

簡易な形式仕様記述と状態遷移表を 併用した要求仕様書のレビュー方法

産業技術総合研究所

水口大知

株式会社ジェーエフピー

漆原憲博

要旨

- SLPを用いて要求仕様書を書くと、レビューを効率的に行うことができます
 - SLPの簡易な文法に従って記述するだけで、主語のもれや、場合分けのもれに気づくことができます
 - SLPが自動生成する状態遷移表を活用することで、論理的な整合性の誤りを効率的に発見することができます

発表内容

- SLPとは
- レビュー手順の提案と適用事例の紹介
 - ① SLPで記述
 - ② 状態遷移表を自動作成
 - ③ 欠陥抽出
 - ④ 要求事項を修正
 - 指摘事項の分類および指摘例
- SLPによるレビューのしくみ、および利点
- まとめ

SLPとは

- **株式会社ジェーエフピーが開発**
 - “SPEC L-PERFECT”
 - 2010年9月リリース
- **要求仕様書作成のための豊富な機能を有している**
 - **簡易な形式性を備えた記法(SLP文法)**により要求仕様を記述できるエディタ機能
 - **不整合(論理矛盾、用語不統一)の可能性を自動検出する機能**
 - **要求仕様の全体構造を可視化するための状態遷移表を自動生成する機能**
- **産総研で、SPLを利用した要求仕様書のレビュー方法を検討・試行した**

画面イメージ

The screenshot displays the SLP (Structured Language Programming) software interface. The main window is titled "話題沸騰ポット第7版 (AFTER) .slp - SLP". The interface is divided into several panes:

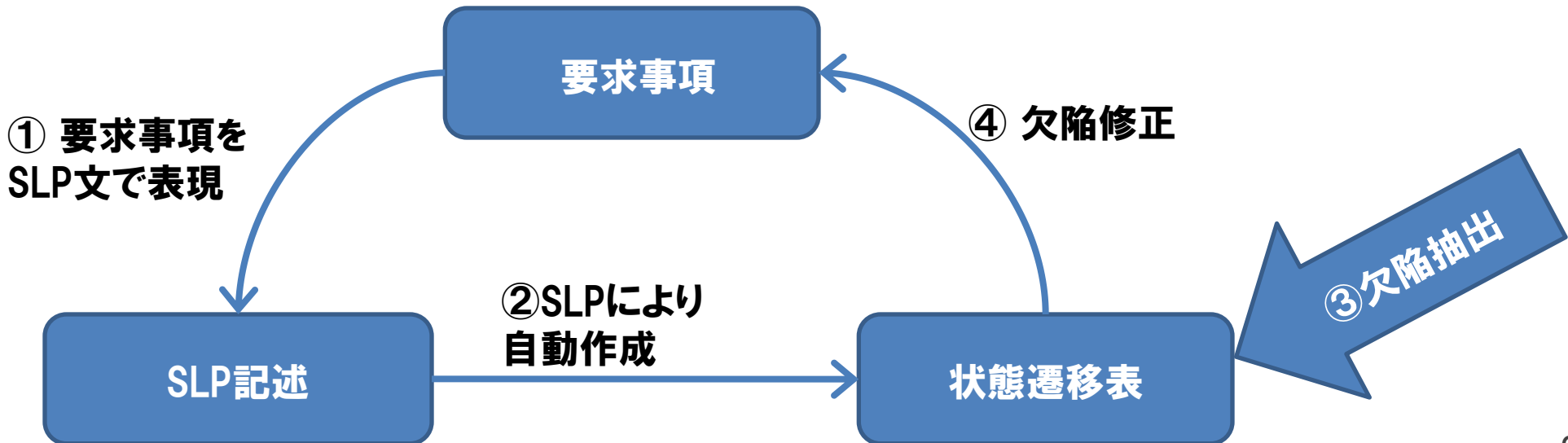
- 階層型目次 (Hierarchical Table of Contents):** Located on the left, it shows a tree structure of the project. The selected item is "2.2.1.1 蓋「閉」を確認する".
- 機能定義 (Function Definition):** The central pane shows the definition for the function "3.3.1.3: 温度制御停止中の表示". It includes fields for ID, function name, and function content. The function content is described in natural language: "pot-330-31 ポットの状態がアイドルのとき、保温ランプ、沸騰ランプ共に消灯する。" and "pot-330-32 ポットの状態がアイドルのとき、操作パネルの温度/モード表示窓に、水温 (°C) は表示しない。".
- Function Code Editor:** The right pane shows the SLP code for the function. It uses a structured syntax with "if", "Do", "next", and "endif" keywords. The code is as follows:

```
1 if <ポットの状態>{アイドル中}
2   Do<沸騰ランプ>{消灯せよ}
3 else
4   next
5 endif
6
7 if <ポットの状態>{アイドル中}
8   Do<保温ランプ>{消灯せよ}
9 else
10  next
11 endif
12
13 if <ポットの状態>{アイドル中}
14   Do<温度/モード表示窓 (温度)>{水温を表示するな}
15 else
16   next
17 endif
```
- 検索・検索等結果 (Search Results):** At the bottom, there is a search results pane.

