

# 山形県立 村山産業高等学校 スマート林業教育プログラム

## 課題

- 演習林の活用が進んでいない
- 保有しているオルソ画像等のデータ活用が進んでいない
- 予算に限りがある

## 作成方針

次年度以降も継続してスマート林業教育を実施できる環境を整えたい

## 実施プログラム

## QGISを活用した演習林の実態把握を実施

### QGISを活用した林道・作業道の把握

GPSトラッキングアプリケーションをインストールしたスマートフォンを起動し、演習林の現地の道を踏査  
→道の軌跡の位置情報を取得し、GISを用いて軌跡を表示、記録が可能

さらに、従来より保有していたオルソ画像と重ねることで今後の実習等に活用できる基盤データを作成



GPSの軌跡にドローンによって取得した情報を合わせた地図

### QGISを活用した演習林内の林分状況の把握

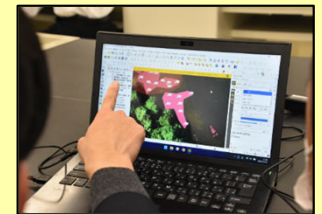
- ①取得済みの演習林のオルソ画像（夏と冬のデータ）を重ね合わせ、樹冠（樹冠の広がり、色、落葉の状況）を比較  
→同一樹種が広がる区域のゾーニングが可能
- ②GPSトラッキングアプリケーションを起動しながら現地で同一樹種が広がる区域を囲むように歩く  
→同一樹種の植栽場所のトラック（軌跡）を取得、QGISに表示し記録できる



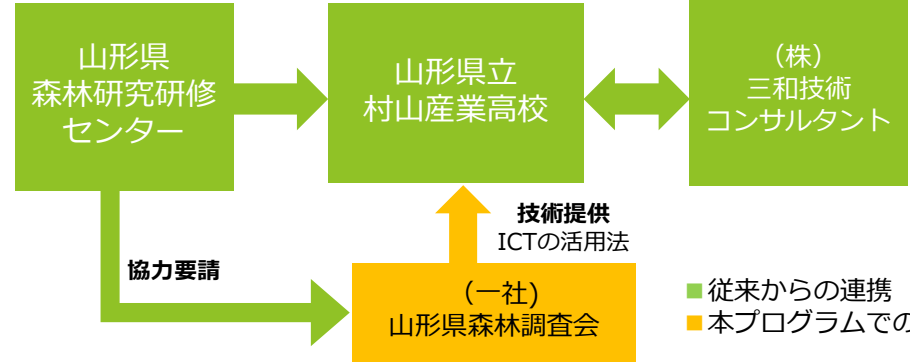
同一の樹種が広がる区域を囲むようにして歩く生徒

### QGISを使用した計画的な間伐の実施

- 演習林の一角に間伐対象地を定め、
- ①現地でスマートフォンのGPS機能を使用し樹木1本1本の位置情報を取得。また、毎木調査によって胸高直径、樹高、形状を測定。
  - ② ①で取得したデータをQGISで表示
  - ③ QGIS上で位置情報含む樹木情報を確認しながら、間伐する樹木の選定を教室で実施



生徒が教室内で間伐対象木を選定する様子



■ 従来からの連携  
■ 本プログラムでの連携

## (1)山形県立村山産業高等学校

### ① 教育プログラムの概要

村山産業高等学校では、山形県（山形県森林研究研修センター）、(株) 三和技術コンサルタント、(一社) 山形県森林調査会で検討委員会を設置し、地域協働型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。これらのプログラムの実施を通じ、今後演習林で行う実習等に必要情報を整備した。

#### 実 施 概 要

##### QGISを活用した演習林内の林道・作業道の把握

同校の演習林内の林道・作業道の配置を把握するために、GPSトラッキングアプリケーションをインストールしたスマートフォンを持って現地の道を歩くことで道の軌跡の位置情報を取得し、QGISを用いて表示、記録した。

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第3章 森林経営の目標と組織>第3節 森林経営の計画>第3 森林GIS

高等学校用教科書「森林科学」の以下項目に対応

第4章 森林の機能と目標林型>第2節 目標林型とゾーニング>第2 ゾーニング

##### QGISを活用した演習林内の樹種、植栽区域の把握

演習林のオルソ画像（夏と冬にデータを取得）を重ね合わせ、樹冠（樹冠の広がり、色、落葉の状況）を比較することで同一樹種が広がる区域のゾーニングを行い、次にGPSトラッキングアプリケーションをインストールしたスマートフォンを持って、現地で同一樹種が広がる区域を囲むように歩き、同一樹種の植栽場所のトラック（軌跡）を取得し、QGISに表示し記録した。

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

第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第2章 森林と樹木>第2節 樹木の特性>第3 樹木の識別と日本の樹木

第4章 森林の機能と目標林型>第2節 目標林型とゾーニング>第2 ゾーニング

##### QGISを使用した演習林の計画的な間伐の実施

演習林の一角に間伐対象地を定め、毎木調査によって胸高直径、樹高、形状を測定し、また1本ごとにGPSで位置情報を取得。取得したデータをQGISで表示し、間伐を計画、実行した。

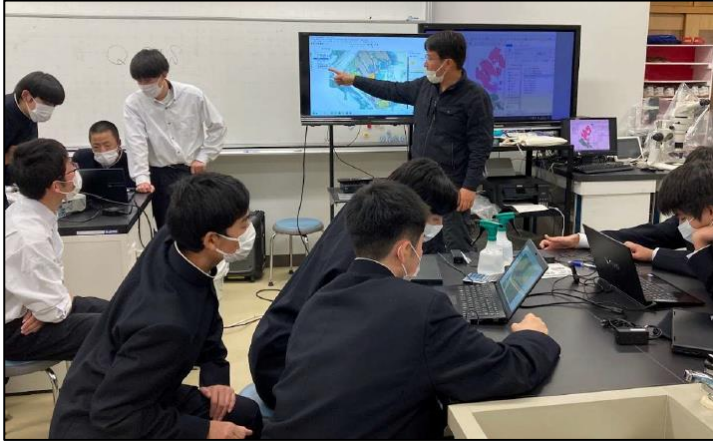
高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第4章 森林の測定と評価>第1節 森林の測定>第2 林分の測定

第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第5章 森林の施業技術や管理技術>第1節 生産林の施業技術>第3 樹冠管理技術



【写真】 QGISを使って取得したデータを演習林の地図に表示する授業



【写真】 演習林でスマートフォンのGPS機能を活用し、立木1本ごとの位置や樹木の情報を取得

指導体制（村山産業高等学校）

指導者	参加生徒	実施授業
・教諭 2名 ・実習教諭 1名	農業環境科 3年8名、2年10名	森林科学 (3年次：週3時間、2年次：週2時間)

## ② 背景

### ■ 村山産業高等学校と地域との関係

村山産業高等学校は、これまで山形県より林業実践校サポート事業としてチェーンソーの知識・安全な操作技術、農林大学校林業経営学科による出張授業、山形県森林研究研修センターによるキノコ栽培支援を受けている。民間企業などからは演習林における樹木解説や育苗などの支援を受けている。特に村山市の（株）三和技術コンサルタントとは、令和2年に教育について連携協定を結んでおり、測量会社の強みを活かして、ドローンの活用や演習林の境界の明確化などに指導・支援を受けている。この連携によって、スマート林業の基盤となる演習林の境界情報やドローン撮影を元にしたオルソ画像を取得しており、今回のスマート林業教育のベースになっている。



