

安全マネジメント 第8回

信頼の回復

Recovery of Public Reliance

長岡技術科学大学

大学院技術経営研究科

システム安全専攻

実務家教授 山形 浩史

yamagata@vos.nagaokaut.ac.jp

1

安全とは

ISO/IEC Guide 51: 2014

安全 (safety)

許容可能なリスク (tolerable risk)

許容不可能なリスクがないこと

現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル

耐えられないリスク

Not Tolerable Risk



許容可能なリスク

Tolerable Risk

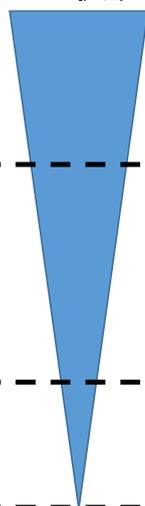


広く受け入れ可能なリスク

Broadly Acceptable Risk



絶対安全



社会的リスク評価

国内交通事故死者数
(H28)
3,904人

家族の交通事故 0人
個人的リスク評価²

一般人のリスク認知

- 専門家は、リスク = 被害の大きさ × 発生確率 で評価
- 一般人は、以下のような因子があれば、リスクをより大きく認知

- | | |
|-----------|-----------|
| ①制御の不可能性 | ⑦不可視性 |
| ②結果の非回復性 | ⑧新規性 |
| ③致命性 | ⑨遅延的影響発現 |
| ④未来世代への影響 | ⑩科学的未解明 |
| ⑤非自発性 | ⑪情報入手の困難性 |
| ⑥不公平性 | |

出典: 古田一雄「安全学入門」

Discussion: 安心とは何か？

例: 科学技術・学術審議会「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」 報告書

1 安心について

安心については、個人の主観的な判断に大きく依存するものである。当懇談会では安心について、人が知識・経験を通じて予測している状況と大きく異なる状況にならないと信じていること、自分が予想していないことは起きないと信じ何かあったとしても受容できると信じていること、といった見方が挙げられた。

2 安全と信頼が導く安心

人々の安心を得るための前提として、安全の確保に関わる組織と人々の間に信頼を醸成することが必要である。互いの信頼がなければ、安全を確保し、さらにそのことをいくら伝えたとしても相手が安心することは困難だからである。よって、**安心とは、安全・安心に関係する者の中で、社会的に合意されるレベルの安全を確保しつつ、信頼が築かれる状態**である。

3 心構えを持ち合わせた安心

完全に安心した状態は逆に油断を招き、いざというときの危険性が高いと考えられる。よって、人々が完全に安心する状態ではなく、安全についてよく理解し、いざというときの心構えを忘れず、それが保たれている状態こそ、安心が実現しているといえる。

