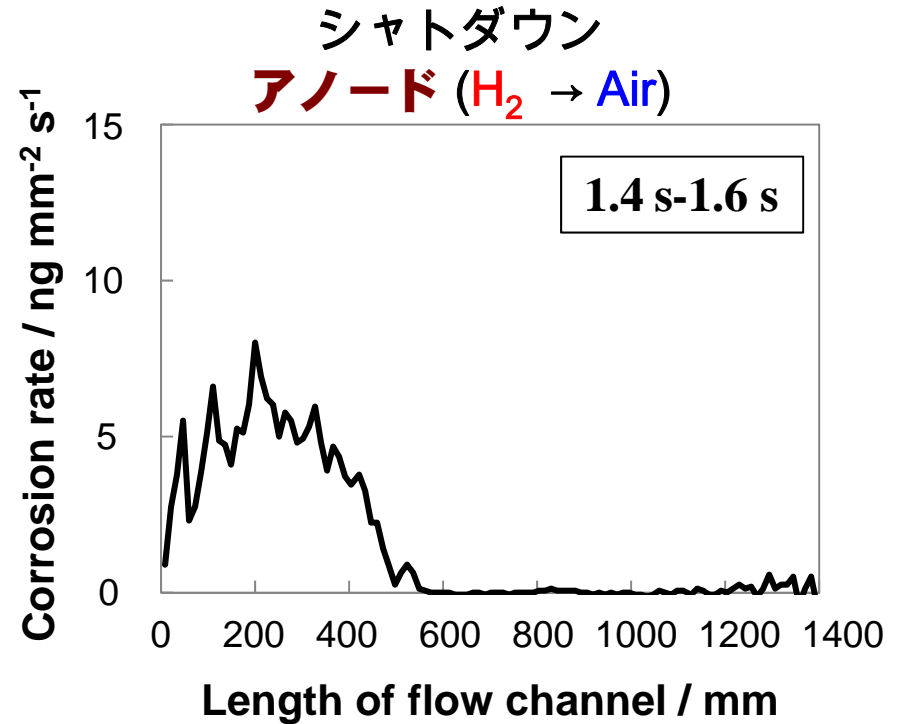
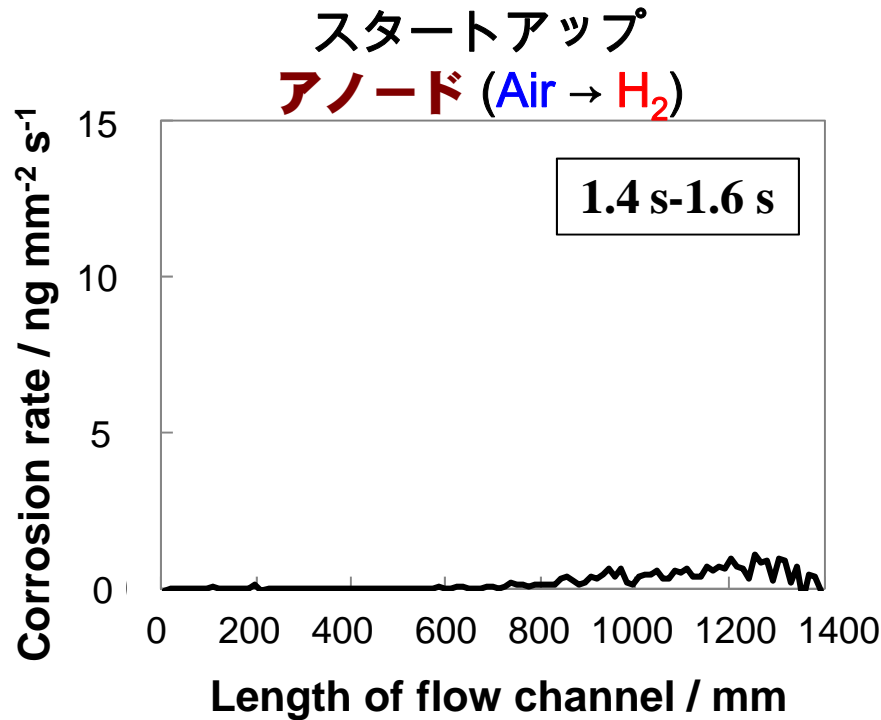
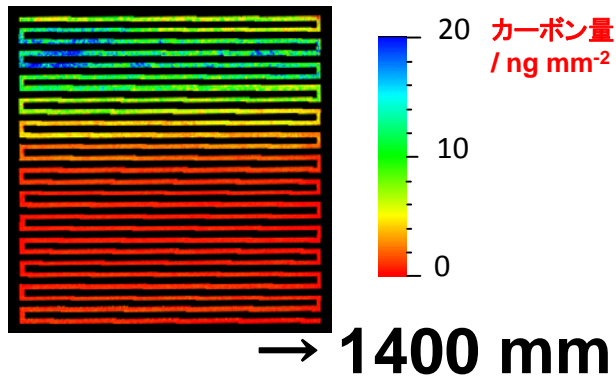


