

令和 6 年度
国有林活用型生産・造林モデル
実証調査委託事業

報告書

令和 7 年 3 月

林野庁

目 次

1	事業の背景、目的、内容	1
1.1	事業の背景と目的	1
1.2	事業の内容	2
1.3	基本的な考え方	4
2	実施体制	4
3	具体的な実施方法	5
4	スマホアプリや GNSS 機器の使用状況等の確認・整理	8
4.1	林業事業体を対象としたアンケート調査結果	8
4.2	林業大学校等を対象としたアンケート調査結果	15
4.3	スマホアプリ及び GNSS 機器の比較検討	17
4.3.1	各種スマホアプリの比較検討	17
4.3.2	各種 GNSS 機器の比較検討	20
4.4	スマホアプリによるトラッキング機能と位置精度	22
4.5	生産・造林事業におけるデジタルデータの活用	24
4.6	生産・造林事業に活用できるスマホアプリ操作ガイドの作成	26
4.7	生産・造林事業に活用できるスマホアプリ操作ガイドの解説動画の作成	27
5	路網計画ソフトで作成した作業道線形データの活用	28
5.1	作業道の線形を設計するときに考慮すべき事項	28
5.2	線形設計の基本的考え方	32
5.3	路網計画ソフトで設計する際に工夫すべき点	34
5.3.1	CS 立体図や水系線の活用	34
5.3.2	分散排水を考慮した線形とするための経由点の追加	36
5.4	スマホアプリを用いた現地確認と修正	37
5.5	専門家と請負事業関係者を交えた意見交換会の開催	38
5.6	作業道作設後の現地検討会の開催	42
5.7	路網計画ソフトを用いた森林作業道線形設計手順書の作成	45
5.8	路網計画ソフトを用いた森林作業道線形設計手順書の解説動画の作成	46
6	情報セキュリティ対策について	46
	巻末資料（現地検討会説明資料）	47
	参 考 文 献	67
	用 語 説 明	68

1 事業の背景、目的、内容

1.1 事業の背景と目的

森林・林業基本計画に基づく「新しい林業」の実現に向けては、現地調査等の事業の設計段階から、伐採・造林等の事業の発注、実行、完了検査に至る全ての段階において、新たなデジタル技術等を活用して効率的に実施していくことが重要である。このため、国有林野事業においては、国自ら事業発注を行っている特性を活かしてデジタル技術の導入を進め、林業事業体への普及を図っていくこととしている。

具体的には、造林や素材生産事業の発注において、設計段階では、紙の図面のみならず ICT 等を活用した調査や路網計画の作成、事業発注段階では、紙資料のみならずデジタルデータ (GIS 等) を活用した入札公告の実施、事業実行の段階では、ICT 等を活用した進捗管理、事業完了段階では、紙資料のみならずデジタルデータ (GIS 等) による路網線形等の実行結果の報告を行うなど、各段階でデジタル技術の活用を図ることとしている。

これらの取組を進めて行くためには、発注者である森林管理署（以下「署」という。）と、受注者である林業事業体の双方がデジタル技術を円滑に導入していく必要がある。

このため本事業において、

- ① 造林・素材生産事業発注段階について、署等からデジタルデータの提供を受けた林業事業体が円滑にそのデータを活用する手法
 - ② 設計段階について、ICT 等を活用した路網計画作成の手法
- 等の実証・構築等を行うこととし、国有林の造林・素材生産の事業発注や請負事業体の事業実行について、デジタル技術の活用を図ることを目的とする。

1.2 事業の内容

国有林の造林・素材生産の事業発注や請負事業体の事業実行について、デジタル技術の活用を図ることを目的に、路網計画ソフトにより作成した森林作業道（以下「作業道」という。）線形データの効果的な活用方法について、以下の（１）～（３）の実証調査を行った。

また、請負事業体が署等から提供を受けたデータセットを簡易に使用できるようマニュアルを作成した。

（１）請負事業体によるデジタルデータの活用方法（スマホアプリ及び GNSS 機器のマニュアル等）の作成・整理

ア）候補となるスマホアプリ及び GNSS 機器等の使用状況等の確認・整理

林業事業体におけるスマホアプリ及び GNSS 機器の使用状況を確認し、複数候補を選定して、以下の①～⑥等を勘案してメリット・デメリットを整理した。

＜スマホアプリ及び GNSS 機器の必須機能＞

- ① 操作画面が日本語表記であること。
- ② 国有林 GIS のデータを取り込み、加工し、国有林 GIS で使用可能な形式で出力できること。
- ③ オフラインで使用可能であること。
- ④ トラック及びポイントの記録が可能であること。
- ⑤ 地図上で林小班名の標記が可能であること。
- ⑥ iOS 端末と Android 端末の双方でリリースされていること（スマホアプリのみ）。

イ）請負事業体の事業実施に適したスマホアプリ及び GNSS 機器の選定

ウ）スマホアプリ及び GNSS 機器の活用マニュアル及び動画の作成

エ）その他（データ提出時の情報セキュリティ対策）

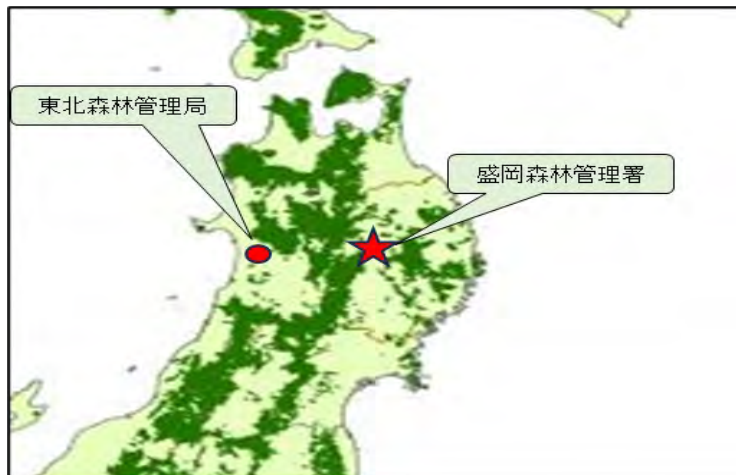
（２）路網計画ソフトで作成した作業道線形データの効果的な活用方法の実証

路網計画ソフトを活用し、署等が作業道線形案を効果的に作成できるよう、実証事業地において以下の①～④の実証等を行った。

- ① 作業道の設計・施工に精通した専門家の意見を聴きながら作業道予定線形を作成
- ② 生産事業の実施前に、①の作業道予定線形について現地で事業体や署等と意見交換し、署等の意見を聞いた上で分散排水等を考慮し一部作業道予定線形を変更
- ③ 生産事業の実施後に、実際に作設された作業道の線形と作業道予定線形について専門家を交えて比較検証
- ④ 路網計画ソフトによる作業道線形案の作成にあたって必要となる森林作業道作設指針に則ったパラメータ設定のポイントや始点・分岐点・終点の設定のポイント等を整理したマニュアル及び動画を作成

【事業実行箇所】

ア) 東北森林管理局盛岡森林管理署 女助山国有林 638 林班



イ) 関東森林管理局日光森林管理署 タテ原国有林 5 林班



(3) 調査結果の整理、報告書等

調査結果を整理し報告書に取りまとめた。その際、今後の事業実行の効率化の検討・実証調査や最終とりまとめに資する内容となるよう、本事業で得られたデータや活用した技術等について漏れなく記載した。

報告書及び上記（１）ウ）及び（２）④ のマニュアル及び動画の作成については、新たな技術を初めて活用する職員が理解できるよう、できるだけ平易でわかりやすい表現となるよう努めた。

マニュアル作成については編集可能なデータ形式（PowerPoint）、動画作成についてはYouTube 等で活用できるデータ形式（MP4）により作成した。

1.3 基本的な考え方

(1) 林業事業体が導入しやすく利用しやすいスマホアプリを選定

署等から提供されたデジタルデータを林業事業体が利用するためのスマホアプリについては、仕様書に記載される必須機能を全て満たし、かつ、導入しやすい無料アプリを選定した。

(2) スマホアプリと連携した GNSS 機器活用方法のとりまとめ

GNSS 機器については、2 周波以上の受信機であればどの機種も比較的高精度であり、位置精度に殆ど差が無いため、一機種のみを選定することは困難であった。このため、上記(1)で選定したスマホアプリに接続して計測する方法を検証し、その手順を取りまとめることとした。

(3) 林業事業体向けのわかりやすいマニュアルや動画を作成

スマホアプリの活用方法（GNSS 機器との連携方法を含む）について、事業地で活用する方法を具体的にわかりやすく示した林業事業体向けのマニュアルや説明動画を作成した。

(4) 署等職員向けのわかりやすいマニュアルや動画を作成

路網計画ソフト及び QGIS 等を活用し、署等が作業道線形案を効果的に作成できるよう、実証事業地において実証等を行うとともに、職員向けマニュアルや説明動画を作成した。

