

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 $7\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 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}積り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ド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。

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－

※本ビジョンは、林業の課題解決に資する「スマート林業技術」を広く定着させることを目的として、スマート林業の必要性、目指すべき将来像と必要な技術、今後5～10年にかけて実施されるべき取組（技術開発・普及、導入環境整備等）を取りまとめたものです。

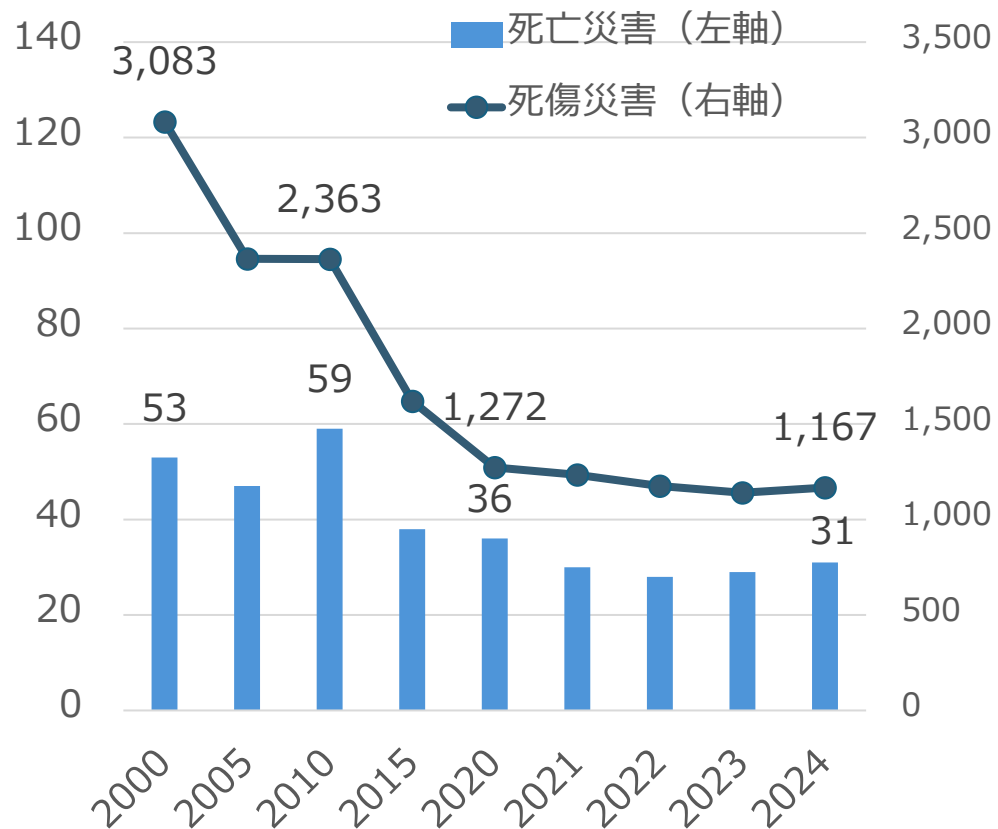
令和8(2026)年3月

林野庁

スマート林業の必要性 - 労働安全の確保 -

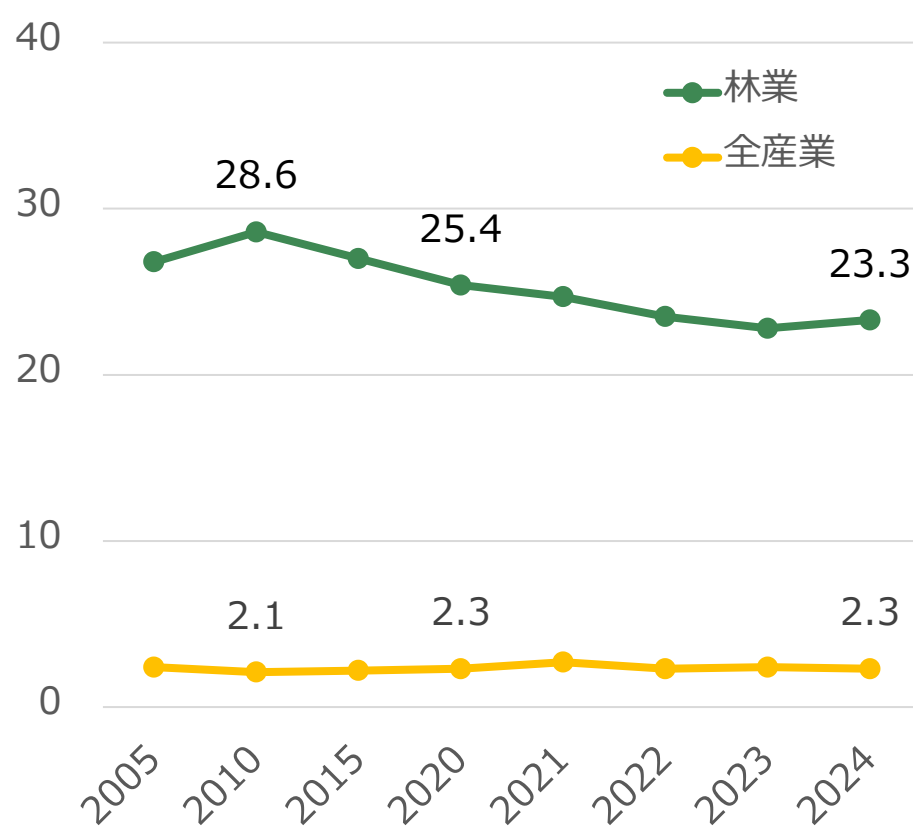
- 林業における労働災害は減少傾向にあるが、年間30件程度の死亡災害、1000件以上の死傷災害が発生。
- 死傷年千人率は全産業平均と比べて約10倍の高水準にあり、労働安全の確保が喫緊の課題。

