

UAV（無人機）用いた

3次元計測・構造物調査

ルーチェサーチ株式会社



UAV (小型無人ヘリ)



土木現場で使えるドローン

無人ヘリシステム概要

概要・特徴



オルソ・3次元計測

災害・防災・測量分野への活用事例



構造物調査

ダム・橋梁・その他構造物での調査活用事例





計測用ドローン「SPIDER」の特徴

1

自律飛行

2

半径数mでの離着陸

3

オルソ画像作成

4

3次元データ計測

5

GPS捕捉なしでも飛行可能





- ・機体重量 3.8kg
- ・サイズ 95cm×95cm×40cm
- ・ペイロード 4.0kg
- ・飛行時間 25分
- ・耐風 15m/s
- ・飛行可能範囲 1,000m



- ・機体重量 5.4kg
- ・サイズ 120cm×120cm×55cm
- ・ペイロード 6.0kg
- ・飛行時間 15分
- ・耐風 15m/s
- ・飛行可能範囲 1,000m

プロペラ 枚数 での差異点

4枚



8枚

メリット

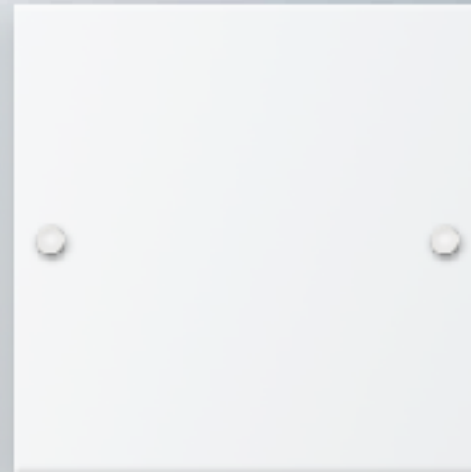
長時間フライト
低コスト
コンパクト

高パワー
安全性高い
耐風性能高い

安全性低い
耐風性能低い
ペイロード低い

フライト時間小
高コスト
サイズ大

デメリット



撮影事例紹介(写真撮影)



浮子観測

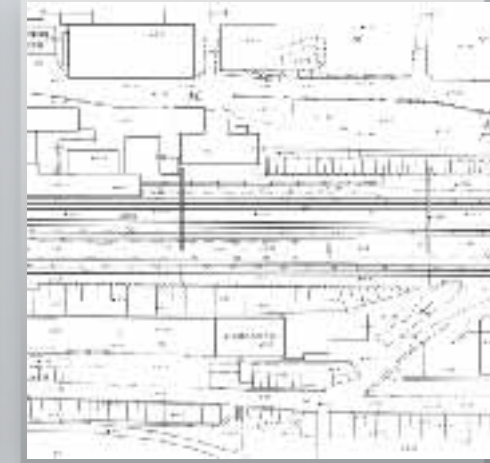
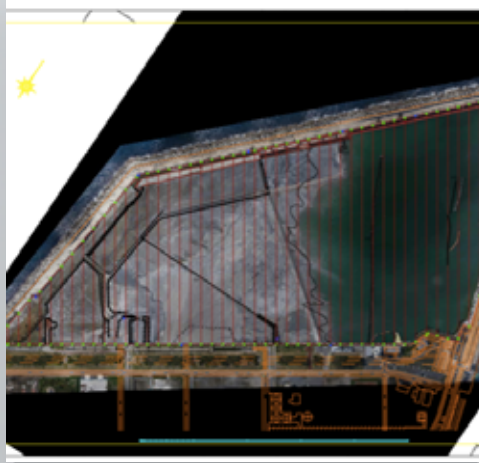
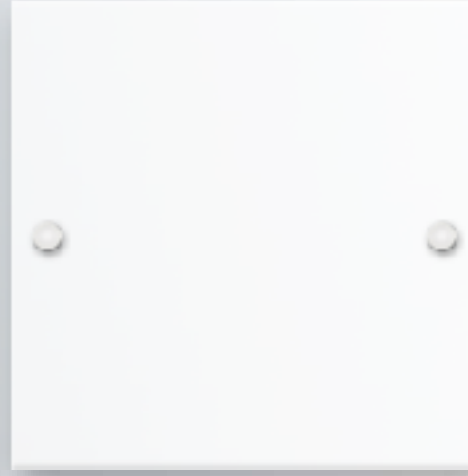


