

## UAV 撮影コース設計（カメラ撮影）（レーザー撮影）

## 概要

撮影対象エリアのポリゴンを選択し、選択ポリゴン内を撮影するための飛行ルートを作成する機能です。カメラの諸元、撮影条件（撮影高度、サイドラップ率、オーバーラップ率）、飛行エリアの標高（標高メッシュデータ）を設定することで、標高やオーバーラップ率、サイドラップ率を加味した撮影コースを作成します。作成した撮影コースは、KML、CSV、AWM 形式で保存することができます。同様の機能としてレーザー撮影用の機能も用意しております。

## 必要なデータ

- 撮影コース作成エリアのポリゴン：平面直角座標系、経緯度座標系
  - 撮影コース作成エリアの標高メッシュ：平面直角座標系、経緯度座標系（※）
- （※）参照する標高メッシュが経緯度座標系の場合、処理時に平面直角座標系に変換されます。

## 対応する座標系

- 平面直角座標系
- 経緯度座標系

※処理結果として生成される撮影コースレイヤーは平面直角座標系に、KML・CSV・AWM 形式で出力したレイヤーは経緯度座標系となります。

座標系が異なるレイヤーを合わせこんで表示する場合、[プロジェクトエキスパート] - [表示モード] パネルの [異なる座標系レイヤーの合わせこみ表示] チェックボックスをONにします。

## 機能のポイント

- PC-MAPPING のプロジェクトを背景に撮影コースを作成することができます。
- PC-MAPPING の標準機能 [設定] - [現在の表示領域の地理院ベクトルタイルデータを取得]、[編集] - [TIN と標高メッシュ] - [地理院地図標高タイルデータの取り込み] 機能と併用すると、国土地理院の地図データを元に撮影コースを作成できます。
- 住宅地の上空等、飛行禁止エリアを中抜けポリゴン、または、別レイヤーで指定しておくことで、その部分の撮影コースを間断して作成します。迂回ルートは撮影コースを任意に編集することができます。  
<参考>Topics：飛行制限エリアを回避する：<https://www.mapcom.tokyo/mapcomworldtopics/topics25/>
- 出発地点を同じレイヤー内にポイントとして設定しておく、出発地点からの撮影コースも作成します。複数のポイントが存在する場合は、選択したポイントを出発点とします。  
※ポイントがない場合は、出発点がないため、CSV ファイル等への書き出しは行えません。
- UAV 飛行の安全基準を考慮し、出発地点から一番遠い地点から撮影するように自動的にコース設計します。
- 撮影目的に応じて、一定高度または対地高度一定のどちらかを選択して撮影コースを設計することができます。

## UAV 飛行計画作成機能

① UAV撮影コース設計（カメラ撮影） .....	2
② UAV撮影コース設計（レーザーキャナー） .....	10
③ オプション機能 .....	18
(1) 8 の字飛行コース作図 .....	18
(2) 計画コース 調整・出力 .....	20
(3) サイドラップ等を再計算 .....	24
(4) レーザー点群密度推定 .....	27
(5) 計画コース 横断解析 .....	29
(6) 計画コース 反転.....	31
(7) 計画コース CSV/AWN形式エクスポート .....	33

## ① UAV撮影コース設計（カメラ撮影）

### 操作手順

撮影したいエリアのポリゴンを作成します。

このデータで出発点は、旗が立っている箇所です。



撮影したいエリアポリゴンのレイヤーを前景とし、ポリゴンを選択します。



[ツール] - [UAV コース設計] - [UAV 撮影コース設計(カメラ撮影)] メニューを実行すると、[UAV 撮影コース設計(カメラ撮影)] ダイアログボックスが表示されます。

### 生成するレイヤー名

撮影コースを作成するレイヤー名を指定します。

入力したレイヤー名を元に撮影コース設計結果が各レイヤーに出力されます。

<作成されるレイヤー>

① レイヤー名\_コース：撮影コースアークが作成されます。

② レイヤー名 (カメラ点地上撮影領域ポリゴン)：写真1枚の撮影エリアポリゴンが作成されます。

③ レイヤー名 (コース走査領域ポリゴン)：コースごとの撮影エリアポリゴンが作成されます。

④ レイヤー名\_コース\_回避(\*)：[計画区域内の飛行に限定する] チェックボックス、または、[中抜け、制限領域ポリゴンを回避する] チェックボックスがONの場合、回避コースのレイヤーが作成されます。

⑤ レイヤー名\_コース\_KML(\*)：出力ファイルにKMLを指定した場合に、KMLに出力した座標値をウェイポイントとしたコースが作成されます。

ノード内部属性がKMLファイルとして出力されます。

⑥ レイヤー名\_コース\_CSV(\*)：出力ファイルにCSVを指定した場合に、CSVに出力した座標値をウェイポイントとしたコースが作成されます。

ノード内部属性がCSVファイルとして出力されます。

⑦ レイヤー名\_コース\_AWM(\*)：出力ファイルにAWMを指定した場合に、AWMに出力した座標値をウェイポイントとしたコースが作成されます。

ノード内部属性がAWMファイルとして出力されます。


⑧ レイヤー名\_コース\_KML\_l(\*)：出力ファイルで全コースを統合したKMLを指定した場合に、KMLに出力した座標値をウェイポイントとしたコースが作成されます。

全コースのノード内部属性が1つのKMLファイルとして出力されます。

(\*) [飛行計画コース、ファイル出力] チェックボックスがONの場合に作成されます。

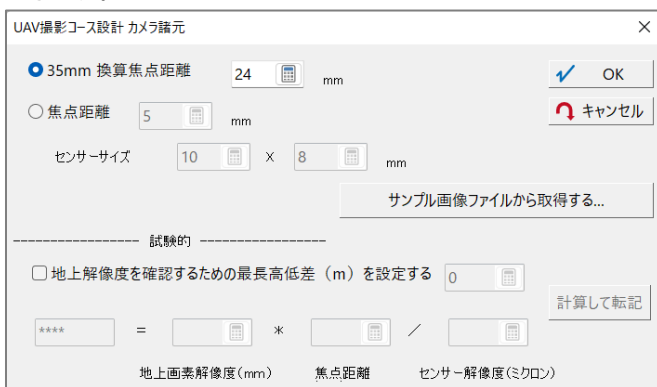
## カメラ視野角

撮影に使用するカメラの視野角を指定します。

 ボタンをクリックすると、[UAV 撮影コース設計 カメラ諸元] ダイアログボックスが表示されます。

カメラ焦点距離とセンサーサイズを指定することで視野角を自動計算することができます。

【サンプル画像ファイルから取得する】ボタンから使用するカメラで撮影した写真を指定すると、画像から自動的に設定することができます。



## 横方向

横方向の角度を設定します。

## 縦方向 (コース方向)

縦方向 (コース方向) の角度を設定します。

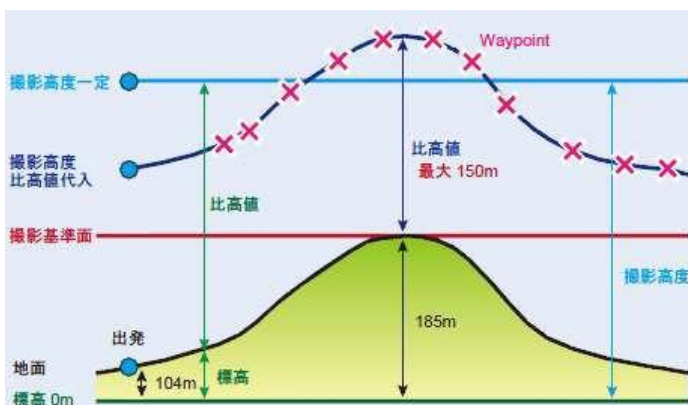
## 撮影条件

撮影条件を指定します。

## 撮影高度

UAV の飛行高度 (標高 0m からの高さ) を設定します。

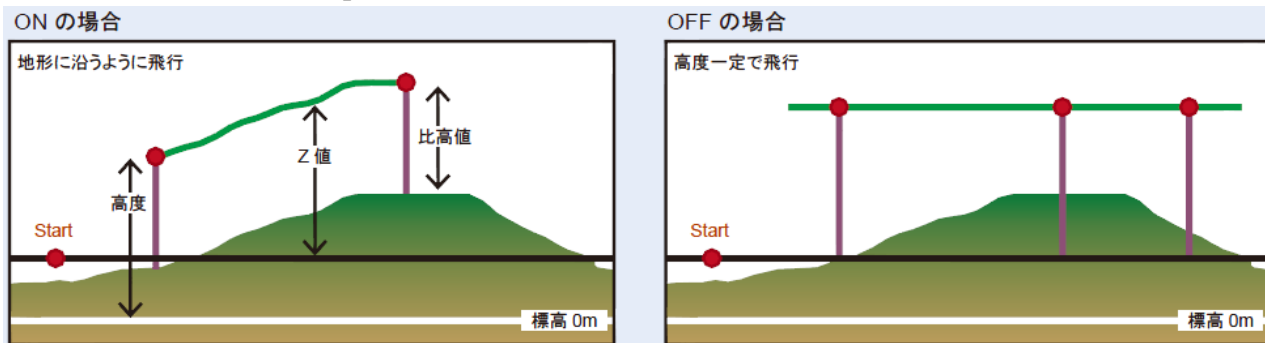
後述の [絶対高度ではなく) 地表面からの比高] チェックONの場合は、地上からの高度を設定します。



### [ (絶対高度ではなく) 地表面からの比高 ] チェックボックス

チェック ON の場合は、対地高度一定で地形に沿うように飛行するコースを設計します。

チェック OFF の場合は、「撮影高度」で設定した高度一定で飛行するコースを設計します。

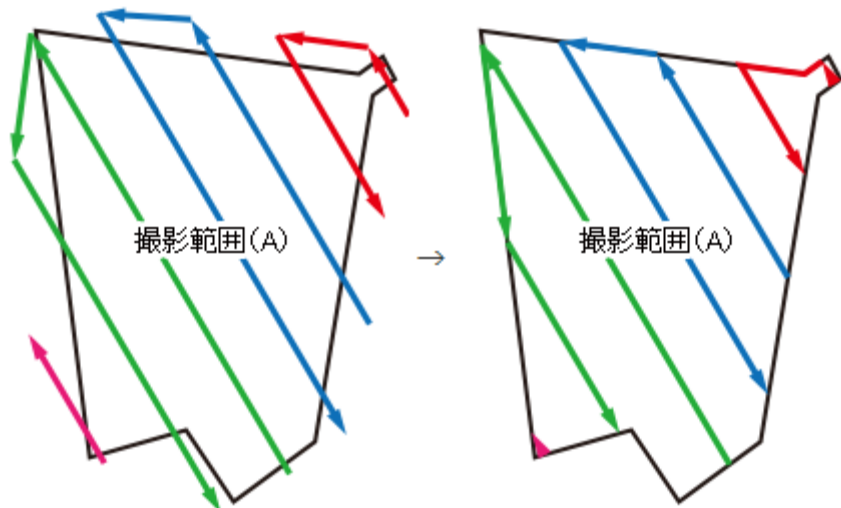


※比高値はここで指定した高さとなり、後述の撮影条件で設定した「最小撮影基準面走査範囲」は考慮されません。  
また、「サイドラップ率」「オーバーラップ率」も不正確になります。

### [ 計画区域内の飛行に限定する ] チェックボックス

撮影計画区域外の飛行が制限されている場合に使用します。

チェック ON の場合、飛行計画区域ポリゴン内のみを飛行するように撮影コースを設計します。



### 最小撮影基準面走査範囲

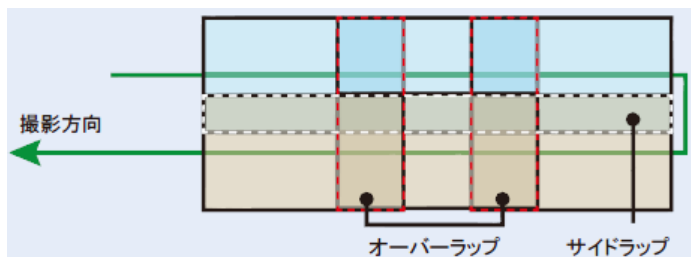
[カメラ視野角] や [撮影条件] から自動算出されます (直接入力不可)。

ここで算出された標高と「撮影高度」、「サイドラップ率」、「オーバーラップ率」を元に撮影コース設計します。

標高値は、ダイアログボックス右側に表示される撮影計画区域の「最大、最小標高 (m)」を参照しています。

### サイドラップ率/オーバーラップ率

撮影する写真のサイドラップ率とオーバーラップ率を指定します。



### 範囲外マージン

「計画区域内の飛行に限定する」チェックボックスが OFF の場合、計画区域に追加して撮影対象とする範囲を設定します。

範囲外で取得するデータと通常取得領域のマージンを m 単位で指定します。

### 撮影コースの方向

撮影コースの方向を指定します。



## 真北からの角度

数値は、真北へ向かう方向線とで成す角度を指定します。

すなわち真北を0°として反時計回りに360°までの値になります。

テキストボックスに角度を直接入力するか、コンパスの針をマウスでドラッグして下さい。

後述の「選択アークの方向」チェックボックスがONの場合、ここで方向を指定することはできません。

… ボタンをクリックすると、現在値より90°単位で指定方向を変更します。

**適値算出** ボタンをクリックすると、「カメラ諸元」「撮影条件」で設定した条件を元に飛行距離が最短となる撮影コースの方向を自動設定します。

**図上指定>>** ボタンをクリックすると、一旦、ダイアログが閉じ、ベクターウィンドウがアクティブになります。

マウスカーソルが「+」となりますので、起点側をマウス左ボタンでクリックし、図上でコース方向を指定します。

マウス左ボタンクリックで指定が終了し、ダイアログに戻ります。

## 「選択アークの方向」チェックボックス

あらかじめ飛行する方向が決まっている場合、現在選択されているアークと同じ方向を設定します。

チェックONの場合、選択アークの方向を撮影コース方向とします。

※前景レイヤーに選択アークがない場合は、使用できません。

## サイドラップ等計算ピッチ

「サイドラップ」は「最小撮影基準面走査範囲」に地表面の高低を考慮しての「地表面走査範囲」の隣接コースとの重なりで計算されます。

この計算をテキストボックスに入力した指定ピッチ毎に行い、その最小値が指定の「サイドラップ率」を満たすようにコース間隔を調整します。

## コース平滑化 撮影高度変化分しきい値

「サイドラップ等計算ピッチ」で指定した距離間で、ここで指定する値以上の高度変化があった場合にウェイポイントを作成します。

コースを平滑化するために、延長距離X、標高Yでの「Douglas-Peucker (ダグラスポイカー) 法」による間引き処理において、前後の補間点と比較して、テキストボックスで指定した「しきい値」に収まる場合は、当該補間点は削除されます。

