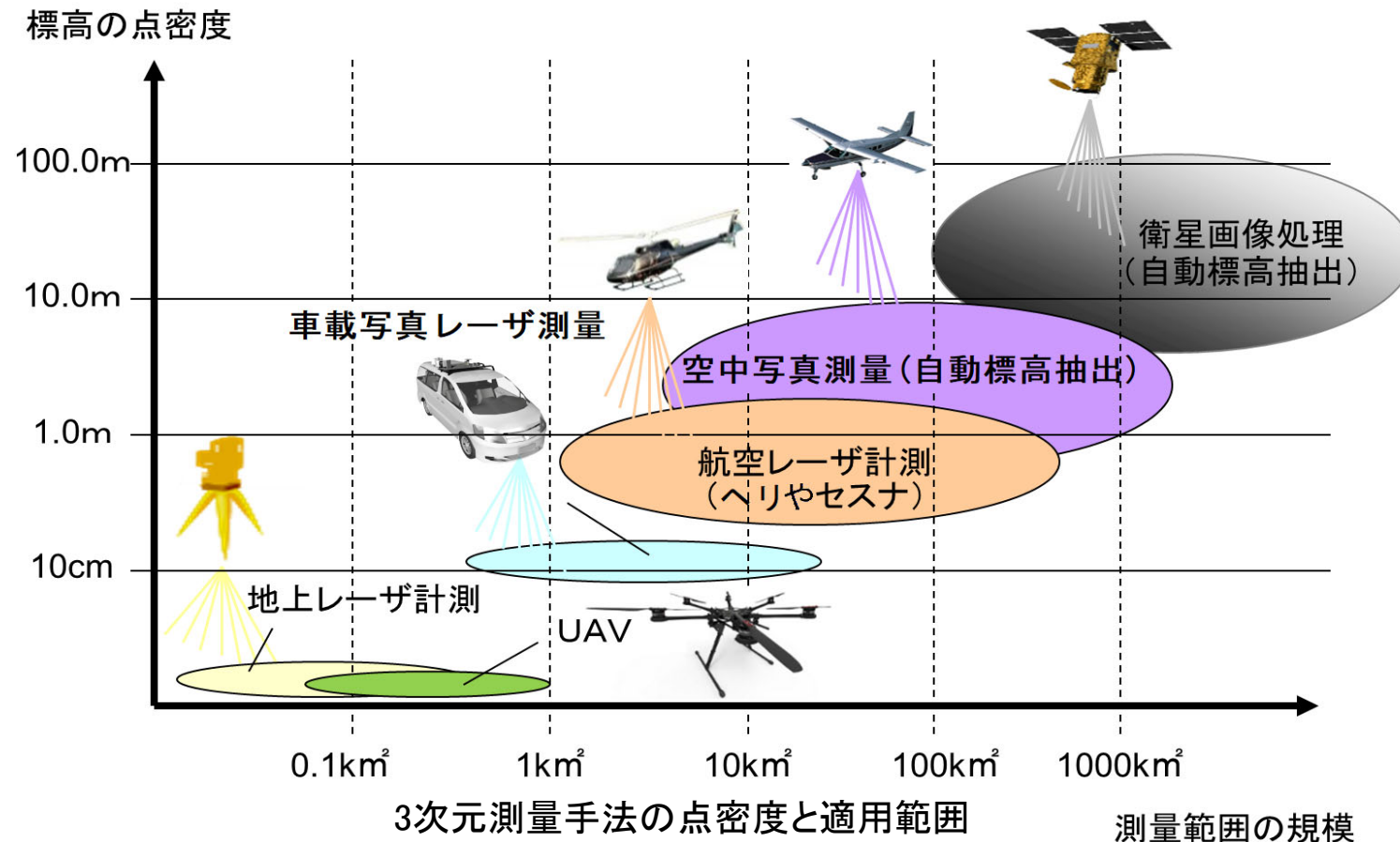


3次元測量手法の選定について

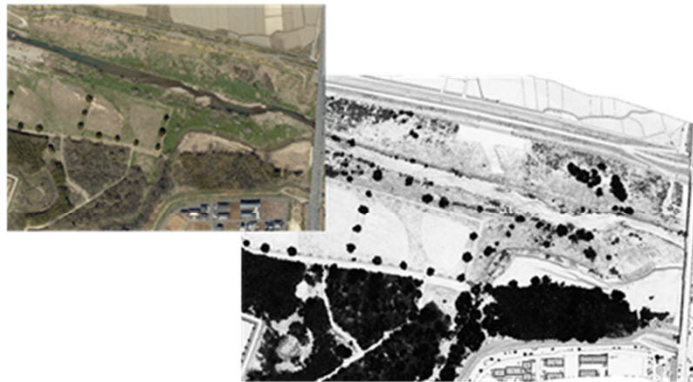
- BIM/CIMで用いる地形モデルを作成するためには、面的に計測する3次元測量の結果を用いることが多い。
- 3次元測量手法については、その方式の違い、計測高度の違い等から、1回の計測、撮影等により行われる際の、計測精度、面的な密度及び計測可能範囲に違いがある。



3次元測量手法の選定について

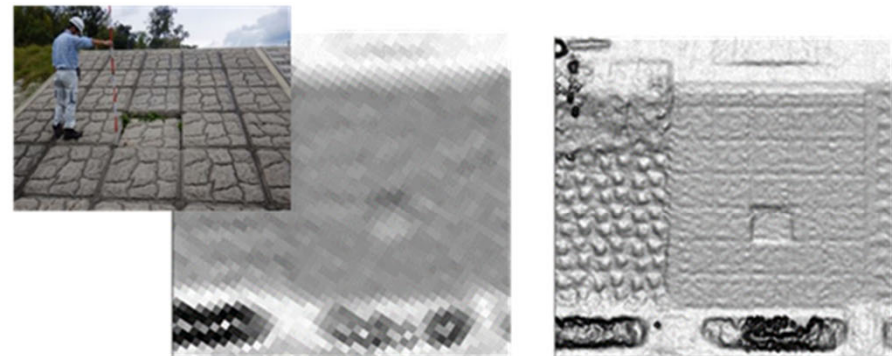
- 取得される3次元点群データについては、「計測点密度(計測点間隔)」「フットプリント(対象物を計測した際のレーザ径)」の2つの要因により空間分解能が決まる。
- 地図情報レベル1000や500の地形モデルを生成する場合は「数mから数十cm程度」、護岸被覆など構造物モデルを生成する場合は「数十cmや数cm程度」の計測点密度やフットプリントの空間分解能を持った3次元点群データを利用する。
- 対象範囲、位置精度、計測対象物の細かさ、目的に応じて、適切な計測点密度及びフットプリントに対応したレーザ計測機器を選定することが重要である。

● 地形の表現事例



点間隔: 約50cm、フットプリント約50cmで取得された点群の陰影図

● 構造物等細かい形状の表現事例



点間隔: 約50cm、フットプリント約50cmで取得された点群の陰影図

点間隔: 約10cm、フットプリント約10cmで取得された点群の陰影図

計測点密度及びフットプリントによる地形・構造物の再現性の違い

3次元測量手法(空中写真測量)

- 「航空写真測量」とも呼ばれる。
有人の航空機あるいはUAVから撮影した写真を使用して、地理・地形情報を精密に抽出する技術である。航空機では広域、UAVでは局所的な計測に適している。
- 近年はデジタルによるマッピングが主流となり、紙地図への出力だけでなく、GISの基盤地図として大いに利活用されている。
- 一般的には、地表の垂直写真を飛行コースに沿って60%～80%ずつ重複させながら撮影した航空写真と地上の位置関係を詳細に求め、写真上での像の違いを立体的かつ精密に測定することによって正確な3次元計測、地形図の作成が可能である。

