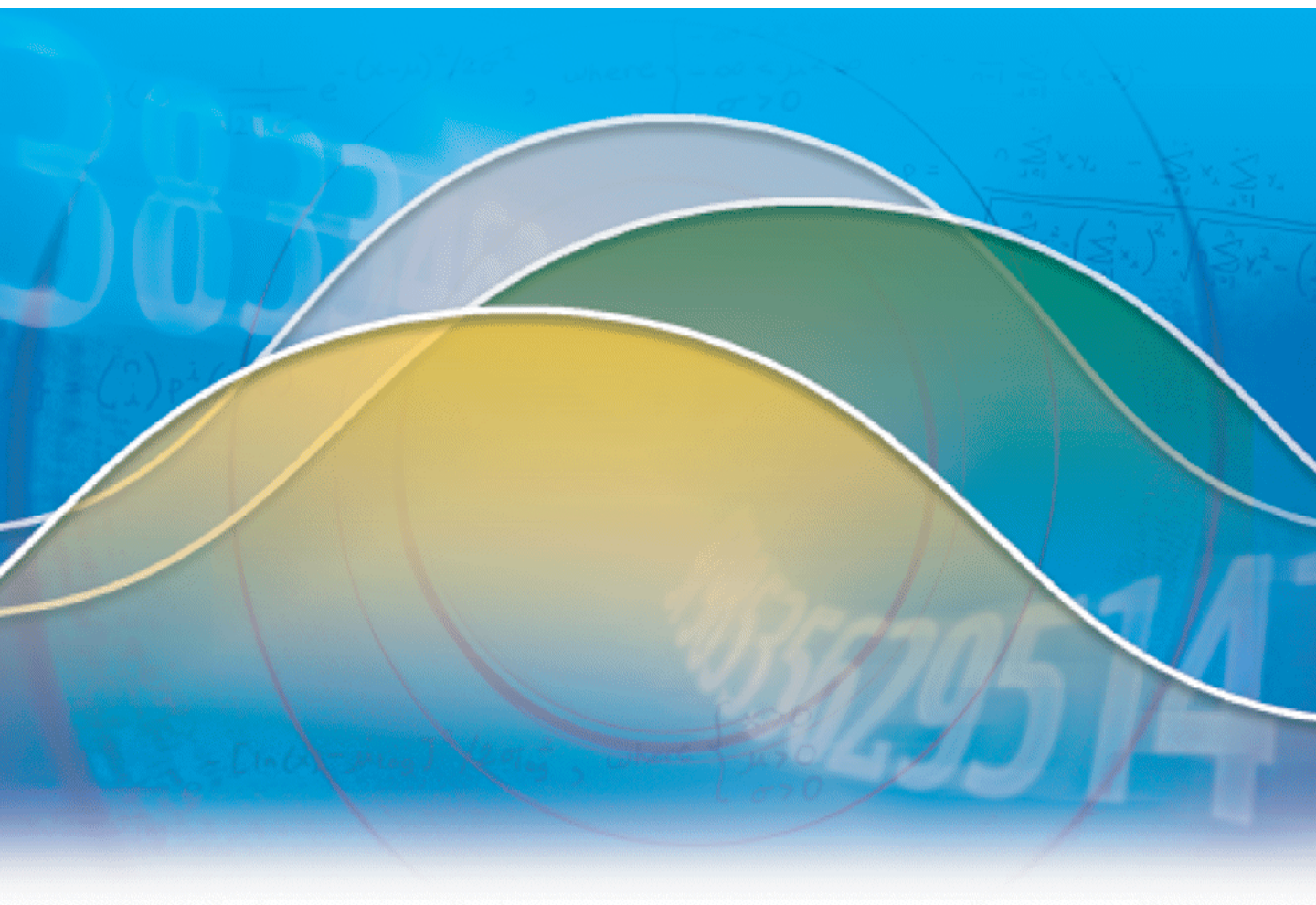


Oracle Crystal Ball

Version 11

スタートガイド



Excel 2007 版

ご注意

- (1) 目的の如何にかかわらず、また電子コピー・機械コピー・写真複写・録音などいかなる手段によっても、構造計画研究所の書面による許諾なしに本書の内容の一部または全部を複写・転載することを禁じます。
- (2) 本マニュアルおよびソフトウェアの記載内容は、ライセンス所有者にのみ提供されるものです。したがってその使用・複製にはライセンス契約が必要です。
- (3) 本マニュアルに記載された内容は予告なく変更されることがあります。
- (4) 本書の内容には万全を期しておりますが、万一ご不審な点や誤り、記載漏れなどお気づきの点がございましたら、構造計画研究所までご連絡ください。
- (5) 運用した結果の影響につきましては、(4)の項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。
- (6) 乱丁、落丁はお取り換えいたします。

目次

はじめに	1
対象ユーザ	1
スタートガイドの構成	1
このガイドの記述について	2
画面表示について	3
ヘルプと Crystal Ball ドキュメントの利用	3
サンプルモデルファイルについて	4
トレーニングセミナー	5

第 1 章 Crystal Ball の概要 – Tutorial 1

Crystal Ball とは	9
Tutorial 1：マンション経営の損益予測	10
Crystal Ball の起動	10
Welcome 画面	10
Crystal Ball リボン	11
サンプルモデルの読み込み	12
メゾン・ド・クリスタルのシナリオ	13
シミュレーションの実行	14
黒字見込みの判定	15
シミュレーションの背後にある“仕掛け”	16
メゾン・ド・クリスタルの Crystal Ball セル	16
リセットとステップ実行	17
Crystal Ball の終了	18
チュートリアル の復習	18
次のステップへ	18

第 2 章 Crystal Ball の活用 – Tutorial 2

Tutorial 2：新薬「クリアビュー」開発プロジェクト	21
Crystal Ball の起動	21
サンプルモデルの読み込み	21
クリアビュー開発プロジェクトのシナリオ	22
仮定の定義	23
認可を受けるためのテスト費用：一様分布	23
マーケティング費用：三角分布	26
副作用なく効き目のある患者の割合：二項分布	28
潜在市場の年間拡大率：カスタム分布	29
市場シェア：正規分布	33
予測の定義	36
総利益	37

純利益	38
シミュレーションの実行	39
シミュレーション結果の検討	40
純利益の予測グラフ	40
予測グラフのカスタマイズ	44
Crystal Ball の終了	46
チュートリアルの復習	46
次のステップへ	46

第 3 章 グラフ / レポート機能とツール群

グラフ機能とレポート機能	49
重ねグラフ	49
傾向グラフ	50
感度グラフ	50
レポートの作成	51
シミュレーションデータの出力	53
Crystal Ball ツール	54
バッチフィット	54
ブートストラップ	54
相関マトリクス	54
データ分析	55
意思決定テーブル	55
シナリオ分析	55
トルネードグラフ	55
2次元シミュレーション	55
Predictor を使った傾向分析	56

付録 A Crystal Ball リボン

Crystal Ball リボン	59
------------------------	----

付録 B 基本的な操作手順

基本的なシミュレーションの手順	65
Crystal Ball モデルの定義	66
仮定セルの定義	66
セル参照	67
代替パラメータセット	67
分布の適合	68
仮定間の相関	69
[分布一覧] ダイアログ	69

目次

意思決定変数セルの定義	70
予測セルの定義	70
セルプリファレンスの設定	71
Crystal Ball セルの選択	71
Crystal Ball データのコピー / ペースト / 消去	72
Crystal Ball データのコピー & ペースト	72
Crystal Ball データの消去	73
シミュレーションの実行	73
実行プリファレンスの設定	73
Crystal Ball セルの固定	74
シミュレーションの実行	74
シミュレーションの実行	75
シミュレーションのリセットと再実行	75
Crystal Ball コントロールパネル	76
シミュレーションのステップ実行	76
シミュレーション結果やモデルの保存と読み込み	76
シミュレーション結果の保存	77
シミュレーション結果の読み込み	77
Crystal Ball モデルの保存	77
シミュレーション結果の分析	77
予測グラフの利用	78
信頼区間グラバーの利用	79
予測ウィンドウの表示内容	79
予測グラフのカスタマイズ	80
重ねグラフの利用	81
重ねグラフの作成	82
重ねグラフのカスタマイズ	82
感度グラフの利用	83
関連ツール	84
感度グラフの表示内容	84
感度グラフの制限事項	85
感度グラフの作成	85
感度グラフのカスタマイズ	86
傾向グラフの利用	88
傾向グラフの作成	89
傾向グラフのカスタマイズ	89
仮定グラフの利用	91
仮定グラフの作成	91
仮定グラフのカスタマイズ	92
グラフプリファレンスの設定	92
グラフプリファレンスのショートカットキー	93

レポートの作成とデータの出力	94
レポートの作成	94
基本的な作成ステップ	94
カスタムレポート	95
データの出力	96
出力したレポートやデータの印刷	98
付録 C 分布とパラメータの選択	
分布の選択	101
分布リスト	101
索引	105

はじめに

Oracle Crystal Ball Version 11 をお買い上げいただき、ありがとうございます。Crystal Ball は、さまざまな意思決定を支援する予測とリスクマネジメントのプログラムです。Crystal Ball のシミュレーション機能は、以下のような問題解決に役立ちます。

- 予算内でこの施設を建てられるか
- どうしたら有利な立場に立つことができるか
- プロジェクトをスケジュールどおりに完了させるにはどのようにしたらよいか

Crystal Ball はとても使いやすいプログラムです。他のこの種のソフトウェアのようにわかりにくい画面や言語を使う必要はありません。Crystal Ball では、表計算ソフトウェアで作成したスプレッドシートがシミュレーションの基礎になります。

Crystal Ball は、モンテカルロ・シミュレーション技術を使って、与えられた状況の下で起こり得る結果を予測します。また、結果の信頼度（結果が指定した範囲に収まる確率）を示すことができるため、ある結果が実現する可能性を数値的に知ることができます。

対象ユーザー

Crystal Ball は、意思決定を行う人のためのソフトウェアです。新しい市場の可能性を分析する実業家から、科学的な実験や仮定を考へ出す科学者まで、これまでにさまざまな分野のユーザーに利用されてきました。Crystal Ball はスプレッドシートを利用している幅広い分野のユーザーに活用していただけるようにデザインされています。

Crystal Ball をフルに活用するために、統計学やコンピュータの高度な知識は必要ありません。ただし、パソコンの基本操作やスプレッドシートを扱う技術は必要です。

スタートガイドの構成

スタートガイドは次のように構成されています。

- 第1章 – Crystal Ball の概要 – Tutorial 1

Crystal Ball を使うために最低限必要な知識として、まず、Crystal Ball の概要を簡単に説明し、次に Crystal Ball の起動方法、終了方法、シミュレーションの実行方法、Excel 2007 の新しいメニュー形態であ

る“リボン”の使用方法、シミュレーションの背後にある“仕掛け”などを、マンション経営をシミュレートするシンプルなチュートリアルを使って説明します。Crystal Ball の基礎を学習するときこの章をお読みください。

- ・ **第2章 – Crystal Ball の活用 – Tutorial 2**

第1章よりも複雑なモデルを使って Crystal Ball の機能と使い方をくわしく説明します。Crystal Ball を実際に活用し始める前にこの章をお読みください。

- ・ **第3章 – グラフ / レポート機能とツール群**

Crystal Ball をより高度に活用するために、Crystal Ball のグラフ、レポート、そして関連製品である Crystal Ball ツール、Predictor について説明します。シミュレーション結果の見方や分析方法への理解を深めたいときに、この章をお読みください。

- ・ **付録 A – Crystal Ball リボン**

Crystal Ball のリボンとコマンドを紹介します。

- ・ **付録 B – 基本的な操作手順**

Crystal Ball を利用して、Excel のワークブック上でモンテカルロ・シミュレーションを行い、分析する方法をまとめます。

- ・ **付録 C – 分布とパラメータの選択**

Crystal Ball の仮定を定義する際に利用できる分布をまとめます。

- ・ **索引**

50 音順の項目リストです。

このガイドの記述について

このガイドは、以下の規則に従って記述しています。

[] で囲まれたフレーズは、メニュー、ダイアログ、ダイアログ内のフィールドやボタンなどを示します。“ ” で囲まれた数値や文字列は、主にダイアログのフィールドや Excel ワークシートなどにユーザが入力する数値や文字列です。

[] で囲まれたメニューが「→」で区切られている場合は、記載順にメニューを選択することを示します。たとえば次の例では、Excel のリボンで [ホーム] タブを開き、[クリップボード] グループから [貼り付け] を選択します。

[ホーム] → [クリップボード] → [貼り付け]

Crystal Ball をインストールすると、Excel のリボンに [Crystal Ball] タブ (Crystal Ball リボン) が追加されます。このガイドでは、Crystal Ball リボン以外のリボンに属するメニューは使いません。そこで、タブ名の [Crystal Ball] は省略して、操作手順を表記します。また、Crystal Ball リボンのメニューには、欄外にアイコンを付記します。



[定義] → [仮定の定義]

この例は、Excel のリボンで [Crystal Ball] タブを開き、[定義] グループから [仮定の定義] を選択することを意味します。

<> で囲まれている文字はキーボードのキーを表します。複数のキーを同時に押すときは「+」でつないで表記し、同時にではなく連続してキーを押すときは単に並べて表記します。たとえば、<Ctrl>+<c> は Ctrl キーを押しながら c キーを押すことを表し、<Ctrl>+<c><N> は Ctrl キーを押しながら c キーを押す、次に N キーを押すことを表します。大文字・小文字は区別されます。<Ctrl>+<c> と <Ctrl>+<C> は異なるキー操作になるので注意してください。

< ... メモ > には、本文の説明を補う注意事項やヒントが記載されています。

< *Crystal Ball* メモ > *Crystal Ball* に関する追加説明です。

画面表示について

このガイドに記載されたすべての画面は、Windows 7 が稼動するコンピュータ上で Excel 2007 を使って画面キャプチャしました。環境によって表示が若干異なる場合があります。システムによって切り捨ての基準が異なるため、ガイドに記載された計算結果は実際のものとは異なる場合があります。

ヘルプと Crystal Ball ドキュメントの利用

Crystal Ball の使用中にわからないことができたなら、オンラインヘルプ (英語) を利用することができます。ヘルプを開く方法はいくつかあります。

- 現在開いているダイアログの [ヘルプ] ボタンをクリックします (そのダイアログに関連するヘルプトピックが開きます)。



- Crystal Ball リボンの [ヘルプ] グループにある [ヘルプ] ボタンをクリックします (“Crystal Ball User's Guide” が開きます)。



また、Crystal Ball リボンから [ヘルプ] → [リソース] → [Crystal Ball ドキュメント] を選ぶと、Crystal Ball に関連するさまざまなドキュメント (英語) を参照することができます。Crystal Ball ドキュメントには、Predictor や OptQuest のマニュアル、統計ガイド、開発者向けガイドなどが含まれます。

サンプルモデルファイルについて

サンプルモデルファイルは、Crystal Ball を有効に利用していただくためのヒントを提供します。



Crystal Ball リボンから [ヘルプ] → [リソース] → [サンプルガイド] を選ぶか、Windows のスタートメニューから [すべてのプログラム] → [Oracle Crystal Ball] → [サンプルファイル] → [サンプルガイドを表示] を選び、サンプルガイド (英語) からファイルを選択することができます。サンプルガイドは、各サンプルモデルの概要・業種・適用分野・適用製品・紹介する機能を簡単に紹介しています。モデル名をクリックすると、そのモデルが開きます。

また、Windows のスタートメニューから [すべてのプログラム] → [Oracle Crystal Ball] → [サンプルファイル] → [サンプルモデルを参照] を選んで Examples フォルダを開き、そこから直接ファイルを選ぶこともできます。

< Crystal Ball メモ > Crystal Ball をインストールすると、Examples フォルダには英語版のサンプルモデルファイルがコピーされます。日本語版を使いたい方は、構造計画研究所が配布している日本語サンプルモデルファイルを Examples フォルダに上書きコピーしてください。このガイドでは、日本語版を使用してチュートリアルを行います。

サンプルモデルファイルには以下の二つのワークシートが含まれます。

- スプレッドシートモデルを含んだ “モデル” (Model) ワークシート
- モデルに関する情報を記載した “解説” (Description) ワークシート

“解説” ワークシートは、そのサンプルモデルに関する詳細な背景と、“モデル” ワークシートの構成を説明します。したがって、このガイドにはない追加チュートリアルとして使用することができます。

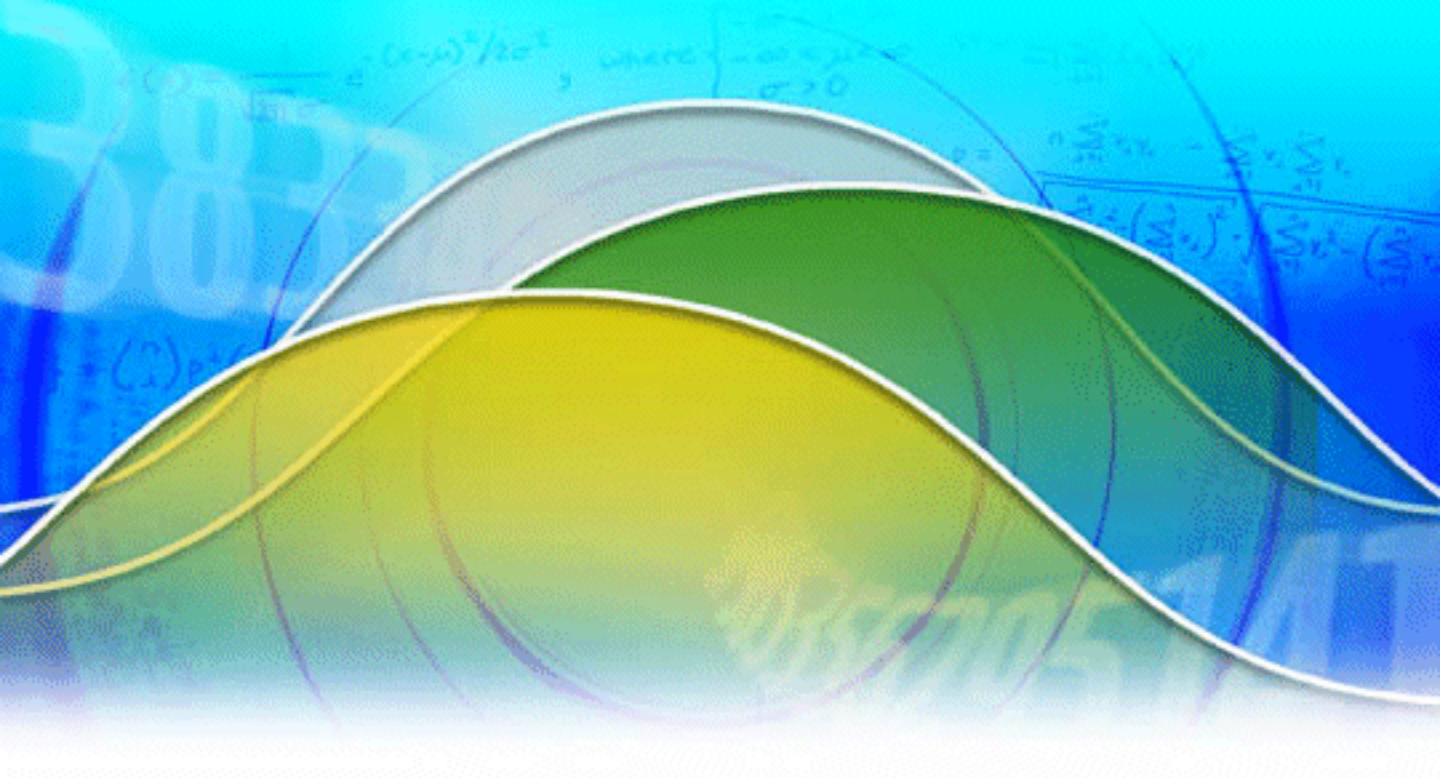
< Crystal Ball メモ > 日本語サンプルモデルファイルには、“解説” ワークシートを含まないものもあります。

トレーニングセミナー

構造計画研究所では、意思決定のスキルを向上させるのに効果的なセミナーを行っています。くわしくは、構造計画研究所の Crystal Ball 製品ウェブサイト

<http://www.kke.co.jp/cb/>

をご覧ください。か、cb@kke.co.jp 宛て、メールにてお問い合わせください。



第 1 章

Crystal Ball の概要 – Tutorial 1

概要

この章では、Crystal Ball を使うために最低限必要な知識として、まず、Crystal Ball の概要を簡単に説明し、次に Crystal Ball の起動方法、終了方法、シミュレーションの実行方法、Crystal Ball リボンの使用方法、シミュレーションの背後にある“仕掛け”などを、マンション経営をシミュレートするシンプルなチュートリアルを使って説明します。

この章と続く第 2 章のチュートリアルを行うことで、Crystal Ball の働きと操作方法の基本を学ぶことができます。すでに統計と予測の技術を使って仕事をしている方であれば、このチュートリアルだけでも Crystal Ball を活用するための十分な手引きになるでしょう。

特に Crystal Ball を初めて使うユーザーには、この章と、続く第 2 章のチュートリアルに時間を割くことをお勧めします。これらの章を理解することで、Crystal Ball をどのように使えば、不確実な状況下でよりよい意思決定を行うことができるかが理解できるでしょう。

Crystal Ball とは

スプレッドシートモデル

現実のシステムや仮想のシステム、あるいは依存関係群を表現したスプレッドシート。

リスク

いくつかの事象や意思決定の結果における不確実性により、望まれざる出来事が発生する可能性。

仮定

スプレッドシートモデルに対する入力値。確率分布を使ってその不確実性を表します。

モンテカルロ・シミュレーション

スプレッドシートモデルの不確実性の影響を、乱数を使って測定するシステム。

シミュレーション

実世界のシステムを、それを模倣することによって分析する手法。とりわけシステムが数学的に複雑なために、あるいは再現することが困難なために他の分析手法を使用することができない場合には、特に有効な分析手法になります。

予測

スプレッドシートモデルの仮定を数学的に組み合わせた統計量のサマリ。予測はそのモデルに対して起こり得る結果の度数分布として、グラフまたは数値として出力されます。

Crystal Ball は、スプレッドシートモデルの予測能力を拡張し、正確性、効率性、信頼性の高い意思決定を行うために必要な情報を提供するソフトウェアです。まず、Excel ユーザが Crystal Ball を使わずに Excel のスプレッドシートだけで将来の予測を行う場合を考えてみましょう。この予測には次のような限界があります。

- スプレッドシート上で一度に変更できるセルはたった一つです。そのため、可能性のある結果の全範囲を考察することは不可能です。リスクの量を現実的に判定することはできません。
- What-if 分析の結果は単一の値における結果でしかなく、特定の結果に到達する確率を示すことはできません。つまり、何が起こり得るのかはわかりますが、それが起こる可能性はわかりません。

Crystal Ball を使うと、このようなスプレッドシートの限界を克服することができます。

- スプレッドシート上で、各々の不確定なセルにあり得る値の範囲を設定することができます。言い換えると、各**仮定**に関してわかっているすべての情報を一つのセルに記述することができます。たとえば、将来の事務所経費を試算するのに、電話代を「月に 30 万円」とするのではなく、「月に 25 万～35 万円」と指定することができます。Crystal Ball はシミュレーションにこの値範囲を使います。
- Crystal Ball は**モンテカルロ・シミュレーション**という手法を使い、仮定に従ってシミュレーションを行います。そして、起こり得る結果の全範囲と、それらの各々が実現する見込みをグラフに示します。

また、Crystal Ball は各シナリオの結果を自動的に記憶していきます。

Crystal Ball はスプレッドシートモデルに対して**シミュレーション**を実行し、その結果を**予測**という形で提示します。これによりリスクが量的に明らかになり、意思決定者はこれらの情報を吟味することで賢明な意思決定ができます。

以下は、Crystal Ball を利用する際の基本的なプロセスです。

1. 不確実なシナリオを反映したモデルを構築します。
2. それに対してシミュレーションを実行します。
3. シミュレーション結果を分析します。

このプロセスを理解していただくために、マンション経営に関する簡単なチュートリアルを用意しました。モデルはすでに作成されています。まずは、シミュレーションそのものを実行する方法を学んでください。

Tutorial 1 : マンション経営の損益予測

このチュートリアルでは、以下を学習します。

- Crystal Ball の起動
- Crystal Ball リボンやコントロールパネルを使ったサンプルモデルの実行
- シミュレーションの背後にある“仕掛け”
- Crystal Ball の終了

Crystal Ball の起動

現在 Excel が起動しているか、起動していないかにかかわらず、以下のよう
に操作してください。

1. Windows のスタートメニューから、[すべてのプログラム] → [Oracle Crystal Ball] → [Crystal Ball] を選択します。

Excel が起動していなければ、Crystal Ball が Excel とともに起動します。すでに Excel が開いている場合は、新しい Excel のウィンドウが開き、そこで Crystal Ball が起動します。

Welcome 画面

最初に Crystal Ball を起動すると、[Welcome 画面] が表示されます。



図 1.1 Welcome 画面

[Welcome 画面] では次のようなことができます。

- Crystal Ball の用途の設定 — [主なアプリケーションタイプを選択] の三つのオプションのどれかを選択します。事業評価などの一般的な用途なら [通常] を選択し、工程能力分析を行うときは [品質ツール (シックスシグマなど)] を選択します。また、[石油・天然ガス] を選択すると、パーセンタイルの定義が逆転し、表示方法が 10%、20%、… から P10、P20、… に変わります。
- アクセシビリティ — 主に障害を持つユーザ向けに、Crystal Ball の画面表示方法などを変更します。
- リソースの利用 — Crystal Ball ドキュメントをはじめとする各種リソースを開きます。
- Crystal Ball の開始 — [Crystal Ball を使う] を選ぶと、[Welcome 画面] が閉じて新規ワークブックがアクティブになります。既存のファイルで作業を始めるときは [ワークブックを開く] を選んでください。また、[サンプルモデルを開く] を選ぶと、サンプルガイドが開きます。

Crystal Ball リボン

Crystal Ball を起動すると、Excel のリボンに [Crystal Ball] タブが追加されます。このリボンに含まれるメニューを使って、Crystal Ball のシミュレーションを定義し、実行し、結果を分析します。

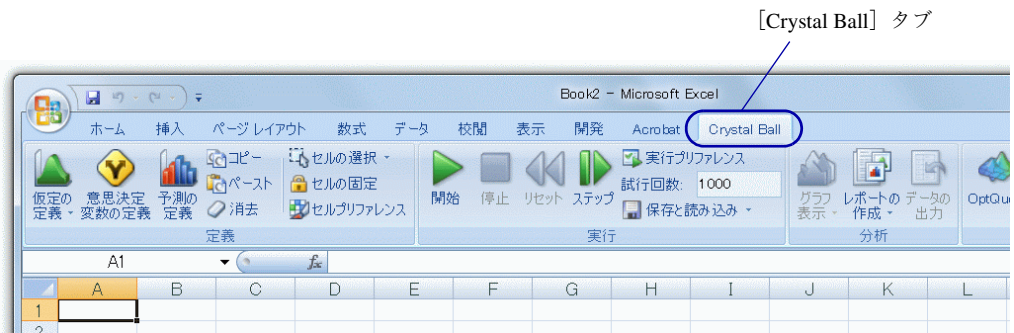


図 1.2 Excel のリボンに追加される [Crystal Ball] タブ

Crystal Ball リボンは、スプレッドシートモデルの設定やシミュレーションの実行を楽に進められるように、メニューの使用順序や使用頻度を考慮してデザインされています。アイコンの上にマウスポインタを移動すると、コマンド名と簡単な説明が表示されます。また、このガイドの付録 A では、Crystal Ball リボンの全メニューをリストしています。



