

# 日本催化剂技术 动态与展望

# 2018

中国有色金属工业协会铂族金属分会  
中国有色金属学会贵金属学术委员会  
高化学技术株式会社  
日本触媒学会

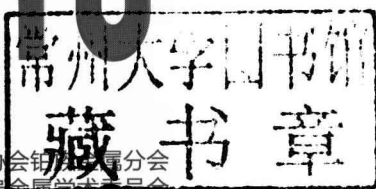
合作编写



化学工业出版社

# 日本催化剂技术 动态与展望

# 2018



中国有色金属工业协会铂业分会  
中国有色金属学会贵金属学术委员会 合作编写  
高化学技术株式会社  
日本触媒学会



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对日本催化剂行业 2017 年的技术动态与展望进行了介绍。全书共分七篇：日本催化剂研究动态；催化剂研讨会重要论文；日本工业催化剂技术及发展方向；国际会议信息；2016 年全球催化剂技术动态；2016 年日本科学技术政策动态及催化剂项目情况；2016 年日本催化剂技术动态。可供从事催化研究、生产和应用各类技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

日本催化剂技术动态与展望 2018/中国有色金属工业协会铂族金属分会等编写. —北京：化学工业出版社，2018. 2

ISBN 978-7-122-31321-8

I. ①日… II. ①中… III. ①催化剂-科学进展-日本-2018 IV. ①TQ426

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 323489 号

---

责任编辑：赵卫娟

装帧设计：王晓宇

责任校对：陈 静

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市胜利装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 29¼ 字数 453 千字 2018 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：198.00 元

版权所有 违者必究

## 本书参与人员

朱绍武 陈家林 左 川 邱红莲  
杨知微 高 潮 柴剑宇 郝新宇



# 前 言

日本触媒学会每年出版发行《催化剂技术动态与展望（日文版）》，总结日本催化剂技术发展前沿和发展趋势，同时精确统计和分析世界各国催化剂的最新动向。今年，由日本触媒学会、中国有色金属学会铂族金属分会和中国有色金属学会贵金属学术委员会牵头，云南省贵金属新材料控股集团有限公司与高化学株式会社合作，将2017版的《催化剂技术动态与展望》以中文形式在中国出版发行，将书中的宝贵信息与中国的催化剂行业相关读者分享，我们感到无比的高兴和自豪。

众所周知，催化剂在化学反应过程中起到举足轻重的作用，大约有90%以上的工业过程，如煤化工、石油化工、生物工程、环境保护等方面要使用催化剂。催化剂开发水平的高低甚至直接决定一个国家化学工业水平的高低。而贵金属作为相当一部分催化剂的重要活性组分，在催化领域也逐渐受到重视，被广泛研究和应用。正是基于对两者结合点的了解和认识，我们希望出版本书的同时能让催化剂行业和贵金属行业的精英通过本书更好地了解对方行业，找到更好的行业结合点和商业机会，为两个行业之间的交流架起沟通桥梁。

此外，日本无论在催化剂技术的工业化还是市场化推广上都在全球前列，而中国作为催化行业的后起之秀也正在快速的追赶和成长，并在很多领域已经找到了自己发展的方向。我们也希望通过本书的发行，在中日之间架起催化剂技术沟通的桥梁，为两国在催化剂行业的技术交流、商业沟通方面，提供相互学习和提高的平台。进而促进中国工业催化剂产品向高技术、高附加值方向继续发展。

