

令和3年度 林業イノベーション推進総合対策のうち
ICT生産管理推進対策のうち ICT生産管理システムの標準化事業

ICT 生産管理システムの標準化事業 報告書

令和4年3月

一般社団法人 日本森林技術協会
住友林業株式会社

目次

第 1 章. 事業概要	1
1.1. 事業の背景及び目的	1
1.2. 事業実施体制	1
1.3. 事業実施項目	2
1.4. 標準化の基本方針	3
1.4.1. 標準化の対象範囲	3
1.4.2. 標準化の対象となる情報	3
1.4.3. 標準化の管理対象	4
1.4.4. StanForD2010 の概要	5
1.4.5. 標準仕様の区分	7
1.4.6. 標準仕様への準拠方法	7
第 2 章. ICT 生産管理システム標準化検討委員会の開催	8
2.1. 検討委員会及び標準仕様検討分科会の設置	8
2.2. 検討委員会及び標準仕様検討分科会の運営	9
第 3 章. 先進地域等の事例調査	11
3.1. 先進事例調査	11
3.1.1. 調査概要	11
3.1.2. 調査結果	35
3.2. 既存研究成果・文献収集	38
3.2.1. 調査概要	38
3.2.2. 調査結果	42
3.3. 標準化の参考となる考え方	42
3.4. 実データの収集	43
第 4 章. ICT を活用した現場作業システムの検討	44
4.1. 現状の課題・問題点と改善・解決策	44
4.1.1. 素材生産の課題と ICT 生産管理の必要性について	44
4.1.2. ICT 生産管理の現状と標準化の留意点	44
4.2. 実データの解析	46
4.2.1. 検知アプリ	46
4.2.2. 日報管理アプリ	49
第 5 章. 機械管理の標準化の検討	50
5.1. 標準仕様検討の流れ	50
5.2. データ形式	50
5.3. データ項目	52
5.3.1. 標準仕様で想定するデータのやり取り	52
5.3.2. 標準仕様の想定する活用方法	53
5.3.3. 基本仕様の項目	54
5.3.4. 推奨仕様の項目	55
5.4. システムの仕様	57
5.4.1. データ作成に関するシステム要件	57
5.4.2. 検討したフォワードの機能と各データ項目の関係性	61
5.4.3. 代替方法で活用できる機能	62
第 6 章. アプリの標準化の検討	64
6.1. 標準仕様検討の流れ	64
6.2. 検知アプリの仕様	64
6.2.1. 標準仕様で想定する検知アプリの使用イメージ	64
6.2.2. 基本仕様の考え方	65
6.2.3. 推奨仕様の考え方	65
6.2.4. データ項目の検討	66
6.2.5. システム要件の検討	68
6.3. 日報管理アプリの仕様	70
6.3.1. 標準仕様で想定するアプリの使用イメージ	70

6.3.2.	基本仕様の考え方	71
6.3.3.	推奨仕様の考え方	71
6.3.4.	データ項目の検討	71
6.3.5.	システム要件の検討	73
6.4.	施業提案アプリの仕様	74
6.4.1.	標準仕様で想定するアプリの使用イメージ	74
6.4.2.	基本仕様の考え方	75
6.4.3.	推奨仕様の考え方	75
6.4.4.	システム要件	75
第7章.	標準仕様書の作成	79
7.1.	標準仕様の名称について	79
7.2.	「ICT 林業生産管理システムの標準仕様書（案）」の概要	79
7.3.	本事業で得られた成果の普及に向けた取り組み	82
7.3.1.	標準仕様書案への意見聴取	82
7.3.2.	パンフレットの作成・配布	83
7.3.3.	シンポジウムの開催	84
第8章.	「ICT 林業生産管理標準仕様」の今後に向けて	86
8.1.	「ICT 林業生産管理システム標準仕様」の今後に向けて	86
8.1.1.	路網開設や架線集材への対応	86
8.1.2.	新技術への対応	86
8.1.3.	素材生産現場での通信手段の確保	87
8.1.4.	林業事業者のモチベーション向上	87
8.1.5.	標準仕様の維持管理体制の構築	87
8.2.	林業分野における DX 推進と ICT 林業生産管理標準仕様	88
8.2.1.	林業分野における DX 推進の一環としての ICT 生産管理	88
8.2.2.	林業分野における DX 推進の必要性	88
8.2.3.	林業分野における DX 推進の一助となる ICT 生産管理の取組	90

【別添】 ICT 林業生産管理システム標準仕様書案

第1章. 事業概要

1.1. 事業の背景及び目的

主伐期を迎えた人工林資源を活かし、林業の成長産業化を図るためには、森林資源情報の精度向上、施業集約化等における効率化・省力化、需要に応じた木材生産・流通体制の確立等の諸課題に対応する必要がある。これらの課題の解決を図るためには、地理空間情報の高度な活用や近年目覚ましい発展を遂げている ICT 等の先端技術を積極的に活用した新たな林業に取り組む必要がある。

本事業では、林業事業体等が実施する木材の生産段階での各作業工程（計画、伐採、採材、検知、運材、在庫管理等）において、ICT を効果的に活用し、低コストで効率的な林業経営を実現していくため、海外における ICT の活用事例や本事業に関連する既存研究成果等の情報収集を図りつつ、先進地域における ICT 生産管理システムやデータ形式・データの利活用の状況を調査し、現状と課題・問題点の整理とその改善・解決策や方向性を取りまとめるとともに、それらを踏まえた ICT 生産管理システムの標準仕様を作成することを目的とする。

1.2. 事業実施体制

本事業は、昨年度に引き続き、一般社団法人日本森林技術協会と住友林業株式会社の共同企業体を事務局として事業を実施した。

円滑な事業の実施を図るため、外部の学識経験者等から構成される検討委員会を設置し、事務局から付議された標準仕様案を承認いただくとともに、本事業の全般に関する指導・助言を得た。このほか、標準仕様作成の支援を行うための標準仕様検討分科会を設置した。事業実施体制を図 1-1 に示す。

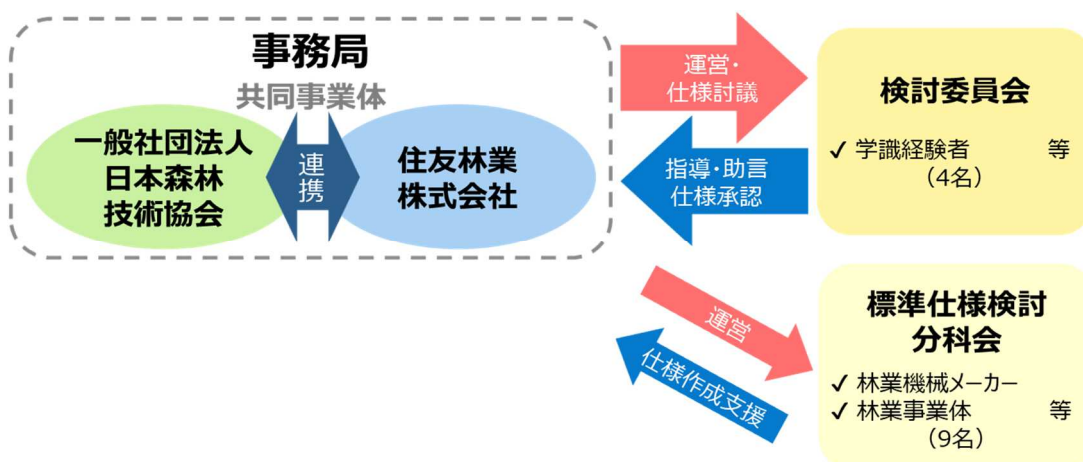


図 1-1 事業実施体制

1.3. 事業実施項目

本事業においては、前項に記載したとおり、本事業の全般にわたり指導・助言を得るための検討委員会等を設置した。また、先進地域等の事例調査において、林業事業体におけるICTの活用事例や作業日報を収集するためのアプリケーション等の情報や素材生産現場で稼働する林業機械等から出力されるデータを収集した。そして、収集した情報とデータを分析・解析し、林業におけるICT活用の現状と課題・問題点の整理とその改善・解決策や方向性等を取りまとめるとともに、それらを踏まえたデータ形式・項目の標準仕様を検討し、ICT林業生産管理システム標準仕様案を作成した。

さらに、ICT林業生産管理システム標準仕様案の作成に当たっては、相互にデータ連携・利用していく上で密接に関係するほか、標準化された森林資源データ等を、伐採計画作成の基礎情報、木材サプライチェーンの在庫情報として活用するため、「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」等との連携を図りながら実施した。事業実施項目と対応する本報告書目次について表 1-1 に示す。

表 1-1 事業実施項目の概要

実施項目	実施概要	目次等
(1) ICT 生産管理システム標準化検討委員会の開催	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 検討委員会及び標準仕様検討分科会を開催する 	第 2 章
(2) 先進地域等の現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ICT 生産管理システムに関する、国内の先進事例調査及び既存研究成果や海外における ICT 活用事例等を収集する ➢ 標準化の基礎資料として必要な、林業機械等から実際に出力されているデータを収集する 	第 3 章
(3) ICT を活用した現場作業システムの検討	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 国内外における先進事例や既存研究成果等をとりまとめ・分析し、現状と課題・問題点の整理する ➢ 整理した課題・問題点に対する改善・解決策や方向性の取りまとめを実施する ➢ (2)で収集したデータの解析を行う 	第 4 章
(4) システム仕様とデータ形式の標準化の検討	<ul style="list-style-type: none"> ➢ データ項目・形式の標準仕様を検討する ➢ システムの標準仕様を検討する 	第 5 章
(5) 標準仕様書の作成（成果のとりまとめ）	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 標準仕様書案を作成する ➢ 本事業で得られた成果を普及するためのシンポジウム等を開催する 	別紙仕様書案 第 6 章

1.4. 標準化の基本方針

1.4.1. 標準化の対象範囲

航空レーザ計測等による森林資源の現況把握が盛んに行われつつあるが、木材の生産段階においても、生産量や稼働時間、作業位置等のデータ取得が可能なハーベスタやプロセッサ（以下、ハーベスタという。）の導入、それに対応するシステムの開発、前後の工程を含めた作業の効率化を目的とした各種アプリケーションソフトウェア（以下、アプリという。）の開発・導入が始まっている。

今後、当該機械やアプリから得られたデータの林業事業体の生産性向上への活用や木材サプライチェーンによる共有化、ビッグデータとしての活用、システム開発・運用コストの低減等を考えると、取得されるデータ等の標準化が必要となる。

このようなことから、本事業では、伐採集材や造材採材等に関する生産管理システムにおける機械管理のほか、作業管理を行うための日報管理、前後の工程となる森林クラウド・GISや原木流通システムと連携するための施業提案及び検知も対象とした。標準化の対象範囲について図 1-2 に示す。

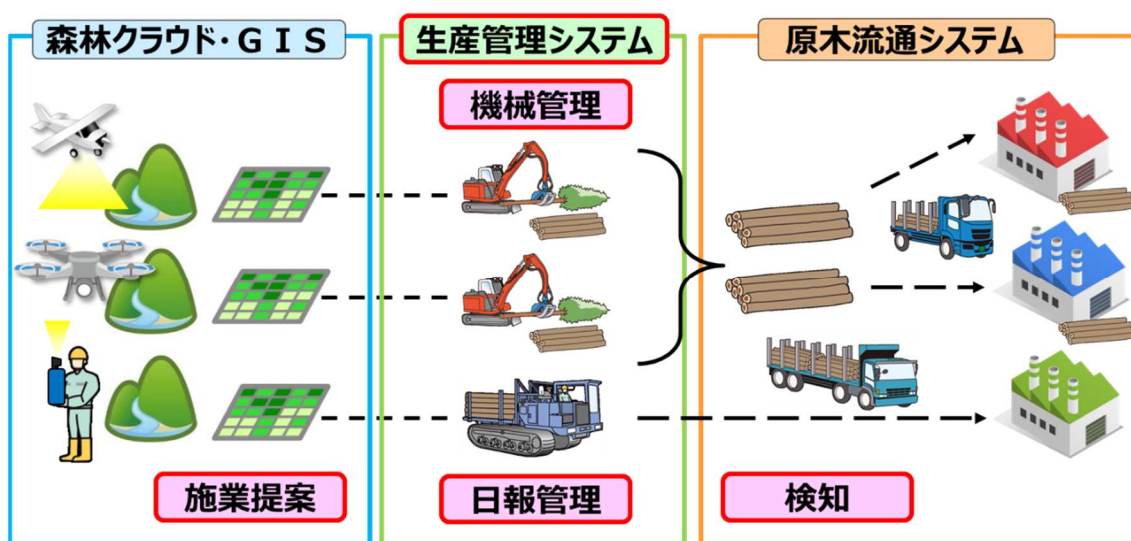


図 1-2 本事業における標準化の対象範囲

1.4.2. 標準化の対象となる情報

標準化の目的については、木材サプライチェーンの最適化と作業管理とし、それぞれ対象となる情報は、木材サプライチェーンの最適化では計画情報・取引情報・在庫情報、作業管理では作業管理情報・労務管理情報とした。

計画情報は、伐木造材や集運材を計画的に行うための情報であり、生産目標の把握や需要情報に応じた最適採材などに活用できる。取引情報と在庫情報はどちらも材長や直径など生産された原木の詳細情報になるが、取引情報であれば代金決済や棚卸等の確認に対応できる精度が求められるが、在庫情報であれば林業事業体の内部で活用する情報になるの

で多少の誤差なら問題無いといったように、データの精度によって取り扱いが異なる。

作業管理情報は、いつ・どこで・何を・どのくらい生産したのかという情報であり、進捗状況把握のほか生産性の把握・分析等に活用できる。労務管理情報は、林業事業体における日報等の勤怠管理の情報であり、それぞれ林業事業体の業務改善・労働安全衛生管理等を行うための情報となる。標準化の対象となる情報について表 1-2 に示す。

表 1-2 標準化の対象となる情報

標準化の目的	対象となる情報	活用方法例
木材サプライチェーンの最適化	計画情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 生産目標の把握（材長・径級・品等別） ● 需要情報に応じた最適採材
	取引情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 取引数量の把握（検知作業の削減）
	在庫情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 在庫管理業務の効率化 ● 生産目標に対する進捗率の把握 ● （トラック）配送業務の効率化
作業管理	作業管理情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業地確保、作業計画作成 ● 作業方法指示、進捗把握 ● 生産性分析、PDCA サイクル
	労務管理情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 労働安全衛生管理 ● 勤怠管理

1.4.3. 標準化の管理対象

ICT 林業生産管理システムにおける管理対象は、一般的に素材生産で必要とされる機械管理・数量把握・作業管理に加えて事業地確保における施業同意取得に区分され多岐にわたる。そのうち今年度の本事業においては、機械管理のうちフォワーダに関する項目について、標準化の対象とした。なお、昨年度事業ではハーベスタに関する項目が対象となっている。標準化に関しては、完全な独自仕様とすると、採用する林業機械メーカーの負担が大きくなり、普及に支障をきたす可能性がある。このため、既に世界のデファクトスタンダードとなっている標準データ形式 StanForD2010 を参照することとした。このほか、数量把握は検知アプリ、作業管理は日報管理アプリ、施業同意取得は施業提案アプリを対象とした。

標準化を進めるに当たっては、標準化の対象となるデータの標準化を重視し、運用する機器やシステムについては、データを取得し、取り扱う際の要件のみとした。また、施業提案アプリについては、既に市販されている商品が少なく、幅広い機能を実現するために必要なデータを規定するのは困難であるため、データの標準化は行わないこととした。なお、データを取得する機器としてはハーベスタやフォワーダなどの林業機械や木材運搬用トラック、各アプリなどで使用するタブレット端末や GNSS 端末といった情報機器などが考えられる。標準化の管理対象について表 1-3、各アプリの定義について表 1-4 に示す。

表 1-3 標準化の管理対象

管理対象			システム アプリ	StanForD 2010	標準化の対象	
					データ	システム
素材生産	機械管理	ハーベスタ	生産管理 (機械)	参照	○	データ定義 に含む
		フォワーダ他	生産管理 (機械)	参照	○	データ定義 に含む
	数量把握		検知	—	○	○
	作業管理		日報管理	—	○	○
事業地確保	施業同意取得		施業提案	—	—	○

※赤網掛部分が今年度の本事業の標準化対象

表 1-4 各アプリの定義

アプリ	目的	定義
日報管理アプリ	生産性把握 労務管理	生産性の把握や労務管理を目的として、人または機械などの作業内容と、それに付随する情報を、デジタルデータとして記録・集計・分析・保存するアプリ
検知アプリ	数量把握	取引や在庫管理に用いる数量の把握を目的として、定められた検知方法により、原木の数量とそれに付随する情報をデジタルデータとして記録・集計・分析・保存するアプリ
施業提案アプリ	事業地確保	森林所有者等からの施業同意を得るために、施業予定地の資源内容や施業にかかる収支、施業後の森林状況等を、デジタルデバイスで表示、または紙に印刷できるアプリ

1.4.4. StanForD2010 の概要

StanForD2010 とは、1987 年にスウェーデン森林研究所が中心となって作成された、素材生産現場の林業機械とデータのやり取りを行う際の標準化されたデータ形式である。毎年仕様の見直しなどを検討するための会議を開催しており、仕様の追加などを行っている。

StanForD2010 は、CTL (Cut to Length : 短幹集材方式) での木材生産における、ハーベスタ・フォワーダで取得可能な様々なデータの様式を網羅しており、ヨーロッパの機械メーカーで多く採用され、北米・オセアニアを含め広範に普及している。また、素材生産業者と森林所有者・木材需要者・運送業者などによる定期的な生産結果情報の共有、管理者と機械オペレータによる生産指示の共有を前提としており、森林管理者・機械オペレータ・運材業者・木材需要者等が林業機械を通して様々な指示やデータ分析を行う際の共通仕様となっている。なお、データ形式は XML 形式を使用し、各種情報をそのファイル構造の中に保存する形式となっている。

StanForD2010 の主なデータ項目は、識別、生産管理、造材報告、測材精度と校正、作業状況モニタリング等に区分される。そのうち今年度の本事業においては、フォワーダのデータに関連する識別、集材方法指示、ユーザー定義・データ指示、集材報告、フォワーダの測材精度管理について、標準化作業における参照項目とした。StanForD2010 の概要図について図 1-3、主なデータ項目について表 1-5 に示す。

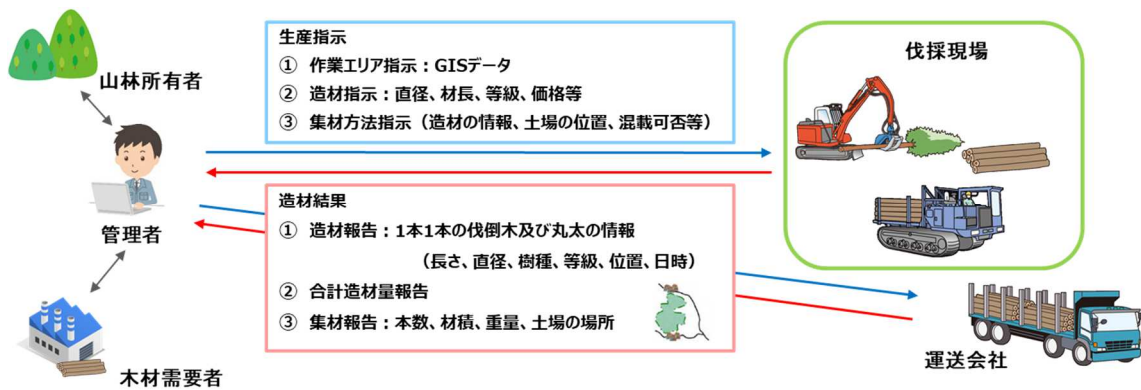


図 1-3 StanForD2010 の概要図

表 1-5 StanForD2010 の主なデータ項目

項目	データ名	機能
識別	識別	世界中で生産された1本1本の原木丸太の識別が可能である。
生産管理	生産指示	ハーベスタへの作業指示。造材の定義（直径、材長、価格等）やそれらの割合、数量等を指定できる。
	作業エリアの地理的指示	地図情報。作業対象エリアの境界、土場等の情報を指示することができる。
	集材方法指示	集材情報。ハーベスタの造材結果、およびフォワーダでの集材時の取扱方法（混載の可否、原木毎の土場の場所）を指示できる。
	ユーザ一定義データ指示	独自に定義可能な情報。StanForD2010 で扱っていないデータで必要なものがあれば、このデータを利用して付加することができる。例えば、伐採作業の事前点検用のチェックリストなど。
造材報告	造材報告	ハーベスタの造材報告。1本1本の伐倒木及び材長・直径など原木丸太の詳細情報。
	集材報告	フォワーダの集材報告。集材された原木丸太の本数、材積、重量と荷下ろしされた情報等が記載される。また、1車毎の開始・停止時刻も記録することができる。
測材精度保証と校正	ハーベスタの測材精度管理	ハーベスタの品質保証のための情報。キャリパの校正等を管理できる。
	フォワーダの測材精度管理	フォワーダの品質保証のための情報。重量測定システムの精度管理・校正などができる。
作業状況モニタリング	作業状況モニタリング	機械稼働時間とオペレータ時間に分けられ、それぞれ伐倒・造材、休憩、修理などの時間に分けることができる。

※赤網掛部分が今年度の本年度の標準化対象

1.4.5. 標準仕様の区分

標準仕様におけるデータ項目については、「森林クラウドシステム標準仕様」と同様に、基本仕様と推奨仕様の2パターンとし、先進地域等の事例調査結果等から分類した。

それぞれの区分について、基本仕様は、業務上最低限必要な項目で、取得するために特別な機器やセンサが不要なものとした。また、様々な林業機械やアプリで共通して取得できる項目としているが、現在は一部のメーカーしか取り扱っていないものでも、必要と判断されるものは基本仕様とした。

推奨仕様は、業務の効率化や高度化を行うために必要な項目で、取得のために特別な機器やセンサを必要としても構わないものとした。一部のメーカーの独自の機能であっても、標準化に加えた方がよい項目や現在取得していないデータでも先進地域等の事例調査により必要と考えられる項目については推奨仕様とした。標準仕様区分の概念図を図1-4に示す。

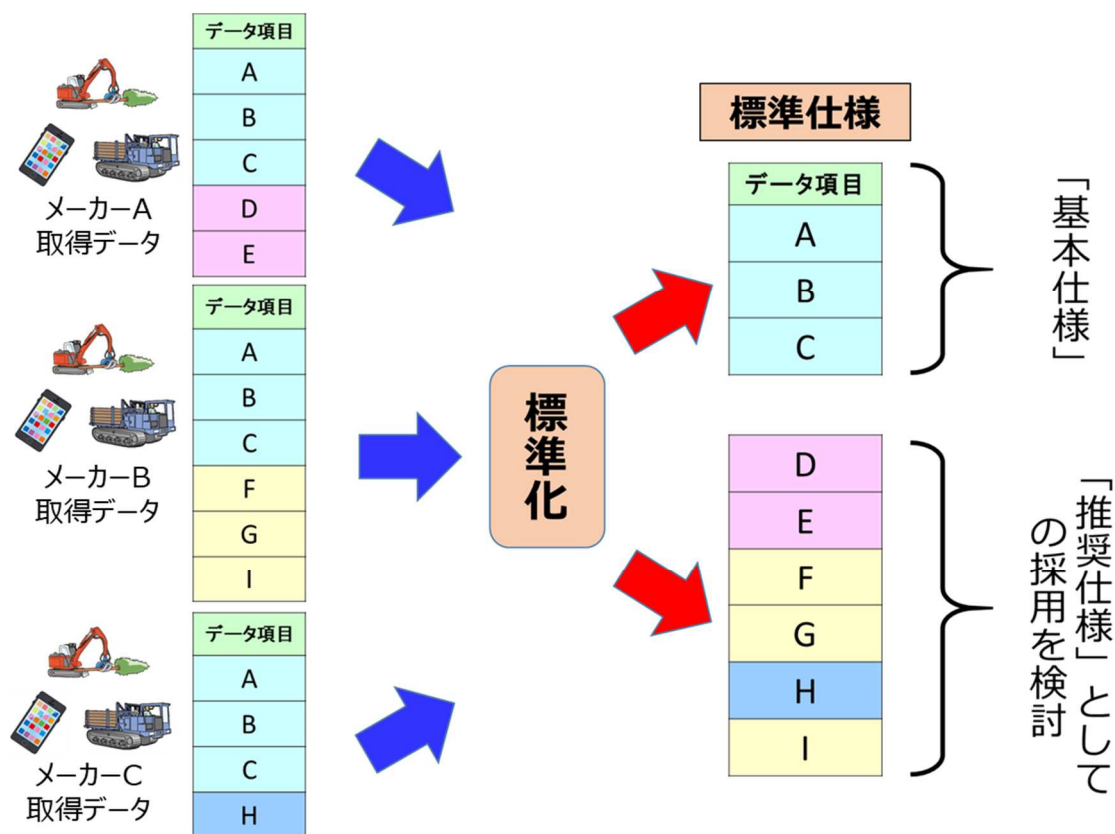


図 1-4 標準仕様区分の概念図

1.4.6. 標準仕様への準拠方法

標準仕様に準拠した機械・機器・システム（アプリ）を開発・販売する場合は、データ項目・システム要件とも基本仕様の全てを満たす必要がある。推奨仕様の内容については、任意での対応を可とするが、基本仕様を全て満たしていなければ、標準仕様準拠とは謳うことは出来ない。

第2章. ICT 生産管理システム標準化検討委員会の開催

2.1. 検討委員会及び標準仕様検討分科会の設置

国内外の森林・林業分野に知見・知識を有する学識経験者等4名から構成される検討委員会を設置した。このほか、事務局が実施する標準仕様案作成の支援を得るため、林業機械メーカー・林業事業者等の実務担当者から構成される標準仕様検討分科会を設置した。検討委員会の委員について表 2-1 に、標準仕様検討分科会の委員について表 2-2 に示す。

表 2-1 検討委員会の委員

氏 名	所 属
中澤 昌彦 (座長)	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業工学研究領域 収穫システム研究室 室長
鹿又 秀聡	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域 林業システム研究室 主任研究員
郡司 哲也	一般財団法人日本情報経済社会推進協会 セキュリティマネジメント推進室 主任研究員
石井 晴雄	一般社団法人林業機械化協会 専務理事

表 2-2 標準仕様検討分科会の委員

氏 名	所 属
小野寺 祐貴	イワフジ工業株式会社 開発部開発課電気係 主任
松本 良三	松本システムエンジニアリング株式会社 代表取締役社長
飯澤 宇雄	魚谷鉄工株式会社 技術ブロック ブロックリーダー
中島 真二	株式会社諸岡 営業企画部 次長 兼 営業企画課 課長
中村 泰広	鹿島建設株式会社 生産性推進部
堀澤 正彦	北信州森林組合 総務課長
柴田 智樹	株式会社柴田産業 取締役
杉 光太郎	有限会社杉産業 代表取締役
石井 宏一郎	烏川流域森林組合 指導課 技師

2.2. 検討委員会及び標準仕様検討分科会の運営

検討委員会は2回開催し、本事業全般に関する指導・助言のほか、事務局から付議した標準仕様案の承認を得た。標準仕様検討分科会についても2回開催し、標準仕様書案作成のための支援を得た。また、検討委員会及び標準仕様検討分科会は、新型コロナウイルス感染症の拡大を受けて、オンライン参加できる会議の形態として開催した。なお、検討委員会については、「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」検討委員会委員の傍聴を可能とした。検討委員会の実施概要を表 2-3、実施状況写真を図 2-1、標準仕様検討分科会の実施概要について表 2-4 に、実施状況写真について図 2-2 に示す。