図 1.3 Crystal Ball リボン

メニュー名の横に“▼”が付されているメニューは、サブメニューをもっており、メニュー名をクリックするとドロップダウンメニューが開きます。また、[定義] グループの [仮定の定義] のように、アイコンとメニュー名のどちらをクリックするかで、動きが異なるメニューもあります。

縦に長いスプレッドシートを扱っているときなど、リボンを隠してワークシートの領域を広げたいことがあります。リボンの適当な場所を右クリックして [リボンの最小化] を選択すると、タブがクリックされたときだけリボンが現れるようになります。

Crystal Ball 以外のリボンに多用するコマンドがあると、Crystal Ball のコマンドとそれとを利用するためにタブの切り替えが頻繁に発生し、わずらわしく感じることがあります。その場合は、リボンの適当な場所を右クリックして、[クイックアクセスツールバーのカスタマイズ] を選び、多用するコマンドをクイックアクセスツールバーに追加します。

サンプルモデルの読み込み

それでは、Crystal Ball の Examples フォルダから賃貸マンション“メゾン・ド・クリスタル”のスプレッドシート“Futura Apartments.xls”を開いてください。サンプルモデルを開く方法については、p.4 “サンプルモデルファイルについて”をご覧ください。

メゾン・ド・クリスタルのスプレッドシートが表示されます。

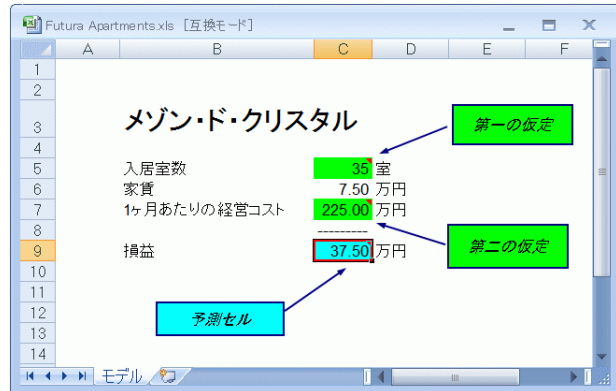


図 1.4 “メゾン・ド・クリスタル” のスプレッドシート

メゾン・ド・クリスタルのシナリオ

賃貸マンションを経営しようとしている人が、メゾン・ド・クリスタルの購入を検討しています。賢明な意思決定を行うために、いくつかの状況を調査し、このスプレッドシートを作成してあります。

調査からは次のような「仮定」が導かれています。

- 妥当と思われる家賃は1ヶ月 75,000 円である
- ある期間の入居室数は 30 ～ 40 室である
- 経営コストは1ヶ月あたり平均 2,250,000 円だが、月によって多少変化する

これらの仮定をもとに、入居室数と経営コストの変動を加味したメゾン・ド・クリスタルの収益性を調べてみましょう。

スプレッドシートだけを使ってこの問題に取り組む場合、答えを導くのは至難のわざです。入居室数と経営コストという二つの仮定についてそれぞれ一つずつ値を入力して結果を記録するというのを、あらゆる組合せに対して行う必要があります。そして、その作業から得られるのは損益の全体像ではなく、データの羅列にすぎません。Crystal Ball を使うと、このような分析を簡単に行うことができ、結果の全体像も一目でわかります。

このチュートリアルでは、シミュレーションをただちに実行できるところまで準備が整っています。Crystal Ball のデフォルトの設定のまま、シミュレーションを実行してください。

シミュレーションの実行



1. Crystal Ball リボンから [実行] → [開始] を選択します。

Crystal Ball はメゾン・ド・クリスタルのスプレッドシートモデルに定義された状況に従ってシミュレーションを行い、計算を重ねながら予測グラフの表示を更新していきます。

デフォルトの設定では、**試行回数**が 1,000 回になると、自動的にシミュレーションが停止します。モデルが大きく、なかなかシミュレーションが進まないときは、すべての試行が行われる前に Crystal Ball リボンから [実行] → [停止] を選択して、シミュレーションの実行を止めることができます。



シミュレーションが停止すると、予測グラフは図 1.5 のようになりま
す。数値はシミュレーションごとに多少異なりますが、予測グラフの見た目はほぼ同じになるはずで
す。

試行

仮定セルに対する乱数の生成、スプレッドシートモデルの再計算、予測グラフでの結果表示という三つの作業で構成される Crystal Ball シミュレーションの 1 プロセス。

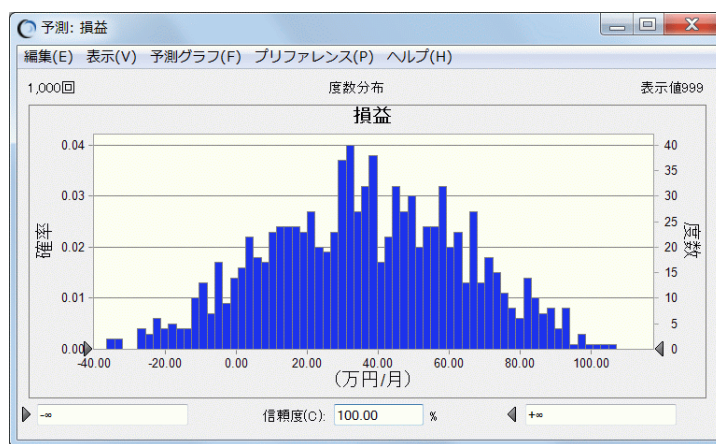


図 1.5 “メゾン・ド・クリスタル” の予測グラフ

< Crystal Ball メモ > コントロールパネルや Crystal Ball の他のウィンドウが Excel ウィンドウの後ろに隠れてしまったときは、Windows タスクバーの Crystal Ball アイコンをクリックしてください。

Crystal Ball

確率

ある事象が起こる可能性や見込みを表す 0 ~ 1 の数。Crystal Ball では、0.001 ~ 0.999 の値をとります。

予測グラフは、シナリオに対して予測される損益の全範囲を示します。グラフの縦棒はその利益または損失が発生する見込み、つまり損益がその額になる**確率**を表します。グラフから、最もありそうな損益レベルは

40万円前後の黒字（スプレッドシートの単位が“万円”だったので、予測グラフも“万円”単位です）であることがわかります。

予測値が $-\infty$ から $+\infty$ の間に含まれる確率は100%で、したがって[信頼度]フィールドには“100.00”と表示されています。グラフの左上に“1,000回”と示されているのは、このシミュレーションの試行回数が1,000回だったことを表します。一方、右上には“表示値999”と示されています。この二つの差はいわゆる**はずれ値**の個数です。はずれ値は信頼度などの計算には含まれますが、予測グラフには含まれません。

はずれ値

シミュレーション中に分布の端に近い位置に発生した値で、表示範囲から除外されたもの。

黒字見込みの判定

メゾン・ド・クリスタルの経営が赤字にならず、どれだけかの利益を得る統計的な見込みを、Crystal Ballを使って判定することができます。

1. 予測ウィンドウの左下のフィールドを選択します。
2. “0”を入力して<Enter>を押します。

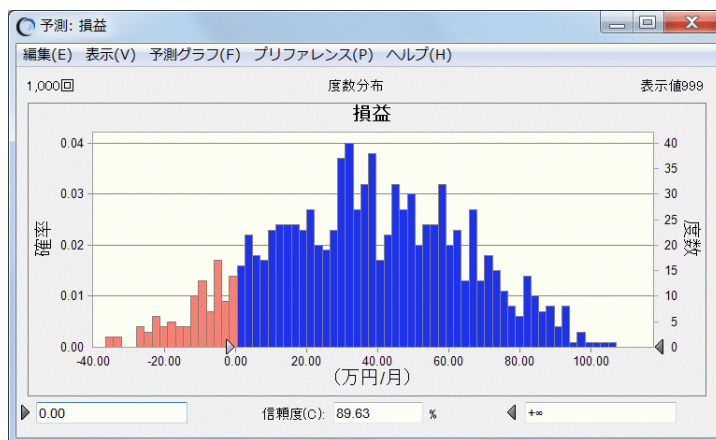


図 1.6 黒字になる見込み

このようにして利益の範囲を0～ $+\infty$ に指定すると、赤字にならない確率が[信頼度]フィールドに現れます。メゾン・ド・クリスタルを購入すべきかどうかという意思決定に、この情報は大きに役立つでしょう。

図 1.6 を見ると、赤字にならない確率は約 90% であることがわかります。ただし、月に20万円を超えるような赤字になる可能性もわずかながらあるということに注意してください。

シミュレーションの背後にある“仕掛け”

このチュートリアルでは、ほとんど手間をかけることもなく、Crystal Ball が強力な予測結果を生み出したことに驚かれたかもしれません。しかし一方で、そこには何らかの“仕掛け”が存在していることも想像できたのではないのでしょうか。確かに、ここで使用したメゾン・ド・クリスタルのスプレッドシートがごく普通のスプレッドシートだったら、Crystal Ball はこのような予測結果を生み出すことはできません。

メゾン・ド・クリスタルのスプレッドシートには、**仮定**として定義された入力セルと、**予測**として定義された出力セルがあります。スプレッドシートモデルにこれらのセルが定義されると、Crystal Ball は**モンテカルロ・シミュレーション**というテクニックを使用して、実世界の複雑なシナリオをシミュレートします。

シミュレーションの各試行において Crystal Ball は以下の3ステップを実行します。この試行は指定された試行回数にわたって繰り返されます。

1. すべての仮定セルについて、ユーザが行った仮定セルの定義に基づいて乱数を発生し、その値をスプレッドシートに埋め込みます。
2. スプレッドシートを再計算します。
3. 再計算された予測セルの値を取り出して、予測ウィンドウのグラフに追加します。

このプロセスは、次のいずれかが満たされるまで繰り返されます。

- 停止条件に合致した
- ユーザがシミュレーションを手動で停止した

最終的な予測グラフは、いくつか指定された仮定セルの不確実性を結合した結果です。ただし、モンテカルロ・シミュレーションは実世界を近似できるにすぎないという点に注意してください。スプレッドシートモデルを作成してシミュレーションを実行したら、さらに、可能な限り現実の状況に近づくように注意深く問題の検討を続けて、モデルを改善していく必要があります。

メゾン・ド・クリスタルの Crystal Ball セル

仮定セルや予測セルのことを Crystal Ball セルといいます。メゾン・ド・クリスタルのスプレッドシートモデルには、以下のように二つの仮定セルと一つの予測セルが定義されています。

- セル C5 は“入居室数”という仮定セルです。各月の入居室数が 30 ~ 40 室の間で偏りなく変化するように定義されています。
- セル C7 は“1ヶ月あたりの経営コスト”という仮定セルです。平均 225 万円の周りで多少変動するように定義されています。

仮定

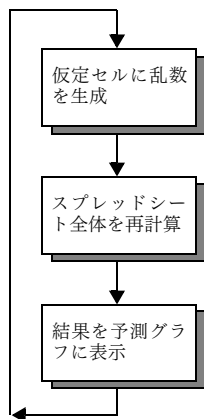
スプレッドシートモデルに対する入力値。確率分布を使ってその不確実性を表します。

予測

スプレッドシートモデルの仮定を数学的に組み合わせた統計量のサマリ。予測はそのモデルに対して起こり得る結果の度数分布として、グラフまたは数値として出力されます。

モンテカルロ・シミュレーション

スプレッドシートモデルの不確実性の影響を、乱数を使って測定するシステム。



- セル C9 は“損益”という予測セルです。実際にこのセルをクリックしてみてください。セル C5～C7 を参照した損益計算の式が入っていることがわかります。

Crystal Ball のデフォルトの設定では、仮定セルは緑色、予測セルは水色で表示されます。シミュレーション中、これらのセルの値はあわただしく変化します。いったんモデルをリセットして、シミュレーションをステップ実行すると、この様子をじっくり見ることができます。

以下のセクションで、Crystal Ball コントロールパネルを使い、実際にステップ実行を行ってみましょう。

リセットとステップ実行

最初のシミュレーションを実行すると、Crystal Ball コントロールパネルが現れます。コントロールパネルを使うことで、続くシミュレーションの管理や結果の分析が楽になります。

< Crystal Ball メモ > コントロールパネルや Crystal Ball の他のウィンドウが Excel ウィンドウの後ろに隠れてしまったときは、Windows タスクバーの Crystal Ball アイコンをクリックしてください。



図 1.7 Crystal Ball コントロールパネル

< Crystal Ball メモ > コントロールパネルのメニューバーのメニュー構成と、Crystal Ball リボンにおける機能グループとそれに所属するコマンドの構成とは、多少食い違いがあります。このガイドは、Crystal Ball リボンにおける構成に基づいて記述しますが、一般に、いったんシミュレーションを実行した後は、コントロールパネルを利用するほうがスムーズに作業が進みます。

以下の手順で、シミュレーションをリセットし、次にステップ実行を行ってください。



1. [実行] → [リセット] を選んで、それまでのシミュレーションをリセットし、計算結果をすべてクリアします。



2. [実行] → [ステップ実行] を選んで、シミュレーションを 1 試行ずつ進めます。

1 回クリックするごとに、仮定セルと予測セルの値が変化することに注意してください。

Crystal Ball の終了

これでこの章のチュートリアルはおしまいです。Crystal Ball のスプレッドシートモデルは、通常の Excel ワークブックと同じように保存し、閉じることができます。



Crystal Ball を終了する前に、[実行] → [リセット] を選択して、モデルをリセットしてください。

Crystal Ball は以下のいずれかの方法で終了します。

- Windows のタスクバーにある Crystal Ball アイコンを右クリックして、[ウィンドウを閉じる] を選択します。
- Excel を終了します。

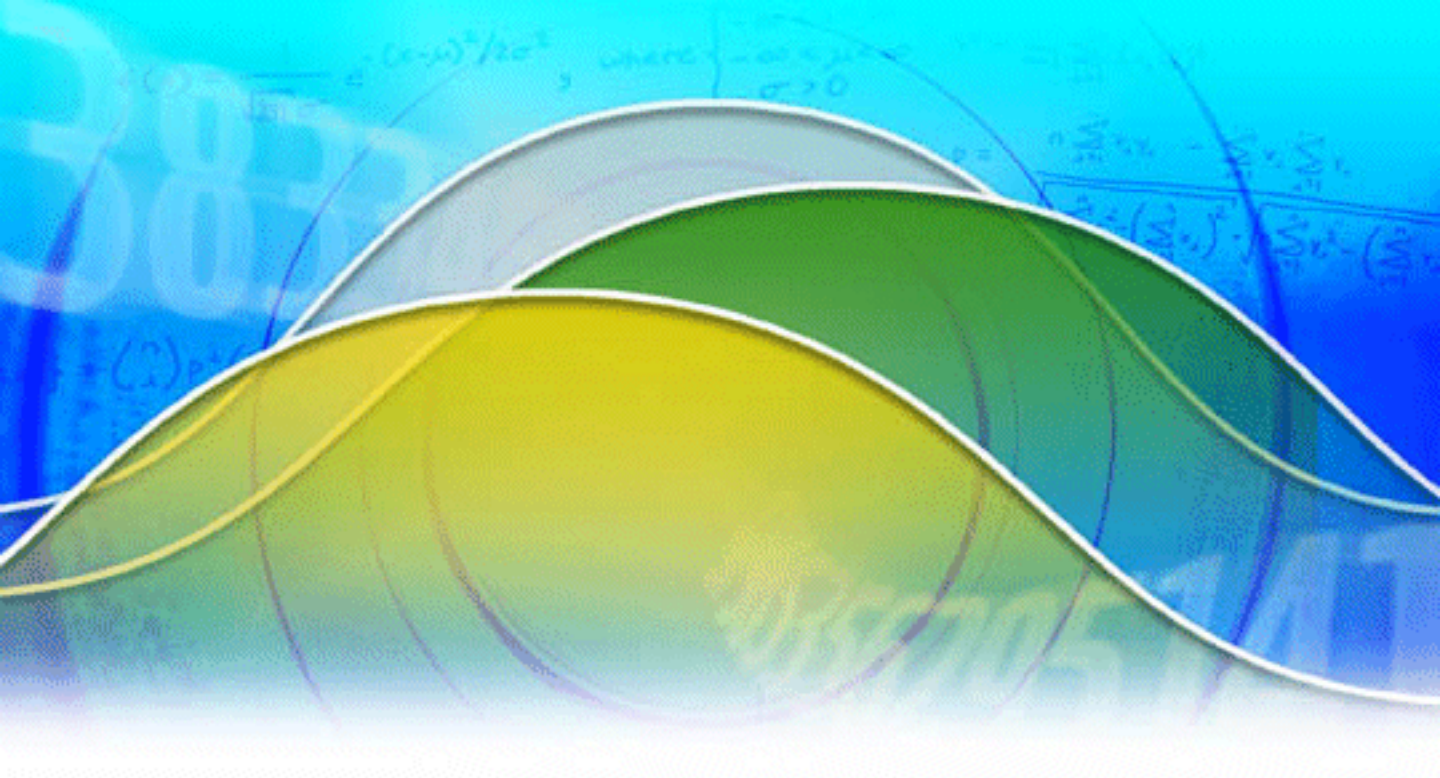
チュートリアルの復習

このチュートリアルでは、以下を学習しました。

- Crystal Ball の起動
- Crystal Ball リボンやコントロールパネルを使ったサンプルモデルの実行
- シミュレーションの背後にある“仕掛け”（および、ステップ実行による動作の確認）
- Crystal Ball の終了

次のステップへ

続く第 2 章には、仮定セルと予測セルの定義方法から、シミュレーションの実行、結果の分析に至るまでの、より現実的なチュートリアルを用意してあります。



第 2 章

Crystal Ball の活用 – Tutorial 2

概要

第1章のチュートリアルでは、マンションの損益をシミュレートする、ごく簡単なモデルを使って、Crystal Ballの基礎を学習しました。

この章のチュートリアルでは、製薬会社「ビジョンリサーチ」のスプレッドシートモデルを使い、企業が意思決定を行うときに必要となる主な要素を取り上げて、一つの完全なシミュレーションを実行します。このシミュレーションでは、近視治療の新薬「クリアビュー」開発プロジェクトの将来を占います。

Tutorial 2 : 新薬「クリアビュー」開発プロジェクト

この章では、Crystal Ball の特徴をさらに深く理解するために、より現実的な状況を扱っていきます。チュートリアルに使用する材料は、製薬会社「ビジョンリサーチ」の新薬「クリアビュー」開発プロジェクトです。いくつかの不確実な要素を含んだこのスプレッドシートモデルは、企業経営で必要となるモデルの典型例だといえます。

このチュートリアルでは、説明に従ってさまざまな操作をしていただきます。操作ミスをしていても心配はいりません。誤りに気づいたら、いったん前に戻って誤ったステップをもう一度やり直してください。

このチュートリアルでは、以下を学習します。

- Crystal Ball の起動
- 仮定セルの定義
- 予測セルの定義
- シミュレーションの実行
- 結果の理解とグラフのカスタマイズ
- Crystal Ball の終了

Crystal Ball の起動

Crystal Ball が起動していない場合は、p.10 の説明を参照して、起動してください。

サンプルモデルの読み込み

Crystal Ball の Examples フォルダから、新薬「クリアビュー」開発プロジェクトのスプレッドシート“Vision Research.xls”を開いてください。サンプルモデルを開く方法については、p.4 “サンプルモデルファイルについて”をご覧ください。

以下のようなスプレッドシートが表示されます。

	A	B	C	D	E	F
1	クリアビュー開発プロジェクト					
2						
3	原価					
4		これまでにかかった開発費用		1,500.0	百万円	
5		認可を受けるためのテスト費用		600.0	百万円	一様分布
6		マーケティング費用		2,400.0	百万円	三角分布
7		総費用		4,500.0	百万円	
8						
9	100人に対する臨床試験の結果予想					
10		副作用なく効き目のある患者の割合		25	人/百人	二項分布
11		製造認可(100人中 20人以上に安全性と有効性が認められた場合)		TRUE		
12						
13	市場の状況					
14		現時点での国内の近視患者数		40.0	百万人	
15		潜在市場の年間拡大率		2.00%		カスタム分布
16		1年後の潜在市場		40.8	百万人	
17						
18	総利益					
19		市場シェア		8.00%		正規分布
20		消費者1人につき獲得する利益(売上高-直接原価)		1,800.00	円	
21		総利益		5,875.2	百万円	予測セル
22						
23		純利益 (総利益から開発費用+テスト費用+マーケティング費用を差し引いた利益)				
24				1,375.2	百万円	予測セル
25						
26						

図 2.1 “クリアビュー開発プロジェクト” のスプレッドシート

クリアビュー開発プロジェクトのシナリオ

製薬会社の「ビジョンリサーチ」は、近視治療の新薬「クリアビュー」の開発を完了したところです。厚生労働省が効き目と安全性を認めて製造・販売を許可し、採算も合うようなら、翌年には発売にこぎつきたいと考えています¹。

クリアビューは、すべての近視患者を治療できるわけではありません。ビジョンリサーチが独自に実施した予備テストで、副作用なく治療効果が現れた患者の割合は、厚生労働省が認可するぎりぎりのラインでした。厚生労働省によるテストに合格しなければ、もちろん発売することはできません。

また、発売の認可が得られても、そもそも採算が合わないのであれば、一刻も早くプロジェクトを中止したほうが賢明です。

今、ビジョンリサーチの経営陣は、新薬のプロジェクトを進めるか、それともプロジェクトを中止するかという決断を迫られています。このチュートリアルでは、Crystal Ballを使ってこの難しい意思決定を行って

1. このチュートリアルは米国の事例を翻訳したものです。したがって、日本の事情とは異なる場合があります。

いきます。

スプレッドシートモデルには、プロジェクトに関連してビジョンリサーチが直面している主な問題が集められています。次のセクションに進む前に、モデルを眺めてその要素を確認してください。

仮定の定義

確率分布
起こり得るすべての事象とその実現確率を表す分布。

Crystal Ball では、値セルに対してその不確実性を示す**確率分布**を選ぶことにより仮定を定義します。この選択は、[分布一覧] ダイアログ (p.24 の図 2.2) を使って行います。

どのようにしてそれぞれの仮定に適切な分布を選んだらよいのかという問題がありますが、このチュートリアルではさまざまな分布の特徴を説明しながら選択していくという方法はとりません。余裕があるユーザには、チュートリアルで使用される分布について（あるいはさらにその他の分布についても）このガイドの付録Cの説明を参照しながらチュートリアルを進めることをお勧めします。

クリアビュー開発プロジェクトでは、以下の分布を使用します。

- 認可を受けるためのテスト費用：一様分布
- マーケティング費用：三角分布
- 副作用なく効き目のある患者の割合：二項分布
- 潜在市場の年間拡大率：カスタム分布
- 市場シェア：正規分布

認可を受けるためのテスト費用：一様分布

ビジョンリサーチは、すでにクリアビューの開発に15億円を費やしています。

そして、厚生労働省の認可を受けるためのテストを実施するのに、今後さらに4億5000万～7億5000万円がかかると推測されています。この“認可を受けるためのテスト費用”という変数は、4億5000万～7億5000万円の範囲のどの金額も同じ確率で発生し得ると考えられています。言い換えると、この範囲のある金額が、この範囲の他の金額よりも起こる確率が高いということはありません。

ビジョンリサーチは、不確実な“認可を受けるためのテスト費用”変数に対して一様分布を選びました。最大値と最小値の間のあらゆる値の生起確率が同じである場合は、一様分布を選ぶのが最適です。

適した分布を選ぶことができれば、仮定セルの定義は簡単です。

1. セル C5 をクリックします。
2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。



まだこのセルに仮定の定義はなされていないので、[分布一覧] ダイアログが表示されます。

< Crystal Ball メモ > [仮定の定義] アイコンではなく「仮定の定義」というメニュー名の部分をクリックすると、分布名のドロップダウンリストが表示されます。このリストに表示される分布は、前回 [分布一覧] ダイアログを利用したときに選択されていたカテゴリに含まれる分布です。目的の分布がリストにあれば、それをクリックして選択し、なければリストの最下行にある [分布一覧] をクリックします。

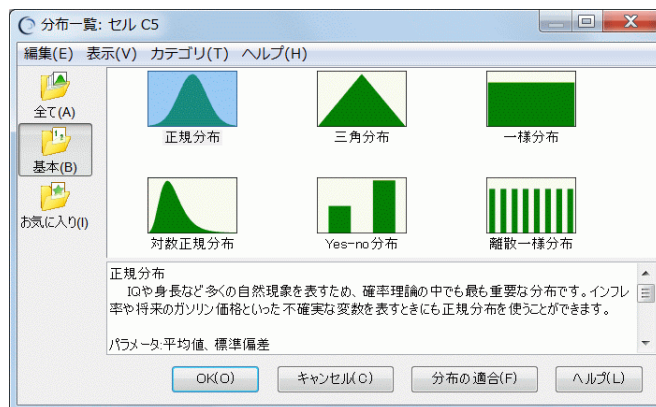


図 2.2 [分布一覧] ダイアログ

デフォルトでは [基本] カテゴリが選択され、使用頻度の高い基本的な連続分布と離散分布が六つ表示されます。どれかの分布をクリックし、[分布一覧] ダイアログのメニューバーから [表示] → [解説の表示] を選択すると、その分布に関する情報がダイアログの下部に表示されます。

3. [一様分布] をクリックします。
 4. [OK] ボタンをクリックします。
- [仮定の定義] ダイアログが表示されます。

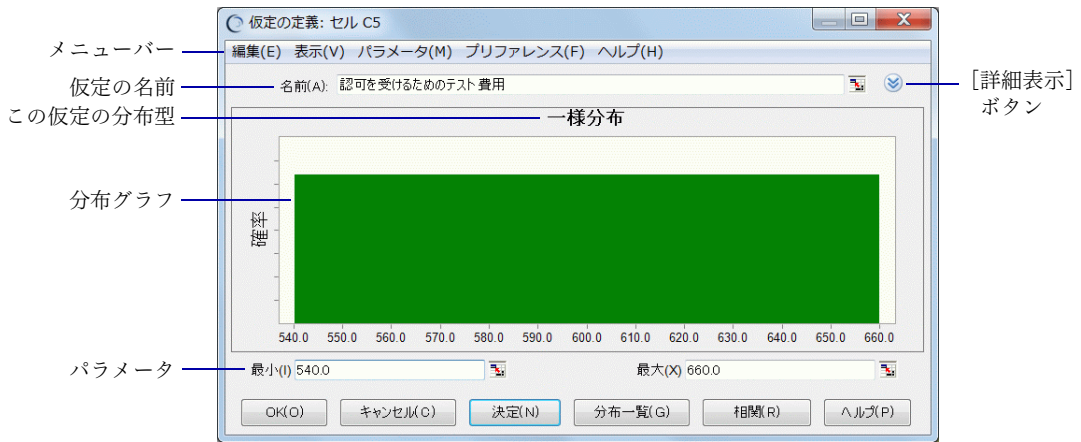


図 2.3 【仮定の定義】ダイアログ（一様分布）

ワークシート上で、セル C5 の隣に“認可を受けるためのテスト費用”と入力されているため、このダイアログの [名前] フィールドにも同じように表示されます。少し長いですから、最初の部分を削除して、単に“テスト費用”とするとよさそうです。