(5) 作業道の設計・施工に精通した専門家の指導・助言を得て実施

作業道線形案の設計、現地検討、マニュアル作成等に当たっては、作業道の設計・施工に精通した専門家の指導・助言を得て行った。

2 実施体制

本事業の実施体制は、以下のとおりである。

【実施体制】

＜森林作業道の設計・施工に精通した専門家＞（以下「専門家」という。）

奥谷 由行	株式会社 森林テクニクス	取締役・技術監理部長
畠山 辰也	株式会社 ふるさと木材	代表取締役
堀江 賢一	株式会社 堀江林業	代表取締役

専門家の選任については、現場で作業道の設計・施工の経験が豊富な事業体及びその事業体を指導している技術者の中から林野庁と調整して決定した。

総括責任者 中村 毅（本部）				
担当事項	マニュアル 報告書作成	動画作成	現地調査等	総括事務担当
担当者 (所属)	鈴木正勝（本部） 黒木慶次郎（本部） 坂井敏純（本部） 千葉幸弘（本部） 藤原敏栄（本部） 我妻勝彦（本部）	坂井敏純（本部） 千葉幸弘（本部） 我妻勝彦（本部）	鈴木正勝（本部） 黒木慶次郎（本部） 坂井敏純（本部） 千葉幸弘（本部） 藤原敏栄（本部） 我妻勝彦（本部） 菅野敏裕（青森支部） 野呂徳美（青森支部） 永野慎吾（青森支部） 森田隆浩（前橋支部） 三田和美（前橋支部）	黒木慶次郎（本部）

3 具体的な実施方法

（１）請負事業体によるデジタルデータの簡易な活用方法（スマホアプリ及び GNSS 機器のマニュアル等）の作成・整理

ア）スマホアプリ及び GNSS 機器の使用状況等の確認・整理

次の調査を行って使用状況等を確認し整理した。

- ① 文献調査
- ② 林業事業体を対象としたアンケート調査
- ③ 林業大学校等を対象としたアンケート調査

イ）スマホアプリ及び GNSS 機器の比較検討

上記ア）で整理したスマホアプリ及び GNSS 機器から複数の候補を選定し、本事業の仕様書に記載された「スマホアプリ及び GNSS 機器の必須機能」の 6 項目を含む比較項目を設けて機能の比較分析を行い、一覧表で整理した。その結果を踏まえ、全ての項目を満たした一つのスマホアプリ（無料）を選定した。GNSS 機器は複数の機種が全ての項目を満たしたため、一つのみを選定することはできなかった。

ウ）スマホアプリ及び GNSS 機器の活用マニュアル及び動画の作成

選定したスマホアプリ（無料）を用いて、微地形図や位置情報の活用、トラッキング機能を用いた作業道線形の自動計測等について、事業地で活用する方法を具体的にわかやすく示したマニュアル及び動画を作成した。GNSS 機器についてはスマホアプリと接続して活用する手順等を盛り込んだ。

エ) その他（データ提出時の情報セキュリティ対策）

活用マニュアル及び動画の中で、データ提出時の情報セキュリティ対策についても簡潔に説明した。

（２）路網計画ソフトで作成した作業道線形データの効果的な活用方法の実証

ア) 実証地の選定

林野庁及び関係局署と打合せ、以下の２か所を実証地として選定した。その概要は次のとおり。

【東北局盛岡署 女助山国有林 638 林班】

林 況：カラマツ 44 年生等の間伐予定区域 2 か所（図 3-1 の網掛け部分）

傾 斜：10～35 度

地 質：安山岩・玄武岩質安山岩（砂壤土や粘土で礫が少ない）

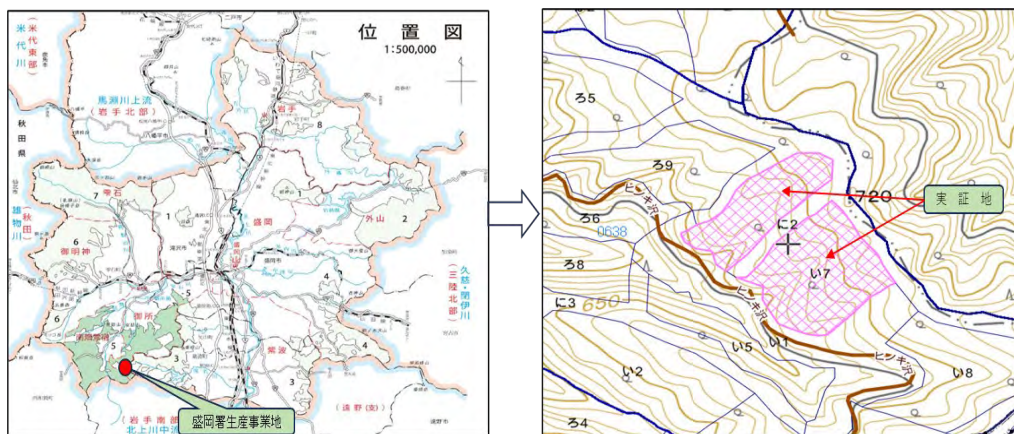


図 3-1 盛岡署の生産事業地に実証地を設定

【関東局日光署 タテ原国有林 5 林班】

林 況：カラマツ 54 年生ほかの間伐予定区域（図 3-2 の網掛け部分）

傾 斜：10～25 度

地 質：安山岩・玄武岩質安山岩（粘土等で礫が少ない）

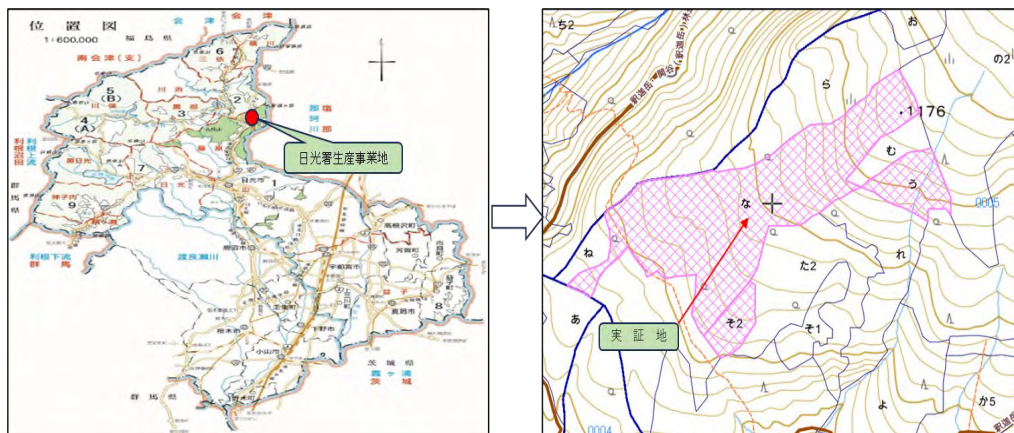


図 3-2 日光署の生産事業地に実証地を設定

イ) 関係林業事業体への協力要請

2 か所の実証地は、間伐等の生産・造林事業が発注され、請負事業体が決定しており、1 か所は既に請負事業体から署に作業道の線形を含む事業計画が提出されていた。このため、請負事業体に本実証事業への協力を要請したところ、理解を得て、作業道線形の変更を含め全面的にご協力をいただいた。

ウ) 専門家による指導・助言

実証地における作業道線形案の設計、現地検討、マニュアル作成等は、計3名の専門家の指導・助言を得て行った。

エ) 線形設計、現地調査、支障木調査等の実施

専門家の助言等を踏まえて路網計画ソフトを用いて作業道の線形を設計するとともに、スマホアプリにデータを表示して現地調査を行い必要な修正を行った。

線形の変更が必要になった盛岡署の実証地では支障木調査と幹線予定線部分の刈り払い等を実施した。

オ) 意見交換会及び現地検討会の開催

各実証地の現地において、専門家を交えて、林野庁、局、署の担当者並びに請負事業体と路網計画ソフトでの線形設計、施工方法等の技術に関する意見交換会を開催した。

また、作業道作設後には、予定線形と実行結果の比較検証を含む技術的な検討を行うことを目的とした現地検討会を開催し、日光署では近隣の署職員や民有林関係者を対象にスマホアプリの活用方法の実演や体験も行った。

カ) 作業道の線形の設計手順書及び動画の作成

森林作業道作設指針や各実証地における専門家の指導・助言を踏まえて、以下を内容とする設計手順書及び動画を作成した。

- ① 路網計画ソフトを用いた設計手順
- ② 設計するときに考慮すべき事項
- ③ 携帯端末に取り込んで現地調査
- ④ CS 立体図の活用について

4 スマホアプリや GNSS 機器の使用状況等の確認・整理

4.1 林業事業体を対象としたアンケート調査結果

全国の林業事業体におけるスマホアプリ（事業地と現在地を表示する地図アプリ）や位置を計測する GNSS 受信機の活用状況を把握することを目的としてアンケート調査を行った。

