



AUTC

Advanced UAV training center

写真計測・レーザ計測基礎講座

先端技術無人航空機トレーニングセンター
センター長 伊藤 与志雄

目次

はじめに

1. 国の取り組みについて

1-1. 生産性向上への取り組みへの背景

1-2. 建設現場を最先端化させるツール

2. 三次元計測の歴史

2-1. 航空機による写真測量

2-1-1. 航空機による空中写真とは

2-1-2. 航空機による空中写真測量

2-2. 航空機によるレーザ測量

2-2-1. 航空レーザ測量の事例

2-3. 無人航空機の登場

3. 三次元測量の基礎

3-1. 写真測量の基礎原理

3-2. 写真解技術

3-2-1. SFM解析について

3-2-2. 内部標定要素について

3-2-3. 外部標定要素について

3-3. データ変換について

3-3-1. 標定点と検証点

3-3-1-1. 標定点について

3-3-1-2. 検証点について

3-4. 対空標識の計測について（観測）

3-4-1. 観測の方法について

3-5. 写真測量の計測飛行

3-5-1. 飛行計画

3-5-2. 飛行計画の注意点

3-5-3. 解像度について

3-6. カメラについて

3-6-1. メカニカルシャッター

3-6-2. 電子シャッター

3-6-3. 写真測量に向けたカメラとは？

