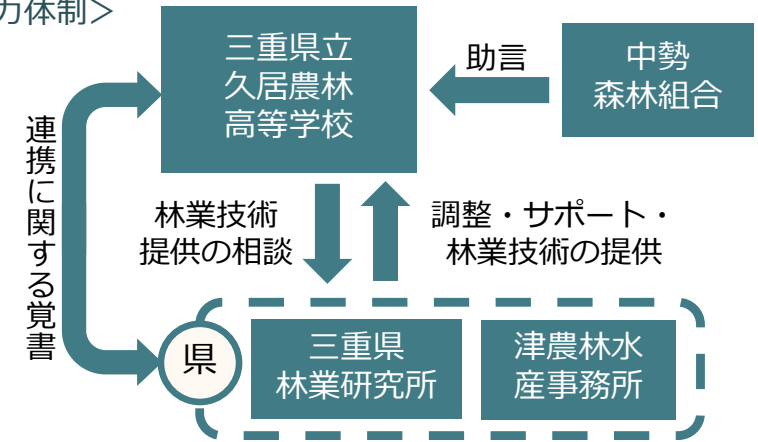


# 三重県立久居農林高等学校 スマート林業教育プログラム

## 課題

- 教員がスマート林業を生徒に教えるための知識や経験が少ない
- スマート林業機器を導入するための予算確保が難しい
- 演習林での実習が十分できていない

＜協力体制＞



## 作成方針

- ◆ スマート林業教育プログラムの継続的な実施に向け、林業研究所（みえ森林・林業アカデミー）と連携  
【県が保有する機器の活用、林業研究所のフィールド（採種林）での実習】

## 実施プログラム

**スマート林業機器による森林調査と従来型森林調査の両方を体験し、効率化を実感する**

### 第1回 林業研究所採種林での森林調査実習

- 県から、スマート林業の概要、調査方法等を学ぶ。
- 手計測、OWL、マプリー林業（森林調査・測量アプリ）の3つの計測方法による標準地調査を実施。



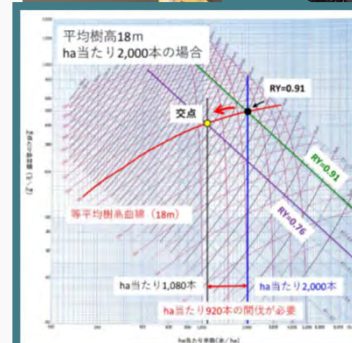
OWLを操作し、調査する様子



マプリー林業での調査結果表示画面

### 第2回 調査方法ごとの結果をとりまとめ、分析

- 県の指導により、各調査方法で得られた樹高、ha当たり材積から収量比数を算出し、必要な間伐量を検討。



林分密度管理図を使用して分析を行う様子

### 生徒がまとめた結果

- ✓ 樹高については、マプリー林業と手計測ではほとんど差がないが、OWLは低く出る傾向にあった。
- ✓ どこまでの精度を求めるかによるが、森林の大まかな状況は問題なく把握できる。
- ✓ OWLは測定時間も短く、樹高も測定できるのでとても効率的だと感じたが、導入に高額な費用が掛かるため、どれだけの利用が見込めるかを考える必要がある。

## (2)三重県立久居農林高等学校

### ① 教育プログラムの概要

久居農林高等学校では、三重県林業研究所、三重県津農林水産事務所森林・林業室、中勢森林組合とともに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

##### スマート林業を駆使した森林調査

三重県との人材育成連携協定の中で、県が保有しているスマート林業機器の OWL、マプリー林業を活用。OWL、マプリー林業に加え、従来の計測手法の手計測を含め、3つの手法による標準地調査を実施（生徒は3つの手法すべてを体験）。

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1 樹木の測定
- 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4章 森林の測定と評価＞第1節 森林の測定＞第3 成長量の調査
- 第7章 「森林経営」の実践＞第1節 森林の調査の実践＞第1 調査の目的
- 第7章 「森林経営」の実践＞第1節 森林の調査の実践＞第2 調査の方法
- 第7章 「森林経営」の実践＞第1節 森林の調査の実践＞第3 野帳とデータのまとめ方



【写真】三重県より、スマート林業の概要説明を聞いている様子



【写真】三重県より、OWLの説明を聞いている様子

指導体制（久居農林高等学校）

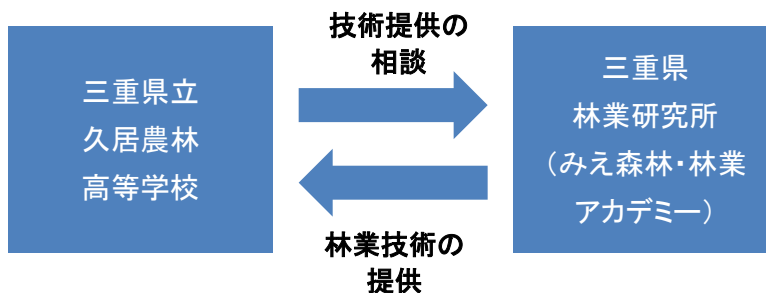
指導者	参加生徒	実施授業
教諭 3名	環境保全コース 2年生 29名	農業と環境、森林科学、地域環境論

### ② 背景

#### ■久居農林高等学校と地域との関係

久居農林高等学校と林業研究所（林業研究所が所管する「みえ森林・林業アカデミー」（平成31年4月開講））は、高校の教育の充実及び新規林業就業者の確保を図るため、林業人材育成につい

て覚書を締結し、森林・林業を体系的に学ぶプログラムを各学年で実施している。



### ア 久居農林高等学校と三重県との連携の経緯

時期	内容
令和3年10月	久居農林高等学校と林業研究所で、林業人材育成の覚書を締結。
令和7年7月	久居農林高等学校がスマート林業教育推進事業への応募についてエントリーシートを事務局に提出。事務局より三重県に久居農林高等学校からの応募について報告、県より協力快諾。
令和7年7月	本事業受託後、久居農林高等学校は林業研究所及び津農林水産事務所からサポートを受けることとなる。

### 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、三重県立久居農林高等学校、三重県林業研究所、三重県津農林水産事務所森林・林業室、中勢森林組合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
久居農林高等学校	指導計画を作成、教育プログラムの生徒への実践、全体の調整
林業研究所、津農林水産事務所森林・林業室	久居農林高等学校及び関係各位との連絡調整、県で実施しているスマート林業技術を用いて久居農林高等学校へ技術支援
中勢森林組合	スマート林業教育を実施するうえで助言をする

#### ■ 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

久居農林＝久居農林高等学校、研究所＝林業研究所、

津農林＝津農林水産事務所森林・林業室、中勢＝中勢森林組合

日時	担当	所要時間	内容（実施場所・方法）
8月7日	久居農林研究所 津農林事務局	35分	（オンライン） ・事業実施打合せ ・事業の概要説明 ・講師の検討

9月9日	久居農林 研究所 津農林 中勢 林野庁 事務局	50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） ・地域林業の現状 ・高等学校の概要 ・スマート林業教育の導入状況 ・スマート林業教育プログラムの実施案 ・スマート林業教育プログラムの経費等  ※詳細は【資料1】
9月以降	久居農林 津農林		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
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ スマート林業の機器を導入するための予算確保が難しい</li> <li>✚ 教員がスマート林業を生徒に教えるための知識や経験が少ない</li> <li>✚ 演習林への移動手段に課題があり、演習林を十分に活用できていない 生徒全員が演習林へ移動するバス等がないため、演習林での実習がなかなか行えない。</li> </ul>



検討
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ 林業研究所（みえ森林・林業アカデミー）と連携したプログラムを実施 次年度以降も継続してスマート林業教育プログラムを実施できるよう、久居農林高校と三重県林業研究所（みえ森林・林業アカデミー）間の連携に関する覚書を活用し、三重県からの指導でスマート林業に関するプログラムを実施することとした。</li> <li>✚ 林業研究所（みえ森林・林業アカデミー）との連携授業で扱われていない内容とする 林業研究所と連携し、学年ごとに目的に沿ったプログラム（1年生 VR による安全学習等、2年生：チェーンソーを使った伐木造材体験等、3年生：刈払機取扱作業安全衛生教育等）を実施しているが、連携プログラムで取り扱っていないスマート林業機器を活用した森林調査に関する内容とすることとした。</li> <li>✚ 林業研究所のフィールドで授業を実施 学校の演習林での実習を考えていたが、調整時期が遅くなり、授業との兼ね合いから、林業</li> </ul>

