

PictMaster ユーザーズマニュアル

2008年	2月	6日	第1.0版	V2.0対応
2008年	2月	25日	第1.1版	V2.1対応
2008年	3月	11日	第1.2版	V2.2対応
2008年	4月	22日	第1.3版	V2.3対応
2008年	5月	20日	第1.4版	V2.4対応
2008年	6月	2日	第1.5版	V2.5対応
2008年	6月	11日	第1.6版	V2.6対応

更新履歴

版数	更新日	対応 Ver.	更新内容
1.0	2008.02.06	2.0	新規作成
1.1	2008.02.18	2.1	多くの誤記修正。 5 . 1 でシートの並びの例を追加。 5 . 3 でウインドウ分割の説明を追加。
1.2	2008.3.11	2.2	3 . PictMaster の使い方の章全般を修正。 4 . 3 制約条件と制約対象の指定方法の章に AND 条件で複数のパラメータを指定する場合の説明を追記。 4 . 4 使用できる演算子の一覧の章を追加。
1.3	2008.4.22	2.3	0 . インストール方法を変更 5 . 確認表への記入のしかたの章を追加。以降の章番号を訂正。 6 . 4 デシジョンテーブルテストと組み合わせテストの統合の章を追加。
1.4	2008.5.20	2.4	3 . 4 値の並び欄の記入のしかたを変更 3 . 4 . 1 エイリアス、3 . 4 . 2 無効値テスト、3 . 4 . 3 重み付け、付録 A 仕様の章を追加。 目次をハイパーリンクからページ番号付きに変更
1.5	2008.6.2	2.5	4 章を条件付き制約と無条件制約の章に分けた。 6 . 5 テスト実施中に組み合わせを修正する の章を追加。
1.6	2008.6.11	2.6	PictMaster 使用規定を変更した。 3 . 3 . 1 原型シートの使い方、3 . 4 . 3 重み付け に記述を追加。 重み付けの最大値を 5 から 1 0 に変更。

更新履歴の「対応 Ver」はこのマニュアルが対応している 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 . 本ソフトを利用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。
- 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	5
1 . はじめに	6
2 . PictMasterの仕組み	6
3 . PictMasterの使い方	8
3 . 1 「生成」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	15
3 . 4 値の並び欄への記入のしかた	17
3 . 4 . 1 エイリアス	17
3 . 4 . 2 無効値テスト	19
3 . 4 . 3 値の重み付け	20
3 . 5 サブモデル	22
4 . 制約表への記入のしかた	24
4 . 1 制約に関する用語の定義	24
4 . 2 制約表の構成	24
4 . 3 制約条件と制約対象の指定方法	25
4 . 3 . 1 条件付き制約	25
4 . 3 . 1 . 1 パラメータと値との制約	25
4 . 3 . 1 . 2 パラメータとパラメータとの制約	27
4 . 3 . 2 無条件制約	29
4 . 4 使用できる演算子の一覧	32
4 . 5 ダミーの値について	33
4 . 6 制約表の編集方法	34
5 . 確認表への記入のしかた	35
5 . 1 確認表の構成	35
5 . 2 一致条件の指定方法	35
5 . 3 使用できる演算子の一覧	38
5 . 4 記入上の注意事項	38
6 . より便利な使い方	39
6 . 1 PictMasterのカスタマイズ	39
6 . 2 エラー/警告メッセージが表示された場合	39
6 . 3 画面を分割し制約表を記入しやすくする	40
6 . 4 デシジョンテーブルテストと組み合わせテストの統合	41
6 . 5 テスト実施中に組み合わせを修正する	44
附録A 仕様	48

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://www.pairwise.org/> 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

(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 “a.txt” などは PICT があるフォルダ内に作成されます。

PictMaster.xls というブック名は変更してかまいません。

Sheet1 というシート名も変更してかまいません。

(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。全角スペースはエラーとなります。

1 . はじめに

PictMaster はオールペア法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 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用し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 (キャラクター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。

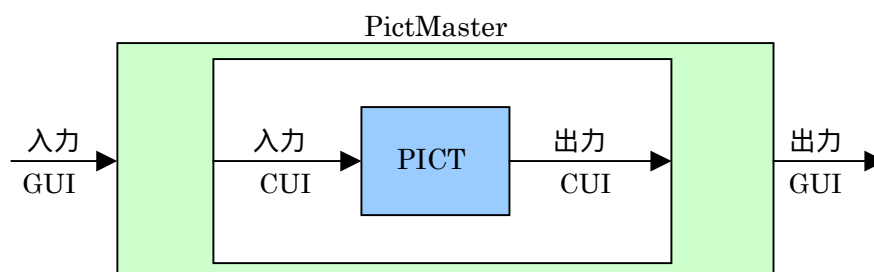


図 2 - 1 PictMaster のイメージ

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の実行を行ないます。

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。

以上、述べた内容を含めた PictMaster でテストケースを生成するイメージを図 2 - 2 に示します。

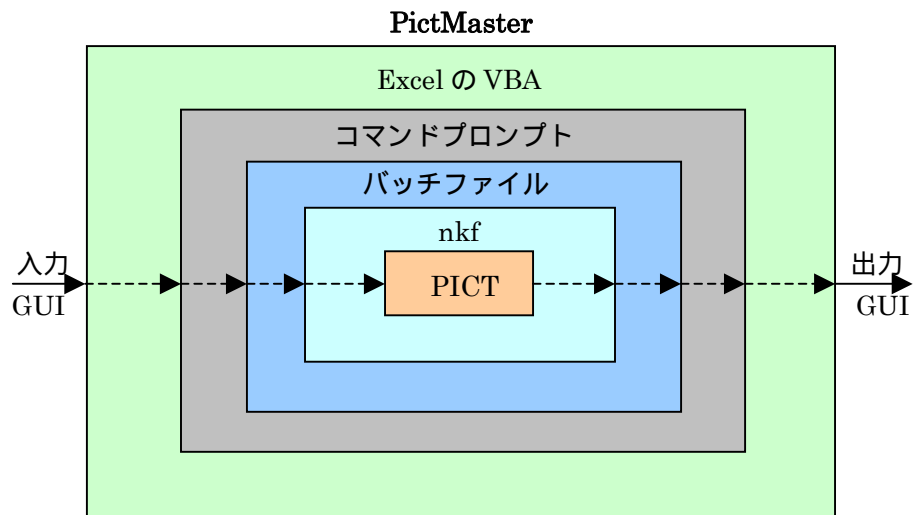


図 2 - 2 より詳しい PictMaster でテストケースを生成するイメージ

図 2 - 2 はイメージであり、実際にコマンドプロンプト上で PICT と nkf を制御しているのはバッチファイルです。

PictMaster は PICT に GUI を持たせて使いやすくするだけでなく、PICT にはない機能を追加して機能強化も行なっています。

3 . PictMaster の使い方

PictMaster は、Excel 2000 以降の Excel で動作します。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://www.pairwise.org/>