■ 林業の労働災害発生件数の推移



資料: 厚生労働省「労働者死傷病報告」、「死亡災害報告」

■ 死傷年千人率の推移

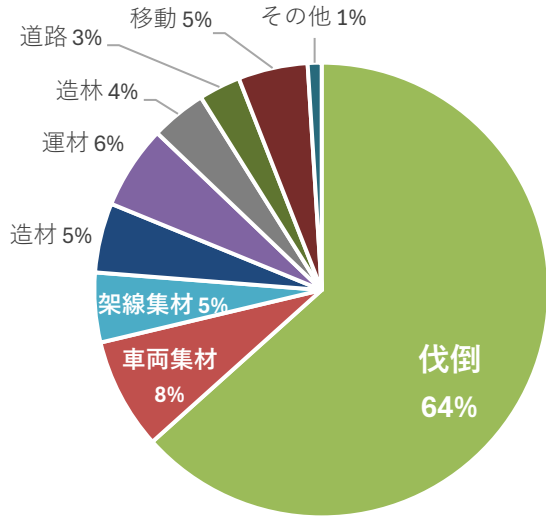


資料: 厚生労働省「業種別死傷年千人率」(労働者千人当たり1年間に発生する死傷者数(休業4日以上))

スマート林業の必要性 - 労働安全の確保 -

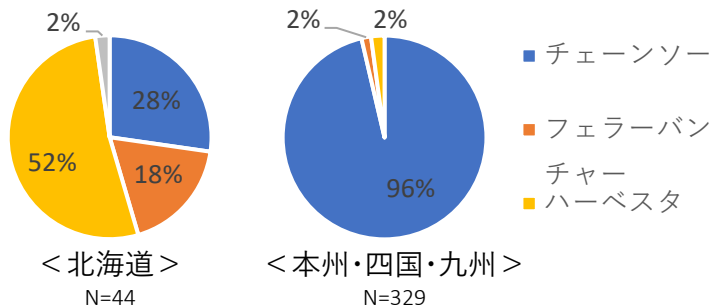
- 死亡災害の約 6 割が発生する「伐倒」作業の安全の確保が最重要課題。
- 次いで、車両集材と架線集材を合わせた「集材」作業において、1 割強の死亡災害が発生しており、対策が必要。

■ 林業の死亡災害の作業別割合 (2017～2021年：総数170件)

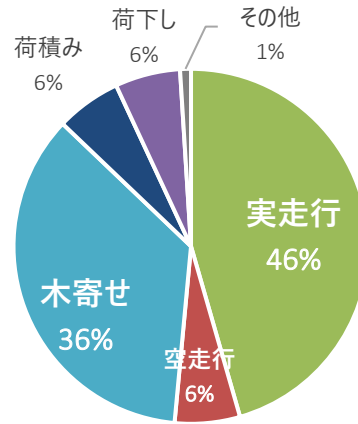


伐倒作業時の災害発生が最多。その多くはチェーンソーによる伐倒作業に起因。

■ 伐倒作業に用いる林業機械の割合 (2022年度)

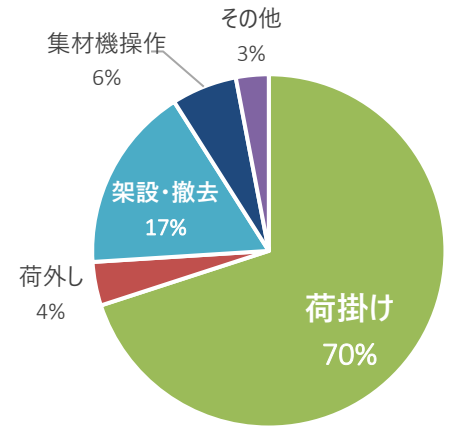


■ 車両系集材作業の死亡災害の要素作業別割合 (2000～2021年：総数70件)



- ・実走行時に、フォワードごと作業道から転落する災害が多い。
- ・次いで、ウインチによる木寄せ作業における集材木と激突等の災害が多い。

■ 架線系集材作業の死亡災害の要素作業別割合 (2001～2021年：総数71件)