カソードのカーボン腐食速度



0 mm →



Air → H₂ : 0.4秒まで腐食速度が増加した後、直ちに減少
H₂ → Air : 2.0秒まで腐食速度が増加した後、腐食量一定、腐食速度減少せず

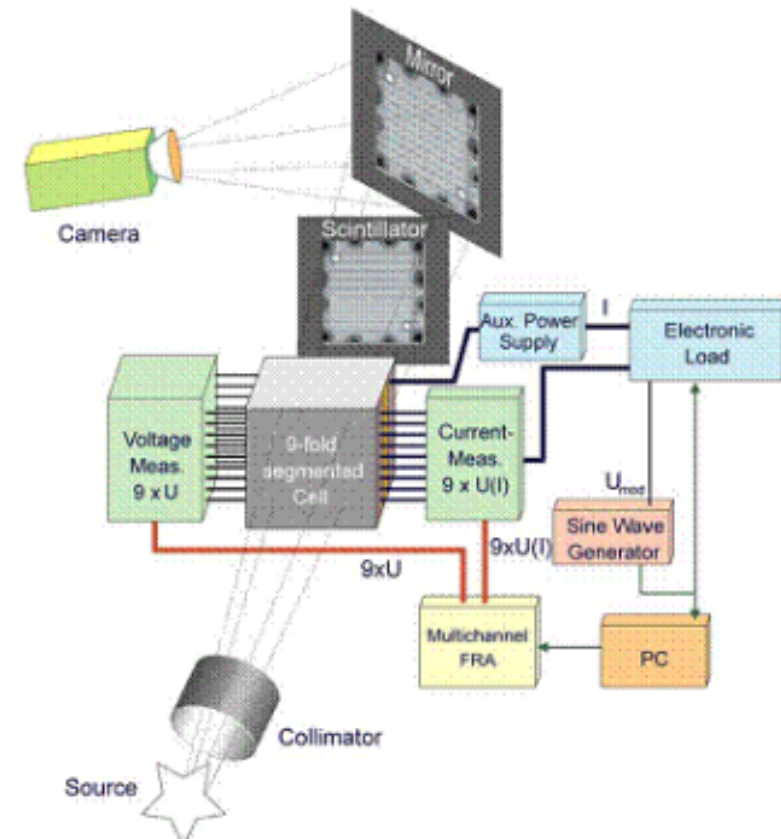
Paul Scherrer Institut, Switzerland (Guenther G. Scherer group)

Cited from the group's web-site

IN SITU MEASUREMENT OF LOCAL PARAMETERS

- liquid water content
- current density
- impedance
- catalyst utilization

Local current density (CD) measurements on different length scales allow the identification of inhomogeneities in local cell performance. However, they do not allow the identification of the underlying limiting or even harmful processes. Therefore, we have developed novel spatially resolved *in situ* methods that are based on AC Impedance (EIS) and Cyclic Voltammetry (CV). These spatially resolved techniques are used along with neutron radiography (NR) to observe and to quantify the distribution of liquid water inside an operating fuel cell in a completely non-invasive way. This combination of methods provides unique insights into the impact of water on the local properties of the cell. Figure 2 shows a sketch of the experimental setup for simultaneous NR/EIS/CD measurements in PEFCs on a local scale and experimental results obtained with a linear 200cm² H₂/air PEFC.