流向流速調査図



1:1,000

0 12.5 25 50 75 100
メートル

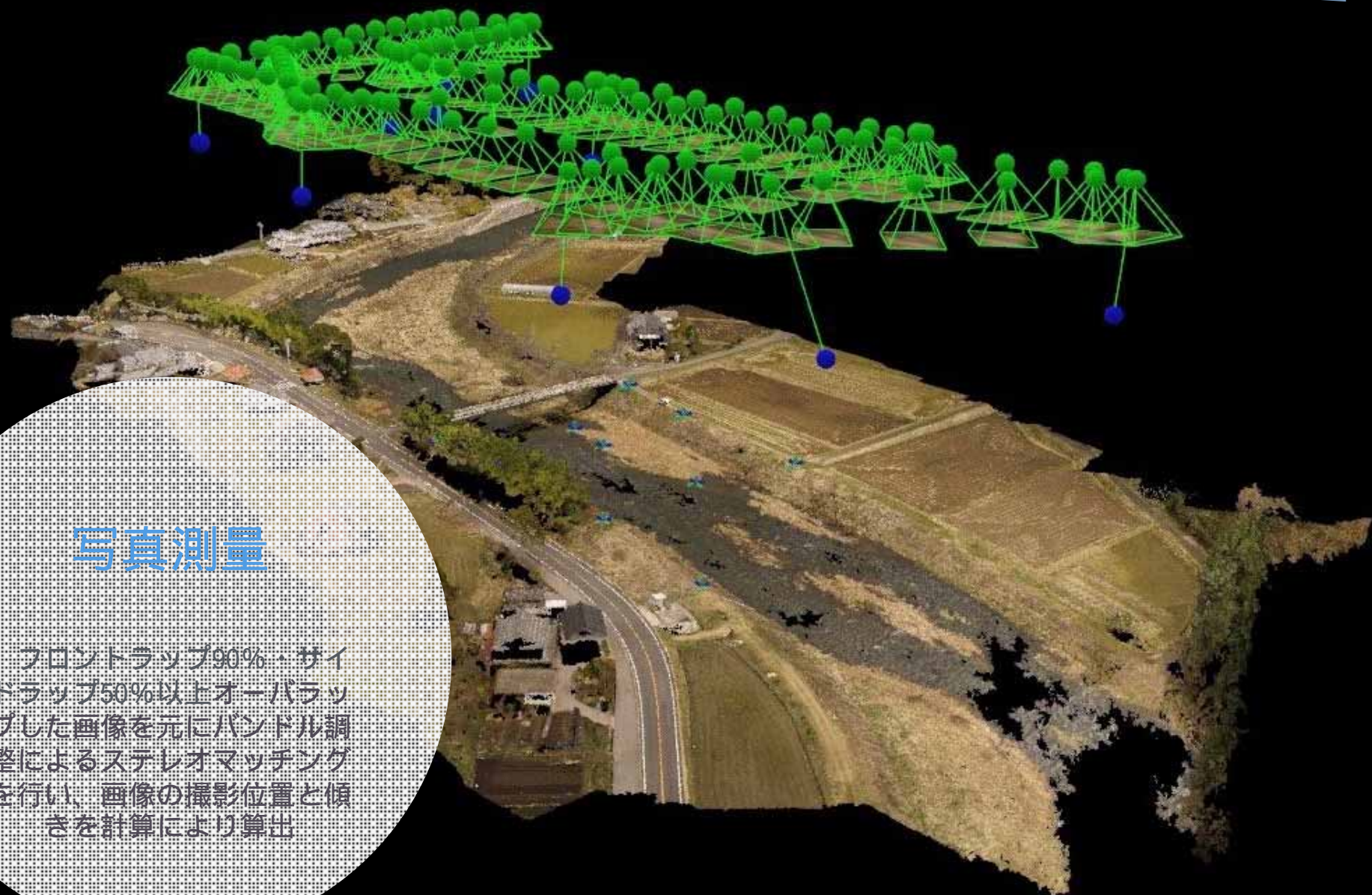


オルソ・3次元計測



写真測量

フロントラップ90%・サイドラップ50%以上オーバーラップした画像を元にバンドル調整によるステレオマッチングを行い、画像の撮影位置と傾きを計算により算出



Orthomosaic opacity: 0% 30% 60% 100%



市立仁賀保育所

文
三次市立
仁賀小

仁賀小学校
入口

仁賀浄水場

前表産業(有) アパートA

広城農道

(有)正福産業

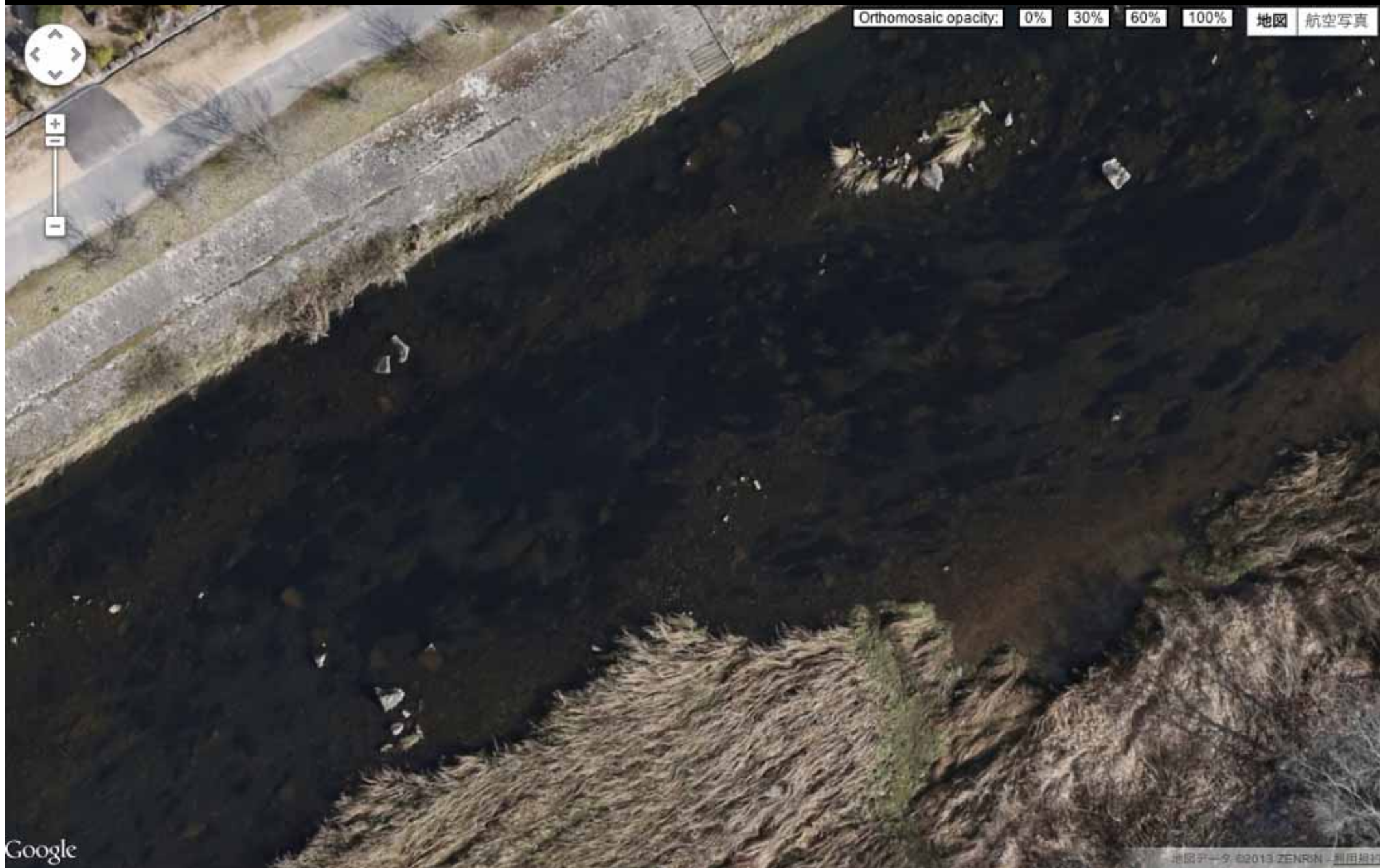
法雲寺
祀

中

宮本水道(有)

三次河川
国道事務所

河川状況把握調査
撮影高度: 100m



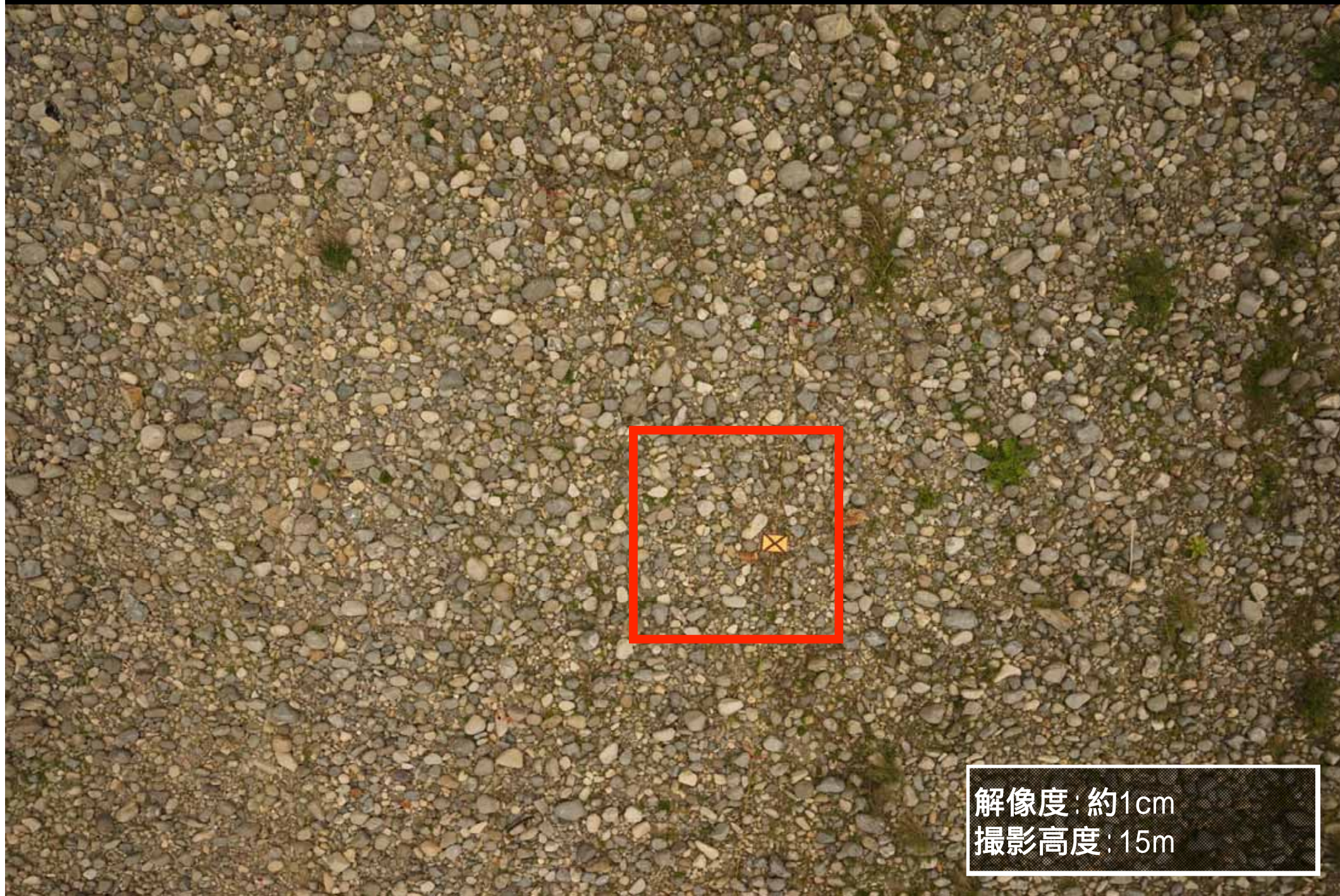
Orthomosaic opacity: 0% 30% 60% 100% 地図 航空写真

Google

地図データ ©2013 ZENRIN 利用規約



河川粒度分布計測



解像度：約1cm
撮影高度：15m





デンバー撮影風景



小型無人ヘリ等による災害応急対策活動（撮影・画像解析等）に関する基本協定

国土交通省中国地方整備局長 栗田 悟（以下、「甲」という。）と、ルーチェーター株式会社 代表取締役 渡辺 豊（以下、「乙」という。）とは、災害時における中国地方整備局管内の災害応急対策活動の実施に関し、次のとおり協定する。

（目的）

第1条 この協定は、地震、大雨、台風等の異常な自然現象及び予測できない災害等の場合に、中国地方整備局管内において発生した災害の応急対策活動（以下、「活動」という。）に関し、緊急的な災害の状況把握を実施するにあたり、乙は協力して被害の拡大防止と被災施設の早期復旧に資することを目的とする。

（活動の実施区域）

第2条 甲が乙に対し協力を要請する活動の実施区域は、中国地方整備局管内において発生した災害の業務を必要とする場所とする。

（活動内容）

第3条 甲が乙に対し協力を要請する活動の内容は、地震、大雨、台風等の異常な自然現象及び予測できない災害等により発生した災害の状況把握（撮影及び画像解析等）と報告を中国地方整備局長の指示に基づき行うものである。

（出勤の要請）

第4条 甲は、乙に対し、第2条の実施区域で発生した災害状況に応じ、本活動を実施するための出勤を書面（第1報は電話で可）により要請するものとする。ただし、乙が災害状況を把握しているにもかかわらず、甲から出勤要請がない場合は、乙はその内容について速やかに甲に報告するものとする。

