

令和2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3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
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	10
第3章. 先進地域等の事例調査	12
3.1. 国内の先進事例調査	12
3.1.1. 調査概要	12
3.1.2. 調査結果	23
3.2. 既存研究成果・文献収集	25
3.2.1. 調査概要	25
3.2.2. 調査結果	28
3.3. 海外における ICT 活用事例	29
3.3.1. 調査概要	29
3.3.2. 調査結果	29
3.4. 実データの収集	30
3.4.1. 実施概要	30
第4章. ICT を活用した現場作業システムの検討	31
4.1. 現状の課題・問題点と改善・解決策	31
4.1.1. ICT 生産管理の普及について	31
4.1.2. ICT 生産管理の導入について	32
4.2. 実データの解析	33
第5章. システム仕様とデータ形式の標準化の検討	37
5.1. 標準仕様検討の流れ	37
5.2. データ形式	37
5.3. データ項目	38
5.3.1. 標準仕様で想定するデータのやり取り	38
5.3.2. 基本仕様の項目	40
5.3.3. 推奨仕様の項目	41
5.4. システムの仕様	42
5.4.1. データ作成に関するシステム要件	42
5.4.2. 検討したハーベスタの機能と各データ項目の関係性	49
第6章. 標準仕様書案の作成	50
6.1. 標準仕様の名称について	50
6.2. 「ICT 林業生産管理システムの標準仕様案」の概要	50
6.3. 成果の普及	58
第7章. 今後の検討に向けて	60
7.1. 今後の検討に向けて検討委員会で出された意見	60
7.2. 次年度以降の検討に向けて	61

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、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・林業機械メーカー・システム事業者等から構成される検討委員会を設置し、本事業に対して全般に関する指導・助言を得た。このほかに、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。

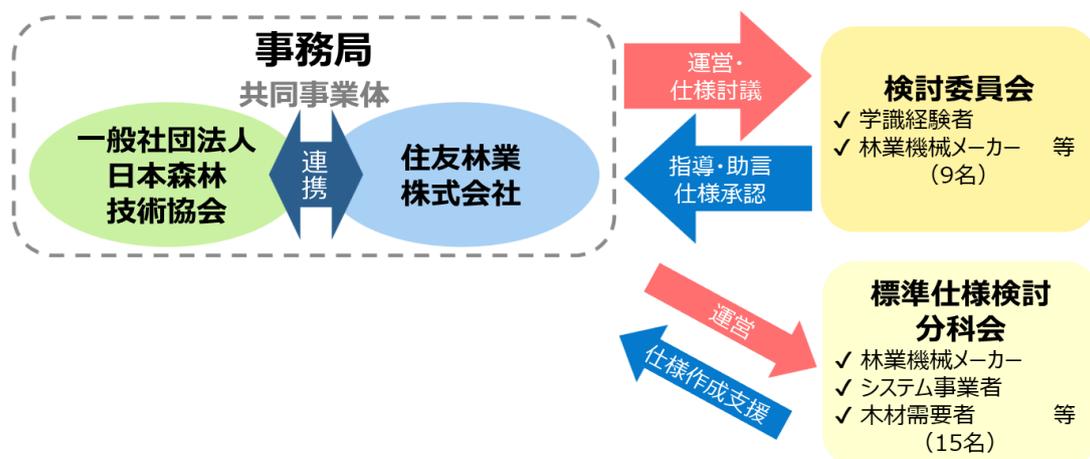


図 1.1 事業実施体制

1.3. 事業実施項目

本事業においては、前項に記載した通とおり、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、林業事業者等における ICT の活用事例等の情報や素材生産現場で稼働する林業機械から出力されるデータを収集した。それら収集した情報とデータを解析し、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、それらを踏まえた標準データ形式・項目を検討し、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、標準化された木材データ等を活用し、流通・加工段階との効率的な木材サプライチェーンの構築を図るため、「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」及び「生産流通構造改革促進事業（林野庁）」との連携を図りながら実施した。なお、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を実施する ➤ 既存研究成果や海外における ICT 活用事例を収集する ➤ 標準化の基礎資料として必要な、林業機械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"> ➤ 現状と課題・問題点の整理及び改善・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) ICT 林業精算管理システム標準化仕様書の作成	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ICT 林業生産管理システム標準仕様書案を作成する ➤ ICT 生産管理システム標準化仕様を普及するためのシンポジウムを開催する 	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の現況把握が盛んに行われつつあるが、素材生産分野においても、素材生産量や稼働時間、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）の導入、対応するシステムの開発が始まっている。

ハーベスタから得られたデータの林業事業者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の標準化の検討を中心とし、前後の工程を担う森林クラウド・GIS（計画管理等）、原木流通システム（在庫管理等）とのデータ流通（受け渡し）についても対象とした。標準化の対象範囲について図 1.2 に示す。

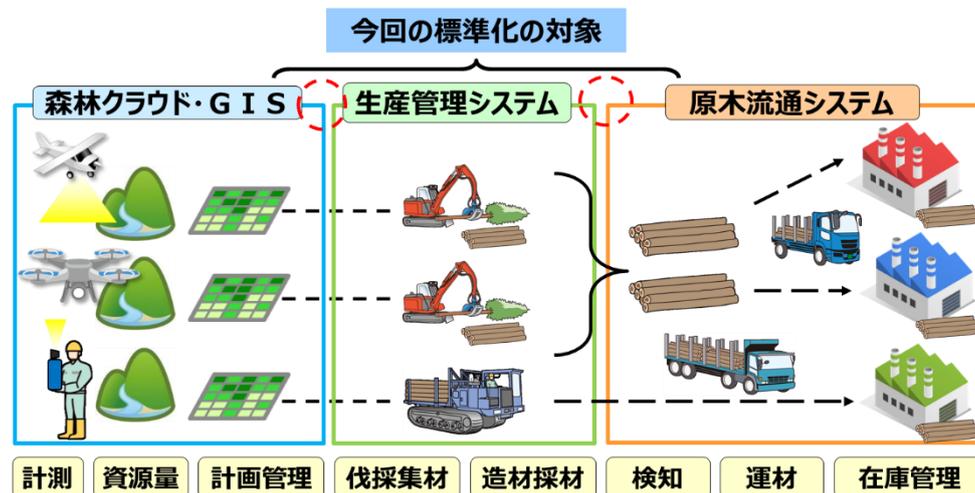


図 1.2 本事業における標準化の対象範囲

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、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、フォワーダやトラック等の集運材の効率化などに活用できる。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、多少の誤差であれば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造材報告や集材報告の情報、労務管理情報は、日報等の勤怠管理の情報であり、それぞれ業務改善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"> ● 素材生産計画・集運材計画の作成 ● 作業方法指示、進捗把握 ● 機械あたりの生産性分析、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、一般的に生産管理で必要とされる機械管理・作業管理に区分され多岐にわたる。そのうち本事業においては、まず機械管理のうちハーベスタに関する項目について、標準化の対象とした。機械管理の標準化に関しては、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 StanForD2010 を参照することとした。

また標準化を進めるに当たっては、標準化の対象となる情報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、データの取得や取り扱う際の要件のみとした。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トラック、写真検知などで使用するタブレット端末や GNSS 端末などの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 に示す。

表 1-3 標準化の管理対象

管理対象		StanForD2010 参照（・準拠）	備考
機械管理	ハーベスタ	○	一部の数量管理を含む
	フォワーダ他	○	
作業管理		—	日報管理システム等

※赤網掛部分が本事業の標準化対象

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 システム（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造材結果情報の共有、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言語となっている。なおデータ形式は XML フォーマットを使用し、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。そのうち本事業においては、ハーベスタのデータに関連する識別、生産指示、造材報告、ハーベスタ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 1-4 に示す。

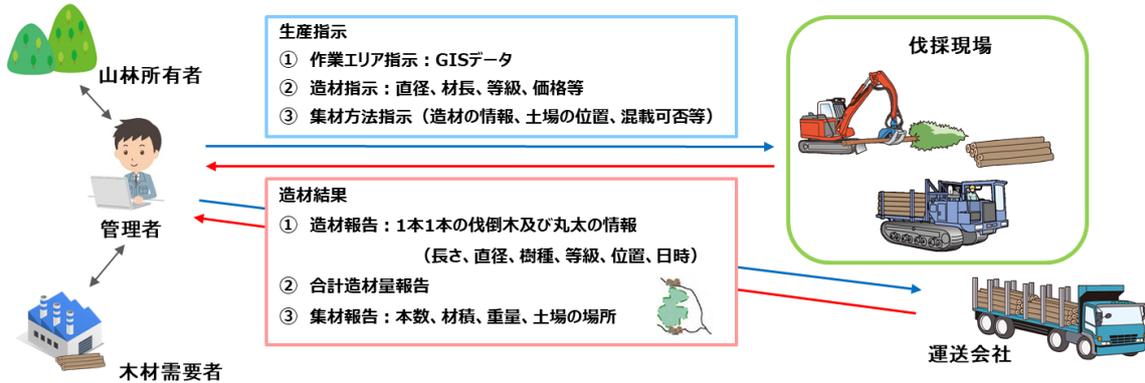


図 1.3 StanForD2010 の概要図

表 1-4 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	配送情報。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。
	ユーザー定義データ指示	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。また様々な機種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て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。機械メーカー各社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。

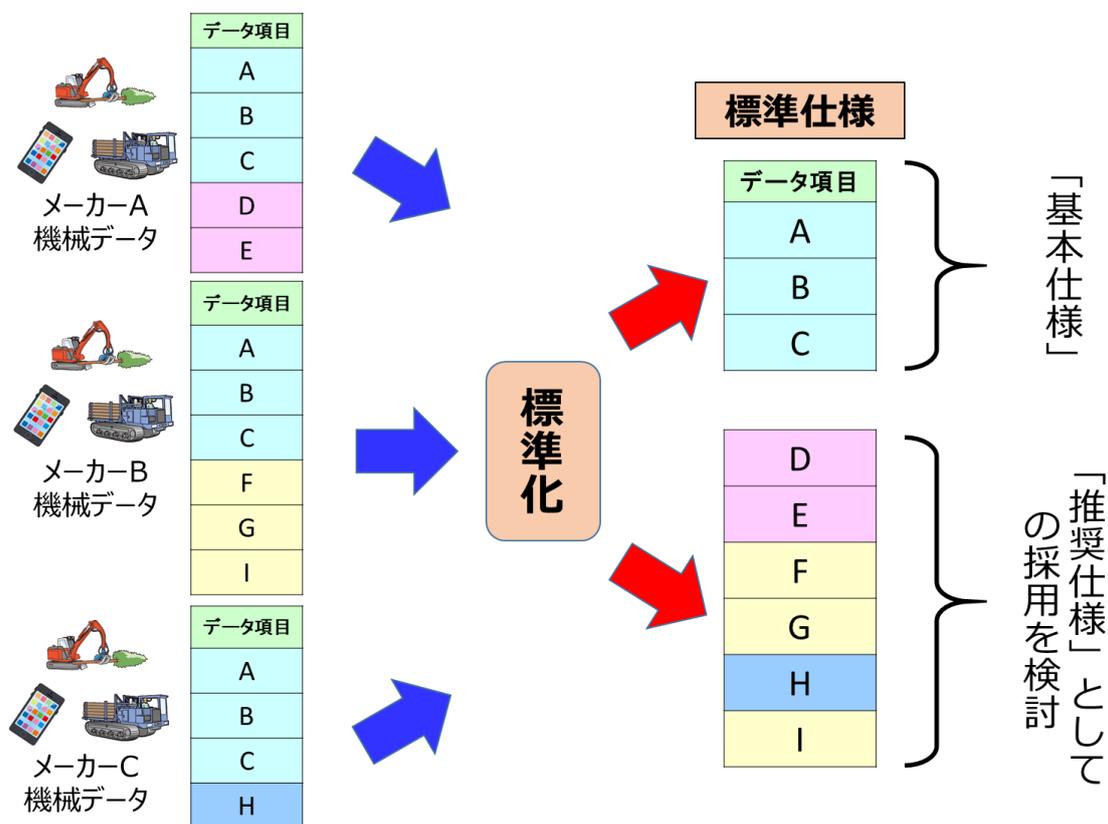


図 1.4 標準仕様区分の概念図

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 ICT 生産管理システムや木材サプライチェーンシステム等の知見・知識を有する学識経験者・林業機械メーカー・システム事業者等 9 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・システム事業者・木材需要者・林業事業体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、標準仕様分科会の構成員について表 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
坂田 幹人	一般社団法人林業機械化協会 専務理事
小原 英樹	イワフジ工業株式会社 開発部 開発課 課長
塩地 博文	ウッドステーション株式会社 代表取締役社長
坂井 睦哉	株式会社小松製作所 建機マーケティング本部 林業機械事業部事業部長
吉田 佳右	ノースジャパン素材流通協同組合 経営企画管理部 経営企画課 課長
宮地 洋輔	富士通 Japan 株式会社 サイエンスビジネス部

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
田中 一生	株式会社小松製作所 建機マーケティング本部 林業機械事業部
坊藪 幸弘	株式会社サナース 取締役 技術部 部長
橋本 和俊	住友建機株式会社 マーケティング部マーケティンググループ 主事
金澤 豊	株式会社南星機械 生産本部技術部 次長
徳納 広太郎	株式会社日建 広域営業部 次長
鈴木 英範	日立建機日本株式会社 産業ソリューション部 農林グループ グループリーダー
高野 永華	株式会社 D'Arts 代表取締役
宮内 健史	株式会社ジツタ GIS 事業部 課長
大槻 太郎	西九州木材事業協同組合 主任
堀澤 正彦	北信州森林組合 業務課長
工藤 洋一	久大林産株式会社 代表取締役
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3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3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、標準仕様検討分科会委員のほか、「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」関係者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を表 2-4、実施状況写真を図 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2年7月3日	事業概要 事業実施スケジュール 標準化の方向性 国内先進事例調査 実データ収集
第2回検討委員会	令和2年11月24日	標準化の方向性 国内先進事例調査の報告 データの標準仕様の検討
第3回検討委員会	令和3年2月12日	標準化の方向性 研究成果・文献収集、事例収集の結果 実データの解析結果 データの標準化の検討 システムの標準化の検討 標準仕様書の体裁



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 2 年 7 月 30 日	事業概要 事業実施スケジュール 標準化作業の方向性 確認事項 実データ収集依頼
第 2 回標準仕様検討分科会	令和 2 年 10 月 29 日	標準化の方向性 ヒアリング結果の共有 データの標準化仕様の検討
第 3 回標準仕様検討分科会	令和 3 年 1 月 26 日	標準化の方向性 データの標準化の検討 システムの標準化の検討 実データの解析結果



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. 国内の先進事例調査

3.1.1. 調査概要

調査箇所については、ICT利活用の状況に加え、既に木材サプライチェーンが構築され、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・木材需要者を中心として選定した。先進事例調査実施箇所を表 3-1、事例調査の実施状況写真を図 3.1、先進事例調査実施箇所別概要を表 3-2 に示す。

表 3-1 先進事例調査実施箇所

番号	実施日	都道府県	事業者名	調査概要
1	6月19日	千葉県	ウッドステーション株式会社	原木需給マッチングの必要性
2	6月30日	岩手県	ノースジャパン素材流通協同組合	国産材流通システムの構築
3	6月30日	岩手県	株式会社柴田産業	欧州製ホイール式ハーベスタによる造材情報の活用
4	7月20日	岡山県	有限会社杉産業	バリューバックングの活用(最適採材)
5	8月7日	北海道	千歳林業株式会社	IOTハーベスタによる造材情報の活用
6	8月20日	群馬県	烏川流域森林組合	木材SCMシステムの活用
7	9月29日	大分県	久大林産株式会社	IOTハーベスタによる造材情報の活用
8	9月29日	大分県	株式会社伊万里木材市場	木材安定供給体制の構築