研究所のフィールドで実施することとなった。



上記検討より課題解決のために今回以下Aの授業を実施した

授業内容	
A	スマート林業を駆使した森林調査 (P77～)

## A スマート林業を駆使した森林調査

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1 樹木の測定
- 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4章 森林の測定と評価>第1節 森林の測定>第3 成長量の調査
- 第7章 「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践>第1 調査の目的
- 第7章 「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践>第2 調査の方法
- 第7章 「森林経営」の実践>第1節 森林の調査の実践>第3 野帳とデータのまとめ方

### この授業のポイントやメリット

- ✚ 先進的なスマート林業機器の活用方法を学ぶことで、スマート林業への理解を深め、林業に対するイメージを変えることが期待できる。

準備するもの	使用機器の詳細
スマート林業機器 (三重県が用意)	・森林3次元計測システム OWL ・スマートフォン、マプリア林業
従来型の計測用具 (三重県が用意)	・輪尺 ・バーテックス

### 実施前の状況

生徒は、スマート林業機器に関する知識が少ない。

指導実施者	対象授業・生徒
教員 3名 三重県林業研究所 2名 三重県四日市農林事務所森林・林業室 1名 三重県津農林水産事務所森林・林業室 1名	環境保全コース 2年生 29名
実施場所	実施日・所要時間
三重県林業研究所 (学校から車で30分程度)	令和7年11月13日、20日 10:55～15:15まで(3～6時限)

手順																									
1	<p><b>現地調査スケジュール（座学・実習）：1日目（11月13日）</b></p> <p>当日のスケジュールは次の表のとおり。</p> <table border="1"> <tr> <td>10:55～11:25（30分）</td> <td>久居農林高校出発～林業研究所へ移動</td> </tr> <tr> <td>11:25～11:35（10分）</td> <td>作業内容等説明</td> </tr> <tr> <td>11:35～11:45（10分）</td> <td>実習現地へ徒歩移動</td> </tr> <tr> <td>11:45～12:15（30分）</td> <td>標準地調査（1クール目）</td> </tr> <tr> <td>12:15～12:25（10分）</td> <td>林業研究所へ徒歩移動</td> </tr> <tr> <td>12:25～13:10（45分）</td> <td>昼食休憩</td> </tr> <tr> <td>13:10～13:20（10分）</td> <td>実習現地へ徒歩移動</td> </tr> <tr> <td>13:20～13:50（30分）</td> <td>標準地調査（2クール目）</td> </tr> <tr> <td>13:50～14:00（10分）</td> <td>休憩</td> </tr> <tr> <td>14:00～14:30（30分）</td> <td>標準地調査（3クール目）</td> </tr> <tr> <td>14:30～14:40（10分）</td> <td>林業研究所へ徒歩移動</td> </tr> <tr> <td>14:40～15:15（35分）</td> <td>林業研究所出発～久居農林高校へ移動</td> </tr> </table>	10:55～11:25（30分）	久居農林高校出発～林業研究所へ移動	11:25～11:35（10分）	作業内容等説明	11:35～11:45（10分）	実習現地へ徒歩移動	11:45～12:15（30分）	標準地調査（1クール目）	12:15～12:25（10分）	林業研究所へ徒歩移動	12:25～13:10（45分）	昼食休憩	13:10～13:20（10分）	実習現地へ徒歩移動	13:20～13:50（30分）	標準地調査（2クール目）	13:50～14:00（10分）	休憩	14:00～14:30（30分）	標準地調査（3クール目）	14:30～14:40（10分）	林業研究所へ徒歩移動	14:40～15:15（35分）	林業研究所出発～久居農林高校へ移動
	10:55～11:25（30分）	久居農林高校出発～林業研究所へ移動																							
	11:25～11:35（10分）	作業内容等説明																							
	11:35～11:45（10分）	実習現地へ徒歩移動																							
	11:45～12:15（30分）	標準地調査（1クール目）																							
	12:15～12:25（10分）	林業研究所へ徒歩移動																							
	12:25～13:10（45分）	昼食休憩																							
	13:10～13:20（10分）	実習現地へ徒歩移動																							
	13:20～13:50（30分）	標準地調査（2クール目）																							
	13:50～14:00（10分）	休憩																							
	14:00～14:30（30分）	標準地調査（3クール目）																							
	14:30～14:40（10分）	林業研究所へ徒歩移動																							
	14:40～15:15（35分）	林業研究所出発～久居農林高校へ移動																							
2	<p><b>スマート林業の概要説明 ※詳細は【資料2】</b></p> <p>三重県津農林水産事務所より、座学でスマート林業の概要、測量、調査方法等を説明した。座学内容は、次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スマート林業とは</li> <li>・林業の従来の調査、測量</li> <li>・新たな技術の活用（航空レーザ測量、ドローン）</li> <li>・本日実施するスマート林業を駆使した森林調査について</li> </ul>																								
3	<p><b>標準地調査</b></p> <p>続いて、林業研究所内の採種林へ移動。 生徒を6班に分け、手計測、OWL、マプリア林業の3つの計測方法による標準地調査を実施し、各班が全方法で調査した。 計測方法ごとに標準地を決めて、各標準地に機器の操作を指導する外部講師を配置した。1標準地での測定時間を30分として、生徒は2班ずつで順に標準地を巡り、計測を行った。</p> <p>●計測方法</p> <p>①手計測（従来の手法）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・胸高直径を輪尺、樹高をバーテックスにより測定</li> </ul> <p>②森林3次元計測システムOWLによる計測（スマート林業機器を活用）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・OWL（※）を用いて胸高直径と樹高を測定</li> <li>※赤外線レーザを地上から照射して森林内の様子を3次元データ化する計測器</li> </ul> <p>③スマートフォンのアプリ「マプリア林業（※）」による計測（スマート林業機器を活用）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マプリア林業を用いて胸高直径と樹高を測定</li> <li>※iPhoneのLiDAR機能（レーザ計測）を使って森林内の様子をデータ化</li> </ul>																								



【写真】生徒がバーテックス（従来の手法）を使用して計測している様子



【写真】生徒がOWLを使用して計測している様子



【写真】生徒がマプリー林業を使用して計測している様子



【写真】マプリー林業の3次元点群データ

（生徒の感想）

- ・ 1本1本を測るのはとても大変だが、OWLを使った計測はボタンを押してその場に立っていれば樹高など多くのデータを素早く計測でき、とても便利だと思った。

4 森林の診断・施業計画の検討（室内実習）：2日目（11月20日）

当日の調査スケジュールは次の表のとおり。

10:55～11:25（30分）	久居農林高校出発～林業研究所へ移動
11:25～12:05（50分）	調査結果とりまとめ作業
12:05～13:00（55分）	昼休憩
13:00～13:50（50分）	調査結果とりまとめ作業
13:50～14:00（10分）	休憩
14:00～14:40（40分）	調査結果とりまとめ作業
14:40～15:15（35分）	林業研究所出発～久居農林高校へ移動

## 森林の診断・施業計画の検討

三重県の指導により、13日の実習で調査した結果の分析を行った。

### ① 標準地調査結果の取りまとめ

- ・手計測の調査結果（標準地調査票）をとりまとめ表へ記入
- ・手計測の調査結果から、ha当たりの成立本数、材積を算出
- ・三重県で計測したOWLとマプリア林業で計測した調査結果を配付、とりまとめ表へ記入