## 「飛行計画コース、ファイル出力」チェックボックス

チェックONの場合、作成したコースをAWM、KML、CSVファイルで出力します。

## コースを連結する 連結後コースあたりの最大長（出発点はポイントとして登録しておく）

複数コースを連結する際の目安となる距離を指定します。

隣り合う複数コースの総距離が指定した距離の範囲の収まる場合、その範囲内にある複数コースは1つのコースとして連結されます。

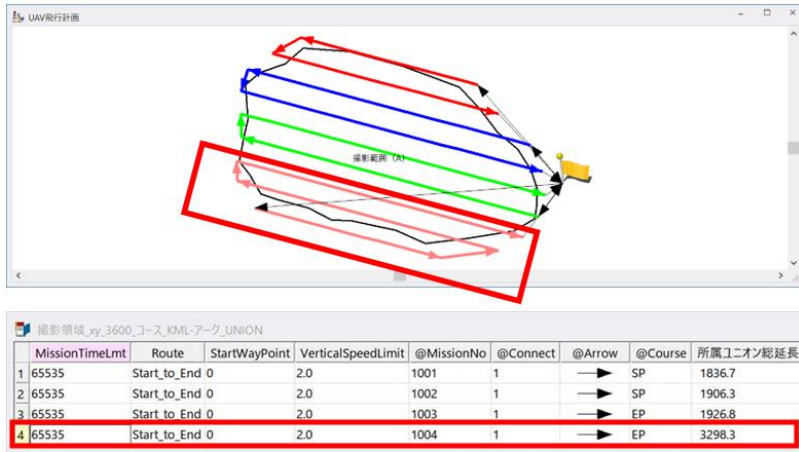
例) 値=3600とした場合、総延長距離が2030mのコースと、1752.3mのコースは連結され、総距離3298.3mのコースが作成されます。

### ▼設定なしの場合



MissionTimeLmt	Route	StartWayPoint	VerticalSpeedLimit	@MissionNo	@Connect	@Arrow	@Course	所属ユニオン総延長
1 65535	Start_to_End 0	2.0	1001	1	→	→	SP	1836.7
2 65535	Start_to_End 0	2.0	1002	1	→	→	SP	1906.3
3 65535	Start_to_End 0	2.0	1003	1	→	→	EP	1926.8
4 65535	Start_to_End 0	2.0	1004	1	→	→	EP	2030.6
5 65535	Start_to_End 0	2.0	1005	1	→	→	EP	1752.3

## ▼値=3600の場合



※予め、出発点は、ポイントとして登録しておきます。

※必ず指定距離以下のコースを設計する機能ではありません。

… ボタンをクリックすると、「UAV 撮影コース設計」ダイアログボックスが表示されます。

UAV撮影コース設計

平均速度  m/s  km/h

滞空時間  分 飛行距離  m

- 平均速度
- 滞空時間（バッテリー駆動時間）

を入力すると、「飛行距離」「連結後コースあたりの最大長」を算出します。

### [指定間隔（以内）毎にウェイポイントを配置する] チェックボックス

チェックONの場合、指定した距離間隔でウェイポイントを追加します。

ターン時のコースの揺らぎの位置補正や、直線コースが長い場合の位置補正を目的としての使用を想定します。

### [コース間を滑らかにターンする] チェックボックス

チェックONの場合、コース間を円弧を描くようにターンしたい場合に、コース間の飛行コースに複数のウェイポイントを追加します。

<参考> Topics：飛行コースのふらつきを抑制する：<https://www.mapcom.tokyo/mapcomworldtopics/topics29/>

### [出発点からコース始終点までは含めない] チェックボックス

チェックONの場合、出発点ポイントが作成されている場合に、ポイントから撮影エリア（撮影開始地点）まで、または、撮影エリアから出発点（撮影終了地点）までのコースを作成しません。

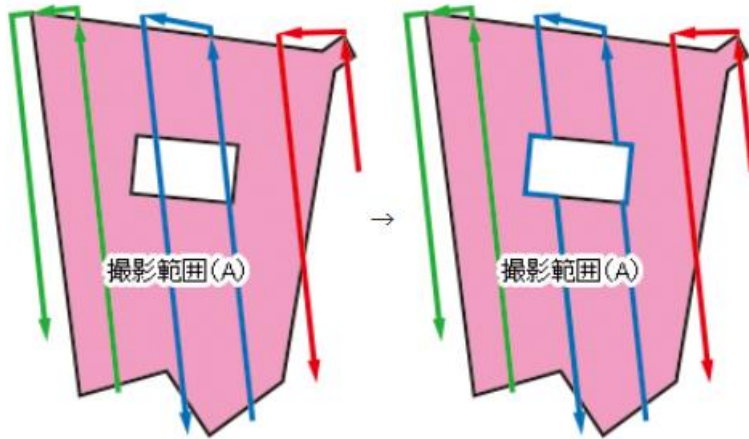
### テスト飛行用 高さオフセット

テスト飛行用に、設定したコース+テキストボックスで指定した高さをかさ上げした高度でコース設計を行います。

[出力パス] で設定したフォルダーに「ファイル名+高さ」の名称でファイル出力します。

### [中抜け、制限領域ポリゴンを回避する] チェックボックス

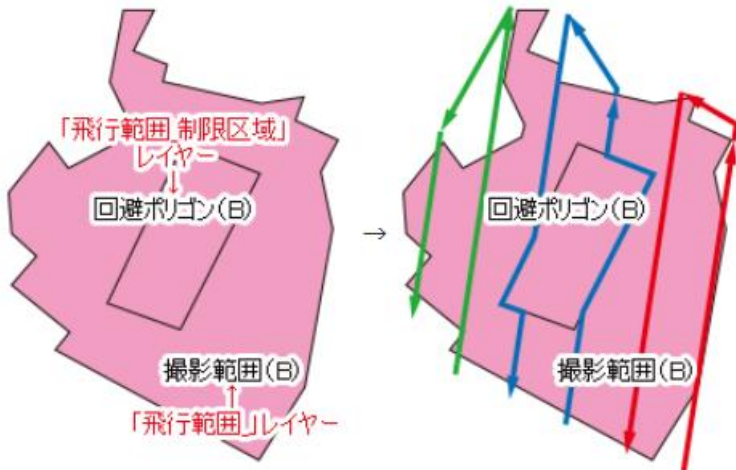
チェックONの場合、中抜けポリゴン部分で作成した飛行禁止ポリゴンを回避します。



また、飛行エリアレイヤー内での中抜けポリゴンとは別レイヤー（レイヤー名：「（飛行エリアのレイヤー名）\_制限領域」）で作成した制限領域のポリゴンがあれば、その飛行禁止ポリゴンを回避します。

例) 飛行エリアのレイヤー名：「飛行範囲」

飛行禁止エリアのレイヤー名：「飛行範囲\_制限領域」



※特定箇所を回避するための機能であり、コースを複数回横切るといった複雑な回避には対応していません。

### [出力パス1～3] チェックボックス

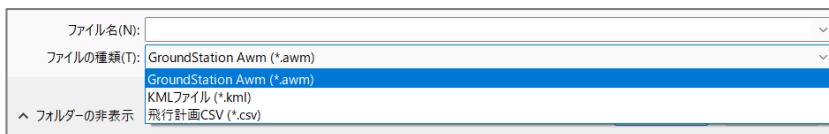
チェックONの場合、設計したコースをファイル出力します。

ファイルパス名を直接入力するか、ボタンをクリックすると [名前を付けて保存] ダイアログボックスが表示されますので、ファイル名の入力を行なって下さい。

OFF の場合は、該当レイヤーの生成のみが行われます。

<保存ファイルの種類>

- GrandStation Awn (\*.awn)
- KMLファイル (\*.kml)
- 飛行計画CSV (\*.csv)



### 出力パス (連結コース単位に-1 -2 自動附番\_高さオフセット)

AWM、KML、CSVのいずれかで連結コース単位に出力します。



## 出力パス2 (連結コース単位に-1 -2 自動附番\_高さオフセット)

AWM、KML、CSVのいずれかで連結コース単位に出力します。

KMLを選択した場合、出力するZ値は

- 出発地点からの相対値 (KML飛行計画モード)
- 絶対値 (KML確認モード)

を選択することができます。

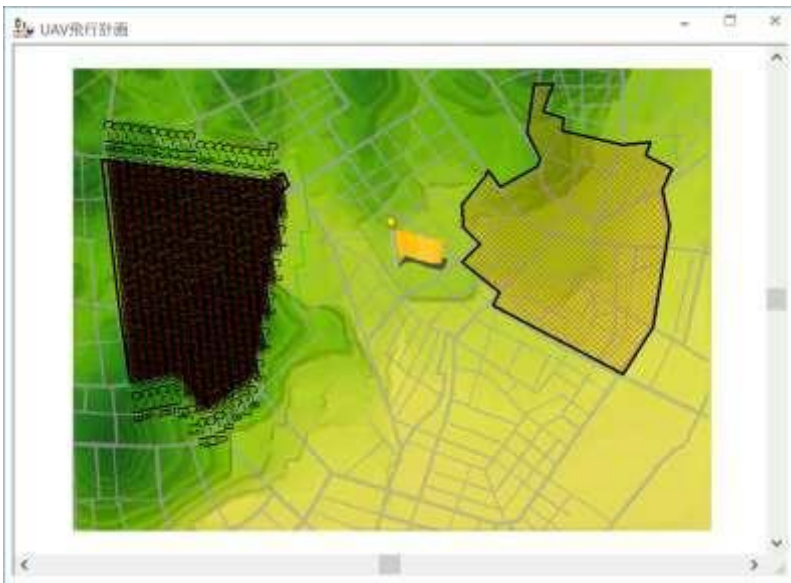
飛行コースのZ値はUAVでそのまま使用できるように出発地点からの相対高度を出力しますが、ここで「絶対値」を選択することでZ値を標高値で出力します。

## 出力パス3 (KML全コース統合)

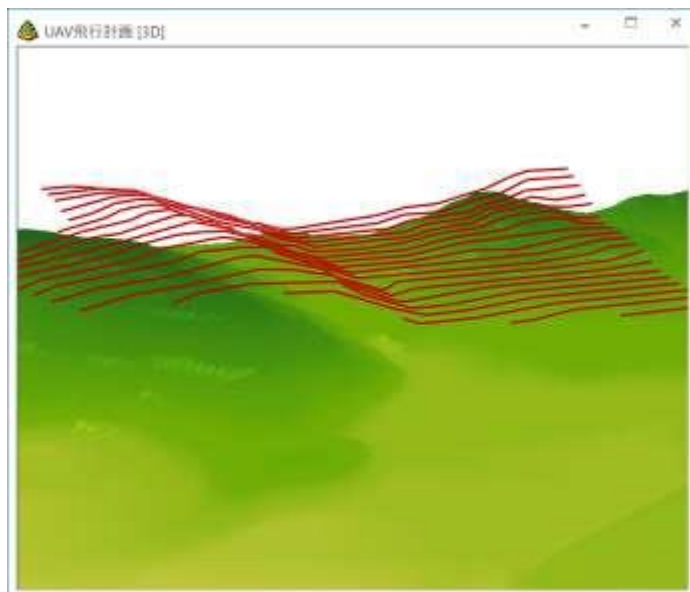
計画区域の撮影コースを1ファイルに出力します。

※「出力パス3」は、保存ファイルがKML形式のみとなります。

**【OK】** ボタンをクリックすると、撮影コースが作成されます。



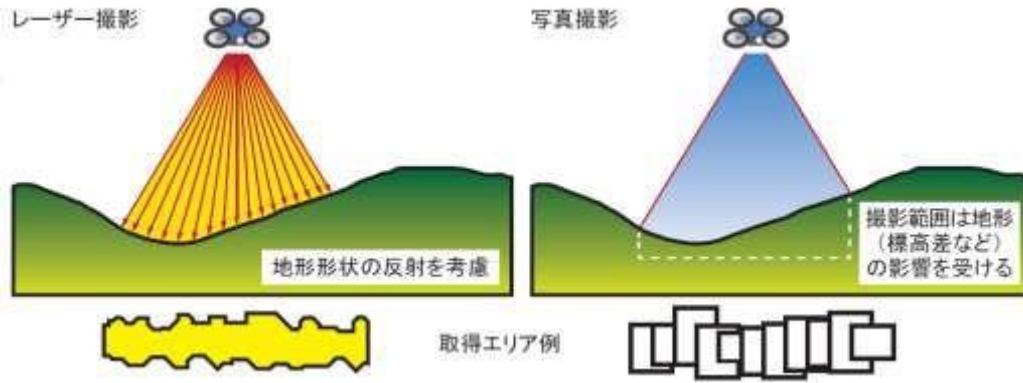
▼ 3DView で表示したイメージ



[目次に戻る](#)

