

赤い枠をクリックすると見本のページにジャンプします

## 触媒技術の動向と展望 2013

### — 目次 —

#### 第一編 研究動向

##### 1. 時評

上智大学 瀬川幸一 3

##### 2. エネルギー・化学資源変遷から触媒研究を俯瞰する

平成 24 年度会長 北海道大学 上田 涉 4

##### 3. 分野別触媒技術の動向

###### [3-1] 金属触媒分野

銀触媒研究の最近の進歩

北海道大学 清水研一 6

###### [3-2] 酸化物触媒分野

ポリオキシメタレート化合物の吸着・触媒作用

東京大学 内田さやか 15

###### [3-3] 生体・錯体触媒分野

酵素の触媒機能を有する分子触媒の研究動向

名古屋大学 石原一彰 25

###### [3-4] 有機化学分野

環境調和型触媒的全合成に向けて-アリル化反応の脱塩型から脱水型プロセスへの変換

名古屋大学 田中慎二 北村雅人 35

###### [3-5] 高分子化学分野

リビングカチオン重合における触媒技術の動向と展望

大阪大学 金澤有紘 金岡鐘局 青島貞人 43

###### [3-6] キャラクターゼーション

X線自由電子レーザー施設 SACLA

理化学研究所 初井宇記 矢橋牧名 54

###### [3-7] バイオマス転換分野

バイオマスエネルギー産業の将来展望

三菱商事(株) 澤 一誠 62

##### 4. 工業触媒注目技術

###### [4-1] 工業触媒注目技術-1-

水素精製用 Nb-Ni-Ti 合金の開発

日立金属(株) 山村和広 73

[4-2] 工業触媒注目技術-2- 金属ナノ粒子	新日鉄住金化学(株) 河野 巧	82
[4-3] 工業触媒注目技術-3- メタロセン触媒法ポリオレフィン	日本ポリケム(株) 内野英史 田谷野孝夫 (株) 三菱化学科学技術研究センター 丹那晃央	90
5. 海外の触媒技術動向	(株) 三菱化学テクノロジーリサーチ 大竹正之	102
6. 平成 24 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 島田広道	156
7. 2012 年度の国内触媒技術関連動向	年鑑出版委員会 (株) 三菱化学テクノロジーリサーチ 大竹正之	167
[8-1] 特別寄稿-1- 大阪市立大学における人工光合成研究センターについて	大阪市立大学 木下 勇	226
[8-2] 特別寄稿-2- 東京理科大学総合研究機構『光触媒国際研究センター』の目指すもの	東京理科大学 寺島千晶 藤嶋 昭	233
[8-3] 特別寄稿-3- 研究所紹介 独立行政法人物質・材料研究機構	物質・材料研究機構 高田 剛	243
[8-4] 特別寄稿-4- King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) アブドゥラ王立科学技術大学 (KAUST)	高鍋和広	250

## 第二編 講演会等の記録

1. 第 48 回触媒フォーラム「未来エネルギーを創製する触媒化学」		
[1] ソーラーフュエル研究の現状と展望	東京大学 堂免一成	257
[2] 微細藻類からの Drop-in Fuel 製造	出光興産(株) 福永 哲也 大橋 洋 社本 潤	263
[3] グリーンケミストリーを志向した資源変換プロセス	千葉大学 佐藤智司	269
[4] 石油精製と化学の連携に関わるプロセス開発	JX 日鉱日石エネルギー(株) 藤山優一郎	277
2. 第 109 回触媒討論会注目発表		287

### 第三編 国際会議の記録

#### 1. 国内開催国際会議から

- [1] 8th International Colloquium on Heterogeneous Ziegler-Natta Catalysts  
北陸先端科学技術大学院大学 谷池俊明 295
- [2] International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals 2012 (ZMPC2012)  
広島大学 犬丸 啓 297
- [3] The 6th International Conference on Gold Science, Technology and Applications (Gold 2012)  
大阪大学 奥村光隆 299

