

## 目次：

<b>Analytica チュートリアル .....</b>	<b>1</b>
Analytica について .....	1
1. Analytica を使う人について .....	1
2. チュートリアル概要 .....	1
3. Analytica をインストールする .....	2
4. 本チュートリアルで使用するルール .....	3
<b>1. Rent vs. Buy モデルを使用する .....</b>	<b>5</b>
1.1 Rent vs. Buy モデルを開く .....	5
1.2 Diagram ウィンドウを理解する .....	6
1.3 ヘルプ情報にアクセスする .....	7
1.4 アウトプット値を計算する .....	7
1.5 インプット値を変更して再計算する .....	10
1.6 不確実性インプットの内容を確認して変更する .....	12
1.7 不確実性を別の手段で表示する .....	14
1.8 Rent vs. Buy モデルを使用する：まとめ .....	19
1.9 モデルを保存する .....	19
1.10 Analytica を終了する .....	20
<b>2. Rent vs. Buy モデルを探索する .....</b>	<b>21</b>
2.1 影響ダイアグラムを理解する .....	21
2.2 オブジェクトウィンドウを開く .....	24
2.3 オブジェクトウィンドウ間を移動する .....	26
2.4 属性パネルを使用する .....	28
2.5 属性パネルで定義内容を調べる .....	30
2.6 モジュールを開く .....	31
2.7 ヘルプバルーン .....	35
2.8 属性パネルで値を調べる .....	35
2.9 結果を表示する .....	37
2.10 Rent vs. Buy モデルを探索する：まとめ .....	40
<b>3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する .....</b>	<b>41</b>
3.1 賃貸と購入の違いを調べる .....	41
3.2 重要度分析 .....	43
3.3 パラメトリック (感度) 分析を実行する .....	45
3.4 択一的決定を評価する .....	49
3.5 Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する：まとめ .....	56
<b>4. モデルを作成する .....</b>	<b>57</b>

4.1 モデルを新規作成する .....	57
4.2 ダイアグラムを編集する .....	59
4.3 変数ノードを作成する .....	59
4.4 作成したモデルを保存する .....	61
4.5 変数を削除する .....	62
4.6 ノードを移動する .....	63
4.7 変数のタイトルを編集する .....	64
4.8 ノード間に矢印を描画する .....	65
4.9 矢印を削除する .....	67
4.10 複数の矢印を接続する .....	67
4.11 属性をオブジェクトウィンドウに入力する .....	69
4.12 変数を明示的な値として定義する .....	72
4.13 変数を他の変数の関数として定義する .....	74
4.14 属性パネルを使用して属性を入力する .....	77
4.15 変数をリストとして定義する .....	79
4.16 Result ウィンドウに結果を表示する .....	81
4.17 組込み関数を使用して変数を定義する .....	83
4.18 式の入力支援 .....	85
4.19 作成したモデルを保存する .....	86
4.20 まとめ：モデルを作成する .....	86
<b>5. 配列 (テーブル) を使って作業する .....</b>	<b>88</b>
5.1 Expression 構文を使って変数を要約する .....	88
5.2 ファスト・トニーの普通車購入問題 .....	89
5.3 モデルを継続する .....	90
5.4 インデックス変数を作成する .....	90
5.5 変数をテーブルとして定義する .....	91
5.6 複数の配列を結合する .....	94
5.7 配列に新しい次元を追加する .....	96
5.8 条件式を使用する .....	99
5.9 多次元配列の結果を表示する .....	101
5.10 インデックスに新たに値を追加する .....	102
5.11 式の中でローカル変数とインデックスを使用する .....	104
5.12 添字を使って配列を縮約する .....	107
5.13 キャッシュフローを完成させる .....	108
5.14 異種配列を結合する .....	109
5.15 配列縮約関数 .....	111
5.16 正味現在価値 (NPV) 分析を実行する .....	111
5.17 まとめ：配列を使って作業する .....	112
<b>6. パーティ問題モデルを作成する .....</b>	<b>114</b>
6.1 モデルに説明を記入する .....	114
6.2 パーティー場所、天気、効用 (Utility) に関する各変数を作成する .....	115

6.3 変数間に矢印を描画する .....	116
6.4 パーティ会場をラベルのリストとして定義する .....	117
6.5 天気を確認率テーブルとして定義する .....	119
6.6 効用 (Utility) を決定論的テーブルとして定義する .....	122
6.7 効用 (Utility) を計算する .....	125
離散モデリングの背景を使用される方への注記 .....	126
6.8 パーティ問題モデルを作成する：まとめ .....	126
練習問題 .....	127
<b>7. キツネとウサギモデルを作成する .....</b>	<b>128</b>
7.1 Time インデックスを使用する .....	128
7.2 ウサギの下位モデルをセットアップする .....	131
7.3 Dynamic() 関数を使用する .....	132
7.4 ウサギの下位モデルを完成させる .....	133
7.5 カラーパレットを使用する .....	135
7.6 モジュールを作成する .....	136
7.7 モジュールを複製する .....	138
7.8 キツネの下位モデルを完成させる .....	139
7.9 エイリアスを作成する .....	140
7.10 モジュール間に影響矢印を描画する .....	141
7.11 複数の結果を同時に表示する .....	144
7.12 キツネとウサギの第3幕 .....	145
7.13 まとめ：キツネとウサギモデルを作成する .....	146
<b>8. モデルを複数人で共有する .....</b>	<b>147</b>
8.1 Analytica Free 101 を使って表示する .....	148
作成したモデルを配布する .....	148
8.2 Analytica Cloud Player (ACP) .....	149
クラウドへの公開 .....	149
モデルを閲覧する .....	151
別のモデルを閲覧する (オプション) .....	154
招待状を送信する .....	156
ユーザーセッション・クレジット .....	158
8.3 まとめ：モデルを共有する .....	159
<b>9. サンプルモデルとライブラリ .....</b>	<b>160</b>
9.1 Business Examples (ビジネス事例) .....	161
9.2 Data Analysis (データ分析) .....	163
9.3 Decision Analysis (決定分析) .....	163
9.4 Dynamic Models (動態モデル) .....	167
9.5 Engineering Examples (工学的事例) .....	169
9.6 Function Examples (関数の事例) .....	171
9.7 Optimizer Examples (最適化の事例) .....	172
9.8 Risk Analysis (リスク分析) .....	175
9.9 User Guide Examples (ユーザーガイド事例) .....	176

## Analytica チュートリアル

Dynamic Models (動態モデル) .....	177
9.10 Libraries (ライブラリ) .....	177
9.11 まとめ .....	180
<b>用語集 (Glossary) .....</b>	<b>181</b>
<b>Analytica のウィンドウとダイアログ .....</b>	<b>187</b>
クイックリファレンス .....	193
ツールバー .....	193
数値書式 (アウトプット) .....	194
接尾辞のフォーマット .....	194



# Analytica チュートリアル

Analytica を使用するための実践的な入門書の日本語訳です。すでに用意されている Analytica モデルの探索と分析の仕方、および、Analytica モデルの新規作成方法をステップ・バイ・ステップの手順で説明します。

Analytica をご購入された方はもちろん、購入を検討中の方も Free エディションをインストールすることで同じ機能をお試しいただけます。

## Analytica について

---

このセクションは、Analytica とその使用法、このチュートリアルの内容に関する説明、および、このマニュアルの使用法について説明します。

### 1. Analytica を使う人について

Analytica は、ビジネスチャンスモデル化するファイナンシャルアナリストをはじめ、新製品を設計するエンジニアや、物理学的現象の挙動を調べるサイエンティストなど、モデル構築と問題解決をめざす方のためのソフトウェアです。

とりわけ、経営コンサルティング、公衆衛生および環境分野の科学者、大気圏、石油およびガス、建設、製造、金融業務、および、投資といった、不確実性と配列データのいずれかまたは両方の理解を要する分野の方には最適のソフトウェアです。

### 2. チュートリアルの概要

このチュートリアルは、Analytica を使用するための実践的な入門書です。すでに用意されている Analytica モデルの探索と分析の仕方、および、Analytica モデルの新規作成方法をステップ・バイ・ステップの手順で説明します。チュートリアルの各セクションは、後半になるほど前の章で取り扱った内容を前提に構成されていますので、各章は順番に進めるようにしてください。

Analytica をはじめてお使いになる方は、1 章から 5 章のすべてをお読みになることをおすすめします。時間にして 2～3 時間ほどです。お急ぎの方は、本文を読み飛ばして、四角い枠に囲まれた手順のみをご覧ください。用語や概念に不明な点があれば、[用語集](#)で調べたり、本文を読み返してください。また、自分でモデルを構築しようとする場合は、事前に[9 章](#)をご覧ください。ここには、Analytica に同梱されているサンプルモデルに関する説明があります。これから構築したい内容に近いサンプルが見つかれば、それを参考にモデルを構築することができます。

このチュートリアルは、Analytica に装備されている基本機能の幾つかを紹介するために作成されています。基本機能をすでに習得されており、さらに詳細な情報が必要という方は、*Analytica User Guide* をご覧ください。

- **Chapter 1: [Using the Rent vs. Buy Model](#)**

この章は、Analytica モデルを開く方法と、それを実行する方法を紹介します。住宅の購入またはレンタルにかかる総コストを分析するためのサンプルモデルを簡単なインターフェースを使って開きます。入力値を変更しながら結果を計算することで、その効果を確認します。不確実性をあらかず結果が様々な方法で表示されます。

- **Chapter 2: [Exploring the Rent vs. Buy Model](#)**

この章は、モデルの構造と前提条件を表示する方法を紹介し、影響ダイアグラム、変数、定義内容を実際に見ていきます。

- **Chapter 3: [Analyzing the Rent vs. Buy Analysis Model](#)**

この章は、重要性分析 (importance analysis) と感度分析 (sensitivity analysis) を実行し、どの不確実性変数が結果に最も影響を及ぼすかを確認する方法を紹介します。

- **Chapter 4: [Creating Models](#)**

この章は、Analytica で新規モデルを作成する方法を紹介します。自動車を所有して運用するコストを分析するモデルを構築する過程で、変数を作成し、変数間の関係を定義し、ドキュメントテキストを追加して結果を計算します。また、モジュールを作成し、モジュール間の依存関係も追加します。

- **Chapter 5: [Working with Arrays \(Tables\)](#)**

この章は、モデルにインデックス変数を追加する方法と、テーブルの編集方法を紹介し、テーブル関数の紹介とともに、Analytica でテーブルがどのように動作するかを説明します。

- **Chapter 6: [Creating the Party Problem Model](#)**

この章は、次のパーティをどこで開くかという良くある問題を見ていきます。このモデルでは確率テーブル (probability tables) と条件付き決定論的テーブル (conditional deterministic tables) が紹介されます。離散的または条件付きの不確実性を使用するモデルの場合は、この章を必ずお読みください。

- **Chapter 7: [Creating the Foxes and Hares Model](#)**

この章では、互いに依存し、時間と共に変化する個体数の動態モデルを作成します。動態シミュレーションや時間と共に変化する変数を使用するモデルの場合は、この章を必ずお読みください。

- **Chapter 8: [Sharing Models with Others](#)**

この章では、作成したモデルを、Analytica Free 101 または WEB を使って他のユーザーでも利用できるようにする方法を学びます。

- **Chapter 9: [Example Models and Libraries](#)**

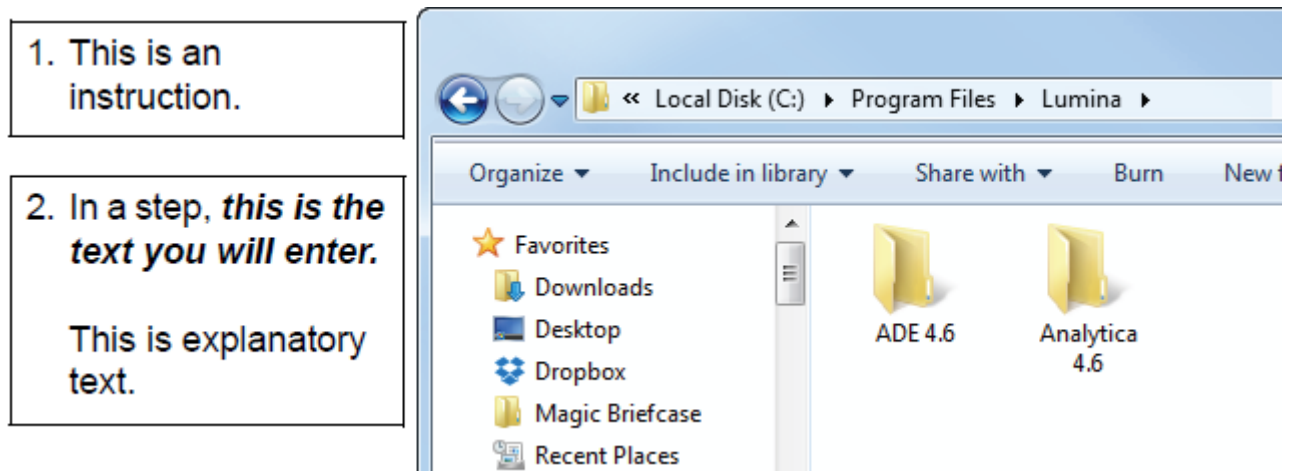
この章は、Analytica に用意されている全てのサンプルモデルを簡単に説明します。独自のモデルを作成する際は、ここを調べるようにしてください。

## 3. Analytica をインストールする

## 4. 本チュートリアルで使用するルール

本チュートリアルで使用するルールは以下のとおりです：

- 操作手順を番号順に枠で囲ってページの左側に表記します。  
お使いのコンピュータに表示されるのとはほぼ同じ Analytica の画面と一緒に手順と説明文を記載します。  
例：



- 変数とモデルのタイトルは、斜体 (*italic type*) で表記します。
- 次のキーボードのキーは、斜体 (*italic type*) で表記します。  
Enter, Return, Tab, Delete, Shift, Alt, F1
- Analytica 専門の用語は、太字斜体 (***bold italic type***) で表記します。これらは、最初の記述で定義します。  
チュートリアル巻末の用語集では、本チュートリアルで使用する各種用語を定義してありますので、必要に応じて参照してください。
- 役立つ情報や重要な情報は、Tips として特別に表記します。以下のような表記になります：

※ **Tip**：役立つ情報や重要な情報がここに表示されます。

## 5. 前提となる基礎知識

本チュートリアルでは、Windows プログラムの実行に必要な以下に示す基本的なスキルをお持ちであることを前提とします。

用語	意味
クリック	マウスボタンを 1 回押して離します。
ダブルクリック	マウスボタンを素早く 2 回押して離します。
ドラッグ	マウスボタンを押し下げたままの状態では、画面上の別の位置までカーソルを移

## Analytica チュートリアル

	動したあと、マウスボタンを離します。
押し下げ	マウスボタンを押して、そのままの状態にします。
選択	メニューコマンドやテーブルのセルなど、インターフェースオブジェクトをクリックします。選択されたオブジェクトは通常ハイライトで表示されます。

また、プルダウンおよびポップアップメニュー、スクロールバー、および、ウィンドウに関する操作法についても理解しておく必要があります。

これらの基本操作に習熟されていない場合は、お手持ちのコンピュータに付属の参考資料をご覧ください。

本チュートリアルでは、ファイナンシャルまたは定量モデリングに関する基本的な知識があることも前提となります。これまでスプレッドシートプログラムなどを使用していた方などです。

統計学の基礎知識を習得されており、平均値、中央値、標準偏差といった概念に慣れていることが前提となります。また、正規 (normal) や一様 (uniform) といった確率分布 (probability distributions) に関する一定の理解や、確率分布関数や累積分布関数に関する概念に慣れ親しんでいることも必要です。これらの用語は、チュートリアルの巻末の[用語集](#)で簡単に説明してあります。

# 1. Rent vs. Buy モデルを使用する

この章では、以下の内容を紹介します：

- 既存のモデルを開く方法
- 結果を計算する方法
- インプット値を変更して異なる結果を計算する方法

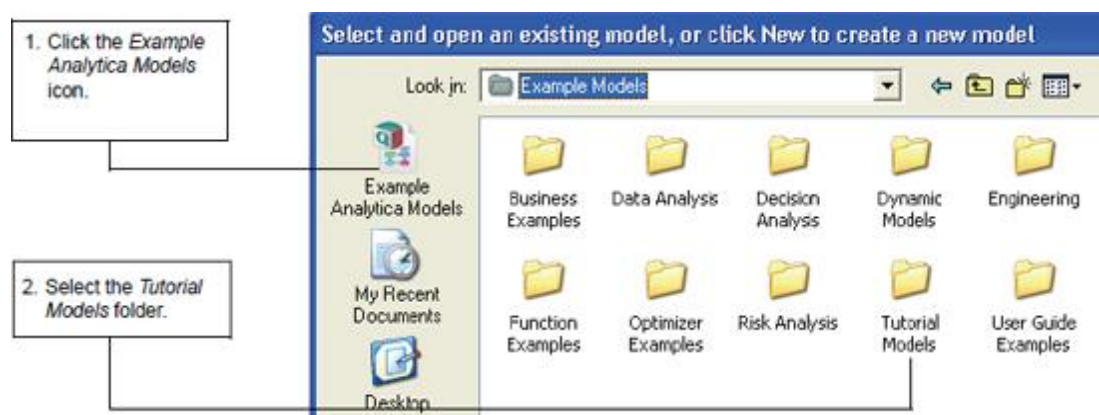
この章では、Rent vs. Buy モデルを使用します。この Analytica モデルは、住宅を借りる場合と購入する場合のコストを比較するものです。この章を完了すると、既存のファイルを開く方法、それを使って結果を計算する方法、そして、インプット値を変更して異なる結果を計算する方法が身につきます。

## 1.1 Rent vs. Buy モデルを開く

まずはじめに、以下に示す手順に従います。

1. Analytica の起動：  
Windows タスクバーの**スタートボタン**をクリックします。  
**全てのプログラム** → **Analytica 6.5** → **Analytica 6.5** をクリックします。
2. Analytica が起動したら、メニューから **File** → **Open Model** を選択します。  
C:\Program Files\Lumina\Analytica 6.5\に移動します。
3. **Example Models** アイコンをクリックします。

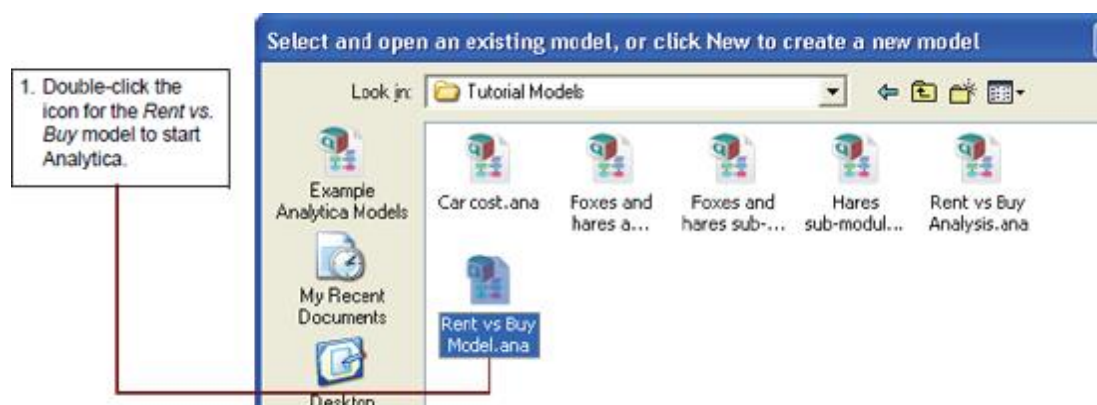
**Tutorial Models** フォルダを選択します。



1. **Example Analytica Models** アイコンをクリックします。
2. **Tutorial Models** フォルダを選択します。

4. **Rent vs Buy Model.ana** モデルを開きます。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する

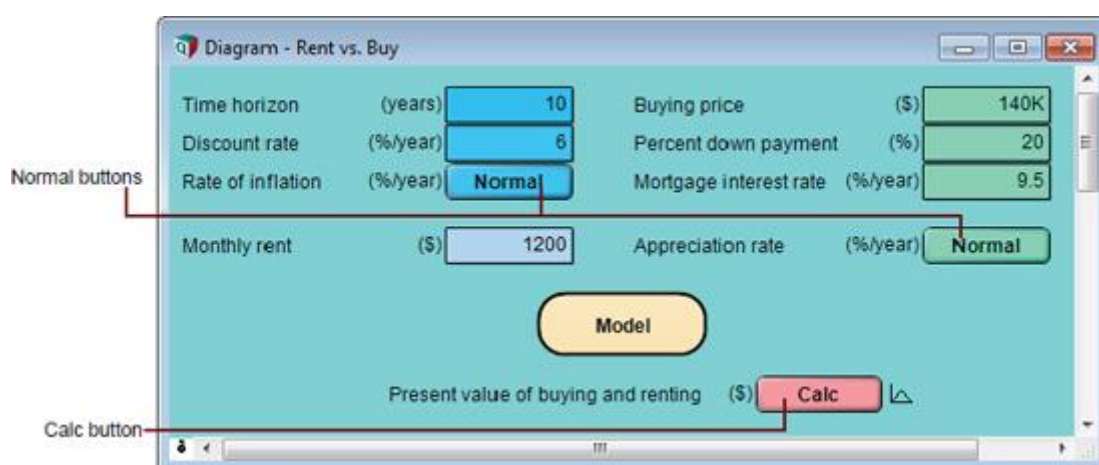


1. Rent vs Buy Model アイコンをダブルクリックして Analytica を開始します。

Analytica に Rent vs. Buy モデルが読み込まれます。

## 1.2 Diagram ウィンドウを理解する

Analytica でモデルを開くと、まずはじめに最上位の **Diagram** ウィンドウが表示されます。Rent vs. Buy モデルのダイアグラムには、賃貸 (renting) と購入 (buying) との間のトレードオフ関係に影響を及ぼす幾つかのインプット変数、**Normal** ボタン、**Calc** ボタン、および、*Model* というラベルのついたノードが表示されています。




この最上位のダイアグラムは、*Model* ノードの中身であるモデルそのものに接続するエンドユーザーのためのインターフェースです。この章では、この最上位ダイアグラムのインターフェースのみを使います。モデルそのものについては、この後の章で詳しく探索していきます。

画面上部には、複数のボタンからなる横方向に伸びるパレットがあります。これをツールパレット (**tools palette**) と呼びます。

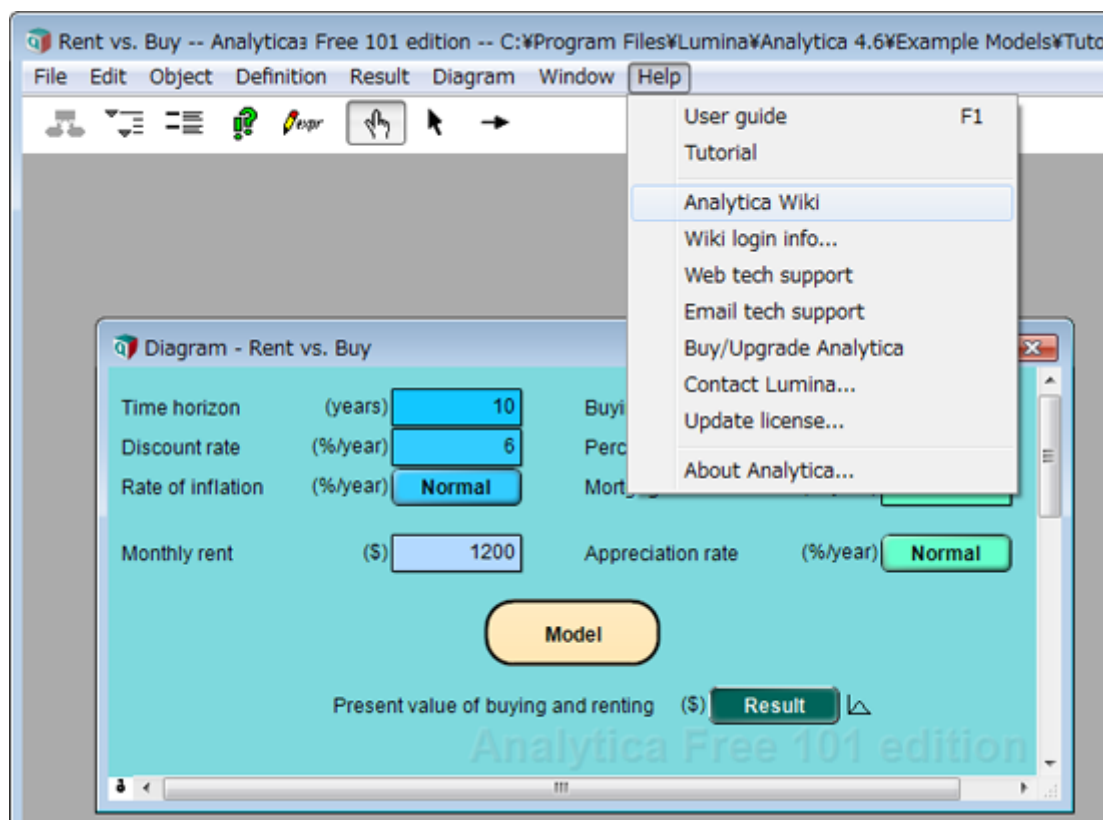




Rent vs. Buy モデルを最初に開くと、パレットでは [browse ツール](#) が選択状態になっています。browse ツールを選択した状態でカーソルをダイアグラム上に置くと、その形状がハンド  になります。browse ツールを使えば、モデルの計算、インプット値の変更、および、モデル構造の内容を確認 (変更はできません) することができます。この章では、browse ツールのみを使用します。

## 1.3 ヘルプ情報にアクセスする

Analytica のヘルプ情報には、キーボードの *F1* キーを押すか、**Help** プルダウンメニューを使用することでいつでもアクセスすることができます。ヘルプ情報には、Analytica のオンライン Wiki ページはもちろん、ユーザーガイドとチュートリアルドキュメントが含まれています。

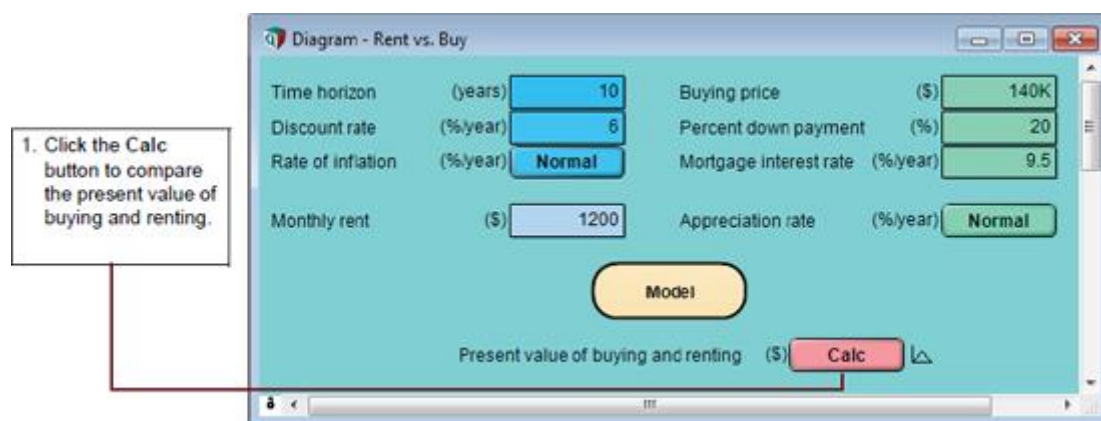


Help プルダウンメニュー

## 1.4 アウトプット値を計算する

Rent vs. Buy モデルで関心のあるアウトプット値は、画面一番下の *Present value of buying and renting* にあります。

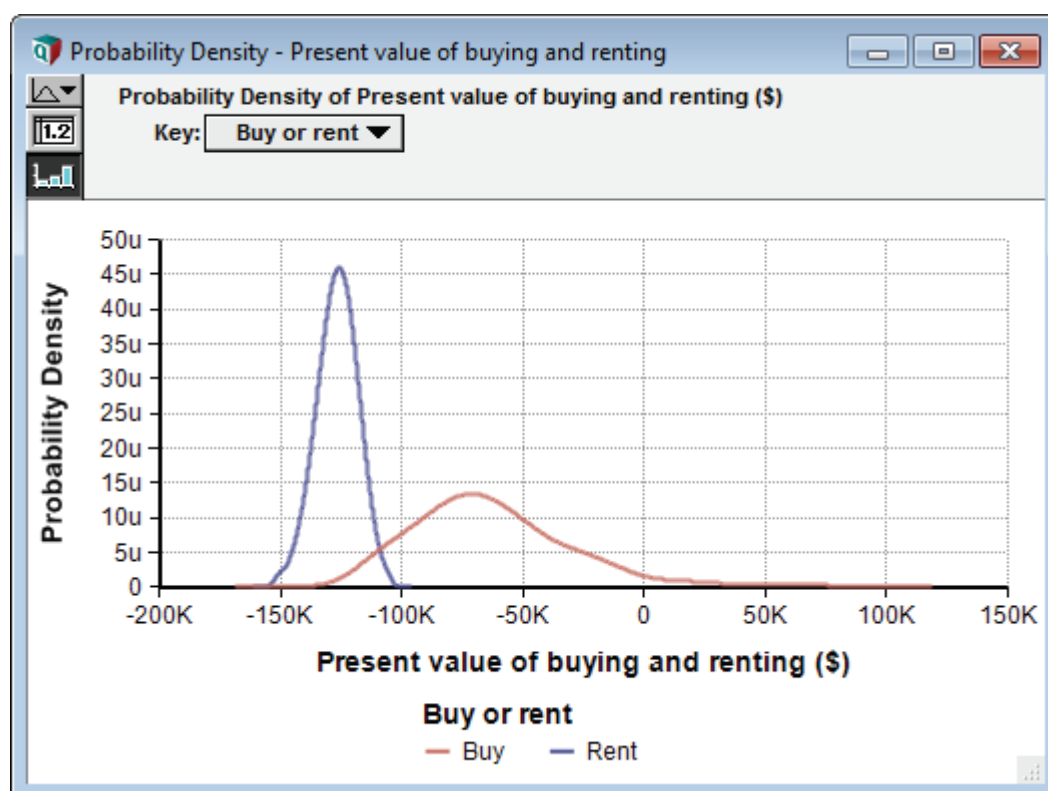
## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する



1. Calc ボタンをクリックすると、購入と賃貸の現在の値が比較されます。

アウトプット値は、**Result** ウィンドウに表示されます。**Result** ウィンドウには、2つの **probability density** (確率密度) 曲線からなるグラフが表示されます。確率密度グラフでは、両曲線下の面積の合計が 1 (100%) になるよう縦軸スケールの単位が選択されます。25 $\mu$  は、 $25 \times 10^{-6}$  または 0.000025 に対応します。

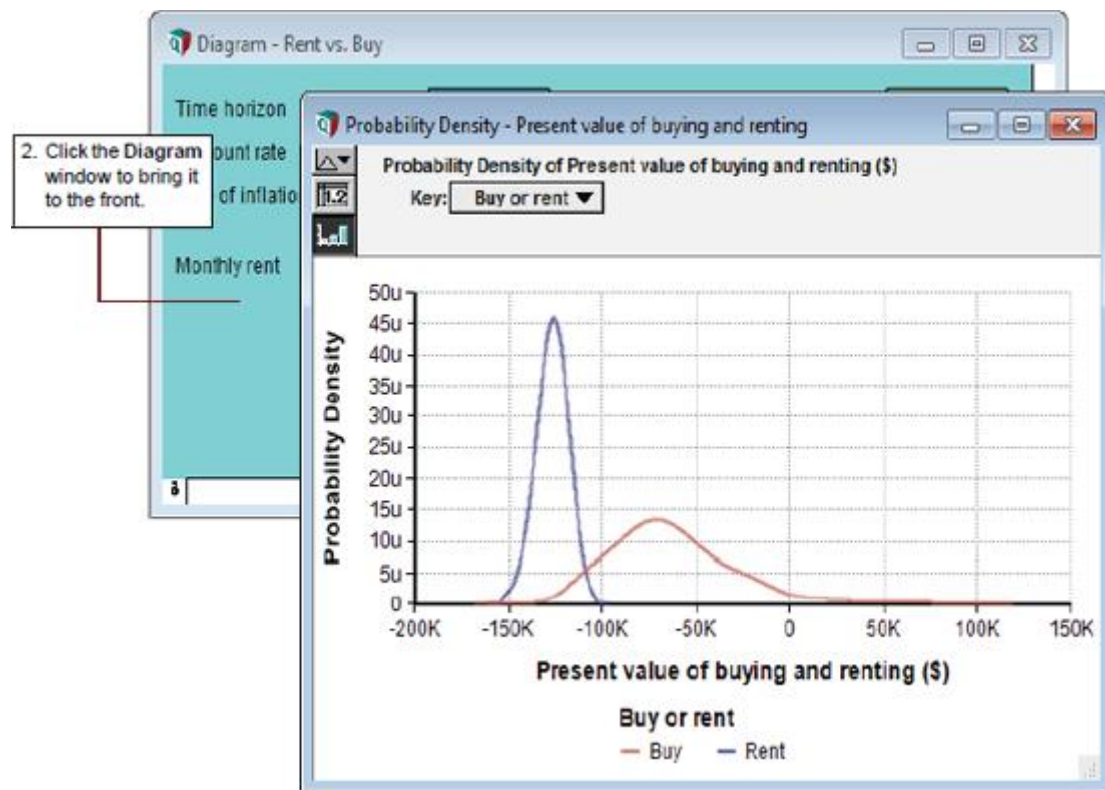
※ Tip: 数値の後の記号  $\mu$  や K は、Analytica 全体で広く使用されます。これらの記号に関する簡単な説明については、[本チュートリアル後のページ](#)をご覧ください。



このグラフは、購入と賃貸のいずれにも、確率的、すなわち、不確実性のあるインプットがあるため、確率密度になっています。いずれの確率密度グラフもベル型の曲線としてあらわれていますが、若干のノイズがあるのも確認できます。



このグラフは、モデルに与えられたインプット値をもとに、賃貸のコストがおよそ \$105,000 から \$155,000 の間であるのに対して (負の値はコスト、すなわち、現金の流出をあらわします)、購入のコストは \$115,000 とプラス \$75,000 の間にあることをあらわしています。



※ Note: このモデルは、インフレ率 (rate of inflation) と価格上昇率 (appreciation rate) の不確実性を正規分布に基づくランダムなインプットで生成しているため、実際の結果は若干異なる場合があります。

モデルの **Diagram** ウィンドウをクリックして手前に表示します。ここで、*Costs of buying and renting* の隣にあるボタンが **Result** に変わった点に注意してください。この **Result** ボタンは、値が計算済みであることをあらわします。**Result** ボタンをクリックすると、計算済みの値が再度表示されます。

Calc ボタンが **Result** に変わります。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する

### 1.5 インプット値を変更して再計算する

今度は、モデルのインプット値を幾つか変更して、rent vs. buy 比較を再計算することにします。変更する値は、*Time horizon*, *Monthly rent*, および *Buying price* です。

1. Click the box next to *Time horizon*. Change the value to 7 and press **Alt+Enter**.

1. *Time horizon* の隣にあるボックスをクリックします。この値を **7** に変更したら、キーボードの **Alt+Enter** を押します。

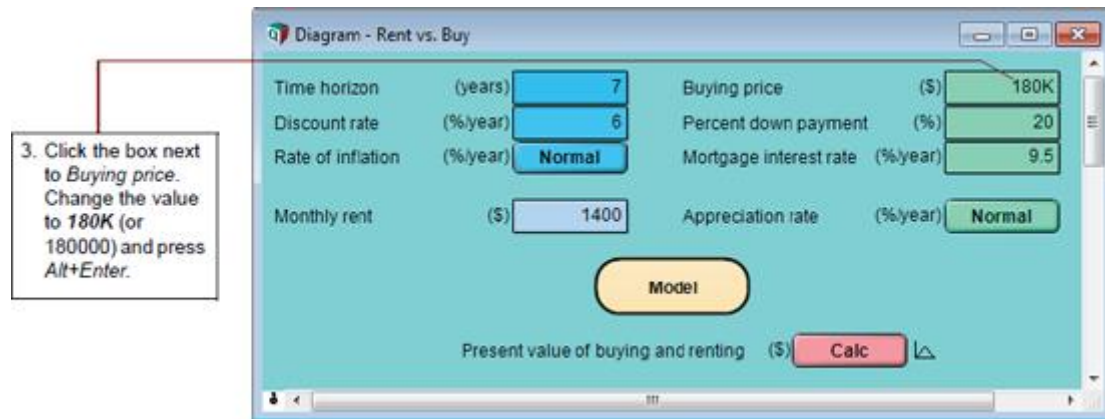
※ メインの **Enter** キーとテンキーの **Enter** キーは機能が異なります。Analytica ではそれぞれ異なる機能が割り当てられています。Alt+Enter は、テンキーの **Enter** キーと同じになります。

インプットを変更するとすぐに、**Result** ボタンが **Calc** ボタンに変わります。すなわち、*Present value of buying and renting* の再計算が必要であることをあらわします。

2. Click the box next to *Monthly rent*. Change the value to 1400 and press **Alt+Enter**.

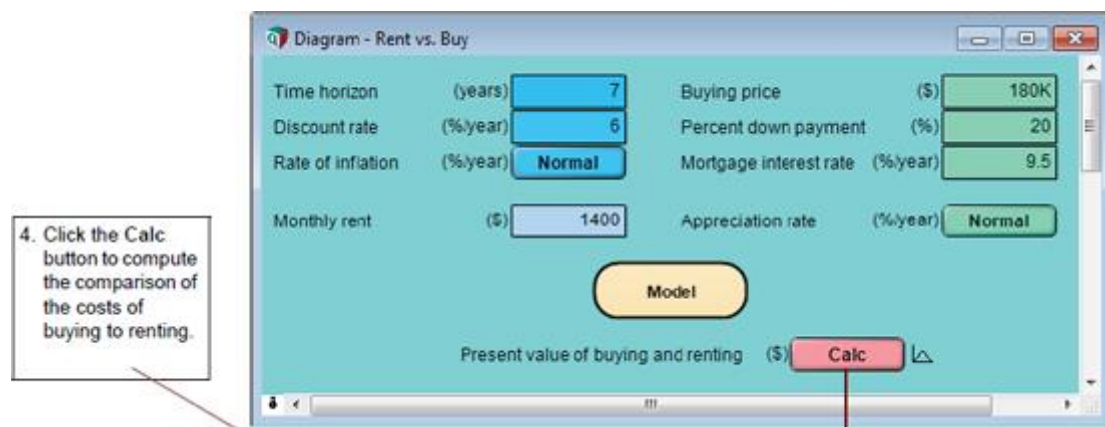
2. *Monthly rent* の隣のボックスをクリックします。この値を **1400** に変更したら、キーボードの **Alt+Enter** を押します。

## 1.5 インプット値を変更して再計算する



3. *Buying price* の隣のボックスをクリックします。この値を **180K** (または 180000) に変更したら、キーボードの **Alt+Enter** を押します。

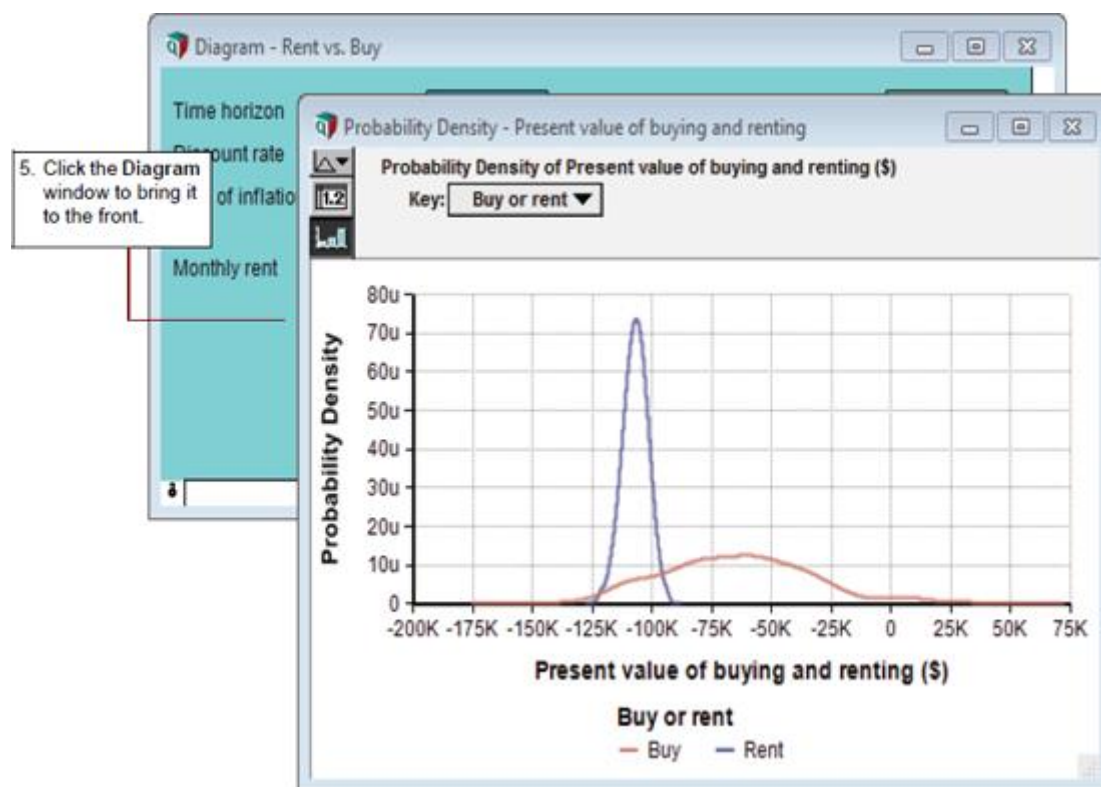
以上で、再計算して新しい結果を確認するための準備が整いました。



4. **Calc** ボタンをクリックして購入と賃貸のコスト比較を計算します。

このグラフは、変更されたインプット値をもとに、賃貸のコストがおよそ \$90,000 から \$120,000 の間であるのに対して、購入のコストは \$135,000 とプラス \$70,000 の間にあることをあらわします。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する



5. Diagram ウィンドウをクリックして手前に表示します。

## 1.6 不確実性インプットの内容を確認して変更する

あるインプットを確率分布 (probability distribution) として定義すると、インプット名の隣にその分布名のついたボタンが表示されます。このボタンをクリックすると、[Object Finder](#) ウィンドウが開きます。このウィンドウから分布の内容を確認したり、分布パラメーターや分布タイプを変更することができます。

*Rate of inflation* (インフレ率) ボタンは **Normal** と表記されていますが、これは、正規分布 (normal distribution) として定義されていることをあらわしています。

1. Click the Normal button next to Rate of inflation.

Parameter	Unit	Value
Time horizon	(years)	7
Discount rate	(%/year)	6
Rate of inflation	(%/year)	Normal
Monthly rent	(\$)	1400
Buying price	(\$)	180K
Percent down payment	(%)	20
Mortgage interest rate	(%/year)	9.5
Appreciation rate	(%/year)	Normal

Model

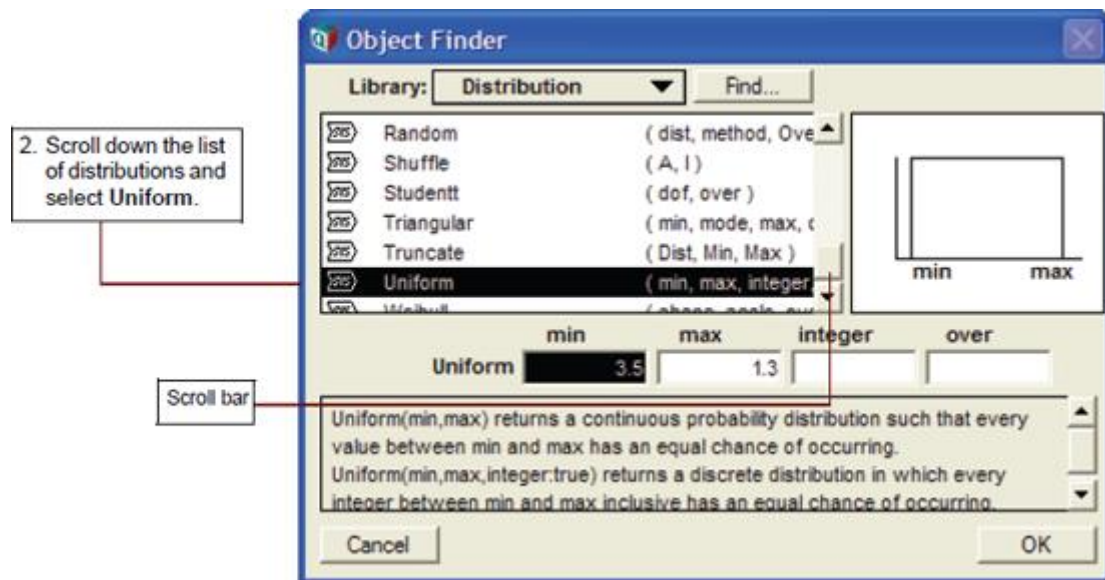
Present value of buying and renting (\$) Result



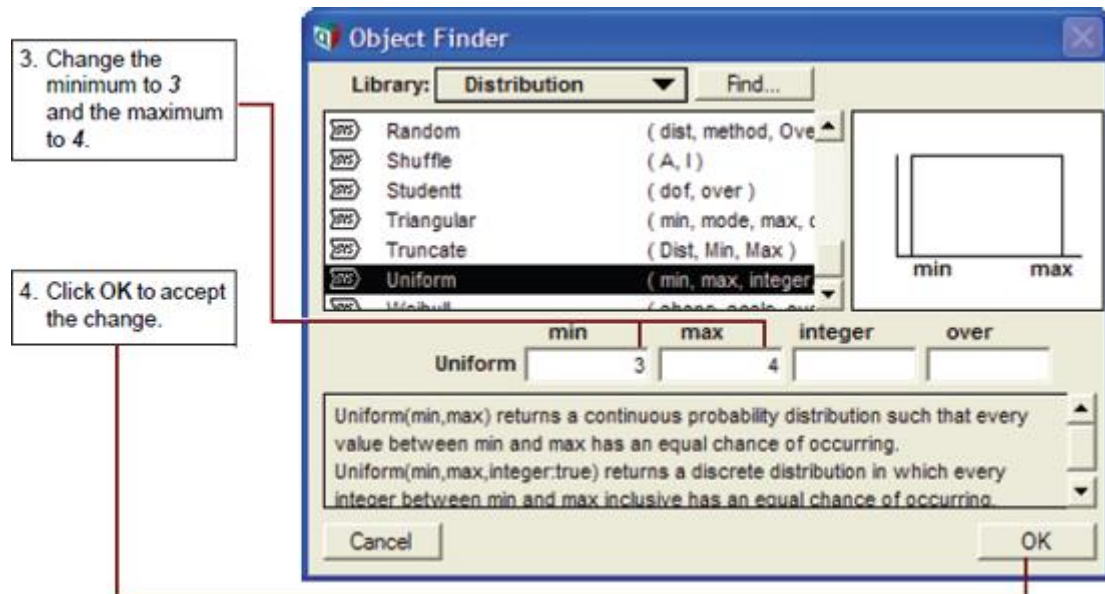
1. *Rate of inflation* の隣にある **Normal** ボタンをクリックします。

**Object Finder** ウィンドウが開きます。*Rate of inflation* が平均値 (**mean**) 3.5、標準偏差 (**standard deviation**) 1.3 の正規分布として定義されていることがわかります。

このウィンドウで、*Rate of inflation* を定義する確率分布を編集することができます。正規分布のかわりに、一様分布 (uniform distribution) を使用します。また、インフレ率は年 3% から 4% の間をとる等確率 (equal probability) の値になると仮定します。

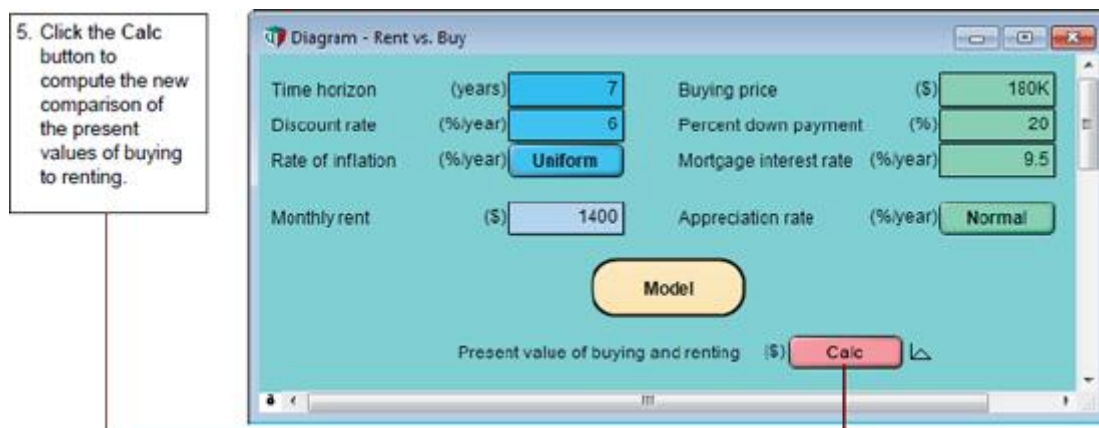


2. Distribution リストをスクロールダウンして **Uniform** を選択します。

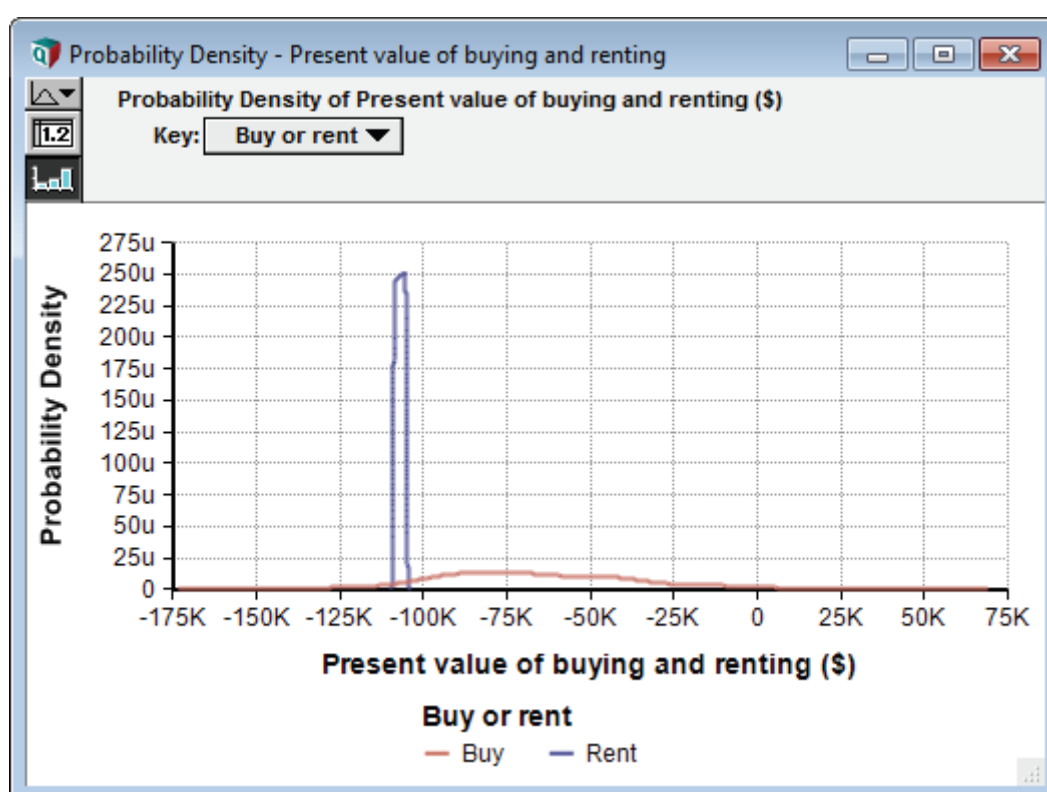


3. 最小値 (**min**) を 3 に、最大値 (**max**) を 4 に変更します。  
4. **OK** をクリックして変更内容を適用します。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する



5. Calc ボタンをクリックすると、購入と賃貸の現在の値の比較が新たに計算されます。



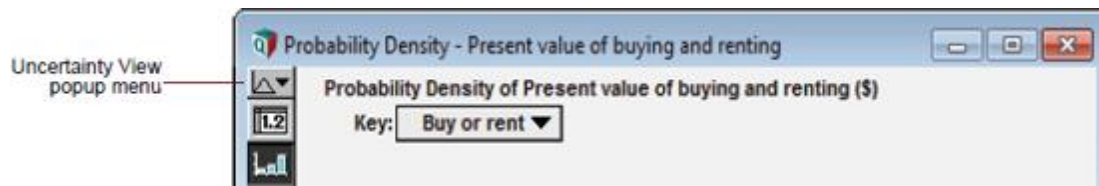
このグラフは、賃貸コストの不確実性がおよそ \$105,000 から \$109,000 の間に狭まるのに対し、購入コストの不確実性は \$125,000 とプラス \$10,000 の間で平らになることをあらわします。

## 1.7 不確実性を別の手段で表示する


Analytica には、予め選択された基本統計量、確率バンド (*probability bands*)、確率密度 (*probability density*) 関数、累積確率 (*cumulative probability*) 分布関数、中心的傾向 (central tendency) をあらわす量、および、不確実性分布を推定する元になるランダムな数値のテーブルなど、不確実性の値をあらわす表示方法が各種用意されています。

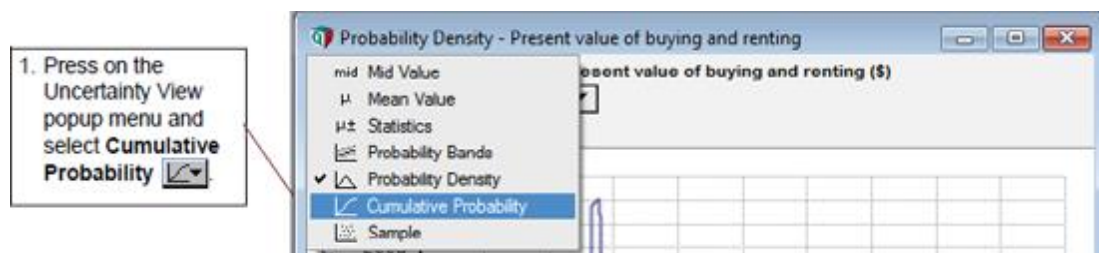
これら表示法の幾つかを実際にみることにしましょう。


**Result** ウィンドウの左上にあるのが、[Uncertainty View](#) ポップアップメニューです。



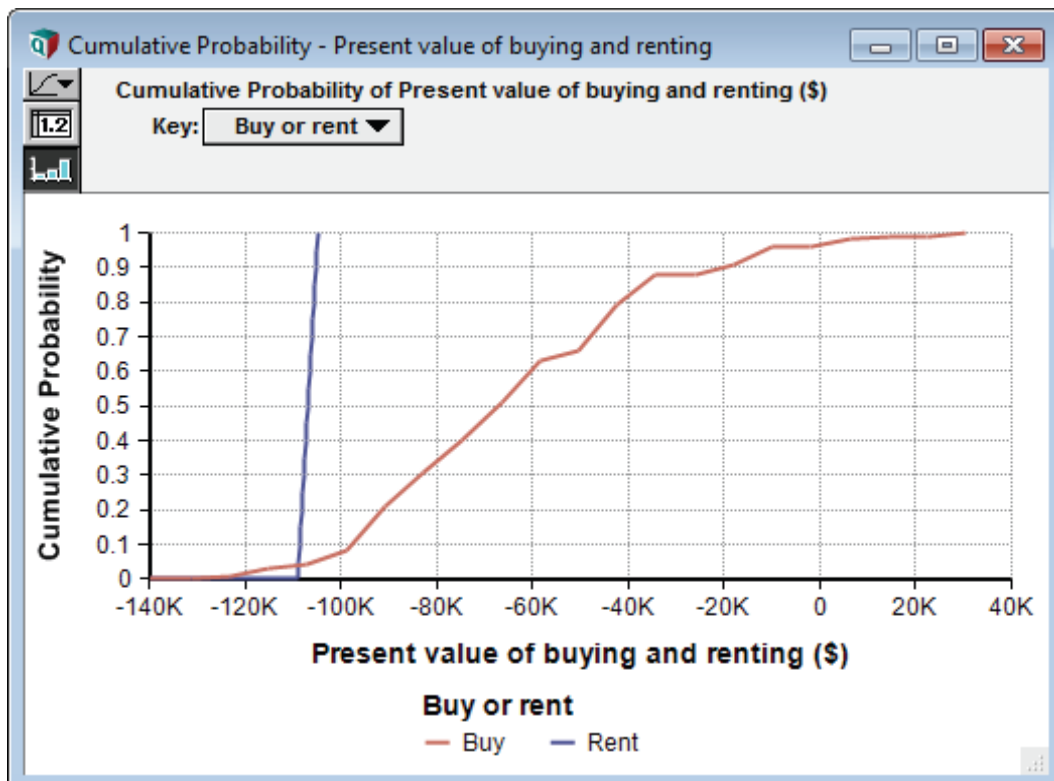
Uncertainty View ポップアップメニュー

確率分布のミニチュアアイコン  は、Probability Density (確率密度) が選択されていることをあらわします。



1. Uncertainty View ポップアップメニューをクリックして、**Cumulative Probability**  を選択します。

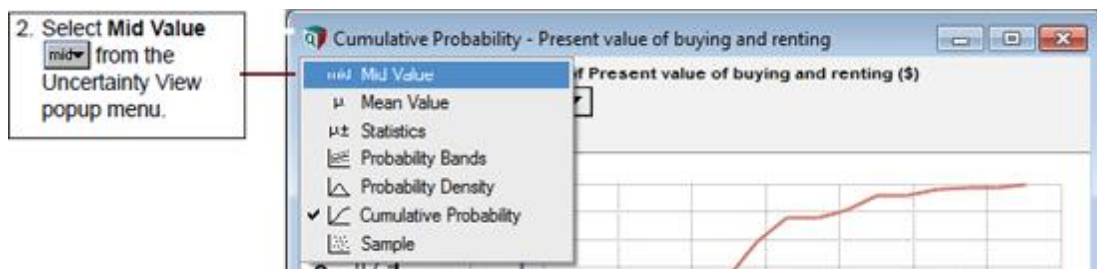
**Result** ウィンドウに、2つの累積確率曲線 (cumulative probability curve) が表示されます。これらの曲線では、水平軸で与えられるコスト未満の値になる確率がそれぞれ垂直軸にあらわされます。



## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する




この場合は、購入 (buy) ではコストがおよそ \$70,000 未満で確率 50% になるのに対して、賃貸 (rent) では、コストが \$110,000 未満で確率 50% となるようです。

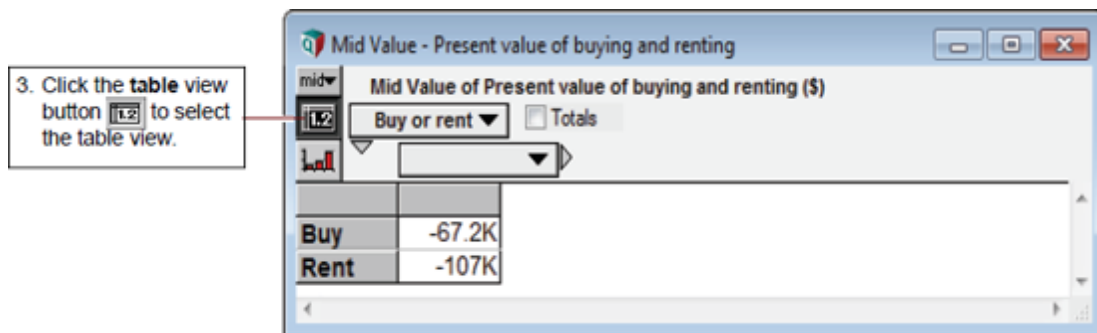
不確実性の値を単数、すなわち、中心的傾向 (central tendency) をあらわす量で調べたい場合があります。Analytica では、確率分布の全てのインプット値をその **median** (50% probability) 値に固定することで、**mid value** を計算します (**deterministic value** (決定論的値) とも言います)。非確率的結果を選択できる唯一の不確実性表示法が mid value です。



2. Uncertainty View のポップアップメニューから **Mid Value** を選択します。

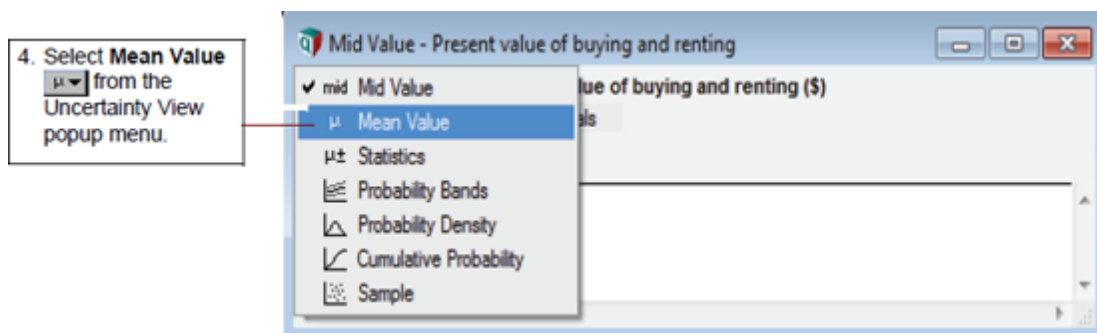
**Result** ウィンドウには、Mid 値 (Mid Value) をあらわす 2 つの棒グラフが表示されます。

Uncertainty View ポップアップメニューには、2 つのボタン  と  があります。このうち  がハイライトになっていますが、これは、グラフビューが **Result** ウィンドウに表示されていることを示します。**Result** ウィンドウには、スプレッドシート風の Table ビューに数値を表示させることもできます。



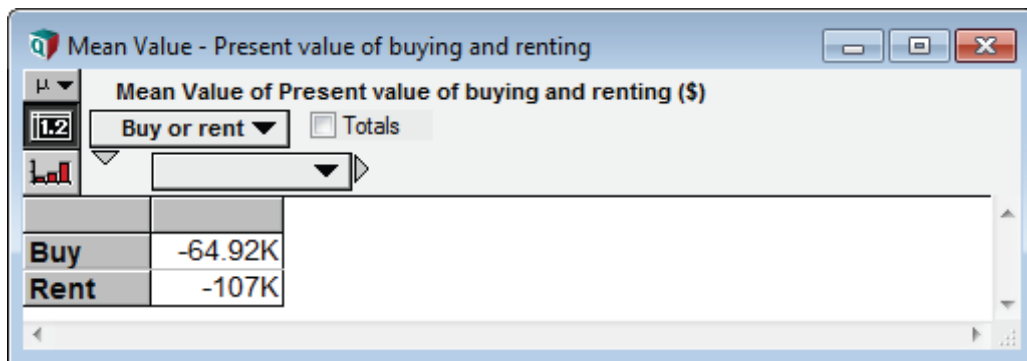
3. テーブルビューボタン  をクリックするとテーブルビューが選択されます。

Analytica では、平均値 (**Mean**) を表示させることもできます。

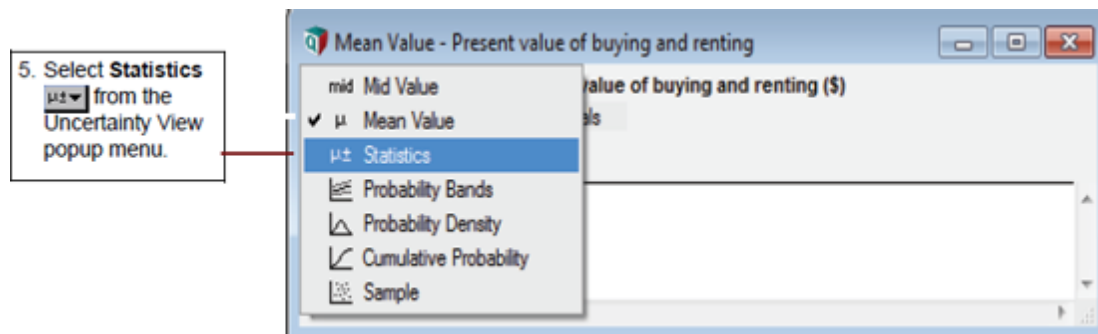




4. Uncertainty View から **Mean Value**  を選択します。



また、中央値 (Median) と平均値 (Mean) の両方、範囲 (最小値 Min と最大値 Max)、および、標準偏差 (Std. Dev) で構成される統計量のセットを表示させることもできます。



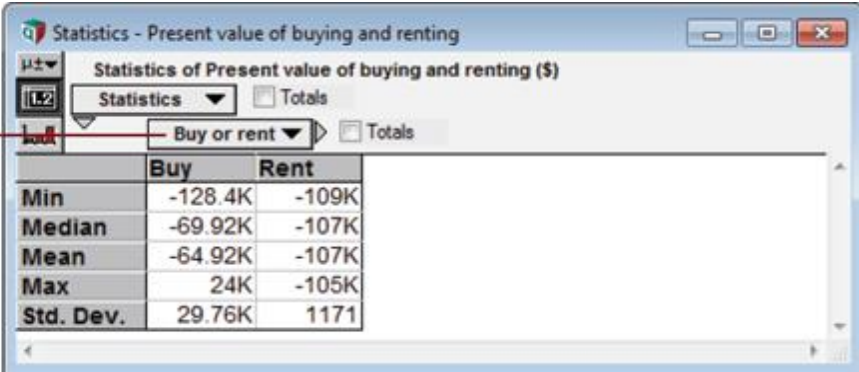
5. Uncertainty View ポップアップメニューから **Statistics**  を選択します。

**Result** ウィンドウには、*Costs of buying and renting* の最小値、中央値 (median)<sup>1</sup>、平均値、最大値、標準偏差が表示されているはずです。

※ 1. **中央値 (median)** : なお、中央値 (Median) は、Mid 値と若干異なる点に注意してください。Mid 値は、各インプットの平均値 (Mean) を使用することによって生成される非確率的 (non-probabilistic) な結果でできています。中央値 (Median) は、確率的なインプットを使用して算出されるので、得られる分布をとらえるには Median を使用します。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する

6. Select Buy or rent in the pivot control.



	Buy	Rent
Min	-128.4K	-109K
Median	-69.92K	-107K
Mean	-64.92K	-107K
Max	24K	-105K
Std. Dev.	29.76K	1171

6. ピボットコントロールの Buy or rent を選択します。

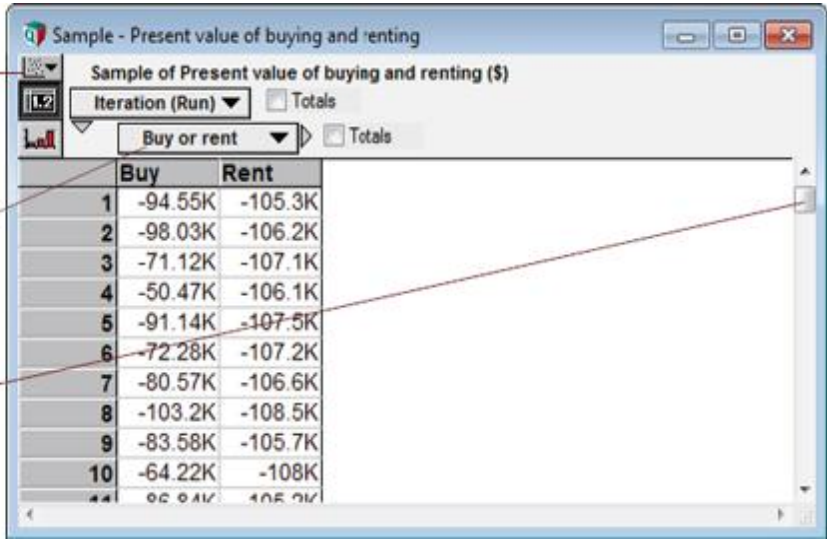
この統計量は、分布から得られる値のサンプルを元に推定されるため、必ずしも厳密なものではありません。

最後に、サンプルの値を確認することにしましょう。

7. Select **Sample** from the Uncertainty View popup menu.

8. Click this pull-down menu to select "Buy or rent" for the columns.

9. Use the scroll bar to examine more sample values in the table.



	Buy	Rent
1	-94.55K	-105.3K
2	-98.03K	-106.2K
3	-71.12K	-107.1K
4	-50.47K	-106.1K
5	-91.14K	-107.5K
6	-72.28K	-107.2K
7	-80.57K	-106.6K
8	-103.2K	-108.5K
9	-83.58K	-105.7K
10	-64.22K	-108K

7. Uncertainty View ポップアップメニューから **Sample** を選択します。

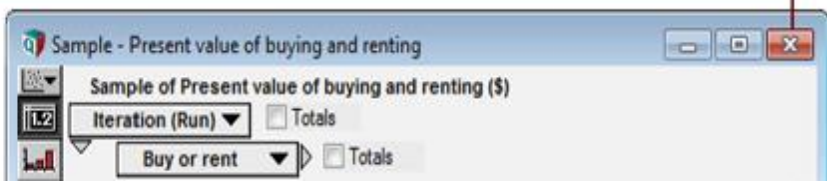
8. このプルダウンメニューをクリックして、"Buy or rent" を列に選択します。

9. テーブル内のこれ以外のサンプルの値を詳しく調べるには、スクロールバーを使います。

上記テーブルには、Analytica が確率分布を元にランダムに生成したサンプル 100 件の値がリストされています。これを使って統計量が推定されます。

このサンプルサイズ 100 という値は、ほとんどの場面で要件に見合う程度の量ですが、より精確な見積もりが必要な場合は、この値を増やすことができます。詳しくは、*Analytica User Guide* の第14章 Expressing Uncertainty にある "[Uncertainty Setup dialog box](#)" をご覧ください。

10. Click the **Result** window's close button to return to the Diagram window.



10. **Result** ウィンドウのクローズボタンをクリックして、**Diagram** ウィンドウに戻ります。

## 1.8 Rent vs. Buy モデルを使用する：まとめ

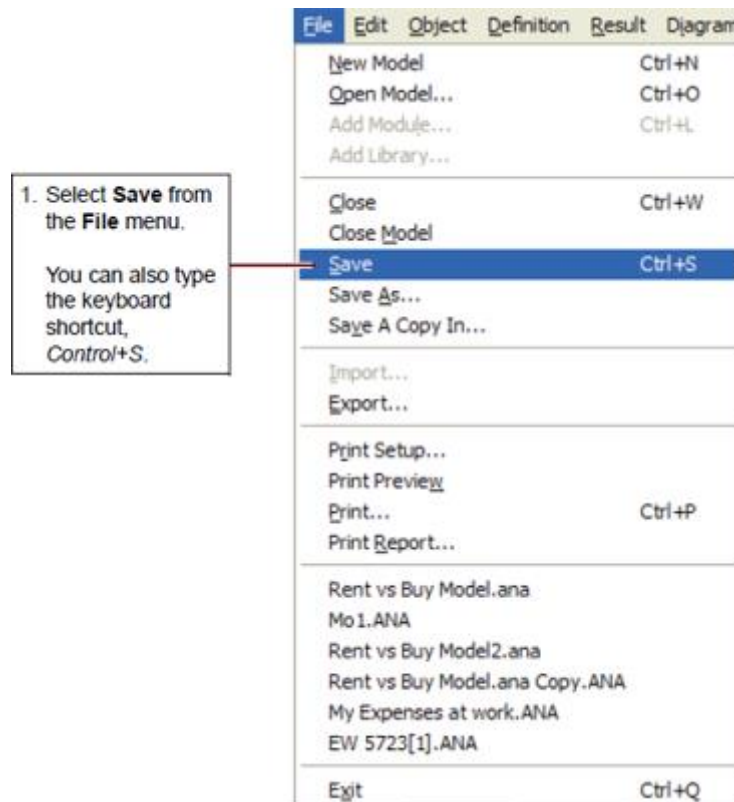
以上で、*Rent vs. Buy* モデルを使用して、モデルの結果を算出し、インプット値と確率分布を変更し、不確実性の結果を各種方法で表示しました。これらは、全ての定量モデルに共通する基本的な操作手法です。

ご自身でモデルを作成したら、この章で使ったのと同じようなインプットとアウトプットの最上位のダイアグラムを取り付けてみたいと思うかもしれません。モデルをエンドユーザー向けにカスタマイズする方法については、*Analytica User Guide* の第9章をご覧ください。

次の章では、*Rent vs. Buy* モデルの構造と内容に関する踏み込んだ内容を紹介します。

## 1.9 モデルを保存する

ご使用中のモデルに加えた変更内容を保存したい場合は、この時点で保存することができます (変更内容を保存せずに終了する方法については、次のセクションをご覧ください)。



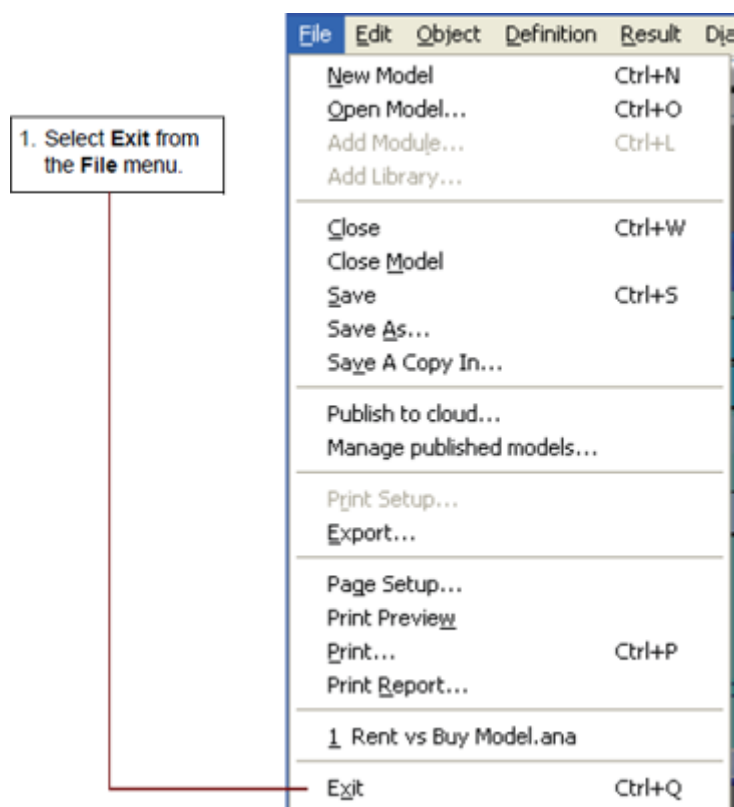
キーボードショートカット *Control+S* を使用しても同じです。

## 1. Rent vs. Buy モデルを使用する

オリジナルのモデルには変更内容を適用せず、ご使用中のモデルを別のファイル名に保存したい場合は、**File** メニューから **Save As** を選択します。

## 1.10 Analytica を終了する

モデルの使用が済んだら、Analytica を終了させたいはずです。



1. File メニューで **Exit** を選択します。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

この章では、以下の項目を実習しながらモデルを探索する方法を紹介します。

- 影響ダイアグラム (Influence diagrams)
- 変数 (Variables)
- 属性 (Attributes)
- 定義 (Definitions)
- 結果 (Results)

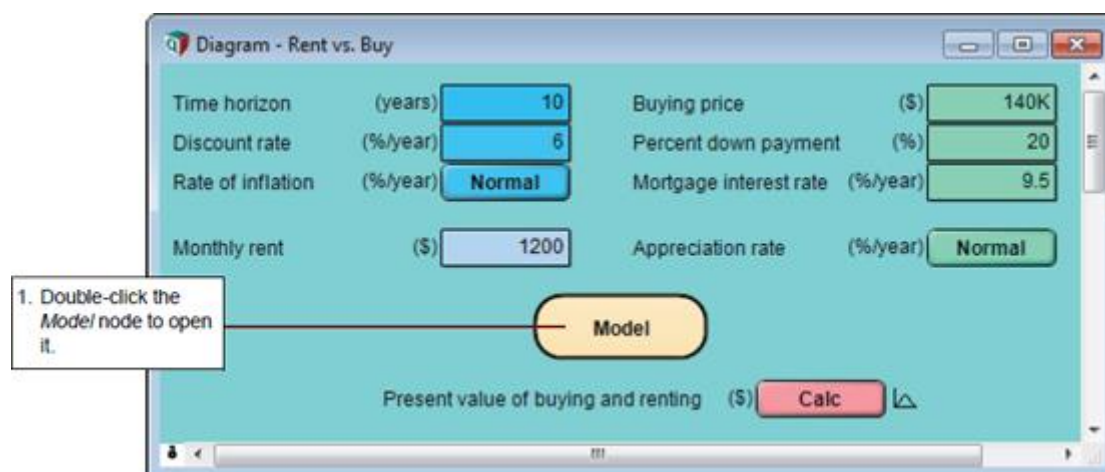
この章では、前提として既に Analytica を起動し、*Rent vs. Buy* モデルを開いていることが必要となります。もしまだ開いていない場合は、"[Rent vs. Buy モデルを開く](#)" をご覧ください。ご使用のモデルが第1章の内容を元に変更が加えられている場合は、*Time horizon* の値を **10** に、*Monthly rent* の値を **1200** に、*Buying price* の値を **140K** にそれぞれ戻してください。また、*Rate of inflation* の内容も、平均値 (mean) 3.5、標準偏差 (Stddev) 1.3 の正規分布 (Normal) に戻してください。

この章では、*Rent vs. Buy* モデルの構造と内容を実習します。

*Rent vs. Buy* モデルには、資金の流れのルールが使用されています。資金の流入 (受け取り) は正の値、資金の流出 (支出) は負の値になります。

### 2.1 影響ダイアグラムを理解する

この章では、*Rent vs. Buy* モデルの詳細について幾つか詳しく掘り下げます。第1章で使用した最上位のダイアグラムは使用しません。

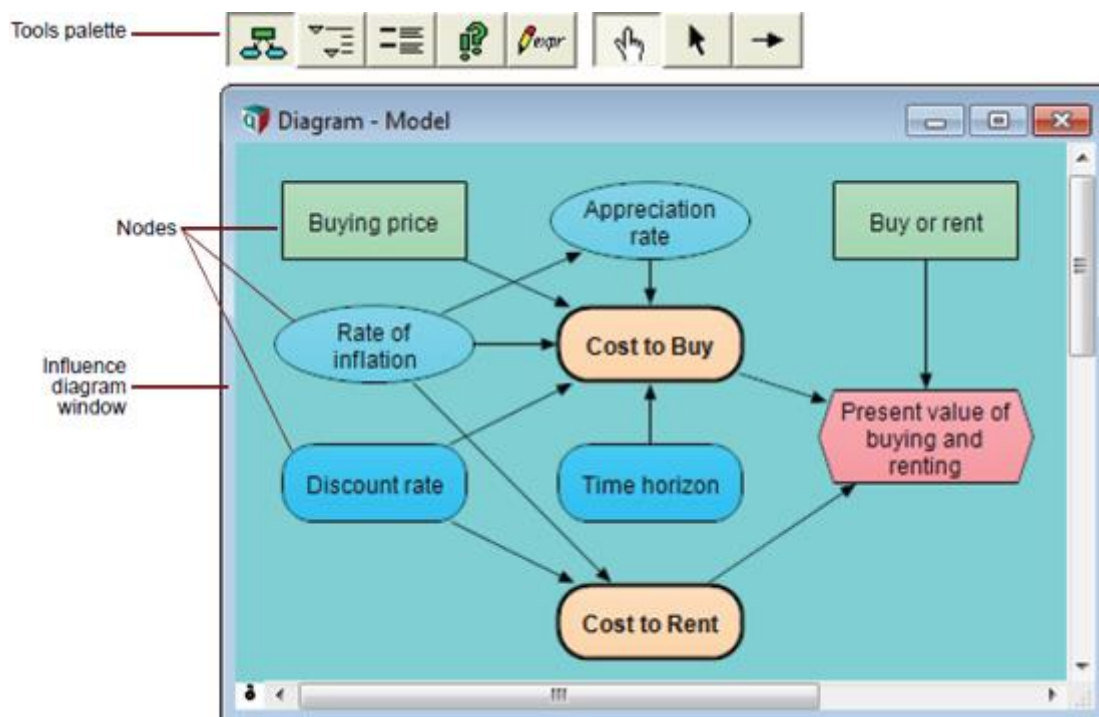


1. Model ノードをダブルクリックして、これを開きます。

影響ダイアグラム ([influence diagram](#)) ウィンドウには Analytica モデルの詳細な内容が表示されます。影響ダイアグラムは、モデルをグラフィカルに表示するもので、モデル内の各変数が互いにどの

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

ように影響しあうかがあらわされています。影響ダイアグラムは、通常、矢印 ([arrows](#)) で接続された複数のノード ([nodes](#)) で構成されています。



