

## デジタル画像ベースの図化機「ごくう」の空中写真測量のための機能設計

服部 進\*1・関 章良\*・行司 菅男\*\*・八木 俊之\*\*・岡本 厚\*\*\*  
Sue LARSEN\*\*\*\*・Ye MYINT\*\*\*\*\*

### Functional Design of a Digital-Image-Based Plotter "GOKUU"

Susumu HATTORI, Akiyoshi SEKI, Sugao GYOJI, Toshiyuki  
YAGI, Atsushi OKAMOTO, Sue LARSEN and Ye MYINT

#### ABSTRACT

The authors are now developing a digital-image-based plotter "GOKUU", which is a plotter realized on a W/S as a software product instead of a mechanical device. This paper shows an outline of the entire functional design of "GOKUU". "GOKUU" is designed at present for production of large scale maps (1/500-1/1,000). It includes six modules, i.e., project management, comparator, triangulation, orientation of one model, rectification, and plotting. A CAD system runs simultaneously for editing 3D cartographic data. The CAD system and "GOKUU" communicate with the shared memory system and semaphore. The screen display and the functions in the modules are designed as simple as possible so as to satisfy the least requirements of map production. This comes from the concept that "GOKUU" should be a plotter easily usable for any map users (not professional surveyors) who would like to make their own base map data for GIS/FMSs.

Key Words : Digital-Image-Based Plotter, Aerial Photogrammetry, CAD, Design Specification

#### 1. はじめに

これまで写真測量はフィルムないし乾板の写真と、複数の精密機械（点刻機、コンパレータ、アナログないし解析図化機）を使用して行ってきた。計算機が高速、かつ安価になったのでこれらに代わって、デジタル画像をベースにした図化機（デジタルプロッタ）が実用できるようになった。すなわち計算機の画像処理によって、それぞれの精密機械の機能をソフトウェア的に実現するものである。これによって、機械的には困難であったか、あるいは複数の機械が必要であった計測、表示、調整計算、編集の機能を比較的容易に実現できる。こう

した図化機はすでに10機種程度が市販されているが、大部分が（解析図化機よりは安価であっても）高価な専門家用のものであって、手軽に購入するわけには行かない<sup>1)</sup>。

これに対してわれわれは通常のワークステーションを使って、訓練された測量技術者だけでなく誰でもが使いこなせる図化機、「ごくう」を設計し、現在開発中である。「ごくう」では特殊なハードウェアを使わず多くの計算機に簡単に移植できることも考慮している。この論文は「ごくう」の設計思想、概略の構造などを紹介する<sup>2)</sup>。

現在のところ「ごくう」は空中写真測量による大縮尺地形図を作成するための図化機として設計している。こ

<sup>1</sup>\*情報処理工学科 \*\*工学研究科情報処理工学専攻 \*\*\*京都大学工学部

\*\*\*\*Projections Mapping Group \*\*\*\*\*Pasco

れは1/500-1/1,000程度の大縮尺地形データが地理情報システムの基本データとして急激に需要が伸びているが、図化の価格が高いため導入が遅れているためである。「ごくう」は地図データを必要とする個人あるいは組織が直接デジタル地形図を作成することができる図化機を目指している。

将来的には「ごくう」は空中写真測量から工業、医用計測、人工衛星の図化を含む汎用図化機に発展させる計画である。投影方式の違いはソフトウェア的に解決できるので、これらへの発展は解析図化機を利用するよりも容易である。

## 2. システムの設計思想

「ごくう」の基本思想は次のようである。

1. 特殊なハードウェアを使わず、ソフトウェアと既存のハードウェアのみで実現し、他の計算機に対してできるだけ移植性を持たせる。また処理をできる限りブラックボックス化する。……このため「ごくう」はワークステーション (W/S) 上に構築し、その基本ハードウェア構成 (本体、ディスプレイ、ハードディスク、マウス)、画像入出力装置 (MOないしDAT)、UNIX上のウィンドウシステム、簡単な反射実体鏡のみを用いて開発する。ウィンドウシステムをベースとすることで優れた移植性とGUI (グラフィックユーザインタフェイス) による操作環境を提供でき、ユーザは写真測量の知識をほとんど必要としない(すむ)。
2. CADとの一体化を実現する。「ごくう」は独立した図化機ではなく、CADがステレオ画像の3次元情報を直接扱うことができるようにするための3次元入出力装置である。このため「ごくう」は図化のコマンドと対象空間の3次元データをCADと交換する機能を持つ。また特定のCADを中心とするシステムとすることで、FM/AM/GISとの接続が一つの計算機上で無理なく行なえる。

## 3. ハードウェアおよび基本ソフトウェア

OSはUNIX (Sun Solalis 2.2)、ウィンドウシステムにはX-ウィンドウを使う。ウィジェットセットは各社で異なるが開発にはSunのX-ウィンドウシステムに付随するウィジェットセットを使用する。