<メリット>

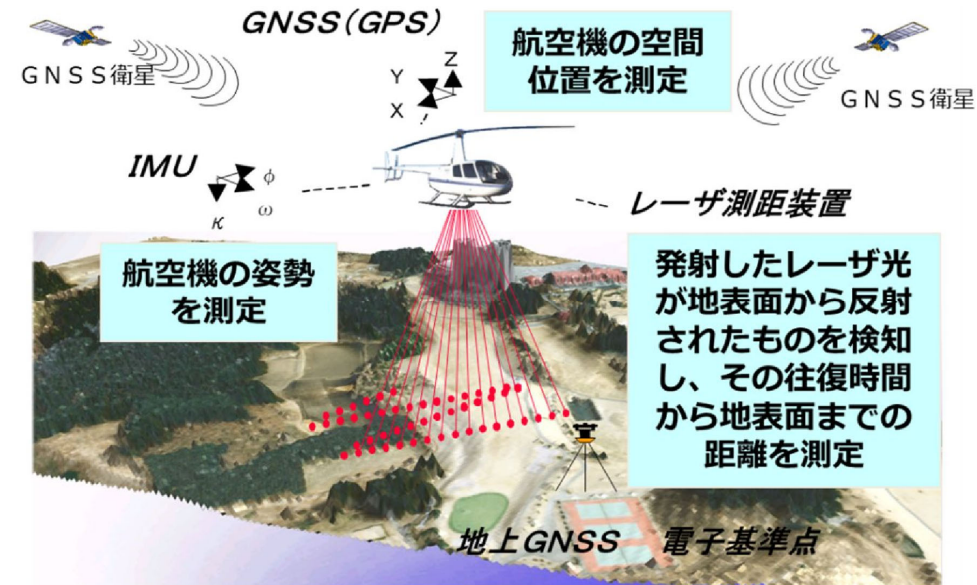
- ・ 上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータを取得できる。
- ・ 上空で撮影を実施することにより、広範囲に計測を実施することができる。
- ・ 写真を取得できるため、現地状況等を視覚的に確認できる。

<デメリット>

- ・ 上空から樹木や構造物などにより遮断される部分は取得できない。
- ・ 地上付近で撮影する技術に比べ、測量精度が低い。

3次元測量手法(航空レーザ測量)

- 航空機にレーザスキャナ、カメラ等を搭載して、空から面的に点群データ、写真画像を取得する手法。
- 固定翼(セスナなど)に搭載した計測と回転翼(ヘリコプターなど)に搭載した計測の2種類に大別されている。
- ノイズを除去したオリジナルデータから建物や樹木等をフィルタリングしたグランドデータを生成し、格子状の標高データである数値標高モデル等の数値地形図データファイルを作成する。
- 災害・防災分野、河川砂防分野、森林分野などで実用的に活用される。



<メリット>

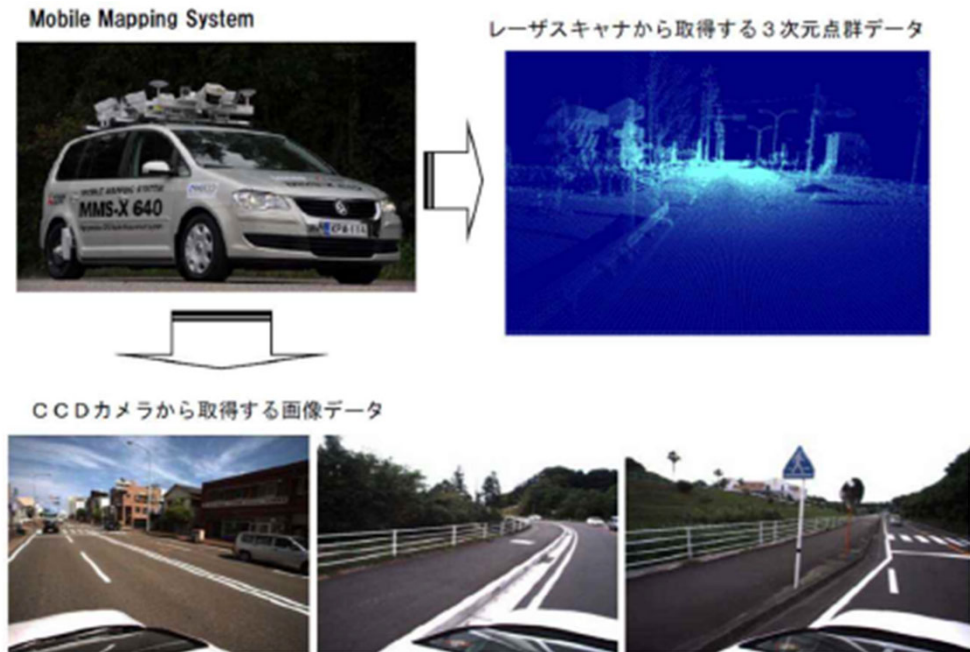
- ・上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータも取得できる。
- ・広域な範囲を効率的に計測することができる。
- ・樹木があっても地表面の計測が可能である。

