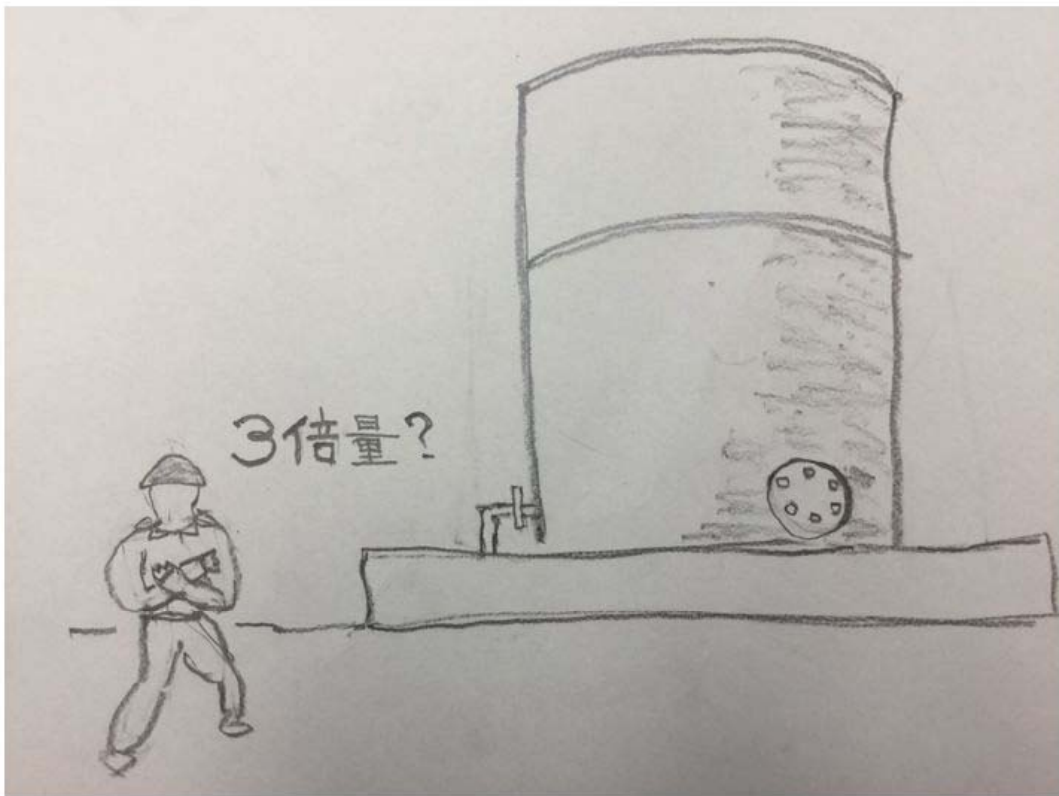
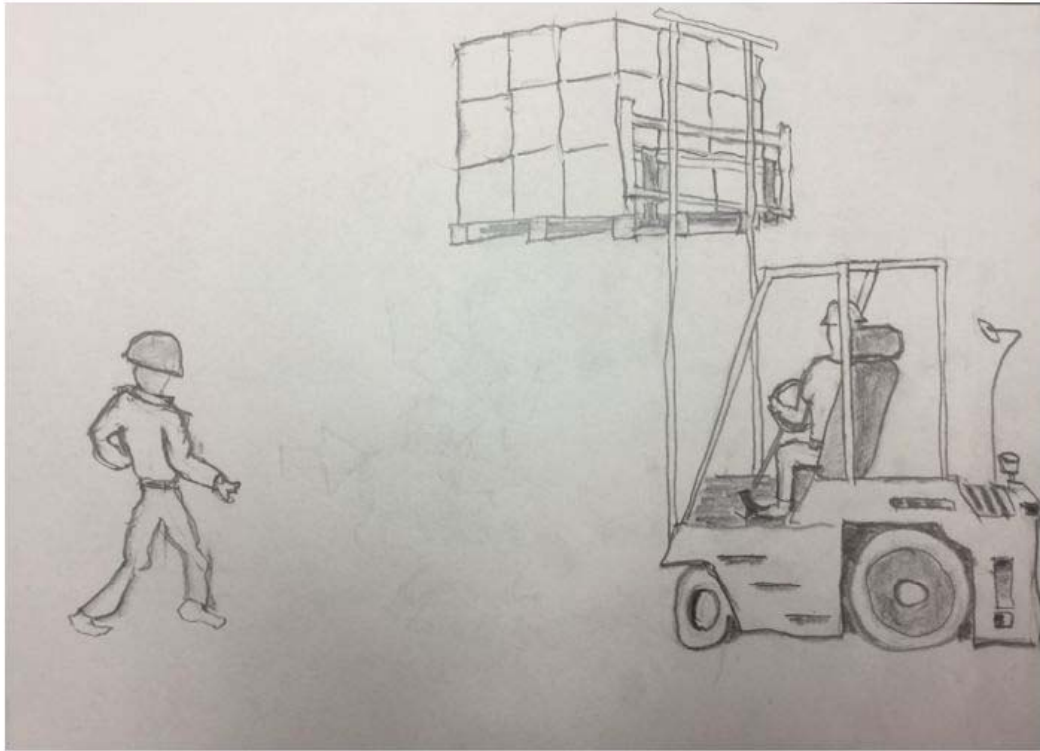


近年の化学物質に係る事故の傾向 及び それらの事故対策などについて

労働安全衛生総合研究所 藤本康弘

本日の流れ

- 労働災害の傾向
- 爆発災害事例
- 背景要因と対策
- 溶接・溶断作業の対策



労働災害の傾向

労働災害の全体傾向概要

- 労働災害による死亡者及び休業四日以上之死傷者は、長期的には減少傾向にあるが、近年は横ばいで推移している。
- 平成26年は、死者、死傷者、重大災害、いずれも前年に比べ増加。