一様分布には最大値と最小値という二つのパラメータがあります。これらの入力フィールド [最小] と [最大] には、Crystal Ball が割り当てたデフォルト値が表示されています。

さて、ビジョンリサーチは、テスト費用は 4 億 5000 万～7 億 5000 万円だと予測しています。そこで、デフォルト値に代えて、以下の手順でこれらの値を指定してください。ワークシートの数字は百万円単位で表されているため、Crystal Ball のダイアログにも百万円単位で入力しなければなりません。

5. [最小] フィールドに“450”と入力します。

450 (4 億 5000 万円) は、ビジョンリサーチがテスト費用として見積もった金額の最小値です。

6. <Tab> を押して [最大] フィールドに移り、“750”と入力します。

750 (7 億 5000 万円) は予想金額の最大値です。

7. [名前] フィールドに移り、“認可を受けるためのテスト費用”の前半を削除して“テスト費用”とします。

8. [決定] ボタンをクリックします。

正しく入力すれば、ダイアログは図 2.4 のようになります。図と異なる表示になっているときは手順 5～7 をやり直してください。

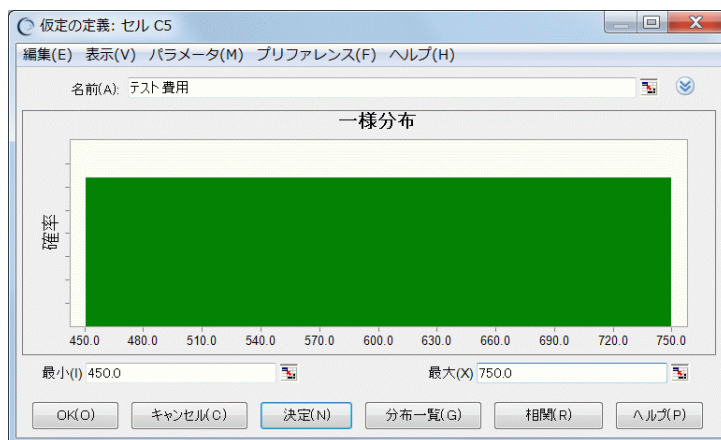


図 2.4 “テスト費用” のパラメータ定義

この設定でシミュレーションを行うと、Crystal Ball は 450 ～ 750 の均一な乱数を発生させます。

9. [OK] ボタンをクリックして、ワークシートに戻ります。

セル C5 に仮定が定義され、セルが緑色に変わります。

マーケティング費用：三角分布

クリアビューに対する厚生労働省の認可がおりて発売することになると、ビジョンリサーチは新製品を市場に浸透させるために、マスメディアを使った広告宣伝や、発売初期のキャンペーンに力を入れる必要があります。

ビジョンリサーチは、これらの経費を“マーケティング費用”変数としてまとめ、その金額を 18 億～27 億円と予想しました。そして、その中でも目標とすべき支出額として、24 億円という金額を設定しました。

このように上限と下限、そして最も見込みのある値が予測できる場合には、三角分布が適しています。

この仮定はあらかじめ定義してあります。そこで、以下のように定義を確認してください。

1. セルC6 をクリックします。



2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。

[仮定の定義] ダイアログが表示されます。先ほどの一様分布とは異なり、三角分布には最小値、最尤値、最大値という三つのパラメータがあります。

< Crystal Ball メモ > [仮定の定義] アイコンではなくメニュー名をクリックした場合は、ドロップダウンリストの最下行にある [分布一覧] を選んでください。定期済みの [仮定の定義] ダイアログが開きます。

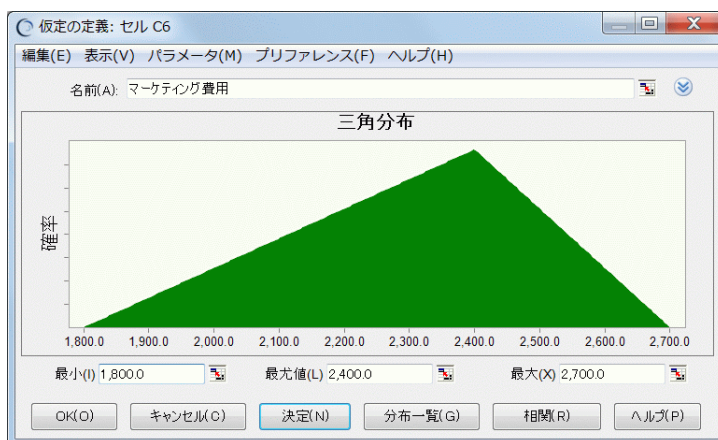


図 2.5 [仮定の定義] ダイアログ (三角分布)

すでに定義されている値を確認してください。

- [最小] フィールドは“1,800.0”です。
1,800 (18 億円) は、ビジョンリサーチが予測したマーケティング費用の最小値です。
- [最尤値] フィールドは“2,400.0”です。
2,400 (24 億円) は、ビジョンリサーチが最適だと考えているマーケティング費用です。
- [最大] フィールドは“2,700.0”です。
2,700 (27 億円) は、ビジョンリサーチが予測したマーケティング費用の最大値です。

この設定でシミュレーションを行うと、2,400 を頂点とした 1,800 ~ 2,700 のランダムな数が発生します。

3. [OK] ボタンをクリックして、ワークシートに戻ります。

副作用なく効き目のある患者の割合：二項分布

クリアビューを厚生労働省に認可してもらうためには、1年間に100人の患者を対象に安全性と有効性のテスト（臨床試験）をしなければなりません。ビジョンリサーチでは、このテストで近視患者100人中20人以上に大きな副作用なく効果が現れれば、厚生労働省は認可するだろうと予想しています。独自に実施した予備テストでの割合は25%でした。

副作用なく効果が現れる100人あたりの人数、つまり“効き目のある患者の割合”変数に関しては、予備テストで25%の率を得たということしかわかっていません。はたしてクリアビューは厚生労働省の基準に合格するのでしょうか？

ビジョンリサーチは、Crystal Ball を使って認可の可能性を表現するために二項分布を選びました。二項分布は、固定された実験回数（100回）の中での成功回数（25%）を表すことができます。

この仮定もあらかじめ定義してあります。以下のように定義を確認してください。

1. セルC10をクリックします。
2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。



[仮定の定義] ダイアログが現れます。二項分布には、確率と試行回数という二つのパラメータがあります。

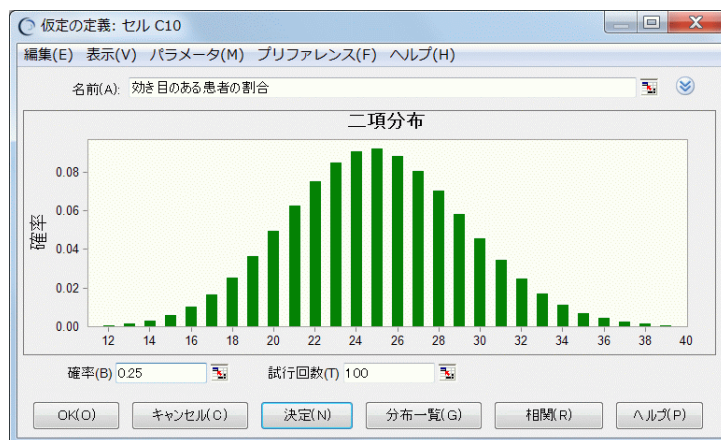


図 2.6 【仮定の定義】ダイアログ（二項分布）

- 予備テストでの割合は25%だったので、効き目の可能性を示す確率には25%を使います。

< Crystal Ball メモ > [確率] フィールドには、0～1の小数（たとえば“0.03”）でも、パーセント記号を後ろにつけた整数（たとえば“3%”）でも、どちらでも入力することができます。

- 100人をテストするので、試行回数には100を使います。

この設定でシミュレーションを実行すると、Crystal Ballは厚生労働省のテストで対象となる100人のうち副作用なく効果のある患者数として、この分布に従った0～100のランダムな数を発生させます。

3. [OK] ボタンをクリックしてワークシートに戻ります。

潜在市場の年間拡大率：カスタム分布

ビジョンリサーチのマーケティング部は、全国で4000万人が近視に悩まされており、テストをしている期間中（1年間）に、さらに0～5%増加するだろうと予測しました。また、その一方で、競合商品がすぐに現れた場合、近視患者の増加によらず5～15%の範囲でクリアビューの潜在市場が縮小するとも考えています。そして、そのような競合製品が現れる確率を25%と予測しました。

近視患者の増加と競合製品による潜在市場の縮小を一つの変数“潜在市場の年間拡大率”として捉えようとした場合、一般の分布ではこれを説明することができません。このような、不確実な要素が多い状況に対しては、カスタム分布が適しています。カスタム分布は他の分布より多くのパラメータを使うことができる、自由度の高い分布です。

仮定セルの定義は以下の手順で行います。途中で設定を誤ったときは、[分布一覧] ボタンをクリックして [分布一覧] ダイアログに戻り、以下の手順4から再度設定してください。

1. セルC15をクリックします。



2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。

[分布一覧] ダイアログが表示されます。

3. [分布一覧] ダイアログの左上にある [全て] をクリックします。

Crystal Ball で使用できるすべての分布が表示されます。上部には連続分布が、下部には離散分布が集められています。離散分布は、たとえば金額を整数だけで表したいときに使います。

図 2.7 は、ダイアログの隅をドラッグして、すべての分布が表示されるようにしたところです。

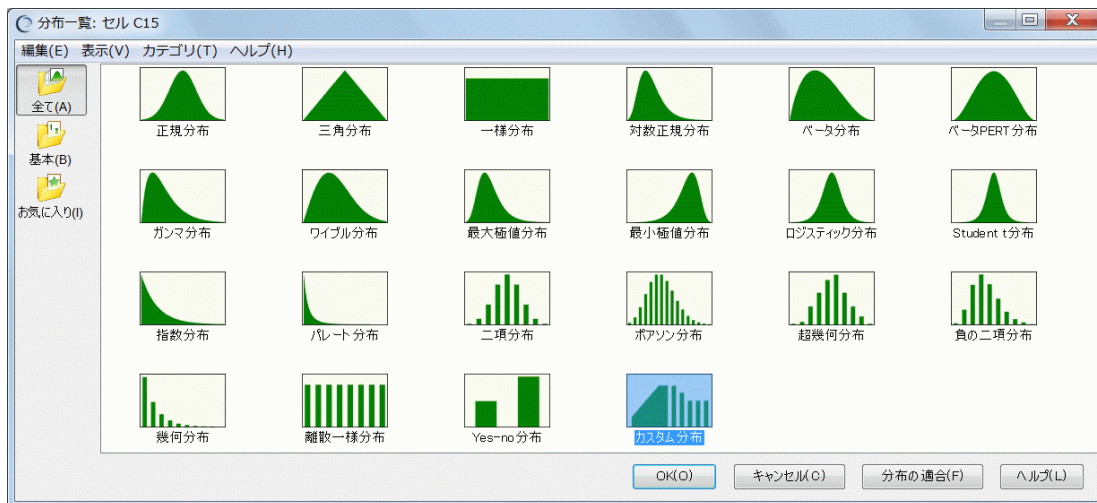


図 2.7 [分布一覧] ダイアログ ([全て] カテゴリ)

4. [カスタム分布] をクリックします。[カスタム分布] が隠れているときは、下方へスクロールしてください。
5. [OK] ボタンをクリックします。

[仮定の定義] ダイアログが表示されます。これまでの分布とは違い、カスタム分布では、パラメータを入力しない限りグラフは空白のままです。

パラメータを入力するまでグラフは現れません。

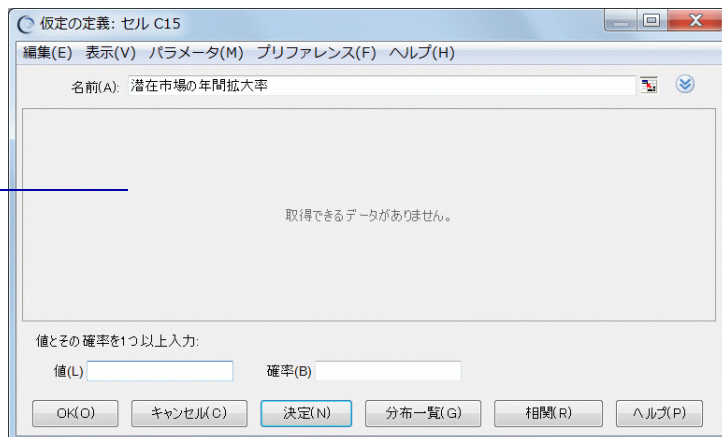


図 2.8 [仮定の定義] ダイアログ (カスタム分布)

デフォルトでは、カスタム分布のダイアログは異なる確率をもついくつかの単一の値を定義できるようにセットされています。ダイアログには [値] と [確率] というパラメータフィールドがあります。これらのパラメータを指定して [決定] ボタンを押すことを繰り返すと、発生する確率がそれぞれに異なる値を複数設定することができます。

しかし、ここでは「単一の値」を発生させたいのではありません。先ほど説明したように、近視患者の増加と競合製品の影響を表す二つの「連続的な範囲」が必要です。

6. [パラメータ] メニューを開いてください。

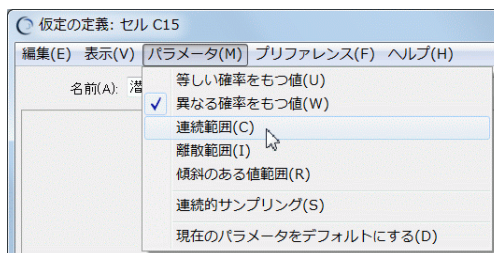


図 2.9 カスタム分布の [パラメータ] メニュー

7. [連続範囲] を選びます。

[仮定の定義] ダイアログに [最小]、[最大]、[確率] という三つのパラメータフィールドが現れます。

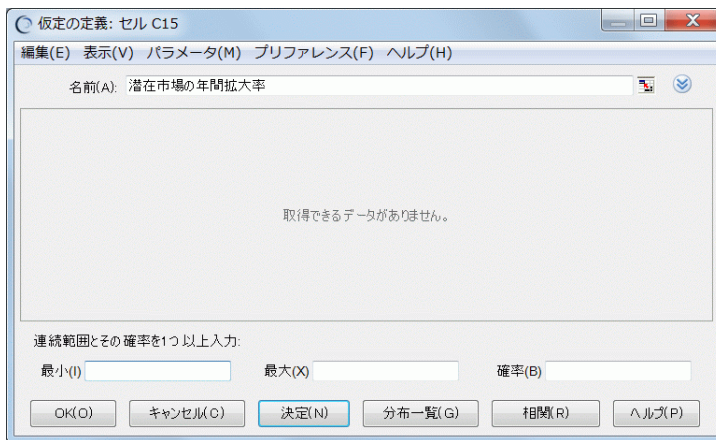


図 2.10 連続範囲のパラメータフィールド

8. まず、競合製品が現れない場合の潜在市場の年間拡大率（近視患者の増加率）を次のように指定します。

a. [最小] フィールドに“0%”と入力します。

この値は潜在市場が拡大しないこと（0%の拡大）を表します。

b. <Tab>を押して [最大] フィールドに移り“5%”と入力します。

潜在市場が5% 拡大することを表します。

c. <Tab>を押して [確率] フィールドに移り“75%”または“0.75”と入力します。

競合製品が75%の確率で現れない、つまり潜在市場の0～5%の拡大が75%の確率で起きることを表します。

d. [決定] ボタンをクリックします。

0～5%の範囲の一様分布のグラフが現れ、次の連続範囲の入力を受け付けるためにパラメータフィールドがクリアされます。図 2.11 は、緑色のグラフをクリックして、パラメータを表示させたところです。分布グラフのグラフ以外の領域をクリックすると、グラフの選択が解除され、パラメータフィールドは空になります。

第一の値の範囲に
対する一様分布

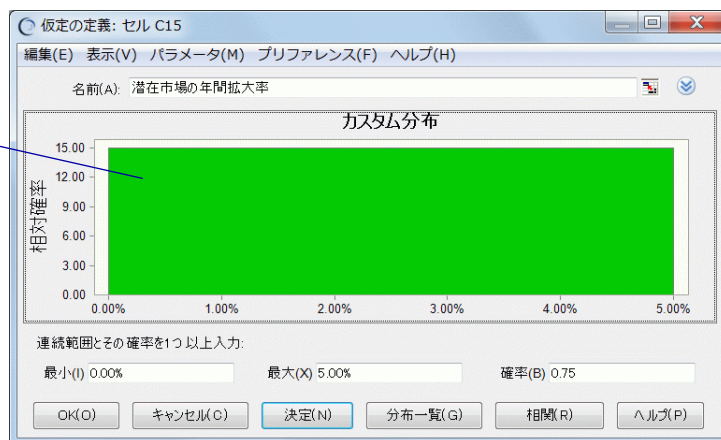


図 2.11 第一の連続範囲

9. 次に、競合製品が現れた場合の潜在市場の変化率を指定します。

a. [最小] フィールドに“−15%”と入力します。

この値は潜在市場が15% 縮小することを表します。

b. <Tab> を押して [最大] フィールドに移り “-5%” と入力します。

潜在市場が 5% 縮小することを表します。

c. <Tab> を押して [確率] フィールドに移り “25%” または “0.25” と入力します。

競合製品が 25% の確率で現れる、つまり潜在市場の 5 ~ 15% の縮小が 25% の確率で起きることを表します。

d. [決定] ボタンをクリックします。

[仮定の定義] ダイアログに -15 ~ -5% の範囲の一樣分布が追加され、図 2.12 のように “近視患者の年間増加率” の二つの要素を設定することができました。

二つの範囲が表示
されます。

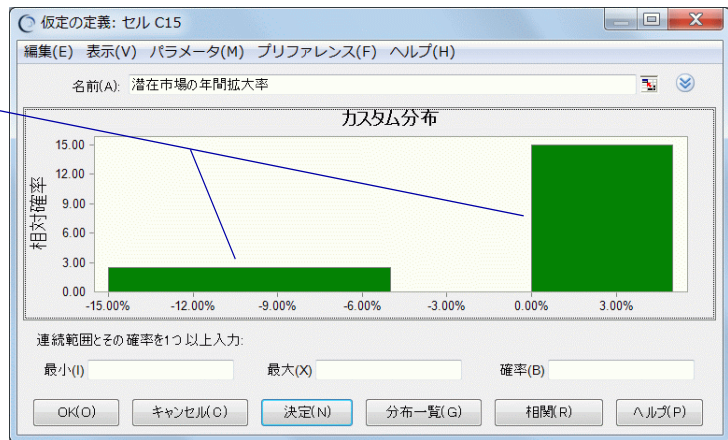


図 2.12 第一、第二の連続範囲

10. [OK] ボタンをクリックしてワークシートに戻ります。

市場シェア：正規分布

ビジョンリサーチのマーケティング部では、市場全体におけるクリアビューの最終シェア（“市場シェア”変数）は、**平均値 8%、標準偏差 2%**程度の正規分布であると推定しました。正規分布はベル型カーブを示すことでよく知られた分布です。このパラメータの場合、約 68% の確率で市場シェアが 6 ~ 10% に収まることになります。

8% という低い平均値は、予備テストの最中に発生した薬の副作用を考慮した謙虚な推定ですが、反面、マーケティング部は、予備テストを実

平均値

値集合の算術平均。すべての値の和を値の個数で割って求めます。

標準偏差

分布の分散の平方根。分布の広がり、つまり平均値のまわりでの値のばらつきを表します。

施した際に被験者の関心が高かったことから、最低 5% のシェアは確保できると推定しました。

以下のように“市場シェア”の仮定セルを定義してください。

1. セル C19 をクリックします。



2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。

[分布一覧] ダイアログが表示されます。

3. [正規分布] をクリックします。

[正規分布] は、[分布一覧] ダイアログで [基本] を選んでいても、[全て] を選んでいても最初にあります。

4. [OK] ボタンをクリックします。

図 2.13 のような [仮定の定義] ダイアログが表示されます。

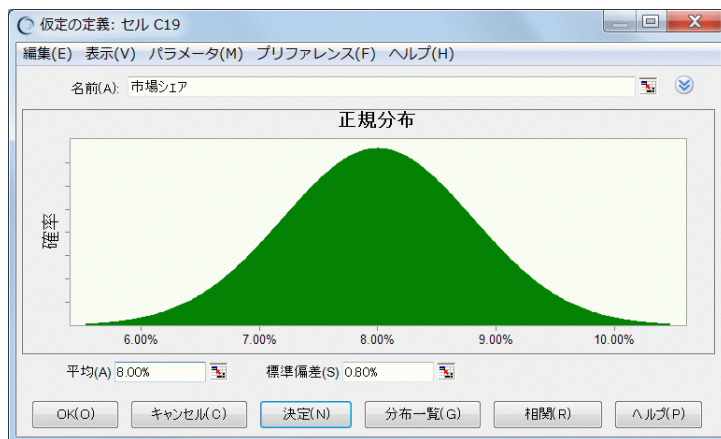


図 2.13 【仮定の定義】ダイアログ (正規分布)

5. 正規分布には平均値と標準偏差という二つのパラメータがあります。以下のようにこれらを入力してください。

a. [平均] フィールドに“8.00%”と表示されていないときは“8%”と入力します。

この値は市場シェアの平均が 8% であることを表します。

b. <Tab> を押して [標準偏差] フィールドに移動し、“2%”と入力します。

平均からの標準偏差が 2% であることを表します。

6. [決定] ボタンをクリックします。

Crystal Ball はパラメータに合わせてグラフの目盛りを調節します。そのため分布図の形は変わりませんが、図 2.14 のようにグラフの軸目盛りが変化します。

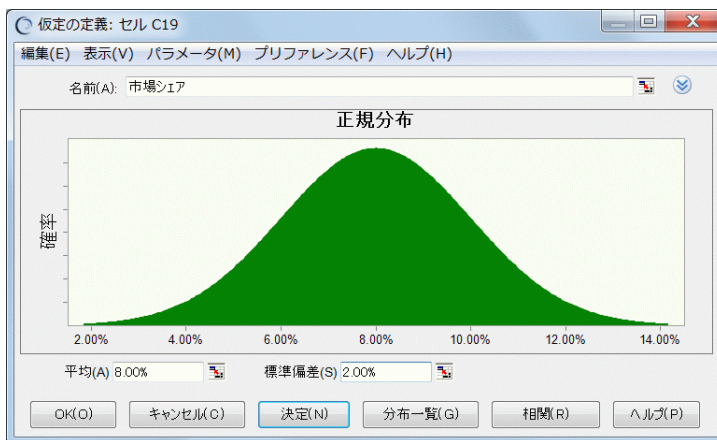


図 2.14 パラメータの指定による軸目盛りの変化



7. [詳細表示] ボタンをクリックして、詳細なパラメータフィールドを表示します。

[切り取り下限値] フィールド

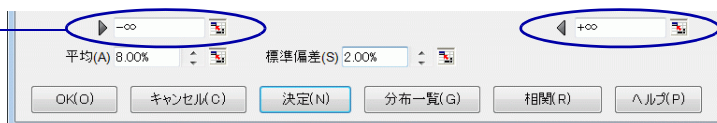


図 2.15 分布の切り取りに使用するフィールド

灰色の三角形のついた二つのフィールドは、仮定に範囲を定義するために用います。これらのフィールドに数値を入力すると、分布はその範囲で切り取られます。

8. 左側の [切り取り下限値] フィールドに “5%” と入力してください。

これは最低シェアが 5% であることを表します。

9. [決定] ボタンをクリックします。

図 2.16 のように、分布図の左のほうが切り取られます。

シミュレーションを実行すると、平均値 8%、標準偏差 2% の正規分布に従った 5% 以上の乱数が発生します。

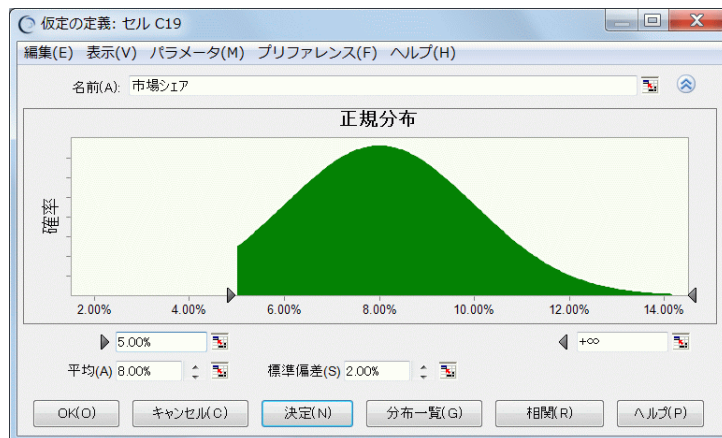


図 2.16 切り取られた正規分布

10. [OK] ボタンをクリックして、ワークシートに戻ります。

これでビジョンリサーチの新薬開発プロジェクトに関するすべての仮定を定義することができました。次にこれらの仮定を参照する予測セルの定義を行います。

予測の定義

予測

スプレッドシートモデルの仮定を数学的に組み合わせた統計量のサマリ。予測はそのモデルに対して起こり得る結果の度数分布として、グラフまたは数値として出力されます。

仮定セルの定義に続いて、このセクションでは予測セルの定義を行います。予測セルには、一つあるいは複数の仮定セルを参照した式、言い換えると、仮定セルの値を組み合わせた「結果」を入力します。

ビジョンリサーチの経営陣が興味をもっている「結果」には、クリアビューが発売された後の、1) 製品売上高から直接原価を差し引いた利益（総利益）と、2) そこからさらに開発費や間接費（テスト費用、マーケティング費用）を差し引いた利益（純利益）という二つがあります。また、純利益の予測では、厚生労働省が認可しなかった場合の純損失も考慮したいと考えています。

このチュートリアルでは、計算を単純にするため、総利益の計算に売上高や直接原価を使用しません。消費者 1 人から得られる利益を使って総利益を計算することになります。

ビジョンリサーチのスプレッドシートでは、総利益を表すセルは C21、純利益を表すセルは C24 となっています。これらのセルを予測セルとして定義しましょう。

総利益

Crystal Ball は一つのシミュレーションの中で複数の予測を作成することができます。このチュートリアルでは、総利益と純利益という二つの予測を一つのシミュレーションから作成します。総利益のセルから見いきましょう。