本书内容难免有不妥之处，请读者谅解；对书中内容或相关催化剂信息的一般查询请联系我们（haoxy@highchem.co.jp）。

编 者  
2017年12月



# 目 录

## 01 Chapter

<b>第 1 篇</b>		
<b>日本催化剂研究动态</b>		/ 001
专题 1: 时评——催化研讨会、目标反应的传统	丹羽千	/ 002
专题 2: 对日本研究会活动的思考	尾中笃	/ 005
专题 3: 不同领域催化剂技术的动态		/ 008
金属催化剂——金属催化剂元素间的融合·稀有金属的代替		
	草田康平 小林浩和 北川宏	/ 009
氧化物催化剂——MTO 用沸石催化剂的开发		
	吉冈真人 横井俊之 辰巳敬	
	原雅宽 小野塚博晓 堤内出	
	青岛敬之 武胁隆彦 濑户山亨	/ 021
配合物——交叉偶联反应的新进展—— $sp^3$ 碳上的成键反应		
	岩崎孝纪 神户宣明	/ 032
有机化学——切断非活性碳-氢键, 与有机硼酸酯进行的偶合反应的开发和利用		
	垣内史敏	/ 048
生物质高效转换——水相氮氧自由基催化剂作用下的纤维素择位氧化与纳米纤维化		
	矶贝明	/ 065
尖端领域——实现连贯精密合成的非均相催化剂		
	小林修 斋藤由树	/ 080
表征——电极反应下的催化剂活性控制及反应场构建		
	久米晶子	/ 091
<b>专题 4: 工业催化剂关注技术</b>		/ 104
基于微波的创新催化剂反应体系的构建及流程设计		
	塚原保德	/ 105
沸石分离膜的开发与应用	武胁隆彦	/ 114

碳纳米管量产及使用技术的研究动态——Super Growth 单层碳  
纳米管 松本尚之 / 123

## 02 Chapter

### 第 2 篇 催化剂研讨会重要论文 / 135

由规则合金的特殊表面原子排列控制的立体选择分子转换

古川森也 越智一喜 罗辉 小松隆之 / 136

层状复合氢氧化物(LDH)的光催化活性及水中 CO<sub>2</sub>的光还原活性

井口翔之 寺村谦太郎 细川三郎 田中庸裕 / 138

使用多孔金属配合物(MOF)的光催化设计——可见光响应型光  
催化剂和双功能光催化剂的开发

堀内悠 鸟屋尾隆 松冈雅也 / 141

## 03 Chapter

### 第 3 篇 日本工业催化剂技术及发展方向 / 143

日本催化剂工业概况 岩田泰夫 / 144

催化剂相关的主要项目动态 / 154

## 04 Chapter

### 第 4 篇 国际会议信息 / 165

Pre-symposium of 16th International Congress on Catalysis and  
2nd International Symposium of Institute for Catalysis, “Novel  
Catalysts for Energy and Environmental Issues”

中岛清隆 / 166

11th Natural Gas Conversion Symposium (NGCS 11)

小河脩平 / 169

The 18th International Zeolite Conference (18 IZC)

片田直伸 / 172

16th International Congress on Catalysis (16th ICC)

清水研一 / 175

Pre-symposium of ICC16: International Symposium on Catalytic Conversions of Biomass (ISCCB—2016)	西村俊 / 177
Defects in Semiconductors: Gordon Research Conference	兼古宽之 / 179
Chemeca 2016 (国际化工会议)	清川贵康 / 181
International Symposium on Catalysis & Fine Chemicals 2016 (C&FC2016)	水垣共雄 / 184

## 05 Chapter

### 第 5 篇

#### 2016 年全球催化剂技术动态

大竹正之 / 187

1 世界化学工业及催化剂研究动态	/ 188
2 石油化学领域的催化剂技术开发	/ 197
3 石油精炼	/ 233
4 有机合成	/ 246
5 环境催化剂	/ 269
6 可再生能源技术及燃料电池	/ 285
7 基础催化化学及催化材料 (表面化学、酶、沸石等)	/ 307
8 催化产业	/ 316

## 06 Chapter

### 第 6 篇

#### 2016 年日本科学技术政策动态及催化剂项目情况

华冈隆昌 / 319

1 科学技术政策动态	/ 320
2 日本经济产业省产业技术政策动态	/ 325
3 NEDO 项目动态	/ 327
4 结语	/ 333

## 07 Chapter

### 第 7 篇

#### 2016 年日本催化剂技术动态

大竹正之 / 335

1 日本化学工业及催化剂研究动态	/ 336
------------------	-------



2	石油化学领域的催化剂技术开发	/ 338
3	石油精炼	/ 367
4	有机合成、生物碱化学品及绿色化学	/ 374
5	环境催化剂	/ 392
6	可再生能源技术、二次电池、燃料电池	/ 416
7	基础催化化学、催化材料（表面化学、酶、沸石等）	/ 445
8	催化业务	/ 455

