

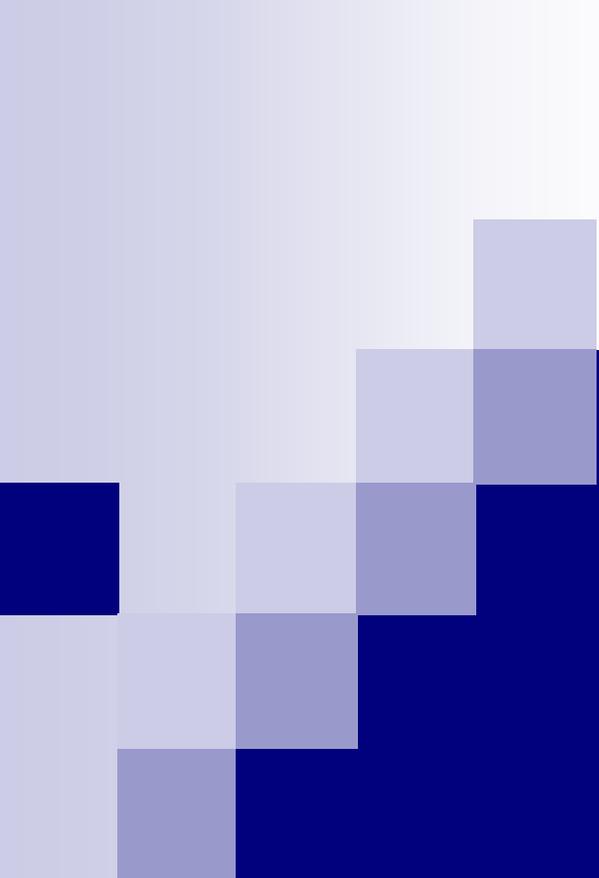
ヒューマンエラーと ヒヤリハット

グループ4班 岩田 隼人
立川 貴之

指導教官 伊藤 誠

発表内容

- ・はじめに
- ・ヒューマンエラーの予測手法
 - 「応用HAZOP改」
 - 「製品属性と使用者・使用状況の交わりによるエラー予測手法」
- ・手法の評価・考察
- ・まとめ



1.はじめに

ヒューマンエラー

ある作業を行う上で作業者本人の不適切な行動によって事故に繋がる行為

(例) 車を運転中に余所見をする

濡れた状態の手でコンセントの接続を行う

ヒューマンエラーによる製品事故件数

増加傾向

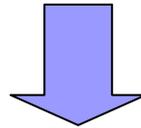
表. 製品事故の年度ごとの原因内訳

事故原因		H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11
製品の欠陥に起因する事故	専ら設計上、製造上又は表示等に問題があると考えられるもの 年度	182	259	179	142	201	109
	製品自体に問題があり、使い方も事故発生に影響したと考えられるもの	18	87	43	28	35	17
	製造後長期間経過したり、長期間の使用により性能が劣化したと考えられるもの	18	33	34	31	24	26
製品の欠陥に起因しない事故	専ら誤使用や不注意な使い方によると考えられる事故	157	355	368	465	499	375
	業者による工事、修理又は輸送中の取り扱い等に問題があったと考えられるもの	20	33	39	47	24	35
	その他、製品に起因しないと考えられるもの	28	79	19	15	28	14
原因不明・調査中の事故		129	205	335	291	321	469
合計		552	1051	1017	1019	1132	1045

事故情報収集制度報告書 (通商産業省まとめ)

