

航空レーザ計測・航空レーザ 測深等の三次元測量データの 活用について

アジア航測株式会社 社会インフラマネジメント
事業部 札幌コンサルタント室長・
北海道大学 広域複合災害研究センター
研究員 佐野 寿聡



航空レーザ計測・航空レーザ測深等の 三次元測量データの活用について

アジア航測株式会社 札幌コンサルタント室長
北海道大学 広域複合災害研究センター 研究員
佐野 寿聡



講演の前に



本講演の内容

- ・講演の前に
 - ・ALBデータの利活用方法
 - ・砂防LPデータの活用方法
 - ・道路・森林LPデータの活用事例
 - ・3次元測量の多様化
- ・その他(非GNSS環境で地形の時系列変化を可視化するための基礎検討)



本講演の主な範囲

宇宙	衛星画像	空中写真測量 DMC・DMC II DMC III	航空レーザ測量 Glaxy ChiropteraXX/5 TerrainMapper-2	UAV写真測量	UAVレーザ計測 ScanLock Triex	地上撮影	車載レーザ測量 MMS	地上レーザ測量
▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲
航空								
▲▲▲								
地上								
▲▲▲								



計測に使用する航空機材(プラットフォーム)

航空機材	固定翼機	回転翼機(ヘリコプタ)
機材事例		
飛行方法	一定(同一)高度飛行	等対地高度飛行
飛行速度	250km/h(70m/s)程度	90km/h(25m/s)程度
対地高度	対地高度1,000~2,500m程度	対地高度300~800m程度
計測範囲	広い	狭い
計測密度	中	高い
天候影響	晴天・高曇りでの計測、風に強い	天候による影響が固定翼より少ない

計測諸元 ~仕様に対する実際の計測密度~

計測目的や計測範囲、地域性等を考慮し、使用機材を選定し、計測諸元(計測密度等)を設定。計測計画は仕様の2~4倍以上とするのが一般的。とくに陸部の場合は「植生の繁茂状況」、水域の場合は「濁り」を意識し計測実施。

計測機材	陸域	河川(水域)
国土地理院 公共測量作業規程	地図情報レベル 500 1000 2500 5000	格子間隔(計測点密度) 0.5m以内(4点以上/m ²) 1m以内(1点以上/m ²) 2m以内 5m以内
国土交通省 砂防LP業務	平成20年代:1点以上/m ² →現在:1点以上/m ² or 4点以上/m ²	-
国土交通省 道路斜面LP業務	平成30年代:4点以上/m ² (斜面)	-
国土交通省 河川定期縦横断業務	令和年代(現在): 4点以上/m ² or 10点以上/m ²	令和年代(現在):1点以上/m ²
実際の計測計画	広域計測:4点~8点以上/m ² 集中計測:20点~80点/m ² 程度	4点以上/m ²

計測機器

計測機器	LP	ALB
機器例		
レーザー発射頻度	TerrainMapper-2 最大2,000kHz	Chiroptera4X/5 (水域)35kHz (陸域)500kHz
レーザーキヤン角	±20°	±20°
レーザーキヤン傾度	150Hz程度	(水域)1800rpm程度 (陸域)3000rpm程度
デジタルカメラ画素数(地上解像度)	1億5000万画素(15cm程度)	8,000万画素(6cm程度)



ALBデータの活用方法

DXとは

デジタル技術とデータの活用が進むことによって、社会・産業・生活のあり方が根本から革命的に変わること。また、その革新に向けて産業・組織・個人が大転換を図ること。インフラ分野ではデータとデジタル技術を活用して、安全・安心で豊かな生活を実現。



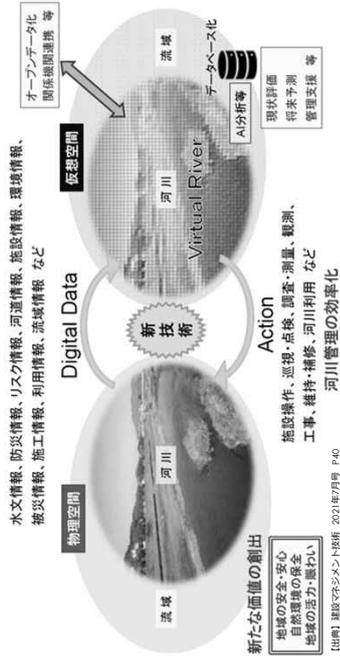
出典：総務省第5回 基本計画専門調査会資料 https://www8.sou.go.jp/cstp/vouseka/kitonow/5kai/sivo5_2.pdf

