

# 直交表とオールペア法の並行運用 によるソフトウェアテスト

---

## 手法と強さ、因子、水準の 選択ガイドライン

五味 弘 OKI

辻村 浩 OKI

小池 宏道 OKI

須田 健二 群馬高専

# 内容

---

1. はじめに(組合せテストの概要)
  - 因子と水準の抽出
  - 組合せとテスト回数
  - これまでの組合せテスト
2. 直交表
  - 定義
  - ソフトウェアテストへの適用
  - 直交表生成ツールGalois
3. オールペア法
  - 定義(カバリングアレイ)
  - オールペア法ツール PICT
4. 直交表とオールペア法の比較
  - 因子や水準の制限
  - テスト回数、網羅率、網羅効率
5. 直交表とオールペア法の使用のコツ
  - 因子と水準の抽出、強さや手法の決定
  - 事例紹介
  - 既存の組合せテストからの移行
  - 評価
6. おわりに

# はじめに(組合せテストの概要)

---

- ソフトウェアテストにおける組合せテスト
  - 主にブラックボックステストでの組合せテスト
  - すべての組合せのテスト → 膨大なテスト回数
  - 組合せテストの効率化
    - すべての組合せ → 組合せを限定してテスト
  - 組合せの限定方法 → 直交表とオールペア法
- 効率的な組合せテストのための方法
  - 因子と水準の抽出
  - 直交表とオールペア法とそのツールの使用
    - 直交表生成ツール、オールペア法ツール
  - 並行運用とそのガイドラインや事例

# 組合せテスト – 因子と水準の抽出

---

- 用語の定義(実験計画法の用語を使用)
  - 因子 --- テスト対象の項目
  - 水準 --- テスト項目の取り得る値(バリエーション)
  - 強さ --- 基準とする水準組合せの因子数
    - 例. 強さ 3 とは任意の3個の因子の水準組合せがすべて出現していること
  - 禁則 --- 組合せテストに出現しない水準の組合せ
- 組合せテストの準備(因子と水準の抽出)
  - 因子と水準の抽出
    - テスト対象からテストの因子と水準を抽出
  - 因子と水準の妥当性確認
    - 因子の抜け・漏れがないことを確認
    - 因子の重なりがないことを確認
    - 各因子における水準の同値分割・境界値の妥当性を確認
  - 因子と水準のバランスの調整
    - 因子数や水準数に極端なばらつきや多数の禁則が出現するときは調整
      - 例. 水準が連続値であれば、範囲を調整する
      - 例. 特定の水準値の状態を持った因子を作成(例. 状態が a である因子 A)

# 組合せテストの回数

---

- 抽出した因子と水準の全組合せテストの回数
  - 因子数が  $m$  で  $i$  番目の因子  $f_i$  の水準数を  $q_i$  とすると
  - 全組合せのテスト回数  $n$  は
$$n = q_1 \times q_2 \times \cdots \times q_m$$
 となる。
    - 実際は禁則処理分を除く必要がある
  - 膨大な数になる
- そこで全組合せテストを実施せずに、何らかの方法でテスト回数を制限していた

# これまでの組合せテスト

- デシジョンテーブルや状態遷移表などを使用
  - または頭の中で同値分割
  - 経験的に組合せを削除して回数を減少させていた
  - 同時に禁則処理も実施していた
- しかしテストが巨大になると限界
  - 直交表やオールペア法



# 直交表 Orthogonal Array

## ○ 直交表 $OA(n,m,q,t)$

n --- 大きさ、テスト回数  
m --- 因子数、テストデータの項目数  
q --- 水準数、テスト項目の値の種類数  
t --- 強さ、テスト項目の組合せ数

