

PictMaster ユーザーズガイド

2011年11月28日 第1.2版 v5.0対応

本ガイドの読み方

1. とにかく早く使ってみたい方へ

詳しいことは後でよいからとにかく早く使ってみたいという方は、少なくとも第0章、第3章そして第4章を読んでから使ってください。デフォルトの **PictMaster** の設定は必要最小限の機能しか動作しない設定になっています。**PictMaster** を有効に使うためには、後でもよいですから本ガイド全体を読まれることをお勧めします。

2. 生成結果の例について

説明の例として示されている組み合わせ生成結果の表および組み合わせ数は、**PictMaster** の最小テストケース生成の機能を用いて生成したものです。最小テストケース生成の機能は、生成結果の組み合わせ再現性を保証していません。したがってユーザの方が同じモデルで最小テストケース生成を行った場合、本ガイドで示されている生成結果とは異なる生成結果となる場合があります。

3. **PictMaster** を業務で使う前に

PictMaster は組み合わせテストをはじめ、複数の種類のテストに対応したテストケースを生成するツールです。本ツールを使いこなすには基礎的なテスト技術を一通り習得していることが必須条件です。

現在は、テスト技術を解説した書籍が何種類か出版されています。基礎的なテスト技術が不足していると感じられた方は、まずこうした書籍などを通じて幅広いテスト技術の知識を学んでから **PictMaster** を業務で使用されることをお勧めします。

更新履歴

版数	更新日	対応 Ver.	更新内容
1.0	2011.6.18	4.3	新規作成
1.1	2011.7.19	4.3.2	0. PictMaster のインストールの章に、Excel のバージョンの違いに起因する問題と対処法についての記述を追記した。
1.2	2011.11.28	5.0	3. 3 環境設定ボタンの章の内容を PictMaster 5.0 の変更に合わせて改定した。 6. 5 ショートカットメニューを使って編集する の章を追加した。

更新履歴の「対応 Ver.」はこのガイドが対応している PictMaster の最初のバージョンを表しています。

PictMaster 使用規定

以下の使用規定にすべて同意される場合のみ PictMaster を使用することを許可します。

1. PictMaster（以後 本ソフトと表記）はフリーソフトで自由に使用することができますが、著作権は岩通ソフトシステム株式会社にあります。
2. 本ソフトは[オープン・ソフトウェア・ライセンス v2.0](#)に基づき、本ソフト（オリジナル成果物）をもとに派生成果物を作成し、配布することができます。ただし、PICT を使用する限り、Microsoft のライセンス条項により、派生成果物を販売することは禁じられています。同様に PICT を同梱しての配布も禁じられています。
3. 本ソフトを販売して収益を得る行為を禁じます。
4. 本ソフトの著作権表示（© IWATSU System & Software Co., Ltd.）を読めないようにすることを禁じます。ただし、本ソフトをもとに派生成果物を作成し、配布する場合はこの限りではありません。
5. 本ソフトを使用したことによるいかなる損害に対しても著作権所有者は一切の責任を負いません。
6. この「PictMaster 使用規定」は予告なく変更を行なうことがあります。

目 次

0. PictMaster のインストール	- 6 -
1. はじめに	- 7 -
2. PictMaster の仕組み	- 7 -
3. PictMaster の使い方	- 8 -
3. 1 「実行」 ボタン	- 11 -
3. 2 「整形」 ボタン	- 11 -
3. 3 「環境設定」 ボタン	- 12 -
3. 3. 1 原型シートの使い方	- 17 -
3. 3. 2 制約式の最適化	- 19 -
3. 4 値の並び欄への記入のしかた	- 21 -
3. 4. 1 1つの値に複数の名称を与えるエイリアス	- 21 -
3. 4. 2 機能が動作しない無効値テストの方法	- 23 -
3. 4. 3 値の重み付け	- 24 -
3. 5 サブモデル	- 26 -
4. 制約表への記入のしかた	- 27 -
4. 1 制約に関する用語の定義	- 27 -
4. 2 制約表の構成	- 27 -
4. 3 制約条件と制約対象の指定方法	- 28 -
4. 3. 1 条件付き制約	- 28 -
4. 3. 1. 1 パラメータと値との制約	- 28 -
4. 3. 1. 2 パラメータとパラメータとの制約	- 31 -
4. 3. 2 無条件制約	- 33 -
4. 4 使用できる演算子の一覧	- 36 -
4. 5 ダミーの値について	- 37 -
4. 6 制約表の編集方法	- 38 -
4. 7 ワイルドカードの使用	- 39 -
5. 結果表への記入のしかた	- 40 -
5. 1 結果表の構成	- 40 -
5. 2 一致条件の指定方法	- 40 -
5. 3 使用できる演算子の一覧	- 42 -
5. 4 記入上の注意事項	- 42 -
5. 5 結果表のもうひとつの使い方 結果内容の連結	- 43 -
6. より有効な使い方	- 45 -
6. 1 PictMaster のカスタマイズ	- 45 -
6. 2 エラー／警告メッセージが表示された場合	- 45 -
6. 2. 1 矛盾した制約をすばやく見つけるには	- 46 -
6. 3 画面を分割し制約表を記入しやすくする	- 46 -
6. 4 要因列举テストでテストケースを削減する	- 48 -
6. 5 ショートカットメニューを使って編集する	- 50 -
7. 困ったときは	- 51 -
付録A 仕様	- 52 -
付録B 制限事項	- 52 -

0. PictMaster のインストール

【PictMaster を使う上で用意するもの】

- (1) PICT そのものは <http://msdn.microsoft.com/en-us/testing/bb980925.aspx> のサイトで入手できます。
あらかじめダウンロードし、インストールしておいてください。インストール先は必ず以下のデフォルトのフォルダ内にインストールする必要があります。
C:¥Program Files 64bit OS の場合は C:¥Program Files (x86)

- (2) Excel2000 以降の Excel。

【インストール方法】

- (1) PictMaster.zip の圧縮ファイルを開き PictMaster.xls を PC 内の任意の場所に置きます。サーバー上に置くこともできます。ただしネットワークドライブの割り当てを行っていないサーバーに置いた場合、生成されたテストケースファイル “a.xls”、モデルファイル (PICT への入力となるファイル) “a.txt” などは PICT があるフォルダ内に作成されます。
- (2) Excel のセットアップを行ないます。
Excel2007 より前のバージョンでは、ツール → オプション → セキュリティ → マクロのセキュリティ で「中」を選択してください。
Excel2007 では以下の手順を行なってください。
Office ボタン → Excel のオプション → セキュリティセンター → セキュリティセンターの設定 → 信頼できる場所 → 新しい場所の追加 → 参照 → 任意の PictMaster の保存場所を指定して OK をクリックします。
このとき、サブフォルダも含めて指定できます。
- (3) PictMaster.zip の圧縮ファイルに同梱されている **nkf.exe** を PICT がインストールされたフォルダ内にコピーします。

以上でインストール作業は終了です。

【重要な注意点】

PictMaster は日本語が使用できますが、スペースについては、必ず半角スペースを使用してください。

【Excel のバージョンについて】

PictMaster の Excel ファイルは、Excel2000 から Excel2010 まで使用できます。ファイル形式は「Excel 97-2003 ブック」です。Excel2007 以降の Excel で使用する場合は、Excel の互換モードでの使用となります。もしも、今後 **Excel2003 以前の Excel** を使用することはないと分かっている場合は、Excel2007 以降の Excel でファイル形式を「Excel マクロ有効 Book」に変換すればファイルサイズを約半分に削減することができます。Microsoft Office ボタン（左上の丸いボタン）から「変換」を選び、ファイルの種類に「Excel マクロ有効 Book」を指定して保存してください。ファイル形式が変換されます。

1. はじめに

PictMaster は Pairwise 法(All-Pairs 法ともいう)を採用した組み合わせテストケース生成を行なう Microsoft のフリーソフトである **PICT** (Pairwise Independent Combinatorial Testing Tool) をより使いやすく、より高機能にした Excel ベースのフリーソフトです。

PictMaster を公開する目的は **PICT** という非常に優れた組み合わせテストケース生成ツールを Excel 上で簡単に使用することができるようにすることによって、完全に無償のツールとして多くの人に使ってもらいたいからです。直交表をベースにした非常に優れたツールは存在しますが、公開されておらず、自作することはコスト的にも技術的にもかなり困難です。

このような状況を少しでも改善することを目的として **PictMaster** を公開するものです。

2. PictMaster の仕組み

PICT そのものはコマンドプロンプト上で動作する CUI (キャラクタユーザインターフェース) ベースのアプリケーションです。今となってはコマンドプロンプトになじみのない人が大半です。コマンドプロンプト上で動作する **PICT** に抵抗感を感じる方も少なくないと思います。コマンドプロンプト上で動作させて、テスト仕様書にテストケースとして組み込むまでに文字コードを 2 回変更し、Excel でファイルを読み込むなどいろいろな作業をしなければなりません。このように、**PICT** そのもののだけでテストケースを作成しようとすると、かかる手間が無視できません。

Excel でテスト仕様書を作成しているのなら、Excel 上で組み合わせテストケースも生成できたらとても便利になります。これを実現したのが Excel の Book である **PictMaster** です。**PictMaster** は、CUI ベースの **PICT** に Excel の GUI (グラフィカルユーザインターフェース) ベースの皮をかぶせます。イメージ的には図 2-1 のようになります。

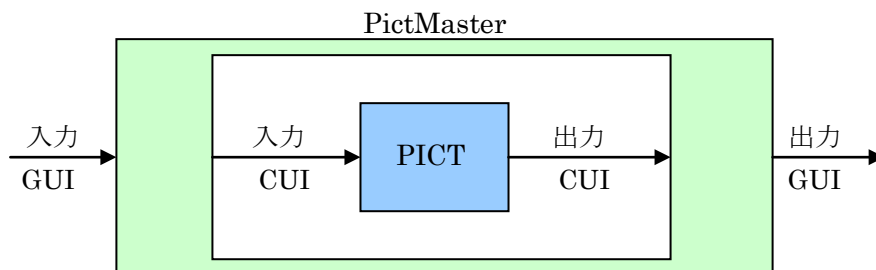


図 2-1 PictMaster のイメージ

図 2-1 に示すように、ユーザからは **PICT** の存在はまったく見えません。GUI ベースですべての作業を行なうことができます。

PictMaster は次に示す 5 つのソフトの連携で動作します。

- (1) Excel の VBA
- (2) コマンドプロンプト
- (3) バッチファイル
- (4) nkf
- (5) **PICT**

VBA (Visual Basic for Application) は、Excel 用のプログラミング言語 (Visual Basic) です。**PictMaster** では **VBA** を使用することで Excel のさまざまな GUI をコントロールします。またモデルファイルの作成、バッチファイルの作成、コマンドプロンプトの起動およびバッチファイルの実行も行ないます。さらにユーザの指定に応じて生成結果の並び替え、罫線を描くなどの処理も行ないます。

コマンドプロンプトのバッチファイルは、nkfの実行と PICTの実行を行いません。

nkfは、モデルファイルと PICT が出力したファイルの文字コードの変換を実行します。**nkf**はオープンソースのソフトウェアを扱うサイトである sourceforge.jp で公開されているフリーソフトです。**nkf**の URL は以下のとおりです。

<https://sourceforge.jp/projects/nkf/>

PICTはモデルファイルの構文解析と組み合わせ生成エンジンの役割を果たします。

3. PictMaster の使い方

PictMaster は、Excel 2000 以降の Excel で動作します。Windows 7、Windows Vista、Windows XP、Windows 2000 での動作を確認しています。PictMaster を使用するためには以下のものを用意します。

