

- Haloboration, *Tetrahedron Lett.*, **1989**, *30*, 6555-6558.
10. S. Hara, K. Kishimura, and A. Suzuki, Direct Synthesis of Carboxylic Acids from Organoboranes, *J. Org. Chem.*, **1990**, *55*, 6356-6360.
 11. A. Suzuki, Synthetic Studies via the Cross-coupling Reaction of Organoboron Derivatives with Organic Halides, *Pure & Appl. Chem.*, **1991**, *63*, 419-422.
 12. T. Ohe, N. Miyaura, and A. Suzuki, Palladium-Catalyzed Cross-Coupling Reaction of Organoboron Compounds with Organic Triflates, *J. Org. Chem.*, **1993**, *58*, 2201-2208.
 13. T. Ishiyama, K. Nishijima, N. Miyaura, and A. Suzuki, Palladium(0)-Catalyzed Thioboration of Terminal Alkynes with 9-(Allylthio)-9-BBN Derivatives: Stereoselective Synthesis of Vinyl Sulfides via the Thioboration-Cross-Coupling Sequence, *J. Am. Chem. Soc.*, **1993**, *115*, 7219-7225.
 14. I. D. Gridnev, N. Miyaura, and A. Suzuki, Convenient One-Pot Synthesis of Vinyl Sulfides from Thioalkynes via a Catalytic Hydroboration-Coupling Sequence, *J. Org. Chem.*, **1993**, *58*, 5351-5354.
 15. T. Ishiyama, N. Matsuda, N. Miyaura, and A. Suzuki, Platinum(0)-Catalyzed Diboration of Alkynes, *J. Am. Chem. Soc.*, **1993**, *115*, 11018-11019.
 16. T. Ishiyama, N. Matsuda, M. Murata, F. Ozawa, N. Miyaura, and A. Suzuki, Platinum(0)-Catalyzed Diboration of Alkynes with Tetrakis (alkoxo) diborons: An Efficient and Convenient Approach to *cis*-Bis (boryl) alkenes, *Organometallics*, **1996**, *15*, 713-720.
 17. A. Suzuki, Recent Advances in the Cross-Coupling Reactions of Organoboron Derivatives with Organic Electrophiles, 1995-1998, *J. Organomet. Chem.*, **1999**, *576*, 147-168.

工学博士藤嶋 昭氏の「半導体光触媒反応の研究」に対する授賞審査要旨

藤嶋 昭氏が一九六〇年代の後半に酸化チタン電極を用いて示した半導体光触媒電極反応は、光エネルギーから化学エネルギーへの変換法の一つとしての位置付けと同時に、植物の光合成反応をモデル化して再現したのもとしても評価されている。特に一九七二年 *Nature* に発表した酸化チタン電極を用いる水の光分解による水素生成反応は太陽エネルギーの化学的変換法として注目された。

一九七〇年代の後半から同氏は、この半導体光電極の基礎概念を、種々の固液界面、あるいは固気界面における光化学現象全般へと発展させ、光機能界面化学という新しい学問領域、特に酸化チタン光触媒を開拓し環境改善に大きな寄与をおこなった。

すなわちこの効果を利用して、室内のホルムアルデヒドなどの有機物を除去する方法や環境ホルモンなどの環境汚染物質を太陽光により分解する材料など、生活環境から地球環境に至るまで、様々な環境の浄化に寄与する材料を開発している。さらに光照射された酸化チタン表面が超親水性効果を示すことを発見し、その理論的検討

を行うとともに、油で汚れた建材表面などを太陽光と水で自然にきれいにできるセルフクリーニング材料などとしても応用されるに至った。

同氏の研究成果は、上記のように(一)「水の光分解の発見と光触媒化学の基礎および環境改善への応用」を柱とし、さらに(二)「新しい光触媒材料や光機能性材料の研究・開発」および(三)「光触媒反応を解析する新しい手法の開発」からなる。これらの概要について、以下に述べる。

