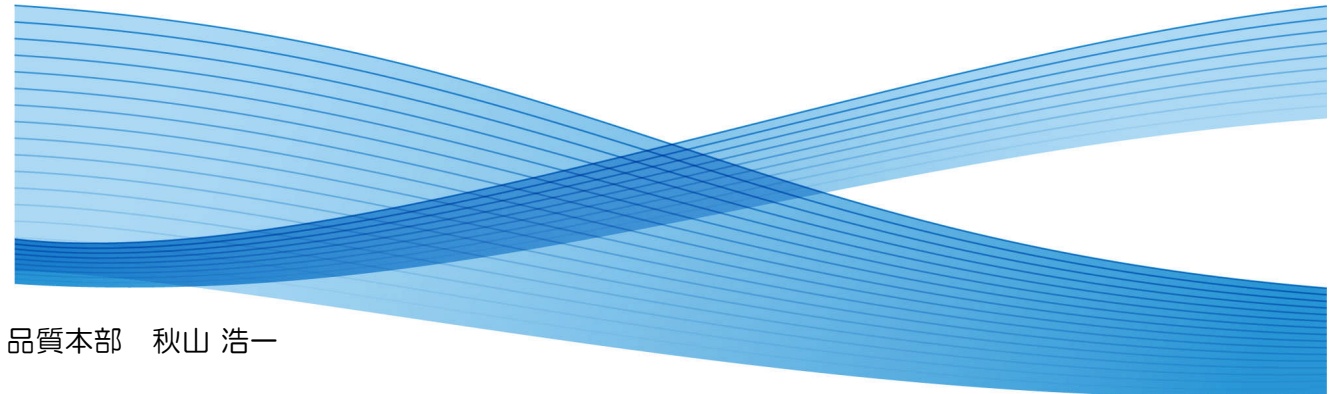


直交表作成ツールを自作しよう

ー全体編

2009年11月13日（金）



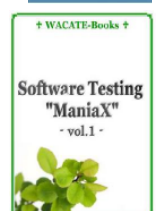
品質本部 秋山 浩一

© 2008 Fuji Xerox Co., Ltd. All rights reserved.



自己紹介&関連イベント

- 1985年4月1日： 富士ゼロックス（株）入社（Smalltalk, UNIX WS, Net.）
- 1996年11月21日： ソフトウェアテスト技法&ツールを作る仕事に従事
- 2000年5月30日： Webで見つけたTEFへ参加 (<http://www.swtest.jp/>)
- 2000年9月25日～9日： 2WCSQ：田口氏の発表の後に西さんの発表を聞く
- 2000年10月1日： TCS翻訳プロジェクト始動
- ～2001年11月26日： 『基本から学ぶソフトウェアテスト』出版（共訳）
- 2002年5月8日： LLST翻訳プロジェクト始動
- ～2003年4月21日： 『ソフトウェアテスト293の鉄則』出版（共訳）
- 2003年3月6日： JaSST' 03（第一回）（JaSST実行委員）
- 2004年1月27日～28日： JaSST' 04「HAYST法」発表
- 2005年1月5日： 『ソフトウェア・テストPRESS Vol. 2』出版（特集2）
- 2005年12月12日： NPO法人 ASTER設立
- 2006年1月31日： JTCB（現在のJSTQB）FL開始（ステアリング委員）
- 2007年7月31日： 『ソフトウェアテストHAYST法入門』出版（共著）
- 2008年5月10日： 『ソフトウェアテスト入門』出版（共著）
- 2008年7月15日： 『ソフトウェアテストの基礎』出版（共訳）
- 2008年10月7日： 日経品質管理文献賞受賞
- 2009年： SQiPテストWG、SEA SSテストWG、IPA/SEC委員、ISO/IEC JTC 1/SC7 WG26委員
品質工学会、日本品質管理学会、情報処理学会、香川大大学院工学研究科 社会人博士後期課程



HAYST法とは

- 機能組合せテスト設計の課題
 - 経験則でランダムに組み合わせると網羅率が低下する。
 - 機能組合せを網羅的に行うとテスト項目数が爆発する。

相反する課題

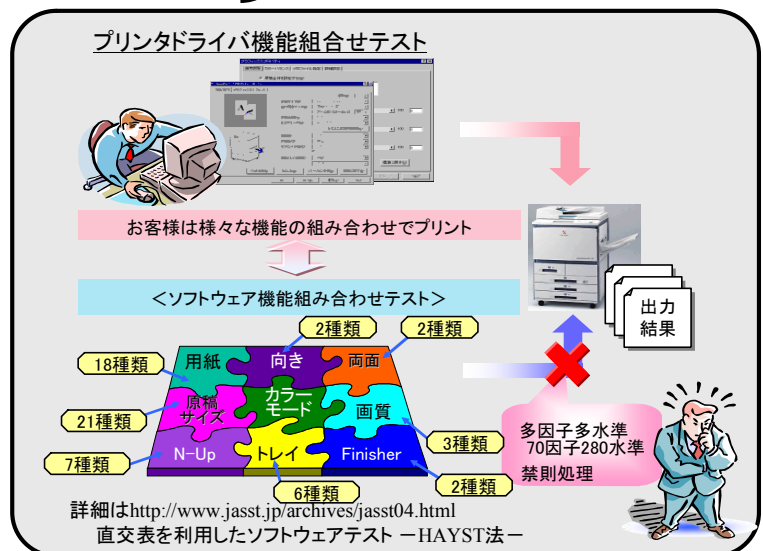
組合せ網羅率

経験で作りこみ 約30%

HAYST法の開発による網羅率向上と
テスト項目数低減の両立

組合せ網羅率

HAYST法 >80%
(テスト品質指標)

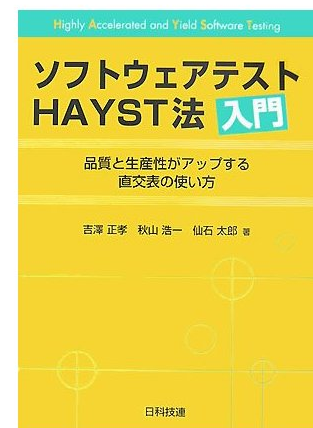


HAYST法の効用

HAYST法とは
富士ゼロックス独自の直交表適用によるSW評価法

<特色>

- テストの効率化と網羅率の最大化の両立
- 複雑な組合せ(多水準・禁則)に柔軟に対応できる
- 操作性の良いツール(MatrixTester)を用意している
 - ⇒ 一瞬で組合せテスト計画表(直交表)ができる
- テストの履歴が残る(テスト実施内容の追跡が可能)
- 大規模なシステムのテストへ適用可能
 - ⇒ 豊富な直交表(L4~L256)が準備されている
- バグの解析ができる
- 自動テストツールとの連携がとれる



ソフトウェアテストHAYST法入門
出版社: 日科技連出版社 (2007/7/26)
ISBN-10: 4817192283

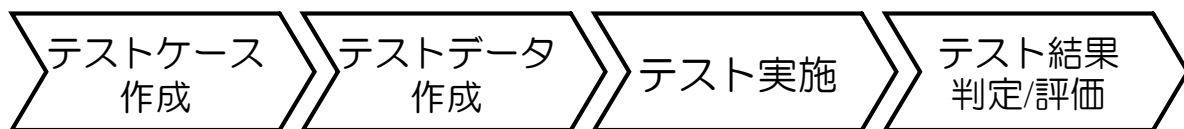
「2008年 日経品質管理文献賞受賞」

<特許取得済み>

テスト計画作成支援装置: 特許公開2004-288034

テスト工程の変化

従来



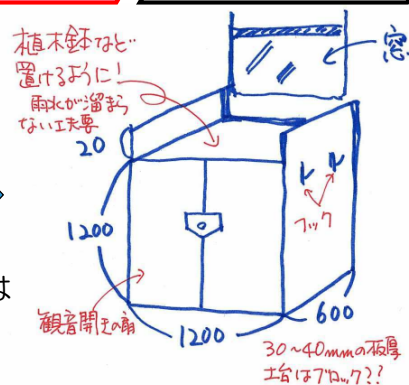
現在



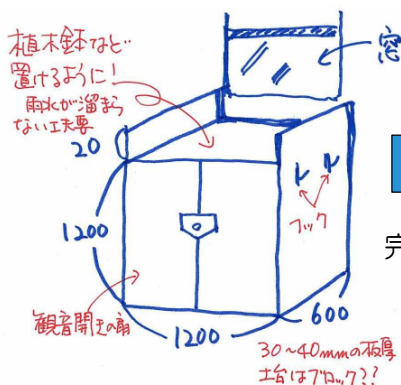
はめこみ障子に図面は不要



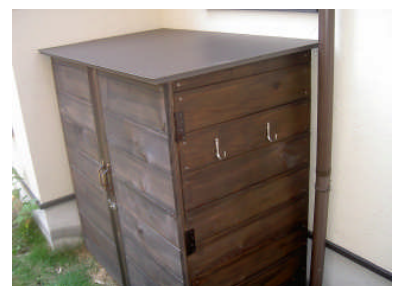
物置を作るときは
図面を描いた



テスト工程の変化（意思疎通の難しさ）



完成品



- ◆ 寸法は完璧
- ◆ フックも付いている
- ◆ しかし、違いが.....どこでしょう??
- ※ 要求が伝わらなかった理由は?

テスト工程が変化した理由

ソフトウェア開発が計画・分析・設計を充実させてきたようにソフトウェアテストもテストケース作成前のアクティビティの重要性が認識されはじめている。

- ◆ソフトウェアの大規模化・複雑化 ⇒ **戦略・計画の重要性**
- ◆テスト担当者の独立性が高まった ⇒ **計画摺り合わせの重要性**
- ◆顧客の「要求」の理解に基づくテストの実施 ⇒ **分析の重要性**
- ◆テストの観点/視点（テストタイプ/テストモデル/テスト技法）の増加と全体最適 ⇒ **テストアーキテクチャ設計の重要性**

観点：

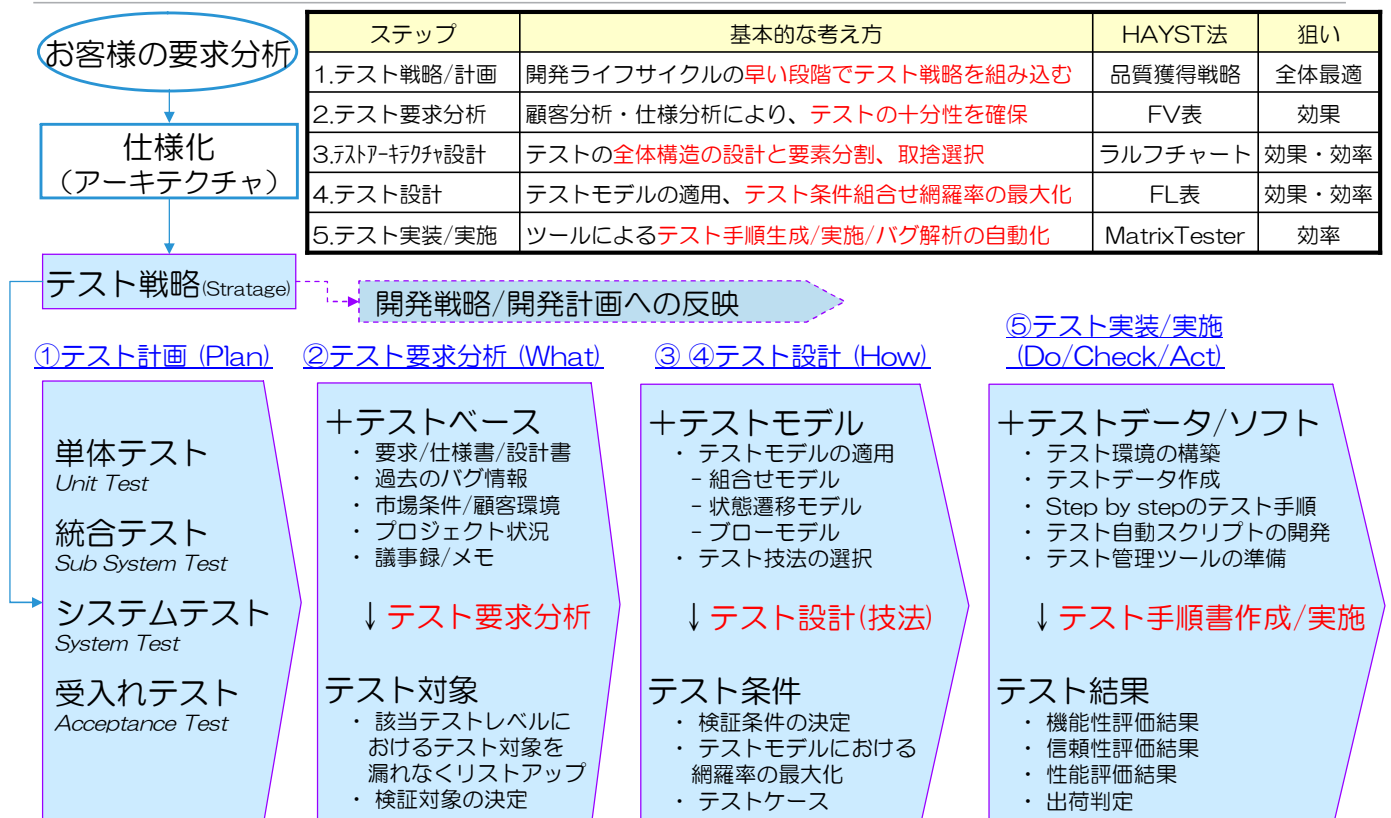
観察・考察するときの立場や目の付けどころ。見方。見地。「一が違う」「一をかえる」