図 3.1 先進事例調査の実施状況

表 3-2 先進事例調査実施個所別概要

<p>1 ウッドステーション株式会社</p>
<p>【設計情報の活用】</p> <p>「木造大型パネル」は、需要に応じて、樹種やサッシ、断熱材も自由に設計することができるので、住宅の平面図から必要なパネルの図面や必要な材料リスト等をデータ化し、住宅を建設するための無駄のない採材情報を提供できる。1棟に合わせた部材の提供は困難であるため、1000棟単位であれば、採材情報を用いて国産材を活用したマーケットイン型の木材生産体制の構築が可能になる。</p> <p>【地域材を用いたマーケットイン型木材生産】</p> <p>設計情報から作成された採材情報に応じた製品を提供することができるようになれば、地域材を用いたマーケットイン型の木材生産体制を構築することが可能となる。このような体制が整えば、製材所と生産地が近いことから、林業事業体は、必要な時に必要な数量の製品を提供することが可能となるほか、相場での販売や広域運搬が必要なくなり、安定した森林経営に繋がる。しかし、多様な造材指示に対応することが求められるため、生産性の低下が懸念される。</p>
<p>2 ノースジャパン素材流通協同組合</p>
<p>【生産指示】</p> <p>製材所の需要に応じて、林業事業体の規模によって出材量を決めている。また、特殊なものは職員が現場に行き判断している。</p> <p>材長は2m、4mが多く、曲がりなどを考慮して現場の状況で判断して採材している。2.4mや3.1mという特殊材長の製品も供給するが、このような場合は、飛び腐れが少ない場所等を確認しながら手造材を行う事業体のほか、機械の測尺性能によって事業体を判断して依頼している。なお、東北のエリアでは合板の需要が多いため、バリューバッキングの必要性は少ないと思う。</p> <p>林業事業体との連絡調整は、FAX、メール、電話、郵送等いろいろな連絡手法で行っており、FAXもない事業体がある。今後は、スマートフォン等のタブレット端末を活用したいと考えている。</p> <p>【造材報告】</p> <p>150現場くらい稼働しており全てを把握するのは大変である。</p> <p>大きな事業体の進捗状況については、納品伝票をもらって把握している。事業体によっては、ハーベスタの造材報告を活用している事例もあり、このような取り組みを広めていければよいと思う。</p> <p>大きな事業体の進捗状況を把握できれば、出材量が足りない場合等の追加作業などの割り振りなどに対応できる。</p>

【検知作業】

買う側がどのように数量を把握するか決めており、素材生産業者が山で丸太の小口にチョークで記載して材長・径級を取りまとめているので信用取引になる。

検知は誰が作業を行うかで誤差が変わるので、レーザ等により一定の誤差で把握できるようになれば良いと思う。写真画像を用いた方法も検討したが、トラックに積んだ状態では、末口が揃わないことや決められた距離で撮影できないことがありうまくいかなかった。

3 柴田産業株式会社

【生産指示】

毎日のハーベスタで造材された丸太をフォワーダが集めている。このため、フォワーダとトラックの運材にかかる連携を効率化することが生産指示のイメージになると思う。このため、ハーベスタだけでなく、フォワーダの運材量まで把握できなければいけないと思う。

バリューバッキングの必要性は、事業体の規模などによって異なり、自社で素材生産から製材までしていれば活用できると思う。

【造材報告】

造材報告は多くの事業体が求める情報だと思う。

木材生産は路網が基本となることから、作業指示よりも路網計画を含めた作業計画を立てることが重要である。路網設計支援ソフトを活用して計画した線形を基本として計画を立て、その路網から、いつどこをどれだけ切るかを考えている。地図データをキャビン内のモニターで見て、路網配置や立木の配置をリアルタイムに確認できれば作業しやすくなると思う。

進捗管理のためにキャビン内のディスプレイに表示される、時間当たりの造材作業量を活用している。また、造材の精度に関する情報も取得できるが活用していない。

フォワーダの積載量については、グラップルのクレーン部分にあるセンサで積載量を把握できるようであるが、現在使用している機械にその装置は搭載していない。また、積み込む丸太の材長によって積載量が異なる。例えば、4mの場合は隙間が生まれてしまうので減ってしまい、2mの場合は多く積めるが積み込みに手間がかかる。生産性の把握はサイクルタイムで考えるのが重要である。

作業の進捗状況がリアルタイムに把握できれば、出材量と納期等の状況に応じた対策を講じることができるので非常に効果的だと思う。製材所に製品を収めることを考えた場合、どこの現場が製材所に近いというのがわかれば、急な要望があった場合に近い場所から運ぶことができる。また、納期に余裕があれば、需要に応じた良い製品を納めることができる場所から計画的に運ぶことができるようになる。

【検知作業】

自社で活用するものは重量で検知を行っている。合板会社に出す場合は末口を計測している。写真検知はフォワーダの荷台に乗せたものを把握するために使えばよいと思う。

【ICT 等先端技術の普及】

標準化して得られるデータが、どのようなことに使用できるか実証することが必要である。標準化しても活用するイメージができなければ普及しない。また、そのデータを使ってどのくらいの成果を出したという結果が見えないと普及しないと思う。

欧州製のホイール式ハーベスタやフォワーダといった限られた機械でデータが取れても使える人は限られるので、建機ベースのハーベスタや国産フォワーダでもデータが取れるような仕様にならなければ活用できない。

4 有限会社杉産業

【生産指示】

造材作業は、ほとんどハーベスタで行っており、節や腐れはオペレータが目視で判別している。なお、100年生等の大径木を手造材するケースは10年で2~3回位しかない。

急傾斜で複雑な現場が多く作業工程が複雑になるため、欧州のような作業システムにはできない。

作業班が2班なので打合せで意思疎通できるため、作業管理ソフトを導入する必要がない。導入したとしても、システムで人を管理したいとは思わない。また、ハーベスタのコンピュータでもオペレータの勤怠管理が可能であるが使っていない。

【造材報告の活用】

ハーベスタにはテクニオン社製のコンピュータが搭載されており、取得された造材報告は、作業の大雑把な進捗把握に活用している。なお、データは StanForD 形式で出力されるほか CSV でも出力可能である。

毎日の生産性は1日当たりのトラックの運材量で把握している。また、毎月の生産量の見込みは、1人当たりの生産性で考えているが、作業を実施してみないとわからないのが現状である。

バリューバッキングを活用すると、仕様に応じた必要とされる量の製品を造材できるため、必要以上に出しすぎる事が無くなる。どこに、どれだけ、どのようなものを出すのかわかれば、進捗状況を把握できる。また、採材する材長の種類が多い場合は効果的であるが、3m、4mだけの区分であればバリューバッキングは必要ない。また、フィンランドでは、材長の区分が30cm毎に10区分位あるようなので、人間が仕分けるのは難しいためバリューバッキングが使われているようである。

トラック運材について、運搬量は毎月のトラック台数で決まっており、スケジュール管理は、画像やスケジュールを管理・共有できるビジネスチャットを使っている。なお、運転手が高齢者の場合は電話を使っている。

【測材精度管理】

測材精度管理は季節の変わり目等を実施している。フィンランドではハーベスタと電子輪尺の誤差が2%以内の状態で作業を行う必要があるため、毎日、測材精度管理を行い、その情報を取得して作業している。

測材精度管理の手順は、①ハーベスタで得た比較する造材情報を電子輪尺に送る、②電子輪尺で造材された丸太の直径と材長を計測、③計測したデータをハーベスタに送り計測結果を比較、④必要に応じて校正を実行の順番で実施する。

測材精度管理で使用するための造材情報は、電子輪尺とハーベスタのコンピュータを繋ぐことで簡単に電子輪尺へコピーすることができる。このとき、実際の作業状況とハーベスタに表示された造材データの内容を確認してからコピーしている。

電子輪尺で造材された丸太を計測する場合、元玉から計測を開始する。直径は50cm程度の間隔で1箇所当たり向きを変えて2回計測する。多くのサンプルを取得することで精度を高めることができる。なお、最初に掴んだ丸太の元口部分について、前側の爪と切削部分の間は直径が計測されないため、データの信頼性が低くなるので測材精度管理の情報として使用しない。

電子輪尺で計測結果とハーベスタの計測結果を比較すると、ハーベスタの校正の必要性が表示されるので、必要に応じてキャリブレーションボタンを押して校正する。

【ハーベスタ（コンピュータ）の設定】

バリューバッキングでは、キャビン内のディスプレイに、掴んでいる丸太の樹種と直径・材長が表示され、生産指示に応じた造材プランが表示される。また、売り先の名称や直径と材長のサイズに応じた必要数量などのデータも入れることができる。なお、ディスプレイには日本語で表示できるが、ハーベスタの説明書が英語しかないので英語表示にしている。

生産指示の情報は、紙で作ったものを、オペレータがハーベスタのコンピュータに直径と材長・価格を入力し、それぞれにA材・B材といった区分を設定している。A材、B材という区分は人間が決めるが、A材の中でも、この材長の丸太をどのくらい出すのかという仕分けもできるなど、注文に応じて本数を限定することができる。

バリューバッキングでは、オペレータが材質（A材・B材・C材）を判断してボタンを押すが、材質の設定がない場合は材長を設定することもできる。例えば、6m材は頻繁に取れないので、ボタンに6mを設定しておいて、良い木があった場合はそのボタンを押すように設定して使っている。

ハーベスタは、皮を含んだ直径値が計測されるので、皮部分の厚さを設定できる。現状では本来の直径よりも小さく出ないように設定している。なお、ヒノキの場合、枝が綺麗に打てないと直径が大きめに出ることがあるので、皮部分の設定を大きくしている。

【ハーベスタ（機械部分）の設定】

造材作業を行う機械部分について、木を掴む圧力やタイミング、チルトの設定等ができる。木を掴むタイミングとは、伐倒した木材を掴むときに、前側の爪・後ろ側の爪・ローラー部分でそれぞれ掴む順番を変えるといった設定のことである。このほかに、送材の設定もできる。例えば、玉切りする部分の先に太い枝がある場合は枝打ちが止まってしまうことがあるので、玉切りする部分を通過して枝を払ってから、指定の場所まで戻って玉切りするように設定できる。枝打ちの設定や掴みの強さは頻繁に変えている。なお、ハーベスタが納品されたときは、各種設定の値は基本値になっている。

【造材データの精度】

大径木等の重い材を取り扱う場合、急傾斜地ではハーベスタの爪が開いて掴んだ材が斜めになるので誤差が大きくなりやすいと思う。これは、海外は立木の太さに合わせた機械を選択するが、日本は地形にあわせて機械を選択することが考えられる。

材積について、ハーベスタは末口・元口の平均値で計測するが、検知では末口二乗法で計測する。このように、計測方法がことなるので、ハーベスタと検知した結果は違う区分されてしまう可能性があるので取引情報としては使えないと思う。

16cm・18cm、28cm・30cmといった需要の境目になるような微妙なサイズの区分を機械で判断したいと思うが正確に区分されない。ヒノキは無垢材品質がシビアなのでハーベスタで仕分けしたあとにはねられることがある。

木の皮が剥けやすい時期に造材作業を行う場合は、材長のデータが狂い易いので注意が必要である。

【カラーマーキング装置】

バリューバックキングで設定した区分や売り先等の設定に応じて、造材した丸太に色を付けることができる。

今は、カラーマーキング装置は使っていない。造材木を仕分けする者の経験が浅かったので、補助するためにマーキングしていたが、経験を積むと見ればわかるようになるのでいらなくなった。

5 千歳林業株式会社

【作業指示】

集材作業はCTL方式で実施しており、現場当たり、ハーベスタ1台、フォワーダ1台の体制で、10班程度稼働している。

造材は基本的にハーベスタで行っており、その生産性は、使用機械によって異なるが、伐倒・造材で1日当たり60m³程度になる。また、伐倒だけであれば1日当たり250～300m³程度となる。

作業指示の方法については、社有林と請負業務のどちらでも内容は変わらない。

事前に現地調査、毎木調査による収支予算表作成、土場位置確定、採材表作成を行い、

オペレーターに採材表を渡している。また、施業方針を現場初日に作業者に説明している。

バリューバッキングがもたらすメリットは、ハーベスタの操縦経験によるマンパワーの差異が出にくいところにあり、人材を確保しやすくなると思う。

【造材報告】

造材報告は、7年前から在庫管理に活用しており、トラックの配車タイミングの目安となっている。また、現場は班長が回しており、事務所スタッフから配車等の現場指示は基本的に出していない。

造材報告のデータは毎日収集しているが、集計は週単位以上の期間で実施している。データの収集方法は機種によって異なり、毎日 USB や紙（レシート）で出力されたものを回収している。なお、データの精度は機種によって異なり、データ出力に対応していない機種もある。

ハーベスタの機械稼働時間は時間管理（0.5h 単位）している。また、現場毎にハーベスタの生産性を確認して PDCA を回している。このような情報を活用することで、作業前の現地調査等により、その現場が過去の現場と似ていた場合、大体の作業期間が予測可能となる。

同じ機械を使っても人によって生産性は異なることから、「機械あたり」の生産性だけでなく「人あたり」の生産性も管理しており、人事評価に反映させている。

造材のデータは樹種別に区分して収集しており、その区分はトドマツ 6~7 種類、カラマツ 10 種類、広葉樹となっている。

製材所等との造材報告の情報共有は、月単位、半年単位といったように会社によって異なる。なお、毎月の出材量予測は、本社から各現場へ電話で情報収集している。

製材所等に原木仕分け機がある場合、基本的に量判定その結果に任せればよいが、納品元の確認材料として造材データの価値が生まれると考えられ交渉材料に使えると思う。また、バイオマスは、t 単位で重量を調べるので、あまり問題にならない。

雪による造材木の置忘れが散見される。StanFord2010 にある、フォワーダへ材の位置を知らせる機能は置忘れ防止に用いることが可能となる。中欧や日本の本州では、林道に材を出すことが多いと思うが、StanForD は、このような作業システムに対応した規格としては発達していないと思う。

【測材精度管理】

測材精度管理の機能を有している機種については、毎日実施している。

【検知作業】

トラック積み込み時にオペレータ 1 人が補助 1 人を加えた 2 人体制で実施している。

【ICT 等先端技術の普及】

普及するためには、管理していない人を管理する方向へ導くことが必要だと思う。管理を実施することは、山主への還元につながる。

6 烏川流域森林組合

【生産指示】

2 班体制で間伐を行っている。生産性について、バケット容量 0.45 m³クラスのハーベスタを使用している班は条件が良ければ 30~32 m³/日、急な場所で 22~23 m³/日である。バケット容量 0.25 m³クラスのプロセッサを使用している班は、傾斜条件は除いて、26~27 m³/日となっている。

現場の地形図等の情報は、GIS で作成して紙でオペレータや県森連、運送会社に渡している。また、採材指示等は、作業指示書を作成してオペレータに渡している。SCM システムにより製材所への出材量の割り当てが届くので、運びすぎても無駄になることがあり、その調整が難しい。

造材は、3m・4mの区分であったが、新型コロナウイルス感染症の影響による受け入れ調整により製材所への直送を始めたので、材長の区分が多くなり採材が大変になった。このため、同じ径級で 4mと 2.5mといった異なる発注があった場合に、どちらを優先するのかといった部分について、オペレータが迷うことがあるので、バリューバッキングのような機能があると効果的だと思う。

【造材報告】

生産指示と造材報告では、造材報告の活用が主になると思う。

オペレータが入力した材長で造材した数量の集計が可能であるが活用できていない。現状では、オペレータがキャビン内のディスプレイに表示される造材情報の数値を活用している。その日の作業量を把握することは、オペレータのモチベーションアップにつながる。このほかに、ハーベスタの造材情報と路網計画や傾斜、立木状況などの現地情報を組み合わせることで、見積もり作成に活用できると考えている。

