

安全と安心、事故と不正

長岡技術科学大学 大学院工学系研究科
システム安全工学分野
教授 山形 浩史

自己紹介を兼ねて

大学工学部 4 年生 「安全工学基礎」
での講義の一部

自己紹介



山形 浩史（やまがた ひろし）

長岡技術科学大学 大学院工学研究科 システム安全工学分野 教授

1987年 京都大学 原子核工学専攻 修士修了

1995年 スタンフォード大学 大学院工学研究科 修士修了

1997年 京都大学 博士（工学）

1987年 通商産業省（現 経済産業省）入省

経済協力開発機構（OECD）、国際原子力エネルギー機関（IAEA）出向

2011年 内閣官房 内閣参事官（福島第一原子力発電所事故対応）

2013年 原子力規制庁

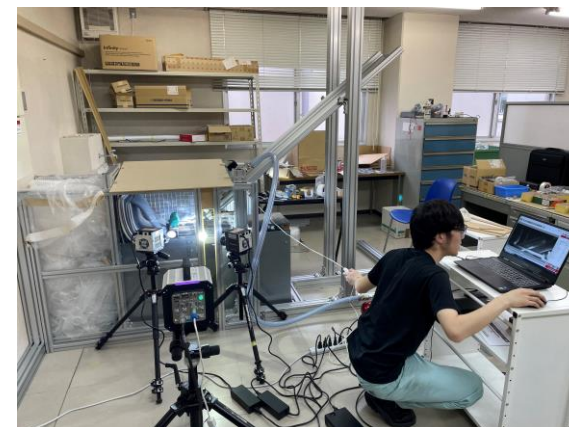
緊急事態対策監、新基準適合性審査チーム長（原発の基準作成・審査等）

2021年 退職

2016年 長岡技術科学大学 実務家教授（兼業）

2021年 現職

研究分野：新しい安全の定義、安全の組織とマネジメント、
不正をどう防ぐか、高速飛翔体に対する防護設計



システム安全工学分野の教育目的、システム安全の体系

Mission & Vision

Sustainable Safer World

✓研究能力

✓実務能力

さらに…

✓イノベーション先導能力を有する

多彩な人材を持続的に養成



階層	システム安全の構成要素						
安全原理	人権と安全 + 安全の原理 + 安全の歴史 システム安全概論						
マネジメント / 安全技術	政策と法 産業・環境技術政策論 技術と知的財産論 安全法務 法工学		規格と認証 安全認証・安全診断特論 機能安全基礎論 国際規格と安全技術論 システム安全考究II システム安全考究III			経営と組織 安全マネジメント特論 技術経営論 組織マネジメント特論 リスクマネジメント特論 経営工学特論 システム安全考究IV	
	研究倫理 I 研究倫理 II 海外・国内インターンシップ 技学特論 海外リサーチインターンシップ系科目						
共通安全	電気安全 IEC60204 電気安全設計論	機能安全 IEC61508 ISO13849 安全システム構築論 協働ロボット安全特論 情報セキュリティ特論	機械安全 ISO12100 産業システム安全設計特論 騒音・振動工学特論	安全評価手法 RA, FTA 等 安全論理学 リスクアセスメント特論 事故情報分析特論 システム安全考究 I	ヒューマンファクター ヒューマンファクター特論	材料安全 構造安全性評価特論	化学安全 火災爆発特論

