

I-16 斜面安定性評価支援システムを対象としたGUIの構築と操作性の向上

*Development of the Graphical User Interface of the Supporting System
for the Slope Stability Evaluation and Improving Its Usability*小島 尚人¹・大林 成行²・東 俊孝³・油谷 寛³

Hirohito Kojima, Shigeyuki Obayashi, Toshitaka Azuma and Kan Aburatani

抄録:本研究は、広域にわたる斜面の崩壊危険箇所評価の支援を目的として、操作性に優れたGUI(Graphical User Interface)環境下で稼働する「斜面安定性評価支援システム」を新たに設計・開発したものである。本システムは、これまで筆者らが開発・公表してきた数値化Ⅱ類およびミニマックス判別手法から構成されるSSEモデル(Slope Stability Evaluation Model)を中核として、各種地理情報と衛星リモートセンシングデータを融合して斜面安定性評価図を作成・分析するものである。GUIの全体設計において、SSEモデルの一連の処理に対応するように具備すべき機能構成を入念に検討した上で、詳細設計において個別の処理機能に対応するように画面内設計と画面間のリンク関係について検討・設計した。GUIの全体設計から詳細設計段階におけるそれぞれの設計手順を標準化することによって、建設分野における各種専用システムの操作性の良否を左右するGUIの設計・開発工程を短縮するだけでなく、各種処理機能の改良・追加を含めたシステム全体のライフサイクルの効率化を実現している。

Abstract: For better supporting to evaluate the hazardous area affected by the slope failures and landslides, we have been tackled to construct the supporting system(termed SSE-Win) for the slope stability evaluation with the userfriendly Graphical User Interface(GUI) based on the window system. In the SSE-Win, the geographical information and satellite remote sensing data were used to produce the slope stability evaluation maps. In the general design of the GUI, the functions corresponding to the operating procedure in the SSE-Win were investigated. As the next stage of the detail design of the GUI, we designed the link-relation between the screens as well as the contents in each screen. The standardized procedure on the GUI design provided in this study might be contribute not only to the reduction of the entire term on the system development, but also to improve the efficiency of the system life-cycle in modifying and adding the further functions.

キーワード: グラフィカルユーザインターフェース、斜面安定性評価、地理情報、衛星リモートセンシングデータ

Keywords: graphical user interface, slope stability evaluation, geographical information, satellite remote sensing data

1. はじめに

斜面の崩壊危険箇所の広域推定を目的として、筆者らは地形、表層、土壌等の各種地理情報と衛星データを融合して斜面安定性評価図を作成・分析するモデル、いわゆるSSEモデル(SSE model:Slope Stability Evaluation model using satellite data and geographical information)を構築し、その有効性を示してきた¹⁾³⁾。SSEモデルは、UNIXおよびMS-DOS環境の両者において稼働できるように整備し⁴⁾、多くの適用実績を積み重ねてきたが、ここ数年の間に広く一般化してきたウインドウシステム環境下で稼働する可搬型システムとして稼働させることが大きなニーズとして持ち上がってきた。

SSEモデルは、数値化理論を中核とした多変量解析手法をベースとしており、判別基準となるトレーニングデータの選定から素因データおよび斜面安定性評価図に関わるファイル管理の問題等、新しいシステム環境下で稼働させるためにはシステムの良否を左右する

インターフェースを構築する上で検討すべき多くの課題がある。

そこで、筆者らはSSEモデルの一連の処理手順を入念に再検討した上で、操作性の高いグラフィカルユーザインターフェース(以下、GUI: Graphical User Interface)環境下で稼働する斜面安定性評価支援システム(以下、システム名をSSE-Winと呼ぶ)の設計・開発に着手した。新しいシステムの開発過程においては、SSEモデルの処理内容に対応できるGUIの設計が求められる。本研究では、このような専用GUIの開発効率を高める簡易な設計方法を提示し、その有用性についても検討した。

2. 研究開発の目的

本研究開発の目的は、次の3点である。

①土木建設分野で利用される各種専用システムにおけるGUI設計上の問題点を明らかにするとともに、専門技術者の意見をシステム開発に効果的に取り込めるように、しかも容易に実施可能な簡易なGUI設計法を提示する。

