

スマート林業技術の現場実装ビジョン

－林業の現場に新しい選択肢を－

令和8(2026)年3月

林野庁

<目次>

1	はじめに	1
1.1	本ビジョンの策定経緯と趣旨	1
1.2	用語の定義	2
2	スマート林業の必要性	3
2.1	労働安全の確保	3
2.2	労働負荷の軽減	3
2.3	労働生産性の向上	4
3	スマート林業技術を実装した林業の将来像	5
3.1	林業 DX	5
3.2	伐採・搬出におけるスマート林業技術の実装	6
	(1) 作業システムの例（緩傾斜（おおむね傾斜 0～20°程度））	7
	(2) 作業システムの例（中傾斜（おおむね傾斜 10～30°程度））	7
	(3) 作業システムの例（急傾斜（おおむね傾斜 25～35°程度））	7
	(4) 作業システムの例（事業規模 1 万 m ³ /年程度未満）	7
3.3	造林におけるスマート林業技術の実装	8
4	スマート林業技術の現場実装に向けて	9

1 はじめに

1.1 本ビジョンの策定経緯と趣旨

林野庁では、林業における労働安全の確保や労働負荷の軽減、労働生産性の向上に向けた新技術の現場導入を加速するために、令和元年12月に、イノベーションによる林業の将来像と技術開発の現状、普及に向けた課題等を整理した「林業イノベーション現場実装推進プログラム」(以下「プログラム」という。)を策定し、令和4年7月には、技術の進展状況等を踏まえてプログラムをアップデートした。プログラムを踏まえたこれまでの取組により、複数の遠隔操作林業機械の実用化と林業現場への導入やデジタル技術を活用した地域拠点の創出など着実な進展があった。

他方、プログラムに基づく取組を通じて、実用段階に至ったスマート林業技術の安全性確保や木質資源の付加価値の高い利用に向けた技術の多様化等の新たな課題が顕在化している。このことを踏まえ、今後の林業イノベーションを推進するため、施策の体系が異なる「スマート林業技術」と「木質系新素材」に再編した上で、それぞれについての新たなビジョンを策定した。このうち「スマート林業技術」の新ビジョンについては、名称を「スマート林業技術の現場実装ビジョン」(以下「本ビジョン」という。)とした。

本ビジョンでは、まず初めに、「スマート林業の必要性」として、我が国の林業現場における「労働安全の確保」、「労働負荷の軽減」、「労働生産性の向上」という課題を明示した。その上で、「スマート林業技術を実装した林業の将来像」(以下「将来像」という。)として、これらの課題解決を図るための林業の新しい姿と、そのために必要となる技術を提示した。さらに、「スマート林業技術の現場実装に向けて」として、この将来像の実現に向けて実施されるべき取組を明記した。

なお、本ビジョンで示す将来像は、我が国の全ての林業現場に等しく実現されることを企図しているものではなく、各地域の状況や、個々の林業経営体の経営判断により、多様な技術の選択や、多様な導入形態があり得る。したがって、副題に「林業の現場に新しい選択肢を」と示すとおり、新たな技術の開発・実証やその導入環境整備等を進めることを通じて、既存の技術に替わり得る新たな選択肢を林業現場に提示し、その現場実装の推進を図るものである。

1.2 用語の定義

本ビジョンで用いる用語は、以下のとおり定義する。

・スマート林業技術

森林管理、木材流通、伐採・搬出・造林等の林業の活動において、労働安全の確保、労働負荷の軽減、労働生産性の向上のいずれかに資する ICT や自動運転、林内走行等の新たな技術

・スマート林業

地域や林業経営体の状況に応じた適切なスマート林業技術を、森林管理、木材流通、伐採・搬出・造林等の林業の活動に幅広く導入することで、労働安全を確保するとともに労働負荷の軽減及び労働生産性の向上を実現した新たな林業

・林業DX

スマート林業の実現に向けて、リモートセンシング、AI、ICT 等のスマート林業技術を活用し、情報のデジタル化やデータの利活用等を通じて、従来の業務手順や商慣習を根本的に見直して効率化を図る取組

・スマート林業機械・機器等

スマート林業技術を備えている林業機械・機器等

(スマート林業機械の例)