3-6-4. レンズについて

3-6-5. カメラ設定の基礎知識

3-6-6. 記録メディアについて

4. レーザ計測

4-1. レーザ計測の原理

4-2. レーザスキャナの小型化

4-3. 複合型（写真・レーザ）センサーについて

5. 三次元測量データについて

6. 測位

6-1. GNSSについて

6-2. GNSSの種類

6-3. VRS-RTK GNSS測位

6-4. PPK（後処理キネマティック）測位

7. 座標と高さ

7-1. 座標について

7-2. 数学系座標と測量系座標

7-3. 日本国内で使用している座標系

7-4. UAV測量で使用する座標系

7-5. 標高（高さ）について

7-6. ジオイド高について

8. 点群（三次元データ）処理

8-1. 計測解析したデータ処理その1

8-2. グラウンドデータ作成手順その1

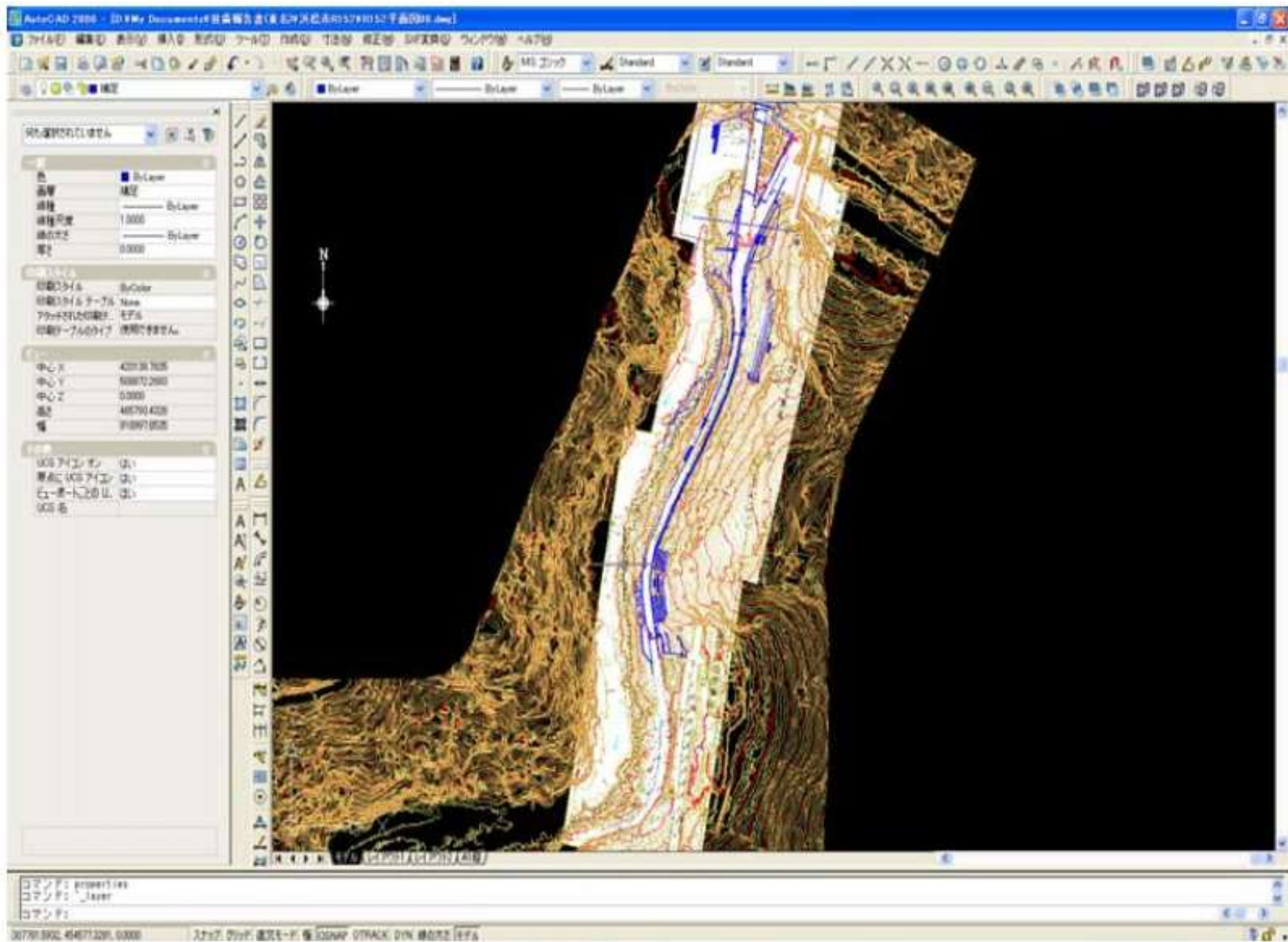
8-3. グラウンドデータ作成手順その2

8-4. データ処理点検

9. 成果作成

10. 三次元計測実習講座について

11. 最新の解析ソフト講座について



3-5. 写真測量の計測飛行

3-5-1. 飛行計画

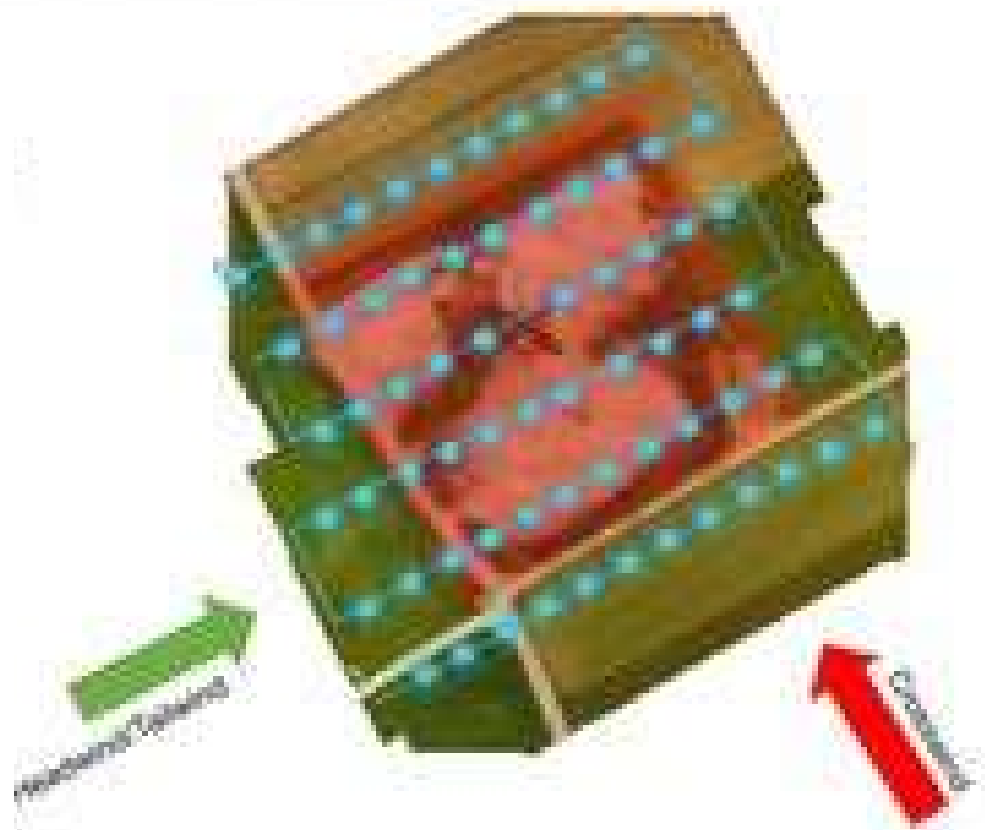
WHAT IS IMPORTANT – MISSION PLANNING-GRID