FUEL CELL DIAGNOSTICS

Cited from the group's web-site

MISSION

"Our aim is to promote the application of transient techniques in polymer electrolyte fuel cell diagnostics for the identification of inhomogeneities and limiting/harmful processes on a local scale" In a combined experimental and modeling effort, we are developing/using spatially resolved characterization methods for PEFCs that are based on *ac impedance spectroscopy*, *cyclic voltammetry* and *step response*. In addition, we are using steady state imaging techniques based on *neutron radiography*.

Our current experimental and modeling work focuses on:

- Liquid water detection in PEFCs
- *In situ* measurement of local parameters during PEFC operation
- Local transient response of PEFCs
- Fundamental aspects of the impedance response of PEFCs
- Characterization of materials using ac techniques

LIQUID WATER DETECTION IN PEFCs

Through plane neutron radiography (neutron beam perpendicular to the membrane plane) can resolve the distribution of liquid water over the fuel cell area. This technique has been applied for several years at PSI. To resolve the distribution of water across the fuel cell structure, *in plane* imaging has to be used, which implies very high requirements on resolution. Recent improvements of the imaging method, pixel resolution of a low as 2.5 μm could be reached.

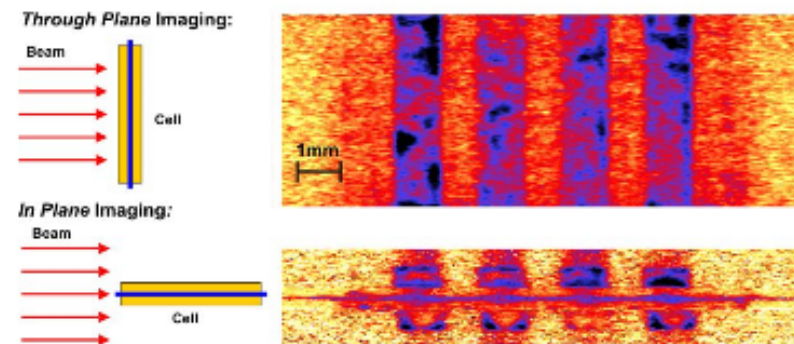


Figure 1: *Through plane* neutron radiography can resolve the distribution of liquid water over the fuel cell area. *In plane* imaging allows us to resolve the distribution of water across the fuel cell structure.

NMRを用いたPEM内水分分布の透視 & 三次元計測 (東工大 平井・島津研)

燃料電池技術開発

Cited from the group's web-site

MRIによる燃料電池モニタリング

発電時における燃料電池電解質膜の水分濃度をMRIにより計測したものが図1である。発電にもなって水分状態が変化することが示されており、さらに水分制御手法の確立に向けて研究を進めている。

