

神奈川県立 吉田島高等学校 スマート林業教育プログラム

課題

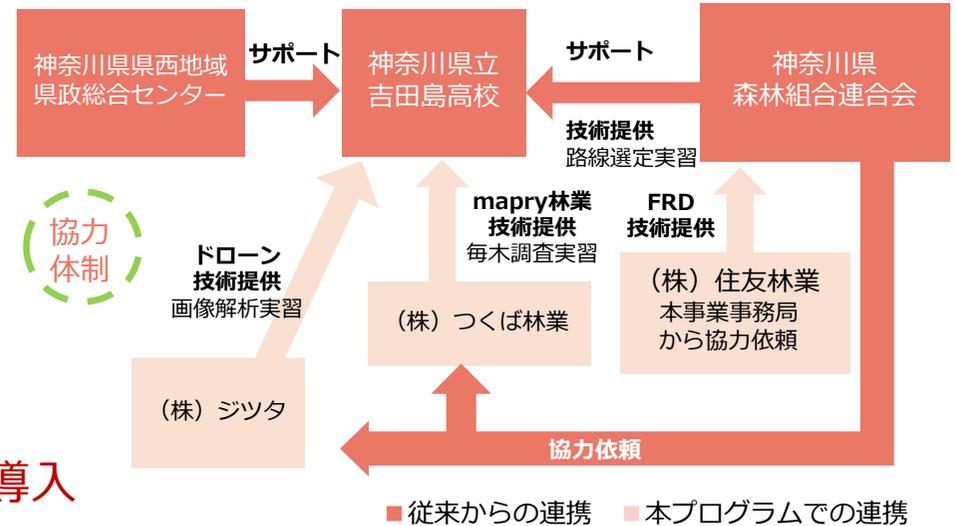
今年度57年ぶりに演習林での立木販売事業と翌年からの皆伐再造林事業を実施するために、「立木販売」「作業路網開設」「皆伐再造林」の計画を授業の限られた期間で実施しなければならないこと。

作成方針

元々ある上記の授業計画の中にスマート林業を組み込んで実施したい

実施プログラム

各計画の中へのスマート林業技術の導入



毎木調査への「mapry林業」の活用

間伐の立木販売実施箇所においてスマート林業技術アプリケーション「mapry林業」活用して毎木調査を実施。

mapry林業を入れたタブレット端末を対象木の胸高位置の樹幹にかざす
→胸高直径測定と位置情報を取得



mapry林業を立木にかざしデータを取得している様子

路網設計への路網設計支援ソフト「FRD」の活用

従来型の路網設計 森林計画図の情報を読み取る路網設計
路網設計支援ソフト「FRD」を活用した路網設計

設計後、生徒がソフトで設計した現地を踏査



路網設計後、現地踏査も実施することで、実際の現場には崩壊があったりなど、データだけでは見えないものがあることを生徒が実地で体験できる。

FRDとは
路線の幅員や勾配等の一定の条件を入力し、スタートとゴールを地図上で指定すると、条件に合致するルートが描かれる。

森林資源調査へのUAV画像解析とmapry林業の活用

令和6年度
皆伐再造林予定地で、

- ・ドローンを活用したUAV画像解析、
- ・「mapry林業」を用いた林内の標準地調査

によって資源量把握を行った。



(2)神奈川県立吉田島高等学校

① 教育プログラムの概要

吉田島高等学校では、神奈川県（神奈川県西地域県政総合センター森林保全課）、神奈川県森林組合連合会とともに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。実施したプログラムは、演習林の立木販売事業、皆伐再造林事業の実施に向けて、従来の作業にスマート林業の技術を導入したものの。概要は次のとおり。

実施概要

林業の計測に特化したアプリケーション「mapry 林業」を活用した毎木調査

間伐による立木販売を実施する箇所の毎木調査について林業に特化したアプリケーションを活用して実施し、毎木調査から評価額の算出までを一貫して実施した。

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 森林の選定 >第1 樹木の選定、第3 生長量の調査
第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

路網設計支援ソフト「FRD」を活用した路網設計

「森林計画図の情報を読み取り手書きで行う路網設計」と「路網設計支援ソフトを活用した路網設計」を行い、生徒がソフトで設計した現地を踏査することでデータだけでは見えないものがあり、どのような点に実際の設計技術が必要なのかを実地で体験した。

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
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

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
第6章 木材の収穫>第2節 路網>第4 森林作業計画と設計

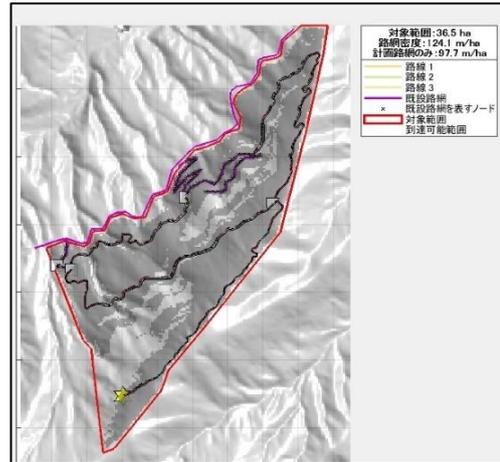
ドローンで取得した画像解析による森林資源量把握と

林業用計測アプリケーション「mapry 林業」を活用した標準地調査

令和6年度皆伐再造林予定地で、ドローンを活用したUAV画像解析と、林業に特化したアプリケーションを用いた林内の標準地調査によって森林資源量を把握した。

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4 森林の測定と森林管理
>第2節 リモートセンシングの利用
第7章 「森林経営」の実践>第1節 森林調査の実践



【左写真】 林業に特化したアプリケーションソフトを入れたタブレット端末で標準地調査を実施
 【右図】 路網設計支援ソフトで演習林に設計した森林作業道の線形

指導体制（吉田島高等学校）

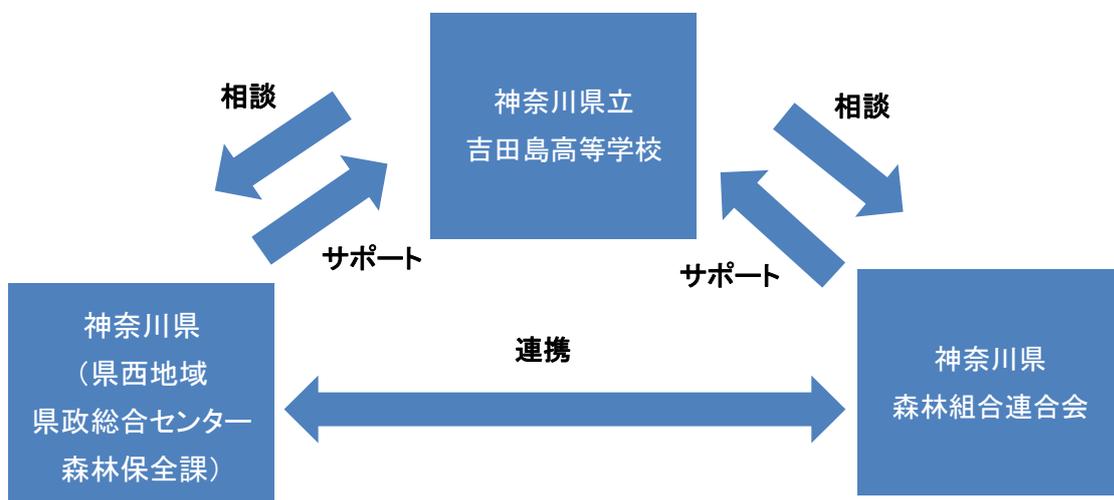
指導者	参加生徒	実施授業
<ul style="list-style-type: none"> ・教諭 1名 ・実習教諭 1名 	<ul style="list-style-type: none"> ・3年生4名 (環境緑地科、都市農業科で「森林経営」を履修) ・全校生徒 	<ul style="list-style-type: none"> ・森林経営 (3年次：週3時間) ・演習林実習でスマート林業のメリットを紹介

② 背景

■ 吉田島高等学校と地域との関係

吉田島高等学校の地域との連携は、演習林の森林経営について神奈川県県西地域県政総合センター林業普及指導担当に助言を求めたことがきっかけとなり始まった。同センターは、同校への資料提供、助言等を行い、また地域関係者が参加する普及報告会で同校の発表機会を設けるなど、同校を林業関係者により知ってもらえるように働きかけを続けることで地域との関係をつくりあげてきた。

また、民間会社と特用林産物の生産についての授業内共同研究や木材の地域内循環を学ぶ視察会の実施、また次世代林業技術者を育成するための教育協定を結んでいる。



ア 吉田島高等学校と神奈川県との連携の経緯

神奈川県＝神奈川県西地域県政総合センター森林保全課

時期	内容
平成 31 年 2 月	吉田島高校が神奈川県担当へ演習林の森林整備について相談。県担当より活用可能な補助事業に関して助言、森林経営計画の紹介
令和元年 8 月	吉田島高校が神奈川県担当へ森林経営計画案、森林作業道開設について相談、県担当が助言（設計の仕方等）
令和 2 年 12 月	吉田島高校が神奈川県担当へ森林作業道設計について相談、県担当より助言（設計書のチェック、発注の仕方等）
令和 3 年 7 月	神奈川県担当が林業普及指導員事業報告会への吉田島高校参加について関係機関と調整、吉田島高校が参加
令和 3 年 12 月	吉田島高校が神奈川県担当へ森林作業道設計について相談、県担当が助言
令和 4 年 7 月	神奈川県が本事業について吉田島高校に連絡、吉田島高校が参加