調査対象は各局の生産・造林事業を請け負う 105 の事業体（林野庁が各局 15 事業体を抽出）とし、58 事業体から回答を頂いた。

その結果、生産・造林事業の現場でスマホによる事業地と現在地を表示する地図アプリ等を使用している事業体は 53% であった。

使用目的は、「森林内で現在地や事業地の位置を確認するため」、「現地で位置情報を計測し記録するため」、「地理情報システム（GIS）のデータを表示して現地で活用するため」が多く、「作業員間の情報共有」を挙げた回答も見られた。

地図アプリ等の使用のきっかけについては、「作業道の予定路線、完成路線の記録、確認」、「小班・境界確認など現在地の把握」、「施工範囲を現地で明確にするため」、「現在地がわかることで作業員と情報共有がしやすい」、「紙図面を読み取れない者が作業場所を把握できる」、「測量業務の労務軽減」などの回答が寄せられた。

測量等に用いるデジタル機器を使用している事業体も 61% であった。これらの回答から、デジタル技術等の導入に取り組む林業事業体も少なくないことが把握できた。

また、「使用したことがない」と回答した事業体においても、「機会があれば試してみたい」、「関心がある」との回答は、地図アプリ等については 92%、GNSS 受信機等で 61% と、林業へのデジタル技術等の導入への期待感も高まっていることが確認できた。

アンケート内容及び結果は以下のとおり。

【アンケート調査結果の概要】

1 アンケート実施状況

実施期間：令和 6 年 8 月

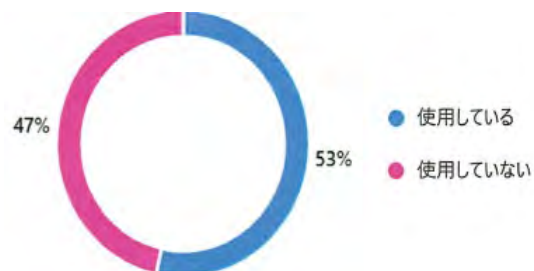
調査対象：林野庁が抽出した 105 事業体（各局 15 事業体）

回答数：58 件（回収率 55.2%）

2 アンケート調査の結果

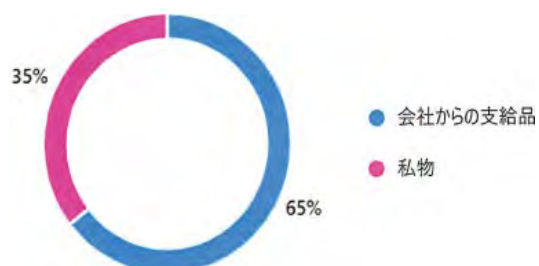
(1) 生産・造林事業の現場でスマホによる事業地と現在地を表示する地図アプリ等（以下「アプリ」という。）の使用状況について以下のいずれかを選択してください。

- | | |
|-----------|------|
| 1 使用している | 31 件 |
| 2 使用していない | 27 件 |



(2) 上記(1)で「使用している」と回答された方にお尋ねします。
使用しているスマホについて、以下のいずれかを選択してください。

- | | |
|------------|------|
| 1 会社からの支給品 | 20 件 |
| 2 私物 | 11 件 |

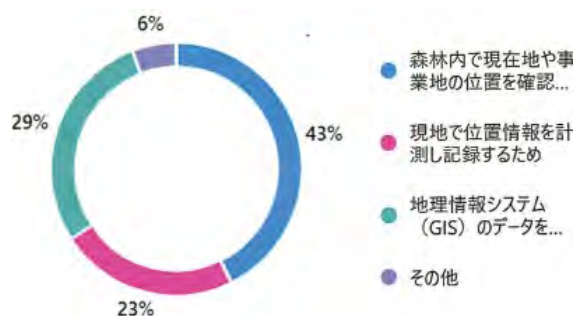


(3) 使用している地図アプリ等の名前及びメーカー名を教えてください。（自由記載）

- ・ QField (3 社)
- ・ ジオグラフィカ (3 社)
- ・ スーパー地形 (3 社)
- ・ 地図ロイド (3 社)
- ・ GoogleEarth (3 社)
- ・ Google Maps (2 社)
- ・ 野外調査地図 (1 社)
- ・ 山旅ロガー (1 社)
- ・ 森マップ (1 社)
- ・ マップル法務局地図ビューア (1 社)
- ・ Avenza Maps (7 社)
- ・ ARUQ (2 社)
- ・ ArcGIS (2 社)
- ・ マプリー (1 社)
- ・ umico (1 社)

(4) アプリの使用目的について、以下の該当するものを選択してください。(複数選択可)

- | | |
|-------------------------------------|------|
| 1 森林内で現在地や事業地の位置を確認するため | 30 件 |
| 2 現地で位置情報を計測し記録するため | 16 件 |
| 3 地理情報システム (GIS) のデータを表示して現地で活用するため | 20 件 |
| 4 その他 | 4 件 |



(5) 上記(4)で「その他」を選択された方は使用目的を教えてください。(自由記載)

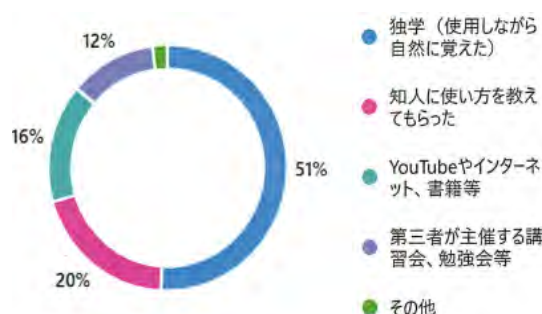
- ・ 作業員間の情報共有 (2 件)
- ・ 作業の進捗状況の把握
- ・ 境界確認

(6) アプリの使用を始めたきっかけを教えてください。(自由記載)

- ・ 作業道の予定路線、完成路線の記録、確認
- ・ 林業新知識に記載されていたので試しに使用したところ便利だと感じた
- ・ 小班・境界確認など現在地の把握
- ・ 図面上の事業地が現場でどの位置になるのか確認
- ・ 施工範囲を現地で明確にするため
- ・ 架設設計の際に全体を把握
- ・ 紙図面より電子図面の携帯性がよい
- ・ 現在地が分かることで作業員との情報共有がしやすい
- ・ 紙図面を読み取れない者が作業場所を把握できる
- ・ 補助金申請
- ・ GIS の研修を受けてから
- ・ 測量業務の労務軽減 など

(7) アプリを使用する際の学習方法について、以下の該当するものを選択してください。(複数選択可)

- | | |
|-------------------------|------|
| 1 独学（使用しながら自然に覚えた） | 26 件 |
| 2 知人に使い方を教えてもらった | 10 件 |
| 3 You Tube やインターネット、書籍等 | 8 件 |
| 4 第三者が主催する講習会、勉強会等 | 6 件 |
| 5 その他 | 1 件 |



(8) 上記(7)で「第三者が主催する講習会、勉強会等」を選択された方は、その主催者等を教えてください。(自由記載)

- ・ 岩手県森林 GIS 活用サポーター育成研修
- ・ 日本森林技術協会
- ・ 岩手県林業技術センター
- ・ ノースジャパン
- ・ 長野県森林組合連合会

(9) 上記(7)で「その他」を選択された方は学習方法を教えてください。(自由記載)

- ・ ICT に詳しい社員がマニュアルを作成し座学、実習の研修を開催

(10) 地図アプリ等を使用している中で、長所や課題等にお気づきの点があれば教えてください。(自由記載)

【長 所】

- ・ QGIS で作成したデータを smash に移行して現場で活用している
- ・ 作業図面を表示できる
- ・ オフライン機能が使えると電波のない山でも使える
- ・ スマホ端末があれば簡単に活用できる
- ・ QGIS で作成した図面をメールで受信し直ぐにアプリで活用できる
- ・ アプリ上に作業道や土場など自由に設置することができる
- ・ 作業員全員が携帯できるため作業指示が以前よりしやすい

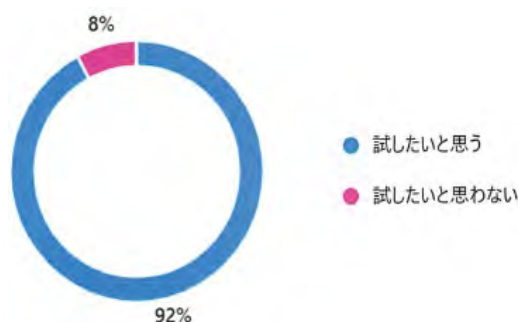
【課 題】

- ・ 署からデータの配布がない
- ・ GIS で扱える国有林の GeoTIFF 形式データを提供いただけると非常に助かる
- ・ 国土交通省が公開している国有林のデータが古い
- ・ 高性能機器を使うと収穫調査と現況に差異が大きく見られる
- ・ 行政の持つ資料と整合しないことにより成果が認められないことがある
- ・ 山林の地形によってかなり誤差が出てしまう
- ・ 国有林で公開している図面が現地と大幅に違う

