

振動データ時系列処理のプログラム

TimeProcess 説明書

はじめに

“TimeProcess”は、三成分の加速度計を使って、構造物、主として橋梁、を対象とした振動測定データの時系列解析プログラムです。振動測定は、現場でバイナリー形式の原始データとして CF カードに記録されます。このデータをパソコンに取り込んで、管理用フォルダに保存します。原始データは、まず、プログラム“DataPreviewer”を使って、波形とパワースペクトルの傾向を観察します。これによって、測定データが詳細解析に向くかどうかの判定ができますので、データ形式を整えて解析作業用ファイルを作成します。“TimeProcess”は、この解析作業用ファイルを入力データとして時系列解析を行うように特化しており、“DataPreviewer”と姉妹関係にあるプログラムです。したがって、“DataPreviewer”の説明書の方も、あらかじめ眼を通してあるものとして、この説明書を構成してあります。

振動現象を判断する第一義的な解析は、パワースペクトルを計算して卓越振動数を求めることです。このパワースペクトルは、光のスペクトルとは物理的な意味が異なっていて、確率的な性質を持ちます。橋梁の振動は、自動車通行などの外的な攪乱力による応答ですので、正確な周期を刻む振動ではなく、揺らぎがあります。この性質が減衰係数と関係があります。また、幾つかの卓越振動があるとしても、条件次第で、出たり出なかったりします。振動の出具合については、種々の統計的な見方がありますので、一通りの統計処理ができるツールを“TimeProcess”に含めました。なお、解析作業用ファイルはテキストファイルになっていて、その拡張子は(*.acc)です。この拡張子だけを(*.csv)に書き替えれば、EXCEL でそのまま読めるようになっています。EXCEL には豊富な統計処理用の関数がありますし、グラフ化ツールも便利に使うことができます。パワースペクトルの計算などは、できない相談ではありませんが、手が掛かりすぎますので、専用化したプログラム“TimeProcess”を Visual Basic 6.0 (VB6) で準備しました。

この説明書は、振動データ解析をする一般ユーザ向けに作成しました。このプログラムのユーザインタフェース骨格は、別に作成してある“Prototype”プログラムです。こちらの説明書には、プログラマ向けの情報をまとめてあります。“TimeProcess”の操作、つまりユーザインタフェースは、Prototype で採用している方法であって、ウイザード方式です。これは、説明用のウインドウ（コンソール画面）にユーザ向けの案内表示が出ますので、それを見て、ウインドウ下側にあるステータスバーにあるパネルのどれかをクリックすることで、作業を進めるようにした方式です。

内 容 目 次

あらかし

1. プログラム概要

1.1 時系列処理の解説

- ・“TimeProcess”の目的は振動解析にあること
- ・データ解析に統計処理が応用されること
- ・標本の構造は固定化してあること
- ・周期的な性質の解析はフーリエ解析を応用する
- ・確率的な性質は相関計算で求める
- ・攪乱力の方の確率モデルも吟味の対象にする

1.2 パソコンの作業環境

- ・セットアップとユーティリティプログラムの準備
- ・画面はMDI形式

1.3 作業の進めかた

- ・立ち上げ時の初期画面
- ・プログラムの終了は閉じるボタン \square をクリックする
- ・作業の進めかた
- ・メニュー項目は追加的な処理に使う
- ・テキスト画面は記録保存用に使う

2. 作業の手順

2.1 処理の開始画面<S02>

- ・画面<S01>はすべての設定値を初期状態に戻す
- ・解析作業用ファイル読み出し
- ・振幅を標準化してグラフ化する

2.2 入力データの確認と閲覧画面<S03>

- ・測定装置側での処理を簡単にする
- ・波形図から読取る性質があること
- ・波形のクセを眺める
- ・ヒストグラムと相関散布図を見る (パネル【2】)
- ・順序グラフは波形のクセが分かる (パネル【3】)

2.3 入力データ波形の加工<S03A>

- ・入れ子の処理であること
- ・平均値を0に揃える (パネル【1】)
- ・平均値が0でないと相関関数のグラフに影響する
- ・トレンド分を除く (パネル【2】)
- ・細かな変動分を除く (パネル【3】)
- ・【戻る】と【OK】を使い分ける

2.4 相関関数の計算と作図<S04>

- ・相関関数の計算を先に行う
- ・相関関数の計算は周期現象を強調する
- ・再帰的に自己相関関数の計算をする
- ・数値計算技術で起こる微妙な誤差がある

2.5 パワースペクトルの計算と作図<S05>

- ・エネルギースペクトルであること
- ・比較のために4種類のグラフが表示できる
- ・卓越振動数の【Print】はパワーの大きい箇所を拾いだす

2.6 減衰係数の計算と作図<S06>

- ・自己回帰モデルから減衰率を求める
- ・【Print】は減衰係数をテキスト画面にリストする

3. メニュー

3.1 メニューの使い方

- ・メニューはランダムに処理を選べること
- ・子ウインドウ別にメニュー項目が変わる
- ・ツールバーを使わない

3.2 コンソール画面のメニュー

3.3 テキスト画面のメニュー

3.4 グラフィックス画面のメニュー

索引

(キーワード索引は目次的な意義がありますので、最初に付しました)

関連する他の説明書類

- (1) 振動測定による構造物診断システム説明書
- (2) 振動測定データの前処理プログラム DataPreViewer 説明書

索引

索引で参照する番号は（章番号・節番号・段落の順）をしめします。

案内表示	1. 2. 2	トレンド	2. 3. 4
移動平均	2. 3. 5	波形のクセ	2. 2. 3
ウィザード	1. 3. 3	波形の加工	2. 3. 1
ウィザード	3. 1. 1	波形図	2. 1. 2
ウインドウ	2. 3. 5	パネル	1. 3. 3
エコー	1. 2. 2	パワースペクトル	2. 5. 1
エネルギースペクトル	2. 5. 1	ヒストグラム	2. 2. 3
応答振動	1. 1. 6	標本	1. 1. 2
オブジェクト	3. 1. 3	フーリエスペクトル	2. 5. 1
親ウインドウ	1. 2. 2	フーリエ解析	1. 1. 4
解析作業用ファイル	1. 1. 1	プログラムの終了	1. 3. 2
回帰現象	2. 6. 1	平滑化	2. 2. 3
確率モデル	1. 1. 6	平均値	2. 3. 2
確率過程	1. 1. 2	閉じるボタン	1. 3. 2
確率密度関数	2. 2. 4	メニュー	1. 3. 4
キーショートカット	2. 1. 1	メニューバー	1. 3. 4
グラフィック画面	1. 2. 2	文字入力枠	1. 2. 2
クリップボード	1. 2. 1	離散化	1. 1. 2
減衰係数	2. 6. 1	ローパスフィルタ	2. 2. 1
固有周期	2. 4. 1		
子ウインドウ	3. 1. 3		
コンソール画面	1. 2. 2		
時系列	1. 1. 1		
自己回帰モデル	1. 1. 5		
自己相関関数	2. 4. 1		
システムメニュー	1. 3. 2		
順序グラフ	2. 2. 5		
常時微動	1. 1. 6		
振幅	2. 1. 3		
ステータス	1. 3. 3		
ステータスコード	1. 3. 3		
ステータスバー	1. 3. 3		
相関関数	2. 3. 3		
相関関数	2. 4. 1		
相関散布図	2. 2. 4		
相互相関関数	2. 4. 1		
タイトルバー	1. 3. 4		
卓越振動数	2. 5. 3		
立ち上げ	1. 3. 1		
単位インパルス応答	2. 6. 1		
直流分	2. 3. 1		
ツールバー	3. 1. 3		
ツールバー	1. 3. 4		
テキスト画面	1. 2. 2		
デジタル化	1. 1. 2		
統計処理	1. 1. 1		
ドリフト	2. 3. 2		

英字

.acc	2.1.2	Isotropic(サブサブメニュー)	
An-isotropic(サブサブメニュー)		LINE(メニュー)	
AR モデル	1.1.5	MDI	1.2.2
AR モデル	2.4.1	Medium (サブサブメニュー)	
AUTOREDRAW(メニュー)		Microsoft Photo Editor	1.2.1
Cascade(サブメニュー)		Office 2000	1.2.1
ClearScreen(サブメニュー)		PasteFromClipBrd(サブメニュー)	
CLS(サブサブメニュー)		PictureCLS(サブサブメニュー)	
CopyToClipBrd(サブメニュー)		Print(サブメニュー)	
DashedLine(サブサブメニュー)		SaveBmpFile(サブメニュー)	
DataPreviewer	1.1.1	SaveLprint(サブメニュー)	
DotDash(サブサブメニュー)		SolidLine(サブサブメニュー)	
DotDotDash(サブサブメニュー)		Startup(サブメニュー)	
DottedLine(サブサブメニュー)		Style(サブメニュー)	
EDIT(メニュー)		Thick (サブサブメニュー)	
EXCEL	1.2.1	Thin (サブサブメニュー)	
FFT	2.5.2	Vertical(サブメニュー)	
FILE(メニュー)		Viewport(サブメニュー)	
FONT(メニュー)		Width(サブメニュー)	
FORM(メニュー)		Windows 系パソコン	1.2.1
Hamming(サブメニュー)		WORD	1.2.1
Help(サブメニュー)			
HELP(メニュー)			
Horizontal(サブメニュー)			

1. プログラム概要

1.1 時系列処理の解説

“TimeProcess”の目的は振動解析にあること

“TimeProcess”は、構造物の振動解析専用のプログラムです。解析に使うデータは、三成分の加速度計で測定したデータを事前加工するプログラム“DataPreviewer”、が出力した解析作業用ファイル(*.acc)に特化してあります。処理の主な目的は、三成分の振動を並列に解析して、それぞれの卓越振動数と減衰係数の計算ですが、三成分相互の比較や相関が分かるデータも作成します。計算結果は、モニタ画面上に、数値とグラフとで得られますので、必要に応じてプリンタやファイルに書き出して、報告書の原稿にします。種類の異なる多くのグラフ作成ツールを用意してあります。例えば、パワースペクトル図は、自己相関関数のコサイン変換で計算する方法と共に、FFTで計算する方法も選択できます。このグラフ化においても、座標軸の尺度を線形尺度にするか、対数尺度にするか、の選択ができます。これらのスペクトル計算では、元のデータから、平均値を0にする・波高値を標準化する、などの事前の統計処理と加工を行います。この統計処理については、関連するプログラムステップの箇所で解説しますが、この章では、まず、入門的な解説をします。