#### 2. 海外開催国際会議から

- [1] CAT4BIO post-satellite conference of the 15th International Congress on Catalysis  
高知大学 恩田歩武 301
- [2] 15th International Congress on Catalysis 2012  
大分大学 天尾 豊 303
- [3] 18th International Symposium on Homogeneous Catalysis  
東京大学 楠本周平野崎京子 305
- [4] 4th International IUPAC Conference on Green Chemistry (ICGC4)  
新化学技術推進協会 牛窪 孝 307
- [5] International Symposium on Activation of Dioxygen and Homogeneous Catalytic Oxidation (ADHOC2012)  
大阪大学 伊東 忍 309
- [6] 7th edition of the International Conference on Environmental Catalysis  
東北大学 中川善直 310

### 第四編 触媒学会活動記録

1. 表彰受賞者リスト 315
2. 部会・研究会アニュアルレポート
- [1] 参照触媒部会 316
- [2] 公開討論部会 318
- [3] ファインケミカルズ合成触媒研究会 319
- [4] 有機金属研究会 321
- [5] コンピュータの利用研究会 323
- [6] 生体関連触媒研究会 325
- [7] 表面化学と触媒設計の融合研究会 327
- [8] 重合触媒設計研究会 329
- [9] 高難度選択酸化反応研究会 330
- [10] 水素の製造と利用のための触媒技術研究会 332
- [11] GTX 研究会 333
- [12] 規則性多孔体研究会 335
- [13] ナノ構造触媒研究会 337

[14]	燃料電池関連触媒研究会	338
[15]	光触媒研究会	340
[16]	環境触媒研究会	341
[17]	工業触媒研究会	343
[18]	バイオマス変換触媒研究会	345
[19]	固体酸の原理と応用研究会	347
3.	各支部活動記録	
[1]	北海道支部活動記録	348
[2]	東日本支部活動記録	349
[3]	西日本支部活動記録	351
4.	活動カレンダー	353

## 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 中本博美	357
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	365

## 執筆者索引

405

## 編集後記

407

## [3-7] バイオマス転換分野

# バイオマスエネルギー産業の将来展望

～ Asia-Pacific Biomass Community 構想 ～

三菱商事株式会社 澤 一誠

### 1. はじめに

欧米起点の戦略産業として、近年オイルメジャー・穀物メジャーの参入によって本格的な大規模グローバル市場が形成されつつあるバイオマスエネルギー産業の分野に於いて、日本は現時点では後発ポジションであるばかりか、3.11以降注目されている再生可能エネルギーの中での位置付けも低いと言わざるを得ない。本稿では、新たに戦略的に生み出されるグローバル産業という視点でバイオマスエネルギーを将来の有望産業分野と捉え、今後日本が取るべき方向性としてバイオマス資源ポテンシャルの高いアジア・大洋州地域に於いて、官民が連携して、日本企業が現地企業と共同でバイオマスリファイナリー（バイオマス由来エネルギー/ケミカル/マテリアル製造複合産業）の展開を図り、開発輸入+地産地消型の産業として持続可能なサプライチェーンの構築を目指した取組みを行なうことを提唱する。

### 2. 世界のバイオマスエネルギーの動向

IEA World Energy Outlook 2011によると、道路輸送用燃料は2009年17.6億toeから2035年には24.4億toeとなり1.4倍となる見込みだが、その内のバイオ燃料は2009年に52百万toeで3%相当となり、2035年には1億92百万toeと8%相当を占めるに至り、何と伸び率は3.7倍になると予想している。バイオ燃料の後発地域であるアジアは2009年には3百万toeしかなかったものが、2035年には5.6百万toeと18.7倍迄伸び、世界の29%を占めるとの予測を立てている。

更にIEAが昨年4月に発表した「輸送用バイオ燃料ロードマップ」では2050年迄の需要予測が行なわれているが、これによると2050年には7.5億toeと2010年(55百万toe = 約6兆円規模)の14倍に伸びて80兆円規模の産業となり平均混合率も27%相当を占めると予測されている。

又、2050年時点での内訳では、現在導入検討中である航空機用(全体の26%で2億toe)と船舶用(同11%、80百万toe)での普及も確実視されている。

実は2010年に平均混合比率が3%を超えたことは非常に大きな意味を持っており、ShellやBP等オイルメジャーは予てから3%を超えたらエネルギーポートフォリオの一角を占める燃料との見方をしていたことから、一昨年ブラジルで大型投資を行なった。Shellはブラジルエタノール最大手COSANとRaizenという合弁会社を設立して220万KL/年のエタノール製造事業会社を傘下に持ち、5年後には500万KL/年に拡大する方針を公表、一方、BPはCNAAを買収して180万KL/年のエタノール製造事業を手中に収めた。既に米国で先行するADM、Bunge等穀物メジャーもブラジルに進出したことで、正にビッグプレイヤーが出揃ってきた。

