

# 栃木県立 鹿沼南高等学校 スマート林業教育プログラム

課題

- 機器がないためスマート林業の授業に取り組むことができない
- 演習林の活用が進んでいない
- 山林荒廃から復旧を図る治山施設について学習したい

**作成方針** ドローンについて学びつつ、その技術を活用して演習林や治山施設について学習を実施

サポート・技術提供

ICTの技術提供



## 実施プログラム

## ドローン技術の習得とその技術を活用した演習林管理および治山学習の実施

### 1 ドローン基礎編：ドローンについての説明、操作体験

木流研の協力により

- ①ドローンについての説明（座学）
- ②学校のグラウンドで、指導を受けながら生徒が実際にドローンの操作を実施（実習）
- ③ドローン撮影で得たデータ活用の説明（座学）



2年生  
ドローン操作体験（なし）  
のため初歩的な操作体験

3年生  
ドローン操作体験（あり）  
のためドローン国家資格  
試験に則った操作実習

### 2 ドローン実践編：踏査とドローンによる演習林の状況把握

○踏査による把握  
生徒がアナログ地図で  
演習林の踏査を実施



獣害の発生と倒木の  
恐れがある木を  
発見

○ドローンによる把握  
生徒見学の中、講師が  
ドローンで演習林を撮影



演習林の一部で雪  
害が発生を発見

※撮影データは、後日講師がオルソ画像化

今後は  
・左記の結果  
・オルソ画像  
を利用し、演習林  
の植栽状況把握、  
森林管理計画を  
立てる予定

### 3 ドローン応用編：

### ドローン空撮と赤色立体地図により治山施設を立体的に学習

令和元年10月に発生した台風19号により溪流荒廃及び山地崩壊が発生。それに対する治山施設について学習。

#### 現地での学習（目視及びドローンでの治山施設の確認）

- ①県より治山事業の目的等の説明を受けながら治山施設を見学。
- ②同時に木流研が治山施設をドローン撮影。PCが受信した撮影の様子を生徒も見て、地上からは目視できない被害状況を確認



生徒が治山施設を見学、  
説明を聞いている様子



PCが受信した  
ドローン撮影映像

#### データを活用した座学での学習

- ①現地見学した治山施設場所の地形図、航空写真、赤色立体地図の各特徴を県が生徒に説明
- ②現地でドローン撮影したデータから木流研がオルソ画像を作成。木流研よりドローンによる空撮写真とオルソ画像の各特徴について説明を受けた



地形図



航空写真



赤色立体地図

## (1)栃木県立鹿沼南高等学校

### ① 教育プログラムの概要

鹿沼南高等学校では、栃木県（栃木県、県西環境森林事務所）、日光地区木材流通研究会で検討委員会を設置し、地域協働型スマート林業教育プログラムを作成、実施した。プログラムの概要は次のとおり。

実施概要
<p><b>ドローンを活用した教育プログラムの実施</b></p> <p>鹿沼南高等学校では、令和3年度から外部講師の協力でドローンを活用した実習を実施している。本事業ではこのドローン実習をステップアップさせて、次の3つの教育プログラムに取り組むこととした。</p>
<p><b>① ドローン基礎編（ドローンの操作体験、林業におけるドローンの活用（座学））</b></p> <p>外部講師の指導で生徒がドローンの組み立てや操作の実習を行った。また、外部講師によるドローン飛行の法令規則や実際の利用事例の講義で、林業におけるドローンの活用について学習した。</p> <p>高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応 第4章 森林の測定と評価＞第2節 リモートセンシングの利用 ＞第1 空中写真による森林調査</p>
<p><b>② ドローン実践編（ドローン空撮によるオルソ画像から演習林の植栽状況等を把握）</b></p> <p>同校の演習林は、近年利用されておらず、どこに何の樹種が植栽されているかの記録がなく、森林整備も遅れているため、ドローンを使用してその課題の解決を目指した。</p> <p>まず、ドローンにより演習林を上空から撮影することで演習林の全体像と植栽状況を把握した。演習林のドローン撮影は外部講師が行い、撮影によってオルソ画像を取得した。</p> <p>今回取得した演習林のオルソ画像を利用して、演習林の植栽状況の把握を行いながら、演習林の森林管理計画を立てる予定。</p> <p>高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応 第4章 森林の測定と評価＞第2節 リモートセンシング＞第1 空中写真による森林調査 第7章「森林経営」の実践＞第3節 情報技術活用の実際 ＞第3 リモートセンシングを利用した森林管理</p>

### ③ ドローン応用編（ドローン空撮と赤色立体地図により治山施設を立体的に学習）

ドローンを使用することにより治山に対する学習をより深める実習を行った。

まずは、治山施設を見学し、山地崩壊からの復旧工事によって土砂流出対策がどのように行われているかを学習した。

その後、外部講師がドローンを使用して治山現場を上空から撮影し、上空からのライブ映像を現場で確認した。また栃木県から提供された赤色立体地図を使って、赤色の濃淡がどのような地形を現しているのか、また治山現場を捉えた地形図、航空写真、赤色立体地図それぞれの特徴の説明を受け、赤色立体地図によって治山施設が設置されている地形の特徴についての理解を深めた。

ドローンによる上空からの映像や赤色立体地図のような新しい技術を用いることによって、多面的な治山施設の見学を行った。

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第7章「森林経営」の実践＞第3節 情報技術活用の実際

＞第3 リモートセンシングを利用した森林管理

第6章 山地と農山村の保全＞第1節 治山の重要性、第2節 治山事業



【写真】生徒がドローン操作を体験（①ドローン基礎編）



【写真】

治山施設では外部講師がドローンを飛ばして、上空からの治山施設の映像を確認する様子（③ドローン応用編）

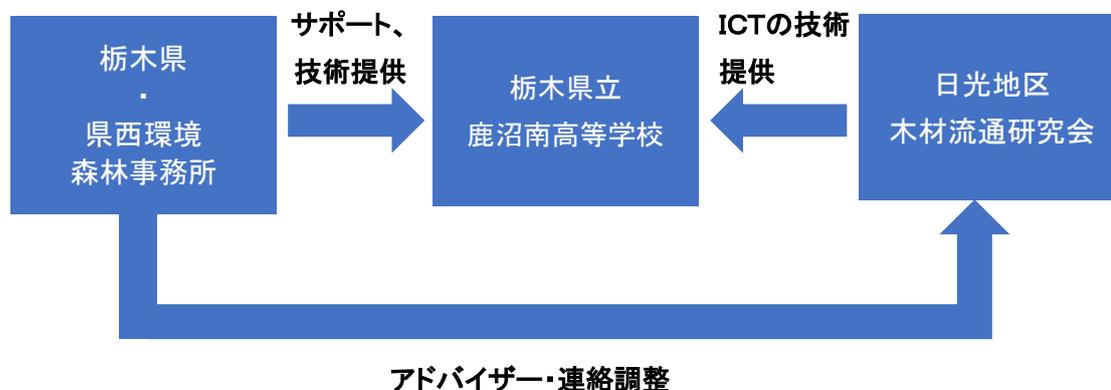
指導体制（鹿沼南高等学校）

指導者	参加生徒	実施授業
教諭 2名	環境緑地科1年 37名 環境緑地科林業専攻2年 12名 環境緑地科林業専攻3年 9名	・森林科学 ・農業と科学 ・課題研究

## ② 背景

### ■鹿沼南高等学校と地域との関係

鹿沼南高等学校は、これまで栃木県の協力により治山施設見学、製材・木材加工施設見学、高性能林業機械操作研修を実施している。また、日光地区木材流通研究会（林業研究グループ）の支援によりドローンなどを用いたICT林業の出前講義を行っている。



### ア 鹿沼南高等学校と栃木県及び栃木県県西環境森林事務所との連携の経緯

時期	内容
—	<ul style="list-style-type: none"><li>鹿沼南高等学校は、農業教育と関係指導機関が連携した「上都賀地区農林業教育連絡協議会」の支援により、治山施設見学、製材・木材加工施設見学、高性能林業機械操作研修を実施している。</li><li>鹿沼南高等学校は、令和4年度環境教育プログラム（栃木県教育委員会主催）において、県西環境森林事務所の協力により、治山施設の見学を実施した。</li></ul>
令和5年5月	鹿沼南高等学校がスマート林業教育推進事業への応募エントリーシートを事務局に提出。栃木県からも推薦書が提出された。

### イ 鹿沼南高等学校と日光地区木材流通研究会との連携の経緯

時期	内容
令和2年～	鹿沼南高等学校は、栃木県県西環境森林事務所がアドバイザーを担っている日光地区木材流通研究会からドローンなどを用いたICT林業の出前講義の支援を受けている。
令和5年6月以降	日光地区木材流通研究会は、栃木県県西環境森林事務所の依頼を受けて本事業の外部講師として協力。

## ③ 検討委員会の設置

②の背景により、高校へのスマート林業教育導入を目的として、鹿沼南高等学校、栃木県、栃木県県西環境森林事務所、日光地区木材流通研究会で検討委員会を設置し、地域協働型スマート林業教育プログラムを作成、実施。

■ 検討委員会の構成員と役割分担

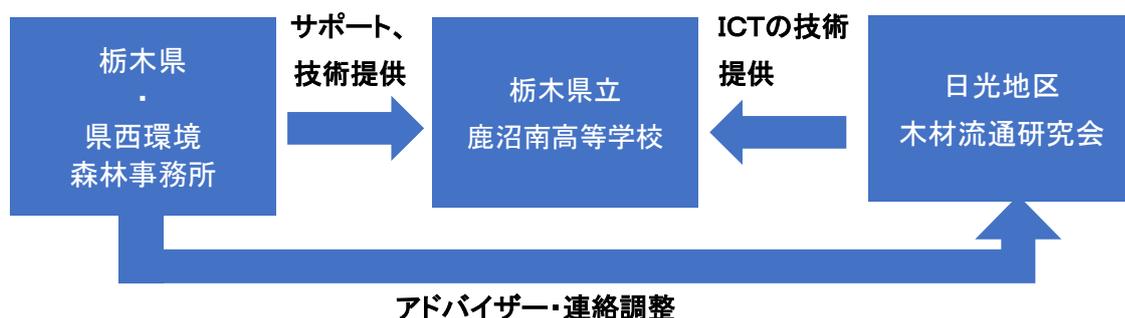
構成員	主な役割
鹿沼南高等学校	教育プログラムの作成、実施等
栃木県・県西環境森林事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>鹿沼南高等学校、日光地区木材流通研究会との連絡調整及び全体の調整</li> <li>治山施設との調整、治山の重要性の講義</li> <li>栃木県で取得している赤色立体地図等のデジタルデータ提供等</li> </ul>
日光地区木材流通研究会	会のメンバーである林業経営体が実際の業務で使用しているスマート林業技術を用いた技術支援

■ 検討委員会での課題検討、授業計画の作成、協力体制づくりの過程

鹿沼南＝鹿沼南高等学校、栃木県＝栃木県、県西＝栃木県県西環境森林事務所、木流研＝日光地区木材流通研究会

日時	担当	所要時間	内容
6月30日	鹿沼南 県西 木流研	1時間	(鹿沼南高等学校で対面で実施) ・プログラム実施内容検討・打合せ
7月10日	鹿沼南 栃木県 県西 事務局	1時間15分	(鹿沼南高等学校で対面で実施) ・事業実施打合せ ・事業の概要説明 ・外部講師となる林業経営体の検討
8月1日	鹿沼南 栃木県 県西 木流研 林野庁 事務局	55分	教育プログラム検討委員会（オンライン）の開催 (報告・検討内容) ※詳細は【資料1】 ・地域林業の現状、課題、ニーズ等 ・教育プログラムの作成方針 ・スマート林業教育の対象となる生徒について ・教育プログラムの実施時期、内容、実施場所、講師
9月21日	鹿沼南 県西 事務局	25分	(オンライン) ・プログラム実施内容打合せ
10月4日	鹿沼南 県西 木流研	1時間	(鹿沼南高等学校で対面で実施) ・プログラム実施内容打合せ・決定

■ 授業実施における協力体制



#### ④ 教育プログラムの作成・実施

##### ■授業の実施

課題
<ul style="list-style-type: none"><li>✚ <b>スマート林業の授業に取り組むことができない</b><ul style="list-style-type: none"><li>・スマート林業に係る機器がなく、学校だけではスマート林業の授業ができない。</li></ul></li><li>✚ <b>演習林の活用が進んでいない</b><ul style="list-style-type: none"><li>・演習林の整備等ができていない</li><li>・林内の樹種や林齢など林分状況が把握できていない</li><li>・上記の理由のため、管理計画を立てることができない</li></ul></li><li>✚ <b>山林荒廃からの復旧を図る治山施設について多面的に捉えたい</b><ul style="list-style-type: none"><li>・鹿沼南高等学校では令和4年度に県北西部にある上都賀地域の環境教育プログラム（栃木県教育委員会が主催）の一環で生徒が治山施設を見学。現地を見た生徒が治山に関心を寄せており、山地荒廃の復旧を図る治山施設を多面的に捉えて学習を深めたい。</li></ul></li></ul>



検討
<ul style="list-style-type: none"><li>✚ <b>外部講師の協力でスマート林業（ドローン操作体験）の授業を実施</b><ul style="list-style-type: none"><li>・日光地区木材流通研究会の協力を得て、実際に森林調査で使用しているドローンの操作体験及び業務で活用しているオルソ画像等の知識・利用方法を学習することで、重労働のイメージがある林業がスマート化されていることを実感してもらう実習を企画した。</li></ul></li><li>✚ <b>演習林の全体像をドローンで把握することで活用をすすめる</b><ul style="list-style-type: none"><li>・日光地区木材流通研究会の協力を得て、演習林全体をドローンにより上空から記録し、林内の樹種や林齢の把握を行う。その情報は、今後授業や演習林の管理計画に役立てていく。</li></ul></li><li>✚ <b>ドローン等で山地崩壊からの復旧状況を確認し、治山施設への理解をより深める</b><ul style="list-style-type: none"><li>・治山施設の見学に加え、治山工事の現場を上空からドローンで空撮することで、従来目視で確認していた治山現場を多面的に捉えることができる機会を設ける。</li></ul></li></ul>



上記検討より課題解決のために今回以下A～Cの授業を実施した

授業内容	
A	ドローン基礎編（ドローンの操作体験、林業におけるドローンの活用）（P6～）
B	ドローン実践編（ドローン空撮によるオルソ画像から演習林の植栽状況等を把握）（P10～）
C	ドローン応用編（ドローン空撮と赤色立体地図により治山施設を立体的に学習）（P14～）

## A ドローン基礎編（ドローンの操作体験、林業におけるドローンの活用）

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第4章 森林の測定と評価＞第2節 リモートセンシングの利用

＞第1 空中写真による森林調査

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 林業経営体が実際に業務で使用しているドローンを使って、生徒が組み立てから操作まで行うことで、スマート林業の機器を直接生徒に伝え、また現場でのスマート林業の進展を実感させる。
- ✚ ドローン撮影により取得したデータを利用して作成するオルソ画像等が、最先端の林業業務でどのように活用されているのか。林業のスマート化、また技術の変遷を実務者の視点から生徒に伝える。

準備するもの	詳細
ドローン測量機器一式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン（Phantom 4 Pro V2.0（DJI 社））</li> <li>・農薬散布用ドローン（AGRAS MG-1P（DJI 社））</li> <li>・ドローンコントローラー（iPad+タブレットホルダー） （いずれも林業経営体より借用）</li> </ul>
演習林のオルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン空撮によるオルソ画像（次のプログラムBにより演習林で実施したデータから外部講師が作成）</li> </ul>

