



# *OpenSESSAME Seminar*

組込みソフトウェア技術者・管理者向けセミナー

初級者向けテキスト

組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会  
- SESSAME -

(<http://www.sesame.jp/>)

\*\*\*\*\* 目 次 \*\*\*\*\*

1 . SESSAME の紹介およびコースの概要	1
2 . 開発課題と失敗事例の解説	4
3 . 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(1)	21
4 . 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(2) 実習/回答と補足説明	44
5 . 組込み向け構造化設計(1)	51
6 . 組込み向け構造化設計(2) 実習/回答と補足説明	70
7 . プログラミング 組込み用語基礎知識	73
8 . ソフトウェアテストの概要	109
9 . プログラミング実習への説明	139
10 . プログラミング 実習	149
11 . プログラミング 実習の回答と補足説明	161
12 . ソフトウェアテスト 実習	164
13 . ソフトウェアテスト 実習/回答と補足説明	166
付録 . 話題沸騰ポットのシミュレーション	174

\*\*\*\*\*

## 開発課題と失敗事例の解説

須田 泉

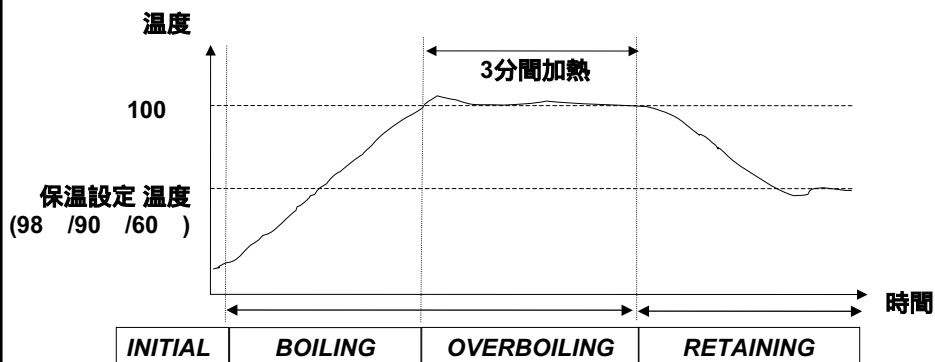


1. SESSAMEの紹介およびコースの概要
2. 開発課題と失敗事例の解説
3. 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(1)
4. 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(2)  
実習/回答と補足説明
5. 組込み向け構造化設計(1)
6. 組込み向け構造化設計(2) 実習/回答と補足説明
7. プログラミング 組込み用語基礎知識
8. ソフトウェアテストの概要
9. プログラミング実習への説明
10. プログラミング 実習
11. プログラミング 実習の回答と補足説明
12. ソフトウェアテスト 実習
13. ソフトウェアテスト 実習/回答と補足説明