死亡災害の推移

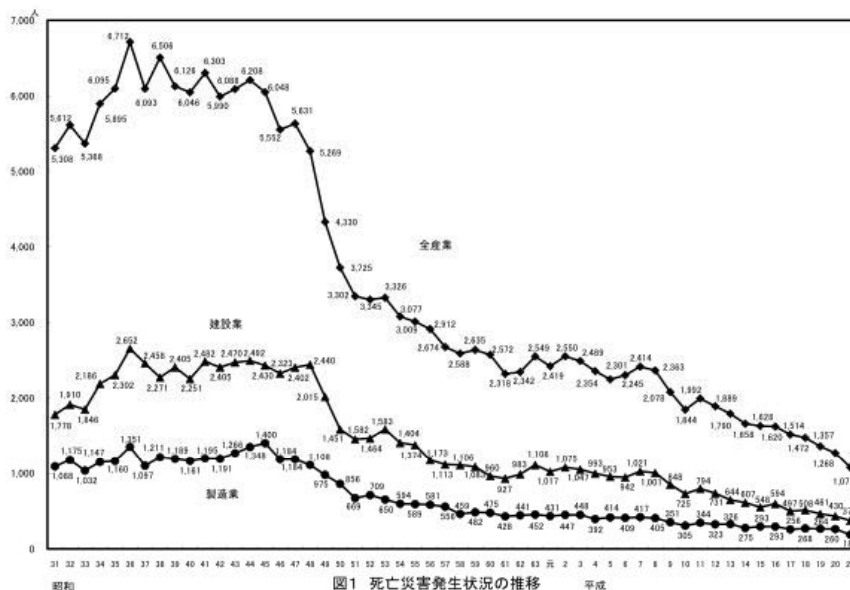
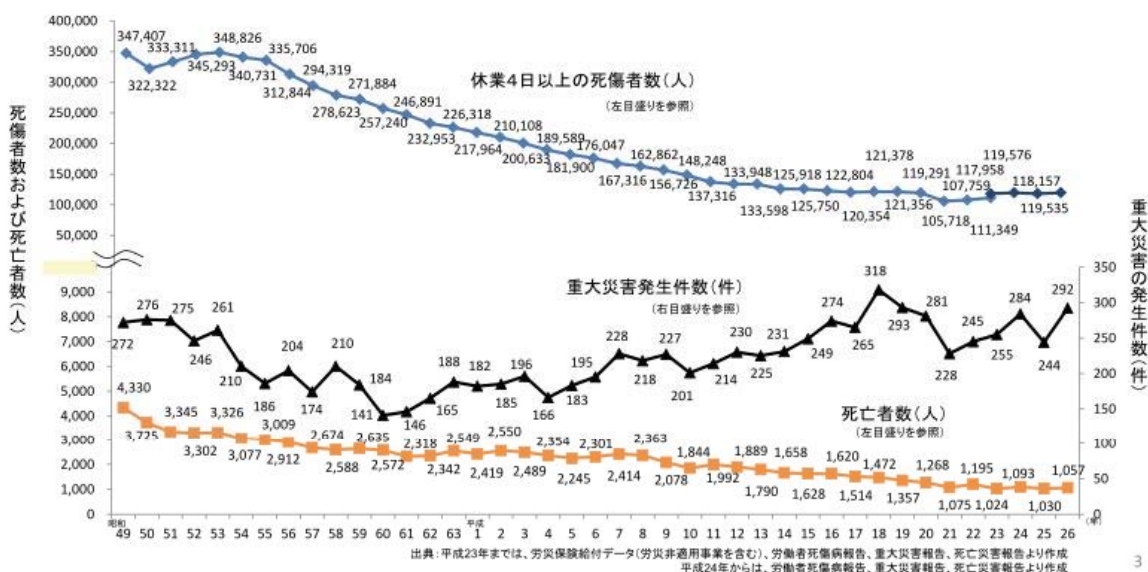


図1 死亡災害発生状況の推移 平成 21 年における死亡災害・重大災害発生状況等について <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000006cdg.html>

災害発生状況の近年の推移



出典：平成23年までは、労災保険給付データ(労災非適用事業を含む)、労働者死傷病報告、重大災害報告、死亡災害報告より作成
平成24年からは、労働者死傷病報告、重大災害報告、死亡災害報告より作成