データ解析に統計処理が応用されること

何かの事象の性質を表すために、順序付けられた数値の集合を使いますが、これを擬似的に連続関数の扱いをします。この順序付けの媒介変数を時間軸で考える事象を時系列(time process)と言います。この事象には、周期的性質と確率的性質とが混ざり合っていますが、特に後者に注目するときは確率過程(stochastic process)と言います。振動の測定データは、代表的な時系列です。時間的に連続する事象を解析に載せるときは、適度な時間区間 T を選び、その間を一定のサンプリング周期 Δt で数値化(デジタル化)します。これを離散化(discrete)と言います。連続的な事象を正確に記録したいとなると、瞬間瞬間の事象変化を繋ぐように Δt を細かくします。そうすると、データ量が非常に多くなりますので、適度な時間間隔の測定をして、量を抑えたデータの集合を扱います。このデータから、対象としている事象の性質を解析します。この考え方は、統計解析です。つまり、元の事象を母集団と考え、そこから選択的に標本を抽出して解析することで、元の事象の性質を判断するからです。

標本の構造は固定化してあること

統計処理では、母集団から標本(サンプル)を取り出すことについて多くの検討を加えます。構造物の振動解析の場合には、解析作業用ファイルを作成する“DataPreviewer”の処理時点で吟味しますので、この“TimeProcess”では標本の仕様は固定です。それは、「同時測定三成分、サンプリング区間 T =約 20 秒、周期 Δt =0.01 秒、サンプル数 2K(2048)」です。これに合わないサンプル構造の処理については、問題ごとに別途プログラミングしなければなりません。

周期的な性質の解析はフーリエ解析を応用する

そもそも、数学的な手法であるフーリエ解析は、関数の図形的な特徴を求める目的に使います。これをスペクトルの作成に应用するときは、三角関数の位相角を捨象して、sin成分と cosine成分の合成である周波数別の大きさで表します。工学的には、その大きさの二乗を求め、パワースペクトル(エネルギースペクトル)で表します。振動現象を測定してグラフに描いて観察すると、測定器の特性などによって波形に歪みがでます。最も良く観察されるのは、電気的言うと、直流分と時間的に一定割合で増加または減少するドリフトです。これらは、フーリエ解析に掛ける前に正規化します。振動データは、解析目的によっては、測定値を対数尺度に変換して出力する、などの感度調整があります。そうであっても、測定値相互の大小順位は保存されています。振動波形に注目すれば、同じ周期の正弦波形・三角波形・鋸波形・矩形波形などは、それぞれ別の顔に見えても、総て同じ周期を持つ現象と解釈できます。しかし、この波形をフーリエ解析にかけると、顔の違いを表すように、卓越する振動周期以外に多くの周期成分が計算されます。したがって、図形的な特徴に左右されるような余分な周期成分を、なるべく抑えるようにする処理方法を準備しました。

確率的な性質は相関計算で求める

二つの時系列間の関わり具合を求めるには、統計処理を応用して、**相関係数**(correlation)の計算を行います。実は、フーリエ係数を求める計算は、時系列と三角関数との相関係数の計算です。時系列の相関係数の計算では、一方の時系列に時間差をつけてズラして計算し、この時間差を媒介変数とした値を求めますので、**相関関数**と言います。同じ時系列を使った計算を**自己相関関数**(auto-correlation function)と言い、別の時系列で計算した関数を**相互相関関数**(cross-correlation function)と言います。元の事象に周期的な性質があるとき、統計の用語では**自己回帰的**(auto-regressive)であると言います。回帰的な性質を発現する数学モデルを**自己回帰モデル**(ARモデル)と言います。良く使われるモデルは線形二次の自己回帰モデルですが、これが力学的には減衰を持つ一自由度振動系モデルと同じものです。したがって、自己相関関数数の計算から、**減衰係数**を計算できます。

攪乱力の方の確率モデルも吟味の対象にする

自動車エンジンのような機械装置は、装置自体が振動を発現します。これに対して、構造物では、外からの攪乱力に引きずられて振動しますので、**応答振動**と言います。そうすると、応答振動のデータには、構造物自身の減衰振動の性質を表す確率モデルと、攪乱力の方の確率モデルとが混じって観察されます。振動測定の作業では、どちらのモデルを取り出すかについて、注意深く計画しなければなりません。実は、振動計測用のセンサー自体も一自由度系の振動系を構成していて、ある周波数帯でほぼ一定の応答レベルを持つように設計されます。構造物の振動モデルを同定する測定では、三種類の起振方法があります。第一は、振動数を変えることができる起振機を使う方法です。第二は、自由振動を起こさせるように衝撃的な加振を起こさせる方法です。第三は、車両の通行、風に因る起振、地盤からの常時微動に因る応答など、ランダムな攪乱力に期待する方法です。ランダム性が高い攪乱力であると、統計処理でランダムな性質を除く計算ができて、結果として対象とする構造物自体の振動モデルを同定できます。しかし、理想的なランダムな攪乱力で加振されるとは限りませんので、卓越振動でも、時間的にも場所的にも出たり出なかったりする確率的な性質が見られます。したがって、数値計算上の結果に加えて、測定時の状況、対象構造物の構造力学的な特徴、などを総合的に判断してコメントしなければなりません。この判断には、かなりの経験的な知見が必要です。

1.2 パソコンの作業環境

セットアップとユーティリティプログラムの準備

実行形式にコンパイルしたアプリケーションプログラム“TimeProcess”は、標準的には Windows 系パソコンで機能しますが、Visual Basic 6.0 (VB6) で開発しましたので、VB6 が機能する OS 環境が必要です。実行形式のプログラムは、実行時には VB6 固有の DLL などが要求されることがありますので、そのままでは実行しないことがあります。このプログラムと姉妹関係にある“DataPreviewer”をセットアップしてあれば、この問題は解決します。“TimeProcess”で解析した図やリストなどの結果は、種々の編集処理をして報告書にまとめます。そのツールとしては、Microsoft 社の Office 2000 以降が提供する WORD, EXCEL などを使うのが簡便です。作業結果は、WORD や EXCEL を同時に走らせておいて、クリップボードを介してデータのコピーと貼付けを行うことができます。文字データの編集は WORD でできますが、グラフィックスデータの編集は Microsoft Photo Editor が便利です。このツールは、Office2000 のユーティリティに入っています。デスクトップの画像をクリップボードにコピーするには、キーボードの PrintScreen (PrtScr) キーを使います。

画面は MDI 形式

“TimeProcess”を立ち上げたときの画面レイアウトを図 1.1 に示します。この全体枠は MDI 方式の親ウインドウです。左上は コンソール画面です。上段にキーボードからの 文字入力枠、その下にユーザ向けの 案内表示が載ります。その下が、グラフィック画面です。“DataPreviewer”の画面配置と違って、親ウインドウの右側を、縦長の テキスト画面にしてあります。リストが多くなるからです。処理結果など、プリンタに出力したいデータは、一旦ここに書き出され、必要に応じて、ここからプリンタまたはファイルにデータを転送します。このウインドウは、単独でテキストエディタとして使えます。文字入力枠へのテキスト入力も、ここにエコー表示されます。

