

レーザーカオス光による Sub-THz 波の火山灰中における伝送特性

Sub-THz wave transmission characteristics in volcanic ash

川崎 美柚¹, 〇川上 由紀¹, 栗島 史欣²

NIT (KOSEN), Fukui College¹, Fukui Univ. of Tech.²,

Miyu Kawasaki¹, 〇Yuki Kawakami¹, Fumiyoshi Kuwashima²

E-mail: kawakami@fukui-nct.ac.jp

1. まえがき

近年, 様々な自然災害により各地で甚大な被害が発生している. 特に, 土砂崩れや火山噴火・雪崩など, 人や車・建物が埋まってしまうケースも少なくない. 土や火山灰といった遮蔽物は, 救助活動の妨げにもなり, 対応策が必要とされている. 既に, 無線を用いて救助対象を探すシステムは開発され, 実用化されている. しかし, どれも高価で, 救助活動における確実性が低いという欠点がある.

無線を用いた探索システムにおいて, 要となるのは電波の伝送特性である. 伝送特性は, 各周波数帯, 各遮蔽物によって異なる. 中でも, Sub-THz 帯における火山灰への伝送特性はまだ明らかになっていない. また, Sub-THz 波はミリ波と異なり, ビームとして扱えるため, サンプルの伝送特性を明確にできる. 本研究では Sub-THz 帯に限った火山灰中の伝送特性を測定し, 結果を解析する.

2. Sub-THz 波の発生及び検出装置

Sub-THz 波を発生させ, 伝送特性を測定するために図 1 に示す装置を製作した[1]. 半導体レーザーからの出力は, ビームスプリッター1(BS1)によって, 外部鏡(M2)と Sub-THz 波発生及び検出系に分割される. 外部鏡で反射された光がレーザーに戻ることで, 光学的遅延帰還がレーザーに加わり, カオス光が生まれる. カオス光は, BS3 により Sub-THz 波発生装置と検出装置に同じ割合で分割される. 発生装置には, AC70Vpp の電圧が加えられ, レーザー光がアンテナに照射されたことで発生した自由電子が加速される. 縦モード間の光ビートによりキャリア密度が変化することで電流が変化し, Sub-THz 波が発生する.

プリズム 1(P1)は自動可動レールに設置されている. これを一定の間隔・時間で端から端まで移動させることにより, THz 波の検出に必要な時間ごとの計測を行う. 検出器上でレーザー光と THz 波の相互相関をとると, 遅延時間の関数として時系列を観測できる. 信号はロックインアンプを通し, 電流として取り出す. 取り出した電流の大きさが, 電磁波の信号振幅となる. BS3 から発生器までと BS3 から検出器までの距離が一致すると, レーザーカオス光では相互相関が最大となり, 最大の Sub-THz 波を取り出すことができる.

また, 発生した Sub-THz 波を集光するための集光用レンズを取り付ける. この集光用レンズの間に伝送特性を調べたいサンプルを入れ込み, 伝送特性の測定を行う.

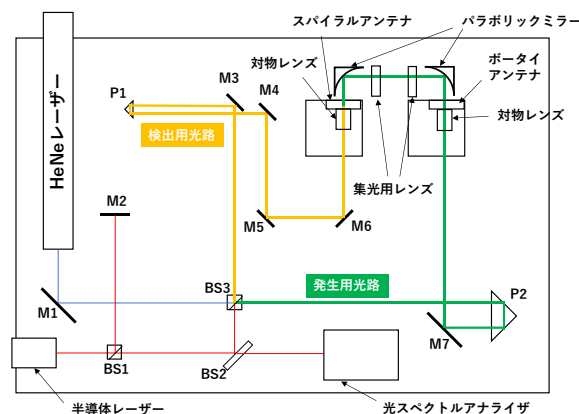


図 1 THz 波発生装置

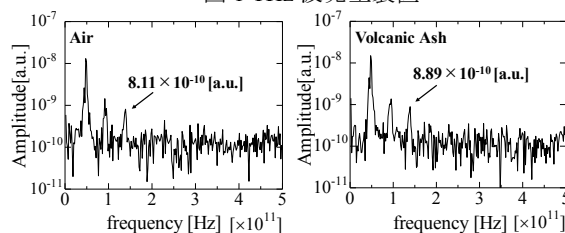


図 1 Sub-THz 波のスペクトル

3. 火山灰中における Sub-THz 波伝送特性

火山灰中を透過した電磁波の強度を複数回測定した. また, 比較対象として空気中を透過した電磁波の信号強度を測定した. 測定結果の一例を図 1 に示す. 図 1 より, 0.14THz において, 火山灰透過後の信号振幅は空気中を透過した場合よりも高くなっていることがわかる. 別日に行った測定においても同様の結果が得られており, 比透過率は 1 回目に 110%, 2 回目に 103%, 3 回目に 108% となった. 数値のバラつきは, 空気中の水蒸気量の変化の影響を受けている.

4. むすび

測定により, 空気中に比べ火山灰中の方が 0.14THz 帯の Sub-THz 波が透過しやすいことが分かった. THz 波は水分に吸収されやすいという弱点が影響し, 空気中の伝送特性測定の場合は, 水蒸気が Sub-THz 波を吸収し, 信号を減衰させたと考えられる. 対して, 火山灰中は空気中に比べ, 含まれる水分が少ないため, 減衰も少ないと考えることができる. 以上の結果から, 水分を含まない遮蔽物間での探索であれば, より多くの情報を伝送できる Sub-THz 波は有効であるといえる.

文献

[1] 栗島, "レーザーカオスを用いた THz 波の発生", レーザー研究, Vol.39, No. 7, pp.502-507, 2011.