この成長の原動力は何かと言うと、バイオマスエネルギーは政策的に導入され、国の支援に基づく戦略産業として積極的に育成される性格を持つからである。即ち、バイオマスエネ

## [4-2] 工業触媒注目技術-2-

# 金属ナノ粒子

新日鉄住金化学株式会社 河野 巧

### 1. はじめに

学際的アプローチ、科学（サイエンス）と技術（テクノロジー）の連携、複数技術の融合といった取組みの重要性はよく言われているが、触媒分野はこういった取組みが最も必要で、多彩な成果を産み出すフィールドであるように思われる。ナノサイエンス、ナノテクノロジー、ナノ材料は 2000 年のクリントン大統領によるナノテクイニシアチブ演説で一躍有名になり、研究者のみならず一般市民の話題にもなりブームともいえるまでになった。近年目覚ましい進歩を遂げているのは議論の余地がないところであり、触媒研究との融合によって触媒メカニズム解明や新規触媒開発に大きな期待ができる先端研究分野であろう。

表 1 は、触媒研究とナノ材料研究の主要な動きを記載した年表<sup>12)</sup> であるが、1980 年頃から、両研究の融合一体化が見て取れる。我国では、1981 年に開始した新事業開発事業団林 ERATO 超微粒子プロジェクトの中で超微粒子の触媒への利用についても検討されてきたし、1987 年の春田による金ナノ粒子の酸化触媒効果の発見はナノ材料研究と触媒研究が不可分であることを示す象徴的な事例であろう。ナノ材料は、コロイダルシリカ等の無機材料やフラーレン、CNT、グラフェン等の炭素材料の研究、実用化が活発に行われてきたが、今後は金属ナノ粒子の研究と実用化が大いに期待できるところである。従来、触媒は不均一系触媒（固体触媒）と均一系触媒（錯体分子触媒）に分類して論じられるのが通常であったが、そもそもナノ物質とは原子・分子とバルク固体との中間に位置する物質であり、これまでの触媒の概念や触媒研究のアプローチについても大きな変革をもたらす事が予想され、金属ナノ粒子を用いた画期的な触媒の実用化も期待できよう。

ナノサイエンスは、分子が原子間の化学結合で形成されるナノサイズの物質であることが認識された時点に始まったと考えることもできるが、具体的に 1962 年の久保による金属ナノ粒子の電子状態が離散性を示す量子ドット、1970 年の江崎によるナノ薄膜を用いた超格子の提案が行われた時点が萌芽時期であり、50 年以上の歴史があると考えられる。また、1959 年に R. Feynman が、Caltech における American Physical Society 年会で “There is plenty of room at the bottom” という有名なフレーズでナノ物質の世界に大きな宝が埋もれている可能性を示唆していたことはよく知られている。

一方、ナノテクノロジーは、ムーアの法則に従って半導体の微細化が進み、1990 年頃にデザインルールが 1  $\mu\text{m}$  以下になった事がよく知られている。それ以降も高密度シリコンデバイスを作成するためにナノレベルの加工技術は大きな進歩を遂げ、現在では最先端デバイスのデザインルールは 32nm 以下にまでなってきたが、人類がナノサイズで材料を加工するナノテクノロジーを手にしたのはこの 20 年に過ぎない。さらに言えば、100nm 以下のナノ加工技術を用いることが可能になったのは高々 10 年であるといえる。

## 2012 年度の海外の触媒技術動向

(株) 三菱化学テクノリサーチ 大竹正之

### 1. 世界の化学工業と触媒研究の動向

2012 年は 2011 年の日本の東日本大地震、米国、オーストラリア、タイなどの大規模洪水など、自然災害、異常気象被害による影響からの復帰とともに、やはり 2011 年に深刻化した欧州の経済危機への対応で混乱が続いた。