## ② UAV撮影コース設計 (レーザースキャナー)

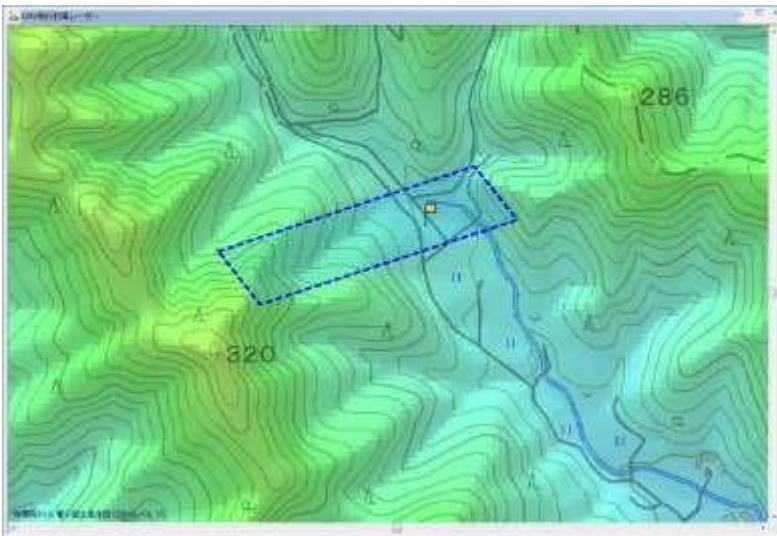
標高データを利用して、地形の反射を考慮したレーザー点群取得エリアを計画します。



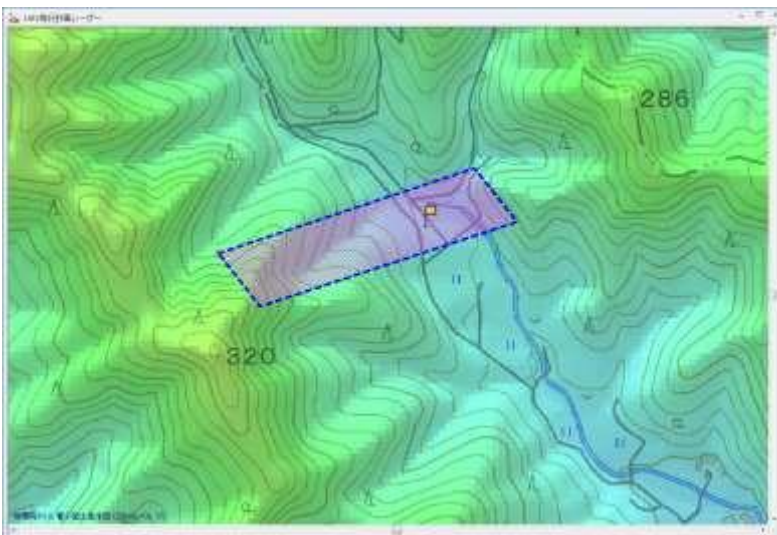
### 操作手順

撮影したいエリアのポリゴンを作成します。

このデータで出発点は、旗が立っている箇所です。



撮影したいエリアポリゴンのレイヤーを前景とし、ポリゴンを選択します。



[ツール] - [UAV コース設計] - [UAV 撮影コース設計(レーザースキャナー)] メニューを実行すると、[UAV 撮影コース設計(レーザ点群)] ダイアログボックスが表示されます。

## 生成するレイヤー名

撮影コースを作成するレイヤー名を指定します。

入力したレイヤー名を元に撮影コース設計結果が各レイヤーに出力されます。

<作成されるレイヤー>

- ① レイヤー名\_コース：撮影コースアークが作成されます。
- ② レイヤー名 (走査領域ポリゴン)：設計した全コースにより撮影されるエリアポリゴンが作成されます。
- ③ レイヤー名 (コース走査領域ポリゴン)：コースごとの撮影エリアポリゴンが作成されます。
- ④ レイヤー名 (隣接斜面に接近箇所)：「相対高度で斜面を飛行する場合、隣接斜面との接近箇所の検知距離」が指定以下の場合、ポイントが作成されます。
- ⑤ レイヤー名 (レーザー照射地点角度)：[レーザー照射角度を算出 (ポイントレイヤー)] チェックボックスがONの場合、レーザー照射位置ポイントレイヤーが作成されます。
- ⑥ レイヤー名\_コース\_回避(\*)：[計画区域内の飛行に限定する] チェックボックス、または、[中抜け、制限領域ポリゴンを回避する] チェックボックスがONの場合、回避コースのレイヤーが作成されます。
- ⑦ レイヤー名\_コース\_KML(\*)：出力ファイルにKML形式を指定した場合に、KMLに出力した座標値のコースが作成されます。ノード内部属性がKMLファイルとして出力されます。
- ⑧ レイヤー名\_コース\_CSV(\*)：出力ファイルにCSV形式を指定した場合に、CSVに出力した座標値のコースが作成されます。ノード内部属性がCSVファイルとして出力されます。

⑨ レイヤー名\_コース\_AWM(\*)：出力ファイルにAWM形式を指定した場合に、AWMに出力した座標値のコースが作成されます。ノード内部属性がAWMファイルとして出力されます。

⑩ レイヤー名\_コース\_KML\_1(\*)：出力ファイルで全コースを統合したKMLを指定した場合に、KMLに出力した座標値をウェイポイントとしたコースが作成されます。

全コースのノード内部属性が1つのKMLファイルとして出力されます。

(\*) [飛行計画コース、ファイル出力] チェックボックスがONの場合に作成されます。

### レーザーキャナー諸元

撮影に使用するレーザーキャナーの諸元を設定します。

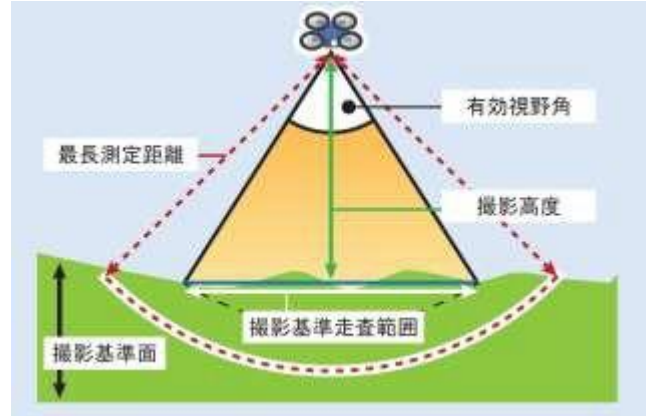
#### 有効視野角

使用するレーザーの有効視野角を入力します。

視野角は170度より小さい値を設定します。

#### 最長測定距離

使用するレーザーの最長測定距離を入力します。



#### [レーザー照射角度を算出 (ポイントレイヤー)] チェックボックス

チェックONの場合、レーザー照射位置に照射角度・距離などの算出結果を含むポイントレイヤー（「レイヤー名 (レーザー照射地点角度)」）が作成されます。

<生成されるレイヤーのポイント内部属性>

- コース
- 角度
- 距離

### 撮影条件

撮影条件を指定します。

#### 撮影高度

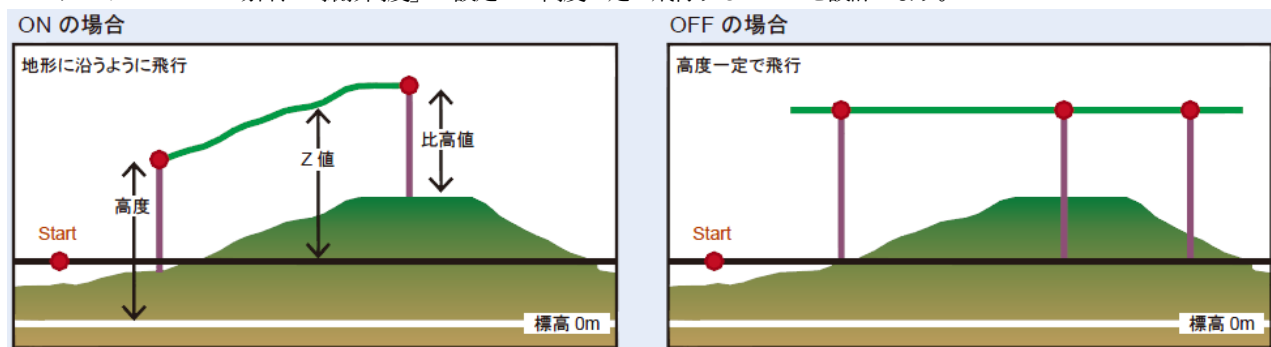
UAVの飛行高度（標高0mからの高さ）を設定します。

後述の [絶対高度ではなく] 地表面からの比高] チェックボックスがONの場合は、地上からの高度を設定します。

#### [絶対高度ではなく] 地表面からの比高] チェックボックス

チェックONの場合、対地高度一定で地形に沿うように飛行するコースを設計します。

チェックOFFの場合、「撮影高度」で設定した高度一定で飛行するコースを設計します。



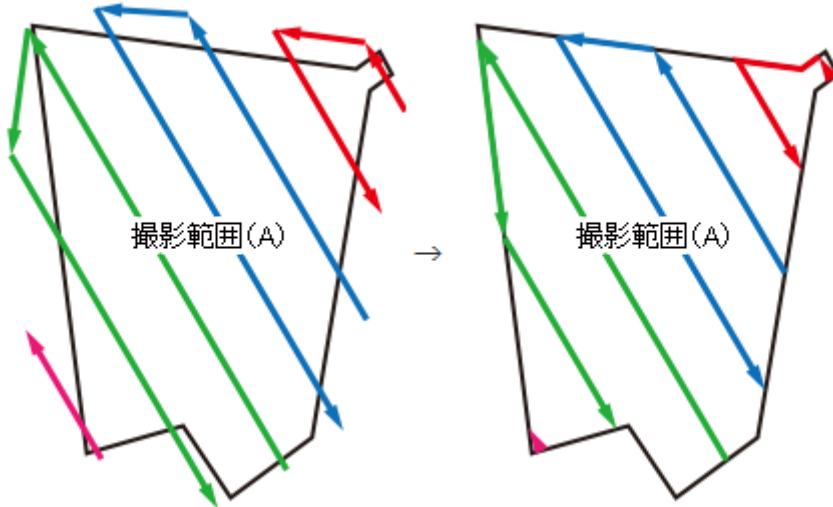
※比高値はここで指定した高さとなり、後述の撮影条件で設定した「最小撮影基準面走査範囲」は考慮されません。