### 実施前の状況

- ・生徒のうち3年生はドローン操作を体験しているが、2年生はドローン操作の経験が無い。
- ・生徒はドローンに関する法令等を含め、ドローン操作に伴う知識が少ない。
- ・生徒はドローン撮影のデータから得られるオルソ画像等の知識について学んでいない状況。

指導実施者	対象授業・生徒
教諭 2名 日光地区木材流通研究会 4名	課題研究 2年生 環境緑地科林業専攻 12名 3年生 環境緑地科林業専攻 9名
実施場所	実施日・所要時間
鹿沼南高等学校（教室、グラウンド）	令和5年11月14日 午前：約2時間（3年生） 午前～午後：約2時間（2年生）

### 手順

1	ドローンの概要説明（座学）※詳細は【資料2】 日光地区木材流通研究会より、以下の内容説明がなされた。 ① 航空法におけるドローンの定義、概要（歴史、仕組み）。
---	---

- ② 林業でのドローン活用方法（現場の確認・調査、測量（オルソ作成）、資材運搬・薬剤散布）
- ③ 飛行に関する主な法律、航空法による規則
- ④ 機体の名称、コントローラーの操作、モニター説明
- ⑤ 自動飛行の概要
- ⑥ 操縦の流れ（手動操縦、自動飛行）
- ⑦ 農業用ドローンの概要、林業分野での使用方法について

**（困難だった点・取組のコツ）**

ドローンの法規則等、若干難しい内容が含まれるため、生徒に興味を持ってもらえるよう分かりやすい資料作成、説明を心がけた。【詳細は資料2】



【写真】  
ドローンの概要等説明を聞いている様子

**ドローン操作（実習）**

1の講義でドローンの基礎知識を確認したうえで、学校内のグラウンドで日光地区木材流通研究会の指導の元、各生徒が実際にドローンの操縦を行った。

ドローンを身近に感じてもらえるよう実際に生徒自ら操作する演習内容とした。

- ・2年生はドローン操作体験がないことから初歩の操作体験として、ドローンコントローラーのスティック操作の説明を受けた上で、ドローンの離着陸、目視内での上空飛行の操作を体験した。
- ・3年生はすでにドローン操作を体験済みのため初歩の操作体験だけでは平坦な実習となってしまうことから、高度な技術修得を目的にドローン国家資格試験に則った操作実習を実施した。

2年生・3年生のドローン操作の内容は以下のとおり

実施内容	2年生	3年生
ドローンの組み立て	—	○
操作（目視内で上空飛行）	○	—
操作（ドローン国家資格試験で行う基準に則う）	—	○

2

### 実施の手順

- ① 講師よりドローンの部品、組み立て方法を説明。
- ② 生徒によりドローンの組み立てを行った（日程都合で3年生のみ実施）。
- ③ 講師によるドローン飛行に際しての注意点の説明及びデモ飛行後、生徒一人ずつドローン操作を行った。2年生は目視内で上空飛行を行い、3年生はより高度な技術習得のため、ドローン国家資格試験で実際に行っている基準に則って、4箇所・四角形にポールを設置し、順番にポール箇所を通過する操作を行った。
- ④ 講師により実際に業務で使用している農業用ドローン（\*）の用途の説明及び操作方法を確認、ドローン飛行を見学した（日程都合で2年生のみ実施）。

\*農業用ドローン（Agras MG-1（DJI社））は、液体の農薬、肥料および除草剤の様々な散布を高精度に適正な割合で行うために設計されたオクトコプター（8枚羽根）。折りたたみ式で10kgの液体を搭載することが可能。指導に当たった林業経営体では、農業用に開発されたドローンを下刈りの省力化を目的とした造林地への薬剤の散布に活用している。



【写真】ドローンの操作方法指導を受けながら、ポールの位置を目指して操作する様子



【写真】農業用ドローンの用途、操作方法を聞いている様子

### ドローン撮影で得たデータ活用の説明（座学）

2の実習終了後教室へ戻り、日光地区木材流通研究会より以下の内容説明がなされた。1「ドローンの概要説明（座学）」と3「データ活用の説明（座学）」の間に2の実習を挟むことで、座学が続くことにより生徒の集中が切れないように外部講師が授業の進め方を工夫した。

データ活用の説明は次のとおり。

- ① ドローンで得られるデータの活用事例

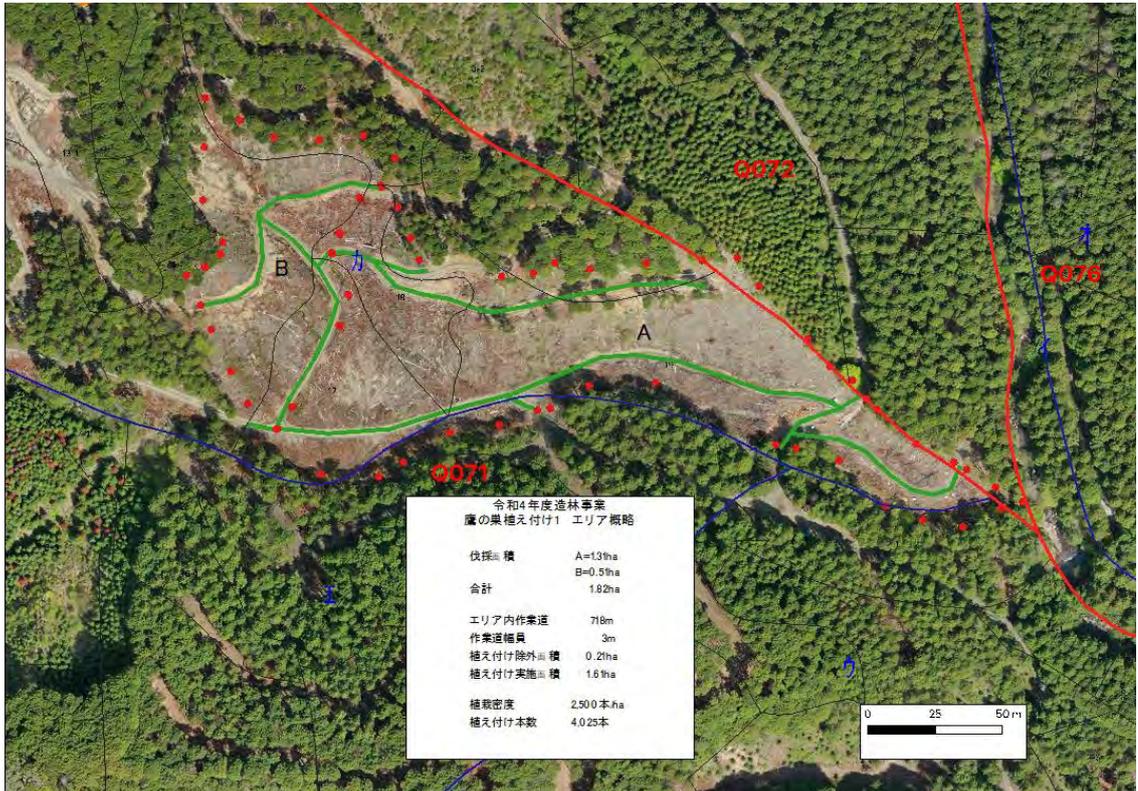
- ② 次の教育プログラムのBの演習林実習にて取得したデータを元に講師が作成したオルソ画像によって上空から見た演習林様子を生徒に示し、さらに生成されたオルソ画像は、GIS等で管理することで測量のみでなく樹冠解析や作業道設計、林班界の確認などにも有効に活用することができることを事例を示しながら説明



【写真】演習林のオルソ画像の説明を聞いている様子

- ③ 従来手法（デジタルコンパスによる測量）とドローンによる測量での作業所用時間、人工、費用面の対比、ドローンの活用による効果、今後の展開を説明
- ④ 農業用ドローンを活用した薬剤散布による下刈り作業の省力化、メリットの説明

以上の講義後、生徒から外部講師へ、林業に対してのやりがいや今までの経験談、雇用・給与面等、将来を見据えた普段聞くことができない疑問を率直に投げかけ、講師から回答をする座談会の時間を設けた。



**【写真】**  
外部講師が業務で活用している造林地のオルソ画像。ドローンによる周囲測量は従来のデジタルコンパスによる方法より、所要人数も所要時間も大幅に削減できることなどが講師から説明された

今後の予定 今後も県や林業経営体の協力を得ながら、ドローン等を使ったスマート林業の授業を行い、新しい林業の流れを生徒に実感させる。

**Aの実施に要した費用**

費目	内容
講師料	技術支援（日光地区木材流通研究会）
資機材費	ドローン使用料

## B ドローン実践編（ドローン空撮によるオルソ画像から演習林の植栽状況等を把握）

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第4章 森林の測定と評価＞第2節 リモートセンシング＞第1 空中写真による森林調査  
 第7章「森林経営」の実践＞第3節 情報技術活用の実際  
 ＞第3 リモートセンシングを利用した森林管理

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 演習林の全体像を把握するため、ドローンを使用して上空から撮影を行い、取得したデータから演習林のオルソ画像を作成する。
- ✚ 日頃より業務でドローンを使用して森林の現状把握を実施している地元の日光地区木材流通研究会のメンバーが講師となることで、現場で実習する内容に対して生徒が疑問に思ったことや関心を持ったことに対して直接現場の声として回答する。

準備するもの	使用機器の詳細
ドローン測量機器一式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン（Phantom 4 Pro V2.0（DJI社））</li> <li>・ドローンコントローラー（iPad+タブレットホルダー） （林業経営体より借用）</li> </ul>

### 実施前の状況

演習林の全体像を把握できていない状況

指導実施者	対象授業・生徒
教諭 2名 日光地区木材流通研究会 2名 栃木県県西環境森林事務所 2名	課題研究 2年生 環境緑地科林業専攻 12名 3年生 環境緑地科林業専攻 9名
実施場所	実施日・所要時間
鹿沼南高等学校板荷演習林 （学校から車で1時間程度）	令和5年10月26日 約3時間

## 手順

1

### 踏査とドローンによる演習林の把握（事前準備）

演習林の樹木構成等の状況確認を行うために、踏査とドローンによる調査を行った。調査の前に、演習林の管理をお願いしている地元の方に演習林の地図を作成いただいた。



【写真】地図を元に演習林を踏査する

2

### 踏査の実施

1で作成いただいた地図を元に、地形や樹木構成等を確認しながら踏査を実施した。

#### →踏査の結果（獣害の発生と倒木の可能性）

踏査したところ、演習林内には獣による被害を受けた木も多く、またいつ倒れてもおかしくない木もある状況だった。



【写真】獣害に遭ったスギ

3

### ドローンによる演習林の撮影

次に、外部講師の林業経営体が、上空が開けている林道からドローンを上げて、（ここから飛ばす理由を追記してください）演習林の上空から撮影を行った。

#### →撮影の結果（雪害の発生）

ドローン撮影によって、演習林の一部で雪害が発生していたことが明らかになった。

雪害が発生している箇所は何本も折り重なっていて、樹間に日の光が入りづらくなっている。以上のことから樹木を安全に伐倒し、運搬できるように作業道を作成することとなった。

後日、外部講師には演習林のオルソ画像を作成いただいた（4に掲載）。



【写真】演習林の林道からドローンを上空に上げる様子

#### (困難だった点・取組のコツ)

外部講師によると、新しい林業作業の現場に入る前には、ドローンを飛ばして林地の様子を上空から調査するとのこと。

例えば、事前に雪害に遭い倒れかけている危険木の情報を得ることができれば、作業者が林内で作業を進める際に危険木に近づかないように指示することができる。

安全な位置からドローン操作によって、これから作業を行う森林の情報を得ることでリスクを確認・回避することができる。安全面からもドローンによる事前調査は重要な意味がある。

#### ドローンによるオルソ画像・立体図の作成

外部講師に作成・提供いただいた演習林の画像は以下のとおり。オルソ画像（上図）と立体図（下図）。

オルソ画像は、地理情報システム（GIS）などにおいて、正しい位置と大きさに表示されるので、背景データとして他の地理空間情報との重ね合わせが可能。

上図はオルソ画像を地形図に重ねている。



【上図】 演習林の地形図に重ねたオルソ画像。下図の演習林の立体図に対応させるために、地図の北が下になるように画像を180度回転させている。

下図の立体図は、座標値を持った複数の空撮写真を SfM 処理（\*）して、3D点群データ（3D化）したもの。点群データとは細かい無数の“点”“の集まりのこと。

\*Structure From Motion の略。「多視点画像からの三次元復元」と訳されている。



【下図】演習林の立体図。複数の空撮写真を SfM 処理して作成

今後の 予定	今回取得した演習林のオルソ画像を利用して、演習林の植栽状況の把握を行いながら、今後、授業「課題研究」において演習林の森林管理計画を立てる予定。
-----------	---

#### Bの実施に要した費目

費目	内容
講師料	技術支援（日光地区木材流通研究会）

#### 実習時の安全確保について

日本スポーツ振興センター保険

## C ドローン応用編（ドローン空撮と赤色立体地図により治山施設を立体的に学習）

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第7章「森林経営」の実践＞第3節 情報技術活用の実際＞第3 リモートセンシングを利用した森林管理

第6章 山地と農山村の保全＞第1節 治山の重要性、第2節 治山事業

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 台風被害で山腹崩壊し、現在復旧工事を行っている治山施設を見学。土砂流出対策等がどのように行われているかを学習する。
- ✚ 治山工事の現場をドローンで空撮し、従来目視で確認していた現場を多面的に捉える。
- ✚ 新しい地形の立体表現手法である赤色立体図を通して治山施設を確認する。

準備するもの	使用機器の詳細
ドローン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン (Phantom 4 Pro V2.0 (DJI 社))</li> <li>・ドローンコントローラー (iPad+タブレットホルダー) (林業経営体より借用)</li> </ul>
P C	治山施設現地においてドローンで撮影した映像を P C で受信し、リアルタイムで画像を確認する (林業経営体より借用)
演習林のオルソ画像	治山施設「長安寺」でドローン空撮したデータによるオルソ画像 (林業経営体により提供)
図面類	治山施設「長安寺」「宮沢」の地形図、航空写真、赤色立体地図 (栃木県西環境森林事務所が提供)

### 実施前の状況

本プログラムの実施対象が1年生であり、林業についての学習が実施されていないため、参考資料として事前に外部講師となる栃木県西環境森林事務所から治山事業に関する資料が学校に提供された。

指導実施者	対象授業・生徒
教諭 2名 日光地区木材流通研究会 2名 栃木県西環境森林事務所 4名	森林科学 環境緑地科1年37名
実施場所	実施日・所要時間
<ul style="list-style-type: none"> <li>・治山施設①：栃木県鹿沼市引田「長安寺」 (学校から車で40分程度)</li> <li>・治山施設②：栃木県鹿沼市下粕尾「宮沢」 (①施設から車で30分程度)</li> <li>・栃木県西環境森林事務所3階大会議室 (②施設から車で30分程度)</li> </ul>	令和5年12月18日 終日 (約7時間)

**治山施設見学会前の事前授業**

近年、台風に伴う豪雨等の自然災害が多発し、各地で山地災害が発生している。森林及び山地の安定が人間生活にとって必要不可欠であることから、災害と山地保全との関連、治山の重要性が重視されるようになってきた。

鹿沼市では令和元年10月、台風19号により溪流荒廃及び山腹崩壊が発生し多量の土砂が人家等に押し寄せた。現在、溪流の安定、山腹の拡大崩壊を防止するために、溪流には谷止工、山腹には土留工、緑化工の整備が進められている。身近な場所で発生した災害の現場で、山腹崩壊からの復旧を進めている治山施設の見学を行った。