- (1) PICT そのもの
- (2) Excel 2000 以降の Excel

PICTは以下のサイトからダウンロードすることができます。

<http://msdn.microsoft.com/en-us/testing/bb980925.aspx>

PictMaster のデフォルト画面イメージの例を図 3-1 に示します。

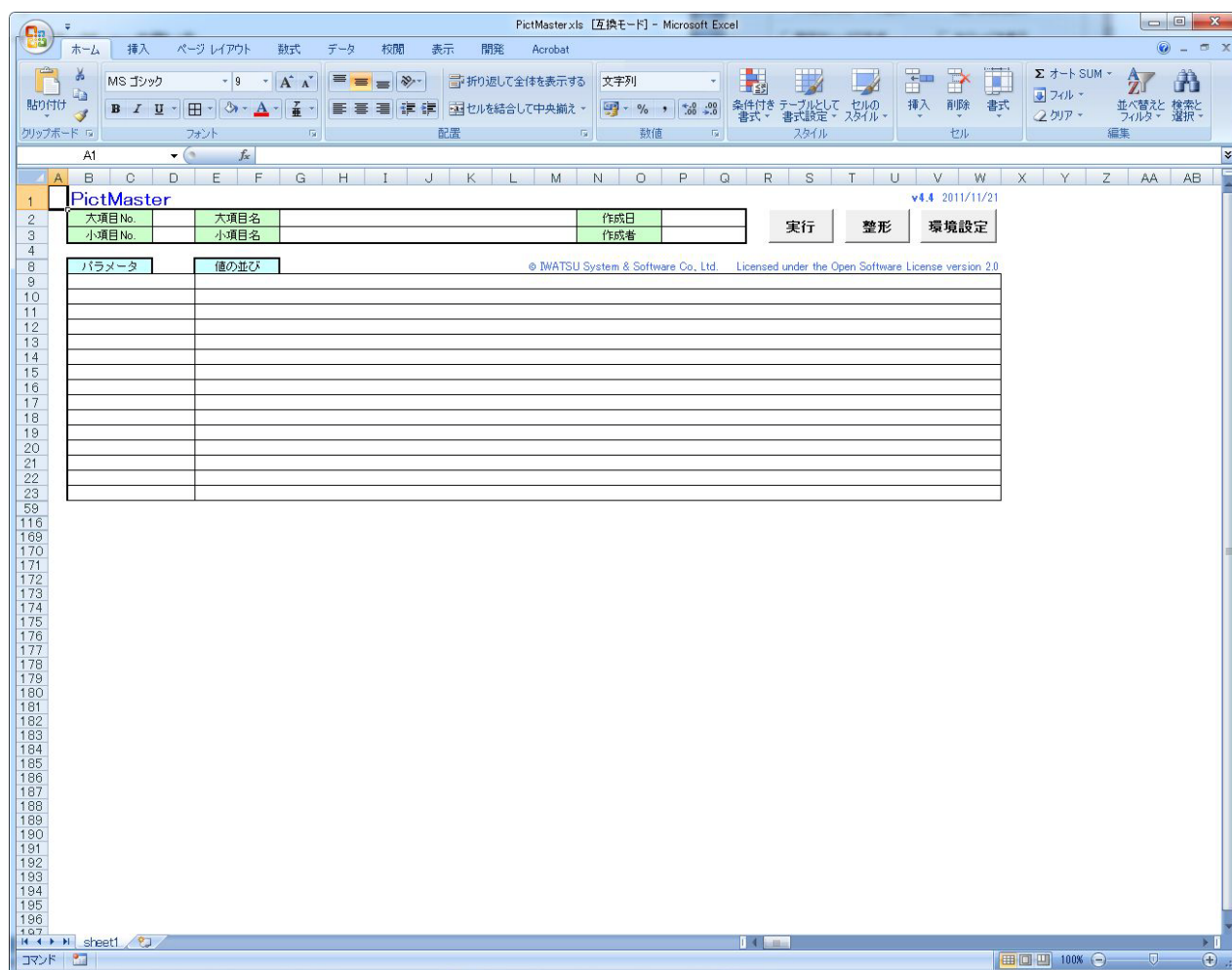


図 3-1 PictMaster のデフォルトの画面イメージ

PictMaster は以下の各部分からなっています。

1 ～ 7 行目 フリーエリア

ユーザが任意にレイアウト可能なエリアです。テスト大項目番号、小項目番号、作成日、作成者など、実際にユーザが使いやすいようにレイアウトを決めてください。なお 5 ～ 7 行目は非表示になっているため、そのエリアを使いたい場合は書式メニューから行の再表示を行なってください。

デフォルトのフリーエリアのレイアウトを図 3-2 に示します。

1	PictMaster				
2	大項目 No.		大項目名		作成日
3	小項目 No.		小項目名		作成者
4					

図 3-2 デフォルトのフリーエリアのレイアウト

9 ～ 58 行目 パラメータ欄と値の並び欄

パラメータと、値の並びをカンマ (,) で区切って記入します。パラメータと値の並び欄は 50 行で固定です。デフォルトでは 16 行目以降は非表示となっています。値の並び欄には 50 個までの値を記入することができます。いずれの欄も行を開けずに詰めて記入してください。値にはエイリアス記号 (|)、無効値記号 (~) および重みづけ指定の (n) を付加することができます。

この欄を編集する際の注意点があります。行の削除、挿入は行を行わないで下さい。かわりに行のクリア、コピーと貼り付けで対応してください。コピー元の行と貼り付け先の行が重なると正しく貼り付けされません。コピー先が重ならないようあらかじめ間をあけておくようにしてください。A 列の部分を右クリックすると編集専用のショートカットメニューが表示され、行の移動、行の挿入、行の削除および元に戻す、を行なうことができます。パラメータ、値の並び欄の例を図 3-3 に示します。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	b1, b2, b3, b4
C	c1, c2, c3
D	d1, d2, d3, d4
E	e1, e2, e3

図 3-3 パラメータ、値の並び欄の例

※パラメータ欄の最初の行（9 行目）には半角大文字の“ID”で始まる名称は使用しないでください。

61 ～ 62 行目 サブモデル欄

デフォルトの状態では非表示となっており、記入内容は無効です。サブモデル欄は後述する環境設定フォームで「サブモデルを使用」をチェックすることで表示され、記入内容が有効となります。任意の数のサブモデルを記入することができます。サブモデル欄の例を図 3-4 に示します。

サブモデルについては [3. 5 章](#) で説明します。

サブモデル
B, C, 2

図 3-4 サブモデル欄の例

6 6～9 5行目 制約表欄

デフォルトの状態では非表示となっており、記入内容は無効です。制約表欄は後述する環境設定フォームで「**制約表を使用**」をチェックすることで表示され、記入内容が有効となります。制約表は組み合わせできない組み合わせ（制約）を除外するために使用します。制約の内容を表形式で記入します。50行まで用意されています。デフォルトでは16行目以降は非表示となっています。この欄を編集する際は、パラメータ、値の並び欄と同じ注意事項があります。

制約表欄の例を図3-5に示します。

制約表			
パラメータ	制約1	制約2	制約3
A	a1	a2, a3	
B	b1, b2	b3, b4	
C			c1
D			d2
E			e2

図3-5 制約表の例

制約表への記入のしかたは次の[第4章](#)で説明します。

1 1 9～1 6 8行目 結果表欄

デフォルトの状態では非表示となっており、記入内容は無効です。結果表欄は後述する環境設定フォームで「**結果表を使用**」をチェックすることで表示され、記入内容が有効となります。結果表は組み合わせ内容に応じてあらかじめ期待する結果（結果内容）を記入する表です。50行まで用意されています。デフォルトでは16行目以降は非表示となっています。結果表を使用するとテストケース生成後、自動的にテストケースごとの結果内容欄に期待する結果が設定されます。

結果表の例を図3-6に示します。

結果表			
結果内容	A	B	C
aaaとなる	a1	b1	
aaaとなる		b3, b4	c1
bbbとなる	#a1		#c1
cccとなる			

図3-6 結果表の例

結果表への記入のしかたは[第5章](#)で説明します。

2～3行目 「実行」、「整形」、「環境設定」ボタン

デフォルトのレイアウトでは、2～3行目の右端に図3-7に示す3つのボタンがあります。



図3-7 3つのボタン

3.1 「実行」ボタン

パラメータ、値の並び欄などに必要な記入を行なった後に、このボタンを押すことでテストケースが“a.xls”という Book 名で作成されます。どのような条件でテストケースを生成するかを「環境設定」ボタンで指定します。また、生成済みテストケースの N-Way カバレッジ (パラメータ間の組み合わせ網羅率) を表示する際にも使用します。

3.2 「整形」ボタン

テストケースが生成された後で、行の並び替え、罫線を描く、など指定した条件でテストケースの形を整えることができます。「整形」ボタンをクリックすると、図3-8の例のようなフォームが表示されます。

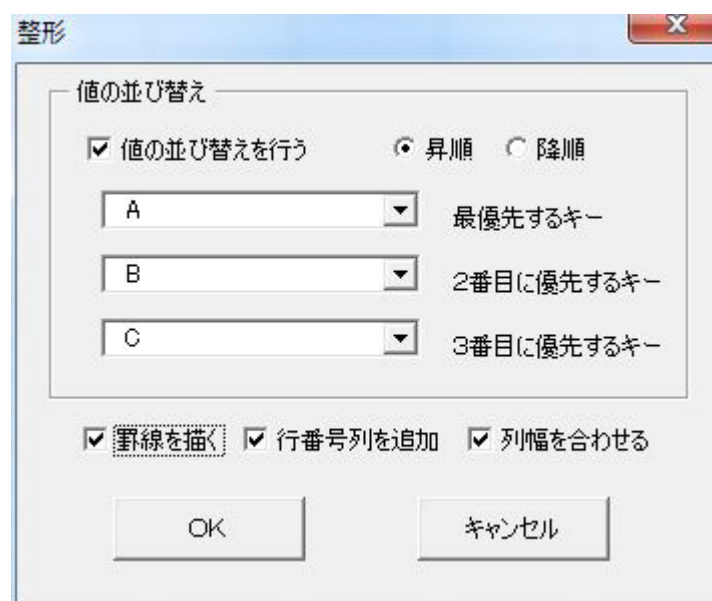


図3-8 「整形」ボタンのクリックで表示されるフォーム

並べ替えのキーには先頭から3つのパラメータが選択され、罫線を描く、行番号列を追加、列幅を合わせる、にすべてチェックが入れます。すでに行番号列が追加されている場合は「行番号列を追加」にはチェックが入りません。もちろん、ユーザが好きなように手直しすることもできます。「OK」ボタンのクリックで処理が行なわれます。

生成結果を整形ボタンで整形した結果の例を表3-1に示します。

表 3－1 整形されたテストケースの例

No.	A	B	C	D	E
1	a1	b1	c2	d1	e2
2	a1	b2	c1	d2	e2
3	a1	b2	c1	d1	e3
4	a1	b3	c2	d1	e1
5	a1	b4	c1	d1	e3
6	a2	b1	c1	d2	e3
7	a2	b2	c2	d1	e2
8	a2	b3	c1	d2	e1
9	a2	b3	c1	d2	e3
10	a2	b4	c2	d2	e2
11	a3	b1	c2	d1	e2
12	a3	b2	c2	d2	e2
13	a3	b3	c2	d2	e2
14	a3	b4	c1	d2	e1
15	a3	b4	c2	d1	e1

3. 3「環境設定」ボタン

このボタンをクリックすると図 3－9 のフォームが表示されます。

図 3－9 環境設定ボタンのクリックで表示されるフォーム

「自動整形を実行」にチェックを入れて、テストケースの生成を行なうと、テストケースが生成された後、自動的にテストケースの整形が行なわれます。この際の整形の条件は、図 3－8 と同様な条件で行なわれます。異なる条件でテストケースの整形を行ないたい場合は、チェックを外し、テストケースが生成されてから「整形」ボタンをクリックして任意の条件を指定してください。

「原型シートを使用」にチェックを入れてテストケースの生成を行なうと、すぐ右隣のシートを原型シートとして扱います。詳細は次の [3. 3. 1 章](#) で説明します。

すぐ右隣りにシートがない、あったとしても原型シートの形式と異なる形式の場合はエラーメッセージが表示されます。原型シートの1桁目が**ダラーマーク (\$)** の場合その行は**コメント行**として扱われます。原型シートは空白行を含まず詰めて記入してください。コメント行を除いた最初の行にはすべてのパラメータを記入します。原型シート上の値のチェックは **PictMaster** では行なっていません。原型シートには6 5 5 3 5 件までのテストケースを記入できます。

「**サブモデルを使用**」にチェックを入れるとサブモデル欄が表示され、記入されたサブモデルが有効となります。詳細は[3. 5章](#)で説明します。

「**制約表を使用**」にチェックを入れると先頭から15行について、50制約の制約表欄が表示され、記入された制約指定が有効となります。制約表欄は50行設けていますので15行で不足する場合は残りの行を再表示させてください。詳細は[第4章](#)で説明します。

「**結果表を使用**」にチェックを入れると15行の結果表欄が表示され、記入された条件が有効となります。結果表欄は50行設けていますので15行で不足する場合は残りの行を再表示させてください。詳細は[第5章](#)で説明します。

「**モデルファイルを表示**」にチェックを入れて、テストケースの生成を行なうと、テストケースが生成された後、**PictMaster** がパラメータ欄、値の並び欄、制約表などをもとに生成し、**PICT** に渡したモデルファイル“a.txt”がメモ帳によって表示されます。

「**組み合わせるパラメータ数**」には1～50までの数字を指定します。「実行」ボタンのクリックで、指定されたパラメータ数での組み合わせが生成されます。「実行」ボタンのクリック時にパラメータ欄に記入されたパラメータ数を超えて指定されている場合、エラーメッセージが表示されます。

「**制約式を最適化**」にチェックを入れてテストケースの生成を行なうと、パラメータの値の数が多い場合に制約指定が適切でないため、テストケース生成に時間がかかると判断されると、プログラム内部で制約指定の記入形式を最適化し、より短時間で生成が完了するようにします。詳細は[3. 3. 2章](#)で説明します。

「**セル書式は文字列**」にチェックを入れてテストケースの生成を行なうと、生成結果のセルの書式が文字列として生成されます。このことにより、先頭が0で始まる値(001、010 など)であってもゼロサプレスされることなくそのまま出力されます。ただし、値が文字列として扱われるため、生成結果の並び替えでは、値の大小だけでなく、文字の長さも含めて並び替えが行なわれるようになります。チェックを入れていないと全角の数字だけからなるパラメータや値は半角の数字として扱われます。

「**設定を常時表示**」にチェックを入れると環境設定フォームの主な設定内容が、画面右上に常時表示されるようになります。これで設定内容を確認するためにいちいち環境設定フォームを開かなくて済みます。この表示内容のフォントの色やサイズ、太字にするなどは自由にカスタマイズすることができます。

「**ウインドウ分割ショートカットキー**」の入力欄に任意の半角英文字または半角数字1文字を入力しておく、コントロールキーと入力したキーを押すことで **PictMaster** のウインドウが2つ開かれ、上下に整列され、下側のウインドウはパラメータ欄と制約欄との間で分割されます。この機能は多くの制約がある場合に制約表への記入をやりやすくするためのものです。結果表への記入時にも使えます。詳細は[6. 3章](#)で説明します。