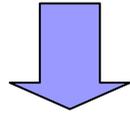
原因として考えられること

- ・ 産業技術の進歩による製品機能の複雑化
- ・ 変化についていけない使用者



よりヒューマンエラーを生みやすい環境を形成

平成7年 製造物責任法(PL法)施行



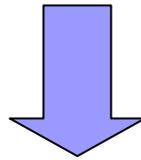
製造者への製品の安全性・信頼性向上の必要性が高まる

事故を未然防止・再発防止する設計

ヒューマンエラーの予測

膨大な種類に及ぶヒューマンエラーの存在

試行錯誤的な予測の限界

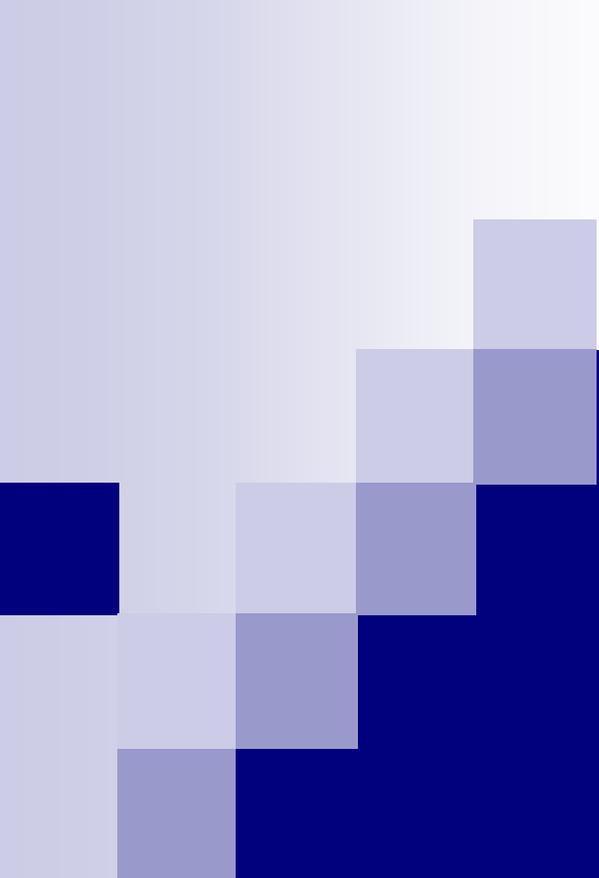


エラー予測技法の開発

三要素FMEA、応用HAZOP改、
製品の属性と人・使用状況の交わりによるエラー予測

研究内容

- ・ 提案されているエラー予測技法の性能評価
 応用HAZOP改
 製品の属性と人・使用状況の交わりによるエラー予測
- ・ 予測結果の比較・考察



2.ヒューマンエラーの 予測手法

2.1 応用HAZOP改手法

2.2 製品属性と使用者・使用状況の
交わりによるエラー予測手法

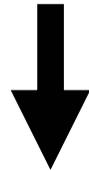
2.1.1 HAZOPとは

- ・HAZOP (Hazard and Operability)
- ・化学プラントの安全解析に利用

圧力、温度等の設計パラメータ

+

More, Lessのようなガイドワード



故障モードの抽出

HAZOPは化学工業分野で発展



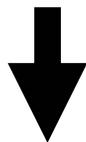
ヒューマンエラー解析にそのまま用いるのは困難

- 理由
- ・日本語との結びつけの際に意味の取り違い
 - ・英語が主体

英語が主体のHAZOPを
ヒューマンエラー解析に用いるために

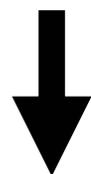
応用HAZOP改手法の登場

考え方:正しい動作からのズレがエラーの原因
日本語で動作をあらわす語 動詞



動詞を修飾する副詞に着目

広辞苑より1120個の副詞を抽出

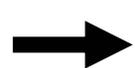


グルーピング

ズレをあらわすものを抽出

例: ゆっくり、ずっと、まだ、多く

- ・ズレの位置付けを調べ上げることにより網羅的に
ヒューマンエラーを抽出することを試みる



分類を構造化しガイドワードを作成

ヒューマンエラー解析用応用HAZOP改手法ガイドワード

動作の量	力の程度	力強く
		弱く
	動作速度	急いで
		ゆっくり
	動作の持続時間	ずっと
		短く
	動作の範囲	余分に
		不十分に
		まったく
動作の向き	方向	反対に
		他に
	回転	反対に
動作の種類	違う	
動作の対象	被対象物	違うものに
	被対象物の方向	反対に
	被対象物の量	多く
		少し

2.1.2

応用HAZOP改手法の予測手順

応用HAZOP改手法で行うこと



ガイドワードと要素作業を組み合わせ
エラーモードを抽出

2.1.2

応用HAZOP改手法の予測手順

電気コンロを解析対象とした一例を紹介

予測手順

- 手順1．要素作業の列挙
- 手順2．ガイドワードを使い、エラーモード案を作成
- 手順3．エラーモード案の選定
- 手順4．採択されたエラーモードの整理

2.1.2

応用HAZOP改手法の予測手順

手順1. 要素作業の列挙

要素作業: 対象を扱う際に必要とされる一連の作業

要素作業(電気コンロ)

作業目的	要素作業
設置	設置する
運転	周囲の安全確認
	電源プラグをコンセントに差し込む
	鍋を置く
	電源を入れる
	温度調節をする
	電源を切る
修理	修理・メンテナンスをする

手順2. エラーモード案を作成

エラーモード: 事故・故障などに結びつく可能性のある動作

要素作業とガイドワードを組み合わせて
要素作業ごとにエラーモード案を作成していく

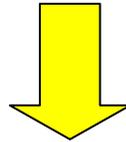
[ガイドワード] [要素作業] [エラーモード案]
力強く + 設置する 力強く設置する

エラーモード案の作成の例

要素作業	ガイドワード			エラーモード	
鍋を置く	動作の量	力の程度	力強く	力強く置く	
			弱く	弱く置く	
		動作速度	急いで	急いで置く	
			ゆっくり	ゆっくり置く	
		動作の持続時間	ずっと	ずっと置く	
			短く	短く置く	
		動作の範囲	余分に	余分に置く	
			不十分に	不十分に置く	
			まったく	まったく置く	
	動作の向き	方向	反対に	反対に置く	
			他に	他に置く	
		回転	反対に	反対に置く	
	動作の種類	違う			違うように置く

手順3. エラーモード案の選定

各エラーモード案から故障事例となる
故障モードを想定できないかを検証



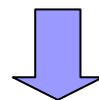
意味のあるエラーモードの抽出

手順3. エラーモード案の選定

[エラーモード案]

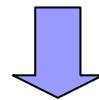
[故障モード]

「鍋を強く置く」 → 「鍋、装置の破損」が考えられる



エラーモードとして採択

「鍋を弱く置く」 → 何も発想されない



エラーモードとして採択しない

手順4. 採択されたエラーモードの整理

手順3で意味のあるエラーモードと判別されたものをまとめる

エラーモードを整理した例

要素作業	エラーモード
設置する	力強く設置する
	急いで設置する
	不十分に設置する
	反対向きに設置する
	違うように設置する
	違うものに設置する

予測手順のまとめ

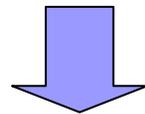
手順1．要素作業の列挙

手順2．ガイドワードを使い、エラーモード案を作成

手順3．エラーモード案の選定

手順4．採択されたエラーモードの整理

手順1～4で抽出した**エラーモード**と**実際のエラー事例**を比較



予測結果の取得

2.2 製品属性と使用者・使用状況の 交わりによるエラー予測手法

エラー : 一連の作業の中で生じやすい状況
が生じ発生

製品使用の手順に基づいた予測が有効
(応用HAZOP改、三要素FMEA等)

[手順に則した手法の問題点]

手順そのものに様々なバリエーションがある場合に全ての場合を想定するのが困難

設計者が想定する使用手順から逸脱した行為により発生するエラーを予測するのが困難

原因系ではなく結果系に着目した予測

- ・ 事故の原因となるエラーのほとんどは、まったく同じ又は同種のものが過去にも起きている

平らな台のような形状
上に物を置く

掴みやすい形状
取っ手代わりに使用

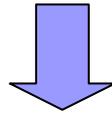
ヒューマンエラーのいくつかのパターン性

発生するエラーは以下に依存すると仮定

製品が持つ属性(機能や構造)

製品を使用する人や使用状況

これら二つの交わりから事故が発生する



エラー予測

予測の流れ

1. 過去の事故データの収集・整理

「事故発生に関わる製品属性モード表」

「事故発生に関わる使用者・使用状況モード表」

「エラーモード表」

の作成

2. 作成したモード表を元に解析対象製品の エラーを予測

1.過去の事故データの収集・整理

過去の事故事例より以下の情報を収集

事故発生に関わる製品属性
事故発生に関わる使用者・状況
事故の原因となったエラー

情報源は事故情報収集制度報告書などを利用

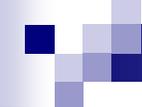
(事故の一例)