- ・荷掛け時の災害が最多。集材木が斜面を滑り激突、作業索を設置した滑車や伐根が飛来して激突等の災害が多い。
- ・高所作業が必要な索張りの架設・撤去における転落等の災害も多い。

(取組の方向性)

- ・ 伐倒木、集材木、作業索等の危険源から十分離れた位置で操作
 - ・ 林内に機械が進入し、安全なキャビン内から操作
- を可能とする技術の開発・導入

(実用段階にある技術の例)



遠隔操作伐倒機械

スマート林業の必要性 - 労働負荷の軽減 -

- 林業には、傾斜・不整地における人力作業を中心とする労働負荷の高い作業が多く残る。
- 林業をより魅力ある職業とし、担い手を確保していくためには、労働負荷の軽減が必要。

■ 主な人力作業の例

伐採・搬出分野



伐倒作業

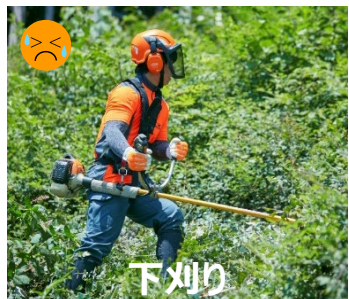
チェーンソーで受け口、追い口を作った後、手斧で楔を打込む。



木寄せ作業

ロープを持ち、伐倒木と林業機械の間の往復を繰り返す。 写真：岩手県林業技術センター

造林分野



下刈り

夏季に重い刈払機を持ち、炎天下で作業。熱中症、蜂刺されの危険も伴う。



植栽

苗木袋を背負いながら中腰で植え穴を掘り、苗木を植付ける。



苗木運搬

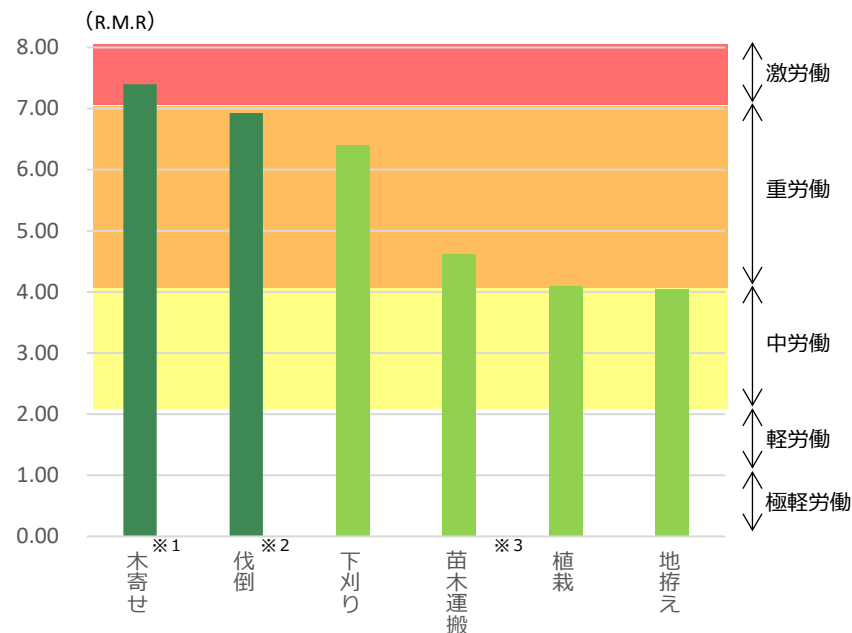
10～30kgの苗木袋を背負い、斜面の上り下りを繰り返す。



地拵え

伐採・搬出後、短コロ・枝条等を整理。

■ 主な人力作業の労働強度



出典：森林作業に於ける作業者の労働強度, 山本俊明, 京大演集報30(1997)
エネルギー代謝率 (R.M.R.)：作業に要したエネルギー量 (労働代謝) を基礎代謝で割った数値。数値が大きい程、労働強度が高いことを示す。(参考：パソコン0.4、歩行2.1、泥のかきよせ6.0)

- ※1 木寄せは、フック掛け、フック外し、移動歩行の平均値とした。
- ※2 伐倒は、傾斜地伐木作業、楔打ち作業の平均値とした。
- ※3 苗木運搬は、傾斜歩行における登り・降りの平均値により代用した。

(取組の方向性)

人力作業を機械化するために、傾斜・不整地における機械の走行と各種作業を可能とする技術の開発・導入

(実用段階にある技術の例)