技術者が陥りそうな罠

どうせ、説明しても分かってもらえないから、説明しない

へんに心配されても困るから、黙っておこう

プロに任せてもらえばいいんだ



多くの企業が失敗
あなたこそが分かっていない



信頼が形成されていく過程を、理論的かつ定量的に分析
情報を隠すとどうなるか理論的に理解してください

専門家と一般人

➤ 専門家は、専門知識と時間をかけてリスク評価を行い安全を判断

➤ 一般人は、専門知識も時間もない

どのように判断？

➤ 経験で判断

● 自動車運転免許を取ってから、10年間無事故・無違反

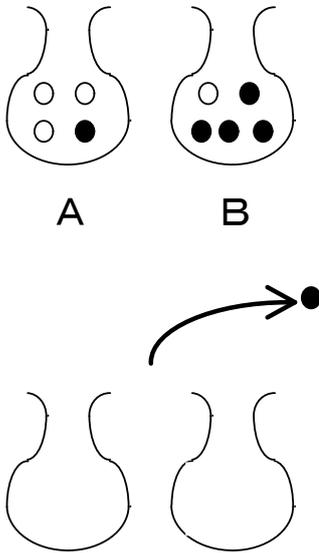


● しっかりした人だから大丈夫



● 信頼できる

問題



二つの壺の外見は同じ。
 Aの壺には、白球3個、黒玉1個
 Bの壺には、白玉1個、黒玉4個 入っている。

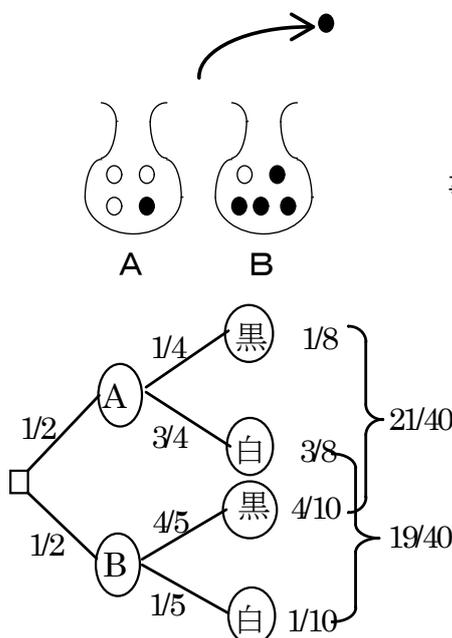
目を閉じて、

壺の置き場所が変えられました。

壺に手を入れ、玉を取ると黒色でした。

この壺が、Bである確率は？

ベイズ定理



・ 黒玉をBから取り出した確率

$$\begin{aligned}
 P(B|\text{黒}) &= \frac{P(\text{黒} \cap B)}{P(\text{黒} \cap A) + P(\text{黒} \cap B)} \\
 \text{事後確率} &= \frac{P(B) \cdot P(\text{黒}|B)}{P(A) \cdot P(\text{黒}|A) + P(B) \cdot P(\text{黒}|B)} \\
 &= \frac{1/2 \cdot 4/5}{1/2 \cdot 1/4 + 1/2 \cdot 4/5} = 0.762 \quad \text{事前確率}
 \end{aligned}$$

■ ベイズ定理

$$P(C_i|E_k) = \frac{P(C_i \cap E_k)}{P(E_k)} = \frac{P(C_i) \cdot P(E_k|C_i)}{\sum_{j=1}^{\infty} P(C_j) \cdot P(E_k|C_j)}$$

原因と推測される事象を C_i
 観測される事象を E_k

原子力発電所の信頼度

- 技術的評価でなく運転状況という観測結果から安全性を評価すると仮定 (ベイズ定理を用いる合理的判断)
- 「信頼度」= 原子力発電所が安全なものである確率

- 一年間の運転状況の確率分布
 安全な原発は事故を起こしにくく
 危険な原発は事故を起こしやすい

	無事故 (E1)	事故 (E2)
安全な原発(C1)	999/1000	1/1000
危険な原発(C2)	1/2	1/2

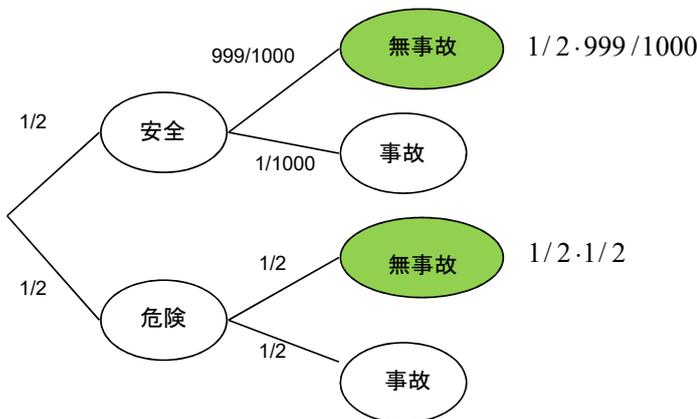
- 運転開始前の認識 P_1
 安全か危険かは分からないので、確率は半々(理由不十分の原則)

