

ドローン画像を活用した施業提案書等の林業普及指導員の支援の取組み ～ スマート林業の地域への普及・定着を進めるために ～

長野県 北アルプス地域振興局 林務課 担当係長 でぐち よしなり
出口 栄也

要旨

長野県大町市常盤地域の森林組合の森林整備計画団地（600ha）で、樹種判別を行い易い紅葉時期（11月）にドローンで約30ha（2時間/日×2回の飛行）を撮影しました。その一部13haを正射変換しオルソ画像にして、針葉樹の資源量（3,993本の樹種、樹高、胸高直径、材積量）と位置情報（立木・森林作業道）を人力での毎木調査より3割削減して把握し、施業内容及び効率的な伐出方法の検討、伐出経費・木材販売益の算出を行いました。

また、公図や林地台帳等の既存情報にオルソ画像を合わせて森林の所有境界を推定し、所有者の現地立会等による境界確認を行いました。これらの経過を経てオルソ画像や地図に所有林の位置を示すと共に地上から撮影した所有林の現況写真、これからの山づくりに向けた考察、施業内容等を加えて説得力のある所有者毎の施業提案書を作成し、施業承諾を得て15名・11haの集約地に取り組んだ森林組合への林業普及指導員の精力的な指導・支援の取組みを報告します。

はじめに

長野県では、充実した森林資源を活かし、施業地の集約化等による収益性の高い林業を進めるため、県内の意欲と能力のある林業経営体（以下、「林業経営体」という。）等に「ICTを活用したスマート林業（以下、「スマート林業」という。）の導入」を支援しています。令和7（2025）年度までに県内の林業経営体の大多数が「スマート林業を実践できる体制」を整えることを目指しており、スマート林業の地域への普及・定着が課題となっています。

県では、スマート林業構築普及事業等を通じて、林業経営体への機器やソフトウェア、システム導入等のICT機器の購入等にかかる経費補助（1/2以内 上限100万円/事業体）のほか、木材生産及び流通の効率化、省力化、品質向上、職場環境や安全性の向上等の林業が抱える諸課題を解決するため従来からの林業技術に加えて、スマート林業を活用するための技術普及を進めています。

技術普及として、県が開催する研修会や現場課題に応じた林業普及指導員の指導・支援を通じて、適切なスマート林業技術の選択や組み合わせ、効果的な実践方法・効率的な使い方等を林業経営体と一緒に考えて、地域の課題解決を図り、森林整備の推進に向けた取組みを行っています。

1 地域の現状と課題

長野県北アルプス地域振興局管内（1市1町3村）は、北アルプス東山麓の糸魚川－静岡構造線が走る脆弱で地質の急峻な地形に位置（図1）し、令和3年の人工林率は県平均の50%の半分程度の27.5%、13,802haとなっています。

管内の森林は、育林段階から木材利用段階に移行しつつありますが、多雪地帯の影響を受け植栽木の生育や形質に差があること、人工林のまとまった面積が少ないこと、近年の立木価格の低迷等による森林所有者の整備意欲の減退や所有形態が小規模零細



図1 位置図

かつ分散所有されていること、林地の地籍調査の進捗率は3%であること等、人工林を伐って～使って～植える循環施業や集約化を進めにくい地域ではありますが、ドローンによる森林資源量等の把握や画像データを用いた集約化の取組み等、課題に応じたスマート林業を活用し効率的な施業に取り組みはじめ、また、管内の7割を占める広葉樹を活かした森林づくりを進めている地域です。

この他、管内の林業労働者数が89名と漸減しており、森林経営管理法等による林業経営を進める林業事業者の育成、特に中核的担い手となるべき北アルプス森林組合（旧 ^{たいほく}大北森林組合 以下、「森林組合」という。）の体質強化が課題となっています。