視点：

- ①絵画の遠近法で、画面と直角な視線が画面と交わる点。絵画の上で平行線が一点に交わる点。
- ②視線の注がれるところ。また、ものを見る立場。観点。「一が定まらない」

（広辞苑より）

テストライフサイクル（TLCP）



テスト方針と、テスト戦略

◆ 方針（Policy）

- 取り得る手段に対する制約条件を方針という
- テスト方針の例
 - ◆ 品質
 - ◆ 納期、予算
 - ◆ 成員（能力）
- 方針はできれば一つにし上位マネジメントの「期待」を明確にする



◆ 戦略（Strategy）

- 方針に則った総合的な準備・計画・運用の方策
 - ⇒ 開発プロセス全体に対して重点施策を決定し適用する
 - ⇒ 全体最適のための「品質獲得戦略」を開発と共同で作る
- 人間の創造性を刺激する
 - ⇒ 手段選択の自由を与える
 - ⇒ テストレベルの独立性

テスト要求分析

◆ テストベース（＝テスト内容の根拠となる情報）を集める

- 顧客の理解
 - ◆ 市場条件/環境（6W2H）、ビジネスプロセス/経験豊富な人の業務知識
 - ◆ プロダクトリスク（契約、納期、費用、品質目標）
- 開発の理解
 - ◆ 要求/アーキテクチャ/仕様書/設計書/コード自体、開発成果物の完成度
 - ◆ プロジェクトリスク分析、過去のバグ情報、テスト環境、議事録/メモ

◆ テストの十分性を確保するためテストベースを整理する

- テスト対象物のリストアップ
 - ◆ テストできなくても良い、見落とさない
- FV表の作成（**目的機能**でテストの十分性を確保する）
 - ◆ 目的機能（F）： お客様は何をしたいのか？（Why?）
 - ◆ 検証（V）： 何を確認したら機能したといえるのか？（What?）
 - ◆ テスト技法（T）： どのテスト技法で検証するのか？（How?）



目的機能で整理する理由

◆ 仕様書の「機能」で整理することの問題点

■ 「正しく動作」しているかの確認しか出来ない

◆ 仕様書には「機能」の動きしか書いていない

- ・ コンテキスト（使用の文脈）の理解が重要
- ・ 仕様書には暗黙の仕様（前バージョンの仕様、開発者の常識）は書かれない

◆ 本来は「正しい動作」をしているかの確認がテストの目的

■ 要素還元的な見方しか出来ない

- ◆ 分解した小さな機能が全て動けば全体が問題なく動くと思ってしまう
- ◆ 組合せの視点が欠ける

◆ 「機能」から導き出した「目的機能」で整理する意義

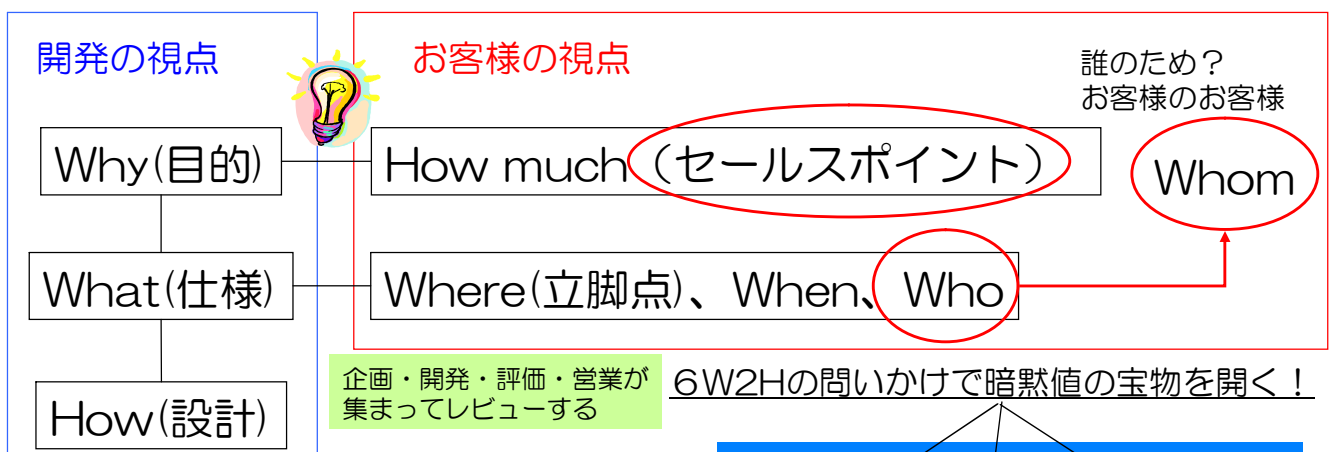
■ 必ずユーザの使用目的や市場条件を考えることになる（動的）

■ 非機能要件のテストが楽になる

- ◆ 目的機能単位に非機能要件のメトリクスを計測する
- ◆ 性能、信頼性、セキュリティ要件は目的ごとに異なる（カプセル化）

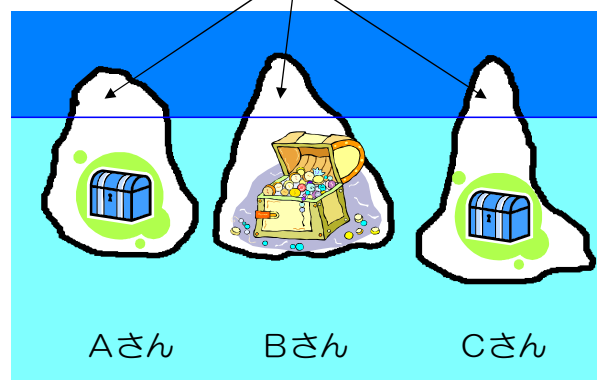


因子を選ぶ視点と抽出方法（6W2H）



例) Why展開

1. 「下線」という機能(因子)の目的を考える
2. 「目的=文字を目立つようにする」
3. 「同じ目的を持つ他の機能(因子)」を探す
4. 「大きくする」、「色をつける」、
「丸で囲む」、「太字」等々が見つかる
5. 見つかった機能は「下線」と組み合わせる
ことが多いはず！



テスト設計

◆ テストアーキテクチャ設計： 目的機能の構造⇒テスト構造

■ 技術を選択する

- ◆ 能率の最大化を考える（効果と効率）
- ◆ テスト全体の構造を考えて絵にする（要素と関係性）

■ テストをアーキテクトする

- ◆ 能率の最大化を考える（効果と効率）
- ◆ やらない項目を決める（"Trimming & Triage" by 鈴木三紀夫氏）
- ◆ テスト全体の構造を考えて絵にする（要素と関係性）