「ガスコンロに鍋をかけていることを忘れて外出してしまい、ガスコンロのすぐ横の板壁に火がつき火災に至った」

製品属性：ガスを燃焼させ熱を発生し食品を過熱する

使用者・使用状況：日常的に製品を使用している人の外出前の使用

原因であるエラー：製品を使用していることを忘れて出かける



収集した情報をKJ法に従って分類・整理

事故発生に関わる製品属性

「事故発生に関わる製品属性モード表」

事故発生に関わる使用者・使用状況

「事故発生に関わる使用者・使用状況モード表」

事故発生に関わる製品属性モード表

事故発生に関わる製品属性	熱を発生する機能	熱を発生させ外気を上昇させる機能	A1
		熱を発生させる機能	A2
		対象を加熱調理する機能	A3
	圧力に関する機能	物を吸引する機能	A4
		風を発生させる機能	A5
		対象に均等な圧力を加える機能	A6
	電気・電波に関する機能	電磁波を発生させる機能	A7
		電気を蓄積する機能	A8
		電気を発生させる機能	A9
		電気を分配する機能	A10
		電気を流す機能	A11
	光に関する機能	光を発生させる機能	A12
	運動に関する機能	動力源のより構成部品を回転運動させる機能	A13
		危険な状態を回避する機能	A14
事故発生に関わる製品の形状・構造	製品の形状	物をのせやすい形状	A15
		倒れやすい形状	A16
		製品を運搬するための取っ手の形状	A17
	製品の構造	構成部品の姿勢(角度)を変えられる構造	A18
		容易に取り外せる複数の部品により組んでいる構造	A19
		隙間のあいた構造	A20
事故発生に関わる製品の構成物質		熱によってもろくなる物質	A21
		強い外力に弱い物質	A22
		熱により化学変化をおこす物質	A23
		時間とともに劣化していく物質	A24

事故発生に関わる使用者・使用状況モード表

危険と思われる使用者・使用状況での使用	危険な使用者による使用	一般的に危険だと思われる状態を判断できない使用者による使用	B1
		製品についての知識に乏しい使用者による使用	B2
		製品を乱暴に扱う使用者による製品の使用	B3
		物持ちの良い使用者による使用	B4
		不注意な使用者による一般的な使用	B5
	危険な使用者による操作	製品を乱暴に扱う使用者による製品の運搬	B6
		マニュアルを守らないひとによる製品の設置	B7
		危険な状況下での使用	付近にペットがいる状態での使用
	窓を開けた室内での使用		B9
	付近に可燃物がある状態での使用		B10
一般的な使用者による製品の使用	一般的な使用者による使用	一般的な使用者の目を離れた状態での使用	B11
	一般的な使用者による操作	一般的な使用者による製品の修理	B12
		一般的な使用者による製品の取り付け	B13
		一般的な使用者による製品の運搬	B14
		一般的な使用者による製品の保管	B15

対応するセルにエラーモードを書き込んでいく

	B1	B2	B3	B4	B5	...	B11	B12	B13	B14	B15
A1											
A2											
A3											
A4											
A5											
A21											
A22											
A23											
A24											
A25											

製品を使用していることを
忘れて出かける

エラーモード表

縦軸 : 「事故発生に関わる製品属性モード表」

横軸 : 「事故発生に関わる使用者・使用状況モード表」

2. 作成したモード表を元に解析対象製品のエラーを予測

- (手順1) 「事故発生に関わる製品属性モード表」に基づき、製品の持つ属性の中から事故発生に関わる製品属性として該当するものを抽出する
- (手順2) 「事故発生に関わる使用者・使用状況モード表」に基づき、予想される事故発生に繋がる使用者及び使用状況を抽出する
- (手順3) 手順1・2で得られた製品属性と使用者・使用状況を元に、実際にどのようなエラーが起こるかを「エラーモード表」に基づいて予測する

例) 解析対象: 扇風機

(手順1)

「事故発生に関わる製品属性モード表」
から扇風機に関する属性を抽出する

熱を発生させ外気を上昇させる機能	A1
熱を発生させる機能	A2
対象を加熱調理する機能	A3
物を吸引する機能	A4
風を発生させる機能	A5
対象に均等な圧力を加える機能	A6
電磁波を発生させる機能	A7
電気を蓄積する機能	A8
電気を発生させる機能	A9
電気を分配する機能	A10
電気を流す機能	A11
光を発生させる機能	A12
動力源のより構成部品を回転運動させる機能	A13
危険な状態を回避する機能	A14
物をのせやすい形状	A15
倒れやすい形状	A16
製品を運搬するための取っ手の形状	A17
構成部品の姿勢(角度)を変えられる構造	A18
容易に取り外せる複数の部品により組っている構造	A19
隙間のあいた構造	A20
熱によってもろくなる物質	A21
強い外力に弱い物質	A22
熱により化学変化をおこす物質	A23
時間とともに劣化していく物質	A24

(手順2)

「事故発生に関わる使用者・使用状況モード表」から扇風機に関するものを抽出する

一般的に危険だと思われる状態を判断できない使用者による使用	B1
製品についての知識に乏しい使用者による使用	B2
製品を乱暴に扱う使用者による製品の使用	B3
物持ちの良い使用者による使用	B4
不注意な使用者による一般的な使用	B5
製品を乱暴に扱う使用者による製品の運搬	B6
マニュアルを守らないひとによる製品の設置	B7
付近にペットがいる状態での使用	B8
窓を開けた室内での使用	B9
付近に可燃物がある状態での使用	B10
一般的な使用者の目を離れた状態での使用	B11
一般的な使用者による製品の修理	B12
一般的な使用者による製品の取り付け	B13
一般的な使用者による製品の運搬	B14
一般的な使用者による製品の保管	B15

(手順3)

