

触媒技術の動向と展望 2019

— 目次 —

第一編 研究動向

1. 時評「温故知新」
製品評価技術基盤機構理事長・触媒学会名誉会員 辰巳 敬 3
2. 触媒年鑑に寄せて「触媒学会の起源・触媒研究所から触媒科学研究所へ」
2018 年度触媒学会会長・北海道大学 福岡 淳 5
3. 分野別触媒研究の現状と将来動向
 - [3-1] 触媒材料
 - (a)金属触媒
金属触媒における電子構造と双晶の役割
東北大学 蔡 安邦 8
 - (b)酸化物触媒
希土類酸化物による窒素酸化物の直接分解
大阪大学 今中信人・布谷直義 17
 - (c)錯体・有機合成触媒
基質認識型有機酸・塩基触媒の設計開発
東北大学 近藤 梓・菊池 隼・寺田眞浩 24
 - [3-2] 触媒反応
 - (a)高分子分野
希土類触媒による C-H 結合活性化を活用した精密重合
理化学研究所 西浦正芳・侯 召民 34
 - (b)資源・エネルギー変換分野
バイオマス関連化合物の改質, 水素化分解, 脱酸素脱水反応のための固体触媒の開発
東北大学 富重圭一・中川善直・田村正純 44
 - (c)環境触媒分野
自動車技術研究組合 AICE との協奏的触媒設計
東京大学 小倉 賢 56
 - (d)光触媒分野
還元型酸化グラフェンおよび光触媒からなる Z スキーム系および光電極系による可視
光照射下での水分解および二酸化炭素還元
東京理科大学 岩瀬顕秀・工藤昭彦 71
 - (e)電極触媒分野
燃料電池用 Pt コアシェル触媒
同志社大学 大門英夫 82

[3-3] 触媒解析			
(a) キャラクターリゼーション分野			
<i>Operando</i> XAFS による触媒活性点の構造挙動の解明	京都大学	朝倉博行	92
(b) コンピュータ利用分野			
キャタリストインフォマティクスによる触媒開発	産業技術総合研究所	矢田 陽・佐藤一彦	101
[3-4] 先端技術			
(a) 固体表面を利用した配位子設計：活性サイトの孤立化に基づく高活性金属錯体触媒の開発	北海道大学	岩井智弘・澤村正也	113
(b) マイクロフローアミド化法を基盤とする高効率ペプチド合成法の開発	東京工業大学	布施新一郎	124
4. 工業触媒注目技術			
[4-1] HC-SCR（選択還元）触媒の開発	(株) キャタラー	辻 誠	135
[4-2] 水素の大規模貯蔵輸送技術 -SPERA 水素 [®] システムの開発-	千代田化工建設 (株)	岡田佳巳	145
5. 2018 年の海外の触媒技術動向	アイシーラボ	室井高城	153
	早稲田大学	関根 泰	
6. 2018 年の科学技術政策動向および触媒関連国家プロジェクトの状況	産業技術総合研究所	花岡隆昌	174
7. 2018 年の国内触媒関連技術動向	早稲田大学	関根 泰・常木英昭	185
8. 特別寄稿			
次世代放射光施設への触媒研究の期待	東北大学	村松淳司	205

第二編 国際会議の記録

1. 国内開催国際会議から			
[1] Symposium on Nanomaterials for Environmental Purification and Energy Conversion (SNPEC)	北海道大学	高島 舞	215
[2] Pre-conference of TOCAT8 and the 5 th International Symposium of Institute for Catalysis	北海道大学	古川森也	216
[3] TOCAT8-ZMPC2018 Yokohama	東京工業大学	横井俊之	218
[4] ISHA2018 国際ソルボサーマル・ハイドロサーマル協会国際会議	東北大学	殷 澍	222

[5] The 3rd International Symposium on Hydrogen Energy-based Society	首都大学東京	宍戸哲也	224
[6] International Symposium on Gold Chemistry 2018	首都大学東京	村山 徹	226
2. 海外開催国際会議から			
[1] 2018 MRS Spring Meeting & Exhibit	東京工業大学	西岡駿太	228
[2] Workshop - Advances in Zeolite Chemistry and Catalysis	大阪大学	増田晋也	230
[3] The 19 th International Symposium on Small Particles and Inorganic Clusters (ISSPIC XIX)	東京大学	長谷川慎吾	232
[4] 256th ACS National Meeting & Exposition	東北大学	小嶋隆幸	235
[5] AVS 65th International Symposium & Exhibition	筑波大学	武安光太郎	237
[6] Eleventh International Congress on Catalysis and Automotive Pollution Control	名古屋工業大学	中村悠一郎	239
[7] International Symposium on Catalysis & Fine Chemicals 2018 (C&FC2018)	大阪大学	水垣共雄	242