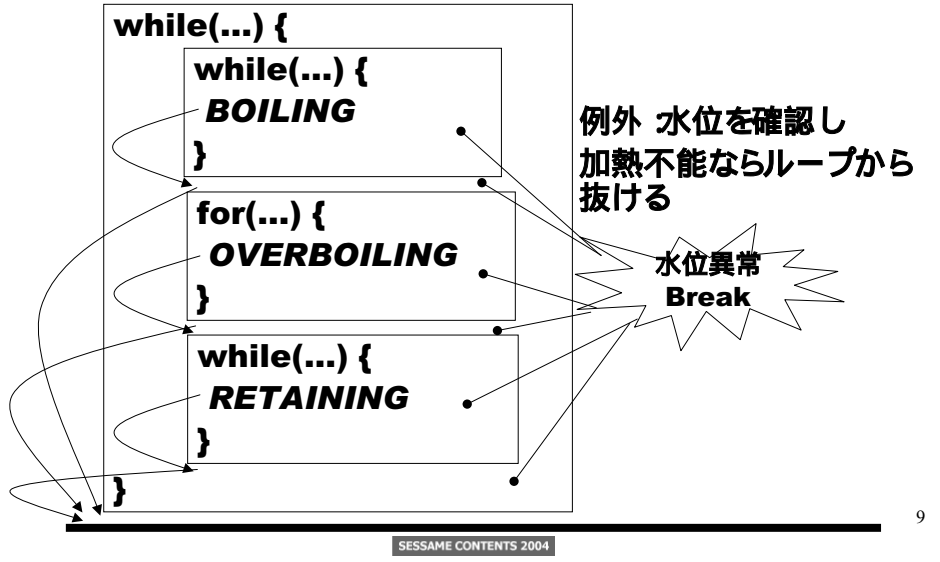
付録：話題沸騰ボットのシミュレーション

7

## 失敗事例1 基本動作でコーディング

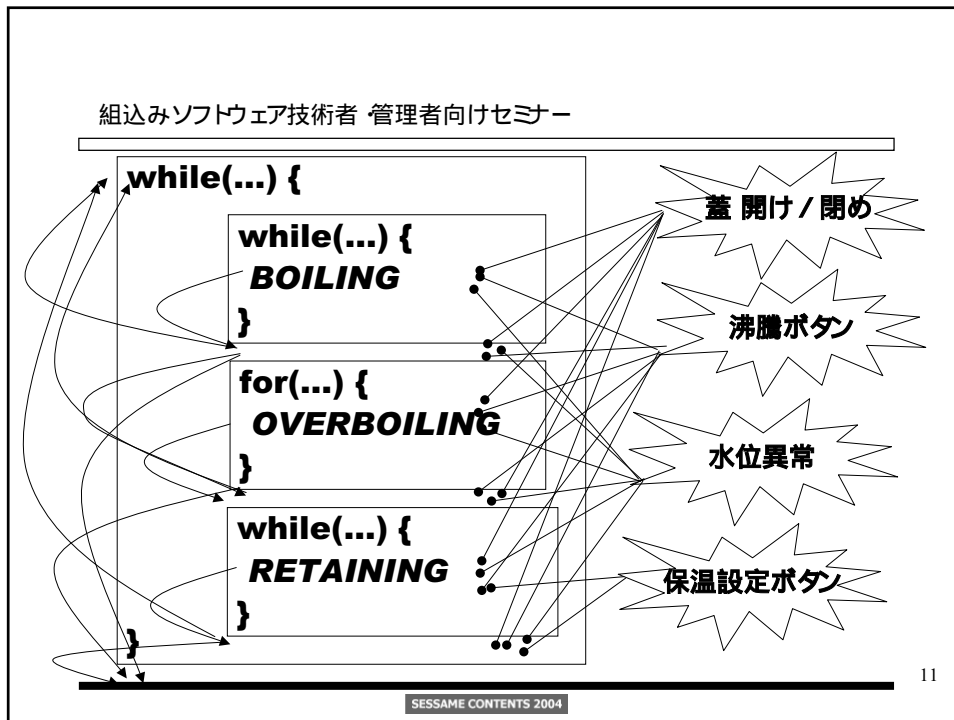


8



## ユーザ操作によるイベントを追加すると

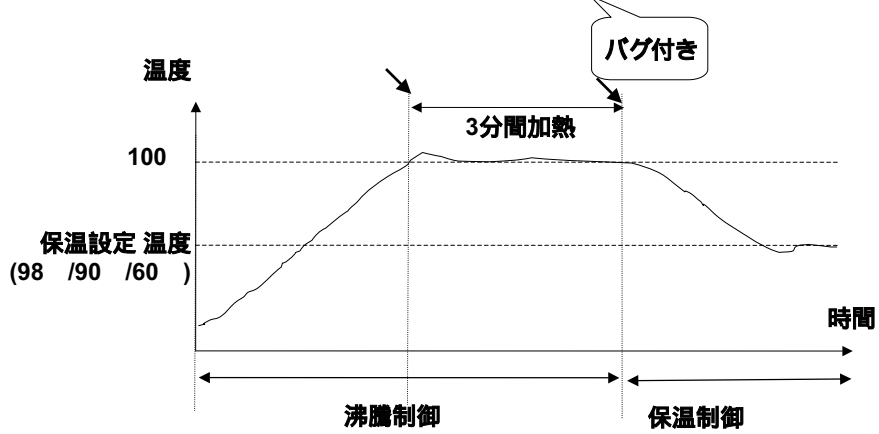
- 1、蓋の開け閉め 再沸騰
- 2、沸騰中に沸騰ボタン（沸騰中断） 保温
- 3、保温中に沸騰ボタン 再沸騰
- 4、保温中に保温設定変更 目標温度変更



## 要求仕様の曖昧さに気付かない？

- 1、ミルクモードで沸騰完了すると100度で保温？
- 2、沸騰中に沸騰中断したら保温？  
過渡期に表示パネルに矛盾が生じる
- 3、蓋が開いた時、沸騰ボタン、沸騰・保温ランプ以外の表示パネルはどうする？
- 4、蓋が閉まった直後の保温設定は前回は憶えておく？
- 5、タイマーは何分まで設定できる？
- 6、タイマーキャンセル方法は？

## 失敗事例 2 5章をさらっと読んでコーディング



13

```
while(...){  
  if (Portが変化){  
    Eventの解析  
  }  
  
  if (沸騰制御){  
    if (3分加熱終了した){  
      保温制御に遷移  
    } else if (沸騰100 に達した){  
      3分タイマースタート  
    }  
  }  
  ヒーター制御 (PID制御)  
}
```

- 蓋 (Open Close) が変化
- 沸騰ボタンが押された
- 保温設定ボタンが押された

• OnOff 制御?