### ② ①で算出した数値をもとに森林を診断

- ・形状比を算出
- ・林分密度管理図を用いて収量比数を算出
- ・形状比及び収量比数をもとに、森林を診断

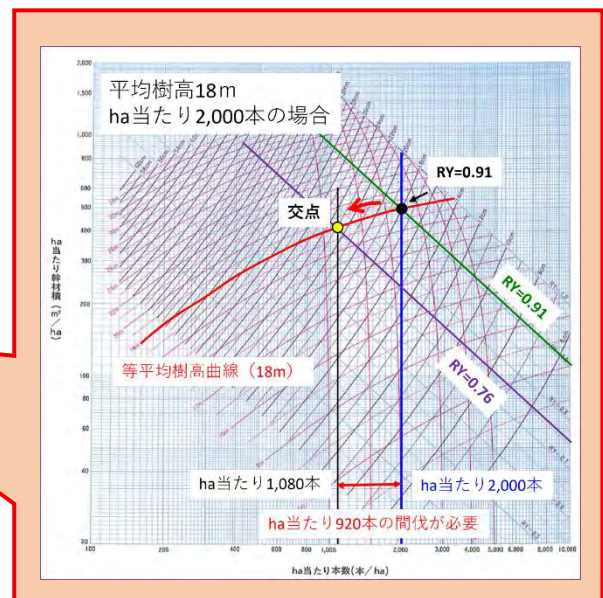
### ③ 今後の施業計画の検討

- ・②の結果をもとに、目標とする収量比数を検討
- ・目標とする収量比数に持つていくためには、何本の間伐が必要か検討

5



【写真左】生徒が林分密度管理図を使用して分析を行っている様子



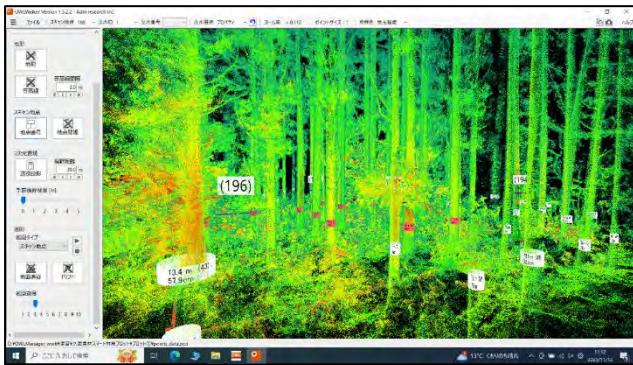
【写真右】県が用意した林分密度管理図

### (取組のコツ)

- ・林分密度管理図の説明等、生徒が分かりやすい資料とした。

## 森林の診断・施業計画の検討 つづき

三重県から、OWL とマプリー林業のデモがあった（画面による説明）。  
3つの手法による調査結果（メリット・デメリット）について、各班で話し合った。



【写真左】三重県による OWL のデモ画像



【写真右】三重県によるマプリー林業のデモ画像

6

### (説明の概要)

- OWL やマプリー林業を使うとー
  - ・胸高直径や樹高などのデータの一覧が出力できる
  - ・立木 1 本 1 本の位置が把握でき、GIS 上でも確認できる
  - ・3次元点群データと写真により、後からでも森林内の状況が分かる
- OWL を使うとー
  - ・より詳細な 3次元点群データが取得できる
  - ・樹高など、より多くの数値が取得できる

## 森林の診断・施業計画の検討 つづき

各班の調査結果取りまとめは以下のとおりとなった。

### ●標準地A（1、2、3班）

	平均胸高直径 (c m)	平均樹高 (m)	ha 当たり成立 本数 (本)	ha 当たり 幹材積 (m <sup>3</sup> )
手計測	25	18	2,100	501
OWL	28	16	2,200	414
マプリー林業	24	17	2,100	454

### ●標準地B（1、2、3班）

	平均胸高直径 (c m)	平均樹高 (m)	ha 当たり成立 本数 (本)	ha 当たり 幹材積 (m <sup>3</sup> )
手計測	18	19	2,800	579
OWL	19	16	2,800	436
マプリー林業	18	19	2,800	579

7

	<p>(生徒がまとめた結果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●手計測、OWL、マプリー林業による計測結果の違い <ul style="list-style-type: none"> <li>・胸高直径については、標準地AのOWLを除いてほとんど差がなかった。</li> <li>・樹高については、マプリー林業と手計測ではほとんど差がないが、OWLは低く出る傾向にあった。</li> <li>・どこまでの精度を求めるかによるが、森林の大まかな状況は問題なく把握できる。</li> </ul> </li> <li>●どれが一番効率的？メリット・デメリットは？ <ul style="list-style-type: none"> <li>・OWLは測定時間も短く、樹高も測定できるのでとても効率的だと感じたが、導入に高額な費用がかかるため、どれだけの利用が見込めるかを考える必要がある。</li> </ul> </li> </ul>
<p>今後の予定</p>	<p>今後も三重県との連携の中で、今年実施した内容をプログラム化していく。</p>

#### Aの実施に要した費用

費目	内容
バス賃借料	学校から林業研究所への移動

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  学校保険（独立行政法人日本スポーツ振興センター 災害共済給付制度）</p>

■授業の成果・効果

A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
<ul style="list-style-type: none"><li>✚ スマート林業の機器を導入するための予算確保が難しい</li><li>✚ 生徒にスマート林業を教えるための知識や経験が少ない</li><li>✚ 演習林への移動手段に課題があり、演習林を十分に活用できていない</li></ul> <p>生徒全員が演習林へ移動するバス等がないため、演習林での実習がなかなか行えない。</p>
成果・効果
<ul style="list-style-type: none"><li>✚ 三重県との連携に関する覚書に基づく協働体制の中でプログラムを実施</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>・県が導入している OWL とマプリー林業を活用することで、今後も費用負担を抑えて継続実施できる。</li><li>・スマート林業教育プログラムを実施することで生徒が持つ林業に対するイメージが変わった。</li><li>・教員が最新のスマート林業の技術や指導方法を学ぶことができ、生徒も理解が深まった。</li></ul>

## ■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8年2月9日（月）16:00～16:50
- ✓ 開催方式：Web 会議
- ✓ 出席者：

氏名	所属
松本 卓也	三重県立久居農林高等学校 教諭
北出 満	三重県林業研究所普及・森林教育課 林業人材育成推進監兼課長
東川 恵美	三重県林業研究所研究課 主幹研究員兼課長
綿谷 大	三重県津農林水産事務所森林・林業室 主幹兼課長代理（林業普及指導員）
近江 隆昭	森林整備部 研究指導課 普及教育班 研究企画官
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>◆ 三重県立久居農林高等学校<ul style="list-style-type: none"><li>・三重県との連携に関する覚書に基づいた協働体制の中、林業研究所で実習を実施できたことは大変良かった。</li></ul></li><li>◆ 三重県<ul style="list-style-type: none"><li>・スマート林業教育プログラムに協力したことで、生徒が持つ林業に対するイメージが変わったと感想が寄せられ実施してよかった。</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>
<p>事業体に講師を依頼し、機器をレンタルすることは可能だが、県が保有しているスマート林業機器を用いれば今後も費用負担を抑えて継続して実施できるため、県が導入しているマプリー林業と OWL を活用する測定方法に従来の手計測の方法を加え、3つの方法で森林調査と標準地調査を行い、スマート林業機器の有用性を実感してもらうプログラムとした。</p> <p>生徒は、スマート林業への理解が深まり、林業に対するイメージが変わったことが確認できた。</p>
<b>取組が進んだ要因</b>
<p>今までの連携（令和3年10月に久居農林高校と三重県で連携に関する覚書を締結）基盤の中で、県が保有しているスマート林業機器を活用したプログラムとしたことがプログラムが進んだ要因である。</p>
<b>困難だった点・留意した点</b>
<p>日程の確保・調整（移動、雨天時の予備日）等を考慮した。</p>
<b>次回への改善案</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・学校の演習林を活用した実習を考えていたが、調整の時期が遅かったことから実現できなかった。時間割の調整も含めて今後の課題である。</li><li>・OWL を分析するソフトが県に1台しか導入されていないため、各生徒にデータ処理体験をしてもらうことが難しい。今後、QGIS の活用も考えられるが、生徒1人1台ずつパソコンを用意することが難しいことも課題である。</li></ul>
<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>◆ <b>三重県立久居農林高等学校</b><ul style="list-style-type: none"><li>・今後、スマート林業に関わる実習をカリキュラムに組み込めれば、より効果的な実習になる。基幹の教科・座学等も活用して実習を増やしていければよい。</li><li>・今回のプログラムで実施した森林調査は「森林経営」の科目内容となり、本校の場合は3年生で学ぶ内容となる。今年実施したスマート林業を3年生で体験するのでは時期的に遅いので、実技体験は今年同様2年生で実施する等、教育効果が高まる授業プログラムを構成していきたい。</li></ul></li><li>◆ <b>三重県</b><ul style="list-style-type: none"><li>・OWL やマプリーデータから材積を算出することや、収益見込計算の実習等、高校から相談があれば今後も協力していきたい。</li></ul></li></ul>
<b>取組のコツ</b>
<p>先生も生徒と一緒にスマート林業を体験し、指導方法も含めてとても勉強になる良い機会となった。これまでの林業研究所、森林林業アカデミーとの連携をさらに深めることができ、今後につながるものになった。</p>