第三編 触媒学会活動記録

1. 表彰受賞者リスト			247
2. 平成 29 年度触媒学会技術進歩賞受賞技術			
[1] 超クリーン燃料製造に向けた FT 合成およびワックス水素化分解用新規触媒開発	J X T G エネルギー (株)	関 浩幸・池田雅一・ 東 正浩・鎌田正弘	248
	日揮触媒化成 (株)	石原久也	
[2] オレフィンへの付加による高級 2 級アルコールエトキシレート合成プロセスの開発	(株) 日本触媒	桐敷 賢	250
3. 2018 年度触媒討論会の記録			252
4. 第 121 回触媒討論会注目発表			
[1] 多価アニオン金属酸化物クラスターの塩基触媒作用	東京大学 ^{*1} ・首都大学東京 ^{*2} ・	林 峻 ^{*1} ・佐々木直人 ^{*1} ・	255
	京都大学触媒電池 ^{*3} ・CREST ^{*4}	山添誠司 ^{*2,*3,*4} ・佃達哉 ^{*1,*3}	
[2] 層状複水酸化物担持パラジウム触媒によるアクセプターレス脱水素芳香環形成反応	東京大学	金 雄傑・山口和也・	256
		野崎京子・水野哲孝	
[3] メソポーラスシリカ細孔内での Pd 錯体の協奏的触媒作用によるアリル化反応の促進	東京工業大学 ^{*1} ・国際基督教大学 ^{*2} ・	本倉 健 ^{*1} ・池田まりか ^{*1} ・南保雅之 ^{*1} ・	257
	北海道大学 ^{*3} ・産業総合技術研究所 ^{*4}	田 旺帝 ^{*2} ・中島清隆 ^{*3} ・田中真司 ^{*4}	

[4] $\text{ReO}_x\text{-Au/CeO}_2$ 触媒による脱酸素脱水反応	東北大学 中川善直・田沢周平・王 天淼・ 田村正純・富重圭一	258
5. 触媒 Vol.60 (2018) 総索引		259
6. 部会・研究会アニュアルレポート		
[1] 参照触媒部会		265
[2] ファインケミカルズ合成触媒研究会		267
[3] 有機金属研究会		269
[4] コンピュータの利用研究会		271
[5] 生体関連触媒研究会		273
[6] 界面分子変換研究会		275
[7] 重合触媒設計研究会		277
[8] 高難度選択酸化反応研究会		278
[9] 水素の製造と利用のための触媒技術研究会		279
[10] 天然ガス転換触媒研究会		281
[11] 規則性多孔体研究会		282
[12] ナノ構造触媒研究会		284
[13] 燃料電池関連触媒研究会		286
[14] 光触媒研究会		288
[15] 環境触媒研究会		289
[16] 工業触媒研究会		290
[17] バイオマス変換触媒研究会		292
[18] 固体酸触媒の原理と応用研究会		293
[19] 元素戦略研究会		294
7. 各支部活動記録		
[1] 北海道支部活動記録		295
[2] 東日本支部活動記録		297
[3] 西日本支部活動記録		299
8. 活動カレンダー		301

第四編 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 岩田泰夫	307
2. 触媒が関わる主要プロジェクトの動向	年鑑出版委員会	315