CADは当面のところAutodesk社AutoCAD r12を用いる。このCADはウィンドウ対応であるので「ごくう」と同じ画面に表示することができる。なおこれまでは、実験的にCADはW/Sとは別のパソコン (Toshida J3300model/50) で走るようにしていたが、通信速度が遅く実用にならないため、2つのアプリケーションの間

でのプロセス間通信をshared memory systemとSemaphoreを用いて実現する。

図1にソフトウェアの構成とデータの流れを示す。通常の空中写真測量の作業を1台のW/S上で行なう。「ごくう」は画像のデジタル化機能は持たない。デジタル画像はMOないし8ミリテープで持ち込む。「ごくう」の機能は図化のために必要な最低機能のみを備えた。すなわち業務の管理および標定図を使った画像データの管理、写真座標の計測 (コンパレータ機能)、空中三角測量、1モデルの相互・対地標定、偏位修正、図化 (プロッタ機能)、編集である。

## 4. 立体視の方法について

デジタルプロッタで最も興味を引くのは立体視の技術である。ここではサイド・バイ・サイドディスプレイ方式を採用する。これはスクリーンを分割して左右画像を表示し、簡単な反射実体鏡で観測する方法であり、ウィンドウの環境を利用すれば簡単に作れる。反射実体鏡は書類スタンドを利用して試作済みである。

なお他の実用になっている方法にはデュアルモードディスプレイ方式、フィールドシーケンシャルディスプレイ方式がある。前者は2台のディスプレイに左右画像を表示して偏光させた画像をハーフミラーで観測する。後者は2枚のフレームメモリに左右画像を格納し、左右を交代でディスプレイに表示し、これを偏光眼鏡で観測する。そのためこれらは特殊なハードウェアを必要とする。

## 5. 「ごくう」で扱うファイル

### 5.1 デジタル画像ファイル

画像ファイルは一般的なtiff形式とする。代表的スキャナとしてTOPCON PS-1000を選び、これとのインタフェースを準備する。扱う画像データは画像の標定法と関連して分類すると次の2種である。

#### 1. デジタル画像データのみの場合

空中写真をスキャナでラスタデータに変換したデジタル画像データのみを扱う。ただし撮影に用いたカメラのキャリブレーションデータが別ファイル(カメラファイル)に付属する。標定点計測から先は「ごくう」で行う。この場合1級図化機の性能を持つためには画像は10 $\mu$ m以下の画素でなければならない。もし10 $\mu$ mで空中写真1枚を分解すれば600MB以上になるが、現在ハードディスクは安価であるのでオリジナル画像の圧縮はしない。

#### 2. 点座標または写真座標のファイルと画像データの場合

従来のコンパレータで計測した写真点の機械座標もしくは内部標定された写真点座標のファイルとディ

デジタル画像ファイルが与えられる。標定作業から先は「ごくう」で行なう。1級図化機を実現するには画素幅 $20\mu\text{m}$ 程度が必要である。

## 5.2 業務管理ファイル

測量業務全体の計画および作業の管理ファイルである。通常の地形図作成業務にしたがい、作業名、作業機関、図化地区、撮影日時などを記録する。これらの入力作業は、画面で表を埋めていく形式で容易に作れるようにする。ファイルの構造は図2のようである。業務管理ファイルにはさらに図化する写真画像の管理データを保存する。管理データはファイル名、使用カメラ、画像のサイズ、画素サイズ、1画素のビット数などを含む。図2の上半分は業務の記述であり、下半分は画像ファイル1つ1つの情報が入っている。

業務管理ファイルにはもう一つバイナリファイル（標定図とインデックス画像ファイル）が付属する（図3）。すなわち「ごくう」では、標定図として既存の小縮尺地形図を1ビットの奥行きでAD変換した画像を持つ。標定図は画像を管理する時のGUIになり、写真点座標の計測や図化の際に特定の画像を呼び出すのに使う。なお背景になる小縮尺地形図がないときも標定図は作成する。さらに $300*300$ 画素に間引いた縮小画像（インデックス画像）を作成して標定図と同時に持つ。

## 5.3 カメラファイル

撮影に使うカメラの名前、製造会社、番号、購入日時などの属性情報と内部標定要素を記録したファイルである（図4）。通常のフィルムカメラとCCDカメラの2種があり、記録形式は異なる。ここではCCDカメラは使わないので、空中写真カメラのみの仕様を示す。

## 5.4 画像点座標・写真点座標ファイル

画像点の座標計測（コンパレータ機能）によって出力される画像点座標ファイルである。指標、パスポイント、GCP、タイポイントの画像座標を1画像毎に、記録する。また機械式コンパレータで計測した機械点座標のファイルがあるときは拡張子で区別する（図5参照）。

カメラ名の後に画像座標から写真座標への変換パラメータを書き込む。変換はアフィン式で行なう。また指標位置を計測した後、画像点の座標をカメラファイルに記録してある内部標定要素を使って、画像座標から写真座標へ変換して（内部標定）得られるひずみのない写真座標を同時に格納する。単位はmm。