2 長野県内及び大町市常盤地域における林業普及指導員等の指導・支援の経過

平成30年度から始まった国のスマート林業実践対策事業に長野県が参画（平成30年度から令和2年度）し、協議会「スマート林業タスクフォース NAGANO」を設立しました。

協議会メンバーは、長野県、県内の市町村、林業事業者、信州大学、長野県森林組合連合会（以下、「県森連」という。）、企業で構成し、ICT機器等の導入支援や使い方の研修会等を開催して県内の林業事業者等にスマート林業の実践、普及を進めました。

本事業を活用して県森連がオルソ化ソフト等を導入したことから、早速、林業普及指導員より大町市常盤地域の森林組合の森林整備計画団地にスマート林業技術のひとつであるドローン（UAV）を活用して調査を行うことを県森連に提案し、調査を進めました。

3 ドローン画像から得られた森林情報と活用内容

長野県大町市常盤地域で森林組合が600haの森林整備団地を計画し、順次整備を進めています（図2）。

計画地内の南部から松枯れが北上し、早期発見、効果的な防除が求められていることから図2の赤枠内のアカマツを中心とした約13haの森林（写真1）から森林整備を実施していくこととしました。

最初の取組みとして、写真での樹種判別を行いやすい紅葉時期に、県森連のドローンで約30haを撮影（1日当たり2時間×2回の飛行）し、ドローンで撮影した写真画像（図3）（以下、「ドローン画像」という。）を正射変換して森林GIS上で使えるデータに加工し、広範囲な森林の正確な情報を「見える化」し、次ページの記載のように活用しました。