第五編 大学・高専・国公立研究機関における研究活動（都道府県別）

旭川工業高等専門学校	325	北海道大学	327
北見工業大学	325	室蘭工業大学	333
北海道教育大学	326	弘前大学	334

八戸工業高等専門学校	335	東京都市大学	394
秋田大学	336	東京農工大学	394
岩手大学	338	東京理科大学	396
石巻専修大学	339	日本大学	398
産業技術総合研究所（東北）	339	早稲田大学	398
東北大学	340	東京電機大学	401
長岡技術科学大学	348	芝浦工業大学	401
日本大学（福島）	349	神奈川大学	402
産業技術総合研究所（福島）	349	慶應義塾大学	404
宇都宮大学	350	東海大学	405
小山工業高等専門学校	352	東京工業大学（長津田）	406
群馬工業高等専門学校	352	防衛大学校	411
群馬大学	353	明治大学	412
茨城工業高等専門学校	354	横浜国立大学	413
茨城大学	355	信州大学	415
産業技術総合研究所（つくば）	355	山梨大学	418
筑波大学	359	静岡大学	420
物質・材料研究機構	361	沼津工業高等専門学校	421
千葉大学	363	富山県立大学	422
東京大学（柏）	366	富山大学	422
東京理科大学（野田）	367	金沢大学	424
豊田工業大学（千葉）	368	北陸先端科学技術大学院大学	425
埼玉工業大学	368	岐阜大学	427
埼玉大学	369	岐阜薬科大学	428
理化学研究所	370	産業技術総合研究所（中部）	429
東洋大学	371	豊田工業大学	430
工学院大学	371	豊橋技術科学大学	431
国際基督教大学	372	名古屋工業大学	432
首都大学東京	373	名古屋市立大学	433
上智大学	376	名古屋大学	433
中央大学	376	分子科学研究所	439
帝京科学大学	377	三重大学	440
電気通信大学	377	立命館大学	441
東京学芸大学	378	京都大学	441
東京工科大学	379	京都工芸繊維大学	446
東京工業高等専門学校	379	京都府立大学	447
東京工業大学（大岡山）	380	同志社大学	447
東京慈恵会医科大学	385	大阪大学	449
東京農業大学	385	大阪工業大学	455
東京大学	386	大阪市立大学	456

大阪府立大学	457	香川大学	479
関西大学	460	徳島大学	479
近畿大学	463	愛媛大学	481
産業技術総合研究所（関西）	465	高知工科大学	482
奈良女子大学	467	高知工業高等専門学校	483
奈良先端科学技術大学院大学	467	高知大学	484
神戸大学	468	北九州市立大学	484
関西学院大学	469	九州工業大学	486
兵庫県立大学	470	九州大学	487
神戸市立工業高等専門学校	470	福岡工業大学	492
鳥取大学	471	福岡大学	493
公立鳥取環境大学	473	大分大学	493
岡山大学	473	佐世保工業高等専門学校	494
広島大学	475	長崎大学	494
県立広島大学	477	熊本高等専門学校	496
産業技術総合研究所（中国）	477	熊本大学	496
島根大学	477	崇城大学	497
山口大学	478	宮崎大学	498
山口東京理科大学	478	鹿児島大学	498
キーワード別索引			500
執筆者索引			515
編集後記			524

バイオマス関連化合物の改質，水素化分解， 脱酸素脱水反応のための固体触媒の開発

東北大学大学院工学研究科応用化学専攻

富重圭一 中川善直 田村正純

1. はじめに

固体触媒の開発という観点で，バイオマス資源から燃料や化学原料を製造するための触媒反応を対象にした研究は，石油や天然ガスなどの他の資源変換のための研究と比較して歴史が浅い．しかしここ約 20 年にわたり，本格的な触媒開発研究が非常に熱心に行われており，触媒化学の大きな分野に育っていると感じる．ここでは，私たちが行ってきたバイオマス関連化合物を対象とする触媒開発研究の例を示す．対象とする反応は，ガス化や改質反応による水素・合成ガス製造，炭素一酸素水素化分解反応，隣接水酸基の脱酸素脱水反応とした．

2. バイオマスからのガス化，改質反応による水素・合成ガス製造

有機性炭素資源（天然ガス，重質油，石炭，バイオマスなど）をスチームや酸素と反応させることにより水素や合成ガスを製造することが可能である．ここで，天然ガスの主成分であるメタンから水素や合成ガスを製造するための方法として，水蒸気改質，炭酸ガス改質，酸化的改質，接触部分酸化などがあり，触媒開発の研究が丁寧に行われてきた分野である．一方で石炭や重質油は，硫黄の含有率が高く，触媒が急速に劣化してしまうことが予想されることもあり，触媒を用いないプロセスが使用される．一方で，バイオマスの中には木質系バイオマスのように，硫黄含有率が低いものも多く，固体資源であるが，石炭とは異なり，触媒を用いるプロセスも想定される．しかし，2000 年当時，バイオマスのガス化や水蒸気改質のための触媒の開発が系統的に研究された例は非常に限られており，当時の研究では，天然ガスの水蒸気改質用の市販触媒を使用するなど，助触媒成分の量や状態を細かに最適化したものやキャラクターゼーションを十分に行ったものも少なかった．これらを背景として，バイオマスのガス化や水蒸気改質のための触媒開発研究をすることとした．著者らは，当時 NiO-MgO を高温水素還元して得られる触媒について，通常の固定床反応器でのメタンの水蒸気改質，炭酸ガス改質反応，そして流動層反応器を用いたメタンの酸化的改質などの研究を行っており，これらの知見をバイオマス用の触媒開発へ活用した．

