

## 6 九州大学クリーン実験ステーション（クリーンルーム；九州大学）

### 1. はじめに

九州大学クリーン実験ステーションは、「先端ものづくり」を通じて「若手技術者の育成」、「日本企業の産業競争力強化」、「研究開発投資効果の向上」に貢献することを主たる目標としており、平成 21 年度下期から平成 27 年度の 6 年余りにわたり「文部科学省先端研究施設共用促進事業」および「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」を実施した。平成 28 年度からは、九州大学クリーン実験ステーションリサーチコアによる運営のもと、佐賀大学シンクロトン光応用研究センターの協力も得て、先端実験研究施設の共用促進を引き続き進めた。また、平成 29 年度後期からは、九州大学伊都キャンパス（福岡県福岡市西区）に「九州大学クリーン実験ステーション伊都サイト」を開設し、主要装置を含む設備の一部を順次伊都サイトへ移設しながら、施設共用のサービスを継続した。

以下では、平成 29 年度における活動の概要、自主事業によって得られた成果の一例について概説する。

### 2. 平成 29 年度の活動概要と研究成果の一例

#### 2-1 活動概要

九州大学クリーン実験ステーションにおける主な先端共用設備は走査型プローブ顕微鏡（Agilent 社製 SPM5400）で、本年度においては、材料物性分野と医療関連分野からの利用があった。ユーザーとしては大学内の研究者による公共利用が主であった。本年度の利用課題を表 1 に示す。

表 1 平成 29 年度施設利用課題

| 利用者       | 課題名                                               |
|-----------|---------------------------------------------------|
| 九州大学工学研究院 | KFM による Al-Zn-Mg 合金の水素集積の可視化（その 5～12）             |
| 九州大学医学研究院 | 膀胱癌関連線維芽細胞の作るコラーゲンマトリックスの硬度の測定その 2 <sup>[1]</sup> |

ケルビンフォース顕微鏡（KFM）を用いた電位測定および、フォースカーブによる硬さ測定の利用があり、共に前年度からの継続課題として、合計 9 件の利用課題数となった。

#### 2-2 研究成果の一例【マイクロ波反射スペクトル測定によるマイクロバブル水の評価】

当施設では、モデル化やコンピュータシミュレーションを援用して測定データの解析を行うことにより、様々な材料における諸特性の評価を行ってきた。平成 29 年度においては、SPM の測定モードの一つである走査マイクロ波顕微鏡測定において使用されるマイクロ波ベクトルネットワークアナライザ（VNA）を用いて微小気泡を含んだ水（マイクロバブル水）の評価実験を試みたので紹介する。この研究は、2017 年度佐賀県地域産業支援センター基礎研究等助成事業「マイクロバブルオゾン水のマイクロ波による基礎物性評価とその健康・美容分野への応用開発について」における共同研究として実施したものである。

水は電氣的に極性を持った分子で構成されており、電磁波であるマイクロ波との相互作用により自身の物性を反映した挙動を示す。また、水が気泡を含んだ場合にもその挙動が異なってくると考えられる。本研究で実施したマイクロ波による水の物性評価の概念図を図 1 に示す。VNA で生成されたマイクロ波が、同軸ケーブルとプローブを伝って評価対象であるマイクロバブル水に照射され、その反射スペクトルがアナライザにより同時に測定される。反射率の振幅と位相ずれ、共鳴周波数のシフトより、マイクロバブル水の物性評価を試みた。VNA（Agilent N5230A）の入出力ポートより、長さ約 60 cm の同軸ケーブル、さらに直径約 2 mm、長さ約 200 mm のスリムフォームプローブを用いて、マイクロバブル水生成装置に設置された容器内に上記スリムフ

