

特別講義録フォーマット

第 8 回特別講義 レポート

日時	2021年12月10日(金) 10:00~12:00
実施形態	オンライン (Zoom) 開催
テーマ	システム視点からの信頼性と人の思い込みのリスク
講師名・所属	田中 健次 氏 国立大学法人電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授
司会	平山 照起 (一般財団法人日本科学技術連盟)
アジェンダ	<ul style="list-style-type: none">● はじめに● モノとモノの関連から信頼性を視る● 人とモノとの関連から● 人と人との関連から 意図のずれ● ダブルチェックの効果● 質疑応答
アブストラクト	<p>システムの信頼性を考えるとき、対象となるシステムのみを隔離・抽出して信頼性を評価することはできない。設計者・運用者・ユーザーなど関わる多くの人との関係、さらに他のシステムとの繋がりなど、多様な要素が関連する中で現実の状況を予測する必要がある。複数エージェントが絡むシステムの信頼性を脅かす問題がどこに存在するのか、特に人の活動や知識がもたらす問題に着目し、考えてみたい。</p> <p>人と人との関連では、多重チェックの落とし穴や設計-運用間での情報共有の失敗事例などを、モノとモノとの関連では、創発性がもたらす見落としやすい問題、創発故障を紹介する。そして人とモノとの関連では、人が陥る過信・不信の問題、人の勝手な思い込みや、効率性を追求するが故に犯すエラーや判断ミスなどと共に、逆に、高信頼性を得るための、人を育てる設計の可能性も考えてみたい。</p>
講義の要約	

◆ 講師紹介

田中 健次 氏

国立大学法人電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授

<略歴>

1982年：京都大学理学部（数学科）卒業

1987年：東京工業大学大学院システム科学専攻博士課程修了

茨城大学工学部情報工学科助手を経て、電気通信大学大学院情報システム学研究科助教授・教授、改組により現職へ。

この間、米国ニューヨーク州立大学 G. Klir 教授の下でシステム論を、英国マンチェスター大学 J. Reason 教授の下で組織のリスクマネジメント論を研究。信頼性へのシステム論的アプローチや、行動心理を取り入れたリスクマネジメントなど、融合的な研究を推進し、プラント制御、医療安全、自動運転などの分野で人間-機械系の設計・運用に展開している。

1. はじめに

- 設計・開発でのシステム観点とは

モノを見るときには、先入観を持つことなく頭を真っ白にして現実を注意深く観察すべき。
→ そうしないと本当のものはみえてこない。

我々はモノを見るときに普段から見ているものやいろいろな知識をベースにしている。

- 科学哲学では

1900年頃「先入観のない注意深い観察が科学知識を生み出す」といわれていた

↓

1958年 「観察は理論依存的である！」 N.R.Hanson

同じ現象が網膜に写し出されても、みるものは経験や理論によって異なる。

(見る⇒視る)

観察とは見ることだが、認識の枠組みに依存している。

対象システムを見るときに何らかの認識モデルを頭に描きながら対象物を見ている。

その人の接したモノや生活によって、同じ見えるものでも変わってくる可能性がある。

- システム観点とは

・ 多様な視点から対象物をみて初めて真実の姿がみえる。

→ 一つの観点からみると間違ってしまう可能性がある。

・ 創発特性に着目すること

創発特性とは、分解すると説明ができない性質のこと。

→ 構成要素の組合せ・相互作用で発生する性質

2. モノとモノの関連から信頼性を視る

- 創発故障とは

正常な構成要素の組合せで発生する故障

(1) ○○と××の相互作用

電気ストーブの誤点火、自動ブレーキの誤作動

(2) 組合せ部品の相性

人工呼吸器事故

(3) ○○と△△の継ぎ目(接点故障)