0

治山施設は、復旧整備としての施工方法が異なる以下2つの現場を見学した。

見学1「長安寺」(法枠工、土留工、山腹緑化工の施工)

見学2「宮沢」(谷止工の施工)

治山施設見学前に、栃木県西環境森林事務所が作成した資料で治山に関する基本情報を学んだ。

**(困難だった点・取組のコツ)**

治山施設見学にスマート林業をどのように絡めて授業を行うかがポイントとなったが、まずは治山事業とは何かを理解してもらい、その上で、日光地区木材流通研究会協力の元、治山施設を生徒に多面的に捉えてもらうために上空からドローンによって撮影し、上空からの様子も生徒に見てもらおうこととした。

1

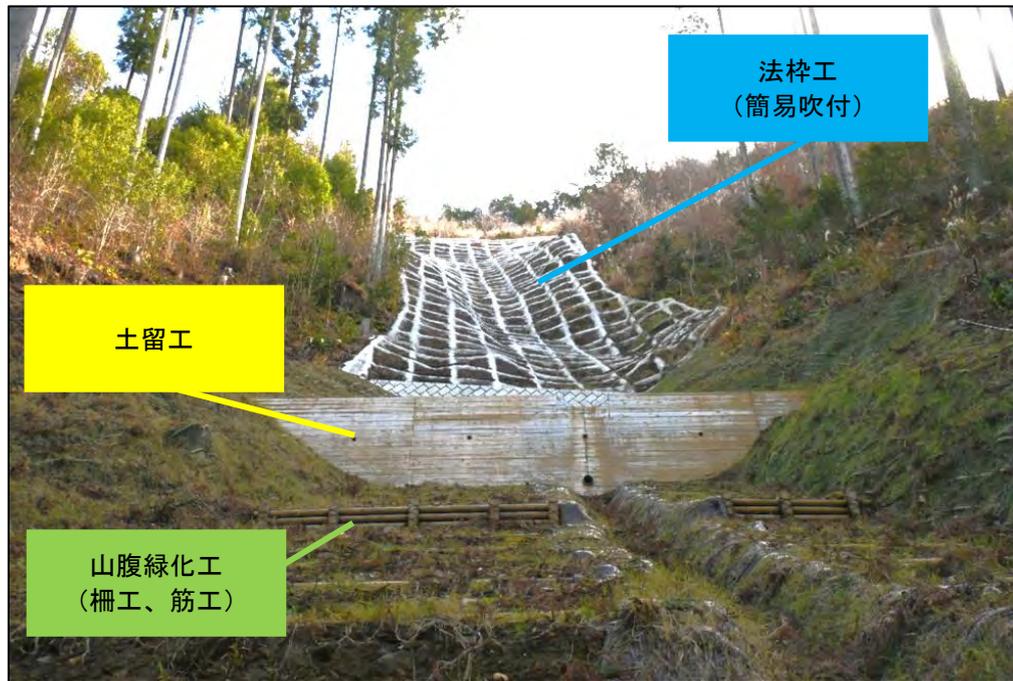
**治山施設1「長安寺」※詳細は【資料3】**

①当日午前中に治山施設1「長安寺」で栃木県西環境森林事務所より、治山施設「長安寺」に関して治山事業の目的等も含め以下の説明がなされた。

- ・令和元年10月に起きた台風19号により溪流荒廃及び山腹崩壊が発生
- ・多量の土砂が人家等に押し寄せ、山腹崩壊地は現在も裸地化したまま
- ・このままでは溪流内の堆積不安定土砂の流出、山腹崩壊の拡大の懸念があることから、今後、治山工事を進めていくこと
- ・また、林業は木を植える・伐採するだけではなく、森林を整備することは、土砂崩れ防止や溪流の安定を図る等の要素もあること



【写真】復旧工事が行われた現場で治山事業について説明を聞いている様子



【写真】長安寺の治山施設。山腹の上部には法枠工、下部には土留工が3基設置され（写真では見えない）、土留工の間には山腹緑化工が施工されている

②上記の説明後、日光地区木材流通研究会が「長安寺」上空をドローン空撮し、下記3で説明するオルソ画像作成のためのデータを取得した。

また、上空のドローンから地上のノートパソコンに画像を送信し、地上からは目視できない被害状況等を、生徒がPCのモニター画面で確認した。



【写真】ドローンで空撮している治山現場の状況をノートPCのモニターで確認している様子



【写真】PCのモニターに送信されたドローンが撮影した治山施設のライブ映像

## 治山施設 2 「宮沢」 ※詳細は【資料 3】

治山施設 1 「長安寺」見学後、バスで治山施設 2 「宮沢」へ移動。

①到着後、栃木県県西環境森林事務所より、治山施設 2 「宮沢」に関して以下の説明がなされた。

- ・令和元年 10 月に起きた台風 19 号により溪流荒廃が発生
- ・多量の土砂が人家等に押し寄せ、溪流内には現在も不安定土砂が堆積
- ・このままでは溪床内の堆積不安定土砂が流出する懸念があることから、溪流に谷止工を整備し溪流を安定させる等

### 台風による災害の被害の様子



【写真】被災の様子。台風がもたらした豪雨で溪流荒廃が発生。谷の土石を押し流した



【写真】多量の土砂が人家等に押し寄せた様子

2

### 治山工事後の様子



【写真】治山施設（谷止工）を全体的に見学、説明を聞いている様子

### （困難だった点・取組のコツ）

「宮沢」で生徒が見学している間、日光地区木材流通研究会が治山施設 1 「長安寺」でドローン空撮したデータからオルソ画像等の作成を実施した。

ドローン空撮によるオルソ画像や航空レーザ測量による赤色立体地図（※）の紹介

【資料4】

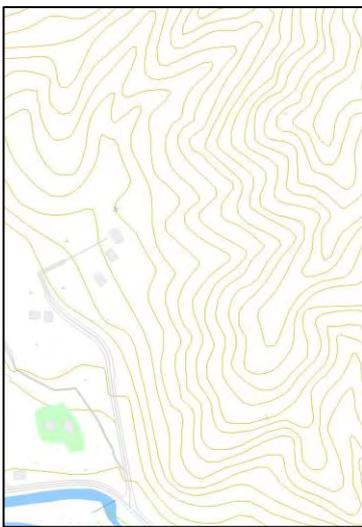
治山施設2「宮沢」見学後、バスで栃木県県西環境森林事務所へ移動。

①今回見学した治山施設見学の取りまとめとして、栃木県県西環境森林事務所より、以下の説明がなされた。

- ・治山施設現場「長安寺」「宮沢」の地形図、航空写真、赤色立体地図を紹介、各地図の特徴を説明。林業の現場でも新しい技術を使った地図が使われていることを紹介した。

（各地図と特徴の説明について）すべて同じ場所（長安寺）の地図を使用し比較

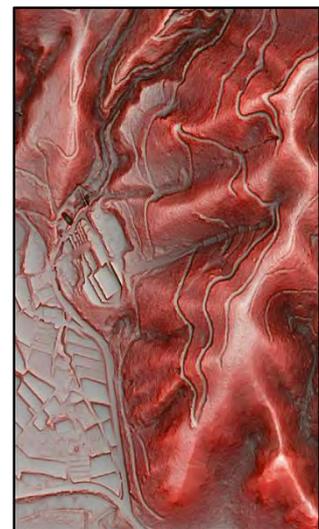
地形図



航空写真



赤色立体地図



3

地形図では災害場所を判別することができない

航空写真では、災害状況は分かるものの、樹木の下で地形の様子、光の具合で影ができ見えにくい箇所がでてくる場合がある。

赤色立体地図（※）では、傾斜が厳しいところは濃い赤、緩いところは薄い赤に表示される。また微少な地形の変化も表示されているため、現場に入る前に崩れが発生している箇所などを把握することができる。

\*…赤色立体地図は、数値標高データ（DEM）から、傾斜量を赤色の彩度で、尾根や谷を明度にして調製した全く新しい地形の立体表現手法。赤色立体地図は、従来の地形表現手法の欠点（拡大縮小に対する脆弱性、方向依存性、実体視や赤青フィルタが必要など）を克服し、一枚の画像で様々な地形が詳細に立体的に表現される。赤色立体地図の製作には、アジア航測株式会社が保有する特許技術（日本、米国、中国、台湾で登録済み）を使用している（参考：赤色立体地図（RRIM）Web サイト）。

### オルソ画像の説明

3の説明後、治山施設1「長安寺」でドローン空撮した画像及びオルソ画像について、日光地区木材流通研究会が紹介した。



【写真】ドローン空撮した画像の説明を聞く様子

4



【写真】長安寺の空撮写真

治山施設上空をドローンで空撮した画像を紹介、治山施設の見学では斜面を下から見上げた状態だったため、斜面上の状況が分からなかったが、ドローンで撮影した画像では細部まで確認することができ、見えづらい場所等の現地確認に適していることを実感することができた。



【写真】長安寺のオルソ画像

治山施設1「長安寺」でドローン空撮したデータによって作成したオルソ画像を紹介。空撮した画像によって、山腹崩壊からの復旧状況がよく分かり、ドローン空撮が調査に適していることを実感することができた。



【写真】長安寺の空撮画像から生成された立体図

**(困難だった点・取組のコツ)**

- ・赤色立体地図やオルソ画像解析については、授業で資料を見せることで理論的なことは教えられるが、実際に現場ではどう活用されているのかを生徒は肌で感じることができない。
- ・今回、山腹崩壊から復旧が進められている現場に行き、ドローン撮影やオルソ画像、赤色立体地図により山地荒廃や工事の状況を知ることができ、非常に勉強になったことがアンケート結果で示されており、教育効果が高かったと実感している。

5

**【生徒の感想】**

環境学習を通じて特に印象に残ったのは、鹿沼市・長安寺での治山事業だった。令和元年の台風で土砂が崩れてしまい、山の一部分がなくなっているのを目にした。その崩れた山をできるだけ目立たないように修復している技術が素晴らしいと実感した。今後も環境問題の対応や対策をしっかりと学習していきたいと思う。

今後の予定

山地荒廃がどのように復旧していくか、また復旧後、山が安全に保たれるのか等は長期的に解明されていく様子を半年に一回、現場をドローン撮影し、復旧の様子を確認していきたい。また、復旧の方法や過程を栃木県西環境森林事務所に説明していただきながら、山地のあるべき姿を考えるような授業を実施していきたい。そして、現地調査を行い、今後の森林計画の進め方についても検討会を実施していきたい。

**Cの実施に要した費用**

費目	内容
講師料	技術支援（日光地区木材流通研究会）

**実習時の安全確保について**

日本スポーツ振興センター保険

## ■授業の成果・効果

A～Cの授業の実施により、各課題に対しては以下のような成果、効果が得られた。

課題
<p>✚ <b>スマート林業の授業に取り組むことができない</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・スマート林業に係る機器がなく、学校だけではスマート林業の授業ができない。</li></ul> <p>✚ <b>演習林の活用が進んでいない</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・演習林の整備等ができていない</li><li>・林内の樹種や林齢など林分状況が不明</li><li>・上記の理由のため、森林計画を立てることができない</li></ul> <p>✚ <b>山林荒廃からの復旧を図る治山施設について多面的に捉えたい</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・鹿沼南高等学校では令和4年度に県北西部にある上都賀地域の環境教育プログラムの一環で生徒が治山施設を見学。現地を見た生徒が治山に関心を寄せており、山地荒廃の復旧を図る治山施設を多面的に捉えて学習を深めたい。</li></ul>
成果・効果
<p>✚ <b>ドローンを利用したスマート林業（ドローン操作体験）の授業を実施</b></p> <p>スマート林業を業務に取り入れている林業経営体や県の協力により、ドローンの基礎や活用されているオルソ画像の知識、利用法を学習することができ、林業の現場で進められているスマート林業の一端に触れることができた。</p>
<p>✚ <b>演習林のオルソ画像等を取得し、演習林の活用を計画</b></p> <p>演習林でドローン撮影を行うために演習林を踏査するなど、活用に向けてスタートがきれた。また演習林のオルソ画像解析や赤色立体地図を提供いただいたことにより、今後は画像や地図を活用して、2年生の課題研究の授業等で演習林の実習を計画・実施していく。</p>
<p>✚ <b>スマート林業で山林荒廃からの復旧状況を確認</b></p> <p>台風被害で山腹崩壊し、現在復旧工事を行っている治山施設を見学。土砂流出対策等がどのように行われているかを学習するとともに、外部講師による治山工事現場上空からのドローン撮影や、県からの赤色立体地図等の資料提供により、治山の現場を多面的に捉えることができた。</p>

## ■第2回検討委員会の実施

教育プログラム終了後は、以下のとおり第2回検討委員会（意見交換会）を実施した。

- ✓ 日時：令和6年2月6日（火）10：00～10：50
- ✓ 開催方式：Web会議
- ✓ 出席者：

氏名	所属
藤田 将輝	栃木県立鹿沼南高等学校 環境緑地科 農場長
齋藤 州生	有限会社高見林業 専務
浅井 純子	栃木県県西環境森林事務所 林業経営課
寺本 粧子	森林整備部 研究指導課 普及教育班 課長補佐
乗富 真理	森林整備部 研究指導課 普及教育班 後継者養成係長
本永 剛士	事務局（一般社団法人 全国林業改良普及協会）
宇田 恭子	事務局（一般社団法人 全国林業改良普及協会）

- ✓ 意見交換の内容

意見等
<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 栃木県立鹿沼南高等学校 (感想)<ul style="list-style-type: none"><li>・令和4年度に県西環境環境森林事務所の協力で山地荒廃の復旧を図る治山ダムを見学した。参加した環境緑地科の生徒から多角的に捉えられないかという意見が出て、いろいろ調べた中でドローン測量やオルソ画像を解析しながら原因を解明したら面白いのではという案が生徒たちから上がってきたことが本プログラムに「治山」を入れたいきさつ。</li></ul></li><li>◆ 日光地区木材流通研究会 (感想)<ul style="list-style-type: none"><li>・林業分野におけるドローンの活用方法等を話したが、林業専攻の生徒に向けて最新の林業を伝えたいと取り組み、生徒の興味を引き出せるように努めた。</li></ul></li><li>◆ 栃木県県西環境森林事務所 (感想)<ul style="list-style-type: none"><li>・県としてスマート林業を推進しているが、事業者等のスマート林業の取組も成長しており生徒に還元できていると感じている。</li></ul></li></ul>

## ⑤ 教育プログラムの実施を経て(全体の事後評価等)

<b>授業全体のまとめ</b>
本プログラムで山地荒廃現場に行き、ドローン撮影により山地荒廃や工事の状況を知ることができ、教育効果が高かったと実感している。
<b>取組が進んだ要因</b>
県は日光地区林業流通研究会と繋がりがある中でスマート林業教育のプログラムの打合せ等が始まり、関係者と会議を重ねながらプログラムを検討、プログラム案の段階で治山とドローン飛行が予定に入っていたが、治山についてのプログラムをスマート林業で取組むにはどうすれば良いか、県の事業系の課に相談しながら検討・実施した。
<b>困難だった点・留意した点</b>
治山施設見学は当初 11 月に実施する予定だったが、治山施設見学対象の 1 年生がインフルエンザによる学級閉鎖になったことから、日程等を再調整して実施した。県が様々な関係者と繋がっていることから調整役を担った。
<b>次回への改善案</b>
次年度から理論的などころの指導面を改善し、生徒にドローンの活用方法や法的なこと等を指導できるようにしたい。 山地荒廃がどのように復旧していくか、また復旧後、山が安全に保たれるのか等の結果は長期的に解明されていくが、どのように山が復旧・改善していくかを生徒たちに何か見せられたら良い。
<b>今後のスマート林業教育の取組について</b>
学校ではドローンを 2 台所有している。1 台は農薬散布用でもう 1 台は画像解析できる機能がある。次年度からは活用したい考えだが、何の画像解析ソフトを購入したら良いか等の知識は高見林業や県に相談して本校生徒の実態に合ったスマート林業教育に取り組みたい。
<b>関係者へのインタビュー</b>
<b>①栃木県立鹿沼南高等学校教諭</b> 今年の 3 年生 2 名（男女各 1 名）が卒業後、栃木県林業大学校（令和 6 年 4 月開講）に進学する。今後も林業大学校や林業関係の 4 年制大学に進学するような生徒を、本事業等のような活動を通して育成していきたい。
<b>②栃木県立鹿沼南高等学校生徒</b> 鹿沼市の治山事業を見学させていただいた。山腹工や土留工を始めて見学したので、山林の復旧工事を肌で感じる事ができた。また、ドローンによる航空撮影で画像解析し、土砂崩れが起きた場所を改めて確認することができた。赤色立体地図やオルソ画像解析した地図を組み合わせると、土砂崩れが発生しやすい場所等を特定できると思った。今回、学習した技術を応用して森林の持つ多面的機能の有効活用や土砂崩れ・地すべりの対策等を考案していけたらよいと思う。

