

2023年度高圧ガス関係事故分析

JIMGA-T-SN/18/24

2024年3月

一般社団法人

日本産業・医療ガス協会



2023年度高圧ガス関係事故分析

◆はじめに

2022年度（令和4年度）高圧ガス事故事例データベース（経済産業省委託事業、特別民間法人高圧ガス保安協会作成）より、盗難・喪失を除く事故について、LPG・冷凍関係および物質名で液化石油ガス・炭化水素等の高圧ガスを除き、産業ガスに係る高圧ガス事故分析をおこない、さらに『ローリに関連する事故』に関して分析をおこなった

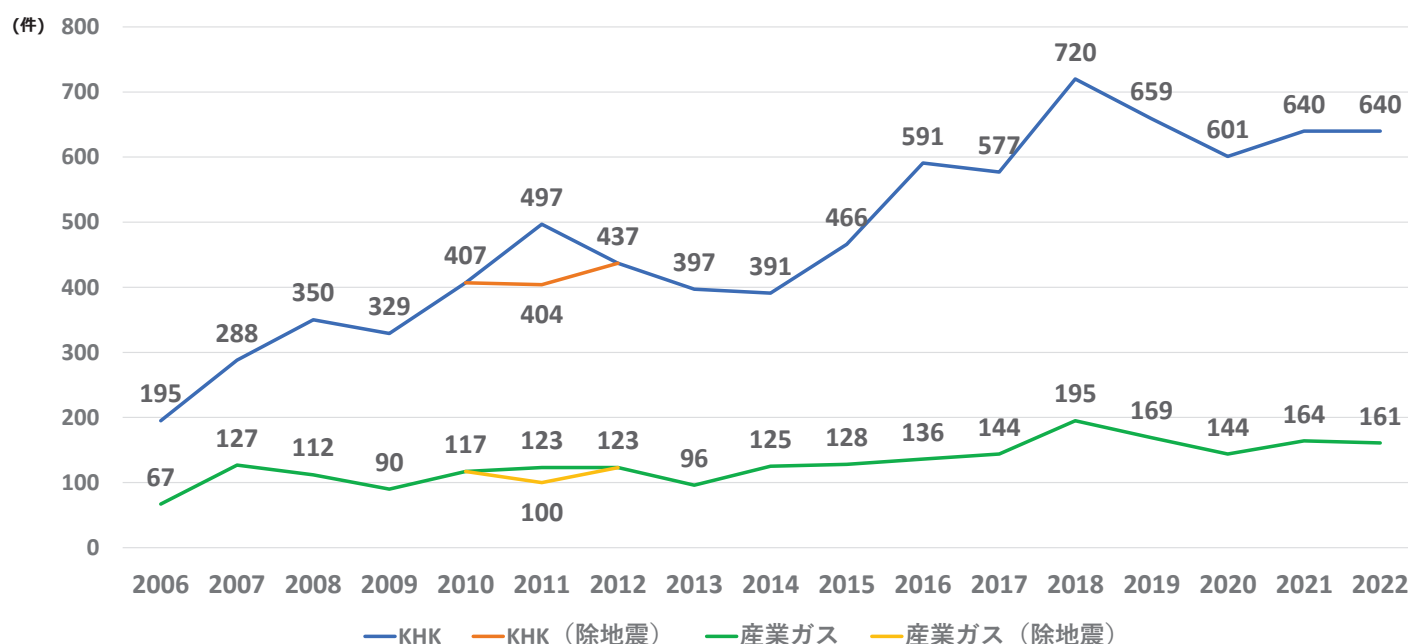


< 目次 >

1. 産業ガス関連 高圧ガス事故件数の推移
2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳
3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析



1. 産業ガス関連 高圧ガス事故件数の推移



1. 産業ガス関連 高圧ガス事故件数の推移

2011年の数字には地震・津波原因の事故（全体で93件、内産業ガス23件）を含んでいる
地震・津波原因を除くとオレンジ・黄色線のようになる

考察

- ◆ 高圧ガス事故件数の推移は全体として多い状態が続いている
- ◆ 産業ガスも同様に多くの高圧ガス事故が発生し、2022年も161件となっている

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

- 2-1. 事故区分別 事故件数の推移
- 2-2. 物質別 事故発生数の推移
- 2-3. 現象別 事故発生件数の推移
- 2-4. 設備区分別 事故発生件数の推移
- 2-5. 取扱状態別 事故発生件数の推移
- 2-6. 原因別事故発生件数の推移
 - 2-6-1. 2022年 原因別 事故発生件数
- 2-7. 事故の原因別分析
 - 2-7-1. 2012年～2022年 原因別 事故発生件数

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

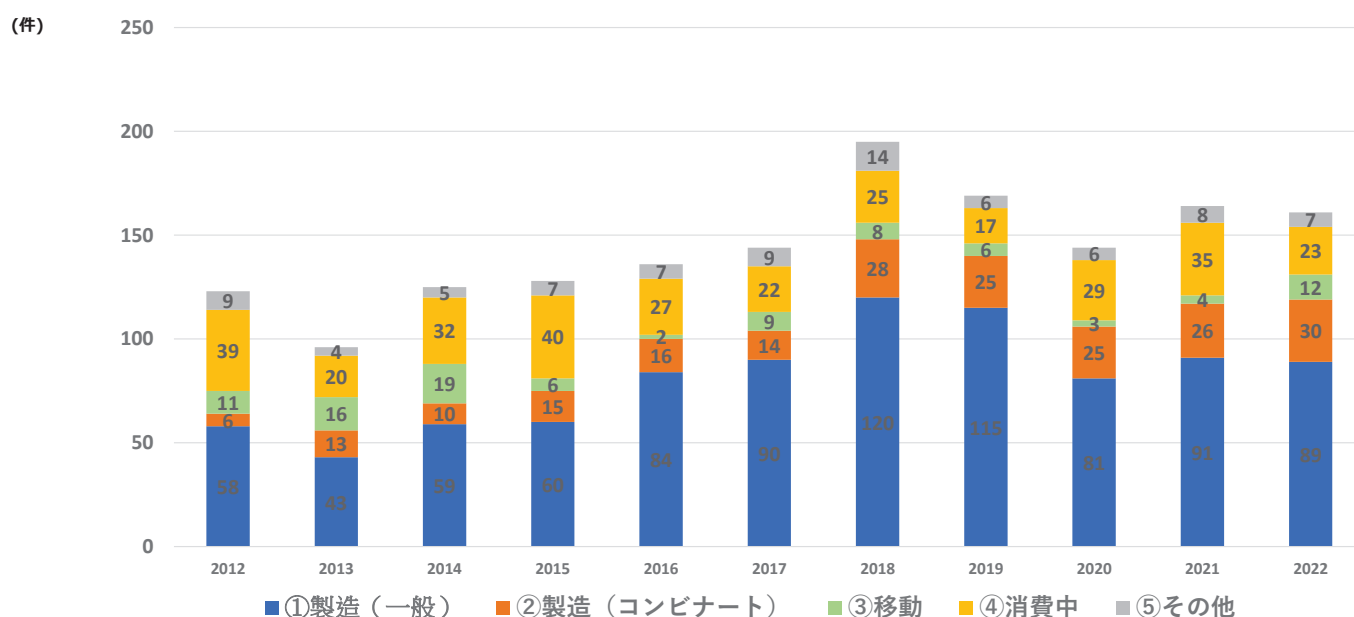
2-1. 事故区分別 事故件数の推移

事故区分	／年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
■①製造（一般）		58	43	59	60	84	90	120	115	81	91	89	890
■②製造（コンビナート）		6	13	10	15	16	14	28	25	25	26	30	208
■③移動		11	16	19	6	2	9	8	6	3	4	12	96
■④消費中		39	20	32	40	27	22	25	17	29	35	23	309
■⑤その他		9	4	5	7	7	9	14	6	6	8	7	82
産業ガス事故件数合計		123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-1. 事故区分別 事故件数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-1. 事故区分別 事故件数の推移