14

**ポットの状態**

- ・ bool retain = False /\* 状態を保温制御/沸騰制御\*/  
状態が追加できない(過渡期、エラー発生)

**仕様の誤解**

- ・ 沸騰ボタンがトグル制御になっていない
- ・ 温度制御方式に漏れがある (沸騰時はOnOff制御)
- ・ 蓋が開く水が無くなる、ポットが倒れる  
ハード的にスイッチが切れると想定している

原価削減 ソフトに仕様変更 (よくある話)

15

**失敗事例のようなプログラムを作ってしまうと**

仕様変更で破綻 (作り直し)

保守性が低い

再利用できない

トライ&エラー  
アプローチ

要求仕様曖昧

設計者の理解も曖昧



品質の低下

16

分析していますか？



(余白)

---



## 開発課題と失敗事例の解説 ～ 組込み向け構造化分析の例 ～

鈴木 圭一

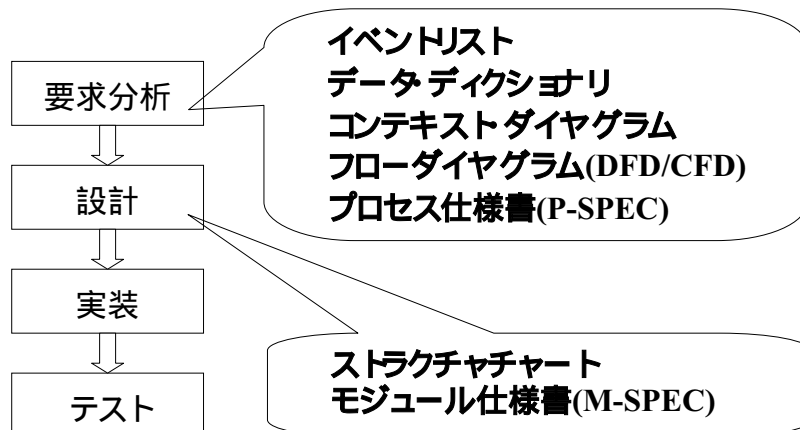


1. SESSAMEの紹介およびコースの概要
2. 開発課題と失敗事例の解説
3. 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(1)
4. 組込み向け構造化分析の例・設計の概要(2)  
実習/回答と補足説明
5. 組込み向け構造化設計(1)
6. 組込み向け構造化設計(2) 実習/回答と補足説明
7. プログラミング 組込み用語基礎知識
8. ソフトウェアテストの概要
9. プログラミング実習への説明
10. プログラミング 実習
11. プログラミング 実習の回答と補足説明
12. ソフトウェアテスト 実習
13. ソフトウェアテスト 実習/回答と補足説明

付録：話題沸騰ボットのシミュレーション

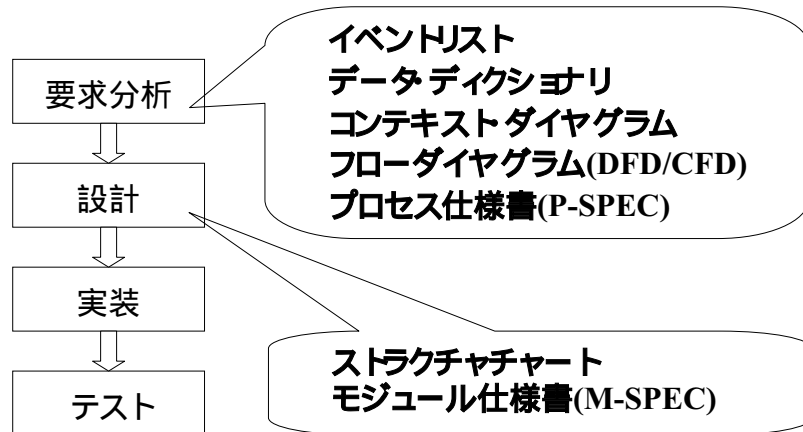
19

## はじめに - 構造化分析/設計の成果物 -



20

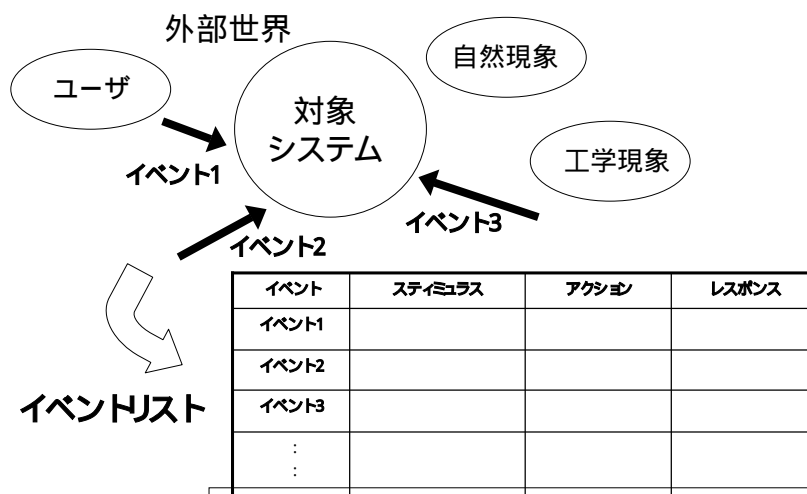
## アジェンダ



21

SESSAME CONTENTS 2004

## イベントリスト(1)



22

SESSAME CONTENTS 2004

## イベントリスト(2)

- イベント**  
 対象システムの外で生じ、その発生をシステムが制御できない事象。
- スティミュラス**  
 イベントが発生したことを伝える情報入力。
- アクション**  
 イベントが発生した時の対象システムの果たすべき機能。
- レスポンス**  
 イベントが発生した時の対象システムの外部への反応。