また、「サイドラップ率」も不正確になります。

### [計画区域内の飛行に限定する] チェックボックス

撮影計画区域外の飛行が制限されている場合に使用します。

チェック ON の場合、出力される撮影コースアークが計画区域外接矩形外にはみ出る場合は、矩形外をカットしたコースアークレイヤーを作成します。



### 最小撮影基準面走査範囲

[レーザースキャナー諸元] や [撮影条件] から自動算出されます (直接入力不可)。

ここで算出された標高と「撮影高度」、「サイドラップ率」を元に撮影コース設計します。

標高値は、ダイアログボックス右側に表示される撮影計画区域の「最大、最小標高 (m)」を参照しています。

### サイドラップ率/コース間隔

トグルボタンで、取得するデータのサイドラップ率 (%)、または、コース間隔 (m) を指定します。

#### サイドラップ率

コース間のサイドラップ率を指定します。

#### コース間隔

サイドラップ率指定ではなく、コース間隔一定でコースを設計します。

この場合、サイドラップ率は担保されません。

### 範囲外マージン

「計画区域内の飛行に限定する」チェックボックスが OFF の場合、計画区域に追加して撮影対象とする範囲を設定します。

範囲外で取得するデータと通常取得領域のマージンを m 単位で指定します。

### 撮影コースの方向

撮影コースの方向を指定します。

### 真北からの角度

数値は、真北へ向かう方向線とで成す角度を指定します。

すなわち真北を  $0^\circ$  として反時計回りに  $360^\circ$  までの値になります。

テキストボックスに角度を直接入力するか、コンパスの針をマウスでドラッグして下さい。

後述の [選択アークの方向] チェック ON の場合、ここで方向を指定することはできません。

ボタンをクリックすると、現在値より  $90^\circ$  単位で指定方向を変更します。

ボタンをクリックすると、「レーザースキャナー諸元」「撮影条件」で設定した条件を元に飛行距離が最短となる撮影コースの方向を自動設定します。



### [選択アークの方向] チェックボックス

あらかじめ飛行する方向が決まっている場合、現在選択されているアークと同じ方向を設定します。

チェックONの場合、選択アークの方向を撮影コース方向とします。

※前景レイヤーに選択アークがない場合は、使用できません。

### [90度回転方向も同時生成] チェックボックス

チェックONの場合、指定した撮影コースの方向と直交する方向の撮影コースを「レイヤー名\_コース」レイヤーに追加生成します。

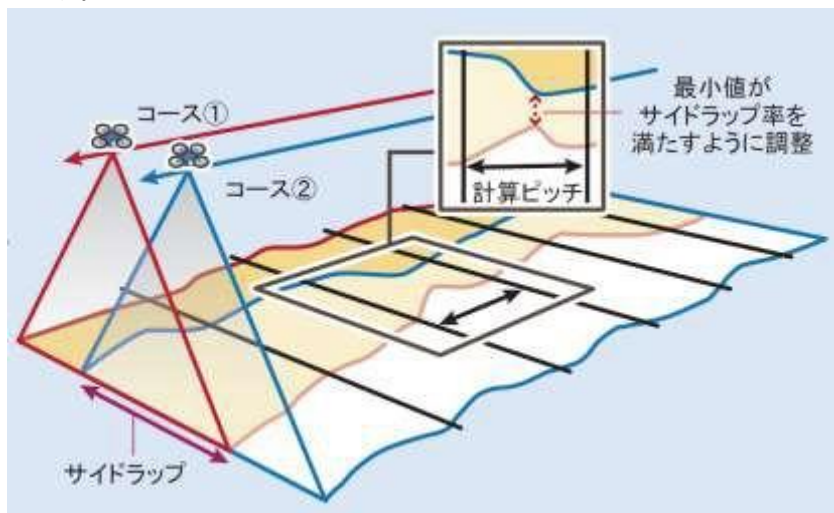
撮影範囲が狭い場合に有効です。

### サイドラップ等計算ピッチ

レーザー撮影の場合、写真撮影と異なり明確な撮影ポイントが解らないため、サイドラップ等を計算する上で基準となる間隔を指定します。

「サイドラップ」は「撮影基準面走査範囲」に地表面の高低を考慮しての「地表面走査範囲」の隣接コースとの重なりで計算されます。この計算をテキストボックスで入力した指定ピッチ毎に行い、その最小値が指定の「サイドラップ率」を満たすようにコース間隔を調整します。

下図で、コース①走査範囲（赤線）とコース②走査範囲（青線）が重なるかどうかチェックする間隔（黒線）が「計算ピッチ」です。



### コース平滑化 撮影高度変化分しきい値

「サイドラップ等計算ピッチ」で指定した距離間で、ここで指定する値以上の高度変化があった場合にウェイポイントを作成します。

コースを平滑化するために、延長距離 X、標高 Y での「Douglas-Peucker (ダグラスポイカー) 法」による間引き処理において、前後の補間点と比較して、テキストボックスで指定した「しきい値」に収まる場合は、当該補間点は削除されます。

### 相対高度で斜面を飛行する場合、隣接斜面との接近箇所の検知距離

相対高度で斜面を飛行する場合に、隣接斜面との近接距離を検知する距離を指定します。

例えば、相対高度「80m」の設定で、検知距離「70m」で実行した場合、相対高度地面との距離が「70m」以下を検知し、該当箇所がある場合「レイヤー名(隣接斜面に接近箇所)」レイヤーにポイントが生成され、その距離が内部属性としてセットされます。

### [飛行計画コース、ファイル出力] チェックボックス

ONの場合、作成したコースをAWM、KML、CSVファイルで出力します。

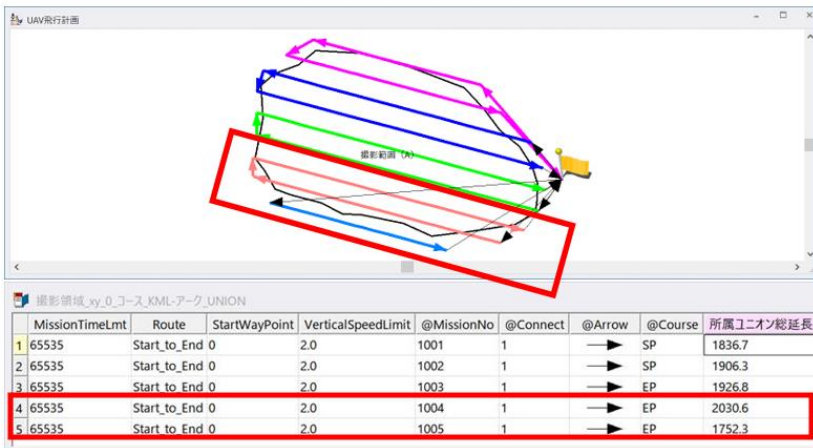
コースを連結する 連結後コースあたりの最大長（出発点はポイントとして登録しておく）

複数コースを連結する際の目安となる距離を指定します。

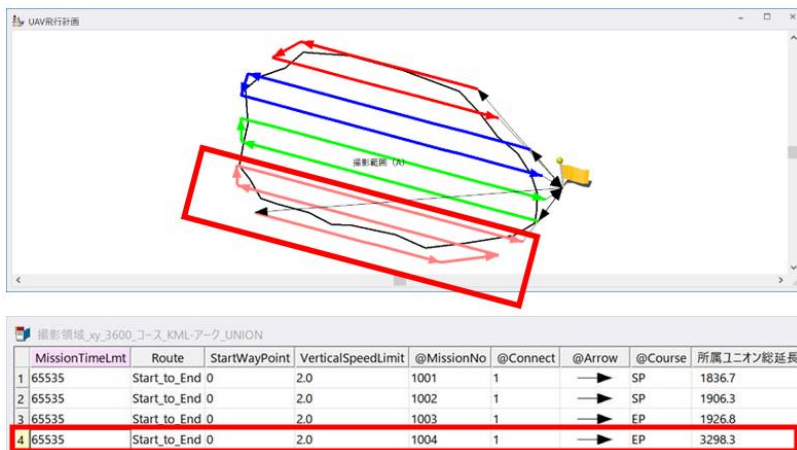
隣り合う複数コースの総距離が指定した距離の範囲の収まる場合、その範囲内にある複数コースは1つのコースとして連結されます。

例) 値=3600とした場合、総延長距離が2030mのコースと、1752.3mのコースは連結され、総距離3298.3mのコースが作成されます。

#### ▼設定なしの場合



#### ▼値=3600の場合



※予め、出発点は、ポイントとして登録しておきます。

※必ず指定距離以下のコースを設計する機能ではありません。

... ボタンをクリックすると、[UAV 撮影コース設計] ダイアログボックスが表示されます。

UAV撮影コース設計

平均速度 2 m/s 7.2 km/h

滞空時間 15 分 飛行距離 1800 m

OK キャンセル

- 平均速度
- 滞空時間（バッテリー駆動時間）

を入力すると、「飛行距離」「連結後コースあたりの最大長」を算出します。

#### 出発点からコース始終点までは含めない

チェックONの場合、出発点ポイントが作成されている場合に、ポイントから撮影エリア（撮影開始地点）まで、または、撮影エリアから出発点（撮影終了地点）までのコースを作成しません。

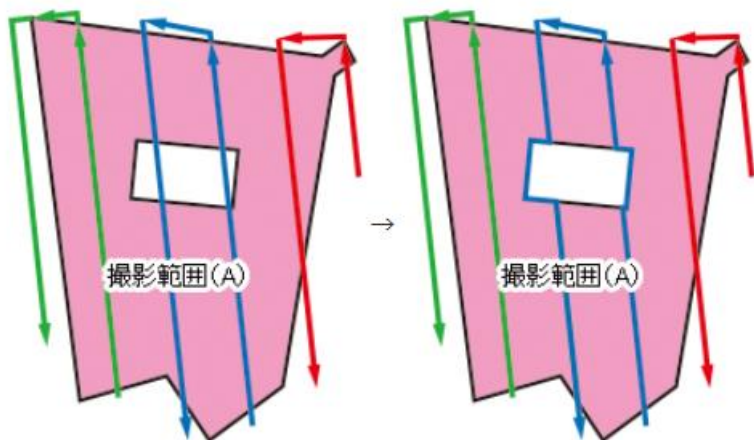
## テスト飛行用 高さオフセット

テスト飛行用に、設定したコース+テキストボックスで指定した高さをかさ上げした高度でコース設計を行います。

[出力パス] で設定したフォルダーに「ファイル名+高さ」の名称でファイル出力します。

## [中抜け、制限領域ポリゴンを回避する] チェックボックス

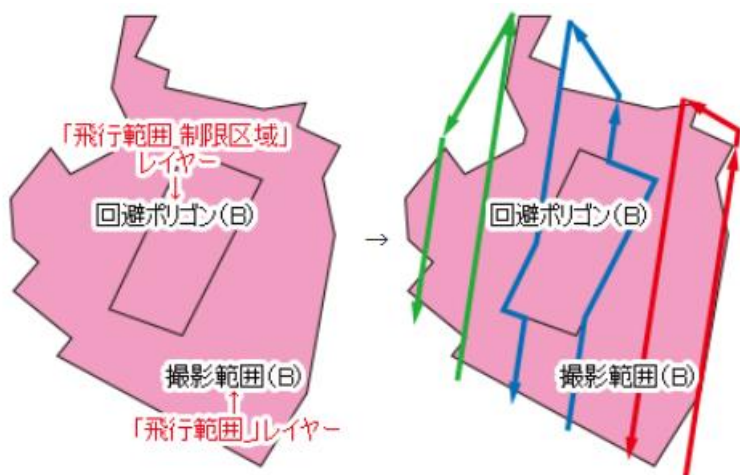
チェックONの場合、中抜けポリゴン部分で作成した飛行禁止ポリゴンを回避します。



また、飛行エリアレイヤー内での中抜けポリゴンとは別レイヤー（レイヤー名：「飛行エリアのレイヤー名\_制限領域」）で作成した制限領域のポリゴンがあれば、その飛行禁止ポリゴンを回避します。

例) 飛行エリアのレイヤー名：「飛行範囲」

飛行禁止エリアのレイヤー名：「飛行範囲\_制限領域」



※特定箇所を回避するための機能であり、コースを複数回横切のような複雑な回避には対応していません。

## [出力パス1～3] チェックボックス

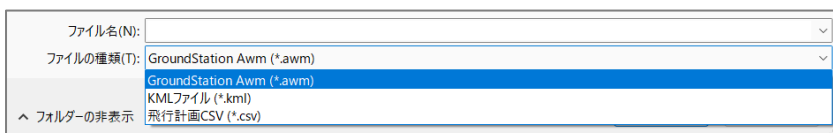
チェックONの場合、設計したコースをファイル出力します。

ファイルパス名を直接入力するか、ボタンをクリックすると [名前を付けて保存] ダイアログボックスが表示されますので、ファイル名の入力を行なって下さい。

OFF の場合は、該当レイヤーの生成のみが行われます。

### <保存ファイルの種類>

- GrandStation Awn (\*.awn)
- KMLファイル (\*.kml)
- 飛行計画CSV (\*.csv)



### 出力パス (連結コース単位に-1 -2 自動附番\_高さオフセット)

AWM、KML、CSVのいずれかで連結コース単位に出力します。

### 出力パス2 (連結コース単位に-1 -2 自動附番\_高さオフセット)

AWM、KML、CSVのいずれかで連結コース単位に出力します。

KMLを選択した場合、出力するZ値は

- 出発地点からの相対値 (KML飛行計画モード)
- 絶対値 (KML確認モード)

を選択することができます。

飛行コースのZ値はUAVでそのまま使用できるように出発地点からの相対高度を出力しますが、ここで「絶対値」を選択することでZ値を標高値で出力します。

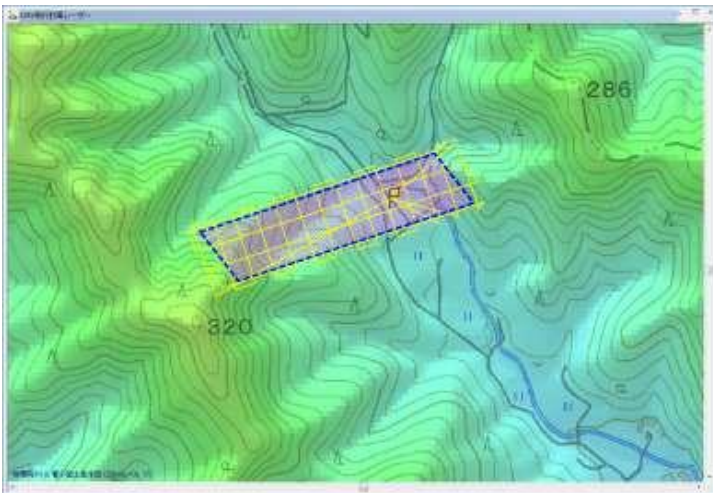
### 出力パス3 (KML全コース統合)

