

ソフトウェア品質シンポジウム 2021 経験発表概要

タイトル	DRBFMにおける一人HAZOPの活用方法の提案
カテゴリ	ソフトウェア開発技術の観点
発表者	株式会社デンソークリエイト 柏原一雄
共同研究者	株式会社デンソークリエイト 藤田亮太, 周廣有, 鈴木淳

キーワード	派生開発, DRBFM, HAZOP, ガイドワード, レビュー, FMEA
-------	--

概要	<p>派生開発^[1]において、変更箇所を漏れなく特定するために、DRBFM^{[2][3]}を実施することは有効である。ただし、DRBFMを実施するときには、「心配点の見逃し」「心配点の要因の見逃し」を防ぐための工夫が必要となる。</p> <p>本研究では、DRBFMにおいて、欠陥混入メカニズムの知識を蓄積した辞書（DIM辞書）^[4]と、HAZOP^[5]の結果の2つを活用する方法を考案した。考案手法では、HAZOPを実施するとき、一人HAZOP^[6]というアプローチを適用した。一人HAZOPは、“複数人で分析を実施する前に、一人でHAZOPを実施する”というアプローチである。また、一人HAZOPを効率化するために、以下の3つの考え方も取り入れた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 図を利用する ・ 30点を目指す ・ 量が少ない人から報告し、同じことは報告しない <p>実開発において、考案手法を活用した結果、「HAZOP実施者の立場・経験・知識によらず設計意図・利用意図からの“外れ”を抽出できる」「実開発において新たな心配点を抽出できる」という効果が確認できた。</p> <p>[1]清水吉男, 「「派生開発」を成功させるプロセス改善の技術と極意」, 技術評論社, 2007</p> <p>[2]吉村達彦, 「トヨタ式未然防止手法・GD3」, 日科技連出版社, 2008</p> <p>[3]多田直弘, 「モノづくりににおける実践のDRBFM」, 友月書房, 2015</p> <p>[4]柏原一雄, 新留光治, 藤田亮太, 周廣有, 小林展英, 竹下千晶, 林香織, 「欠陥混入メカニズムの知識を活用したDRBFMの提案」, ソフトウェア品質シンポジウム2018, 2018</p> <p>[5]「JISQ31010:2012 リスクマネジメントーリスクアセスメント技法」, 2012</p> <p>[6]小川清, 「一人HAZOPを組み合わせた効率的な分析作業」, WOCS2011 JAXA/IPA, 2011</p> <p>[7]河野哲也, 「ソフトウェア要求仕様におけるHAZOPを応用したリスク項目設計法」, ソフトウェアテストシンポジウム2012, 2012</p> <p>[8]益田美貴, 高野研一, 「金融情報システムへのHAZOP手法の適用」, 安全工学 49(2), p.104-114, 2010</p> <p>[9]大林英晶, 森崎修司, 渥美紀寿, 山本修一郎, 「逸脱分析を用いた要求仕様書からのテスト項目抽出手法」, 情報処理学会論文誌 57(4), p.1262-1273, 2016</p> <p>[10]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃, 「ソフトウェアFMEAの一手法とプロダクトライン開発におけるその利用」, 電子情報通信学会技術研究報告. SS ソフトウェアサイエンス 111(481), p.19-24, 2012</p> <p>[11]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃, 「FMEAを援用した例外処理の仕様定義と設計の方法論」, 研究報告ソフトウェア工学 (SE) 2012-SE-175 14号, p.1-8, 2012</p> <p>[12]梅田浩貴, 波平晃佑, 祖川和弘, 植田泰士, 片平貴史, 「GSN及びESDモデルを用いたソフトウェアFMEAの提案」, ソフトウェア品質シンポジウム2018, 2018</p> <p>[13]小川清, 「HAZOP 3.0 (Safety & Security)」, SWEST19, 2019</p> <p>[14]小川清, 柏原一雄, 田中伸明, 「安全分析におけるHAZOPによる想定外の洗い出し」, 自動車技術会 2020年春季大会学術講演会講演予稿集, 2020</p> <p>[15]小川明秀, 小川清, 「安全分析において、HAZOP, FMEA, FTAの組み合わせによるリスクアセスメントの進め方の検討」, 安全工学シンポジウム2015, 2015</p> <p>[16]余宮尚志, 兼本茂, 「システム思考によるソフトウェアの安全設計」, 2018</p> <p>[17]余宮尚志, 小島昌一, 「不具合リスク発想のための観点の抽出方法とその効果」, ソフトウェア品質シンポジウム2016, 2016</p> <p>[18]山科隆伸, 森崎修司, 「大規模ソフトウェアの保守開発を対象とした故障モード影響解析(FMEA)適用の試み」, 技報 UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 28(4), p.107-121, 2009</p>
----	---

The DENSO logo is written in a bold, italicized, red sans-serif font.