### ア 村山産業高等学校と山形県との連携の経緯

時期	内容
—	村山産業高等学校は、以前より山形県から林業、特用林産物生産について技術支援を受けてきた
令和4年6月	村山産業高等学校に案内が届いたときと同時期に山形県（山形県森林研究研修センター）担当者より応募の意向について問合せがあったため、応募の意向を伝え、スマート林業教育推進事業への応募について二者で協議を実施

令和4年7月以降	教育プログラム開始後、村山産業高等学校は県担当者より技術提供を受けるとともに、外部講師へのスマート林業教育への協力要請についても県担当者から実施
----------	--------------------------------------------------------------------------

### イ 村山産業高等学校と(株)三和技術コンサルタントとの連携の経緯

時期	内容
令和2年9月	村山産業高等学校と三和技術コンサルタントが、教育のための連携協定を締結
令和4年7月以降	本事業の関連で、村山産業高等学校が三和技術コンサルタントに対し、本事業における技術支援を依頼

### ウ 村山産業高等学校と(一社)山形県森林調査会との連携の経緯

時期	内容
令和4年9月	本事業の山形県が、外部講師（技術提供者）として山形県森林調査会を村山産業高等学校に紹介
令和4年9月以降	村山産業高等学校が山形県森林調査会に対し、本事業における技術支援を依頼

## 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、村山産業高等学校、山形県（山形県森林研究研修センター）、(株)三和技術コンサルタント、(一社)山形県森林調査会で検討委員会を設置し、地域協働型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
村山産業高等学校	教育プログラムの作成、実施
山形県 (山形県森林研究研修センター)	本事業による到達点の検討、森林調査の手法指導、外部講師（林業経営体）の調整・連絡等
(株)三和技術コンサルタント	UAVデータの取得・提供、演習林の図面化についての技術支援
(一社)山形県森林調査会	ICT活用の技術支援

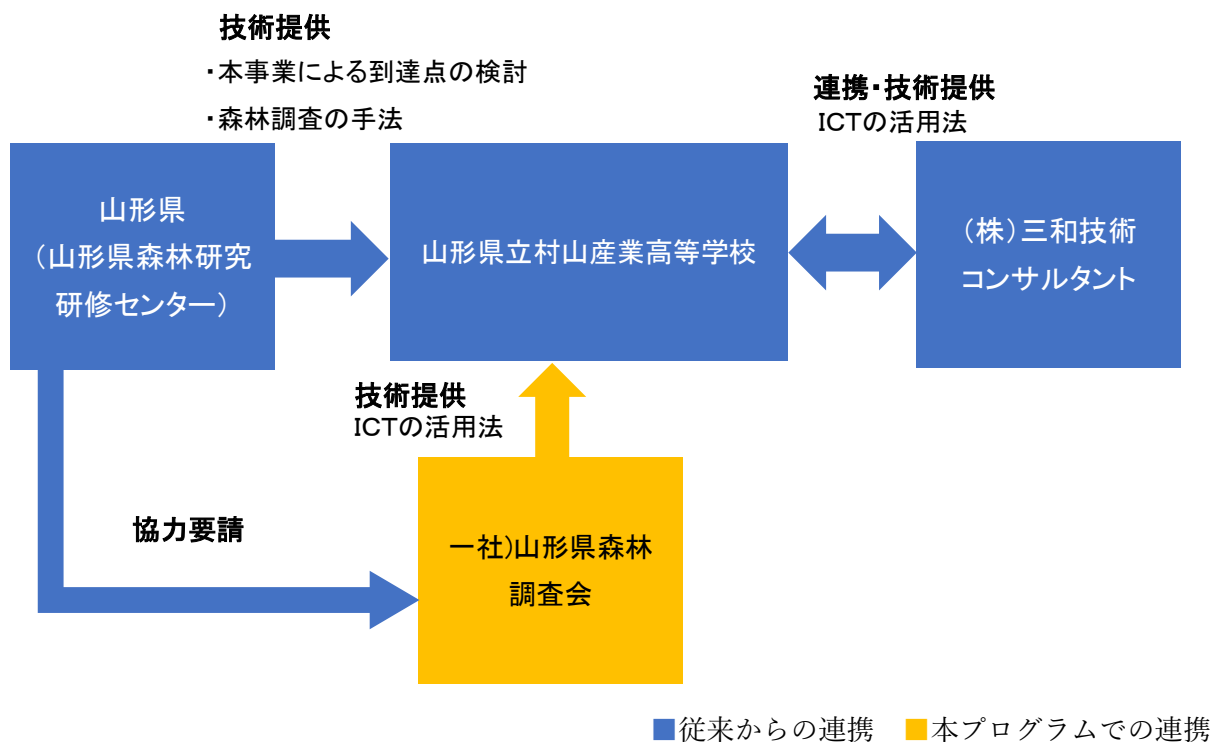
### ■検討委員会での課題検討、授業計画の作成、協力体制づくりの過程

村山産業＝村山産業高等学校、調査会＝(一社)山形県森林調査会

日時	担当	所要時間	内容
9月	村山産業		学習指導計画の作成
9月6日	村山産業 山形県 事務局	1時間	事前打合（対面） ・協力体制 外部講師（林業経営体）の事業への関わり方について

			<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラムの概要（プログラムの内容） プログラムの開催時期（見込）および林業に関する授業の枠組みの中にスマート林業教育をいつどのように入れ込むのか</li> <li>助成が必要な経費について</li> </ul> <p style="text-align: right;">※詳細は【資料1】</p>
9月	村山産業 山形県		<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラムの検討</li> <li>山形県から村山産業高校へ外部講師（調査会）の紹介</li> </ul>
10月9日	村山産業 山形県 調査会 林野庁	1時間	<p>教育プログラム検討委員会の開催（オンライン）。次について報告・検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地域林業の現状、課題、ニーズ等</li> <li>教育プログラムの作成方針</li> <li>スマート林業教育の対象となる生徒について</li> <li>教育プログラムの実施時期、内容、実施場所、講師</li> </ul> <p>※三和技術コンサルタントは豪雨災害対応のため欠席</p>

■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>✚ 演習林の活用が進んでいない<ul style="list-style-type: none"><li>・演習林内の林道や作業道の配置が不明</li><li>・演習林内の樹種や林齢など林分の状況が不明</li><li>・上記理由のため、計画的な間伐が実施できない</li></ul></li><li>✚ 保有しているオルソ画像等のデータ活用が進んでいない<p>学校と民間企業（三和技術コンサルタント）との教育に関する連携締結により、演習林のオルソ画像等の測定データを保有しているが、データの活用が進んでいない。</p></li><li>✚ 予算に限りがある<p>林業教育を実施するための予算に限りがあり、実習等で必要な機器（測量機器、チェーンソー等）のメンテナンスができない状況</p></li></ul>



検討
<ul style="list-style-type: none"><li>✚ すでにあるオルソ画像等データを活用しつつ、演習林の実態を把握<p>現在、演習林内で不明な情報（作業道、樹種、植栽場所等）を現地で調査後、すでに保有しているオルソ画像等のデータ（境界などの森林の基礎情報）と併せて、演習林の現況をGIS（*1）によりパソコン上で見える化して把握。その情報を元に、演習林の管理計画を立てることとした。</p></li><li>✚ QGIS（※2）の使用<p>本事業終了後も継続して実施するため、高価なスマート機器は用いないことを基本とし、GISについては山形県森林調査会より、無料で利用できるQGISによる森林管理や、使用する機器、ソフト等の助言を受けた。</p></li><li>✚ 2、3年次科目「森林科学」での実施<p>これまで、林業に関わる様々な学習は、科目「森林科学」の授業において演習林でのフィールドワークを基本として実施してきた。そのため本プログラムについては科目「森林科学」で実施することとした。</p></li></ul> <p>*1…GIS (Geographic Information System)とは、地理情報システムのことで、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術(国土地理院のWeb サイト)。</p> <p>*2…GISの普及のために、オープンソース(ソースコードを公開し、自由にインストール、改変、配布などのできる)でGISを開発している団体があり、その団体が開発しているGISソフトウェアの1つが「QGIS」(参考「改訂版 Ver. 3.22 対応 業務で使うQGIS Ver. 3 完全使いこなしガイド」)</p>