イ 吉田島高等学校と神奈川県森林組合連合会との連携の経緯

時期	内容
令和 4 年 7 月	吉田島高校が神奈川県森林組合連合会に本事業への参画を打診。同連合会には吉田島高校のOBも多く在籍しており、関係は深い
令和 4 年 7 月～	本事業に参画し、吉田島高校に技術支援

ウ 神奈川県と神奈川県森林組合連合会との連携の経緯

時期	内容
令和 4 年 7 月	本事業の実施に向けて連携

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導入を目的として、神奈川県立吉田島高等学校、神奈川県（神奈川県西地域県政総合センター森林保全課）、神奈川県森林組合連合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

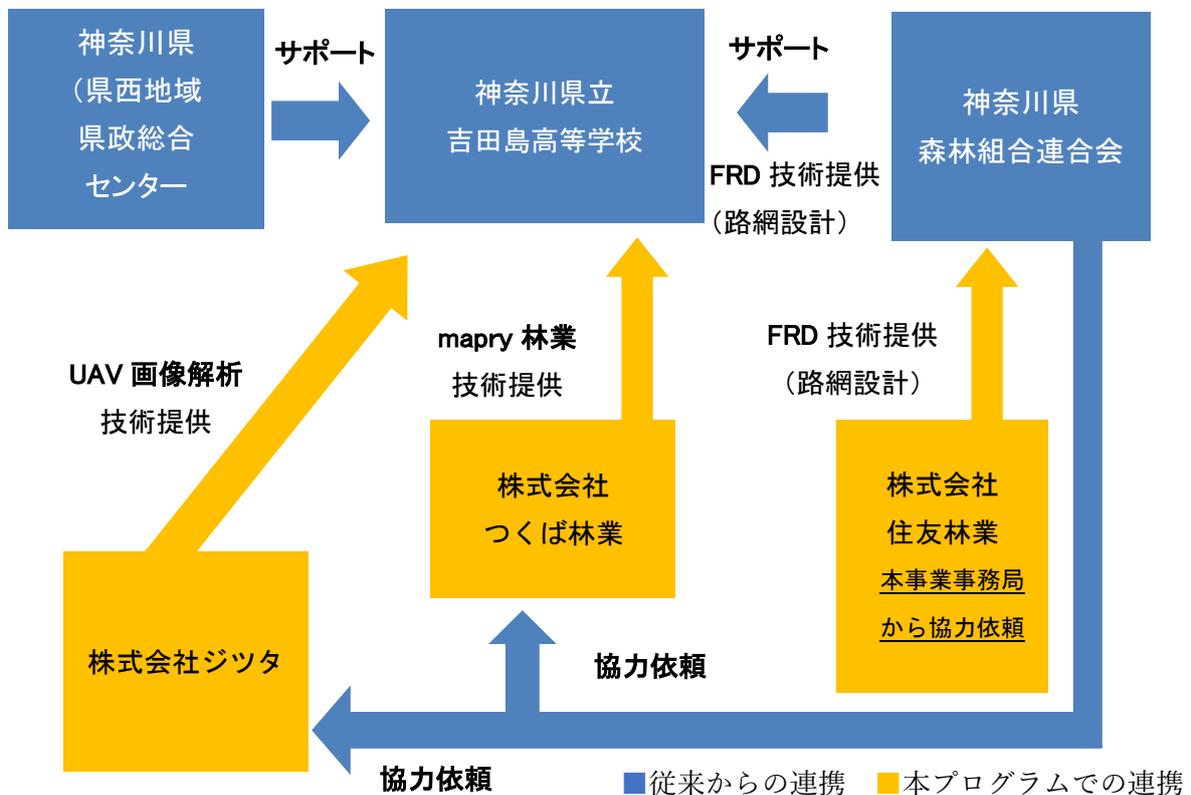
構成員	主な役割
吉田島高等学校	指導計画を作成、教育プログラムの生徒への実践
神奈川県西地域県政総合センター森林保全課	吉田島高等学校、神奈川県森林組合連合会との連絡調整及び全体の調整
神奈川県森林組合連合会	各技術に精通している企業等と連携して吉田島高等学校を指導

■ 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

吉田島＝吉田島高等学校、神奈川県＝神奈川県西地域県政総合センター森林保全課、
 県森連＝神奈川県森林組合連合会

日時	担当	所要時間	内容
9月	吉田島		学習指導計画の作成
9月9日	吉田島 神奈川県 県森連 事務局	4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 ・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 ・助成が必要な経費について
9月29日	吉田島 神奈川県 県森連 林野庁	1時間	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 ・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 ※詳細は【資料1】
9月以降	吉田島 神奈川県 県森連		プログラムの検討

■ 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
<p>✚ 演習林の今後の計画を短期間で進めなければならない</p> <p>今年度 57 年ぶりに演習林で実施する立木販売事業と翌年からの皆伐再造林事業に関する「立木販売」「作業路網開設」「皆伐再造林」の計画を授業の限られた期間で進めなければならないこと。</p>



検討
<p>✚ 「立木販売」「作業路網開設」「皆伐再造林」の事業計画について、スマート林業を取り入れた授業内容で実施する</p> <p>前述の課題解決には、先端技術の学習環境を作り、各計画の中にスマート林業技術を導入、効率化を図ることが不可欠だと考え、次のスマート林業技術を授業に取り入れることとした。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 毎木調査へのスマート林業技術活用・ 路網設計へのスマート林業技術活用・ 森林資源量調査へのスマート林業技術活用
<p>✚ 予算・設備・指導方法</p> <p>スマート林業に取り組むための測定機器は高価なものが多く、導入するにはハードルが高い→地域の繋がりですmart林業を導入している林業経営体を紹介してもらうこと等で授業にスマート林業を導入した。</p> <p>演習林で実施する立木販売事業に合わせて、設計や計画作成で必要となる森林資源量把握の実習を行うにあたり、県や森林組合系統の現場ですでに導入されているスマート林業技術を用いることで、開発メーカーやスマート林業技術を導入している林業経営体からの指導を受けることとした。また検討委員会に参画した神奈川県森林組合連合会職員が演習林での実習を行うことで、ツールの機能や使い方だけでなく、メリット・デメリットや応用の方法などを生徒に体感してもらうこととした。</p>
<p>✚ 3年次科目「森林経営」で実施</p> <p>科目「森林経営」では、森林を観察して評価しながら、それらをどのように活用していくかを学ぶ教科であり、スマート林業の要素を最も反映できると考えたことから、3年次の科目「森林経営」にスマート林業教育を組み込むこととした。</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	林業の計測に特化したアプリケーション「mapry 林業」を活用した毎木調査 (P6～)
B	路網設計支援ソフト「FRD」を活用した路網設計 (P10～)
C	ドローンで取得した画像解析による森林資源量把握と林業用計測アプリケーション「mapry 林業」を活用した標準地調査 (P16～)

A 林業の計測に特化したアプリケーション「mapry 林業」を活用した毎木調査

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 森林の選定 >第1 樹木の選定、第3 生長量の調査
第7章「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践

この授業のポイントやメリット

- + アプリケーションソフト「mapry 林業」(*)を利用した森林調査を実施
 - 通常、毎木調査は、記帳者1名と測定者1名を1組として行うが、アプリケーションソフトをインストールしたタブレット端末を用いた調査では、測定と同時にデータが記録されるため1人で実施可能となる。
 - タブレット端末のLiDAR機能(**)を活用しながら点群データを取得し、データから胸高直径を算出することができる。
 - 手書きだった記録もデータが残るため、必要なデータが揃い次第、材積計算～評価額算出までその場で行うことが可能。

*mapry 林業：株式会社マプリアが提供するアプリケーション。LiDAR や画像を使った林内での3D測量、胸高直径の取得、画面上に調査地の外周を出現させることや、取得したデータを関係者と共有もできる。

**LiDAR 機能：レーザー光を対象物に照射し、反射光や時間を計測し対象物の形状や性質を取得できる。

準備するもの	使用機器の詳細
林業計測に特化したアプリケーションソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・アプリケーションソフト「mapry 林業」(有料) ・アプリケーションソフトをインストール済みのタブレット端末(iPad)をレンタルして授業に使用
タブレット端末	<ul style="list-style-type: none"> ・iPad (GPS 機能、LiDAR センサーを使用)。アプリケーションソフトをインストール済みのiPadをレンタル
森林測定機器	<ul style="list-style-type: none"> ・輪尺、測高器

