

ベクトル編集ソフトについて The Outline Of Vector Revising Software

測図部 水田良幸・大野裕幸・中南清晃・石井 武
Topographic Department

Yoshiyuki MIZUTA, Hiroyuki OHNO, Kiyoaki NAKAMINAMI, Takeshi ISHII

要 旨

測図部は、平成14年度から2万5千分1地形図の管理方式を現行のラスター方式からベクトルデータによるデータベース一元管理方式に転換することを決定した。それを受けて平成13年度にベクトル型の地形図情報を管理するシステムである「新地形図情報管理システム」(New Topographic Map Information System、以下「NTIS」という)の構築を行った。NTISは、データを一元管理するデータベース部とクライアント側のサブシステムの大きく2つに分けることができる。平成13年度には、データベース部とクライアント側のサブシステムのひとつでデータベースのデータの更新・管理を行う編集ソフトの構築を行った。編集ソフトは、現行のラスター編集ソフトであるVRCの後継にあたり、地形図修正業務を直接担う部分である。今回、編集ソフトを構築する過程で多くの技術を新たに開発、実装している。本稿では、編集ソフトの概要とともに新しく開発した技術を中心にそれらの考え方について述べる。また、実際の地形図修正業務におけるベクトル編集ソフトを使用した作業の流れについても簡単に説明する。

1. はじめに

NTIS構築の最大の目的は、地形図作製工程をベクトル化することにある。ベクトル化に際しては、現在の業務上必要とされる要求を満たしていなければならない。従来と同品質の地形図ラスターデータの出力、GIS用空間データ基盤との統合、図郭の切り替え及びシステムのスムーズな移行が主な要求として挙げられる。これらの要求に基づいて全体を包括する開発方針が決定された。データの管理・更新を担う編集ソフトにおいては、フルベクトルによるデータ修正、Windowsアプリケーションとしての構築及び現行のラスター編集システムであるVRCからの円滑な移行が可能なシステムとすることが基本的な開発方針となっている。

2. ソフトウェア構成

編集ソフトの全体の構成について述べる。編集ソフト構築に際して、仕様変更へのできるだけ柔軟な対応及び短期間での構築を可能とするため、ソフトウェアを図1

のように三層構造とし、それぞれの層(レイヤー)を分離して構築を行った。

第3層 インターフェース部分 Visual Basicにより構築
第2層 アプリケーション部分 Tclによるスクリプトとして構築
第1層 エンジン部分 C++によるDLLとして構築

図-1 編集ソフトの構成

これにより、各層、特にアプリケーション部分とエンジン部分の機能を分割することで、互いの内部処理を意識することなく設計、構築を行うことができる。また、将来の機能追加や変更においてシステム全体への波及効果を最小限にとどめることができ、プログラム変更時の作業を効率化することができる。以下に各層について概要を述べる。

2.1 エンジン部分

エンジン部分は、位相算出やイベント処理、図式描画処理等のOSに依存しない純粋なアルゴリズムの部分やアプリケーション部分では処理に時間を要する機能をダイナミックライブラリとしてC++により実装する部分である。エンジン部分は、以下の7つのライブラリで構成し、アプリケーション部分から呼び出して利用する。

① TclAPI.dll

レジストリの読込、EXEファイルの実行等のOSとの橋渡しをするライブラリ

② TclBmp.dll

ラスターデータ処理用ライブラリ

③ TclCORE.dll

Tclのコマンド処理用のライブラリ

④ TcdDDE.dll

プロセス間の動的データ交換用ライブラリ

⑤ tclGDI.dll

図形処理関係のライブラリ。図式描画用のコア。

⑥ TcIGdi_XY.dll

座標変換用のライブラリ。tclGDI.dllから呼び出される。

⑦ TclGui.dll

G U I 処理用のライブラリ。

2. 2 第2層 アプリケーション部分

アプリケーション部分は、Tclによるスクリプト群として構築している。各スクリプトファイルは以下に示す18種類である。

① NTIS.tcl

すべてのスクリプトのルートとなるスクリプト。これからすべてのスクリプトがロードされる。

② GAU__CLASS.tcl

図形オブジェクト及びレイヤー等の登録処理。

③ GAU__GLOBAL.tcl

メインパネル等ウィンドウの処理を行う。

④ GAU__Gwin.tcl

G U I, 表示, イベント処理を行う。

⑤ GAU__VIEW.tcl

詳細表示選択のツリー表示関連の処理を行う。

⑥ NTIS__Bmp.tcl

ラスタ関連の処理を行う。

⑦ NTIS__Check.tcl

データ点検処理を行う。

⑧ NTIS__Code.tcl

マスターテーブルのコード（路線コード等）と文字列の対応処理を行う。

⑨ NTIS__Draw.tcl

図式描画処理を行う。後述するN T I S 描画モデルの第2層にあたる処理を行う部分。

⑩ NTIS__Event.tcl

イベント関連の処理を行う。

⑪ NTIS__Export.tcl

ローカルデータをN T I S テキストフォーマットに出力する処理を行う。

⑫ NTIS__Gwin.tcl

GAU__Gwinの再定義とNTIS固有部の定義を行う。

⑬ NTIS__Import.tcl

N T I S テキストフォーマットを入力する処理を行う。入力時に図式展開も行う。

⑭ NTIS__Map.tcl

表示縮尺に応じた地物選択を行う。後述するN T I S 描画モデルの第三層の一部に該当する。

⑮ NTIS__NIF2.tcl

N I F 2 形式のインポート処理を行う。

⑯ NTIS__Refer.tcl

接合部関連の処理を行う。

⑰ NTIS__ZUSHIKI.tcl

N T I S フォーマットのフィールド定義を行う。

⑱ NTIS.exe

T c l のシェルとNTIS.tclを起動する機能をもったシェルプログラムで、このファイルからN T I S 編集ソフトは起動を始める。

2. 3 第3層 インターフェース層

インターフェース部分は、Visual Basicで構築し、アプリケーション部分のスクリプトを呼び出す形式となっている。ウィンドウ毎にVisual BasicによってG U I を作成し、「NTIS.cls」ファイルで呼び出すG U I の定義を行っている。