## 関係者へのインタビュー

### ◆ 久居農林高等学校高校教諭

- ・今回のプログラムを実施し、生徒の反応は非常に良く、教員も学ぶことが多かった。

### ◆ 久居農林高等学校生徒

- ・OWL を使って森林の様子を立体的に確認でき、木の高さや配置などが一度で分かり、森林のデータが正確に把握できたこと印象に残った。現在の林業は機械化、スマート化が進んでおり、作業効率よく安全に行っていることを知り、林業に対するイメージが変わった。
- ・最新のスマート林業機械のすごさを実感した。特に計測するだけでなく、それをデータ化しまとめられるのがすごいと思った。
- ・木を伐って長さを調整するだけが林業だと思っていたが、スマホや機械を使って樹高を測ったりできることを知ることができ良かった。

### ◆ 三重県

- ・生徒は終始楽しそうに授業に取り組んでいた。スマート林業機器を活用することで作業が軽減される等、林業に対して良い感想・イメージを持ってもらえたことは良かった。

# 資料 1

## 令和7年度 地域協働型スマート林業教育プログラム（案）

三重県立久居農林高等学校  
環境保全コース 教諭 松本 卓也

### 1 環境保全コースの概要

本校は、4 学科 6 コース（食品、植物、動物、環境保全、ガーデニング、土木・機械）からなる農業科と家庭科の併設校である。環境保全コースは、林業科の流れをくみ、自然環境の保全や森林資源活用について学ぶことで、環境保全に貢献できる人材を育成することを目的とした約 30 名のコースである。

### 2 現在の取組状況

本校と県林業研究所（主にみえ森林・林業アカデミー）の間で、令和3年10月に、高校の教育の充実及び新規林業就業者の確保を図るため、林業人材育成について覚書を締結し、森林・林業について体系的に学ぶプログラムを実施している（下表参照）。

#### 令和6年度における久居農林高校とみえ森林・林業アカデミーの連携講座実施結果

学年	ねらい	内 容	実施時期
1年 30人	職業としての「林業」を知る	<b>林業の仕事ガイダンス</b> 林業・木材産業に就職している若者による仕事紹介など	R6.11.13
		<b>林業研修</b> 林業労働災害VR体験 ハーベスタシミュレータ体験 チェーンソー操作体験	R7.1.27
2年 30人	「林業」への理解を深める	<b>林業研修</b> チェーンソー伐木・造材体験 高性能林業機械操作体験	R6.7.24 ~25
		<b>林業研修</b> <u>原木市場見学【R5~】</u> <u>みえ林業総合支援機構からのPR【R6~】</u>	R6.12.19
		<b>林業研修</b> <u>セーザイゲーム【R6~】</u>	R7.2.20
3年 4人	現場で生かせる実践的技術の習得	<b>資格取得</b> チェーンソー伐木等特別教育 刈払機取扱作業安全衛生教育	R6.4~6月に 5日間

### 3 プログラムの実施案

スマート林業技術を活用した森林計測

【実施日】11月13日(木)、20日(木) 3～6限目(10:55～15:15)

【指導】三重県(林業研究所、津農林水産事務所等)

【対象】2年生(30名)

【実施場所】林業研究所

【目的】OWL等のスマート林業技術の活用について学び、その有効性を体験する。

【内容】

(1日目(11月13日予定))

- ・林業研究所にて、OWL等を活用した森林計測を実施する。
- ・30名を3班に分け、標準地(10m×10mを3箇所設定)調査を実施する。  
1班:OWL 2班:マブリ 3班:手計測  
※終了後に班を入れ替え、すべての手法を実施する。

(2日目(11月20日予定))

- ・1日目の調査結果をまとめる。
- ・それぞれの手法による結果の違いについて考える。
- ・調査結果から、調査林の状況を評価する(間伐が必要かどうか?など)。

※案①のプラスアルファ案

- ・ドローンを活用した森林計測のデモンストレーション(1日目)
- ・調査林の計測結果の解析デモンストレーション(2日目)
- ・ドローンの操作体験(2日目)

### 4 スマート林業教育の経費等

学校から林業研究所への移動手段(マイクロバス借上料)

