

## プロジェクションマッピングを用いた空港舗装点検の効率化について

エアポートメンテナンスサービス株式会社  
土木事業部 土木保全課  
中村えみか、松井夏也

### 1.はじめに

成田国際空港の基本施設の舗装点検においては、車上からの目視点検と、目視点検で変状が疑われた箇所でのテストハンマーを用いた打音点検を行ってきた。この手法で空港全域をカバーするには、点検員の熟練と多くの労力を必要とするが、2019年10月より、点検技術の高度化・効率化の取り組みとして、赤外線サーモグラフィ（以下、赤外線測定という）を使用した点検手法を併用するようになった。これは、舗装内に空隙があると、それによる断熱効果で舗装表面に温度差が生じることを利用し、赤外線測定器を車両に搭載して広範囲の舗装面を高速で測定することで、アスファルト舗装下面に封じ込められた水分が気化して膨張し舗装面が膨れ上がる現象（ブリストリング）や、アスファルト舗装において本来接合しているはずの各層間の接着が失われた状態（層間剝離）といった変状を効率的、定量的に検出することを目的としている。

検出された変状箇所については、基本施設のアスファルト舗装に3m×3mのユニットを配置し、各ユニット面積に占める変状箇所の総面積が0.9%以上の場合（危険度高）、0.3%以上の場合（危険度中）、0.3%以下の場合（危険度低）の三段階で危険度を判定する。

判定の結果、危険度中以上となったユニットは要点検とし、現場で打音点検を行い実際の変状及び破損の程度を確認、評価する。

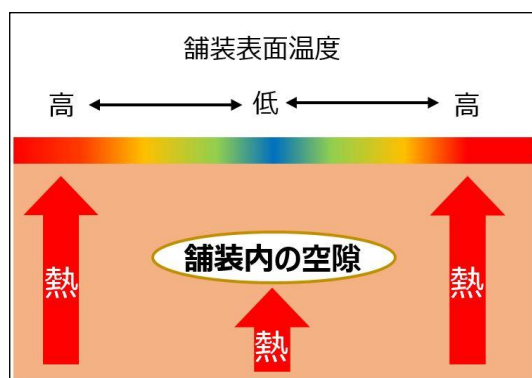
打音点検を行うにあたっては、手元の図面を参考に、制限区域内の基準となる点（灯器等）からの距離をウォーキングメジャー等で測定し、要点検ユニットを探す手順を踏むが、この作業に大きな時間と労力を取られているのが現状である。

この点を改善するために、車両に搭載したプロジェクターを用いて路面に各ユニットを投影するプロジェクションマッピングシステム（以下、PMS）を導入し、要点検ユニットを探す時間の短縮を図ることとした。