(11) 上記(1)で「使用していない」と回答された方にお尋ねします。

事業地の現地調査に簡単に活用できる無料のアプリがあれば、今後試したいと思いますか。以下のいずれかを選択してください。

- 1 試したいと思う 24 件
2 試したいと思わない 2 件



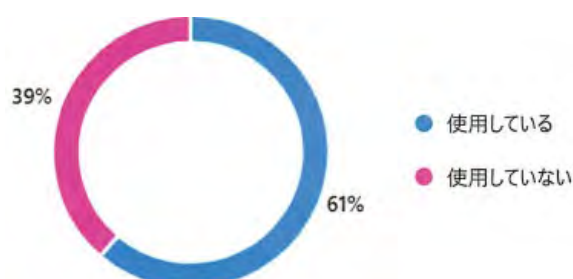
(12) 上記(11)で「試したいと思わない」と回答した方は理由を教えてください。

(自由記載)

- ・ 回答なし

(13) 生産・造林事業の現場で、測量等に用いるデジタル機器（GPS、GNSS 機器）の使用状況について、以下のいずれかを選択してください。

- 1 使用している 35 件
2 使用していない 23 件



(14) 上記(13)で「使用している」と回答された方にお尋ねします。

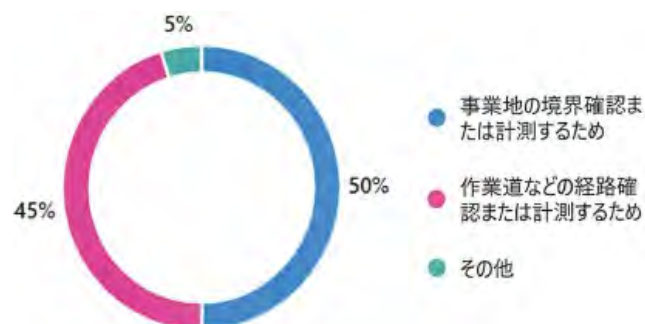
使用している GNSS 機器の名前やメーカー名を教えてください。(自由記載)

- ・ ガーミン (13 社)
- ・ DG-PRO1 (6 社)
- ・ Geode (3 社)
- ・ Trimble (3 社)
- ・ ARUQ (3 社)
- ・ SPECTRA (1 社)
- ・ map viewer (1 社)
- ・ モバイルマップパー (1 社)
- ・ その他 (4 社)

(15) 上記(13)で「使用している」と回答された方にお尋ねします。

GNSS 機器の使用目的について、以下のいずれかを選択してください。(複数選択可)

- | | |
|-----------------------|------|
| 1 事業地の境界確認または計測するため | 32 件 |
| 2 作業道などの経路確認または計測するため | 29 件 |
| 3 その他 | 3 件 |



(16) 上記(15)で「その他」を選択された方にお尋ねします。

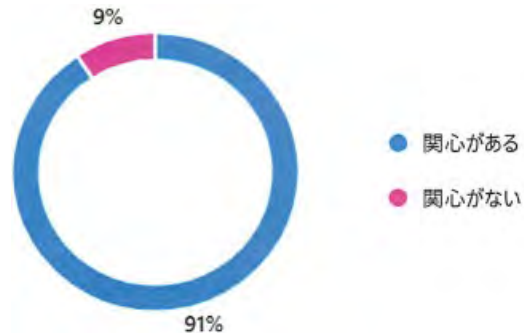
GNSS 機器の使用目的を教えてください。(自由記載)

- ・ 補助申請のための区域計測
- ・ 森林作業道作設実績報告
- ・ 自身の位置確認

(17) 上記(14)で「使用していない」と回答された方にお尋ねします。

事業地の測量等に活用できる GNSS 機器について、その精度や使い勝手がどのようなものか等の情報に関心がありますか。以下のいずれかを選択してください。

- | | | |
|---|-------|------|
| 1 | 関心がある | 20 件 |
| 2 | 関心がない | 2 件 |



(18) 上記(17)で「関心がない」と回答した方は、理由を教えてください。(自由記載)

- ・ 国有林野事業では必要ない

(19) 請負事業体で活用してみたいアプリやデジタル機器があれば教えてください。

(自由記載)

- ・ スターリンクの中継基地
- ・ 丸太検収アプリ
- ・ 3D データを活用した地形把握
- ・ オフラインで利用できる 3D マップ
- ・ 圏外でも通信が可能な機器
- ・ QGIS
- ・ AI の発展によっては以下のようなアプリがあれば活用したい
 - ア) 全国の事故事例をデータ化し位置情報や作業状況に応じて警告
 - イ) 作業道の間隔や勾配、直径や密度、下草の有無などによる効率性を判断
 - ウ) 公共工事の積算 (国有林野事業の積算は非常に難しいため)
- ・ スマホによるアプリを使用してみたいが携帯端末が私物なので使用を控えている

4.2 林業大学校等を対象としたアンケート調査結果

全国の林業大学校等を対象に、授業や実習等でスマホアプリ（事業地と現在地を表示する地図アプリ）や、位置を計測する GNSS 受信機の活用状況を把握することを目的として、アンケート調査を行った。

その結果、15 の林業大学校等から回答があり、そのうち 11 校が、スマホによる事業地と現在地を表示する地図アプリ等を使用し、12 校が GNSS 機器を使用していた。

アプリの使用目的は、「森林内で現在地や事業地の位置を確認するため」、「現地で位置情報を計測し記録するため」、「地理情報システム（GIS）のデータを表示して現地で活用するため」であった。

GNSS 機器の使用目的は、事業地の境界確認または計測するところが 13 校と多く、作業道などの経路確認または計測するところが 3 校であった。

アンケート内容及び結果は以下のとおり。

【アンケート調査結果の概要】

1 アンケート実施状況

実施期間：令和 6 年 8 月
調査対象：全国の林業大学校等 25 校
回答数：15 校（回収率 60.0%）

2 アンケート調査の結果

(1) 授業や実習の現場でスマホによる事業地と現在地を表示する地図アプリ等（以下「アプリ」という。）の使用状況について以下のいずれかを選択してください。

1 使用している	11 校
2 使用していない	4 校

(2) 使用している地図アプリ等の名前及びメーカー名を教えてください。（自由記載）

- ・ QField (3 校)
- ・ Avenza Maps (3 校)
- ・ 野外調査地図 (1 校)
- ・ スーパー地形 (2 校)
- ・ 地理院地図 (1 校)
- ・ 山守 GPS (2 校)

(3) アプリの使用目的について、以下の該当するものを選択してください。(複数選択可)

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| 1 森林内で現在地や事業地の位置を確認するため | 9 校 |
| 2 現地で位置情報を計測し記録するため | 9 校 |
| 3 地理情報システム (GIS) のデータを表示して現地で活用するため | 7 校 |
| 4 その他 | なし |

(4) 授業や実習等で、測量等に用いるデジタル機器 (GPS、GNSS 機器) の使用状況について、以下のいずれかを選択してください。

- | | |
|-----------|------|
| 1 使用している | 12 校 |
| 2 使用していない | 2 校 |

(5) 上記 (5) で「使用している」と回答された方にお尋ねします。

使用している GNSS 機器の名前やメーカー名を教えてください。(自由記載)

- ・ DG-PRO1 (7 校)
- ・ ガーミン (3 校)
- ・ Panasonic FZ-M1 TOUGHPAD (1 校)
- ・ Smart Sokuryou POLE (1 校)
- ・ RTK-GNSS アンテナパッケージ (1 校)

(6) 上記 (6) で「使用している」と回答された方にお尋ねします。

GNSS 機器の使用目的について、以下のいずれかを選択してください。(複数選択可)

- | | |
|-----------------------|------|
| 1 事業地の境界確認または計測するため | 13 校 |
| 2 作業道などの経路確認または計測するため | 3 校 |
| 3 その他 | なし |

4.3 スマホアプリ及び GNSS 機器の比較検討

4.3.1 各種スマホアプリの比較検討

林業事業体や林業大学校等を対象としたアンケート調査で回答が寄せられたスマホアプリの種類は 17 種類と多岐にわたった。

それぞれ文献等で概要や機能を把握するとともに、比較検討の対象として、次の計 7 種類のアプリを選定した。

- ・ 林業事業体と林業大学校等の双方で名前が挙げられた 4 種類
QField、野外調査地図、スーパー地形、Avenza Maps
- ・ 林業事業体で 3 社以上の回答があった 3 種類
ジオグラフィカ、地図ロイド、GoogleEarth

