

スマート林業定着に向けた取り組みと課題

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 鹿又 秀聡

はじめに

内閣府は、「第5期科学技術基本計画」において、日本が目指すべき未来社会の姿として「Society 5.0」を提唱した。Society 5.0とは、IoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI (Artificial Intelligence)、ロボットなどの先端技術を取り入れ、イノベーションを創出し、経済発展と社会的課題の解決を両立する社会と定義⁽¹⁾され、多くの省庁が、Society 5.0の実現に向けた取り組みを実施してきた。林野庁が進めてきたスマート林業の普及・推進の取り組みも、その一つといえる。現在、スマート林業の取り組みは、都道府県や事業体にも広がり、多くの報告が上がっている。ここでは、これらのスマート林業推進への取り組みを紹介するとともに、今後の方向性について私見を述べたいと思う。

Society 5.0 が描く未来社会と林業

Society 5.0とは、第5期科学技術基本計画において、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く未来社会の姿として、日本が提唱する概念で、経済発展と社会的課題の解決を両立する新たな未来社会とされている⁽²⁾。Society 4.0は、IT革命による情報社会であり、現在、我々の生活にとって不可欠なインター

ネットや携帯電話が急速に普及した。クラウド上には多くの情報があふれ、ネットワークさえつながっていれば、どこにいても情報を得ることが出来る。一方で、情報の収集、解析、入力などはヒトによる操作が求められてきた。Society 5.0 では、IoT による情報収集、AI による高度な情報解析、ロボットによる無人作業が進み、ヒトは創造的な作業に専念出来る社会となる。個人的な意見かもしれないが、Society4.0 と 5.0 の違いは、AI とロボットである（図 1）。

林業はどう変わるのだろうか。筆者が思いつくだけでも、航空レーザ計測やドローン等による森林資源情報の自動収集、AI による木材生産・野生生物・災害などを考慮した森林ゾーニング、ロボットを活用した安全で効率的な林内作業、木材需要や市況に対応したサプライチェーンの構築、GNSS（Global Navigation Satellite System）やモバイル端末によるヒト・機械・丸太の位置情報の把握などが挙げられる。このような Society 5.0 を想定したスマート林業を実現するためには、下記の 3 つの段階を踏む必要があると考える。

- 1) 精度の高いビッグデータをクラウド上に構築
- 2) AI の高度化
- 3) 急傾斜に対応したロボットの開発

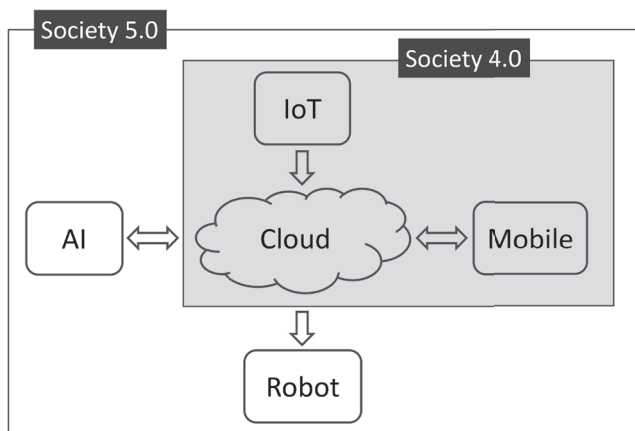


図 1 筆者の考える Society 4.0 と 5.0 の関係

では、わが国は今どの段階にいるのだろうか？ 次に、林野庁がスマート林業関連事業で取り組んできた事例をもとに、わが国の現状について考察したい。

スマート林業構築普及展開事業

戦後造成された人工林が本格的な利用期を迎える中、人工林資源の有効活用や国産材の安定供給体制を構築し、国産材の競争力を強化していくために、地理空間情報や ICT 等の先端技術を活用し、森林施業の効率化・省力化や需要に応じた木材生産を可能にすることが必要である。林野庁は、この取り組みを効果的に進めるため、スマート林業構築推進事業を平成 30（2018）年度より 5 年間実施した。ここでは、スマート林業構築推進事業において、全国 12 の地域で実践された取り組み（以下「実践対策」という）のうち、既に実用化されていることを中心に取り上げる。