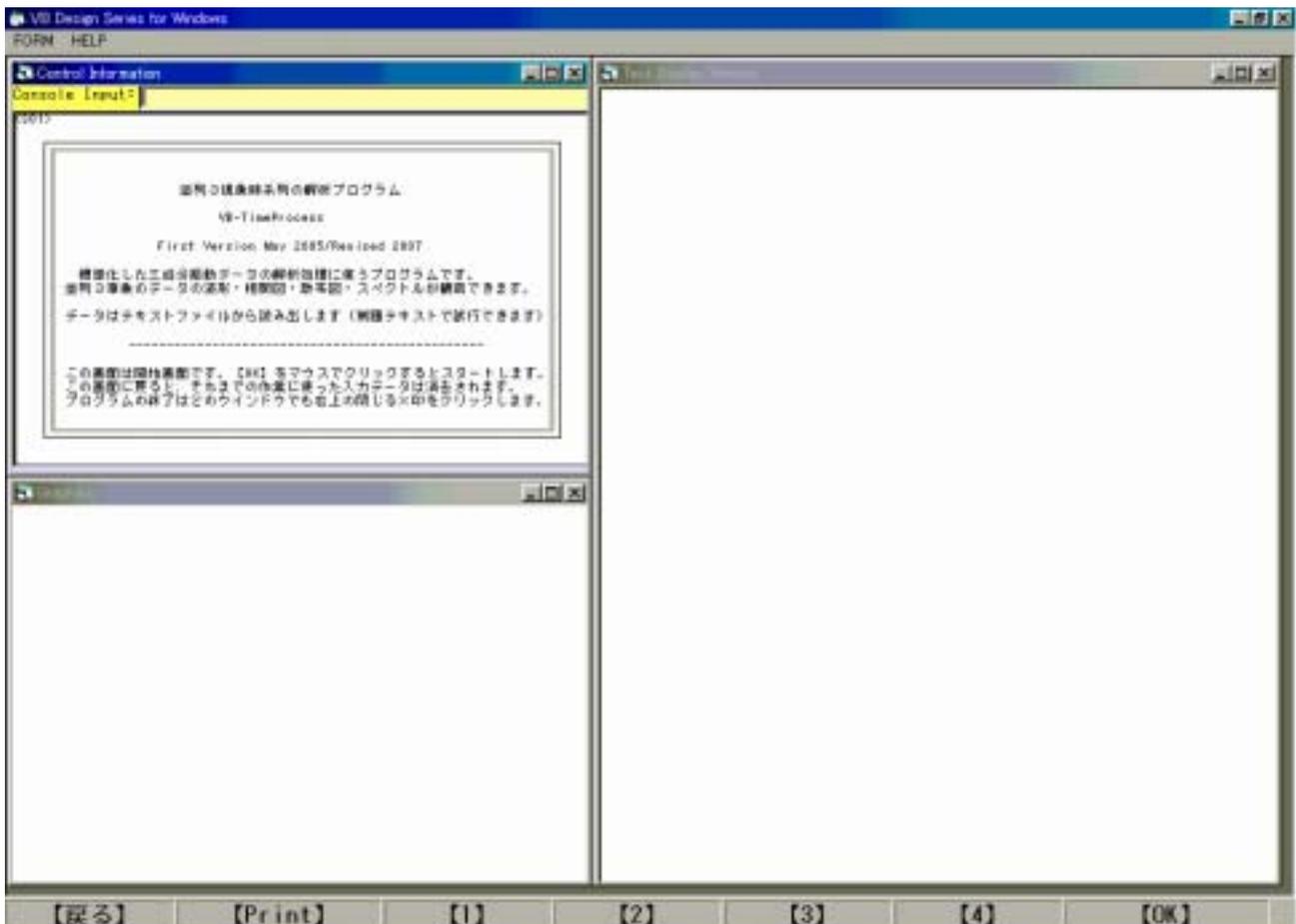


図 1.1 TimeProcess の立上げ時(startup)の画面レイアウト

1.3 作業の進めかた

立ち上げ時の初期画面

TimeProcess のユーザインタフェースは、標準の Windows の環境で機能するように設計しました。プログラムを立ち上げると、デスクトップ画面一杯に親ウインドウが表示されます。親ウインドウの位置と寸法は、ユーザの作業環境に合わせて変更することができます。設計時は、モニタに 640×480 の解像度を想定してありますので、これより高い解像度のモニタを使うと、相対的に文字表示が小さくなります。テキスト画面とグラフィックス画面の文字寸法は、それぞれの FONT メニューで変更できます。

プログラムの終了は閉じるボタン をクリックする

TimeProcess を終了させるのは、親ウインドウ、子ウインドウ共に右端の 閉じるボタン をクリックします。また、親ウインドウタイトルバーの左端の システムメニュー から終了の指定ができます。終了が指定されると、終了確認のメッセージボックスが表示され、終了をキャンセルすることもできます。一般的な Windows のアプリケーションでは、FILE メニューにプログラム終了を持つのが定番ですが、この終了方式を採用していません。その理由は、メニュー項目はアクティブになっている子ウインドウによってメニュー項目が変わるからです。

作業の進めかた

親ウインドウの最下段に ステータスバー があり、そこに名前付き パネル : 【戻る】 【Print】 【1】 【2】 【3】 【4】 【OK】 が並んでいます。ユーザは、マウスでどれかのパネルをクリックして作業を進めます。ステータスバーは、子ウインドウを移動しても隠されることがありません。TimeProcess は幾つかの処理段階に分けてあります。プログラムがどの状態 (ステータス) にあるかを表す記号が ステータスコード であって、<S01>、<S02>…のようにコンソール画面左上に表示されます。この記号に対応して、コンソール画面に説明が書き出されます。そこには、どのパネルをクリックすればよいかの案内が表示されます。基本的には【OK】をクリックすると次のステップに移り、【戻る】は取り消し、または前のステップに戻ります。説明のないパネルをクリックしても何もしません。このようなユーザインタフェースを ウィザード方式 と言います。

メニュー項目は追加的な処理に使う

メニューバー は、親ウインドウの タイトルバー の直ぐ下に表示されます。メニュー の項目並びは、フォーカスのある (アクティブになっている) 子ウインドウによって変わります。アイコンの図柄でメニューの選択ができる ツールバー は、メニューバー処理との重複表示になりますので使いません。メニューの項目は、本筋のウィザード方式の処理とは別の、追加的な処理をさせます。主な利用目的は、例えば、表示されている画面の情報をプリンタやファイルに書き出すことです。グラフィックス画面の場合にはメニュー項目が最も多くなっていますが、この項目はグラフィックスプロトタイププログラムの仕様を流用したからです。

テキスト画面は記録保存用に使う

ユーザがインタラクティブに作業をするときには、図 1.1 の子ウインドウ配置が便利でしょう。コンソール画面 は、プログラム側からユーザに指示を表示する目的に使用しますので、書き込みはできません。文字寸法はウインドウ寸法に比例して変化しますので、あまり小さな画面にすると文字が読み難くなります。テキスト画面 は、プリンタに結果を出力するデータのバッファの意義があり、テキストエディタの機能もあります。コンソール画面の上段に一行分の 文字入力枠 があって、ユーザ作業の節目に、キーボードからの文字を入力できるようになっています。ここで文字入力をして改行すると、テキスト画面が隠されていてもテキスト画面の最下行に追加して書き込まれますので、メモの挿入ができます。

2. 作業の手順

2.1 処理の開始画面<S02>

画面<S01>はすべての設定値を初期状態に戻す

プログラムの立ち上げ画面<S01>は、先の 1.1 節に示した図 1 です。テキスト画面とグラフィックス画面は空白になっています。プログラムの実質的な開始は、【OK】パネルをクリックして進めた次の画面<S02>からです。別の解析用ファイル进行处理したいときには<S02>から再開しますが、<S01>画面まで【戻る】と子ウィンドウの配置を始め、初期値がデフォルトの値に戻されます。ただし、グラフィックス画面は消去されますが、テキスト画面はそれまでの記録を残します。テキスト画面を消去するのは、テキスト画面をアクティブにし、Ctrl+A のキーショートカットで全テキストを選択しておいて、Back Space キーを使います。

解析作業用ファイル読み出し

<S02>の画面で【OK】をクリックするとファイル読み出しのダイアログボックスが表示されますので、読み込みたいデータファイルを選択します。ファイルはテキスト形式のファイルですが、振動データの処理に特化してありますので、その拡張子(*.acc)としました。間違ったファイルを選択することがあります。その場合には、エラーが表示されます。最初の 8 行分のデータは参考にテキスト画面にリストしますが、処理には使わず、読み飛ばします。正しいフォーマットのファイルであることを確認するため、最初の 20 行分の数値がリストされます。三成分のデータに続けて、タイミングデータが 0.01 刻みで表示されていれば正しいファイルであると確認ができます。全リストは 2048 行もありますので、残りはリストしません。データ個数が少なければ、残りに 0 がつまり、多ければ無視します。モニタリング用に波形図をグラフィックス画面に描いて、<S03>の画面に移ります (図 2.1 参照)。

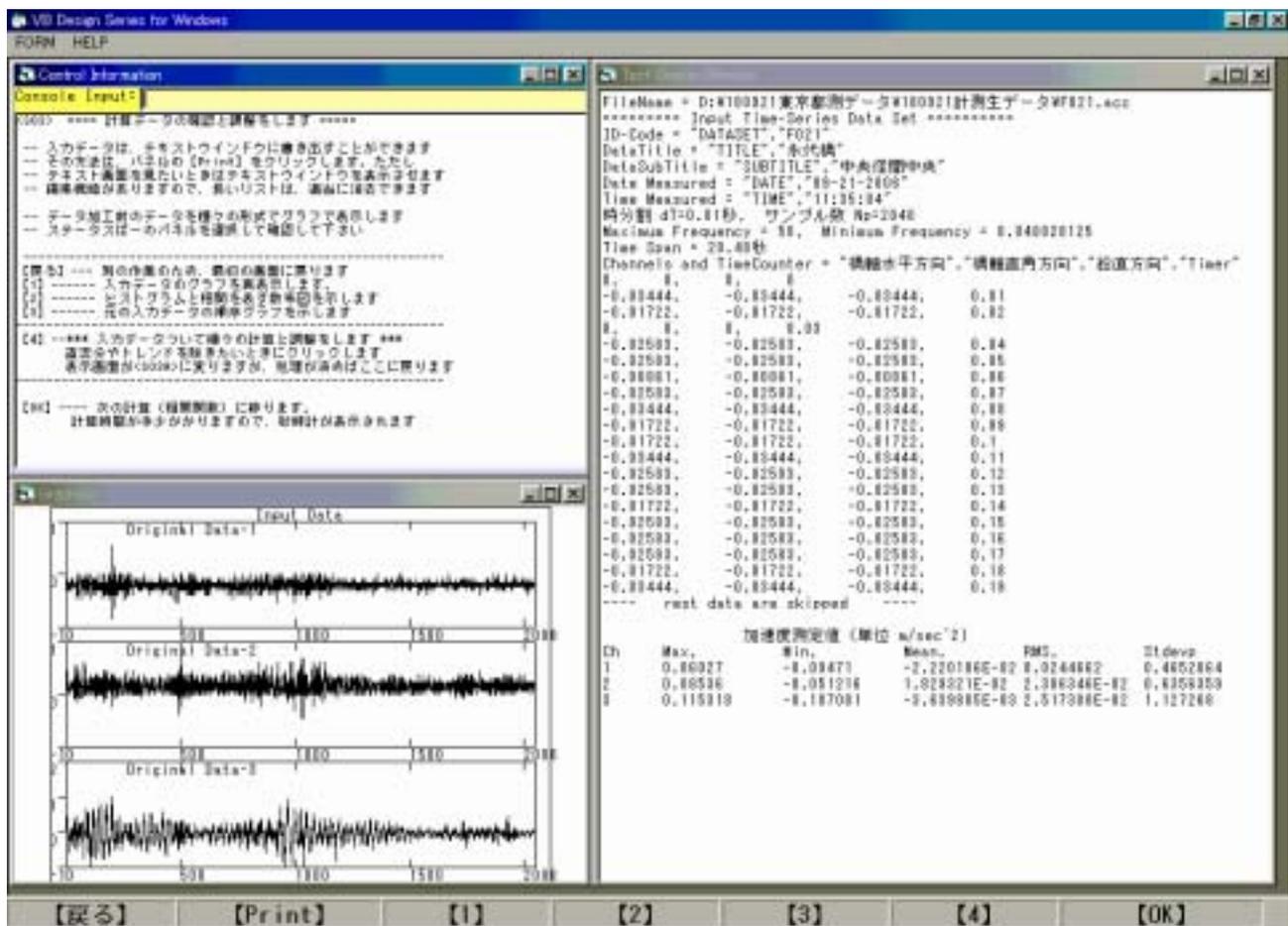


図 2.1 : ステップ<S03>まで進んだときのウィンドウ画面 (永代橋の測定例)