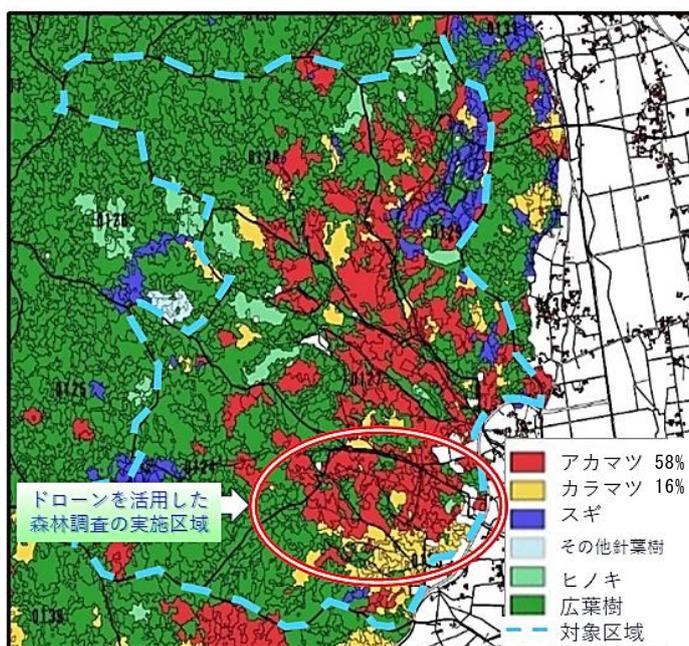


図2 大町市常盤地域の樹種区分部



写真1 ドローンで撮影した大町市常盤地域

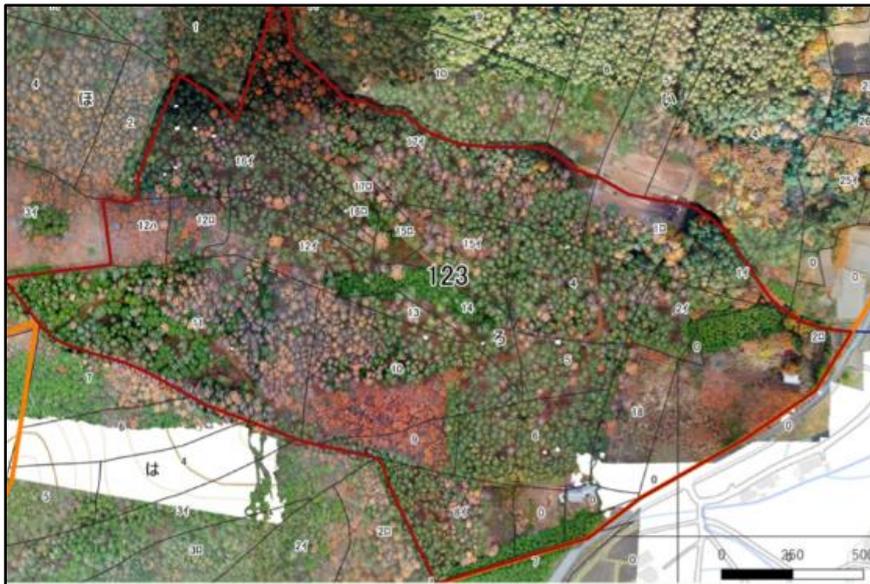


図3 オルソ化したドローン画像

右の既存の確認方法と比較して立木の分かり易さは一目瞭然です。

既存の方法との比較



森林簿の樹種を記入 → 精度は高くない。森林簿は単層林のアカマツ、カラマツだが、アカマツ、カラマツ、広葉樹等が混交している。ドローン画像を活かすことで精度が上げられた。



航空写真の画像（緑色の濃淡や樹冠で判断）

緑色の濃淡で樹種判読はある程度可能だが、混交林では非常に苦勞する。

ドローン画像のメリット

- ・視覚的に広範囲の森林を捉えることができる。
- ・微地形表現図や地形図等と併せて森林 GIS で様々な活用が図れる。

ドローン画像を活用できる内容

- ・施業種の検討
- ・松枯れ木の特定
- ・境界の明確化の検討
- ・所有林の位置等の説明資料
- ・地上調査の補完図にも活用でき調査の効率化・迅速化が図れる。



図4 既存の情報+ドローン画像+現地調査による森林所有者への境界の確認方法

これまでのやり方は左の森林計画図、森林簿等の既存のデータを公図に書き入れて、現地立会をつうじて所有境を特定する方法が一般的でした。今回、オルソ画像やCS立体図も境界の判断資料に加えて、森林組合の職員と現地に境界を再現・仮設定して推定境界線を有効に判断することができました。

また、針葉樹と広葉樹の境界等、林相の識別し易いオルソ化したドローン画像（図3）を森林所有者に示すことで、現地立会を行わなくてもいい所有境もありました。

一方で、現地立会を希望される所有者もおられましたので、希望された所有者と立会を行い、現地での境界確認や微修正を行いながら、より正確な境界確認を行うことができました。

4 ドローン画像を基に立木の材積等の単木情報を解析して得られた情報と活用内容

今回、協議会メンバーの信州大学認定ベンチャー企業の精密林業計測株式会社にてドローン画像を基にした単木情報の解析を委託して、樹種別に単木毎の材積等の森林資源データを把握（表1、表2）しました。委託は、資源データを基に施業方法の立案・効率的な伐出の検討を目的に実施しました。