### ③日光地区木材流通研究会

治山施設をドローン空撮し復旧の様子や崩壊の跡を観察したが、今後はオルソ化して3Dモデリングするだけでなく、解析後の調査やオルソ画像化した後の活用方法まで発展させていく等、できる限り新しい情報を生徒に提供していきたい。

### ④栃木県県西環境森林事務所

県が推し進めるスマート林業は実務にあたっている事業者が成長していることによって成り立っており、今後も関係者が協力して同じ方向を向いて進んでいくことが大事と考える。

## スマート林業教育推進事業の実施について

栃木県立鹿沼南高等学校 環境緑地科  
農場長 教諭 藤田将輝

### 1 本校における林業教育の概要

本校は、旧鹿沼農業高校より林業教育を行ってきており、植林から下刈りなどの森林管理作業、伐採や搬出、製材から木材加工やキノコ生産までを幅広く実施してきた県内唯一の高校である。ただし、近年では、林業教育に関わる施設・設備も更新されることはなく、老朽化も激しい。また、林業を専門とする教員も少なくなるとともに、林業に関わる科目も減少してきた。現在は、環境緑地科の科目「森林科学」・「林産物利用」・「森林経営」などにおいて林業教育を実施している。森林科学では、森林を取り巻く様々な環境条件や森林管理作業、樹木の調査などに関する学習を行っている。林産物利用では、本校で生産した木材を製材し、木工品へと加工する方法やキノコの生産に関する学習を行っている。本学科の卒業生の進路は、林業系4年制大学や栃木県林業大学校への進学、森林組合、土木・建設・測量関係会社や木材加工会社などに就職する生徒も一定数、存在する。

### 2 「スマート林業教育推進事業 応募」の背景

本校では、これまで長らく、森林管理作業を中心とした林業教育しか実施してこなかった。そのため、演習林は計画的に管理されておらず、“雑木林”に近い状況で運用されていた。近年では、ドローンを用いた森林測量技術を習得するために、栃木県林業センター協力により実習を実施している。ドローンやGPSを農林業分野において活用する方法を模索していた。そこで、スマート林業教育推進事業に応募することで、様々な専門家から先進的な事例を学び、本校の林業教育に導入することで、本校生徒のスマート林業の知識・技術を向上させるとともに、次世代の林業従事者を育成することができればと考え、応募した。

### 3 スマート林業教育プログラム協力団体・企業

- 栃木県環境森林部
- 栃木県林業センター
- 日光市森林組合
- 栗野森林組合
- 栃木県教育委員会
- 高見林業

### 4 スマート林業教育プログラムの概要

- 演習林におけるドローン撮影、オルソ作成実技講習：栃木県環境森林部・高見林業に依頼
- 山林荒廃の現況把握とその復旧手法の考察（治山治水）：総合実習・探究の時間を利用
- スマート林業のための新技術見学・実技講習：栃木県林業センターに依頼

### 5 スマート林業教育プログラムの内容・計画（案）

- オルソ作成のための講義・学習会（11月～12月）：林業専攻生2・3年次生
- 山林荒廃の現況把握とその復旧手法・学習会（11月～12月）：林業専攻生2・3年次生
- スマート林業のための新技術見学（1月）：林業専攻生2年次生

### 6 スマート林業教育プログラムの経費等

- オルソ作成のための経費
- 講師謝礼
- 現場移動用交通費



鹿沼南高校 × 木流研  
林業における  
UAVの活用について

令和5年11月14日  
日光地区木材流通研究会

## 日光地区木材流通研究会（木流研）とは

栃木県北西部に位置する日光市と鹿沼市の林業家4名、原木市場1名、製材業者2名、設計業者1名の計8名で活動しております。

川上から川下に至る異業種が連携して、国産材、地元の木材の需要拡大を目指し、今後の木材のあり方、流通、地球環境など、林業・木材産業に関する様々な問題を調査研究しているグループです。



## 自己紹介

さいとう くに お

# 齋藤 州生

- 平成10年7月栃木県粟野町(現鹿沼市)に生まれる
- 平成29年3月私立作新学院高等学校卒業
- 令和2年6月(有)高見林業入社
- 令和3年3月東京農業大学森林総合科学科卒業
- 令和3年4月(有)高見林業取締役就任 現在に至る

### 主な仕事

経営事務全般 無人航空機による航空測量 保育作業



## 本日の内容

- ・ドローンについての概要（歴史・仕組み・性能）
- ・操縦の方法と自動飛行アプリの解説
- ・操縦体験（マニュアル飛行・自動飛行）
- ・休憩・移動
- ・林業分野での利用と運用ルーティーン
- ・ICT林業への展開について
- ・質疑応答

## ドローン (UAV) の概要

### ①ドローンとは？

航空法における定義は・・・

航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船  
その他政令で定める機器であって構造上人が乗ることができないもの  
のうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの。

とされている。

### 豆知識

ドローンの語源：『雄バチ』の羽音

雄バチは英語で「Drone」

→ドローンの飛行音が雄バチを連想するから（諸説あり）

## ドローン (UAV) の概要

### ドローンの歴史

1950年ごろ：開発が開始される

開発された目的→ 第二次世界大戦における軍事利用（実用化に至らず）

1970年ごろ：技術の進歩により小型化や高性能化が実現  
軍事目的での活用が本格化

2000年ごろ：衛星通信の発達により自動操縦が可能になる

2021年現在：民間利用においても普及し、様々な分野で利用  
→農業・産業・公共機関・輸送・調査・研究・実験etc...

## 林業でのドローンの活用方法

現場の確認や調査



## 林業でのドローンの活用方法

測量（オルソ画像）



## 林業でのドローンの活用方法

資材運搬・薬剤散布

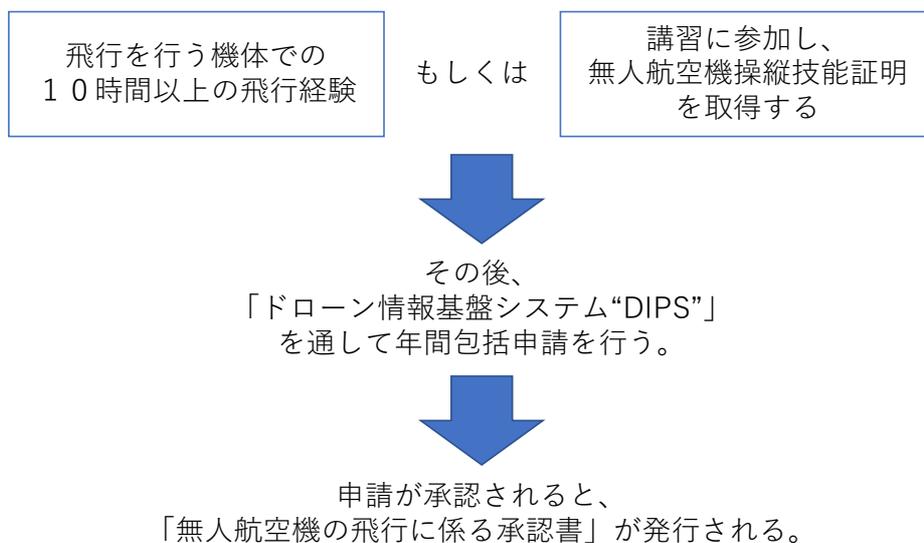




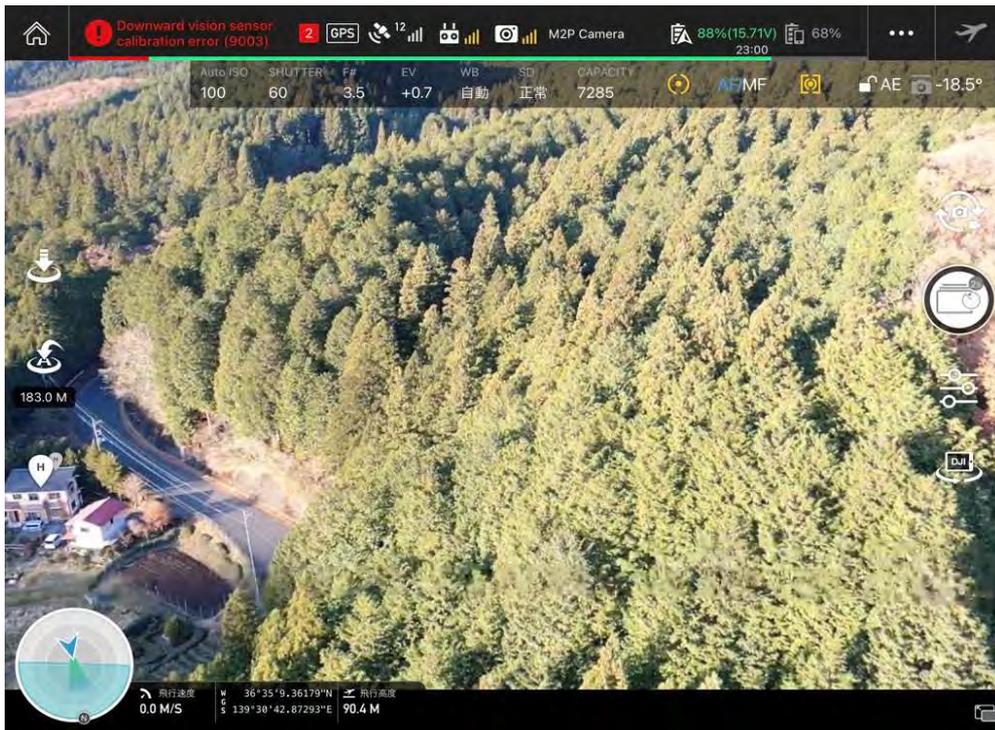
## 飛行に関する主な法律

航空法・同法施行規制  
(小型無人機等飛行禁止法)  
道路交通法  
民法  
個人情報保護法  
電波法  
外為法  
産廃法  
刑法  
海岸法・河川法  
条例

目視外飛行の承認を得るには、



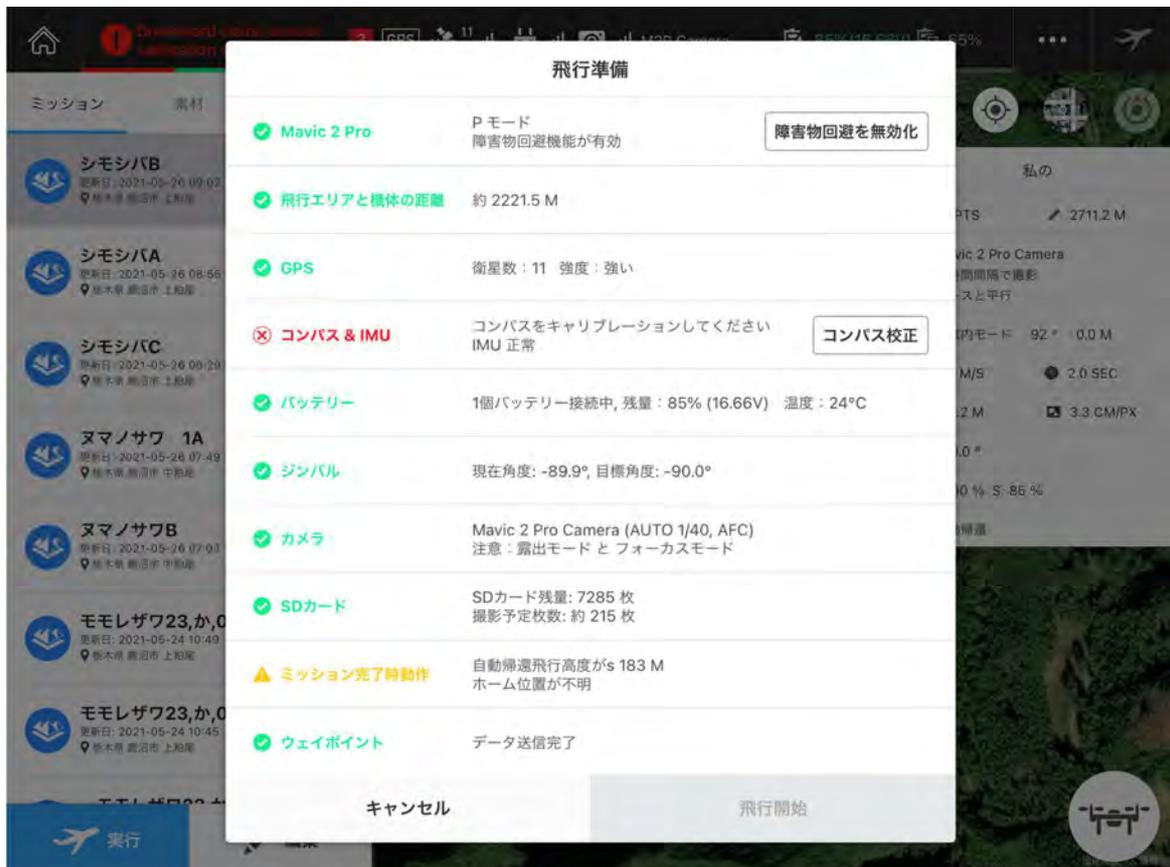
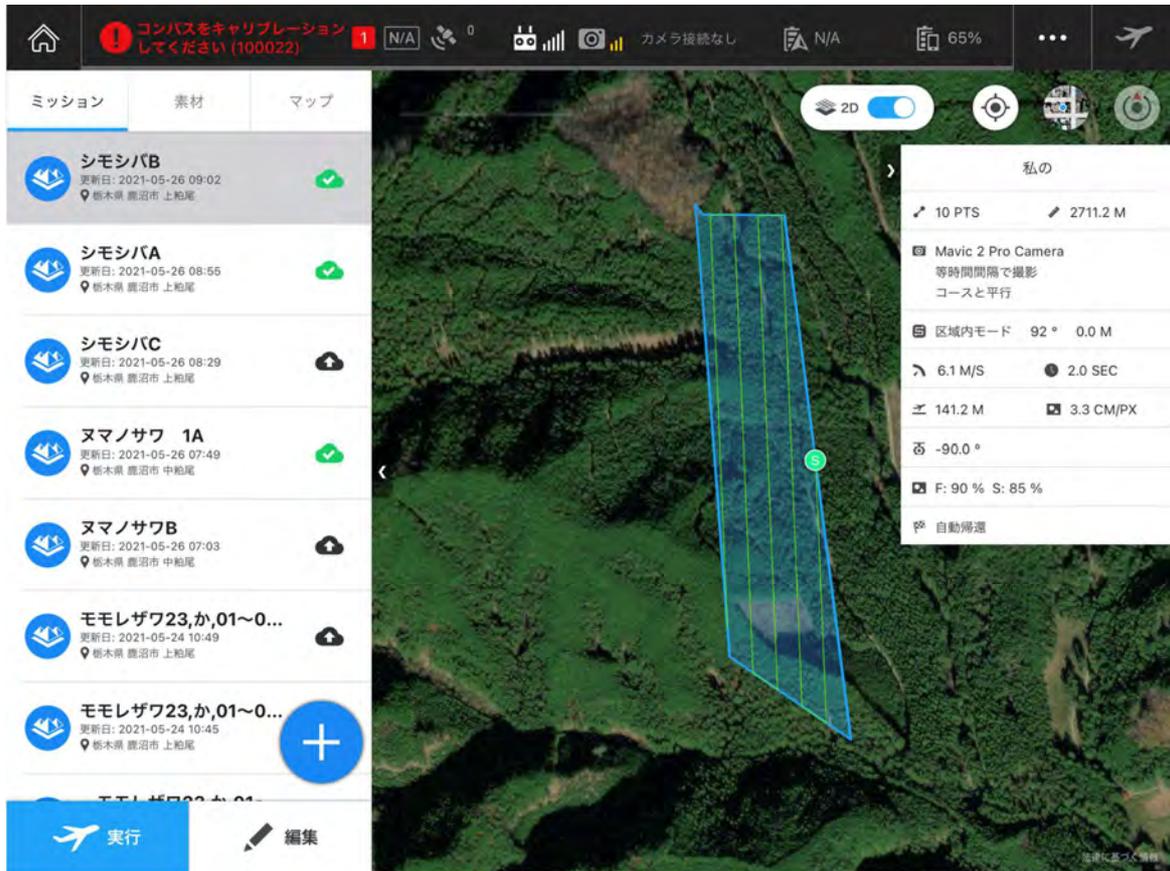
## モニターの説明