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	QGISを活用した演習林内の林道・作業道の把握 (P7～)
B	QGISを活用した演習林内の樹種や林齢など林分状況の把握 (P10～)
C	QGISを使用した演習林の計画的な間伐の実施 (P15～)

QGISの習得について
<p>QGISの習得は、教員自らがマニュアル（技術書）等から学び、その上で生徒にQGISの使い方を教えた。</p> <p>教員自らのQGIS習得に時間を要した。また、既存のマニュアル等には演習林で実施したい実習内容に合うQGIS活用例がなく、授業にQGISを取り入れるための準備にかなりの時間を要した。</p> <p>一方で、生徒たちはスマートフォン、タブレット、SNSを使いこなしている世代であり、授業でQGISを使うことができるように様々な基盤データを入れたり、操作方法の習得を行うための実習を2～3回行うことで、習得が進んだ。</p>

## A QGISを活用した演習林内の林道・作業道の把握について

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第3章 森林経営の目標と組織>第3節 森林経営の計画>第3 森林GIS

高等学校用教科書「森林科学」の以下項目に対応

第4章 森林の機能と目標林型>第2節 目標林型とゾーニング>第2 ゾーニング

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 演習林内の林道・作業道の配置を把握するために、GPSトラッキングアプリケーションをインストールしたスマートフォンを持って現地の道を歩くことで道の軌跡の位置情報を取得し、QGISを用いて表示、記録する。
- ✚ 無料アプリケーションやフリーソフトの活用により、経費を削減しつつ作業を実行できる（市販のGISソフトは高価）。
- ✚ 生徒のスマートフォンの活用に関しては、予め保護者の同意を得る必要がある。

準備するもの	使用機器の詳細
GISソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料フリーソフト「QGIS」を使用</li> <li>・各班（1班2～3名）で使用するPCに生徒がQGISをインストールし、使用</li> </ul>
GPSトラッキングアプリケーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料アプリケーション「ジオグラフィカ」を使用</li> </ul>
上記アプリケーションを使用するためのスマートフォン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒所有のスマートフォン</li> </ul>
演習林のオルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三和技術コンサルタントとの連携締結により、既に取得していたドローンによるオルソ画像</li> </ul>

### 実施前の状況

- ・演習林での実習を複数班に分かれて行う場合、現地へ到達するための林道や作業道の位置が不明であることが大きな問題となっていた。
- ・これまで必要に応じて路網を開設してきたが、その記録が整理されていないため、どこに作業道があるのか誰も把握できていない状況。

<b>指導実施者</b>	<b>対象授業・生徒</b>
村山産業高校教諭 2名、実習教諭 1名	3年生 森林科学 18名
<b>実施場所</b>	<b>実施日・所要時間</b>
村山産業高等学校東熊野演習林 (学校から車で10分程度)	令和4年9月30日、10月3日、10月10日 合計約6時間分



手順	
1	<p>スマートフォンにダウンロードしたGPSトラッキングアプリケーションを活用し、演習林内の林道や作業道を歩き、それらの位置情報（GPXファイル）を取得した。</p> <p><b>（困難だった点・取組のコツ）</b></p> <p>生徒のスマートフォンを使用したため、OSやスペックがバラバラであったことから、共通して使用できるアプリケーションを探すことや使用方法をサポートすることに手間取った。林内ではGPSの位置情報をつかみにくいため、事前にアプリケーションを起動した状態で林内に入るなどの工夫を行った。</p>
2	<p>1により取得したデータをQGISに表示し、各作業道に固有名称を付け、識別できるようにした。</p> <p><b>（困難だった点・取組のコツ）</b></p> <p>スマートフォンを使用したため、あまり正確ではない情報も多かった。</p> <div data-bbox="935 607 1422 983" data-label="Image"> </div> <p><b>【図】取得した林道、作業道の位置情報をQGISで表示した</b></p>
3	<p>① 2のデータをQGIS上で取得済みのドローンのオルソ画像と重ね、位置データとオルソ画像で確認できる林道や作業道とズレていた場合には手動で修正を加えた。</p> <p>② GPS情報だけでは、不正確であったため、冬季と夏季に取得したオルソ画像と重ねて、軌跡を修正することで、より正確な描画を目指した。</p> <p>*冬季と夏季を撮影したのは、林道を把握するためだけでなく、樹種の特定制や地形の状況などを詳しく把握するためである。そのため、落葉の状態でも撮影を行った。</p> <div data-bbox="523 1413 1158 1935" data-label="Image"> </div> <p><b>【図】林道、作業道の位置情報とドローンで取得した情報を合わせた地図</b></p>

今後の 予定	演習林内の林道・作業道の配置データは、演習林で作業を行う上で基礎となる必要不可欠な情報であり、今後、演習林における実習等の計画、実施に活用する予定
-----------	---------------------------------------------------------------------------

#### Aの実施に要した費目

費目	内容
講師料	1、2における技術支援（山形県森林調査会）
交通費	学校～演習林の往復は高校の公用車（バス）で移動

<b>実習時の安全確保について</b>	
日本スポーツ振興センター災害共済	

## B QGISを活用した演習林内の樹種や林齢など林分状況の把握

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の利用

>第1 空中写真による森林調査

第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第2章 森林と樹木>第2節 樹木の特長>第3 樹木の識別と日本の樹木

第4章 森林の機能と目標林型>第2節 目標林型とゾーニング>第2 ゾーニング

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 演習林の境界データ、夏と冬のオルソ画像を比較（樹冠の広がり、色、落葉の状況）することで画面上（室内）にて同一樹種が広がる区域のゾーニングができる。
- ✚ また、上記画像でのゾーニングに加え、現地踏査も実施することでより正確に同一樹種の植栽場所をゾーニングができる。
- ✚ 無料アプリケーションやフリーソフトの活用により、経費を削減しつつ作業を実行できる（市販のGISソフトは高価）。
- ✚ 生徒のスマートフォンの活用に関しては、予め保護者の同意を得る必要がある。



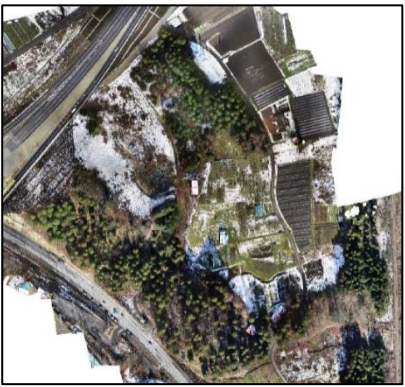
準備するもの	詳細
GISソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料フリーソフト「QGIS」を使用</li> <li>・各班（1班2～3名）で使用するPCに生徒がQGISをインストールし、使用</li> </ul>
GPSトラッキングアプリケーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料アプリケーション「ジオグラフィカ」を使用</li> </ul>
上記アプリケーションを使用するためのスマートフォン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒所有のスマートフォン</li> </ul>
演習林のオルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三和技術コンサルタントとの連携締結により既に取得していたドローンによるオルソ画像</li> </ul>
オンラインホワイトボードサービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料フリーソフト「Google Jamboard」を使用</li> <li>・Googleアカウントで利用</li> </ul>