2. 乙は、前項の出勤要請の連絡を受ける者を、あらかじめ書面により甲に報告するものとする。また、甲は、前項ただし書きの報告を受ける者を、あらかじめ書面により乙に通知するものとする。

（活動の実施）

第5条 乙は、第4条に基づく出勤の要請があった場合は直ちに出勤し、活動を実施するものとする。

2. 活動の直接の指示は、中国地方整備局所属職員のうち甲が指定する者（以下、「指示者」という。）が行うものとし、乙はその指示に従うものとする。

3. 甲は、前項による指示者を指定したときは、速やかに乙に通知するものとする。

（契約の締結）

第6条 甲は、乙に第4条の出勤を要請した場合は、速やかに契約を締結するものとする。

（活動の完了）

第7条 乙は、活動が完了したときは、直ちに指示者に対し、口頭、並びに書面により完了報告を行うとともに、実施した活動の内容及び出勤人員等を書面により甲に報告するものとする。

（費用の請求）

第8条 乙は、活動完了後当該活動に要した費用を第6条により締結した契約に基づき、甲に請求するものとする。

（費用の支払）

第9条 甲は、第8条の規定により請求を受けたときは、内容を精査し第6条により締結した契約に基づきその費用を支払うものとする。

（実施区域の特例）

第10条 乙は、甲が特に必要として、第2条に規定する区域以外に出勤を要請した場合には、特別な理由がない限り、これに応じるものとする。

（損害の負担）

第11条 本活動の実施に伴い、甲、乙いずれの責にも帰することができない原因により、第三者に対し損害を及ぼしたとき、若しくは乙の技術者等に損害が生じたときは、乙はその事実の発生後遅滞なくその状況を書面により甲に報告し、その処置について甲、乙協議して定めるものとする。

2. 本活動の実施に伴い、明らかに乙の責に帰する原因により第三者に損害を及ぼしたとき、若しくは乙の技術者等に損害が生じたときは、乙がこれを負担するものとする。

3. 本活動の実施に伴い、明らかに甲の責に帰する原因により第三者に損害を及ぼしたとき、若しくは乙の技術者等に損害が生じたときは、甲がこれを負担するものとする。

（有効期限）

第12条 本協定の有効期限は、協定を締結した日から平成27年3月31日までの期間とする。ただし、期間満了の1箇月前までに甲、乙いずれからも書面により何ら申し出のないときは、引き続き同一条件をもってこの協定の有効期間を1年間延長したものとみなし、その後もまた同様とする。

（その他）

第13条 この協定に定めない事項、又は疑義が生じた事項については、その都度甲、乙協議して定めるものとする。

この協定の証として、本書2通を作成し、甲・乙が記名押印の上、それぞれ1通を保有するものとする。

平成26年6月30日

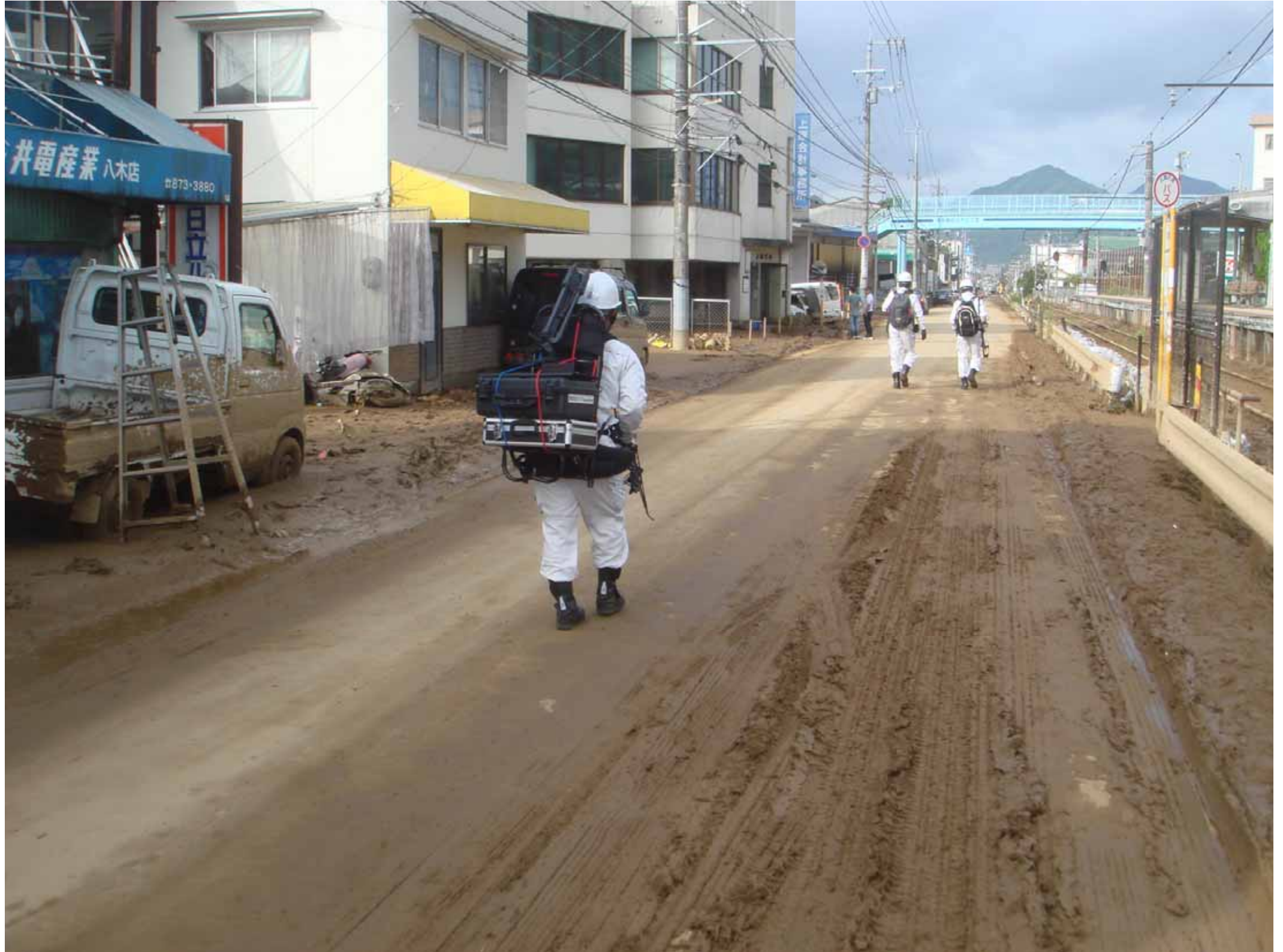
甲 国土交通省 中国地方整備局
局長 栗田 悟

乙 ルーチェーター株式会社
代表取締役 渡辺 豊





広島市災害計測



グリーンレンタル
レンタル品 (安全用品・機材)

グリーンクロス
特注看板関連・安全用品各種

グリーンメディア
屋内外広告サイン・グラフィックス

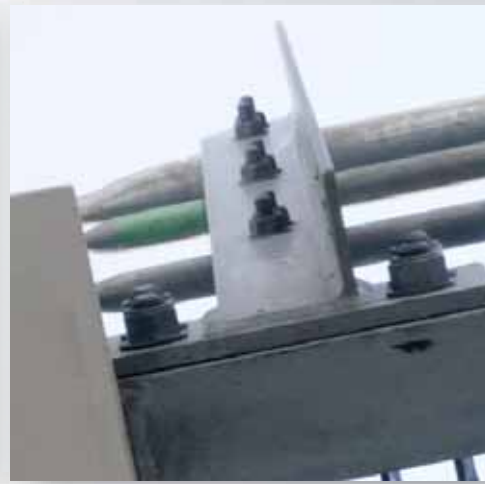
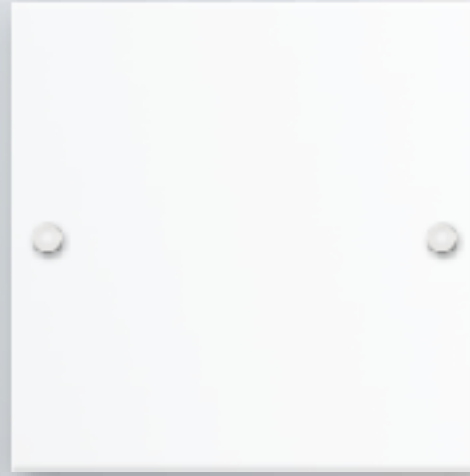