上記の体系的な学修を踏まえた修士研究

個別安全

原子力

土木・建築

交通

機械

労働

製品

医療・福祉

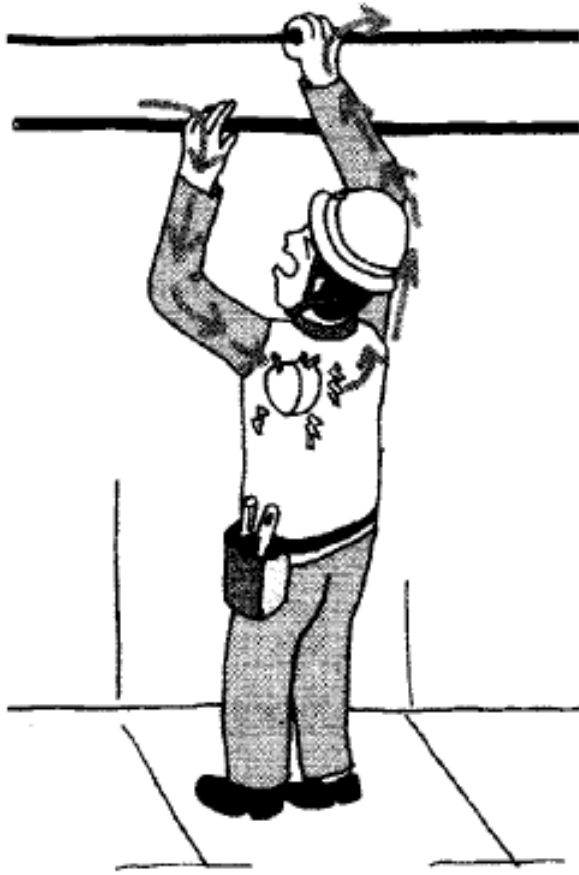
プラント

食品

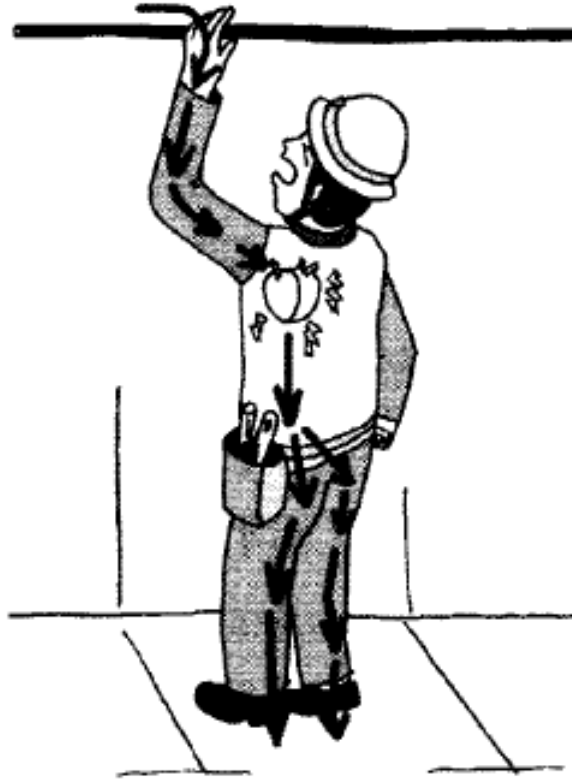
ロボット工学特論 労働安全マネジメント特論 医療安全特論

＜学生の職務, 必要性, 関心に応じて修士研究の中で教授＞ ※機械, 労働, 医療, 福祉の重点的・発展分野には対応する授業科目を提供

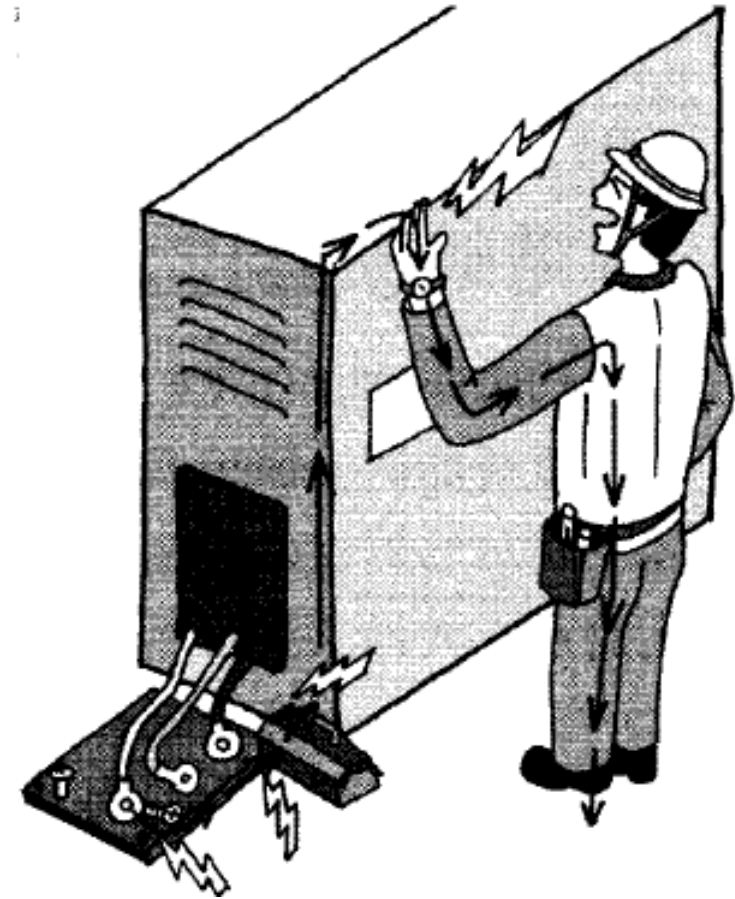
電気の事故



a)人体でショート



b)人体を通して大地へ

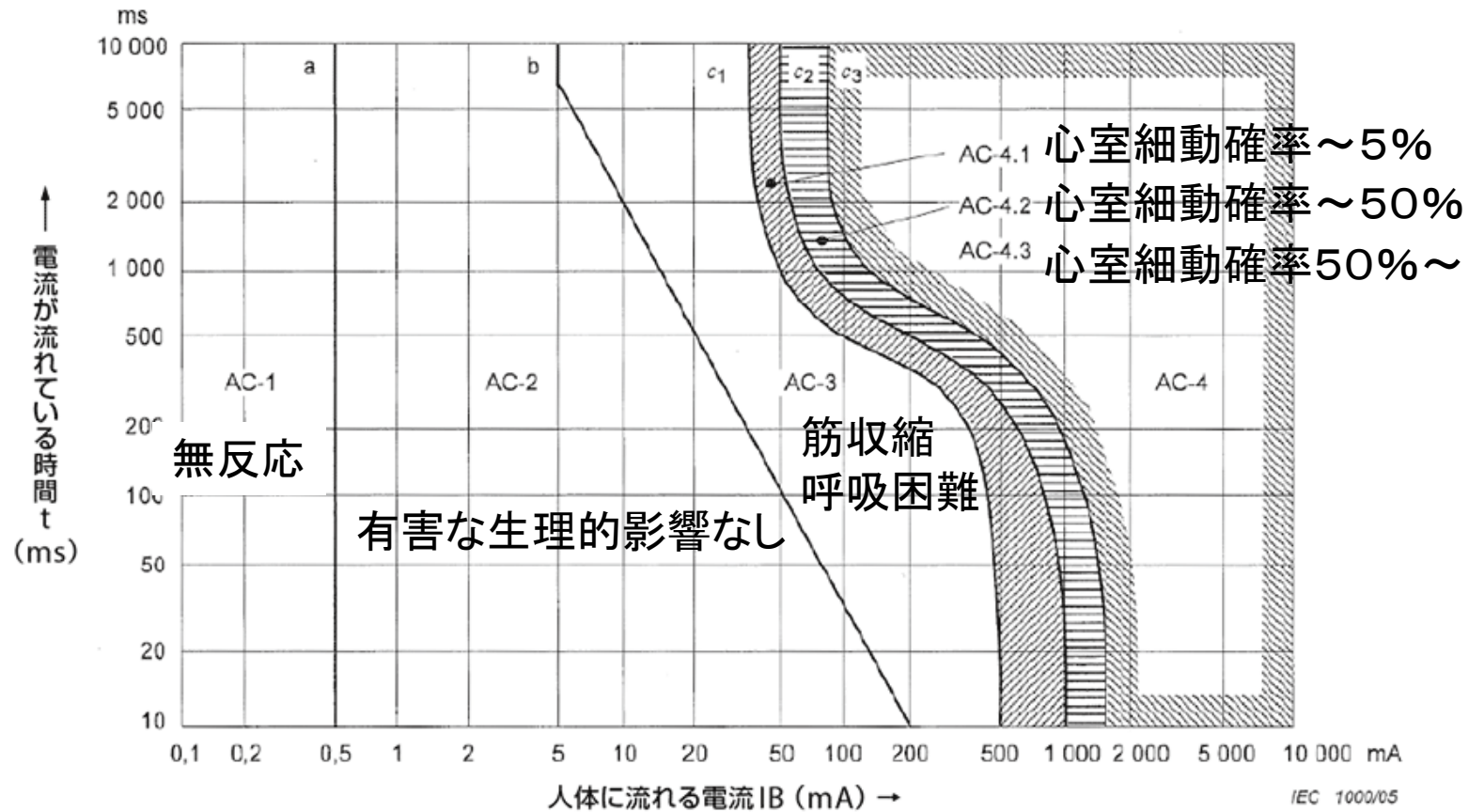


c)漏電した機器に接触

感電による人体への影響

電流値	人体への影響
0.5mA～ 1mA	<ul style="list-style-type: none"> 最小感知電流、「ピリツと」感じる、人体に危険性はない
5mA	<ul style="list-style-type: none"> 人体に悪影響を及ぼさない最大の許容電流値 相応の痛みを感じる
10～ 20mA	<ul style="list-style-type: none"> 離脱の限界(不随意電流)、筋肉の随意運動が不能に 持続して筋肉の収縮が起こり、握った電線を離すことができなくなる
50mA	<ul style="list-style-type: none"> 疲労、痛み、気絶、人体構造損傷の可能性 心臓の律動異常の発生、呼吸器系等への影響 心室細動電流の発生ともいわれ、心肺停止の可能性も
100mA	<ul style="list-style-type: none"> 心室細動の発生、心肺停止、極めて危険な状態に

商用周波数の交流に対する人体反応曲線



例題：何mA流れますか？ どんな影響？

$$V=IR$$

100Vのむき出しの電線に触れてしまった

- ①冬に乾燥した手で
- ②夏に汗ばんだ手で
- ③雨で濡れた手で

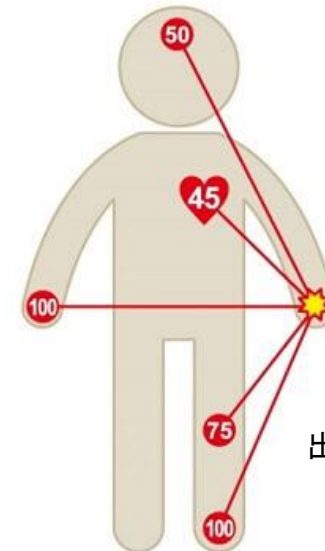
皮膚の接触抵抗

皮膚の状態	接触抵抗(Ω)
乾燥	2,000～5,000程度
汗ばむ	800程度
濡れる	0～300程度

出典：九州電気保安協会

人体内部抵抗値(手から手、手から足間の内部抵抗値)はおよそ500Ω

手から手、手から足の人体内部抵抗値を100とした時の各経路の人体内部の抵抗の割合

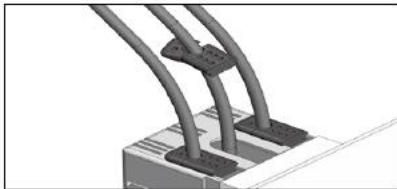


出典：安全衛生マネジメント協会

感電防止対策① 絶縁

充電部を露出させない

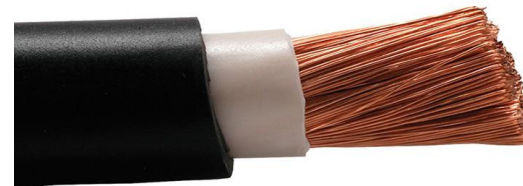
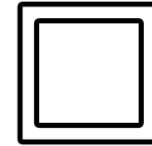
端子をカバー