トムソン・ロイターの発表したエネルギー部門の世界企業の時価総額ランキングで、米 ExxonMobil、英 BP に続いて、英蘭 Royal Dutch Shell、中国石油天然気 (ペトロチャイナ) が 3 位で肩を並べている。アジアでは中国石油化工 (Sinopec)、中国海洋石油 (CNOOC)、中国神華能源が上位にあり、インド Reliance、石油天然ガス公社、コール・インディア、さらにタイ・タイ石油公社 (PTT)、台湾・FPC が続き、その下に日本の国際石油開発帝石、JX ホールディングスがが続いている。化学工業では中国が米国を抜いて世界最大の生産国になった。中国石油・化学工業連合会のまとめによると、化学工業の総生産額は 2011 年に前年比 32% 増の約 80 兆円になった。

APIC (Asia Petrochemical Industry Conference) 2012 がクアラランプール KLCC で開催された (2012/05/17-18) (化学工業日報 2012/06/14, p6-7)。2010 年にアジアのエチレン生産量は 650 万 t/y 増加したが、2012-13 年にはシンガポール、インド、中国を中心に 669 万 t/y 増加する見通しである。中国・工業情報化部「石油・化学工業“12・5”計画」によると中国の 2010 年のエチレン消費量は 2,960 万 t、プロピレン消費量は 2,150 万 t であり、2015 年の需要予測は 3,800 万 t、2,800 万 t である。計画ではエチレン供給量を 2015 年までに 2,700 万 t/y、プロピレンを 2,400 万 t/y とする。中国には Sinopec、CNOOC などが関連する 100 万 t/y 超の計画がなお 15 以上存在し、MTO、MTP、CPP (接触熱分解)、CTO も重視している。中国石油 (CNPC)・撫順、大慶の新增設が完成、四川でも新設中である。日本の生産量は中韓に続くアジア 3 位になった。環境規制が進む台湾の企業 (台湾プラスチックグループ、騰龍グループ) は中国・福建省で Sinopec とナフサクラッカー (エチレン各 120 万 t/y、80-100 万 t/y 規模) の合弁事業の検討を開始している。すでに台湾・李長栄、台湾聚合化学品、中国石油化学工業開発、和銅化学の 4 社が Sinopec と大型コンプレックス (ETY 120 万 t/y) 計画の協議に入っている。中国石油 (CNPC)、カタール QPI、シェルの三社が浙江省台州市で石油精製 2,000 万 t/y、エチレン 120 万 t/y のプロジェクトを 2015 年完成予定で進めるなど、中東諸国の対中国投資が活発となっている。一方世界レベルでは米国でシェールガス原料のクラッカー新設計画、中東地区でも複数の 150 万 t/y 超の新設計画があり、エチレン生産量の増加は続く。韓国でも湖南石化 (大山、尉山) が 2012 年、サムスンタル (芳香族、大山)、湖南石化 (オレフィン、麗水)、錦湖石化 (機能化学品、麗水) の三件が 2014 年稼動開始予定で新設中である。シェールガス開発で使用する樹脂 (フェノール樹脂、ポリグリコール酸など) の増産も進んでいる。米国は 2011 年に LPG の輸出国に転換している。シェールガス資源の可採埋蔵量が大きい中国でも開発を推進する予定であるが、当面は炭層ガス (CBM) の開発を加速する (化

# 平成 24 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 研究環境安全本部 島田広道

## 1. 科学技術政策を巡る動向<sup>1)</sup>

### 1. 1 全般動向

内閣府設置法では、総合科学技術会議の議員は関係閣僚と有識者 14 人以内で構成し、半分以上を有識者とすることが定められているが、25 年 1 月 5 日に有識者 7 人のうち 3 人の任期が切れた（有識者常勤議員は不在）。このため、昨年に引き続き、1 月 6 日以降、公式の総合科学技術会議は開催されない状態となった。総合科学技術会議は首相を議長として国の科学技術政策を推進する司令塔と位置づけられ、原則として月一回開催となっているが、平成 24 年度も平成 23 年度に引き続いてわずか 5 回（うち 2 回は持ち回り）の開催であった。

総合科学技術会議については、民主党政権下で改組とその位置づけについて議論がされ、「科学技術イノベーション政策推進のたより」有識者研究会」によってとりまとめられた 23 年 12 月の報告書では、科学技術とイノベーションを一体的に推進する「科学技術イノベーション戦略本部（仮称）」（詳細は「触媒技術の動向と展望 2012」の本項）の設置とその体制整備案を示した。しかし、24 年 11 月に閣議決定された改組法案では、「総合科学技術・イノベーション会議」と改名され、各省庁へ予算配分方針の提示や勧告を行う強い権限の付与や首長に直接助言する「首席科学技術イノベーション顧問」の設置は見送られた。結果的に、改組法案は衆議院の解散によって廃案となり、科学技術政策の司令塔機能の強化についての議論は振り出しに戻る事となった。