PictMaster の画面イメージを図 3 - 1 に示します。

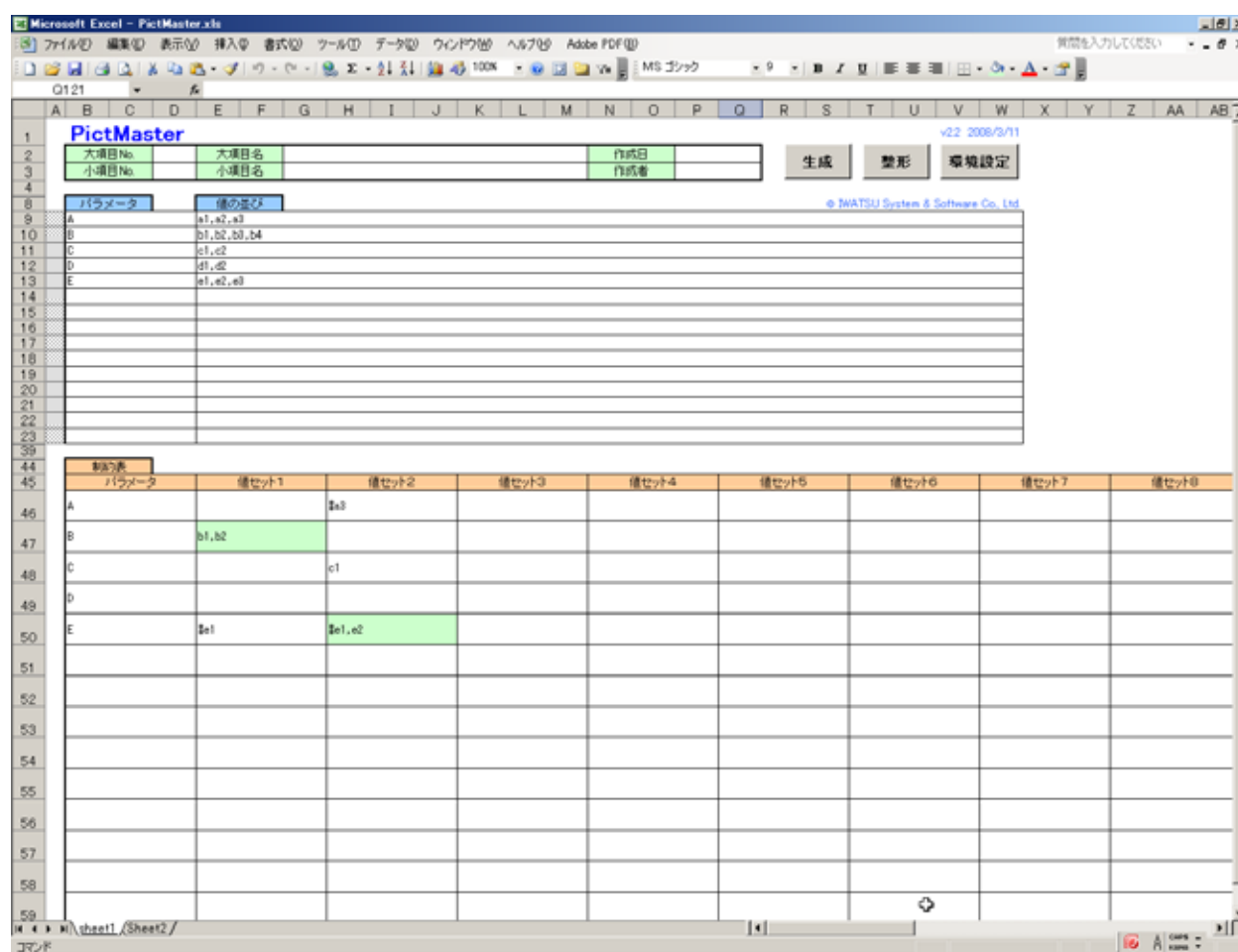


図 3 - 1 PictMaster の画面イメージ

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。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
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

9～38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。パラメータの末尾にコロン(:)は不要です。パラメータと値の並び欄は30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30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。各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、挿入は行なわないで下さい。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。第1列目の網掛け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、行の挿入、行の削除、元に戻す、を行なうことができます

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。PICTが出力したExcel用のファイルをExcelが特殊なファイルと認識してしまい、Excel 2000ではエラーになります。Excel 2002以降では処理を続行するか選択するダイアログボックスが表示されます。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(3), a3, a4, a5
B	b1, b2, b3, b4, b5
C	c1, c2, c3(4)
D	d1, d2, d3, d4

図3-3 パラメータ、値の並び欄の例

41～42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。基本的に2つまで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
{A, B, C} @ 2

図3-4 サブモデル欄の例

46～75行目 制約表欄

制約の内容を表形式で記入します。30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。ただし専用のショートカットメニューは現在のバージョンでは用意されていません。

制約表欄の例を図3-5に示します。

制約表			
パラメータ	セット1	セット2	セット3
A	a2		
B	b1, b2	b1, b2	
C		#c3	#c3
D	#d1, d2		d3, d4

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。

79～108行目 確認表欄

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。確認表欄は後述する環境設定フォームで「確認表を使用」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。確認表は組み合わせ内容に応じてあらかじめ期待する結果（確認内容）を記入する表です。確認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確認内容欄に期待する結果が設定されます。

確認表の例を図3-6に示します。

確認表				
確認内容	A	B	C	D
OKとなる	#a5			#d4
NGとなる	a5			d3, d4
HOLDとなる				

図3-6 確認表の例

確認表への記入のしかたは第5章で説明します。

2～3行目 「生成」、「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。



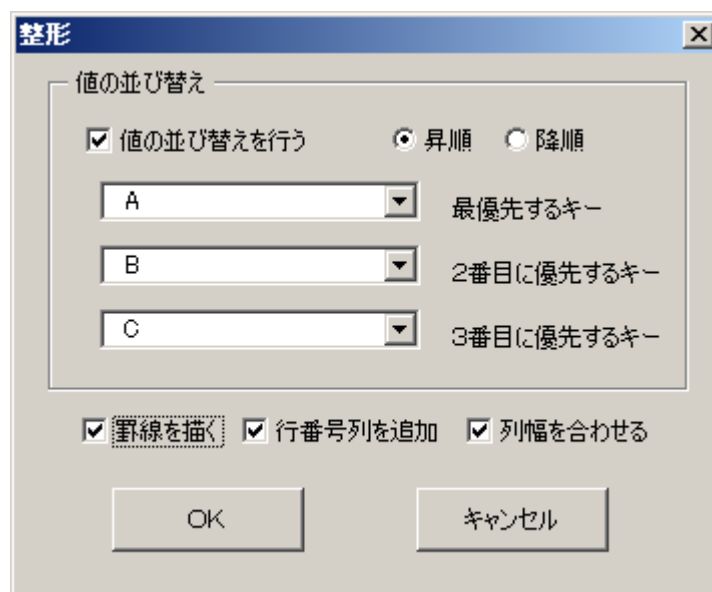
図3-7 3つのボタン

3.1 「生成」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。

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。



整形

値の並び替え

☒ 値の並び替えを行う ☒ 昇順 ☐ 降順

A	最優先するキー
B	2番目に優先するキー
C	3番目に優先するキー

☒ 罫線を描く ☒ 行番号列を追加 ☒ 列幅を合わせる

OK キャンセル

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られます。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。

「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2～30までの数字を指定します。「生成」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。「生成」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。

「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ファイル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。PictMasterの制限事項のため原型シート上の各パラメータは同じ数の値が定義されている必要があります。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10000個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。サブモデル欄は2行用意されていますが、3つ以上のサブモデルを定義したい場合は1行に改行を入れて2つ以上記入することで任意の数だけ定義することができます。