Crafting the Core

DRBFMにおける 一人HAZOPの活用方法の提案

株式会社デンソークリエイト

柏原一雄

藤田亮太

周廣有

鈴木淳

目次

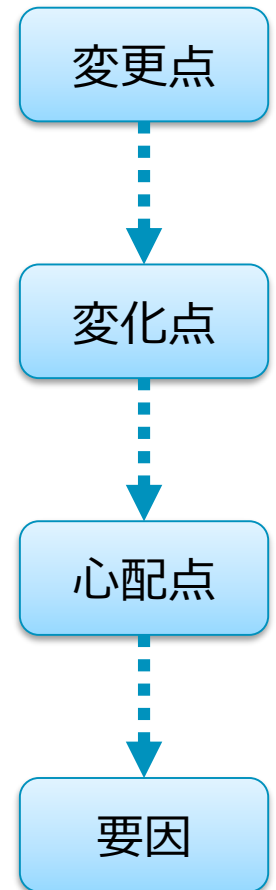
- 1.はじめに
- 2.現状分析
- 3.課題提起
- 4.先行研究
- 5.解決策の提案
- 6.解決策の評価
- 7.おわりに

1. はじめに (1)

■ DRBFM (Design Review Based on Failure Mode)

[2]吉村達彦,「トヨタ式未然防止手法・GD3」, 日科技連出版社, 2008

- FMEA (Failure Mode And Effects Analysis)にデザインレビューを組み合わせて問題を発見し, 解決策を検討するプロセスを指す. DRBFMワークシートを記入するプロセスと, それをもとにデザインレビューを行うプロセスに分けられる.
- 故障モードを抽出して, その影響を解析し, 設計的対策を行って, 故障を未然に防止する手法である. 「人間の問題点発見 (気づき) 能力を生かす」手法である.
- 問題は, 従来から設計が変更された場合に発生している. そのため, DRBFMでは, 変更点に着目する. 心配点 (故障モード) は, 変更点に着目して記入する.
- 故障モードはストレス (部品の使用環境条件) とストレングス (部品の設計の弱点) で決まる. 対象部品がどのようなストレスにさらされるかも検討し, 心配点を明確にする.



1. はじめに (2)

- 派生開発^[1]において、変更箇所を漏れなく特定するために、DRBFMを実施することは有効である。
- ただし、DRBFMを実施するときには、「心配点の抽出漏れ」「心配点の要因の見逃し」を防ぐための工夫が必要となる。
- 本研究では、DRBFMにおいて、「欠陥混入メカニズムの知識を蓄積した辞書」と「HAZOPの結果」の2つを活用する方法を考案した。
- 考案手法では、“一人HAZOP”という考え方を取り入れた。
- 実開発において、考案手法を活用した結果、「立場・経験・知識によらず設計意図・利用意図からの“外れ”を抽出できる」「新たな心配点を抽出できる」という効果が確認できた。

2. 現状分析 (1)

■ DRBFMの問題点

• 変化点の抽出漏れ

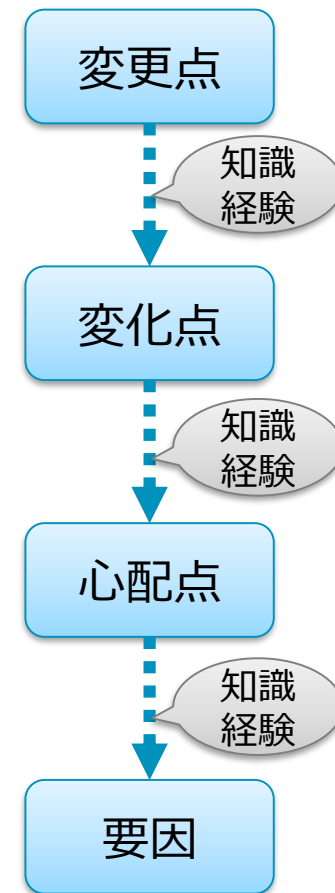
- 変更要求・変更仕様をもとに変化する設計制約
(心配点や要因の抽出の起点となる「隠れた相違点」^[3])
を特定できていない。

• 心配点の抽出漏れ

- 設計制約の変化に伴い発生の可能性のある欠陥を
予測できていない。

• 心配点の要因の抽出漏れ

- 予測した欠陥は、ベースソフトの設計がどのような場合に
混入するか特定できていない。

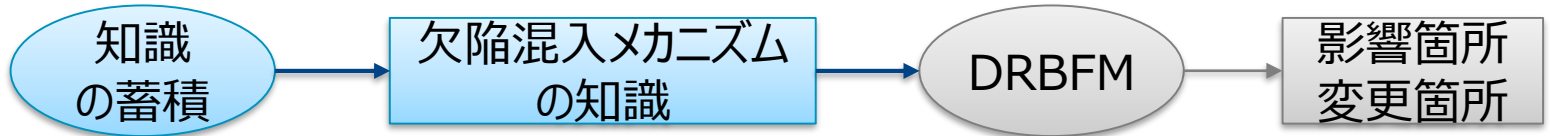


**変化点・心配点・要因の抽出結果は、人の知識・経験に依存する
技術者が必要となる知識を伝えていない・使えていない**

2. 現状分析 (2)

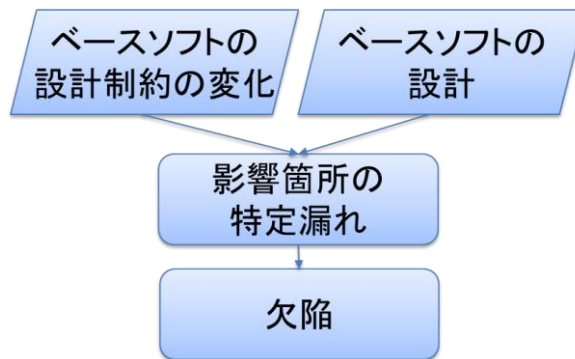
■ 欠陥混入メカニズムの知識を活用したDRBFM^[4]