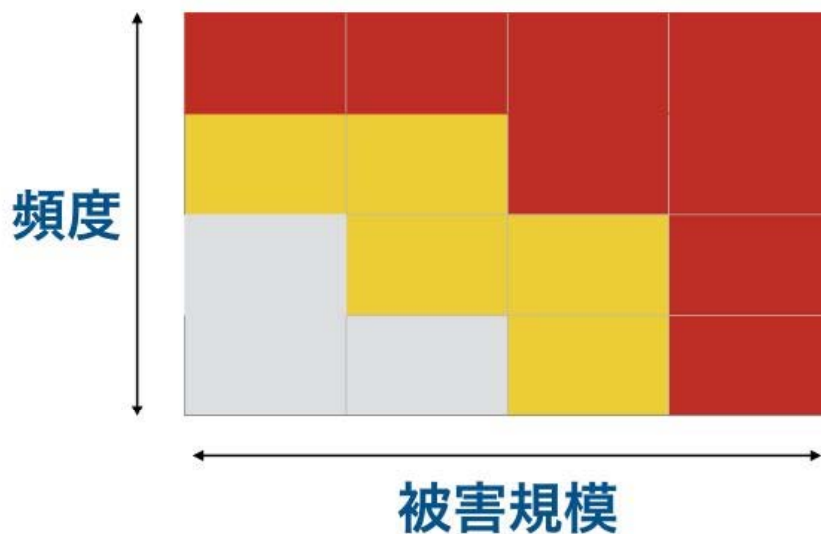
労働災害の全体傾向概要

- 平成26年は、死者、死傷者、重大災害、いずれも前年に比べ増加。



- 経済活動の活発化、2月の大雪 などの影響
- 平成26年下半期は減少傾向にあり、平成27年度もその傾向を維持している

労働災害とリスク



労働災害から見た 頻度と被害規模

頻度：

- ・ 度数率（100万時間あたりの死傷者数）
- ・ 強度率（1000時間あたりの延労働損失日数）
- ・ 単位時間あたりの発生件数

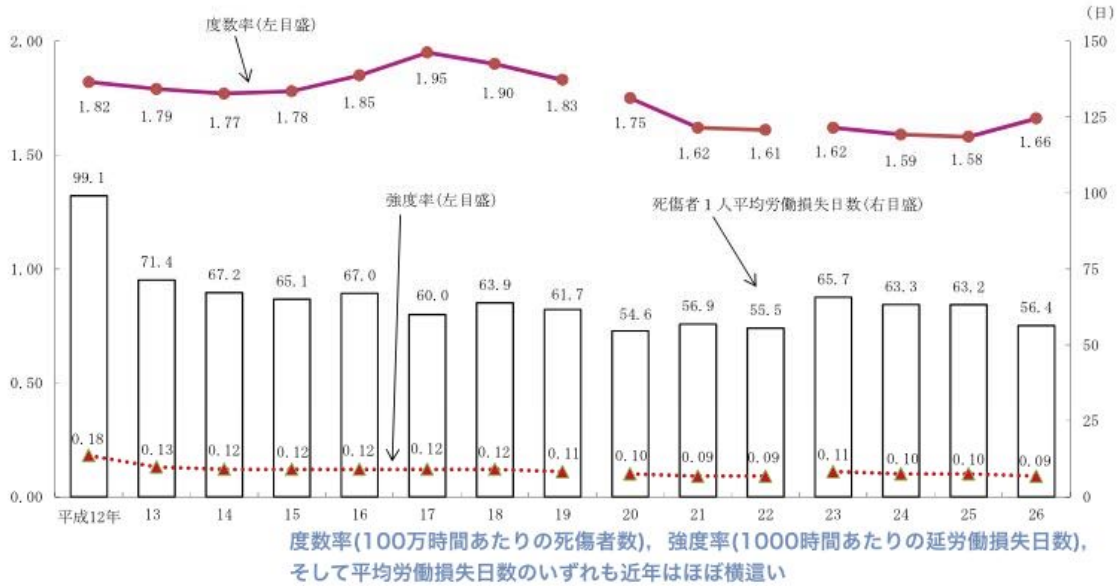
労働災害から見た 頻度と被害規模

被害規模：

- ・ 重大災害の発生件数
- ・ 1人あたりの平均労働損失日数
- ・ 一件あたりの死傷者数
- ・ 死傷者に対する死者の割合

労働災害動向調査

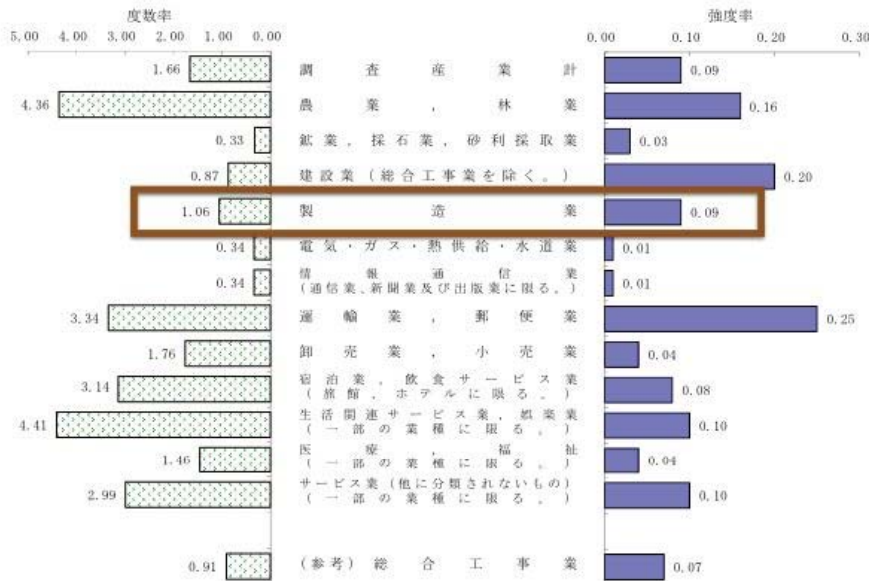
第1-1図 労働災害率及び死傷者1人平均労働損失日数の推移
〔調査産業計（事業所規模100人以上）〕



製造業における災害の傾向

第2図 産業別労働災害率 (事業所規模100人以上)

平成26年



産業別でみると製造業の度数率、強度率は高くない

第1表 産業別労働災害率及び死傷者1人平均労働損失日数（事業所規模100人以上）

産 業		平成23年	24年	25年	26年
度 数 率	調 査 産 業 計	1.62	1.59	1.58	1.66
	農 業 ， 林 業	5.18	4.83	4.65	4.36
	鉱 業 ， 採 石 業 ， 砂 利 採 取 業	0	0.43	0	0.33
	建 設 業（総合工事業を除く。）	0.56	0.62	0.83	0.87
	製 造 業	1.05	1.00	0.94	1.06
	電 気 ・ ガ ス ・ 熱 供 給 ・ 水 道 業	0.52	0.60	0.59	0.34
	情 報 通 信 業（通信業、新聞業及び出版業に限る。）	0.42	0.33	0.42	0.34
	運 輸 業 ， 郵 便 業	2.77	2.77	3.10	3.34
	卸 売 業 ， 小 売 業	1.98	2.09	1.95	1.76
	宿 泊 業 ， 飲 食 サ ー ビ ス 業（旅館、ホテルに限る。）	2.89	3.27	3.38	3.14
	生 活 関 連 サ ー ビ ス 業 ， 娯 楽 業（一部の業種に限る。）	4.49	4.90	4.76	4.41
	医 療 ， 福 祉（一部の業種に限る。）	1.59	1.45	1.38	1.46
	サ ー ビ ス 業（他に分類されないもの）（一部の業種に限る。）	3.49	3.35	3.37	2.99
	（ 参 考 ） 総 合 工 事 業	0.85	0.83	1.25	0.91