振幅を標準化してグラフ化する

テキスト画面には、元の加速度データの最大・最小値などの統計量の計算値をテキスト画面にリストします。プログラム“TimeProcess”は、振動現象に含まれる周期的な性質の解析が主目的ですので、波形の観察のため、波形図をグラフィックス画面に作図します。測定される加速度の大きさは大小様々ですので、最大最小全振幅が2になるようにグラフの高さを標準化して表示します。常時微動のような微弱な振動波形は拡大し、衝撃的な大きな振幅現象も作図枠内に収まるように作図します。ただし、3成分の振動は全く独立な現象ではありませんので、振動の大きさが比較できるように、波高を標準化する係数は3成分データで同じ値を使います。

表 2.1: 解析作業用ファイルを読み出してテキスト画面にリストした例

```

FileName = D:\¥180921東京都測データ¥180921計測生データ¥F021. acc
===== Input Time-Series Data Set =====
ID-Code = "DATASET", "F021"
DataTitle = "TITLE", "永代橋"
DataSubTitle = "SUBTITLE", "中央径間中央"
Date Measured = "DATE", "09-21-2006"
Time Measured = "TIME", "11:35:04"
時分割 dT=0.01秒, サンプル数 Np=2048
Maximum Frequency = 50, Minimum Frequency = 0.048828125
Time Span = 20.48秒
Channels and TimeCounter = "橋軸水平方向", "橋軸直角方向", "鉛直方向", "Timer"
0, 0, 0, 0
-0.03444, -0.03444, -0.03444, 0.01
-0.01722, -0.01722, -0.01722, 0.02
0, 0, 0, 0.03
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.04
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.05
-0.00861, -0.00861, -0.00861, 0.06
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.07
-0.03444, -0.03444, -0.03444, 0.08
-0.01722, -0.01722, -0.01722, 0.09
-0.01722, -0.01722, -0.01722, 0.1
-0.03444, -0.03444, -0.03444, 0.11
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.12
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.13
-0.01722, -0.01722, -0.01722, 0.14
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.15
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.16
-0.02583, -0.02583, -0.02583, 0.17
-0.01722, -0.01722, -0.01722, 0.18
-0.03444, -0.03444, -0.03444, 0.19
---- rest data are skipped ----

          加速度測定値 (単位 m/sec^2)
Ch      Max,      Min,      Mean,      RMS,      Stdevp
1      0.06027 -0.09471 -2.220186E-02  0.0244662  0.4652064
2      0.08536 -0.051216  1.829321E-02  2.306346E-02  0.6356359
3      0.115318 -0.107081 -3.639885E-03  2.517388E-02  1.127268
    
```

2.2 入力データの確認と閲覧画面<S03>

測定装置側での処理を簡単にする

一般に、振動の計測と記録の装置は、求めたい波形が種々の要因で乱されます。構造物の振動測定では雑音に相当するランダムな波形を含みますので、生でデータを記録するのではなく、なにがしかの平滑化を行います。信号処理ではローパスフィルタなどが使われます。このような処理は、物理的に正確な測定を目的とするのではなく、処理結果を見易く、また強調するために行う恣意的な意味があります。デジタル技術が進歩してきましたので、測定装置側で処理するサーボ装置やフィルタ回路などの利用を省いても、数値計算の方で弾力的に対応ができるようになりました。そこで、測定波形を観察するステップとして、<S03>の画面では、幾つかの選択肢を用意しました。次の処理へは【OK】で進めるのですが、そのままでは計算結果が乱れることがありますので、それを、ここで調整する目的があります。

波形図から読取る性質があること

図 2.1 の画面は、これからスペクトル解析などに掛けるデータを観察する（閲覧）目的があります。波形図を観察するときの、幾つかのヒントを説明します。

- 波形図の横軸はサンプル数です。サンプリング周期が 0.01 秒ですので、全横幅は約 20 秒の記録です。どの程度の振動現象があるかの大体の見当がつかます。
- 橋梁の振動レベルは、一般的な構造物の中でも大きく得られます。それでも、重力の加速度 9.8m/sec^2 と較べると、大きい場合であっても 1m/sec^2 (100 ガル) を超えることは多くありません。
- テキスト画面の方にリストされている加速度の平均値などの統計量は、桁数の多い実数値で表現してあります。しかし、加速度の生の振動測定値はデジタル化した符号付き整数値です。数値の精度としては、多くても 2 桁ですので、レベルの小さい測定波形は、滑らかさがありません。また数値をレポートに載せるときは、有効数字を二桁程度に抑えます。
- 歪みゲージ応用の加速度計では、振動しない場合でも、データが 0 にならない直流成分が幾らか残ります。振動レベルが小さいときは、この値が相対的に大きく現われます。
- 三成分の振動が完全に独立した事象として計測されることはありません。方向別の成分間の異同に注意して観察すると、単独の波形を解析するのでは読めなかった解釈ができることがあります。

波形のクセを眺める

振動現象を計測するセンサー類は、加速度計以外にも種々の種類がありますが、いつも現象を正確に記録する装置ではなく、言わばクセを持ったデータ波形が得られます。測定値の離散化に伴う精度の問題もそうです。歪みゲージ式の加速度計では、0 位置のズレは普通ですし、温度の影響などで、時間的なドリフト現象も起こります。この他に、感度に直線性が無い場合もあって、単純に数値積分をして速度と変位を計算する目的に向かないこともあります。しかし、振動レベル相互の大小順位は保たれていますので、クセがあっても、卓越振動数の計算に使うことができます。理想的な振動波形の例は、sin 関数です。人工的な波形としては、三角波・矩形波・鋸波などがあります。+側と-側とで波形の性質が違う例もあります。波形に違いのある振動現象をスペクトル解析すると、基準とする周波数以外にも多くの周期現象が含まれているように計算されます。振動現象の解析では、これらの図形的なクセを捨象するように恣意的な処理が望まれます。波形のクセを知る方法として、パネル番号を選択して、解析に掛ける元の波形【1】、ヒストグラム【2】、順序グラフ【3】、の作図が得られるようにしてあります。これらを見て、種々の実践的な調整方法を試したい興味があるのですが、“TimeProcess”では「平均値を 0 に引き戻すこと・直線的なトレンドを除くこと・簡単な平滑化」の三つが選択できます。

ヒストグラムと相関散布図を見る (パネル【2】)

振動波形は、時間をパラメータとしたデータの推移ですが、時間のパラメータを無視した見方が確率過程です。ヒストグラムは、波高値を離散値の集合と見なして、大小値の現われ方の頻度グラフを表します。図 2.2 の対角線位置にある図がそうです。ヒストグラムを求めるには、その前に、波高値の昇順に並べ変えをしますが、それがパネル【3】をクリックして得られる順序グラフです。数学的には、順序グラフの微分が確率密度関数です。ヒストグラムは、連続関数である確率密度関数の横軸区間を離散化したグラフです。こちらの表現方法が分かり易いでしょう。相関散布図は3現象から2つを選んで、波高値の位置関係を x-y 座標としてプロットした図です。二つの現象が同じ傾向を表すときは、点の集合に回帰的な直線が認められ、全く無関係であると全体に点が分散します。

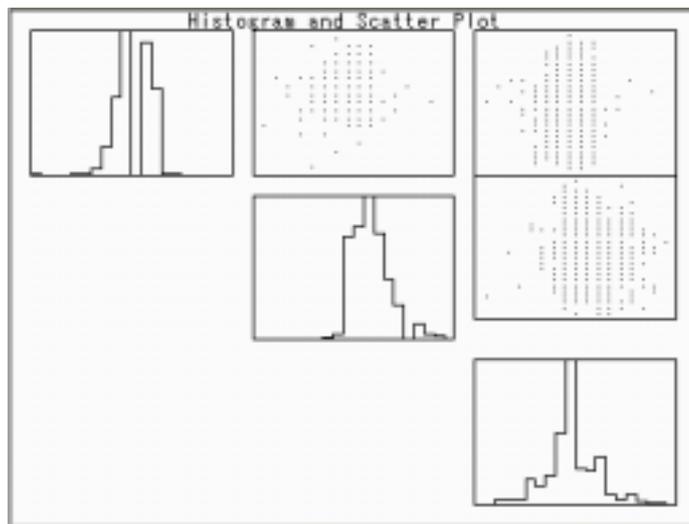


図 2.2： ヒストグラムと散布図が3個ずつ表示されます

順序グラフは波形のクセが分かる (パネル【3】)

順序グラフは、定常的な測定波形に含まれるクセを見つけることができます。理想的なグラフは、中央値に対して点对称を描きますが、そうでない場合は偏りがあります。測定記録装置側のアンプで直線性が無いか、測定値が過大か過小であるときもグラフの形が崩れます。大小順位を保存したまま、順序グラフの形を調整すると、元の振動波形を滑らかにすることができます。ただし、現在の"TimeProcess"には修正処理を含ませていません。図 2.3 の元データは、デジタル化した整数値の振動振幅が±13 と小さいので、グラフは滑らかではありません。