## 自動飛行の概要

現在、ドローンの自動操縦といえは  
GPS(Global Positioning System)を使った仕組みが主流

GPSでは、主に「ドローンの現在座標」と「目的地の座標」を測位し、  
飛行ルートの設定を行なう。



## 操縦体験の流れ

### ①手動操縦

- ・ 1人 3 分間の飛行時間
- ・ モーターを始動してスタート、着陸しモーターを停止して終了
- ・ 範囲内を自由に飛行してください。

### ②自動飛行

- ・ 1 グループで一回の飛行を行う
- ・ 全ての設定をチェックしてもらいます
- ・ 自動離陸でスタート、自動着陸で終了
- ・ 飛行中の操作は必要ありません

## 林業分野でどう使うのか？

MG1-Pは農薬等の散布に特化した機体です。

例えば・・・

忌避剤の散布

シカ・ウサギ・ネズミ等による  
植栽木への食害の予防

成長活性(抑制)  
剤の散布

スギ・ヒノキの成長の活性化  
(下層雑木の成長抑制)

農業用  
ドローン  
デモ  
フライト

---

- ・ 機体の解説

---

- ・ 散布の実演

---

- ・ 自動操縦散布の実演

# 移動

## 現場での運用ルーティーン① 点検～出発

### 点検

機体の損傷  
バッテリー  
携行品の確認  
アプリ情報  
天候  
(降雨と風速)

### 飛行計画の作成

- ・どこで、何を目的に、どんな手法で飛行するのか
- ・自動飛行の設定

### 移動

作業員打ち合わせの後、  
現場へ出発

## 現場での運用ルーティーン② 現場到着～撮影開始

### 現場到着

- ・離陸地点の選定
- ・天候の確認
- ・機体の展開
- ・コンパス校正の実施

### 離陸

- ・周囲の安全確認
- ・モーター始動
- ・浮上させて動作確認
- ・さらに浮上させてGPSを捕捉
- ・自動帰還位置を設定

### 撮影開始

- ・撮影位置まで移動
- ・モニターチェックして写真の明るさを調整
- ・安全を確認して撮影開始

## 現場での運用ルーティーン③ 撮影

### 俯瞰撮影

- ・カメラを水平に向け撮影範囲を俯瞰して撮影する。
- ・全体の地形の把握と障害物の確認が目的
- ・対地高度150m以上にならないよう注意する。

### 垂直撮影

- ・カメラを真下に向けての撮影
- ・対地高度70mを維持
- ・オーバーラップ率を6割以上に
- ・撮影する範囲全てを収める

### 斜め撮影

- ・カメラの角度を変えながら樹冠の下など垂直撮影で写らない部分を撮影する。
- ⇒点群と3Dモデルの精度が向上する。

## 現場での運用ルーティーン④ 着陸～撤収

### 帰還・着陸

- ・着陸地点まで移動し、安全を確認しながら降下させる
- ・目視で視認して更に降下させる
- ・着陸地点に障害物がないことを確認して着陸させる

### 撤収

- ・機体に損傷がないかを確認して元通りに収納する

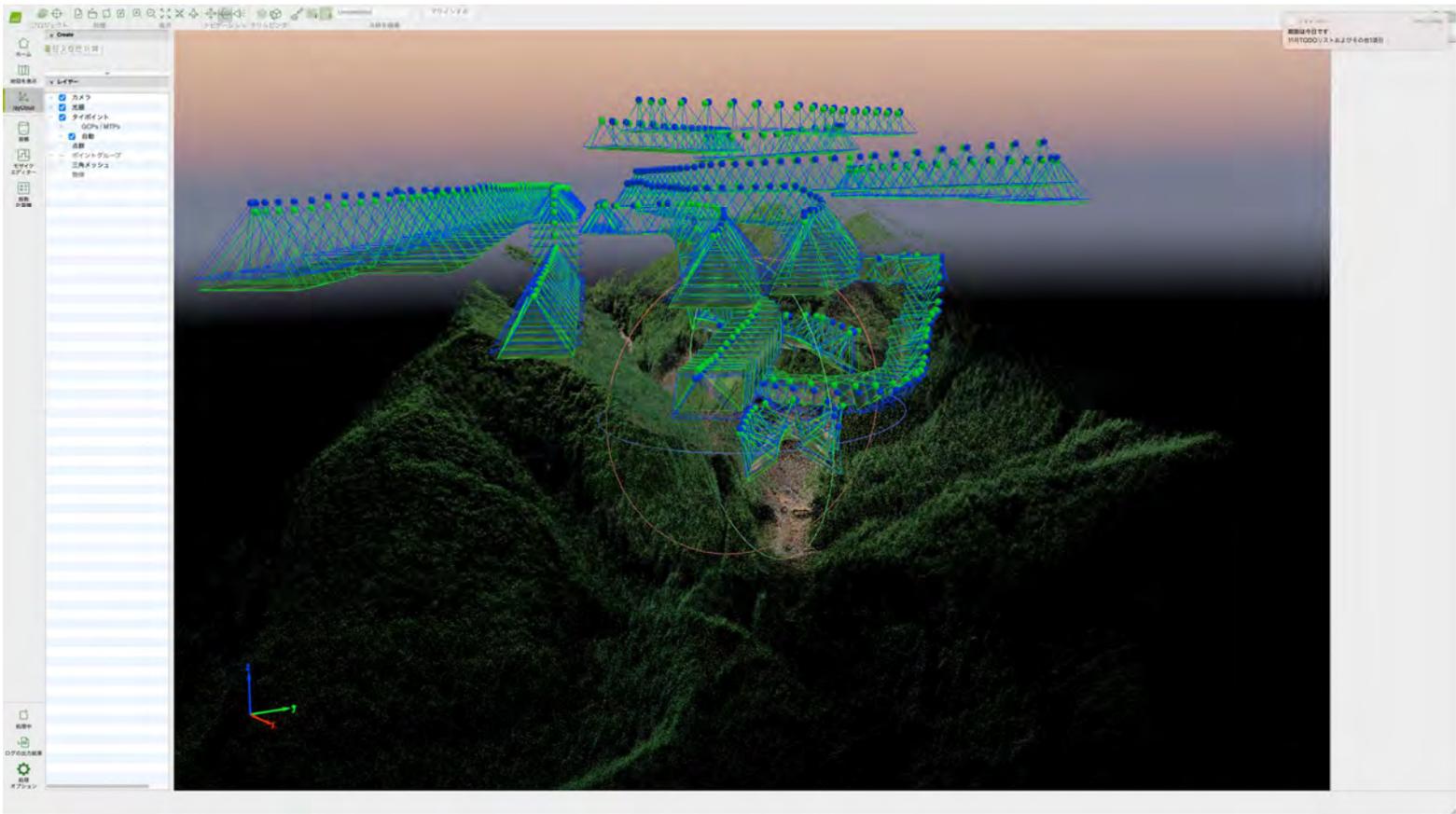
### データ取り込み

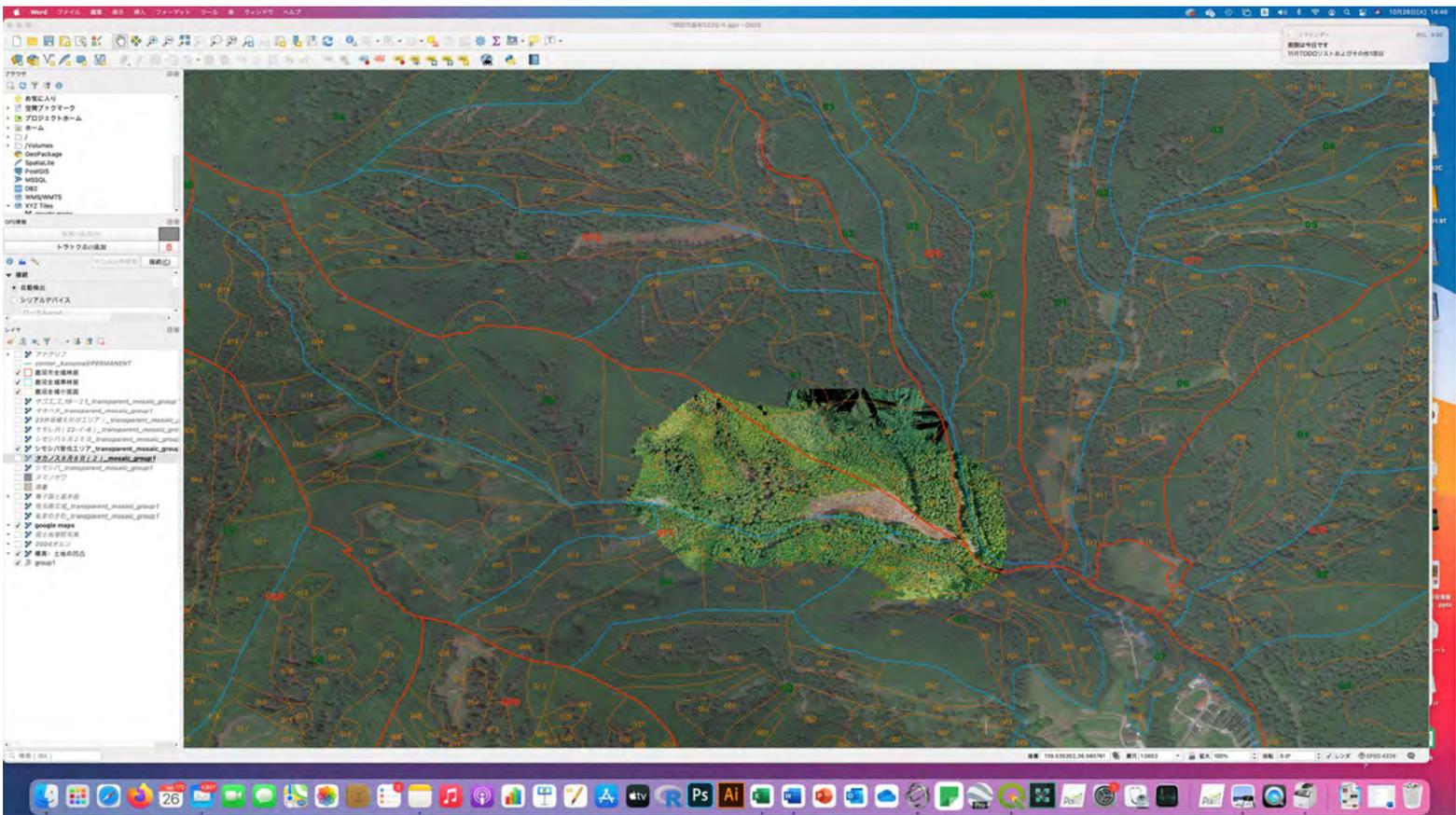
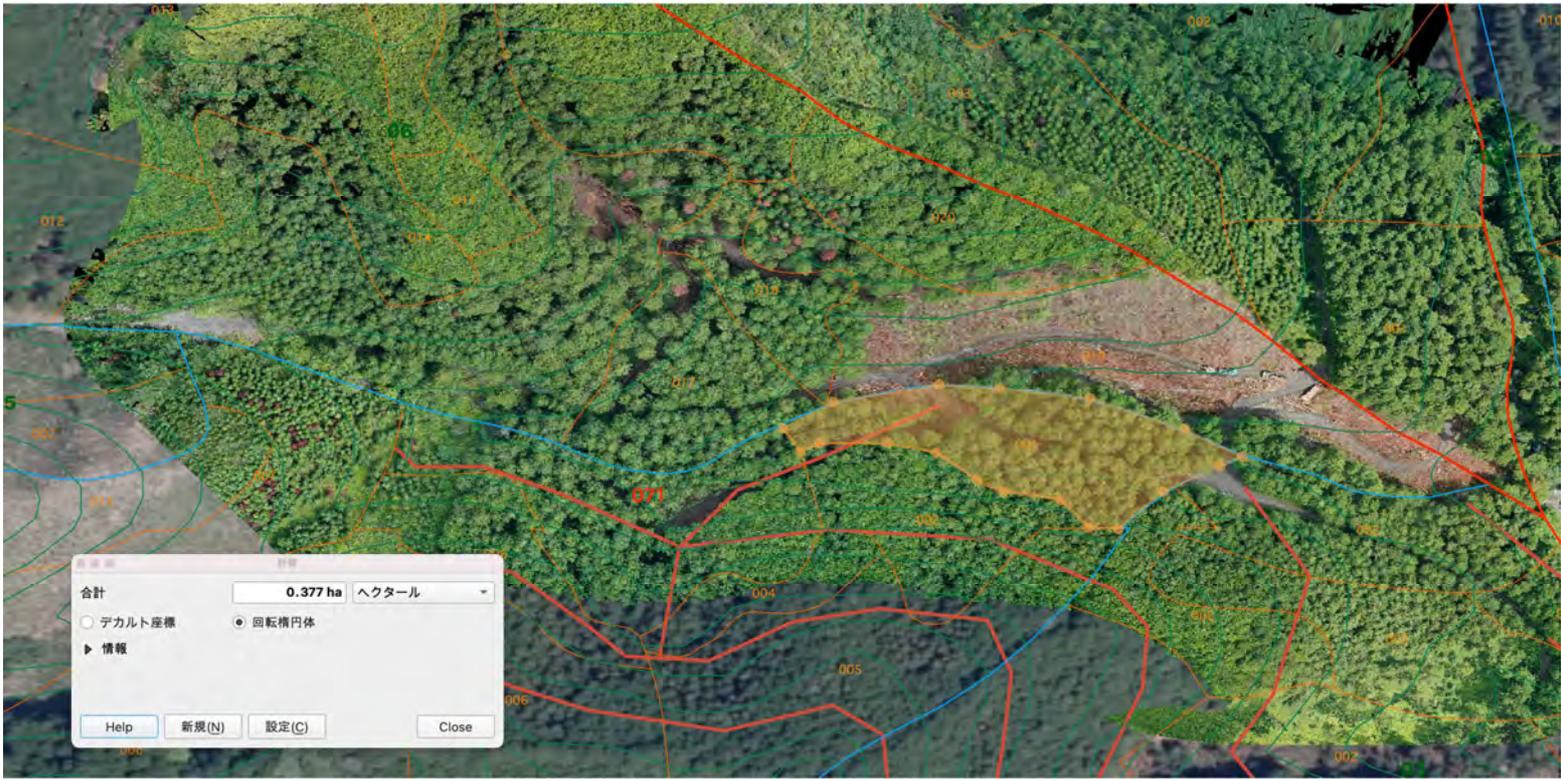
- ・撮影したデータをPCに取り込み、画像解析等の処理を行う