# スマート林業教育プログラム

## 久居農林高校環境保全コース2年生

三重県津農林水産事務所森林・林業室  
林業普及指導員 綿谷 大

1

## スマート林業って何？

### スマート林業とは：

地理空間情報やICTなどの先端技術を駆使し、作業の生産性や安全性の飛躍的な向上、そして、需要に応じた高度な木材生産を可能とする林業！

### 簡単に言うと：

今までにない新しい技術を使って、  
林業の作業をもっと

楽に！効率よく！安全に！正確に！  
より良くしよう！

# 林業（調査・測量） 測量



一部出展：平成28年度森林・林業白書

3

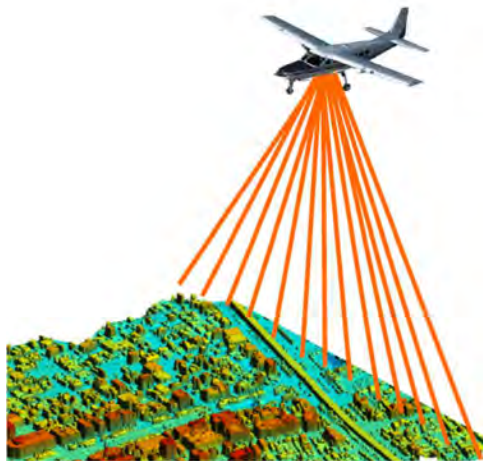
# 林業（調査・測量） 調査



# スマート林業（新たな技術の活用：航空レーザ測量）

## 航空レーザ測量とは：

飛行機やヘリコプター等からレーザ光を地上に照射し、地物に当たった位置を記録し、地形を測量する技術

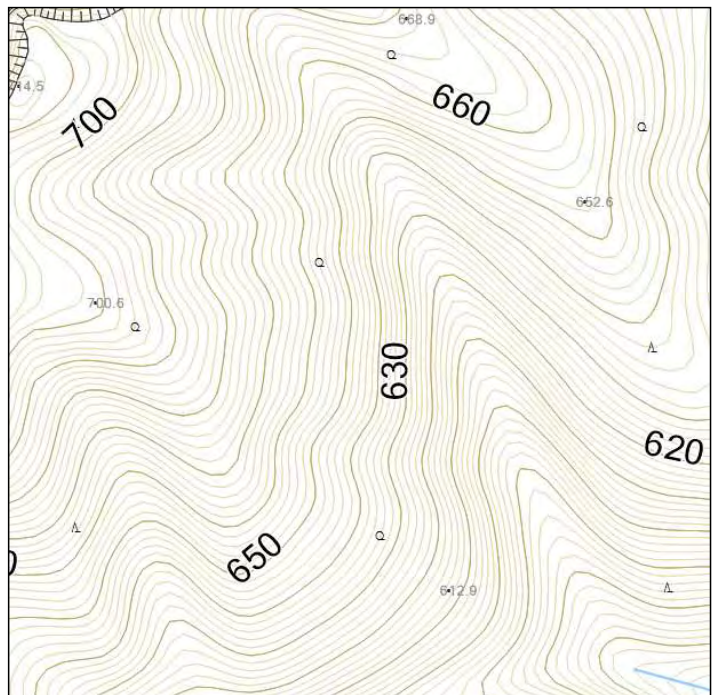


立木への照射イメージ

5

# スマート林業（新たな技術の活用：航空レーザ測量）

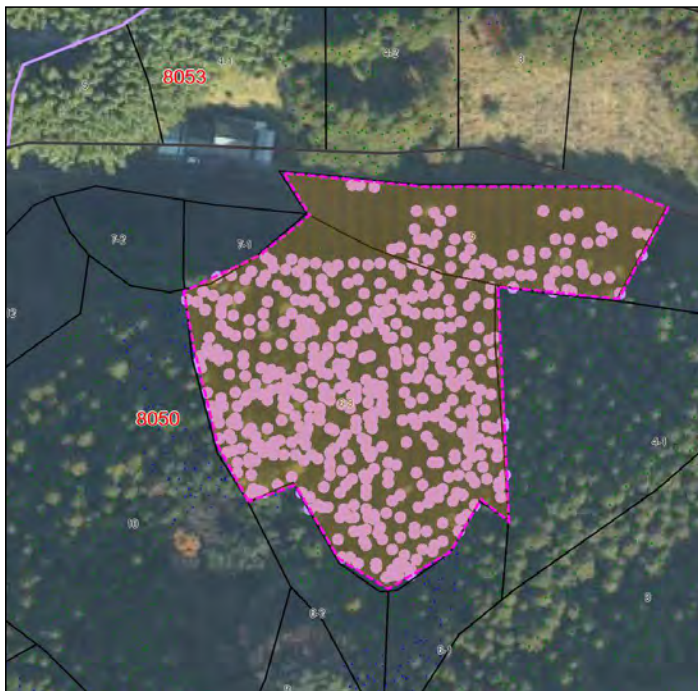
## 活用例：立体地形表現図（赤色立体図）



より詳細な地形の把握が可能 → どこに道を付けるかの検討等に使用

# スマート林業（新たな技術の活用：航空レーザ測量）

## 活用例：単木情報（木1本1本の太さや高さ等の情報）



樹木ID	樹高_M	樹冠半径	樹冠面積	DBH_CM	樹木材積	形体比	樹種ID	樹種	小径ID	図形番号
2	538217	25.9	13	7.3	26	0.625	100	1.スギ	1969030	06PE0663
3	538310	25.7	10.4	4.5	21.9	0.451	117	1.スギ	1969030	06PE0663
4	538417	25.7	6.4	1	12.6	0.154	204	1.スギ	1969030	06PE0663
5	538508	25.1	4.9	4.8	22.3	0.459	113	1.スギ	1969030	06PE0663
6	538728	24.7	9.8	10	29.4	0.744	84	1.スギ	1969030	06PE0663
7	538849	25.4	10	12	31.3	0.862	81	1.スギ	1969030	06PE0663
8	538950	27.4	10.6	12	31.2	0.924	88	1.スギ	1969030	06PE0663
9	539443	23.6	10.6	12.8	32.2	0.841	73	1.スギ	196829	06PE0663
10	539559	30.7	22.8	19.8	37.3	1.427	82	1.スギ	196829	06PE0663
11	539767	25.8	13.1	13.8	32.9	0.956	78	1.スギ	196829	06PE0663
12	540078	26.7	16.5	16.5	35.1	1.117	76	1.スギ	196829	06PE0663
13	540282	27.5	19.9	18.3	36.4	1.226	76	1.スギ	196829	06PE0663
14	540394	24.4	11.5	12.8	32.1	0.867	76	1.スギ	196829	06PE0663
15	540597	27.8	13.9	7.3	25.9	0.667	107	1.スギ	196829	06PE0663
16	540805	26.7	15.4	9.8	29	0.784	92	1.スギ	196829	06PE0663
17	540905	25.9	12.4	8.5	27.6	0.696	94	1.スギ	196829	06PE0663
18	540906	28.1	8.1	3.8	20.3	0.432	138	1.スギ	196829	06PE0663
19	541008	25	12.3	7.3	26.1	0.606	96	1.スギ	196829	06PE0663
20	541105	26.3	12.5	11.3	30.6	0.85	88	1.スギ	196829	06PE0663
21	541239	25.5	15.6	15.5	34.4	1.026	74	1.スギ	196829	06PE0663
22	541353	26.2	14.1	8	27	0.676	97	1.スギ	196829	06PE0663
23	541354	29	18.7	18.3	36.3	1.285	80	1.スギ	196829	06PE0663
24	541590	25.9	13.7	10.5	29.8	0.802	87	1.スギ	196829	06PE0663
25	541591	25.3	10.2	8	27	0.653	94	1.スギ	196829	06PE0663
26	541789	26.8	11.1	5	22.7	0.502	118	1.スギ	196829	06PE0663
27	541915	28	18.7	19.7	39.4	0.846	95	1.スギ	196829	06PE0663
28	542023	27.3	15.1	7.5	26.3	0.672	104	1.スギ	196829	06PE0663
29	542024	26.9	12	4.5	21.8	0.47	113	1.スギ	196829	06PE0663
30	542118	27.7	16.8	7	25.6	0.649	108	1.スギ	196829	06PE0663
31	542241	27.1	15.5	20.3	37.9	1.298	72	1.スギ	196829	06PE0663

単木情報の確認および集計

この範囲を伐採すれば、どれくらいの木材が搬出できるか？事前に確認できる  
→森林所有者への営業などに活用

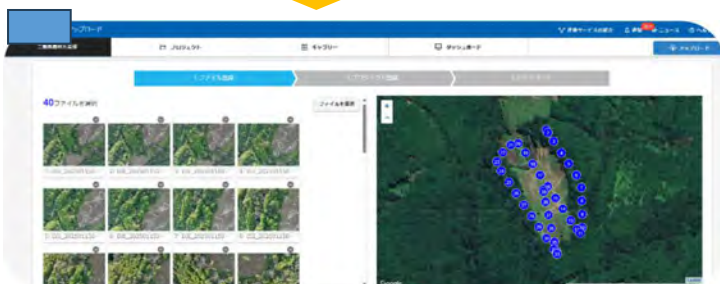
7

# スマート林業（新たな技術の活用：ドローン）



植栽時の測量面積0.75ha  
今回測定面積0.75ha

ドローンで撮影して



SFMソフト等でオルソフォト化



GIS上で計測

# スマート林業を駆使して、森林を調査しよう！

## 森林調査：

樹種や樹高、胸高直径などを調査し、森林の現状を診断する。また、その結果をもとに今後の施業を計画する。

### 【毎木調査】

対象となる森林のすべての樹木を調査する。

### 【標準地調査】 ←今回はこっち

対象となる森林において、標準的なプロットを設定して調査し、全体を推定する。

9

# スマート林業を駆使して、森林を調査しよう！

## 今回は3つの手法で調査を実施！

### ①手計測（従来手法）

- ・ 胸高直径を輪尺、樹高をVertexにより測定

### ②森林3次元計測システムOWLによる計測

- ・ OWLを用いて胸高直径と樹高を測定

OWL：赤外線レーザを地上から照射して森林内の様子をデータ化する計測器

### ③スマホのアプリ「mapry林業」による計測

- ・ mapry林業を用いて胸高直径と樹高を測定

mapry林業：iPhoneのLiDAR機能（レーザ計測）を使って森林内の様子をデータ化

10

# スマート林業を駆使して、森林を調査しよう！

6班に分かれて、すべての手法を体験！

	標準地A (mapry)	標準地B (手計測)	標準地C (OWL)
1クール目	1、2班	3、4班	5、6班
2クール目	5、6班	1、2班	3、4班
3クール目	3、4班	5、6班	1、2班

11

## 森林調査の結果を分析しよう！

### 森林調査：

樹種や樹高、胸高直径などを調査し、森林の現状を診断する。また、その結果をもとに今後の施業を計画する。

## 13日の結果をまとめていこう！

- 1、2、3班は標準地A
- 4、5、6班は標準地B

# 森林調査の結果を分析しよう！

手計測の調査結果（標準地調査票）を完成させよう！

- ・小数点第1位まで測定した胸高直径を2cm単位に括約！
- ・胸高直径、2cm括約、樹高について平均値を算出！



完了したら、調査結果とりまとめ表へ記入しよう！

13

## 調査結果とりまとめ表【標準地（ ）、（ ）班

	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	ha当たり成立本数 (本)	Ha当たり幹材積 (m <sup>3</sup> )
手計測				
OWL				
mapry				

※平均胸高直径は、2cm括約の平均値を整数で記入（小数点以下四捨五入）

※平均樹高は整数で記入（小数点以下四捨五入）

○3つの手法による結果の違いについて、気付いたことを班で話し合って記入しよう！

○3つの手法について、どれが一番効率が良かったか？など、メリット・デメリットを班で話し合って記入しよう！

## 森林調査の結果を分析しよう！

手計測の調査結果から、ha当たりの成立本数を算出しよう！

- ・ 1haは、 $100\text{m} \times 100\text{m} = 10,000\text{m}^2$
- ・ 標準地は、 $10\text{m} \times 10\text{m} = 100\text{m}^2$
- ・ 標準地内の樹木の本数から、ha当たりの成立本数を算出