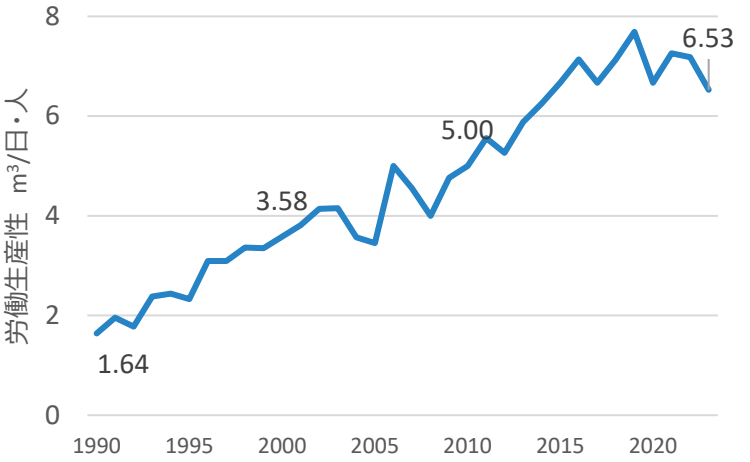


遠隔操作下刈り機械

スマート林業の必要性 - 労働生産性の向上 -

- 生産年齢人口の長期的な減少が見込まれる中、森林資源の循環利用を進めるには、労働生産性の向上が重要な手段の1つ。
- 主伐の労働生産性は、プロセッサやフォワーダなどの普及に伴い上昇してきたが、近年は7 m³/人・日程度で横ばい。
- 欧州では工程数の少ない作業システムにより高い労働生産性を発揮しており、我が国においては新たな作業システムの構築が必要。

■ 労働生産性と林業機械の保有台数の推移



	1990年	2000年	2010年	2023年
プロセッサ等の保有台数※	101	1,423	3,361	9,263

※プロセッサ、ハーベスタ、フォワーダの保有台数
 資料：林野庁業務資料
 注：労働生産性は全国の主伐事例の平均値であり、統計学的手法を用いていない点に留意。

- 欧州における労働生産性の事例（2工程・2名程度）
 （車両系）林内走行可能なハーベスタ+フォワーダ：30～60m³/人・日
 （架線系）チェーンソー+タワーヤード等を利用：7～43m³/人・日

参考文献：林野庁, 諸外国における森林の小規模分散構造に対応した林業経営システムに関する調査（2008）によるオーストリアの事例

- 国内で一般的な作業システムの例（5工程・5名程度）

①伐倒
チェーンソー



②木寄せ
ウインチ



③造材
プロセッサ、
ハーベスタ



④集材
フォワーダ



⑤積み
グラップル



人力作業が多いため労働生産性の向上の余地が大きい

最も処理速度が速い

路網集材距離の延伸や山土場での丸太の滞留は労働生産性の低下要因

（取組の方向性）

- ・ 工程の統合や作業の無人化により、工程数・作業人員を低減
- ・ 造材工程の前後の生産性を向上し、ボトルネックを解消を可能とする技術の開発・導入

参考文献：吉村哲彦・鈴木保志、生産システムと生産性（1）、機械化林業、No.834(2023)、PP.1-11
 吉村哲彦・鈴木保志、連携作業とシステム生産性、機械化林業、No.836(2023)、PP.1-8

スマート林業の必要性 - 労働生産性の向上 -

- 素材生産の前後の工程として必要な森林情報の把握や、木材の流通過程では、時間とコストのかかる手作業が多く行われている。
- ICT等のデジタル技術の活用とともに、従来の業務手順や商慣習を根本的に見直す“林業DX”の実行が必要。

■ 主な手作業の例

森林情報の把握



境界明確化

現地立会が基本であり、調整に時間を要する。



森林調査

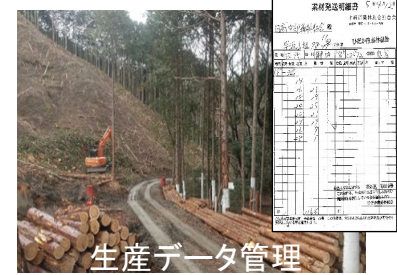
立木を手作業で計測するため、多くの労力を要する。

木材の流通



検収作業

丸太の本数・材積を把握する検収は手作業。山土場、トラック運搬、工場受入れ時など複数回実施。



生産データ管理

紙ベースのアナログ管理。多段階にわたる流通過程で、作成・受渡し・保管の手間が多い。

■ 森林調査等に係る労力

施業集約化に向けた境界明確化や森林調査には、何度も現地に通う必要があり、多くの労力を要する。

■ 素材生産の前後工程の労力

作業	労力
集約化※1	0.82人・日/ha
森林調査※2	2.71人・日/ha
検収作業※3	1.59人・日/ha
生産データ管理※4	2.44人・日/ha
計 (参考：素材生産※5)	7.56人・日/ha (43人・日/ha)

※1 農林中金総合研究所
 ※2 林野庁業務資料
 ※3 R5 森ハブシンポジウム資料を基に1ha当たりの生産量を300m³として推計
 ※4 林野庁業務資料を基に1ha当たりの生産量を300m³として推計
 ※5 1ha当たりの生産量を300m³、生産性を7m³/人・日として推計

■ 木材のサプライチェーンの現状

- ・電子商取引環境の整備が進む中、木材の取引は未だに紙伝票が主体。
- ・小規模かつ多段階な取引が多く、情報が分断。見込み生産や過剰な在庫なども発生しがち。
- ・山間のトラック原木輸送は、担い手不足が顕著。効率的な配車管理のためにICTを活用する事例もある。
- ・木材の流通・販売時に生産地や環境面等の情報をICTを活用して付与することで、付加価値の向上に取り組む事例もある。