- 影響箇所・変更箇所の特定漏れ防止を目的として、DRBFMで欠陥知識を蓄積・活用可能とする。



● 欠陥混入メカニズムの知識の表現方法

- DIM辞書 (Defect injection mechanism 辞書) で、「設計制約の変化」と「ベースソフトの設計」と「欠陥」の関係を表現する。



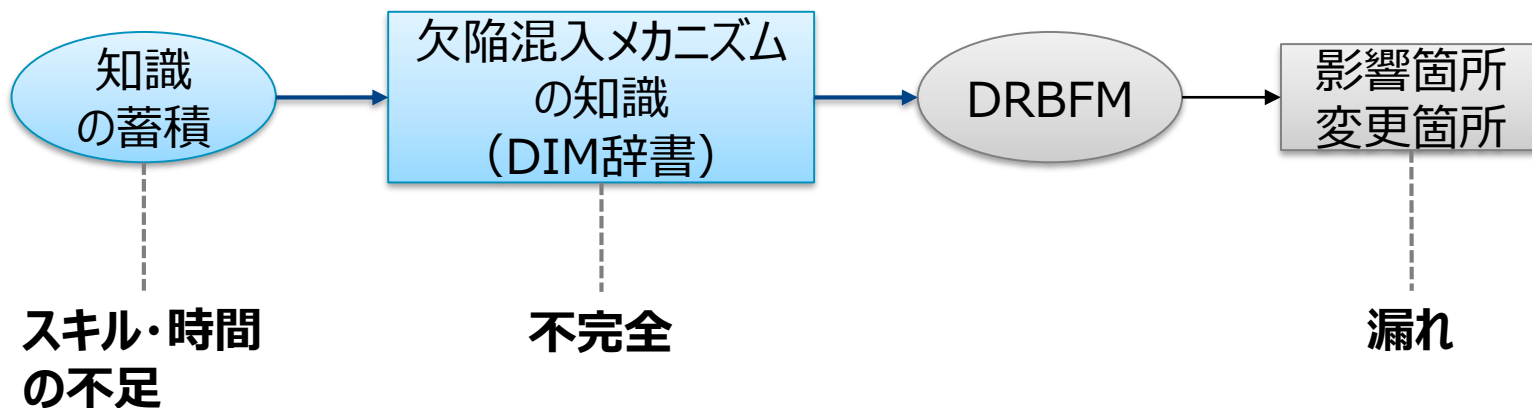
No.	設計制約の変化	欠陥	ベースソフトの設計
1	機能が並列実行不可能から変更実行可能に変化	・共有データの排他処理漏れ	・機能間で共有しているデータ(外部変数)あり
2	処理のキャンセル不可能からキャンセル可能に変化	・デッドロックの対策処理漏れ	・処理実行中の状態を複数のレイヤ(ユニット)でそれぞれ管理
3	処理が異常終了することなしから異常終了することありに変化	・デッドロックの対策処理漏れ	・処理実行中の状態を複数のレイヤ(ユニット)でそれぞれ管理
4	同期処理が非同期処理に変化(処理中に他の要求を受け付けられるようになる)	・キューあふれ	・処理中に受け付けた別の要求は、キューに格納し、実行中処理が完了後に実行される
5	処理時間が長くなる(処理中に受け付ける要求が増える可能性がある)	・キューあふれ	・処理中に受け付けた別の要求は、キューに格納し、実行中処理が完了後に実行される
6	バッファサイズの制約が変化(バッファオーバーランが発生する可能性がある)	・バッファオーバーランのガード処理漏れ	・同じ種類のデータが格納されるバッファ(配列)が複数あり ・バッファ(配列)が保持されているユニットとは別ユニットから書き込みがされる箇所あり
7	バッファのデータの置換けなしから置換けありに変化	・データ取得時の無効値判定処理漏れ ・有効値範囲判定処理漏り ・ソフト処理の漏れ ・有効データ位置情報の更新漏れ	・バッファのデータの置べ替え処理なし ・バッファ(配列)のデータ参照箇所が複数 ・バッファ(配列)のデータ更新箇所が複数
8	バッファのデータの並び順に関する制約が変化	・データ検索処理漏り	・バッファのデータの置べ替え処理なし ・バッファ(配列)のデータ参照箇所が複数
9	データの有効区間が変化	・データ取得時の無効値判定処理漏れ	・データの参照箇所が複数
10	データの種類の増える(サポート対象外だったものがサポート対象となる)	・データの種類の増える ・データの種類の増える(サポート対象外だったものがサポート対象となる)	・データの種類の増える ・データの種類の増える(サポート対象外だったものがサポート対象となる)

**“辞書”により、技術者の知識を補い、
欠陥を予測し影響箇所を特定する能力を向上させる**

2. 現状分析 (3)

■ 辞書を活用する場合の問題

- 作成した辞書に登録されている知識が漏れていれば、DRBFMで抽出される心配点とその要因の漏れに繋がる。
- 辞書を作成するためには、スキルと時間が必要であり、条件が揃わず辞書の作成が進まない状況も見受けられる。