3. インターフェイス

NTIS構築当初においては、V R Cからのスムーズな移行は、必須課題であり、ユーザインターフェイスをその重要な要素と位置付けていた。そのため、ユーザインターフェイスは、極力V R Cのものを継承することとしていた。しかし、構築途中において、将来的により幅広いユーザー層を対象とすることや拡張性を考慮して、V R C準拠よりもWindowsに準拠した汎用性を追求したインターフェイスとすることに方向転換を行った。以下にインターフェイスの概略を述べる。

3. 1 ウィンドウ構成

ウィンドウ構成は、V R Cを基本的に継承し、メインキャンバス、インデックス表示用のサブキャンバス、操作パネルとWindowsに準拠したツールバー、ステータスバーにより構成される。メインキャンバスは、データの表示や編集を行うウィンドウで多くのマウスイベントはこの領域で行われる。サブキャンバスは、全体領域を表示するインデックス用ウィンドウで表示位置の切り替え、スクロールに使用する。インデックス用のデータとしては、行政界、水涯線等を表示する。操作パネルは、ユーザーがマウスで選択できるコンポーネントが配置されているコマンド入力用パネルウィンドウでサブキャンバスと一体となっている。操作パネルは、メインキャンバスの広域利用やデュアルディスプレイ使用時における利便性から配置場所を自由に選択できるフローティング・ドッキングウィンドウを採用している。主に編集時に頻繁に使われる機能が操作パネル内に配置されている。ツールバーは、編集時に頻繁に使用されるコマンド以外の機能及びWindows標準の機能をツールバーに設置している。D Bアクセス、解析・論理チェック機能、表示設定等の独自機能及びファイル操作、コピー・ペースト、印刷機能等のWindows標準の機能をメニューバーに設置している。ステータスバーには、マウスポインターの指す位置座標、現在のコマンド状態、選択されているオブジェクトの種別等を表示する。

3. 2 マウスイベント

メインキャンバス以外におけるマウスイベントは、

Windows標準のイベント割り当てを基本としている。メインキャンバス内におけるマウスイベントは、VRCのイベントを可能な部分については継承しつつ、合理的と思われる部分については、Windows標準に準拠したイベント割り当てとしている。2ボタンマウスの使用を前提として主に以下のような使い分けを行っている。

①左ボタン

左ボタンは、コマンドパネルのボタン操作、メインキャンバス内での入力、選択等のほとんどの操作に使用される。クリック、ダブルクリック、ドラッグを駆使し、さらに動作モードを設けてイベントを切り分けることで多様なマウスイベントの重複を回避している。

②右ボタン

コマンドのキャンセル、プロパティ表示等の特殊な操作に使用される。

各動作モードにおけるマウスイベントの割り当てを整理すると表-1のようになる。

表-1 動作モードとマウスイベントの関係

動作モード	マウスイベント	機能
選択	左クリック	オブジェクト選択
	右クリック	プロパティ表示
	左ドラッグ	選択矩形指定
編集 (回転) (頂点編集)	左ドラッグ	回転指定
	左マウスオープン	確定
	左クリック	頂点追加
	左ドラッグ	頂点移動
	右クリック	頂点削除
拡大縮小	左クリック	拡大
	右クリック	縮小
新規入力	左クリック	補間点入力
	左ダブルクリック	終端点入力、確定
	右クリック	直前の入力の取消

動作モードの指定は、操作パネル内のコマンドボタンにより行い、動作モードを明示するため、動作モードに応じてマウスカーソル形状が切り替わる。

3. 3 操作パネル

操作パネルの外観は、VRCを継承したものになっているが、ベクトル編集に必要な機能を凝縮した結果、機能面では大きく異なるものとなっている。操作パネルは、図式選択部、種別・属性部、各種コマンド部により構成される(図-2)。図式選択部、種別・属性部は、新規入力における種別等の各種属性項目の指定及び選択、編集時における属性の表示、変更を行うための部分であり、図式選択部における選択状態や選択状態のデータに応じて、表示項目が動的に変化するのが特徴である。