$$P_1(C_1) = P_1(C_2) = 1/2$$

9

原子力発電所の信頼度

運転開始後一年間無事故運転をした原発の信頼度



	無事故 (E1)	事故 (E2)
安全な原発(C1)	999/1000	1/1000
危険な原発(C2)	1/2	1/2

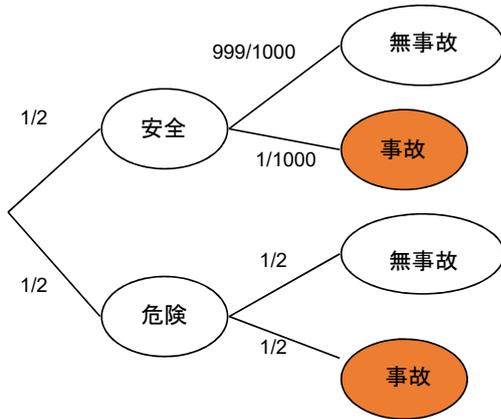
$$\begin{aligned}
 P_1(C_1 | E_1) &= \frac{P_1(C_1) \cdot P(E_1 | C_1)}{P_1(C_2) \cdot P(E_1 | C_2) + P_1(C_1) \cdot P(E_1 | C_1)} \\
 &= \frac{1/2 \cdot 999/1000}{1/2 \cdot 1/2 + 1/2 \cdot 999/1000} = 0.666
 \end{aligned}$$

信頼度は、0.5から一年間の安全運転で少し増加

10

演習問題

運転開始後一年間に事故を起こした原発の信頼度を求めよ



信頼形成過程

- 「信頼形成過程」= 信頼度の時系列変化
- n年目の事前確率 = (n-1)年目の事後確率

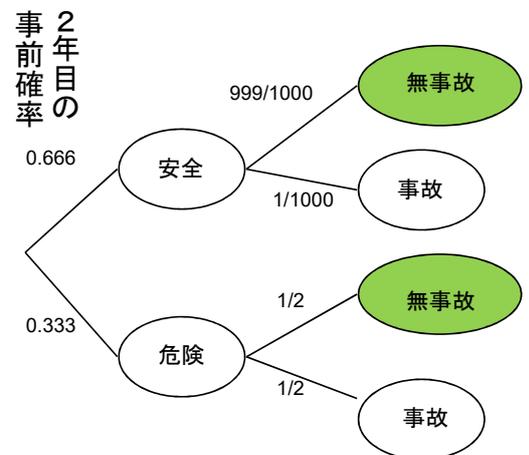
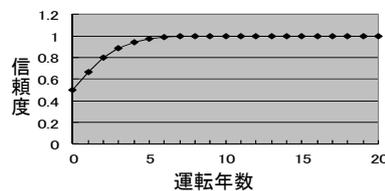
$$P_2(C_1) = P_1(C_1|E_1) = 0.666$$

$$P_2(C_2) = P_1(C_2|E_1) = 1 - P_1(C_1|E_1) = 0.333$$

- 2年間安全運転した原発の信頼度

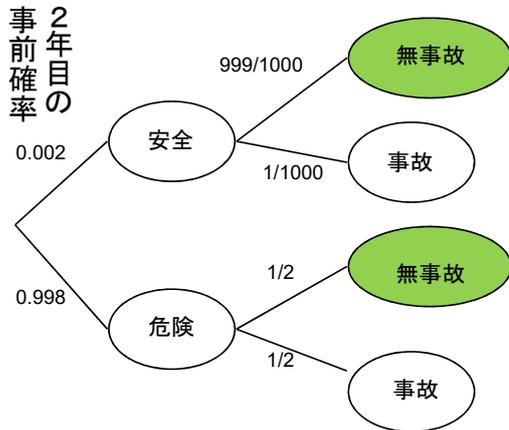
$$P_2(C_1|E_1) = \frac{P_2(C_1) \cdot P(E_1|C_1)}{P_2(C_2) \cdot P(E_1|C_2) + P_2(C_1) \cdot P(E_1|C_1)} = 0.799$$