考察

◆ 例年通りであるが、区分別では製造（一般）が半数以上を占めている



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

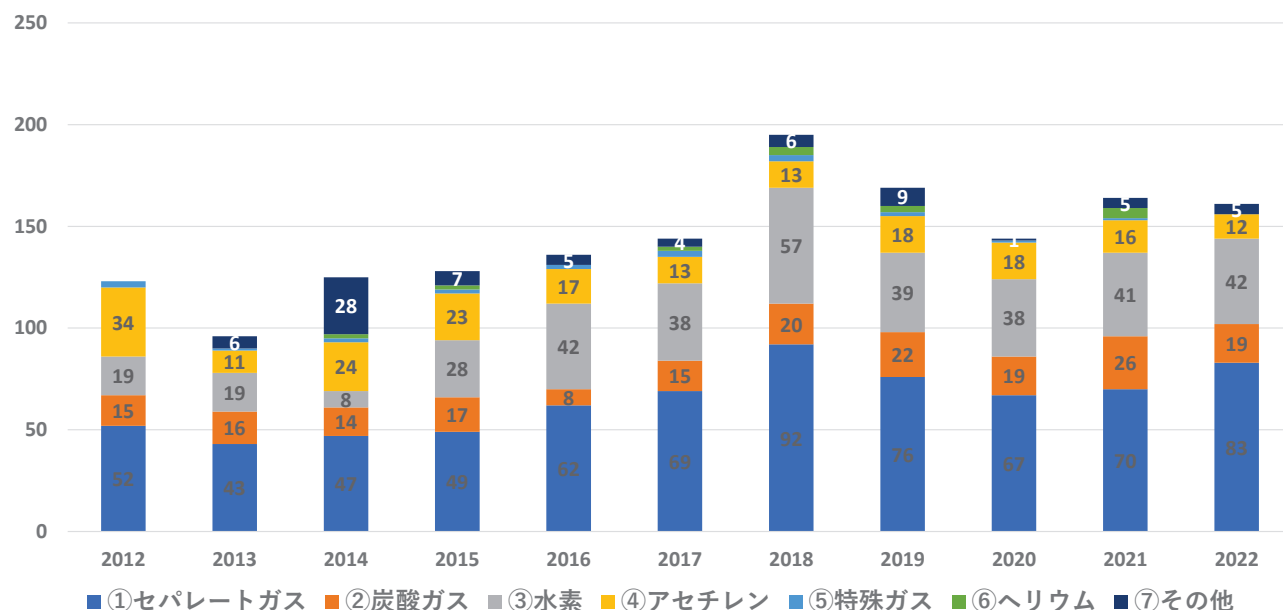
2-2. 物質別 事故発生の推移

物質名	／年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
■①セパレートガス		52	43	47	49	62	69	92	76	67	70	83	710
■②炭酸ガス		15	16	14	17	8	15	20	22	19	26	19	191
■③水素		19	19	8	28	42	38	57	39	38	41	42	371
■④アセチレン		34	11	24	23	17	13	13	18	18	16	12	199
■⑤特殊ガス		3	1	2	2	2	3	3	2	1	1	0	20
■⑥ヘリウム		0	0	2	2	0	2	4	3	0	5	0	18
■⑦その他		0	6	28	7	5	4	6	9	1	5	5	76
産業ガス事故件数合計		123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-2. 物質別 事故発生数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-2. 物質別 事故発生数の推移

考察

- ◆ 物質別では酸素、窒素、アルゴンのエアセパレートガスが半数を占め、前年から13件増加し83件となっている
- ◆ 2番目は2015年以降水素ステーション等の設備や取り扱う機会が増加した水素であるが42件とここ数年40件前後となっている

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

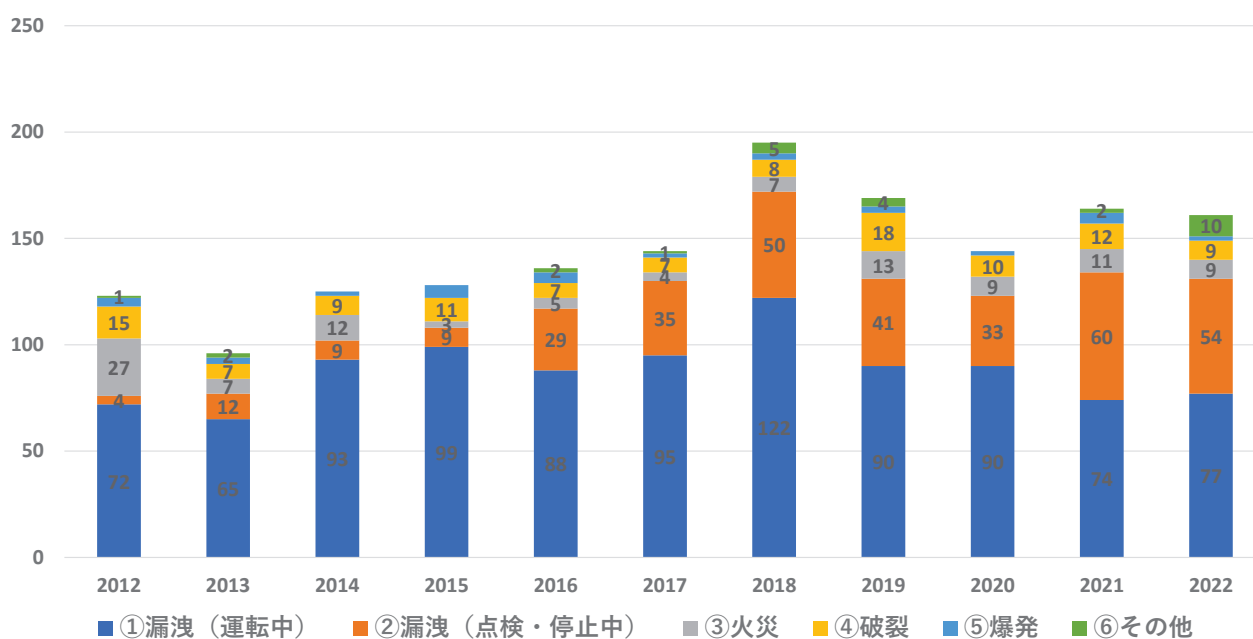
2-3. 現象別 事故発生件数の推移

／年		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
現象別	①漏えい（運転中）	72	65	93	99	88	95	122	90	90	74	77	965
	②漏えい（点検・停止中）	4	12	9	9	29	35	50	41	33	60	54	336
	③火災	27	7	12	3	5	4	7	13	9	11	9	107
	④破裂	15	7	9	11	7	7	8	18	10	12	9	113
	⑤爆発	4	3	2	6	5	2	3	3	2	5	2	37
	⑥その他	1	2	0	0	2	1	5	4	0	2	10	27
産業ガス事故件数合計		123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-3. 現象別 事故発生件数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-3. 現象別 事故発生件数の推移