「確認表を使用」にチェックを入れると15行分の確認表欄が表示され、記入された条件式が有効となります。確認表欄は30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。

「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セット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。確認表への記入時にも使えます。詳細は[6.3章](#)で説明します。

「最少テストケース生成を実行」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9999回まで指定できます。デフォルトは30回です。

PICTは内部で固有の生成条件(0)を使用してテストケースの生成を行なっています。この生成条件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。

最少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。

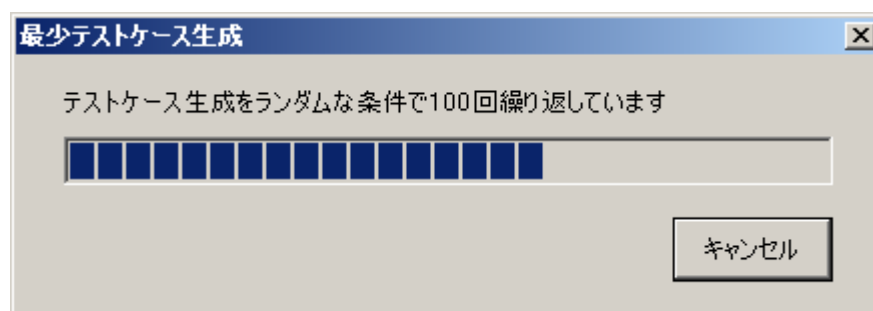


図3-10 最少テストケース生成中のプログレスバーの例

「統計情報を表示する」にチェックを入れると、最少テストケース生成が完了した時点で[図3-11](#)の例に示す最少数、最多数、初期数、最少時生成条件、および最少テストケース生成にかかった経過時間が表示されます。

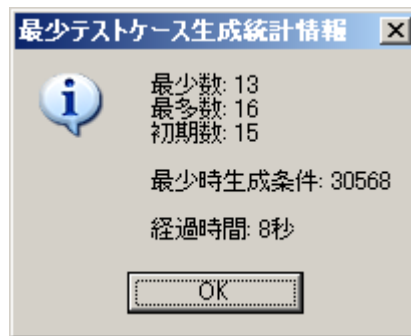


図 3 - 1 1 表示される統計情報の例

初期数の値は、PICT のデフォルトの生成結果を表します。最少時生成条件は、最少テストケースを生成した生成条件の数値を表します。この数値は後で説明する「生成条件」の欄に自動的に設定されます。この状態で「特定の生成条件を使用」を選択して生成を行なうと最少テストケースと同じ生成結果を得ることができます。

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、最少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 回程度行な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 500 ~ 1000 程度の値を入力して最少テストケース生成を行なってみてください。ただし、パラメータと値の数が極端に多く複雑な制約がある場合、あるいは多くの値を持つパラメータをサブモデルに指定した場合などは 1 回のテストケース生成に非常に長い時間がかかる場合がありますので注意してください。

初期条件で生成したテストケース数が最も少なかった場合は、最少ランダム数は 0 が表示されます。

最少テストケース生成にかかる時間はどれくらいでしょうか。例として以下に示すスペックのパソコンでデフォルトのモデル (図 3 - 3、図 3 - 5) を実行した結果を表 3 - 2 に示します。

OS : Windows XP SP2
CPU : Intel Pentium 4 3.0GHz
メモリ : 512MB
Excel : Excel 2000

表 3 - 2 最少テストケース生成にかかった時間の例

生成回数	経過時間
1 0 0	9 秒
3 0 0	2 4 秒
9 0 0	6 9 秒

最新の Excel 2007 を含めても Excel のバージョンの違いによる経過時間の変化は認められませんでした。

「**デフォルトの生成条件を使用**」を選択すると、PICT のデフォルトの生成条件を使用してテストケースの生成を行なうことになります。

「**特定の生成条件を使用**」を選択すると、「**生成条件欄**」に設定された数値を用いてテストケースの生成を行なうことになります。「**生成条件欄**」には 0 から 6 5 5 3 5 までの数値を設定することができます。

3 . 3 . 1 原型シートの使い方

原型シートには 2 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、すぐ右隣のシートを原型シートとして扱います。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 10000 個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を使用します。コメント行を除いた最初の行にはパラメータ名を記入します。2 行目以降の行は組み合わせられた値の並びを記入します。

【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条件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、値の重み付けを取り除いてからテストケースの生成を行なうことを推奨します。**

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	b2	c2
3	a1	b1	c1
4	a3	b2	c1
5	a2	b1	c2
6	a2	b2	c1
7	a3	b1	c2

図 3 - 1 2 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 - 1 3 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	b2	c2
2	a1	b1	c1
3	a3	b2	c1
4	a2	b1	c2
5	a2	b2	c1
6	a3	b1	c2
7	a1	b3	c2
8	a3	b3	c1
9	a2	b3	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、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。

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 - 1 4 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 - 1 5 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。このように、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 . 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。パイプは複数の値を 1 つの値として扱うエイリアスで使用します。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用します。値の後ろに半角括弧（ ）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重み付けを行なうことができます。

3 . 4 . 1 エイリアス

エイリアスは、ほぼ同等と考えることのできる複数の値に同じ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、同じ名称を与えます。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、エイリアスでまとめた複数の値には本来の名称が付与されます。

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。オールペア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 P1n、P2n とすると、これらを積算した値が、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）の数 TCn は次式で表されます。

$$TCn = P1n * P2n + \alpha$$

ここで 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 は比較的大きな値になります。逆に P2n より小さい場合は、 は小さな値になります。この場合多くは の値は 0 になります。

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。

エイリアスを使用したモデルの例を図 3 - 1 6 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, Linux, Mac OS X
HD容量	250GB, 500GB, 750GB
HDインターフェース	USB2.0, IEEE1394, eSATA

図 3 - 1 6 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 - 1 6 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は、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。

注意事項

エイリアスとして1つにまとめた値の数の多い場合は、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 無効値テスト

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3-17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3-17 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、3要因間の網羅率が向上します。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 - 18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 - 18に重み付けの例

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 - 18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少テストケース生成を行なうと、環境設定フォームで「統計情報を表示する」がチェックされていれば、図 3 - 19 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。

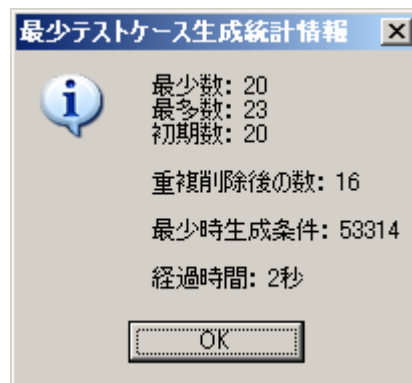


図 3 - 19 重み付けのあるモデルの生成統計情報の例

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 30 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 30 個を超えないようにしてください。

【重要な注意】

値の重み付けと原型シート([3.3.1 章](#))の機能を同時に使用すると重み付けは正常に動作しません。原型シートの機能を使用する場合は値の重み付けは行わないようにすることを推奨します。

PICT 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 3 パラメータ以上の網羅度を 100%確保**することができます。