### 実施前の状況

今回実習を行った東熊野演習林については以下のような状況であった

- ・東熊野演習林には施業計画図はあるが、平成初期のもので、その後は更新されていなかった
- ・大まかな植栽状況などの位置は記されているが、その後30年間にわたって計画的な森林管理が行われていないと推定され、どこにどのような樹種の林分があるかわからない状態。

指導実施者	対象授業・生徒
村山産業高校教諭 1名	2年生、3年生 森林科学 18名
実施場所	実施日・所要時間
村山産業高等学校東熊野演習林 (学校から車で10分程度)	令和4年10月24日、10月31日、11月7日、 11月14日、11月16日、12月12日 合計22時間

手順	
1	<p><b>演習林の境界データと夏季・冬季のオルソ画像の比較によるゾーニング</b></p> <p>① 三和技術コンサルタントに技術支援を仰ぎ、以前演習林において取得していた以下のデータの提供を受けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・演習林の境界情報</li> <li>・夏季と冬季に取得した演習林のオルソ画像</li> </ul> <p>② それらの情報を重ねて、樹冠の形状や色調、冬季の落葉状況などを観察・分析することで、演習林内の樹種の把握を試みた。</p> <p><b>(困難だった点・取組のコツ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・夏季に画像を取得しても、林道や作業道は樹木に覆われており、識別が難しい。</li> <li>・冬季の画像を取得し、GIS上で重ねることで、林内の状況や樹種の特定はしやすくなった。</li> </ul>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>村山本飯田IC</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>【図】</p> <p>上：演習林の境界データ 左下：夏季のオルソ画像 右下：冬季のオルソ画像</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div>

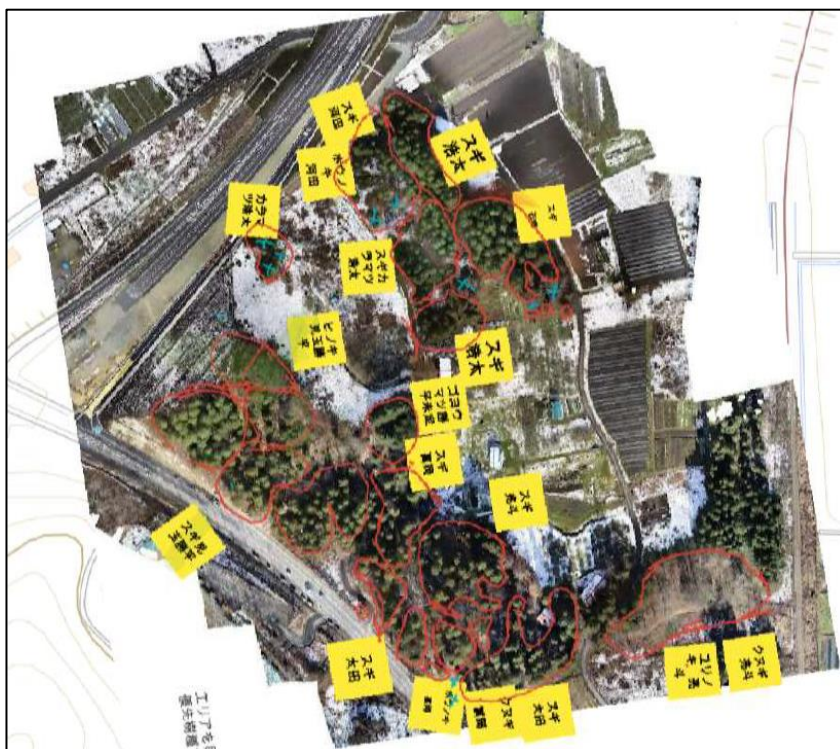
2

### 1で特定した樹種を Google Jamboard (※) 上で整理しゾーニングを実施

1の画像を用いて、植生の変化や樹冠から同一の樹種同士をマーキングして、Google Jamboardを用いてゾーニングを行った。

- ① オルソ画像を Jamboard に貼り付け
- ② 樹冠から、同一樹種と推定できる部分を赤い枠線でゾーニング
- ③ 黄色い付箋機能で樹種と担当者を記入する

\*Google Jamboard: オンラインで使えるホワイトボードアプリケーション。画像を貼り付けたり、文字や絵を手書きできる。リアルタイムの共同編集も可能



【図】オルソ画像に植生の変化や樹冠から同一の樹種同士を Jamboard 上でマーキングした

#### (困難だった点・取組のコツ)

GPSデータによるゾーニングの結果をQGIS上に描画する実習では、当初、生徒が使用した3台のノートPCのうち、1台は処理速度が不足していたため、QGISが動作できるスペックのPCをレンタルして、授業を実施した。また、校内のネットワーク環境が追いつかず、オフラインで描画する方法に設定して実習を実施したため、想定以上に時間を要した。

3

### 2の画像をQGISのジオリファレンサ機能(\*)で地図と重ねて表示

ジオリファレンサ機能については以下URLを参照。

[https://edu.google.com/intl/ALL\\_jp/jamboard/](https://edu.google.com/intl/ALL_jp/jamboard/)

\*ジオリファレンサ機能: スキャニングした紙地図やインターネットからダウンロードした地図画像ファイルなど、位置座標が指定されていない地図に、位置座標を付加することができる機能(参考「改訂版 Ver. 3.22 対応 業務で使うQGIS Ver. 3 完全使いこなしガイド」)



【図】オルソ画像を用いて、ゾーニングを実施

(困難だった点・取組のコツ)

- ・ QGIS のジオリファレンサ機能がうまくいかない。
- ・ かなり、回数を重ねないとうまく取り込むことができない。

現地踏査を行い、地上からも同一樹種の植栽場所の把握を実施

1～3にて画面上でのゾーニング等を実施したが、最後に現地でスマートフォンに入れたGPSトラッキングアプリケーションを用いて、同一の樹種が広がる区域を囲むようにして歩き、地上からも同一樹種の植栽場所の把握を実施した。



【写真】同一の樹種が広がる区域を囲むよう歩き、  
トラッキングデータを取得する様子



【図】QGISに表示した軌跡の図

(困難だった点・取組のコツ)

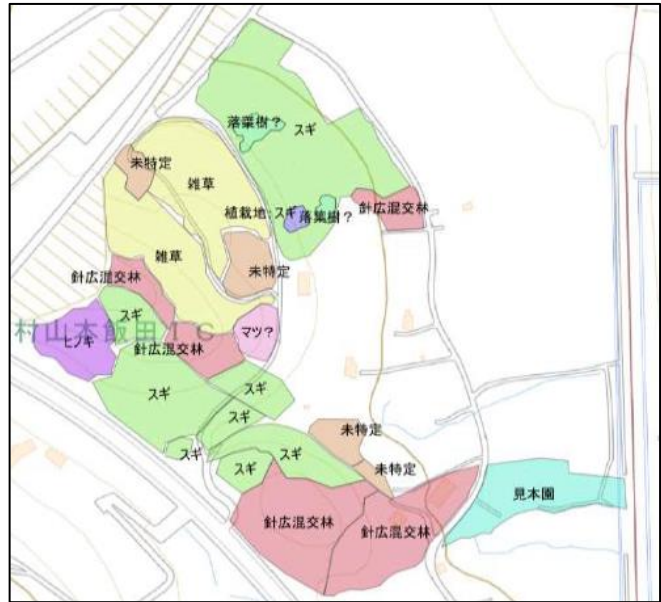
- ・ 同一樹種の植栽場所の周囲を歩くことは、まさしく道なきところを歩くものであり、カモシカに出会ったり、イノシシの寝床を見つけたり、大きな蜂の巣を発見したり、これまでには見えていなかった演習林の現状を見ることができた。
- ・ 収集したGPSデータの軌跡を図面に落とすと結線していないなどの問題が生じた。