電源盤を施錠



二重絶縁構造



二重絶縁とは、基礎絶縁及び付加絶縁の両方から成る絶縁

基礎絶縁とは、感電に対する基礎的な保護をするために充電部に施した絶縁

絶縁用保護具

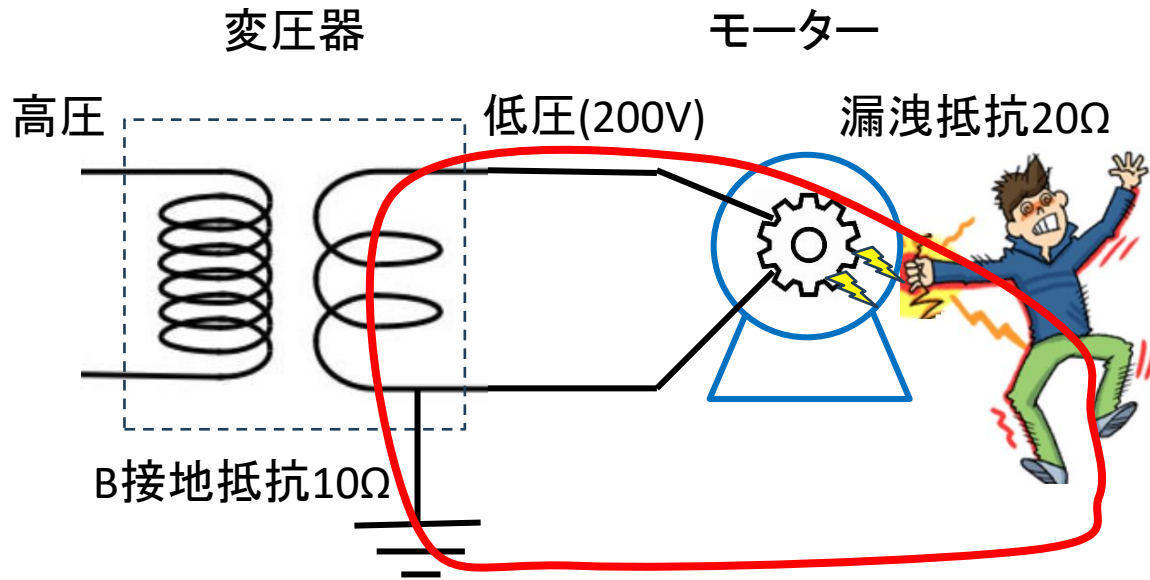
絶縁用ゴム手袋



絶縁用ゴム長靴

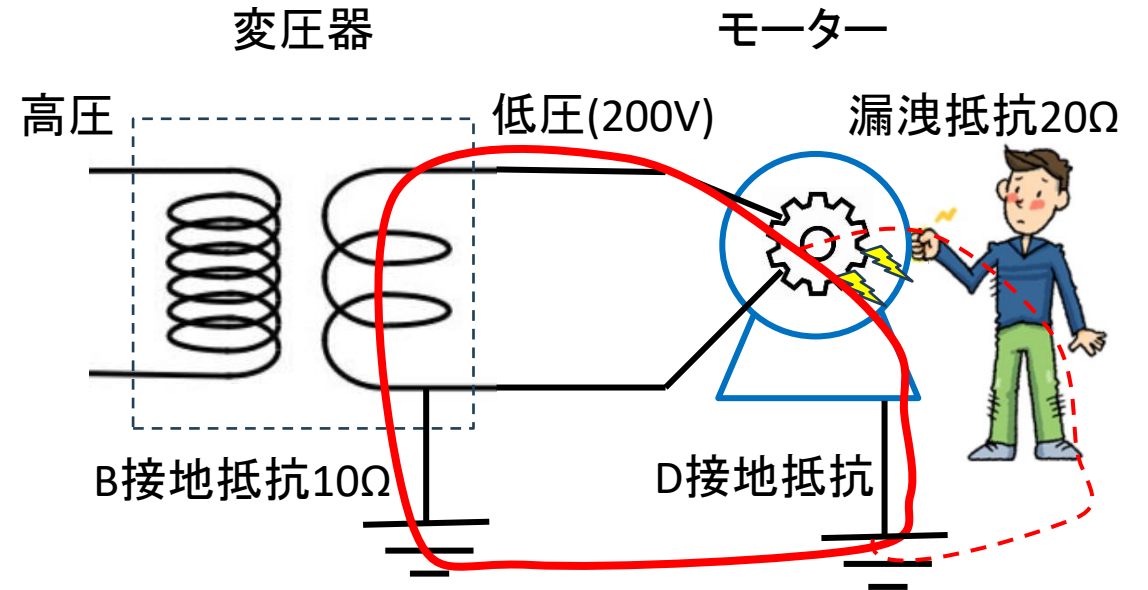


感電防止対策② 接地



仕事で手が汗ばんでいます

作業員に流れる電流？



手が汗ばんでいる人が触っても安全にするには

D接地抵抗は何Ω？

直列接続の合成抵抗 $R = R_1 + R_2$

並列接続の合成抵抗 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

安全と安心

安全とは（国際規格）

国際標準化機構／国際電気標準会議(ISO/IEC)が発行したガイド51, それを翻訳した日本産業規格(JIS)のZ8051「安全側面－規格への導入指針」

安全とは、現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられないリスクのレベルでないこと

JIS Z8051:2015(ISO/IEC Guide 51:2014)での定義(抜粋)

安全(safety) : 許容不可能なリスクがないこと

許容可能なリスク(tolerable risk) : 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

リスク(risk) : 危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ

危害(harm) : 人への傷害若しくは健康障害, 又は財産及び環境への損害

安全とは（判例）

伊方原子力発電所の設置許可の取り消しを求めた訴訟の最高裁判決の解説
（最高裁判所判例解説民事篇（平成4年度），法曹会，417-418）

一般に，科学技術の分野においては，絶対的に災害発生の危険がないといった『絶対的な安全性』というものは，達成することも要求することもできないものといわれており，この問題を，『（絶対的）安全』，『非安全』のいずれかであると捉えることは必ずしも適当ではないように思われる。

このことは，科学技術を利用した各種の機械，装置等は，絶対に安全というものではなく，常に何らかの程度の事故発生等の危険性を伴っているものであるが，その危険性が社会通念上容認できる水準以下であると考えられる場合に，又はその危険性の相当程度が人間によって管理できると考えられる場合に，その危険性の程度と科学技術の利用により得られる利益の大きさとの比較衡量の上で，これを一応安全なものであるとして利用しているのであり，このような相対的安全性の考え方が従来から行われてきた安全性についての一般的な考え方であるといつてよい

安全とは ～社会的評価と個人的評価～

安全 (safety)

許容不可能なリスクがないこと

許容可能なリスク (tolerable risk)