計画区域の撮影コースを1ファイルに出力します。

※「出力パス3」は、保存ファイルがKML形式のみとなります。

【OK】 ボタンをクリックすると、撮影コースが作成されます。

▼  90度回転方向も同時生成 で実行した例



▼ KML を Google Earth で表示



[目次に戻る](#)



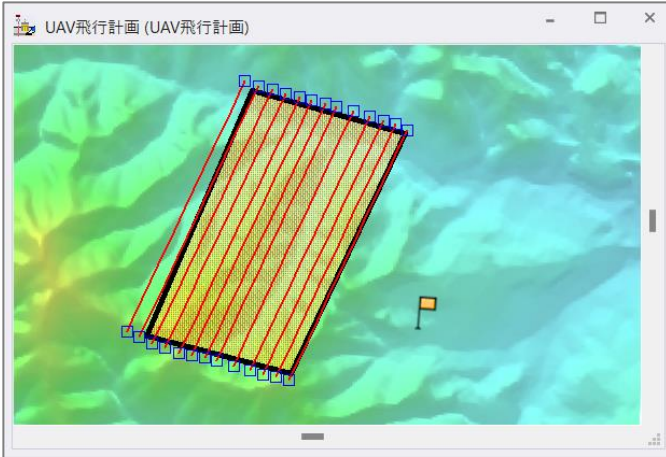
### ③ オプション機能

#### (1) 8の字飛行コース作図

IMUのキャリブレーションに使われる8の字形の飛行コースアークを作図します。

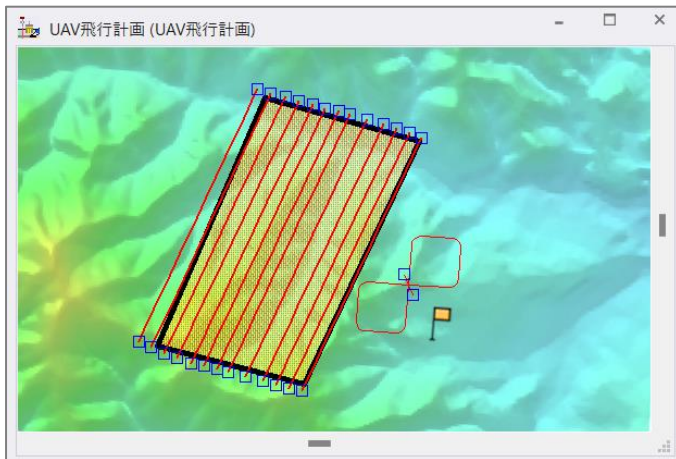
#### 操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。

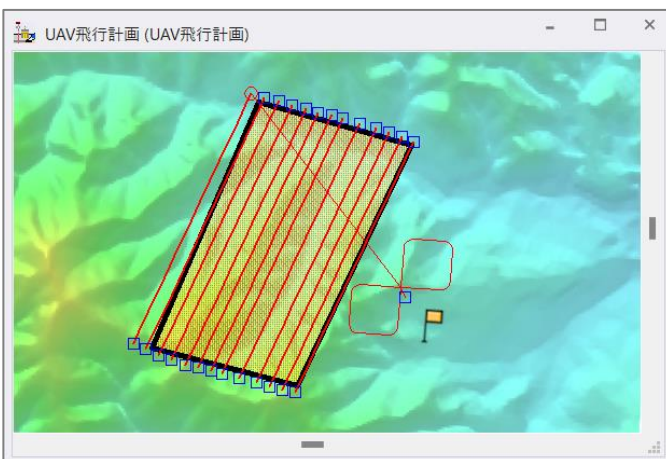


[ツール] - [UAV コース設計] - [オプション] - [8の字飛行コース作図] を実行すると、8の字アークの追加モードになり、8の字コースを追加したい位置を左クリックで指定すると、8の字アークが追加されます。

追加した8の字アークの四隅の○をドラッグして拡大・縮小、マウスホイールを押すことで回転することができます。



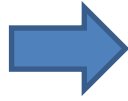
追加後は、[作図] - [アーク・ノード] - [補間点操作] - [補間点操作] 機能等を使用して撮影コースと結合します。



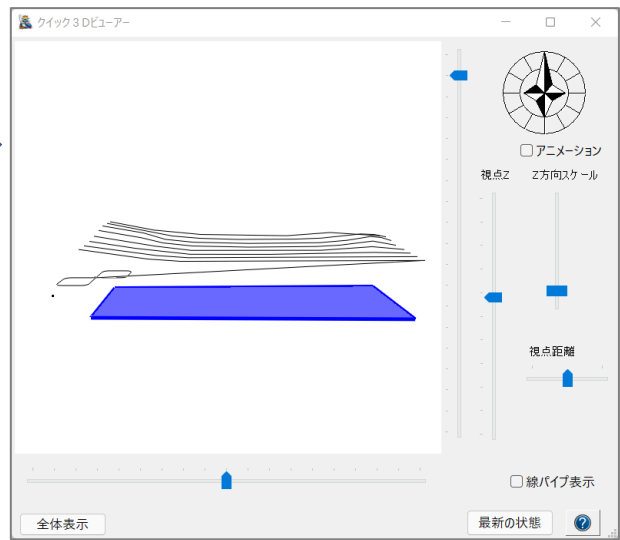


ここでは、高さ情報は設定されないで、必要なコース連結等の調整後、後述する [UAV飛行計画コース 調整・出力] で高さ情報 (Z値) を追加します。

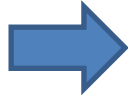
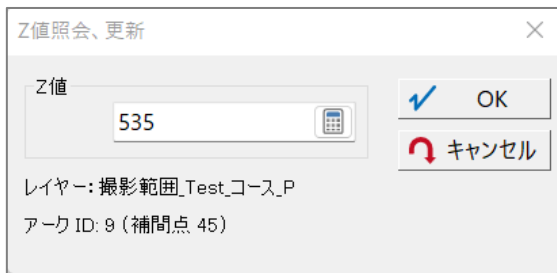
▼作成した 8 の字アークの Z 値



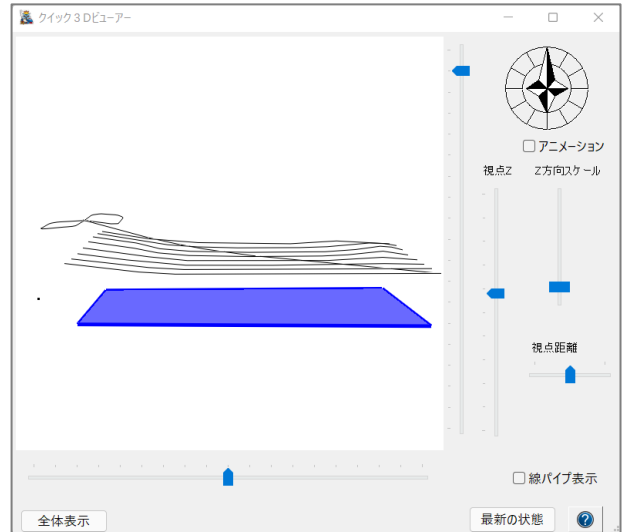
▼クイック 3 D ビューで表示



▼ [UAV飛行計画コース 調整・出力] で Z 値を付与



▼クイック 3 D ビューで表示



[目次に戻る](#)

## (2) 計画コース 調整・出力

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で設計したコースや作図した前景レイヤーのアークに対して、飛行高度調整等を行います。また、カメラの視野角度やレーザー走査角度をセットすることで、コースのフットプリント（撮影領域）を生成することができます。

この機能では、

- 飛行高度を調整する
- 指定間隔（以内）毎にウェイポイントを配置する
- 設計コースの出力

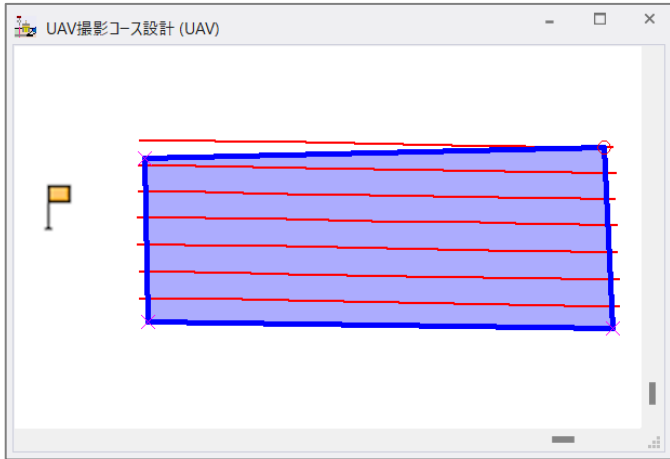
ができます。

機能を実行すると、「（前景レイヤー名）\_P」レイヤーと「（前景レイヤー名）\_F」レイヤー(\*)が生成され、そのアーク内部属性およびノード内部属性には、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で設計したコースや作図した前景レイヤーのアークの内部属性が付与されます。

(\*)「（前景レイヤー）\_F」レイヤーは、後述の [フットプリント生成] 機能を実行した場合に作成されます。

### 操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。



[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [UAV飛行計画コース 調整・出力] を実行すると、[UAVコース 調整・出力] ダイアログボックスが表示されます。



### [飛行高度を調整する] チェックボックス

チェックONにした場合、指定した高度を前景レイヤーのアークおよびノードに設定します。

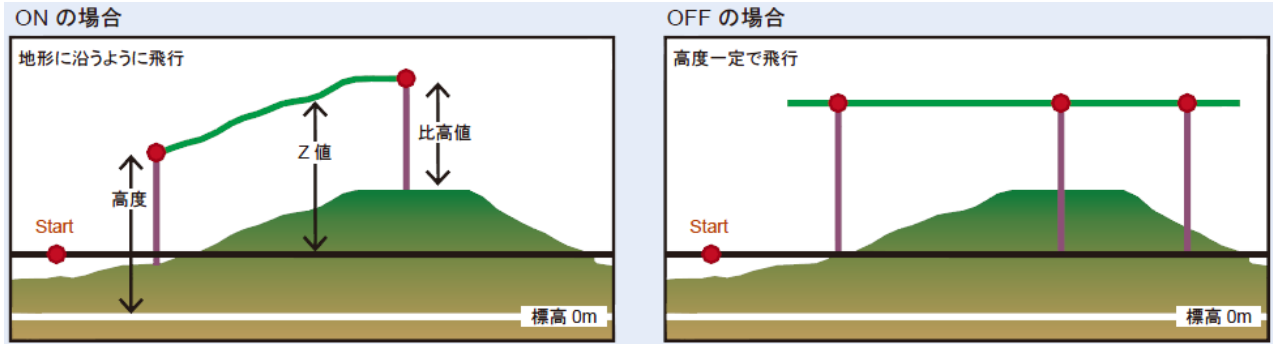
[(絶対高度ではなく)地表面からの比高] チェックボックス

チェックONの場合、対地高度一定で地形に沿うように飛行するコースとして高度を設定します。

「(ウェイポイントとなる位置の標高) - (出発地点の標高) + (飛行高度)」を高度とします。

チェックOFFの場合、「撮影高度」で設定した高度一定で飛行するコースとして高度を設定します。

「(出発地点の標高) + (飛行高度)」を高度とします。



※比高値はここで指定した高さとなり、撮影条件で設定した「最小撮影基準面走査範囲」は考慮されません。

また、「サイドラップ率」も不正確になります。

出発地点の標高 (この値からのオフセット値が高度として出力されます)

出発地点の標高を設定します。

[指定間隔 (以内) 毎にウェイポイントを配置する] チェックボックス

チェックONの場合、指定間隔ごとにウェイポイントを追加して出力します。

コース平滑化撮影高度変化分しきい値

「サイドラップ等計算ピッチ」で指定した距離間で、ここで指定する値以上の高度変化があった場合にウェイポイントを作成します。

コースを平滑化するために、延長距離 X、標高 Y での「Douglas-Peucker (ダグラスポイカー) 法」による間引き処理において、前後の補間点と比較して、テキストボックスで指定した「しきい値」に収まる場合は、当該補間点は削除されます。

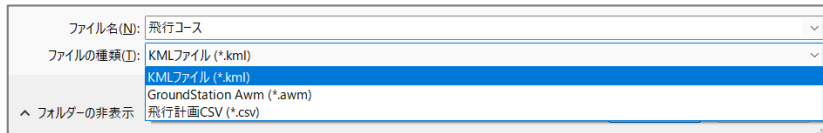
出力パス (連結コース単位に -1 -2 自動附番 \_ 高さオフセット)

