

# ソフトウェア欠陥多属性表現モデル

”**M**ulti-**A**tttribute **R**epresentation of **S**oftware defect”  
**MARS Model**

— ソフトウェア故障モードの抽出と利用 —

研究コース5 欠陥エンジニアリング **Team KuKuRu**

研究員：久野 倫義 (三菱電機株式会社)

仁藤 千博 (矢崎総業株式会社)

牟田 香奈 (日本ATMヒューマン・ソリューション株式会社)

主査：細川 宣啓 (日本アイ・ビー・エム株式会社)

副主査：永田 敦 (株式会社日新システムズ)

■はじめに



レビューエキスパートの  
頭の中、  
のぞいてみたくない？

故障モード影響解析（FMEA）は  
**ベテランの知見**  
を用いた「故障の未然防止策」

# 故障モード（Failure Mode）とは

## JIS C5750規格

- i) アイテム（部品，構成品，デバイス，装置，機能ユニット，機器，サブシステム，システムなどの総称またはいずれか）を特定する.
- ii) **アイテムの故障の様子**（故障状態の形式による分類. 例えば，断線，短絡，折損，摩耗，特性の劣化など）を列挙する.

# ■ 研究の課題

<b>ハードウェア故障モード</b> (潜在的に内包する故障)	<b>ソフトウェア故障モード</b> (潜在的に内包する欠陥)
物理法則に依存 = 利用者はハードウェアの <b>故障発生メカニズムを理解</b>	物理法則に依存しない = ソフトウェアの欠陥発生に <b>法則はない(?)</b>
▷ 物理的な事象を一般的で汎用性の高い表現で記述	▷ 抽象度 (汎用性) の高い表現は利用者に補完の知識が必要
▷ 製品や組織によって有効な故障モードは有限	▷ ソフトウェアの欠陥は無限
例：折れる、曲がる	例：???

**s/wの欠陥発生メカニズム**に着目した唯一のモデル  
：**欠陥モデル**

## 1.2. 欠陥モデリング(定義)

誘発因子  
(Induction  
Trigger)

成果物の中に含まれる、人間の思考の誤りを誘発する“トリガー”となる要素のこと。  
誘発因子が存在すれば、開発者能力・経験・技術力と関係なく過失が引き起こされやすくなる。

過失因子  
(Negligence Factor)

人間の思考や判断の誤りそのもののこと。  
欠陥は過失因子の集合(=連続)として生み出される。

増幅因子  
(Amplifier)

過失の連鎖を助長し、欠陥の混入確率を増幅させる要素。  
多くは定量的に測定可能である。外乱・環境特性ともいう。

欠陥  
(Defect)

成果物に含まれた、人間の思考の過ちが具現・表出化したもの。不具合・障害等の「現象」を発生させる。

表出現象  
(Incident)

欠陥によって引き起こされる不具合・障害。  
多くは定量的に測定／加算可能。

# ■ 研究の課題

故障モード影響解析手法	欠陥モデル
時間や重力など	誘発因子
故障は物理法則に従う	過失因子（外因）
<b>（従来の）故障モード</b>	欠陥/種類
アイテム	欠陥/対象・位置
頻度・検出可能性	増幅因子
故障の影響	表出現象

外因欠陥：開発者個人の過ちとは言い難い欠陥  
例) 環境変化や開発ルール変更、集団認知バイアス等の影響など

## ■ 研究の課題

ソフトウェア故障モード =  
誘発因子 + 過失因子(外因) + 欠陥の種類

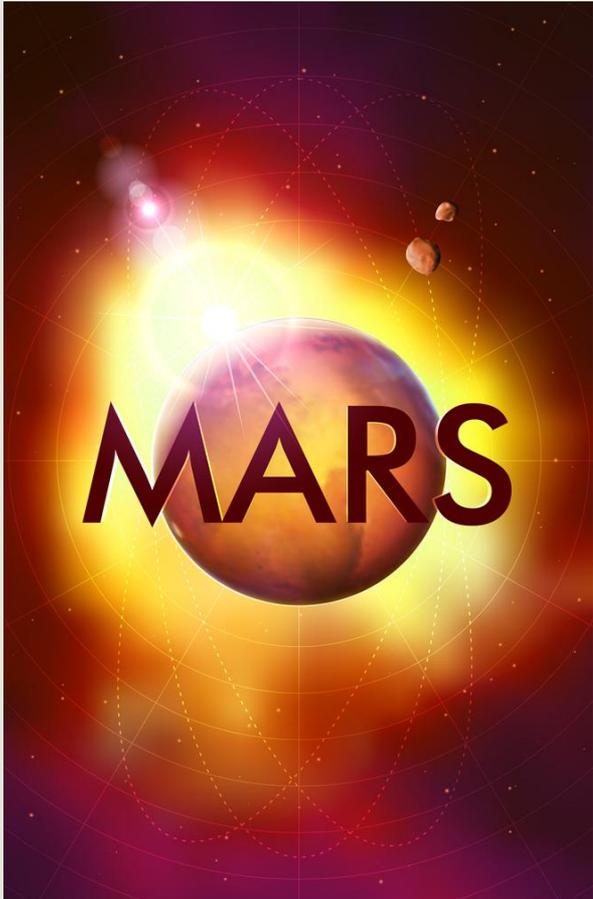
欠陥モデルは作成者の属人性（着目する観点、経験、ドメイン知識）に影響されやすい。