1. セル C21 をクリックします。

セルの内容が Excel の数式バーに表示されます。このセルには、“ $=C16 * C19 * C20$ ” という式が入っています。

総利益は、1 年後の潜在市場 (C16)、市場シェア (C19)、消費者 1 人から得られる利益 (C20) を掛け合わせることで計算されます。

総利益を求める式が理解できたら、次の手順で総利益の予測セルを定義してください。



2. [定義] → [予測の定義] を選びます。

[予測の定義] ダイアログが表示されます。

予測セルの左隣のセルに“総利益”という名称が入力されているので、[名前] フィールドにもそのように表示されるはずです。変更せずにこの名称を使ってください。

3. <Tab> を押して [単位] フィールドに移り“百万円”と入力します。

スプレッドシートモデルの金額は百万円単位で表しているため、予測グラフもそのようにします。

ダイアログは図 2.17 のようになります。

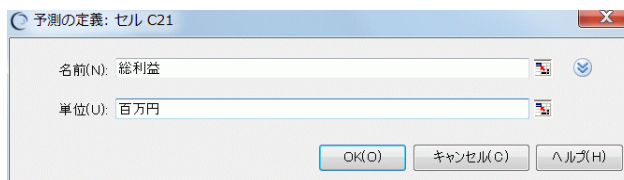


図 2.17 “総利益” の [予測の定義] ダイアログ

4. [OK] ボタンをクリックしてワークシートに戻ります。

純利益

総利益のときと同じように、純利益のセルの内容を確認してから、予測セルを定義しましょう。

1. セル C24 をクリックします。

Excel の数式バーにセルの内容が表示されます。このセルには、“=IF (C11, C21-C7, -C4-C5)” という式が入っています。IF は条件によって返す値を変える Excel の関数で、この式は次のように解釈することができます。

厚生労働省がこの薬を認可した場合 (C11=TRUE) は、総利益 (C21) から開発費用・テスト費用・マーケティング費用の合計 (C7) を引くことで純利益が求められます。厚生労働省が認可しない場合 (C11=FALSE) は、総利益とマーケティング費用がなくなり、開発費用 (C4) とテスト費用 (C5) がそのまま損失となります。



2. [定義] → [予測の定義] を選びます。

[予測の定義] ダイアログが表示されます。

予測セルの左隣や上隣のセルに説明文が入力されていないため、[名前] フィールドにはセルのアドレスが表示されます。

3. [名前] フィールドに“純利益”と上書き入力します。

4. <Tab> を押して [単位] フィールドに移り“百万円”と入力します。

スプレッドシートモデルの金額は百万円単位で表しているのので、予測グラフもそのようにします。

ダイアログは図 2.18 のようになります。

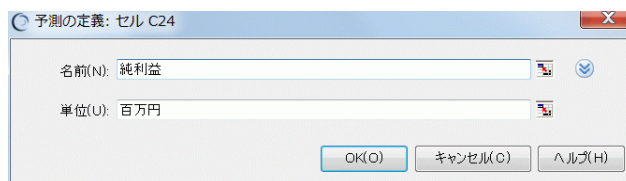


図 2.18 “純利益” の [予測の定義] ダイアログ

5. [OK] ボタンをクリックしてワークシートに戻ります。

シミュレーションの実行

これまでの作業で、クリアビューのシミュレーションに必要な仮定セルと予測セルをスプレッドシートに定義することができました。いよいよシミュレーションの実行へと進みます。

Crystal Ball コントロールパネルのメニューバー（コントロールパネルはシミュレーションを実行すると現れます）の [実行] メニューには、[シミュレーションの開始]、[シミュレーションの停止]、[シミュレーションの再開] というサブメニューがあります。これらはシミュレーションの実行をコントロールするコマンドです。[シミュレーションの開始] コマンドを選ぶと [シミュレーションの停止] コマンドが現れ、[シミュレーションの停止] コマンドを選ぶと [シミュレーションの再開] コマンドが現れます。

< Crystal Ball メモ > Crystal Ball リボン上では、このような変化はなく、常に [開始]、[停止]、[リセット]、[ステップ] と表示されます。

ただし、これらの操作はメニューからではなく、ボタンですばやく行うのが普通です。ボタンは Crystal Ball リボンと Crystal Ball コントロールパネルにあります。Crystal Ball リボンについては p.11 を、Crystal Ball コントロールパネルについては p.17 を参照してください。

シード値

乱数列の最初の数。シード値を固定すると、シミュレーションのたびに同じ乱数列が生成されます。

シミュレーションを開始する前に、このガイドと同じような予測グラフが導かれるように、以下の手順で試行回数と乱数のシード値を指定してください。



1. Crystal Ball リボンから [実行] → [実行プリファレンス] を選び、[試行] タブを開きます。
2. [最大試行回数] フィールドに “5000” と入力します。

このチュートリアルでは、より正確な予測結果を得るために、試行回数を増やします。

3. [サンプリング] タブを開きます。
4. [同じ乱数列を使用する] オプションをチェックし、[初期シード値] フィールドに “999” と入力します。

[サンプリング手法] に [モンテカルロ] と [ラテンハイパーキューブ] の二つがあることに注意してください。ラテンハイパーキューブはランダム性の小さい、より滑らかな予測グラフを導きます。ここでは、デフォルトの [モンテカルロ] を選択します。

5. [OK] ボタンをクリックします。



6. Crystal Ball リボンから [実行] → [開始] を選び、シミュレーションを実行してください。

シミュレーション結果の検討

仮定セルと予測セルを定義し、シミュレーションを実行するところまで無事に進むことができました。次に、予測結果を検討しましょう。

ビジョンリサーチがこのシミュレーションを行った目的を思い出してください。シミュレーションの目的は「クリアビューという新薬開発プロジェクトを進めるか、あるいは断念するか」という意思決定を行うことにあります。シミュレーションの結果からこの答えを導きましょう。

Crystal Ball

< Crystal Ball メモ > Crystal Ball のウィンドウは Excel のウィンドウから独立しています。Crystal Ball のウィンドウが画面に表示されていないときは、おそらく Excel のウィンドウの後ろに隠れています。Windows のタスクバーにある Crystal Ball アイコンをクリックするか、<Alt>+<Tab> を押して、前面に出してください。

純利益の予測グラフ

グループ

度数を数えるために、近い値を一絡のものとして分けた値範囲。

予測グラフは度数分布グラフです。度数分布はそれぞれのグループに含まれる値の発生回数を表します。言い換えると、予測グラフのそれぞれの棒は各グループを表し、棒の縦方向の長さは、そのグループ内（その棒の横方向の占有範囲内）に値が発生した回数を表します。たとえば、図 2.19 で最も多くの値が発生した区間は左端にあり、その度数は約 200 です。また、ほとんどのグループの度数は 180 以下です。

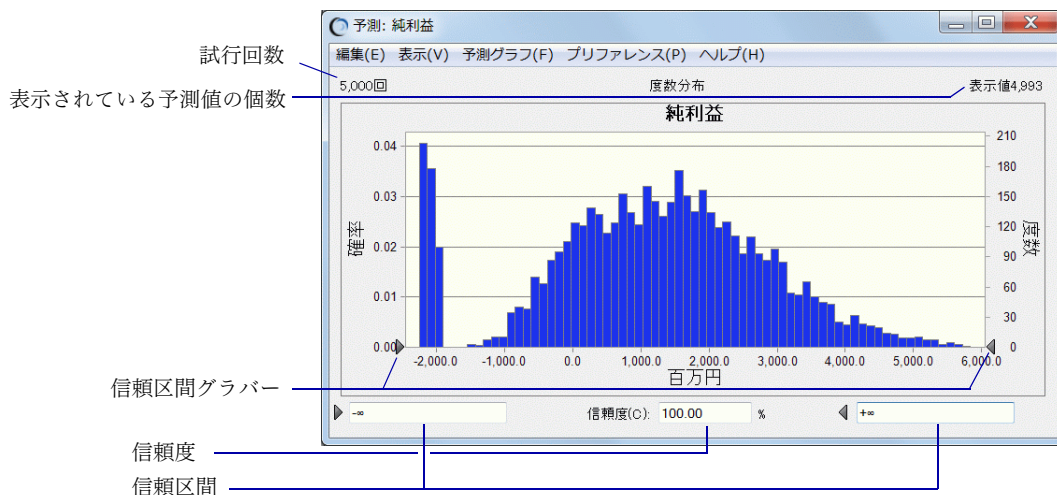


図 2.19 “純利益” の予測グラフ

全範囲

最小予測値から最大予測値までを含む予測値全体の範囲。

信頼度

信頼区間に含まれる予測値の個数を全範囲の個数で割った値。予測値が信頼区間に収まる確率を表します。

信頼区間

予測グラフ上で、左右の信頼区間グラバーに囲まれた部分。ある確率（信頼度）が与えられたときに予測値がその確率で収まる値の範囲を表します。

Crystal Ball はビジョンリサーチの新薬開発プロジェクトに対して、**全範囲**の結果を予測します。しかし、デフォルト表示のままの予測グラフに示されるのは、両端にある極端な値を除いた、限られた範囲の結果だけです。表示から除外された値は「はずれ値」と呼ばれます。図 2.19 では、約 -2,200 百万円～6,000 百万円の値だけが表示されています。

予測グラフの左上には、この予測に対して実行されたシミュレーションの試行回数 (5,000) が表示され、右上には、そのうちグラフに示されている試行回数 (4,993) が表示されます。図 2.19 の場合、予測値の個数は5,000個で、そのうち4,993個がグラフに表示されていることとなります。

予測グラフでは**信頼度**も示されます。デフォルト表示の**信頼区間**は $-\infty$ (負の無限大) から $+\infty$ (正の無限大) までです。信頼度は予測値が信頼区間に収まる確率を示すもので、Crystal Ball は信頼度を算出するために、信頼区間に含まれる予測値の個数と、全範囲の予測値の個数を比較します。これらの個数には、表示されていない予測値 (はずれ値) も含まれることに注意してください。

図2.19では、デフォルトの $-\infty$ と $+\infty$ が信頼区間フィールドに表示されています。信頼区間にすべての予測値が含まれているため、信頼度は100% (= 5,000 / 5,000) となっています。

< *Crystal Ball* メモ > シミュレーションは実世界を近似できるにすぎず、したがって、**信頼度も近似値であるということに注意してください。**

信頼度の判定

ビジョンリサーチの経営陣が以下のような疑問を投げたとしましょう。

- クリアビューの純損益が赤字にならない確率は？
- 3億円以上の黒字になる確率は？

これらの問いには、以下のように操作して特定の範囲の信頼度を求めることで答えられます。

1. 純利益の予測グラフで、信頼区間の [範囲下限] フィールドに “0” を入力します。
2. <Enter> を押します。

左の信頼区間グラバーが 0 の位置まで移動して、信頼度が再計算されます。予測グラフは、図 2.20 のようになります。

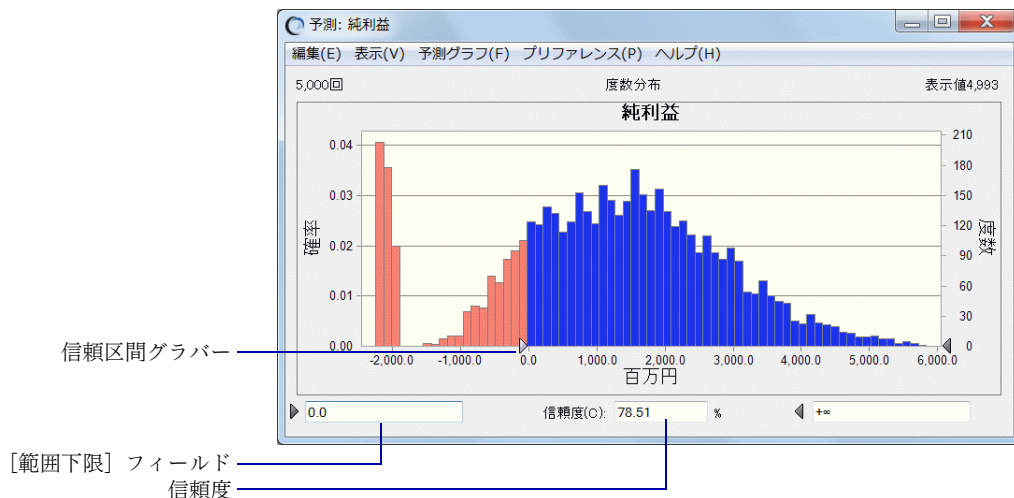


図 2.20 “純利益” の予測グラフ（赤字にならない確率）

この予測グラフを見ると、信頼区間グラバーに囲まれた数値範囲の信頼度は78.5%であることがわかります。つまり、クリアビューの純損益は78.5%の確率で赤字にならないだろうということです。説明するまでもありませんが、赤字になる確率も簡単に求められます。純損益が赤字になる確率は21.5%（100.0% - 78.5%）です。

次に純利益が3億円以上の黒字になる確率を求めましょう。

1. 予測グラフの [範囲下限] フィールドに“300”と入力します。
2. <Enter> を押します。

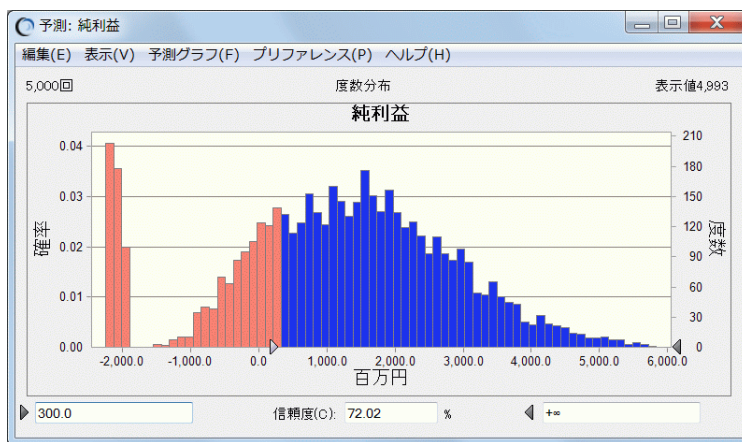


図 2.21 “純利益” の予測グラフ（3億円以上の黒字になる確率）

左の信頼区間グラバーが 300 の位置に移動して、信頼度が再計算されます。図 2.21 からわかるように、クリアビューが最低でも 3 億円以上の利益を生む確率は 72.0% です。

これらの予測結果を聞いたビジョンリサーチの経営陣は、最小純利益が 6 億円になる確率が 60% 以上であればプロジェクトを進め、60% に満たなければ中止すると決定しました。最後にこの答えを出しましょう。

1. 純利益の予測グラフの [範囲下限] フィールドに “600” と入力します。
2. <Enter> を押します。

左の信頼区間グラバーが 600 の位置に移動して、信頼度が再計算されます。

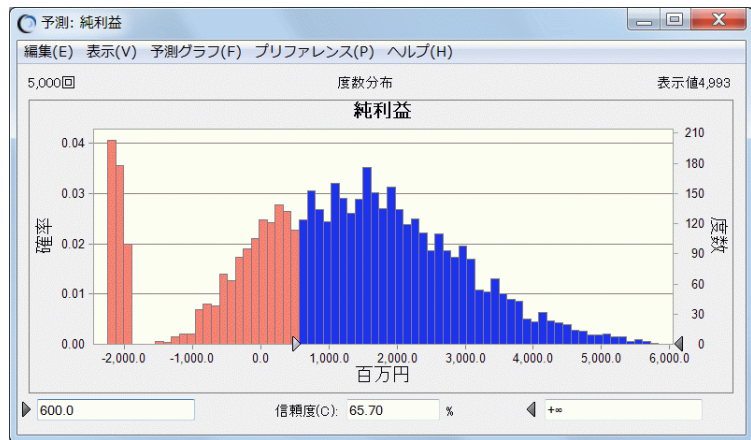


図 2.22 “純利益” の予測グラフ (6 億円以上の黒字になる確率)

図 2.22 のように、この条件での信頼度は 65.7% と分析されたので、ビジョンリサーチはクリアビュープロジェクトをこのまま進めようという決断をくだしました。

クリアビューのシミュレーションでは、純利益のほかに総利益も予測してあります。そこで、総利益の予測グラフも純利益と同じように分析してみてください。

予測グラフのカスタマイズ

Crystal Ball のグラフは、分析だけではなく、プレゼンテーションへの利用にも適しています。グラフプリファレンスの設定を変更すると、グラフの見た目や形をさまざまに変えることができます。

グラフプリファレンスを設定するためには、予測ウィンドウで [プリファレンス] → [グラフ] を選択します。ダイアログの [ヘルプ] ボタンをクリックすると、設定に関する説明（英語）が表示されます。

また、キーボードからショートカットキーを入力すると、[グラフプリファレンス] ダイアログを開くまでもなく、簡単にグラフの見た目を変えることができます。どれかの予測グラフを選択して、以下のショートカットキーを試してみてください。

<Ctrl>+<t>	グラフ様式を領域グラフ → 線グラフ → 棒グラフの順に切り替えます。
<Ctrl>+<d>	グラフの分布タイプを累積度数分布 → 逆累積度数分布 → 度数分布の順に切り替えます。
<Ctrl>+<m>	平均値など中心傾向の測度を示す線の表示を、なし → ベースケース → 中央値 → 平均値の順に切り替えます。
<Ctrl>+<p>	パーセンタイルの線を 10% 刻みで順に表示します。
<Ctrl>+	度数を計算するグループの区切り方を順に変えることで、グラフの細かさを切り替えます。
<Ctrl>+ <l>	グラフの目盛線を、なし → 水平線 → 垂直線 → 格子の順に切り替えます。
<Ctrl>+ <n>	凡例の表示を、あり → なしの間で切り替えます。
<Ctrl>+<w>	グラフを 3D 表示に切り替えます。

グラフウィンドウの端をドラッグすると、グラフのサイズや縦横比を自由に変えることができます。

たとえば、図 2.23 はクリアビューの総利益の予測グラフを 50% 半透明の 3D にして、平均線を表示し、さらに横軸方向に細かく見えるように、グラフの密度高くして左右に引き伸ばしたものです。また、総利益が 5 億円以上になる確率が明らかになるように、信頼区間を指定しています。

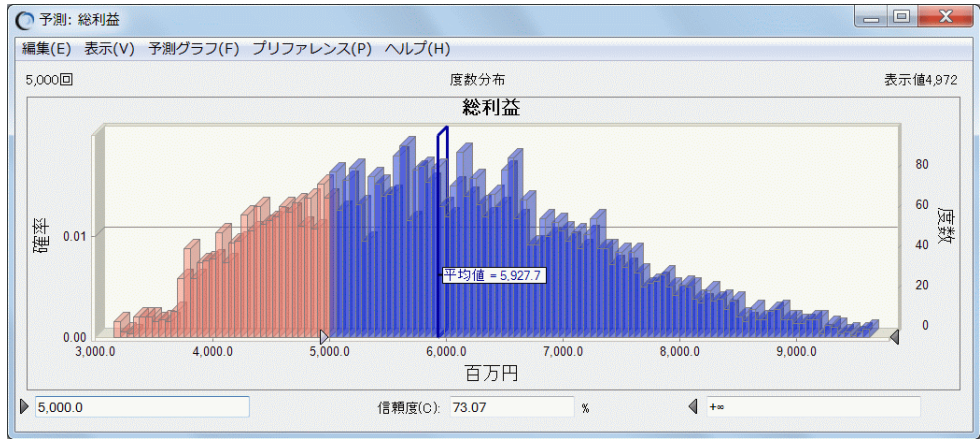


図 2.23 カスタマイズした“総利益”の予測グラフ

グラフウィンドウで [編集] → 「コピーグラフ」を選択すると、クリップボードにグラフがコピーされて、Excel や他のアプリケーションにペーストできるようになります。図 2.24 はクリアビューの総利益を Microsoft PowerPoint のスライドにペーストしたところを示しています。

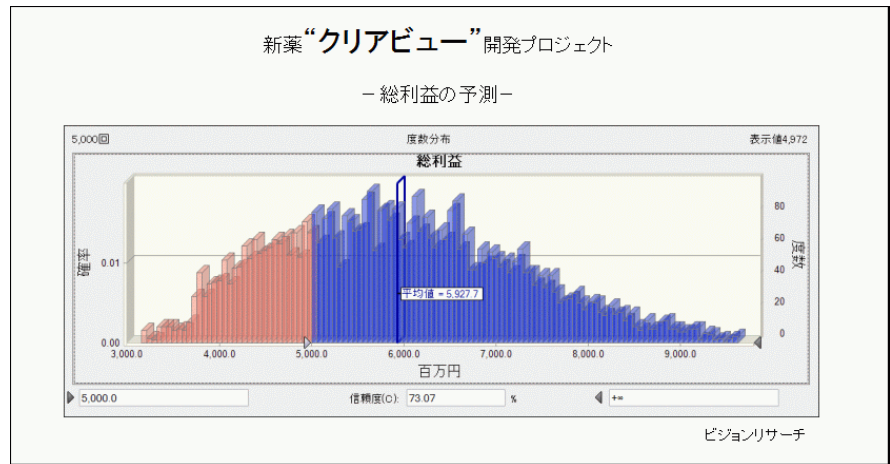


図 2.24 PowerPoint にペーストした“総利益”の予測グラフ

Crystal Ball の終了

Crystal Ball を終了します。終了方法については p.18 をご覧ください。

Crystal Ball で定義した仮定や予測は、スプレッドシートの保存をすればいっしょに保存されます。ただし、予測“値”はスプレッドシートには保存されません。

チュートリアルの復習

このチュートリアルでは、以下を学習しました。

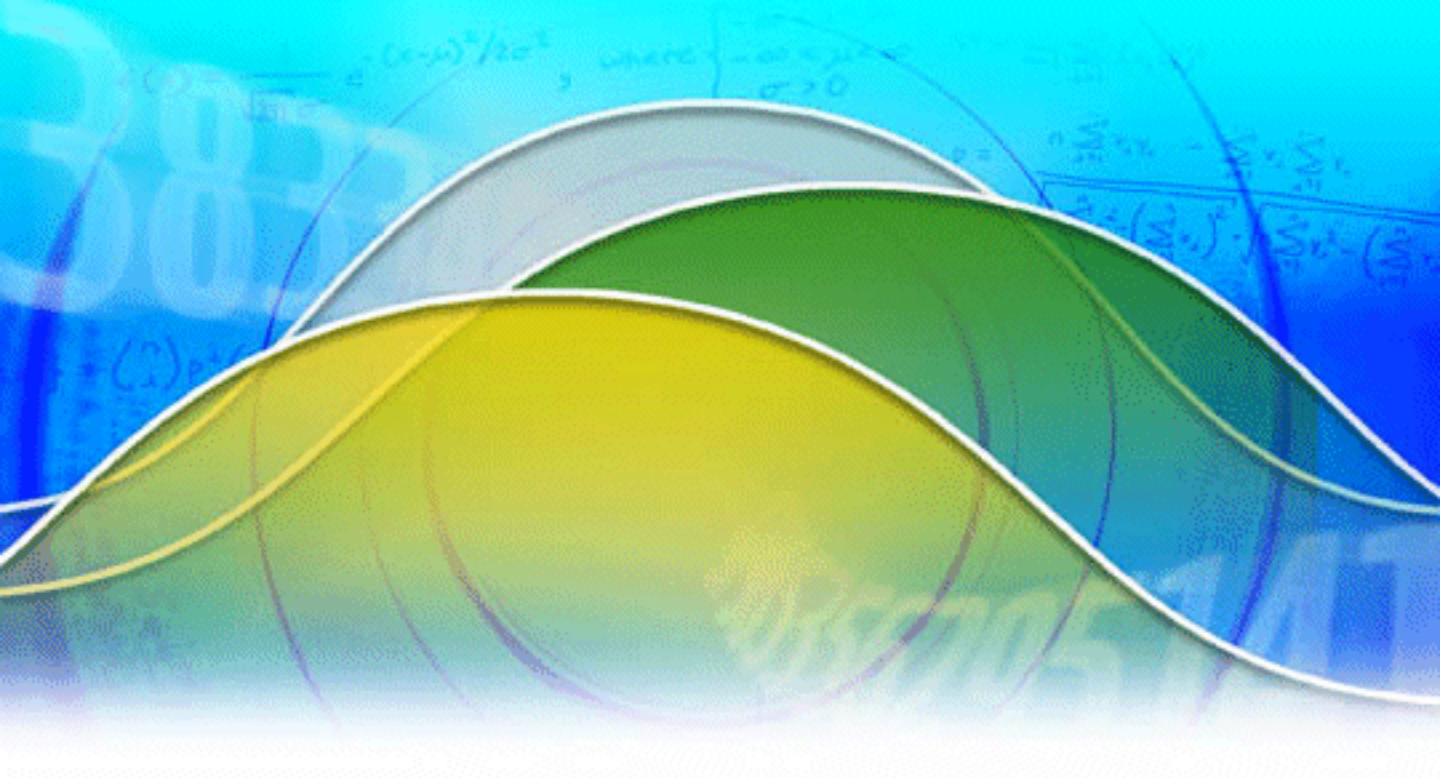
- Crystal Ball の起動
- 仮定セルの定義
- 予測セルの定義
- シミュレーションの実行
- 結果の理解とグラフのカスタマイズ
- Crystal Ball の終了

特に、スプレッドシートモデルのセットアップや、信頼区間や信頼度を使ったシミュレーション結果の分析は、Crystal Ball を実際に利用していく上で、たいへん重要です。

次のステップへ

正確で説得力のある予測情報が得られるように、Crystal Ball は豊富な機能を備えています。予測グラフをカスタマイズする、傾向グラフを作成する、モデルの感度分析を行う、統計量を読み取る、包括的な予測レポートを作成するというように、Crystal Ball を使いこなすために学習すべきことは、まだまだたくさんあります。Crystal Ball の豊富な機能をぜひ身につけてください。

第3章では、ここまでで学んでいない Crystal Ball のグラフ機能やレポート出力機能、多彩な付属ツール群を簡単に紹介します。



第 3 章

グラフ/レポート機能と
ツール群

概要

第1章、第2章では、Crystal Ballの基本的な機能と予測結果の分析方法を学びました。これらの基本的な機能を用いるだけでも十分に価値のある分析をすることができますが、Crystal Ballが提供しているグラフ機能、レポート機能、そして付属のツール群を利用することで、分析の広さ、深さ、正確さが劇的に向上します。

この章では、それらの機能を簡単に紹介します。

グラフ機能とレポート機能

ここまでのチュートリアルで、仮定セルに定義する確率分布や、シミュレーションで得られる予測グラフの解釈を学びました。

これらの基本的なグラフだけでも多くの情報が得られますが、Crystal Ball リボンの [分析] グループに含まれるメニューを利用すると、より分析に適したグラフやレポートなどを出力することができます。

重ねグラフ

複数の関連する予測を含んだシミュレーションを実行した後は、選択した複数の予測の度数をまとめて眺めることができると便利です。このようなときに重ねグラフを作成します。重ねグラフにより、他の方法では見つからない類似点や相違点を見つけることができます。重ねグラフをカスタマイズすれば、それらの特性を浮き彫りにすることもできます。

図 3.1 は製造業における 3 種類の材料の信頼性を示した重ねグラフです。度数分布グラフに並んでいる帯は、それぞれの予測データに適合した標準の分布を示しています。