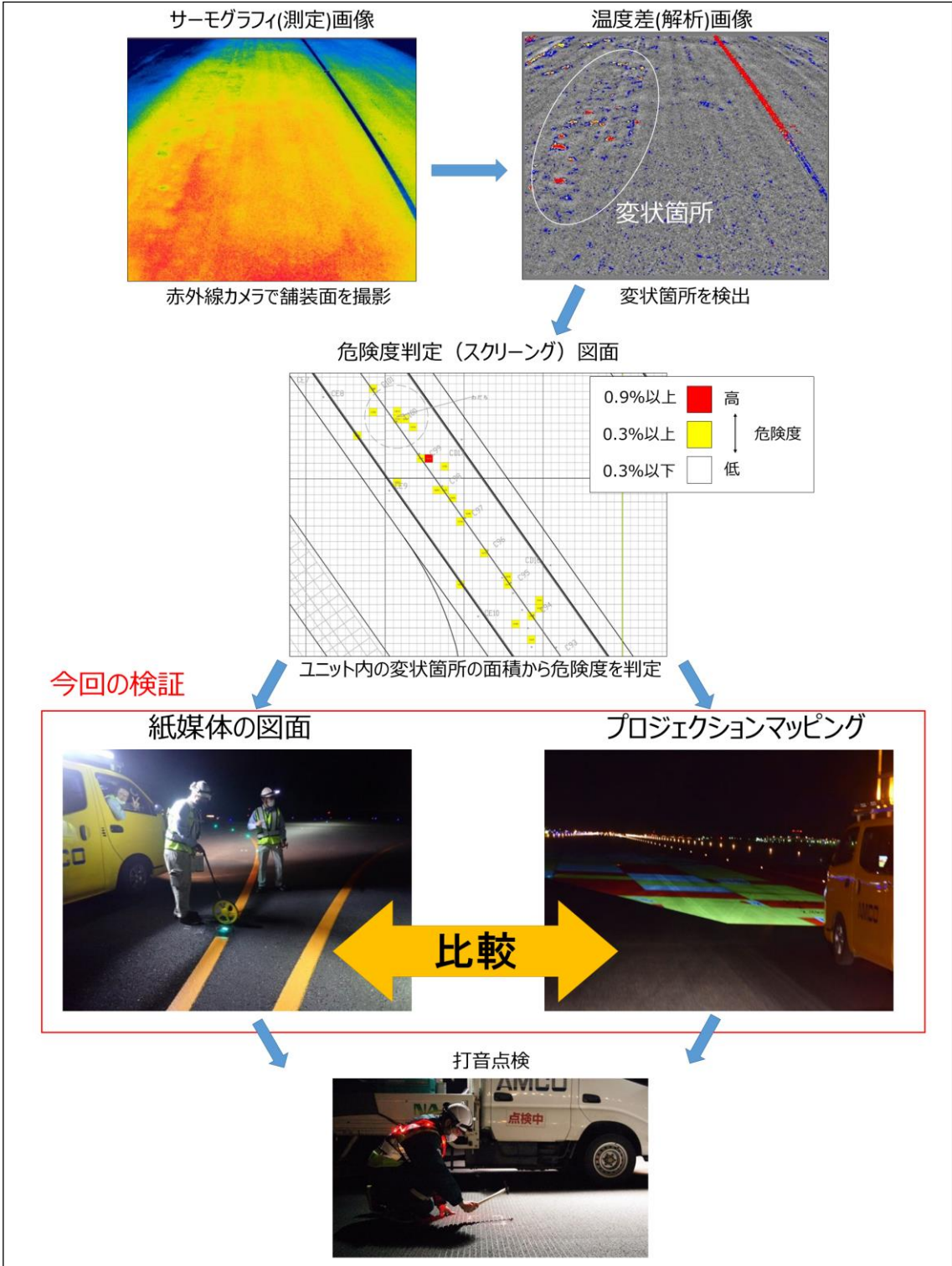
今回、成田国際空港全域で使用可能なPMSの開発に先立ち、これを導入したときどの程度作業時間が短縮されるかを確認するため、限定的な範囲での検証を行った。