設計したコースをファイル出力します。

ファイルパス名を直接入力するか、ボタンをクリックすると [名前を付けて保存] ダイアログボックスが表示されますので、ファイル名の入力を行なって下さい。

<保存ファイルの種類>

- GrandStation Awn (\*.awn)
- KMLファイル (\*.kml)
- 飛行計画CSV (\*.csv)



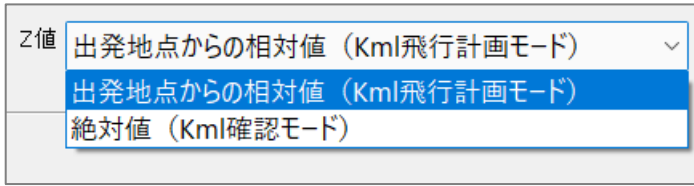
[(KMLファイルの場合) 連結アーク (コース) は1つの要素として出力する] チェックボックス

チェックONの場合、KMLファイルで出力する際に連結されたコースを1ファイルで出力します。

## Z値

ファイル出力するコースのZ値（高さ）を選択します。

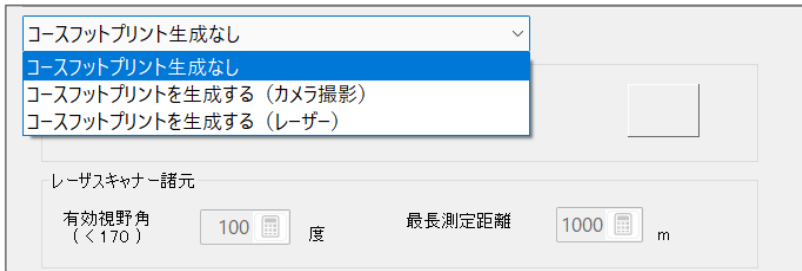
- 出発地点からの相対値（kml飛行計画モード）
- 絶対値（kml確認モード）



## フットプリント（撮影領域）生成

カメラの視野角度やレーザー走査角度をセットして、コースのフットプリント（撮影領域）を生成します。

機能を実行すると、「（前景レイヤー名）\_F」レイヤーが生成されます。




## コースフットプリント生成なし

コースフットプリントを生成しません。

## コースフットプリントを生成する（カメラ撮影）

プルダウンから選択すると、下部の「カメラ視野角」が編集可能になります。

「横方向」と  ボタンから「カメラ諸元」を設定します。

## カメラ諸元



ボタンをクリックすると、「UAV 撮影コース設計 カメラ諸元」ダイアログボックスが表示されます。

カメラ焦点距離とセンサーサイズを指定することで視野角を自動計算することができます。

【サンプル画像ファイルから取得する】ボタンから使用するカメラで撮影した写真を指定すると、画像から自動的に設定することができます。



## 横方向

横方向の角度を設定します。

## コースフットプリントを生成する（レーザー）

プルダウンから選択すると、下部の「レーザースキャナー諸元」が編集可能になります。

「有効視野角（<170）」と「最長測定距離」を設定します。

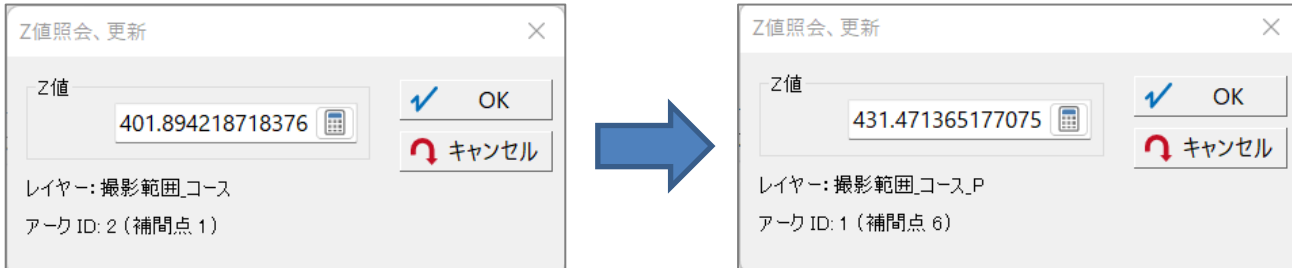
## 有効視野角

使用するレーザーの有効視野角を入力します。  
170度より小さい値を設定します。

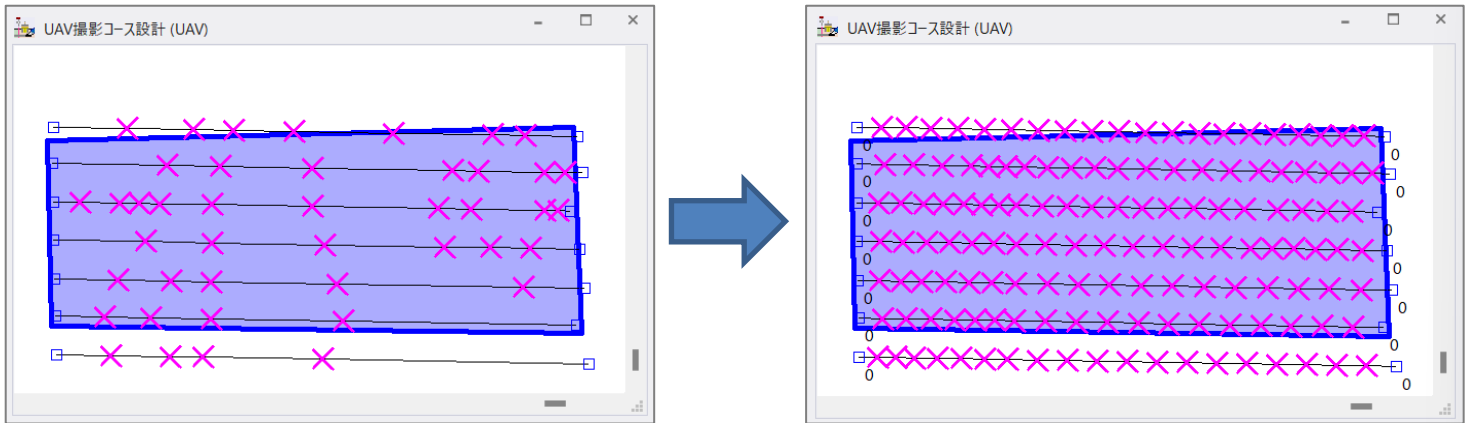
## 最長測定距離

使用するレーザーの最長測定距離を入力します。

### ▼飛行高度を20m高くする(地表面から60m⇒地表面から80m)



### ▼ウェイポイントの配置間隔を調整する(80m⇒50m)



### ▼KML を Google Earth で表示



[目次に戻る](#)



(3) サイドラップ等を再計算

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で設計したコースや作図したコースレイヤーに対して、精度管理的なラップ率等の計算を行ないます。

処理が終了すると、新たにプロジェクトを作成し、以下のレイヤーが登録されます。

- ・ (元レイヤー名) \_コース
- ・ 地上撮影領域
- ・ コース毎地上撮影領域
- ・ (元レイヤー名) \_コース\_全撮影領域



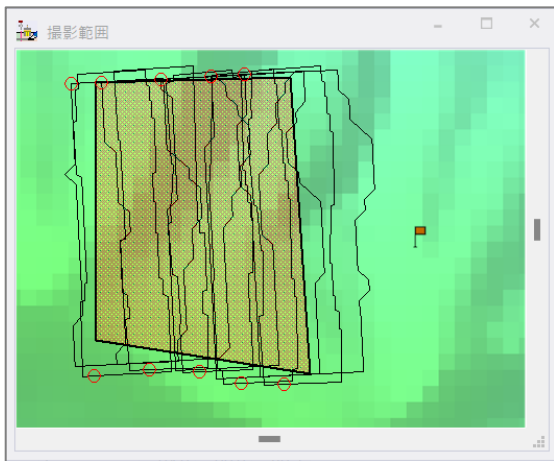
各レイヤーに出力される属性はフィールド名称を参考にしてください。

OL、SL表記は以下を参照してください。

OL-1	1つ前の主点とのオーバーラップ率
OL+1	1つ後の主点とのオーバーラップ率
SL-1	1つ前の主点とのサイドラップ率
SL+1	1つ後の主点とのサイドラップ率

操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。



	コース名	撮影高度	基準面標高	最高標高	コース幅	コース間隔	方位	コース長	スケール	SL-1	SL+1
1	C-1	60	0	0	84	33	-3	293	0	0.0	54.4
2	C-2	60	0	0	84	34	-3	293	0	60.6	61.1
3	C-3	60	0	0	84	30	-3	283	0	61.4	60.5
4	C-4	60	0	0	84	38	-3	274	0	52.4	56.6
5	C-5	60	0	0	84	31	-3	274	0	60.9	0.0

[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [サイドラップ等を再計算] を実行すると、[UAVコース サイドラップ等算出] ダイアログボックスが表示されます。



### コースレイヤー

対象となるコースレイヤーをドロップダウンリストから選択します。

### カメラ視野角

撮影カメラの視野角を全幅で入力します。

### 横方向

撮影コースに対して横方向の視野角を全幅で入力します。

### 縦方向 (コース方向)

撮影コース方向の視野角を全幅で入力します。

### 簡易算出... ボタン

簡易算出... ボタンをクリックすると、[UAV 撮影コース設計 カメラ諸元] ダイアログボックスが表示されます。カメラ焦点距離とセンサーサイズを指定することで視野角を自動計算することができます。

【サンプル画像ファイルから取得する】ボタンから使用するカメラで撮影した写真を指定すると、画像から自動的に設定することができます。



### [カメラ撮影点 (オーバーラップ算出) を自動生成する] チェックボックス

チェックONの場合、入力された生成間隔をもとにオーバーラップ率を計算し、撮影箇所のポイントを生成します。

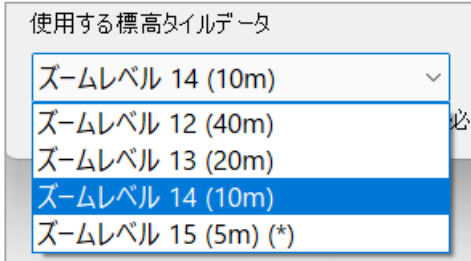
[ (可能であれば) このプロジェクトの標高メッシュを使用する ] チェックボックス

チェックONの場合、プロジェクトに標高データが登録されていた際、その標高データを用いて計算を実行します。

使用する標高タイルデータ

計算に用いる標高データを地理院地図からダウンロードします。

その際のタイルデータでの種類（解像度）をドロップダウンリストから指定します。



▼再計算されたラップ率

	コース名	撮影高度	基準面標高	最高標高	コース幅	コース間隔	方位	コース長	スケール	SL-1	SL+1	@コース番号	SL-1番号	SL+1番号
1	C-1	60	0	0	84	33	-3	293	0	0.0	94.8	1		C-2
2	C-2	60	0	0	84	34	-3	293	0	61.8	93.9	2	C-1	C-3
3	C-3	60	0	0	84	30	-3	283	0	65.1	91.6	3	C-2	C-4
4	C-4	60	0	0	84	38	-3	274	0	50.5	94.8	4	C-3	C-5
5	C-5	60	0	0	84	31	-3	274	0	63.3	0.0	5	C-4	

[目次に戻る](#)

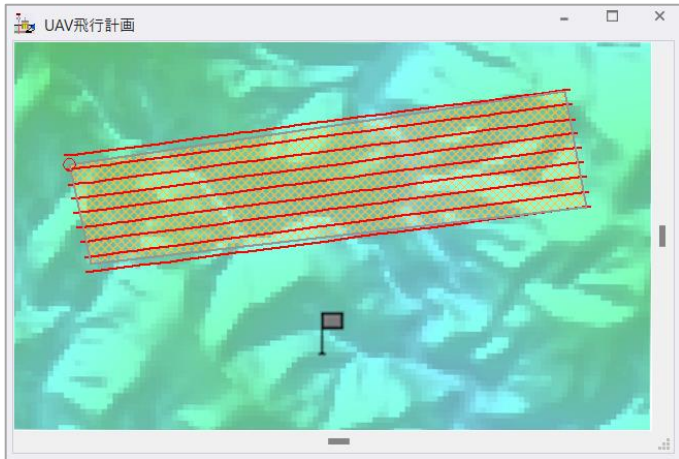
#### (4) レーザー点群密度推定

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で設計したコースや作図したコースレイヤーに対して、計測データの点群密度を推定・検証のため、レーザー照射位置にポイントデータを生成し、照射角度、距離などを算出します。

処理後、計測データの点群密度を推定・検証のため、レーザー照射位置に照射角度、距離などを算出したポイントレイヤー（元レイヤー名\_dot）を生成します。

#### 操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。



[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [レーザー点群密度推定] を実行すると、[UAVコース (レーザー点群密度推定)] ダイアログボックスが表示されます。

A screenshot of a dialog box titled "UAVコース レーザ点群密度推定". The dialog has a close button (X) in the top right. It contains several settings:

- コースレイヤー:** A dropdown menu showing "撮影範囲\_レーザーコース". To its right are "OK" and "キャンセル" buttons.
- 選択されたアークのみを対象とする
- レーザー照射角:** A section containing:
  - 飛行速度:** Input field with "2.5" and "m/sec".
  - レーザー回転数:** Input field with "64" and "rps(回転/sec)".
  - レーザー照射数:** Input field with "500000" and "点/sec".
  - 地上照射範囲角度 (半幅):** Input field with "45" and "度".
  - レーザー照射ピッチ角度:** Input field with "0.0461" and "度".
- 高速化、データ容量低減のための間引きファクター:** A dropdown menu showing "10 ステップ 1 / 100".