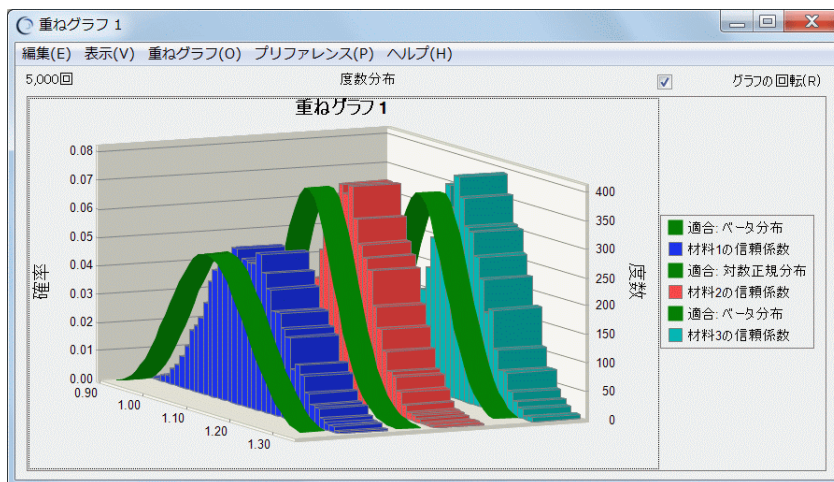


図 3.1 三つの材料の信頼性とそれらの適合分布を表した重ねグラフ

このグラフを実際に作成するには、Crystal BallのExamplesフォルダからReliability.xlsを開いてシミュレーションを実行し、Crystal Ball リボンから [分析] → [グラフ表示] → [重ねグラフ] を選びます。重ねグラフの設定手順については、p.81 “重ねグラフの利用”をご覧ください。



傾向グラフ

複数の関連する予測を含んだシミュレーションを実行した後、すべての予測の信頼区間をそれぞれ塗りの異なる帯として一つのグラフに表すのが傾向グラフです。それぞれの帯は、実際の予測値が収まる信頼区間を表します。たとえば、信頼度 90% の信頼区間を表した帯は、90% の確率で予測値が収まる値の範囲を示します。

図 3.2 は、売上高の増加を時系列的に示した傾向グラフです。

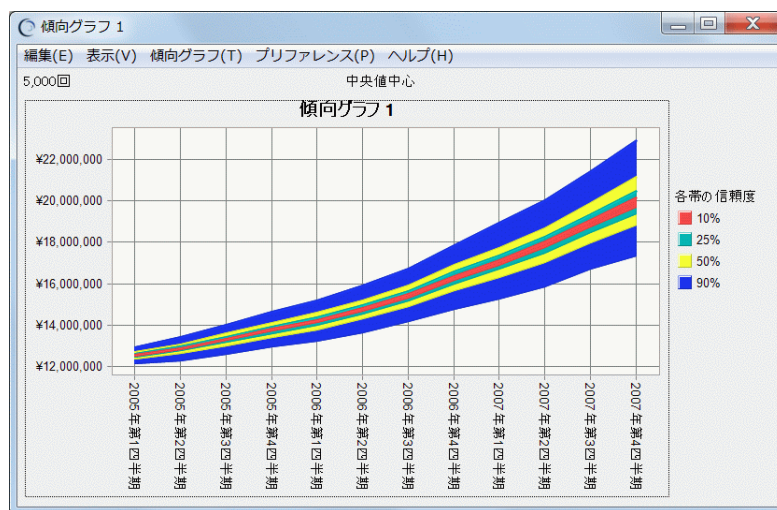


図 3.2 四半期ごとの売上高を表した傾向グラフ

このグラフを実際に作成するには、Crystal Ball の Examples フォルダから Sales Projection.xls を開いてシミュレーションを実行し、Crystal Ball リボンから [分析] → [グラフ表示] → [傾向グラフ] を選びます。傾向グラフの設定手順については、p.88 “傾向グラフの利用” をご覧ください。



周期的 (季節的) な変化のある時系列データを予測するときは、Predictor を使うと、より高度な傾向分析を行うことができます。

感度グラフ

感度グラフは各仮定セルが特定の予測セルに与える影響度を表します。Crystal Ball はシミュレーション中、各予測セルとの相関 (感度) を計算して仮定に順位をつけます。これらの順位を棒グラフに表したのが感度グラフです。感度グラフにより、モデルにとって重要な仮定や、逆に影響力が小さく無視してもよい仮定を一目で識別することができます。

図 3.3 は、第 2 章のチュートリアル、「クリアビュー」開発プロジェクトで、各仮定が純利益の予測にどれほどの影響を与えたかを示した感度グラフです。これを見ると、プロジェクトの成否に対して、獲得する市場シェアが極めて大きな鍵を握っていることがはっきりとわかります。

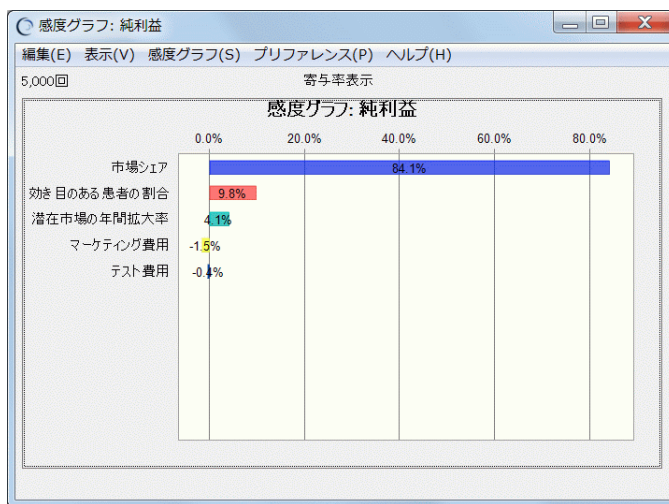


図 3.3 “純利益” への各仮定の影響度を表した感度グラフ



このグラフを実際に作成するには、第 2 章で説明したシミュレーションを実行し、Crystal Ball リボンから [分析] → [グラフ表示] → [感度グラフ] を選びます。感度グラフの設定手順については、p.83 “感度グラフの利用” をご覧ください。

このような感度を測定し表現するツールとして、Crystal Ball ツールの一つ「トルネードグラフ」もあります。トルネードグラフについては p.55 を参照してください。

レポートの作成



Crystal Ball は強力なレポート出力機能を備えています。レポートを出力するには、Crystal Ball リボンから [分析] → [レポートの作成] を選びます。レポートに出力する項目として、以下のグラフやデータを選択することができます。

- 仮定グラフ、予測グラフ、重ねグラフ、傾向グラフ、感度グラフ、散布図
- シミュレーション実行のサマリ
- 予測のサマリ、統計量、パーセンタイル

- 仮定のパラメータ、統計量、パーセンタイル、相関
- 意思決定変数の定義

[レポートの作成] ダイアログで [カスタム] を選択すると、これらの項目を任意に組み合わせたカスタムレポートを出力することができます。

レポートは Excel ワークブックとして作成されるので、通常のワークブックと同様の方法で、修正、印刷、保存などの操作をすることができます。

図 3.4 はクリアビューモデルの総利益のレポートの一部です。

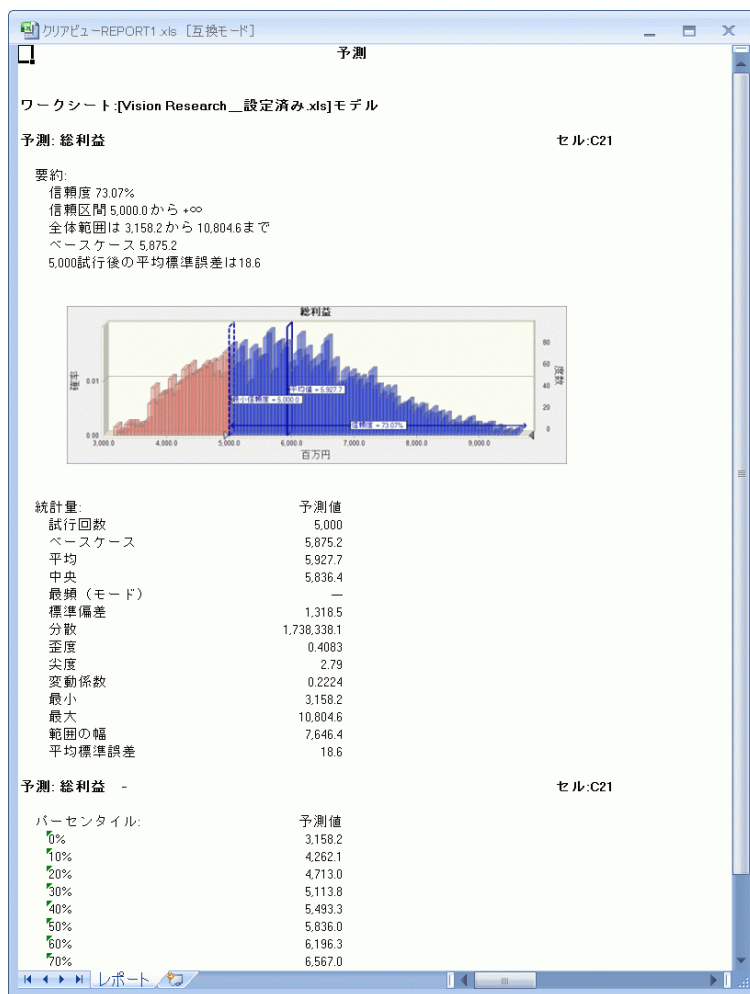


図 3.4 “総利益” の予測レポート

シミュレーションデータの出力



Crystal Ball リボンから [分析] → [データの出力] を選ぶと、シミュレーションで生成された予測情報を Excel ワークブックに出力することができます。

出力するデータは、統計量、パーセンタイル、度数カウント、感度データ、試行値から選択することができます。

図 3.5 はクリアビューモデルから統計量やパーセンタイルなどの予測データを出力したワークシートです。

	A	B	C	D	E	F	G
1	統計量	純利益	総利益				
2	試行回数	5000	5000				
3	ベースケース	1,375.2	5,875.2				
4	平均	1,178.8	5,927.7				
5	中央	1,258.4	5,836.4				
6	最頻(モード)	—	—				
7	標準偏差	1,663.0	1,318.5				
8	分散	2,765,537.3	1,738,338.1				
9	歪度	-0.1734	0.4083				
10	尖度	2.86	2.79				
11	変動係数	1.41	0.2224				
12	最小	-2,249.4	3,158.2				
13	最大	6,620.3	10,804.6				
14	範囲の幅	8,869.7	7,646.4				
15	平均標準誤差	23.5	18.6				
16							
17	パーセンタイル	純利益	総利益				
18	0%	-2,249.4	3,158.2				
19	10%	-1,095.4	4,262.1				
20	20%	-70.8	4,713.0				
21	30%	397.1	5,113.8				
22	40%	835.7	5,493.3				
23	50%	1,258.4	5,836.0				
24	60%	1,644.9	6,196.3				
25	70%	2,039.5	6,567.0				
26	80%	2,566.2	7,064.0				
27	90%	3,234.7	7,696.8				
28	100%	6,620.3	10,804.6				
29							
30							
31		純利益			総利益		
32	グループ	最小値	最大値	度数	最小値	最大値	度数
33	1	-2,250.3	-2,072.8	293	3,157.5	3,310.4	13
34	2	-2,072.8	-1,895.4	188	3,310.4	3,463.4	26
35	3	-1,895.4	-1,718.0	0	3,463.4	3,616.3	24
36	4	-1,718.0	-1,540.5	1	3,616.3	3,769.3	56
37	5	-1,540.5	-1,363.1	2	3,769.3	3,922.2	105
38	6	-1,363.1	-1,185.7	10	3,922.2	4,075.2	118
39	7	-1,185.7	-1,008.3	14	4,075.2	4,228.2	122
40	8	-1,008.3	-830.8	20	4,228.2	4,381.1	150

図 3.5 予測データの出力

Crystal Ball ツール



Crystal Ball リボンの [ツール] → [CB ツール] の中には、Crystal Ball の機能をさらに充実させる 8 種類の Crystal Ball ツールが含まれています。このセクションでは、それぞれのツールを簡単に紹介します。

- バッチフィット
- ブートストラップ
- 相関マトリクス
- データ分析
- 意思決定テーブル
- シナリオ分析
- トルネードグラフ
- 2次元シミュレーション

バッチフィット

複数のデータ系列に確率分布を適合させるツールです。実測データがいくつかあって、それらを Crystal Ball の仮定として定義したいときに便利です。データ行またはデータ列を入力してバッチフィットを実行すると、ベストフィットした分布を使って定義された仮定セルとともに、適合検定統計量、 p 値、（複数のデータ系列がある場合はそれらの間の）相関係数が出力されます。

ブートストラップ

予測値やサンプルデータの統計量とパーセンタイルの信頼性（精度）を評価します。このツールは、統計量やパーセンタイルが正規分布に従うことを前提としません。主な入力には分析したい予測で、出力は各統計量やパーセンタイルの分布の予測グラフです。

相関マトリクス


仮定間の相関を表形式で定義し、変数相互の依存関係を正確にモデリングします。入力には相関する複数の仮定で、出力はモデルに読み込むための相関マトリクスです。

データ分析

スプレッドシートに記録された実測データを Crystal Ball に直接インポートし、予測グラフをはじめとする Crystal Ball の機能を使って分析します。実測データに分布を適合させたり、（複数のデータ系列がある場合に）相関係数を計算させたりすることもできます。

意思決定テーブル

ある製品の価格をいくらにするか、いくつの油井を掘るかといった、ユーザ自身がコントロールできる変数が意思決定変数です。意思決定テーブルは、何回かのシミュレーションを実行して、一つか二つの意思決定変数に対してさまざまな値をテストします。入力テストしたい意思決定変数で、出力は表形式のテスト結果です。この表は、Crystal Ball の予測グラフ、傾向グラフ、重ねグラフを使用して分析することができます。

モデルに意思決定変数がたくさんあるときや、予測結果を最適化したいときには、OptQuest を利用することもできます。OptQuest を開くには、 Crystal Ball リボンから [ツール] → [OptQuest] を選択します。

シナリオ分析

一つのシミュレーションを実行して、次に対象予測に得られた値を対応する假定値と対になるようにソートします。このツールにより、特定の結果をもたらす假定値の組合せを調べることができます。入力は分析したい予測で、出力は表形式のテスト結果です。この表では、指定された対象予測のすべての値がソートされ、対応する假定値と一緒に表示されます。

トルネードグラフ

分析対象予測に対して、各モデル変数の影響力を一つずつ独立に測定します。入力は、対象予測と、假定、意思決定変数、その他のセルで、出力は、感度を棒グラフで表したトルネードグラフ、あるいは感度を曲線で表したスパイダーグラフです。

2次元シミュレーション

2次元シミュレーションツールは、モデルの値が変化の原因が不確実性にあるのか可変性にあるのかを判定するのに役立ちます。入力は分析対象予測と調べたい假定です。出力は、予測平均値と不確実性の假定値

をまとめた表です。オプション設定により、各シミュレーションの予測分布の統計量やパーセンタイルを含めることもできます。また、これらの結果は重ねグラフや傾向グラフとしても表示されます。

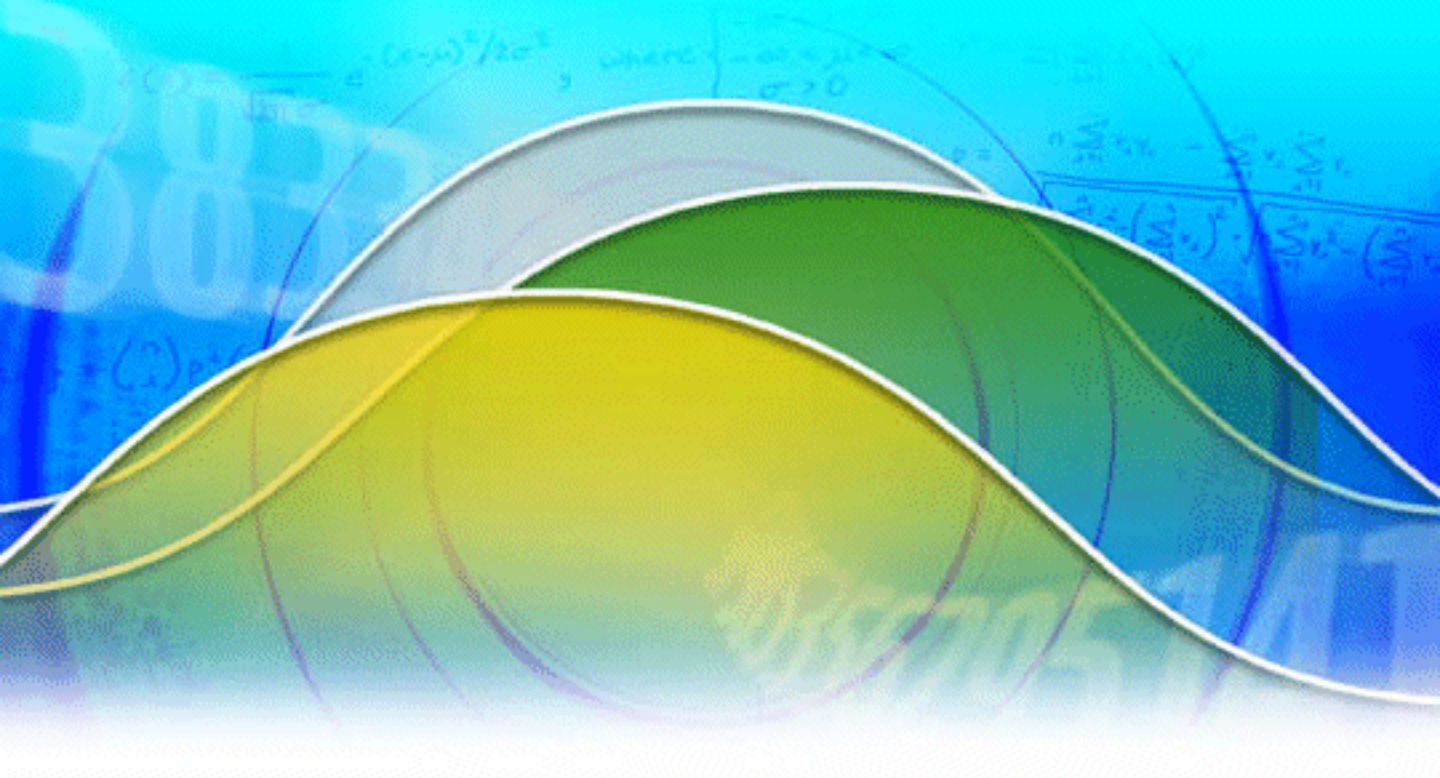
Predictor を使った傾向分析

Predictor を利用することにより、時系列データに含まれる季節性などの傾向を読み取って、将来の値を予測することができます。

たとえば、今年の灯油の売上を、過去何年かの売上データを使って予測することができます。時系列データ間に依存関係がある場合には、重回帰を使って分析することもできます。



Predictor を開くには、Crystal Ball リボンから [ツール] → [Predictor] を選択します。



付録 A

Crystal Ball リボン

概要

この付録では、Crystal Ball リボンのすべてのアイコンについて、簡単に内容を説明します。






Crystal Ball リボン

Excel 2007 では、Crystal Ball のメニューは“Crystal Ball リボン”を通して提供されます。これにより、スプレッドシートモデルの設定やシミュレーションの実行が楽に進められます。












縦に長いスプレッドシートを扱っているときなど、リボンを隠してワークシートの領域を広げたいことがあります。リボンの適当な場所を右クリックして [リボンの最小化] を選択すると、タブがクリックされたときだけリボンが現れるようになります。

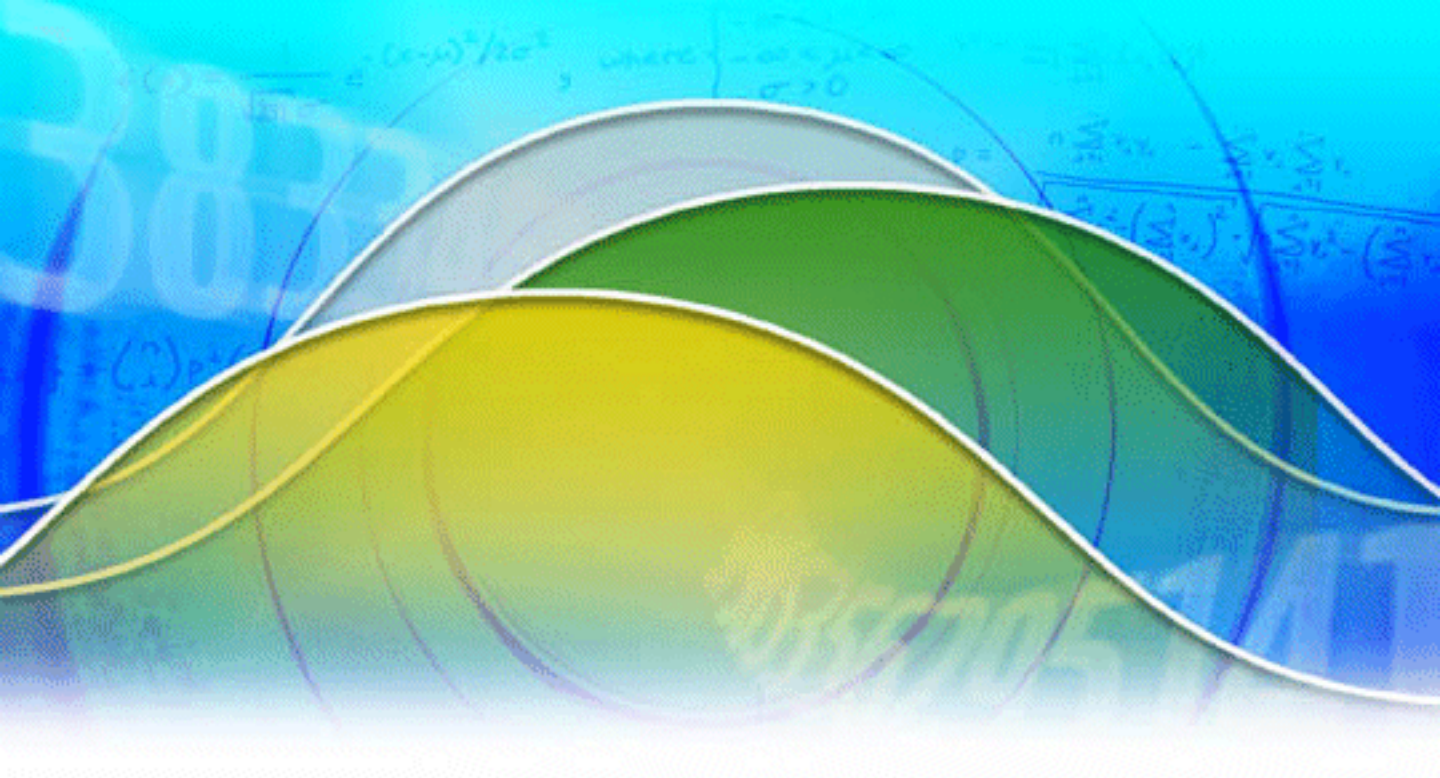
以下の表では、リボンのすべてのアイコンについて、簡単に内容を説明します。

グループ	アイコン	メニュー	説明
定義		仮定の定義	選択したセルを仮定として定義します。アイコンではなく、「仮定の定義」というメニュー名をクリックすると、[分布一覧] ダイアログを介さずに直接分布を選択することができます。
		意思決定変数の定義	選択したセルを意思決定変数として定義します。
		予測の定義	選択したセルを予測として定義します。
		データをコピー	選択したセルの Crystal Ball データをクリップボードにコピーします。
		データをペースト	クリップボードにコピーされている Crystal Ball データを選択したセルに貼り付けます。

グループ	アイコン	メニュー	説明
定義		データを消去	選択したセルの Crystal Ball データを消去します。セルの値はそのまま残ります。
		セルの選択	アクティブなワークシートにある、特定の Crystal Ball データを含むセルを選択します。
		全ての仮定を選択	アクティブなワークシートにあるすべての仮定を選択します。
		全ての意思決定変数を選択	アクティブなワークシートにあるすべての意思決定変数を選択します。
		全ての予測を選択	アクティブなワークシートにあるすべての予測を選択します。
		セルの固定	選択した仮定、意思決定変数、予測の値を固定して、シミュレーションから除外します。
		セルプリファレンス	仮定セル、意思決定変数セル、予測セルの表示方法を変更します。
実行		シミュレーションの開始	実行シミュレーションがまだ一度も実行されていない場合、またはリセットされた場合に、シミュレーションを開始します。また、シミュレーションを中断したときや、計算エラーによって停止したときに、シミュレーションを再開します。
		シミュレーションの停止	実行中のシミュレーションを中断します。
		シミュレーションのリセット	現在のシミュレーションをリセットします。開いている予測ウィンドウはすべて閉じられ、予測値はクリアされます。
		ステップ実行	シミュレーションを1試行分だけ(乱数の発生からスプレッドシートの再計算まで)実行します。エラーが発生した場所を突き止めるのに役立ちます。
		実行プリファレンス	シミュレーションのオプションとパラメータを指定します。このアイコンの下にある [試行回数] フィールドは、[実行プリファレンス] → [試行] → [最大試行回数] と連動しています。
		保存と読み込み	シミュレーション結果の保存または読み込みを行います。
分析		グラフ表示	シミュレーションの結果をグラフで表示します。また、表示したグラフを整理したり、グラフをまとめて閉じたりします。
		仮定グラフ	仮定を選択して、仮定ウィンドウを開いたり閉じたりします。仮定ウィンドウは、該当する仮定セルに生成された値の度数分布をグラフで示します。
		予測グラフ	予測を選択して、予測ウィンドウを開いたり閉じたりします。予測ウィンドウは、該当する予測セルに生成された値の度数分布をグラフで示します。
		感度グラフ	感度グラフを新規に作成します。または、すでに作成してある感度グラフを開いたり閉じたりします。感度グラフは、各仮定が予測セルに与える影響をグラフに表します。

グループ	アイコン	メニュー	説明
分析		重ねグラフ	重ねグラフを新規に作成します。または、すでに作成してある重ねグラフを開いたり閉じたりします。重ねグラフは、予測と予測、または予測とそれに適合した分布とを比較するためのグラフです。
		傾向グラフ	傾向グラフを新規に作成します。または、すでに作成してある傾向グラフを開いたり閉じたりします。傾向グラフは、複数の予測の信頼区間を一つのグラフに表します。
		散布図	散布図を新規に作成します。または、すでに作成してある散布図を開いたり閉じたりします。散布図は、仮定や予測の間の相関性を視覚的に示すグラフです。
		レポートの作成	シミュレーション結果をまとめたレポートを作成します。アイコンではなく、「レポートの作成」というメニュー名をクリックすると、[レポートの作成] ダイアログを介さずに、作成するレポートの種類を直接選択することができます。
		データの出力	シミュレーションによって作成されたデータをワークシートに出力します。
ツール		OptQuest	OptQuest を起動します。OptQuest は、スプレッドシートモデルに最適な結果をもたらす意思決定変数の値を探索するソフトウェアです。
		Predictor	Predictor を起動します。Predictor は過去の時系列データから将来の値を予測するソフトウェアです。
		CB ツール	Crystal Ball の機能をさらに充実させる 8 種類の CB ツール（一般ツール）と、統合ツール、ユーティリティを起動します。
		バッチフィット	複数のデータ系列に確率分布を適合させるツールです。実測データがいくつかあって、それらを Crystal Ball の仮定として定義したいときに便利です。
		ブートストラップ	予測値やサンプルデータの統計量とパーセントイルの信頼性（精度）を評価します。
		相関マトリクス	仮定間の相関を表形式で定義し、変数相互の依存関係を正確にモデリングします。
		データ分析	スプレッドシートに記録された実測データを Crystal Ball に直接インポートし、予測グラフをはじめとする Crystal Ball の機能を使って分析します。
		意思決定テーブル	何回かのシミュレーションを実行して、一つか二つの意思決定変数に対してさまざまな値をテストします。
		シナリオ分析	一つのシミュレーションを実行して、次に対象予測に得られた値を対応する仮定値と対になるようにソートします。特定の結果をもたらす仮定値の組合せを調べることができます。
		トルネードグラフ	分析対象予測に対して、各モデル変数の影響力を一つずつ独立に測定します。
	2次元シミュレーション	モデルの値が変化する原因が不確実性にあるのか可変性にあるのかを判定します。	