ハーベスタの稼働状況は、ベースマシンのシステムにより自動で把握できるようになっている。しかし、ハーベスタから得られる情報は USB 等を用いてデータを取り出す必要がある。これが自動にできるようになると扱いやすくなる。

機械に GNSS 機器が搭載されていれば、フォワーダの走行速度等の情報を取得できるようになると思うが、現状では、GNSS 機器は盗難防止のために活用しているのみである。

運送会社との連絡について、製材所への直送が増加したことで運送先が増えたため、造材報告で山からの木材搬出予定量が把握できると効果的に配車できると考える。

取引情報として活用することを考えた場合、①林地残材等のオペレータが設定していない材長で造材したものが情報に反映されない、②ハーベスタでの造材が困難な径級の立木はチェーンソー造材することから、生産量の集計値がハーベスタの造材情報と一致しないことが課題である。

【測材精度管理】

測材精度管理は、基本的に現場が変わるタイミングで実施している。なお、オペレータがアナログな方式で材長などを計測して行っている。

【SCM システムの運用】

試験的に SCM システムが運用されており、1 月から使用を開始した。県内 15 組合のうち 4 組合が利用している。

SCM システムでは、毎日、ハーベスタの造材量とフォワーダの走行回数（使用機械の積載量を含む）を入力することになっている。このほか、これまでどのくらい出材したのか聞かれることがある。情報の入力方法について、毎日の造材・運搬情報の入力は 15～20 分程度である。トラックの配車システムについては山土場写真を入力するのに 30 分程度かかる。

7 久大林産株式会社

【生産指示】

木材市場の指示に合わせて造材・仕分けを行っている。仕分けはスプレーを使うと効率的にできると思う。

試験的に、市場価格に応じた造材指示や曲がりの計測、強度の計測が可能なハーベスタを使用したことがある。曲がりによって値段が変わるので重要な取り組みだと思う。

このシステムによる造材指示については、枝払いの後に全体を計測してから採材プランが提示されるので時間がかかる。曲がりを判定できる機能は、経験が少ない者でも作業できるようになるのでよいと思う。しかし、計測結果をどこまで信じてよいか悩むところである。曲がりや強度を計測することによる生産性の変化については、ハーベスタの基本性能によるものもあるので単純に比較することはできないと思う。

【造材報告】

ハーベスタで取得した造材報告の情報を送信できる機能を有したハーベスタを 2 台導入している。この機械を用いれば、直接、木材市場に造材情報を送ることが可能であるが活用していない。このような情報の共有について、製材所がハーベスタの情報でよいと了解が得られれば活用できるようになると思う。

進捗状況は、オペレータがハーベスタの内のディスプレイに表示される造材作業量の数値を確認し把握している。納品先の仕様に応じて仕分けた数量までは把握していない。

ハーベスタの位置情報や稼働時間はベースマシンの情報として確認している。作業班毎に稼働時間が違うので、効率的に稼働させている班の方法を真似るようにしている。

山土場に 100～200 m³程度の丸太が溜まったら、市場に検知を依頼している。この数量は、フォワーダの走行回数で想定している。ハーベスタの造材報告を活用することができれば、検知作業が必要なくなるので、トラックでの運搬作業の効率化が可能になる。

【測材精度管理】

測材精度管理は、造材木の長さを測って調整している。造材報告を活用するようになったら、毎日測材精度管理が必要になると思う。

【オペレータの育成】

従業員は伐倒から機械の操作まで対応できるように育成しているが、曲がっている立木が多いので、ハーベスタのオペレータは専属にしている。

ハーベスタのオペレータ育成は、木の曲がりを判断できるようにするため、フォワーダの作業に従事させているため5年くらいかかる。それでもセンスがない者はできない。

造材指示や曲がりを判定できるハーベスタが実用化すれば、林業に従事して2年目位でもハーベスタに乗れるようになるのではないかと思う。

8 株式会社伊万里木材市場

【生産指示】

生産指示は市場が山で見て判断している。立木の曲がりによって指示内容が異なる。このほか、市場の状況によって合板用の丸太を直送から市場へ出すなど変更することがある。

営業所によってはシステム販売を行っており、A社、B社、C社それぞれに割当量が決まっている。市場と林業事業体と運送屋は一蓮托生である。林業事業体と運送屋の連絡が重要で、そこに問題があるときに市場が出ていくという形になっている。

【造材報告】

山土場から丸太を運搬するトラックの運送会社が1社であれば、山土場にある木材の数量が決まっていて、それをAからBに運ぶだけなので、1車当たりの積載量は関係ない。このため、運搬途中に抜き取られてもわからないし、誤差もあると思うが、信用で取引している。現在は、山土場で検知しているので、そこにある丸太の1本当たりの平均材積が把握できるため、トラック1車当たりの積載量は本数で把握している。この場合、積載時の写真を添付するなどにより信頼を得られるようになるかもしれない。

造材報告を取引情報として活用するためには、市場と林業事業体、製材所がそれぞれメリットとを感じる方法が必要となる。造材報告を活用することにより、山土場での検知作業が無くなれば、山土場に丸太を置いておく時間が少なくなり生産性の向上につながる。さらに、検知にかかるコストを林業事業体や製材所に還元することができるようになる。長い時間で考えれば、造材報告の情報を活用することはメリットになる。

合板用であれば小曲がりでもよいことが多いので、山から合板工場へ直送するシステムであれば、造材報告を活用できると思う。大量生産する合板工場の場合、造材報告を活用することで、どのくらいの生産性が向上するかが問題である。

【検知作業】

市場が行う検知作業は、1日でどのくらいの検知作業を実施できるかを考えている。このため、移動時間が長いと作業時間が減るので検知できる量が減ってしまう。

写真検知について、末口は円ではないのが一般的であるが、写真は円で計測することになるので、製材所は納得しない。

【新しい技術の導入】

現在、選木機を活用しているが、他の市場等では使っていないところも多いと思う。

選木機は末口から5cmの部分の最小径を計測している。また、製材所では末口を伐り直しているので、現場では10cmの余裕をもって造材している。

ハーベスタと選木機の精度を比べると、直径の誤差は9mm程度である。末口13cmまでは1cmごと、それ以上の径は2cmごとに計測しているので、15.9cmのときは14cmとなってしまうことを考えると、誤差が9mmというのは大きいと思う。

大量生産を行う製材所では1本1本の丸太を見ていないことから、直送する場合は信用が重要となる。

選木機を導入したときは皮の厚さが問題になったが、今では何も言われない。選木機を使うことによって、大型工場が稼働できるようになるなどのメリットが出てきたためであると思う。ハーベスタの造材報告を活用することで、このようなメリットが出てくればよい。例えば、合板工場でハーベスタの造材報告を有効活用し、そのメリットが見えるようになることになれば、製材所でも活用したい場所が出てくると思う。

【トレーサビリティ】

林業も大量生産と銘木の取り扱いに分かれると思う。例えば、大量生産の場合は1本1本把握する必要はないと思う。

3.1.2. 調査結果

生産指示について、計画と実績の差を把握するため、生産目標をデータとして活用している事例は無かった。また生産指示における造材支援機能であるバリューバックキングについても、本格的に活用している事例は無く、市況に対応するための取り組みを行っている状況であった。

バリューバックキングについては、採材する材長の種類が多い場合は効果的である反面、合板の需要が多い地域において3m・4mだけの単純な区分で良い場合は必要性が低いという意見があった。また、仕分け作業についても、カラーマーキング機能を積極的に活用している事例は見られなかった。しかし将来的に木材サプライチェーンを最適化し、マーケットインの木材生産体制を構築することを考慮すると、バリューバックキングやカラーマーキング機能による仕分けの効率化は必要性が高いと考える。生産指示に関する調査の実施状況写真を図 3.2 に示す。



図 3.2 生産指示に関する調査の実施状況

造材報告について、ほとんどの事業体では、オペレータがハーベスタのキャビン内に設置されているディスプレイで1日の造材作業量を目視で把握して進捗管理等のために活用している。造材報告をデータとして活用している事例では、トラックの配車等についても現場の班長が行うといった進捗管理のほか、「機械あたり」及び「人あたり」の生産性を算出し人事評価にも活用していた。

一方、取引数値としての利用は、丸太の購入者などとの調整が必要となることから、一部地域での実証が行われてる状況であった。合板であれば小曲がりでもよいことかた、山から合板工場への直送を行うようなシステムであれば、造材情報を活用できるという意見があった。将来的には、このような活用事例が増えていくことで取引数値としての利用が進んでいくと考える。このようなことを実現するためには、木材サプライチェーンを効果的に運用していくための基本となる考え方と同じように、ICT 林業生産管理システムの導入により効率化されたことによる利益を、関係する森林所有者や林業事業体、市場、製材所に還元することが必要であり、それぞれがメリットを感じる方法にすることが求められる。造材報告の活用状況に関する調査の実施状況写真を図 3.3 に示す。



図 3.3 造材報告に関する調査の実施状況

造材報告を進捗管理や取引情報等に活用することを考えると、その情報の信頼性は極めて重要である。その信頼性を確保するためには、定期的なハーベスタヘッドの測材機能管理が必要不可欠である。

現状では、造材報告をデータとして活用している事業者は、毎日キャリブレーションを行っているものの、その他の事業者では、現場が変わるタイミングなど、独自の期間で測材精度管理を実施している状況であった。また精度保証のデータを活用している事業者は無かった。測材精度管理に関する調査の実施状況写真を図 3.4 に示す。



図 3.4 測材精度管理に関する調査の実施状況

現状では、ハーベスタから得られる情報を活用しているのは、複数の作業班による 10 千 m^3 /年以上の素材生産量を実現している事業者であった。このことから、ICT 林業生産管理システムの導入は大規模に木材生産を行っている事業者において効果的であると考えられる。

また ICT 林業生産管理システムを普及させるためには、データの取引情報としての活用やバリューバックキングといった機能だけでなく、進捗管理を行うことの必要性とともに、先進的な取り組みから成功事例を周知していくことが効果的と考える。

3.2. 既存研究成果・文献収集

3.2.1. 調査概要

国内外の林業分野、森林科学における木材利用分野・木材流通分野、並びに他分野の既存研究成果を収集した。なお、ICT活用事例を取りまとめるため、海外の文献については翻訳した。収集した研究成果等を表 3-3 に、収集した研究成果等の概要を表 3-4 に示す。

表 3-3 収集した研究成果等

区分	名称
国内	スウェーデンの林業・木材産業における情報活用を支える StanForD (宗岡・上村・松村・田中・白井, 2017, 森林利用学会誌 32 (2) P77-81)
国内	林業サプライチェーンマネジメントにおける情報処理と情報透明化 (吉田, 2017, 山林 2017 年 1 月号 P32-40)
国内	サプライチェーンと林業機械化 (酒井・吉田, 2016, 機械化林業 No.756, P1-9)
海外	森林管理用データソースとしての StanForD:林分照合実施のケーススタディ (Goetz Roth, ニュージーランド, 2016, カンタベリー大学修士論文)
海外	ハーベスタを用いた支払基礎または支払補助となる木材測定 (Lars Wilhelmsson, Johan J. Möller, John Arlinger, スウェーデン, 2019, skogforsk プロジェクト報告書)

表 3-4 収集した研究成果等の概要

「スウェーデンの林業・木材産業における情報活用を支える StanForD」
<ul style="list-style-type: none"> ➤ スウェーデンにおける林業・木材産業の構造 ➤ StanForD の始まりと発展 ➤ StanForD2010 がカバーする情報の種類とその活用 <ul style="list-style-type: none"> ◇ ハーベスタへの作業指示・ハーベスタからの生産報告・ハーベスタの測材精度確認・機械の稼働記録 ➤ StanForD 形式によって生成されたデータの集積・再利用を可能とするデータハブ ➤ StanForD を管理するための Skogforsk (スウェーデン森林研究所) が主催するオープンミーティング
「林業サプライチェーンマネジメントにおける情報処理と情報透明化」
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 林業機械による情報収集方法 ➤ サプライチェーンの発展の方向性 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 原木市場からの市況情報に頼った採材から、需要側から出されたニーズにリアルタイムに対応する採材への発展

- ハーベスタによる検知の精度
- 機械情報の透明化
- サプライチェーンマネジメントへのIoT活用

「サプライチェーンと林業機械化」

- 日本林業における意識改革の必要性
 - ◇ 林業機械の稼働率向上、SCMのリニューアル、業界全体の生産性向上・構造改善・意識改革が必要
- 海外の車両系機械の進化
- SCMにICTをフル活用
 - ◇ 林業関係の各部門を統合することによる情報の共有化が必要

「森林管理用データソースとしての StanForD:林分照合実施のケーススタディ」

- ◇ StanForDのファイルフォーマット
- ◇ プロセッサヘッドの精度と校正

※材長の測定誤差要因

- ◇ 樹皮の硬さによって、樹皮への測定用車輪の食い込みに違いが生じる
- ◇ 幹の凹凸により、測定用車輪が幹に沿って転がる距離が長くなる
- ◇ 測定用車輪の下で樹皮が滑り、車輪が転がらない
- ◇ 幹の形が不整で、測定用車輪が幹に接触しない

※径級の測定誤差要因

- ◇ 丸太の楕円度による誤った直径測定
- ◇ 樹皮の硬さにより枝払いナイフが樹皮に深く切り込み、誤った直径測定を引き起こす
- ◇ 枝払いの質が悪いため、節の輪が大きくなり、直径が過大に測定される
- ◇ 現地調査手法と誤差要因
- ◇ 出材積の測定方法と誤差要因

※検証内容

- ◇ ハーベスタ検知によって得られた出材数量を、現地調査結果数量、計量台検知による出材積数量と比較した
- ◇ 実証に用いたハーベスタは Waratah 625C と SAT325
- ◇ 現地調査結果数量とハーベスタ検知によって得られた数量の比較（表 3-5）

表 3-5 現地調査結果数量とハーベスタ検知数量

収穫 エリア	グレード 種目	現地調査結果 m ³			ハーベスタ検知 m ³	
		平均材積	下限合計	上限合計	記録された 材積	差
4069	全グレード	25,579	24,126	27,032	19,015	6,564
4070	全グレード	28,547	26,927	30,167	28,506	41
5556	全グレード	12,912	12,060	13,764	13,382	-470

◇ 計量台検知による数量とハーベスタ検知によって得られた数量の比較(表 3-6)

表 3-6 計量台検知数量とハーベスタ検知数量

収穫エリア	計量台検知 m ³	ハーベスタ検知 m ³	差 m ³	差 %
4069	20,661	19,292	1,369	-7%
4070	30,895	28,922	1,973	-6%
5556	11,313	13,382	-2,070	18%
5560	8,919	9,812	-892	10%

◇ 材積の差異分析

※材積の測定誤差要因

- ◇ 樹皮厚みの予測式の精度
- ◇ 細り予測式や材積計算式のパラメータの精度

「ハーベスタを用いた支払基礎または支払補助となる木材測定」

- CLT ハーベスタ測定のデータの利用用途は国によって異なる
 - ◇ フィンランド：1990年から採用。2002年以降に販売された全幹材の支払いは、その大部分がハーベスタで測定された材積を基礎に実施
 - ◇ スウェーデン：2013年から採用。現在、支払基礎として使われる木材量は、実質伐採量のうちわずか数パーセントのみ
(2013年0.3%、2016年1.5%、2017年2.1%、2018年で1.9%)
- スウェーデン内でハーベスタで測定された材積を支払根拠としている例
 - ◇ Södra Skogsägarna (スウェーデンの林業協同組合)、Sveaskog (スウェーデンの国営の森林企業)、Moelven (製材工場)、Sweden Trä (製材工場)
- ハーベスタ測定 (・生産制御システム) の普及が進む背景
 - ◇ 製材顧客の要求の高度化 (直径や長さの寸法の細分化・高精度化)
 - ◇ 所有者の森林資産への意識の高さ
 - ◇ 工場測定を根拠とした取引ではなく、自らコントロールできる取引を要望
- ハーベスタ測定のメリットと可能性
 - ◇ 所有者向け：取引期間短縮による効率化、個別材測定で伐採作業の質・量の精度向上、合理的計算根拠による取引管理など
 - ◇ 顧客向け：取引期間短縮による効率化、個別材測定の購入による工場測定の効率性向 (材積の一括管理) 等
- 今後の課題
根元部関数 (根元部材積・根元細り) と樹皮関数の確立による精度確保

