

報道解禁日時

ラジオ・テレビ・WEB：平成20年8月9日（土）午前5時

新聞：平成20年8月9日付け朝刊



九州大学

九州大学広報室

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL:092-642-2106 FAX:092-642-2113

MAIL:koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

URL:<http://www.kyushu-u.ac.jp/>

PRESS RELEASE (2008/08/07)

国立大学法人九州大学

水中・常温・常圧で水素から電子を取り出すニッケル系触媒の開発に成功
(誰も想像しなかった電子取り出しのメカニズム)

概要

国立大学法人九州大学（総長 梶山千里、以下「九州大学」という）は、水中・常温・常圧で水素から電子を取り出すニッケル系触媒（ニッケル-ルテニウム複合触媒）の開発に世界で初めて成功しました。そして、その触媒反応がこれまでの燃料電池（燃料極）や水素活性化酵素（ヒドロゲナーゼ）で考えられてきたものとは全くちがうメカニズムで進行することを明らかにしました。この研究成果は、2008年8月9日午前10時（日本時間）に日本化学会速報誌 Chemistry Letters オンライン版にて公開されます。

本研究は、九州大学グローバルCOEプログラム「未来分子システム科学」（拠点リーダー 君塚信夫）と文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究460「均一・不均一系触媒化学の概念融合による協奏機能触媒の創成（協奏機能触媒）」（代表者 碓屋隆雄）の研究の一環として、九州大学の小江誠司（おごうせいじ）教授のグループが九州大学伊都キャンパスおよび福岡市産学連携交流センターで行ったものです。

背景

燃料電池は実用化に向け多くの研究が進められていますが、低温駆動型燃料電池では白金触媒が不可欠です。現在の技術では、車1台の燃料電池に約100gの白金触媒が必要です。しかし、原料となる白金の埋蔵量は限られており、その価格は非常に高価なため、全ての車に燃料電池用の白金触媒を搭載することは不可能です。そのため、白金以外の埋蔵量が豊富で安価な金属を使った触媒の開発が世界規模で行われています。白金代替金属の第一候補が、白金と同族元素であり埋蔵量が豊富で安価なニッケルです。しかし、常温で高効率に駆動する燃料電池用のニッケル触媒は未だ開発されていません。

一方、自然界では、燃料電池の燃料極に対応する「水素からの電子の抽出」は、水素活性化酵素であるヒドロゲナーゼ（その活性中心にはニッケルや鉄を含む）（注1）により、水中・常温・常圧で行われていることが知られています。そのため、ヒドロゲナーゼを範とした多くのモデル研究がこれまでなされてきました。しかし、ヒドロゲナーゼ反応のモデル化には成功しておらず、ヒドロゲナーゼが行う水中・常温・常圧で水素から電子を取り出す反応メカニズムも謎に包まれていました。

九州大学の小江誠司（おごうせいじ）教授の研究グループは、昨年、「ヒドロゲナーゼの水素活性化状態のモデルとなるニッケル-ルテニウム化合物の合成とその構造解析」に成功しており（Science 2007, 316, 585-587、プレスリリースは2007年4月25日）、次のステップである「水中・常温・常圧で水素から電子を取り出す触媒の開発」が期待されていました。

内容

今回、九州大学の小江誠司（おごうせいじ）教授の研究グループは、ヒドロゲナーゼを範とし、水中・常温・常圧で水素から電子を取り出すニッケル-ルテニウム触媒の開発に成功しました。明らかにされた水中・常温・常圧で水素から電子を取り出すメカニズムは、これまでの燃料電池（燃料極）やヒドロゲナーゼで提案されてきた2電子系メカニズム（注2）とは大きく異なる、誰もが想像しなかった4電子系メカニズム（注3）です（図1）。