一、水の光分解系の発見と光触媒化学の基礎および環境改善への応用
「水の光分解反応」に基づいて、酸化チタンなどの光触媒作用を持つ半導体を用い、光励起過程により得られる強い酸化力や還元力、それにより発生するさまざまな活性酸素種的作用、表面の超親水化作用などを応用し、室内空気中において物質、ホルムアルデヒドなどの有害物質、浮遊する菌や放出される毒素などを分解する建材や、水中の菌や環境ホルモンなどを分解する材料、自己浄化作用を持つ各種固体材料、防曇効果を持つガラス、錆止め効果を持つ金属材料など、「Quality of Life」の向上に寄与する様々な材料の開発を行い、工業化にまで結びつけた。

この光触媒材料のもっとも優れた点は、太陽光や室内光といった、

すでにそこにあるエネルギーをそのまま利用して環境汚染物質を分解したり、セルフクリーニング効果を示す点である。こうした光触媒の基盤となる効果を発見し、それを環境浄化システムとして成熟させ、実用化に結びつけた功績は、国内はもとより国際的にも高く評価されている。

このように、酸化チタン光触媒に関しては、基礎から応用にいたるまで、ほとんどすべて同氏の研究成果によるといっても過言ではない。特に注目されることとしては、一九九〇年代に入り、吸着分子数と吸収される光子数との関係を定量的に考察し、光触媒反応の特徴が微弱光を用いたときに、より顕著に現れるとの着想を得た。それは今までになかった、室内光程度の微弱光を利用した、非常に光活性の高い光触媒薄膜コーティング材料を提案することになったものである。

二、新しい光触媒材料や光機能性材料の研究・開発

その他にも同氏は、光化学と電気化学を組み合わせることなどにより、数々の新規光触媒材料系や光電気化学材料を開発し、新しい領域を切り開いてきた。例えば、酸化チタンと酸化タンゲステンのハイブリッド系を用いる新防食コーティング系、光と電位にそれぞれ異なる応答を示すLB膜の発見、エレクトロクロミズム反応とフォ

トクロミズム反応の組合わせ、ダイヤモンド薄膜作製などである。

無機系材料による新規なフォトエレクトロミズム現象の研究と光触媒反応の組合わせ、光異性化単分子膜を利用した、光電気化学に基づく新しい高密度メモリー素子の提案、半導体性ダイアモンドの光電気化学反応や、センサー、キャパシターなどへの応用、微粒子アレイのフォトニック材料への応用可能性についての検討など、新しい光触媒材料や光機能材料の開発に関する研究を行い、光機能界面化学という新しい分野を大きく発展させた。

三、光触媒反応を解析する新しい手法の開発

酸化チタンなどの光機能性半導体のほか、様々な無機・有機系光機能材料や従来の機能性材料と、液体あるいは気体との界面について、その分子レベルでの構造や物理・化学的特性、引き起される反応やそれに伴う変化などについて、*in situ*あるいは*ex situ*で観測し、詳しく解析する手法の開発を行った。これらの手法の中には、回転リングディスプレイ電極法 (RRDE)、光熱分光法 (PTS)、Time Domain 分光法 (TDR)、カラーインピーダンス法、光導波路法などが含まれ、光触媒反応やその反応過程の解析を行った。

以上述べたように藤嶋氏は、光照射下での半導体電極反応という新しい反応系を開拓し、その成果を基に光界面での化学反応とい

新分野において数多くの先駆的な業績をあげ、「光触媒反応」の分野を画期的に発展させた。藤嶋氏の研究は常に、光触媒反応に関する新しい現象の発見およびその基礎原理の研究から始まり、実際に環境改善の上で人類に役立つレベルにまで光触媒を展開している。そして、これらの研究は半導体の光触媒反応のみにとどまらず、化学の他の領域や、化学以外の物理学、生物学などの他の分野にまで広く影響を与え、国際的にも高く評価されている。

これらの業績により、一九八三年朝日賞、一九九八年井上春成賞、一九九九年電気化学会賞、二〇〇〇年日本化学会賞、二〇〇三年 The Heinz Gertscher Award (the Electrochemical Society)、紫綬褒章など数々の賞が授与されている。