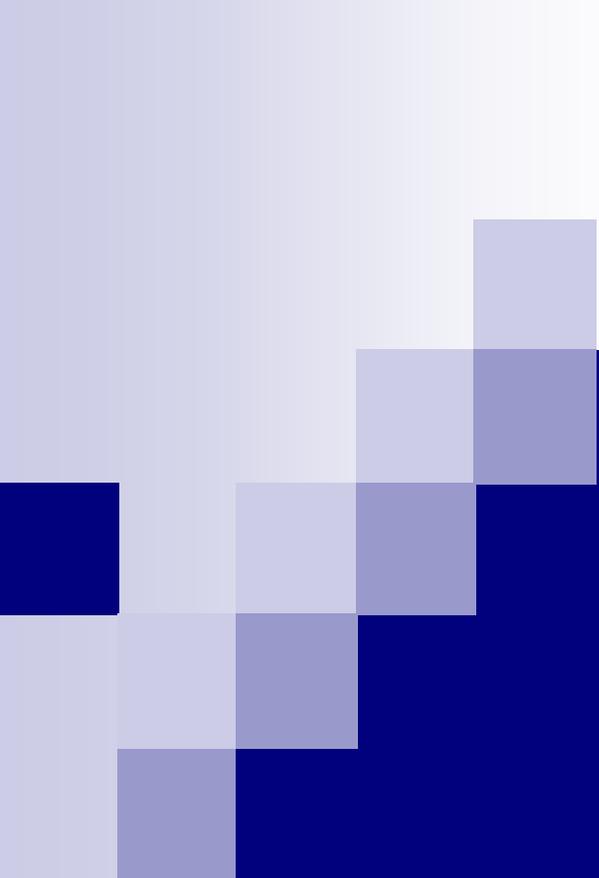
エラーモード表より、(手順1)(手順2)で得た製品属性、使用者・使用状況から扇風機についてのエラーを抽出する。

エラーモード一覧表の一部

対応セル	エラーモード	発生事故
A2,B1	製品を使用しているのを忘れて目を離す	長時間稼働させ続けて熱によって発火、炎上する
	スイッチをONの状態にしたままその場を離れる	長時間稼働させ続けて熱によって発火、炎上する
	誤ってスイッチがONの状態になり、そのことに気づかない	長時間稼働させ続けて熱によって発火、炎上する
	スイッチを切り忘れる	長時間稼働させ続けて熱によって発火、炎上する
	風によりカーテンが使用中の製品にかかる	発熱した箇所にカーテンが接触して発火、炎上する
	風によって上方にかけてあった洗濯物が製品の上に落下	発熱した箇所に洗濯物が接触して発火、炎上する
	製品に可燃物が接触	発熱した箇所に可燃物が接触して発火、炎上する
	製品に洗濯物を直接かけて乾かす	発熱により洗濯物が加熱・炎上する

手法の特徴

- ・製品の操作手順に依存しないエラーの抽出が可能
(例)
ペットが扇風機にぶつかり、扇風機が転倒する
運転中の扇風機の回転羽に手を入れる
- ・解析対象以外の製品での事故事例情報を利用
(例)
扇風機に直接洗濯物をかけて乾かす
(電気ストーブの熱を発生させる機能より補完)



3.手法の評価

評価方法

評価手順

1. 各手法によるデジタルカメラ使用時におけるエラー予測
2. アンケートによるデジタルカメラによるエラーのデータ収集
3. 予測したエラーと収集したデータを比較



デジタルカメラについての製品事故データベースは存在しない

製品属性と使用者・使用状況の交わりによるエラー予測手法

過去の事故事例に依存しない形に修正

過去の事故事例に依存しない

製品属性と使用者・使用状況の交わりによるエラー予測手法

- (手順1) 解析対象製品の持つトラブル発生に関する属性を抽出し製品属性モード表を作成
- (手順2) 解析対象製品の予想されるトラブル発生に繋がる使用者及び使用状況を抽出し、使用者・使用状況モード表を作成
- (手順3) 縦軸を製品属性モード表、横軸を使用者・使用状況モード表にとった表を作成し、各セルに、対応する属性、使用者・使用状況から連想するエラーを列挙

アンケートによるデジタルカメラ 使用時におけるトラブルのデータ収集

調査内容

デジタルカメラ使用時に体験した、または起こり得るエラー

エラー = 身体や製品に障害をあたえるような事故に繋がるものだけではなく、本来望んでいた結果と異なる結果が生じてしまったトラブル原因全般

アンケート調査

各手法に基づき、有利・不利がでないよう2種類のアンケートを作成

アンケートA : デジタルカメラの機能ごとに設問を設定し、
体験した(発生し得る)トラブルを記述

アンケートB : 使用時の要素作業ごとに設問を設定し、
体験した(発生し得る)トラブルを調査

集計結果

アンケート総数 96枚(A:48枚 B:48枚)

エラー件数 : 106件
(付録3参照)

携帯電話に付属するデジタルカメラも含む

応用HAZOP改による解析結果

解析手順は2.1.1で示した以下の4つの手順

手順1．要素作業の列挙

手順2．ガイドワードを使い、エラーモード案を作成

手順3．エラーモード案の選定

手順4．採択されたエラーモードの整理

解析対象「デジタルカメラ」に設定し
エラーモードを抽出

手順1. 要素作業の列挙

デジタルカメラに必要な要素作業を以下のように設定

要素作業の列挙(デジタルカメラ)

作業目的	要素作業
移動	持ち上げる
	運ぶ
操作	周囲の安全確認
	レンズカバーをはずす
	電源を入れる
	撮影モードを設定をする
	シャッターを押す
	電源を切る
接続	ケーブルを接続する
メンテナンス	充電をする
	電池・メディアを交換する

手順2. ガイドワードを使い、エラーモード案を作成

ガイドワードは2.1.1で示したものをを用いる

エラーモード案の作成(デジタルカメラ)

要素作業	ガイドワード			エラーモード案
持ち上げる	動作の量	力の程度	力強く	力強く持ち上げる
			弱く	弱く持ち上げる
		動作速度	急いで	急いで持ち上げる
			ゆっくり	ゆっくり持ち上げる
		動作の持続時間	ずっと	ずっと持ち上げる
			短く	短く持ち上げる
			余分に	余分に持ち上げる
		動作の範囲	不十分に	不十分に持ち上げる
			まったく	まったく持ち上げない
	反対に		反対方向に持ち上げる	
	動作の向き	方向	他に	他の方向に持ち上げる