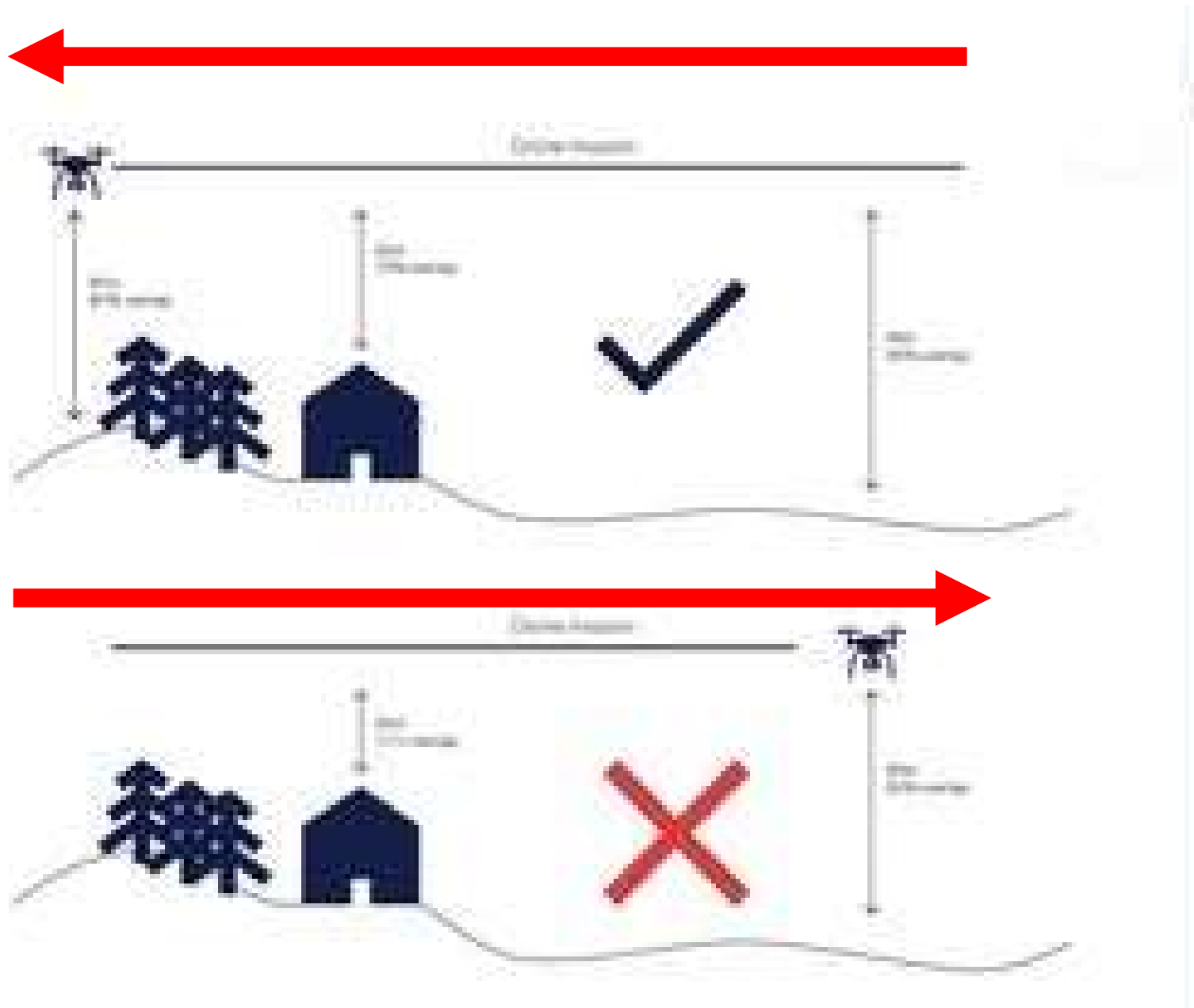
オーバーラップ
=60%



サイドラップ
=30%



3-5-2. 飛行計画の注意点



3-6-2. 電子シャッター

撮影時の遮光する動作を再現する動作をセンサー制御により再現する方法。グローバルシャッターとローリングシャッターがあり、以下の違いがある。

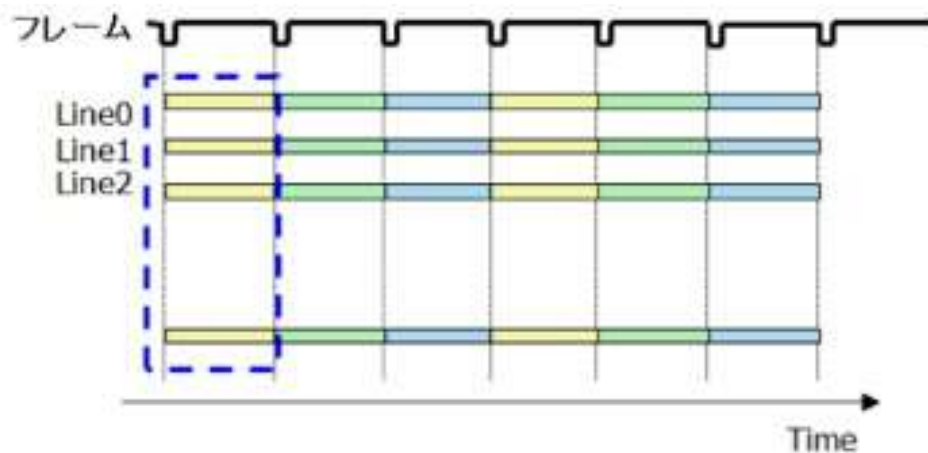
- ・グローバルシャッター