表 2-3 検討委員会の実施概要

検討委員会	開催日	議事次第
第1回検討委員会	令和3年6月28日	事業概要 事業実施スケジュール 昨年度成果の振り返り（標準仕様） 今年度の標準化の方針（機械管理） 今年度の標準化の方針（アプリ） 実データ収集既存研究成果・文献収集、海外におけるICT活用事例
第2回検討委員会	令和4年2月18日	標準化作業について 標準仕様案（機械管理） 標準仕様案（検知・日報管理アプリ） 標準仕様案（検知アプリ） 標準仕様案（日報管理アプリ） 標準仕様案（施業提案アプリ） 今後の普及に向けて



図 2-1 検討委員会の実施状況

表 2-4 標準仕様検討分科会の実施概要

標準仕様検討委員会	開催日	議事次第
第 1 回標準仕様検討分科会	令和 3 年 10 月 19 日	事業概要 事業実施スケジュール 先進事例調査の結果 標準仕様案（機械管理） 標準仕様案（検知アプリ）
第 2 回標準仕様検討分科会	令和 3 年 12 月 3 日	本分科会の対象 先進事例調査の結果 標準仕様案（日報管理アプリ） 標準仕様案（施業提案アプリ）



図 2-2 標準仕様検討分科会の実施状況

第3章. 先進地域等の事例調査

3.1. 先進事例調査

3.1.1. 調査概要

調査箇所については、本事業において標準化の対象となるフォワーダを開発・製造・販売している機械メーカーやアプリを開発しているシステム事業者、ICT利活用の状況に加え一定以上の素材が生産・流通されている地域の林業事業者等を中心として選定した。なお、新型コロナウイルス感染症の拡大を受けて、オンラインによる聞き取り調査を基本として実施した。先進事例調査実施箇所について表 3-1、先進事例調査実施箇所別概要について表 3-2 に示す。

表 3-1 先進事例調査実施箇所

番号	実施日	事業体名	調査概要
1	5月18日	鹿島建設株式会社	建設業におけるICT活用
2	8月2日	魚谷鉄工株式会社	国産フォワーダ開発・活用
3	8月2日	株式会社小松製作所	欧州製フォワーダ開発・活用
4	8月2日	株式会社ジツタ	検知・日報アプリ開発・活用
5	8月3日	株式会社百森	日報アプリ開発・活用
6	8月11日	イワフジ工業株式会社	国産フォワーダ開発・活用
7	8月11日	株式会社セラク	農業におけるICT活用
8	8月20日	烏川流域森林組合	木材生産現場におけるICT活用
9	8月20日	北信州森林組合	木材生産現場におけるICT活用
10	8月26日	有限会社杉産業	木材生産現場におけるICT活用
11	8月26日	株式会社諸岡	国産フォワーダ開発・活用
12	9月1日	株式会社柴田産業	木材生産現場におけるICT活用
13	9月7日	松本システム エンジニアリング株式会社	国産フォワーダ開発・活用
14	9月27日	株式会社新宮商行	欧州製フォワーダ開発・活用
15	11月29日	株式会社森淵林業	木材生産現場におけるICT活用

表 3-2 先進事例調査実施個所別概要

1 鹿島建設株式会社	
➤	<p>現場一元管理システムについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 現場の管理に活用していた様々な管理システムを連携し、1つの地図画面上に人や重機の位置情報などを表示させて、現場の全容をリアルタイムで確認することができる、現場一元管理システムを開発し自社の現場で活用している。 ◇ 人・重機・車両などの情報を見える化するための様々なシステムの提供が始まっているが、現場の状況に応じて、各システムを個別に使用している状態で統合して活用できていなかった。また、各システムで取得される情報は現場が終わると無くなっていたが、ビッグデータとして次の計画に活かせるように、管理・分析していく必要性を感じていた。このようなことから、位置情報を基本とし、様々なシステムで管理している情報を集約しようということで現場一元管理システムの開発が始まった。 ◇ このシステムの情報はタブレット端末でも確認することができる。また、関係者全員が全ての情報をリアルタイムに確認できる訳ではなく、権限に応じて把握できるようにしている。 ◇ システム開発にあたっての他社との連携について、各システムの開発業者は協力的であった。近年はi-Constructionの取組に代表されるように、連携がキーワードになっていることもあり、抵抗感は無くなっていると思う。 ◇ 各現場での進捗状況を把握するという意味では、小さな現場であってもこのシステムが導入されていなければいけない。このため、このシステムを標準として各現場に導入することを考えているが、現場の作業内容などによって、管理する項目は異なる。 ◇ 各システムが持つ情報の連携については、マスタIDを発行し、そのIDを各システムで管理している情報に付与してもらうことで、それに紐づく属性情報を一元管理できるようにした。各システムが持つデータベースを紐づけるための鍵をどのように作るかが問題である。 ◇ ネットワークから切り離されその現場でしか見ることができないローカルなシステムの情報を、一元的に確認できるようにするのは大変である。 ◇ i-Constructionの動向も注視しているが、現状では、現場の稼働情報に関するデータ形式等の標準化までは検討されていないため、独自の様式で作成している。
➤	<p>位置情報の収集・活用について</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 現場の作業者はバイタルウォッチ、重機・車両はシガーソケットに取り付けるGNSS端末を利用して位置情報などを収集している。また、電源の無い資機材については、タグをつけて位置情報を把握する取り組みを始めている。 ◇ 現場の作業者は作業で不要なものを持ちたがらないことから、全員にスマートフォン等を渡しておらず、バイタルウォッチ等の端末単体で情報を取得できるものを使用してもらっている。 ◇ 重機の情報については、クレーンで荷物を引き上げているかといった作業情報の取得要望があるものの、現状では、エンジンが動いているかどうかという稼働状況の把握に留まっている。 ◇ 収集した位置情報の活用効果として、例えば、誰がどこにいるのか把握できないような大規模な現場で問題があった場合に、問題が発生した場所の近く

にいる作業者を対応に向かわせることで、発生した問題に対して効率的に対応できるようになる。

- 電波が届かない現場での対応について
 - ◇ GNSSが使用できない建物の中や地下で作業を行う場合のシステムとして、建物等の3次元モデルを取り込み、屋内設置したビーコンで人の動きなどをリアルタイムに把握するシステムも開発している。
 - ◇ 携帯の電波が届かない現場については、ローカルWiFi等により通信できるようにしている。また、現場に到達するまでの間で通信できない場所がある場合についても、必要に応じて通信できる方法を検討するが、あきらめることもある。
 - ◇ リアルタイムに確認できない現場では、1日単位で情報を取得する方法もある。
- 今後のシステム開発への取り組みについて
 - ◇ 建設現場には様々な作業を担当する複数の業者が入っているため、翌日の作業予定等についての情報を入力するためのシステムと現場一元管理システムを結びつけることを考えている。これができるれば、予定と実績の比較が可能となるため、次の計画に活かせるようになると考えている。
 - ◇ 職長クラスの普段からスマートフォン等の使用に慣れている者を対象に、紙資料で行うことが多いKY（危険予知活動）などのデジタル化を進めていきたい。

2 魚谷鉄工株式会社

- フォワーダによる情報収集について
 - ◇ 様々なデータを収集できる国産のフォワーダは無い。このため、フォワーダでどのような情報をどのような方法で収集するか検討する必要がある。
 - ◇ フォワーダに様々なセンサを搭載して情報収集するためには、機械メーカーだけでなく、専門の業者に依頼することになる。センサの追加だけでなく、それらで取得した情報を出力するプログラムを作るために経費がかかる。
 - ◇ 機械側で自動的に情報を収集・蓄積するのは難しいので、フォワーダにタブレット端末などを搭載して、オペレータが入力する形にならざるを得ないと思う。
 - ◇ フォワーダは一からの開発になるので難しいところもあると思うが、既存の機種とのしがらみがない分、標準仕様ができれば流れとして良い方向に行くと思う。
 - ◇ 新しい分野に挑戦するときは、メーカーの垣根を取って得意分野を割り振って開発するのも面白いと思う。このような取り組みは、機械メーカーの若手技術者育成になると思う。
- フォワーダによる積荷重量の計測について
 - ◇ グラップルにセンサを搭載することで重量を計測できる。
 - ◇ 丸太を1本ずつ計測したいのであれば、1本ずつ掴むことになるので作業の効率性が落ちる。積荷全体の重量を計測したいのであれば、1度に掴んだ丸太の重量を計測して蓄積していく方法で把握できる。
 - ◇ 機械を開発する側としては、1回当たり、どれだけの丸太を運搬しているのか

把握したいと思っている。過積載の防止という意味では積荷重量の計測に興味がある。なお、ユーザーからはフォワーダの積荷重量を計量したいという要望は無い。

- フォワーダによる作業状況の収集について
 - ◇ 電子制御のエンジンを搭載している機械であれば、CANでエンジンの回転数や使用時間などの情報を収集することができるので、その結果をモニタに表示させることもできる。
 - ◇ 機械にPLCを設置すれば、機械で収集した情報を変換して収集するのは難しくないと思う。しかし、国産のフォワーダにコンピュータやモニタを搭載している機種は無いと思う。
 - ◇ グラップルの使用と走行はスイッチでモードを切り替えるので、その情報を検知すれば、何時何分から何時何分までどのどちらのモードで動いていたのか簡単に判別することができるので、積み込み時間や走行時間の把握もできるようになると思う。
 - ◇ フォワーダの位置情報については、GNSS端末が安価になったほか衛星の数も増えたことから、大まかなフォワーダの位置情報の収集はできるようになると思う。フォワーダは移動するので、位置情報から集材距離や集材した範囲を把握できるようにしたいところである。
 - ◇ フォワーダは構造的に走行距離を把握するのは難しい。今であればGNSSで移動距離を把握したほうが良いと思う。生産性管理を考えるとフォワーダの位置情報を収集していく必要があると思っている。
- フォワーダの集材距離と安全性について
 - ◇ フォワーダの作業工程が、作業システムでのボトルネックになっていると思う。集材距離は500mから1,000mに抑えないと、クローラのトラックローラやスプロケット、ゴムクローラの消耗が非常に大きくなる。また、過積載するとさらに消耗する。
 - ◇ 集材距離が長くなり作業時間がかかるとフォワーダのオペレータがプレッシャーを感じてしまう。それが、過積載やオーバースピードで走行する原因になると思う。
 - ◇ 集材距離が長くなることへの対応策としては、ホイールタイプのフォワーダを開発していくか、トラックが入れる路網を整備するしかないと思う。
 - ◇ フォワーダの作業状況を数値化することで、ボトルネックとその対策を検討していくためには、フォワーダで作業情報を収集することに意味があると思う。

3 株式会社小松製作所

- モニタリングシステムについて
 - ◇ 北欧の作業システムはCTLが一般的である。CTLを効率的に運用するため、ハーベスタとフォワーダの間で造材情報や位置情報、作業の進捗状況などを確認できるモニタリングシステムが開発されている。
 - ◇ モニタリングシステムは、ハーベスタやフォワーダが走行した軌跡やハーベスタの造材情報といった様々な情報を地図上に表示させることにより、丸太1本1本ではなく、大まかな作業状況を把握できるシステムである。基本的に他社の機械情報を確認することはできない。

- ◇ モニタリングシステムは日本へ導入されていない。これは、日本ではCTLで使用される欧州製のホイール式ハーベスタやフォワーダが販売されていないことが大きい。
 - ◇ CTLの場合は、林内で造材した丸太を取り残すことが考えられるので、ハーベスタで造材した丸太を、フォワーダが、いつ、どこで、どのくらい集材したのかという情報を地図上で把握することが必要になると思う。
 - ◇ 日本において、複数班で同時並行的に集材作業を行っている林業事業者は、現場の見える化が難しいと思う。管理者側から見ると、現場からの報告と確認した際の進捗状況等の違いがある中で、モニタリングシステムがあれば地図上で進捗状況を確認することができる。
- フォワーダの作業情報活用について
- ◇ フォワーダの生産性向上に最も効果的である内容については、積載量を増加させることであるという認識である。
 - ◇ ハーベスタやフォワーダで取得できる情報は、作業システムの見える化という用途に適していると考えており、各林業事業者におけるPDCAによる生産性向上や今後の生産性予測のために活用できると思う。
 - ◇ 日本の木材生産の現場で重要視されるのは、山土場にどのくらいの丸太が出てきているのかという情報になると思う。このため、山土場に集材された丸太の数量を把握できることが重要だと思う。
- フォワーダの開発について
- ◇ 既存のフォワーダで位置情報や積荷重量の情報を収集できるようにすることが現実的だと思う。
 - ◇ 位置情報の収集については、新たにGNSS端末を搭載することになると思う。油圧ショベルベースのハーベスタでは、ベースマシンとなる油圧ショベルの機械情報を遠隔で管理するためのシステムを搭載しているが、そのシステムは位置情報の取得頻度が少ないので、モニタリングシステムで活用するのは難しいと考えている。
 - ◇ 一般的に、フォワーダにGNSS端末を搭載する場合、品質管理・品質保証が必要になるので、それなりの時間を要すると思われる。
 - ◇ 積荷重量の計測について、フォワーダのグラップルにセンサを搭載して計測する方法が考えられる。しかし、小型の機種では積み込み作業が遅いことや最大積載量が減ることなどから、国内ではフォワーダにグラップルを搭載しない機種を活用していることが多いという認識である。
- hpr形式データ（StanForD2010における造材情報）の出力形式について
- ◇ ハーベスタでは、機械から収集された情報を、ハーベスタヘッドの設定等を行うコンピュータを用いてStanForD2010のデータ形式で出力している。このため、データの出力形式はシステム開発業者が対応できれば問題無いと考える。
 - ◇ アプリの開発をしている業者であれば、XML形式でも問題無く対応できると思う。また、最終的にCSV形式での出力に対応することもできる。
 - ◇ XML形式はアプリの開発に適した形式であると思う。データが空になる項目

の扱いについて、XML形式であればヘッダー・フッターでの対応で行えるが、CSV形式の場合は問題が発生する恐れがあるという認識である。

➤ 標準仕様について

- ◇ モニタリングシステムに関して、機械メーカーではない会社が、林業関係のアプリを開発している事例がある。これは、StanForD2010のデータ形式で機械からデータが出力されるので開発できると思う。標準化することで、このようなアプリ開発に取り組む企業が出てくれば、林業事業体の選択肢が増えるのでよいと思う。
- ◇ ハーベスタの造材作業については、CTLと日本の作業システムを比べてみると、一定のサイズで玉切りするという点においては、大きな違いは無い。しかし、フォワーダ集材については作業道の有無により、懸案事項が大きく異なると思うので、CTLで使用しているStanForD2010のデータ形式をそのまま採用しても活用されないのではないかと思う。

4 株式会社ジツタ

➤ 日報管理アプリについて

- ◇ 生産性管理よりも労務管理を重視するユーザーが多く、入力フォームは簡易的なものにして欲しいという要望が多い。
- ◇ 「誰が」、「どこで」、「何を」、「どのくらい行ったか」という項目を基本として入力項目を最低限に抑えるとともに、その他のヒヤリハットや燃料使用量といったユーザー別に必要性が異なる項目については、自らカスタマイズして入力できるようにしている。
- ◇ 入力項目を、労務管理に必要な基本的事項だけにしたのは、林業事業体が日報管理アプリにかけられる費用を考慮して、作りこむのではなく単純な内容にしたいと考えたためである。
- ◇ 収集したデータはクラウドサーバに蓄積される。出力・集計は別の表計算アプリを使用して行う。

➤ 検知アプリについて

- ◇ 検知アプリは、タブレット端末で撮影した写真画像から自動で計測する「写真検知」のほかに、従来通りに作業者が計測したものを「タップ入力」または「音声入力」する方法がある。
- ◇ 木口に直径の数値をチョークで記入して欲しい、トラックに丸太を積み込む場合チョークの数値を見て数字を入力することが多いという意見から、「タップ入力」または「音声入力」での活用が多いと思う。
- ◇ 「写真検知」は、写真から丸太を認識させた後に、基準径級を入力して全体に値を割り当て、本数及び直径から材積を把握することができる。基準径級は、大きくて丸い丸太をmm単位で入力すると精度が向上する。また、樹皮については、厚さを入力することで一括計算することができる。このほか、材積は層積でも把握することができる。
- ◇ 「写真検知」は、林業事業体内部でフォワーダやトラックの積載量を把握したい場合に用いられることが多い。
- ◇ 「写真検知」は、「本数があるか」、「末口面が楕円の場合、最小径の円のサイズをとっているか」が重要である。このため、「写真検知」の結果を第

三者がチェックする体制が構築できれば普及につながると思う。

- ◇ データ項目について文字型・数字型の定義は無い。本数や材積などの集計が必要な項目は数字で認識させるため半角で入力することとしている。また、品等については、スギA材といったように、樹種に品等を追加する形で入力することが多いようである。
- ◇ 検知アプリで収集した情報は、CSV形式で出力できる。
- ◇ 検知アプリのユーザーから、丸太1本1本の情報が必要という意見はない。このため、同じ樹種・長さの丸太が何本という形で把握できるようになっている。
- ◇ 使用するタブレット端末は、貸出利用や作業時の電話着信等が懸念されるため、個人のスマートフォンではなく専用タブレット端末を使用する傾向にある。また、研修等のデモで使用する場合は画面の大きい機種が良いと思う。

➤ 施業提案アプリについて

- ◇ 施業提案アプリに近いものとしては、森林管理に特化したGISがある。GISの地図画像と見積書等を用いることで森林所有者への説明に活用できると思う。

➤ 標準化について

- ◇ 標準化により、収集する情報の内容等が固まってしまうと、独自性が無くなってしまふ恐れがある。様々なアプリで、独自に入力項目などを設定した上で、標準仕様に則った項目・データ形式等で出力できればよいと思う。
- ◇ 施業提案の標準化については、項目・データ形式を定める程度でよいと思う。

5 株式会社百森

➤ 日報管理アプリについて

- ◇ 日報管理アプリは、紙ベースの日報で情報を収集し、表計算アプリを用いて生産性管理を行っている林業事業体から、管理を効率的に行えるようにしたいという要望があり開発が始まった。
- ◇ 生産性管理を基本に日報管理アプリの開発を進めているが、労務管理にも対応して欲しいという要望が増えてきた。このため、生産性管理への対応を基本としながら、労務管理に関する項目を追加する形で開発を進めている。
- ◇ 生産性管理のためには、作業工程別の作業時間や作業量を把握する必要がある。労務管理のためには、例えば、何時から何時まで作業を行ったという時刻を入力できる項目が必要と考えている。
- ◇ 日報管理アプリを使いたい林業事業体は、生産性管理を考えていることが多いと思う。一般的には生産性管理よりも労務管理としての需要が多いと思う。なお、日報管理アプリを給与（日給月給）支払い確定のための作業時間計測に使用している事例がある。
- ◇ 日報管理アプリはクラウドベースであり、アカウント単位での料金を設定している。このため、買い切りは不可能である。なお、1年間や5年間といった長期契約は可能であるが、ユーザーの不利益になる。
- ◇ 電波の届かない場所でも情報を入力できるように、オフラインでの入力を前提としている。電波が届く場所であれば、クラウドに同期される。

- 入力項目について
 - ◇ 日報管理アプリを積極的に使いたいと考えている林業事業体に関しては、現在の入力項目で問題ないと思う。また、機械の稼働時間や燃料の記録といった項目を追加してほしいという要望がある。
 - ◇ 日報管理アプリを使用したいと思う者が中心となって普及していくと思うので、そうでない者にとっては面倒な作業に感じると思う。このため、林業従事者の8割位は入力項目が多すぎると感じるのではないかと思う。
 - ◇ 作業情報の入力作業について、タブレット端末の操作に慣れていない作業者の場合、入力項目の多さは関係なく、そもそも入力することができないと思う。多少慣れていない作業者であっても、スクロールして入力するのに拒否反応を示すことが多いと思う。
 - ◇ 作業情報の入力について、作業班単位の場合、情報の入力は容易になるが労務管理が難しくなる。また、普段の作業班と違う場所で作業を行った場合に対応できなくなる。このため、作業員単位を基準として情報を収集している。

- 情報の集計について
 - ◇ 日報管理アプリで収集した情報は、作業員や作業工程等の項目でフィルターをかけて確認できるようになっている。また、CSV形式で出力したものを表計算アプリで集計できるようになっている。
 - ◇ 現状では、毎週の進捗状況を確認するところまでの使用が多く、分析までしたいというユーザーは少ない。

- 日報管理アプリの普及について
 - ◇ 生産性管理や労務管理が紙で出来ているのであれば問題ないと思う。紙で管理しているものを効率化するために日報管理アプリを活用するのが理想的だと思う。
 - ◇ 何のために使うアプリなのか理解してもらう必要がある。生産性管理や労務管理といった管理目的があって、それに合致する方法として考えてもらえばよいと思う。
 - ◇ 造林作業を行っている者は平均年齢が高いと考えられるので普及は難しいと思う。高性能林業機械を使う若い班長がいる林業事業体であれば活用できると思う。
 - ◇ 発注者に生産性などを報告するための様式が定義され、日報管理アプリから出力されるCSV形式のデータを用いて、ワンクリックで報告できるようになれば普及が進むと思う。

6 イワフジ工業株式会社

- フォワーダによる積荷重量計測について
 - ◇ 積荷重量の計測については、過積載の問題があるので、安全管理の観点からも基本仕様がよいと思う。また、安全意識の高いユーザーからは積荷重量の計測に関する要望がある。
 - ◇ 積荷重量の計測方法はこれから検討していくことになるが、産業廃棄物の収集で使用されるパッカー車などで実用化されている技術なので、それをフォワーダに応用することは可能である。
 - ◇ 過積載を繰り返すと機械の損耗が激しくなることから、機械を長期間活用す

るためには、積荷重量を見える化する必要があると思う。

- フォワーダによる作業情報の収集について
 - ◇ 現状では機械の稼働時間を記録している。また、レバーを動かしている操作量等を記録することもできるほか、記録した情報を出力できるシステムになっている。このような情報が生産性管理に使えるのであれば良いと思う。
 - ◇ 走行中はエンジンに負荷がかかるので、走行中か停止中かという判断ができる。走行時に空荷なのか荷物を積んでいるのかという情報は収集していないが、荷物を積んだ状態で走行するときは、空荷よりも負荷がかかることから、走行中の積荷の有無についても推定できると思う。このような作業情報を把握する方法についてはこれからの課題になる。
 - ◇ フォワーダに搭載しているグラップルによる積み込み時間などの把握については、追加の装置を盛り込むことで対応できると思う。しかし、対応するためには結構な労力がかかると思う。
 - ◇ フォワーダの導入割合としては、グラップルを搭載していない機械が多い。これは、グラップル専用機の方が、積み込み等の作業が早いためであると思う。
 - ◇ 位置情報はGNSS端末を搭載すれば把握できるようになる。
 - ◇ ユーザーから、フォワーダの作業情報を収集して欲しいといった要望はない。生産性管理といっても物を運ぶだけなので、収集するデータは燃費ぐらいになると思う。なお、燃費はモニタに表示されるようになっている。

- フォワーダの開発について
 - ◇ 最大積載量が5トンを超える機種についてはキャビンが付いていて、エアコンなども装備されている。小型の機種は屋根がついているだけになる。このため、情報を収集するためのコンピュータなどを搭載とした場合、風雨への対策が必要になる。
 - ◇ ハーベスタで収集した造材情報をパソコンで管理しやすい状態に変換するアプリがある。フォワーダの作業情報を収集する場合は、そのアプリに追加する形になると思う。
 - ◇ 現状では、XML形式でデータを出力するシステムが組み立てられていないので、当面は、標準仕様の項目をCSV形式で出力する考えである。
 - ◇ 将来的に、木材の情報をどのように活用するかによるが、フォワーダの作業工程で情報が途切れないようにするため、フォワーダでの作業状況をデータ化する必要性はわかる。
 - ◇ 機械の運転状況に関する情報を機械側に蓄積し、メンテナンス等で活用するといったことは考えている。

7 株式会社セラク

- 農業向け日報管理アプリについて
 - ◇ 収穫量や機械の使用履歴、農薬の使用量といったセンサで収集できないものを管理していくためにアプリを開発した。また、農業生産工程管理の認証を得るためには、労働安全、衛生関係、生産履歴などの項目があり、紙で管理するのは煩雑で難しいため、デジタル化していくということが開発の動機となっている。
 - ◇ 経営者は日報で収集した情報を生産性の向上や各作業者の評価につなげると

いった考えを持っているが、現場の作業者は、「面倒くさい」「監視されている」と感じてしまうことがあり、日報管理アプリの活用に協力が得られない状況であった。このため、「誰が」「どのような作業を」「どの機械で行うのか」という明確な作業計画を基本に、現場の作業者がそれに従って作業実施済みとするような、最小限の操作による入力方法に至った。

- ◇ 作業工程は自由に追加が可能である。作業工程別の作業量の単位はあらかじめ準備したものから選択する形式になっており、これは単位を絞らないと集計が煩雑になるからである。また、作業量だけでなく生育調査結果もユーザーの任意という形式で入力できるようになっている。
- ◇ 作業計画を基本とした作業内容の入力方法は、ある程度の作業者を抱えた事業体に適している。個人などの小さな事業体は、その時に発生した作業内容を入力する方法が適していると思う。
- ◇ 施設園芸の場合、狭い範囲での作業になるので人が作業内容を選択・記入していくことになると思う。一方で、露地栽培の場合は、機械にGNSS端末を搭載し、その情報から作業状況を収集するというも行われている。この場合は人が作業内容を入力するよりも正確な情報を収集することができると思う。入力作業については可能な限り自動化した方が良いと思う。

➤ 情報の活用について

- ◇ 日報の情報は、最終的に作業実績レポートとして出力され、作付け計画単位で、誰がどの機械でどの作業を行ったのか把握することができる。また、収穫量の推移等をグラフで表示させることもできる。このほか、弊社の別アプリで収集した環境情報等を表示させることもできる。
- ◇ 生産者が入力した出荷量と販売者が確認した出荷量について、最終的には販売者の出荷量を正として分析することになる。この数値は違うことが多い。これは作業者が入力するときの歩留まりや通常ルートと違う販売ルートの存在、計測方法が異なることなどが考えられる。なお、一般的には生産者が入力した値より販売者が確認した値が少なくなることが多い。
- ◇ アプリのユーザーから勤怠管理への要望を聞いたことはない。農業分野では、勤怠管理はタイムカードで行うことが多いので、一般的なシステムで対応できる。
- ◇ ユーザーの経営課題に対して、日報管理アプリのほか様々な情報を組み合わせてデータ分析を行い、改善方法を提案するサービスを提供している。
- ◇ GNSS端末で収集した位置情報の活用について、位置情報には場所と時間が記録されるので、この時間帯に何をしていたのか、どこからどこまでを何分で作業を行ったか見えるようになる。位置情報があることで作業効率が明らかになると思う。
- ◇ 農業データ活用のガイドラインの中で、データの所有はユーザーにあることとなっており、ノウハウ（知的財産）が含まれているという前提で取り扱うこととされている。アプリで収集した情報を人間が理解できる形にしていくには、AIやITの力が必要であり、それを組み合わせることでノウハウになると思う。