2014年9月11日首相官邸でのフライト





構造物調査



サーモグラフィによる
構造物調査

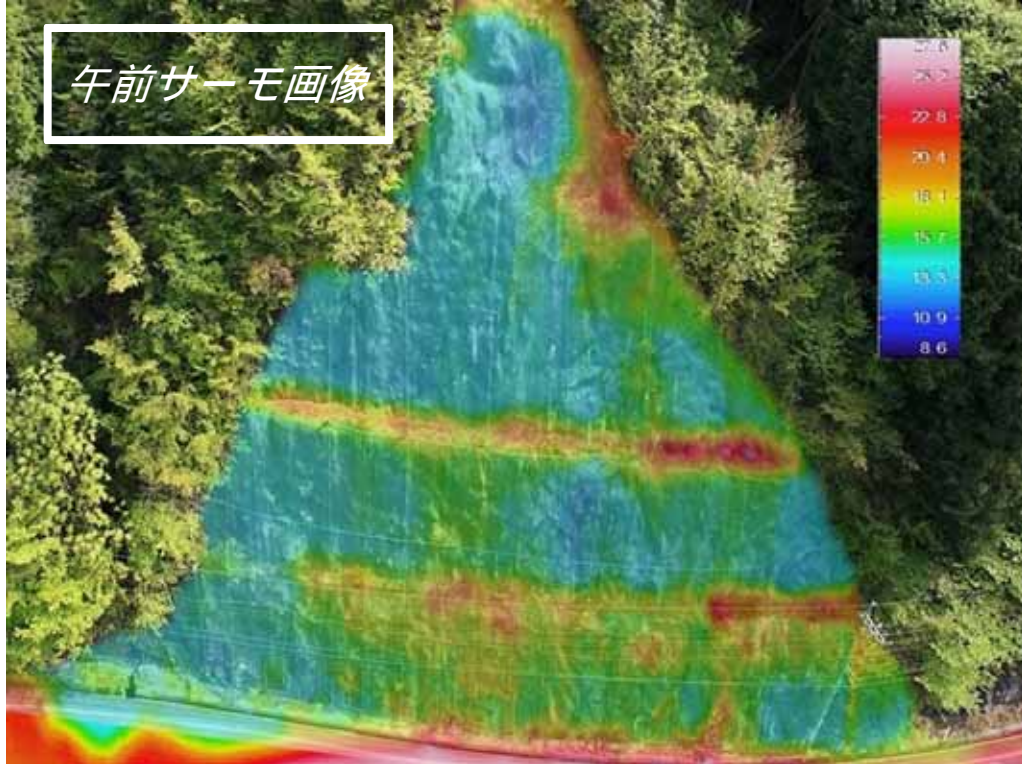


Weight: 1.4 kg

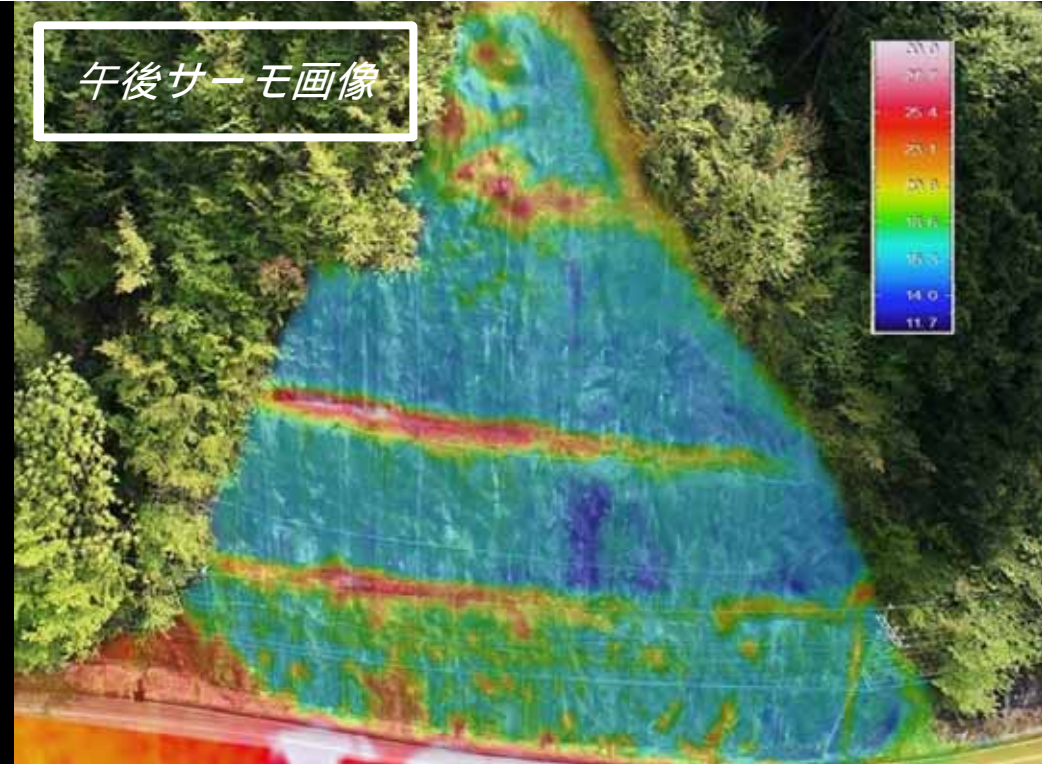


目的:サーモグラフィによる
吹付法面調査

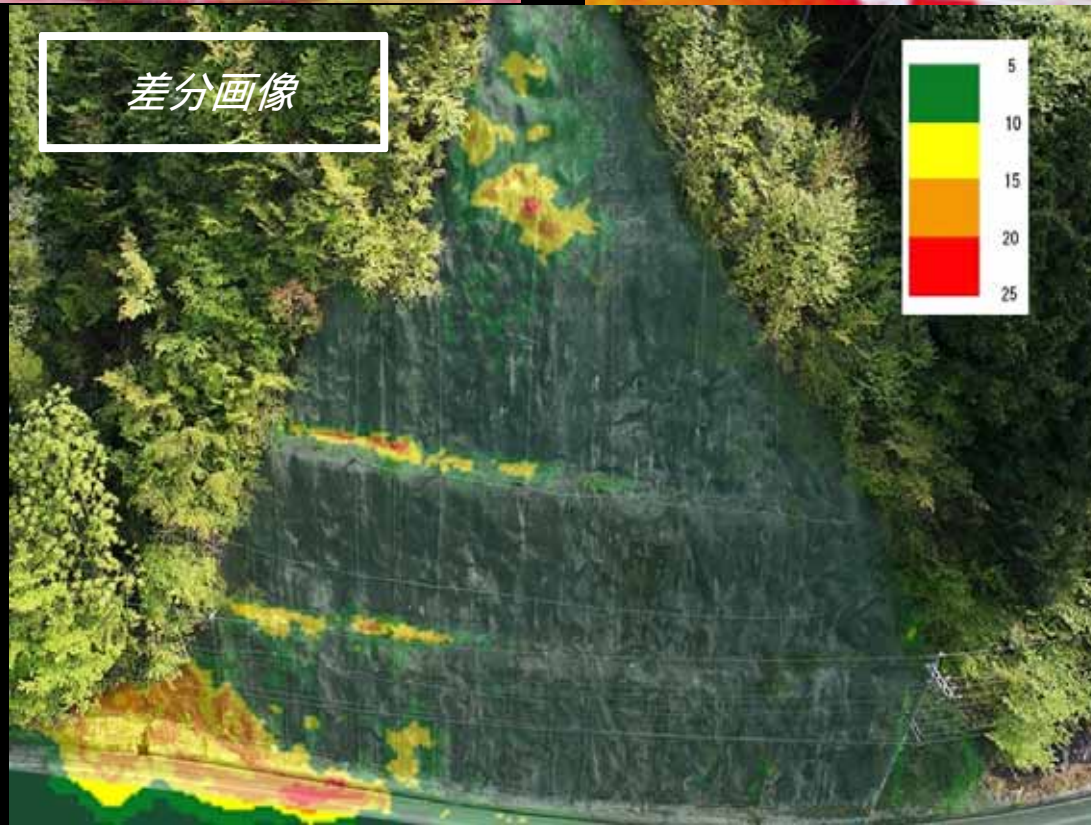
午前サ-毛画像



午後サ-毛画像



差分画像



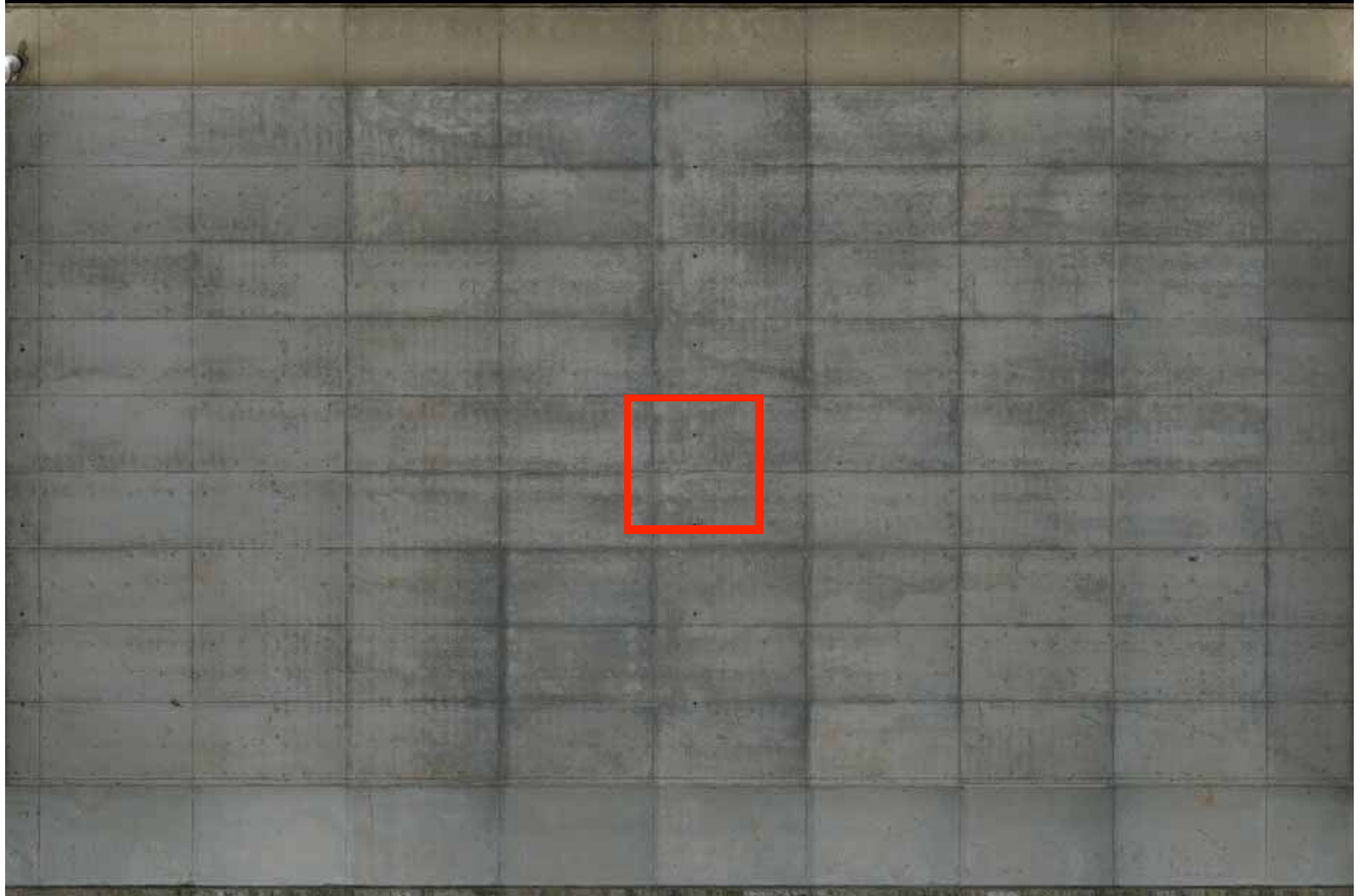
橋梁点検支援

















コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術
技術選定・事前審査結果通知書

国官技第172号
国官総第215号
平成25年10月22日

ルーチェサーチ株式会社
渡辺 豊 殿

国土交通省 大臣官房 技術調査課長
大臣官房 公共事業調査室長



平成25年8月30日付けをもって応募のありました技術について、審査の結果を下記の通り通知します。

記

1. 技術名称: 無人ヘリロボットによるコンクリート構造物のひび割れ検出技術
2. 技術選定・審査結果: 試行可
3. 試行現場: 別途連絡

なお、現場条件などにより、試行できない場合もあります。

異議申し立てについて

上記について異議がある場合は、通知した日から起算して1ヶ月以内に大臣官房技術調査課長及び大臣官房 公共事業調査室長あてに異議理由を明示した書面を提出することにより、異議申し立てを行うことができます。

(問い合わせ先)

国土交通省 大臣官房 技術調査課
大臣官房 公共事業調査室