4

5

ドローン画像と現地踏査による確認でより正確に同一樹種区域を判断

- ① 4の現地で確認した樹種の樹冠を2のオルソ画像で確認した。
- ② 同一の樹冠を示す樹木をドローンの画像から判別することで、より正確に同一樹種の区域を判断することができた。
- ③ また、ドローン画像によって、現地踏査ではわからない部分（踏査できなかった箇所）の情報を補うことができた。



【図】現地踏査によるGPSの軌跡情報とドローンによる情報を合わせて、QGIS上に樹種のまとまりを表示

(困難だった点・取組のコツ)

- ・オルソ画像を元に、生徒が樹冠で判断し、図面上でゾーニングしたものと現地踏査し、同じ植生の場所をゾーニングし、GPS データを取得したものを重ねるとかなりズレが生じた。
- ・ズレの修正は、オルソ画像、GPS座標、現地踏査結果を突き合わせて、または再度、現地で確認することで修正を行った。

今後の予定	本データは今後、演習林の計画的な森林管理に活用予定
-------	---------------------------

Bの実施に要した費用

費目	内容
講師料	1における技術支援（三和技術コンサルタント）
交通費	4における学校～演習林の往復は高校の公用車（バス）で移動

実習時の安全確保について
日本スポーツ振興センター災害共済

## C QGISを使用した計画的な間伐の実施

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1節 森林の測定>第2 林分の測定

第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

高等学校用教科書「森林経営」の以下項目に対応

第5章 森林の施業技術や管理技術>第1節 生産林の施業技術>第3 樹冠管理技術

### この授業のポイントやメリット

- ✚ PCでQGISの情報を出力することで、間伐対象木を画面上で選定することができる。
- ✚ 上記画像での選木に加え、現地調査も実施し、現地の状況や樹木などの確認を行うことで、より適切な選木と間伐を実施することができる。
- ✚ 無料アプリケーションやフリーソフトの活用により、経費を削減しつつ作業を実行できる（市販のGISソフトは高価）。
- ✚ 生徒のスマートフォンの活用に関しては、予め保護者の同意を得る必要がある。

準備するもの	使用機器の詳細
GISソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料フリーソフト「QGIS」を使用</li> <li>・学校が所有するPCや本事業にてレンタルしたPCにQGISをインストールし、使用</li> </ul>
GPSトラッキングアプリケーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料アプリケーション「ジオグラフィカ」を使用</li> </ul>
上記アプリケーションを使用するためのスマートフォン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒所有のスマートフォン</li> </ul>
データ集計ソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無料フリーソフト「Google スプレッドシート」を使用</li> </ul>
演習林のオルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三和技術コンサルタントとの連携締結により、すでに取得していたドローンによるオルソ画像</li> </ul>
調査機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輪尺、ワイゼ式測高器、メジャー</li> </ul>

### 実施前の状況

間伐を検討した場所は、東熊野演習林の北端にあるスギ植栽地で、施業計画図では昭和28年と昭和63年にスギなどの植栽記録がある以外は、施業履歴などは残っていない。計画的な間伐なども実施できていない。

指導実施者	対象授業・生徒
村山産業高校教諭 1名	2年生、3年生 森林科学 18名
実施場所	実施日・所要時間
村山産業高等学校東熊野演習林 (学校から車で10分程度)	令和4年11月7日、11月14日、11月16日、11月28日、12月7日、12月12日 合計20時間



## 手順

### 1 計画的な間伐を実施できていない林況（樹木の位置情報）の把握

- ① まず樹木1本1本の位置情報をスマートフォンにインストールしたGPSトラッキングアプリケーションにより取得。
- ② アプリケーション上でナンバリングを実施
- ③ 輪尺、測高器等によって1本ごとに樹高、胸高直径、形状などの情報も取得。（取得データは後述2に記載）



【写真】スマートフォンで樹木ごとの位置情報を取得し、ナンバリングを行った

#### （困難だった点・取組のコツ）

- ・位置情報の取得のためにスマートフォンのGPS機能を使用したが、使用したスマートフォンによっては、GPS機能に差があり、取得した位置情報のデータが大きくズレているものがあった。
- ・スマートフォンのGPSでは精度に限界があるため、三和技術コンサルタントからのアドバイスにより、大きく乱れたデータは省いて授業を進めた。

1

### 2 1で得た情報の集計

1で得た情報は、生徒1人1台のタブレット端末で入力し、Google スプレッドシート（\*）の共有機能を用いて入力した情報を集約した。

\*Google スプレッドシート：表計算ソフト。共同作業シートの共有が簡単にでき、複数人での共同編集が可能。

2

### 3 QGISへの情報のインポート

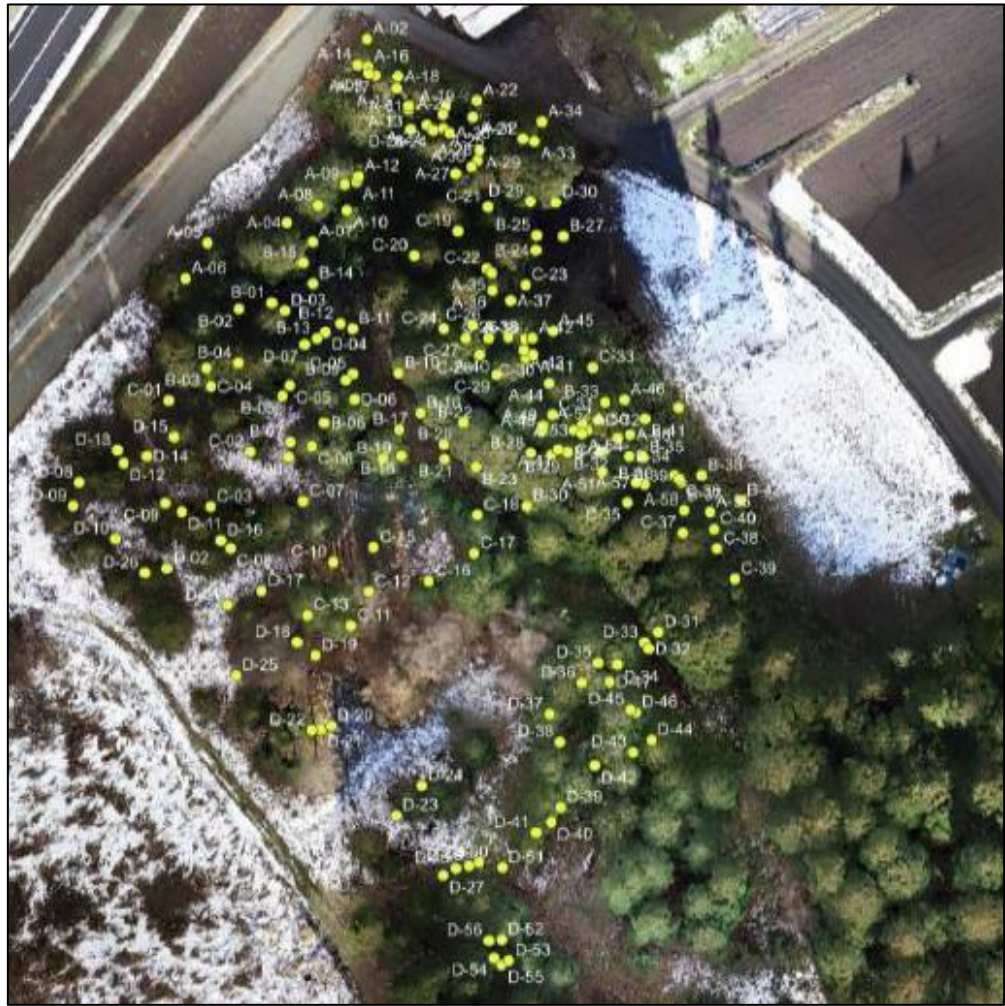
2で集約した情報をQGISにインポートし、位置情報と樹木の個別情報（樹高、胸高直径、形状）をリンクさせ、表示させた。

