

【株式会社エムアールサポート】 i-Construction大賞取組テーマ

測量美術

SOKURYOH ART

～ 舗装修繕工事におけるICT積極活用の取組～

株式会社 エムアールサポート 取締役 / ICT事業統括責任者 森 誉光

令和2年2月14日



測量美術ってなんだ！？

i-Constructionを加速する、「実務で使える」3次元計測

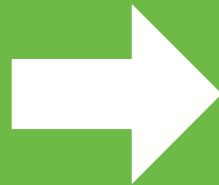
1

Create a world where no one is left behind by i-Construction

Science (科学)
Technology (技術)
Engineering (工学)
Mathematics (数学)

測量

Art (美術・芸術)

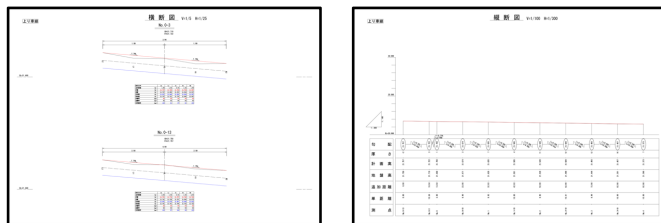


どちらも、「物をとらえる・伝える」手法

測量美術は、「測量の考え方」に「美術の考え方」を合体した、測量イノベーションです

異なる2つの表現手法を統合して情報を強化した

測定の伝え方（数と図形で伝える）



図面・数値の情報

美術の伝え方（感覚を伝える）



見えるもの

見えないもの（印象）

統合強化

測量に、美術の「伝え方」を合体



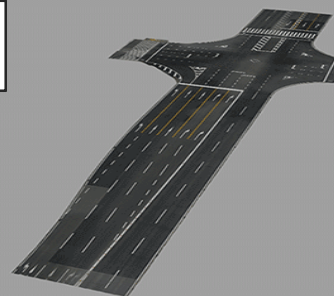
測量美術の伝え方

●美術分野の専門知識（主に、コンピュータグラフィックス・情報デザイン）を持って、測量情報のビジュアルコミュニケーション性を高めた。（見える化）

●測量情報を見える化して、その情報をこれまで以上に広く活用する事を目的とした、本取組の情報作成手法は、情報の整合性にも優れており、CIM活用の考え方に通じる。

測量美術は必要な情報を取り出せる「情報のかたまり」

情報のかたまり
(測量美術)



欲しい情報を必要なだけ取り出せる

見えるものを使える化

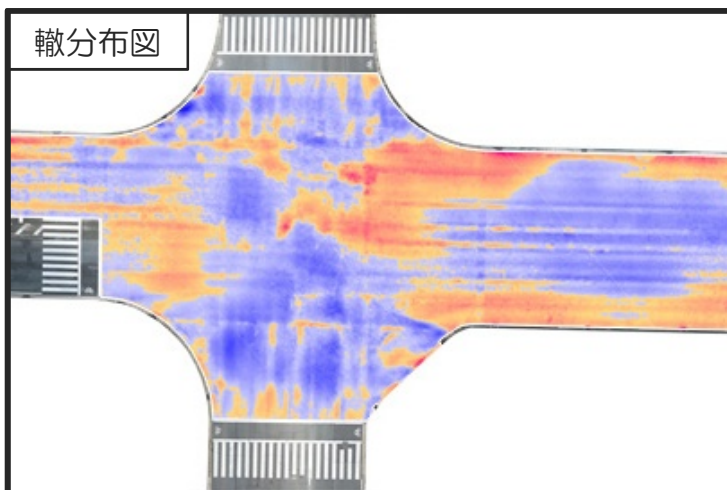
平面CAD図



2DCAD化を行うと、従来通りの使い慣れたCAD操作で、物の形状・細別・座標値を取り出して、工事に活用することが出来る。

見えないものが見える化

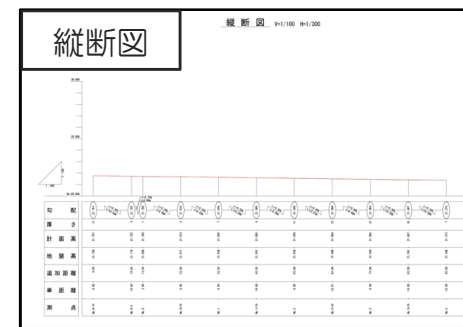
轍分布図



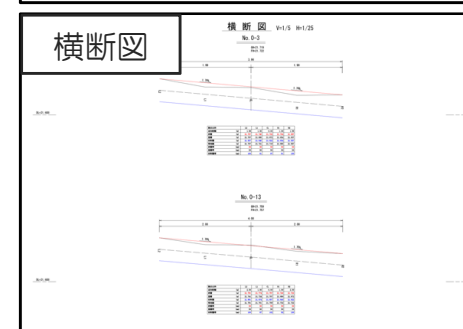
I CT起工測量に並行し、轍掘れの分布判定・ひび割れ率の算出・IRIの算出も行える。全てを同一の計測結果から判定するので情報が符合する。

いつもの図面

縦断面図



横断面図

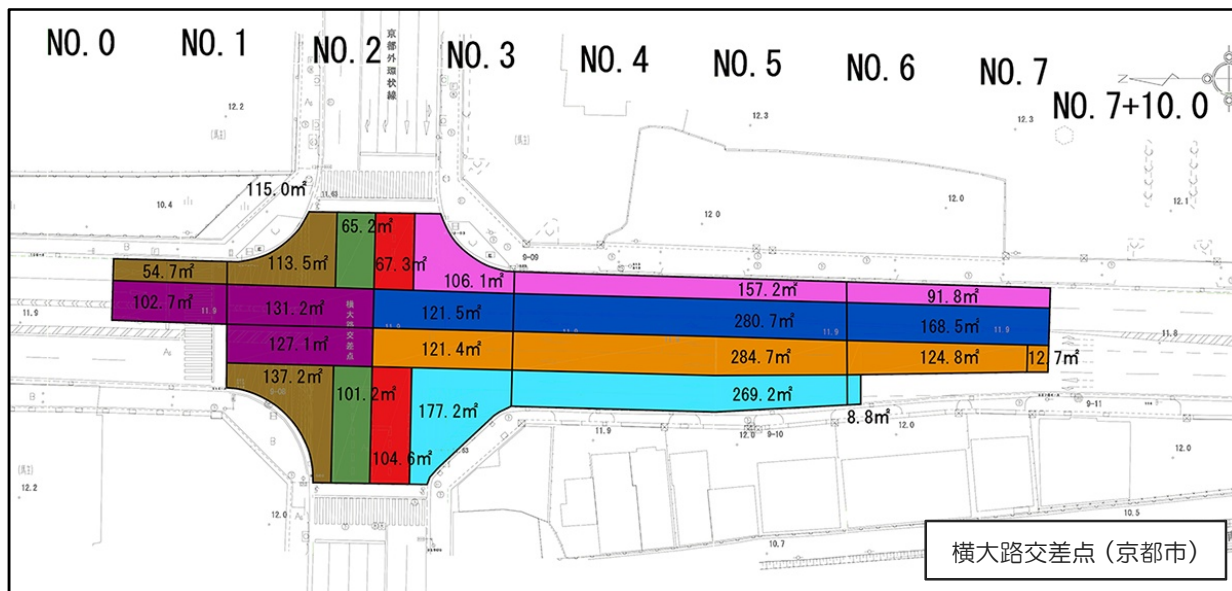


取組内容を、全国に先駆け実務活用 (H30年度近畿地整 京都国道事務所)

京都国道第一維持出張所管内 国道1号他舗装修繕工事

受注者: 株式会社玉井道路

備考: 創意工夫として測量美術による路面解析を実施



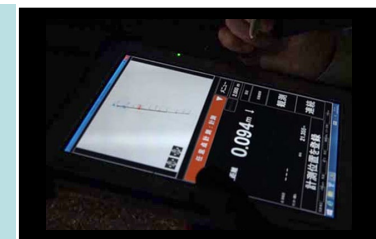
舗装修繕工は、施工割(供用部の車両通行規制の最小化・切削機がどこからでも走れる・施工可能数量/1日の兼合い)や、現況への摺付けを考慮した設計が必要となるため、徹底的な路面及び端部の解析と、その基となる極めて詳細な 3次元データ計測が必須となる。

平坦性(IRI・MRI)調査、ひび割れ率調査、轍掘れ分布判定、面積計算、現地盤高さ等を机上測定し効率化。創意工夫の評価点で満点を獲得した。

5. 創意工夫 (加点のみ)	1. 創意工夫	5.7 / 5.7点
----------------	---------	------------

出典: 近畿地方整備局 京都国道事務所京都第一維持出張所, 国道1号他舗装修繕他工事別表1 項目別評価点, 平成30年

- 縁端部への摺付け、マンホールへの摺付け、街渠・側溝への摺付けなど、修繕工に用いる3次元設計は摺付けを考慮しデータを使い分ける。



切削3次元設計の活用



- TSと連動させた携帯パソコンに、リアルタイム表示される数値を、そのままマーキングで示すことで、3次元設計そのままの形状を再現できる。



任意点マーキング

● 本工事は、受注時点で準備期間1ヵ月、施工期間1ヵ月、竣工期間1ヵ月の非常にタイトなスケジュールであった。準備期間の1ヵ月で事前測量と着工書類作成を完了する必要があった為、測量美術を活用することでスケジュール内に収めた。さらに施工の効率化も実施した。

測量美術のつくりかた

～混合技法による計測～

2

Create a world where no one is left behind by i-Construction

TLS(地上型レーザースキャナ)

- 点群計測の手法の中で、最も計測精度が優れている「地上据置き型」のレーザースキャナを使用する。



- 本取組を円滑に実施する為に、新たに計測用の器具を開発。通常的方式では、準備作業を含めて30分~40分程度かかっていたスキャン1回あたりの作業を、3~5分にまで短縮。