## 5.5 地上基準点(GCP)ファイル

図6に示すように平面と高さ方向の基準点のファイルである。基準点名のあとに地上のXYZ座標と重みが記録される。このファイルは「ごくう」の機能と関係なく、地上測量で作成する。

## 5.6 空中三角測量出力ファイル

空中三角測量の結果、出力される各写真の外部標定要素、全ての写真点座標の最確値と残差を含むファイル（図7）。空中三角測量は「ごくう」の開発の第1段階には含まないのでここでは詳しく記さない。

## 5.7 モデルごとの外部標定要素ファイル

偏位修正にはいる前、外部標定を改めて行なったとき得られる外部（相互・対地）標定要素のファイル（図8）。各モデルごとに相互標定要素と外部標定要素の値が記録される。さらにこのファイルには2枚1組で偏位修正された画像ファイルの情報を書き込む。2枚の画像のファイル名、偏位修正を行なった範囲、画素幅を記録する。これは図化時に、ファイル名を指定することによって、自動的に2枚の偏位修正後の画像ファイルを読み込むのに用いる。

## 5.8 偏位修正画像ファイル

偏位修正ずみの画像ファイル（図9）。2枚1モデルごとに記録する。将来ピラミッド構造で圧縮するが、この論文ではそのファイル構造までは言及しない。

## 5.9 3Dグラフィクスファイル

図化のモードでステレオ画像上で計測した道路、建築物などのグラフィクスは画像にスーパーインポーズして表示する。このグラフィクスデータはバイナリファイルとして保存する（図10）。構造はAutodesk社DWG形式に準拠する。

## 6. 各機能の解説

### 6.1 メニュー画面

「ごくう」を立ち上げると、最初に図11のメニュー画面が現われる。業務の管理、画像点計測（コンパレータ）、空中三角測量、1モデルの標定、偏位修正、図化の指示をここで行なう。

### 6.2 業務管理機能

業務管理ファイルを作成、変更する。業務管理ファイルでの記述は単なるメモである。また同時にインデックス用の縮小画像を作る。画像は1ビットのラスター地形図を標定図として使って管理する。ただしラスター地形図は必ずしもなくともよいものとする。標定図の画像は別に作成しておき、業務管理ファイルを作るときにファイルに組み込む。図12は業務管理の記述スクリーン、図13は標定図の画面である。

### 6.3 コンパレータ機能

指標、パスポイント、タイポイント、地上コントロールポイント（GCP）の画像座標（row, column）を計測するステレオコンパレータの機能を実行する。図14にコンパレータの画面構成を示した。画面下の3つのウィンドウはインデックスウィンドウ、上の大きな2つのウィ

ンドウは計測用ステレオウィンドウ、右下のウィンドウは計測値を表示するエディットウィンドウ、右上は計測に関する情報を表示するコントロールパネルである。ステレオウィンドウに切りだす画像はウィンドウの背後に縦横3倍合計9倍の画像領域を持たせ、計測に余裕を与える。

以下にコンパレータ機能を解説する。計測の際は計測ウィンドウの前面に反射実体鏡をセットする。

### 6.3.1 画像の表示

計測の最初に標定図を表示し、計測する画像ファイルを指定する。するとインデックス画像が読み込まれ表示される。トリプレットの観測ができるよう横3枚の接続を考慮して、インデックスウィンドウを3枚表示できるようにした。インデックス画像上で計測する部分を小さな枠で指示して、ディスクからステレオウィンドウに画像を切り出す。このときには標定要素は分かっているから切り出しは左右の画像で独立に行なう。

### 6.3.2 画像点の計測

コンパレータでの画像座標の計測は立体視して行う。左右の画像を別々にローミング（画像を縦横斜めに動かすこと）させて、ステレオウィンドウ中央のメスマークで縦視差を消去し、標定点座標を立体視して計測する。計測のモードは自動と手動と2つがある。メスマークはいくつかの種類を選択できる。

手動の計測ではサブピクセルまで読み取るため、ステレオウィンドウのメスマークを中心に20\*20画素の範囲を4倍に拡大して表示する。左右画像には回転による縦視差が入っていることがあるので、任意の角度を拡大時に回転できるようにする。とくにタイポイントの計測では画像を90度回転させる必要がある。

自動の計測では最小2乗相関のマッチングを組み込む。マッチングの結果は画面に表示し、オペレータが採否を判断する。

左右の画像はそれぞれ明るさが異なるのが普通なので、それぞれの画像の明るさを調節するインジケータを計測ウィンドウの下に設置する。さらに画像のカラーテーブルを調整するインジケータを画面右のコントロールパネル内に設置する。画像は同じ1つのカラーテーブルを参照しているため、画像の明るさを調節する際は、はじめにカラーテーブルによりおおまかな調整をして、つぎに各画像を微調整する。

### 6.3.3 測定値の管理

標定点はパスポイント、GCP、タイポイントごとに記号を変えて画像上に記録する。画面上の測定点の表示は必要がなければ消すことができる。また点名を自動または手動で与え、これらの座標は画面右のエディットウィンドウに表示し、常に参照できるようにする。

