

# 話題沸騰ポットの「可撓性」テスト

チーム☆N☆テスコミュ

覚えていますか？  
「はやぶさ」が地球に帰還した日のことを…

2003年 惑星間航行の旅に出たはやぶさは、2005年 イトカワに到着した。  
2007年 地球を目指すも、残り2基のエンジンが寿命を迎え 相次ぎ停止。  
多くのトラブルを乗り越えてきたプロジェクトに絶望感が広がった。



そのとき、エンジン責任者が「こんなこともあるうかと」  
仕組んでおいたクロス運転を提案した。

その驚くべき仕組みは成功し、2010年6月13日「はやぶさ」は地球に帰還した。

度重なるトラブルに身を削り傷つきながら、  
たくましくたわみながら克服してきた「はやぶさ」の姿に、  
これからのソフトウェア開発に必要なものを教えられた。

そこで我々は、  
想定外に対応できることを「たわみ」と定義し、  
「たわみ」の確認を「可撓性テスト」と位置づけ、  
テスト設計に取り組むことにした。

# 0. はじめに



ソフトでも撓むんですか？

はい。私たちはソフトウェアが安心して使い続けられるとはどういう性質を持っていたらよいかを検討し、「想定外」の事態が起きてもある程度までは余裕を持って回避できるようになればよいのではないかという考えにいたりました。その「余裕を持って回避する」ことを「撓み」、「回避できる特性」を「可撓性」と、表現しました。



想定外ってポットにもあるんですか？



ないとはいきません。例えば、何らかの不具合で、蓋が開いているのに沸騰し続けて、空焚きになって火事になりそうになつた、なんて事が起きたら大変ですよね？この、沸騰し続ける事態が起こりえないような状況で沸騰し続けてしまう、これを「想定外」、と考えます。

# 1. 「可撓性」をテーマにしたソフトウェアテストについて

想定外でもちゃんと動けば、安心して使えるポットと言えそうですね。



そうなんです。ほんとはシステム設計時にすべて考えられていればよい話なのかもしれません、今回のテスト設計では、テスト対象ができた後にテスト設計する、という状況であると理解しました。したがって、仕様そのものは簡単に変えることはできないわけです。このような状況で、テスト屋さんができることとして、仕様があいまいになっていること＝想定外の事態が潜んでいる、と考え、そこをあぶりだすテスト設計を考えてみることにしました。

どうして仕様があいまいだと想定外の事態が起きるので  
すか？

仕様がしっかり考えられていれば、何かが起きたときにどう対処するか、きちんと設計できます。仕様があいまいということはその辺の考慮が足りず、きちんと設計できていない状況に陥るので想定外の事態が発生すると考えました。



## 2. テスト設計の概要

具体的に仕様のあいまいなところは  
どうやって見つけるんですか？

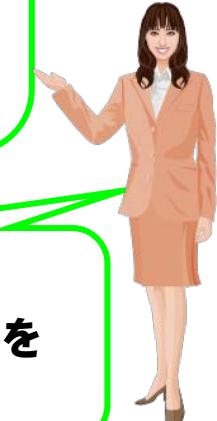


テスト要求分析をしっかりやることで仕様記述の穴を見つけていきます。今回は動作と機能の2つに着目して分析を行いました。

分析したら次はどうするんですか？



テスト要求分析を行って仕様の穴を見つけたら、「テスト設計テンプレート」を使ってテスト設計すべき観点を洗い出し、テストすべき内容を決めていきます。  
この「テスト設計テンプレート」はテストを行う上での観点をさまざまなドメインから知恵を出し合って纏めてあるものです。



テスト設計テンプレートは2009、2010のJaSSTで発表したものです。  
どのようになったか、楽しみです。



ありがとうございます。  
それでは具体的な成果を  
ご紹介しましょう

### 3. 成果物一覧

#### |(A) マインドマップによる要求分析

- (A-1)動作未定義分析(マインドマップ)
- (A-2)動作分析(K-ダイアグラム)
- (A-3)動作未定義分類(2×2マトリックス)
- (A-4)動作着目テスト設計(テスト設計テンプレート)

#### |(B) 状態遷移による要求分析

- (B-1)構成要素分析(コミュニケーション図)
- (B-2)振る舞い分析(状態遷移図)
- (B-3)状態遷移要素分析表(i-チャート)
- (B-4)状態とイベントの遷移分析(状態イベント遷移表)
- (B-5)状態から状態の遷移分析(状態状態遷移表)
- (B-6)機能着目テスト設計(テスト設計テンプレート)