損傷図一下部工 S=1:100
P6橋脚 (P7側)



上り線

下り線



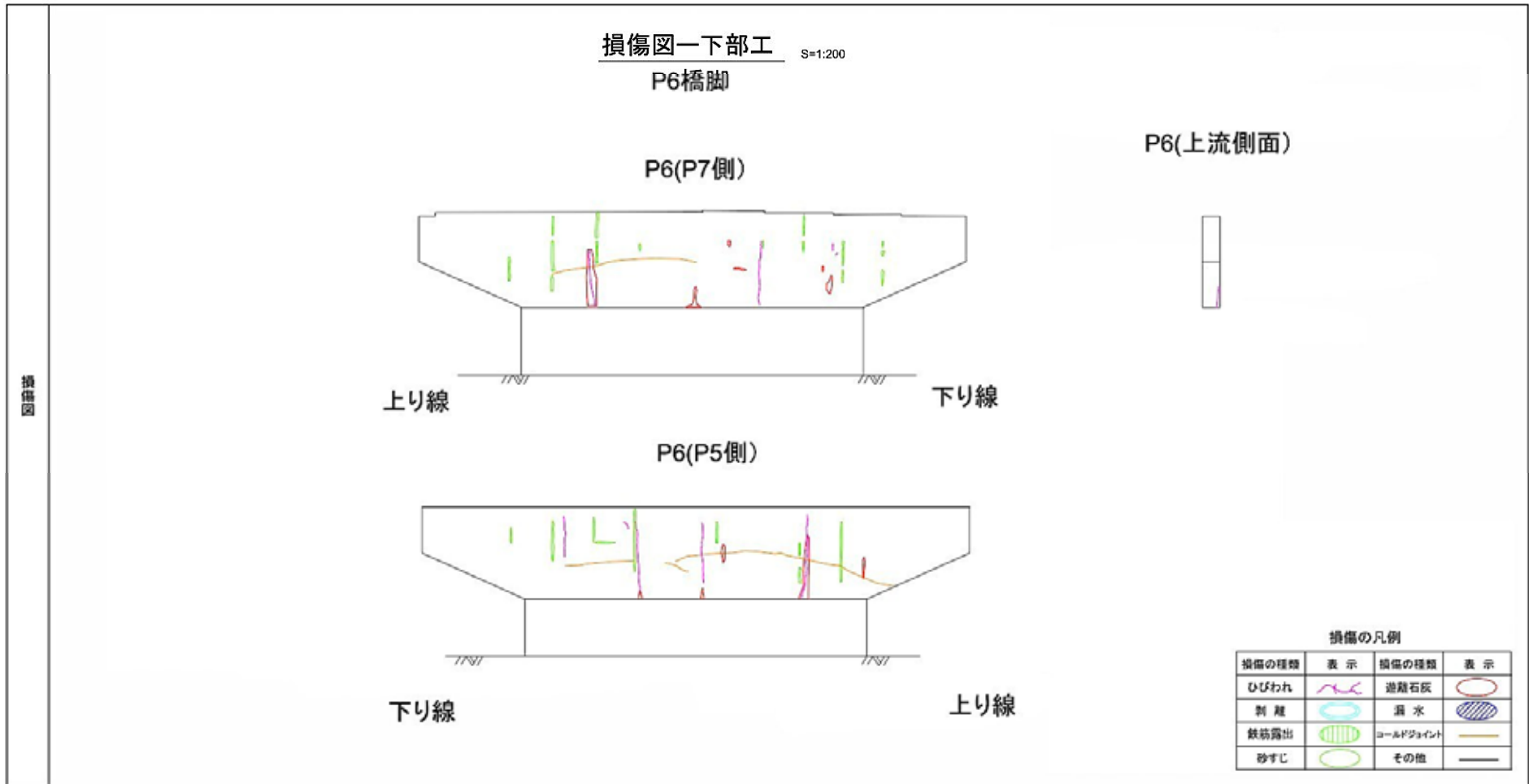
上り線

下り線

損傷の凡例

損傷の種類	表 示	損傷の種類	表 示
ひびわれ		遊離石灰	
剥離		漏水	
鉄筋露出		コームドジョイント	
砂すじ		その他	

点検調書 (その5) 損傷図		径間番号	6	橋梁ID:	-	北緯:	東経:
フリガナ 橋梁名	シアサカバ'シカ'リ 新浅川橋 (下り)	路線名	一般国道16号 新道	管轄	関東地方整備局	橋梁コード	1030
所在地	自 東京都八王子市北野町	距離標	自 百米標39.3km + 距離88m		相武国道事務所	調査更新年月日	
	至 東京都八王子市大和田町		至 百米標39.7km + 距離73m		八王子国道出張所		



日経

NIKKEI
CONSTRUCTION

CONSTRUCTION

特集

都合のいい 「品質確保」

担い手育成をうたう品確法改正の副作用

■ 特別レポート

点検ロボット、“離陸”の条件

国土省の現場検証で見えてきた課題と道筋

■ トピックス

ハイテク作業ウェアで重労働から開放

■ スムアアップ

震災で崩落したダム堤体部を掘り込んで再構築



特別レポート

点検ロボット “離陸”の条件

国交省の現場検証で見えてきた課題と道筋

国土交通省が始めたインフラ点検ロボットの現場検証。供用中の構造物などを舞台に、多彩なロボットが試験的に挑んだ結果、実用化に向けた課題が浮かび上がった。本記事では、参加者数が最も多かった橋梁の現場検証の様子をレポート。うまく点検をこなしてみせた二つの技術に注目し、「使えるロボット」の実現に向けたポイントを探る。