➤ 標準仕様について

- ◇ 農業分野でもデジタルデータの取り扱いについて、アプリによって互換性が無いのは問題があるということで、データの項目や作業名、センサで計測した時の計測項目の名称などを定義した。施設園芸と露地栽培では項目が違う

ことを考慮して定義されたが、あまり活用されていない。

- ◇ 民間同士で連携しなければいけない時には、個別につながるように取り組むので、そこに標準化は機能しないと思う。各社が収集したデータを、国として横並びで集計するのであれば、それぞれの様式で収集した情報を、標準仕様に対応した形式で出力できるようにすればよいと思う。
- ◇ 経営改善のために記録をつけるのであれば、その事業体が必要なものであれば、標準仕様の項目である必要はないと思う。一方で、標準使用の項目とする利点としては、業界全体の情報を横並びで確認できるようになることである。業界共通の課題に対して業界全体で取り組んでいくということであれば、ビックデータの活用になるので標準化が必要になると思う。

8 烏川流域森林組合

➤ フォワーダの作業情報について

- ◇ フォワーダの運搬回数をオペレータに日報へ記入してもらい把握している。この情報は、SCMシステムに入力している。このため、フォワーダの作業情報としては、積荷の樹種・規格・1日当たりの運搬回数の3つが分かればよい。
- ◇ フォワーダの積載量は、機種によって異なるが、1回当たり3.5~4m³程度になると思う。
- ◇ フォワーダの機種別に積み込み・積み下ろし作業時間や積荷を満載した状態での走行速度等を分析したことがある。その結果と路網密度などから、1日当たりのフォワーダの運搬回数を推定して施業提案に活用している。
- ◇ 積み込み・積み下ろしの作業時間などは、オペレータの技術によって大きく変わると思う。作業者の技術力に関する情報は林業事業体内部で把握できていれば良いと思う。
- ◇ 生産量を増加したいと考えているが2班体制では限界に来ている。作業班を増やした場合は進捗管理に問題が生じると思う。その時に、スマート林業の技術を活用できれば良い。
- ◇ 機械に応じた路網を作れなければ生産性は向上しない。現在、ハーフトラック式のフォワーダを活用しているが、スイッチバックの走行が難しいのでヘアピンカーブにするなど、路網計画から機械の性能を活かせるように考えている。集材担当と路網計画・作設担当との連携や作設技術の向上が課題となっている。

➤ トラック運材との連携について

- ◇ フォワーダのオペレータがフォワーダの運搬回数から山土場の在庫量を推定し、トラックの運材台数に換算して運送会社に連絡している。優先するのは、山土場から丸太を早く運び出してもらうことである。
- ◇ 山土場までのフォワーダでの運搬量と山土場からのトラックでの運材量の違いは分からない。翌月に出荷先から明細が届いた段階でトラックの運材量が把握できるので、トラック伝票の管理はあまり行っていない。

➤ ハーベスタとの連携について

- ◇ 造材するときに出荷先で仕分けて道端に置いている。出荷先から曲がりなどの仕分けに関係する連絡を受けた場合等は、フォワーダのオペレータがハーベスタで仕分けしたものを、仕分けし直しながら積み込むことがある。この

ため、ハーベスタのマーキング機能は使わない。

- ◇ 基本的に、フォワーダ運材ではどの材を積み込むのか決めてから作業を行っているので混載しない。

➤ 検知アプリについて

- ◇ 取引情報として写真検知の結果を使えることができれば良いが、取引先が写真検知の結果を承認してくれなければ上手くいかないと思う。現状では、林業事業体が在庫管理するために活用することになると思う。
- ◇ トラック運材との連携での活用を考えた場合、写真検知などである程度正確な数量が把握できるに越したことはない。
- ◇ どの団地のどの所有者の山の丸太を何m³販売できたのか把握したい。現在は、翌月に丸太の代金が振り込まれた段階で把握することができる。

➤ 日報管理アプリについて

- ◇ 日報は機械使用簿と作業日報に分けている。林業機械のオペレータは2種類の日報をつけているので、これを統一できるようになれば良いと思う。
- ◇ 日報は各作業者が自分で記入している。日報記入の作業については当たり前の作業になっている。
- ◇ 日報は事業番号でどこの現場に作業を行ったのか把握できるようにしている。
- ◇ 作業時間の入力単位は、基本的には半日単位であるが、違う現場に移動した日などは、0.25日とすることがある。0.25日単位で入力できた方が便利である。
- ◇ 日報の活用について、生産性管理と労務管理では生産性管理を重視しているが、労務管理でも同じ表計算アプリの様式を使っている。
- ◇ 日報で伐倒工程に従事した日数を把握できれば1日当たり平均何本伐倒できたのかを推定することができる。また、新しい現場の状況を、過去の実績と照らし合わせることで、どのくらいの期間で作業できるのか推定することもできる。このような情報を施業提案に反映させている。
- ◇ 日報で得られた生産性に関する情報は、その現場の作業終了後、すぐに作業班と共有している。また、現場作業員から、作業実績や所有者へ支払った金額などの情報提供についての要求がある。

➤ 施業提案アプリについて

- ◇ 施業提案は、作業対象となる森林情報の把握から始まる。森林情報については森林簿や林地台帳の情報をGISで確認するほか、基本的に現場に足を運んで確認している。
- ◇ 所有者への説明について、最初は県作成の補助事業のパンフレットのほか、作業実施後の還元金額実績に関する資料を提示している。最初の段階では大まかな経費の説明を行い、施業契約した後に現地踏査した結果から詳細な見積書を提示している。
- ◇ 所有者にタブレット端末で間伐前後の写真を見せるという話を聞いたことがあるが、山に無関心な人が多いので、それを見せてもしょうがないという気持ちがある。

9 北信州森林組合

- フォワーダの作業情報について
 - ◇ 日本で様々な情報を収集できるハーベスタやフォワーダが開発され普及し、様々な情報を収集できるようになるには時間がかかると思うので、代替手段を考える必要があると思う。
 - ◇ 検知アプリで、フォワーダに丸太を積み込んだ時点で情報を収集できれば良いと考えている。山で所有者別に造材して仕分けしたものを検知することができればトラブルが無くなると考えている。フォワーダに混載して運搬したり、山土場で仕分けするときに複数所有者の丸太が混ざったりしても問題が無くなる。
 - ◇ フォワーダによる丸太の運搬と検知は連携していて、一体的という考え方で取り組んでいる。
 - ◇ フォワーダやアプリ等による様々な情報の収集について、木材生産に従事する者が、様々な情報を収集するというものの意味・意義が分かっているなければ有効活用することはできない。
- フォワーダによる積荷重量の把握について
 - ◇ トラック運材との連携を物流情報と考えた場合、フォワーダの積荷量は重量で計測したほうが分かりやすいと思う。
 - ◇ 出材量については、ハーベスタで造材情報が収集できたとしても、フォワーダに丸太を積み込んだ時点で、検知アプリの写真検知による層積で材積を把握するだけでよいと思う。
- 検知アプリについて
 - ◇ フォワーダに丸太を積み込んだ時に検知アプリで積荷の情報を収集している。位置情報が付与されるのでトレーサビリティにも活用できることを考えると林内で計測するほうが良いと思う。
 - ◇ 検知アプリでフォワーダによる山土場への集材量を把握できればよいと思う。フォワーダに積み込んだ時点で、写真検知による層積で積荷の材積を把握するだけでよい。フォワーダによる1回当たりの運搬量を把握して合計すれば、山土場への集材量を把握できる。この情報は、トラック運材との連携を効率化するための情報にもなり得る。
 - ◇ 山土場への集材量をフォワーダの運搬回数から把握することを考えた場合、位置情報を収集することができない。将来的にトレーサビリティが必要になるのであれば、標準仕様に位置情報の項目を入れておけば良いと思う。
 - ◇ 写真検知は精度の問題がある。タップ入力であれば精度の問題は無いと思うが、末口をそろえる必要があるのでフォワーダへの丸太の積み込み作業の効率が少し落ちると思う。なお、検知作業におけるタップ入力と野帳への手記入を比較したところ、野帳に正の字を書いたほうの間違いが多かった。
 - ◇ フォワーダに丸太を積み込んだ時に写真検知しても生産性は下がらないと思う。しかし、作業者は嫌がると思うので、情報収集することの必要性をしっかりと伝えてから検知アプリの活用に取り組んだ。
 - ◇ 木材生産の協力業者は昔からの素材生産業者なので、情報収集の必要性に関する理解は早かった。これは、この部分の苦労が分かっているからだと思

う。山土場に出た丸太の数量が自動で分かるようになることで、トラックの配車が楽になるというメリットがあるということがわかっている。

- ◇ 現場からは、1日どのくらい山土場に運搬したのかは、目で見れば分かると言われてしまうが、そういう問題ではないと思う。

➤ 日報管理アプリについて

- ◇ 作業員や機械がどれだけ動いたのかといった現場の進捗状況については、リアルタイムでなくても日次で把握できればよいと思う。
- ◇ 日報管理アプリに、作業の開始・終了後時の時刻を把握するためのタイムスタンプの機能をつけてみたが、人が押すので忘れてしまうことがあり上手く活用できなかった。
- ◇ 日報管理アプリの作業時間については、1日を1とした場合に0.125まで入力できるようにしている。こうすることで、8時間を1とした場合に1時間単位で入力できるようになる。1時間単位での入力は作業員の負担が大きくなることから、そこまで細かくする必要無いと思うが対応できるようにしている。
- ◇ 機械の情報について、燃料消費量を把握するために、燃料の購入量を把握している。稼働時間が明らかになれば、時間当たりの燃料使用量を把握できると思う。なお、機械の稼働時間については使いきれていない。
- ◇ 機械メーカーは機械情報を収集しているが、公開していないことが多いと思う。情報を公開してくれれば燃料消費量くらいは分かるかもしれない。
- ◇ 現場単位で、作業の進捗状況のほかに売り上げや燃料の購入量などの情報を統合して処理することができれば、生産性管理や労務管理に使えると思う。ここまで考えていかないと、日報管理アプリ活用の効果が、紙に手入力しないというだけで終わってしまうことになる。

➤ 施業提案アプリについて

- ◇ 見積書の代わりが作業計画になると思う。現場からどのような材がどれだけ出て、どのくらい人工がかかり、どの程度の利益になるのかという作業計画を作っている。
- ◇ 作業計画のバックデータになるのが航空レーザで計測された森林情報なので、森林資源データ解析・管理の標準仕様を活用すればよいと思う。林業事業体の長期経営計画を立てるためにリモートセンシングで得られた森林情報を活用していくことになると思う。
- ◇ 施業提案においては事業地の確保だけでなく、サプライチェーンの観点から、現状としてどのくらいの事業地を確保できているのかが見える化することが重要だと思う。施業提案できているのが前提で、事業地の森林にどれだけのものがあるのかということを経営として担保するというのが重要だと思う。
- ◇ 施業提案が標準化され、リモートセンシングで得られた森林情報を有効利用するという方向性を示せば、森林計画や施業提案のスピードが向上すると思う。

➤ アプリの普及について

- ◇ 現状で出来ていることになぜ経費を掛けるのかということになると思う。アプリを導入して、事務作業が効率化することで人員に余裕ができれば、その

人は別のことで利益を出すようなことに取り組めば良いと思うが難しい。

- ◇ アプリ導入の効果について、ペーパーレス等の単純なコスト削減よりも分析できるということを理解できるようにならないと、未来に進んでいかないと
思う。
- ◇ タブレット端末は作業者が持つのではなく、機械に搭載するということを基本
にすればよいと思う。こうすることで、電源供給の問題も解消すると思う。

10 有限会社杉産業

➤ フォワーダの作業情報について

- ◇ フォワーダの作業情報は、フォワーダが山土場まで運んだ丸太をトラックが
すぐに運材することができる状況を作るのに貢献できる、在庫管理の情報に
なると考えられる。
- ◇ フォワーダの位置情報から作業状況を把握して分析することで、集材距離に
よってフォワーダを複数台使用するか検討する際に活用するなど、全体の作
業状況が把握できるようになるので良いと思う。
- ◇ 積荷重量の把握について、バイオマス用材の取り扱いが多い林業事業体では
効果的だと思う。また、過積載で路盤を痛めた場合の補修などを考えた場
合、軟弱地なのでこのくらいの重量で行こうという合言葉としては使えると
思う。

➤ フォワーダの活用について

- ◇ 木寄せ作業と山土場までの丸太の運搬作業が木材生産のボトルネックだと思
う。急傾斜地であれば木寄せに時間がかかるし、集材距離が長ければフォワ
ーダによる丸太の運搬作業がボトルネックになる。
- ◇ グラップルを搭載していないフォワーダを使用しているので、山土場と中間
土場にグラップルが必要になることから、グラップルの台数が増え始めてい
る。現場が増えるとグラップルの台数が増えることになるので、修理やメン
テナンスなどの管理コスト増加につながる。このため、今後はグラップル付
きフォワーダが効果的になると思う。

➤ 仕分けについて

- ◇ 林内で出荷先に応じた仕分けを行い、フォワーダのオペレータが出荷先別に
丸太を積み込んで山土場まで運搬している。山土場でも出荷先で別に積積み
しているので、トラックの運転手も容易に出荷先を把握できる。
- ◇ 山での仕分け方法は、その日の朝にハーベスタとフォワーダのオペレータが
打合せを行い共有している。また、仕分けしたものには簡単に出荷先を記入
している。なお、現在は樹種で出荷先を分けているため、ハーベスタのカラ
ーマーキング機能は使っていない。
- ◇ 所有者別の出材量を把握することは大切だと思う。市場に出荷する場合は、
山土場で所有者別に仕分けして、所有者別にトラック運材することで所有者
別の出材量を把握することができる。直送のため中間土場まで丸太を運搬す
る場合は、丸太をフォワーダに混載して運搬することになるので、検知する
際に木口に書く径級の値の色を所有者別に変えている。

- **トラック運材との連携について**
 - ◇ 山土場への集材量はフォワーダの運搬回数で把握しているが、作業を続けていくと、山土場に半端なものが残ってしまうので、最終的には、山土場にある量を目分量で把握している。このため、実際に山土場に置いてある丸太の量は現場にいる者にしかわからない。
 - ◇ 林業事業体内部の在庫管理として用いるのであれば目分量でもよい。人によって感覚が異なるので、実際のトラック台数も異なることがあるが、問題無い範囲だと思う。
 - ◇ 山土場の丸太の在庫状況については、材積だと混乱してしまうので、自社で使用しているトラックの積載量に応じた台数単位で数値化し、グループウェアを使って共有している。また、複数現場がある場合は、A現場3台、B現場1台、C現場を2台といったような配送計画を決めてトラックの運転手に連絡している。

- **検知アプリについて**
 - ◇ 市場に出荷する場合は、市場で検知した結果として発行された荷受書から出材量を把握すれば間違いない。直送する場合は中間土場で仕分けた後に検知するほか、トラックに積み込むときに径級と本数を把握して表計算ソフトで集計している。このため、丸太1本ごとの情報を収集するのは中間土場になる。
 - ◇ 検知にはかなり手間がかかるので、どうにかならないかと思う所である。人間の判断なので、エラーが発生することがある。
 - ◇ トラックに積み込む場合、所有者単一の山であれば径級と本数を数えるだけなので簡単であるが、複数所有者がいる場合は混載になるので検知に手間がかかる。このため、音声検知やタップ入力は効果があると思う。
 - ◇ 写真検知を試したことがあるが、精度の問題があるので林業事業体の内部情報としてであれば活用できると思う。また、現場で写真を撮るのは簡単であっても管理が大変になると思う。

- **日報管理アプリについて**
 - ◇ 労務管理は既存のアプリを林業用に改良したものを使っている。日付・作業者・作業工程別作業時間・作業地を打ち込んでいる。
 - ◇ 作業時間入力の最小単位は0.5日単位としている。1時間単位で書いてもらうのは日報を記入する作業者の負担が大きかった。中途半端な時間になったときは作業者の判断に任せている。
 - ◇ 出材量と人工数から大まかな生産性を把握することが多い。リアルタイムに作業量を把握することはできていないので、作業途中での進捗管理はできていない。作業の改善点等の検討は現場が終わったとき行っている。
 - ◇ 生産性は人当たりと機械当たりで別に把握しており、1人当たりの生産性に注目している。
 - ◇ 使用している機械には機械台帳を設置しており、燃料の使用量を管理するついでに、1日や1か月あたりの運転時間と燃料使用量を把握している。
 - ◇ 日報の入力は個人別に行っている。基本的に作業者は朝と夕方は事務所に寄ることになっているが、直行・直帰の場合は、紙で提出してもらい、事務職員がアプリに打ち込んでいる。

- ◇ 作業者の給与体系は月給制であり、出来高を評価して賞与という形で定期的に社員に還元している。個別に能力を把握することができるようになれば、能力評価の基準になると思う。

➤ 施業提案アプリについて

- ◇ 所有者に対して作業の見積りや内容等の説明を行っている。これまでの作業実績を提示しており、そこから、作業にかかる経費を推定しているので信頼を得られているのではないかと思う。
- ◇ 立木を購入するときは、出材量と販売単価から購入金額を提示して購入している。購入した後に結果のやり取りを行うことはない。
- ◇ 施業提案アプリは航空レーザ計測情報との連携という印象がある。地形や土質等の情報と作業の見積りに関する情報を蓄積したうえで、林業事業体内部で使用できる作業計画を作成できるようになればと思う。

11 株式会社諸岡

➤ フォワーダの導入状況について

- ◇ フォワーダの最大積載量は2.8トンから7トン程度までとなっている。一部のユーザーから大型フォワーダ（最大積載量10トンクラス）の要望もある。
- ◇ 弊社のフォワーダの販売状況は、グラップル付きが約3割、グラップルなしが約7割で、グラップル付きの需要は少しずつ減少している印象である。その理由としては、グラップルを搭載することにより積載量が減少することが考えられる。

➤ 積荷重量の計測について

- ◇ フォワーダの荷台にセンサを4個搭載して積荷重量を計測し、山土場への集材量の推定に挑戦した。ユーザーからは、丸太1本あたりの重量計測に対する反応は微妙であったが、積荷重量の計測については前向きな反応をもらった印象である。
- ◇ 積荷重量の計測は、グラップルにセンサを搭載すれば高い精度で計測できると思うので技術的には難しくない。荷台にセンサを搭載して計測する場合は、グラップルにセンサを搭載するよりもコストが大幅に掛かる。
- ◇ 重量を計測するためのセンサは精度が高いと値段も高くなる。どうしても価格的に難しい場合、代替方法を検討する必要があると思う。
- ◇ 積荷重量を計測するための演算用コンピュータの搭載について、最大積載量5トン以上の大型機種以外はキャビンを設置していないが、防水仕様の計測機等を使用することで対応可能だと思う。このほかに、発熱対策が課題になる。

➤ 研究・開発について

- ◇ バイオマス対応フォワーダや横積み式フォワーダ、クローラ式クラムバンクスキッドを開発している。このほか、自動運転クローラダンプや電動式フォワーダの開発を進めている。また、2020年度から機械の遠隔稼働管理システムの運用を開始した。
- ◇ StanForD2010において、丸太の情報を生成するのはハーベスタの役割であると思う。日本ではハーベスタを使用しない場合も想定されるので、グラップル付きフォワーダで丸太の情報が生成可能であるといった提案を含めたフォ

ワーダの開発を行った。

- ◇ フォワーダの開発については、最終的にStanForD2010のデータ形式に対応する方向としながら、木材の重量データ収集や電子制御の高度化、自動化等を目指している。
- ◇ フォワーダにはGNSS端末を搭載していないが、土木の現場ではGNSS端末による自己位置推定を行っている。奥山では位置情報の精度が落ちるので、レーザ計測などとGNSS端末で収集した位置情報を組み合わせて精度を上げるような取り組みを行っている。
- ◇ 日本では、走りながら積み込み・積み下ろしを行わないので、機械の負荷状況等から、将来的には自動でどのような作業を行っているのか推定することは可能になると思う。
- ◇ StanForD2010のデータ形式への対応を考えて開発を行うのであれば、どこにどれだけの丸太あるのか等の把握が必要なため、フォワーダメーカー単独では開発が難しい。
- ◇ 将来的にはハーベスタとの連携を想定している。フォワーダは山から丸太を積んで山土場まで走行するので、情報の中継役を担えないかと考えている。

12 株式会社柴田産業

➤ フォワーダの活用について

- ◇ 欧州製のハーベスタ専用機とホイール式フォワーダを使用したCTLでの集材のほか、国産の林業機械も使用している。国産のハーベスタ・フォワーダでも十分だと思ふことも多々ある。
- ◇ フォワーダの積み込み作業時間や走行時間等の情報は収集・把握していないが、1,000m程度の集材距離で80m³~100m³/日程度は運搬している。
- ◇ 集材距離が長い現場が増えているが、無理に大型トラックを入れてスタックすると復旧で1日潰れてしまうことがある。トラックを走行させるために碎石や鉄板を敷くコストを考えた場合、大型トラックが入れるところまではフォワーダで運搬したほうがよいと考えている。これは、足回りへの負担や積載量、走行速度などを考えると、欧州製のホイール式フォワーダだからできるものと考ええる。
- ◇ 欧州製のフォワーダはグラップルを操作するための乗り降り無く効率的である。また、1日10回以上乗り降りするのは思っている以上に疲労度が高い。
- ◇ 現状の林業を見ると大型機械で皆伐を行うというのは、ただ切っているだけのように見えてイメージが悪い。現場の条件に応じて小さい機械を使うなどの住み分けをしていかないといけない。
- ◇ 現在は、欧州製の大型林業機械を使うが増えていると思うが、大型機械を使うことが悪いのではなく、大型機械を使う林業事業者が、最後まで山の面倒を見ないことに問題があると思う。

➤ フォワーダの作業情報について

- ◇ 日報でフォワーダによる山土場までの運搬回数を把握し、そこから山土場への集材量を推定している。その情報は、グループウェアで現場作業者とトラック運転手が共有している。なお、1回当たりの運搬量は、欧州製のフォワーダで10m³、国産のフォワーダで6m³としている。
- ◇ 山土場に残っている丸太の数量は、山土場へのフォワーダの運搬回数と山土

場からのトラックの運材回数を引けば把握できる。また、ベテランの作業者であれば目測でも把握できる。

- ◇ フォワーダでの集材作業はオペレータの経験によって効率の差があるので、積み込んだ時に写真検知して、写真で在庫管理するというのは有効だと思う。
- ◇ フォワーダによる積荷重量の計測について、過積載が災害につながるので安全対策として有効だと思う。特に初心者への教育に活用できると思う。
- ◇ GNSS端末で収集した位置情報は集材作業の効率化に必要と思う。CTLの場合、ハーベスタで作業した軌跡をフォワーダが走行しながら積み込めば良い。また、造材位置の情報も有効である。
- ◇ 造材位置について、現状では、1日の作業が終わるときの終礼で共有している。このほか、UAVで撮影した空中写真に、造材位置のほか森林の状況や軟弱地といった注意が必要な箇所等の様々な情報を記入して共有している。

➤ 検知アプリについて

- ◇ 自社で使用する丸太であれば写真検知で十分だと思うが、合板工場などに出す場合は末口を手検知しないといけないのが現状である。
- ◇ 機械化して集材作業を効率化しても、山で検知するとスピード感が落ちるので効率化を図りたい。写真検知は精度の問題があり、ハーベスタでの計測は材積の計算方法が違う、フォワーダで積荷重量を計測して材積を推定しても目安にしかない。
- ◇ 現在の検知作業は、山土場まで運材して仕分けした後に山土場で検知している。検知アプリで野帳への記入が無くなるだけでも効率化できると思う。

➤ 日報管理アプリについて

- ◇ 労務管理はタイムカードを使っていたが、現場の作業者を直行・直帰にしたことから、日報で労務管理を行うこととした。なお、日報はグループウェアを使用して収集している。
- ◇ 日報には、作業工程を選択して1時間単位で作業時間を入力している。選択できる作業工程が無いような作業を行った場合は、文字で入力することになる。
- ◇ 日報の入力はタブレット端末を使っている。作業が終わったら自分のタブレット端末で入力して終わり。なお、電波があるところで無ければいけない。
- ◇ 現場作業者は事務所からは見えない場所で作業を行っているので、オペレータからの報告は半信半疑である。このため、位置情報や作業工程別の作業時間までアプリで収集できればよいと思う。正確な情報を収集することはオペレータのモチベーション向上や頑張っている者の評価につながるし、事務側、現場側両方にメリットがあるものだと思う。
- ◇ 生産性によって作業者の給与や賞与を変えている。頑張っても出材量が増えたり、教育段階であっても今後の作業につながる取り組みをしていたりする者は高く査定している。
- ◇ 使用している林業機械の性能によって生産量が異なるが、それぞれのオペレータをどのように評価するかというのは経営者の判断で異なると思う。
- ◇ 個人の目標設定を大切にしている。オペレータの技術力を把握することで、技術力に応じた目標設定が可能になる。個人で目標を決めさせて、それに対してどのような作業を行っていくのかということをお話している。

- 施業提案アプリについて
 - ◇ 所有者へ提案するときは、空中写真や現場の状況写真・動画を活用しながら森林の現状や集材作業の内容を説明している。作業経費、市場価格といった現在の山の価値などを提示し、これ以上の経費が掛かっても別途請求はしないという説明も行っている。このほか、現在と伐採した後、再造林した後の3つに区分して説明している。再造林まで提案すると所有者から感謝されることがある。
 - ◇ 施業提案の内容について、請負と立木買いでは提案の内容が異なると思う。立木買いの場合に提示するのは、現在の森林状況や市場価格、作業経費などを考慮し購入価格と、補助金を含めた再造林の経費という程度である。また、世間一般と自分たちの技術で作業を行った場合の比較を提示している。
 - ◇ 作業経費は利益率を考えた上で積算し、作業計画を立ててから金額を提示している。無理にコストを詰めて設計すると労災につながる。また、作業者の技量を踏まえて作業日数や労働単価も変えている。
 - ◇ 作業計画では、現地を確認して路網計画や作業日数等を検討するほか、どのように販売していくか考えている。このほか、現場作業者からのアイデアを取り入れている。
 - ◇ 森林情報の把握について、毎木調査をする経費は無いので、現地を歩いて標準的な場所でプロット調査するほか、UAVで撮影した空中写真を拡大して立木本数を数えることもある。
 - ◇ 施業提案アプリで、自分以外の作業者でも同じ内容・資料で説明できるようになれば信頼性が出てくると思う。また、資料作成の効率化にもつながると思う。
 - ◇ 施業提案で事業地を確保できなければ、事業量や生産性の向上につながらないので、根本的な部分を簡単に誰でもできるようにするという事は良いと思う。また、山で働けなくなった作業者に対して提案作業という新たな仕事ができる。
 - ◇ 施業提案が分かりやすくなれば、山でお金を生み出す流れが分かりやすくなるので教育にもつながると思う。
- アプリ活用の課題について
 - ◇ 山奥は電波が入らないのが一番の問題である。
 - ◇ タブレット端末の活用について、年配の作業者でも操作に慣れている者であれば、グループウェアを使用してくれる。逆に若い作業者でも抵抗がある場合があった。作業者に対しては、なぜこの作業を行うのかということの説明し理解してもらったうえで取り組むことで、アプリの効果を実感することができるようになると思う。そこに至るまでにはかなり時間がかかった。現在は、納得してもらっているので運用できていると思う。

