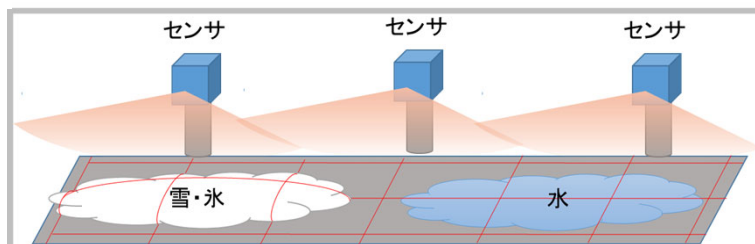
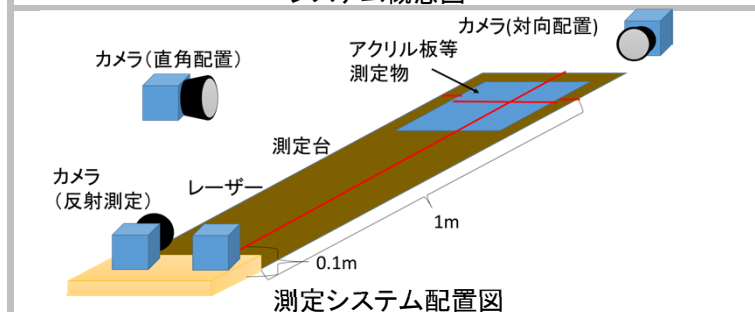


滑走路上の薄い水や氷の膜厚を計測する技術の開発

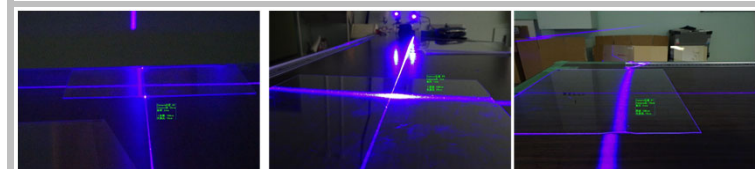
監視通信領域 ※米本成人、河村暁子、 ニッ森俊一、森岡和行



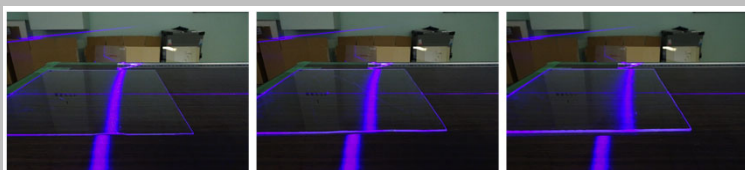
システム概念図



測定システム配置図



カメラ配置によるレーザー線の1mm厚さアクリル板の測定結果

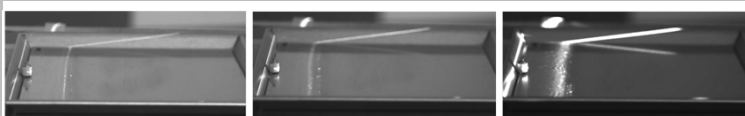


1mm

2mm

3mm

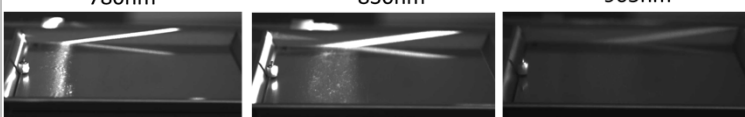
アクリル板の厚さ測定



780nm

830nm

905nm



940nm

980nm

1064nm

アクリル板による赤外線波長の反射特性



アクリル板

水

氷

赤外線ラインレーザーの約3mm厚さの物体による散乱特性

1. はじめに

近年、爆弾低気圧等の異常気象により、短時間で厚い積雪の頻度が増えている。積雪時には、滑走路面の滑り係数を車両にて計測し、除雪を行って空港の安全を確保している。滑走路表面の積雪状況をリアルタイムに3次元的に計測できれば、冬季における円滑な空港運用が可能となるが、従来の積雪測定センサは設置した真下のみの測定となるため、遠く離れた滑走路の面的な情報を取得することが難しい。

当研究では、離れた滑走路上の積雪の厚さ計測を行う新しい3次元計測技術の検討を行った。

2. 研究の概要

本研究は平成30年から令和2年度まで基盤的研究として実施した。滑走路脇の離れた場所に設置したセンサで計測を行う手法として、電波、レーザー光等の電磁波による計測手法を検討した。航空局の要望に基づき、研究開始当初は、cm級の精度の測距手法の検討を開始した。ところが、国際規格化作業の進展により、滑走路状態コード(RCC)の境目となる、堆積物が3mm厚さが重要となったため、さらに高い測距精度でmm級の堆積物厚さ測定手法を検討することとした。当初、2周波帯の電波を用いることで、帯域幅の合成効果でcm級の測距精度を得ることを想定していた。距離測定に電波を用いるとき、1mmの測定精度を実現するためには最低でも150GHzの合成帯域が必要となることから、非現実的となる。よって、レーザー光を利用した計測手法を考案することとした。

3. 基礎実験の結果

測定手法を検討するため、青色ラインレーザーを0.1mの高さに配置して、1m離れた場所に十字線を描画し、各種測定物を計測した。厚さの基準として透明アクリル板を使用し、カメラをレーザー線から1m離れたところに様々な配置で撮影したところ、レーザー放射の向きとカメラの向きが直角となる条件で、1mmのアクリル板の厚さによるレーザー線の移動が観測された。また、厚さを1mm～3mmと変えると厚さに比例してレーザー線が移動した。

空港内の他業務に誤認識を与えないよう、人間の目には見えない赤外線レーザーを使用して、物体表面の散乱の観測を行った。安価なCMOSセンサで検出できる1000nm以下の波長の赤外線でも、可視光同様に物体表面での散乱が観測された。また、実際の堆積物である水や氷を置いて観測した。水面においてはレーザー照射方向と垂直の方向でも散乱赤外光が観測されること、氷の場合には表面だけでなく内部に浸透しながら、氷の内部で赤外光が散乱されることが示された。

以上より、赤外線ラインレーザーとカメラを用いることで、離れた場所で増加する堆積物の厚さを測定可能であることを実験的に示した。

参考文献

N. Yonemoto, "Realtime Remote Sensing of Water/Ice layer on the Runways", 3rd PEM(Photonics-applied Electromagnetic Measurement) International Workshop in Ise (PEM2019), Nov. 18-19, 2019