### 直交表の定義

q個の水準を持つ  $m \times n$  行列で、どの t 個の行を取っても、水準の組合せが同数個出現する

同数個の出現のことを均一出現と呼ぶ

## ○ $OA(8,4,2,3)$ の例

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

どの3行を取っても、000, 001, 010, 011, ..., 110, 111 が同数個(今回は1個)出現する

(参考)直交表は実験計画法に使うために考えられた表で、実験では推定, 分析を行うためには、この均一出現は必須になる性質である。

# 直交表とソフトウェアテスト

直交表の列が、ソフトウェアテストのテストケースに対応

1回目のテストでは  
因子1の値を 0,  
因子2の値を 0,  
因子3の値を 0,  
因子4の値を 0  
を入力として実施する。

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

テストケースの入力部

この直交表は強さ3であるので、任意の3個の因子の水準組合せが  
平等に同一個数出現することを保証して、テストが実施できる。  
→ いわゆる3因子間の網羅率100%を保証

# (参考) 直交表の表記 OA と $L_n$

- 直交表  $OA(n, m, q, t)$

n --- 大きさ、テスト回数  
m --- 因子数、テストデータの項目数  
q --- 水準数、テスト項目の値の種類数  
t --- 強さ、テスト項目の組合せ数

- $L_n(q^m) = OA(n, m, q, 2)$

- 強さを2に限定した直交表の表記

- 例.  $L_{81}(3^{40})$

サイズ81、因子数40、水準数3、強さ2の直交表

$OA(81, 40, 3, 2)$ と同じ

- $L_{16}$  や  $L_{32}$  はサイズのみを示した表記法

# (参考)教科書等の既存の直交表について

---

- 既存の直交表に無理に合わせて使用
  - ソフトウェアテストを既存の直交表に無理に合わせていた
    - ソフトウェアテストに適した直交表を作るという考えはあまりなかった
    - 直交表の生成方法はあまり知られていない
    - その結果、無駄な実験やテストをしていた
- 直交表の強さは 2 のみが使われていた
  - 多くの教科書等にある既存の直交表は強さ2の直交表であるので、強さ2の直交表が使われていた
  - 強さ3以上の直交表は使われていないことが多い

# 直交表による組合せテストの効率化

---

- すべての組み合わせでソフトウェアテストをするのは膨大な回数になる
- 直交表では強さを制限することで回数を減少
  - 全組合せテストは、強さを因子数と同じにすることである
- 因子数 8個、水準数3個で、すべての組み合わせは 3 の 8乗 = 6561個になる。
- 直交表では、強さ 2 の直交表を用いると27個, 強さ 3 でも 81個

対象	全組み合わせ	強さ2の直交表	強さ3の直交表
8因子 3水準	6,551	27	81
10因子 4水準	1,048,576	64	256
16因子 5水準	1500億個以上	125	625

# 直交表生成ツール Galois – 紹介

---

- 直交表生成ツール Galois (ガロア)
  - 多因子、多水準、多強度、混合水準の直交表を生成
  - 例.
    - $OA(243, 20, 3, 3)$ 
      - 20因子 3水準 強さ3 サイズ243の直交表
    - $OA(128, 11, 2, 4)$ 
      - 11因子 2水準 強さ4 サイズ 128 の直交表
    - $OA(32, ((1, 8), (8, 4)), 2)$ 
      - 1因子8水準と8因子4水準の混合で強さ2サイズ 32の直交表
  - 多水準の直交表も生成できるので、(よくやるように)2水準に無理にマッピングする必要はない
  - 強さも任意の強さが生成できるので、対象のソフトウェアに応じた強さのテストが可能

# 直交表生成ツール Galois – 実行例

## Galois GUI

基本形

因子数 5

水準数 8

強さ 4

有限射影幾何の次元 3

アルゴリズム

小さい順

評価値

直交表作成

### 入力画面

m,q,t を入力して、  
直交表を生成

## Galois CUI

名前,五味,須田,辻村  
年齢,20台,30台,40台,50台  
性別,男性,女性  
趣味,漫画,旅行,プログラミング

### テスト項目の入力ファイル

テスト項目ファイルを入力にして、  
テストケースを生成

```
>galois2013 input.csv 3
名前      年齢      性別      趣味
五味      20台      男性      漫画
五味      30台      女性      旅行
五味      40台      男性      プログラミング
五味      50台      女性      漫画
(snip)
須田      20台      男性      プログラミング
須田      30台      女性      漫画
須田      40台      男性      漫画
須田      50台      女性      旅行
(snip)
```