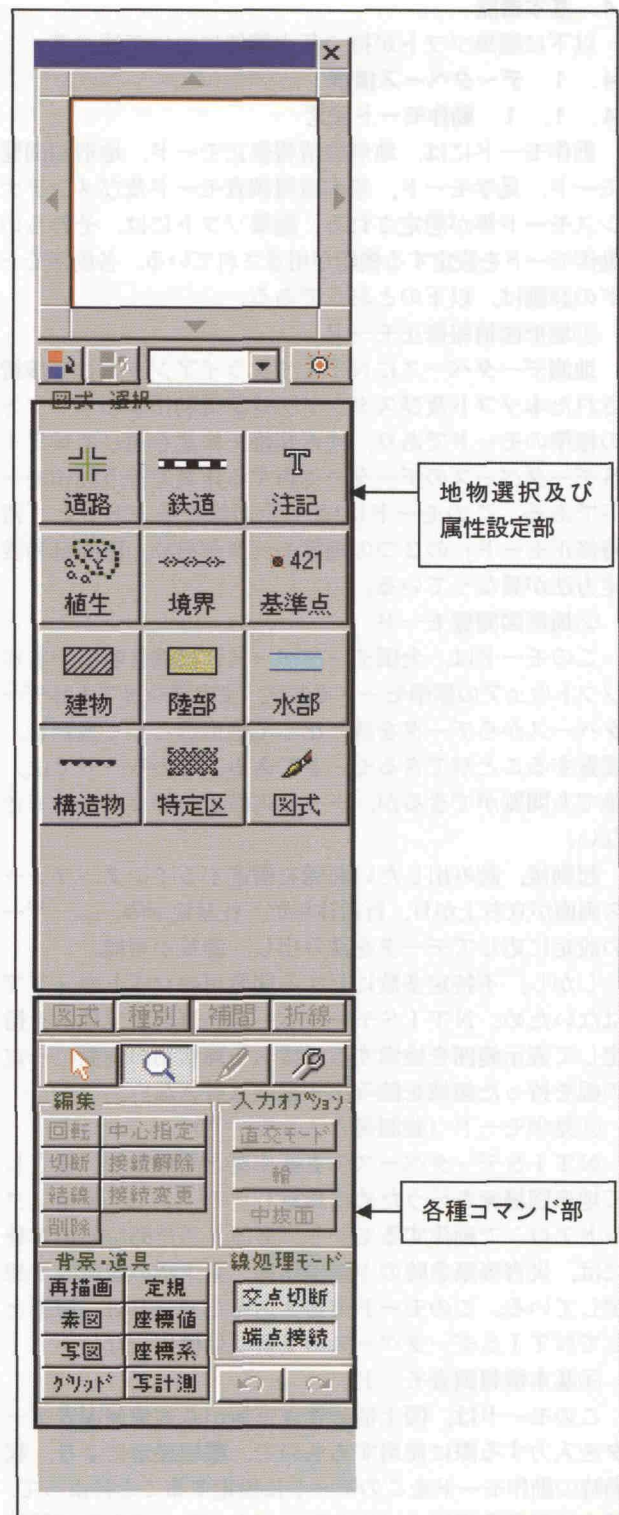


図-2 メインパネル部分

4. 基本機能

以下に編集ソフトが持つ基本機能について述べる。

4. 1 データベース接続

4. 1. 1 動作モード設定

動作モードには、地形図情報修正モード、地形図閲覧モード、見学モード、基本情報調査モード及びメンテナンスモード等が想定される。編集ソフトには、それらの動作モードを設定する機能が用意されている。各動作モードの詳細は、以下のとおりである。

①地形図情報修正モード

地測データベースにNTISクライアントとして接続された本ソフト及びスタンドアロンで動作する本ソフトの標準のモードであり、地形図修正作業を通じてNTISデータベースのデータを更新する作業を行う動作モードである。このモードには、「全面修正モード」と「常時修正モード」の2つの編集モードがあり、確認日の設定方法が異なっている。

②地形図閲覧モード

このモードは、全国データベースに接続されている本ソフトウェアの標準モードであり、文字通りNTISデータベースからデータを読み出して地形図として表示し、閲覧することができるモードである。このモードでは、誰でも閲覧ができるが、データの修正を行うことはできない。

起動後、読み出したい範囲を指定するインターフェース画面が立ち上がり、行政体単位、任意矩形等、ユーザーの設定に応じてデータを読み出し、閲覧が可能。

しかし、不特定多数に対する閲覧用のソフトウェアではないため、NTISデータベースと連携して地名を指定して表示範囲を検索する又はある線状物の両側に一定の幅を持った領域を読み出す機能は有さない。

③見学モード（強制書き込みモード）

NTISデータベースの更新作業と関係なく、独立して地形図描画を行うために用意したモードで、完全スタンドアロンで動作するモードである。具体的な使用対象には、災害等緊急時の主題図作成、見学時の説明等を想定している。このモードで書き込んだデータは、原則としてNTISデータベースの更新には使用しない。

④基本情報調査モード

このモードは、国土情報管理官等が基本情報調査データを入力する際に使用するもので、環境設定により、起動時の動作モードをこのモードに設定することによって、基本情報調査専用のソフトウェアであるかのように振舞う。このモードで動作する場合は、NTISデータの400番台のみの編集権限が有効となる。

⑤メンテナンスモード

このモードは、運用上、年に1回程度NTISデータベースの更新作業を全面的に止めて、路線コードのふり直しや、行政界レコードで他のレコードのアークを切断する処理を行うもので、通常の地形図修正作業には使用

しない。

4. 1. 2 編集権限取得

選択した編集領域の編集許可をデータベースのロック管理デーモンに求め、編集権限の取得を行う。すでに編集ロックがかけられている領域がある場合は、その領域を除いた領域の編集権限を取得することができる。

4. 1. 3 データ読み出し

NTISデータベースのロック管理デーモンが許可した編集権限領域（以下「編集領域」という。）は、NTISデータレコードのNA, 53として、他のNTISレコードとは独立した形でロック管理デーモンから送付される。編集時には、接合を取る必要もあることから、実際に編集ソフトがNTISデータベースからデータを読み込む範囲は、編集領域よりもやや広くなる。図-3に編集領域とデータ読込範囲の関係を示す。

編集領域の外接矩形から外側にある程度余裕を設けた範囲のデータをNTISデータベースからその時点で有効な時系列フィールドを持つデータレコードを読み込む。ここで、NTISデータベースから読み込んだ範囲を、データが表示される領域という意味で参照領域と呼ぶ。編集領域は、必ず参照領域に含まれる。

なお、読込範囲の中で編集領域を明確にするため、編集領域内の背景色を変更する機能を盛り込んでいる。

データ受信は、待ち時間を極力短縮するためにZIP形

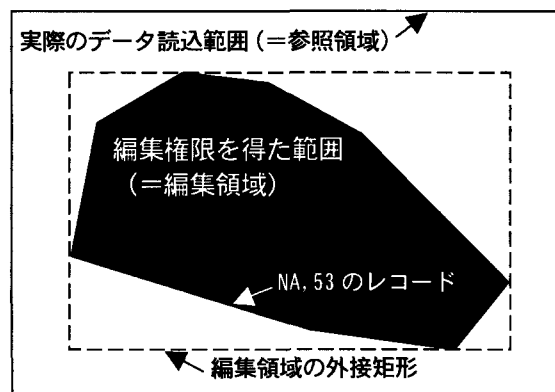


図-3 データ読込範囲と編集領域の関係

式に圧縮して通信を行う。

4. 1. 4 データベース更新

データベースの更新は、編集権限の取得の際にデータベースから得たNA, 53の閉領域内についてのみ行うことができる。この点に関して例外は、データベース管理者が個別に行う場合のみで、一般的な編集を行う編集者は編集権限を得ていない領域に対するデータの書き込みは行うことができない。