**最初から完全な辞書を作成することは現実的には困難
不完全な辞書を入力にDRBFMを実施せざるを得ない**

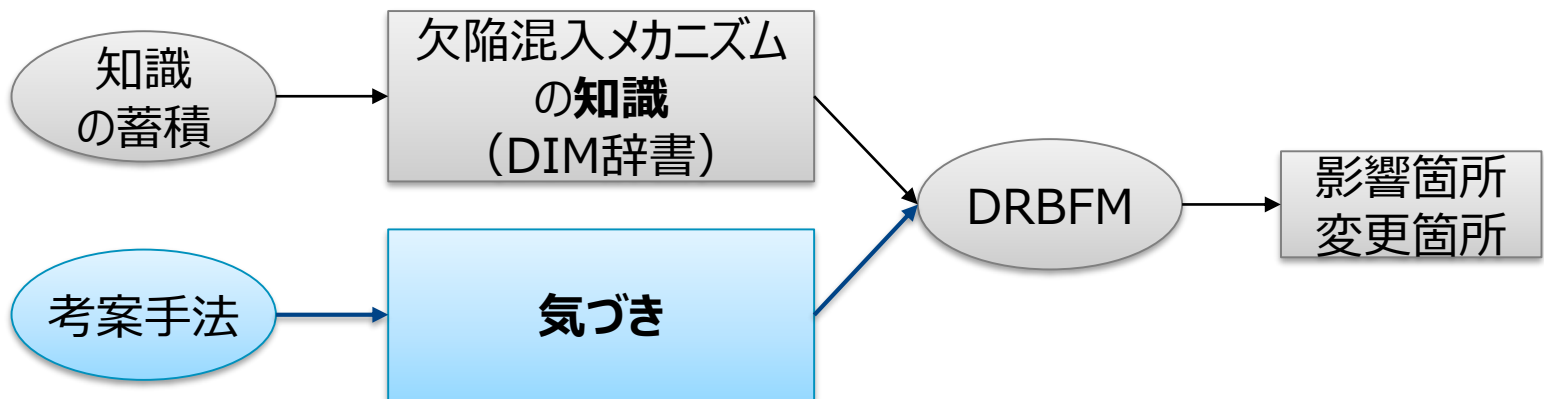
3. 課題提起

■ 課題

- 派生開発におけるDRBFMで，辞書のみならず，人間の問題点発見能力を補助し，心配点とその要因の抽出漏れを防ぐ方法を考案する。

■ 考案手法

- 立場・経験・知識によらず実施可能な手法とする
- 実開発で効果が得られる手法とする
- 短期間での開発が求められる派生開発に導入しやすい手法とする



4. 先行研究 (1)

■ HAZOP (Design Review Based on Failure Mode)

[5] 「JISQ31010:2012 リスクマネジメントーリスクアセスメント技法」, 2012

- HAZOPスタディーズ (以降HAZOP) は, リスクを特定する技法である.
- どのようになると設定の意図又は動作条件が達成されなくなるかを問いかけるガイドワードの使用を基本とする定性的技法である.
- ガイドワードは, 多くの場合, 以下の11語が使用される.

ガイドワード一覧 (文献[6]より引用)

ID	分類	誘導語	外れの表現	対称	種類
G1	存在	無(no)	質又は量が無い	G0※	基本
G2	方向	逆(reverse)	質又は量が反対方向	G0※	基本
G3	方向	他(other than)	その他の方向	-	基本
G4	量	大(more)	量的な増大	G5	基本
G5	量	小(less)	量的な減少	G4	基本
G6	質	類(as well as)	質的な増大	G7	基本
G7	質	部(part of)	質的な減少	G6	基本
G8	時間	早(early)	時間が早い	G9	追加
G9	時間	遅(late)	時間が遅い	G8	追加
GA	順番	前(before)	順番が前 (事前)	GB	追加
GB	順番	後(after)	順番が後 (事後)	GA	追加

※G0 は外れのない状態の ID

4. 先行研究（1）

■ HAZOPの活用事例

- ソフトウェア開発においてもHAZOPが活用され効果が確認されている。
 - [7]河野哲也,
「ソフトウェア要求仕様におけるHAZOPを応用したリスク項目設計法」
 - [8]益田美貴, 高野研一,
「金融情報システムへのHAZOP手法の適用」
 - [9]大林英晶, 森崎修司, 渥美紀寿, 山本修一郎,
「逸脱分析を用いた要求仕様書からのテスト項目抽出手法」

■ 故障モード抽出へのHAZOP活用の提案

- FMEAにおける故障モードの洗い出しのために、HAZOPを応用する方法論が提案されている。
 - [10]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃,
「ソフトウェアFMEAの一手法とプロダクトライン開発におけるその利用」
 - [11]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃,
「FMEA を援用した例外処理の仕様定義と設計の方法論」
 - [12]梅田浩貴, 波平晃佑, 祖川和弘, 植田泰士, 片平貴史,
「GSN及びESDモデルを用いたソフトウェアFMEAの提案」

DRBFMにおける心配点とその要因を抽出するためにHAZOPを活用

4. 先行研究（2）

■ 一人HAZOP

[6]小川清,「一人HAZOPを組み合わせた効率的な分析作業」

- ガイドワードを使って, ありえないことを想定して考え, 設計意図・利用意図からの逸脱 (以降, “外れ”) として記録することを推奨している.
- 複数人で分析を実施する前に, 一人でHAZOPを実施すること (以降, “一人HAZOP”) を推奨している.
- 一人HAZOPを実施する理由
 - ガイドワードと図を見ながらありえないことを“外れ”に列挙すると思わぬことに気付くことがある.
 - 人に言うのは恥ずかしいことでも, 自分で妄想するだけならいろいろ考えられる.
 - 責任を持って作業をする訓練になる.

**人間の問題点発見能力を最大限引き出すため,
一人HAZOPというアプローチを適用する**

4. 先行研究（3）

■ 一人HAZOPに関する実験

- ソフトウェアテストシンポジウム（JaSST）でのワークショップ「ソフトウェア開発におけるHAZOP入門」を通して，一人HAZOPの効果を確認.