Red annotations highlight key features: "ID" points to the function ID field, "自然言語による記述" (Natural Language Description) points to the function content, and "SLP文法による記述" (SLP Syntax Description) points to the code editor.

レビュー手順

- ① 要求事項をSLPで記述する
- ② SLPで状態遷移表を自動作成する
- ③ 状態遷移表を眺めて、おかしいところを見つける
- ④ 要求事項を修正する



適用事例の紹介


- 「**話題沸騰ポット 要求仕様書 第7版**」に、レビュー手順を試行適用してみた
 - 一般的な電気ポットを想定した要求仕様書
 - 教材として、組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会(SESSAME)より配布されている
 - http://www.sesame.jp/workinggroup/WorkingGroup2/POT_Specification.htm よりダウンロード可能
- **109件の指摘事項がでてきた**

- **仕様書の目次は以下の通り**
 1. **ハードウェア構成とハードウェア要求仕様**
 - **外観と内部構成、操作パネル部**
 2. **操作要求仕様**
 - **コンセント、蓋、沸騰ボタン、保温設定ボタン、解除ボタン、給湯ボタン、タイマボタン、水位メータ**
 3. **温度制御行為**
 - **沸騰行為、保温行為、温度制御行為をしない(アイドル)**
 4. **温度制御方式**
 5. **エラー検知**
 6. **状態遷移**
 - **話題沸騰ポット状態遷移図、話題沸騰ポット状態遷移表**
 7. **イベント**

①SLPで記述

- **もとの仕様書の目次を踏襲し、階層的に記述した**
 - **ひとつの要求事項を、ひとつのFnとして記述した**
- **原文の内容の通りに記述した**
- **条件分岐に注目して記述した**
 - **それ以外の細かなところは、そのままDo構文の状態名とした**

SLP記述例

要求番号	pot-330-41
原文	アイドル中に蓋センサonとなったら、沸騰行為に遷移する。
SLP記述	<pre>if <ポットの状態> {アイドル中} if <蓋センサ> {on} Do<ポットの状態> {沸騰行為にせよ} else next endif else next endif</pre> 
指摘・修正事項	・「アイドル」、「沸騰行為」の主語が明記されていないので、「ポットの状態」を明記する。
分類	・メンバー名もれ