データベースの更新時は、まずデータベースのロック管理デーモンに対し、更新しようとするデータが持つNA, 53のデータを送付し、ロック管理デーモンに記録されている編集権限と合致するかどうかをチェックする。合致しない場合は、編集権限が違法に変更されているも

のとみなし、データ更新を行うことができない。合致した場合は、NA, 53内のデータを順次編集ソフトからデータベースに対して送信を行う。送信の際は、編集開始時の読込と同様、ZIP形式に圧縮して通信を行う。データ送信が終了すると、編集ソフト側は待ち状態となり、データベースから正常終了信号が返るのを待つ。正常終了信号が返らない場合は、データベースの更新に失敗している可能性が高い。正常終了信号が返った場合は、ロック管理デーモンから当該編集領域に関するNA, 53の情報が削除され、データベースの内容が適正に更新されるとともに、編集ソフトに与えられていた編集権限も消滅する。

4. 2 CADとしての機能

編集ソフトに要求される機能は、基本的に地形図で必要とする幾何的情報の修正、属性修正及びトポロジー情報の修正である。ネットワーク解析、バッファリング、オーバレイ機能等を利用したデータ解析機能は要求されていない。そのため、編集ソフトは、CADとして構築し、GIS用の応用機能は実装していない。CADとしての機能は、幾何図形の入力、変形、移動、回転、コピー/ペーストなど基本的な編集機能をほぼ備えている。その他、位相算出のための幾何条件を自動的に設定する機能、例えば、線データが接続する場合は、端点座標を完全に一致させ、接続フラグを立てるといった操作を自動的に行う機能が実装されているのが大きな特徴である。

4. 3 位相算出

4. 3. 1 幾何条件

NTISのデータ形式は、位相情報を明示的に持たない位相算出型である。位相情報を幾何的条件とフラグという形で持ち、位相情報が必要な時に逐次算出するデータモデルである。編集ソフトでは、物理的には点と線のみを扱い、論理的には、点、線及び面を扱う。水面、建物等の塗りつぶしや内外判定に用いる論理的な面は、物理的な点と線から算出する。位相情報の算出のために位相明示型のデータモデルが持つ「ノード」というデータ形式や、ノード番号、アーク番号及びポリゴン番号等の位相定義用データ構造を一切持たない代わりに以下の幾何的条件を有する。

- 1) 接続するアークの端点座標が完全に一致し接続フラグが有効
- 2) 面を構成するアークは必ず閉じる
- 3) 一つの面を構成するアークは、分岐しない
- 4) 面を構成するアークは、交差しない

1) は、同一座標に端点が存在し、接続フラグが有効なアーク同士は、接続しているとみなすという考え方である。2) は、閉曲線で構成されない面は幾何的にありえないことから導かれる条件である。3) は、一つの面を構成するアークが分離することはあり得ないことを意

味する。例外的に、二つの面の接線を意味する「河口アーク」及び「湖境界線アーク」のみは両側の面に共有されるため、両アークの端点は必ず分岐する。4) は、面のねじれ、重複を認めないことから、面を構成するアークが、他の同種のアークあるいは自らのアークとは決して交差しないを表す。3) の例外を除き、接することもない。

4. 3. 2 位相算出法

論理的な面を構成する際の位相算出方法について以下に述べる。

(1) 始終点一致の1本アークで構成する面

データ仕様上、1本のアークのみで構成される面については、特に位相を算出する必要がないため、瞬時に面を構成することができる。

(2) アークの右側が領域となるアークで構成する面

アークの右側が領域として仕様化されているアーク(代表点無し面的アーク: NA) では、以下の手順でトポロジーを算出し、面を構成している。

- ① NAアークの中から無作為(格納順)に1アークを抽出する。
- ② 抽出したアークの終点側端点に着目し、この端点に接続する同一図式のアークを検索する(アーク接続線を除く)。
- ③ 順次NAアークをたどっていく
- ④ 水涯線レコードの場合、例外的に河口及び湖沼境界アークが分岐する場合がある。この場合は、水涯線(種別1のNA, 42)面を探索している場合は、分岐アークのある端点で終点が入射しているアークを見つけるか、種別が3又は8のアークを探し、面の構成アークの一部とみなして探索を続ける。海を構成する面を探索している(種別2のNA, 42)場合は逆に、分岐アークのある端点で始点が入射しているアークを見つけるか、種別が3のアークを探し、面の構成アークの一部とみなして探索を続ける。
- ⑤ 上記②～④の処理を繰り返し、最終的に①で抽出したアークの始点まで到達したときポリゴン化座標列の候補に加える。

続いて、穴あき処理のためにポリゴンの内外判定を行う。内外判定は、建物レコードのような穴あき部を示すアーク接続線を持つものと、水涯線レコードのようなアーク方向のみで判断するものがあり、それぞれの処理方法を記述する。

1) アーク接続線を持つ場合

- ① 先の処理で生成したポリゴンを1つ抽出する。
- ② このポリゴンに頂点接続(端点接続ではない)する同一図式のアーク接続線を検索する。
- ③ ②の処理を全てのポリゴンについて行う。
- ④ 同じアーク接続線を共有するポリゴンを中抜きポリゴンとして判定する。

2) アーク接続線を持たない場合

- ①ポリゴン化に成功した図形を抽出する。
- ②抽出したポリゴンの向きを積分により算出し、符号が相反するもの同士で包含関係を求める。

通常は、正負の一組（負のポリゴンは複数存在する場合がある）を検出すればよいが、中抜きポリゴンの中抜き部の中に存在するポリゴンも正しく認識する必要が生じる場合がある。編集ソフトでは、このような必要性は生じないが、仮にこのような場合に対応するためには、座標値を利用して階層関係を算出する必要がある。