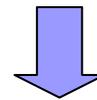
手順3. エラーモード案の選定

[エラーモード案]

「急いでカメラ
を持ち上げる」



[故障モード]
「周囲の物と衝突」が考えられる



エラーモードとして採択

「まだもちあげる」



何も発想されない



エラーモードとして採択しない

手順4. 採択されたエラーモードの整理

エラーモードを整理し、故障モードとともに列挙

要素作業	エラーモード	故障モード
持ち上げる	力強く持ち上げる	周辺のものとの衝突
	急いで持ち上げる	周辺のものとの衝突・カメラの落下
	ずっと持ち上げる	カメラの落下
	不十分に持ち上げる	カメラの落下
	反対方向に持ち上げる	周辺のものとの衝突
	違うように持ち上げる	周辺のものとの衝突・カメラの落下
運ぶ	力強く運ぶ	周辺のものとの衝突
	急いで運ぶ	周辺のものとの衝突・カメラの落下
	違う持ち方で運ぶ	カメラの落下

エラー予測

アンケートで収集したエラー事例を対象に抽出したエラーモードを用いて予測を行う

エラー事例がどのエラーモードに属するか検証

予測結果

全エラー事例106件
予測できたエラー27件
予測率25.5%

予測できた事例

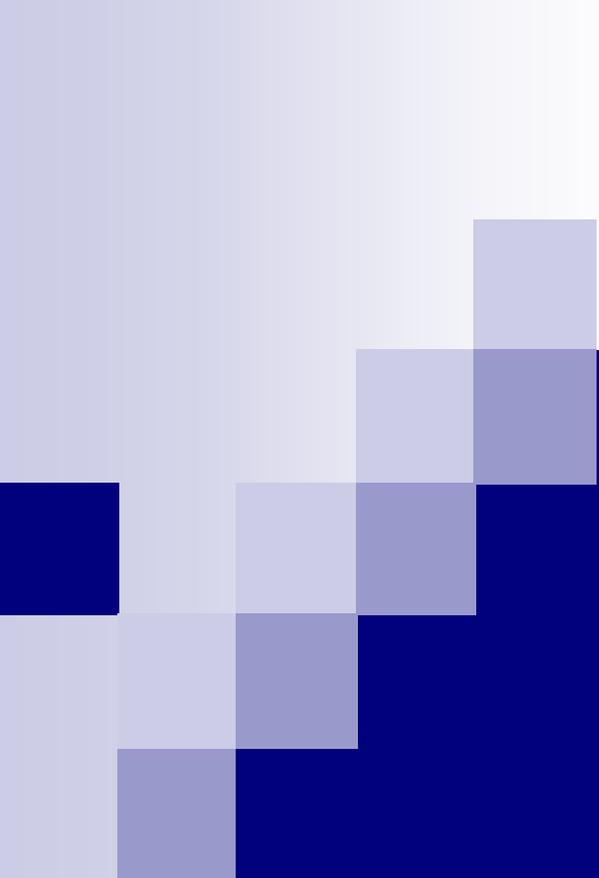
急いでいたため、カメラを落下させる

充電器との接続が不十分だったために充電されていなかった

予測できなかった事例

カバーをし忘れてレンズに傷がつく

周りのものを見てカメラを持ち歩き、他のものにぶつけてしまう。



考察

応用HAZOP改による解析結果の考察

解析の結果、予測できなかったエラー事例を分類

- (a)要素作業の欠落、ガイドワード不足により取りもらしてしまったエラー
- (b)詳細に限定されたエラー原因であるために予測できなかったエラー
- (c)解析者の単純なミスによって取りもらしてしまったエラー
- (d) 本手法では予測が困難と思われるエラー