【赤外線測定器を搭載した車両】



【赤外線測定のメカニズム（夜間）】



【赤外線測定による点検の工程と今回の検証箇所】

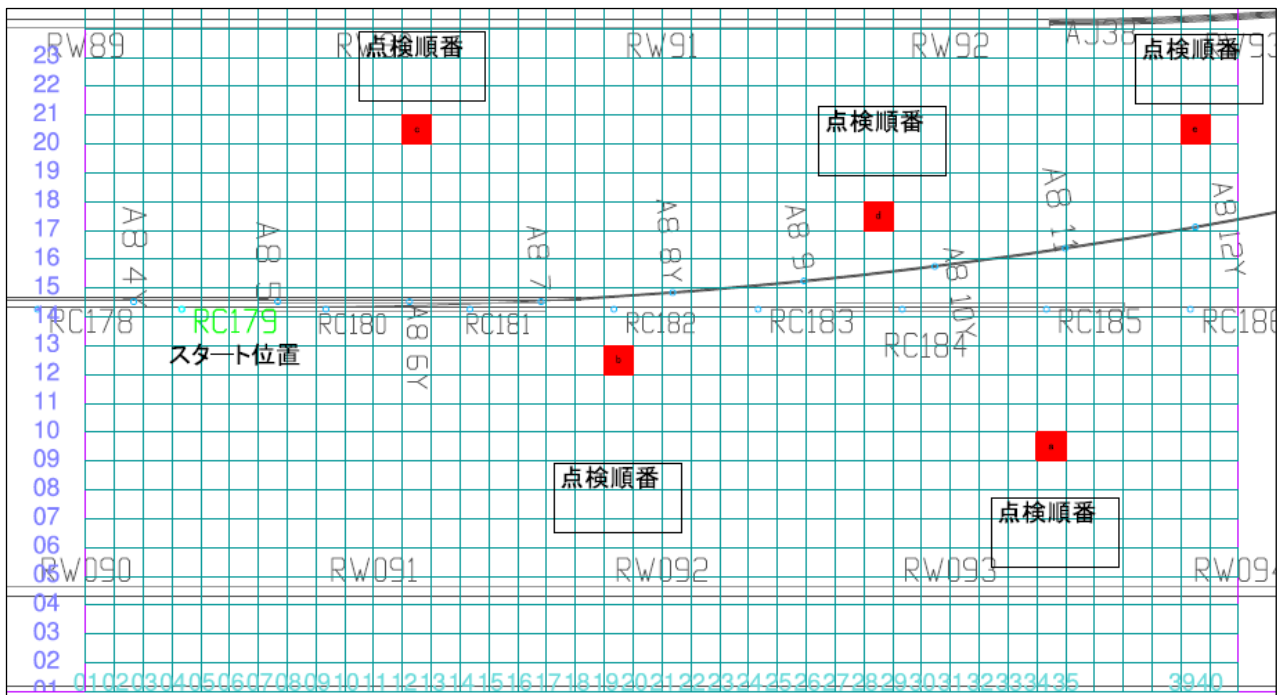
## 2.検証内容

検証は、A 滑走路において、延長 120m×幅 42m(560 ユニット分)の範囲内に危険度高と仮定した 5 つの目標ユニットを配置し、紙媒体の図面を使用した場合と PMS を使用した場合とで、全 5 つの目標ユニットの場所を特定するのに要した時間を計測するものとした。

検証は、A 班および B 班の 2 班が実施し、それぞれの班の人員構成は、A 班を日常的に成田国際空港の基本施設巡回点検に従事する者 3 名とし、B 班を日常的に成田国際空港の基本施設巡回点検に従事する者 1 名および成田国際空港の制限区域内に不慣れな者 2 名からなる 3 名とした。



各班は、紙媒体の図面を使用した場合と PMS を使用した場合との両方の条件で、目標ユニットの場所を特定するまでの所要時間をそれぞれ計測した。

検証を行った範囲と目標ユニットの配置を【図-1】に、検証の条件を【表-1】に示す。



【図-1】 検証範囲と目標ユニットの配置

【表-1】 検証の実施者と条件

	紙媒体	PMS使用
<b>A班</b>  経験者 経験者 経験者	<div style="border: 1px solid red; padding: 10px; display: inline-block;">             それぞれの場合で              所要時間を計測           </div>	
<b>B班</b>  未経験者 未経験者 経験者		

### 3. 検証結果と考察

検証結果を【表-2】に示す。

【表-2】各条件による所要時間及びその比較

	紙媒体	PMS	作業時間差
A 班	12 分 02 秒	5 分 54 秒	6 分 08 秒
B 班	18 分 48 秒	5 分 22 秒	13 分 26 秒
作業時間差	6 分 46 秒	32 秒	