#### | そのほか

- QA表

# 4. 要求分析からテスト設計までの流れ(1/2)

## 2方向によるアプローチ

- ポットの要求仕様に対する分析は、動作着目の視点と機能着目の視点の2つのアプローチで行った。

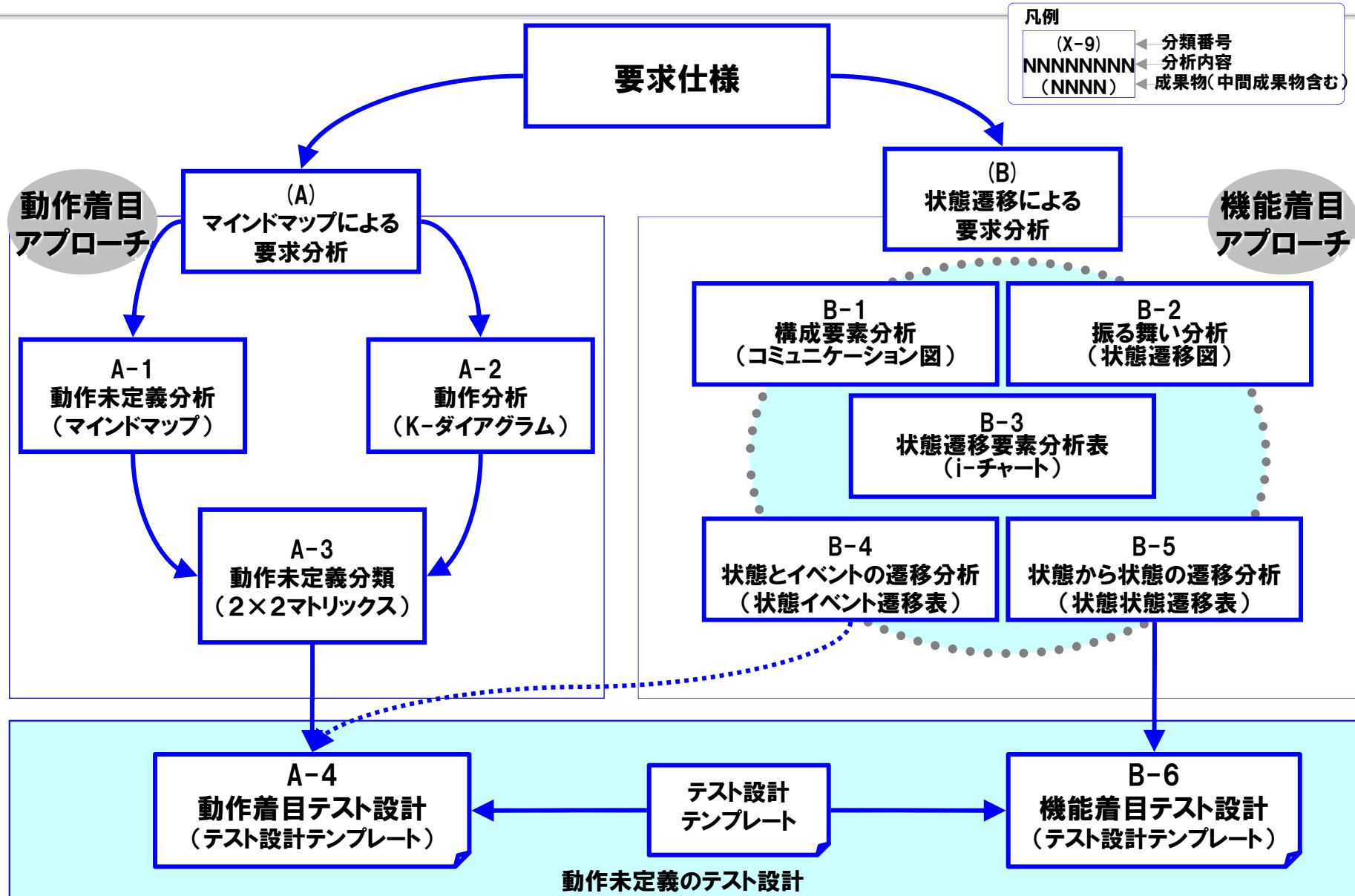
## 動作に着目した分析

- はじめに、要求仕様書の文章に沿って条件分岐を漏らさないようにマインドマップで分析し、動作未定義を明確にする。(A-1)
- 一方、要求仕様書からどのような動作があるかをK-ダイアグラムで分析する。(A-2)
- (A-1) から動作未定義を含む部分を $2 \times 2$ マトリックス表にし、この表の見出しに関連のある項目を(A-2)のK-ダイアグラムから抽出し、動作未定義の発生条件を明確にする。(A-3)
- (A-3) で明確になった動作未定義の発生条件をテスト観点としてテスト設計テンプレートに記載する。(A-4)

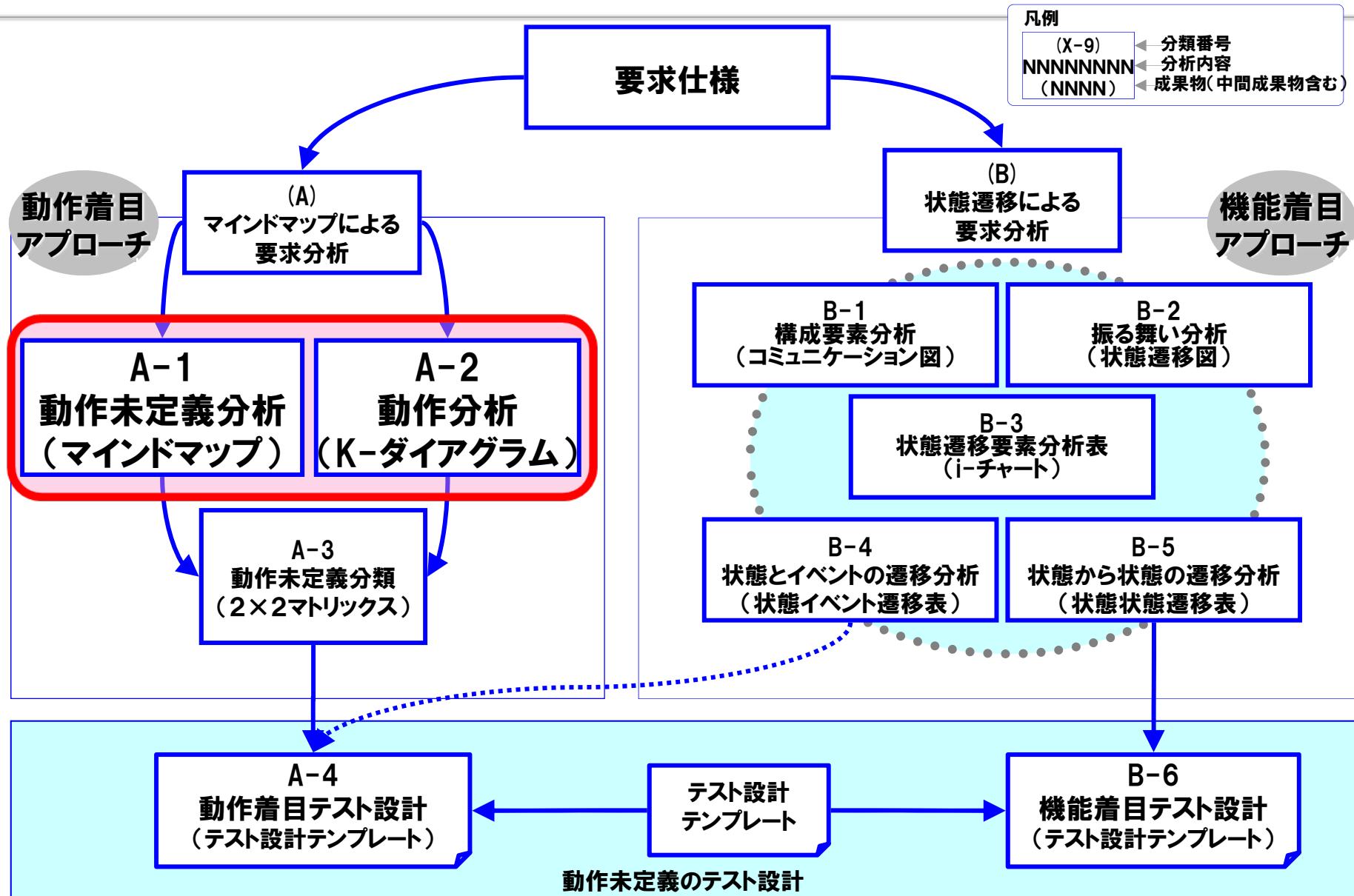
## 機能に着目した分析

- まず、状態遷移の全体イメージを作成する。(B-1、B-2)
- これを元に、状態が変化する要素を洗い出して絞り込みi-チャートを作成することで、状態の発生要素を明確にする。(B-3)
- i-チャートを行見出しにした状態イベント遷移表を作成し(B-4)、さらに状態の推移に着目した状態状態遷移表(B-5)を作成することで、状態が遷移する条件を明確にする。
- (B-5)で書かれた状態遷移表の中から、遷移しない条件や同じ状態に遷移する条件をくくりだし、これらの部分に動作未定義のリスクが高いと考え、この内容をテスト設計テンプレートのテスト観点として記載する。(B-6)

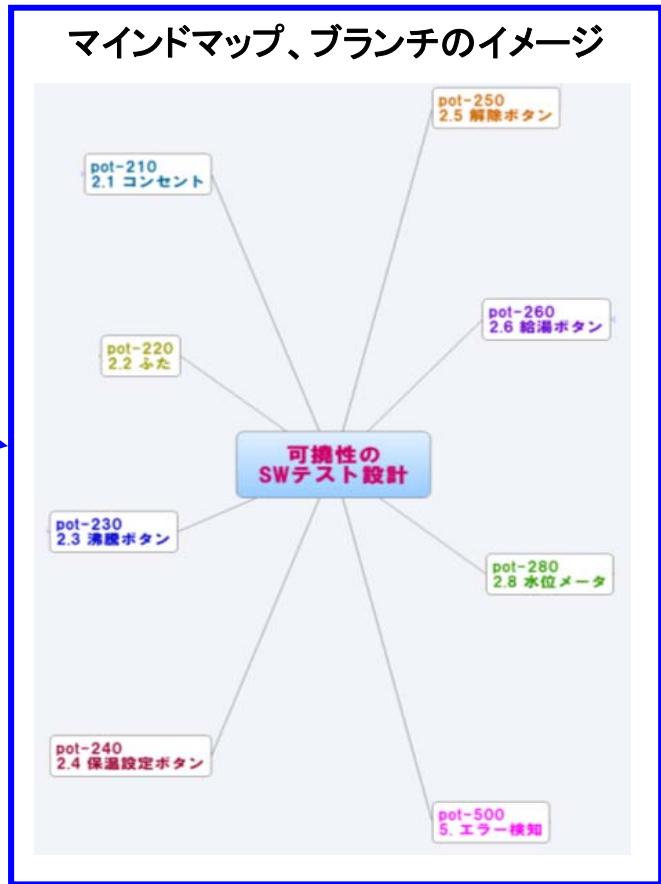
# 4. 要求分析からテスト設計までの流れ(2/2)