- 安全運転を継続した原発の信頼形成過程



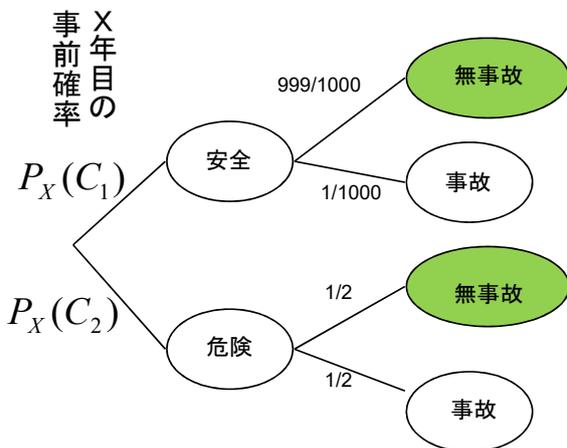
演習問題

運転開始1年目で事故を起こしたが、その後一年間無事故運転をした原発の信頼度



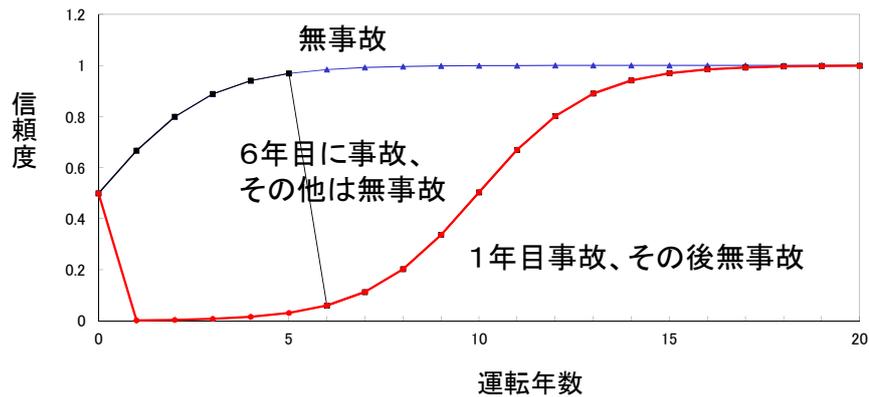
演習問題

運転開始1年目で事故を起こしたが、その後19年間無事故運転をした原発の信頼度の推移をグラフにせよ



信頼形成過程 (常識を理論により裏付け)

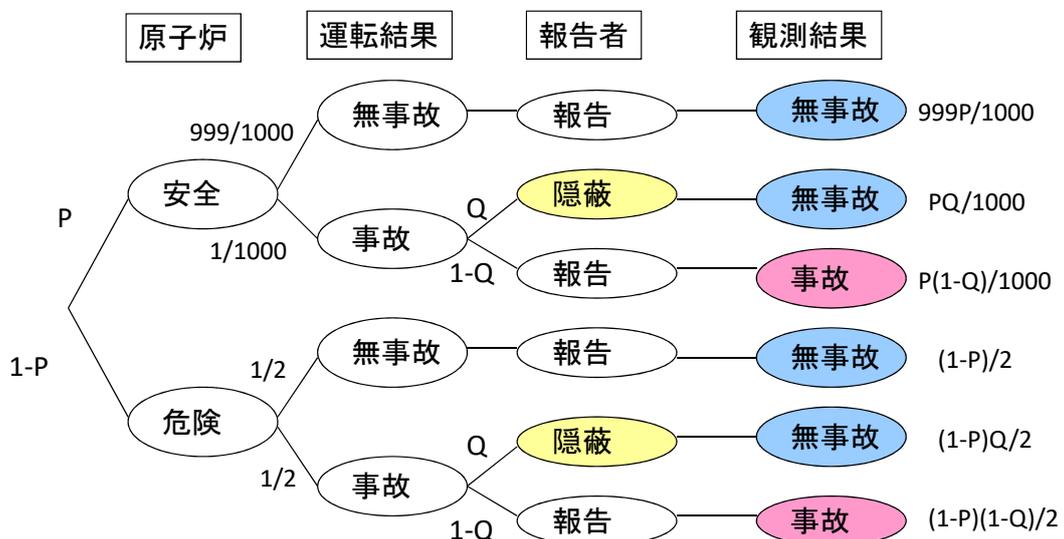
- 信頼を得るには期間を要する
- 初期の事故は信頼を失い、回復に長期間を要する
- 信頼を得た後でも、1回の事故で信頼を失う