比較する機能等については、本事業の仕様書に記載された①～⑥をベースに、林業事業体における導入のしやすさを考慮して⑦、⑧を加えた。

- ① 操作画面が日本語表記であること。
- ② 国有林 GIS のデータを取り込み、加工し、国有林 GIS で使用可能な形式で出力できること。
- ③ オフラインで使用可能であること。
- ④ トラック及びポイントの記録が可能であること。
- ⑤ 地図上で林小班名の標記が可能であること。
- ⑥ iOS 端末と Android 端末の双方でリリースされたスマホアプリであること。
- ⑦ 無料であること。
- ⑧ GIS データの入力が簡単であること。(一括入力できるなど)

7 種類のアプリについて、①～⑧の機能等を、○ (機能を有する)、△ (部分的に機能を有する)、× (機能を有しない) で評価した結果は次のとおりであった。

QField ・ ・ ・ ・ ・ ①～⑧のすべてが○。
⑧の GIS データを一括して入力できるのは QField のみ。

野外調査地図 ・ ・ ・ ①、③、④、⑤、⑦が○、②、⑧が△、⑥が×。
②の△は、点と線は出力できるが図形は出力できないため。
⑧の△は、一つ一つのデータをそれぞれ入力するため。
⑥の×は、Android のみのため。

ジオグラフィカ・・・ ①、③、④、⑥が○、②、⑦が△、⑤、⑧が×
②の△は点と線は出力できるが図形は出力できないため。
⑦の△は、トラック記録 20 回目以降 960 円（一度）で制限解除。
⑤の×は、林小班名は表示できないため。
⑧の×は、GIS データは取り取り込めないため。

スーパー地形・・・ ①、③、④、⑥が○、②、⑤、⑦、⑧が△
②の△は、点と線は出力できるが図形は出力できないため。
⑤の△は、データの形式を変換する必要があるため。
⑦の△は、780 円／年等で制限解除のため。
⑧の△は、一つ一つのデータをそれぞれ入力するため。

地図ロイド・・・・ ①、③、④、⑦が○、②が△、⑤、⑥、⑧が×
②の△は、点と線は出力できるが図形は出力できないため。
⑤の×は、林小班名は表示できないため。
⑥の×は、Android のみのため。
⑧の×は、GIS データは取り取り込めないため。

GoogleEarth・・・・ ①、⑥、⑦が○、③、⑧が△、②、④、⑤が×
②の×は、国有林 GIS で使用可能な形式では出力できないため。
③の△は、圏外ではキャッシュ済みの地図に限られるため。
④の×は、現地での計測や記録はできないため。
⑤の×は、林小班名は表示できないため。
⑧の△は、一つ一つのデータをそれぞれ入力するため。

Avenza Maps・・・・ ①～⑥が○、⑧が△、⑦が×
⑧の△は、一つ一つのデータをそれぞれ入力するため。
⑦の×は、業務で使用する場合は 23,800 円／年のため。

比較結果を取りまとめた表 4.3.1 を次ページに示す。

比較結果を総合すると、林業事業体向けの無料のスマホアプリとしては、今回は QField が推奨される結果となり、これを設定してマニュアルと動画を作成することとした。

4.3.2 各種 GNSS 機器の比較検討

林業事業体や林業大学校等を対象としたアンケート調査で回答が寄せられた GNSS 機器は 10 種類以上であった。

それぞれ文献等で概要や機能を把握するとともに、機能を比較する対象機種を選定した。このうち 2 周波以上の GNSS 機器については、アンケートで 3 社以上が回答した機種に、局・署で使われている機種を加えた 5 機種を対象とした。また、林業関係者に従来からよく使われてきた 1 周波 GNSS 機器 2 機種を加え、計 7 機種を対象として機能の比較を行った。

- ・ 2 周波以上の GNSS 機器
DG-Pro1、Geode(ARUQ)、Trimble(R12 ほか)、GG-2、TK-1LT
- ・ 1 周波 GNSS 機器
ガーミン、モバイルマッパー

比較する機能については、本事業の仕様書に記載された①～⑤とした。

- ① 操作画面が日本語表記であること。
- ② 国有林 GIS のデータを取り込み、加工し、国有林 GIS で使用可能な形式で出力できること。
- ③ オフラインで使用可能であること。
- ④ トラック及びポイントの記録が可能であること。
- ⑤ 地図上で林小班名の標記が可能であること。

7 種類の機器について、①～⑤の機能等を、○（機能を有する）、△（部分的に機能を有する）、×（機能を有しない）で評価した結果はその殆どが○であった。

例外的に×が 3 つ見られた DG-Pro1 も、QField と連携させると全て○となった。

さらに、GNSS 機器については、2 周波以上の受信機であればどの機種も比較的高精度であり位置精度に殆ど差がない（※）ため、一つの機種のみを選定することは困難であった。

このため、選定したスマホアプリに接続して計測する方法を検証し、その手順を取りまとめることとした。

比較結果を取りまとめた表 4.3.2 を次ページに示す。

（※ 林野庁：令和 4 年度収獲調査へのリモートセンシング技術の導入検証等委託事業報告書）

表4.3.2 各種GNSS機器の有する機能の比較例

GNSS機器名 (アプリ名)	①操作画面が日本語	②-1 国有林GIS データを取込 加工できる	②-2 国有林GISで 使用可能な形式で 出力できる	③オフラインで使 用できる	④計測・記録がで きる	⑤林小班名を表示 できる	備 考
【マルチ周波GNSS】							
DG-Pro1 (Drogger GPS)	× (○)	× (○)	○	○	○	× (○)	(○) はQFieldなど別アプリと 連携して用いると○になる
Geode (ARUQ)	○	○	○	○	○	○	
Trimble R12(ほか (Sky Controller)	○	○	○	○	○	○	
GG-2 (ギョロモバイル)	○	○	○	○	○	○	
TK-1LT (Map Manager AD)	○	○	○	○	○	○	
【1周波GNSS】							
ガーミン (各種)	△	△	○	○	○	△	△は機種によって○になる
モバイルマッパー	○	○	○	○	○	○	

<比較した機能等>

- ① 操作画面が日本語表記であること。
 - ② 国有林GISのデータを取り込み、加工し、国有林GISで使用可能な形式で出力できること。
 - ③ オフラインで使用可能であること。
 - ④ トラック及びポイントの記録が可能であること。
 - ⑤ 地図上で林小班名の標記が可能であること。
- (GNSS機器用のアプリは基本的にAndroid版)。

4.4 スマホアプリによるトラッキング機能と位置精度

各種スマホアプリの比較検討を経て、今回、選定した QField は、オープンソースの無料 GIS ソフトである QGIS で作成した事業計画をスマートフォンに表示して現地調査が行える無料アプリであり、通信圏外でも利用できる。

生産・造林事業における活用方法として、次を挙げることができる。

【生産・造林事業における QField の活用方法】

- 現地調査時のナビゲーションして使える。
- 計画した事業区域や作業道線形を現地で確認し、修正部分を計測し記録できる。
- 現地での修正は QGIS で作成した元の事業計画に反映できる。
- トラッキング（自動位置計測）機能で、作業道等の経路を記録できる。
- 事業関係者が事業地の情報を容易に共有できる。

林業事業体へのアンケート調査では「作業道の予定路線、完成路線の記録、確認」にスマホアプリを使用しているとの回答が見られた一方、林業大学校へのアンケート調査でも専用 GNSS 機器を「作業道などの経路確認または計測するため」に使用しているとの回答が見られ、スマホアプリ、GNSS 機器ともに作業道の経路確認等に用いられていることがうかがえた。

このため、QField を用いた「トラッキング（自動位置計測）機能で、作業道等の経路を記録できる」について、測量用の 2 周波以上 GNSS 受信機による計測結果と比較し検証した。

比較・検証に用いた機器等は次の 3 種類である。

- ① 2 周波 GNSS 搭載スマートフォン+QField
- ② 1 周波 GNSS 踏査スマートフォン+QField
- ③ 2 周波 GNSS 受信機（DG-Pro1～国土地理院 1 級 GNSS 測量機）

検証は令和 6 年 11 月 11～12 日に、日光署管内の実証地のカラマツ間伐後の作業道上で行った。その結果、①と③では計測結果がすべて重なった（図 4.4.1）。また、②と③では若干の差はみられるものの、実用的には問題なく作設した作業道の経路を把握できる（図 4.4.2）との結果が得られた。

スギ・ヒノキ林でも、令和 5 年 11 月に熊本南部署管内で開催した現地検討会（令和 5 年度事業）で参加者が携帯端末を用いて作業道を精度よく踏査できており、カラマツ林に限らず、作業道上は上空も開けていて測位衛星の電波が届きやすいことが考えられる。

従来、作設後の作業道の経路データの取得については、事業終了後に歩いて GNSS 受信機で計測してきたが、QField のトラッキング機能を用いると、例えば、フォワーダのオペレーターが材を運搬しながら作業道の経路データを効率的に取得できる。このため、事業実行後の報告に向けて別途行ってきた計測作業を省力化できるものと考えられる。