– 参加人数

- JaSST'18 Tokai : 13名
- JaSST'19 Tokai : 8名
- JaSST'19 Shikoku : 19名

– ワーク内容

- 以下のワークを3セット実施

1. 一人HAZOP : 10分
2. 一人HAZOP結果を3人の班で共有 : 10分
3. 各班1件の“外れ”を全員に報告 : 5分
4. 休憩 : 5分

– ワーク結果

- 参加者全員が初見の仕様書を入力に“外れ”を複数抽出できた.
- ふりかえりで全員が，“HAZOPが活用できそうな場面”を1件以上挙げた.

※参考

@kazuo_reve, 「ワークショップ「ソフトウェア開発におけるHAZOP入門」の結果」,
https://qiita.com/kazuo_reve/items/c1c1d32baed5d60d55c7

4. 先行研究（4）

■ 一人HAZOPを効率的に実施する鍵

[6]小川清,「一人HAZOPを組み合わせた効率的な分析作業」

[13]小川清,「HAZOP 3.0 (Safety & Security)」

[14]小川清,「安全分析におけるHAZOPによる想定外の洗い出し」

• 図の利用

- ガイドワードと図を見ながらありあえないことを列記する。分析対象は、概念だけでも分析できるが図が一つだけでもあると格段に効率的になる。

• 30点を目指す

- 初期段階では、30点（100点満点中）を目指す。3人で3回実施するのであれば、1人で1回考えるときに30点を目指す。

• 量が少ない人から報告し、同じことは報告しない

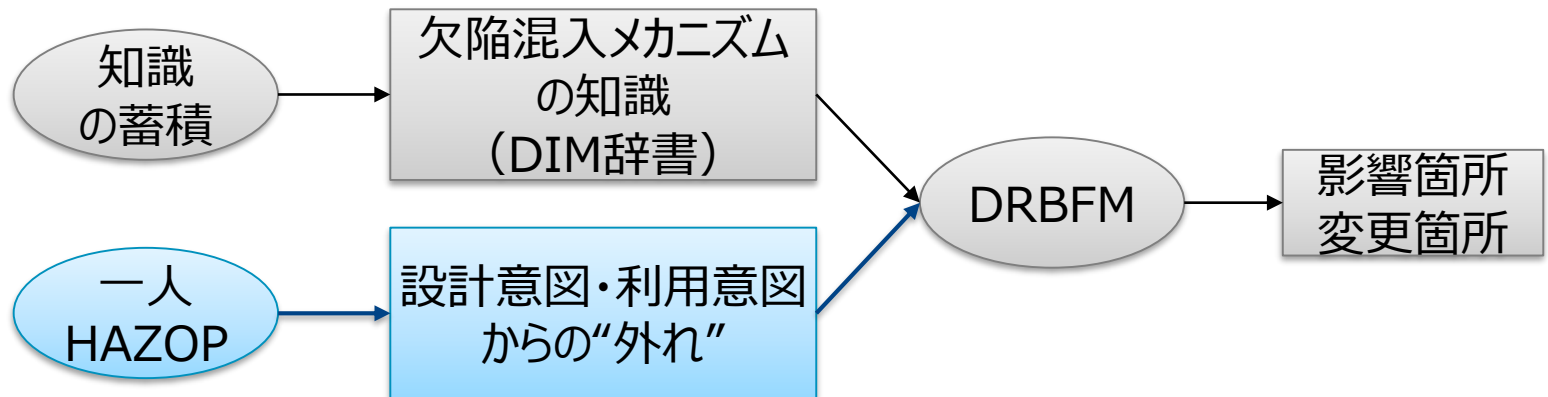
- 班での意見交換では、一人HAZOPで抽出した“外れ”の量が少ない人から報告する。また、前に報告されていることは報告しない。

**一人HAZOPのワークショップで明確に効果が確認できた
“3つの鍵”を考案手法に取り入れる**

5. 解決策の提案（1）

■ 課題の解決方針（1）

- 欠陥混入メカニズムの知識が網羅的に整理された完全な辞書がない状態を前提として、心配点とその要因の抽出漏れを防ぐ。
- DRBFMで、欠陥混入メカニズムの知識だけでなく、一人HAZOPにより抽出した設計意図・利用意図からの“外れ”も入力とする。



一人HAZOPの結果をDRBFMの入力とする

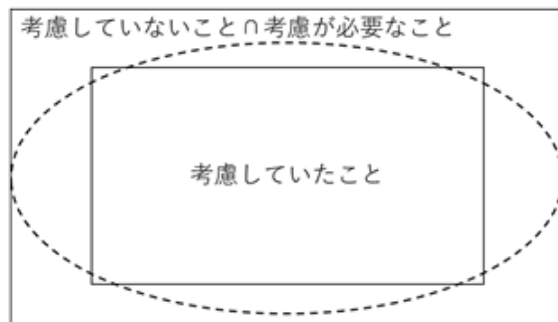
5. 解決策の提案（2）

■ 課題の解決方針（2）

- HAZOPで、一人が分析した範囲は狭くてもよいので、他者の分析した範囲と重複しないようにする。
 - HAZOPで、分析した範囲には「考慮が不要なこと」が含まれていてもよいので、「考慮していないこと」が含まれるようにする。これにより、「考慮していないこと」かつ「考慮が必要なこと」を多数抽出できるようにする。