新政権となっても、国の科学技術政策司令塔の権限・体制強化に向けての流れは不変で、科学技術政策担当大臣、経済再生担当大臣からは相次いで、総合科学技術会議の機能強化、改組の方針が打ち出された。上記の通り、当面、総合科学技術会議は開催されないことから、重要政策の動向については、前政権に引き続いて毎週開催される「科学技術政策担当大臣等政務三役と総合科学技術会議有識者議員の会合」を通じて発信されることとなる。25 年 1 月 17 日の会合では、科学技術政策担当大臣の下に科学とイノベーションに関する基本的な政策の推進に係わる事項について検討する「科学技術イノベーション政策推進懇談会」を設置し、さらに懇談会における議論に資するため①復興・再生戦略、②グリーンイノベーション戦略、③ライフイノベーション戦略、④基礎研究および人材育成、⑤ICT 共通基盤技術検

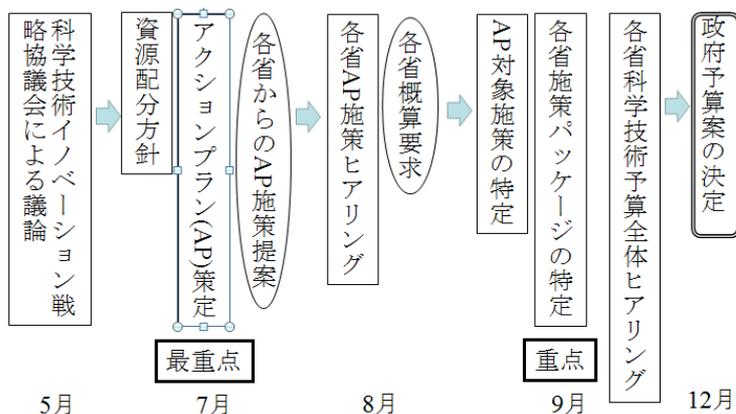


図 1 平成25年度科学技術予算編成プロセス

## 2012 年度の国内触媒技術関連動向

年鑑出版委員会、(株)三菱化学テクノリサーチ 大竹正之

### 1. 国内の化学工業と触媒研究の動向

国内大手化学メーカーの多くが 2012 年 3 月期決算は営業減益になった。東日本大震災、欧州通貨危機と為替レート、原燃料の価格高騰、タイの洪水などマイナス要因の影響が出た。2013 年 3 月期に向けて環境好転への期待もあるが、日本の石油化学産業は急速な生産・出荷量の減少を背景に誕生以来 3 度目となる構造転換に突入、国内設備削減を開始した。ポリオレフィン (LLDPE, HDPE, PP) の高水準の輸入が続いており、三井化学・出光興産、三菱化学 (鹿島) や丸善石油化学 (千葉) がオレフィン能力削減の検討を開始した。高機能品へのシフトを進める。2011 年のエチレン (ETY) 生産量は 17 年ぶりの低水準となった。過剰設備の解消でコストを下げ、生き残りを目指す。併せて日本の総合化学メーカーは主力石油化学製品の海外、特にアジアでの生産を加速している。住友化学はサウジアラムコとの合弁会社ペトロ・ラービグで 2 期計画 (エチレン、プロピレン増強、誘導品) を推進中で、2016 年にはほぼ全ての誘導品が稼働開始する予定である。

経済産業省産業技術環境局は戦略的国際標準化加速事業を平成 21 年度から開始している。先端医療、水、次世代自動車、鉄道、エネルギーマネジメント、コンテンツメディア、ロボットなど 7 分野を戦略分野とする。化学を含む素材産業への影響も考えられる。

日本化学会は化学の将来像を描いた報告書「30 年後の化学の夢ロードマップ」を、10 領域、104 テーマについて発表した。2011 年 8 月に日本学術会議がまとめた「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」の化学版である。