2.1 流動層反応器を用いたバイオマスの触媒ガス化¹⁾

バイオマスのための触媒開発をするための最初の障壁は，バイオマスをメタンのように触媒層にフィードすることであった．活性，選択性，劣化挙動などを正確に測定する上で，反応物質の定常的なフィードは欠かせない．気体や液体の反応物質は容易に定常フィード可能だが，バイオマス（具体的にはセルロースまたは杉の粉末）を定

燃料電池用 Pt コアシェル触媒

同志社大学工学部電気化学教室 大門英夫

1. はじめに

地球環境保全の観点から、二酸化炭素を排出することなく電気エネルギーを供給できるシステムが求められている。固体高分子形燃料電池(Polymer Electrolyte Fuel Cell, PEFC)は水素ガスと大気中の酸素ガスを化学反応させて水を生成し、水素と酸素の化学エネルギーを直接電気エネルギーとして高効率に取り出すことができるクリーンエネルギー変換デバイスである。PEFCの作動温度領域は常温から約80°Cであるため、2009年から1kW級の家庭用コージェネレーションシステム(ENE・FARM)、2014年からは燃料電池自動車(Fuel Cell Vehicle, FCV)に使用されている。

PEFCのアノードでの水素酸化反応(Hydrogen Oxidation Reaction, HOR: $2\text{H}_2 = 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$)とカソードでの酸素還元反応(Oxygen Reduction Reaction, ORR: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$)では、その反応速度を高めるためにPt系触媒が使用されている。Pt系触媒上のHORに比べてORRの過電圧(反応抵抗)が大きいため、カソードではより多くのPt系触媒が使用されている(アノードで約0.1 mg/cm²、カソードで約0.5 mg/cm²)。しかし、Ptは希少で高価な貴金属であるため(¥3,251/g, 2018年12月14日時点)、PEFCの本格的普及の障害になっている。このため、PEFC用のPt系触媒の研究開発ではそのORR活性を高めることによってPt使用量を削減し、PEFCの低コスト化を図ることが重要課題である。さらに、Pt系触媒のORR活性を長期間にわたって維持すること、即ち、触媒の耐久性は実用触媒として極めて重要である。

同志社大学では2008年からFCVのPEFCに使用されるPt系触媒の使用量を現在(2008年当時)の1/10(目標0.1 mg/cm²に削減することを目的に、産官学の研究機関と連携してNEDO「低白金化技術」と「先進低白金化技術」プロジェクトを推進してきた。Pt使用量の削減にはPt系触媒のORR活性とその利用率を高める必要があり、我々は異種金属コア粒子表面にPt単原子層(Pt Mono Layer, PtML)シェルを設けたPtコアシェル触媒に着目して研究開発を進めてきた¹⁻⁶⁾。ここでは同志社大学で注力しているカーボン担持PtシェルPdコア触媒(Pt/Pd/C触媒)を中心に、そのORR活性と耐久性向上に向けた取り組みについて解説する。

2. Pt コアシェル触媒の特徴

Pt コアシェル触媒の第一の特徴は、PtML シェルを異種金属粒子の表面に設けているため、高価なPtの利用率(触媒表面のPt原子数/全Pt原子数×100%)が飛躍的に高まる点である。我々が標準触媒として使用しているカーボン担持Pt触媒(Pt/C触媒, TEC10E50E, 田中貴金属工業製)では、平均粒径2.8 nmのPtナノ粒子がカーボン担体上に担持されており、そのPt利用率は約50%である。一方、異種金属コア粒子Xの表面にPtMLシェルを設けたPtコアシェル触媒では、Pt利用率はXコアの粒径に依存せず100%に高めることができる(図1)。

