

詳細 DEM を活用した路網整備計画支援システムの設計・開発
吉兼理説・近重朋晃・白石善暢・澤田石智紀・西方誠悠・山本武文・
土屋絵菜・村崎充弘

Design and Construction of a Digital Elevation Model Based
Support System for Forest Road Network Development Project

Masanori YOSHIKANE, Tomoaki CHIKASHIGE, Yoshiaki SHIRAISHI,
Tomonori SAWADAISHI, Masahiro NISHIKATA, Takefumi YAMAMOTO, Ena
TSUCHIYA and Mitsuhiro MURASAKI

Abstract: By the year 2034, Nagasaki Prefecture is scheduling forest road network development with a total extension of approximately 500km. There remain some issues such as management of the existing road network, cost reduction of planning route constructions and labor saving in effectiveness assessment. The authors have developed new system functions designed to permit automated optimal road design using digital elevation model for efficient and labor-saving route planning and unified management of road network.

Keywords: 路網整備計画 (Forest Road Network Development), 数値標高モデル(Digital Elevation Model), 地形解析(Geomorphic Analysis), GIS(Geographic Information System), 三次元(Three dimension)

1. はじめに

長崎県では、木材生産や森林整備を効率的に実施するため、平成 46 年度末を目標として林道路網整備全体計画を図- 1 のとおり策定している(長崎県, 2015)。

計画している林道路網の配置については、5 万分の 1 の図面に記載して概要を管理している。配置計画をより効果的、現実的にするために、地形図等による地形判読、森林資源、所有者など、多様な情報を収集分析し、路線毎に路線線形の検討に多大な労力が必要となる。

長崎県では、情報の一元管理と分析作業の効率化の必要性が高まるなか、林道路網整備全体計画

の実現に向けて、航空レーザー測量による数値標高モデル (DEM) の取得、微地形表現図の作成を行い、地形 3 次元情報と森林簿情報などを GIS の機能により一元管理できる「森林空間情報システム」を構築した。業務の省力化を目指して、林業専用道等の自動設計機能を開発した。



図- 1 長崎県の林内路網計画

2. 微地形表現図の活用

数値標高モデル及び微地形表現図の地形デー

タは、県下全域における整備が完了している。航空写真では、森林植生が邪魔して既設路網の線形が明確でない部分についても、微地形表現図では明確に表現される（図- 2）。

地形データの活用により既設路網配置の正確な把握、路線拡幅利用の検討による計画路線の開設計画コスト削減、机上路網配置時に利用区域の重複を防御等の開設計画効果や精度の向上が期待できる。

3. ソフトウェアとその特徴

森林空間情報システムでは、応用地質株式会社製の GIS である MAGIS®（マジス）を採用した。システムは、イントラネットワーク上に構築され、背景画像等の全情報を一元的に管理する。庁内 LAN を通じ、地方機関ユーザ端末と通信し、ストレスなく地図表示や集計の処理を行う。各種データベースの更新・集計・閲覧、資料作成用の印刷等の基本機能は、通常の GIS と同様に備えている。

特徴として、2 画面での表示機能、数値標高モデルを利用した 3 次元表示、鳥瞰図の描画が挙げられる。表示レイヤの組合せは利用者が選択可能である。図- 3 では、左側に航空写真、右側に微地形表現図の鳥瞰図を表示した例を示した。

調査用タブレット PC でも庁内システムとほぼ同じ機能を使用することができる。調査で使用する主な機能は、3D、GPS トラッキング、スケッチである。タブレット PC 上で、空中写真や微地形表現図等を活用し、現地で得られた区域や森林資源に関する情報をデジタルデータとして入力可能である。帰庁後、森林空間情報システムへの反映、利活用が容易である。鳥瞰図表示機能により計画路線配置後の景観予想（図- 4）が可能となり、森林簿確認だけでなく住民説明用にも活用している。