- 0 話題沸騰ポット第7版
 - 1 ハードウェア構成とハードウェア要求仕様
 - 2 操作要求仕様
 - 2.1 コンセント
 - 2.1.1 プラグの抜き差し
 - 2.2 蓋
 - 2.2.1 蓋を閉じたら
 - 2.2.1.1 蓋「閉」を確認する
 - 2.2.1.2 水量適正時の処理
 - 2.2.1.3 水量異常時の処理
 - 2.2.2 蓋を開けたら
 - 2.3 沸騰ボタン
 - 2.3.1 再沸騰
 - 2.3.1.1 沸騰ボタンが有効な時
 - 2.3.1.2 沸騰ボタンが無効な時
 - 2.4 保温設定ボタン
 - 2.4.1 保温設定
 - 2.4.1.1 デフォルト（保温モード）
 - 2.4.1.2 モード切換え
 - 2.4.1.3 保温温度設定
 - 2.4.1.4 モード表示
 - 2.5 解除ボタン
 - 2.5.1 ロック／ロック解除
 - 2.5.1.1 デフォルト（給湯口ロック）
 - 2.5.1.2 解除ボタンが有効な時
 - 2.5.1.3 解除ボタンが無効な時
 - 2.6 給湯ボタン
 - 2.6.1 給湯
 - 2.6.1.1 ポンプを作動できる場合
 - 2.6.1.2 途中でポンプを停止する場合
 - 2.7 タイマボタン
 - 2.7.1 タイマの起動
 - 2.7.1.1 デフォルト（タイマ）

SLP記述の目次 （一部）

②状態遷移表を自動作成

- SLPのメニューから、
「プロセス」→「デシジョンテーブル作成」
を選ぶと、状態遷移表が得られる
(Do構文に係るif節の条件を集めて、メンバー名毎に集めたもの)

●蓋	蓋センサ							
閉じられたにせよ	3sec以上on							
●ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン	ポットの状態	ブザー	プラグ	蓋センサ	全ての水位センサ
沸騰行為にせよ	閉じられた	適正	—	—	—	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	100msec以上押された	保温行為中∧ 給湯中	[100msec鳴らせ]	—	—	—
保温行為にせよ	—	—	—	カルキ抜き加熱を終えた	—	—	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	つながれた	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	保温行為中∨ 沸騰行為中	—	—	off	—
●給湯口	蓋センサ	給湯口	プラグ	解除ボタン	ポットの状態			
ロック解除せよ	1sec以上offとなった	ロックされている	—	—	—			
ロック解除せよ	—	—	つながれた	—	—			
ロック解除せよ	on	ロック中	—	100msec以上押された	~給湯中			
ロックせよ	on	~ロック中∧ ロック解除中	—	100msec以上押された	~給湯中			
●ロックランプ	蓋センサ	給湯口	解除ボタン	ポットの状態				
消灯せよ	1sec以上offとなった	ロックされている	—	—				
消灯せよ	on	ロック中	100msec以上押された	~給湯中				

初期の状態遷移表
(一部抜粋)

③欠陥抽出

- **状態遷移表の遷移条件を一行一行チェックしていった**
 - **間違い、抜け、不整合はないか？**
 - **無駄、改善の余地はないか？**

例えば、

「ポットの状態」をながめてみると・・・

●ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン	ポットの状態	ブザー	プラグ	蓋センサ	全ての水位センサ
沸騰行為にせよ	閉じられた	適正	—	—	—	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	100msec以上押下	保温行為中∧ ～給湯中	[100msec鳴らせ]	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	—	アイドル中	—	—	on	—
保温行為にせよ	—	—	—	カルキ抜き加熱を終えた	—	—	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	コンセントにつながれた	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	保温行為中∨ 沸騰行為中	—	—	—	off
...

指摘例1

●ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン	ポットの状態	ブザー	プラグ	蓋センサ	全ての水位センサ
沸騰行為にせよ	閉じられた	適正	—	—	—	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	100msec以上押下	保温行為中^ ~給湯中	[100msec鳴らせ]	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	—	アイドル中	—	—	on	—
保温行為にせよ	—	—	—	カルキ抜き加熱を終わった	—	—	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	コンセントにつながれた	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	—	—	off
...