#### （困難だった点・取組のコツ）

QGISの操作を全員が経験するために、データ測定、入力、調整、インポート、QGIS上での描画を行わせた。

その際、各立木の樹頂点と位置情報にずれが生じる場合があったが、今回は対象範囲が狭く、範囲内のすべての樹木を調査したことから、樹頂点と位置情報がずれていることは特に考慮していない。

3

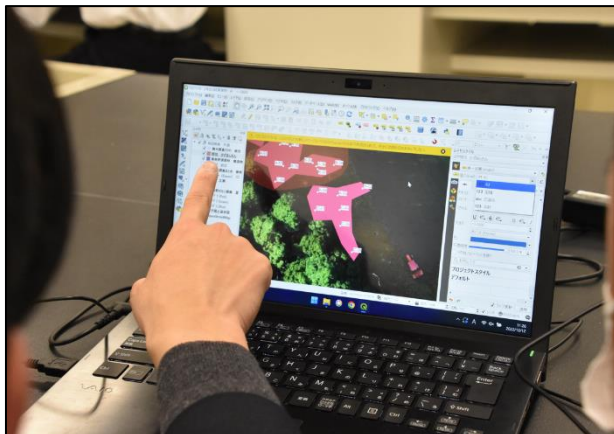


【図】 毎木調査で取得した位置情報と樹木の個別情報を QGIS で表示

#### QGIS 上のデータを基に間伐箇所の検討

- ① 3 によって樹木同士が込み合っている林分を把握し、適正な密度に間伐することを目指した。
- ② 試験地としたスギ植栽地は林齢約 35 年であったため、間伐木の選木は、山形県が指針として出しているスギ林分収穫予想表に基づき、林齢 35 年生時点で適正な間伐になるように、QGIS を用いて樹木の樹高や胸高直径などを抽出し、判断材料として、どの樹木を伐採するべきかを生徒たちがグループで話し合った。

4



【写真】 班ごとに指定したエリアを QGIS で表示して、生徒が間伐対象木を選定

	<p>(困難だった点・取組のコツ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「間伐対象範囲を指定して、間伐の必要性について検討し、対象を選定する」という文章の中に、QGISで行う操作は非常に多岐な内容が含まれている。そのため、QGIS上でのレイヤ操作、図形を描画することや、座標をカウントする方法などを習得したうえで、これらの実習が可能である。</li> <li>・現地ではなく、教室でQGISを用いて樹木の情報を確認しながら選木を検討できたことは、生徒がスマート林業を実感できた場面の一つとなった。</li> </ul>
5	<p><b>現地確認</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 4のQGIS上で選定した樹木が、本当に間伐対象木として適切かについては現地で最終確認を行い、間伐を実施する樹木を選定した。</li> <li>② 次に伐倒方向や周囲の安全についてグループで話し合い、間伐を実施した。</li> <li>③ 実習では玉切りを行い、良質な材については、製材用に製材室に搬出し、乾燥した。それ以外の木材も薪の生産のために、随時、搬出する予定となっている。</li> </ol> <div data-bbox="515 857 1080 1270" data-label="Image"> </div> <p>【写真】教室でQGIS上を用いて選木した間伐対象木を現地で確認した上で間伐を実施</p> <p>(困難だった点・取組のコツ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2～4の作業については「PCを用いて、間伐対象木をQGIS上で選定し、そのまま現地に行き、その間伐を実施」するというのもでき、それら方法は効率的であるが、現地の状況を考慮していないと考えられた。そのため以下の流れとした。 <ol style="list-style-type: none"> <li>①QGISの情報を出力して選木</li> <li>②実際の間伐前に、現地でも周辺環境や樹木の状況などを確認</li> <li>③最終的に間伐する立木を決定</li> </ol> </li> <li>・また、今回は現地での資料として、QGISから紙に出力した情報を用いた。「紙」となった点は残念であるが、理由として、現地での通信手段がないこと、QGISを扱うことができるPCがフィールドで活用するには不向きなことがあった。</li> <li>・12月になってから間伐を実施したため、合計6本の間伐となった。</li> </ul>
今後の予定	<p>QGISにマッピングした情報を元に、来年度以降の実習において、適正な植栽密度にするために、さらに間伐を進めていく予定</p>

Cの実施に要した費用

費目	内容
講師料	1における技術支援（三和技術コンサルタント）
交通費	4における学校～演習林の往復は高校の公用車（バス）で移動

実習時の安全確保について
日本スポーツ振興センター災害共済

■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>✚ 演習林の活用が進んでいない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・演習林内の林道や作業道の配置が不明</li> <li>・演習林内の樹種や林齢など林分の状況が不明</li> <li>・上記理由のため、計画的な間伐が実施できない</li> </ul> <p>✚ 保有しているオルソ画像等のデータ活用が進んでいない</p> <p>学校と民間企業（三和技術コンサルタント）との教育に関する連携締結により、演習林のオルソ画像等の測定データを保有しているが、データの活用が進んでいない。</p> <p>✚ 予算に限りがある</p> <p>林業教育を実施するための予算に限りがあり、実習等で必要な機器（測量機器、チェーンソー等）のメンテナンスができない状況</p>
成果・効果
<p>✚ 演習林の活用が進んでいない</p> <p>✚ 保有しているオルソ画像等のデータ活用が進んでいない</p> <p>① GPSトラッキングアプリケーションによる現地調査データと保有済みオルソ画像等のデータをQGIS上に反映することにより、以下を把握することができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・林道や作業道</li> <li>・樹種や林齢などの林分状況</li> </ul> <p>② 演習林には当初の施業計画図からは大きく変化している場所があることが明らかになり、30年近く、除伐、間伐などの適切な森林管理が行われなかった結果、混交林のような林相となってしまった林分が多数あることも明らかになった。また、枝打ちや除伐、間伐の未実施により、異常な状態となり、危険な箇所も多くあった。</p> <p>③ スマートフォンで利用できるフリーのGPSトラッキングアプリケーションを利用し、取得した位置情報と輪尺、測高器を使用し取得した樹木の個別情報（胸高直径、樹高、形状）をQGIS上でリンクさせ、QGIS上で演習林の樹木密度を把握、選木を計画し、現地で間伐を行うことができた。</p> <p>④ 基礎データを取得、GISに記録したことで、これまで感覚的に取り組んできた間伐について、このような森林・林分だから、A、Bの木を伐採しますと明確に判断できるようになった。昨年までの授業の進め方と大きく変わった。</p>
<p>✚ 予算に限りがある</p> <p>今回使用した、GPSトラッキングアプリケーション、表集計に用いるフリーソフトQGISは無料で使用できるものであり、予算を削減することができた。</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5年3月14日（火）15:00～15:40
- ✓ 開催方式：Web会議
- ✓ 出席者：