### Galois CUI (出力画面)

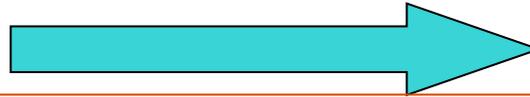
PICT 互換！

# (参考) Galois の直交表生成の原理

## 原始既約多項式

$$PG(2,2) \quad x^3 = 1 + x$$

有限体GF上で既約(低い次元の式で割り切れないもの、整数の素数に相当)で、原始多項式(周期が最大になるもの)を原始既約多項式と呼ぶ。  
なおPGの引数は(次元数、水準数)である。



原始既約多項式から、解の0乗から周期までの次数の解の式を求め、その係数を点とする。

この点からどの3点を取っても一次独立であるように点を選択する。

この点を求めるのが一般的には困難。

なお、強さ2のときは点すべてが1次独立であるのでそのまま使える。

## G行列

2次元 2水準

4因子 強さ3

$$G1: 1 \ 0 \ 0$$

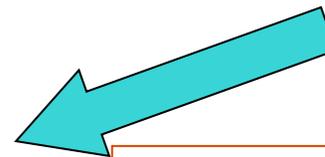
$$G2: 0 \ 1 \ 0$$

$$G3: 0 \ 0 \ 1$$

$$G4: 1 \ 1 \ 1$$

## G行列

どの3点を取っても一次独立な表



## 直交表OA(8,4,2,3)

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

$$OA = G \cdot \theta$$

但し、 $\theta$ は水準のすべての組み合わせを列にする行列

$\theta =$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

注意: この生成方法は素体(水準数が素数)のときであり、拡大体(水準数が素数のべき乗)のときは別の方法になる。

# Galois の直交表の水準数の制限

---

生成される直交表の水準数の制限  
(原始既約多項式を用いる方法での制限)

(制限1) 水準数は素数か素数のべき乗に制限される。

例. 水準数は2,3,4,5,7,8,9,11,13,16がある

(制限2) 水準数の混合は素数とその素数のべき乗である水準数の混合に制限される。

例. 水準数の混合は(2,4,8,16)や(3,9,27), (5,25)がある。

この制限は次に紹介するオールペア法と比較して、強い制限になっている。

ツールでは、上記の水準数の条件になるようにダミーの水準を自動挿入している。しかし、この場合、均一出現ではなくなる。

# オールペア法

---

- 因子の2個(ペア)の水準組合せが少なくとも1回はテストに出現することを保証する組合せテスト
  - すべてのペアをテストするから、オールペア法
  - 直交表のように同数個の出現(均一出現)は保証しない
- ペア=2個の因子の組合せであることから、直交表の強さ 2 に相当

# カバリングアレイ 被覆配列

---

- オールペア法で2個に限定していた因子の組合せの個数を限定せずに一般化したもの。
- 任意の個数の組合せを対象にした配列をカバリングアレイ(被覆配列)と呼ぶ

○  $CA(n, m, q, t)$

n --- 大きさ、テスト回数  
m --- 因子数、テストデータの項目数  
q --- 水準数、テスト項目の値の種類数  
t --- 強さ、テスト項目の組合せ数

直交表の表記と同じ

- オールペア法は  $CA(n, m, q, 2)$ で表現される

# (参考) オールペア法による割り当て

因子	水準
A	0, 1
B	0, 1
C	0, 1, 2

AB を割り当て

因子	1	2	3	4	5	6
A	0	1	0	1		
B	0	0	1	1		
C						

AC を割り当て

因子	1	2	3	4	5	6
A	0	1	0	1	0	1
B	0	0	1	1		
C	0	0	1	1	2	2

BC を割り当て

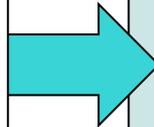
因子	1	2	3	4	5	6
A	0	1	0	1	0	1
B	0	0	1	1	0	1
C	0	0	1	1	2	2