水素の大規模貯蔵輸送技術 -SPERA 水素[®]システムの開発-

千代田化工建設株式会社 岡田佳巳

1. はじめに

水素エネルギーの利用は CO₂ 排出削減の有力な手段の一つとして期待されており、その利用はエネルギー基本計画等に盛り込まれて国策としての実用化と普及が進められている。CO₂ 排出削減には再生可能エネルギーの利用拡大が必須であり、再生可能エネルギーの利用は電力に変換して直接利用の方が効率的に有利である。しかしながら、電力を大規模に貯蔵輸送することは、送電ロスや蓄電池のエネルギー密度の観点から現状では困難なため、直接に利用できない再生可能エネルギーは「貯める」「運ぶ」が必要となる。水素は化石資源、原子力、再生可能エネルギー等のあらゆる一次エネルギーを利用して、地球上に豊富に存在する水を原料に製造できることから汎用性が高く、再生可能エネルギーから製造した水素を燃料として再生可能エネルギーの「貯める」「運ぶ」に利用するエネルギーシステムは、人類が恒久的に利用できる究極的なエネルギーシステムと考えられる。

水素エネルギーの大規模な普及を促進するためには、石油や天然ガスなどと同様に、水素を安全に大規模に貯蔵輸送できることが必須である。水素ステーション等の比較的の小規模な貯蔵輸送では、圧縮水素法と液体水素法が既に実用化している¹⁾。しかしながら、タンカーレベルでの大規模貯蔵輸送は実現していない。当社では 2002 年から原理的に最も安全性が高いと考えられる有機ケミカルハイドライド法の開発に着手して、2014 年までにパイロットプラントによる延べ約 10,000 時間の実証運転を行って技術確立を完了している²⁾。現在、NEDO プロジェクトとして世界に先駆けした国際水素サプライチェーン実証を 2020 年の東京オリンピック・パラリンピックの年に実施すべく準備を進めている。

本稿では、我が国の水素エネルギーの実用化普及の取組みに関する最新動向を解説するとともに、実用化が期待されている有機ケミカルハイドライド法を用いた“SPERA 水素”システムについて紹介する。

2. 我が国の水素エネルギー取組み

2014 年に策定された第 4 次エネルギー基本計画³⁾において、水素エネルギーは将来に熱や電気と並ぶ重要な二次エネルギーと位置付けられ、同年 6 月には水素・燃料電池戦略ロードマップが発行された⁴⁾。また、2015 年の COP21 では世界 196 カ国によってパリ協定が合意された⁵⁾。このとき、我が国は技術のイノベーションをもって目標の達成を目指す旨を表明して翌 2016 年にエネルギー・環境イノベーション戦略を策定し⁶⁾、この中でエネルギーキャリアを重点項目に挙げて CO₂ を出さずに水素等を製造するとともに、効率的な水素エネルギーキャリアで「貯める」「運ぶ」を行って水素で発電することを目指すことが掲げられた。また同年には水素・燃料電池戦略ロードマップ

2018 年の海外の触媒技術動向

アイシーラボ 室井高城 早稲田大学 関根 泰

1. はじめに

米国第 45 代大統領に就任したドナルド・トランプ氏は、2018 年も米国の国益を前面に押し出した外交を展開し、資源面でも独自性を強く主張して、TPP やパリ協定からの離脱などを推し進めた。ドイツではメルケル氏が、フランスではマクロン氏が求心力を低め、英国は EU からの離脱で多くの問題が未解決のまま先送りとなった。中国は習氏が 2 期目の政権につき、一帯一路政策を強力に推し進めた。北朝鮮は韓国との間でデタントが進んだ。これらに伴い、米国シェールガスのさらなる展開、中国の近隣国からのパイプライン敷設によるガス調達などが進み、資源・エネルギー分野では国ごとの独自性が高まる結果となった。また、欧州では再生可能エネルギー利用が進められ、ドイツでは瞬間的に再生可能エネルギー由来電力が総電力需要量の 8 割を超えるなどの動きが起こった。このような中で、触媒分野は、石油精製・石油化学、ならびに二酸化炭素利用で、国際的に活発な動きが中国や米国、中東を中心に見られた。石油精製・石油化学では産業界においてあらたなプラントの建設が進められ、また石油化学ではオンパース型のオレフィン・アロマ製造などが進められた。二酸化炭素利用においては、基礎研究が米国・欧州・中国などで精力的に展開された。以下、各節において 2018 年のこれら触媒の動向に関して産業界を中心にまとめる。