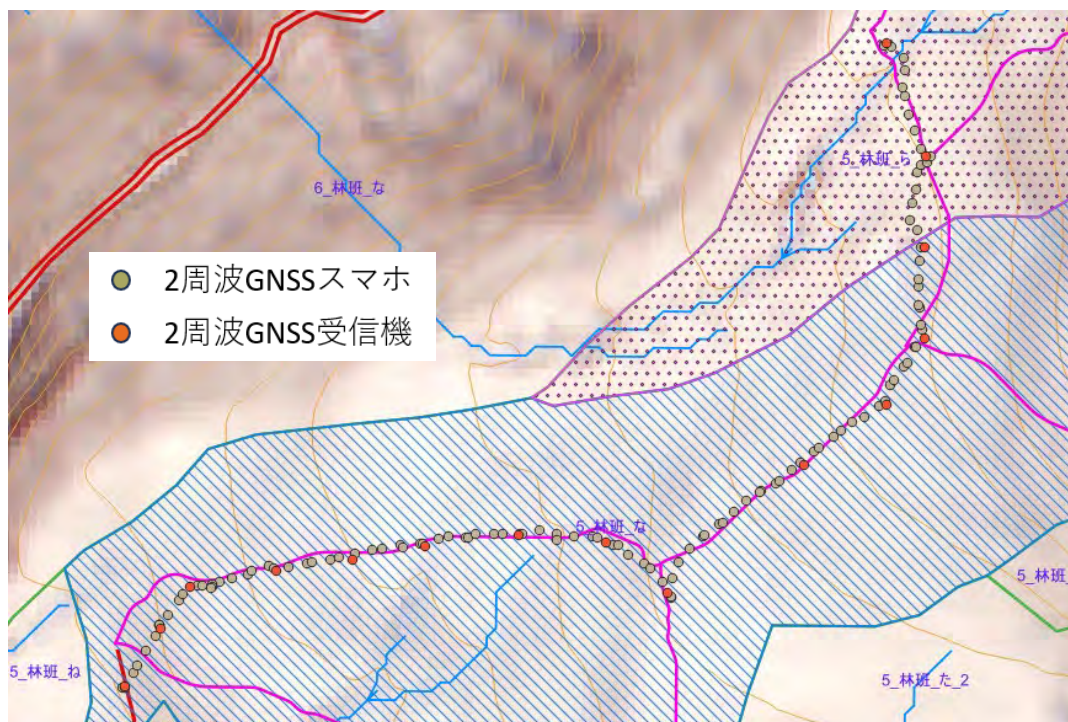


図 4.4.1 QField トラッキング (2 周波 GNSS スマホ) と
2 周波 GNSS 受信機の計測点の比較

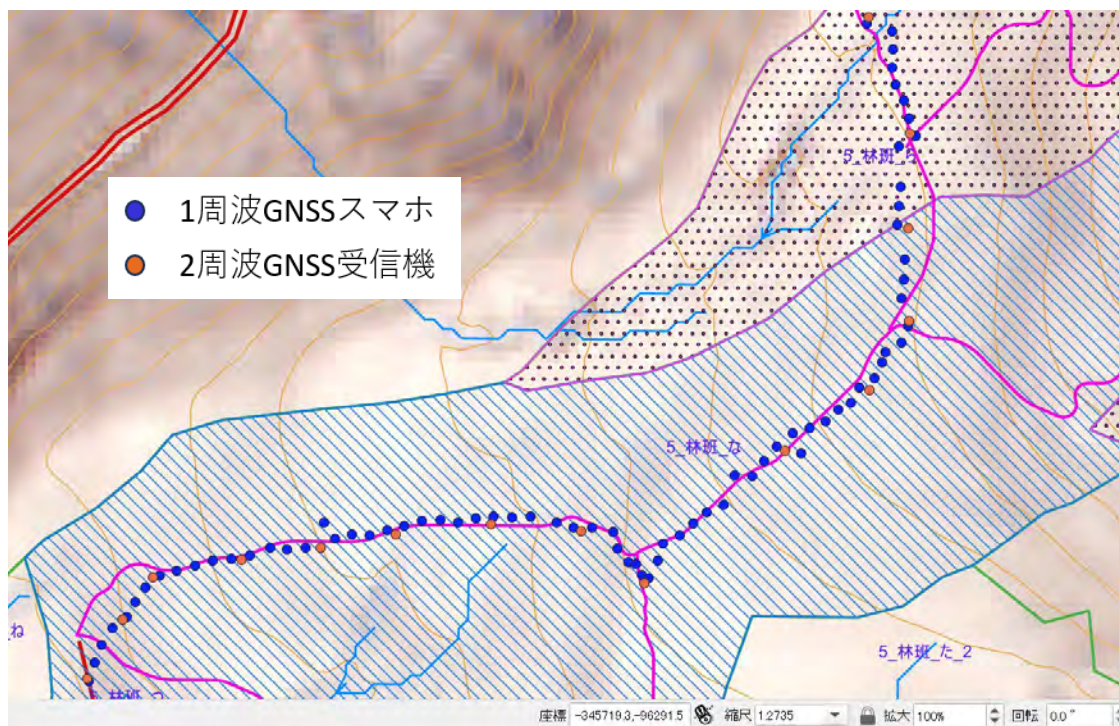


図 4.4.2 QField トラッキング (1 周波 GNSS スマホ) と
2 周波 GNSS 受信機の計測点の比較

4.5 生産・造林事業におけるデジタルデータの活用

生産・造林事業におけるデジタルデータの活用方法については、オープンデータ化が進展している航空レーザ計測成果等を用いて地形解析を行いながら QGIS（PC ソフト）で生産・造林事業を計画し、これを QField（スマホアプリ）に表示して現地調査を行って事業計画を確定するという方法が推奨される。

確定した事業計画のデータセット（PC 用、携帯端末用）を提供することにより、事業体においても、事前の計画作成が効率的に行えるようになり、現地の確認・踏査も効率的に進めることが可能となる。また、事業の実行中も、オペレーターが携帯端末に表示した線形情報を参考に作業道を作設できるほか、トラッキング機能（経路の自動計測）を使って作業道の路線を記録することも可能となる。

さらに、事業の監督員や検査員も携帯端末に事業区域を表示して監督や検査が行えるようになるなど、様々な事業関係者の間で事業計画と現地の情報共有が容易になることが期待される。

【データ活用の流れ】

（１）公開データ等の準備

- ① 数値標高モデル（DEM）：国土地理院公開データ、林野庁・県データから入手
- ② 基盤地図情報（等高線、道路、建物）：国土地理院公開データから入手
- ③ 国有林林小班ポリゴン：国土数値情報公開データから入手

（２）QGIS 又は路網計画ソフトで次の①～④を作成

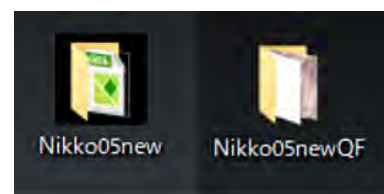
- ① CS 立体図：山地災害リスクの高い危険地形等の把握に使用
- ② 傾斜区分図：搬出方式等の検討に使用
- ③ 主伐区域、間伐区域等
- ④ 路網線形案（作業道等）

（３）（２）を QGIS に取り込み事業計画等の作成

- ① QField（スマートフォン）に携帯端末用データセットを出力
- ② 携帯端末に表示して現地調査（区域の確認、線形案の修正等）
- ③ 修正線形の位置情報を計測し事業計画に反映

（４）QGIS データセットを事業関係者に提供

- | | |
|---------------|--------|
| ＜PC 用データセット＞ | 事務所で利用 |
| ＜携帯端末用データセット＞ | 現場で利用 |



PC用

携帯端末用

1 QFieldとは

正式名称は「QField for QGIS」（以下、「QField」という）。QGISで作成した事業計画等のデータをスマホやタブレット等の携帯端末に入れて、現場で利用できる無料のアプリ（通信圏外を含む）。