製造業の度数率は、他の業種と比べて低い方であり、また近年は、ほぼ横ばいである。

強 度 率	調 査 産 業 計	0.11	0.10	0.10	0.09
	農 業 ， 林 業	0.11	0.66	0.09	0.16
	鉱 業 ， 採 石 業 ， 砂 利 採 取 業	0	0.00	0	0.03
	建 設 業（総合工事業を除く。）	0.16	0.30	0.29	0.20
	製 造 業	0.08	0.10	0.10	0.09
	電 気 ・ ガ ス ・ 熱 供 給 ・ 水 道 業	0.01	0.02	0.11	0.01
	情 報 通 信 業（通信業、新聞業及び出版業に限る。）	0.04	0.00	0.01	0.01
	運 輸 業 ， 郵 便 業	0.23	0.17	0.18	0.25
	卸 売 業 ， 小 売 業	0.13	0.09	0.05	0.04
	宿 泊 業 ， 飲 食 サ ー ビ ス 業（旅館、ホテルに限る。）	0.05	0.06	0.20	0.08
	生 活 関 連 サ ー ビ ス 業 ， 娯 楽 業（一部の業種に限る。）	0.15	0.17	0.26	0.10
	医 療 ， 福 祉（一部の業種に限る。）	0.05	0.03	0.05	0.04
	サ ー ビ ス 業（他に分類されないもの）（一部の業種に限る。）	0.25	0.27	0.26	0.10
	（ 参 考 ） 総 合 工 事 業	0.21	0.05	0.23	0.07
調 査 産 業 計	65.7	63.3	63.2	56.4	

製造業の強度率は、他の業種と比べてほぼ平均的であり、また近年は、ほぼ横ばいである。

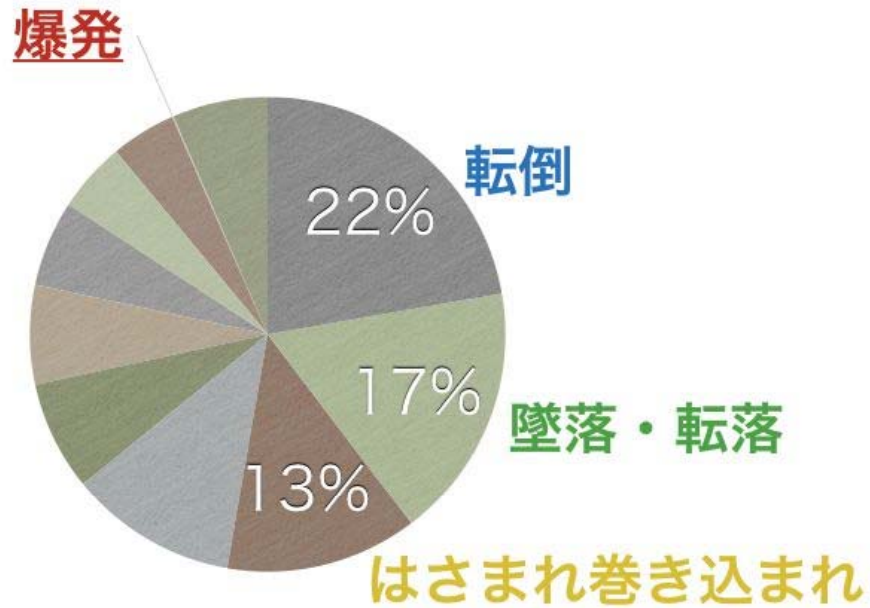
		0.21	0.00	0.20	0.04
死傷者一人平均労働損失日数 (日)	調査産業計	65.7	63.3	63.2	56.4
	農業，林業	21.6	136.3	19.7	36.8
	鉱業，採石業，砂利採取業	0	10.7	0	99.5
	建設業（総合工事業を除く。）	276.3	481.2	345.8	224.3
	製造業	79.4	98.7	101.0	89.2
	電気・ガス・熱供給・水道業	25.0	26.7	186.9	17.9
	情報通信業（通信業、新聞業及び出版業に限る。）	103.5	13.9	16.2	24.9
	運輸業，郵便業	82.5	60.4	56.5	74.3
	卸売業，小売業	63.7	40.9	23.2	22.9
	宿泊業，飲食サービス業（旅館，ホテルに限る。）	17.5	17.4	58.7	24.8
	生活関連サービス業，娯楽業（一部の業種に限る。）	32.5	34.7	53.9	22.9
	医療，福祉（一部の業種に限る。）	32.6	22.5	34.6	29.5
	サービス業（他に分類されないもの）（一部の業種に限る。）	72.1	79.5	76.3	34.6
	（参考）総合工事業	243.6	65.7	180.0	81.8

死傷者一人あたりの労働損失日数で見ると、製造業は、建設業などに次いで大きな数値であり、比較的重篤度が高い。

製造業の傾向概要

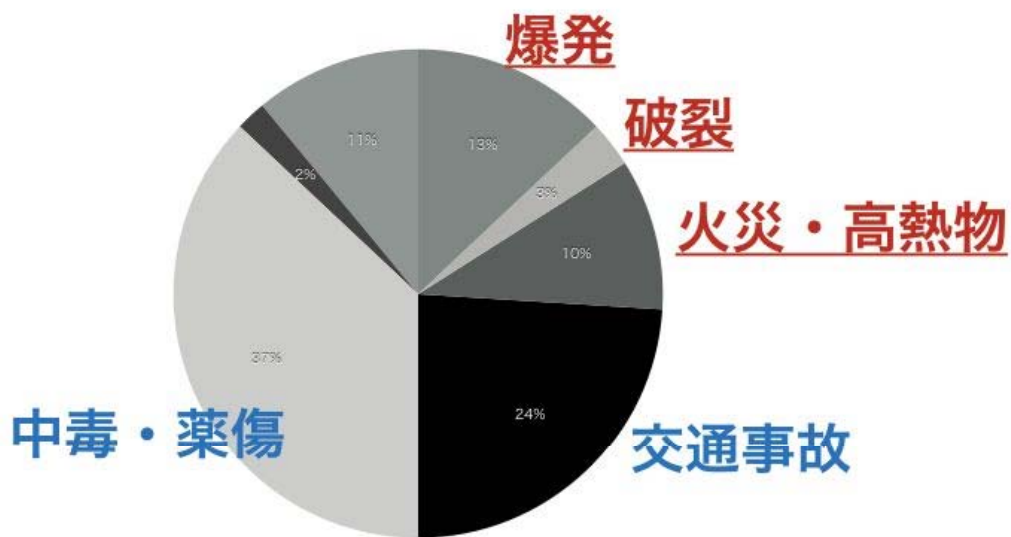
- 度数率，強度率は他の業種と比べ平均的であり，近年はほぼ横ばいの数字である。
- 一人当たりの労働損失日数は建設業などに次ぎ，比較的多く，重篤度が高めであることがわかる。