- レジストレーションは、器械点・後視点法で行うため数kmに亘る、延長が長い路線であってもデータが整合する。

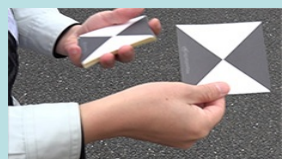
UAV(小型ドローン・模型航空機)



- 小型ドローン又は200g以下の模型航空機で写真測量を行い色彩のみを使用する。(色彩補填)



- 小型の標定点を計測範囲/5~10m間隔で設置する。



基準点測量・水準測量

- TLSとUAV、双方のデータを結合するために、基準点測量並びに水準測量を並行して行う。測量計算はモバイル端末で現地で行えるため、ロスタイムが無い。

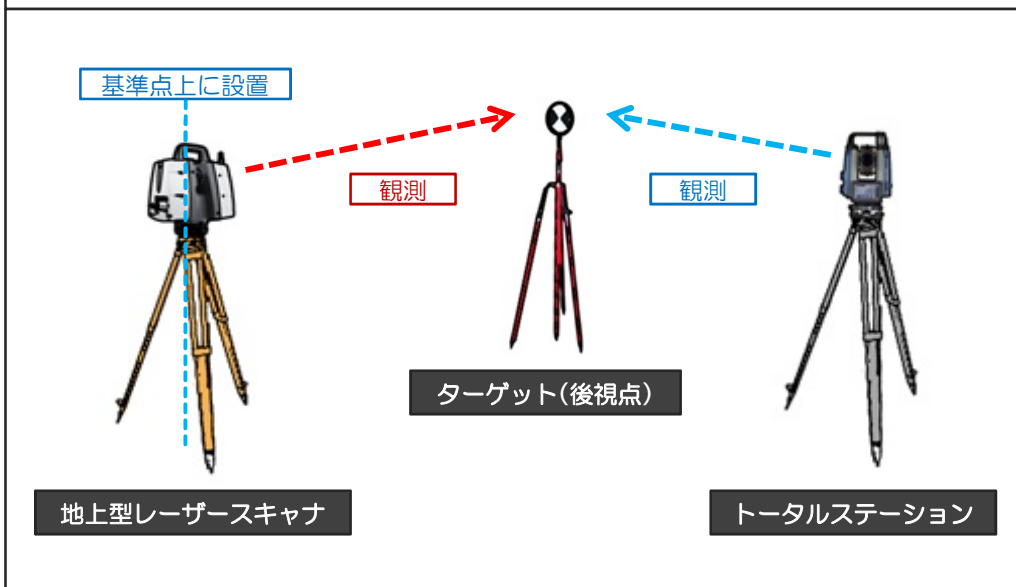
これらの手法を並行して行うことで見えるデータを作り、ロスタイムも無くす

● 地上型レーザースキャナについて(舗装計測についての社内規格)(令和元年)

「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)」の「第3章TLSによる工事測量 3-1起工測量」に準拠し、着工前の現場地形を把握するための起工測量を、地上型レーザースキャナーを用いて実施する。

起工測量時の測定誤差は±10mm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cm)あたり1点以上とする。ただし、縁端部などの摺り付け計画に関して必要となる要素についてはその範囲を協議にて確定し、測定精度は±4mm以内、計測密度を0.0025m²(5cm×5cm)あたり1点以上で計測する。必要な場合はトータルステーションによる点群の補填計測も併用する。

レジストレーションの方法は「器械点・後視点法」により実施する。器械点は基準点上に設置し、後視点はトータルステーションを用いて事前に位置情報を計測したターゲットを使用する。器械点及び後視点は、4級基準点と同等の測量方法をもって計測する。

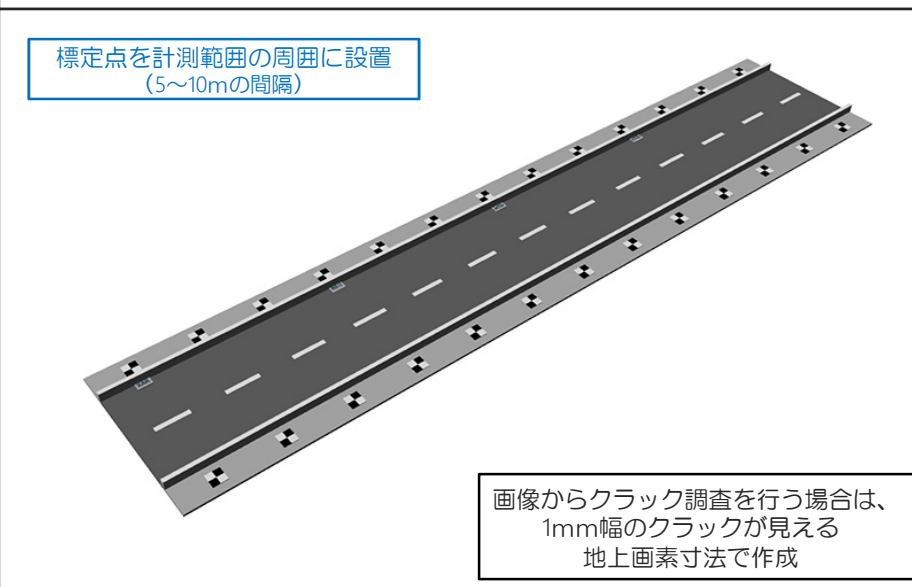


参考,出典:国土交通省,地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案),平成30年

● UAVによる色彩補填測量について(社内規格)(令和元年)

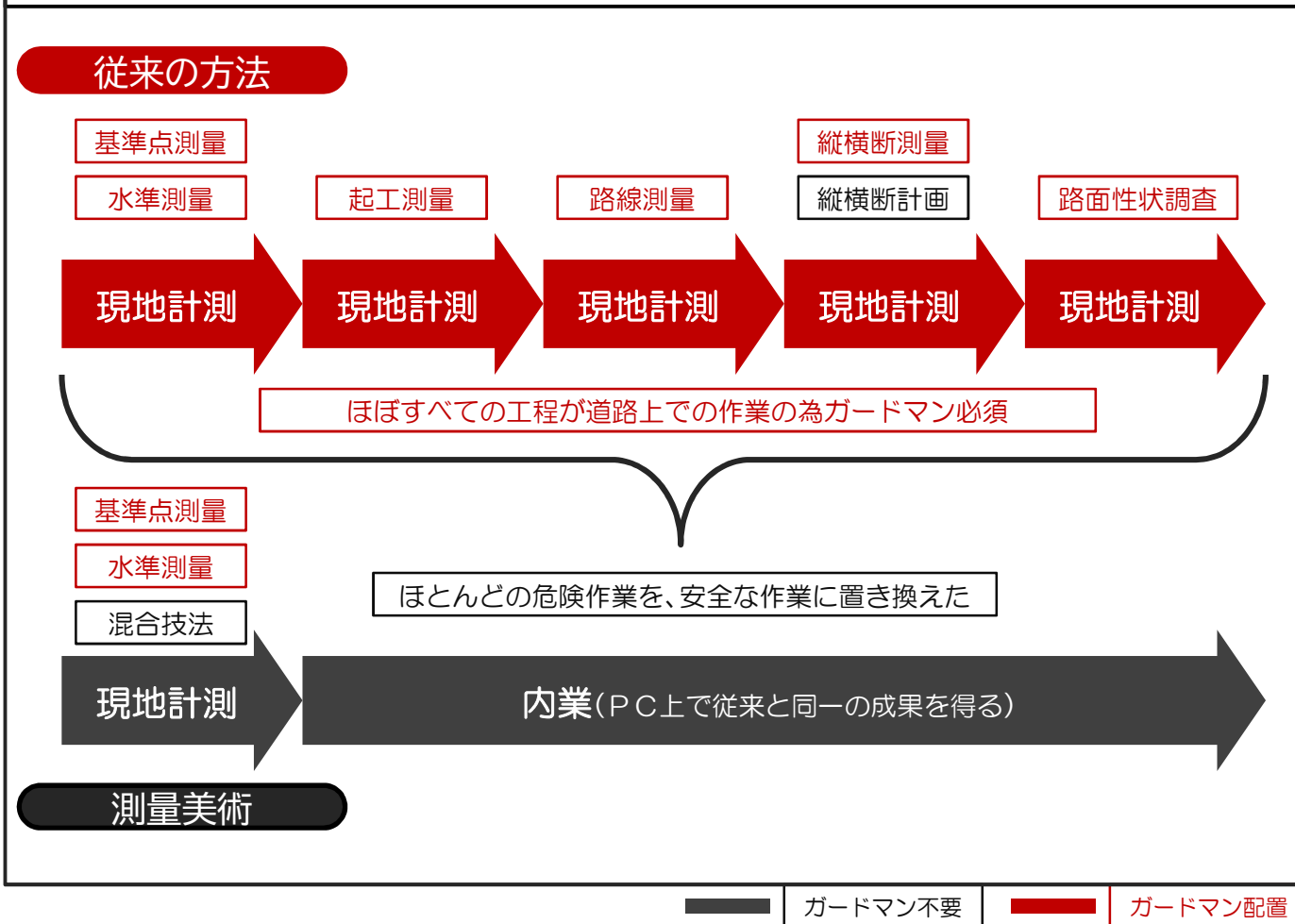
「地上型レーザースキャナーを用いた計測では、「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)」にあるとおり、「(1)計測箇所をピンポイントに計測できない/(2)取得データの計測密度にばらつきがある。」という地上型レーザースキャナーの特性に留意することが求められている。色彩補填測量は、この地上型レーザースキャナーの欠点である特性を、無人航空機を用いた空中写真測量による色彩情報で補うものである。

標定点(外側標定点)は、計測範囲の周囲へ碁盤の目状に縦断方向5~10m/1点の間隔で設置する。横断方向の間隔は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領」に準じて100m以内の間隔で設置する。検証点は基準点よりトータルステーションを用いて計測した座標値を使用し10mm以内の誤差であることを確認する。