2. 石油精製

2020 年からの国際海事機関 (IMO) による船舶用燃料の低硫黄レギュレーションへの対応や、製油所のボトムレスを思いつく軽質油製造、オンパース型のナフサ留分の選択的合成などに大きな動きが見られた。学術分野では、この 1 年の間に、重質油のアップグレーディング関連で 90 報を超える論文、50 報を超える特許が出され、中国 (21 報)、カナダ (12 報)、イラン (12 報)、韓国 (10 報)、ロシア (8 報) が主要な研究プレイヤー、雑誌としては Elsevier の FUEL 誌 (16 報) が最多であった。脱硫に関する論文は少なく 10 報程度、特許が 45 件程度、FCC 関連も論文 10 報程度、特許 50 件程度であった。ブテン二量化は触媒関連研究が多く、20 件を超える論文、60 件を超える特許が出された。FT 合成触媒は、CO₂ 利用と絡めた視点で非常に多くの研究が行われており、1 年の間で 500 報を超える論文、350 件を超える特許が出された。中国が圧倒的で約 200 報、ついで米国が 70 報、イランが 35 報、オランダが 30 報、イギリスが 25 報であり、雑誌としては Elsevier の Applied Catalysis A 誌 (31 報)、ACS Catalysis (29 報) が多かった。

2.1 アップグレーディング

ENI スラリープロセス

中国 Sinopec は中国広東省茂名にある Sinopec Maoming Petrochemical Co. 茂名石化において重質油を水素化分解しアップグレーディングする Eni SPA の Eni slurry

2018年の科学技術政策動向および 触媒関連国家プロジェクトの状況

産業技術総合研究所 花岡隆昌

1. 我が国の科学技術政策をめぐる動向

1.1 全体動向

2018年は「第5期科学技術基本計画」の三年目であり、科学技術政策上は、統合イノベーション戦略の策定とイノベーション戦略推進会議の設置が特記される。これは2018年度以降、政府事業や政策を再検証して科学技術イノベーションの視点から再構築しつつ、CSTI体制に加えて官邸主導による調整機能で横串を通す体制を整備するものである。またImPACTの終了を受け、新たなムーンショット型研究開発事業をスタートさせる。これは「常識にとらわれない革新的な技術アイデアの創出」に対して、失敗も許容しつつ取り組むものであり、2018年度2次補正予算で約1000億円の基金が措置された。また国際的にはSDGsの動きが活発化し、政策や民間企業活動に大きく波及している。各省庁の推進政策に加えて、SDGsへの貢献を示す企業の増加が特徴であった。

1.2 総合科学技術・イノベーション会議の動向

「総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）」は、内閣総理大臣のリーダーシップのもと、国の科学技術を俯瞰しつつ、科学技術・イノベーション政策の企画立案と総合調整を行う司令塔であり、第5期基本計画の柱であるSociety5.0の実現に向けた議論の場である。2017年度には、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の導入や科学技術イノベーション総合戦略2017が討議された。

2018年度は12月までに4回の本会議が開催され、前半は主に統合イノベーション戦略の策定について討議された。（最近の議題を表1に示す）なお予算重点化に係わる年度ごとの「科学技術イノベーション総合戦略」は、次項の「統合イノベーション戦略」へ移行した。

表1. 2017年度から2018年度にかけてのCSTI本会議開催と概要

回数	開催日	主な内容
第36回	2月23日	国立研究開発法人理化学研究所の次期中長期目標（案）に対する総合科学技術・イノベーション会議の意見について（諮問・答申）
第37回	3月29日	(1) 平成30年度におけるSIPの推進について (2) 「ヒト胚の取り扱いに関する基本的考え方」見直し等に係わる報告（第1次）について
第38回	4月5日	統合イノベーション戦略の策定に向けて
第39回	6月14日	統合イノベーション戦略の策定について
第40回	11月22日	(1) 基礎研究力強化とハイリスク研究について～ノーベル生理学・医学賞受賞を契機として～ (2) 特定胚の取り扱いに関する指針の改正について（諮問・答申） (3) 国家的に重要な研究開発の評価結果について
第41回	12月20日	(1) 大学改革について (2) AIについて (3) ムーンショット型研究開発制度の基本的考え方について