注意：  
完全なバックトラックをしない割り  
当ての場合は、割り当てる順番で  
テスト回数が異なる。

# オールペア法ツール PICT

- 名前はオールペア法になっているが実際は**カバリングアレイ**を生成するツール
- Microsoft 製
- 機能が豊富
- PictMaster  
により Excel  
から利用可

名前,五味,須田,辻村  
年齢,20台,30台,40台,50台  
性別,男性,女性  
趣味,漫画,旅行,プログラミング



入力ファイルは Galois と同じファイル

Galois が PICT 互換になるように開発

テスト項目ファイルを入力にして、  
テストケースを生成

```
>pict input.csv /o:3
```

名前	年齢	性別	趣味
辻村	20台	男性	漫画
辻村	30台	男性	プログラミング
須田	30台	男性	旅行
五味	40台	男性	旅行
五味	50台	女性	旅行
辻村	30台	女性	旅行
須田	30台	女性	漫画
辻村	50台	女性	プログラミング
須田	30台	女性	プログラミング
須田	20台	女性	旅行
須田	40台	男性	プログラミング

PICT (出力画面)

# オールペア法ツール PICT の特徴

---

## 豊富な機能

### ・禁則処理(制約条件定義)

テストに出現しない組合せを制約条件に記述することで生成をしない

### ・無効値テスト

無効値同士の組合せが生成されないようにする(無駄なテストはしない)

### ・重み付け

特定の値を重点的にテストしたいときに指定する(水準ごとに1つだけ指定できる)

### ・原型ファイル

(1) パラメータ値(水準)を追加したい場合、既存のテストケースを再利用し、できるだけ少ないテストケースを追加して作成する(追加されたテストケースをテストすればよい)

(2) テストケースに必ず含まれるべき重要な組合せ指定したテストケースを作成する

# オールペア法ツール PICT の機能追加ツール (PictMaster)

GUIを Excel化して、PICTを使いやすく高機能にしたツール

Microsoft Excel - PICT活用シート.xls [読み取り専用]

Ver. 1.4 2007/12/10

© IWATSU System & Software Co., Ltd

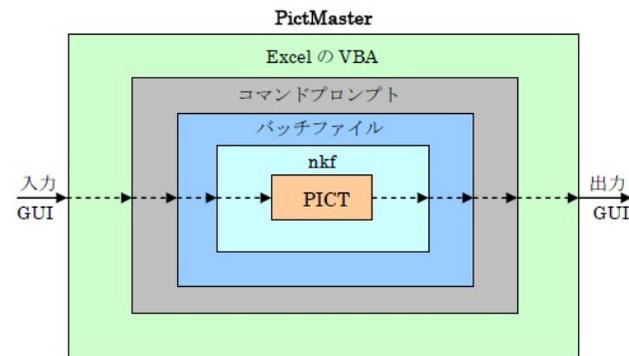
パラメータ	値の並び
Vista Edition	Ultimate, Business, Home Premium, Home Basic
RAM	0.5G, 1.0G, 2.0G, 4.0G
GRAM	064M, 128M, 256M, 512M
HD	020G, 030G, 120G, 250G, 500G
CPU	0.8G, 1.0G, 2.0G, 3.0G
Browser	IE, Firefox, Opera, Safari

```
if [Vista Edition] <> "Home Basic"
then ([RAM] <> "0.5G") and
([GRAM] <> "064M") and
([HD] not in {"020G","030G"}) and
([CPU] <> "0.8G");
```

岩通ソフトシステム(株)が作成して公開

<http://sourceforge.jp/projects/pictmaster/>

(このページの図は上記より引用)