ここでは「水量」が「—」となっているが、2行前では、「水量」が「適正」が条件となっている！！
⇒ここは条件もれでは??
⇒ pot-330-41の条件もれを確認

指摘例2

●ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン	ポットの状態	ブザー	プラグ	蓋センサ	全ての水位センサ
沸騰行為にせよ	閉じられた	適正	—	—	—	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	100msec以上押下	保温行為中^ ~給湯中	[100msec鳴らせ]	—	—	—
沸騰行為にせよ	—	—	—	アイドル中	—	—	on	—
保温行為にせよ	—	—	—	カルキ抜き加熱 された	—	—	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	—	—	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	—	—	off
...

蓋に関する条件が、異なるメンバー名により表現されている！！
 ⇒メンバー名がゆれているのでは??
 ⇒ pot-330-41の条件を、「蓋センサがon」から、「蓋が閉」に修正

④要求事項を修正

- 指摘事項を解消するための修正を、要求事項およびSLP記述に対して行った
- レビューと修正の反復を31回繰り返した
 - 工数:57個の要求事項に対して、3人日

要求番号	pot-330-41
原文	アイドル中に蓋センサonとなったら、沸騰行為に遷移する。
SLP記述 (修正後)	<pre> if <ポットの状態> {アイドル中} if <蓋> {閉} if <水量> {適正} Do<ポットの状態> {沸騰行為中にせよ} else next endif else next endif else next endif else next endif </pre>
指摘・修正 事項	<ul style="list-style-type: none"> ・「アイドル」、「沸騰行為」の主語が明記されていないので、「ポットの状態」を明記する。 ・「蓋センサon」とあるが、pot-220-11では「蓋センサが3sec以上on」とあり、条件記述がゆれている。そこで、後者(つまり蓋が閉)に統一する。 ・原文では水量の条件が述べられていないが、pot-330-12、pot-330-13ではアイドルとなる条件に「水量が空」であることが述べられており、整合していない。ここでは条件に「水量が適正」であることも必要であり、明記する。
分類	<ul style="list-style-type: none"> ・メンバー名もれ ・状態名表記のゆれ & 条件にあらわれるメンバー名のゆれ ・条件もれ

指摘例2に
もとづく修正

指摘例1に
もとづく修正

反復修正後の「ポットの状態」 (一部抜粋)

●ポットの状態	ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン	ポンプ	ブザー	水温	ヒータ	プラグ
沸騰行為にせよ	アイドル中	閉	適正	—	—	—	—	—	—
沸騰行為にせよ	保温行為中	—	—	100msec以上押された	~給湯中	[100msec鳴らせ]	—	—	—
保温行為にせよ	沸騰行為中	—	—	—	—	—	100℃になった	[カルキ抜き]	—
アイドルにせよ	—	—	—	—	—	—	—	—	コンセントにつながれた
アイドルにせよ	保温行為中 沸騰行為中	—	空	—	—	—	—	—	—
温度エラーにせよ	—	—	—	—	—	—	110℃を超えた	—	—
...

指摘事項の分類

分類		指摘箇所数
メンバー名	1. メンバー名もれ	22
	2. メンバー名表記のゆれ	11
状態名	3. 状態名表記のゆれ	19
	4. 状態もれ	8
状態遷移の条件	5. 条件もれ	24
	6. 余計な条件	3
	7. 煩雑な条件記述	5
	8. 条件にあらわれるメンバー名のゆれ	6
状態遷移	9. 余計な状態遷移	6
	10. 状態遷移もれ	3
	11. 状態遷移の非決定性	2
		計 109

指摘事項例

	分類	例
メンバー名	1. メンバー名もれ	if <??> {アイドル中} … 【抜け】
	2. メンバー名表記のゆれ	Do <サーミスタの温度> {表示せよ} Do <水温> {表示せよ} 【混在】
状態名	3. 状態名表記のゆれ	if <蓋センサ> {3sec以上on} … if <蓋センサ> {on} … 【混在】 Do <ポットの状態> {温度制御行為を中止せよ} Do <ポットの状態> {アイドルにせよ}
	4. 状態もれ	if <水量> {適正} … があるのに、 if <…> {…} Do <水量> {適正} … がない 【未定義状態の参照】
		if<蓋> {開} Do<水量> {??} … 【状態の考慮漏れ】

