突破、最高で一時US\$189/bblに達したが、2008年末にはUS\$40/bblに低下、2004年までの安定水準に戻りつつある。米国市場への輸出を中心に急成長を続けてきた中国の製造業、それを支えてきた化学産業も大きな打撃を受け、過去最大の低迷期に入った。タイ、台湾、韓国などアジアでもエチレン設備停止が相次いでいる。日本を含むアジア諸国では、産業全体の底入れが重要な政策課題となってきた。

製品価格高騰もあって石油輸出国機構(OPEC、加盟13ヶ国)は2007年の石油・天然ガスの輸出収入が過去最大になったと発表した。サウジアラビア基礎産業公社(SABIC)は石油化学企業としても世界第5位の地位を目指している。総額US\$70billionの投資が進行中であり、2009年までにSABICの石化市場シェアは現在の7%から13%に上昇する見通しである。YANSAB、SHARQとともにエチレン130万トンが2008年に稼働開始、MEG、MTBE、粒状尿素、PC、PPE、PEIなどの樹脂が世界1位であり、エンジニアリングプラスチックなどを中心に機能製品へのシフトも加速する。(化学工業日報、2008/07/03, p12) SABICは中国石油化工総公司(Sinopec)と戦略的な提携で合意、中国天津での石油化学事業(エチレン120万t/y、2009年9月完成予定)への50%出資、将来のプロジェクトでも協力することで合意した(化学工業日報、2008/06/24, p1)。

1998年にPaul T Anastas, John C Warnerによる”Green Chemistry: Theory & Practice”の出版で、Green Chemistryの12原則が提案されているが、2003年にはAnastas, Julie B Zimmermanがグリーンケミストリーの原則に則り、Green Engineeringの12原則を発表した。米国化学会はChem & Eng Newsの特集号(2008/08/18, p59)で最新の取り組みを紹介、化学者の貢献を要請した。

大型の企業買収では米Dow Chemical CoによるRohm & Haasの買収、Kuwait Petrochemical Industries Co(PIC)との石油化学合弁事業(K-Dow Petrochemicals)設立、米AshlandによるHerculesの買収、ドイツBASFによるスイスCIBAの買収(計画)、三菱レーヨンによる英Lucite Internationalの買収が発表された。現在のHerculesはセルロース誘導体を軸とした水溶性ポリマーや製紙用化学品に強みのある企業で、Ashlandのスペシャリティ事業を強化する。BASFはEngelhard、旧Degussaの建築用化学品、Merckの電子化学品事業など、機能商品企業の買収を進めてきており、CIBAの買収で化学企業としては世界一となる。ビール世界最大手のインペブ(ベルギー、2004年にベルギー・インターブリューとブラジル・アンペブの統合で設立)は、世界第三位の米アンハイザー・ブッシュに買収を提案している。

2008年のノーベル化学賞は下村脩・米ボストン大学医学校名誉教授、米コロンビア大学の

# 気相法 N-ビニル-2-ピロリドン製造用触媒の開発と工業化

(株) 日本触媒 嶋崎由治、矢野 斉

## 1. はじめに

N-ビニル-2-ピロリドン(NVP)は多くの分野で利用される有用化合物であり、これまでアセチレン法(2-ピロリドンとアセチレンの反応)で製造されてきた。国内需要は全て輸入品に頼ってきたが、品質や調達に問題が発生することもあり、入手容易で品質に優れる国産品の登場が強く望まれていた。また、製法面でも、安全性や環境負荷に問題を抱えるアセチレン法よりも有利な製法として、N-(2-ヒドロキシエチル)-2-ピロリドン(HEP)をNVPに直接脱水する触媒およびプロセスの実用化が望まれていた。

## 2. 技術の内容

本製法は、 $\gamma$ -ブチロラクトン(GBL)とモノエタノールアミン(MEA)からHEPを製造する液相流通式プロセスと、HEPからNVPを製造する気相流通式プロセスとから成る(図1)。後段プロセスが連続流通式であるため、前段のHEP製造プロセスも連続流通式とし、GBLとMEAを出発原料とするNVPの高效率生産プロセスとして完成させた。本プラントは、2001年末に稼動し、現在、3000トン/年の規模で順調に運転を続けている。

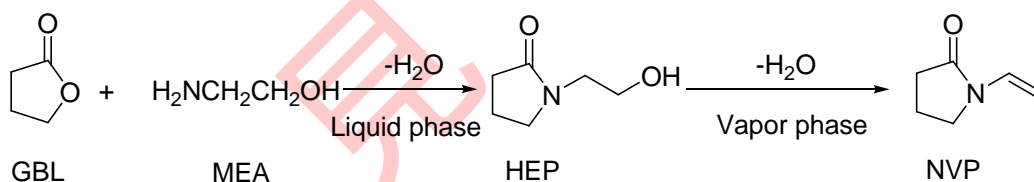


図1. 反応ルート

本技術の核は、HEPをNVPに転化する気相脱水反応用触媒およびその反応技術にある。我々は、 $SiO_2$ に少量のアルカリ金属酸化物を添加すると、 $SiO_2$ 単独で発現する高選択率を維持したまま転化率が劇的に向上することを見出し、工業触媒を完成させた。触媒の組成は極めて単純であり、酸塩基強度はどの指示薬も変色しない程に弱い、非常に高い活性、選択性を発現する。