図 4.5.1 QField とは

1 QFieldとは

（２）QFieldで使用するデータ（地形）

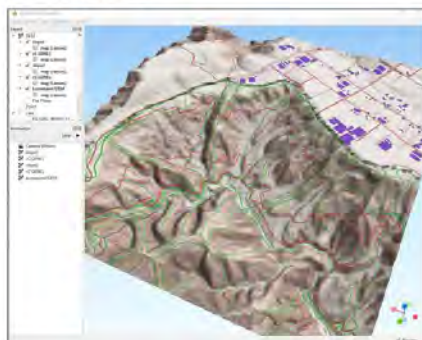
【数値標高モデル（DEM）】

航空レーザ測量の成果から、5 mメッシュ（5m四方）や1 mメッシュ（1m四方）等の中心点に標高データを持たせ、地形を立体的に表すもの。



【CS立体図】

尾根や谷、傾斜などの地形の変化をわかりやすく表現したもの。危険地形の有無等が判別可能。



【傾斜区分図】

色分けをして傾斜分布をわかりやすく表現したもの。搬出方式を検討したり、機械地拵が可能な区域も抽出可能。

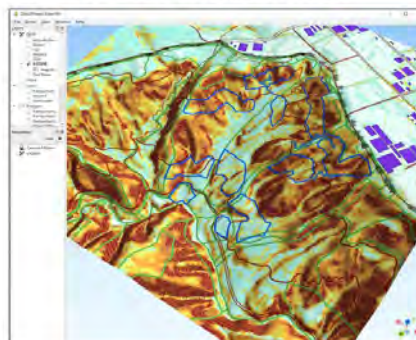


図 4.5.2 QField で使用するデータ（地形）

4.6 生産・造林事業に活用できるスマホアプリ操作ガイドの作成

4.3.1 で選定したスマホアプリ QField を用いて、林業事業体向けの「生産・造林事業に活用できる QField 操作ガイド」を作成した。

【操作ガイドの構成】

1 QField とは

- (1) QField でできること
- (2) QField で使用するデータ（地形、事業関係）

2 データセットを携帯端末で利用する

- (1) QField を携帯端末にインストールする
 - (2-1) データセットを Android 端末に読み込む
 - (2-2) データセットを iOS 端末に読み込む

3 QField の操作方法①

- (1) アプリの起動／終了方法
- (2) 表示言語を日本語にする
- (3) 地図データの表示／非表示の切替え
- (4) 衛星画像の閲覧方法 ※インターネット圏内のみ
- (5) 地図が消えてしまったら
- (6) 現地踏査で新たに点や線を追加する
- (7) 追加した点や線を削除する
- (8) トラッキング機能を使う
- (9) 外部の高精度 GNSS 受信機と連携させる ※Android のみ

4 QField の操作方法②

- (1-1) クラウドを使用して PC にデータを取り込む方法
- (1-2) USB 接続で PC にデータを取り込む方法 ※Android のみ
- (2) 現地で計測した点等に正しい属性情報を追加する
- (3) データを送る
- (4) 情報セキュリティ対策

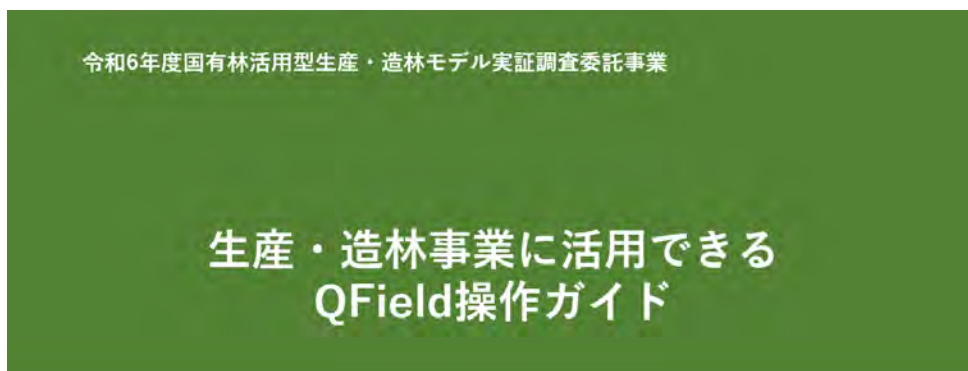
参考

本ガイド利用上の注意

参考文献

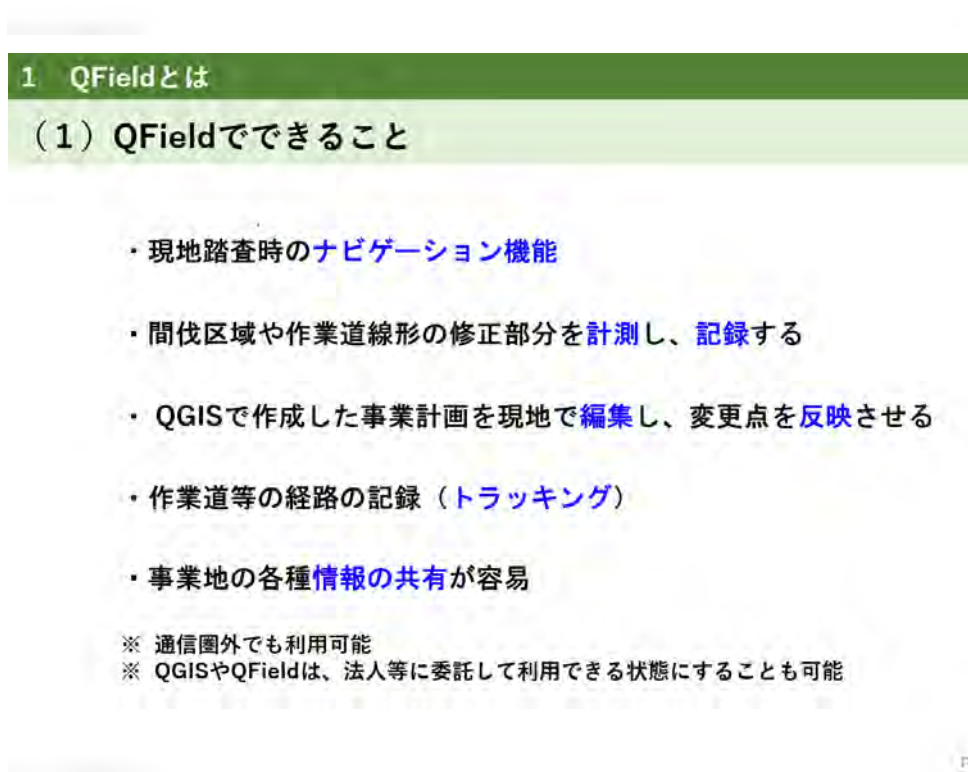
4.7 生産・造林事業に活用できるスマホアプリ操作ガイドの 解説動画の作成

4.5 で作成した林業事業体向けの「生産・造林事業に活用できる QField 操作ガイド」をわかりやすく説明する動画を作成した。



令和7年3月

林野庁



5 路網計画ソフトで作成した作業道線形データの活用

オープンデータ化が進展している航空レーザ測量成果等を活用することによって、路網計画ソフトを用いた地形解析や、森林作業道作設指針を踏まえた線形等の自動設計や手動設計も可能となる。ただし、路網計画ソフトは地山の傾斜、地質・土質、分散排水のような線形を設計する際に考慮すべき事項を全て網羅しているわけではない。

例えば、地山の傾斜が 15 度以下になると自動設計では下から上へ最短距離で結ぶほぼ直線の線形を設計するが、降雨時に水が森林作業道上に集中するような線形にもなりかねないため、分散排水を考慮した線形とするため経由点を設けるなどの工夫が必要である。

本事業では、実証地における作業道線形案の設計、現地検討等は専門家の指導・助言を得て行ったことから、その要諦となる基本的な考え方を整理し、署職員向けの線形設計の手順書にも反映することとした。

5.1 作業道の線形を設計するときに考慮すべき事項

森林作業道作設指針等を踏まえると、線形の設計にあたっては、最初に次の 3 点を考慮する必要があるため、設計手順書に記述した。

- ① 地山の傾斜
 - ➡ 35 度未満では森林作業道（幅員 3m）の作設が可能。
 - ➡ 35 度以上では崩れやすくコストも大きくなるため架線集材を検討する。
（作業道を選択する場合は丸太組等の構造物を計画し幅員は 2.5m とする。）
- ② 地質・土質
 - ➡ 岩や締まった礫質土などでは縦断勾配 18%（10 度）以下、短区間に限り概ね 25%（14 度）で敷砂利等の簡易路盤工。
 - ➡ 火山灰、軽石、スコリア、マサ土、粘性土など条件が悪い場合は縦断勾配を上記より緩くする。
- ③ 分散排水
 - ➡ 分散排水を考慮した線形とする（水を集中させない）。
路面の横断勾配を水平にし、縦断勾配を可能な限り緩やかにし、波形勾配（後述の説明③を参照）を利用して、分散排水を行う。
 - ➡ 地下水の湧出、地形的な条件による地表水の局所的な流入等がある場合は、状況に適した排水施設を設置する。

【説明①】地山の傾斜について

- 地山傾斜が急になれば、切土高や盛土高が高くなり、崩れやすくなる。
- 傾斜 30 度を越えると崩壊が多く見られる。
- 切土高は 1.5m 以上になると崩壊しやすい。
- 幅員が広くなれば、切土高や盛土高が高くなり、崩れやすくなる。

このため、崩れ難い作業道を作るためには、急傾斜地を避け、幅員を必要最小限にする。

傾斜	作業システムで使用するペースマシン		
	3～4t(0.2m ³)	6～8t(0.25m ³)	9～13t(0.45m ³)
25° 以下	—	3.0m	
25～35°	2.5m	3.0m	—
35° 以上	2.5m	—	—
付加できる必要最小限の余裕			+0.5m程度