3.2.2. 調査結果

収集した文献から得られた標準化の参考となる情報・考え方を以下に記す。

<国内文献>

- ICT 生産管理の機械管理における標準仕様を検討する際においては、世界のデファクトスタンダードになりつつある StanForD2010 を参照し、ベースとするべきである。
- ICT 生産管理が発展するためには、林業・木材産業全体がそれを目指す体制を整えていることが重要である。
- 小規模な林業事業者が多い日本の素材生産においては、どのような体制を構築するかということも重要である。
- 林業機械から得られるデータを林業サプライチェーンマネジメントで活用するためには、データの標準化が必要である。
- 情報の透明化により、需給マッチングによる木材価格の安定化、コストダウン、生産性の向上、人員の効率的な分配が可能となる。
- ICT 生産管理を行うためには、人材育成が必要である。
- ハーベスタ検知によって得られた数量と現地調査結果数量の比較が必要である。

<海外文献>

- ハーベスタ検知による材積の精度と向上させるためには、材長や径級の測定精度を上げるだけでなく、樹皮厚み予測式の精度や細り予測式、材積計算式のパラメータの精度を向上させる必要がある。
- StanForD の生まれた国であるスウェーデンにおいても、取引数値としてハーベスタ検知データは、未だほとんど使用されていないことから、取引数値への適用が、ハーベスタから得られるデータの活用策の全てではない。
- 逆に取引数値に使用するためには、取引にかかるコスト削減、流通業者や販売先に依存した検知体制からの脱却意識を森林所有者や林業事業者が持つことが重要となる。日本においては、山土場検知の省力化、原木仕分機検知に対する検証用のデータ生成等も目的となる。

3.3. 海外における ICT 活用事例

3.3.1. 調査概要

新型コロナウイルス感染症の拡大を受け、林業分野における ICT を活用した生産管理が進んでおり、本事業で検討している標準化の基礎となるデータ形式である StanForD の発祥の地である北欧への現地視察が困難になったことから、実際の木材サプライチェーンにおいて ICT を活用した生産管理が機能しているニュージーランドの林業会社の取り組みを調査した。なお調査方法は、2021 年 1 月に本事業の概要資料と調査票を直接メールで送付し、調査の趣旨について理解を得た上で、回答を得た。調査対象企業の概要を表 3-7 に示す。

表 3-7 調査対象企業の概要

対象	調査対象企業
所在地	ニュージーランド ネルソン市
資本金	NZD150 百万
管理森林面積	36,200ha (植栽済面積 25,658ha)
年間伐採量	450,000m ³
従業員数 (管理人)	14 名 (2021 年 1 月末現在)
作業班	12 班 (4~10 人/班)
組織概要	<p>ニュージーランドネルソン・タスマン地区に取得する山林資産の経営のため、2016 年 4 月に設立された比較的新しい企業である。同年 10 月より施業を開始している。</p> <p>植栽樹種はラジアータ・パインであり、おおよそ 30 年生で収穫を行っている。同社では、1 班 4~10 人の作業チームが同時に 12 班動いており、班毎に保有機械が異なり、作業の特徴も異なる。</p>

3.3.2. 調査結果

ニュージーランドにおける木材生産は、タワーヤード又はスキッドによる山土間までの全木集材を行い、山土場で造材を行うシステムが中心であり、生産管理（生産指示・造材報告）やトラック配車両システムは木材生産と連動していない。

生産指示ファイル（APT ファイル）は、現場巡回担当（Supervisor）が作成しており、木材流通担当者が作成した採材指示書に従って、ハーベスタのオペレータが更新している。山土場造材を行っているので、タワーヤード・スキッド・フォワードに対する集材指示は行っていない。また、ハーベスタのキャリブレーションは手動で実施している。

造材報告データは、日単位で、計画数量と実績数量を比較しすることによつ進捗管理のほか、生産性の把握、在庫情報の管理にも活用している。なお取引数値には活用されていない。

3.4. 実データの収集

3.4.1. 実施概要

標準仕様検討分科会の委員を務める林業機械メーカー複数社からの紹介を受け、全国の実際の素材生産現場で稼働する林業機械から、標準化の基礎資料として必要となるハーベスタから実際に出力されているデータを収集した。また、収集対象としては、現在日本で稼働している機種種のデータとした。収取対象機種種と収集したデータの形式を表 3-8に示す。

表 3-8 収取対象機種種と収集したデータの形式

林業機械メーカー	ハーベスタヘッドメーカー	ベースマシンメーカー	ソフトウェア	データ形式
コマツ	コマツ	コマツ	自社 (MaxiXplorer)	Xml
住友建機	Kesla	住友建機	Technion (ProLOG※ベースは X logger)	Xml
日立建機	Waratah	日立建機	Technion (X logger)	Xls
サナース	Konrad	Konrad	Konrad	CSV
イワフジ	イワフジ	-	自社	CSV
南星機械	オカダ NANSEI	日立建機	自社	CSV

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. ICT 生産管理の普及について

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など考え方を考える必要が出てきている。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。

現状において、ICT 生産管理といえば、検知の省略やバリューバッキングといった生産管理に関係する一部分のみが取り上げられる状況であるが、ICT 活用の効果としては、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に活用できるものとする。木材生産の課題と ICT 活用の効果を図 4.1 に示す。

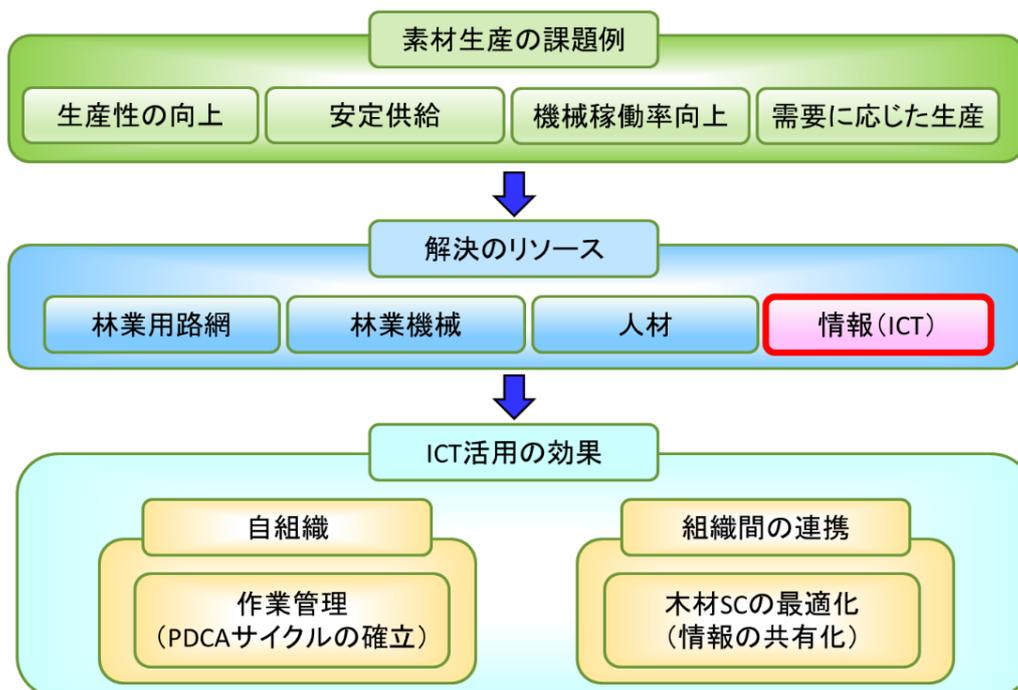


図 4.1 素材生産の課題解決における ICT の活用効果

このほかに、使用するデータの標準化による必要な情報が明確になることで、機械メーカーやシステム事業者による開発・製造コストの低減するほか、異なる機械やシステムが生成したデータでも集計・分析を容易に実施できる体制を構築できるようになることで、ICT 生産管理の導入促進も期待できる。このようにして、ICT 生産管理が普及することにより、造材報告で取得された情報をビッグデータとして収集することができれば、作業指示の精度

向上や行政が施策を考える上での基礎情報として再利用できる可能性もある。素材生産の課題と ICT 活用の効果を図 4.2 に示す。ICT 生産管理を行っていない林業事業者がほとんどであるため、ICT 生産管理を普及するためには、まず上記のような ICT 生産管理の目的や効果と標準仕様の必要性を伝えること重要である。

標準化の効果

- ◎ 標準仕様を基にすれば、機械メーカーやシステム事業者による**開発・製造コストが低減**できる。
- ◎ 標準仕様に準拠していれば、**異なる機械やシステムが生成したデータでも集計・分析**を容易に実施できる。
- ◎ 生成されたデータを**ビッグデータ**として、発展的に活用できる。

図 4.2 標準化の効果

4.1.2. ICT 生産管理の導入について

ICT 生産管理の導入の現状について、ICT の導入が各組織の各工程において個別単独で進められているものの、全体最適化が行われていない状態である。

また、ICT 生産管理に必要なデータを取得するために必要な林業機械について、海外の製品を中心に StanForD2010 に対応したデータを取得できる機種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、その先進的な技術が十分に使いこなせていない状態である。なお、日本の林業機械メーカーが開発・製造している機種については、ICT 生産管理に必要なデータの取得に対応できていない部分が多いのが現状である。

このようなことから、日本の林業機械メーカーによる、ICT 生産管理に対応した機械の開発が必要であり、メーカー側の開発意欲を向上させるためには、林業事業者に対する ICT 生産管理のメリットの普及が必要である。StanForD に対応した IOT ハーベスタの写真を図 4.3 に示す。



図 4.3 StanForD に対応した IOT ハーベスタ

このほか、林業機械を活用して木材生産を行う、森林所有者や林業事業体に生産管理や業務効率化に対する意識が低く、PDCAによる業務改善・経営改善を行う体制が構築されていないことから、ハーベスタで得られる造材報告の情報等を有効活用できていない状態である。なお、ハーベスタから得られる造材報告の情報が取引数値として活用している事例が無いことなどから、林業機械や測定機器の使用に際して、取引者間の信頼醸成の基となる測定精度の把握・向上の意識も低い。

このような中で、ICT生産管理に取り組んでいくためには、最初に取り組みやすい「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）」の活用から始め、次の段階で、「生産指示（自組織のPDCAサイクル実現とサプライチェーンにおける需要対応）」と「測材精度保証と校正（精度の高い造材と取引数値に使用する際の信頼感醸成）」に取り組むことといった、段階的なデータの活用を進めていくことが効果的と考える。

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、各社共通の部分、独自部分の分類を行うとともに、それらのデータを生成可能とするシステムの機能について分析した。

解析した結果、実データを解析した全ての機種で造材報告に関するデータに対応しており、材長・径級・材積・造材日時が出力できていた。しかし、一部の機種では樹種や仕分けの項目について、データ出力出来ない機種もあった。これは、ハーベスタで造材作業を行う際のオペレーターの操作は、長さボタンのみの場合と樹種と仕訳と長さボタンなど複数のボタンを使用して採材する場合があります。前者の場合は樹種や仕訳のデータ出力は出来ないためである。

生産指示に関する項目については、細り式など造材支援に活用できる項目に対応している機械メーカーは少なかった。このほか、取得されたデータについては、同じ樹種でも表示方法が異なるなど、それぞれ独自に定義づけされている状態であった。

以上のことから、標準仕様になる項目について、データの定義を揃えることやハーベスタで採れているデータを出力する機能を整えること、取れていないデータを取得するシステム環境を整えることが課題となる。取得した実データ一覧を表 4-1 に示す。

表 4-1 取得した実データ一覧

【基本項目】

	NO.	大分類	フィールド名	説明	コマツ 自社ソフト (Max Explorer) xml形式(hpr)	Kesla Technion社ソフト (ProLOG) ※X loggerベース xml形式(hpr)	Waratah Technion社ソフト (X logger) xls形式	Korrad 自社ソフト csv形式	イワフジ 自社ソフト csv形式	オカダ/NANSEI 自社ソフト csv形式	基本	推奨	選材結果	
①選材指示や選材結果など作成されるファイルやデータ列に付与される項目	7	CommonLocationDefinitionType	LocationCoordinates	位置座標							○		○	
	8	CoordinatesType	Latitude	緯度 (絶対値: 座標参照システムと受信位置に従って登録される)	36.66775						○		○	
	9	CoordinatesType	Longitude	経度 (絶対値: 座標参照システムと受信位置に従って登録される)	136.761						○		○	
	10	CoordinatesType	Altitude	標高	0						○		○	
	11	CoordinatesType	CoordinateDate	座標データの記録日時							○		○	
②KEY 林業機械が自動的に付与する番号	12	MachineType	MachineKey	マシン固有のグローバルID (GUID)	638734504595100000	H56c76b-3693-467e-8c49-a7a3e9e48b8					○		○	
	13	StemType	StemKey	幹ごとのマシン固有の識別	7987	1					○		○	
	14	LogType	LogKey	丸太のための幹固有のID (幹ごとに番号がリセットされる)	1	1					○		○	
	15	LogType	ProductKey	マシンによって設定された製品ごとのマシン固有ID。	281	4					○		○	
	16	StemType	SpeciesGroupKey	マシンによって設定された樹種グループごとのマシン固有ID。	36	4					○		○	
	17	StemType	ObjectKey	伐採地ごとのマシン固有の識別。	17	3					○		○	
	18	StemType	SubObjectKey	マシンによって設定された伐採サブエリアごとのマシン固有の識別	19	1					○		○	
	19	StemType	OperatorKey	マシン固有のオペレーターID	3	1					○		○	
③UserID オペレーターや管理者が作成するもの	20	MachineType	MachineUserID	ユーザーによって設定されたマシンID (特定のマシンを識別するため、伐採業者によって使用され決定される)							○		○	
	21	OperatorDefinitionType	OperatorUserID	マシンによって設定されたオペレーターのID (重複したオペレータを避けるため、ビジネスIDに登録される従業員番号またはその他の値ID)	5f4c39d7-e17c-44ff-b247-a74ac347531	1	ユーザー 富永	operator TOMOKI			○		○	
	22	HarvesteProduction	ProductUserID	ユーザーによって定義された製品種類別のID (※101 丸太の製品 (仕訳) 番号の結果表示)	Sup_200#APT_1.1	杉#丸太材	丸太材	assortment na.4m.3m...	設定コード A-1*4.B-1*4...	材種(A/B/C) A.B.C	○		○	
	23	CommonSpeciesGroupDefinitionType	SpeciesGroupUserID	ユーザーによって定義された樹種グループごとのID (通常はロギング組織によって設定される)	Sup#APT_1	杉	ヒノキ				○		○	
	24	CommonObjectDefinitionType	ObjectUserID	ユーザーによって定義される伐採エリアごとの識別情報 (通常は伐採業者が設定)	e8ca9138-884c-44e7-b05d-38ec1c749a08	伐採地	伐採地 伐採地(1)				○		○	
24	CommonObjectDefinitionType	SubObjectUserID	ユーザーによって定義される伐採サブエリアごとの識別情報 (通常は伐採業者が設定)	4e58214d-d387-4737-b499-4a7021816884	伐採地	伐採地(1)	700号			○		○		
④機械情報	25	MachineType	machineCategory	ハーベスタ、フォワーダなど機械の種類	Harvester	Harvester					○		○	
	45	CommonSpeciesGroupDefinitionType	SpeciesGroupName	樹種名	Sup	杉		speciesgroup Karamatu	樹種 かつ		○		○	
⑤樹種設定	46	CommonSpeciesGroupDefinitionType	SpeciesGroupInfo	樹種に関するフリーテキストの識別情報 (通常、伐採業者によって使用される識別要素)	1	1					○		○	
	47	CommonSpeciesGroupDefinitionType	SpeciesGroupPresentationOrder	SpeciesGroupsの順序	1						○		○	
⑥丸太を造材するためのデータ	72	GradeType	GradeNumber	製品番号	1	1					○		○	
	77	GradeValueType	gradeStartPosition	製品の長さを指定	1	1					○		○	
⑦選材データ	93	DensityType	densityCategory	測定したデータの単位を定義する値							○		○	
	94	LogVolumeType	logVolumeCategory	単位 列挙リスト: m3 (price) = VolumeLengthType, VolumeDiamTypeおよびVolumeDiamAdjust (旧ログコード400) に従うボリューム	m3 (price)	m3 (price)					○		○	
	95	PriceDefinitionType	VolumeDiameterAdjustment	丸太直径の材種計算の直径リストの値は、"Measured diameter in mm" および "Measured diameter rounded downwards to cm".	Measured diameter in mm	Measured diameter in mm					○		○	
	98	LogMeasurementType	LogDiameter	選材した丸太の直径	537	297	先端の直径124 中央の直径—	DME199.DMM184 DMZ170.DMX0	直径(cm)22 直径(cm)22	元口径216/ 末口157/ 50cm毎径219		○		○
	99	LogMeasurementType	LogLength	選材した丸太の長さ	413	259	長さ 1.234	length 209	長さ(cm)205 長さ(cm)200	材長 316		○		○
	100	LogType	LogVolume	丸太の材積	0.5797	0.1527	体積[m ³] 902	volume 0.051	材種m ³ 0.108 材種m ³ 0.097			○		○
	101	HarvesteProduction	StemGrade	丸太の製品 (仕訳) 番号	1	1		assortment na.4m.3m...	設定コード A-1*4.B-1*4...	材種(A/B/C) A.B.C		○		○
	109	HarvesteProduction	DiameterValue	直径位置で定義した長さ地点での直径								○		○
	110	HarvesteProduction	diameterRaw	直径位置で定義された高さでの直径 (実際の測定点を表す)。樹皮のフィルタされていない値を指す (許容される直径の増加)。								○		○
	116	PriceDefinitionType	VolumeLengthCategory	価格ボリュームの計算に使用される直径	Physical length cm	Physical length cm						○		○
	116	HarvesteProduction	TotalNumberofStemBunches	木幹の本数				treeNr 19	本目 1			○		○
117	HarvesteProduction	TotalNumberofStems	1本の立木から選材された丸太の数				logNr 119	数 1			○		○	
118	HarvesteProduction	TotalStemVolume	選材された丸太の合計材積。								○		○	