13 松本システムエンジニアリング株式会社

- フォワーダの作業情報について
 - ◇ トラック運材を運送業者に依頼する場合、どこの山土場にどのくらいの丸太があるのかという情報を得るには、フォワーダの作業情報は有効だと思う。
 - ◇ 全国統一して、ハーベスタやフォワーダで収集した情報を取引情報として活用できるようにしてほしい。このためには、製材所や合板工場等とデータの

正確性をどこで担保するかといった議論が必要になると思う。

- ◇ 素材生産は個人・会社・森林組合と様々な形態で行っているが、例えば、出材量などの決められた情報を収集・提出しなければ丸太を受け取らないとなると、全ての林業事業者が対応するのは難しくなると思う。
- ◇ 一般的な出材量の把握方法としては、納品先の指示に従った採材を行い、末口二乗法で材積を計算することになる。バイオマス用材の場合は、生木重量または絶乾重量になる。バイオマス用材の比率が高い現場では材積よりも重量が必要になる。
- ◇ フォワーダの作業時間はオペレータの技量で大きく異なると思う。作業者が木寄せ、集材、土場の巻き立てといった作業をローテーションして担当することで、どうすれば次の工程で作業がしやすくなるかといった思いやりがわかる。また、不得意な作業であっても、上手なオペレータの作業状況を見せるようにして技術力向上を図っている。作業状況の情報を収集するだけでは参考にならないと思う。
- ◇ フォワーダでの集材作業は、奥から手前の順番でだんだん近づくように作業を行っている。こういった作業が効率的であるという情報を把握しているから、このような作業を行うことができる。このため、効率的な手順で作業を行うためには、作業情報の活用が必要である。
- ◇ ハーベスタやフォワーダなどで収集した作業情報は人事評価に使用できると思うが、個人別に作業実績の数値が出てくるので、作業者はその情報を出したくないと思う。
- ◇ 林業事業者でハーベスタから収集される情報を使用している会社は少ない。全国共通で使えるようなデータ形式になればよいと思う。
- ◇ 将来こうなるとわかっていれば、それを考慮して設計に入るが、将来使うかどうかわからないものまで設計に入れるのは、コスト面での問題がある。

➤ フォワーダの活用について

- ◇ 合板用・製材用・バイオマス用といった丸太をフォワーダで混載して運搬し、山土場でフォワーダのグラップルを使って選別・仕分けする方が、作業時間はかかるが効率的だと思う。
- ◇ フォワーダへの積み込みに別のグラップルを使う場合、山土場や林内のグラップルがフォワーダの到着を待つことになる。アイドル状態で待つだけであれば機械の稼働時間に入ってしまう。グラップル付きのフォワーダを導入すれば、フォワーダの稼働状況だけで、現場に何台投入するか考えることができるようになる。なお、グラップルを搭載していないフォワーダは、本来フォワーダではないと思う。

➤ 積荷重量の計測について

- ◇ フォワーダのグラップルにセンサを付ければ、グラップルで掴んだ丸太の重量を計測することができる。これを合算することで全体の積荷重量を計測できる。
- ◇ グラップルで計測する場合は、1回開発すれば量産化が可能だと思う。荷台で計測する場合は複数のセンサが必要になるほか、各センサで計測した結果を集計することになるので多くのコストがかかる。

- 位置情報について
 - ◇ GNSS端末で機械の位置情報を取得することはできると思う。その情報を取得してどのようなメリットがあるのかと思う。
 - ◇ 位置情報よりも1日の燃費を管理するほうが必要だと思う。これは、燃料を毎日満タンにすることで日報から把握できる。
 - ◇ フォワーダの集材距離は、事業を始める前の路網や土場の配置計画で把握できると思う。

- ビックデータの活用について
 - ◇ 林業以外の分野で、機械の稼働率や生産性の情報を収集してメンテナンスからサービスまで行うシステムを開発したことがあるが、自社の生産情報が外部に筒抜けになるということで断られた経験がある。
 - ◇ ビックデータとして情報を活用する場合、その使い方に注意しないと、林業事業者からの情報提供は難しいと思う。

- 電子タグの活用について
 - ◇ 丸太に電子タグが付いていれば、タブレット端末に簡単なソフトを入れるだけで、電子タグに登録されている情報を確認することができるようになる。例えば、フォワーダやトラックに積み込んだ丸太の情報を自動で簡単に把握できるようになる。
 - ◇ 電子タグに登録する情報は、場所と年数、材質、長さや材積が入っていればよいと思う。情報の書き込みや書き換えは簡単にできると思う。
 - ◇ 電子タグを量産して安く提供できるようになれば、苗木を植え付ける段階から使うこともできる。
 - ◇ 電子タグを打ち込んでから、雨や太陽光に耐えられるかどうか、集材作業で材を取り扱うときに耐えられるかどうかという所が難しいと思う。
 - ◇ 技術的には難しいところはあるが、ハーベスタで造材したときに、自動で電子タグを取り付けることができればと思う。

14 株式会社新宮商行

- 欧州製ハーベスタ・フォワーダについて
 - ◇ 欧州製のフォワーダは、一番小型の機種で最大積載量10トン程度となる。世界的に見ると最大積載量16トン程度の機種が主流である。
 - ◇ 日本で専用機ベースのハーベスタとフォワーダをセットで導入した事例がある。どちらの機械も機械重量は20トンクラスの機械になる。現状では、路網を整備して作業を行うことが多く、林内走行による作業を行う事例は少ない。
 - ◇ 最新モデルのハーベスタはクレーン配置が独特で、オペレータの目の前にはハーベスタヘッドしかないような状態になるため、非常に広い視界を確保できる。
 - ◇ これからは、大型機械が必要になると考えるユーザーが増えているが、機械の運搬が課題である。欧州製の林業専用機械は、輸送時の制限一杯なので規制緩和をお願いしたい。なお、欧州において、短距離の移動であれば自走することもあるが、長距離の移動はトレーラで運ぶことが圧倒的に多い。

- ハーベスタの情報活用について
 - ◇ ハーベスタで取得される情報を、取引情報として利用しているユーザーはいないが、林業事業体内部での生産性把握の目安として利用している事例がある。
 - ◇ 欧州製ハーベスタでの計測データは信頼のできる精度を持っているが、キャリブレーションを行う必要がある。

- フォワーダの情報活用について
 - ◇ フォワーダのグラップルにセンサが搭載されており、グラップルで掴んだ丸太の重量を計測して集計することで、積荷重量を把握できる重量計測システムがある。このシステムで計測した積荷重量の情報はハーベスタと共有することもできる。
 - ◇ 重量計測システムの計測結果は、StanForD2010のデータ形式に準拠している。
 - ◇ グラップルの旋回部分に搭載されたセンサにより、積み込み作業におけるグラップルの動作を解析することができる。このため、荷台のどの場所にどのような丸太をどのくらい積んだのか把握することができる。なお、積荷の情報はキャビン内のモニタに表示することができる。
 - ◇ フォワーダのオペレータが、積み込み作業時に積み込む丸太の樹種を選択することで、積み込んだ丸太の樹種情報を収集することができる。例えば、スギ・ヒノキを混載した場合に、樹種別の積荷重量を把握することができる。
 - ◇ グラップルは通常2本のレバーで操作するが、片方のレバーの動きだけでコンピュータがグラップル全体の動作を予想して、他の動きを同調させることで操作を簡素化できる半自動クレーン操作システムがある。
 - ◇ 重量計測システムや半自動クレーン操作システムはオプションの機能である。欧州よりも南米等のパルプを扱っている国での導入が多いと思う。

- モニタリングシステムについて
 - ◇ 欧州製のハーベスタやフォワーダにはGNSS端末が搭載されている。
 - ◇ 機械で収集できる現在位置や走行軌跡、1日の生産量といった様々な情報を確認することができるモニタリングシステムがある。ハーベスタとフォワーダだけでなく、事務所と情報を共有することもできる。
 - ◇ メーカー側としては、機械の稼働状況や稼働時間、位置情報などを把握し、その情報を基にユーザーへ定期点検の案内を送るといった、機械の保守・メンテナンスを目的とした活用ができる。
 - ◇ 機械を適切にメンテナンスすることにより、故障を未然に防ぎダウンタイムを減らすことは、生産性向上につながると考えている。

- 標準仕様について
 - ◇ 本事業を通じて、欧州製の林業機械が持っている様々な機能を広めていくと共に、今後の林業において、様々な情報の活用が一般的になるという流れになれば、林業事業体の経営効率の向上につながると期待している。

15 株式会社森淵林業

- 日報管理アプリについて
 - ◇ 日報管理アプリを使用して、現場の作業員別に、各現場における作業工程別

の作業時間、機械の使用時間、作業実績を収集している。

- ◇ 燃料使用量については、過去の実績から時間当たりの消費量を推定している
ので、日報に記入していない。
- ◇ 作業時間と機械稼働時間は時間単位としている。
- ◇ 作業工程の区分は、伐倒・集材・造材という主作業だけでなく、作業道作
設・改良、測量などの副作業も項目に入れている。
- ◇ 作業工程別の作業実績について、伐倒及び木寄せ工程は本数、造材・集材工
程はm³数としている。

➤ 日報の集計について

- ◇ 日報管理アプリで収集した情報は表計算アプリで集計して、現場ごとの進捗
管理を行っている。現場の作業者名、日付、現場名、作業工程、作業時間、
使用機械、機械稼働時間、作業実績の項目で集計している。
- ◇ 各現場の森林情報や施業内容といった一般的な情報のほか、作業工程別の作
業計画量と日報集計結果から算出された作業実績の比較結果をとりまとめた
資料を作成し、現場の作業者と共有して進捗状況を確認している。
- ◇ 作業工程別に作業実績が計画よりも超過している場合は、作業方法の見直し
などの対策を検討することとしている。
- ◇ 作業計画については、現場の状況や作業者の技量を踏まえて調整している。
- ◇ 1つの作業工程で最大3台の機械を使用することが考えられるが、そこまで詳
細な機械の使用状況については把握・集計できていない。

➤ 今後の日報情報の活用について

- ◇ 日報情報から、作業者の技術力などを評価し、賞与などに反映する取り組み
を始めた。
- ◇ 日報管理アプリにタイムカードの機能及びGNSSによる位置情報を追加しても
らい、直行・直帰、フレックスタイムでの勤務体系となる作業者の労務管理
や安否確認で使用したい。

➤ 日報管理アプリの標準化について

- ◇ 現場の作業者別に現場別・作業工程別の作業時間や使用機械および稼働時
間、作業実績を収集し、CSV形式で出力できれば良い。
- ◇ 林業事業体によって日報で収集したい情報や作業システムが異なると思うの
で、作業工程などの収集する情報の項目及びその単位は自由に追加できれば
よいと思う。
- ◇ 日報の活用方法は事業体で異なると思うので、日報管理アプリは日報による
作業情報の収集に使用し、集計は個別に行う方が良いと思う。

3.1.2. 調査結果

＜フォワーダや検知アプリの活用＞

林業事業体は、1日当たりの山土場に集材された丸太の在庫量を把握し、木材生産現場における生産管理のほかトラック運材との連携に活用している。フォワーダの作業情報活用状況について図 3-1 に示す。

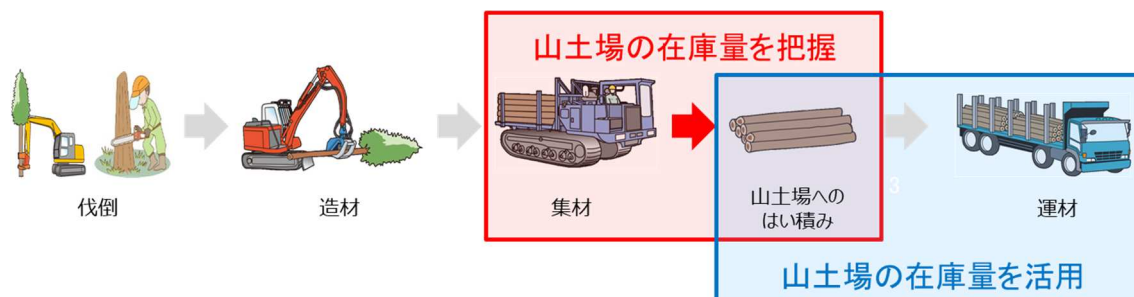


図 3-1 フォワーダの作業情報活用状況

現状での1日当たりの山土場に集材された丸太の在庫量の把握方法は、山土場のはい積み状況を目分量で把握、フォワーダの運搬回数をオペレータが日報で報告して把握、フォワーダ1台ごとの積載量を検知アプリで把握している事例があった。また、トラック運材との連携方法については、山土場の在庫量を m^3 数では混乱するのでトラック台数に換算したり、生産班とトラック運転手がメッセージアプリを活用して情報を共有している事例があった。このほかに、フォワーダによる集材及びトラックの運材工程を物流のための情報と考えれば積荷重量を計測したほうが良いという意見があった。

ICT等を活用した1日当たりの山土場に集材された丸太の在庫量の把握方法としては、フォワーダによる積荷重量の計測が考えられる。しかし、積荷重量を計測できる機能を有した欧州製のフォワーダは大型機が多く日本への導入が少ないほか、国産のフォワーダにはそのような機能を有した機種は無いのが現状である。国産のフォワーダについては、グラップルや荷台にセンサを搭載することで積荷重量の計測が可能になるとのことであるが、様々な情報を収集できるフォワーダの開発普及には時間がかかるので代替方法が必要という意見があった。

フォワーダによる積荷重量計測の代替方法として検知アプリの写真検知機能の活用が考えられる。フォワーダに丸太を積み込んだ時に検知アプリを用いて、フォワーダ1台分の材積を層積で把握している事例があり、その結果を合計することで山土場の在庫量を把握できるとのことであった。また、この方法については、林業事業体が在庫管理や進捗管理を行うための内部情報として有効である反面、写真の管理が大変になるのではないかとの意見があった。

このほかの検知アプリの活用について、林業事業体からは、取引情報となる検知作業の効率化を期待する意見が多かった。現状では、検知アプリの写真検知機能は、精度の問題等から従来の検知作業に置き換えることは難しいが、タップ入力や音声入力機能は、検知作業の効率化につながるということであった。

検知アプリ以外の代替方法として電子タグの活用という意見があった。丸太に電子タグが付いていれば、タブレット端末等に簡単なソフトを入れるだけで、電子タグの情報が確認できるため、フォワーダで運搬した丸太の情報を自動で把握できるようになるとのことであった。現状では、電子タグの耐久性や取り付け方法に課題があるとのことであった。

<フォワーダの位置情報活用>

フォワーダの位置情報から推定した走行速度等から生産性を分析し、その結果を見積書等の作成に活用している事例があった。生産性の分析結果については、オペレータの技術力に応じた作業目標の設定や集材距離に応じて複数台のフォワーダを利用するか検討する際にも活用できるという意見があった。農業分野においては、アプリを開発しているシステム事業者が、ユーザーの経営課題に対して、日報管理アプリのほか様々な情報を組み合わせデータ分析を行い改善方法を提案するサービスを提供している事例がある。

このほかに、北欧では CTL による木材生産を効率的に運用するため、ハーベスタやフォワーダから得られる位置情報を含む様々な情報を一元管理し、リアルタイムに造材情報や位置情報、作業の進捗状況等を確認できるモニタリングシステムが活用されている。モニタリングシステムについては、機械メーカーが自社の機械から得られる情報を確認するために提供しているほか、機械メーカー以外の会社で開発している事例がある。日本で林内走行型の CTL による木材生産は一般的ではないが、林業事業体からは、複数班で同時並行的に木材生産を行う場合の進捗状況把握等に効果的との意見があった。建設業分野においては、現場の管理に活用していた様々な管理システムを連携し、1つの地図画面上に人や重機の位置情報などを表示させて、現場の全容をリアルタイムで確認することができる現場一元管理システムを開発し、自社の現場で活用している事例がある。

機械メーカーからは、稼働状況や稼働時間のほか機械の位置情報等を把握し、その情報を基にユーザーへ定期点検などの情報を送ることで、機械の保守・メンテナンスを目的とした活用を進めている事例があった。機械を適切にメンテナンスすることによって機械故障を未然に防ぎ、ダウンタイムを減らすことは、生産性向上につながるとのことである。

以上のようなことから、フォワーダの位置情報は、進捗管理や生産性分析、機械の維持管理など木材生産における様々なことに活用が期待できる情報であると考えられる。

<日報管理アプリの活用>

日報の活用について、労務管理のために活用するのが一般的であるが、先進的な林業事業体は生産性管理での活用を考えていることが多く、日報管理アプリを活用することで日報のペーパーレス化等による集計作業の効率化を実現している事例があった。日報管理アプリで収集した情報については、表計算アプリを用いて分析して作業工程別に作業実績とコストの両方で進捗管理を行い、当初の予定を超過する見込みの現場について対策を検討しているとのことである。現状の日報管理アプリは、現場の作業者の作業情報を収集することが目的となっていることが多いと考えられることから、紙ベースの日報を用いて生産性分析などを行うことができる林業事業体であれば導入効果が高いと考えられる。

< 施業提案アプリの活用 >

今回の調査結果では施業提案アプリを活用している事例は無かった。現状の施業提案については、林業事業者により異なるところはあるが、対象となる森林情報の収集から始まり、その情報から作業計画を策定し、森林所有者に対して施業方法や経費等を提示している。このことから、施業提案の基幹になるものは森林情報であると考えられる。

林業事業者からは、作業計画を検討する際に、航空レーザ計測で得られた森林情報を活用しているという事例があり、施業提案の標準仕様で、航空レーザ等で得られた森林情報を有効利用するという方向性を示せば、施業提案のスピードが向上するという意見があった。また、アプリ等を開発しているシステム事業者からは、施業提案アプリに近いものとして森林管理に特化したGISがあり、GISの地図画像と見積書等を組み合わせることで、森林所有者への説明等に活用できるとの意見があった。

3.2. 既存研究成果・文献収集

3.2.1. 調査概要

海外における ICT の活用事例として、StanForD2010 のデータ形式で情報収集が可能なフォワーダが稼働している北欧における、フォワーダの情報活用に関する国内外の既存研究成果等を収集した。収集した研究成果等について表 3-3 に、収集した研究成果等の概要について表 3-4 に示す。

表 3-3 収集した研究成果等

区分	名称
国内	生産性増を目指す林業機械実践ガイド 世界水準のオペレータになる 22 の法則 上・下 (ペル-エリック・ペルソン, 2019, 一般社団法人全国林業改良普及協会)
海外	自動追従データに基づくロードレベルフォワーディングの作業要素分析 (Manner J, Palmroth L, Nordfjell T, Lindroos O, スウェーデン, 2016, Silva Fennica vol.50 no.3 article id 1546)
海外	GPS 追跡によって証明されたノルウェーのフォワーダの稼働状況 (Bruce Talbot*, Marek Pierzchala, Jan Bjerketvedt, Dag Fjeld, ノルウェー, 2016, Proceedings of the 49th FORMEC Symposium 2016)

表 3-4 収集した研究成果等の概要

生産性増を目指す林業機械実践ガイド 世界水準のオペレータになる 22 の法則 上・下
<p>➤ スウェーデンで活用される林業機械や就業状況など</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 90年代後半からハーベスタとフォワーダによる、林内走行を前提としたCTLが一般的になっている。なお、日本のCTLは平坦地を除いてハーベスタもフォワーダも作業道の走行が前提となる。 ◇ ベースマシンはホイール式に統一され、軟弱地では、土壤に合わせてチェーンやクローラバンドを履かせている。 ◇ フォワーダの生産性は40年前に比べて格段に高くなったが、同じくらいエネルギーも使っているということは知られていない。ライフサイクルアセスメントを改善するためには、林業機械の設計は生産性だけでなく、エネルギー消費にも重点を置くべきである。 ◇ 植林・下刈り・除伐などの造林作業に関する機械化は遅れている。 ◇ 北スウェーデンの伐採会社での就業形態は、6時間が伐採作業、2時間が整備や木材のマーキング等の別作業、1時間が休憩となっており、3人でシフトを組むことで1日18時間の伐採が可能となっている。 ◇ 林地残材はフォワーダで土場まで運搬され、半年～1年間乾燥させた後、チップパーでチップ化しトラックで運搬される。また、フォワーダのグラブプルには重量計が取り付けられており、±2%の精度で重量を計測することができる。同様に、トラックへの荷物の積載時にも重量を計測できるため、過積載の防止などによる走行時の安全確保につながっている。過積載は林道や橋梁を傷めるので、結局は不経済とされている。

- スウェーデンにおける ICT 技術の活用について
 - ◇ 林業機械に搭載された種々のセンサーとICTを活用した情報収集やIoT技術等によって、伐採現場で、製品に関する情報を需給の最適マッチングに生かすことができる。
 - ◇ 情報収集のシステムやデータの加工方法等は、メーカーによって独自の開発が続けられているが、StanForD2010のデータ形式に統一されている。
 - ◇ 林業機械のキャビン内のディスプレイに、製品ごとの生産量や生産性等の生産レポートのほか、GISの地図情報や立木の位置情報が表示されることで、オペレータは林分境界等を確認しながら作業することができる。
 - ◇ 管理者が機械の動きをリアルタイムで把握することで、木材のトレーサビリティを担保することができる。
 - ◇ 林業機械のエンジンの稼働具合やブーム動作の有無で、実際に稼働している時間や燃料の消費量を測定・記録することができ、故障しやすい部分の損耗具合などを推測することができる。
 - ◇ 機械の稼働状況の見える化が図られており、作業班をいくつも持つような事業体の場合は、過剰な労働が行われていないか、機械が安全な状態になっているか、燃料を浪費するような無駄な時間があるかどうか、生産性を上げる余地があるかどうかなど、客観的なデータに基づいて作業状況を分析することができる。
 - ◇ 製品として丸太の価格を決定する基礎となる計測は木材計測法によって規制されており、スウェーデンで生産されるほとんどすべての木材は独立した3つの計測協会によって計測される。
 - ◇ 森林で伐採された蓄積量と搬出された原木は森林データセンター（Skogens Data Central（SDC））に報告され、どのくらいの丸太が道際で利用可能なのか、道際まで搬出されない丸太がどれだけあるか把握することができる。また、報告された情報は木材報告システム（VIOL）に登録され、木製品の価格決定のガイドラインを発行している。※3つの測定機関とSDCによって木材測定が実施されてきたが、2019年1月1日より合併しBIOMETRIAとなった。（平成29年度林野庁委託事業「クリーンウッド」利用促進事業のうち生産国における現地情報の収集（欧州地域等）報告書より）

- スウェーデンにおける極へのラベルマーキングについて
 - ◇ トラック運転手は24時間体制で仕事をしているため、オペレータの勤務時間外にトラックが丸太を積んでいくことがある。
 - ◇ 極ラベルの番号で、特定の伐採現場とリンクした特定の証明者を極に付与することができる。この証明者は、特定の伐採計画ともリンクしており、伐採契約を通じて原木の購入者と販売者の情報が得られる。
 - ◇ 工業地に到着後、トラック等に積み込まれた丸太が計測されるが、極に1枚もラベルが付いていない丸太は拒否される。
 - ◇ 伐採を行う業者の義務の一部として、森林所有者の利益への配慮があるため、業者は鮮度要件を念頭に置かなければいけない。こうした要求は、所有者から「切り株から工業地まで3週間以内」といったような言葉で伝えられる。
 - ◇ 鮮度要件を達成するため、フォワーダのオペレータが特定の方法で極積みを行っても、トラック運転手が最も古い材の場所を把握できないことがある。

- ◇ 桧ラベルに、丸太を伐採した日付か土場まで運搬してきた日付を記しておくことで、トラック運転手がどこから積み始めるか把握できるようにするという役割もある。
- ◇ 桧へのラベルマーキングの基本的な方法は以下の通りである。
 - ✓ 桧の最も高い位置の丸太にラベルを張る
 - ✓ フォワーダの荷につき1枚以上のラベルを張る
 - ✓ 林道側にラベルを張る

自動追従データに基づくロードレベルフォワーディングの作業要素分析

- フォワーダによる運搬に関する作業要素分析の現状
 - ◇ ハーベスタによる伐木・造材等の作業と比べてフォワーダによる運搬作業については多くのことが知られていない。
 - ◇ フォワーダによる運搬作業は複数の作業要素（空荷走行、積み込み作業等）に分けられるが、一般的に認められた命名法が使われていないため、作業要素の数や定義はほぼ無限に変わる可能性がある。
 - ◇ 北欧の最新の林業機械のオンボードコンピュータは、StanForD2010のデータ形式でファイルを作成できるため、使用状況を分析する際には、自動的に収集されたデータを使用することが標準となっている。
 - ◇ 自動データ収集は、ハーベスタによる作業では一般的な方法となっているが、フォワーダではまだ珍しい。しかし、GNSS端末のデータロガーからの情報は、フォワーダとスキッドの両方の研究で使用されている。
 - ◇ 森林作業に関するデータは、手動で収集されたデータと自動で収集されたデータを組み合わせたものである場合もある。
- フォワーダによる運搬作業要素の分析結果
 - ◇ フォワーダのオンボードコンピュータ、CAN（Controller and area network）及び機械モニタリングシステムを使用して下記のデータを収集した。
 - ✓ 1つの積荷を観察単位として、9人のオペレータが合計8868個の積荷を運搬した際に機械モニタリングシステムで得られた情報を収集した。なお、積荷のサイズは入手できなかった。
 - ✓ 時間は、荷役用グラップル作業のみ・走行のみおよび作業要素である空荷走行、積み込み、積荷走行、荷降ろし、荷役作業間の走行について記録および分析した。
 - ✓ 距離は、空荷走行、積み込み作業間の走行、積荷走行、荷降ろし作業間の走行について、記録および分析を行った。
 - ✓ 荷役用グラップル作業については、サイクル作業時間およびサイクル数を記録した。
 - ◇ 分析した結果、1回の積荷運搬にかかる作業時間は、運搬距離よりも積み込み作業間の走行距離に強く関連していた。このため、搬出距離がフォワーダによる運搬作業の生産性の主要な指標であることを再検討する必要があることが示された。

- データ収集の方法について
 - ◇ 地形の状態によっては、フォワーダの走行距離や速度は、車輪のスリップによって過大評価される可能性があり、取得する時間データに直接影響は与えないことから、GNSS端末で収集した位置情報の使用による過大評価の回避が提案されている。
 - ◇ フォワーダのオンボードコンピュータ及びCANは、ほんの数秒の要素を記録するだけでなく、長い期間の情報を同じデータベースで提供することができる。これにより、例えば、1年間の作業における積荷単位での単一サイクルの作業時間を読み取ることができる。しかし、生データでは、その時点で機械が何に使用（例えば、積み込みや荷降ろし）されていたかを直接示すことはできないので注意が必要である。
- 総稼働時間や機械生産性は積荷走行距離に明確に依存しているものの、作業時間消費に関わる予測変数やオペレータの行動様式などについては明確ではない。このことを明らかにするためには、積荷の数やボリューム、作業を行う林分の立木密度や地形状況などの詳細情報が必要である。