図 5.1.1 傾斜、作業システムと幅員

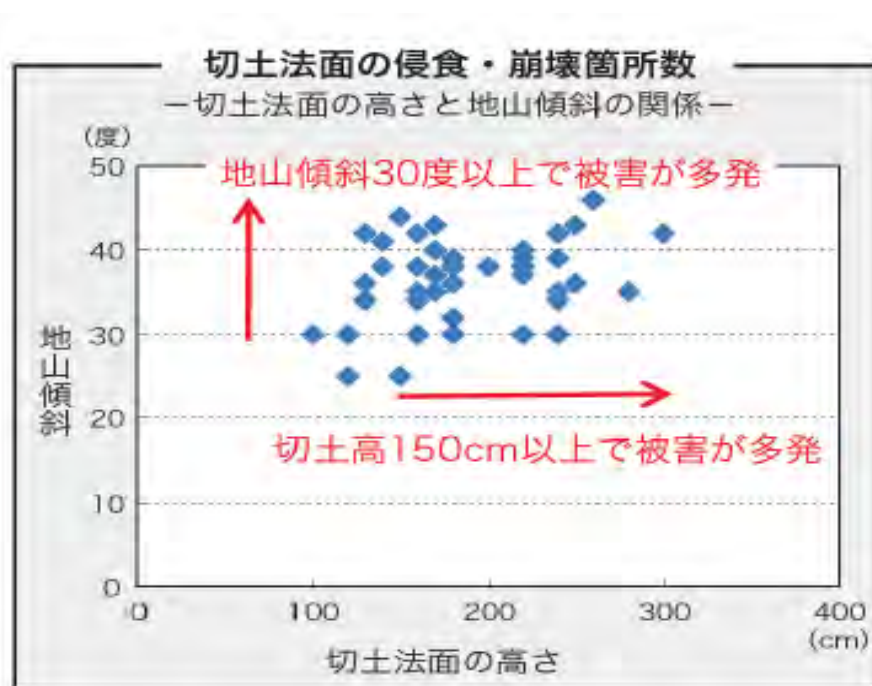


図 5.1.2 切土法面の高さと地山傾斜の関係

出典：森林作業道作設の研修指導者のための研修ガイド（林野庁整備課）

【説明②】地質・土質について

- 縦断勾配が10度（18%）以上の路線では、特に路面侵食が起こりやすくなる。
- 浸食されやすい火山灰、軽石、スコリア、マサ土、粘性土等の土質では、上記より緩勾配とする。
- ロームのような盛土に適さない土で作業道を作設すると支持力が弱く、林業機械の走行により路面が沈下してしまうことがある。➡ 丸太組等の構造物との組み合わせも検討。

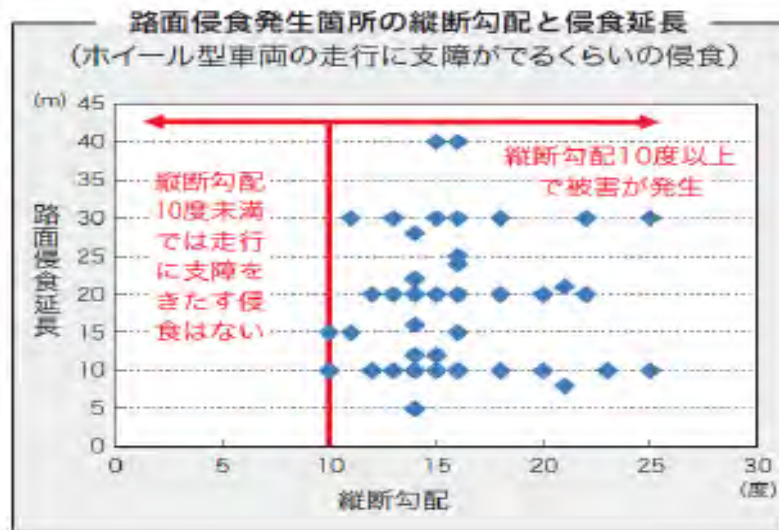


図 5.1.3 路面侵食発生箇所の縦断勾配と侵食延長



図 5.1.4 地質・土質の違いと盛土の強弱

出典：森林作業道作設の研修指導者のための研修ガイド（林野庁整備課）

【説明③】波形勾配による分散排水について

- 路面を流れる水が特定の場所に集中しすぎないように、尾根や常水のある谷では路面の位置を下げ、それ以外の谷では路面の位置を上げることで排水を分散させる。
- 排水箇所は「おう地」や盛土を避けて排水する。
- カーブの上の手前に横断排水施設を設置してカーブでの排水を避ける。

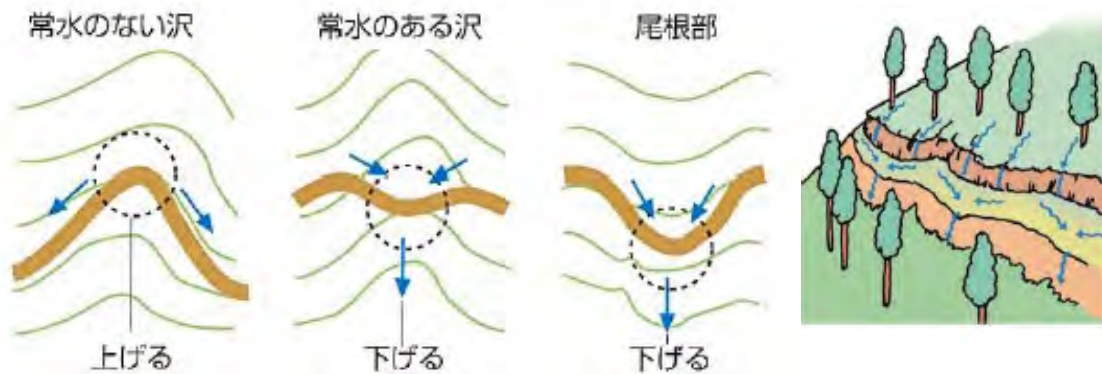


図 5.1.5 波形勾配による分散排水

排水箇所は、谷側（排水側）に**崩落等がない箇所**を設定する。また、盛土箇所に排水すると侵食を受け、崩壊につながるので、**盛土には排水しない**。



図 5.1.6 崩落危険箇所を考慮した排水の例

出典：森林作業道作設の研修指導者のための研修ガイド（林野庁整備課）

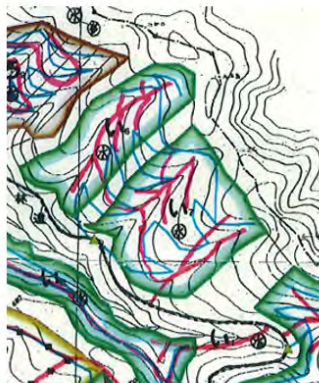
5.2 線形設計の基本的考え方

本事業の実証地での専門家の助言等を踏まえて、線形設計の基本的考え方を整理し、設計手順書に記述した。

【基本的な考え方】

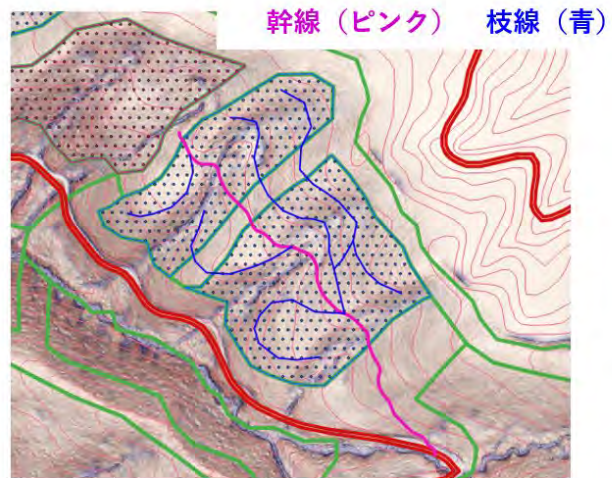
- ① 作業道の幹線と集材用の枝線を区別し、幹線は現在及び将来の施業区域をカバーする視点から設計する。
- ② 幹線は、できるだけ沢を避けつつ、分散排水等を考慮した線形とする。
- ③ 枝線は、作業システムを考慮しつつ、幹線を起点に可能な限り等高線沿いに設計する。

【説明①】 作業道の幹線と集材用の枝線を区別し、幹線は現在及び将来の施業区域をカバーする視点から設計する。



集材効率重視の線形例

- ・ 幹線が不明
- ・ 集水地形での線形が多く継続的な利用が難しくなる可能性



施業区域をカバーする幹線と枝線を組み合わせた線形例

- ・ 幹線を明確にした
- ・ できるだけ沢を避けて線形案を設計

図 5.2.1 施業区域をカバーする幹線と枝線を組み合わせた線形の例