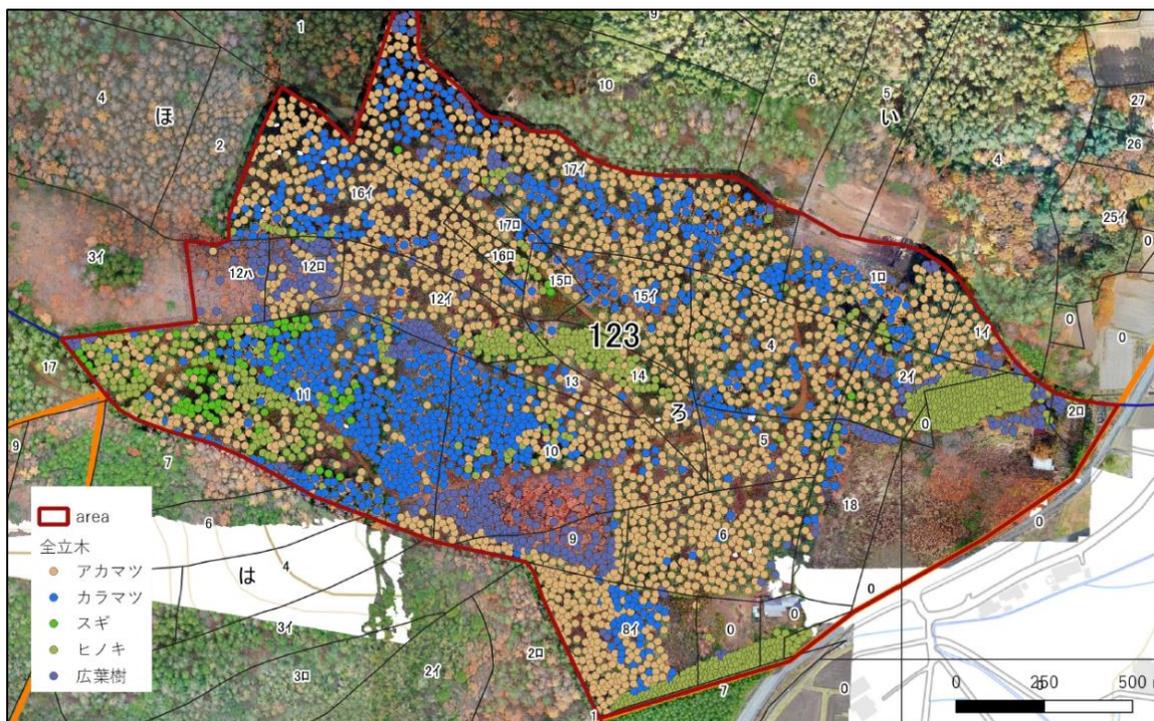


図5 林相識別図による精密な毎木解析（樹頂点入り）

森林資源量の把握

調査範囲の立木の位置情報（X、Y）、樹種、胸高直径（cm）、樹高（m）、材積（m³）

表1 単木資源情報（樹種毎に把握）

TreeID	立木位置X	立木位置Y	樹種	胸高直径(cm)	樹高(m)	材積(m ³)	施業班
45	-61175.87483	52343.98714	アカマツ	33	27	1.14	11
54	-61170.98327	52351.91473	アカマツ	32	26	0.97	11
63	-61168.78861	52330.50720	アカマツ	31	25	0.94	11
68	-61166.22555	52335.37202	アカマツ	34	28	1.20	11
75	-61162.80179	52349.46110	アカマツ	33	27	1.12	11
81	-61160.47409	52336.76583	アカマツ	35	29	1.33	11
87	-61158.92628	52330.03433	アカマツ	31	26	0.97	11

表2 樹種別集計表

	アカマツ	カラマツ	ヒノキ	スギ	その他広	計
平均林齢	65	69	44	67	55	64
森林簿面積(ha)	6.27	2.74	0.88	0.21	2.87	12.97
本数	2050	959	909	75		3993
ha当たり本数	168	79	74	6		327
平均DBH(cm)	37.6	30.4	20.3	37.5		
平均樹高(m)	30.6	29.6	15.1	25.4		
材積(m ³)	3334.0	1075.7	353.5	109.9		4873.1
ha当たり材積	272.9	88.1	28.9	9.0		398.9

調査結果は、表1のように調査範囲の1本ごとの立木の位置情報、樹種、胸高直径、樹高、材積を正確に把握できました。表2は、表1を樹種別に集計した表です。このように、広範囲の森林情報を効率的に精度高く得ることができました。

委託した対象面積は13.65ha、直接経費で53万2千円、1ha当たり3万9千円で針葉樹の毎木データを取得することができました。今回の調査地では、地上調査による毎木調査と比較して、調査費として約3割の削減が可能となりました。