応用HAZOP改による解析結果の考察

(a)要素作業の欠落、ガイドワード不足により取りもらしてしまったエラー

数:22件 割合:27.8%

例:カバーをし忘れてレンズに傷がつく

原因

解析対象に起こりうる要素作業、ガイドワードを把握しきれていなかった

考察

解析者の解析対象に対する知識・スキルに依存

応用HAZOP改による解析結果の考察

(b)詳細に限定されたエラー原因であるために予測できなかったエラー

数:17件 割合:21.5%

例:周りのものを見てカメラを持ち歩き、他のものにぶつけてしまう。

原因

エラーモードが、詳細で限定された内容であるために
要素作業とガイドワードの組み合わせからでは把握できない

考察

要素作業とガイドワードから連想されるエラーモードまで
幅を広げて考えればこのような事例は予測可能

応用HAZOP改による解析結果の考察

(c)解析者の単純なミスによって取りもらしてしまったエラー

数:1件 割合:1.3%

例:PCに接続する際に、順序を間違えてデータが壊れてしまった

原因

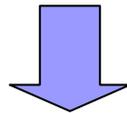
単純に解析者のミスによりとりもらし

考察

解析者のスキルに依存

応用HAZOP改による解析結果の考察

(d) 本手法では予測が困難と思われるエラー



3つに分類

(d-1) デジタルカメラの機能そのものに依存するエラーと考えられるもの

(d-2) 環境や状況がエラーの原因と考えられるもの

(d-3) 要素作業、ガイドワードから逸脱した使い方によって起こるエラー

応用HAZOP改による解析結果の考察

(d-1) デジタルカメラの機能そのものに依存するエラーと考えられるもの

数: 7件 割合: 8.9%

例: オートモードでフラッシュが意図したとおりに作動しない

原因

デジタルカメラの機能不足によるエラー

考察

製品仕様に依存。

応用HAZOP改による解析結果の考察

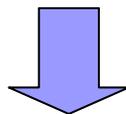
(d-2) 環境や状況がエラーの原因と考えられるもの

数:27件 割合:34.2%

例:暗い環境で撮影時に画像がぶれてしまった

考察

応用HAZOP改は人が対象を扱う際に起こるエラーを予測する手法



環境や状況がエラーの原因と考えられるものに対しては予測することが困難

応用HAZOP改による解析結果の考察

(d-3) 要素作業、ガイドワードから逸脱した使い方によって起こるエラー

数:5件 割合:6.3%

例:カメラを人に投げつけて、破損する

考察

要素作業、ガイドワードから逸脱した使い方によって起こるエラー



要素作業とガイドワードの組み合わせから抽出できないエラーモード



予測が困難

応用HAZOP改による解析結果の考察

予測できなかった(a)から(d)の事例を元に追加実験を行う

追加実験

前実験との変更点

1. 要素作業の追加
2. 要素作業とガイドワードから連想される範囲内のエラーモードを予測に含める

1. 不足していたと思われる要素作業の追加

ねらい

(a)要素作業不足によって網羅できなかったエラー事例を予測

追加した要素作業

- ・「カメラをとりだす」
- ・「レンズカバーをつける」
- ・「カメラをしまう」
- ・「清掃する」

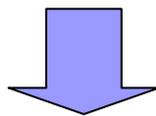
2. 要素作業とガイドワードから連想される範囲内のエラーモードを予測に含める

ねらい

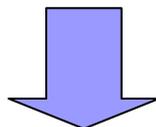
(b) 詳細に限定されたエラー原因であるために予測できなかったエラー 事例

予測できなかったエラー事例

「周囲にもものがあることに気づかなかったため、カメラをぶつけてしまう」



「周囲にもものがあることに気づかない」 「不十分に安全確認をする」



予測可能

追加実験結果

全エラー事例106件
予測できたエラー55件
予測率51.9%

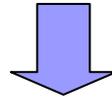
予測率増加の理由

エラー事例には「周りのものを見てカメラを持ち歩く」のような複雑で細かな動作、状況のエラーモードが多く、要素作業とガイドワードから連想される範囲内のエラーモードを予測に含めることによりカバーできる事例が多くなるため

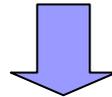
このことから……

結果の考察 その1

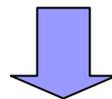
要素作業 + ガイドワードのみでエラーモードを抽出するには限界がある



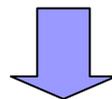
追加実験では、要素作業とガイドワードから連想される範囲内のエラーモードを予測に含めた



連想される範囲というのが人為的 解析者によって結果に違いが出る



安定した予測結果を出すためには
できるだけ人為的な要素が入る作業を減らす必要がある



要素作業 + ガイドワード + のような機械的に複雑な動作を抽出する仕組みが必要

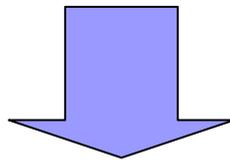
結果の考察 その2

追加実験を行っても「操作を誤ってデータを上書きしてしまう」
「操作時に、手が滑って(誤って)落としてしまう」等の

(a)要素作業の欠落、ガイドワード不足により取りもらしてしまったエラー

が、存在していたので、何度も追加実験を行うことが有効

(d-2)のような環境や状況に依存するエラーに関しては、
応用HAZOP改は人が対象を扱う際に起こるエラーを予測するという特性のため
追加実験を行っても 網羅できないものがほとんど



応用HAZOP改の限界

考察まとめ

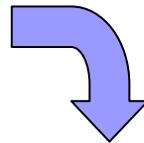
応用HAZOP改の特徴

要素作業 + ガイドワードでは複雑なエラーモードを抽出できない

環境や状況に依存するエラーに対しては、動作を主体とした
応用HAZOP改ではエラー予測を行うことが難しい

要素作業や、ガイドワード不足によるエラーは、とりもろしがあっても
予測実験を繰り返すことで減らしていくことが可能

応用HAZOP改で重要なことは



解析対象への豊富な知識を持った状態で解析を行う
解析対象に対し、適切な要素作業とガイドワードを設定する

3.2. 製品属性と使用者・使用状況の交わりによるエラー予測手法による解析結果

製品属性モード表

(手順1)

デジタルカメラに関する16種類の製品属性を抽出

レンズに写った映像を記録する機能
レンズに写った映像を液晶に表示する機能
撮影データの解像度を設定する機能
内臓記憶メディアあるいはリムーバブルメディアにデータを保存する機能
保存したデータを閲覧する機能
保存したデータを消去する機能
他の機器とデータを通信する機能
光を発生させる機能
日付を表示する機能
電気を流す機能
電気を供給する機能(電源のon/off)
電気を蓄積する機能
コンパクトな構造
外部パーツを取り外しできる構造
機能が豊富で操作が複雑な構造
破損しやすい(傷のつきやすい)構造

(手順2)

デジタルカメラに関する19種類の 使用者・使用状況を想定

使用者・使用状況モード表

製品を改造する
製品の保守・整備を行う
製品状態が劣化や故障により悪く、対処が必要な状況で使用
特殊な自然状況下で使用を行う
物理的に製品の使用に集中できない状態で一般的な使用を行う
肉体的又は精神的疲労で集中力の鈍った状態で一般的な使用を行う
製品の一般的な使用
製品の片付け・運搬
消耗品を交換又は補給する
製品を清掃する
製品に慣れていない状況で使用する
身体的、体力的原因でエラーを起こしやすい使用者による一般的な使用
説明書を読まずに使用
製品状態が悪いことを把握したうえでそれを無視して使用
新しい技術に疎い高齢者による使用
子供による使用
一般的に危険だと思われることを判断できない使用者
説明書の禁止事項の危険性を判断できない使用者
説明書の禁止事項を故意に行ってみようとする使用者

(手順3) 各種モード表に基づきエラーを予測

エラーモード一覧表の一部

エラーモード	発生事故・誤使用
レンズに写った映像を記録する機能	
未熟な知識で製品の改造する	製品が故障する、意図しない動作をするようになる
未熟な知識で保守・整備を行う	間違った扱いにより製品が故障する
逆光の状態での撮影を行う	きれいに撮影ができない
まわりが暗い状態で撮影を行う	きれいに撮影ができない、フラッシュによって赤目になってしまう
無理な姿勢での撮影を行う	撮影対象がはずれる、手ぶれをおこす、間違った操作をしてしまう、製品を落とす・ぶつける等して破損する
撮影するために液晶画面を見ながら移動する	人・ものにぶつかる、躓いて転倒する、カメラを落とす
撮影に集中できない状態で使用する	撮影対象からはずれる、手ブレをおこす、誤って他の操作をしてしまう、撮影したつもりができていなかった、製品を落とす等して破損する
使用方法がわからない状態で使用する	誤って他の操作をしてしまう、操作に手間取る、撮影できない、撮影したつもりができていなかった
乱暴に操作する	製品が破損する
故障・劣化箇所がある状態であえて撮影を行う	撮影に失敗する、撮影したつもりができていなかった、意図した操作ができない
不用意にボタンを押す	意図しない撮影を行ってしまう
レンズに直接太陽等の強い発光体を見る	目がくらむ、失明する