# 手法の選択のための 直交表とオールペア法の比較

	直交表	カバリングアレイ	(参考) オールペア法
ツール実装例	Galois	PICT (PICTMaster)	TConfigなど多数
強さ	任意	任意	2個
因子の組合せ	同数回の出現	少なくとも1回	左同
強さ+1の網羅率	高い	PICTMasterでは目標網羅率を設定可能だが、低い	一般の実装では低い
テスト回数	オールペア法と比較して多い(しかし少ない場合もある)	直交表と比較して一般的に少ない(しかし多い場合もある)	左同
テストの最小回数	Galoisではほぼ保証	PICT では保証していない	一般的な実装では保証していない
水準数の制限	素数か素数のべき乗に制限	制限はない	左同
水準数混合の制限	素数とそのべき乗の混合に制限	制限はない	左同
禁則処理	均一出現を保証できない	PICT では任意の禁則が可能	実装しやすい

赤字で書いている部分は他の手法と比較して優れていることを示す

# 直交表とオールペア法の比較 テスト回数での比較

因子数	水準	強さ	PICT	Galois	比較
3	2	2	4	4	△
7	2	2	7	8	
15	2	2	10	16	
31	2	2	12	32	
32	2	2	14	64	
4	2	3	8	8	△
8	2	3	16	16	△
16	2	3	23	32	
32	2	3	33	64	
5	2	4	23	16	○
6	2	4	26	32	
8	2	4	34	64	
32	2	4	47	64	
4	3	2	13	9	○
13	3	2	20	27	
40	3	2	27	81	
4	3	3	34	27	○
10	3	3	65	81	
5	3	4	100	81	○
11	3	4	249	243	○
14	3	4	296	729	
5	4	2	22	16	○
21	4	2	39	64	
6	4	3	111	64	○
17	4	3	207	256	
5	4	4	333	256	○
6	8	2	91	64	○
6	8	3	846	512	○

○は Galois の方がテスト回数が少ない場合で、△は同数のテスト回数

# 直交表とオールペア法の比較

## 強さ $t + 1$ の網羅率の比較

因子	水準	強さ	PICTMaster			Galois		比較
			目標	回数	網羅率	回数	網羅率	
7	2	2	-	7	73.9	8	90.0	△
15	2	2	-	10	83.2	16	96.2	-
15	2	2	95	14	95.1	16	96.2	△
4	3	2	-	13	47.2	9	33.3	-
7	3	2	-	16	53.7	27	82.4	-
7	3	2	80	28	80.6	27	82.4	◎
11	3	4	-	249	71.9	243	89.8	◎
11	3	4	88	375	88.5	243	89.8	◎
13	3	2	-	20	60.1	27	87.9	-
13	3	2	87	36	86.7	27	87.9	◎

◎は Galois の方がテスト回数が少なく、かつ網羅率が高い場合

△はほぼ同数の場合

(参考)  $t + 2$  の場合でもほぼ同様の結果が得られている

# 直交表とオールペア法の比較

## 網羅効率の比較

条件			PictMaster			Galois		
因子数	水準数	強さ	回数	網羅率	網羅効率	回数	網羅率	網羅効率
15	2	2	10	83.2	8.32	16	96.2	6.01
4	3	2	13	47.2	3.63	9	33.3	3.70
7	3	2	16	53.7	3.36	27	88.6	3.28
13	3	2	20	60.1	3.01	27	87.9	3.26
5	4	2	21	32.5	1.55	16	25.0	1.56
13	4	2	33	45.3	1.37	64	87.7	1.37
6	5	2	35	27.4	0.78	25	20.0	0.80
15	5	2	54	38.3	0.71	125	88.9	0.71

網羅効率とは、テスト1回当たりの網羅率であり、  
 網羅効率  $e = c / n$  である。但し  $C$  は網羅率で、 $n$  はテスト回数。  
 赤で囲んだ部分は網羅効率が高いことを示す