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

ISO/IEC Guide 51: 2014

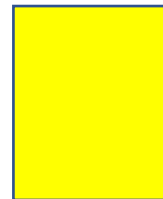
耐えられないリスク

Not Tolerable Risk



許容可能なリスク

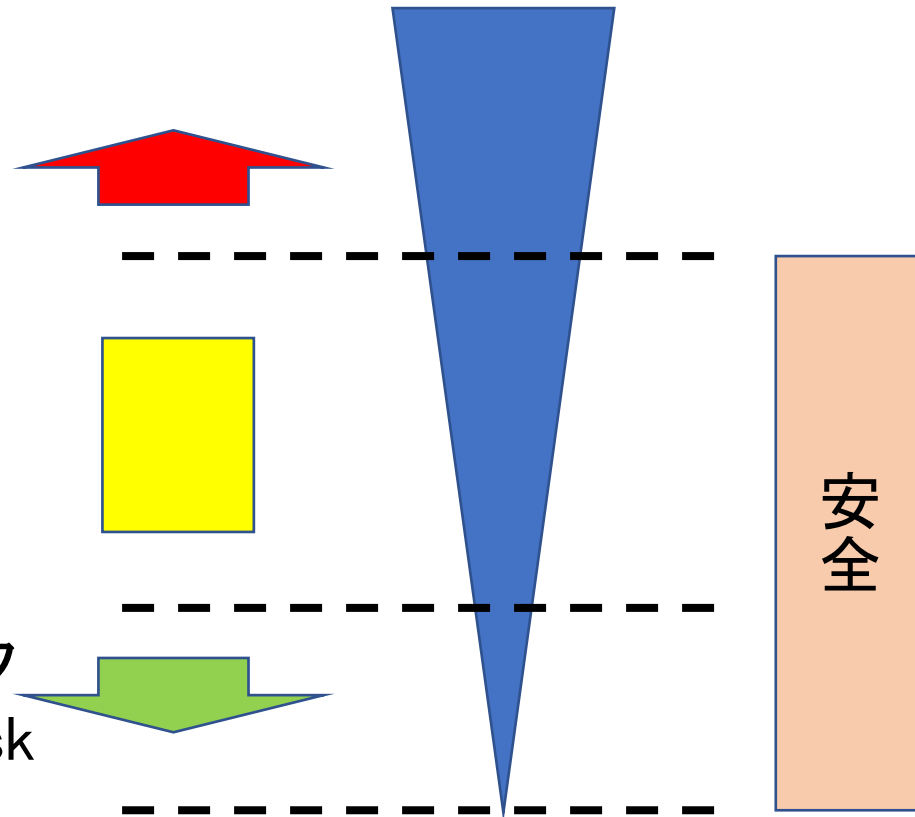
Tolerable Risk



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
(2021)
2, 636人

家族の交通事故 0人

個人的リスク評価¹³

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制御の不能性

②結果の非回復性

③致命性

④未来世代への影響

⑤非自発性

⑥不公平性

⑦不可視性

⑧新規性

⑨遅延的影響発現

⑩科学的未解明

⑪情報入手の困難性

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間で、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。

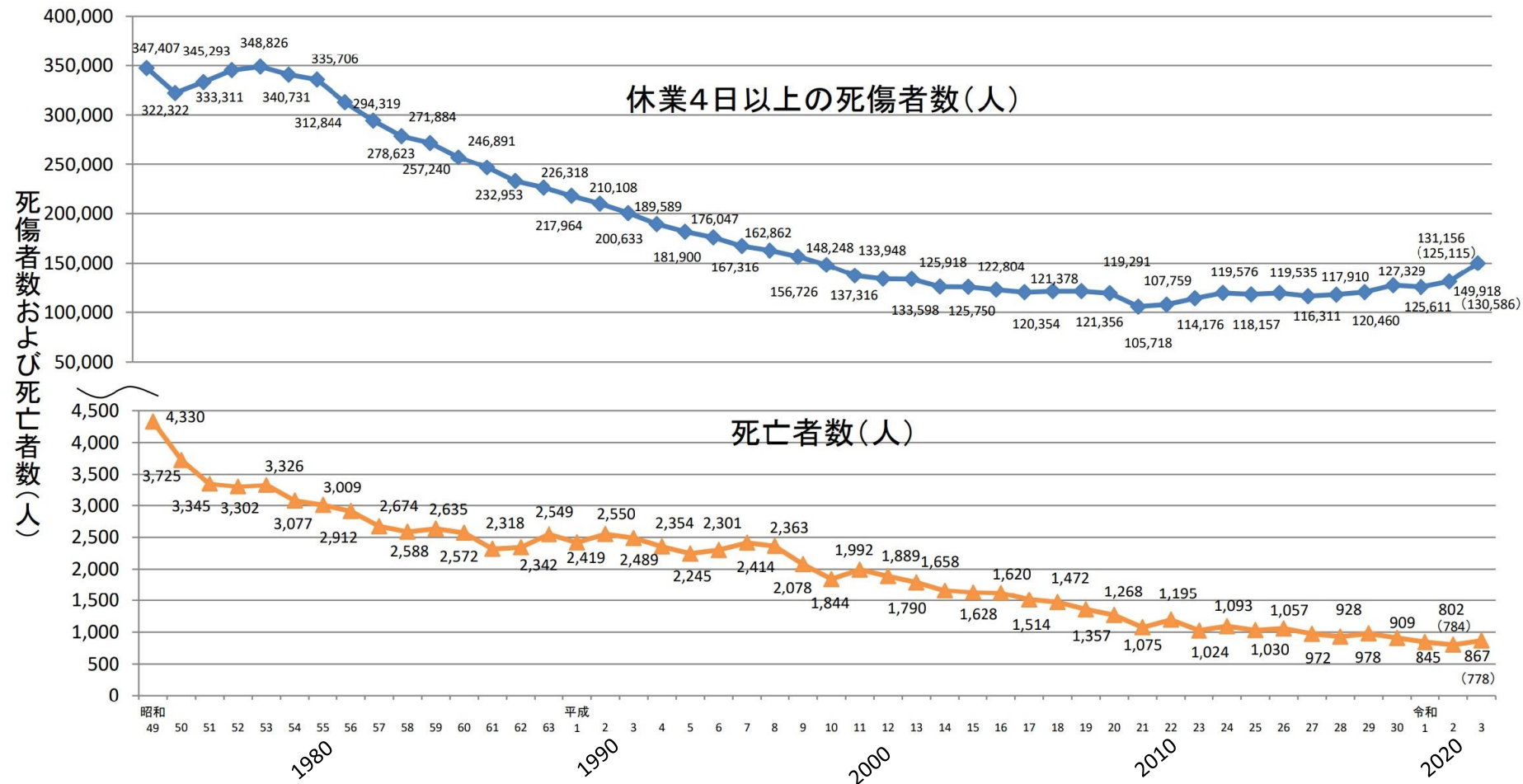
3 心構えを持ち合わせた安心

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。

事故と不正

労働災害による死亡者数、死傷者数の推移

- 死亡者数、休業4日以上の死傷者数ともに、長期的には減少傾向にある。
- 死亡者数は、2017年以降減少傾向にあったものの、増加に転じた。
- 休業4日以上の死傷者数は、近年、増加傾向にあり、1998年以降で過去最多となった。



出典:厚生労働省
令和3年 労働災害発生状況
(令和4年5月30日)