## 3. 今後の展望

本製法は原料供給からHEP製造を経てNVP製品容器への充填まで、全てが連続式で行えるため、数人の運転員で大量生産できるという利点を有する。本プロセスの生産性は非常に高く、また廃棄物の殆どは水であるため、環境負荷も小さい。従来品より安価かつ高純度のNVPが登場したことでその需要は急増しており、今後は本プロセスが主流になると期待される。

## 14th International Congress on Catalysis (14th ICC)

産業技術総合研究所環境化学技術研究部門 伊達正和

### 会議の概要

2008年7月13日～18日に、第14回目となる International Congress on Catalysis (ICC) が、韓国ソウルの The Convention and Exhibition Center (COEX) にて開催された。ICC は 1956 年の第 1 回 (米国フィラデルフィア) 以来 4 年に一度開催されていて、アジアとしては第 7 回の東京に続いて 2 回目となる。今回は 60 を越える国や地域から 1,400 名以上の参加者があり、活発な討論や研究者間の交流が行われた。次回は 2012 年にドイツ (ミュンヘン) で開催される予定である。

### 講演に関して

Plenary Lecture として下記の 6 件 (Dumesic 教授の講演は Heinz Heinemann Award Lecture を兼ねる) があつた他、International Catalysis Award Lecture として米国イリノイ大学 Hartwig 教授の講演があつた。Keynote Lecture は 13 件で、招待講演を含む口頭発表約 300 件が 5 日間に亘って行われた。また、1,000 件を越えるポスター発表が 3 回に分けて行われた。今回のトピックスは以下の 6 つである: [1] Innovations in catalyst design, [2] New findings in reaction mechanism, [3] Advances in catalytic reaction engineering, [4] Catalysis in energy/fuel production, [5] Catalysis for fine chemicals/industrial chemicals production, [6] Sustainable green catalysis. これらのうちエネルギー関連、工業触媒関連、環境触媒関連の詳細を次頁以降で報告する。

### Plenary Lectures

- (1) R. Prins (ETH Zürich, Switzerland), "Does catalysis allow driving a car as well as having clean air?"
- (2) J.A. Dumesic (Univ. of Wisconsin-Madison, USA), "Catalytic production of liquid fuels from biomass-derived oxygenated hydrocarbons"
- (3) R.R. Schrock (MIT, USA), "How to prepare thousands of olefin metathesis catalysts that have high activities and that are asymmetric at the metal"
- (4) P. van Berge (SASOL, South Africa), "The development and commercialization of a supported cobalt Fischer-Tropsch synthesis catalyst for the gas-to-liquids process"
- (5) T. Tatsumi (Tokyo Inst. of Technology, Japan), "New designs of zeolite catalysts for green chemical processes"
- (6) J.K. Nørskov (TU of Denmark, Denmark), "A molecular view of heterogeneous catalysis"



ソウル新都心の COEX



開会式典



ポスター会場

## 東京工業大学大学院総合理工学研究科

〒226-8502 神奈川県横浜市長津田町 4259

<http://www.igs.titech.ac.jp/>

### 化学環境学専攻 環境プロセス化学講座 馬場研究室

<http://www.chemenv.titech.ac.jp/lab/index.html>

(FAX 045-924-5441)

#### [環境調和化学分野]

馬場俊秀	教授	TEL/FAX045-924-5480	tbaba@chemenv.titech.ac.jp
本倉健	講師	TEL045-924-5417	motokura@chemenv.titech.ac.jp
宮地輝光	助教	TEL045-924-5417	akimiyaji@chemenv.titech.ac.jp
畑中重人	連携教授		
坂本康治	連携准教授		

#### 研究テーマ

メタンをはじめとするアルカンの活性化	(馬場)
プロピレンの選択的合成反応とその触媒開発	(馬場)
アルカンの骨格異性化とその触媒開発	(馬場)
炭酸ジメチルの利用とバイオディーゼル合成	(馬場)
新反応開拓のための酸・塩基多機能触媒の開発	(本倉・馬場)
不均一系触媒による二酸化炭素の活性化	(本倉・馬場)
メタン水酸化酵素の物理化学的性質および触媒機能の分析	(宮地・馬場)
微生物の C1 化合物代謝における生体内電子伝達系の解明	(宮地・馬場)

#### 最近の報文

1. "Heterolytic Dissociation of C-H Bond of Methane over Ag<sup>+</sup>-exchanged Zeolites and Conversion of Methane into Higher Hydrocarbons in the Presence of Ethene or Benzene"; T. Baba, Chem. Lett. High light review, 35, 142 -147 (2006).
2. "Heterogeneous Organic Base-Catalyzed Reactions Enhanced by Acid Supports"; K. Motokura, M. Tada, and Y. Iwasawa, J. Am. Chem. Soc., 129, 9540-9541 (2007).
3. "Hydrogen peroxide as an effector on the inactivation of particulate methane monooxygenase under aerobic condition"; A. Miyaji, M. Suzuki, T. Baba, T. Kamachi, I. Okura, J. Mol. Catal. B, (2009) in press.

### 物質電子化学専攻 分子変換講座 淵上研究室

<http://www.echem.titech.ac.jp/~fuchi/index.html>

(FAX 045-924-5408)

淵上寿雄	教授	TEL 045-924-5406	fuchi@echem.titech.ac.jp
稲木信介	助教	TEL 045-924-5427	inagi@echem.titech.ac.jp

#### 研究テーマ

有機化合物の選択的電解フッ素化	(淵上)
電極触媒を利用する有機電解合成	(淵上)
イオン性液体中での有機電解反応	(淵上)