参考:国土交通省,空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案),平成30年

作業工程のフロー比較 (起工測量の場合・イメージ図)



ガードマン不足の課題



●ガードマン不足の問題は、現在益々深刻化しており、ガードマンが配置できないために工事が遅れるという事態が常態化してしまっている。

測量美術は、貴重なガードマンを他の業務にまわせるので、課題を解決できる

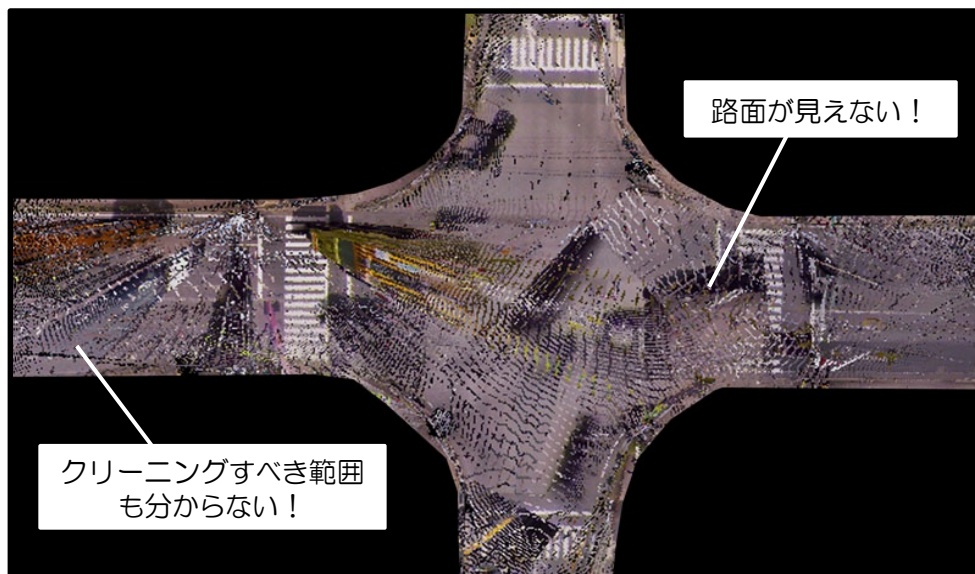
ICT舗裝修繕における計測の課題

～計測ノイズの課題と混合技法の有効性～

3

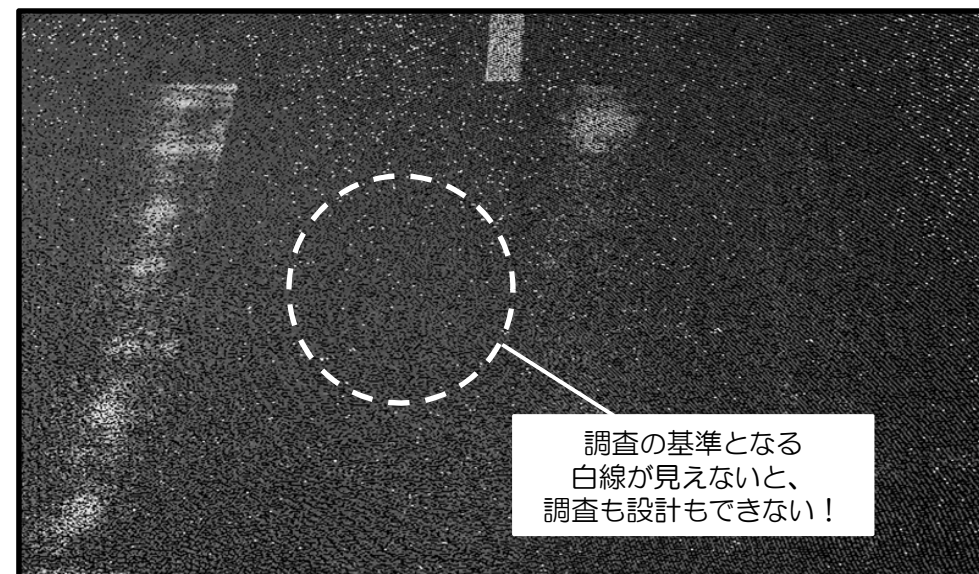
Create a world where no one is left behind by i-Construction

TLSのみの点群計測



- 色彩が不明瞭な場合（色彩ノイズが発生した場合）施工範囲の正確な判別ができない。クリーニング処理の範囲指定が困難になる。

TLSのみの点群計測（反射強度表示）



- 白線は、幅員や施工延長を確定する為の基準となるが、劣化した白線はレーザースキャナでは捉える事が難しい。

舗装修繕の現場のデータは「見えないデータになる」ので活用が難しい

一般車両・歩行者による遮蔽

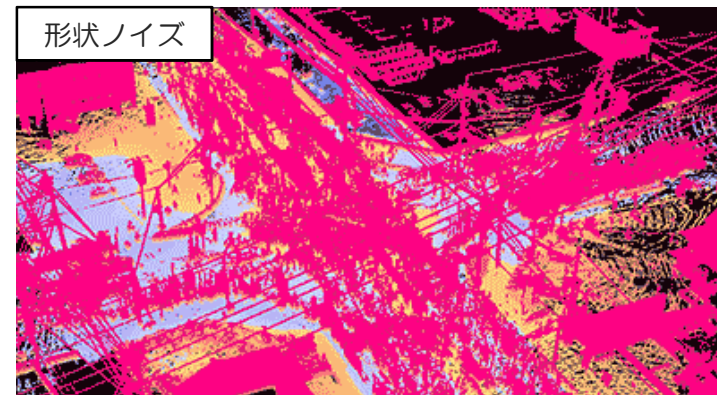
計測風景



●舗装修繕工のフィールドの主役は「一般車両・歩行者」であり、それらの通行を妨げずに計測すると、ノイズ処理の課題が発生する。(右図を参照)

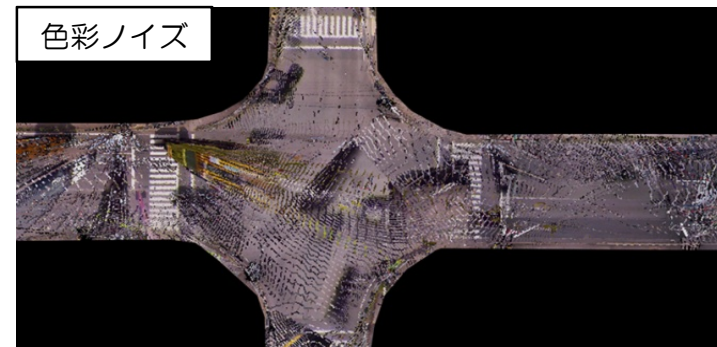
市街地計測で発生する、2種のノイズ

形状ノイズ



一般車両や歩行者、看板・構造物などが、地形計測情報のノイズになる。

色彩ノイズ



色彩が破壊され、情報活用の手掛かりが失われる。

供用部はノイズが課題。三角コーン等、保安器具までもがノイズになる

点群の見える化で、情報活用の幅が広がった

見える点群(測量美術)