(3) 代表点を持つ形式の面

編集ソフトでは、この形式は、行政界等ごく一部が該当する。しかしながら、地形図修正の際に面の情報を必要としないため、通常は、トポロジーを算出しない。この種の面を統合又は分割する場合に、DA形式（代表点あり面的アーク）のアークを消去又は追加した場合に限り、当該アークが構成した又は構成する面の算出処理をNAアークに準じて行う。この場合は、分岐点ありのケースを準用し、分岐点で内角が最小のアークを順次たどっていく。

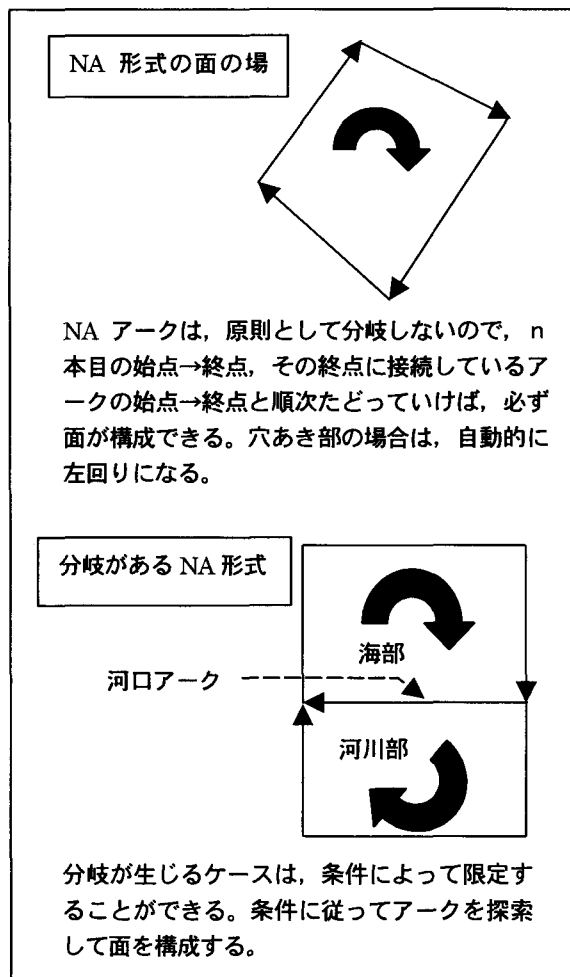


図-4 面の構成手法

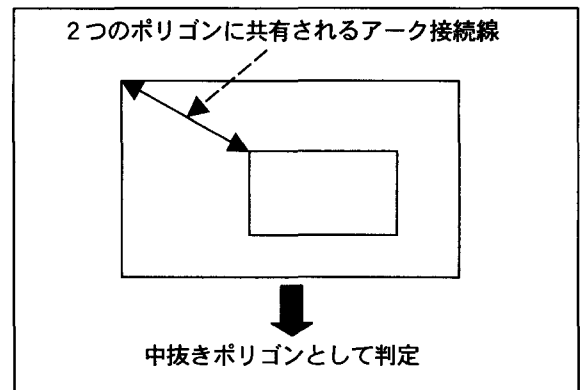


図-5 アーク接続線を持つ中抜きポリゴンの検出

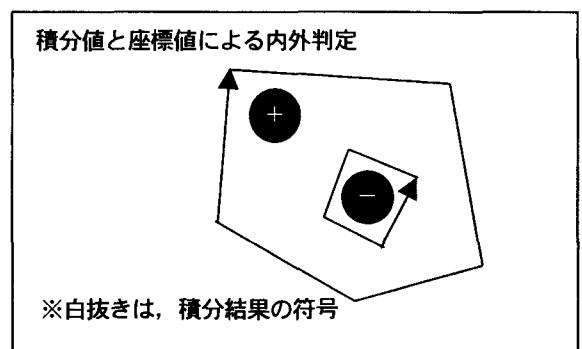


図-6 アーク接続線がない中抜きポリゴンの検出

4. 4 図式描画

4. 4. 1 NTIS描画モデル

NTIS編集ソフトでは、抽象化されたベクトル情報から地図記号を描画する描画手法を採用している。この描画法のメリットとして、縮尺等による図式の変更に容易に対応できることが挙げられる。この図式描画法を実現するために、図-7に示す3層からなるNTIS描画モデルを考案した。

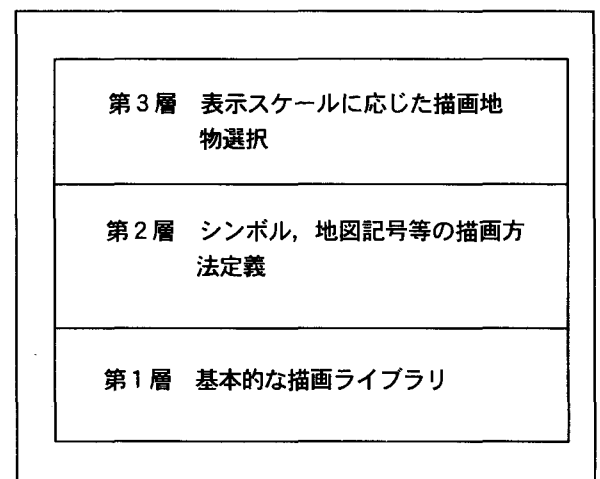


図-7 NTISの描画3層モデル

第1層として、地図記号描画に使われる9種類の基本的な描画形状とその実際の描画方法をライブラリとして実装した。ここで、基本描画形状は、以下の9種類である。

- ①道路タイプ図形 (road)
- ②円タイプ図形 (circle)
- ③ポリゴンタイプ図形 (polygon)
- ④ラインタイプ図形 (string)
- ⑤文字列タイプ図形 (text)
- ⑥矩形文字列タイプ図形 (areatext)
- ⑦シンボルタイプ図形 (symbol)
- ⑧シンボルラインタイプ図形 (symboline)
- ⑨ビットマップタイプ図形 (bitmap)