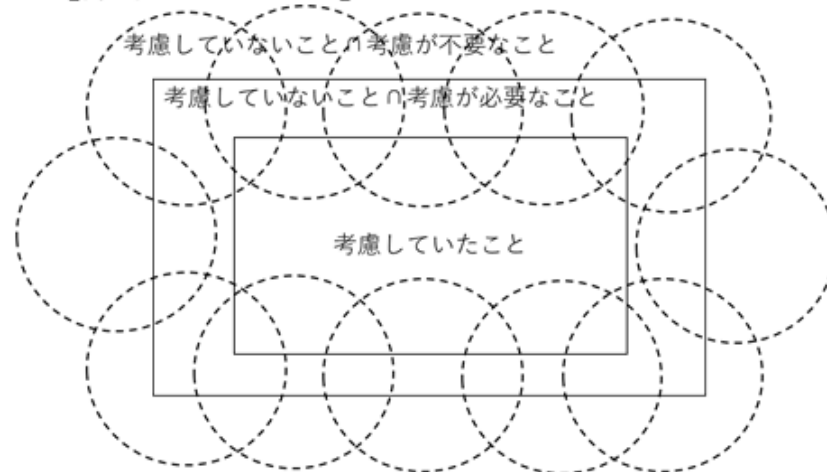
【非採用のアプローチ】 ※点線の円は、HAZOPで分析した範囲

考慮していないこと∩考慮が不要なこと



【採用のアプローチ】 ※点線の円は、HAZOPで分析した範囲

考慮していないこと∩考慮が不要なこと



**視点・視野・視座が異なる複数人の問題点発見能力を活かす
一人HAZOPの結果は、実施者によって異なるほうがよい**

5. 解決策の提案 (3)

■ 課題の解決方針 (3)

• 図の利用

- 一人HAZOP では、「システムの静的な構造を示す図」「機能の動的な振る舞いを示す図」「IF定義」を入力とする。また、入力とする図やIF定義では、変化点を識別しやすくしておく。
これにより、分析対象を理解する時間を短くする。

• 30点を目指す

- 複数人のHAZOPの結果をまとめるため、一人の成果は不十分でも問題なしとする。「一部のガイドワードに対して“外れ”を抽出するだけでも問題なし」、「抽出するのは“外れ”だけでも“外れ”の原因だけでも問題なし」とする。
これにより、自分の成果について無駄に悩む時間を短くする。

• 量が少ない人から報告し、同じことは報告しない

- 一人HAZOPの結果を共有する場では、抽出した“外れ”の数が少ない人から報告し、既に他者が同じ“外れ”を報告していたら、自身の報告を省略する。
これにより、一人HAZOPで抽出した“外れ”を共有する時間を短くする。

一人HAZOPで効率的に“外れ”を抽出・共有する

5. 解決策の提案（4）

■ HAZOPワークシート

ID	誘	guide word	外れ	原因
1	無	no		
2	逆	reverse		
3	他	other than		
4	大	more		
5	小	less		
6	類	as well as		
7	部	part of		
8	早	early		
9	遅	late		
10	前	before		
11	後	after		

- “外れ”と“原因”を記述する欄のみのシンプルなものとする。
- “外れ”の抽出に集中するため、発生確率・重大度・影響・対策などの余計なことを考えさせない。
- 記載する内容を少なくすることで、ワークシートの使い方の説明が不要。

5. 解決策の提案（5）

■ 考案手法の手順

- 「1. 一人HAZOP」「2. DRBFMワークシートの作成」「3. DRBFM」の3StepでDRBFMを実施する。

Step	作業内容	個人作業 or 班作業
1-1	複数人で一人HAZOPを実施する。 ※1	個人作業
1-2	一人HAZOPの結果を共有する。 ※2	班作業
2-1	一人HAZOPの結果をもとに、DRBFMワークシートを作成する。	個人作業
2-2	欠陥混入メカニズムの知識（DIM辞書）をもとに、DRBFMワークシートを更新する。	個人作業
3-1	DRBFMワークシートの内容に対して、一人HAZOPの実施者が認識ずれを確認する。 ※3	班作業
3-2	DRBFMワークシートをもとに、デザインレビューを行う。	班作業

※1 時間を決めて実施し、限られた時間で思いっただけ“外れを”抽出する。

※2 報告中に新たな“外れ”に気づいた場合、一人HAZOPの結果を共有する場で記録する。

※3 DRBFMワークシートの内容を確認するときに、他の心配点とその要因がないかも確認する。

5. 解決策の提案（6）

■ 考案手法実施時の注意点

- 一人HAZOPの実施者に、事前準備として、HAZOPの詳細な手順は説明しない。
 - 一人HAZOPの実施者が、余計なことを考えず、“外れ”を抽出することに集中できるようにする。
 - HAZOPの手順を説明してしまうことで、一人HAZOPの実施者が「手順通り正しくやる」という余計なことを考えてしまう可能性が高まる。
- 一人HAZOPの結果を否定しない。
 - 「あり得ない」と考えない。「あり得るかもしれない」と考える。
 - 間違えたと思っても、一度書いたことは消さない。