	分類	例
状態遷移の条件	5. 条件もれ	<i>if <蓋> {閉}</i> <i>if <タイマボタン> {押下された} ...</i> 【条件追加】
	6. 余計な条件	<i>if <ポットの状態> {保温行為中}</i> <i>if <水量> {適正} ...</i> 【条件削除】
	7. 煩雑な条件記述	【原文】 <i>if <ポットの状態> {保温行為中}</i> <i>if <保温行為モード> {高温モード}</i> <i>Do <ヒータ> {水温98℃を保て}</i> <i>else</i> <i>if <保温行為モード> {節約モード}</i> <i>Do <ヒータ> {水温90℃を保て} ...</i> 【修正後】 <i>if <ポットの状態> {保温行為中}</i> <i>Do <ヒータ> {目標水温を保て}</i>
	8. 条件にあらわれるメンバー名のゆれ	<i>if <蓋センサ> {3msec以上on} ...</i> <i>if <蓋> {閉} ...</i> 【混在】

	分類	例
状態遷移	9. 余計な状態遷移	【要求事項の重複】 - 蓋センサoffとなった時、沸騰行為を止める - 沸騰行為中に蓋センサoffとなったらアイドルとなる
	10. 状態遷移もれ	<i>if <ポットの状態> {温度エラー}</i> <i>Do<保温ランプ> {消灯せよ}</i> 【抜け】
	11. 状態遷移の非決定性	<i>if <タイマボタン> {3sec以上押下された}...</i> <i>if <タイマボタン> {100msec以上押下された}...</i>

SLPによるレビューのしくみ

「部分」

```
if <ポットの状態> {アイドル}
  if <蓋センサ> {on}
    Do<状態> {沸騰行為にせよ}
  else
    next
  endif
else
  next
endif
```

相互補完

「全体」

●ポットの 状態	ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン
沸騰行為 にせよ	アイドル中	閉	適正	—
沸騰行為 にせよ	保温行為中	—	—	100msec 押された
保温行為 にせよ	沸騰行為中	—	—	—
アイドル にせよ	—	—	—	—

適度な形式性を備えた
SLP文法で、ローカルな動
作・性質を記述する

自動生成された状態遷
移表で、グローバルな整
合性を確認する

SLPによるレビューの利点

「部分」

```
if <ポットの状態> [アイドル]
  if <蓋センサー> (on)
    Do<状態> (沸騰行為にせよ)
  else
    next
  endif
else
  next
endif
```

「全体」

●ポットの 状態	ポットの状態	蓋	水量	沸騰ボタン
沸騰行為 にせよ	アイドル中	閉	適正	—
沸騰行為 にせよ	保温行為中	—	—	100msec 押された
保温行為 にせよ	沸騰行為中	—	—	—
アイドル にせよ	—	—	—	—

相互補完

効率的な欠陥抽出

- ・ 状態遷移表を利用することで、不整合を効率的に発見・除去できる
- ・ 論理学等の専門知識がいらないため、導入コストが小さい

概念設計の 発想支援

- ・ 一定の形式性により、記述対象や条件を明示的に考慮させる
- ・ 形式性が過度でないため、記述が容易であり、書き手の思考を妨げない

合意形成の促進

- ・ 仕様書の意味が明確になり、後工程への引継ぎが確実になる
- ・ 同様に、発注側と受注側の間で合意が確実になる

まとめ

- SLPを用いた要求仕様書のレビュー方法を提案した
- 試行適用により、提案方法の有効性を示した
- 提案方法のしくみと利点について考察した

【謝辞】本研究の一部は、平成21年度ものづくり中小企業製品開発等支援補助金(全国中小企業団体中央会)を用いて実施されました