※ここで () 内は、クラス名を表す。

次に第2層として、シンボルや地図記号の具体的な描画方法を定義する。これは、本ソフトでは「NTIS.lay」及び「NTIS.sym」ファイルで行っている。以下は、この一例として、「NTIS.sym」における広葉樹林記号の定義例を示したものである。

```
set hsym [gdi CreateSymbol $hcanvas植生. 広葉樹林]
```

```
array set prop {                                -①
    no 0
    type circle                                -②
    rgb {0 0 0}                                -③
    style solid                                -④
    dwidth 250
    paint on
    brgb {255 255 255}                        -⑤
    brush solid
    hrgb {255 255 255}
}
```

```
::CLASS::SetSymbolLayerProperty $hsym prop
```

```
array set prop {                                -⑥
    no 0
    type string                                -⑦
    rgb {0 0 0}
    style solid
    dwidth 250
}
```

```
::CLASS::SetSymbolLayerProperty $hsym prop
::CLASS::CreateSymbolObject &hsym 0 xy 0 0 90
::CLASS::CreateSymbolObject &hsym 0 xy 0 90 151 90
```

ここで、1行目で「植生」の中の「広葉樹林」という記号の定義であることを示している。

①では、広葉樹林記号のうち円の部分についての定義を行っている。②は、円タイプ図形であることを示し、③は、描画色が黒であることを示す。④は、円を描画す

る線が実線であることを示す。さらに⑤で、背景色すなわち円内の塗りつぶし色を指定している。

⑥では、広葉樹林記号の下に描画される直線部分を定義している。⑦でラインタイプ図形であることを示し、③、④と同様に黒の実線であることを定義している。

これらを最後の2行でデータ位置 (0, 0) を中心とする半径90の円を描き、データ位置からY方向に90下がった地点 (0, 90) から (151, 90) まで実線を描くことを定義して、広葉樹林記号のシンボル定義を完了している。ここで、90といった数値は、シンボルを定義する場合のシンボル座標系の数値である。

なお、「NTIS.sym」は、地図記号のシンボル形状を決定するための定義ファイルであり、実際の地図記号の表示サイズは、「NTIS.lay」で定義している。したがって、図式自体が変更された場合、あるいは新たな描画法でシンボルの形状を定義する場合に「NTIS.sym」を使用し、特定の地図記号のサイズを変えたり、シンボル以外の地図記号の描画色を変更したりという運用上の設定変更では「NTIS.lay」を修正する。

「NTIS.lay」ファイルで、広葉樹林記号の定義は以下のようにになっている。

```
array set prop "
    layer 墨版. 土地の利用景. 植生. 広葉樹林
    type symbol
    dsymbol {植生. 広葉樹林 2125}
    selection off
"
::CLASS::SetLayerProperty $hcanvas prop
```

ここで、「layer」プロパティで、広葉樹林オブジェクトのレイヤ名を指定し、「type」プロパティで記号全体がシンボルオブジェクトであることを示している。「dsymbol」プロパティが、「NTIS.sym」で定義している『植生. 広葉樹林』という名前のシンボルを2125のサイズで表示する」という意味になる。ここで、2125という数字は相対的な数字であり、これを2倍にすれば表示サイズが2倍となる。

ここでは、シンボル型の地図記号であるため、表示色プロパティの設定部分がないが、ライン型やポリゴン型では線のパターンや塗りつぶしパターン、描画色といったプロパティが登場する。

最後の第3層では、表示スケールに対応して動的に表示地物を選択する機能を実装している。これによって、モデルとしては単一精度レベルの地図データから複数のスケールの描画法に対応した地図記号描画を実現することができるため、NTISデータから5万分1地形図を自動生成するなどの応用が考えられる。

4. 4. 2 描画順

描画するシンボル形状や描画法定義を行えば、個々の

地図記号の描画が可能になる。しかし、これだけでは完全な図式描画を行うことはできない。地形図の描画法である図式では、地図記号間の強弱関係等を細かく規定しているためである。これらの規定をクリアするための仕組みとして描画順モデルを考案した。描画順モデルでは、各種別の一律な描画順に対して以下のような拡張を行い、図式で規定された重複した記号の描画を再現している。

(1) 描画グループへの分割

図式で規定されている地図記号の重複表示規則は、描画色に大きく依存することから描画順モデルでは、当初、各種別を既存のラスターにおけるレイヤー構造に基づいた描画グループに分類することを考えた。一方、ラスター修正において明示的に0.2mm離して取得していた重複記号を描画モデルでは、自動的に白部処理を行う必要がある。特に墨版に属する種別では、重複表示が頻発するため、①自動的に余白描画を行うもの、②編集者が明示的に離してデータ取得を行うもの、に分類し、①については、描画図形の輪郭を0.2mm外側に膨らました余白領域を描画し、自動的に余白処理が可能なように描画グループを分割した。さらに構築途中において、以下の例のように同一描画グループ内で描画順矛盾が生じることが判明したため描画グループをさらに分割して処理する必要があった。

【例】道路、境界、独立建物、送電線

- ①道路余白 → 送電線 → 道路 → 独立建物
 ②境界 → 道路余白 → 道路
 ③送電線 → 独立建物 → 境界

①②の組み合わせから、境界→送電線の関係が成り立つ一方、③からは、送電線→境界の関係が成り立ち、①②と矛盾する。よって、①②③を同時に満たす描画順の組み合わせは存在しないことになり、描画順矛盾となる。