(木村 毅=本誌、大村 拓也=フリーライター)

浜松市にある浜名大橋で国土交通省が実施した橋梁点検ロボットの現場検証の様子。各参加者には、説明と質疑応答を兼ねて1時間が与えられた。ロボット開発者や報道陣が、現場をのぞいて見守る。

(写真)1ページまで特記以外は木村

現場検証レポート

無人ヘリが大苦戦

「今日のような強風でも飛べるのか」「なんとしても飛ばしてみせたい」。こんな質疑応答の後、一度は離陸を試みた無人ヘリだが、上昇し切れずにいったん着陸。仕切り直して再び浮上するも、結局は計画できないまま時間切れに……。国土交通省が10月28日に開催した橋梁点検ロボットの現場検証での一コマだ。

会場は浜名湖と遠州灘の境に架かる浜名大橋。橋長631mの5径間連続PC(プレストレスト・コンクリート)箱桁橋だ。陸上に位置する1径

間の点検に挑んだのは6者。このうち5者が、デジタルカメラを搭載した自慢の無人ヘリを持ち込んだ。しかし、毎秒10m前後で吹きすさぶ海風を前に牽制を余儀なくされるなど、思わぬ苦戦を強いられた。

場面は変わって、11月17日の東京都八王子市内。橋長385mの非合成桁橋である新浅川橋での現場検証にも、悪戦苦闘する無人ヘリの姿があった。浜名大橋の時と違って、この日はほぼ無風。にもかかわらず、突如バランスを崩して墜落した

CONTENTS

現場検証レポート

無人ヘリが大苦戦 ▶ 49

点検ロボ「タイプ別」実力解剖 ▶ 50

トキーマンに聞く

国土交通省総合政策局公共事業部北河原課建設技術官 稲垣 洋史

今回は課題抽出、現場は甘くない ▶ 53

使えるロボのつくり方

「割り切り」が実用性を生む ▶ 54



飛行型とボール型の“合わせ技”を提案



「ニーズに合った技術を開発して顧客に提案できる、技術のシンクタンクになりたい」

ば、ひび割れの幅が一目瞭然。ロボットでクラックを検出するというと画像解析などが思い浮かぶが、あえて“ローテク”を採用し、確実さと分かりやすさを優先した。

これまでに投じた開発費は約8000万円。一部は補助金で賄えたが、大半は持ち出した。「まだ2台しかない機体を増やし、地域ごとに協力会社をつくって貸与する形で事業を拡大したい」(毛利社長)。

首相官邸で無人ヘリを実演

実力を発揮できないケースが目立った無人ヘリ。そんななか、広島市の計測会社であるルーチェサーチは、2400万画素のデジタル一眼カメラを積んだ機体を器用に操り、無事に現場検証を終えた。

他の参加者よりも格段に優れた機

体を使ったわけではない。災害調査や構造物の点検など、1年間に数千回ものフライトがもたらす経験値の差が、違いとなって表れた。

「例えば、機体の重心やバランスは事前に適切に調整しておかなければならない。離着陸時の安定性や運用の柔軟性、安全性に大きく影響するからだ。実務で経験を重ねていないと、加減が難しいだろう」。同社の渡辺専社長は、こう指摘する。

地元の計測会社に勤めていた渡辺社長が、計測や画像処理を手掛けるルーチェサーチを創業したのは11年6月。福島第一原子力発電所の20km圏内で実施した撮影業務を皮切りに、無人ヘリを使った災害調査や点検に奔走するようになった。

70人を超える死者を出した広島土砂災害でも、同社の無人ヘリが活

躍した。国土省中国地方整備局との災害協定に基づき、翌日には現場を上空から撮影。三次元データも取得し、国などにいち早く提供した。

実績を重ねたことで、9月11日に開催された政府の「ロボット革命実現会議」に招かれ、首相官邸で検証を実演するまでになった。

「無人ヘリだけで点検は無理」

他のロボット開発者との経験の差は、同社の提案内容からも見て取れる。無人ヘリと併せて、ボールカメラの活用を提案したのだ。

無人ヘリは海上・河川上にある橋梁や橋脚の高い構造物の点検に、ボールカメラは無人ヘリで見ることができない管桁や橋脚の低い小規模な構造物の点検に、それぞれ使い分ける。

ボールカメラは最大10mまで伸



橋梁の下を無人ヘリが遠征撮影し、合成した写真。橋は長さ約80m、幅員約10mの単純鋼桁橋である。ルーチェサーチでは、コンピュータ工学を専門とする広島工業大学の十河茂幸教授の助言を受けて、構造物の点検に取り組んでいる(写真:左はルーチェサーチ)



8月20日午前広島市で発生した大規模土砂災害では、ルーチェサーチが無人ヘリで撮影した映像を国や広島県、マスコに提供した

ばせる軽いカーボンロッドの先に、小型のビデオカメラを取り付けたシンプルな見た目だが、現場のニーズを踏まえて細やかな配慮も施した。

その一つが、カメラの下に配した小型のジンバル(内蔵したセンサーで傾きを補正する雲台)。ボールが揺れてもカメラを水平に保てるので、「映像酔い」を防げる。ボールカメラは約60万円で販売する予定だ。

「無人ヘリで何もかも点検するのは無理。目的はロボットの開発ではなくインフラの点検なのだから、必要に応じて最適な技術を組み合わせることが重要だ」(渡辺社長)。

人手に頼った点検と同等以上の精度を持ち、コスト競争力がある。そして、現場で安全かつ簡単に使用できる――。少なくともこの三つの原則を満足したロボットでなければ、

■ インフラ点検ロボットの3原則

■ 第1条

ロボットは、人間による点検と同等以上の精度を持つ、もしくは人間による点検を支援し、点検精度を向上させるものでなければならない

■ 第2条

ロボットは、人間による点検に対してコスト競争力がなければならない

■ 第3条

ロボットは、前掲第1条と第2条を満たしたうえで、現場で安全かつ簡単に扱えるものでなければならない

設計者のアイザック・アンモフが提示した「ロボット工学3原則」に近い、点検ロボットが満たさなければならない3原則を本誌が整理した。人間による点検とは、足場や点検車、高所作業車などを用いた従来の点検方法を指す