実施前の状況

立木販売事業が初めてであるため、毎木調査も初めての実施となる。以前は標準地法の勉強のために輪尺やワイゼ式測高器を使う程度であった。

指導実施者	対象授業・生徒
吉田島高校教員 1名 株式会社つくば林業 1名 森林組合連合会 1名	3年生 森林経営 4名
実施場所	実施日・所要時間
吉田島高等学校矢倉沢演習林 (学校から車で30分程度)	令和4年10月17日(月) 100分(2単位授業分)

手順	
<p>1</p>	<p>「mapry 林業」を使った森林調査方法の習得について 県内ですでに mapry 林業を導入している林業経営体「株式会社つくば林業」（神奈川県森林組合連合会からの紹介）から、まず教員が指導を受けた。実習当日の演習林での講師も林業経営体が実施。</p> <p>(困難だった点・取組のコツ)</p> <p>教員が授業当日にまでに、ある程度アプリケーションを使いこなせるようになる必要があるため、経営体より別日に2時間程度の指導を受けた。また、当日の授業を想定した調査を事前に2時間程度行い、データの特性等を理解した。</p>
<p>2</p>	<p>毎木調査1：胸高直径・位置情報の取得</p> <p>① mapry 林業をインストールしたタブレット端末（iPad）を対象木の胸高位置の樹幹にかざす。 ② 胸高直径測定と位置情報を取得。</p> <div data-bbox="306 871 852 1247" data-label="Image"> </div> <p>【写真】 タブレット端末を胸高位置の樹幹にかざすことで胸高直径と位置情報を取得できる</p> <p>(困難だった点・取組のコツ1 正確なデータの取り方)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 m程度の距離で明るい時に斜面上部から測定すると正確な値がとれる。 ・ 朝や夕方の光量が足りないときは誤差が大きく感じた。 ・ 測定時間が長くなると左右のぶれが大きくなり過大な値となる。 ・ 踏査中の移動により位置情報がずれるため、等高線上に移動しながらジグザグの上り下りをしながら測定していくと、iPad 画面上のデータを見失っていることがあり、測定木をマーキングする必要がある。 <p>(困難だった点・取組のコツ2 従来の経験の意味について)</p> <p>上記のように、取得した測定データ（直径測定、位置情報）については測定誤差も生じたことから、データ表示時に正確な値か否かを判断し、データ測定を行いながら修正も加える必要がある。</p> <p>→数値が正しいか否かの判断には、従来の輪尺等での毎木調査の経験が役立つ。</p>

	<p style="text-align: center;">直径測定・位置情報の誤差を把握</p>  <p style="text-align: center;">点群データの測定 胸高直径を計測 材積を計算</p> <p>【左写真2点】 輪尺とタブレット端末での測定の比較体験。 【写真中】 データを取得中のタブレットの画面。【写真右】 測定後の点群データ</p>
3	<p>毎木調査2：樹高算出から材積計算、評価額算出</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 見通しの良い作業道沿いから36本のサンプリングを行い、測高器で樹高を測定。 ② 取得したデータから樹高曲線を求め、胸高直径から樹高を算出できるようにした。 ③ 調査結果から立木の材積を計算し、市場価格と利用率から評価額を計算。 <p>(困難だった点・取組のコツ)</p> <p>混んだ林内で正確な樹頂点を認識することは難しい。このため見通しの良い場所から測定する必要がある。今回は見通しの良いポイントからレーザー測距をしてデータ測定した。樹高曲線は胸高直径と樹高の関係を知る上でも重要であるため、作業路網沿いからデータのサンプリングをして演習を行うと面白い。調査時間は30分程度である。樹高曲線の作成については50分×2コマ程度でデータ処理から図化まで可能である。</p>
4	<p>調査後の学習</p> <p>評価額を算出した調査結果を元に、科目「林産物利用」を通して、材の用途による評価の違いについて考える授業を実施。</p> <p>→全幹材を演習林から搬出し、その材を「構造用材で流通させる場合」と「チップ材で流通させる場合」とで評価額を計算し、比較を行った。</p>
今後の予定	<p>授業で得たデータや設計を元に、間伐の立木販売を公共事業として発注する。</p>

Aの実施に要した費目

費目	内容
講師料	アプリケーションを使用した森林調査について（講師：つくば林業株式会社）
交通費	1～3における学校～演習林の往復
ソフト代	「mapry 林業」アプリケーション使用料
レンタル代	タブレット端末（iPad）

実習時の安全確保について

授業中の怪我等は以下の制度に全加入して対応

- ・日本スポーツ振興センター災害共済給付制度
- ・神奈川県立高等学校安全振興会

B 路網設計支援ソフト「FRD」を活用した路網設計

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

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

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

第6章 木材の収穫 > 第2節 路網 > 第4 森林作業計画と設計

この授業のポイントやメリット

✚ 「森林計画図の情報を読み取り行う手書きでの路網設計」と「スマート林業技術・路網設計支援ソフト「FRD」(*)を活用した路網設計」を実施

→スマート技術であるソフトの利便性を感じてもらいつつ、ソフトで設計した線形を生徒が現地で踏査することにより、データだけでは分からない情報（開設コストがかかり増しになる岩石地や危険地形）も存在することを経験する。ソフトで得られる線形はシミュレーション結果であり、実際の路網設計には現地踏査が必須であること、危険地形の判読、路網作設コスト、維持管理コストの評価は人が行う必要があることを生徒が実地で体験する。

*FRD：住友林業株式会社の製品。路網設計支援のためのソフトウェア。航空レーザ計測で得られた高解像度DEM（地形データ）等を活かして、ユーザーが設計時に幅員やコストなど様々な条件をソフト上で設定することで、崩れにくく低コストな線形案を効率的に設計できる。

準備するもの	使用機器の詳細
路網設計支援ソフト	<ul style="list-style-type: none"> 路網設計支援ソフトFRD（株式会社住友林業） →本事業事務局が株式会社住友林業に技術協力を依頼し、同社がソフトを神奈川県森林組合連合会に貸与 →神奈川県森林組合連合会が貸与されたFRDを使用し実習を行った。
路網設計を行う林分のDEMデータ(*)	<ul style="list-style-type: none"> 航空レーザ測量による高解像度DEM（数値標高モデル）データ <p>*DEMデータは、地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形に中心点の標高値を持たせたデータ</p>
パソコン	<ul style="list-style-type: none"> FRDがスムーズに動作する以下のPCが必要 CPU：Intel Core i7 以上、メモリ 16GB 以上
GIS（※1）ソフト	<ul style="list-style-type: none"> 無料フリーソフト「QGIS（※2）」を使用 <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、配布などをするのできる)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>

実施前の状況
実施前は森林計画図を用いて線形を作成していた。三角スケールを活用して等高線から斜面の状況を把握して開設可能個所を探して線形を計画していた。

指導実施者	対象授業・生徒
吉田島高校教員 1名 神奈川県森林組合連合会 2名	3年生 森林経営 4名
実施場所	実施日・所要時間
・吉田島高等学校実習室（座学） ・吉田島高等学校矢倉沢演習林（学校から車で30分程度）	令和4年11月21日（月） 100分（2単位授業分）

手順	
1	<p>事前準備</p> <p>路網設計支援ソフトFRD（株式会社住友林業）は、本事業事務局が同社に協力を依頼し、ソフトの貸与を受けた。授業は神奈川県森林組合連合会が実習の準備を行った。</p> <p>FRDの便利なところ</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ FRDでは、路線の幅員や勾配、法切りの高さやコーナーの半径等の一定の条件を入力し、スタートとゴールを地図上で指定すると、条件に合致するルートが描かれる。 ✚ 手書きでの路網設計と比較して1/5程度の時間で作成でき、経験の浅い生徒でも作成できる。 <p>（困難だった点、取組のコツ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回は森林組合連合会が技術を習得し、生徒へのレクチャーを行った。基本的には連合会の研修ノウハウを応用するような形で実施した。 ・事前に50分程度のミーティングを行い、学校サイドで事前に作成した計画路線とFRD作図での比較検討を行い、差異について明確にした。ソフトでは初期に設定する縦断勾配や土工量などの条件に合致したルートを描くので、急峻な山の場合にはソフトに設定する条件によってはルートを描けない場合がある。実施には、急峻な山では構造物を入れながら、若干の無理をしながら開設する部分があるので、その点について明確にして生徒に説明できるようになる必要がある。
2	<p>手書きでの路網設計（これまでの方法での授業）</p> <p>①演習林の森林計画図を用いて、等高線等の情報（緩傾斜、急傾斜、岩石地等）を手がかりにして、道をつけても心配のないところ（青色）、よくわからないところ（黄色）、危険なところ（赤色）に色鉛筆で塗り分けた傾斜区分図を作成</p> <p>②道をつけても心配のない青色の場所をできるだけ通るようにして手書きで線形案を作図</p>