②SSEモデルの処理手順と機能構成を明確にし、各機能に対応する画面内設計および画面間のリンク関係

1: 正会員 工博 東京理科大学・理工学部土木工学科・助教授

2: 正会員 工博 東京理科大学・理工学部土木工学科・教授

3: 学生員 東京理科大学・理工学部土木工科大学院

〒278-8510 千葉県野田市山崎2641

Tel: 0471-24-1501, e-mail: kojima@ir.noda.sut.ac.jp

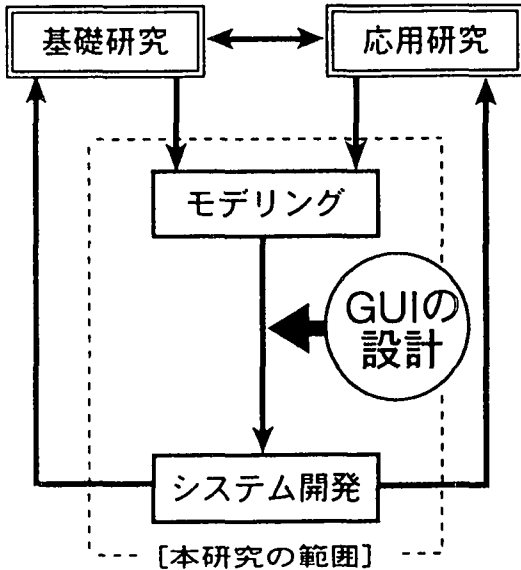


図-1 本研究開発の範囲

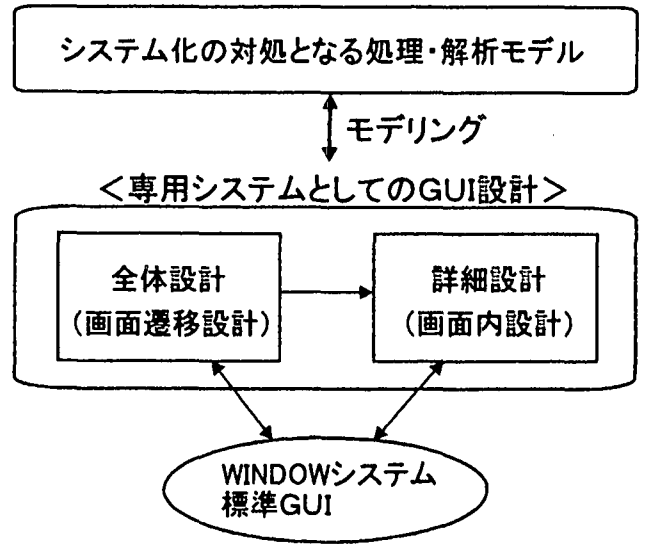


図-2 本研究における GUI 設計の位置付け

(画面遷移設計) について検討した上で、斜面安定性評価支援システムとして組み上げる。

③機能の追加・修正等に対応できる柔軟性、拡張性のあるGUIを設計し、システム全体のライフサイクルの効率を高める。

3. 本研究開発の位置付けと特色

3.1 本研究開発におけるGUI設計の位置付け

建設分野では、日常、技術者は多種多様な業務に携わっており、ワープロや表計算ソフトを利用するような利用頻度で専用処理システムを利用しているわけではない。例えば、市販されているGISアプリケーション・ソフトウェアをはじめ各種画像処理・解析システムの利用者は、システム導入時には目的とする処理・解析手順を把握し、操作にも慣れてくるが、しばらくシステムを利用しない期間が続くと、マニュアルを見直さなければならないといった煩わしさを経験する。これは、一連の処理・解析の流れを容易にトレースできるようなGUIの構成となっていないことに起因する。

このような専門性の高い技術系のシステムを開発する際には、図-1に示すように基礎研究と応用研究から得られる分析モデルの一連の処理の流れをシステム上で稼働することができるようにモデリングした上で、GUIの全体設計から詳細設計へと段階を踏むことが不可欠と言える。そこで、本研究開発では次の2つに大別してGUIの設計を考える。

①ウインドウ標準のGUI設計⁹⁾

②専用システムとしてのGUI設計

GUI設計に関する初期の研究では、人間とコンピュータとの間のインターフェース、いわゆる画面上のアイコンや画面そのものをマウスやタブレット等で指示あるいは操作するといったインターフェースの設計・

方法論が検討の主眼であった⁹⁾。本研究ではこのようなウインドウシステム標準のGUI設計ではなく、目的とする処理・解析内容との整合性の面から、斜面安定性評価支援システムとしての専用GUIの設計を考える。

具体的には図-2に示すようにGUIの設計プロセスを全体設計と詳細設計に分けて考え、全体設計では画面遷移設計を、詳細設計では画面内設計を扱う。こうすることによって、専用GUI設計上の問題がより一層明らかとなり、操作性の高いGUIの設計・開発につなげることが期待できる。専用システム開発におけるGUI設計の位置付けを含めて、曖昧になっている点として指摘できる。

3.2 本研究開発の特色

本研究の特色は、次の2点にまとめることができる。

(1) SSEモデル固有のGUIの設計・開発

SSEモデルには、本来、斜面安定性評価図を作成する上で特有の処理・解析機能が装備されている。例えば、使用する素因データの選定や判別の基準となる崩壊危険箇所指定、数値化Ⅱ類およびミニマックス2郡判別手法に基づく分析機能等である。これを市販のGISアプリケーション・ソフトウェアや画像処理解析システムで実施するためには、多くの中間ファイルを作成することが必要となり、それらの入出力等を含めて煩わしい処理作業とファイル管理が必要となる。このような問題に対応することを目的として、本研究ではSSEモデルの一連の処理を容易に実施できるように操作性の高いGUIを設計・開発している。

(2) システムライフサイクルの効率化

システム開発・運用のライフサイクルの効率化を目指して、ウインドウシステム標準のGUI設計法や設計支援ツールに関する研究は数多く見られる^{11,12)}。さらにGUI設計支援ツールそのもののGUI設計の問題を扱