紙媒体の図面を使用した場合と PMS を使用した場合との各班の所要時間を比較すると、A 班は 6 分程度、B 班は 13 分程度短縮される結果となった。

また、紙媒体を使用した場合の A 班と B 班の所要時間を比較すると、6 分程度の差が生じたが、PMS を使用した場合は概ね同じ所要時間となった。

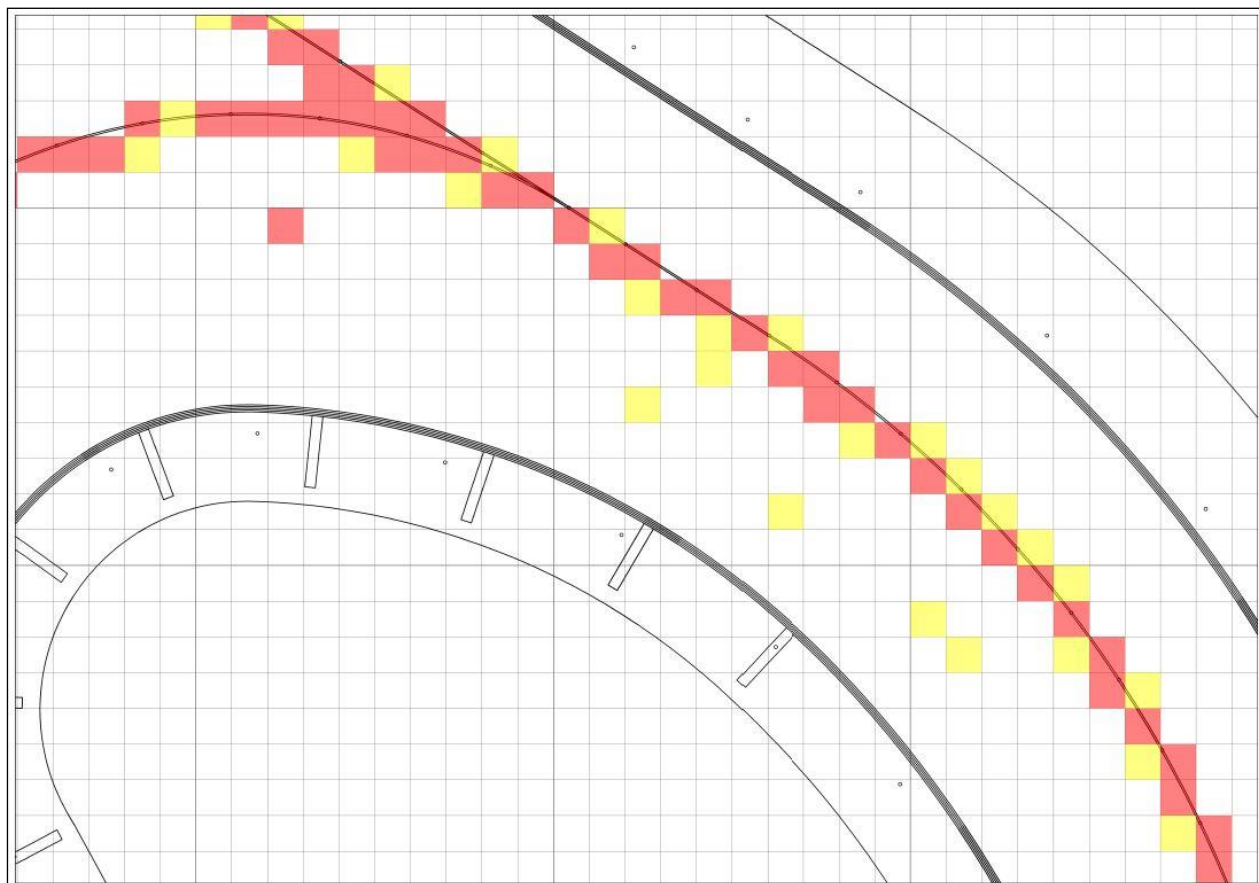
これらの結果から、PMS を使用することで変状箇所の特が容易となり、作業時間の短縮が可能となることで、徒歩による重点点検の効率化が見込めると考えられる。また、各班の PMS を使用した場合の所要時間に大きな差が無いことから、空港内舗装点検の経験が浅い外部要員の更なる活用が可能になると考えられる。

### 4. まとめ

今回の検証は、狭範囲での実施であったが、PMS 投影による方法では容易に目的の場所を特定できることが確認され、紙媒体の図面による方法と比較して所要時間に最大 13 分程度の差が生じたことから、効率化を図ることができたといえる。また、PMS 投影による方法では、所要時間の差があまり生じなかったことから、空港内舗装点検の熟練度に寄らず点検作業を進めることができることも確認された。