<デメリット>

- ・上空から構造物などにより遮断される部分は取得できない。
- ・地上付近で撮影する技術に比べて、測量精度が低い。

3次元測量手法(車載写真レーザ測量)

- 車両にレーザスキャナ、カメラ等を搭載し、連続的に位置、姿勢を計測することによって、道路周辺の正確な3次元情報(座標点群)とこれに重なる映像情報を同時に取得できる測量手法。
- 道路改良、補修工事等で自走可能な場合、関係者との合意形成資料に用いるための3次元地形データの取得に適している。
- 詳細設計に用いる高精度の地形測量に活用できる計測手法としても期待が高い。
- 工事完成図書を作成するための3次元計測、維持管理段階での日常の構造物点検・巡視等の幅広い分野で採用されつつある。



<メリット>

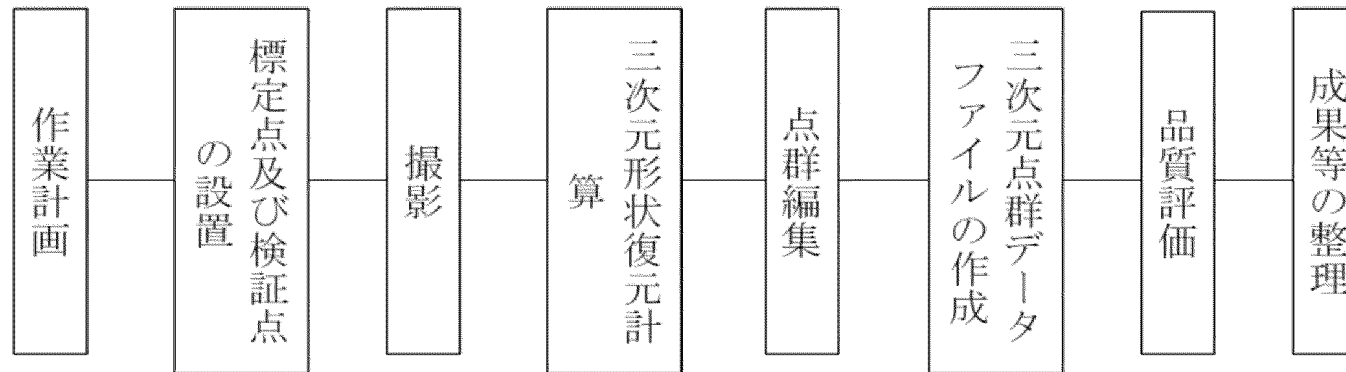
- ・ 計測調査で交通規制を行う必要がない。
- ・ トンネル内等の上空から計測できない部分に対しても有効である。
- ・ 3次元鳥瞰図(色付き点群データ)を迅速に作成できる。

<デメリット>

- ・ 山間部のGNSS受信状況が悪い区域や未舗装道路には不向きである。
- ・ 構造物等で遮断された箇所は計測できない。

3次元測量手法(UAV写真点群測量)

- UAVにより地形、地物等を撮影し、その数値写真を用いて3次元点群を抽出し、3次元形状を復元する測量手法。
- 社会インフラの維持管理(橋梁点検ほか)や災害調査(深層崩壊箇所、地すべり調査ほか)、人の立ち入り禁止区域の調査(火山変動調査ほか)、ICT活用工事、環境調査などの様々な目的に利用される。



UAV を用いた空中写真による3次元点群測量における工程別作業区分及び順序

<メリット>

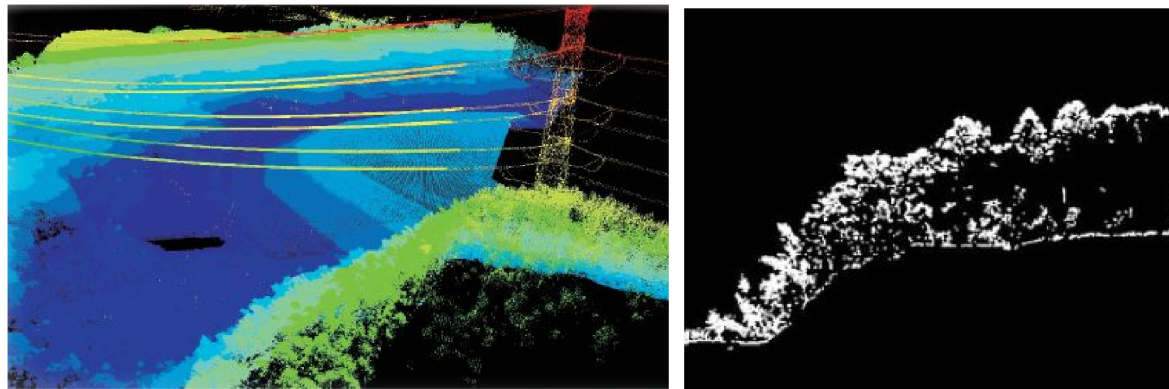
- ・局地的な範囲の地図作成が得意である。
- ・人が立ち入れない箇所でも計測が可能である。