考察

- ◆ 産業ガスの現象別では漏えいが80%を占めている
- ◆ 高圧ガス全体の事故では漏えいが90%を占めている



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

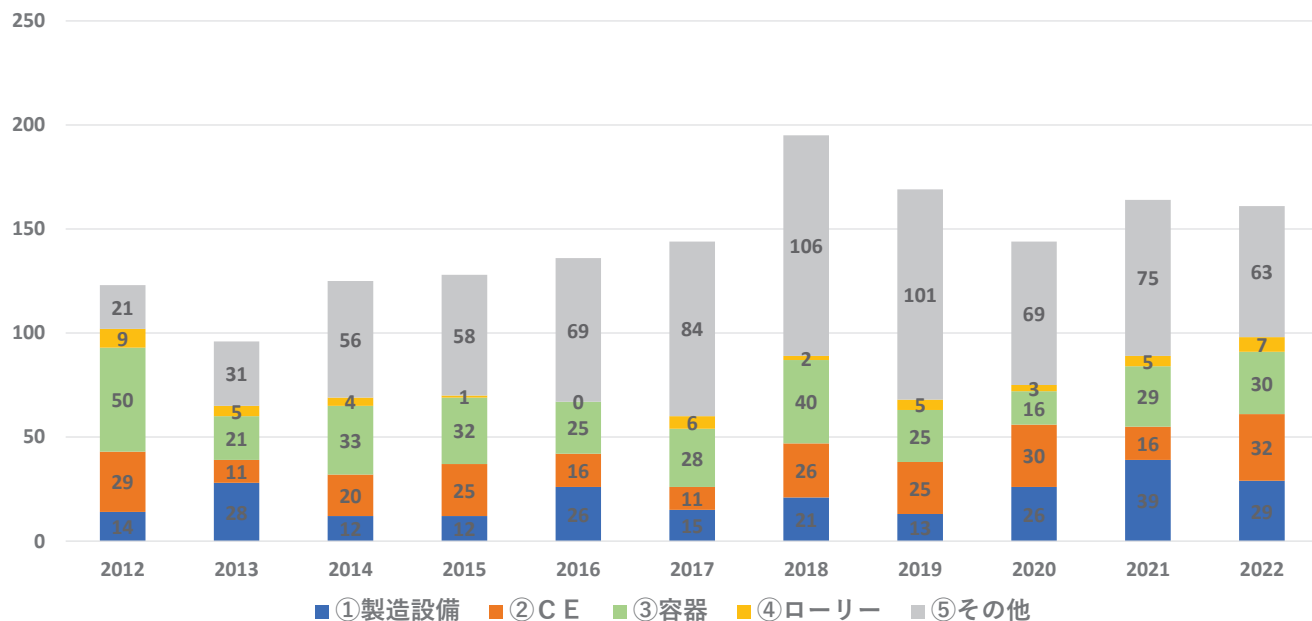
2-4. 設備区分別 事故発生件数の推移

		／年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
設備区分	①製造設備		14	28	12	12	26	15	21	13	26	39	29	235
	②CE		29	11	20	25	16	11	26	25	30	16	32	241
	③容器		50	21	33	32	25	28	40	25	16	29	30	329
	④ローリー		9	5	4	1	0	6	2	5	3	5	7	47
	⑤その他		21	31	56	58	69	84	106	101	69	75	63	733
産業ガス事故件数合計			123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-4. 設備区分別 事故発生件数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-4. 設備区分別 事故発生件数の推移

考察

- ◆ 設備区分別では、製造設備が減少しているが、CEが前年の2倍の件数となっている
- ◆ 容器は多い状態が続いている

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

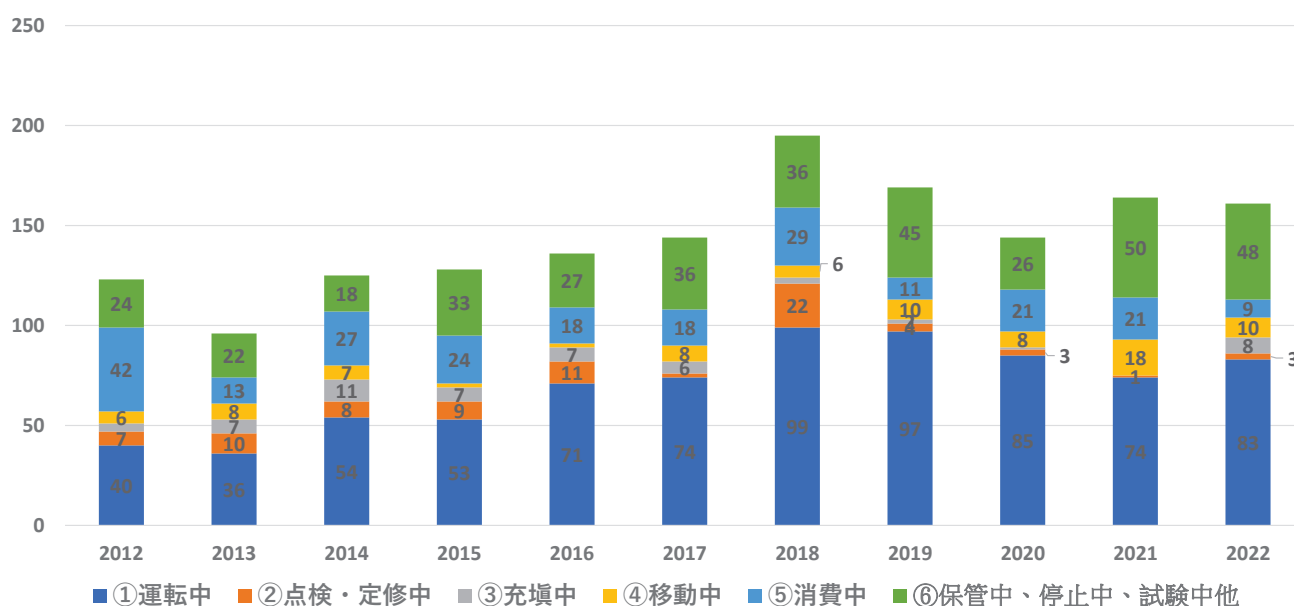
2-5. 取扱状態別 事故発生件数の推移

／年		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
取扱状態	①運転中	40	36	54	53	71	74	99	97	85	74	83	766
	②点検・定修中	7	10	8	9	11	2	22	4	3	1	3	80
	③充填中	4	7	11	7	7	6	3	2	1	0	8	56
	④移動中	6	8	7	2	2	8	6	10	8	18	10	85
	⑤消費中	42	13	27	24	18	18	29	11	21	21	9	233
	⑥保管中、停止中、試験中他	24	22	18	33	27	36	36	45	26	50	48	365
産業ガス事故件数合計		123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-5. 取扱状態別 事故発生件数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-5. 取扱状態別 事故発生件数の推移

考察

- ◆ 「①運転中」の事例の中には「運転前の日常点検」中に異常（「漏れ」等）を発見するケースが含まれている
- ◆ 「④移動中」の事例の中には『移動の途中において、設備からローリ・又はローリからCEへ「充填中」』の事故も含まれている。更に、近年「充填前の日常点検中」に異常を発見するケースが増えている為、実際には「点検中」に異常を発見し、事故を未然に防いでいるケースが多く含まれていると思われる。
- ◆ 「ヒヤリ・ハット」は「事故を未然に防いだ成功例」と事業所内で周知し、より一層の「日常点検」・「定期点検」の重要性を説く事が重要である

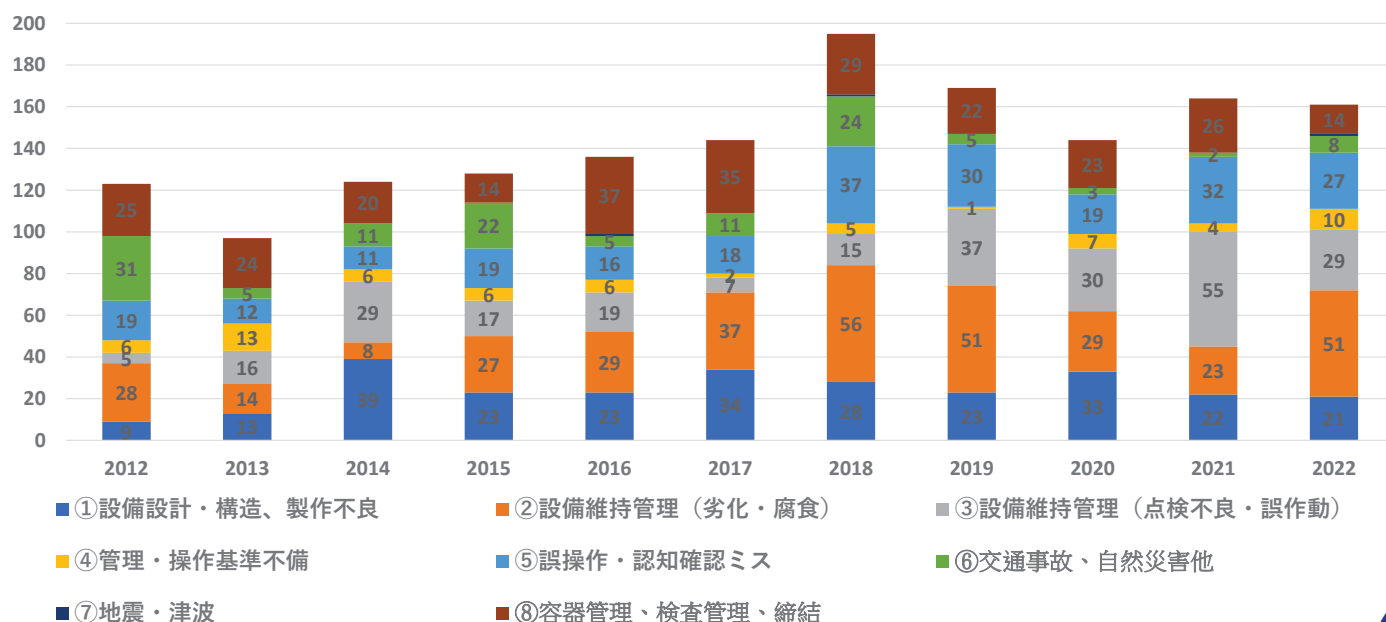
2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-6. 原因別 事故発生件数の推移