DXとは

①国土交通省（デジタルツイン）

河川および流域に関する様々な情報をデジタルデータ化し、仮想空間上で統合し、現状評価や将来予測、管理支援等の分析を実施する。

仮想空間での検討結果をもとに、計画立案や河川整備、河川管理の効率化、河川利用の高度化を図り、河川における新たな価値を創出する。

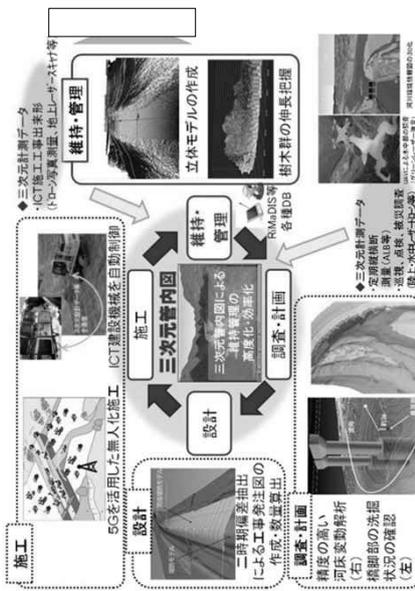


DXとは

②国土交通省の取り組み（持続可能な整備・管理DX）

○三次元点群データを活用した三次元河川管内図等により、河川等の「調査・計画」、「設計」、「施工」、「維持・管理」、「被災調査」の一連の業務を高度化・効率化し、省力化し、人口減少下での持続可能なインフラ整備・管理を推進。

○河川利用者等に対するサービスの向上を目指すため、河川の利用等に関する手続きのオンライン化や、データのオープン化による他分野との連携等も推進。



三次元管内図の取り組み

①三次元河川管内図に関する現状

河川管理用三次元データ活用マニュアル（案）を令和2年2月に策定。三次元データを活用するために、以下の点に留意してデータを管理する必要がある。

- (1) 日常管理に三次元データを活用する環境の構築
- (2) 各種検討に必要なデータを検索する環境の構築
- (3) データを蓄積、保管する環境の構築



ALBIによる事例紹介

①ALBIによる成果

- ・航空写真図により、河道の状況を把握
- ・赤色立体地図により、河道内の微地形や樹木分布を確認
- ・比高図により水深分布や砂州の分布状況を把握



図・ALBIによる計測成果図

ALBIによる事例紹介

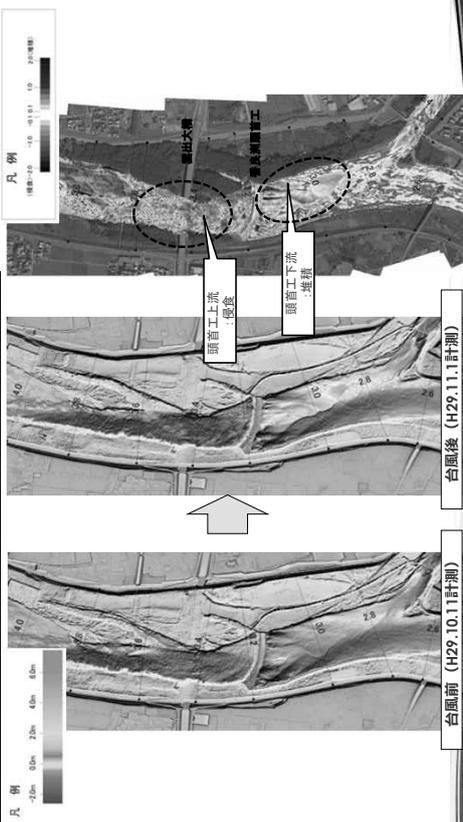
①ALBI成果 (拡大図)