(2) 描画グループによる論理演算

描画グループ毎に独立した描画が必要になるため、描画グループ毎に描画した結果に対しての論理演算が可能とした。

(3) 余白、白抜き描画の分離

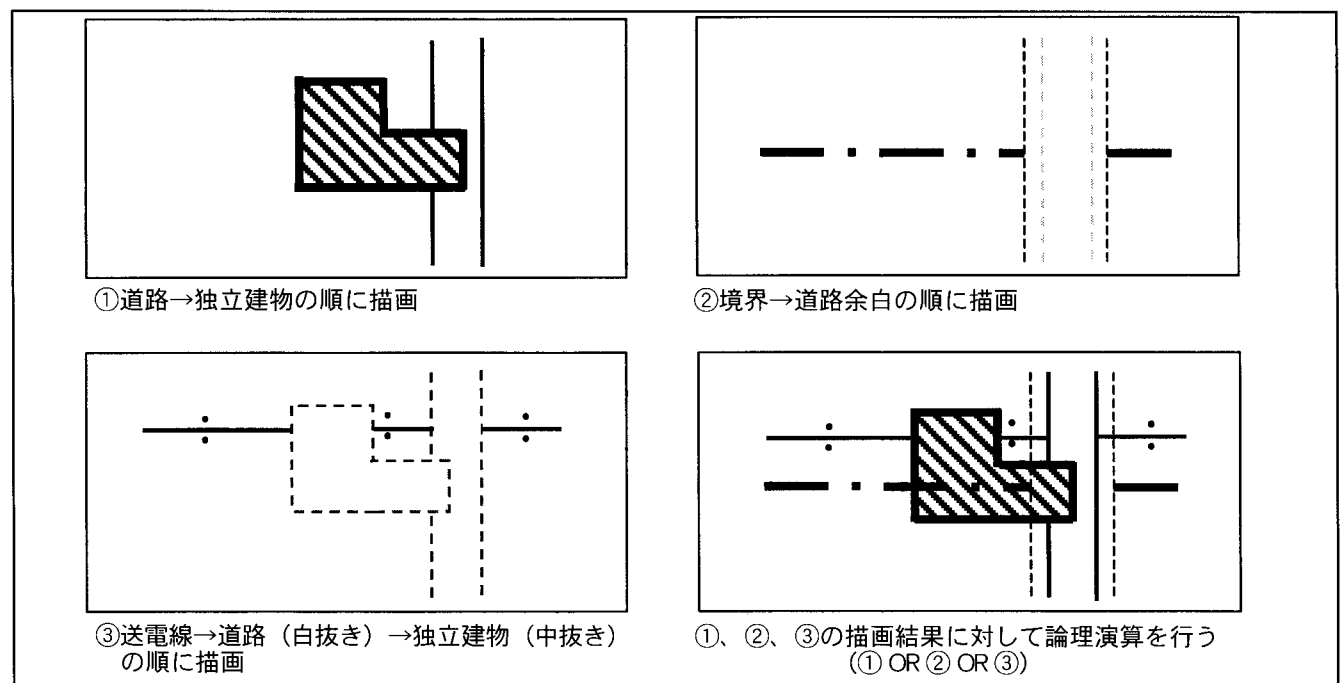
描画色の異なる（レイヤーの異なる）種別間において立体関係が成り立つ場合で下方に位置する種別の表示を行わないケースが存在する。河川と道路、橋梁と等高線等がこのケースにあたる。このような他の描画グループに影響を与える種別に対して余白及び白抜き部分の描画を記号描画とは分離して定義できるようにしている。

以下に描画順モデルにより描画順矛盾を解決している例を示す。

【例】道路、境界、独立建物、送電線

下記①～③に描画グループを分割し、それぞれ独立して描画を行い、それぞれの描画結果に対して論理演算を行う。

- ①道路、独立建物
 ②境界、道路余白
 ③送電線、道路（白抜き）、独立建物（白抜き）



図－8 描画順モデルによる描画順矛盾の解決例

描画順モデルは、各種別ごとの描画順を描画グループ毎に定義した描画順定義部分と描画グループの描画結果について論理演算する組み合わせを定義した論理演算定義部分から構成される。2万5千分1地形図における描画順定義部分を図-9、論理演算定義を図-10に示す。描画順は矢印の向きに縦列下から上方向となる。つまり、上段の方が描画優先順位の高い種別である。論理演算部は、描画グループ墨1～墨5までを独立して描画を行い、統合部で論理和をとる。さらに論理演算の結果に対して、描画グループ注記を上書きし、最後にその他の描画グループと論理演算を行う。褐マスクは、褐マスク描画を伴う道路と同一の描画順となる。