アンケート結果との比較

予測件数 106件中71件 (66.9%)

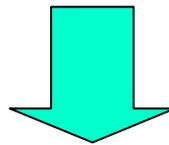
予測できなかったエラーの分類

- (a) 解析者のデジタルカメラの知識不足によって、本来製品属性とその使用者・使用状況から予測できるはずがとりもらしてしまったエラー
- (b) エラーに繋がるデジタルカメラの属性と使用者・使用状況を抽出する段階で漏れがあったために予測することのできなかったエラー
- (c) 解析者の単純なミスによって取りもらしてしまったエラー
- (c) 本手法では予測が困難であると思われるエラー

(a) 解析者のデジタルカメラについての知識不足によって、本来製品機能とその使用者・使用状況から予想できるはずが取りもらしてしまったエラー

件数 4件 (11.4%)

例 : カメラを太陽に向けてしまい、CCDが焼きついた

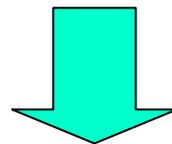


十分な製品知識を持った解析者による解析

(b) エラーに繋がる製品属性や使用者・使用状況を抽出する段階で漏れがあったために予測することのできなかったエラー

件数 9件 (25.7%)

例 : カメラを持ち上げる際に、物にぶつけてしまった

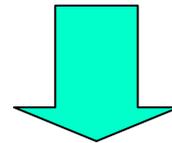


・十分な製品知識を持った解析者による解析
・機種の特定

(c) 解析者の単純なミスによって取りもらしてしまったエラー

件数 13件 (37.1%)

例 : 転送中にケーブルが外れてしまいデータが破損した



・解析方法の工夫

複数解析者による並行解析
解析を複数回行う

・エラー予測時の柔軟な発想

(d) 本手法では予測が困難だと思われるエラー

件数 9件 (25.7%)

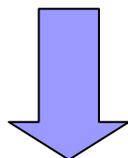
例 : カメラを持ち上げる際に、物にぶつけてしまった

特徴

- ・ 作業の流れの中で起こるエラー
- ・ 製品の属性にまったく依存しないエラー

(d)から分かる本手法の欠点

「カメラを持ち上げる際に物にぶつけてしまった」



- ・ 製品の属性や使用状況に依存していないエラー
- ・ 作業の流れの中で発生するエラー

を予測することが困難

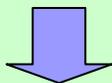
本手法の利点

- ・ 本来の使用手順から逸脱した使用におけるエラーでも製品の属性と使用者、使用状況の交わりから予測が可能

(例) 「カメラを人に投げつける」

応用HAZOP改手法

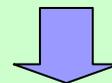
カメラは人に投げつけるものではない



要素作業に含まれないため予測付加

本手法

カメラの「コンパクトな構造」に着目



予測可能

追加実験

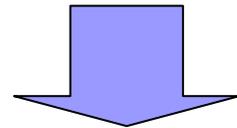
1 回目の予測結果を考慮して再度予測を行う

新たに加えた製品属性

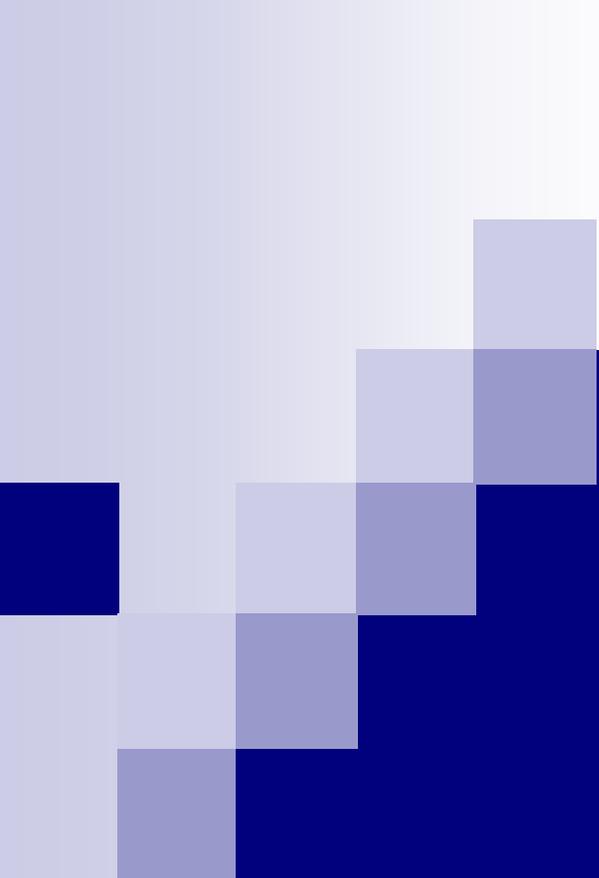
- ・ オートタイマーで撮影する機能
- ・ 物に引っかかりやすい構造(ストラップ)
- ・ 不安定な持ち方をしやすい構造(ストラップ)
- ・ 湿気・水分に弱い構造
- ・ 手動あるいは電動で変形する構造
- ・ 構成部品数が多く組み立ての複雑な構造

予測結果 66.9% → 88.7%

予測漏れ内訳 (c) 1件 (d) 9件



- ・解析対象製品に関して十分な知識を持った者による解析
- ・エラー予測に十分な製品属性、使用者・使用状況の想定
- ・エラー推測時の柔軟な発想
- ・事故事例のフィードバック(学習的な予測)