爆発災害の現状（重大災害）



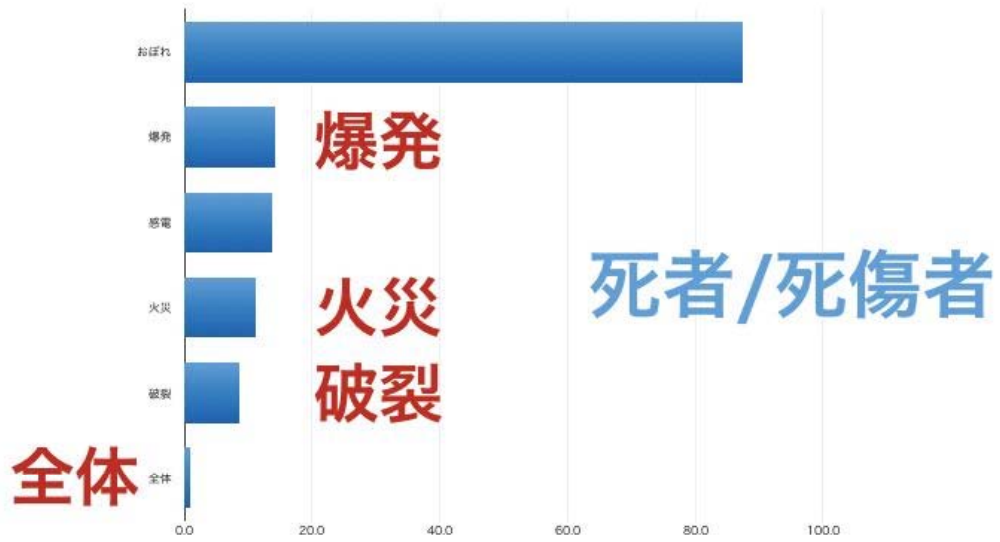
爆発災害による死傷者は、労働災害全体から見てごく僅か
(平成26年 死傷者数 事故の型別分類より)

爆発災害の現状（重大災害）



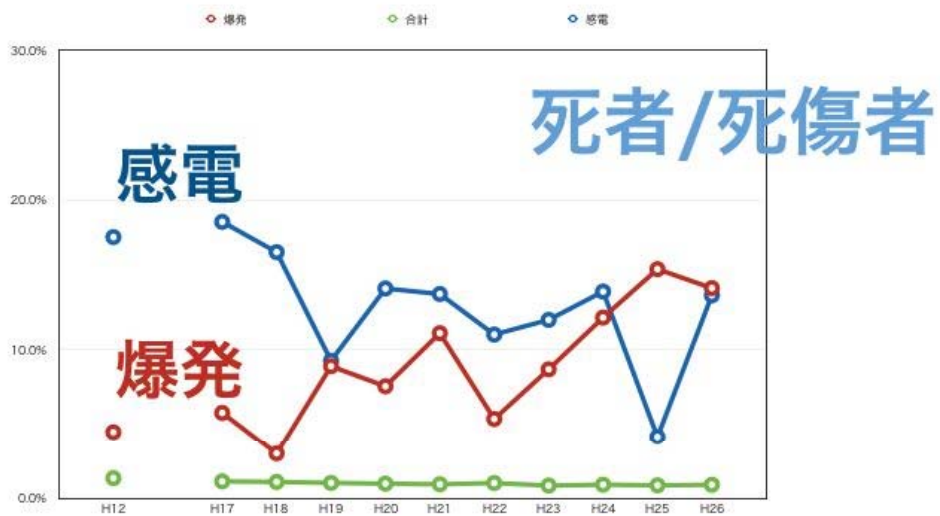
製造業において、爆発災害による重大災害は10%以上を占める
(平成26年までの10年間の重大災害の事故の型別分類—製造業)

爆発災害の現状



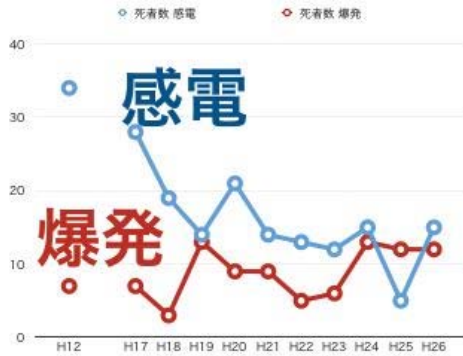
災害による死傷者中の死者の割合で見ると、爆発災害は事故の型別のトップ5に入る
 ⇒ 重篤度が高い
 (平成26年 労働災害統計 速報値より)

爆発災害の現状



爆発災害の死者/死傷者比率は上昇傾向にある
 (平成26年 労働災害統計 速報値より)

爆発災害の現状



死者数



死傷者数

爆発災害では、死傷者数は減少傾向にあるが、死者数はむしろ増加傾向にある？

(平成26年 労働災害統計 速報値より)