= 欠陥モデルをうまく作成できない／利用しにくい

# MARSモデルの提案

# ソフトウェア欠陥多属性表現モデル

Multi-Attribute Representation of Software defect Model



属性	説明
特性	欠陥を誘発した特徴的な性質 (例：単独では起こらない)
対象・位置	欠陥の含まれるアイテム (例：I/F)
種類	欠陥の種類 (例：齟齬)
正常/異常	欠陥の排他的性質のひとつ
経年	初期開発当初からの時間経過 (例：保守性の低下)

# ■ MARSモデルの記述例

特性	対象・位置	種類	正常／異常	経年
一人では出せない	I/F	齧齧	異常系	YES
従来処理の継承		例外処理 抜け		

バグ：バッファオーバーフローでリセット  
結果：無限ループ

# ■ MARSモデルの記述例

→ : 思考の流れ

特性	対象・位置	種類	正常／異常	経年
一人では 出せない	I/F	齧齧	異常系	Y E S
従来処理の 継承		例外処理 抜け		

バグ：バッファオーバーフローでリセット  
結果：無限ループ

# 欠陥モデルの各因子との関係

→ : 思考 (過失)

特性	対象・位置	種類	正常/異常	経年
一人では出せない	I/F	齧齧 欠陥	異常系	YES 誘発
従来処理の継承		例外処理 抜け		

過失

過失

誘発

欠陥

誘発

**S/W故障モード = 誘発因子 + 過失因子(外因) + 欠陥の種類**

## ■ 実験

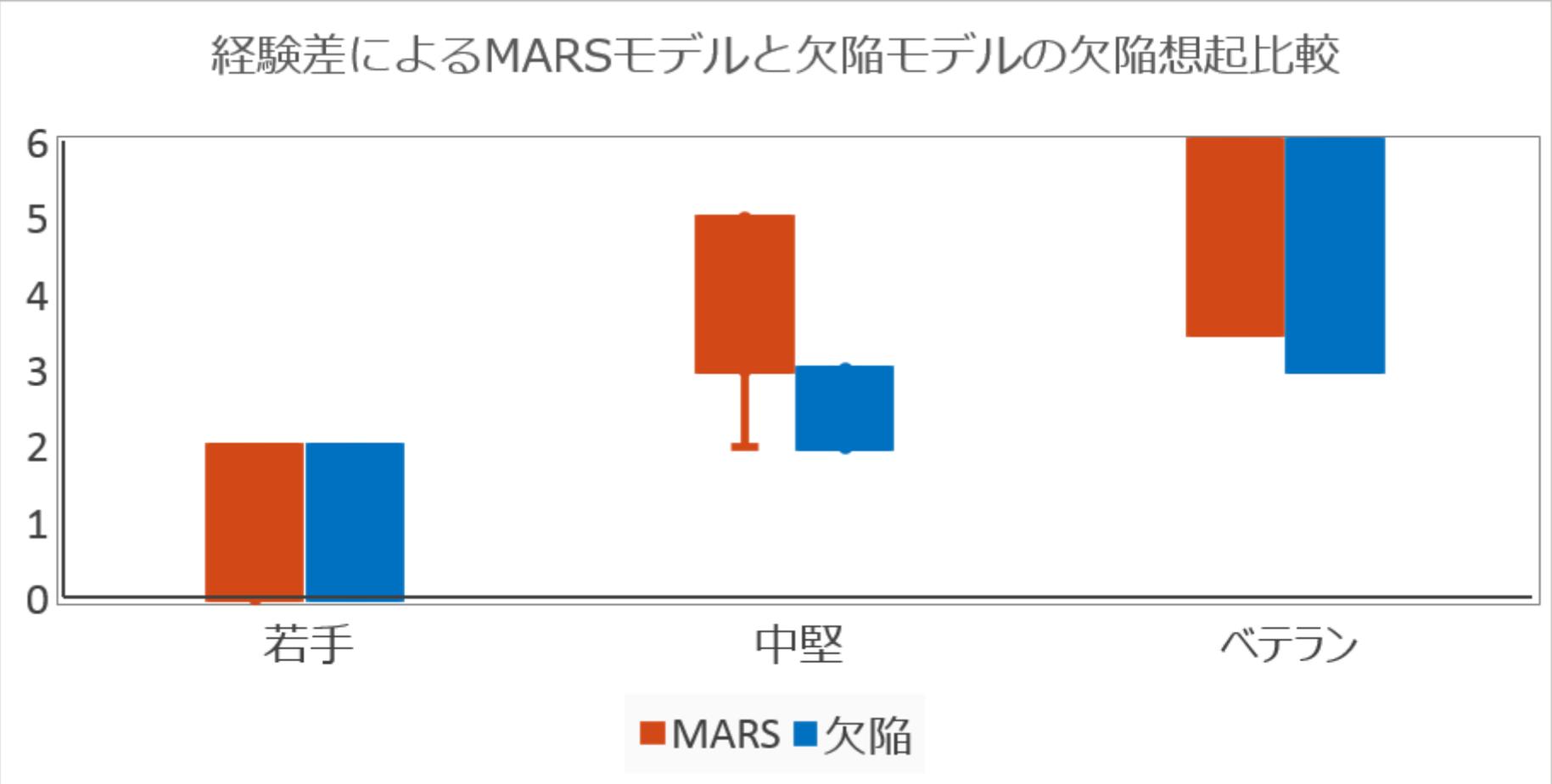
目的：

MARSモデルで表現したs/w故障モードを利用すれば、別のソフトウェア上に同じ或いは類似した欠陥を発見できることを実証する。

実験概要：

- ① 8パターンのMARSモデルと欠陥モデルを作成。
- ② 被験者としてベテラン6人/中堅7人/若手3人を選定。
- ③ ①を被験者に提供し、何件の欠陥を想起できるかを測定。
- ④ MARSモデルの欠陥情報伝達性の有意差検証のため、経験差異による各モデルの結果の違いを評価。