エアバッグハーネス、航空機火災、パンタグラフ落下

→高信頼度のものを組み合わせても安心しない
上の階層で信頼性・安全性を確保する。

3. 人とモノとの関連から

- 経験を活かした設計での落とし穴
問題は3つ。

(1) 設計工夫・変更の根拠なき導入

これまでの実績、経験に基づき、勝手な思い込みで導入すること。

→エビデンスは存在しているか、真に効果のある設計かが重要。

① 冗長化による高信頼化

機器が独立に故障する想定は立てられているが、

2つの機器が両方同時に故障する想定も立てなければいけない。

② 安全装置への過信・思い込み

安全装置があるから大丈夫ではない。

シナリオ分析重要性、実証実験の必要性、前提条件の確認が重要。

(2) 状況把握と理解の欠如（認識の限界）

現状を正しく把握し、理解しているか。

・使用想定（使用者・使用状況）に変化はないか。

・使用環境（周囲環境）に変化はないか

→変化がある場合は設計、仕様を変えるべき

(3) トラブルを予見欠如（予測の限界）

適切に起こりえるトラブルは予見・予測できているか。

・新方式の導入時のリスクは想定できているか

・設計変更に伴う従来リスクは回避できているか

→リスク意識が高ければ予見可能

- 安全性向上で操作が変わる

人間は安全性が向上すると行動が変わりリスクが高くなる傾向がある。

→安全性が向上してもリスクレベルは不変。

今の状況で設計を変更しても人間は行動が変わってしまうため、その後のリスクも想定しなければならない。

4. 人と人との関連から 意図のずれ

- 大きく3つある。

(1) ユーザーの経験・知識の想定

・従来とは異なる（逆方向の）モノ

メーカーの意図とユーザーの解釈が異なる。

・従来方法の類推では使用を誤る場合

・バージョンアップ時の危うい設計変更

バージョンアップ前後の商品が混在してしまい、使い方を誤った

⇒ メンタルモデルの一致が重要

(2) 自動化でのユーザーとの意図のずれ

- ・ 操作者と自動機器の意図が違い操作を誤ってしまう
- ⇒ 自動化意図（設計者の意図）の透明化を実施する。
使用者を安心させるための工夫。

(3) 運用管理者との情報共有

- ・ 設計者と運用担当者との間、設計者と保全技術者との間で情報が共有されていないことが多い。
 - ・ 情報を伝達する、相手の立場を理解するだけでは不足。
- ⇒ 異種組織（立場）の人の「観点」を想定することは難しいため、相手の作業を体験することで移植組織間のコミュニケーションを円滑にする。

● 設計者と運用者の情報共有を実現するために

- ・ 相手の作業を体験する。
- ・ 重複所属を取り入れる。
一部担当者を重複させる（人の共有）と、情報共有を行うことができる。
作業を重複させると見落としの回避ができる。
- ・ 情報共有と情報伝達の使い分けを行う。

5. ダブルチェックの効果

● ダブルチェックの効果の実験

・ 実験内容

300 人の名前、住所、郵便番号を書かれたリストと宛先を書き写した封筒を用意する。
その中に 3 通間違えたものを入れておく。
人が目視で確認し、住所エラーの封筒が見つかるかの実験を 1 重～5 重で確認する。

・ 結果

住所エラーの検出率

- 1 重：65%
- 2 重（ダブルチェック）：80%
- 3 重（トリプルチェック）：65%
- 4 重：55%
- 5 重：60%

→ 多重性は逆効果であることがわかった。大人数だと社会的手抜きが起こりやすい。
多重性の効果は独立性が前提。

● ダブルチェック方法の比較

・ 実験内容

先ほどのダブルチェックの実験を異なるやり方で行う。

- ① 1 人シングル型：リスト→封筒のチェックを行う。
- ② 1 人連続型：リスト→封筒のチェックを 2 回行う。
- ③ 1 人双方向型：リスト→封筒のチェック、封筒→リストのチェックを行う。

・ 結果

エラー数と平均作業時間は以下

- ① 1 人シングル型：低精度、所要時間は最小
- ② 1 人連続型：中精度、所要時間は①の 2 倍弱

③ 1人双方向型：高精度、所要時間は①の2倍強

→視点を変えることによって、精度があがることがわかった。

同じことを複数回実施するのではなく、やり方を変える。

6. 質疑応答

<質問>

多重チェックの問題と、メールの多数にccで送ると誰も読んでいない問題との相関性に関する研究はありますか。

<回答>

「メールの多数にccで送ると誰も読んでいない」は他の人に依存してしまうということで、社会的手抜きと同じ問題だと思う。みんなでやると誰かがやってくれると思ってしまい、誰もやらないという最悪なケースが生まれる。その相関性に関する研究はわからない。

<質問>

人と人の意図のずれについて、現場の技術者が仕事として、よりよく実施しているのはどのようにすすめていけばよいと考えますか。

<回答>

自分がどのように考えていて、相手がどのように考えているか、どういふのを意図して設計しているのかの設計図の裏側をどれだけ理解できるかだと考える。

設計書を見ただけではなく、共有や質問できる場があるのが望ましいと思う。

<質問>

「フィーチャモデル」とは、特にITベンチャーのような企業では、「ビジネスモデル」とほぼ同義なのかと理解しましたが、如何でしょうか？

<回答>

フィーチャモデルとビジネスモデルは両輪であると考えている。フィーチャモデルを「能力」レイヤーに加えるとより良いものが作成できる。

<質問>

「自動化」について紹介がありましたが、例えば、要求、設計資料、ソース、テストケース等、どの部分をどのように自動化すればよいでしょうか。

<回答>

Gear というツールなどがあるが、Gear 以外にもツールは多く存在するので特性を踏まえて利用することが大切。システムやプログラムだけでなくドキュメントをプロダクトライン化しても効果はある。

以上