たとえば、図 3 - 2 0 に示す、A 社ルータと B 社ルータの接続テストを、速度と OS を変えながら実施する場合、パラメータの重要度を考慮すると図 3 - 2 1 のサブモデルになるでしょう。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。

パラメータ	値の並び
A社ルータ	ルータA1, ルータA2
B社ルータ	ルータB1, ルータB2
速度	100M, 1000M
A側OS	Windows XP, Linux, Mac OS X
B側OS	Windows XP, Linux, Mac OS X

図 3 - 2 0 A 社ルータと B 社ルータの接続テストのモデル

サブモデル
{A社ルータ, B社ルータ, 速度} @ 3

図 3 - 2 1 サブモデルの例

このテストで重要と考えられるパラメータは、A 社ルータ、B 社ルータ、そして速度とします。この場合、図 3 - 2 1 のようにサブモデル定義で、これら 3 つのパラメータについて 3 パラメータ間の組み合わせを網羅するよう指示します。このサブモデル定義を行うことで、A 社ルータ、B 社ルータ、速度の 3 つのパラメータすべての組み合わせが生成されます。生成された個々の組み合わせは、残りのパラメータである A 側 OS、B 側 OS の各パラメータと 2 パラメータ間の組み合わせとして統合されます。

図 3 - 2 1 のサブモデル定義を使用した場合の組み合わせ数は 2 4 です。これに対して、サブモデル定義を使用しない、すべてのパラメータについて、総当りの場合の組み合わせ数は 7 2 となります。このように適切な条件でサブモデル定義を用いると、組み合わせ数の爆発を抑えながら網羅率の高いテストを行なうことができます。サブモデルは 1 つのモデルでいくつでも定義できます。

図 3 - 2 0 と図 3 - 2 1 のモデルで生成された組み合わせを表 3 - 1 0 に示します。この表を見ると、A 社ルータ、B 社ルータ、速度の 3 つのパラメータについて、すべての組み合わせが生成されていることがわかります。さらに、この個々の組み合わせは残りの A 側 OS、B 側 OS の各パラメータとペアの組み合わせとなっていることがわかります。このことから **A 社ルータ、B 社ルータ、そして速度の 3 つのパラメータは 4 パラメータ間のすべての値と組み合わせられている**ことになります。

PictMaster ではサブモデル欄として 2 行用意されていますが、1 行内に改行を入れ、複数のサブモデルを記入することで 3 つ以上のサブモデルを定義することもできます。

表 3 - 1 0 サブモデルを使用した生成結果

No.	A 社ルータ	B 社ルータ	速度	A 側 OS	B 側 OS
1	ルータ A1	ルータ B1	1000M	Mac OS X	Mac OS X
2	ルータ A1	ルータ B1	1000M	Windows XP	Linux
3	ルータ A1	ルータ B1	1000M	Linux	Windows XP
4	ルータ A1	ルータ B1	100M	Mac OS X	Windows XP
5	ルータ A1	ルータ B1	100M	Linux	Linux
6	ルータ A1	ルータ B1	100M	Windows XP	Mac OS X
7	ルータ A1	ルータ B2	1000M	Linux	Mac OS X
8	ルータ A1	ルータ B2	1000M	Windows XP	Windows XP
9	ルータ A1	ルータ B2	1000M	Mac OS X	Linux
10	ルータ A1	ルータ B2	100M	Linux	Linux
11	ルータ A1	ルータ B2	100M	Mac OS X	Mac OS X
12	ルータ A1	ルータ B2	100M	Windows XP	Windows XP
13	ルータ A2	ルータ B1	1000M	Linux	Windows XP
14	ルータ A2	ルータ B1	1000M	Mac OS X	Mac OS X
15	ルータ A2	ルータ B1	1000M	Windows XP	Linux
16	ルータ A2	ルータ B1	100M	Mac OS X	Linux
17	ルータ A2	ルータ B1	100M	Linux	Windows XP
18	ルータ A2	ルータ B1	100M	Windows XP	Mac OS X
19	ルータ A2	ルータ B2	1000M	Mac OS X	Linux
20	ルータ A2	ルータ B2	1000M	Linux	Mac OS X
21	ルータ A2	ルータ B2	1000M	Windows XP	Windows XP
22	ルータ A2	ルータ B2	100M	Windows XP	Linux
23	ルータ A2	ルータ B2	100M	Linux	Mac OS X
24	ルータ A2	ルータ B2	100M	Mac OS X	Windows XP

4.1 制約に関する用語の定義

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。

if と then との間を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。then に続く関係式を順制約といい、else に続く関係式を逆制約と言います。制約条件にも順制約(=)と逆制約(<)>があります。

if 制約条件 then 順制約 else 逆制約

└──────────┘

制約対象

パラメータ 演算子 パラメータ

4.2 制約表の構成

表 4 - 1 未記入の制約表

制約表			
パラメータ	セット1	セット2	セット3

パラメータは30個まで、セットは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
詰めて記入してください。同様にセットの各列も空白列を置かず詰めて記入してください。たとえ空白行
があっても無視されるだけで処理上の問題は起きませんが、画面に表示されていない部分に制約が記入さ
れていて、意図した結果が得られない事態も想定されますので、詰めて記入することを推奨します。

24

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

制約条件とするセット欄は白色以外の任意の色で塗りつぶしてください。塗りつぶされたセット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。

制約対象とするセット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。セット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。

セット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。複数の値を記入した場合は、任意の1つ値の先頭に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。

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セット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、セット欄は空白とします。

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。モデルが表4-2で、制約表が表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。

表4-2 モデルの例(その1)

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

表4-3 制約表の例(その1)

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

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" ) ;

```

表4 - 2 のモデルで制約表が表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。

表4 - 4 制約表の例（その2）

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

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" ) ;

```

これまでの例で分かるようにあるセットの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。これに対してあるセット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、異なるセット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、すぐ右側のセット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。表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。

表 4 - 5 制約表の例（その 3）

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

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" ) ;

```

この例ではセット 2 とセット 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セットでは AND 条件となり、異なるセット間では OR 条件となります。ただし隣り合うセット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

次にセット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表 4 - 6、制約表を表 4 - 7、生成される制約式をリスト 4 - 4 に示します。

表 4 - 6 モデルの例（その 2）

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

表 4 - 7 制約表の例（その 4）

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

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" ) ;
```

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表 4 - 6、制約表を表 4 - 8、生成される制約式をリスト 4 - 5、生成されるテストケースを表 4 - 9 に示します。

表 4 - 8 制約表の例 (その 5)

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

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 - 9 テストケースの例 (その 1)

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。セット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つのセット欄にカンマ(,)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**アンパサンド(&)**を置くことで AND 条件とすることができます。

モデルを表4-10、AND条件で逆制約の制約表を表4-11、生成される制約式をリスト4-6、生成されるテストケースを表4-12に示します。

表4-10 モデルの例(その3)

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

表4-11 制約表の例(その6)

制約表	
パラメータ	セット1
A	
B	!C
C	!D
D	!B

リスト4-6 制約式の例(その6)

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

表4-12 テストケースの例(その2)

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、記入するセットを別にする、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表4 - 13、生成される制約式をリスト4 - 7、生成されるテストケースを表4 - 14に示します。OR条件を指定するには無条件制約の右側のセットで、先頭にプラス(+)を置きます。

表4 - 13 制約表の例(その7)