4. 路網の自動設計機能について

図- 5 にシステムの基本画面のイメージ、図- 6 に手順の概要を示す。

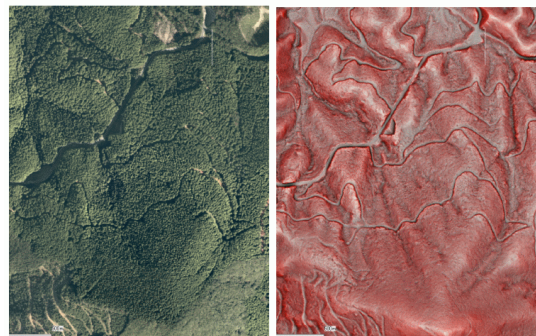


図- 2 航空写真と微地形表現図の比較

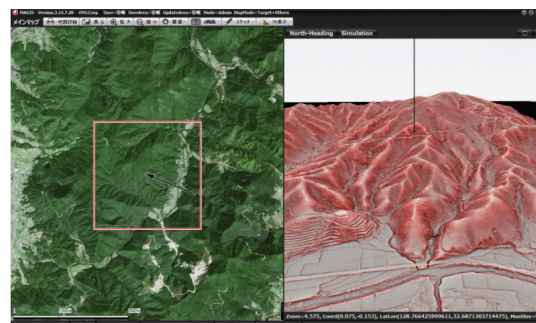


図- 3 航空写真と鳥瞰図の 2 画面表示

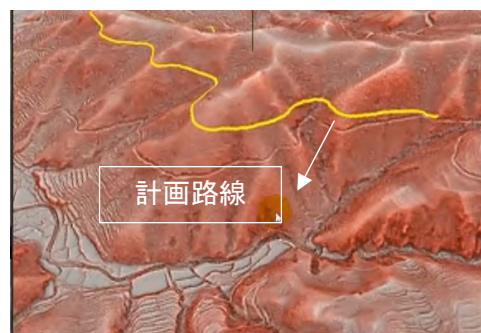


図- 4 計画路線の景観予想

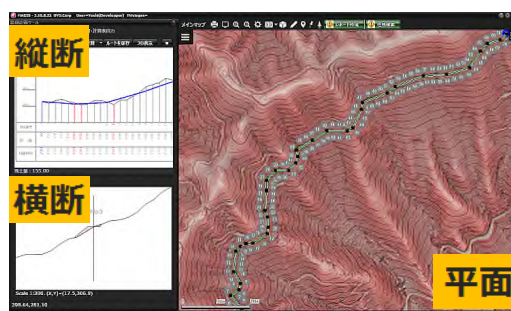


図- 5 基本画面

林業専用道の自動設計手順

1. 起点と終点選択→路線選定
2. 経由地点選択→再路線選定
(コントロールポイント)
3. 平面図調整
4. 縦断面調整
5. 残土量をゼロに近づける



図- 6 作業手順

4.1 起点と終点選択による路線選定

設定したい路線の起点と終点を選択すると、2点間を同一勾配で繋ぐ線形が選定される(図-7)。

4.2 経由地点選択による路線選定

次に経由地点を設定して計算を行う(図-8)。起点と経由地点、経由地点と終点のそれぞれ2点間を同一勾配で繋いだ結果が得られる。経由地点の数には制限はないので、地形、地権者の問題、人工林の育成状況といった様々な条件を考慮した自由な線形の検討が可能である。

4.3 平面、縦断、横断図の調整

選定ルートは、IP(交点)の前後関係から自動的に道路半径が設定される。半径12m以下のIP区間はNGとなるため、赤く着色される(図-9)。作業者はIPを移動して、ルート変更を行う。IPを移動すると縦横断図も連動し、自動的に修正され再描画される。

縦断図(図-10)は、マウス操作で画面移動、拡大縮小が自在である。設計のステップを選択すると、縦断図、横断図(図-11)の設計断面が計算表示される。縦断図中のIPポイントの移動追加等の調整ができ、それに連動して横断図の路面線、切土、盛土線も変更される。残土量が最小となるよう作業を繰り返し、路線調整作業を行う。地山に擦りつかないNG横断について、縦断図の垂直線を赤く着色されるので、効率的に作業を進められる。

4.4 土量計算機能およびCAD出力

最終的な結果として、土量計算書とCADデータの出力が可能である。土量計算結果は、作業者がIPを修正すると自動的に更新される。それらをファイル出力し、開設コストの試算を行う。DXF出力によりCADによる修正、再利用が可能である。