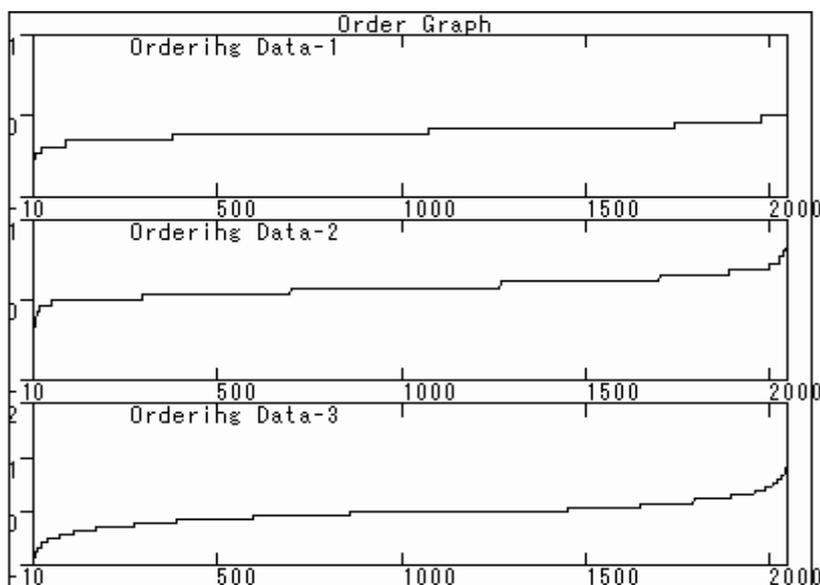


図 2.3： 三現象の入力データの波高を順序グラフで表示した図 (横軸はサンプル数)

2.3 入力データ波形の加工<S03A>

入れ子の処理であること

この画面は、前の画面<S03>からの入れ子で設計されています。パネル【4】をクリックすると<S03>からこの画面になり、【戻る】または【OK】で元の<S03>に戻ります。この画面では、波形図を見て、元の波形図から直流分やドリフト成分を除く事前加工をすることが目的です。パネルを選択すると次の処理が行なわれます。

- 【戻る】： パネル【1】【2】【3】の事前加工をキャンセルして元の波形を使います。
- 【1】： 平均値を0に直します。
- 【2】： 直線的なドリフトと直流分を除きます。
- 【3】： 周期最小な鋸波状の成分を除きます。
- 【OK】： パネル【1】、【2】、または【3】で処理したデータを持ち帰ります。

なお、次の処理画面<S04>へは、一旦<S03>に戻ってから【OK】で進めます。

平均値を0に揃える（パネル【1】）

理想的な振動測定データは、振動しない状態で測定値が0ですが、バランスの具合で0位置からズレることがあります。これをドリフト(drift)と言います。ドリフトがなくても、測定データ全体から統計的な平均値を求めると0にならないことがあります。これは、電気的には直流分と言います。数値計算上は、ドリフトと直流分との区別が付きません。ここでは、統計的な見方に立って、平均値を0に直し、グラフも描き直します。図2.1の左下の波形図は、解析に載せる元の波形ですが、平均値は0ではありません。平均値を0に直したグラフを図2.4に示します。図2.1ではチャンネル1と2のグラフは、0の位置が少しズレているのを見て下さい。ただし、ドリフトが無くても、減衰係数の大きな振動の場合には、平均値を0にすると、返って見掛けの直流分を増やすことがあります。これは相関関数のグラフを見比べて判断します。

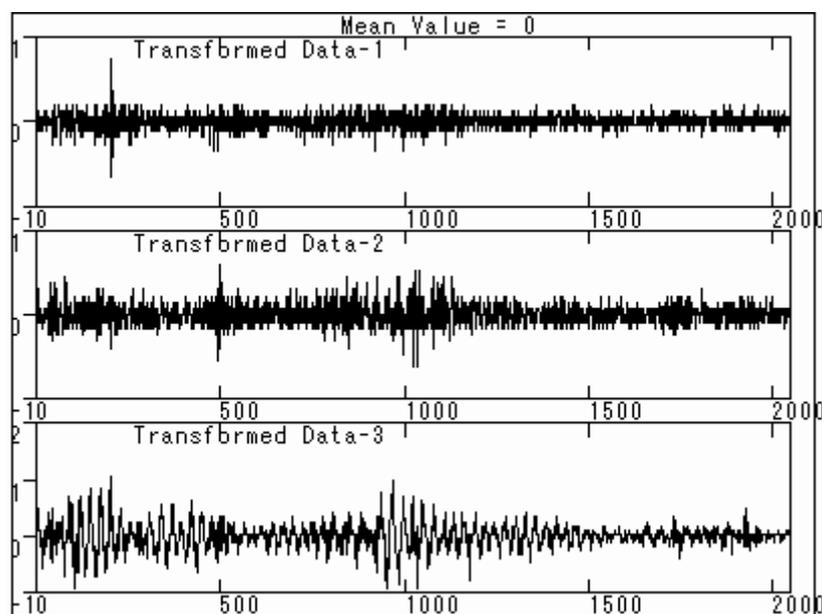


図 2.4: ドリフトを除いた波形。図 2.1 の左下のグラフと比較して下さい。

平均値が0でない相関関数のグラフに影響する

FFT を応用してスペクトル計算をするときには、平均値が0でなくても周期成分の大きさに影響しません。しかし、自己相関関数からパワースペクトルを計算するときは、直流分を除く必要があります。次の 2.4 節で説明しますが、単純に<S04>まで処理のステップを進め、自己相関関数を観察して、あまり思わしくない相関図が得られた場合には、一旦<S03>まで処理を戻し、パネル【4】をクリックして、この<S03A>ドリフト分を除きます。元のグラフから、そのまま相関関数を計算した例を図 2.5 に示します。このグラフと、次の 2.4 節に示す図 2.6 との違いを見比べて下さい。

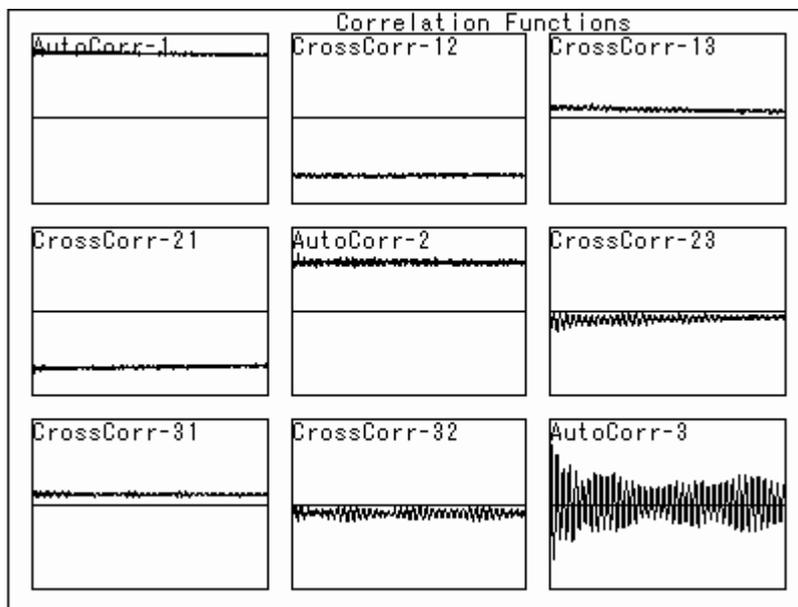


図 2.5：元の波形にドリフトがあると相関関数にもドリフトが残る

トレンド分を除く (パネル【2】)

電子・電氣的な装置では、温度の影響を受けて、測定値が時間的にゆっくりと増加または減少することがあります。これを**トレンド**(trend)と言います。短時間の測定ではあまり問題にはなりません、理論的には一波の鋸波が重畳したことになります。スペクトル計算では、この影響を除いておくのが勝ります。この処理には平均値を0にする【1】の場合を含みます。ただし、上の場合と同じように、減衰係数の大きな振動の場合、必ずしもデータの質を改善するとは限りません。

細かな変動分を除く (パネル【3】)

振動測定をすると、雑音成分として、波形に細かな乱れがあるのが普通です。データサンプリング周期の二倍以上に当たる高い周波数成分は、折り返しのサンプリングで、見掛け上、低い振動成分として取り込まれます。これは、測定器側で抑えるようにローパスフィルタの特性を持たせます。数値解析の場合には部分的な平滑化を掛ける方法を使います。これは、ウインドウを通すと言い、統計処理では移動平均を計算します。この方法は、実用的な見方から種々の工夫がされています。ここでは単純な3連続データの平均を計算して、局所的な凹凸を滑らかにする方法を使います。

【戻る】と【OK】を使い分ける

パネルのパネル【1】【2】【3】をクリックすると、その都度、処理した結果を再描画します。この<S03A>の画面からは、直接<S04>には移らなくて、一旦<S03>に戻ります。その方法は二つです。【OK】は、波形を調整したデータを持ち返りますが、【戻る】はキャンセルであって、最初の読み出しデータに戻ります。

2.4 相関関数の計算と作図<S04>

相関関数の計算を先に行う

“TimeProcess”の処理では、元の時系列のデータから、先に自己相関関数を計算し、その cosine 変換でパワースペクトルを求める方法を採用しています。この変換には FFT を応用しています。最初から FFT を応用してパワースペクトルを求める処理も<S05>で行うことができます。相関関数を計算する理由は、自己回帰モデル(AR モデル)の理論式を応用して、固有周期と減衰係数とを数値計算で求めるからです。3 事象の相関は、自己相関関数と相互相関関数とを計算しますので9種類の計算が行なわれ、計算時間も掛かりますので、その間、マウスのアイコンは砂時計に変わります。相関関数の計算は、元の波形図グラフから 1024 個 (10.24 秒間) を切り出して、時間差 (タイムラグ) を $\tau=0$ から 10.24 秒ズラして計算します。したがって、図 2.4 の相関グラフの横軸幅は 10.24 秒であって、元の波形図の長さ 20.48 秒の半分です。自己相関関数のグラフは、 $\tau=0$ に対して左右対称ですので片側だけの表示です。相互相関関数は、関数を取り替えて計算し、対角線位置に対称に図示します。これは $\tau=0$ に対して折り返して接続するグラフです。