最初に指標位置を計測する。これによって内部標定ができるので、その後は測定した点の画像座標と同時に内部標定要素を使って歪み補正を行なった写真座標も表示する。

計測の修正、点の削除はステレオウィンドウの点かエディットウィンドウに表示した点名をマウスでクリックすることにより行なえる。計測した点を画面上でクリックするとエディットウィンドウの対応点が強調して表示される。また反対にエディットウィンドウの点を指摘すれば対応する点を画面上（ステレオウィンドウ、インデックス画像ウィンドウ）で対応点が強調する。もし読み込んだ画像のブロックの中にこの点がなければインデックスウィンドウ上にもみ表示する。

トリプレットの観測を行なう時は、左側のモデル点を右のモデル点に移写することができるようにする。すなわち画像の拡大、回転を行なっても常に測定点が画面に表示されていないなければならない。

## 6.4 空中三角測量

空中三角測量はバンドル法の調整プログラムを組み込む。調整結果の値と残差を画面に表示する。またデータスヌーピングで大誤差の検知を行なう。もし再測定を行なうならすみやかにコンパレータ画面に戻れるようにする。空中三角測量は将来の課題として取り扱うこととするので、ここでは画面構成は示さない。

### 6.5 1モデルの外部標定

一対の画像の相互標定、対地標定を順次実行する。これらは作業を指摘するだけで自動で実行できるようにする。図15-1、15-2にモデルごとの外部標定の結果の画面を示す。図15の下ウィンドウには画像座標の最確値と残差を表示する。標定後の残差は図14のインデックスウィンドウ、ステレオウィンドウにグラフィック表示する。結果を見て、標定点を取捨選択して再度標定できるようにする。

なお「ごう」ではコンパレータモードで測定した画像座標を保持しているで、相互・対地標定のたびに再測定は行ないない。そのため、直接空中三角測量の結果から標定要素を導くこともできるようにする。結果は外部標定要素ファイルに格納する。

最初相互標定のみを行ない、相互標定要素で偏位修正し、その後の対地標定は偏位修正後の画像で行なっても良いようにする。ただし偏位修正で画素が大きくなっていれば当然精度は落ちる。さらにFM/GISでは過去のデータを更新する必要があり、過去の3次元データを使いたいいわゆる図面標定が実用上頻繁に必要であろう。この方法はまだ未解決であり、今後の研究課題である。

### 6.6 偏位修正

相互標定要素を使って写真画像をデジタル偏位修正

して縦視差のとれた画像を生成する。図16-1、16-2に画面構成を示す。図16-1の下のウィンドウは偏位修正前の画像、上のウィンドウは修正後の画像をそれぞれ400\*400画素に間引いた画像である。画像の再サンプリングにはバイリニア法を用いる。偏位修正の手順を順を追って説明すると次のようになる。

1. ファイル名入力を指定して相互標定の終わった画像のファイルをロードする。
2. 写真画像で偏位修正する範囲を図16-1の下のウィンドウで指摘する。
3. 偏位修正を行った後、実際に縦視差がなくなっているかを図16-2の上のウィンドウで確認する。

画像点を指摘するとポップアップウィンドウにその部分の間引かない画像を表示する。ウィンドウには数本おきに横線が引いており、目視で縦視差がなくなっているか確認ができる。

偏位修正画像ファイルはピラミッド構造を使って圧縮する。偏位修正画像のデータ(画像のサイズ、画素のサイズなど)は標定要素ファイルに付与する。

## 6.7 図化機能(Plotter)

[画面] 偏位修正後の画像を立体視して図化を行う。図化のための画面構成を図17-1、17-2に示す。まず標定図が現われるので図化する画像を指定するか、ファイル名を入力すれば2枚のインデックス画像が呼び込まれる。インデックス画像上には偏位修正領域を図示する。

図17-1の上のウィンドウは描画用ステレオウィンドウである。画像はローミングできこのときはウィンドウ中央のメスマークで計測する(詳しくは後述)。画面右側のコントロールパネルには描画する点、線、面の凡例(道路、建造物、マンホール、河川、側溝など)をAutoCADのレイヤー情報に合わせて表示する(図17-2に拡大図を示した)。その他ウィンドウの明るさ調節用のスライダー、メスマークの形の選択肢が表示される。

また図17-1の画面下は編集用のCADのウィンドウである。AutoCADの画面は必要に応じて拡大縮小できるので、地図編集の際には画面一杯に拡大できる。画面に表示するレイヤー情報はCAD側で前もって作成しておく。

[スーパーインポジション] 地物を描画するときにはインデックスウィンドウで図化を行う部分を指示し、ステレオウィンドウに画像を切り出す。図化したグラフィックスの画面を写真画像に重ねて表示(super-imposition)し、正確に図化ができているかを確認しながら作業を進める。この3Dグラフィックスは3Dグラフィックスファイルに保存する。もし描画に先立ち、このファイルが存在すれば、画像に続いて読み込みスーパーインポーズしてから図化作業に入る。