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

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 - 14 テストケースの例(その3)

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つのセット欄に複数のパラメータを記入した例として、モデルを表4 - 15、制約表を表4 - 16、生成される制約式をリスト4 - 8、生成されるテストケースを表4 - 17に示します。

表4 - 15 モデルの例(その4)

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

表 4 - 1 6 制約表の例 (その 8)

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

リスト 4 - 8 制約式の例 (その 8)

$([B] = [C] \text{ or } [B] \neq [D]) \text{ and } ([D] \neq [E] \text{ and } [D] = [F]) ;$

表 4 - 1 7 テストケースの例 (その 4)

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4-18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つのセット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4-18 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セットでOR条件となることを表します。無条件制約の右側のセット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、異なるセット間の条件を表しているためです。

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表4-19、制約表を表4-20、生成された制約式をリスト4-9、生成結果を表4-21に示します。この例でパラメータの通話種別は外線側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。

表4-19 モデルの例(その3)

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, -

表4-20 制約表の例(その5)

制約表			
パラメータ	セット1	セット2	セット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	-	-	#-

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] <> "-") ;

```

表4-20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。

あるセット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 - 2 1 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	P 外線	外線 1 内線 2	K T	D C L	-
2	P 外線	外線 1 内線 2	S L T	K T	-
3	P 外線	外線 1 内線 2	S L T	S L T	-
4	P 外線	外線 2 内線 1	D C L	-	-
5	S D N	外線 1 内線 2	D C L	K T	-
6	S D N	外線 1 内線 2	K T	S L T	-
7	S D N	外線 1 内線 2	S L T	D C L	-
8	S D N	外線 2 内線 1	K T	-	-
9	アナログ	外線 1 内線 2	D C L	K T	-
10	アナログ	外線 1 内線 2	K T	D C L	-
11	アナログ	外線 1 内線 2	S L T	S L T	-
12	アナログ	外線 2 内線 1	S L T	-	-
13	内線	内線 3	D C L	D C L	D C L
14	内線	内線 3	D C L	S L T	S L T
15	内線	内線 3	D C L	S L T	K T
16	内線	内線 3	K T	K T	D C L
17	内線	内線 3	K T	K T	S L T
18	内線	内線 3	K T	K T	K T
19	内線	内線 3	S L T	D C L	K T
20	内線	内線 3	S L T	D C L	S L T
21	内線	内線 3	S L T	S L T	D C L

表 4 - 2 1 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。

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確認表欄の行位置がずれてしまいます。

行の削除を行ないたい場合は削除したい行の次の行から末尾の行まで行を選択してコピーし、1 0 9 行目以降の任意の行に貼り付けてください。そして ESC キーを押してコピーモードを解除し、先ほど貼り付けた行を選択し、切り取りを行ない、削除したい行を先頭にして貼り付けてください。

行の挿入を行ないたい場合も同様に行なってください。このとき貼り付ける行は、挿入を行ないたい末尾の行の次の行に貼り付けてください。いずれの場合も貼り付けたい行数と同じ行数を選択してから貼り付ける必要があります。

制約表のセット欄の挿入、削除は対象とするセルを選択し、右クリックして表示されるメニューから挿入または削除を選び、「右方向にシフト」または「左方向にシフト」を実行してください。 挿入を行なった場合は新しいセルが分割されてしまいますが、既存のセルをドラッグして上書きすることで通常の状態に戻せます。同様に記入済みのセルを未記入の状態に戻したい場合も、未記入のセルをドラッグして上書きすることで色を塗りつぶしなしにすることもできます。

5．確認表への記入のしかた

5．1 確認表の構成

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（確認内容）を記入するのに手間がかかりますが、確認表を使用することでこの手間をなくすることができます。

未記入の確認表を表5 - 1に示します。

表5 - 1 未記入の確認表

確認表			
確 認 内 容		パラメータ1	パラメータ2

確認表の**確認内容欄**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、確認内容欄に（*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確認内容を記述すればよいでしょう。確認内容欄は30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。

確認内容欄は1行目から間を空けずに詰めて記入してください。

確認表の**パラメータ欄**の列には、左側の確認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30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。左側の確認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「確認表を使用」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確認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。**確認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**、他の確認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について確認内容欄にその記述内容が記入されます。

表5 - 2にモデルの例、表5 - 3の制約表の例および表5 - 4に確認表の例を示します。

表5 - 2 モデルの例

パラメータ	値の並び