【推奨項目】

	NO.	大分類	フィールド名	説明	コマツ 自社ソフト (Max Explorer) xml形式(hpr)	Kesla Technion社ソフト (ProLOG) ※X loggerベース xml形式(hpr)	Waratah Technion社ソフト (X logger) xls形式	Korrad 自社ソフト csv形式	イワフジ 自社ソフト csv形式	オカダ/NANSEI 自社ソフト csv形式	基本	推奨	選材結果
①選材指示や選材結果など作成されるファイルやデータ列に付与される項目	1	AddressType	Country	国名								○	○
	2	AddressType	Province	都道府県								○	○
	3	AddressType	City	市町村								○	○
	4	AddressType	Street	地番								○	○
	5	AddressType	Rinpan	林班								○	○
	6	AddressType	Syohan	小班								○	○

	NO.	大分類	フィールド名	説明	コマツ 自社ソフト (Maxi Explorer) xml形式(hpr)	Kesla Technion社ソフト (ProLOG) ※X loggerベース xml形式(hpr)	Waratah Technion社ソフト (X logger) xls形式	Konrad 自社ソフト csv形式	イワフジ 自社ソフト csv形式	オカダ/NANSEI 自社ソフト csv形式	基本	種類	造林結果
⑤データの送受信の記録	33	MachineType	Tracking	一定の時間感覚で追跡用の座標を登録するための構造体 時間区隔								○	○
	35	MessageHeaderType	CreationDate	メッセージが作成され保存された日付。	2020-01-30T16:27:08.2544394+09:00	2020-09-24T08:13:26+02:00						○	○
	36	MessageHeaderType	ModificationDate	メッセージが最後に変更されて保存された日付。	2020-01-30T16:27:08.2544394+09:00	2020-09-24T08:13:26+02:00						○	○
	37	MessageHeaderType	ApplicationVersionCreated	メッセージを作成して保存したソフトウェアアプリケーションの名前とバージョン	MaxiExplorer 3.6.1.26490	XLogger 6.19						○	○
	38	MessageHeaderType	ApplicationVersionModified	メッセージを修正し保存したソフトウェアアプリケーションの名前とバージョン	MaxiExplorer 3.6.1.26490	XLogger 6.19						○	○
	39	MessageHeaderType	CountryCode	メッセージを生成するコンピュータの国コード	0	392						○	○
	40	MessageHeaderType	CreationCoordinates	ファイルを作成するときのマシンの座標、つまりCreationDateを登録した時刻の位置。								○	○
⑥伐採地データ (監業者と丸太購入者が閲覧するためのデータ)	48	CommonObjectDefinitionType	ObjectName	オペレーターが作成した伐採エリアの名前	tsubatamachikuram 20200128	伐採地(18)						○	○
	49	CommonObjectDefinitionType	ObjectModificationDate	伐採エリアの定義が最後に変更された日付。	2020-03-29T14:00:40.30340900	1970-01-01T02:00:00+02:00						○	○
	50	CommonObjectDefinitionType	ForestCertification	FSC® "PEFC" "Other" "None" "Not known" 収獲対象証明済み、列挙としての森林認証。	None	None						○	○
	51	CommonObjectDefinitionType	LoggingForm	伐採エリアの可能な伐採形式を定義します。	データ有 CommonObjectDefinitionType(LoggingFormCode 0)							○	○
	52	CommonObjectDefinitionType	ObjectArea	伐採する区域								○	○
	53	CommonObjectDefinitionType	LoggingOrganisation	オブジェクトの伐採を担当する組織(通常は森林企業または森林所有者協会)の連続先。特定のオブジェクトを収獲する権利の所有者。								○	○
	54	CommonObjectDefinitionType	ForestOwner	森林を収獲する権利の売り手。伐採組織によって収獲された森林を所有する個人または組織。								○	○
	55	CommonObjectDefinitionType	ContractNumber	伐採地の山林所有者との契約番号/ID	8							○	○
	56	ObjectDefinitionMachineType	TextFromMachine	マシンから送信された伐採地の施業に関するテキスト								○	○
	57	ObjectDefinitionMachineType	StartDate	伐採地で初めて施業を開始する日時。	2020-01-28T13:59:30.1174900	2020-06-23T10:53:40+02:00	2020.09.17 09:04	DataTime 17.12.2018 15:29:37	造林日・造林時間 2020/9/28 10:50:29	年月日・時刻 2016/4/3 13:08		○	○
58	ObjectDefinitionMachineType	EndDate	施業を終了した日時。		2020-09-24T08:13:23+02:00						○	○	
59	ObjectDefinitionMachineType	SubObject	サブエリア固有の情報	4e58214d-d387-4723-b099-4a7821816894 サブエリア1	既定の場所 既定の場所						○	○	
⑦細り式作成のために 先端や定尺1本の直径、長さの推計式	59	ButtEndProfileExtrapolationFunctionParameterType	ParameterName	直径推計数のパラメータの名前	d00						○	○	
	62	ButtEndProfileExtrapolationFunctionParameterType	ParameterValue	末口推定機能のパラメータの名前	24.300000000						○	○	
	63	ButtEndProfileExtrapolationFunctionType	Parameter	末口推定機能のパラメータ種	データ有 ButtEndProfileExtrapolationFunctionParameterType (ParameterName-ParameterValue)	データ有 ButtEndProfileExtrapolationFunctionParameterType (ParameterName-ParameterValue)					○	○	
	66	ButtEndProfileExtrapolationTableType	ExtrapolationCoefficient	外挿係数テーブル							○	○	
⑧材積の計算を行うために 樹皮の厚み計算 (原木の材積計算(末口二乗法))	67	BarkDeductionType	lowerDiameterLimit	1つの樹種グループあたりの樹皮の厚み							○	○	
	68	BarkDeductionType	lowerDiameterLimit	1つの樹種グループあたりの皮なし直径の推定式							○	○	
	69	BarkDeductionDistanceType	dBHKlassLowerLimit	樹種グループごとのDBH制限値を下げる。							○	○	
	70	SpeciesGroupDefinitionWithDetailsType	EstorianVolumeParameters	体積計算のための推定式(末口二乗法)							○	○	
⑨丸太を造材するためのデータ	71	CommonProductDefinitionType	ProductName	Name of the product 製品の名前	Supl_410	丸太材					○	○	
	73	GradeType	GradeName	製品の記述名	1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16						○	○	
	75	ProductMatrixType	ProductMatrixItem	各製品の長さおよび直径クラスの価格、長さ分布、色および制限。	データ有 ProductMatrixItem Type (Price)	データ有 ProductMatrixItem Type (Price)					○	○	
	76	ProductMatrixItem	Price	直径と長さのクラスごとの価格。	0	200					○	○	
	77	GradeValueType	gradeStartPosition	製品の径級を指定します。	1	1					○	○	
	78	PermittedGradesDefinitionType	GradeToleranceTop	製品ごとの径級の許容差。	20	0					○	○	
	79	PermittedGradesDefinitionType	PermittedGradeNumber	製品ごとに許容される品質等級。	1	1,2,3,4					○	○	
	84	CommonProductDefinitionType	ModificationDate	製品定義が最後に変更された日時。	2020-01-30T16:27:08.2544394+09:00	2014-01-01T02:00:00+02:00					○	○	
	85	CommonProductDefinitionType	ProductInfo	製品に関するフリーテキストの識別情報。通常、伐採業者によって使用される識別要素。							○	○	
	86	CommonProductDefinitionType	ProductVersion	製品の追加ID情報。通常、伐採業者によって使用される識別要素。							○	○	
87	CommonProductDefinitionType	ProductBuyer	バイヤーの連絡先情報。							○	○		
88	CommonProductDefinitionType	ProductClass	製品の追加ID情報。通常、伐採業者によって使用される識別要素。							○	○		
⑩造材データ	92	LogVolumeType	logMeasurementCategory	測定者							○	○	
	102	HarvestedProduction	DBH	樹皮ありの推定DBH	429	439					○	○	
	103	HarvestedProduction	ReferenceDiameter	DBHを予測するために使用される位置の直径。通常、最初に測定された直径。	440	439					○	○	
	104	HarvestedProduction	referenceDiameterHeight	切り株からマルチツリーの収獲のDBH予測に使用される直径までの高さ。	referenceDiameterの予測位置を規定する(ユーザーが定める)30	referenceDiameterの予測位置を規定する(ユーザーが定める)125					○	○	
	105	ExtrapolationCoefficientType	distanceClass	樹種グループごとの伐採カットからの距離。最初の値は0cmで、最後はReferenceHeight(130cmなど)の実際の基準高さの値です。間隔は通常10cmです。							○	○	
	106	HarvestedProduction	DiameterMeasureStartHeight	切り株から造材を始める直径までの長さ							○	○	
	107	HarvestedProduction	DiameterMeasureEndHeight	切り株から造材を終了する直径までの長さ							○	○	
	108	HarvestedProduction	diameterPosition	切り株を高さ0cmとした際の1本の造材を終えるまでの距離情報。(例として0cm間隔など)							○	○	
	111	HarvestedProduction	ReversingStartPosition	幹を逆向きに送る場合の開始位置。							○	○	
	112	HarvestedProduction	ReversingEndPosition	幹を逆向きに送る場合の終了位置。							○	○	
	113	StemDiametersType	DiameterMeasureStartHeight	切り株からDiameterValueの最初に測定された直径までの高さ(幹直径ベクトル)。							○	○	
	114	StemDiametersType	DiameterMeasureEndHeight	切り株からDiameterValue(幹直径ベクトル)の最後に測定された直径までの高さ。							○	○	

	NO.	大分類	フィールド名	説明	コマツ 自社ソフト (Maxi Explorer) xml形式(hpr)	Kesla Technion社ソフト (ProLOG) ※X loggerベース xml形式(hpr)	Waratah Technion社ソフト (X logger) xls形式	Konrad 自社ソフト csv形式	イワフジ 自社ソフト csv形式	オカダNANSEI 自社ソフト csv形式	基本	推奨	選材結果
選材データ	115	LogMeasurementType	logMeasurementCategory	木玉の計測タイプ、使用可能な種は"Machine"、"Operator"および"Auditor"	Machine	Machine						○	○
	117	PriceDefinitionType	VolumeUnderBark	価格ベースの材種が樹皮の下に定義されているかどうかを通知する真偽フラグ	FALSE	FALSE						○	○
	118	LimitationDefinitionType	LimitationCategory	製品ごとの制限マトリックスのタイプ生産制限のコード。	No limitation	No limitation						○	○
	115	LimitationDefinitionType	LimitationResult	生産目標が達成された場合のアクション(ProductMatrixおよびLimitationCategoryの制限に従って選材生産)。	No action	No action						○	○
	119	HarvestedProduction	TotalProductNumberOfLogs	製品ごとの丸太の数。								○	○
	120	HarvestedProduction	TotalProductNumberOfLogBunches	マルチブリー処理の丸太の本数								○	○
	121	HarvestedProduction	TotalProductVolume	製品ごとの材種。								○	○
	122	HarvestedProduction	TotalLogLength	処理された丸太の合計の長さ								○	○
	172	LogColorMarkingType	Color1	木玉をマークするための最初の色	FALSE	FALSE						○	○
	173	LogColorMarkingType	Color2	木玉をマークするための2番目の色	FALSE	FALSE						○	○
	174	LogColorMarkingType	Color3	木玉をマークするための3番目の色	FALSE	FALSE						○	○

第5章. システム仕様とデータ形式の標準化の検討

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、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。標準仕様書検討の流れを図 5.1 に示す。

データの標準仕様の検討	システムの標準仕様の検討
1. 参照用のStanForDの和訳・把握 (「生産指示」・「造材報告」・「測材精度管理」)	1. 先進事例調査
2. データ項目の抽出	2. データ項目の確認
3. 新規項目案の追加	3. 機械メーカーなどへのヒアリング
4. 仕様の仮決定 (「基本仕様」・「推奨仕様」)	4. 標準化するデータの用途確認
5. 検討委員会・標準仕様検討分科会での検討	5. 仕様の仮決定 (「基本仕様」・「推奨仕様」)
6. 実データ収集結果分析	6. 検討委員会・標準仕様検討分科会での検討
7. 機械メーカーなどへのヒアリング	7. 仕様の仮決定 (「基本仕様」・「推奨仕様」)
8. 仕様の再検討 (「基本仕様」・「推奨仕様」)	8. 検討委員会への付議
9. 検討委員会・標準仕様検討分科会での検討	
10. 仕様の再検討 (「基本仕様」・「推奨仕様」)	
11. 検討委員会への付議	

図 5.1 標準仕様検討の流れ

5.2. データ形式

「造材報告」については、国内でも多く取り扱われている CSV 形式、並びに StanForD などで一般的な 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、ハーベスタ等で作成された生データではなく、そのデータを活用する外部のソフトウェアから出力されたデータ形式を規定する。そのためハーベスタ（ヘッド）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のみ定めることとする。