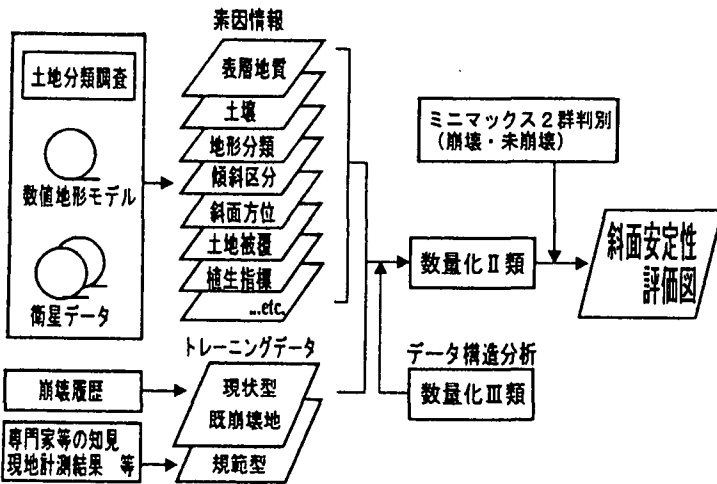


図-3 SSEモデルの全体構成

う研究もある。システム開発において高い開発技術を要求される場合には設計者と開発者が同じであることは少なく、このことが設計者と開発者間の意志疎通と設計作業の効率化を目指したGUI設計支援ツールに関する研究が進められている理由でもある。しかし、実際には設計担当者自らがGUIの設計開発支援ツールを使いこなし、開発者との間でインタラクティブに設計を進めるといった理想的なシステム開発体制を敷くことは、時間やコストの面から困難である場合が多い。システムとして具現化すべき内容の専門性が高い程、このことは問題となり、本研究で扱うSSEモデルのシステム化においても同様なことが言える。特に、処理の流れや使用するデータの取り扱いが複雑な場合には、はじめから全ての機能を網羅的に設計・開発することはせず、むしろ骨格となる機能を開発し、システム供用中に機能追加が容易にできるような柔軟性を持たせることが得策と言える。

以上の点を考慮に入れ、本研究では簡単な手順で容易に技術者の意見を取り込めるようなGUIの設計方法を提示する。具体的には、SSEモデルの処理機能と画面遷移に関わる情報（イベント情報）を遷移図上に同時に表現し、判りやすい設計仕様書の書き方を提示する。特別なGUIの設計法や設計支援ツールを導入しなくとも、このような設計方法でも十分に専用GUIの設計に役立ち、システムへの機能追加・修正といったシステム開発と運用を含めたシステム全体のライフサイクルの効率化に寄与できることを示す。本研究開発のもう一つの特色である。

4. 本研究におけるGUI設計・開発の進め方

4.1 開発環境

本研究では、誰もが手軽に斜面安定性評価支援システムを活用できることを前提として、可搬型のパーソナルコンピュータをベースとして開発を進めた。OS

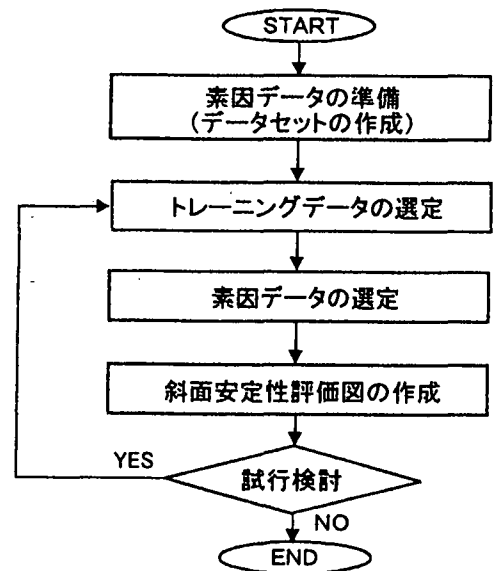


図-4 SSEモデルの処理手順

表-1 GUI全体設計段階で整理する内容の例

機能名		GUIの基本要件
データセット作成管理機能		<ul style="list-style-type: none"> ・JOB単位でのデータセット管理 ・同一種類の素因情報の複数個選択 ・確認画面の表示による内部処理内容の視覚化
地理情報表示機能		<ul style="list-style-type: none"> ・データセットの選択手順の簡略化 ・表示するデータファイル指定の簡略化
斜面安定性評価図作成機能	トレーニングデータの選定	<ul style="list-style-type: none"> ・マウス操作による崩壊箇所の指定/解除 ・トレーニングデータの自動保存
	素因情報の選択	<ul style="list-style-type: none"> ・リストボックスによる素因情報選択操作の簡略化 ・素因情報の分類の自動化
	斜面安定性評価図の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・斜面安定性評価図の画像ファイルによる出力 ・統計計算結果の表計算ソフトでの利用 ・素因情報を変更した再評価作業の簡略化

にはWindows98を、開発言語にはVisual Basic (Enterprise Edition)を採用した。

4.2 GUIの設計

本研究では図-2に示したように、GUIの設計工程を全体設計と詳細設計の2つに分けて進めた。

(1) 全体設計

SSEモデルの全体構成を図-3に示す。基本的には、地理情報と判別基準となる崩壊地（トレーニングデータ）を用いて、斜面安定性評価図を作成するモデルである。なお、SSEモデルの詳細は文献(1)～(3)等に公表されているので、ここでは紙面の関係で割愛する。本研究におけるGUIの全体設計は、次の2つのステップから成る。

a) 機能構成の検討：図-4に示すようにSSEモデルの一連の処理手順を整理した。さらに、この処理をシステム上で実現する上で必要となるGUIの基本要件について検討した。表-1に主な検討結果を示す。特に