5 森林施業方法の検討

森林所有者や地元では松枯れ被害が管内を北上していることに強い危機感を持っていました。

また、アカマツが枯れる前に材として有効活用を図ってほしいとの強い要望もありました。

地元の意向を踏まえて、森林組合と林業普及指導員が施業方法について、現場調査とドローン画像より検討しました。

今回、ドローン画像及びその解析で得られた樹種ごとの位置情報や混交状況、成立本数や形状比等も含めた検討の結果、アカマツは樹種転換を行うこととし、カラマツは形状比が高く残しても風倒木になる可能性が高いことなどから、全木伐採して再造林し更新することが最適と判断しました。

また、樹種別材積や既設森林作業道の位置を把握することで、事業費の算出・木材の販売益等を精度高く算出でき、造林補助金の活用、森林所有者の負担・還元金等も検討することができました。



写真2 アカマツ林の樹種転換を検討した現場写真

表3 経費算定表 (13.65haで算出)

区分	収入(円)	支出(円)	差し引き(円)	備考
造林事業委託料 (造林費)		5,159,000		税込み
国庫補助金	3,444,000			補助率 51/70
県費補助金	1,284,293			補助率 19/70
小計	4,728,293	5,159,000	△ 430,707	
生産物処分委託料 (運材費)		710,000		税抜き
市場手数料		151,325		税抜き
積積手数料		234,613		税抜き
木材販売額	2,017,676			税抜き
木材販売額×係数	1,955,108			税抜き
小計	1,955,108	1,095,938 (A)	860,000	税抜き (千円止め)
伐倒木評価額	946,000			(A)×1.10
合計	5,674,293	5,159,000	515,293	

6 森林所有者への施業提案に向けた ICT 技術を活用した成果

- ドローン画像を活用することで森林資源情報・地理情報を詳細かつ効率よく入手できました。
- 既存の情報と合わせドローン画像やCS立体図等の微地形表現図を活用することで、比較的スムーズに境界の明確化が図られました。
- 詳細な立木配置、本数、材積等の資源量が詳細に把握できたことから、精度の高いデータに基づいた今後の施業方針が立てられました。