[レイヤー情報] 図化のグラフィックスの種類(点種、線種、

色)と地物の対応はレイヤー情報で与えられる。図化プログラムの起動時に、CAD側からレイヤー並びにレイヤー番号を図化プログラムが読み込む。図化と編集は「ごくう」とCADとの通信により、対話的に並行して進める。とくに図化したモデルの確定度(空中写真上、見えない箇所、又確定しづらい箇所)を表すレイヤーを設定しておく。これらは地上測量の補測のときに参照される。図化するときはオペレータが表示されている適当なレイヤーをマウスで選ぶ。

[計測モード] 点の測定は各点モード、連続モードが選択できる。建物の描画は前者、等高線などは後者である。連続モードでは画像上での測定点がある距離だけ離れたときCADに転送する。距離のしきい値は選択できる。

[CADの画面]「ごくう」でのグラフィックスの表示とCADでの表示はオンラインで一対一にする。すなわち「ごくう」で修正した点、線、面はそのままCAD側でも自動的に訂正される。

なおあらゆる計測の指示(何を測定するか、すなわち対象の属するレイヤーの区分)はCAD側から送るのを基準とするが、どちらからもできなくてはならない。対象によっては実測のものと同様に記号化されるものがある。記号の場合は、両者で同じ記号を打てる(できれば画面に注釈を残せるようにする)。

[CADとの通信]「ごくう」とAutoCADとの通信は双方向的である。「ごくう」で図化した図面をAutoCADでオンライン編集し、必要に応じて編集した結果の3次元座標(たとえば計測ミスをCADの画面で見つけたとき)を「ごくう」上の画像に表示し確認する。通信はUNIXのshared memoryシステムとsemaphoreを用いる。

[立体画像のローミングとマウスの機能] 立体画像を図化するときには、測定点、メスマーク、画像の表示位置のそれぞれを制御するのに、使い勝手を考えて次のモードを選択することができる。

1. 測定点の制御
  - a 通常の間化機と同様地上座標( $X_G$   $Y_G$   $Z_G$ )の位置をマウスで指摘し、対応する画像座標を計算する。(地上→画像)
  - b 画像上の立体対応点をマウスで指摘し、これに対する地上座標を計算する。これは建築物などの描画に便利であり、不慣れな者でも容易に図化ができる。(画像→地上)
  - c モデル座標( $X_M$   $Y_M$   $Z_M$ )の位置をマウスで指摘し、対応する画像座標を計算する。ただしCADには地上座標を送る。これは斜め写真の描画に便利である。(モデル→画像)
2. 画面の制御
  - d 通常の間化機のように画像をローミングさせて計測

ウィンドウ中央に出したメスマークの位置に点を合わせる。

- e 画像は動かさず、メスマークを計測点に動かす。画像の偏位修正は終わっているので、メスマークのY座標は常に等しい。ただしメスマークがウィンドウの端に来たときは、メスマークと画像は中央位置に来るよう画像をパニングする。

一般的には、地上点を制御して画像をローミングする通常の図化機の方式 (a+d) を用いることが多いと思われる。ローミングにはマウスを使う。Z方向の制御は次のようにする。Z<sub>G</sub>一定でX<sub>G</sub>、Y<sub>G</sub>を動かすときはマウスの左ボタンを押しながらマウスを上下左右に動かす。X<sub>G</sub>、Y<sub>G</sub>一定で、Z<sub>G</sub>を制御するときはマウス操作と同時にZキー (+方向) またはXキー (-方向) を押す。Z<sub>G</sub>の移動速度はコントロールパネルに配置してあるインジケータで調節する。

ビル、道路などの施設を描画していくときには(b+e)の組み合わせを使うことが多くなろう。画像をローミングしないので位置関係がつかみ易い。ただし標高差が大きい画像では立体視が困難になる欠陥がある。

## 7. 地図の編集

編集は「ごくう」と並列に動作しているAutoCADによって行う。最初の応用ターゲットは都市計画支援システムのための大縮尺3次元地形データベース作成のための図化機とする。このため1/500-1/1,000の図面を書ける図式を用意する。将来はさらに電柱や、街路樹などのモデリングのソフトウェアとの接続を考慮する。すなわち「ごくう」で街路樹の高さを計測し、適当なモデルをCADが指摘できるようにする。このため都市計画支援システムとしてGeo/SQL, Spatial Analystなどを接続する。

## 8. おわりに

この論文はデジタル画像ベースの図化機「ごくう」の機能設計を議論した。「ごくう」は現在多数の人の協力で作成中である。開発に当たった問題は2点ある。一つはUNIXをベースとするOSの変化が激しいことである。現在W/Sとして代表的なSUN(Sparc1+)を使っているが、そのOS (Solaris)とウィンドウシステム(openwindow)の仕様がたびたび改変される。そのたびにシステムで使える関数が変わったり、CADを含めたアプリケーションが使えなくなる。これは全てのW/Sに言えることで、このため高い汎用性を持ったプログラムを開発することは困難である。「ごくう」もなるべく汎用性の高いXウィンドウ(X11R5)を使ってプログラミングしている。他の一つはAutoCADが(他のCADに比べると安価ではあるが、それでも)現在100ドルすることを考えると決して安価とは言えないことである。将来は自前のCADを開発する必要があるかも知れない。