# ■ 実験 《結果》



t検定の結果、有意水準5%で中堅に有意な差がみられた。

# ■ 改善策 (Z-Chart)

MARSモデルで表現した内容を表形式に纏め, MARSモデルでは矢印で表現していた「思考 (過失)」を列で表現するもの

	トリガー	誘発因子	思考 (過失)	現象 (欠陥)
FM1-1	トリガー1	誘発因子1	過失因子1	現象1
FM1-2	トリガー2 (現象1)	誘発因子2	過失因子2	欠陥

.....▶ : 記述順序

..... : MARSモデルでは矢印で表現していた部分

# ■ Z-Chartの記述例

	トリガー	誘発因子	思考（過失）	現象（欠陥）
FM1-1	市場の 要求変化	受信対向部の 変更	既存ロジックの 修正を行う （しかない）	I/F修正
FM1-2	I/F修正	相手が存在す る	双方, I/F仕様 に対する認識に 相違ないため, 齟齬はない （はず）	齟齬 （欠陥混入）
FM1-3	齟齬	本来必要な 確認時間が 確保されない	I/F仕様の 確認は十分 実施（齟齬 は未確認）	欠陥流出

## ■ 結果

- 故障モードをMARSモデルで実際に作ってみたら、比較的属人性の低い情報になることが分かった。
- Z-Chartを作ることで、MARSモデルの妥当性を検証出来た。

## ■ 本研究の意義

ソフトウェア故障モードとは？

**標本 (specimen) : 標本には、記載された形質だけでなく、まだ記載されていない多くの形質が含まれている**点で、模型とは異なる。適切に保存された標本は、必要なときに何度でも繰り返して調査できるので、種名の同定などの研究資料として欠くことのできないものであり、そのため研究用の標本は長く保存されなければならない。各地の大学や博物館がその任にあたっている。

「日本大百科全書(ニッポニカ)より」



## ■ 本研究の意義

欠陥モデルやZ-Chartとの紐づけにより、**MARSモデルはソフトウェア欠陥標本の特徴を有するものとなった。**



■最後に

**組織や企業の枠組みを超えて**

欠陥標本が作成・研究されるようになれば、

**誘発される過ちは過去のもの**

になるかもしれない。