

高温超伝導体によるテラヘルツ波発振素子 —コンピューターシミュレーションを利用した研究開発—

数理物質系 物質工学域 南 英俊

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$ はジョセフソン接合が原子レベルで積層した結晶構造をしているため、各接合で生じる交流ジョセフソン電流が位相同期するように適当な構造に加工することによって、乾電池程度の直流電圧印加で単色・連続なテラヘルツ波を得ることができる。発表者は、柏木隆成先生、辻本学先生とともに、このテラヘルツ波発振素子の性能向上に取り組んできた。両先生はすでに本セミナーで発表されていて、研究の意義などはその要旨によくまとまっているので参考にさせていただきたい。

第 2 回 (2019 年 12 月 6 日) 高温超伝導体固有ジョセフソン接合系の物質科学

—超伝導コヒーレントテラヘルツ量子光源の創成— (辻本学先生)

第 12 回 (2021 年 7 月 29 日) 高温超伝導体単結晶を用いた連続テラヘルツ波発振器の開発

—高温超伝導体の社会実装に向け— (柏木隆成先生)

発表者は実験結果や素子の動作を理解するためにコンピューターシミュレーションを利用している。発表者が行ったいくつかの実験とシミュレーションを紹介したい。この素子ではホットスポットと呼ばれる大きな温度不均一が発生することが示唆され、発表者は温度分布を可視化する実験を行ったのでまず紹介したい。この現象を理解する上でシミュレーションは大変有効であった。この成果は高排熱構造 (特許取得) へとつながり、液体窒素や小型冷凍機での動作、1 THz を超える高い周波数を可能にした。次に、パッチアンテナを結合した素子について紹介する。これは外部構造体による共振で動作することを初めて示したものであるが、ここでも動作を理解する上でシミュレーションは大変有効であった。排熱用にアルミナ板やサファイア板を載せた素子は極めて高い放射指向性をもつが、それが誘電体共振器アンテナとして動作していることがシミュレーションによってわかってきた。本発表では、この発振素子の原理や現状などを簡単に紹介した後、これらについて紹介したい。