取り組み事例を紹介する前に、実践対策の中でスマート林業の定義について議論されたことを記す。平成 25（2013）年、農林水産省内に「スマート農業の実現に向けた研究会」が設立され、その中でスマート農業は「ロボット技術や ICT 等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業」と定義されていた。実践対策においても事業を開始するにあたり、技術委員会でスマート林業の定義について議論した。議論の中で、農業分野と比べ、「ロボット技術」は実用化のめどについて不明な点が多いこと、「高品質生産」については、林業では、短期間で成果を出すことが難しいことから削除した。一方、林業は労働者死傷年千人率（労働災害の発生率）が、全産業の約 10 倍であり、全産業で最も高い値となっている⁽³⁾ことから、安全面について記載することとした。これらの意見を踏まえ、技術委員会では、スマート林業を「地理空間情報や ICT 等の先端技術を活用し、生産性と採算性を向上させると共に安全で働きやすい職場を実現する持続可能な林業」と定義した。農業と異なる箇所にアンダーラインを引いたが、林業全体の課題を取り入れた定義となっている。現在各地で実践されているスマート林業の取り組みの多くは、この定義に当てはまっていると考えている。

実践対策で用いられた技術

表1は、スマート林業構築普及展開事業で用いられた技術の一覧である。各地域の成果の詳細については、林野庁及び日本森林技術協会のウェブサイトに資料が掲載されている^(4,5)。地域によって取り組んだ内容の違いはあるが、多くの分野に様々な技術の導入を試みたことがわかる。

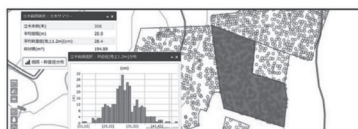
多くの地域にとって関心が高かった分野は、森林資源情報の把握であった。実践対策が始まった2018年当時は、ドローンなどにより撮影した写真や航空機に搭載したレーザ計測機のデータを解析し、広範囲の情報収集を試みる事例が主流であった。主な目的は、行政が地域計画を立案する際に使用する森林簿の精度向上であり、商取引に求められる精度ではなかった。しかし、事業の後半では、計測機器の低コスト化もあり、地上設置型やドローンによるレーザ計測の活用事例が報告されるようになった。これにより、決められた区域（地番や小班）内の平均値でしか知ることが出来なかった森林情報が、単木単位で把握できるようになり、精度の高い材積推定が可能となった。既にこうした高精度情報から丸太生産コストの推定、森林所有者への提

表1 スマート林業構築普及展開事業で用いられた技術

テーマ	林業作業	技術	件数	石川	長野	愛知	山口	熊本	福島	和歌山	北海道	埼玉	東京	愛媛	宮崎
森林情報の 高度化共有化	境界明確化	準天頂衛星、RTKによる位置精度向上	4	○					○		○	○			
		空中写真立体画像境界候補図	1	○											
		ドローン森林資源調査	7	○	○		○			○	○	○			
	資源量管理	全天球写真	2	○								○			
		航空レーザ計測データ（既存）	5		○			○			○	○			
		航空レーザ計測データ（新規）	2			○		○					○		
		地上レーザ	4			○	○					○	○		
	情報基盤	森林クラウド	5	○				○	○	○				○	
施業集約化の 効率化省力化	施業計画提案	経済林ゾーニング	2									○	○		
		施業提案システム（タブレット・GIS）	8	○		○	○	○		○		○	○	○	
		素材生産計画（架設計画含む）・森林管理GIS	4		○					○					○
	伐採・造材 集材・運材 検知	ハーベスタ検知機能	4	○			○				○		○		
		位置把握による集材・配車の効率化	2						○					○	
		木材検取システム	8		○	○	○	○		○		○	○		
経営の効率性・ 採算性向上	路網整備	路網設計・支援ソフト	4			○	○					○	○		
	生産性管理 機械全般	日報管理システム（タブレット、スマホアプリ）	3			○	○								○
		林業機械の工程管理	2				○						○		
		林業機械PCへの位置表示	1										○		
需給マッチング 円滑化	需給マッチング	合法性確認	1												○
		Web入札	3									○	○		
		需給マッチング関連（SCM）システム	10	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○