(取組の方向性)

リモートセンシングやAI等の活用による森林情報把握の省力化や、関係者の合意形成による業務手順や商慣習を見直すことによる木材生産・流通の効率化に向けて、地域一体でスマート林業技術の導入を図る。

(実用段階にある技術の例)



スマートフォンによる木材検収

スマート林業技術を実装した林業の将来像

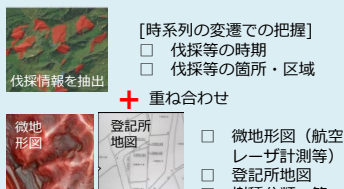
森林管理から、木材流通、伐採・搬出・造林等に至る一連の活動に、ICTや自動運転等のスマート林業技術を幅広く導入することで、**安全で、楽しく、効率的な「スマート林業」**を実現。

スマート林業の全体像

林業DX（森林管理～木材の生産・流通分野）

ICT等のスマート林業技術の活用とともに、従来の業務手順や商慣習を根本的に見直す“林業DX”により、効率化と付加価値向上を実現

＜境界の明確化・森林の集約化＞



- [時系列の変遷での把握]
- 伐採等の時期
 - 伐採等の箇所・区域

- 微地形図（航空レーザ計測等）
- 登記所地図
- 樹種分類 等

デジタルツインによる境界明確化

＜森林資源量の把握・施業提案＞



レーザによる単木資源情報の把握、AI解析による施業計画の作成自動化

＜木材生産・流通の効率化＞



ICTハブスタやアプリを活用したデータ共有による木材生産・流通の効率化

＜付加価値の向上＞



QRコードによる品質証明の電子共有

伐採・搬出におけるスマート林業技術の実装

スマート林業機械・機器の活用により、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を実現

＜伐倒＞



遠隔操作・自動運転伐倒機械

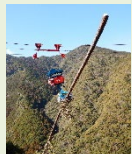
＜集材＞



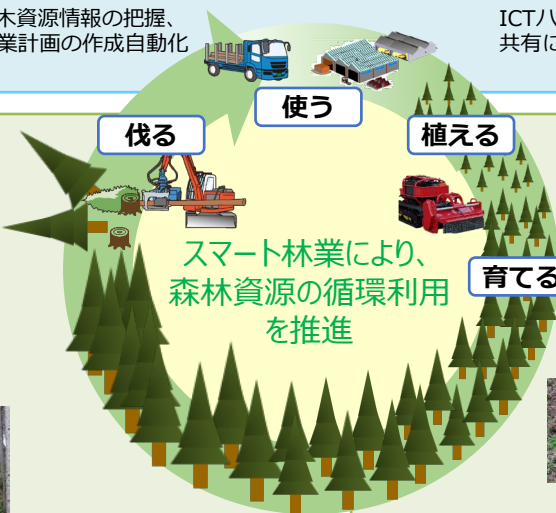
自動運転フォワーダ



林内走行伐倒・造材機械



遠隔操作・自動運転架線集材機械



造林におけるスマート林業技術の実装

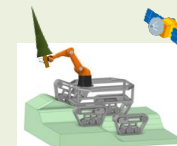
スマート林業機械・機器の活用と、施業方法の転換により、労働負荷の高い作業ゼロと省力化を実現

＜苗木運搬＞



苗木の自動搬送等

＜植栽＞



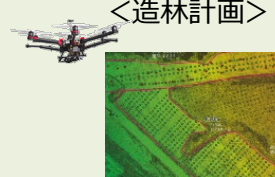
自動運転植栽機械

＜下刈り＞



下刈り要否の自動判定

＜造林計画＞



植栽配置計画の自動作成



エリートツリーの活用



自動運転下刈り機械

林業DX を実現した林業の将来像 (森林管理～木材の生産・流通分野)

林業分野においても、**デジタル技術による社会変革を実現**するためには、デジタル技術の活用とともに従来の業務手順や商慣習を根本的に見直す**“林業DX (デジタルトランスフォーメーション)”**を以下の取組により推進。

- 森林関連情報のオープンデータ化や森林クラウドによる共有等を推進し**デジタル森林行政を実現**。リモートセンシングやAI等を活用し**効率的な集約化の促進**。川上から川中が連携しICTを活用した木材生産・流通により、**生産・流通を効率化し収益性を向上**。デジタル技術の活用で**森林・木材の付加価値を向上**。



<境界案の作成>

🌱 航空レーザ計測やAIを用いたデジタルツインによる境界明確化

[時系列の変遷での把握]
 伐採等の時期
 伐採等の箇所・区域

伐採情報を抽出 + 重ね合わせ

微地形図 登記所地図

- 微地形図 (航空レーザ計測等)
- 登記所地図
- 樹種分類 等

<森林資源量の把握>

🌿 ドローンレーザ・地上レーザ等による単木資源情報の把握

<所有者間の合意形成>

🍏 高精度GNSS (みちびき等) による境界確認

🌿 360度カメラ等による遠隔立会

🌱 SNSを利用した所有者意向把握・集約

<所有者への施業提案>

🍏 施業計画作成支援システム

🌱 AI解析で計画作成自動化

<木材生産の効率化>

- 🌿 ICTハブスタによる効率的な生産・データ活用
- 🌿 ICT生産管理システムや検収システムの導入、受発注や伝票の電子化
- 🌿 日報・労務機械管理アプリ等を用いた生産現場・工程ごとの生産性の把握・改善