ホームプローブを直接挿入して反射率スペクトルを測定した。

図2は、周波数5.9 GHz付近におけるマイクロバブル水の反射率振幅と位相のスペクトルである。図中、赤色が気泡を含まない水、灰色がマイクロバブル水（空気バブル）、黄色がマイクロオゾンバブル水（気泡にオゾンを含む）の結果を示している。これらの結果より、マイクロオゾンバブル水の反射率振幅は、水、マイクロバブル水と比較して大きな値を示すことが分かった。一方、反射率の位相については、位相0°における周波数が水道水を基準として、マイクロオゾンバブル水、通常のマイクロバブル水の順に高周波側にシフトしており、反射振幅のピーク周波数と対応していることが確認された。マイクロバブル水において、その共振周波数が水高周波側へシフトする現象は、水中に存在する気泡の体積分率の上昇による見かけの誘電率の減少を反映していると考えられる。一方、マイクロオゾンバブル水ではそのシフトは小さい。両試料が同等の体積分率で気泡を含むと仮定すると、電気的極性を持ったオゾン分子による誘電率の増大が、気泡の存在による誘電率の減少を打ち消す方向に働いていることが予想される。これらの結果は、水中に存在するマイクロバブルとバブル中に含まれる気体の解析に対する本手法の可能性を示唆するものである。

### 3. まとめ

九州大学クリーン実験ステーションにおいては、事業開始より、主として化学、半導体、金属産業の各分野における材料の分析・解析を共用利用課題として、北部九州を代表する企業を中心に施設の共用促進を図るとともに、地域の中小企業や農業・漁業・食品・環境分野における先端研究施設の共用促進にも力を入れてきた。本年度は、大学内の研究者による共用事例が主であったが、今後もより広い領域のユーザーに対する先端装置共用による社会への貢献を目標として活動を継続して行きたい。

最後に、九州大学伊都キャンパスへの移設に伴い本年度をもって九州シンクロトン光研究センターにおける当施設の活動を終了する事となったが、同セ

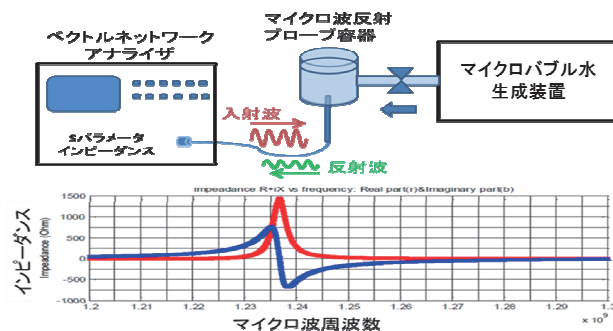


図1 マイクロ波による水の物性評価の概念図

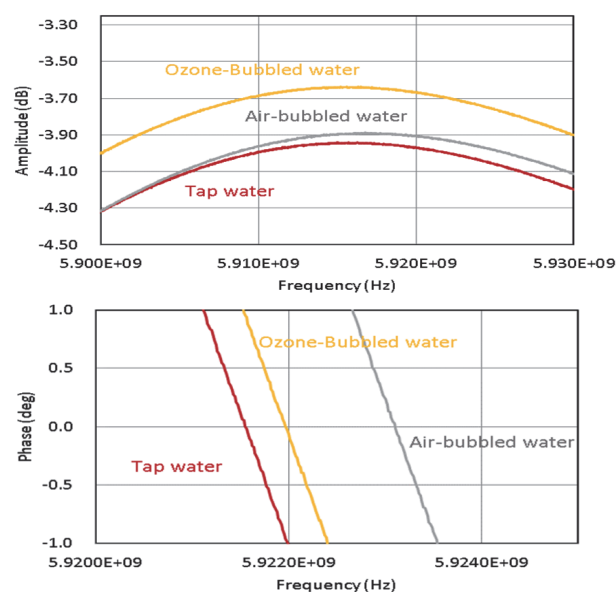


図2 マイクロ波による水の反射率スペクトル  
上：振幅、下：位相

ンターには、施設開設時からの長きにわたり、共用設備の運転・維持や研究活動において、大変整備された環境を安定的にご提供いただくとともに、移設に伴う種々の工事作業についても多大なるご理解とご協力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

### 参考文献

[1] Okumura *et al.*, "Adipose tissue-derived stromal cells are sources of cancer-associated fibroblasts and enhance tumor progression by dense collagen matrix", International Journal of Cancer, *in press*, DOI: 10.1002/ijc.31775.

九州大学大学院工学研究院材料工学部門  
有田 誠