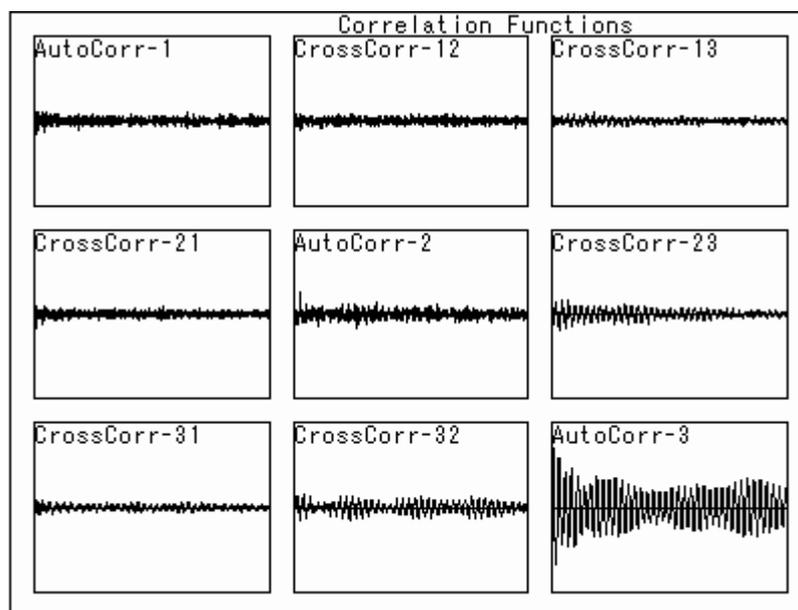


図 2.6： 対角線位置が自己相関関数、対称な位置は相互相関関数のグラフ

相関関数の計算は周期現象を強調する

相関関数は、二つの時系列間の似た部分を強調し、似ていない部分を相対的に抑えた波形を取り出します。雑音に当たるランダムな性質は、理論的には全く似ていない波形ですので、これが抑えられます。構造物の自己相関関数の場合には、外的な攪乱力にランダムな性質があると、結果として、元の構造系の単位衝撃応答の波形が強調されます。この性質を利用して、自己相関関数から、元の振動に含まれる卓越振動数と減衰係数の計算ができます。これは、後のステップ<S06>で処理します。ここでは、パネル番号は下に示す処理を選択します。

- 【1】は、図 2.4 のように 9 種類のグラフを表示しますが、
- 【2】を選択すれば、自己相関関数だけを選んでグラフを描くようにしました。
- 【3】自己相関関数が単位応答と近似しますので、これを入力波形として再帰的に自己相関関数を計算し直します。そうすると、雑音成分を減少させますので、次のステップ<S05>で処理するパワースペクトルの結果が見易くなります。図 2.7 の例図を見て下さい。
- 【Print】あまり利用度はありませんが、相関関数の計算数値は【Print】をクリックすればテキストウインドウにリストが得られます。ただし、全リストを出すのは無駄ですので、最初の 20 行をリストします。続けて【Print】をクリックすれば、さらに続けて 20 行をリストします。
- 【OK】はスペクトル計算のステップ<S05>に移行します。なお、自己相関関数の数値から減衰係数を計算するのは、もう一つ先のステップ<S06>で扱います。

再帰的に自己相関関数の計算をする

構造物の自己相関関数自体は、外部から励振する攪乱力にランダムな性質があると、単位衝撃を受ける自由振動の波形に近づきますので、形を変えた振動波形です。これを再度自己相関関数の計算に使うと、波形のランダム性がさらに除かれ、減衰係数が計算し易くなります。パネル【3】は、この計算をして自己相関関数を更新します。自己相関関数の長さは、元の振動波形長さの半分ですので、 $\tau=0$ から $1/4$ 長さ分を折り返して頭に加えた波形にして、これを再度、相関関数の計算に使います。図 2.6 から一回の再帰的な計算で求めたグラフを図 2.7 に示します。ランダムさが減り、周期性がやや強まります。ただし、相関計算はレーダーに応用されているように、山彦のような折り返し現象の再現周期も強調します。このように相関関数は、スペクトル図とは異なった情報も持ちます。

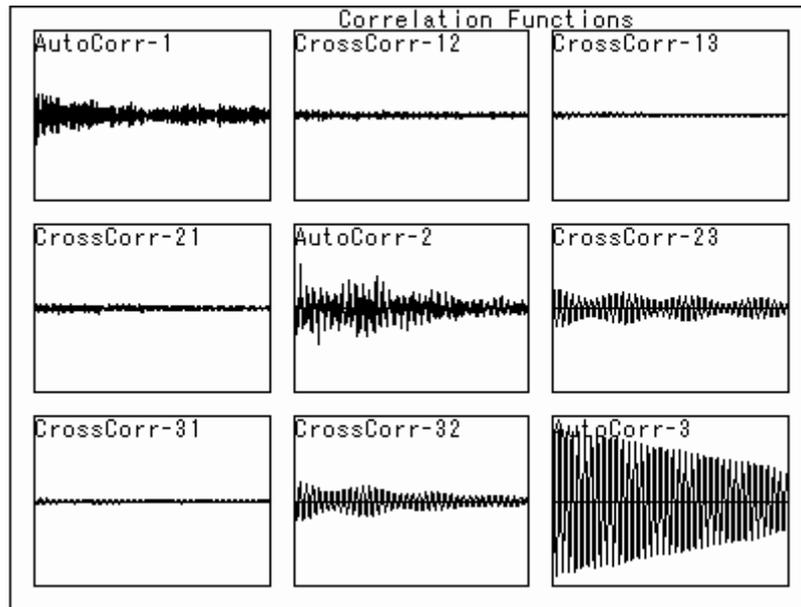


図 2.7： 図 2.6 から一回の再帰的な計算をした相関関数

数値計算技術で起こる微妙な誤差がある

二つの時系列を表す関数の相関関数を計算するとき、ズラす時間差に較べて、関数の長さは十分に長く取れるのが理想です。実際には計算に使うサンプル数が 2048 個ですので、この区間の両側に 0 のデータが詰まっていると仮定すると、実質的に二つの関数が重なる個数は、ズラす個数だけ減ります。そこで、重なる計算に使う区間を半分の 1024 個にして、ズラす個数も 1024 個にしました。一方の関数は (1~1024) の区間で固定しておいて、相手側は最大にズラしたとき (1025~2048) の個数番号の値になります。相関関数の計算は、数学原理的には時間軸を逆にした時系列データも同じ結果になるはずですが、実際の数値計算ではそうなりません。このことを考えて、元のデータを準備するとき、振幅の大きいデータが時間軸の若い方に現われるようにします。後半に大きな振幅のデータがあると、自己相関関数の最大値が $\tau=0$ 以外の箇所に現われることも起こります。相関関数のグラフを描くときには、時間軸 $\tau=0$ での自己相関関数の値を 1 に揃えるような標準化を内部的に行っています。

2.5 パワースペクトルの計算と作図<S05>

エネルギースペクトルであること

このステップに移行すると、最初はデフォルトで、自己相関関数の cosine 変換で計算したパワースペクトルを作図します。振動波形の数学的なフーリエ解析は、ベクトル成分として、sin 成分と cosine 成分とがあって、負の数も計算されますので、フーリエスペクトルと言うときは、ベクトルの動径（半振幅）を言います。パワースペクトルは振幅の 2 乗の単位を持ちますので、エネルギー（パワー）スペクトルとも言います。工学的に扱うときは、全エネルギーの周波数別成分の分布図です。解析元の波形単位は加速度記録ですので、物理的には運動エネルギーの分布ではありません。便宜的にパワースペクトルと言います。したがって、計算されたパワースペクトルの高さを、周波数 2 乗で割って補正すべきです。数値計算ではこの補正をしていませんので、周波数の高い側ゴミ的なデータが出ていることを理解してスペクトル図を観察します。なお、自己相関関数からパワースペクトルを計算すると負の値が得られることもありますが、これは 0 に補正してグラフ化しました。