<デメリット>

- ・草木が存在している場合には地面を撮影できないため、標高を取得できない。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(UAVレーザ測量)

- UAVにレーザスキャナを搭載し、空中から面的に地形を計測する測量手法。
- 局所的な計測に向き、対地高度が低いため高密度な点群データの取得が可能。
- 設計のための3次元測量、送電線等との離隔距離の確認などの施工計画、点群データの差分解析による災害状況の把握、ICT 土工等の施工管理などに用いることができる。
- 計測機器の組合せが多様なため、要求仕様や目的に応じた機器の選定が重要である。



UAVレーザ測量を利用した点群データ段彩図、断面図

<メリット>

- ・日照が不十分、樹木ありの状況であっても計測が可能である。
- ・局地的な範囲の点群データを取得できる。
- ・人が立ち入れない箇所でも計測が可能である。

<デメリット>

- ・取得データの計測密度にばらつきがある。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(地上レーザ測量)

- 地上でレーザスキャナを用いて3次元点群データを取得する手法。
- 他のレーザ計測手法に比べて高精度で高密度な点群データが取得できることから、ICT舗装における出来形管理のほか、設計のための3次元測量で使用されるケースが増えている。
- 砂防分野では山腹工計画、溪流保全計画の詳細設計・施工の段階で、作業中の転落、危険を伴う場面に多く活用されている。



地上レーザ測量の様子

<メリット>

- ・計測の準備作業を軽減でき、計測時間も短いため測量作業が大幅に効率化する。
- ・高精度で高密度な点群データを取得でき、その点群データから縦断図・横断図を作成できる。

<デメリット>

- ・取得データの計測密度にばらつきがある。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(航空レーザー測深)

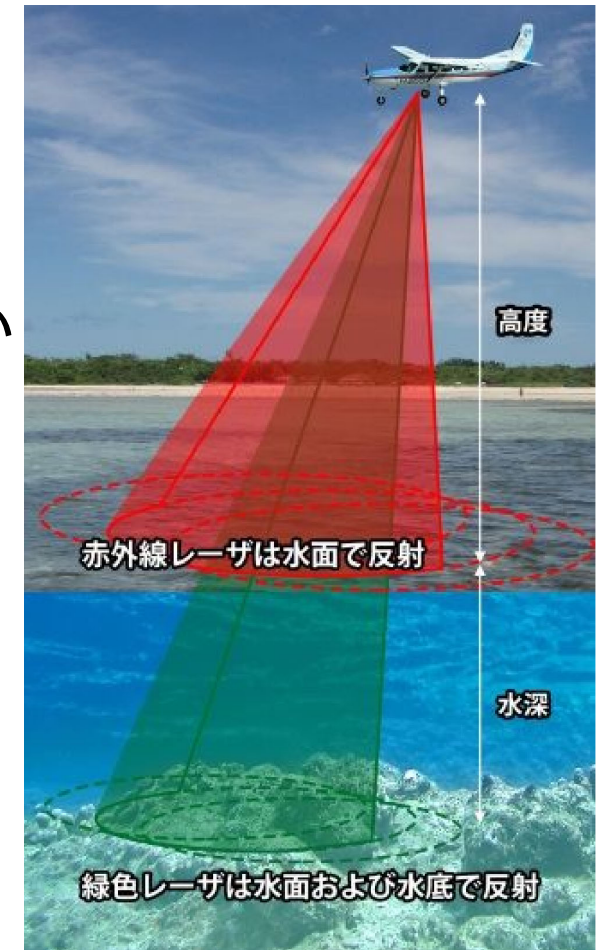
- 航空機にレーザスキャナ(水部用には緑(グリーン)レーザ)を搭載して、空から水部内の面的な3次元点群データ、写真画像を取得する手法。固定翼(セスナなど)に搭載した計測と回転翼(ヘリコプターなど)に搭載した計測の2種類に大別される。
- 海岸、港湾、河川での地形データ取得に用いられている。