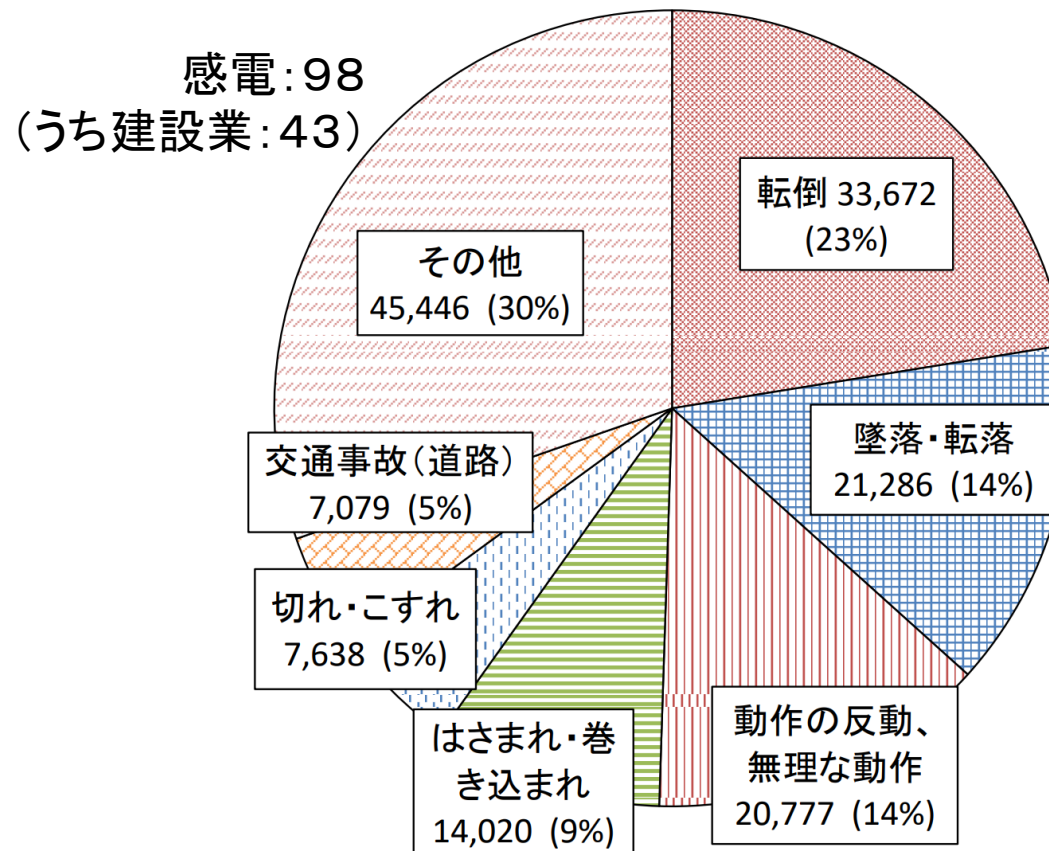
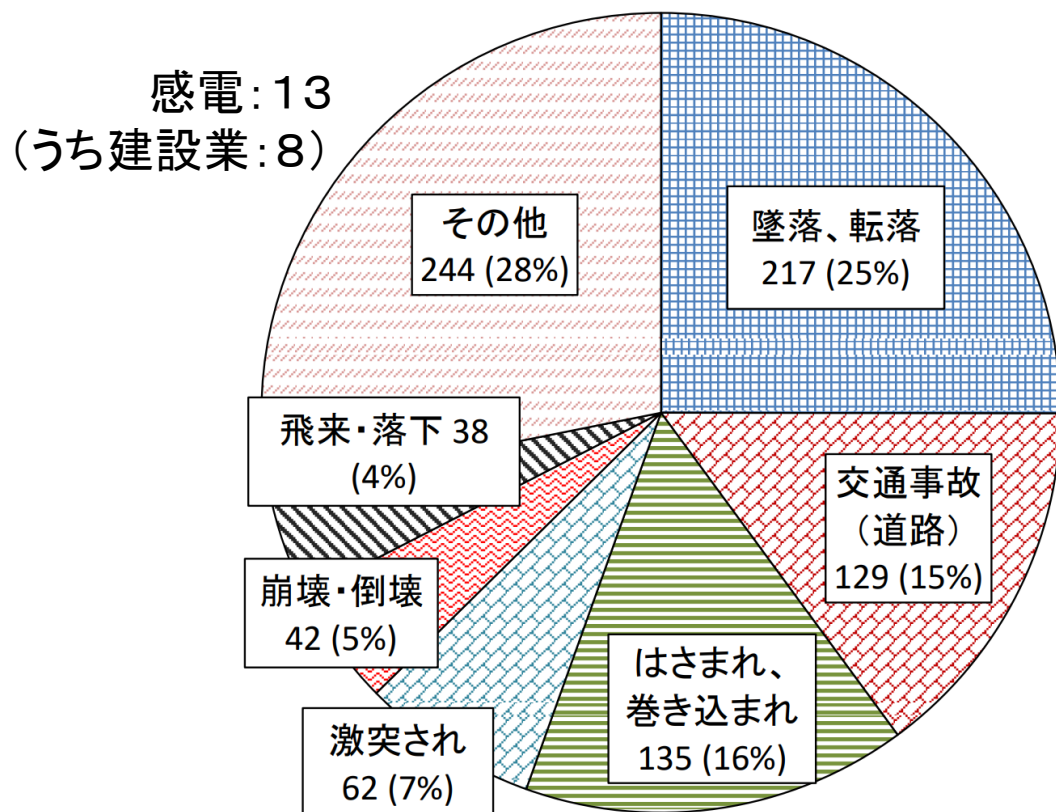
2021年 事故の型別労働災害発生状況

死亡者数

867人(前年比+ 8.1%)