23

SESSAME CONTENTS 2004

## < イベントリスト初版 >

イベント	スティミュラス	アクション	レスポンス
タイマボタン 押下	・現在の状態(タイマが 押されているかいないか)	・タイマ起動 ・タイマ1分追加 ・ブザーを3回鳴らす	・タイマ残り時間表示
保温モードボタン 押下	・現在の保温設定状態と 押された回数	・保温モード(高温、節約)	・保温モード表示
ロックボタン 押下	・現在のロック状態 (ロック / 解除) ・蓋センサーの状態 (開 / 閉)	・給湯停止	・ロックランプ点灯 / 消灯
給湯ボタン 押下	・水位検出		・給湯口より水排出 ・水位メータで水位を表示
給湯ボタン 離上		・給湯停止	
沸騰ボタン 押下	・現在の状態 (沸騰中 / それ以外) ・沸騰終了	・沸騰中止 保温	・沸騰ランプ消灯 ・沸騰ランプ点滅 ・ブザーを3回鳴らす
蓋が開けられる			・沸騰ボタン操作不可 ・沸騰ランプ消灯
蓋が閉じられる		・温度制御可能な水位なら ば沸騰状態に移行 ・沸騰終了後、保温状態に 移行	・沸騰ランプ点滅 ・沸騰ランプ消灯

実装に関わる  
具体的な名前  
(how)は使  
わない

ユーザにわか  
る記述内容で  
表現する

イベントの  
発生を伝え  
るデータを  
記述する

24

SESSAME CONTENTS 2004

## < イベントリスト改訂版 >

イベント	ステイミュラス	アクション	レスポンス
タイマ開始	タイマ 時間	(1)タイマを起動する (2)指定時間を経過したらユーザーに知らせる	(1)・タイマ残り時間を表示する ・操作受付を通知する (2)・タイムアップを警告する ・タイマ残り時間を表示する
タイマ時間追加	タイマ 時間	・現在の残り時間に指定された時間を追加する	(1)・タイマ残り時間を表示する ・操作受付を通知する (2)・タイムアップを警告する ・タイマ残り時間を表示する
保温モード指示	保温モード	・保温モードを設定する ・温度制御を変更する	・操作受付を通知する ・温度 / モードを表示する
給湯口のロック	(なし)	・給湯口をロックする	・操作受付を通知する ・ロック中を 表示 する
給湯口のロック解除	(なし)	・給湯口のロックを解除する	・操作受付を通知する ・ロック解除を 表示 する
給湯開始	(なし)	・ポット内の水を給湯する	・操作受付を通知する ・給湯口から水を排出する
給湯終了	(なし)	・ポット内の水の給湯を停止する	・給湯口からの水の排出を停止する
沸騰開始	(なし)	(1)水を沸騰させる (2)沸騰が終了したらユーザーに知らせる	(1)・沸騰中を 表示 する ・保温解除を 表示 する (2)・沸騰終了を警告する ・沸騰解除を 表示 する ・保温中を 表示 する
沸騰中断	(なし)	・水を保温状態にする	・沸騰解除を 表示 する ・保温中を 表示 する
水位の変化	水位	・水温を保温温度にする	・水位表示を更新する
満水	(なし)	・温度制御を停止する	・沸騰解除を 表示 する ・保温解除を 表示 する
水なし	(なし)	・温度制御を停止する	・沸騰解除を 表示 する ・保温解除を 表示 する
蓋を閉じる	(なし)	・温度制御可能な水位ならば沸騰を開始する	・沸騰 中を 表示 する ・保温 解除を 表示 する
蓋を開ける	(なし)	・温度制御を停止する	・沸騰解除を 表示 する ・保温解除を 表示 する
温度異常	(なし)	・温度制御を停止する ・アラームを鳴らし警告する	・異常を通知する

25

SESSAME CONTENTS 2004

## データ・ディクショナリ

- ◆ 構造化分析で用いる各種図表の中で使用するデータの名前と定義を一定の順序で列記した一覧表。(随時作成)

記号	意味	説明
=	~から成り立っている ~に等しい	左辺の構成要素を右辺に示す
+	~に加えて ~と~	構成要素を並列に並べる(その順序に意味はない)
{ }	~の繰り返し ~の反復	{ }で囲んだ構成要素を任意の回数で繰り返す。繰り返しの回数(上限や下限)を{ }外に書くこともある。
[ ]	~の中から1つを選択する	[ ]内の構成要素から1つを選択
()	オプション	( )で囲んだ構成要素からの任意選択
" "	文字列	引用符で囲んだ文字列が、そのまま構成要素の内容となる

26

SESSAME CONTENTS 2004

## < データ・ディクショナリ改訂版 >

(イベントリスト改訂版時点)