◆ テスト詳細設計： テストの条件網羅率の最大化

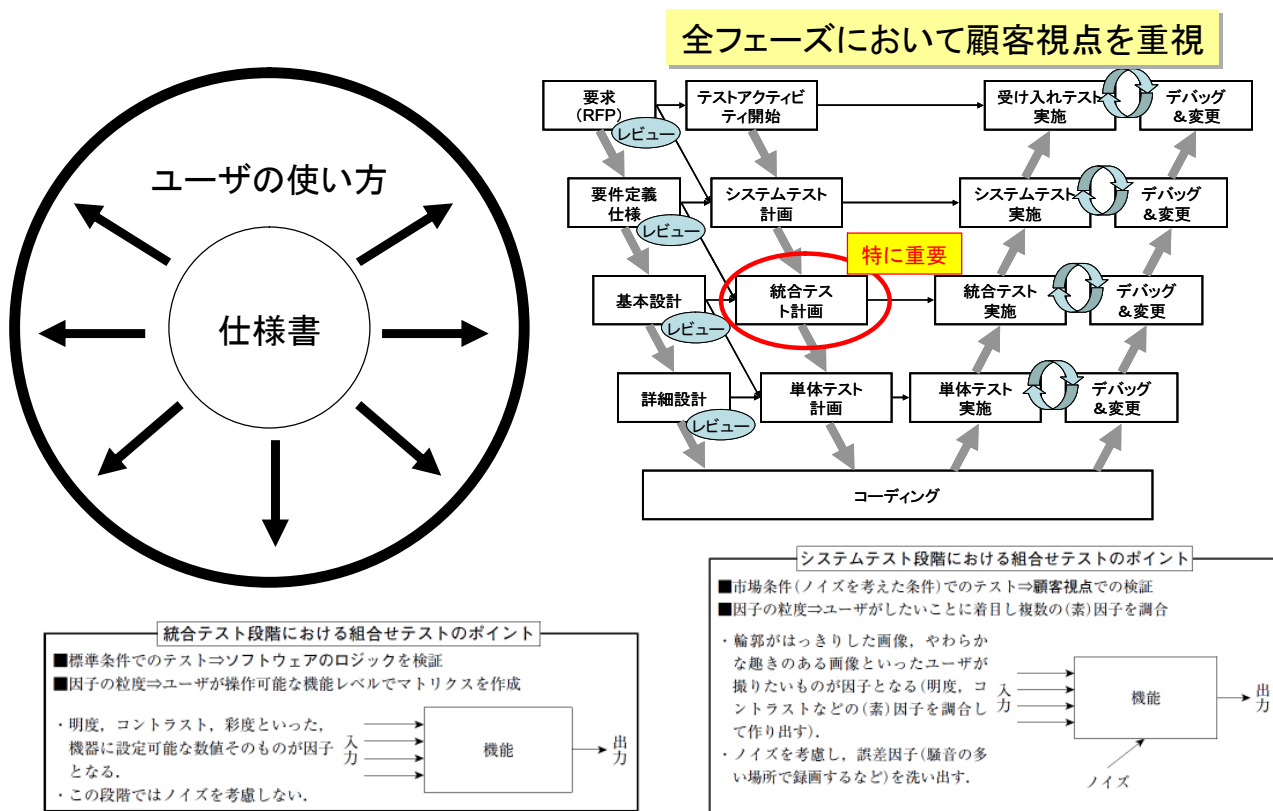
■ 因子・水準、禁則をF L 表で整理する

■ テスト条件、テストケースを導き出す

- ◆ 事前条件、事後条件
- ◆ 入力（信号因子、誤差因子）、期待結果
- ◆ テストの条件網羅度を測定し最大化を図る

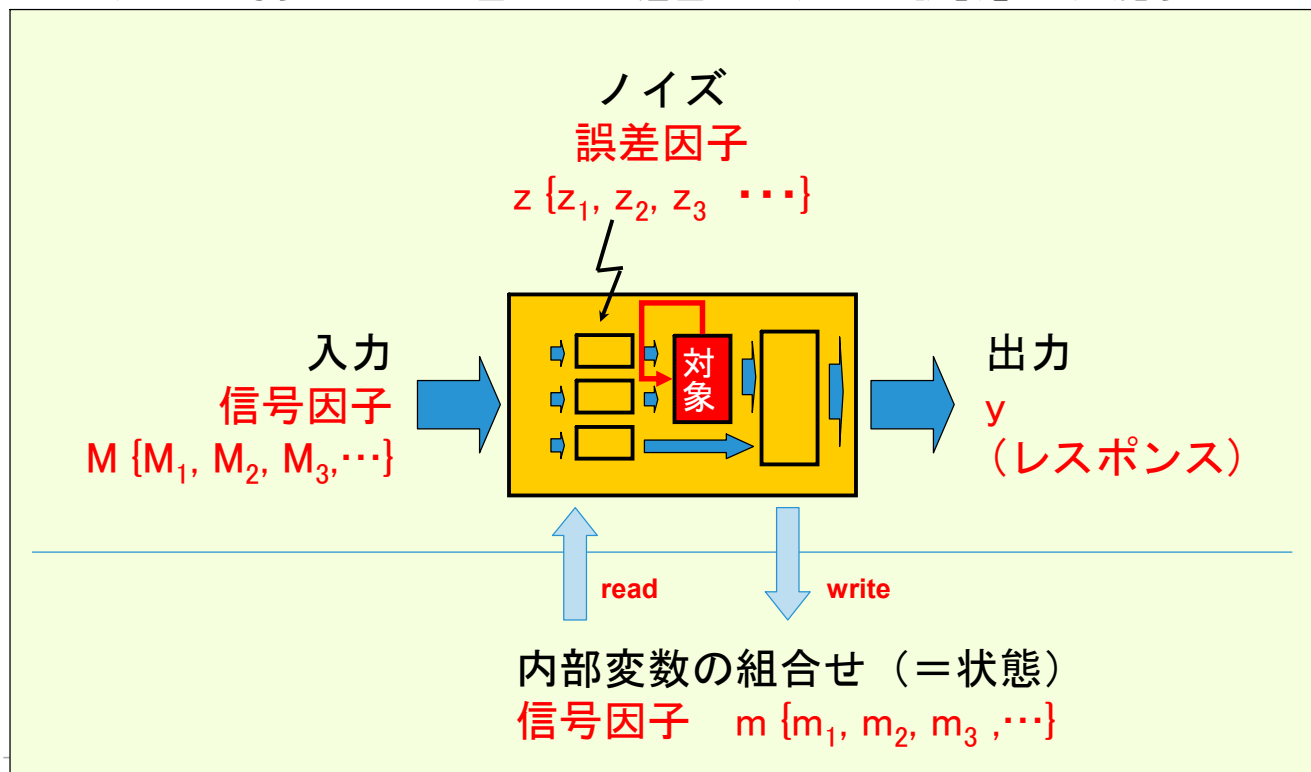


補足. 因子・水準の検討とは？

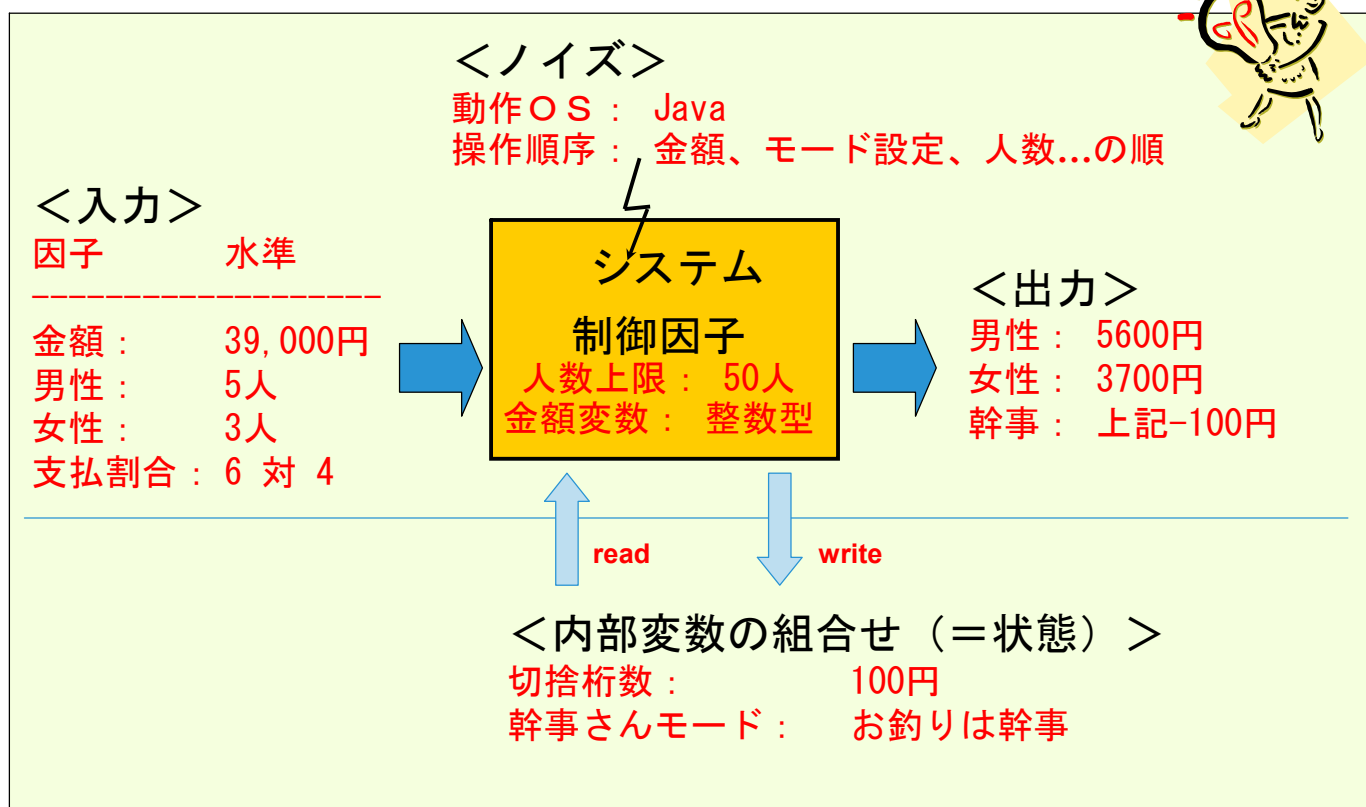


ラルフチャート（HAYST法のテストモデル）

システムに対する入力に着目し「組合せのテスト設計」を実施する



ラルフチャートの具体例：割り勘システム



テスト実装/実施

◆ テスト実装： テストの実施効率の最大化

■ テストケースから、テスト手順を作る

- ◆ テスト実施の効率を考える（操作に時間がかかる設定をまとめるなど）
- ◆ テスト自動化（できるだけ自動化する）

■ テストデータや、テスト環境を用意する

- ◆ 個人情報保護の観点から生データをテストデータへ変換する
- ◆ サーバの構成などテスト環境についても組合せで考える

◆ テスト実施： テストの実施効率の最大化

■ テストの自動化（データ駆動型）

■ バグ解析や、回帰テストの効率化

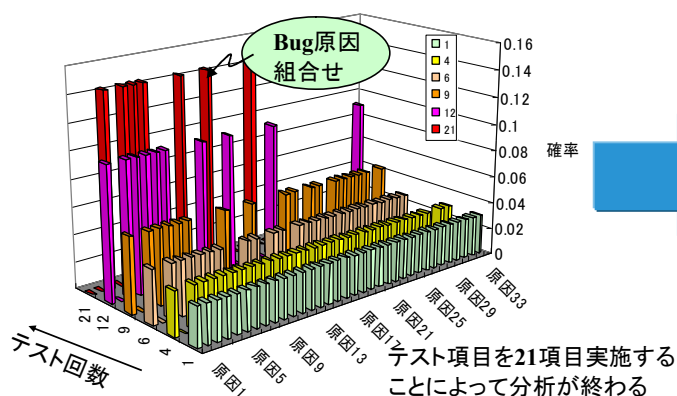
■ テスト管理

- ◆ テスト進捗管理
- ◆ テストバグ管理

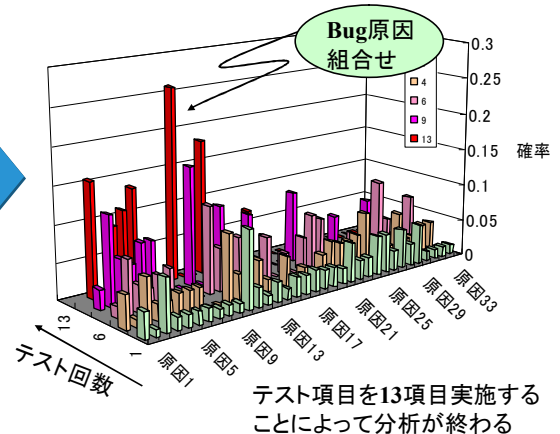


バグ解析の効率化

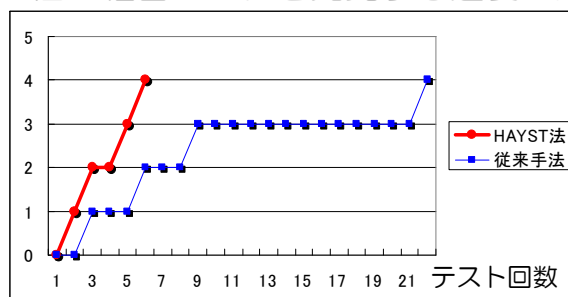
従来手法による分析



HAYST法による分析



4個の組合せバグを発見する速度の比較



テストケースの直交性を活用した分析により、

1. バグの絞込み速度: 従来手法の約2倍 (21→13)

2. バグの発見速度: 従来手法の3倍以上 (20→6)

※ 4件の組合せバグを、6回のテストで検出し、13回のテストで、それ以外に無いことを確認できた

ご清聴ありがとうございました。



直交表作成ツールを自作しよう！

九州日立マクセル株式会社
尾鷲 幸代 安部田 章

©Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

目次

HITACHI
Inspire the Next

1. テストケースを考えよう
2. 直交表とは
 1. 直交表とは
 2. 直交表作成ツールの目的
 3. 直交表の作り方
 4. プログラムしよう
3. 因子と水準
 1. 因子と水準の抽出
 2. 割付アルゴリズム
 3. プログラム作成
4. 多水準について
5. 3機能間の組合せ網羅率を上げる

直交表を使わないテスト

HITACHI
Inspire the Next

?

券売機のテストをすることになりました。
でもじっくりテストする時間はありません。
テストケースを考えてください。



男性は1800円、女性は1500円



子供は半額



会員は10%引き



深夜は5%引き



ポップコーンセットは200円増し



ビールセット150円増し

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved.

3

テストケースは...