普及は難しい。国土省の現場検証で多くの開発者が苦戦した様からは、このシンプルな条件を満たすことが、思った以上に困難だと分かる。

では、どんな姿勢で点検ロボットの開発に取り組めば、普及への切符を手に入れられるのか。ジビル調査

設計やルーチェサーチの取り組みが示唆するのは、点検の実務に即した「作り込み」と、機能面での「割り切り」の重要さだ。

現場を知り、自らの技術の特徴や限界を知ることが、「使えるロボット」を生み出す第一歩となる。

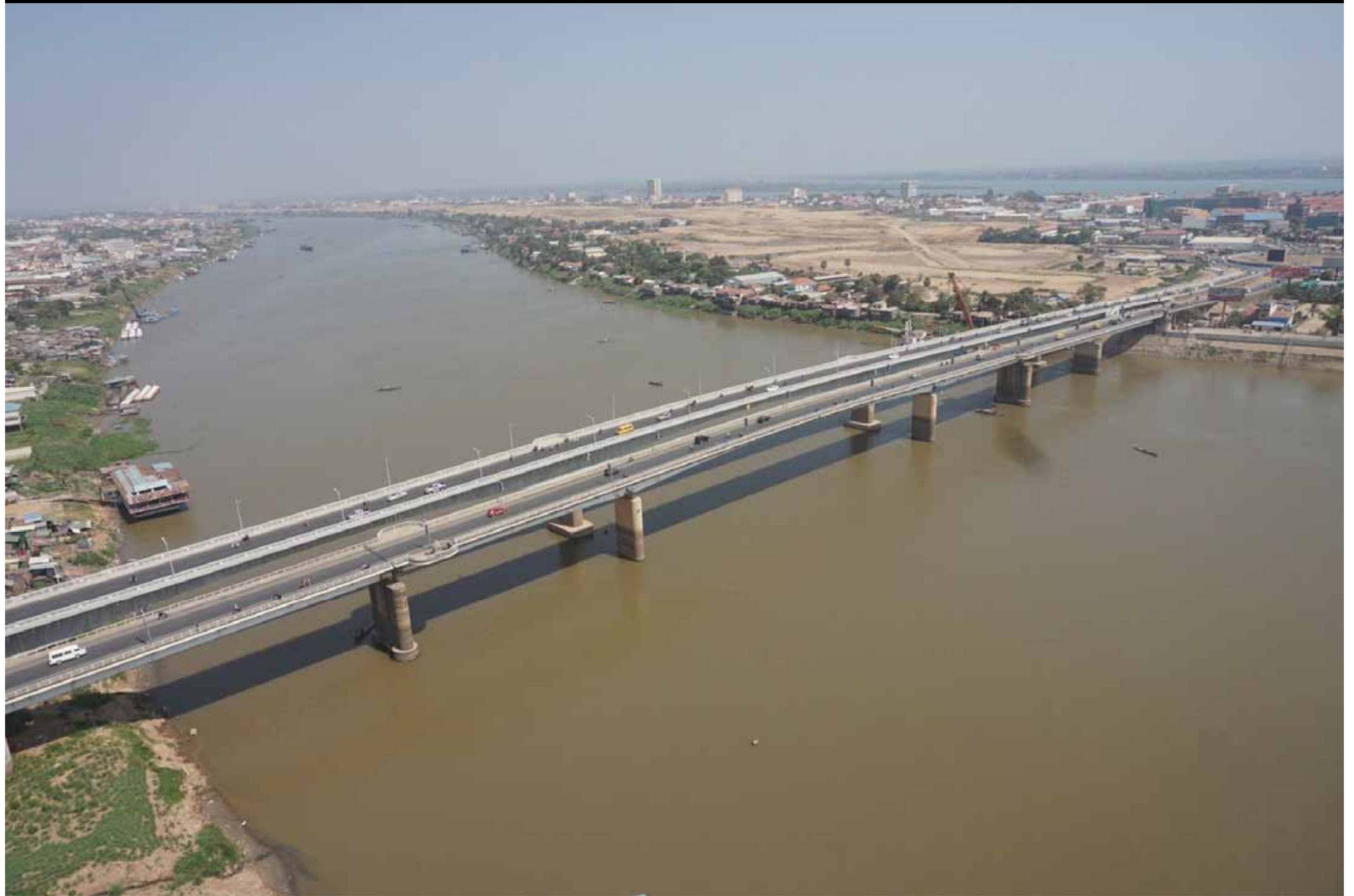
国土交通省推奨技術認定

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会において、2014年度に行われた現場検証プロジェクトの評価結果から応募があった89技術から、ルーチェサーチの「SPIDERを用いた高精度地形解析による災害調査技術」が認定を受けた。

JICAカンボジア橋梁調査

- 国:カンボジア
- 橋梁名:チュルイ・チョンバー橋
- 計測区間:540メートル







日本初



無人航空レーザシステム

最先端のレーザシステムを高性能UAVに搭載し樹木下の地盤面を高密度・高精度に計測するシステム



システム 概要

機体・レーザシステム

概要: 高性能小型UAVに小型レーザとGPS/IMUを搭載し樹木下の地盤計測を行うシステムです。

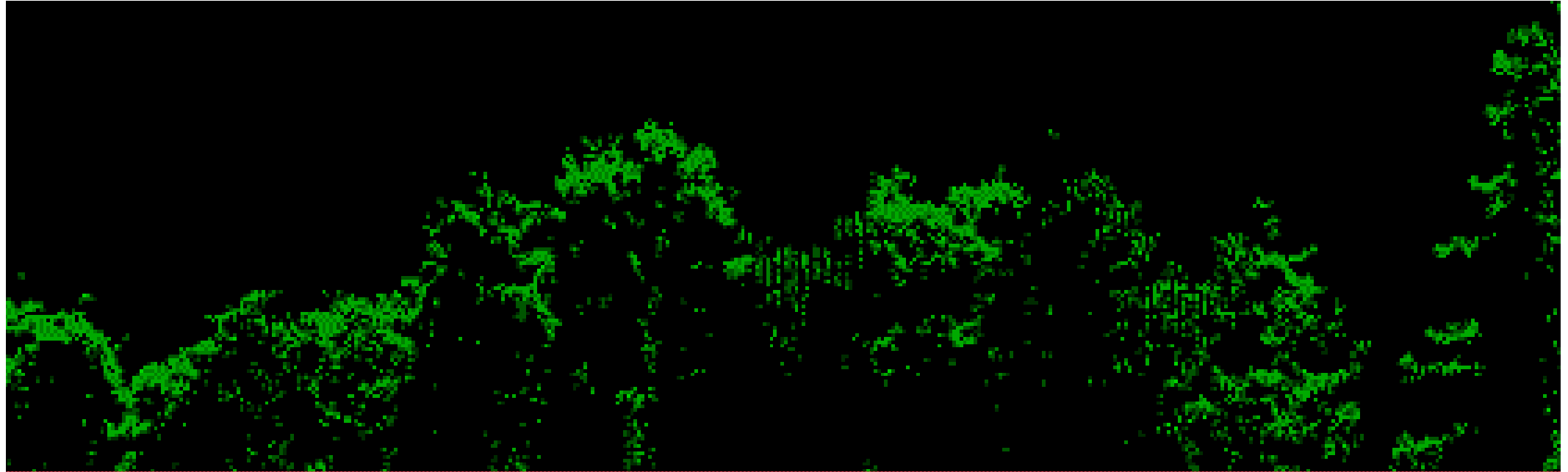
特徴1: 低高度から1秒間に50万発の高速スキャンとオンライン波形処理を行うことによって、樹木下の地盤面を高精度・高密度に取得します。

特徴2: 最大920mの測定距離と自律飛行機能により、広範囲のデータ取得が行えます。

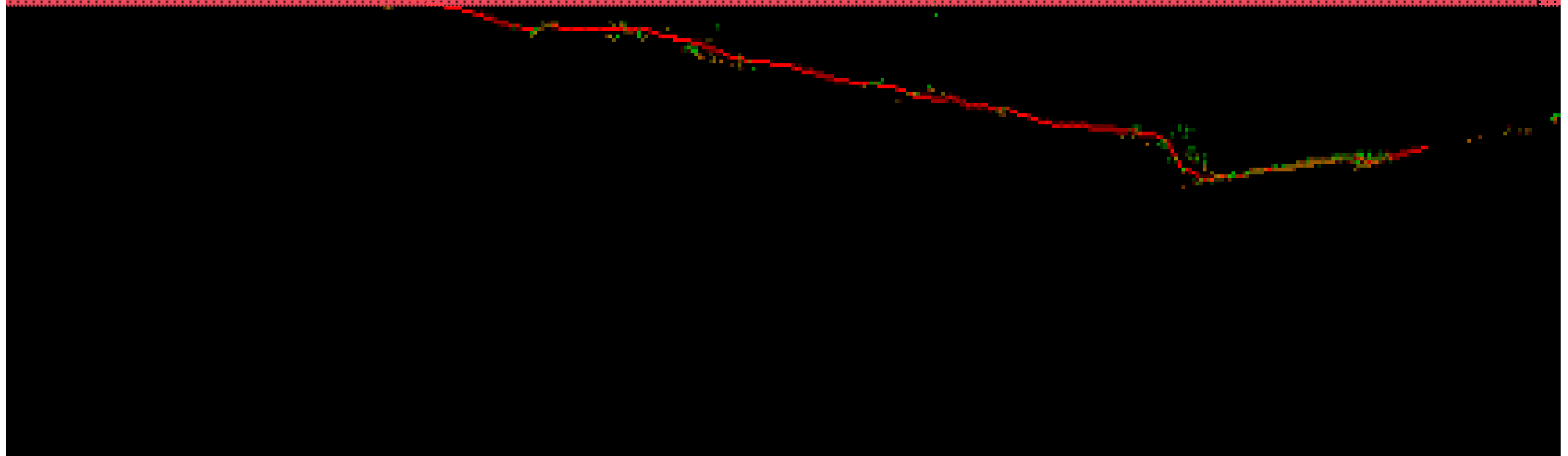
機体サイズ	110×110×70cm
フライトタイム	15分
自律航行	可能
フライト重量	26kg
飛行可能範囲	1,000m
レーザクラス	アイセーフクラス1
最大測定距離	920m
有効測定レート	50万測定/秒
視野角 (FOV)	330°
取得パルス	オンライン波形解析







樹木下の地盤データが計測できる



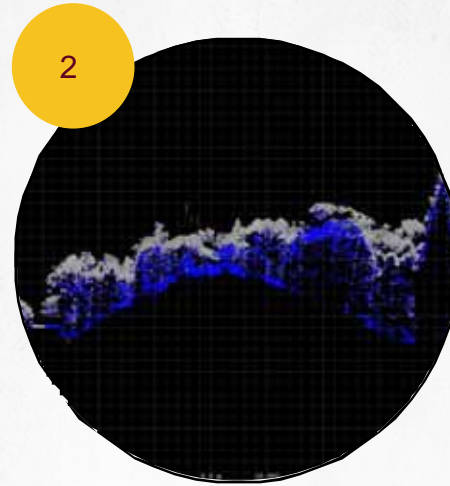
UAV LASER



DSMデータ

超高密度点群データ

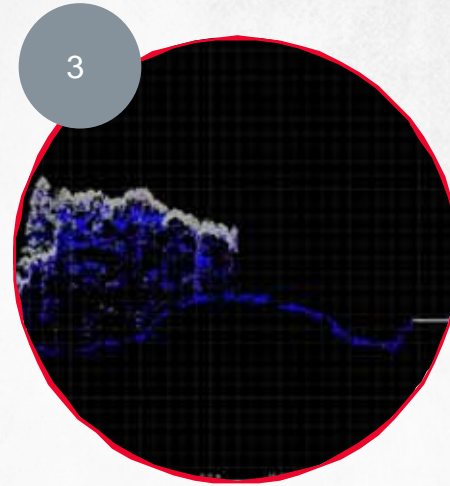
低高度飛行できるUAVの特性と50万発/秒の高性能レーザにより、1㎡辺り3cmの高密度点群データが取得可能です。