また、「生産指示」や「測材精度保証と校正」については、基本的にデータ形式は XML 形式のみとするが、「測材精度保証と校正」における校正結果については、CSV 形式での表現も追加する。

測材精度保証と校正についても、生産指示と同様であるが、一部ハーベスタで造材したデータは、CSV 形式でも規定することとした。今年度の標準化の対象である、造材報告・生産指示・測材精度保証と校正について、標準仕様のデータ形式を図 5.2 に示す。

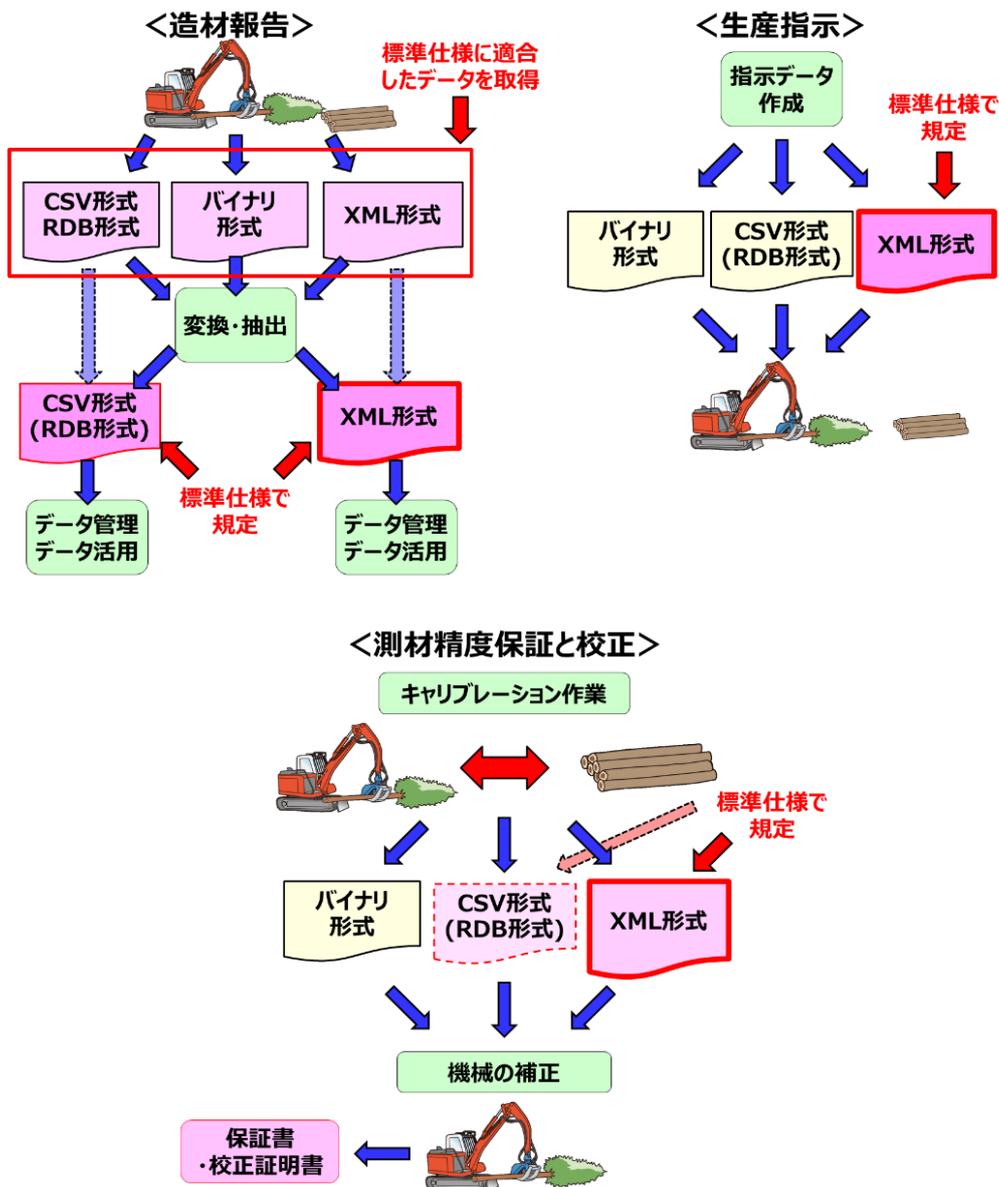


図 5.2 標準仕様のデータ形式

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

ハーベスタのデータは、機械に搭載される制御 PC を介してデータのやり取りを行っている。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。本事業では、ハーベスタ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「ハーベスタで計測」、制御 PC やソフトウェアで付与したデータを「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、ハーベスタのデータの取得方法を整理した結果を図 5.3 に示す。

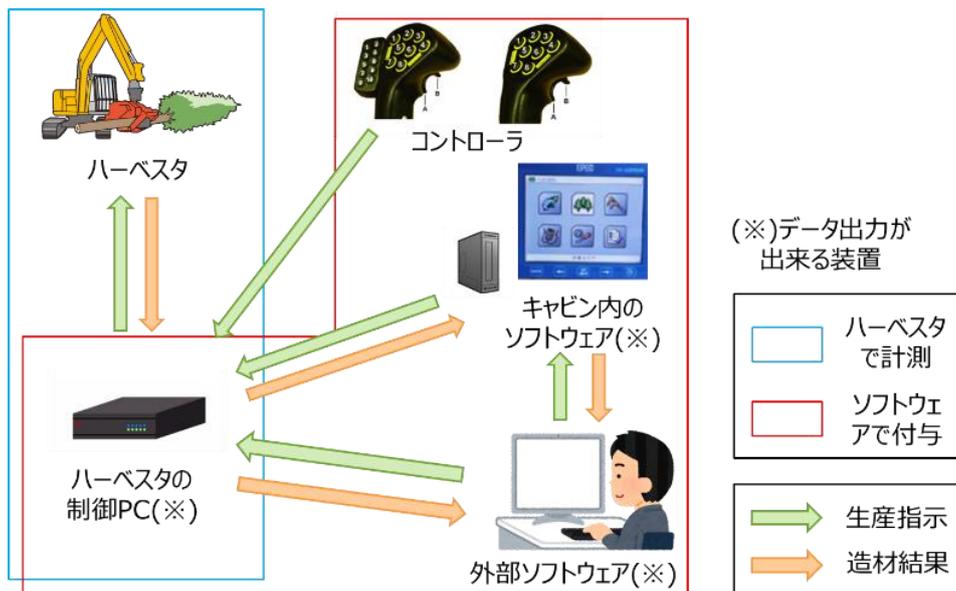


図 5.3 ハーベスタのデータ取得方法

StanForoD2010 では、素材生産業者がハーベスタなどのデータを直接発注者や製材所等の木材需要者、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、現場の情報を管理者に集約後、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を想定している。ただし運送業者については、将来的に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。

データのやり取りの方法については、まずは、USB などのデータ記憶装置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・組織間のデータのやり取りを図 5.4 に示す。

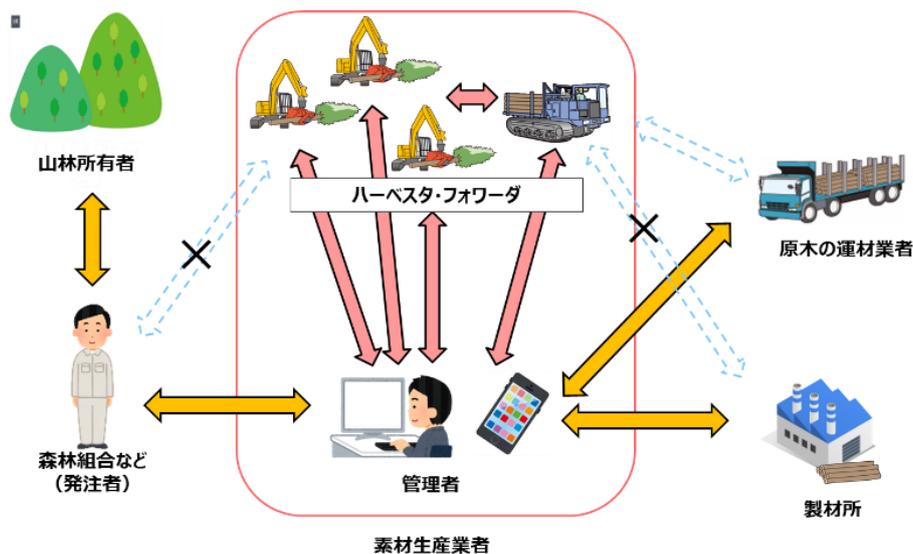


図 5.4 組織内・組織間のデータ流通

5.3.2. 基本仕様の項目

末口直径や材長、材積など大多数の機械メーカーが取得できており、在庫情報に必要なデータを基本仕様とした。基本仕様で取得できる情報を活用することで、これまで合計の材積や本数等しか含まれない場合が多かった造材結果が、仕分ごとや個別の原木の詳細内容が含まれるようになれば、より高度な在庫管理が可能となる。データの標準仕様における基本仕様の項目一覧を図 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を図 5.6 に示す。

基本仕様のうち、参照した StanForD2010 にはデータ項目が存在せず、日本独自の内容として追加した項目は、原木の求積方法であり、具体的には素材の日本農林規格で規定されている末口二乗法である。追加理由としては、現状では、国内において、原木の求積方法は末口二乗法が主流であるが、原木購入先や原木の用途により今後は多様化する可能性もあるため、原木の求積方法を末口二乗法と明示するため、データ項目として追加した。なお他の求積方法を採用した場合は、その内容にて入替・追加可能である。

(※) ソフトウェアで付与することも可能な項目

<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 (※) ➤ 位置座標 (単位、緯度、経度) (※) ➤ 位置座標を取得した時間 (※) ➤ 生産指示 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 樹種名 ➤ 造材する丸太の製品 (仕分け) 区分 (※) ➤ 製品 (仕分け) の長さの指定 (※) ➤ 測材精度保証と校正 <ul style="list-style-type: none"> ➤ キャリブレーション用の丸太のハーベスタで造材した長さ ➤ キャリブレーション用の丸太の手動で測定した長さ ➤ 校正された丸太の長さ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 造材結果 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 造材した日時 (※) ➤ 樹種名(※) ➤ 測定したデータの単位 (m, m³, cmなど) (※) ➤ 木 (幹) 番号 (※) ➤ 1本の木から造材された丸太 (原木) 番号 (※) ➤ 造材した丸太の製品 (仕分け) 区分番号(※) ➤ 造材した丸太の一定間隔での直径 ➤ 造材した丸太の末口直径 ➤ 造材した丸太の末口の括約直径(※) ➤ 造材した丸太の長さ ➤ 造材した丸太の括約した長さ(※) ➤ 造材した丸太の材積(※) ➤ 造材された丸太の合計数 (※) ➤ 造材した丸太の製品 (仕分け) ごとの材積(※) ➤ 末口二乗法の計算式(※)
--	--

図 5.5 基本仕様の項目一覧

丸太ごと

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	木(丸太)番号	丸太番号	仕訳	丸太の長さ(cm)	丸太の括約した長さ(cm)	丸太の直径(cm)	丸太の括約した直径(cm)	丸太の皮あり材積(m ³)	
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	305	2	1	405	400	31.3	30	0.376
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	305	3	2	403	400	39.6	38	0.602

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	仕訳	丸太の本数	仕訳毎の合計材積(m ³)
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	1	300
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	2	210
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	3	310
33林班1小班	34.845752, 135.308397	ハーベスタ	SF-500		1	スギ	4	400
						合計	1220	1260

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の造材結果データの例

図 5.5 において赤字で示されているのは、一部の機械メーカーがデータを取得していない木番号・原木番号に関する項目である。

仕分けに関する項目は、造材する丸太を、製材用や合板用、チップ用、輸出用などのグレード毎、また販売先毎などに分別ことが出来る機能のことである。本事業では、仕分の内容はユーザーが自由に決められることとし、仕分を可能にするということのみ定めた。

木番号・原木番号の項目については、ハーベスタで造材した本数を把握するために、造材する幹に木番号を付与することとした。木番号を付与することで、施業後に伐採した立木本数を確認できるようになり、施業中に事前の計画と現在の進捗の差により、最終的な見込数値を予想する場合などに活用できるため、基本仕様とした。

木番号・原木番号を発展的に活用するためには、データと現物の整合が課題となるが、個別の原木とデータを現地で整合するには、IC タグ等が必要となり、現時点では実用化されていないため、まずは合計本数や採材内容、作業進捗状況の把握等に活用することを前提としている。

5.3.3. 推奨仕様の項目

取引情報として活用するために必要な、樹皮の厚みやカラーマーキング等のデータ項目や原木の販売に関するデータ項目、生産指示における造材支援を行うための細りの予測に関するデータ項目は、生産指示・造材報告ともに推奨仕様とした。

推奨仕様の基本的な考え方として、日本におけるハーベスタの用途は、「造材するだけ」から「データも活用する」に変わっている過渡期であるため、現在多くの市販製品では備えていない機能が必要なデータも、将来使用する可能性があることを考慮した。データの標準仕様における推奨仕様の項目の一覧を図 5.7 に示す。

推奨仕様のうち、参照した StanForD2010 にはデータ項目が存在せず、日本独自の内容として追加した項目は、ヤング率、密度、直材判定である。これらの項目は、原木の仕分を合理的に行うことを目的としており、計測できるハーベスタの開発も進んでいることから推奨仕様とした。まずヤング率、密度は、製材所など原木需要者が求めている情報となる。現在の原木流通では、強度にばらつきが存在していることが前提条件であり、取引価格もそのことを踏まえて決定されているが、将来的に取引の際に原木の強度が明示されることで、高い強度を有する原木の販売価格向上が期待される。また直材判定については、生産指示におけるオペレータの採材支援や仕分に活用するデータ項目となる。将来的に画像解析による自動直材判定機能等がハーベスタに搭載されることにより、造材時の生産性の向上が期待される。

<p>➤ 生産指示</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 造材する丸太の仕訳ごとの直径範囲 ➤ 仕分けごとの販売価格 ➤ 仕分けの採材の順序 ➤ 細り式の作成や細りを予測するために必要なデータ項目一式 ➤ 樹皮の厚みを予測や入力するためのデータ項目一式 ➤ 丸太のカラーマーキングを行うための項目一式 <p>➤ 測材精度保証と校正</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 直径の校正に関するデータ項目 ➤ 測材精度保証に関するデータ項目 	<p>➤ 造材結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 販売された丸太の販売単価 ➤ 細り式を作成するために必要な根元径などのデータ項目一式 ➤ マルチツリー（複数の幹を同時に造材）での造材に関するデータ項目一式
---	--

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、基本的に合わせるものとする。

なお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しているため、機器の性能等で精度が異なる。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、将来的には定める必要があるが、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を定めるものとした。

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を以下に示す。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）

作業地情報については、データを作成するための外部ソフトウェアを用いて GIS や手入力、ハンディの GNSS 機器を用いてデータ入力できるため基本仕様とした。作業機械のログや位置、造材した丸太の位置については、市販製品の多くが現在取得できておらず、ハーベスタの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。しかしハーベスタのキャビン内に GNSS 機器を取り付けることにより取得することが出来るため、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。

- データ項目の標準仕様では、基本仕様となっている。
 - 次年度の地理的指示・結果や作業管理情報、フォワーダの標準化で更なる議論を行う予定だが、位置座標は、以下の3つの項目で活用することが想定される。
 - ① 作業情報（来年度議論）
 - 作業地の位置、作業道の位置、山土場の位置
 - ② 作業機械のログや位置
 - ③ 造材した丸太の位置
- ①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。
- ②③については、ハーベスタ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) 機械番号 (基本仕様)