路網設計支援ソフトを用いた路網設計（座学）の実施

実施箇所：学校の実習室 講師：神奈川県森林組合連合会

① 路網設計と現地踏査のスマート林業化に必要な3つのソフトを紹介・解説。

・ QGIS

航空写真、森林基本図、傾斜区分図、材積区分図等をこのソフトによって、PCの画面上で重ねて表示させることで、路網計画で避けるべき地形を効率的に判断できる。

・ 路網設計支援ソフト（FRD）

高解像度DEM（地形データ）等を活用して、縦断勾配、曲線半径、切り取り高、盛土高の諸条件に応じた合理的な線形を効率的に計画できる。

・ ジオグラフィカ

オフライン環境でも使えるGPSアプリケーション。一度表示した地図は自動でアプリケーション内に保存され、携帯圏外の山林でも動作し、地図表示とGPSナビゲーションができる。FRDで地図に設計した線形をアプリケーションに取り込むことでオフライン環境の現場でも線形を踏査することができる。



【写真】路網設計支援ソフトを用いて授業を実施

② 講師が、QGISを使って、傾斜区分図や樹種・材積区分図を作成した。生徒が事前に色鉛筆で塗り分けて作成した傾斜区分図が、QGISを用いることで効率よく作成できることをデモンストレーションした。

③ 講師の説明で、生徒が演習林での路網設計についてFRDを使って体験。

FRDに路網の開設条件（使用する車両の登坂能力や回転半径、地質や作業に応じて許容できる法切の高さ等）を入力し、路網開設可能区域を演算させた。路網開設区域内で路網の起点終点を任意に設定すると路線が自動で計画されることを確認した。

（取組のコツ）

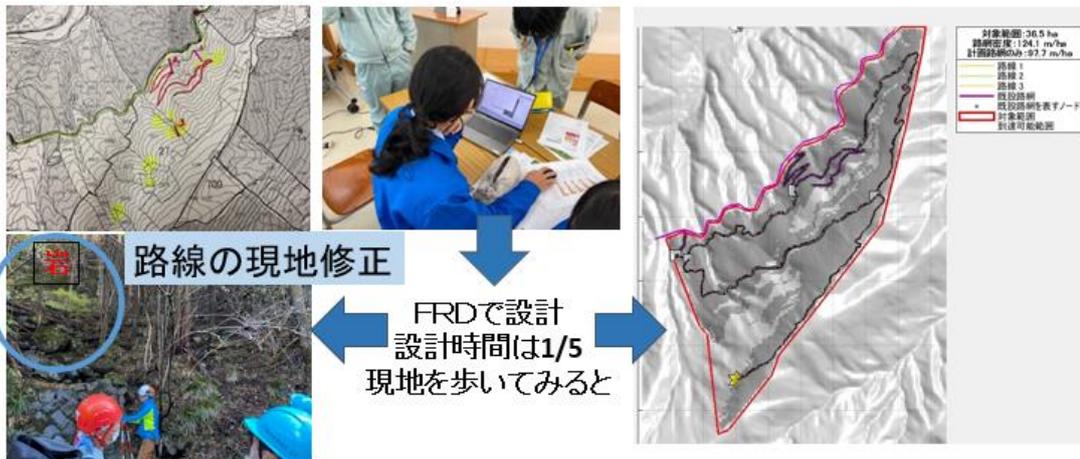
簡単に図面ができるので生徒自身になぜ、その経路が導き出されたか考えさせる時間をとる必要があり、路網設計の基礎基本について習得状況を把握する必要がある。

FRDにより作成した計画路線と現況との比較

- ① 3の後、FRDで自動設計された路網線形をタブレット端末に読み込み、演習林へ移動
- ② 現地でジオグラフィカのGPSナビゲーション機能によって路網線形をたどり、踏査を行い、ソフトで自動設計された線形と現況との比較を実施した。
- ③ 実際に生徒がソフトで設計した現地を踏査すると、新しい崩壊や大きな岩があって、線形の修正が必要となった。
- ④ データだけでは見えないものがあり、どのような点に実際の設計技術が必要なのかを、生徒は実地で体験した。



【写真】タブレット端末に表示した自動設計された線形と、現地の状況とを比較検討した



【図左上】赤のラインが演習林に開設されている既存の作業道。

【写真中】FRDを体験。

【図右】FRDで自動設計した線形（赤枠内の黒いライン）。

【写真左下】自動設計した路網を踏査して、道の開設に不都合な岩や危険地形等を確認

（取組のコツ）

✚ 作図後の現地調査の重要性

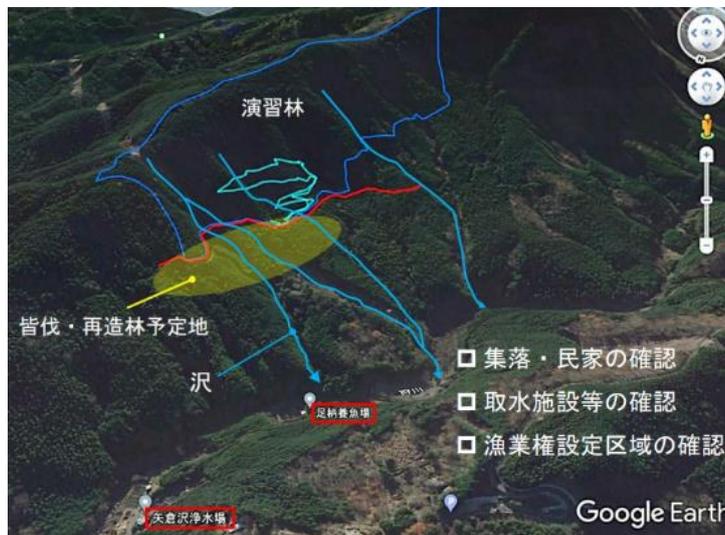
作図後の現地踏査が最も重要であり、出来上がった図面を iPad 等にデータを転送して踏査すると、実際には崩壊地や岩盤地が表れて迂回が必要になったりする。その際に現地でレーザー測距器等を使いながら修正し、修正したものが作設指針に適合したのか、現地で検討していく。

スマート化が進んでも基礎基本の習得は毎木調査同様に必要であり、手書きで図面作成することや現地調査ができなければ良い道が作れないことを生徒に理解させる。このソフトウェアを導入することで何がスマート化されるか、大きな計画の立案や大規模路線の事前調査について生徒にしっかりと考えさせることが大切になる。

路網開設可能箇所の検討

- ① 路網設計と合わせて、グーグルアース等を用いて、作業道開設予定地、皆伐・再造林予定地と、保全対象（近隣の集落・民家、取水施設等、漁業権設定区域）の距離が十分に離れているかを確認し、地形的な危害要因と斜面崩壊を起こした場合の被害予測を実施。
- ② 赤色立体図（微小な地形を立体的に表現した地形図）を活用して、過去の地すべり跡や急傾斜地等の道を通してはいけない箇所を確認することにより路網開設可能箇所を明確にした。
- ③ また、QGISのバッファ機能を用いて路網からの集材距離を確認し（路網からの集材範囲を距離別に色分け表示できる）、積極的な生産を行う林分、コストが増加するために消極的な生産になる林分をゾーニングした。
- ④ 今後の森林調査と木材価格の動向を注視して、より具体的なゾーニングをしていく。

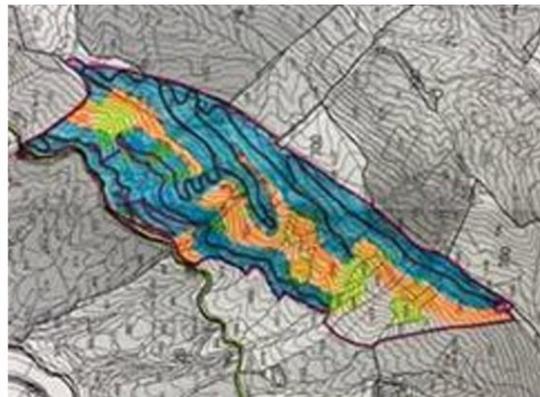
4



【写真】グーグルアース等で地形的な危害要因と斜面崩壊を起こした場合の被害予測を行う



【図左】演習林の赤色立体図。微小な地形を立体的に表現できるため危険な箇所の判読がしやすくなる。



【図右】路網からの集材範囲（距離）をQGISのバッファ機能を用いて色分けした図（集材範囲、青色：20～30m、オレンジ：30～60m、黄色 60m以上）。青色が積極的な生産林分、黄色が消極的な生産林分の目安とする。

今後の
予定

授業で得たデータや設計をもとに森林作業道の開設工事を公共事業として発注

Bの実施に要した費用

費目	内容
講師料 (旅費含む)	路網設計支援ソフトを使用した路網設計について (講師：神奈川県森林組合連合会・2名)
交通費	1～3における学校～演習林の往復

実習時の安全確保について
授業中の怪我等は以下の制度に全加入して対応 ・日本スポーツ振興センター災害共済給付制度 ・神奈川県立高等学校安全振興会

**C ドローンで取得したUAV画像解析による森林資源量把握と
林業用計測アプリケーション「mapry 林業」を活用した標準地調査**

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4 森林の測定と森林管理
> 第2節 リモートセンシングの利用
- 第7章 「森林経営」の実践 > 第1節 森林調査の実践

この授業のポイントやメリット
<p>令和6年度皆伐再造林予定地で、ドローンを活用したUAV画像解析と、林業に特化したアプリケーション「mapry 林業」を用いた林内の標準地調査によって資源量把握を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・UAV画像解析では、森林の上空へドローンを飛ばすことで、短時間で森林資源情報に活用できるデータを得ることができることを体験した。 ・「mapry 林業」では、2人1組行っていた毎木調査が、1人で効率的に行うことができることを体験した。