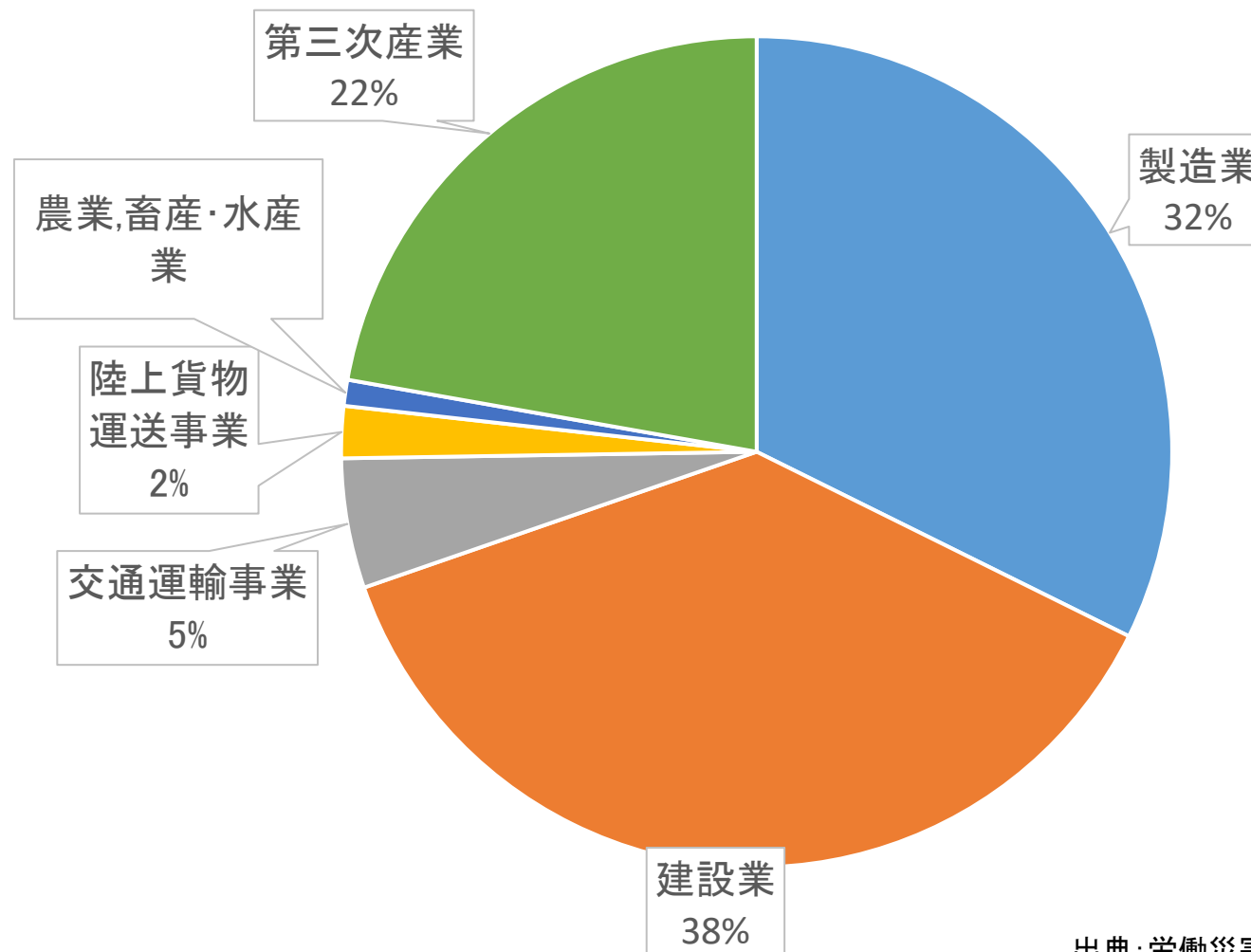
休業4日以上之死傷者数

149,918人(前年比+ 14.3%)



出典: 厚生労働省
令和3年 労働災害発生状況
(令和4年5月30日)

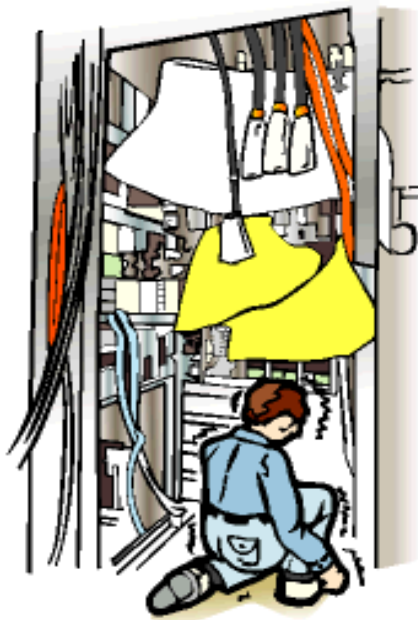
業種別感電による死傷災害発生状況(2022年)



死亡: 8人
傷害: 91人

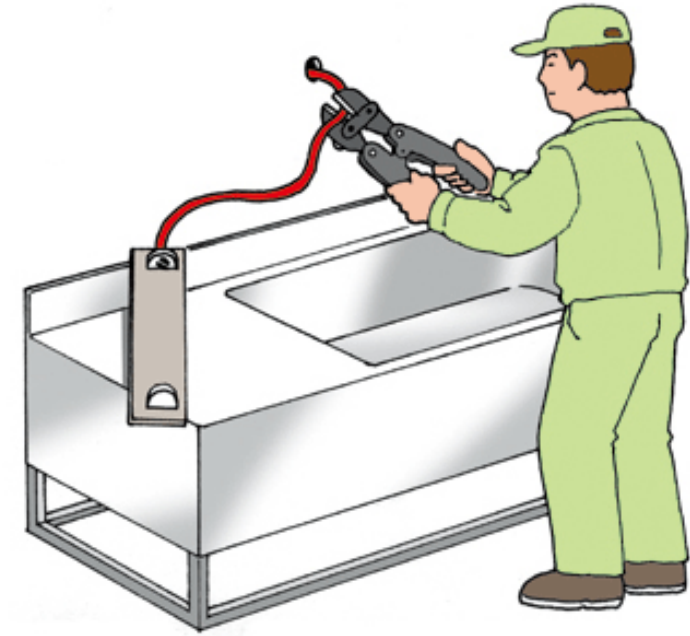
事故事例

低圧配電盤へ増設ケーブルを接続する作業中、低圧配電盤内の露出充電部分に接触して感電



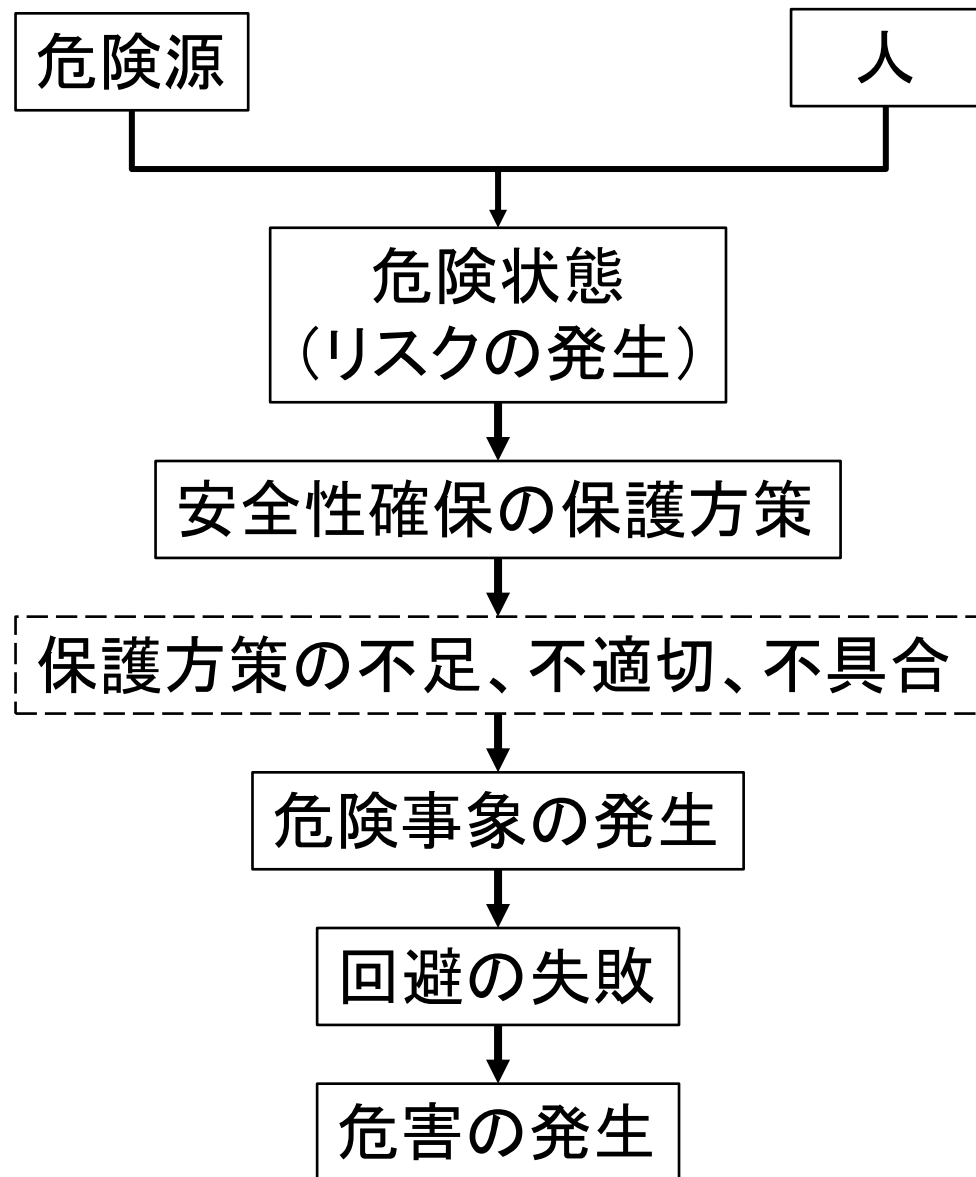
活線に近接して作業
下部まで完全絶縁防護されていない
絶縁用保護具を着用せず

店舗の解体工事中に、
活線を切断して感電し死亡



ゴム手袋等の絶縁用保護具は使用せず
ブレーカーを切らず、活線を直接切断
安全衛生教育を実施していない

危害発生のプロセス



危険源
ハザード (hazard)