#### コースレイヤー

対象となるコースレイヤーをドロップダウンリストから選択します。

#### [選択されたアークのみを対象とする] チェックボックス

チェックONの場合、指定したレイヤー内の選択されたアークのみをコースとして対象とし、処理を行ないます。

#### レーザー照射角

レーザー照射角等に関する諸情報を入力します。

#### 飛行速度

UAVの飛行速度を入力します。

#### レーザー回転数

レーザーの毎秒あたりの回転数を入力します。

### レーザー照射数

レーザーパルス照射数、毎秒あたりの点数を入力します。

### 地上照射範囲角度（半値）

レーザーから地上に照射される範囲角度を半幅で入力します。

### レーザー照射ピッチ角度

レーザー回転数と照射数から算出された値が表記されます。

### 高速化、データ容量低減のための間引きファクター

厳密に全点を求めるのは処理時間的にもメモリの的にもかなり厳しいものになるため、この「間引きオプション」を利用できます。

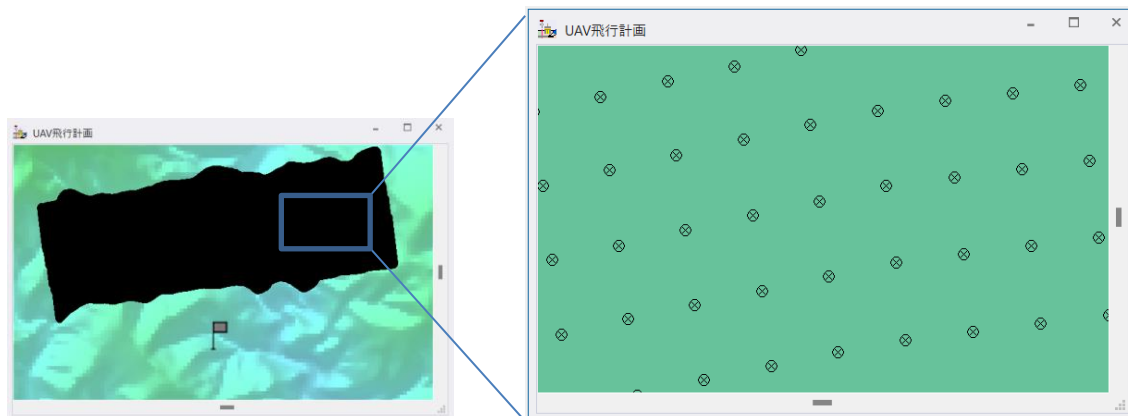
例えば、間引き10ステップではUAV移動方向、レーザー照射方向ともに1/10に間引いて算出します。

この場合、得られる照射点数は実際の1/100になります。

間引きステップは、以下から選択できます。

10 ステップ 1 / 100	▼
--- 間引きなし ---	
2 ステップ 1 / 4	
5 ステップ 1 / 25	
10 ステップ 1 / 100	
20 ステップ 1 / 400	
50 ステップ 1 / 2500	
100 ステップ 1 / 10000	

### ▼レーザー照射位置に生成されるポイントデータ



### ▼生成されたポイントの内部属性

	コース	照射角度	照射距離
1	C-1	0	60
2	C-1	26	60
3	C-1	26	60
4	C-1	26	62
5	C-1	26	62
6	C-1	30	64
7	C-1	27	61
8	C-1	33	67
9	C-1	30	65
10	C-1	27	61
11	C-1	32	70



## (5) 計画コース 横断解析

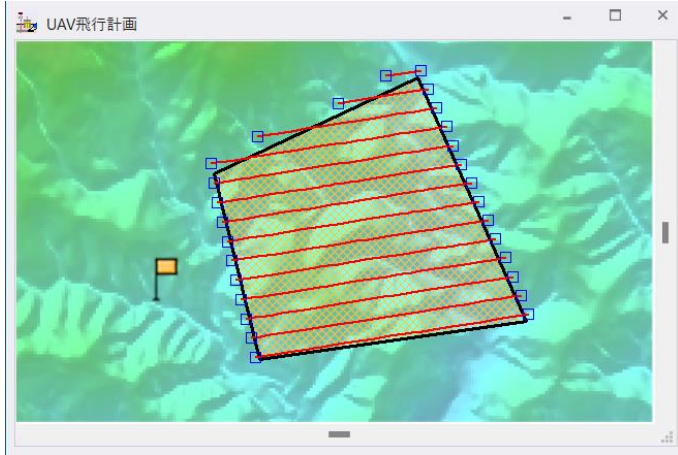
[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で設計したコースや作図したコースレイヤー内の飛行コースアーク (選択状態) から横断図を作成します。

生成された横断線アークに持つ「元レイヤー (VH)」レイヤーが追加されます。

※選択されたアークがない場合、この機能は使用できません。

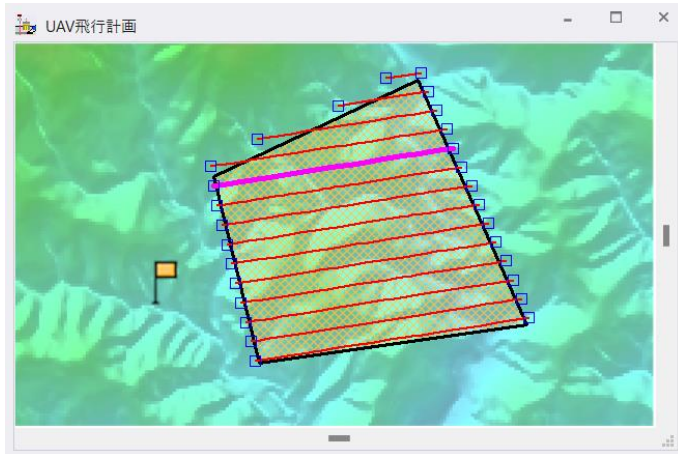
### 操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。

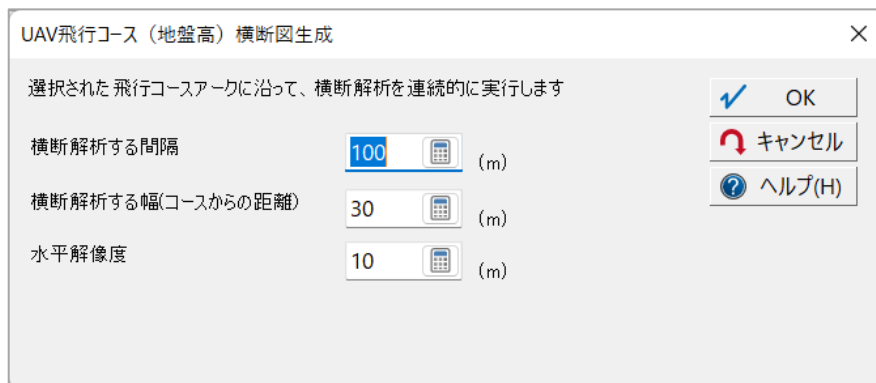


上記の操作で作成されたコースレイヤーを前景レイヤーにします。

[選択] - [個別選択] - [アーク] を実行し、横断線を作成するアークを選択状態(ピンク色で強調表示)にします。



[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [UAV飛行計画コース 横断解析] を実行すると、[UAV飛行コース (地盤高) 横断図生成] ダイアログボックスが表示されます。



### 横断解析する間隔

横断解析する間隔をm単位で指定します。

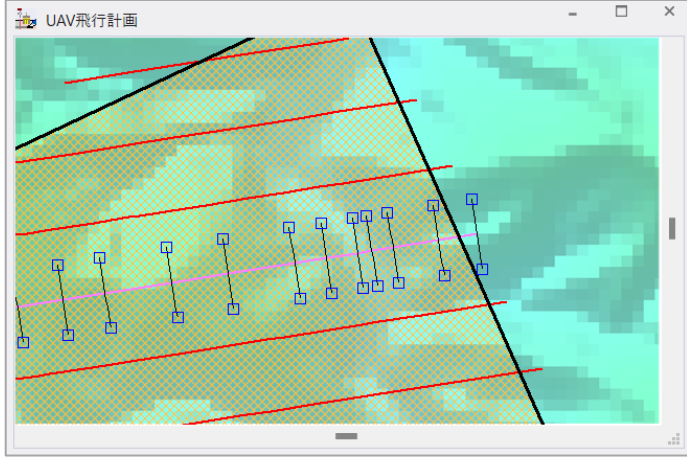
## 横断解析する幅（コースからの距離）

飛行コースから左右両側に指定した距離（m単位）で横断解析を行ないます。

## 水平解像度

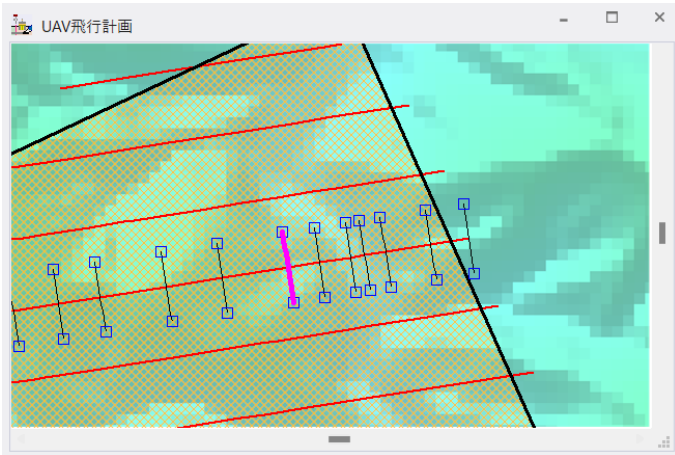
横断線に指定した間隔で補間点を発生させ、Z値を転記します。

## ▼横断線

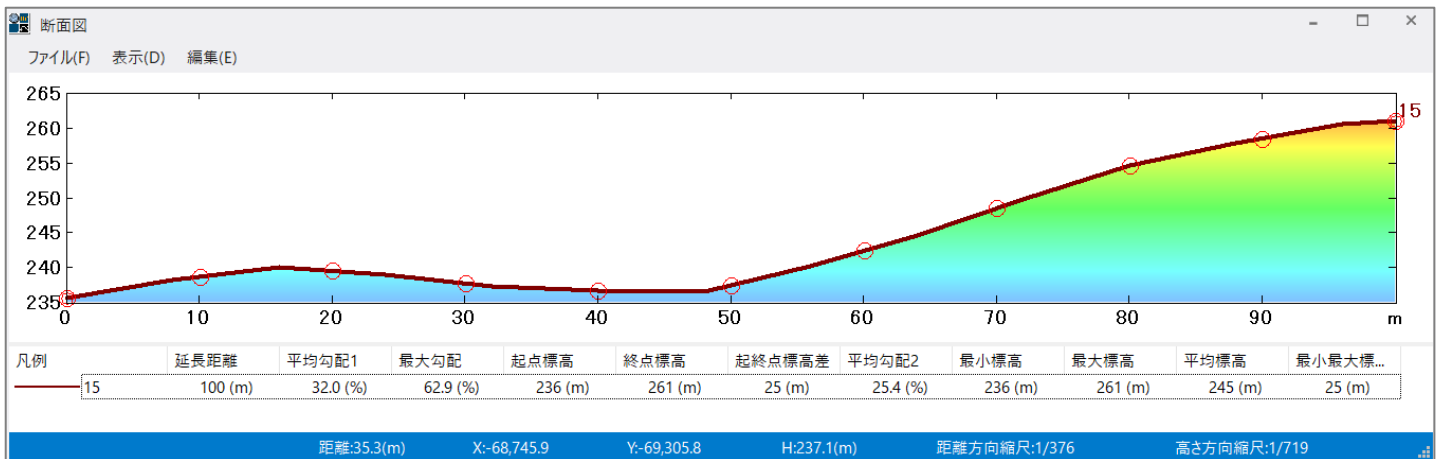


新たに作成された「元レイヤー（VH）」レイヤーを前景レイヤーにします。

[選択] - [個別選択] - [アーク] を実行し、横断図を作成したい横断線アークを選択状態(ピンク色で強調表示)にします。



[ホーム] - [図上計測] - [断面図・縦断面図] - [選択アークから断面図作成] で、断面図が確認できます。



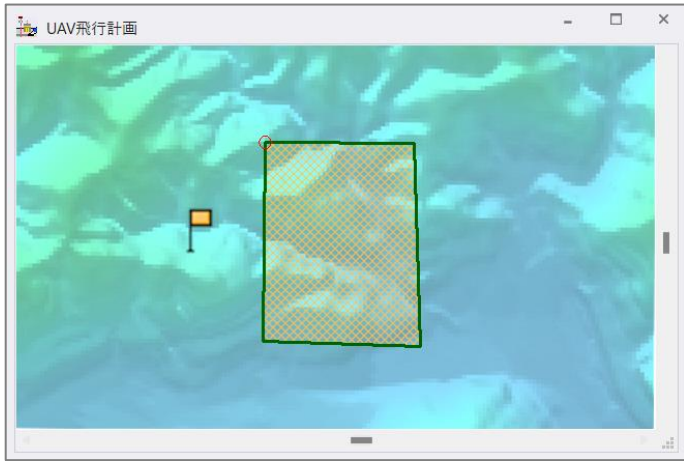
[目次に戻る](#)