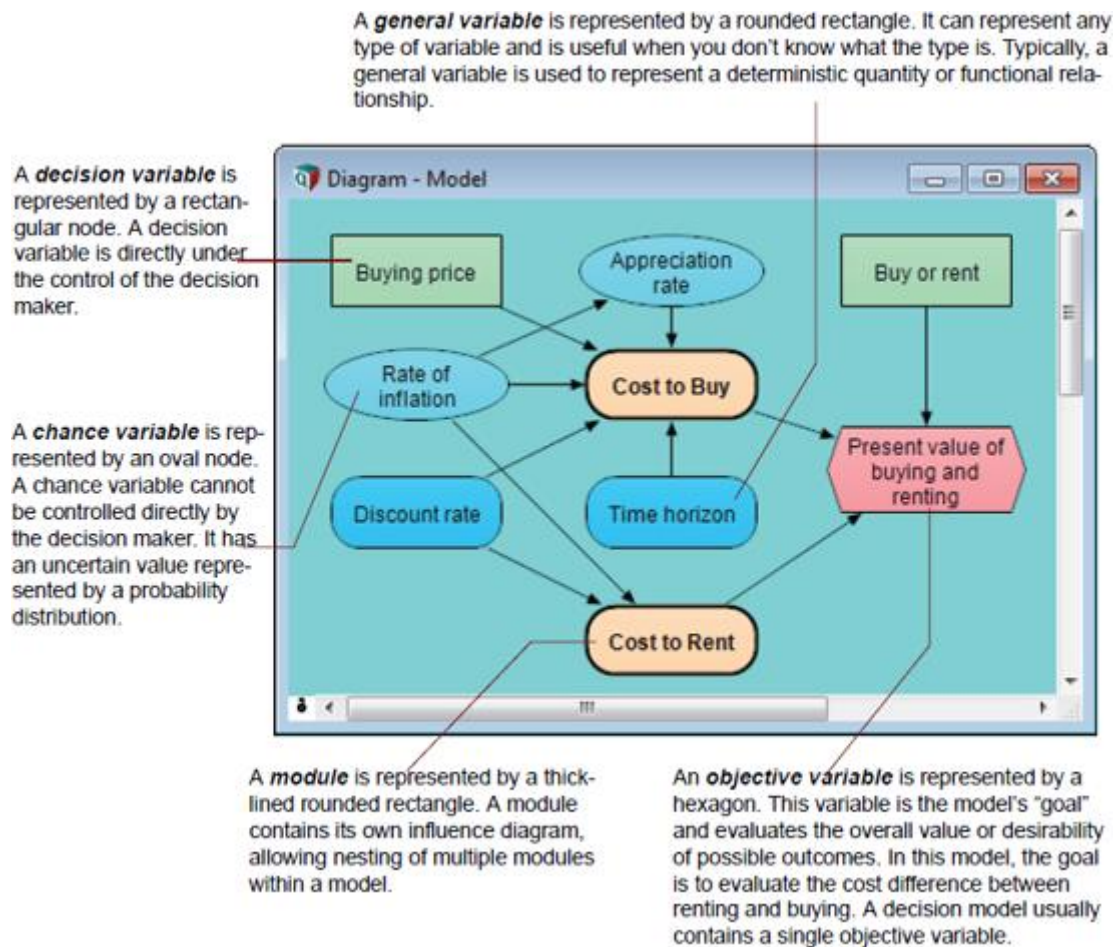
ツールパレット、ノード、影響ダイアグラムウィンドウ

ノード ([Nodes](#)) は、個々の変数をあらわすもので、ボックス、楕円、六角形、およびその他の形状で表示されます。ノードの形状の違いは、変数のタイプをあらわします。Analytica では、値を持つものや評価できるものすべてに対して変数 ([variable](#)) という用語が広く使われます。なお、第1章で使用した最上位ダイアグラムには、変数の多くにインプットやアウトプットと同じ名称が付けられている点に注意してください。ノードの値を簡単に確認し、変更するための手段がこの最上位ダイアグラムに用意されている訳です。

矢印 ([Arrows](#)) は、個々の変数を接続し、それらの間の関係をあらわすものです。例えば、*Rate of inflation* と *Appreciation rate* を接続する矢印は、*Appreciation rate* 変数の値が *Rate of inflation* 変数の値に応じて変化することをあらわしています。*Rent vs. Buy* モデルの影響ダイアグラムにある *Cost to Buy* 変数は、*Buying price*、*Rate of inflation*、*Appreciation rate*、*Discount rate*、および *Time horizon* といった複数の変数の値によって変化します。

以下の図は、各種ノードタイプの違いを説明したものです。





各種ノードタイプの違い

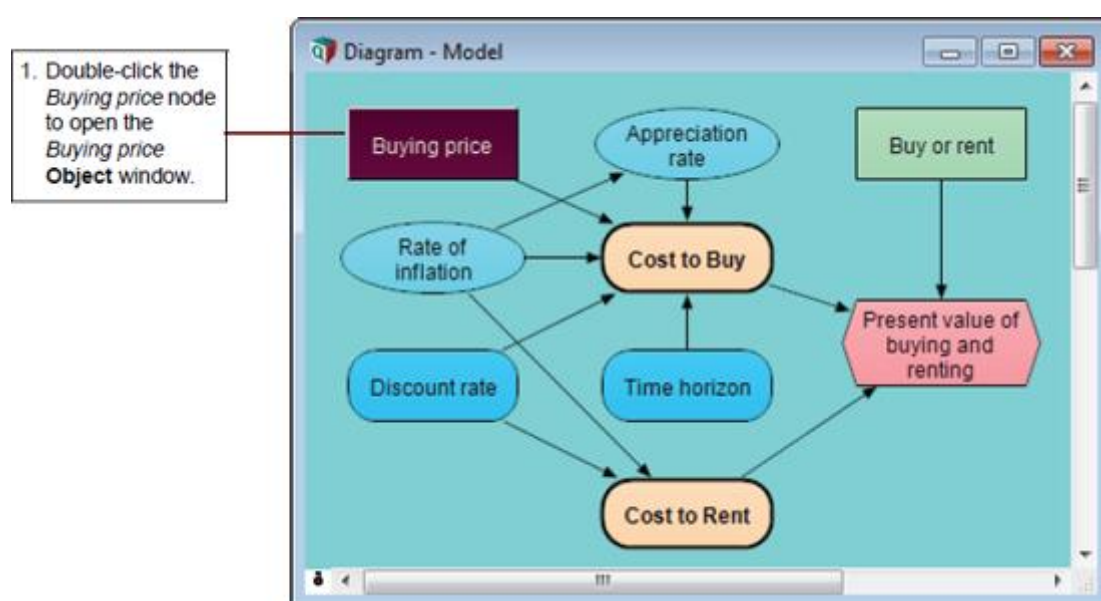
	一般変数 (general variable) は、角の丸い四角形であらわします。いずれのタイプの変数でもあらわすことができるので、変数のタイプが分からない時に役立ちます。一般変数は、通常、決定論的 (deterministic) な数量や、関数的関係 (functional relationship) をあらわすのに使用します。
	決定変数 (decision variable) は、四角形であらわします。決定変数は、意思決定者 (decision maker) がその値を直接制御することができます。
	確率変数 (chance variable) は、楕円形のノードであらわします。確率変数は、意思決定者 (decision maker) がその値を直接制御することはできません。不確実性の値が確率分布であらわされます。
	モジュール (module) は、角の丸い四角形を太線で囲んであらわします。モジュールの内容はそれ自身の影響ダイアグラムです。ひとつのモジュールに複数のモジュールを入れ子にすることができます。
	目標変数 (objective variable) は、六角形であらわします。この変数は、そのモデルの最終目標 (goal) ですので、総合的な値や起こり得る結果の望ましさが評価されます。このモデルの最終目標は、賃貸

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

(renting) と購入 (buying) の間のコストの違いを評価することです。決定モデルに含まれる目標変数は通常 1 つです。
--

## 2.2 オブジェクトウィンドウを開く

Analytica のオブジェクトには、その内容に関する詳細な情報を格納した [Object window](#) がそれぞれ関連付けられています。影響ダイアグラムで任意のノードをダブルクリックすると、その変数の **Object** ウィンドウを表示させることができます。

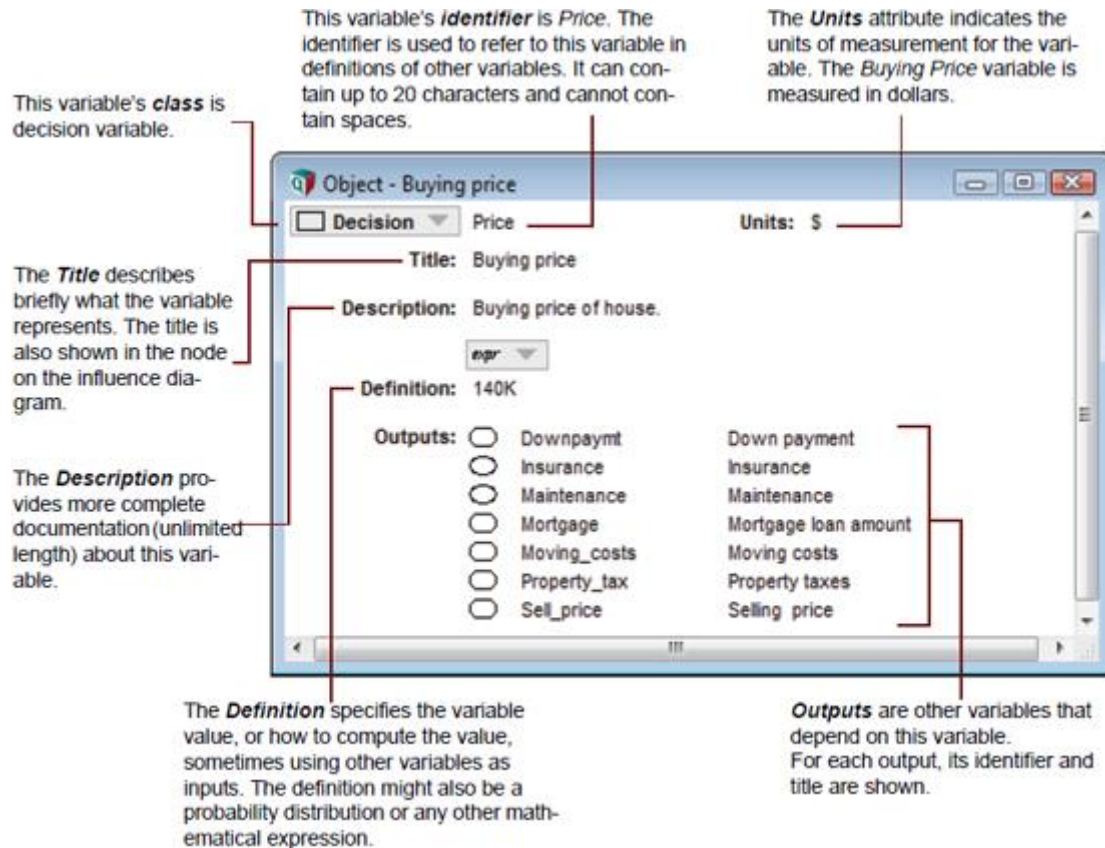


1. *Buying price* ノードをダブルクリックすると *Bying price* の **Object** ウィンドウが開きます。

変数に関する情報は、複数の属性のリストとして表示されます。属性の具体的内容は、変数のクラス (class、例えば、decision, chance, constant)、識別子 (identifier)、単位 (units)、タイトル (title)、説明 (description)、定義 (definition)、インプット (inputs)、および、アウトプット (outputs) です。以下の図をご覧ください。



## 2.2 オブジェクトウィンドウを開く



この変数のクラス (**class**) は、決定変数 (decision variable) です。

この変数の識別子 (**identifier**) は、*Price* です。識別子は、他の変数の定義内容からこの変数を参照するために使用されます。使用できる文字数は 20 文字までに制限されており、スペースを含めることはできません。

単位 (**Units**) 属性は、その変数の測定単位をあらわします。*Buying Price* 変数の測定単位はドル (\$) です。

タイトル (**Title**) は、その変数何であるかをあらわす簡単な説明です。ここで指定したタイトルは、影響ダイアグラムのノードに表示されます。

説明 (**Description**) は、この変数に関する詳細なドキュメントの役割を果たします (文字数に制限無し)。

定義 (**Definition**) では、変数の値を指定したり、値の計算法を指定します。他の変数をインプットに使用することもあります。また、確率変数やその他の数式が定義になる場合もあります。

アウトプット (**Outputs**) は、この変数によって変化する他の変数です。個々のアウトプット毎に、その識別子とタイトルが表示されます。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

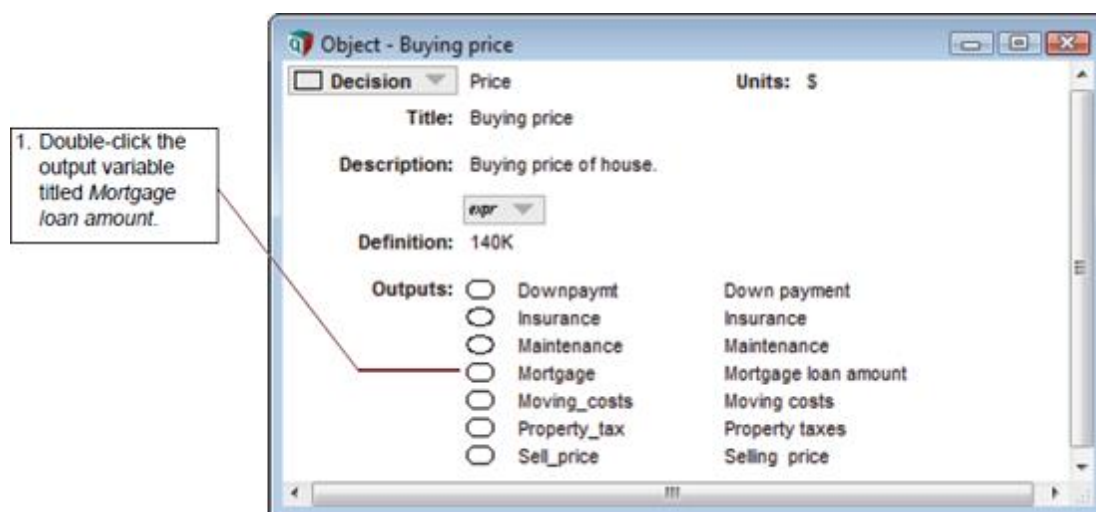
※ Tip: 数値の入力には省略記号を使用できますので、*Buying Price* の定義には、140K または 140000 のいずれかを使うことができます。これらの記号に関する簡単な説明については、[本チュートリアル](#)の巻末をご覧ください。

## 2.3 オブジェクトウィンドウ間を移動する

影響ダイアグラムで、ある変数 (*Buying price*) のノードをダブルクリックすると **Object** ウィンドウが開きます。

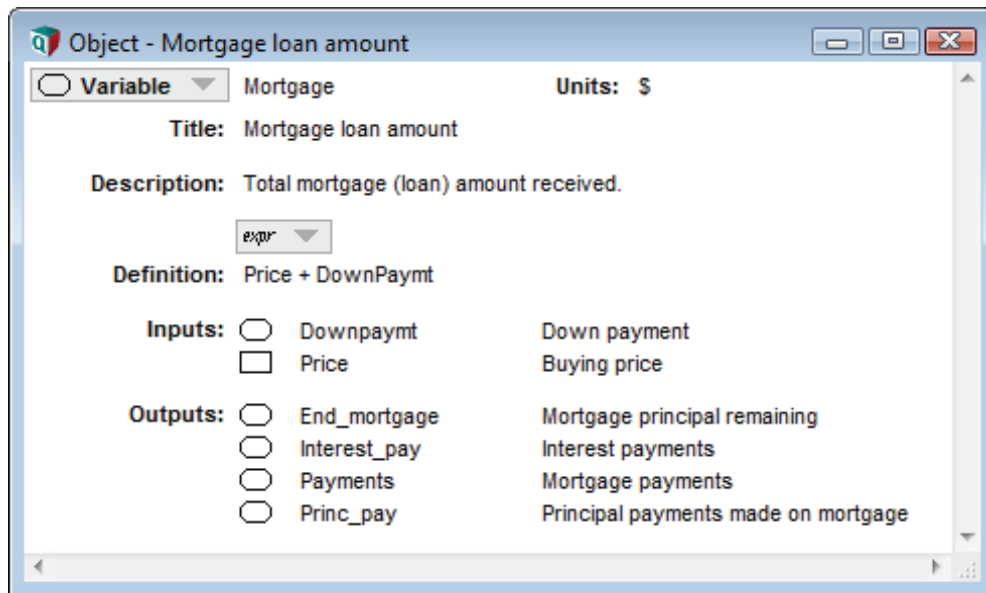
その変数に **inputs** と **outputs** のいずれかまたは両方が含まれていれば、**Object** ウィンドウにそのリストが表示されます。

リストにあるインプットまたはアウトプットのいずれかをダブルクリックすると、表示させたい変数の **Object** ウィンドウを開くことができます。



1. *Mortgage loan amount* というタイトルのアウトプット変数をダブルクリックします。

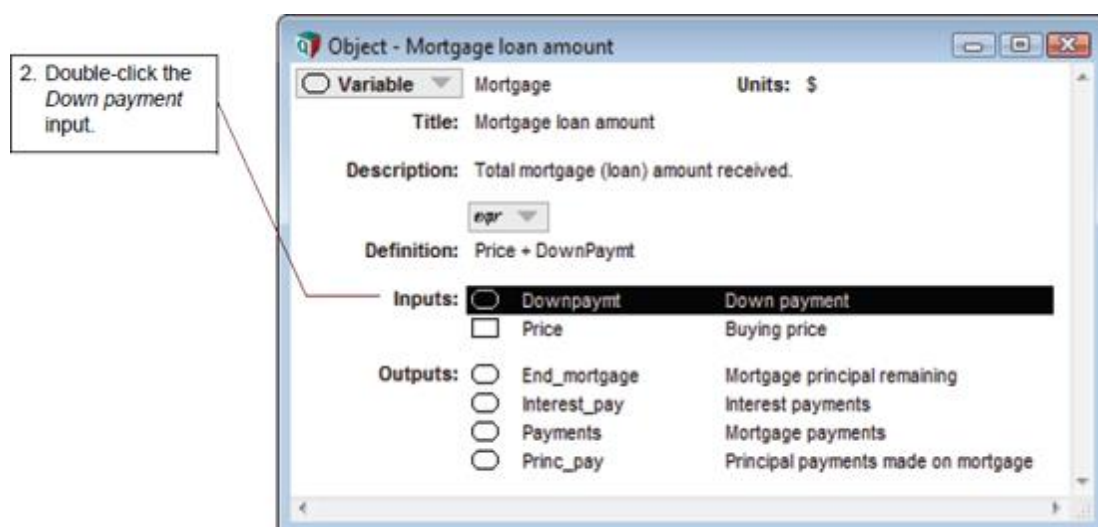
*Mortgage loan amount* 変数の **Object** ウィンドウが Analytica に表示されます。

Mortgage loan amount 変数の **Object** ウィンドウ

なお、上の図で、**Title** *Mortgage loan amount* が、この変数の識別子 ([Identifier](#)) である *Mortgage* とは異なる点に注意してください。タイトルは、ユーザーが普通に把握できるモデルの内容です。これに対して、識別子 (identifier) は、他の変数の定義からこの変数を参照するときの数学的記号として使用します。

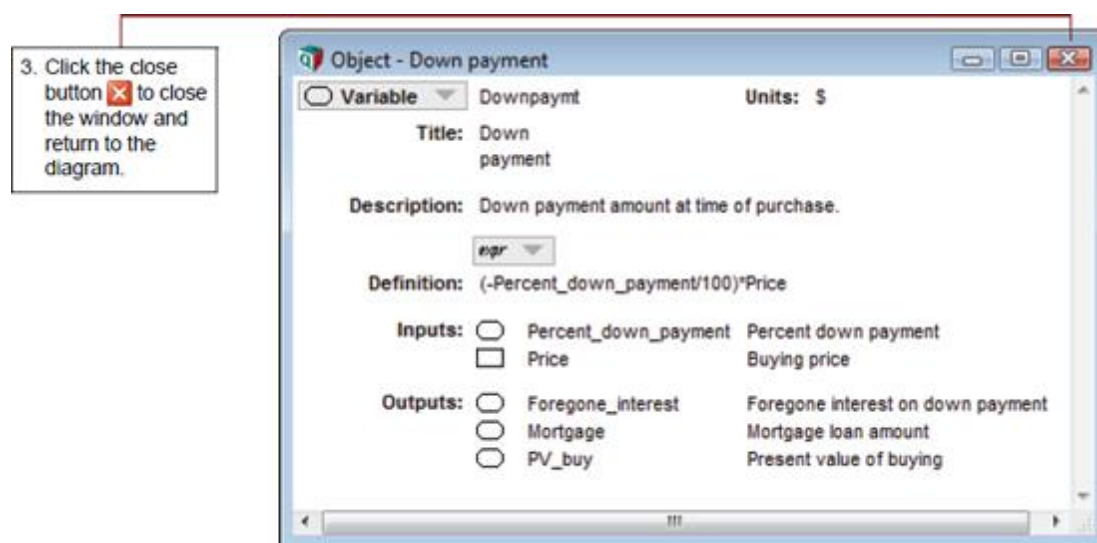
*Mortgage loan amount* 変数の定義 ([Definition](#)) は、*Buying price* 変数と *Down payment* 変数 (負の量) の合計をあらわす式 ([expression](#)) になっています。この定義の中で、これら2つの変数は、それぞれの識別子を使って参照されています。

インプット ([Inputs](#)) には、定義 (definition) で使用される変数の識別子とタイトルがリストされます。先ほど確認した *Buying price* もインプットのひとつになっています。*Mortgage loan amount* のもうひとつの変数は *Down payment* です。

2. *Down payment* インプットをダブルクリックします。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

**Object** ウィンドウに *Down payment* 変数の属性が表示されるはずですが。



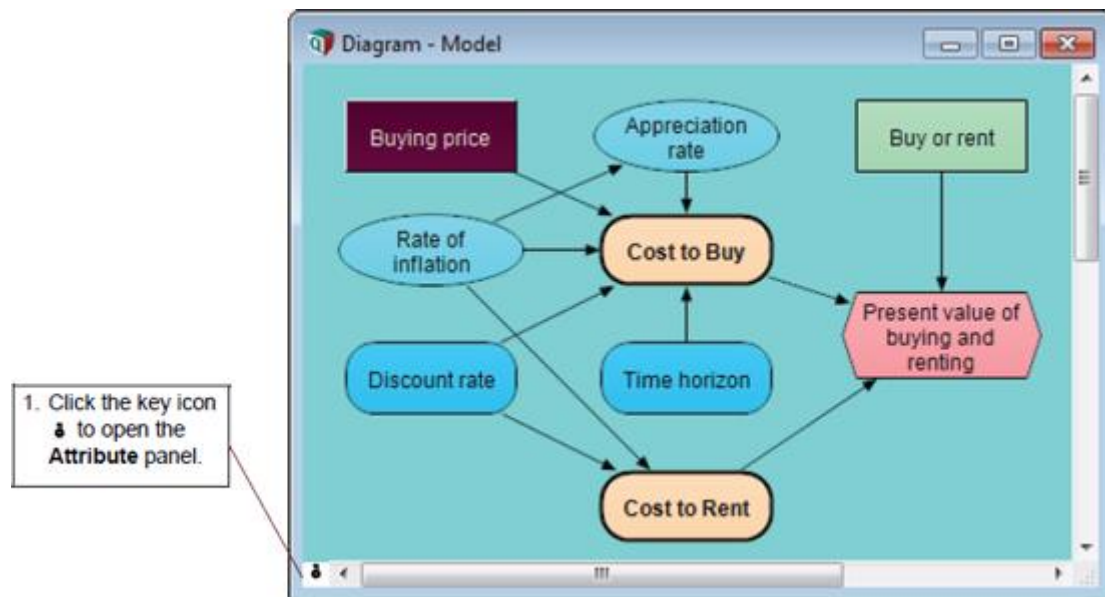
3. 閉じるボタン  をクリックすると、ウィンドウが閉じてダイアグラムに戻ります。

## 2.4 属性パネルを使用する

別ウィンドウを使わずに変数の属性を表示させる方法があります。属性パネル ([Attribute panel](#)) を使って表示する方法です。属性パネルは、影響ダイアグラムのすぐ下に開く補助的なウィンドウページです。

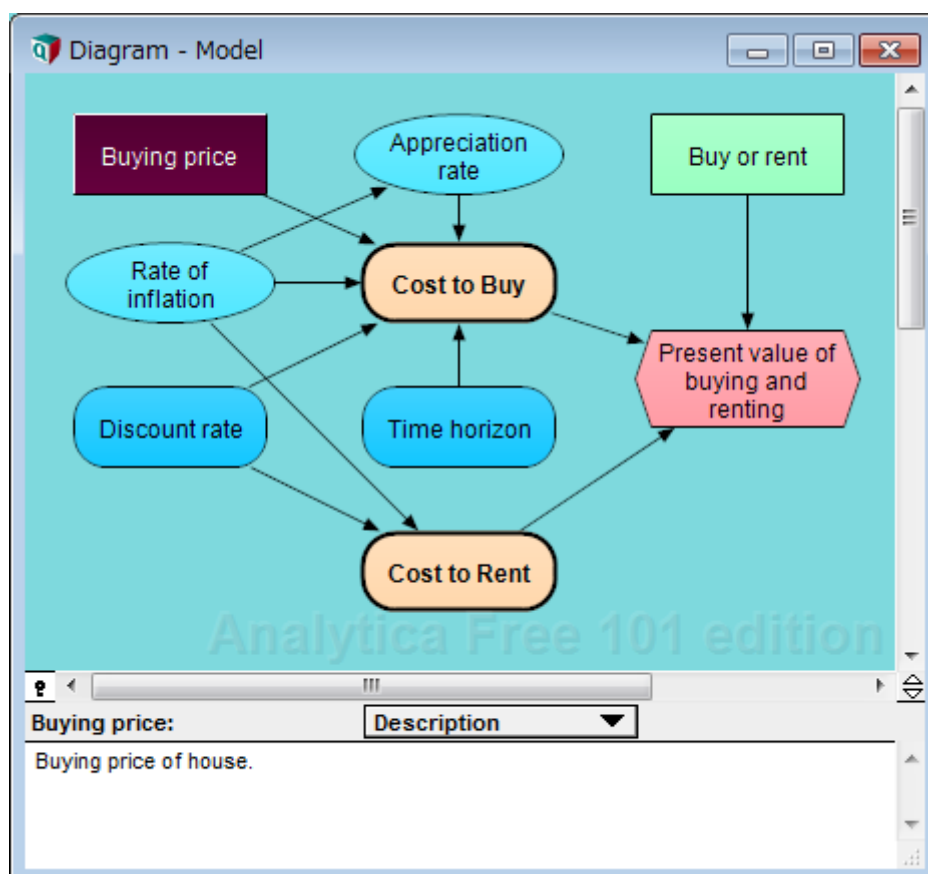
**Attribute** パネルを使えば、モデル内の任意の変数に関する 1 つの属性を素早く調べることができます。表示させたい変数を選択したら、ポップアップメニューの中から調べたい属性を選択します。

*Buying price* 変数を選択してハイライトさせます。文字が白くなっていれば選択されていることになります。もし、選択されていないければ、1 回クリックして選択状態にしてください。



1. キーアイコン  をクリックすると、属性パネル (*Attribute panel*) が開きます。

デフォルトでは、選択ノード (ここでは *Buying price*) の Description が Analytica の **Attribute** パネルに表示されるよう設定されています。

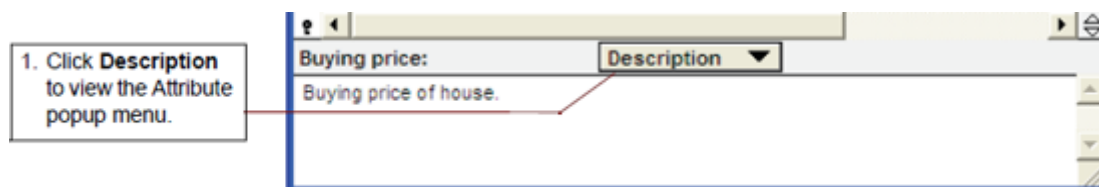


## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

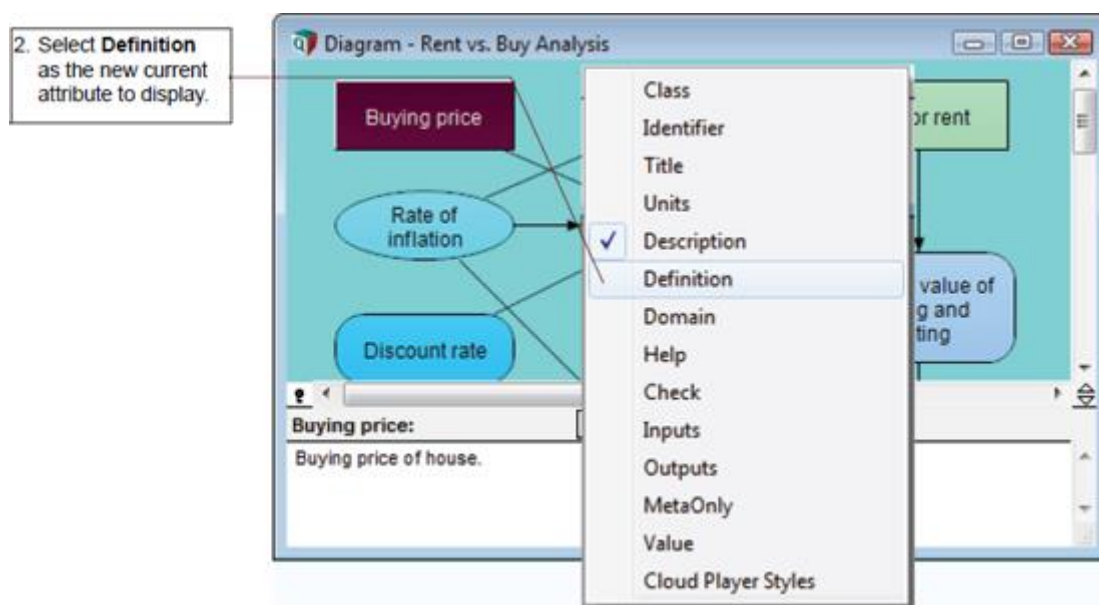
### 2.5 属性パネルで定義内容を調べる

**Attribute** パネルを使えば、ある変数の任意の属性を調べることができます。

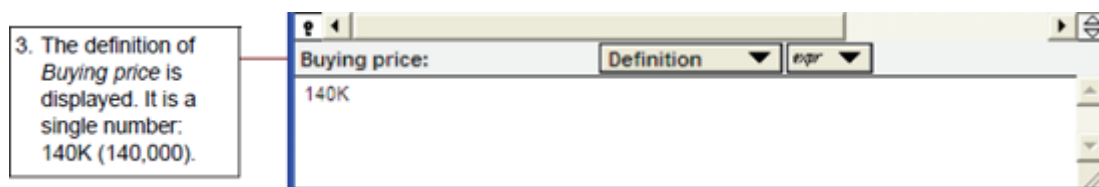
このセクションでは、第1章の最上位ダイアグラムで表示した2つの変数について、その定義 (definition) をそれぞれ確認することにしましょう。



1. **Description** をクリックして、Attribute ポップアップメニューを表示します。



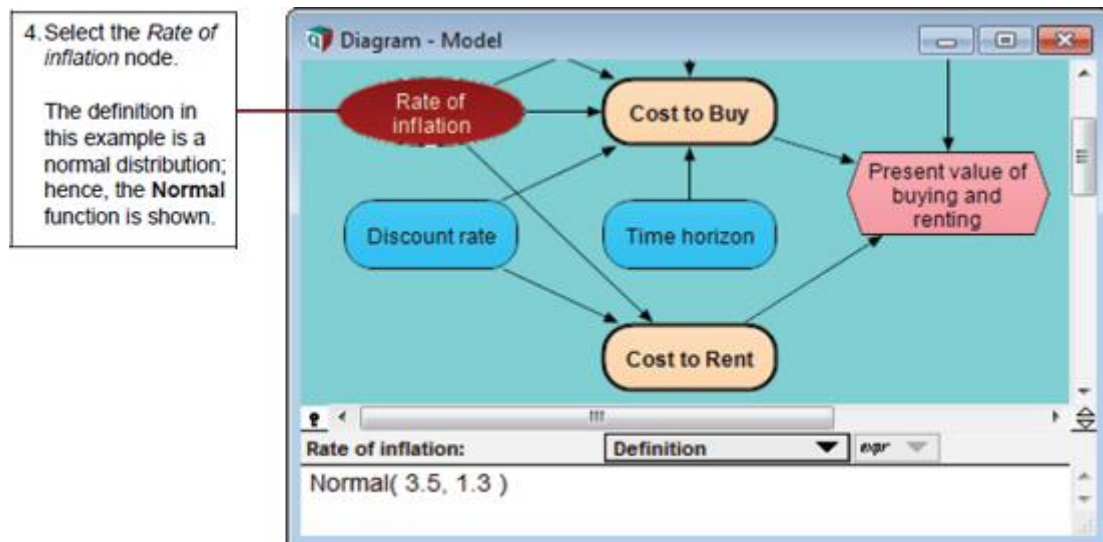
2. 表示させる属性として **Definition** を選択します。



3. *Buying price* の定義 (definition) が表示されます。この内容は、単数の 140K (140,000) です。

ある変数が不確実性分布 (**uncertainty distribution**) として定義されていれば、**Definition** フィールドにボタンが表示されます。





4. *Rate of inflation* ノードを選択します。  
この例の定義 (definition) は、正規分布です。従って、**Normal** 関数が表示されます。

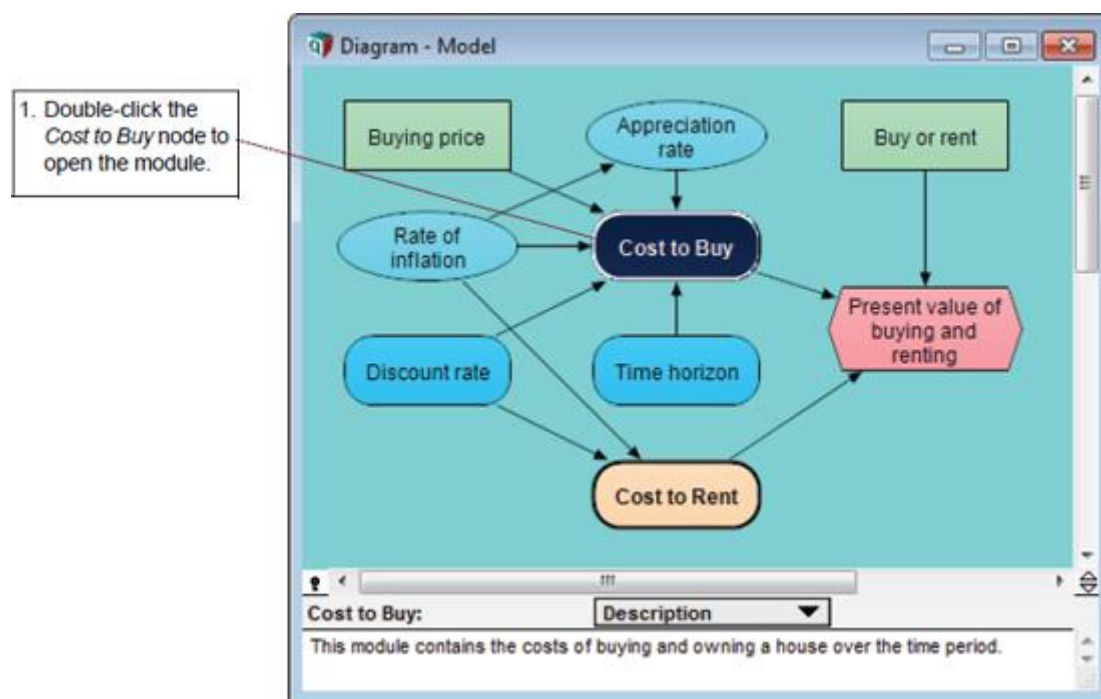
*Rate of inflation* が平均値 3.5、標準偏差 1.3 の正規分布として定義されていることは、第 1 章で確認しました。

## 2.6 モジュールを開く

Analytica のモデルには、一般にモジュール (*modules*) が含まれています。各モジュールには、それぞれのモジュールを構成する各種要素が含まれており、それぞれ単独の影響ダイアグラムとしてあらわされます。*Rent vs. Buy* モデルでは、*Cost to Buy* と *Cost to Rent* の両方がモジュールになります。

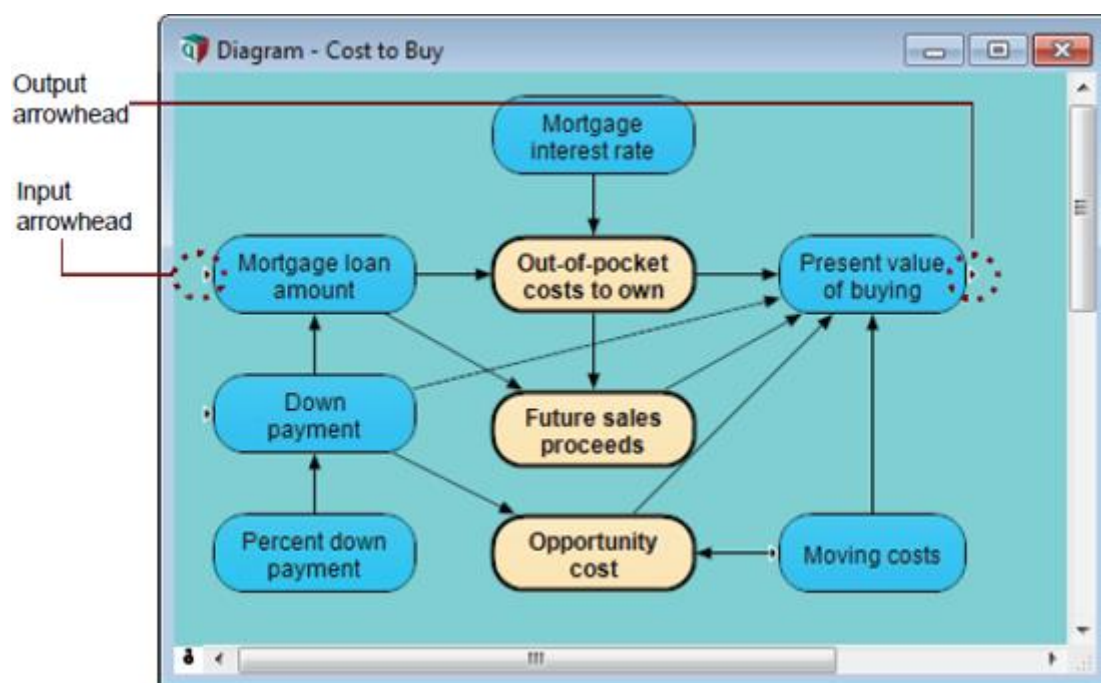
モジュールの中には、別のモジュールを含めることもできますので、この方法を利用することで、変数が何百もあるような大規模なモデルでも、それぞれを理解しやすい大きさに分類したモジュールとして階層構造に組織化することができます。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する



1. *Cost to Buy* ノードをダブルクリックしてこのモジュールを開きます。

Analytica に *Cost to Buy* モジュールの影響ダイアグラムが表示されます。このモジュールには、さらに3つのモジュール、すなわち、*Out-of-pocket costs to own*、*Future sales proceeds*、そして、*Opportunity cost* が含まれています。




アウトプット矢印とインプット矢印

インプット矢印 ([input arrowhead](#)) は (矢印の線を取ったもの) は、その矢印の右側にあるノードに、このモジュールの外部から単一または複数のインプットがあることをあらわします。



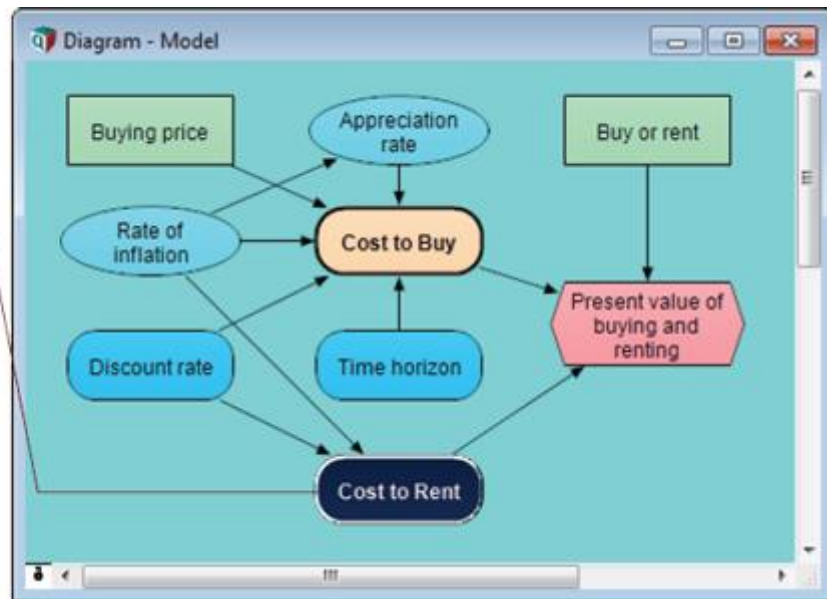
アウトプット矢印 (**output arrowhead**) は、その矢印の左側にあるノードに、このモジュールの外部へ伸びる単一または複数のアウトプットがあることをあらわします。

2. Click the **Diagram** button  to return to the parent diagram, *Model*.




2. Diagram ボタン  をクリックして、親ダイアグラム *Model* を返します。

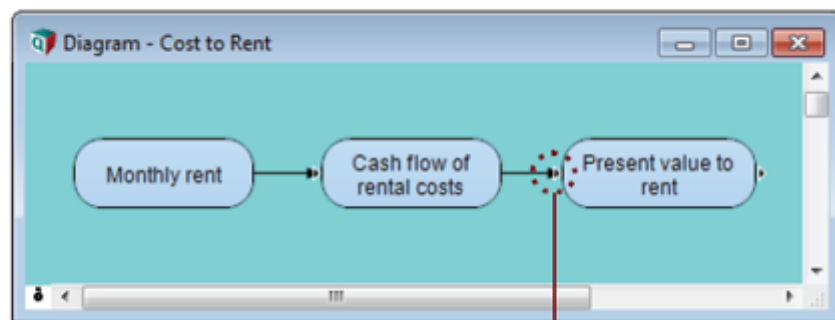
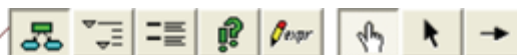
3. Double-click the *Cost to Rent* node to open the module.  
The *Cost to Rent* diagram opens (see the figure below).



3. *Cost to Rent* ノードをダブルクリックして、このモジュールを開きます。  
*Cost to Rent* ダイアグラムが開きます (下図参照)。

Analytica では、画面の煩雑さを最低限に抑えるため、表示されるウィンドウ数がモデル階層の各水準に制限されています。一度に複数のモジュールの **Diagram** ウィンドウを開く方法につきましては、*Analytica User Guide* の第19章にある "Managing Windows" をご覧ください。

4. Click the **Diagram** button  to return to the parent diagram, *Model*.

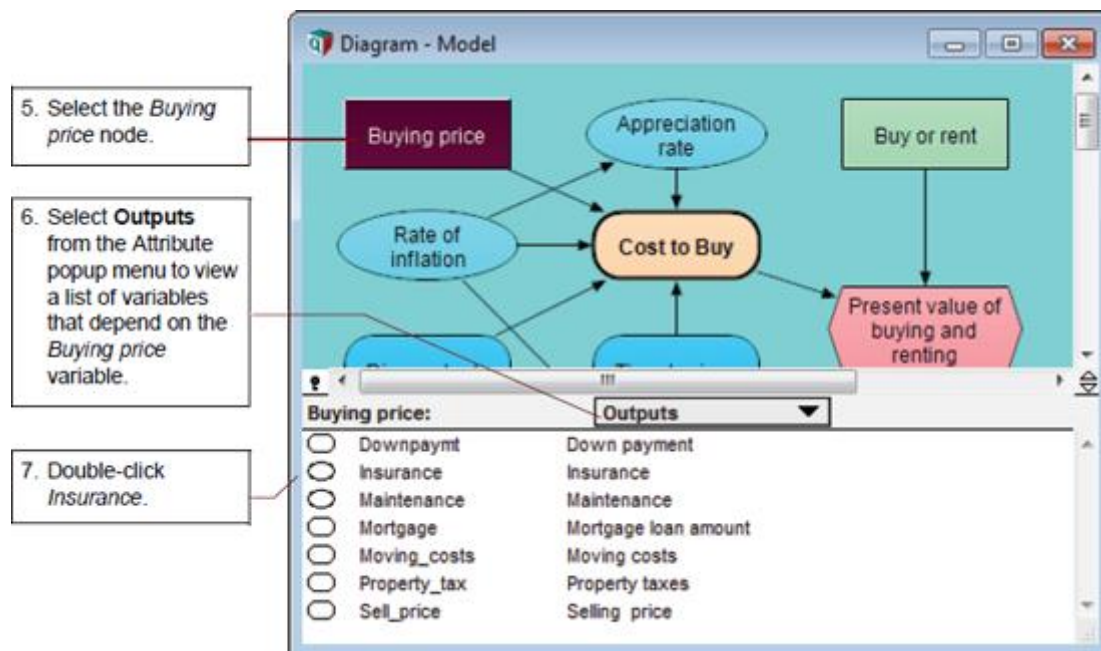


4. Diagram ボタン  をクリックして、親ダイアグラム *Model* を返します。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

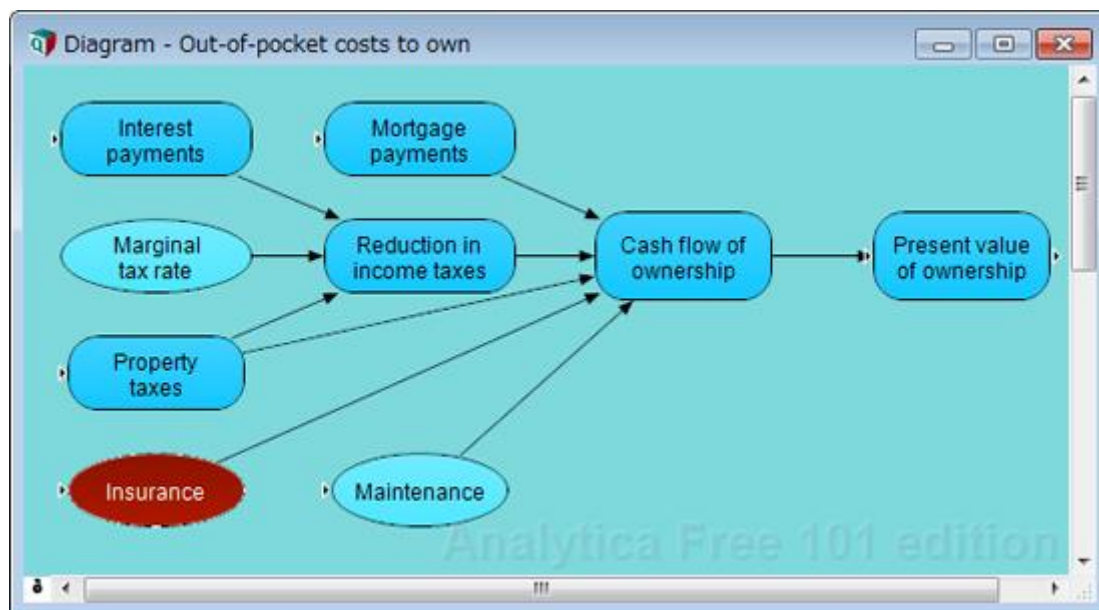
上図に示す合成矢印は、このモジュールのインプット変数に加えて、このモジュールの外部からの単一または複数のインプットがあることをあらわします。

ある変数のインプットやアウトプットを追跡することによって、モデルを移動することもできます。



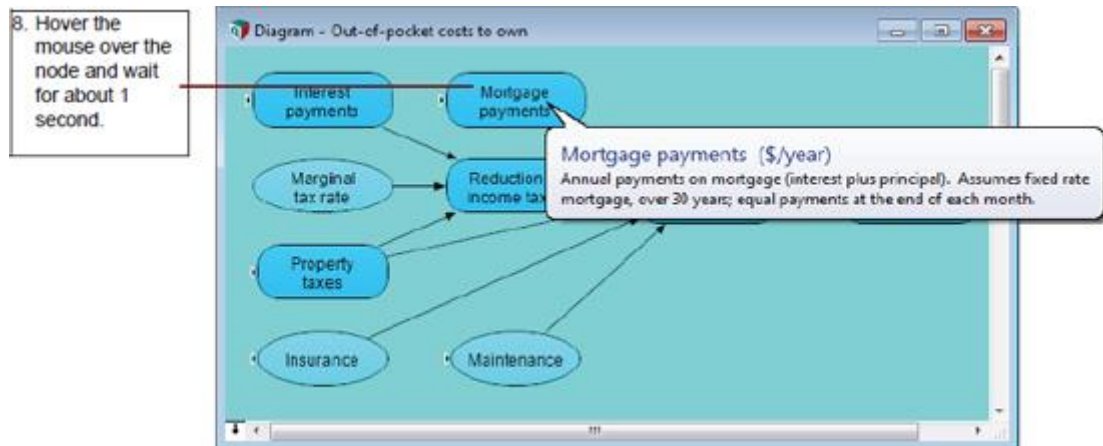
5. *Buying price* ノードを選択します。
6. Attribute ポップアップメニューから **Outputs** を選択して、*Buying price* 変数によって変化する変数リストを表示します。
7. *Insurance* をダブルクリックします。

Insurance ノードが選択された状態で Out-of-pocket costs to own モジュールのダイアグラムが前面に表示されます。



## 2.7 ヘルプバルーン

あるノードに約 1 秒カーソルを重ねた状態にすると、そのノードのタイトル (title)、単位 (units)、および、説明 (description) をあらわすヘルプバルーンが表示されます。この機能を使えば、オブジェクトウィンドウを開くことなく非常に手早く情報を確認することができます。なお、Help または Description 属性に内容が記入されていないオブジェクトでは、バルーンは表示されません。



8. このノードにマウスを重ね合わせて、約 1 秒そのまま待ちます。

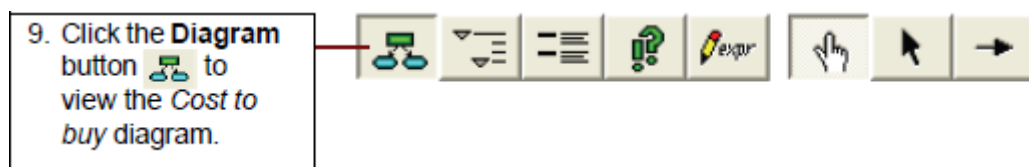
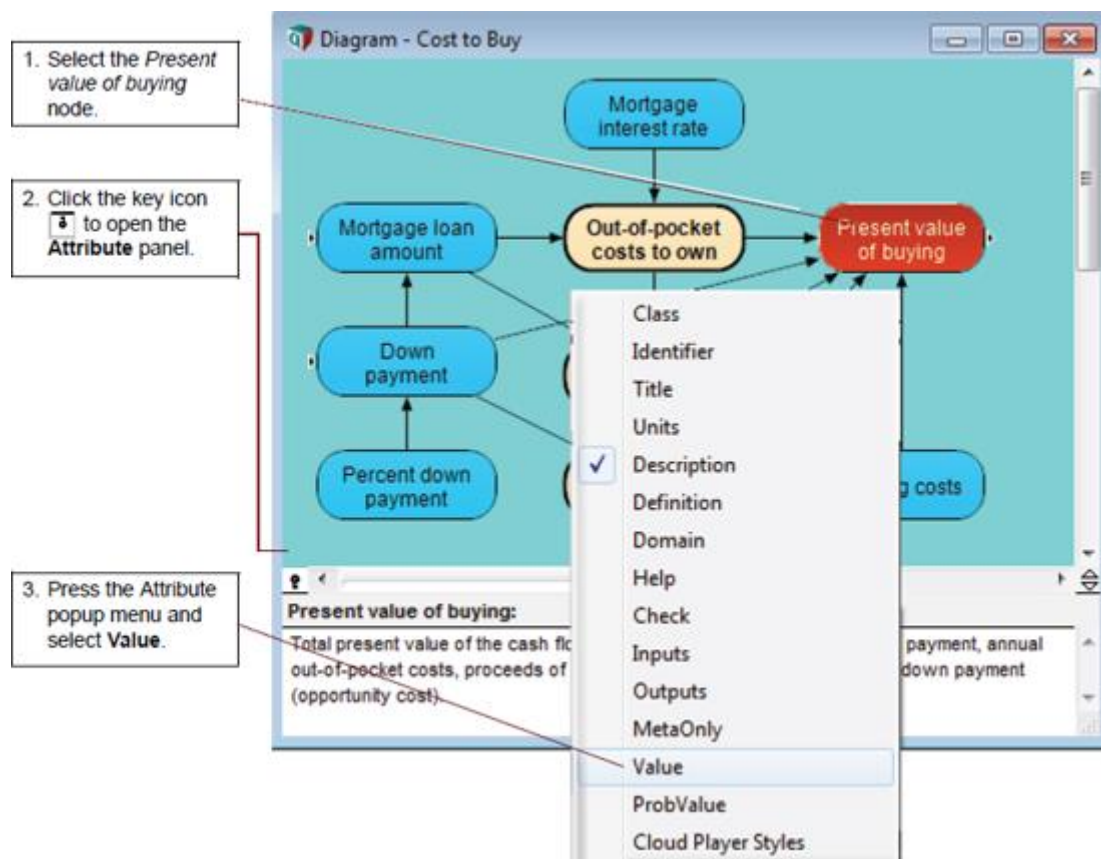



Diagram ボタン  をクリックして、Cost to buy ダイアグラムを表示します。

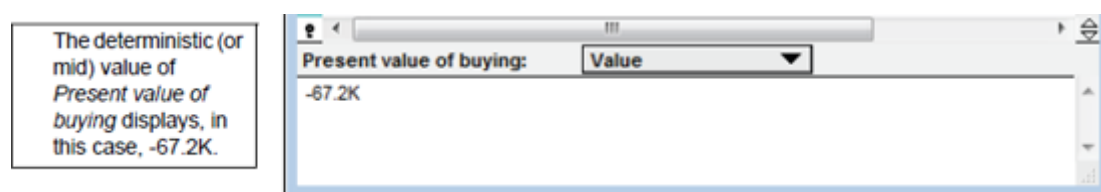
## 2.8 属性パネルで値を調べる

**Attribute** パネルを使えば、その変数の値 (Value) など、**Object** ウィンドウ (の初期設定) では表示されない特定の属性を表示させることができます。

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する



1. *Present value of buying* ノードを選択します。
2. キーアイコン  をクリックして **Attribute** パネルを開きます。
3. Attribute ポップアップメニューを押して、**Value** を選択します。



*Present value of buying* の確定的値 (すなわち Mid 値) が表示されます。この場合は、-67.2K です。

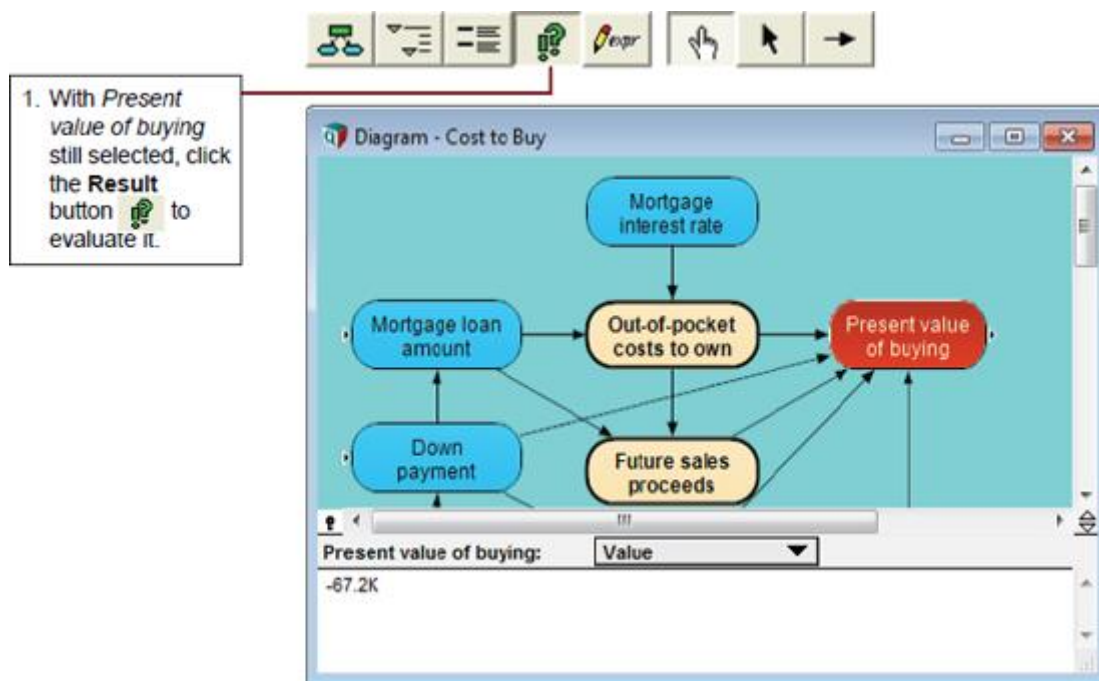
もし、この変数の値 (**Value**) が事前に計算されていない場合は、確率分布としてのインプットのすべてがその中央値 (median) であると仮定して、Analytica によって決定論的に (**deterministically**) 計算されます。この確定的に算出された値の略称が **Mid value** です。

この方法を使用することで、**Attribute** パネルを使用してモデル内の任意の変数の Mid 値を調べることができます。

不確実性 (確率的な) 値を計算するのに比べて Mid (確定) 値を計算の方が高速ですので、任意の不確実性分析を実行する前におこなうモデルの初期チェックとして、これを役立てることができます。

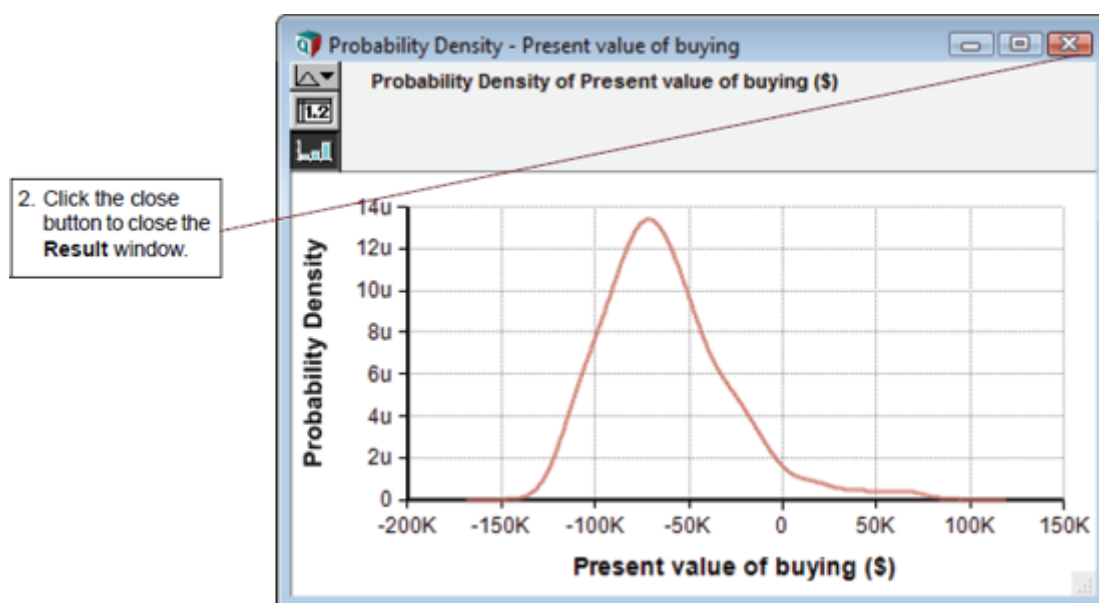
## 2.9 結果を表示する

モデルに影響ダイアグラムを表示していれば、任意の変数を評価してその値を **Result** ウィンドウに表示させることができます。



1. **Present value of buying** を選択状態にしたまま、**Result** ボタン をクリックすると、その変数が評価されます。


**Result** ウィンドウに、この変数の確率密度関数 (probability density function) グラフが表示されます。Analytica に表示される不確実性ビューは、Uncertainty View ポップアップメニューで直前に選択した内容、または、そのモデルで保存された内容になります。

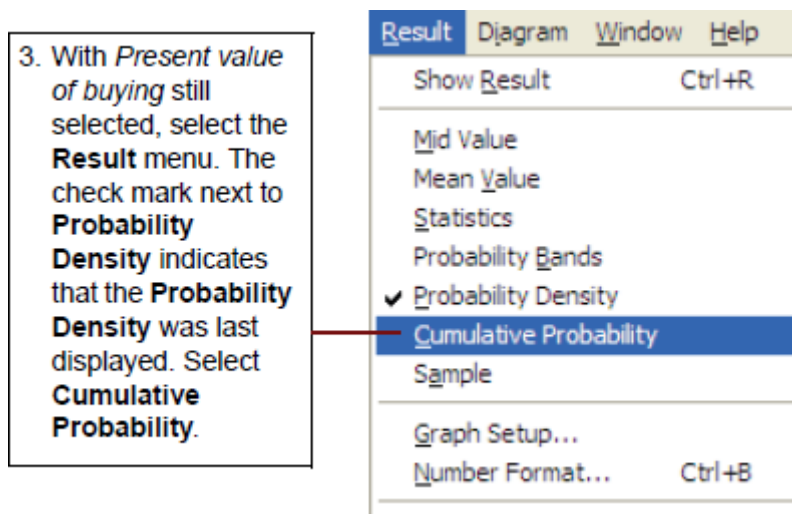


2. 閉じるボタンをクリックして、**Result** ウィンドウを閉じます。



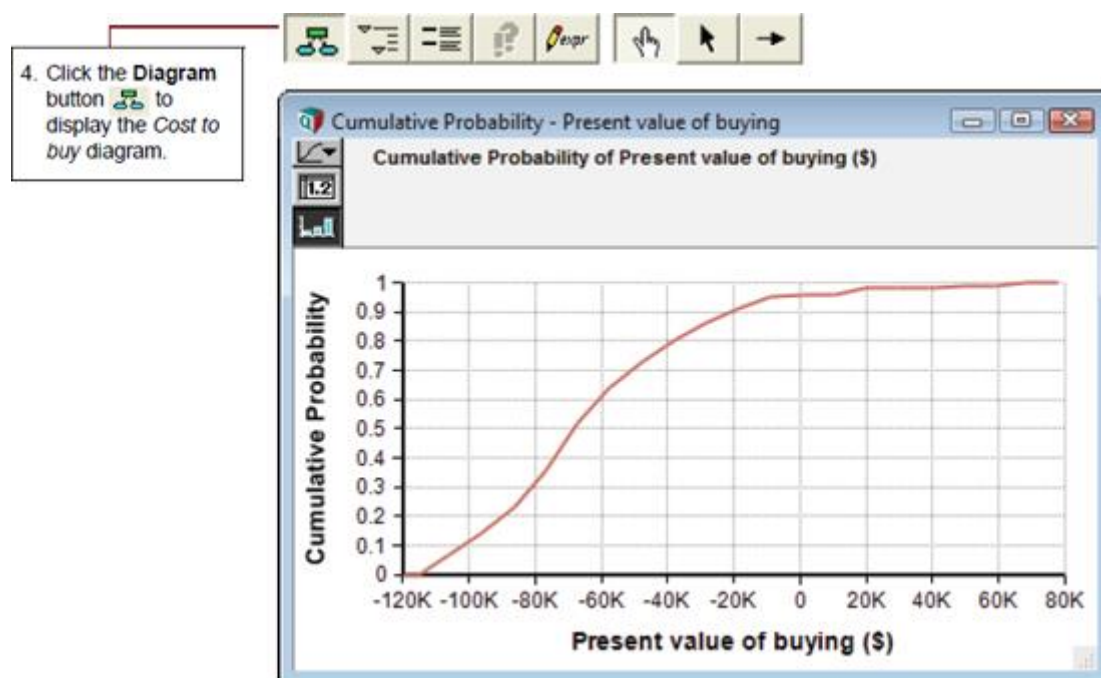
## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

**Result** ボタン  をクリックして不確実性ビューを選択するのとは別に、**Result** メニューを使って、変数を評価し、不確実性ビューを選択して結果を表示する方法もあります。



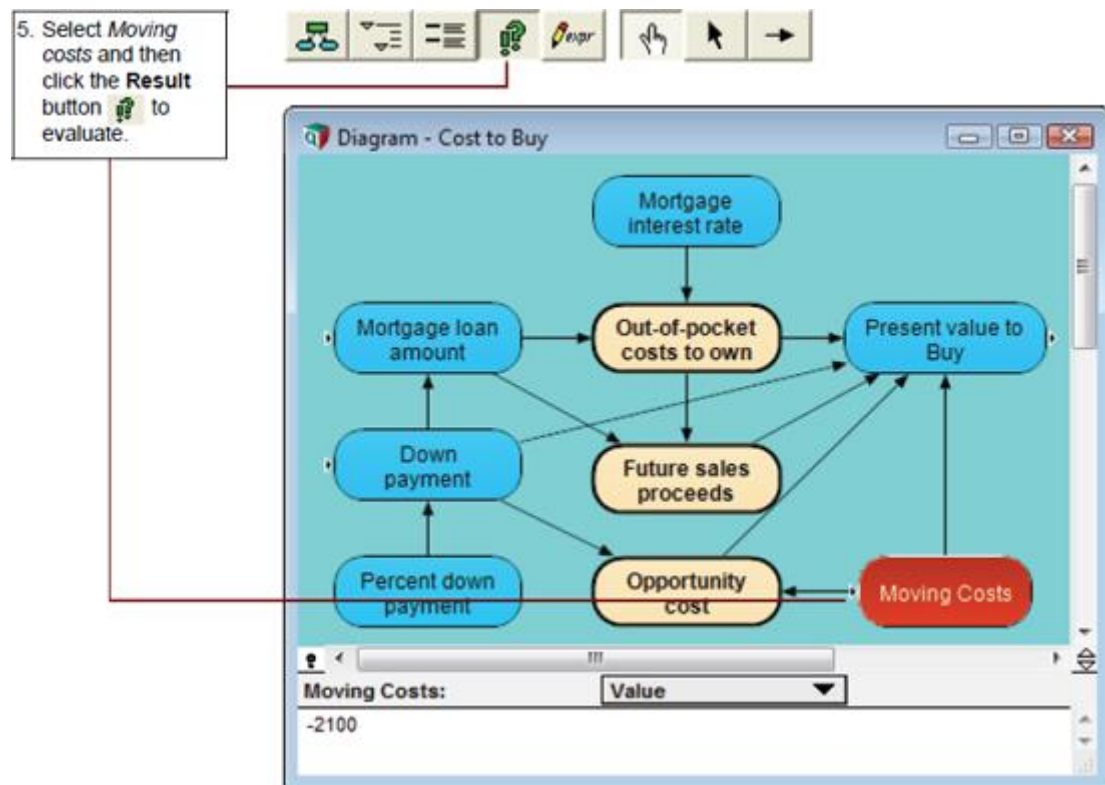
3. *Present value of buying* を選択した状態で、**Result** メニューを選択します。**Probability Density** の隣にチェックマークが付いていますが、これは、前回これを使用したことをあらわします。  
**Cumulative Probability** を選択します。

**Result** ウィンドウが開き、この変数の累積確率分布 (cumulative probability distribution) が表示されます。



4. **Diagram** ボタン  をクリックして、*Cost to buy* ダイアグラムを表示します。

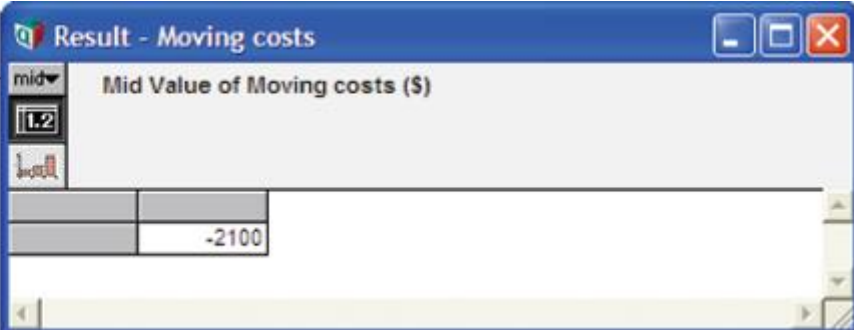




5. *Moving costs* を選択したら、**Result** ボタン  をクリックして評価します。

テーブルビューに単一の Mid 値が表示されます。

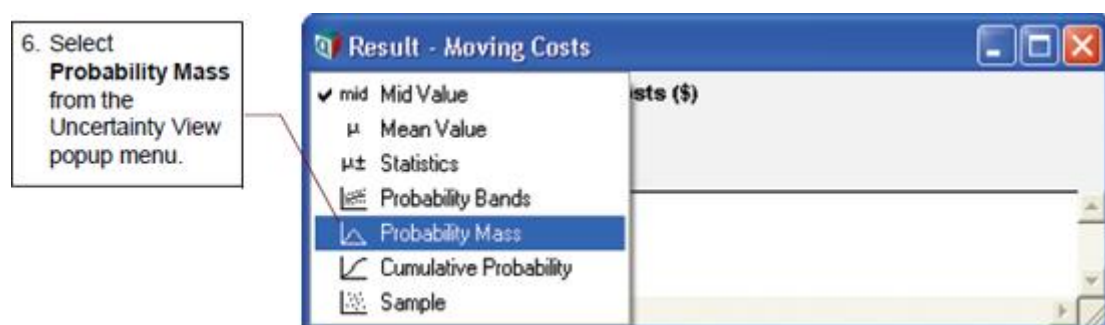
Uncertainty View  
Popup Menu



Mid Value of Moving costs (\$)	
1.2	-2100

Uncertainty View ポップアップメニュー

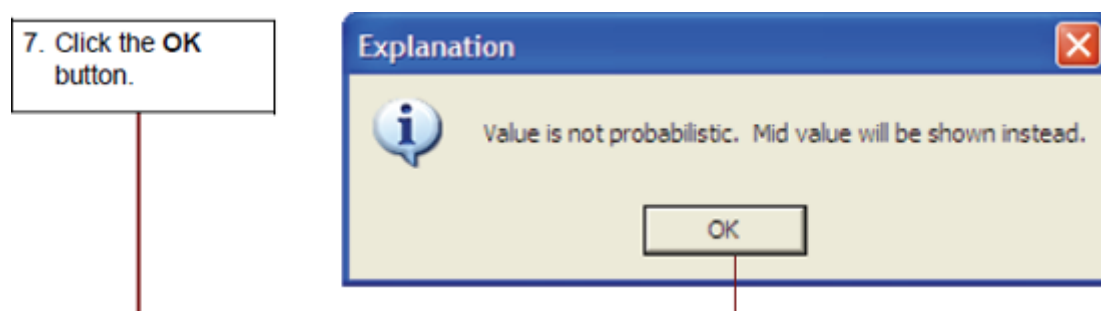
テーブルビューの Mid 値は、単一の値をもつ非確率的変数で選択できる唯一の表示方法です。



6. Uncertainty View ポップアップメニューから **Probability Mass** を選択すると…

## 2. Rent vs. Buy モデルを探索する

Analytica によって、この変数は非確率的 (nonprobabilistic) 変数であることが報告されます。



7. OK ボタンをクリックします。

## 2.10 Rent vs. Buy モデルを探索する：まとめ

以上で、Rent vs. Buy モデルの影響ダイアグラム、変数、属性、定義、および、結果を実際に触れながら全体を概観しました。これらは、Analytica モデルを探索する上で必要な基本操作になります。

次の章では、*Rent vs. Buy* モデルを分析する方法を紹介します。

この時点で、一旦 Analytica を終了させても構いません。詳しくは、[Analytica を終了する](#) をご覧ください。

## 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する

この章では、次の内容を紹介します：

- 重要度分析 (importance analysis) の実行
- パラメトリック分析 (parametric analysis) の実行
- 択一的決定 (alternative decisions) のセットアップと比較

この章では、第1章「Rent vs. Buy モデルを使用する」と、第2章「Rent vs. Buy モデルを探索する」で使用したモデルに修正を加えた *Rent vs. Buy Analysis* モデルを分析します。不確実性の重要な原因を、重要度分析 (**importance analysis**)、パラメトリック分析の実行 (**perform parametric analysis**)、および、択一的決定の比較 (**compare alternative**) を通じて識別します。

モデルを開く方法については、[Rent vs. Buy モデルを開く](#) をご覧ください。ただし、このケースでは **Rent vs. Buy Analysis.ana** という名称のファイルをダブルクリックして *Rent vs. Buy Analysis* モデルを開きます。

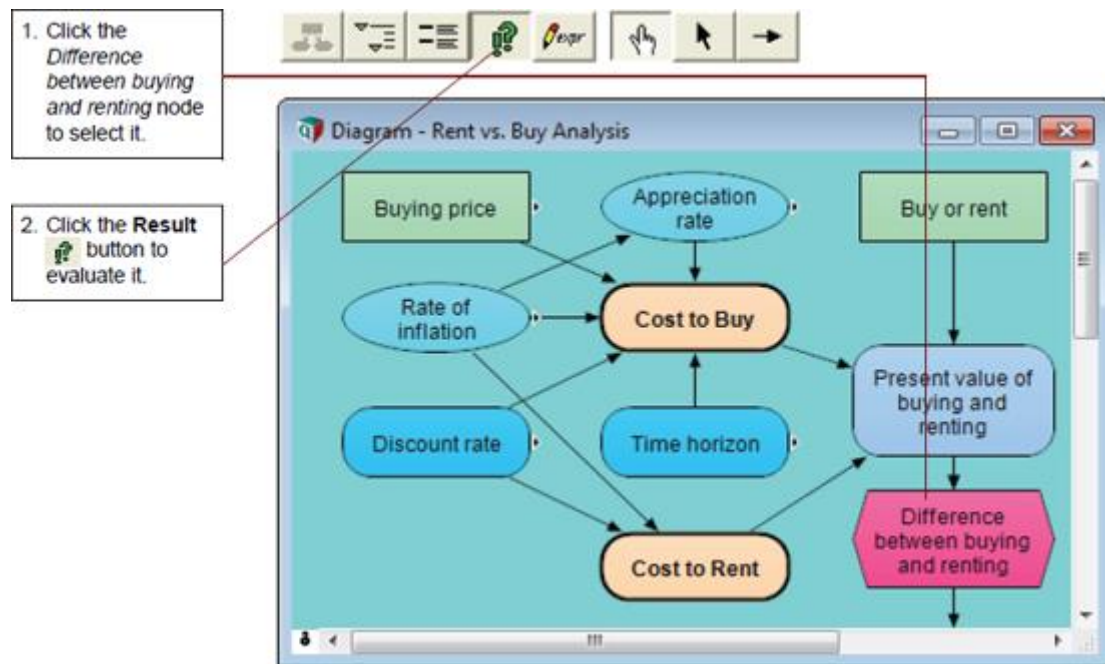
### 3.1 賃貸と購入の違いを調べる

---

*Rent vs. Buy Analysis* モデルは、第2章「Rent vs. Buy モデルを探索する」で探索した *Model* と呼ばれるモジュールに、アウトプットの不確実性をもたらす幾つかの不確実なインプットの重要性を理解するためのノードを追加したものです。

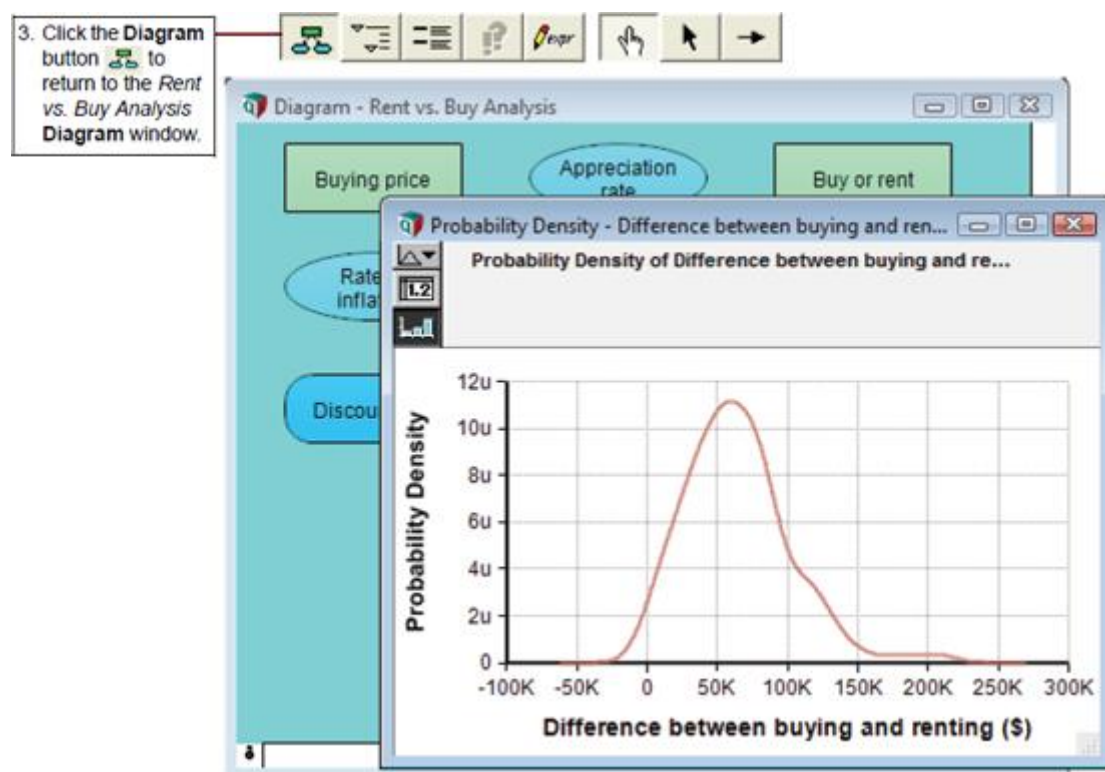
第1章「Rent vs. Buy モデルを使用する」では、2つの不確実性の値からなるグラフを作成して *Costs of buying and renting* を評価しました。*Rent vs. Buy Analysis* モデルでは、賃貸と購入のいずれが経済的に有利かを理解するために、*Difference between buying and renting* という目標 (objective) ノードが含まれています。

### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する



1. Difference between buying  renting ノードをクリックして選択状態にします。
2. **Result** ボタン  をクリックして、これを評価します。

2つの不確実な値の間の差もまた不確実です。購入コストが期間全体を通じて小さければその差は正になり、期間全体を通じて賃貸コストが小さければその差は負になります。



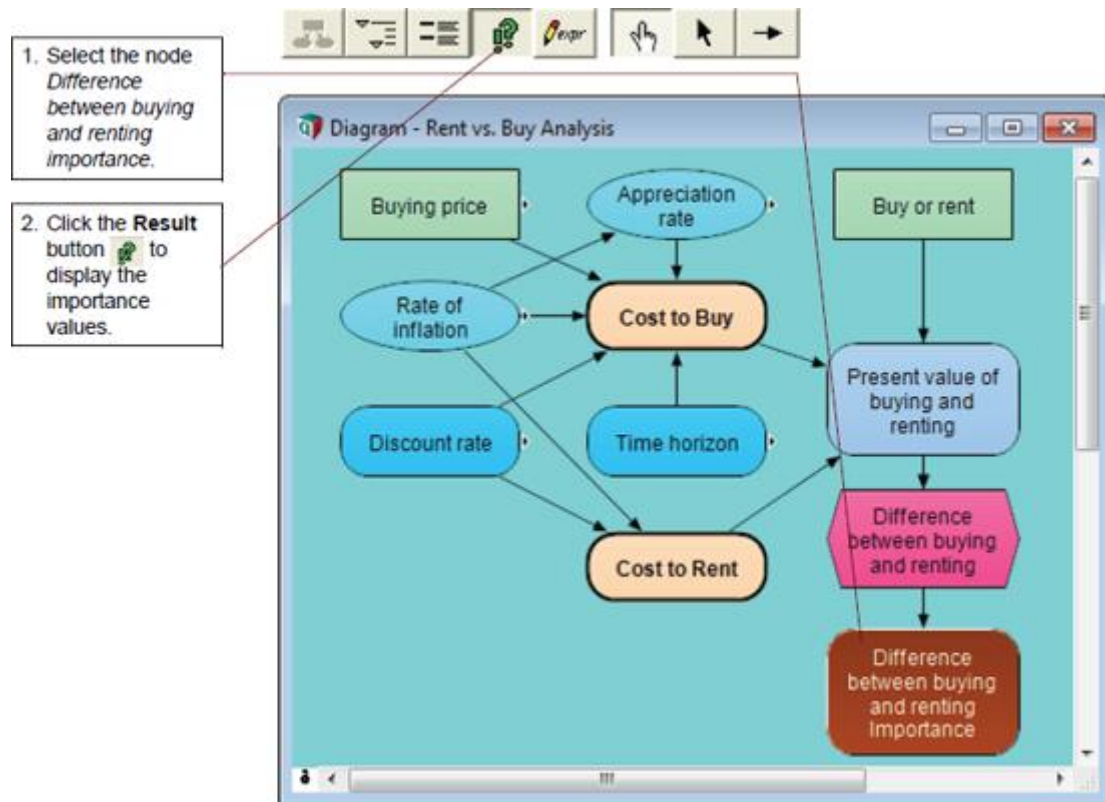
3. **Diagram** ボタン  をクリックすると、*Rent vs. Buy Analysis Diagram* ウィンドウに戻ります。

## 3.2 重要度分析

*Rent vs. Buy Analysis* モデルには、他の複合的モデルと同様に、インプット変数の幾つかに不確実性なものがあります。

アウトプットの不確実性に寄与する不確実なインプットがどれだけあるかを理解することは、多くの場合役立ちます。一般に、アウトプットの不確実性に関与する不確実なインプットは、ごくわずかなもので主要な割合が占められ、それ以外のインプットはほとんど影響がありません。

Analytica の重要度分析 ([importance analysis](#)) 機能を使えば、不確実なインプットのうちのどれが、アウトプットにおける不確実性に最も寄与するのかを理解するのに役立ちます。単一または複数の「重要度の高い」インプットが分かれば、それを使って、より正確に推定するにはどうしたらよいか、あるいは、より詳細なモデルを構築するにはどうしたらよいかに意識を集中させることができます。



1. *Difference between buying and renting Importance* ノードを選択します。
2. **Result** ボタン  をクリックして、重要度の値を表示します。

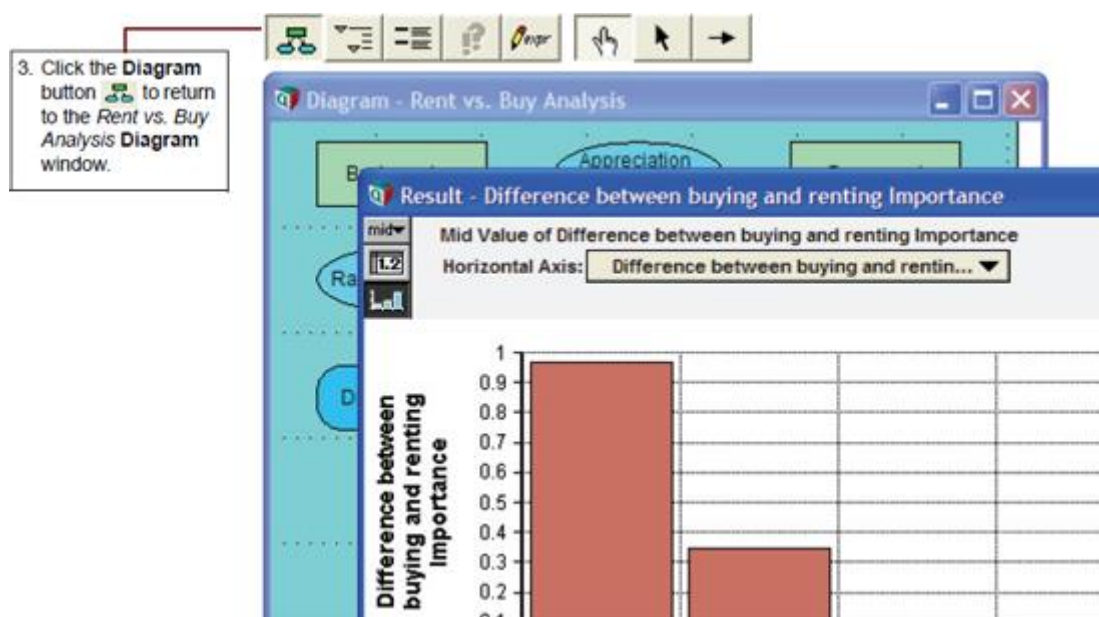
Analytica では、アウトプットの値と不確実性をもつそれぞれのインプットとの間の順位相関 (rank order correlation) が重要度 (**importance**) として定義されます。各変数の重要度は、0 から 1 までの相対的な尺度で計算されます。重要度の値が 0 であれば、その不確実なインプット変数には、アウトプットの不確実性に対して影響力が全く無いことを示します。重要度の値が 1 であれば、アウトプットにおける不確実性の全てが、不確実性を持つ単一のインプットによって説明される全相関 (total correlation) であることを間接的に示します。



### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する



上図を見ると、*Appreciation Rate* インプットが *Difference between buying and renting* における不確実性に最も寄与していることが一目でわかります。



3. **Diagram** ボタン をクリックして、*Rent vs. Buy Analysis* の **Diagram** ウィンドウに戻ります。



重要度分析に関するさらに詳しい情報、および、オリジナルのモデルで重要度変数を作成する手順につきましては、*Analytica User Guide* の “Sensitivity and Uncertainty Analysis” 章にある “Scatter plots” をご覧ください。

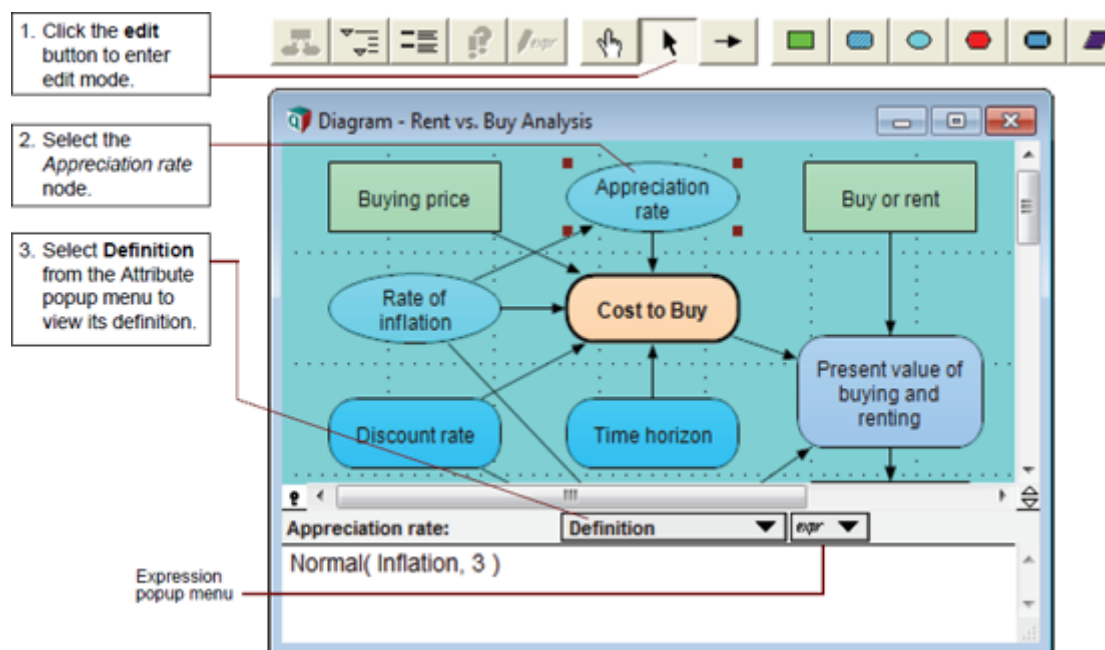


### 3.3 パラメトリック (感度) 分析を実行する


パラメトリック分析 ([Parametric analysis](#)) は、感度分析 ([sensitivity analysis](#)) とも呼ばれますが、インプット変数の値を変化させて、選択したアウトプットにおけるその効果を調べるものです。感度分析を行うことで、目的とする結果に及ぼすインプット変数の値の変化がどれだけ小さいかに関して有益な洞察がしばしば得られます。


“重要度分析” セクションの重要度分析 (importance analysis) で、*Difference between buying and renting* に不確実性をもたらす最大の要因は *Appreciation rate* であることが分かりましたので、このインプット変数を使ってパラメトリック分析を開始することにします。*Appreciation rate* の定義を確率分布から択一的な値のリストに変更し、*Difference between buying and renting* アウトプットの効果を分析することになります。

分析を進める前に、ツールバーにある編集ボタン  をクリックして、編集モードに切り替えます。編集モードにすることで、モデルに修正を加えることができるようになります。すなわち、ノードを追加・削除したり、既存のノードに変更を加えることができます。次に、キーアイコン  をクリックして **Attribute** パネルを開き、*Appreciation rate* ノードを選択したら、Attribute ポップアップメニューから **Definition** (定義) を選択してその定義内容を表示します。



1. **Edit** ボタンをクリックして、編集モードに入ります。
2. *Appreciation rate* ノードを選択します。
3. Attribute ポップアップメニューから **Definition** を選択して、その定義内容を表示します。








**Definition** 属性を表示すると、Expression ポップアップメニュー  が表示されます。

分析を進める前に、**edit** ツール  をクリックして、編集モードに切り替えます。

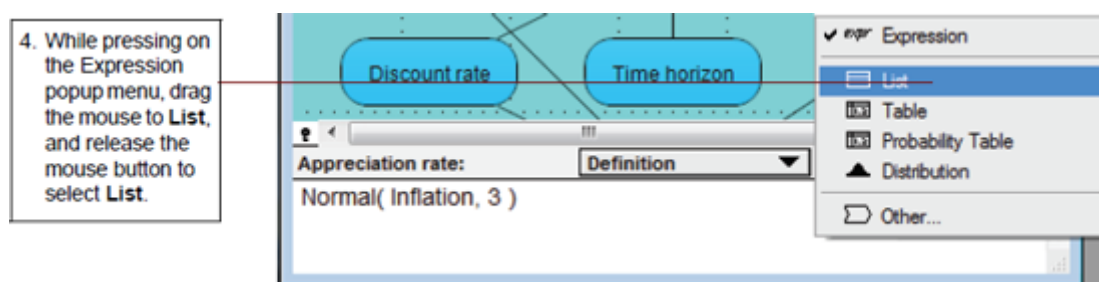
### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する

Expression ポップアップメニューを使うことで、変数の定義内容を、あらかじめ用意されている幾つかの式タイプの中のいずれか一つに変更することができます。

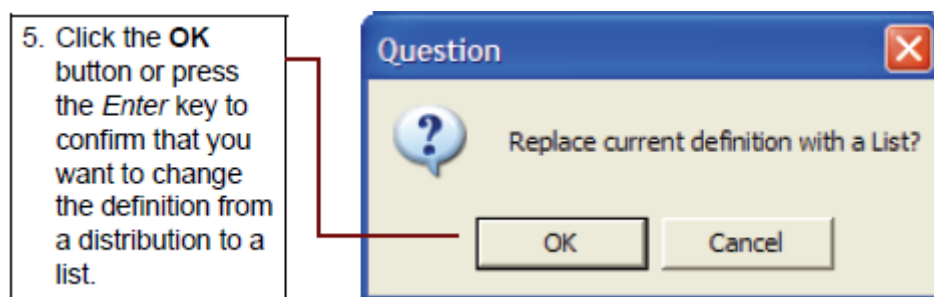
Expression (式) タイプには以下のものが用意されています：

- Expression (式)、すなわち、数式 
- List (リスト) 
- List of Labels (ラベルリスト) 
- Table (テーブル) 
- Probability table (確率テーブル) 
- Distribution (分布) 
- Choice (選択) 

ここでは、Expression ポップアップメニューを使って、*Appreciation rate* の定義を、確率分布からリストに変更します。そして、*Appreciation rate* を、-10% から 10% までの択一的な値のリストに定義しなおします。



4. Expression ポップアップメニューを押したままの状態では、マウスを **List** にドラッグしたら、マウスを離します。これで **List** が選択されます。

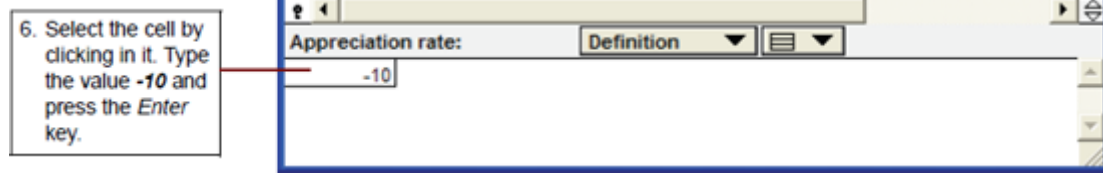


5. OK ボタンをクリックするか、Enter キーを押すと、分布からリストへの定義内容の変更が適用されます。

なお、Expression ポップアップメニューが **List** を選択したことを示すアイコン  に変わった点に注意してください。

定義内容をはじめてリストに変更すると、定義欄にセルが1つ表示されます(ボックスで囲まれます)。リストの先頭のセルの初期値の内容は、前の定義で使用されていた式です。この事例では、正規分布の式 (Normal (Inflation, 3)) を確認できます。

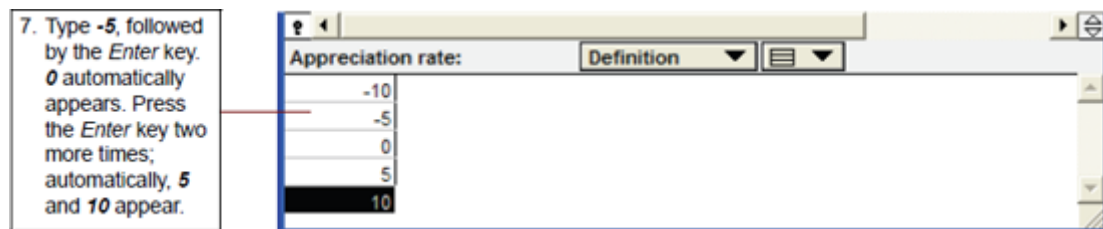
この内容を数値に置き換えたら、パラメトリック分析を実行するためのセルを追加します。



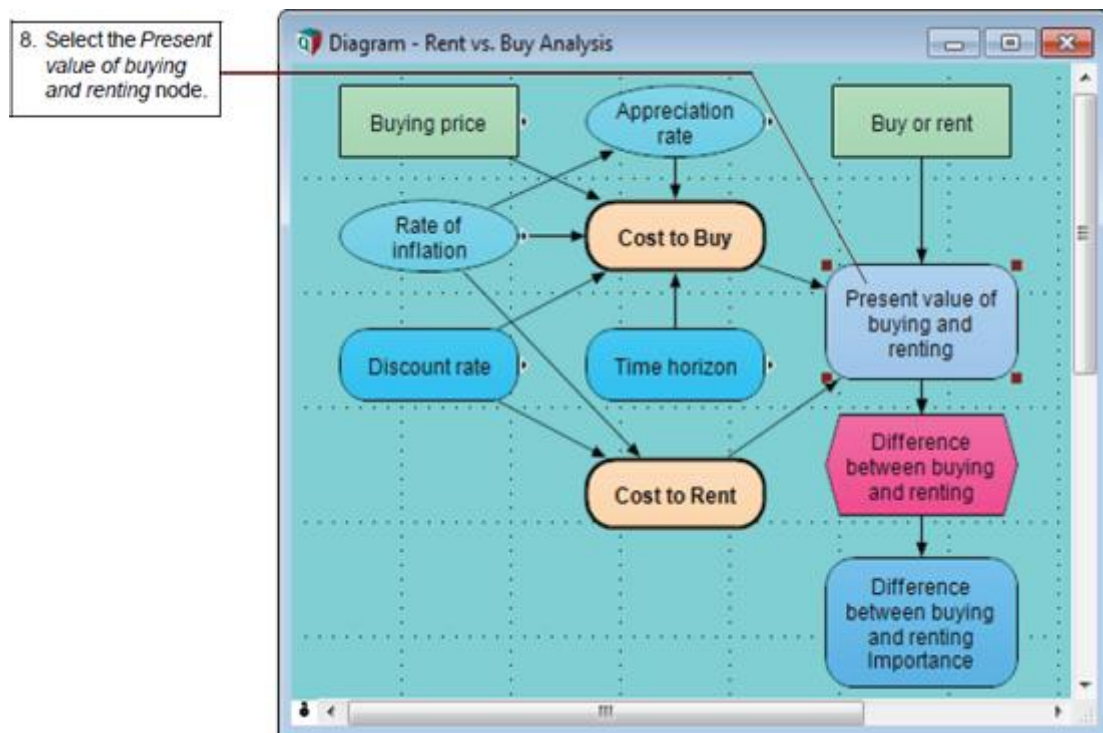
6. このセルをクリックして選択します。値として -10 を入力したら *Enter* キーを押します。

※ **Tip:** Analytica では、テンキーの *Enter* キーではなく、メインの *Enter* キーを押してセルを追加します。

新しいセルが追加され、値として -9 が表示されます。この値を -5 に変更します。*Enter* キーを押して新規セルをその都度追加しながら2つの値を入力したら、既に存在する2値の差に基づいて、値が自動的に入力されます。値が自動的に入力されても、それを上書きして目的の値に変更できます。

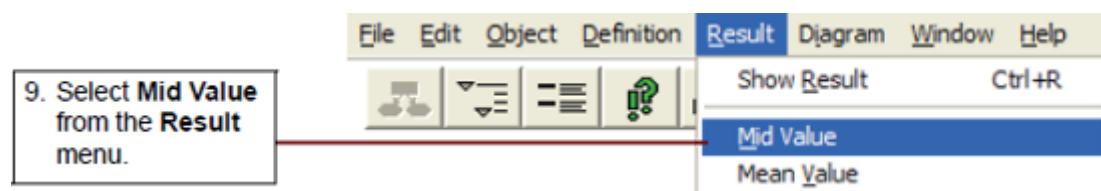


7. -5 と入力して、*Enter* キーを押します。自動的に 0 が代入されます。さらに2回 *Enter* キーを押すと、5 と 10 が自動的に代入されます。



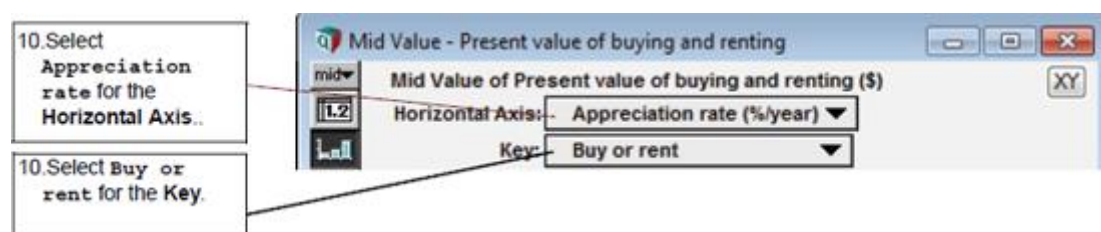
8. *Present value of buying and renting* ノードを選択します。

### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する



9. Result メニューから Mid value を選択します。

以下のようにグラフをピボット (軸変更) します：




10. Horizontal Axis に Appreciation rate を選択します。

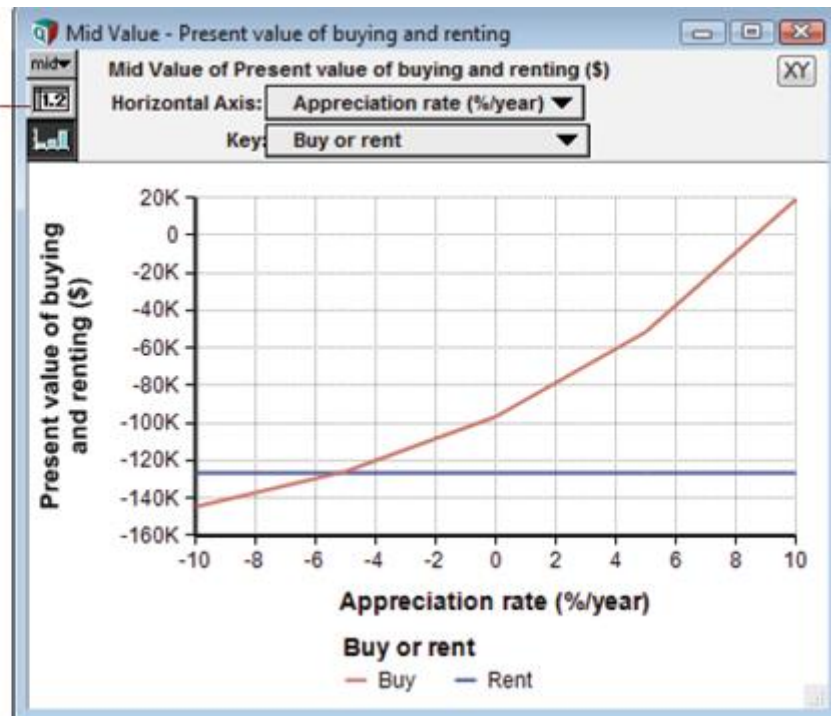
10. Key に Buy or rent を選択します。

得られるグラフには、購入と賃貸の mid value が *Appreciation rate* の関数として、さきほど入力した -10% から 10 % までの範囲について表示されます。

*Appreciation rate* (上昇率) は、他の変数の値、この例では、*Costs of buying and renting* の値のひろがりの特徴付けることから、インデックス (*index*) と略式で呼ばれます。

このグラフには、*Appreciation rate* がおよそ -5%/年 のとき、賃貸と購入のコストは同じになることがあらわされています。この値が -5% より小さければ、賃貸のほうが好ましく、-5% より大きければ、購入する方が好ましいと考えることができます。

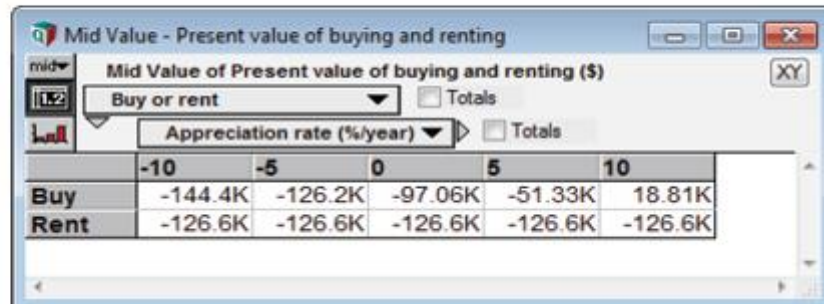
10. Click the **Table** button  to view the result as a table.



10. Table ボタン  をクリックして、結果をテーブルで表示します。

*Appreciation rate* でパラメータ化されたそれぞれの値について、算出された値をテーブルに表示します。

11. Click the **Diagram** button  to return to the *Rent vs. Buy Analysis Diagram* window.



	-10	-5	0	5	10
Buy	-144.4K	-126.2K	-97.06K	-51.33K	18.81K
Rent	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K

11. Diagram ボタン  をクリックして、*Rent vs. Buy Analysis* の **Diagram** ウィンドウに戻ります。

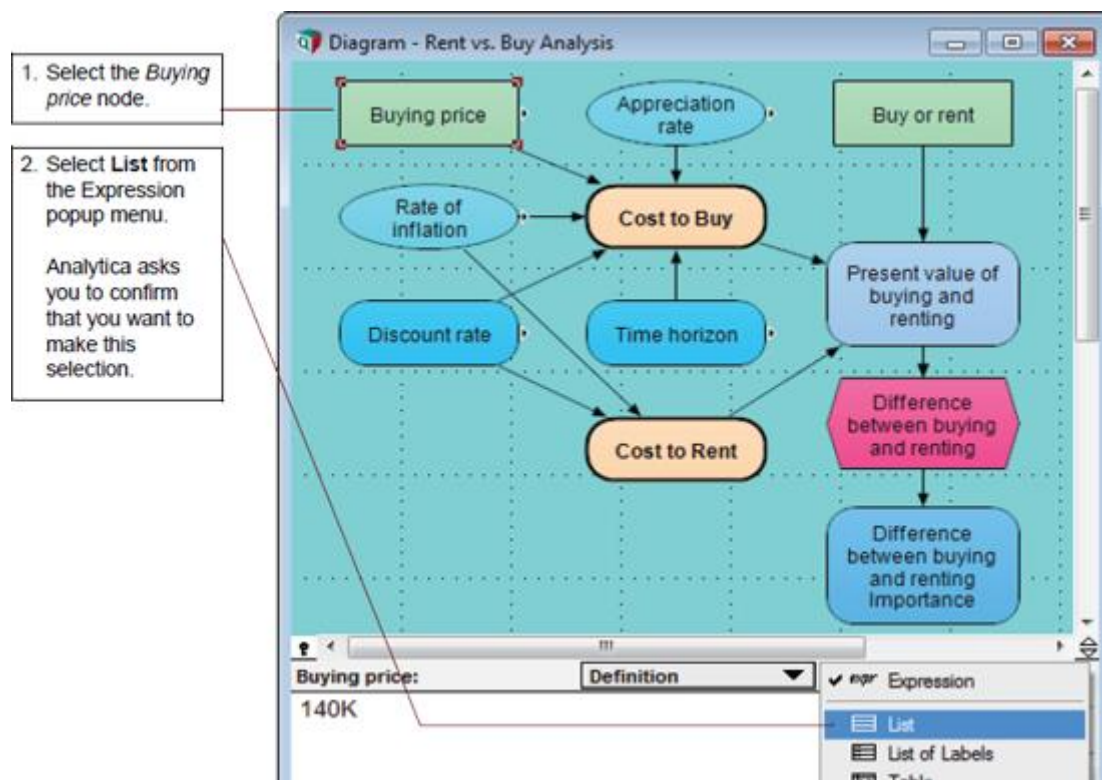
## 3.4 択一的決定を評価する

Analytica では、複数の変数に対して同時に感度分析 (sensitivity analysis) を実行することができます。

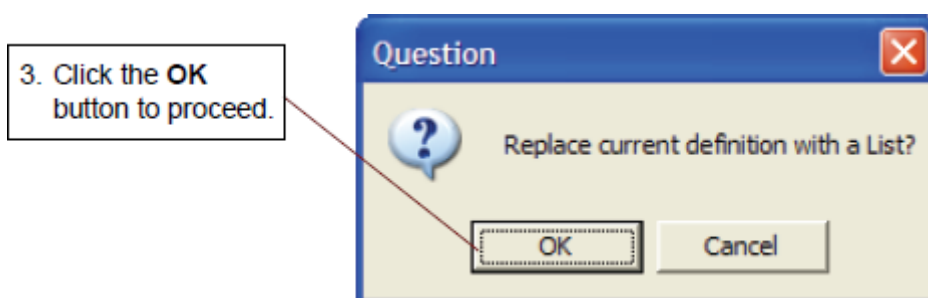
このセクションでは、*Buying price* を変更して、択一的決定に基づいて結果を比較することになります。これを実行するために、*Buying price* と *Appreciation rate* の両方に対してパラメトリック分析を実行します。



### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する

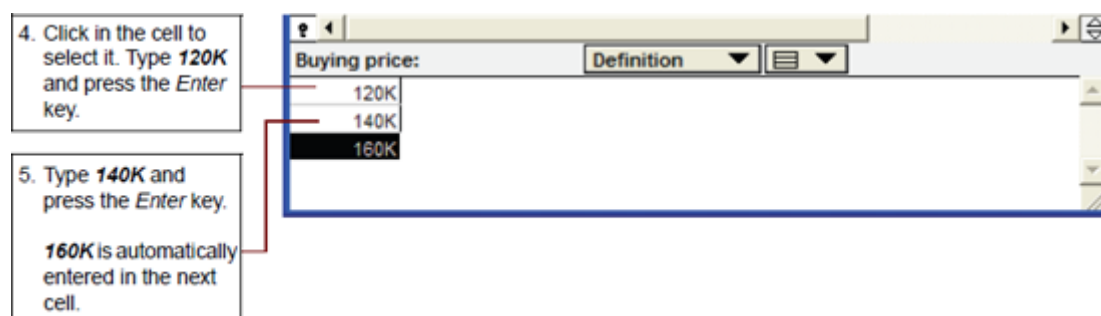


1. *Buying price* ノードを選択します。
2. Expression ポップアップメニューから **List** を選択します。  
この選択を確認するメッセージが表示されます。



3. **OK** ボタンをクリックして次に進みます。

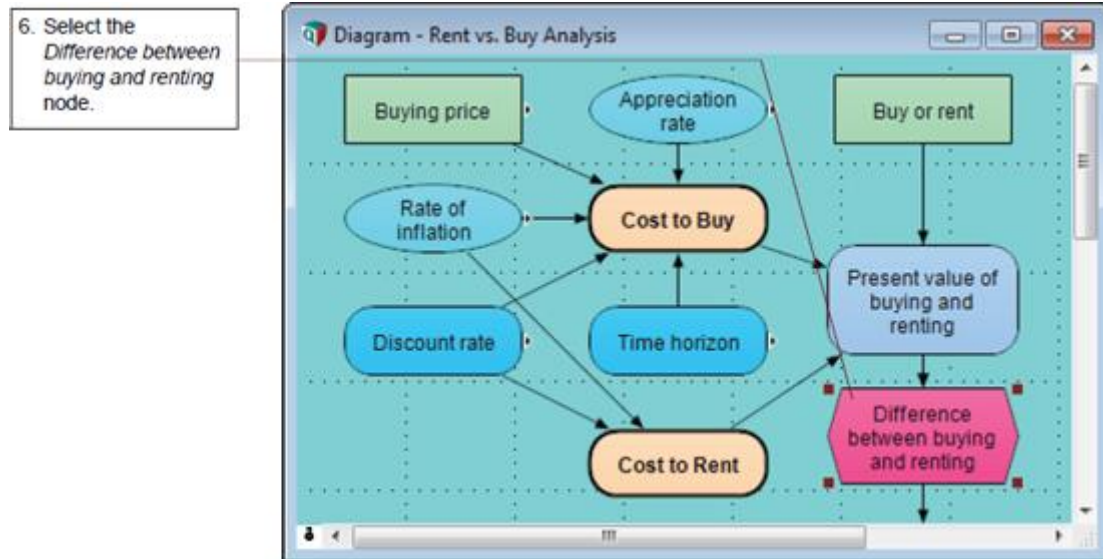
このリストの最初のセルには、前に定義された式、すなわち、**140K** が代入されています。[前のセクションで紹介したステップ 6 とステップ 7](#)で行った手順と同様に、この値を変更したあと、他のセルを追加します。



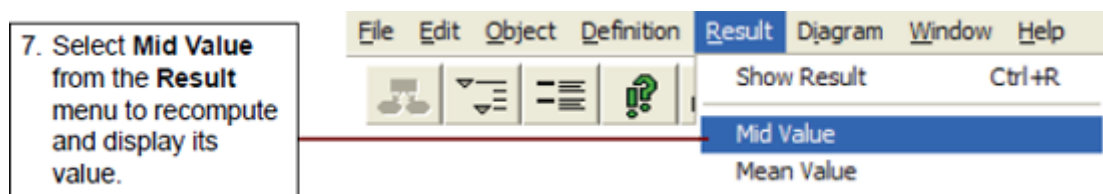
4. このセルをクリックして選択状態にします。**120K** と入力したら *Enter* キーを押します。



5. **140K** と入力したら *Enter* キーを押します。  
次のセルには自動的に **160K** と入力されます。



6. *Difference between buying and renting* ノードを選択します。

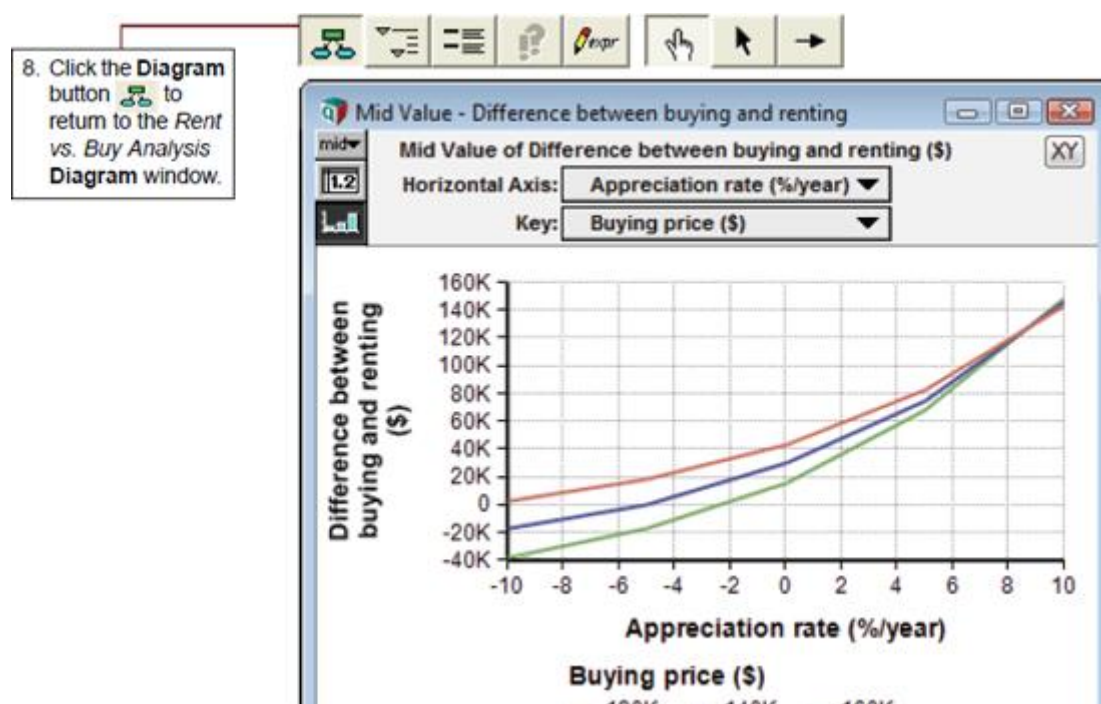


7. **Result** メニューから **Mid Value** を選択して、再計算を行い値を表示します。

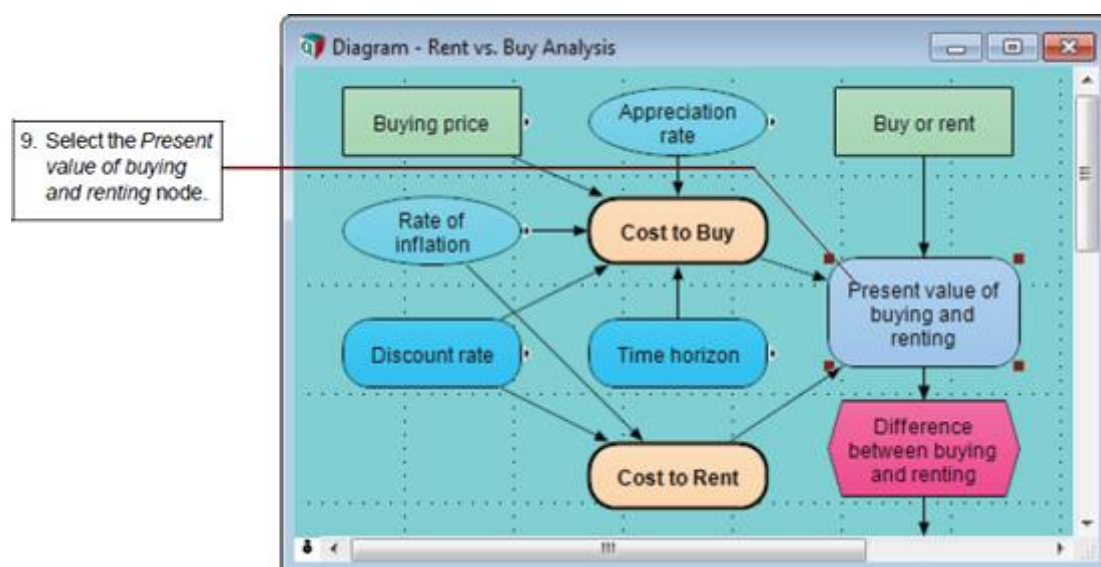
**Result** ウィンドウに、この変数の Mid 値が表示されます。*Buying price* それぞれに対応する3つの曲線が *Difference between buying and renting* 変数です。グラフの下には、それぞれの曲線を識別する凡例 (キー) が表示されています。

Mid 値の結果を調べると、賃貸が購入に比べて安い結果になるのは、\$160K の住宅で appreciation rate が -2%/year より低い場合、または、\$140K の住宅で appreciation rate が -6%/year より低い場合のみであることが分かります。そうすると、お買い得なのは 120K の住宅でしょうか、それとも、160K の住宅でしょうか？これは、期待する appreciation rate (上昇率) の内容によって変わります。appreciation rates が 9%/year より低くて良いなら、価格の安い住宅ほど好ましい投資になります。appreciation rates が 9%/year より高いのを望むなら、高価な住宅ほど収益は高くなります。

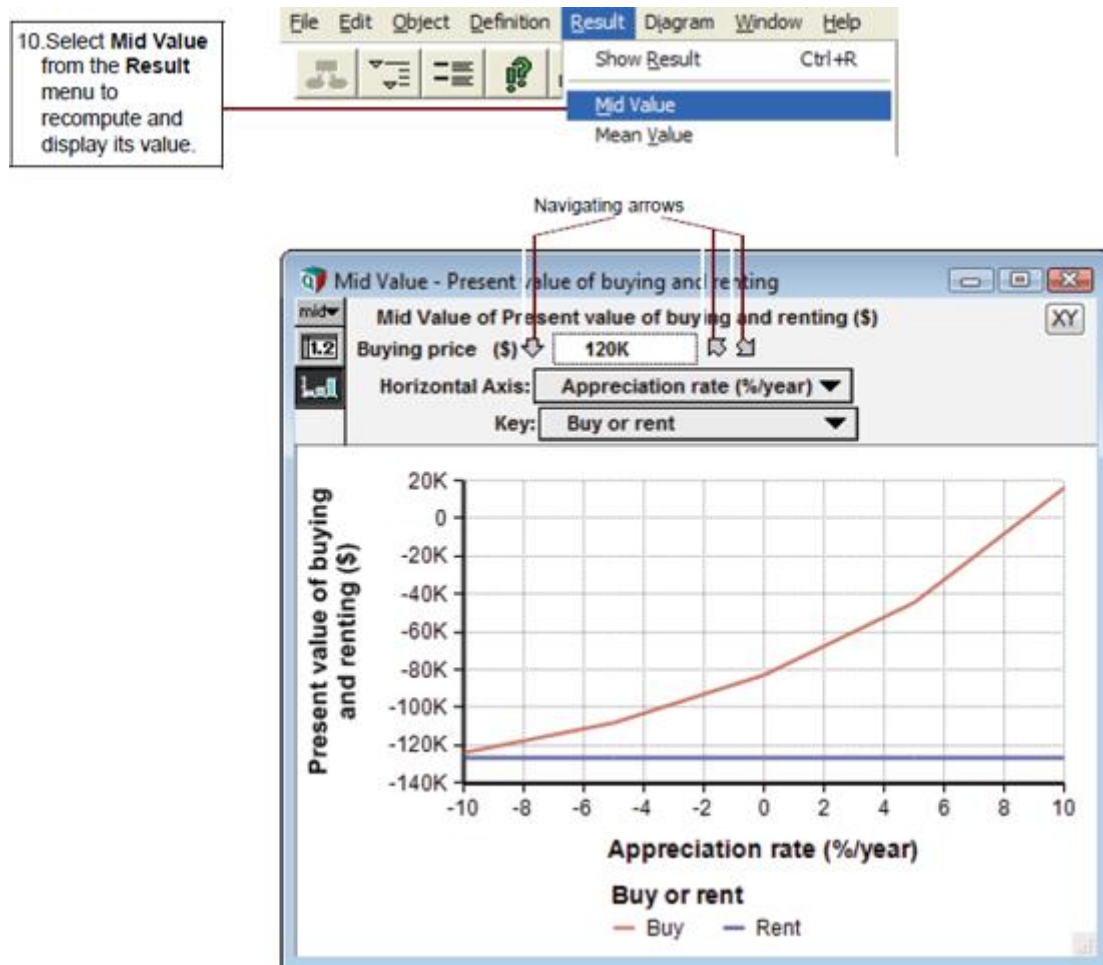
### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する



8. **Diagram** ボタン  をクリックして、*Rent vs. Buy Analysis* の **Diagram** ウィンドウに戻ります。



9. *Present value of buying and renting* ノードを選択します。

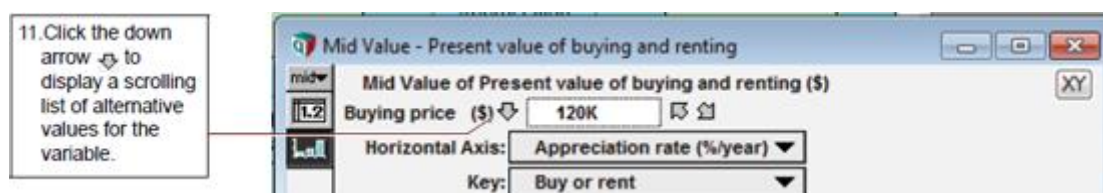


10. **Result** メニューから **Mid Value** を選択し、再計算した値を表示します。

3つの次元、すなわち、*Buying price*, *Buy or rent*, および *Appreciation rate* の結果が上図のように表示されます。

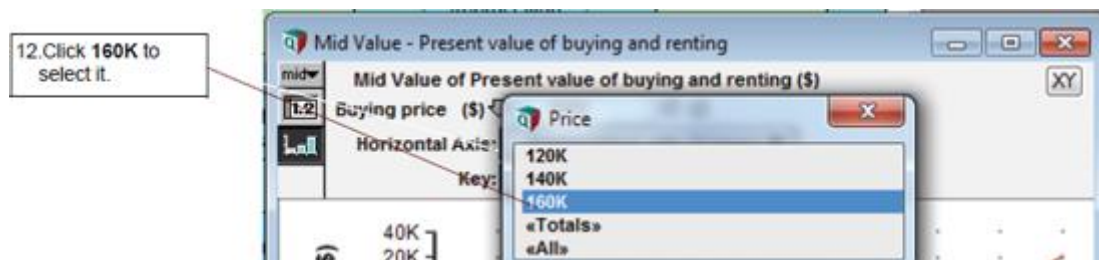
グラフには次元を2つしか表示できないため、第3の次元、すなわち、*Buying price* = **\$120K** のときの値が Analytica により選択され、表示されています。

*Buying price* の別のインデックス値を表示するには、ナビゲーション矢印を使います。



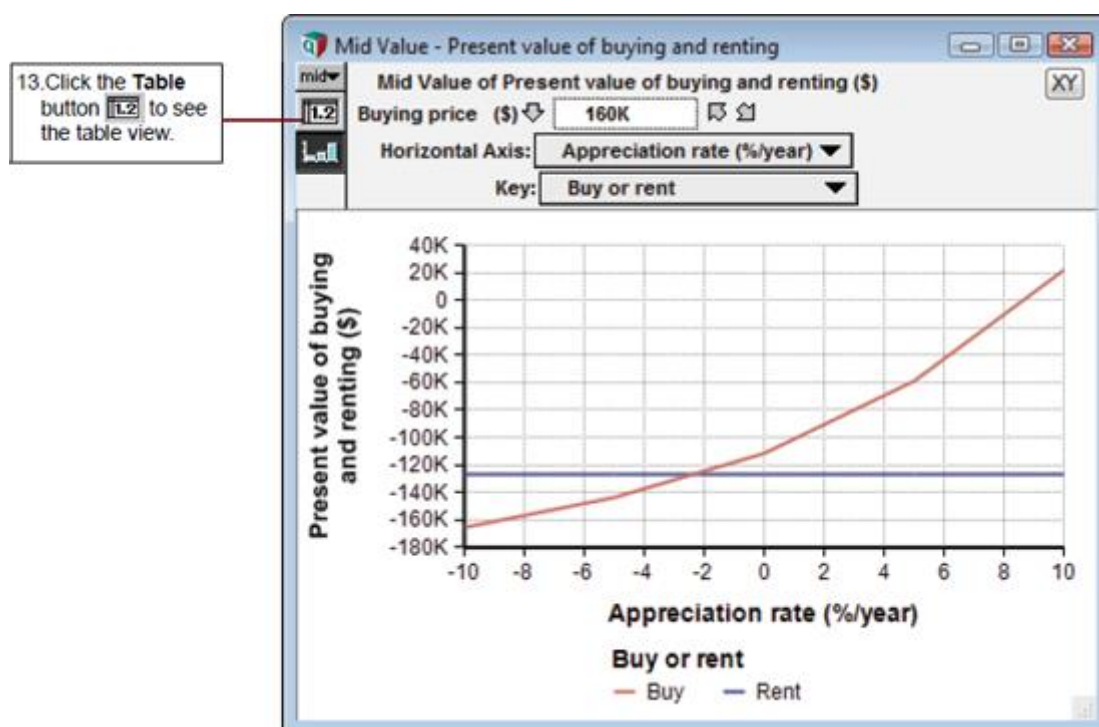
11. 下向き矢印  をクリックすると、この変数で選択できる値リストがスクロールリストに表示されます。

### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する



12. 160K をクリックして選択します。

グラフの内容が *Buying price* を **\$160K** としたときの *Costs of buying and renting* の Mid 値に変わります。



13. Table ボタン **1.2** をクリックして、テーブル表示にします。

Row index popup menu

Column index popup menu

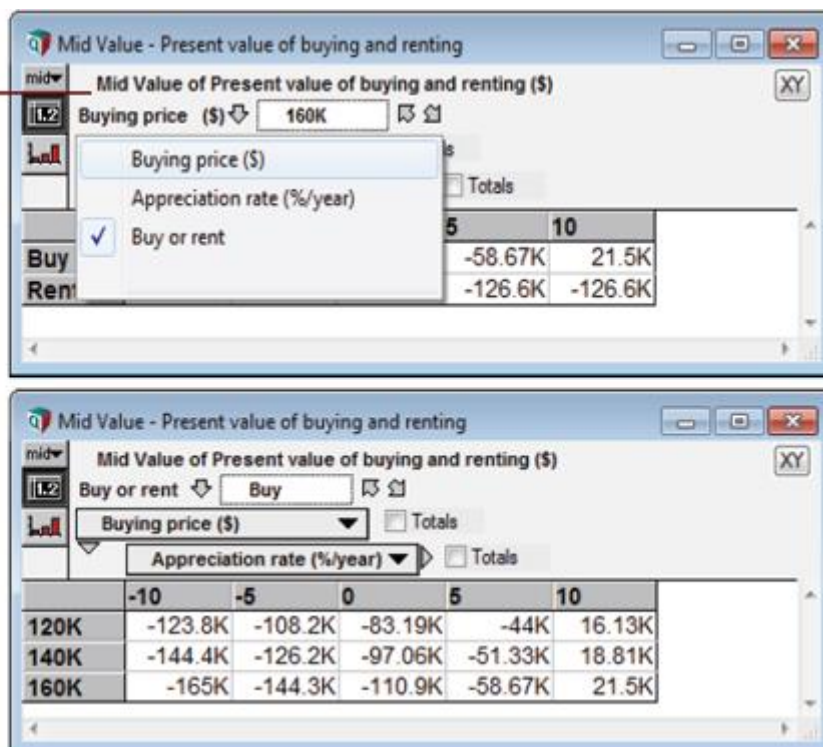
	-10	-5	0	5	10
Buy	-165K	-144.3K	-110.9K	-58.67K	21.5K
Rent	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K

行 (Row) インデックスのポップアップメニューと、列 (Column) インデックスのポップアップメニュー



14. Select *Buying Price* (\$) from the Row index popup menu.

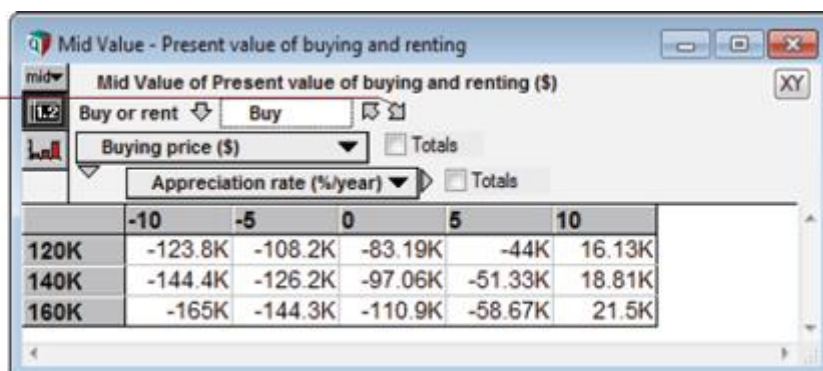
*Buy or Rent* becomes the third dimension with one value (Buy) displayed.



14. 行 (Row) インデックスのインデックスポップアップメニューで *Buying Price* (\$) を選択します。

このテーブルには、*Buying Price* と *Appreciation Rate* の値をパラメータ化した購入コストの Mid 値が表示されます。

15. Click the navigating arrow to show the corresponding table for *Rent*.



15. ナビゲーション矢印 をクリックして、該当する *Rent* テーブルを表示します。

このテーブルを見ると、*Cost to Rent* は *Buying Price* にも *Appreciation rate* にも影響を受けないことが分かります。

### 3. Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する

	-10	-5	0	5	10
120K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K
140K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K
160K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K	-126.6K

## 3.5 Rent vs. Buy Analysis モデルを分析する：まとめ

本章で行ったのは、以下のとおりです：

- 重要度分析の実行
- パラメトリック分析の実行
- 択一的決定のセットアップと比較

次の章では、Analytica の新規モデル作成についてご紹介します。

この時点で Analytica を終了させても構いません。詳しくは、"[Analytica を終了する](#)" をご覧ください。



## 4. モデルを作成する

この章では、以下の方法を紹介します：

- モデルの新規作成
- 変数ノードと入力属性の新規作成
- 変数ノードの移動と削除
- 影響矢印の描画による変数間の依存関係の定義
- 値、関数、リストによる変数の明示的な定義
- 組み込み関数の呼び出しによる変数の定義
- 簡単なパラメトリック分析の実行

本章では、Analytica モデルの新規作成方法を紹介します。

自動車の所有と運用にかかるコストを分析するためのモデルを構築する過程で、変数を作成し、依存関係を定義し、説明テキストを追加し、結果を計算します。

Analytica をまだ開いていない場合は、Analytica のアイコンをダブルクリックして開始してください。アクティブなモデルを既に Analytica で開いている場合は、**file** メニューから **close model** を選択してそれを閉じた後、**new model** を選択してください。

### 4.1 モデルを新規作成する

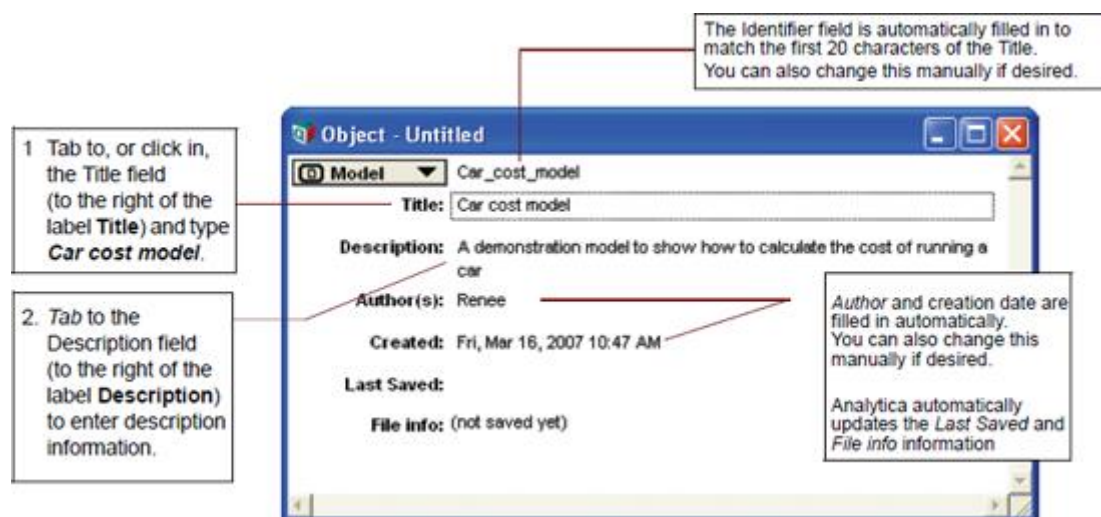
Analytica の新規セッションを開始すると、名前なし (untitled) モデルの Object ウィンドウが表示されます。Object ウィンドウの背後には、空の Diagram ウィンドウがあるのを確認できるはずです。

まずはじめに、このモデルのタイトルを入力します：

1. 属性の Title フィールド (**Title** の右側の欄) をクリックします。ここに **Car cost model** と入力したら、Alt + Enter を押します。いま入力した Title のすぐ上にある識別子 (Identifier) フィールドの内容が自動的に **Car\_cost\_model** に変わります。
2. Tab キーを押して Description 属性に移動したら以下の内容を入力します：  
**A demonstration model to show how to calculate the cost of running a car**  
(自動車運用コストの計算方法を説明するデモ用モデル)

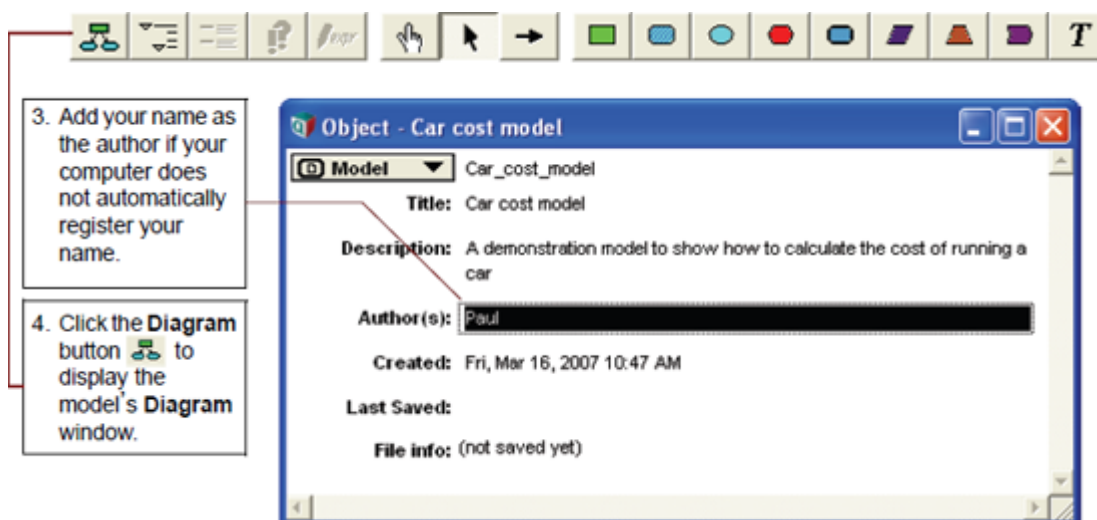
※ Tip: Title に入力した情報がはじめてでない場合、既にある識別子 (Identifier) を自動的に更新するかを確認するダイアログボックスが表示されます。

#### 4. モデルを作成する



1. Tab キーやマウスをクリックで Title フィールドを選択し、**Car cost model** と入力します。
  2. Tab キーを使って Description フィールド (**Description** ラベルの右側の欄) に移動し、説明用のテキストを入力します。
- 識別子 (Identifier) フィールドには、Title に入力したのと同じアルファベットの先頭から 20 文字が自動的に代入されます。必要があればこの内容を直接書き換えることができます。
  - *Author* と作成日 (*Created*) は自動的に入力されます。要があればこの内容を直接書き換えることができます。*Last Saved* と File Info 情報は、Analytica によって自動的に更新されます。



※ Tip: フィールド間を移動するには、キーボードの Tab キーを押すか、マウスを使用できます。



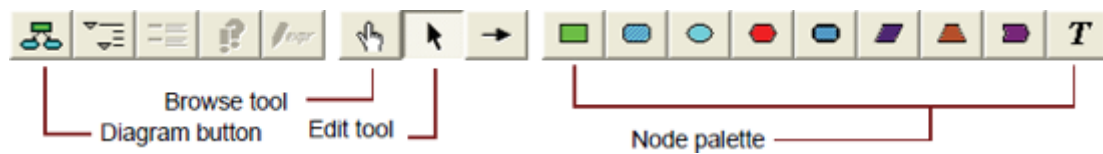
3. お使いのコンピュータのユーザー名と作者の名前が異なる場合は、ここに直接名前を入力します。

Diagram ボタン  をクリックして、このモデルの Diagram ウィンドウを開きます。

## 4.2 ダイアグラムを編集する

既に紹介した3つの章のほとんどは、ツールパレットが **browse tool**  でハイライトされた閲覧モード (browse mode) でした。閲覧モードでは、既存のモデル構造には変更を加えずに、それを表示させることができます。モデルを新規作成する際は、デフォルトで編集ツール **edit tool**  が選択されるよう設定されています。モデルを作成したり変更を加える際は、この編集ツールを使用します。

このチュートリアルでは、これから先どのツールが選択されているかに気をつけるようにしてください。




ダイアグラムボタン、閲覧ツール、編集ツール、ノードパレット

編集ツール (Edit tool) を選択すると、ノードパレット ([node palette](#)) にメニューアイコンが表示されます。これらのアイコンは、タイプの異なるノードをあらわしており、これを使ってダイアグラムにノードを追加することができます。

## 4.3 変数ノードを作成する

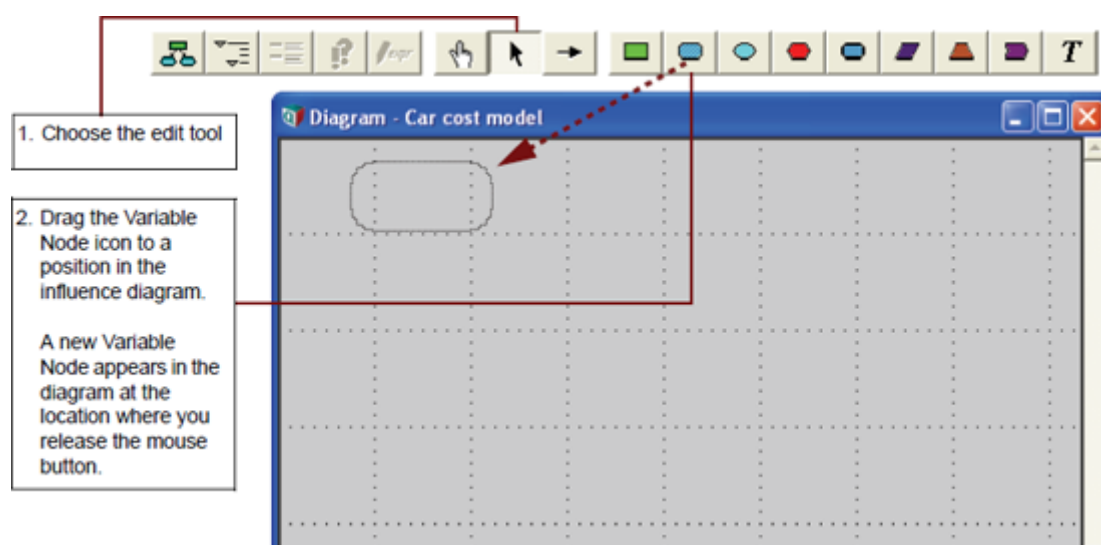
この章では、Car Cost モデルに変数を作成することにします。

影響ダイアグラムの中の各変数は、変数のクラス (Class of Variable) をあらわす形状でそれぞれ表示されます。これらの変数は、通常、ノード ([nodes](#)) と呼ばれます。ノードの形状は、その変数の内容に基づいて選択します。使用する変数をどの種類にしたらいいかわからない場合は、General (一般) 変数 (  ) を選択します。

ノードの形状に関する詳細については、“[影響ダイアグラムを理解する](#)”をご覧ください。

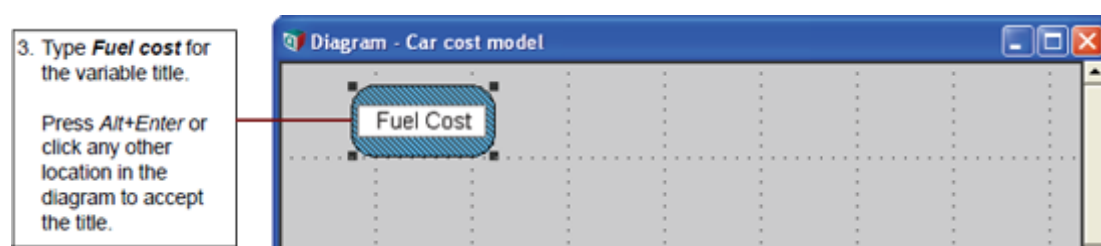
最初に作成する変数は、燃料コスト (cost of fuel) に関するものです。

#### 4. モデルを作成する



1. 編集ツールを選択します。
2. 変数ノードを影響ダイアグラムのこの位置にドラッグします。

※ Tip: モデルを構築する際は、変数の内容が分かるようなタイトルを選ぶようにしてください。変数のタイトルを記述的なもの (Descriptive) にすることで、モデルがどのようなロジックであったかを自ら思い出したり、別の人が見てもモデルがどのように作用するかを理解する手助けになります。

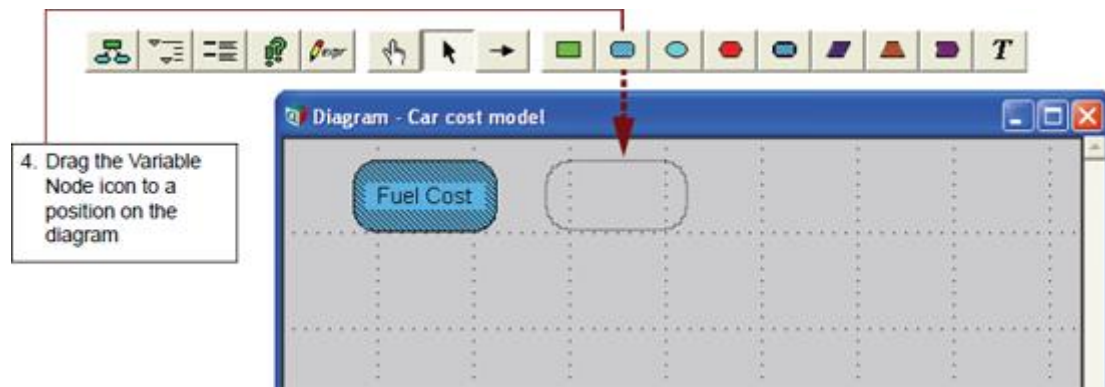


3. この変数のタイトルを **Fuel cost** として入力します。  
Alt + Enter を押すか、このダイアグラムの任意の位置をクリックしてこのタイトルを適用します。

※ Tip: *Fuel cost* のテキストの周囲が斜線パターンで塗りつぶされていますが、これは、この変数がまだ正式に定義されていないことをあらわしています。

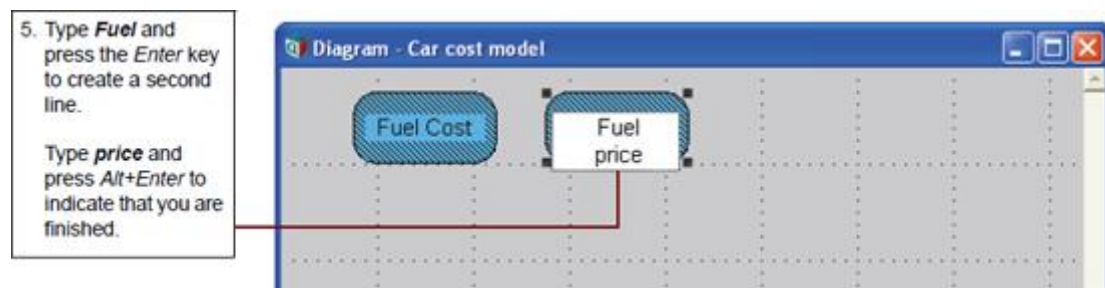
ステップ 1 と 2 を 4 回繰り返して、燃料コストに影響を及ぼす変数をあと 4 つ作成します。4 つの変数のタイトルはそれぞれ以下のとおりです：

- Fuel price (ガソリン 1 ガロンあたりの価格)
- Annual miles ( 1 年あたりに走行するマイル数)
- Mpg (ガソリン 1 ガロンあたりのマイル数)
- Age (ドライバーの年齢)

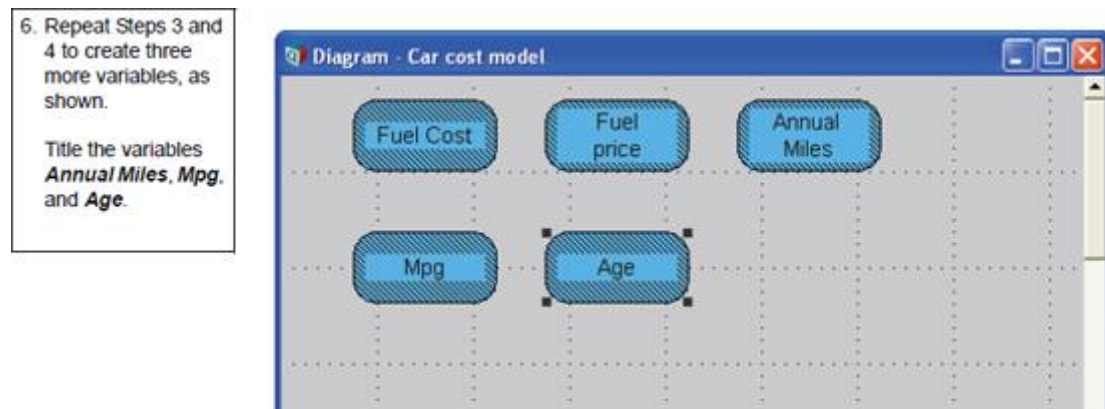


4. 変数ノードアイコンをダイアグラムのこの位置にドラッグします。

タイトルのテキストを入力すると、ノードの幅に合わせて改行されます。手動で改行させたい場合は、タイトルテキストの任意の位置で *Enter* キーを押します。また、ノードの四隅にあるハンドルをドラッグすることでノードサイズを広げること可能です。



5. **Fuel** と入力して *Enter* キーを押すと、次の行にカーソルが移動します。  
**price** と入力したら *Alt+Enter* キーを押すことで入力が完了します。



6. ステップ 3 と 4 を繰り返して、上記のように変数をあと 3 つ作成します。  
各変数のタイトルは、それぞれ、**Annual Miles**, **Mpg**, および **Age** です。

## 4.4 作成したモデルを保存する

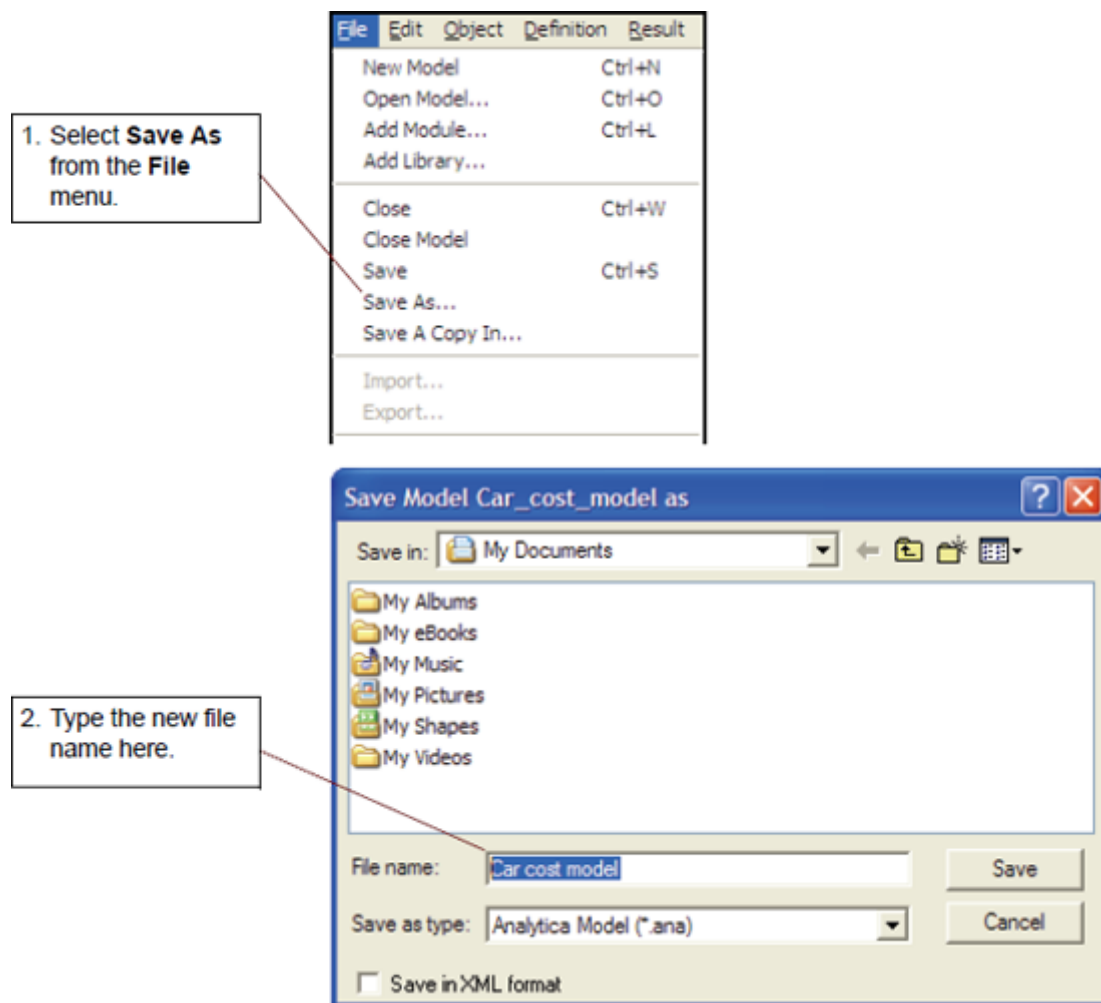
Analytica で行った変更内容は、その都度、バックアップファイルに自動的に保存されます。お使いのコンピュータ (または Analytica) が不測の事態で終了してしまった場合も、Analytica を次回起動す



#### 4. モデルを作成する

る際に、変更を加えた内容を復元させることができます。とは言え、変更を加えた内容を定期的に保存するに越したことはありません。

1. **File** メニューから **Save** を選択します (キーボードの *control-s* を押しても同じです)。モデルをはじめて保存する場合、**Save As** ダイアログが表示され、**My Documents** フォルダにデフォルトのファイル名としてモデルの Title を使用してモデルを保存するよう提案されます。この保存先を別のフォルダを変更したり、ファイル名を別の名称に変更することも可能です。
2. **Save** をクリックするか、**Enter** をクリックして、選択フォルダにモデルを保存します。

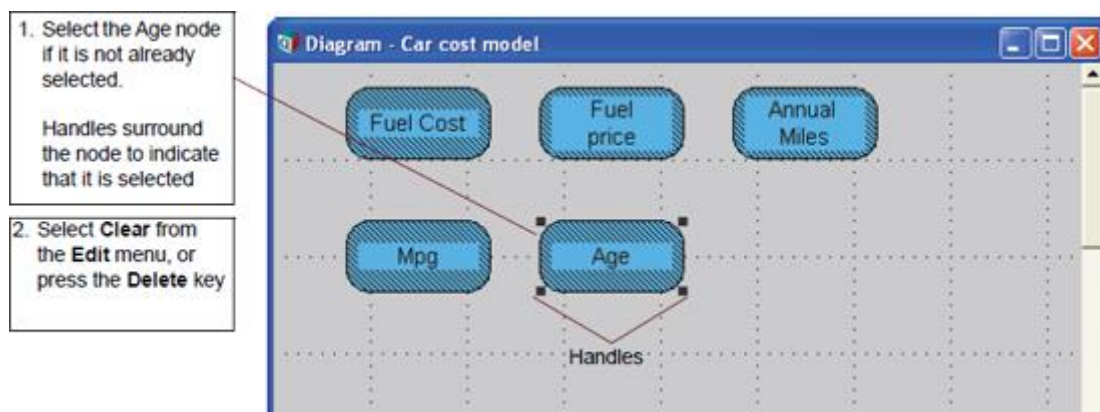


1. File メニューから Save As を選択します。
2. ファイル名を変更する場合は、ここに直接入力します。

## 4.5 変数を削除する

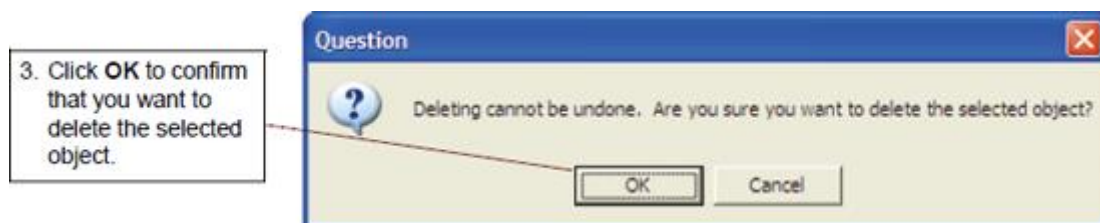
以前に作成した変数を削除したい場合があります。

例えば、この事例でドライバーの年齢 (Age) は *Fuel Cost* 変数について理解する上では関係がないものと考えたとします。そこで、Age 変数を削除することにします。



1. Age ノードを選択していない場合はこれを選択状態にします。
2. **Edit** メニューから **Clear** を選択するか、キーボードの **Delete** キーを押します。

**Delete** コマンドは元に戻すことができませんので、Analytica によって本当に削除しても良いかという確認画面が表示されます。



3. 選択オブジェクトの削除を確認して、OK をクリックします。

## 4.6 ノードを移動する

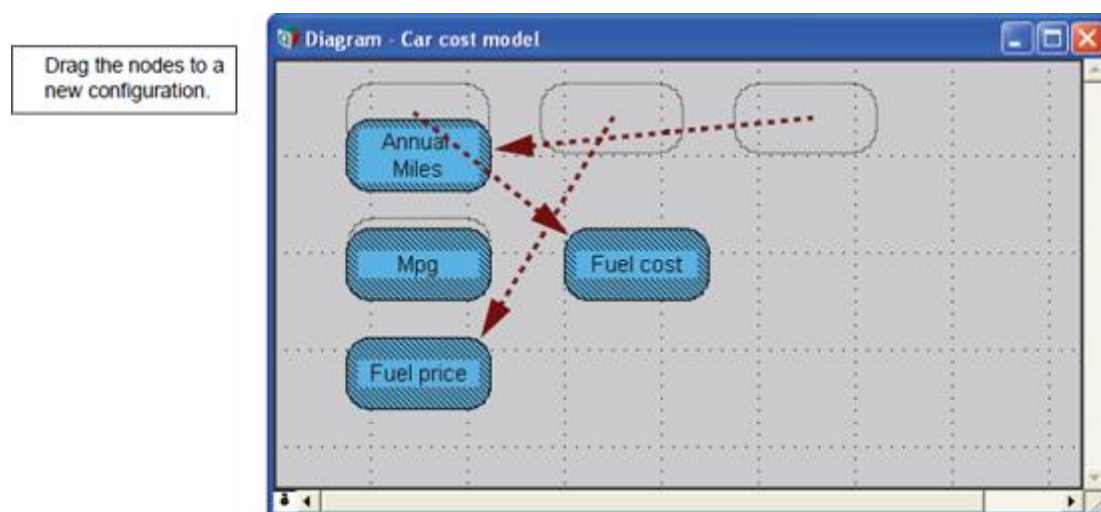
モデルの作成にあたり、影響ダイアグラムの内容が理解しやすいものとなるようにレイアウトを構築してください。しかし、モデルの見直しを進めていくうちに、幾つかのノードを一定の方法でグループ化する方が、より目的に適うと確信を抱くでしょう。

この事例では、Fuel cost がその他の3つの変数から求められるものと考えます。従って、これを他とは別の場所に配置したいと考えます。

ノードの移動は、それを移動したい位置にドラッグするだけで簡単に行うことができます。以下の図に示すように、ノードの位置を別の場所に移動するだけです。

※ Tip: Control または Shift キーを押しながらノードを選択するか、または、何もない領域にカーソルを置いたあとそれを斜めにドラッグしながら選択したいノードの周囲を矩形で取り囲むことで、複数のノードを選択することができます。

## 4. モデルを作成する

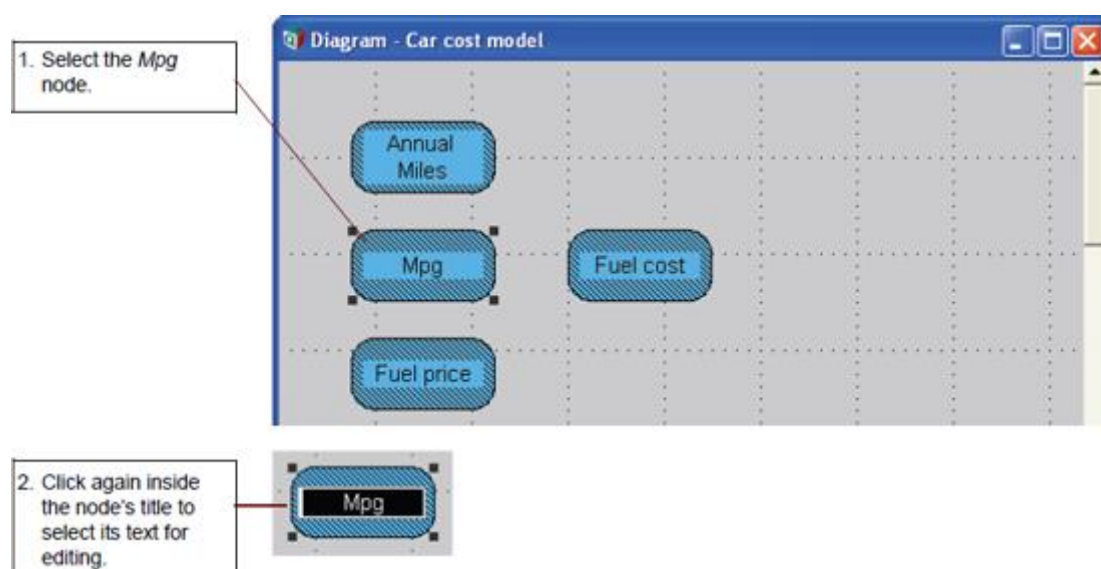


ノードをドラッグして位置を変更します。

※ Tip: ドラッグ操作は、**Edit** メニューの **Undo/Redo** を選択するか、キーボードのショートカット **Control+Z** を押すことで、アンドウ (操作の取り消し) またはリドゥ (やり直し) を行うことができます。

## 4.7 変数のタイトルを編集する

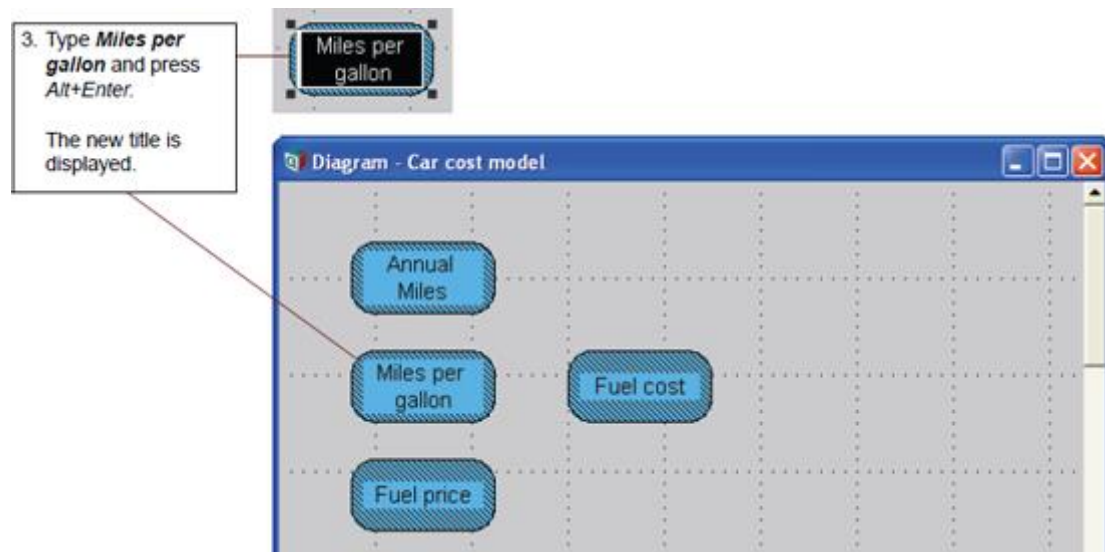
変数ノードの内側に表示されるそれぞれの名称をタイトル (**Title**) といいます。この事例では、*Mpg* という略字のタイトルを *Miles per gallon* という長いタイトルに書き換えてみましょう：



1. Mpg ノードを選択状態にします。
2. ノードを内側のタイトルをもう一度クリックして、そのテキストを編集できる状態にします。

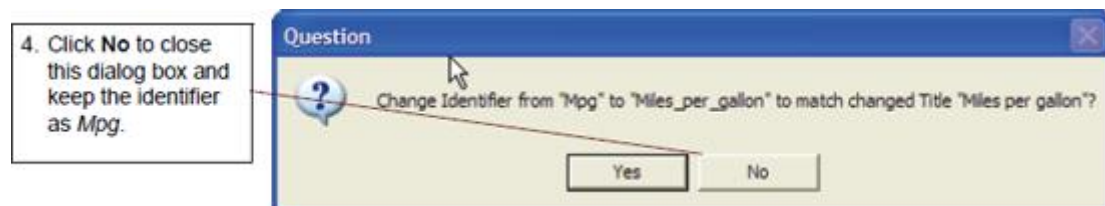
※ Tip: ノードを選択状態にするためのクリックと、内部テキストを選択状態にするクリックとの間には若干の間を置いてください。2度のクリックをあまりにも早く行くと、Analitca はこれをダブルクリックであると誤って判断して **Object** ウィンドウを開いてしまいます。

**Object** ウィンドウを開いてしまった場合は、**Diagram** ボタン  をクリックして **Diagram** ウィンドウに戻ってください。



3. *Miles per gallon* と入力したら、**Alt+Enter** キーを押してください。

ノードタイトルを変更すると、その識別子 (Identifier) も自動的に変更するか否かというダイアログが表示されます。



4. **No** をクリックしてこのダイアログボックスを閉じます。この場合、識別子 Mpt に変更は加わりません。

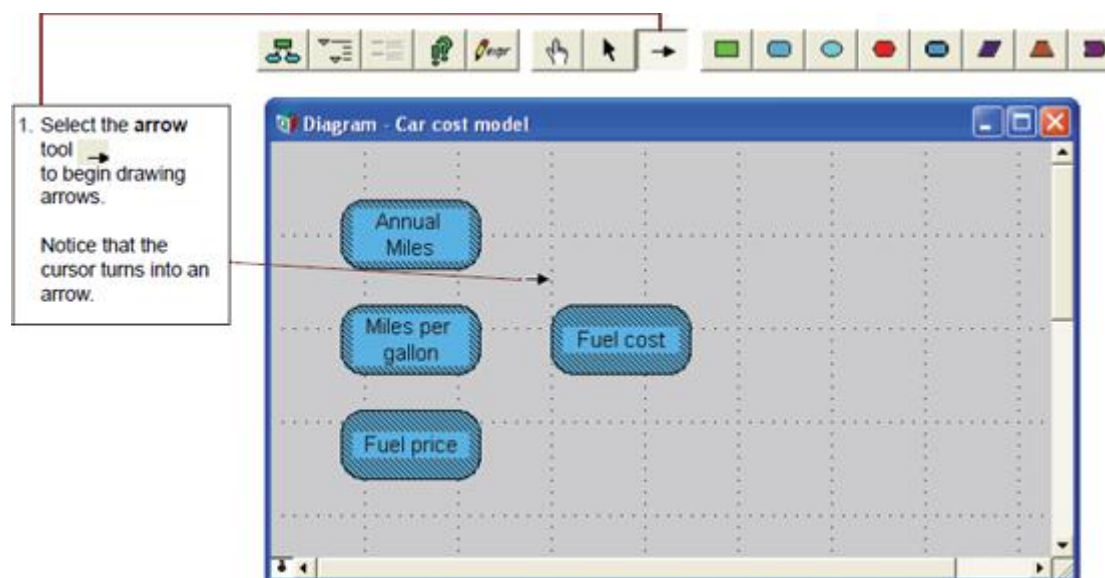
※ Tip: 識別子(identifier) の自動更新機能を無効にするか、または、変更があったら全て自動更新するように設定することで、このダイアログを表示させないようにすることができます。詳しくは、*Analytica User Guide* の第4章にある “Preferences dialog” セクションをご覧ください。

## 4.8 ノード間に矢印を描画する

影響ダイアグラムで変数間の関係を表示できる機能は、Analytica に備わる最もパワフルな機能の一つです。変数間に依存関係を設定するには、影響矢印 (**Influence arrows**) を使用します。

*Fuel cost* 変数の値は、*Miles per gallon* 変数によって左右されるため、これら2つのノードを接続する矢印を描画することにしましょう。