HITACHI
Inspire the Next

性別	年齢	会員	時間帯	ポップコーン	ビール
男性	大人	一般	通常	あり	あり
男性	大人	一般	通常	あり	なし
男性	大人	一般	通常	なし	あり
男性	大人	一般	通常	なし	なし
男性	大人	一般	深夜	あり	あり
男性	大人	一般	深夜	あり	なし
男性	大人	一般	深夜	なし	あり
男性	大人	一般	深夜	なし	なし
男性	大人	会員	通常	あり	あり
男性	大人	会員	通常	あり	なし
男性	大人	会員	通常	なし	あり
男性	大人	会員	通常	なし	なし
男性	大人	会員	深夜	あり	あり
男性	大人	会員	深夜	あり	なし
男性	大人	会員	深夜	なし	あり
男性	大人	会員	深夜	なし	なし
男性	子供	一般	通常	あり	あり
男性	子供	一般	通常	あり	なし
男性	子供	一般	通常	なし	あり
男性	子供	一般	通常	なし	なし
女性	大人	一般	通常	あり	あり
女性	大人	一般	通常	あり	なし
女性	大人	一般	通常	なし	あり
女性	大人	一般	通常	なし	なし
女性	大人	一般	深夜	あり	あり
女性	大人	一般	深夜	あり	なし
女性	大人	一般	深夜	なし	あり
女性	大人	一般	深夜	なし	なし
女性	大人	会員	通常	あり	あり
女性	大人	会員	通常	あり	なし
女性	大人	会員	通常	なし	あり
女性	大人	会員	通常	なし	なし
女性	大人	会員	深夜	あり	あり
女性	大人	会員	深夜	あり	なし
女性	大人	会員	深夜	なし	あり
女性	大人	会員	深夜	なし	なし
女性	子供	一般	通常	あり	あり
女性	子供	一般	通常	あり	なし
女性	子供	一般	通常	なし	あり
女性	子供	一般	通常	なし	なし
女性	子供	一般	深夜	あり	あり
女性	子供	一般	深夜	あり	なし
女性	子供	一般	深夜	なし	あり
女性	子供	一般	深夜	なし	なし

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved.

4

Hitachi
Inspire the Next

どんどん増えるテストケース

テスト項目が6項目なので、まだ地道にテストできる
テスト件数だが...

動作OSは?
Windows? Linux?

対応言語は?
日本語?英語?

.....
.....

指数関数的に増加

全てのテストケースを実施するのは非現実的

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 5

Hitachi
Inspire the Next

直交表作成ツールの目的

1

製品の多機能化、複雑化により
テスト工数が増大

2

限られた時間で最大限の品質を確保することが
要求される

開発ツールで実現したいこと

少しのテスト回数でたくさんのバグを見つける

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 6

直交表とは
HITACHI
Inspire the Next

	A	B	C
No.1	0	0	
No.2	0	1	
No.3	1	0	
No.4	1	1	
No.5	0		0
No.6	0		1
No.7	1		0
No.8	1		1
No.9		0	0
No.10		0	1
No.11		1	0
No.12		1	1

任意の2列を選択すると
その2列の全ての数値の
組み合わせが現れる

直交表を
→
使うと…

	A	B	C
No.1	0	0	0
No.2	0	1	1
No.3	1	0	1
No.4	1	1	0

2項目間の組合せを
少ない回数で表現できる

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 7

直交表を作成する
HITACHI
Inspire the Next

A
0
1

→ 行をコピー

A
0
0
1
1

→ 列を追加工
0と1を交互に割り振る

A	B
0	0
0	1
1	0
1	1

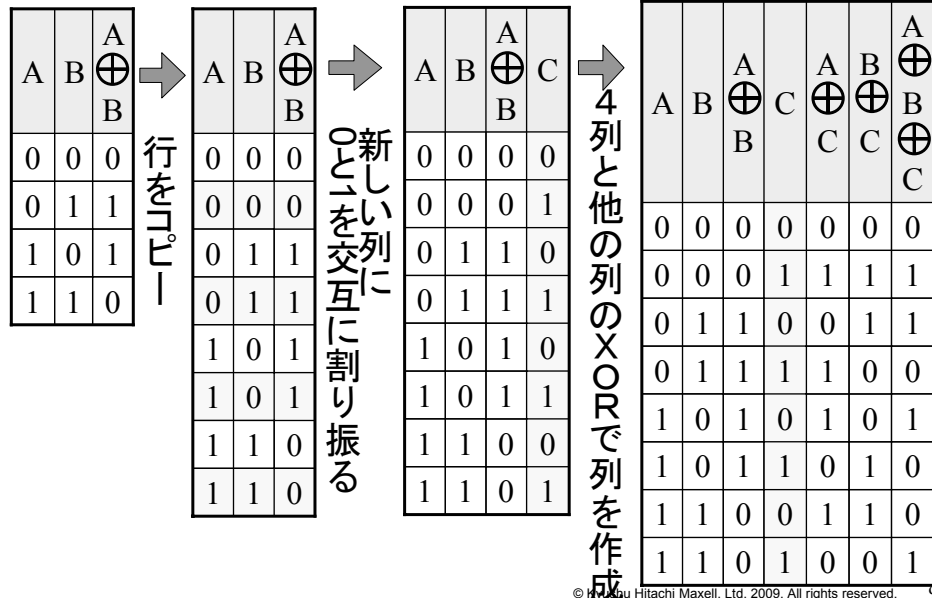
→ 列排を他
作的成論
する理和
の

A	B	$\oplus$ A B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 8

直交表を大きくするのも同じ

HITACHI
Inspire the Next



直交表の作成アルゴリズム

HITACHI
Inspire the Next

1. 1行目をコピー
2. 2行目をコピー
3. ・・繰り返す
4. 列を追加する
5. 追加した列に0と1を交互に入力する
6. 4で作成した列と、それ以外の全列について排他的論理和をとる
7. 完成！

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 10

- 時間制限:30分
- 関数ヘルプ
 - A列に空白セルが出現するまでの行数を取得する
 - rows = Range(“A65535”).End(xlUp).Row
 - 1行目で空白セルが出現するまでの列数を取得する
 - cols = Cells(1,256).End(xlToLeft).Column
 - 5行目をコピーする
 - Range(5:5).Copy
 - コピーした行を7行目に挿入する
 - Range(7:7).Insert
 - セルの値を取得する
 - val = Cells(1,1).value
 - val = Range(“B2”).value
 - セルに値を入力する
 - Cells(1,1).value = “a”
 - Range(“B2”).value = “b”

因子

水準

項目	パラメータ	
性別	男	女
年齢	大人	子供
会員	一般	会員

因子と水準の割付
HITACHI
Inspire the Next

テスト対象の機能

因子	水準	
性別	男	女
年齢	大人	子供
会員	一般	会員

どの2列に着目しても
すべての組合せが現れる

列に項目を割り当てていくと、
各行が組合せテストの項目となる。

直交表

	性別	年齢	会員
No.1	男	大人	一般
No.2	男	子供	会員
No.3	女	大人	会員
No.4	女	子供	一般

2項目間の網羅率100%達成！

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 13

割付アルゴリズム
HITACHI
Inspire the Next

1. 因子と水準を行ごとに記入する
2. 先頭行からみていき、水準1と2を取得
3. 直交表の1列目を選択する
4. 直交表の0と水準1を置換
5. 直交表の1と水準2を置換
6. FL表の次の行を選択
7. 直交表の次の列を選択
8. 2-7を繰り返す

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 14

- 時間制限:20分
- 関数ヘルプ
 - シートを選択
 - Sheets(“シート名”).Select
 - 2列目全てを選択
 - Columns(2).Select
 - 置換(0をAに置換)
 - Selection.replace What:="0", Replacement := "A"



券売機のテストをすることになりました。
でもじっくりテストする時間はありません。
ツールを使ってテストケースを考えてください。

- 男性は1800円、女性は1500円
- 子供は半額
- 会員は10%引き
- 深夜は5%引き
- ポップコーンセットは200円増し
- ビールセット150円増し

使ってみた結果						HITACHI Inspire the Next
性別	年齢	会員	時間帯	ポップコーン	ビール	
男性	大人	一般	通常	あり	あり	0
男性	大人	一般	深夜	なし	なし	1
男性	子供	会員	通常	あり	なし	1
男性	子供	会員	深夜	なし	あり	0
女性	大人	会員	通常	なし	あり	1
女性	大人	会員	深夜	あり	なし	0
女性	子供	一般	通常	なし	なし	0
女性	子供	一般	深夜	あり	あり	1

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 17

拡張	HITACHI Inspire the Next
ツールを拡張しよう	
© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved.	

水準を増やしたい

HITACHI
Inspire the Next

因子	水準			
性別	男	女		
年齢	大人	子供		
会員	一般	シルバー	ゴールド	プラチナ
時間帯	通常	深夜		
ポップコーン	あり	なし		
ビール	あり	なし		

水準を
増やす

直交表には0と1しか出てこない

直交表をそのまま使うと
水準数が2の機能しか
組み合わせられない

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 19

多水準への対応

HITACHI
Inspire the Next

列	列	列	列	列
123	4	5	6	7
123	4	⊕	⊕	⊕
	一	般		
000	0	0	0	0
000				
011	0	1	1	1
011	1	1	0	0
101				
101	1	0	1	0
110				
110	1	0	0	1

!

列を結合すれば対応可！

1. 結合する列を選ぶ
2. 1で選んだ列の交互作用の列も選ぶ
3. 選んだ列を全て結合する

列123に4通りのパターンがあるため
4パラメータを割り当てることが可能

この手順で結合していけば
さらに多くのパラメータにも対応できる

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 20

3機能の組合せ

HITACHI
Inspire the Next

直交表

列 1	列 2	列 3	列 4	列 5	列 6	列 7
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1

?

3機能間の組合せが
100%になっているか

3機能の組合せなので
 $2^3 = 8$ 通りあるはず



4通りしかない！

何も考えずに機能を割り当てると

3機能の全組合せを
実現できない

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 21

3機能の組合せ網羅率を100%に

HITACHI
Inspire the Next

列 1	列 2	列 3	列 4	列 5	列 6	列 7
		1 2		1 4	2 4	3 4
1	2	⊕	4	⊕	⊕	⊕
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1

先に選んだ2つの列の
交互作用でない列を選ぶ

列1と列2と列4を選んだ場合に
出現する組合せ

(0,0,0) (0,1,0) (1,0,0) (1,1,0)
(0,0,1) (0,1,1) (1,0,1) (1,1,1)

列の選択を工夫する

3機能間の網羅率
100%達成！

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 22

直交表の列の関係

HITACHI
Inspire the Next

列 1	列 2	列 3	列 4	列 5	列 6	列 7
1	2	$\oplus$ 2	4	$\oplus$ 4	$\oplus$ 4	$\oplus$ 4
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1		0	1	1
0	1	1	1		0	0
1	0	1				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	0				



3番目の列は列1と列2の
排他的論理和(※)をとった列
(※2つの入力異なる場合に1を出力)

別の列の状態に依存する



交互作用がある

1行目と2行目の
値が同じなので
列3の値は変わら
ない

3機能間の
全組合せを考えるなら...

交互作用のない列を
選ぶ必要がある

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved. 23

HITACHI
Inspire the Next

ご参加ありがとうございました

© Kyushu Hitachi Maxell, Ltd. 2009. All rights reserved.

直交表作成ツールを自作しよう

- テクニカル編

2009年11月13日（金）

品質本部 秋山 浩一

© 2008 Fuji Xerox Co., Ltd. All rights reserved.



直交表

因子				文字修飾の因子・水準	
L4直交表	A	B	C	因子	水準
	0	0	0	太字	OFF
	0	1	1	太字	ON
	1	0	1	斜体	OFF
	1	1	0	斜体	ON
	0	0	0	下線	OFF
	0	1	1	下線	ON
	1	0	1	水準	
	1	1	0		

※ 水準値の0にはデフォルト水準を割り付ける

割付け結果

因子				
L4直交表	太字	斜体	下線	結果
テストNo.1	OFF	OFF	OFF	Test結果
テストNo.2	OFF	ON	ON	<u>Test結果</u>
テストNo.3	ON	OFF	ON	<u>Test結果</u>
テストNo.3	ON	ON	OFF	<u>Test結果</u>

水準

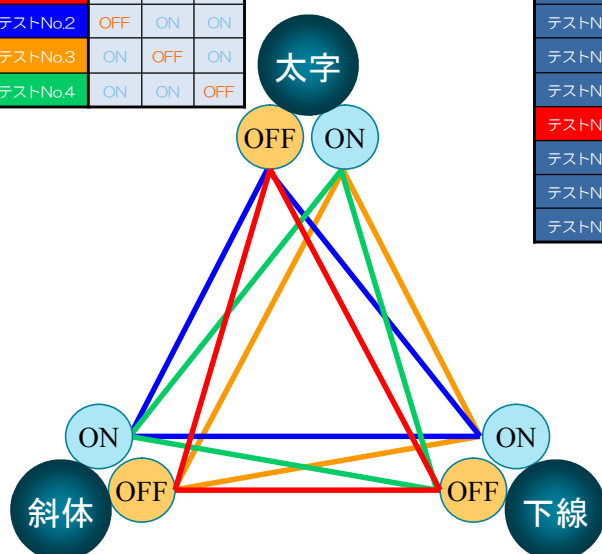
© 2008 Fuji Xerox Co., Ltd. All rights reserved.