2018 年の国内触媒関連技術動向

早稲田大学 関根 泰 常木英昭

1. 国内の化学工業と触媒研究の動向

経産省が 10 月にまとめた 2016 年～2022 年の世界の石油化学品の需給動向によれば、2017 年～2022 年の需要見通し(エチレン換算)は、2022 年には世界全体の需要量が 177.3 百万トン(2016 年比で 35.0 百万トン増)に達し、2017 年～2022 年の需要の年平均成長率は 3.7%となる見通しである。日本の生産能力は 6.9 百万トン(エチレン換算)で 2022 年でも増加せず、能力シェアは 4%から 3%へ減少する。クラッカーの稼働率は 2017 年から高水準を続けており、一部が設備上の問題から 70%に留まっているものの、堅調な内需への対応とともに、ナフサスプレッドの拡大もあり、誘導品に加えて基礎化学品も含めたアジアへの輸出が好調だったことから、全体として 95%以上の高い稼働率である。ただし、2009 年～2016 年と 2017 年～2022 年の年平均成長率を比較すると、エチレン換算需要は 1.1%から-0.6%へ、プロピレン換算需要は 2.3%から 0.4%へといずれも低下する見込みである。

基礎化学品の生産能力も 2016 年末に対して 2017 年末ではほとんどの製品で横ばいか微減であり、国内の基礎化学品の生産は、世界の流れから外れて停滞している。各社機能性化学品には注力しているが、触媒を用いた規模な新規なプロセスは立ち上がっていない。触媒学会学会賞(技術部門)の該当技術も平成 26 年度以降の 4 年間で 1 件だけとこの分野での化学各社の研究開発は低迷している。本年から新設された企業化実績を問わない技術進歩賞は 2 件あることから、新規開発技術を企業化するところでのハードルが高くなっていることぶうかがえる。

日本政策投資銀行による化学産業の設備投資動向(2018/1/18)によれば、2017 年 6 月時点での調査では化学産業の 2017 年度国内設備投資は、前年比 19.8%増と 4 年連続増加の計画であったが、2018 年度設備投資計画調査の概要(2018/8/1)では 2017 年が前年比▲0.6%で 2018 年は 29.3%増になる計画とされ、投資がずれ込んでいることがうかがえる。投資の内容は自動車向けや研究開発投資が引き続き増加することに加えて、日用品や電子・電池材料向けの投資が増加する。

2015 年 9 月に国連で採択された、2030 年を達成期限とする「持続可能な開発目標(SDGs)」の達成に向けた動きが昨年から出てきており、今年度はさらに化学各社の取り組みが進められており、技術開発もこれを意識したものになってきている。住友化学は、第 1 回目となる「ジャパン SDGs アワード」において SDGs 推進副本部長(外務大臣)賞を受賞するなど、積極的に取り組んでいる。日本化学連合でも 11/27 に「国連決議：持続可能社会(SDGs)をめざす科学技術の課題」と題してシンポジウムを開催するなど、アカデミアでも注目されている。

今年は 8 月に TOCAT8 と ZMPC2018 が横浜で同時開催された。TOCAT はアカデミアだけでなく、工業的な応用を重視しており、1000 名を超える参加者を迎え、海外からも多くの Industrial 部門の発表が有り、海外での工業触媒の研究は盛んである。

触媒が関わる主要プロジェクトの動向

年鑑出版委員会

2018年に計画が公表されている世界における各種プラントのプロジェクトのうち、触媒が大きく関わりと考えられる石油精製関連および石油化学・化学関連のプロジェクトについて、年鑑出版委員会にて動向を取りまとめた。まず、石油精製と石油化学・化学の主要なプロジェクトについて、建設国別のデータ一覧表を作成した。そのうえで、このデータを基にして主要建設国の年次動向を探った。

プロジェクトのデータは主に(株)重化学工業通信社が発行している ENGINEERING NETWORK (ENN)誌から収集した¹⁻²⁰⁾。

1. 触媒が関わる主要プロジェクトの動向

表1に2018年初頭（1月）の時点で公表されている、計画中の石油精製と石油化学・化学の主要なプロジェクトの件数を建設国別にまとめた。データは2018年1月に発行されたENN誌の”PROJECT SURVEY”に基づいて整理したものである¹⁾。また、表2に2018年期中（1月～12月）に新たに公表された石油精製と石油化学・化学の主要なプロジェクトの件数を建設国別にまとめた²⁻²⁰⁾。

表1のデータから、図1に2018年初頭の時点で公表されている、計画中の石油精製と石油化学・化学の主要なプロジェクトの件数を地域別に示した。また、表2のデータから、図2に2018年期中に新たに公表された石油精製と石油化学・化学の主要なプロジェクトの件数を地域別に示した。ここでは、世界をアジア・大洋州、アフリカ、欧州、ロシア・CIS、中東、中南米、北米の7地域に分けている。