→センサーに当たった光を一気に読み出し記録する。 **値段が高い！**

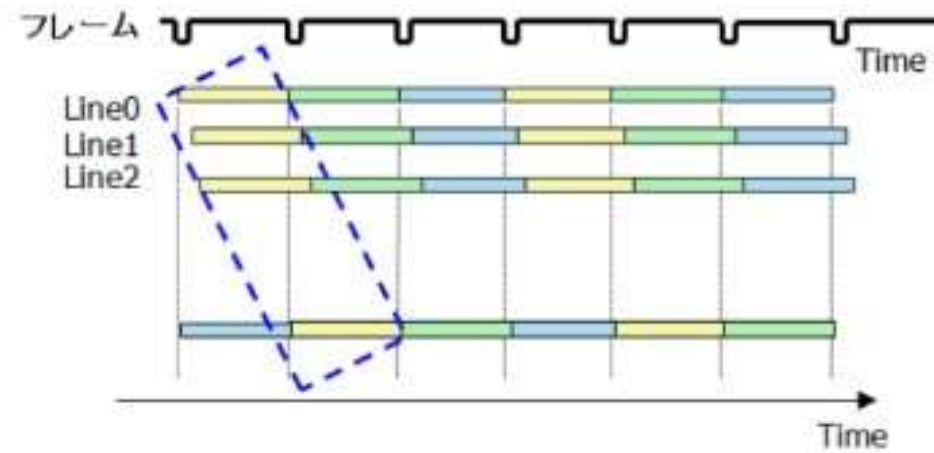
- ・ローリングシャッター

→センサーに当たった光を上から下に向かって順番に読み出して記録する。

安価で小型化が可能で多くのUAVに搭載されている。



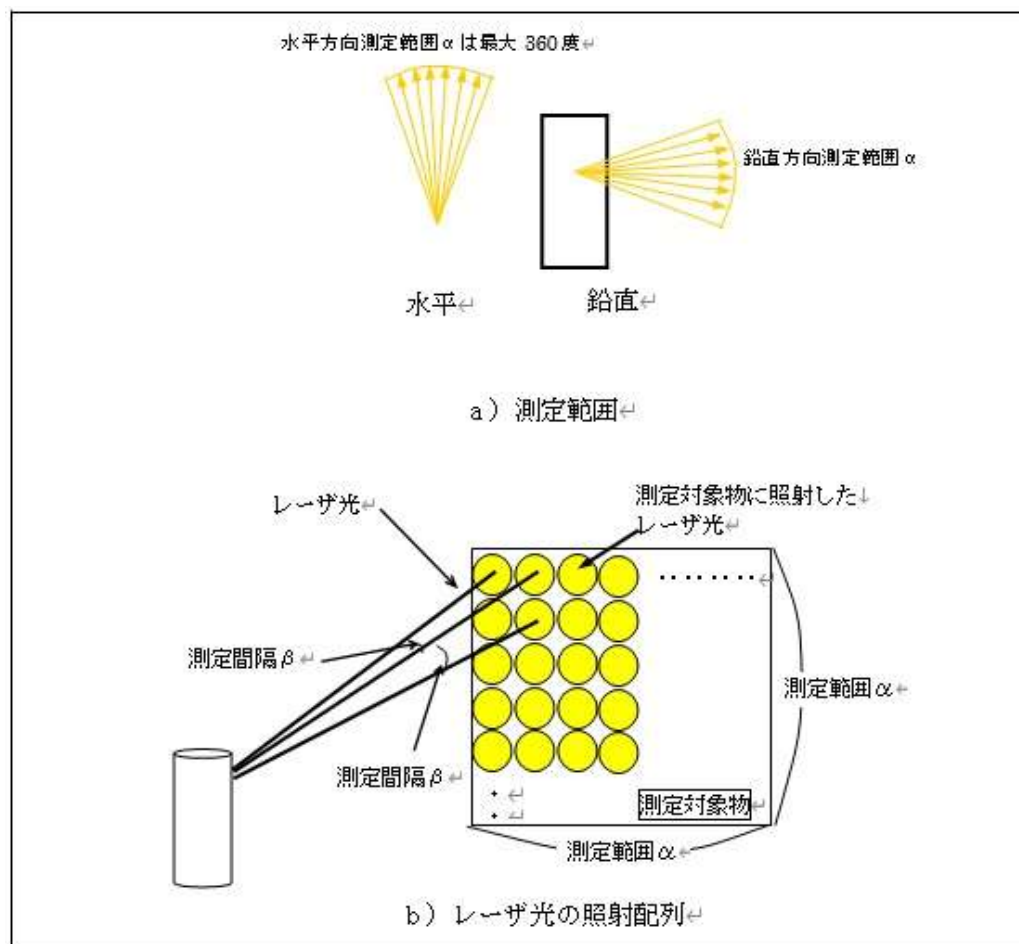
グローバルシャッター



ローリングシャッター

座標データはまず極座標（平面上のある一点の位置を定点（極）から距離と角度で示した座標）で取得される。レーザスキャナ計測毎に測定範囲 α と測定感覚 β のステップ角度が異なる。測定範囲にはステップ角により光の照射範囲が決まり、その光の照射スポット内の最大反射強度最大値座標を測定する。

距離と角度が確定し得られた極座標Pをスキャナ本体の座標系上に写し、X/Y/Z座標に変換する。



撮影機器は、撮影対象の鋼桁橋の内部を撮影するために、小型で衝突しない、自由な方向で撮影可能な、点検用UAVのSkyDio J2を使用した。Visual SLAM を搭載