生産計画の作成 → 伐採 → 運材 → 運材計画

現場進捗管理 (人員・機械配置)

出材情報

<木材流通の効率化>

- 🌱 AI解析による市場予測
- 🌱 物流の各段階での検知・検品レスの実現
- 🌱 業者間連携によるサプライチェーン全体の効率化、品質証明の共通化等

需給情報の共有、マッチング

適時適量の生産

流通の効率化

<付加価値の向上>

- 🌿 レーザ計測等のICT技術を活用した森林クレジットやESG評価の拡大
- 🌱 電子タグや2次元コードにより品質証明、生産地情報、加工履歴等を電子共有し、木材の付加価値向上の実現

【デジタル森林行政】

- 🌿 効果的な森林ゾーニング
- 🍏 森林GIS・クラウド
- 🍏 レーザ計測による森林資源情報の把握や境界の明確化
- 🌿 スマート技術を活用した行政手続の拡大 (補助金、保安林など)
- 🌿 デジタル技術のフル活用に向けたルールメイキングやオープンデータ化の推進

スマート林業技術を実装した林業の将来像（伐採・搬出分野）

- 伐倒、木寄せ及び集材における**労働安全の確保**と**労働負荷の軽減**のため、**林内走行技術**や**遠隔操作技術**等を開発。
- **労働生産性を大幅に向上**するため、作業工程の統合や、作業の無人化が可能となる**自動運転技術**等を開発。
- 林地の条件に応じて、安全を確保した上で、林地保全へ配慮し、労働生産性を向上させる**適切な作業システムを選択**できる環境を整備。林業経営体による多様な経営判断の下、既存の作業システム・林業機械に加えて、**新たな選択肢として推進**。

🌱 開発段階 🌿 実用段階 🍏 普及段階



伐倒は、チェーンソーからより安全な技術へ転換

架線集材は、安全が確保され生産性も高い技術へ転換

※傾斜は作業システムが適用されるおおよその範囲であり、地形や地質等により適用の範囲は変動する。

※木材生産量ベースの割合

スマート林業技術を実装した作業システムの例（緩傾斜（おおむね傾斜0～20°程度））

林内走行可能なハーベスタとフォワーダの活用により、伐倒、集材作業を機械のキャビン内から行うことで、労働安全を確保し、労働負荷を軽減するとともに、2工程・2名の作業システムにより労働生産性を大幅に向上。

<現状>



<将来像>

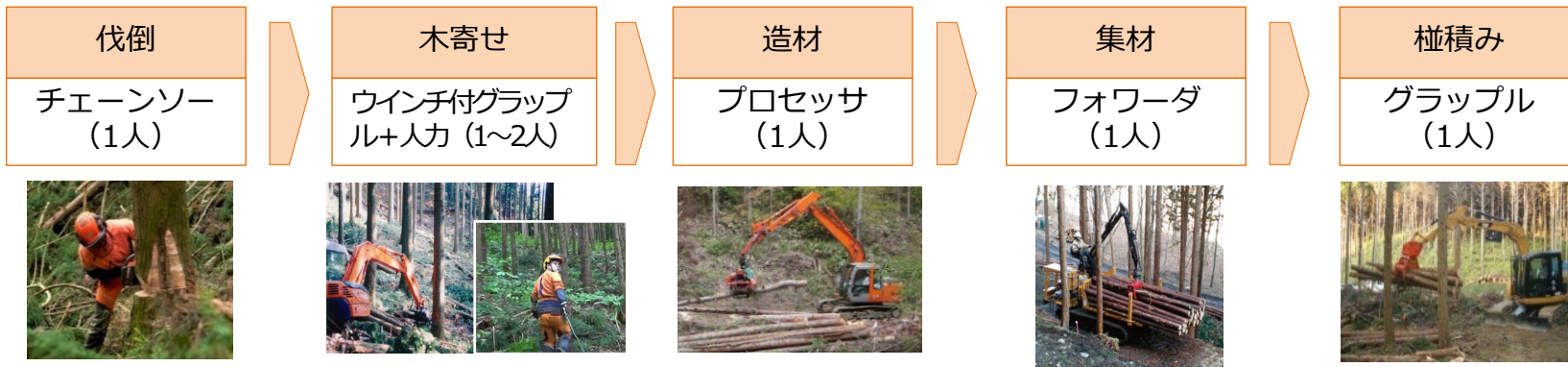


・林内走行の際には、等高線に対して水平に林内を走行すると転倒するリスクがあるため、傾斜に対して上下方向に走行する。土壌条件によっては、土壌の侵食のおそれがあることから、林地保全に配慮が必要。