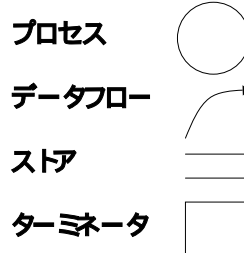
- **タイマ残り時間** = 整数 下限 :0 上限 :9 単位 :分
- **保温モード** = [高温モード | 節約モード | ミルクモード]
- **温度異常** = [高温異常 | 温度上がらず異常]
- **水位** = 整数 下限 :0 上限 :4 単位 :なし
- **水温** = 単位 :
- **高温モード** = 沸騰とほとんど同じように使うための保温モード
- **節約モード** = 消費電力を節約するための保温モード
- **ミルクモード** = 乳児の粉ミルク調乳用として使うためのモード
- **高温異常** = 水温が一定以上に上がった場合
- **温度上がらず異常** = 水温が上がらなくなった場合

27

SESSAME CONTENTS 2004

## コンテキスト・ダイヤグラム

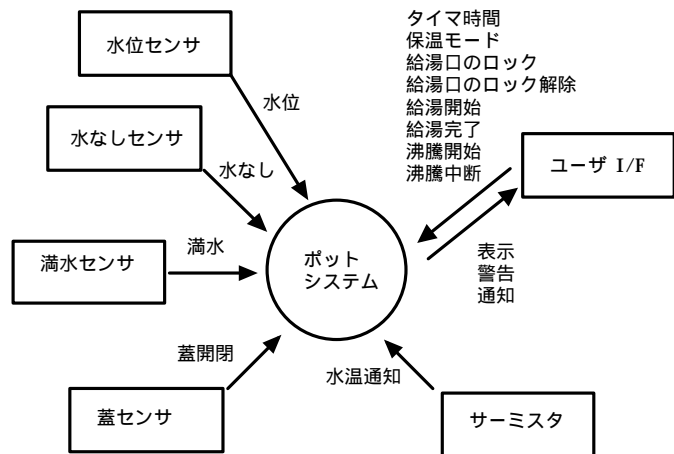
- システムの機能要求をネットワーク図として表したものをデータ・フロー・ダイヤグラム(DFD)と呼ぶ。そのDFDの中で、対象システムのシステムと外部環境との間にあるデータの境界を記述するDFDを特にコンテキストダイヤグラムと呼ぶ。つまりコンテキストダイヤグラムはDFDの最上位層である。



