

## 産学共創「テラヘルツ」事後評価結果

1. 研究課題名：国家標準にトレーサブルなコヒーレント周波数リンクの創生とそれに基づいたテラヘルツ周波数標準技術の系統的構築

2. 研究代表者：安井 武史（徳島大学 大学院ソシオテクノサイエンス研究部 教授）

### 3. 研究概要

現在のテラヘルツ（THz）計測装置は、装置間で周波数の整合性が取れていないため、今後、日本の産業競争力を強化する上で障害になることが危惧されている。本研究では、電波や光波領域と同等の不確かさを有する周波数標準技術をTHz領域で確立するため、電波・光波・THz波という3つの異なる電磁波の周波数を周波数コムでコヒーレントにリンクすることにより、国家標準にトレーサブルな三種のTHz周波数標準技術（デュアルTHzコム分光計、THzシンセサイザー、THzスペクトラム・アナライザー）を開発した。これにより、国家標準に基づいて絶対周波数を付与し、周波数軸の普遍性を担保したTHz計測が可能になる。今後の国際標準化とトレーサビリティ体制の整備に伴い、THz周波数の確かな信頼性に基づいて、THz応用産業を国内外に幅広く普及していくことが可能になると期待される。

### 4. 事後評価結果

#### 4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

計測システムの標準化などへ寄与することができる本技術は、将来的な産業競争力強化への貢献が出来る。産学共創の場を活用し基礎的な研究が実施され、新たな知見が創出されている。一方現状では、周波数標準に対する産業界のニーズはあまりないが、今後、ミリ波通信等での応用も十分考えられる。アダプティブサンプリングクロックなど新たな知見（技術）を開発できている。

国家標準を視野に厳密なレーザ周波数制御によるTHz周波数標準技術を構築する研究は重要である。技術開発もさることながら法的なしくみづくりも十分に視野に入れなくてはならない。その意味で本研究の今後の展開が期待できる。産業的な観点から、市販の非制御フェムト秒レーザを利用した手法を提案したことは、十分評価される。広帯域性・高分解能・高確度を併せ持つ万能型分光法を開発し、またその手法を用いたプロトタイプを企業と共同開発したことは評価する。得られた成果は、今後の精密計測技術の展開に重要なテクニックが多数含まれており、THz以外への分野での利用が期待できるものとなっている。

徳島大を中心にAIST、電通大が適切に協力して実施し、分光技術、スペアナ、シンセサイザー等で十分な成果を計画通りに達成できている。

#### 4-2. 今後の研究に向けて

産業力の強化に今後つながるかどうかが、計測機器産業からの評価を待ちたい。学術的には、論文発表件数をはじめ、十分な知見が得られている。これらの知見をもとに、我が国の計測機器メーカーと連携し、特許化あるいはデファクト化に繋げていってほしい。電波や光波

領域と同程度の周波数精度を有する THz 周波数標準技術を確立するとともに、産業応用を目的にした可搬型 THz スペアナの開発も行うなど、多面的に、光学的技術をもとにして大変優れた成果を出している。通信分野への寄与・応用を期待するとともに、分光分野への応用に関しては、電子技術をもとにした装置より簡便なスペアナ、シンセサイザーが THz 領域に提供されることを期待する。

多くの発表件数など、学術的には高いアクティビティが認められる。一方でこのプログラムの趣旨としては産業化に繋がる技術が重要であり、すでに販売されているTHz帯のスペアナ、ネットワークアナライザ等と比較して、この技術がどのようなインパクトあるいは波及効果を持っているか、例えば、同じ対象（信号）の測定により両者を比較してみてもらいたい。そのためにも、汎用プロトシステムがどのような性能を発揮するかが待たれる。ぜひ展示会などで真価をアピールしていただきたい。

#### 4-3. 総合評価

電波や光波領域と同程度の周波数精度を有する THz 周波数標準技術を確立するとともに、産業応用を目的にした可搬型 THz スペアナの開発を、研究代表者である徳島大学を中心に共同研究者のグループと有機的に研究を進めるとともに、企業との共同研究を行うなど、効率的な研究が進められた。研究目標・マイルストーンにおける達成度は計画通りであり、研究全体の体制及び進捗において適切にマネジメントされている。

周波数標準の開発は、通信、計測など多くの分野で極めて重要なトピックスであり、この確立はテラヘルツ技術開発において特に重要である。本プロジェクトは、世界トップレベルの成果を多く生み出しており、高く評価する。光コム技術を用いて精度の高い THz 周波数標準技術（THz コム走査型分光計、THz シンセサイザー、THz スペクトルアナライザー）の確立を達成している。精度の追求も必要だが、より簡便に利用できる可搬型 THz スペアナのような装置の製作はより産業界への応用が広がると考えられる。

本研究は産業界（企業）が現時点においては、研究投資できにくい研究である為、その点で意義はある。標準化については、これからの課題となる。分光分野への応用に関しては、電子技術をもとにした装置より簡便なスペアナ、シンセサイザーがTHz領域に提供されることを期待する。

以上