／年		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
事故原因	①設備設計・構造、製作不良	9	13	39	23	23	34	28	23	33	22	21	268
	②設備維持管理（劣化・腐食）	28	14	8	27	29	37	56	51	29	23	51	353
	③設備維持管理（点検不良・誤作動）	5	16	29	17	19	7	15	37	30	55	29	259
	④管理・操作基準不備	6	13	6	6	6	2	5	1	7	4	10	66
	⑤誤操作・認知確認ミス	19	12	11	19	16	18	37	30	19	32	27	240
	⑥交通事故、自然災害他	31	5	11	22	5	11	24	5	3	2	8	127
	⑦地震・津波	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3
	⑧容器管理、検査管理、締結	25	24	20	14	37	35	29	22	23	26	14	269
産業ガス事故件数合計		123	96	125	128	136	144	195	169	144	164	161	1585

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-6. 原因別 事故発生件数の推移



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

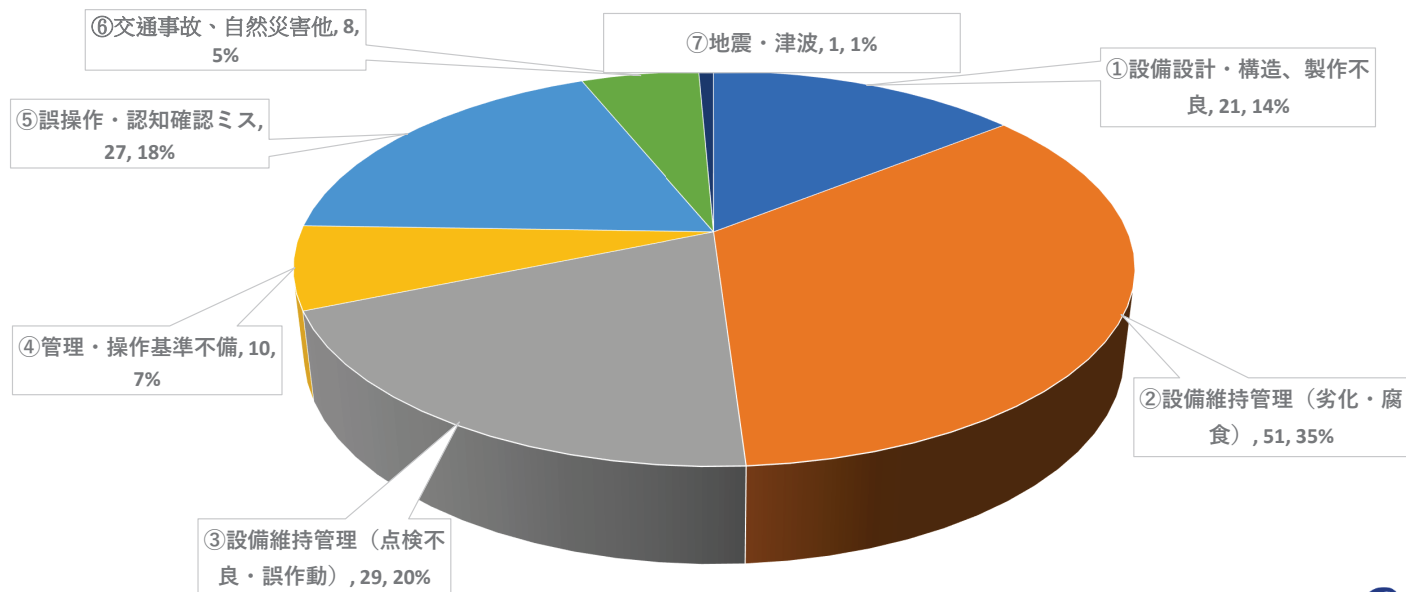
2-6. 原因別 事故発生件数の推移

考察

- ◆ 「③設備維持管理（点検不良・誤作動）」の件数が減少している理由は点検中に事故を発見し、事故による被害を未然に防いでいる率が高くなっていることの現れと思われる
- ◆ 「②設備維持管理不良（劣化・腐食）」が増えている理由は、これまで「③点検不良」が原因で設備運転中に事故が発生していた事例が、運転前の日常点検の段階で、（事故の大半を占め）「設備の漏えい」を発見する率が高くなっている事にある
- ◆ 「漏えい」の主な原因は「設備の劣化・腐食」が原因である為、その結果「②設備維持管理不良（劣化・腐食）」の率が伸びている

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-6-1. 2022年 原因別 事故発生件数



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

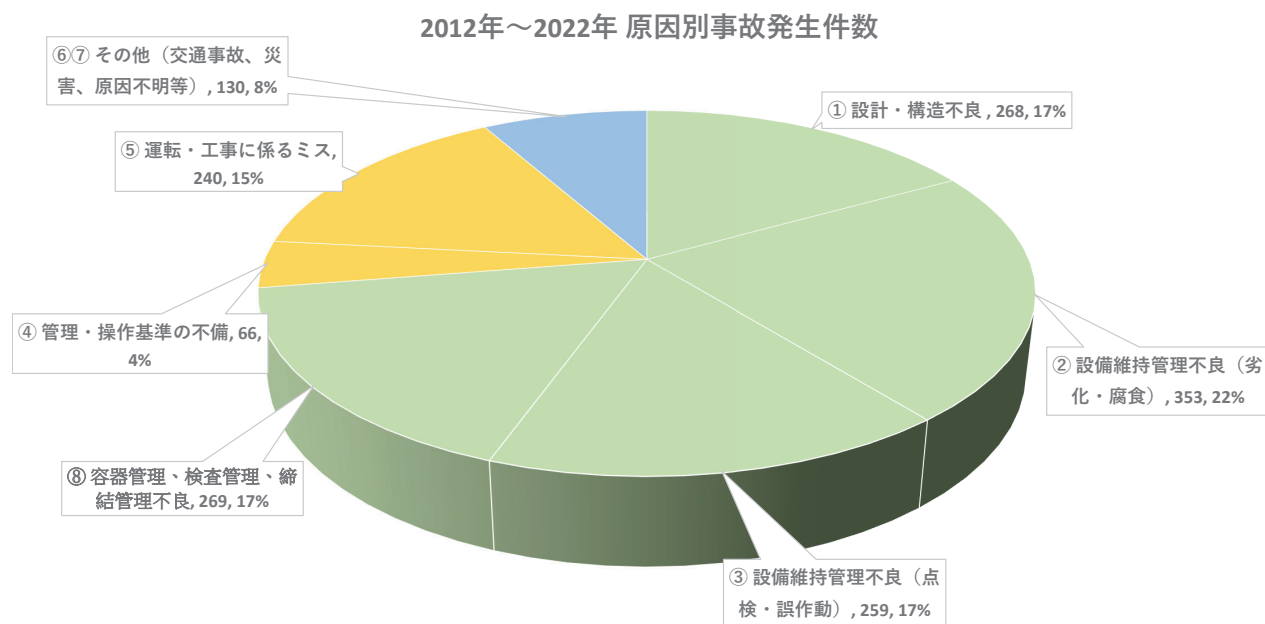
2-7-1. 2012年～2022年 原因別 事故発生件数

事故原因		件数	比率 (%)
設備上 (ハード)	設計・構造不良 ①	268	17%
	維持管理不良	設備維持管理不良（劣化・腐食） ②	353
		設備維持管理不良（点検・誤作動） ③	259
		容器管理、検査管理、締結管理不良 ⑧	269
	小計	1,149	72%
運 転 ・ 操 作 上 (ソフト)	管理・操作基準の不備 ④	66	4%
	運転・工事に係るミス ⑤	240	15%
	小計	306	19%
その他（交通事故、災害、原因不明等） ⑥⑦		130	8%
合 計		1,585	100%