#### 4. モデルを作成する



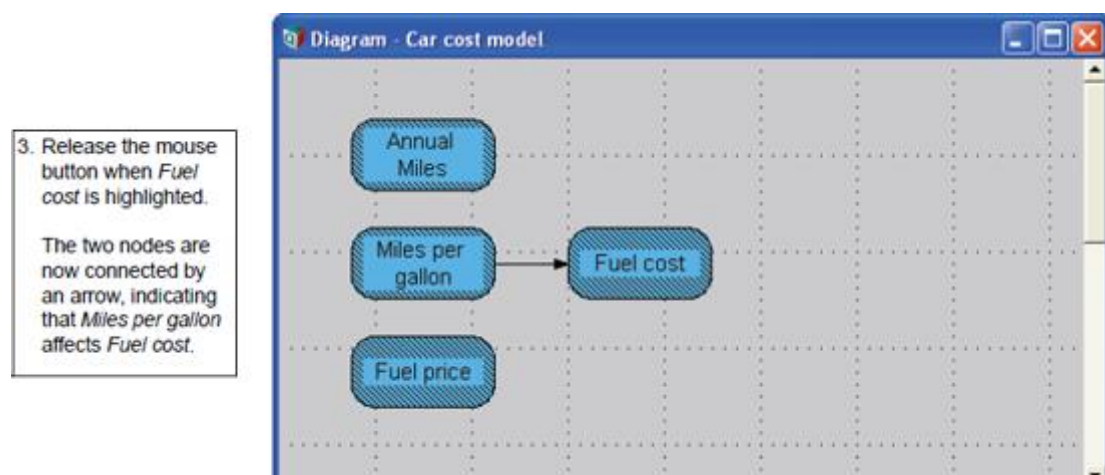
1. 矢印ツール  を選択して矢印の描画を開始します。

カーソルの形状が矢印に変わる点に注意してください。



2. *Miles per gallon* ノードから *Fuel cost* ノードに向けてマウスをドラッグします。

両方のノードがハイライトで表示されます。



3. *Fuel cost* ノードがハイライトしたらマウスのボタンを離します。

2つのノードが一本の矢印で接続されたはずです。  
*Miles per gallon* が *Fuel cost* に影響を及ぼすことをこれであらわしています。



2つのノードが矢印でつながっていない場合は、ステップ 1 から 3 を繰り返してください。

## 4.9 矢印を削除する

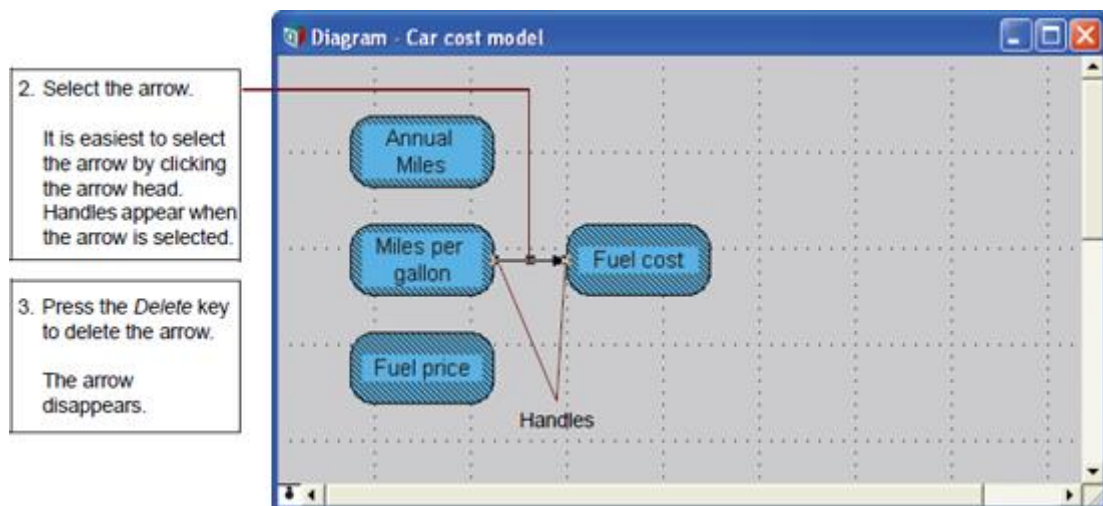
モデルの内容に関して、間違いや変更があったことを理由に矢印を削除したいことがよくあります。このセクションでは、*Miles per gallon* と *Fuel cost* をつないだ矢印を削除する方法を紹介します。

矢印を削除するには、編集ツールまたは矢印ツールのいずれかを利用できます。

まずはじめに、編集ツールまたは矢印ツールが選択状態になっているかを確認します。



1. 矢印ツールまたは編集ツールが選択状態になっているかを確認します。



2. この矢印を選択します。

カーソルでクリックするのが最も簡単です。  
矢印が選択されたらハンドルが表示されます。

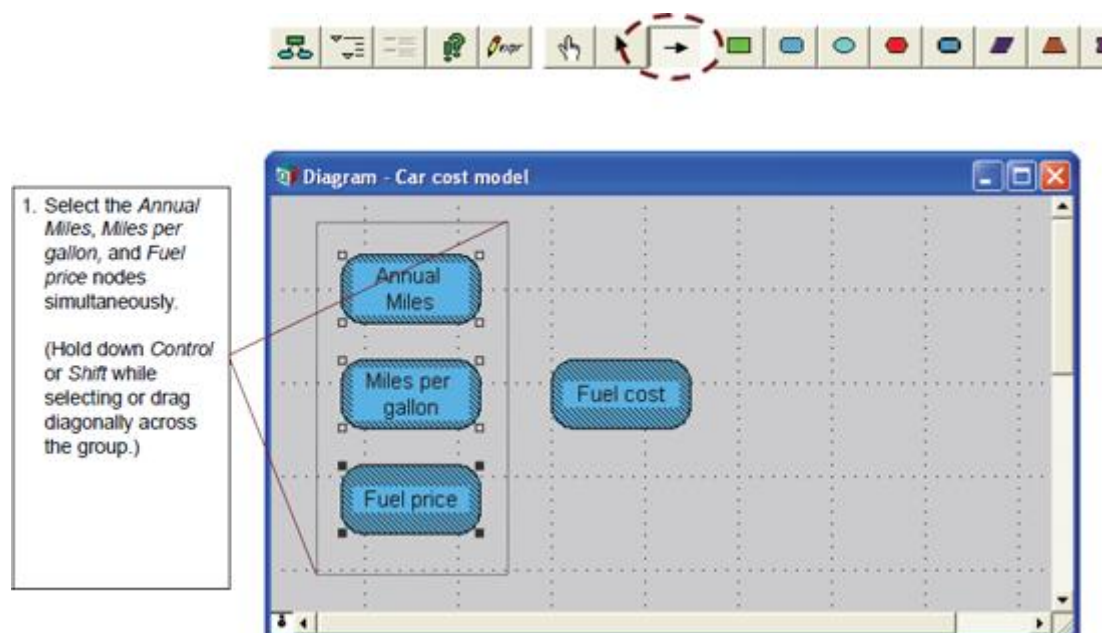
3. Delete キーを押すとこの矢印が削除されます。  
矢印が削除されると非表示になります。

## 4.10 複数の矢印を接続する

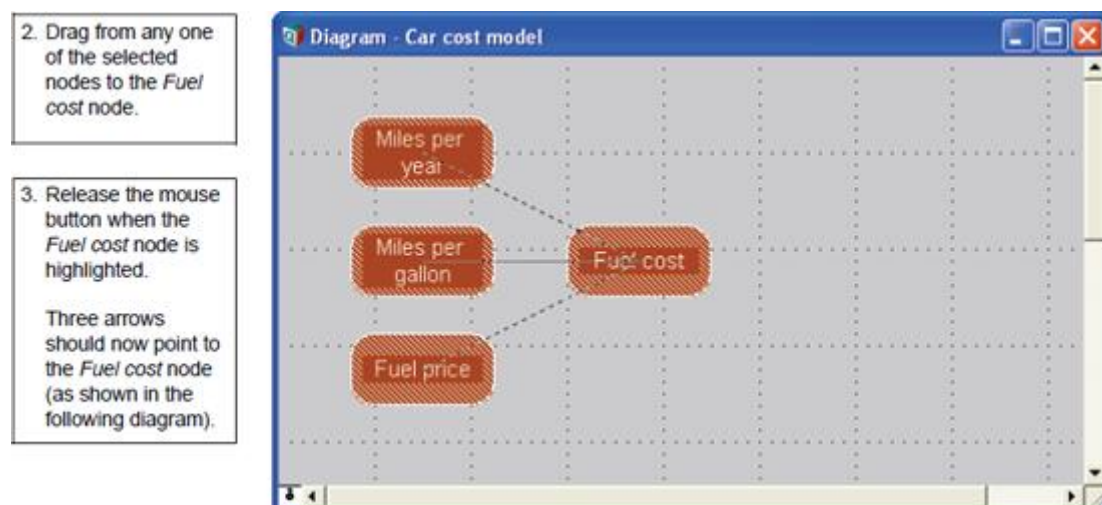
ある変数がそれ以外の複数の変数によって影響を受ける場合、それらをあらわす複数の矢印を一度に描画することができます。この例では、*Fuel cost* 変数に寄与する 3 つの変数を接続する方法を紹介します。

#### 4. モデルを作成する

まずはじめに、矢印ツールが選択されているかをご確認ください。

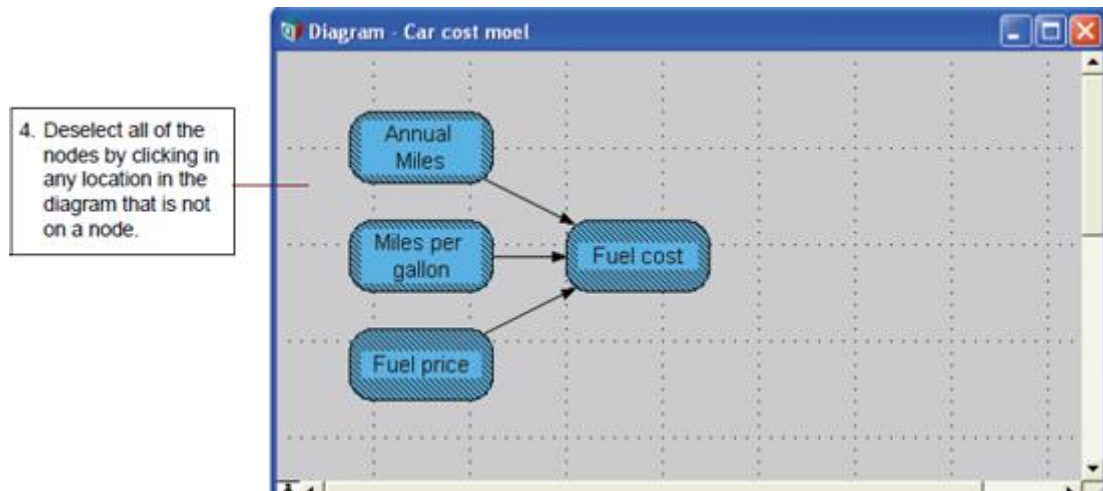


1. Annual Miles, Miles per gallon, および、Fuel price の3 ノードを一度に選択します。  
(Control または Shift キーを押しながら選択するか、このグループの周囲をマウスでドラッグします)



2. 選択したノードのいずれかから、Fuel cost ノードに向けてマウスをドラッグします。

3. Fuel cost ノードがハイライトになったらマウスボタンを離します。  
3つの矢印が Fuel cost ノードを指し示すはずですが (下図参照)。




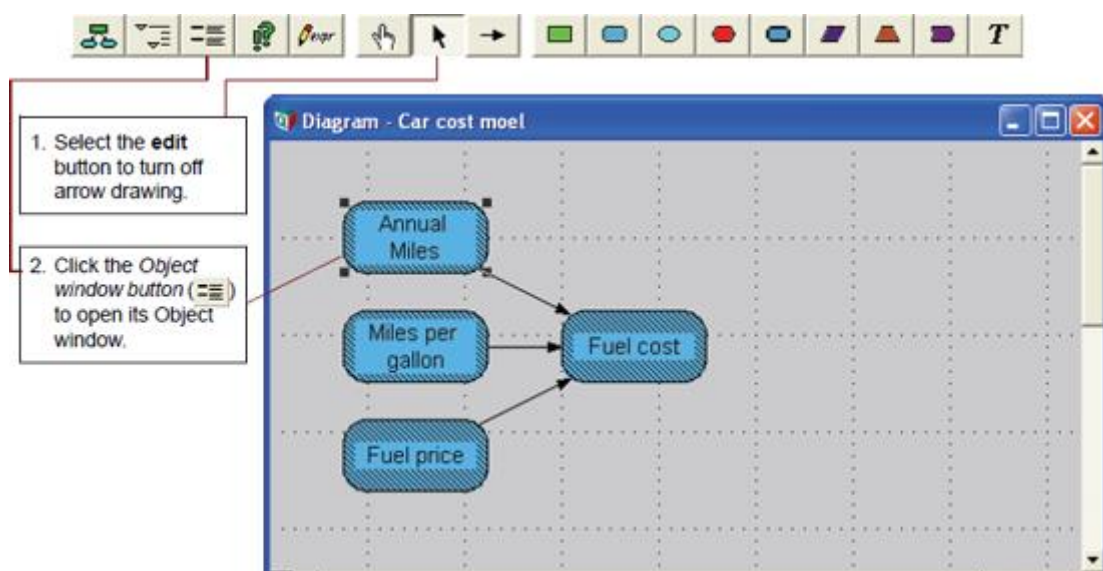
4. ダイアグラムの空いた位置をクリックして、ノードすべての選択状態を解除します。



## 4.11 属性をオブジェクトウィンドウに入力する

いずれの変数 (またはその他のオブジェクト) にも、その識別子 (Identifier)、タイトル (Title)、単位 (Units)、説明 (Description)、および、定義 (Definition) といった属性を表示したり編集するためのオブジェクトウィンドウ ([Object window](#)) がそれぞれ用意されています。

このセクションでは、オブジェクトウィンドウを使用して、*Annual Miles* 変数の属性を入力することにします。

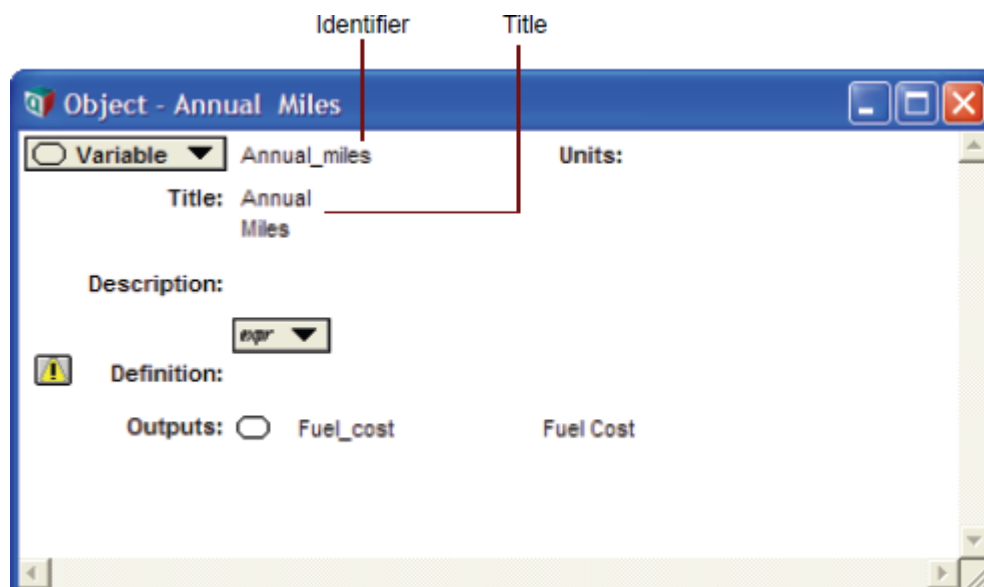
まずはじめに、編集 (**edit**) ボタン (  ) が選択されていることをご確認ください。



1. **edit** ボタンを選択して、矢  描画を無効にします。
2. **Object Window** ボタン (  ) をクリックして、選択オブジェクトのオブジェクトウィンドウを開きます。

#### 4. モデルを作成する

※ Tip: 閲覧 (browse) または矢印 (arrow) ツールを選択している場合でも、ノードをダブルクリックすることで、その変数の Object ウィンドウを開くことができます。閲覧ツールで開いた場合は、ドキュメントの入力や変更はできません。

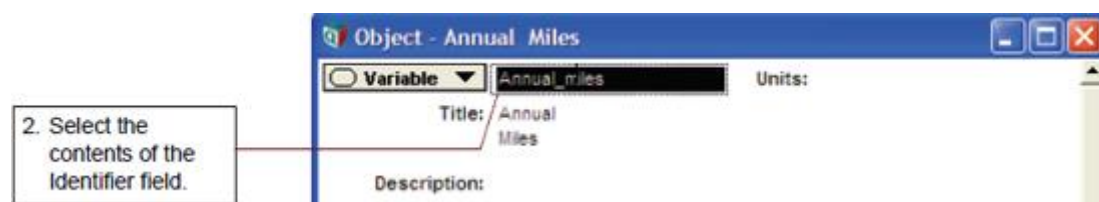


オブジェクトウィンドウの識別子 (Identifier) とタイトル (Title)

上記オブジェクトウィンドウの **Annual\_miles** が識別子 (identifier) です。Analytica では、タイトルの作成時に識別子が割り当てられます。識別子には、タイトルで使った最初の20文字が使用されます。スペースや句読点がある場合は、アンダースコア (\_) に置き換えられます。識別子の大文字と小文字は Analytica では区別されません。

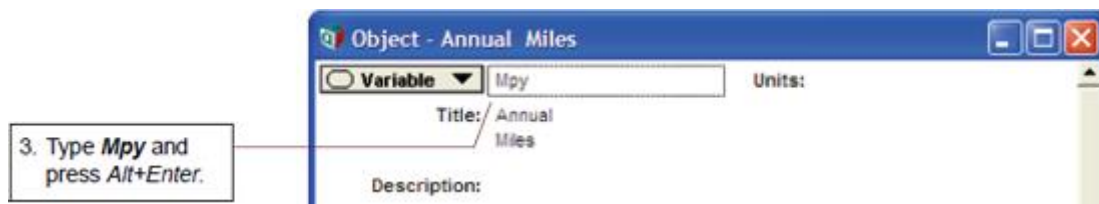
識別子とタイトルのいずれも直接編集することができます。

まずはじめに、この変数の識別子を縮めて省略型の表記に変更することにします。あとからこれ以外の変数を定義する際に、この変数の扱いが簡単になるからです。その後、この変数に関する詳しい説明を入力します。

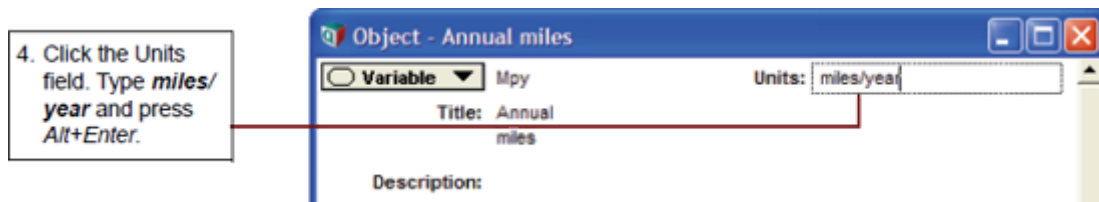


2. 識別子 (Identifier) フィールドの内容を選択状態にします。

#### 4.11 属性をオブジェクトウィンドウに入力する

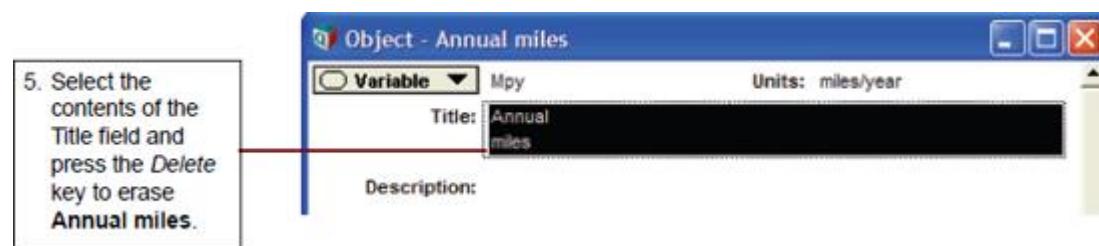


3. *Mpy* と入力したら、**Alt+Enter** キーを押します。

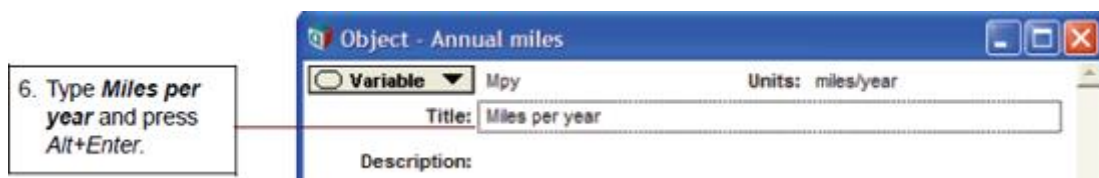


4. 単位 (Units) フィールドをクリックします。*miles/year* と入力したら **Alt+Enter** キーを押します。

※ Tip: *Miles per year* 変数を使用する際、Unit フィールドに入力された情報を使用してグラフやテーブルにラベルが付けられます。Analytica の数学的計算においては単位は一切使用されません。

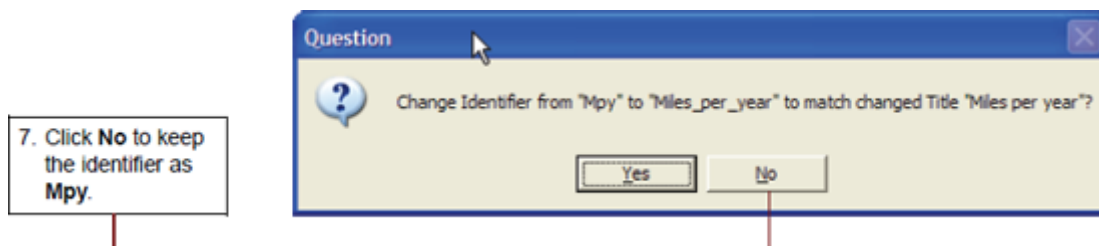


5. タイトル (Title) フィールドの内容を選択したら **Delete** キーを押して **Annual miles** を削除します。



6. *Miles per year* と入力したら **Alt+Enter** キーを押します。

※ Tip: ノードのタイトルに変更を加える場合、変更した内容に応じてその識別子を自動的に変更するか否かのダイアログが表示されます。



7. **No** をクリックして、識別子は **Mpy** のままに維持します。



## 4. モデルを作成する



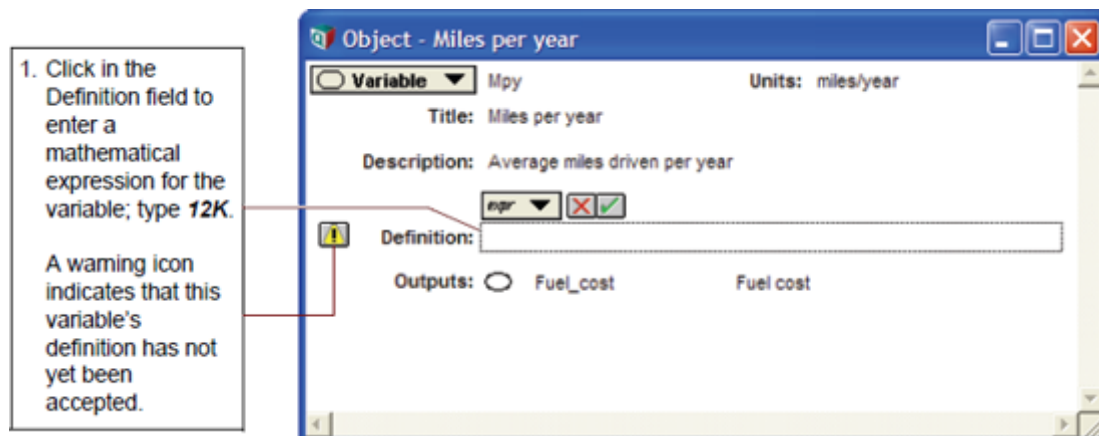
8. Description フィールドをクリックして、*Average miles driven per year* (1年あたりの平均マイル数) と入力したら、*Alt+Enter* キーを押します。

## 4.12 変数を明示的な値として定義する

Analytica では、様々なタイプの変数が使用されます。このセクションでは、ある変数に単純な値を明示的に入力することにします。関数の式やリストについては、この章の後の方で説明します。その他の変数タイプについては、後の章で取り扱います。

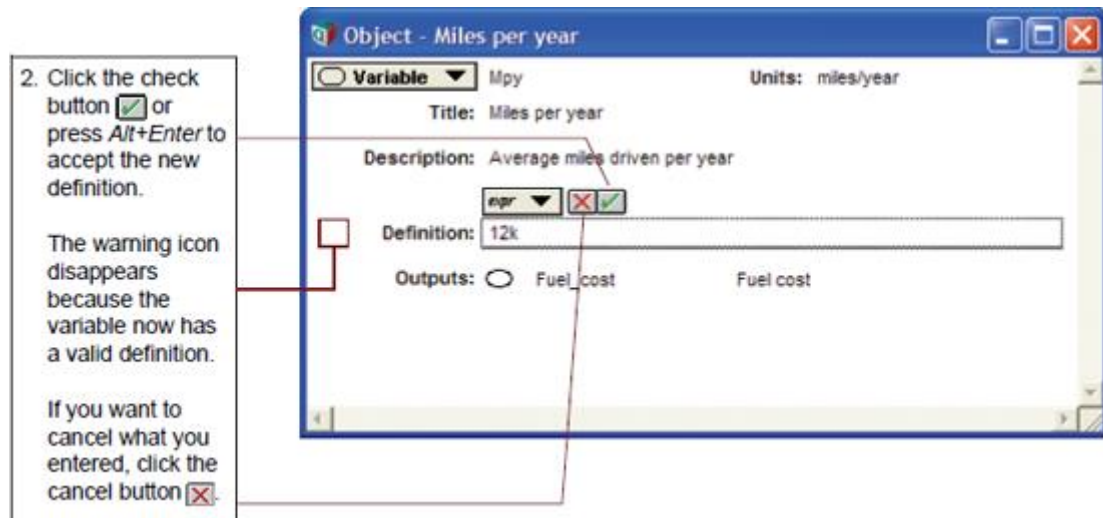
- 変数を関数の式であらわす場合は、“[変数を他の変数の関数として定義する](#)”をご覧ください。
- 変数をリストであらわす場合は、“[変数をリストとして定義する](#)”をご覧ください。
- 変数をテーブルであらわす場合は、“[配列 \(テーブル\) を使って作業する](#)”をご覧ください。
- 組込み関数を使った実例については、“[組込み関数を使用して変数を定義する](#)”をご覧ください。

まずはじめに、*Miles per year* を 12,000 に定義します。



1. Definition フィールドをクリックして、この変数を定義する数式を入力します。  
ここでは **12k** と入力します。

※ Tip: 数値の後の添え字  $\mu$  や K は、Analytica 全体で広く使用されます。これらの添え字に関する簡単な説明については、[本チュートリアル](#)の後のページをご覧ください。



2. チェックボタン をクリックするか、Alt+Enter キーを押して、新しい定義を適用します。

変数の定義として有効な内容が入力されると警告アイコンが消えます。  
入力内容を取り消したい場合は、キャンセルボタン をクリックします。

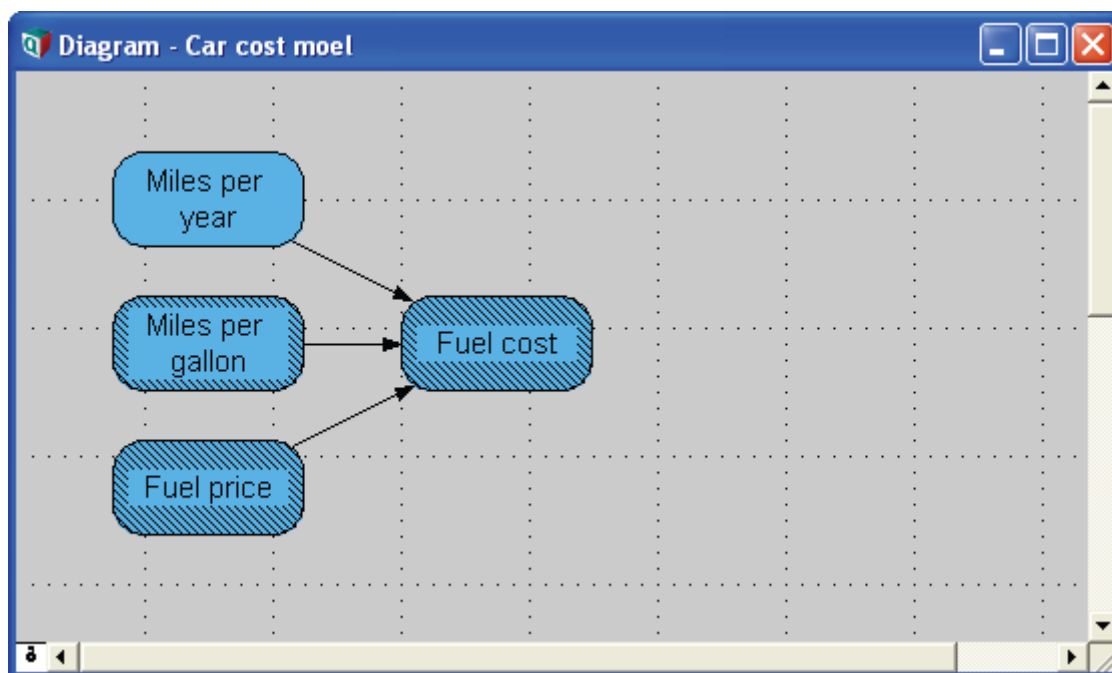
他の変数を定義する際、その内容に *Miles per year* 変数の識別子 (identifier) *Mpy* が含まれていれば、ここで定義した値 **12K** がその値として使用されることになります。



3. Diagram ボタンをクリックして、影響ダイアグラムに戻ります。

*Miles per year* ノードの周囲には、以下の図のように斜線のパターンはもうありません。斜線のないクリアなノードは、*Miles per year* に有効な定義がなされていることをあらわします。

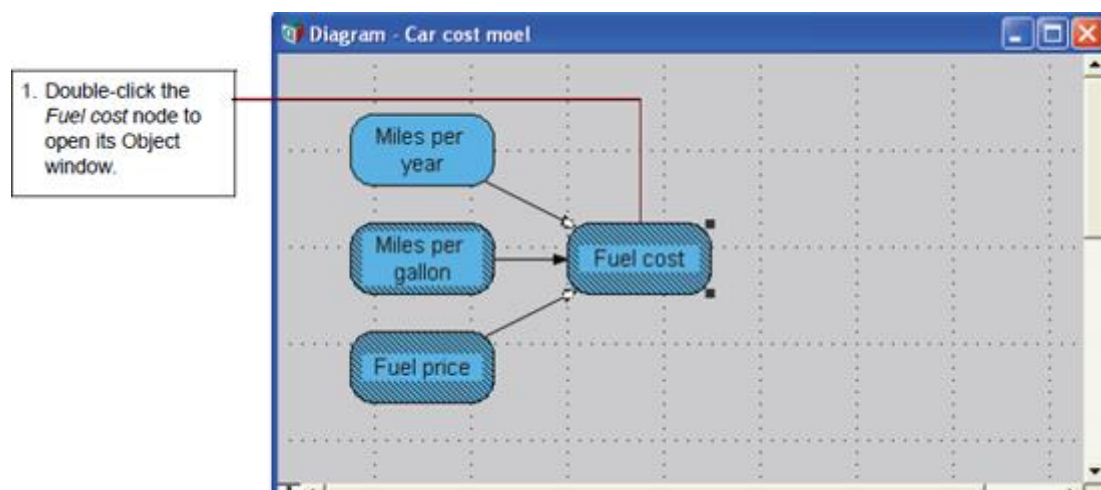
#### 4. モデルを作成する



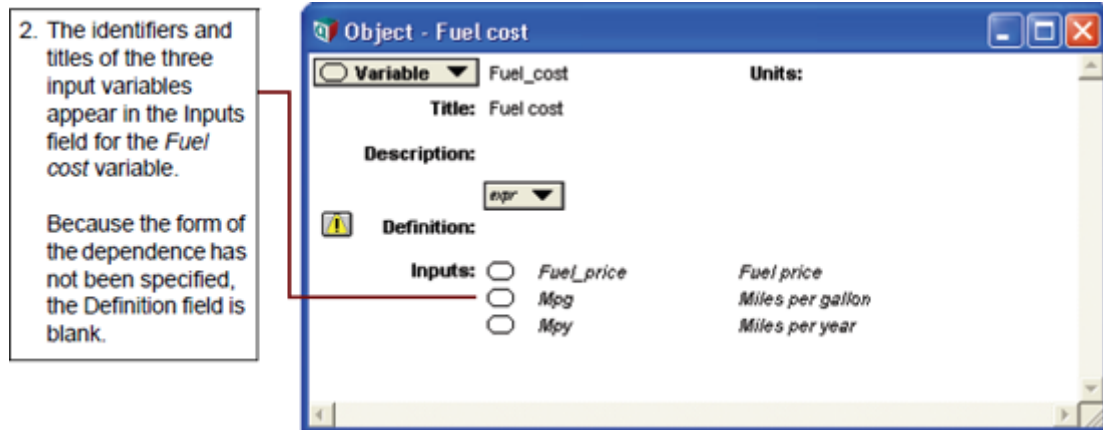
### 4.13 変数を他の変数の関数として定義する

ある変数がそれ以外の別の変数によって変化する場合、変数どうしの関係をあらわす式を入力する必要があります。*Fuel cost* とそれ以外のノードを接続する影響矢印 (Influence arrow) の向きは、依存関係の向きをあらわします。

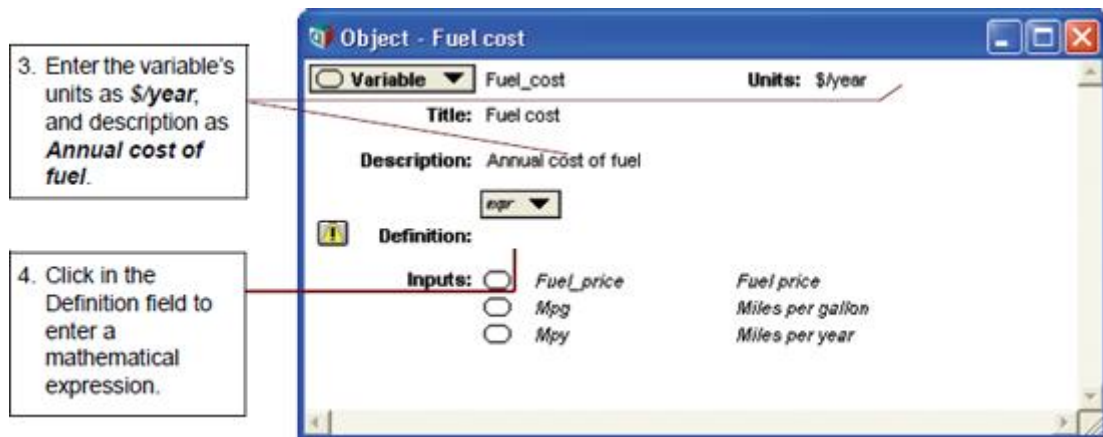
このセクションでは、*Fuel cost* の定義を入力するに際して *Miles per year*, *Miles per gallon*, および *Fuel price* の値を使うことにします。



1. *Fuel cost* ノードをダブルクリックして、この変数のオブジェクトウィンドウを開きます。



2. *Fuel cost* 変数の Inputs フィールドには、3つのインプット変数の識別子 (identifier) とタイトル (Title) がそれぞれ表示されます。  
依存関係の形式はまだ指定されていないので、Definition フィールドは空白になっています。



3. *Fuel cost* 変数の単位として *\$/year* を、その説明 (description) として、*Annual cost of fuel* をそれぞれ入力します。

4. Definition フィールドをクリックして、数式を入力します。

*Fuel cost* は、燃料価格 (fuel price) に走行マイル数 (miles driven) を乗じて、1 ガロンあたりのマイル数 (miles per gallon) で除したものになりますので、Definition フィールドには、次式を入力することになります。

- 式：

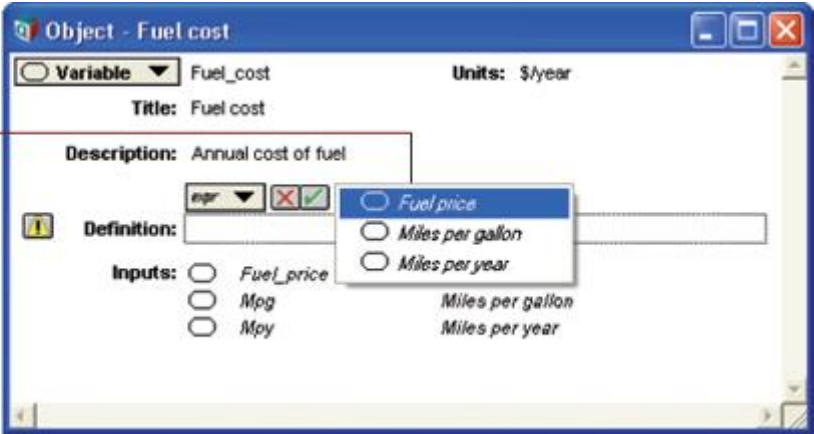
```
Fuel_price * Mpy / Mpg
```

アスタリスク (\*) 記号は乗算を、スラッシュ (/) 記号は除算をそれぞれあらわします。

#### 4. モデルを作成する

5. From the Inputs popup menu select the name of the variable that you want to add, in this case, *Fuel price*. *Fuel\_price* appears in the Definition field.

6. Type an asterisk (\*).



5. Inputs ポップアップメニューから追加する変数の名称を選択します。このケースでは、*Fuel price* を選択します。Definition フィールドには *Fuel\_price* が表示されます。

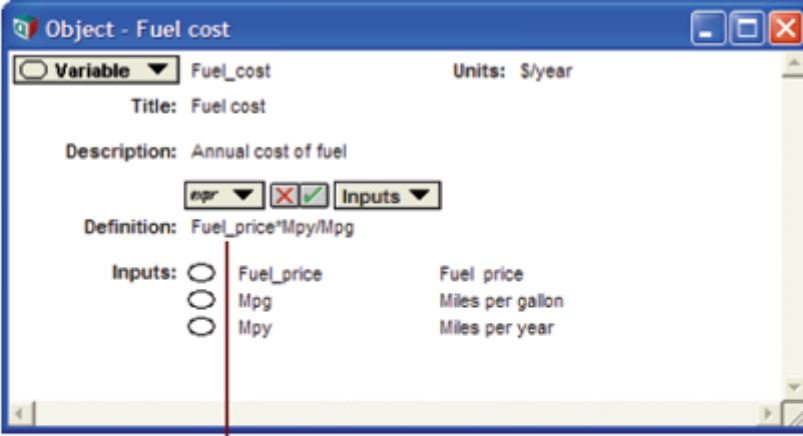
6. アスタリスク (\*) を入力します。

7. Select *Miles per year* from the Inputs popup menu.

8. Type a slash (/).

9. Select *Miles per gallon* from the Inputs popup menu.

10. Press **Alt+Enter** or click the check button ☒ to accept the definition. The Definition field should look like this (spaces between terms and operators are optional).



7. Inputs ポップアップメニューから *Miles per year* を選択します。

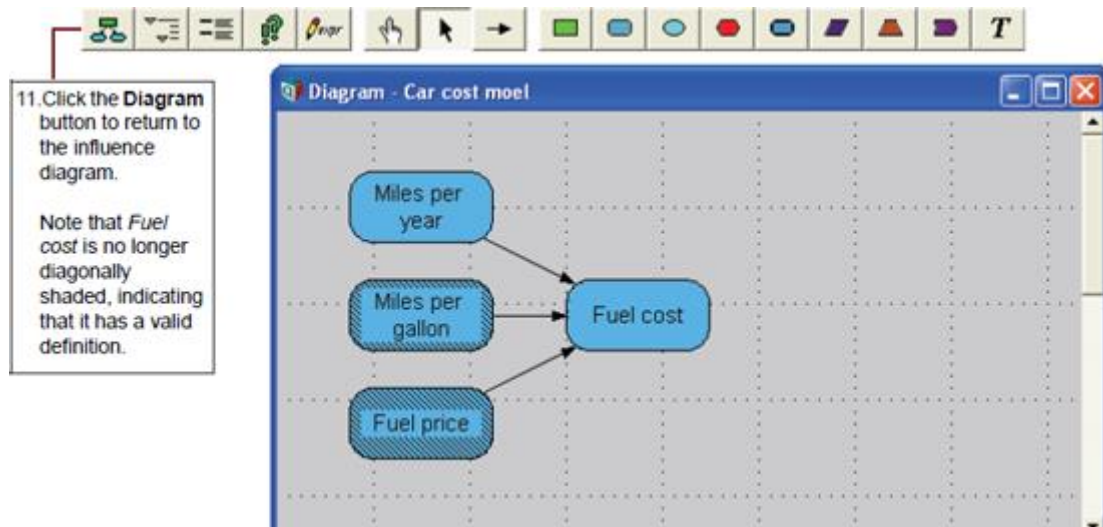
8. スラッシュ (/) を入力します。

9. Inputs ポップアップメニューから *Miles per gallon* を選択します。

10. Alt+Enter キーを押すか、チェックボタン ☒ をクリックして、定義した内容を適用します。Definition フィールドは図のようになっているはずで、項と演算子の間のスペースはオプションです。

*Fuel cost* の値は、入力した定義内容に基づいて計算されます。すなわち、*Fuel price* と *Miles per year* を乗じた値が、*Miles per gallon* の値で除算されます。





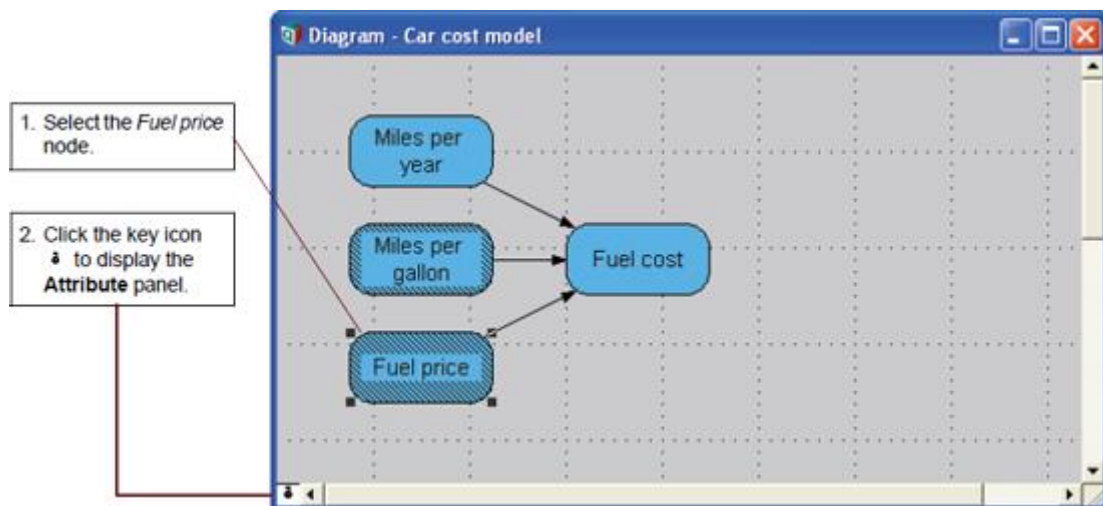
11. Diagram ボタンをクリックして影響ダイアグラムに戻ります。

なお、Fuel cost の斜線枠が消えていることから、定義した内容が有効であることが分かります。

## 4.14 属性パネルを使用して属性を入力する

ある変数の属性を、オブジェクトウィンドウとして別ウィンドウを使うのではなく、Diagram ビューの一部として属性パネル ([Attribute Panel](#)) で表示したり編集できると便利だと思う場合があります。

このセクションでは、Fuel price 変数のデータを属性 (**Attribute**) パネルを使って入力することになります。

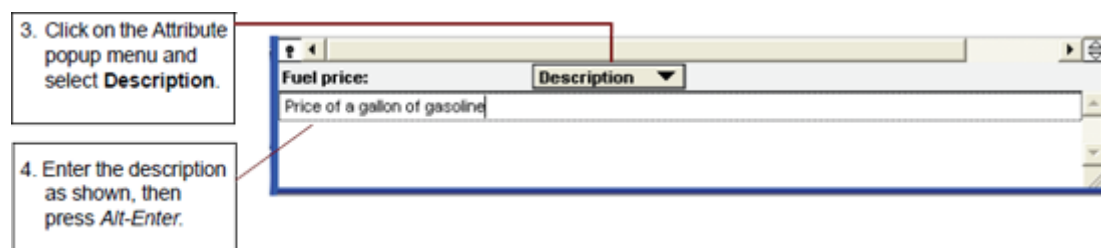


1. Fuel price ノードを選択します。

2. キーアイコン  をクリックして属性 (**Attribute**) パネルを表示します。

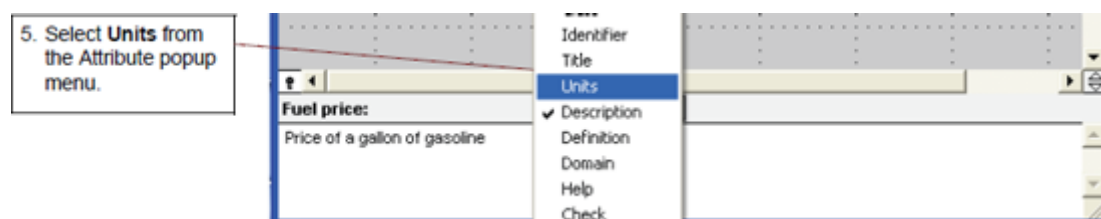
#### 4. モデルを作成する

ダイアグラムの下側に属性パネルが表示されます。このビューを使えば、現在選択されている変数のデータを影響ダイアグラム内で入力したり編集することができます。

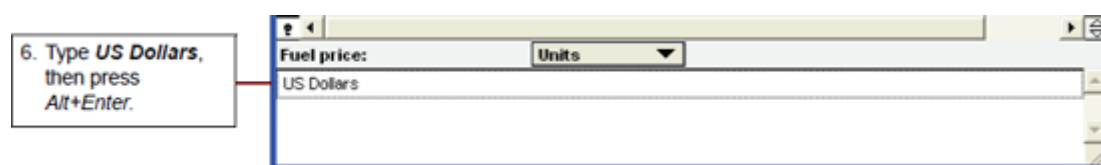


3. Attribute ポップアップメニューをクリックして、**Description** を選択します。

4. 図のように説明を入力したら、**Alt+Enter** キーをクリックします。



5. Attribute ポップアップメニューから **Units** を選択します。

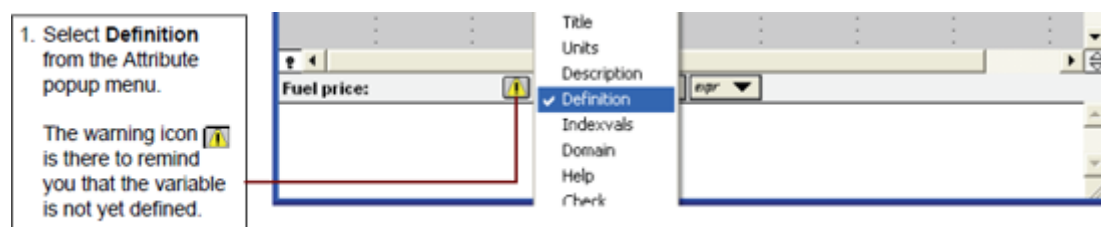



6. **US Dollars** と入力したら、**Alt+Enter** キーをクリックします。

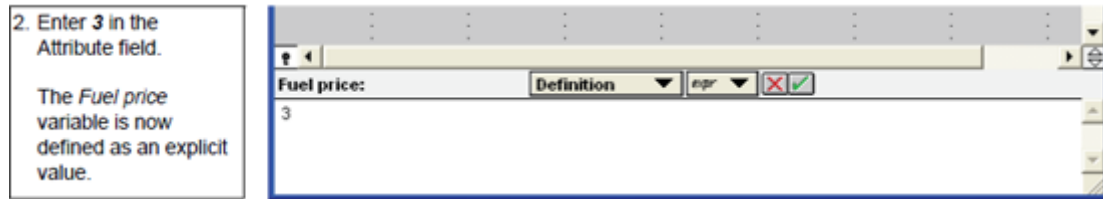
以上で、*Fuel price* 変数の属性を入力することができましたので、ひきつづき、属性パネルで定義を入力することにします。

この事例では、*Fuel price* の値を \$3 per gallon の固定であると仮定します。

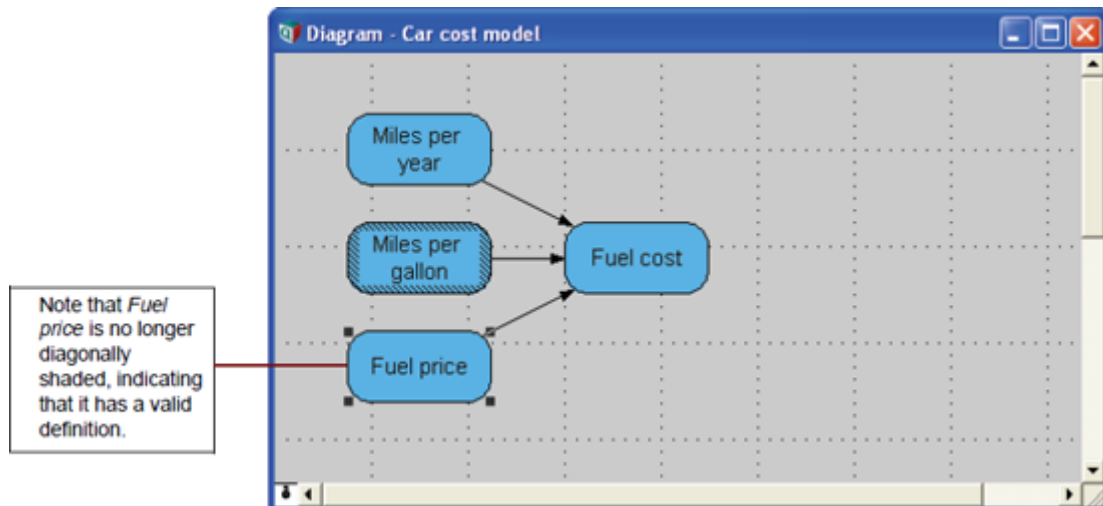
Attribute ポップアップメニューから **Definition** を選択したら **3** と入力します。



1. Attribute ポップアップメニューから **Definition** を選択します。  
警告アイコン  があるのは、この変数が未定義であることをあらわしています。



2. Attribute フィールドに **3** と入力します。

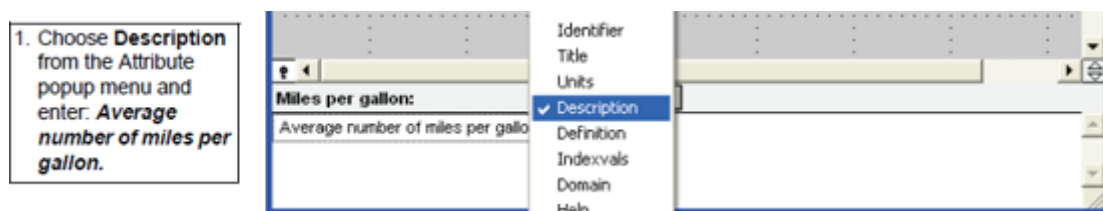


Fuel price の斜線枠が消えていることから、定義した内容が有効であることが分かります。

## 4.15 変数をリストとして定義する

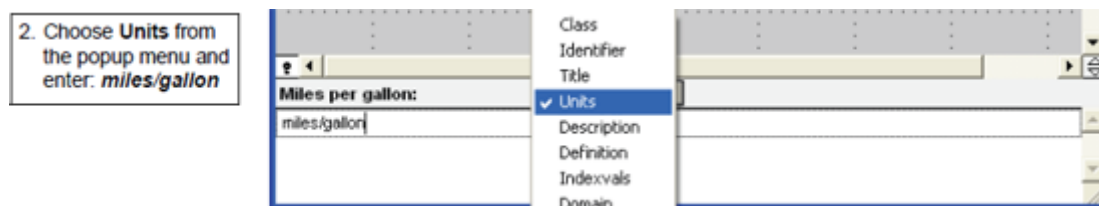
このセクションでは、*Miles per gallon* 変数の属性を入力し、それを一連の数値として定義することになります。この数列は、後ほど、*Fuel cost* が *Miles per gallon* によっていかに影響を受けるかを調べるパラメトリック分析の実行に使用します。

属性パネルを使用して、description に **Average number of miles per gallon** を、units に **miles/gallon** をそれぞれ入力します。



1. Attribute ポップアップメニューから Description を選択して、**Average number of miles per gallon** と入力します。

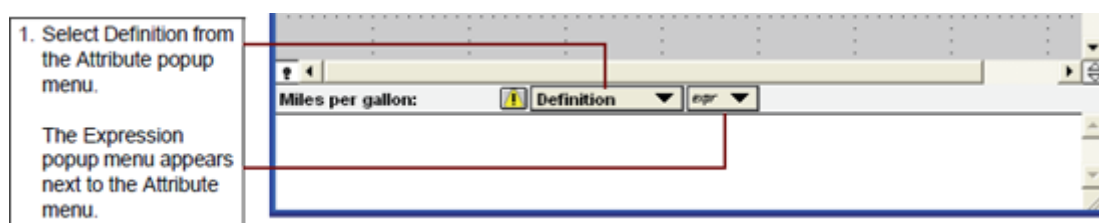
#### 4. モデルを作成する



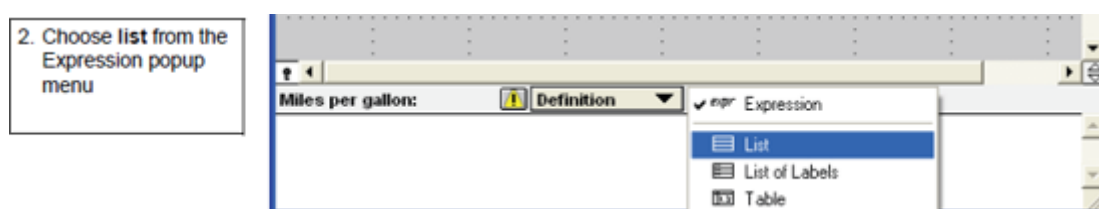
2. ポップアップメニューから Units を選択して、*miles/gallon* と入力します。

以上で *Miles per gallon* 変数の属性を入力しましたので、この変数を 20 から 50 までの増分 10 の一連の整数として定義することにします。

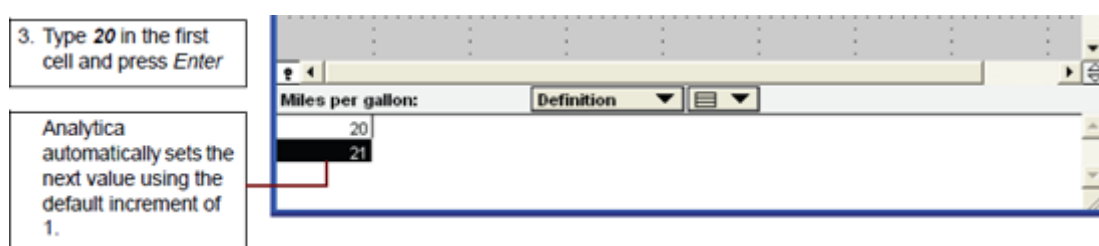
Attribute ポップアップメニューから **Definition** を選択します。右側に2つ目のポップアップメニューが表示されることに気がつくはずです。これは、Expression ポップアップメニューです。Expression ポップアップメニューを開いて list を選択します。



1. Attribute ポップアップメニューから Definition を選択します。

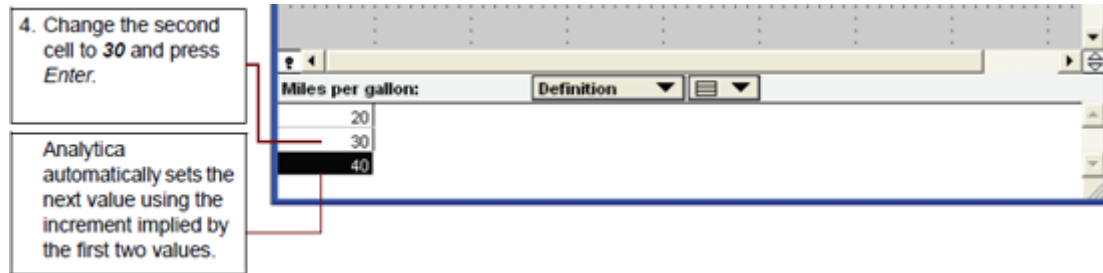


2. Expression ポップアップメニューから **list** を選択します。



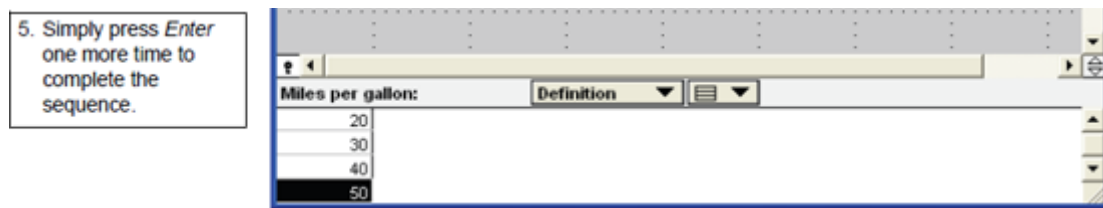
3. 1番目のセルに 20 と入力して Enter キーを押します。

Analytica のデフォルトの増分指定 1 を使って次の値が自動的に設定されます。



4. 2 番目のセルの内容を **30** に変更して Enter キーを押します。

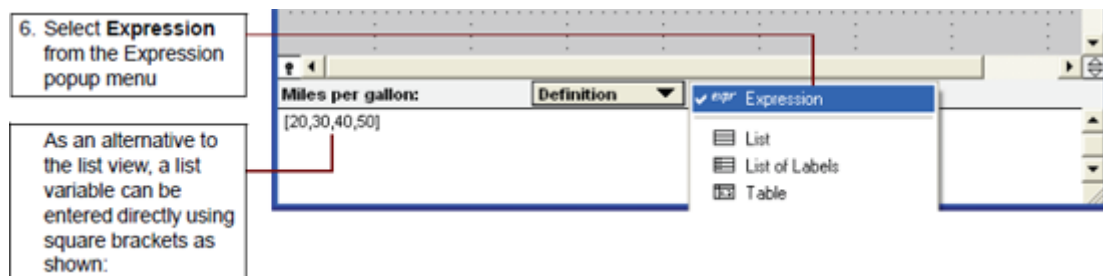
Analytica は既に入力されている 2 つの値から増分を判断して、次の値を自動的に設定します。



5. 最後にもう一度 Enter キーを押すと、数列の入力が完了します。

単純な線形数列の場合は、オート・フィル機能によって入力が便利になりますが、値が入力された後も、その内容を自由に書き換えることができます。

次に、**Expression view** を使用して、この変数の定義内容を別の表示方法で確認することになります。Expression ビューには、変数のタイプにかかわらず定義内容の完全な構文が表示されます。




6. Expression ポップアップメニューから Expression を選択します。

リストビューの表示法とは別に、表示されているような角括弧を使用してリスト変数を直接入力できます。

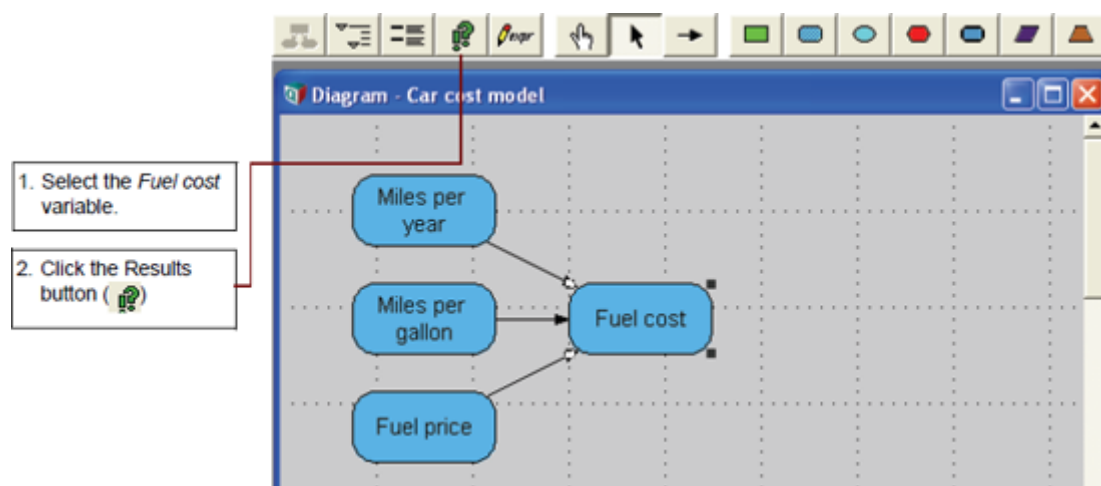
## 4.16 Result ウィンドウに結果を表示する

以上で全ての変数の属性と定義の入力が完了しましたので、いよいよその結果を確認できる時がきました。**Results** ボタンを使って選択した全ての変数の値を計算します。

Fuel cost ノードを選択して、Results ボタン (  ) をクリックします。



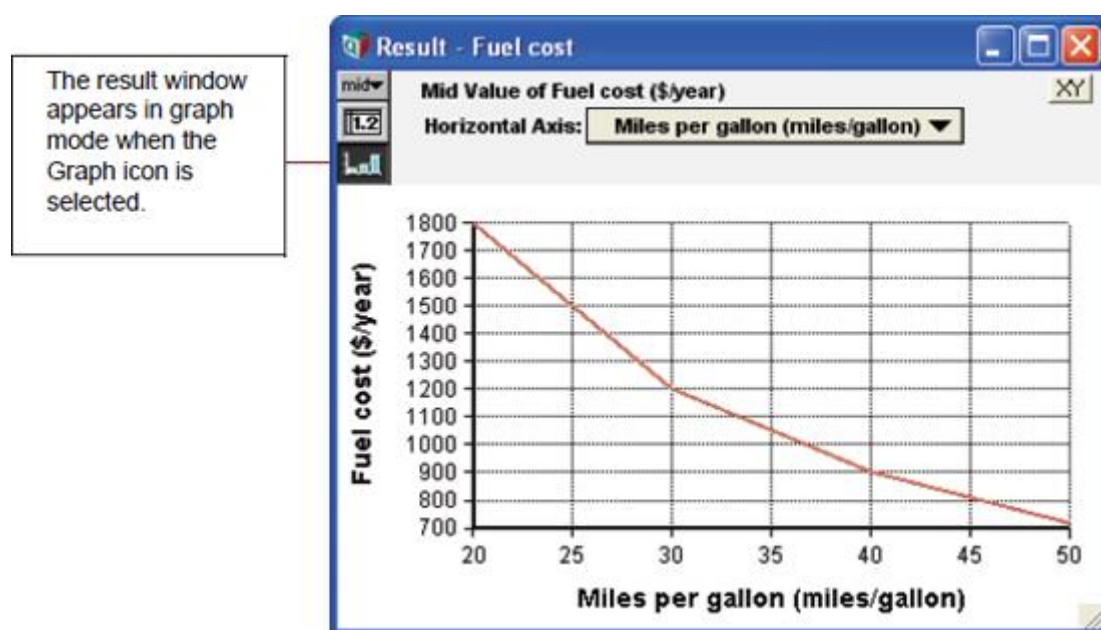
#### 4. モデルを作成する



1. *Fuel cost* 変数を選択します。


2. Results ボタン ( ? ) をクリックします。

Result ウィンドウが表示されます。Result ウィンドウの左上に表示されているアイコンは、表示モードを操作するためのものです。デフォルトは、Graph ビュー (  ) に設定されています。



Graph アイコンを選択すると、Result ウィンドウの内容が Graph モードで表示されます。

※ Tip: Results ウィンドウのデフォルトの表示設定は変更することができます。詳しくは、Analytica User Guide の第 4 章 “[Preferences dialog](#)” セクションをご覧ください。

Table ボタン (  ) をクリックして、結果をテーブル形式で表示します。

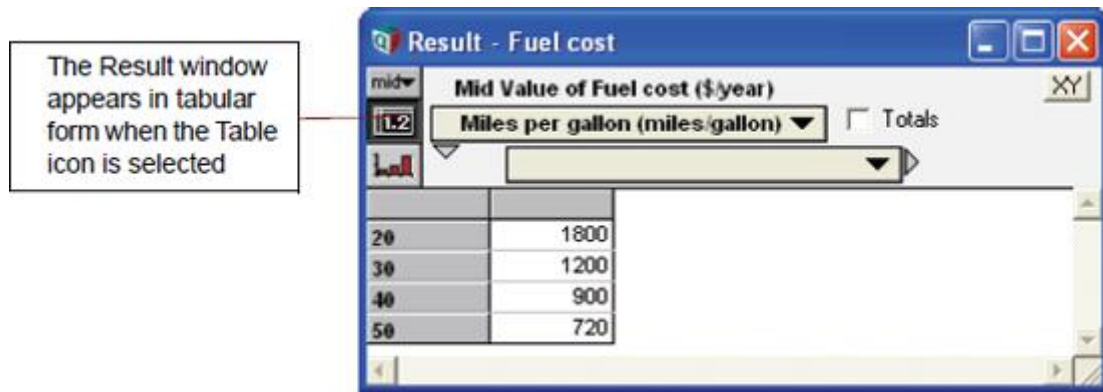


Table アイコンを選択すると、Result ウィンドウの内容がテーブル形式で表示されます。

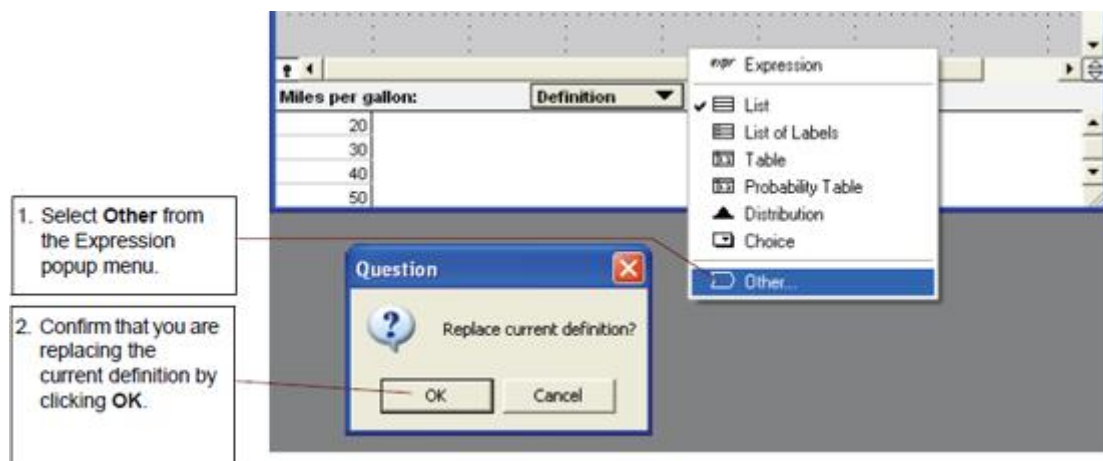
## 4.17 組込み関数を使用して変数を定義する

Analytica には、変数の定義プロセスを容易にする様々な種類の組込み関数が用意されています。この事例では、*Miles per gallon* 変数を **Sequence** 関数を利用して再定義することにします。

*Miles per gallon* の数列として設定した各値の間隔を 10 ではなく 5 に変更したいとしましょう。

*Miles per gallon* 変数を選択します。属性ウィンドウを開き、**Definition** が選択されているかご確認ください。

次に、Expression ポップアップメニューを開き、リストの一番下にある **Other** を選択します。選択すると、**Object finder** が開き、この中に組込み関数の膨大なコレクションがあるのを確認できます。この変数の現在の設定内容を置き換えるか否かの確認ダイアログが表示されますので、**OK** をクリックします。



1. Expression ポップアップメニューから **Other** を選択します。
2. **OK** をクリックして、現在の定義内容の置き換えを適用します。

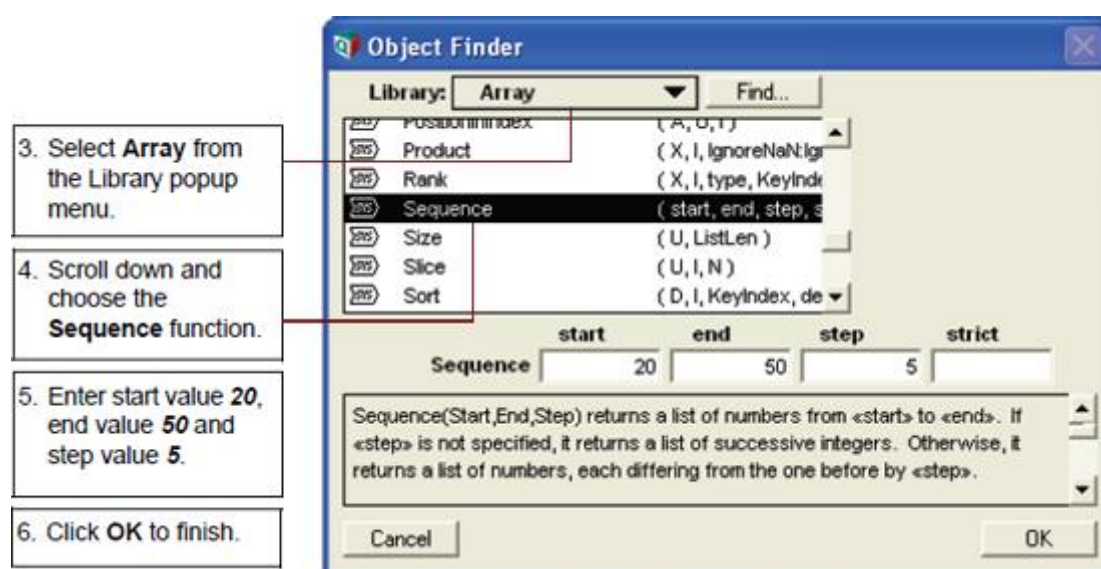
#### 4. モデルを作成する

**Sequence** 関数は、Array ライブラリの中に含まれています。Library ポップアップメニューから **Array** を選択してください。

リストをスクロールダウンして、**Sequence** を選択します。

*start value* に **20** を、*end value* に **50** を、そして、*step* には **5** を入力します。

(*strict* フィールドは空欄のままにしておきます。) **OK** をクリックします。



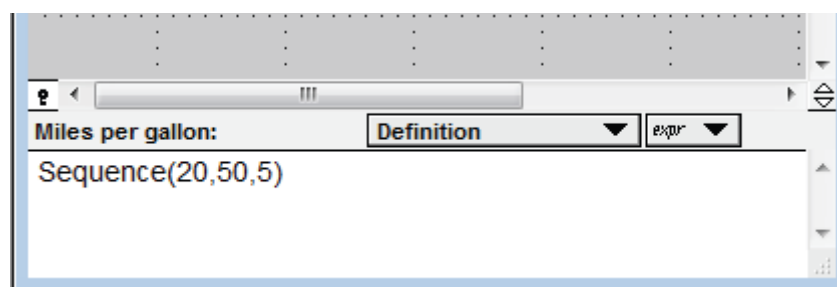
3. Library ポップアップメニューから **Array** を選択します。


4. スクロールダウンして、**Sequence** 関数を選択します。

5. *start value* に **20** を、*end value* に **50** を、そして、*step* に **5** を入力します。

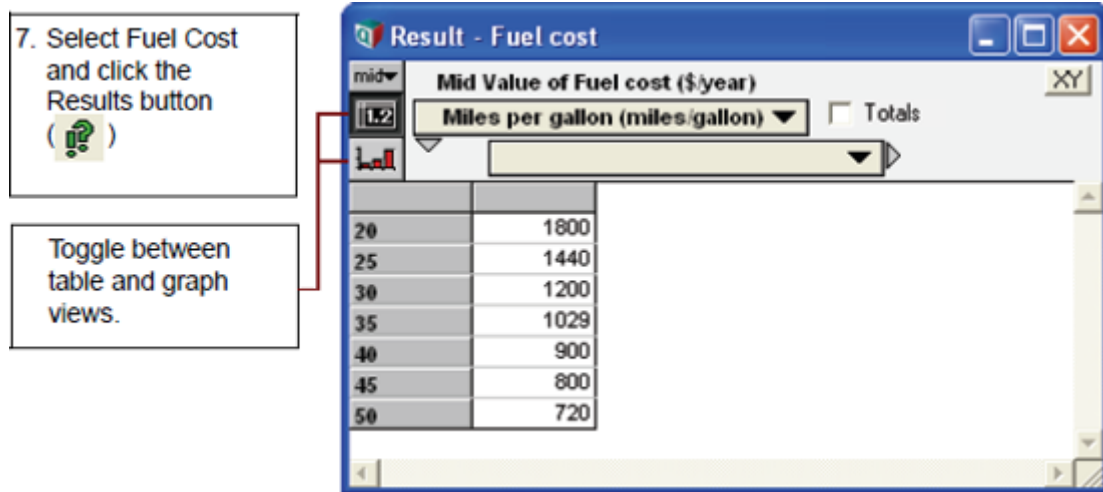
6. **OK** をクリックして完了します。

Attribute パネルには、新たに定義した内容が表示されます。



*Fuel cost* 変数を選択して、Results ボタン (  ) をクリックします。

*Miles per gallon* の間隔が狭まり、精度の細かい結果が表示されます。




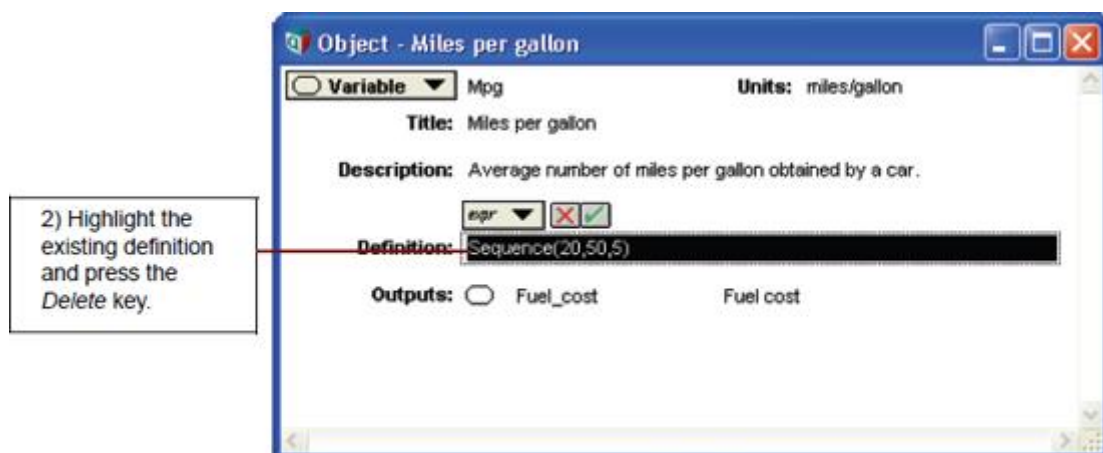
7. Fuel Cost を選択し、Results ボタン (  ) をクリックします。

Table ビューと Graph ビューを切替えて表示してみてください。

## 4.18 式の入力支援

定義フィールドにテキストで式を入力すると、Expression Assist 機能により、状況に応じた識別子補完と関数およびそのパラメータの入力支援が連続的に行われます。Expression Assist 機能を体験するために、*miles per gallons* 変数の定義内容を一旦削除し、今度は、**Object Finder** ではなく、キーボードから直接再入力することにします。

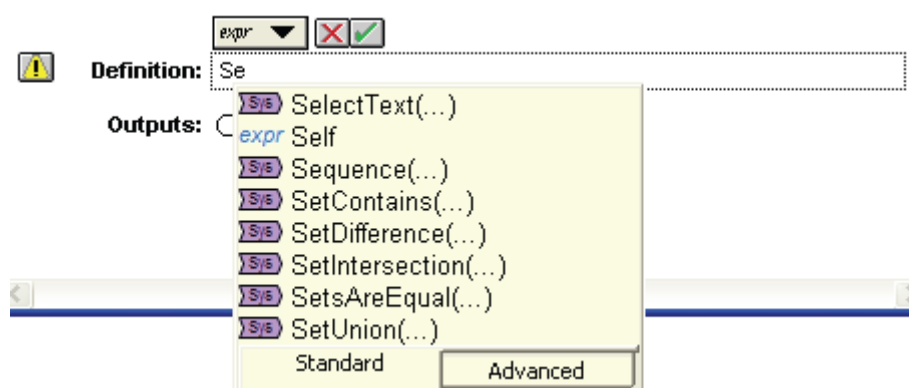
メニューバー上で、*Miles per gallon* を選択したら、ツールバーにある Object Window ボタン (  ) をクリックします。



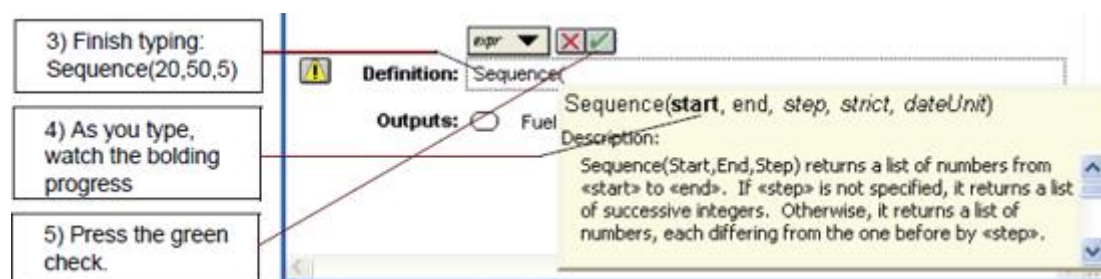
2) 既に入力されている定義をハイライトしたら、Delete キーを押します。

以上で、定義を入力する準備が整いました。キーボードで 'S' という文字を押すと、識別子補完ポップアップに 'S' で始まる識別子のリストが一覧で表示されます。これに続いて、'e' という文字を押すと、"Se" で始まる識別子が表示されます：

## 4. モデルを作成する



次に、入力の手間を省くために、下向きの矢印キーを3回押して `Sequence` を選択したら、`Tab` キーを押します。これによってわずかなキー操作で `Definition` フィールドに関数名が挿入されます。現在、ポップアップには、`Sequence` 関数のパラメータとその説明が表示されます。ここで入力するパラメータはボールドで、オプションパラメータはイタリックで表示されます。



3) `Sequence(20,50,5)` と入力して完了します。

4) 入力を進めると、その時点で必要なパラメータが太字で表示されます。

5) グリーンのチェックを押します。

## 4.19 作成したモデルを保存する

モデルの一部または全ての作成が完了したら、データを保存してください。**File** メニューから **Save** を選択します (または、キーボードで `control-s` を押します)。モデルは前に保存したことがありますので、オリジナルの名称で保存されます。**file** メニューの **exit** を選択するか、Analytica ウィンドウを閉じることで Analytica を終了できます。

## 4.20 まとめ：モデルを作成する

この章で行った内容は以下のとおりです：

- モデルの新規作成
- 変数の新規作成



- 2種類の方法で変数の属性を入力：  
オブジェクトウィンドウと属性ウィンドウを使用する
- 影響ダイアグラムを見やすくするための変数ノードの配置変更
- 変数間の関係を構築する矢印の描画
- 明示的な値、関数、および、リストとしての変数の定義
- 組み込み関数を使用した変数の定義
- 単純なパラメトリック分析の結果の表示

次の章では、*Car Cost* モデルを拡張して、データテーブルを含めます。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

この章では、以下の内容を紹介します：

- インデックスの作成と定義
- 配列変数をテーブルとして定義
- 式で配列を結合する際の配列抽出の基本原則の理解
- 配列を定義する際の条件式と論理値の使用
- Expression 構文を使用した変数の定義
- ローカル変数を使用した式の簡素化
- インデックスの回転 (ピボット) による多次元結果の分析
- 添字 (subscripts) を使用した配列の縮約
- **Sum()** や **NPV()** などの配列縮約関数の使用

この章では、Analytica の最もパワフルな機能のひとつインテリジェント配列 (*Intelligent Arrays*) について紹介します。通常、配列は、複数の値を同時に割り当てるための変数として定義します。例えば、前の章で単一の変数 **Miles per gallon** に割り当てたのは、複数の値からなるリストでしたが、これは、単純な 1 次元配列の一例です。**Fuel cost** のインプットに配列変数 **Miles per gallon** を使用して定義しましたが、そのとき **Fuel cost** もまた配列になりました。ここでは、配列抽出 (*array abstraction*) の概念について説明します。配列変数は、通常の変数と全く同様に式で使用できます。ある配列のインデックスを拡張して更なる値を追加したり、あるいは、新しい次元に全く異なるインデックスを追加した場合も、下流にある従属変数はそれに合わせて自動的に拡張されます！インテリジェント配列を使うことで、計画そのものに変更を加えることなくモデルの大きさ (scale) を変更することができる訳です。

この章では、多くのページを割いて幅広い内容を紹介します。サンプルモデルそのものは依然として簡略化されたものを使いますが、重要な配列概念を可能な限り紹介できる程度に十分に複合的なものが選択されています。手続き上の詳細で行き詰まることなくアイデアに集中できるよう、ワークフローは可能な限り簡素化されます。従って、Analytica のユーザーインターフェースに関する基本的な構成については既にご存じである必要になります。前提条件となるスキルは以下のとおりです：

- モデルの新規作成、既存モデルの開き方、保存、別名で保存。(第 1 章参照)
- 変数の新規作成と定義、属性ウィンドウまたはオブジェクトウィンドウへの属性の入力、影響矢印のノード間への描画。(第 4 章参照)

### 5.1 Expression 構文を使って変数を要約する

Analytica には、変数を定義するための直感的で便利なインターフェースが備わっていますが、場合によっては、Expression 構文 (*Expression syntax*) を使って定義内容を直接入力した方が便利な場合があります。いずれの変数タイプも、関数を使った式も、この方法で表現することができます。モデル構築における便利さに加えて、Expression 構文を使えば、手軽で効率的にドキュメントの事例を要約

することもできます。この機能は、以下の例に示す 4 行をご覧いただければわかりいただけます。前の章で使った **Car cost** モデルの要約です。

- 例

```
Variable MPY := 12K
Variable MPG := Sequence(20, 50, 5)
Variable Fuel_price := 3
Variable Fuel_cost := MPY*Fuel_price/MPG
```

以後の章では、モデル構築のプロセスを効率的にするために、この形式で新規変数を要約することになります。Expression 構文についてさらに理解を深めるには、User Guide や Wiki の事例もご覧ください。

- 最初の項は、オブジェクトを定義するクラス (Class) をあらわします。  
ノードパレットにあるノードの各タイプには、それぞれクラス識別子 (Class identifier) が用意されています。クラス識別子には、次のようなものがあります: Decision, Variable, Chance, Objective, Module, Index, Constant and Function
- 2 番目の項は、そのオブジェクトの識別子 (Identifier) になります。  
(識別子にはスペースを含めることができませんのでご注意ください)
- コロンにイコールをつなげた記号 (:=) は、代入演算子 (assignment operator) と言います。
- 代入演算子の右辺にオブジェクトの定義内容を記入します。