A	a1, a2(3), a3, a4, a5
B	b1, b2, b3, b4, b5
C	c1, c2, c3(4)
D	d1, d2, d3, d4

表 5 - 3 制約表の例

制約表			
パラメータ	セット1	セット2	セット3
A	a2		
B	b1, b2	b1, b2	
C		#c3	#c3
D	#d1, d2		d3, d4

表 5 - 4 確認表の例

確認表				
確認内容	A	B	C	D
OKとなる	#a5			#d4
NGとなる	a5			d3, d4
HOLDとなる				

確認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、モデルと確認表がともに見えるようにすると記入しやすくなります。

表 5 - 4 では要因 D と要因 E の列には何も記入していません。確認内容欄には 6 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していません。それまでの 2 つの条件に一致しなかったテストケースに最後の確認内容が記入されます。

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確認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。

表 5 - 2 から表 5 - 4 の条件で生成されたテストケースの例を表 5 - 5 に示します。生成されたテストケースには右端に確認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確認表の確認内容欄の記述が記入されています。この例のように数十個以上のテストケースとなる場合は確認表機能があると時間の節約になります。

表 5 - 5 生成されたテストケース

No.	A	B	C	D	確認内容
1	a1	b3	c3	d2	OKとなる
2	a1	b4	c1	d4	HOLDとなる
3	a1	b4	c2	d3	OKとなる
4	a1	b4	c3	d1	OKとなる
5	a1	b5	c3	d4	HOLDとなる
6	a1	b5	c3	d2	OKとなる
7	a2	b1	c1	d4	HOLDとなる
8	a2	b1	c2	d4	HOLDとなる
9	a2	b1	c3	d3	OKとなる
10	a2	b1	c3	d4	HOLDとなる
11	a2	b2	c1	d4	HOLDとなる
12	a2	b2	c2	d4	HOLDとなる
13	a2	b2	c3	d3	OKとなる
14	a2	b2	c3	d4	HOLDとなる
15	a2	b3	c1	d4	HOLDとなる
16	a2	b3	c2	d4	HOLDとなる
17	a2	b3	c3	d1	OKとなる
18	a2	b4	c3	d2	OKとなる
19	a2	b5	c3	d1	OKとなる
20	a2	b5	c3	d4	HOLDとなる
21	a3	b3	c1	d3	OKとなる
22	a3	b4	c2	d3	OKとなる
23	a3	b4	c3	d1	OKとなる
24	a3	b5	c3	d4	HOLDとなる
25	a3	b5	c3	d3	OKとなる
26	a3	b5	c3	d2	OKとなる
27	a4	b3	c1	d4	HOLDとなる
28	a4	b3	c3	d1	OKとなる
29	a4	b4	c3	d1	OKとなる
30	a4	b5	c2	d3	OKとなる
31	a4	b5	c3	d2	OKとなる
32	a4	b5	c3	d4	HOLDとなる
33	a5	b3	c2	d4	NGとなる
34	a5	b3	c3	d3	NGとなる
35	a5	b4	c3	d4	NGとなる
36	a5	b4	c3	d2	HOLDとなる
37	a5	b5	c1	d4	NGとなる
38	a5	b5	c3	d1	HOLDとなる

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5-6に示します。#を除いていずれの演算子も1つの値をカンマ(,)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5-6 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。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

確認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

複数の確認内容を定義した場合、同じ組み合わせに2つの確認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5-1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5-1 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5-2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5-2 一致条件不一致のエラーメッセージの例



6．より便利な使い方

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。

\\試験仕様B-15\\1-1\\1-2\\2-1\\2-2\\3-1\\4-1\\5-1\\6-1\\6-2\\6-3\\要因1-1\\要因2-1\\要因5-1\\

図 6 - 1 シート名の並びの例

この例ではシート名「試験仕様 B-15」が試験の記号名であり Book 名でもあります。1-1～6-3 のテストケースの操作方法、確認内容、データ設定内容などを記述したシートです。1-1～6-3 のシートは個々の確認内容に応じたテストケースです。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、オプション、制約表および制約式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。

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。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。

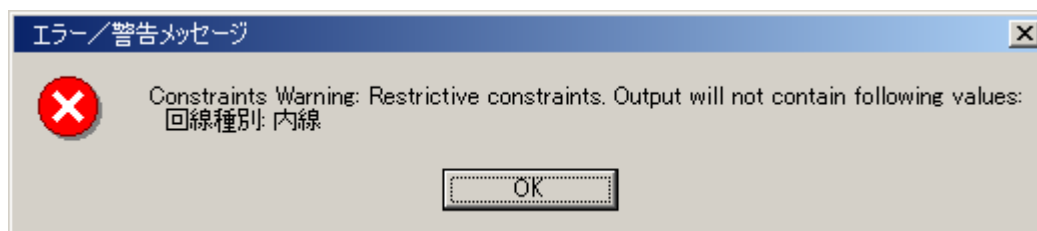


図 6 - 2 PICT が表示するメッセージの例

この例はパラメータ“回線種別”で値“内線”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。

これまでの経験上、直接制約式で指定した場合と比較して制約表で指定した場合の方が容易に原因を突き止めることができます。

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。

6.3 画面を分割し制約表を記入しやすくする

セット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。また確認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セット欄との間で分割されます。

図6-3にウインドウ分割ショートカットキーを押した後の画面例を示します。

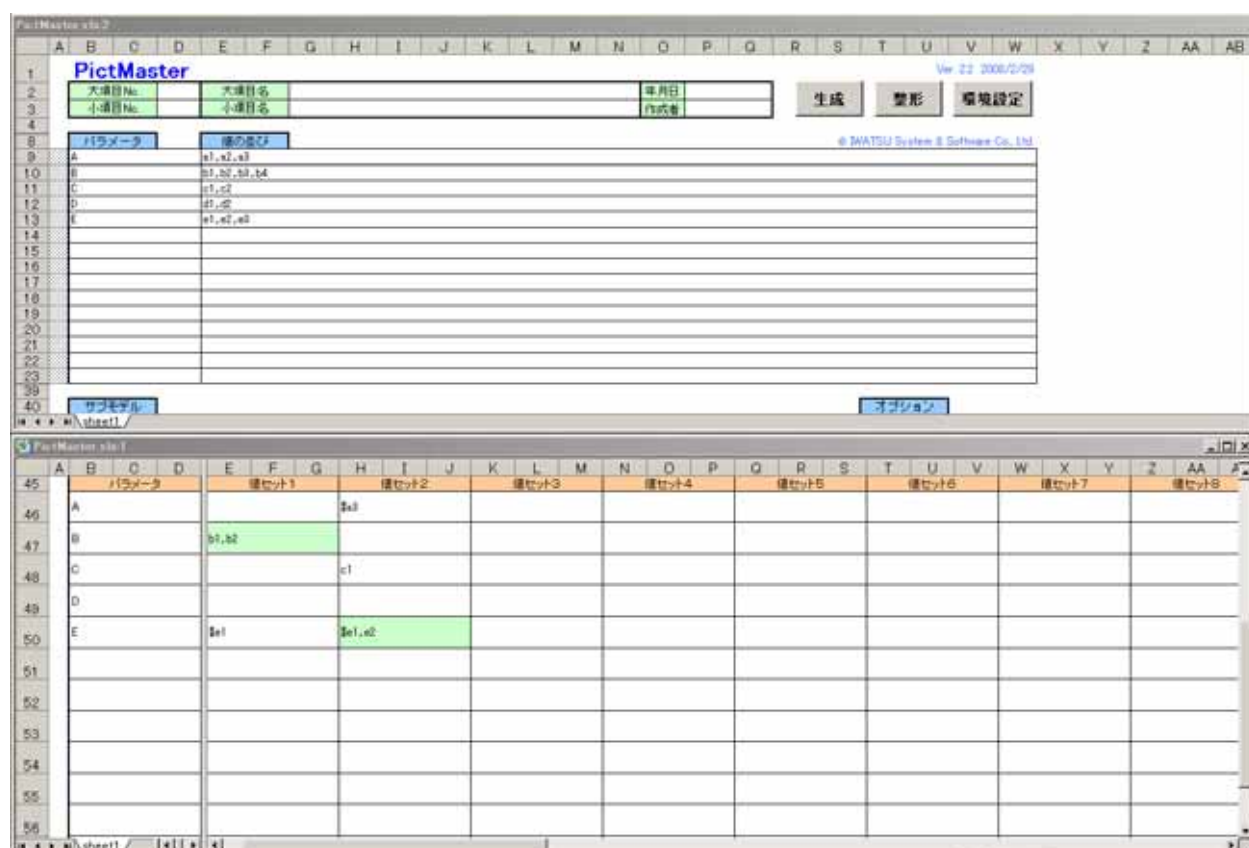


図6-3 ウインドウ分割の画面例

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セット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。

この状態で再度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と分割前の画面に戻ります。

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インドウ分割の状態が変化しています。ここで再度ウイ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イ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。画面の上のウイ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。これは Excel の仕様に起因する動作だと思われます。