28

SESSAME CONTENTS 2004

## < コンテキスト・ダイアグラム改訂版 >

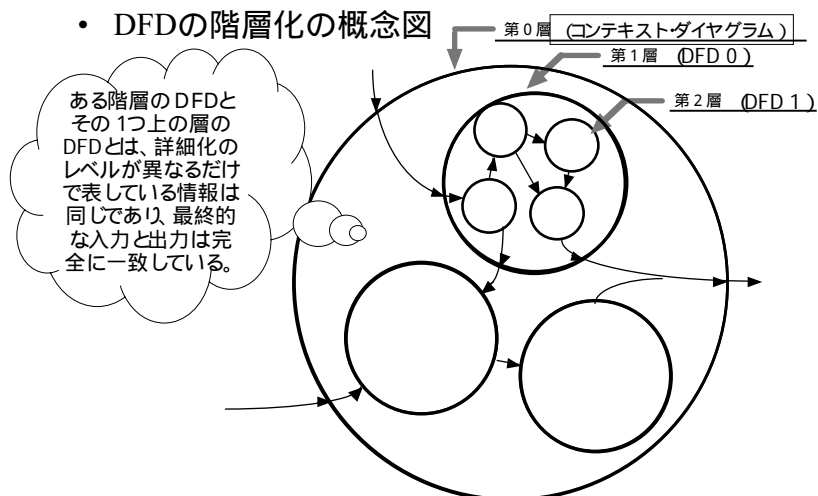


29

SESSAME CONTENTS 2004

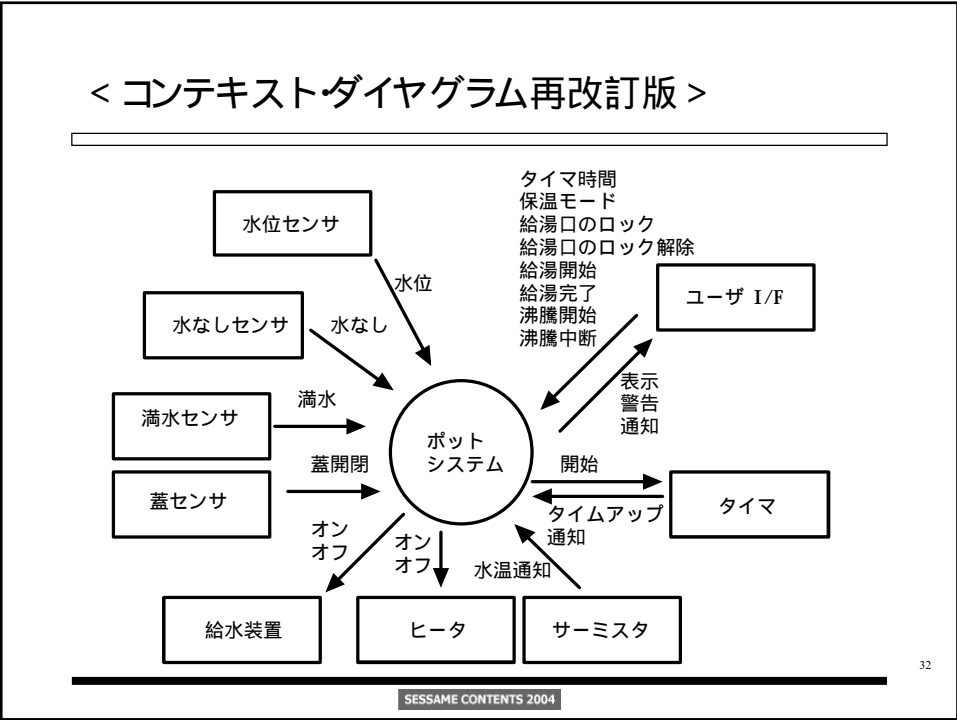
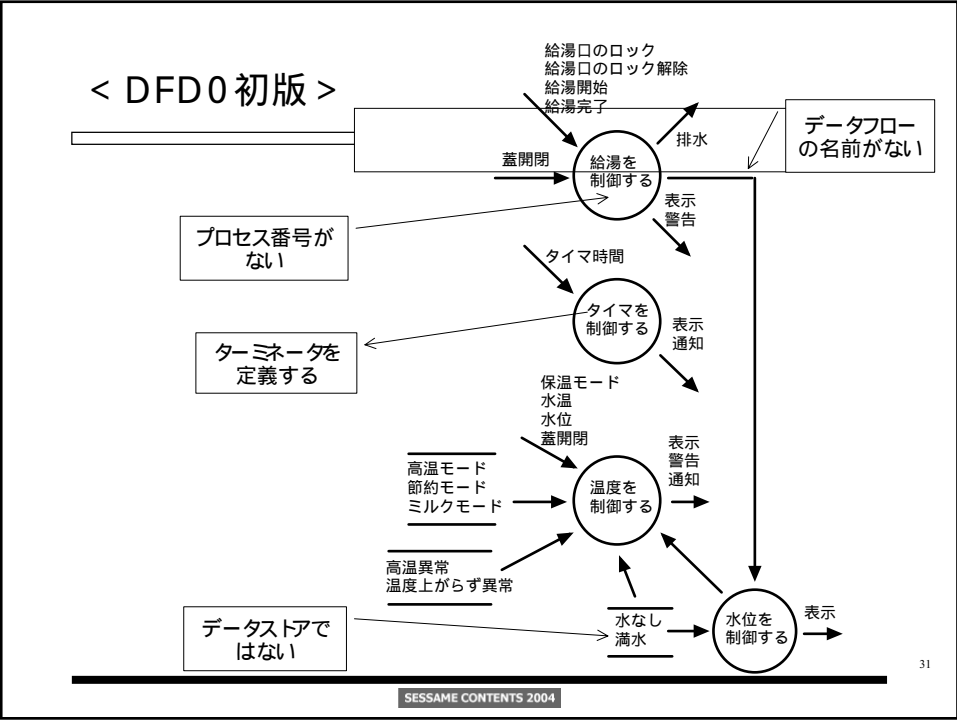
## フロー・ダイアグラム (DFD/CFD)