GPS 追跡によって証明されたノルウェーのフォワーダの稼働状況

- ノルウェーにおけるフォワーダの稼働条件について、約2年間にわたってフォワーダのGPS追跡調査を実施した。
- GNSS端末で収集したフォワーダ走行の軌跡を4つ運転要素（伐採林内の走行、森林内の走行、集材路の走行、林道の走行）及び、4つの作業要素（空荷走行、積み込み及び積み込み中の運転、積み込み、荷降ろし中の運転に定義した。なお、積み込みは、森林内でGNSS端末で収集した位置情報が長時間静止していたときに行われ、山土場付近で位置情報が比較的一定であるときに、荷降ろしが行われると想定した。
- 運転要素ごとの勾配は、各地域で利用可能な最高解像度で生成された数値標高モデル（DEM）を使用して決定した。
- 調査した結果、平均運搬距離は983m、平均走行速度は 3.2km/hであった。その運転要素の内訳は、伐採林内の走行が約134m・平均勾配10%、森林内の走行が約443m・平均勾配8%、集材路の走行が約246m・平均勾配9%、林道の走行が約160m・平均勾配2%であった。
- フォワーダのGNSS端末で収集した走行軌跡のデータから、フォワーダによる運搬作業の状況を説明するための基礎情報を得ることができた。さらに、フォワーダが作業現場間を移動するときの順序と距離を把握することもできた。しかし、フォワーダのGNSSの軌跡データだけでは詳細な生産性分析には不十分であった。フォワーダから得られるフォローアップデータで補足することで、GNSSで収集したフォワーダの位置情報が長時間静止している場合に、積み込み中か否か、静止が別の理由かどうかなどの作業状況を把握することが可能となる。
 - ◇ フォワーダの走行軌跡のデータから、フォワーダによる運搬作業の個々のサイクルを特定するには、1作業サイクルとしてデータを分割する山土場のような場所を特定する必要がある、これには手動による識別が必要となる。このようなことから、分析は完全に自動化することはできず、包括的な調査を実施するには多大な労力が必要となる。

3.2.2. 調査結果

北欧の作業システムはハーベスタとフォワーダによる CTL が一般的であり、林業機械で収集される情報のデータ形式は、StanForD2010 のデータ形式に統一されている。

林業機械から情報収集するシステムやデータの加工方法等については、機械メーカー等によって独自の開発が進められているほか、林業機械で収集される様々な情報を表示し、林業機械のオペレータや管理者等が共有できるモニタリングシステムが構築されている。モニタリングシステムを通じて得られる各林業機械の作業状況や製品ごとの生産量、機械の現在位置や走行軌跡、伐倒した立木の位置情報等をといった情報は、木材需給の最適マッチング、木材のトレーサビリティの担保、オペレータの作業性の効率化、故障しやすい部分の損耗具合の推測、客観的なデータに基づいた作業状況の分析等に活用している。

フォワーダの作業状況については、フォワーダに搭載された GNSS 端末で収集される位置情報のほかグラブルの動きや積荷の重量等の情報を活用することで把握できると考えられる。例えば、GNSS 端末で収集された位置情報から、フォワーダによる集材作業のサイクルを特定するには、1 作業サイクルとしてデータを分割する山土場のような場所を特定する必要があり、これには手動による識別が必要となる。このため、作業状況の把握に関するデータは、手動で収集されたデータと自動で収集されたデータを組み合わせたものである場合もある。

林業機械によるデータ収集については、ハーベスタによる作業では一般的な方法となっているがフォワーダではまだ珍しく、ハーベスタによる伐木・造材等の作業と比べてフォワーダによる集材作業については多くのことが知られていないのが現状である。

3.3. 標準化の参考となる考え方

先進事例調査や既存研究成果・文献収集の結果から、標準化の参考となる考え方を以下に記す。

<機械管理>

- 機械管理における標準仕様については、フォワーダについてもハーベスタと同様に、世界のデファクトスタンダードになりつつある StanForD2010 を参照すべき。
- 走行時の安全確保や作業状況の分析、在庫管理等のためにはフォワーダの積載数量や積載重量の把握が効果的であるが、日本で導入される汎用的なフォワーダはこれらの計測に対応していないため、別個の計測手法が必要である。
- 木材生産の現場における、作業員や林業機械のモニタリングによる生産管理の高度化やフォワーダによる作業状況の把握等においては、GNSS 端末で収集される位置情報の把握が重要である。
- 日本の林業現場は傾斜等の制約があり、いつ・どこで・誰が・何を・どのくらい生産したのかという情報を得るためには、林業機械だけでなく、各種アプリで得られる情報を組み合わせて活用することを考慮する必要がある。

<日報管理・検知・施業提案>

- 日報管理においては、勤怠管理・生産性管理のそれぞれで、必要なデータ・機能の一部が異なる。一般の林業事業者は勤怠管理を重視するが、先進的な事業者は、継続的に生産性を把握し、改善を図る取組を行っている。
- 検知に関しては、写真検知は精度面で課題が残されており、まずはデジタル端末へのタップ入力や音声入力の方がニーズが高い。ただし、取引数値ではなく在庫管理や進捗管理の用途であれば、層積計算への対応を含め写真検知の方が効率性が高い。
- 施業提案に関しては、事業者により様々なニーズが存在する。どの事業者も未だアプリの採用には至っていないが、提案業務の効率化、提案の質の平準化への期待は高い。元データとして航空レーザ計測データを活用したいというニーズも存在する。

3.4. 実データの収集

農林水産省 つながる林業技術サイト（林業）にて紹介されているアプリや、ヒアリング先で紹介を受けた検知・日報管理アプリについて、システム事業者に依頼して事務局が試用を行った。試用対象は現在国内で入手できる代表的なアプリのうち、検知・日報のそれぞれについて、3つのアプリを選定した。収集対象としたアプリについて表 3-5 に示す。

表 3-5 収集対象としたアプリ

種類	アプリ	システム事業者
検知	木材検収システム	(株)ジツタ
検知	iFovea Pro	アジア航測(株)
検知	原木検収システム“きこりくん”	山秀情報システム(株)
日報	作業日報管理システム	(株)ジツタ
日報	Wooday	(株)百森
日報	林業生産工程管理システム	(株)woodinfo

第4章. ICT を活用した現場作業システムの検討

4.1. 現状の課題・問題点と改善・解決策

4.1.1. 素材生産の課題と ICT 生産管理の必要性について

素材生産の課題として、生産性の向上や需要に応じた木材生産などが挙げられている。生産管理については、人よりも機械を効率よく稼働させることが必要になる等、考え方を変革する必要があるが出てきている。このような課題の解決のためのリソースとして、林業用路網や林業機械、人材育成のほか、情報（ICT）の活用が必要である。

情報（ICT）の活用効果としては、生産現場の見える化や情報共有等による、自組織における作業管理（PDCA サイクルの確立）や、組織間の連携による木材サプライチェーンの最適化が想定される。素材生産の課題と ICT 活用の効果について図 4-1 に示す。

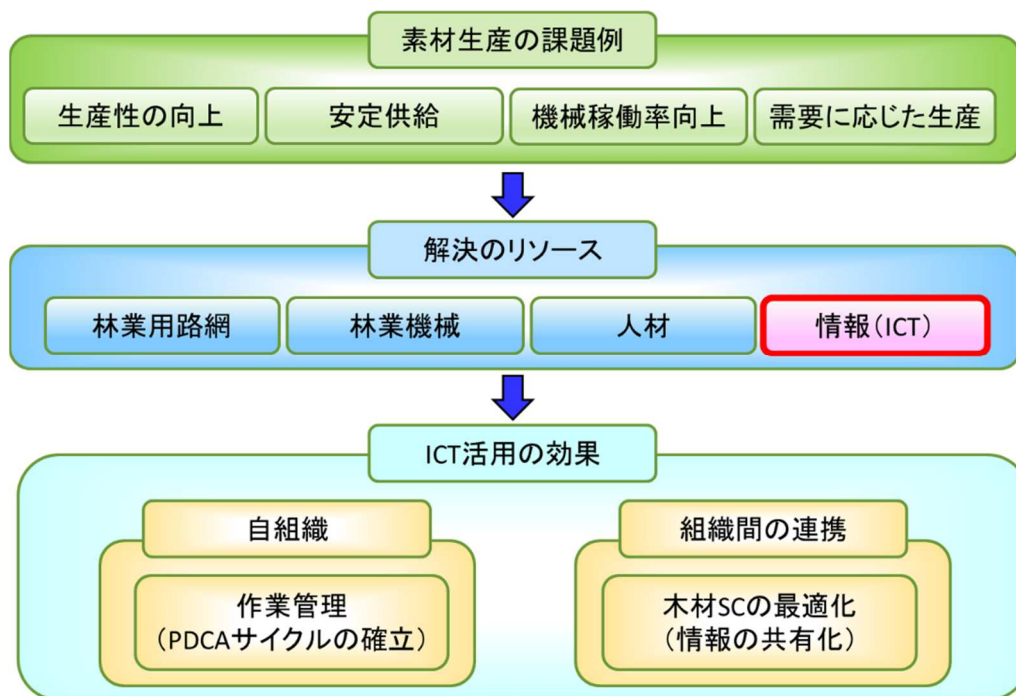


図 4-1 素材生産の課題解決における ICT の活用効果

4.1.2. ICT 生産管理の現状と標準化の留意点

日本における ICT 生産管理の現状としては、まず林業機械分野としては、海外の製品を中心に StanForD2010 に対応したデータを取得できるハーベスタ（以下、ICT ハーベスタという）が導入されているが、日本の規格や現場状況、商習慣への適合が不十分であることなどから、その先進的な技術を十分に使いこなせていない状態である。またフォワーダについては、海外製を含め、データを取得可能なフォワーダ（以下、ICT フォワーダという。）の導入はほとんど進んでいない。特に日本の林業機械メーカーが開発・製造している

製品については、ICT 生産管理に必要なデータの取得に対応できていない機種が多いのが現状である。例として、StanForD に対応した ICT ハーベスタ・ICT フォワーダの写真について図 4-2 に示す。



図 4-2 StanForD に対応した ICT ハーベスタ・ICT フォワーダの例

また作業員や生産数量の管理、事業地の確保といった、機械管理以外の素材生産に関わる重要な実務の効率化・高度化についても、スマートフォンやタブレット端末等で稼働する各種アプリの開発・導入も始まっているが、海外製品も含めて、データの項目や概念がバラバラであること、実務に必要な機能が備わっていないこと、生成されたデータを複数の組織で使用する場合の合意形成が不十分であること等により、導入効果が十分に発揮されていない状況である。

これらの課題を解決するためには、先述の通り、ICT 生産管理を担う林業機械や各種アプリの、データ形式・機能要件の標準化を行うことが有効であるが、その効果を最大限に発揮し、普及を拡大させるためには、以下に留意する必要がある。

- 機械管理における標準仕様については、機械メーカーの負担を軽減するために、世界のデファクトスタンダードになりつつある StanForD2010 を参照すること
- 作業員管理や数量把握、事業地確保等に使用する各種アプリの仕様については、まずは林業事業者の一般的な実務に対応した内容に留めるが、発展的な実務についても念頭におき検討すること
- 林業事業者に対して、ICT 生産管理による自組織の経営改善に対するモチベーションを向上させること
- 組織間の連携による木材サプライチェーンの最適化のため、共有するデータ内容について関係者の合意形成を図ること

4.2. 実データの解析

収集した実データの解析を行った。解析にあたっては、標準仕様の検討の基礎資料とするために、出力されたデータ項目を列挙して比較・分析した。データ項目の属性名については、同じ概念に対して各アプリが独自の名称を用いている場合が見られた。標準仕様においては、無理に項目名の統一は行わず、同じ概念を表す類語として整理されることを明示した上で、代表的な用語を属性名とした。

4.2.1. 検知アプリ

解析した結果、樹種・材積・径級・本数といったごく基本的な項目については、すべてのアプリに共通して存在したものの、項目数や項目の内容は、各アプリが想定する使用方法によって、大きく異なった。原木市場・中間土場での原木在庫管理を主に想定するアプリでは、手検知を前提に在庫管理で最低限必要となる項目のみとしている一方で、林内・山土場・原木市場等幅広い場面での使用が想定される、写真検知を行えるアプリは、層積や運材トラック、位置情報に関する項目なども存在した。

以上より、標準仕様の作成においては、各アプリの特徴を踏まえつつ、データを管理する上で最低限統一を図る必要がある部分と、各アプリの差別化にもつながる独自性の余地を残す部分のバランスをとることが重要であることがわかった。各検知アプリで収集できるデータ項目について表 4-1 に示す。

表 4-1 各検知アプリで収集できるデータ項目

カテゴリー	項目	木材検収システム	iFovea	きこりくん
		(株)ジツタ	アジア航測(株)	山秀情報システム(株)
基本情報	ID		○	○
	はい積み No.		○	
	土場 No.		○	
	ロット No.	○		
	置場コード			○
	丸太 No.		○	
	伐採作業 No.		○	
	年月日	○	○	○
	時刻		○	○
	検収者	○		
	地域		○	
	現場	○		
	林班		○	
	小班		○	
	枝番		○	
	GPS 緯度	○	○	
	GPS 経度	○	○	
	GPS 標高	○	○	
	地理情報		○	
種別情報	樹種	○	○	○
	樹種コード			○
	等級		○	
	一番高い等級		○	
	用途		○	
	摘要			○
	摘要コード			○
材積情報	材積 (末口二乗法)	○	○	○
	直径階別材積		○	
	材長	○	○	○
	径級	○	○	○
	本数	○	○	○
	直径階別本数		○	
	マーキングの色		○	
	加算木の本数		○	
	加算木の材積		○	
	平均直径		○	
	加算木平均直径		○	
	樹皮なし		○	

カテゴリー	項目	木材検収システム	iFovea	きこりくん
		(株)ジツタ	アジア航測(株)	山秀情報システム(株)
層積情報	層積		○	
	層積面積	○		
	層積空隙率	○		
	はい積幅		○	
	圧縮層積		○	
	層積から圧縮層積への変換係数の変更		○	
	層積密度		○	
	材積（層積から計算）		○	
	層積から材積への変換係数の変更		○	
直径情報	計測方法		○	
	計測方法 ID		○	
	丸太の自動認識		○	
	除外される樹皮の厚さ		○	
物流・商流情報	森林組合		○	
	荷主			○
	荷主コード			○
	所有者	○		
	出荷先	○		
	トラック区分	○		
	トラック No.		○	
トラックナンバー		○		
その他情報	連絡先 ID		○	
	連絡先会社名		○	
	連絡先姓		○	
	連絡先名		○	
	連絡先内容		○	
	連絡先役割		○	
	連絡先番地		○	
	連絡先郵便番号		○	
	連絡先市町村		○	
	連絡先国		○	
	ステータス		○	
	セクション		○	
	ユーザーメールアドレス		○	
	備考		○	
写真	○			

4.2.2. 日報管理アプリ

解析した結果、多少の差はあるものの項目数や項目の内容に、大きな差は見受けられなかった。いつ、どこで、誰が、何をしたという情報がベースとなっており、アプリによって作業量や使用した機械といった項目の有無に違いが見られた程度であった。項目数が概ね10項目前後となっているのは、現状ではほとんどが手入力となっているため、項目数が多くなり過ぎると、ユーザーの入力作業が煩雑になってしまうためと考えられる。こうした制約がより詳細なデータ取得のハードルになっていることを踏まえると、手入力に頼らず自動的にデータを取得する項目を出来るだけ増やしていくことが、今後の課題と考えられる。各日報管理アプリで収集できるデータ項目について表 4-2 に示す。

表 4-2 各日報管理アプリで収集できるデータ項目

カテゴリー	項目	作業日報 管理システム	Wooday	林業生産工程 管理システム
		(株)ジツタ	(株)百森	(株)woodinfo
基本情報	日付	○	○	○
	報告者		○	
	職員名	○		
	作業者			○
	現場		○	
	現場名 施業地	○		○
勤怠情報	勤務形態	○		
	出勤時刻	○		
	始業時刻			○
	退勤時刻	○		
	終業時刻			○
作業情報	作業種別	○	○	
	作業内容			○
	作業時間		○	
	開始時刻	○		
	終了時刻	○		
	成果		○	
	進捗			○
	機材		○	
	重機種別	○		
	使用機械			○
重機名	○			
使用時間			○	
その他情報	移動車両	○		
	天候		○	
	備考	○		○
	メモ		○	

第5章. 機械管理の標準化の検討

5.1. 標準仕様検討の流れ

本事業を進めるにあたり、まず先進地域等の事例調査結果から標準仕様案を作成した。そして、標準仕様検討分科会で出された意見を基に案を修正し、最終的に検討委員会の承認を受けて、今年度の標準仕様案とした。

また、本来であれば機械メーカーや林業事業者から実データを収集・分析を行い仕様の区分を行うべきであるが、日本国内で ICT フォワーダが稼働していないため、実データの収集が不可能であった。したがって、データ項目については、先進地域等の事例調査結果を基に、現在必要なデータ項目及びフォワーダでデータを取得できなくても代替方法が検討できるデータ項目を「基本仕様」として検討した。標準仕様書検討の流れについて図 5-1 に示す。

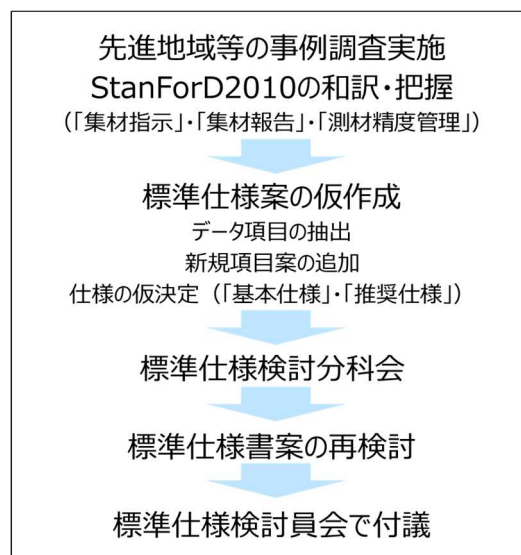


図 5-1 標準仕様検討の流れ

5.2. データ形式

「集材報告」については、国内の機械メーカーでも多く取り扱われている CSV 形式、並びに StanForD など一般的な XML 形式の両方で標準仕様のデータ形式を規定する。なお本事業では、フォワーダ等で作成された生データではなく、そのデータを基に外部のソフトウェア経由で出力されたデータ形式を規定する。そのためフォワーダや機械に搭載されるシステムについては、出力するデータ形式は定めず、標準仕様に適合する基データを取得するための要件定義を、データの標準仕様内にて定めることとする。また、「集材指示」や「測材精度管理」については、データ項目を入れ子構造にする必要があるなど複雑であるため、データ形式は XML 形式のみとする。標準仕様のデータ形式について図 5-2 に示す。

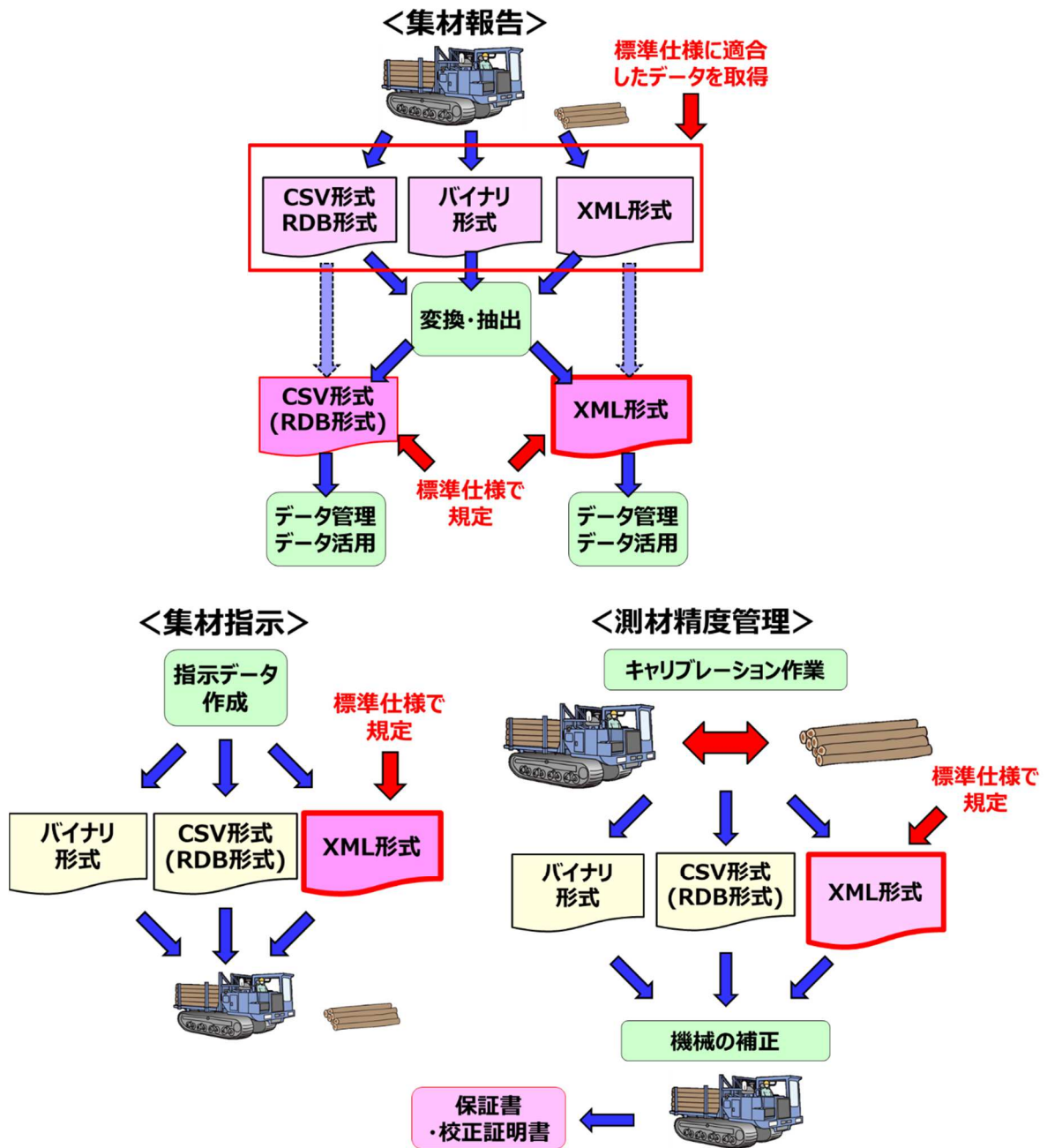


図 5-2 標準仕様のデータ形式

5.3. データ項目

5.3.1. 標準仕様で想定するデータのやり取り

ICT フォワーダで測定されるデータは、機械に搭載される制御 PC を介してデータのやり取りをすることが多い。制御 PC とキャビン内のソフトウェアは一体となっている場合もある。今年度の本事業では、フォワーダで取得したデータと、そのデータを制御 PC で変換・抽出したデータを「フォワーダで測定」、制御 PC やソフトウェアで追加付与したデータを「ソフトウェアで付与」とデータを作成するタイミングを 2 つに分けて整理を行った。今年度の標準化の対象である、フォワーダのデータ取得方法について図 5-3 に示す。

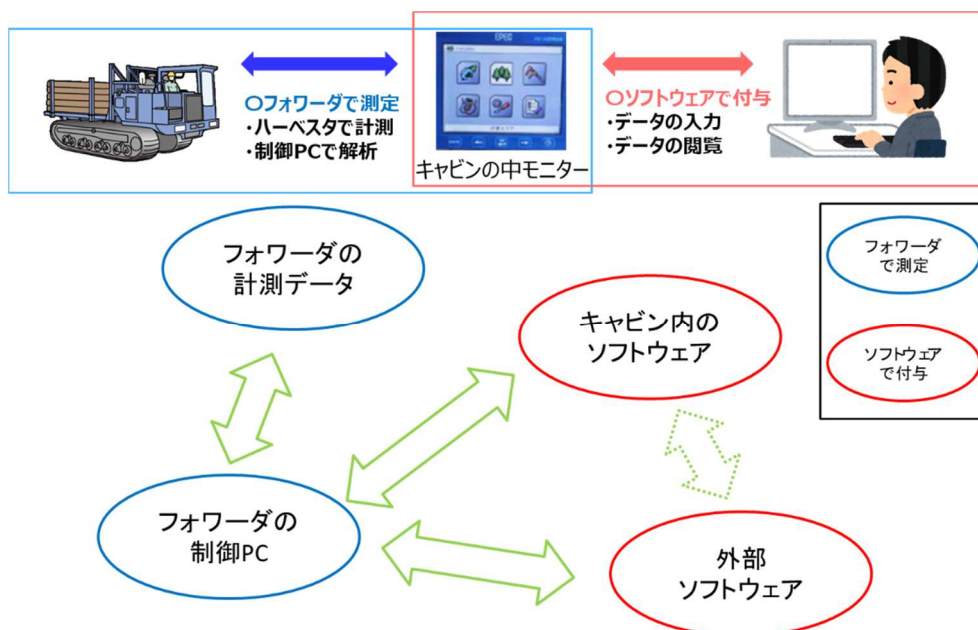


図 5-3 フォワーダのデータ取得方法

StanForoD2010 では、素材生産業者がハーベスタやフォワーダなどのデータを、直接作業発注者や製材所等の木材需要者、原木の運材業者とやり取りすることを想定している。しかし、日本の素材生産においては、現場の情報を組織内の管理者に集約後、作業発注者や木材需要者、運材業者と共有する形が一般的な流れであるため、本事業でもハーベスタやフォワーダのデータを一度管理者に集約させること、ハーベスタとフォワーダは直接データを共有することを想定した。ただし運材業者については、将来的にはハーベスタとフォワーダからデータが直接共有されることも想定することとした。

データの受け渡し方法については、まずは、USB などのデータ記憶媒体経由やメールを想定しているが、将来的にはクラウドシステム等を活用することが望ましい。今回の標準化が前提とする組織内・組織間のデータ流通について図 5-4 に示す。

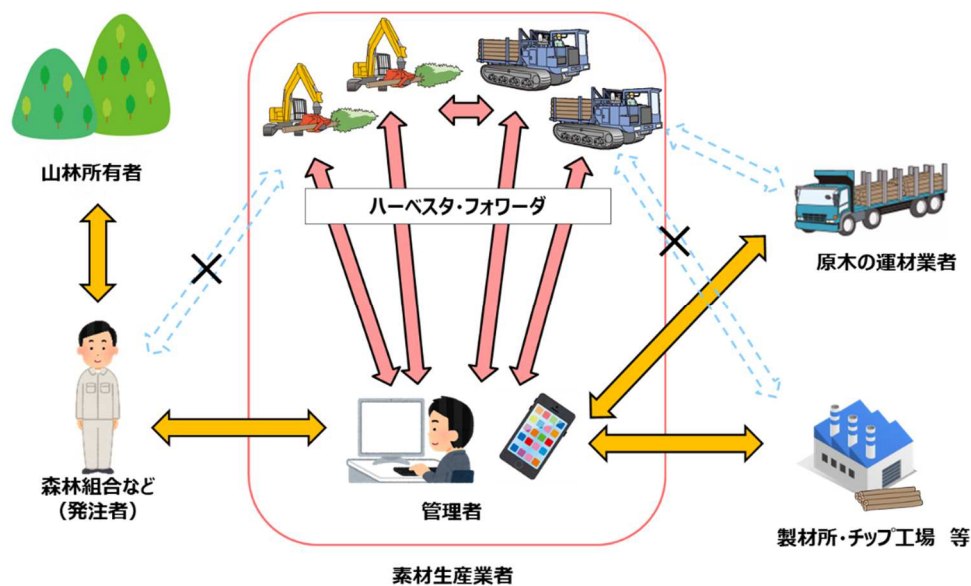


図 5-4 組織内・組織間のデータ流通

5.3.2. 標準仕様の想定する活用方法

基本的にフォワーダで得られるデータは、GNSS 端末による機械の位置情報のほか、グラップルや荷台に設置されたセンサ等による 1 車当たりの積載量やそれを集計することで得られる 1 日当たりの山土場への集材量といった、「集材する原木の種類や量」を「どこからどこまで動かしたか」という集材データである。また、現状では日本国内に ICT フォワーダが普及していないことから、代替え方法として検知アプリの写真検知等の活用が考えられる。なお、将来的には、フォワーダで「集材する原木の種類や量」を「どこからどこまで動かしたか」ということを可能な限り自動的に取得することが望まれる。