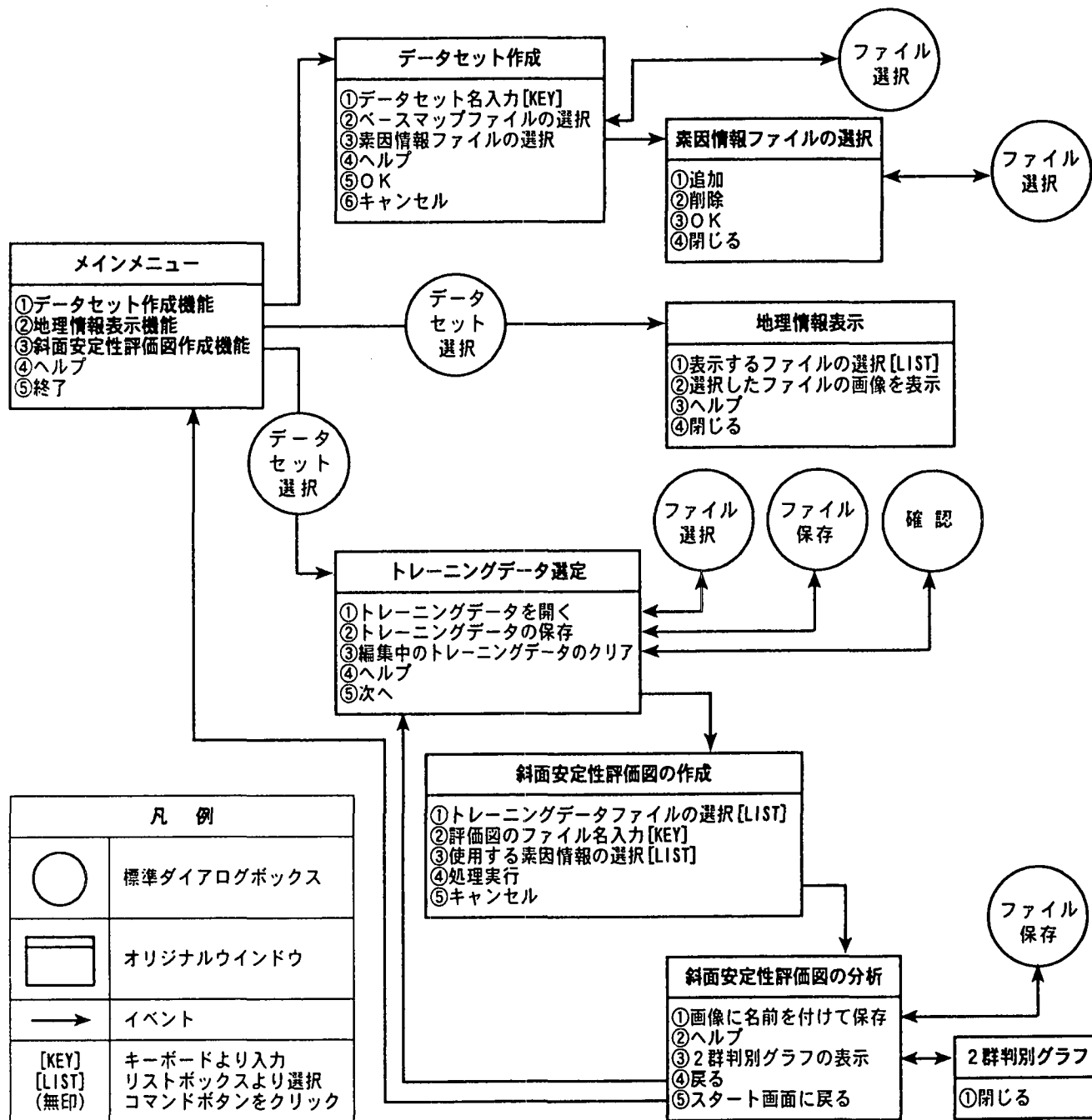


図-5 画面遷移図

データセットの作成機能とトレーニングデータの選定機能は、本システム特有のGUIが要求されることから、次のステップである詳細設計段階において入念な検討を要したところである。

b) 画面遷移設計：GUIの設計仕様書の作成支援あるいはそれを支援するシステム開発等に関する研究も進められている⁷⁾。しかし、設計仕様書として記述する内容が細かく、仕様書が分割されて整理される等の理由から、かえってGUIの全体構成が把握しづらくなるといった問題も指摘されている。

このような問題に対処するために、本研究では図-5に示すような画面遷移図を考えた。表-1で示した

機能構成別に遷移図を描いていく。この遷移図の特色は次の3点に要約できる。

①標準ダイアログボックス（ウインドウシステム標準GUI⁸⁾）、オリジナルウインドウ（必要機能：専用GUI）、イベント（処理の流れ）、入力操作といった4つの情報から構成され、極めて簡単な表記記号で記述していくことができる。

②特別なGUI設計支援ツールを導入しなくとも設計・開発を効率的に進めていくことができ、設計者が開発者に伝えるべきGUIの全体構成を明確にできる。

③ウインドウ標準GUIと専用GUIの設計区分が明確となる。これにより、設計者は専用GUIの設計に集中

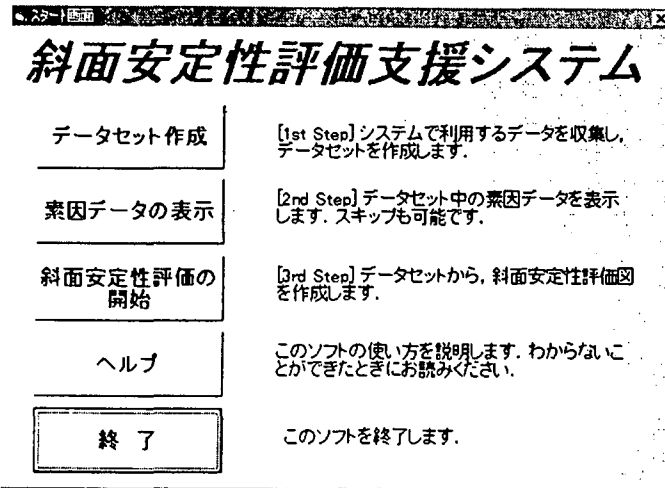


図-6 システムのメインメニュー

でき、GUIの設計効率を高めることができる。

(2) 詳細設計

画面遷移図の全体構成がまとまった段階で、画面内設計へと展開する。具体的には、ウインドウシステム標準のGUIを画面内でどのように展開するのかといった設計作業に集約される。画面内には標準GUIを構築する際に必要となる情報を記述する。例えば、図-5で示した遷移図において「斜面安定性評価図の作成」と表記した画面枠には、