「**最小テストケースを生成**」を選択すると、テストケース生成の際、ランダムな初期条件（シード）で PICT を実行し、最もテストケース数の少ないテストケースを生成結果として出力します。「**生成回数**」で何回テストケース生成を行なうかを指定します。2 から 9 9 9 回まで指定できます。デフォルトは 3 0 回です。

PICT は内部で固有のシード（デフォルトは 0）を使用してテストケースの生成を行なっています。このシードを変えることにより、生成される組み合わせ数が若干違ってきます。

最小テストケース生成実行中は、**図 3－10** の例に示すプログレスバーが表示されます。

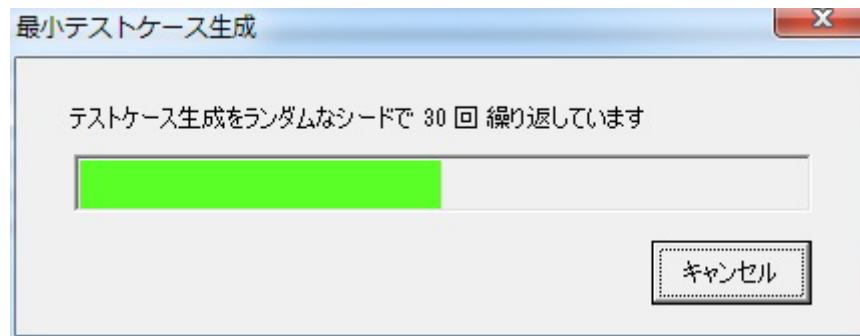


図 3－10 最小テストケース生成中のプログレスバーの例

「**デフォルトのシードで生成**」を選択すると、テストケース生成の際、デフォルトのシード（0）で PICT を実行します。

「**特定のシードで生成**」を選択すると、テストケース生成の際、「シード」欄に記入されたシードで PICT を実行します。0 から 6 5 5 3 5 までの値を設定することができます。最小テストケース生成を実行すると、最もテストケース数が少なかったときのシードが「シード」欄に設定されます。

「**既存 TC（テストケース）のカバレッジを表示**」を選択すると、生成結果のファイル a.xls のカバレッジ（組み合わせ網羅率）を表示します。この指定を選択すると、「統計情報を表示」と「カバレッジを表示」も自動的に選択された状態になります。この指定では、結果として残すテストケースを生成することはないため、「組合せるパラメータ数」をはじめ、テストケース生成に関係するすべての指定は無効となります。ファイル a.xls が開かれていない場合はエラーメッセージが表示されます。

「**カバレッジを指定して生成**」を選択すると、希望する 3-Way カバレッジ（3 パラメータ間の組み合わせ網羅率）を確保したテストケースを生成結果として出力します。この指定を選択すると、「統計情報を表示」と「カバレッジを表示」も自動的に選択された状態になります。希望する 3-Way カバレッジを「**3-Way カバレッジ**」の欄に記入します。3 0 %～9 0 %の範囲内で指定することができます。希望する 3-Way カバレッジを確保したテストケースを出力するために、何回かテストケースの生成またはテストケースの変更を繰り返す必要があります。「**生成試行回数**」で繰り返しを何回行なうかを指定します。3 回～1 0 回の範囲内で指定することができます。回数を増やすほど希望する 3-Way カバレッジにより近いテストケースが生成されますが、多くの場合 5 回の繰り返しで± 2 %の範囲内に収まるようです。

この機能は PictMaster の原型シートの機能を利用しています。環境設定で「原型シートを使用」が指定されている場合、「カバレッジを指定して生成」は選択できません。

【重要な注意】

希望する 3-Way カバレッジに低い値を指定した場合、希望する値よりもかなり高い 3-Way カバレッジとなる場合があります。この現象はデフォルトの条件で生成したテストケースの 3-Way カバレッジが、希望する 3-Way カバレッジよりも高い場合に起こります。この場合は希望する 3-Way カバレッジとした場合に 2-Way カバレッジ 1 0 0 %を確保できなくなるため、指定した 3-Way カバレッジは無効となります。

「デフォルトのシードで生成」を指定して生成した場合の 3-Way カバレッジを確認することで、この現象が起きているかどうか分かります。

値の重み付けを行なっている場合は、希望する 3-Way カバレッジが得られない場合があります。これは「カバレッジを指定して生成」の機能が原型シートの機能を使用していることからくる制限事項です。

繰り返し処理中は、図 3-11 に示すプログレスバーが表示されます。

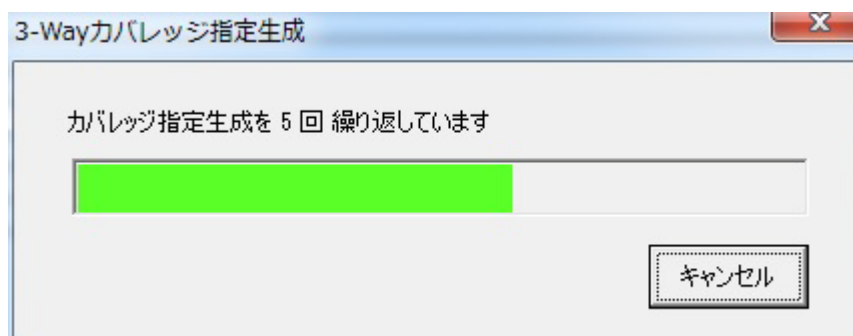


図 3-11 カバレッジを指定して生成中のプログレスバーの例

「全数組み合わせと比較」にチェックを入れると、テストケース生成と同時にすべてのパラメータを組み合わせた全数組み合わせをファイル all.xls で生成します。生成された全数組み合わせは、全体が背景色 25% 灰色で塗りつぶされ、生成したテストケースと同じ組み合わせの行だけが塗りつぶしとなります。見た目は灰色の中にテストケースで網羅されている組み合わせが点々と白い帯状に表示されます。

生成されたテストケースがどのような組み合わせを網羅しているのかは生成されたテストケースを見れば分かります。しかし、生成されたテストケースで網羅されていない組み合わせには、どのような組み合わせがあるのかは分かりにくいものです。

すべてのパラメータを対象とした全数組み合わせのうち、生成したテストケースが、どの組み合わせを網羅していないかを簡単に把握することができれば、網羅すべき重要な組み合わせが網羅されていないことを見つけ出すことができます。これはテストケースを作成した人とは別の人が、その人の観点から見てテストケースに含まれるべき重要な組み合わせが漏れていることを容易に見つけ出せることも意味しています。

「全数組み合わせと比較」では、色分けが行なわれるため、網羅すべき重要な組み合わせが漏れていないかを、Excel のフィルタ機能を使って容易に確認することが可能です。

全数組み合わせでは、例えば値が 5 個のパラメータが 5 つある場合、組み合わせ数は 3125 になります。大きなモデルでは組み合わせ数が発散してしまうために適用できませんが、小さなモデルには適用することができます。「全数組み合わせと比較」を指定する場合は、事前に**モデルが充分小さいことを確認**してください。

「統計情報を表示」にチェックを入れると、最小テストケース生成が完了した時点で図 3-12 の例に示す生成回数、最小数、最大数、初期数、最小シードおよびテストケース生成にかかった経過時間が表示されます。こうした表示はデフォルトのシードを指定して 1 回だけ生成する場合も行なうことが可能です。

初期数の値は、PICT のデフォルトの生成結果を表します。最小シードは、最小テストケースを生成したシードを表します。

ランダムな条件で生成した場合、生成されるテストケース数には最大で 10% 程度のバラツキが発生し、多くの場合、最小テストケース生成を行なうことにより 5% 程度テストケース数を減らすことができます。生成回数を増やすほど、テストケース数を減らせる確率が高くなりますが、ほとんどの場合、30 回程度行えば充分のようです。1 件でもテストケース数を減らしたい場合は、生成回数に 100～300 程度の値を入力して最小テストケース生成を行なってみてください。



図 3-12 表示される統計情報の例

「カバレッジを表示」にチェックを入れると、テストケース生成時に生成されたテストケースの 2-Way カバレッジと 3-Way カバレッジが図 3-13 のように表示されます。

「組み合わせるパラメータ」に 2 以外が設定されている場合は、カバレッジの表示は行なわれません。

2-Way カバレッジを算出するために、2 パラメータ間の組み合わせで 1 回生成を行ないます。また 3-Way カバレッジを算出するために 3 パラメータ間の組み合わせで 1 回生成を行ないます。そのため、大きなモデルでは結果が表示されるまでに時間がかかる場合があることに注意してください。



図 3-13 表示されるカバレッジの例

3. 3. 1 原型シートの使い方

原型シートには3つの使用方法があります。

- (1) 前に使用したモデルを変更する必要がある場合、以前のモデルで作成したテストケースを再利用して、できるだけ少ない変更で新しいテストケースを作成します。
- (2) 生成されるテストケースに必ず含まれるべきである**重要な組み合わせを指定**します。指定された組み合わせで出力が初期化され、次に残りの組み合わせが生成されます。

環境設定で「原型シートを使用」にチェックを入れてテストケースの生成を行なうと、**すぐ右隣のワークシートを原型シートとして扱います**。すぐ右隣にワークシートがない、あったとしても原型シートの形式と異なる形式の場合はエラーメッセージが表示されます。

原型シートの1桁目が**ダラーマーク (\$)** の場合その行は**コメント行**として扱われます。原型シートは空白行を含まず詰めて記入してください。原型シート上の値のチェックは **PictMaster** では行なっていません。

原型シートには6 5 5 3 5件までのテストケースを記入できます。原型シートは **PICT** によって生成されたテストケースと同じフォーマット（行番号は除く）を使用します。コメント行を除いた最初の行にはすべてのパラメータ名を記入します。**PictMaster** のパラメータ欄と同じパラメータがすべて記述されている必要があります。次の行以降は組み合わせられた値の並びを記入します。値が空白のパラメータがあってもかまいません。

【重要な注意】

- (a) 原型シートが現在のモデルにないパラメータを含んでいる場合、そのパラメータの列全体が削除されます。
- (b) 原型シートが現在のモデルにない値を含んでいる場合、そのパラメータの値の組み合わせは行われません。現在のモデルに含まれるパラメータの値の組み合わせだけが生成されます。無効とされた値の列は不完全であるか部分的な列になります。
- (c) 原型シートの値の列が現在の制約指定のどれかに違反する場合、その列は無視されます。
- (d) 原型シートを使用する場合、**値の重み付け (3. 4. 3章)** は正常に動作しません。値の重み付けを行なって生成した結果を原型シートとして使用する場合は、**PictMaster** の値の並び欄から値の重み付けを取り除いてテストケースの生成を行なうことを推奨します。
- (e) 原型シートのそれぞれの値は、ユニークなペアを構成するものである必要があります。ユニークなペアを構成しない行は無視されます。
- (f) この機能は「カバレッジを指定して生成」とは同時には使用できません。

原型シートの使用例を以下に示します。

例 1 : 新しい値を追加する

	A	B	C
1	A	B	C
2	a1	b1	c2
3	a1	b2	c1
4	a2	b1	c1
5	a2	b2	c2
6	a3	b1	c1
7	a3	b2	c2

図 3 - 1 4 原型シートの例 (その 1)

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	b1, b2, b3
C	c1, c2

図 3-15 新しいモデルの例

新しいモデルでは、パラメータ B に値 b3 が追加されています。

表 3-4 新しい値が追加されたテストケース

No.	A	B	C
1	a1	b1	c2
2	a1	b2	c1
3	a2	b1	c1
4	a2	b2	c2
5	a3	b1	c1
6	a3	b2	c2
7	a1	b3	c2
8	a3	b3	c1
9	a2	b3	c1

新しく生成されたテストケースには、原型シートの内容がそのまま流用され、追加した値 b3 に関する組み合わせが追加されています。これにより既存のテストケースでテストした後で仕様変更などにより、新しい値を追加してテストを行う必要が生じた場合、追加された値に関する組み合わせだけテストすればよい場合もあります。（注：表 3-4 は値の並べ替えを行っていません）

値ではなく、新しいパラメータを追加することもできます。この場合、原型シートのパラメータ欄には新しく追加するパラメータの名称を追記しておく必要があります。

例 2：必ず含まれなければならない組み合わせを指定する

	A	B	C
1	A	B	C
2	a1	b1	c1
3	a1	b1	c2
4	a1	b2	c1
5	a1	b2	c2

図 3-16 原型シートの例（その 2）

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	b1, b2
C	c1, c2

図 3-16 モデルの例

原型シートでは値 a1 について、他のパラメータ B と C のすべての値と組み合わせられています。このような、あるパラメータの特定の値についてのみ、ほかのすべてのパラメータが持つ値と組み合わせることは、PICT の柔軟な制約条件指定機能をもってしても指定することができません。したがって、このような特殊または複雑な組み合わせは原型シートを使って指定します。

表 3－4 指定した組み合わせが含まれたテストケース

No.	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a1	b1	c2
3	a1	b2	c1
4	a1	b2	c2
5	a2	b1	c2
6	a2	b2	c1
7	a3	b1	c1
8	a3	b2	c2

新しく生成されたテストケースには、原型シートの内容がそのまま流用され、その他のパラメータの組み合わせが追加されています。この例のように、制約条件では指定できない複雑で特殊な組み合わせでも、原型シートで指定することにより、簡単に扱うことができます。