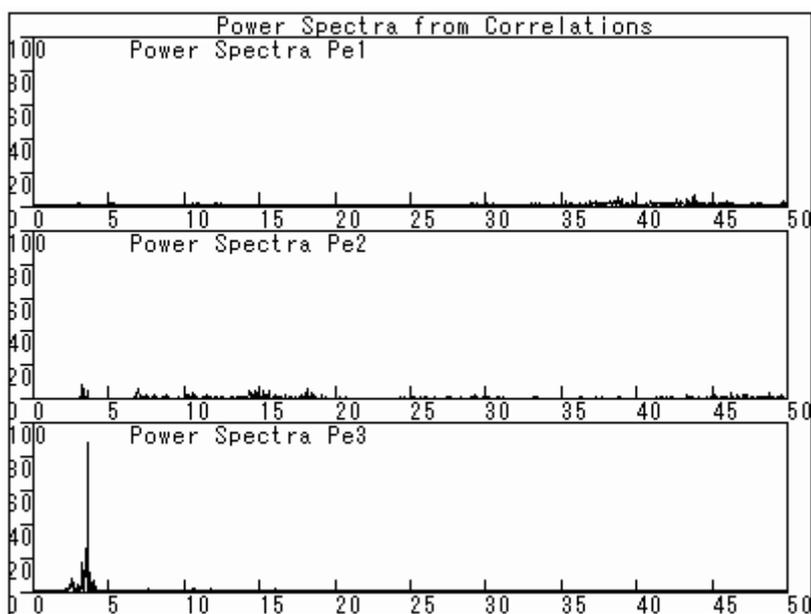


図 2.8 : 例題の事象のパワースペクトル（縦横軸ともに比例尺度で表示した場合）

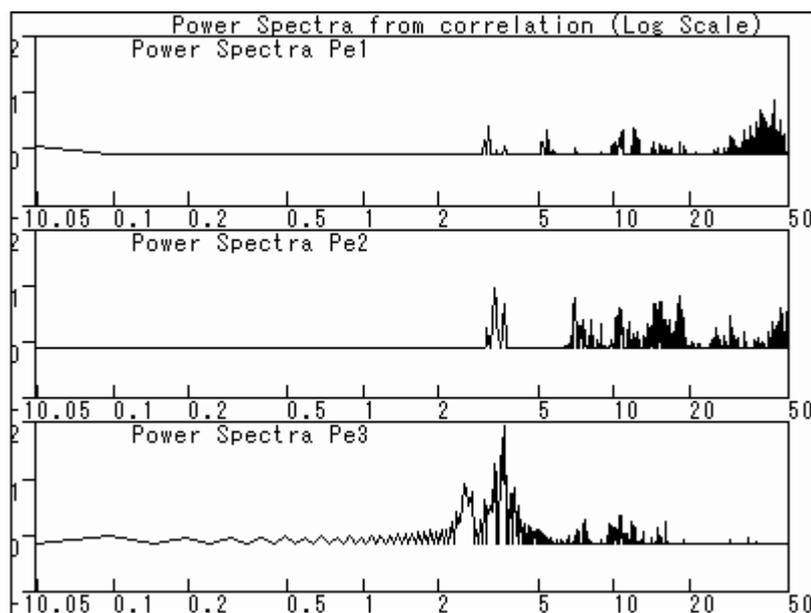


図 2.9 : 例題 3 事象のパワースペクトル（縦横軸ともに対数尺度で表示した場合）

比較のために4種類のグラフが表示できる

相関関数から計算するパワースペクトルは、相関関数の計算技術上で幾つかの問題がありますので、元の波形からFFTを利用して直接パワースペクトルを計算するのが高速で簡便です。この二つを較べられるようにしました。パワースペクトルは、グラフ化のときに採用する座標系によって特徴のある図形が得られます。卓越振動数を拾い出すときは、座標軸の尺度を通常の線形尺度にすると卓越振動数の箇所ピークが尖鋭に出て分かり易くなります。これを両対数尺度で表現すると、卓越振動数がやや緩やかな山を描きます。この山が「緩やかであるか・急であるか」は、減衰係数が「大きいか・小さいか」に対応する性質があります。定量的に減衰係数の計算するのは、次のステップ<S06>で行いますが、減衰の傾向を観察するには両対数軸にしたグラフを使います。これらの作図を選択するようにパネル番号を決めてあります。

【戻る】：相関関数の表示画面<S04>に戻ります。必要があれば、波形を補正して再計算します。

【Print】：表示してあるスペクトル図の卓越振動数を拾い出してテキストウインドウにリストします。

【1】：相関関数から計算したパワースペクトルを、線形尺度でグラフ表示します（デフォルト）。

【2】：上と同じ数値のパワースペクトルと周波数の座標軸を、共に対数尺にして表します。

【3】：参考のため、FFTを利用したパワースペクトルのグラフを示します。座標軸は線形尺度です。

【4】：上と同じデータを使いパワースペクトルと周波数の座標軸を、共に対数尺にして表します。

【OK】：次画面<S06>に移ります。

卓越振動数の【Print】はパワーの大きい箇所を拾い出す

スペクトルのグラフは、どこに卓越振動があるかを観察する目的に使います。その振動数の数値をテキスト画面にリストするにはパネルの【Print】をクリックします。関数の数値を総てリストさせると1000行にもなりますので、エネルギーレベルの低い振動数をスキップさせて出力行数を節約します。これは、プログラム“DataPreviewer”で行った方法と同じです。まず、一つの振動成分のスペクトル数値並びを選択し、大きい順に並べ変えます。そうしておいて、最大値から数えて100位以下のレベルの数値を0にし、最大値をレベル100に直した相対強さに直します。これを再びもとの周波数並びに戻します。3成分について、この調整を済ませた後で、3成分すべてが0である周波数データを除いてリストします。

表 2.2: 卓越振動数の拾い出し

***** Power Spectra computed from Auto Correlation *****				
MaxLag =1024				
freq,	Ch1,	Ch2,	Ch3	
0.684	0	0	1	
---- 途中省略 -----				
3.125	0	2	1	
3.223	0	0	2	
3.271	0	11	0	
3.32	0	100	2	←Ch2の卓越振動
3.369	0	53	0	
3.418	0	0	3	
3.467	0	3	0	
3.516	0	0	5	
3.564	0	2	0	
3.613	0	2	59	
3.662	0	5	100	←Ch3の卓越振動
3.76	0	1	3	
3.857	0	1	3	
3.955	0	1	2	
----- 以下省略 -----				

2.6 減衰係数の計算と作図<S06>

自己回帰モデルから減衰率を求める

振動現象は、統計的な見方では**回帰現象**(regression)であると捉えます。回帰現象とは、過去の事象が現在に影響を及ぼすことを指し、そうでないランダムな事象を**確率過程**と言います。時系列に回帰的な性質があるとき、自己相関関数に周期的な性質が現われます。構造物の振動では、自己相関関数は、その構造物の**単位インパルス応答**の波形と近似しますので、**減衰係数** h の大体の値が分かります。自己相関関数の連続する4数値から解析的に減衰係数と固有振動数とが計算できます。これを連続的なグラフで表示したのが図2.7です。前項で説明したパワースペクトルは、固有振動数は分かりますが、減衰係数を求める目的には向きません。ランダムな波形から減衰係数を求めるには、あらかじめ再帰的な自己相関関数の計算を複数回行ってから解析にかけます。

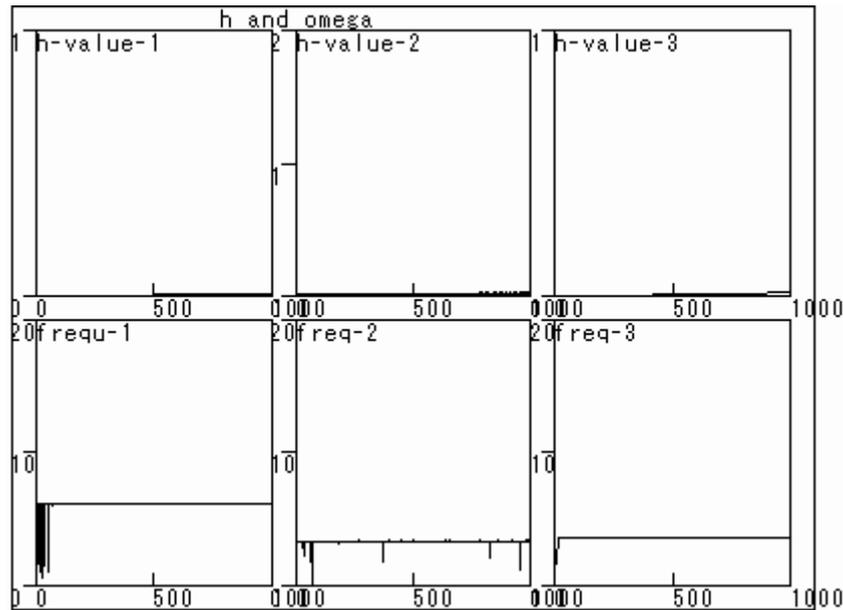


図 2.7：再帰的な相関計算を5回実行して減衰係数と卓越周波数の計算をグラフ化したもの

【Print】は減衰係数をテキスト画面にリストする

自己相関関数がきれいな減衰波形を示す場合には、任意の連続4点を使えば一意に減衰係数と固有振動数が計算できます。実際には自己相関関数の波形に乱れがありますので、4点ずつの波高値の選択を $\tau=0$ からズラシながら複数組み計算することになりました。また、自己相関関数の乱れを少なくする計算は、<S04>の画面でパネル【3】を選択します。この例題の数値の並びは、同じ値に揃いますが、計算誤差を見る意味もあって、グラフで表すことにしました。計算値は【Print】をクリックすればテキスト画面に書き出します。リストの行数を節約するため、一回のクリック毎に20行がリストされます。

表 2.3： 減衰係数と周波数の計算リストの例

**** Damping parameter H and Frequency F ****						
No	H1	F1	H2	F2	H3	F3
----- 前半省略省略						
100	.001	6.195	.001	3.348	.001	3.647
101	.001	6.194	.009	3.322	.001	3.647
102	.001	6.194	.012	3.317	.001	3.647
103	.001	6.194	.002	3.325	.001	3.647
104	.001	6.194	.010	3.325	.001	3.647
105	.001	6.193	.010	3.325	.001	3.647
106	.001	6.193	.002	3.342	.001	3.647
----- 以下省略						

3. メニュー

3.1 メニューの使い方

メニューはランダムに処理を選べること

一般的に言えば、科学技術計算は、計算条件をデータなどで与え、或る筋書きに沿って処理を進めます。計算は、その前の計算結果を使う、などのように一続きの処理の流れを設計します。ブラックボックス化を避けるため、処理の進行が分かるような経過表示があると親切です。途中で処理を一時停止させて、計算結果をユーザが観察（モニタ）して何かの選択をしたいことがあります。これには二つあって、「①データのを入力をする；②幾つかに分岐する流れのどれかを選ぶ」ことです。その選択の場所で、ユーザが介入する方法（ユーザインタフェース）が幾つも工夫されていて、その道具建ても多様になりました。このユーザインタフェースは、大きく分けて、ウィザード方式とメニュー方式とがあります。ウィザード方式は、選択肢が限定されていて、これからしたい処理と前に戻る選択を持たせるのが普通です。単純な続行は、選択肢が一つの場合です。これに対して、メニュー方式は、使っても使わなくてもよい、多くの可能な選択肢を並列に並べ、ランダムにどれかを選べます。その処理が済めば、元に戻るように設計します。言わば、道草を食うような独立した処理の集合が並びます。何もしない(cancel)場合を含むことがウィザード方式と違います。

子ウインドウ別にメニュー項目が変る

DataPreviewer プログラムでは、途中の計算結果を、テキスト画面に出力するリストと、グラフィックス画面に表示される図形とで判断します。処理の進行は、親ウインドウの下段にあるステータスバーのパネルをクリックすることで行いますが、これはウィザード方式です。このようにしてあると、子ウインドウの状態に関係なく処理を進めることができます。メニューの方は、「リストと図形をファイルに保存する、プリンタに書き出す」などの処理を指示する目的に使います。リストと図形とは表示する子ウインドウが別々ですので、目的の子ウインドウをクリックすると、メニューの表示は、アクティブにした子ウインドウによって項目が変わります。メニュー名が同じ場合、子ウインドウによって処理内容が別である場合と違う場合とがあります。メニューは入れ子構造になっていて、サブメニュー、サブサブメニューを持つ場合があります。全体の構成は表1のような構造です。