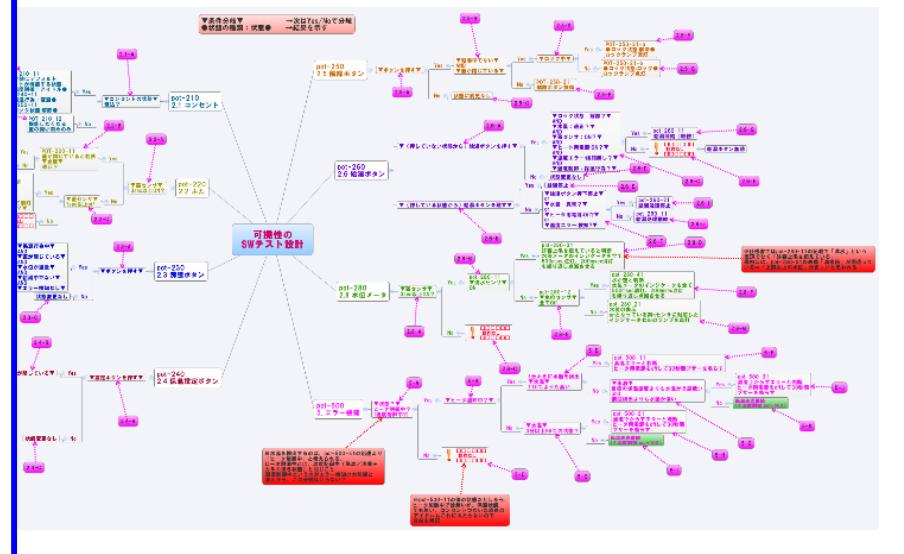
# 4. 1 動作着目アプローチ



# 要求仕様書の操作要求仕様を、 マインドマップのブランチにして要求分析を実施



## マインドマップ全体イメージ



4.1 動作着目アプローチ – (A-1) 動作未定義分析 (マインドマップ) 2/2 –

<蓋「閉」を確認する>		
<input type="checkbox"/>	pot-220-11	蓋センサが3sec以上onとなったら、蓋が閉じられたと判断する。
<水量適性時の処理>		
<input type="checkbox"/>	pot-220-21	蓋が閉じられ、水量が適正な場合、沸騰行為をする。 【説明】水量については、pot-280を参照。
<水量異常時の処理>		
<input type="checkbox"/>	pot-220-31	蓋が閉じられても、水量が異常な場合、状態はアイドルのままで 【説明】水量については、pot-280を参照。