主要な著書及び論文目録

- I. 著書
 1. 電気化学測定法 (上・下)、藤嶋 昭、相澤益男、井上 徹、技報堂出版 (一九八四)。
 2. 光クリーン革命、藤嶋 昭、橋本和仁、渡部俊也、シーエムシー (一九九七)。
 3. 光触媒のしくみ、藤嶋 昭、橋本和仁、渡部俊也、日本実業出版社 (二〇〇〇)。
 4. TIO₂ PHOTOCATALYSIS. A. Fujishima, K. Hashimoto, T. Watanabe, BKC, Inc. (1999).
- II. 研究論文
 1. Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode.

- Nature, 238 (5358), 37 (1972). A. Fujishima and K. Honda.
2. Hydrogen Production under Sunlight with Electrochemical Photo-Cell. J. Electrochem. Soc., 122, 1487 (1975). A. Fujishima, K. Kohayakawa, and K. Honda.
 3. Photoelectrocatalytic Reduction of Carbon Dioxide in Aqueous Suspensions of Semiconductor Powders. Nature, 277, 637 (1979). T. Inoue, A. Fujishima, S. Konishi, and K. Honda.
 4. Competitive Photoelectrochemical Oxidation of Reducing Agents at the TiO₂ Photoanode. J. Am. Chem. Soc. 101, 5582 (1979). A. Fujishima, T. Inoue, and K. Honda.
 5. The Investigation of Current Doubling Reaction on Semiconductor Photoelectrodes by Temperature Change Measurements. J. Electrochem. Soc., 128, 1731 (1981). Y. Maeda, A. Fujishima, and K. Honda.
 6. Photoelectrolytic Hydrogenation of Ethylene on the Bimetal-Deposited Semiconductor Powders. J. Am. Chem. Soc., 109, 2273-2277 (1987). R. Baba, S. Nakabayashi, A. Fujishima, and K. Honda.
 7. Scanning Tunneling Microscopic Images of an Azobenzene Derivative Differently Deposited on Highly Oriented Pyrolytic Graphite Surfaces. Surface Science, 227, 1-6 (1990). B. H. Loo, Z. F. Liu, and A. Fujishima.
 8. Photoelectrochemical Information Storage using an Azobenzene Derivative. Nature, 347, 658-660 (1990). Z. F. Liu, K. Hashimoto, and A. Fujishima.
 9. Photochromism Induced in an Electrolytically Pretreated MoO₃ Thin Film by Visible Light. Nature, 355, 624-626 (1992). J. N. Yao, K. Hashimoto, and A. Fujishima.
 10. Photokilling of T-24 Human Bladder Cancer Cells with Titanium Dioxide. Br. J. Cancer, 70, 1107-1111 (1994). Y. Kubota, T. Shuin, and A. Fujishima.
- et al.*
11. Photocatalytic Reactions Involving Radical Chain Reactions using Microelectrodes. J. Phys. Chem., B, 101, 26177-26200 (1997). K. Ikeda, H. Sakai, R. Baba, K. Hashimoto, and A. Fujishima.
 12. Light-Induced Amphiphilic Surfaces. Nature, 388, 431-433 (1997). R. Wang, K. Hashimoto, A. Fujishima, *et al.*
 13. Kinetics of Photocatalytic Reactions under Extremely Low Intensity UV Illumination on Titanium Dioxide Thin Films. J. Phys. Chem., A, 101, 8057-8062 (1997). Y. Ohko, K. Hashimoto, and A. Fujishima.
 14. New Mesoporous TiO₂ Surface prepared using a Two-Dimensional Aryl-Based Template of Silica Particles. Langmuir, 14, 6441-6447 (1998). S. I. Matsushita, T. Miwa, D. A. Tryk, and A. Fujishima.
 15. Remote Bleaching of Methylene Blue by UV-Irradiate TiO₂ in the Gas Phase. J. Phys. Chem. B, 103, 8033-8035 (1999). T. Tatsuuma, S. Tachibana, T. Miwa, D. A. Tryk, and A. Fujishima.
 16. Transparent Superhydrophobic Thin Films with Self-Cleaning Properties. Langmuir, 16, 7044-7047 (2000). A. Nakajima, K. Hashimoto, T. Watanabe, K. Takai, G. Yamaguchi, and A. Fujishima.
 17. Titanium Dioxide Photocatalysis. J. Photochem. Photobiol., C:Photochem. Reviews, 1, 1-21 (2000). A. Fujishima, T. N. Rao, and D. A. Tryk.
 18. Photoelectrochemical Anticorrosion Effect of SrTiO₃ for Carbon Steel. Electrochemical and Solid-State Letters, 5 (2), B9-B12 (2002). Y. Ohko, S. Saitoh, T. Tatsuuma, and A. Fujishima.
 19. Decomposition of Endocrine-Disrupting Chemicals in Water by Use of TiO₂ Photocatalysis Immobilized on Polytetrafluoroethylene Mesh Sheets. J. Photochem. Photobiol. A : Chemistry, 151, 207-22, (2002). T. Nakashima, Y. Ohko, D. A. Tryk, and A. Fujishima.
 20. Periodic Submicrocylinder Diamond Surfaces using Two-Dimensional