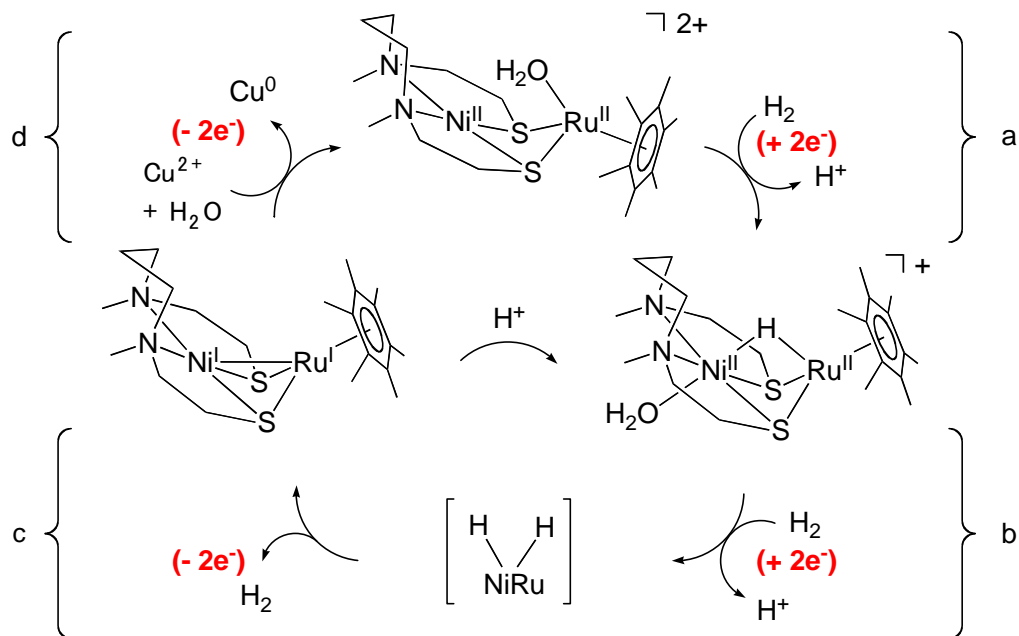


図1 本研究で明らかにされた水素から電子取り出しのメカニズム（4電子系メカニズム）

- a：触媒サイクルへの2電子注入（赤字 $+2e^-$ で示す）1回目
- b：触媒サイクルへの2電子注入（赤字 $+2e^-$ で示す）2回目
- c：触媒サイクルから2電子の取り出し（赤字 $-2e^-$ で示す）1回目
- d：触媒サイクルから2電子の取り出し（赤字 $-2e^-$ で示す）2回目

■効果

本研究は、白金以外のニッケルルテニウム触媒を用い、水中・常温・常圧で水素から電子を取り出す新規な実用触媒開発の道を拓きました。なぜなら、実際の燃料電池で燃料として使用する水素は水分を含んでいるため、水存在下、常温・常圧で駆動するニッケル系触媒を開発した意味は大きいと言えます。さらに特筆すべきは、これまで誰も考えなかった4電子系メカニズムで水素から電子が触媒的に取り出されたことであり、本研究成果は、燃料電池及びヒドロゲナーゼの研究における大いなる一歩です。

■今後の展開

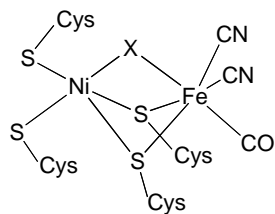
今後は、水中・常温・常圧で働く「空気極用の白金代替金属触媒」の開発にチャレンジします。最終的には、今回の結果と合わせ、水中・常温・常圧で機能する燃料電池用の白金代替金属触媒の開発を行っていきます。

■研究領域

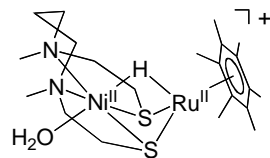
- (1) 九州大学グローバルCOEプログラム「未来分子システム科学」（拠点リーダー 君塚信夫）
- (2) 文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究 460「均一・不均一系触媒化学の概念融合による協奏機能触媒の創成（協奏機能触媒）」（代表者 碓屋隆雄）

■用語解説

（注1）1995年にFontecilla-Campsのグループによって、 $[\text{NiFe}]$ ヒドロゲナーゼの結晶構造が明らかにされました（下図a、Xは、 H_2 を活性化する前は OH_2 、 OH^- 又は O^{2-} であり、 H_2 を活性化した後は H^- （ヒドリドイオン = 水素化物イオン = マイナスの電荷を持つ水素イオン）であると考えられています。九州大学の小江誠司（おごうせいじ）教授の研究グループは、昨年、「ヒドロゲナーゼの水素活性化状態のモデルとなる化合物の合成とその構造解析」に成功し、Science誌（2007, 316, 585-587、プレスリリースは2007年4月25日）に報告しました（下図b）。

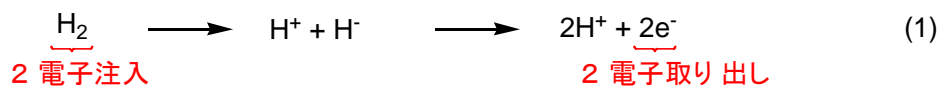


(a) ヒドロゲナーゼ (H₂ase と略す)
の活性中心の構造

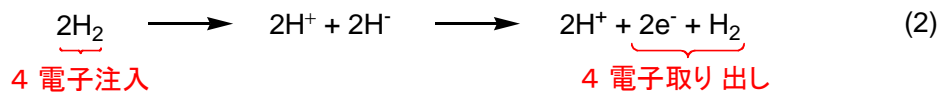


(b) ヒドロゲナーゼのモデル化合物
(Science 2007, 316, 585-587)

(注2) 「2電子系のメカニズム」とは「触媒サイクルに2電子注入し、2電子取り出すメカニズム」のことで、反応式は下記1式で表されます。



(注3) 「4電子系のメカニズム」とは「触媒サイクルに4電子注入し、4電子取り出すメカニズム」のことで、反応式は下記2式で表されます。



■お問い合わせ

小江 誠司 (おごう せいじ)
九州大学未来化学創造センター 教授
TEL : 092-802-3295 FAX : 092-802-3308
E-mail : ogo-tcm@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

【報道担当】

九州大学 広報室 深堀 成吾 (ふかほり せいご)
TEL : 092-642-2106 FAX : 092-642-2113