過去10年間（2012年～2022年）に発生した事故について、原因別の集計結果を上記の表に示す

2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-7-1. 2012年～2022年 原因別 事故発生件数



2. 産業ガス関連 高圧ガス事故の推移内訳

2-7-1. 2012年～2022年 原因別 事故発生件数

考察

- ◆ 運転・操作上（ソフト）の要因よりも、設備上（ハード）の要因で事故が発生する率が高い（全体の72%を占める）

3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

◆データ抽出基準

3-1. ローリ事故分析

3-2. ローリ事故事例詳細・対応策

3-3. 総評

※参考資料 大型車両：車輪脱落事故 <国土交通省>



3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

◆データ抽出基準

2022年度（令和4年度）高圧ガス事故事例データベース（経済産業省委託事業、特別民間法人高圧ガス保安協会作成）より、盗難を除く事故について、LPG・冷凍関係および物質名で液化石油ガス・炭化水素等の高圧ガスを除き、産業ガスの『ローリに関連する事故』について分類・再集計した

<目的>

- ・ローリに関連する事故の分析を行い、再発防止対策を提示しローリに関する事故をなくすことを目的とする

<対象期間>

- ・2013年～2022年の10年間



3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

◆データ抽出基準

<データの抽出条件>

- ・ 元データ：2022年度（令和4年度）高圧ガス事故事例データベース
（経済産業省委託事業、特別民間法人高圧ガス保安協会作成）
- ・ ガス種 ：LPG・冷凍関係および物質名で液化石油ガス・炭化水素・アンモニア等の高圧ガスを除き、交通事故（移動を伴う事例：3）を除く、ローリに関連する事故

以上によりデータ数34件

<分類項目について>

データベースでは報告者の内容をそのまま掲載しているが事故概要を再検討し、「設備区分」「一次事象」「二次事象」「事故原因」について分類項目を再検討した



3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

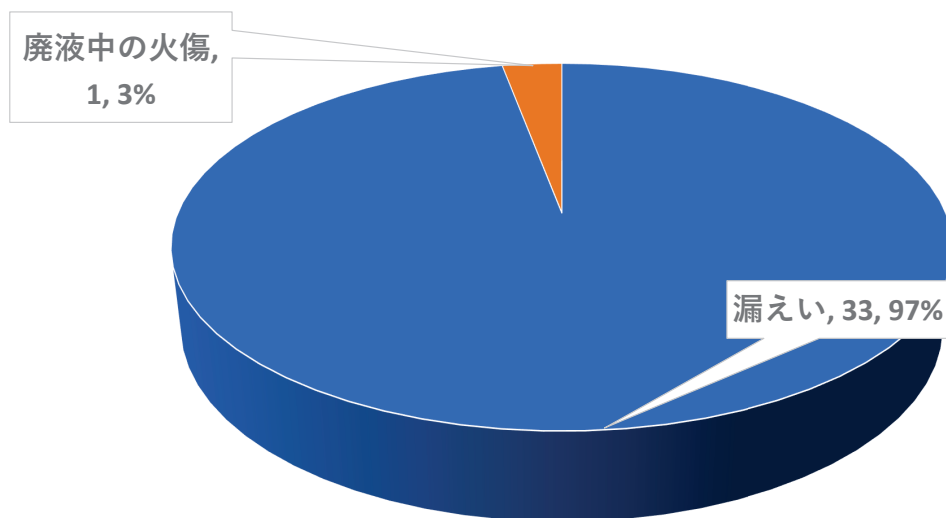
3-1. ローリ事故分析

- ① 一次事象（全34件中）
- ② ガス種別 事故発生件数 及び 重軽傷者数
- ③ ガス種別 事故発生件数
- ④ ガス種別 重軽傷者数
- ⑤ 事故対策別 事故発生件数 及び 重軽傷者数
- ⑥ 事故対策別 事故発生件数 及び 点検中に漏えい発見した割合



3-1. ローリ事故分析

① 一次事象（全34件中）



3-1. ローリ事故分析

① 一次事象（全34件中）

考察

◆ ローリ事故の一次事象の97%（33件/34件中）は「漏えい」である

3-1. ローリ事故分析

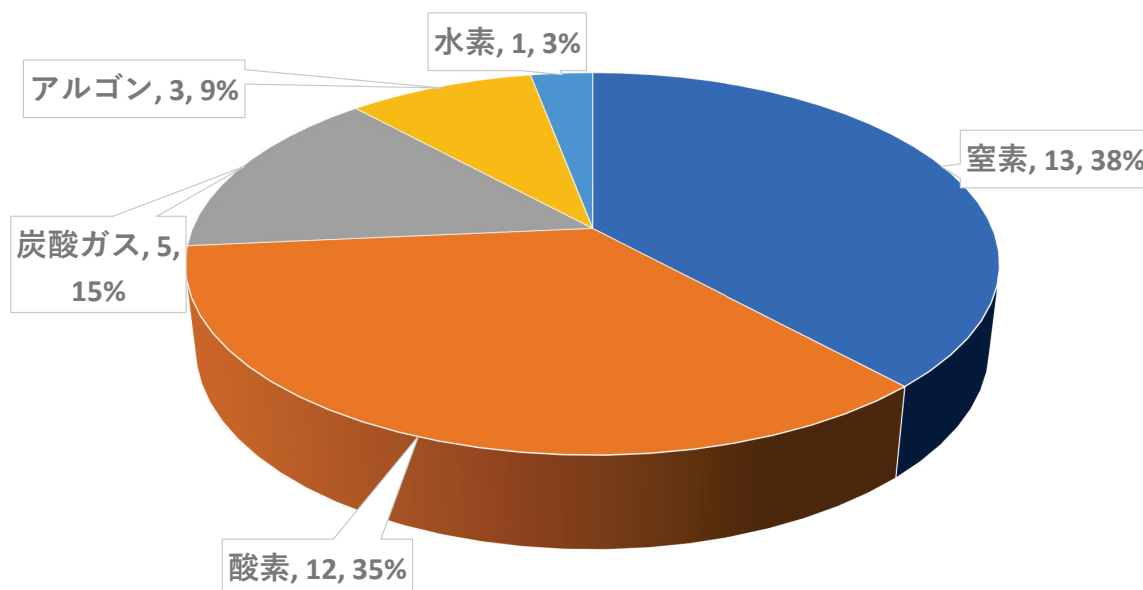
② ガス種別 事故発生件数 及び 重軽傷者数

	件数	重傷者数	軽傷者数	合計数
窒素	13	1	1	2
酸素	12	1	0	1
炭酸ガス	5	0	0	0
アルゴン	3	1	0	1
水素	1	0	0	0
総計	34	3	1	4