第 **1** 篇

# 日本催化剂研究 动态

# 专题 1：时评——催化研讨会、目标反应的传统

丹羽千

(鸟取大学 名誉教授)

这么长时间以来，我多次参加催化讨论会，受益颇深。从今年开始我将出任名誉会员并受邀参加该会，我深感荣幸。在现任的各位面前我自然相形见绌，还请今后多加指教。

日本催化学会里存在着某种目标反应、流行等现象，并随着时代逐步变迁。但是，我们始终围绕着与资源、能源、环境等问题密切相关的主题，真诚地交换意见、切磋技能。近年来似乎这类目标反应的传统正在不断丢失，但让人欣慰的是氢气的使用及制造的相关研究成为最近与之相适应的主题。该问题较为复杂，以下我仅以个人观点做简要陈述。

几年前，CO<sub>2</sub>导致全球变暖的话题炙手可热时，曾有有识之士将“氢气的 CO<sub>2</sub>还原”作为研究主题。对此，我持怀疑态度，甚至认为其主题的选定就有问题。我曾经在研究室里介绍过这番想法，然而无端生出的斥责使得我有口难言。在催化讨论会上，同样的问题再次被提了出来。不外乎是“氢气要从何而来？”“这样一来 CO<sub>2</sub>不就不减反增吗？”

虽然对于此次话题中心的“氢”，大家还是有同样的疑问，但是和以往不同，氢燃料电池作为明确的利用方式已经成为研究的目标，此外在广泛范围内与此相关的问题也成为研究的中心。然而在现实中，我们依然很难说前文提到的问题，即氢气制造过程中如何实现 CO<sub>2</sub>生成量的减少，已经得到了充分解决。

图 1<sup>[1]</sup>为不同燃料的汽车行驶 1km 的 CO<sub>2</sub>排放量进行对比的结果。目前的汽车中，混合燃料汽车的 CO<sub>2</sub>排放量最少。该图的右侧为考虑到氢气

制造过程的氢燃料电池汽车的 CO<sub>2</sub> 排放量。在烃的水蒸气重整制造氢的过程中，以石脑油为原料时的 CO<sub>2</sub> 排放量显著增多，以都市燃气即甲烷为原料时的 CO<sub>2</sub> 排放量有所减少。此类比较结果和烃的 C、H 的构成比例相关，几乎不存在进一步研究的余地。氢本来就是绿色能源，由此在其生产过程中必不能依赖右侧所列生物气体或可再生能源类化石燃料。有鉴于此，氢燃料电池的未来性便强烈依赖于与可再生能源的使用相关的革新性技术开发。但是，若没有燃料电池自身能源效率的不断改善，其任何设想都将不会成立。由此，我非常期待正投身燃料电池研究的各位，能在今后的研究中取得进步。