図・ALBIによる主題図の作成例

ALBIによる事例紹介

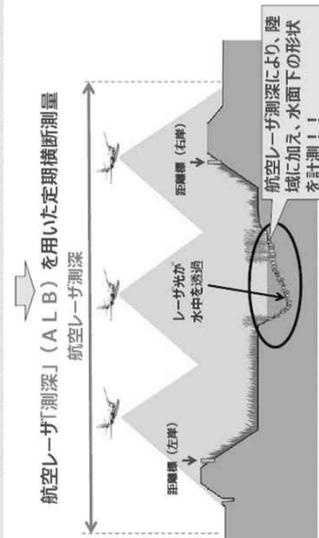
②2時期の計測結果 (標高段彩図) とその差分図



ALBIによる事例紹介

③河川定期縦横断面測量

- 定期縦横断面測量の課題
 - ・ 2,000mピッチまでの測量 → 測線間の情報が少ない
 - ・ 局所的に堤防高が低い箇所、河床洗掘箇所、溺流分布等の把握が困難
 - ・ 徒歩観測や船上作業で多大な労力を要する。作業に危険が伴う。
 - ・ 作業に大幅な時間を要する。取得データの同時確保が困難。
 - ・ 現地立ち入りの制約(河川工事、漁業活動、民地、見通し確保(樹木伐採))



ALBIによる事例紹介

③河川定期縦断面測量

- ・航空レーザ測量による面的なデータから横断面を切り出すことができる



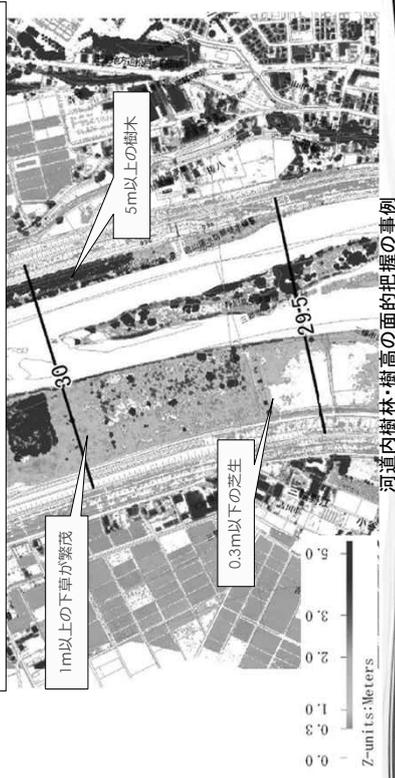
⑦ アシニア 株式会社

16

ALBIによる事例紹介

④河道内樹木の把握

- ・レーザ計測データのうち、樹木部と河道部の2種類のデータを用いることで、樹木の高さやその範囲を面的かつ定量的に把握



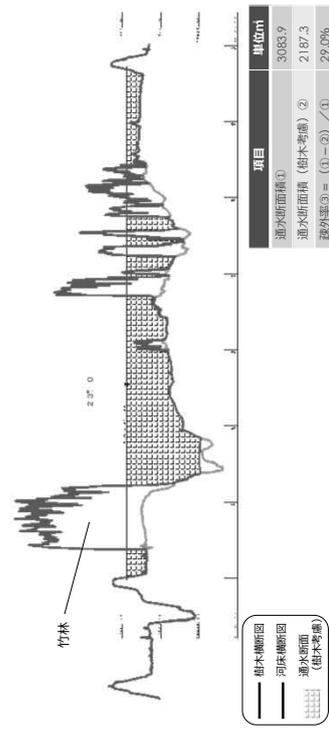
⑦ アシニア 株式会社

17

ALBIによる事例紹介

④河道内樹木の把握 (河積の影響)

- ・樹木による通水断面の疎外状況を把握するため、HWL以下の河積を面積計測して、その比率を算出した。
- ・その結果それぞれ11%、29%河積を阻害している傾向が確認される。



⑦ アシニア 株式会社

18

ALBIによる事例紹介

⑤河川管理

- ・通常の点検だけでは、根固めブロックの流失原因を推定することは難しい
- ・比高図を用いると、橋梁部の洗掘の影響が上流部まで及んでいる状況が把握

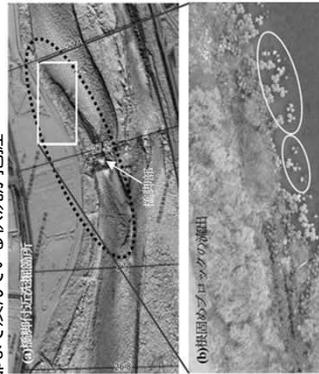


図 比高図によるブロック流失の確認

⑦ アシニア 株式会社

19

⑥橋脚部の洗掘状況の把握

- ・定期縦断面の測線に係らない場合には、洗掘の状況を把握することができない
- ・ALB機材の特性として水部計測ができることやレーザを楕円状に発射できる (オフリーク スキャン) ため、橋脚部の洗掘状況を把握