### ・ DFDの階層化の概念図

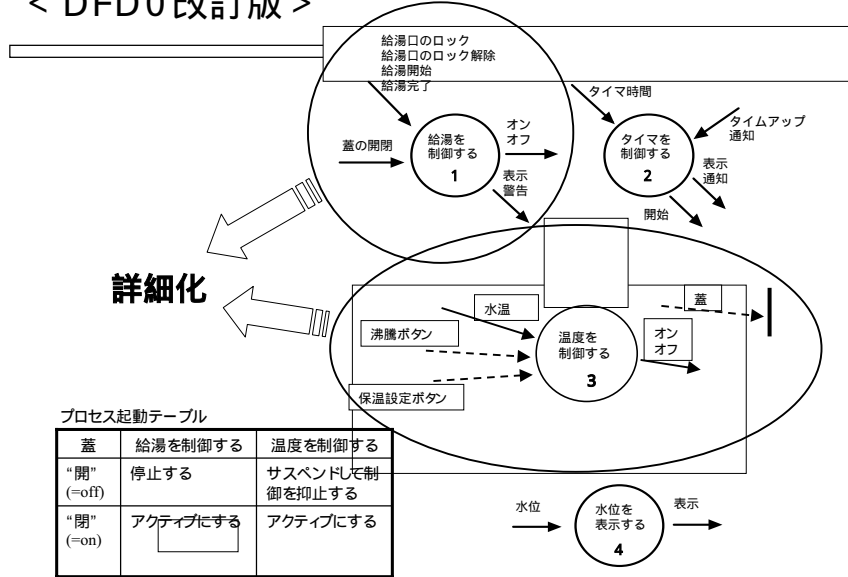


30

SESSAME CONTENTS 2004

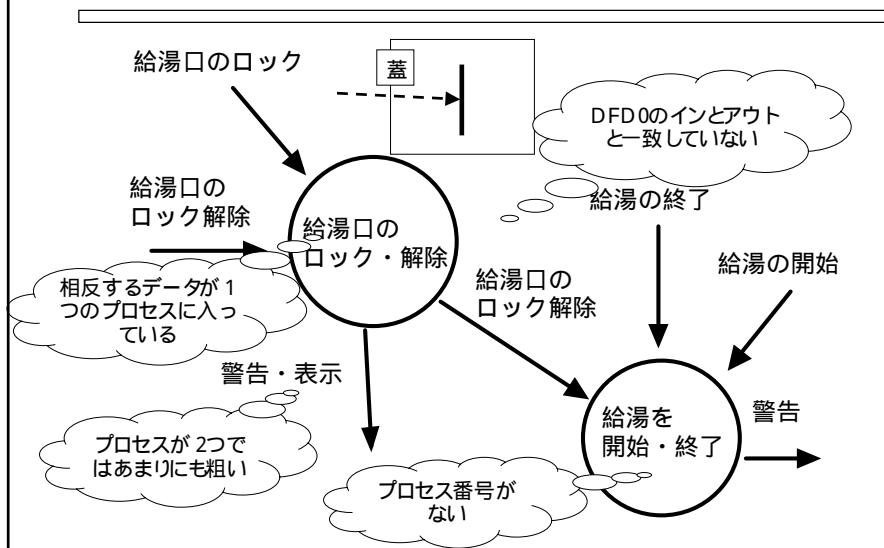


### < DFD0改訂版 >



33

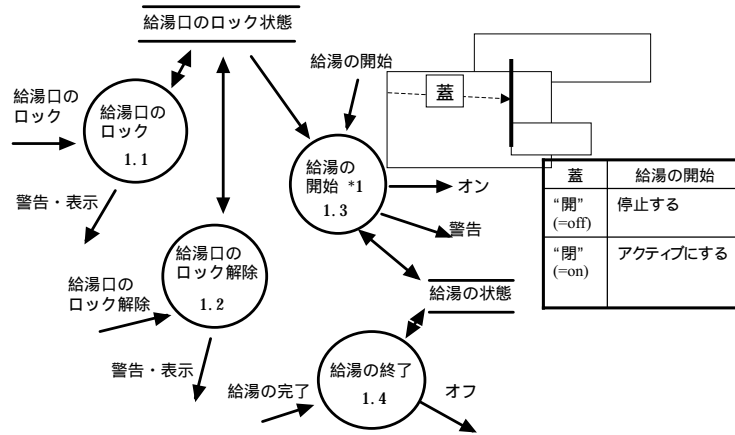
### < プロセス1のDFD1初版 >



34



## < プロセス 1の DFD 1改訂版 >

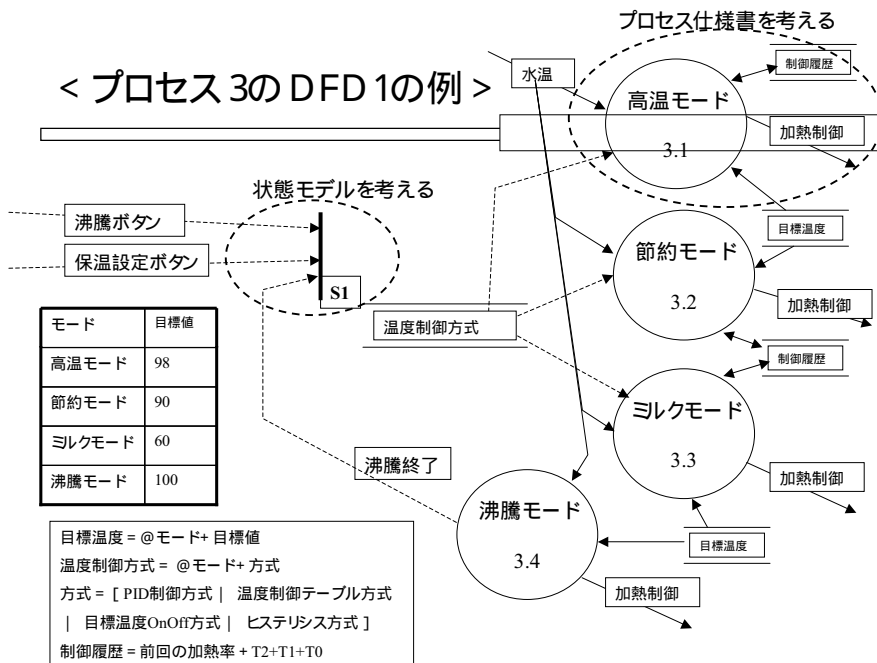


\*1 水位と関係なく実施

35

SESSAME CONTENTS 2004

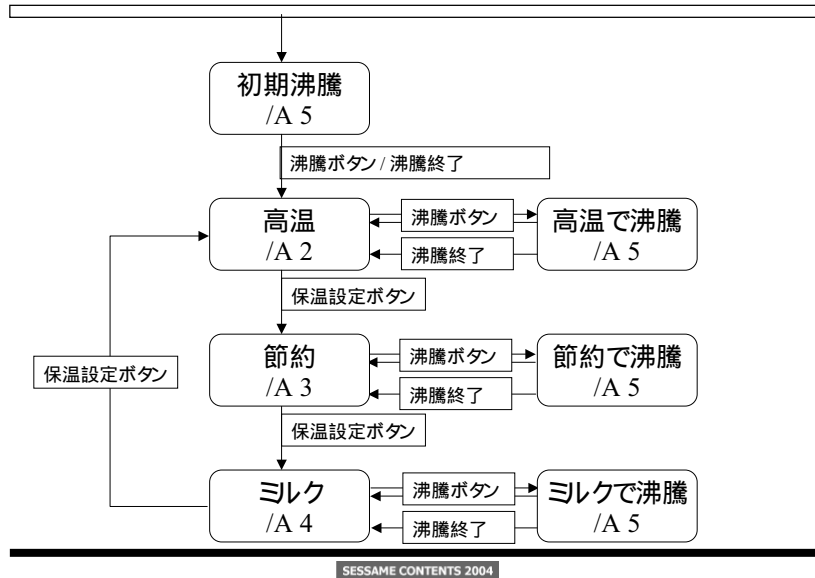
## < プロセス 3の DFD 1の例 >



36

SESSAME CONTENTS 2004

## < S1状態モデルの例 >



## プロセス仕様書 (P-SPEC) < プロセス3.1の例 >

### • 高温モードでPID制御する

制御周期ごとに、

1. //水温履歴を更新する

$$T_2 = T_1$$

$$T_1 = T_0$$

$T_0$  = 水温

2. //目標温度を得る

$T_g$ を目標温度、モード=高温モードである

目標温度、目標値に設定する

3. //PIDでの制御量を計算する

$$M = K_p(T_1 - T_0) + K_i(T_g - T_0) + K_d(2T_1 - T_0 - T_2)$$

今回の加熱率 = 前回の加熱率 + M //加熱率が100%以上になることは今回、考慮しない。

4. //ヒータ通電期間を制御する

制御期間 × 今回の加熱率 の期間中は、

加熱制御="on"

この期間が終了するタイミングで

//ヒータを切る

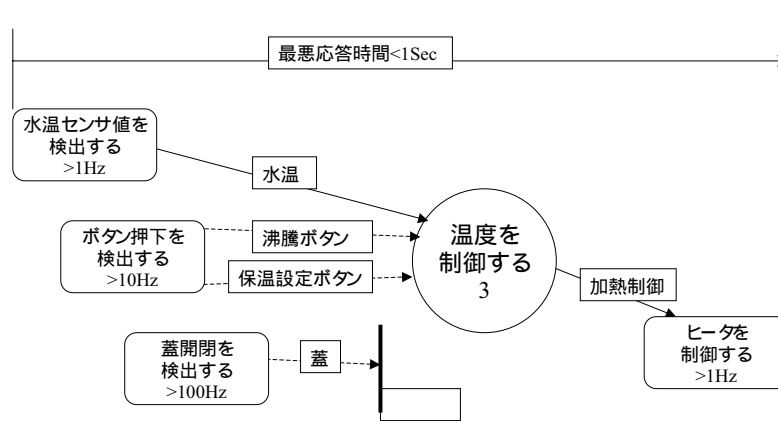
加熱制御="off"

//加熱率の履歴を更新する