グループ	アイコン	メニュー	説明
ツール	 → 	Enterprise Performance Management	Smart View を介して Oracle EPM (統合業績管理) アプリケーション上で Crystal Ball を実行します。
	 → 	Strategic Finance セットアップ	Strategic Finance のエンティティに対してモデルを作成します。
	 → 	シミュレーションモードの比較	[実行プリファレンス] → [スピード] → [実行モード] の選択がシミュレーションの結果に与える影響を調べます。
ヘルプ		ヘルプ	Crystal Ball オンラインヘルプを参照します。“Crystal Ball User's Guide” (英語) が開きます。
		リソース	Crystal Ball や Oracle EPM (統合業績管理) に関連するドキュメントや、テクニカルサポート、Welcome 画面、認証画面へのアクセスを提供します。
		About	Crystal Ball のバージョン等の情報を表示します。



付録 B

基本的な操作手順

概要

この付録では、Crystal Ball を使用してモデルの作成からシミュレーションの実行、結果の分析へと進むために必要となる一通りの操作手順をまとめます。

基本的なシミュレーションの手順

第1章の最初のセクションで説明したように、Crystal Ball を使用する基本的なシミュレーション作業は、次の三つのプロセスで構成されます。

1. 不確実なシナリオを反映したモデルを構築します。
2. それに対してシミュレーションを実行します。
3. シミュレーション結果を分析します。

この付録では、これらのプロセスを進めていく上で必要になる作業と、上級ユーザー向けのいくつかの追加機能の利用方法をまとめます。

作 業	ページ
Crystal Ball モデルの定義	66
仮定セルの定義	66
意思決定変数セルの定義	70
予測セルの定義	70
セルプリファレンスの設定	71
Crystal Ball セルの選択	71
Crystal Ball データのコピー / ペースト / 消去	72
シミュレーションの実行	73
実行プリファレンスの設定	73
Crystal Ball セルの固定	74
シミュレーションの実行	74
シミュレーション結果やモデルの保存と読み込み	76
シミュレーション結果の分析	77
予測グラフの利用	78
重ねグラフの利用	81
感度グラフの利用	83
傾向グラフの利用	88
仮定グラフの利用	91
グラフプリファレンスの設定	92
レポートの作成とデータの出力	94
レポートの作成	94
データの出力	96
出力したレポートやデータの印刷	98

個別の設定方法などのくわしい情報は、この付録には含まれません。オンラインヘルプ（英語）で確認してください。オンラインヘルプの利用方法については、p.3 “ヘルプと Crystal Ball ドキュメントの利用” をご覧ください。

Crystal Ball モデルの定義

Excel スプレッドシートに Crystal Ball の仮定セルや予測セルを定義したモデルを Crystal Ball モデルといいます。また、Crystal Ball ツールの意思決定テーブルや OptQuest を利用する場合は、意思決定変数セルも定義します。このセクションではこれらの定義をする際に必要になる作業を説明します。

仮定セルの定義

スプレッドシートに含まれる不確実な変数に対して、最も適した確率分布を定義する作業です。

1. 問題の変数をくわしく調査して、わかる限りの条件をすべて列挙します。
2. 付録 C の確率分布の説明を参照します。
その変数の実測データがある場合は、p.68 “分布の適合” の手順で Crystal Ball に適切な分布を構築させることもできます。
3. その変数の特徴をよく表している分布を選びます。

不確実な変数のそれぞれについて、指定する分布がわかったら以下の手順で仮定を定義します。

1. セルまたはセル範囲を選びます。

数値セルまたは空白のセルを選んでください。それ以外のセル（式セル、文字列のセル）に仮定を定義することはできません。



2. [定義] → [仮定の定義] を選びます。

[分布一覧] ダイアログが表示されます。[基本] カテゴリには最も頻繁に利用される分布が含まれています。[全て] カテゴリには、Crystal Ball の出荷時に設定されているすべての分布が含まれます。

< Crystal Ball メモ > [仮定の定義] アイコンではなく「仮定の定義」というメニュー名の部分をクリックすると、分布名のドロップダウンリストが表示されます。このリストに表示される分布は、前回 [分布一覧] ダイアログを利用したときに選択されていたカテゴリに含まれる分布です。目的の分布がリストにあれば、それをクリックして選択し、なければリストの最下行にある [分布一覧] をクリックします。

3. その仮定に適用したい分布型が含まれるカテゴリを選び、分布ペインでその分布型をダブルクリックします。

その変数の実測データがある場合には、[分布の適合] ボタンをクリックして、Crystal Ball に最適な分布を構築させることができます。p.68 “分布の適合” を参照してください。

4. [仮定の定義] ダイアログが開いたら、各パラメータの設定をします。文字や値の代わりにセル参照を使うこともできます。

セル参照については続くサブセクションをご覧ください。

5. [決定] ボタンをクリックします。

入力した値を反映して分布図が変化します。



[名前] フィールドの右にある [詳細表示] ボタンをクリックすると、詳細な定義を行うためのフィールドが表示されます。詳細表示した [仮定の定義] ダイアログでは、以下を行うことができます。

- [切り取り上限値] フィールドや [切り取り下限値] フィールドに値を入力して、分布を切り取る
- 切り取りグラバーをドラッグして、分布を切り取る
- パラメータフィールドの右側にある上下の矢印をクリックして、パラメータの値を調節する

6. [OK] ボタンをクリックします。

セル参照

パラメータフィールドは、直接数値を入力して指定するほかに、数値、あるいは数値が計算される式セルや数値セルに対するセル参照を使って指定することもできます。これらのセル参照を記述するときは、セルのアドレスの前に“=”を入力することを忘れないください。セル参照には相対参照と絶対参照があり、絶対参照として指定するときは行または列、あるいは両方の前に“\$”を入力します。たとえば、セルA1を絶対参照したいときは“=\$A\$1”と指定します。また、パラメータフィールドに式を入力したり、Excel でつけた名前を使用したりすることもできます。

代替パラメータセット

一様分布を除く連続確率分布では、パラメータの指定にパーセントイルを使うことができます。パーセントイルの情報だけが入手可能であるときや、モデルに含まれる変数の標準のパラメータ（たとえば平均値や標準偏差）がわからないときに便利です。パラメータセットを変更するには、[仮定の定義] ダイアログの [パラメータ] メニューで目的のオプションを選択します。

分布の適合

Crystal Ball が実測データと各連続確率分布とを照合し、数学的な操作によって、データの特徴を最もよく表すように各分布のパラメータを決定します。そして、いくつかの標準的な適合度の検定を行って、それぞれの適合の品質や近似性を判断し、最適な分布を見つけます。ただし、Crystal Ball が判断した最適な確率分布よりも適した分布が見つければ、それに置き換えてもかまいません。

分布の適合作業は以下の手順で行います。

1. 仮定を定義したいセルを選択します。



2. [定義] → [仮定の定義] を選択して、[分布一覧] ダイアログを開きます。
3. [分布の適合] ボタンをクリックして、[分布の適合] ダイアログを開きます。
4. 実測データを、セル範囲またはテキストファイル名で指定します。
5. 実測データに適合する分布と、適合した分布に順位をつける検定手法を指定します。

[自動選択] を選ぶと、Crystal Ball がデータを簡易分析して自動的に選択します。たとえば、整数値のみのデータには、連続分布は適合されません。

6. 位置や形状など、分布パラメータがあらかじめわかっている場合は、[パラメータのロック] を選択して、それらの数値を指定します。
7. [OK] ボタンをクリックします。

Crystal Ball は選択された分布を実測データに適合させて、[比較グラフ] ダイアログを表示します。比較グラフの中で、棒グラフで表示されているのが実測データ、折れ線グラフが適合した分布です。

[比較グラフ] ダイアログが開いたとき、最初に表示されるのは、選択された検定手法により最も適合したと判定された分布です。

8. [比較グラフ] ダイアログで、[次の分布] ボタンと [前の分布] ボタンを使って適合度を視覚的に比較します。

メニューバーの [表示] メニューを使って、ダイアログの表示を切り替えることができます。[分割表示] を指定して、一つのウィンドウの中に、比較グラフだけではなく、統計量、パーセンタイル、適合度 (p 値や分布パラメータを含む) を同時に表示すると、さらに詳細な比較ができるようになります。

9. この仮定に用いる分布が決まったら、その分布を表示した状態で[適用] ボタンをクリックします。使用する分布は、かならずしも適合度が最も高い分布でなくてもかまいません。

[仮定の定義] ダイアログが現れます。ダイアログでは、[比較グラフ] ダイアログに表示されていたパラメータ値がそのまま使われますが、必要に応じて変更してもかまいません。

< Crystal Ball メモ > 複数の仮定に分布を適合するときは、Crystal Ball ツールに含まれるバッチフィットを利用してください。

仮定間の相関

Crystal Ball では、通常は各仮定セルの値はそれぞれに独立しているものとして計算されますが、 -1.0 から $+1.0$ までの相関係数を指定することで、仮定間に依存関係を定義できます。正の係数は二つの仮定セルの値が同じ方向に増加または減少する相関関係、負の係数は一方が増加するともう一方が減少する相関関係を表します。また、 ± 1 に近い係数は両者の依存関係が強いことを示します。係数が 0 のとき両者に相関関係はありません。

Crystal Ball は相関係数の計算にスピアマンの順位相関を使用します。そのため、分布型が異なる仮定間でも相関係数を計算することができます。

相関の定義は以下のように行います。

1. 関係づけたい仮定セルの一方を選びます。
2. [定義] → [仮定の定義] を選択して、[仮定の定義] ダイアログを開きます。
3. [相関] ボタンをクリックして、[相関の定義] ダイアログを開きます。
4. [仮定の選択] ボタンをクリックして相手の仮定を選びます。
5. 二つの仮定の間相関係数を入力します。



相関は 1 対 1 でなくてもかまいません。ワークブック内に定義された各仮定に対して、このような相関関係を必要なだけ指定することができます。

6. この仮定に必要な相関をすべて定義したら、[OK] をクリックしてダイアログを閉じます。

[分布一覧] ダイアログ

モデルに新しい仮定を定義するときは、[分布一覧] ダイアログでその仮定に使用する分布を選択します。また、実測データに分布を適合させるときは、このダイアログで [分布の適合] ボタンをクリックします。

[分布一覧] ダイアログで [表示] → [解説の表示] を選ぶと、各分布の説明が解説ペインに表示されます。また、[ヘルプ] ボタンをクリックしてオンラインヘルプ（英語）を開き、よりくわしい説明を見ることができます。このガイドの付録Cでも、個々の分布とパラメータを簡単に説明しています。

カスタムカテゴリを作成して、よく使う分布を集め、さらにそれを複数のCrystal Ball ユーザで共有することができます。特定のパラメータが設定された分布を、今後利用するときのために、新しい分布名で保存しておくこともできます。

意思決定変数セルの定義

意思決定変数とは、たとえば賃借料や投資額のように、ある範囲内でユーザがコントロールすることができる、スプレッドシートモデル上の変数のことです。意思決定変数を定義すると、シミュレーション結果を最適化する変数の設定を探索して最良の意思決定を行うことができます。

意思決定変数は次の手順で定義します。

1. セルまたはセル範囲を選択します。

数値セルか空白のセルを選んでください。それ以外のセル（式セル、文字列のセル）に意思決定変数を定義することはできません。



2. [定義] → [意思決定変数の定義] を選択します。
3. [意思決定変数の定義] ダイアログで必要な定義を行います。
4. [OK] ボタンをクリックします。

予測セルの定義

予測セルとして定義されるセルには、いくつかの仮定や意思決定変数を参照する式が入力されているのが普通です。仮定セルや意思決定変数は、Crystal Ball で分析しようとしているモデルへの入力であり、予測セルはそれらの入力変数を組み合わせたモデルの出力です。

予測セルは次の手順で定義します。

1. 式セルまたは式セルの範囲を選びます。



2. [定義] → [予測の定義] を選びます。
3. [予測の定義] ダイアログで、[名前] フィールドと [単位] フィールドを指定します。



4. 必要に応じて、ダイアログの右上にある [詳細表示] ボタンをクリックし、詳細な設定を行います。

予測ウィンドウ 予測ウィンドウの表示内容と、ウィンドウを表示するタイミングを指定します。また、予測値へ分布を適合したいときに、その設定を行います。

精度 予測値の精度をコントロールしたいときに、精度に関する設定を行います。

フィルタ シミュレーションによって生成された予測値のうち、不要な予測値を除外する設定を行います。

統計量の書き出し シミュレーションが停止したときに、Excel ワークシートに自動的に統計量を書き出すための設定を行います。

これらは予測ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [予測グラフ] を選択して設定することもできます。

5. [OK] ボタンをクリックします。

セルプリファレンスの設定

Crystal Ball では、仮定、意思決定変数、予測という 3 種類の Crystal Ball データをセルに定義します。これらのセルの表示方法に変化をつけると、ワークシート上で認識しやすくなります。

セルプリファレンスは以下のように設定します。



1. Crystal Ball リボンから [定義] → [セルプリファレンス] を選びます。
2. [セルプリファレンス] ダイアログで、設定したい Crystal Ball データのタブを選びます。
3. セルプリファレンスを設定します。
4. [選択して適用] ボタンをクリックして [他の変数に設定] ダイアログを開き、設定を適用するタブとセルを選択します。
5. [OK] ボタンをクリックして適用します。

Crystal Ball セルの選択

仮定、意思決定変数、予測に設定されている定義を確認したいときなどには、Crystal Ball セルを選択する必要があります。スプレッドシート上で個別にセルを選択してもかまいませんが、以下のようにすると簡単に選択することができます。



- すべての仮定セルを選択したいときは、Crystal Ball リボンから [定義] → [セルの選択] → [全ての仮定を選択] を選択します。



- すべての意思決定変数セルを選択したいときは、Crystal Ball リボンから [定義] → [セルの選択] → [全ての意思決定変数を選択] を選択します。



- すべての予測セルを選択したいときは、Crystal Ball リボンから [定義] → [セルの選択] → [全ての予測を選択] を選択します。



たとえば、すべての仮定セルを選択しておいて、[定義] → [仮定の定義] を選択すると、[仮定の定義] ダイアログで [OK] をクリックするたびに、次の仮定セルの [仮定の定義] ダイアログが開きます。この方法を使うと、定義されているすべての仮定について、順に設定内容を確認していくことができます。



ツリーやリストを使ってさまざまな角度から仮定、意思決定変数、予測を選択することもできます。Crystal Ball リボンから [定義] → [セルの選択] → [複数選択] を選んでください。

Crystal Ball データのコピー / ペースト / 消去

仮定、意思決定変数、予測として定義されている Crystal Ball データをコピー、ペースト、消去する編集コマンドがあります。これらは Excel の同種のコマンドとは違い、Crystal Ball データ（セルに含まれる Crystal Ball の定義）だけを対象としているので、混同しないように気をつけてください。

Crystal Ball データのコピー & ペースト

Crystal Ball データを、そのワークブックの別のエリアにコピー& ペーストすることができます。これらのコマンドを利用すると、類似した仮定、意思決定変数、予測が複数あるときに、少ない手順でそれらを定義することができます。

1. コピーしたい Crystal Ball データを含んでいるセルまたはセル範囲を選択します。
2. Crystal Ball リボンから [定義] → [コピー] を選びます。複数の種類の Crystal Ball データを含むセル範囲を選択していたときは、さらにコピーするデータの種類を選択します。
3. ペーストしたいセルまたはセル範囲を選択します。



ペーストするセル範囲には、仮定や意思決定変数をペーストする場合は数値セルまたは空白のセル、予測セルの場合は式セルを含んでいなければなりません。



4. Crystal Ball リボンから [定義] → [ペースト] を選びます。

クリップボードに仮定または意思決定変数のセルが含まれていたときは、選択されたセルのうち数値セルまたは空白のセルにそれらがコピーされ、既存の仮定や意思決定変数は書き換えられます。クリップボードに予測セルが含まれていたときは、選択されたセルのうち式セルにそれらがコピーされ、既存の予測は書き換えられます。

< Crystal Ball メモ > 選択されているセルよりもクリップボードにコピーされているセルのほうが多い場合は、Crystal Ball はできるだけ多くのセルにペーストし、ペーストしきれなかった Crystal Ball セルは無視します。反対に、選択されているセルが多い場合は、はじめのほうの Crystal Ball 項目から順に繰り返しコピーされます。

Crystal Ball データの消去

Crystal Ball データは以下のようにして消去することができます。Crystal Ball データを消去しても、そのセルに含まれる数値や式は変化しません。

1. 消去したい Crystal Ball データを含んでいるセルまたはセル範囲を選択します。



2. Crystal Ball リボンから [定義] → [消去] を選びます。複数の種類の Crystal Ball データを含むセル範囲を選択していたときは、さらに、消去するデータの種類を選択します。

シミュレーションの実行

実行プリファレンスの設定

[実行プリファレンス] メニューでは、Crystal Ball シミュレーションの実行方法を決定するさまざまな要素を設定します。ダイアログには五つのタブがあります。

試行	シミュレーションを停止する条件を設定します。試行回数、計算エラー、予測統計量の精度という三つの条件があります。
サンプリング	乱数の生成方法とサンプリング手法を設定します。
スピード	シミュレーションモードを選択します。また、スプレッドシートの更新方法（通常モードの場合）やグラフウィンドウの表示方法を変えて、シミュレーション速度を調節します。

オプション	シミュレーションの実行に関連する付随的な設定を行います。設定項目には、仮定値の記録、仮定間の相関、ユーザ定義マクロの実行、コントロールパネルの表示、アクセシビリティの切り替えがあります。
統計量	パーセンタイルの定義と表示書式、工程能力分析機能を設定します。

実行プリファレンスは以下の手順で設定します。



1. [実行] → [実行プリファレンス] を選び、[実行プリファレンス] ダイアログを開きます。
2. 変更したいプリファレンスのタブをクリックして、必要な項目を設定します。
3. すべての設定が完了したら [OK] ボタンをクリックします。

< **Crystal Ball メモ** > [スピード] タブで最高速モードを選ぶと、シミュレーション速度が通常モードの最高 100 倍まで上がります。ただし、最高速モードが適さないモデルもあります。これについては、オンラインヘルプ (英語) の該当トピックを参照してください。

Crystal Ball セルの固定

選択した仮定、意思決定変数、予測の値を固定してシミュレーションから除外することができます。この機能は、ある Crystal Ball セルがモデルに与える影響を確認するために、他の Crystal Ball セルをセル値に固定しておきたいときなどに便利です。

Crystal Ball セルは以下のようにして固定します。



1. Crystal Ball リボンから [定義] → [セルの固定] を選びます。
2. ツリー表示かリスト表示で、固定したいセルをチェックします。
3. [OK] をクリックします。

シミュレーションの実行

スプレッドシートモデルに仮定セル、予測セル、(必要に応じて) 意思決定変数セルを定義すると、シミュレーションを実行することができます。シミュレーション中に Crystal Ball は各予測セルについて予測グラフを作成します。予測グラフは予測セルに発生した予測値を度数分布として表したグラフで、シミュレーション結果を分析する基礎になります。

シミュレーション実行中は、いつでもシミュレーションを停止したり再開したり、シミュレーションをリセットしたりすることができます。また、予測ウィンドウを個別に表示したり、閉じたりすることもできます。

<Crystal Ball メモ> グラフウィンドウの表示中にExcelのメニューを使うと、ExcelがアクティブになりCrystal Ballのウィンドウは隠れます。Crystal Ballのウィンドウを前面に出したいときは、WindowsのタスクバーにあるCrystal Ballアイコンをクリックするか、<Alt>+<Tab>を押してください。

シミュレーションの実行



1. シミュレーションを開始するには、[実行] → [開始] を選びます。

シミュレーションが始まると、コントロールパネルのコマンドが、[シミュレーションの開始] から [シミュレーションの停止] に変わります (Crystal Ball リボンの表示はそのままです)。



2. [実行] → [停止] を選ぶと、シミュレーションが停止します。

コントロールパネルのコマンドは [シミュレーションの再開] に変わります。



3. [実行] → [開始] を選ぶと、止まっていたシミュレーションが再び開始されます。

コントロールパネルのコマンドは [シミュレーションの停止] に戻ります。

シミュレーションのリセットと再実行



1. シミュレーションが実行しているときは、[実行] → [停止] を選びます。



2. [実行] → [リセット] を選びます。

シミュレーションのリセットを確認するダイアログが現れます。

3. [OK] ボタンをクリックします。

Crystal Ball は試行回数を 0 にリセットし、仮定や予測の値と統計量を消去します。ただし、仮定や予測の定義は変わりません。

4. 必要に応じて、仮定や予測の定義を変更します。



5. [実行] → [開始] を選びます。

シミュレーションが新たに開始されます。

Crystal Ball コントロールパネル

Crystal Ball のデフォルトの設定では、シミュレーションの開始と同時に、Crystal Ball コントロールパネルが現れます。コントロールパネルを使うと、シミュレーションの実行に関連する操作（実行、停止、再開、リセット、ステップ実行）や分析を手早く行うことができます。

< Crystal Ball メモ > Excel のメニューを使用すると、Excel がアクティブになって Crystal Ball のウィンドウが隠れるため、コントロールパネルを主に使用することをお勧めします。

< Crystal Ball メモ > コントロールパネルのメニューバーのメニュー構成と、Crystal Ball リボンにおける機能グループとそれに所属するコマンドの構成とは、多少食い違いがあります。このガイドは、Crystal Ball リボンにおける構成に基づいて記述します。

シミュレーションのステップ実行



シミュレーションを実行する前、あるいはシミュレーションを停止した後、[実行] → [ステップ実行] を選ぶと、仮定セルに対して乱数を生成してスプレッドシートを再計算するまでの 1 プロセスだけを実行することができます。

この機能は、計算エラーの原因を追跡するときや、仮定セルに生成された値を確認したいときに有効です。

シミュレーション結果やモデルの保存と読み込み

Crystal Ball でシミュレーションを停止した後、シミュレーションデータや、予測ウィンドウをはじめとするグラフをファイルに保存することができます。保存されるのはシミュレーション結果だけで、モデル全体が保存されるわけではありませんが、次にこのファイルを読み込むと、予測グラフを表示したり、データ出力機能やレポート作成機能を使うことができます。

シミュレーション結果しか保存されないため、一度に複数のシミュレーションを読み込むことができます。また、読み込む前に現在のシミュレーションをリセットする必要はありません。

シミュレーション結果の保存

次の手順で Crystal Ball のシミュレーションを保存します。



1. [実行] → [保存と読み込み] → [実行結果の保存] を選び、[名前を付けて保存] ダイアログを開きます。
2. 保存するフォルダとファイル名を指定します。
ファイルの拡張子は“cbr”です。
3. [保存] ボタンをクリックします。

シミュレーション結果の読み込み

以前に保存した Crystal Ball シミュレーションは、次の手順で復元します。

1. 現在実行または停止しているシミュレーションがあるときは、必要に応じて保存してリセットします。



2. [実行] → [保存と読み込み] → [実行結果の読み込み] を選択します。
[開く] ダイアログが現れ、“cbr” という拡張子をもつファイルだけがリストに表示されます。
3. ファイルを選択して [開く] ボタンをクリックします。



読み込んだ実行結果をメモリから削除するには、[分析] → [グラフ表示] → [全てを閉じる] を選択します。ただし、この操作は現在のシミュレーションも閉じることになるので注意してください。

Crystal Ball モデルの保存

Crystal Ball モデルは、Excel の保存プロセスを通じて保存されます。つまり、仮定、意思決定変数、予測の定義は、Excel ワークブックとともに保存されます。次にこの Excel ワークブックを開くと、Crystal Ball はワークブックの中から Crystal Ball データを抽出します。

ただし、シミュレーション結果は Excel の保存プロセスでは保存されません。

シミュレーション結果の分析

シミュレーションの結果を分析する代表的なツールは Crystal Ball グラフです。Crystal Ball には以下のグラフがあります。

- 予測グラフ (p.78)
- 重ねグラフ (p.81)

- 感度グラフ (p.83)
- 傾向グラフ (p.88)
- 仮定グラフ (p.91)
- 散布図

シミュレーション結果を資料にまとめたいときや、さらに深く分析したいときは、レポート作成機能やデータ出力機能を使用します。これらについては、p.94 “レポートの作成とデータの出力”で説明します。

予測グラフの利用

シミュレーションを実行すると、Crystal Ball は各予測セルについて予測グラフを作成します。予測グラフは、生成された予測値の個数を一定の区間ごとに数えた結果を示す度数分布グラフです。

Crystal Ball は、与えられた状況の中で全範囲の結果を予測します。しかし、予測グラフにそのすべてが表示されるわけではなく、いくつかの値が表示範囲外に除外されることもあります（はずれ値）。

試行回数が予測グラフの左上に表示され、そのうち予測グラフに表示されている数（試行回数－はずれ値の数）が右上に表示されます。

予測グラフは一定間隔で分けられた各範囲（グループ）に含まれる予測値の数、つまり予測値の発生頻度のばらつきを表します。あるグループの予測値の個数は、グラフの右側の目盛りを読むとわかります。また、グラフ左側の目盛りに示された確率を読むと、すべての試行回数に対する、その範囲の値が生成された試行数の割合がわかります。

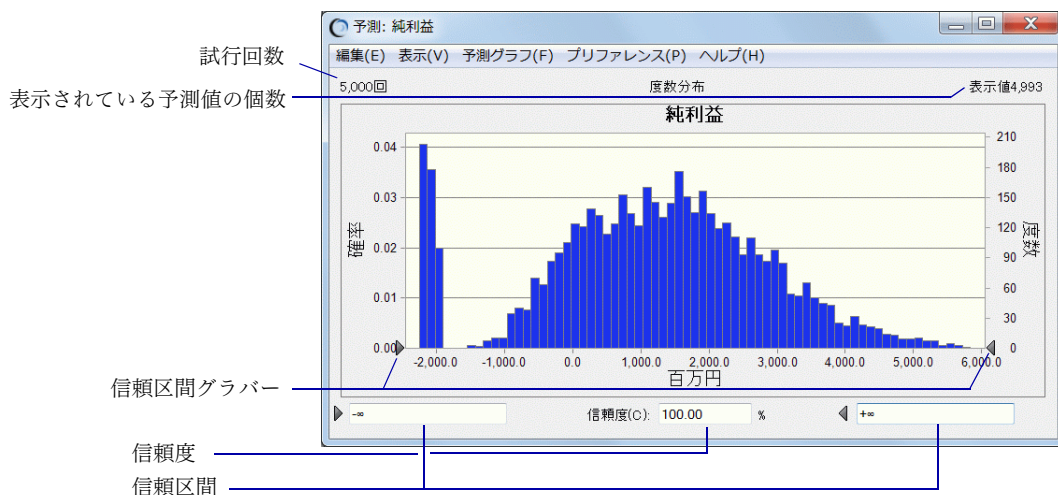


図 B.1 予測グラフ

予測グラフには予測の信頼区間も示されます。信頼区間の最小値と最大値は [範囲下限] と [範囲上限] フィールドに表示されます。信頼度は全範囲の値の個数に対する信頼区間に含まれる値の個数の割合のことで、予測値が信頼区間に収まる確率を示します。