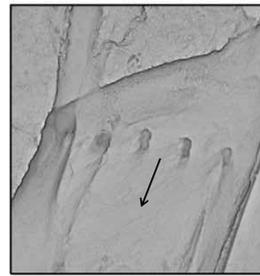


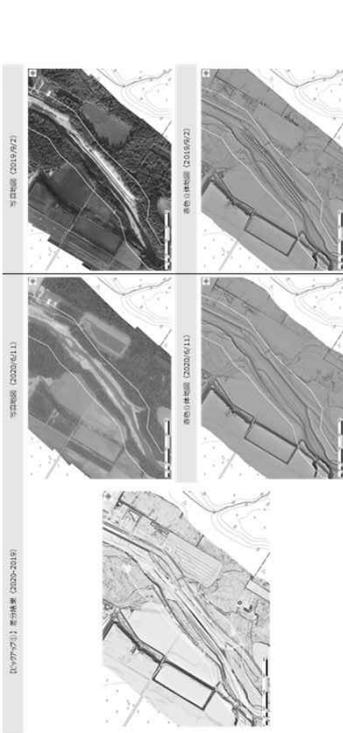
図 ALBIによる橋脚洗掘状況の確認

⑦ アシニア 株式会社

19

北海道大学での研究協力

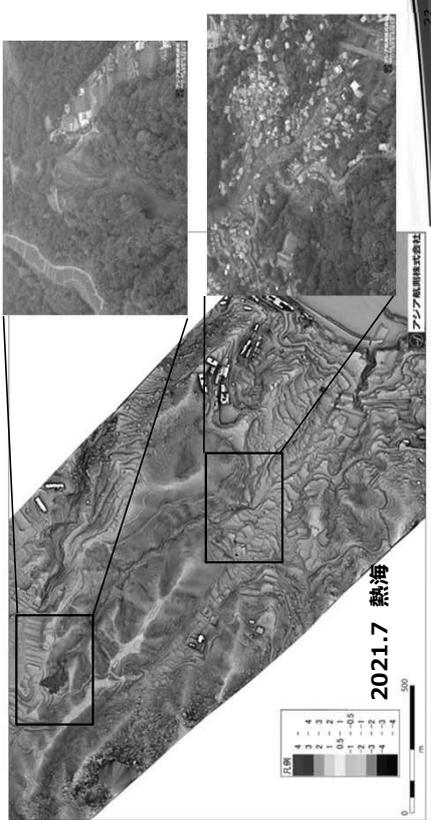
- ・十勝川水系戸高別川の土砂移動が顕著区間についてALB計測を実施（4時期：2019.9～）
- ・計測面積：約4.8km²（右図青枠内がデータ作成範囲，R5は赤枠内を追加）
- ・研究成果については今後公表予定