調査・計画に必要な情報(白線・端部他)が見える、
CAD図として使える！

- 白線や施工ジョイント、街渠やマンホール位置とその細別等、数量の算出や施工範囲確定に必須となる全ての要素が見える。

- 各要素は見えるだけでなく、3次元情報でもあるので、3次元設計やマンホール調整高の算出など、色彩と標高情報を基準にした解析調査も行える。

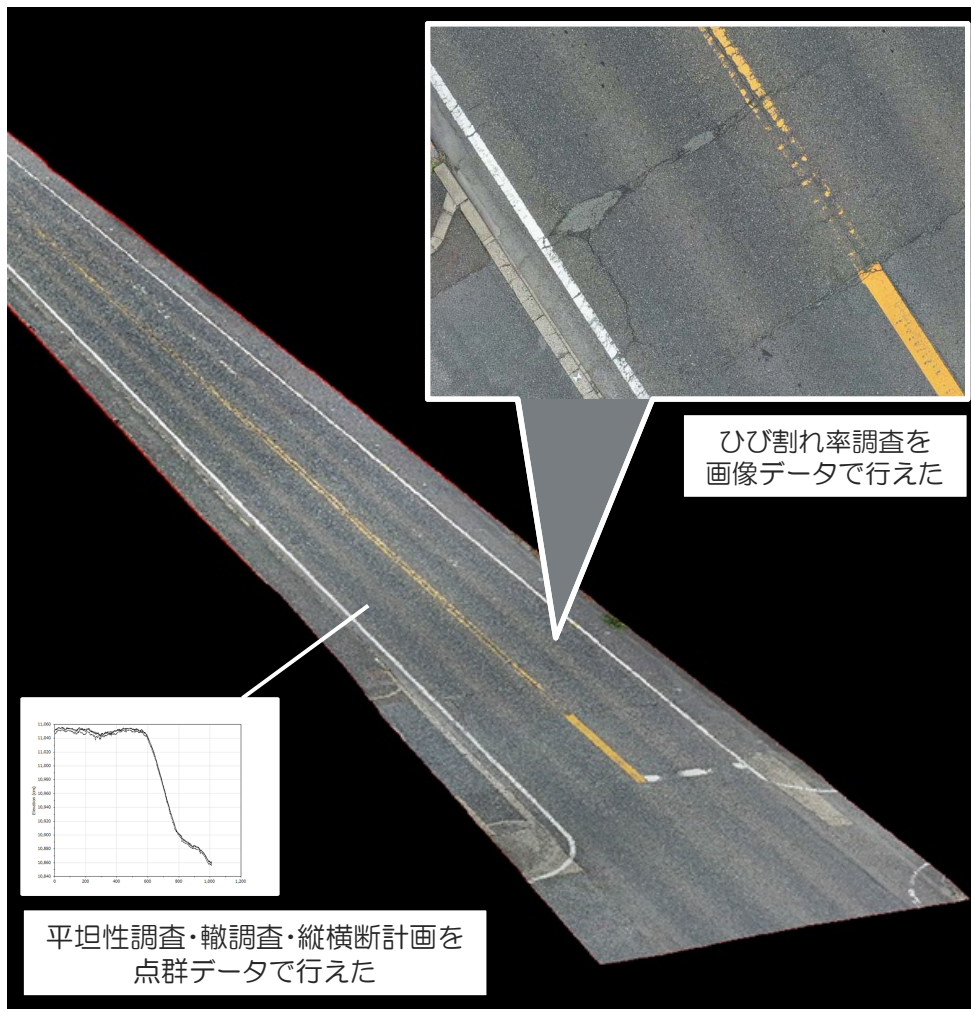
マーキングが見える

マーキングが見える

マンホールの種類が見える

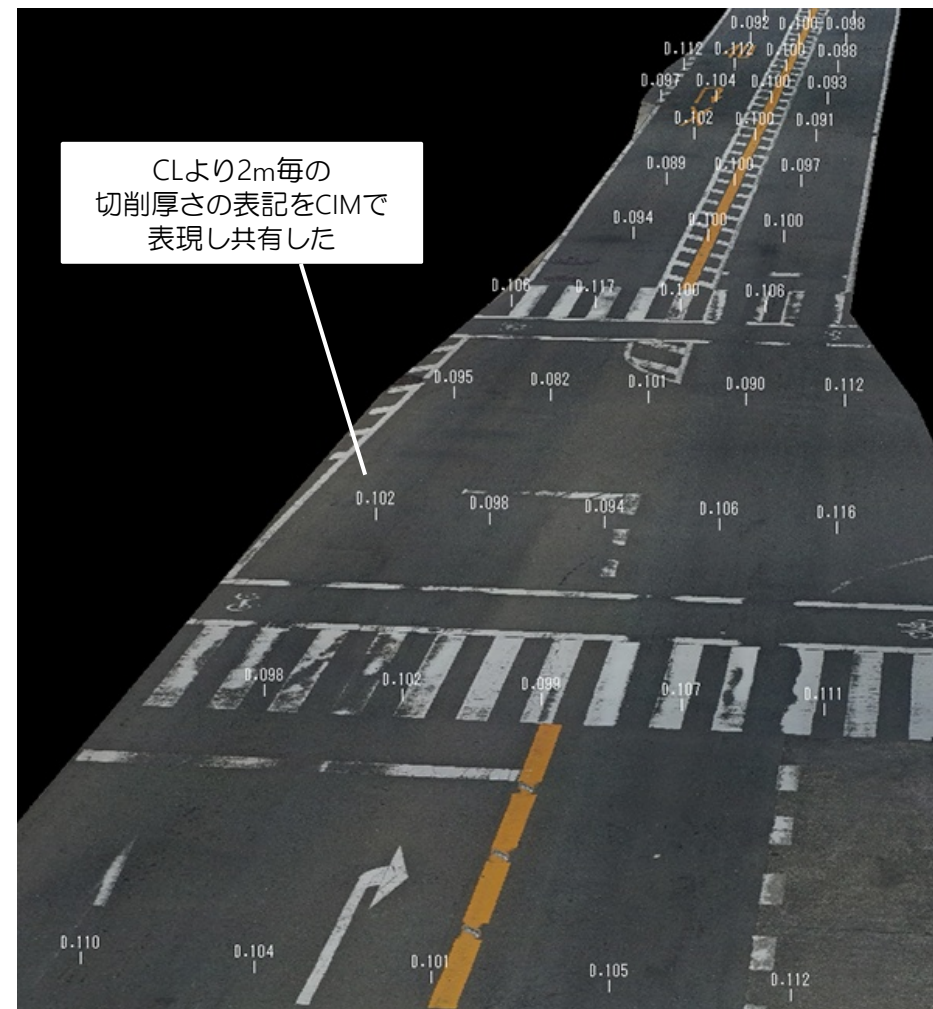
マンホールの種類が見える

端部が見える、測れる



滋賀県国道8号舗装修繕工事(令和元年度)
近畿地方整備局滋賀国道事務所

受注者: 光工業株式会社



舗装道補修工事 一般市道外環状
線京都市伏見区醍醐(令和元年度)
京都市建設局 東部土木事務所

受注者: 日新建工株式会社

なぜ、舗装修繕なのか

～道路インフラ修繕の取組の必要性について～

4

Create a world where no one is left behind by i-Construction

【背景①】 舗装修繕は、世界規模の課題である

道路老朽化に対する提言（国交省）

最後の警告－今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ

静かに危機は進行している

高度成長期に一気に建設された道路ストックが高齢化し、一斉に修繕や作り直しが発生する問題について、平成14年以降、当審議会は「今後適切な投資を行い修繕を行わなければ、近い将来大きな負担が生じる」と繰り返し警告してきた。

しかし、デフレが進行する社会情勢や財政事情を反映して、その後の社会の動きはこの警告に逆行するものとなっている。即ち、平成17年の道路関係四公団民営化に際しては高速道路の管理費が約30%削減され、平成21年の事業仕分けでは直轄国道の維持管理費を10～20%削減することが結論とされた。そして、社会全体がインフラのメンテナンスに関心を示さないまま、時間が過ぎていった。国民も、管理責任のある地方自治体の長も、まだ痛はずっとこのままであると思っているのだろうか。

この間にも、静かに危機は進行している。道路構造物の老朽化は進行を続け、日本の橋梁の70%を占める市町村が管理する橋梁では、通行止めや車両重量等の通行規制が約2,000箇所に及び、その箇所数はこの5年間で倍増し続けている。地方自治体の技術者の削減とあわせて点検すらままならないところも増えている。

今や、危機のレベルは高進し、危険水域に達している。ある日突然、橋が落ち、犠牲者が発生し、経済社会が大きな打撃を受ける... そのような事態はいつ起こっても不思議ではないのである。我々は再度、より厳い言いで申し上げたい。「今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切らなければ、近い将来、橋梁の崩落など人命や社会システムに関わる致命的な事態を招くであろう」と。

社会資本整備審議会 道路分科会 建議「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」（平成26年4月14日）

すでに警鐘は鳴らされている

平成24年12月、中央自動車道笹子トンネル上り線で天井板落下事故が発生、9人の尊い命が犠牲となり、長期にわたって通行止めとなった。老朽化時代が本格的に到来したことを告げる出来事である。この事故が発生した警鐘に耳を傾けなければならない。また昨年、道路以外の分野において、予算だけでなく、メンテナンスの組織・体制・技術力・企業風土など根源的な部分の変革が求められる事象が出現している。これらのことを明日の自らの地域に起こりうる危機として捉える英知が必要である。

2005年8月、米国ニューオーリンズを巨大ハリケーン「カトリーナ」が襲い、甚大な被害の様子が世界に報道された。実はこの災害は早くから想定されていた。ニューオーリンズの巨大ハリケーンによる危険性は、何年も前から専門家によって政府に警告され、前年にも連邦緊急事態管理庁（FEMA）の災害研究で、その危険性は明確に指摘されていたのである。にもかかわらず投資は実行されず、死者1330人、被災世帯250万という巨大な被害を出している。「来るかもしれないし、すぐには来ないかもしれない」という不確実な状況の中で、現在の資源を将来の安全に投資する決断ができなかったこの例を反面教師としなければならない。

橋やトンネルも「壊れるかもしれない、すぐには壊れないかもしれない」という感覚があるのではないだろうか。地方公共団体の長や行政も「まさか自分の任期中は...」という感覚はないだろうか。しかし、私たちは東日本大震災で経験したではないか。千年に一度だろうが、可能性のあることは必ず起こると。笹子トンネル事故で、すでに警鐘は鳴らされているのだ。

行動を起こす最後の機会は今

道路先進国の米国にはもう一つ学ぶべき教訓がある。1920年代から幹線道路網を整備した米国は、1980年代に入ると各地で橋や道路が壊れ使用不能になる「荒廃するアメリカ」といわれる事態に直面した。インフラ予算を削減し続けた結果である。連邦政府はその後急ピッチで予算を増やして改善に努めている。それらの改善された社会インフラは、その後の米国の発展を支え続けている。

笹子トンネル事故は、今が国土を維持し、国民の生活基盤を守るために行動を起こす最後の機会であると警鐘を鳴らしている。削減が続く予算と技術者の減少が限界点を越えたのちに、一斉に危機が表面化すればもはや対応は不可能となる。日本社会が置かれている状況は、1980年代の米国同様、危機が危険に、危険が崩壊に発展しかねないレベルまで達している。「笹子の警鐘」を確かな教訓とし、「荒廃するニッポン」が始まる前に、一刻も早く本格的なメンテナンス体制を構築しなければならない。

そのために国は、「道路管理者に対して厳しく点検を義務化」し、「産学官の予算・人材・技術のリソースをすべて投入する総力戦の体制を構築」し、「政治、報道機関、世論の理解と支持を得る努力」を実行するよう提言する。

いつの時代も軌道修正は簡単ではない。しかし、科学的知見に基づくこの提言の真意が、この国をリードする政治、マスコミ、経済界に届かずに「危機感を共有」できなければ、国民の利益は確実に失われる。その責はすべての関係者が負わなければならない。

出典：国土交通省、平成29年道路メンテナンス年報、平成30年

行き届かない舗装メンテナンスへの抗議（海外ニュース記事より）



花がハムトラック市街の道路にできたポットホール（陥没穴）を埋めた。ハムトラックのアーティスト、ペイジ・ブライトハートはポットホールに花を植え、その穴の数の多さへ注意喚起する活動を行っている。
（写真：Paige Breithart）*インターネットニュース記事より意訳