都合の良いことに、要約行のこの部分は、Analytica の定義フィールドで要求される構文と全く同じ内容です。実際、必要があれば、この内容を Analytica に直接コピーして使用することができます！定義フィールドにコピーできる要約行のこの部分は、便宜上、青色のハイライトで表示することになります。

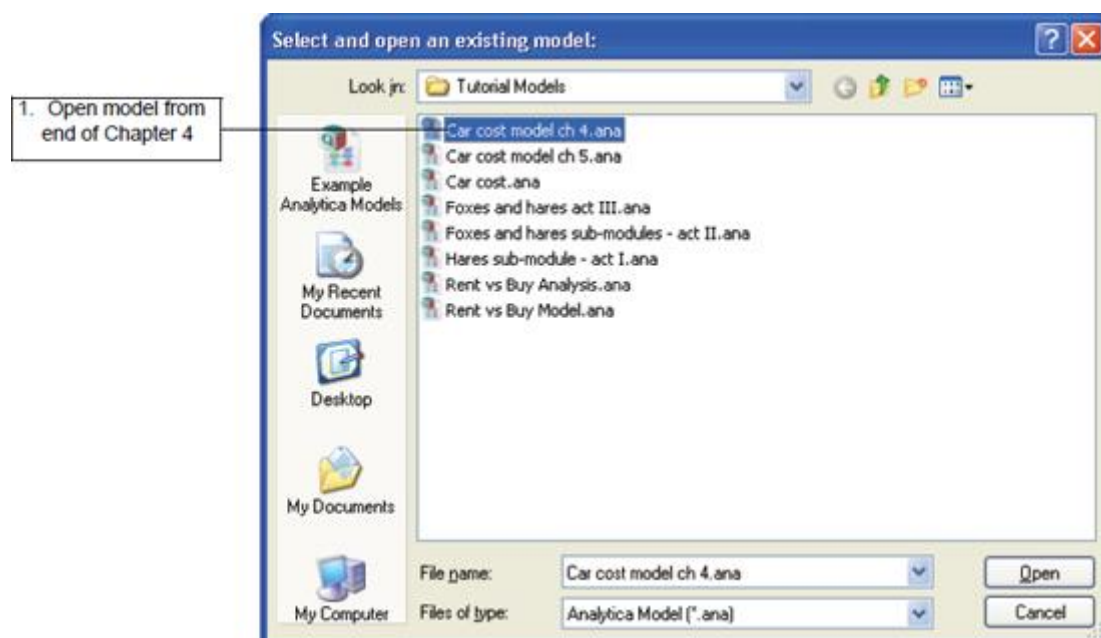
## 5.2 ファスト・トニーの普通車購入問題

この章では、**Car cost** モデルを拡張して、重要な決定シナリオ、すなわち、新車購入の問題に取り組むことにします。自動車の選択肢は、**Standard**, **SUV** そして **Hybrid** の 3 タイプです。また、支払方法についても **Cash purchase**, **Lease**, または **Loan** の 3 種類があります。ご覧のとおり、決定可能性の配列 (array of decision possibilities)、正確に言えば、3x3 配列がファスト・トニーによって提示されました。皆さんの目標は、24ヶ月の期間で、燃料費も含めた資金支出が最も低くなるような選択肢を決定することです（メンテナンス費用については、ファスト・トニーの親戚グリージー・トニーによって期間中は保証されます）。所有者に帰属する純価 (Ownership equity) は、期間満了時の正のキャッシュフローとしてあらわします。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

### 5.3 モデルを継続する

この章では、第4章で作成したモデルを継続して活用することになります。第4章の最後に作成したモデルは、Tutorial Models ディレクトリにあります：



1. 第4章の終わりに作成したモデルを開きます。

### 5.4 インデックス変数を作成する

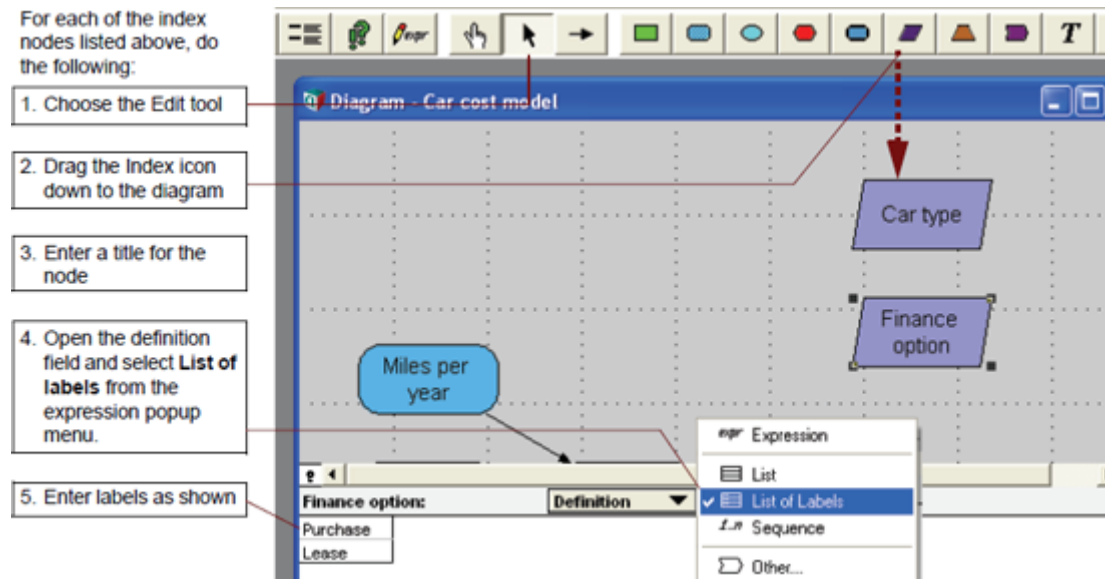
**インデックス変数**は、配列の次元に沿ってカテゴリを定義するものです。影響ダイアグラムでは、これらはインデックスノード (平行四辺形) であらわされます。この事例では、**Car type** と **Finance Option** によって決定を配列化しますので、それぞれの次元についてインデックスを定義する必要があります。インデックス変数は、通常、その配列のカテゴリをあらわすラベルのリスト ([list of labels](#)) または値のリスト ([list of values](#)) として定義します。

(支払方法 (finance options) については、ひとまず "Loan" は除外します。後で追加します。)

#### ● 例

```
Index Car_type := ['Standard','SUV','Hybrid']
Index Finance_option := ['Purchase','Lease']
```

上記の2つのインデックスノードは、それぞれ以下の手順で追加します：



1. Edit ツールを選択します。

2. インデックスアイコンをダイアグラムにドラッグします。

3. ノードのタイトルを入力します。

4. 定義 (definition) フィールドを開き、Expression ポップアップメニューから **List of Labels** を選択します。

5. 表記内容に従ってラベルを入力します。

※ Tip: Expression ポップアップメニューで **List of Labels** を選択するのとは別に、(Expr Expression) を選択したあと、Expression 構文を使って定義内容を直接記入することもできます。値をカンマ区切りで並べたら、それらを角括弧 [] で括弧だけです。なお、Expression 構文内のテキスト値は、いずれも、クオート (シングルまたはダブル) で囲む必要がある点に注意してください。

## 5.5 変数をテーブルとして定義する

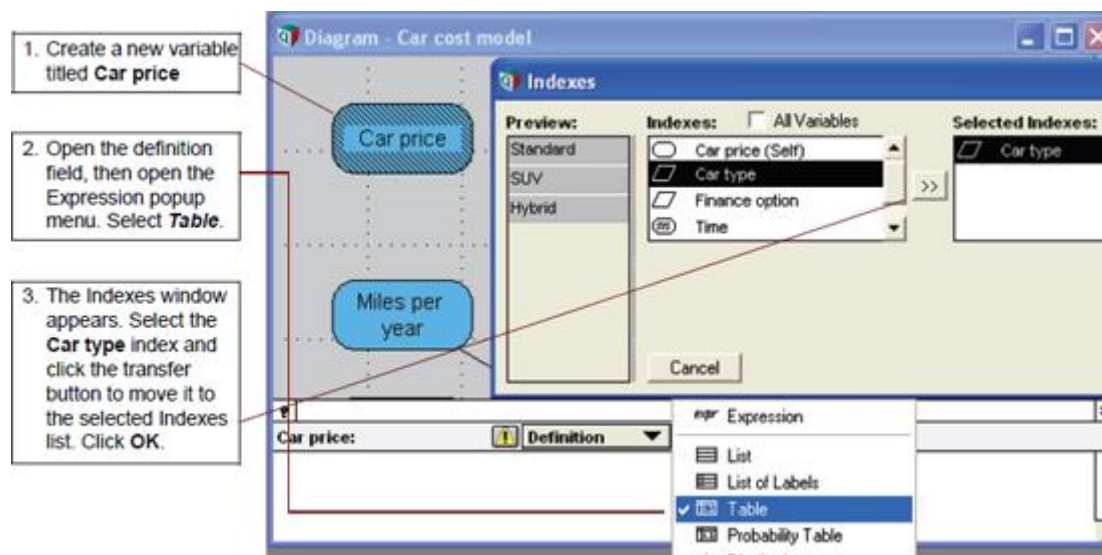
いずれの自動車にも、それぞれ独自の販売価格があります。**Car price** については、テーブル (**Table**) で定義することにし、**Car type** を使ってインデックス化します。テーブルに関連して言えば、テーブルは必ずしも2次元である必要はありません。1次元、2次元、または3次元以上であっても構いません (この例では1次元です)。

### ● 例

```
Variable Car_price := Table(Car_type) (22K, 40K, 24K)
```



## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する



1. **Car price** というタイトルの変数を新規作成します。

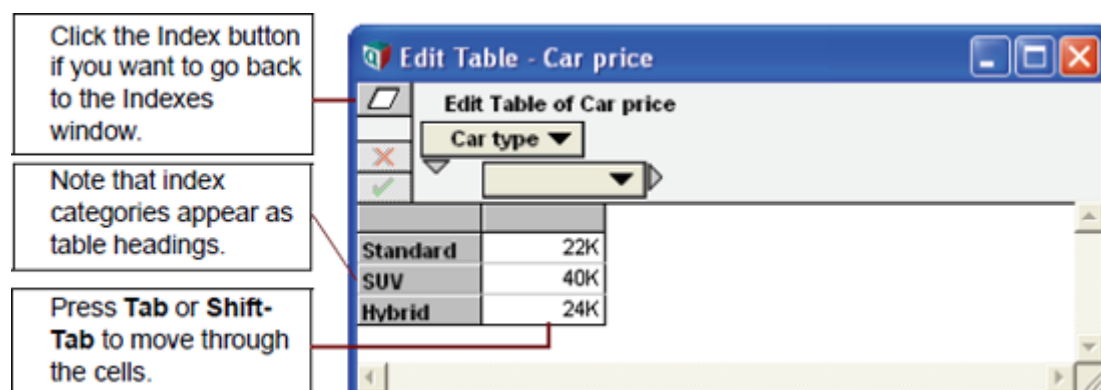
2. 定義 (Definition) フィールドを開き、Expression ポップアップメニューを開いたら、**Table** を選択します。

3. Indexes ウィンドウが表示されます。**Car type** インデックスを選択したら、移動ボタンをクリックして、Selected Indexes リストにこれを移動します。**OK** をクリックします。

Indexes ウィンドウを閉じたら、編集テーブル ([Edit Table](#)) が表示されます。

Car price として、以下の値を入力します。

Standard:	22K
SUV:	40K
Hybrid:	24K



Indexes ウィンドウに戻りたい場合は、この Index ボタンをクリックします。

テーブルの見出しには、インデックスのカテゴリがそれぞれ表示される点に注意してください。

セル間の移動には、Tab キーまたは Shift-Tab を使います。

※ Tip: インデックスノードからテーブル変数に向けて影響矢印 (influence arrows) を描画することで、選択したインデックスを Index ウィンドウに事前に投入することができます。インデックスノードから伸びる影響矢印は、デフォルトでは非表示に設定されていますが、**Diagram** メニューから **Set diagram style** を選択することで表示させることができます。

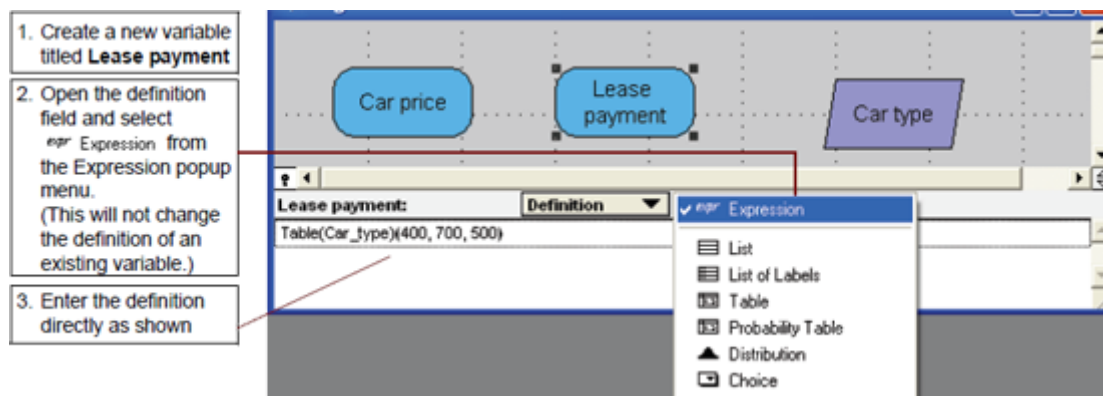
次に、リース費用の変数を作成します。2年リースを選択した場合の月々の支払額は、ファスト・トニーによって以下のようにリストされます。

Standard:	\$400
SUV:	\$700
Hybrid:	\$500

**Lease Payment** 変数は、**Car price** 変数とよく似ています。しかし、今回は、編集テーブルの代わりに expression 構文を使用して定義内容を直接入力することにします。

- 例

```
Variable Lease_payment := Table(Car_type)(400, 700, 500)
```



a 1. Lease payment というタイトルの変数を新規作成します。

2. Definition フィールドを開き、Expression ポップアップメニューから **Expression** を選択します。(これによって、既存の変数の定義内容に変更が加わることはありません。)

3. 定義内容を図のように直接入力します。

お分かりのとおり、Table 定義は、それ特有の構文に従います。Table 宣言のあとに、括弧で囲まれた2つのリストが続きます。最初のリストの中身は、テーブルを配列化するインデックスです(この単純なサンプルでは、インデックスは1つしかありませんが、複数指定することも可能です)。2つ目のリストの中身はそれぞれの値です。

**重要な点は、入力する値はインデックスカテゴリと同じ順序にすることです。** Car type インデックスは、以下のように定義したのを思い出してください：

- 例

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

```
Index Car_type := ['Standard','SUV','Hybrid']
```

これは、**Lease payment** 変数の値それぞれの順序と一致します。インデックスが複数ある場合もこれと同じ規則が適用されます。例えば、以下のような2次元配列があったとしましょう：

- 例

```
Table (Index_abc, Index_123)
('a1', 'a2', 'a3', 'b1', 'b2', 'b3', 'c1', 'c2', 'c3')
```

複数の次元を取り扱う場合は、編集テーブル ([edit table](#)) を使用するほうが通常は簡単です。

最後に、既にある **Miles per gallon** 変数を **Car type** によってインデックス化されたテーブルにあわせて定義しなおします。MPG の Standard, SUV, Hybrid の各値は、それぞれ、28, 23, 45 になります。

- 例

```
Variable Mpg := Table(Car_type) (28, 23, 45)
```

**Miles per gallon** 変数を選択します。

Definition フィールドを開いたら、Expression ポップアップメニューから <sup>expr</sup> Expression を選択します。

上記 (青のテキスト) と同じ定義内容を入力します。

## 5.6 複数の配列を結合する

以上で、購入費用とリース費用の構築が完了しましたので、これらを1つの変数に結合することができます。ここでのインデックスは **Finance Option** になります。

- 例

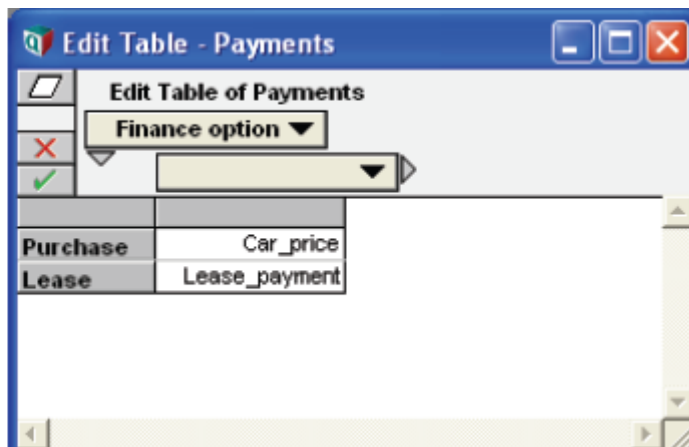
```
Variable Payments :=
Table (Finance_option) (Car_price, Lease_payment)
```

**Payments** というタイトルの変数を新規作成します。

Definition フィールドを開き、Expression ポップアップメニューから **Table** を選択します。

Indexes ウィンドウが表示されます。**Finance option** インデックスを選択したら、Selected Indexes リストにこれを移動します。**OK** をクリックします。Edit Table が表示されます。

1. Enter **Car\_price** next to **Purchase**
2. Enter **Lease\_payment** next to **Lease**
3. Press **Enter**



1. Purchase の隣に Car\_price と入力します。
2. Lease の隣に Lease\_payment と入力します。
3. Enter キーを押します。

このテーブルと前に作成したテーブルの間に重要な違いがある点にお気づきかも知れません。前のテーブルでは、テーブルのセルに数値を入力しましたが、今回入力したのは式 (*expressions*) です！式をテーブルのセルに入力してもいいんです。ごくわずかな例外はありますが、通常 Definition 行に入力するような内容であれば、数式、論理式、条件式などを組み合わせることができます。これ以外の事例は、この章の後の方で紹介します。

次に、新たに作成した変数の結果を見てみましょう。

**Payments** 変数を選択して、Results ボタン (  ) をクリックします。

- Select the table view mode
- Change vertical and horizontal indexes if necessary to pivot the table as shown.
- Notice that the **Payments** array has two dimensions!

	Purchase	Lease
Standard	22K	400
SUV	40K	700
Hybrid	24K	500

テーブルビューモードを選択します。

必要があれば、縦と横のインデックスを変更して、図のようにテーブルを回転 (ピボット) します。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

Payments 配列は、2次元である点に注目してください。

面白い結果になりました！この配列の定義で呼び出したのは1つのインデックスのみであるにもかかわらず、この配列には2つの次元が含まれているからです。

- 例

```
Variable Payments :=  
Table (Finance_option) (Car_price, Lease_payment)
```

テーブルの定義には **Finance\_option** しか含めていないのに、なぜ、**Car type** も含まれたのでしょうか？

**Car type** がインプット変数 **Car price** と **Lease payment** のインデックスになっているからです。

いま見たのが正に Analytica の最もパワフルな機能のひとつである配列抽出 (array abstraction) です。すなわち、配列化されたインプット変数の次元が、アウトプットされる式の結果に自動的に組み込まれる機能です。配列抽出の一般原則は、次のようにまとめることができます：

**Analytica の式の結果は、使用するインプット変数の全ての次元、および、その式で定義された次元がまとめて配列化される。**

## 5.7 配列に新しい次元を追加する

**Payments** (支払い) 変数は、購入とリースを比較するのにこれまでのところあまり役に立っていません。リース費用は、1度限りではなく毎月支払うもので、所有者に帰属する純価 (Ownership equity) も考慮します。**Payments** 配列に新たな次元を追加し、時間と共に流動するキャッシュフローとして支払いをあらわす必要があります。

**Period** というタイトルで変数を新規作成し、0 から 24 月までの数列 (sequence) としてこれを定義します。

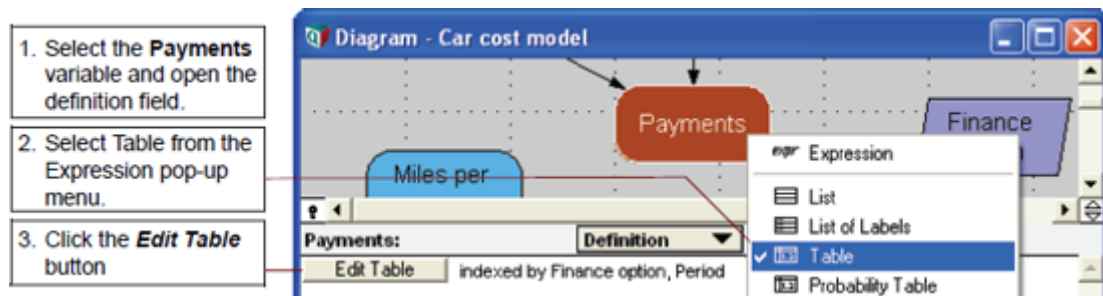
- 例

```
Index Period := Sequence(0,24)
```

※ Tip: シーケンスのステップサイズが1の場合は、特別なショートカット構文があります。開始値のあとに、ピリオドを2つ追加して (..)、終了値を入力するものです。例えば、**Period** インデックスなら **Index Period := 0..24** という具合に定義することができます。

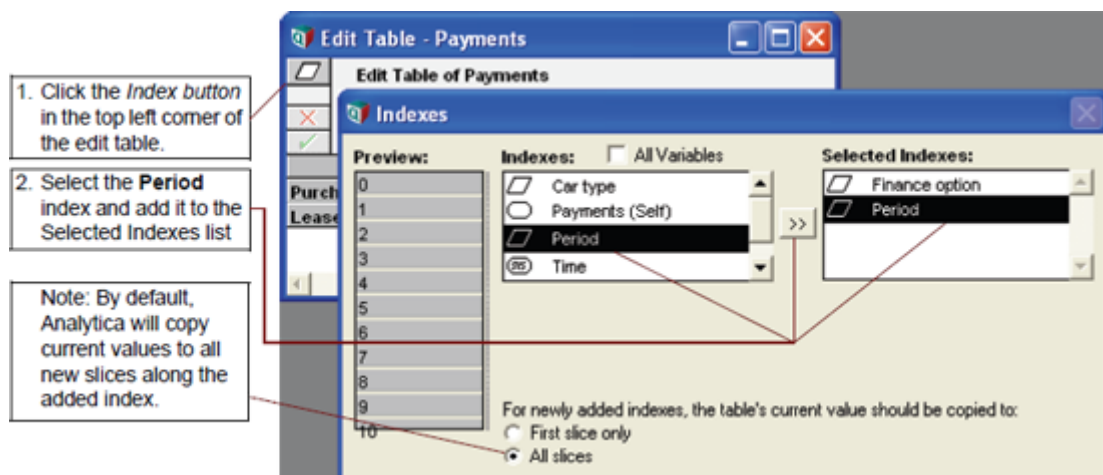


次に、**Payments** の定義内容を編集して、先ほど作成したインデックスをこれに含めます。編集テーブルを使用して実際に入力してください：



1. **Payments** 変数を選択して、Definition フィールドを開きます。
2. Expression ポップアップメニューから Table を選択します。
3. **Edit Table** ボタンをクリックします。

Edit Table の左上に平行四辺形のラベルのついたボタンがあります。このボタンをクリックして、Indexes ウィンドウを開きます。Selected indexes リストに **Period** を追加します。



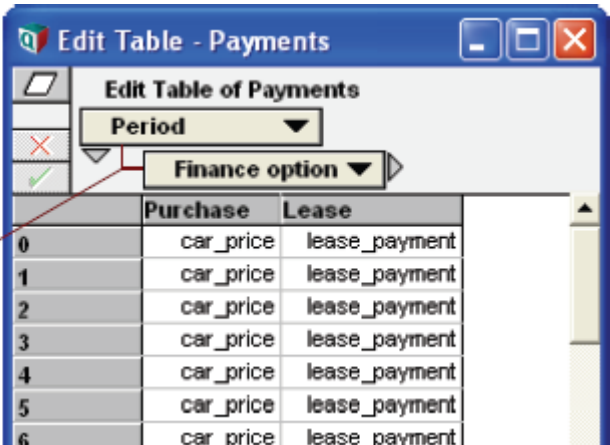
1. Edit Table の左上にある Index ボタンをクリックします。
  2. **Period** インデックスを選択して、これを Selected Indexes リストに追加します。
- 注意：Analytica のデフォルトでは、追加するインデックス番号それぞれに対して現在の値を新規スライスの全てにコピーするように設定されています。

Edit Table は現在以下のようにになっているはずです：

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

The **Period** index has been added to the **Payments** array

Change vertical and horizontal indexes if necessary to pivot the table as shown.



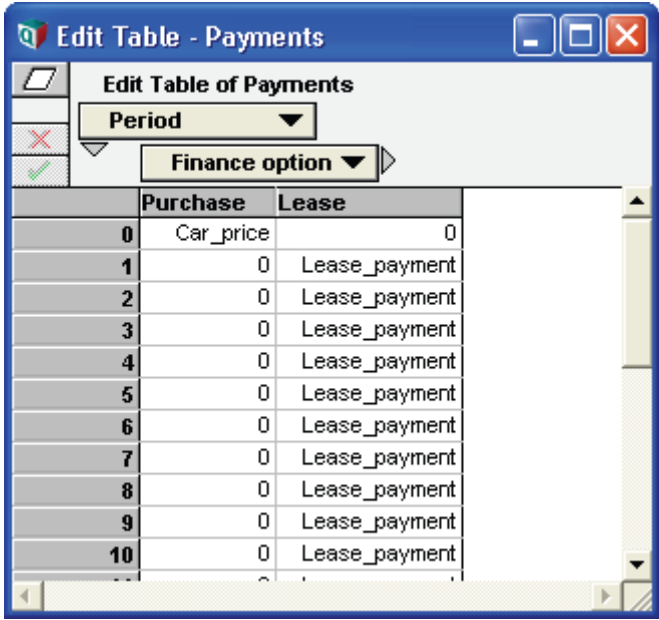
	Purchase	Lease
0	car_price	lease_payment
1	car_price	lease_payment
2	car_price	lease_payment
3	car_price	lease_payment
4	car_price	lease_payment
5	car_price	lease_payment
6	car_price	lease_payment

**Payments** 配列に **Period** インデックスが追加されます。

必要に応じてインデックスの縦と横を変更して、テーブルを図のように回転 (ピボット) してください。

単一のインデックス値に対応する部分配列をスライス (slice) といいます。**Payments** 配列に新たなインデックスを含めて拡張すると、元々あった値 (この事例では式) が **Period** のインデックス番号それぞれについて新規スライスの全てにコピーされます。

**Payments** 配列の内容はまだ正確ではありません。Purchase 列の Period 0 を除く全ての期間をゼロにする必要があります。リース費用は、Period 0 を除く 1 から 24 の間にする必要があるからです。全てのセルを希望する内容になるように編集するには、さほど苦労はいりません。配列の定義内容は、最終的に以下のようになります：



	Purchase	Lease
0	Car_price	0
1	0	Lease_payment
2	0	Lease_payment
3	0	Lease_payment
4	0	Lease_payment
5	0	Lease_payment
6	0	Lease_payment
7	0	Lease_payment
8	0	Lease_payment
9	0	Lease_payment
10	0	Lease_payment

この内容でも動作はしますが、あまり効果的なアプローチであるとはいえません。一般に、スプレッドシートを編集するのと同じやり方でテーブルを自ら編集する場合、配列抽出 (array abstraction) 機能のメリットが損なわれてしまいます。

## 5.8 条件式を使用する

式の中には If...then...else 構文を使用した条件文を含めることができます。この条件文は、変数やインデックス値に基づいて作成することができます。この方法は、配列変数を定義する際にとても役立ちます。例えば、購入者のキャッシュフローは、以下のようにあらわすことができます：

- 例

```
If Period = 0 then Car_price else 0
```

同様に、リース権者のキャッシュフローは以下のようにあらわすことができます：

- 例

```
If Period = 0 then 0 else Lease_payment
```

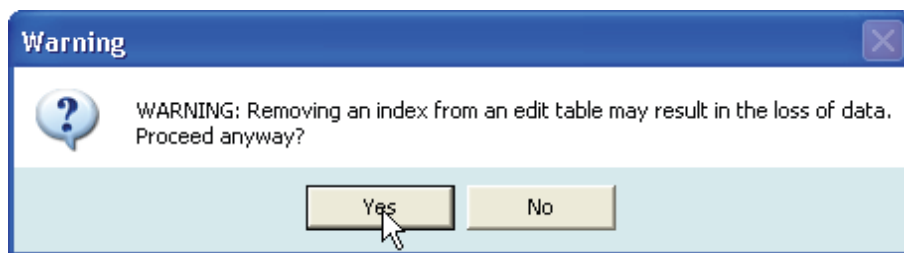
**Period** に基づいて条件を指定すると、自動的に **Period** インデックスが配列に追加されます。前の事例と比べれば、**Payments** 変数に新たな次元を追加するにはこちらの方法が良いでしょう。

Payments 変数の内容を Period インデックスを追加する前の状態に戻します：

- 例

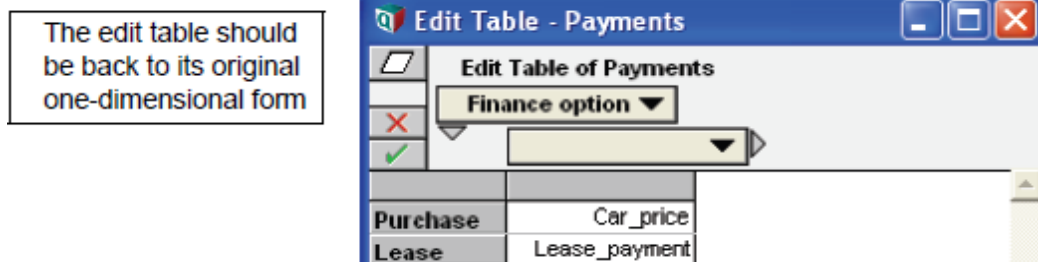
```
Variable Payments := Table(Finance_option) (Car_price, Lease_payment)
```

前のセクションで行ったように、**Payments** 変数を選択して Edit Table を開いたら、画面左上に表示される Index ボタンをクリックします。Selected Indexes リストにある **Period** インデックスを選択したら、それを左側のボックスに戻します。**OK** をクリックします。警告が表示されたら **Yes** をクリックします。



警告：編集テーブルからインデックスを削除すると、データが失われる場合があります。続行しますか？→ Yes をクリックします。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

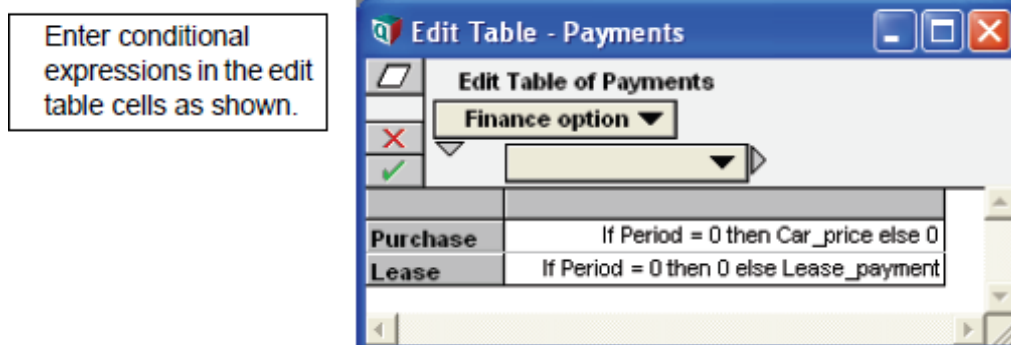


編集テーブルは、オリジナルの 1 次元の形式に戻ります。

今回は、条件式を含めることによって **Period** インデックスを追加することになります。2つのセルを編集して、それぞれ以下の条件式を入力します：

- 例

```
Variable Payments := Table(Finance_option)
(If Period = 0 then Car_price else 0,
 If Period = 0 then 0 else Lease_payment)
```



Edit Table 画面のセルに図のような条件式を入力します。  
If Period = 0 then Car\_price else 0  
If Period = 0 then 0 else Lease\_payment

ここで一步引いて、**Payments** 配列に現在どれだけのインデックスがあるかを検討します。

- **Finance\_option** は、テーブルのインデックスとして特別に呼び出されています。
- **Period** は、式内において条件文の要素になっています。
- **Car\_type** は、入力変数 **Car price** と **Lease payment** のインデックスになっています。

従って、**Payments** は 3 次元配列になると想像できます。

条件式は、IF... THEN... ELSE 文を入れ子にすることができます。実際に、**Payments** 配列を以下の単一の条件文のみで定義することも可能です：

- 例

```
Variable Payments :=
If Finance_Option = 'Purchase' then
if Period = 0 then Car_price else 0
else
if Period = 0 then 0 else Lease_payment
```

これは、先ほどテーブルで定義した内容と同じものになります。

条件の指定には論理文 (Logical statement) を使用することもできます。論理文は、丸括弧で括り、単一の等号 (=) を含めます。論理文に数式を使用する場合、その値は true であれば 1、false であれば 0 であるとみなされます。

- 例

```
24 * (2 + 2 = 4) → 24
24 * (2 + 2 = 5) → 0
```

## 5.9 多次元配列の結果を表示する

2次元の画面上に多次元配列をあらわすのは、困難な課題です。結果をテーブル形式で表示する場合、Analytica には、2次元のスライスデータしか表示されません。データの向きと表示内容を変更するには、テーブルを回転 (*pivoting*) させます。これを行うには、行と列のポップアップメニューから変更したい行と列を選択します。残りの任意のインデックスがスライス用インデックス (*slicer indexes*) となり、スライスとして選択したデータ (単一のインデックス値に対応) のみが一度に表示されることになります。



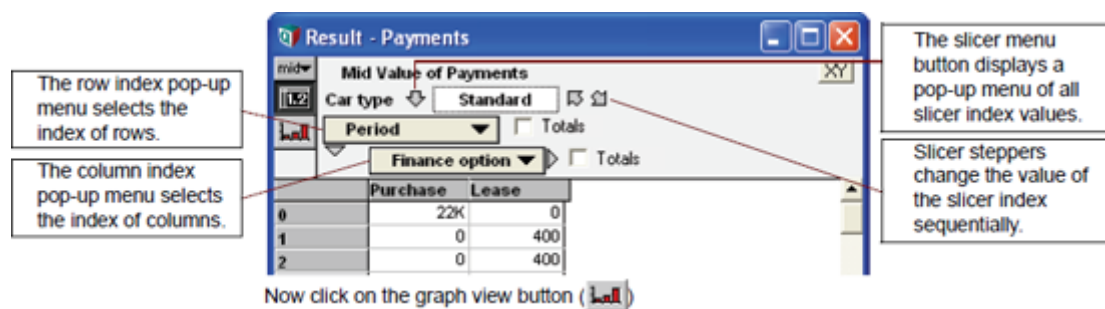
Payments 変数を選択して、Results ボタン (  ) をクリックします。

Table ビューボタン (  ) を選択します。

行と列にそれぞれ異なるインデックスを選択し、スライス用インデックスの値を変化させることで、実際にその内容を確認することができます。



行インデックスのポップアップメニューで行インデックスを選択します。

列インデックスのポップアップメニューで列インデックスを選択します。

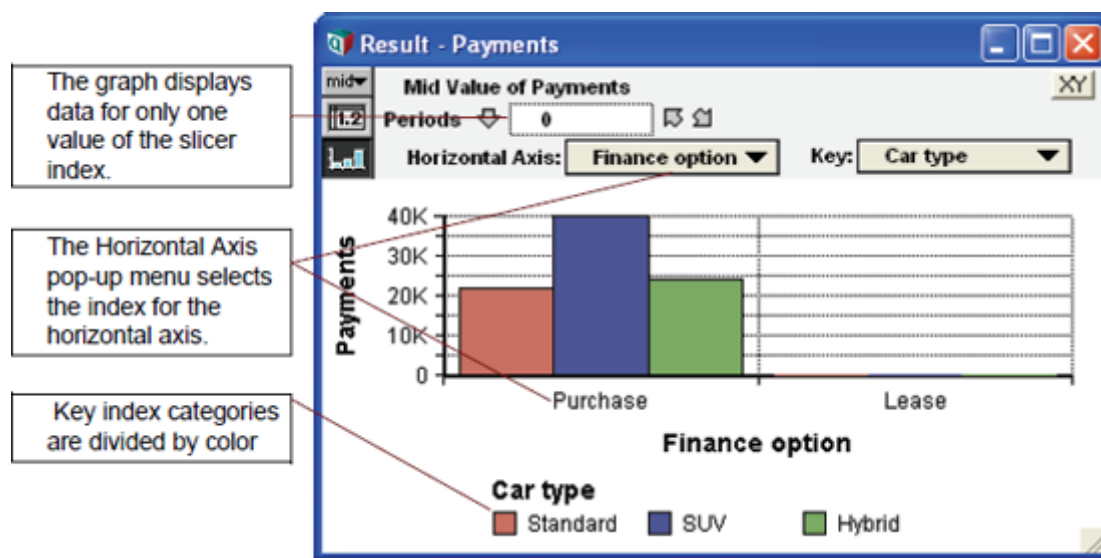
## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

このスライス用メニューボタンには、全てのスライス用インデックス値のポップアップメニューが表示されます。

スライス用ステッパを使えば、スライス用インデックスの値を1つずつ変更できます。

次に、グラフビューボタンをクリックします (  )。

グラフの縦軸は、データの値をあらわします。グラフのインデックスは、目的とする横軸、キー、および、スライス用インデックスに回転 (ピボット) させることができます。実際に、グラフの各種構成とスライス値を変化させてどのような表示になるかをお試しください。



グラフに表示されるのは、スライス用インデックスに選択した単一のデータのみです。

Horizontal Axis ポップアップメニューで、横軸のインデックスを選択します。

Key: に選んだインデックスは、スカテゴリ別に色分けされます。

※ Tip: **Result** メニューの **Graph Setup...** を選択すれば、各種チャートタイプとオプションを探索することができます。グラフに関する詳細な情報につきましては、User Guide の第2章をご覧ください。

## 5.10 インデックスに新たに値を追加する

ファスト・トニーのローンの条件は、購入価格の 10% ではじまり、60ヵ月間で1月あたり 2% にする必要があります。彼の資金調達マネージャーであるビッグ・アンソニーによれば、名目金利が 12% (1月あたり 1% の複利) の場合、60ヵ月間で支払いが完了するといいます。滞納に対しては厳正なペナルティが課せられますが、ドル価値で表わされるものではありません。

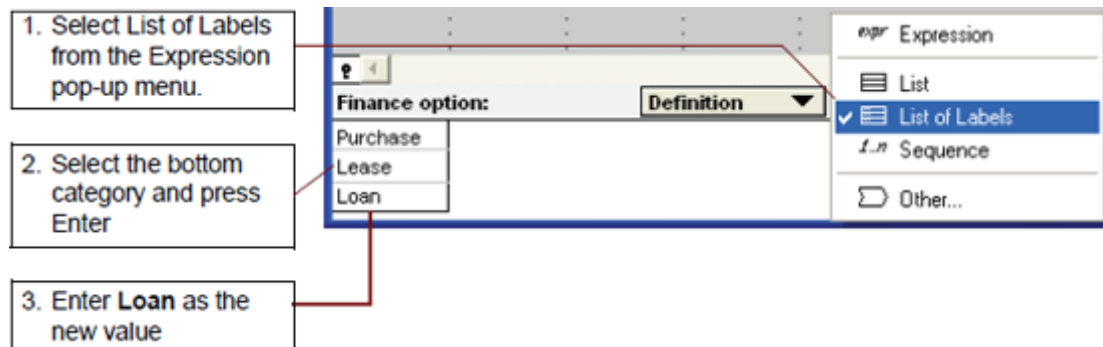
インテリジェント配列 (*intelligent arrays*) のメリットのひとつに拡張の容易さがあります。これまでのところ、購入者 (purchasers) とリース権者 (lease holders) のキャッシュフローは既に作成してあります。3番目の融資オプションを追加するのも簡単です。**Finance option** インデックスに新規の値を追加するだけです。



## ● 例

```
Index Finance_option := ['Purchase', 'Lease', 'Loan']
```

**Finance option** インデックスを選択して、その Definition フィールドを開きます。Expression ポップアップメニューから **List of Labels** を選択します。Definition フィールドには、値のリストがあるのを確認できるはずです。そのうち下の方にある値 (**Lease**) を選択して、下向きの矢印キーを押します。リストの一番下に新規ボックスが追加されます。デフォルトでは、前のラベルがコピーされるよう設定されています。この値を新規値として **Loan** に変更します。



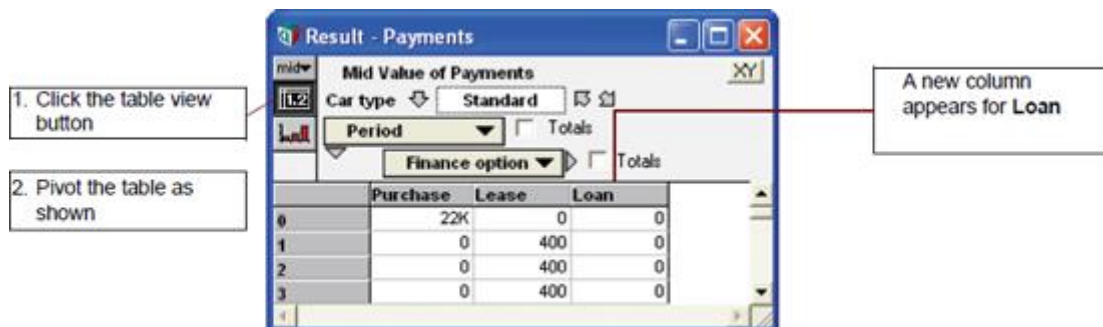
1. Expression ポップアップメニューから List of Labels を選択します。

2. 下のカテゴリを選択して Enter キーを押します。

3. 新規値として **Loan** と入力します。

次に、**Payments** 変数を選択して Results ボタン (  ) をクリックします。

新しい列が追加され、デフォルトの値としてゼロが入力されます。



1. Table ビューボタンをクリックします。

2. 図のようにテーブルを回転 (ピボット) させます。

Loan に関する新しい列が表示されます。

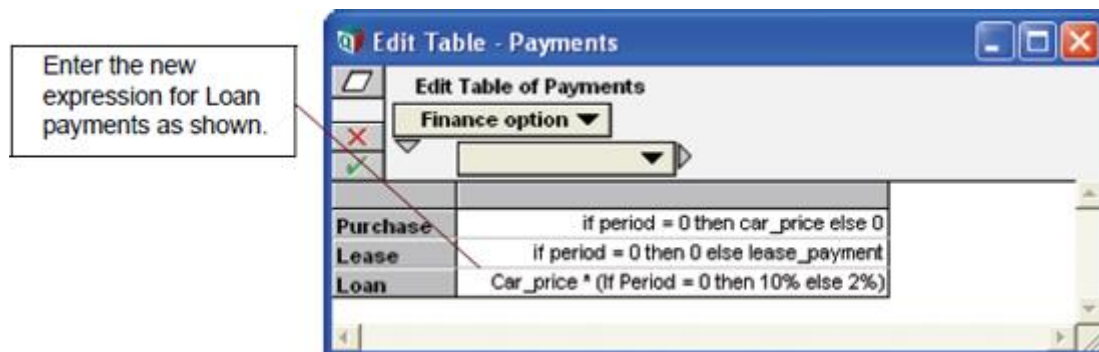
次に、Edit Table でローン支払いの式を追加する必要があります：

## ● 例

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

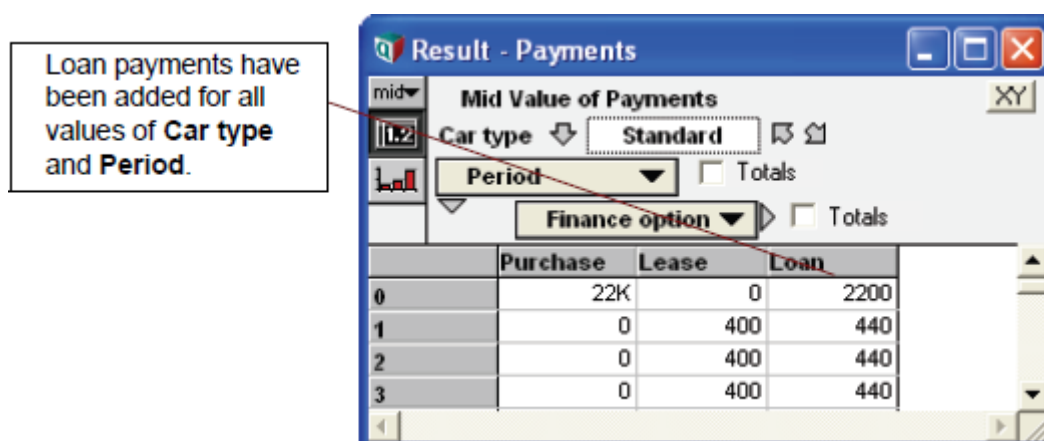
```
Car_price * (If Period = 0 then 10% else 2%)
```

**Payments** 変数を選択します。Definition フィールドを開いたら、Edit table ボタンをクリックします。



ローンの支払いに関する新しい式を図のように入力します。

ここで、インプット変数 **Car price** は、**Car type** によってインデックス化されたものだったことを思い出してください。従って、入力した新しい式は、Standard, SUV, および Hybrid 車のそれぞれについて、各期間ごとに評価されることになります。



**Car type** と **Period** の全ての値について、ローンの支払い額が追加されました。

## 5.11 式の中でローカル変数とインデックスを使用する

キャッシュフローの構築が全て完了しましたので、所有者に帰属する純価 (Ownership equity) が 24か月の期間満了時にどれだけになるかについて検討を始めることにしましょう。また、当然のことながら、期間満了時における残りの借入金残高 (loan balance) についても計算する必要があります。ローンにおける資金の動きには、定額返済による複利の相殺が含まれるのが普通です。借入金残高の式を取り入れるのは非常に簡単ですが、このセクションでは、式そのものに関する説明ではなく、式を適用する方法に焦点をしばって話を進めたいと思います。自分の式を作成している読者の方は、必要があれば下記と見比べてください：

- 支払は一定額で、名目金利は毎月加算されると仮定：

$B_0$  = ローンの初期残高

12% = 名目金利

60 = ローン返済に必要な期間の総数

Period = 現在の期間を 0 から 24 であらわした数値

$B(\text{Period})$  = 現在の期間における残りの借入金残高

A を次式とする  $A = (1 + 12\% / 12)$

$B(\text{Period}) = B_0 * (A^{60} - A^{\text{Period}}) / (A^{60} - 1)$

要求される  $B(0)=B_0$  と  $B(60)=0$  を検証するのは容易です。

この式で "A" という量が数回あらわれますが、これを媒介変数として定義すると有効です。

Analytica でこれと同じことを行うには、A という名称の新規変数を定義し、借入金残高 (loan balance) 変数のインプットとしてこれを使用することもできるでしょう。しかしこれを行うと、ダイアグラムが不確実性ノードで煩雑になります。

Analytica では、定義内にローカル変数とインデックスを一時的に使用することができます。このケースでは、ローカル変数を定義することにします。

**Loan balance** というタイトルの新規変数を作成し、以下の定義を入力します (青のテキストのみをコピーします)。

- 例

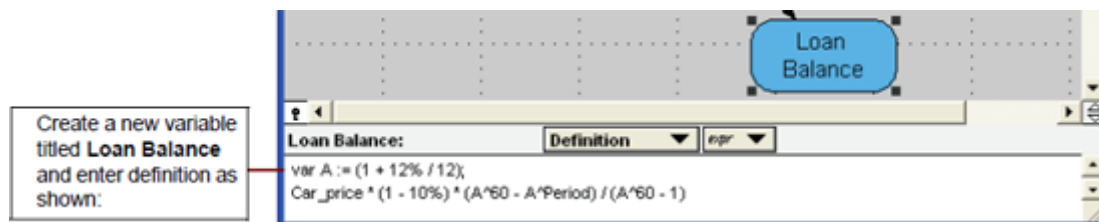
```
Variable Loan_balance :=
var A := (1 + 12%/12);
Car_price * (1 - 10%) * (A^60 - A^Period)/(A^60 - 1)
```

ローカルオブジェクトの構文規則は以下のとおりです：

- var または index で命令文を開始して、ローカル変数またはインデックスを宣言します。
- 宣言文の後に識別子を記述します。識別子には選択できる内容は任意ですが、その式に含まれる他のインプットと同じものであってはいけません。
- 代入演算子 (assignment operator) (コロンと等号) に続いて、オブジェクトを定義する式を記述します。
- 命令文の末尾にはセミコロン (;) が必要です。セミコロンの後に視覚的に分かりやすくする目的で改行 (Enter キー) を入れても構いませんが、これはオプションです。Analytica ではセミコロンのみがコード内の行末記号として認識されます。各ローカル変数は、それぞれ、異なるコード行に宣言する必要があります。
- 命令文の最終行は、通常の設定内容です。式内では、宣言されたローカル変数とインデックスを使用できます。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

ローカルオブジェクトは一次的に使用されるもので、その式が評価されると内容が消去されます。従って、複数のノードで同じ識別子 (例えば "A" など) を利用しても、混乱が生じることはありません。

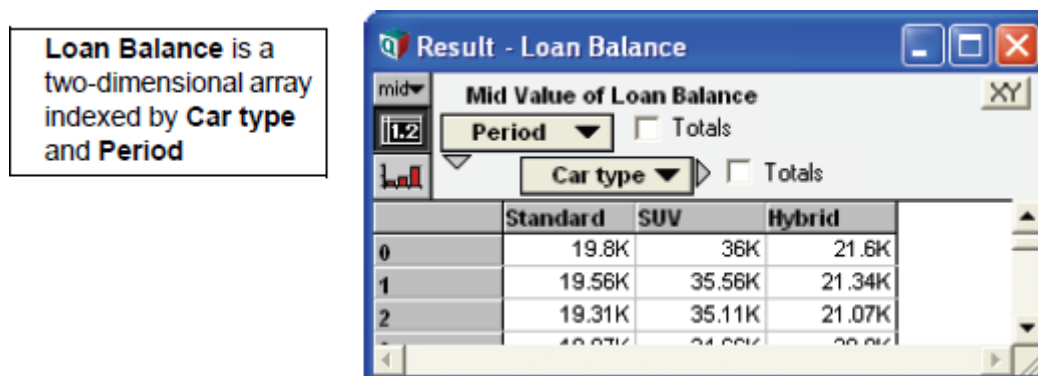


**Loan Balance** というタイトルの新しい変数を作成し、上記の内容で定義を入力します。

**Loan Balance** 変数の式に関する最後の注意点 :

**Period** はインデックスのひとつですが、数式内でこれを変数として利用しています。これは、**Period** が数値リストから成り立っているためです。これに対して、**Car type** や **Finance option** は、ラベルからなるリストであるため、数式内で利用することはできません (論理文や条件文で利用することは可能です)。一般に、インデックスは、それ自身の値をインデックスとして利用できる 1 次元配列として考えることができます。

配列概念に関するこの原則に従えば、**Loan Balance** は、**Car type** (**Car price** のインデックス) と **Period** によってインデックス化される 2 次元配列になることが期待されます。



**Loan Balance** は、**Car type** と **Period** によってインデックス化される 2 次元配列です。

Future Value 関数 **FV()** は、式を使用せずに借入金残高 (loan balance) と年金の値を計算する便利な手段です。引数は順番に以下になります : 期間ごとの金利、将来の期間、支払額 (支出は負の値)、初期値。例えば、**Loan Balance** は、以下のように定義できます :

**FV(1%, Period, -Car\_price\*2%, Car\_price\*90%)**

詳しくは、User Guide の第13章をご覧ください。

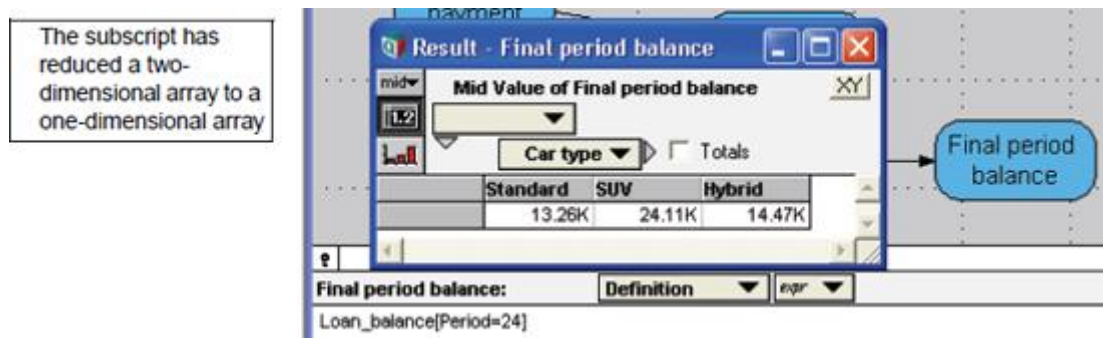
## 5.12 添字を使って配列を縮約する

配列変数の一部をその変数のインデックス全てを使用せずに参照したい場合があります。添字 (subscript) を使えば、配列のスライスのひとつを参照することで、単一または複数の次元を有効に縮約することができます。添字では、参照したいスライスのインデックスと値を指定します。配列をあらわす識別子のすぐ後で、その内容を角括弧で括ります。例えば以下ようになります：

- 例

```
Variable Final_period_balance := Loan_balance[Period = 24]
```

これにより、**Loan Balance** の値のうち Period が 24 に対応する値だけが参照されることとなります。**Loan Balance** は、**Period** と **Car Type** によってインデックス化された 2 次元配列であったことを思い出してください。添字で指定した上記の参照により、**Period** の次元が縮約され、**Car\_type** によってインデックス化された 1 次元配列のみが呼び出されます。



添字によって、2 次元配列が 1 次元配列に縮約されます。

複数のインデックスをカンマで区切って添字に含めれば、複数の次元を縮約できます。例えば：

- 例

```
Variable Final_period_balance :=  
Loan_balance[Period = 24, Car_type = 'SUV']
```

この式の結果は、Period 24 における SUV の借入金残高 (loan balance) に対応する単一の値、すなわち、24.11K になります。

インデックスの値は、実際の値ではなく、インデックスにおける位置情報に基づいて選択することもできます。位置に基づいて参照するには、インデックスの識別子の前にアットマーク (@) を配置します。例えば、'SUV' は、**Car type** インデックスの 2 番目にある値になります。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

添字による以下の2つの参照は、いずれも同じ内容になります：

- 例

```
Loan_balance[Car_type = 'SUV']  
Loan_balance[@Car_type = 2]
```

この参照を言葉で言い表すと以下のようになります：

「**Car\_type** が 2 のときの位置でスライスした **Loan\_balance**」

## 5.13 キャッシュフローを完成させる

ここでは、24ヶ月後に有することになる所有者に帰属する純価 (Ownership equity) の総額をあらわす変数 **Equity** を追加します。もちろん、これは **finance option** によって変化します。

いずれの車種も、その価値は2年で 35% 低下するものと仮定します。

- 現金購入者 (Purchase) の純価は次式になります： $\text{Car\_price} * (1 - 35\%)$
- リース権者 (Lease) の純価はゼロになります。
- ローン購入者 (Loan) の純価は、自動車の価値と Period 24 における借入金残高 (loan balance) のあいだで変動します：  
 $\text{Car\_price} * (1 - 35\%) - \text{Loan\_balance}[\text{Period} = 24]$

**Equity** 変数は、**Finance option** でインデックス化したテーブルとして定義できます。上記の式はいずれも、Edit Table の該当するセルに入力することができます。

- 例

```
Variable Equity := Table(Finance_option)  
(Car_price*(1-35%), 0, (Car_price*(1-35%) - Loan_balance[Period=24]))
```

別の定義方法として、以下のように条件文と論理文を使用することもできます：

- 例

```
Variable Equity := If Finance_option = 'Lease' then 0 else  
Car_price*(1-35%) - (Finance_option='Loan') * Loan_balance[Period=24]
```

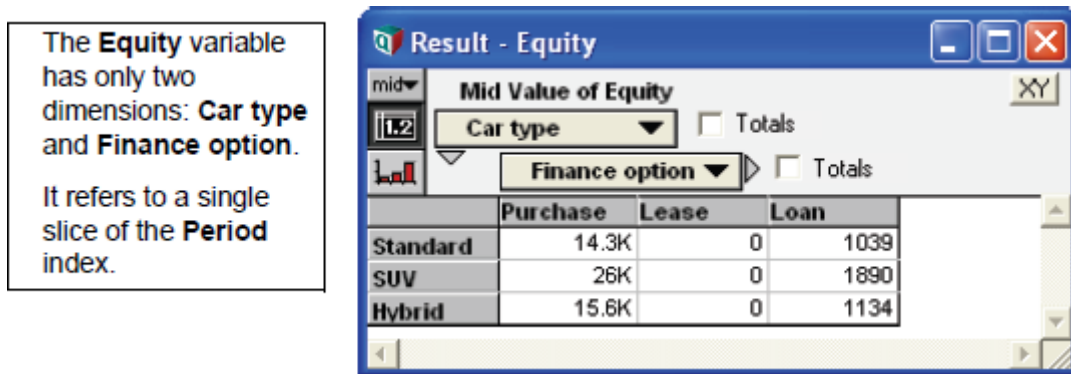
作成した新規変数の次元がどれだけになるかを、ここで、もう一度検討してみましょう。まずはじめに、以下に示すインデックスがリストされるはずです。

- **Finance option** (テーブルインデックスとして指定、または、条件式で使用)



- **Car type** (インプット変数 **Car price** と **Loan balance** のインデックス)
- **Period** (インプット変数 **Loan balance** のインデックス)

ところが、**Loan balance** については、この式のインプットではありません。使用しているのはこのスライスに過ぎません。このスライスは、**Car type** によってのみ配列化されます。従って、Equity 変数は、**Finance option** と **Car type** によってインデックス化されることになりますが、**Period** ではインデックス化はされないことになります。



Equity 変数には、**Car type** と **Finance option** の2つの次元しかありません。

**Period** インデックスで参照されるのは単一のスライスのみです。

## 5.14 異種配列を結合する

支払い (Payments) と所有者に帰属する純価 (ownership equity) の構築が完了しましたので、これらを組み合わせて、キャッシュフローをあらわす単一の変数にすることができます。**Payments** は、負のキャッシュフローとしてあらわします。**Equity** は、期間満了時の正のキャッシュフローとしてあらわします。

Cash flow というタイトルで新規変数を作成し、以下の定義内容を入力します：

- 例

```
Variable Cash_flow :=
If Period = 24 then Equity-Payments else -Payments
```

この式で組み合わせた配列は、次元の数が異なるものです：

- **Payments** は、**Car type**、**Finance option**、**Period** の3つでインデックス化されています。
- **Equity** は、**Car type** と **Finance option** の2つでインデックス化されています。

(Equity-Payments) は、**Period** インデックスの中の1スライスに適用されることから、あいまいな表現はここには一切ありません。条件文で呼び出しているのはこのスライスです。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

なお、Equity と Payments[Period=24] の次元は同じある点に注意してください。

ある配列のインプットとして (配列ではなく) スカラー値を使用したいという場面もあります。同様に、単一の配列を次元数の多い他の配列のインプットに使用したい場合もあります。このような場合、Analytica では、新しい次元で生成されるそれぞれのスライスに対して次元の少ない方の配列の値が反復されることになります。

例えば、**Cash flow** 変数に毎月かかる燃料コストを組み入れたいとしましょう。この場合も、種類の異なる 2 つの配列を組み合わせることになります：

- **Cash flow** は、**Car type**, **Finance option**, **Period** の 3 つでインデックス化されています。
- **Fuel cost** は、**Car type** のみでインデックス化されています。

Cash flow with fuel というタイトルで新規変数を作成し、以下のように定義します：

- 例

```
Variable Cash_flow_with_fuel :=  
If Period = 0 then Cash_flow else Cash_flow - Fuel_cost/12
```

この例では、新規作成される複数次元のスライスに **Fuel cost** が適用されます：

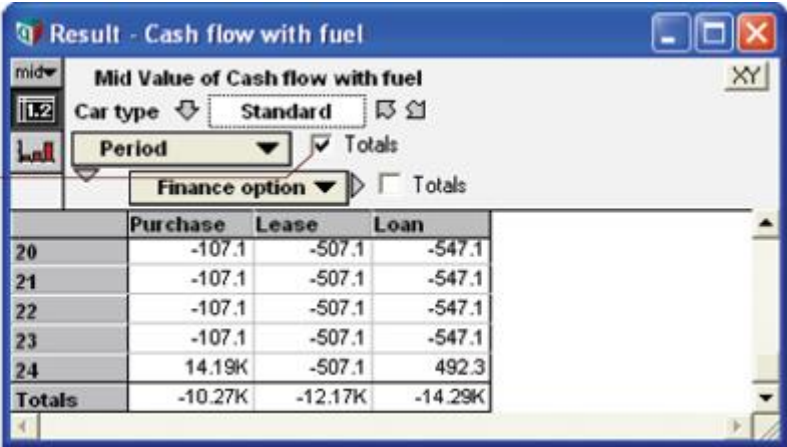
- 全ての **Period** 値。ただし、Period 0 は除く。
- **Finance option** の 3 つのカテゴリ全て。

**Cash\_flow\_with\_fuel** を選択して、Results ボタン (  ) をクリックします。

行インデックスと列インデックスのポップアップメニューの隣に "Totals" チェックボックスがあるのを確認できるはずです。**Period** の隣にあるチェックボックスにチェックを入れると、そのインデックス全体の合計を確認することができます。

1. Pivot the table as shown.

2. Check the "Totals" box next to the row index menu (Period index)



	Purchase	Lease	Loan
20	-107.1	-507.1	-547.1
21	-107.1	-507.1	-547.1
22	-107.1	-507.1	-547.1
23	-107.1	-507.1	-547.1
24	14.19K	-507.1	492.3
Totals	-10.27K	-12.17K	-14.29K

1. テーブルを回転 (ピボット) させて図と同じになるようにします。

2. 行インデックス (**Period**) の隣にある "Totals" ボックスにチェックを入れます。

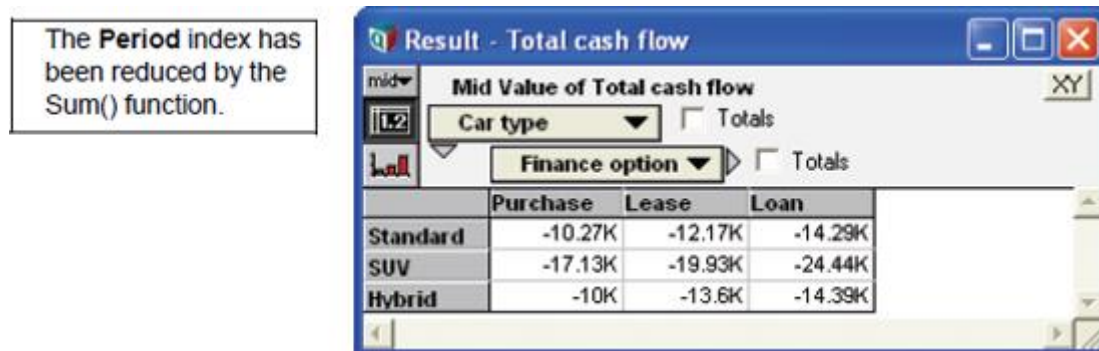
## 5.15 配列縮約関数

単一または複数のインデックスからなる配列を縮約する関数を、配列縮約関数 (*array reducing function*) といいます。配列縮約関数のアウトプットは、インプット配列より次元が少なくなります。例えば、以下の式は、期間全体のキャッシュフローの合計を決定するものです：

- 例

```
Variable Total_cash_flow := Sum(Cash_flow_with_fuel, Period)
```

インプット配列は、**Car type**, **Finance option** および **Period** の3つでインデックス化されています。アウトプットは、**Car type** と **Finance option** でインデックス化された2次元配列になります。この例では、**Period** の次元が縮約されています。



Sum() 関数によって **Period** インデックスが縮約されます。

- **Sum()** 関数の第1引数は、縮約を適用する変数の識別子です。
- この後に、インデックスのリストをカンマで区切って追加します。これがこの関数で縮約するインデックスになります。

この例では、単一のインデックスに対して Sum を使いました。

配列を縮約する同様の関数には、**Max()**, **Min()**, **Product()** および **Average()** があります。

## 5.16 正味現在価値 (NPV) 分析を実行する

もし、誰かに 100 ドルを今日受けとるのがいいか、それとも、100 ドルを2年後に受け取るのがいいかと提案されたら、どちらを選びますか？すぐに受けとる方を選択したら、例えば、年利 6% の低リスクの債権に投資することができます。この場合、2年間の投資で 112 ドルの価値になります。提示された2つの選択肢の価値は、同じではありません。逆に支払義務であれば、すぐにではなく後に引き伸ばす方を好むかも知れません。

## 5. 配列 (テーブル) を使って作業する

正味現在価値 (NPV: *Net present value*) 分析は、期間内の異なる時点の金銭の流入と流出にまつわる各種シナリオを比較するためのひとつの手法です。キャッシュフローの各種の流れを、現時点における単一の取引で全ての金銭がやりとりされた場合のシナリオに変換します。この低リスク投資で実現される利率のことを割引率 (*discount rate*) といいます。例えば、割引率が 6% であれば、2 年後の将来支払われる 112 ドルの NPV (正味現在価値) は、100 ドルになります。

上記の事例のように、キャッシュフローの単純な合計を取れば、お金の時間的価値は無視されます。このような場合に役立つ手法が、正味現在価値分析です。Analytica の **NPV()** 関数を使えばこれ很简单に行うことができます。この関数も配列縮約関数の一例です。

1 月あたりの割引率を 0.5% と仮定します。

**Cash flow NPV** というタイトルで目標ノード (objective node) を作成します (ノードパレットに六角形であらわされているのが目標ノードです)。

以下の内容を定義します：

- 例

```
Objective Cash_flow_NPV := NPV(0.5%, Cash_flow_with_fuel, Period)
```

- NPV 関数の第 1 引数は、1 期間あたりの割引率です。
- 第 2 引数は、キャッシュフローを含んだ変数の識別子です。
- 第 3 引数は、期間の値を含んだインデックスです。

以上で分析は完了です！

	Purchase	Lease	Loan
Standard	-11.67K	-11.39K	-13.56K
SUV	-19.78K	-18.64K	-23.2K
Hybrid	-11.61K	-12.72K	-13.66K

## 5.17 まとめ：配列を使って作業する

この章で行った内容は以下のとおりです：

- Expression 構文の習得

- インデックス変数の作成と定義
- 作成されたインデックスに基づいて次元を定義したテーブルとして配列変数を作成
- インデックスの新規追加による配列の拡張
- 新規インデックス値の追加によるインデックスの拡張
- 配列抽出の基本的原理を紹介する事例の作成：  
**ある式の結果は、そのインプット変数の全ての次元をまとめた集合、および、その式自身の定義内容によって配列化される。**
- 式内における条件文と論理文の使用
- Definition (定義) フィールドにおけるローカル変数の作成
- インデックスの回転 (ピボット) による多次元結果の分析
- 添字を使用した配列変数の縮約
- 配列に対する配列縮約関数の適用

## 6. パーティ問題モデルを作成する

この章では以下の内容を紹介します：

- 変数を確率テーブル (probability table) として定義する方法
- 変数を決定論的テーブル (deterministic table) として定義する方法

この章では、Analytica の新規モデルを *Party Problem* という名称で作成します (新規モデルの作成方法につきましては、第4章冒頭の「[モデルを新規作成する](#)」"Creating Models" をご覧ください)。

**Party Problem** モデルは、離散的確率分布の使用について説明するものです。

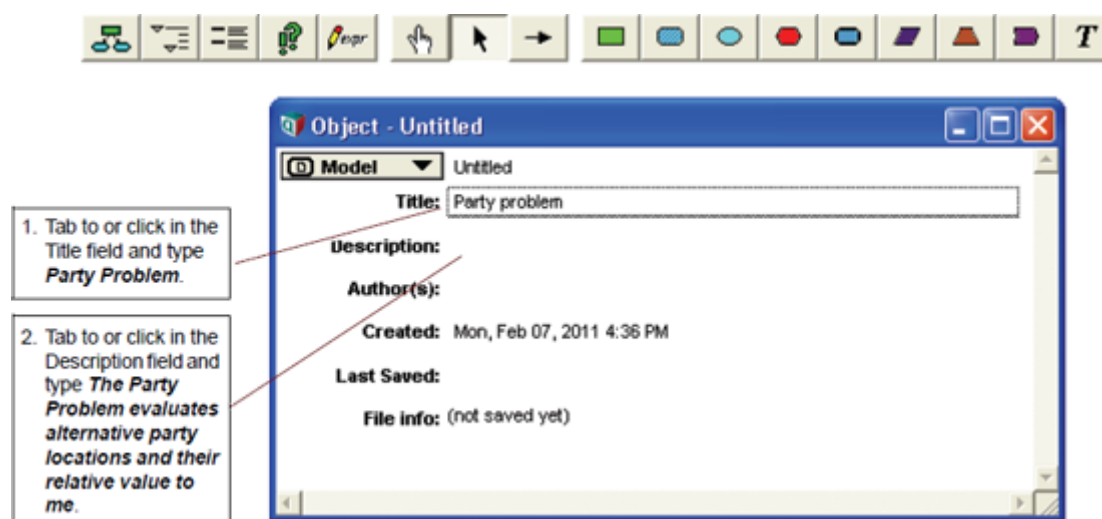
離散または条件付き確率をモデルに使用する場合は、この章を学習してください。

使用するさまざまな種類のモデルには、専門的な判断や経験的なデータに基づく確率分布を使用して変数を説明する場面があります。結果が離散的または定性的な値をとる場合 (例えば、low, medium, high など)、離散確率 (*discrete probability*) 分布を使用する必要があります。

**Party Problem** モデルでは、晴れ又は雨のいずれかを取る天気 (weather) がキーとなる不確実性変数となります。天気には、パーティの場所を室内 (indoors) にするか、屋根付きベランダ (porch) にするか、それとも、屋外 (outdoors) にするかという決定に関して影響力があります。

### 6.1 モデルに説明を記入する

モデルに必要な情報は、**Object** ウィンドウを使って以下のように書き込みます。



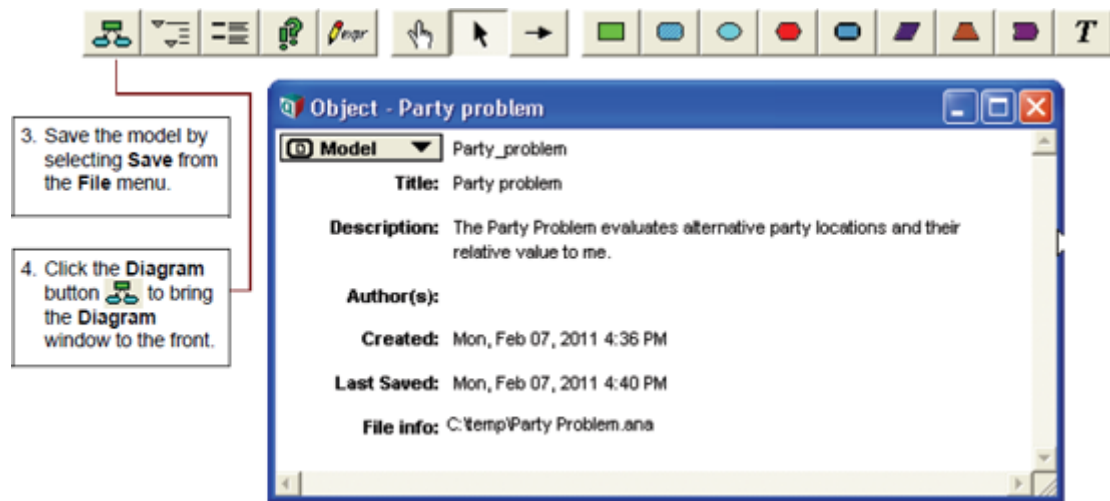
1. Tab キーまたは Title フィールドをクリックして、**Party Problem** と入力します。

2. Tab キーで移動するか、Description フィールドを直接クリックして、**The Party Problem evaluates alternative party locations and their relative value to me.**  
(Party Problem は、パーティ会場の択一的決定と自分にとっての相対的値を評価するもので



6.2 パーティー場所、天気、効用 (Utility) に関する各変数を作成する  
す) と説明を入力します。

Object ウィンドウは現在以下のようにになっているはずです：

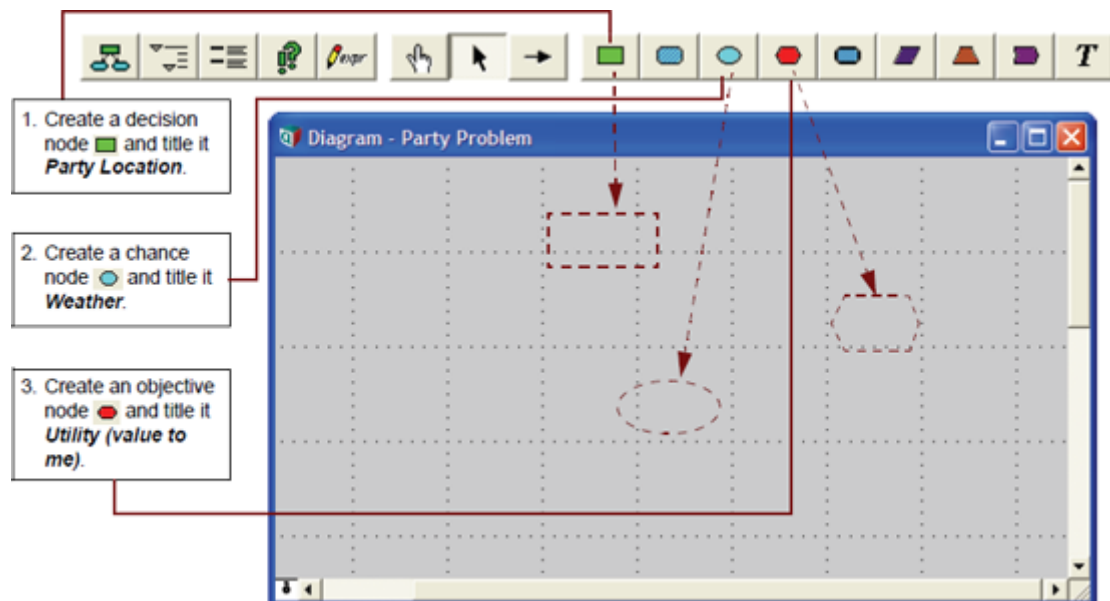



3. File メニューの **Save** を選択してモデルを保存します。

4. Diagram ボタン (  ) をクリックして **Diagram** ウィンドウを前面に表示させます。

## 6.2 パーティー場所、天気、効用 (Utility) に関する各変数を作成する

「[変数ノードを作成する](#)」で紹介した手法を使用して、決定変数 **Party Location**、確率変数 **Weather**、そして、目標変数 **Utility** をそれぞれ作成します。



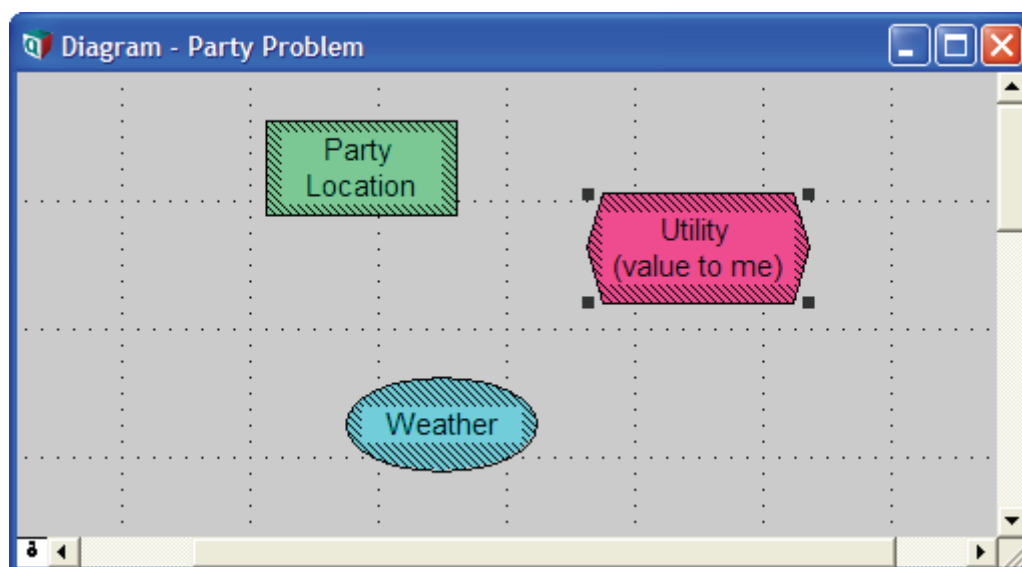
1. 決定 (decision) ノード  を作成し、タイトルを **Party Location** とします。

2. 確率 (chance) ノード  を作成し、タイトルを **Weather** とします。

## 6. パーティ問題モデルを作成する

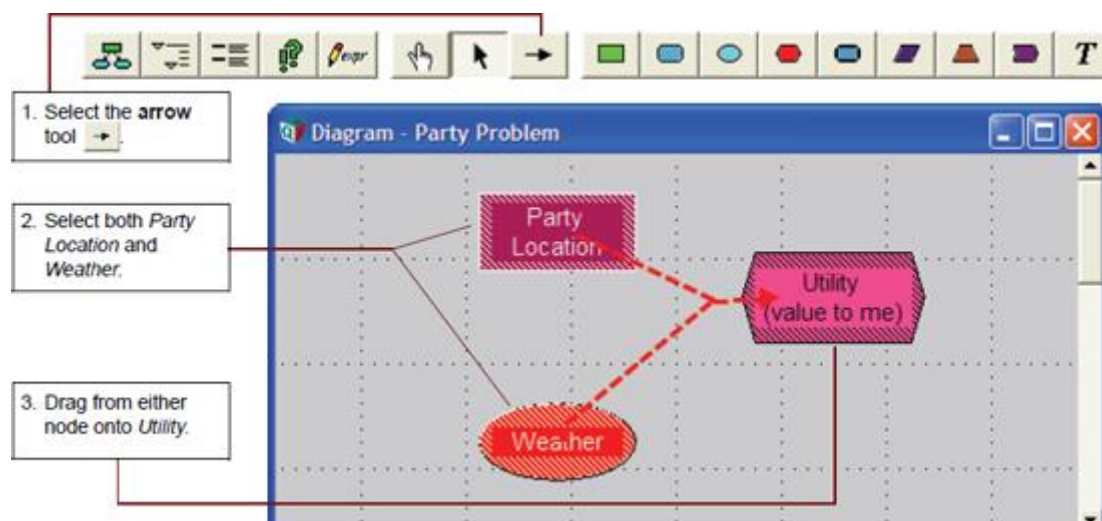
3. 目標 (objective) ノード  を作成し、タイトルを **Utility (value to me)** とします。


ダイアグラムは以下になるはずです：



### 6.3 変数間に矢印を描画する

このセクションでは、「[複数の矢印を接続する](#)」で紹介した方法を使用して、*Party Location* と *Weather* から *Utility* に向けて2本の矢印を一度に描画します。

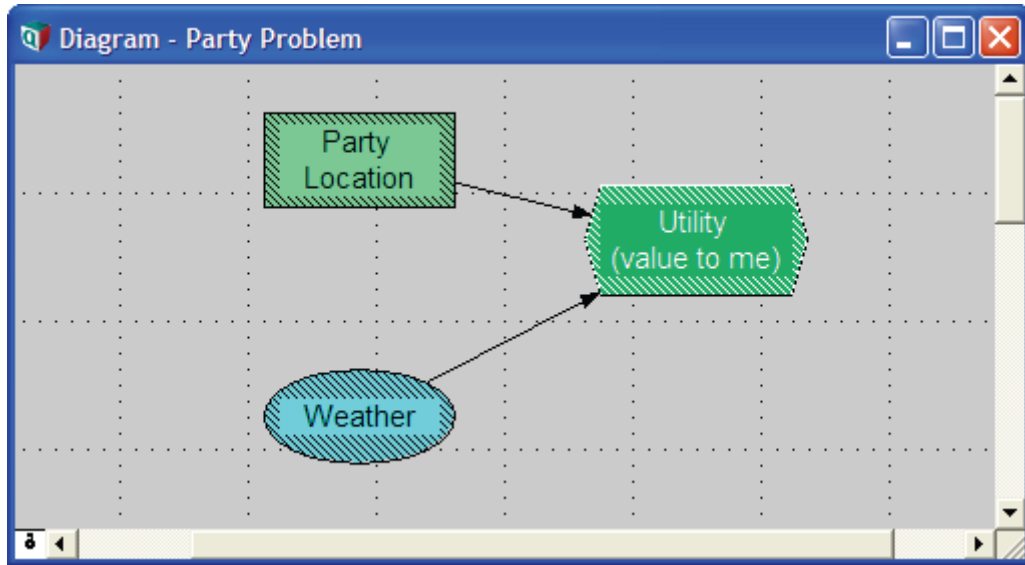


1. arrow ツール  を選択します。

2. *Party Location* と *Weather* の2つのノードを選択状態にします。

3. いずれかのノードから *Utility* に向けてマウスをドラッグします。

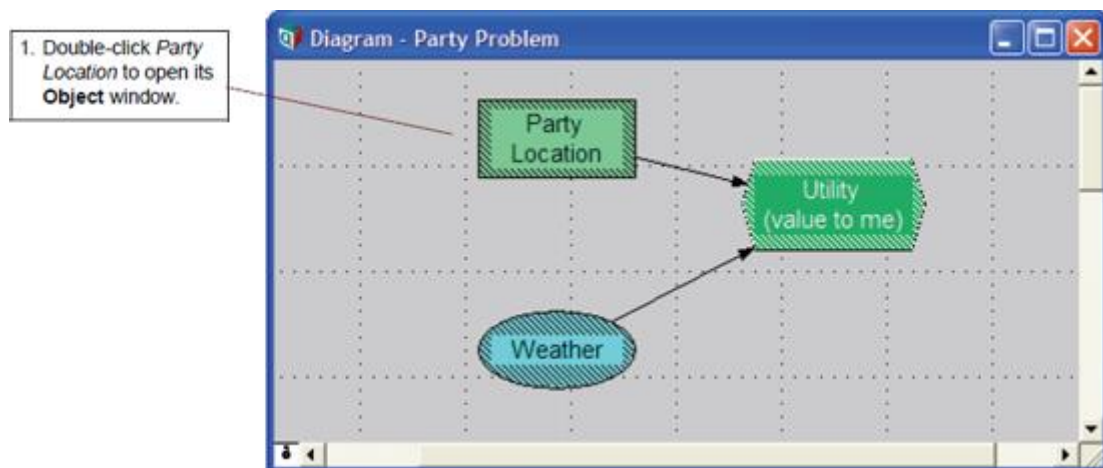
ダイアグラムは現在以下のようにになっているはずです：



## 6.4 パーティ会場をラベルのリストとして定義する

パーティ会場は、室内 (indoors)、屋根付きベランダ (porch)、野外 (outdoors) の3つの候補があるとしましょう。*Party Location* は、それぞれの場所を区別するラベルのリストとして定義します。