完了したら、調査結果とりまとめ表へ記入しよう！

15

## 森林調査の結果を分析しよう！

手計測の調査結果から、ha当たりの材積を算出しよう！

- ・ 算出には、林分密度管理図を使用
- ・ 林分密度管理図は、ha当たりの成立本数と平均樹高、平均胸高直径等の関係を示した図！
- ・ ha当たりの成立本数と平均樹高をもとに、ha当たりの材積を求めよう！

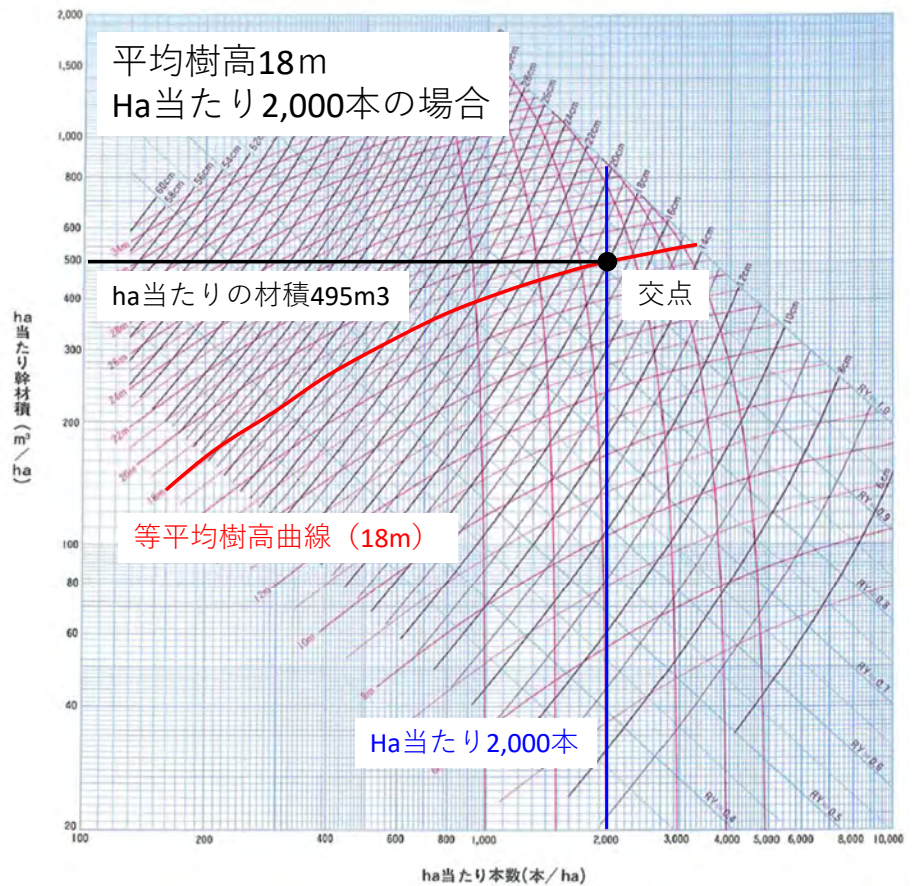
16

# 森林調査の結果を分析しよう！

## 林分密度管理図

平均樹高とha当たりの本数・材積、平均胸高直径等の関係を示した図

★この図を用いて、平均樹高とha当たりの本数から、ha当たりの材積を求めよう！



完了したら、調査結果とりまとめ表へ記入しよう

17

# 森林調査の結果を分析しよう！

手計測の結果のとりまとめが完了



次は、OWLとmapryの調査結果を見てみよう！

**森林調査の結果を分析しよう！**

**OWLの調査結果デモ**

19

**森林調査の結果を分析しよう！**

**mapryの調査結果デモ**

98

20

## 森林調査の結果を分析しよう！

OWLとmapryの調査結果を配布



平均胸高直径、平均樹高、ha当たりの本数・材積を  
手計測と同様に算出しよう！



完了したら、調査結果とりまとめ表に記入しよう！

21

## 森林調査の結果を分析しよう！

3つの手法による調査結果について話し合おう！

○3つの手法による結果の違いについて、気付いたことを班で話し合って記入しよう！

- ・手計測に比べて、OWLやmapryの値はどうだったか？
- ・○○は大体同じだったけど、△△は差があった。
- ・手計測とmapryの1本1本の数値はどうか？

○3つの手法について、どれが一番効率が良かったか？など、メリット・デメリットを班で話し合って記入しよう！

- ・○○が一番作業が楽だった。
- ・△△は計測時間は短かったけど、■■■が課題だ。

## 調査結果とりまとめ表【標準地（ ）、（ ）班

### 標準地A（1、2、3班）

	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	ha当たり成立本数 (本)	Ha当たり幹材積 (m <sup>3</sup> )
手計測				
OWL				
mapry				

### 標準地B（4、5、6班）

	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	ha当たり成立本数 (本)	Ha当たり幹材積 (m <sup>3</sup> )
手計測				
OWL				
mapry				

23

## 調査結果とりまとめ表【標準地（ ）、（ ）班

○3つの手法による結果の違いについて、気付いたことを班で話し合って記入しよう！

○3つの手法について、どれが一番効率が良かったか？など、メリット・デメリットを班で話し合って記入しよう！

24

調査結果から、森林の状況を診断しよう！

今回、診断に使用する指標は、

①形状比

②収量比数

## 「間伐と密度管理」

### ①林木の成長と間伐

# 間伐の目的

林型を整えながら収穫を行う作業

- ① 森林が混みすぎて不健全になるのを防ぐための間引き
- ② 良い木を育て、森林の価値を高める作業  
・・・林型、樹形を整える
- ③ 適時に収穫する作業  
・・・収穫

27

## そもそもなぜたくさんのお木を植えるか？

植栽密度を伐期密度とほぼ同じにしておけば間伐はいらないのでは？

多くする理由

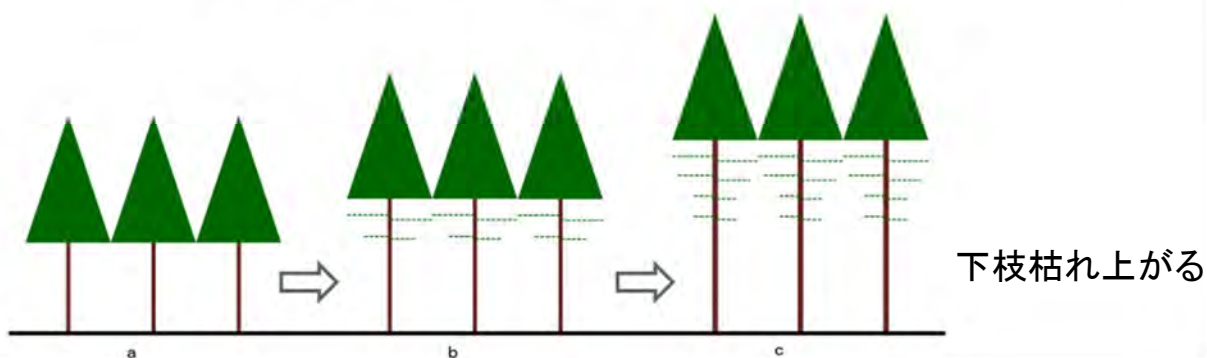
- ① 植えた木がすべて生き残るとは限らないので予備木が必要
- ② 林冠を早く閉鎖させるため
- ③ 劣悪な木を淘汰して優良木を残すため
- ④ 樹幹の形状を整える  
= 枝下高を上げ、うらごけを防ぎ、歩留まりを高める

近年では、目標林型や施業方法の変化から、少なくとも良いのでは？と考えられている。 → 低密度植栽

28

# 間伐しないとうどうなるか？

- 隣接木の枝と枝が触れあう本数密度のまま放置すると、
- ① 樹高成長に伴って樹冠は上方に移動
  - ② 枝の枯れ上がりが進行(⇔枝下高上昇、樹冠長率低下)
  - ③ 樹冠の大きさはほぼ同じまま(⇔着葉量は変わらないまま)、樹高成長するため、肥大成長は減少(⇔細長くなる)