出典、引用：Tanya Moutzalias, Artist fights potholes with flowers, 2015年4月,
https://www.mlive.com/news/detroit/2015/05/potholes_not_pots_for_hamtramc.html



ベルギーの首都ブリュッセルで、市内の舗装状況を憂え、注意を引くため、道路に開いた穴にラッパズイセンやゼラニウムを植えている男性がいる。
男性は29歳で、7年前にオランダから引っ越してきたという。袋いっぱいの花と土、水やり用のカンをもって市内を歩き、穴を見つけては花を植えている。交差点の真ん中の穴にたどり着くために車の往来に立ち向かうこともあるという。
男性は、「歩行者も自転車利用者も自動車運転者も、皆これらの穴に悩まされている」と語り、「少なくとも1つの穴は、私が花を植えてから2日後に修理された。大変嬉しかった」と語った。

出典：ロイター、ブリュッセルの悪路に抗議、男性が道路の穴に花植える、平成30年4月

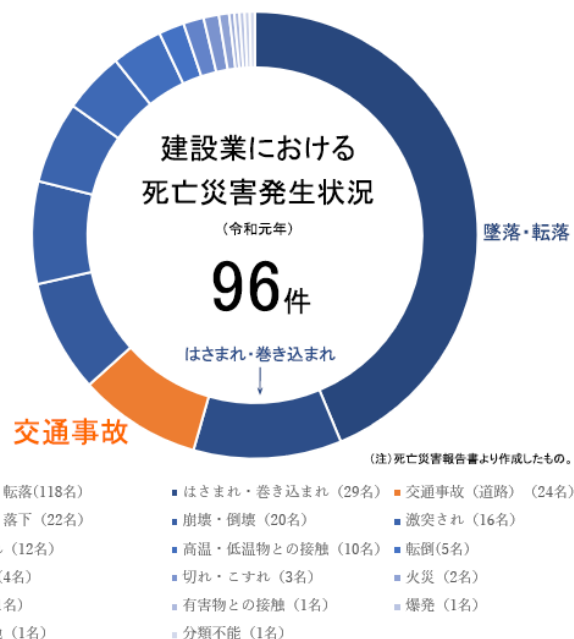
- この資料の内容からも、道路インフラ修繕への早急な対策が求められていることがわかる。

- 舗装修繕は世界規模の課題であり、海外においては市民による抗議活動（ゲリラ・ガーデニング）に発展した事例もある。

道路インフラ修繕の効率化は、世界規模の課題である

【背景②】 道路での作業は危険である

建設業の事故（死亡災害）



参考: 厚生労働省, 労働災害発生速報値, 職場のあんぜんサイト, 令和元年12月

● 交通事故(道路)は転落事故に次いで、建設業の死亡災害の多くを占めている。また、建設業の事故は全産業の事故のうち30%を占める。

● このように道路での作業は、危険作業の連続である上、一定以上の体力も必要となる為、雇用できる人に限りがある。(3Kによる雇用問題)

● 道路上での作業は危険作業である為に、ガードマン配置が必須となる。しかしガードマンは需要に対して全国的に不足しており、ガードマン待ちで工事作業ができないという事態を招いている。

● このガードマン待ちで作業が出来ない日が続くという事態は、タイトなスケジュールが多い舗装修繕工では致命的である。そのため安全で、ガードマンを必要としない測量調査が待ち望まれている。

本取組による効果（危険作業の解消）

- 安全化でガードマン待ちをなくし、日程圧迫を解消した。(死亡ゼロ・休日確保・働き方改革)
- 働き手の幅が広がったので、3K雇用問題の解消につながった。(雇用機会の創出)

測量美術による技術発展の試み

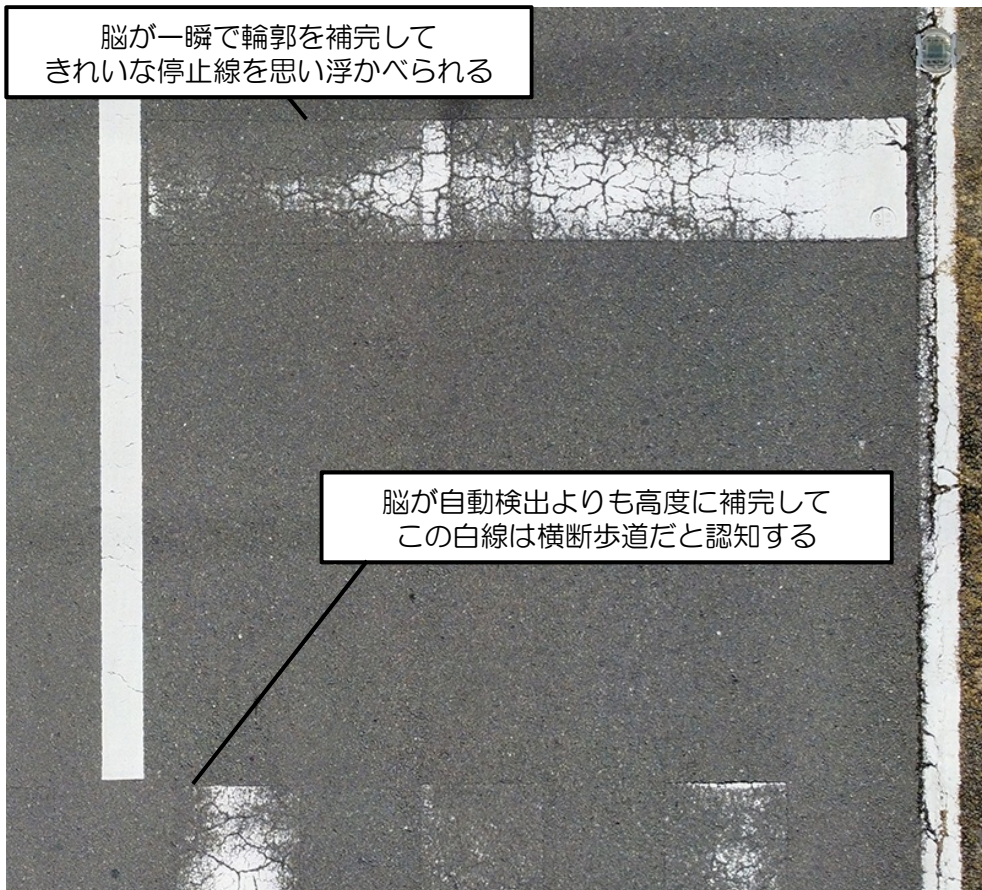
～障害者就労継続支援の工夫・ICT技能者輩出の取組～

5

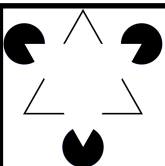
Create a world where no one is left behind by i-Construction

補完的知覚(脳の機能)で白線を認知し、CADで数量を算出できる

脳が一瞬で輪郭を補完して
きれいな停止線を思い浮かべられる



脳が自動検出よりも高度に補完して
この白線は横断歩道だと認知する



カニツツアの三角形(参考)

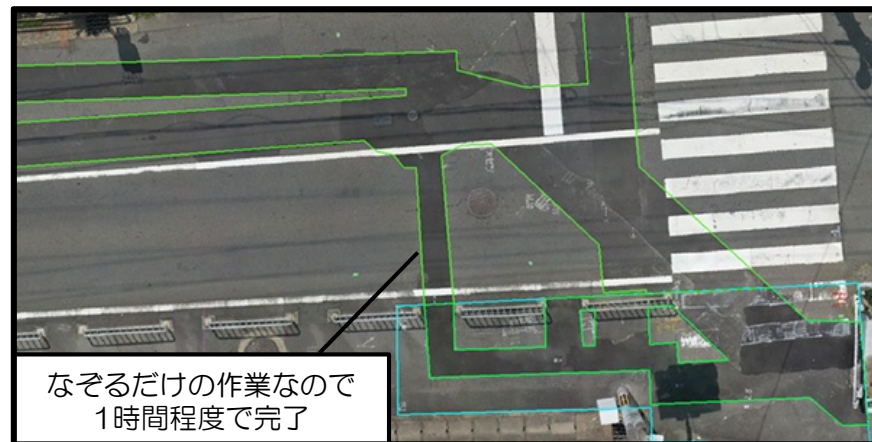
- 左図の様々を見ると周辺の図形とともに、実際には無い、白い正三角形が知覚される。これを補完的知覚という。

水道復旧図への応用

工区全てを見渡し、
タッチペンで範囲をなぞる



なぞるだけの作業なので
1時間程度で完了



写真のみでも活用できる(作業時間短縮効果)

- 通常1~2日程度かけて現地計測を行っていたが、測量美術の手法に置き換えると1時間程度で現地計測を完了できる。

ICT作業による効率化と障害者雇用の創出(SDGs)