氏名	所属
廣瀬 僚太	山形県立村山産業高等学校 農業環境・みどり活用科学科長
高橋 俊広	三和技術コンサルタント
後藤 伸幸	山形県森林研究研修センター 森林経営指導部
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
<p>◆ 山形県立村山産業高等学校</p> <p>(感想)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・これまで実習は、生徒は「林業は、暑い・つらい・重たい・しんどい・危ない」という感覚でとらえていた。このスマート林業でQGISを使い、森林管理のベースの部分に生徒が関わっていくことで、PCの画面上で森林状況が分かるようになった。それだけのことだが、「こんなに安全にスマート林業ができる」ということ生徒は強く感じたようだ。これまでの実習は、すごくアナログで体力重視だったが、ここ数カ月行ったスマート林業は真逆のところを位置する実習になった。そういったことから生徒としては非常に良い経験になった。</li> </ul> <p>(課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一度、予算をかけてスマート化しても、それを次年度も維持していくことが単独の学校の予算では難しいため、その部分が大きな課題である。今回は事業が単年度で終わる想定のもと、当初より山形県や山形県森林調査会に、次年度も可能な限り続けていけるスマート林業としてQGISの活用を提案していただいたので、来年、再来年も続けていけると考えている。</li> </ul> <p>◆ 三和技術コンサルタント</p> <p>(感想)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・村山産業高校とは連携協定も含めて数年前から一緒に取り組んでいる。当社の業務は測量関係で、学校には演習林のオルソ画像、地図の提供をしている。今回の実習でその素材を利用したQGISを使った取り組みを行ったことは大変良かった。</li> <li>・村山産業高校と今後の打合せをしているが、林内の3次元データの取得作成に取り組んでいけると思っている。ソフトやハードについては当社にあるものであれば、協定の中で使っていただきたい。</li> </ul> <p>(課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・村山産業高校と数年前から協定を結んでおり、QGISを使う場合に地図が大事だと考えていた。地図や境界など一緒に整備したので色々な方面に使えると思っている。村山産業高校のよ</li> </ul>

うな授業を実施するためには事前準備も大変だ。目的がGISだとすれば当然地図が必要で、それをどこから仕入れてくるか、ゼロから始めるとすると予算も必要になる。

◆ 山形県森林研究研修センター

(感想)

- ・今年度始まった事業であり、すぐに県の予算措置をできるものではないが、今後、村山産業高校でこの授業を続けていくのであれば、県としては当然協力していく。また、山形県森林調査会も技術的な協力は続けていきたいと聞いている。
- ・今後の予算については、学校と行政で予算体系が違うので、村山産業高校が今年度の実践をベースに来年以降も林業教育を進めていきたいと教育関係からの予算の要求があれば、山形県には「森林（もり）ノミクス」という政策があるので、その中で実現する働きかけを行いたいと考える。
- ・今回、山形県としては、来年以降も実施できるというところを基本にして協力を行った。先生の尽力のおかげで初年度としては良いスタートを切れた。

(課題)

- ・本事業への県の関わり方については、あくまでも主体は高校というスタンスで対応し、三和技術コンサルタント、山形県森林研究研修センター、山形県森林調査会（ザオー測量）の3者で協力してきた。表に立たずに裏方になるのがこの事業の趣旨だと考えて取り組んだが、県の関わり方には迷いもあった。来年度以降もこの事業が継続であるのであれば、事前に都道府県には「こういった形の支援を期待している」と伝えていただいたほうが良い。特に、事業の実践をマニュアル化するというのであれば、都道府県の事業への関わり方については伝えていただいたほうが良い。

◆ 林野庁

(質問)

- ・山形県からは、事業はできるだけ学校が主体で県は裏方というイメージで取り組んだ話があったが、学校の立場としての考え方を伺いたい。

(山形県立村山産業高等学校からの回答)

- ・高校が主体ということは当然のことと思う。事業を計画する上で全然分からないこともたくさんあるが、教えるのは教師であり、それをまず教える側が理解して生徒に教えていくことがベースだ。外部連携で専門家に来ていただく授業もあるが、それは一時的なものであり、それを学校のフィールドを使い継続的に行っていこうとすると、一番汗をかくべきは教員であり学校側だ。サミット（報告会）で生徒の活動写真を紹介したが、写真の場面だけが授業ではなく、継続的に色々な場面でスマート林業の話題を入れていかなければならない。またその内容はテストにも盛り込んでいる。教師が実践しなければならないので、現実には時間や技術的に厳しい部分がたくさんあるが、分からないことが出てきたときに身近に教えてもらえる山形県や三和コンサルタントの専門家の方の方がいてくれることが、教師としては非常にありがたい。

## 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>
本事業において、QGISを活用することで、路網、樹種、植栽場所の把握など森林管理に必要な情報を整備することができた。また、樹木を管理することで、森林資源の適切な管理や効率的な管理も可能となると考えられる。実際に、村山産業高等学校では、生徒の実習では処理できない大径木の処理は、森林組合に委託しているが、その委託もQGISの情報を元に、樹木を選定し、実施している。
<b>取組が進んだ要因</b>
スマート林業教育に取り組んだことで、QGISを扱うことになり、またQGISがあるから現地の毎木調査や間伐木の選定にもつなげることができた。そのデータはずっと維持していくことができる。
<b>困難だった点・留意した点</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・QGISを活用することで、森林管理の基盤を作ることができたが、QGISの習得は難しく、習得までの時間が必要。QGIS習得のためのマニュアルは複数存在するが、授業で必要とする内容を記したマニュアルがなく、自身が授業で運用するためには約1カ月の学習期間が必要だった。しかしながら、生徒は「QGISは難しい」と言いつつ、本当に一瞬でマスターしていくため、デジタルネイティブな世代にとっては問題ではないのかもしれない。</li><li>・スマート林業教育で演習林の樹木の座標の取得には、スマートフォンは非常に有効で簡便である。しかし、精度にばらつきがあるため今後の検討が必要である。また、生徒の私物の使用に関しては、予め保護者の同意を得る必要がある。</li></ul>
<b>次回への改善案</b>
QGISで使用できる基盤のデータがなく、それを取得しなければ次のステップに進めないために、データを用意するための調査にすごく大きな時間を割く必要があった。ただ、来年度からは今年度のデータを利用できる。
<b>今後のスマート林業教育の取組について</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・学校には高性能林業機械もなく、生徒は「林業はパワーが必要で何か体を動かせば良い」と、そのような産業に捉えがちだったが、スマート林業を取り入れることでマネジメント的に考えなければならないとか、女子生徒であれば「私たちにもできる」と、林業の可能性が広がった。</li><li>・QGISで森林情報を得て、授業に取り入れたことで、これまで感覚的に取り組んできた内容をきちんと裏づける根拠ができた。感覚的に間伐や除伐を実施していたのが、このような森林、林分だから、この場所では、AとBの木を伐採しますというように明確に判断できる。昨年までの授業の進め方と大きく変わった。</li></ul>
<b>取組のコツ</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・本事業を終了した後も、スマート林業教育の継続が可能なものとなることを当初から目指し、そのため高価なスマート機器は用いないことを基本にしてスマート林業教育を進めた。</li><li>・本事業への取組経験が村山産業高等学校の森林経営や授業運営に永続的に残るような仕組みを作ることを目的とした。</li></ul>