砂防LPデータの活用方法

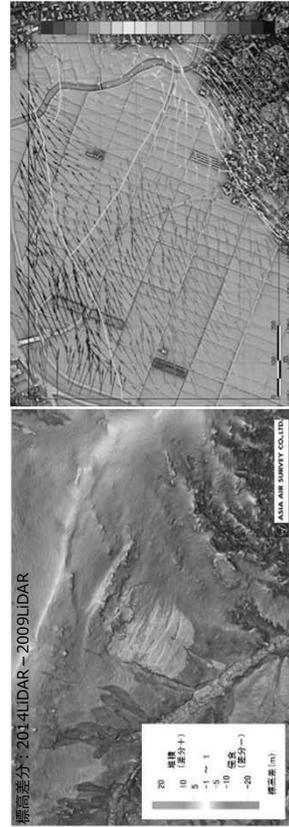
土砂移動現象把握①

複数時期の航空レーザ測量データを活用した差分解析により、土砂移動状況を把握し、災害時の対策検討などに役立てることが可能



土砂移動現象把握②

定期的、また地震後や豪雨後に、航空レーザ測量を実施することで、抽出された災害リスク(崩壊、土石流、地すべり等)の斜面変化や地殻変動量について把握することも可能



斜面変形量の把握例

地殻変動量の把握例

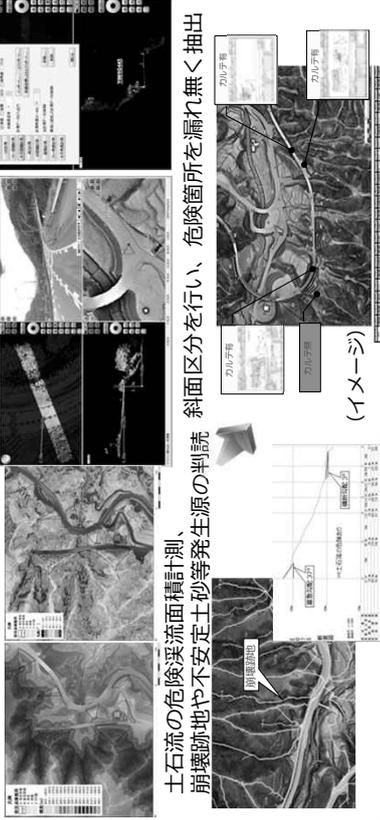


道路・森林LPデータの活用事例

道路危険箇所把握

統合データを活かした利活用のイメージ

落石・崩壊、岩盤崩壊の評価要素
盛土や擁壁の高さ・勾配計測 (ビューク利用)



土石流の危険浸流面積計測、
崩壊跡地や不安定土砂等発生源の判読

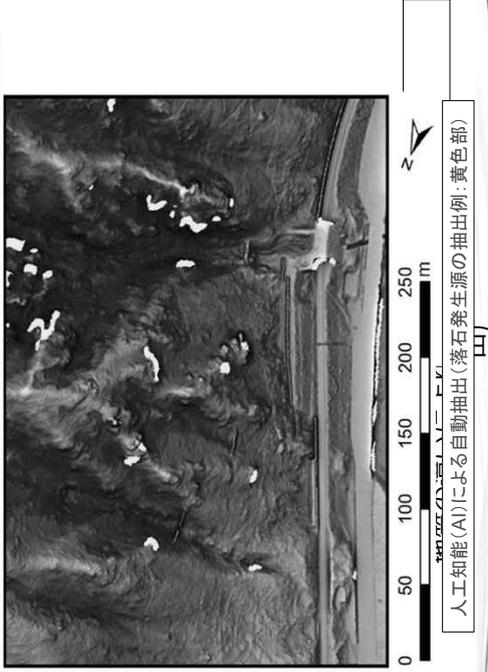
斜面区分を行い、危険箇所を漏れ無く抽出

防災マップの作製



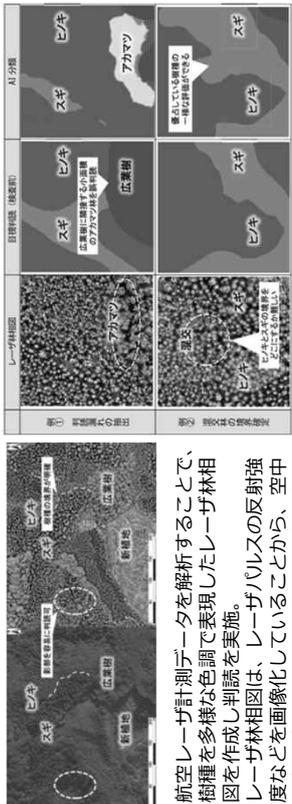
地質の違いにより侵食量が異なる(赤タ山)