*Party Location* は、目標ノード *Utility (value to me)* のインデックスに使用しますので、「[インデックス変数を作成する](#)」セクションの *Car Cost* モデルで作成したインデックス変数 *Car Type* と類似しています (*Party Location* は、意志決定者の直接的な管理下にあるため、インデックス変数ではなく、決定変数 ([decision variable](#)) となります)。

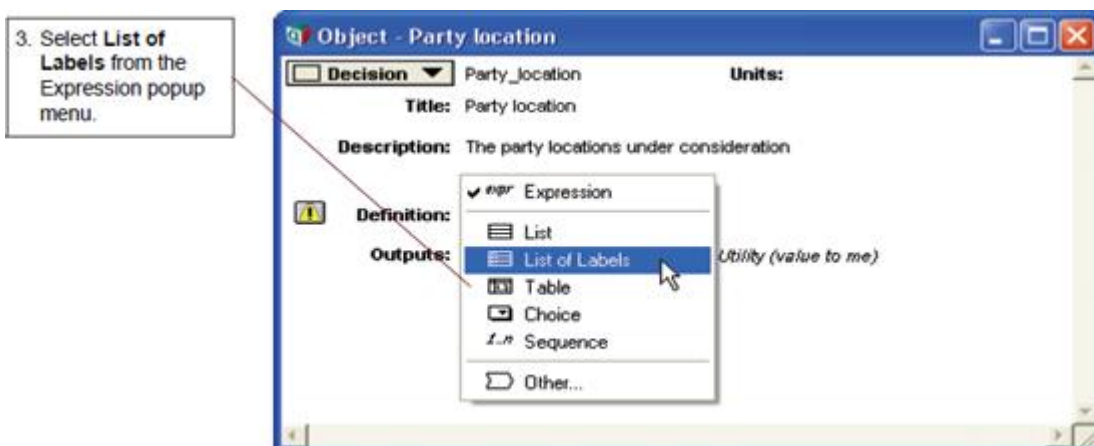


1. *Party Location* をダブルクリックして、その **Object** ウィンドウを開きます。

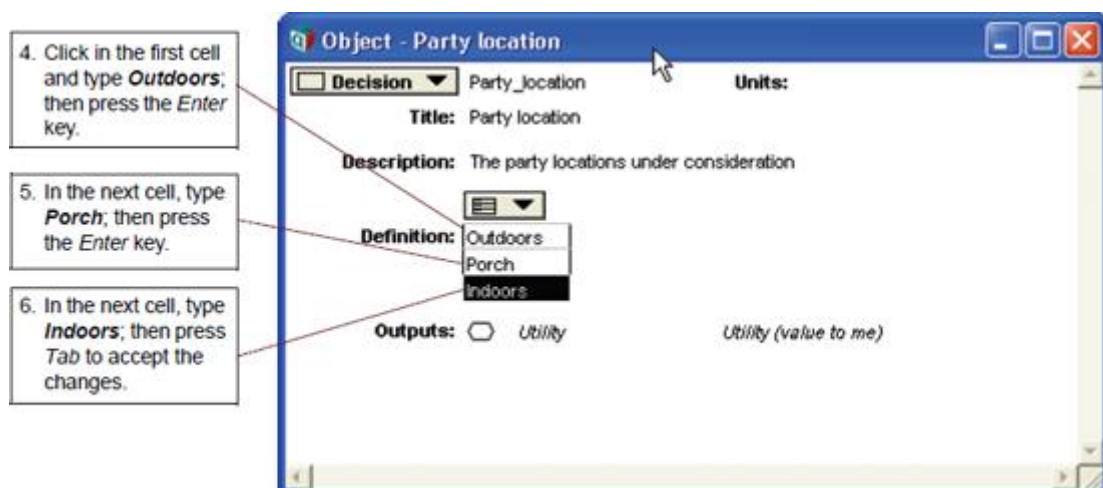
## 6. パーティ問題モデルを作成する



2. Discription フィールドをクリックして、**The party locations under consideration.**  
(パーティ会場の候補) と説明を入力します。



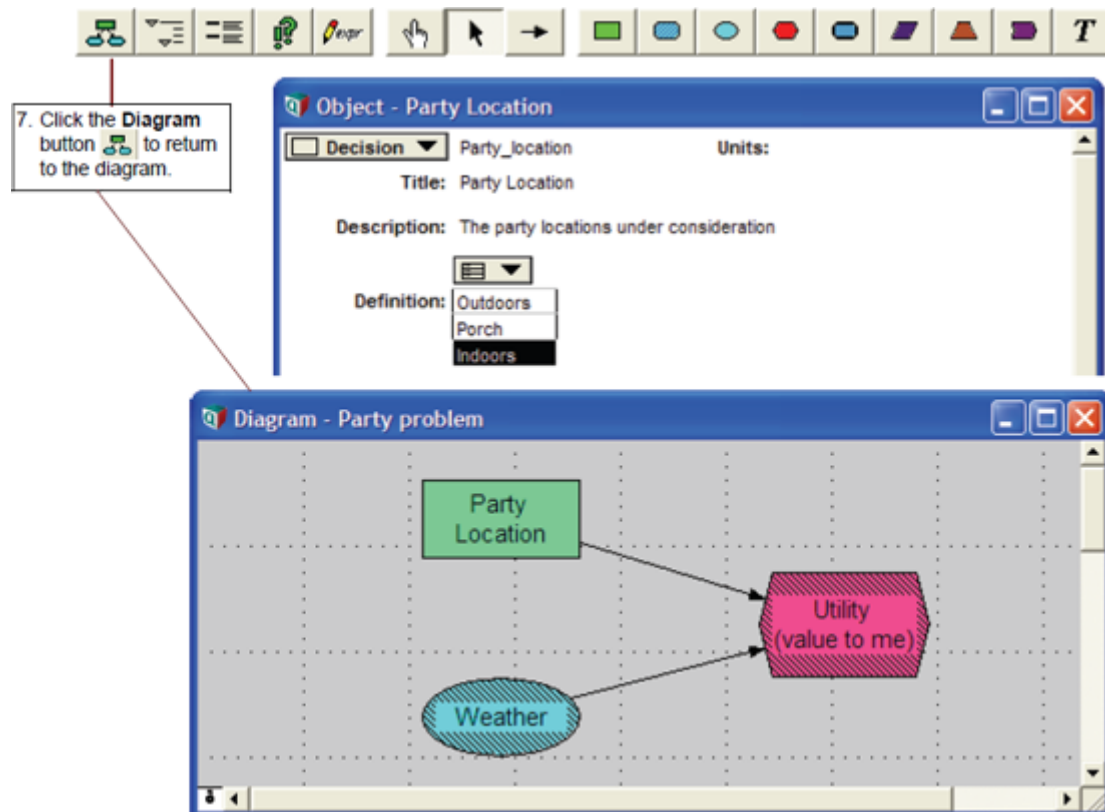
3. Expression ポップアップメニューから **List of Labels** を選択します。



4. 1 番目のセルをクリックして、**Outdoors** と入力します。入力したら Enter キーを押します。

5. 次のセルには、**Porch** と入力します。入力したら Enter キーを押します。

6. 次のセルには、**Indoors** と入力します。Tab キーを押して変更内容を適用します。

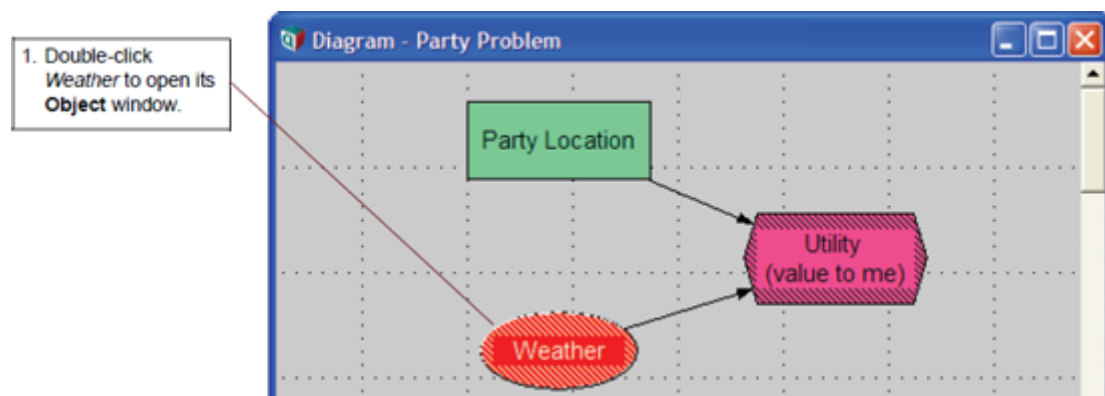


7. Diagram ボタン  をクリックして、Diagram ウィンドウに戻ります。

## 6.5 天気を確率テーブルとして定義する

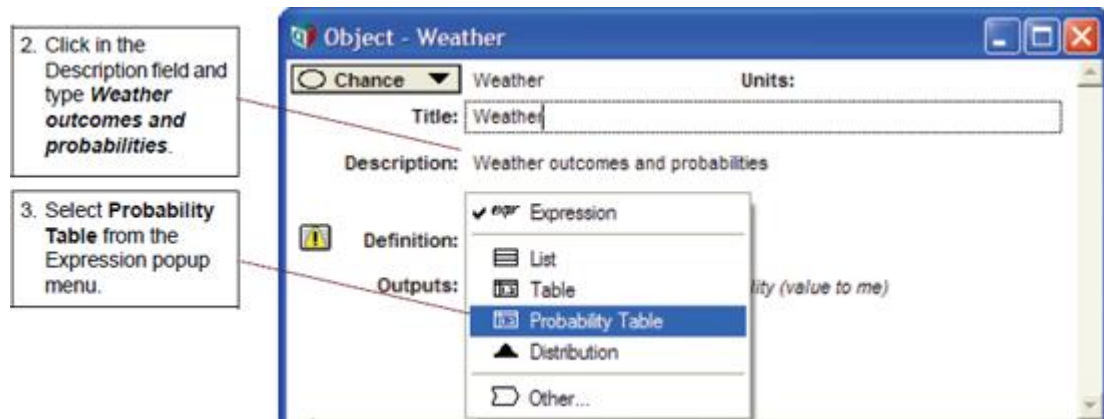
このモデルでは、天気を現実の世界と同様、予測できないもの (unpredictable) とします。

このセクションでは、晴れ (sunny) または雨 (rainy) の離散的な2つの結果を取り得るものとして天気 (Weather) を特徴づけることにします。また、これら2つの可能性が起こり得る確率をそれぞれ割り当てることにします。これを行うには、天気を確率テーブル ([probability table](#)) として定義することになります。Analytica で離散的な可能性をあらわすための機能が確率テーブルです。



1. Weather をダブルクリックして、その **Object** ウィンドウを開きます。

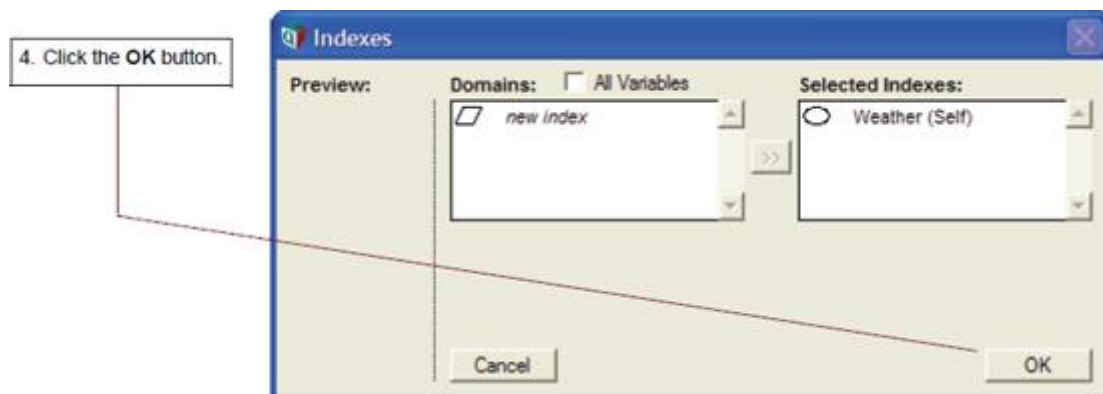
## 6. パーティ問題モデルを作成する



2. Description フィールドをクリックして、**Weather outcomes and probabilities**. (起こり得る天気とその確率) と説明を入力します。

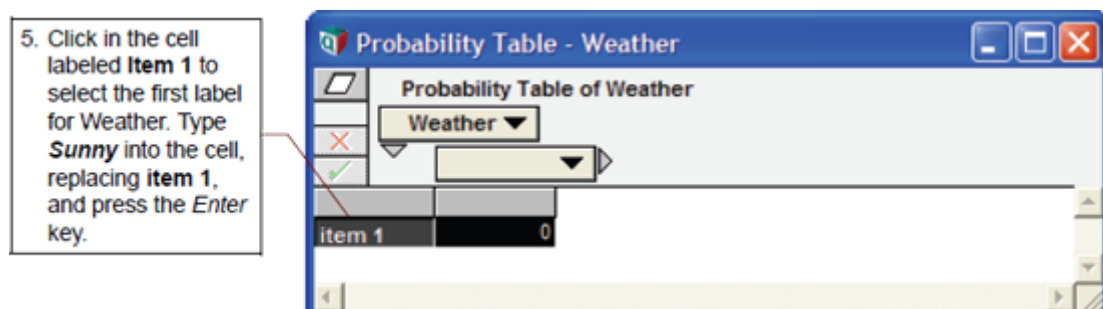
3. Expression ポップアップメニューから **Probability Table** を選択します。

**Indexes** ダイアログボックスが開きますので、このテーブルで使用するインデックスの内容を確認します。Selected Indexes リストには、*Weather (Self)* が表示されています。*Self* は、このインデックス (離散的分布の結果) がこの確率テーブルに含まれていることをあらわします。確率テーブルのインデックスは *Self* (それ自身に含まれる値) である必要があります。



4. **OK** ボタンをクリックします。

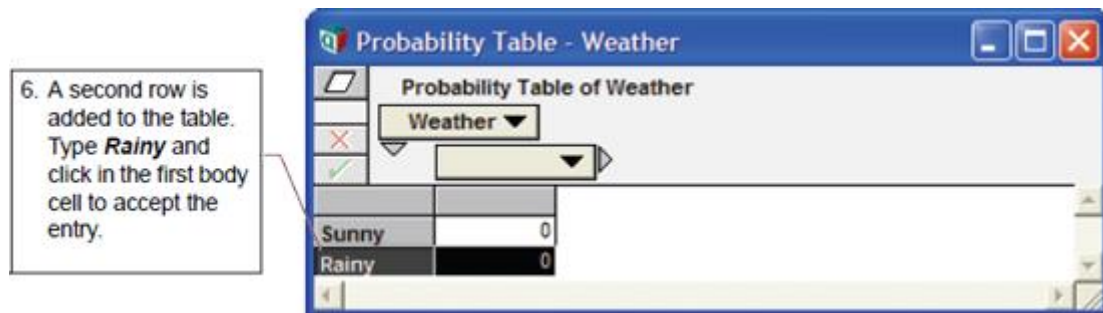
**Edit Table** ウィンドウが表示されます。このテーブルの最初の列に結果 (outcomes) を、2番目の列にそれぞれの確率を入力します。最初の列には、起こりうる結果を入力することになります。



5. **item 1** というラベルの付いたセルをクリックして、Weather に関する最初のラベルを選択します。**item 1** を **Sunny** に書き換えたら、**Enter** キーを押します。

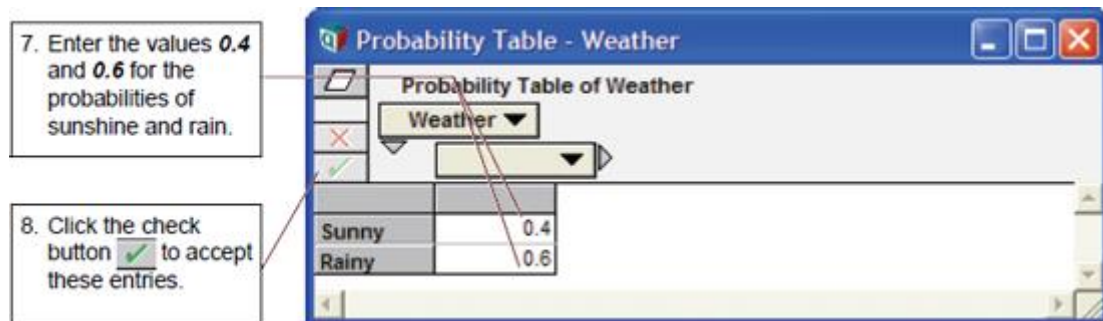


テーブルには1行目と同じ内容、すなわち、*Sunny* が含まれた状態で2行目が追加されます。2行目が表示されない場合は、*Sunny* というテキストが選択されていることを確認して、再度 *Enter* キーを押してください。



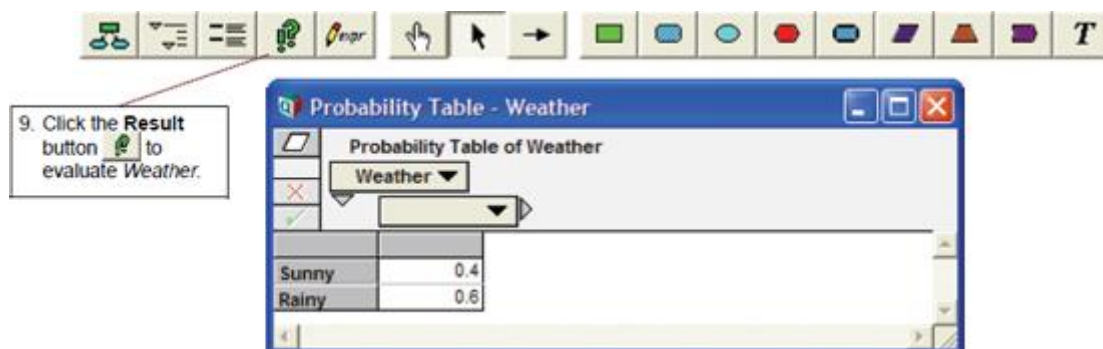
6. テーブルに2行目が追加されます。*Rainy* と入力したら1行目のセルの内容をクリックして入力して内容を適用します。

2列目には、起こりうる結果の確率をそれぞれを入力します。



7. 晴れる確率として **0.4** を、雨になる確率として **0.6** をそれぞれ入力します。

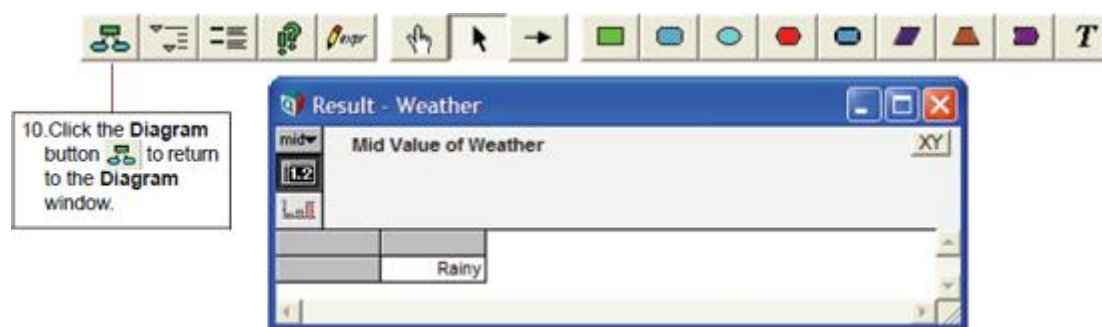
8. チェックボタン ☒ をクリックして、入力した内容を適用します。



9. **Result** ボタン  をクリックして、*Weather* を評価します。

Mid 値は *Rainy* になりますが、これは、*Rainy* に対して 50% を超える確率が割り当てられているからです。

## 6. パーティ問題モデルを作成する



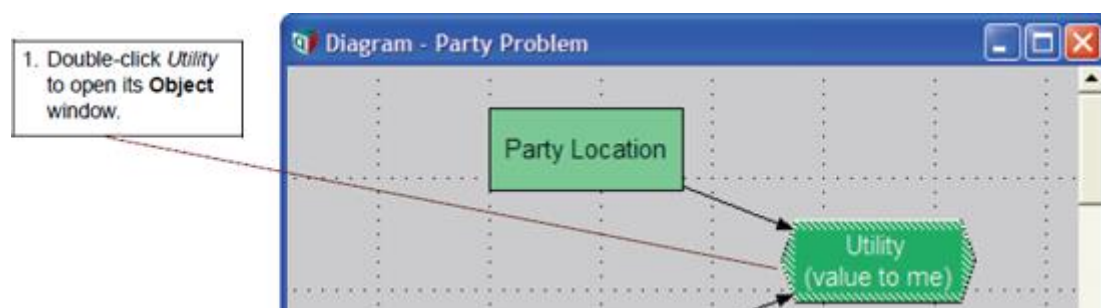
10. Diagram ボタン  をクリックして Diagram ウィンドウに戻ります。

## 6.6 効用 (Utility) を決定論的テーブルとして定義する

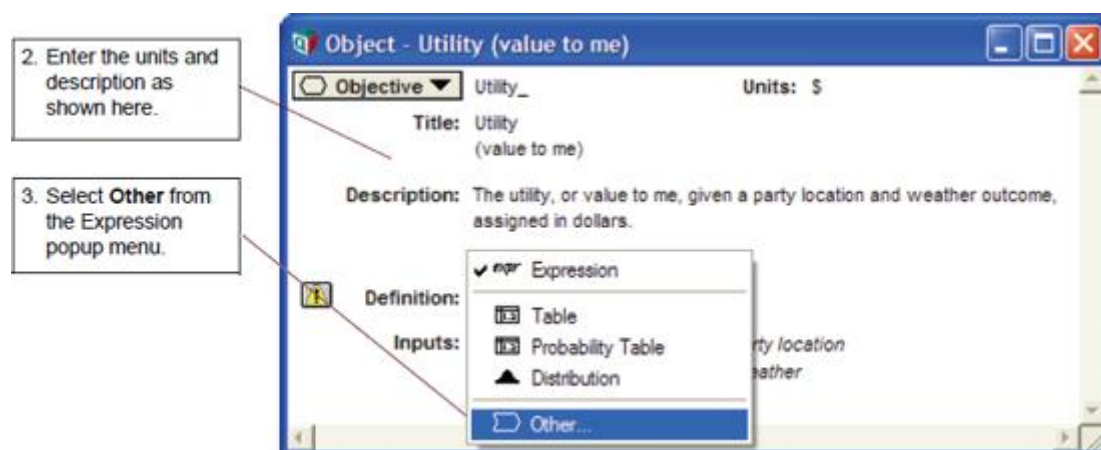
パーティ会場を決定する効用 (Utility) は、天気の結果に応じて変わります。

このセクションでは効用 (Utility) を *Party Location* と *Weather* の2つの変数を使用した決定論的テーブル (**deterministic table**, または **determtable**) として定義することにします。

決定論的テーブルは、編集テーブルや確率テーブルと同様に表示されます。決定論的テーブルのインデックスのうち少なくともひとつは、離散的確率変数 (確率テーブル) である必要があります。この確率テーブルのインデックスであらわされる確率分布が決定論的テーブルの評価の結果として考慮されます。



1. Utility をダブルクリックして、その Object ウィンドウを開きます。

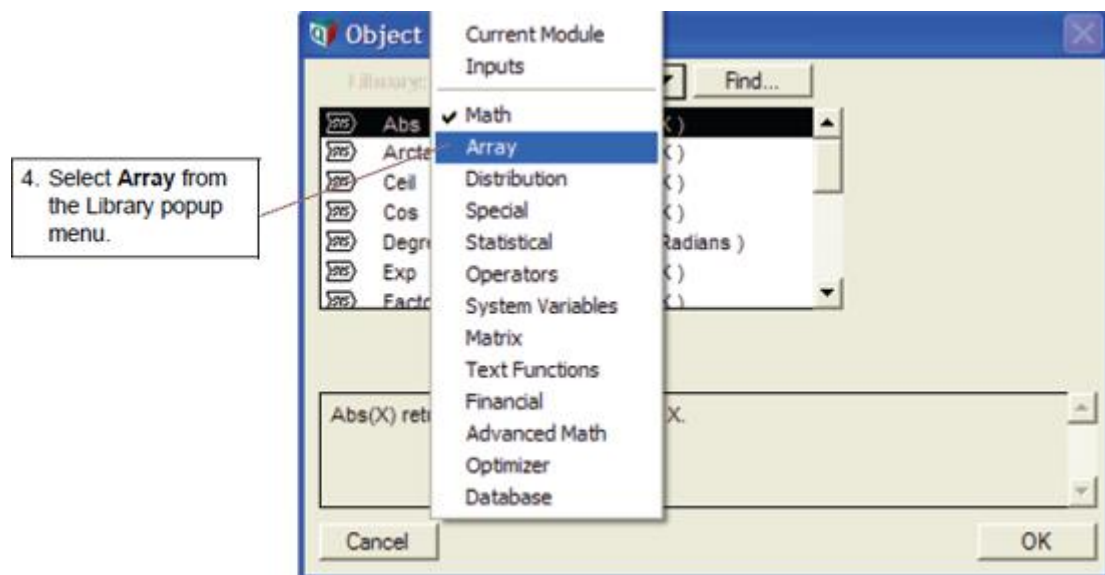


## 6.6 効用 (Utility) を決定論的テーブルとして定義する

2. 図のように単位 (Units) と説明 (Description) を入力します。
3. Expression ポップアップメニューから **Other** を選択します。

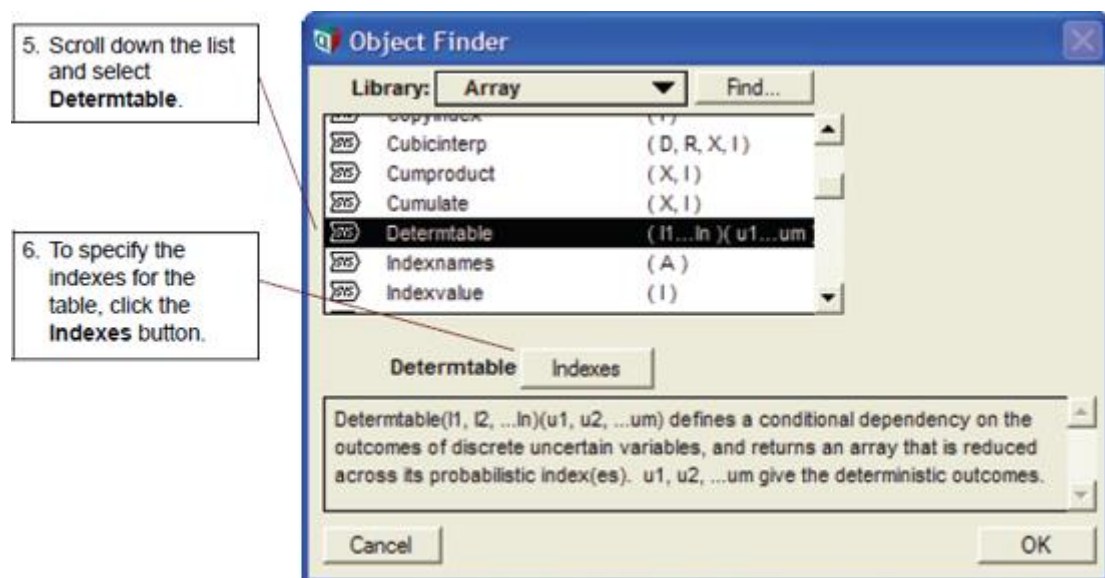
*Utility* 変数は、まだ定義されたことがないため、最初のライブラリの最初の関数が表示されます。各ライブラリには、ユーザーの用途にあわせて各種関数が用意されています。Analytica のライブラリや関数に関する概要につきましては、*Analytica User Guide* の Appendix A にある "Definition menu" をご覧ください。

ここでは、**Array** ライブラリの中に用意されている **Determtable()** 関数を選択することになります。



4. Library ポップアップメニューから **Array** を選択します。

※ Tip: **Object Finder** ウィンドウには、選択した関数の簡単な説明が表示されます。

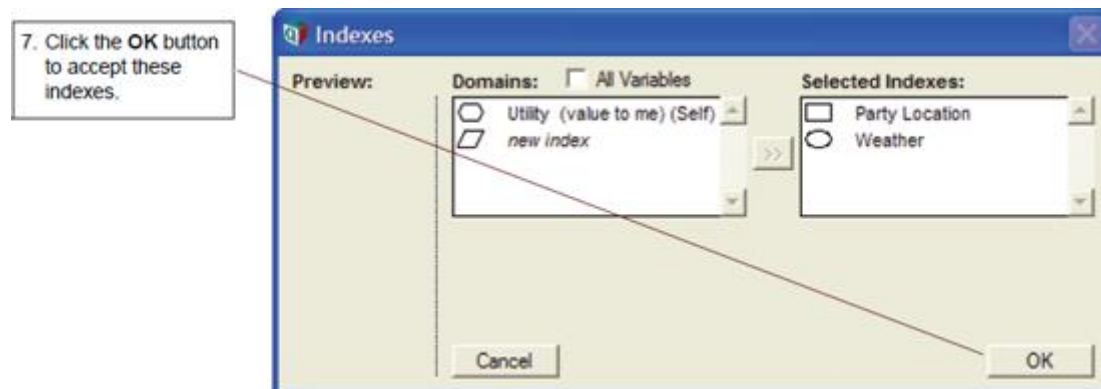


5. リストの下にスクロールして、**Determtable** を選択します。

## 6. パーティ問題モデルを作成する

6. このテーブルのインデックスを指定するには、**Indexes** ボタンをクリックします。

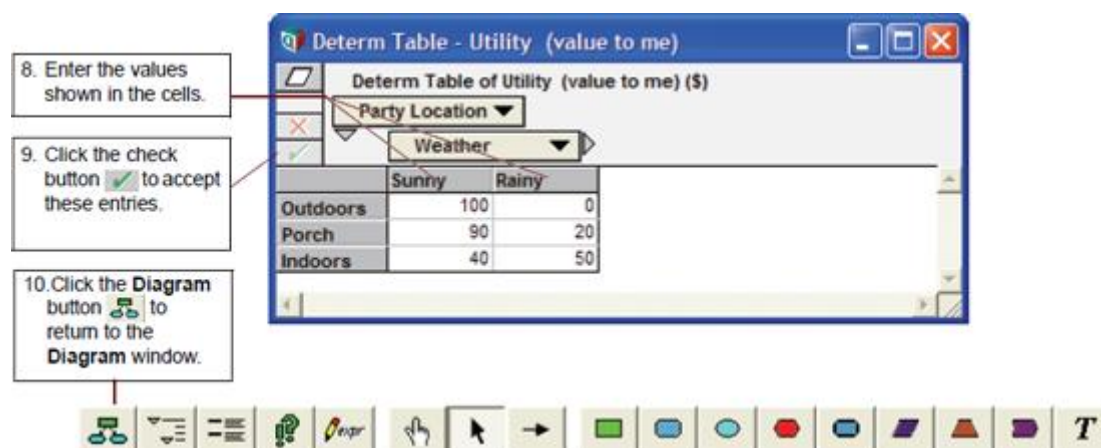
*Party Location* と *Weather* が既にインデックスとして選択されていますが、これは、*Utility* に対してこれら2つから矢印を描画しており、これらが既にリストとして定義されているためです。



7. **OK** ボタンをクリックして、このインデックスの内容を適用します。

OK をクリックして、**Object Finder** ダイアログを終了させると、*Utility* をドル換算した価値を指定するための **Edit Table** ウィンドウが開きます。

パーティ会場と天気に関するそれぞれの組合せに対して値を代入します。これらの値は、与えられた天気と場所でパーティを行った場合の自分なりの価値を金額であらわします。パーティの価値は、天気が晴れて屋外で行うのが最も高いものとしします。屋外で開いて雨が降れば最も価値が低いものとしします。その他の値は、これら2つの極値のあいだを取るよう設定します。



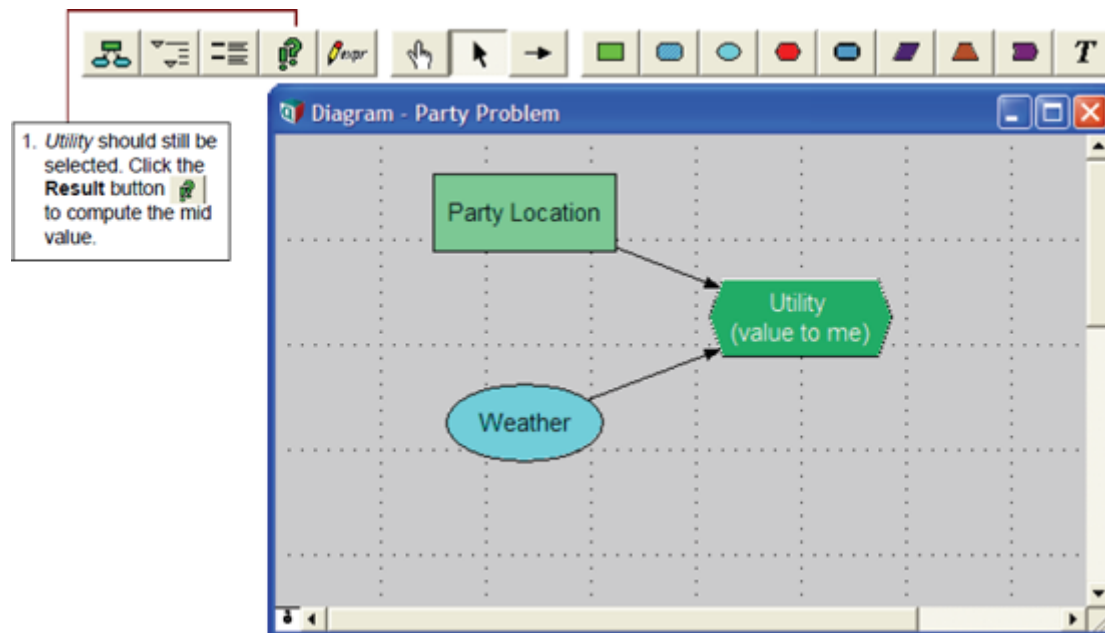
8. 図のようにセルに値を入力します。

9. チェックボタン  をクリックして、入力した内容を適用します。

10. **Diagram** ボタン  をクリックして、**Diagram** ウィンドウに戻ります。

## 6.7 効用 (Utility) を計算する

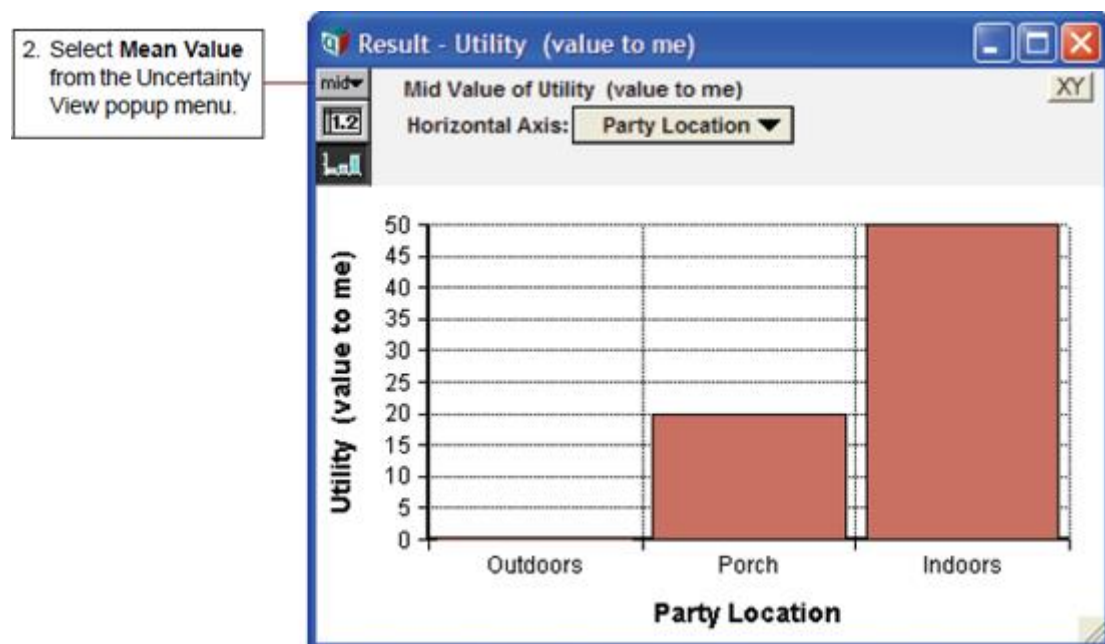
このセクションでは、*Utility* の値を計算することにします。



1. *Utility* が選択状態にあることを確認してください。

2. **Result** ボタン  をクリックして、Mid 値を計算します。

各パーティ会場の効用 (Utility) は、先ほど入力した決定論的テーブル *Utility* の *Rainy* の値と同じになります。これは、*Rainy* が *Weather* の Mid 値がだからです。この決定論的評価の結果から導き出される結論は、パーティを開くのに最もふさわしい場所は室内であるということです。

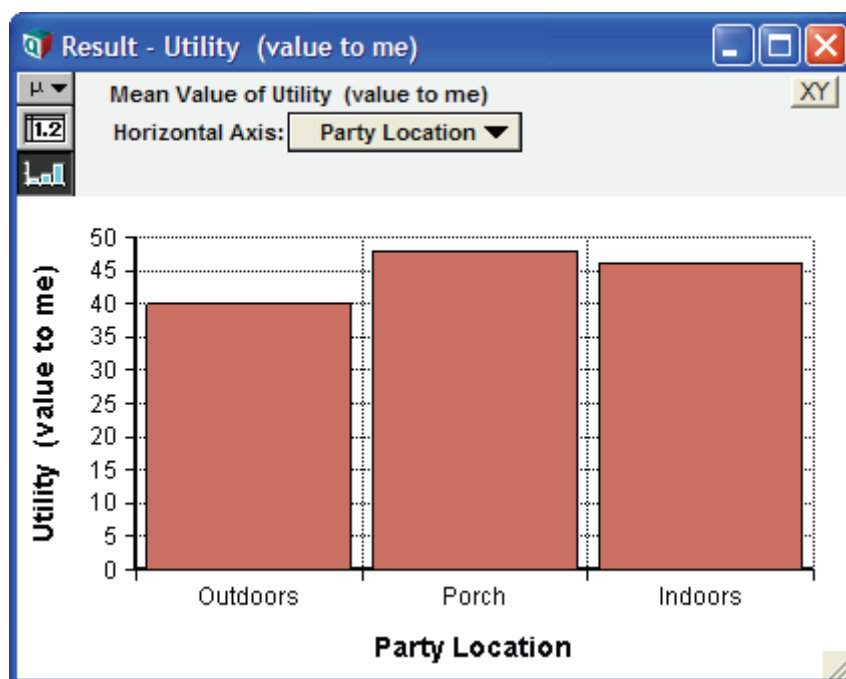


2. Uncertainty View ポップアップメニューから **Mean Value** を選択します。



## 6. パーティ問題モデルを作成する

平均値 (mean value) によって下される評価は非常に異なったものです。期待される効用が最大になるのは、屋根つきベランダ (Porch) になります。サンプルによって見積もられる平均値は、屋外 (Outdoors) が約40、屋根つきベランダ (Porch) が 48、室内 (Indoors) が 46 という結果になります。



各パーティ会場について期待される厳密な効用 (Utility) は、起こりうる結果の可能性を *Utility* の値に乘ずることで算出されます：

- 例

```
Outdoors = (100)*0.4 + (0)*0.6 = 40
Porch    = (90)*0.4 + (20)*0.6 = 48
Indoors   = (40)*0.4 + (50)*0.6 = 46
```

### 離散モデリングの背景を使用される方への注記

Analytica では、確率分布の全てがシミュレーションされ、サンプル平均を算出することによって各分布の期待値 (mean : 平均値) が計算されます。離散分布の場合、算出される平均値は、サンプルサイズが増加するほど、離散的結果の値にそれが起こりうる確率を乗じて得られる値に向かって収束します。

## 6.8 パーティ問題モデルを作成する：まとめ

この章で行った内容は以下のとおりです：

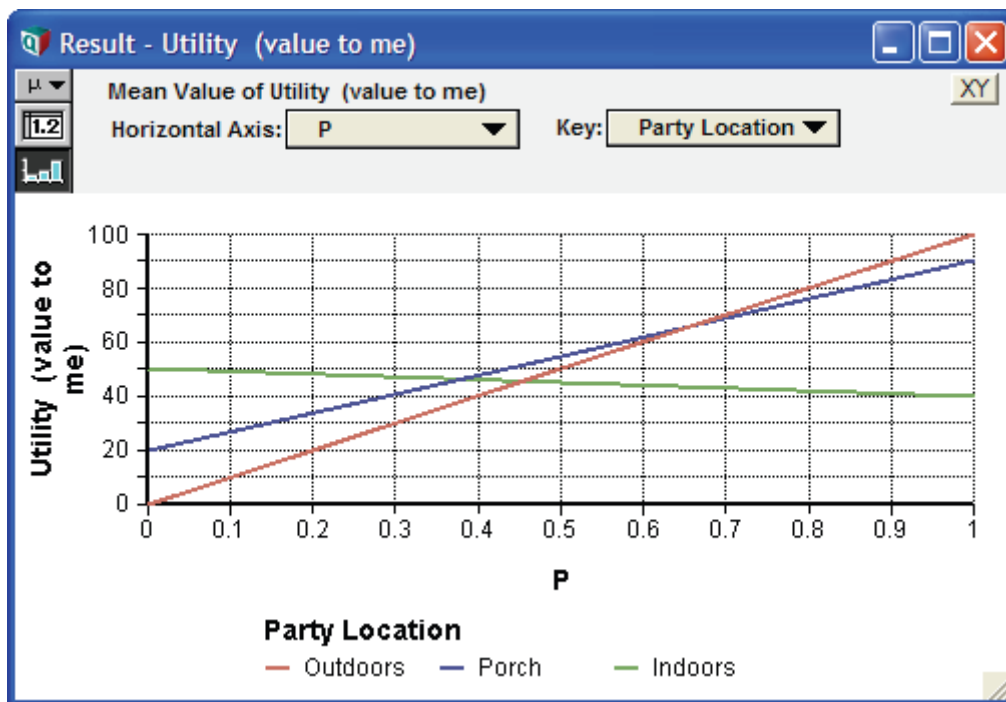


- 変数を確率テーブル、離散分布として定義する。
- 変数を決定論的テーブル、離散的な不確実性変数の結果に対して条件付き依存関係を定義する関数として定義する。

### 練習問題

練習問題として、このモデルを拡張して、雨の降る確率が 0 から 100% の間で変化するものとして、各パーティ会場の効用 (utility) がそれに伴ってどのように変化するかを調べます。

1. 晴れの確率をあらわす確率ノードを  $p$  というタイトルを付けて新たに作成します。このノードを 0 から 100% の確率の範囲を取るものとして、Sequence (0, 1, 0.5) と定義します。
2. *Weather* の確率を晴れであれば  $p$ 、雨であれば  $(1-p)$  として定義しなおします。
3. *Utility* の平均値を再計算します。結果をグラフとして表示します。



## 7. キツネとウサギモデルを作成する

この章では以下の内容を紹介します：

- **Dynamic()** 関数とシステム変数 *Time* の使い方
- 変数ノードの外観のカスタマイズ方法
- モジュールを使用したモデルの整理方法
- ノードとモジュールの複製方法
- 変数ノードのエイリアス作成
- 2 変数の結果を同時に表示する方法

この章を始めるあたり、以下の操作方法に関する詳細は説明しませんので、それぞれの内容をあらかじめ理解している必要があります：

モデルの新規作成、既存モデルの開き方、保存、別名で保存について：([第 1 章](#)をご覧ください)

変数の新規作成と定義、Attribute または Object ウィンドウへの属性の入力、ノード間に影響矢印を描画する方法：([第 4 章](#)をご覧ください)

また、配列変数 (Array variables) とインデックス変数 (Index variables) についても理解しておく必要があります：([第 5 章](#)をご覧ください)

### 7.1 Time インデックスを使用する

---

このモデルでは、食うもの食われるもの (捕食者 - 被食者) 関係をモデル化する動態システムをセットアップします。キツネとウサギの個体数は、状態変数 (state variables)、すなわち、時間 (Time) によってインデックス化される 1 次元配列としてセットアップすることになります。

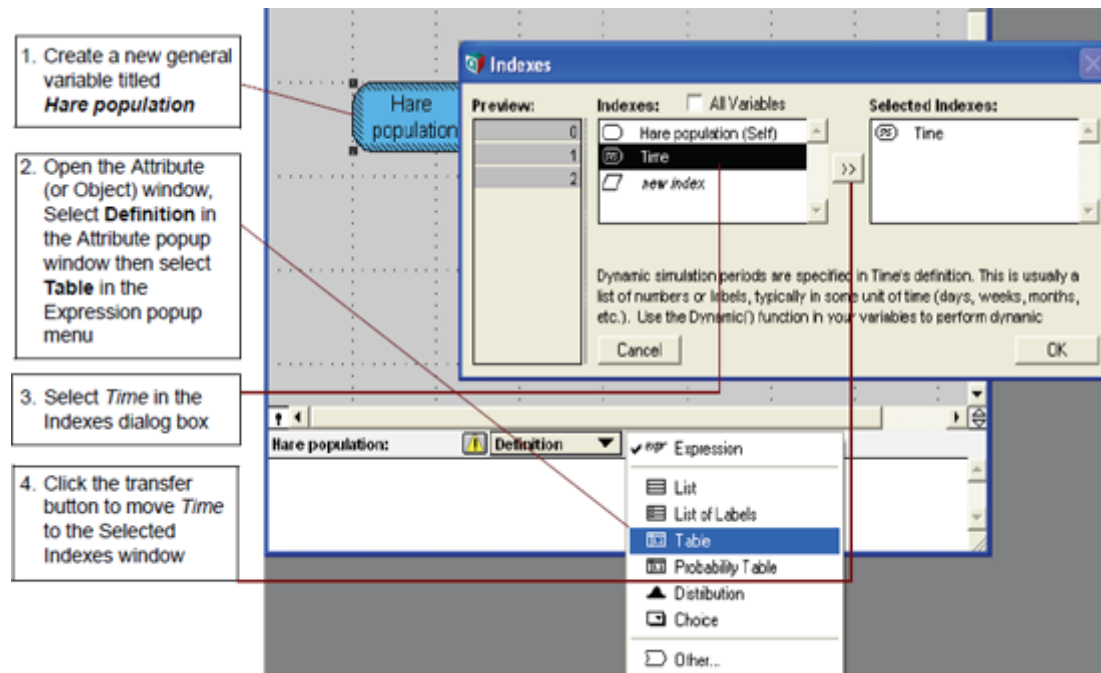
まずはじめに、新規モデルを開いて、そのタイトルを ***Foxes and Hares Tutorial*** とします。

***Hare population*** というタイトルの一般変数 (general variable) を作成します。

Attribute ウィンドウまたは Object ウィンドウのいずれかを使用して、Definition フィールドにカーソルを置いたら expression ポップアップメニューの中から Table を選択します。Indexes ウィンドウが表示されます。

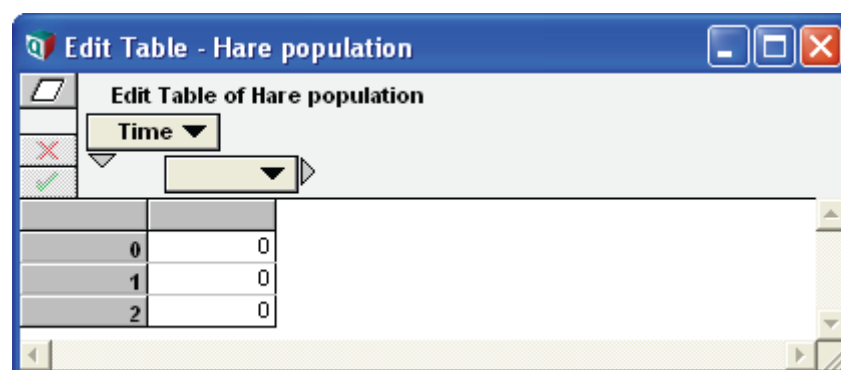
ウィンドウ左側のインデックスリストのひとつに ***Time*** というインデックスがある点に注意してください。このインデックスは、あらかじめ定義しなくても使用できるものです。*Time* はいいつでも利用できる Analytica のシステムインデックスです。システム変数アイコン (☒) として他と区別されている点に注意してください。*Time* はシステム変数ですが、その値は他のインデックスと同様に編集することができます。

*Time* インデックスを選択して移動ボタン ( >> ) をクリックしたら、アクティブなインデックスとして右側のウィンドウに移します。



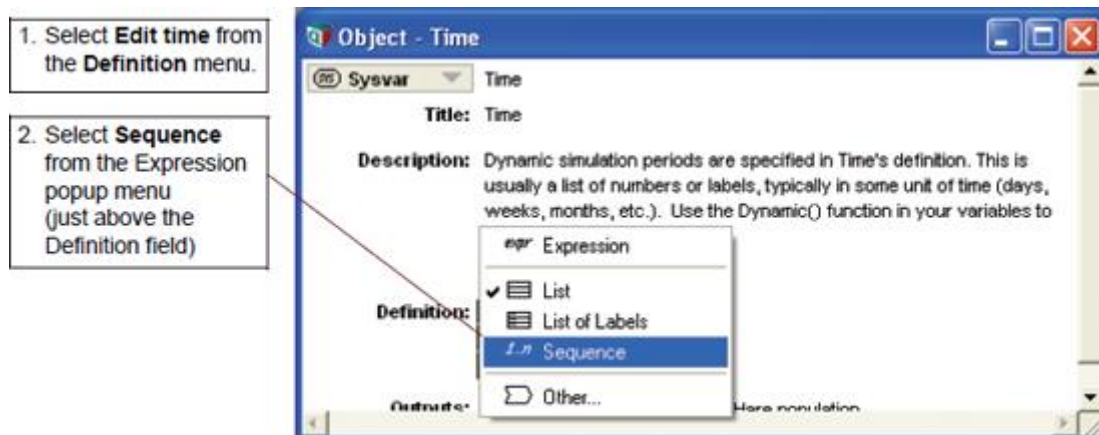
1. *Hare population* というタイトルの一般変数 (general variable) を作成します。
2. Attribute (または Object) ウィンドウを開き、Attribute ポップアップウィンドウの **Definition** を選択したら、Expression ポップアップメニューの中の **Table** を選択します。
3. Indexes ダイアログボックスで *Time* を選択します。
4. 移動ボタンをクリックして *Time* を Selected Indexes ウィンドウに移動します。

Analytica に *Hare population* 変数に関する Edit Table が表示されます。*Time* のデフォルトのインデックスの値は、0, 1, 2 である点に注意してください。これから作成する動態シミュレーションでは、ここで示された3つよりも多くの時点が必要となります。



**Definition** メニューから **Edit time** を選択します。Expression ポップアップメニューをクリックして、**Sequence** を選択します。現在の *Time* インデックスを *Sequence* に変更するか否かを確認するメッセージが表示されます。**OK** をクリックします。

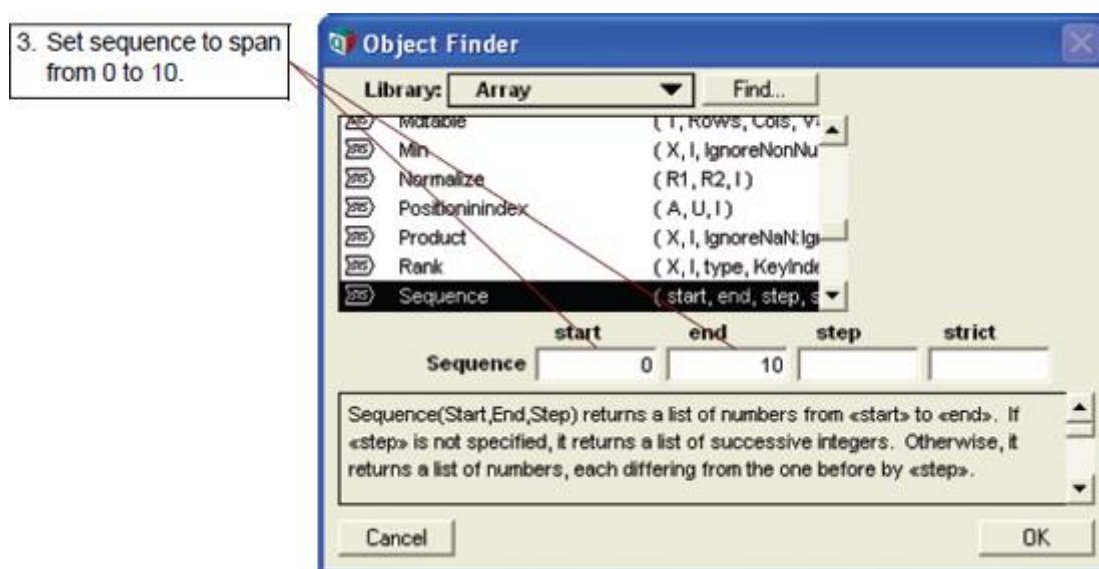
## 7. キツネとウサギモデルを作成する





1. Definition メニューから **Edit time** を選択します。

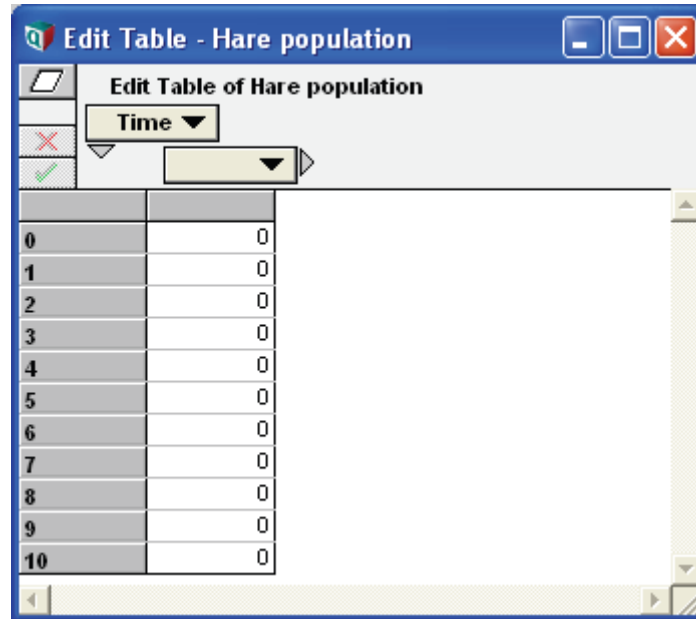
2. Expression ポップアップメニュー (Definition フィールドのすぐ上) から **Sequence** を選択します。

シーケンスの内容を編集します。start 値は 0 のまま、end 値には 10 を入力します。**OK** をクリックして、この Object finder ウィンドウを終了します。



3. シーケンスの範囲を 0 から 10 の間に設定します。

Hare population  Edit Table をまだ開いていない場合は、Hare population ノードを選択して、**Result** ボタン (  ) をクリックします。Time インデックスの内容が 0 から 10 になっている点に注目してください。Hare population の値については、ひとまずゼロのままにしておきます。



Time	
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

## 7.2 ウサギの下位モデルをセットアップする

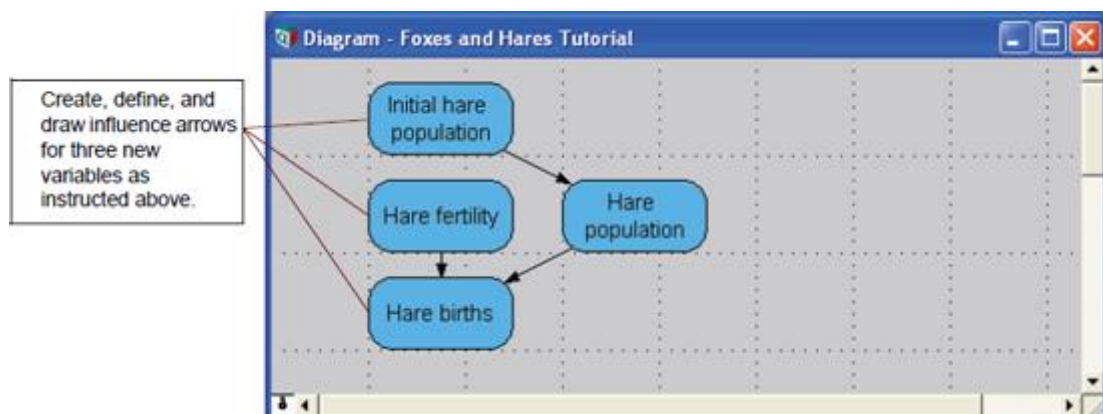
3つの一般変数を **Initial hare population**, **Hare fertility**, **Hare births** というタイトルで、それぞれ新規作成します。影響矢印を以下の要領で描画します：

- **Hare fertility** から **Hare births** へ影響矢印を描画
- **Initial hare population** から **Hare population** へ影響矢印を描画
- **Hare population** から **Hare births** へ影響矢印を描画

**Initial hare population** の定義を **500** に設定します。この識別子を **Hare\_zero** に変更します。

**Hare fertility** (ウサギの出生力) の定義を **60%** に設定します。この値は、新たに生まれてくるウサギの赤ちゃんの数がその直前の個体総数の 60% に等しくなることを意味します。

**Hare births** (ウサギの出生数) の定義は  **$Hare\_population * Hare\_fertility$**  に設定します。これは、その時点において生まれたウサギの赤ちゃんの総数です。




## 7. キツネとウサギモデルを作成する

上記の手順に基づいて新規作成した3つの変数に影響矢印を作成、定義、および、描画します。

### 7.3 Dynamic() 関数を使用する

次に、ウサギの個体数 (hare population) が時間の経過とともにどのように増加するかを検討します。ウサギの個体数はウサギの出生数によって影響を受け、ウサギの出生数は直前のウサギの個体数によって影響を受けます。つまり、*Hare population* (ウサギの個体数) の値は、それ自身の直前の値から影響を受けることになります。このような状況については、**Dynamic()** 関数を使用して対応することができます。

Attribute ウィンドウまたは Object ウィンドウのいずれかを使用して、*Hare population* 変数の Definition フィールドを開きます。Expression ポップアップメニューをクリックして、 **expression...** を選択します。

既に入力されているテーブル式を削除して、以下の内容に置き換えます：

- *Hare population* 変数：

```
Dynamic(Hare_zero, self[time-1]+Hare_births[time-1])
```

**Dynamic(hare\_zero, self[time - 1] + hare\_births[time - 1])**

The first term of the Dynamic() expression specifies the initial value at the first Time value.

**self**, when used within a dynamic expression, refers to the same variable that is defined by the Dynamic expression. Circular references are avoided by specifying a Time value other than the current time step.

Square brackets placed after an array variable call a specific index value. In this case the index is Time and the specified index value is one less than the current time step.

Dynamic() 式の最初の項には、Time インデックスの先頭に入る初期値を指定します。

動態式で self を使用する場合、Dynamic 式で定義されるのと同じ変数が self によって参照されます。Time 値を現在のタイムステップ以外に指定することによって循環参照は回避されます。

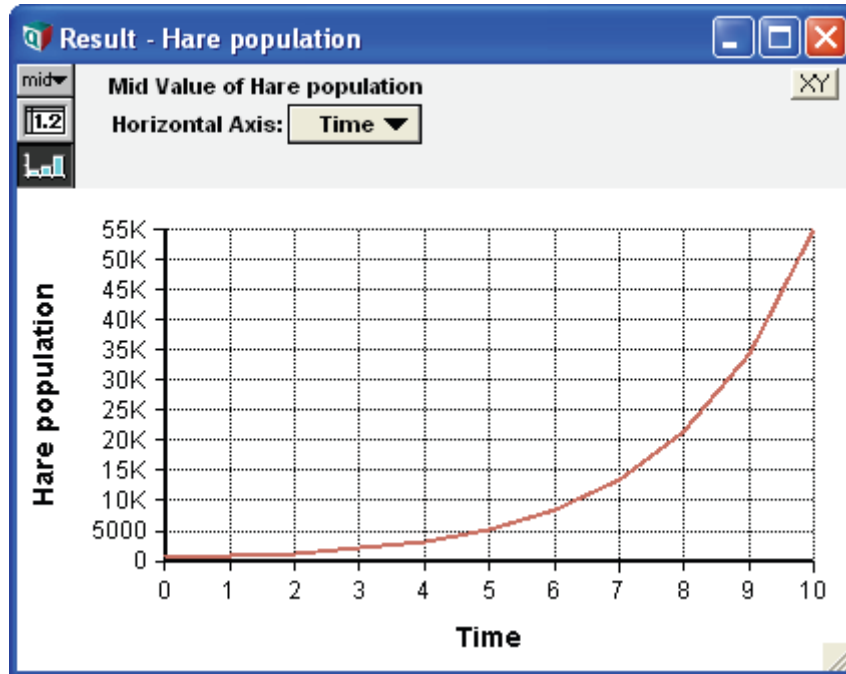
配列変数の後に配置する角括弧により、特定のインデックス値が呼び出されます。このケースの場合、対象となるインデックスは Time で、指定するインデックス値は現在のタイムステップより 1 つ前のものになります。

Dynamic() 関数は、式として直接入力するか、組み込み関数として (Expression ポップアップメニューから **Other...** を選択することで) アクセスすることができます。Dynamic() 関数は、Library の見出し **Special** の中に用意されています。



なお、Dynamic() 関数にはシステム変数 Time が自動的に組み込まれる点に注意してください。  
Time インデックスを説明するこの章の最初のセクションで、使用する変数を Time でインデックス化したテーブルとして最初に定義しましたが、このステップは必ずしも必要はありません。

Hare population ノードを選択して、Result ボタン (  ) をクリックします。



これは単純な指数型増殖曲線です。天敵が無く、食糧が無限にあれば、死なないウサギが急速に増殖していく様子をあらわします。このウサギだらけのシナリオを回避するには、制限因子 (limiting factor) を導入する必要があります。

## 7.4 ウサギの下位モデルを完成させる

手遅れになる前に素早く対応しましょう。新しい4つの一般変数を以下のように作成します：

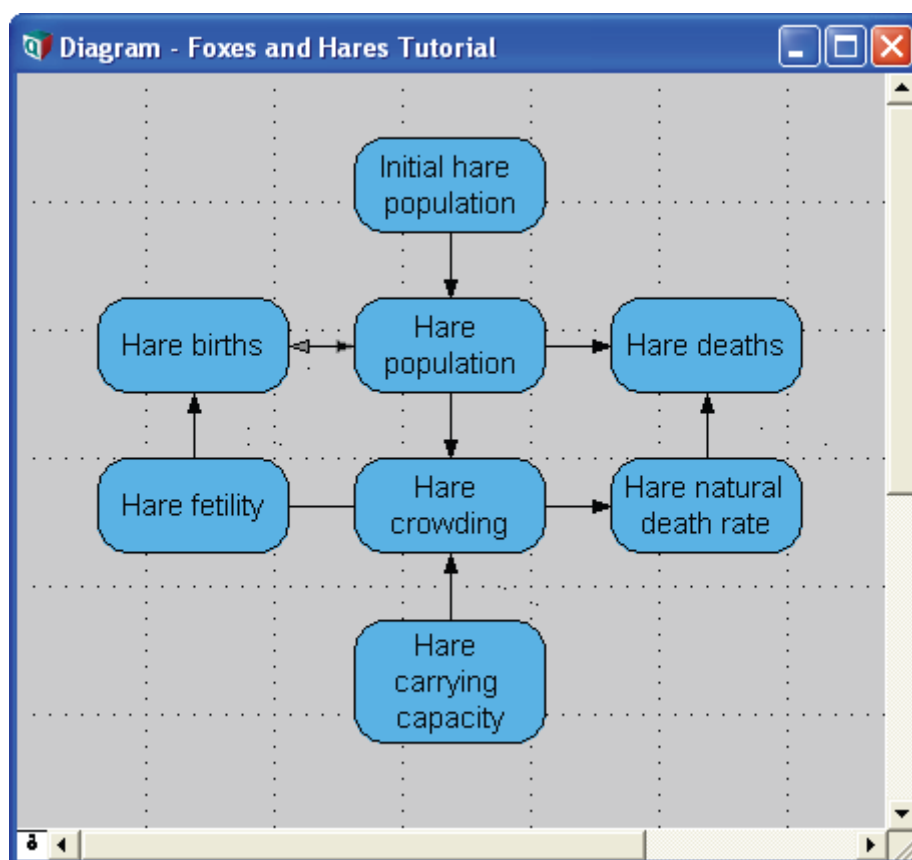
Title: <b>Hare carrying capacity</b> Identifier: <b>Hare_capacity</b> Definition: <b>1000</b>	Title: <b>Hare crowding</b> Identifier: <b>Hare_crowding</b> Definition: $\text{hare\_population} / \text{hare\_capacity}$
Title: <b>Hare natural death rate</b> Identifier: <b>Hare_ndr</b> Definition: $\text{hare\_fertility} * \text{hare\_crowding}$	Title: <b>Hare deaths</b> Identifier: <b>hare_deaths</b> Definition: $\text{Hare\_population} * \text{hare\_ndr}$

最後に、Hare population の定義内容を以下のように変更する必要があります：


- 例

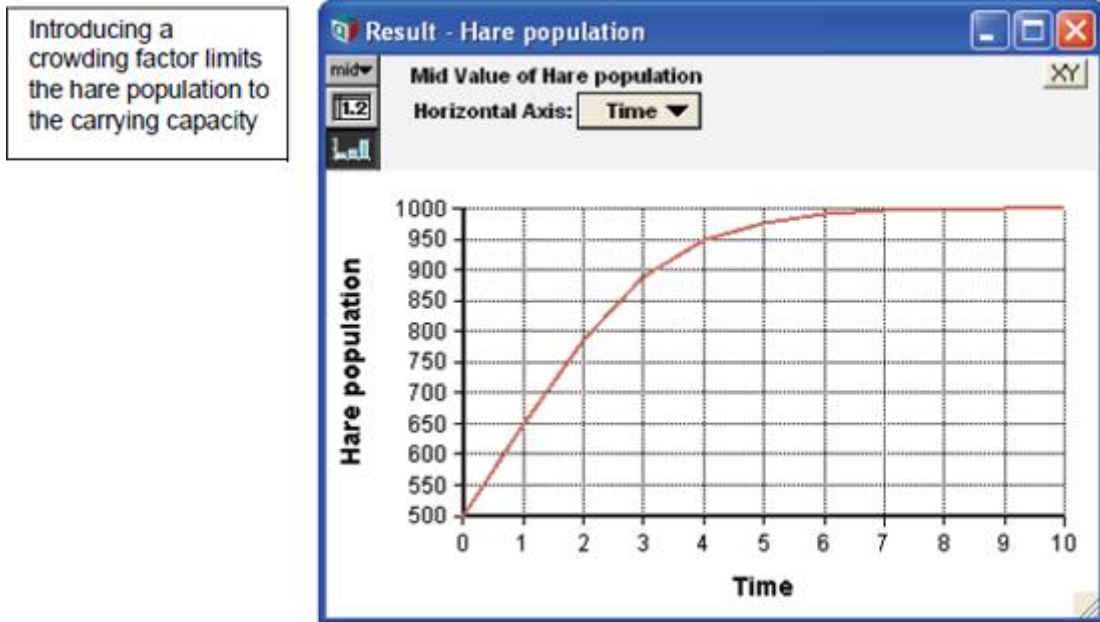
## 7. キツネとウサギモデルを作成する

```
Dynamic(hare_zero, self[time - 1] + hare_births[time - 1]  
- hare_deaths[time - 1])
```



次に、混み合い因子 (crowding factor) を導入して、死亡率と制限付き食糧供給を考慮する必要があります。混み合い因子が 1 の場合、ウサギの個体数は生息環境の環境収容力 (carrying capacity) に達します。この時点では、死亡率は、出生率と同じであることにします。

Hare population ノードを選択して Result ボタン (  ) をクリックします。



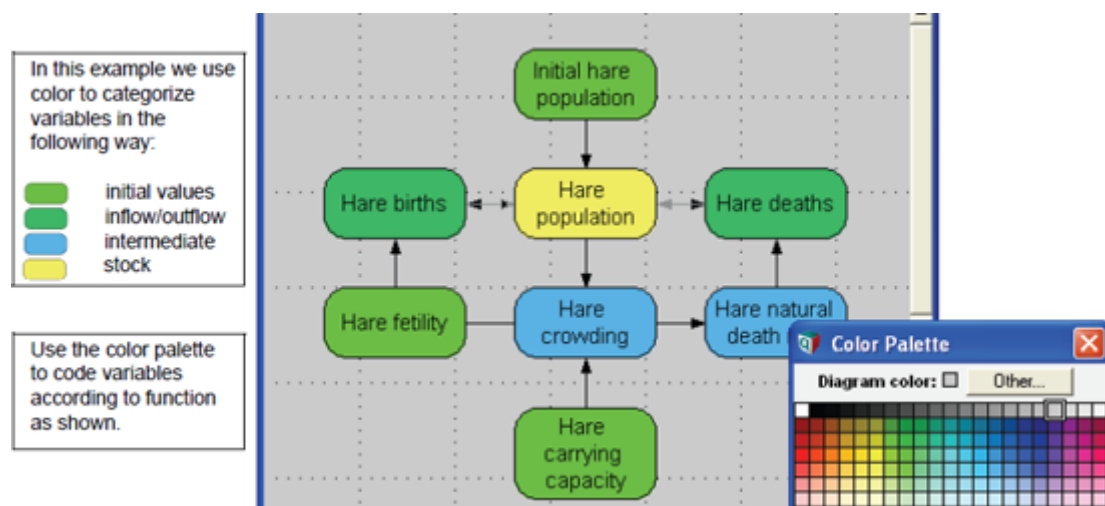
混雑因子を導入したことで、ウサギの個体数は環境収容力に制限されます。

## 7.5 カラーパレットを使用する

ノードを機能別に色分けすると、影響ダイアグラムの内容を理解しやすいものにできる場合が多くあります。このために使用するのがカラーパレット (color palette) です。カラーパレットにアクセスするには次の2つの方法があります：

- ノードを右クリックして、コンテキストメニューから **Show/hide color palette** を選択する。
- Diagram メニューから **Show/hide color palette** を選択する。

カラーパレットでは、標準で用意されたカラーを選択するか、**Other...** をクリックして 24-bit RGB 色空間の全てを選択することができます。



## 7. キツネとウサギモデルを作成する


この例では、以下の規則に従って変数をカテゴリ別に色分けします。

- 初期値
- 流入と流出
- 中間変数
- ストック

※ Tip: ノードスタイル (**node style**) ウィンドウとダイアグラムスタイル (**diagram style**) ウィンドウもダイアグラムの外観をカスタマイズするのに役立ちます。これらはカラーパレットと同様の操作でアクセスできます。

## 7.6 モジュールを作成する

Analytica の重要な機能にモジュール (**Modules**) があります。モジュールを使えば、複数のノードの集合体を、単一のノードとしてあらわされる単一のオブジェクト、すなわち、モジュールの中に配置することができます。この方法を使えば、ノード間に影響矢印が表示されたダイアグラムの最上位の外観を簡素化することができます。いずれのモジュールも、それぞれ独自のダイアグラムウィンドウとして開くことで、その内部にある変数間の具体的な相互関係をあらわすことができます。モジュールは、他のモジュール内に配置することもできますので、入れ子状になった詳細な階層構造を作成することができます。

一度に複数のダイアグラムウィンドウを開いている場合、Diagram Window ボタン (  ) をクリックすることで最上位のダイアグラムにいつでも戻ることができます。

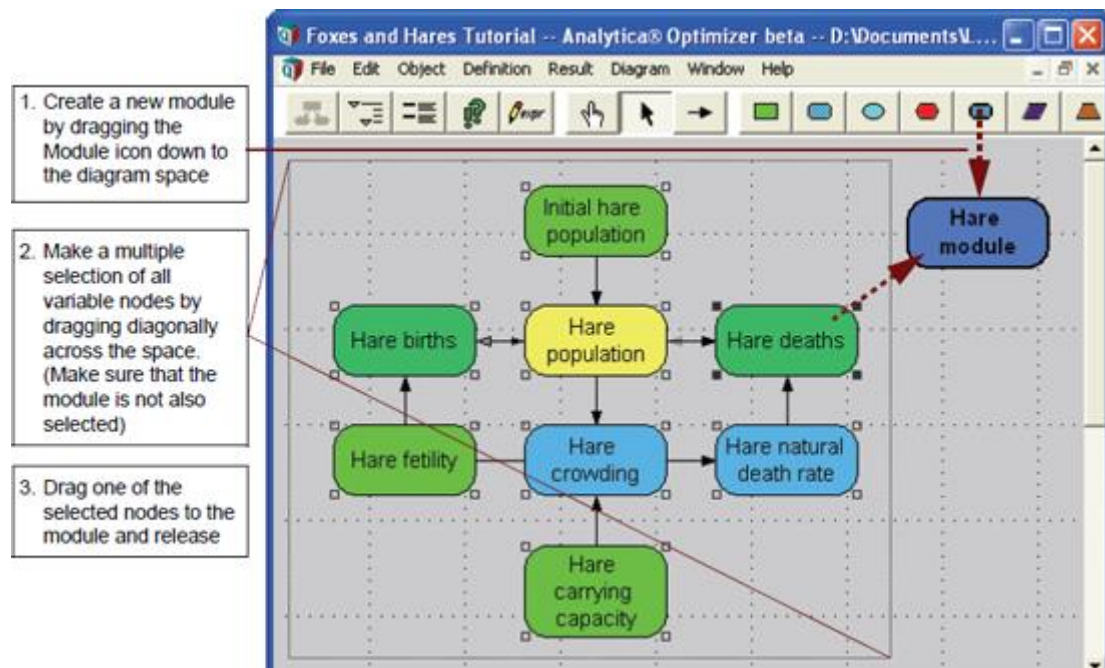
モジュールを新規作成する方法は、変数ノードを作成するのと全く同じです。ノードパレットからダイアグラムウィンドウに Module ノードをドラッグします。モジュールの外観はノードと良く似ていますが、その周囲が太線で囲まれている点、および、タイトルが太字で表示されている点が異なります。変数ノードをダブルクリックすると、Object ウィンドウが開きますが、モジュールをダブルクリックした場合は、新規ダイアグラムウィンドウが開きます。モジュールの属性は、ダイアグラムの下に表示される Attribute ウィンドウを使用して入力できます。新規作成したモジュールに以下の属性を指定します：

- Title: **Hare module**  
Identifier: **Hare\_module**  
Description: **A dynamic sub-model of the hare population**

作成した新規モジュールに内容を移動するには、まずはじめに、このモジュールを除く全てのノードを複数選択します。

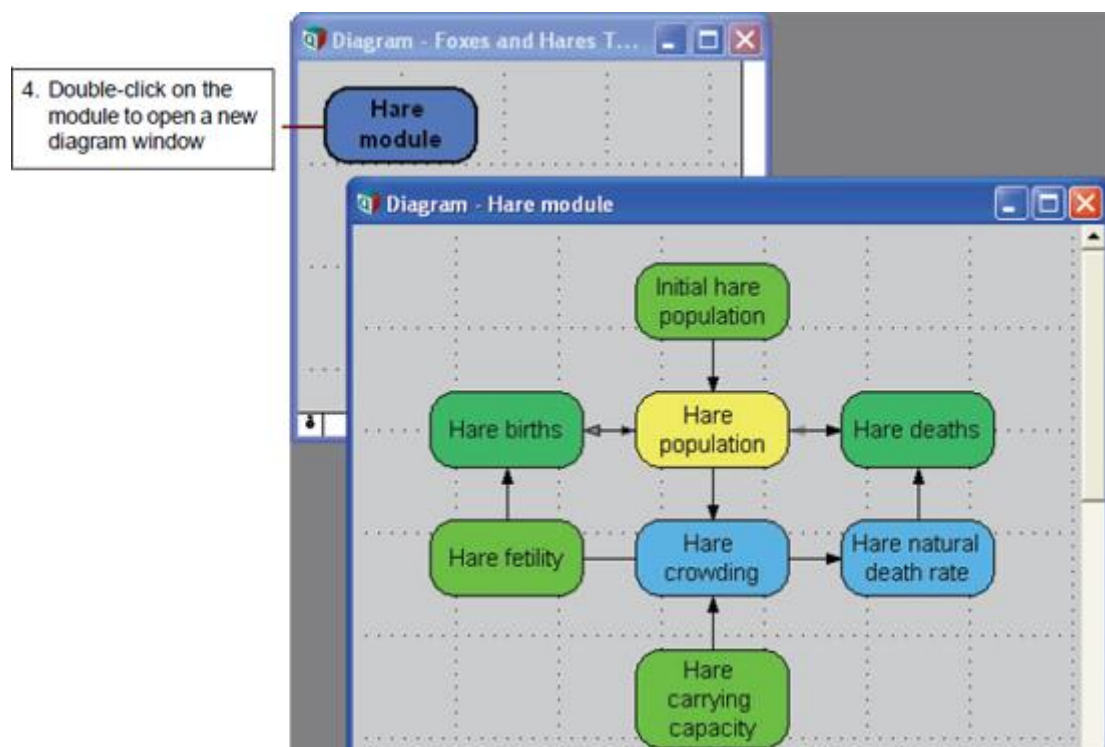
注意：複数のノードを選択するには、Control または Shift キーを押した状態でノードを選択していくか、あるいは、選択したいノードの周囲を矩形の枠になるようドラッグします。

選択状態のノードのいずれかひとつをモジュールにドラッグしたら離します。



1. Module アイコンをダイアグラム領域にドラッグして新規モジュールを作成します。
2. 全ての変数ノードの領域を対角線上にドラッグしてこれらを複数選択します (モジュールそれ自体は選択しないよう注意してください)。
3. 選択ノードのいずれかひとつをモジュールにドラッグして離します。



最上位ダイアグラムは、単独のモジュールのみになっているはずです。このモジュールをダブルクリックすると、別のウィンドウにその内容である変数が表示されます。



4. モジュールをダブルクリックして、新規ダイアグラムウィンドウを開きます。



## 7. キツネとウサギモデルを作成する

※ Tip: 単一のダイアグラムウィンドウの  ワークスペース全体が占められている場合は、そのウィンドウの右上付近にある最大化ボタン (  ) を押してウィンドウの最大化を無効にしてください。

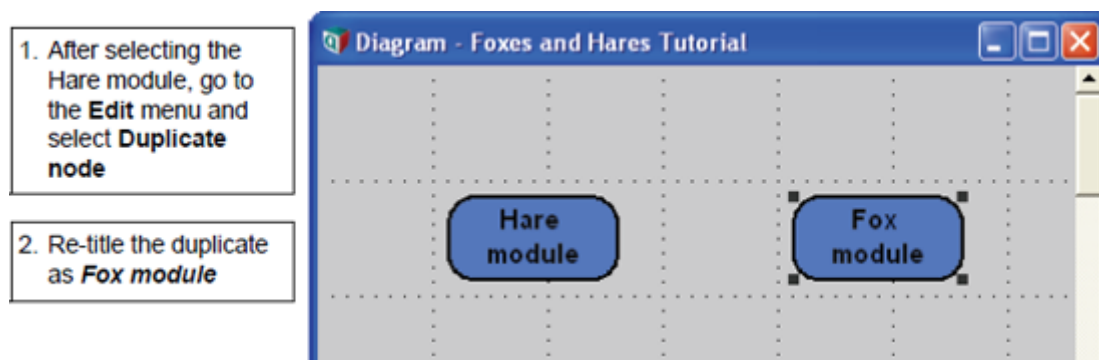
### 7.7 モジュールを複製する

今度は、キツネの個体数に関して同様の下位モデルを作成することにします。基本構造はウサギの下位モデルと似たものになるため、これを複製することで必然的に作業時間を節約できます。

ダイアグラムの最上位にある Hare module を選択します。 **Edit** メニューから **Duplicate nodes** を選択します。モジュールの複製が表示されます。

複製されたモジュールの Title と Identifier を編集して **Fox module** とします。

Description 属性を編集して、 **A dynamic sub-model of the Fox population** (キツネの個体数に関する下位動態モデル) とします。



1. Hare module を選択したら、 **Edit** メニューから **Duplicate node** を選択します。

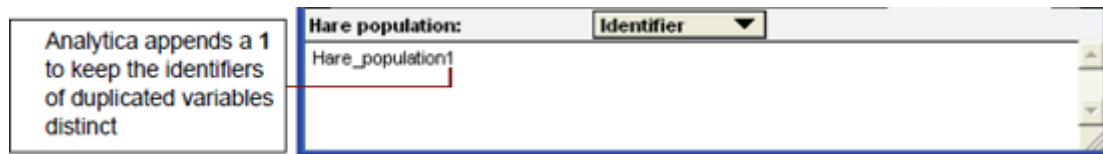
2. 複製したモジュールのタイトルを **Fox module** として書き換えます。

**Fox module** をダブルクリックして、そのダイアグラムウィンドウを開きます。

表示されるダイアグラムはオリジナルと同じ内容ですが、識別子 (Identifier) に重要な違いがあることに気が付くはずですが。 Hare population ノードの Attribute ウィンドウを開いてその識別子の内容をチェックしてみましょう。識別子が、 **Hare\_population1** となっている点に注意してください。 Analytica によって **1** が付加されています。これは、新たに作成した変数とオリジナル変数が異なるものであることを区別するために付けられたものです。異なる変数に同じタイトル (title) を付けることはできますが、タイトルは同じでも識別子 (Identifier) は常に区別される必要があります。

関数式の中で使用されている識別子も、これに応じて変更されます。これにより、複製された自己完結的なグループに属する変数とオリジナルの変数とが互いに干渉しあうことはありません。





複製した変数をオリジナルと区別できるように Analytica によって識別子に **1** が付加されます。

## 7.8 キツネの下位モデルを完成させる

Fox module の内容について、それぞれ以下のようにタイトルと識別子を編集します。


(編集内容のほとんどは、Hare という単語から Fox という単語への置き換えになります)