ツールバーを使わない

Windows の環境で機能するプログラムの開発は、オブジェクト指向プログラミングで行われます。この場合、目的とする処理を実現させる補助的な道具（オブジェクトと言います）の機能設計に、多くの努力が必要になりました。メニューの設計はその一つですが、同じ機能をアイコンの図柄を選択する方法でも行わせることができ、そのアイコンを並べる場所がツールバーです。したがって、どちらかが使えれば、他方は必要がありません。EXCEL や WORD の作業画面で見られるように、基本的にはメニューの方を優先し、ツールバーは選択的に表示するようになっています。さらに、メニューも使わない方式が DOS のような CUI の方式です。WORD の場合、テキスト編集に、Ctrl+C とキー入力すれば、コピーメニューとコピーアイコンを使うのと同じ処理ができるのがそうです。このような重複機能を省くため、DataPreviewer ではツールバーを使いません。さらに、テキスト編集メニューの定番である、CUT/COPY/PASTE も、Ctrl+X/C/V で処理できますので省きました。

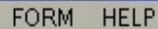
表1：メニューに使われるキーワードの一覧

子ウインドウ	メインメニュー	サブメニュー	サブサブメニュー
FormConsole	FORM	Startup	【備考】 このメニューは、 総ての子ウインド ウで共通です。
		Horizontal	
		Vertical	
		Cascade	
	HELP	Version	
		Help	
FormLprint		SaveLprint	
	FILE	Print	
	FONT		
	FORM	Startup	【備考】 このメニューは、 総ての子ウインド ウで共通です。
		Horizontal	
		Vertical	
		Cascade	
HELP	Version		
	Help		
FormGraphics	FILE	Print	
	EDIT	ClearScreen	CLS
			PictureCLS
		CopyToClipBrd	
		SaveBmpFile	
	AUTOREDRAW	True/False	
	VIEWPORT	Isotropic	
		An-isotropic	
	LINE	Style	SolidLine
			DashedLine
			DottedLine
			DotDash
			DotDotDash
		Width	Thin
	Medium		
	Thick		
	FONT		
	FORM	Startup	【備考】 このメニューは、 総ての子ウインド ウで共通です。
		Horizontal	
		Vertical	
Cascade			
HELP	Version		
	Help		

3.2 コンソール画面のメニュー

解説

コンソール画面は、システム側 (DataPreviewer 本体) からユーザに処理手順を教えるメッセージを表示する画面です。この実質的なレイアウトは、縦横 3:4、文字を半角 80 文字×25 行表示できるようにしてあって、DOS のコンソール画面と相似になるように設計してあります。文字のポイント数は、画面に納まるように選択されますので、小さな画面にすると読み難くなります。そのときは、子ウインドウのサイズ変更をして、一次的に子ウインドウの寸法を大きくして読むとよいでしょう。この画面は、これ以外の制御をしません。メニューの主項目は、FORM と HELP の二つだけです。これは他の子ウインドウでも使う共通メニューです。FORM (フォーム) とはウインドウ画面のことです。WINDOW のキーワードはグラフィックス関係で使うので、言い換えました。



FORM HELP

FORM → Startup: DataPreviewer を立ち上げたときに最初に表示される子ウインドウの並べ方で表示し直します。

FORM → Vertical: 左右に子ウインドウを横並びさせます。子ウインドウは相対的に縦長になります。このサブメニュー選択前にアクティブであった子ウインドウが左位置です。

FORM → Horizontal: 上下に子ウインドウを並べます。子ウインドウは相対的に横長になります。このサブメニュー選択前にアクティブであった子ウインドウが上位置です。

FORM → Cascade: 前後に子ウインドウを並べます。このサブメニュー選択前にアクティブであった子ウインドウが前面になり、他の子ウインドウはタイトルバーが見えるだけで大部分を隠します。

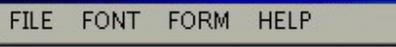
HELP → Version: DataPreViewer は、細かなバグなどの修正がありますが、バージョンの番号ではなく、ソースコードをコンパイルした日付を入れることにしました。

HELP → Help: コンパイル済みの HTML-Help を呼び出します。このサブメニューを初めてクリックすると、Open ダイアログが表示され、そこで HtmlHelp ファイル名を選択することを要請します。DataPreviewer の実行形式のファイルと同じフォルダに (.chm) のファイルがありますので、それを選択します。二度目以降で Manual をクリックすると、直ぐにヘルプファイルが開きます。

3.3 テキスト画面のメニュー

解説

テキスト画面は、リッチテキストエディタが載せてあって、これ自体でテキストエディタの機能を持っています。DataPreViewer からのテキスト出力がここに書き出されます。この機能を補完するため、内容をプリンタに出力すること、ファイルに保存すること、そしてテキストファイルを読み込むことをメニューで指示することができます。



FILE FONT FORM HELP

FILE → SavePrint: 現在表示されているテキストを書式付きテキストファイルに保存します。ファイルの拡張子は(.rtf)であって、rich text format の意です。

FILE → Print: あらかじめシステムで定義されたプリンタに FormLprint のテキストを書き出します。プリンタの書式設定なしで書き出しますので、作業時にメモを残すように使います。書式を整える印刷をしたい場合には、一旦 SaveFile で書き出しておいて、ワードプロセッサで編集することを薦めます。

FONT: フォントのダイアログボックスが表示されます。主な利用目的はテキスト画面の文字ポイント寸法を変更することです。文字列のリストは、行末で自動折り返し表示されますので、ウインドウ幅が狭いと読み難くなります。ポイント数を小さめに選ぶか、ウインドウ幅を広げる、などの処理をすると見易くなります。

FORM: FormConsole の同名のメニューを参照して下さい。

HELP: FormConsole の同名のメニューを参照して下さい。

3.4 グラフィックス画面のメニュー

解説

グラフィックス画面では、作図専用の Picture オブジェクトを使わないで、フォームをそのまま作図領域に使います。フォームに作図された図は、クリップボード、ファイル、及びプリンタに出力できます。ファイルに保存した図を読み出して表示ができるようにもしました。外見で一つに見えるグラフィックス画面は、論理的には二つの画面(前景画面, と作図データ保存メモリ)で構成されています。メモリは、例えば、壁紙や背景画として使うものです。ファイルやプリンタに図を書き出すとき、ここをデータのバッファに使います。普段は使いませんので、AutoRedraw=false にします。見掛け上の画面の再描画は、プログラムで行わせます。true にすると、メモリに作図してから前景画面に描き出します。そのため、画面の消去(ClearScreen)が2種類あります。壁紙(メモリ)を含めて消去すると、前景画面だけを消去するのとです。

FILE EDIT AUTOREDRAW WINDOW LINE FONT OPTION FORM HELP

FILE → Print : あらかじめシステムで定義されたプリンタに図形を描き出します。描き出しは単純な Form の Print メソッドを使いますので、作業時にメモを残すように使います。書式を整える印刷をしたい場合には、一旦 SaveBmpFile で書き出しておいて、別のグラフィックスアプリケーション(例えば Microsoft Photo Editor)で編集します。

EDIT → ClearScreen → CLS : 前景画面とメモリと両方を消去します。ここでの EDIT メニューは、グラフィックスデータの編集を目的としたものです。

【備考】EDIT メニューの定番は、cut/copy/paste ですが、これは ctrl+ X,C,V のショートカットキーでできますので、意図的に省きました。

EDIT → ClearScreen → PictureCLS : メモリ上の画像データは残し、前景画面だけを消去します。

EDIT → CopyToClipBrd : グラフィック画面に表示されている図形をクリップボードにコピーします。別のグラフィックスアプリケーションなどで読みだして利用ができます。ただし、このデータはテキスト画面にペーストできません。Windows システムにはクリップボードビューアがありますので、それを使ってファイルに保存することもできます。Windows の機能として、PrintScreen キーを使って画面をクリップボードにコピーすることができます。ただし、その方法はパソコンの機種によって違いがあります。

EDIT → SaveBmpFile : グラフィックス画面に表示されている図形をファイルに保存します。このサブメニューをクリックすると、ファイル保存のダイアログボックスが表示され、ファイル名の入力が必要されます。保存するファイルの拡張子は(.bmp)です。

AUTOREDRAW → False/True :

False は、グラフィックス画面のメモリ領域を使わない場合です。このモードでは、作図の刻々の時間経過を観察することができます。

True のときの作図は、一旦メモリに描き込んでから、改めて前景画面に表示します。メモリに描き込む間の時間が長くなる時には、カーソルを砂時計にして作業中を知らせるようにします。

VIEWPORT → Isotropic : 作図原稿に相当する仮想のフィルムのアスペクト比は、フォームのアスペクト比と普通は同じではありません。仮想のフィルムのアスペクト比そのまま引き伸ばして、フォームに最大に接するように作図します。

VIEWPORT → An-isotropic : 作図原稿に相当する仮想のフィルムを、フォームのアスペクト比に合わせて最大に接するように作図します。元の図形の円は楕円になります。

LINE → Style → Solidline :

LINE → Style → Dashedline :

LINE → Style → Dottedline :

LINE → Style → DotDash :

LINE → Style → DotDotDash :

作図する線種を選ぶメニューです。上から、実線、破線、点線、一点鎖線、二点鎖線です。初期値は実線です。この線種は、VB6 組み込みの機能を使いますので、実線以外の線種は、下の細線(Thin)だけに効き、他の太さの線では総て実線で作図されます。

LINE → Width → Thin :

LINE → Width → Medium :

LINE → Width → Thick :

線の太さを選ぶメニューです。細線、中太線、太線です。なお、線の色を変えるメニューは省きました。

FONT : フォントを設定するダイアログボックスが表示されますので、適当な値を設定します。フォームの寸法を変えても、文字寸法は変わりませんので、画像をコピーして利用するときは、利用する図の大きさに合わせて見易い文字寸法を選びます。

FORM : FormConsole の同名のメニューを参照して下さい。

HELP : FormConsole の同名のメニューを参照して下さい。