想定外に気づくことを邪魔しない

6. 解決策の評価（1）

■ 評価方法

- 提案手法を実開発に適用し， 2つの観点で有効性を確認する。
 - A) HAZOP実施者の立場・経験・知識によらず“外れ”を抽出できる
 - B) 案件によらず新たな心配点を抽出できる
- 評価A)B)共に， 一人HAZOPは以下の時間配分で実施する。
 - 1-1 複数人で一人HAZOPを実施する：30分
 - 1-2 一人HAZOPの結果を共有する：30分
- 評価A)B)では， 被験者毎・案件毎に以下を集計し評価する。
 - A) HAZOP実施者の立場・経験・知識によらず“外れ”を抽出できる
 - 外れの総数：抽出した“外れ”の総数
 - 有効な外れの件数：DRBFMワークシートに反映した“外れ”の数
 - 唯一の外れの件数：他者が抽出していない“外れ”の数
 - B) 案件によらず新たな心配点を抽出できる
 - 外れの総数：抽出した“外れ”の総数
 - HAZOP起点の心配点の件数：一人HAZOPの結果をもとに抽出した心配点の数
 - DIM辞書起点の心配点の件数：DIM辞書をもとに抽出した心配点の数

6. 解決策の評価（2）

■ 評価結果（1）

- A) HAZOP実施者の立場・経験・知識によらず“外れ”を抽出できる
 - 表に一人HAZOPの実施者の特性と以下の集計結果を示す。
 - 一人HAZOPの実施者は6名。一人HAZOPを実施した案件は2件。
 - 一人HAZOPの実施者は、「役割」「HAZOPの経験回数」「変更点の知識」「設計の変更点の知識」「ベースソフトの知識」のいずれかが異なる。

被験者 ID	役割	HAZOP の 経験回数	設計の 変更点 の知識	ベース ソフト の知識	外れの総数	有効な外れ の件数	唯一の外れ の件数
A	なし※1	5 回前後	不足	十分	25	6	1
B	設計者	5 回前後	十分	十分	10	1	1
C	設計者	3 回前後	十分	十分	7	6	2
D	設計者	0 回	十分	不足	5	3	1
E	PL※2	3 回前後	十分	不足	9	6	1
F	PM※2	10 回前後	十分	不足	13	10	5

※1 一人 HAZOP の実施者 A は実験案件での開発には携わっていない。

※2 PL : Project Leader, PM : Project Manager

- 被験者6人全員が、一人HAZOPで“外れ”を抽出できた。
- 全員の抽出した“外れ”に、「有効な“外れ”」「唯一の“外れ”」が含まれており、価値がある“外れ”を抽出できた。

6. 解決策の評価（3）

■ 評価結果（2）

- B) 案件によらず新たな心配点を抽出できる
 - 表に以下の集計結果を示す。
 - 一人HAZOPとDRBFMを実施した案件は4件。一人HAZOPの実施者は5,6名。
 - DIM辞書に登録されている欠陥混入メカニズムの知識は20件弱。

案件ID	心配点の総数	HAZOP 起点の心配点の件数	DIM 辞書起点の心配点の件数
01	14	10	4
02	24	17	1
03	17	9	1
04	17	8	3

- 全4案件のDRBFMで、一人HAZOPの結果をもとに、心配点を抽出できた。
- 全案件で、DIM辞書を入力にして抽出された心配点もあった。
- 全員の一人HAZOPの結果をまとめると、“外れ”の抽出のためにすべてのガイドワードが利用されている状態であった。

6. 解決策の評価（4）

■ 結果の考察（1）

- 実施者の立場・経験・知識によらず、ガイドワードをもとに複数の“外れ”を抽出できた。
ガイドワードが問題点発見能力を補助する。
- 同じ時間で抽出した“外れ”の内容は、被験者毎に差があった。
HAZOP実施者として、立場・経験・知識が異なる人を揃えることで、多くの“外れ”が抽出できる。
- 一人HAZOPの結果から、DIM辞書から抽出できなかった心配点が抽出できた。
「過去の経験から得られた知識」と「ガイドワードによる気づき」の両方を入力とすることで、心配点の抽出漏れが減る。
- 一人HAZOPは、再現性の高い手法ではないが、1時間という短時間でも効果が得られた。

**DRBFMの前に一人HAZOPを実施することは、
考慮漏れを防ぐために効果的**

6. 解決策の評価（5）

■ 結果の考察（2）

- 図の利用
 - 自然言語で記述された仕様などを入力とするより、図を入力としたほうが、分析対象を理解しやすくなる。自然言語で記述された仕様などを入力とする場合、文を読み理解する行為が発生し、分析対象を理解することに多くの時間を要すると考えられる。
- 30点を目指す
 - 30点を目指した中途半端なHAZOPの成果でも十分に効果につながった。複数人のHAZOPの結果をまとめることで、考慮漏れを減らせる。
- 量が少ない人から報告し、同じことは報告しない
 - 抽出した“外れ”の数が少ない人から報告することには、効率化以外の副次効果があった。抽出した“外れ”の数が少ない人から報告すれば、報告する“外れ”がない状況となる確率は小さくなる。自身が抽出した“外れ”を共有することは、チームへの貢献である。自身の貢献が実感できれば、今後もHAZOPへ参加するモチベーションが向上する。

一人HAZOPを効率的に実施する鍵は有効

7. おわりに (1)

