

Sバンド小型電子リニアックを用いた高強度テラヘルツ光源の開発と応用

黒田 隆之助¹、熊木 雅史²、清 紀弘¹、豊川 弘之¹、山田 家和勝¹

¹独立行政法人産業技術総合研究所、²早稲田大学理工学部

1. はじめに

現在、独立行政法人産業技術総合研究所では、図1に示すようなSバンド小型電子リニアックを用いたレーザーコンプトン散乱X線源、及び高出力のコヒーレント・テラヘルツ光源の開発を行っている。本装置は、電子源、加速管、電磁石、マイクロ波源、レーザー装置等全てのコンポーネントを10m四方の1つの中規模実験室に集約している。Sバンド(2856MHz)20MWクライストロン1台を用いて、Cs-TeレーザーフォトカソードRF電子銃とUVレーザーによって約4MeVの電子ビームを生成し、1.5mの $\pi/2$ モード定在波(APS型)加速管2本を用いることで、約40MeVまで加速することができる。電子ビームのマイクロパルスの電荷量としては、約1nC以上、磁気パルス圧縮後のパルス幅は500fs程度まで圧縮することが可能で、キロアンペア級のピーク電流の電子ビームを実現できる。本研究では、この電子からのコヒーレント放射を利用し、ピーク強度としてはキロワット級の高出力テラヘルツ光源の開発を行っている。

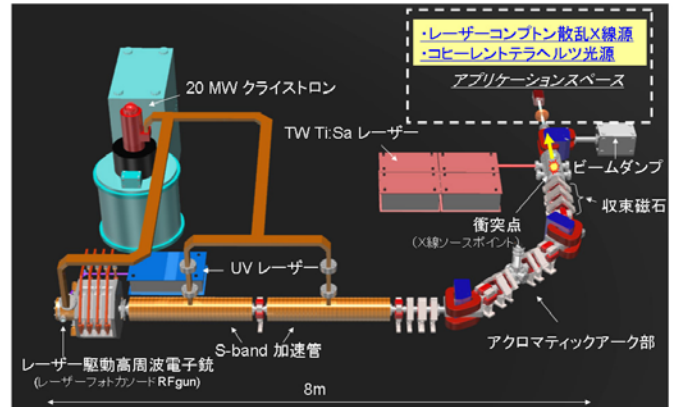


図1：小型電子リニアックを用いたレーザーコンプトン散乱X線・コヒーレントTHz光源

2. コヒーレント・テラヘルツ光源と応用

本研究では、上記キロアンペア級の超短パルス電子ビームと偏向電磁石を用いて、電子ビームの接線方向に高出力のテラヘルツ(THz)領域のコヒーレント・シンクロトロン放射光パルスを生成している[1-2]。テラヘルツパルスは、低損失の単結晶水晶窓(z-cut)によって大気中に取り出している。応用研究としては、走査型イメージング装置の開発を行い、図2に示すような比較的大面積での封筒内部の透視や、植物の水分布の経時変化を可視化することに成功している[3]。現在は、高出力のテラヘルツパルスを用いた時間領域分光システムを開発中であり[4]、今後、高出力テラヘルツ光の様々なアプリケーションへの利用が期待される。

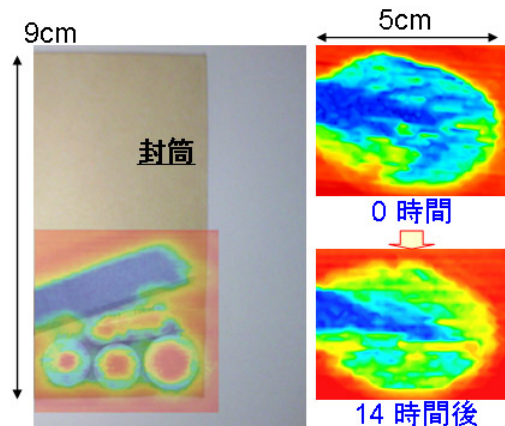


図2：走査型THzイメージング測定例(左：封筒内部、右：植物の水分布)

3. まとめ

産総研では、これまでSバンド小型電子リニアックを用いたコヒーレント・テラヘルツ光源の開発を行ってきた。これまで、走査型イメージング装置による応用展開を開始しており、植物や、ICカード、封筒内部の透過イメージングに成功している。現在は高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発を行っており、サンプル形状に依存せず、実環境下での測定を目指し、材料開発・ライフサイエンス分野等への広範囲の展開を行っていく。

参考文献

- [1] R. Kuroda et al., Infrared Physics & Technology, 51, 390 (2008).
- [2] N. Sei, R. Kuroda et al., J. Appl. Phys. 104, 114908 (2008).
- [3] R. Kuroda et al., Nucl. Instrum. Meth. (2010) in press.
- [4] R. Kuroda et al., Rad. Phys. Chem. 78, 1102 (2009).