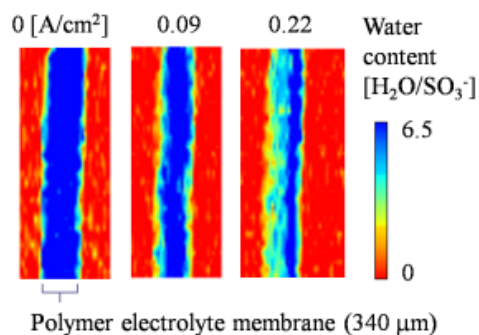


図1 発電時の電解質膜内水分のMRI結果

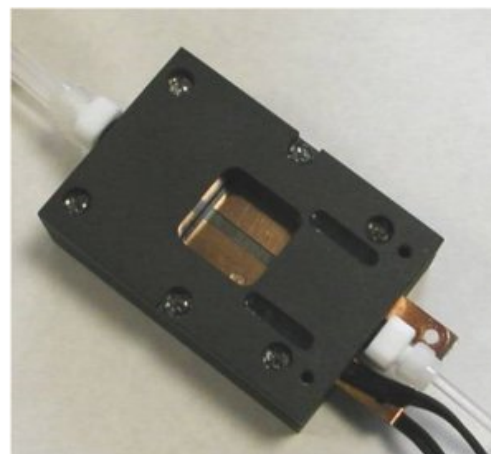


図2 製作した燃料電池セル

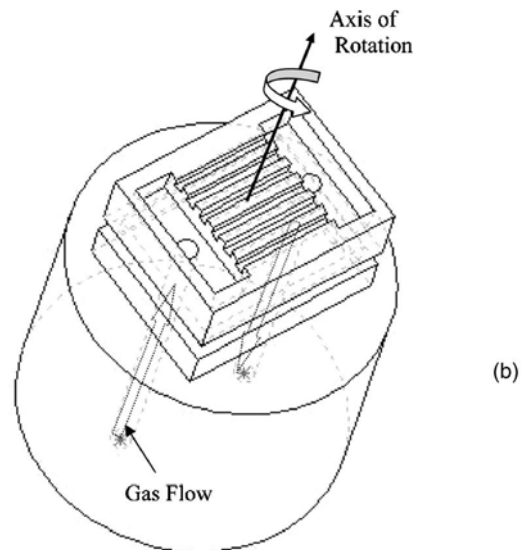
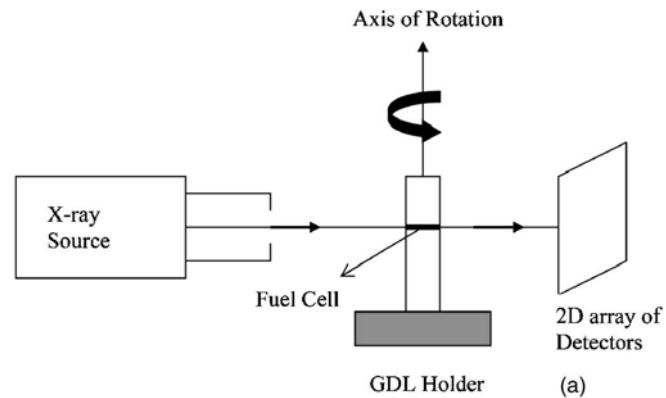
水分ならびに水素イオン移動機構の解明

電解質膜の高性能化のためには、水素イオンの移動機構の解明が重要であり、同位体元素を用いたMRI計測を行うことにより、水素イオン移動機構を基礎的に明らかにするための研究を行っている。

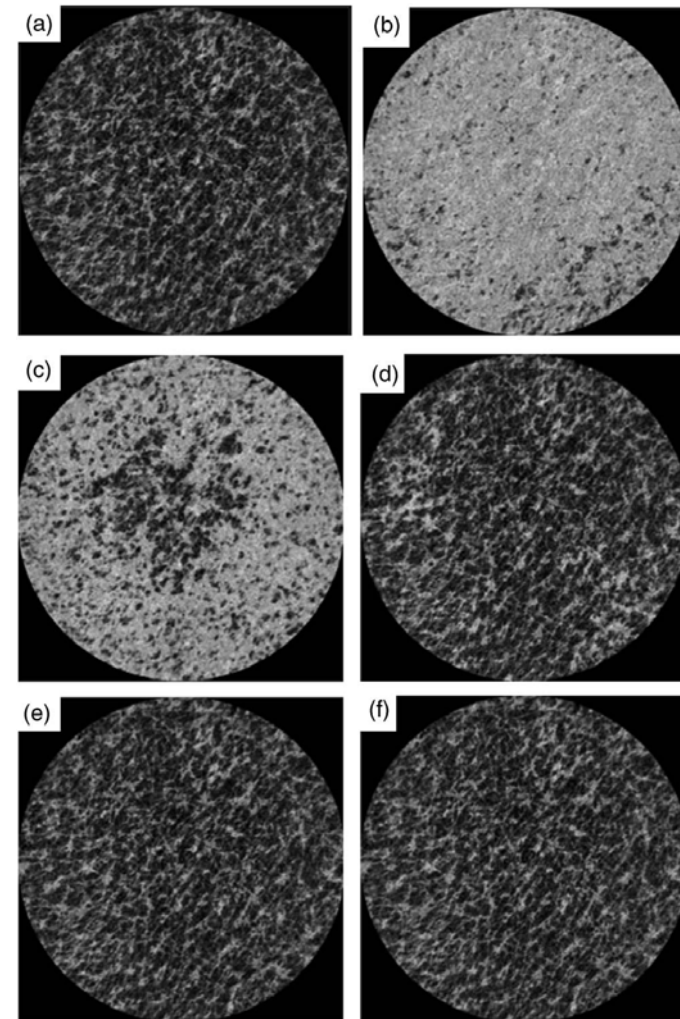


図3 新型MRIシステムと燃料電池評価装置

The Pennsylvania State University (Chao- Yang Wangグループ)