① 森林資源量を精度高く把握	② 境界の明確化	③ 森林施業方針の検討																																																																								
<p>調査の効率化・迅速化</p> <p>地上調査と比較し約3割削減</p> <p>単木毎の正確な情報を把握</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TreeID</th> <th>立木位置X</th> <th>立木位置Y</th> <th>樹種</th> <th>幹高樹冠高(cm)</th> <th>樹高(m)</th> <th>材積(m3)</th> <th>樹葉積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>45</td><td>-61175.87483</td><td>52343.98714</td><td>アカマツ</td><td>33</td><td>27</td><td>1.14</td><td>11</td></tr> <tr><td>54</td><td>-61170.98327</td><td>52351.91473</td><td>アカマツ</td><td>32</td><td>26</td><td>0.97</td><td>11</td></tr> <tr><td>63</td><td>-61168.78861</td><td>52330.50720</td><td>アカマツ</td><td>31</td><td>25</td><td>0.94</td><td>11</td></tr> <tr><td>68</td><td>-61166.22555</td><td>52335.37202</td><td>アカマツ</td><td>34</td><td>28</td><td>1.20</td><td>11</td></tr> <tr><td>75</td><td>-61162.80179</td><td>52349.46110</td><td>アカマツ</td><td>33</td><td>27</td><td>1.12</td><td>11</td></tr> <tr><td>81</td><td>-61160.47409</td><td>52336.76583</td><td>アカマツ</td><td>35</td><td>29</td><td>1.33</td><td>11</td></tr> <tr><td>87</td><td>-61158.93628</td><td>52330.61243</td><td>アカマツ</td><td>31</td><td>26</td><td>0.97</td><td>11</td></tr> <tr><td>7527</td><td>1327</td><td>127</td><td>26</td><td>樹種</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	TreeID	立木位置X	立木位置Y	樹種	幹高樹冠高(cm)	樹高(m)	材積(m3)	樹葉積	45	-61175.87483	52343.98714	アカマツ	33	27	1.14	11	54	-61170.98327	52351.91473	アカマツ	32	26	0.97	11	63	-61168.78861	52330.50720	アカマツ	31	25	0.94	11	68	-61166.22555	52335.37202	アカマツ	34	28	1.20	11	75	-61162.80179	52349.46110	アカマツ	33	27	1.12	11	81	-61160.47409	52336.76583	アカマツ	35	29	1.33	11	87	-61158.93628	52330.61243	アカマツ	31	26	0.97	11	7527	1327	127	26	樹種	0			<p>「地形」の見える化</p> <p>「林相」の見える化</p>	<p>樹種配置図</p> <p>施業検討図</p>
TreeID	立木位置X	立木位置Y	樹種	幹高樹冠高(cm)	樹高(m)	材積(m3)	樹葉積																																																																			
45	-61175.87483	52343.98714	アカマツ	33	27	1.14	11																																																																			
54	-61170.98327	52351.91473	アカマツ	32	26	0.97	11																																																																			
63	-61168.78861	52330.50720	アカマツ	31	25	0.94	11																																																																			
68	-61166.22555	52335.37202	アカマツ	34	28	1.20	11																																																																			
75	-61162.80179	52349.46110	アカマツ	33	27	1.12	11																																																																			
81	-61160.47409	52336.76583	アカマツ	35	29	1.33	11																																																																			
87	-61158.93628	52330.61243	アカマツ	31	26	0.97	11																																																																			
7527	1327	127	26	樹種	0																																																																					

7 ドローン画像等を活用してできた施業提案書

今回、新しい ICT 技術を実践・活用したことで、詳細な森林情報等を活かして施業種の検討内容や所有林の位置が分かりやすく示した施業提案書を効率よく仕上げることができ 15 名、11ha の承諾が得られました。森林組合では、令和 4 年 3 月末から施業に取り掛かる予定です。



図 6 施業提案書

8 森林組合における波及効果

県主催の研修等を通じて森林組合職員がスマート林業の有効性を認識し、大町市常盤の成功事例等を参考に他の計画地でも集約化に取り組み、施業同意団地が 2 団地から 5 団地に増えました。また、現在も複数地区で団地化を進めています。

このようなスマート林業を用いた成果が組合内でも目に見える形となって波及し、職員自ら積極的に動き出したことが一番の成果です。

森林組合では、令和 3 年度にドローンや GNSS 機器を導入し、令和 4 年度には、オルソ画像の変換ソフトや日報管理システムの導入等、スマート林業に向けた取組みを更に進めることとしています。

9 地域の林業技術力を高めるための研修

当管内では、平成 27 年度から地域の林業技術力を高めることを目的に林業普及指導員による定期的な研修を市町村の林務担当職員や林業事業者向けに行っています。研修内容は、地域で課題となっているテーマを取り上げ、森林経営計画の作成から認定、森林経営管理法、広葉樹を活用に向けた取組み等を行ってきました。



写真 3 研修風景写真



写真 4 森林作業道開設の留意研修



写真 5 広葉樹の利活用研修

令和 2 年度からはスマート林業の研修も取り入れています。

下の写真は、地域の事業体にもスマート林業の導入を図っていくため、丸太検知アプリのデモ機を使って、「今やってる作業が楽になる」ことを、自ら手を動かして体験してもらい、その効果が分かるように工夫した研修です。



写真6 木材検収システム（タブレット端末での木材検収）



写真7 従来の手検知との比較・検討

10 今後の取組むべき内容

これらの研修を通じて、当管内の市町村や林業事業体でスマート林業の活用・導入・普及が一定程度進んできておりますが、ICT 技術を日常的に扱えるまでの技術習得までは至っておりません。