遠隔操作伐倒機械、自動運転下刈り機械、林内走行フォワーダ 等

(スマート林業機器等の例)

資材運搬用ドローン、地上レーザ計測機器、丸太材積検知アプリ 等

2 スマート林業の必要性

我が国の林業は、多様で健全な森林づくりや森林資源の循環利用の確保を通じて、森林の有する多面的機能の発揮に重要な役割を果たしていくことが求められている。しかしながら、林業従事者数が減少傾向であることに加え、我が国の生産年齢人口は長期的に減少すると見込まれる中、今後も安定的に林業の担い手を確保していくためには、労働安全を始めとする労働環境の改善と他産業並みの所得水準の確保が必要である。そのためには、林業現場における労働安全の確保、労働負荷の軽減、労働生産性の向上という課題に対して、抜本的な対策を講じる必要がある。そこで本ビジョンでは、森林管理、木材流通、伐採・搬出・造林等の林業の活動に、スマート林業技術を幅広く実装することにより、上記の諸課題を不連続で飛躍的に改善するための方策を記載する。

2.1 労働安全の確保

スマート林業の必要性として、第一に労働安全の確保を掲げる。林業の労働災害に係る現状を示すデータによると、減少傾向にあるものの年間 30 件程度の死亡災害、1,000 件以上の死傷災害が発生している。加えて、1 年間の労働者 1,000 人当たりが発生した死傷者数の割合を示す「死傷年千人率」は、全産業平均と比べて約 10 倍の高水準にあることから、安全の確保が喫緊の課題である。

林業における死亡災害の発生状況を作業工程別にみると、約 6 割が「伐倒」作業において発生しており、労働安全の確保に当たっての最重要課題である。次いで、「集材」作業において 1 割強の死亡災害が発生しており、伐倒と集材を合わせると死亡災害のおおむね 4 分の 3 を占めることから、この 2 工程において重点的に対策を講じる必要がある。具体的には、伐倒木、集材木、作業索等の危険源と作業者を物理的に隔離することで抜本的に安全を確保する観点から、伐倒・集材作業の遠隔操作や自動運転が可能な林業機械の開発・導入、キャビン内での操作が可能な林内走行林業機械の開発・導入が必要である。

2.2 労働負荷の軽減

伐採・搬出においては、プロセッサ、フォワーダ、グラップル等の林業機械が広く普及したことにより、造材、路網集材、極積みといった作業の負荷は大幅に軽減された。その一方で、林内に作業者が入り込み行う必要があるチェーンソー伐倒や、木寄せ作業でのワイヤーロープの引き回し等、依然として広く行われている労働負荷が高い作業も存在する。また、造林では、地拵え、苗木運搬、植栽、下刈りといった主たる作業の多くを人力に頼っており、林業従事者には大きな労働負荷がかかっている。加えて、近年の気候変動に伴う気温上昇により、これらの人力作業時の熱中症リスクが高まることが懸念される。したがって、これらの作業の

機械化等により、労働負荷を軽減することが重要であり、例えば、傾斜・不整地でも走行できる植栽・下刈り機械といった新たな技術の開発・導入が求められる。

2.3 労働生産性の向上

我が国の生産年齢人口は長期的に減少すると見込まれる中、今後も安定的に林業の担い手を確保していくためには、労働環境の改善とともに、他産業並みの所得水準の確保が必要であり、このためには労働生産性の向上が重要な手段の一つである。主伐の労働生産性は、プロセッサやフォワーダ等の林業機械の普及に伴い、1990年頃の水準から約4倍に向上したが、この10年程は7m³/人・日前後で推移しており、伸びが鈍化している一方、欧州では主伐の工程・作業人員を2工程・2名程度とすることで高い労働生産性を実現している。このことを踏まえ、今後、我が国における労働生産性をもう1段高い水準に引き上げるためには、5工程・5名程度が主流である現状の作業システムに替わり、新たな作業システムを構築する必要がある。そのためには、工程数と作業人員の低減を可能とする林業機械の開発・導入が必要である。