表1より、2018年初頭の時点で公表されている、計画中の石油精製関連の主要なプロジェクトの件数は合計21件、石油化学・化学関連の主要なプロジェクトの件数は合計59件であった。表2より、2018年期中に新たに公表された石油精製関連の主要なプロジェクトの件数は17件、石油化学・化学関連の主要なプロジェクトの件数は24件であった。

2018年初頭の時点で計画中の石油精製関連の主要なプロジェクトの件数は、図1より、中東地域が10件で最も多く、次いでアジア・大洋州、アフリカの順に数件ずつ続いている。図2に示した2018年期中に新たに公表された石油精製関連の主要なプロジェクトの件数も中東地域が8件で最多であり、次いでアジア・大洋州、アフリカ順に数件ずつ続いている。2018年の石油精製のプロジェクトは、中東地域に比較的集中していたと言える。なお、個別の代表的なプロジェクトについては次項で触れる。欧州や北米、中南米では新規プロジェクトがほぼ無く、この地域においては、石油精製分野での産業が成熟していたり、市況低迷によって投資案件が減少したりと、大きな拡大が見込めない状況であることが考えられる。

同志社大学生命医科学部

Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

医情報学科 生体情報研究室

(FAX 0774-65-6789 太田)

◎太田哲男

教授

TEL 0774-65-6548 tota@mail.doshisha.ac.jp

大江洋平

准教授

研究テーマ

金属触媒を用いる不斉触媒反応の開発

(太田・大江)

新規触媒反応の開発

(太田・大江)

新しい有機合成手法の開発

(太田・大江)

最近の報文

1. “A Formal anti-Markovnikov Hydroalkoxylation of Allylic Alcohols with a Ruthenium Catalyst”; Yushi Nakamura, Tetsuo Ohta, and Yohei Oe, *Chem. Lett.*, 47, 288–291 (2018).
2. “Selective N-Monoalkylation of 6-Aminouracils with Alcohols: An Environmentally Benign Protocol for the Synthesis of 6-Alkylaminouracils”; Anggi Eka Putra, Yohei Oe, Tetsuo Ohta, *Eur. J. Org. Chem.*, **2018**, 392–397 (2018).
3. “Preparation of Isocyanoyllithiums via Halogen-Lithium Exchange Reaction and Their Reaction with Various Electrophiles”; Yohei Oe, Takashi Miyamoto, Yoshihiko Ito, and Tetsuo Ohta, *Chem. Lett.*, **46**, 1763–1765 (2017).

大阪大学大学院工学部 材料科学科

Graduate School of Engineering, Osaka University

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1

マテリアル生産科学専攻 マテリアル科学コース 材料理化学領域

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/msp/MSP-HomeJ.htm> (FAX 06-6879-7457 & 06-6105-5029)

◎山下弘巳

教授

TEL 06-6879-7457 yamashita@mat.eng.osaka-u.ac.jp

◎森 浩亮

准教授

TEL 06-6879-7460 mori@mat.eng.osaka-u.ac.jp

◎桑原泰隆

助教

TEL 06-6879-7458 kuwahara@mat.eng.osaka-u.ac.jp

◎Verma Priyanka

特任助教

TEL 06-6879-7458 verma.priyanka@mat.eng.osaka-u.ac.jp

◎大道徹太郎

技術職員

TEL 06-6879-7458 ohmichi@mat.eng.osaka-u.ac.jp

研究テーマ

可視光応答型光触媒による空気・水の清浄化とエネルギー資源変換

(Verma・桑原・森・山下)

ナノサイズ金属触媒の創製とグリーンケミストリー反応への利用

(Verma・桑原・森・山下)

多孔性ナノ薄膜の創製と高機能な界面光機能性材料としての応用

(桑原・森・山下)

汎用元素を利用したディーゼル排ガス処理触媒の開発

(桑原・森・山下)

アモルファス合金を利用した多孔質金属触媒の創製

(大道・桑原・森・山下)

最近の報文

1. “Single-site and nano-confined photocatalysts designed in porous materials for environmental uses and solar fuels”; H. Yamashita, K. Mori, Y. Kuwahara, T. Kamegawa, M. Wen, P. Verma, M. Che, *Chem. Soc. Rev.*, 47, 8072–8096 (2018).
2. “Surface engineering of a supported PdAg catalyst for hydrogenation of CO₂ to formic acid: elucidating the active Pd atoms in alloy nanoparticles”; K. Mori, T. Sano, H. Kobayashi, H. Yamashita, *J. Am. Chem. Soc.*, 1