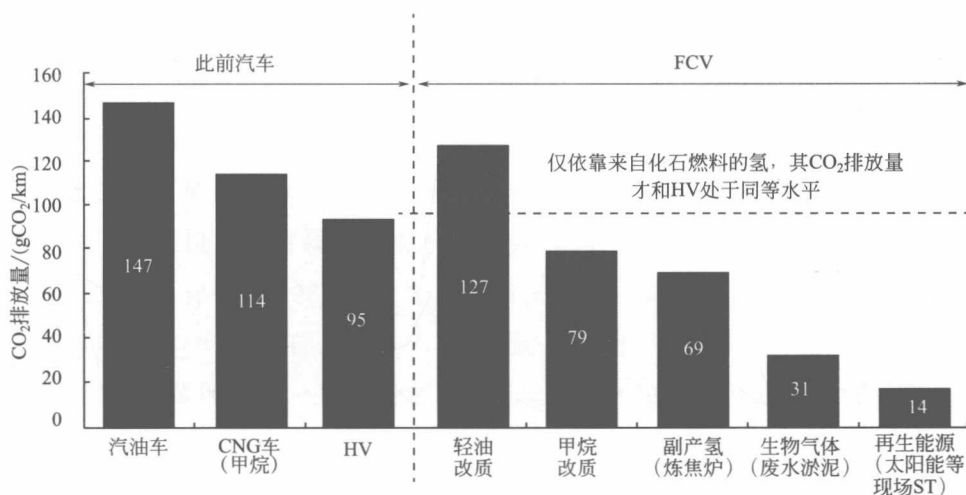


图 1 汽车单位行驶距离的 CO<sub>2</sub> 排放量：FCV、燃油汽车

虽然催化学会很多会员正研究的“光催化剂的水分解”项目还未进入实用阶段，暂不能进行相关讨论研究，但是还请对该项目多加关注。据说相关人士为实现转换效率的改善正在进行一些基础性研究。一旦成功，这将成为一个改善地球环境并可能为人类做出伟大贡献的主题，我非常关注其今后的发展情况。

说句氢燃料电池的题外话，在最近的催化讨论会上还报告了肼燃料电池的使用<sup>[2]</sup>，我个人对此很有兴趣。大学的毕业研究时期，我曾在名古屋大学的研究室（内田研究室）中研究过肼燃料电池催化剂。但是，这在当时还不过是凭借 NASA 的、存在于宇宙中的能源。而今，其已经作为轻型汽车的能源投入了使用，对此我非常震惊、也非常感兴趣。听说其得益于

碱性阴离子交换膜的开发。由此我深感新材料的开发对于新系统建成的重要性。

此后的一段时间里，还请各位同仁能关注这些燃料电池及氢相关研究的动向，积极参加讨论会。也期待各位的踊跃发言和热烈讨论。

### 参考文献

- [1] 尾山耕一、ペトロテック、38、685 (2015).
- [2] 坂本友和、118 回触媒討論会 A 予稿集、3H23、盛岡、2016.

# 专题 2：对日本研究会活动的思考

尾中笃

(日本催化学会会长·东京大学)

我和日本催化学会的联系始于 1981 年，当时我刚修完研究生课程并受雇担任名古屋大学工学部的教师。研究生之前我都在学习典型性有机合成化学的课程，所以当时并没有资格加入该会，其后在泉有亮教授的指导下我开始了将无机多孔材料用于有机合成反应催化的研究。现在日本催化学会的主页上，登载着 1986 年后个人会员人数的变迁。20 世纪 80 年代的会员人数仅为 1500 人左右，但进入 20 世纪 90 年代后逐步增至 2500 人；迈入 21 世纪后至现在，一直维持在 2500 人上下（如图 1 所示）。虽然 20 世纪 80 年代后半期爆发了连续 5 年的经济泡沫，但是从时间来看，90 年代入会人数激增约 1000 人的主要原因和该事件并没有直接联系。当时，我只不过是三十几岁的年轻会员，自然不可能知道催化学会理事会中悬而未决的话题，但是我也曾多次从泉教授的口中听说了会员人数的增加对于学会活动的重要性。石油危机后的 20 世纪 80 年代，各企业、大学皆和承载希望的 C1 化学项目有了紧密联系，其后为了扩充会员人数，开始收入有机合成化学、有机金属化学、高分子化学等固体催化剂研究者之外的、催化相关领域的研究人员，尝试建立一个囊括更广范围的学会组织。具体表现为：在学会内实施研究会制度；在学会的支持下，建立一个不同领域的研究人员齐聚一堂、共同讨论的各组织独立运行的架构（如表 1 所示）。由此，会员人数才出现了一段时期内的急速增长。