3-1. ローリ事故分析

③ ガス種別 事故発生件数



3-1. ローリ事故分析

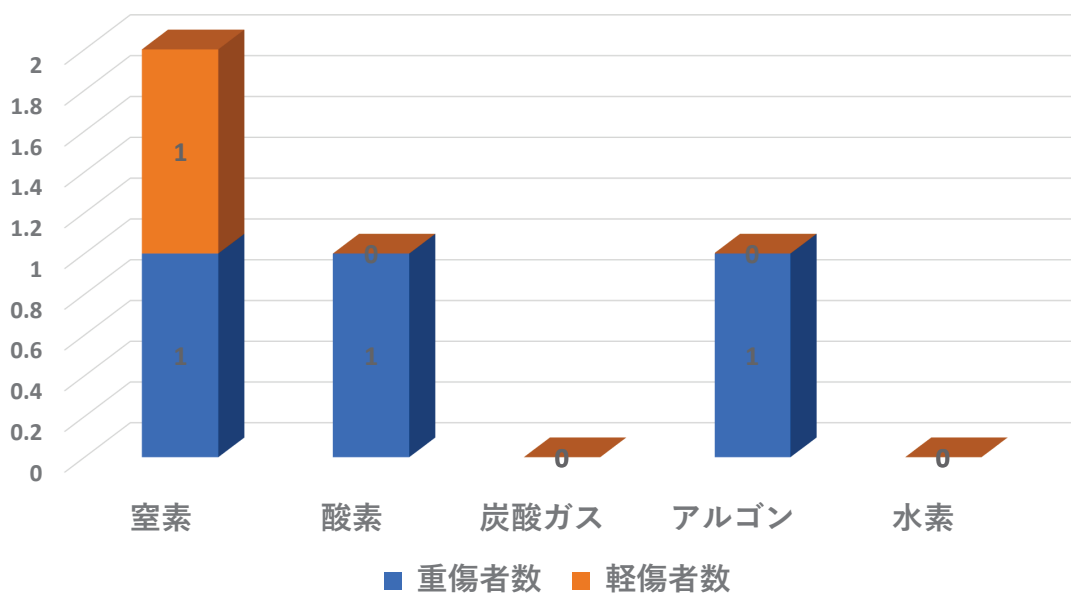
③ ガス種別 事故発生件数

考察

- ◆ ローリ事故のガス種別では、酸素・窒素で73%を占め、炭酸ガス、アルゴンと続くがこれは車両台数比率とほぼ同等と考えられる

3-1. ローリ事故分析

④ ガス種別 重軽傷者数



3-1. ローリ事故分析

④ ガス種別 重軽傷者数

考察

◆統計的には要素数が少なく傾向を見いだせないが、ローリ事故による被災者が発生していることを忘れてはいけない

3-1. ローリ事故分析

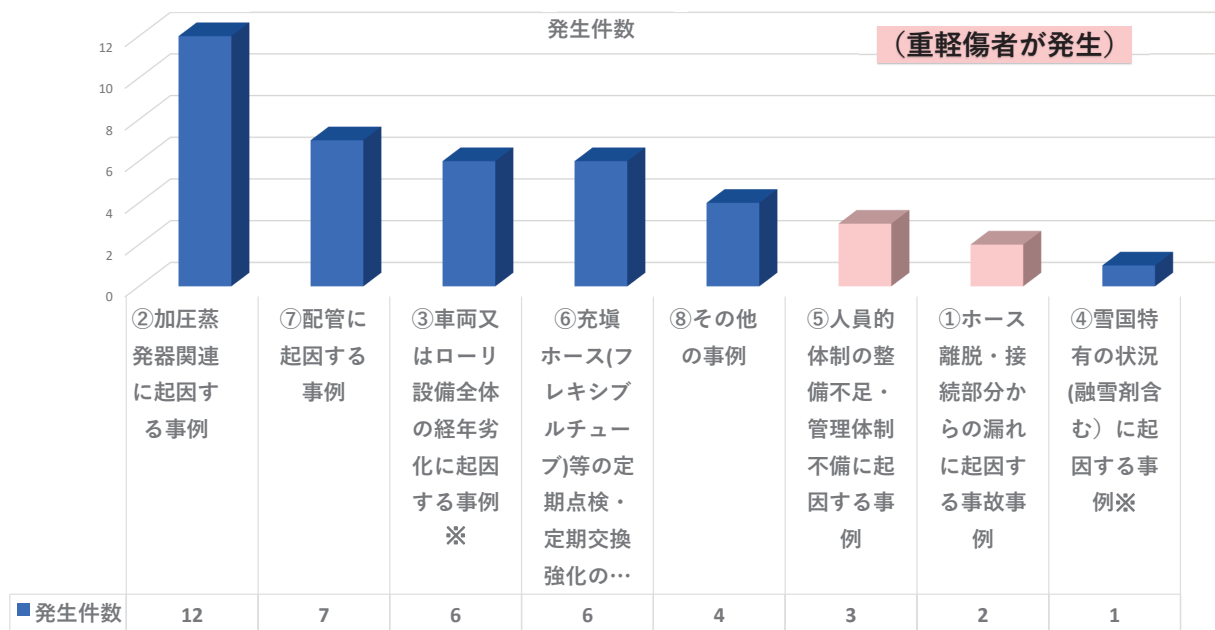
⑤ 事故対策別 事故発生件数 及び 重軽傷者数

事故対策別 事故発生件数	発生件数	重傷者数	軽傷者数	重軽傷者 合計数
②加圧蒸発器関連に起因する事例	12	0	0	0
⑦配管に起因する事例	7	0	0	0
③車両又はローリ設備全体の経年劣化に起因する事例※	6	0	0	0
⑥充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・定期交換強化の必要性有の事例	6	0	0	0
⑧その他の事例	4	0	0	0
⑤人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例	3	2	0	2
①ホース離脱・接続部分からの漏れに起因する事故事例	2	1	1	2
④雪国特有の状況（融雪剤含む）に起因する事例※	1	0	0	0
合計	41	3	1	4

※③・④事故原因が複数要因の場合(7件) も含む為、全事象数は34件ではなく41件となる

3-1. ロリー事故分析

⑤ 事故対策別 事故発生件数 及び 重軽傷者数



※③・④事故原因が複数要因の場合(7件)も含む為、全事象数は34件ではなく41件となる

モノづくりを支え 命を守る、インフラがある。

© 2023 Japan Industrial and Medical Gases Association

41

3-1. ロリー事故分析

⑤ 事故対策別 事故発生件数 及び 重軽傷者数

考察

- ◆ 加圧蒸発器、配管、車両等の経年劣化などが多くなっている
- ◆ 振動を受ける部分については十分な配慮が必要ある

3-1. ローリ事故分析

⑥ 事故対策別 事故事例件数 及び 点検中に漏えい発見した割合

(点検により事故を未然に防いだ件数：青部分)

事故対策別 事故事例	発生件数	点検中漏えい発見	充填中又は充填後漏えい発覚
②加圧蒸発器関連に起因する事例	12	10	2
⑦配管に起因する事例	7	6	1
③車両又はローリ設備全体の経年劣化に起因する事例※	6	3	3
⑥充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・定期交換強化の必要性有の事例	6	3	3
⑧その他の事例	4	2	2
⑤人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例	3	0	3
①ホース離脱・接続部分からの漏れに起因する事故事例	2	0	2
④雪国特有の状況（融雪剤含む）に起因する事例※	1	0	1
合計	41	24	17

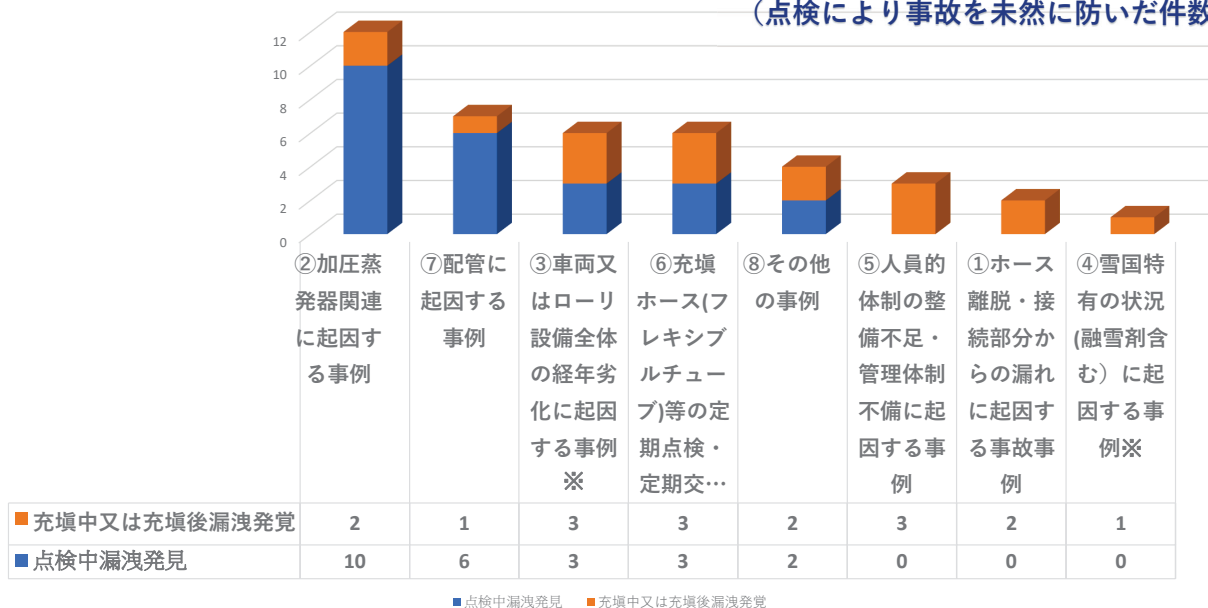
※③・④事故原因が複数要因の場合（7件）も含む為、全事象数は34件ではなく41件となる