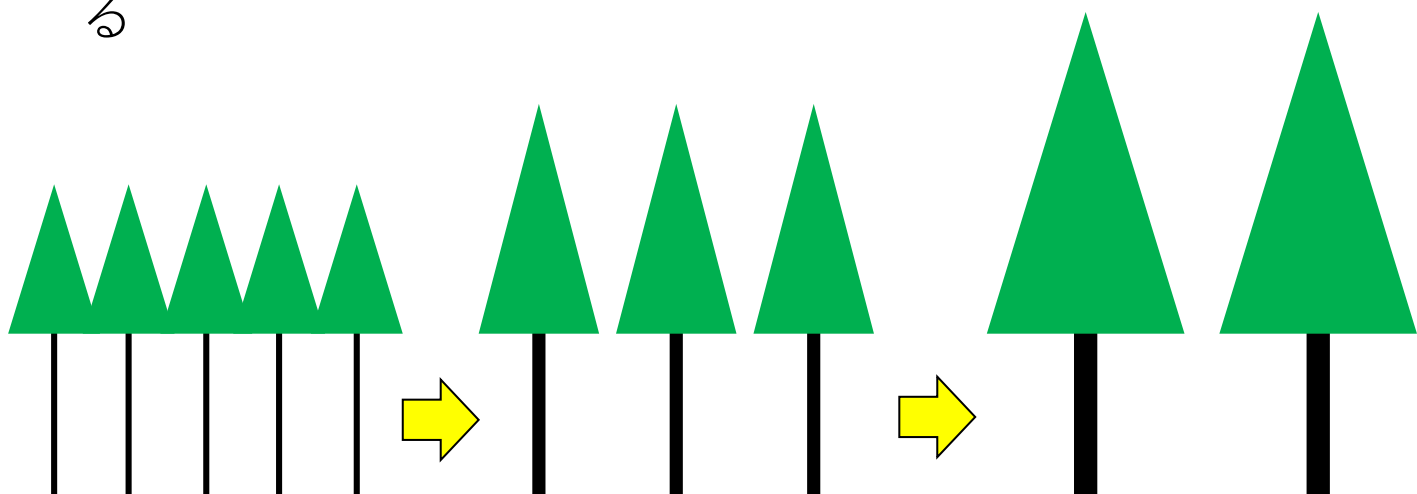


樹高成長は密度に影響されない

29

# 間伐を行った場合

間伐により下枝を枯れあがらないようにすると葉量は大きくなり、それに伴って幹も肥大成長する



下枝が枯れ上がらず、樹冠が大きくなる

成長と健全性が保たれる

**間伐をしないと、**

- ・木がひよろひよろ
- ・光が届かず、草も生えない



31

**木も倒れやすく、森林の機能DOWN↓  
災害の発生リスクUP↑**



32

間伐をすると、  
・木も太くて元気、下草も生える  
森林の機能UP↑、災害発生リスクDOWN↓



33

# 「間伐と密度管理」

## ②人工林の診断

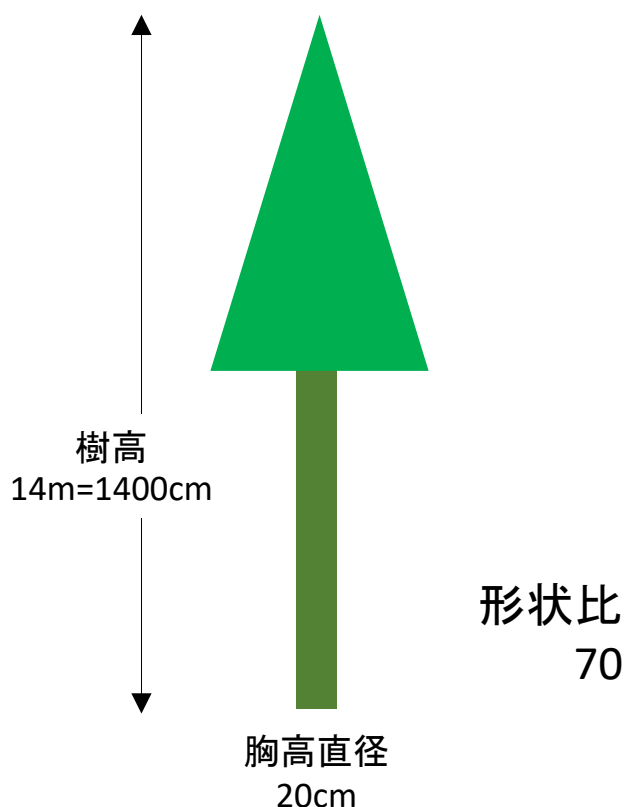
混み合い度の指標

これからの施業を検討するうえで  
まず診断が必要

# 林分を判断する指標①

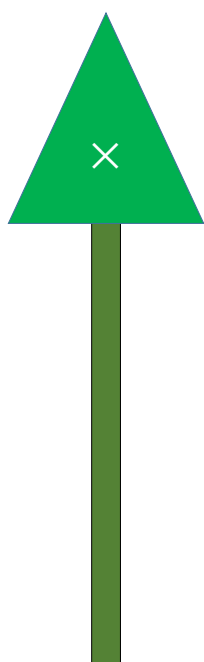
## 形状比 (H/D)

- ・ 平均樹高 (cm) を平均胸高直径(cm)で割った値
- ・ 80を超えると気象害に対して弱い。70以下が望ましい。
- ・ 豪雪地や高齢林では60以下にすべきとの見解もある。



35

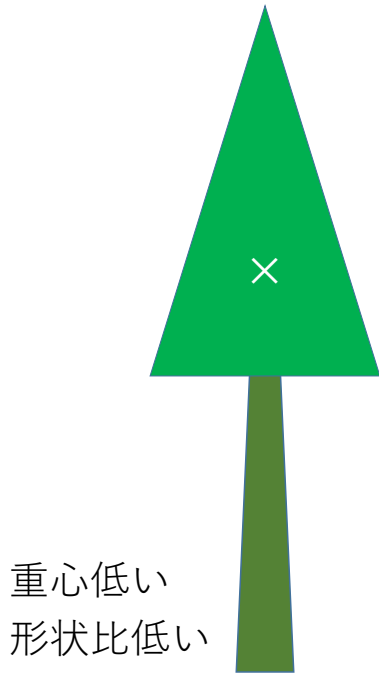
## 形状比の高い森林



重心高い  
形状比高い



# 形状比、樹冠の重心が低い木



樹冠の重心を下げるには、枝が枯れ上がらないようにして、枝下高を維持

形状比を下げるには、直径成長を促進

## 林分を判断する指標②

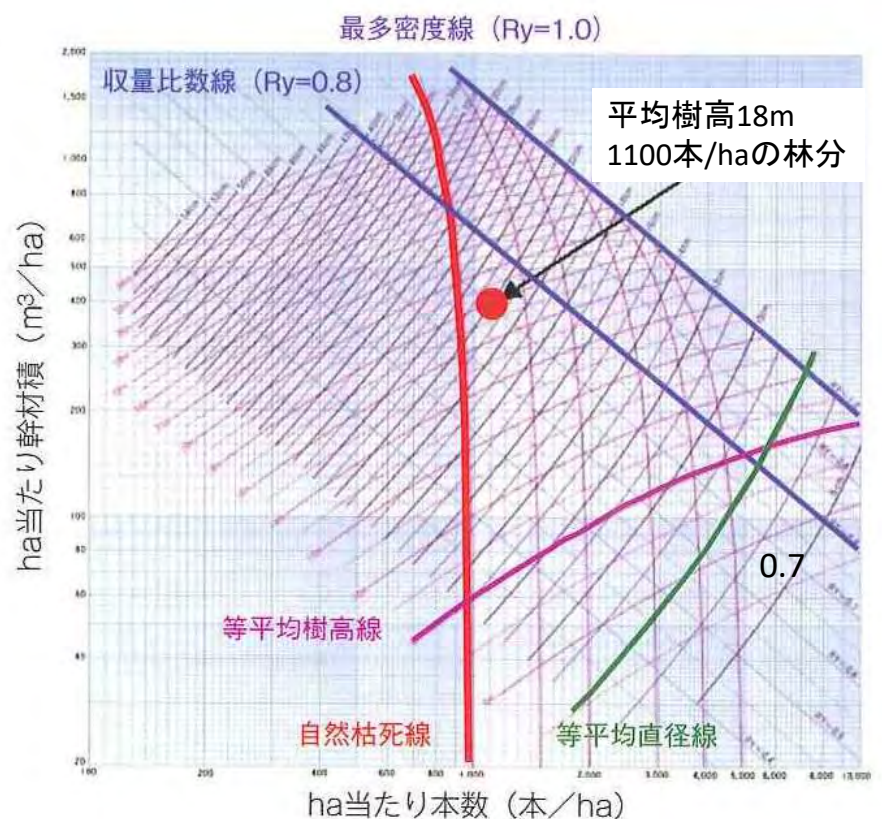
### 収量比数 ( $R_y$ )

