



水・触媒の働き・金属タンパク質の機能の  
電子論的理解から固体内素励起の観測まで

@新領域  
物質系専攻



SPring-8 BL07LSU  
東大放射光ビームライン

世界最高分解能の軟X線  
発光分光器を建設・運営

Y. Harada et al., RSI 83, 013116 (2012).

■原田研保有の大型実験設備  
超高分解能軟X線発光分光器HORNET  
E/ΔE > 10000(50 meV@500eV)

👤 ラボメンバー  
原田慈久 教授、宮脇淳 助教  
大平 猛 大平開発チームリーダー  
山添康介 特任研究員  
崔 嚙 涛 特任研究員  
赤田圭史 特任研究員  
修士学生2名、研究生3名  
SOR技術補佐員2名、秘書3名

✉ harada@issp.u-tokyo.ac.jp

🌐 <http://harada.issp.u-tokyo.ac.jp/>

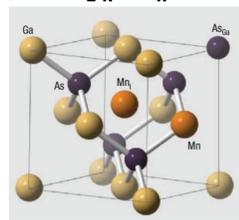
☎ 0791-58-0803-3966 or -4111  
04-7136-5262



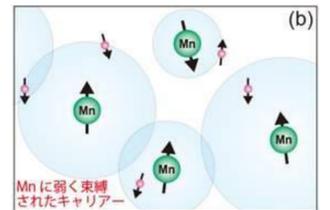
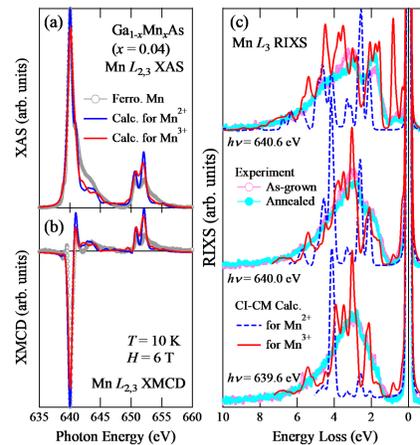
## 研究例1: 希薄な不純物間をさまよう電子

希薄磁性半導体の磁性を担う、わずか数%の磁性不純物の  
電子状態を直接捉えて、磁性発現のメカニズムを調べる。

Ga<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>As



Mnドーピングで生成された  
ホールの分布解析



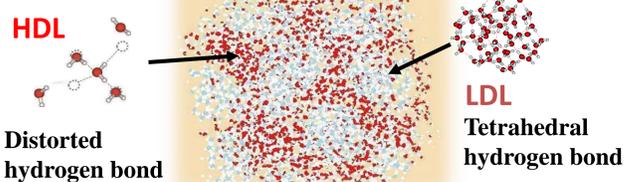
電子の穴(ホール)が  
70%も磁性イオンから浸  
み出すことによって、磁性  
イオン間のスピンを揃え、  
強磁性を発現する様子を  
捉えることに成功。

2014. 2.26 プレスリリース

M. Kobayashi et al., Phys. Rev. Lett. 2014.

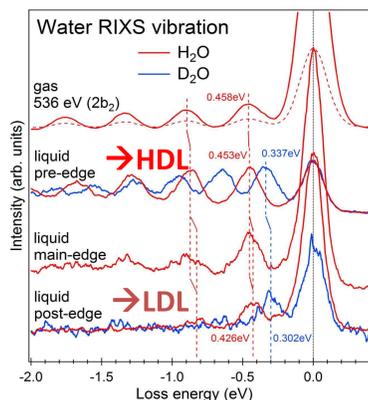
## 研究例2: 水はミクロに不均一?

古くからの研究対象である水の軟X線発光分光から、  
液体状態がミクロな不均一構造を持つことが示された。  
その解釈をめぐる世界中で大論争が起こった。

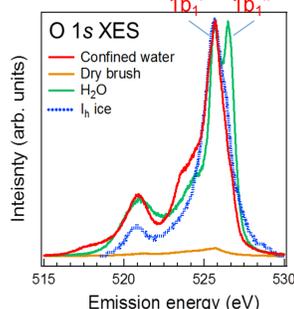


我々は軟X線散乱を精密に調べることにより、  
異なる環境に置かれた水の振動を分離観測  
することに世界で初めて成功した。

2013. 11.8、2017. 11.14 プレスリリース  
Y. Harada et al., Phys. Rev. Lett. 2013.  
Y. Harada et al., J. Phys. Chem. Lett. 2017.



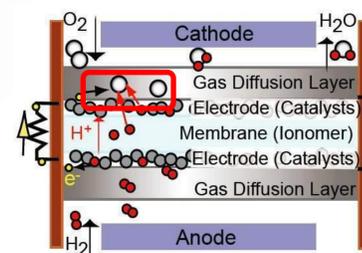
H<sub>2</sub>Oの多重OH伸縮振動



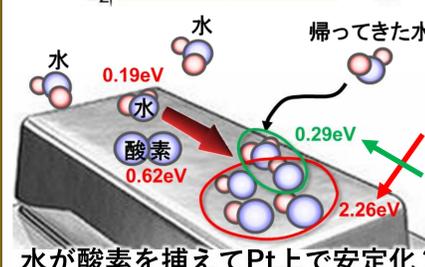
ナノ間隙中の水は氷より少し歪  
んだほぼ均一な水素結合構造  
を持つことを発見した。

2017. 5.29 プレスリリース  
K. Yamazoe et al., Langmuir 2017.

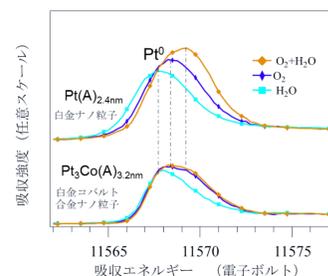
## 研究例3: 水と電気を作る功労者



実用化が始まった燃料電池。  
電気を作り出す触媒反応には  
通常白金が使われているが、  
理論的には、実は白金上で生  
成する水自身が性能を下げ  
ている可能性が指摘されている。



共吸着で大きな結合エネルギー  
が発生 → 活性化過電圧の原因?  
 $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{OH} + 2.26 \text{ eV}$   
 $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{OH} = 4(\text{H}_2\text{O}-\text{OH}) + 1.16 \text{ eV} (0.29 \text{ eV} \times 4)$



触媒を濡らしてゆくと、性能  
低下が早い白金触媒は、ほ  
とんど性能低下しない白金  
コバルト触媒よりもより強く  
酸化されることを発見。  
→ 発生する水をすぐに除去し  
てやれば性能は向上する!

2017. 4.6 日刊工業新聞1面掲載

2018. 2.14 文科省ナノテクプラットフォーム表彰  
Y. Cui et al., Scientific Reports 2017.

世界最高性能・世界唯一の  
最先端の装置開発を行って、  
未知の物理化学現象などを  
“世界で最初に捉える”こと  
に興味ある、意欲ある学生  
さん達をお待ちしています。