蓋センサが 3sec以上onとなつたら、蓋が閉じられたと判断する。

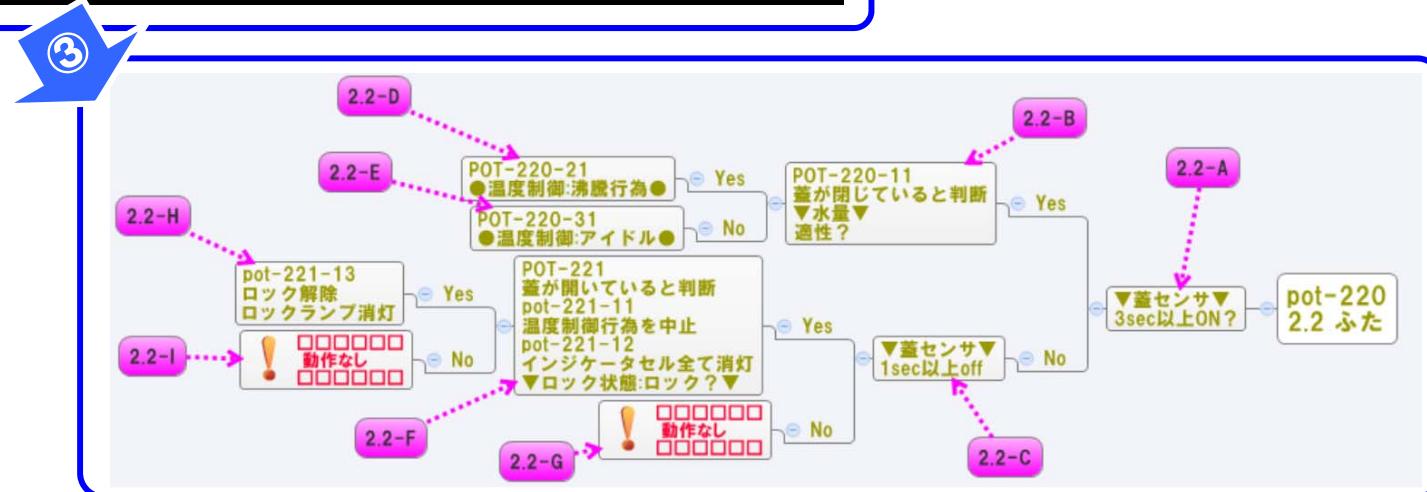
蓋センサが3sec以上on  
蓋が閉じられたと判断する

蓋	水量	状態
蓋センサが3sec以上 onとなったら、 蓋が閉じられたと判断	水量が適正な場合	沸騰行為
	水量が異常な場合	状態は アイドル



蓋が閉じられても、水量が異常な場合、状態はアイドルのままである。

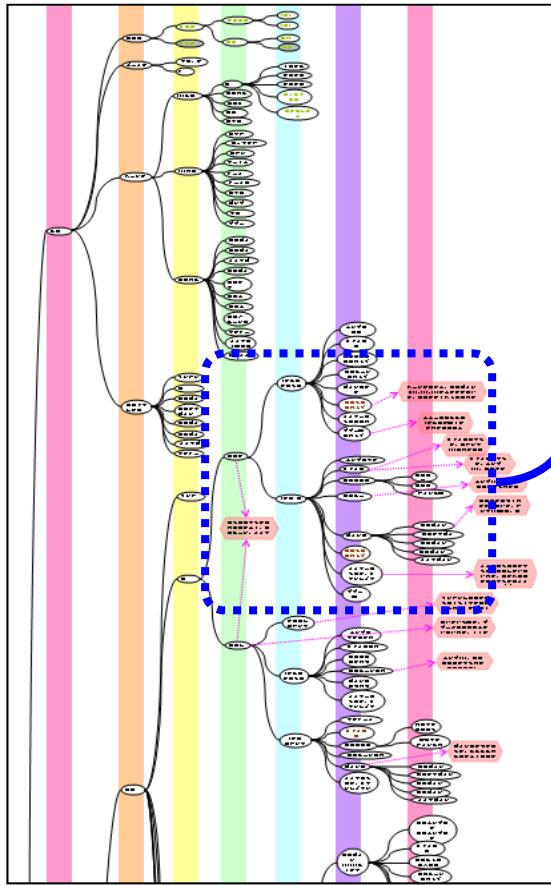
蓋が閉じられても  
水量が異常な場合  
状態はアイドルのまま



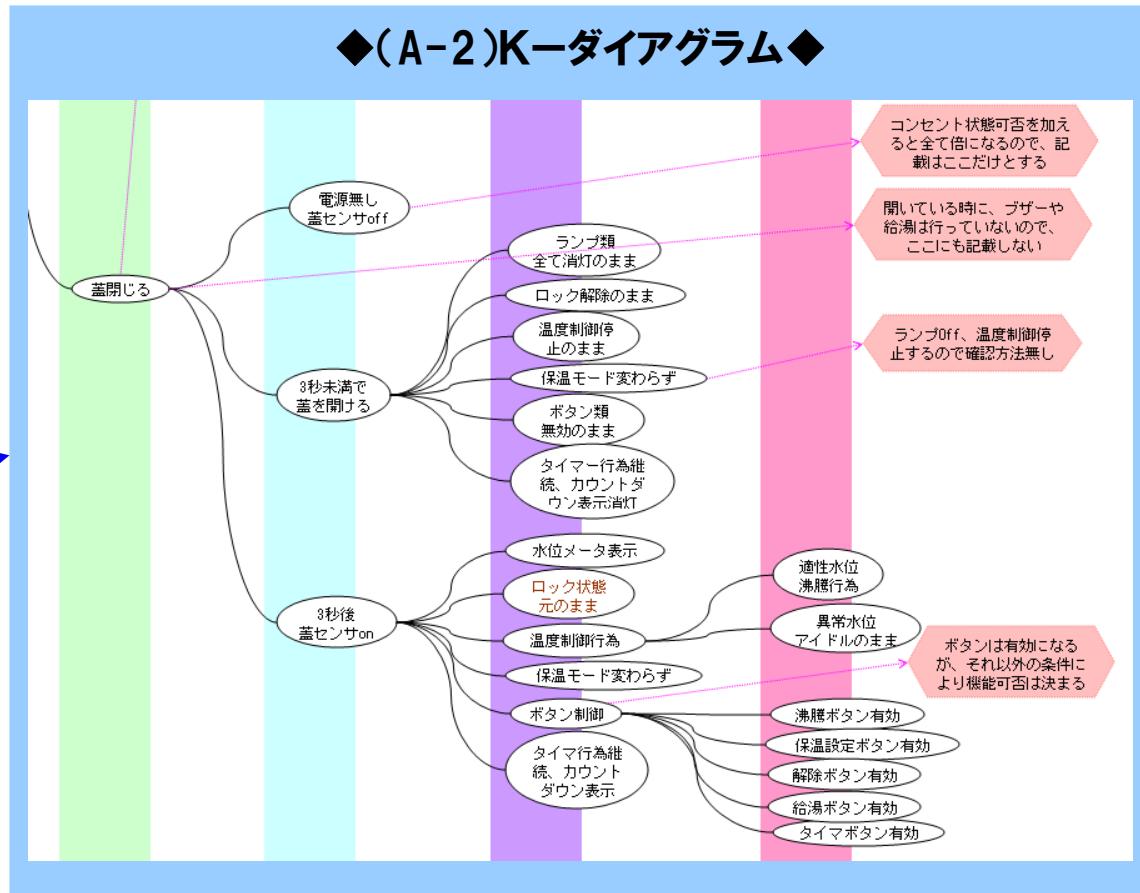
## 4. 1 動作着目アプローチ – (A-2) 動作分析 (K-ダイアグラム) –