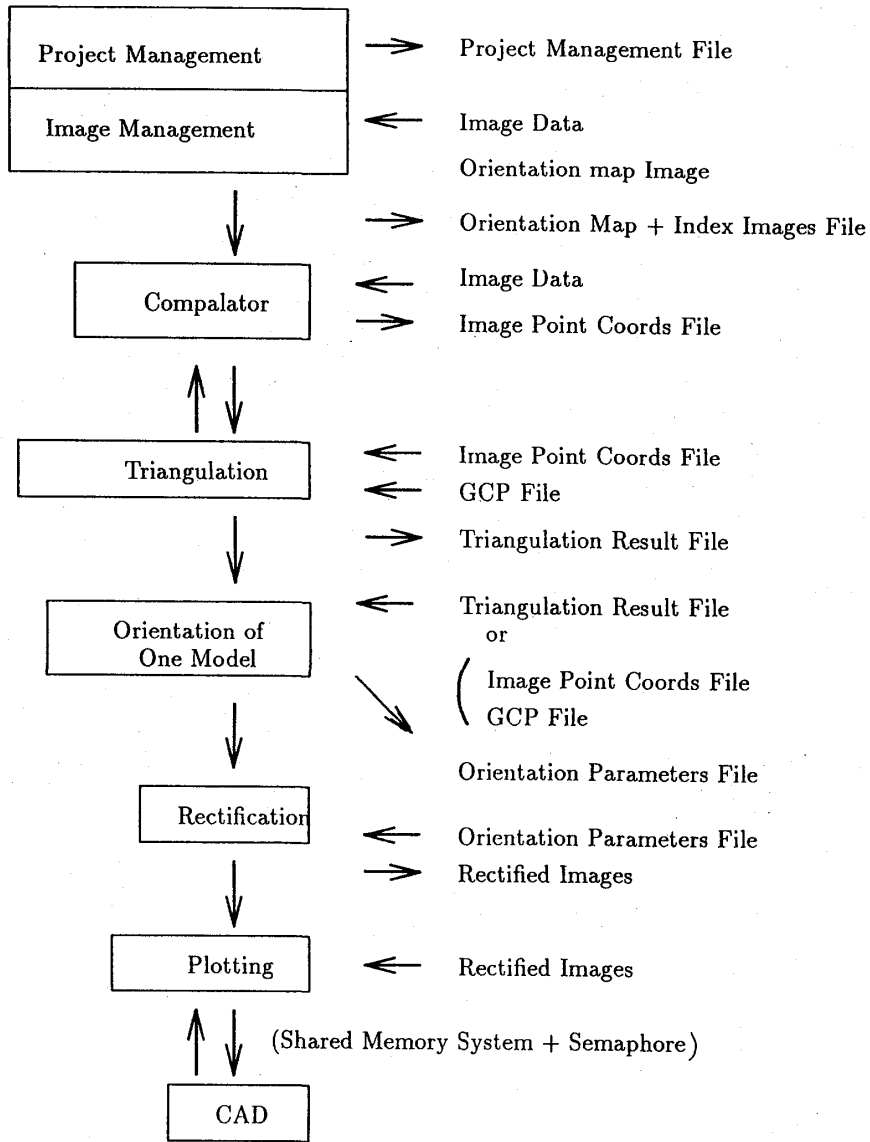


図1 処理の流れとファイルの入出力

Project Name, Organization, Project Period, Mapped Area, Flight Date, Flight Height, Camera name(s), Other Comments
Orientation Map File Name, Image Size,
Image File 1: File Name, Index No., Image size, Pixel Size, Density Level, Camera, Focal Length, Image Scale, Flight Date, Flight Height
Image File 2:
Image File 3:

図2 業務管理ファイル

Orientation Map, Index Image 1, Index Image 2, , ,

図3 標定図とインデックス画像ファイル

Camera Name: Type, Serial No., Purchase Date, focal length, Calibrated Fiducial Marks Coords, Principal Point Coords, Best of Symmetry, Coefficients of lens distortion

図4 カメラファイル

Image File Name 1  
 Camera Name  
 Affine Parameters from Image Coords to Photo Coords  
 Fiducial Mark 1, Row No., Column No., x, y  
 .  
 .  
 Fiducial Mark 4, Row No., Column No., x, y  
 Point Name 1, Row No., Column No., x, y  
 Point Name 2, Row No., Column No., x, y  
  
 Image File Name 2  
 .  
 .