伐採・搬出の前後の工程として行われる森林情報の把握や、生産管理、木材流通等においては、時間とコストのかかる手作業が未だに多い。これらの工程に係る人工数を集計すると、伐採・搬出の少なくとも2割程度と推計され、決して小さい数字ではない。また、他産業ではビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用したビジネスモデルの構築や、業務・組織の変革を通じて競争優位性を確保する、いわゆるDX(デジタルトランスフォーメーション)の取組が急速に進む中、林業経営体は小規模企業が大宗を占めることもあり、電話やFAX、紙伝票といったアナログ的な手法や、地域に根付いた旧来の商慣習からの脱却が進んでいない。こうした課題に対し、リモートセンシング、AI、ICTを始めとするデジタル技術の導入が有効であるが、林業においては小規模かつ多段階な業務や取引が多いことから、地域の事業者間の合意形成やそれに基づく連携体制の構築により、横断的なデータ活用や業務手順・商慣習の見直し等を進め効率化を図ることが求められる。今後、手作業やアナログ的な手法を含む業務手順及び従来の商慣習を根本的に見直し、林業の活動のあらゆる場面において効率化を図るとともに競争優位性を確保するため、林業DXが重要である。

3 スマート林業技術を実装した林業の将来像

スマート林業の全体像は、以下の3つの要素から構成される。

- ① リモートセンシング、AI、ICT 等のスマート林業技術を活用し、情報のデジタル化やデータの利活用等を通じて、従来の業務手順や商慣習を根本的に見直す「林業 DX」
- ② 伐採・搬出において、スマート林業機械・機器等の活用により新たな作業システムを構築し、チェーンソーによる伐倒を極力なくすことと、労働生産性の大幅な向上の実現を目指す「伐採・搬出におけるスマート林業技術の実装」
- ③ 造林において、スマート林業機械・機器等の活用と、施業方法の転換により、労働負荷の高い不要な作業の省略と、なお残る必要な作業の省力化を目指す「造林におけるスマート林業技術の実装」

3.1 林業 DX

林業 DX の推進に当たっては、端緒となるアナログ・物理的なデータのデジタル化から、業務プロセスのデジタル化を経て、データとデジタル技術の活用によってビジネスモデルの変革や新たな価値を創造する段階に至るまで、漸進的に取り組みを深化させていくことが重要である。このため、デジタル技術を活用し、個々の事業者、個別の業務を効率化することに留まらず、業務手順を通じたデジタル化を図り、その先に従来の業務手順や商慣習を根本的に見直すことによる効率化や新たなビジネスモデルの構築などを目指していくこととなる。

取組を始めるに当たっては、デジタル技術を用いて改善すべき領域と課題の特定が重要であり、業務や地域の特性に応じて優先して取り組む領域は多様である。あわせて、IT 投資の一環として取り組まれるものであり、得られる効果に見合う適切な投資を行うマネジメントが求められる。また、デジタル技術を活用した業務手順の効率化に際しては、多くの林業の活動が小規模かつ多段階であることを踏まえ、地域の林業に関係するステークホルダーを広く巻き込み、取組により目指す成果と各ステークホルダーの役割について共通認識を形成して、取り組むことが重要となる。

推進すべき具体的な取組として、境界の明確化や森林資源量の把握、所有者への施業提案等において、リモートセンシング、AI 等のスマート林業技術を活用した現地調査や現地立会の省略、情報の高精度化などを図り、森林経営管理法に基づく集約化構想等も活用しながら森林の集積・集約化を加速する。あわせて、基盤となる森林関連情報のオープンデータ化や森林クラウド等による共有と高度利用を推進し、ICT 等のスマート林業技術を活用したデジタル森林行政の実現や期待する機能に応じたゾーニングを進める。

木材の生産、流通及び再造林においても、林業経営体の持続的な経営や持続可能な木材取引の拡大に向けて、ICT 技術を活用したデータ経営¹を根付かせていくことが求められる。具体的には、ICT ハーベスタや日報アプリを活用した生産管理、効率的な配車、検知・検品の省略、植栽計画や下刈判断の高度化等による効率化を進めるとともに、得られたデータを関係者間で共有し利活用することで需給のマッチングやサプライチェーン全体の効率化を進め、収益性を向上させる。あわせて、新技術を活用した品質証明や ESG 評価等の拡大により、森林・木材の付加価値向上を図る。