要求仕様書に記載されている動作に着目し、要求として  
あるべき項目を合わせて洗い出す

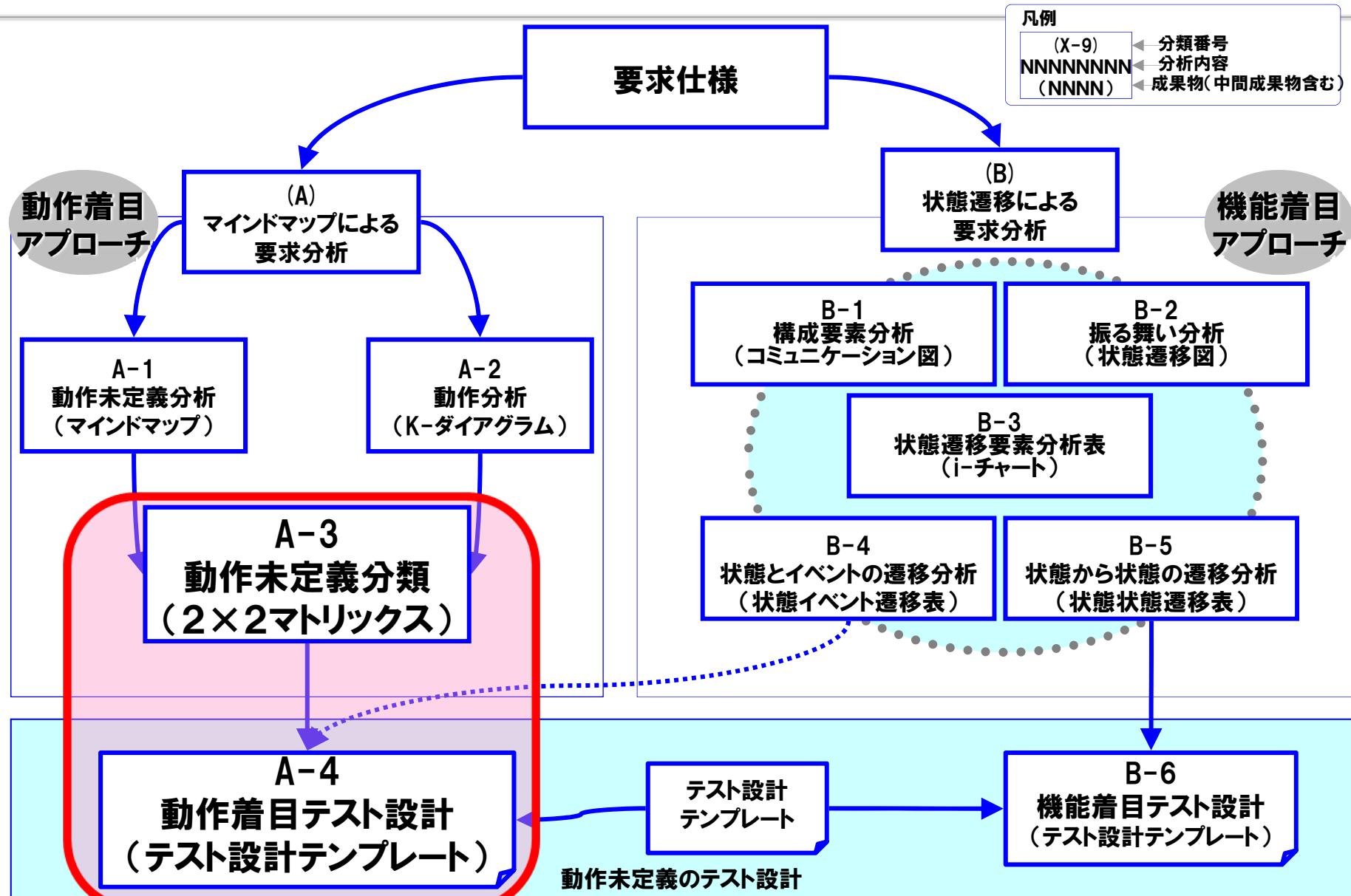
K-ダイアグラムの全体イメージ



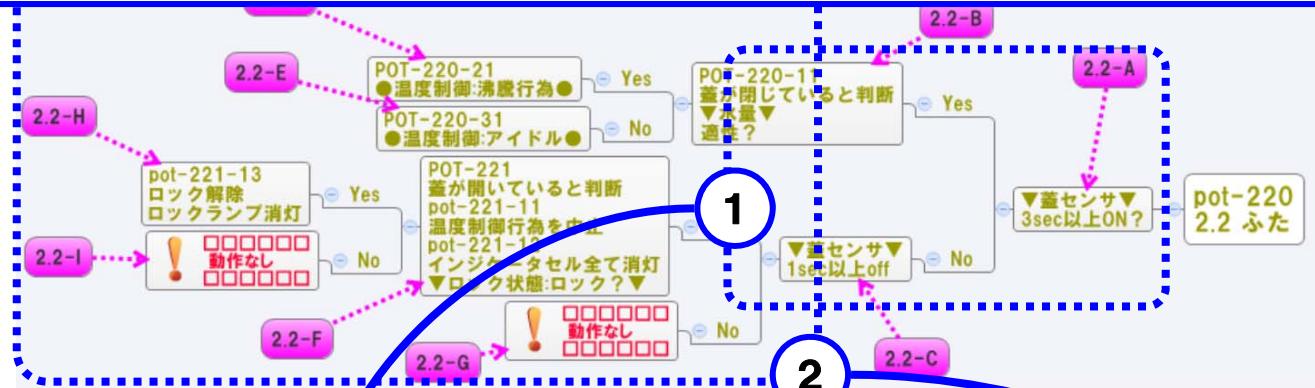
◆(A-2)K-ダイアグラム◆



# 4. 1 動作着目アプローチ



## マインドマップの条件分岐部分をマトリックスに転記(①) 条件が複数ある場合には、表を分けて表記(②)



### ◆(A-3)2×2マトリックス◆

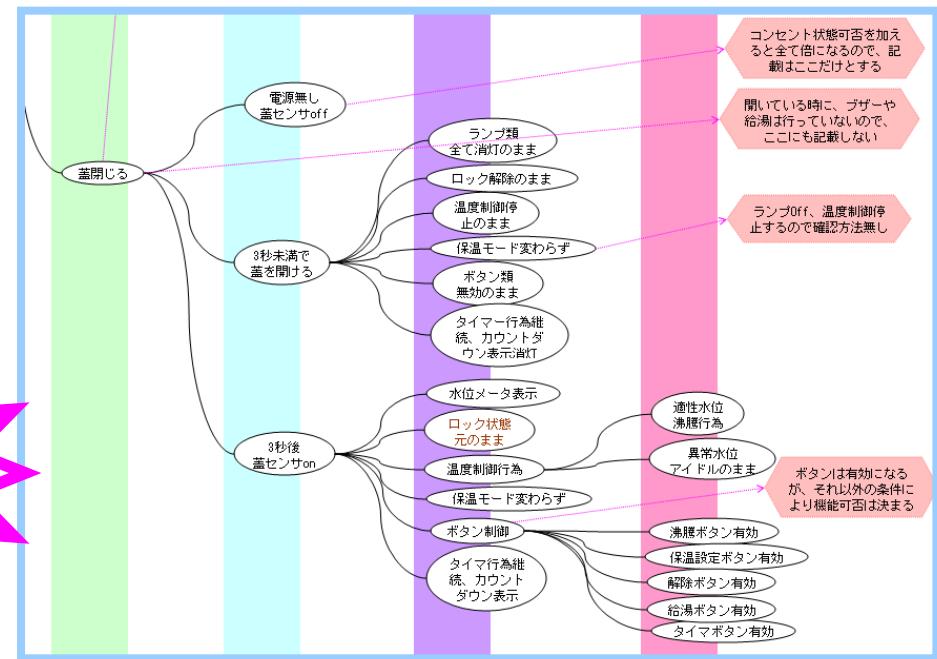
		2.2-B 水量	
		適正	異常
2.2-A 蓋センサ 3sec以上 ON	Yes	2.2-D POT-220-21 ● 温度制御:沸騰行為	2.2-E POT-220-31 ● 温度制御:アイドル
	No	2.2-C	2.2-C

		2.2-F ロック状態	
		ロック	解除
2.2-C 蓋センサ 1sec以上 OFF	Yes	2.2-H pot-221-13 ● ロック解除 ロックランプ消灯	2.2-I 動作なし
	No	2.2-G 動作なし	2.2-G 動作なし

## 2×2マトリックスの行/列の見出しの項目と K-ダイアグラムで関連する項目をマッピング

### ◆(A-3)2×2マトリックス◆

2.2-C		2.2-C 蓋センサ 1sec以上off	
		Yes	No
2.2-F ロック 状態	ロック	2.2-H pot-221-13 ロック解除 ロックランプ消灯	2.2-G 動作 なし
	解除	2.2-I 変更なし	



この例では、2-2-cの表の行項目に蓋センサがあるので、  
K-ダイアグラムに記載されている動作から蓋センサに関連する項目をマッピングし、  
テスト設計テンプレートの観点に記載する事項を抜き出す。

## 4. 1 動作着目アプローチ – (A-4) 動作着目テスト設計(テスト設計テンプレート)–

### 2×2マトリックス

2.2-C		2.2-C 蓋センサ 1sec以上off	
		Yes pot-221:蓋が開いていると判断 pot-221-11:温度制御行為中止 pot-221-12:インジケータセル全て消灯	No
2.2-F ロック 状態	ロック	2.2-H pot-221-13 ロック解除 ロックランプ消灯	2.2-G 動作 なし
	解除	2.2-I 変更なし	