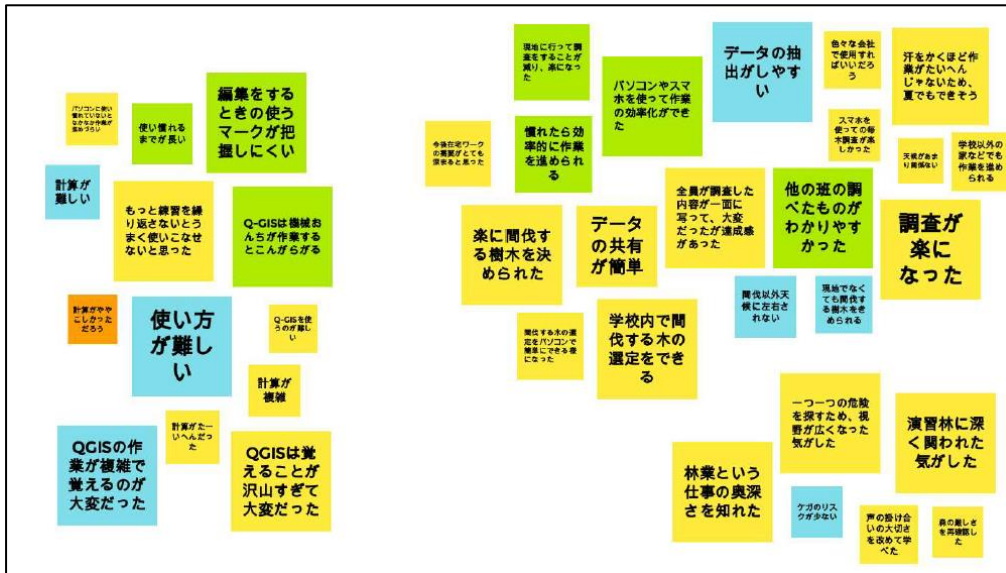
## 関係者へのインタビュー

### ①村山産業高等学校高校教諭

本校の生徒は、昨年夏までは、デジタルが全くない、アナログな林業を経験し、そのつらさを感じていた。その後、スマートフォンやQGISを活用する林業に変わるという、大きな変化を実体験として感じている。そのため、生徒の感想には、林業のスマート化のリアルな喜びを表現しており、また、スマート林業を導入するにあたっての戸惑いや困難も体験し、感想を述べてくれている（下記図）。

今後は、教員が生徒の戸惑いをくみ取り、次年度に向けて、ブラッシュアップを行い、本校なりのスマート林業教育を実践していきたい。また、東熊野演習林全域の林況把握を完了させたい。

本校の林業科を卒業した80代のOBたちが、「俺らが植えた木はどうなった？元気か？」とよく言ってくれる。今後、何十年と演習林が受け継がれて行く中で、今関わっている生徒たちが80代になったときに、「この森林をやり直したのは、俺たちだ！」と誇れるようにしたいと考えている。



【図】生徒の感想

### ②村山産業高等学校生徒

樹木1本1本の位置情報をスマートフォンによって取得し、ナンバリングを行い、それぞれの樹高、胸高直径、形状などの情報を取得し、それら約200本のデータを集約し、様々な情報をQGISに表示した際には、なぜか自然と歓声があがった。現地踏査という地道でアナログな林業と、QGISやドローンによる情報というスマート林業が1つの画面でつながったことが、新鮮だった。そして、スマートな林業にとってもアナログな林業は必要であり、どちらか片方だけではやっていけないことも強く感じた。

### ③山形県職員

県としても優秀な人材が1人でも多く林業の業界に入ることを願っている。このような中で高校生の時点で、アナログ情報とスマート化された情報について早い段階で学び、さらにアナログの情報が重要だという感想を聞き、この事業を先生を中心に進めてきたことについて、よかったと感じている。またこのような事業を短期間で進めることができたのは、本当に前向きで積極的に取り組む教育者が関わったからだこそと感じている。

#### ④三和技術コンサルタント

村山産業高校とは連携協定も含めて数年前から一緒に取り組んでいる。当社の業務は測量関係で、学校には演習林のオルソ画像、地図の提供をしている。今回の実習でその素材を利用したQGISを使った取り組みを行ったことは大変良かった。

村山産業高校と今後の打合せをしているが、林内の3次元データの取得作成に取り組んでいけると思っている。ソフトやハードについては当社にあるものであれば、協定の中で使っていただきたい。

#### ④（一社）山形県森林調査会

デジタル社会を生き抜く若い世代がこれからの林業を支えていくのは間違いない。今回の事業をきっかけに学びを深めてくれることを期待している。

## スマート林業教育推進事業の実施について

山形県立村山産業高等学校 農業環境・みどり活用科  
学科長 教諭 廣瀬僚太

### 1 本校における林業教育の概要

本校は、旧村山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、農業環境科（本年度1年生からは「みどり活用科」）の科目「森林科学」「林産物利用」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・山菜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年制大学や山形県立農林大学校への進学、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、地元の測量会社

（株式会社三和技術コンサルタント、山形県村山市）と連携協定を結び、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 「スマート林業教育推進事業」による到達点

- UAVにより演習林の画像や測定データを取得し、現状を把握する方法を学習させる。
  - ・毎木調査などのアナログデータとの比較を行う。
  - ・UAV、画像処理ソフトの活用
- 取得したデータを元に、森林管理作業を実施させる。
  - ・樹種などによるゾーニングを行う。
  - ・刈払機やチェーンソーを活用した林内の下刈りや除伐
  - ・UAV、地図情報管理ソフトの活用
- 取得したデータを元に、森林資源の管理や材積を把握する方法を学習させる。
  - ・画像処理ソフト、Q-GISの活用
- 取得したデータを分析し、樹木を選木・伐採・搬出を行わせる。
  - ・搬出する路網などを設計するシミュレーションによって最適な経路を算出する。
  - ・地上レーザー、トータルステーション、路網設計シミュレーションソフトの活用
- 演習林で伐採した樹木を販売や木材加工を行う方法を学ばせる。

#### 4 今後の学習指導計画

日程		学校行事	学習内容	使用するスマート林業機器
令和4年 9月	上	15 就職試験開始	スマート林業 概要 毎木調査 ゾーニング	
	下	28-30 中間T	毎木調査、ゾーニング UAV の活用 地図情報管理ソフトの活用	UAV 地図情報管理ソフト 画像処理ソフト
10月	上	14-15 学校祭	毎木調査、ゾーニング UAV の活用 地図情報管理ソフトの活用 画像処理ソフトの活用 選木について	UAV 地図情報管理ソフト 画像処理ソフト
	下	27 農ク全国大会	毎木調査、ゾーニング 森林資源の管理、材積計算 <b>画像処理ソフト、Q-GIS の活用</b>	画像処理ソフト Q-GIS
11月	上	8-11 修学旅行 11 学年行事	伐採・搬出について 高性能林業機械について 路網設置について 地上レーザーの活用	画像処理ソフト Q-GIS 地上レーザー トータルステーション
	下	18 校内プロ発表	路網施工について 木材加工について <b>森林資源の管理</b>	画像処理ソフト Q-GIS 路網設計シミュレーション
12月	上	1, 2, 5, 6 期末T 15 県プロ発表	路網施工について 木材加工について	画像処理ソフト Q-GIS 路網設計シミュレーション
	下	23 終業式	木材加工について	画像処理ソフト Q-GIS
令和5年 1月	上	6 始業式	木材加工について スマート林業に関するまとめ	画像処理ソフト Q-GIS
	下	17 課題研究 発表会	木材加工について スマート林業に関するまとめ	画像処理ソフト Q-GIS
		23 学習成果発表 27, 30, 31 学年末T		
2月	上	2 推薦入試	木材加工について スマート林業に関するまとめ	画像処理ソフト Q-GIS
	下	22-24, 27 学年末T	木材加工について スマート林業に関するまとめ	画像処理ソフト Q-GIS

## 5 経費支出先について

- ・講師謝礼および機器レンタル経費
- ・森林管理作業 消耗品購入経費
- ・森林調査用具 消耗品購入経費
- ・記録用物品 購入経費
- ・UAV および測量器具 購入・メンテナンス経費
- ・PC およびソフトウェアの購入・レンタル経費 など