3



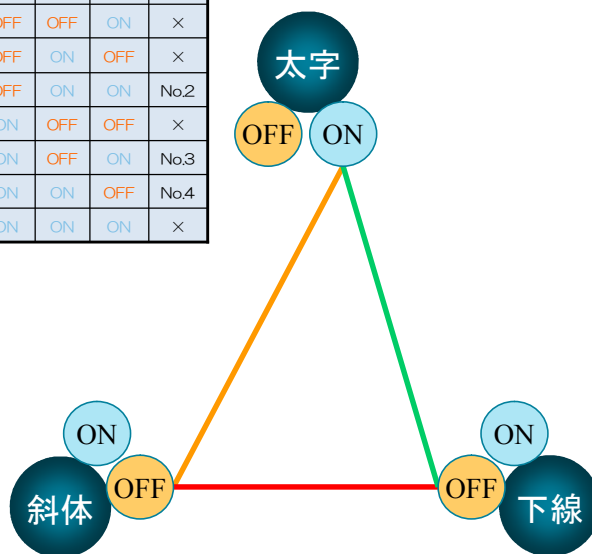
直交表が網羅する組合せ

L4直交表	太字	斜体	下線
テストNo.1	OFF	OFF	OFF
テストNo.2	OFF	ON	ON
テストNo.3	ON	OFF	ON
テストNo.4	ON	ON	OFF



2機能間の組合せが全て存在している
(この状態を組合せ網羅率100%と定義する)

全組合せ	太字	斜体	下線	L4
テストNo.1	OFF	OFF	OFF	No.1
テストNo.2	OFF	OFF	ON	×
テストNo.3	OFF	ON	OFF	×
テストNo.4	OFF	ON	ON	No.2
テストNo.5	ON	OFF	OFF	×
テストNo.6	ON	OFF	ON	No.3
テストNo.7	ON	ON	OFF	No.4
テストNo.8	ON	ON	ON	×



全組合せでは直交表に存在しない組合せも出現する
(ただし、テスト回数は指数関数的に増大する)
よく見ると直交表では現れないNo.2, 3, 5は単機能テスト内容

© 2008 Fuji Xerox Co., Ltd. All rights reserved.

4



多水準系直交表を作成する方法

L8直交表で4水準の因子を考慮する場合

	A	B	C	D	E	F	G
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	1
3	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	1	1	1	0	0
5	1	0	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0	1	0
7	1	1	0	0	1	1	0
8	1	1	0	1	0	0	1



	ABC	D	E	F	G
1	000	0	0	0	0
2	000	1	1	1	1
3	011	0	0	1	1
4	011	1	1	0	0
5	101	0	1	0	1
6	101	1	0	1	0
7	110	0	1	1	0
8	110	1	0	0	1

因子列A、B、Cを結合する。

<メリット>

因子ABC列の水準の種類は(000, 011, 101, 110)の4種類
多水準系にしても、他の列との直交性が崩れません。

<デメリット>

L8直交表に考慮できる因子の数は、7因子であったのが、
5因子に減ってしまいます。

しかし、単純に無作為に、適当な列を選んで結合させればよいわけではありません。

例えばABD列を結合させた場合

	C	ABD	E	F	G
1	0	000	0	0	0
2	0	001	1	1	1
3	1	010	0	1	1
4	1	011	1	0	0
5	1	100	1	0	1
6	1	101	0	1	0
7	0	110	1	1	0
8	0	111	0	0	1

因子ABD列の水準の種類は(000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111)の8種類
他の列との直交性が崩れてしまっています。

結合して良い列と、結合してはだめな列との違いを見分けるには、
線点図を使用することですぐに判別できます

線点図とは

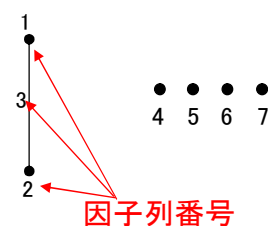
線点図は、各直交表に対してどの因子列を合体させて、多水準が入る因子列に変型しても大丈夫なのかが、まとめてある図のことです。

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	1
3	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	1	1	1	0	0
5	1	0	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0	1	0
7	1	1	0	0	1	1	0
8	1	1	0	1	0	0	1

L8直交表

	123	4	5	6	7
1	000	0	0	0	0
2	000	1	1	1	1
3	011	0	0	1	1
4	011	1	1	0	0
5	101	0	1	0	1
6	101	1	0	1	0
7	110	0	1	1	0
8	110	1	0	0	1

変型後のL8直交表



線点図の種類

2水準線点図

3 ●

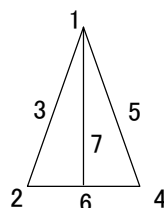
直交表の中では
(0, 1)の2値で記述される

3
6
5

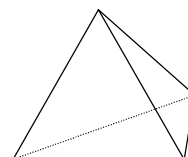
4水準線点図

直交表の中では
(000, 011, 101, 110)
の4値で記述される

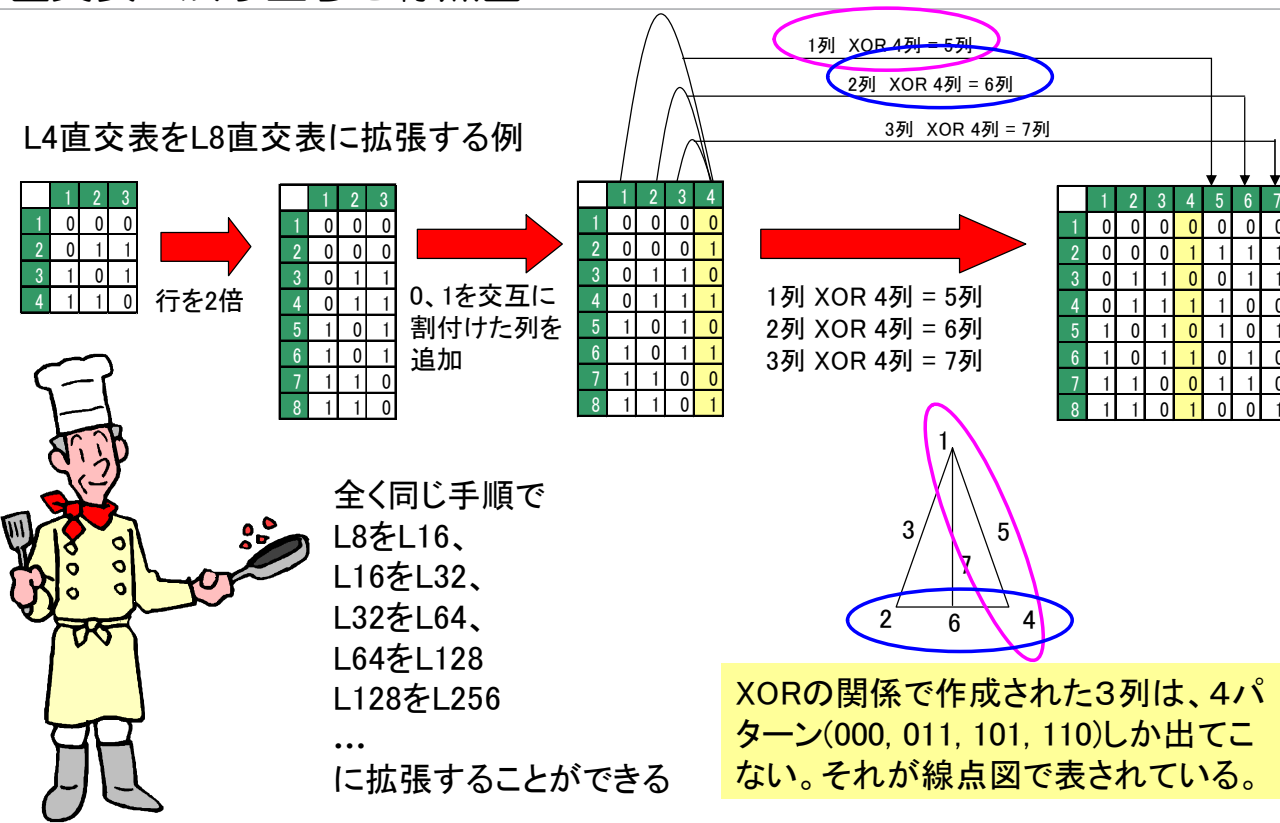
8水準線点図



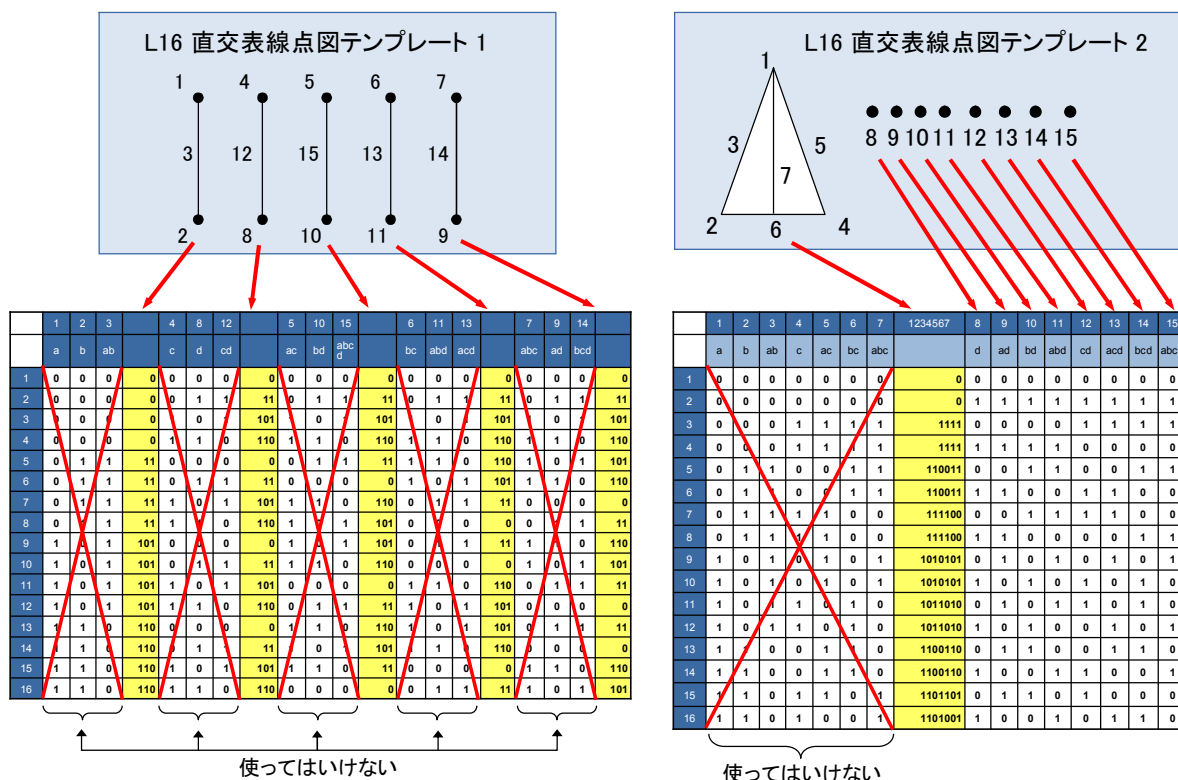
直交表の中では
(0000000, 0001111, 0110011,
0111100, 1010101, 1011010,
1100110, 1101001)
の8値で記述される