の上限・下限と、これをぎりぎり外れたものとを条件としてテストする。

#### 入力データに関する境界

入力されたデータが想定される範囲内の場合と範囲外の場合の処理が正しく行われていることを確認する。

- 数値の取りうる範囲の内外
- 集合の内外
- データ長の範囲の内外

テスト設計テンプレートに記入された  
テスト設計の一部

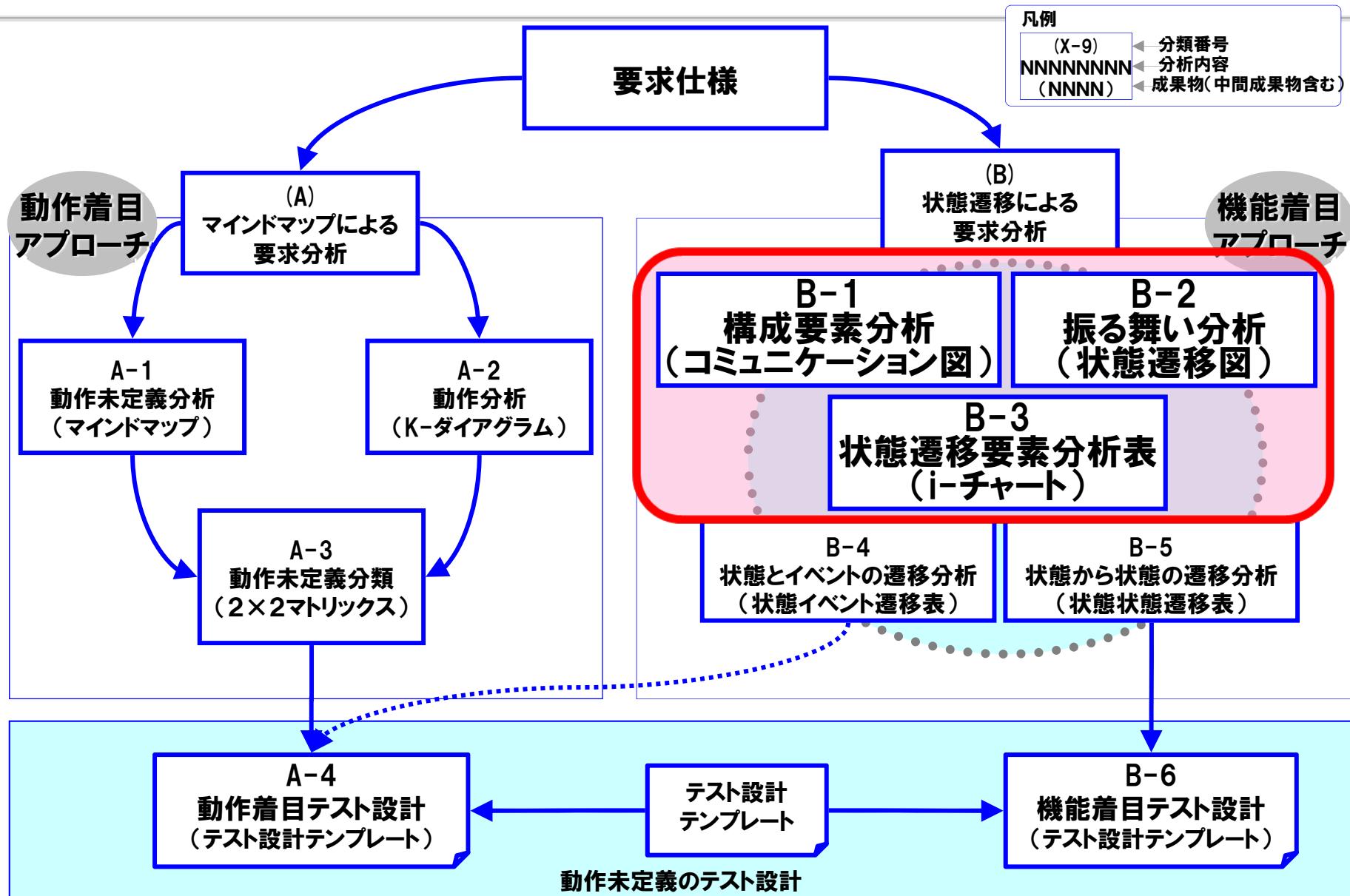
2×2マトリックスで整理された  
動作条件と動作未定義を  
テスト設計テンプレートの  
テスト観点に記載

テスト観点	補足	ID

動作未定義については、  
Kダイヤグラムの該当動作から  
テスト観点を記載

○	<p>ボタン押下判断 各ボタンは、100msec以上押し続けた場合のみ「押下」 「押下」と判断しないこと</p> <p>水量適正、アイドル状態(コンセント差込後)のとき 2.2-D 蓋センサON 3sec以上のとき、 ・沸騰行為へ遷移すること</p> <p>2.2-C 蓋センサOFF 1sec以上のとき、 ・温度制御行為を中止すること ・インジケータセルを全て消灯する ・給湯ロックが解除されていること ・給湯ロックランプが消えていること</p> <p>給湯ロックON、ロックランプが点灯しているとき、 2.2-I 蓋センサOFF 1sec以上のとき、 ・給湯ロックが解除されていること ・給湯ロックランプが消えていること ・給湯ができないこと</p> <p>2.2-G 蓋センサOFF 1sec未満のとき、 ・給湯ロックが解除されないこと ・給湯ロックランプが消えないこと ・給湯ができること</p>	<p>蓋が開いていると判断する 蓋センサOFF時間&lt;1sec →蓋が閉じていると判断する</p>
---	--	---

## 4.2 機能着目アプローチ



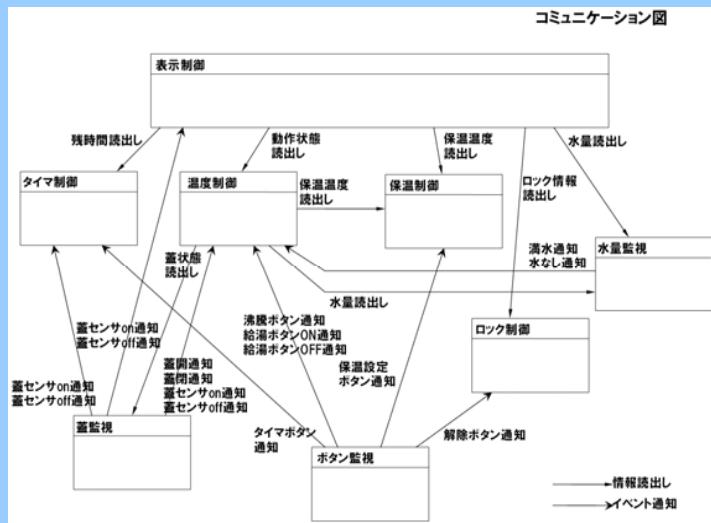
## 4.2 機能着目アプローチ – (B-1) 構成要素分析(コミュニケーション図) (B-2) 振る舞い分析(状態遷移図) –

### 要求仕様から、制御状態と監視状態を整理(コミュニケーション図) 各要素の状態変化を整理し、状態遷移図を作成



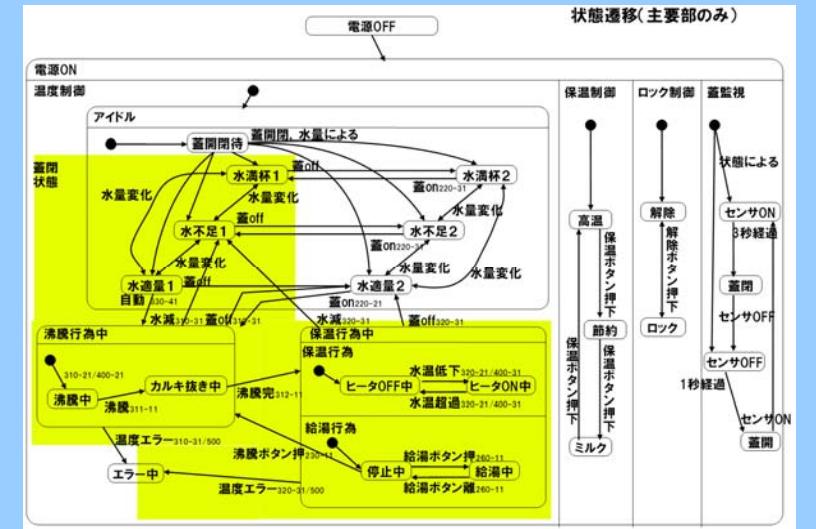
制御状態と監視状態の  
関係に着目して整理

#### ◆(B-1) コミュニケーション図◆



コミュニケーション図から  
状態変化に着目して整理

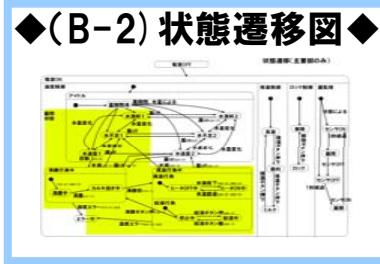
#### ◆(B-2) 状態遷移図◆



要求仕様のヌケモレ、妥当性確認

## 4. 2 機能着目アプローチ - (B-3) 状態遷移要素分析表 (i-チャート) -

状態遷移図から状態が変化する構成要素を洗い出し、  
状態遷移要素分析表 (i-チャート) を作成



◆状態に着目◆

状態の要素	水準		
1 蓋センサ	ON (閉じる)	OFF	—
2 状態	加熱中	カルキ抜き中	保温中
3 水量	水量適正	水量上限越え	水量下限越え[空]
4 ヒータ	ON	OFF	—
5 ロック	ロック	解除	—
給湯	給湯中	給湯していない	NULL