予測グラフを表示するには、[分析] → [グラフ表示] → [予測グラフ] を選択します。[予測グラフ] ダイアログが現れたら、表示したい予測をチェックして、[開く] をクリックしてください。

信頼区間グラバーの利用

ある信頼区間の信頼度を求めるには、予測グラフの左右の信頼区間グラバーを使って信頼区間を調節するか、[範囲下限] フィールドと [範囲上限] フィールドに区間の最小値と最大値を入力して、[信頼度] フィールドの値を確認します。


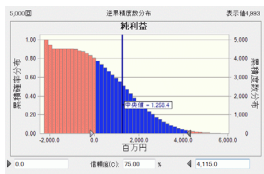

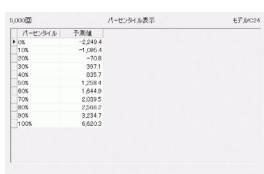

信頼区間グラバーの操作には、以下のようなテクニックがあります。

- 信頼区間グラバーを交差させて左右を入れ換えると、中央部分を除いた両側の信頼度を求めることができます。
- 信頼区間グラバーは、マウスでクリックすると色が黒からグレーに変わり固定されます（解除するには、もう一度グラバーをクリックします）。両方の信頼区間グラバーをフリーにして信頼度を指定すると、全予測値の中央値を中心にしてその信頼度になる信頼区間が計算されます。一方の信頼区間グラバーを固定して信頼度を指定すると、Crystal Ball は自由な側のグラバーを移動して、その信頼度になる信頼区間を計算します。

予測ウィンドウの表示内容

予測ウィンドウには、以下の表のようにいくつかの表示があります。予測ウィンドウのメニューバーの [表示] メニューを使うか、[プリファレンス] → [予測グラフ] を選んで [予測ウィンドウ] タブの設定を変えると変更することができます。

表示例	名称	説明
	度数分布	<p>値範囲ごとに度数（その範囲に含まれた値の個数）と確率（すべての値の個数に対するその範囲の値の個数の割合）を表します。</p> <p>デフォルトで選択されます。</p>

表示例	名称	説明
	累積度数分布	ある量以下の値の数または割合を表示します。
	逆累積度数分布	ある量以上の値の数または割合を表示します。
	統計量	表示されている予測グラフに関する記述的統計量を表形式で表示します。
	パーセンタイル	10%きざみのパーセンタイルを表形式で表示します。パーセンタイルは0～100のある値をとり、分布全体に対するその値以下(または以上、デフォルトの設定では“以下”)の分布の割合を表します。つまり、ある値のパーセンタイルは、予測値がその値以下(または以上)になる確率を表します。
	適合度	予測ウィンドウから [プリファレンス] → [予測グラフ] → [予測ウィンドウ] を選び、[予測結果に連続確率分布を適合する] を選択したとき、適合する分布として選ばれたすべての分布について、適合度と分布パラメータを表形式で表示します。

予測グラフのカスタマイズ

予測グラフのカスタマイズには、二つの入り口があります。

- [グラフプリファレンス]ダイアログ — 他のグラフウィンドウにも共通する、グラフ表示の基本的な設定を集めたダイアログです。このダイアログを開くには、予測ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [グラフ] を選択します。

設定については、p.92 “グラフプリファレンスの設定”を参照してください。

- [予測グラフプリファレンス]ダイアログ — 予測グラフのカスタマイズに特化したダイアログです。Crystal Ball の計算方法や予測グラフの表示方法などをカスタマイズすることができます。このダイアログを開くには、予測ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [予測グラフ] を選択します。

また、予測値の分布に、Crystal Ball の仮定の定義で使用する分布を適合することもできます。予測ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [予測グラフ] を選び、[予測ウィンドウ] タブの [予測結果に連続確率分布を適合する] をチェックします。

重ねグラフの利用

互いに関連のある予測が複数ある場合は、シミュレーションを実行した後で重ねグラフを確認するとよいでしょう。

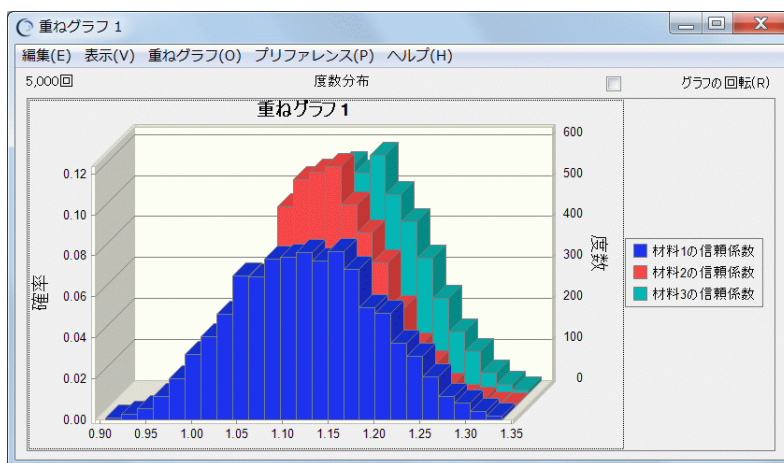


図 B.2 三つの予測を比較表示している重ねグラフ

重ねグラフは、選択した複数の予測の度数データを一つのグラフ上に表示します。そのため、個別に見ていたときには気づかなかった予測同士の類似点や相異点などを一目で把握することができます。重ねグラフに表示する予測数に制限はありません。

重ねグラフの作成

重ねグラフは以下の手順で作成します。

1. Crystal Ballでシミュレーションを実行するか、保存してあるシミュレーション結果を読み込みます。



2. [分析] → [グラフ表示] → [重ねグラフ] を選択します。

[重ねグラフ] ダイアログが表示されます。作成した重ねグラフがないときは、ダイアログのリストには何も表示されません。

3. 新しい重ねグラフを作る場合は、[新規] ボタンをクリックして、[予測の選択] ダイアログを開きます。

デフォルトでは、ダイアログはツリー形式の表示になっています。[リスト表示] アイコンをクリックして、リスト型の表示にすることもできます。



4. 重ねグラフに含める予測のチェックボックスをクリックして選択します。

5. [OK] ボタンをクリックすると、選択した予測を含んだ重ねグラフが表示されます。

デフォルトの表示は 2D の棒グラフですが、折れ線グラフや領域グラフに変更したり、3D 表示にしたりすることができます。また、グラフの密度や尺度など、さまざまな設定を変更することもできます。重ねグラフには自動的に名前がつけられますが、これを修正することができます。これらについては、p.92 “グラフプリファレンスの設定” を参照してください。

6. 分析に適した表示になるようにグラフをカスタマイズします。

重ねグラフを使った分析では、特にショートカットキーの使用が有効です。ショートカットキーを使用すると、[グラフプリファレンス] ダイアログを経由しないで、直接表示方法を変更することができます。使用できるキーについては、p.93 “グラフプリファレンスのショートカットキー” をご覧ください。

予測値の分布に、Crystal Ball の仮定の定義で使用する分布を適合することができます。[重ねグラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [重ねグラフ] を選び、[予測結果に連続確率分布を適合する] をチェックします。

重ねグラフのカスタマイズ

重ねグラフのカスタマイズには、まず、表示する予測を変更することが挙げられます。そして、他のグラフと同じようにプリファレンスへの二つの入り口があります。

- [重ねグラフ]メニューから、重ねグラフに表示する予測を追加したり削除したりします。[重ねグラフ] → [予測を選択]を選択すると、[予測の選択]ダイアログが表示されます。重ねグラフを新規に作成したときと同様の操作で予測を選択してください。
- [グラフプリファレンス]ダイアログ — 他のグラフウィンドウにも共通する、グラフ表示の基本的な設定を集めたダイアログです。このダイアログを開くには、[重ねグラフ]ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [グラフ]を選択します。

設定については、p.92 “グラフプリファレンスの設定”を参照してください。

- [重ねグラフプリファレンス]ダイアログ — 重ねグラフのカスタマイズに特化したダイアログです。重ねグラフの表示方法などをカスタマイズすることができます。このダイアログを開くには、[重ねグラフ]ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [重ねグラフ]を選択します。なお、[重ねグラフ]ウィンドウに表示する内容は、[表示]メニューのオプションを選択することでも変更できます。

感度グラフの利用

感度グラフを利用すると、特定の予測セルに対する各仮定セルの影響力を、すばやく簡単に判断することができます。

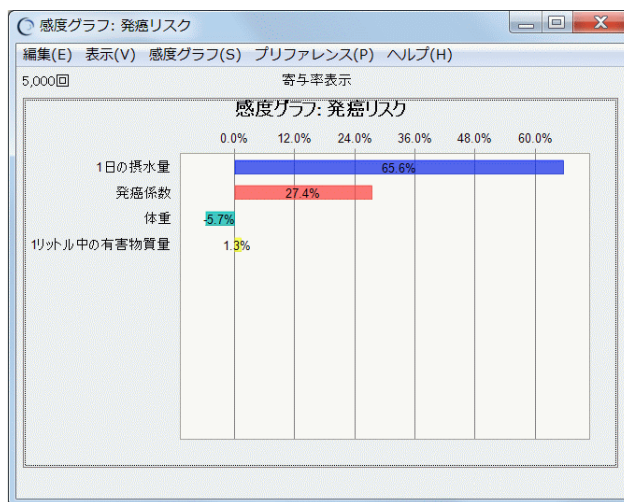


図 B.3 感度グラフ

ある仮定に対するある予測の全体的な感度は、以下の二つの要因が組み合わさって決まります。

- その仮定に対するその予測のモデル感度
- その仮定の不確実性

Crystal Ball はシミュレーションの実行中に、各予測セルに対する重要度に従って仮定を順位づけします。感度グラフは、モデルの中のどの仮定が最も重要で、どの仮定が最も重要でないかを一目で把握できるようにしたグラフのことです。

感度グラフには、次の三つの利点があります。

- 予測結果に最も大きな影響力をもつ仮定を特定することができます。これは予測の精度を上げるのに必要な要因を判断するのに役立ちます。
- 予測結果に影響しない仮定を特定し、それを無視したりモデルから削除したりすることができます。
- これらを通じて、スプレッドシートモデルはより現実近く、精度の高い予測結果を導くことができるように改良されます。

関連ツール

Crystal Ball ツールに含まれるトルネードグラフは、感度グラフに似ていますが、感度グラフの順位相関を使った方式とは違い、それぞれの仮定、意思決定変数、あるいはセルを独立してテストします。つまり、ある変数を分析している間、その他の変数は基準値で固定されます。

どれかの仮定が対象予測に対して非単調な関係をもっているときは、感度グラフではなく、トルネードグラフを利用すると役に立ちます。p.85 “感度グラフの制限事項”で、この点に触れます。

感度グラフの表示内容

[感度グラフ] ウィンドウには、寄与率、順位相関、感度データのいずれかを表示することができます。デフォルトの表示は寄与率です。[表示] メニューのオプションを選択するか、メニューバーから [プリファレンス] → [感度グラフ] を選んで [感度グラフプリファレンス] ダイアログを開き、[感度グラフウィンドウ] タブの [表示] フィールドを設定してください。

- 寄与率 — ある仮定は予測の変動や不確実性のうち何パーセント分の影響力をもっているか、というような疑問を解決します。この表示では、不確実性に対する各仮定（および他の予測）の寄与率を 0 ～

100% の値で表し、それをグラフと数値で示します。寄与率は順位相関係数をパーセント値に変換することで計算されます。

- 順位相関 — Crystal Ball はシミュレーションの実行中にすべての仮定とすべての予測との間でそれぞれに順位相関係数を計算し、この情報から感度を導きます。この表示では、この順位相関係数 (-1 ~ +1) をグラフと数値で示します。絶対値が 1 に近いほど、関係が強いといえます。
- 感度データ — 各仮定の寄与率と順位相関データを表に示します。


感度グラフの制限事項

モデルによっては、感度グラフに本来の感度が現れないこともあります。モデルが以下にあてはまるときは注意してください。




- 仮定に相関関係を定義したモデル
- 予測との関係が非単調な仮定を含んだモデル
単調な関係とは、たとえば $y = \log(x)$ のように、仮定が増加すると予測もかならず増加する、あるいは仮定が増加すると予測はかならず減少する関係をいいます。非単調な関係はこれとは逆の関係で、たとえば $y = \sin(x)$ のような関係をいいます。
- 数少ない離散値で構成される仮定や予測を含んだモデル

感度グラフの作成

以下の手順で感度グラフを作成してください。

1. 現在開いているスプレッドシートをすべて閉じてください。
2. 分析するスプレッドシートモデルを開きます。
3.  [実行] → [実行プリファレンス] → [オプション] を選びます。
4. [感度分析用に仮定セルの値を保存する] オプションがチェックされていない場合はチェックして、[OK] をクリックします。

< **Crystal Ball メモ** > 実行プリファレンスのこの設定を忘れたときは、感度分析は行えません。その場合はシミュレーションをリセットして、シミュレーションを再実行する必要があります。

5.  シミュレーションを実行します。
6.  →  [分析] → [グラフ表示] → [感度グラフ] を選び、[感度グラフ] ダイアログを開きます。
7. 新しい感度グラフを作る場合は、[新規] ボタンをクリックして、[予測の選択] ダイアログを開きます。



デフォルトでは、ダイアログはツリー形式の表示になっています。
[リスト表示] アイコンをクリックして、リスト型の表示にすることもできます。

8. 感度分析の対象となる予測のチェックボックスをクリックして選択します。
9. [OK] ボタンをクリックすると、選択した予測に対する感度グラフが表示されます。

感度グラフに、感度の高いものから順に仮定が表示されます。仮定が多く、棒グラフが一つの画面で表示しきれないときは、スクロールバーを利用してください。また、ウィンドウの端をドラッグして、ウィンドウサイズを変えることもできます。

10. 分析に適した表示になるようにグラフをカスタマイズします。

感度グラフのカスタマイズ

感度グラフは予測グラフや重ねグラフとは種類の異なるグラフなので、特有の設定項目もいくつかあります。このセクションでは感度グラフのカスタマイズ方法をいくつか説明します。

感度グラフに表示する仮定の変更

デフォルトでは、モデルに含まれるすべての仮定が感度グラフの対象になっています。感度分析に含める仮定を個別に選択することができます。

1. [感度グラフ] ウィンドウのメニューバーから、[感度グラフ] → [仮定を選択] を選び、[仮定の選択] ダイアログを開きます。
2. 感度グラフに含める仮定のチェックボックスをクリックして選択します。
3. [OK] ボタンをクリックします。

また、感度グラフに表示される仮定を篩いにかけることもできます。

1. [感度グラフ] ウィンドウのメニューバーから、[プリファレンス] → [感度グラフ] を選び、[表示する仮定の条件] タブをクリックします。
2. [感度の高い順に以下の数だけ表示] または [感度値が以下の値より大きい仮定のみ表示] をそれぞれ必要に応じてチェックし、数値を入力します。

両方をチェックした場合は、二つの条件のうち、表示する仮定がより少なくなるほうの条件が使用されます。

3. [OK] ボタンをクリックします。

感度分析の対象予測の変更

1. [感度グラフ] ウィンドウのメニューバーから、[感度グラフ] → [対象予測を選択] を選択して、[予測の選択] ダイアログを開きます。
2. 感度を分析する予測のチェックボックスをクリックして選択します。
3. [OK] ボタンをクリックします。

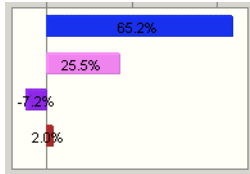
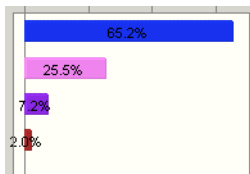
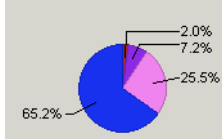
二つのプリファレンス

感度グラフにも他のグラフと同様に、二つの入り口があります。

- [グラフプリファレンス]ダイアログ — 他のグラフウィンドウにも共通する、グラフ表示の基本的な設定を集めたダイアログです。このダイアログを開くには、[感度グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [グラフ] を選択します。

以下に、感度グラフに特有な、[グラフタイプ] タブのプリファレンスをまとめます。基本的な設定については、p.92 “グラフプリファレンスの設定” を参照してください。

- a. [グラフ様式] フィールドで目的のグラフを選びます。

フィールド	表示例	説明
棒グラフ (実数値)		各仮定の感度を正負の実数としてグラフに表し、感度の大きさと向きを示します。
棒グラフ (絶対値)		各仮定の感度を絶対値としてグラフに表し、感度の大きさを示します。
円グラフ		各仮定の感度を絶対値としてグラフに表し、感度の大きさを示します。

- b. 棒グラフを表示するときは、[棒グラフオプション] エリアで棒の色に関する設定をします。

- c. [グラフ上に値を表示する] オプションを指定します。チェックすると各仮定の値がグラフに表示されます。
- [感度グラフプリファレンス]ダイアログ — 感度グラフのカスタマイズに特化したダイアログです。感度グラフの表示方法をカスタマイズすることができます。このダイアログを開くには、[感度グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [感度グラフ] を選択します。

[感度グラフ] ウィンドウに表示する内容には、p.84 “感度グラフの表示内容” で説明した3種類があります。これらは [表示] メニューのオプションを選択することでも変更できます。また、[表示する仮定の条件] タブについては、p.86 “感度グラフに表示する仮定の変更” をご覧ください。

傾向グラフの利用

傾向グラフは、互いに関連のある予測の信頼区間を一つのグラフに表したものです。このグラフからは、個別に見ていたときには気づかなかった予測間の傾向を把握することができます。

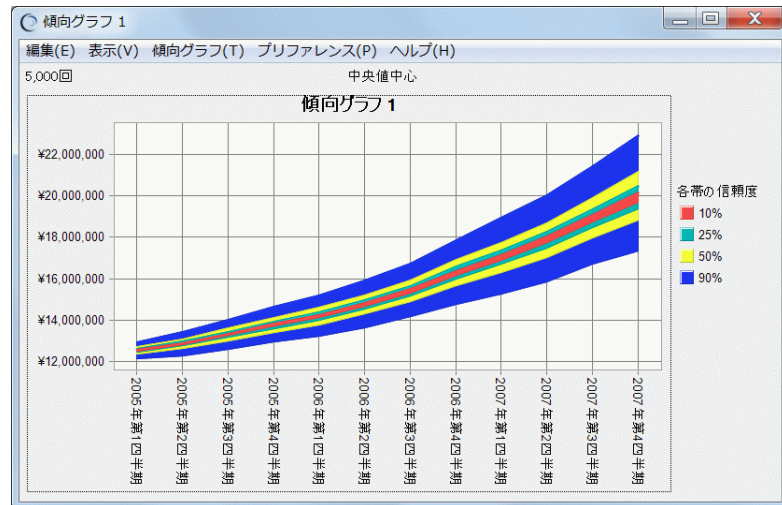


図 B.4 傾向グラフ

傾向グラフは、複数の予測の信頼区間をそれぞれに塗りの異なる帯で表示します。たとえば、信頼度90%の信頼区間を表した帯は、90%の確率で予測値が収まる値の範囲を示します。時系列に従った予測を傾向グラフで表すと、帯は将来に向かって広がっていきます。これは時間がたつに従って不確実性が増大することを示しています。

デフォルトの表示の信頼区間は予測結果の中央値を中心としています。
[傾向グラフプリファレンス] ダイアログを使い、予測範囲の上限または下限を固定して、累積確率や逆累積確率を分析することができます。

傾向グラフの作成

以下の手順で傾向グラフを作成してください。

1. Crystal Ballでシミュレーションを実行するか、保存してあるシミュレーション結果を読み込みます。

互いに関連する複数の予測セルがないと、傾向グラフを作成する意味はありません。



2. [分析] → [グラフ表示] → [傾向グラフ] を選び、[傾向グラフ] ダイアログを開きます。

3. 新しい傾向グラフを作る場合は、[新規] ボタンをクリックして、[予測の選択] ダイアログを開きます。

デフォルトでは、ダイアログはツリー形式の表示になっています。
[リスト表示] アイコンをクリックして、リスト型の表示にすることもできます。



4. 傾向グラフに含める予測のチェックボックスをクリックして選択します。
5. [OK] ボタンをクリックすると、選択した予測を含んだ傾向グラフが表示されます。
6. 分析に適した表示になるようにグラフをカスタマイズします。

傾向グラフのカスタマイズ

傾向グラフのカスタマイズには、まず、表示する予測を変更することが挙げられます。そして、他のグラフと同じようにプリファレンスへの二つの入り口があります。

- [傾向グラフ] メニューから、傾向グラフに表示する予測を追加したり削除したりします。[傾向グラフ] → [予測を選択] を選択すると、[予測の選択] ダイアログが表示されます。傾向グラフを新規に作成したときと同様の操作で予測を選択してください。

傾向グラフの予測の順序（横軸の並び方）が思ったようになっていないときは、以下の [グラフプリファレンス] ダイアログで修正してください。

- [グラフプリファレンス] ダイアログ — 他のグラフウィンドウにも共通する、グラフ表示の基本的な設定を集めたダイアログです。このダイアログを開くには、[傾向グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [グラフ] を選択します。

以下に、傾向グラフに特有な、[グラフタイプ] タブのプリファレンスをまとめます。基本的な設定については、p.92 “グラフプリファレンスの設定” を参照してください。

- a. 傾向グラフに表示する予測の順序を変更するには、[グラフタイプ] タブを開きます。[予測軸の系列] リストで、移動したい予測を選択して、リストの右にある矢印ボタンをクリックします。
 - b. 帯のタイプを変えるときは、[各帯の信頼度] ボタンの下のリストボックスで目的の帯を選択して、[帯の様式] フィールドで [領域グラフ] または [線グラフ] を選びます。
 - c. 帯の色を変えるときは、[帯の色] フィールドで色を選択します。
 - d. 各帯が示す信頼区間の信頼度を変更するには、[各帯の信頼度] ボタンをクリックして [パーセンタイル] ダイアログを開き、信頼度を選択します。[カスタム] を選ぶと、それぞれの信頼度を直接指定することができます。
- [傾向グラフプリファレンス] ダイアログ — 傾向グラフのカスタマイズに特化したダイアログです。傾向グラフの表示方法をカスタマイズすることができます。このダイアログを開くには、[傾向グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [傾向グラフ] を選択します。

[傾向グラフ] ウィンドウに表示する内容 (帯の置き方) には以下の3種類があります。これらは [表示] メニューのオプションを選択することでも変更できます。

中央値中心 信頼区間の中心を予測値の中央値にします。



傾向グラフは、中央値まわりの信頼区間を示すようになり、帯は予測された値範囲の中央に表示されます。

累積



予測された値範囲の最小値を信頼区間の下限に固定します。

帯の信頼度は、予測値がある値以下になる確率 (累積確率) を表し、帯は予測された値の範囲の下端に表示されます。

逆累積



予測された値範囲の最大値を信頼区間の上限に固定します。

帯の信頼度は、予測値がある値以上になる確率 (逆累積確率) を表し、帯は予測された値の範囲の上端に表示されます。

ショートカットキー <Ctrl>+<d> を入力すると、中央値中心→累積→逆累積の順に表示を切り替えることができます。

仮定グラフの利用

仮定グラフは、その仮定に定義された本来の分布の形状を背景にして、実際に生成された値の度数分布を表示します。

< *Crystal Ball* メモ > [実行プリファレンス] ダイアログの [オプション] タブにある [感度分析用に仮定セルの値を保存する] をチェックしないでシミュレーションを実行した場合は、本来の分布だけが表示され、生成された値の度数分布は表示されません。

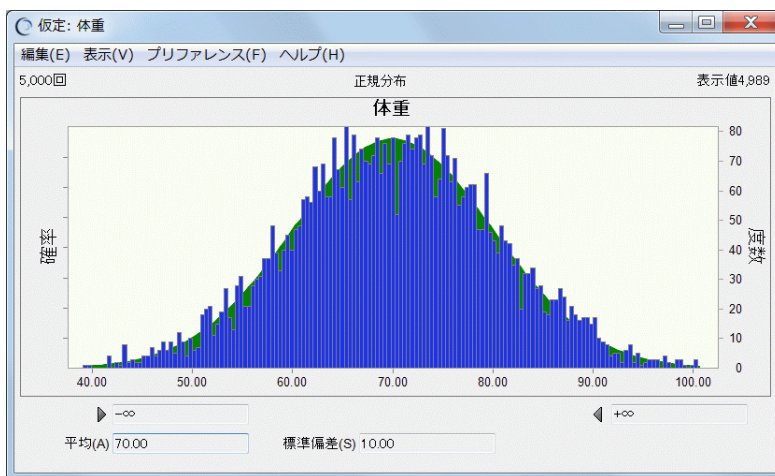


図 B.5 仮定グラフ

仮定グラフは、仮定に生成される値が実行プリファレンスの設定によってどのように違ってくるかを確認するのに便利です。たとえば、試行回数、サンプリング手法、サンプルサイズ（ラテンハイパーキューブの場合）などの設定を変えて、本来の分布との違いを観察すると、どのような設定が望ましいかが見えてくるでしょう。試行回数を大きくして、生成される値を増やすと、本来の分布に近いスムーズな曲線を描くようになります。

仮定グラフの作成

仮定グラフは、開いたり閉じたりすることはできますが、削除することはできません。

1. [実行プリファレンス] ダイアログの [オプション] タブにある [感度分析用に仮定セルの値を保存する] をチェックしてシミュレーションを実行します。



2. [分析] → [グラフ表示] → [假定グラフ] を選択して、[假定グラフ] ダイアログを開きます。

デフォルトでは、ダイアログはツリー形式の表示になっています。[リスト表示] アイコンをクリックして、リスト型の表示にすることもできます。

3. 表示したい假定のチェックボックスをクリックして選択します。
4. [開く] ボタンをクリックすると、選択した假定の假定グラフが表示されます。
5. 分析に適した表示になるようにグラフをカスタマイズします。

假定グラフのカスタマイズ

他のグラフと同じように、プリファレンスへの二つの入り口があります。

- [グラフプリファレンス]ダイアログ — 他のグラフウィンドウにも共通する、グラフ表示の基本的な設定を集めたダイアログです。このダイアログを開くには、[假定グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [グラフ] を選択します。

設定については、p.92 “グラフプリファレンスの設定” を参照してください。

- [假定グラフプリファレンス]ダイアログ — 假定グラフのカスタマイズに特化したダイアログです。假定グラフの表示方法などをカスタマイズすることができます。このダイアログを開くには、[假定グラフ] ウィンドウのメニューバーから [プリファレンス] → [假定グラフ] を選択します。なお、[假定グラフ] ウィンドウに表示する内容は、[表示] メニューのオプションを選択することでも変更できます。