準備するもの	使用機器の詳細
ドローン	・メーカーに依頼し、ドローン撮影を実施
林業計測に特化したアプリケーションソフト	・アプリケーションソフト「mapry 林業」(有料)
タブレット端末	・アプリケーションソフトをインストールしたタブレット端末 (iPad) をレンタルして授業に使用 ・iPadのGPS機能、LiDARセンサーを使用
森林測定機器	・輪尺、測高器

実施前の状況
Google アースによる把握と森林簿のデータによって事前調査していた。

指導実施者	対象授業・生徒
吉田島高校教諭 1名	3年生 森林経営 4名
実施場所	実施日・所要時間
<ul style="list-style-type: none"> ・吉田島高等学校矢倉沢演習林 (学校から車で30分程度) ・吉田島高等学校 (座学) 	<ul style="list-style-type: none"> ・令和4年12月19日 (月) 100分 (2単位授業分) ・令和5年2月7日 (火) 100分 (2単位授業分)

手順													
1	<p>(概要)</p> <p>① 令和6年度皆伐再造林予定地の「森林資源量の把握」「間伐後の主伐時期」の検討を行うために、</p> <p>② ドローンを活用したUAV画像解析の実施（以下2、3）</p> <p>③ 林業に特化したアプリケーション「mapry 林業」を用いた林内の標準地調査の実施（以下4）</p> <p>④ ②、③を活用した資源量把握を行った。 広大な面積の森林調査を限られた時間の中で行うために、上空からはドローンを活用したUAV画像解析を行い、地上からはmapry 林業を行い、上空と地上の両面から森林調査のスマート林業を実施した（ドローンで取得したデータの解析は翌年以降に実施）。</p> <p>(困難だった点・取組のコツ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UAV画像解析、mapry 林業、輪尺等による毎木調査では、取得データの特性が異なり、それぞれ利点と欠点があるため、まず、その点について把握する必要がある。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">利点</th> <th style="width: 35%;">欠点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UAV画像解析</td> <td>広範囲の調査を短時間で実施できる</td> <td>林内の状況は不明</td> </tr> <tr> <td>mapry 林業</td> <td>輪尺等による毎木調査よりも効率的に立木サイズ、樹幹の形状、立木位置を計測し、記録することができる</td> <td>アプリケーションの特性等を理解した上で使用する</td> </tr> <tr> <td>手作業による資源量把握</td> <td>林内の状況を詳細に観察することができる</td> <td>測定、記録（入力）、分析の手間がかかる</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特に、今回のUAV画像解析については、ドローン自体が（株）ジツタのものを使用していることから、学校側に技術がない。そのため、事前打ち合わせでどのような形で測定ができ、データの使用範囲や精度など把握しておく必要があった。 		利点	欠点	UAV画像解析	広範囲の調査を短時間で実施できる	林内の状況は不明	mapry 林業	輪尺等による毎木調査よりも効率的に立木サイズ、樹幹の形状、立木位置を計測し、記録することができる	アプリケーションの特性等を理解した上で使用する	手作業による資源量把握	林内の状況を詳細に観察することができる	測定、記録（入力）、分析の手間がかかる
	利点	欠点											
UAV画像解析	広範囲の調査を短時間で実施できる	林内の状況は不明											
mapry 林業	輪尺等による毎木調査よりも効率的に立木サイズ、樹幹の形状、立木位置を計測し、記録することができる	アプリケーションの特性等を理解した上で使用する											
手作業による資源量把握	林内の状況を詳細に観察することができる	測定、記録（入力）、分析の手間がかかる											
2	<p>ドローンによる調査、画像解析（上空からの調査）</p> <p>ドローンによる調査・画像解析は、森林整備の支援システムを開発・提供するメーカー（株式会社ジツタ）の協力で行った。強風等の影響で2度延期となった。3度目に測定を行うことができた。</p> <p>1・2回目（強風の影響で延期）</p> <p>① ドローンの山地での飛行可能箇所について説明を受ける。特に、皆伐予定地の上空に高圧電線が通っているため、全ての区域の測定を行うことはできず、測定可能範囲の結果から、全体の資源量を推定するしかないことが判明。</p> <p>② 1回目では実際に令和4年度立木販売事業地を測定した。所要時間は20分程度であった。その後、令和6年度皆伐予定地の測定に移ったが、強風で実施できなかった。</p> <p>③ 現地でのドローンについてのレクチャーはどのようなことができるのかという点についてのみ説明し、実際のカメラで上空から俯瞰する体験が主となる。</p> <p>3回目</p> <p>3回目の測定については、生徒は同行せずジツタ様に測定していただいた。</p>												



【写真】メーカーが講師となり、演習林の上空へドローンを飛ばし、ドローンカメラから配信された演習林の映像を生徒が視聴した（1回目は短時間だが、演習林の上空にドローンを飛ばすことができた）

（困難だった点・取組のコツ） ドローン調査の難しさについて

- ・ドローン調査は林地ごとに高圧線や電線の状況で測定できる場所とできない場所がある。
- ・今回も当初予定していたエリアの 1/3 は測定が不可能なエリアであった。
- ・また、測定も強風やシステム上の修正で2回延長となった。

ドローン調査の考え方について

- ・上記のようにドローン調査には条件的な難しさがあるが、ここで大切になるのは、「上記のようなことが起きるから使わない」「導入が難しい」という判断をするのではなく、限られた条件の中で得られたデータをどのように有効に活用するかという視点を生徒も教員もつことである。
- ・例えば、調査日は気候の安定した時期を選ぶこと、限られた面積しか測定できない場合は、単位面積当たりの資源量から対象面積全体の数量を推定することもできる。元々のデータの精度をある程度把握したうえで、何のためのスマート化をするのかをよく理解して授業に臨むことが大切となる。

ドローンによる調査、画像解析（座学）

後日メーカーが講師となり座学でドローンによる森林の測定について次の授業を行った。

- ・ドローン飛行経路の作成について
ドローンの飛行経路の作成方法、ドローン計測のポイント
- ・ドローンとソフトを用いた材積推定、材積推定の精度
ドローンによる森林資源量を把握するメリット、航空レーザ測量とドローン（UAV）計測の比較、ドローンで取得した写真データからオルソ画像、点群データが生成されること

3

（困難だった点・取組のコツ）

- ・今年度は授業の時間的にデータの測定結果を利活用するところまで進めることはできなかった。
- ・来年度以降は取得データの利活用まで行いたいと考えている。
- ・実際には取得データごとの比較検討をしてデータの特性ごとの利活用の方法を演習していくことが重要であると考えている。

4	<p>「mapry 林業」による毎木調査（地上からの調査）</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 演習林内に標準地を設定する。 ② 標準地で、アプリケーション「mapry 林業」（前述）をインストールした iPad を立木にかざすことで、胸高直径、樹高を測定 ③ また立木ごとに状態（欠点）を目視して、採材の方法についても記録した。 <p>※mapry 林業では、立木の胸高直径、樹高を測定すると、その場で材積を表示させることもできる。</p> <div style="text-align: right;">  <p>【写真】mapry 林業のアプリケーションがインストールされているタブレット端末を樹幹に向けて、胸高直径のデータを取得する</p> </div> <div style="background-color: #f9e79f; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>（困難だった点・取組のコツ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒はアプリケーションで効率よい測定を体感し、一方で材の欠点等の把握には目視し記録することの大切さを学んだ。 ・iPad に衝撃を与えたりすると、測定の基準が変わり、樹高データのブレが生じることがある。 </div>
今後の予定	<p>令和6年度から皆伐再造林を実施するために、造林樹種となる早生樹や特用林産物を含めた再造林の計画と苗木生産を本格実施する予定</p>

Cの実施に要した費用

費目	内容
講師料 （旅費含む）	ドローンによるデータ収集とドローンによる森林の測定について （講師：株式会社ジツタ1名）
交通費	2、4における学校～演習林の往復

実習時の安全確保について
<p>授業中の怪我等は以下の制度に全加入して対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本スポーツ振興センター災害共済給付制度 ・神奈川県立高等学校安全振興会