スマート林業技術を実装した作業システムの例（中傾斜（おおむね傾斜10～30°程度））

遠隔操作・自動運転伐倒機械と自動運転フォワーダの活用により、伐倒作業における危険範囲内を無人化することで、労働安全を確保し、労働負荷を軽減するとともに、2名での作業により労働生産性を大幅に向上。

<現状>

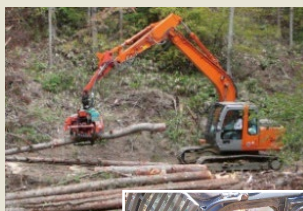


<将来像>



プロセッサのオペレーター
が伐倒機械を遠隔操作。

- ・ 機械は林内を走行
- ・ 伐倒後、全木で路網等まで木寄せ



自動運転フォワーダの走行指示は、
プロセッサオペレーターとグラブ
ルオペレーターが実施。

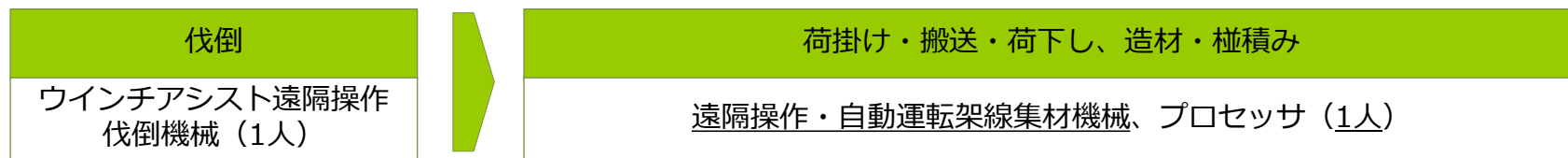
スマート林業技術を実装した作業システムの例（急傾斜（おおむね傾斜25～35°程度））

ウインチアシスト遠隔操作伐倒機械等と遠隔操作・自動運転架線集材機械の活用により、伐倒、集材作業における安全を確保し、労働負荷を軽減するとともに、2名での作業により労働生産性を大幅に向上。

<現状>



<将来像>




施業地内の安全な場所から遠隔操作。

- 伐倒機械は、施業地上方から下ろし林内を走行



グラブブル搬器

タワーヤード

集材機

プロセッサのオペレーターが架線集材機械を遠隔操作。

- タワーヤードは施業地上方からの運用が基本であり、尾根筋付近の路網周辺に機械を設置し運用

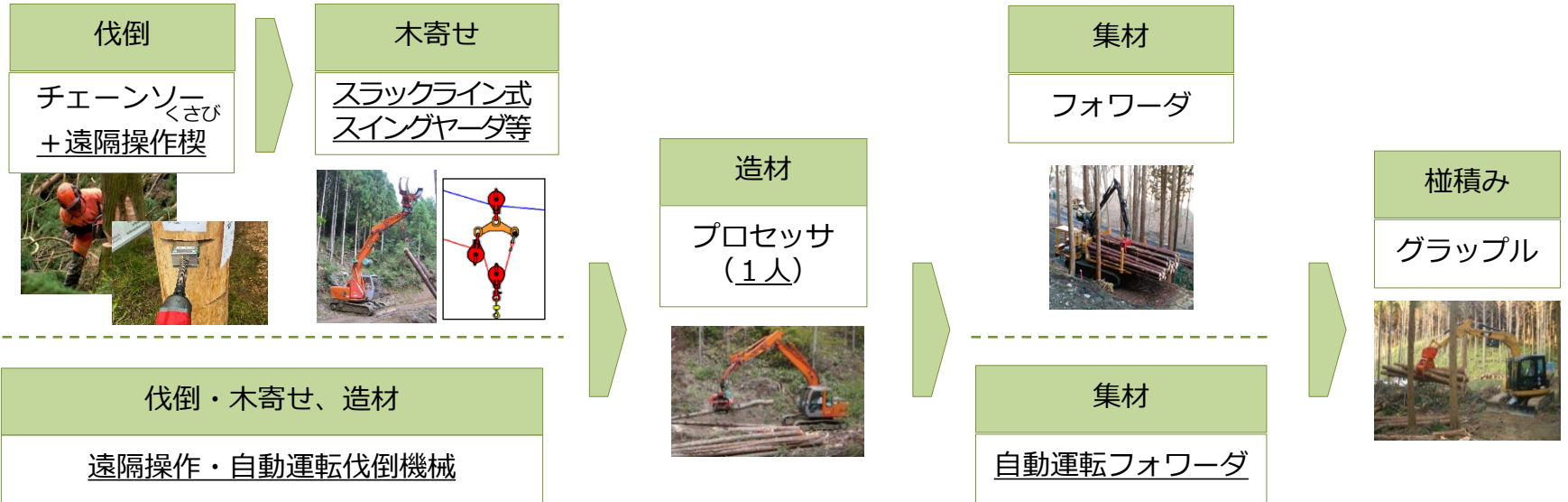
スマート林業技術を実装した作業システムの例（事業規模1万m³/年程度未満）

事業規模が比較的小さい場合であっても、低コストな機器やスマート林業機械のレンタルの活用により、林業機械の導入コストを抑えながら、労働安全の確保と労働生産性の向上を図る。