**網羅効率もカバリングアレイの評価基準の一つになる**

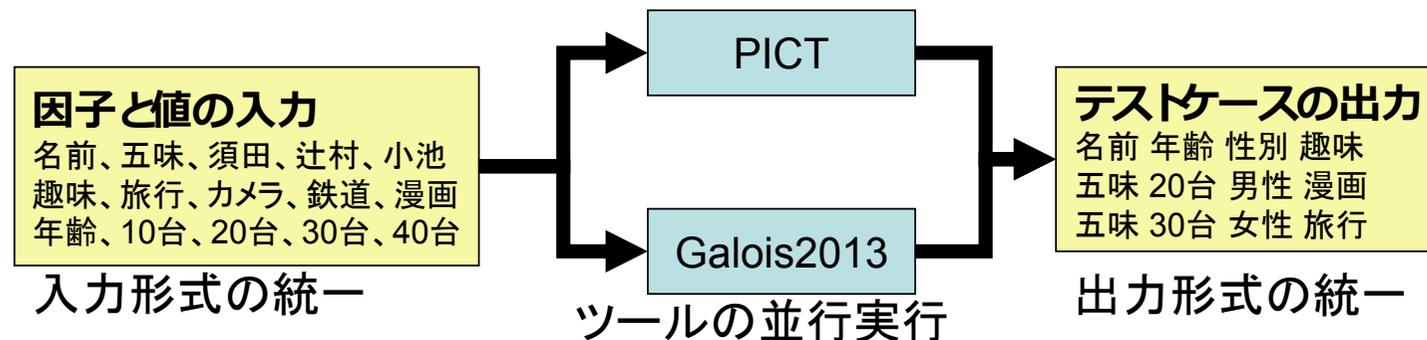
# 直交表とオールペア法の運用 並行運用と運用ガイドライン

## ○ 方針

- コストを少なくするため、両者を透過的に運用
- テストケースの生成結果を見て優れた方を採用

## ○ 対応

- 入出カインタフェースの統一
- ツールの並行実行



- 支援窓口の一本化
- 運用ガイドラインの策定

# 強さと手法の決定基準

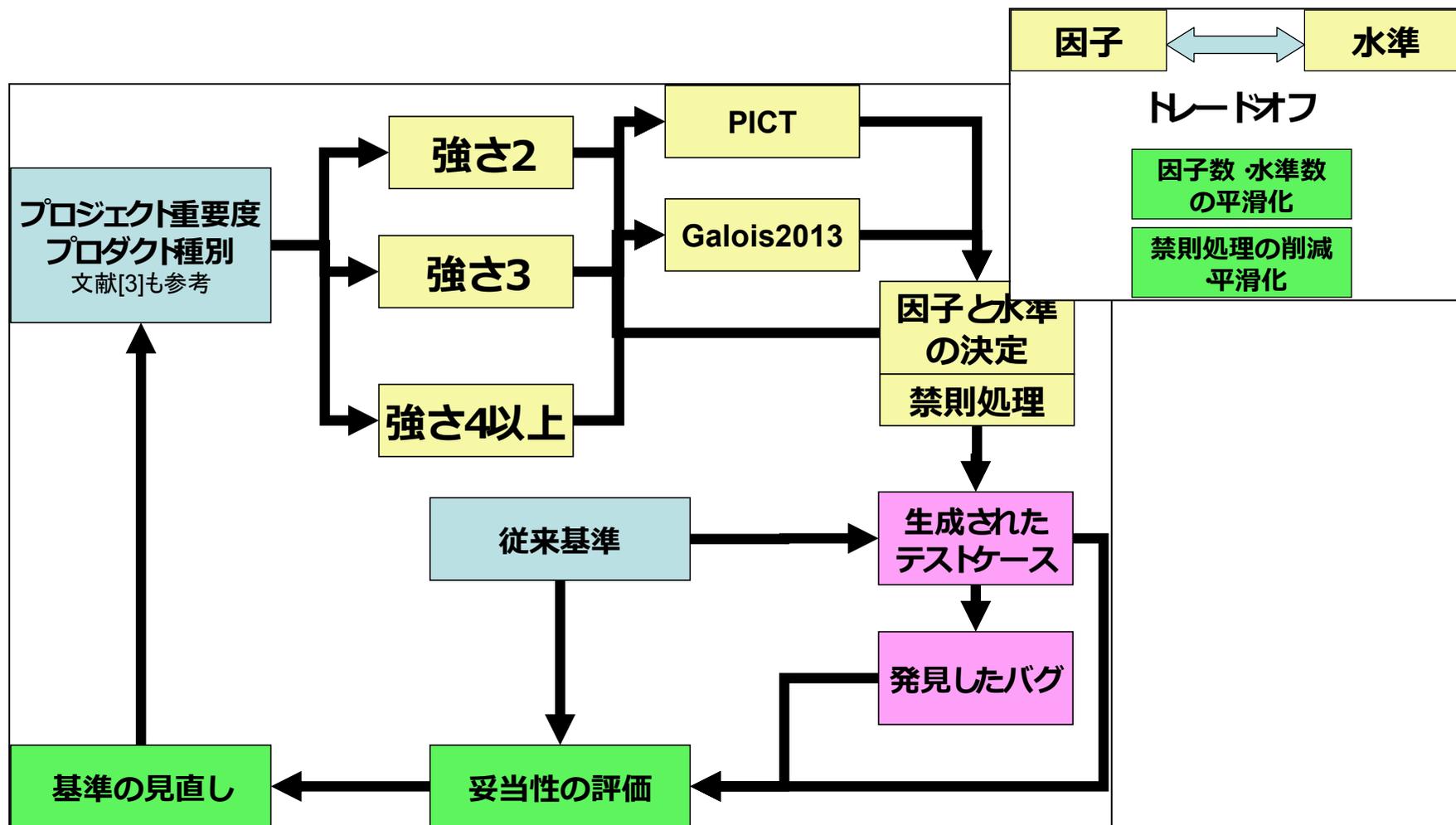
直交表やオールペア法の知識がないメンバーでは強さや手法の選択は困難であるため、決定基準が必要