16水準線点図



線点図と直交表との対応



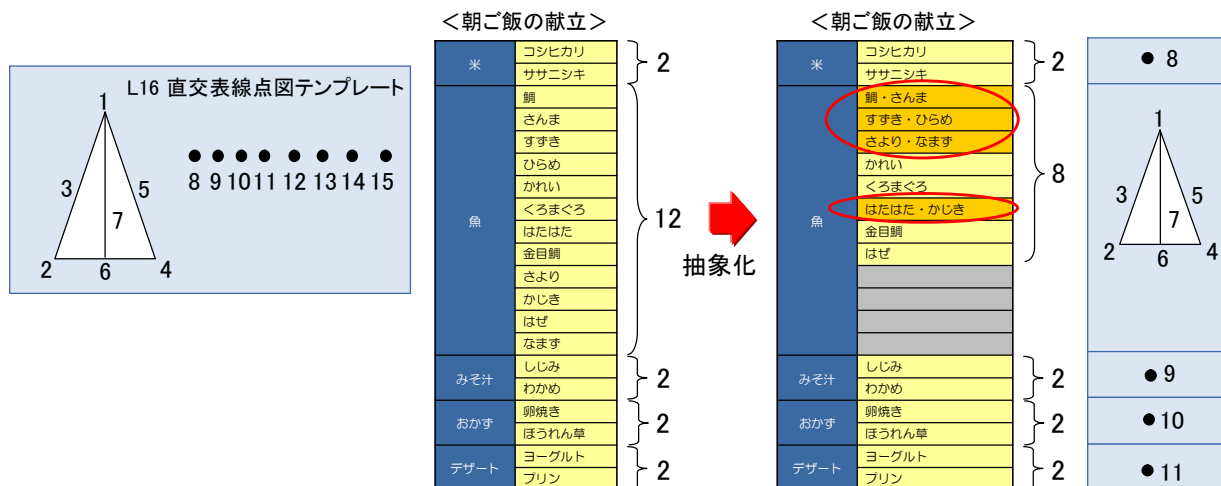
変形済みの直交表が<http://hayst.com/readings.aspx>においてあります。

水準の抽象化

水準の抽象化とは

線点図テンプレートに用意されている線点図が許容できる水準数を、実験したい因子の保有する水準数が越えている場合に用いる手法。

例えば、ある因子の水準数が12である場合、8水準線点図が許容できる水準数は8であるので4水準分不足する。



線点図が許容可能な水準数を越えてしまっている場合には、同種の水準をまとめて1つの水準に抽象化して、線点図の大きさに合わせる。抽象化された状態で、直交表に割付けてから、抽象化された水準を展開する。

抽象化後の展開

割付け前の線点図に合わせて組み替えた直交表

	1234567	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1111	0	0	0	0	1	1	1	1
4	1111	1	1	1	1	0	0	0	0
5	110011	0	0	1	1	0	0	1	1
6	110011	1	1	0	0	1	1	0	0
7	111100	0	0	1	1	1	1	0	0
8	111100	1	1	0	0	0	0	1	1
9	1010101	0	1	0	1	0	1	0	1
10	1010101	1	0	1	0	1	0	1	0
11	1011010	0	1	0	1	1	0	1	0
12	1011010	1	0	1	0	0	1	0	1
13	1100110	0	1	1	0	0	1	1	0
14	1100110	1	0	0	1	1	0	0	1
15	1101101	0	1	1	0	1	0	0	0
16	1101001	1	0	0	1	0	1	1	0

割付け

抽象化された
ままの水準

割付け後の直交表(抽象化水準未展開)

	1234567	8	9	10	11	12	13	14	15
1	鯛・さんま	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	0	0
2	鯛・さんま	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	1	1	1	1
3	すずき・ひらめ	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	1	1
4	すずき・ひらめ	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	0	0	0	0
5	さより・なます	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	0	0	1	1
6	さより・なます	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	0	0
7	かれい	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	1	1	0	0
8	かれい	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	1	1
9	くろまぐろ	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	0	1	0	1
10	くろまぐろ	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	1	0
11	はたはた・かじき	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	1	0	1	0
12	はたはた・かじき	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	0	1
13	金目鯛	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	1	0
14	金目鯛	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	1	0	0	1
15	はぜ	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	0	1
16	はぜ	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	0	1	1	0

抽象化水準の分離

抽象化を
解除した水準

	1234567	8	9	10	11	12	13	14	15
1	鯛	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	0	0
2	さんま	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	1	1	1	1
3	すずき	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	1	1
4	ひらめ	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	0	0	0	0
5	さより	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	0	0	1	1
6	なます	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	0	0
7	かれい	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	1	1	0	0
8	かれい	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	1	1
9	くろまぐろ	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	0	1	0	1
10	くろまぐろ	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	1	0
11	はたはた	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	1	0	1	0
12	かじき	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	0	1
13	金目鯛	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	1	0
14	金目鯛	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	1	0	0	1
15	はぜ	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	0	1
16	はぜ	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	0	1	1	0

抽象化することにより、抽象化された水準の直交性は崩れています。もちろん、抽象化しなかった水準の直交性は保存されています。

あまり重要ではない水準同士は抽象化しても良いですが、他の因子との組合せまでしっかり見ておきたい水準に関しては抽象化をすることは避けることをおすすめします。

また、今回の場合、3水準以上を1水準に抽象化してしまう場合どうなるでしょうか？例えば、“鯛”、“さんま”、“すずき”を“鯛・さんま・すずき”にしてしまった場合です。

この場合には、どれか1つの水準を全く直交表に出現させることができなくなってしまう。

ダミー水準

ダミー水準とは

線点図テンプレートに用意されている線点図が許容できる水準数を、実験したい因子の保有する水準数が下回っている場合に用いる手法。

例えば、ある因子の水準数が6である場合、8水準線点図が許容できる水準数は8であるので2つ余ってしまう。

＜朝ご飯の献立＞		＜朝ご飯の献立＞		割付け後の直交表											
米	コシヒカリ	2	米	コシヒカリ	2	1234567	8	9	10	11	12	13	14	15	
	ササニシキ			ササニシキ		魚	米	みそ汁	おかず	デザート	cd	acd	bcd	abc	
魚	鯛	6	魚	鯛	8	1	鯛	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	0	0
	すずき			すずき		2	鯛	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	1	1	1	1
	さより			さより		3	すずき	コシヒカリ	しじみ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	1	1
	かれい			かれい		4	すずき	ササニシキ	わかめ	ほうれん草	プリン	0	0	0	0
	くろまぐろ			くろまぐろ		5	さより	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	0	0	1	1
	はたはた			はたはた		6	さより	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	1	1	0	0
				DMY_鯛		7	かれい	コシヒカリ	しじみ	ほうれん草	プリン	1	1	0	0
				DMY_くろまぐろ		8	かれい	ササニシキ	わかめ	卵焼き	ヨーグルト	0	0	1	1
みそ汁	しじみ	2	みそ汁	しじみ	2	9	くろまぐろ	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	0	1	0	1
	わかめ			わかめ		10	くろまぐろ	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	1	0
おかず	卵焼き	2	おかず	卵焼き	2	11	はたはた	コシヒカリ	わかめ	卵焼き	プリン	1	0	1	0
	ほうれん草			ほうれん草		12	はたはた	ササニシキ	しじみ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	0	1
デザート	ヨーグルト	2	デザート	ヨーグルト	2	13	DMY_鯛	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	0	1	1	0
	プリン			プリン		14	DMY_鯛	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	1	0	0	1
						15	DMY_くろまぐろ	コシヒカリ	わかめ	ほうれん草	ヨーグルト	1	0	0	1
						16	DMY_くろまぐろ	ササニシキ	しじみ	卵焼き	プリン	0	1	1	0

ダミー水準を入れることで、内容が全く同じテスト項目が出現することもある。

この例では、ダミーの元水準のテスト番号1、2、3、4と、13、14、15、16は全く同じテスト項目になってしまっているため、別に、13～16番のテスト項目は削除してしまっても良い。

しかし、禁則の考慮、抽象化を行っている場合には、水準の出現状態が複雑になり、ダミーを入れても同じテスト項目が出現するようなことはほとんど無い。特に禁則の考慮をするような場合には、出現しない組合せも出てくるので、**水準にウェイトをかける**意味で、ダミー水準を利用することも出来る。

因子の選び方

1. 関連する因子は全て洗い出し表に組み込む

＜総当り表による組み合わせテスト＞

テスト総数 = 因子Aの水準数 × 因子Bの水準数 × 因子Cの水準数 × ...

＜直交表による組み合わせテスト＞

テスト総数 = Σ (水準数 - 1) + 1

直交表は、因子数が増えてもそれほどテスト項目数には影響がありません。また、直交表を選択した段階でテスト数は決まってしまうので、**なるべく列を余らせないように多くの因子を抽出**することが重要です。

2. 機能以外の因子について

機種や環境なども因子として割付けることが出来ます。また、使用方法やタイミングも因子に加えるかどうか検討すると良いでしょう。

その他、ソフトウェアの動作環境（OSやブラウザ、HW資源）、対向ソフト（サービスソフト、DB種類）、ソフトウェア利用者（熟練、初心者）といった**検査対象ソフトと密接にかかわる因子の洗い出し**も大切です。

直交表の選択方法

2水準系直交表には、L4、L8、L16、L32、L64、L128、L256と多数の種類が存在します。
ソフトウェアテストの規模に合わせて上記直交表を選択すればよいのですが、そのステップは次のとおりになります。

1. 組み合わせたい因子の中で、最も大きい水準数を持つ因子を2つ探す
2. 上記を掛け算した値が最小の直交表サイズ(水準数は2nに切上げる)

それでは、実際に例で説明します。今、用紙サイズ(6種類)、用紙方向(2種類)、両面(2種類)、拡大縮小(4種類)、カラーモード(3種類)を組み合わせたいテストを実施するとします。

1. 用紙サイズ(6種類)と、拡大縮小(4種類)が最も大きい水準数を持つ因子です
2. $8(6) \times 4 = 32$ となり、L32を選択します

こうすることによって、最大の因子同士でも全ペアが現れるようになります。L32を選択した場合、網羅率は100%です。

なお、自由度の総和から直交表のサイズを見積もる方法もあります。自由度は「水準数－1」ですから、全ての因子に対してΣを取れば良いので、

$$\text{直交表のサイズ} = \text{自由度の総和} + 1 = \Sigma(\text{水準数} - 1) + 1$$

上記の例で言えば、

$$\text{直交表のサイズ} = (6-1) + (2-1) + (2-1) + (4-1) + (3-1) + 1 = 13$$

から、L16を選択するという考え方です。L16を選択した場合、網羅率は94%となります。

直交表一覧

	HW系 推奨	名称	列数								備 考
			2水準	3水準	4水準	5水準	6水準	8水準	16水準	合計	
2水準系		L4	3							3	2水準系は 4水準→2水準3つ 8水準→4水準1つと2水準4つ 16水準→8水準1つと2水準8つ にそれぞれ分解できる L128とL256は富士ゼロックスで開 発
		L8	4		1					7	
		L16			5					15	
		L16	8					1		15	
		L32			8			1		31	
		L64						9		63	
		L128	12		10			10	1	127	
		L256	11		21			13	6	255	
3水準系		L9		4						4	
		L27		13						13	
		L81		40						40	
		L243		121						121	
混合系	☆	L18	1	7						8	L18の1,2列より6水準作成 上記16因子タイプの3水準列のみ
	☆	L18(7)		6			1			7	
		L54	1	25						26	
	☆	L36	11	12						23	
	☆	L36(16)	3	13						16	
		L36(13)		13						13	
4～5水準系		L108		49						49	
		L16(5)			5					5	
		L32(10)	1		9					10	
		L64(21)			21					21	
		L25				6				6	
殆直交表		L50	1			11				12	
		L'18	1	8						9	標準形に2'列を付加
		L'27		22						22	

直交表は変形により様々なサイズの因子を受け入れる

	列数					
	64	32	16	8	4	2
L256	1				64	
L256		1		10	34	52
L256			17			
L128	1					64
L128		1			16	48
L64		1				32
L64			1		16	
L64				6	7	
L64				2	15	4
L64					21	
L32			1			16
L256			6	13	21	11
L64				9		
L32				1	8	