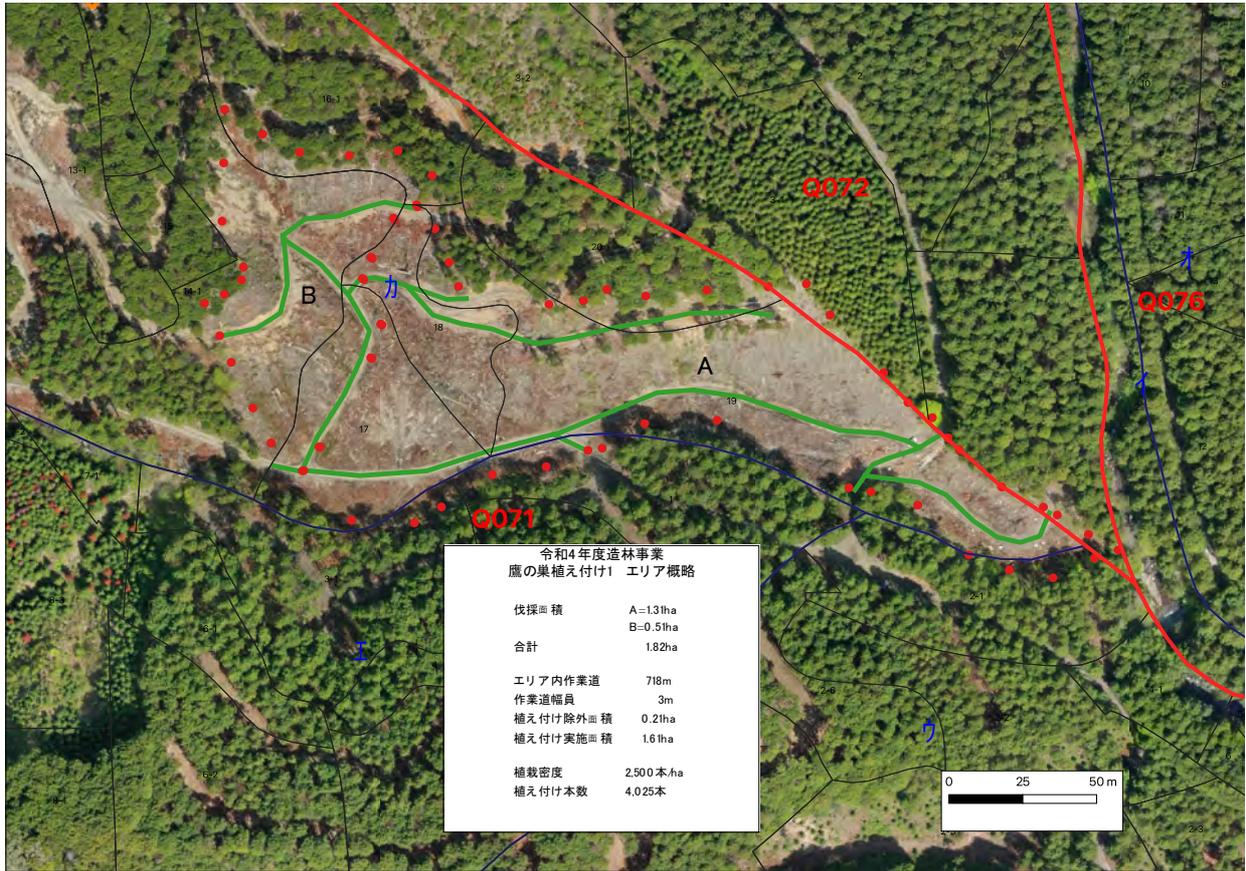
## ICT林業 への展開

ドローンにて得られるデータを活用し、  
ICT林業への展開が進んでいます。  
今日はその一例を紹介します。

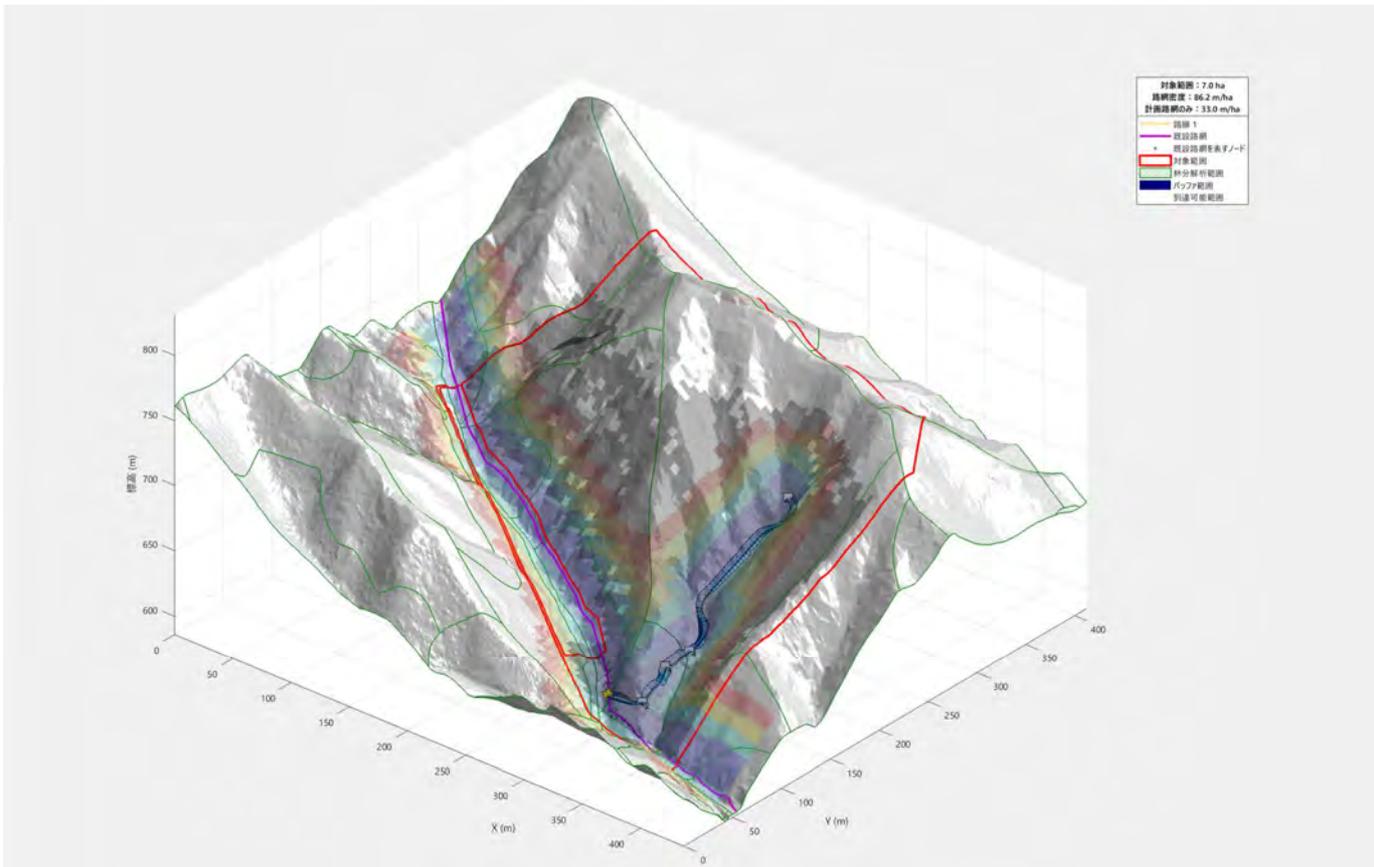








林道自動設計ソフト



ドローンを活用した周囲測量についての実証報告

有限会社 高見林業

本事業による実証結果						
	実行経費		所要人数		所要時間	
空撮およびオルソ画像作成	機体関連	198,395	ドローン撮影	0.09	ドローン撮影	0.75h
	処理ソフト		オルソ画像作成	0.04	処理ソフト操作	0.33h
	講習費用		写真管理	0.02	写真管理	0.17h
	保険料				備考 オルソ画像生成	20h
従来手法との比較						
	所要人数		左記の経費（人件費）		所要時間	
デジタルコンパスによる周囲測量	周囲測量	0.90(3人*0.3日)	周囲測量	16,200円	周囲測量	3h
	写真管理	0.10人	写真管理	1,800円	写真管理	1h
	合計(人日)	1人	合計	18,000円	合計	4h
ドローンによる周囲測量	ドローン撮影	0.18(2人*0.19日)	ドローン撮影	3,240円	ドローン撮影	0.75h
	オルソ画像作成	0.04	オルソ画像作成	720円	処理ソフト操作	0.33h
	写真管理	0.02	写真管理	360円	写真管理	0.17h
	合計(人日)	0.24	合計	4,320円	合計 オルソ画像生成（操作不要：20h）	1.25(21.25h)
ドローンの活用による効果	従来比24%に削減		従来比24%に削減		従来比31%に削減	
	数名でデジタルコンパスやポールなどの器具を持ち歩きながら測量する必要がなくなり、大幅に所要人数を削減できた。		従来手法より所要人数と施業箇所での所要時間を短縮できた為、それに伴い大幅に人件費を削減することができた。		周囲測量に要する時間は大幅に短縮できた。オルソ画像生成に時間を要するが、実動時間としては1.25hで従来比31%に短縮された。	
効果検証および課題・今後の展開	<p>・本施業地での実証の結果、施業地3.65haとその周辺を含む8.80haをオルソ画像として生成し、所要人数とそれに伴う人件費は従来方法の24%まで削減され、実動時間は従来方法の31%まで短縮され、コストや作業効率が大幅に改善されることが確認された。しかし、オルソ画像の生成時間にはおよそ20hを要しており、この分は操作を必要としないことから実動時間として考慮しなかったが、PCの処理能力の増強などにより改善させる余地がある。</p> <p>・ドローンによる撮影は、急傾斜地や崩落跡地など立ち入りに危険が伴う箇所を安全に確認することが可能であり、作業員の安全確保と労働負荷の軽減の点でも非常に効果的であった。</p> <p>・生成されたオルソ画像は、GIS等で管理することで測量のみでなく樹冠解析や作業道設計、林境界の確認などにも有効に活用することが可能である。データとして検査官等と共有できるのも大きな利点であると考えられる。</p> <p>・施業面積が大きくなるほど、また急傾斜地など危険が伴う施業地であるほど、ドローンを活用する利点は大きくなると感じており、今後も積極的に活用していきたい。しかし、高圧電線など飛行に支障を生じさせる構造物や、鳥などの大型鳥類による襲撃などの影響を受けることがあり、安全な飛行には更にノウハウを蓄積させていく必要がある。</p>					

## 薬剤散布用ドローンによる 保育作業の省力化

薬剤名：ザイトロンフレノックス

⇒スギ・ヒノキを除いた草本の成長を抑制する効果

### メリット

- ・草刈機を使わないので、労働安全性が高い
  - ・早朝作業のため熱中症のリスクが低い
  - ・高効率作業により労力が大幅カット
- ⇒その分他の作業ができるので生産性UP

# 質疑応答

令和5年度

「スマート林業教育推進事業」

治山施設見学会 資料



とちまるくん

見学場所：(令和元年東日本台風災害による被災箇所)

鹿沼市引田字手洗(長安寺)

鹿沼市下粕尾字宮沢(宮沢)

令和5年12月18日(月)

栃木県県西環境森林事務所

# 令和5年度「スマート林業教育推進事業」

## 治山施設見学会 箇所位置図



栃木県

14市11町 総面積: 640,809ha

森林面積 : 348,126ha (県土の約54%)

私有林面積: 220,399ha (県土の約35%)



現地見学箇所1  
鹿沼市引田字手洗 長安寺

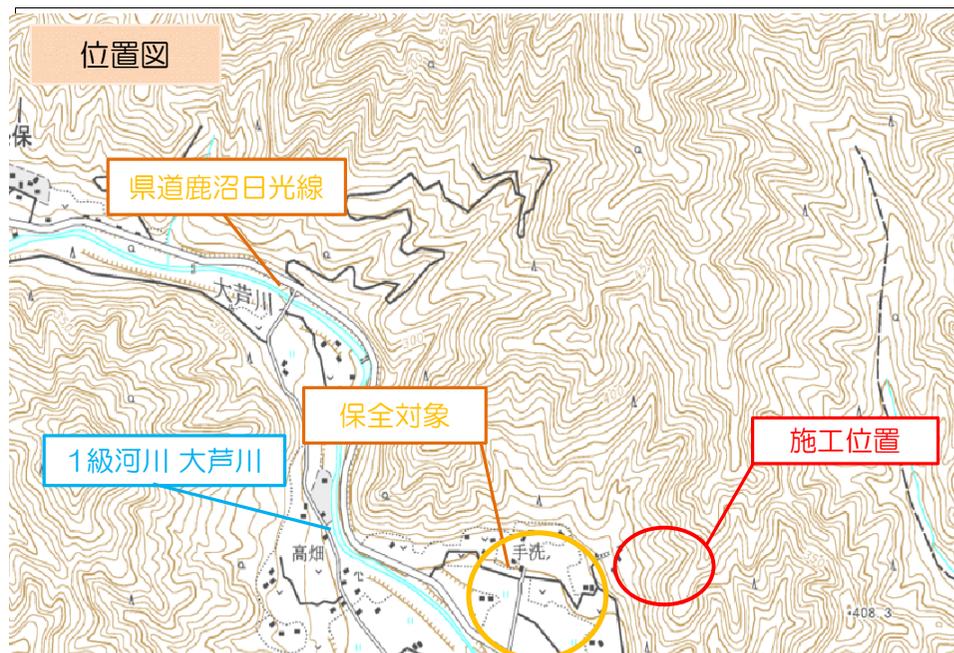
現地見学箇所2  
鹿沼市下粕尾字宮沢 宮沢



- 全体事業費： 200 百万円
- 事業期間： 令和元年度～令和6年度
- 事業内容： 谷止工：7基、山腹工：0.60ha
- 保全対象： 人家：10戸、県道外：1.6km
- 被災年月日： 令和元年10月（令和元年台風19号）
- 事業の概要