プロダクト種別	例	強さ	手法
一般プログラム	データ処理	2	オールペア法
共通プログラム	ライブラリ	3	直交表
並列処理	WebサーバAP	3	カバレッジアレイ
リアルタイム処理	組込み系の一部	3	カバレッジアレイ
対話処理	UIプログラム	2	オールペア法
データ解析処理	3項組のデータが多いAP	3	直交表
重要プロダクト	品質要求が強いもの	+1	カバレッジアレイ

基準例(文献[3]などや事例を元に策定)

# 運用ガイドライン - 強さと手法の決定基準

## 各パラメータの決定の流れ



経験的・フィードバックによる定期的見直しを実施予定

# 運用ガイドライン

## (参考) オールペア法と直交表運用サイト

[\[ESC ホームに戻る\]](#)

### オールペア法と直交表

～効率的なソフトウェアテストのための～

#### サイト紹介

このサイトでは、ソフトウェアテストを効率的に行う手法であるオールペア法と直交表を用いたソフトウェアテストについて紹介します。このサイトはこれから増補していく予定にしています。

#### 組み合わせテストの効率化

ソフトウェアテストでは、テスト対象の項目が多数あり、その項目が取る値も多数の種類があります。テストでは、この各項目の各値の組み合わせをテストすることになります。

この組み合わせテストを効率化するのがオールペア法であり、直交表です。これらはすべての組み合わせでテストを行うのではなく、ある網羅基準の下で限定した組み合わせだけを行うことで効率化します。オールペア法と直交表の詳細は資料を参照してください。

#### 資料室

<a href="#">All-Pair Testing &amp; Tools</a>	(2011/1/13 ppt)
<a href="#">直交表による組合せテスト入門</a>	(2010/12/27 ppt)
<a href="#">直交表～ソフトウェアテストのための～</a>	(2012/11/12 ppt)

#### ツール

<a href="#">PICT</a>	フリー	(Microsoftサイト)
<a href="#">その他の All Pair 法のツール集</a>	フリーのものも多数	(Pairwise Testing サイト)
<a href="#">直交表生成プログラム GaloisSoftTest2008</a>	OKI内使用可	群馬高専開発
<a href="#">直交表生成プログラム GaloisSoftTestConsole</a>	OKI内使用可	群馬高専/ESC開発
<a href="#">Java版直交表生成プログラム Galois2013</a>	OKI内使用可	(群馬高専/ESC 開発中)