Title: <b><i>Fox population</i></b> Identifier: <b><i>Fox_population</i></b>	Title: <b><i>Initial fox population</i></b> Identifier: <b><i>Fox_zero</i></b>
Title: <b><i>Fox carrying capacity</i></b> Identifier: <b><i>Fox_capacity</i></b>	Title: <b><i>Fox crowding</i></b> Identifier: <b><i>Fox_crowding</i></b>
Title: <b><i>Fox natural death rate</i></b> Identifier: <b><i>Fox_ndr</i></b>	Title: <b><i>Fox deaths</i></b> Identifier: <b><i>Fox_deaths</i></b>
Title: <b><i>Fox births</i></b> Identifier: <b><i>Fox_births</i></b>	Title: <b><i>Fox fertility</i></b> Identifier: <b><i>Fox_fertility</i></b>

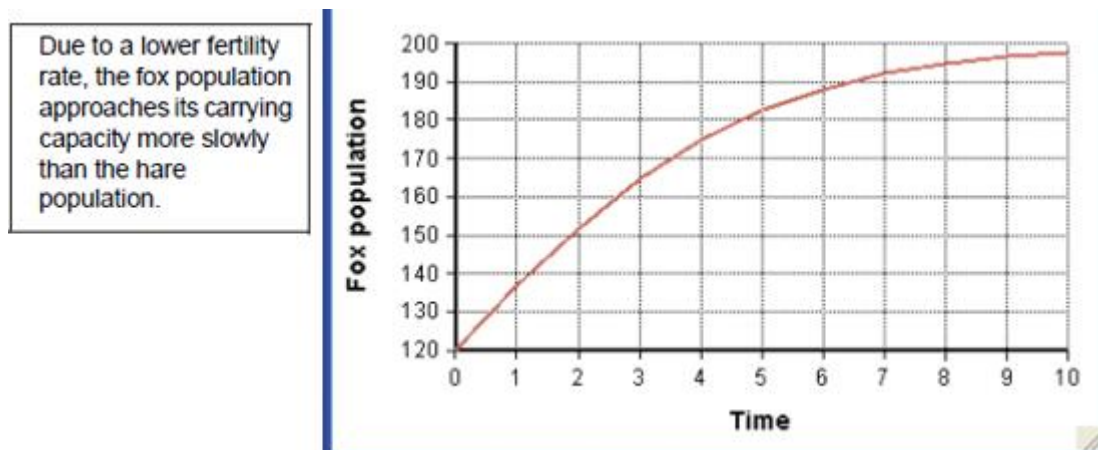
インプット変数の定義内容を以下のように変更します：

- Initial Fox population: **120**
- Fox fertility rate: **35%**
- Fox carrying capacity: **200**

以上で、Fox population が自己完結的な下位モデルになりました。

Fox population 変数を選択して、Result ボタン (  ) をクリックします。

## 7. キツネとウサギモデルを作成する




キツネの出生率はウサギに比べて低いため、その個体数は、ウサギよりゆっくりと環境収容力に達します。

## 7.9 エイリアスを作成する

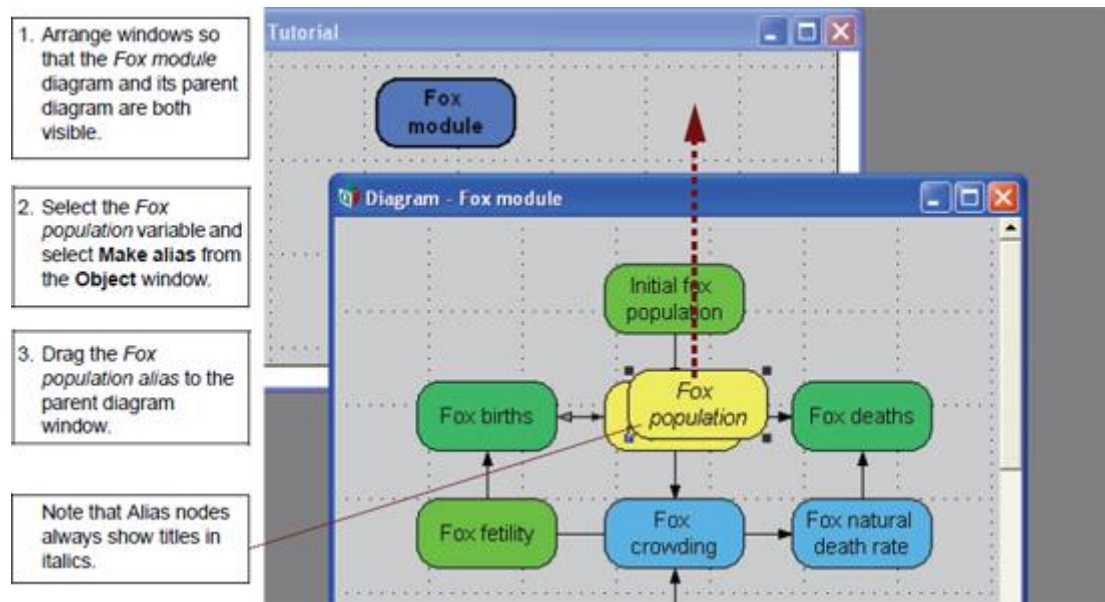
モデルを組織化するにはモジュール型の構造を使うのが便利ですが、アクセスしようとする変数がモジュール内にある場合、全ての変数が同一ウィンドウ内にある場合に比べて利便性が低下します。

Analytica では、この問題を解消するために、変数のエイリアス (*alias*) を作成し、そのエイリアスを任意の場所に配置できるようになっています。エイリアスは、それが指し示す変数へのローカルアクセスを提供するものです。オリジナルのノードをあらわしているだけで、オリジナルを複製したものではありません。

この事例の場合、親ダイアグラムから *Hare population* ノードと *Fox population* ノードに、それぞれのモジュールを開かずにアクセスできると便利です。

Diagram ボタン (  ) をクリックして、最上位のダイアグラムを開きます。Fox module を開き、2つのウィンドウが表示されるようにウィンドウを配置します。

*Fox population* 変数を選択状態にします。Object メニューから **Make alias** を選択します。エイリアスとオリジナルのノードは同じように見えますが、エイリアスの方は、タイトルがイタリックで表示されます。*Fox population* エイリアスを親ダイアグラムにドラッグします。



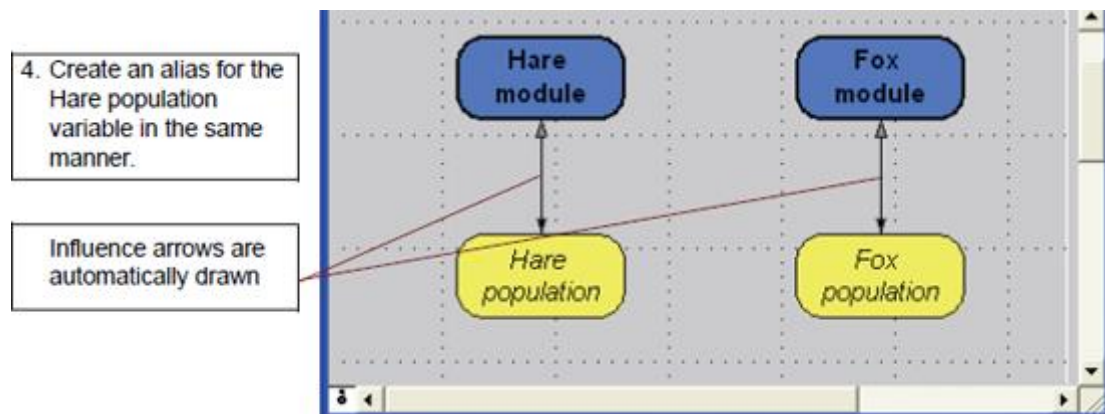
1. Fox module ダイアグラムとその親ダイアグラムの両方が表示されるようにウィンドウの配置を調整します。

2. Fox population 変数を選択して、**Object** メニューから **Make arias** を選択します。

3. Fox population エイリアスを親ダイアグラムのウィンドウにドラッグします。

エイリアスノードのタイトルは常にイタリックで表示される点に注意してください。

同じ操作を繰り返して、Hare population エイリアスを最上位ダイアグラムに作成します。



4. 同じ手順で、Hare population 変数のエイリアスを作成します。

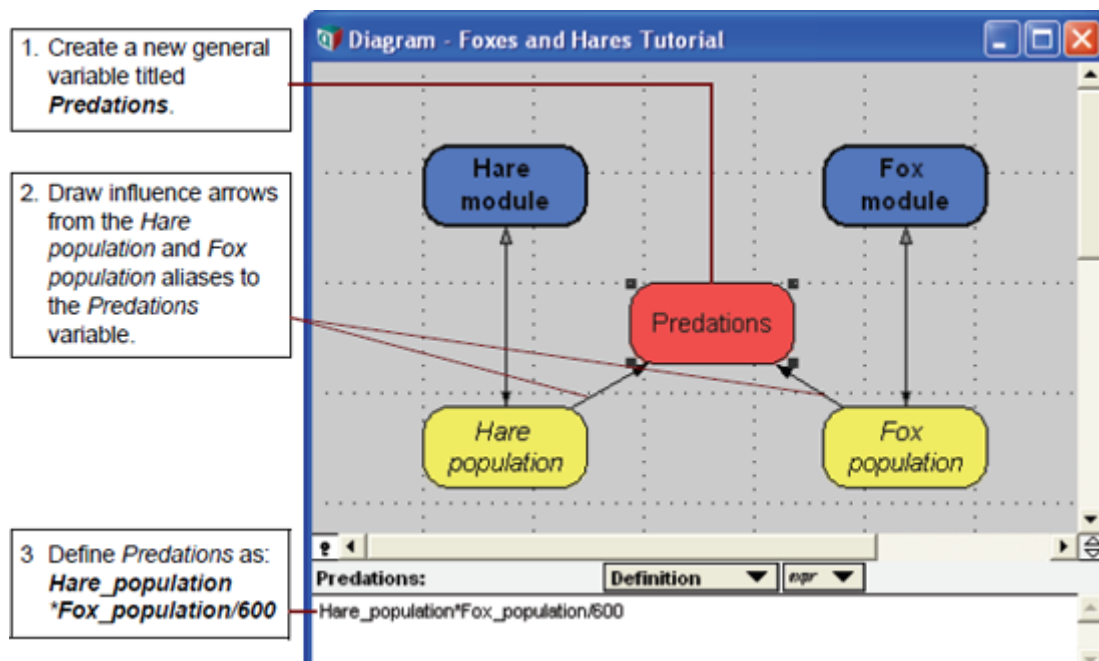
影響矢印 (Influence arrow) が自動的に表示されます。

## 7.10 モジュール間に影響矢印を描画する

捕食相互関係 (predatory interaction) を説明する準備がこれで整いました！ **Predations** (捕食) というタイトルの一般変数 (general variable) を新規作成します。この変数を使って、与えられた期間内にキツネに食べられるウサギの個体数をあらわします。捕食水準は、キツネとウサギの個体数の積に比例するものと仮定します。

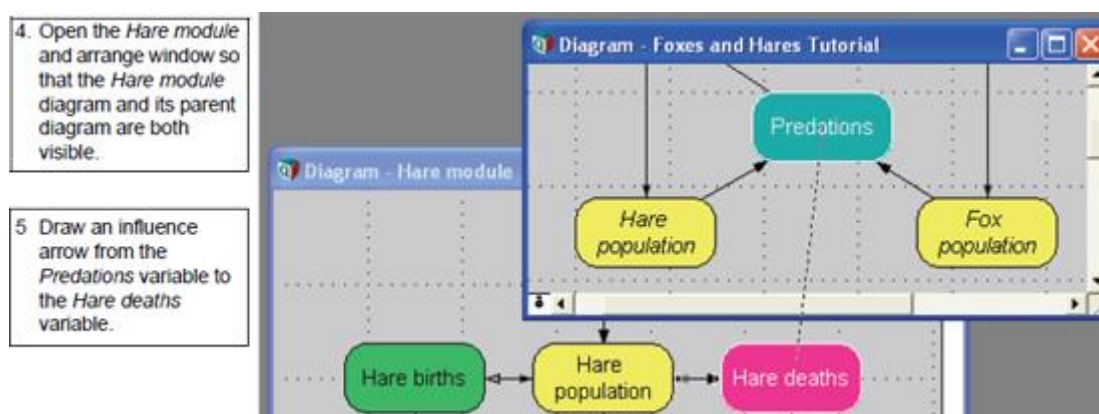
## 7. キツネとウサギモデルを作成する

*Hare population* エイリアスから *Predations* に向けて、*Fox population* エイリアスから *Predations* に向けて、影響矢印をそれぞれ描画します。以下の式を入力して、この新規変数を定義します：***Hare\_population* \* *Fox\_population* / 600**



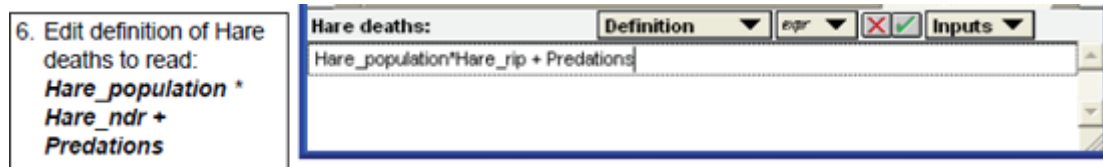
1. **Predations** (捕食) というタイトルの一般変数 (general variable) を新規作成します。
2. *Hare population* エイリアスから *Predations* に向けて、*Fox population* エイリアスから *Predations* に向けて、影響矢印をそれぞれ描画します。
3. *Predations* を次のように定義します：***Hare\_population* \* *Fox\_population* / 600**

ウサギにとっては不本意な話ですが、捕食数はウサギチームの死を以ってカウントすることになります。*Hare module* を開いたら、*Hare module* ダイアグラムとその親ダイアグラムの両方が画面に表示されるようにウィンドウの配置を調整します。*Predations* から *Hare deaths* に向けて影響矢印を描画します。



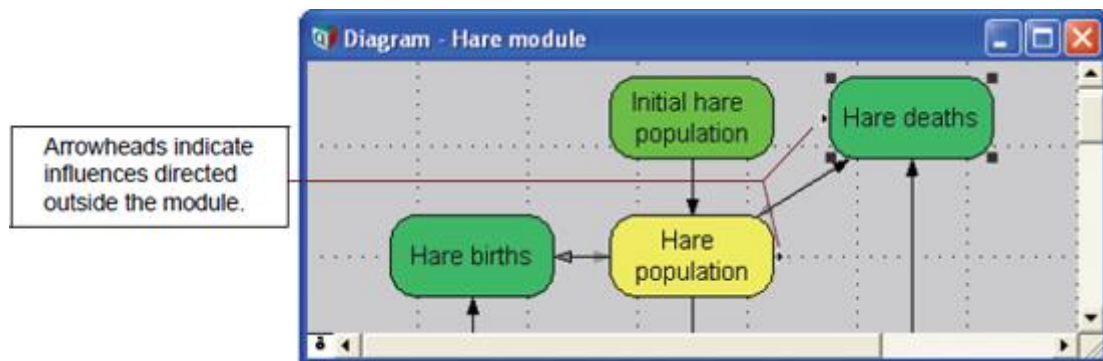
4. *Hare module* を開いたら、*Hare module* ダイアグラムとその親ダイアグラムの両方が画面に表示されるようにウィンドウの配置を調整します。
5. *Predations* から *Hare deaths* に向けて影響矢印を描画します。

Hare deaths (ウサギの死) を次のように再定義します :  $\text{Hare\_population} * \text{Hare\_ndr} + \text{Predations}$



6. Hare deaths (ウサギの死) を次のように再定義します :  
 $\text{Hare\_population} * \text{Hare\_ndr} + \text{Predations}$

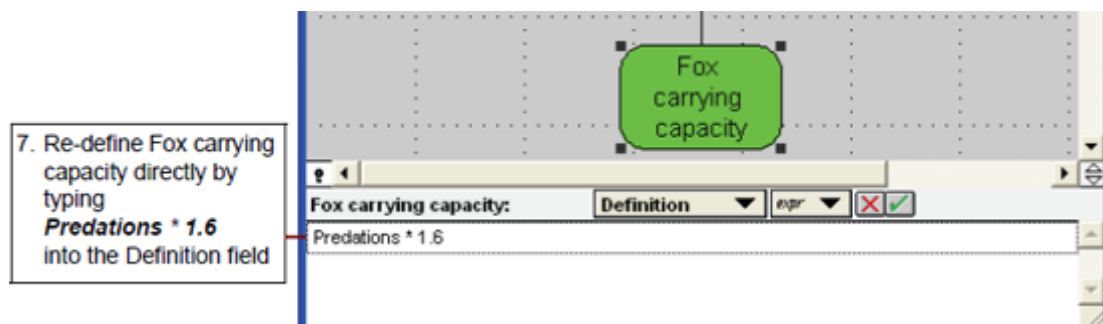
*Hare population* と *Hare deaths* の2つのノードをよくご覧いただければ、それぞれの端に小さな矢印の頭が表示されていることに気づくはずです。これらは、そのモジュールの外部にある他のノードと影響関係があることをあらわしています。



矢印の頭は、このモジュールの外部から影響関係があることをあらわします。

Predations (捕食) は、キツネ集団の食料源であるため、キツネの個体数にとっては正の効果となります。このことは、*Fox carrying capacity* を *Predations* と比例関係にすることでモデル化することができます。

*Fox carrying capacity* を次のように再定義します :  $\text{Predations} * 1.6$



7. *Fox carrying capacity* の Definition フィールドに  $\text{Predations} * 1.6$  と直接入力することによって、これを定義しなおします。



※ Tip: Analytica では、変数の影響矢印を描画する前にその変数を式内で使用することができま



## 7. キツネとウサギモデルを作成する

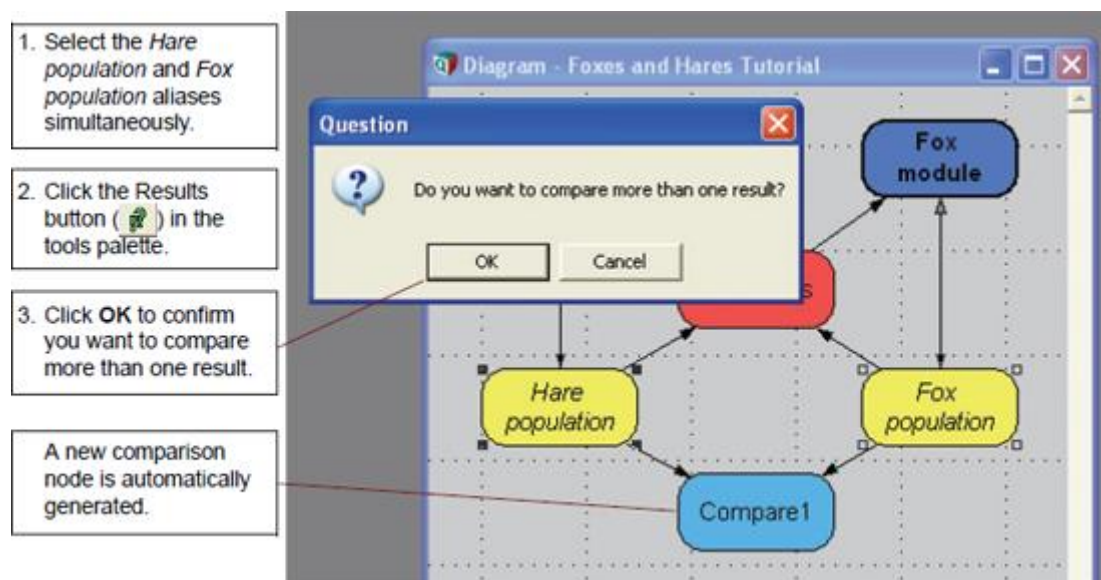
す。この場合、Imputs ポップアップメニューにはこの変数はリストされませんので、その識別子のスペルを間違いなく正確に入力する必要があります。この影響矢印は、式の編集が完了した時点で自動的に描画されます。

### 7.11 複数の結果を同時に表示する

以上でモデルは完成しました。Diagram ボタン (  ) をクリックして、最上位のダイアグラムを開きます。すでにご存知のとおり、個体数エイリアスのいずれかを選択して、Results ボタン (  ) をクリックすれば、キツネとウサギの個体数の結果をそれぞれ個別に表示させることができます。しかし、同一のグラフ内で2つの変数を組み合わせて表示する簡単な方法があります。

2つのエイリアスノードを同時に選択します (*Control* または *Shift* キーを押しながら2つを選択します)。2つが選択された状態で Results ボタンをクリックすると、複数の結果を比較するか否かを尋ねるダイアログボックスが表示されます。**OK** をクリックします。Analytica によって自動的に比較ノード (**comparison node**) が作成されます。比較ノードとは、複数の変数のリストをあらわす単一の変数で、このリストに含まれる変数が比較されることになります。

このケースの場合、*Compare1* がデフォルトのタイトルとなります。



1. *Hare population* エイリアスと *Fox population* エイリアスを同時に選択状態にします。

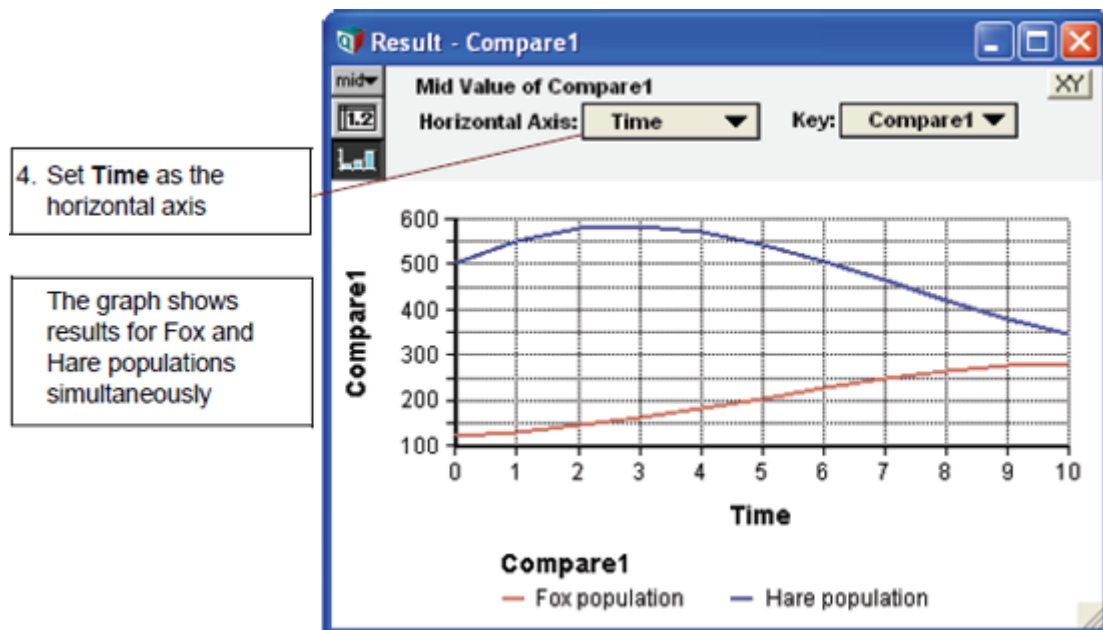
2. ツールパレットにある Results ボタン (  ) をクリックします。

3. **OK** をクリックして、複数の結果を比較することを承認します。

比較ノード (*compare1*) が自動的に新規作成されます。

*Compare1* の Result ウィンドウには、選択した2つのノードの情報が表示されます。*Compare1* の Result ウィンドウの横軸 (horizontal axis) に Time を選択します。これによって、捕食相互関係 (predatory interaction) の結果を確認することができます。





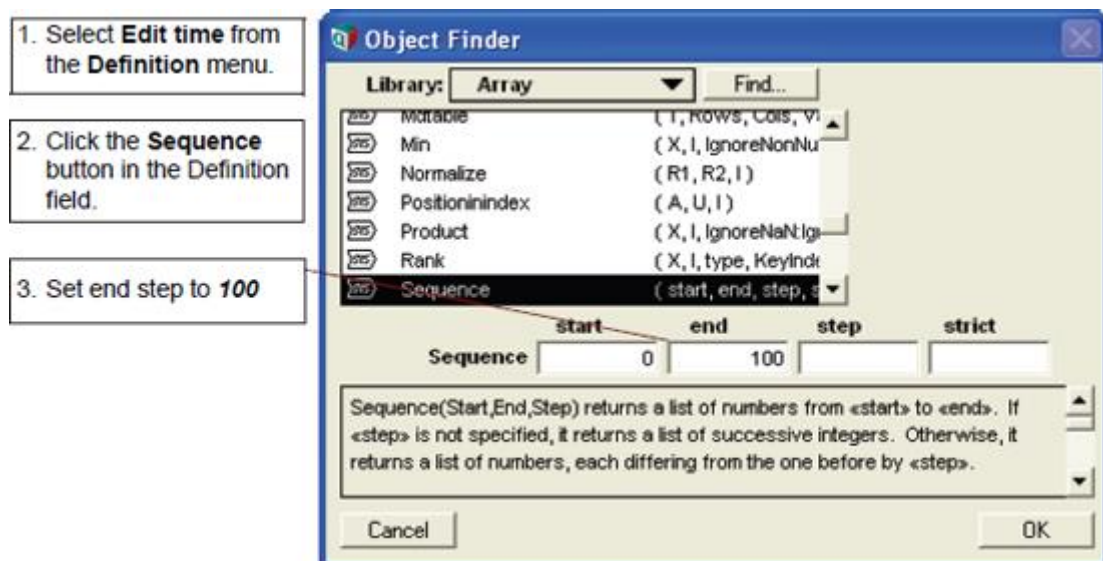
4. Horizontal Axis に **Time** を設定します。

キツネとウサギの個体数の結果がこのグラフに同時に表示されます。

## 7.12 キツネとウサギの第3幕

キツネとウサギのドラマはどのような結末になるでしょうか？ *Time* インデックスに値を追加するだけでこのシミュレーションを引き伸ばすことができます。

**Definition** メニューから **Edit time** を選択します。Sequence の設定範囲を **0** から **100** までに広げます。**OK** をクリックして、Object Finder を終了します。



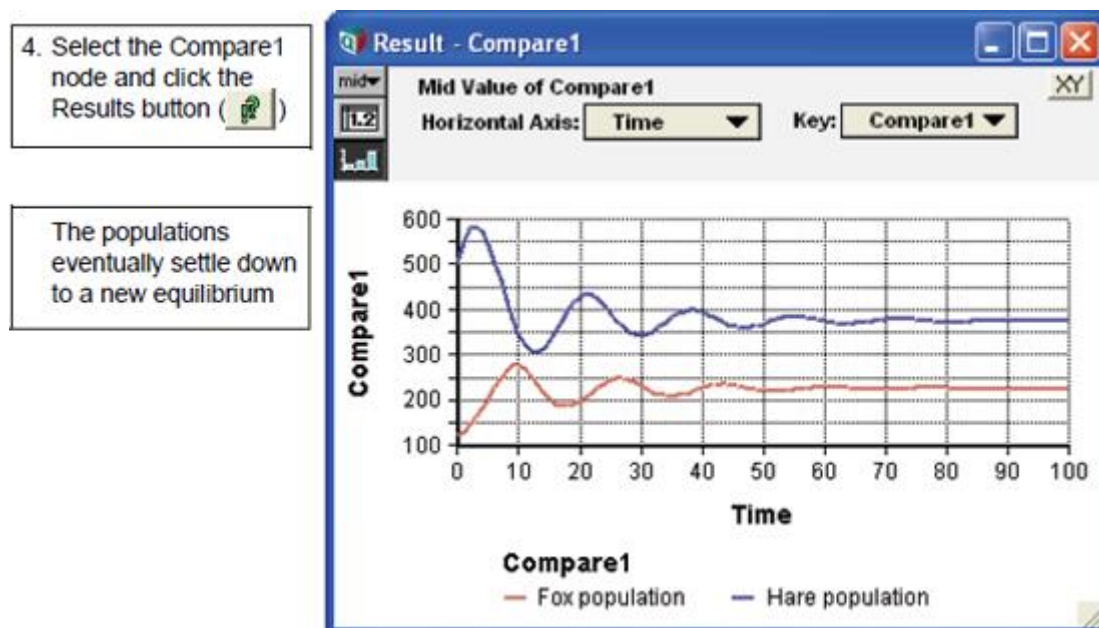
1. Definition メニューから **Edit time** を選択します。

2. Definition フィールドの **Sequence** ボタンをクリックします。

## 7. キツネとウサギモデルを作成する

3. end ステップを **100** に設定します。

Compare1 ノードを選択して、Results ボタン (  ) をもう一度クリックします。



4. Compare1 ノードを選択して Results ボタン (  ) をクリックします。

2つの個体数は、最終的に新しい平衡状態に収束します。

この段階で、インプットの値を変更すれば、それらによって結果がどのように左右されるかを実験することができます。キツネとウサギに関するより完全なサンプルを確認したい場合は、**Tutorial Models** フォルダの **Foxes and Hares.ana** を開いてご覧ください。

## 7.13 まとめ：キツネとウサギモデルを作成する

この章で行った内容は以下のとおりです：

- Dynamic() 関数を使用して、動態システムにフィードバックループをモデル化
- システム変数 Time を編集し、これを Dynamic() 関数のインデックスとして使用
- カラーパレットを使用してノードの外観をカスタマイズ
- 複数のノードをモジュールにグループ化
- Duplicate コマンドを使用して、オリジナルと同様の構造のモジュールを新規作成
- モジュールに含まれるノードへのアクセスを簡単にするためにエイリアスを作成
- 異なるダイアグラムウィンドウ内のノード間に影響関係を設定
- 比較ノードを作成し、2つの変数の結果を同時に表示

## 8. モデルを複数人で共有する

オリジナルのモデルを作成したら、Analytica の無償バージョン 101 を使用するか、Analytica Cloud Player (ACP) を使ってモデルをウェブ上に公開することで、他の人にも同じ内容を示すことができます。

この章では、モデルを複数人で共有する方法を紹介します。具体的な内容は以下のとおりです：

- Analytica Free バージョンのインストール方法
- Analytica Cloud のアカウント作成方法
- クラウドアカウントへのモデルのアップロード方法
- 自分自身または友人にモデルをウェブ上で閲覧するための案内方法
- ACP におけるモデルの表示とナビゲーション方法
- [Analytica Free 101 を使って表示する](#)
- [Analytica Cloud Player \(ACP\)](#)
- [まとめ：モデルを共有する](#)

Analytica モデルを作成したら、他の人々ともそれを共有したい場合があります。計算結果として示される静的なレポートよりも、Analytica モデルの方が遥かに内容豊富で為になることが他の関係者の方々にもお分かりいただけるはずです。視覚的に訴える影響ダイアグラムを使えば、どのようにしてその結果が算出されたのか、どのような前提条件が使用されたのか、あるいは、分析に影響を及ぼす変数や相互関係が何であるかを上手に伝えることができます。関係者と共にインプットを変更したり、結果を再計算できる機能をインタラクティブに使うことができれば、前提条件について質問したり、関係者自身で試したり、前提条件を変えた場合の影響の理解が容易になります。また、結果が多次元のテーブルやグラフでもインタラクティブに回転 (ピボット) させることができるので、静的なレポートでは容易に実現できないような結果も簡単に他の関係者に示すことができます。

作成したモデルを共有する直接的な手段は次の 2 つがあります：

- Analytica モデルファイル (\*.ana) をメールの添付ファイルとして送信するか、共有ファイルシステムや共有できる保存場所に配置する。
- 作成したモデルを Analytica Cloud Player サーバーに送信して、その URL を同僚に送る。

最初のケースで作成したモデルを閲覧するためには、すでに Analytica をインストールされている方か、もしくは、フリーの 101 エディションをインストールされている方である必要があります。2 つめのケースでは、Flash 対応のブラウザでインターネットにアクセスできる環境であれば、ソフトウェアをインストールする必要はありません。

## 8. モデルを複数人で共有する

### 8.1 Analytica Free 101 を使って表示する

無償提供される Analytica Free 101 エディションは、Windows コンピュータをお持ちの方ならどなたでもダウンロードしてインストールすることができます。もし、Analytica の任意のエディションを既にインストールされている方であれば、Analytica Free 101 はすでにインストールされていることになります。

Analytica Free 101 エディションがあれば、作成したモデルを表示したり、影響ダイアグラムの階層構造を移動したり、オブジェクトウィンドウを表示したり、計算結果を表示したり、インプットを変更して結果を再評価することができます。作成したモデルのユーザーオブジェクトが 101 を超えると、そのモデルに (インプットを除く) 変更を加えたり、Analytica Enterprise 以上でしか利用できない、たとえば、モデルを読み込んだあとに動的な外部データベースからデータをインポートする機能などは利用することができません。

有償で提供される Analytica Power Player エディションは、モデルそのものを構築したり変更を加える必要のないユーザーにとって追加の機能が用意されているものです。Power Player を使えば、インプットに加えた内容を保存したり、モデルを読み込んだあとに動的なデータベースからデータを取り込むといった Enterprise レベルの機能を利用することができます。

#### 作成したモデルを配布する

Windows 環境のコンピュータに Analytica をインストール済みのユーザや、Analytica Free 101 エディションのインストールを希望しているユーザーの方と、作成したモデルを共有するには、作成したモデルファイルをメールに添付するだけで済みます。ただし、送信する Email には以下のテキストを本文中に含める必要があります：

- 例

```
To view this model, you will need to install the Analytica Free 101.  
To obtain the Analytica, please visit:  
https://analytica.com/products/free-edition/
```

以下のような HTML コードを使用すれば、Analytica モデルをウェブページに公開することも可能です。

- 例

```
<a href="My Model.ana">My Model</a>
```

ウェブページに公開する場合も、Analytica のダウンロード方法に関するテキストを含める必要があります。Analytica を既にインストールしているユーザーであれば、このハイパーリンクをクリックするだけでモデルを起動させることができます。

## 8.2 Analytica Cloud Player (ACP)

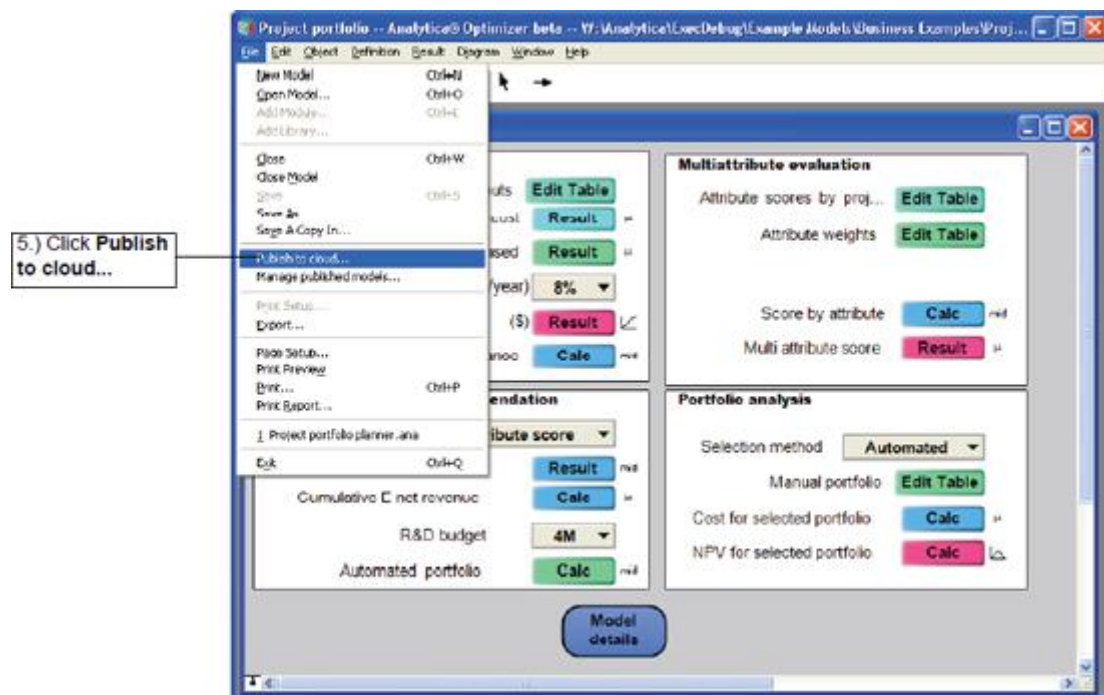
このセクションでは、Analytica Cloud Player (ACP) アカウントにユーザー登録し、自分のアカウントでモデルを公開し、ウェブブラウザを使ってそのモデルを閲覧し、ACP に掲載したモデルにアクセスするための招待状を送信する方法を紹介します。

### クラウドへの公開

まずはじめに、公開するモデルを Analytica に開きます：

1. Analytica を起動します。
2. **File**→**Open...** を選択して、Example Analytica Models ( Example Analytica Models) アイコンをクリックします。
3. *Business examples* フォルダを開きます。
4. *Project portfolio planner* を選択して **Open** をクリックします。

これから公開するモデルを読み込んだら、このモデルを Analytica Cloud Player (ACP) にアップロードします。ここでのステップは、ACP アカウントをまだ所有していないものと仮定しますので、フリーアカウントにサインアップする手順を途中で行います。

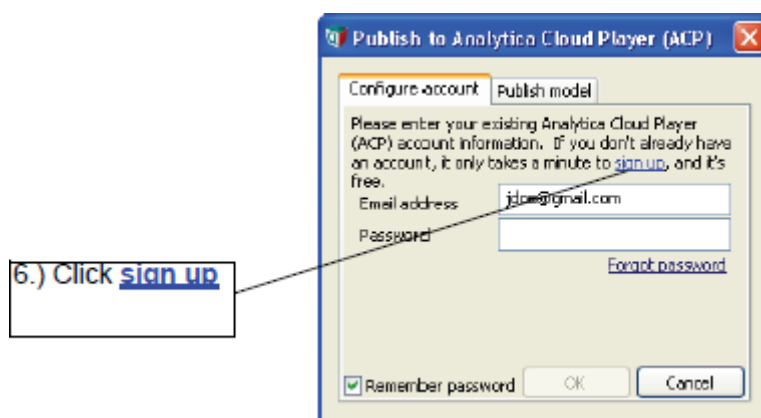


5) **Publish to cloud..** をクリックします。

ACP アカウントをまだ所有していなければ、sign up リンクをクリックします：



## 8. モデルを複数人で共有する



6) sign up をクリックします。

このハイパーリンクをクリックすると、ウェブブラウザに以下のページが開きます。

- [https://AnalyticaCloud.com/acp/ Signup/acpIndividualSignup.htm](https://AnalyticaCloud.com/acp/Signup/acpIndividualSignup.htm):

7) お客様の情報をご記入ください。Email アドレスは重要ですので間違わないでください。

8) パスワードを指定してください。

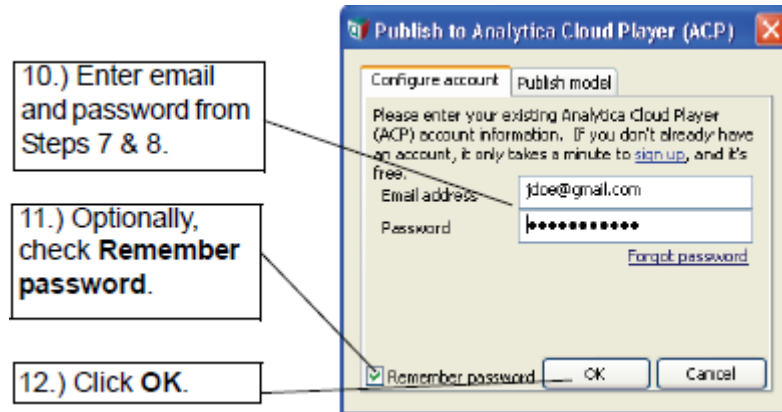
9) Submit ボタンをクリックします。

サンプルモデルが1つ読み込まれた状態で新規作成したアカウントが表示されます。





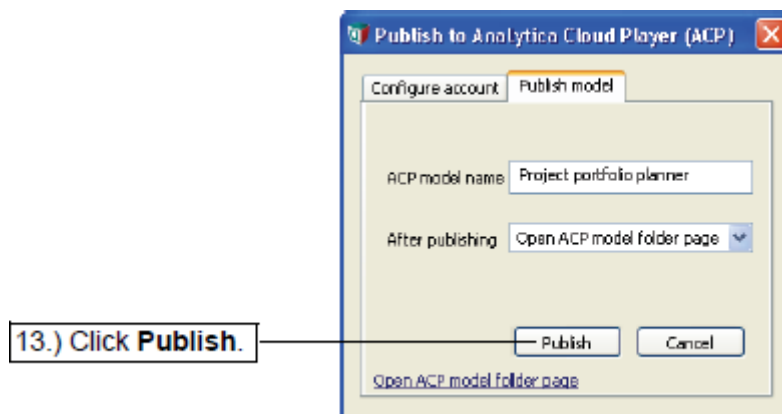
この画面にある **Upload model** ボタンを使用すれば、ブラウザからモデルをアップロードすることができますが、モデルを作成中の場合は、Analytica の **Publish to cloud...** を選択する方がはるかに簡単にアップロードすることができますので、こちらのオプションを使ってアップロード作業を進めることにします。ここでブラウザは一旦終了し、Analytica の画面に戻ります：



10) ステップ 7 と 8 で指定した Email アドレスとパスワードを入力します。

11) パスワードを記憶させる場合は、**Remember password** をチェックしてください。

アカウント情報の入力完了したら、**Publish model** タブを選択します。フィールドにはひな形があらかじめ入力された状態にあります：



13) **Publish** をクリックします。

After publishing に **Open ACP model folder page** が選択されているため、ブラウザにはモデル一覧ページが開きます。このリストの中に、今回アップロードしたモデルが含まれることになります。

## モデルを閲覧する

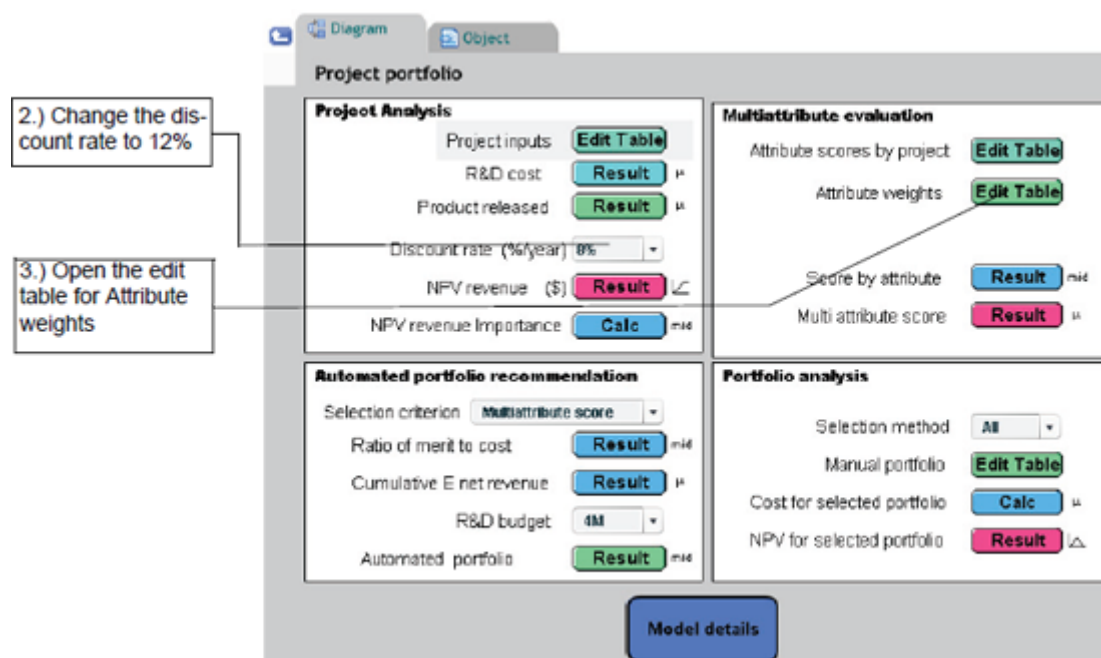
このセクションでは、前のセクションで行った手順を前提にはじめます。前のセクションまでのステップが済んだ上でこのチュートリアルをご覧の場合は、Analytica から **File→Manage published models** を選択して、同じモデル一覧ページを表示します。

## 8. モデルを複数人で共有する



1) モデル名をクリックします。

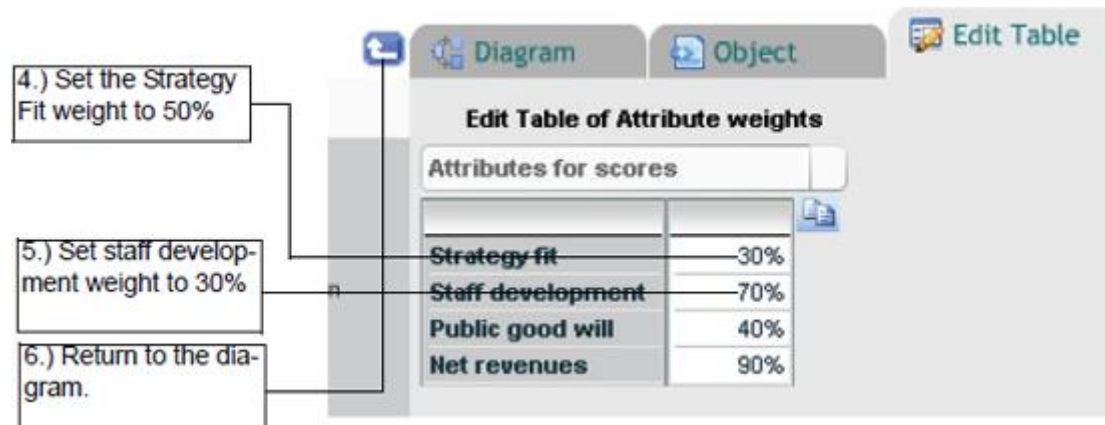
モデル名をクリックすると、お使いのウェブブラウザにモデルが起動します。インプットや表示結果を変更したり、モデルの各部分に移動することができます。次に、幾つかのインプットを変更して、その内容に基づいた結果を表示させます。



2) Discount rate を 12% に変更します。

3) Attribute weights の Edit Table を開きます。

Attribute weights には、プロジェクトポートフォリオの候補として検討する各プロジェクトについて、各属性の重要度が複数属性のスコア全体に関して表示されます。次に、これらの相対的な重要度を変更します。

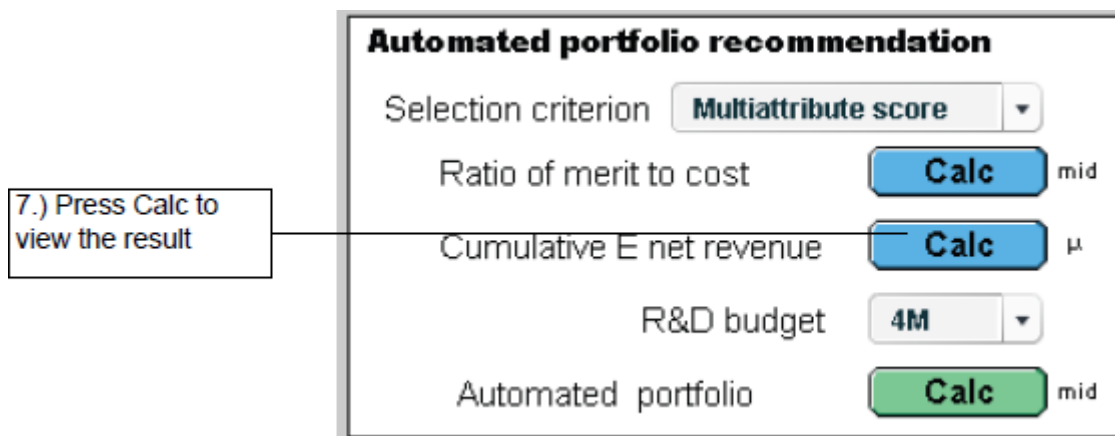


4) Strategy fit の重みを 50% に設定します。

5) Staff development の重みを 30% に設定します。

6) ダイアグラムに戻ります。

Result ボタンをクリックして、プロジェクトポートフォリオの各種予算水準における有効フロンティア (efficient frontier) を表示します。

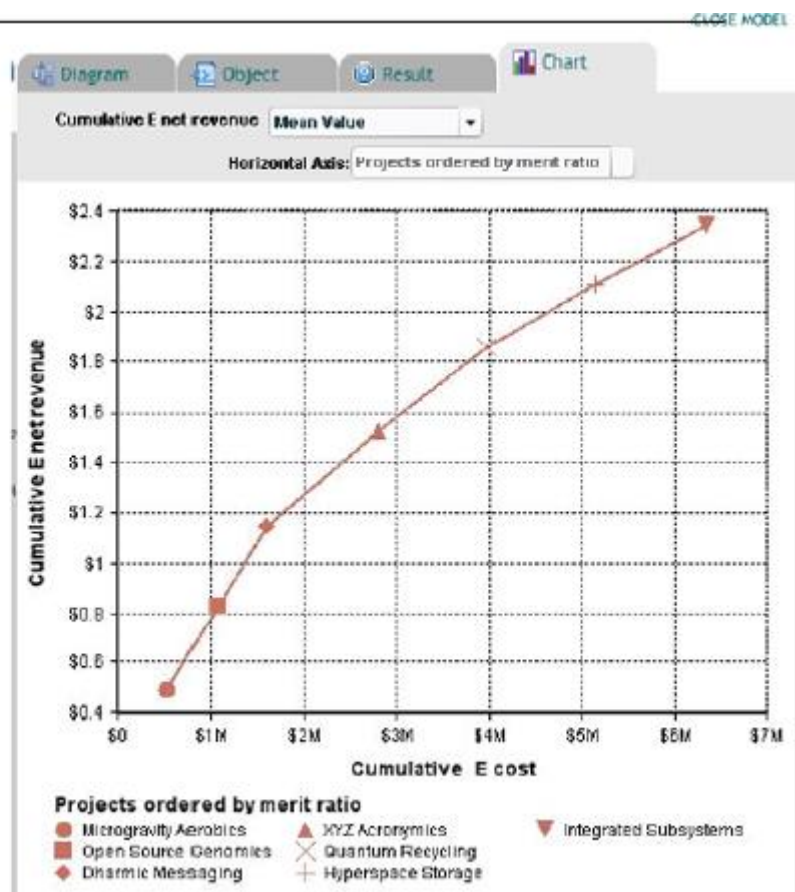


7) Calc をクリックして結果を表示します。

Discount rate と Attribute weights に行った変更内容が結果に反映されます。

## 8. モデルを複数人で共有する

8.) Close the model.



8) モデルを閉じます。

## 別のモデルを閲覧する (オプション)

このセクションでは、別のモデルを使って閲覧に関する各種練習を行います。ACP でのモデル閲覧について既に慣れ親しんでいる方は、このセクションをスキップして、"[招待状を送信する](#)" に進んでください。

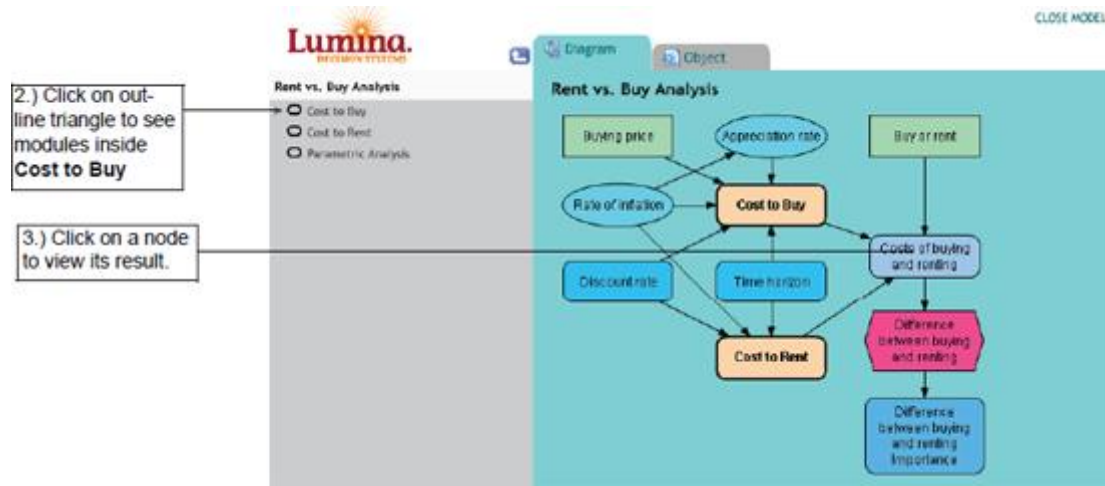
ACP アカウントにサインアップすると、モデル一覧の中に **Rent vs Buy Example Model** が含まれています。

1.) Click the model name



1) このモデル名をクリックします。

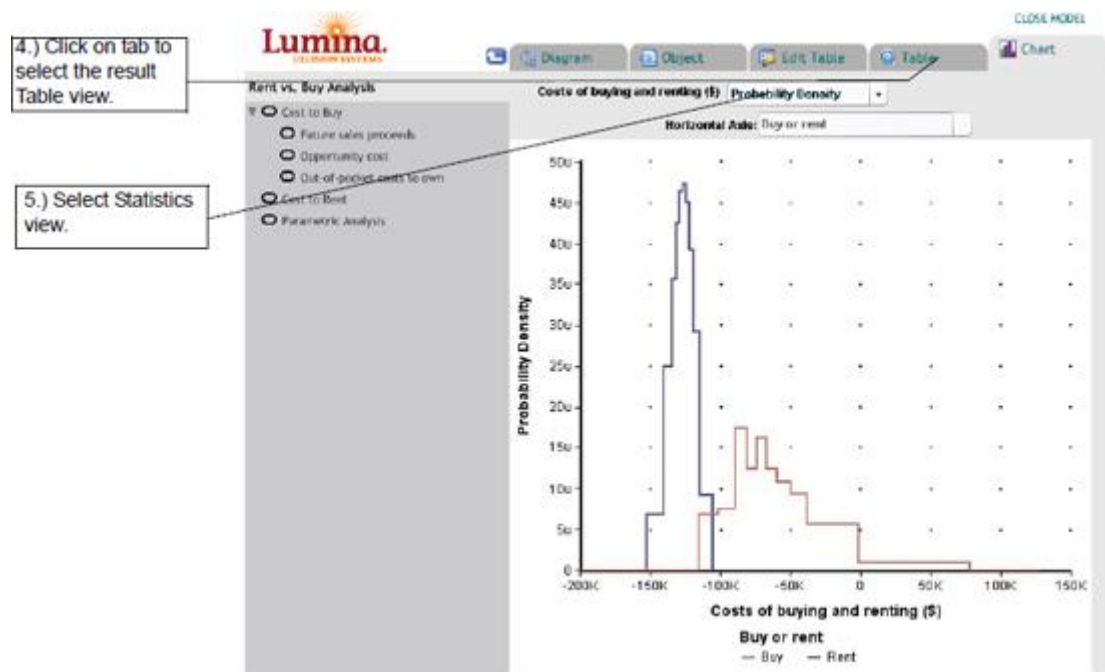
画面左にあるアウトラインビューを使用すれば、モジュール内を素早く移動することができます。変数ノードをクリックすると、その内容がグラフとして表示されます。



2) アウトラインの三角形をクリックして **Cost to Buy** 内部のモジュールを表示します。

3) このノードをクリックして結果を表示します。

**Costs of buying and renting** 確率密度の結果グラフを確認できます。画面上部にあるタブを使用して表示法を選択すれば、デスクトップの Analytica と同様、その結果をテーブルまたはグラフとして表示させ、不確実性の異なる表示法を切り替えることができます。



4) タブをクリックして、結果をテーブルビューに選択します。

5) 統計量の表示法を選択します。

## 8. モデルを複数人で共有する

多次元結果のテーブルやグラフを回転 (ピボット) させることもできます。

6.) Pivot the table by selecting the Statistics index for the row labels.

7.) Copy this table to the clipboard (optional: Then paste into Excel)

	Min	Median	Mean	Max	Std. Dev.
Buy	-115.2K	-67.57K	-62.55K	65.31K	33.24K
Rent	-150.5K	-126.6K	-126.9K	-106.8K	8452

6) 行ラベル (row labels) に Statistics インデックスを選択して、テーブルを回転します。

7) このテーブルをクリップボードにコピーします (オプションで、コピーした内容を Excel にペーストします)。

その他のモデルの各種機能についても自由に移動してご確認ください。

8.) Return to the top model diagram.

9.) After you finish exploring, close the model.

8) モデルの最上位ダイアグラムに戻ります。

9) 探索が済んだら、このモデルを閉じます。

## 招待状を送信する

以上で、作成したモデルを関係者に見せるための招待状を送る準備が整いました。ここでは、招待状を自分で試してみるために、招待状を自分に対して送付することにします。ご希望の場合は、ここで行ったのと同じ手順を友人に対して行うこともできます。

1.) Select the model to share.

2.) Click **Email invite**

Model	Select	Author(s)
<a href="#">Rent vs Buy Example Model.ana</a>	<input type="radio"/>	Max Henrion
<a href="#">Project portfolio planner.ana</a>	<input type="radio"/>	Max Henrion

1) 共有するモデルを選択します。

2) **Email invite** をクリックします。



Email を送信する前にその内容をカスタマイズすることができます。推奨されるメッセージテキストに表示される URL をお使いの Email プログラムで作成した Email にコピー＆ペーストして、そこから email を送信するのも良いでしょう。

The screenshot shows a web form for sending an email invitation. It includes a table of models, a form for email address and subject, and a text area for the message body. Numbered instructions are provided for each step:

- 3.) Enter your own email address, or that of a friend.
- 4.) Customize the subject and text if you desire. But leave the URL as it appears.
- 5.) Click the button to email the invite.

Model	Select	Author(s)
<a href="#">Rent vs Buy Example Model.ana</a>	<input type="radio"/>	Max Henrion
<a href="#">Project portfolio planner.ana</a>	<input checked="" type="radio"/>	Max Henrion

To email address(es):

Subject:

Hi,

I invite you to review and run an Analytica model called: Project portfolio planner.ana

You can run it in a web page using Analytica Cloud Player (ACP).

Simply click this link  
<http://www.AnalyticaCloud.com/acp/Client/AcpClient.aspx?invitelid=2&inviteCode=217183&subName=jdoe%40gmail%2Ecom>

I would appreciate your comments.

Thanks,

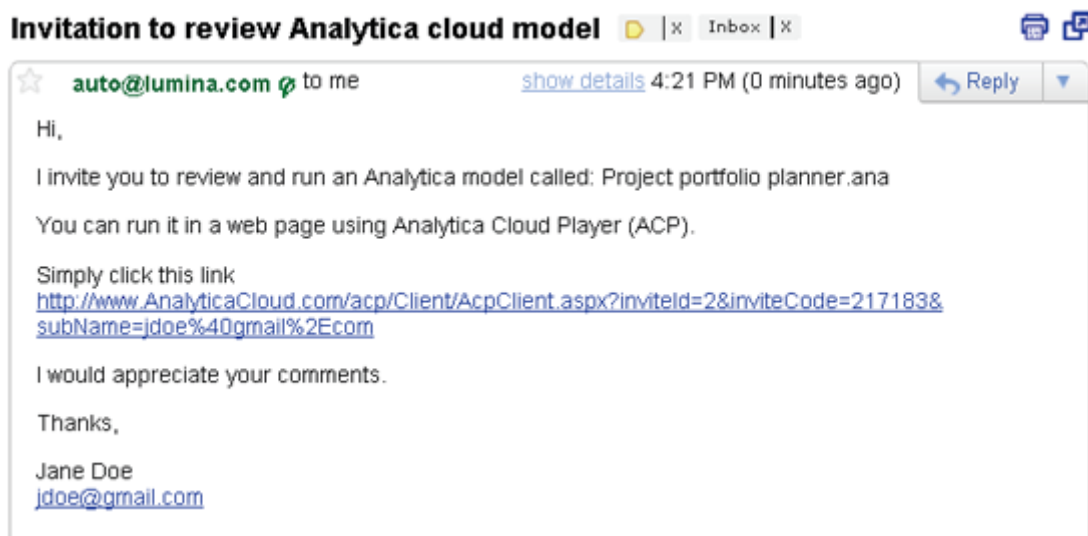
Jane Doe

3) 自分の Email アドレス、または、友人のアドレスを入力します。

4) 必要があれば件名と本文をカスタマイズします。ただし、URL は表示されたままで使います。

5) ボタンをクリックすると、招待状が送信されます。

自分に対して Email を送信しましたので、次に、使用しているプログラムを起動して、送られたメールを確認してみましょう。メッセージは通常、数秒後には到着します。メッセージの内容を確認し、同僚がこの招待状を受信したときに、うまく内容が伝わっているかを想像してください。以下はその一例です。



## 8. モデルを複数人で共有する

### ユーザーセッション・クレジット

Analytica Cloud Player にサインアップしたら、無償でサインアップできるユーザーセッション・クレジットが自動的に 25 セッション配分されます。お持ちの Analytica ライセンスのサポートが有効な期間中であれば、月ごとに 25 ユーザーセッションが追加されます（各月の最後の日までに使用しなかったセッションは、その月の終了と共に消滅しますが、翌月になると新たに25セッションが追加されます）。無償で提供されるこのクレジットは、ACP を通常レベル (moderate level) でご利用いただく分には追加費用はかかりません。1 回のユーザーセッションでは CPU 使用率 1 分を上限として利用できます。モデルの中には、CPU に大きな負荷をかける計算が含まれるものも稀にありますが、このような計算で CPU 使用率 1 分を超えた場合は、その分だけセッションクレジットが消費されることになります。CPU に大きな負荷を掛けるようなモデルを作成した場合は、Analytica Cloud Player の代わりに Analytica Free 101 や Analytica Power Player で共有されることをご検討ください。全てのユーザーが ACP サーバーを快適にご利用いただけるようにするためです。ご理解いただければと思います。

ACP の Project Directory ページにある **Account Info** ボタンをクリックすれば、ユーザーセッションのクレジット残高を確認することができます。



1) **Account Info** をクリックします。

毎月提供される無償のクレジットよりも高水準の用途をご希望される方は、お持ちのアカウントで ACP にログインして、**Buy More** リンクボタンをクリックすることで、追加のユーザーセッションクレジットをご購入いただくことができます。

また、共同プロジェクトのためのサポート機能の追加、毎月提供される高度なユーザーセッション水準、アクセス権限を持つユーザーの指定 (named user)、および、その他の機能が追加された ACP Group Plan サブスクリプションもご用意しております。詳しくは、[開発元 Lumina のウェブサイト](#)をご覧ください。

## 8.3 まとめ：モデルを共有する

---

この章では、Analytica をインストールしていない人々、または、Analytica Free 101 エディションをダウンロードしてインストールできる人々と共に、モデルファイルを共有する方法を紹介しました。また、Flash 対応のウェブブラウザを持つ人ならだれでもインターネットを経由してモデルを共有できる Analytica Cloud Player へのアカウントを登録しました。

## 9. サンプルモデルとライブラリ

この章では、Analytica に用意されているサンプルモデルとライブラリについて説明します。

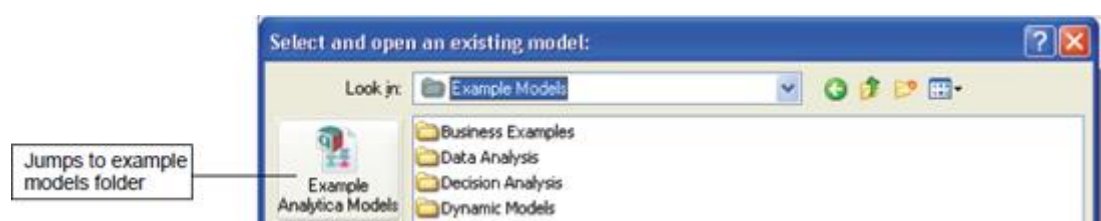
Analytica チュートリアルはこれで完了です。以上で、オリジナルのモデルを作成する準備が全て整いました。

Analytica に関する更に詳しい情報につきましては、*Analytica User Guide* をご覧ください。  
Analytica で利用できる全ての関数に関する説明を含む、Analytica 全体をカバーするリファレンスです。

Analytica フォルダには、**Example Models** と **Libraries** という名称のフォルダがあります。  
*Analytica User Guide* で紹介のあったサンプルを含む Analytica の各種モデルがここに含まれています。これらのリソースは、独自のモデルを構築する際に含めると便利です。サンプルモデルの多くは、みなさんと同じユーザーによって作成されたものです。Analytica を特定の用途で使用するための豊富なアイデアがここには詰まっています。これらのサンプルの中身を詳しく調べて、モデルを構築するのに幾つかの方法があることを実際に確かめてみてください。

自分以外にとっても有益で面白そうなモデルが出来上がったら、将来の Example Models フォルダに追加するよう開発元 Lumina 社にそれらをお送りください。詳しくは、この章の最後をご覧ください。

Example Models フォルダにアクセスするには、**File** → **Open** を選択して表示される画面の左上にある Example Models ボタンをクリックします。



Example Models フォルダへのジャンプ用ボタン

Example Models フォルダは、以下に示すフォルダに分類されています：

- Business Examples (ビジネス事例)
- Data Analysis (データ分析)
- Decision Analysis (決定分析)
- Dynamic Models (動態モデル)
- Engineering (エンジニアリング)
- Function Examples (関数事例)
- Optimizer Examples (最適化事例)
- Risk Analysis (リスク分析)

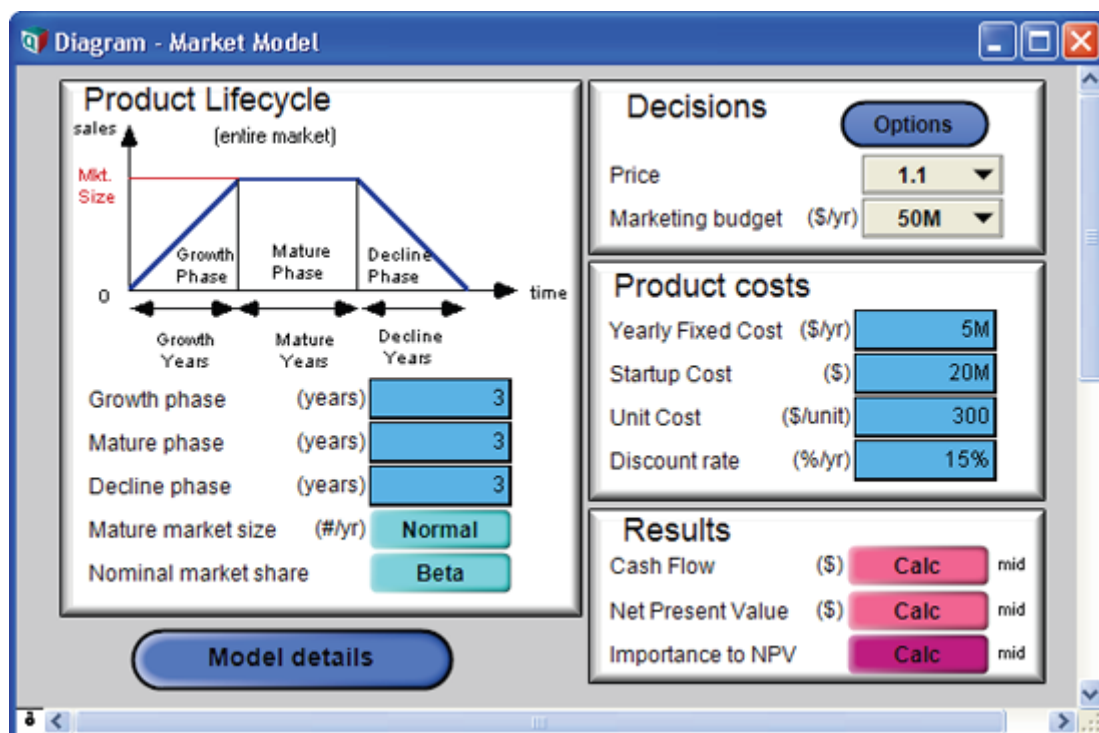
- Tutorial Examples (チュートリアル事例)
- User Guide Examples (ユーザーガイド事例)

## 9.1 Business Examples (ビジネス事例)

---

- **Bond Model** (債権モデル)  
このモデルでは、債権購入の典型的なインプット (購入価格、額面価格、利率、および、満期日までの期間) を取り扱い、債権のキャッシュフロー、現行利回り、および、最終利回りを計算します。
- **Breakeven Analysis** (損益分岐分析)  
固定費を単一量に、変動費を収益の一定率に設定したときの各収益水準における損益分岐分析を行うサンプルモデルです。
- **Expected R&D Project Value** (研究開発プロジェクトの期待値)  
このモデルは、複数の研究開発プロジェクト案の商業化の期待値を評価・算出します。
- **Financial Statement Templates** (財務諸表テンプレート)  
このモデルは、損益計算書 (profit and loss statement)、貸借対照表 (balance sheet)、キャッシュフロー計算書 (cash flow statement) のセットで構成された標準的な財務諸表です。ステップ・バイ・ステップのガイドが用意されていますので、テンプレートを元にして独自の財務諸表を作成することができます。既存のテンプレートに値を入力したり、変数の定義内容を編集することで、独自の会計基準を反映させることができます。
- **Market Model** (市場モデル)  
このモデルを使えば、新製品の市場とその価格および広告費の決定を探索することができます。このサンプルには、モデルを使用するユーザーのために、インプットを受け取り、アウトプットを表示するフォームの使用法も表示されます。

## 9. サンプルモデルとライブラリ



- **Plan\_Schedule\_Control** (プランスケジュール・コントロール)  
このモデルでは、プロジェクト完成に必要な活動パターンをインプットデータとして使用して、プロジェクト完成までの最長時間経路 (critical path)、時間調整 (timing)、および、コストをあらわす各種アウトプットを計算します。
- **Project Portfolio Planner**  
このモデルは、推定される正味現在価値 (net present value)、または、戦略フィット (strategy fit)、スタッフ教育 (staff development)、公的信用の創設、および、推定される純収入 (net revenue) に基づく多属性スコアに基づいて、プロジェクトのポートフォリオを評価し優先順位を決定します。
- **Sales Effectiveness** (営業効果)  
このモデルは、セールスマンの人数 (head count) と生産力 (production capacity) に対する単価の効果を評価します。このモデルには、不確実性の推定を標準化された high-medium-low 形式でユーザーが行い、これらのインプットを連続分布に変換してモデル全体に伝播する事例が含まれています。  
出典： *Principles of Systems* by Jay W. Forrester, 1968, ISBN 0-915299-87-9
- **Subscriber Pricing** (会員価格の決定)  
このモデルは、サービスの開始日から調査の終了時点までにおいて、その会社の資本の加重平均原価と一致するサービス加入者から得なければならない毎月の収益の総額を決定するものです。別の言葉で言い換えると、調査終了時点において、会社の資本の加重平均原価に等しい投資に対する利益をもたらすような、サービス加入者から得る必要がある月単位の収益率を計算します。



## 9.2 Data Analysis (データ分析)

---

- **Bootstrapping** (ブートストラップ法)

ブートストラップ法とは、統計的推定量の信頼性を見積もる手法のひとつです。このモデルでは、ある推定統計量の分布をサンプリングを繰り返し行うことによって求める方法を紹介합니다。

- **Kmeans Clustering** (K-平均法)

このモデルでは、Analytica の散布図の事例を紹介します。いくつかのランダムデータに K-平均法 (K-means clustering) アルゴリズム (K はクラスタ数) を適用して、類似する点からなる複数の群 (クラスタ) に分類します。このモデルでは *Iterate* 関数も使います。

- **Moving Average Example** (移動平均の事例)

あるデータストリームの移動平均 (moving average) をどのように計算するかを紹介する簡単なモデルです。 **Moving Average** 関数を定義して利用します。

- **Multidimensional Scaling** (多次元尺度構成法)

このモデルは、多次元尺度構成法 (multidimensional scaling) を実行します。インプット **N** (問題の次元) と **Distances** (距離すなわち非類似性をあらわす **NxN** の対称行列) を使います。計算結果として、**N** 個の **XY** 点 (または、**Xcoord** と **Ycoord** の各値) の2次元集合を出力して、インプットの隔たりをもっとも上手くあらわす点の空間配置を求めます。

出典: *Multivariate Analysis* by K.V. Mardia, J.T. Kent, and J.M. Bibby, Academic Press, London, 1979, Section 14.2.2, page 400. Model supplied by Michael L. Thompson.

- **Principle Components** (主成分分析)

主成分分析 (PCA: Principal components analysis) は、多次元のデータセットを低次元に縮約して分析するのに使用する手法です。PCA の計算では、データセットの固有値分解 (eigenvalue decomposition) または特異値分解 (singular value decomposition) を計算します。このモデルでは、過去の株価の共分散行列の主成分を計算するために固有値分解を使用して主成分を求める方法を紹介합니다。

- **Regression Examples** (回帰分析の各種事例)

このモデルは、一般化線形回帰 (generalized linear regression) の使用を紹介するものです。以下に示す (x, y) の点集合を構成する各種関数の形式からもっとも当てはまりの良い曲線を使います。

- 線形回帰 (Linear regression)
- 2次回帰 (Quadratic regression)
- 多項式回帰 (Polynomial regression)
- 離散型フーリエ級数 (Discrete Fourier series)
- 回帰と冗長基底 (Regression with redundant basis)
- 任意の多数項の集合を使用した回帰 (ある関数を選ぶ有力な根拠がない場合に使用)
- 自己相関の系列 (auto-regressive series)

## 9.3 Decision Analysis (決定分析)

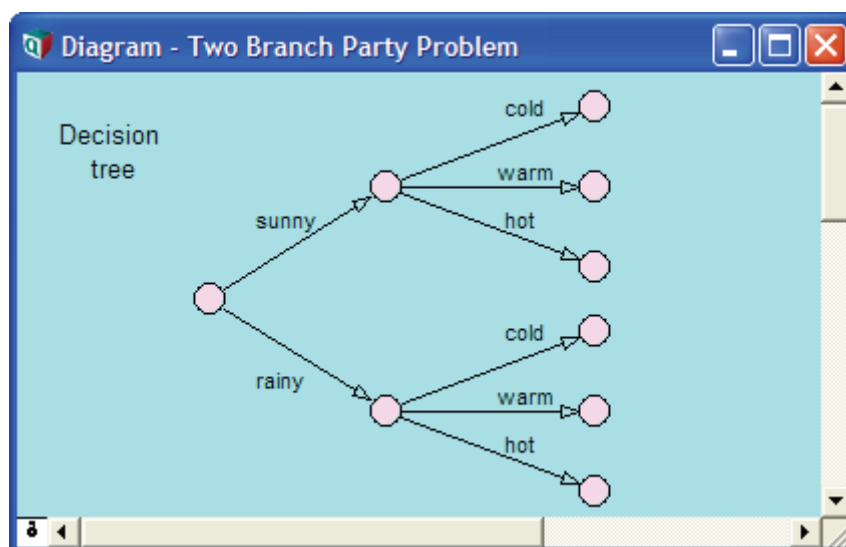
---

このフォルダには、決定分析 (decision analysis) の事例を紹介するモデルが含まれています。

## 9. サンプルモデルとライブラリ

- **Two Branch Party Tree** (パーティ決定の2段階分岐ツリー)

このモデルの作者は、パーティを開催したいと思っていますが、どこで開いたら良いか決めかねています。このモデルは、Analytica で2段階の決定木をモデル化する方法を紹介します。



- **Beta Updating** (ベータ更新)

このモデルは、ベータ分布を使用してコインの表が出ると思う主観的確率 (beliefs) のベイズ更新 (Bayesian update) を実行します。

- **Biotech R&D Portfolio** (バイオテクノロジー研究開発のポートフォリオ)

この複数プロジェクトの研究開発 (R&D) 評価は、バイオ関連企業が直面する研究開発の典型的な決定問題をモデル化したものです。

- **Diversification Illustration** (多角化の図解)

このモデルは、一連の投資の高まりをふまえて多角化することの効果を表示するひとつの手法 Blitzogram™ の事例です。このモデルの事例は、Sam Savage 氏による *Inform Transactions on Education*, Vol. 1., No. 2 (Jan. 2001) の “Blizograms - Interactive Histograms” を利用しています。詳しくは下記をごらんください：

- “Beat The Odds: Understand Uncertainty” at <http://www.linuxriot.com/article/showArticle.jhtml?articleId=17700622>
- Sam Savage’s web site: <http://drsamsavage.com>

- **Expected Value of Sampling Information (EVSİ)** : サンプル情報情報の期待値

*EVSİ for further treatment trials* モデルは、観察資料から得られる価値がどの程度得られるかを決定を行う前に測る尺度 EVSİ を計算します。このモデルでは、ある薬品承認機関が特定の新規治療法を承認すべきか否かを決定します。決定を行う前に、追加の臨床試験を要求するオプションがあります。EVSİ により、追加の試験から得られる情報の期待値が得られます。

- **Gibbs Sampling in Bayesian Network** (ベイジアンネットワークにおけるギブスサンプリング)

このモデルは、確率的シミュレーション (Stochastic Simulation) ととも呼ばれるギブスサンプリング手法を使用して ベイジアンネットワーク問題を解きます。マルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションの事例の1つです。この実装では、複数のシミュレーションが同時に実行されます。モデル内にある任意の変数を観測のサブセットに指定して (プルダウンメニューを使用)、他の変

数の事後確率を計算します。この手法の詳細につきましては、S. L. Lauritzen and D. J.