爆発災害の傾向概要

- 死傷者数は製造業における災害の中では、かなり少ない
- 一人当たりの労働損失日数は建設業などに次ぎ、比較的多く、重篤度が高めであることがわかる。

労働災害の傾向 まとめ

- 全体的には、近年は横ばいで推移
- 製造業では、大幅に減少を続けているが、重篤度の高い災害に注意
- 爆発災害では、死者/死傷者の比率が高い

爆発災害事例

爆発災害の近年の例

発災場所	発災工程	被害	直接原因	間接原因
製鉄工場	保管工程	重災	過熱による自然発火	長期保管
化学工場	廃棄処理工程	—	可燃性蒸気の着火	新設設備
金属加工工場	非定常作業	重災	金属粉の着火	新設設備
鋳鋼工場	精錬工程	重災	COの急速燃焼	閉塞
合金鉄工場	溶融工程	—	金属塩からの分解ガスによる突沸	作業手順変更
化学工場	非定常作業	重災	不安定物質の分解	設備の不適切管理

普段の経験，慣れが足を引っぱり、
情報不足のまま、不適切な判断

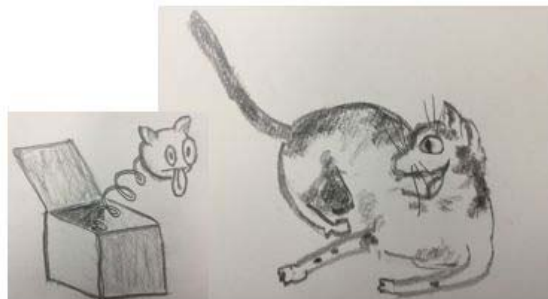
結果的に間違った判断をしたことよりも、
適切な試験結果等の判断材料がその場にな
なかった、あるいはその必要性を感じな
かったことが問題。

背景要因と対策

ヒューマンエラーと「慣れ」

馴化 = 「慣れ」

「馴化」(habituation)とは、反応を誘発する刺激が繰り返し呈示されれば、その反応の強度が減少する現象。



日常的な行動の中で、個体は多くの刺激に遭遇する。いくつかは潜在的に有益であり、いくつかは潜在的に危険である。そして多くは無意味な刺激であり、そのことに馴化することができない個体は、おそらくもっと重要な刺激に注意できないことになるだろう

「メイザーの学習と行動」より

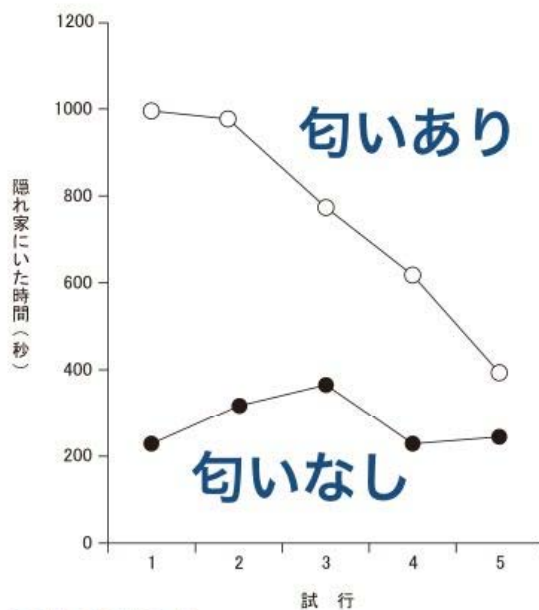
ヒューマンエラーと「慣れ」

鼠にとっての天敵である猫。鼠は生存のため、例えば鳴き声や匂いなどの猫の気配に敏感でなければならない。



ヒューマンエラーと「慣れ」

猫の匂いのついた首輪を呈示されたとき、ねずみが隠れ家にいた時間は、連日の呈示によって慣れが生じる。黒丸は猫の匂いのしない首輪を呈示された統制群のねずみの結果。



「メイザーの学習と行動」より

猫の匂いだけでは
危険性の判断材料にならない



猫の匂いは怖くない

馴化 = 「慣れ」

「馴化」(habituation)とは、反応を誘発する刺激が繰り返し呈示されれば、その反応の強度が減少する現象である。



その刺激に由来する重要な出来事が滅多に起こらないと、その刺激は無意味なものとして慣れが生じる

ヒューマンエラーと「慣れ」

重要な出来事が滅多に起こらない

化学事故と馴化

可燃性物質の引火着火
可燃性ガス蒸気の爆発

粉じん爆発

自然発火

反応暴走
混触反応

件数

比較的多い



非常に少ない

化学事故と馴化

可燃性物質の引火着火
可燃性ガス蒸気の爆発

粉じん爆発

自然発火

反応暴走

混触反応

安全過信

比較的
進みにくい



進む

件数

比較的多い



非常に少ない

馴化 = 「慣れ」

「馴化」(habituation)とは、反応を誘発する刺激が繰り返し呈示されれば、その反応の強度が減少する現象である。



似た刺激も同じと判断してしまい、繰り返
されていないにもかかわらず、慣れが生じ
てしまう。

似た刺激も同じと判断してしまい

• 馴化の一般原理

- **馴化課程**：反応の馴化は刺激が繰り返される時はいつでも起こる
- **時間の効果**：馴化の後、刺激をある時間与えなければ、反応は回復する。回復量は経過時間に依存する。
- **再学習**：長時間の経過後に馴化が消えても、また同じような刺激を繰り返し提示すると、初回よりも馴化は早く進む
- **刺激強度**：強い反応ほど反射的の反応は強く、馴化に抵抗する。馴化は弱い刺激ほど進行が早い
- **過剰学習**：馴化が進み、観察可能な行動の変化が無くなったあとも刺激を与え続けると、刺激が消えたあとの長期的な馴化の保持量が増える
- **刺激般化**：一つの刺激から類似した新しい刺激への馴化の転移。