■ まとめ

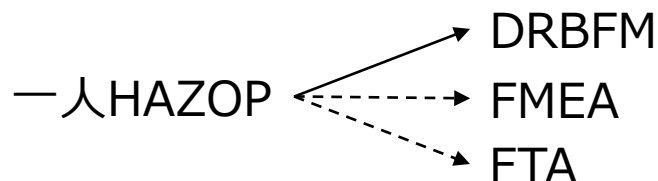
- 派生開発において、DRBFMを実施するときには、「心配点の抽出漏れ」「心配点の要因の見逃し」を防ぐための工夫が必要となる。
- 先行研究では、不具合事例をもとに欠陥混入メカニズムの知識をDIM辞書という形で蓄積し、DIM辞書をDRBFMで利用することが提案されている。
- 本研究では、DRBFMにおいて、DIM辞書に加えて一人HAZOPの結果を活用する方法を考案した。
- 考案手法では、一人HAZOPを効率的に実施するための鍵となる「図の利用」「30点を目指す」「量が少ない人から報告し、同じことは報告しない」という3つの考え方を取り入れた。
- 実開発において、DRBFMで一人HAZOPを活用した結果、「HAZOP実施者の立場・経験・知識によらず“外れ”を抽出できる」「実開発において新たな心配点を抽出できる」という効果が確認できた。

**考案手法により、派生開発において、
影響箇所・変更箇所の抽出漏れを防止することが期待できる**

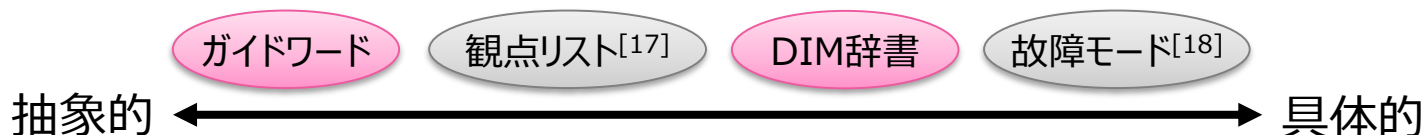
7. おわりに (2)

■ 今後の課題

- 一人HAZOPの効率・効果を更に高めるために、最適な参加者・時間・回数を検討する。
- 評価を実施した業務以外にも考案手法を適用し、効果を確認する。
- 派生開発に限定せずソフトウェア安全分析の一手法として考案手法を適用することを検討する。
- 他の手法との組み合わせを検討する。
 - 一人HAZOPとFMEAやFTAなどの分析手法との組み合わせ^{[15][16]}



- DIM辞書以外の知識活用方法やガイドワード以外の発想法との組み合わせまたは置き換え^{[17][18]}



謝辞

- 本研究に対して多くの有益なご指導・ご助言をいただいた小川清氏に感謝の意を表します。
- 本研究にご参加いただいた株式会社デンソークリエイイトとS k y 株式会社のプロジェクトメンバに感謝の意を表します。

DENSO

Crafting the Core

参考文献

- [1]清水吉男, 「「派生開発」を成功させるプロセス改善の技術と極意」, 技術評論社, 2007
- [2]吉村達彦, 「トヨタ式未然防止手法・GD3」, 日科技連出版社, 2008
- [3]多田直弘, 「モノづくりにおける実践のDRBFM」, 友月書房, 2015
- [4]柏原一雄, 新留光治, 藤田亮太, 周廣有, 小林展英, 竹下千晶, 林香織, 「欠陥混入メカニズムの知識を活用したDRBFMの提案」, ソフトウェア品質シンポジウム2018, 2018
- [5]「JISQ31010:2012 リスクマネジメントーリスクアセスメント技法」, 2012
- [6]小川清, 「一人HAZOPを組み合わせた効率的な分析作業」, WOCS2011 JAXA/IPA, 2011
- [7]河野哲也, 「ソフトウェア要求仕様におけるHAZOPを応用したリスク項目設計法」, ソフトウェアテストシンポジウム2012, 2012
- [8]益田美貴, 高野研一, 「金融情報システムへのHAZOP手法の適用」, 安全工学 49(2), p.104-114, 2010
- [9]大林英晶, 森崎修司, 渥美紀寿, 山本修一郎, 「逸脱分析を用いた要求仕様書からのテスト項目抽出手法」, 情報処理学会論文誌 57(4), p.1262-1273, 2016
- [10]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃, 「ソフトウェアFMEAの一手法とプロダクトライン開発におけるその利用」, 電子情報通信学会技術研究報告. SS ソフトウェアサイエンス 111(481), p.19-24, 2012
- [11]中西恒夫, 久住憲嗣, 福田晃, 「FMEA を援用した例外処理の仕様定義と設計の方法論」, 研究報告ソフトウェア工学 (SE) 2012-SE-175 14号, p.1-8, 2012
- [12]梅田浩貴, 波平晃佑, 祖川和弘, 植田泰士, 片平貴史, 「GSN及びESDモデルを用いたソフトウェアFMEAの提案」, ソフトウェア品質シンポジウム2018, 2018
- [13]小川清, 「HAZOP 3.0 (Safety & Security)」, SWEST19, 2019
- [14]小川清, 柏原一雄, 田中伸明, 「安全分析におけるHAZOPによる想定外の洗い出し」, 自動車技術会 2020年春季大会 学術講演会講演予稿集, 2020
- [15]小川明秀, 小川清, 「安全分析において、HAZOP, FMEA, FTAの組み合わせによるリスクアセスメントの進め方の検討」, 安全工学シンポジウム2015, 2015
- [16]余宮尚志, 兼本茂, 「システム思考によるソフトウェアの安全設計」, https://www.jasa.or.jp/wp-content/uploads/2020/02/Anzen_ET2018_JG-1.pdf, 2018
- [17]余宮尚志, 小島昌一, 「不具合リスク発想のための観点の抽出方法とその効果」, ソフトウェア品質シンポジウム2016, 2016
- [18]山科隆伸, 森崎修司, 「大規模ソフトウェアの保守開発を対象とした故障モード影響解析(FMEA) 適用の試み」, 技報UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 28(4), p.107-121, 2009