Spiegelhalter, “Local Computations with Probabilities on Graphical Structures and Their Application to Expert Systems,” Journal Royal Statistical Society Series B50:2, 1984, p. 157-224 をご覧ください。

- **LEV R&D Strategy** (低排出自動車の研究開発戦略)

これは低排出自動車 (LEV) の動力に関する幾つかの選択肢のうち、研究開発の決定分析を投資戦略的にモデル化した例です。

- **Marginal Analysis for Control of SO<sub>2</sub> Emissions** (SO<sub>2</sub> 排出規制の限界分析)

このモデルは、経済的にもっとも効果的な浄化水準になるような政策代替案を決定する利益/コストの限界分析を紹介するものです。

- **Multi-attribute Utility Analysis** (多属性効用分析)

このモデルは、自動車に関する多属性効用分析の事例です。各種属性にドライバー毎に異なる重要度の重みをつけて各自動車を分析します。

- **Newton-Raphson Method** (ニュートン=ラフソン法)

このモデルには、 $f(x)=0$  の根を求めるための最もパワフルで良く知られている数値手法である Newton-Raphson 法 (または、単に Newton 法) が実装されています。

- **Nonsymmetric Tree** (非対称ツリー)

このモデルは、決定木の用語を使用して非対称の決定木の事例を Analytica に構成します。

- **Party With Forecast** (パーティと天気予報)

このモデルは、パーティの主催者が直面する問題を紹介します。不確実な天気直面して、パーティを開催するのに最も良い場所はどこでしょうか？主催者がパーティに割り当てる値は、選択する場所と結果としての天気関数です。

このモデルは、基本パーティモデルを拡張して、不完全情報 (この例では天気予報) の値を表示するためにベイズ更新 (Bayesian updating) を使用しています。

- **Plane catching decision with EVIU** (EVIU を使った飛行機確保の決定)

不確実性を含む期待値 (EVIU: Expected Value of Including Uncertainty) とは、不確実性を確率分布としてモデル内に含めたときに得られる意思決定を、パラメータに決定論的な見積もりしか使用しなかった場合と比較したときの質的改善をあらわします。

このモデルは、飛行場のフライトに間に合うためには何時までに家を出たらよいかを調べるモデルの使用を通じて、どのように EVIU が算出されるかを紹介します。

- **Probability of Gaussian Region (Importance Sampling)**

このモデルは、*importance sampling* (重要度サンプリング) の手法を紹介します。重要度サンプリングとは、モンテカルロサンプリングの一種で、非常に起こりにくい事象のサンプリングに利用することができます。サンプルサイズが限定されたストレートなモンテカルロでは、被覆領域が非常に狭くなり、確率が非常に低くなります。この事例では、ガウス分布内の非常に狭い領域の確率を実際に見積もります。

- **Supply and Demand** (供給と需要)

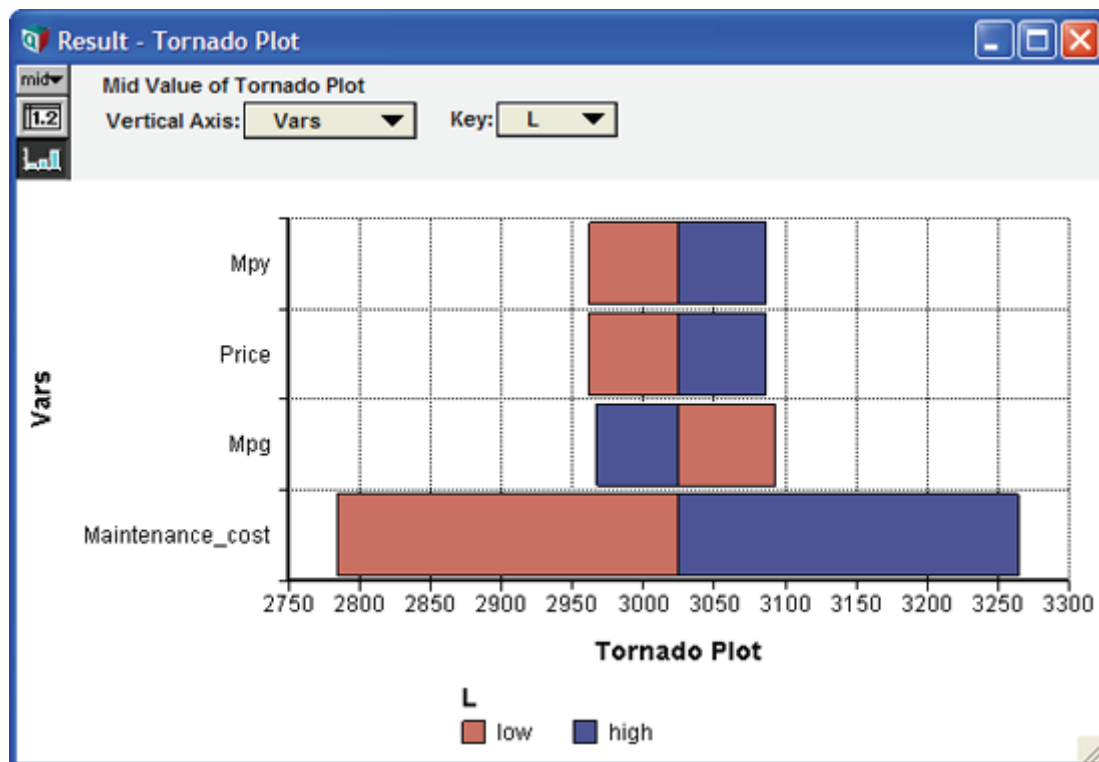
このモデルは、利潤関数が平均需要値の周囲に非対称であるときに利益を最大化するのに必要な供給水準を計算します。

- **Tornado Diagrams** (トルネードダイアグラム)

トルネードダイアグラムとは、選択する変数の違いに対する結果の感度をあらわすのに使用する一般的なツールです。トルネードダイアグラムの背後にある基本分析では、インプット変数が一度に1つしか考慮されず、その他の変数は、それぞれの名目値 (nominal value) で固定されます。一般に、各インプットの値には low と high を選択し、一度に1つの変数を変化させてア

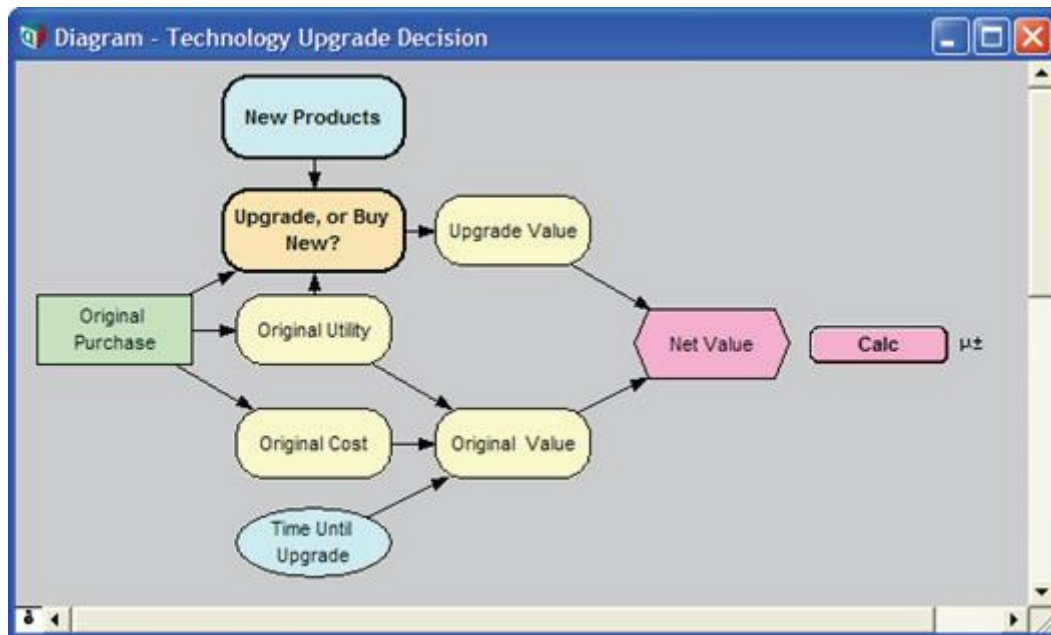
## 9. サンプルモデルとライブラリ

ウトプットの値を計算します。このサンプルモデルでは、high と low の値を選択する2つの手法を紹介します。1つ目は、low=90% of nominal, high=110% of nominal という具合にすべてのインプットを同一の相対値に変化させるものです。2つ目は、すべてのインプットを与えられた2つのフラクタイル (分位数) 間で変化させるものです。これは、インプットが不確実性変数であるときだけ有効となります。例：low=10% fractile, high=90% fractile, nominal=50% fractile



- **Upgrade Decision** (アップグレードの決定)

このモデルは、今日の世界でしばしば直面する問題、すなわち、不確実な将来の製品と価格を前にしてどのテクノロジーを現在購入するかという決定をあらわします。



## 9.4 Dynamic Models (動態モデル)

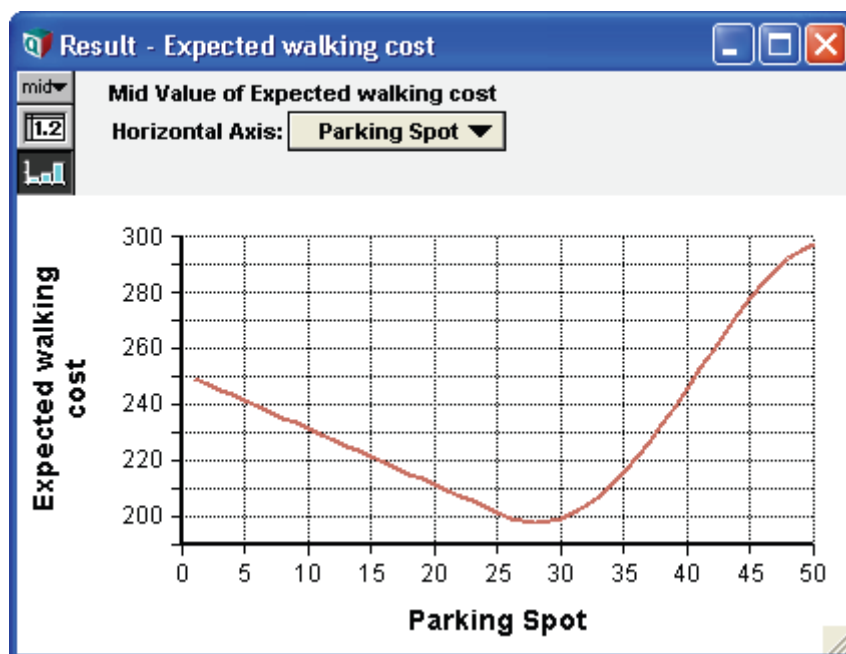
このフォルダーには、Analytica の **Dynamic()** 関数を利用して動態シミュレーション (周期的に変化するモデリング) を実行するモデルが含まれています。

- **Disease establishment** (病気の発生)  
このモデルは、魚の個体数と接触感染によるウイルス性疾患の発生を時系列で予測します。
- **Leveling** (平坦化)  
この例は、期間中の仕事量と空き時間を計算し、利用可能なスタッフ数に基づいてスタッフの活動を時系列で平坦化するものです。
- **Markov Chain** (マルコフ連鎖)  
このモデルは、動的時間を使用してマルコフ過程をシミュレーションする方法を紹介します。事例では、マルコフ過程としてモデル化された時間とともに推移する入院患者数を推定します。
- **Mass-Spring-Damper** (質量-ばね-ダンパー系)  
このモデルは、典型的な質量-ばね-減衰の自由系 (free mass-spring-damper system) をシミュレーションするものです。"free system" とは、質量に作用する時間依存の駆動力や変異がないことを意味します。このような系の解は、通常、適切な初期条件を与えた均一な 2 次微分方程式のセットから決定されます。このモデルでは、運動学的変数 (変位、速度、加速度) が典型的な運動学的方程式と結び付けられ、動変数 (ばね力と減衰力) がニュートンの第 2 法則によって加速度と系の質量に結び付けられます。インプットとして与えるのは各種初期条件 (ばね定数、減衰定数、質量、初期変位、初期速度) とモデルの実行時間です。この動態モデルによって生成されるグラフによる解は、微分方程式によって求める解と同じになります。
- **Optimal Path Dynamic Programming** (動的最適経路プログラミング)  
このモデルでは、逐次決定問題の単純な動的プログラミングによる解法を紹介します。タイムステップの最後に既知の報酬を支払い、移動のたびに既知のコストがかかる決定論的環境を考慮に入れた有限タイムステップの最適経路を計算します。

## 9. サンプルモデルとライブラリ

- **Parking Space Selection** (駐車場の選択)

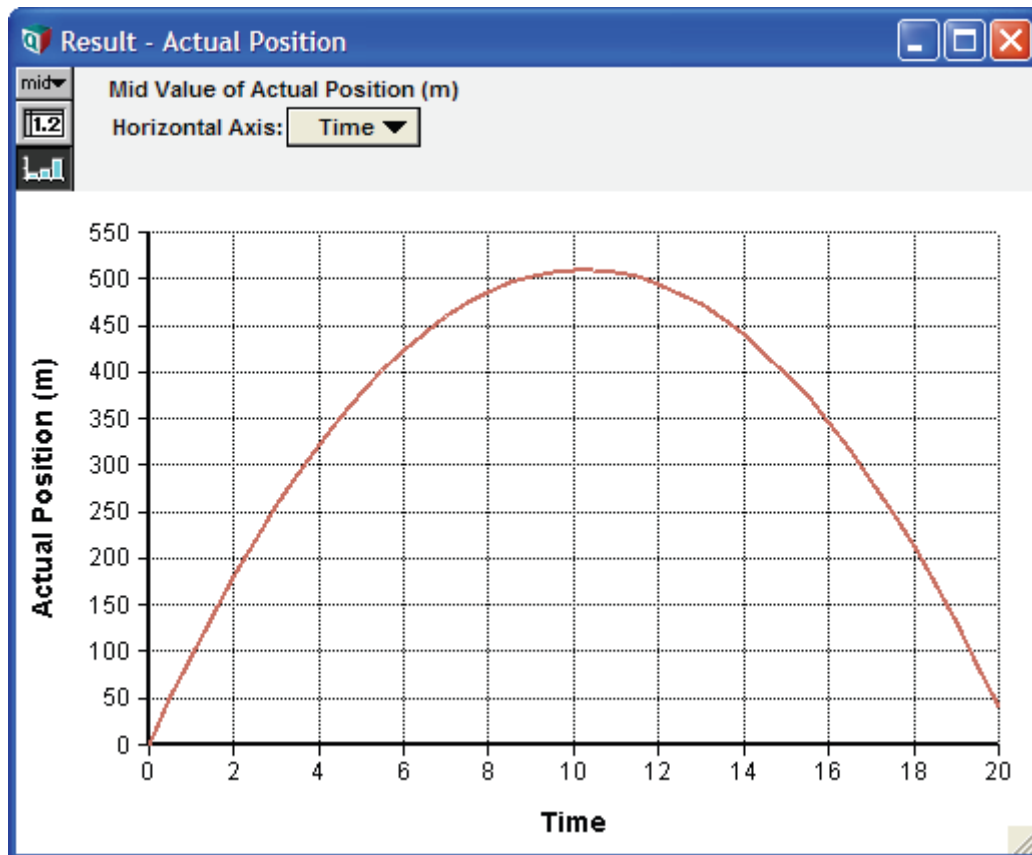
不確実性を伴う逐次的決定問題を説明した単純な動態シミュレーションの事例です。レストランに行くまでにかかる時間を最小化する最適な駐車場を見つけることになります。この事例では、**Dynamic()** 関数を Time 以外のインデックスに対して使用する方法と、動的な再帰が将来の値(過去の値ではなく)に基づく逆再帰 (reverse-recurrence) の使用を紹介します。



- **Projectile Motion** (放物運動)

システム変数 Time と **Dynamic()** 関数を使用して時間とともに変化する動作をモデル化する方法を紹介します。この例では、放物運動をモデル化します。





- **Tunnel through earth** (地球を貫くトンネル)  
地球の中心をまっすぐに貫くトンネルを想像してみてください。ここに足を踏み入れると、地球の反対側に出るまでにどれほどかかるのでしょうか？地球の中心を通るとどれだけ早く移動できるのでしょうか？この単純な旅の動態シミュレーションを使って調べてください。
- **Unequal time steps** (不等間隔のタイムステップ)  
このモデルは、不等間隔のタイムステップで Time を定義した時間を使って成長を計算する動態変数の事例を紹介します。これは、指数または線形の増加または減少、すなわち、ある時点の値が直前の時点の値に対して指数または線形的に依存する動態変数の事例です。

## 9.5 Engineering Examples (工学的事例)

- **Adaptive Filter** (適応フィルター)  
このモデルは、適応フィルターを使用してノイズのある時系列データに曲線を当てはめます。
- **Antenna Gain** (アンテナ利得)  
このモデルは、異なる2つの衛星を見つけるアンテナの期待利得を計算します。
- **Compression Post Load Capacity** (コンプレッションポスト積載量)  
Douglas-Fir Larch (マツ科の建材) のコンプレッションポストをサポートできる負荷を計算します。

## 9. サンプルモデルとライブラリ

### ● Daylight Analyzer (日光分析)

建築設計におけるライフサイクルコストと採光による節約をどのように分析するかを紹介する事例です。

**Diagram - Daylighting analyzer**

**Daylight time and occupancy**

- Nearest city: **San Francisco**
- Custom latitude (degrees): **60**
- Occupancy start time (Hours): **8**
- Occupancy end time (Hours): **18**
- Annual occupancy hours: **Normal**

**Building form and glazing**

- Gross area per floor (ft<sup>2</sup>): **25K**
- Floor length to width ratio: **2**
- Daylight zone depth (ft): **15**
- Useful window ratio: **Triangula**
- Glazing transmittance (VT): **Triangula**

**Lighting**

- Lighting load type: **custom lighting**
- Custom lighting load (w/ft<sup>2</sup>): **Triangula**
- Selected lighting load (w/ft<sup>2</sup>): **Calc**
- Dimming factor: **0.8**
- Illumination level (fc): **50**
- Lighting control type: **One-step**

**Cost-benefit results**

- Electricity cost (\$/kwh): **Triangula**
- Peak demand rate (\$/kw-month): **Triangula**
- Savings by type (\$/year): **Calc**
- Energy cost escalation rate (/year): **Triangula**
- Payback horizon (Years): **12**
- Discount rate (%/year): **8%**
- NPV savings (\$): **Calc**
- NPV savings Importance: **Calc**

**Flow Diagram:**

```

graph TD
    DA[Daylight availability] --> LC[Lighting calculations]
    BF[Building form] --> LC
    BF --> CS[Cost and savings]
    LC --> CS
  
```

### ● Failure Analysis (故障解析)

このモデルには、平行 (bulbs) と系列 (bulbs と switch) の両成分を使った故障解析 (failure analysis)を紹介するシステムシミュレーションが用意されています。このモデルは、if... then 文の入れ子の代わりに **Determtable** を使用して、システム状態の評価をおこないます。バルブとスイッチの故障確率はいずれも指数関数を使って評価します。

### ● Ideal Gas Law (理想気体の法則)

理想気体の法則  $PV = nRT$  を使用して、未知の項を残りの3項から求めます。いずれの量も選択肢の中から単位を指定できます。

### ● Power dispatch (電力配分)

異なる燃料を使用した各種発電ユニットから、変動する需要に対して最も経済的に電力を配分する方法を計算します。**Dispatch** 関数の使用法を紹介します。

## 9.6 Function Examples (関数の事例)

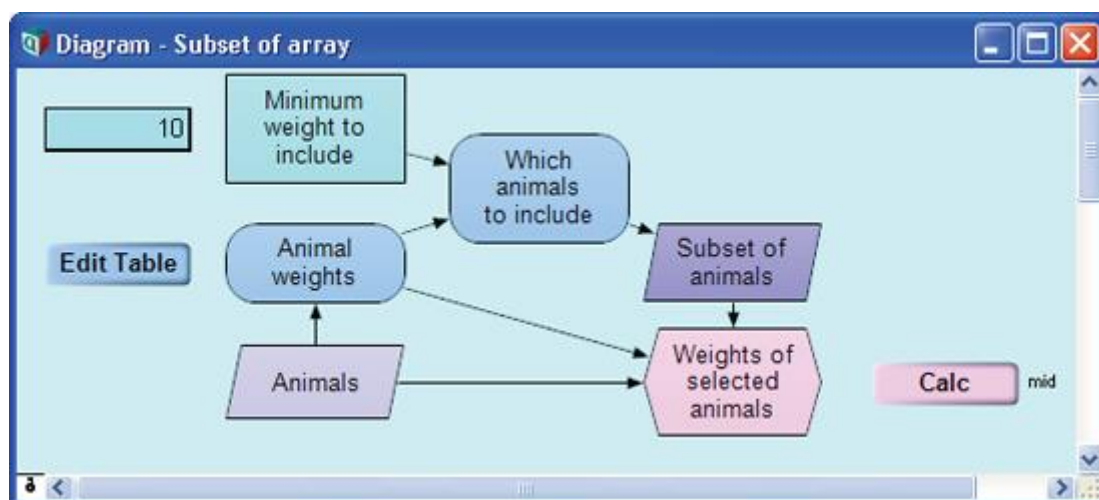
このフォルダには、Analytica の各種関数とモデリング手法を紹介する事例が含まれています。

- **Abstracted Subset** (サブセットの抽出)  
**Subset()** 関数の戻り値は、通常、単一のリストであることから、2D またはそれ以上の配列に適用することはできません (すなわち、配列を抽出できません)。このモデルでは、配列抽出 (array-abstract) で行うのと同様にこれを使用する方法を紹介します。
- **Assignment from Button** (ボタンを使った割り当て)  
 このモデルでは、ボタンを使用してあるノードの計算結果をコピーして、他のノードの編集テーブルにペーストする方法を紹介します。Analytica Enterprise ユーザーは、ツールバーからダイアグラムにボタンノードをドラッグしてボタンを作成することができます。
- **Autocorrelation** (自己相関)  
 このモデルは、ノイズのある時系列データの自己相関係数を計算します。
- **Choice and Determtables** (Choice と Determtables)  
 このモデルは、Choice ノードを "self" でインデックス化すると、**Determtable** 関数を使用して選択した内容を伝播させることができることを紹介します。Choice アウトプットを使用する他の方法より、すっきりした方法です。
- **Correlated Distributions** (相関する分布)  
 このモデルは、確率的変数のサンプル群を可能な限り望ましい相関構造になるよう順序付けします。このモデルに関する詳細は下記をご覧ください。R.L. Iman and W.J. Conover, "A distribution free approach to inducing rank correlation among input variables," Commun. Statist.-Simula. Computa. (Marcel Dekker, Inc.), 11(3), 1982, 311-334.
- **Correlated Normals** (相関する正規分布)  
 このモデルは、指定した相関になるような2つの正規分布を作成する手法を紹介します。得られる2単位の正規分布は、任意の平均値や標準偏差になるよう変換することができます。出典：E.M. Scheuer and D.S. Stoller, "On the generation of Normal Random Vectors," *Technometrics*, 4:278-281, 1962.
- **DBWrite Example** (DBWrite の例)  
 このモデルは、ODBC を使用して Analytica モデルからリレーショナルデータベースにデータを書き込む方法を紹介합니다。このモデルには、Analytica Enterprise が必要となります。詳しくは、*Analytica User Guide* の Chapter 22 をご覧ください。
- **Discrete Sampling** (離散サンプリング)  
 このモデルは、離散的な数値サンプルから分布を作成する方法を紹介します。
- **Extracting Diagonal** (対角成分の抽出)  
 このモデルは、行列から対角成分を抽出する方法を紹介します。
- **Lookup Reindexing**  
 このモデルは、単純な再インデックス付け操作、すなわち、ある値を他のテーブルからルックアップする方法を紹介します。これは、*Salary by person* ノードに示されており、エクセルの **VLOOKUP** 関数を Analytica の式で実行する方法が紹介されています。
- **Map images from internet** (地図画像のインターネットからの取得)  
 この珍しい事例では、Google Maps に表示された領域の画像を読み込んで、モデルに埋め込ま

## 9. サンプルモデルとライブラリ

れた画像に表示させます。実行には、Analytica Enterprise, Optimizer, Power Player が必要になります。

- **Sample Size Input Node** (サンプルサイズインプットノード)  
自分で作成したフォームに、システム変数のサンプルサイズから取得したインプットノードを作成したい場合が時々あります。**Uncertainty Options** ダイアログを起動して設定する代わりに、サンプル数をフォームから直接調整できるようにするためです。sampleSize システム変数を選択できないため、Analytica メニューからはこれを行うことはできません。このモジュールは、このインプットノードを作成する手段を提供します。**Add Module** から **Embed** を選択するだけです。このモジュールのインプットノードを表示させたいフォームにドラッグできます。以上が完了したら、このモジュールを削除して内容を空にすることができます。
- **Sorting People by Height** (人々を高さ順に並び替える)  
この事例は、インデックス (*People*) をテーブルの値 (*Heights*) でソートしたあと、ソートされたインデックスを使用して値をソートしたテーブル (*Sorted heights*) を作成します。
- **Subset of Array** (配列のサブセット)  
このモデルは、大きな配列から決定基準に基づいてサブセット配列を作成します。



- **Swapping y and x-index** (y と x インデックスの交換)  
このモデルは、計算された値または 1 次元のテーブル値をそのインデックスと交換します。その結果、計算された値がインデックスになります。
- **Use of MDTable** (MDTable の使用)  
このモデルは、テーブル形式のレコードを多次元配列に変換する **MDTable** 関数の使用方法を紹介します。多次元配列は、大規模なレコードセットを表示するのに多くの場合役立ちます。データをグラフやピボットテーブルに表示させることができれば、レコード間の幾何学的関係が即座に明らかになります。

## 9.7 Optimizer Examples (最適化の事例)

このフォルダには、Analytica で Optimizer を使用する事例が含まれています。これらのモデルは、Analytica と共に Optimizer ライセンスを購入したときだけ完全に機能するようになっています。

- **Airline NLP** (飛行機の非線形計画問題)

このモデルには、非線形プログラミング最適化とインテリジェント配列の事例が複数用意されています。

- 利益を最大化する飛行機の数と費用を選択する単純な飛行機決定問題：需要に関するパラメトリック分析。
- 不確実性を使った同じ問題で、期待される利益を最大化。
- 不確実性を使った同じ問題で、不確実性変数に値を与えて、期待される利益を最大化。
- 複数年にまたがる最適化の動態モデル
- 年毎に最適化を使った動態モデル

- **Asset allocation** (資産分配)

リスクとリターンのトレードオフ関係がそれぞれ異なる投資に関する各種候補が与えられたとき、多角化 (diversification) を通じてリスクを減らすことがしばしばあります。最良のケースは、期待される値上がり  $r$  が同じでも、共変動が反相関係 (anti-correlated) であり、リスクのなく期待されるリターン率をもたらすような2つの資産に投資することです。この問題をさらに一般化すると、リターンを最大化し、リスクを最小化するようなポートフォリオを選択することになります。この問題に関しては、幾つかの定式化の候補があり、このモデルでは以下の3つを探索します：

- 与えられたリターンの期待値を条件として分散 (リスク) を最小化する。
- 与えられた分散 (リスク) を条件としてリターンを最大化する。
- 与えられた危険回避 (risk aversion) 水準で期待効用を最大化することによってリスクとリターンを均衡させる。

- **Automobile Production** (自動車製造)

このモデルは、“Quick Review of Linear Programming,” *Management Science Techniques for Consultants*, by M.A. Trick (1996) から引用した線形プログラミングの事例です。この目的は、線形プログラムから変動するすべての結果を示すことです。

- The optimal solution
- The value of the objective function at the optimum
- The solution status
- The reduced costs (dual values for the variables) at the optimal solution
- The slack or surplus values for the constraints at the optimal solution
- The shadow prices or dual values for the constraints at the optimal solution
- The range over which the objective function coefficient can vary in the linear program without changing the optimal solution
- The range over which a right-hand-side coefficient can vary without changing the dual value (shadow price) of the optimal solution

- **Big Mac Attack** (ビッグマック問題)

このモデルは、マクドナルドで摂取するある人の1日の必要栄養量問題を取り扱います。この目標には、コスト、総カロリー摂取量、総炭水化物のいずれかを最小化することを選択できます。このモデルを使えば、連続 (Continuous)、整数 (Integer)、2値 (Binary) の解としてこの問題を解くことができます。Continuous を選択すると、計算的に問題は簡単になりますが、ビッグマックを 4.35 個注文することは不可能なので現実味のない結果になります。

## 9. サンプルモデルとライブラリ

- **Capital Investment** (資本投資)

このモデルは、4つのプロジェクト候補に関する資本予算の事例です。トータルのリターンを最大化するようなプロジェクトをどれにするかを決定することが目標です。

- **Labor production allocation** (労働者の配置問題)

製品のどの種類を生産し、労働者のスキルセットに基づいて労働者を各種製造ステップにどのように配置すべきかを決定する線形プログラムです。

- **Magic Square** (魔方陣)

整数の領域をグループ分けする簡単な事例です。正方形の縦と横の昇目の合計がいずれも同じ値になるように1から  $n^2$  までの整数を埋めていきます。

- **NLP with Jacobian** (ヤコビアンを使った NLP)

このモデルは、制約条件付き非線形最適化へのヤコビ行列式 (Jacobian) と勾配 (gradient) の使用例を紹介するものです。ヤコビ行列式を解析的に利用すると、最適解を効率よく求めることができます。

この例は、簡単な幾何学問題です。互いに交叉する円の集合 (すべての円の共通集合は空白ではない) が与えられたとき、すべての円に含まれる点のうちターゲット点に最も近いのはどの点か？

このモデルのノード *Abstractable NLP* は、NLP (非線形計画) を配列抽出 (array-abstractable) の方法で定義する一般的メカニズムを示す例という点で特徴的です。

- **Optimal can dimensions** (最適な缶の寸法)

このモデルは、Analytica Optimizer の NLP Optimizer を使用する簡単な事例です。このモデルは与えられた容量が必ず入る円筒缶の最適な寸法を計算します。最適な缶の表面積は最小になります (すなわち、使用する材料は最小になります)。

- **Optimal Production Allocation** (最適な製品割当て)

このモデルは、Analytica Optimizer を使った線形計画法の簡単な事例です。集積回路の製造業者が複数の異なる IC 製品 (チップ) を製造します。いずれのチップも、それぞれ異なるマシンによる一連の工程で製造します。いずれのチップも、すべての工程を必ず通過しますが、それぞれの工程にかかる時間は製品によって異なります。ある製品は工程1に多くの時間を費やしますが、他の製品は非常にわずかな時間しかかかりませんが、別の工程で多くの時間を費やします。この会社の目標は、各工程の能力を超えずに利益を最大化するような各製品の生産高を決定することです。

- **Problems with Local Optima** (局所最適問題)

非線形最適化問題には、大域的最適解 (global optima) はもちろん、局所的最適解 (local optima) が含まれることがしばしばあります。理想的には最適化アルゴリズムで大域的最適解を常に求められればいいのですが、これを保証できるアルゴリズムは一般的にありません。大域的最適解のいずれの特性にも一般に局所的最適解が存在しますので、Optimizer が局所的最小値を見つけると、探索はそこで終了するのが一般的です。

**NlpDefine()** にオプションパラメーター **guess** をつけると、大域的最適解になると考えられる一般的な領域に探索をシードすることができます。Optimizer が局所的最適解に収束すると、それが **guess** (あて推量) の近辺となる可能性が高くなります。従って、さまざまなあて推量を試すことによって、局所的最適解が幾つか見つかります。これらの中の最適なものを使用すれば、真の大域的最適解が見つかる可能性が高くなります。

このモデルはこの手法を紹介するものです。



- **Production Planning LP** (生産計画の線形最適問題)  
このモデルは、生産計画の線形最適問題の事例です。ある企業が4種類の製品を製造しており、製造の最終工程には組み立て、研磨、および梱包作業があります。これらの作業にかかる時間は販売単位あたりの利益に応じて製品ごとに異なっています。この会社は各製品をそれぞれどれだけ製造すればよくて、そのときの利益は幾らになるでしょうか？
- **Quadratic Constraints** (2次の制約)  
最適化問題を2次の目的関数を使って2次的に制約する事例です。
- **Solve using NLP** (非線形計画法を使った解法)  
このモデルは、非線形計画法を使って非線形方程式を解く方法を紹介するものです。この例では、方程式を制約条件としてエンコードし(これにより非線形制約条件の系に一般化します)、目的関数を無視(定数に)します。
- **Sudoku with Optimizer** (Optimizer を使った数独)  
数独の解を求めます。数独は多くの新聞の呼び物記事として掲載されています。
- **Traveling salesman** (巡回セールスマン)  
与えられた地点の最短の順回路を求めるものです。NP 完全問題の事例としてしばしば引用される問題です。すなわち、 $P \neq NP$  として広く知られているように、問題の解を多項式時間で検証できますが、実用的な(多項式)時間で常に解けるとは限らない問題です。
- **Two Mines Model** (2鉱山モデル)  
このモデルは、生産問題のもうひとつの事例です。*Two Mines Company* は、ある鉱石を産出する2つの鉱山を所有しています。鉱石は粉碎されたあと、high, medium, low グレードの3つに分類されます。この会社には、high グレードなら週あたり12トン、medium グレードなら8トン、low グレードなら24トンを精製できる下請けがいます。2つの鉱山には、操業および各タイプの鉱石の生産コストに関してそれぞれ異なる操業特性があります。精錬プラントの契約を履行するには、各鉱石をそれぞれ1週間あたり何日稼動したらよいでしょうか？

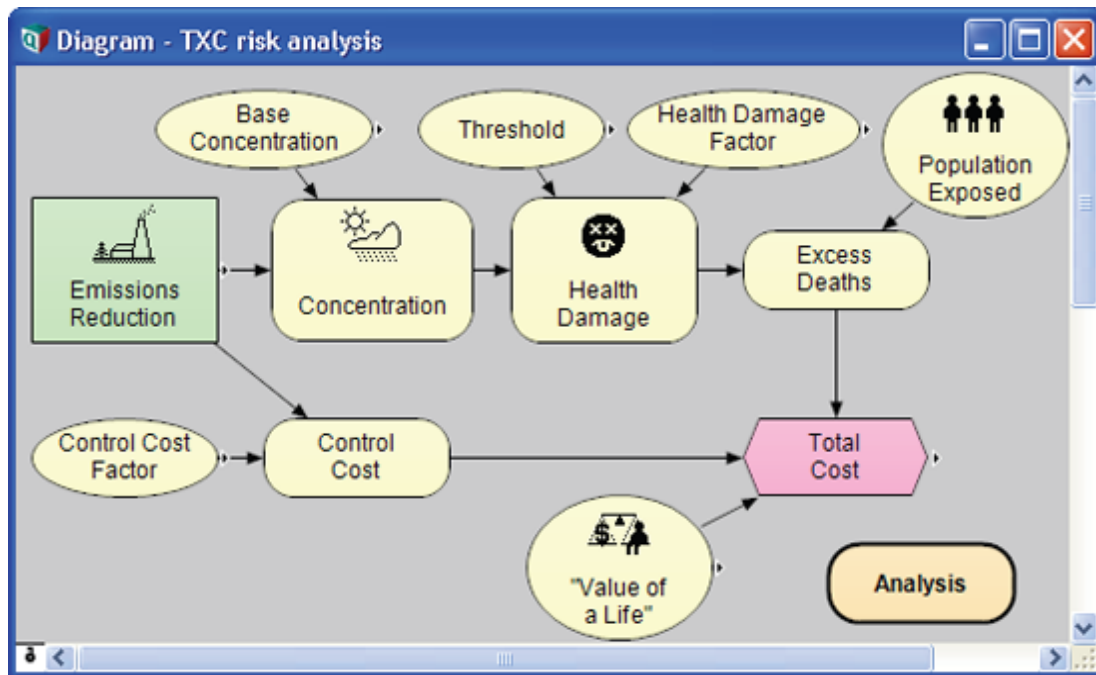
## 9.8 Risk Analysis (リスク分析)

---

このフォルダには、リスク分析の分野に関連する事例が含まれています。

- **Earthquake expense risk** (地震による経済損失リスク)  
このモデルは、巨大地震による被害コストの評価を時系列で策定するものです。時間依存のリスク分析と時間とともに変化する事象コストを紹介します。
- **Seat belt safety** (シートベルトの安全性)  
このモデルは、自動車の乗員に対する各種抑制対策の値を比較します。
- **Txc**  
このモデルは、損失・利得 (risk/benefit) 分析を紹介します。このケースでは、架空の大気汚染物質 Txc の排出削減によるメリットに関するものです。

## 9. サンプルモデルとライブラリ



### 9.9 User Guide Examples (ユーザーガイド事例)

このフォルダには、*Analytica User Guide* で使用する事例が含まれています。

- **Analyzing Unc & Sens** (不確実性と感度の分析)  
このモデルの事例は、変数の不確実性、不確実変数間の関係、および、インプット変更によるアウトプットの感度を分析するための *Analytica* の各種ツールを紹介するものです。統計的関数と感度分析関数が含まれています。  
このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 16, "Statistics, Sensitivity, and Uncertainty Analysis." で使用します。
- **Array Examples** (配列の事例)  
このモデルの事例は、多次元配列による運用の基礎を紹介するものです。  
このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 11, "Arrays and Indexes." で使用します。
- **Array Function Examples** (配列関数の事例)  
このモデルの事例は、*Analytica* にビルトインされている多数の配列関数を紹介するものです。  
このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 12, "More Array Functions." で使用します。
- **Continuous Distributions** (連続分布)  
連続分布とは、連続変数、すなわち、実数値からなる変数を定義するものです。このモデルの事例は、連続分布を作成したり編集するために *Analytica* にビルトインされている各種関数を紹介します。  
このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 15, "Probability Distributions." で使用します。
- **Discrete Distributions** (離散分布)  
離散分布は、ある特定の離散的結果しかもたらさない変数の確率分布です。このモデルの事例は、離散分布を作成したり編集するために *Analytica* にビルトインされている各種関数を紹介し

ます。

このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 15, “Probability Distributions.” で使用します。

- **Expression Examples** (Expression (式) の事例)

このモデルの事例は、変数の定義内容を作成したり編集するための構成要素、すなわち、式、標準演算子、数学関数を紹介するものです。

このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 10, “Using Expressions.” で使用します。

- **Input and Output Nodes** (インプットとアウトプットノード)

このモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 9, “Creating Interfaces for End Users.” で使用します。

## Dynamic Models (動態モデル)

動態モデル (dynamic model) は、単一または複数の動的変数、すなわち、時間とともに変化する変数を持つモデルです。これらのモデルでは、**Dynamic()** 関数の各種使用方法を紹介します。

これらのモデルは、*Analytica User Guide*, Chapter 17, “Dynamic Simulation.” で使用します。

- **Dynamic & Dependencies**

このモデルは、6 秒の間に落下物の下向きの速度と位置を求める動態モデルです。

- **Dynamic & Uncertainty**

このモデルは、**Dynamic()** 関数を使って不確実性を使用する 3 つの方法を紹介します。最初の事例は、最初の時点で不確実性のサンプルを一度に計算します。残りの 2 つは、各時点ごとに新たな不確実性サンプルを計算します (値を再サンプリングします)。

- **Dynamic Example 1**

このモデルは、時間とともに変化する変数が 1 つの動態モデルの最も単純な例です。この例では、5 年間の各年のガソリン価格について上昇率を 5 % と仮定して求めます。

- **Dynamic Example 2**

このモデルは、Dynamic Example 1 をやや複雑にしたものです。このモデルでも時間とともに変化する変数を依然として 1 つ使用します。しかし、この例では物価上昇率を固定する代わりに、異なる 3 つの物価上昇率を使って価格を比較します。

- **Dynamic on multiple indexes**

2 つの個別インデックスの再帰を同時に行う動的ループを紹介します。

- **Dynamic on non-Time index**

**Dynamic()** 関数を使用して、Time 以外のインデックスの再帰をモデル化します。

## 9.10 Libraries (ライブラリ)

このフォルダのライブラリには、自作のモデルに追加し、Analytica のビルトイン関数と同様の使用ができる関数が含まれています。これらのライブラリは、お持ちのモデルに追加することができます：

## 9. サンプルモデルとライブラリ

詳しくは、Chapter 19 of the *Analytica User Guide* の information on how to add a library to a model をご覧ください。

- **Base conversion library** (基数変換ライブラリ)  
2 進数、8 進数、10 進数の整数と、16 進数の値を変換する各種関数です。
- **Bayes Function** (ベイズ関数)  
このライブラリには、ベイズ理論を使用して事後確率を計算するための関数 **Posterior()** が含まれています。
- **Complex Library** (複素数ライブラリ)  
これは、複素数を使って作業するための関数のライブラリです。基本算術、複素数の極形式表現、複素根を求めるスカラー関数、対数、指数、行列関数、および、三角関数といった各種関数が含まれています。加算、減算、および、スカラー乗算は通常の演算子で実行できます。複素数の乗算と複素数の除算には、関数を明示的に指定する必要があります。複素数は、このライブラリでユーザーに表示されるように、 $a + bi$  のようなユークリッド形式にする必要があります。ここで、 $a$  は実部、 $b$  は虚部をあらわします。
- **Concatenation** (接続)  
このライブラリは、ビルトインの **Concat()** と **ConcatRows()** 関数の拡張により廃止されていますが、この関数を使用して作成されたモデルの後方互換性のために現在も含まれています。このライブラリには、接続をより簡単にするための関数が含まれています。関数 **Concat3()** から **Concat10()** は、ひとつの呼び出しで 3 から 10 の配列を接続するもので、ビルトインの **Concat()** 関数を一般化したものです (ビルトインの **Concat()** 関数は、2 配列を接続します)。**ConcatRows()** は、単一配列のすべての行を接続します。
- **Data Statistics Library** (データ統計ライブラリ)  
このライブラリには、Analytica の統計的結果に使用するインデックスなど、**Run** 以外の明示的インデックスの数値リストの統計的量を計算するための関数、mean, variance, standard deviation, kurtosis, skewness, fractiles, covariance, correlation, frequency 等が含まれています。
- **Distribution Densities** (分布密度)  
このライブラリの関数は、Analytica に組み込まれている標準分布関数の確率密度 (連続分布の場合) と確率 (離散分布の場合) を返します。また、連続分布と一部の離散分布のための累積分布関数、および、多くの連続分布のための逆累積関数も含まれています。
- **Distribution Variations** (分布)  
このライブラリには、異なるパラメータセットを使用した標準分布を定義するための各種関数が含まれています。
- **Expand Index** (拡張インデックス)  
このモデルには、Change Index 関数が含まれています。あるインデックスでインデックス化された配列をこの関数に与えると、別のインデックスでインデックス化された配列が返されます。このモデルには、**Change Index** を使用して 2 つの異なる時点のキャッシュフローを、1 時点の単一のキャッシュフローに結合する事例が含まれています。
- **Financial Library** (金融ライブラリ)  
このモデルには、各種コーポレート・ファイナンス関数が含まれています。ブラック=ショールズ (Black-Scholes) オプション値 (**CallOption**, **PutOption**)、資本資産価格モデル (**CAPM**)、Miles/Ezzell の調整済み資本コスト (**CostCapME**)、Modigliani/Miller の調整済み資本コスト

(**CostCapMM**)、永続性の現在価値 (**PVperp**)、割増永久年金の現在価値 (**PVgperp**)、および、資本の重み付き平均コスト (**WACC**)。

- **Flat File Library** (フラットファイルライブラリ)

このライブラリには、特に、2次元テーブルとカンマ区切りの値 (CSV) ファイルの間など、データをフラットファイルに書き込んだり読み込むための関数が用意されています。

- **Garbage Bin Library** (ゴミ箱ライブラリ)

このライブラリには、作成したモデルのためのゴミ箱 (**Recycle Bin**) が用意されています (ゴミ箱アイコンを含む)。これを使うには、不要なオブジェクトをこのゴミ箱モジュールにドラッグするだけです。

削除とは異なり、ゴミ箱に捨てられたアイテムは復活させることが可能で、**Undo** コマンド (**Control+Z**) を使えば、ゴミ箱にドラッグされたアイテムが復活します。投入されたアイテムにゴミ箱の外と依存関係があれば、そのゴミ箱から矢印が表示されます。すなわち、そのアイテムを復活させるか、その依存関係もゴミ箱に捨てるかのサインです。

ゴミ箱から永久にアイテムを削除するには、ゴミ箱を開いて、内容をすべて選択 (**Control+A**) したあと削除します (**Delete** キーを押す)。

- **Generalized Regression** (一般化回帰)

ロジスティック、プロビット、ポワソン回帰の関数です。**Regression()** 関数を使って、与えられた新規データポイントのアウトプットの期待値を予測する関数を取得し、一般化回帰関数で与えられた新規データポイントの確率や確率分布を予測する関数を当てはめます。

- **Linked List Library** (リンクリストライブラリ)

このライブラリには、リンクされたリストを操作するためのルーチンが含まれています。

最も単純なリンクリストは単なる **NULL** です。要素がゼロのリンクリストです。

その他のリンクリストは、**Linked\_List** (このライブラリで定義されたインデックス) によってインデックス付けされるレコードへの参照と、要素への参照を含む各セル、および、リストの残余へのポインタです。

リンクリストは、このライブラリの以下の関数を使用して作成および操作します：

- リストを作成するには、**LL\_Push()** を使用します。
- リストを構築したあと、それを使用したり表示する最も簡単な方法は、**LL\_to\_RArray()** を使用してそれを元の配列に戻すことです。リンクリスト (最後のアイテムがリンクリストの最初のアイテムとしてプッシュされます) のアイテムの順序は、配列のアイテムをリストに追加したときと同じ順序になるように逆になります。
- **LL\_to\_Array()** 関数は、リンクリストと同様の方法 (最後に入力されたアイテムがリスト/配列の先頭になる) で順序化されたアイテムの配列を返します。
  - その他の関数を使えば、リスト内の最初のアイテムや、N 番目のアイテム、リスト長を返したり、リスト内の最初のアイテムを削除することができます。
- **Multivariate Distributions Library** (多変量分布)
  - ガウス
  - ディリクレ
  - BiNormal と Multinormal
  - Uniform Spherical と MultiUniform
  - Sample covariance と Sample Correlation
  - 関連した分布と結果のための関数

## 9. サンプルモデルとライブラリ

- **ODBC-Library** (ODBC ライブラリ)

このライブラリには、データベースへの ODBC 接続のための追加の機能 (**ValList**, **InsertRecSql**, **WriteTableSql**) が用意されています。なお、ODBC を使用するには、Analytica Enterprise が必要となります。詳しくは、Chapter 22 of the *Analytica User Guide*. をご覧ください。

- **Optimization functions** (最適化関数)

Newton-Raphson 法の **GoalSeek()** と **Solve()** への簡単な実装です。単一の値や非線形モデルのベクトル値の解を求めるのに利用することができます。Analytica の任意のエディションで利用可能です。Analytica Optimizer エディションにあるアルゴリズムのように高度な技術でロバストではありません。

- **Performance Profiler** (パフォーマンスプロファイラ)

このライブラリを使用して、作成したモデルを実行する際にどの変数と関数が計算時間を使用しているかを確認できます。ライブラリの使用法につきましては、モデルの description をご覧ください。

- **Structured Optimization Tools** (構造化された最適化ツール)

構造化された最適化モデルを作成する際に役立つ関数です (Analytica Optimizer が必要)。決定の設定を、最適化の解に定義した変数にしたり、元の値に戻すように定義した変数にする関数が含まれています。

※ Tip: ODBC と Profiling ライブラリには、Analytica Enterprise または ADE が必要です。Analytica のその他のバージョンでは機能しません。Structured Optimization Tools には、Analytica Optimizer が必要です。

- **Optimization Functions Library** (最適化関数ライブラリ)

このライブラリには、Newton-Raphson 型の探索を使用して最適化と方程式を解くための関数が含まれています。

## 9.11 まとめ

他の Analytica ユーザーにも役立つようなモデルが作成できたたら、以下のアドレスにぜひお送りください。うまく構成されて、十分なドキュメントが付けられていれば、将来の Example Models フォルダーに追加されるかも知れません。モデルの送り先は以下のとおりです：

- [support@lumina.com](mailto:support@lumina.com)





また、サンプルモデルに何かお気づきの点や、変更が必要な点がございましたら、上記アドレス宛にメールをお送りください。

Analytica 関数の追加情報、良くある質問と回答、モデリングガイド、新機能など、Analytica に関する各種情報を見つけるには、Analytica wiki ホームページ (<http://lumina.com/wiki/>) にアクセスしてください。








# 用語集 (Glossary)

この用語集には、本マニュアルで使用した統計用語はもちろん、Analytica で使用する専門用語も収録しています。

- **Array** (配列)  
単一または複数のテーブルとして表示できる値の集合です。配列には、単一または複数の次元があります。各次元はインデックス番号で区別します。
- **Arrow, influence arrow** (矢印、影響矢印)  
ある変数から別の変数に向かって接続された影響矢印 (又は矢印) は、起点となるノードが矢印の先にあるノードに影響を及ぼすことをあらわします。変数がノードであらわされている場合、起点となる変数は、あて先となる変数のインプットになり、あて先となる変数は、起点となる変数のアウトプットになります。
-  **Arrow tool** (矢印ツール)  
ノードとノードの間に矢印を描画するためのツールです。
- **Attribute** (属性)  
タイトル、説明、定義、値、インプットといった個々のオブジェクトにまつわるプロパティです。
- **Attribute panel** (属性パネル)  
影響ダイアグラムの下側に開く補助的なウィンドウペインです。変数、関数、モジュールの属性のいずれかひとつを手早く調べるのに使います。
-  **Browse tool** (閲覧ツール)  
モデルの構造や前提条件を調べるのに使用するツールです。これを使ってモデルに変更を加えることはできません。
-  **Chance variable** (確率変数)  
意思決定者 (decision maker) がその値を直接制御できない不確実性変数です。通常は、確率分布 (probability distribution) で定義します。確率変数は楕円型のノードで表示されます。
- **Class** (クラス)  
Analytica のオブジェクトは、次のクラスのいずれかに分類されます: module (モジュール), attribute (属性), function (関数), および, decision (決定), chance (確率), objective (目標), index (インデックス), general (一般) 変数。
- **Cumulative probability distribution** (累積確率分布)  
確率分布のグラフ表現のひとつです。累積確率 (cumulative probability) がプロットされます。不確実性をもつ変数  $X$  の実際の値は、 $X$  の起こりうるそれぞれの値と等しいかそれよりも小さくなります。
-  **Decision variable** (決定変数)  
意思決定者 (decision maker) がその値を直接制御できる変数です。決定変数は矩形ノードで表示されます。
- **Definition** (定義)  
ある変数の値を計算する具体的内容です。数値、数式、値のリスト、テーブル、または、確率分布を定義内容とすることができます。


## 用語集 (Glossary)


- **Description** (説明)  
そのオブジェクトがモデル内で何をあらわすのかを説明するテキストです。最大 32,000 文字まで記入することができます。
- **Deterministic table** (決定論的テーブル)  
インプット変数の値を条件として変数の値を与える関数で、すべてのインプットは離散変数になります。
- **Deterministic value** (決定論的値)  
[Mid, Mid value](#) をご覧ください。
- **Domain** (ドメイン)  
確率テーブルとして定義した変数のとりうる結果です。
- **Edit table** (編集テーブル)  
配列 (テーブル) からなる定義は、それが編集可能であることから編集テーブルとも言います。
-  **Edit tool** (編集ツール)  
モデルを作成したり変更するためのツールです。これを使用してノードを移動、リサイズ、編集したり、矢印ツール (arrow tool) やノードパレットを表示します。
- **Expression** (式)  
Analytica の言語構文に従って、0.5,  $a - b$ ,  $\text{Min}(x)$  など、数値、変数、関数、分布、および、演算子の任意の組み合わせを含めることができる式です。
- **Expression type** (式タイプ)  
式タイプには、式、リスト (式または数値)、ラベルリスト (テキスト文字列)、テーブル、確率テーブル、および、分布があります。式タイプの選択には、**Definition** フィールドの上に表示されている Expression ポップアップメニューを使用します。なお、いずれの定義内容も、式タイプにかかわらず、式として表示させることができます。
-  **General variable** (一般変数)  
任意のタイプの変数です。変数のタイプが分からないときに役立ちます。一般変数は、通常、決定論的 (deterministic) な数量や、関数的関係 (functional relationship) をあらわすのに使用します。
-  **Graph** (グラフ)  
多次元の結果を表示するための形式です。結果をグラフとして表示するには、この **Graph** ボタンをクリックします。関連: [Table](#)
- **Identifier** (識別子)  
オブジェクトの短縮名です。定義内容に数式を使う場合は、参照する変数の識別子を使用します。識別子はアルファベットで始まる 20 文字以内のアルファベット文字、数字、アンダースコア記号 ( ) で構成する必要があります (アンダースコアはスペースの代わりに使います)。 [Title](#) と比較してください。
- **Importance analysis** (重要度分析)  
単一または複数のインプット変数の不確実性がアウトプット変数の不確実性に及ぼす効果を表示します。重要度 (importance) は、アウトプット変数の標本と、不確実な各インプットの標本との間の順位相関 (rank-order correlation) として定義されます。極値 (extreme value) や歪んだ分布 (skewed distribution) の影響を受けにくいため不確実性の寄与をロバストに測定します。

- **Index** (インデックス)  
配列 (テーブル) の次元を特定します。通常は、リスト、ラベルのリスト、または、配列として定義された変数がインデックスとなります。
- **Indexes**  
インデックス (index) の複数形です。テーブル (編集テーブルや値の中のテーブル) の次元を定義するインデックス変数の集合をあらわします。
-  **Index variable** (インデックス変数)  
編集テーブルなどで、テーブルの次元を特定するのに使用するリスト、ラベルのリスト、または、配列として定義される変数のクラスです。インデックス変数は、平行四辺形のノードで表示されます。[Edit table](#) を参照。
- **Influence arrow** (影響矢印)  
[Arrow, influence arrow](#) (矢印、影響矢印) を参照。
- **Influence diagram** (影響ダイアグラム)  
モデルをグラフィカルにあらわしたものです。ノード (変数) と矢印 (変数間の関係) で構成されます。
- **Input** (インプット)  
変数  $X$  のインプットは、 $X$  へ向かう矢印のある変数、または、 $X$  の定義内容に使用される変数です。[Output](#) 参照。
- **Input arrowhead** (インプット矢印)  
そのノードに外部モジュールから単一または複数のインプットがあることをあらわします。この矢印が配置されるのはノードの左端です。この矢印をクリックすると、インプット変数のポップアップメニューが表示されます。
- **List** (リスト)  
Expression ポップアップメニューから利用できる式の一種で、順番に並んだ数値や式の集合で構成されます。リストは通常、インデックスと決定変数を定義するのに利用されます。
- **List of labels** (ラベルのリスト)  
Expression ポップアップメニューから利用できる式の一種で、順番に並んだテキストラベルの集合で構成されます。ラベルのリストは通常、インデックスと決定変数を定義するのに利用されます。
- **Mean** (平均値)  
平均または期待される値です。
- **Median** (中央値)  
データ値を大きさの順にランク付けしたときの中央にあたる番号または数値、すなわち、真ん中にあるデータポイントです。
- **Mid, Mid value** (Mid 値)  
全ての不確実性インプットをその中央値であるとみなして変数の値を計算したものです。
- **Model** (モデル)  
単一のモジュール、または、複数モジュールからなる階層構造では、階層モジュール構造のメイン、すなわち、ルートモジュールです。セッションをまたいでモデルを使用する場合は、Analytica ドキュメントファイルに保存します。
-  **Module** (モジュール)  
関連する変数、関数、および、その他のモジュールを独立した影響ダイアグラムとしてひとつに

## 用語集 (Glossary)

まとめたオブジェクトの集合体です。モジュールは、太線で囲んだ角の丸い四角形のノードとしてあらわされます。

- **Node** (ノード)  
影響ダイアグラム内にある変数をあらわしたボックス (四角形、楕円、および、その他の形状) です。ノードの形状は、変数のタイプによって異なります。
- **Normal distribution** (正規分布)  
ベル型の曲線、すなわち、ガウス分布です。
- **Object Finder** (オブジェクトファインダー)  
モデル内の関数や変数を編集するために使用するダイアログボックスです。
- **Object window** (オブジェクトウィンドウ)  
あるオブジェクト (変数、関数、または、モジュール) のクラス、識別子、タイトル、説明といった属性を一覧にしたリストです。
-  **Objective variable** (目標変数)  
起こりうる結果に関する値や望ましさを総合的に評価する変数です。この目標は、コスト (cost)、値 (value)、または、効用 (utility) で測定します。ほとんどのモデルの目的は、何らかの判断を下すことや、たとえば、コストを最小化したり、期待される効用を最大化するような、目標値を最適化する幾つかの決定候補を見つけることです。ほとんどの決定モデルでは、目標ノードは1つですが、この目標は、複数の下位目標で構成することもできます。
- **Output** (アウトプット)  
変数 X から矢印を向けられた変数、すなわち、定義内容で X を参照している変数が、変数 X のアウトプットになります。
- **Output arrowhead** (アウトプット矢印)  
そのノードに外部モジュールへの単一または複数のアウトプットがあることをあらわします。この矢印が配置されるのはノードの右端です。この矢印をクリックすると、アウトプット変数のポップアップメニューが表示されます。
- **Parametric analysis** (パラメトリック分析)  
択一的値 (alternative value) を単一または複数のインプットとして指定し、選択モデルのアウトプット変数に対する効果を調べる感度分析 (sensitivity analysis) の一種です。 [Sensitivity analysis](#) を参照。
- **Probabilistic variable** (確率変数)  
確率分布を使って定義される不確実な変数です。
- **Probability bands** (確率帯)  
ある変数がとり得る全確率の特定の割合をあらわす帯 (band) です。たとえば、5% と 95% の確率帯には、全確率の 90% が含まれますが、50% の確率帯は、その中央値 (median value) に相当します。デフォルトでは、5%, 25%, 50%, 75%, 95% の確率帯が表示されるよう設定されています。これらの帯は、信頼区間 (**confidence intervals**) やフラクタイル (**fractiles**) と呼ばれることもあります。
- **Probability density function (PDF)** (確率密度関数)  
変数の値に対する確率密度をプロットした確率分布をグラフであらわすものです。各 X 値における確率密度は、X がその値またはその近くに存在する相対的確率です。確率密度関数であらわされるのは連続 (continuous) 変数で、離散 (discrete) 変数ではありません。 **Result** ウィンドウの [Uncertainty View](#) ポップアップメニューの表示オプションのひとつです。

- **Probability distribution** (確率分布)  
さまざまな値をとり得る変数の相対的な尤度 (likelihood) をあらわします。
- **Probability table** (確率テーブル)  
起こりうる結果のセットと離散型の確率分布 (起こりうる結果のそれぞれの確率) で確率変数 (chance variable) を定義するテーブルです。この変数が他の離散型変数に依存する場合は (すなわち、条件付けられる場合は)、条件付けをおこなう各変数によってこのテーブルに新たな次元が追加されますので、条件付けを行う各変数の値を条件とするような確率分布を指定することができます。
- **Self**  
インデックスを作成した当のテーブルのインデックスを参照するキーワードです。Self は、その変数のテーブルに定義された択一的値 (alternative values) を参照します。
- **Sensitivity analysis** (感度分析)  
選択したモデルのアウトプットに対する各種インプット変数の効果を特定したり比較するための一群の手法です。感度分析の手法には、重要度分析 (importance analysis) やパラメトリック分析 (parametric analysis) があります。 [Parametric analysis](#) 参照。
- **Standard deviation** (標準偏差)  
不確実性分布の広がりやばらつきを数値であらわします。分散 (variance) の平方根をとったものです。
-  **Table** (テーブル)  
配列で評価される定義や結果の 2 次元表示です。配列の次元は 2 次元以上になる場合もありますが、一度に表示できるのは 2 次元のみとなります。テーブルは、Expression ポップアップメニューから選択できる式の一種です。テーブルで定義された内容を、編集テーブル (edit table) と呼ぶこともあります。Result ウィンドウのテーブルボタンをクリックすると、配列で評価される結果のテーブルビューが選択されます。 [Graph](#) 参照。
- **Title** (タイトル)  
Analytica オブジェクトのフルネームです。そのオブジェクトが何であるかが、これによって簡潔に説明されます。変数、関数、モジュールのタイトルは、それぞれのノード、ウィンドウタイトル、および、オブジェクトリストに表示されます。使用できる文字数は 255 までです。タイトルには、スペースや句読点を含む任意のアルファベットを使用できます。識別子 ([Identifier](#)) 参照。
- **Uniform distribution** (一様分布)  
上下に変動する任意の値の発生確率が等しいことをあらわした分布です。
- **Uncertainty View options** (不確実性ビューオプション)  
不確実性の結果は、**mid value** (mid 値), **mean** (平均値), **statistics** (統計量), **probability bands** (確率帯), **probability density** (確率密度), **cumulative probability** (累積確率), **sample** (サンプル) として表示させることができます。Result ウィンドウの左端にあるポップアップメニュー、または、Result メニューで表示オプションを選択します。
- **Units** (単位)  
ある変数の増分の大きさです。テーブルやグラフの注釈として単位を使用しますが、変数の評価には単位は使用されません。
- **Value** (値)  
ある変数の value 属性は、全ての不確実性インプットをその中央値に固定したものとみなして算

## 用語集 (Glossary)

出される Mid 値になります。値は、スカラー (単数) であったり、数値テーブルであったり、または、確率分布であったりします。

- **Variable** (変数)

テキスト文字列、数値、または、テーブルといった値を有するオブジェクトです。変数には、決定 ([decision](#))、確率 ([chance](#))、目標 ([objective](#)) といったクラスがあります。



# Analytica のウィンドウとダイアログ

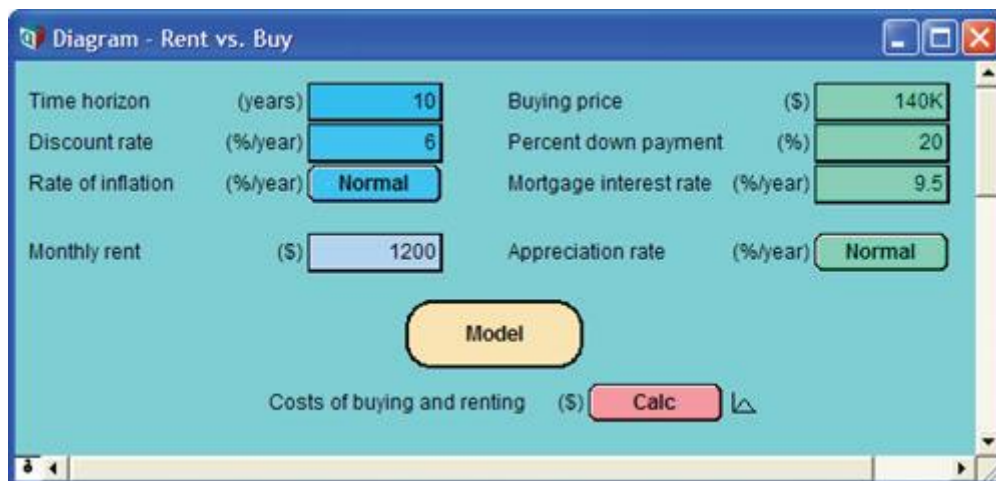


Diagram - Rent vs. Buy

Time horizon (years)	10	Buying price (\$)	140K
Discount rate (%/year)	6	Percent down payment (%)	20
Rate of inflation (%/year)	Normal	Mortgage interest rate (%/year)	9.5
Monthly rent (\$)	1200	Appreciation rate (%/year)	Normal

Model

Costs of buying and renting (\$) Calc

Diagram ウィンドウ:  
Inputs と Outputs

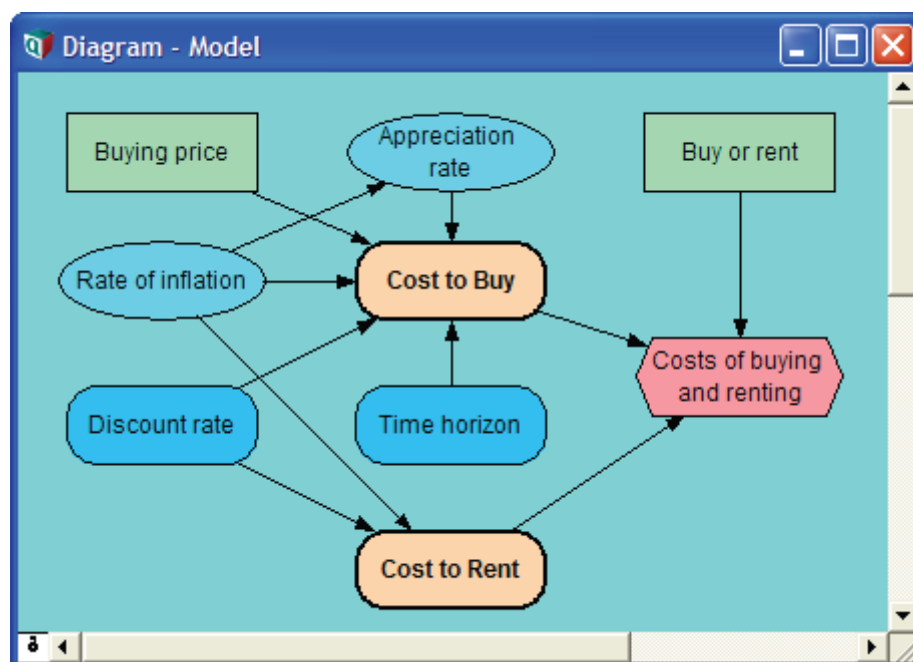
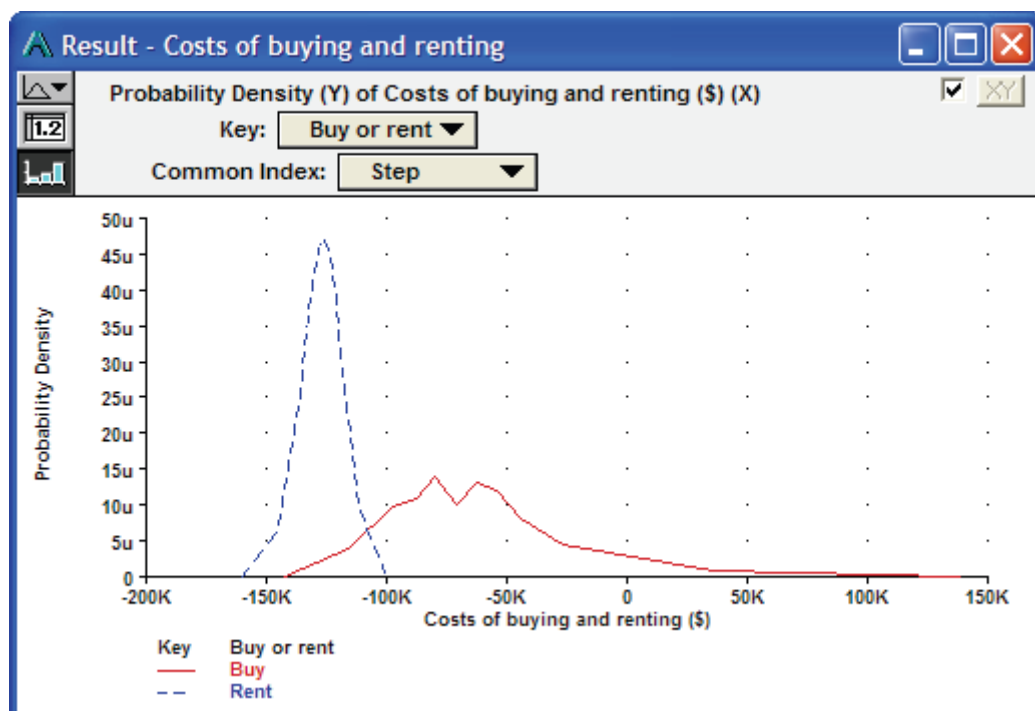


Diagram ウィンドウ:  
影響ダイアグラム



[Result ウィンドウ](#) - Graph ビュー

**Object - Discount rate**

☐ Variable **Discount** Units: %/year

Title: Discount rate

Description: Discount rate for converting a future cash flow into a single value (present value). The discount rate represents the values of the buyer at the present time.

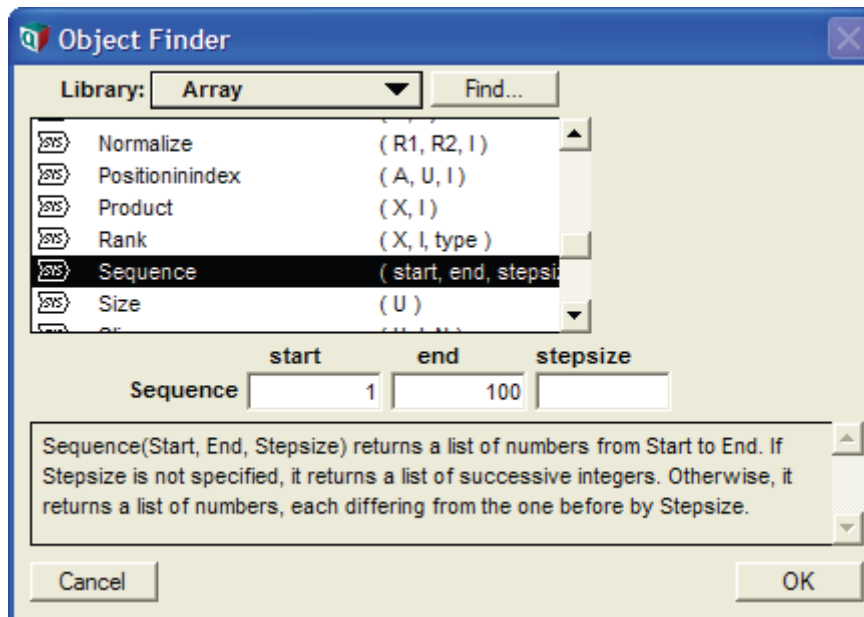
**Definition: 6**

Domain: Automatic

Outputs:

- ☐ Pv\_forgone\_interest Present value of foregone interest
- ☐ Pv\_own Present value of ownership costs
- ☐ Pv\_rent Present value of cost to rent
- ☐ Pv\_sale Present value of sale

[Object ウィンドウ](#)



Object Finder

Result - Costs of buying and renting

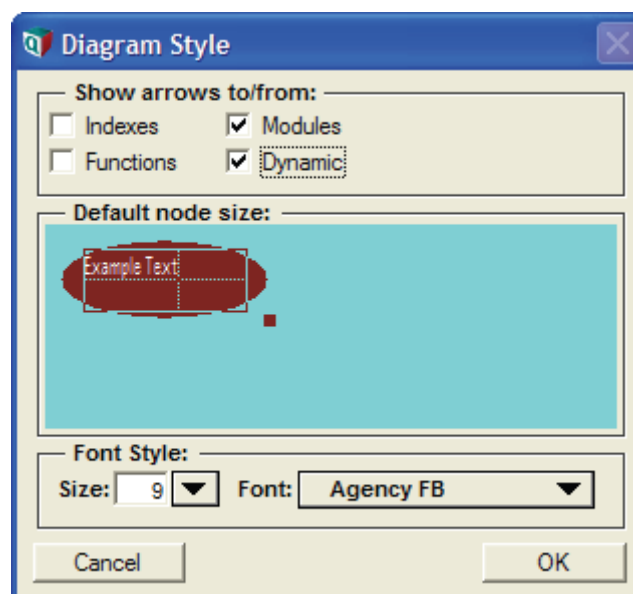
Probability Density of Costs of buying and renting (\$)

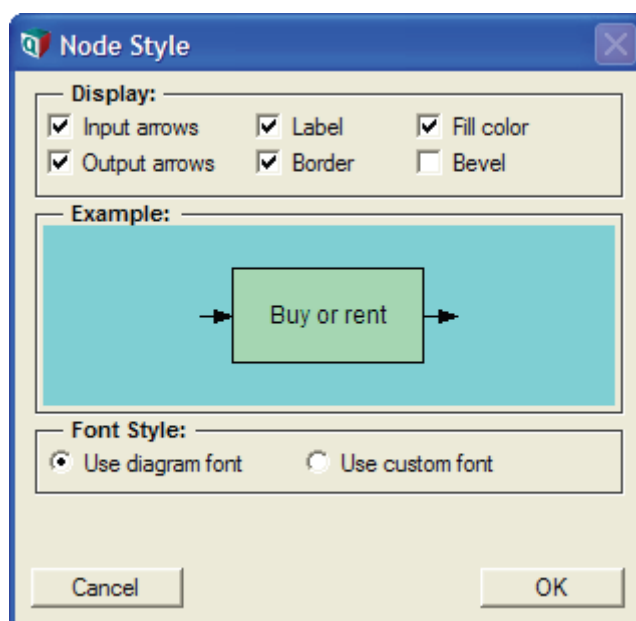
Buy or rent:  ☐ Totals

Step:  ☐ Totals

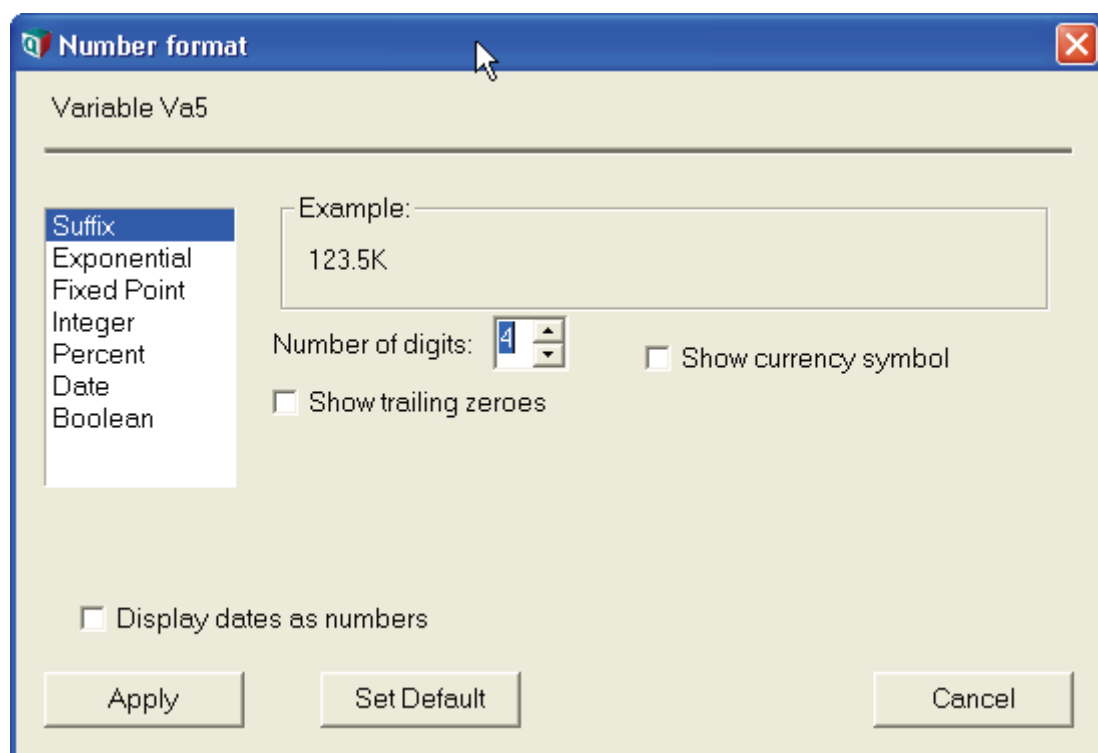
	1		2		3	
	X	Y	X	Y	X	Y
Buy	-197.1K	0	-182.3K	6.789u	-171.7K	15.22u
Rent	-159.8K	0	-145.2K	6.843u	-135.9K	24.91u

Result ウィンドウ - Table ビュー

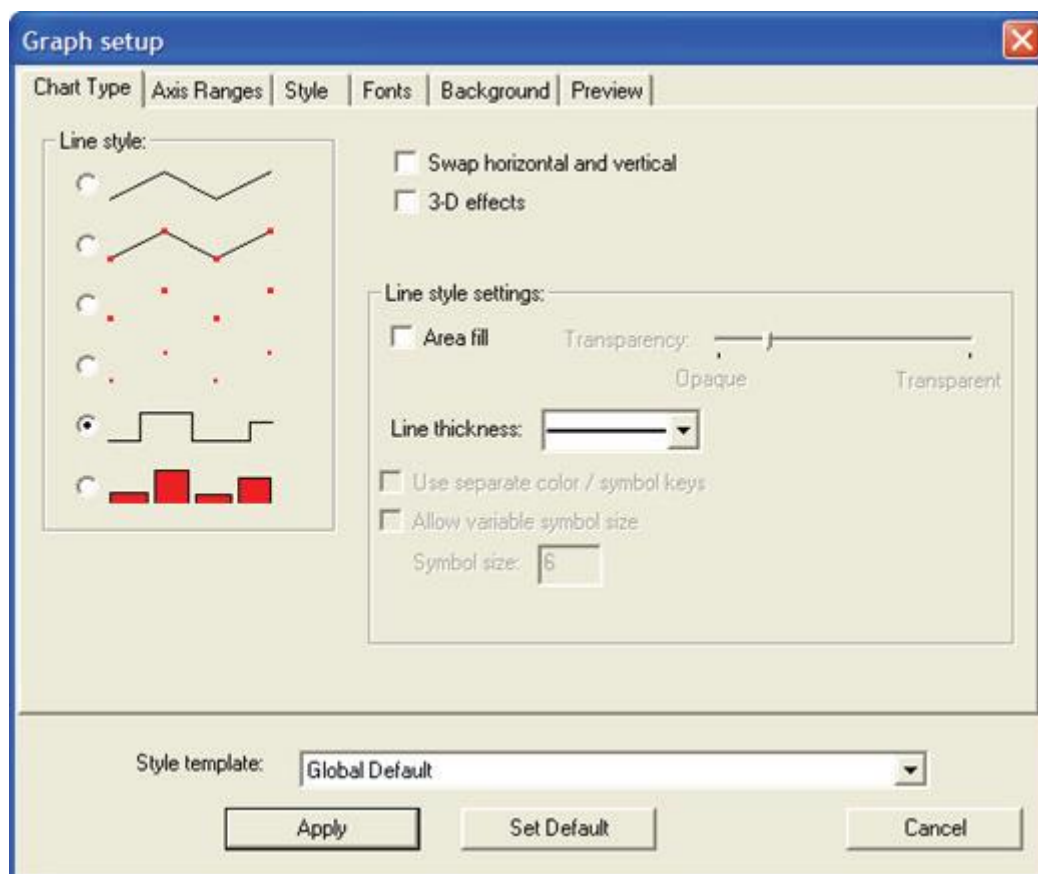




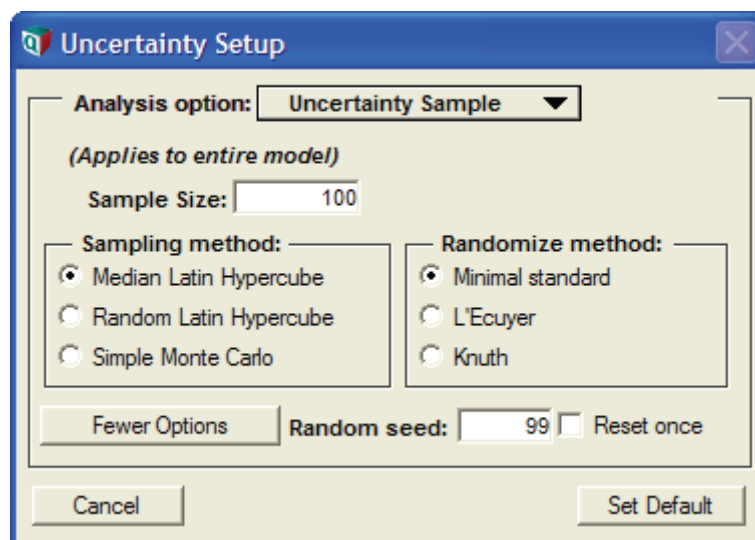
Node Style ダイアログ



Number Format ダイアログ

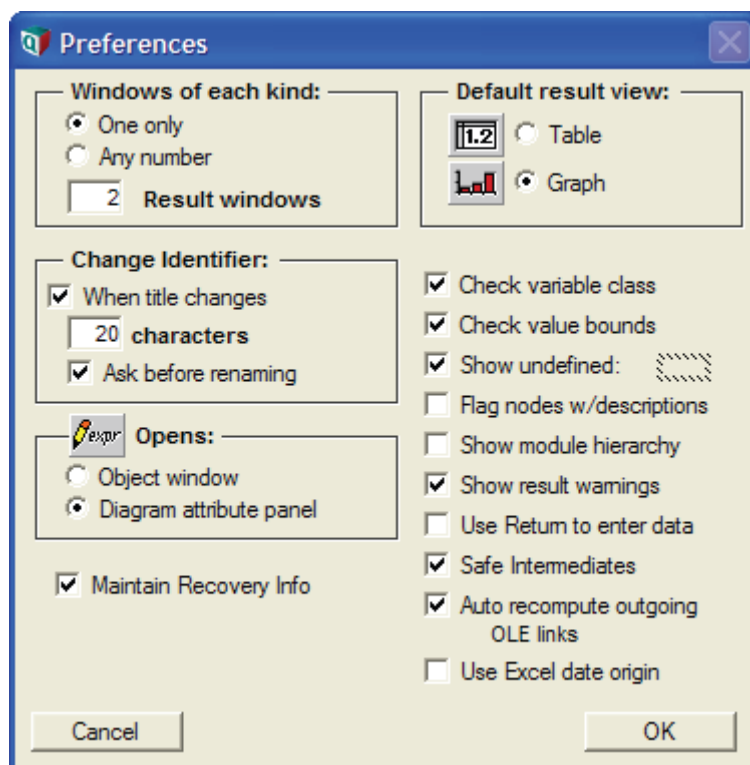


Graph Setup ダイアログ

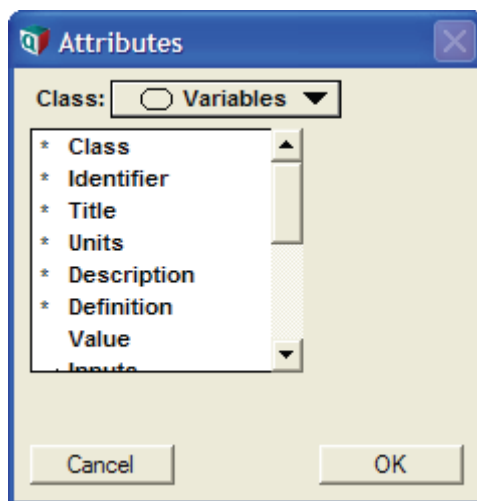


Uncertainty Setup ダイアログ

## Analytica のウィンドウとダイアログ

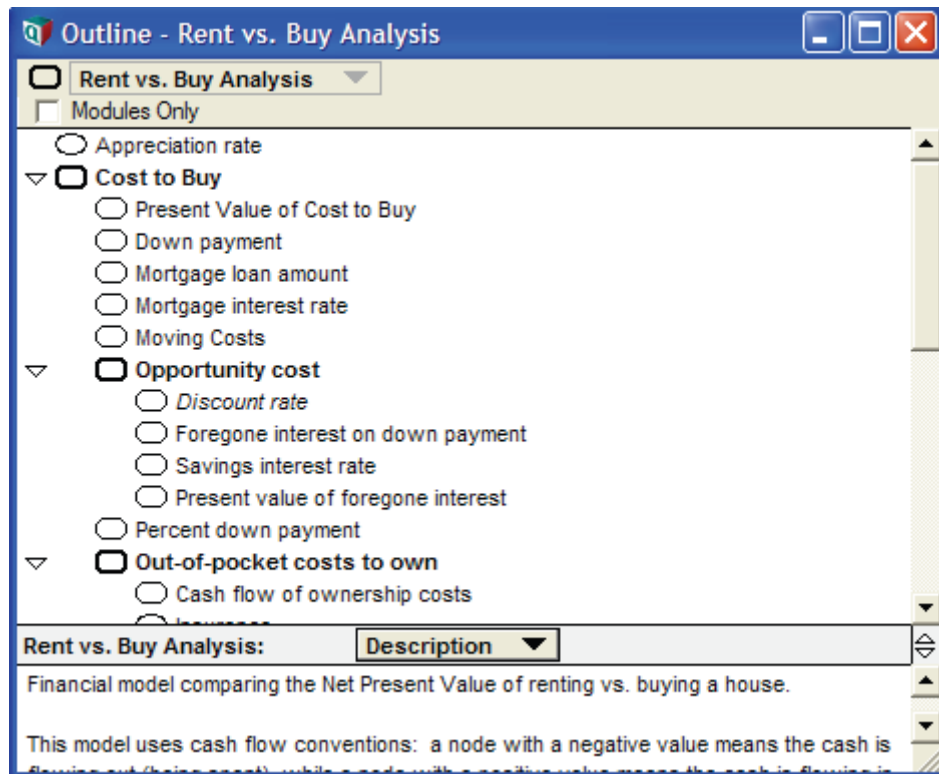


Preferences ダイアログ

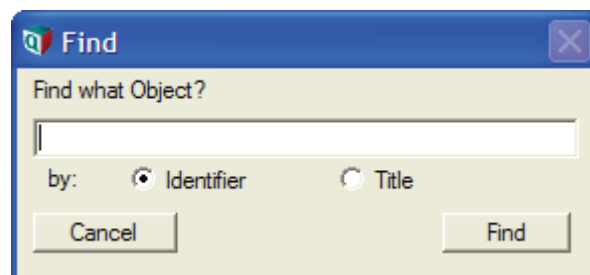


Attributes ダイアログ





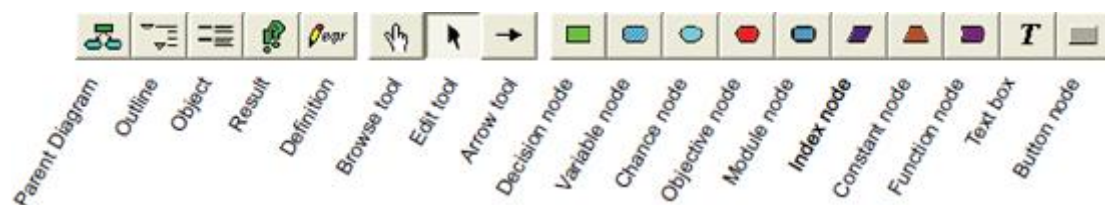
Outline ウィンドウ



Find ダイアログ

## クイックリファレンス

### ツールバー



ノードパレットは、Edit ツールまたは Arrow ツールを選択すると表示されます。

## 数値書式 (アウトプット)

書式	説明	例
接尾辞 (Suffix)	たとえば、 $10^{-6}$ なら $\mu$ という具合に大きさの単位を文字であらわします。	12.35K
指数 (Exponent)	指数表記	1.235e+004
固定小数点 (Fixed Point)	固定小数点	12345.68
整数 (Integer)	小数点のない固定桁数	12346
パーセント (Percent)	百分率表記	1234568%
日付 (Date)	テキスト形式の日付	12 Jan 2008
論理 (Boolean)	true または false	True

## 接尾辞のフォーマット

10 のべき乗	接尾辞	接頭辞	10 のべき乗	接尾辞	接頭辞
			$10^{-2}$	%	percent
$10^3$	K	Kilo	$10^{-3}$	m	milli
$10^6$	M	Mega または Million	$10^{-6}$	$\mu$	micro (mu)
$10^9$	G	Giga	$10^{-9}$	n	nano
$10^{12}$	T	Tera または Trillion	$10^{-12}$	p	pico
$10^{15}$	Q	Quad	$10^{-15}$	f	femto