変形

代表例

禁則の回避が必要な理由

これから試しに禁則処理を全く回避しないで、直交表に因子を割付けてみます。

<割付ける因子水準>

因子	水準
部数	1 2 3
ソート	ON OFF
出力用紙サイズ	A3 A4 B4 はがき
まとめて1枚	なし 2アップ 4アップ 8アップ
ズーム	なし 25% 400%
原稿の向き	たて よこ
両面	しない 長辺とし 短辺とし
とししろ位置	しない 短辺左 短辺上 短辺右 長辺左 長辺上 長辺右
スタンプ文字列	なし まる秘 回覧 社外秘
スタンプ位置	上 下 左 右
スタンプ最初のページのみ	しない する

<仕様書で記述されている禁則処理>

■ が同時に設定できない組合せ

		まとめて1枚			
		しない	2up	4up	8up
ズーム	しない				
	25%				
	400%				

		スタンプ位置			
		なし	左	上	下
スタンプ文字列	なし				
	まる秘				
	回覧				
	社外秘				

		最初のページのみ	
		しない	する
スタンプ文字列	なし		
	まる秘		
	回覧		
	社外秘		

		とししろ位置						
		しない	短辺左	短辺右	短辺上	長辺左	長辺右	長辺上
原稿の向き	たて	なし						
	たて	長辺						
	たて	短辺						
	よこ	なし						
	よこ	長辺						
	よこ	短辺						

禁則の回避が必要な理由

禁則処理を全く回避しないで、直交表に因子水準を割付けた結果です。



テスト可否	部数	ソート	出力用紙サイズ	まとめて1枚	ズーム	原稿の向き	画面	とじしろ位置	スタンプ文字列	スタンプ位置	スタンプ最初のページのみ
?	1	On	A3	しない	なし	たて	なし	しない	なし	上	しない
?	2	On	A4	2アップ	25%	たて	長辺とじ	しない	まる秘	下	する
?	3	On	B4	4アップ	400%	よこ	短辺とじ	しない	回覧	左	しない
?	DMY 1	On	はがき	8アップ	DMY なし	よこ	DMY なし	しない	社外秘	右	する
?	1	Off	A3	2アップ	25%	よこ	短辺とじ	短辺左	回覧	右	する
?	2	Off	A4	しない	なし	よこ	DMY なし	短辺左	社外秘	左	しない
?	3	Off	B4	8アップ	DMY なし	たて	なし	短辺左	なし	下	する
?	DMY 1	Off	はがき	4アップ	400%	たて	長辺とじ	短辺左	まる秘	上	しない
?	1	Off	A4	4アップ	DMY なし	よこ	なし	短辺右	まる秘	左	する
?	2	Off	A3	8アップ	400%	よこ	長辺とじ	短辺右	なし	右	しない
?	3	Off	はがき	2アップ	25%	たて	短辺とじ	短辺右	社外秘	上	する
?	DMY 1	Off	B4	2アップ	なし	たて	DMY なし	短辺右	回覧	下	しない
?	1	On	A4	8アップ	400%	たて	短辺とじ	短辺上	社外秘	下	しない
?	2	On	A3	4アップ	DMY なし	たて	DMY なし	短辺上	回覧	上	する
?	3	On	はがき	2アップ	なし	よこ	なし	短辺上	まる秘	右	しない
?	DMY 1	On	B4	しない	25%	よこ	長辺とじ	短辺上	なし	左	する
?	1	Off	はがき	しない	DMY なし	よこ	長辺とじ	長辺左	回覧	下	しない
?	2	Off	B4	2アップ	400%	よこ	なし	長辺左	社外秘	上	する
?	3	Off	A4	4アップ	25%	たて	DMY なし	長辺左	なし	右	しない
?	DMY 1	Off	A3	8アップ	なし	たて	短辺とじ	長辺左	まる秘	左	する
?	1	On	はがき	2アップ	400%	たて	DMY なし	長辺右	なし	左	する
?	2	On	B4	しない	DMY なし	たて	短辺とじ	長辺右	まる秘	右	しない
?	3	On	A4	8アップ	なし	よこ	長辺とじ	長辺右	回覧	上	する
?	DMY 1	On	A3	4アップ	25%	よこ	なし	長辺右	社外秘	下	しない
?	1	On	B4	4アップ	なし	たて	長辺とじ	長辺上	社外秘	右	する
?	2	On	はがき	8アップ	25%	たて	なし	長辺上	回覧	左	しない
?	3	On	A3	しない	400%	よこ	DMY なし	長辺上	まる秘	下	する
?	DMY 1	On	A4	2アップ	DMY なし	よこ	短辺とじ	長辺上	なし	上	しない
?	1	Off	B4	8アップ	25%	よこ	DMY なし	DMY しない	まる秘	上	しない
?	2	Off	はがき	4アップ	なし	よこ	短辺とじ	DMY しない	なし	下	する
?	3	Off	A3	2アップ	DMY なし	たて	長辺とじ	DMY しない	社外秘	左	しない
?	DMY 1	Off	A4	しない	400%	たて	なし	DMY しない	回覧	右	する

どこに禁則処理が含まれているかわかります？

いったいどのテスト項目に修正が必要なのでしょう？

修正するにしても、“あちらを立てればこちらが立たず”でまるでモグラたたきです。



禁則の回避が必要な理由

禁則処理がテスト項目にどのように含まれているのかを確認してみました。

テスト可否	部数	ソート	出力用紙サイズ	まとめて1枚	ズーム	原稿の向き	画面	とじしろ位置	スタンプ文字列	スタンプ位置	スタンプ最初のページのみ
x	1	On	A3	しない	なし	たて	なし	しない	なし	上	しない
x	2	On	A4	2アップ	25%	たて	長辺とじ	しない	まる秘	下	する
x	3	On	B4	4アップ	400%	よこ	短辺とじ	しない	回覧	左	しない
○	DMY 1	On	はがき	8アップ	DMY なし	よこ	DMY なし	しない	社外秘	右	する
x	1	Off	A3	2アップ	25%	よこ	短辺とじ	短辺左	回覧	右	する
○	2	Off	A4	しない	なし	よこ	DMY なし	短辺左	社外秘	左	しない
x	3	Off	B4	8アップ	DMY なし	たて	なし	短辺左	なし	下	する
x	DMY 1	Off	はがき	4アップ	400%	たて	長辺とじ	短辺左	まる秘	上	しない
○	1	Off	A4	4アップ	DMY なし	よこ	なし	短辺右	まる秘	左	する
x	2	Off	A3	8アップ	400%	よこ	長辺とじ	短辺右	なし	右	しない
○	3	Off	はがき	2アップ	25%	たて	短辺とじ	短辺右	社外秘	上	する
x	DMY 1	Off	B4	2アップ	なし	たて	DMY なし	短辺右	回覧	下	しない
x	1	On	A4	8アップ	400%	たて	短辺とじ	短辺上	社外秘	下	しない
○	2	On	A3	4アップ	DMY なし	たて	DMY なし	短辺上	回覧	上	する
x	3	On	はがき	2アップ	なし	よこ	なし	短辺上	まる秘	右	しない
x	DMY 1	On	B4	しない	25%	よこ	長辺とじ	短辺上	なし	左	する
x	1	Off	はがき	しない	DMY なし	よこ	長辺とじ	長辺左	回覧	下	しない
x	2	Off	B4	2アップ	400%	よこ	なし	長辺左	社外秘	上	する
x	3	Off	A4	4アップ	25%	たて	DMY なし	長辺左	なし	右	しない
x	DMY 1	Off	A3	8アップ	なし	たて	短辺とじ	長辺左	まる秘	左	する
x	1	On	はがき	2アップ	400%	たて	DMY なし	長辺右	なし	左	する
x	2	On	B4	4アップ	DMY なし	たて	短辺とじ	長辺右	まる秘	右	しない
x	3	On	A4	8アップ	なし	よこ	長辺とじ	長辺右	回覧	上	する
x	DMY 1	On	A3	4アップ	25%	よこ	なし	長辺右	社外秘	下	しない
x	1	On	B4	4アップ	なし	たて	長辺とじ	長辺上	社外秘	右	する
x	2	On	はがき	8アップ	25%	たて	なし	長辺上	回覧	左	しない
x	3	On	A3	しない	400%	よこ	DMY なし	長辺上	まる秘	下	する
x	DMY 1	On	A4	2アップ	DMY なし	よこ	短辺とじ	長辺上	なし	上	しない
x	1	Off	B4	8アップ	25%	よこ	DMY なし	DMY しない	まる秘	上	しない
x	2	Off	はがき	4アップ	なし	よこ	短辺とじ	DMY しない	なし	下	する
○	3	Off	A3	2アップ	DMY なし	たて	長辺とじ	DMY しない	社外秘	左	しない
○	DMY 1	Off	A4	しない	400%	たて	なし	DMY しない	回覧	右	する

32項目あるテスト項目のうち25項目が禁則処理を含んでいることが分かります。

このままでは、正常系のテストが出来ないので、禁則関係にある水準を別な水準に変更する必要があります。

実際のソフトウェアでは因子の数もたくさんあり、禁則の数も膨大です。これらを一一つチェックし、組合せの出現頻度を維持しながら、テスト実施可能なテスト項目を作成するのはたいへんな作業です。

直交表は、全ての組合せを保証してくれるのですが、その反面、禁則の回避をあらかじめしておかないと、

正常系のテスト項目として成り立たなくなってしまうです。

禁則の分類

禁則関係の分類は、禁則マトリクスを記述することで可能になります。
禁則マトリクスから、その禁則パターンを読み取り、禁則の種類を判別します。

SWの禁則処理関係は大きく分けて以下の3種類があります。

相互排他関係

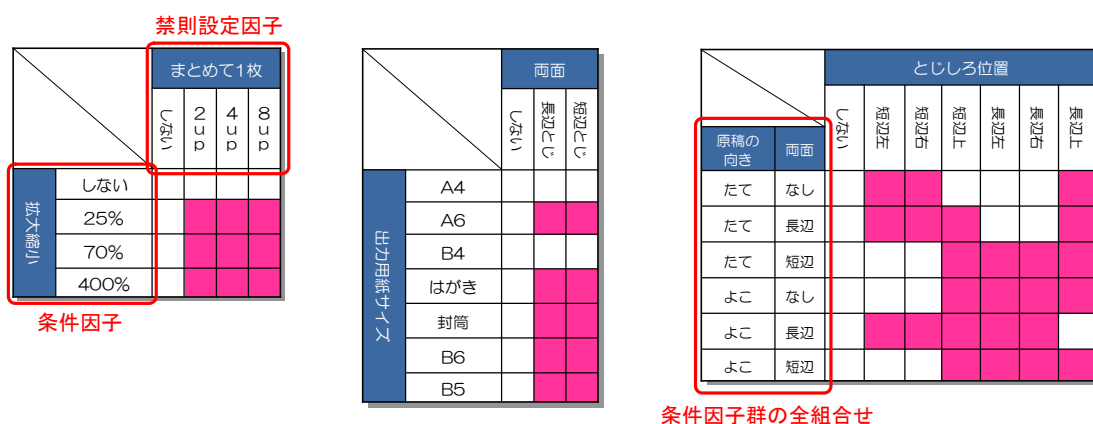
多層化関係

可変因子関係

それぞれの禁則関係に応じた禁則回避手法を用いることで、テストマトリクス上に適切な割付を行うことが出来ます。

禁則関係と禁則マトリクス

禁則マトリクスとは、因子の間の禁則関係を、マトリクス状に表現したものです。



赤色のセルが禁則の設定されている組合せです。
条件因子の保有する水準の組合せと、禁則設定因子の保有する水準の組合せの総当たり形式のマトリクスです。

禁則の設定には方向性を考慮します。
条件因子の影響を受けて禁則設定因子の選択可能な水準が変化すると解釈します。

複数の条件因子を考慮する場合には、条件因子の保有する水準の全ての組合せを条件因子側に記述し、これらに
対して禁則設定因子の水準の選択状態が影響を受けると解釈します。