【1】任意範囲を指定して立木情報を確認

指定した所有界や小班等、任意範囲の立木本数、平均樹高、平均幹直径、総材積を確認することが可能



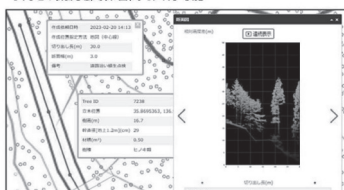
【2】条件に合致する立木を検索

検索条件（樹高、幹直径、樹種）を指定して、合致する立木の位置、本数、平均樹高、平均幹直径、総材積を検索可能



【3】点群データを使用した林内断面図作成

林内の任意場所の断面図（単一、連続）を作成、表示可能
樹冠や幹など立木の様子、下層植生の繁茂程度、地形の起伏などの概況を関係者間で共有可能



【4】作業道作設の支援

路網設計用ソフトで設計された作業道の中心杭位置情報を RINTOに取り込むことで、集材可能な立木の本数、材積、支障木を確認可能

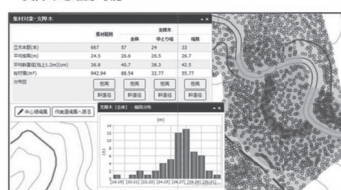


図2 ユーザーの要望に対応した解析マップの提供事例

（資料：ヤマハ発動機株式会社「森林計測サービス RINTO」）

案書作成に取り組んでいる事例もあり、今後、全国への普及は早いと思われた。また、レーザ計測では、森林情報の他に、詳細な地形情報も収集も可能であることから、林道開設の支援や崩壊危険地の推定などへの活用も期待されている。レーザ計測により取得したデータをユーザの要望する形式で解析、地図化し、クラウド上で情報提供する事業体も出始めている（図2）。クラウド上に情報を上げることで、情報を必要とする人がスマートフォンやタブレットで容易に、目的の情報閲覧が可能となり、現地調査の支援につながる。

導入が既に始まっている機器としては、モバイル端末を搭載した GNSS 測量機器が挙げられる（図3）。森林分野では、境界明確化事業や補助申請、



図3 モバイル端末を搭載したGNSS測量機器

（資料：株式会社バスコ「SmartSOKURYO 3OLE」）

路網設計などで測量をする機会が多い。これまで脇役であった測量ポールにアンテナや GNSS、モバイル端末を接続することで、2 人で行っていた測量を 1 人で行うことが可能となり、生産性が向上した。GNSS 計測による補助申請が認められている地域では、森林組合をはじめとする多くの事業者で利用され始めている。

全国的な展開はまだないが、技術的には大きな問題がないものとして、丸太生産データの管理機能を備えた林業機械、スマートフォンやタブレットを用いた丸太検収（丸太の本数や直径の計測）システム、Web による入札システム等が挙げられた。これらの技術の普及が遅れている理由としては、現場で使用する林業機械については、林内での通信問題や機械に対する費用対効果への懸念が考えられた。検収システムや入札システムについては、新しい方法を採用することへの不安や反発があると思われた。

今後の課題

現在、各地で実施されているスマート林業事業の主な取り組みは、実測データに基づく「精度の高いビッグデータの構築」が中心である。近い将来、「AI の高度化」の段階に入ると考えている。それまでに解決したい課題としては、1) 林内通信環境の改善、2) 森林情報の仕様の統一化が挙げられる。