15

情報操作

- 報告者が事故の一部(割合をQとする)を隠蔽すると住民がみなす



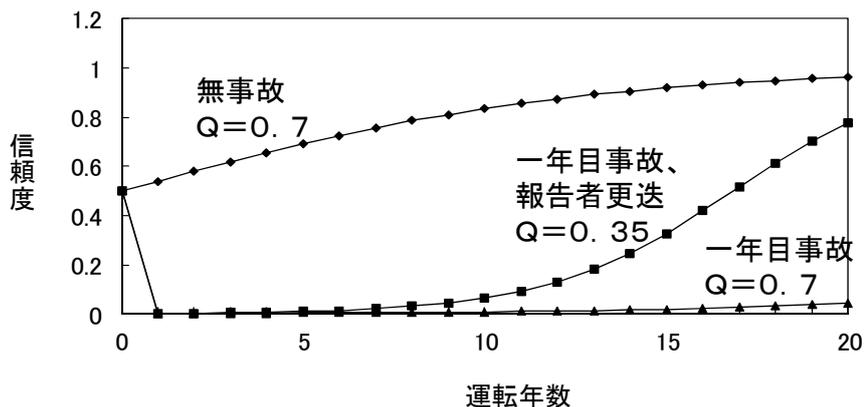
16

演習問題

無事故運転を20年間つづけた原発の信頼形成過程をグラフに示さい
ただし、住民は、事故を隠蔽する割合は7割とみなしている

情報操作(理論からの示唆)

- 信頼形成により長い期間を要する
- 初期に事故を起こせば、二度と安全と思われない
- 報告者の更迭により信頼回復は可能

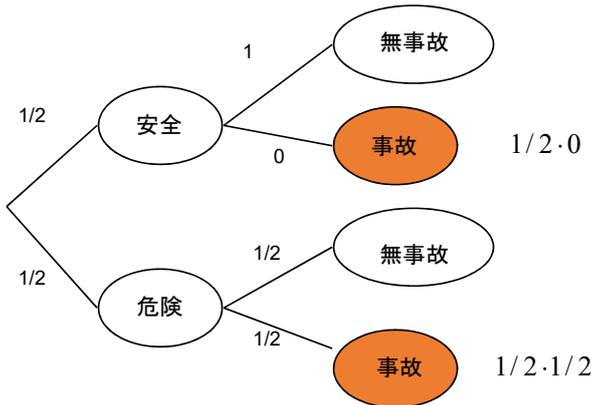


正確な情報提供

• 「絶対事故は起こらない」という説明をしてはならない

• 安全な原発は「絶対事故は起こらない」とは、 $P(E_2|C_1) = 0$

• 一度事故を起こせば、 $P(C_1|E_2) = 0$ 安全な原発である確率はゼロ



$$P_1(C_1|E_2) = \frac{P_1(C_1) \cdot P(E_2|C_1)}{P_1(C_2) \cdot P(E_2|C_2) + P_1(C_1) \cdot P(E_2|C_1)}$$

$$= \frac{1/2 \cdot 0}{1/2 \cdot 1/2 + 1/2 \cdot 0} = 0$$

19

正確な情報提供

• 放射線影響のある事故とない事故の区別

- 国民には放射線影響のある事故とない事故の区別は難しい
- 区別した情報提供
- 人命に影響のない事故を一年目に起こした原発の信頼度

$$P(C_1|E_3) = \frac{P(C_1) \cdot P(E_3|C_1)}{P(C_1) \cdot P(E_3|C_1) + P(C_2) \cdot P(E_3|C_2)} = 0.332$$

表 安全及び危険な原子炉の一年間の運転結果の確率

	無事故 (E1)	人命に影響のある事故 (E2)	人命に影響のない事故 (E3)
安全な原子炉(C1)	3/4	1/1000	249/1000
危険な原子炉(C2)	0	1/2	1/2

20

まとめ

- 国民は与えられた情報で合理的(ベイズ的)判断を行うと仮定し、
 - 国民の信頼を得るには長期間を要するが、失うのは1回の事故
 - 情報操作を行うと看做されれば、国民の信頼は得られない
 - 国民にできるだけ多くの情報を提供することが、より正しい判断を導く

Discussion: 事故後、信頼回復を早めるにはどうすればいいか？

- イメージをリセットする
 - 社長交代
 - 社名変更
 - 組織を大幅に変更

- 嘘がつけない組織にする
 - 外部監査
 - 嘘をついた人・組織の退場