今回参照した StanforD2010 では、個別の原木の識別を行うことが重要視されており、機械番号と施業地番号、木番号、原木番号により識別を行っている。機械番号は、海外製のハーベスタでは、機械に搭載された制御 PC の IP アドレスから自動で生成するようになっていることが多いが、制御 PC の OS が Windows ではない場合、ボードコンピューターを使用して生成するようにする、もしくは国名と会社名と製造番号で生成する仕組みを作ることにより、機械番号を作成する。機械番号のシステム要件について図 5.9 に示す。

- データ項目の標準仕様では、基本仕様となっている。
- StanForDに対応している海外製のハーベスタでは、ハーベスタを制御するPCがWindowsになっており、IPアドレスから自動で生成するようになっている。
- 制御するPCがWindowsではない場合、ボードコンピューターを使用して生成するようにする。
- もしくは、海外メーカーと被らないことが前提となるが、国名と会社名、ハーベスタの製造番号で生成する仕組みを作れるか検討する。

図 5.9 機械番号のシステム要件

(3) 木番号・原木番号 (基本仕様)

海外製のハーベスタでは、ハーベスタが幹を掴んだ回数=本数となっているが、国内では、造材する途中に直曲の確認等で木を放すことも多い。そのためオペレータが造材対象となる木が変わる際に指示するようにする、もしくは外部ソフトウェアを活用し細い径級から太い径級に切り替わるタイミングで1本と認識するようにする機能が必要となる。いずれにせよハーベスタのオペレータの操作が増えることがないようなシステムを構築しなければならない。木番号・原木番号のシステム要件について図 5.10 に示す。

- データ項目の標準仕様では、基本仕様となっている。
- 以下の測定方法が考えられる。
 - ① ハーベスタで木番号を付与するタイミングでオペレーターが指示するシステムを作る。
 - ② ハーベスタが幹を掴んだ回数 = 本数とする。(海外製ハーベスタでは主流)
 - ③ 細い径級から太い径級に切り替わるタイミングを1本にするように外部ソフトウェアで付与する。



- 丸太番号は木番号と入れ子構造となるようにする。

図 5.10 木番号・原木番号のシステム要件

(4) 生産指示（推奨仕様）

生産指示とは、区分（仕分）ごとの目標材積や上限材積等の設定、採材支援を行うことができる機能となる。細り式を用いた径級予測による採材支援など、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可能性が高いが、現状新たなシステムが必要となる場合が多いと予想されるため、仕分けに関する項目以外は推奨仕様とした。生産指示のシステム要件について図 5.11 に示す。

- データ項目の標準化では、造材指示に関連する項目は推奨仕様としている。
- 造材指示とは、区分番号毎に目標材積や上限などを設定することや、採材の支援を行うことができる。
- 造材指示の使い方として、
 - ① 採材表のデータ化（紙ベースでの採材表の代わり）
 - ② ①と連動した形での細り式も用いた径級予測による簡易な採材支援
 - ③ バリュースタッキングなどの採材支援
 - ④ 施業前の造材計画との差や進捗の確認（施業計画のPDCAで活用）

図 5.11 生産指示のシステム要件

(5) 細り式（推奨仕様）

細り式を求める3次関数 ($y=ax^3+bx^2+cx$) についても、推奨仕様とする。細り式を使うことにより、バリュースタッキングや細りを予測することによる造材支援を行うことができる。細り式のシステム要件について図 5.12 に示す。

- データ項目の標準化では、推奨仕様としている。
- 細り式を求める3次式の関数 (ax^3+bx^2+cx) も推奨仕様とする。
- 細り式の使い方として、
 - ① 造材指示にも関係するが、バリュースタッキングや径級に関するオペレーター支援機能を使用する場合

図 5.12 細り式のシステム要件

(6) 径級測定（基本仕様・推奨仕様）

径級の測定については、通常の造材時の採材判断に加えて、キャリブレーションの径級補正、細り式の作成、素材歩留の検討等にも活用可能である。径級を測定する長さ間隔については、参照した StanForD2010 では、10cm の間隔を推奨しているが、国内で市販されているハーベスタでは、そもそも末口しか取得できない、取得できたとしても 50cm 間隔等、様々な課題が生じている。また日本では、細り式作成のために最低限必要な間隔も未だ明らかになっていないため、基本仕様は末口直径だけではなくとりあえず一定間隔で取得するようにすること、推奨仕様は 10cm 間隔で取得することとした。

径級データは今後取引情報として活用することも期待されており、製材所で製材出来るのかの判断として、末口径だけではなく、元口径や中央径を必要とする製材所も増えてきている状況であるため、今後も検討を深める必要がある。径級測定のシステム要件について図 5.13 に示す。

- データ項目の標準化では、推奨仕様としている。
- StanforDでは、測定・記録する推奨間隔を10cmとしている。
- 機械メーカーの中には、市販する製品では50cm、試験機では30cmでの測定より細かく測定できない会社もある。
- この項目の使い方として
 - ① キャリブレーションでの径級補正（少ない本数でたくさんの径級をとるため）
 - ② 細り式の作成
 - ③ 素材歩留の検討
- 10cm毎など細かくすると、ハーベスタと制御PCのやり取りが多くなり、停止信号などがハーベスタに届かなくなる可能性がある。
- 細り式などの作成に活用するために、必要な間隔などが明らかになっていない。
- 基本仕様は末口だけでなくとりあえず一定間隔で取得するようにする、推奨仕様は10cmとする。（径級を取得する材長の精度も重要となる。）

図 5.13 径級測定のシステム要件

(7) 造材報告の仕分（基本仕様・推奨仕様）

多くのハーベスタでは、コントローラで複数のボタンを操作することにより仕分をする機能を有している。仕分機能を用いることで、品質や販売先等、ユーザーが任意に設定した区分毎の材積等を管理することができるようになる。仕分けの構造については、基本仕様は4(4種類の樹種を想定)×4(4種類の品等を想定)、推奨仕様は3層構造の5×5×3とする。造材報告の仕分けのシステム要件について図 5.14 に示す。

- データ項目の標準化では、基本仕様とする。
- StanForDでは、「Grade」や「StemGrade」いう項目になっている。
- 国産ハーベスタも海外ハーベスタも造材時に、コントローラのボタンを押すことで、仕分けをすることができるようになっていることが多い。
- この仕分け機能を用いて、販売先ごとに分けるなどオペレーターや管理者によって定義を決めることができる。
- 実データを確認してみると、造材時に仕分けをすることは可能だが、データ出力で仕分けごとに材積や直径データを集計できていないメーカーもあり、対応が必要な可能性がある。
- 今後、在庫情報や取引情報として、ハーベスタのデータを活用する場合、同じ材長でも運送先などが異なることも多いため（合板と製材など）、仕分けできるようにすることは不可欠であると考えている。
- 仕分けの構造について、基本仕様は、2層構造の4×4とする。
推奨仕様は、3層構造の5×5×3とする。

```
graph LR; 1((1)) -- red --> A((A)); 1 -- red --> B((B)); 1 -- red --> C((C)); 2((2)) -- red --> B; 2 -- red --> C; A -- blue --> i((i)); B -- blue --> ii((ii)); B -- blue --> iii((iii)); C -- blue --> iv((iv));
```

図 5.14 造材報告の仕分けのシステム要件

(8) 樹皮の厚み (推奨仕様)

樹皮の厚みについては、ユーザが任意に一定の厚み (実数・割合) を入力する、もしくは樹皮関数を使って厚みを求めることができるようにする。ハーベスタデータを取引数値として活用する際には必須となるが、在庫情報としてデータを活用する際にも実際の取引情報としてより高い精度を実現できるため、重要な情報となる。樹皮の厚みのシステム要件について図 5.15 に示す。

- データ項目の標準化では、推奨仕様とする。
- 樹皮の厚みについて、キャビン内のソフトや外部ソフトで樹皮の厚みを入力して、皮なし直径や皮なし材積を取得できるようにする。
- 取引情報や在庫情報として、データを活用するためにも、実際の取引を行う皮なし直径で数量を把握しておくべき。
- 皮の厚みの定義方法について、
 - ① ユーザーが任意に指定 (実数・割合)
 - ② 樹皮関数を使って厚みを求める
- 在庫情報や取引情報で活用する場合、関係者で事前に決めておくことが必要となる。
- 現場ごとや季節で樹皮の厚みを変えるなど都度見直しをすることを周知することも大切となる。

図 5.15 樹皮の厚みのシステム要件

(9) マーキング機能等 (推奨仕様)

マーキングは、造材時にスプレー等を用いて行い、仕分を支援する機能となる。日本ではあまり活用されておらず、ハーベスタの導入時にオプションとなることも多いため、推奨仕様とする。マーキングの種類としては3種類とし、スプレー無しと併せて、4種類の仕分 (基本仕様) への対応が可能となる。マーキング機能などのシステム要件について図 5.16 に示す。

- マーキング機能について
 - ❑ 仕訳を支援する機能であり、現地で仕訳したものを照合するためには、必要となる。
 - ❑ 特に、同じ樹種で、同じ材長の丸太で仕訳が異なる際に、造材後にフォワーダでの運材などがある際には、効果的な機能となる。
 - ❑ マーキングの種類は、StanForDと同様に推奨仕様を3種類とする。
 - ✓ スプレーなしと合わせて4種類の仕訳が可能となる。
- 販売先ごとの販売金額のについて
 - ❑ StanForDでは、施業期間中にオペレーターや管理者が想定した丸太の販売単価を入力することで、仕訳の造材結果と連動させ、最終的な売上などの予想に活用している。

図 5.16 マーキング機能等のシステム要件

(10) キャリブレーション（基本仕様・推奨仕様）

ハーベスタのキャリブレーション（校正）は、直径と材長が対象となるが、標準仕様におけるデータ項目としては、材長に関する項目を基本仕様、径級に関する項目を推奨仕様とした。キャリブレーションの方法として、造材データとデジタルキャリパーによる測定データとの比較、造材データと手動測定データとの比較、測定箇所を実際にハーベスタで掴むことにより得られるデータと手動測定データとの比較の3つの方法がある。径級のキャリブレーションに関しては、ハーベスタデータを取引情報として活用する際には、必須となる。今後、キャリブレーションの方法や精度について、国内の統一ルールを決める必要があるが、第三者認証を行う管理団体（スウェーデンにおける BIOMETRIA に相当）が設立され、それらを担うことが期待される。キャリブレーションのシステム要件について図 5.17 に示す。

- キャリブレーションは、ハーベスタにおいて、直径と材長の2つが対象となる。
- データ項目の標準化では、材長は基本仕様、径級は推奨仕様とする。
- 海外のハーベスタやStanForDでは、デジタルキャリパーを使用して測定した結果を、ハーベスタに送付し、ハーベスタの校正、精度の検証をすることが標準となっている。
- その他の方法として、
 - ① 手動で長さや径級を測定し、キャビン内のソフトで測定結果を制御PCに手入力して校正。
 - ② 手動で長さや径級を測定し、径級はハーベスタで実際に掴むことで校正。
- 日本でも、試験的に取り組みが始まっている取引情報としてデータを活用していくためには、データの精度を丸太の購入者に提出するなどの機能も必要となる。
- データの測定方法や精度について、国内の統一ルールとして決める必要があるのではないか。
- データの測定方法や精度について、管理する団体（スウェーデンのBIOMETRIA等）も必要になる可能性がある。

図 5.17 キャリブレーションのシステム要件

5.4.2. 検討したハーベスタの機能と各データ項目の関係性

IOT ハーベスタ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、またそれらを有機的に連動させることの必要性を示している。

またビックデータとして IOT ハーベスタのデータを活用することで、地域の細り式の見直しや施業履歴の精度や情報量の拡大につながるという意見もあり、個人情報など様々な問題があるが、将来的にデータ活用することを踏まえた上で標準仕様を作成した。IOT 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を表 5-1 に示す。

表 5-1 IOT 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PDC A	○			○				○			○	△		○	○	△	○	○			
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バリューバックング	○	○	○	○	○	○	○					○	○								
⑨素材材積の検討	○							○				○	○	○							
⑩ビックデータとしての活用 (地域の細り式の見直しなど)	○					○							○				○	○			

※青字が基本仕様、赤字が推奨仕様

第6章. 標準仕様書案の作成

6.1. 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を作成するに当たって、標準仕様の名称を定める必要があった。事務局より以下の案が検討委員会に付議され、協議の結果、「ICT 林業生産管理システム標準仕様」が承認された。

候補①：ICT 生産管理システム標準仕様

→林業分野かどうか分かり難い

候補②：ICT 素材生産管理システム標準仕様

→「素材」は、林業分野以外でも使う一般用語である

候補③：ICT 原木生産管理システム標準仕様

→標準化の対象範囲は、「原木生産」のみに限らない

候補④：ICT 林業生産管理システム標準仕様（採用）

→将来、素材生産以外の分野も含められるため最適

そのため、成果である標準仕様書案の名称も、「ICT 林業生産管理システム標準仕様(案)」としている。

6.2. 「ICT 林業生産管理システムの標準仕様案」の概要

本業務の成果として作成した、「ICT 林業生産管理システム標準仕様書案」の目次を表 6-1 に示す。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。また標準仕様におけるデータ項目については、標準仕様整理表に取りまとめた。(表 6-2・表 6-3)

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、別添された標準仕様書案を参照されたい。

表 6-1 「ICT 林業生産管理システム標準仕様案の目次 (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 標準化の対象となるシステム

1.2.4 生産管理システムの内訳

1.2.5 標準化の手法

第2章 機械管理

- 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
 - 2.1.1 機械管理におけるデータ形式
- 2. 2 標準仕様書の見方
- 2. 3 基本仕様
 - 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 造材するための情報
 - 2.3.9 造材結果の情報
 - 2.3.10 キャリブレーションの情報
- 2. 4 推奨情報
 - 2.4.1 ファイルやデータに付与される情報
 - 2.4.1 機械情報
 - 2.4.2 データの送受信の記録情報
 - 2.4.3 ブーム角度の情報
 - 2.4.4 伐採地情報
 - 2.4.5 細り式作成のための推計情報
 - 2.4.6 材積計算のための情報
 - 2.4.7 造材するための情報
 - 2.4.8 造材結果の情報
 - 2.4.9 キャリブレーションの情報

表 6-2 標準仕様整理表（基本仕様）

	フィールド名	説明	データ形式	単位	生産指示	造材報告	測材精度 管理と校正
①ファイルや データに付与さ れる情報	Latitude	緯度	数値型・度		○	○	○
	Longitude	経度	数値型・度		○	○	○
	Altitude	標高	数値型	m	○	○	○
	CoordinateDate	データを取得した日付	日付		○	○	○
②林業機械が 自動的に 付与する 情報	MachineKey	マシン固有のグローバルID(GUID)	数値型・整数		○	○	
	StemKey	機械が伐倒・造材した木1本1本に付与される 通し番号	数値型・整数		○	○	
	LogKey	原木のための幹固有のID	数値型・整数		○	○	
	ProductKey	生産された原木のデータに付与される通し番号	数値型・整数		○	○	○
	SpeciesGroupKey	各樹種群に付与される通し番号	数値型・整数		○	○	○
	ObjectKey	各施業地に付与される通し番号	数値型・整数		○	○	○
	SubObjectKey	マシンによって設定された各サブエリアに付与 される通し番号	数値型・整数		○	○	○
	OperatorKey	作業者に付与される通し番号	数値型・整数		○	○	
③オペレータ や管理者が 作成する 情報	MachineUserID	ユーザーによって設定されたマシン番号	文字列		○	○	
	OperatorUserID	オペレータの番号	文字列		○	○	
	ProductUserID	ユーザーによって定義された仕分種類毎の番号	文字列		○	○	
	SpeciesGroupUserID	樹種グループごとの番号	文字列		○	○	○
	ObjectUserID	ユーザーによって定義される伐採エリアごとの 識別番号	文字列		○	○	
	SubObjectUserID	ユーザーによって定義される伐採エリアごとの 識別情報、通常は伐採業者が設定する	文字列		○	○	
④機械 情報	machineCategory	ハーベスタ、フォワーダなど機械の種類	コード		○	○	
⑦樹種情報	SpeciesGroupName	樹種名	コード		○	○	
	SpeciesGroupInfo	樹種に関するフリーテキストの識別情報通常、 伐採業者によって使用される識別要素	文字列		○	○	
	SpeciesGroup_PresentationOrder	樹種群の順序を示します	数値型・整数		○	○	
⑧伐採地 情報	ObjectName	伐採地名	文字列		○	○	○
⑨材積計算の ための情報	LogVolumeCategory	体積計算のための推定式(末口二乗法)	文字列		○	○	
⑩造材する ための 情報	Number of Grade	仕分の名前	文字列		○	○	
	GradeNumber	仕分番号	数値型・整数		○		
	lengthClassLower_Limit	長さクラスの下制限	数値型・整数		○		
	gradeStartPosition	仕分の長さを指定します	数値型・小数第1位	m	○		