3. 3. 2 制約式の最適化

組み合わせ生成エンジンの PICT は、組み合わせできない組み合わせを指定するのに、IF 文に似たスクリプト言語（制約式）を用います。PictMaster では、制約表への記入を PICT が理解できる制約式に変換します。PICT の特性として、値の個数が多いパラメータに制約の指定を行なうと、制約の指定方法によって組み合わせの生成時間に大きな差が出ます。「制約式の最適化」を指定すると、PictMaster は制約指定が行なわれているパラメータの値の個数を調べ、8 個以上の場合で、制約式の最適化の処理が有効な条件である場合、制約指定をプログラム内部で変更し、最も生成時間が短くなるような制約式を生成します。

制約指定の違いによる生成時間の違いを示すために図 3－1 7 のモデルを使用することにします。使用した PC 環境 は、CPU が PentiumD 2.8GHz、RAM 1 GB、OS は Windows XP Professional SP3 です。

パラメータ	値の並び
A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
B	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
C	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
D	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
E	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

図 3－1 7 生成時間比較用のモデルの例

このモデルに次の制約指定を行なった場合の生成時間を示します。これらの制約指定は異なる記述ですがいずれも等価な制約指定です。生成時間は最小テストケース生成を 3 0 回行なった場合の経過時間です。

(1) 制約指定その 1

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	1, 2, 3, 4, 5	
B	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
C		1, 2, 3, 4, 5
D		
E		

制約式最適化=False 生成時間 = 7 秒

制約式最適化=True 生成時間 = 4 秒

(2) 制約指定その2

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	1, 2, 3, 4, 5	
B	#6, 7, 8, 9, 10	1, 2, 3, 4, 5
C		#6, 7, 8, 9, 10
D		
E		

制約式最適化=False 生成時間 = 3 秒

制約式最適化=True とはならない。(すでに最適化の形式となっている)

(3) 制約指定その3

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	#6, 7, 8, 9, 10	
B	1, 2, 3, 4, 5	#6, 7, 8, 9, 10
C		1, 2, 3, 4, 5
D		
E		

制約式最適化=False 生成時間 = 7 分 20 秒

制約式最適化=True 生成時間 = 4 秒

(4) 制約指定その4

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	#6, 7, 8, 9, 10	
B	#6, 7, 8, 9, 10	#6, 7, 8, 9, 10
C		#6, 7, 8, 9, 10
D		
E		

制約式最適化=False 生成時間 = 7 秒

制約式最適化=True 生成時間 = 3 秒

図 3-18 制約式最適化の有無と生成時間

以上の結果から、制約指定が(3)の場合に制約式最適化の効果が最も顕著であることが分かります。それ以外では(2)の場合、最適化が行なわれないことがわかります。この制約指定では最適化が不要なためです。制約式最適化の処理が行なわれるのは以下の条件をすべて満たす場合です。

- ① 環境設定で「制約式を最適化」が指定されている。
- ② 制約条件と制約対象のパラメータに属する値の個数が共に8個以上である。
- ③ 制約対象で指定された値の個数が2個以上である。
- ④ 制約条件が逆制約か、または制約対象が順制約である。

制約指定の意味については[第4章](#)を参照してください。

PictMaster は制約式の最適化が指定されると、①から④の条件をすべて満たす制約欄がある場合に、プログラム内部でその制約欄の記述形式を(2)の制約指定その2の形式に変換します。したがって、環境設定で「制約式を最適化」が指定されていても、実際には最適化が行なわれない場合があります。また

制約式の最適化が行なわれたとしても、多くの制約指定の一部についてだけ行なわれた場合は、生成時間が短縮されない場合もあります。

パラメータとパラメータの比較を行なう制約指定は最適化の対象外です。

制約式の最適化が行なわれた場合は、制約表の制約指定とは異なる制約式が生成されることになるため、万が一、PICT 内部でエラーを検出した場合、エラーメッセージとして表示される制約式と、記述されている制約指定が対応しないことがあることに注意してください。

「制約式の最適化」を指定した場合、「統計情報を表示」が同時に指定されていると、表示される統計情報に制約表の最適化が実際に行なわれたかどうかが表示されます。

3. 4 値の並び欄への記入のしかた

値の並びを半角のカンマ（,）で区切って記入します。値の前に特定の記号を付加することで特殊な処理を行なうことができます。特定の記号にはパイプ（|）とチルダ（~）があります。パイプはひとつの値に複数の名称を与えるエイリアスで使います。チルダは相互に組み合わせ不可の値を指定する無効値テストで使います。値の後ろに半角の括弧（）で囲まれた数字を付加することで、その値が他の値より多く組み合わせに出現するようになる値の重み付けを行なうことができます。

これらの記号はパラメータおよび値の名称には使用できません。値の名称に半角の括弧を使いたい場合は代わりに半角のブラケット（[]）または全角の括弧などを使ってください。

3. 4. 1 1つの値に複数の名称を与えるエイリアス

エイリアスは、1つの値に複数の異なる名称を与える機能です。まったく同一とは言えないがほぼ同一と考えることのできる複数の値に対して、同値分割の考え方を適用し、エイリアス機能を用いることができます。これにより組み合わせ生成の際に1つの値として扱われ、組み合わせ完成後、1つの値はエイリアスで与えた複数の名称に戻されます。

エイリアスを使用することによって生成される組み合わせの数を減らすことが可能です。Pairwise 法で生成される組み合わせの数は最も多くの値を持つパラメータ P1 と、P1 と同じか次に多くの値を持つパラメータ P2 の、それぞれの値の個数を V1n、V2n とすると、これらを積算した値か、それよりもやや多い値になります。生成される組み合わせ（テストケース）のおおよその数 TCn は次式で表されます。

$$TCn = (V1n * V2n + \alpha) * m$$

ここで α の値は、パラメータ P2 の次に多くの値を持つパラメータ P3 以降が持つ値の個数 P3n、P4n...によって異なります。この数が P2n と等しいかほとんど同じ場合は、多くの場合 α は比較的大きな値になります。逆に P2n より小さい場合は、 α は小さな値になります。この場合多くは α の値は0になります。このことから、エイリアスを適用するパラメータは、最も多くの個数の値を持つパラメータを対象にしたほうが、組み合わせ数を削減する効果が最も大きくなります。逆に、比較的少ない個数の値しか持たないパラメータに適用しても効果がありません。mは制約の数が0の場合1です。制約の数が増えるに従って徐々に増加しますが、増加の程度は緩やかです。

エイリアスを使用したモデルの例を図3-19に示します。この例では OS 種別と HD 容量および HD インターフェースの組み合わせをテストします。このモデルでは OS 種別の5個の値から、Windows 系3個をエイリアスの記号“|”で1つにまとめ、全体で3個にしています。エイリアスでまとめた場合、先頭の値の名称を使用することで制約などを記述することができます。

パラメータ	値の並び
OS種別	Windows Vista Windows XP Windows 2000, Lunux, Mac OS X
HD容量	250GB, 500GB, 750GB
HDインターフェース	USB2.0, IEEE1394, eSATA

図3-19 エイリアスを使用したモデルの例

エイリアスを使用した図 3-19 の組み合わせ生成結果を表 3-5 に、エイリアスを使用しなかった場合の組み合わせ生成結果を表 3-6 に示します。

表 3-5 エイリアスを使用した場合

No.	OS 種別	HD 容量	HD インターフェース
1	Linux	250GB	IEEE1394
2	Linux	500GB	USB2.0
3	Linux	750GB	eSATA
4	Mac OS X	250GB	USB2.0
5	Mac OS X	500GB	eSATA
6	Mac OS X	750GB	IEEE1394
7	Windows 2000	250GB	eSATA
8	Windows Vista	750GB	USB2.0
9	Windows XP	500GB	IEEE1394

表 3-6 エイリアスを使用しなかった場合

No.	OS 種別	HD 容量	HD インターフェース
1	Linux	250GB	eSATA
2	Linux	500GB	USB2.0
3	Linux	750GB	IEEE1394
4	Mac OS X	250GB	eSATA
5	Mac OS X	500GB	IEEE1394
6	Mac OS X	750GB	USB2.0
7	Windows 2000	250GB	USB2.0
8	Windows 2000	500GB	IEEE1394
9	Windows 2000	750GB	eSATA
10	Windows Vista	250GB	USB2.0
11	Windows Vista	500GB	eSATA
12	Windows Vista	750GB	IEEE1394
13	Windows XP	250GB	IEEE1394
14	Windows XP	500GB	eSATA
15	Windows XP	750GB	USB2.0

この例ではエイリアスを使用した場合、使用しなかった場合に比べてテストケース数が 3 分の 2 未満に減少しています。値の数の多いパラメータで同値と考えることのできる値がある場合は、エイリアスを積極的に使ったほうがよいでしょう。

エイリアスで 1 つにまとめた複数の値のうち、後述する制約表や結果表で指定できるのは先頭の値の名称のみです。

※ 注意事項

エイリアスとして 1 つにまとめた値の数が多い場合は、生成結果に一度も現れない値が存在する可能性があります。これはエイリアスを含まないパラメータに属する値が少ない場合に発生します。エイリアスの値すべてを組み合わせに使わなくてもすべての組み合わせが網羅されてしまうからです。本来、エイリアスは同値とみなせるものを 1 つにまとめたものですから出現しない値があっても直ちに問題とは言えませんが、こうした性質があることは知っておいたほうがよいでしょう。

3. 4. 2 機能が動作しない無効値テストの方法

組み合わせテストでは通常、機能が動作しない無効値を含まないようにする必要があります。1つのテストケースに1つの無効値を含むと機能が動作しなくなり、他のパラメータと組み合わせた意味がなくなります。

ここでは無効値を含むテストの実行を目的としている場合について説明します。1つのテストケースに無効値を2つ以上含むと1つの無効値についてのテストとなり、残りの無効値についてのテストが行われなくなり、不完全なテストとなります。機能が動作しない場合の組み合わせでは、無効値どうしの組み合わせが行われないようにする必要があります。

PICTには無効値テストという機能があり、無効値どうしの組み合わせが生成されないようにすることができます。値の並び欄で値の前に半角の記号“～”を置くことで無効値を指定します。

図3-20に無効値を含むモデルの例を示します。このモデルではFAXと通信回線の組み合わせをテストします。FAXとは通信できない無効値である電話機が含まれています。さらにFAX使用に制限があるIP外線も無効値としています（実際には多くの場合、支障なく使用できます）。

パラメータ	値の並び
発信端末	FAX, ～電話機
通信回線	アナログ, ISDN, ～IP外線
着信端末	FAX, ～電話機

図3-20 無効値を含むモデルの例

表3-7 無効値テストの生成結果

No.	発信端末	通信回線	着信端末
1	～電話機	ISDN	FAX
2	～電話機	アナログ	FAX
3	FAX	～IP外線	FAX
4	FAX	ISDN	～電話機
5	FAX	ISDN	FAX
6	FAX	アナログ	～電話機
7	FAX	アナログ	FAX

表3-7が生成結果です。この生成結果には無効値どうしの組み合わせがありません。この例では無効値の場合でも無効値以外のすべてのペアを組み合わせています。そこまでの徹底したテストが不要な場合は、制約定義で各無効値1つに1つのテストケースのみが生成されるように指定することもできます。

値が複数の名前を持つエイリアスの場合、最初の名前に記号“～”を付けます。制約の記述で無効値を指定する場合は、記号“～”は省略します。

3. 4. 3 値の重み付け

特定の値を重点的にテストしたい場合、重み付けの機能が役に立ちます。重み付けを使用すると指定された値がより多くテストケースに現れるようになり、その値についての 3-Way カバレッジが向上します。重み付けは重点的にテストしたい値の右側に半角の括弧 () で数値を付加します。

図 3-21 に重み付けの例を示します。

パラメータ	値の並び
A	a1(2), a2, a3
B	b1, b2, b3, b4
C	c1, c2, c3(3)

図 3-21 重み付けの例

括弧内に記入できる数値は 2～10 です。基本的には記入された数値をかけた分だけ他の値より多く組み合わせに出現するようになります。例えば c3(3) を記入した場合、値 c3 は他の値 c1、c2 より 3 倍多く出現するようになります。ただし、生成された組み合わせで重複する組み合わせが存在する場合、重複する組み合わせは 1 つを残し削除されて最終的な生成結果となります。

図 3-20 で重複する組み合わせを含んだ生成結果を表 3-8 に示します。

表 3-8 重複する組み合わせを含んだ生成結果

No.	A	B	C
1	a1	b1	c3
2	a1	b1	c3
3	a1	b1	c3
4	a1	b2	c1
5	a1	b2	c2
6	a1	b3	c3
7	a1	b3	c3
8	a1	b4	c1
9	a1	b4	c2
10	a1	b4	c3
11	a2	b1	c1
12	a2	b2	c3
13	a2	b3	c2
14	a2	b3	c3
15	a2	b4	c3
16	a3	b1	c2
17	a3	b2	c3
18	a3	b2	c3
19	a3	b3	c1
20	a3	b4	c3

表 3-8 でパラメータ C の各値の個数は、c1 が 4 個、c2 が 4 個、c3 が 12 個です。この時点で c3 は他の値より 3 倍多く出現しています。これは重み付けの指定どおりです。しかし、網掛けした組み合わせが重複しています。組み合わせの重複が発生するのは、1 つの値を重み付けにより 3 倍多く用いて組み合わせを生成しているため、他のパラメータの値の数が少ないと、同じ組み合わせが生成されるためです。

PictMaster は、重複した組み合わせのうち 1 つを残して他の組み合わせを削除します。そのため重複した組み合わせが存在する場合は、結果的に重み付けで指定した数値より少ない重み付けとなります。