「メイザーの学習と行動」より

似た刺激も同じと判断してしまい

• 刺激般化

刺激の類似性の判断は、**常に当事者**



教育が不十分であれば、
日常の無害な刺激によって、
危険な刺激にも馴化してしまう可能性がある。



不適切な拡張

- 慣れ

乗り越える対策は？

重要な出来事が滅多に起こらない

似た刺激も同じと判断してしまい

乗り越える対策は？

重要な出来事（=災害）が

滅多に起こらない



- 刺激が潜在的に危険であることを知る
⇒ 災害を実感させること ~ 危険体感教育

乗り越える対策は？

重要な出来事 (=災害) が
滅多に起こらない



- 災害を実感させること ~ 危険体感教育
- (即時の強い)フィードバック

乗り越える対策は？

似た刺激も同じと判断してしまい



- 適用限界を知る
なぜ今、安全なのかを知る

乗り越える対策は？

似た刺激も同じと判断してしまい



「こうすれば良い」でなく、「こうしないと、こんなことが起こるかも」を体験しておくこと

まとめ

ある作業に対して慣れている
ある作業に経験がない



思い込み
注意不足
連絡不足



これまでの経験に頼り失敗

危険性が目の前に存在していることを常に意識すること
特に危険が顕在化する機会が少ない場合
(化学プロセスにおける暴走反応など)

運転操作ではなく、災害を体験する施設が必要

乗り越える対策は？

• いかにして災害を体験させるか

• 幸せな記憶は、幸せな時こそ鮮明に蘇える

幼稚園児を公園に散歩に連れていく。



翌日、公園に行った時のことを、静かな部屋に座って
思い出せと言われた時は、記憶力がいまいち。



しかし、ふたたび公園に連れていかれると、
そこでした多くのことを思い出した。

乗り越える対策は？

• シミュレーター

- 運転シミュレータは数あれど、それらの目的は技能の習熟。
- 危険性を認知させるには、災害体験が目的のシミュレータが必要

自動車教習運転シミュレータ
プラント運転操作訓練シミュレータ

乗り越える対策は？

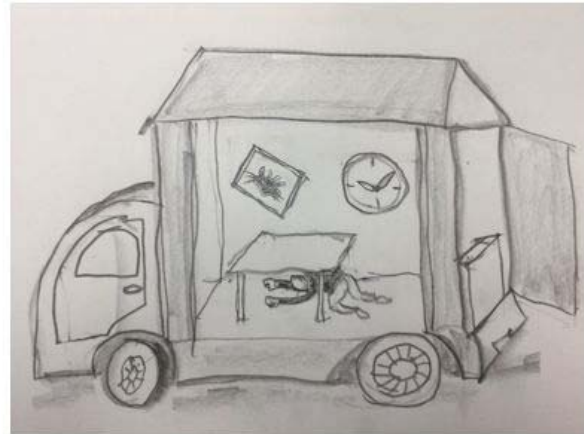
災害体験シミュレータ

- 地震体験

現実の環境に近い状況下での体験
リアルタイムの強いフィードバック



危険を再認識するための
条件が揃っている



地震体験車

他にもシートベルト体験車などがあてはまる

<http://www.youtube.com/watch?v=qgjYUvUCLpl>

乗り越える対策は？

- シミュレーター

- 反応暴走などの危険性を再認識させるためのシミュレータが必要
- いかにも熱分析データを見せて危険だと叫んでも、フィードバックが弱く、発生頻度も少ない事象については、その危険性について「慣れ」てしまう。