- ① トレーニングデータファイルの選択
- ② 評価図のファイル名入力
- ③ 使用する素因情報の選択
- ④ 処理実行
- ⑤ キャンセル

といった5つの処理機能が表示される。これらは上から順にSSEモデルの処理の流れに対応している。さらに、イベント情報として「④処理の実行」の位置からは、矢印を介して次の処理である「評価図の保存/分析」の画面へと移行することが表示されている。このように、詳細設計段階においては画面上に表示される必要機能とイベントとの関係を入念に検討した上で、記載していくことが重要となる。

図-5で示した遷移図は極めて単純な表記ルールに従ったものではあるが、システムの全体像が把握できるとともに、画面遷移設計を進めていく過程において、ウインドウシステム標準のGUIを組み込んでいく上で具体的な検討事項も明らかにすることができる。

5. 斜面安定性評価支援システムの構築

5.1 システムのメインメニュー

斜面安定性評価支援システムを稼働すると、最初に、図-6に示すようなメインメニューが表示される。メニューは次の4つの機能に別れている。

- ① データセット作成

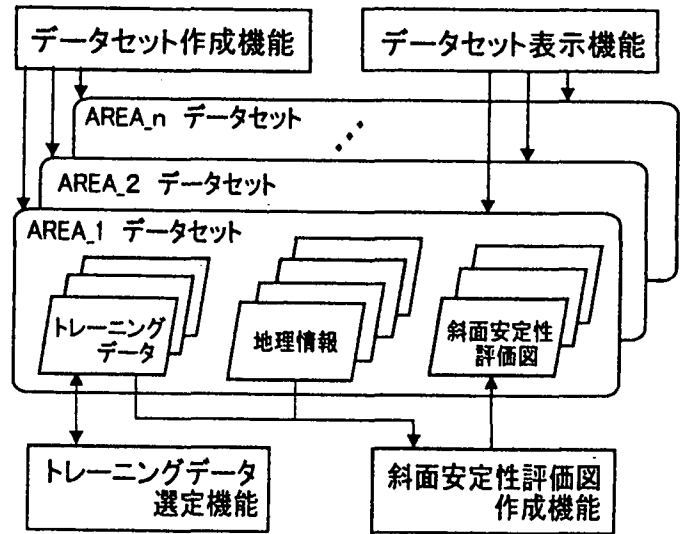


図-7 データセット構造と処理機能の関係

- ② 素因データの表示
- ③ 斜面安定性評価の開始
- ④ ヘルプ

利用者は、まず「①データセットの作成機能」を用いて、斜面安定性評価図の作成に使用する素因情報をデータセット化する。また、「②素因データの表示機能」でデータセット化された情報を確認表示できるようになっている。データセット化が完了した後に「③斜面安定性評価の開始」の機能を用いて斜面安定性評価図を作成する。

以下、順を追ってこれらの処理機能の内容について説明する。

5.2 データセット作成・管理機能

SSEモデルでは、図-7に示すように斜面安定性評価を実施するうえで、各種地理情報(素因情報)をあらかじめ作成するだけでなく、それをJOB単位で管理できなければならない。このようにデータセット構造と処理機能との関係は操作性の高いGUIを設計する上で重要な要素となる。

斜面安定性評価支援システムで使用するデータは、等高線が記載されているベースマップ、トレーニングデータ、素因情報、統計解析結果、斜面安定性評価図といった画像情報や数値情報である。素因情報は、市販のGISアプリケーションや画像処理解析システム等を介して容易に作成できるが、これを斜面安定性評価に使用する場合にはデータの管理・運用の問題が派生する。そこで、本研究では、これら複数の情報をJOB単位で一組のデータセットとして管理するためにフォルダ構造およびデータの管理方法について検討した。

具体的には、システム内部において図-8に示すように、データセットを管理する情報を記述した管理ファイルを用いて領域単位(システム内ではフォルダに対応)でデータセットを一元管理する。こうすること

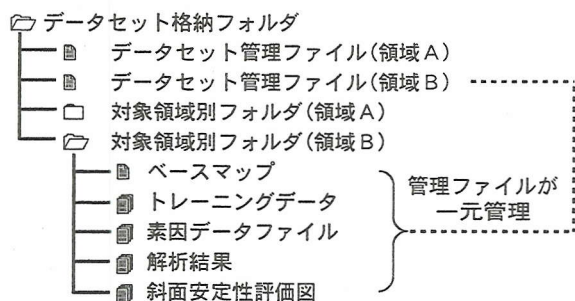


図-8 フォルダ構造とデータセット管理ファイル

によって、以降に述べるような素因情報の表示やトレーニングデータの選定等、ファイルアクセスに関わる特色ある専用GUIの設計・開発につなげている。

一例として、データセット管理を扱う処理画面を図-9に示す。あらかじめ作成された地理情報を順にマウスで指定していくだけで、容易にJOB単位でデータセット化できるようになっている。これ以降の種々の処理において、利用者は煩わしいファイル管理を意識することなく斜面安定性評価を実施できる。本研究で設計・開発したGUIはこのような点が特徴となる。