最終的な生成結果を表 3-9 に示します。なお、表 3-8 とは異なる生成実行のため、組み合わせ内容

は一部異なります。

表 3－9 重複分を取り除いた最終的な生成結果

No.	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a1	b1	c3
3	a1	b2	c3
4	a1	b3	c2
5	a1	b3	c3
6	a1	b4	c1
7	a1	b4	c2
8	a2	b1	c3
9	a2	b2	c2
10	a2	b3	c1
11	a2	b3	c3
12	a2	b4	c3
13	a3	b1	c2
14	a3	b2	c1
15	a3	b3	c3
16	a3	b4	c3

最終的な生成結果では、重複していた 4 個の組み合わせが削除され、16 個の組み合わせとなりました。この結果では、パラメータ C の各値の個数は、c1 が 4 個、c2 が 4 個、c3 が 8 個です。重み付けを行なって最小テストケース生成を行なうと、環境設定フォームで「統計情報を表示」がチェックされていれば、図 3－22 の統計情報が表示され、重複した組み合わせがいくつあったかが分ります。



図 3－22 重み付けのあるモデルの生成統計情報の例

重み付けの数値が正確に反映された生成結果が得られるのは、他のパラメータの数が多い場合か、他のパラメータで値の数が多い場合です。この場合は重複が起こらず、生成されるテストケース数も重み付け

を行なわない場合と比べてそれほど増加することはありません。そうでない場合、重み付けの数値は目安的な意味合いを持ちます。

重み付けを行なうと値の数が実質的に多くなります。入力できる値の個数は50個までです。重み付けを行なう場合は実質的な値の個数が50個を超えないようにしてください。

値の重み付けと原型シートを同時に使用した場合、値の重み付けが正常に行なわれません。値の重み付けと原型シートは同時に使用しないことを推奨します。

※ PICT 自体が備えている重み付けの機能は使用できません。

3. 5 サブモデル

すべてのパラメータがすべて同じ重要度を持つというケースはそれほど多くはありません。PICT では**サブモデル定義**を使用することで、特に重要と考えられる限定したパラメータについて異なるパラメータ組み合わせ数を指定することができます。サブモデル欄を表示させるには環境設定フォームの「**サブモデルを使用する**」にチェックを入れます。

サブモデルの記入形式を図3-23に示します。

＜パラメータ1＞, ＜パラメータ2＞, … , ＜組み合わせるパラメータ数＞

図3-23 サブモデルの記入形式

サブモデルの対象としたい複数のパラメータ名を半角のカンマで区切って記入します。最後に組み合わせるパラメータ数を半角で記入します。この数は1から、指定したパラメータの数までの任意の値が記入できます。セミコロン (;) で区切ることで、1つの行に複数のサブモデルを記入することができます。

サブモデルで指定された複数のパラメータは、“組み合わせるパラメータ数”の数のパラメータ間の組み合わせが生成されます。例えば、この数が3の場合、指定された複数（3個以上）のパラメータのみ3パラメータ間の組み合わせが生成されます。その後で、サブモデルで指定されなかった残りのパラメータと、2パラメータ間の組み合わせとして統合されます。最終結果として、サブモデルで指定された複数のパラメータどうしでは3パラメータ間の組み合わせとなりますが、サブモデルで指定されなかった残りのパラメータとの間では、1つ多い4パラメータ間の組み合わせとなります。そしてサブモデルで指定されなかった残りのパラメータどうしの間ではデフォルトの2パラメータ間の組み合わせとなります。

2つのパラメータをサブモデルで“組み合わせるパラメータ数”に2を指定すると、この2つのパラメータのみ、他のパラメータとの間で3パラメータ間の組み合わせとなります。

4. 制約表への記入のしかた

4. 1 制約に関する用語の定義

制約表の説明をする前に制約に関する用語の定義を明確にしておきます。

制約とは、組み合わせることのできないパラメータ（因子）と値（水準）のペアがあることを言います。この制約を if 関係式 then 関係式 の形式で記述した式を**制約式**と言います。

関係式は、パラメータと値、またはパラメータとパラメータを比較するために =、< など**演算子**として用います。PICT はこの制約式を入力として制約に対応した組み合わせを生成します。

if と then との間**の関係式**を**制約条件**といい、then 以降**の関係式**を**制約対象**と言います。

制約条件の演算子が等号 (=) のとき制約条件を**順制約**といい、制約条件の演算子が不等号 (<) のときの制約条件を**逆制約**と言います。

以上の用語を使って制約式を記述すると以下のとおりとなります。

```
if 制約条件 (=) then 制約対象 ... 順制約
if 制約条件 (<) then 制約対象 ... 逆制約
```

以上の制約式を**条件付き制約式**と言います。制約条件のある制約式はすべて条件付き制約式です。これに対して、制約条件がなく、制約対象のみからなる制約式を**無条件制約式**と言います。無条件制約式ではパラメータのみが対象となります。基本的な無条件制約式の記述を以下に示します。

パラメータ 演算子 パラメータ

無条件制約はパラメータの値の如何にかかわらず、**常に成立する制約**です。

4. 2 制約表の構成

未記入の制約表を図 4-1 に示します。

制約表			
パラメータ	制約1	制約2	制約3

図 4-1 未記入の制約表

図 4-1 でパラメータの列には 9 行目からのパラメータ欄の内容をコピーして貼り付けます。環境設定フォームを開いて OK ボタンをクリックすることで自動的に張り付けを行なうこともできます。ただし**制約がない場合はパラメータ欄のコピーは不要です**。制約 1、2、3、～ は、基本的には 1 つの制約式が 1 つの制約に対応します。パラメータ欄で指定されたパラメータの値のうち、任意の値を制約欄に記入します。また別のパラメータそのものを記入することもできます。

パラメータは 50 個まで、制約は 50 個まで記入できます。パラメータ欄は間に空白行を置かずに詰めて記入してください。同様に制約の各列も空白列を置かずに詰めて記入してください。**PictMaster** はパラメータ欄、値の並び欄および制約表欄の記述内容を、a.txt というモデルファイルに出力し、PICT に入力データとして渡します。この際、**PictMaster** は制約表の記入内容を PICT が理解できる制約式に変換します。

4. 3 制約条件と制約対象の指定方法

制約条件と制約対象で、記述できる形式に差はありません。以降の説明で制約条件と制約対象の例として挙げられている記述は、制約条件と制約対象のどちらでも記述可能です。

4. 3. 1 条件付き制約

制約条件とする制約欄は白色以外の任意の色で塗りつぶしてください。塗りつぶされた制約欄に記入された値またはパラメータが制約条件となります。

制約対象とする制約欄は塗りつぶさないでください。白色で塗りつぶしても塗りつぶしなしとして扱われます。制約欄に記入された値またはパラメータが制約対象となります。

制約欄に複数の値を記入する場合はそれぞれの値を半角のカンマ(,)で区切ります。

先頭に**シャープ(#)**をつけると逆制約となり、記入した値以外の値を意味します。この場合もカンマで区切って複数の値を記入することができます。

先頭に**グレートザン(>)**、**レスザン(<)**をつけることで値の大小比較ができます。あるパラメータの1つの値に“>”と“<”をつけることで任意の範囲の値を指定することができます。この場合はカンマ(,)で区切られた二つの値のAND条件となります。値が数字だけの場合は問題ありませんが、数字と文字が混在する場合は全体が文字と見なされ、文字コードでの大小比較になります。

エイリアスの値を指定する場合は、先頭の値の名称を使用します。

パラメータそのものを記入する場合は、順制約の場合は先頭に**イコール(=)**をつけます。逆制約の場合は**エクスクラメーション(!)**を付けます。複数のパラメータを指定する場合はそれぞれのパラメータを半角のカンマ(,)で区切り、それぞれのパラメータにイコール(=)またはエクスクラメーション(!)を付けます。値を記入する場合と異なりますので注意してください。パラメータそのものを記入する場合はパラメータ欄と制約欄のパラメータ双方で少なくとも一部が同じ値を含んでいる必要があります。

制約条件でもなく制約対象でもない場合、制約欄は空白とします。

制約が1つもない場合は制約表のパラメータ欄は空白でもかまいません。

4. 3. 1. 1 パラメータと値との制約

この章では、パラメータの値がある特定の値の場合に発生する制約の指定方法を説明します。モデルが図4-2で、制約表が図4-3の場合、生成されるモデルファイル“a.txt”はリスト4-1となります。モデルファイルは、モデルそのものの部分を省略してあります。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	b1, b2, b3
C	c1, c2, c3

図4-2 モデルの例(その1)

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	a1, a2	a3
B	b1	#b1
C		

図4-3 制約表の例(その1)

リスト 4－1 制約式の例（その 1）

```
if ([A] = "a1" or [A] = "a2" )
  then ([B] = "b1" ) ;
if ([A] = "a3" )
  then ([B] <> "b1" ) ;
```

生成結果の例を表 4－1 に示します。

表 4－1 生成結果の例（その 1）

No.	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a1	b1	c2
3	a1	b1	c3
4	a2	b1	c1
5	a2	b1	c2
6	a2	b1	c3
7	a3	b2	c1
8	a3	b2	c2
9	a3	b2	c3
10	a3	b3	c1
11	a3	b3	c2
12	a3	b3	c3

図 4－2 のモデルで制約表が図 4－4 の場合、生成されるモデルファイル “a. txt” はリスト 4－2 となります。

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	a1,a2	a3
B	b1	#b1
C	#c2, c3	c1

図 4－4 制約表の例（その 2）

リスト 4－2 制約式の例（その 2）

```
if ([A] = "a1" or [A] = "a2" ) and ([B] = "b1" )
  then ([C] <> "c2" and [C] <> "c3" ) ;
if ([A] = "a3" )
  then ([B] <> "b1" ) and ([C] = "c1" ) ;
```

生成結果の例を表 4－2 に示します。

表 4－2 生成結果の例（その 2）

No.	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a1	b2	c3
3	a1	b3	c2
4	a2	b1	c1
5	a2	b2	c2
6	a2	b3	c3
7	a3	b2	c1
8	a3	b3	c1

これまでの例で分かるようにある制約の 1 つの欄に複数の値が記入されている場合は、それぞれの値は基本的には OR 条件になります。これに対してある制約の異なる行に値が記入されている場合は、それぞれの値は AND 条件になります。これはパラメータそのものが記入された場合も同様です。

制約条件として異なるパラメータの値を OR 条件で指定したい場合は、異なる制約欄に制約条件として異なるパラメータの値を記入し、制約対象は同じ値にします。

制約対象として異なるパラメータの値を OR 条件で指定したい場合は、すぐ右側の制約欄に制約条件として同じパラメータの値を記入し、制約対象に異なるパラメータの値を記入します。図 4－5 にこの場合の制約表を示します。このとき生成される制約式をリスト 4－3 に、生成結果の例を表 4－3 に示します。複数の制約条件がある場合はすべての制約条件が同一である必要があります。

制約表			
パラメータ	制約1	制約2	制約3
A			a1
B	b1	b3	b3
C	c1	c2	

図 4－5 制約表の例（その 3）

リスト 4－3 制約式の例（その 3）

```

if ([B] = "b1" )
  then ([C] = "c1" ) ;
if ([B] = "b3" )
  then ([C] = "c2" ) or ([A] = "a1" ) ;

```

表 4－3 生成結果の例（その 3）

No.	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a1	b2	c1
3	a1	b2	c2
4	a1	b3	c1
5	a1	b3	c3
6	a2	b1	c1
7	a2	b2	c3
8	a2	b3	c2
9	a3	b1	c1
10	a3	b2	c3
11	a3	b3	c2

この例では制約 2 と制約 3 の制約条件が 1 つの制約式として統合され、制約対象が OR 条件となっています。制約対象がいくつあっても同じ制約では AND 条件となり、異なる制約間では OR 条件となります。ただし隣り合う制約の制約条件の欄を異なる色にすると制約式の統合は行われず、2 つの異なる制約式となります。

4. 3. 1. 2 パラメータとパラメータとの制約

次に制約欄にパラメータを指定する場合を示します。このときのモデルを図 4－6、制約表を図 4－7、生成される制約式をリスト 4－4、生成結果の例を表 4－4 に示します。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	1, 2, 3
C	1, 2, 3
D	1, 2, 3

図 4－6 モデルの例（その 2）

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	a1	a3
B		=C
C	!B	
D		

図 4－7 制約表の例（その 4）

リスト 4－4 制約式の例（その 4）

```
if ([A] = "a1" )
    then ([C] <> [B] ) ;
if ([B] = [C] )
    then ([A] = "a3" ) ;
```

表 4－4 生成結果の例（その 4）

No.	A	B	C	D
1	a1	1	3	3
2	a1	2	1	2
3	a1	3	2	1
4	a2	1	2	2
5	a2	2	3	1
6	a2	3	1	3
7	a3	1	1	1
8	a3	2	2	2
9	a3	2	2	3
10	a3	3	3	2

パラメータを指定する場合は、指定する側と指定される側のパラメータの値に一部でも**同じ値が含まれている必要があります**。また、指定する側と指定される側の値の種類（文字列か数値）が一致しなければなりません。1つの欄に複数のパラメータを記入することもできます。この場合はそれぞれのパラメータの前にイコール (=) またはエクスクラメーション (!) を付加し、カンマ (,) で区切ります。各パラメータはOR条件での指定となります。