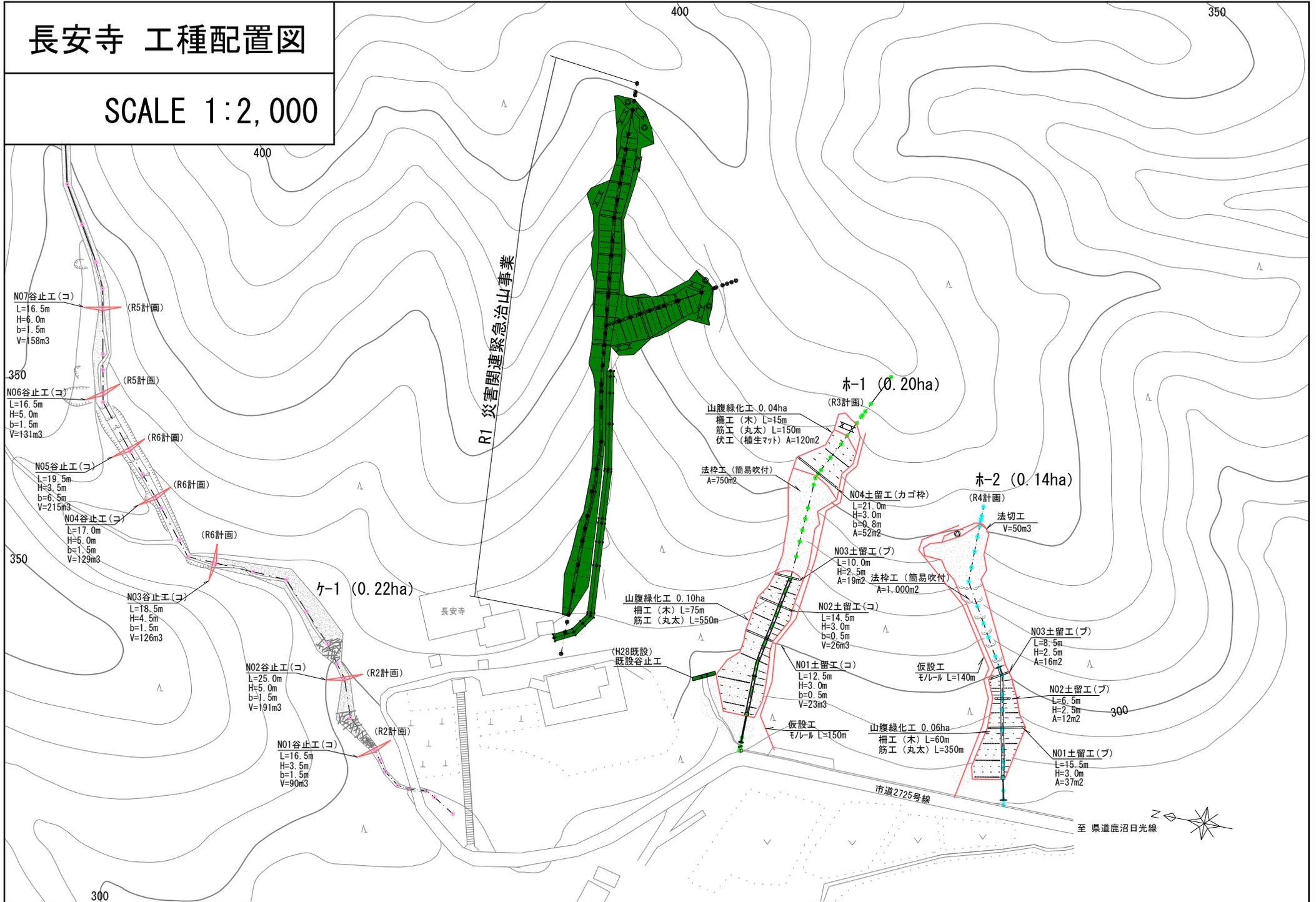
当事業地は、令和元年台風19号により溪流荒廃及び山腹崩壊が発生し多量の土砂が人家等に押し寄せ、溪流内には未だ不安定土砂が堆積している他、山腹崩壊地は依然、裸地化のままである。

このままでは溪床内の堆積不安定土砂が流出する恐れがある他、山腹崩壊の拡大が懸念される。復旧整備方針としては溪流には谷止工、山腹には土留工、緑化工を整備し溪流の安定、山腹の拡大崩壊を防止し地域住民の安全・安心の確保を図る。



# 長安寺 工種配置図

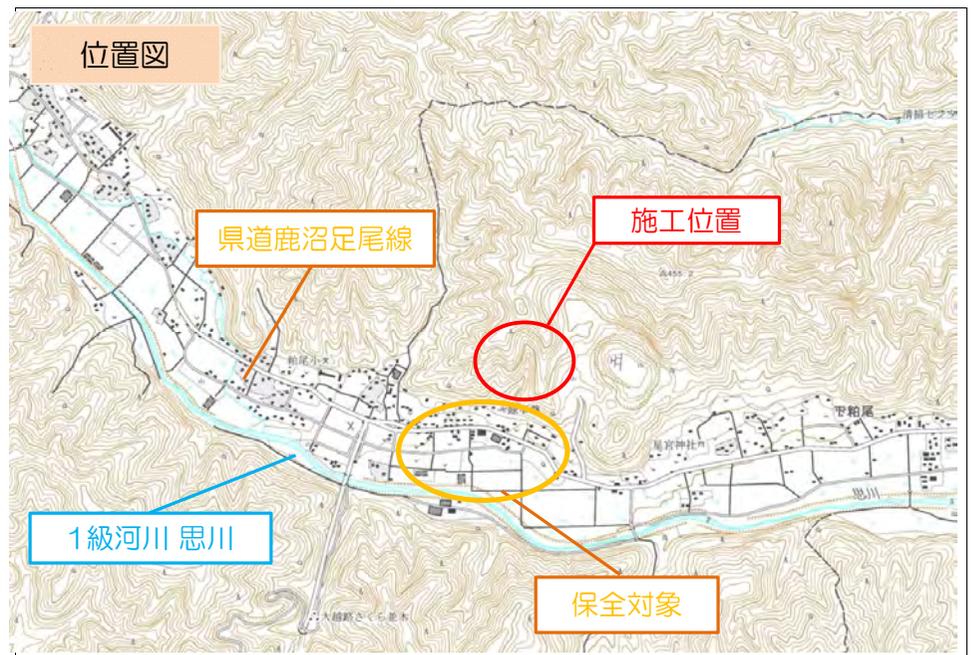
SCALE 1:2,000





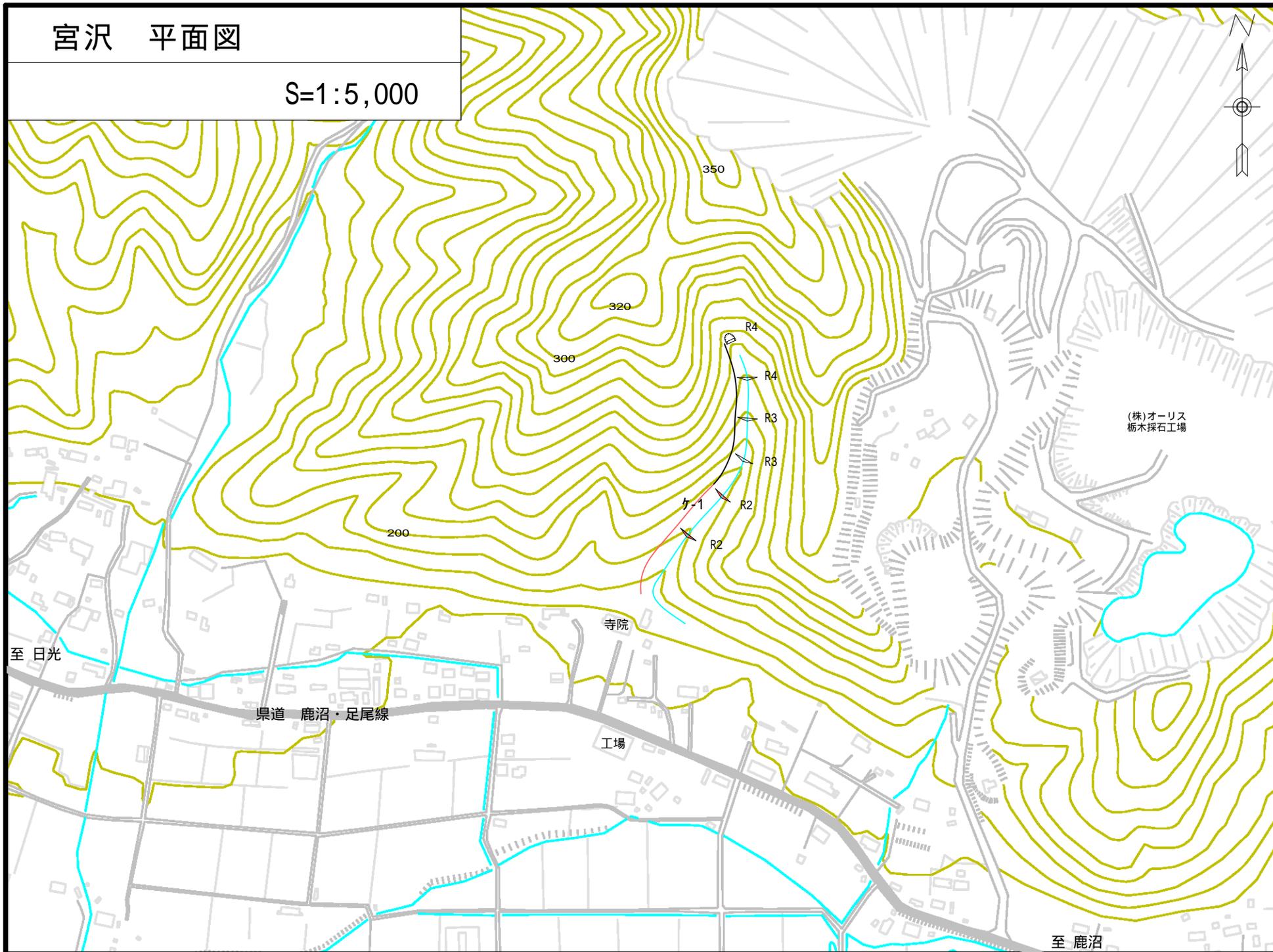
- 全体事業費： 114 百万円
- 事業期間： 令和3年度～令和5年度
- 事業内容： 谷止工：5基、
- 保全対象： 人家：10戸、県道外：0. 2km
- 被災年月日： 令和元年10月（令和元年台風19号）
- 事業の概要

当事業地は、令和元年台風19号により溪流荒廃が発生し多量の土砂が人家等に押し寄せ、溪流内には未だ不安定土砂が堆積している。このままでは溪流内の堆積不安定土砂が流出する恐れがある。復旧整備方針としては溪流に谷止工を整備し溪流を安定させ、地域住民の安全・安心の確保を図る。



宮沢 平面図

S=1:5,000



# 治山事業とは

## 治山事業とは？

治山事業は、森林法第10条の15第4項第4号に規定する事業で、**保安林の目的を達成するために行う土木的な工事や森林整備**のことです。

保安林の目的〔森林法25条より抜粋〕

- 一 水源の<sup>かん</sup>養
- 二 土砂の流出の防備
- 三 土砂の崩壊の防備
- 四 飛砂の防備
- 五 風害、水害、潮害、干害、雪害又は霧害の防備
- 六 なだれ又は落石の危険の防止
- 七 火災の防備



## 保安林とは

法律（森林法）によって定められた森林の種別です。木材生産ではなく、水源涵養<sup>かんよう</sup>、土砂災害の防止、生活環境の向上などの森林が持つ**公益的機能の発揮を期待された**特別な森林のことです。

## 増加する山地災害

近年ではゲリラ豪雨や線状降水帯の発生等、豪雨災害のリスクが増えています。人命や生活を守るための治山事業は、その役割がたいへん期待されています。



平成27年 線状降水帯による災害  
(日光市 岩崎 白石川)



令和元年 台風による災害  
(日光市 中宮祠 男体山)