- Fine Particle Arrays. Langmuir, 18, 8282-8287 (2002). S. Okuyama, S. I. Matsushita, and A. Fujishima.
21. Nanolithographic Modification of Diamond, Diamond and Related Materials 11, 1788-1796 (2002). T. Kondo, M. Yanagisawa, L. Jiang, D. A. Tyk, and A. Fujishima.
22. Multicolour Photochromism of TiO₂ films Loaded with Silver Nanoparticles. Nature Materials vol.2 January (2003). Y. Ohko, T. Tatsumura, T. Fuji, K. Naoi, C. Niwa, Y. Kubota, and A. Fujishima.
23. Photocatalytic Decomposition of Estrogens in Aquatic Environment by Reciprocating Immersion of TiO₂-modified Polytetrafluoroethylene Mesh Sees. J. of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 160 (2003) 115-120. T. Nakashima, Y. Ohko, Y. Kubota, and A. Fujishima.
- 他五八〇編
- Ⅲ 解説・総説類
1. 「光触媒の世界」第一回から毎月執筆、S & Tジャーナル (二〇〇三年一月) 藤嶋 昭。
2. 活躍する光触媒、軽金属、52 (1), 34-37 (2002) 藤嶋 昭。
3. 光触媒の研究開発の最近の動き、工業材料、49 (7), 18-21 (2001) 藤嶋 昭。
4. 機能材料に期待する、酸化チタンとタイヤモンドを例に、化学工業、二〇〇一年二月号、43-51 (2001) 藤嶋 昭。
5. 酸化チタンと出会い、化学と工業、53 (2), 1400-1405 (2000) 藤嶋 昭。
- 他二〇〇編

医学博士月田承一郎氏の「上皮細胞間バリアーの分子基盤の解明」に対する授賞審査要旨

多細胞動物は上皮細胞に囲まれることにより、まず自己の内部を外界から区別している。体の中には、上皮細胞や内皮細胞のシートによって囲まれた、消化管、循環器、呼吸器、泌尿器などいくつものコンパートメントが存在している。コンパートメントを造る細胞シートの隣り合う細胞間には水・イオン・蛋白質等が漏れないようにシールする構造が造られている。この細胞間をシールする構造としてタイトジャンクションが電子顕微鏡によって発見されたが、細胞間バリアーを実際に担う分子基盤については、多くの研究者の努力にもかかわらず、長い間明らかにならなかった。月田氏はこのような状況の中で、一九八九年の細胞間接着装置の単離法の確立から始まる一連の研究の中でタイトジャンクションの分子構築の解析を進め、遂に一九九八年に至って細胞間バリアーを直接担う接着分子クローデインの同定に成功した。月田氏の主な研究業績は以下の通りである。