5.3 素因データの表示機能

この機能は、データセット化された素因情報を確認表示するものである。利用者は素因データの所在を記憶しておく必要はなく、図-10に示すようなドロップダウンリストボックスにあらかじめ記載されている素因情報をマウスで選択できるように配慮した。図-8に示したデータセット管理ファイルは、データセットを単に管理するだけでなく、このようなGUIを設計開発する上でも役立っている。

5.4 トレーニングデータの選定機能

SSEモデルでは、崩壊・未崩壊の判別基準となる崩壊地をトレーニングデータとして選定する必要がある。トレーニングデータを指定する画面では、図-11に示すように、マウスで地図上をクリックするといった簡単な操作でトレーニングデータの選択・解除ができるように工夫した。トレーニングデータの選定が完了したら、画面右下の「次へ」と書かれた押しボタンをマウスでクリックするとトレーニングデータが作成される。図-8に示したようにトレーニングデータファイルは、自動的に当該JOBのデータセットフォルダ内に格納される。

SSEモデルでは、現状型と規範型といった2種類のトレーニングデータの設定方法があり^{1),2)}、それぞれを現状型評価および規範型評価と呼んでいる。

①現状型評価：既崩壊地をトレーニングデータとして選定して、斜面安定性評価図を作成・分析する。現状型評価は、降雨や地震等の誘因の違いに伴う崩壊危険箇所の土地の性状分析にも役立つ。