6.4 デシジョンテーブルテストと組み合わせテストの統合

テスト対象によってはデシジョンテーブルテスト（以降 DT テストと記述）と組み合わせテストを合わせて行いたい場合があります。これはわたしの見解ですが DT テストと組み合わせテストを合理的に統合する方法は今までありませんでした。DT テストを組み合わせテストと統合したい場合、組み合わせテストケースごとに DT のすべてのルールを組み合わせると全体のテストケース数が非常に多くなり実用的でなくなる場合があります。

PictMaster の原型シートの機能を使用することで DT テストと組み合わせテストを合理的に統合することが可能となります。

方法を順番に述べると以下の通りとなります。ここでの DT の例は JaSST'07 Tokyo での「三賢者、テストを語る（DTvsCEGvsCFD）」<http://www.jasst.jp/archives/jasst07e/pdf/A5.pdf> の DT の「入場料問題」（34 ページ目）を使っています。

（１）PictMaster でデシジョンテーブルの対象とするパラメータについてルールに沿った制約表を記入します。（図 6 - 4）

制約表					
パラメータ	セット1	セット2	セット3	セット4	セット5
6歳未満	Y	N	N	N	N
小学生	N	N	Y	Y	N
一般	N	N	N	N	Y
65歳以上	N	Y	N	N	N
県内在住	N	N	Y	N	N
個人	N	N	N		

図 6 - 4 DT のルールに沿った制約表

（２）PictMaster 上で原型シート用にワークシートを挿入し DT のルール通りに記入します。値を特定する必要がない部分は任意の値を記入します。この例ではすべて N を記入しています。（図 6 - 5）

環境設定で「原型シートを使用」にチェックを入れます。制約表と原型シートでパラメータの行列が反転していることに注意してください。

	A	B	C	D	E	F
1	6歳未満	小学生	一般	65歳以上	県内在住	個人
2	Y	N	N	N	N	N
3	N	N	N	Y	N	N
4	N	Y	N	N	Y	N
5	N	Y	N	N	N	Y
6	N	Y	N	N	N	N
7	N	N	Y	N	N	Y
8	N	N	Y	N	N	N

図 6 - 5 原型シート上に DT を記入

(3) PictMaster でテストケースを生成し、結果が DT のルールと一致することを確認します。ここでは行ごとに並び替えが行われていることに注意してください(図 6-6)。

	A	B	C	D	E	F	G
1	No.	6歳未満	小学生	一般	65歳以上	県内在住	個人
2	1	N	N	N	Y	N	N
3	2	N	N	Y	N	N	Y
4	3	N	N	Y	N	N	N
5	4	N	Y	N	N	Y	N
6	5	N	Y	N	N	N	Y
7	6	N	Y	N	N	N	N
8	7	Y	N	N	N	N	N

図 6 - 6 生成したテストケース

(4) PictMaster に、組み合わせる残りのパラメータと値と必要があれば制約を記入します。この説明では A、B、C の 3 つのパラメータを組み合わせます。(図 6 - 7)

パラメータ	値の並び
6歳未満	Y, N
小学生	Y, N
一般	Y, N
65歳以上	Y, N
県内在住	Y, N
個人	Y, N
A	a1, a2, a3
B	b1, b2, b3
C	c1, c2, c3

制約表						
パラメータ	セット1	セット2	セット3	セット4	セット5	
6歳未満	Y	N	N	N	N	
小学生	N	N	Y	Y	N	
一般	N	N	N	N	Y	
65歳以上	N	Y	N	N	N	
県内在住	N	N	Y	N	N	
個人	N	N	N			
A						
B						
C						

図 6 - 7 組み合わせるパラメータを追加

(5) 最後に完全なテストケースを生成します。(図 6 - 8)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	No.	6歳未満	小学生	一般	65歳以上	県内在住	個人	A	B	C
2	1	N	N	N	Y	N	N	a1	b1	c3
3	2	N	N	N	Y	N	N	a3	b2	c2
4	3	N	N	N	Y	N	N	a2	b3	c1
5	4	N	N	Y	N	N	Y	a3	b3	c1
6	5	N	N	Y	N	N	N	a2	b1	c3
7	6	N	N	Y	N	N	Y	a1	b3	c3
8	7	N	N	Y	N	N	Y	a2	b3	c2
9	8	N	N	Y	N	N	Y	a1	b2	c1
10	9	N	Y	N	N	Y	N	a2	b3	c1
11	10	N	Y	N	N	N	Y	a1	b1	c2
12	11	N	Y	N	N	N	N	a2	b2	c3
13	12	N	Y	N	N	Y	N	a3	b1	c3
14	13	N	Y	N	N	Y	N	a1	b2	c2
15	14	Y	N	N	N	N	N	a3	b2	c2
16	15	Y	N	N	N	N	N	a1	b1	c1
17	16	Y	N	N	N	N	N	a2	b3	c3

図 6 - 8 DT テストと組み合わせテストを統合したテストケース

この例ではDTの7つのルールと3つの値を持つ3つのパラメータとのペアでの組み合わせで16のテストケースとなりました。DTのすべてのルールについてすべての組み合わせ結果を組み合わせようとするとテストケースは $7 \times 3 \times 3 \times 3 = 189$ となります。

原型ファイルをなぜ使用するかというと、**原型ファイルを用いずに制約の指定だけにすると** PICTは2ペアの最少のテストケースを生成するのでDTのルールのうち生成されないルールがでてしまいます。この例では原型ファイルを使用しないで生成を行なうと1つ少ない6通りのルールが生成されてしまいます。

以上の方法でDTテストと組み合わせテストを無理なく統合することができます。

DTと組み合わせテストを統合した場合、生成されるテストケース数がなぜ16通りになるかですが、生成結果のパラメータA, B, Cにフィルタをかけてもらえば分かりますが、A, B, Cのうちの任意の1つのパラメータについてフィルタをかけるとDTのルール7つのうち、DTのパラメータ6歳未満～個人で値Y, Nがもれなく出現する5つのルールと組み合わせられていることが分かります。(後述しますが最少の数は4つです)

一部は6つのルールと組み合わせされているものがありますがこれはPICTの最少テストケースを生成するという性能上の限界によるものかもしれません。全てが5つのルールと組み合わせられた場合、生成されるテストケース数は $5 \times 3 = 15$ となりますが、実際のテストケース数は1つ多い16となります。

このテストケース数はDTの各ルールの値とパラメータA, B, Cとの2パラメータ間の組み合わせをすべて網羅した結果であるということがいえます。

テストケース数が少ないことはよいのだが、DTの各ルールとパラメータA, B, Cとの組み合わせをもっと多くしたいという場合もあるかもしれません。この方法はパラメータA, B, Cのうちの1つのパラメータの1つの値についてDTの各ルールと2パラメータ間の組み合わせを網羅しているだけです。より多くの組み合わせを網羅したい場合はサブモデルを使用します。環境設定フォームで「サブモデルを使用する」にチェックを入れ、サブモデル欄を表示し、そこに以下の記述を行ないます。

{A, B, C} @ 2

この設定を行なうことで、パラメータ A, B, C のうちの 2 つのパラメータの 1 つずつの値について、DT の各ルールと 2 パラメータ間の組み合わせを網羅したテストケースが生成されます。この場合、生成されるテストケース数は 3 9 通りとなります。この場合もパラメータ A, B, C にフィルタをかけてもらえば分かりますが、パラメータ A, B, C のうち任意の 2 つの組み合わせに DT のルールが 4 つ組み合わせられます。一部で 5 つとの組み合わせがあります。

テスト項目の重要性も関係しますが一般的にはここまで組み合わせれば十分ではないでしょうか。ちなみに、{A, B, C} @ 3 とした場合は 1 1 2 通りのテストケースとなります。この場合でも DT の各ルールとは 2 パラメータ間の組み合わせ（DT 側はほぼ 4 通り）となるので、パラメータ A, B, C のすべての値の組み合わせ $3 \times 3 \times 3 = 27$ と DT の 7 ルールを組み合わせた場合の 1 8 9 通りよりは少なくなります。