危害の潜在的な源

危険状態

人、財産又は環境が、一つ以上のハザードにさらされている状態

リスク (risk)

危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ。

保護方策、リスク低減方策

ハザードを除去するか、又はリスクを低減させるための手段又は行為

危険事象

危害を引き起こす可能性がある事象

危害 (harm)

人への傷害若しくは健康障害、又は財産及び環境への損害

リスク低減のための3ステップメソッド

STEP I
設計(本質安全設計)によるリスクの低減



STEP II
保護手段(安全防護)によるリスクの低減



STEP III
使用上の情報によるリスクの低減

可能な限りリスクを除去するか低減すること

- 突起 ⇒ 丸み
- エネルギーの低減(大型タンク ⇒ 小型タンク)

本質安全設計で除去できないリスクに関しては、必要な保護手段を採用すること

- ガード
- インターロック装置

採用した保護手段の欠点による残余のリスクをユーザーに知らせ、何らかの特別なトレーニングを必要とするか否かを示し、かつ、身体的保護具を必要とするか否かを明記すること

最近の不正事案

- トヨタ、ヤマハ、スズキ、ホンダ、マツダ、ダイハツ：認証不正
- 日立金属：磁石製品、特殊鋼製品、アルミホイール製品の不正検査
- 三菱電機：鉄道車両向け空調機器の不正検査
- トヨタ：子会社、老舗ディーラーグループで不正車検
- 大和ハウス、パナソニックなど：電気工事施工管理技士の不正取得
- 国土交通省：建設工事受注動態統計の書き換え
- 経済産業省：コロナ対策給付金の不正受給

などなど

三菱自、欠陥情報隠す

51万台分リコール無届け

出典：日本経済新聞 2000/07/19

三菱自動車工業がリコール（無料の回収、修理）に関して、運輸省に提出しなければならぬユーザーのクレーム情報を届け出でなかったことが分かった。運輸省は十八日までに同社の立ち入り検査を実施し、届け出が必要だったのは十四件、生産台数で約七十万台分だったことが判明。このうち九件（五十一万台）について、来週にもリコールを届け出る。運輸省は「リコール制度の信頼を失墜しかねない」と同社に厳重注意するとともに、リコールを隠していた疑いもあるとみて詳しく調べる。



会長する鈴木弘敏品質技術本部長
ら（18日午後、東京・大手町）

リコールは自動車の安全性などにかかわる欠陥を製造会社の費用負担で回収、修理する制度。ユーザーや販売店からの苦情はリコールの必要性を判断する資料

三菱自動車がかつしたクレーム情報について検討したところ、リコールにあたるケースが九件約五十一万台、改善対策などリコールに準じる不具合が五件約十八万台に上ることが分かった。

同社は来週初めにも同省にリコールなどを届け出る予定。費用は約五十億円かかるという。対象となるのは、乗用車

「ランサー」約十五万台、「ギャラン」など約十三万五千台、「パジェロイオ」約七万八千台、「デリカスペースギア」一万四千台（など）。ランサーでは、ク

として使われる。

同省によると、六月に内部発表があり、七月初めに三菱自動車本社などの立ち入り検査を実施。その結果、昨年十一月の定例監査で報告されていたクレーム情報があることが分かった。隠されていたと見られるクレーム報告書などの書類は、社員のロッカールームなどから見つかり、立ち入り検査の直前の日付の資料も含まれていたという。

ランクシャフトで締め付けボルトが折れたりゆるんだりして、エンジン停止につながる欠陥があり、これまでに七十二件のクレームが寄せられていた。同省は「リコール隠しの可能性も否定できない。安全確保の観点から早急にリコールを届けるよう指示したが、調査の結果を待って行政処分を決定する」としている。

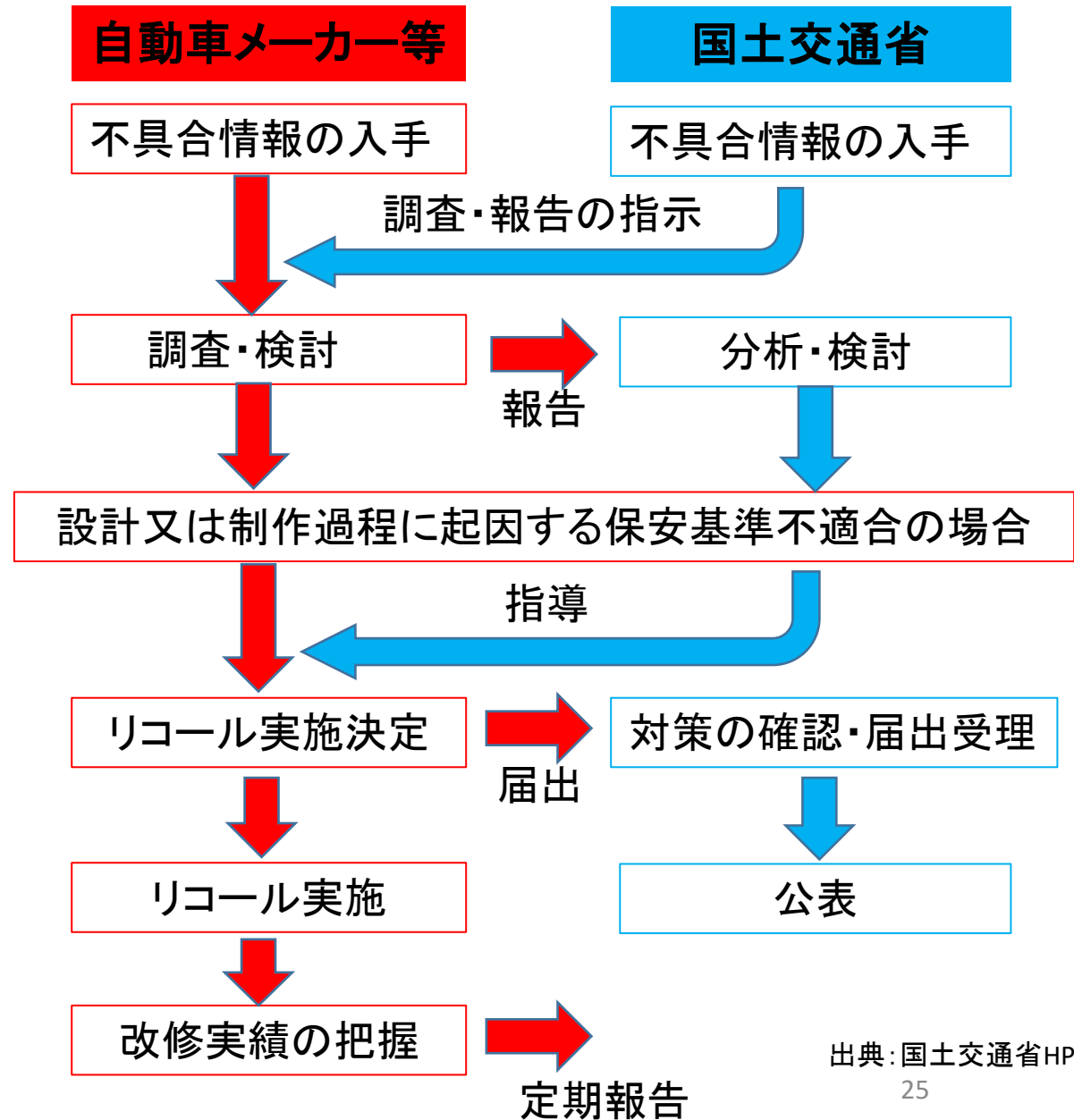
リコールを巡っては、「一九九七年十一月に富士重工業がリコール隠しで罰金措置、九九三年三月にダイハツ工業がリコール勧告を受け