	フィールド名	説明	データ形式	単位	生産指示	造材報告	測材精度 管理と校正
⑪ 造材結果の 情報	StartDate	伐採地で初めて施業を開始する日時	日付			○	
	EndDate	施業を終了した日時	日付			○	
	GradeNumber	仕分番号	数値型・整数			○	
	LogDiameter	造材した原木の末口直径(皮つき)	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogDiameter	造材した原木の括約した末口直径(皮つき)	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogLength	造材した原木の長さ	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogLength	造材した原木の括約した長さ	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogVolume	原木の実材積(皮つき)	数値型・小数第3位	m3		○	
	LogVolume	括約した原木の材積(皮つき)	数値型・小数第3位	m3		○	
	ProductNumber	原木の仕分(仕分)番号	数値型・整数			○	
	Name of Product	原木の仕分(仕分)の名前	数値型・整数			○	
	Stem number	木(幹)の番号	数値型・整数	本		○	
	Log numebr	丸太の番号	数値型・整数	本		○	○
	TotalNumberOf_ StemBunches	木幹の本数	数値型・整数	本		○	○
	TotalNumberOf_ Stems	1本の立木から造材された原木の数	数値型・整数	本		○	
	TotalProduct_ NumberOfLogs	仕分ごとの原木の数	数値型・整数	本		○	
	TotalProduct_ VolumeOfLogs	仕分ごとの原木の合計材積	数値型・小数第3位	m3		○	
	TotalStemVolume	造材された原木の合計材積	数値型・小数第3位	m3		○	
	diameterPosition	切り株を高さ0cmとした際の1本の造材を終えるまでの径級情報(例として10cm間隔など)	数値型・小数第1位	cm		○	
	⑫ キャリブレーションの 情報	RandomControlStem_ MeasurementMode	キャリブレーションの対象(材長と直径の両方、材長のみ)	コード			
LengthCalibration		長さのキャリブレーション記録日時	日付				○
Mesured length of log		キャリブレーション用にハーベスタで造材した原木の長さ	数値型・小数第1位	cm			○
RandomControlStem_ MeasurementMode		手動で計測した原木の長さ	数値型・小数第1位	cm			○
LengthCalibration		校正した原木の長さ	数値型・小数第1位	cm			○

表 6-3 標準仕様整理表（推奨仕様）

	フィールド名	説明	データ形式	単位	生産指示	造材報告	測材精度 管理と校正
① ファイルや データに付与さ れる情報	Province	都道府県	文字列		○	○	○
	City	市町村	文字列		○	○	○
	Street	地番	文字列		○	○	○
	Rinpan	林班	文字列		○	○	○
	Syohan	小班	文字列		○	○	○
④ 機械情報	MachineHeadManufacturer	ハーベスタヘッドの製造メーカー	文字列		○	○	
	MachineHeadModel	ハーベスタヘッドモデル。	文字列		○	○	
	RegistrationNumber	マシンの登録番号	文字列		○	○	
	MachineBaseModel	機械名	文字列		○	○	
	MachineApplicationVersion	ソフトウェアアプリケーションの名称とバージョン	文字列		○	○	
	BaseMachineManufacturer ID	ベースマシンの登録番号	文字列		○	○	
	BaseMachine Type	ベースマシンの機械の種類	コード		○	○	
⑤ データの送 受信の記録情 報	SenderApplication	メッセージを送信するアプリケーションの名前と バージョン	文字列		○	○	
	CreationDate	メッセージが作成され保存された日付。	日付		○	○	
	ModificationDate	メッセージが最後に変更されて保存された日付。	文字列		○	○	
	ApplicationVersionCreated	メッセージを作成して保存したソフトウェアアプ リケーションの名前とバージョン	文字列		○	○	
	ApplicationVersionModified	メッセージを修正し保存したソフトウェアアプ リケーションの名前とバージョン	文字列		○	○	
⑥ ブーム角度 の情報	MachineBearing	ブーム角度が登録されているときの機械のベア リング(0~360度)。	文字列			○	
	BoomAngle	伐採木や最後の原木がカットされたときのブームの 角度(0-360度)	数値型・度			○	
	BoomExtension	角度登録時のブームの延長。これは、収穫機から 収穫機ヘッドまでの距離です。	数値型・整数			○	
⑦ 伐採地情報	ObjectModificationDate	伐採エリアの定義が最後に変更された日付。	日付		○		
	ForestCertification	FSC™, "PEFC", "Other", "None", "Not known" 収穫対象証明済み。列挙としての森林認証。	コード		○	○	
	LoggingFormDescription	施業方法	コード		○	○	
	ObjectArea	施業地の面積	数値型・小数第1位	ha	○	○	
	SubObjectName	サブエリアの名前	文字列		○	○	
	SubObjectArea	サブエリアの面積	小数第1位	ha	○	○	
	BusinessName	伐採業者	文字列		○	○	
	Phone	伐採業者の連絡先	文字列		○	○	
	ForestOwner	伐採する立木の権利者	文字列		○	○	
	ContractNumber	伐採地の山林所有者との契約番号/ID	文字列		○	○	

	フィールド名	説明	データ形式	単位	生産指示	造材報告	測材精度 管理と校正
⑧ 細り式作成 のための推計 情報	ParameterName	直径推計関数のパラメータの名前	文字列		○	○	
	ButtEndProfileExtrapolationFunctionCategory	直径推計関数のパラメータ値	文字列		○	○	
	ButtEndProfileExtrapolationFunctionCategory	直径推計関数の推定式	文字列・固定値 Poikela 2007		○	○	
	ExtrapolationCoefficient	直径推計関数の係数	文字列・固定値 Poikela 2007		○	○	
	ParameterValue	末口推定機能のパラメータの名前	小数		○	○	
	ReferenceHeight	切り株から末口の直径を予測するために使用される直径までの高さ。	数値型・小数第1位	cm	○	○	
	DBH	樹皮ありの推定DBH	数値型・小数第1位	cm	○	○	
	ReferenceDiameter	DBHを予測するために使用される位置の直径。通常、最初に測定された直径。	数値型・整数	cm	○		
⑨ 材積計算の ための 情報	lowerDiameterLimit	1つの樹種グループあたりの樹皮の厚み	数値型・小数第1位	cm	○	○	
	lowerDiameterLimit	1つの樹種グループあたりの皮なし直径の推定式	文字列		○	○	
⑩ 造材するた めの 情報	gradeStartPosition	仕分の径級を定義	数値型・整数	cm	○		
	Price	仕分ごとの価格	数値型・整数	円/m3	○		
	ProductMatrixItem	仕分ごとの許容値	数値型・整数	本 or m3	○		
	DistributionCategory	各仕分の制限方法	コード		○		
	ProductPresentationOrder	樹種ごとの仕分の採材の順序を示します	数値型・整数		○		
	ModificationDate	仕分定義が最後に変更された日時	日付		○		
⑪ 造材結果の 情報	logMeasurementCategory	測定者	コード			○	
	LogDiameter	造材した原木の末口直径(皮なし)	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogDiameter	造材した原木の括約した末口直径(皮なし)	数値型・小数第1位	cm		○	
	LogVolume	原木の実材積(皮なし)	数値型・小数第3位	m3		○	
	LogVolume	括約した原木の材積(皮なし)	数値型・小数第3位	m3		○	
	Yang	ヤング率	数値型・小数第3位	kN/mm2		○	
	Density	密度	数値型・小数第3位	Kg/m3		○	
	Straight	直材判定	コード		○	○	
	Color1	木玉をマークするための最初の色	文字列			○	
	Color2	木玉をマークするための2番目の色	文字列			○	
	Color3	木玉をマークするための3番目の色	文字列			○	
	ReferenceDiameter	DBHを予測するために使用される位置の直径 通常、最初に測定された直径	数値型・小数第1位	cm	○	○	

	フィールド名	説明	データ形式	単位	生産指示	造材報告	測材精度 管理と校正
⑬キャリブレーションの 情報	logMeasurement_Category	測定者	コード		○	○	○
	densityCategory	樹皮を含むかどうか	コード				○
	CaliperApplication	キャリパーで使うソフトウェアのバージョン	文字列				○
	CaliperID	キャリパーの情報ID	文字列				○
	CalibrationValues	ハーベスタのキャリブレーション履歴	文字列				○
	diameterCalibration_Position	キャリブレーション時の直径位置 (推奨直径は50, 100, 150, 700)	数値型・小数第1位	cm			○
	lengthCalibration_Position	キャリブレーション時の長さの位置 (推奨の長さは500cm)	数値型・小数第1位	cm			○
	StemDiameters	ハーベスタで造材した幹の直径	数値型・小数第1位	cm			○
	CalibrationUseLog	キャリブレーション用に手動で測定された管理原木	数値型・小数第1位	cm			○
	ControlLogDiameter	補正された管理用の直径	数値型・小数第1位	cm			○
	DiameterCalibration_Adjustment	直径の位置ごとの調整した値	数値型・小数第1位				○
	DiameterCalibration	直径のキャリブレーション記録データの構造	文字列				○

6.3. 成果の普及

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、森林 GIS フォーラムと共催の「令和 2 年度 森林 GIS フォーラムー林業生産管理システムや森林資源データ解析・管理の標準化に向けてー」を令和 3 年 3 月 1 日に開催した。

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 293 名（会場参加 30 名、オンライン参加 263 名）であった。シンポジウムのプログラムを表 6-4、実施状況写真を図 6.1 に示す。

表 6-4 シンポジウムのプログラム

時間	シンポジウム	時間	話題提供等
10:30-10:35	開会挨拶	10:30-10:35	開会挨拶
10:35-10:40	林野庁 令和 3 年度の事業概要	10:35-10:40	林野庁 令和 3 年度の事業概要
セッション①（司会：住友林業株式会社 岡田）			
10:40-11:10	ICT 生産管理標準化仕様案について 田上 誠（住友林業株式会社）	10:40-11:10	林業分野の DX の実現に向けて パシフィックコンサルタンツ株式会社
11:10-11:40	素材生産における ICT 技術の利用と情報収集の役割 斎藤仁志（岩手大学）	11:10-11:30	森林経営管理制度の運用における 空間情報の役割 国際航業株式会社
11:40-12:00	質疑応答	11:30-12:00	OWL による森林資源データ計測・解析と データを活用するためのシステム 株式会社アドイン研究所
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）	13:00-13:40	森林向け ICT システムの紹介 株式会社ジツタ
13:30-14:00	精密計測の普及と データ管理の担い手について 米 康充（島根大学）	13:40-14:00	路網設計支援ソフト「FRD」の紹介 住友林業株式会社
14:00-14:20	質疑応答	14:00-14:20	FLDA Drone ソリューションの紹介 FLDA（森林国土ドローン AI 推進機構）
休憩（14:20-14:30）			
セッション③（司会：森林総合研究所 高橋）			
14:30-15:20	林業 DX でお仕事改革！ ー森林変化情報を使った業務効率化に向けてー	14:30-15:20	座談会：高精度森林情報と地上調査
15:20-16:20	GNSS から始まる林業 DX	15:20-16:20	座談会：GIS とスマート林業
16:20-16:30	閉会挨拶	16:20-16:30	閉会挨拶



図 6.1 シンポジウムの実施状況

第7章. 今後の検討に向けて

7.1. 今後の検討に向けて検討委員会で出された意見

ICT 生産管理システムの標準化の次年度以降の検討の参考として、第 3 回の検討委員会で出された意見の概要を以下に記す。

- 全体の方向性として、「StanForD2010 Japan Edition」の編纂に向けて動く一段階として、今年度の成果があるという様に進めて欲しい。
- 国内機械メーカーが、国内のシェアをうまく運用するための機械開発ではなくて、世界に売れる機械というのを想定した上で、海外の標準的な仕様に堪え得るような機械を作って欲しい。今後の世界戦略を考えた上での今回の標準仕様だというふうに捉えて欲しい。
- 機械管理に関しては、StanForD 形式自体はオープンなので、それに準拠していけば良いと思うが、毎年スウェーデンで開催されている委員会があるので、いずれは日本がこういうことに取り組んでいるということ、報告すれば良いを思っている。
- 標準仕様の事業終了後の運用について、次年度以降の検討課題の中に入れて欲しい。
- ユーザー側の負担軽減の観点から、最終的には自動的にデータをやりとりする仕組みというのが求められている。日本の林業の DX 化に向けて、これらの課題をもっと整理して欲しい。スウェーデンでもこういった仕組みを運用できるまでに、10 年以上の期間を要したと聞いているので、この事業をきっかけにシステム化を図っていければと考えている。
- データの精度管理について、スウェーデンでは基本的に BIOMETRIA という機関に検証用データが全部行くような仕組みになっている。それ以外にも川上側と需要者である製材工場以外の第三者機関が、抜き打ちで精度のチェックをすると聞いている。他の国でも、いわゆる第三者がちゃんと精度の評価をできる仕組みを入れていると思う。今回の標準仕様を実運用する際には、第三者機関における精度評価が必要になると考えている。
- スウェーデンでも、毎年、規定の変更を検討する委員会が開催されている。機械等のハード側が日進月歩で進化する中で、(今回作成した標準仕様も) どんどん変わらなければいけないところがあると考え。その流れに日本が後れないように、さらに追従できるような形で、動いて欲しい。またなぜこのような仕様が必要なのかというのを、より分かりやすく、実証データも積み上げて、成功事例を報告するような形で進めて欲しい。

7.2. 次年度以降の検討に向けて

次年度となる令和3年度における本事業では、生産管理システムのうち、機械管理におけるフォワーダ部分、並びに作業管理における日報管理システム等が対象となる。機械管理部分においては、引き続き StanForD2010 を参照し、標準仕様を作成する予定としている。また令和2年度の成果についても、必要に応じて修正・改良を継続する。令和3年度における標準化の対象を表7-1に示す。

表 7-1 令和3年度における標準化の対象

生産管理システム区分		StanForD2010 参照（・準拠）	備考
機械管理	ハーベスタ	○	一部の数量管理を含む
	フォワーダ他	○	
作業管理		—	日報管理システム等

※赤網掛部分が令和3年度の標準化の対象

最後になるが、スマート林業や林業DX等、今後とも森林・林業における課題解決にICTを活用する気運は高まると思われる。一方、ICT生産管理におけるデータや機器・ソフトウェアを利用するのは林業事業者が中心となるが、これらをツールとして有効活用し、業務を効率化・改善するという林業事業者側のモチベーション向上こそが、成功の鍵になると考える。

林業における素材生産を管理するデータ・システムの標準化は、林業界においてICTの活用やシステム構築が始まった今だからこそ取り掛かるチャンスであると言える。今後の標準仕様案の検討においても、基本仕様の設定等、まずはハードルを下げ、多くの関係者が賛同し採用する様な仕様の内容にすることを目指さなければならない。

令和2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2年度 ICT生産管理システムの標準化事業
報告書

令和3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)