■授業の成果・効果

A～Cの授業の実施により、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>✚ 演習林の今後の計画を短期間で進めなければならない</p> <p>今年度 57 年ぶりに演習林で立木販売事業と翌年からの皆伐再造林事業を実施するために、「立木販売」「作業路網開設」「皆伐再造林」の計画を授業の限られた期間で実施しなければならないこと。</p> <p>スマート林業技術の導入で授業をスマート化する必要があり、その中でスマート林業をこれから必須の技術として指導していかなければならない。</p>
成果・効果
<p>✚ 立木販売について</p> <p>① 林業用の計測アプリケーションを活用することで、間伐による立木販売を実施する箇所の毎木調査から評価額の算出までを授業を通して行うことができた。</p> <p>② 毎木調査の時間は短縮できたが、直径測定と位置情報について誤差が出ることから、データを見たときに正確な値なのかを判断する必要があることを実感した。</p>
<p>✚ 作業路網開設について</p> <p>① 搬出路の計画路線について従来の地形から読み取って設計する方法に加えて、路網設計支援ソフト「FRD」を活用して設計を行った。設計支援ソフトを利用することで、手書きで路網選定する方法と比較すると5分の1程度の時間で作成できた。</p> <p>② ただ、実際に設計した現地を訪れると、道を開設できない新しい崩壊や大きな岩があり、データだけに頼るのではなく設計の基礎基本を理解することが必要であることを生徒は実地で体験することができた。</p>
<p>✚ 皆伐再造林について</p> <p>① ドローンで取得した画像解析による森林資源量把握と林業用計測アプリケーションを活用した標準地調査を行った。</p> <p>② 得られたデータを元に、令和6年度皆伐再造林予定地の資源量把握と間伐後の主伐時期の検討を行うことができた。</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15日（火）13:00～13:50
- ✓ 開催方式：Web会議
- ✓ 出席者：

氏名	所属
石塚 洋平	神奈川県立吉田島高等学校
城内 広幸	神奈川県森林組合連合会
石鍋 聡	神奈川県森林組合連合会
豊永 洋子	神奈川県県西地域県政総合センター森林保全課
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）

意見等

◆ 神奈川県立吉田島高等学校

(感想)

- 私たちの場合は、学校の演習林を経営するなかで実施したい授業があり、その目的を達成するためにスマート林業が必要だった。スマート林業を教えるというよりも、やりたいこと、求めたいことのために、スマート林業を使うというスタンスだ。これからの林業で、スマート林業を当たり前を使うことが重要だと考えてスマート林業教育に取り組んだ。
- 今回、生徒たちと取り組みたかったことの一つが授業を通して、演習林の立木販売を行うことだった。森林調査等も授業の限られた時間の中で進めるためには、スマート化する必要があった。もう一つは皆伐再造林を計画しているが、皆伐地の広大な面積の調査は、今までのアナログな方法だと授業の中では終わらない。その調査がスマート林業化によって可能になることを生徒と一緒に体験していく形で実施できた。
- スマート林業の実習を進める中で一番感じたことは、この技術を使うことによってすごく生徒に伝えやすくなったことだ。スマート林業は感覚でものを伝えられる。これまでの毎木調査ではデータを取得して、グラフにして初めて全体像が見えてくる。一方、スマート林業では、本事業で使用した「mapry 林業」のアプリケーションでデータを取りながら、現地の状況が3Dで表示されるので、画像を見ながら感覚的に理解できる。そのため、細かいデータの解析や分析ができない生徒でも頭に入ってくるし、フィーリングで認知できる。毎木調査して樹冠長率などが、データに合わせて画像情報として現れるので認知がぱっとできるので伝わりやすいと感じた。
- 基本的に高校の授業は基礎基本が重要で、毎木調査の基礎基本、作業路網設計の基礎基本を、当たり前教えなければならない。それを教えた延長上にスマート林業がある。旧来の方法で自分たちがデータを測定して処理していたものが、スマート林業では簡素化されて、すぐぱっと感覚的に表示される。それがすごくよく分かった。
- スマート林業に取り組んだ結果、立木販売事業も成立して買い取った業者と造材の仕方やその後の流通経路について打ち合わせができた。また、作業路網ももう少しで今年の発注した公共工事が終わる。それを教員が実際に見て、また生徒にも伝えているので、すごく生きた教材になった。
- 毎木調査ではすぐにデータを可視化でき、作業道開設は現地踏査前にある程度道の概略が頭に入る。また、ドローンでは俯瞰した形で森林を考えられる。これらのスマート技術で事前に実践しておくとその後に一步踏み込んだ従来の方法で授業するときも生徒の理解度が高くなる。

(スマート林業の教育のコツ)

- 自分たちが何を一番やりたいかというポイントにスマート林業の技術を導入することが大切。「森林経営」の授業の中で実施するのであれば、自分たちが目指す経営の中のどの部分にスマート林業を導入するかを明確にして取り組めば成功する。
- 毎木調査で立木販売まで行う技術を覚えることも、それをスマート化した技術を覚えることも大変だが、そのときに教員が分からないところを助けてもらえる県や神奈川県森林組合連合がいて、設計書の書き方や実際の路網設計を教えてもらえるような体制があったのがよかった。行政に望むことは、学校側がコネクしやすい環境の整備。今事業者は自らの仕事の合間を見て学校に協力してくれているが、例えば事業者が高校生に教えること自体が対価に変えられるような状況を行政が用意し、森林組合には金銭的な負担がかからず、仕事として見返りがあり、余裕を持って取り組めるようになれば、みんなが積極的に林業教育に取り組むことができると思う。
- 授業のどこをスマート林業化していけばいいか、どのように選んだらいいかは、学校側では決め切らないと思う。有識者に相談することが必要だ。有識者にコネクして教えを請えば、スマート化して効率よくできるようになるポイントがおのずとわかってくると思う。授業計画を立てたときに、ウィークポイントを指摘してもらえるような、相談できる場所を作ることが大切だと思う。

(意見)

- ・私は林業の素材生産業の現場で働いてから 30 歳で教員になったので、林業の業界で働いている皆さんの話していることが理解できるし、今林業でやらなければならないことや教えなければならないことが分かる。そもそも林業は何をする産業なのかを捉えなければスマート林業にもつながらない。

(スマート林業の教材について)

- ・スマート林業はソフトウェアなどを感覚的に使えるため、授業で教材をあまり作らない。ペーパーレスがスマートの基本だ。使用方法については各技術によって分かりやすい説明書が用意されている。授業で使用するのは、普段の授業で使う基礎的なワークシートなどしかない。

◆ 神奈川県森林組合連合会

(感想)

- ・高校生に講師として関わられる機会は、私たち事業体はあまりないので、自分の勉強になるという面ではモチベーション高く取り組むことができた。こういう機会をいただいて感謝している。
- ・林業高校のスマート林業の授業は、実習形式で実務的でなければ生徒の本当の力にならないと思う。個人の意見としては実習をどんどん行い、実務に役立つような授業を展開できればよいと思う。
- ・高校の先生と事業体や県の普及組織と繋げて、スマート林業教育を実施した事例等を蓄積し、共有できるとよい。カリキュラムを調整して授業時間を確保するのが難しいといった状況があると思うので、高校や先生に対してのサポート体制や高校のスマート林業のカリキュラム例などのノウハウを蓄積・共有すると、今後より普及が進むと思う。

◆ 神奈川県西地域県政総合センター森林保全課

(感想)

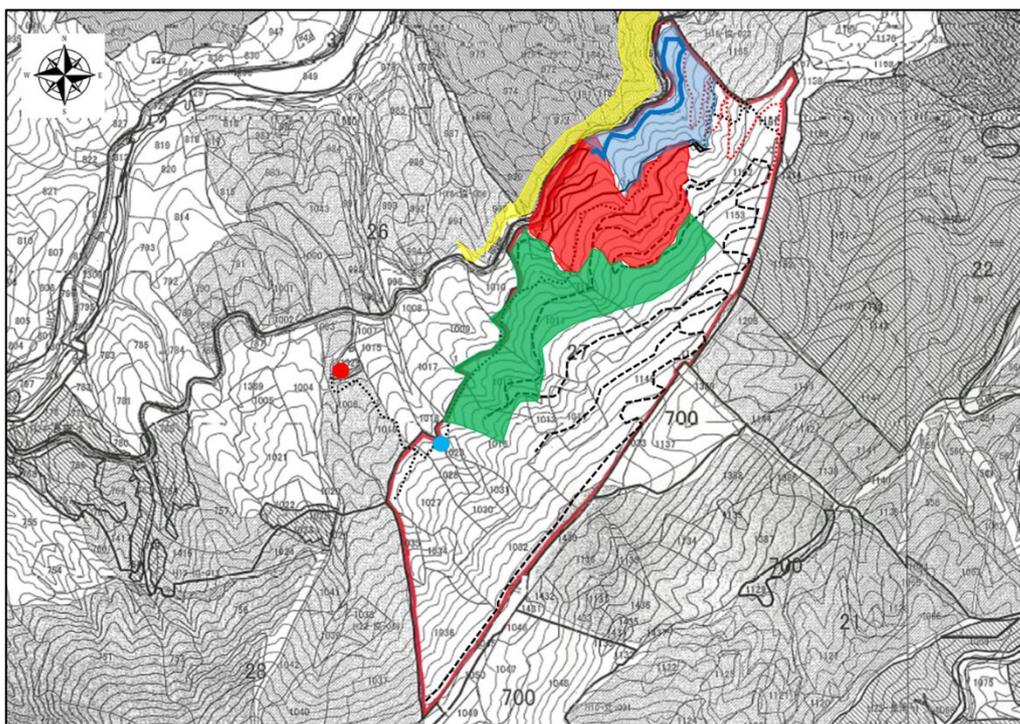
- ・県の普及業務担当としての感想だが、事業へ参加することができて林業科目を置いている高校はとても大事な普及客体であると認識した。ぜひ今後とも普及業務の客体として林業高校への支援に取り組んでいきたい。
- ・高校の中のカリキュラムや時間の制限があるが、そもそも農林業の専門科目を設置している高校がどのようなところなのかを知らなければ、高校から相談をいただいてもすぐに寄り添えない。普段関わっている森林所有者とは異なるので、まず相手方（学校）を知っておかないといけない。
- ・スマート林業を推進するのは大事だが、その高校の林業の授業、高校の演習林経営で何をしたいのかということをもまず聞き出して、先生自身に目標を掲げていただいた後、県でその目標を達成するために何ができるのか、提示する選択肢の一つがこのスマート林業ではないのかと感じている。高校の林業教育の取り組みに対して、普及員がどのようなことをやっているかという事例があるといいのではないかと思っている。
- ・今回は高校のビジョンが明確だったので順調に進んだが、高校が何かをしたいが何もわからないときに、選択肢を提示するにしても普及サイドではわからないこともあるので、スマート林業でできることをまとめたレジュメがあると業務を進めやすいと感じた。農業高校がそもそもどのような立ち位置で設置されていて、どのような人材を育成するための学校であり、どのような方法で教育が行われているのかについて知った上で、実習が大事だから山へ行って実施した方がいいとか、座学の方がいいとか判断ができる。林業サイドの情報ではなく文部科学省側の情報を得ることができればよいと思う。林業教育とは一般的にはどのようなカリキュラムで進められているのかというマニュアルがまとめられているとよい。