図5 画像点座標・写真点座標ファイル

Point Name 1  $X_c, Y_c, Z_c, W_1, W_2, W_3$   
 Point Name 2  $X_c, Y_c, Z_c, W_1, W_2, W_3$

図6 地上基準点 (GCP) ファイル

Image File Name 1, Exterior Orientation Parameters, Standard deviations,  
 Image File Name 2, Exterior Orientation Parameters, Standard Deviations,  
 .  
 .  
 Point Name 1, XG, YG, ZG, VX, VY, VZ  
 Point Name 2, XG, YG, ZG, VX, VY, VZ  
 .  
 .

図7 空中三角測量出力ファイル



Model Name 1, Image File Names, Relative Orientation  
Parameters, Absolute Orientation Parameters,  
Rectification Information ( Rectified Image File  
Names, Rectified Area, Pixel Size)

Model Name 2,  
.  
.

図8 モデルの外部標定要素ファイル

Model 1 Images (Left Image, Right Image)  
Model 2 Images (Left Image, Right Image)  
.  
.

図9 偏位修正画像ファイル

Layer No.1, Attributes,  $p_1(x_1, y_1)$ ,  $p_2(x_2, y_2)$ , ...,  
.  
.

図10 3Dグラフィクスファイル

Project Management
Comparator
Triangulation
Orientation of One Model
Rectification
Plotter

図11 メニュー画面

Project Name	
Organization	
Project Period	
Mapped Area	
Flight Date	
Flight Height	
Camera(s)	
Image Scale(s)	
Focal Length	
Others	