PICTにより、  
発生しない組み合わせ  
を機械的に削除

蓋センサ	状態	水量	ヒータ	ロック
1 OFF	アイドル	NULL	OFF	解除
2 ON	アイドル	下限越え[空]	OFF	解除
3 ON	アイドル	上限越え	OFF	解除
4 ON	アイドル	下限越え[空]	OFF	ロック
5 ON	アイドル	上限越え	OFF	ロック
6 ON	アイドル	適正	OFF	解除
7 ON	エラー	下限越え[空]	OFF	ロック
8 ON	エラー	下限越え	ON	ロック
9 ON	エラー	上限越え[空]	ON	解除
10 ON	エラー	上限越え	ON	ロック
11 ON	エラー	適正	ON	解除
12 ON	エラー	下限越え	ON	ロック
13 ON	エラー	上限越え	ON	解除
14 ON	エラー	下限越え	OFF	ロック
15 ON	エラー	適正	OFF	解除
16 ON	エラー	上限越え	OFF	ロック
17 ON	エラー	適正	ON	解除
18 ON	エラー	下限越え	ON	ロック
19 ON	カルキ抜き中	下限越え[空]	ON	解除
20 ON	カルキ抜き中	下限越え	ON	ロック
21 ON	カルキ抜き中	上限越え	ON	解除
22 ON	カルキ抜き中	適正	ON	解除
23 ON	カルキ抜き中	下限越え	OFF	ロック
24 ON	カルキ抜き中	適正	OFF	解除
25 ON	加熱中	下限越え[空]	ON	ロック
26 ON	加熱中	下限越え	ON	ロック
27 ON	加熱中	上限越え[空]	ON	解除
28 ON	加熱中	上限越え	ON	解除
29 ON	加熱中	適正	ON	解除
30 ON	加熱中	下限越え	OFF	ロック
31 ON	加熱中	上限越え	ON	解除
32 ON	加熱中	下限越え	OFF	ロック
33 ON	加熱中	適正	ON	解除
34 ON	加熱中	上限越え	ON	解除
35 ON	加熱中	適正	OFF	ロック
36 ON	加熱中	下限越え	OFF	ロック
37 ON	保温中	下限越え[空]	ON	解除
38 ON	保温中	下限越え	ON	解除
39 ON	保温中	上限越え	ON	解除
40 ON	保温中	適正	ON	解除
41 ON	保温中	下限越え	OFF	解除
42 ON	保温中	適正	ON	解除
43 ON	保温中	上限越え[空]	OFF	ロック
44 ON	保温中	下限越え	ON	ロック
45 ON	保温中	下限越え	OFF	解除
46 ON	保温中	上限越え	ON	解除
47 ON	保温中	適正	OFF	ロック
48 ON	保温中	下限越え	OFF	解除
49 ON	保温中	上限越え	ON	解除
50 ON	保温中	下限越え	OFF	ロック
51 ON	保温中	適正	OFF	ロック
52 ON	保温中	上限越え	ON	解除
53 ON	保温中	適正	ON	ロック
54 ON	保温中	下限越え	ON	ロック