全方位障害物回避機能



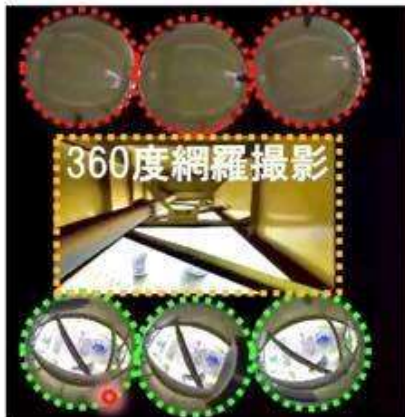
Visual SLAM 用カメラ



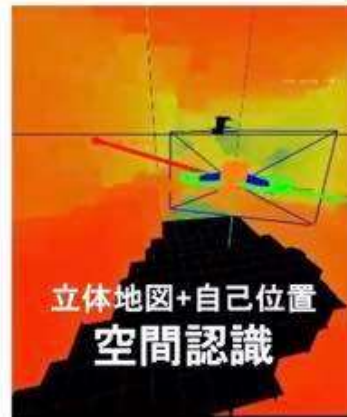
表



裏



360度網羅撮影



立体地図+自己位置
空間認識

カメラ回転200度



桁内部



上方撮影

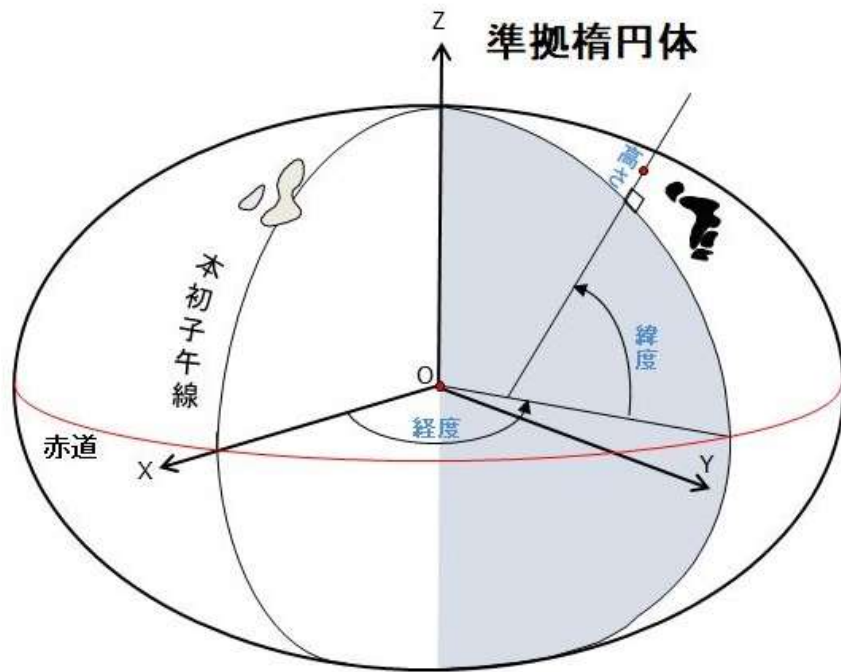


下方撮影



7. 座標と高さ

7-1. 座標について



位置情報は人やものなどの平面的な位置（場所）にかかわる情報のこと。緯度・経度などの座標で表現し、数値の「度/分/秒」で表示される。

ちなみに秒の距離差ですが、緯度つまり南北方向の場合は地球1周は40000kmと

言われているので、
 $40000 \div 360 \text{度} \div 60 \text{分} \div 60 \text{秒} = 30.864 \text{m/秒}$
 目安として31m/秒、