机上の計算ではあるものの、赤外線測定の対象面積と今回の検証範囲の面積の比率から、今回の検証結果から得られた時間短縮の効果を空港全域に適用した場合、削減される作業時間は約 31 時間となる。これは、今後成田国際空港の運用時間が伸びて一日の点検時間が短くなったり、施設が増えて舗装面積が増えたりするほど効果が増していくと考えられる。

また、今回の検証範囲では、全ての目標ユニットが滑走路中心線上の距離および滑走路中心線に垂直方向の距離のみで特定できるものであった。しかし、現実には曲線の誘導路中心線上の灯器からしか位置を特定できないユニットも多数存在している。このような場合への対応においても、正確性と効率の面で PMS には大きな利点があると予想される。

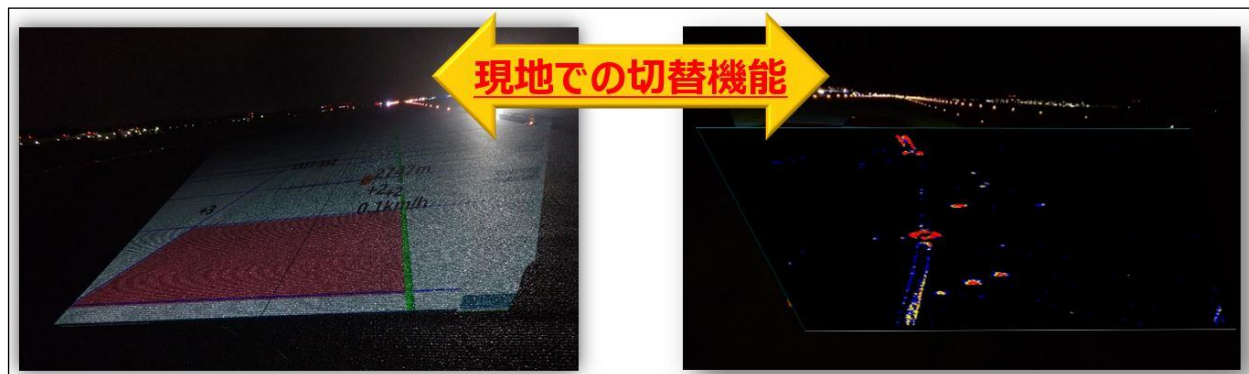


【現場で場所の特定が難しいユニット例】

## 5.今後の課題と展望

PMS によって目標ユニットの特定が効率的に行えることが確認されたが、目標ユニット内で変状を発見するには、手元の解析画像資料を確認しながらユニット内であたりを付けて打音点検したり、赤外線カメラのリアルタイムの解析画像を車内で確認する者が、打音点検を行う者に指示を出したりするしかないのが現状である。この工程においても、PMS によって測定データの解析画像や、赤外線カメラのリアルタイム解析の画像を路面に投影することができれば、作業の効率化につながり、変状の見落としも減少すると考えられる。

また、赤外線測定の結果に限らず、埋設物や補修履歴など様々な情報を PMS で投影することができるようになれば、多くの作業において安全性と効率が増すと考えられる。そのため、今後様々な作業に応用することも視野に入れて開発を進めていきたい。



【危険度判定と解析画像の切替え機能 (イメージ)】

## 6.おわりに

近い将来、成田国際空港のさらなる機能強化が果たされたときには、点検対象となる施設が増加し、限られた時間内で従来以上の高品質の点検を目指していくこととなる。生産人口の減少や技術継承の難しさから、これまでの体制を維持するだけでは、増加した作業量に見合う人員の確保が困難となることが容易に予想される。そのため、今後は点検員の技術向上だけでなく、様々な技術を取り入れることで高度化・効率化を図る必要がある。その取り組みの一つとして **PMS** を完成させ、必要に応じて機能拡張していくことで、より一層成田国際空港の安全運用に力添えできるよう努めていきたい。