図12 業務管理の記述画面

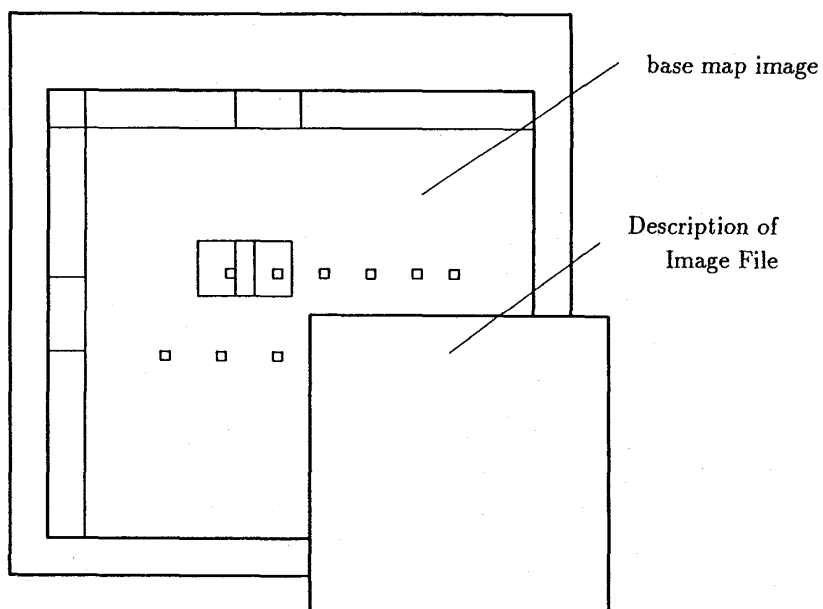


図13 標定図 作成画面

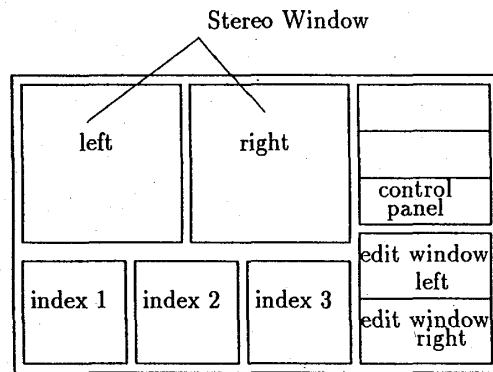


図14 コンパレータの画面

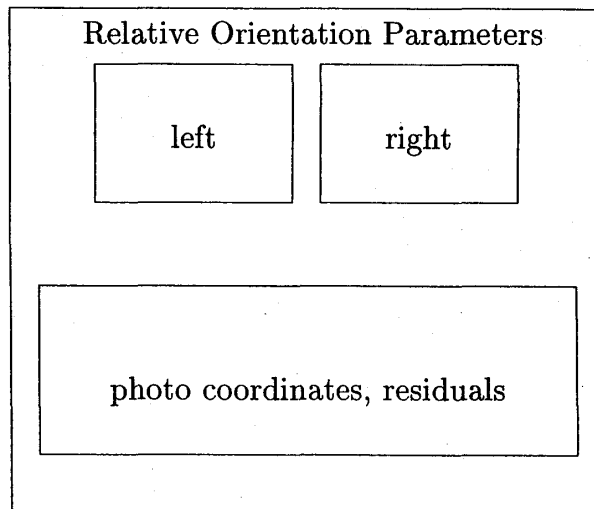


図15-1 相互標定の結果の画面

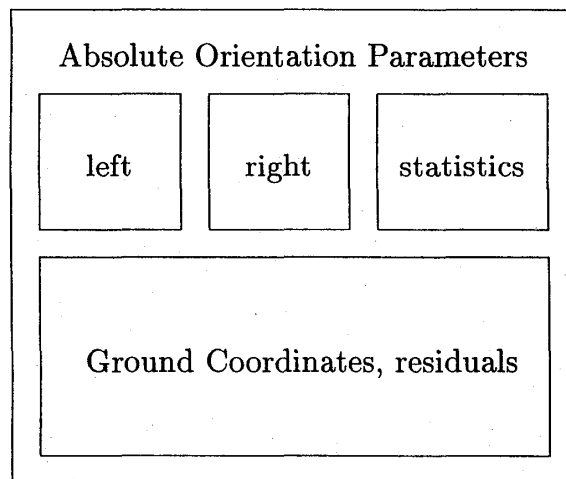


図15-2 対地標定の結果の画面

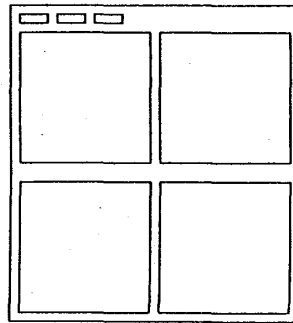


図16-1 偏位修正画面

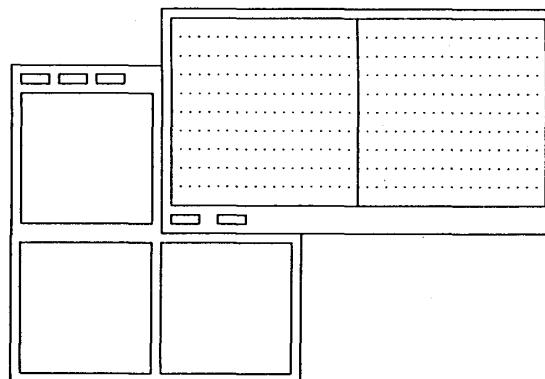


図16-2 偏位修正での縦視差確認画面

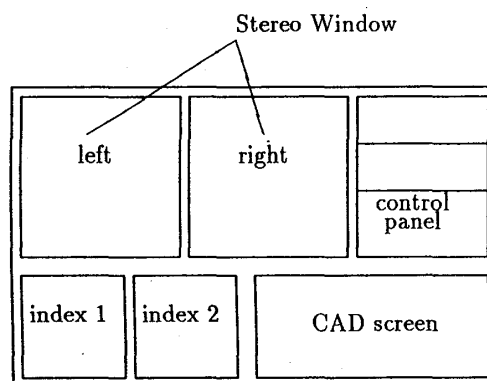


図17-1 プロッタ画面 (全体)

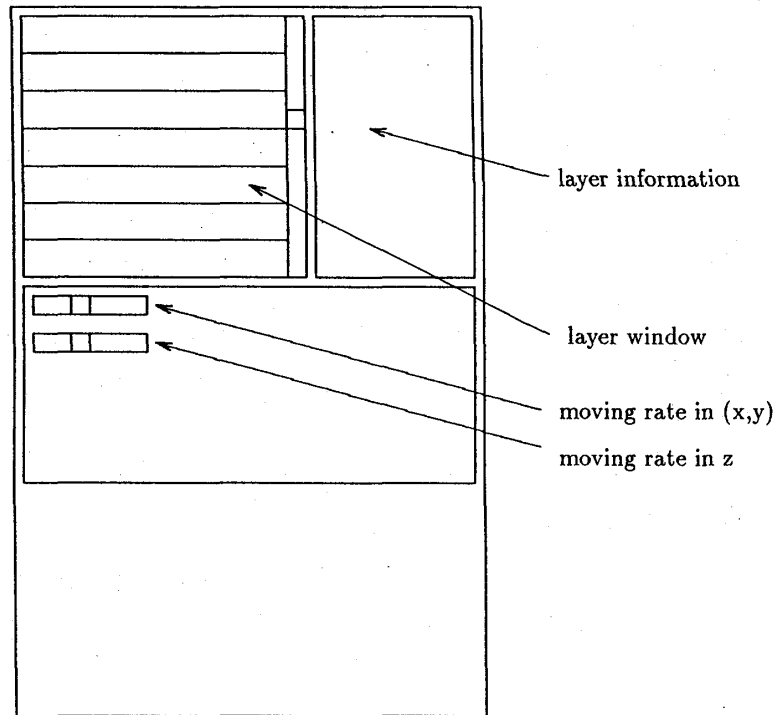


図17-2 プロッタ画面のコントロールパネル

#### 参考文献

- 1) 服部 進、岡本 厚、大谷 仁志：デジタル写真測量での標定と計測，写真測量とリモートセンシング，vol.32, No.6, 1993, pp.47-56
- 2) Hattori S., A. Seki, A. Okamoto, et.al.:Development of A Fully Software-Oriented Digital Image-Based Plotter, Proc. of ISPRS Commission V Symposium, Vol.30, Part5, Close Range Techniques and Machine Vision, ISPRS, 1994, Melbourne