1つの欄にAND条件で複数のパラメータを指定する場合は演算子の前に**アンパサンド (&)** を付加します。
このときのモデルを図 4－6、制約表を図 4－8、生成される制約式をリスト 4－5、生成結果の例を表 4－5 に示します。

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	a1	#a1
B	=C, &=D	!C, !D
C		
D		

図 4－8 制約表の例（その 5）

リスト 4－5 制約式の例（その 5）

```
if ([B] = [C] and [B] = [D] )
    then ([A] = "a1" ) ;
if ([B] <> [C] or [B] <> [D] )
    then ([A] <> "a1" ) ;
```


表 4－5 生成結果の例（その 5）

No.	A	B	C	D
1	a1	1	1	1
2	a1	2	2	2
3	a1	3	3	3
4	a2	1	2	3
5	a2	2	3	1
6	a2	3	1	2
7	a3	1	3	2
8	a3	2	1	3
9	a3	3	2	1

4. 3. 2 無条件制約

無条件制約には制約条件がありません。そのため、**無条件制約は常に成立する制約です**。制約表に記入できるのはパラメータのみです。制約欄に演算子付きで記入することで、2つのパラメータ間の制約を指定します。

使用できる演算子には、**イコール (=)**、イコールと逆の意味を表す**エクスクラメーション (!)** があります。1つの制約欄に**カンマ (,)** で区切って複数のパラメータを指定することができます。この場合、それぞれの **OR** 条件となりますが、2つめ以降のパラメータの先頭に**アンバサンド (&)** を置くことで **AND** 条件とすることができます。

モデルを図 4－9、AND 条件で逆制約の制約表を図 4－10、生成される制約式をリスト 4－6、生成結果の例を表 4－6 に示します。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	1, 2, 3
C	1, 2, 3
D	1, 2, 3

図 4－9 モデルの例（その 3）

制約表	
パラメータ	制約1
A	
B	!C
C	!D
D	!B

図 4－10 制約表の例（その 6）

リスト 4－6 制約式の例（その 6）

([B] <> [C]) and ([C] <> [D]) and ([D] <> [B]) ;

表 4－6 生成結果の例（その 6）

No.	A	B	C	D
1	a1	1	3	2
2	a1	2	1	3
3	a1	3	2	1
4	a2	1	2	3
5	a2	2	3	1
6	a2	3	1	2
7	a3	1	3	2
8	a3	2	1	3
9	a3	3	2	1

この例では 1 つの式になっていますが、記入する制約を別にする、異なる独立した式になります。その場合でも意味的には同一の制約です。

OR 条件で順制約の制約表を図 4－1 1、生成される制約式をリスト 4－7、生成結果の例を表 4－7 に示します。OR 条件を指定するには無条件制約の右側の制約で、先頭にプラス（+）を置きます。

制約表			
パラメータ	制約1	制約2	制約3
A			
B	=C		
C		+D	
D			+B

図 4－1 1 制約表の例（その 7）

リスト 4－7 制約式の例（その 7）

$([B] = [C]) \text{ or } ([C] = [D]) \text{ or } ([D] = [B])$;

表 4－7 生成結果の例（その 7）

No.	A	B	C	D
1	a1	1	1	2
2	a1	2	2	3
3	a1	3	3	1
4	a2	1	2	1
5	a2	2	3	2
6	a2	3	1	3
7	a3	1	3	3
8	a3	2	1	1
9	a3	3	2	2

1 つの制約欄に複数のパラメータを記入した例として、モデルを図 4－1 2、制約表を図 4－1 3、生成される制約式をリスト 4－8、生成結果の例を表 4－8 に示します。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	1, 2, 3
C	1, 2, 3
D	1, 2, 3
E	1, 2, 3
F	1, 2, 3

図 4-12 モデルの例 (その 4)

制約表		
パラメータ	制約1	
A		
B	=C, !D	
C		
D	!E, &F	
E		
F		

図 4-13 制約表の例 (その 8)

リスト 4-8 制約式の例 (その 8)

([B] = [C] or [B] <> [D]) and ([D] <> [E] and [D] = [F]) ;

表 4-8 生成結果の例 (その 8)

No.	A	B	C	D	E	F
1	a1	1	1	3	1	3
2	a1	1	3	2	1	2
3	a1	2	2	2	3	2
4	a1	3	2	1	2	1
5	a2	1	3	3	2	3
6	a2	2	2	3	1	3
7	a2	2	3	1	3	1
8	a2	3	1	2	3	2
9	a3	1	1	1	3	1
10	a3	1	2	2	3	2
11	a3	2	1	1	2	1
12	a3	3	3	3	1	3

4. 4 使用できる演算子の一覧

関係式で使用できる演算子はパラメータと値、パラメータとパラメータで異なります。表4－9に使用できる演算子を示します。＃を除いていずれの演算子もカンマ（,）で区切って複数回記述することができます。条件の欄は1つの制約欄に値またはパラメータを複数記述した場合にOR条件となるのかAND条件となるのかを表します。

表4－9 使用できる演算子

関係式の対象	演算子	条件	説明
パラメータと値	(指定しない)	OR	パラメータに属する値を表します。= と同じ意味です。
	#	AND	記述した値を除いた残りの値を表します。任意の1つの値について先頭に記述しますが値は複数記述することができます。
	>, <	AND	値の大小関係を表します。
パラメータとパラメータ	=	OR	パラメータ間の値が等しいことを表します。
	!	OR	パラメータ間の値が異なることを表します。
	&=	AND	パラメータ間の値が等しいことをAND条件で表します。パラメータを複数記述した場合に、2つめ以降のパラメータの前に記述します。
	&!	AND	パラメータ間の値が異なることをAND条件で表します。パラメータを複数記述した場合に、2つめ以降のパラメータの前に記述します。
	+	(OR)	無条件制約で異なる制約で OR 条件となることを表します。無条件制約の右側の制約で無条件制約の最初のパラメータの前に記述します。

表中の演算子（+）の条件欄が(OR) となっているのは、異なる制約間の条件を表しているためです。

これらの演算子と同じ記号をパラメータおよび値の名称の先頭に使用することはできません。

4. 5 ダミーの値について

モデルの制約によってはダミーの値が必要となる場合があります。ダミーの値とは、そのパラメータが意味をなさなくなることを表す値です。ダミーの値としてはハイフン（-）などの一見してダミーと分かる値にします。

ダミーの値が必要となる例として、ビジネスホンシステムでの3者会議通話の組み合わせテストの例を以下に示します。このときのモデルを図4-14、制約表を図4-15、生成された制約式をリスト4-9、生成結果を表4-10に示します。この例でパラメータの通話種別は外線側の回線数とシステム内の内線端末の台数を表しています。パラメータの端末種別2と端末種別3の値にダミーの“-”が含まれています。

パラメータ	値の並び
回線種別	アナログ, ISDN, IP外線, 内線
通話種別	外線1内線2, 外線2内線1, 内線3
端末種別1	KT, DCL, SLT
端末種別2	KT, DCL, SLT, -
端末種別3	KT, DCL, SLT, -

図4-14 モデルの例（その3）

制約表			
パラメータ	制約1	制約2	制約3
回線種別	#内線	#内線	内線
通話種別	外線1内線2	外線2内線1	内線3
端末種別1			
端末種別2	#-	-	#-
端末種別3	-	-	#-

図4-15 制約表の例（その5）

リスト4-9 制約式の例（その6）

```

if ([通話種別] = "外線1内線2")
    then ([回線種別] <> "内線") and ([端末種別2] <> "-") and ([端末種別3] = "-");
if ([通話種別] = "外線2内線1")
    then ([回線種別] <> "内線") and ([端末種別2] = "-") and ([端末種別3] = "-");
if ([通話種別] = "内線3")
    then ([回線種別] = "内線") and ([端末種別2] <> "-") and ([端末種別3] <> "-");

```

図4-15の制約表で通話種別が内線端末を2台必要とする場合は、端末種別3のみ“-”とし、1台のみ必要な場合は端末種別2と端末種別3を“-”とし、内線端末を3台必要とする場合は端末種別2と端末種別3を“-”とは組み合わせないように指定しています。

※ ある制約欄に多くの値が記入された場合はすべての値が見やすいように行の高さを変えてみてください。

表 4－10 テストケース生成結果

No.	回線種別	通話種別	端末種別1	端末種別2	端末種別3
1	IP外線	外線1内線2	KT	DCL	—
2	IP外線	外線1内線2	SLT	KT	—
3	IP外線	外線1内線2	SLT	SLT	—
4	IP外線	外線2内線1	DCL	—	—
5	ISDN	外線1内線2	DCL	KT	—
6	ISDN	外線1内線2	KT	SLT	—
7	ISDN	外線1内線2	SLT	DCL	—
8	ISDN	外線2内線1	KT	—	—
9	アナログ	外線1内線2	DCL	KT	—
10	アナログ	外線1内線2	KT	DCL	—
11	アナログ	外線1内線2	SLT	SLT	—
12	アナログ	外線2内線1	SLT	—	—
13	内線	内線3	DCL	DCL	DCL
14	内線	内線3	DCL	SLT	SLT
15	内線	内線3	DCL	SLT	KT
16	内線	内線3	KT	KT	DCL
17	内線	内線3	KT	KT	SLT
18	内線	内線3	KT	KT	KT
19	内線	内線3	SLT	DCL	KT
20	内線	内線3	SLT	DCL	SLT
21	内線	内線3	SLT	SLT	DCL

表 4－6 の生成結果を見ると、端末種別のパラメータが不要なケースでは不要な台数分だけ各パラメータにダミーの値が割り当てられていることが分かります。

この例で示したように、モデル作成時にダミーの値が必要かどうか検討を行ないます。必要であれば値としてダミーを追加します。そして制約表に記入する際に、ダミーの値と組み合わせ可能なパラメータか不可能なパラメータかをすべてのパラメータについて検討する必要があります。その検討結果を制約表に記入します。

4. 6 制約表の編集方法

制約表の編集方法について説明します。

Excel のメニューからの制約表の行の削除、挿入は行なわないでください。制約表の行数が変化すると次に続く結果表欄の行位置がずれてしまいます。

行の削除や挿入を行ないたい場合はその1つの行の1桁目を右クリックしてください。追加、削除、元へ戻すなどの編集専用のショートカットメニューが表示され、メニューを選択することで行の削除や挿入を行なうことができます。

制約の削除や挿入を行ないたい場合は制約のタイトル欄を右クリックしてください。追加、削除、元へ戻すなどの編集専用のショートカットメニューが表示され、メニューを選択することで制約の削除や挿入を行なうことができます。

詳細は [6. 5章](#) を参照してください。

4. 7 ワイルドカードの使用

制約表に記入する値には**ワイルドカード**を使用することができます。ワイルドカードとは、「任意の文字」を意味する特殊な文字です。「*」は0個以上の任意の文字を、「?」は1個の任意の文字を意味します。

例えば「A*」は名称が「A」で始まるすべての値を意味します。「A」だけでも含まれます。「???A」は4文字で最後が「A」で終わるすべての値を意味します。

ワイルドカードは、制約表では条件付制約の値の名称のみに使用することができます。値のタイプが数値の場合はワイルドカードを使用することはできません。あるパラメータの値が数値の値と文字の値が混在している場合、値のタイプは文字となります。

ワイルドカードの使用例と PictMaster が生成する制約式を以下に示します。

制約表	
パラメータ	制約1
A	
B	*B*
C	#C??

図 4-16 ワイルドカードの使用例

リスト 4-10 ワイルドカードを含む制約式

```
if ([B] LIKE "*B*" )  
    then ([C] NOT LIKE "C??" ) ;
```

値の名称に適切な文字列を付与することで、ワイルドカードを使用して制約指定を簡潔に記述することができますようになります。

5. 結果表への記入のしかた

5. 1 結果表の構成

テストケースの組み合わせによってテスト結果が異なる場合があります。テストケースの数が多い場合は、期待する結果（結果内容）を記入するのに手間がかかりますが、結果表を使用することでこの手間を省くことができます。テストケースの生成を繰り返す場合は大幅な省力化になります。

未記入の結果表を図 5－1 に示します。

結果表		
結果内容	パラメータ1	パラメータ2

図 5－1 未記入の結果表

結果表の**結果内容欄**には、右側の各パラメータの、値の組み合わせの場合にどのような結果となるべきかを記入します。記入内容が長くなる場合は、結果内容欄に（*1）（*2）…などの番号を記入し、生成されたテストケースが書かれたワークシートの欄外で番号ごとに具体的な結果内容を記述すればよいでしょう。結果内容欄は50行設けられており、デフォルトでは15行分表示されています。不足する場合は残りの行を再表示してください。環境設定フォームを表示させて OK ボタンをクリックすると、結果表のパラメータ欄に実際のパラメータ名が設定されます。

結果内容欄は1行目から間を空けずに詰めて記入してください。

結果表の**パラメータ欄**の列には、左側の結果内容欄の結果となる値の組み合わせ（一致条件）を制約表の記述と同じ方法で記入します。ただしパラメータそのものを記入することはできません。

パラメータ欄の列は50列設けられています。

5. 2 一致条件の指定方法

一致条件は制約表で値を指定する場合と同じ方法で指定します。左側の結果内容欄に書かれている結果となる値の組み合わせを必要なパラメータごとに記入します。1つの欄には値をカンマ（,）で区切って複数記入することができます。先頭にシャープ（#）をつけると逆条件となり、指定した値以外の値を意味します。色の塗りつぶしは不要です。