The GDL holder was rotated 360° in the X-ray beam while the two-dimensional array of detectors provides the attenuated views to data acquisition computer. The computer system reconstructs multiple “slices” or cross-sectional image, of attenuated values, that represent the spatial variation of CT number. In the present work, entire GDL was scanned in 15 slices along the thickness of the GDL, with the voxel dimension of $10 \times 10 \times 13.4 \mu\text{m}$.

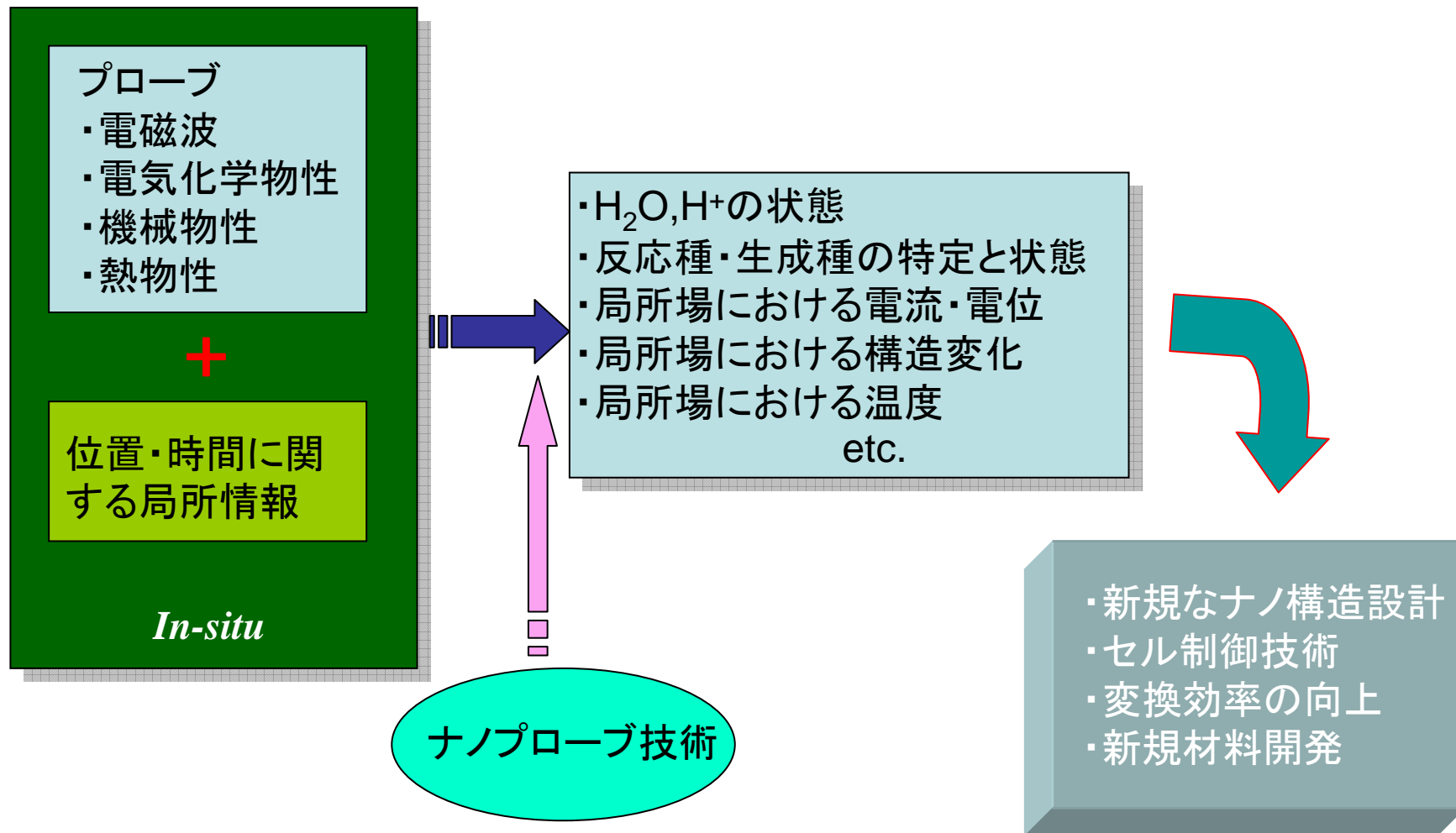


Reconstructed images for the middle slice of GDL: a in dry state, b pre-saturated with liquid water, c after 2 min of purge, d after 6 min of purge, e after 12 min of purge, and f after 25 min of purge.

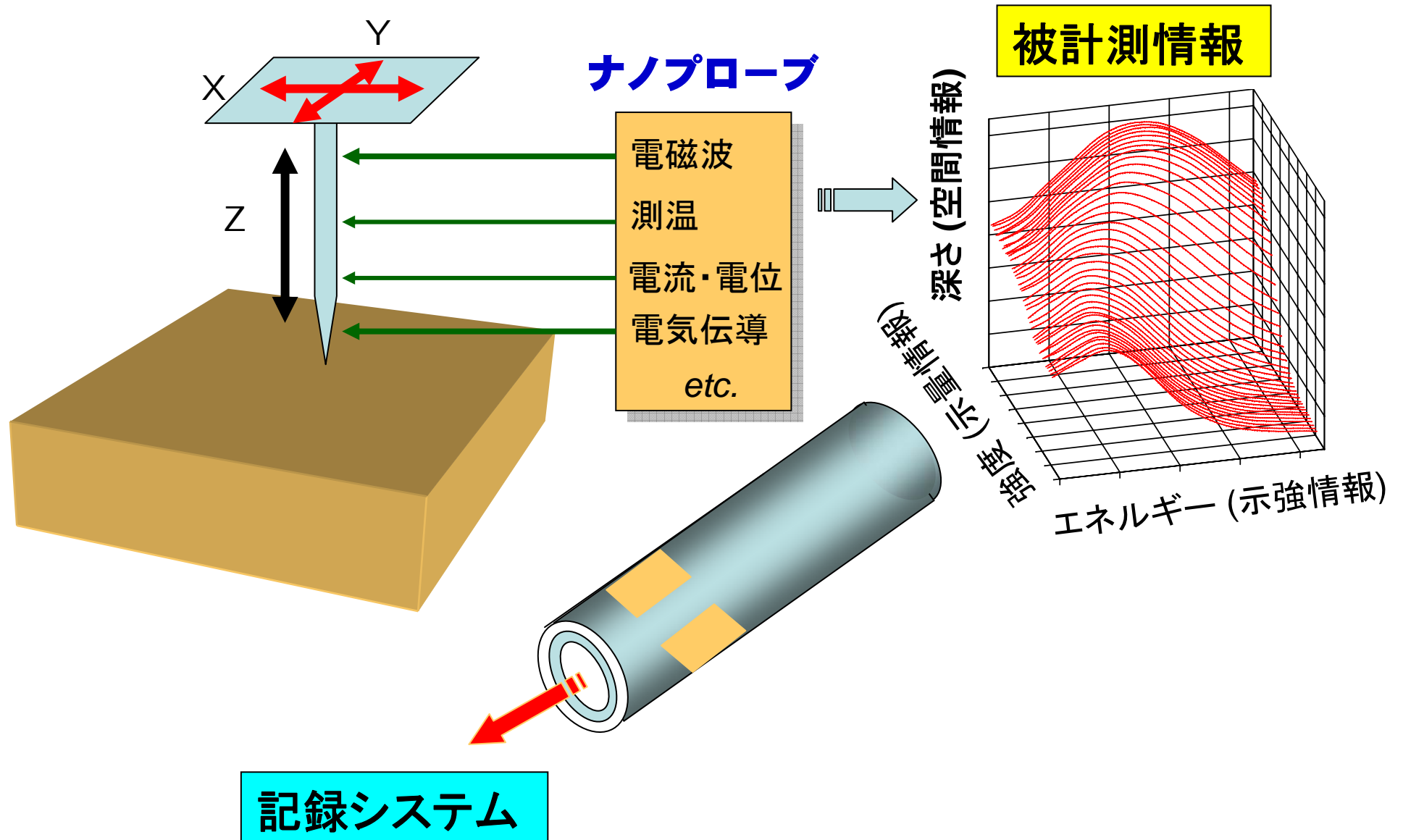
**燃料電池研究・開発の加速と
その他の研究・開発にも有用な
三次元ナノ構造・成分・組成の分布・挙動を可視化
を可能とする材料、手法、装置の開発提案**