地盤面データ

高精度Groundデータ

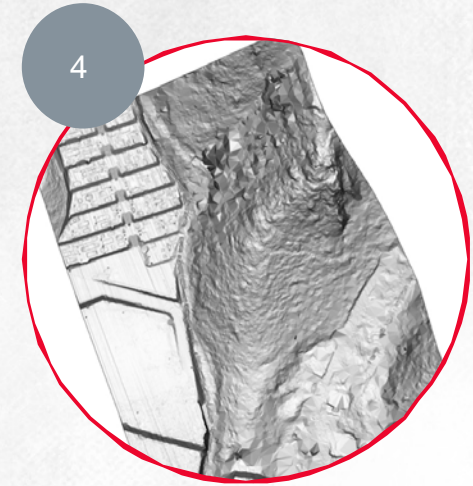
低高度かつ50万発/秒での計測に加え、オンライン波形処理により、樹木下の地盤データまで高密度・高精度に取得可能です。



樹木フィルタリング

高速フィルタリング

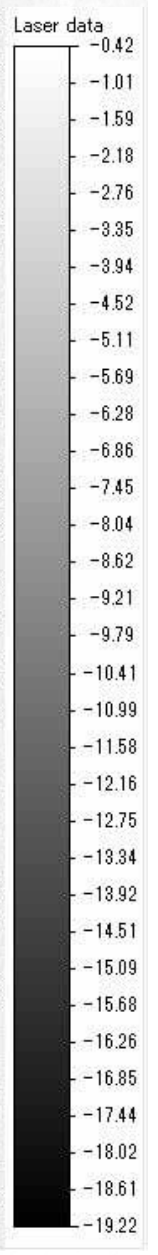
今まで取得できなかった樹木下の点群密度を生かし、手作業が多かった樹木フィルタリングの自動化が可能です。



DEMデータ

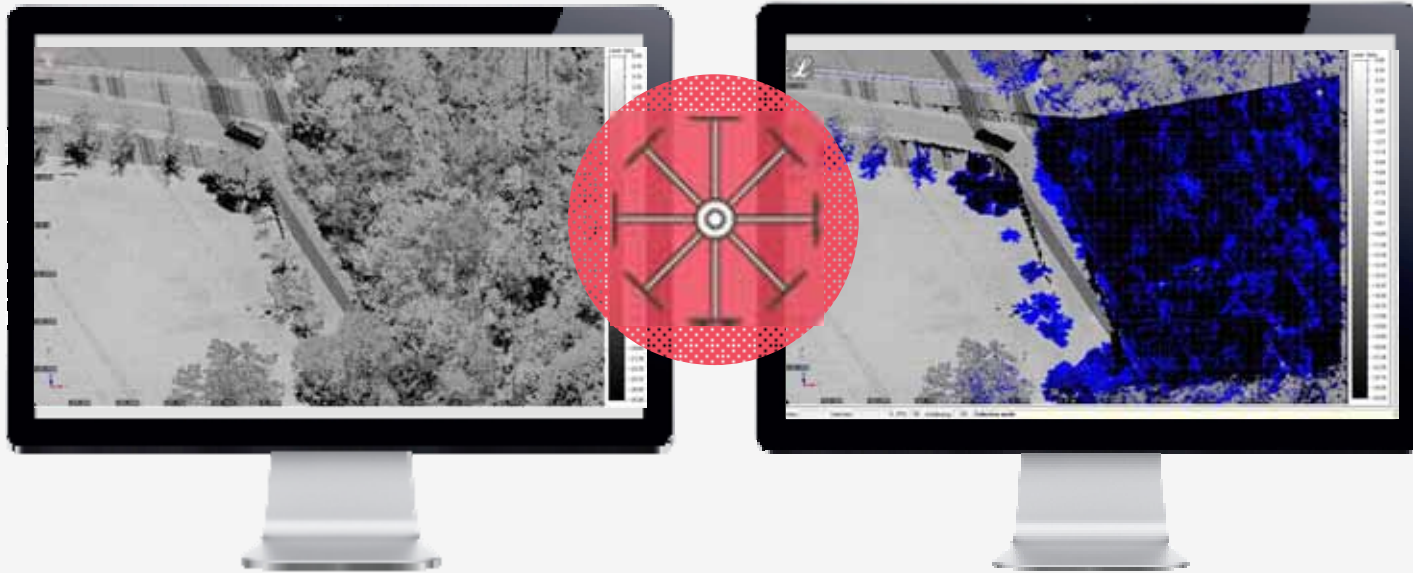
高精度地盤データ

高密度の地盤データを取得しているため、現地の地形データを詳細に再現することが可能です。



樹木除去前 to 樹木除去後

自動処理による樹木除去



現地植生状況



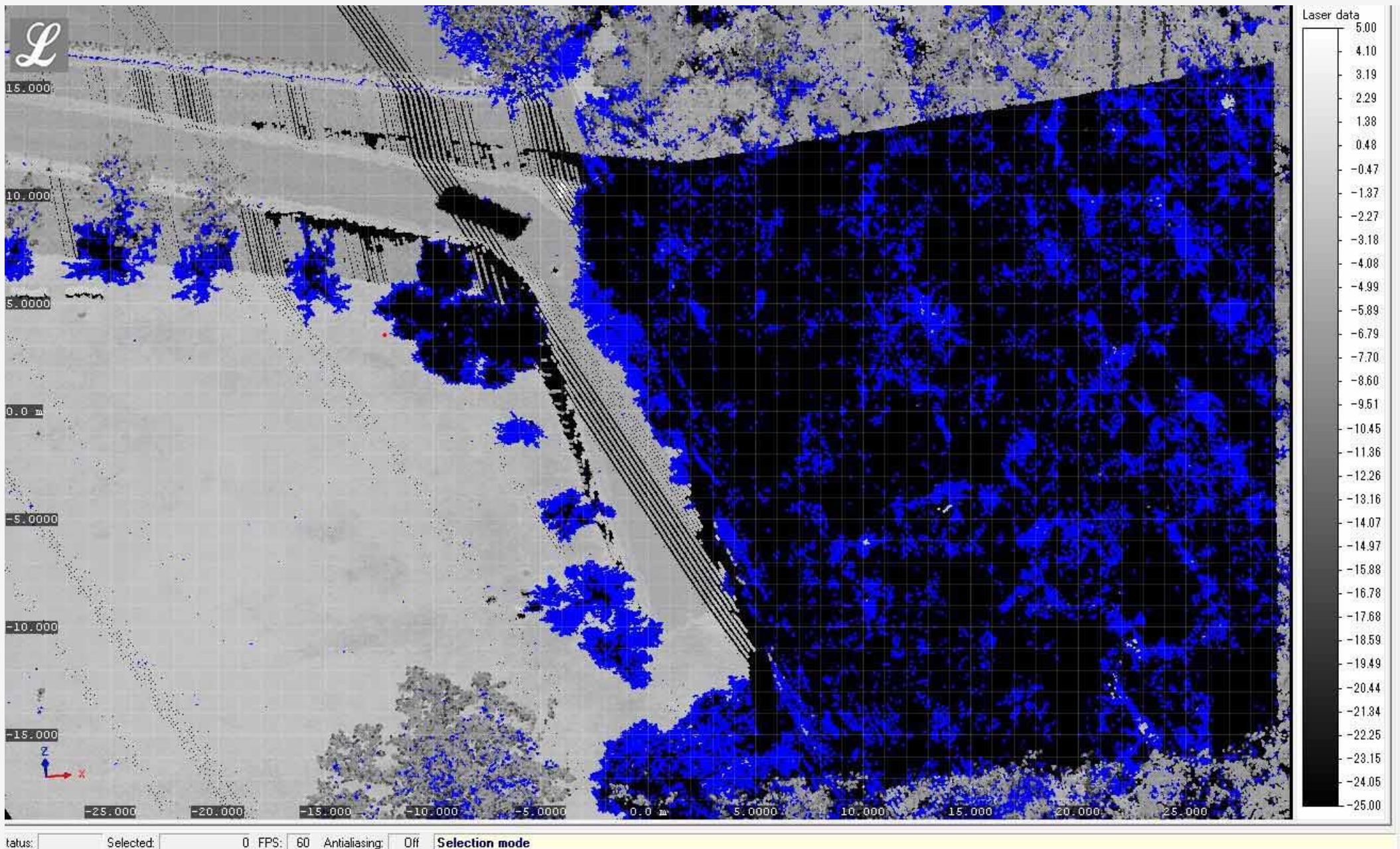
樹木除去

除去前



樹木除去

除去後



樹木除去

除去後断面