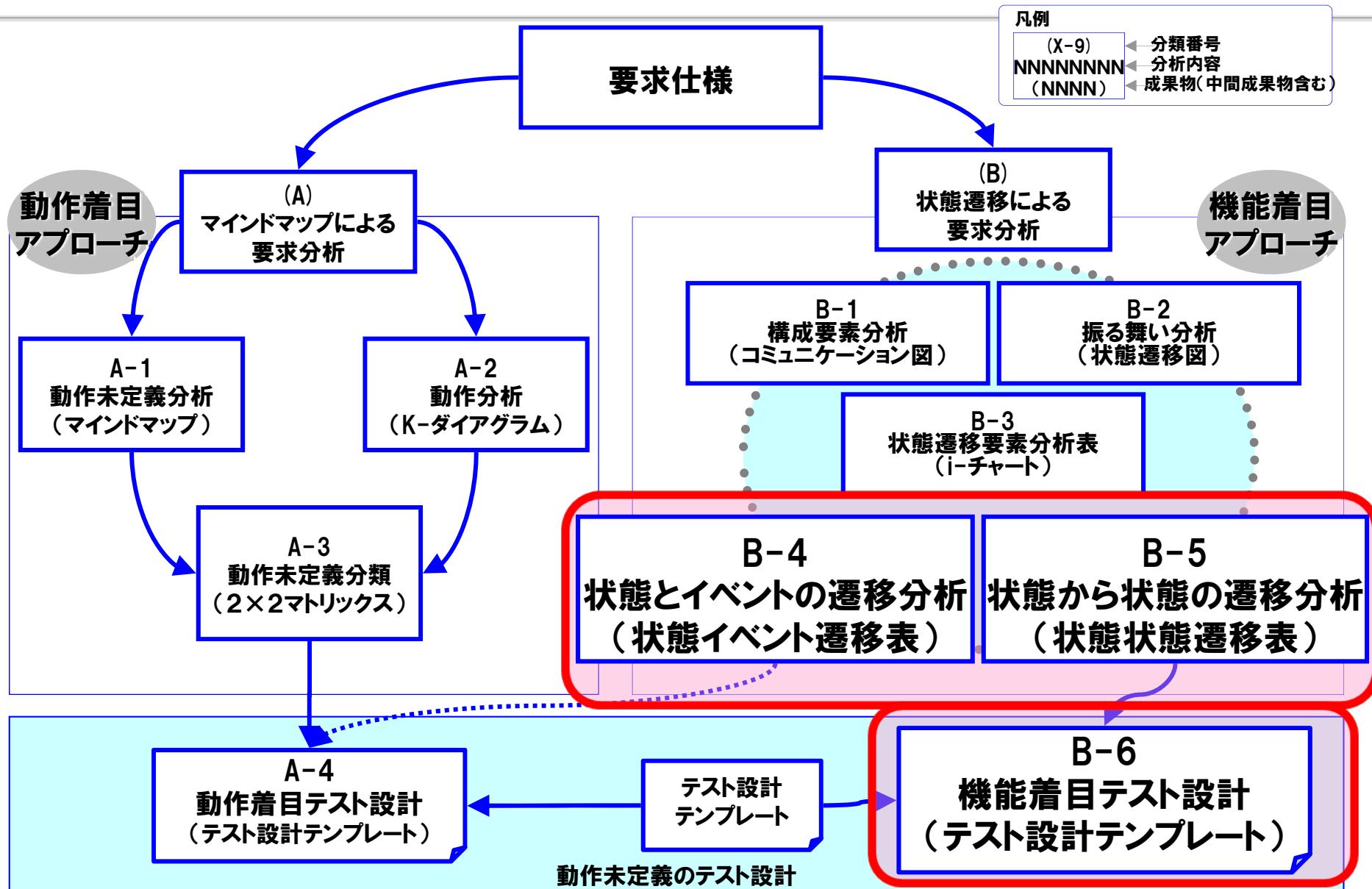
さらに、人手により、  
発生しない状態を削除

◆ (B-3) 状態遷移要素分析表(i-チャート) ◆

蓋センサ	状態	水量	ヒータ	ロック
1 OFF	アイドル	NULL	OFF	解除
2 OFF	アイドル	下限越え[空]	OFF	解除
3 OFF	アイドル	上限越え	OFF	解除
4 ON	アイドル	NULL	OFF	解除
5 ON	アイドル	下限越え[空]	OFF	解除
6 ON	アイドル	上限越え	OFF	解除
7 ON	加熱中	上限越え	ON	ロック
8 ON	加熱中	下限越え	ON	解除
9 ON	加熱中	適正	ON	ロック
10 ON	加熱中	下限越え	OFF	解除
11 ON	カルキ抜き中	上限越え	ON	ロック
12 ON	カルキ抜き中	下限越え	ON	解除
13 ON	カルキ抜き中	適正	ON	ロック
14 ON	カルキ抜き中	下限越え	OFF	解除
15 ON	保温中	上限越え	OFF	ロック
16 ON	保温中	下限越え	OFF	解除
17 ON	保温中	上限越え	ON	ロック
18 ON	保温中	下限越え	ON	解除
19 ON	保温中	適正	OFF	ロック
20 ON	保温中	下限越え	OFF	解除
21 ON	保温中	適正	ON	ロック
22 ON	保温中	下限越え	ON	解除
23 ON	給湯中	適正	ON	解除
24 ON	給湯中	下限越え[空]	OFF	ロック
25 ON	給湯中	下限越え	OFF	解除
26 ON	給湯中	下限越え	ON	ロック
27 ON	給湯中	下限越え[空]	ON	解除
28 ON	給湯中	上限越え	OFF	ロック
29 ON	給湯中	上限越え	OFF	解除
30 ON	給湯中	上限越え	ON	ロック
31 ON	給湯中	上限越え	ON	解除
32 ON	エラー	適正	OFF	ロック
33 ON	エラー	適正	OFF	解除
34 ON	エラー	適正	ON	ロック
35 ON	エラー	適正	ON	解除
36 ON	エラー	下限越え	ON	解除

状態イベント遷移表の行見出しへ

## 4.2 機能着目アプローチ



# ポットの状態とイベントに着目した状態遷移表 状態と状態を変化させる要因(イベント)を抜き出し、 状態の変化を洗い出す

### ◆(B-1) コミュニケーション図◆



コミュニケーション図  
から イベントを転記

### ◆イベント変化の要因分析◆

水位センサ		サーミスタ	
全水位OFF	満水	適正	目標温度 <= 温度
pot-280-12	pot-280-11	pot-280-21	目標温度 > 温度
pot-280-41	pot-280-31		100度

### ◆(B-3) 状態遷移要素分析◆

状態	状態	状態	状態
1	OFF	ON	OFF
2	OFF	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON
4	ON	OFF	OFF
5	ON	ON	OFF
6	ON	OFF	ON
7	ON	ON	ON
8	ON	OFF	OFF
9	ON	ON	OFF
10	ON	OFF	ON
11	ON	OFF	OFF
12	ON	ON	OFF
13	ON	OFF	ON
14	ON	OFF	OFF
15	ON	ON	OFF
16	ON	OFF	ON
17	ON	ON	OFF
18	ON	OFF	OFF
19	ON	ON	ON
20	ON	OFF	OFF
21	ON	ON	OFF
22	ON	OFF	ON
23	ON	ON	OFF
24	ON	OFF	OFF
25	ON	ON	ON
26	ON	OFF	OFF
27	ON	ON	OFF
28	ON	OFF	ON
29	ON	ON	OFF
30	ON	OFF	OFF
31	ON	ON	ON
32	ON	OFF	OFF

### (B-3) 状態遷移要素分析表 (i-チャート) から状態を転記



ポットの状態に着目した状態遷移表イベントを介して  
ある状態から次の状態への遷移を対応させる

#### (B-4) 状態イベント遷移表

## ◆状態の変化の要因分析◆

3-1	3-2	3-3	3-4	3-5
		アイドル		
		pot-330-21		
		pot-330-31		
		pot-330-32		
		ヒータ OFF		
蓋 閉			蓋 開	
水位 満水	水位 適正	全水位 OFF	水位 満水	全水位 OFF

## ◆(B-5)状態遷移表(状態・状態)◆

# 状態遷移の曖昧さを見つけ テスト設計テンプレートの該当箇所に テスト観点を記入

## 4.2 機能着目アプローチ —(B-6)機能着目テスト設計(テスト設計テンプレート)—

「蓋開」状態で「エラー」イベント  
があった場合の遷移を無視する  
条件をパターン分けして、  
テスト設計を作成

機能テスト	ヒントワード	実施の有無(○・×)	テスト観点
<b>エラー処理</b> エラー処理を確認するテスト。 エラーには、入力データの誤り、入力データの矛盾、ハードの異常、通信データの雑音による誤り、半角全角の誤り、コード方式の誤り(JIS、BCDなど)などがある。			
<b>エラー通知</b>  異常終了時の処理エラーやタイムアウト、エラーが生じた場合にプログラムは正常に動作回復するか、エラー通知とそのリアクション間で無限ループにならないかテストする	エラーフラグ エラー検出 エラー通知 エラー処理のループ タイムアウト	<input checked="" type="radio"/> ○	参照する分析表: (B-5)状態とイベントの遷移分析  <b>確認事項:</b> エラー通知イベントが発生したときに、当該表中で記載されている状態へ変化するか確認する。  <b>対象条件:</b> 当該表の状態4-1～4-8(保温行為)において、エラー通知イベントが発生する組合せ。  <b>留意事項:</b> この条件では、エラー状態へ遷移するはずである。

# テスト設計テンプレートに記入された テスト設計の一部

## 5. まとめ

なるほど！こうやってテスト設計していくんですね。  
仕様のぬけもれを要求分析でみつけていくこと、  
そのぬけもれを使ってテスト設計していく、と。



はい、これらのテストをしていくことで、たわみの考慮が足りない所、  
すなわち可撓性の弱いところを洗い出すことができます。



テスト設計テンプレートの使い方も分かりました。  
ところで、今回どのくらいテスト設計できたんですか？

動作・機能に着目して算出した総テスト項目数に対し、  
マインドマップからのアプローチで、23%  
状態遷移表からのアプローチで、39%  
のあいまいな部分を検出し、テスト設計することができました！



観点を決めてテスト設計をする事で、すごい効果が出せる事が分かりました。ありがとうございました。

ありがとうございました！



# 参考文献

## <一般書籍>

- ゴール指向によるシステム要求管理技法(山本修一郎著)
- ソフトウェア要求～顧客が望むシステムとは～(Karl E. Wigers著)
- ソフトウェアの信頼性(ソフトウェアエンジニアリング概説)(G. J. Myers著)
- 「実践的プログラムテスト入門」(Boris Beizer著)

## <標準類>

- JIS X 4170 オープン分散処理—統一モデル化言語(UML) 1.4.2版
- JIS X 0131 ソフトウェアの状態遷移の構成及びその表記方法

## <JaSST発表資料>

- テスト設計書を書こう！－抜け漏れのないテスト設計仕様書テンプレートの提案－(JaSST '09 Tokyo NEC)
- 使える「テスト設計テンプレート」を目指して(JaSST '10 Tokyo NEC)
- 「魁!!智美塾 テストアーキテクチャという考え方の提案」 塾生資料 (JaSST '11 Tokyo 智美塾)

NECグループビジョン2017

人と地球にやさしい情報社会を  
イノベーションで実現する  
グローバルリーディングカンパニー



Empowered by Innovation

**NEC**