6.5 テスト実施中に組み合わせを修正する

テスト担当者が組み合わせテストを行なっている最中に、**実施できないテストケースを見つける**ことがあります。組み合わせが制約のため実施できない組み合わせとなっている場合です。テストケースを生成する際は、すべての制約を考慮して実施できない組み合わせが生成されないようにしますが、テスト仕様書作成の基となる機能仕様書に不備がある、組み合わせ生成後のチェックでの見落とし、などの理由で**実施できない組み合わせのテストケースがまぎれこんでしまう**ことがあります。

制約を修正しただけで再度テストケースを生成すると、組み合わせが全く異なるテストケースとなります。テストの初めの時点で見つけた場合は、制約を修正し、再度テストを実施すれば済みますが、テストの半分以上を実施してから見つけたような場合は、最初からテストをやり直さざるを得ず、それまでの**多くの工数が無駄になります**。これは組み合わせテストを実施する上での大きな問題です。

こうした問題にその場で対処できる方法があります。**原型シート**の機能を用いることで、それまで実施したテストを無駄にすることなく、残ったテストケースを実施することができます。

手順を以下に示します。

- (1) PictMaster のワークシートの右隣りに原型シート用として新しいワークシートを挿入します。
- (2) 問題の見つかったテストケースのワークシートから、PictMaster が生成した部分(パラメータ名、値)をすべてコピーします。
- (3) PictMaster の原型シートの左上(A1)のセルをクリックし、右クリックで「形式を選択して貼り付け」を選び、「貼り付け」のグループから「値」を選択して「OK」をクリックします。
- (4) 原型シートに貼り付けたテストケースの中から、実施できない組み合わせの原因となる値だけを削除します。
- (5) 実施できないテストケースが生成されないように PictMaster の制約表を修正します。
- (6) 環境設定フォームで「原型シートを使用する」をチェックし、「OK」ボタンをクリックしてからテストケースの生成を行ないます。
- (7) 生成されたテストケースを元のテストケースのワークシートに貼り付けます。

後は基本的には、残ったテストケースについてテストを再開するだけです。以下に例を用いて説明します。なお例で用いているテストケースの組み合わせは最少テストケース生成で生成したため、必ずしも各ユーザで同じ結果になるとは限らない点に留意してください。

表 6 - 1 のモデル、表 6 - 2 の制約表、表 6 - 3 のテストケースがあります。

表 6 - 1 モデルの例

パラメータ	値の並び
A	a1, a2, a3, a4, a5
B	b1, b2, b3, b4
C	c1, c2, c3

表 6 - 2 制約表の例（その 1）

制約表	
パラメータ	セット1
A	a5
B	b4
C	

表 6 - 3 テストケースの例（その 1）

No.	A	B	C
1	a1	b1	c3
2	a1	b2	c3
3	a1	b3	c2
4	a1	b4	c1
5	a2	b1	c1
6	a2	b2	c2
7	a2	b3	c1
8	a2	b4	c3
9	a3	b1	c2
10	a3	b2	c1
11	a3	b3	c2
12	a3	b4	c3
13	a4	b1	c2
14	a4	b2	c1
15	a4	b3	c3
16	a4	b4	c2
17	a5	b4	c1
18	a5	b4	c2
19	a5	b4	c3

この例では、No.13 までテストを実施したところでこの組み合わせではテストできないことが分かったとします。理由は、「値 a4 は b4 とのみ組み合わせ可能であるのに、b4 以外と組み合わせされている」とします。

PictMaster で新規ワークシートを右隣りに挿入し原型シートとします。テスト仕様書から表 6 - 3 のテストケースのパラメータ A、B、C の列をコピーし、原型シートに形式を選択して値のみ貼り付けます。

次に原型シートから、誤った組み合わせである a4 と組み合わせられているパラメータ B の値を削除します（図 6 - 9）。

	A	B	C
1	A	B	C
2	a1	b1	c3
3	a1	b2	c3
4	a1	b3	c2
5	a1	b4	c1
6	a2	b1	c1
7	a2	b2	c2
8	a2	b3	c1
9	a2	b4	c3
10	a3	b1	c2
11	a3	b2	c1
12	a3	b3	c2
13	a3	b4	c3
14	a4		c2
15	a4		c1
16	a4		c3
17	a4	b4	c2
18	a5	b4	c1
19	a5	b4	c2
20	a5	b4	c3

図 6 - 9 誤った組み合わせを削除した原型シート

続いて環境設定フォームから「原型シートを使用」にチェックを入れ、「OK」をクリックします。次に制約表を表 6 - 4 に修正します。制約条件に a4 を追加し修正しました。

表 6 - 4 修正後の制約表

制約表	
パラメータ	セット1
A	a5, a4
B	b4
C	

そしてテストケースの生成を行ないます。修正前のテストケースを表 6 - 5 に、修正後のテストケースを表 6 - 6 に示します。

表 6 - 5 修正前のテストケース 表 6 - 6 修正後のテストケース

No.	A	B	C
1	a1	b1	c3
2	a1	b2	c3
3	a1	b3	c2
4	a1	b4	c1
5	a2	b1	c1
6	a2	b2	c2
7	a2	b3	c1
8	a2	b4	c3
9	a3	b1	c2
10	a3	b2	c1
11	a3	b3	c2
12	a3	b4	c3
13	a4	b1	c2
14	a4	b2	c1
15	a4	b3	c3
16	a4	b4	c2
17	a5	b4	c1
18	a5	b4	c2
19	a5	b4	c3

No.	A	B	C
1	a1	b1	c3
2	a1	b2	c3
3	a1	b3	c2
4	a1	b3	c3
5	a1	b4	c1
6	a2	b1	c1
7	a2	b2	c2
8	a2	b3	c1
9	a2	b4	c3
10	a3	b1	c2
11	a3	b2	c1
12	a3	b3	c2
13	a3	b4	c3
14	a4	b4	c1
15	a4	b4	c2
16	a4	b4	c3
17	a5	b4	c1
18	a5	b4	c2
19	a5	b4	c3

修正前のテストケースでは、誤った組み合わせの部分を網掛けにしています。原型シートを使用し、制約を追加して生成した修正後のテストケースでは、修正前に比べて No.4 の網掛けしたテストケースが追加されています。それ以外では No.14 と No.16 で修正が反映されたほかは**修正前の内容とまったく同一**です。このことから、No.13 で止まったテストは、修正後のテストケースで追加された No.4 のテストケースを実施した後で、No.14 からテストを再開することができ、**それまでに行ったテストが無駄にならずに済みます**。

修正後に No.4 が追加されているのは、制約が変わったことによる影響のためと考えられます。

【重要な注意】

値の重み付けと原型シートの機能を同時に使用すると値の重み付けが正常に動作しません。ここで紹介した方法を行なう場合は、修正後のテストケースの生成は必ず値の重み付けがない状態にしてから行なってください。

附録 A 仕様

No.	項 目	値
1	パラメータの最大個数	30
2	パラメータあたり値の最大個数	30
3	制約表の最大セット数	50
4	確認表の最大条件数	30
5	確認表の1つの欄に記入可能な値展開後の最大個数	300
6	確認表で処理可能な生成結果の最大行数	10000
7	組み合わせ可能な最大パラメータ数	30
8	最少テストケース試行回数範囲	2 ~ 9999
9	デフォルトの試行回数	30
10	最少テストケース生成条件値の範囲	0 ~ 65535
11	デフォルトの生成条件値	0
12	整形可能な最大行数	10000
13	原型シートの最大行数	10000
14	指定可能なサブモデルの最大個数	PICT に依存
15	重み付けの指定範囲	2 倍 ~ 10 倍
16	重複した組み合わせを削除可能な最大行数	10000