建設業の課題（危険作業）



危険作業を安全なICT作業に置き換えた



● 分担作業ができるので時間に余裕が生まれた。個々が技能に集中でき、品質が向上する。

技能者を輩出し建設業への雇用につなげる



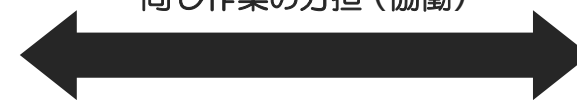
高度技能の習得・雇用機会の創出



● 就労継続支援事業所と作業を分担。できる作業は実務の中で増えていく。



同じ作業の分担（協働）

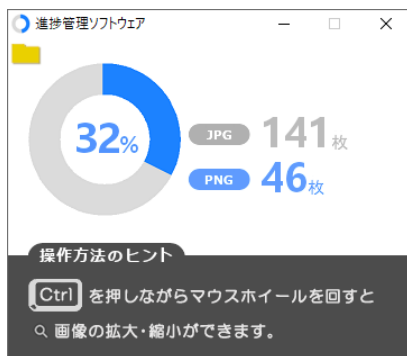


「誰一人として取り残さない
継続就労の場」を、
道路インフラ修繕が生んだ！

障害者雇用による働き手の拡大(障害者協働に限り技術導入ロイヤリティは無料)は、SDGsの実践でもある

ゲーミフィケーションによる仕事の導入

- ゲームデザインの原則を応用し、初めての道路作業でも「やりがい」を提供した。



達成度ビューア

作業進捗をリアルタイムに可視化。達成欲、競争意識をみだす。起動の度に効率化を図るヒントも提示する。

マニュアルの充実とUIの改善

見やすく、無骨ではないマニュアルとソフトウェアを開発。作業性向上と就労意欲を削がない工夫をした。

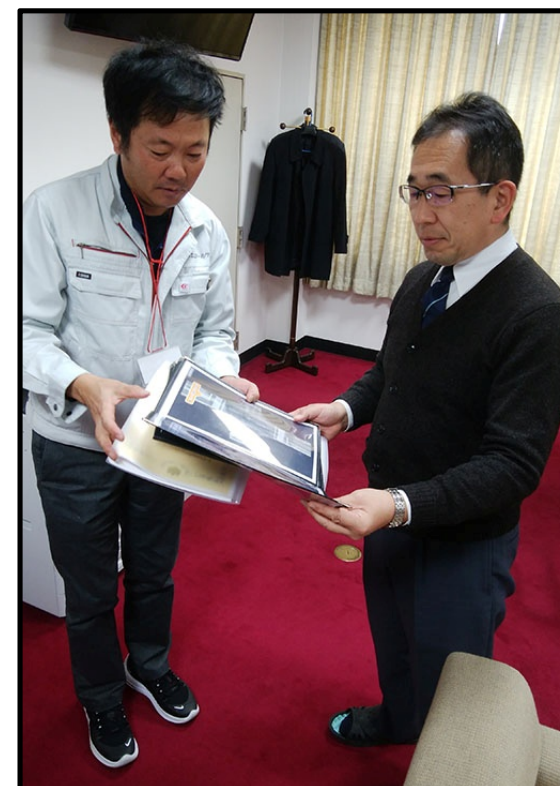
ストーリーの提供

仕事に意味付けを行うことで、どこで、何のために、どのように自分の仕事が役立っているのかを、作業者に自然に伝わる仕組みを作った。



もっと道路の仕事をやりたい！という意見まで出た

参考文献: 田尻 智, 新ゲームデザイン—TVゲーム制作のための発想法, エニックス, 1995年



ICT活用で障害者就労と建設業を結んだ連携のアイデアは、国交省近畿地整大阪国道事務所 所長 久保和幸氏にも好感を持たれた。

ゲーミフィケーションによる業務導入の効果

欲の刺激 (達成欲・探索欲・社交欲・勝利欲) により、生産性・意欲・働きやすさ (ミスの防止) が向上した!

【課題】建設業向けの情報が不足している

実務中でのデータ蓄積と、情報転用の可能性（国内作業による）

AI(機械学習)のためのデータセットの現状

現在、人工知能(AI)技術開発の進展により各種のデータセットが提供されている。

- Youtube8M
Google社が公開した800万にも上る動画のデータセット。



土木建設現場を定点カメラで撮影した映像は少なく、さらに、建設現場の物体検出のための機械学習に利用できるような、適切なアノテーション(ラベル付け)がされているものは揃っていない。

Youtube8M以外にも様々な画像のデータセットが提供されているが、建設現場での活用に効果の見込めるものはない。



● 測量美術の生産過程で、大量の写真データと教師データができる。このデータ群を転用して機械学習データを作ること出来た。



● データセット作成には、適切なラベル付け作業が求められる。就労意欲旺盛な障害者の活躍は、アノテーションの切り札になる。

出典：国土交通省、総合政策局 公共事業企画調整課、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメントセンター、第9回 ICT導入協議会 資料-5「施工自動化に向けた研究開発等」、令和元年7月

写真情報と対をなす目視検出データの蓄積は、「国産データセット」の増強にもつながる

令和元年度 最新の事例報告 (順不同)

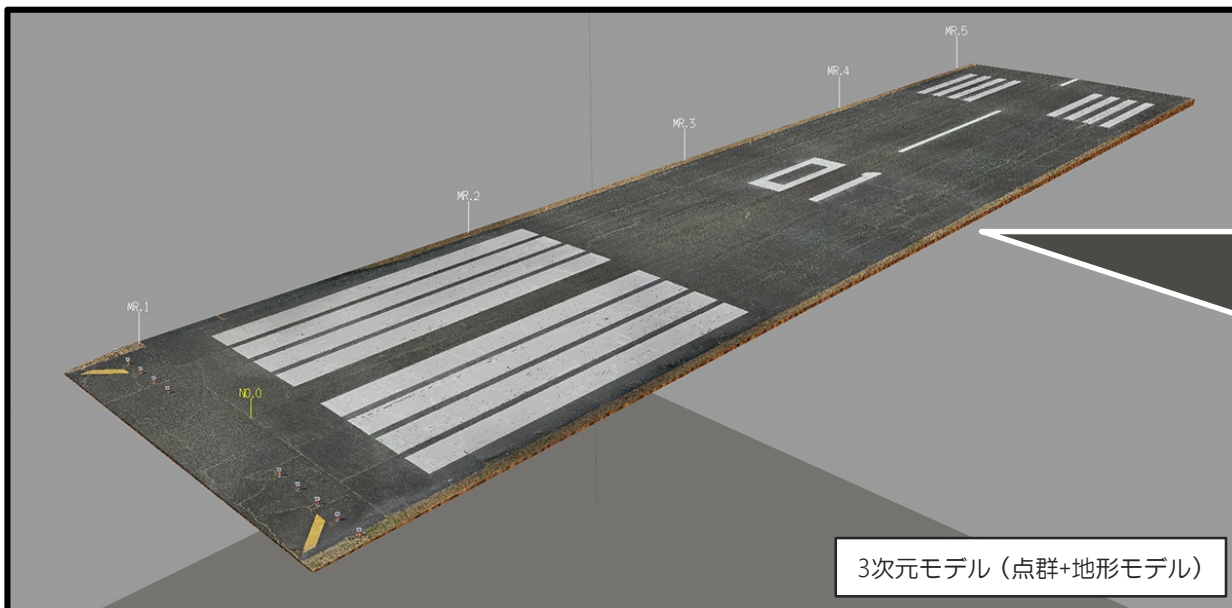
～ICT舗裝修繕の本格始動に向けた、本取組内容の活用事例～

6

Create a world where no one is left behind by i-Construction

業務内容: 混合技法による舗装変状計測

実施場所: 東京都立川市緑町5 陸上自衛隊立川駐屯地内

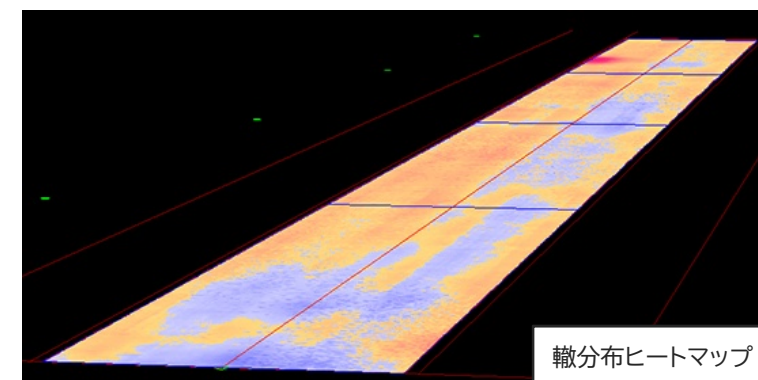


3次元モデル (点群+地形モデル)

最新測量技術の試用として、飛行場滑走路の一部(幅45m延長180mとその周囲)を混合技法で計測し、舗装変状の解析を実施した。

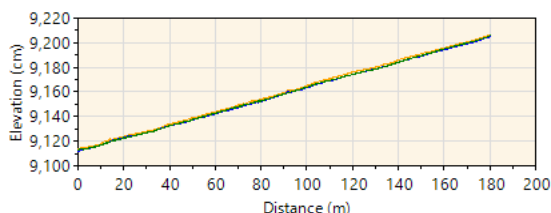


●3次元モデル上の任意の場所を拡大表示すると路面の様子がモニターの画面上で確認できる。



轍分布ヒートマップ

●滑走路中央部を抜粋し、路面変状の凹凸とその程度を色彩で表わした。(凸部を寒色、凹部を暖色で表現)



Results

File	MRI (m/km)	IRI - Left (m/km)	IRI - Right (m/km)
立川飛行場_PFD	2.376	2.407	2.346

平坦性調査 (IRI, MRI)

●混合技法により、高画質な色情報が地上型レーザースキャナの点群計測に加わったことで、路面の詳細な様子まで3Dデータ上で確認できるようになった。各種変状調査に用いる路線情報(調査路線起終点・方向角)も、この色情報を用いて作成している。

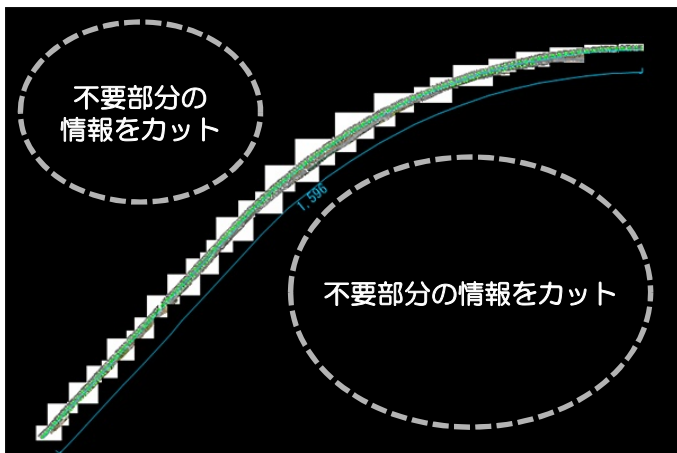
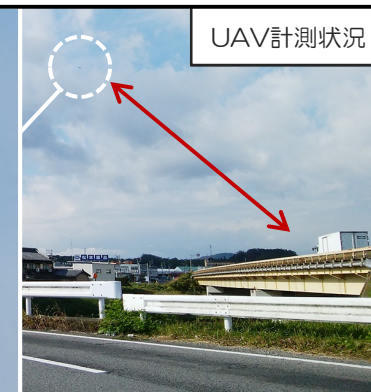
工事名: 名阪国道伊賀地区舗装修繕工事