集材データの活用方法としては、木材サプライチェーンを最適化するための取引情報や在庫情報のほか林業事業者の作業管理情報となる。

取引情報については、フォワーダの 1 車当たりの積荷重量はバイオマス用材の取引に活用できると考えられる。しかし、素材生産業者と木材需要者での合意形成が必要となることから、フォワーダで収集される集材データを国内で取引情報として活用されている事例はないと思われる。

在庫情報については、集材データから山土場の在庫数量を把握することで、トラック運材との連携に活用できるほか、素材生産業者と木材需要者における原木供給状況の共有にも活用できる。

作業管理情報については、フォワーダの集材データの分析、ハーベスタの造材データと連携することで林内にある造材された丸太の在庫量の把握、集材データと位置情報との組み合わせによる作業状況のモニタリング、過積載の防止といった、進捗管理や生産性管理、作業計画の高度化、安全管理といった様々な林業事業者の内部情報として活用できる。集材データの活用方法と必要となる主なデータ項目について表 5-1 に示す。

表 5-1 集材データの活用方法と必要となる主なデータ項目

標準化の目的	集材データの活用方法	必要となる主なデータ項目
木材 サプライチェーンの最適化 (情報の共有化)	取引情報	・ フォワーダの集材量
	在庫情報	・ 山土場の位置 ・ フォワーダの集材量
作業管理 (PDCA サイクルの確立)	作業管理情報	・ 山土場の位置 ・ フォワーダの集材量 ・ フォワーダの位置情報 ・ フォワーダ1車当たりの積載量

5.3.3. 基本仕様の項目

集材した仕分けごとの量や土場の位置などフォワーダで取得出来なくても代替方法が検討でき、主として在庫情報としての利活用に必要なデータを基本仕様とした。データの標準仕様における基本仕様の項目一覧について図 5-5 に、基本仕様のデータ項目に対応した外部ソフトウェアからの出力データの例について図 5-6 に示す。

(※) ソフトウェアで付与でも可とする。

<ul style="list-style-type: none"> ➤ 伐採地・機械情報・オペレーター情報 <ul style="list-style-type: none"> » MachineKEY (林業機械で自動で付与する) (※) » UserID (ユーザーが設定する) (※) <ul style="list-style-type: none"> ■ 機械ID,オペレーターID,樹種ID,伐採地ID » 機械情報 (ハーベスタ・フォワーダなど) (※) » 伐採地名 (※) » 施業地の位置座標 (単位、緯度、経度) (※) » 位置座標を取得した時間 (※) ➤ 集材指示 (集材報告に必要な項目のみ) <ul style="list-style-type: none"> » 樹種名 » 造材した原木の製品 (仕分) 区分 (※) » 土場の位置・名前 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 集材報告 <ul style="list-style-type: none"> » 積荷を降ろした日時 (※) » 積荷を降ろした土場の名前 » 樹種名(※) » 積荷の量の単位 (m³, ton) (※) » 積荷の量 » 集材した積荷の仕分け番号 (※) » 集材した積荷の仕分け » 仕分けごと、土場ごとの積荷の量 (※)
---	--

図 5-5 基本仕様の項目一覧

1車ごと

伐採地名	伐採地の緯度経度 (10進法)	機械情報	機械ID	オペレーターID
33林班1小班	34.845752、135.308397	フォワーダ	SF-500	1
33林班1小班	34.845752、135.308397	フォワーダ	SF-500	1

樹種	土場名	仕分番号	積み荷の量 (m3)
スギ	A	1	10
スギ	B	1	8

伐採地ごと

伐採地名	伐採地の緯度経度 (10進法)	機械情報	機械ID	オペレーターID	樹種	仕分	集材した土場	仕分毎の合計材積 (m)
33林班1小班	34.845752、135.308397	フォワーダ	SF-500	2	スギ	1	A	500
33林班1小班	34.845752、135.308397	フォワーダ	SF-500	2	スギ	2	A	300
33林班1小班	34.845752、135.308397	フォワーダ	SF-500	2	スギ	1	B	210

図 5-6 基本仕様のデータ項目に対応した外部ソフトウェアからの出力データの例

フォワーダの積荷量について、参照した StanForD2010 ではデータの取得方法が複数想定されており単位も様々である。林業事業者へのヒアリングや委員会、分科会での議論により、標準仕様案では取得方法は任意とし、単位としては、材積(m³)と重量(ton)を基本仕様とした。StanForD2010 によるフォワーダの積荷量の取得方法について表 5-2 に、フォワーダの積荷量の単位について表 5-3 に示す。

表 5-2 StanForD2010 によるフォワーダの積荷量の取得方法

名称	説明
Manual estimation by operato	オペレータによる推定
Scale	スケール
Estimation through Harvested Production message	ハーベスタデータからの推定
Manual estimation by photo	写真検知
Other	その他

表 5-3 StanForD2010 によるフォワーダの積荷量の単位

名称	説明
Volume, m3sob	材積（樹皮あり）m ³
Volume, m3sub	材積（樹皮なし）m ³
Green mass, kg	生木の重さ kg
Number of logs	丸太の数
Number of loads	積載の数
Loose volume, m3	空間体積 m ³
Solid volume including bark	皮つき層積
branches and needles, m3	枝葉の材積 m ³
Solid volume of bundles (length*cross sectional area)m3	長さ × 断面積 m ³
Number of bundles	枝の数

5.3.4. 推奨仕様の項目

推奨仕様の基本的な考えとして、日本におけるフォワーダの用途は原木の集材がほとんどであるが、データを活用する必要性を感じている機械メーカーや林業事業者が徐々に増えつつある。したがって、将来使用する可能性がある、集材指示や集材する作業道の情報、集材報告のうち積荷の本数などの詳細な積荷量、集材時間、距離といったデータ項目は推奨仕様とした。

推奨仕様のうち、StanForD2010 にはデータ項目が存在しないが、日本の素材生産で必要と思われる、フォワーダの最大積載重量及び土場で積荷を降ろした回数について、日本独自のデータ項目として追加した。フォワーダの最大積載重量は、過積載を行っていないかを確認することが出来るため安全対策として必要な情報となる。土場で積荷を降ろした

回数については、林業事業体によっては、フォワーダの山土場までの運搬回数で在庫把握や進捗管理、生産性分析を行っているため必要と判断した。荷降ろし回数のデータの取得に関しては、まずオペレーターによる手入力で対応することとしたが、将来的にはフォワーダに搭載する位置情報などから自動で取得出来るようになる可能性も期待される。データの標準仕様における推奨仕様の項目の一覧について図 5-7 に示す。

(※) ソフトウェアで付与でも可とする。

<ul style="list-style-type: none"> ➤ 伐採地・機械情報・オペレーター情報 <ul style="list-style-type: none"> » 地番、林小班など詳細な伐採地情報 » 製品番号などの機械情報 » フォワーダの最大積載重量 » データの送信方法や記録についてのデータ形式 ➤ 集材指示 <ul style="list-style-type: none"> » 集材方法に関するデータ項目一式 <ul style="list-style-type: none"> ■ 混載の可否や運材する土場の位置など » ハーベスタの造材結果 <ul style="list-style-type: none"> ■ StanForD2010でhprファイルと言われている直径や材長、原木位置などの造材結果一式 ➤ 集材する作業道の情報 <ul style="list-style-type: none"> » 作業道の道路状況 » 作業道の道路状況について記述している位置 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 集材報告 <ul style="list-style-type: none"> » 積荷を降ろした土場の位置 (※) » 原木の積み込みを行った位置 (※) » 積荷の生木の重量 » 積荷の本数 (※) » 土場で積荷を降ろした回数 (※) » 集材した原木の仕分番号、直径や材長、材積 » 積荷が空になり次に積み荷を始めるまでの距離 » 積荷を最後に行い積み荷が空になるまでの距離 » フォワーダの稼働時間 » 積荷が空になり次の積み荷を開始した日時 » 一定の時間間隔で機械を追跡するための時間間隔 » スケールに関するデータ形式 ➤ 測材精度管理 <ul style="list-style-type: none"> » スケールに関するデータ形式 » 重量の構成に関するデータ項目
--	--

赤字はStanforD2010にない項目

図 5-7 推奨仕様の項目一覧

5.4. システムの仕様

5.4.1. データ作成に関するシステム要件

データの標準仕様の区分（基本仕様・推奨仕様）とシステムの標準仕様の区分（基本仕様・推奨仕様）は、基本的に合わせることにした。

データ精度の基準については、同じデータの取得に関しても、メーカー各社が様々な方法で実施する可能性があり、機器の性能等にも影響される。また、データの用途によっても求められる精度が変わるため、将来的には管理する必要があると認識するが、今年度の成果としては、データの取得方法のみをシステム要件として定めることにした。なお、システム要件に関しては、標準仕様書における各データ項目の説明欄に合わせて記載した。

以下、システム要件について、標準仕様検討分科会、並びに検討委員会で議論した項目のみを説明する。項目見出しにおけるカッコ内に、仕様の区分（基本仕様・推奨仕様）を示す。

（1）位置座標（基本仕様・推奨仕様）

作業地や土場の位置については、データを作成するための外部ソフトウェアを用いて、GIS で把握した座標値を参照した手入力、GNSS 端末を用いたデータ入力ができるため基本仕様とした。

機械の位置、特に積荷を降ろした位置、積み込み作業を行った位置については、現状、日本で市販されているフォワーダでは取得できておらず、フォワーダ内部のシステムを変更することが必要になるため推奨仕様とした。しかし、フォワーダのキャビン内に GNSS 端末を取り付け、フォワーダのグラブルの動作と連動させることにより自動で取得することが出来るため、林業事業者が作業管理情報を活用して生産性把握を簡易に行うためにも、将来的には、基本仕様となることが望まれる。位置座標のシステム要件について図 5-8 に示す。

➤ 位置座標が付与されるデータ項目は、以下の5つのデータ項目となる

- ① 作業地の位置（ポイントデータ・ポリゴンデータ）
- ② 土場の位置（ポイントデータ）
- ③ 積み荷を降ろした土場の位置（ポイントデータ）
- ④ 積み荷を行った位置（ポイントデータ）
- ⑤ 作業機械の一定間隔での位置測定（ポイントデータ）

➤ ①、②については、データを作成するためのシステムを用いてGISや手入力、ハンディGPSを用いて入力できるため「基本仕様」とする

➤ ③～⑤については、グラブブルとの連携などフォワーダ内部の構造を変更することが必要になるため「推奨仕様」とする

図 5-8 位置座標のシステム要件

(2) 積荷量 (基本仕様・推奨仕様)

今回参照した StanForD2010 では、5.3.3 で述べた通り、積荷の量を様々な単位で取得することができるようになっており、主として材積 (m³)、重量 (ton)、本数 (本) から任意で選択することとなっている。また、データ項目では、「積荷の量」とは別個に重量と本数のデータ項目が設定されている。木材サプライチェーンの最適化のために活用するためには、一般的に材積か重量が必要となるため、1 車単位での材積もしくは重量を基本仕様とした。また、原木単位でデータを取得するためには、別途ハーベスタの造材データや検知アプリが必要となるため推奨仕様とした。積荷量のシステム要件について図 5-9 に示す。

➤ StanForD2010における積荷量

- 積荷量の取得方法は、様々な方法が用意されている。
 - ⊘ オペレーターによる目視、スケール、ハーベスタデータからの推定、その他
 - [材積 \(m³\)、重量 \(ton\)、本数 \(本\) などから任意に選択](#)
 - 「積荷量」とは別に、重量と本数のデータ項目が設定
 - 原木単位では、別のデータ項目でそれぞれ入力する項目が存在
 - [木材SCの最適化に活用するためには、材積か重量が必要となることが一般的](#)
 - ヒアリング結果からも材積と重量のどちらを活用するか意見が分かれた
- ⇩
- [材積、重量のどちらかをユーザーが任意で選択](#)
 - データの取得方法は記載するが、[データの取得方法は問わない](#)
(材積であれば、集材回数から推定して手入力などでも可能とする)

単位	材積	重量	本数
1車単位	基本仕様		推奨仕様
原木単位	推奨仕様	推奨仕様	推奨仕様

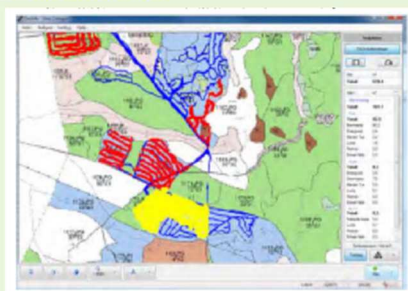
図 5-9 積荷量のシステム要件

(3) 集材指示 (推奨仕様)

集材指示とは、ハーベスタで造材した原木情報、仕分 (区分) や材長が異なる原木の混載の可否、運材する土場の位置など、フォワーダでの集材方法を指示することが出来る機能となる。また、フォワーダでの目標集材量や土場ごとの上限材積等の設定なども行うことができるため、作業効率の向上や計画と実績の差異確認を行うために必要となる。

現状では新たなシステム構築が必要となるため、土場の位置や仕分けの定義に関する項目以外は推奨仕様とした。集材指示は、地理情報に関する機能も多いため、キャビンに搭載した PC やタブレット端末などの GIS 機能と連動させることでより効果を発揮する。集材指示のシステム要件について図 5-10 に示す。

- 集材指示に関するデータ項目は[推奨仕様](#)とする
- [集材指示](#)とは、ハーベスタで[造材した原木情報の確認](#)やフォワーダでの[集材方法を指示](#)することが出来る機能
 - 仕分 (区分) が異なる原木の混載の可否
 - » 運搬する土場の位置
- キャビン内に搭載したPCやスマートフォンの[GIS機能を活用し](#)、ハーベスタで造材した[原木の位置](#)や[土場の位置](#)などを[確認することも可能](#)
- (北海道や東北地方で適している)
[CTL集材](#)でより効果を発揮



StaforDStanForD 2010- modern communication
with forest machinesより図を引用

図 5-10 集材指示のシステム要件

(4) 集材距離の測定（推奨仕様）

集材距離の測定については、生産性把握などの作業管理情報として活用可能である。ICTフォワーダは、グラップルの動作と機械の位置情報やフォワーダの距離計が連動することにより、積荷が空の状態での積み込みを始めるまでの走行距離や荷台に丸太を積み込んでから荷降ろしして積荷が空になるまでの走行距離を計測できる。日本のフォワーダは、グラップルの使用と走行のスイッチ（モード）を切り替えるときの情報を検知したり、機械の位置情報を用いて一定間隔で位置座標と取得日時を記録することで、代替できると思われる。集材距離の測定のシステム要件について図 5-11 に示す。

- 距離のデータ項目についてICTフォワーダは、走行しながら積み込みを行うことから、StanforD2010では、以下の2つのデータ項目がある。
 - ① 積み荷が空になり次に積み荷を始めるまでの距離
 - ② 積み荷を最後に行い積み荷が空になるまでの距離

- 国内では走行しながらの積み込みはほとんど事例がないため代替方法で把握
 - ① グラップルの使用と走行のスイッチを切り替えるときの情報を検知
 - ② 機械の位置情報を用いて一定間隔で位置座標と取得日時を記録

以上のような情報をソフトウェアで分析することで走行距離（積み荷を行った場所から土場までの距離）や原木の荷積み、荷下ろしの時間を把握できる可能性がある。

- 距離の測定に関するデータ項目は、推奨仕様とする。

図 5-11 集材距離測定のシステム要件

5.4.2. 検討したフォワーダの機能と各データ項目の関係性

本事業において、ICT フォワーダを有効活用するためには、様々なデータ項目が必要となること、それらを有機的に連動させることの必要性を確認して整理した。また、StanForD2010 のデータ形式で情報収集が可能なハーベスタ（以下、ICT ハーベスタという。）と連携することにより、ICT フォワーダをより有効活用させることが出来るため、ICT ハーベスタの主な機能と標準仕様のデータ項目の関係性についても再整理した。ICT フォワーダの主な機能と標準仕様のデータ項目の関係性について表 5-4 に、ICT ハーベスタの主な機能と標準仕様のデータ項目の関係性について表 5-5 に示す。

表 5-4 ICT フォワーダの主な機能と標準仕様のデータ項目の関係性

機能/ データ項目	樹種	仕分の定義	造材結果一式	最大積載量	土場の位置・名前	仕分	積み荷の量 (m ³ ・ton)	積み荷を降ろした土場の名前	積み荷を降ろした日時	積み荷の生木の重量	積み荷の本数	集材指示 (混載の可否や運材する土場の位置など)	積み荷を行った場所から土場までの距離	積み荷を行った時間	集材を行った時間	作業道の道路状況	重量のキャリブレーション	一定の時間間隔で機軸を追跡するための位置記録
①在庫情報 (トラックの配車手配など)	○	○	△		○	○	○	○	○	△	△						△	
②取引情報	○	○	○			○	○		△	△	○						△	
③進捗把握	○	○	△		○	○	○	○	○	△	△	○						
④現場での機械間の共有	○	○	○		○	○	○	○	○				○	○	△			
⑤素材生産現場のPDCA	○	○	○		○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
⑥安全性向上				○			○			○						○		

※青が基本仕様、赤が推奨仕様

(○：必要、△：場合によっては必要)

表 5-5 ICT ハーベスタの主な機能と標準仕様のデータ項目の関係性

機能/ データ項目	樹種	直径予測 (細り)	仕訳の定義	仕訳別の計画数量	樹皮の厚み	仕訳に基づいた採材表	価格表	仕訳	原木の位置情報	スプレー機能	樹皮なし未口直径	樹皮あり未口直径	未口以外の一定間隔での直径	材長	樹皮なし材積	樹皮あり材積	木番号	丸太番号	材長のキャリブレーション	直径のキャリブレーション	
①在庫情報 (トラックの配車手配など)	○							○			○	△		○	○	△					
②取引情報	○							○		△		○		○		○			○	○	
③進捗把握	○							○	△		○	△		○	○	△	○	○			
④現場での機械間の共有	○							○	○	△	○	△		○	○	△					
⑤素材生産現場のPDCA	○			○				○			○	△		○	○	△	○	○			
⑥細りを利用した採材支援	○	○	○		△								○								
⑦数量制限 (特殊な材長など)	○		○	○							△	○		○	△	○		○			
⑧ハリューバックング	○	○	○	○	○	○	○					○	○								
⑨素材材積の検討	○							○				○	○	○							
⑩ビッグデータとしての活用 (地域の細り式の見直しなど)	○					○							○					○	○		

※青が基本仕様、赤が推奨仕様

(○：必要、△：場合によっては必要)

5.4.3. 代替方法で活用できる機能

ICT ハーベスタや ICT フォワーダは、機械と制御 PC、ソフトウェア（機械搭載または外部）が連動することによりデータの閲覧や取得が可能となる。また、管理者と機械が情報をやり取りするためのソフトウェアも必要となる。しかし、国内ではこれらのソフトウェアがほとんど販売されていないことから、データ取得などに代替方法として、機械のキャビネットにタブレット端末などを設置し、アプリやソフトウェアを活用することが求められる。

ICT フォワーダの備える機能は、検知アプリの写真検知機能や GNSS 端末による位置情報を活用することで代替できることが多い。そのためフォワーダによる集材部分の ICT 生産管理は、ソフトウェアやアプリのみでも実現できることも多い。しかし、代替方法を活用することで、オペレーターの手入力が増えることが懸念されるため、将来的には機械とソフトウェアが連携して自動でデータを取得することが望ましい。人と機械の情報共有の方法についてを図 5-12 に、ICT ハーベスタ及び ICT フォワーダの主な機能とソフトウェアの関係性を表 5-6 に示す。

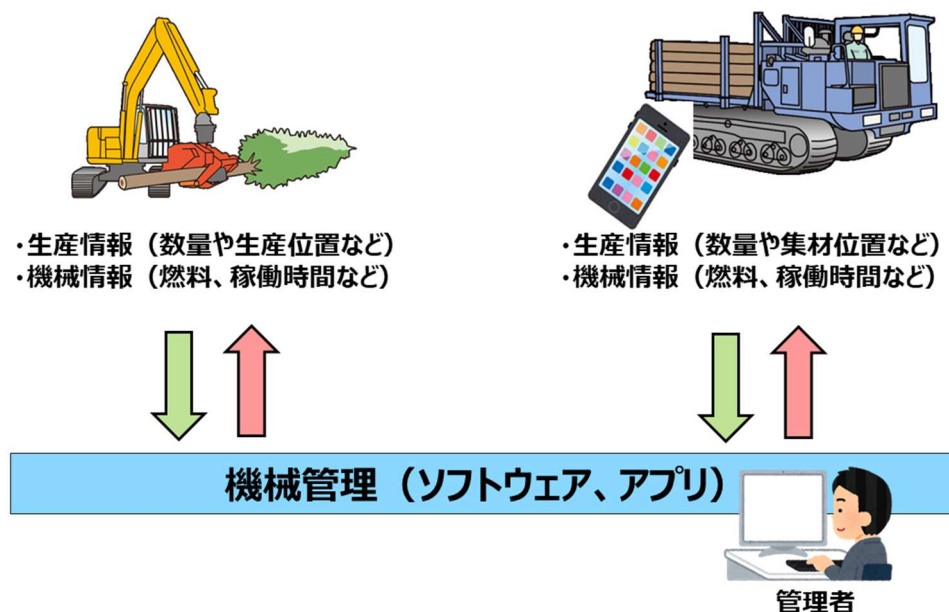


図 5-12 人と機械の情報共有の方法について

表 5-6 ICT ハーベスタ及び ICT フォワーダの主な機能とソフトウェアの関係性

機械	機能		機械・制御 PC ソフトウェアの連携	ソフトウェアのみ (代替方法)
ハーベスタ	生産指示	生産目標	○	○
		GIS を活用した 施業範囲の確認	○	○
		施業地情報	○	○
		数量制限	○	×
		細りを利用した 採材支援	○	×
		バリューバッキング	○	×
	造材報告	在庫情報	○	×
		取引情報	○	×
		進捗把握	○	×
		原木の位置情報	○	×
機械情報		○	×	
フォワーダ	集材指示	造材報告の確認	○	○
		GIS を活用した 造材報告の位置の確認	○	○
		集材方法	○	○
		作業道の状況	○	○
	集材報告	在庫情報	○	○
		取引情報	○	○
		進捗把握	○	○
		安全性向上	○	×
		機械情報	○	×

第6章. アプリの標準化の検討

6.1. 標準仕様検討の流れ

本事業を進めるにあたり、先進地域等の事例調査結果やアプリを試用して明らかになったデータ項目・システム要件から、事務局で標準仕様案を作成し、標準仕様検討分科会で出された意見を基に案を修正し、最終的に検討委員会の承認を受けて、今年度の標準仕様案とした。また、各アプリを単体で運用するよりも、複数のアプリを連携させ、目的に応じたデータを組合せることで、導入効果を拡大することができるため、標準仕様においても、アプリの連携を意識した仕様作成に留意して検討した。標準仕様書検討の流れについて図 6-1 に示す。

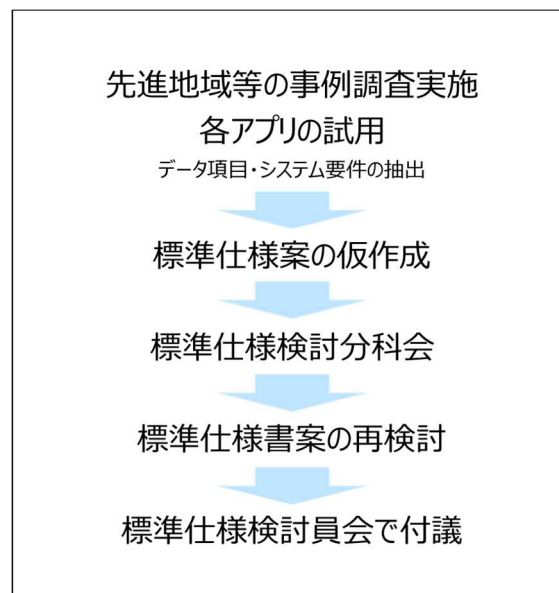


図 6-1 標準仕様検討の流れ

6.2. 検知アプリの仕様

6.2.1. 標準仕様で想定する検知アプリの使用イメージ

本事業では、検知アプリを「原木等の数量・品等などの情報を、スマートフォン・タブレット等のデジタルデバイスを利用して、デジタルデータ化できるもの」と定義した。

従来法による検知では、定規を使った手検知によって得られたデータを、野帳や伝票等の紙資料に記帳し、その紙資料を基に PC のシステムや表計算ソフト等でデジタルデータ化されることが一般的である。検知アプリには、検知方法・入力方法によっていくつかの種類が存在するが、いずれも従来の検知方法と比較して、作業工程のうち1つ以上の工程を省略もしくは省力化することを目的として使用されると考えられる。検知方法・入力方法と省力化される作業工程の関係を表 6-1 に示す。

表 6-1 検知方法・入力方法と省力化される作業工程

検知方法	入力方式	作業工程				
		計測	記帳	データ入力	データ転送	活用
手検知 (定規)	従来法	○	○	○ (手動)	○	○
	タップ入力	○	—	○ (タップ)	○	○
	音声入力	○	—	○ (音声)	○	○
写真検知	写真検知	○	—	△ (確認・修正)	○	○

検知アプリによってデジタル化されたデータは、①取引情報管理のために使う場合と、②概算数量把握のために使う場合に大別される。

検知アプリを使用することによって取得される材積等のデータ項目は、①・②いずれの場合も大きく変わらないものの、JAS規格（末口二乘法）への準拠や精度の観点から、データを扱う際には、①・②のどちらを目的として作成されたデータなのか、データ管理者や後工程のユーザーが確認できることが望ましい。検知アプリで得られるデータの具体例についてに表 6-2 示す。

表 6-2 検知アプリで得られるデータの具体例

データ項目	具体例
①取引情報管理	・ 山土場の出荷情報、原木市場・工場での受入情報、としての取引情報管理
②概算数量把握	・ 山土場の出荷情報、原木市場・工場での受入情報、としての概算数量把握 ・ 山土場在庫の概算数量を把握し、トラック配送手配に活用 ・ 山土場在庫・フォワーダ運搬数量等を概算で把握し、素材生産の生産性を管理