<メリット>

- ・広範囲の水部内の面的な地形データを取得することができる。特に浅い水深域において船舶による計測ができない範囲の計測ができる。
- ・一定間隔ごとの断面図からでは把握できなかった面的・局所的な洗堀、深掘れなどの状況把握も可能となる。

<デメリット>

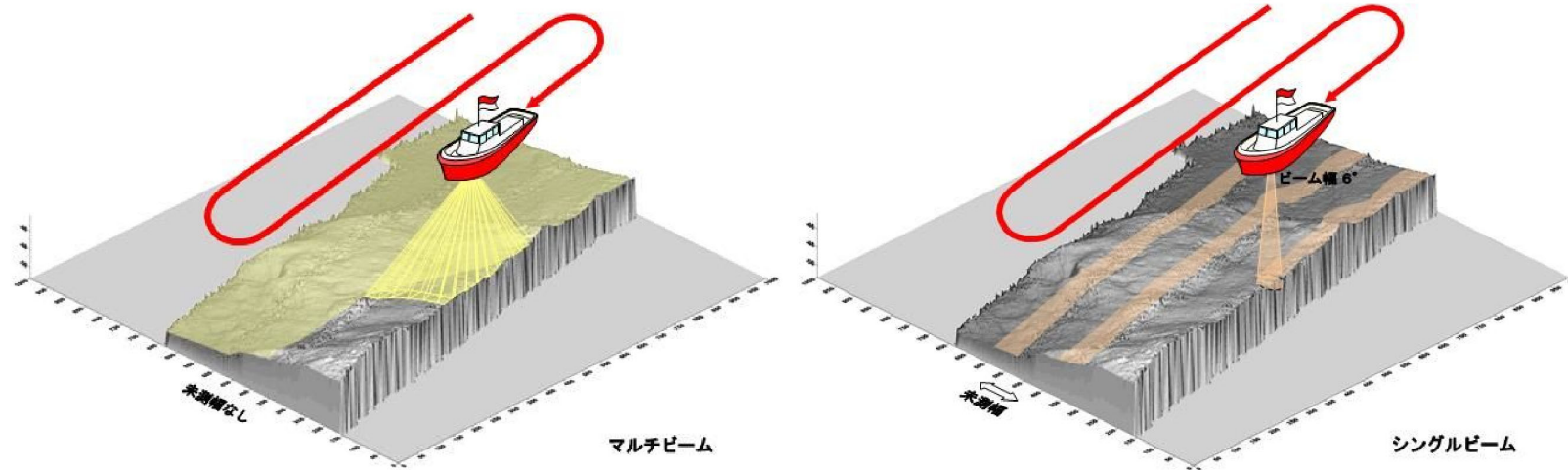
- ・計測域における水質が航空レーザー測深限界に大きく影響し、地域により異なるが計測可能な時期が限定される。
- ・水質状況や降雨状況、大潮時の河口部における河床土砂の巻き上げの影響等も考慮する必要がある。



航空レーザー測深の様子

3次元測量手法(マルチビーム測深)

- マルチビーム音響測深により、水中地形を面的かつ正確に計測できる測量手法。
- 海岸、港湾、河川、ダム貯水池等の詳細な地形を把握する深淺測量が可能となっており、海岸保全、港湾維持管理、河床変動、ダム堆砂、施工管理、水産といった幅広い分野での計画・検討やモニタリングに利用されている。



マルチビーム音響測深（近年）とシングルビーム音響測深（20世紀後半～）

<メリット>

- ・目的に応じた多様な機種があり、数メートルの浅所から数千メートルの深海までを網羅する。
- ・陸上部の点群データとの合成により、水陸一体データとして活用できる。

<デメリット>

- ・測量船の進入困難な浅所（概ね水深3m以浅）については、データ取得が困難である。
- ・扇状の超音波ビームの端部は精度が劣化する傾向にあり、また、写真等による実物の確認ができないため、取得データの品質の評価においては、工学的判断が必要である。
- ・測深速度が3～6ノット程度のため、広大な範囲を実施するには、多くの作業時間を要する。