3-1. ローリ事故分析

⑥ 事故対策別 事故事例件数 及び 点検中に漏えい発見した割合

(点検により事故を未然に防いだ件数：青部分)



※③・④事故原因が複数要因の場合（7件）も含む為、全事象数は34件ではなく41件となる

3-1. ローリ事故分析

⑥ 事故対策別 事故発生件数 及び 点検中に漏えい発見した割合

考察

- ◆ 加圧蒸発器に関連する事故発生件数については「点検中の事故発見数」が、「充填中などの事故発見数」に比べて5倍となっている
- ◆ 重点的に点検が行われ、事前に事故が発見される個所として、重大事故の防止につながっている

3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

3-2. ローリ事故事例詳細・対応策

- ① ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例
- ② 加圧蒸発器関連に起因する事例
- ③ 車両又はローリの設備全体の経年劣化に起因する事例
- ④ 雪国特有の状況（融雪剤含む）に起因する事例
- ⑤ 人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例
- ⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・定期交換強化の必要性有の事例
- ⑦ 配管に起因する事例
- ⑧ その他の事例

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1:設備からローリへ液化窒素を充填中の漏えい事故

事例1

＜2018年5月23日 窒素 愛知県 軽傷者 1名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

ローリへ液化窒素を充填するためにセンターへ入構し、ローリ充填口に継手を取り付け、充填ホースを接続し充填作業を開始。充填開始後2～3分経過後充填ホースが離脱し、充填ホースから噴出した液化窒素が作業員の右足甲部に被液し、低温火傷を負った。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 作業員が作業前、充填ホースの装着状態を確認せずそのまま充填ホースを取り付けたことにより充填時の圧力で充填ホースが離脱した
- 充填ホースの装着状況確認は、センターの講習会で注意事項として通達されていたにも関わらず、荷主側及び委託先ローリ運輸会社内で講習内容を全作業員に周知・徹底できていなかった



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例2:ローリからCEへ液化窒素充填中の漏えい事故

事例2

＜2019年10月4日 窒素 長野県 重傷者1名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

液化窒素ローリにより、CEへ液化窒素の充填を開始したところ、CEと充填ホースの接続部から漏えいした。漏えいを止めようと増し締めを行った際に、ホースが接続部から外れ飛散した液化窒素が作業員の右臀部にかかった。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 充填ホースの先端部分の三ツ爪のクラッチハンドルの締め込みが甘かったため漏えいしたと推定される
- 漏えい確認後、直ちにローリの液出口元弁を閉めなかったため、外れた充填ホースから液化窒素が飛散した



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

考察

三つ爪タイプのクラッチハンドルの緩みにより充填ホースが脱落する、または装着が不十分なまま充填し液が漏えいする事例が多数発生している。一度事故が起こると死傷者を出す重大事故となる為、特に注意が必要である。

対策

1) ソフト面での対策

(会員事業所で実際に行われている対策)

A. 事故発生時の正しい手順徹底・教育強化

□ 事故後の二次被害を防ぐ為、漏れが生じた際の手順

1. 作業員はまず避難し安全確保を行う事が最優先
2. 次に、直ちに液出口元弁を閉める
3. 増し締めする際は充填ホース内の脱圧確認後に実施する (可能な場合)

※上記の様な手順の徹底・作業員教育の確実な実施を行う事が重要

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

三つ爪タイプのクラッチハンドルの緩みによりホースが脱落する事故例の対策について

対策

1) ソフト面での対策

(会員事業所で実際に行われている対策)

B. 通常作業（充填ホース取付け時）の手順徹底・教育強化

- 充填ホースは水平に正しく取付け、上下に揺らして外れないことを確認できるよう、日頃から動画等を用いて作業員教育が重要
- 充填作業時はフェイスシールド付きヘルメットの使用を推奨する
- 充填作業時は耐冷手袋の使用を推奨する

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

三つ爪タイプのクラッチハンドルの摩耗対策について

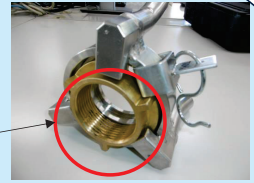
対策

1) ソフト面での対策 (会員事業所で実際に行われている対策)

C. 定期点検の強化

- 充填ホースの定期点検のチェックシートを作成し、外観検査項目にカラーリング※のネジ山の摩耗の確認を追加、外観検査での確認を徹底する
- 劣化状態により交換が必要になるので、都度注意して確認が必要
- 不具合を生じやすいブレードや爪等に外観検査の判定基準を記載する
- 摩耗しているカラーリングと摩耗していないカラーリングの写真をカラーリングの近くに掲示し、点検者が視覚で異常に気が付き易いようにする

※カラーリング



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

三つ爪タイプのクラッチハンドルの緩みによりホースが脱落する事故例の対策について

対策

1) ソフト面での対策 (会員事業所で実際に行われている対策)

C. 定期点検の強化

- 充填ホースの継手の定期点検は1回以上/年とする

D. 日常点検の強化

- 日常点検日誌にカラーリングの確認を追加する
- カラーリングに損傷や反りなどの劣化が見られる場合は使用中止し廃棄とする

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

三つ爪タイプのクラッチハンドルの緩みによりホースが脱落する事故例の対策について

対策

2) ハード面での対策

(会員事業所で実際に行われている対策)

A.接続金具の対策

- 接続金具は(各社の)標準品の使用を推奨し、適切な金具の使用を徹底する
- 三つ爪タイプのクラッチハンドルを使用している場合は、充填ホースが外れる方向への回転を止めるため、充填ホース脱落防止用金具※を取付け、緩んでも外れないよう対策する

※次頁 参考資料

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例1・2:液化窒素充填中の漏えい事故

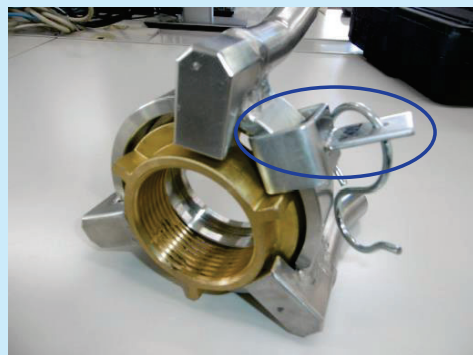
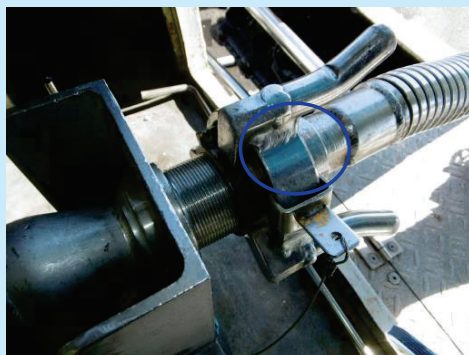
対策

◆脱落防止用金具(ストッパー)の推奨 (会員事業所が実際に行っている対策例)

クラッチハンドルが外れる方向への回転をストッパーが止めるため、納入・仕入時に爪の掛かりが緩んだ場合でも、充填ホースは外れない

(注) 液化ガス製品の飛散防止とはならないため、次の対応が必要

- ①漏えい場所より退避(安全確保)
- ②工場の製品払出弁閉止
- ③飛散防止対応(可能な場合)
- ④工場係員への報告



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故※

事例 3

※今回の調査対象期間外：2023年発生 の事例だが①の類似事例として参照

■事故の内容（事業所報告）

- 液化窒素のローリへの充填開始直後に、常設している充填ホースと設備側を繋ぐ継手が外れ液化窒素が漏えいした

■事故の原因（事業所報告）

- 充填ホースと設備側の継手部で、それぞれの角部のみがかみ合い固定された状態だった【推定】

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故

～事故詳細状況～（事業所報告）

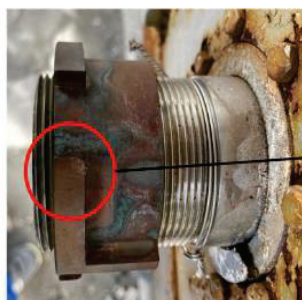
- ◆ ハンマーによる締め付け時※に、互いの角部のみが接触した状態で衝撃が加えられ、設備側接続部が変形した【推定】
※ハンマーによる締め付けは通常の手順
(設備側接続部で、全ての角部で変形が確認されている)
- ◆ 継続的な使用（振動および温度変化）により、角部のみで固定されていた部分が緩み、最終的に圧に耐えられず突発的に外れたと思われる【推定原因】