災害要因の自動抽出への活用 ~AI活用~



森林分野での活用事例

スマート林業構築に向けたAI森林解析
～航空レーザ測量データの反射強度を利用した林相区分と解析～



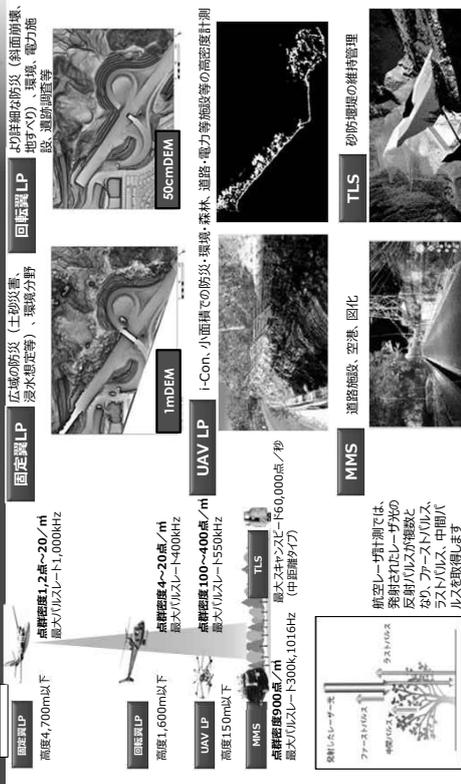
航空レーザ計測データを解析することで、樹種を多様な色調で表現したレーザ林相図を作成し判読を実施。
レーザ林相図は、レーザパルスの反射強度などを画像化していることから、空中写真判読でネックとなる影の影響を受け無いことが特徴。

混交林では境界を定めることが難しい場合があるが、AIによる樹種分類では、学習データの作成方法の工夫によりある程度のまとまりで分類することが可能。



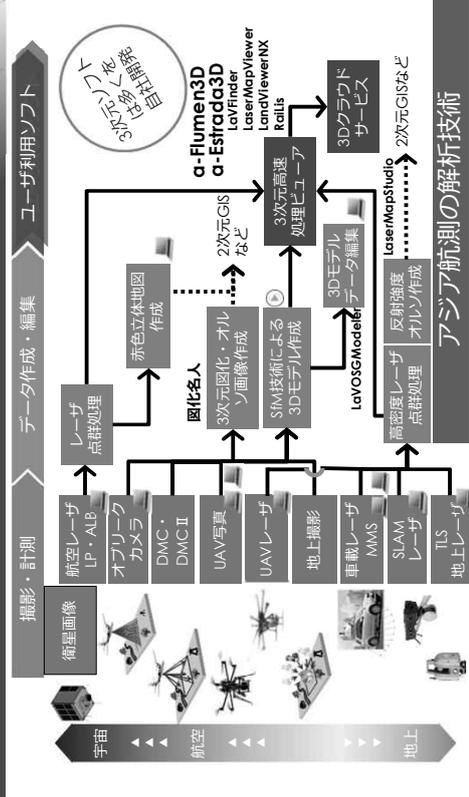
3次元測量の多様化

三次元測量データの様々な活用場面



取得データの共有・統合の重要性
～目的に即したデータ取得方法

ユーザ活用の課題(データの共有・統合・解析・確認)

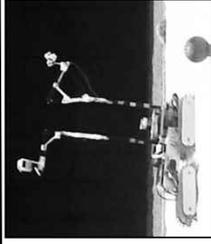


DXの更なる活用

MIR技術の活用例 航空レーザ測量データや三次元都市モデルなどのデータを活用することでVRやARを活用した情報提供も可能となる。



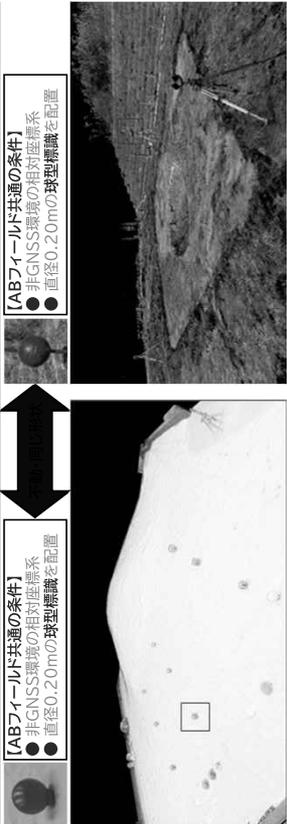
その他(非GNSS環境で地形の時系列変化を可視化するための基礎検討 ～月面等での建設活動に資する無人建設革新技術開発推進プロジェクト～)



測量・地質調査月面無人ローバー開発

研究の目的と実験の主旨

目的 ロボットで精緻な地形測量が実行された後の三次元データの使い方を先行して検討する。
実験 地球上の制御可能な月面模擬環境で、“有人”地上レーザ計測を実施した。
検証 【A】 JAXA 宇宙探査イノベーションハブ宇宙探査実験棟の既設月面フィールド
 【B】 広大な遊水地にバックホウで掘削穴、ローラーで盛土を整地した屋外フィールド