⑤ 教育プログラムの実施を経て(全体の事後評価等)

授業全体のまとめ

スマート林業推進事業で実施した授業の結果から、生徒と考えた今後の方向性をまとめた。

- ・黄色に塗りつぶした区画は令和6年度から2期に分けて皆伐再造林を開始
- ・来年の授業では再造林の計画を具体的に考えており、早生樹や特用林産物を含めた再造林の計画と苗木生産を本格実施
- ・令和6年度から令和20年まで2年ごとに皆伐再造林を実施する予定
- ・立木販売を実施した赤塗の箇所についても、今年度の調査結果を元に令和16年から皆伐再造林を実施する予定
- ・発注した作業道は無事入札され、3月から施工開始
- ・立木販売事業も現状での市場評価額と搬出コスト、補助事業から考えると妥当な価格で入札が成立
- ・森林の価値を高めるためには価値歩留まりを高める活用法を探る取り組みも必要
- ・今後もこれらの調査設計や実際の施業について、基礎基本の習得と合わせた中でスマート林業技術を代表とする先端技術を活用しながら授業を進めていく。この取り組みを、「森林科学」、「林産物利用」、「森林経営」の授業実践を通して、地域社会をリードする森林経営計画を発信していく。



取組が進んだ要因

吉田島高校の卒業生は県内の林業業界にたくさんいる。他県の学校でも同様に業界に卒業生が大勢いると思う。業界で働く卒業生とうまくマッチングをしていけば、どこの学校でも本校のような取組はできる。必要なのは、自らが何をしたいかが決まっていなかったとしても、何とかしなければと思っているがどのように考えればよいかと、その最初の段階から周囲に助けを請うことだ。また、教員と生徒がともに一生懸命に考えるというところが、スタートアップであれば、誰でも始められる。

<p>困難だった点・留意した点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スマート林業を授業に導入するために要した時間は結構必要で、実際にタブレットを持って山で測量して、サンプリングしたデータの精度がどれくらい合うかなど、かなり教材研究は行った。ただ教材研究自体は通常行っていることであり、今回の授業はこれまで授業でやってきたことがスマート林業的なもので置き換わったので、教材研究に要した時間はあまり変わらなかった。 ・昨年度まで授業で実施していたが、今年度スマート林業教育が加わったことでできなくなった内容はなく、生徒の実験実習のプラスαの応用の部分はスマート林業で一気にすることもできた。また教員の教材準備の内容もスマート林業を使うとかなり一気にデータが集められ、計算などが大量にできるので、どちらかという授業は進んだ。
<p>次回への改善案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今年度は 57 年ぶりの立木販売事業を授業内のプロジェクト学習を通してさせたいという強い思いと、令和 6 年度から始める皆伐再生林のために予備調査をしていく必要に迫られていたことにより現状のやらなければいけない授業を押し進めた。 ・今年度の実績を整理することで、ある程度計画的に立木販事業や皆伐再生林をすすめていくことができる。来年度以降は各事業の実実施計画を立てた上で必要なスマート林業技術を配置していき、生徒の授業内容の質の向上を図っていきたい。 ・特に、公共工事の発注は受注者の作業期間を考慮しないといけないので、そこから逆算して授業を設定していく必要がある。今年度の事業についても立木販売事業は落札されたが、工期自体は当初の 3 月末から 6 月末まで延長申請した。 ・このスケジュール感をプロジェクト学習のカリキュラム内容に落とし込んでいきたい。また、作業路網の公共工事の発注について、来年度は「農業土木施工」とも関連付けて展開していきたい。
<p>今後のスマート林業教育の取組について</p>
<p>演習林の皆伐予定地で今年度取得したデータを元に令和 5 年度に皆伐再生林の計画を「森林科学」(2 年次)の授業で展開する予定。</p>
<p>取組のコツ</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・今回本事業のサミットに参加して各林業高校の特色の違いを特に感じた。本校の特色は<u>森林をマネジメントする分野に特に力点を置いており、技術者育成においても次代の森林経営を見据えた上で活躍する人材の育成だ</u>。公共工事の発注も森林保全課の力をお借りしながら授業の活動を中心に実施している。 ・各地域、各学校の目指すべき林業技術者の特色やそれを目指すカリキュラムがあると思う。各校の現状の取り組みについて客観的に見たときにこれからの地域林業のために導入していくべき技術を地域の林業技術者の意見を聞きながら挑戦していくのがコツだと思う。
<p>関係者へのインタビュー</p>
<p>吉田島高等学校高校教諭（事業全体を統括、教育現場の視点から）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スマート林業教育を普及する視点では、従来の林業作業との比較をすることで、どのように現場作業が効率化し、労力が軽減されるか、知識と合わせて体験としていくことが重要。 ・スマート林業技術を活用すると情報をデータとして視覚的にも理解しやすい状態でサンプリングしながら集積して分析できる。スマート林業は将来的に必須な技術であることを理解することと同時に、授業自体もこれまでの内容から一歩先に行った展開ができる。具体的にはこれまでの実習では毎木調査の標準地調査や路網計画までしかできなかったが、教材準備も含めて作業が効率化し、実際に事業発注まで挑戦することができた。

- ・上空からの俯瞰した森林情報や樹冠の形状などは、スマート林業だから得られるものであり、今後は表層の水の流れや、地中の情報など、これまで教科書の図表でしか見ることができなかったものがデータとして生で得ることができるようになることが考えられ、それらを森林の育成や経営に役立てることができる。
- ・これらの測定機器は高価なものが多く、導入するにはハードルがあるが、地域の繋がりを持つことによって実際にスマート林業に取り組んでいる事業体を紹介してもらったり、外部講師として教えを請うこともできる。また、QGISや無料の携帯アプリもあり、いきなり高価なものを導入しなくてもスマート林業を体験することはできる。
- ・スマート林業も含めた森林経営全般の現状については、林業普及指導員や森林組合連合会に相談に行くことから始めるのが良い。

吉田島高等学校生徒

- ・樹幹解析から未来を予測するアプリができるのではないかと思った。樹幹解析は過去の成長を知ることで、これからの成長を予測することができる。主伐期が分かれば、それまでに路網を整備し、生産物を評価し、売り先を探すことができ、計画的に経営ができる。スマート林業でこれを誰でも実践できるようにならないか。例えば、ハーベスタでの造材時に丸太の断面を撮影する。アプリで年輪を測定する。何本もサンプルをとることで平均値から樹幹解析を実施する。これが携帯のカメラでアプリを起動して写真を撮るだけでできたら便利だと思う。
- ・今回の体験から林業を盛り上げていくためには更なるスマート林業化が必要だと思った。

神奈川県職員（スマート林業を普及するには、行政の視点）

- ・高校生が林業に興味を持つツールとしてスマート林業はとても有用であり、スマート林業教育を普及するために行政ができることは次の3点。
 - ①地域の林業で何がボトルネックとなっているかを把握すること
 - ②最新の技術の情報収集、取得、普及
 - ③地域の林業関係者とのつながりを広げ、マッチングすること
- ・相談者の話をよく聞き、情報を整理して並べなおし、目的を達成するための絵を描くお手伝いをするのが重要。そのためにはICTに関する日頃の情報収集が大切であり、ICTのアドバイザー等の人とのつながりが大切。