自動車のリコール制度

リコール制度とは、設計・製造過程に問題があったために、安全・環境基準に適合していない(又は適合しなくなるおそれがある)自動車について、自動車メーカーが自らの判断により、国土交通大臣に事前届出を行った上で、対象車を回収し、無償で修理を行い、事故・トラブルを未然に防止する制度

リコール:	基準不適合
改善対策:	基準不適合ではない。
サービスキャンペーン:	品質改善のため

虚偽報告、リコールの届出義務違反、リコール命令に従わない場合には、罰則(懲役1年以下、罰金300万円以下、法人罰金2億円以下)



2000年リコール隠し 経緯

2000年

6月12日 匿名情報

7月 5日 運輸省の立入検査 社員のロッカーから数百通のクレーム報告書
リコール9件、改善対策対象5件が未届出

7月26日 三菱自動車 約54万台のリコール、改善対策対象車種を届出

8月10日 三菱自動車 品質改善対策委員会設置

8月22日 三菱自動車 約18万台のリコール、改善対策対象車種を届出
運輸省 2件をリコール隠しと認定

9月 1日 三菱自動車 品質諮問委員会設置

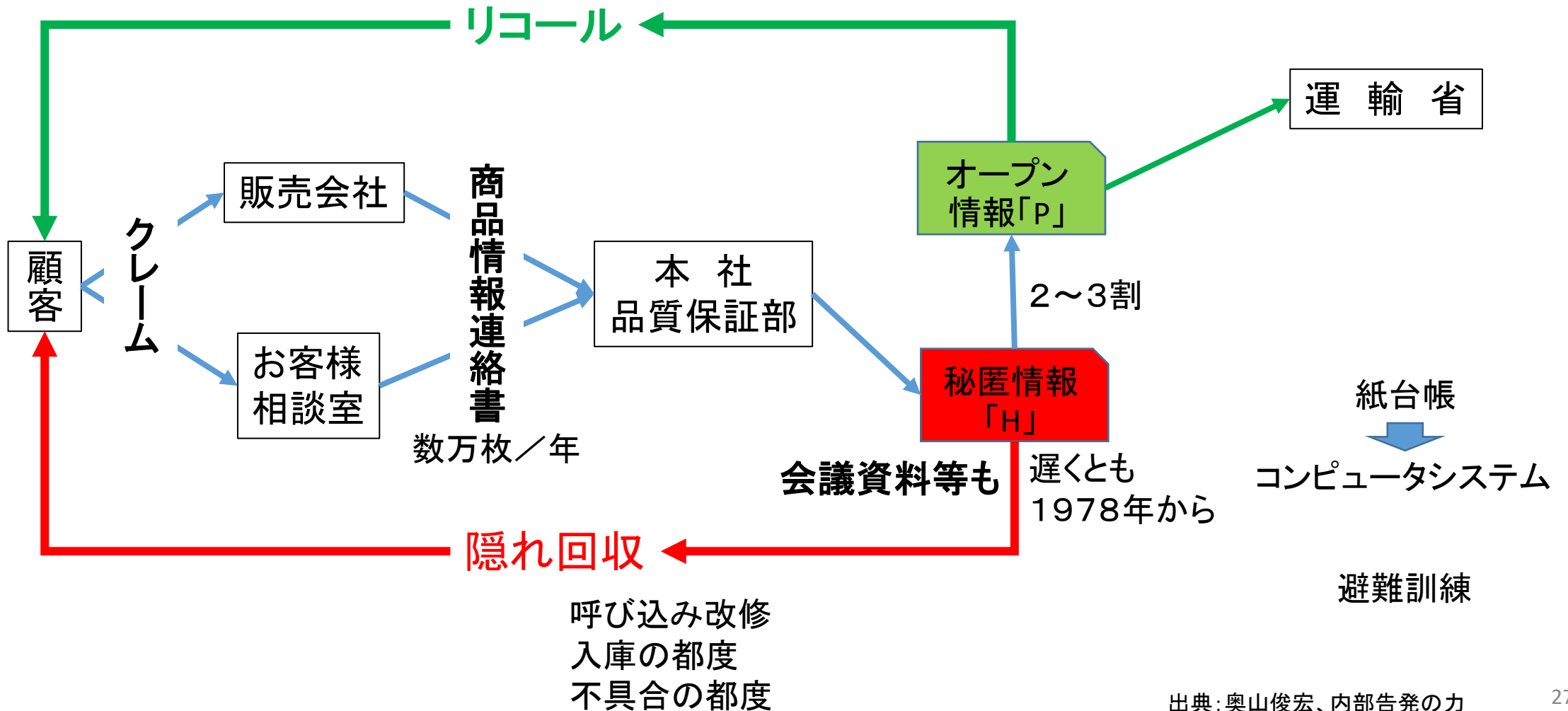
9月 8日 運輸省 文書指導(リコール隠し警告、業務適正化の報告指示)

10月20日 三菱自動車 運輸省に改善策を報告

2001年

2月15日 三菱自動車 約40万台のリコール届出

2000年リコール隠し 実態



三菱自動車の不正の歴史

			1994 米国セクハラ訴訟
1995	社長：塚原薫久		
1996	社長：木村雄宗		1997 総会屋利益供与事件
1997	社長：河添克彦		
2000	社長：園部孝	クライスラーと資本提携	2000 リコール隠し発覚
2002	社長：ロルフ・エクロート(クライスラー)		
2004	社長：多賀谷秀保	三菱3社の支援	2004 リコール隠し発覚
2005	社長：益子修(三菱商事)		
2014	社長：相川哲朗		
2016	社長：益子修	日産から出資	2016 燃費不正発覚

Discussion: 不正行為発生 の 3要素

	横領の場合	三菱自動車工業の不正
動機・プレッシャー	他人に打ち明けられない 経済的な問題	
機会	この問題が自分の経済的 に信頼されている立場を利用 すれば、秘密裏に解決 できること	
正当化	その解決策を実行しても、 信頼された人物としての自 分のイメージを損なわない ですむような理由付け	

不正文化の形成過程

業界の状況

顧客の要求

行政の要求

社外環境

無理な目標

不合理な
ルール

社内決定

動機

チャンス

正当化

継続・拡散

人、工数、時間、予算の不足

この場を乗り切るアイデア

一人 or 少人数

一度成功

難題解決、事業に貢献

何度も成功

あたりまえ

文化

トップの指示・要求

(例: 大王製紙)

不正文化の兆候を察知し、
連鎖を断ち切る

継承・遵守



ご清聴ありがとうございました

国立大学法人 長岡技術科学大学
大学院工学研究科 システム安全工学分野
教授
山形 浩史 博士(工学)

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1
E-mail: yamagata@vos.nagaokaut.ac.jp
HP: <http://safety-management.na.coocan.jp/>
Tel: 0258-47-9915