3.2 伐採・搬出におけるスマート林業技術の実装

労働安全の確保の観点では、以下に示す全ての傾斜区分²において、伐倒作業をチェーンソーからより安全な技術へと転換することを目指す。2.1で記載したとおり、死亡災害の約6割が発生する伐倒工程への対策は、最優先課題であり、そのためには、安全なキャビン内での操作が可能な林内走行林業機械や、危険範囲の外から操作が可能な遠隔操作機能や自動運転機能を有する林業機械の導入が有効である。また、架線集材については、路網整備が困難な急傾斜地においても林地保全に配慮した集材が行えることから、急傾斜地が多く分布する地域において森林資源を循環利用するためには不可欠な技術である一方、架線集材特有の労働災害の発生が多いこと、架設・撤去に手間がかかること、技能の継承・普及が困難なこと等の課題もあり、これらの課題に対応し、労働安全が確保され生産性も高い技術への転換が重要である。

労働生産性の観点からは、以下に示すいずれの傾斜区分においても、林内走行技術や自動運転技術等を活用した工程の統合や一部作業の自動化により、2名程度での運用が可能な作業システムを構築し、主伐の労働生産性について緩傾斜では 20～40m³/人・日、中傾斜及び急傾斜では 15～25m³/人・日の実現を目指す³。

これらのスマート林業技術の普及に関しては、2030年までに、必要となる林業機械の開発・実用化及びこれらを活用した作業システムを確立するとともに、先行して活用に取り組む地域での利用を拡大する。2035年には、以下に示すいずれの傾斜区分においても木材生産量のおおむね25%に普及することを目指す。

¹ 従来の勘や経験に頼った経営ではなく、客観的なデータに基づいて意思決定を行うこと。データドリブン経営とも表記される。

² 複数の機械で構成される作業システムが活動可能なおよその傾斜の範囲を示す。なお、地形や土質等により適用の範囲は変動する場合がある。

³ 労働生産性は立木の伐倒から山土場での^{はい}積み作業までを対象とする。架線集材に関しては、架設・撤去も含む。

(1) 作業システムの例（緩傾斜（おおむね傾斜 0～20° 程度））

緩傾斜においては、伐倒・造材を行うハーベスタ、集材・桧積みを行うフォワーダがともに林内を走行する作業システムであり、欧州で広く普及している CTL (Cut to Length) の導入を想定している。欧州ではホイール式の林業機械が一般的だが、我が国への適用に当たっては、欧州とは地形や土質が異なることを踏まえ、接地圧の低いクローラ式の林業機械の活用も期待される。その際、林内の凹凸への追従性の高い走行装置（足回り）や、キャビン・荷台の水平を保つ機構等により、十分な林内走行性能を備えることが重要である。あわせて、土壌条件によっては、林内走行に伴い土壌の侵食等が生じるおそれがあることから、林地保全に配慮した作業方法の確立が求められる。

(2) 作業システムの例（中傾斜（おおむね傾斜 10～30° 程度））

中傾斜においては、伐倒機械が伐倒した後、全木で木寄せ作業を行い、造材以降の作業は、路網や土場等の比較的整備された条件下で行う作業システムの導入を想定している。このため、傾斜のある林内を走行可能な伐倒機械や、遠隔操作・自動運転が可能な集材機械などの開発・導入が重要である。造材以降の作業は、現在、我が国で一般的に行われている林業機械による作業と共通点も多く、現状の作業システムからの置き換えが進みやすいと期待される。また、木寄せ作業の機械化により、ワイヤーロープの引き回し作業を回避できるため、労働負荷の軽減と労働生産性の向上が期待できる。

(3) 作業システムの例（急傾斜（おおむね傾斜 25～35° 程度））

急傾斜においては、ウインチアシスト機能を有する遠隔操作可能な伐倒機械や、遠隔操作・自動運転が可能な架線集材機械の開発・導入が重要であるとともに、架線集材特有の技能の継承・普及も求められる。集材機を用いる場合には、面的な索張りにより多量の伐倒木が集まるため、造材・桧積み・トラック運搬作業を滞りなく行える現場条件を確保することが望ましい。タワーヤードの場合は、集材範囲が比較的小面積であること、索張りの架設撤去が容易なこと、上げ荷集材に適していることという特徴を踏まえると、尾根筋付近の路網等にタワーヤードを設置し稼働させることが望ましい。