#### FAQ

- オールペア法や直交表、それに組み合わせの数など、どれを使ったらいいのか分かりません。  
問題に応じて最適な組み合わせを選択すべきですが、まずは組み合わせ2のオールペア法で試してみてください。
- オールペア法や直交表を使うと、どれだけテストの効率が上がるのでしょうか。

## 運用ガイドライン

### A. 手法編

1. オールペア法
2. 直交表

### B. ツール編

1. PICT/PictMaster
2. Galois2013
3. Galois2008

## C. 運用編

1. 強さの決定
2. ツールの選択
3. 因子と水準の決定
4. 禁則処理
5. テストの妥当性の評価

### E. FAQ

- F. 事例紹介
- G. 問い合わせ

# 適用事例

- 送受信システムの新OS移行テスト
  - 強さ2のオールペア法

送信側OS	WinXP/SP2	WinXP/SP3	WinVista/SP1	WinVista/SP2	Win7	Win7/SP1
送信側Webブラウザ	IE6	IE7	IE8	IE9		
送信側メール	OutlookExpress	WindowsMail	WinLiveMail	Outlook2010		
送信側ICカードR/W	ICCardReaderA	ICCardReaderB				
受信側OS	WinXP/SP2	WinXP/SP3	WinVista/SP1	WinVista/SP2	Win7	Win7/SP1
受信側Webブラウザ	IE6	IE7	IE8	IE9		
受信側メール	OutlookExpress	WindowsMail	WinLiveMail	Outlook2010		
受信側ICカードR/W	ICCardReaderA	ICCardReaderB				

- 強さ2で37回のテスト、強さ3で97回のテストになった
- 情報端末の状態遷移マトリクス
  - 強さ3のオールペア法
  - 禁則処理が多い
- 金融端末制御
  - 強さ2、サイズ32の直交表

# 適用事例: 既存の組合せテストからの移行

---

- 因子と水準の抽出
  - システム試験仕様書
    - デシジョンテーブルもそれに類似したドキュメントもないとき
    - 用語の統一、用語辞書、短文化、情報補填
  - デシジョンテーブル
    - 因子・水準の独立性、因子・水準の抜け
  - 状態遷移図
    - 状態の縮退(複数の状態を1個の状態で記述)
- 因子間・水準間の調整
  - この調整作業は組合せテスト全体で効果があることを条件に実施
- 手法・ツールの選定～実施
  - ガイドラインを元にレビューを実施しアドバイス

手法以前の問題(因子と水準の抽出～調整)が多い

# 直交表とオールペア法の運用評価

---

- 因子と水準の抽出に効果
  - 直交表とオールペア法の入力となる因子と水準の抽出に注目が集まり、経験的な方法から科学的・網羅的な方法で実施
  - 同様に禁則処理の部分にも注目
- テストケースの削減に科学的根拠
  - 過去は経験的に削減を実施していた
  - 強さや手法を変えることでテストや結果としての品質を制御
- テストケースの抜け・漏れ、重なりの排除
  - 上記の因子と水準の抽出と、それに基づくテストケースを生成するため、テストケースに抜け・漏れがなく、また重なりがないことを保証
- ユーザのスキル
  - ツールとして利用するのは容易
  - 因子と水準、禁則処理で経験が必要
  - 生成されたテストケースの評価には、対象プロジェクトの知識が必要(どんなテスト手法を採用しても言えることであるが)

# おわりに

---

## ○ まとめ

- 直交表とオールペア法を用いた組合せテスト
  - 因子と水準の抽出
  - 過去の方法論との比較
- 直交表とその生成ツール Galois
- オールペア法とそのツール PICT
- 直交表とオールペア法の比較
- 並行運用のガイドライン
  - 事例紹介
  - 評価

## ○ 今後

- ツールのリファイン、データ収集、ガイドラインの精緻化