神奈川県森林組合連合会

- ・本事業への参画について吉田島高校から相談を受けたときに、即答で協力することになった。その理由は、当会では上部団体や県から林業技術者の人材育成事業を受託していることから、実習のノウハウや講師との人脈を本事業で活かせること、さらに自身と先生は同じ吉田島高校を卒業した同級生であるだけでなく、職場の上司の多くが吉田島高校OBであること。
- ・事業では、吉田島高校が演習林で実施予定だった立木販売事業に合わせて、設計や計画作成で必要となる資源量の把握をICT支援ツールで行うことになった。ICT支援ツールを用いた実習では、県や森林組合系統で導入されているシステムを開発した企業の協力をいただき、メーカーと当会職員が一緒になって実習を行うことで、ICT支援ツールの機能や使い方だけでなくメリット・デメリットや応用の方法などを生徒に体感してもらうことができた。
- ・本事業に参加した当会としては、森林組合等への研修ノウハウを応用することで準備の時間はほとんど掛からず、将来の就職先のひとつとして当会を生徒へPRできたことが、人材不足が著しいこの業界における最大のメリットだと思う。

株式会社つくば林業

- ・スマート林業の実践とその目指す方向について、講義をする機会を得た。今回使ったのは「mapry」というソフトで、機器は、iPad と iPhone を使う。「mapry」は、林業に関わる測量や毎木調査、それらの計測を web 上で共有するなど、多岐にわたる機能が用意されているが、時間の関係から、立木の測定と作業道計測のみ行った。
- ・生徒の皆さんに 短い時間でどこまで伝えられるか、使えるようになるかなど不安はあったが、飲み込みの早さとそれをすぐに使い込んでいく早さに驚かされた。同時期、普通科高校生にも教えたのだが、森林への目的や目標が明確であり、機器操作さえも、初動だけ教えると次々となしていき、楽しんでさえいた。この点が、とても印象的で、若い世代への教育の必要性と効果が実感できた良い機会であった。引き続き支援していきたい。

スマート林業教育推進事業 地域協働型プログラム
【教育プログラムの概要】（令和4年9月14日作成）

1 プログラムの工程役割分担

【林業高校】神奈川県立吉田島高等学校

事前準備：指導計画作成

（森林経営を中心に林産物利用、森林科学、演習林実習との関係を明示する）

演習林実習の準備

（毎木調査選木・外周測量、作業路網の踏査・測量、皆伐予定地外周測量）

事後評価：実施プログラムが林業教育に与えた効果について

スマート林業を取り入れたことによるカリキュラムの変容

生徒が習得した知識と技術

スマート林業教育の実施することによる産業への視点の変化

仕事内容：教育プログラムの生徒への実践、

森林経営（3年）を中心に実施、森林科学（2年）や全学年実施の演習林実習においてスマート林業の要所をデモンストレーション。

【未来志向の林業経営体】神奈川県森林組合連合会

事前準備：各技術に精通している企業等と連携した林業高校への指導

毎木調査アプリケーションの実践（マブライ、つくば林業）

路網設計支援ソフト（秦野市森林組合）

ドローンを活用した森林の現況把握（神奈川森林塾 or 治山課 or 西湘造林）

事後評価：有効な連携の方法の検討、林業高校生が身につけてほしい視点や技能の明確化

【地域を所管する協力する意向のある都道府県】神奈川県県西地域県政総合センター森林保全課

事前準備：林業改良普及協会との連絡調整及び、全体像の把握

事後評価：地域森林管理においてスマート林業を実践する人材の育成方法の検討

仕事内容：林業高校、林業経営体との連絡調整及び全体の調整

2 プログラムコンセプト

ICTやレーザー計測、ドローンなどの新技術を活用することで、森林管理の基礎となる森林資源情報を高度化し、データや最新技術を活用する「スマート林業」を林業高校の授業へ取り入れることで、森林管理や林業の効率化等を図ることができる技術者の視点をもつ、次代を担う技術者を育成する。

3 人員

神奈川県立吉田島高等学校

演習林担当：石塚洋平(教諭)、青木友宏(実習助手)

神奈川県森林組合連合会

総務指導課：城内広幸(係長)、石鍋総(係長)

神奈川県県西地域県政総合センター

森林保全課 森林保全課：豊永洋子(主査)

4 時間

【事業計画】

講師：○スマート林業を教員が指導 ◎スマート林業を講師が指導 【 】授業

交通費：○本事業対象交通費 △学校予算による交通費

			講師		交通費
9月	下旬		◎	マプリーについて企業が教員へ指導	
10月	3日	月	○	3年2・4組演習林管理作業（間に合えばマプリーデモ）	△
	4日	火		毎木調査開始（マプリー活用）	
	5日	水	○	3年1・3組演習林管理作業（間に合えばマプリーデモ）	△
	6日	木		毎木調査開始（マプリー活用）	
	7日	金	○	【森林経営】10/17 毎木調査実習の事前学習（マプリー活用） 10/17 AM 毎木調査授業準備（マプリー活用）、立木販売調査完了	
	8日(土) ～10日(月)			立木販売設計書及び書類の作成（毎木調査資料活用） 作業路網設計書及び書類の作成（路網設計支援ソフト活用時に使用）	
	11日	火	○	2年1・2組演習林管理作業（マプリーデモ）	△
	17日	月	◎	【森林経営】毎木調査実習（マプリー活用）	○
	18日	火	○	2年3・4組演習林管理作業（マプリーデモ）	△
	17日(月) ～24日(月)			校内手続き完了次第発注（11月中旬着手予定） R4間伐に伴う立木販売事業、R4森林整備事業（路網開設）	
	21日	金	○	【森林経営】調査データを活用した立木材積の計算（マプリーと比較）	
24日	月	○	【森林経営】搬出材積及び予定価格の計算（マプリーと比較）		
11月	4日	金		【森林経営】経営計画について 森林整備と路網の計画	
	7日	月		【森林経営】作業路網の設計の基礎	
	10日(木) ～20日(金)			R4間伐に伴う立木販売事業、R4森林整備事業（路網開設） 着手予定	
	11日	金		【森林経営】演習林全体の作業路網の設計 →14日までの課題	
	14日	月		【森林経営】別事業外部講師授業（物林株式会社：高井様） 森林の机上調査、分析、搬出系統図作成、現地調査、経営計画の提案	△
	18日	金		【森林経営】11/14の事後学習	
	21日	月	◎	【森林経営】路網設計支援ソフトの実践 R5年以降の設計路網の設計と踏査 R4森林整備事業（路網開設）の現場見学	○
	25日	金	◎	【森林経営】ドローンを活用した森林の現況把握 R6～R24皆伐予定地の現況調査	○
28日	月	○	【森林経営】経営計画作成(11/18、11/25に取得したデータを活用) R5年以降の森林整備計画（路網及び立木販売）の作成 R6～R24の皆伐計画の作成		

12月	2日	金	○	【森林経営】経営計画作成 前時の続き ここまでのまとめ（定期試験対策）	
	16日	金	○	【森林経営】経営計画作成の完成	
	19日	月	○	【森林経営】樹幹解析について 昨年度データ（R4 年度立木販売予定地）とサンプルを用いて演習	
	26日（月） ～27日（火）			【森林経営】演習林実習 R4 間伐に伴う立木販売事業見学とマップリィによる搬出材積の測定 R5 年度立木販売予定の樹冠解析を実施 26日サンプル採取、27日サンプル解析	
1月	13日	金		【森林経営】直径及び樹高総括表の作成	
	16日	月		【森林経営】樹冠解析図の作成	
	20日	金		【森林経営】樹冠解析の経営計画への反映	
	23日	月		【森林経営】最終授業：授業の総括と森林経営計画	
2月	スマート林業教育対策サミットでの発表				

【プログラムデザイン】

各実施日の詳細についてはこのたたき台をもとに訂正を加えた後、検討会実施後に詳細をつめる

【スケジュール等の管理】

このたたき台を訂正した上で講師等の日程調整の上、天候等も配慮して神奈川県西地域県政総合センター森林保全課を中心に管理していく

5 費用（概算）

費目	内容	単価	数量	金額
リース代	毎木調査アプリとiPad(5ヶ月:10月～翌2月)	12,000	5	60,000
講師料	毎木調査アプリ教員への指導(企業2)	30,000	2	60,000
	毎木調査アプリ生徒指導(企業2+県森連2)	30,000	4	120,000
	路網設計支援ソフト(企業1+県森連2)	30,000	3	90,000
	ドローンによる現況把握(企業1+県森連2)	30,000	3	90,000
交通費	タクシー(演習林-学校)往復	10,000	3	30,000
委託費	演習林全体の空中写真撮影及び、オルソデータの提供	30,000	1	30,000
物品費	空中写真による全体図の大型写真印刷	20,000	1	20,000
合計				500,000

講師料：単価、数量については内容を詰めていく段階で訂正

企業：毎木調査アプリ（マップリィ、つくば林業）路網設計支援ソフト（秦野市森林組合）

ドローン（企業の指導を受けるのであれば西湘造林等）

委託費：ドローン撮影による現況把握とは別に演習林全体を測定依頼し、データの提供を受けたい。

物品費：上記測定のデータ（オルソ画像）をA0程度の大きさでパネル印刷したい。

6 安全のマネジメント

【保険】

授業中の怪我等は以下の制度に全加入しており対応している

日本スポーツ振興センター災害共済給付制度

神奈川県立高等学校安全振興会

【医療機関等の確認】

神奈川県立足柄上病院 神奈川県足柄上郡松田町松田惣領 866-1