(4) 作業システムの例（事業規模 1 万 m³/年程度未満）

我が国の素材生産量の約 7 割は年間素材生産量が 1 万 m³ 以上の林業経営体によるものであるが、残りの約 3 割は年間素材生産量が 1 万 m³ 未満の比較的小規模な林業経営体により担われている。これまでに示すスマート林業機械と新たな作業システムの導入により高い労働生産性が期待できるが、それに見合

った十分な事業規模を確保できない経営体にとっては、機械等の導入は困難である。しかしながら、労働安全の確保や労働負荷の軽減は、経営規模の大小を問わず重要な課題であることに鑑みて、比較的小規模な林業経営体においても、低コストなスマート林業機器等の導入やスマート林業機械のレンタルの活用により、導入コストを抑えながら、取組を進めていくことが重要である。

3.3 造林におけるスマート林業技術の実装

造林分野においては、現状では多くの作業が人力で行われており、これらの労働負荷の軽減が重要な課題であるとともに、地拵え・植栽から下刈りまでのトータルの人工数と機械経費を含めた総費用の低減も重要である。このためには、作業自体を無くすことが、最も効果が高く対策としても簡便であることから、作業の「省略」を優先して検討すべきである。それでもなお残る必要な作業について、機械化・自動化による人力作業の代替を検討する。このような考え方の下に、作業の省略を進めるためのスマート林業技術として、シカ防護柵の設置の省略に向けて食害リスクを AI センサーカメラ等の活用により把握する技術、防護柵の設置に替わる簡便で効果的な防護技術、空撮による下刈り要否の自動判定技術等の開発・導入が重要である。

また、これまで長年にわたり、人力を基本として造林が行われてきたが故に、人力作業に適した施業方法が確立し、広く定着している。しかしながら、これらは、造林を機械化する上では支障となることが多い。したがって、伐採・搬出から地拵え、植栽、下刈りと続く一連の工程を、スマート林業技術の活用を前提とした施業方法に転換することが重要である。具体的には、伐採・搬出時には、地際での伐倒等により伐根を低く抑えるとともに、末木枝条等を可能な限り搬出・利用して林地に残さないこと、植栽時には、特定苗木（エリートツリー等の苗木）を活用するとともに低密度植栽により苗間を広くし、地形の縦断方向に植栽列を直線に配置する縦植えを行うこと等により、造林用機械の走行環境を確保すること、下刈り機械の導入に合わせて下刈り作業を従来の全刈りから、筋刈り（列間刈り）とすること等が挙げられる。これらの施業方法の転換とともに、ドローンにより把握した地形データを基に植栽配置計画の作成を行い、このデータを活用することで、苗木運搬、植栽、下刈りの一連の工程を機械化・自動化することが可能となる。

以上のように、伐採・搬出から造林全体にかけて、スマート林業技術の導入と、それを前提とした施業方法への転換を行うことで、個々の作業の部分最適ではなく、一連の作業の全体最適を実現しながら、労働負荷の軽減、人工数及び機械経費を含めた総費用の低減を図ることを目指す。

4 スマート林業技術の現場実装に向けて

スマート林業技術の現場実装に向けて、研究段階から普及段階に至る技術の発展段階に応じた取組を示す。あわせて、技術開発・普及を側面支援する観点から、スマート林業技術の導入環境の整備が重要である。具体的には、異分野で急速に進展するAIロボティクスやICT等の新たな技術を有する者の森林・林業分野参入を促進するためのプラットフォーム⁴の活性化や、遠隔操作・自動運転技術が林業機械に搭載されることで生じる新たなリスクを低減し安全を確保するためのガイドラインの策定・更新が挙げられる。また、将来的には、スマート林業機械・機器等の一層の普及を推進するために、それらにより確保される安全の水準や労働生産性等の改善効果を「見える化」する仕組みを検討していくことが考えられる。

⁴ 林野庁は、新たな技術や視点を有する異分野の事業者等との情報共有・交流を活性化し、連携・協業を深めていくための「場」として、林業イノベーションハブセンターに、プラットフォーム(通称:森ハブ・プラットフォーム)を設置している。