相互排他因子融合手法

相互排他関係にある条件因子と禁則設定因子を融合してしまいます。



直交表に融合した状態で割付ける

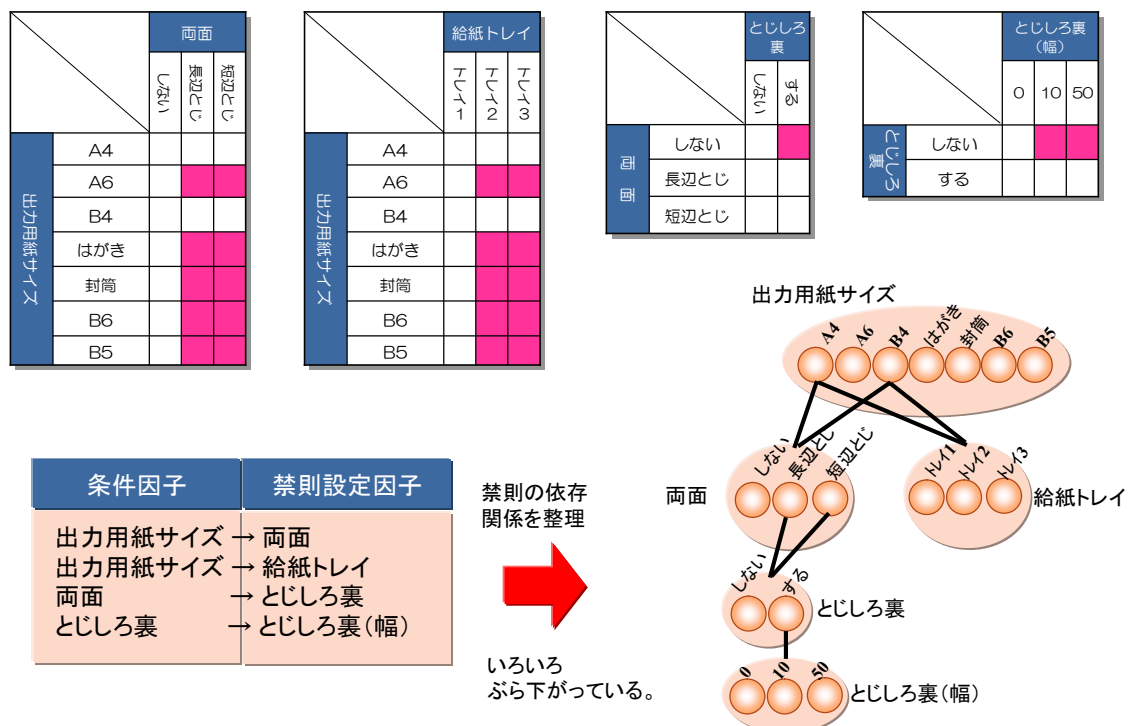
	拡大縮小／まとめて1枚	8	9	10	11	12	13	14	15
1	しない・しない	0	0	0	0	0	0	0	0
2	しない・しない	1	1	1	1	1	1	1	1
3	25%・しない	0	0	0	0	1	1	1	1
4	25%・しない	1	1	1	1	0	0	0	0
5	70%・しない	0	0	1	1	0	0	1	1
6	70%・しない	1	1	0	0	1	1	0	0
7	400%・しない	0	0	1	1	1	1	0	0
8	400%・しない	1	1	0	0	0	0	1	1
9	しない・2up	0	1	0	1	0	1	0	1
10	しない・2up	1	0	1	0	1	0	1	0
11	しない・4up	0	1	0	1	1	0	1	0
12	しない・4up	1	0	1	0	0	1	0	1
13	しない・8up	0	1	1	0	0	1	1	0
14	しない・8up	1	0	0	1	1	0	0	1
15	DMY しない・2up	0	1	1	0	1	0	0	0
16	DMY しない・2up	1	0	0	1	0	1	1	0

融合した因子を分離する

	拡大縮小	まとめて1枚	8	9	10	11	12	13	14	15
1	しない	しない	0	0	0	0	0	0	0	0
2	しない	しない	1	1	1	1	1	1	1	1
3	25%	しない	0	0	0	0	1	1	1	1
4	25%	しない	1	1	1	1	0	0	0	0
5	70%	しない	0	0	1	1	0	0	1	1
6	70%	しない	1	1	0	0	1	1	0	0
7	400%	しない	0	0	1	1	1	1	0	0
8	400%	しない	1	1	0	0	0	0	1	1
9	しない	2up	0	1	0	1	0	1	0	1
10	しない	2up	1	0	1	0	1	0	1	0
11	しない	4up	0	1	0	1	1	0	1	0
12	しない	4up	1	0	1	0	0	1	0	1
13	しない	8up	0	1	1	0	0	1	1	0
14	しない	8up	1	0	0	1	1	0	0	1
15	しない	2up	0	1	1	0	1	0	0	0
16	しない	2up	1	0	0	1	0	1	1	0

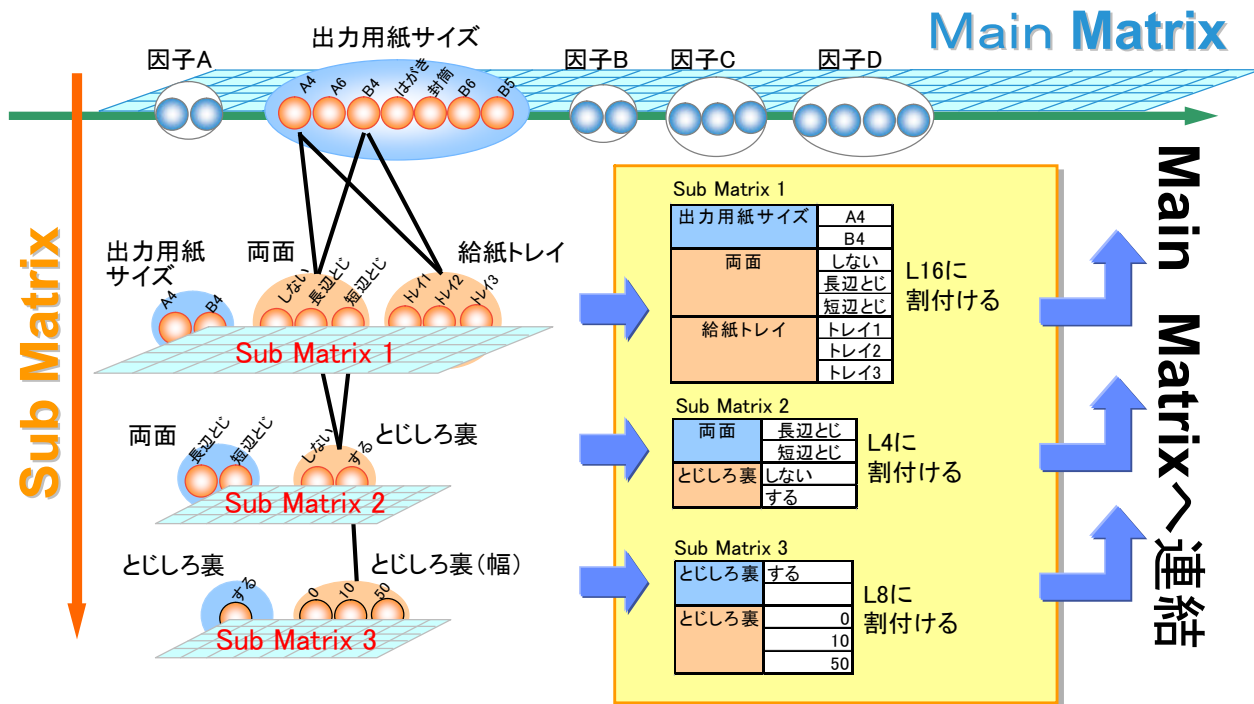
多層化手法

禁則マトリクスが以下のように描画されている状況で手法の解説をします。

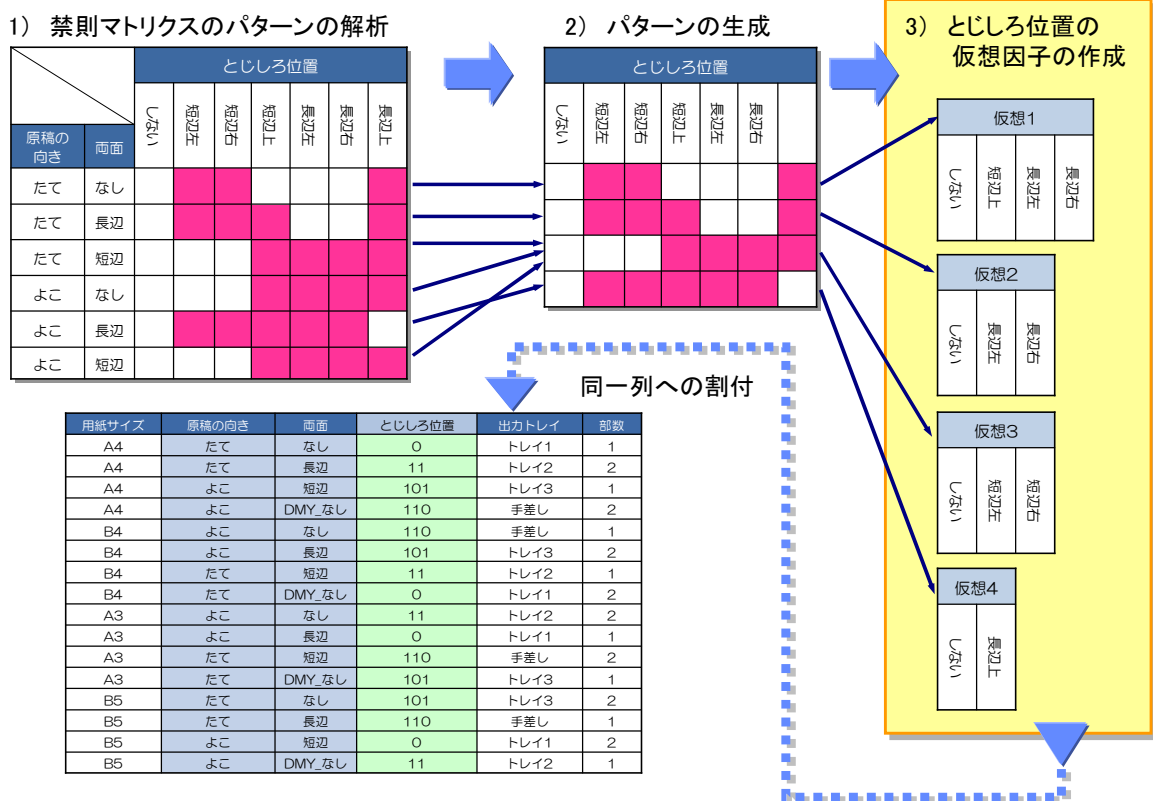


多層化処理

因子の出現が他の因子に依存する場合、
外部の直交表(Sub Matrix)に割付け、後からMainMatrixへ連結



可変因子処理



禁則回避手法のまとめ

禁則関係	禁則回避手法名	概 略
 相互排他関係	相互排他因子融合手法	相互排他関係にある因子を融合して1因子にしてしまう
 因子の出現が他の因子の保有する水準の出現に依存する	多層化手法	IF、FF、ME、AFを割付ける直交表 (: Main Matrix) とは別の小さなマトリクス (: Sub Matrix) に割付けを行い、あとから Sub MatrixをMain Matrixに結合する。
 複雑な禁則関係	可変因子手法	条件因子側の水準パターンに応じて、仮想的な因子をパターンの数だけ作成し仮想因子をMain Matrixに割付ける。

説明で用いた禁則関係では、簡単化のために、それぞれの禁則関係を独立させて割付けを実施しましたが、**実際には、相互に禁則関係が入り組んでいて難解なものになっている場合も有ります。**
そのような場合でも、順番に禁則回避手法に従って割付を実施すれば、自然にマトリクスは出来上がります

ご清聴ありがとうございました。