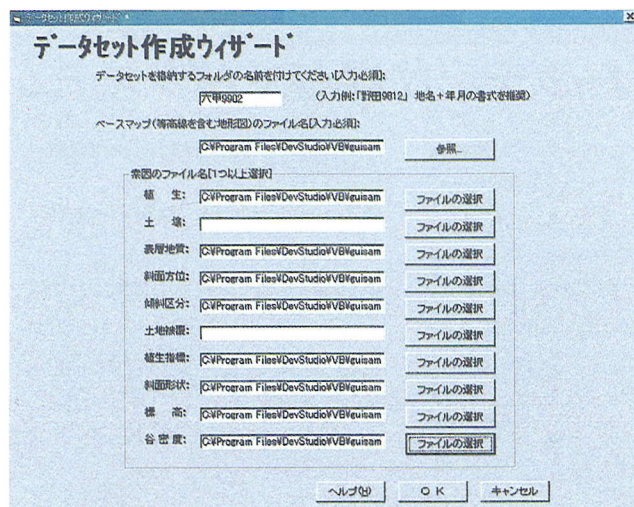


図-9 データセット管理機能の画面例

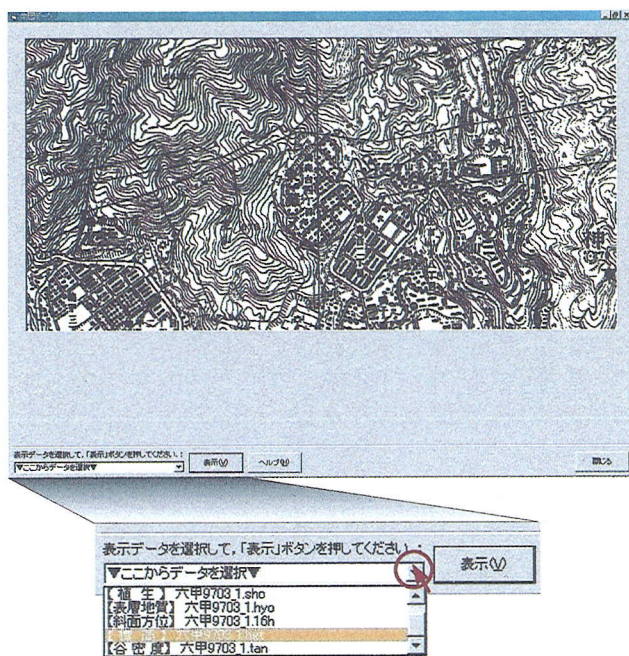


図-10 画面上に表示確認したい素因情報の指定例

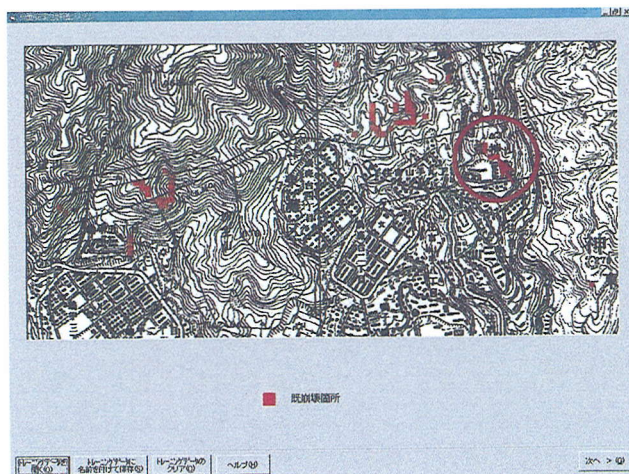


図-11 トレーニングデータの選定画面の例

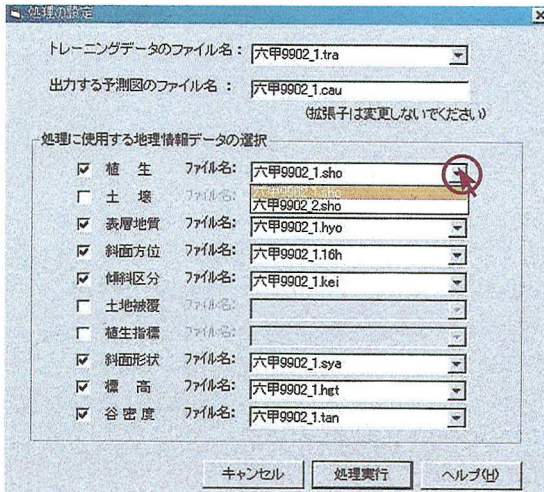


図-12 素因情報の選定機能

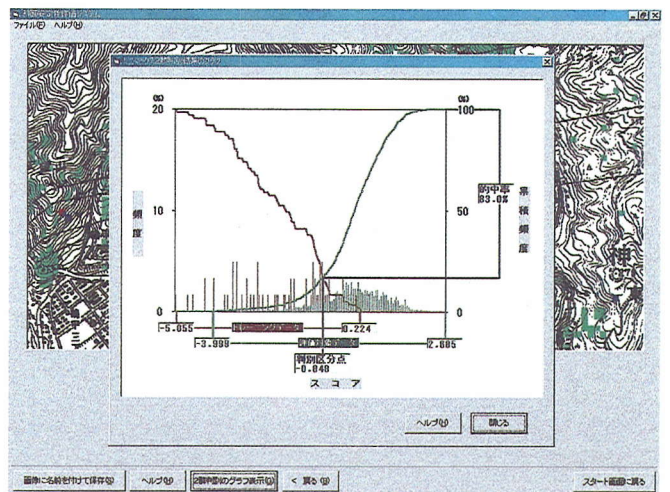


図-14 ミニマックス2群判別結果

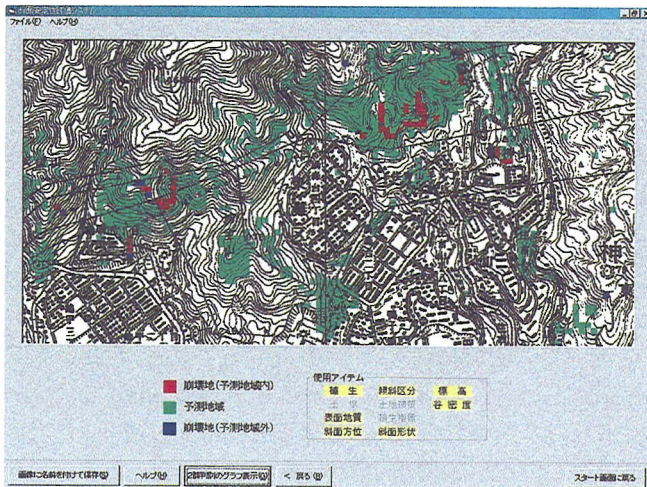


図-13 斜面安定性評価図の表示

表-2 斜面安定性評価図上の色の意味

トレーニングデータ (現状型)	赤色	トレーニングデータのうち、「危険性・有」として判別されたもの
	青色	トレーニングデータのうち、「危険性・無」として判別されたもの
評価対象データ	緑色	評価対象データのうち、「危険性・有」として判別されたもの
	白色	評価対象データのうち、「危険性・無」として判別されたもの

②規範型評価：専門家や現地の人々の知見に基づき、未崩壊箇所等をトレーニングデータとして設定する。規範型および現状型評価の斜面安定性評価図の違いを分析することによって、潜在危険斜面を見出していく。

このような試行検討を要するトレーニングデータの設定作業を極めて簡単な操作で実施できる点が、本研究で設計・開発した専用GUIの特色の一つとなる。

以上のトレーニングデータの作成処理の後に、次に述べる素因データの選択機能へ即時に移行できるようになっている。

5.5 素因データの選択機能

前述した現状型評価および規範型評価は、トレーニングデータの種類の違いに基づくものであるが、SSEモデルを用いた斜面安定性評価では、素因情報を様々な組み合わせで評価図を作成し、比較するといった分析も行われる。これは崩壊危険箇所評価における「素因情報の影響分析」として重要な評価プロセスに位置付けられる。

本研究で開発したシステムでは、図-12に示すよ

うに、斜面安定性評価に使用する素因情報をチェックボックスを介して、任意に指定できるようになっている。素因データファイルは、あらかじめリストボックスに収められており、このファイルリストから斜面安定性評価に利用するファイルをマウスで選択する。

利用者は、データセットを構成する多種類のファイル群の構成を記憶あるいは管理するといった煩わしいファイル操作から解放され、任意の素因情報の組み合わせを考えて斜面安定性評価図を作成することができるようになっている。

5.6 斜面安定性評価図作成

図-12で示した画面上で、全ての入力指定が完了した後に、画面下の「処理実行」の押しボタンをマウスでクリックすれば、斜面安定性評価図の作成処理に移る。数量化Ⅱ類とミニマックス2群判別処理が連携して実行した後に、図-13に示すような斜面安定性評価図が画面上に表示される。色の意味は表-2に示すとおりである。

また、図-13の画面下の「2群判別のグラフ表示」の押しボタンをマウスでクリックすると、図-14に示すようなミニマックス2群判別結果が表示される。崩壊・未崩壊グループの判別状況を一目で把握・分析できるようになっている。