環境設定フォームで「結果表を使用」にチェックを入れて OK をクリックすると、モデルのパラメータ欄に記述されているパラメータ名が結果表のパラメータ欄に自動的に記入されます。

一致条件欄の記入は制約表の記述に違反しないようにします。結果内容欄に記入があり、すべてのパラメータの一致条件欄になにも記入がない場合は、他の結果内容欄の一致条件にいずれにも一致しなかったテストケースの結果内容欄にその記述内容が記入されます。

図 5－2 にモデルの例、および図 5－3 に結果表の例を示します。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3, a4
B	b1, b2, b3, b4
C	c1, c2, c3

表 5－2 モデルの例

結果表			
結果内容	A	B	C
1111となる	a1	b1, b2	
1111となる	a2	b3, b4	
2222となる	#a1, a2		c1, c2
3333となる			

図 5－3 結果表の例

結果表の記入を行なう際は、CTL-e（デフォルト）を押してウインドウの分割を行ない、モデルと結果表がともに見えるようにすると記入しやすくなります。

図 5－3 では結果内容欄には 4 つの確認内容が記入されており、最後の確認内容には一致条件が何も記入されていません。それまでの 3 つの条件に一致しなかったテストケースに最後の結果内容が記入されます。最初の 2 つの結果内容欄は同じ内容です。このような指定も可能です。

一致条件はパラメータ間の AND 条件となります。記入されたすべての条件が一致するテストケースのみに左側の結果内容が記入されます。記入された値がエイリアスの場合はそのすべての値を意味します。

図 5－2 から図 5－3 の条件で生成されたテストケースの例を表 5－1 に示します。

表 5－1 生成されたテストケース

No.	A	B	C	結果内容
1	a1	b1	c3	1111 となる
2	a1	b2	c1	1111 となる
3	a1	b3	c1	3333 となる
4	a1	b4	c2	3333 となる
5	a2	b1	c1	3333 となる
6	a2	b2	c3	3333 となる
7	a2	b3	c2	1111 となる
8	a2	b4	c3	1111 となる
9	a3	b1	c3	3333 となる
10	a3	b2	c3	3333 となる
11	a3	b3	c2	2222 となる
12	a3	b4	c1	2222 となる
13	a4	b1	c2	2222 となる
14	a4	b2	c2	2222 となる
15	a4	b3	c3	3333 となる
16	a4	b4	c1	2222 となる

生成されたテストケースには右端に結果内容の欄が追加され、一致条件に一致したテストケースについて結果表の結果内容欄の記述が記入されています。テストケース数が数十個以上と多い場合は結果表機能があると時間の節約になります。生成を繰り返した場合は時間短縮効果が大変大きくなります。

エイリアスの値を指定する場合は、先頭の値の名称を使用します。

5. 3 使用できる演算子の一覧

一致条件で使用できる演算子を表5-2に示します。値はカンマ(,)で区切って複数記述することができます。条件の欄は1つの一致条件欄に複数の値を記述した場合にOR条件となるのかAND条件となるのかを表します。

表5-2 使用できる演算子

関係式の対象	演算子	条件	説明
パラメータと値	(指定しない)	OR	パラメータに属する値を表します。=と同じ意味です。カンマ(,)で区切って複数記述することができます。
	#	AND	記述した値を除いた残りの値を表します。値の先頭に1つだけ記述しますが値は複数記述することができます。

5. 4 記入上の注意事項

結果表の記入に関する注意事項を説明します。

(1) 一致条件の重複

複数の結果内容を定義した場合、同じ組み合わせに2つの異なる結果内容が一致することがあります。これは一致条件が重複する条件を含んでいるためです。この状態となった場合、PictMasterは図5-4の例のようなエラーメッセージを表示し、そこで処理を中止します。このエラーとなった場合は、条件が重複しないように「#」を使った逆条件を追加するとうまくなります。

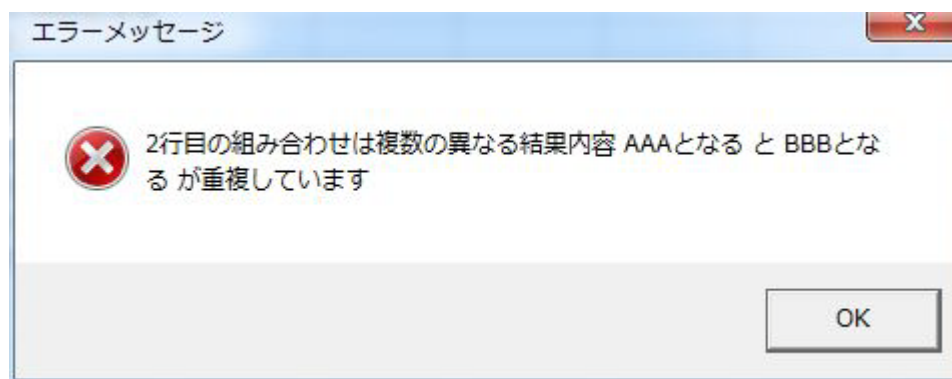


図5-4 一致条件重複のエラーメッセージの例

(2) 一致条件の不一致

一致条件に一致する組み合わせが1つもない場合があります。たとえば組み合わせるパラメータ数を2としている場合に一致条件として3つ以上のパラメータの値について指定した場合、起きる可能性が高くなります。また制約表の記述に違反した組み合わせを指定する一致条件の場合もこのエラーとなります。この状態となった場合、PictMasterは図5-5の例のようなエラーメッセージを表示し、そこで処理を中止します。

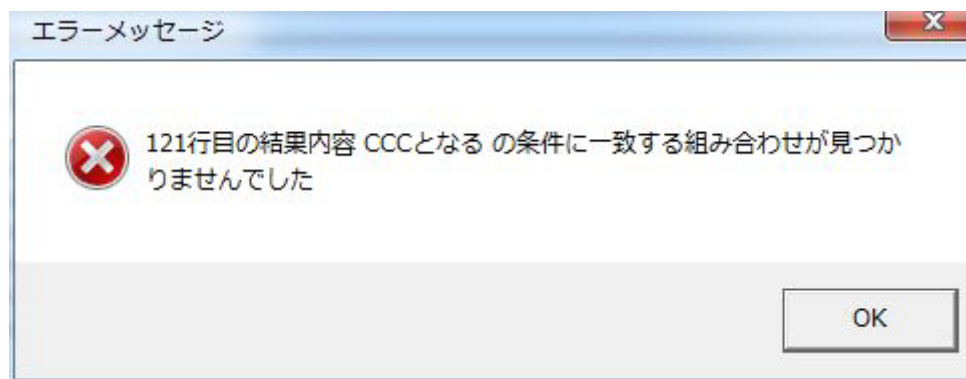


図 5－5 一致条件不一致のエラーメッセージの例

5. 5 結果表のもうひとつの使い方 結果内容の連結

これまで説明した結果表の使い方は、1つのテストケースは1つの結果内容にのみ一致することを条件としていました。しかし、テスト対象によっては、この仕様では結果表への記入が煩雑になることがあります。それは、1つのテストケースを構成する多数のパラメータの値によって結果内容が様々に変化する場合です。

例えば図 5－6 に示すモデルで、結果内容がパラメータ A の値と B の値によって変化する場合、これまでの方法では図 5－6 の結果表のように $3 \times 3 = 9$ 個の結果内容を記入しなければなりません。生成された結果は、表 5－3 のようになります。

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3
B	b1, b2, b3
C	c1, c2, c3
D	d1, d2, d3

結果表		
結果内容	A	B
A1B1	a1	b1
A1B2	a1	b2
A1B3	a1	b3
A2B1	a2	b1
A2B2	a2	b2
A2B3	a2	b3
A3B1	a3	b1
A3B2	a3	b2
A3B3	a3	b3

図 5－6 モデルと結果表の例

表 5－3 生成結果の例

No.	A	B	C	D	結果内容
1	a1	b1	c3	d3	A1 B1
2	a1	b2	c1	d2	A1 B2
3	a1	b2	c2	d2	A1 B2
4	a1	b3	c2	d1	A1 B3
5	a2	b1	c2	d2	A2 B1
6	a2	b2	c3	d1	A2 B2
7	a2	b3	c1	d3	A2 B3
8	a3	b1	c1	d1	A3 B1
9	a3	b2	c2	d3	A3 B2
10	a3	b3	c3	d2	A3 B3

これまで説明した方法では、この例のようにすべての組み合わせ結果ごとに結果表の結果内容を記述しなければなりません。まだ生成結果に影響を及ぼす値の数が少ないからいいのですが、増えてくると必要となる結果内容の欄が急激に増加してしまいます。

この例のように1つのテストケースを構成する多数のパラメータの値によって結果内容が様々に変化する場合、パラメータの値の組み合わせに対して結果内容を記入するのではなく、個々のパラメータの値ごとに独立して結果内容を記述することができれば、記入しなければならない結果内容欄の数を少なくすることができます。生成されたテストケースの結果内容欄には、一致した各内容欄の記入内容が「連結」されて設定されることになります。

図 5－7 にそうした結果表の例を示します。

結果表		
結果内容	A	B
A1	a1	
A2	a2	
A3	a3	
&B1		b1
&B2		b2
&B3		b3

図 5－7 結果内容を連結する結果表の例

この結果表による生成結果の結果内容欄は、表 5－3 とまったく同一となります。結果内容欄の先頭の文字がアンパサンド (&) で始まっている場合、テストケースの値が結果表の一致条件に一致したときの結果内容が異なると、それぞれの異なる結果内容の文字列が「連結」され、新しい結果内容となります。言い換えると、生成されたテストケースの「結果内容」欄にすでに記入されている内容と、今現在一致条件に一致したときの「結果内容」が異なる場合、それぞれの異なる結果内容の文字列が「連結」され、新しい結果内容となります。

この例では結果内容欄は、これまでの方法の 9 個に対して $3 + 3 = 6$ 個で済んでいます。結果内容に影響を与える値が増えるほど、この差は大きなものとなります。

結果表の一致条件に一致したとき、現在一致した結果内容とすでにテストケースの結果内容欄に記入されている内容が異なる場合、順番が後の結果内容欄の先頭に & がないときは、これまでどおり「一致条件の重複」のエラーメッセージが表示されます。

6. より有効な使い方

6. 1 PictMaster のカスタマイズ

PictMaster は、Excel の Book であることから使いやすいうようにカスタマイズすることが可能です。1～7 行目は自由にレイアウトしてかまいません。PictMaster のファイル名、シート名は任意の名前に変更してかまいません。

PictMaster で編集メニューから「シートの移動またはコピー」を選択し、表示されたフォームの「コピーを作成する」にチェックを入れ「OK」ボタンをクリックすることで異なるテストケースを生成するシートを任意の枚数設けることができます。これに対して、挿入メニューからワークシートを選択して新しいシートを作成し、PictMaster のシートをコピーして貼り付けてもそのシートでは正常に動作しませんので注意してください。

テスト対象の大きな機能ごとに PictMaster の Book を設け、そのいくつかの組み合わせテストケースのモデルを複数のシートに分けて管理するという方法がよいかもしれません。またテスト仕様書を Excel で作成している場合は、PictMaster を使用してテストケースを作成したテスト仕様書を PictMaster の別シート上に記述し、テスト仕様書と PictMaster を 1 つの Book に統合することも可能です。その場合、「PictMaster」という Book 名はテスト対象を表す機能名などの名称に変更することになるでしょう。このような例でのシート名の並びを図 6-1 に示します。

図 6-1 シート名の並びの例

この例ではシート名「テスト仕様 B-15」がテストの記号名であり Book 名でもあります。1-1～2-4 のシートに記入されているテストケースについてのテスト方法、確認内容、データ設定内容などを記述したテスト設計仕様書(*1)のシートです。1-1～2-4 のシートは個々の確認内容に応じたテストケース仕様書(*1)です。これらのテストケースのうち、“要因”がシート名についているシートが PictMaster を使用して組み合わせテストケースの作成に使用した PictMaster のシートです。

カスタマイズする際、パラメータ、値の並び、サブモデル、制約表および結果表の文字が記入されたセルの行番号と列番号は変えないで下さい。VBA がモデルなどの位置を認識できず実行できなくなります。

*1: IEEE 829 標準規格に準拠したドキュメント。テスト手順書に該当する内容は、テスト設計仕様書またはテストケース仕様書で包含しているので設けていない。

6. 2 エラー／警告メッセージが表示された場合

PictMaster では制約表から制約式に変換する過程で多くのチェックを行っており、PICT 自体からエラー/警告メッセージが表示されることはまれだと思います。

エラー/警告メッセージが表示されている間はそのメッセージ内容が記述されているファイル “e.txt” が存在するので、メモ帳などで e.txt のファイルを開くことができます。ファイルを開いた後で、エラー（警告）メッセージの OK ボタンをクリックすれば、メモ帳などでエラー/警告メッセージを見ながら PictMaster のパラメータ定義や制約表の間違いを調べることができます。また警告メッセージの場合は、警告メッセージの OK ボタンをクリックしても、テストケースは生成されているので “a.xls” のファイルを開いて生成結果を確認することができます。

