

## 誘電率測定の不確かさ評価

○加藤 悠人<sup>\*1)</sup>、堀部 雅弘<sup>\*1)</sup>、飴谷 充隆<sup>\*1)</sup>、黒川 悟<sup>\*1)</sup>

## ■キーワード 誘電率、電磁波、計量トレーサビリティ

1. 材料の誘電率計測技術とそのトレーサビリティの確立
2. 反射伝送法と共振法について不確かさ評価手法を開発
3. 2017年度までに誘電率の計量標準整備を予定

## ■はじめに

昨今の電磁波利用の高周波化を受けて、広帯域にわたる材料評価技術のニーズが拡大している。また、さまざまな分野・材料で電磁波利用が進むにつれ、異業種間における測定結果の同等性の保証、つまりトレーサビリティが不可欠となってきている。産総研では、このような要求を踏まえ、誘電率の計量標準の供給に向けて、誘電率計測技術とその不確かさ評価手法の開発を行っている。

## ■研究内容

## (1) 誘電率標準の整備計画

誘電率の計量標準は計量標準整備計画<sup>[1]</sup>に沿って整備を行う予定である(表1)。測定方法としては、高損失材料評価については反射伝送法、低損失材料評価については共振法の利用を検討しており、現在、計測技術とその不確かさ評価手法の開発を行っている。また、測定の国際同等性を確保するために、日本が幹事国となり、9カ国が参加する誘電率測定の国際比較を計画中で、技術プロトコルの作成を進めている。

## (2) 反射伝送法

この方法は高損失材料評価に適し、材料に入射した電磁波の反射・透過量から誘電率を求める。周波数に応じて、材料を同軸線路や導波管に封入する同軸・導波管法とアンテナを用いるフリースペース法に分類される。産総研では、誘電率算出方法と測定機器の校正方法を検討し、不確かさを最小にする測定システムを開発した<sup>[2]</sup>(図1)。また、2種類のミリ波帯材料評価装置を整備した(図2、測定範囲: 30~330 GHz)。

## (3) 共振法

この方法は低損失材料評価に適し、共振器に試料挿入前後の共振周波数とQ値の変化から誘電率を求める。産総研では、Split cylinder 共振器(20, 28, 35, 40, 50 GHz)を整備し、共振パラメータ抽出方法と測定機器の校正方法を検討することで、不確かさを最小にする測定システムを開発した<sup>[3]</sup>(図3)。

## ■まとめ

産総研では誘電率計測のトレーサビリティの確立に向けて、計測技術と不確かさ評価手法の開発を進め、依頼試験の実施や標準物質の供給、国内巡回試験の推進などを通して、開発した技術の社会還元を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 経済産業省ホームページ: [http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/keiryo\\_hyojun/report\\_01.html](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/keiryo_hyojun/report_01.html)  
 [2] Y. Kato *et al.*, IEEE Trans. on Instrum. Meas., Vol.64, No.6, pp.1748-1753 (2015)  
 [3] Y. Kato, M. Horibe, IEICE Trans. Electron., Vol.E97-C, No.6, pp.575-582 (2014)

表1. 誘電率標準の整備計画

整備計画	周波数帯	材料定数の範囲
2017年度まで	1-30 GHz	$\epsilon_r < 10, \tan \delta \sim 10^{-4}$ (低損失材料)
2022年度まで	1-110 GHz	$\epsilon_r < 30, \tan \delta \sim 0.01$ (高損失材料)

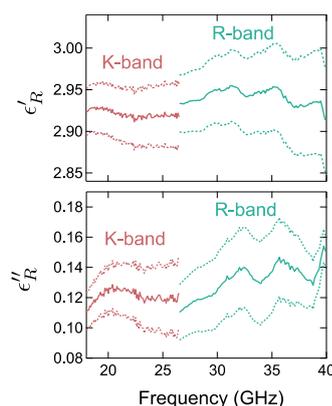


図1. 誘電率とその95%信頼区間

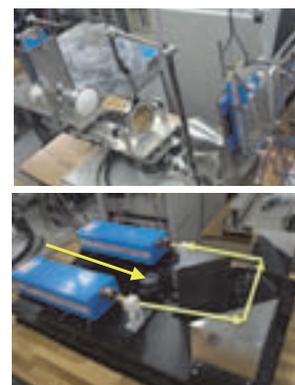


図2. ミリ波帯材料評価装置

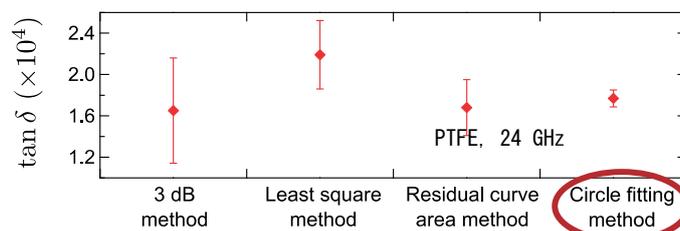


図3. 誘電正接とその95%信頼区間(共振パラメータ抽出方法で比較)

\*1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所