経度は赤道なら同じですが経度はcos（緯度）を乗じた数字になる。

つまり東京付近なら約25m/秒となる。

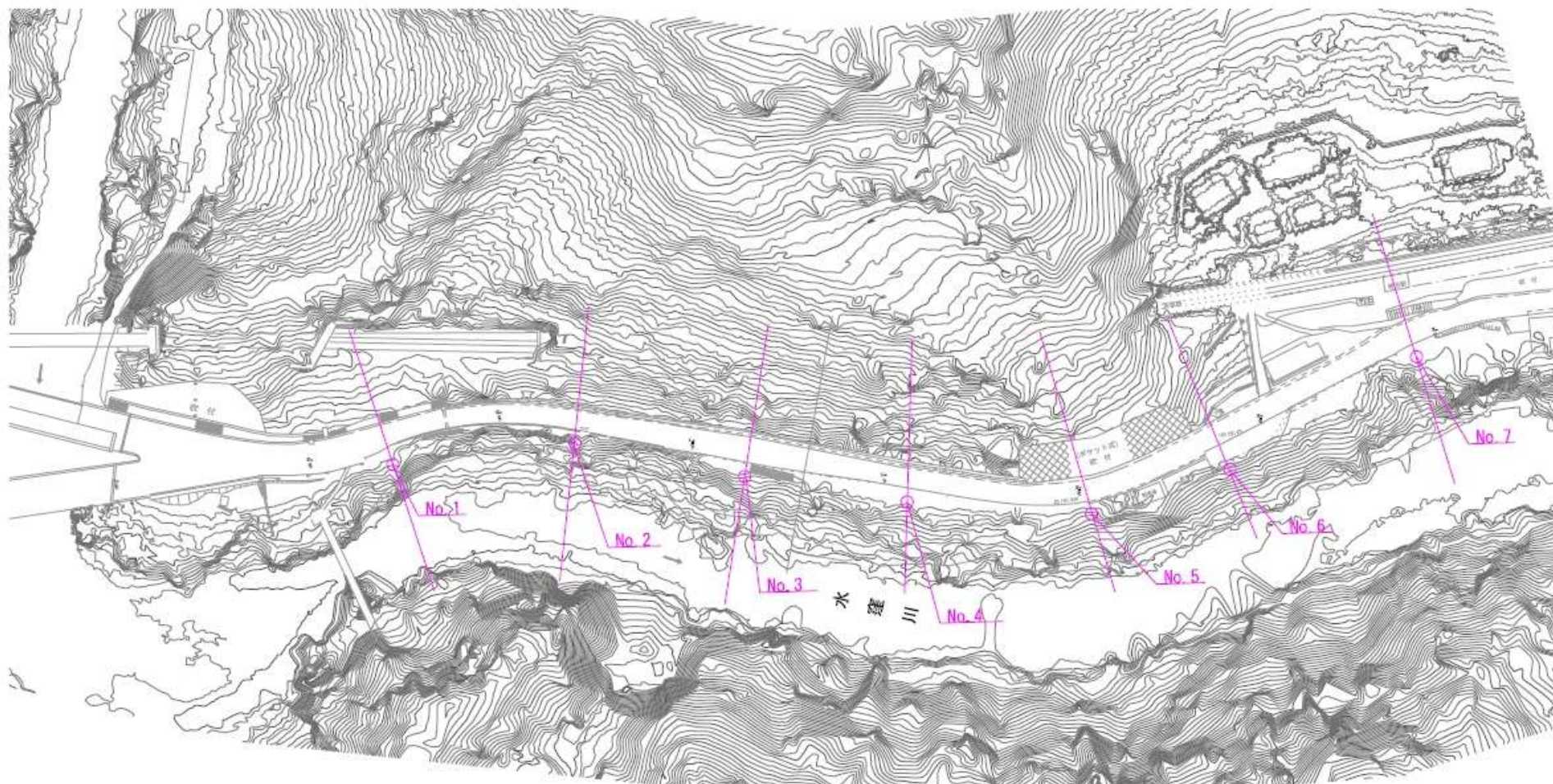
その位置は普遍的なものではなく、その位置を特定する測りかたによって変わる。よく測地系とは基準のことなる測量（測られた）緯度経度系を指す。

出展：国土地理院HP

平面図

S=1:1000

浜松市天竜区佐久間町相月地内



横断面図
S=1:200