グラフプリファレンスの設定

予測グラフをはじめとする Crystal Ball グラフは、グラフプリファレンスの設定を変えることによって、見た目をカスタマイズすることができます。すべての Crystal Ball グラフにほぼ共通するプリファレンスは、それぞれのグラフの [グラフプリファレンス] ダイアログで設定します。

1. グラフウィンドウの中でグラフエリアをダブルクリックするか、メニューバーから [プリファレンス] → [グラフ] を選び、[グラフプリファレンス] ダイアログを開きます。
2. 目的の設定項目が含まれるタブをクリックします。

各タブには、主に以下のような設定項目が含まれます。

一般 グラフタイトルや、グラフの全体の見た目を変更する設定項目

グラフタイプ グラフに表示するデータ、グラフの種類と色、平均値などの補助線

軸 表示する軸、軸ラベル、尺度、数値書式

ダイアログ下部の [デフォルト] ボタンをクリックすると、Crystal Ball の出荷時の設定に戻すことができます。

3. 三つのタブのすべての設定、あるいは特定のタブの設定を、現在のグラフ以外にも適用したいときは、[選択して適用] ボタンをクリックします。
4. [OK] ボタンをクリックすると、三つのタブに含まれるすべての設定が、現在のグラフに適用されます。

グラフプリファレンスのショートカットキー

[グラフプリファレンス] ダイアログの設定項目のうち、ダイアログを開かないで、ショートカットキーにより変更できるものがあります。

下表のショートカットキーのほとんどは、仮定グラフ、予測グラフ、重ねグラフ、傾向グラフ、感度グラフで共通に使うことができます。

キー	同一の機能	説明
<Ctrl>+<d>	[表示] メニュー、または [プリファレンス] → グラフ名 → [表示] フィールド	グラフの分布タイプを累積度数分布 → 逆累積度数分布 → 度数分布の順に切り替えます。
<Ctrl>+, <Ctrl>+<g>	[プリファレンス] → [グラフ] → [一般] タブ → [グラフの密度] エリア → [グループ数] フィールド	度数を計算するグループの区切り方を順に変えることで、グラフの細かさを切り替えます。
<Ctrl>+<l>	[プリファレンス] → [グラフ] → [一般] タブ → [オプション] エリア → [目盛線] フィールド	グラフの目盛線を、なし → 水平線 → 垂直線 → 格子の順に切り替えます。
<Ctrl>+<t>	[プリファレンス] → [グラフ] → [グラフタイプ] タブ → [グラフ様式] エリア → [タイプ] フィールド	グラフの種類を、領域グラフ → 線グラフ → 棒グラフの順に切り替えます。
<Ctrl>+<w>	[プリファレンス] → [グラフ] → [一般] タブ → [視覚効果] エリア → [3D グラフ] チェックボックス	グラフ表示の次元を 2D → 3D の間で切り替えます。
<Ctrl>+<m>	[プリファレンス] → [グラフ] → [グラフタイプ] タブ → [補助線] フィールド	平均値など中心傾向の測度を示す中心線を、なし → ベースケース → 中央値 → 平均値 → 最頻値の順に切り替えます。

キー	同一の機能	説明
<Ctrl>+<n>	[プリファレンス] → [グラフ] → [一般] タブ → [オプション] エリア → [凡例] フィールド	凡例の表示を、あり → なしの間で切り替えます。
<Ctrl>+<p>	[プリファレンス] → [グラフ] → [グラフタイプ] タブ → [補助線] フィールド	パーセントの線を 10% 刻みで順に表示します。
<Ctrl>+スペースキー	[表示] メニュー、または [プリファレンス] → グラフ名 → [表示] フィールド	ウィンドウの表示を、グラフ → 統計量 → パーセント → 適合度の順に切り替えます。

レポートの作成とデータの出力

Crystal Ball は、シミュレーションのレポートを自動的に作成する機能と、シミュレーションデータを Excel ワークシートに出力する機能を備えています。これらの機能を活用すると、手間をかけずに報告書類やプレゼンテーションを作成したり、また、他のツールを使ってさらに分析を進めたりすることができます。

レポートの作成

Crystal Ball にあらかじめ組み込まれているレポートと、内容を個別に指定するカスタムレポートがあります。これらには、サマリ、予測に関する情報、仮定に関する情報、意思決定変数に関する情報、重ねグラフ、傾向グラフ、感度グラフ、散布図を含めることができます。

基本的な作成ステップ

以下のようなステップでレポートを作成します。



1. Crystal Ball リボンから [分析] → [レポートの作成] を選びます。

< Crystal Ball メモ > アイコンではなく、「レポートの作成」というメニュー名をクリックすると、[レポートの作成] ダイアログを介さずに、作成するレポートの種類を直接選択することができます。

2. [レポートの内容] タブで目的のレポートのアイコンをクリックして、選択します。

5 種類の既定のレポートと、カスタムレポートがあります。

仮定 シミュレーションのサマリに加え、仮定の分布パラメータ、グラフ、相関をレポートに含めます。

意思決定変数	意思決定変数の上限、下限、変数のタイプ、ステップサイズ（離散変数の場合）をレポートに含めます。
予測	シミュレーションのサマリに加え、予測の要約、グラフ、統計量、パーセンタイル、工程能力指標をレポートに含めます。
フルレポート	仮定の統計量とパーセンタイルを除く、あらゆるレポート要素をすべて含めます。
CB セル情報	仮定、意思決定変数、予測の各セル情報をレポートに含めます。
カスタム	レポートに含める情報をユーザが選択します。

3. [カスタム] アイコンを選択した場合は、[カスタムレポート] ダイアログが開きます。このダイアログで、レポートに含める情報を選択します。

カスタムレポートについては、次のセクションで説明します。

4. [オプション] タブを選び、レポートを出力する場所や書式などを設定します。

a. [出力先] エリアで、出力するワークブックを選択し、ワークシート名を指定します。

b. [セル情報] エリアで、セルに関する詳細な情報をレポートに含めるかどうかを指定します。

c. [グラフ画像] エリアで、出力するグラフ画像の形式を選択します。

5. [OK] ボタンをクリックします。

Crystal Ball は Excel ワークシートにレポートを出力します。レポートは通常のワークシートと同じように加工し、印刷し、保存することができます。

カスタムレポート

既定のレポートを使うのではなく、レポートの内容を細かく設定することができます。この場合は、上記の作成ステップのうち、手順 2 の [レポートの内容] タブでの操作を以下のようにします。

1. [レポートの内容] タブで [カスタム] アイコンを選択し、[カスタムレポート] ダイアログを開きます。

開かない場合は、いったん他のアイコンを選択して、再度 [カスタム] アイコンを選択してください。

2. [レポートに含める項目] ボックスで、目的の項目をチェックし、それぞれについて右の詳細エリア（[サマリ詳細]、[予測詳細] など）と対象エリア（[予測]、[仮定] など）を設定します。

[レポートに含める項目] には以下があります。レポートには、このボックスでの並び順に従って各項目が出力されます。項目を選択してボックスの右にある矢印ボタンをクリックすると、順番を変えることができます。

サマリ	レポートの日付と、シミュレーション全体に関する情報（実行プリファレンスの設定や試行に関連する数値データなど）を出力します。
予測	予測に関するデータ（グラフ、パーセントイル、統計量、工程能力指標など）を出力します。
仮定	仮定に関するデータ（パラメータ、グラフ、パーセントイル、統計量、相関など）を出力します。
意思決定変数	意思決定変数に関するデータ（上限/下限、変数のタイプなど）を出力します。
重ねグラフ、傾向グラフ、感度グラフ、散布図	それぞれのグラフを出力します。

詳細エリアと対象エリアは [レポートに含める項目] ボックスでハイライトされている項目によって変化します。これらのエリアで、具体的な出力項目と、出力の対象とするセルやグラフを指定します。

3. レポート項目の選択と、それぞれの設定が完了したら [OK] をクリックして、[レポートの作成] ダイアログに戻ります。

データの出力

シミュレーションで生成された仮定データや予測データを、指定した Excel のワークシートに出力することができます。シミュレーションを実行した後、あるいは以前に保存した実行結果を読み込んだ後でない、データは出力できません。

以下の手順でデータを出力してください。



1. Crystal Ball リボンから、[分析] → [データの出力] を選び、[データの出力] ダイアログを開きます。
2. [出力するデータ項目] ボックスで目的の項目をチェックし、次に、右の [対象予測] エリアと [対象仮定] エリアで、出力する予測と仮定を指定します。

[出力するデータ項目] には以下があります。出力データはこのボックスでの並び順に従って出力されます。項目を選択してボックスの

右にある矢印ボタンをクリックすると、出力順を変えることができます。

- | | |
|---------|--|
| 統計量 | 予測値や仮定値の統計量を出力します。 |
| パーセンタイル | [パーセンタイル] ダイアログで指定したパーセンタイルのデータが出力されます。 |
| 度数カウント | 度数を数える値範囲 (グループ) の個数を指定して、それらのグループの開始値 / 終了値と、それぞれのグループの度数を出力します。 |
| 感度データ | 仮定と予測のすべてのペアの感度を出力します。感度データを出力するためには、シミュレーションを実行する前に、[実行] → [実行プリファレンス] → [オプション] を選び、[感度分析用に仮定セルの値を保存する] オプションをチェックしておかなければいけません。 |
| 試行値 | シミュレーションの各試行で仮定と予測に生成された値を出力します。 |
| 工程能力指標 | 工程能力分析機能を使った場合に計算される各指標を出力します。 |



[対象予測]、[対象仮定] エリアで出力の対象とする予測と仮定を指定します。

3. [オプション] タブを選び、データを出力する場所や書式などを設定します。
 - a. [出力先] エリアで、出力するワークブックを選択し、ワークシート名、開始セルを指定します。現在のワークシートに出力するときは、開始セルの右下に既存のデータがないことを確認してください。
 - b. [表書式] エリアを指定することで、書き出す表の書式設定を行うことができます。

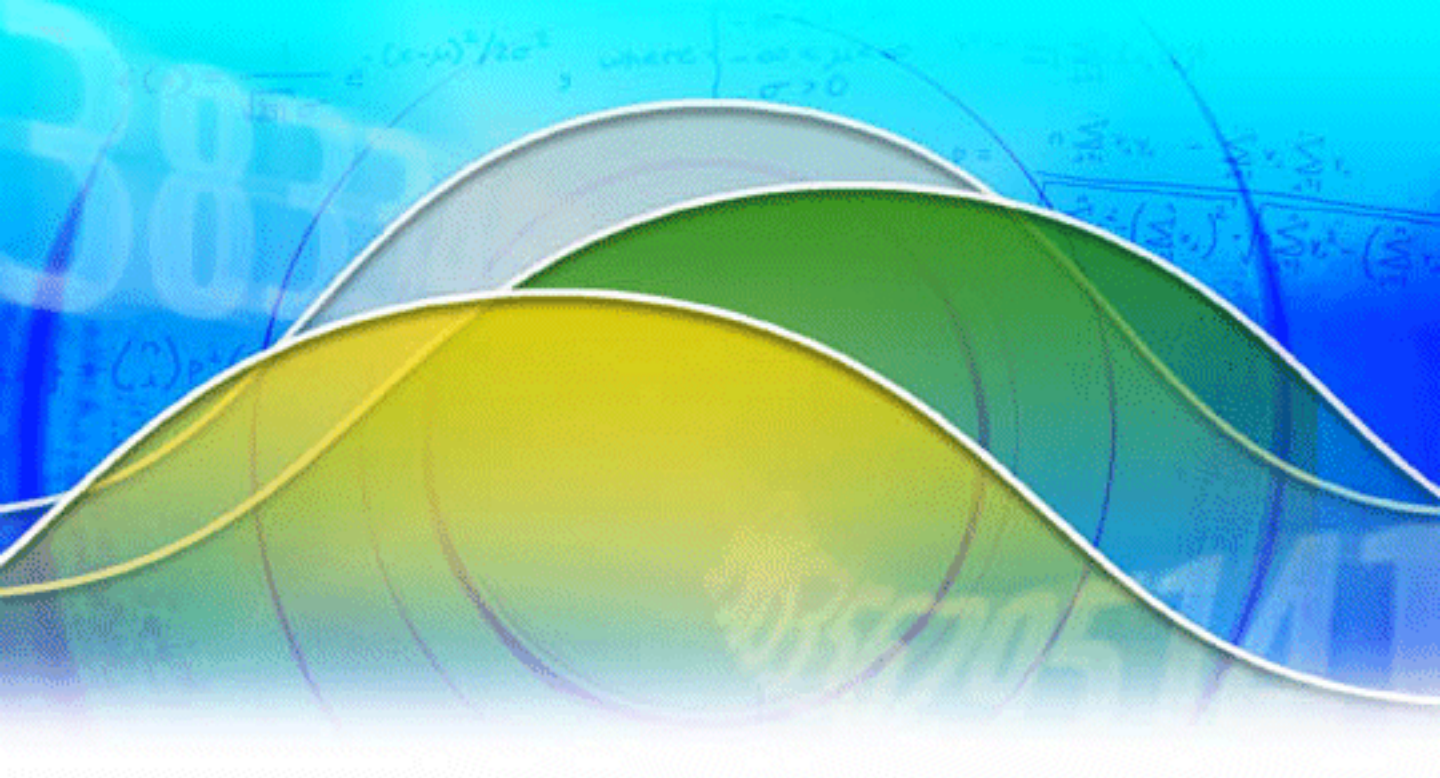
< **Crystal Ball** メモ > [データ] タブ、[オプション] タブのどちらも、[デフォルト] ボタンをクリックすると、Crystal Ball 出荷時の設定に戻すことができます。

4. [OK] ボタンをクリックします。

Crystal Ball はシミュレーションデータを指定された場所に出力します。このワークシートに対しては、通常のワークシートと同じように、ソートや加工、印刷、保存といった操作をすることができます。

出力したレポートやデータの印刷

ワークシートに出力されるレポートやデータは、Excel で普通に使用されるデータと同じです。印刷したいときは、Excel の Office ボタンをクリックして、[印刷]を選んでください。



付録 C

分布とパラメータの選択

概要

Crystal Ball で仮定セルを定義するときは、次の二つを決めなければなりません。

- どの分布を使うか
- 分布パラメータにどの値を使うか

この付録では、Crystal Ball で使用できる確率分布を表にまとめます。

分布の選択

仮定セルに定義する分布とパラメータを選択するステップは、Crystal Ballモデルを構築する上で、きわめて重要です。Crystal Ballでは22種類の分布を使用することができます。22種類の内訳は、14種類の連続確率分布と7種類の離散確率分布、そしてカスタム分布です。カスタム分布は連続範囲と離散範囲を組み合わせることができる便利な分布です。

- 連続確率分布はある範囲のあらゆる値で構成されます。言い換えると、連続確率分布のある範囲内には無限個の値が存在します。そのため、連続確率分布をグラフで表すと、滑らかで切れ目のない曲線になります。
- 離散確率分布は有限個の値（通常は整数）で構成されます。離散確率分布をグラフで表すと、縦棒の集まりになります。

確率分布の選択は、以下のステップを踏むのが有効です。

1. 問題の変数をくわしく調査して、わかる限りの条件をすべて列挙します。
2. この付録の確率分布の説明を参照します。
3. その変数の特徴をよく表している分布を選びます。
4. 実測データがある場合は、分布の適合機能を使って最適な分布を選択します。

分布リスト

このセクションでは、Crystal Ballで使用できる各分布の以下を表にまとめます。

- パラメータ
- 条件
- 適合する変数
- 適用例

	パラメータ	条件	適合する変数	適用例
正規分布  正規分布	<ul style="list-style-type: none"> 平均 標準偏差 	<ul style="list-style-type: none"> 不確定な変数が最も高い確率である値（分布の平均値）をとる 平均値以上の値をとる確率と平均値以下の値をとる確率が等しい 平均値に近いほど確率が高い 	自然現象を表す変数	人間の身長、インフレ率、将来のガソリン価格
三角分布  三角分布	<ul style="list-style-type: none"> 最小値 最尤値 最大値 	<ul style="list-style-type: none"> 最小値が固定される 最大値が固定される 最小値と最大値の間に最も起こり得る値（最尤値）があり、それらが三角形をなす 	上限・下限がある変数一般	売上額、売上数、在庫数、原価
対数正規分布  対数正規分布	<ul style="list-style-type: none"> 位置 平均 標準偏差 	<ul style="list-style-type: none"> 不確定な変数に上限がなく、下限(0)がある ほとんどの値が下限値近くにあるという正の歪度をもっている 変数の自然対数が正規分布になる 	値に正の歪みがあり負にならない変数一般	株価、不動産価額、賃金、原油埋蔵量
一様分布  一様分布 離散一様分布  離散一様分布	<ul style="list-style-type: none"> 最小値 最大値 (離散一様分布の場合にはどちらも整数)	<ul style="list-style-type: none"> 最小値が固定される 最大値が固定される 最小値と最大値の間のすべての値が同じ確率で起こり得る 最小値と最大値の間で起こり得る値が、一定間隔の離散値である場合は、離散一様分布を使用する。	ある範囲で生起確率が一定である変数一般	不動産価額、配管の漏水
二項分布  二項分布 Yes-no 分布  Yes-no 分布	<ul style="list-style-type: none"> 確率 (0 ~ 1) 試行回数 (1 ~ 999 の整数) 	<ul style="list-style-type: none"> 各試行の結果は2種類（たとえば成功と失敗）しかない 各試行がそれぞれ独立しており、ある試行の結果は他の試行の結果に影響しない 一方の結果が現れる確率はどの試行に対しても一定である 試行が一度だけの場合はYes-no分布を使用する。	理論値 (True/FalseやOn/Off)を表す変数一般	コインを10回投げて表が出る回数、50個の部品に存在する不良品の数、成功/失敗
ベータ分布  ベータ分布	<ul style="list-style-type: none"> 最小値 最大値 α (>0.3) β (>0.3) ($\alpha + \beta < 1000$)	<ul style="list-style-type: none"> 不確定な変数は最小値 (0) と最大値 (正の数) の間の乱数である 分布の形状を二つの正の値 (α と β) によって特定することができる 	一定の範囲を上回る可変性を表す変数、経験的なデータを表す変数	装置の信頼性

	パラメータ	条件	適合する変数	適用例
ベータ PERT 分布  ベータPERT分布	<ul style="list-style-type: none"> 最小値 最尤値 最大値 	<ul style="list-style-type: none"> 最小値が固定される 最大値が固定される 最小値と最大値の間に最も起こり得る値（最尤値）がある 最小値と最大値に近い値は、三角分布で定義する場合よりも発生回数が少なく、最尤値に近い値は、三角分布で定義する場合よりも多い 	上限・下限がある変数一般（三角分布に滑らかさを与えたとき）	プロジェクト管理における、タスクの時間やコスト
ガンマ分布  ガンマ分布	<ul style="list-style-type: none"> 位置 尺度 (>0) 形状 (0.05 超かつ 1000 未満) 	<ul style="list-style-type: none"> すべての測定単位において、発生回数に上限がない 発生がそれぞれ独立しており、ある測定単位の発生回数は他の測定単位の発生回数に影響しない 平均発生回数がどの測定単位でも等しい 	発生が完全にランダムではない事象の発生間隔など、物理量を表す変数	リードタイム中の販売個数、汚染濃度や降水量のような気象プロセス
ワイブル分布  ワイブル分布	<ul style="list-style-type: none"> 位置 尺度 (>0) 形状 (>0.05) 	他のいくつかの分布の特性を併せ持っているため、パラメータを変化させて他の分布（指数分布やレイリイ分布など）を近似するのに使用する。 <ul style="list-style-type: none"> 形状パラメータを 1 にすると指数分布に一致する 形状パラメータを 2.0 にすると、レイリイ分布に一致する 	寿命テストや疲労テストの結果など、物理量を表す変数	故障するまでの時間、材料強度
最大極値分布  最大極値分布 最小極値分布  最小極値分布	<ul style="list-style-type: none"> 最尤値 尺度 (>0) 	<ul style="list-style-type: none"> 最も高い確率である値をとる 正の歪度（最大極値分布）または負の歪度（最小極値分布）をもっている 	一定期間の反応の最大値（最大極値分布）、最小値（最小極値分布）を表す変数	洪水、雨量、地震の最大値 / 最小値、物質の破壊強度、飛行機の積載量や許容限界
ロジスティック分布  ロジスティック分布	<ul style="list-style-type: none"> 平均 尺度 (>0) 	<ul style="list-style-type: none"> 最も高い確率である値（分布の平均値）をとる 平均値以上の値をとる確率と平均値以下の値をとる確率が等しい 	成長を表す変数	時間変数の関数として表される人口増加、化学変化
Student t 分布  Student t 分布	<ul style="list-style-type: none"> 中点 尺度 (>0) 自由度 (1 ~ 30 の整数) 	<ul style="list-style-type: none"> 最も高い確率である値（分布の平均値）をとる 平均値以上の値をとる確率と平均値以下の値をとる確率が等しい 平均値に近いほど確率が高く、自由度を大きくすると正規分布に近づく 	経済学の変数	為替レート

	パラメータ	条件	適合する変数	適用例
指数分布  <small>指数分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 比率 (>0) 	<ul style="list-style-type: none"> 事象が発生する時間間隔を確率分布に表す 事象が発生する比率は以前の事象に影響されない 	ランダムに何度も発生する事象を表す変数	電化製品が故障する時間間隔、高速道路のサービスエリアを通過する時間間隔
パレート分布  <small>パレート分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 位置 (>0) 形状 (>0.05) 	条件は複雑なので、関連する文献をご覧ください。位置パラメータは変数の下限値を意味します。まず位置を決めてから、形状パラメータを調整します。形状を大きくすると、分散が小さくなり、分布の右端が厚くなります。	経験的現象に関連した分布を示す変数	都市人口、天然資源の発見数、企業規模、個人収入、株価の変動
ポアソン分布  <small>ポアソン分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 比率 ($0 \sim 1000$) 	<ul style="list-style-type: none"> どの間隔においても事象は限りない回数発生する可能性がある 事象の発生が独立しており、ある間隔での発生回数は他の間隔での発生回数に影響しない どの間隔でも平均発生回数が等しい 	ある間隔における事象の発生回数を表す変数	1分あたりに電話が鳴る回数、 100m^2 の材料に含まれる欠陥数
超幾何分布  <small>超幾何分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> (母集団における) 発生数 試行回数 (母集団サイズ未満の整数) 母集団サイズ ($1 \sim 999$ の整数) 	<ul style="list-style-type: none"> 要素数 (母集団サイズ) が $1,000$ 以下で固定される (有限母集団) 試行回数 (標本サイズ) は母集団の一部である 母集団における事象の発生数がわかっており、その発生確率は各試行の後わずかに変化する 各試行が独立している場合は二項分布を使用する。	固定回数の試行における事象の発生回数を表す変数 (前の試行の結果が次の試行における事象の発生確率に影響する場合)	箱から無作為に取り出した製品が不良品である確率 (取り出した製品は箱に戻さない)
負の二項分布  <small>負の二項分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 確率 ($0 \sim 1$) 形状 (試行回数、$1 \sim 999$ の整数) 	<ul style="list-style-type: none"> 試行回数に上限がない 成功回数が r 回に至るまで試行を続ける すべての試行における成功の確率が等しい 	成功回数が r 回に至るまでの試行回数を表す変数	訪問販売で 10 件の注文を獲得するまでに必要な訪問数
幾何分布  <small>幾何分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 確率 ($0 \sim 1$) 	<ul style="list-style-type: none"> 試行回数に上限がない 最初に成功するまで試行を続ける すべての試行における成功の確率が等しい 	最初に成功するまでの試行回数を表す変数	ある目が出るまでルーレットを回すときの試行回数、石油を発見するまでの掘削数
カスタム分布  <small>カスタム分布</small>	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性が高いため、他の分布では変数の特徴を表せないときに使用する 連続範囲と離散範囲の両方を一つの分布に含めることができる 発生する離散値や連続範囲と、それぞれの発生確率がわかっているときに、それらをまとめて表すことができる 			

英数字

- 2次元シミュレーション 55
- Crystal Ball
 - Crystal Ball セル
 - 固定 74
 - 選択 71
 - 編集 72
 - Crystal Ball ツール 54
 - Crystal Ball ドキュメント 3
 - Crystal Ball とは 9
 - Crystal Ball モデルの定義 66
 - 起動 10
 - 基本的なシミュレーション手順 65
 - コントロールパネル 17, 76
 - 終了 18
 - メニュー 11, 59
 - リボン 11, 59
- Predictor 56

あ行

- 意思決定テーブル 55
- 意思決定変数の定義 70
- 一様分布 23
- オンラインヘルプ 3

か行

- ガイド
 - ガイドの記述 2
 - 画面表示 3
- 重ねグラフ 49, 81
 - カスタマイズ 82
 - 作成 82
- カスタム分布 29
- カスタムレポート 95
- 仮定
 - 仮定間の相関 69
 - 仮定グラフ 91
 - カスタマイズ 92
 - 作成 91
 - 仮定の定義 23, 66
- 画面
 - このガイドの画面表示 3
- 感度グラフ 50, 83
 - カスタマイズ 86
 - 作成 85
 - 制限事項 85
 - 表示内容 84

索引

- 起動
 - Crystal Ball の起動 10
 - グラフプリファレンス 92
 - 傾向グラフ 50, 88
 - カスタマイズ 89
 - 作成 89
- 構成
 - スタートガイドの構成 1
- コントロールパネル 17, 76

さ行

- 三角分布 26
- サンプルモデル 4
- 実行プリファレンス 73
- シナリオ分析 55
- シミュレーション
 - 基本的な手順 65
 - 結果の理解 14, 40
 - 実行 14, 39, 73
 - 実行プリファレンス 73
 - ステップ実行 17
 - データの出力 53, 96
 - 印刷 98
 - 背後にある“仕掛け” 16
 - 分析 77
 - 保存 76
 - 読み込み 76
 - リセット 17

- 終了
 - Crystal Ball 18
- 信頼区間・信頼度 15, 41
 - 信頼区間グラバー 79
- スタートガイド
 - スタートガイドの構成 1
- 正規分布 33
- セル
 - Crystal Ball セル
 - 固定 74
 - 選択 71
 - 編集 72
 - セル参照 67
 - セルプリファレンス 71
- 相関 69
- 相関マトリクス 54

た行

- 対象ユーザ 1

- 代替パラメータセット 67
- チュートリアル
 - 新薬開発プロジェクト 21
 - マンション経営 10
- データの出力 53, 96
 - 印刷 98
- データ分析ツール 55
- トルネードグラフ 55, 84
- トレーニングセミナー 5

な行

- 二項分布 28

は行

- バッチフィット 54
- ブートストラップ 54
- 分布
 - 選択方法 101
 - [分布一覧] ダイアログ 69
 - 分布の切り取り 35
 - 分布の適合 68
 - リスト 101
- ヘルプ 3

ま行

- メニュー 11, 59
- モデル
 - サンプルファイル 4
- モンテカルロ・シミュレーション 16

や行

- ユーザ
 - 対象ユーザ 1
- 予測
 - 結果の理解 14, 40
 - 予測グラフ 78
 - カスタマイズ 44, 80
 - 表示内容 79
 - 予測グラフプリファレンス 71
 - 予測の定義 36, 70

ら行

- リボン 11, 59
- レポートの作成 51, 94
 - 印刷 98
 - カスタムレポート 95