発注者: 国土交通省 中部地方整備局 北勢国道事務所



● 道路占用の兼ねいで点群計測は、1現場/1日の夜間作業のみで完了する条件で実施した。

- UAV撮影は、無人航空機飛行マニュアルに則り、車両の通行が少ない時間帯に、撮影対象から十分に離隔を取って飛行した。
- UAVで色彩を補填する為、TLS計測では写真撮影が不要になり作業時間短縮に繋がる。



● 調査範囲(延長1.5km)を、全て道路脇遠隔より撮影しオルソ画像を作成。工事に活用した。



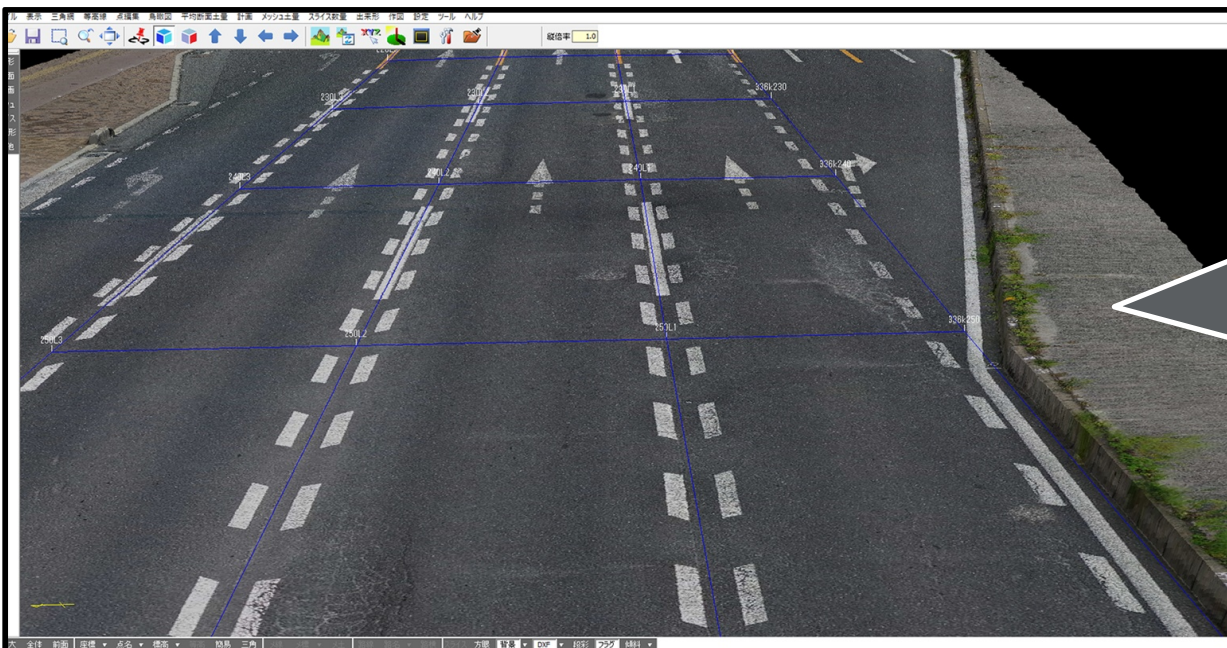
● 色彩補填に用いるオルソ画像の座標精度を確保する為、対空標識を延長1.5kmの区間に約7m間隔で、設置(マーキング式標識)した。」

● 座標精度は点群と色彩ともに社内規格値を満足し、歪みなく整合した。(現地作業の制約により任意座標系で整合)

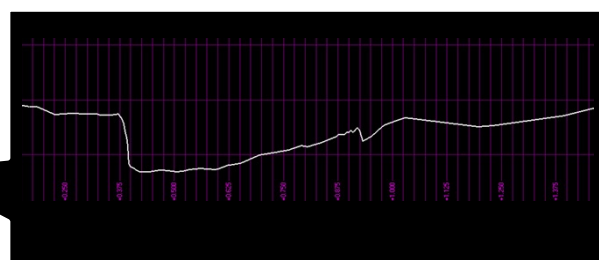
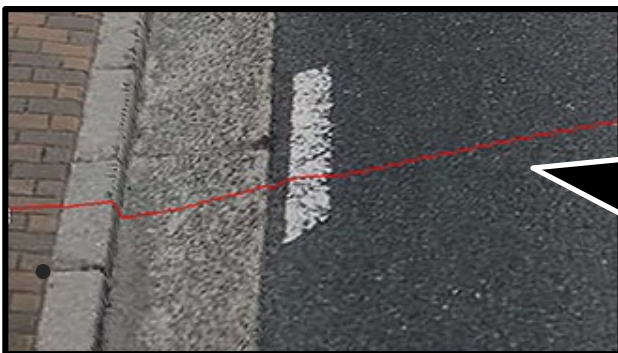
● タイムな計測スケジュールでは、上記のような作業の工夫が必要になる。また、このような長距離の区間で高精細計測を行うと情報量が膨大になるので、端末での情報閲覧が困難になる。そこで、不要部分の情報を全てカットして端末負荷を軽減しデータの汎用性を高める工夫も行った。

工事名: 国道2号舟入地区外舗装修繕工事

発注者: 国土交通省 中国地方整備局 広島国道事務所



ブレークラインやグリッドメッシュの手法で、付帯構造物の形状を再現。現況摺り付けの境界では点群を間引かず、高密度に保つ事で摺り付け設計が可能になった。



付帯構造物解析の例(横断面図、縦縮尺強調)



●3次元設計の路線や幅員設定のやり取りは、平面CADデータ(上図参照・DXF形式)で行った。この工夫により、初めて3次元計測情報に触れる者であっても、使い慣れた従来のCADソフトで作業ができる為、これまで培った操作のノウハウを生かして、3次元設計業務を行うことができた。

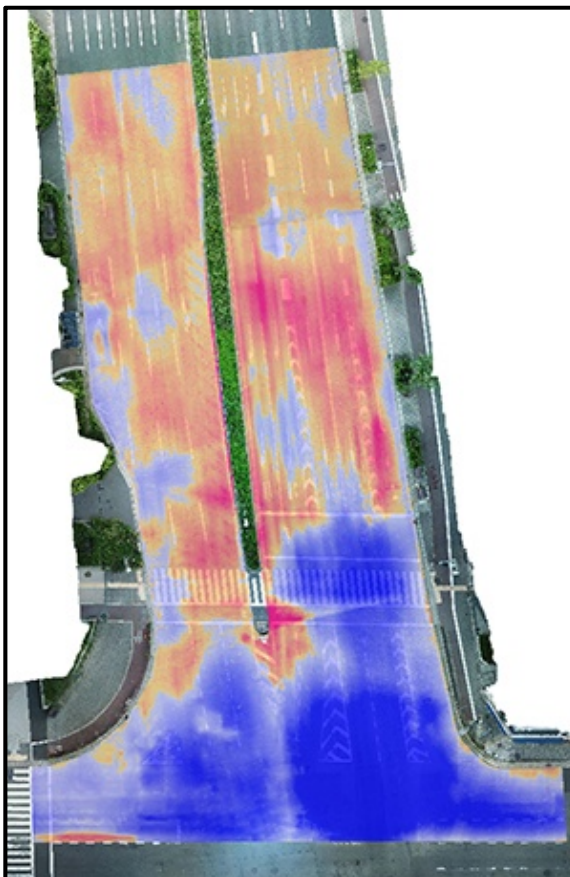
●本現場は、当初計画の通り2車線施工のままか、3車線施工に設計変更するべきかの判断が難しかった。

●測量美術によって視覚数値化された、変状調査結果(轍分布、IRI、ひび割れ率)から設計変更するべきと的確に判断された。

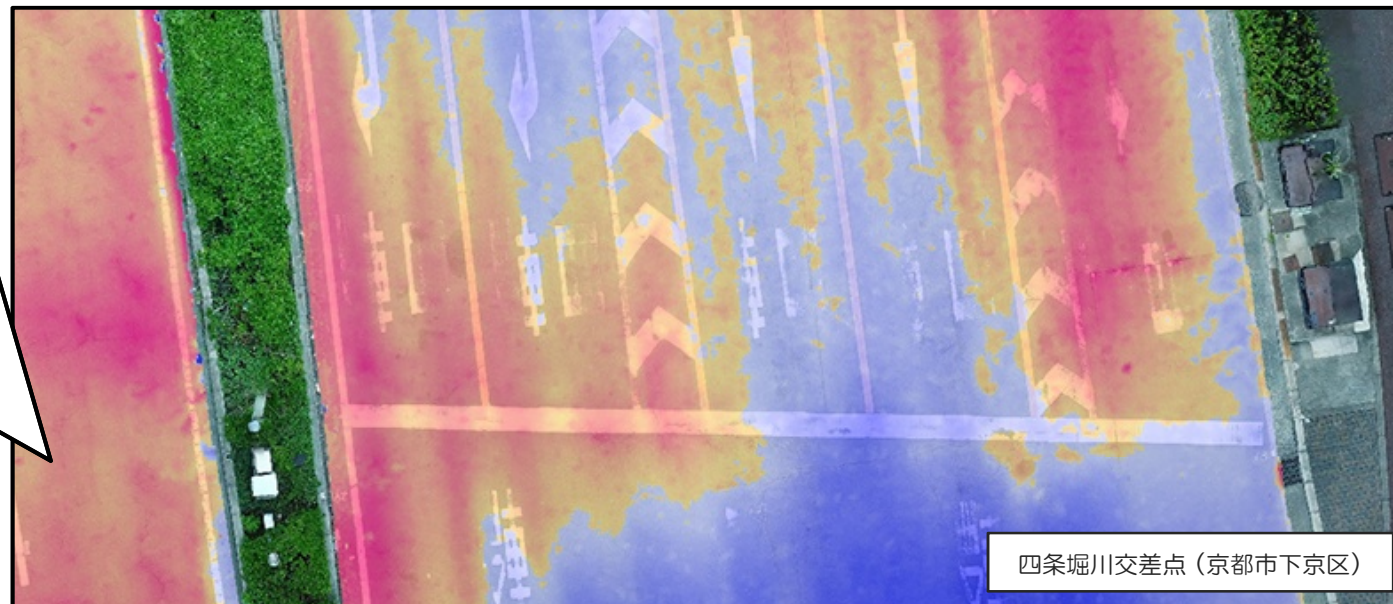


工事名: 舗装道補修工事(京都広河美山線)