現実の環境に近い状況下での体験
リアルタイムの強いフィードバック

溶接溶断作業の対策

労働安全衛生総合研究所 特別研究報告 (2015) 参照

貯槽溶断作業時の爆発のリスク



貯槽溶断作業時の爆発リスク低減のために

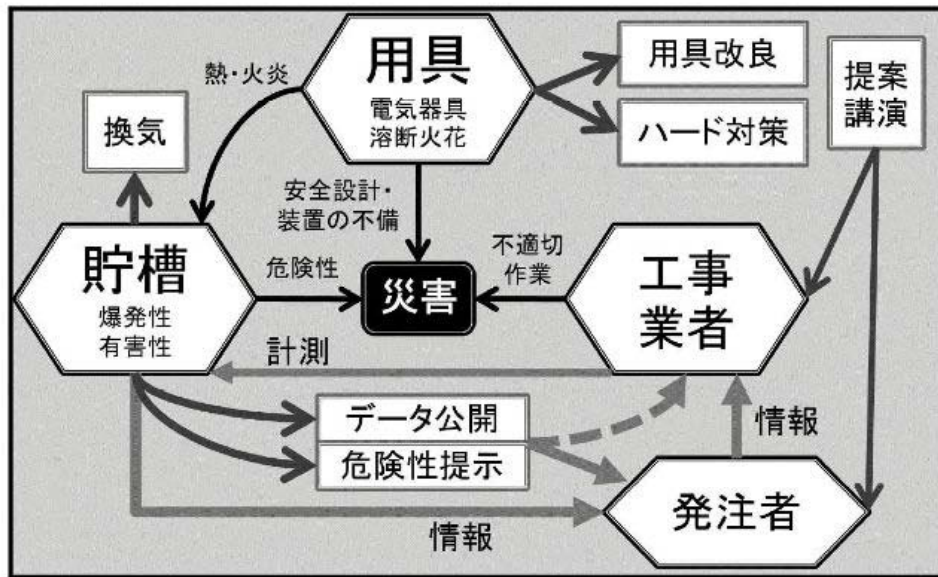


図1 災害防止の戦略

溶接溶断作業時の爆発火災

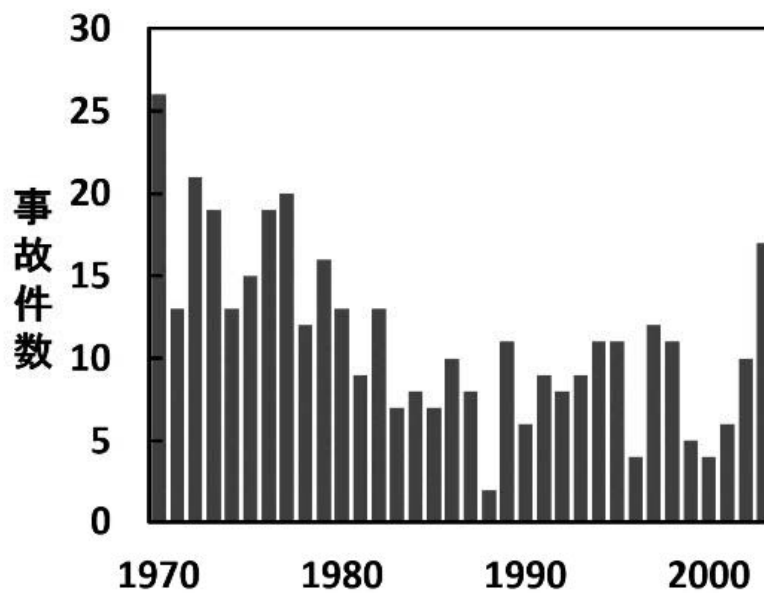


図2 溶接・溶断作業が関わる爆発火災の推移

溶接溶断作業時の爆発火災

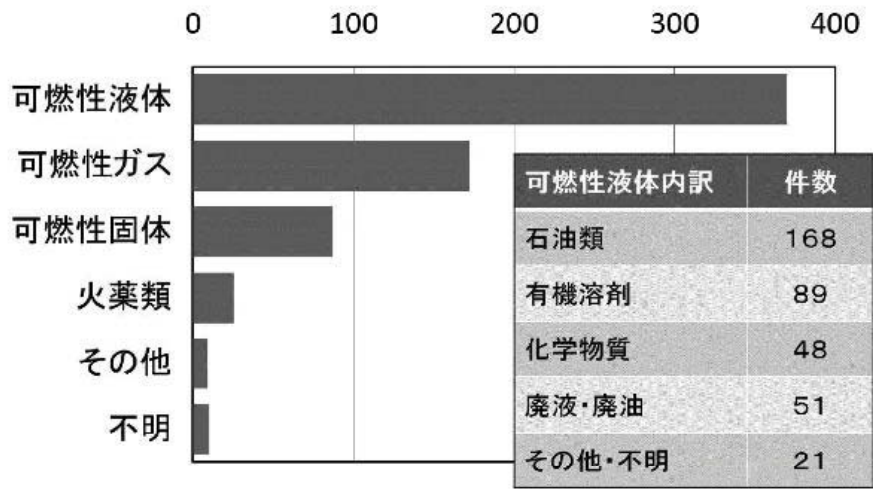
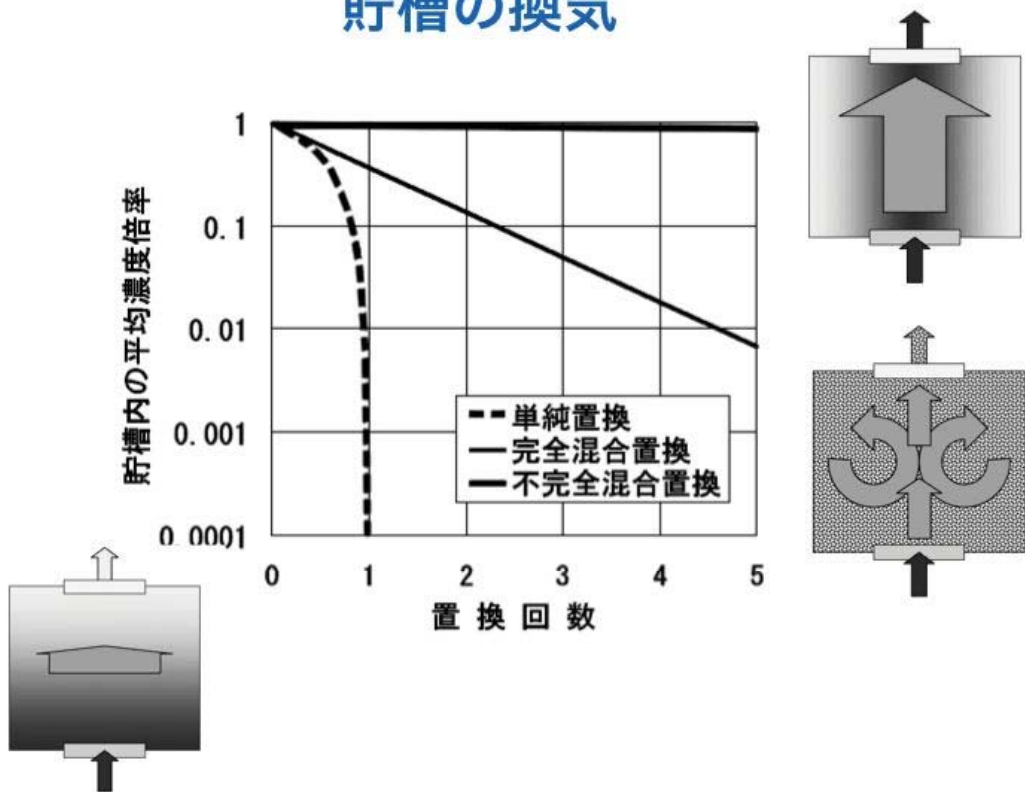
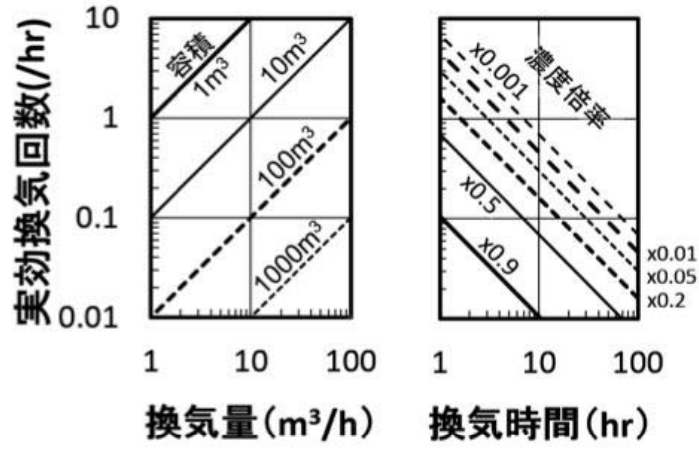


図3 溶接・溶断作業が関わる事例の物質別件数

貯槽の換気



貯槽の換気の簡易換算表



貯槽の換気の簡易換算表