林業の現場は伐倒など危険を伴う作業が多く、危険を回避するために、作業員同士が離れた場所で作業を行うことが多い。そのため、事故が起こった際の連絡手段の確保が求められているが、山中では、携帯電話が圏外である



図4 AR技術により、スマートグラス上に表示された立木情報
(資料：株式会社アドイン研究所「OWL-ARナビゲーションシステム」)

ことが多い。携帯電話等の通信インフラ整備は、山での遭難事故対応、豪雨時の山地崩壊予測などにも活用出来ることから、人口カバー率だけでなく国土カバー率の側面から、もう少し検討する必要があると考えている。図4は、AR (Augmented Reality) 技術によりスマートグラス上に立木情報を表示する現場作業支援システムの事例である。今後、通信環境が整備されれば、森林クラウド上にある必要な情報をリアルタイムで見ることが出来、これまで以上に有効的な利活用が可能となる。

森林情報の仕様の統一については、林野庁が実施した「森林クラウドシステム標準化事業」、「レーザ計測による森林資源データの解析・管理の標準化事業」などにより、仕様⁽⁶⁾が作成され整備されつつあるが、崩壊地、鳥獣・病虫害による森林被害、森林管理に不可欠な林道といった重要と思われる項目について、仕様が全国的に統一されておらず、デジタル化についても十分ではない。これからは、原料の調達から製造、販売までを管理し、全工程を最適化するための SCM(Supply Chain Management) に関するシステム

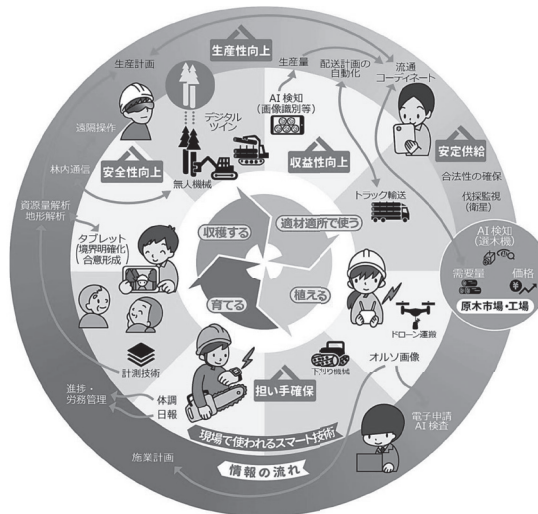


図5 様々な現場で使われるスマート技術

(出典：スマート林業実践マニュアル総集編（林野庁2023））

開発も期待される。木材の SCM システム開発のためには、林業事業体や製材工場、工務店が持つ情報を共有する必要がある。その際にも、情報の仕様を作成する必要がある。森林・林業に AI の活用を考えるのであれば、それに対応したビッグデータの構築が必要である。今後は、データ件数を増やし精度を向上させる点から、都道府県ではなく国レベルで情報の仕様を検討していくことが望ましい。

図 5 は、実践対策の成果である「スマート林業実践マニュアル」に掲載されているイラストである⁽⁷⁾。今、想像出来ることをベースに、様々な現場で使われるスマート技術を紹介しているが、最近の ICT 技術の進化を考慮すれば、10 年後のイラスト内容は、大きく変わるのではないかと考えている。どのような技術がイノベーションを起こすのかはわからないが、その時は、森林・林業をめぐる情勢が、今よりも改善していることを切に願う。

[引用文献]

- (1) 内閣府 Society 5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」説明資料
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0-1.pdf
- (2) 内閣府 Society 5.0
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- (3) 林野庁 令和 4 年度森林・林業白書
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r4hakusyo/>
- (4) 林野庁 スマート林業の推進
https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html
- (5) 日本森林技術協会 スマート林業構築普及展開事業
https://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/11_list_detail.html
- (6) 森林 GIS フォーラム 標準仕様分科会
<https://fgis.jp/cloud>
- (7) 林野庁 スマート林業実践マニュアル (総集編)
https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/attach/pdf/smart_forestry-1.pdf