## どんなことをする？

大きく分類すれば、つぎの三種類です

「**溪間工**」：治山ダム、護岸工、流路工

「**山腹工**」：土留工、水路工、緑化工

「**森林整備**」：本数調整伐、植栽工

その他にも「地すべり対策工」や「落石対策工」なども行います



防災パトロールとか  
治山施設の点検なんかもやります～



溪間工事



山腹工事

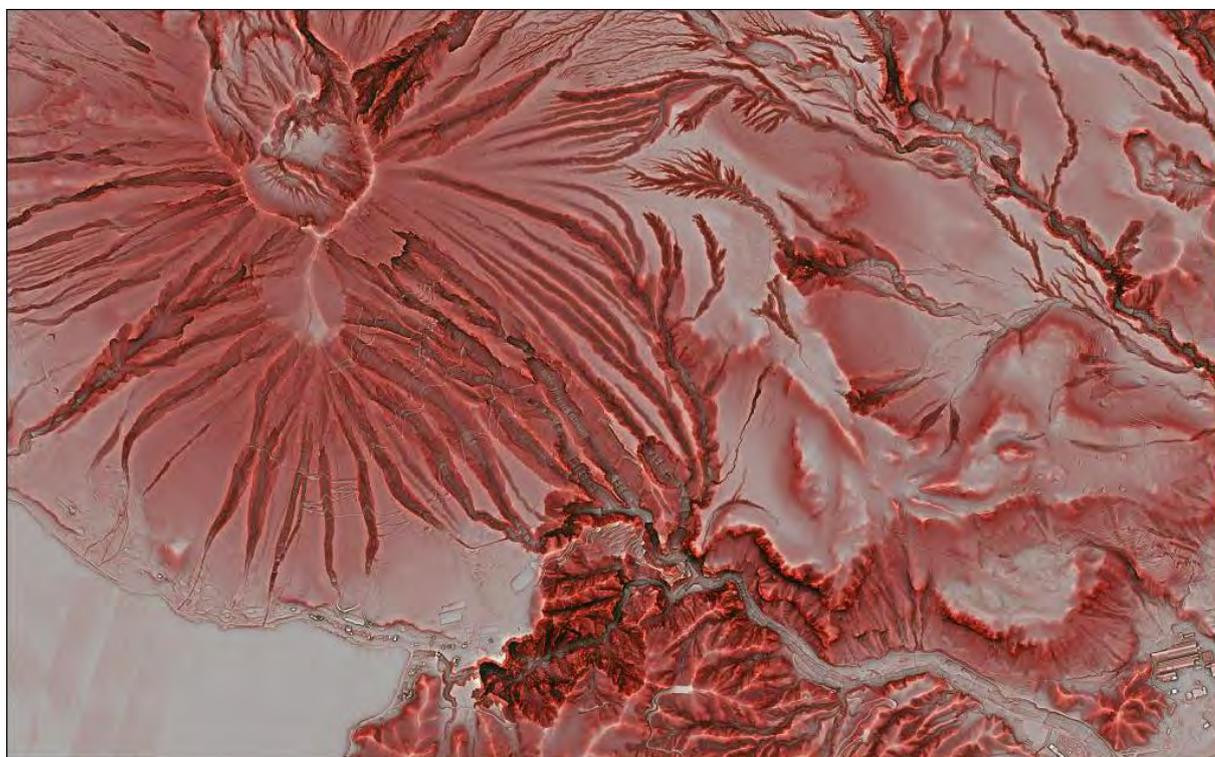


森林整備

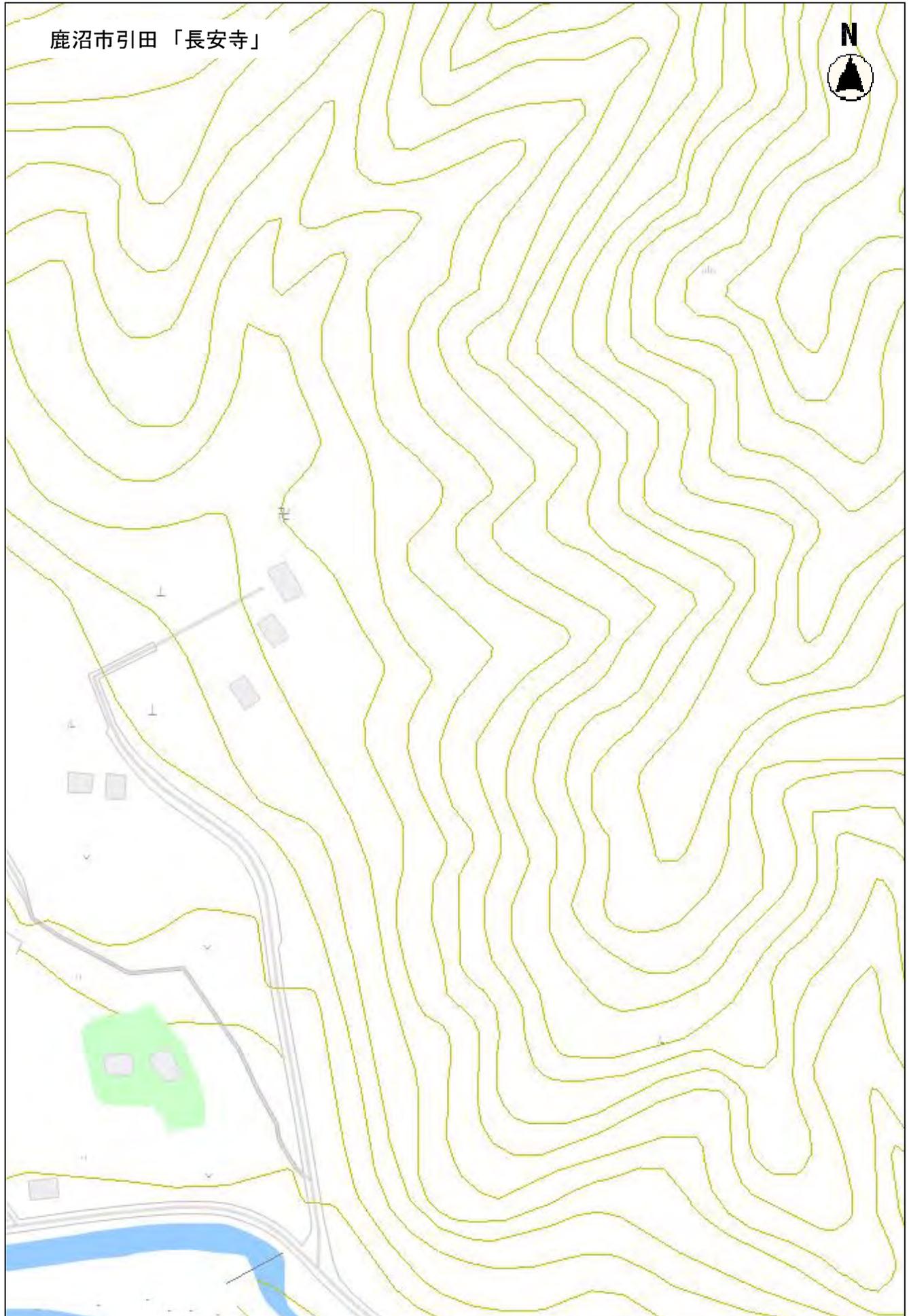
令和5年度「スマート林業教育推進事業」資料

令和5(2023)年12月18日(月)  
栃木県西環境森林事務所

## 赤色立体地図



- 1 鹿沼市引田字手洗 「長安寺」
- 2 鹿沼市下粕尾字宮沢 「宮沢」

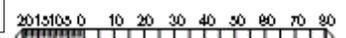


鹿沼市引田「長安寺」



森林簿は、所有権、所有界、面積等土地に関する諸権利及び立木竹の評価について証明するものではありません。  
測量法に基づく国土地理院長承認(使用)R3JHs 695

縮尺 1 : 2500



鹿沼市引田「長安寺」

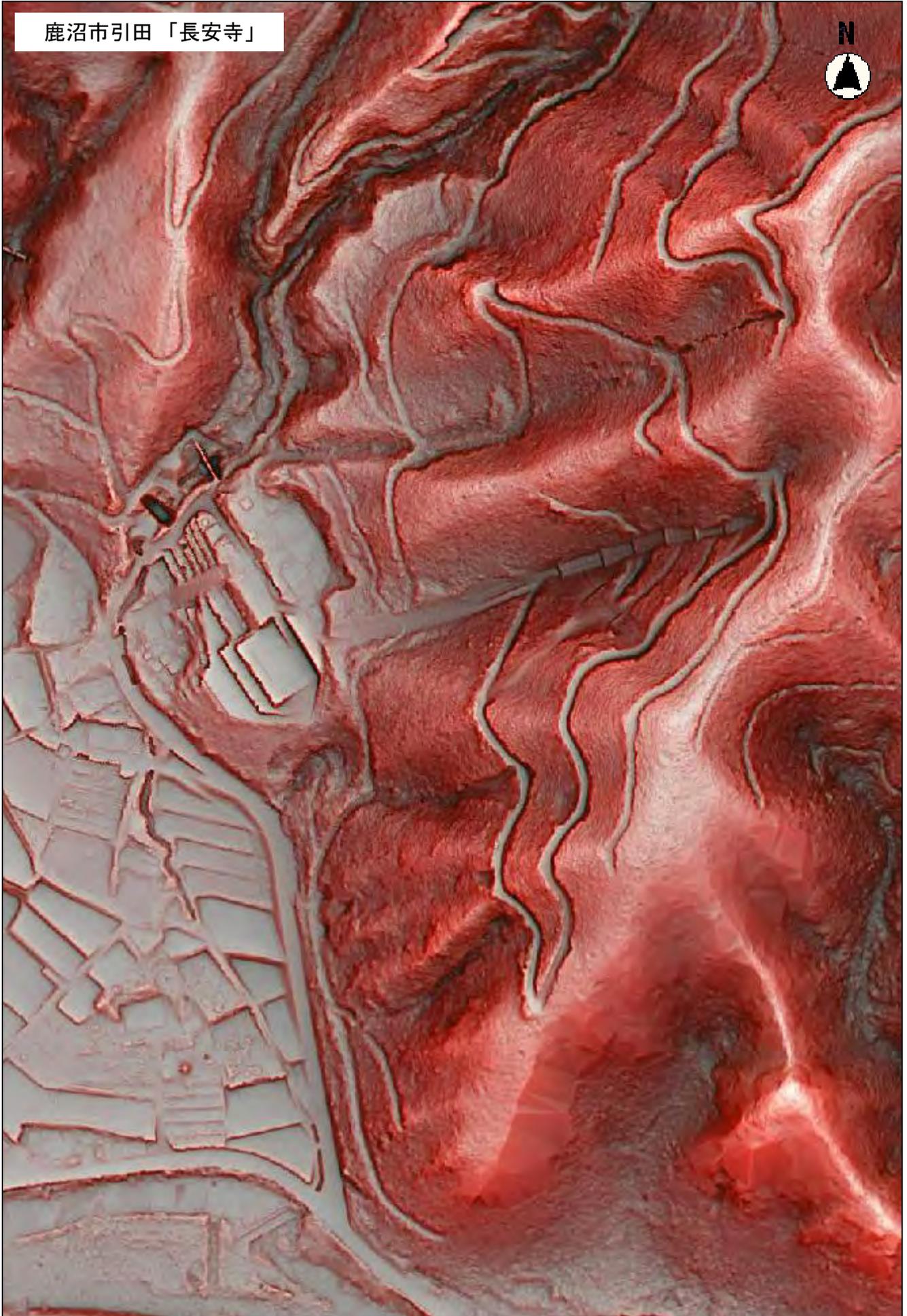


出典: 栃木県 (R03委託成果)

縮尺 1 : 2500

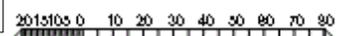


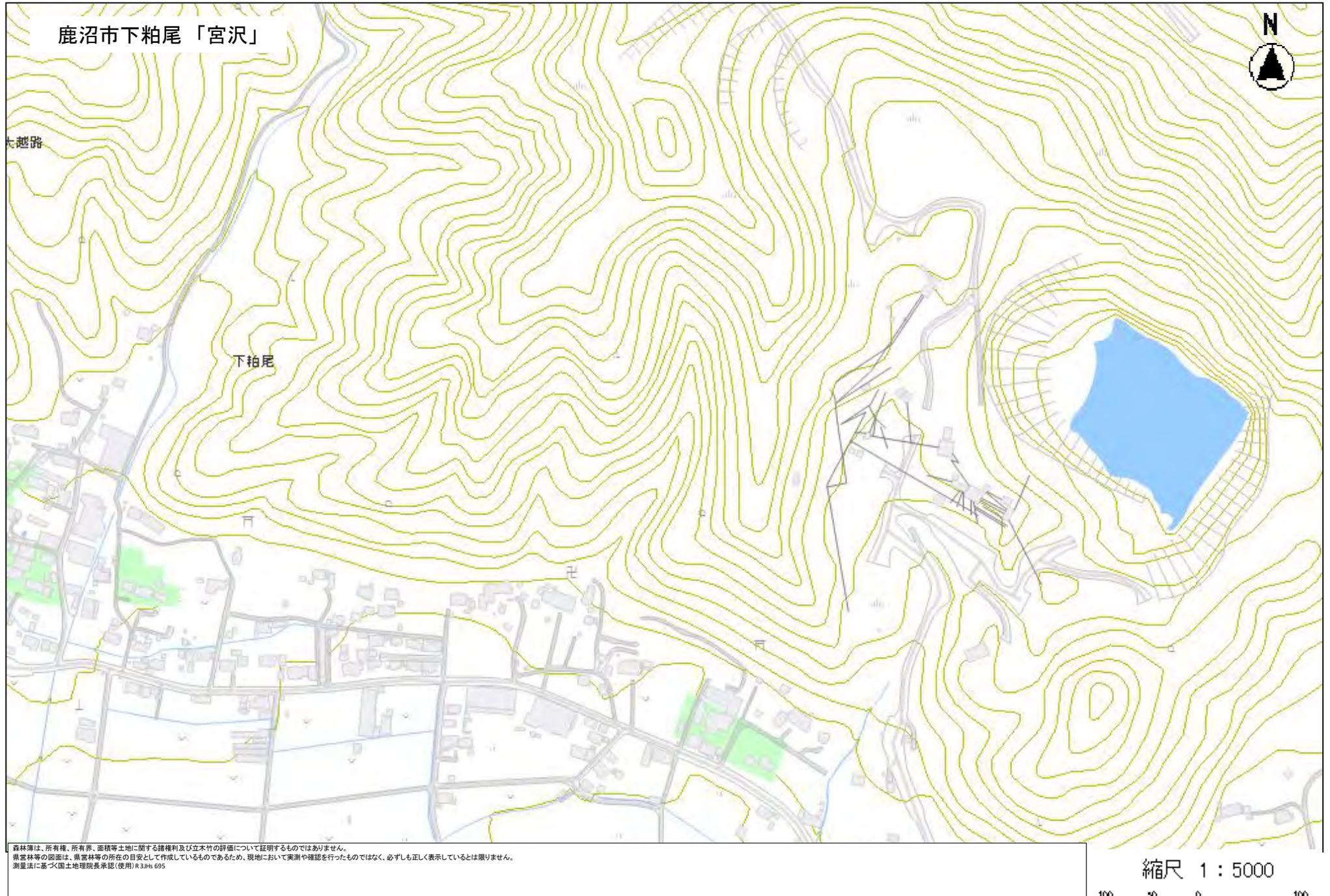
鹿沼市引田「長安寺」



出典: 栃木県 (R03委託成果)

縮尺 1 : 2500



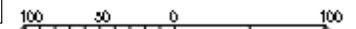


鹿沼市下粕尾「宮沢」

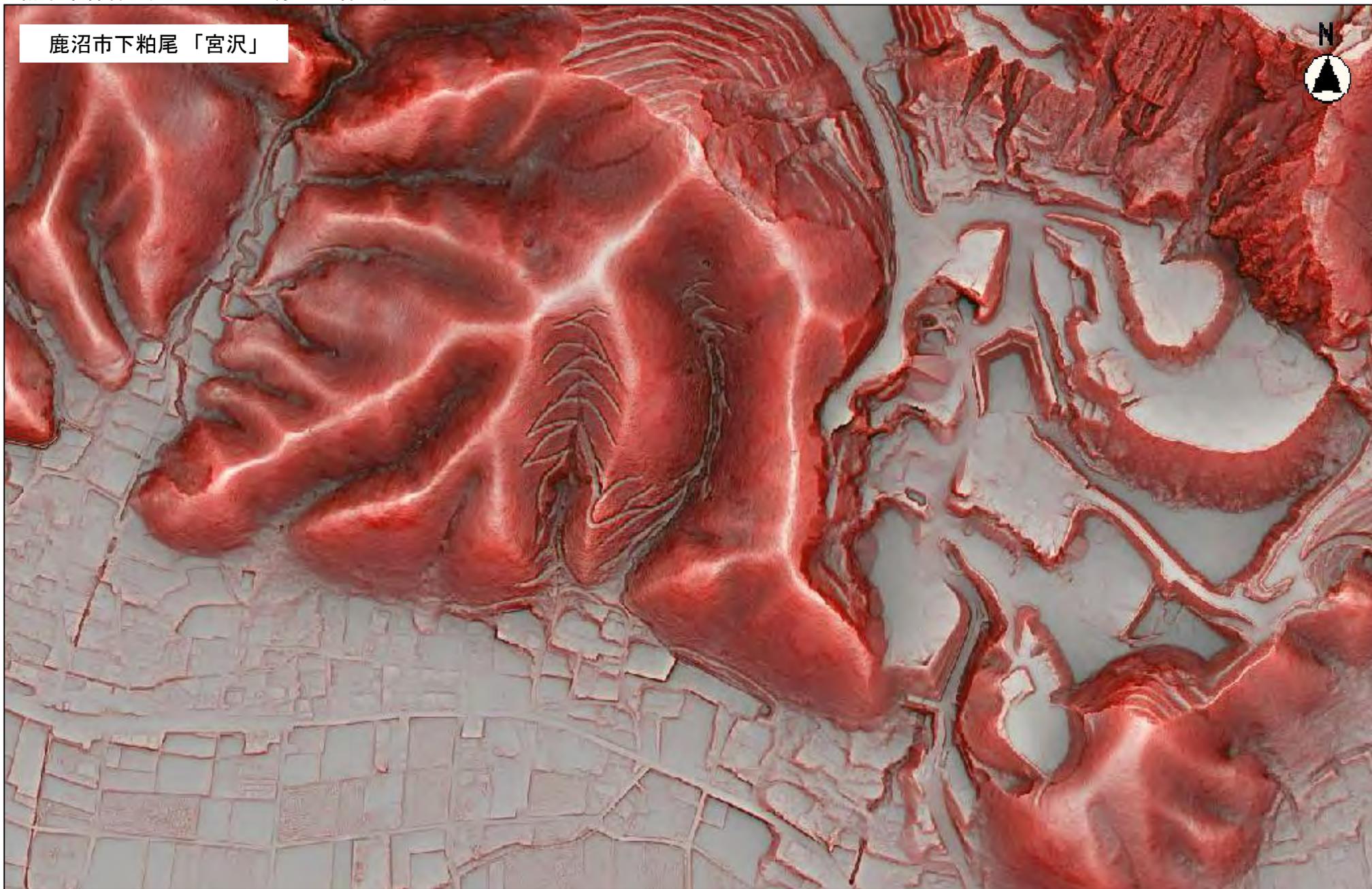


県営林等の図面は、県営林等の所在の目安として作成しているものであるため、現地において実測や確認を行ったものではなく、必ずしも正しく表示しているとは限りません。  
出典: 栃木県 (R03委託成果)

縮尺 1 : 5000



鹿沼市下粕尾「宮沢」



県営林等の図面は、県営林等の所在の目安として作成しているものであるため、現地において実測や確認を行ったものではなく、必ずしも正しく表示しているとは限りません。  
出典: 栃木県 (R03委託成果)

縮尺 1 : 5000