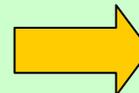
予測手法の比較

予測手法の比較

2つの手法を比較

応用HAZOP改

製品の属性と人・使用状況の
交わりによるエラー予測手法



製品属性手法

106件のエラー事例を対象

比較その1

「製品属性手法」では予測できたが
「応用HAZOP改」では予測できなかった事例

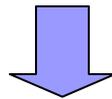
暗い環境で撮影時に画像がぶれてしまった

オートタイマーで撮影中に、風に吹かれて
高所からカメラが落下する

考察

応用HAZOP改

人間の動作を主体にエラーを予測する



周囲の環境が原因となっている事例に対しては
手法の特性上予測不可

製品属性手法

製品属性の「コンパクトな構造」
「レンズに写った映像を記録する機能」から抽出可能

比較その2

「応用HAZOP改」では予測できたが
「製品属性」では予測できなかった事例

急いでいたためカメラを落下させる

ポケットから取り出すときにとり損ねて落下させる

予測率(追加実験後)の比較

応用HAZOP改

51.9%

製品属性手法

88.7%

この予測率の違いは…

収集したエラー事例は、大きく以下の2つに分類可能

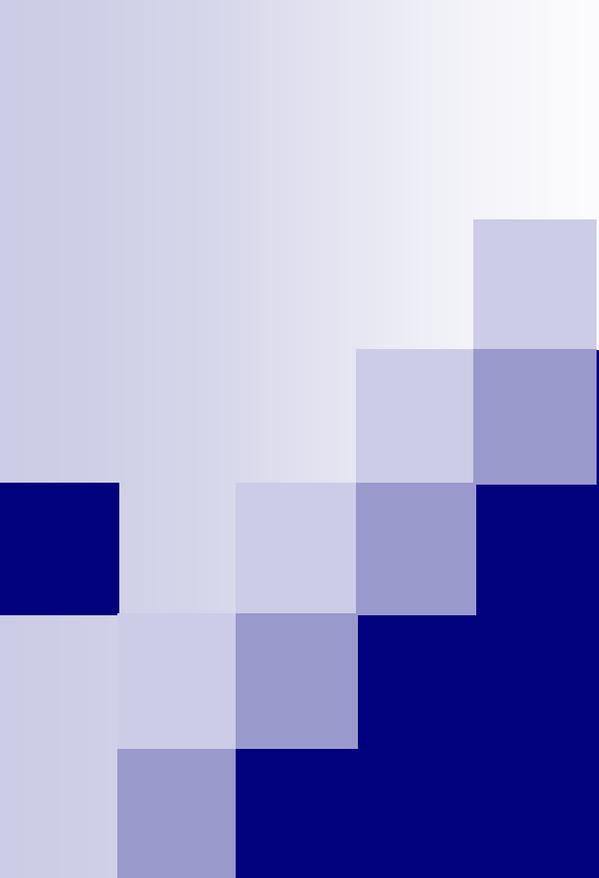
人の動作が原因となり発生するエラー

周りの環境・状況により発生するエラー

比較のまとめ

	応用HAZOP改	製品属性手法
環境・状況により発生するエラー	×	
製品属性に依存しないエラー		×
予測率	低い	高い

それぞれの手法に得意・不得意とするエラー事例がある



まとめ

まとめ

本研究の全体の流れ

ヒューマンエラーを予測することの必要性

どんな手法があり、どんな特徴があるのか？

二つの手法を評価

- ・応用HAZOP改
- ・製品の属性と人・使用状況の
交わりによるエラー予測手法

まとめ

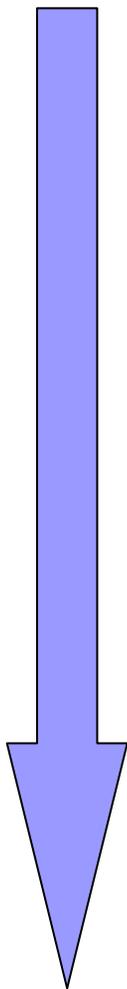
予測実験の準備

エラー事例をアンケートにより収集

2つの手法で同じエラー事例を元に解析

結果を考察 追加実験

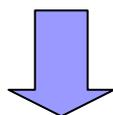
各手法の比較



まとめ

全体の考察

アンケートからエラー事例を収集。原因の記載されていないものなど情報として中途半端なものが多く見受けられた。



作成したアンケートが原因

自由記入型ではなく、原因・結果を記入してもらう形式にするべき

データ収集の重要性

まとめ

原因と結果のあいまい性

「解像度の設定を間違える」

解釈1

解像度の設定を間違えたため、正常な画像が取得できない

エラーモード: 解像度を間違えて設定する

故障モード : 正常な画像が取得できない

解釈2

急いで撮影したために、解像度の設定を間違える

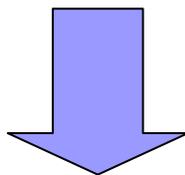
エラーモード: 急いで撮影する

故障モード : 解像度を間違えて設定する

まとめ

予測手法や解析者によって解釈が異なる

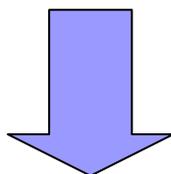
エラーモードの違い 違う予測結果



原因と結果のあいまい性が原因

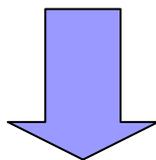
まとめ

本研究では「デジタルカメラ」という一般的な製品を元にエラー予測を行った



しかし…

実際には**デジタルカメラ** という機種についてのエラー予測のように、機種を限定してその機種特有のエラーに対して予測を行うのが一般的。



その場合、機種が限定されることにより、機能、構造も限定できる。つまり要素作業、製品属性が特定できるため、それ関連して発生する予測漏れをカバーできる可能性が高まることになる。

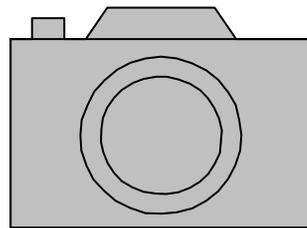
まとめ

本研究では応用HAZOP改、製品の属性と人・使用状況の交わりによるエラー予測手法の2つの手法を評価し、得意・不得意な分野があることを明確にした。

今後の展望

- ・解析者によって生じる予測結果の差異の評価
- ・ガイドワードからエラーモードを生成するシステムの開発

本研究を進めるにあたって、
アンケートにご協力下さった皆様に深く感謝致します



おわり