6. 2. 1 矛盾した制約をすばやく見つけるには

PICT から表示されるメッセージで多いものとして図 6－2 に示すようなメッセージがあります。

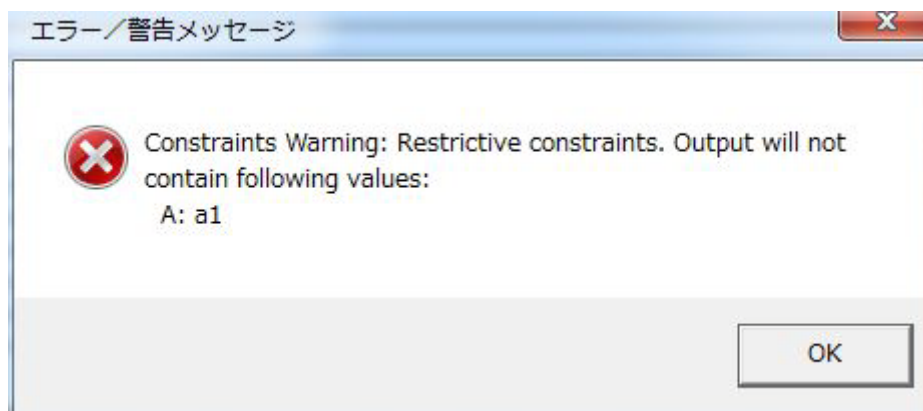


図 6－2 PICT が表示するメッセージの例

この例はパラメータ“A”の値“a1”が組み合わせに1つも含まれていないことを警告するメッセージです。この例では1つだけですが場合によっては5～6個の指摘がなされることもあります。

こうしたメッセージが出る原因は制約の指定に誤って相互に矛盾する複数の制約を指定したためです。間違った制約を突き止めるには指摘されたパラメータの値が組み合わせに表れないような矛盾した制約の指定を行っていないか制約表で各制約の関係を見直すことです。いくつも指摘された場合はどれか1つに的を絞って調べます。

このような警告が現れる最も単純な制約指定を以下に示します。

制約表		
パラメータ	制約1	制約2
A	a1	a2
B	b1	b1

図 6－3 矛盾した制約指定の例（その1）

この制約指定は制約条件の値とそれに対応する制約対象の値が不一致であるため値 a1 が組み合わせに現れないことになっています。この制約指定の誤りは一目見れば分かりますが、実際には多くの制約が関係した結果として、こうした制約条件と制約対象との矛盾が起こります。

基本として矛盾した制約かどうかは、同じ行に位置する2つのセルの値が異なる場合、値が同じでなくとも矛盾しない関係にあるかどうかを調べることにあります。

6. 3 画面を分割し制約表を記入しやすくする

制約の数が多くなると右に横スクロールしなければならないため、各パラメータの値の名称が見えなくなります。そのため左に横スクロールして名称を確認しなければなりません。また結果表の記入を行なう際もパラメータの値が見えず面倒です。これを頻繁に行なうことは煩わしいので簡単に記入できる方法を紹介します。

環境設定ボタンを押すと表示される「ウインドウ分割ショートカットキー」に任意の1文字（デフォルトは“e”）を入力しておく、コントロールキーを押しながらショートカットキーを押すことで PictMaster のウインドウが2つ開かれ、上下に整列され、下側のウインドウはパラメータ欄と制約欄との間で分割されます。PictMaster が複数のワークシートで構成されている場合は、各ワークシートの環境設定フォーム

PictMaster v4.3 以降の新しいバージョンと v4.22 以前の古いバージョンを同時に開いている場合は、古いバージョンでのウインドウ分割ショートカットキーは無効となります。古いバージョンでウインドウ分割ショートカットキーを使用したい場合は、いったん Excel そのものを終了する必要があります。

[illegible]

この状態の画面では制約表を横スクロールしてもパラメータと値が常に見えているので多くの制約を必要とする場合に制約表への記入がしやすくなります。

なお他のシートや Book に一旦切り替えた場合、元の画面に戻るとウィンドウ分割の状態が変化しています。ここで再度ウィンドウ分割のショートカットキーを 2～3 回押すことで正しい分割画面とすることができます。他のシートを表示したい場合は画面の下のウィンドウからシートを選択することで、選択したシートの本来のズーム（倍率）で表示させることができます。画面の上のウィンドウから他のシートを選択すると常に 100%のズームで表示されます。

6. 4 要因列挙テストでテストケースを削減する

ソフトウェア開発ではまったくの新規開発は少なく、大部分は既存製品をベースにしたソフトウェアの再利用をとまなうソフトウェア開発です。

既存製品をベースにした新製品の開発では製品の各機能は、新製品で新たに追加された「**新規機能**」と、既存製品の機能をそのまま流用した「**既存機能**」に分けることができます。こうした場合、ソフトウェアテストを各機能に対して均等に工数を割り当てるのではなく、ソフトウェアの変更のない既存機能についてのテストは思い切って工数を減らし、新規機能のテストに工数を割り当てることになります。これを組み合わせテストに当てはめれば、新規機能については**要因組み合わせテスト**を多めに行うが、既存機能についてはテストケース数が多くなりがちな**要因組み合わせテスト**ではなく、組み合わせを行わない**要因列挙テスト**で済みますということになります。

要因列挙テストのテストケースを作成するには環境設定で「**組み合わせるパラメータ数**」に**1**を設定して生成を行なうだけです。

パラメータが5つ、各パラメータあたり5つの値を持つモデルでの要因列挙のテストケースの例を以下に示します。

表 6－1 要因列挙のテストケースの例

No.	A	B	C	D	E
1	a1	b2	c1	d3	e1
2	a2	b1	c5	d2	e4
3	a3	b3	c4	d4	e2
4	a4	b5	c3	d5	e3
5	a5	b4	c2	d1	e5

全てを要因列挙にする必要がない場合もあります。それは最も多くの数の値を持つパラメータとそれ以外のパラメータの持つ値の数に大きな開きがある場合です。

パラメータが5つ、8個の値を持つパラメータが2つ、残りは3個のパラメータを持つモデルを例として説明します。（図 6－6）

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8
B	b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7, b8
C	c1, c2, c3
D	d1, d2, d3
E	e1, e2, e3

図 6－6 要因組み合わせと要因列挙を合成するのに適したモデル

このモデルのテストケース数は要因列挙テストでは8件となります。この場合、3個の値をもつパラメータが3つありますが、このパラメータについては、要因組み合わせテストとしてもテストケース数は $3 \times 3 = 9$ 件となり、8件とほとんど変わりありません。

ここで1つのテストケースで要因組み合わせと要因列挙を合成する方法を説明します。

環境設定で「**組み合わせるパラメータ数**」に**1**を設定します。「**サブモデルを使用する**」にチェックを入れます。サブモデルの記入欄に、要因組み合わせを行なうパラメータを記入し、**組み合わせ数に2**を記入します。（図 6－7）

サブモデル
C, D, E, 2

図 6－7 サブモデルで要因組み合わせを行なうパラメータを指定する。

このモデルでの生成結果を以下に示します。このテストケースではパラメータ A と B が要因列挙であり、パラメータ C、D および E が 2 パラメータ間の要因組み合わせとなっています。

表 6－2 要因組み合わせと要因列挙を合成したテストケース

No.	A	B	C	D	E
1	a1	b3	c1	d2	e1
2	a2	b7	c3	d2	e3
3	a3	b5	c2	d3	e1
4	a3	b7	c1	d1	e2
5	a4	b1	c2	d2	e2
6	a5	b8	c3	d1	e1
7	a6	b4	c2	d1	e3
8	a7	b6	c1	d3	e3
9	a8	b2	c3	d3	e2

このように多くの値を持つパラメータだけ選択して要因列挙とし、それ以外のパラメータを要因組合せとすることで、テストケース数をそれほど増加させることなく、要因組み合わせを混在させた要因列挙のテストケースを生成することができます。

この例では要因列挙テストとするパラメータが 2 つでしたが、3 つ以上とした場合でも各パラメータの組み合わせはランダムとなり、組み合わせが 1 対 1 となるようなことはありません。

要因組み合わせと要因列挙を混在したテストケースはそれほど多くはないと思いますが、要因列挙のみのテストケースはよく使われることになると思います。要因列挙であればツールを使わなくてもいいのではないかと考える方がいるかもしれませんが、制約がある場合はツールを使ったほうが間違いのないものになりますし、組み合わせがランダムとなるのでよいでしょう。

要因列挙テストは、要因の組み合わせによるソフトウェアの欠陥はないだろうということを前提としています。既存機能の流用であれば、要因を組み合わせてまでの徹底したテストは不要だとすることでテスト工数を大きく削減してよいと考えます。

6. 5 ショートカットメニューを使って編集する

パラメータ欄と値の並び欄、制約表および結果表は専用のショートカットメニューを使って編集することができます。

第1列目を右クリックすると図6-8に示す編集専用のショートカットメニューが表示されます。

	パラメータ	値の並び
8		
9	A	a1, a2, a3
10	B	b1, b2, b3, b4
11	C	c1, c2, c3
12		d1, d2, d3
13		e1, e2, e3
14		
15		
16		
17		
18		

図6-8 行編集用のショートカットメニュー

制約表の制約タイトル欄を右クリックすると図6-9に示す編集専用のショートカットメニューが表示されます。

制約表	パラメータ	制約1	制約2	制約3
A				
B		b1, b2		
C		c1	c2	
D			d1, d2	

図6-9 列編集用のショートカットメニュー

ショートカットメニューを使って行や列の移動、挿入および削除を行なうことができます。削除を行なった場合は次のショートカットメニューで「元に戻す」が表示され、削除前の状態に戻すことができます。一度に編集できる行または列は1つです。挿入と削除は最後の行や列では無効です。

7. 困ったときは

(1) 「'PictMaster.xls' が見つかりません。」というエラーメッセージが表示される

ローカルのPC 上で作成したBook を別の環境（他のPC など）で開き、生成、整形、環境設定のボタンをクリックすると、「'PictMaster.xls' が見つかりません。ファイル名およびファイルの保存場所が正しいかどうか確認してください」といったメッセージが表示されて、ボタンが働かないときは、ボタンとVBA（マクロ）のつながりが切れている場合です。このメッセージが表示されたときは、当該ボタンを右クリックし、「マクロの登録…」を選び、表示されるマクロのリストから、ボタンの名称と同じマクロを選択し、OK をクリックすれば問題は解決します。

(2) ウィンドウ分割のショートカットキーが動作しない

PictMaster v4.3以降の新しいバージョンとv4.22以前の古いバージョンを同時に開いている場合は、古いバージョンでのウィンドウ分割ショートカットキーは無効となります。古いバージョンでウィンドウ分割ショートカットキーを使用したい場合は、いったんExcelそのものを終了する必要があります。

(3) 既存のBookをPictMasterのワークシートのコピー先に指定するとエラーとなる

既存のBook（PictMasterではない）をPictMasterのワークシートのコピー先に指定することはできません。PictMasterのBookに新規ワークシートを設けて、そこに既存のBookのワークシートの内容をコピー&ペーストしてください。

(4) 「実行時エラー '62' : ファイルにこれ以上データがありません」というエラーメッセージが表示される

文字コード変換プログラム **nkf.exe** がPICTのあるフォルダ内になく、PictMasterのあるフォルダ内にもないとこのエラーメッセージが表示されます。これは最小テストケース生成のときで、1回だけの生成時は空白のシートが表示されます。

PICTのあるフォルダ内に **nkf.exe** を置いてください。

(5) Excel2007以降のExcelで編集して保存したファイルをExcel2003以前のExcelで開くと、制約表のセルの色が変わってしまう

Excel2003以前とExcel2007以降とで、色の扱いが変わったことに起因する問題です。Excel2003以前のExcelで使える色数は64色までの制限がありますが、Excel2007以降のExcelでは使用できる色数に制限がなくなりました。

(6) 「カバレッジを表示」を指定して生成を行なうと時間がかかる

PictMasterは3-Wayカバレッジを計算するために、内部で組合せるパラメータ数に3を指定して生成を行ないます。この生成に時間がかかるためです。

(7) 「全数組み合わせと比較」を指定して生成を行なうといつまでたっても終了しない

全数組み合わせでは、パラメータや値の数が多いと組み合わせ数が膨大になります。この処理に時間がかかるためです。強制的に中止するにはタスクマネージャを起動し、PICTのプロセスを終了してください。

付録A 仕様

No.	項 目	値
1	パラメータの最大個数	50
2	パラメータあたり値の最大個数	50
3	制約表の最大制約数	50
4	結果表の最大条件数	50
5	結果表の1つの行に記入可能な値展開後の値の最大個数 (*1)	500
6	結果表で処理可能な生成結果の最大行数	65535
7	パラメータの組み合わせ数範囲	1～50
8	最小テストケース生成回数範囲	2～999
9	最小テストケース生成シードの範囲	0～65535
10	整形可能な最大行数	65535
11	原型シートの最大行数	65535
12	指定可能なサブモデルの最大数	PICT に依存
13	値の重み付けの指定範囲	2 倍～10 倍
14	重複した組み合わせを削除可能な最大行数	65535
15	指定可能な 3-Way カバレッジ範囲	30～90 [%]
16	指定カバレッジ生成試行回数範囲	3～10

*1: 1つの行のすべてのパラメータの列に記入された値の個数の合計。値がエイリアスを含む場合は、エイリアスで指定した値の数をその値の個数に加算してカウントする。

付録B 制限事項

【重要な注意点】

多くのパラメータ、値、制約または組み合わせ数を指定した場合など、PICT の処理能力の限界により、テストケースを生成するまできわめて長時間かかる場合があります。こうした場合に処理を途中で止めた場合は、タスクマネージャを起動し、プロセスから pict.exe を選択し、プロセスの終了を行なってください。

あらかじめ処理時間がかかりそうに思われる場合は、最小テストケース生成は行わず、1 回だけの生成を行なって処理時間を確認することをお勧めします。