## (6) 計画コース 反転

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計 (カメラ撮影)]、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計 (レーザースキャナー)] で「飛行計画コース ファイル出力」チェックボックスをONにして出力されたレイヤーに対して、UAV飛行計画コース (=前景レイヤー) のアークの方向を反転します。実際にUAVを飛ばす際に制御に使うファイルへの操作です。反転したアークは別レイヤーに転記され、レイヤー名は「(編集レイヤーのタイトル) +\_Inv」となります。

### 操作手順

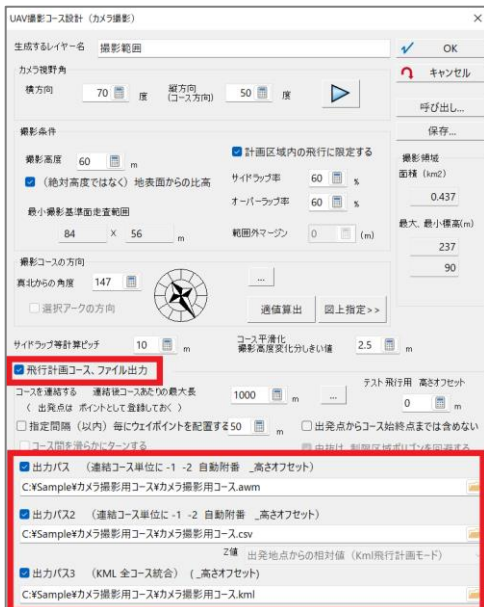
撮影範囲を指定します。



[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計 (カメラ撮影)]、もしくは [ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計 (レーザースキャナー)] を実行し、[UAV撮影コース設計 (カメラ撮影)] ダイアログボックス、もしくは [UAV撮影コース設計 (レーザースキャナー)] ダイアログボックス内の「飛行計画コース ファイル出力」のチェックボックスをONにします。

[UAV撮影コース設計 (カメラ撮影)] ダイアログボックスの場合は、「出力パス1~3」のチェックボックスを適宜ONにして、それぞれ任意の出力パスを指定します。

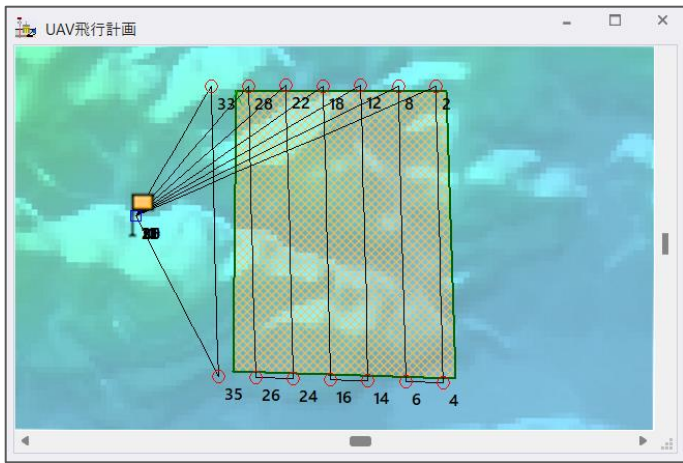
### ▼ [UAV撮影コース設計 (カメラ撮影)] ダイアログボックス



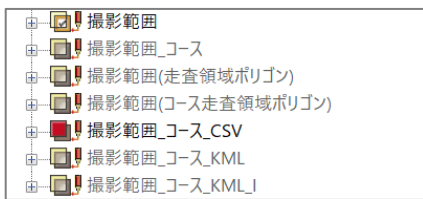
### ▼ [UAV撮影コース設計 (レーザースキャナー)] ダイアログボッ





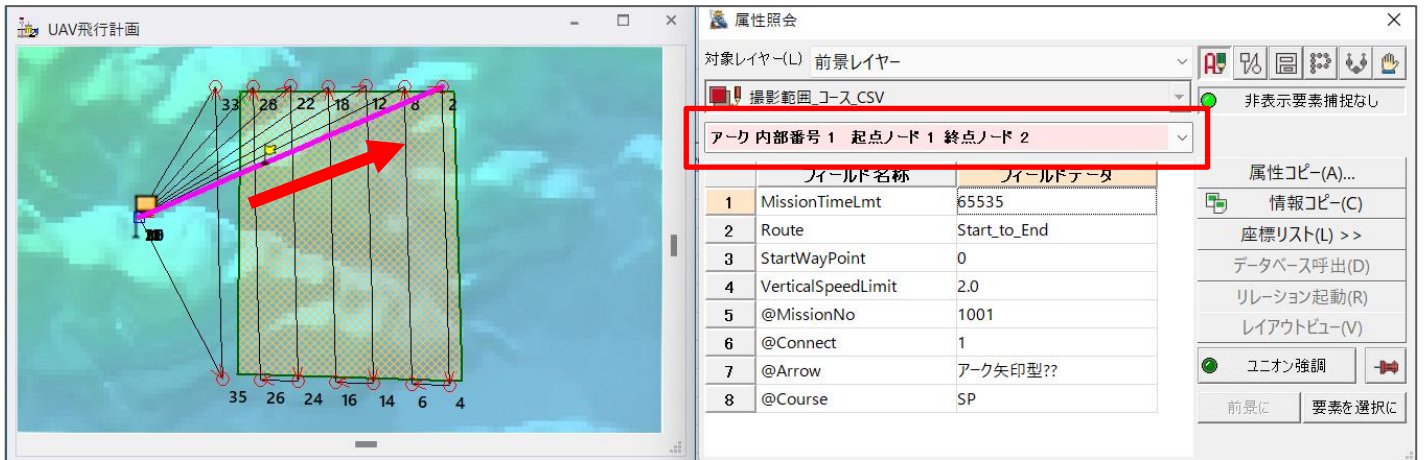


反転するUAV飛行計画コースのアークを持つレイヤー（出力ファイルを指定した場合に作成されるレイヤー）を前景レイヤーにします。

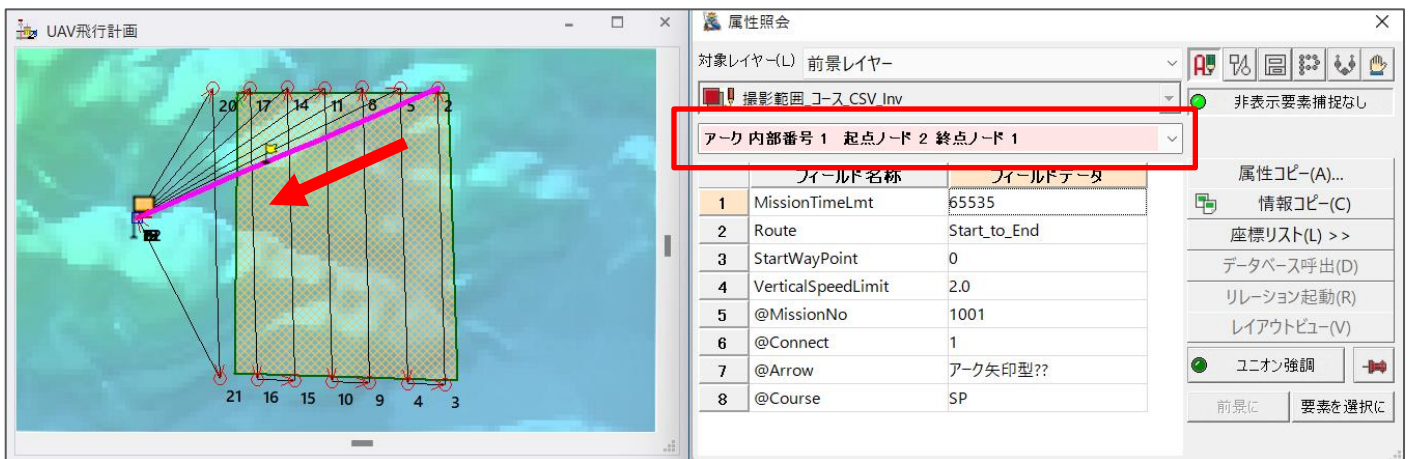


[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [UAV飛行計画コース 反転] を実行すると、飛行計画コースのアークが反転された「(編集レイヤーのタイトル) +\_Inv」が作成されます。

▼編集レイヤー（起点ノード1→終点ノード2）



▼作成された「(編集レイヤーのタイトル) \_Inv」レイヤー（起点ノード2→終点ノード2、アーク方向矢印も反転している）



## (7) 計画コース CSV/AWN形式エクスポート

UAV飛行計画コース (=前景レイヤー) をファイル保存します。

「(飛行計画コースレイヤー名) \_コース」レイヤーを前景として実行します。

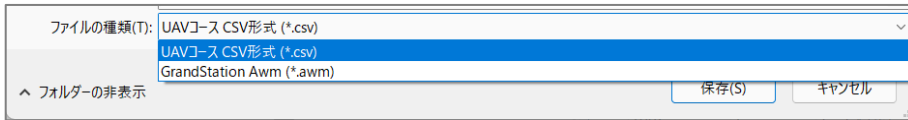
コースを編集した場合は、[UAV飛行計画コース 調整・出力] で飛行コースを再設定後に出力することができます。

操作コマンドを選択すると、[名前を付けて保存] ダイアログボックスが表示されます。

ファイル保存名と保存先の設定を行い、【保存】 ボタンをクリックして下さい。

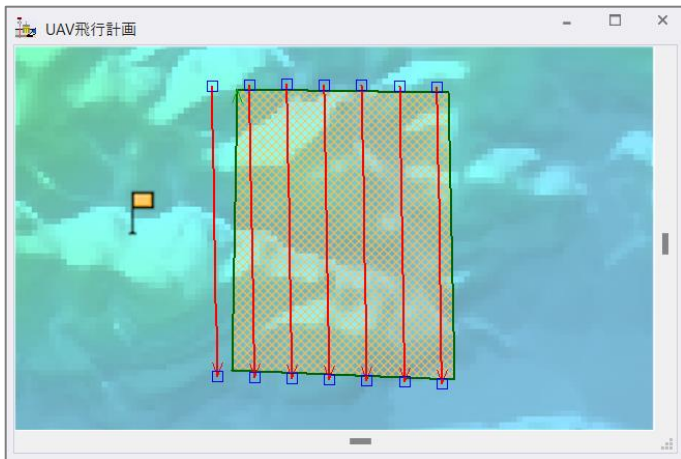
### 【保存ファイルの種類】

- UAVコース CSV形式 (\*.csv)
- GrandStation Awn (\*.awn)

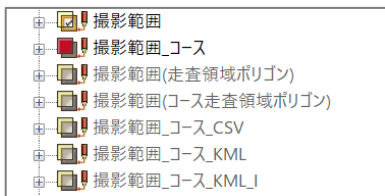


### 操作手順

[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(カメラ撮影)]、もしくは、[ツール] - [UAVコース設計] - [UAV撮影コース設計(レーザースキャナー)] で、撮影コースを作成します。



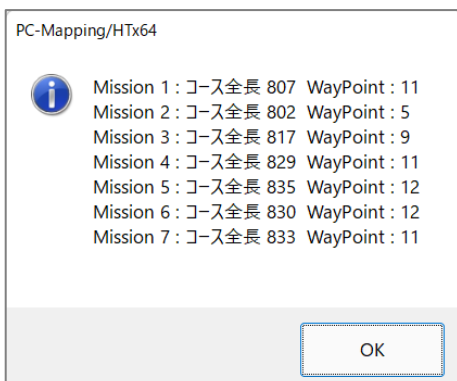
「(飛行計画コースレイヤー名) \_コース」を前景にします。



[ツール] - [UAVコース設計] - [オプション] - [UAV飛行計画コース CSV/AWN形式エクスポート] を実行すると、[名前を付けて保存] ダイアログボックスが表示されます。

ファイル保存先と保存先の設定を行ない、【保存】 ボタンをクリックすると、指定した形式で出力されます。

また、コースの情報が表示されます。



▼CSV形式で出力したUAV飛行計画コース

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	a
1	altitude(m)	heading(deg)	curvesize(m)	rotationdir	gimbalmode	gimbalpitchangle	actiontype1	actionparam1	actiontype2	actionparam2	actiontype3	actionparam3	actiontype4	actionparam4	actiontype5	actionparam5	actiontype6	a
2	261.6	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
3	241.9	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
4	243.3	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
5	231.3	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
6	236	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
7	188.5	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
8	180.4	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
9	164.9	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
10	169.6	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
11	151	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
12	149.9	0	0.2	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1
13																		

[目次に戻る](#)