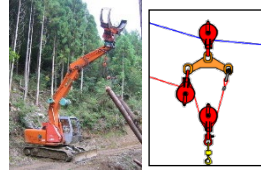
<現状>



<将来像>



低コストな機器を活用



スマート林業機械をレンタル



スマート林業技術を実装した林業の将来像（造林分野）

- 造林作業への幅広いスマート林業技術の実装により、作業の省略を優先して検討し、なお残る必要な作業は機械化・自動化を図り、労働負荷の軽減と省力化を図る。
- あわせて、伐採・搬出から下刈りまでの一連の施業方法を、造林作業へのスマート林業技術の活用を前提とした施業方法へ転換。

🌱 研究段階 🌱 開発段階 🌱 実用段階

造林計画

苗木・資材運搬、シカ対策

植栽

下刈り

スマート林業技術を活用した造林作業

（作業の省略）

（機械化・自動化等）

🌱 シカ食害リスク低リスク箇所でのシカ防護柵の設置省略（AIセンサーカメラ等を活用）

🌱 防護柵に替わる簡便で効果的な新たな防護技術

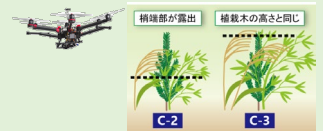
🌱 ドローン・小型運搬機械等による苗木等の造林資材の自動搬送等

運搬・植栽作業の労働負荷軽減により「大苗」の活用を促進

🌱 植栽配置計画に基づく自動運転植栽機械による植栽（GNSSによる植栽位置データの把握を含む）

🌱 エリートツリーの活用

🌱 空撮画像に基づき下刈り可否を自動判定（AIにより植栽木と雑草木の競合状況を認識・判断）



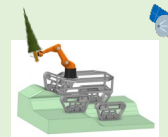
🌱 自動運転下刈り機械による下刈り（植栽時に取得した座標データを活用）



🌱 ドローン等により3次元地形データを把握



🌱 3次元地形データに基づく植栽配置計画の自動作成（植栽適地のゾーニング・樹種選定を含む）



伐採・搬出と地拵え作業の転換

- ・スマート林業機械等により地際で伐倒するとともに、末木枝条等の残材を可能な限り搬出・利用することで、造林用機械の走行環境を確保。
- ・伐根の破砕や残材の整理を不要とし、地拵えを省略・省力化。



地際で伐倒した伐根

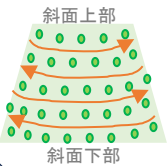


残材の搬出に適したフォワーダ

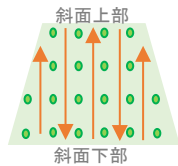


植栽作業の転換

低密度植栽により苗間を広くし、縦植え等により苗木の植栽列を直線にすることで、造林用機械の走行環境を確保。



低密度縦植え



下刈り作業の転換

下刈りとしての効果を検証した上で、従来の全刈りから、筋刈り(列間刈り)に転換。あわせて、苗木の露出を軽減し、シカ食害リスクを軽減。







列間刈り

列間刈り

スマート林業技術の活用を前提とした施業方法へ転換

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、今後、5～10年にかけて実施されるべき技術開発・普及と、スマート林業技術の導入環境整備に関する取組を整理。

技術開発・普及		スマート林業技術の導入環境整備		
		異分野からの 新技術の取り込み	スマート林業技術の 安全性確保	スマート林業技術の 評価
研究段階	 <ul style="list-style-type: none"> 大学・研究機関・企業等による基礎的な研究開発 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> AIロボティクスを始めとする新技術を有する異分野企業（研究開発型スタートアップ等）の森林・林業分野への参入促進 以下の取組を実施するためのプラットフォーム（森ハブ）の活性化 ・新規参入者への情報提供（森林・林業分野への参入ノウハウ、林業分野の課題等） ・新規参入者と既存の事業者との連携・協業支援による新規事業創出の促進 等 </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> スマート林業技術に関する安全性確保のためのルール作り ・遠隔操作や自動運転等の機能を有する林業機械の安全性確保に向けた関係者の役割、使用条件等を示すガイドラインの策定・更新 等 </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> スマート林業技術の性能・効果の「見える化」 ・スマート林業機械・機器の安全性や労働生産性等の改善効果を評価する仕組みの検討 等 </div>
技術開発段階	 <ul style="list-style-type: none"> 林業機械メーカー等によるスマート林業機械・機器の技術開発 			
実用段階	 <ul style="list-style-type: none"> 林業現場における新たな作業システムの構築・効果の検証 造林作業へのスマート林業技術の導入に適した施業方法の検討 多様な関係者による地域一体となった川上・川中間連携による実証活動 			
普及段階	 <ul style="list-style-type: none"> 林業経営体へのスマート林業機械・機器の普及 スマート林業技術活用支援サービスの普及 			