【A】屋内フィールドの三次元点群データ
 ●非GNSS環境の相対座標系
 ●直径0.20mの球型標識を配置

【B】屋外フィールドの三次元点群データ
 ●非GNSS環境の相対座標系
 ●直径0.20mの球型標識を配置

図1 【A】 屋内フィールドの三次元点群データ
※ JAXA 宇宙探査イノベーションハブ宇宙探査実験棟の既設月面フィールドを使用

図2 【B】 屋外フィールドの三次元点群データ
※ 遊水地にバックホウで掘削穴を形成した屋外フィールドを既設の遊水地にて作成

●無人探査ローバーで精緻な地形データを取得できた後、どうデータを使うかを別軸で考える
 ●ほんとうに必要な情報はどんな地形データか？ 逆算すると、どう取得・管理するのが適切か？

3次元地質地盤図に要求される空間分解能の検討

2023年10月17日(水) 17:10～17:30 IR16 月探査・月面建設(Ⅰ) 第67回宇宙工学技術推進会議

■探査ローバーに搭載した計器による地盤調査の結果は、測量成果の地形図上にプロットされる。
 ⇒地形面の歪みがないことに加え、①標高値を含む位置情報と②目安となる特徴点が必要。
 ■3次元地質地盤図は、月面建設予定地周辺の限られた範囲でよく、建設後は基地等を含む測量(出来形管理)を実施する前提とすれば、測量で目指すレベルは100点以上/m²となるか？

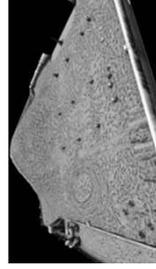


図9. 10,000点以上/m²の空間分解能
 ●地形再現性は最良だが、その分、データ容量は大きくなる
 ●マクロの地形特性は、逆に不明瞭

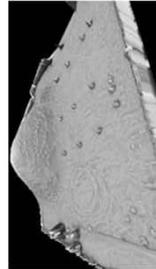


図10. 100点以上/m²の空間分解能
 ●径0.2mの球型標識を捉えている
 ●探査ローバーの走行軌跡も判る
 ●平地と起伏の違いが、最も明瞭

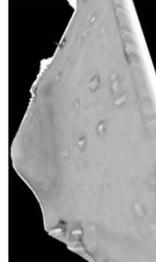


図11. 10点以上/m²の空間分解能
 ●径0.2mの球型標識が判らない
 ●探査ローバーの軌跡は判らない
 ●平地と起伏の違いは判読できる

月面建設で足跡レベルの精度不要
 地球で設計・施工に耐えるレベル
 この地形図に地盤調査データを紐づけていく、地点間の標高値も重要
 100×100セルの環境地図など

探査ロボットの環境地図レベル
 ※探査ローバーを1セルとして、平面100×100セルの環境地図など

点群データを用いた平地／起伏の3次元地盤評価

■提案した空間分解能で、三次元点群データを用いた地盤評価を試行した。

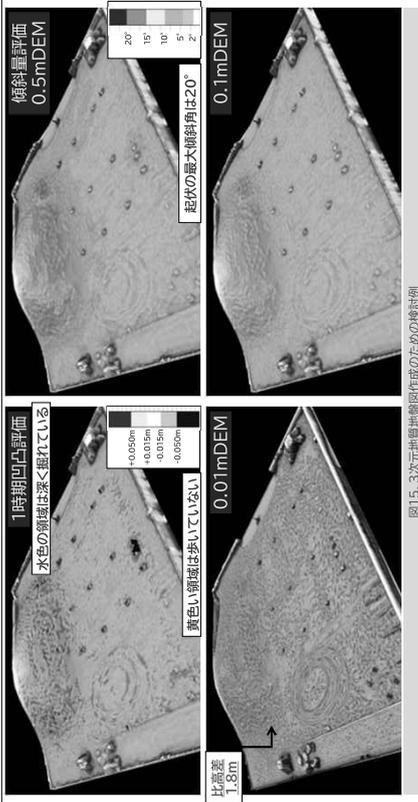


図15. 3次元地盤地図製作のための検討例



ご清聴、ありがとうございました