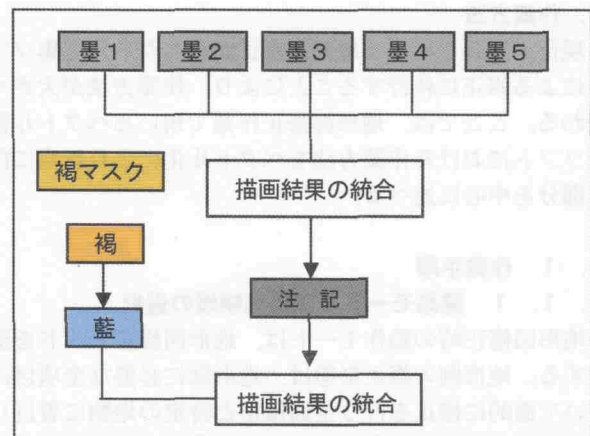


図-10 描画順論理演算定義

注記(基準点含む)	墨1	墨2	墨3	墨4	墨5
注記	描画順1...	鉄道橋	鉄道橋	鉄道橋	鉄道橋(白抜き)
建物等記号	普通鉄道	道路橋	道路橋	道路橋	道路橋(白抜き)
構造物等記号	道路・街路	輸送管(空間)	輸送管(空間)	輸送管(空間)	輸送管(空間)(白抜き)
基準点・標高	石段	坑口	水門	石段(白抜き)	石段(白抜き)
注記	建設中の道路	道路・街路	水制	普通鉄道(白抜き)	普通鉄道(白抜き)
建物等記号		石段	滝	道路・街路(白抜き)	道路・街路(白抜き)
構造物等記号	料金所	建設中の道路	せき	建設中の道路(白抜き)	建設中の道路(白抜き)
基準点・標高	鉄道橋	普通鉄道(白抜き)	採石地	独立建物(白抜き)	独立建物(白抜き)
	道路橋	都道府県界	輸送管(地上)	総描建物(白抜き)	総描建物(白抜き)
	鉄道橋	都道府県界	へい、擁壁	総描建物	送電線
	道路橋	北海道の支庁界	ダム		樹木に囲まれた居住地
	輸送管(空間)	北海道の支庁界	植生等記号(田以外)		
	輸送管(空間)	郡市・東京都の区界	水上航路記号		
	独立建物	郡市・東京都の区界	水上航路		
	坑口	町村・指定都市の区界	干潟境界線		
	坑口	町村・指定都市の区界	地区界		
	普通鉄道	所属界	植生界		
	道路・街路		矢印		
	道路・街路(白抜き)		坑口		
	道路・街路(通常)		道路・街路(通常)		
	普通鉄道		普通鉄道		
	石段		石段		
	石段		建設中の道路		
	建設中の道路		鉄道トンネル		
	描画順-1...		道路トンネル		
	普通鉄道		輸送管(地下)		
	道路・街路				
	石段				
	建設中の道路				

褐	藍	褐マスク
地下鉄	普通鉄道(白抜き)	国道マスク
鉄道橋(白抜き)	道路・街路(白抜き)	
道路橋(白抜き)	建設中の道路(白抜き)	
輸送管(空間)(白抜き)	植生等記号(田)	
石段(白抜き)	水深	
陸部の地形	水部の地形	
等高線	水部の状態	対象となる道路の描画順に依存する
矢印(おう地)	等深線	
	水涯線	
	水面マスク	

墨

余白描画

白抜き描画

褐

藍

褐マスク

図-9 描画順定義

5. 作業方法

現行のVRCによる地形図修正からベクトル編集ソフトによる修正に移行することにより、作業方法が大きく変わる。ここでは、地形図修正作業で用いるベクトル編集ソフトにおける作業方法をベクトル化により新規に行う部分を中心に述べる。

5. 1 作業手順

5. 1. 1 編集モード及び編集領域の選択

地形図修正時の動作モードは、地形図修正モードを選択する。地形図の修正形態は、地形図に必要な全項目について面的に修正を行う全面修正と特定の地物に着目して修正を行う常時修正の2通りが存在する。編集ソフトには、それぞれに対応した全面修正モード、常時修正モードが用意されている。全面修正モードでは、基本的に編集単位を選択単位とし、選択範囲内に含まれるすべてのデータレコードの時系列管理フィールド「確認日」が更新され、確認済み扱いとなる。常時修正モードでは、任意のエリアを選択単位とし、修正を行ったレコードのみに「確認日」が設定される。作業開始時に編集モードと編集対象領域の選択を行う。

5. 1. 2 編集領域内のデータ修正

ベクトル編集機能は、編集領域とは無関係に使うことが可能である。ただし、地形図修正作業を主な目的とした地形図修正モードにおいては、原則として編集領域内での編集しかできないように制限がかけられている。編集領域内のデータを修正する場合、NA53により構成される編集領域界の内側か外側かを逐次判定し、編集領域内の修正であるか否かを判断している。編集領域との内外判定は、アークの中点を表すロック判断点を用いて行う。つまり、データ修正により逐次ロック判断点を算出し、編集領域との内外判定を行っている。

5. 1. 3 接合部分のデータ修正

編集領域境界付近のデータ修正では、編集権限の問題が発生することが考えられる。外注時に隣接部分の受注業者が異なる場合や地測管轄境界部分のデータ修正を行う場合などが考えられる。編集領域境界付近のデータ入力、いずれか一方の編集領域を正とし、もう一方のデータをそれに合致させることになるが、どちらを正としても編集領域外へのデータ入力が必要になる。そのため、編集ソフトでは、編集領域外へのデータ入力を禁止する代わりに警告を発し、編集者が編集領域外へのデータ入力を行うことを周知した上で明示的に入力を行う形としている。ここで、編集ソフトでは許された編集領域外への入力が、データベースでは完全に禁止されていることに注意したい。データベースを適切に更新するためには、適切な編集権限を持ったユーザーにデータを渡した上で、その編集者がデータベースを更新する必要がある。そこで、編集ソフトでは、編集領域外のデータを抽出する機能とそのデータを取り込む機能を用意している。これら

の機能を利用して適切に工程管理を行うことで接合部のデータを更新することができる。

5. 1. 4 点検

点検には、①地形図として描画した際の図式違反の点検、②地形図ベクトルデータ仕様違反に対する論理的な点検の2種類がある。①は、従来から行われてきた出力図による目視点検であり、時系列管理データを利用して更新部分の色を変えて出力する。②は、データ仕様上の違反を検出して表示する機能を利用する。検出は、原則としてデータが入力又は修正される度に逐次行われる。

5. 1. 5 地名調書案の出力

注記データを修正した場合は、地名調書の作成を行う。編集ソフトでは、修正された注記データを地名調書の書式に準じたMS-EXCELファイルに地名調書のテンプレートを出力する機能を用意している。編集ソフトにおいて、自動的に抽出できる項目についてのみ出力を行い、その他の項目は、編集者が行う。

5. 1. 6 データベースの更新

修正作業が終わったデータに対して、データベースの更新を行う。編集ソフトからデータベースのロック管理デモンに依頼する形で行う。一度、データベース更新を適正に行った編集領域に対しては、再度、更新を行うことができない。もう一度同じ編集領域の編集を行う場合は、データベースから編集権限の取得を行う必要がある。データベースの更新作業が正常に終了すると、編集ソフトにおける作業は終了する。

6. まとめ

平成13年度に構築したNTISベクトル編集ソフトについて紹介した。1年間という短期間での構築のため、データ修正のための必要最小限の機能のみが実装されている。今後は、運用上必要な機能やGIS用の応用機能等を実装していく予定である。また、実作業において使用中で出た要求を逐次検討し、よりよいソフトウェアへと改良していく。