我当时还参加了以泉教授为中心而开展的、致力于实现将硫酸催化剂置换为固体酸材料化学过程的“精细化学品合成催化研究会”活动。该研

研究会的前身是“固体酸流程化委员会”。参加该研究会的不仅有研究固体酸的专业人员，还包括来自大学、企业的对均相络合催化化学及有机化学等有兴趣的研究人员。除定期举办研讨会外，还有参观成员所在企业的代表性工厂及研究所等活动，各成员在该研究会中加深认识、欢聚一堂。活动期间，处处弥漫着的“欧美成员中心沙龙”的氛围，令人不能忽视。而今要谋发展的是亚洲，所以要向以亚洲成员为中心召开同样的国际会议的梦想坚定地迈开步伐。2001年后，在精细化学品合成催化研究会的独立策划下，终于在早稻田大学举办了“国际精细化学品合成催化研讨会(C&FC2001)”，包含东南亚研究人员在内的200名相关人员出席了会议。在项目委员清水功雄的协助及大学国际会议场所闲置等有利因素下，研讨会以较为低廉的成本成功举行。举办前期施行委员会成员多次齐聚一堂进行协商的场面以及研讨会当晚的畅饮场景如今也时常浮现在脑海。在以承办国家各相关人员为中心的组织委员会的努力下，该研讨会随后在中国香港(2004年)、新加坡(2007年)、韩国首尔(2009年)、日本奈良(2011年)、中国北京(2013年)、中国台北(2016年)相继召开，并准备于2018年12月在曼谷举办第八届研讨会。以朱拉隆功大学的研究人员为中心的相关人员已经开始了准备工作。各届C&FC研讨会中，围绕有机合成的催化剂使用者不仅发表各自的研究成果，还从“似乎与催化无直接关系的超分子化学的研究是如何与催化作用相互联系的”等观点出发发表了各自的见解，这其中深刻融入了C&FC研讨会固有的理念。

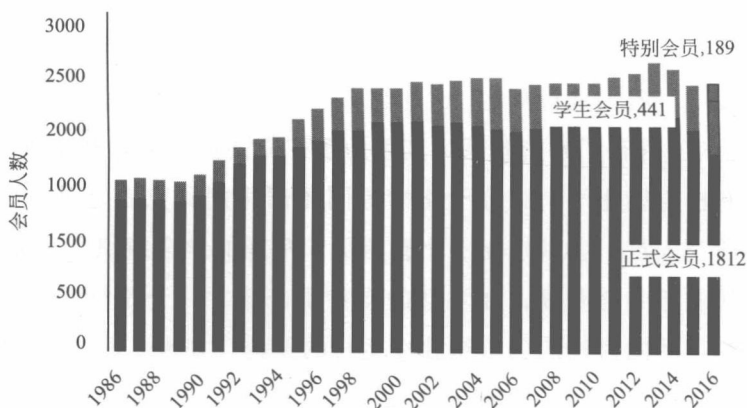


图1 催化学会会员人数的变迁

学会内召开的各项研究会现在已经达到了 18 个。一项研究会活动长期存续的一个关键之处,可能就在于实际参与的研究会成员组成在随着时间不断变化,绝没有集聚同一专业领域研究人员的必要。负责人的干劲和周围成员的拥护决定了研究会活动的活跃性。

加入自己有兴趣的研究会,其后在参加各项活动时必将产生留恋之情,甚至滋生出一年能多次见到这些熟悉面孔的喜悦之情。我尤其相信,大学和企业的研究人员共聚一堂的机会,将会对今后各项研究的发展作出重大贡献。我真诚希望各位能积极参加自己感兴趣的研究会。

表 1 研究会活动的变化 (1987~2016 年,每隔 10 年的精选部分)

序号	1987(开始年份)	1997	2007	2016
1	精细化学品合成催化	精细化学品合成催化	精细化学品合成催化	精细化学品合成催化
2	高分子功能设计催化剂	聚合催化剂设计	聚合催化剂设计	聚合催化剂设计
3	表面设计与表面能谱	电子或光子的相关催化剂	光催化剂	光催化剂
4	传感器	精密表面材料	精密表面材料	界面分子变换的机构和控制
5		计算机的使用	计算机的使用	计算机的使用
6		有机金属	有机金属	有机金属
7		高难度选择氧化	高难度选择氧化	高难度选择氧化
8		生物催化剂	生物催化剂	生物催化剂
9		CO <sub>2</sub> 固化研究会	甲烷催化剂	天然气的有效化学利用
10		卤素物质催化剂	纳米粒子	纳米构造催化剂
11		溢出	规则性多孔体	规则性多孔体
12		氢转移过程	制氢用氢催化剂	制氢用氢催化剂
13			燃料电池催化剂	燃料电池催化剂
14			环境催化剂	环境催化剂
15			工业催化剂	工业催化剂
16			催化剂功能的基础	生物质能变换催化剂
17				固体酸催化剂的原理及应用
18				元素战略



# 专题 3: 不同领域催化剂技术的动态