#### 林分密度管理図

において、最多密度を1としたときの、相対的な込み具合

0.8以上・・・密

0.6以下・・・疎



## 森林調査の結果を分析しよう！

### 形状比を算出しよう！

平均樹高（c m） ÷ 平均胸高直径（c m） = 形状比

★ 70以下が望ましい！

- ・ 80を超えると気象害に対して弱い。
- ・ 豪雪地や高齢林では60以下にすべきとの見解もある。



算出出来たら、森林診断表を記入しよう！

39

## 森林調査の結果を分析しよう！

### 分析に使用するデータ一覧！

1班	2班	3班	4班	5班	6班
標準地A 手計測	標準地A OWL	標準地A mapry	標準地B 手計測	標準地B OWL	標準地B mapry

**(1) 形状比**

平均樹高（ ）cm ÷ 平均胸高直径（ ）cm = 形状比（ ）

- ①この森林の形状比は（ 高い 適切 ）
- ②この森林の樹木は、（ ひよろひよろ マッチョ ）

**(2) 収量比数**

林分密度管理図から求めた収量比数（ ）

- ①この森林の収量比数は（ 高い 適切 低い ）
- ②この森林の密度は（ 混み過ぎ 適切 すかすか ）
- ③この森林は間伐が（ 必要 不要 ）

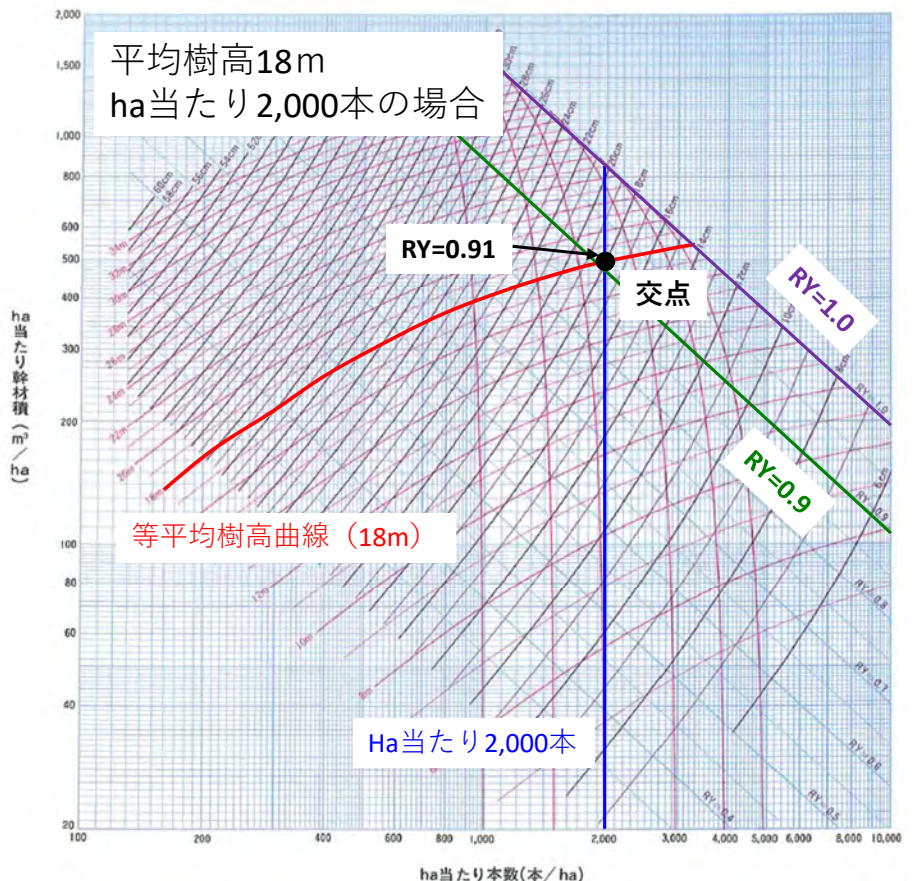
**(3) 今後の施業計画**

- ①収量比数を（ ）にするためには、ha当たりの本数を（ ）本にする必要があるため、ha当たり（ ）本の間伐を実施する。
- ②標準地内では、（ ）本の間伐を実施する。
- ③伐採本数（ ）本 ÷ 成立本数（ ） = 伐採率（ ）%

**森林調査の結果を分析しよう！**

林分密度管理図から収量比数（RY）を算出しよう！

0.8以上・・・密  
0.6以下・・・疎

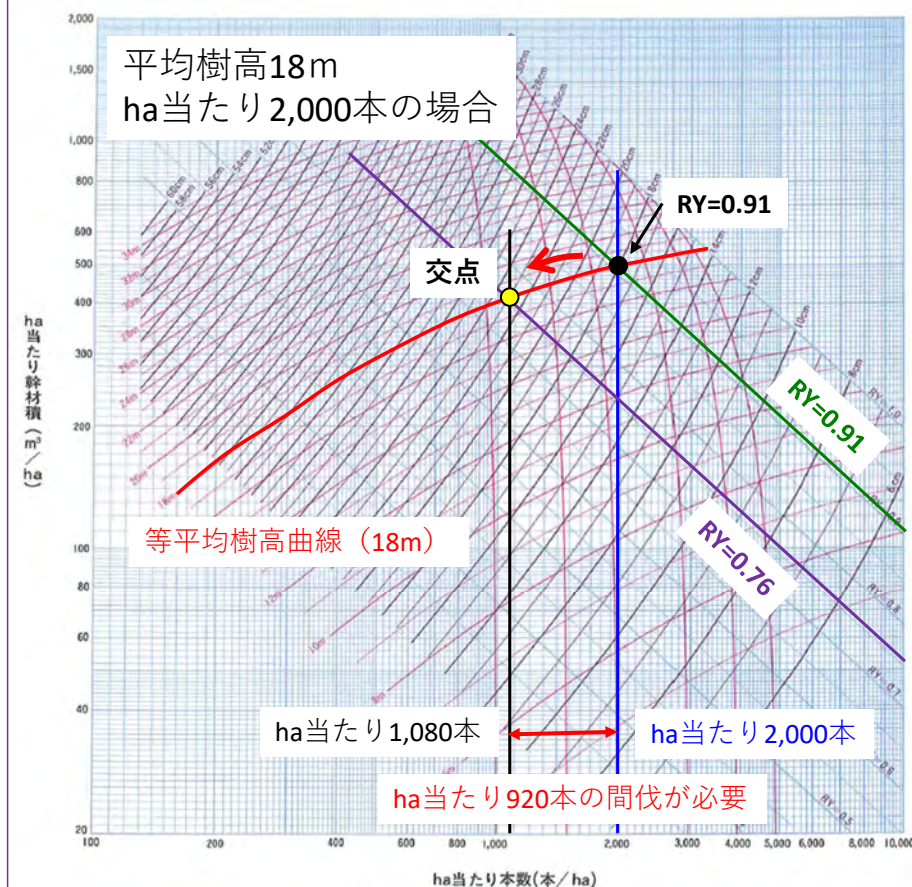


算出したら、森林診断表へ記入しよう！

# 森林調査の結果を分析しよう！

林分密度管理図から、  
何本の間伐が必要か算  
出しよう！

- ・ 目指す収量比数は0.7
- ・ ただし、一度の間伐で下  
げる収量比数は0.15以下



算出したら、森林診断表へ記入しよう！

43

# 森林調査の結果を分析しよう！

## 分析結果まとめ

	1班 標準地A 手計測	2班 標準地A OWL	3班 標準地A mapry	4班 標準地B 手計測	5班 標準地B OWL	6班 標準地B mapry
形状比						
収量比数						
伐採率						