発注者: 京都市建設局 西部土木事務所



● 工区全域の轍分布調査結果。No.測点毎の標本調査より分かりやすい。



四条堀川交差点(京都市下京区)

標高情報の変動を色変化に置き換えて平面図上に透過表示した。各情報は、同じ座標系で合致している為、事前事後比較を同一座標上で行える。事後データは経年劣化の初期情報としても使える。

● 本工事における測量美術計測の内容は、NHK「ルソンの壺」の番組内で取り上げられた。



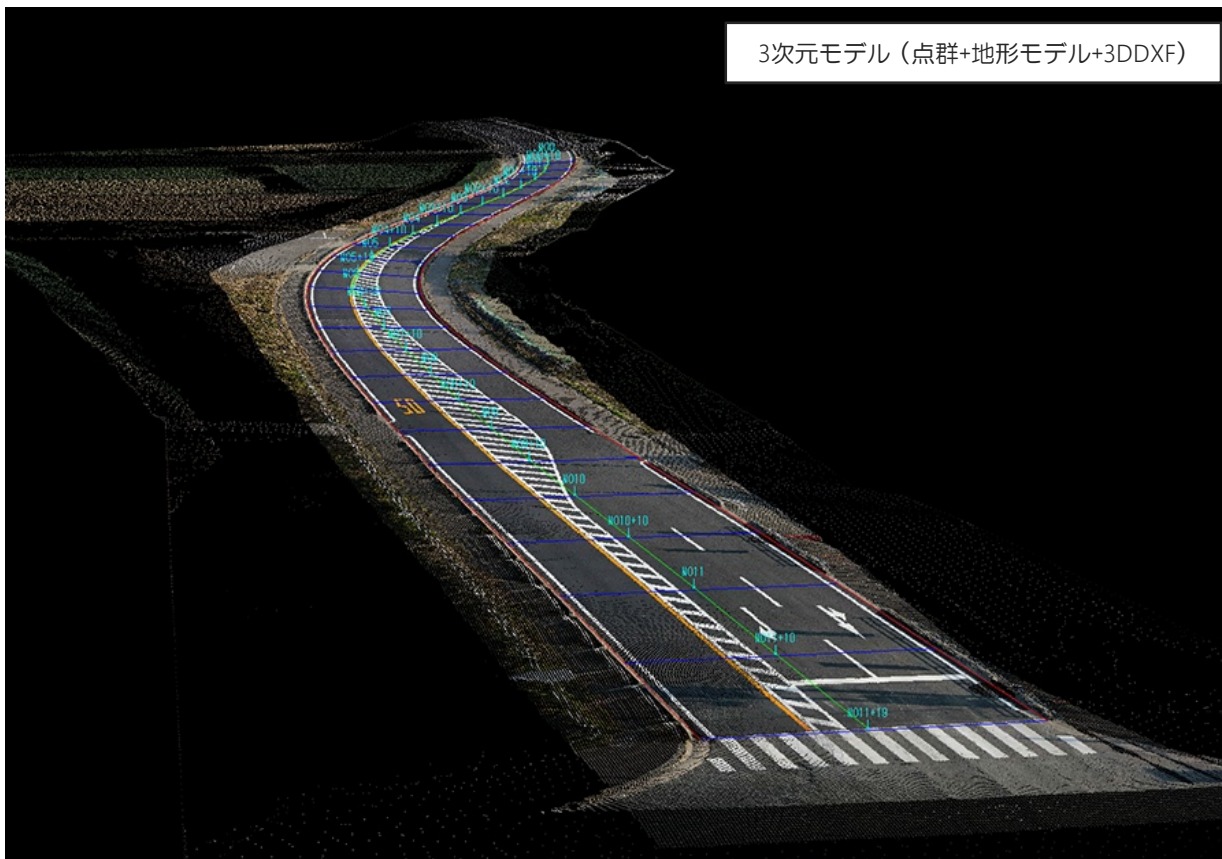
出典: NHK, ルソンの壺 アーカイブ~9月号~, NHKホームページ<https://www.nhk.or.jp/>, 令和元年11月最終確認

● 広い面的な点群計測は、MMSによる計測や自動結合によるレジストレーション方式では難しい場合が多い。この実施例で示す通り、複数車線を面的にとらえる場合、TLSを使用して計測し、「基準点・後視点法」によるレジストレーションを行うと望ましい成果が得られる。

工事名：一般県道東浦阿久比舗装修繕工事

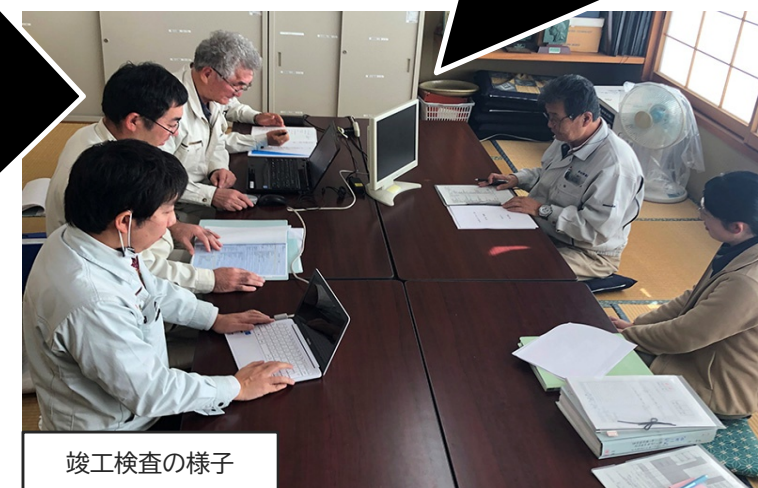
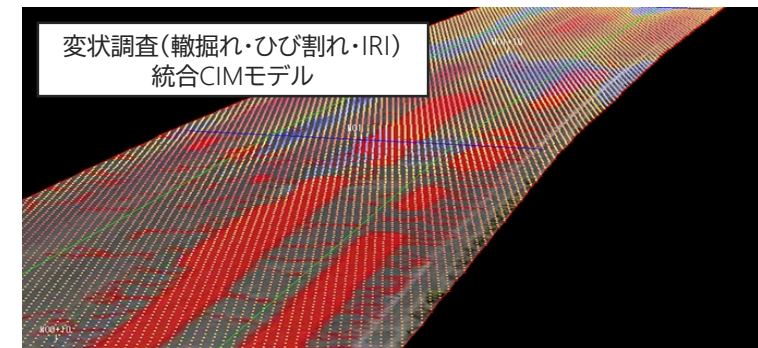
発注者：愛知県知多建設事務所

3次元モデル（点群+地形モデル+3DDXF）



3D DXF図面(縦横断線)、点群、TIN、No.測点名の表示を統合した3次元モデルを作成して工事に活用。竣工検査にもこのデータを用いることで、CIM活用による、工事全体の生産性向上を図った。

変状調査(轍掘れ・ひび割れ・IRI)
統合CIMモデル



竣工検査の様子

●3D情報(印刷物・PCモニタ表示)を活用した竣工検査で、現地確認を出来栄の目視のみに短縮できた。

●この現場は、縦横断勾配の変化が激しい複雑な形状の路線であったため、詳細な地形解析を行うため新技術活用(3D情報活用)を提案し、設計変更が認められた。その結果工事金額の1割の変更増に収まり、他の予算は工事の設計変更を圧迫せず順当に充てられた。

ま と め

7

Create a world where no one is left behind by i-Construction

【ICT舗装修繕工における3次元計測に必要なこと】

舗装修繕工は得てしてスケジュールがタイトである。その上、作業は供用部で行われる為、高い安全性が求められる。このタイトなスケジュールに合わせ、円滑に工事を進めるために、素早く、安全に、高密度で使える情報を取得できる3次元計測を開発した。それが測量美術(情報デザインの手法による、3次元測量情報の見える化)である。



【効果】 情報の見える化で、「情報の使える化」 + 「SDGsの公益性」の効果を得た。

見える化で、「使える情報」をつくる。

従来のノウハウも併用できる「汎用性」も必要。

実務に則した「意義のある公益性」があれば、建設業が発展する。

謝 辞

本書を作成するにあたり、資料の使用を快諾していただきました、株式会社NIPPO様、鹿島道路株式会社様、東亜道路工業株式会社様、公成建設株式会社様、日新建工株式会社様、株式会社七番組様、株式会社玉井道路様、光工業株式会社様（順不同）に心より感謝致します。

【本書に関するお問合せ先】

株式会社エムアールサポート 取締役 / ICT事業統括責任者 森 誉光（もり たかみつ）
【TEL】075-865-0303 【E-MAIL】mori@mrsupport-inc.com



測量美術

SOKURYOH ART