林業普及指導員や県森連が現場での指導や実務者研修の継続、研修内容の更なる充実を図り、日々進化する ICT 技術を理解し、最大限に利用していくことで、課題を一つ一つ解決していきたいと考えています。

特に力を入れて取り組んでいきたい内容は、次の3点です。

- ① 広域的・長期的な視点が必要となる市町村森林整備計画・森林経営計画の作成に活用を図っていくこと
- ② 森林経営管理制度に基づく意向調査の実施や集積計画の作成、施業の実施を進めるための有効な調査手段として活用していくこと
- ③ 主伐・再造林に向けて地形、地質等の把握精度を高め災害発生の回避に活用していくこと

さいごに

林業労働力が限られるなか地域の森林整備を進めていくためには、ICT 技術を用いて森林資源情報を高精度に把握し施業地の集約化を進め、従来からある様々な林業技術にスマート林業を組み合わせ、記憶や経験に頼る林業から「データに基づく森林整備や管理に転換」していくことが重要と考えています。

特に、森林情報の高度化は、地域の特徴である広葉樹の活用やこれまであまり整備が進んでこなかった混交林等も含めて地域の森林資源を最大限に利活用していくことにつながることから、効果的にスマート林業を用いていくことで、数年先まで人員・機械配置等を具体的に計画することが可能となり、当管内においても戦略的な森林整備を進めていくことができると考えています。

スマート林業に関することは、林業普及指導員も初めてのことが多くありますが、現場の課題に応じた適切な技術の選択や組み合わせを現地で一緒になって考えたり、林業普及指導員のネットワークをうまく使って解決していきたいと考えています。

そうした実践的な支援、技術の普及を林業普及指導員として地域に入って、次のスライドの①から④の課題解決に取り組み、地域の森林資源の循環が進むよう、これからも熱意をもって取り組んでいきたいと考えています。

スマート林業を活用し地域の課題解決に向けた取組み

1 地域の課題

- ① 森林整備の推進
木材の安定供給・多面的機能の向上 etc
- ② 山村の魅力向上・地域の活性化

2 情報収集・計画立案・提案型施業

- ① 森林情報の把握の高度化
- ② 境界の明確化
- ③ 森林施業方法の検討

ICT等の新技術の導入・地域での活用

新しい技術の活用 → 資源情報の収集～需給対応まで 最大限に活用

林業普及指導員として、スマート林業を活用し、地域の課題の解決に向けた取組を支援していく

4 地域材を活かした取組

- ① 高付加価値化・生産性の向上（資源を最大に利用）
家具、全木利用（バイオマス発電・熱利用）
用途に合った採材・直送
- ② Webでの情報発信（広葉樹・銘木・土木用材等）
- ③ サプライチェーンマネジメント(SCM)の構築
- ④ 高精度な森林情報に基づく情報整備と更新

3 施業の効率化・省力化

- ① 現場情報の共有・デジタル化による効率化
（人・機械・運搬・補助申請に活用）
- ② 森林の将来像を考えた 施業提案

**現場課題に応じた適切な技術の選択・組合せ
実践支援・技術普及・研修**

参考文献等

出口栄也（2022）普及員実践日誌 ドローン画像を活用した施業提案書等の作成支援．現代林業通巻 668 号, pp. 56-60, 2022 年 2 月号 全国林業改良普及協会
林野庁ホームページ スマート林業の推進
（https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html 2022 年 3 月確認）
加治佐剛・寺岡行雄 編著（2022）『スマート林業から林業DXへ ICT 林業の最新技術』 林業改良普及双書 No. 201

本報告に関する発表

令和 3 年度 林業普及指導員全国シンポジウム 優秀賞
令和 3 年度 林業普及指導員中部・北陸ブロックシンポジウム 最優秀賞
令和 3 年度 中部森林技術交流会 森林・林業振興賞