燃料電池研究に於ける三次元ナノキャラクタリゼーション

*In-situ*での電解質膜、MEAの面内及び深さ方向でのナノキャラクタリゼーションが有用

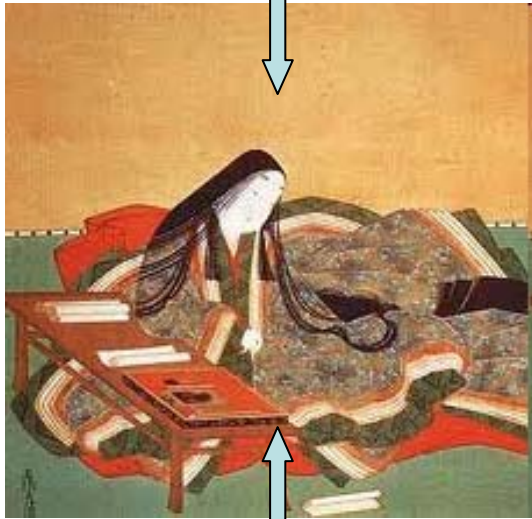


装置概要



燃料電池解析への適用と効果

3D ナノキャラクタリゼーション



3D情報活用シミュレーション

任意視点 ベールオブ
(材料・状態・現象)



産学イノベーション加速事業【先端計測分析技術・機器開発】に

開発を期待する技術・機器又は開発領域案

開発領域2 【一般領域】【応用領域】

(領域名)

物質・材料の3次元構造解析及び可視化計測

(開発技術・機器の概要)

名称: (3D計測分析+シミュレーション)可視化装置・システム

本提案は、新規**三次元構造・成分・組成の分布・挙動の可視化**を可能とする**材料、手法、装置・システム**の開発に関するもので、**燃料電池自動車等の研究・開発を飛躍的に加速**する。また、その他の研究・開発にも広く活用できる。その特徴は、マイクロサイズの検出プローブ(導波管、各種測定素子)、官能色素の活用等で高時間・空間分解の測定をすると共に、そのデータを活用したシミュレーションで電池内現象を詳らかに出来、これにより高性能、高耐久、低コスト燃料電池材料、構造、システム開発が大きく加速できることである。

(燃料電池の研究開発にとって期待される効果の例)

ミリ秒時間分解能、サブミクロン空間分解能で、以下の電池内の挙動の三次元構造・成分・組成の分布・挙動の可視化が可能となる。

- ・ 電解質内の厚み方向水輸送挙動、液・固水、電気抵抗分布の $1 \mu\text{m}$ ～数 $10 \mu\text{m}$ の範囲にわたる定常及び過渡現象。
- ・ 触媒層内の気・液水、反応物、温度、電位、電気抵抗の厚み方向分布の $1 \mu\text{m}$ ～10数 μm の範囲にわたる定常及び過渡現象。
- ・ MPL(多孔質触媒支持層)、及び多孔質支持・集電層内の気・液・固水、反応物の厚み方向分布の $1 \mu\text{m}$ ～数 $100 \mu\text{m}$ の範囲にわたる定常及び過渡現象。
- ・ 従来にない三次元情報を活用したシミュレーションで、任意条件下の電池内の現象、状態を明らかにでき、システム運転の最適化等も図れる。