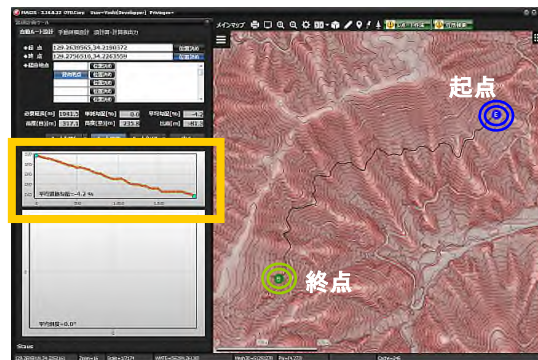


図-7 路線選定



図-8 経由地点経由路線選定

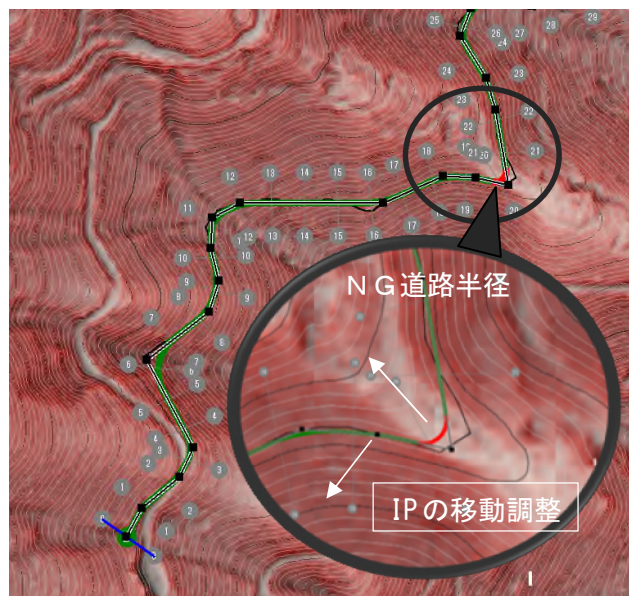


図-9 平面図

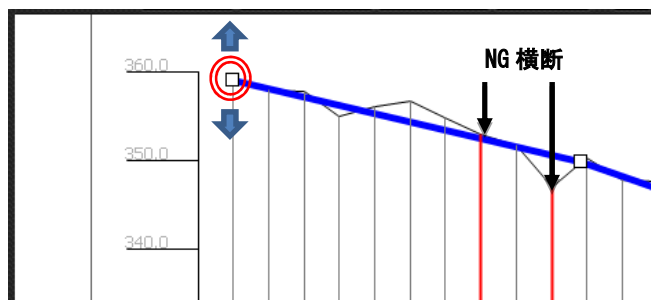


図-10 縦断図

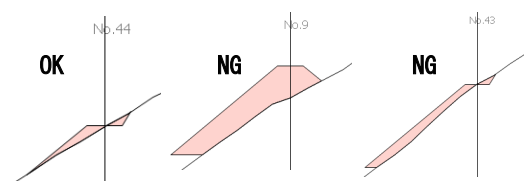


図-11 横断図

5. 実際の林道との比較

路網の自動設計機能を用いて、実際に計画された林道を使った検証作業を行った。図-12 及び図-13 に示す例では、最近開通した林業専用道である。検証作業で以下を確認した。

- 起終点のみの設定で最も緩い勾配で地形を沿うようにルート選定する
- 経由地点を入れることで林業専用道とほぼ同じルートを選定する

実際の設計では、尾根越えを行うことでルートを短縮し、開削工費の削減、波形勾配による分散排水を実現している。自動設計機能では、経由点等の設定のより、最終的に選定された設計思想を十分に再現可能と判断した。

6. まとめと課題

林業専用道等の自動設計機能として実現できた項目を以下に示す。

- 斜面形状の解析による計画路線の線形案作成
- 縦横断図の作成や土量計算の自動化
- 高精度な全体工事コストの机上試算
- 資源配置、所有者情報の収集分析作業を効率的に実施できるシステム環境整備

森林空間情報システムの活用により、業務の大幅な省力化が図れる見込みである。なお、以下に示す課題及び精度向上について、継続的に改修・検証を行う予定である。

- 工費の計算
- 設計コンサルタントの設計結果との精度比較
- その結果を受けたシステム調整
- 森林内でのタブレット操作性とGPS精度確認
- 数値標高モデルの精度確認
- 開設コスト積算根拠となる過去の実施積算書の整理分析



図-12 林業専用道における検証例

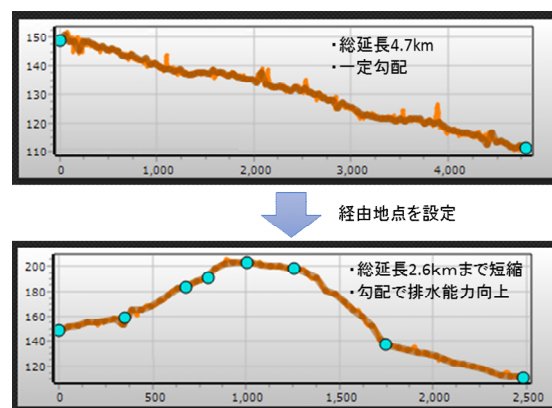


図-13 経由地点による道路勾配の変化

長崎県庁と共に効率的な業務遂行実現のためにシステムの改良、開発を行い、提供を進める。

参考文献

長崎県 (2015) : 森林整備室, 林業専用道の計画・設計・積算・施工管理に当たっての留意事項 2015年8月, p. 14,
<https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2015/03/1426556320.pdf>.