5.7 評価図および統計処理結果の編集

前述した斜面安定性評価図や統計計算結果のファイルは、Windows98環境下で標準的に用いられているファイル形式で当該JOBのデータセットフォルダ内に格納される。これらの評価結果は、利用者がワープロソフトや表計算ソフトで自由に加工して報告書の作成等に利用できるよくなっている。

以上のように、本システムを用いれば簡便な操作で斜面安定性評価図を作成・分析できる。本研究開発において工夫したGUIは、システム操作性の向上に多くの面で寄与している。

6. まとめ

(1) 研究開発の成果

本研究開発の内容は、以下の3点にまとめられる。

①GUI設計のあり方についての検討：建設分野における専門性の高い技術的な処理・解析を担うシステムのGUI設計に関する研究動向を調査し、専用GUIの設計・開発のあり方について検討することの重要性を指摘した。

②簡易GUI設計法の提示：開発目標とするシステムに必要となる専用GUIの設計とウィンドウシステムの標準GUI設計の2つに分けて考え(図-2)、前者の専用GUIの設計を支援する簡易な画面遷移図(図-5)を提示した。この画面遷移図は簡単な表記記号で構成され、遷移図を記述していく過程において設計者は専用GUIの設計に専念できる。

③斜面安定性評価支援システムの構築：斜面安定性評価モデルの処理手順と機能構成を明確にし、各機能に対応する画面内設計および画面間のリンク関係(画面遷移設計)について検討した上で、斜面安定性評価支援システムとして組み上げた。機能の追加・修正等に対応できる柔軟性、拡張性のあるGUIを設計し、システム全体のライフサイクルの効率を高めた。

(2) 今後の課題

本研究開発では、まず第1にウィンドウシステム標準のGUIをベースとしたSSEモデルのシステム化を目的とし、必要不可欠な処理機能の設計と開発に焦点を絞った。システム供用過程において派生する問題点を汲み上げ、常にGUIの改良を重ねていくことは言うまでもないが、今後の課題として次の3点を考えている。

①SSEモデルの機能拡張：SSEモデルには、数量化Ⅲ類に基づく素因間のデータ構造分析や、様々な条件下で作成される斜面安定性評価図の違いを抽出した差画像の分析といった種々の分析機能がある。これら未開発の分析機能を追加整備する。

②SSEモデル以外の斜面安定性評価モデルの追加：筆者らはSSEモデルに加えて、確率理論に基づく斜面安定性評価モデル(ベイジアンモデル、ファジーモデ

ル、確信度モデル)から得られる解の比較と、複数の斜面安定性評価モデルから得られる解の活用方法についても検討を進めている⁹⁾。これらの研究をさらに展開する上で、SSEモデル以外の斜面安定性評価モデルについても本研究で開発したシステムに組み込んでく。

③データ資源管理機能の整備：本研究では、現地調査から得られる現場写真や調査台帳等の情報の取り扱いについては言及できなかった。素因情報やトレーニングデータ、斜面安定性評価図、現地から得られる情報等、斜面安定性評価に関わる種々の情報資源の管理問題について検討し、これらの情報を地理領域単位で一元的に管理・運用できるトータルシステムを目指す。

7. おわりに

システム開発ツールの機能が充実するとともに、システム開発効率も高まってきている。しかし、ここで注意しなければならない点は、新しい設計・開発手法や開発支援ツールの導入が、必ずしも利用者にとって有用なシステム開発には結びつかないという点である。高機能化が進むメディアやソフトウェア開発・設計支援ツールがどのように進化していくにしても、今一度システム設計・開発の原点に立ち帰り、入念な「適用業務分析」を通して専用GUIの設計・開発を進めることが大切であると考えている。

本研究開発で取り上げた斜面安定性評価支援システムのみならず、建設分野における各種専用システムの良否は、図-2で示した専用GUIの設計内容に大きく左右される。OS環境も今後様々に変化することが想定される。本研究開発アプローチが、Window標準GUIを駆使した専用システムの設計・開発に何らかの形で寄与できれば幸いである。

参考文献

- 1)大林成行、小島尚人、藤井克史：衛星マルチスペクトルデータを適用した地すべり危険箇所の評価精度の向上、土木学会論文集、No.534/VI-30、pp.173~184、1996年3月
- 2)大林成行、小島尚人、村上達也：侵食崩壊を伴う急傾斜地を対象とした場合の危険箇所評価方法の一提案、土木学会論文集、No.567/VI-35、pp.225~236、1997年6月
- 3)大林成行、小島尚人：自然シラス斜面の地盤特性を考慮した崩壊危険箇所評価方法の一提案、土木学会論文集、No.609/VI-41、pp.123~136、1998年12月
- 4)大林成行、藤田圭一、小島尚人、藤井松幸：斜面安定性評価支援システムの構築と運用、東京理科大学リモートセンシング研究所報告、No.14、全187頁、1993年4月
- 5)Susan Fowler著、黒須正明監修：Windowsユーザーインターフェイス事典、翔泳社、1998年8月。
- 6)Mayers, B.A.:Tools for creating user interfaces, An introduction and survey, IEEE Software 6(1), pp.15-23,1989.
- 7)Bass, L.J. and Coutaz, J.:Developing software for the user interface, Addison-Wesley, Inc., 1992.
- 8)伊藤潤：ユーザーインターフェース設計における操作フロー図作成支援ツール、ヒューマンインターフェースシンポジウム論文集、Vol.12、pp.515~518、1996年
- 9)Kojima, H., Chang, C.F., Obayashi, S. and Fabbri, A.G.:Comparison of strategies in prediction modeling of landslide hazard zonation, Proceedings of the International Association for Mathematical Geo-