産業技術総合研究所が中心となる日本を元気にする産業技術会議がエネルギー・資源、革新的医療・創薬、先端材料・製造技術の分野で多くの提言を行った。イノベーションとそれを支える専門性+α の広い知識、コミュニケーション力や表現力の重要性を強調した最終報告書をまとめている (日本経済新聞、2012/12/13, p14)。

独 Evonik・Marl 工場シクロドデカトリエンプラント (2012/03/31) に続き、国内では三井化学・岩国大竹工場レゾルシノール・ハイドロキノンプラント (2012/04/22)、日本触媒・姫路製造所アクリル酸プラント (2012/09/30) で大きな爆発事故があり、衝撃を与えた。明るい話題では新潟沖の日本海で大規模な油田・天然ガス田の可能性が見出され、2015 年に試掘を開始する。国際石油開発帝石はイラク政府が実施した油田鉱区の国際入札でロシア・ルクオイルと共同で開発権を取得した (日本経済新聞、2012/10/04, p11)。

### 2. 石油化学分野での触媒技術開発

#### 2.1 基礎原料関係

日揮、三菱化学は、ジメチルエーテル (DME) からプロピレン (PPY) を製造する技術の実用化にめどをつけた。オレフィンとの共分解 (DTP) 反応方式で、2012 年度中に海外ライセンス供与と採用案件の獲得を目指す (日刊工業新聞、2012/04/27, p11)。

# 触媒工業の概況について

触媒工業協会 中本 博美

## 1. 触媒の生産・出荷の動向

### 1.1 概況

2011年の化学工業は、東日本大震災、タイ洪水の影響などを大きく受けた。前年対比で生産指数は約2%減少、また出荷指数は約4%減少となり、生産・出荷指数は共に2年ぶりの低下となった。

このような背景の下で、結果として、2011年の触媒工業は、東日本大震災、タイ洪水の影響などで自動車排ガス浄化用は大きく落ち込むも、一方で石油化学製品製造用が好調に推移し、また、その他環境保全用が好調に転じたこと等が全体をプラスに牽引した。3年ぶりに生産量・出荷量・出荷金額の全てで前年を上回った。

なお、2011年から、油脂加工用と医薬・食品製造用及びその他工業用が統合された為に、それぞれの動向に関しては、見えなくなった。

### 1.2 生産・出荷の動向

触媒の生産・出荷の動向を（図1）および（表1）に示す。2011年の生産量は約103,600トン（前年対比2%増）、出荷数量は約97,300トン（前年対比1%増）、出荷金額は約3,145億円（前年対比10%増）であった。

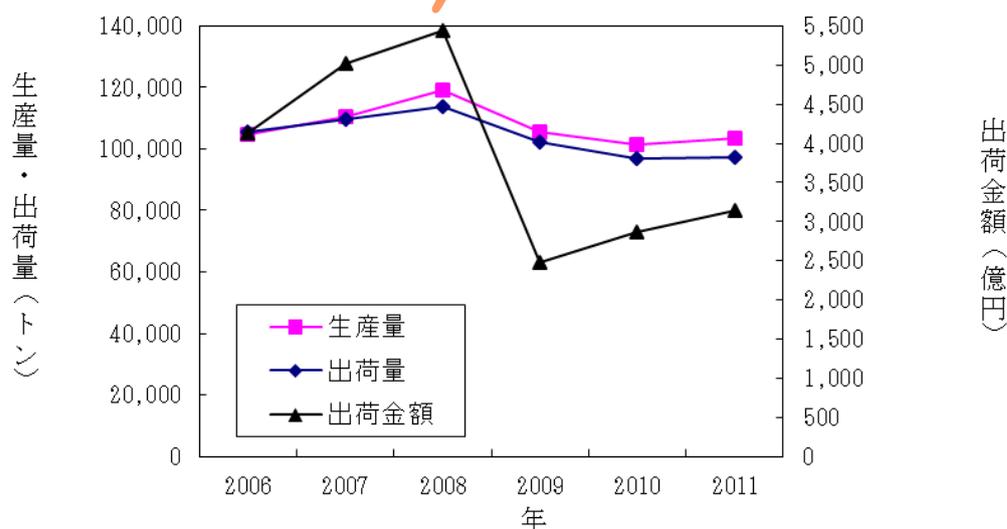


図1. 触媒生産量、出荷量、出荷金額の推移

生産量・出荷量・出荷金額の全てで前年を上回ったのは3年ぶりで、生産量は約2,200ト