6.2.2. 基本仕様の考え方

在庫情報管理や生産性管理を目的として、概算での数量把握を行うために最低限必要となる、材積・原木本数等のごく基本的な項目を基本仕様とした。

将来的に、検知アプリから取得されたデータとハーベスタ検知のデータが一体となって管理される可能性があるため、標準仕様作成にあたっては、R2年度の本事業において StanForD2010 を参照して作成された ICT 林業生産管理システム標準仕様書（案）（機械管理編）のうち、特に造材報告の基本仕様のデータ項目について勘案し、大きく齟齬が出ないように配慮した。

6.2.3. 推奨仕様の考え方

概算数量把握を行う際であってもより詳細なデータを取得する場合や取引情報として扱うために必要となるデータを推奨仕様とした。具体的には、層積や重量による数量把握や 6.2.1 で述べた①・②を後工程で識別できるようにするための付加データ、取引情報のトレーサビリティ確保のため将来的に必要となる可能性のあるデータなどを推奨仕様としている。

6.2.4. データ項目の検討

(1) 検知方法

検知方法は大きく分けて、手検知と写真検知がある。また、それぞれに対応した入力方法が存在する。タップ入力、デバイスの画面をタップ（タッチ）して入力するもの、音声入力は情報を読み上げることでアプリが音声を認識し、データが入力されるものである。写真検知は、取り込まれた画像から原木の木口をアプリが認識し、直径・本数等が計測され、データが入力されるものである。ただし、写真検知については未だ精度に課題があるため、現時点においては、人力による修正が必要となる場合が多い（6.2.5.（2）参照）。検知アプリを用いた代表的な検知方法について図 6-2 に、手検知と写真検知の違いについて表 6-3 に示す。

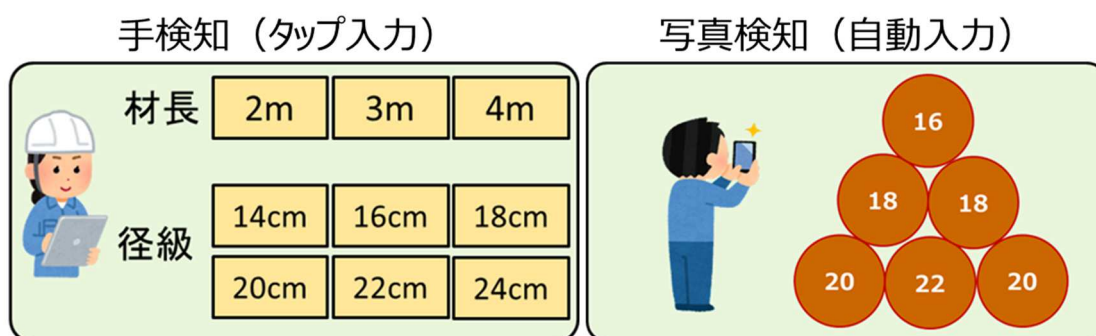


図 6-2 検知アプリを用いた代表的な検知方法

表 6-3 手検知と写真検知の違い

検知方法	入力方法	計測木口	樹皮	計測直径種別	労力
手検知	タップ入力 音声入力	末口	皮無	最小径	大
写真検知	画像認識 (自動入力)	末口 元口 混在	皮付	平均径	小

6.2.1 でも触れたとおり、JAS 規格（末口二乗法）に則った検知を行うためには、末口の皮無最小径を計測するほか、最終的には径級が 11cm から 14cm は 1cm 括約、14cm 以上は 2cm 括約とされる。従来法と同様に手検知を行う場合には、JAS 規格（末口二乗法）に準拠したデータが取得できるが、目視で最小径を判断している以上、厳密には誤差が生じている場合もある。一方、写真検知では、一部アプリが独自ロジックを用いた対応を目指しているものの、基本的には対応できていない状況である。写真検知においても JAS 規格に準拠したデータを作成するためには、上記を考慮した上でロジックを構築し、許容される誤差の範囲に収まる精度を満たすことが求められる。検知アプリにおける検知方法と入力方法について図 6-3 に示す。

➤ 検知方法と入力方法

- 検知方法・入力方法の種別
 - ⚡ システム要件の仕様にて区別
(データ項目の仕様では区別しない)
- 検知方法
 - ⚡ 手検知 …… 定規等で計測
計測木口: 末口
測定径: 皮無し最小径
→ 取引情報として使用可、**労力大**
 - ⚡ 写真検知 …… 画像認識
計測木口: 末口・元口・混在
測定径: 皮付き平均径 (※)
→ 取引情報として使用するには出荷者と購入者の合意形成が必要、**労力小**
※一部は皮無し最小径に対応中
- データ入力方法
 - ⚡ 手動 (タップ入力・音声入力)
 - ⚡ 自動 (写真検知→確認・修正が必要)



図 6-3 検知方法とデータ入力方法

(2) 管理単位

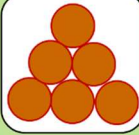
管理単位としては、ロット No. (樺) での管理を基本仕様とした。ロットには材積・材長・本数といった情報が含まれており、径級によって販売単価が異なる場合等でも、ロット単位で対応することが可能である。銘木等を取り扱う場合に、1本1本の原木を管理したい場合は、合計1本のロットとして登録することで対応できる。複数本からなるロット内で1本1本の原木を管理したいという場合には、ロット内で個別の原木に対応する原木 No.を設定した。なお、ICT 林業生産管理システム標準仕様書 (案) (機械管理編) との整合性の観点から、立木の1本1本に付与される木番号に対応する木 No.の項目を推奨仕様とした。検知アプリにおける管理単位について図 6-4 に示す。

➤ 管理単位

- 管理単位の候補
 - ⚡ ロットNo. (基本仕様) ・原木No. (推奨仕様)
- ロット (樺) を管理単位とする
 - ⚡ ロットには、材積・材長・本数等の情報が含まれる。
径級によって、販売単価が異なる場合等でも、ロット単位で対応可能
 - ⚡ 1本・1本の原木を管理したい場合は、合計1本のロット(樺)として登録する
 - ⚡ 複数本から成るロット内で、1本1本の原木を管理したい、という場合には個別の原木に対応する原木No.を設定する

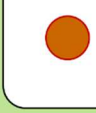
ロットNo.による管理

ロット



16cm: 1本
18cm: 2本
20cm: 3本
計 6本
計 XXm3

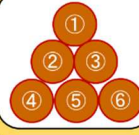
ロット



20cm: 1本
計 6本
計 XXm3

ロットNo.・原木No.による管理

ロット



①: 16cm
②: 18cm
③: 18cm
④: 20cm
⑤: 20cm
⑥: 20cm
計 6本
計 XXm3

図 6-4 検知アプリにおける管理単位

6.2.5. システム要件の検討

(1) 写真検知における補正

写真検知では、実際のスケールと画像上のスケールを一致させることが難しい。そこで、付加情報によって精度を向上させるため、基準径級や基準線等を使った補正機能を基本仕様とした。この付加情報の精度が高いほど、認識されるデータの精度も高くなることが期待できる。したがって、基準径級で補正する場合は、括約された径級の値よりも、実測した直径の値で補正する方がより精度は高くなる。また、基準線で補正する場合は、写真撮影時に長さが決まっているマーカー（図 6-5 の例では紅白ポール）と一緒に写すと、補正作業が容易になると考えられる。写真検知における補正について図 6-5 に示す。



図 6-5 写真検知における補正

(2) 写真検知における修正

写真検知した木口の数には、原木の認識漏れがある場合（加算が必要）や、誤認識がある場合（引算が必要）がある。また、認識した木口の位置がずれていたり、大きさが木口に合っていなかったりする場合もある。あるいは認識した径級の値が実測とずれてしまうことがある。今後画像認識そのものの精度が向上することによって、こうした精度面での課題は徐々に改善されていくと期待されるが、現状では手動での修正作業が必須と言えることから、これら写真検知時の木口・径級の修正は基本仕様とした。写真検知における修正について図 6-6 に示す。

➤ 写真検知で認識した木口・径級の修正は基本仕様

» 写真検知結果を、手動で修正する

- **木口修正**：写真検知した木口の位置・大きさ等の修正、および認識漏れの加算
- **径級修正**：写真検知した径級の値を修正



図 6-6 写真検知における修正

6.3. 日報管理アプリの仕様

6.3.1. 標準仕様で想定するアプリの使用イメージ

本事業では、日報管理アプリを「作業者の勤怠や作業実績等の情報を、スマートフォン・タブレット等のデジタルデバイスを利用して、デジタルデータ化できるもの」と定義した。

日報管理アプリの利用目的として、勤怠管理と生産性管理の大きく二つが挙げられる。前者は出勤・退勤時刻等を記録するもので、タイムカードのデジタル化と考えるとイメージしやすい。また、詳細なデータを取得することによって労務管理への使用も可能となる。一方後者は、生産性を管理するため、投入労働量または機械稼働時間等を把握するものである。

日報管理アプリの利用方法については、林業事業者によって様々なニーズが存在する。システム事業者へのヒアリング結果から、一般的には勤怠管理へのニーズが大きいことが明らかになったが、分科会の議論からは意欲のある林業事業者ほど生産性管理へのニーズを有していることが判明した。

日報管理アプリで記録したデータを集計・分析する作業については、各林業事業者がそれぞれの目的に沿って行うものとし、既存システムや表計算アプリの独自シートへデータを渡せるように出力できることが重要としている。日報アプリの概要について図 6-7 に示す。

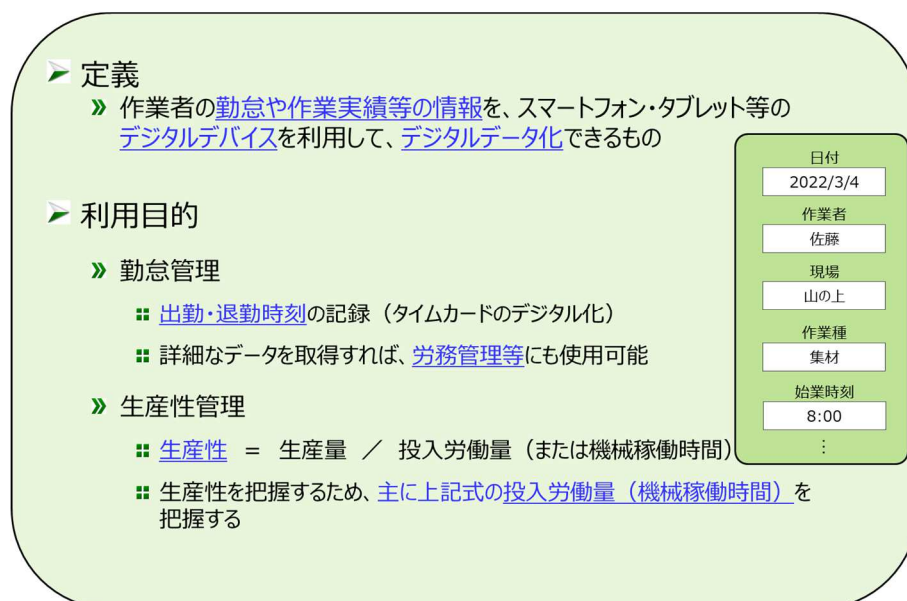


図 6-7 日報管理アプリの概要

6.3.2. 基本仕様の考え方

勤怠管理を行う場合に最低限必要なデータ・機能を基本仕様とした。ただし、勤怠管理を目的として、日報管理アプリの使用を開始した場合でも、将来的に生産性管理でも活用する際に、なるべくデータの欠損が発生しないことが望ましい。勤怠管理から得られる労働時間のデータと、日報管理アプリ外で別途把握する出材量実績等のデータを組み合わせることによって、現場別または素材生産班別の生産性を把握することができることから、基本仕様でも最低限の生産性管理を行うことが可能である。

6.3.3. 推奨仕様の考え方

勤怠管理だけでなく、労務管理を行うための高度な集計や給与管理等に必要な機能のほか、詳細な生産性管理を行う場合に必要なデータ・機能を推奨仕様とした。

6.3.4. データ項目の検討

(1) 勤怠管理

勤怠管理について、時刻・時間で管理、時刻で管理、日単位で管理の3パターンが考えられるが、日単位での管理は勤怠管理として不十分であり、時刻・時間管理は高度な集計での活用と考えられる。したがって、時刻管理を基本仕様とした。

将来的に、労働時間をベースとした勤務形態ではなく、その日の計画作業量等の成果が達成できたら、その日の作業を終了とするような勤務形態が発生した場合にも、始業時刻とを終業時刻のほかに、その日の成果(=計画作業量)を作業量の項目に記録することで対応することができる。なお、計画作業量や計画作業量に対する進捗管理は、日報管理アプリではなく業務管理ソフトやSNS等での連絡、ICT林業機械の作業指示ソフトウェアによって、行われるべき内容であるため、標準仕様では対象外としている。勤怠管理で必要となるデータ項目を図6-8に示す。

■ 時刻・時間で管理					
日付	作業員	現場	勤怠種別	勤怠時刻	残業
2021/11/25	田中	山の上	休日出勤	8:30~17:30	1.0

■ 時刻で管理				
日付	作業員	現場	勤怠	勤怠時刻
2021/11/25	田中	山の上	出勤	8:30~17:30

■ 日単位で管理			
日付	作業員	現場	勤怠
2021/11/25	田中	山の上	出勤

» 日単位の管理は勤怠管理として不十分、時刻・時間管理は高度な集計での活用
⇒時刻管理を基本仕様とする

図 6-8 勤怠管理で必要となるデータ項目

(2) 生産性管理

生産性管理については、6.3.2で述べた通り基本仕様でも、最低限の管理を行うことができる。一方で、意欲的な林業事業体がメンバーとして集まった分科会では、1日の作業量のデータ項目を、基本仕様として推すご意見が多く寄せられた。

生産性を詳細に分析するためには、作業工程別の生産性を把握する必要がある。そのため、作業工程別の作業量のデータを入力する必要があるが、特にチェーンソー作業やフォワーダ運搬作業の正確な数量把握は困難である。さらに、日本では同一現場で複数の作業システムが採用されることも多々あるため、作業工程別作業量の合計値と現場の作業量実績には乖離が生じる可能性が高い。このようなことから、作業量のデータ項目については推奨仕様としたが、今後、データ取得を支援する手法の発達によって、容易にデータ取得が可能になれば、将来的には基本仕様となることが望ましい。生産性管理を行う際に必要となるデータ項目について図6-9に示す。

▶ 基本仕様における生産性の把握方法

- ▶ 基本仕様において、勤怠管理における労働時間は記録される
- ▶ 日報管理アプリより作業時間データを外部出力し、日報管理アプリ外で取得した（現場ごとの）実績数量と組み合わせれば、実績数量 / 累計労働時間（または人日※）の式により、少なくとも現場単位での生産性把握は可能となる※「1人日 = ○時間」の定義が必要

▶ 作業量データの仕様分け

- ▶ 作業工程別の作業量を把握し、日報管理アプリに都度入力することは、ハードルが高い
- ▶ 今回の標準仕様では、作業量（生産量）のデータ項目は、推奨仕様とする

日付	作業員	現場	時間	作業種	機械	作業量
2021/11/25	田中	山の上	3.0	伐倒	チェーンソー	18m ³
			3.0	玉切	プロセッサ	40m ³
			2.0	集材	フォワーダ	12m ³

作業工程別の数量把握に手間がかかる
↓
推奨仕様

図 6-9 生産性管理を行う際に必要となるデータ項目

6.3.5. システム要件の検討

(1) 勤怠管理

勤怠管理を行うための基本的な機能として、記録した始業時刻・終業時刻から労働時間を自動計算できること、または任意の労働時間を入力できることを、基本仕様とした。

また、作業員・現場といった任意の項目について、項目ごとに任意の計算期間でデータを集計することができることとした。また、集計した内容を基に勤怠管理に関わる帳票出力を可能とすることとしている。これらはユーザーが利用している既存システムや表計算シート等を使う場合も多いと考えられるため、推奨仕様とした。

(2) 生産性管理

現場・工程・機械・作業員の各項目について、項目ごとに任意の計算期間で集計・分析をできることとした。一般的には現場別生産性が最も使用頻度が高いと思われるが、工程別・機械別・作業員別の生産性についても、一定のニーズがあることが、先進事例調査から確認された。上述のとおり、生産性管理の内容は推奨仕様としているため、本内容も推奨仕様とした。生産性管理を行う際に必要となるシステム要件について図 6-10 に示す。

▶ 素材生産の集計・分析

- ▶ 作業員ベース・機械ベース
 - [現場別](#)の生産性 (m³/人・日)
 - [工程別](#)の生産性 (m³/人・日)
 - [機械別](#)の生産性 (m³/機械・h)
 - [作業員別](#)の生産性 (m³/人・日)
- ▶ 進捗管理と実績管理
 - 現場作業中の[進捗管理](#)
 - 現場完了後の[実績管理](#)
- ▶ 計画管理は、作業量・工数のみ対象
- ▶ 現場単位だけでなく[一定期間での集計・分析](#)も必要

図 6-10 生産性管理を行う際に必要となるシステム要件

6.4. 施業提案アプリの仕様

6.4.1. 標準仕様で想定するアプリの使用イメージ

本事業では、施業提案アプリを「森林の現状・施業内容の説明・見積りなどを、スマートフォン・タブレット等のデジタルデバイスを利用して、一体的に森林所有者へ提示・提案できるもの」と定義した。施業提案アプリの構成要素については図 6-11 示す。

▶ 施業提案アプリの構成要素

» 以下①～③の要素が、一体的に提案できる必要がある

① 森林現状把握

■ 現地写真や図面、定量情報（材積・本数密度等）を使って、森林所有者に森林の現在の状況を伝えることができる

② 施業内容説明

■ 現地調査結果等を用いて、提案する施業の内容とその効果を森林所有者に伝えることができる

③ 見積作成

■ 森林所有者へ提案する施業内容に基づいた、一定の算定根拠を有する見積りを提示することができる

図 6-11 施業提案アプリの構成要素

施業提案アプリの利用目的は、森林所有者からの施業同意取得推進と、施業提案資料作成業務の効率化の、2 つに大別することができる。前者は、森林所有者に対して、写真等を用いて分かりやすく説明することによって、施業同意を取得しやすくなる、習熟度が浅い担当者であっても信頼性の高い提案資料の作成が可能となる、といった効果が見込まれる。また後者は、現状各森林組合や林業事業体が、独自に GIS や表計算アプリなどを組み合わせて、紙に印刷して森林所有者へ提示している資料を、デバイス上の定型フォームで一体的に扱うことによって、業務効率化を図るものである。

森林所有者の森林への関心の高さによって、施業提案資料に求められるものは変わると考えられる。たとえば関心が高くない森林所有者へ分かりやすい施業提案を目指す場合、細かい積算や説明をあえて省いた、分かりやすい提案資料が求められる。一方、関心が高い森林所有者へ施業提案を行う場合は、細かい積算や説明を含めた正確な提案資料が求められる。将来的には、バックグラウンドに詳細なデータを持っておき、森林所有者の属性に合わせて表示を変更することで、いずれにも対応できることが望ましい。

なお、実際に森林所有者へ施業提案を行う際には、担当者に一定の習熟が求められ、施業提案アプリは、あくまで施業同意を取得しやすくするための、補助的なツールであると言える。

6.4.2. 基本仕様の考え方

施業提案を行う際、森林所有者からの信頼感を醸成するために必要となる最低限の機能を、基本仕様とした。森林所有者の属性は様々であるが、森林への関心が高くない森林所有者にとっても、分かりやすい提案となることを念頭に置いた。

6.4.3. 推奨仕様の考え方

施業提案を行う際、信頼性を高める、またはより精度の高い施業提案となる機能を、推奨仕様とした。

6.4.4. システム要件

(1) 森林現状把握

森林現状把握については、基本情報・定量情報・画像等・位置図の4つの要素から成り立つ。

基本情報については、林小班や地番等、対象森林の基本となる情報を表示するもので、森林簿やオープンデータ等からデータを読み込む機能などが想定される。

定量情報は、材積や本数密度といった基礎的な定量情報を表示するもので、森林簿（森林クラウドシステム標準仕様ベース）を使用したり、現地調査や航空レーザー計測ベースのデータを使用することが考えられる。

画像等は現地の状況を可視化して伝達するための情報で、動画を使用したりドローンで撮影した映像を使うことも有効と考えられる。

位置図については、対象森林がどの場所にあるのか表示する機能で、画像・PDFベースによるものやGIS機能を有するものが考えられる。

森林の現状の構成要素について図 6-12 に示す。

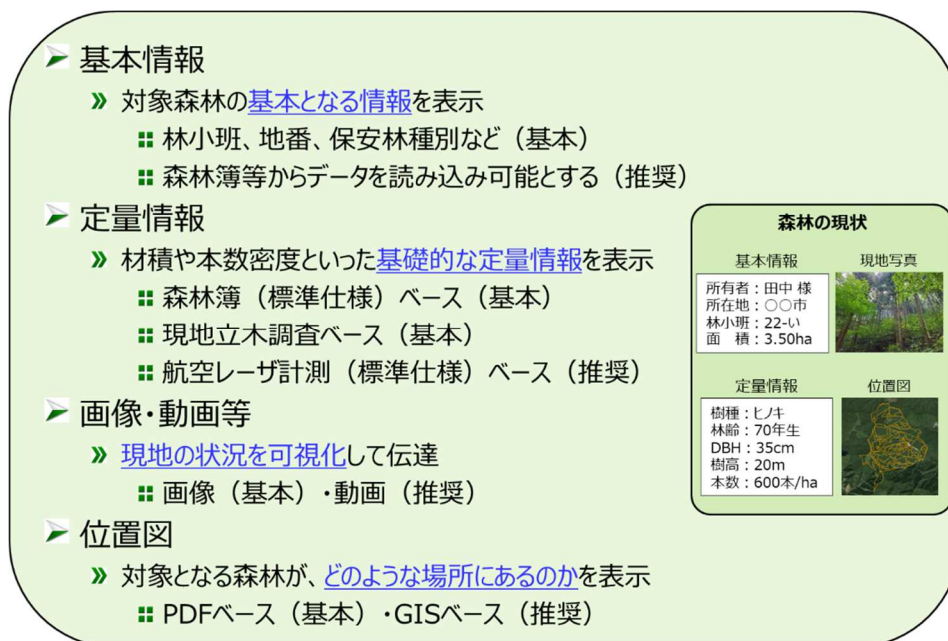


図 6-12 森林の現状の構成要素

(2) 施業内容説明

施業内容説明は、現状分析・施業内容説明・再計算機能の3つの要素から成り立つ。

現状分析は、森林の現状に基づいた、施業提案者による森林の状況の分析で、例えば、現状では本数密度が高すぎるため早急に間伐が必要といった分析である。森林の施業に詳しくない森林所有者も多いと思われるため、具体的な施業内容の説明を行う前に、的確に分析を伝えることが、森林所有者からの信頼感を高めると考えられる。

施業内容の説明は、森林所有者にとって施業イメージが直感的に理解できることが重要である。例えば、間伐の施業提案であれば、単に間伐率の説明だけではなく、間伐率によって異なる仕上がりを、過去の施業箇所における施業前後の写真等を用いて伝えられると良い。「間伐率 30%」という言葉から受ける印象は、森林所有者によって様々である。伐り過ぎなのではないかと感じた所有者が、一旦は施業提案を断ったものの、隣接する同じ林相の森林が間伐率 30%で施業された仕上がりを見て、施業提案通りに間伐しておけばよかったと後に話をしにくるケースがあると分科会でも意見が出された。こうした森林所有者との認識の齟齬を防ぐためにも、施業イメージを事前に十分共有できることは、重要であると考えられる。

再計算機能について、施業提案時に森林所有者の意向等によって、施業の条件を変更する場合、従来法では事務所へ戻って資料を再作成し、再度森林所有者を訪問する必要があったが、条件の変更をすぐにモバイルデバイスにおけるアプリで反映できれば、その手間を無くすことができる。このような機能を推奨仕様に加えた。施業内容説明の要素について図 6-13 に示す。

➤ 現状の分析（基本）

- 森林の現状に基づいた、提案者による[森林の状況の分析](#)
(例：本数密度が高すぎるため、早急に間伐が必要 など)

➤ 施業内容の説明（基本）

- [施業内容](#)、また[施業による効果](#)を、[図表や施業後のイメージ写真等](#)を用いて説明できる

➤ 再計算機能（推奨）

- 提案した施業内容に対して、所有者の意向等によって[条件を変更](#)する場合、タブレット端末等のデジタルデバイスを用いて、その場で条件に反映し、[再計算](#)することができる

図 6-13 施業内容説明の要素

(3) 見積作成

施業における見積は、売上・費用・補助金の各項目とそれらから算出される収支によって構成される。これらを一定の根拠に基づいて積算し、森林所有者へ提示できる必要がある。(2)で述べた条件の変更に対して施業内容を再計算できる機能、および傾斜や集材距離等の代表的なパラメータを用いて現場の条件に応じた概算の収支算定ができる機能を、推奨仕様としている。見積作成機能の概要について図 6-14 に示す。

▶ 施業内容の説明に基づいた、見積内容（積算内容）の説明

- » 内 容：売上 - 費用 + 補助金 = 収支
 - 売 上：原木の販売代金（あれば）
 - 費 用：作業費 + 経費等
 - 補助金：造林補助金 等

- » 売上・費用・補助金の各要素について、一定の根拠に基づいて、[見積書を作成](#)できる（基本）
- » 代表的なパラメータ（傾斜等）を用いた簡易な計算方法等によって、[概算の収支を提示](#)することができる（推奨）
- » 所有者の意向等によって、条件を変更し、タブレット端末等のデジタルデバイス上で、その場で見積りに反映し、[再計算](#)ができる（基本）
- » [見積パターン](#)を、複数[保存・提示](#)できる（推奨）

図 6-14 見積作成機能の概要

(4) 実績報告

森林所有者に、施業の前後・作業中の写真等を用いて、施業による現地の変化や施業提案時の見積書と施業実績（収支）の差異といった実績報告を行うことは、次回施業時のために信頼感を高めることができると考えられる。しかし、この機能について、現在市販されているアプリでは、確認されていない機能であることから推奨仕様とした。実績報告機能の概要について図 6-15 に示す。

➤ 施業完了後に、施業実績を報告する機能

- » 現在市販されているアプリでは、確認されていない機能
- » 施業提案の結果実施された施業について、森林所有者に [施業提案時と同じフォーマット](#)で、実績報告を行う
- » 施業前後、作業中の写真等によって、[施業による現地の変化](#)を森林所有者へ伝える
- » [施業の精算](#)を行うために必要な[精算書・請求書等の資料](#)を作成
- » 提案時の[見積書と施業実績（収支）の差異](#)を説明できる

図 6-15 実績報告機能の概要

第7章. 標準仕様書の作成

7.1. 標準仕様の名称について

本業務の成果である、林業における ICT 生産管理にかかる標準仕様書案については、昨年度の本事業における検討により、将来、素材生産以外の分野も含めることを前提として、「ICT 林業生産管理システム標準仕様書（案）」とした。本年度もこの名称を踏襲するが、機械管理とそれ以外のアプリに関する内容は、その性格が異なり、機械管理は StanForD2010 の日本版として発展する可能性もあるため、それぞれ「機械管理編」・「アプリ編」として、別々に管理することとした。