前回の加熱率 = 今回の加熱率 //更新

## 設計の準備として

- プロセス3のDFDのⅣ O部を深くスケッチする



39

SESSAME CONTENTS 2004

(余白)

40

SESSAME CONTENTS 2004

## 本ドキュメントのご利用に際して

- 本著作物の著作権は作成者または作成者の所属する組織が所有し、著作権法によって保護されています
- SESSAME は本著作物に関して著作者から著作物の利用 を許諾されています
- 本著作物は SESSAME が利用者個人に対して使用許諾を与え、使用を認めています
- SESSAME から使用許諾を与えられた個人以外の方で本著作物を使用したい場合は [query@sessame.jp](mailto:query@sessame.jp) までお問い合わせください

SESSAME が著作者から許諾されている権利

著作物の複製・上演・演奏・公衆送信及び送信可能化・口述・展示・上映及び頒布・貸与・翻訳・翻案・二次的著作物の利用

- ドキュメント中には Microsoft 社, Adobe 社等が著作権を所有しているクリップアートが含まれています

---

### OpenSESSAME Seminar

#### 組込みソフトウェア技術者・管理者向けセミナー 初級者向けテキスト

---

2002年10月15日 初版 第1刷発行

2003年10月29日 初版 第2刷発行

2004年3月19日 第2版 第1刷発行

2004年4月30日 第3版 第1刷発行

2004年6月17日 第4版 第1刷発行

**著者** 上原慶子、大野晋、坂本直史、鈴木圭一、須田泉、西康晴、  
二上貴夫、三浦元、三宅貴章、森孝夫、山田大介、山崎辰雄

**編集・発行** 組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会  
(SESSAME)

<http://www.sessame.jp>

---

無断転載・複写、使用を禁ず

Printed in Japan