7.2. 「ICT 林業生産管理システムの標準仕様書（案）」の概要

本業務の成果として作成した標準仕様書案には、本報告書で記している標準仕様の概要を抜粋した内容と、標準仕様書の見方、今年度作成した機械管理に関する標準仕様の詳細について掲載している。「ICT 林業生産管理システム標準仕様書（機械管理編）」の目次について表 7-1 に、「同（アプリ編）」の目次について表 7-2 に示す。これと対応するコード表を含め、それぞれの詳細内容については、別添された各標準仕様書を参照されたい。

表 7-1 「ICT 林業生産管理システム標準仕様書（機械管理編）」の目次
(次ページに続く)

第1章 ICT 林業生産管理にかかる標準仕様の概要

- 1. 1 概要
- 1. 2 標準仕様の説明
 - 1.2.1 標準仕様の作成過程
 - 1.2.2 素材生産における ICT 利活用の効果
 - 1.2.3 標準化の対象範囲
 - 1.2.4 標準化の対象となる情報
 - 1.2.5 標準化の管理対象
 - 1.2.6 標準化の手法
 - 1.2.6.1 仕様の区分
 - 1.2.6.2 標準化の手法
 - 1.2.6.3 標準仕様への準拠方法

第2章 機械管理の標準仕様

- 2. 1 機械管理における標準仕様の概要
 - 2.1.1 標準化の対象となる作業項目
 - 2.1.2 機械管理におけるデータ形式
- 2. 2 標準仕様の見方
- 2. 3 基本仕様の項目
 - 2.3.1 ファイルやデータに付与される情報
 - 2.3.2 林業機械が自動的に付与する情報
 - 2.3.3 オペレータや管理者が作成する情報
 - 2.3.4 機械情報
 - 2.3.5 樹種情報
 - 2.3.6 伐採地情報
 - 2.3.7 材積計算のための情報
 - 2.3.8 土場情報
 - 2.3.9 造材するための情報
 - 2.3.10 造材結果の情報
 - 2.3.11 集材結果の情報
 - 2.3.12 キャリブレーションの情報
- 2. 4 推奨仕様の項目
 - 2.4.1 ファイルやデータに付与される情報
 - 2.4.2 オペレータや管理者が作成する情報
 - 2.4.3 機械情報
 - 2.4.4 データの送受信の記録情報
 - 2.4.5 ブームの角度の情報
 - 2.4.6 伐採地情報
 - 2.4.7 細り式作成のための推計情報
 - 2.4.8 材積計算のための情報
 - 2.4.9 造材するための情報
 - 2.4.10 作業道情報
 - 2.4.11 集材するための情報
 - 2.4.12 造材結果の情報
 - 2.4.13 集材結果の情報
 - 2.4.14 キャリブレーションの情報
 - 2.4.15 スケールの情報

表 7-2 「ICT 林業生産管理システム標準仕様書（アプリ編）」の目次

第1章 ICT 林業生産管理にかかる標準仕様の概要
1. 1 概要
1. 2 標準仕様の説明
1.2.1 標準仕様の作成過程
1.2.2 素材生産における ICT 利活用の効果
1.2.3 標準化の対象範囲
1.2.4 標準化の対象となる情報
1.2.5 標準化の管理対象
1.2.6 標準化の手法
1.2.6.1 仕様の区分
1.2.6.2 標準化の手法
1.2.6.3 標準仕様への準拠方法
第2章 アプリの標準仕様
2. 1 アプリにおける標準仕様の概要
2.1.1 対象とするアプリ
2.1.2 標準仕様で想定するアプリの使用方法
2. 2 検知アプリの標準仕様
2.2.1 検知アプリにおける標準仕様の概要
2.2.2 基本仕様と推奨仕様の考え方
2.2.3 データ項目の標準仕様
2.2.4 システム要件の標準仕様
2. 3 日報管理アプリの標準仕様
2.3.1 日報管理アプリにおける標準仕様の概要
2.3.2 基本仕様と推奨仕様の考え方
2.3.3 データ項目の標準仕様
2.3.4 システム要件の標準仕様
2. 4 施業提案アプリの標準仕様
2.4.1 施業提案アプリにおける標準仕様の概要
2.4.2 基本仕様と推奨仕様の考え方
2.4.3 システム要件の標準仕様

7.3. 本事業で得られた成果の普及に向けた取り組み

7.3.1. 標準仕様書案への意見聴取

昨年度事業で作成した「ICT 林業生産管理システム標準仕様書（案）」について、日本森林技術協会のホームページで報告書と共にダウンロードできるようにし、林業機械化協会に周知の協力を得ながら意見募集を行った。また、今年度の成果については、標準仕様を承認する仕組みが確立されていないこと等から意見募集は行なわなかった。

意見募集期間は、ホームページ掲載から令和3年8月27日（金）までの約1ヶ月間とした。意見の募集方法は、「氏名」「住所」「電話番号」「所属先」「該当箇所（ページ、行、単語など）」「ご意見」「修正案」について電子メールで送付する方式とした。なお、意見募集の結果、標準仕様に関する意見は無かった。日本森林技術協会のホームページに掲載した標準仕様書案への意見募集案内イメージを図7-1に示す。

「ICT生産管理システムの標準化事業」事業内容

■ ICT生産管理システムの標準仕様の作成

林業事業者等が実施する木材の生産段階での各作業工程（計画、伐採、採材、検収、運材、在庫管理等）において、ICTを効果的に活用し、低コストで効率的な林業経営を実現していくため、海外におけるICTの活用事例や本事業に関連する既存研究成果等の情報収集を図りつつ、先進地域におけるICT生産管理システムやデータ形式・データの活用状況を確認し、現状と課題・問題点の整理とその改善・解決策や方向性を取りまとめることと、それらを踏まえた標準データ形式・項目案の作成、ICT生産管理システム標準仕様の検討を行った。

PDFダウンロード：
[令和2年度ICT生産管理システムの標準化事業報告書（約8MB）](#)
[別添 ICT生産管理システム標準仕様書案（約3MB）](#)

【共同企業体】
一般社団法人 日本森林技術協会
住友林業株式会社

■ 「ICT生産管理システム標準仕様書案」への意見募集について

【意見募集期間】
令和3年8月27日（金）まで

【意見の提出方法】
下記の事項をご記入いただき、電子メールで送付してください。なお、電話等での御意見提出はお受けしかねますので、あらかじめご了承ください。

<記入事項>

1. 氏名
2. 住所
3. 電話番号
4. 所属先（企業・団体の場合は、企業名・団体名、部署名）
5. 該当箇所（ページ、行、単語など）
6. ご意見
7. 修正案（修正案をご提示ください）

【提出先】
日本森林技術協会 ICT林業推進室 西原和也
【メールアドレス】 kazuya@jافتa.or.jp
※メールアドレスの ● は @ に変更して送信をお願いします。
（電子メールの件名を「ICT生産管理システム標準仕様書案に対する意見」としてください。）

【その他】
皆様からいただいた御意見につきましては、最終的な決定における参考とさせていただきます。なお、いただいた御意見についての個別の回答はいたしかねますので、あらかじめ、その旨をご了承ください。
御提出いただきました御意見については、氏名、住所、電話番号、メールアドレスを除き、すべて公開される可能性があることを、あらかじめ御承知おください。ただし、御意見中に、個人に関する情報であって特定の個人を識別しうる記述がある場合及び個人・法人等の財産権等を害するおそれがあると判断される場合には、公表の場面に当該箇所を伏せさせていただきます。
御意見に附記された氏名、連絡先等の個人情報につきましては適正に管理し、御意見の内容に不明な点があった場合等の連絡・確認といった、本業に対する意見公募に関する業務にのみ利用させていただきます。

お問い合わせ先（一社）日本森林技術協会 ICT林業推進室（担当：大豊、西原、荒井）
〒102-0085 東京都千代田区六番町7

図 7-1 標準仕様書案への意見募集案内イメージ

7.3.2. パンフレットの作成・配布

標準化の必要性や本事業の取り組みを幅広く周知するため、標準仕様の目的や対象等を掲載したパンフレットを作成した。また、作成したパンフレットは、令和3年10月10～11日に北海道で開催された「2021 森林・林業・環境機械展示実演会」において、森林利用学会の協力を得て配布した。作成したパンフレットのイメージを図7-2、パンフレットの配布状況写真を図7-3に示す。

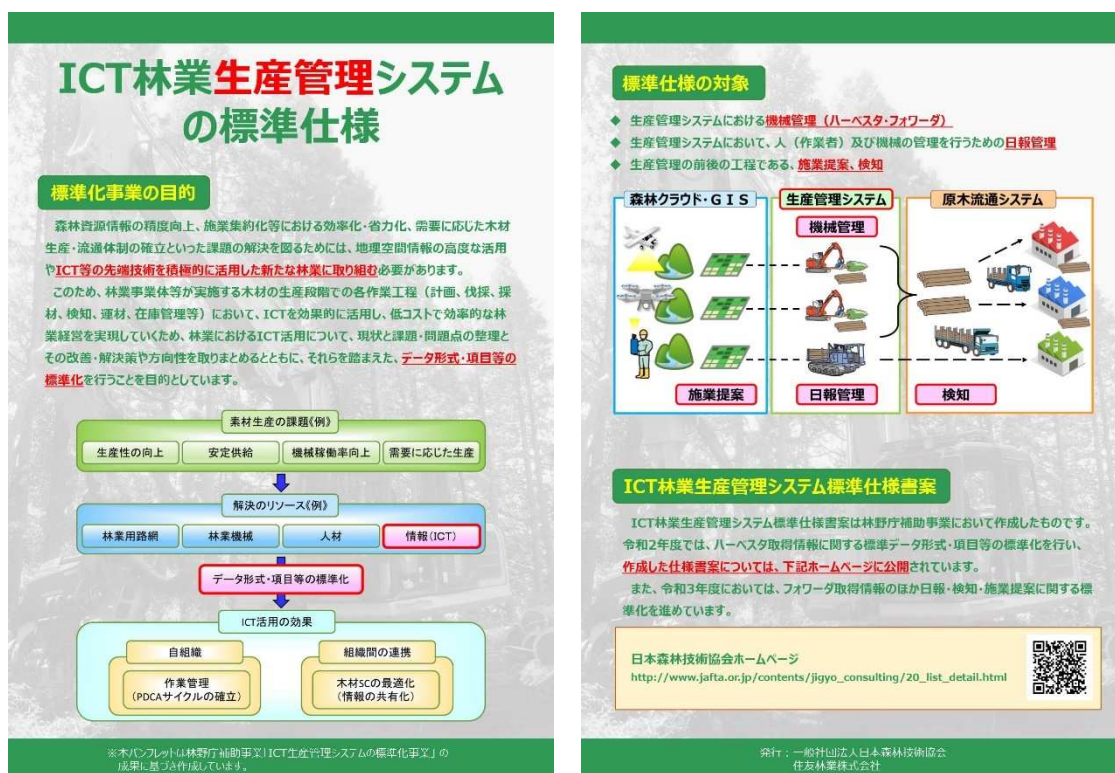


図 7-2 作成したパンフレットのイメージ



図 7-3 パンフレットの配布状況

7.3.3. シンポジウムの開催

本事業で得られた成果の普及を図るため、「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」と連携して、令和4年3月4日に東京都で「森林GISフォーラム2021年度東京シンポジウム スマート林業に対応した森林情報データベースの構築」を開催し、本事業の成果報告を行った。

シンポジウムは、新型コロナウイルス感染症の拡大を受け、事前登録制による会場参加（会場収容定員の50%以内の参加人数に制限）のほか、オンライン参加の形態として実施した。参加者は334名（会場参加40名、シンポジウムオンライン参加234名、賛助会員話題提供オンライン参加60名）であった。シンポジウムのプログラムを表7-3 シンポジウムのプログラム、本事業の成果報告実施状況を図7-4、賛助会員による話題提供会場の状況を図7-5、賛助会員によるデモンストレーションの実施状況を図7-6に示す。

表 7-3 シンポジウムのプログラム

時間	シンポジウム	時間	賛助会員による話題提供
10:30-10:35	開会挨拶	10:30-10:35	開会挨拶
10:35-10:45	林野庁 令和4年度の事業概要	10:35-10:45	林野庁 令和4年度の事業概要
セッション①（司会：森林総合研究所 齋藤）			
10:45-11:05	林業分野における DXの推進とこのための仕組み 中澤 昌彦（森林総合研究所）	11:00-11:30	森林総合研究所
11:05-11:45	ICT 林業生産管理標準仕様について 岡田広行・田上誠・鈴木洸明（住友林業株式会社） 西原和也（一般社団法人日本森林技術協会）	11:30-12:00	株式会社アドイン研究所
11:45-12:00	質疑応答		
昼休憩（12:00-13:00）			
セッション②（司会：森林総合研究所 鹿又）			
13:00-13:30	森林資源標準化仕様案について 大萱直花（一般社団法人日本森林技術協会）	13:00-13:30	株式会社コア
13:30-13:45	質疑応答	13:30-14:00	株式会社ジツタ
休憩（13:45-14:00）		14:00-14:30	ESRI ジャパン株式会社
セッション③（司会：森林総合研究所 鹿又）			
13:45-16:20	スマート林業に対応した 森林情報データベースの構築 パネリスト 松村直人（三重大学）、山本一清（名古屋大学） 伊ヶ崎佑介（北海道庁） 大萱直花（一般社団法人日本森林技術協会）		
16:20-16:30	閉会挨拶	16:20-16:30	閉会挨拶

※このほか賛助会員によるデモンストレーションをブース会場で実施



図 7-4 本事業の成果報告実施状況



図 7-5 賛助会員による話題提供会場の状況



図 7-6 賛助会員によるデモンストレーションの実施状況

第8章. 「ICT 林業生産管理標準仕様」の今後に向けて

8.1. 「ICT 林業生産管理システム標準仕様」の今後に向けて

ここまで「ICT 林業生産管理システム標準仕様」の作成目的、検討の経緯を記してきたが、最後に標準仕様の今後の課題や発展の方向性について、現時点での取り組み方針を整理する。

8.1.1. 路網開設や架線集材への対応

今回作成した標準仕様における機械管理については、StanForD2010 を参照したこともあり、北欧の林業で主流の CTL を念頭に置いた仕様になっている。日本においては、北海道や東北の緩傾斜地を除いては林業機械の林内走行は困難であるものの、作業道上でハーベスタ（またはプロセッサ）が木寄せされた全木を造材し、作業道に沿ってフォワーダが生産された原木を集材する形で CTL を実施しているため、今回作成した標準仕様は日本林業の大部分の素材生産現場で活用可能となっている。

一方、主として西日本で採用されている架線集材方式については、山土場まで集材された全木材（または全幹材）をハーベスタで造材する工程からは標準仕様の対象となるものの、架線系の集材工程は対象外である。また車両系の集材においても、路網作設工程は、同じく対象外となっている。このことは、今回作成した標準仕様はハーベスタで造材する工程以降を対象としていることを意味しており、今後の標準仕様の対象範囲拡大が求められる部分ではあるが、StanForD2010 の範囲外でもあるため、全て林業機械側で対応するのではなく、別途、タブレット端末上で稼働する簡易なアプリを開発しデータ取得を行う等の対応も求められるところである。

8.1.2. 新技術への対応

今後、日本の素材生産における作業システムも、多様な発展が期待されている。特に、生産性の向上と作業者の労働安全衛生の両立が求められる中で、林業機械の遠隔操作対応、自動化が求められており、今後の林業機械開発の重要なテーマとなっている。

また作業員中心の生産性管理ではなく労働生産性と機械稼働率のバランスを最適化する作業管理（日報管理）や、航空レーザ計測データを見積作成等にフル活用した施業提案、全体の木材サプライチェーンマネジメントシステムと一体化した生産数量管理等、各アプリの機能強化に対するニーズも拡大すると考えられる。

今回開発した標準仕様も、上記の前向きな環境変化に柔軟に対応し、それぞれが目指す課題解決に引き続き貢献することが求められる。

8.1.3. 素材生産現場での通信手段の確保

今回の標準仕様は、組織内・組織間に関わらず、林業機械（に搭載された機器・ソフトウェア）と事務所（内のコンピュータ）とのデータのやりとり、また作業員（が所持するスマートフォンやタブレット端末）と事務所（内のコンピュータ）とのデータのやり取りを想定している。これらのデータのやり取りは、現時点ではSDカードやUSBメモリ等の媒体を用いる場合が多いと思われるが、利便性やセキュリティを考えると、近い将来、クラウドネットワークを活用したソフトウェアやアプリが必要になると想定される。

一方、山間部ではインターネットに接続可能な通信回線が整備されていないことが多く、作業終了後、通信可能なエリアに下山してから必要なデータを送信するという対応にならざるを得ない。現時点では、素材生産管理や木材サプライチェーン管理でやり取りするデータは、作業員の労働安全に関わるデータに比べて即時性の要求度合いは低いと思われるが、今後、複数の作業班の管理や、林業機械の大型化による1日当たり素材生産量の増大に対応するためには、最低でも半日間隔（作業開始時、昼休憩時、作業終了時等）での通信が確保されることが、ICT生産管理のさらなる普及につながるとと思われる。

8.1.4. 林業事業者のモチベーション向上

これまでICT生産管理を普及させるためには、林業事業者のモチベーション向上が重要であると指摘してきた。ICT生産管理に取り組む林業事業者が増えることで、標準仕様に対応した林業機械や機器・アプリの販売数量も増加し、結果、導入しやすい価格にて製品が提供されることで、さらに普及が進むという好循環が期待される。

ただし林業事業者の自発的な改善意識の向上のみでは、好循環の実現性は十分ではないため、逆に林業事業者に施業を委託する森林所有者（国有林・公有林含む）が、山主還元のための拡大のために、高い生産性を林業事業者に求めることで、ICT生産管理の普及が進むことも期待される。また行政側からも、新技術の活用により省力化・軽労化を図り、伐採から再造林・保育に至る収支のプラス転換が可能となる「新しい林業」の展開等による後押しを行うことも有効である。

8.1.5. 標準仕様の維持管理体制の構築

本事業で作成した標準仕様は、今後の森林・林業を巡る環境変化や新技術の発展等に随時対応する必要があるため、普及活動と併せて、仕様の維持管理体制を構築する必要がある。事務局である日本森林技術協会と住友林業が今後とも中心となり対応するが、林野庁、林業機械メーカーやシステム事業者からなる業界団体、森林利用学・林業工学の研究者が所属する学術団体等の協力を得つつ、産官学が一体となった普及・維持管理を継続する必要がある。

8.2. 林業分野における DX 推進と ICT 林業生産管理標準仕様

8.2.1. 林業分野における DX 推進の一環としての ICT 生産管理

昨今、ICT 分野全般においては、単なる実務の省力化や高度化だけではなく、DX（デジタルトランスフォーメーション）につながる取組が求められている。本報告書の最後に、林業分野における DX 推進の一環としての ICT 生産管理の必要性と可能性について考察する。

8.2.2. 林業分野における DX 推進の必要性

林業分野においても、新しい「森林・林業基本計画（令和3年6月15日閣議決定）」の「デジタル化の推進」の項目において、「川上・川中・川下のサプライチェーンの構築、合法伐採木材の流通等につなげる『林業DX（デジタルトランスフォーメーション）』を目指した取組を進めていく。」と定められている。「森林・林業基本計画」における「林業DX」について図8-1に示す。

<森林・林業基本計画（令和3年6月15日閣議決定）からの抜粋>

第3 森林及び林業に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

5 その他横断的に推進すべき施策

(1) デジタル化の推進

森林・林業の分野においても、リモートセンシング等のデジタル技術が著しく進展している。森林関連情報の把握、森林資源の造成、木材の生産流通等の各段階で、これらの技術を適用してデジタルデータを活用した効率的なものへと転換していく。

このため、レーザ測量や衛星画像等による森林資源情報の精度向上、GNSSによる森林境界データのデジタル化などを進めていく。また、それらのデータを集積して、その共有と高度利用を図る森林クラウドを都道府県等に導入していく。あわせて、木材の生産流通の効率化に向けたICT生産流通管理システムの標準化、標準仕様に基づくシステムの導入、丸太材積等を効率的に測定できる木材検収ソフトなどの現場導入を促進する。これらのデータについては、データ連係を視野に入れた調査等の環境整備を行い、川上・川中・川下のサプライチェーンの構築、合法伐採木材の流通等につなげる「林業DX（デジタルトランスフォーメーション）」を目指した取組を進めていく。

さらに、森林土木分野においてもICT等を施工現場へ導入する「i-Construction」を促進する。また、補助金申請や各種手続を効率化して国民負担を軽減していくため、デジタルデータを活用した造林補助金の申請・検査業務を推進するほか、農林水産省共通申請サービスによる電子化等を図る。

（デジタルトランスフォーメーション：ICTの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させることをいう。）

図8-1 「森林・林業基本計画」における「林業DX」（抜粋）

ここで、DXの定義の一般的な定義を再確認すると、

「企業が外部エコシステム（顧客、市場）の破壊的な変化に対応しつつ、内部エコシステム（組織、文化、従業員）の変革を牽引しながら、第3のプラットフォーム（クラウド、モビリティ、ビッグデータ／アナリティクス、ソーシャル技術）を利用して、新しい製品

やサービス、新しいビジネス・モデルを通して、ネットとリアルの両面での顧客エクスペリエンスの変革を図ることで価値を創出し、競争上の優位性を確立すること

となる。(出典：Japan IT Market 2018 Top 10 Predictions: デジタルネイティブ企業への変革・DX エコノミーにおいてイノベーションを飛躍的に拡大せよ, IDC Japan プレスリリース, 2017年12月14日、参考資料：DX レポート ～IT システム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～, 経済産業省「デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会」, 平成30年9月7日)

この定義における各キーワードの具体的な内容を、現在の日本の林業に当てはめると、(事務局の私見ではあるが、) 以下の通りとなると考えられる。

◎外部エコシステムの破壊的な変化

→木材の需給構造の世界的な変化・気候変動

◎内部エコシステムの変革

→(行政、林業事業体、木材需要者における) 自組織の変革

◎第3のプラットフォーム

→林業におけるスマート技術(特にクラウド・ビッグデータ)

◎新しい製品やサービス、新しいビジネス・モデル

→(スマート技術を活用した) 木材サプライチェーンの再構築

◎ネットとリアル両面での顧客エクスペリエンスの変革

→ネットとリアル両面での、顧客にとっての木材の新たな付加価値の提供

◎競争上の優位性を確立

→地域間競争、国産材の自給率向上、非住宅建築物の木質化

これらを逆に上述したDXの定義に当てはめると、

「企業が木材の需給構造の世界的な変化や気候変動に対応しつつ、自組織の変革を牽引しながら、林業におけるスマート技術を利用して、木材サプライチェーンの再構築を通して、ネットとリアル両面での顧客にとっての木材の新たな付加価値を提供することで価値を創出し、国産材や地域材、また木質部材そのものの競争上の優位性を確立すること」

と置き換えることができる。この定義における、ICTを活用した「自組織の変革」と「木材サプライチェーンの再構築」は、本事業が標準仕様の検討を通じて目指してきたことであり、ICT生産管理の普及が林業分野におけるDX推進にとって重要であることを示している。

8.2.3. 林業分野における DX 推進の一助となる ICT 生産管理の取組

まず本事業において素材生産の事業地確保に資する内容として取り扱ってきた森林資源情報の整備については、これまで森林管理用途を主目的として整備されてきたこともあり、素材生産に関わる事業者が求める情報としては不十分であった。これを原木の需要者が求める木材（素材）安定供給のための情報として転換させるためには、その項目や精度、更新頻度を含めたデータベースの再構築が必要である。このことは、今回作成した「ICT 林業生産管理システム標準仕様」においては、機械管理における地理的指示機能、施業提案アプリにおける所有者への情報提示や見積作成機能を進化させるための必要条件として、整理している。

次に、素材生産現場の変革については、スマート技術の導入だけでは不十分であり、新たな作業システムの導入が不可欠である。新たな作業システムを導入するためには、路網の充実と、地形条件等に適合しつつ生産性を向上させる林業機械が必要となるが、「ICT 林業生産管理システム標準仕様」の機械管理における推奨仕様は、将来的な作業システムの発展の方向性を踏まえつつ検討を実施した。また新たな作業システム導入後の投資効果を発揮させるためには、機械稼働率や作業生産性を高める必要があり、日報管理アプリの推奨仕様を検討する際に念頭においた、生産性管理機能の活用が有効と考える。

最後に、生産した素材を原木として流通販売する際の新たな付加価値の提供については、本事業では量としての安定供給が、地域材・国産材の競争上の優位性を確保するための最大の条件として認識し、標準仕様の検討を進めてきた。一方、今後は原木の合法性、環境への配慮、特に再生林が担保された伐区からの出材であることが付加価値の源泉になる可能性もあるため、本事業でも、原木のトレーサビリティ確保に資する項目やシステム要件を検討し、採用したところである。日本林業における DX 推進に貢献する ICT 生産管理の取組について、特に素材生産分野で考え得る項目例を図 8-2 に示す。

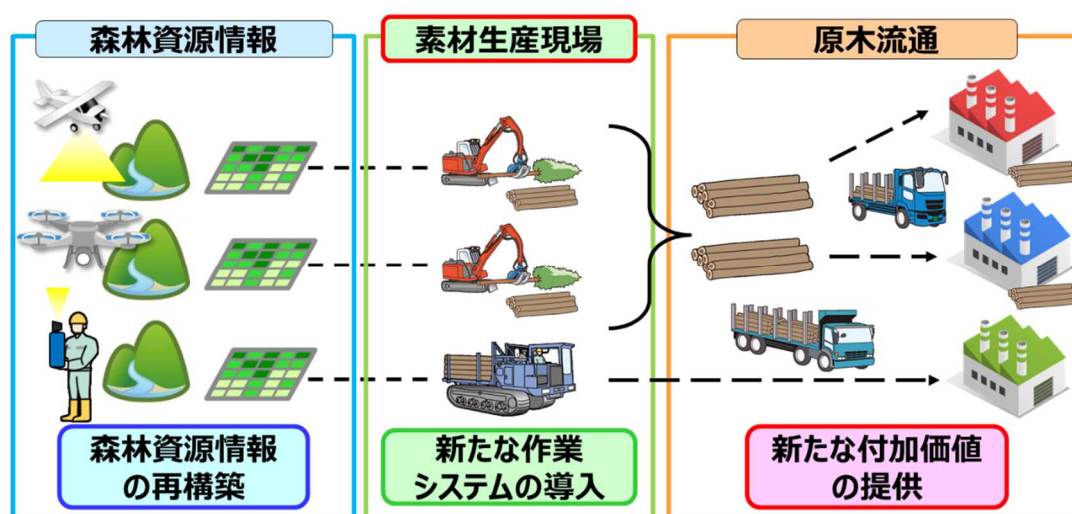


図 8-2 林業分野における DX 推進の一助となる ICT 生産管理の取組

上記の項目以外にも、今後、林業分野における DX 推進に貢献するために、ICT を利用した様々な取組が期待されるが、本事業で作成した「ICT 林業生産管理システム標準仕様」の普及と発展がその一助になれば幸いである。

令和3年度 林業イノベーション推進総合対策のうち
ICT生産管理推進対策のうち ICT生産管理システムの標準化事業

令和3年度 ICT生産管理システムの標準化事業
報告書

令和4年3月

共同企業体

(代表) 一般社団法人 日本森林技術協会 担当 大萱直花
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL : 03-3261-5281 (代表)

住友林業株式会社 担当 岡田広行
〒100-8270 東京都千代田区大手町一丁目 3 番 2 号
TEL : 03-3214-2220 (代表)