①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故

※参考資料

～事故詳細状況～（事業所報告）

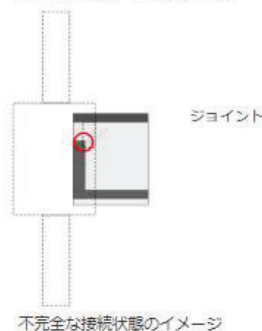


設備側ジョイント



設備側ジョイント角部拡大

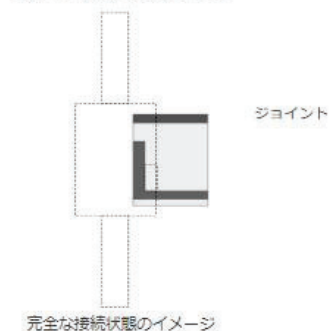
フレキシブルホースカップリング



不完全な接続状態のイメージ



フレキシブルホースカップリング



完全な接続状態のイメージ



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故

対策

◆ 継手部分のアイマークをつける（会員事業所が実際に行っている対策例）

継手部分の確認は毎日実施し、
継手部分にアイマークをつけて
接続状況が確認しやすい点検
方法を導入している



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故

対策

1) ホース脱落対策 (会員事業所が実際に行っている対策例)

- 接続作業に関する作業手順および確認方法を文書化し作業者トレーニングを実施する
- 作業員に対する資格認定を行う (認定期間:3年)
- 継手部分の確認は毎日実施し、継手部分にアイマーク※をつけて接続状況が確認しやすい点検方法を導入している※前頁参考資料参照
- 恒久対策としては、全工場の設備側の取付形状を三ツ爪のクラッチハンドル式からフランジ式に変更していく



①ホース離脱・接続部分の漏れに起因する事故事例

◆事例3 : 充填ホースと設備を繋ぐ継手が外れる事故

対策

2) 漏えい発生時の対策 (会員事業所が実際に行った対策例)

- 作業員の作業中の立ち位置に関するルールを定め、作業員に周知する
- 漏えい発生時の対応をポスターにまとめ、各充填場所に掲示する
- 各充填場所の実情に合わせ、漏えい発生時の緊急訓練を計画、実施する

②加圧蒸発器関連に起因する事例・③車両又はローリ設備全体の経年劣化に起因する事例

◆事例4 :ローリの加圧蒸発器出口配管からの液化酸素漏えい

事例 4

＜2019年11月28日 窒素 神奈川県 重軽傷者0名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

納入先の工場において、液化酸素の充填を行っていた。充填も終了に近づき、何気なく加圧蒸発器の方向に目を向けたところ、加圧蒸発器からの冷気が大量に発生していることに気付いた。確認したところ、加圧蒸発器のガス出口配管の溶接部分より霧状のガスが噴出していた。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 溶接部からの漏えいのため、車両の振動および製造後21年を経過しているための経年劣化が重なったと考えられる



②加圧蒸発器関連に起因する事例・③車両又はローリ設備全体の経年劣化に起因する事例

◆事例4 :ローリの加圧蒸発器出口配管からの液化酸素漏えい

考察

加圧蒸発器について:

- ・ 加圧蒸発器は振動による損傷を受けやすい部分から漏えいが発生する
- ・ アルミ製のため経年劣化の影響を受けやすい
- ・ シャーシ下部に取り付けられているため、日常点検では異常個所を確認しづらい
- ・ 特にロウ付け溶接部は弱く漏えいが発生する要注意箇所である
- ・ 振動の少ないCEの場合でも接合部が影響を受けやすい

対策

- 定期点検時は車両下部に滑り込み、加圧蒸発器のフィンの偏り等の目視確認およびシャーシとの連結サポート取付用ボルトの点検ハンマーによる打音点検の実施を推奨
- 運輸会社により運用が異なるが、概ね5～10年でシャーシ交換が行われるため、加圧蒸発器は15年超での交換を推奨
- 漏えい事故事例の周知と注意喚起を行う



②加圧蒸発器関連に起因する事例・③車両又はローリ設備全体の経年劣化に起因する事例

◆事例4 :ローリの蒸発器出口配管からの液化酸素漏えい

考察

車両の経年劣化に関して：

ローリはほぼ毎日運行し、シャーシは5～10年超使用されるため、サポートやボルト/ナットが腐食しやすい

対策

□ 車両（シャーシ）はガス設備よりも短い周期で交換され、その際に劣化状況の確認、定期点検で劣化の恐れが大きい個所をリストアップして点検作業を行う事を推奨する

□ シャーシ交換の際に傷んだサポートやボルト/ナット等も合わせて新品に入替をする



④雪国特有の状況（融雪剤含む）に起因する事例

◆事例5 :液化窒素ローリの加圧蒸発器からの漏えい

事例 5

＜2013年8月21日 窒素 北海道 重傷者0名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

ローリの高圧ガス設備の漏えい検査を実施するため、加圧蒸発器出口弁を開放したとき「シュー」というガスが漏えいしていると思われる音を確認した。加圧蒸発器付近を確認したところ、加圧蒸発器洗浄金具配管に亀裂が生じていることを確認した。加圧蒸発器洗浄金具は地盤面に対し下を向いた状態で加圧蒸発器入口マニホールド配管の下部に溶接されており、金具の先端は袋ナットにより閉止されている状態であった。

■ 事故の原因（事業所報告）

● 原因は、当該袋ナットの設置状況から、水分や冬期間の融雪剤が上面に残りやすいため、洗浄金具の袋ナットとの境目で腐食が進行したと推定される。また、加圧蒸発器保護のため周囲に取り付けられている金網（エキスパンドメタル）の一部が円形にくり抜かれており、この円形部分に袋ナット先端が収まるように設置されているため、走行時の振動により、袋ナットと金網が干渉していたと考えられる。よって、洗浄金具の袋ナットとの境目に発生した腐食および外部からの振動によって配管に亀裂が入ったと推定される。



④雪国特有の状況（融雪剤含む）に起因する事例

◆事例5 :液化窒素ローリの加圧蒸発器からの漏えい

考察

融雪剤は腐食の進行が起こり易い。雪国では融雪剤がシャーシ下部に付着して腐食する事例もあり、シャーシを長期間使用することは難しい。

対策

- 洗車、洗浄による対応が一般的になるが、特に車両下面等眼につきずらいところほど気を付ける必要がある
- シャーシには対候性塗料を使用⇒下回りに船舶用塗料の使用実績報告あり
- 5～10年程度でシャーシを交換する必要があるため、合わせてガスケットやボルト/ナットを新品に交換するのがよい。特に、加圧蒸発器とサポートの間に入れる緩衝材は、融雪剤の影響を受けやすいため交換する必要がある。

⑤人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆事例6 :液化酸素放出中の児童凍傷

事例 6

<2013年2月12日 酸素 福岡県 重傷者1名>

■ 事故の内容（事業所報告）

病院のCEに液化酸素を充填後、充填ホース内の残液を放出していた。付近の小学校の児童2名が設備内に入り、排出中の液化酸素に触れて1名が凍傷を負った。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 原因は、放出中という危険な状態で、フェンスを開けたままその場を離れたためと推定される。また、小学生が近くにいたにもかかわらず、周囲に十分な注意を払っていなかったためと考えられる。

⑤ 人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 事例6 : 液化酸素放出中の児童凍傷

考察

病院等のCEへ納入する際は、ローリ作業員がローリ側のバルブを操作している間に、第三者がCEヤードに侵入して勝手にバルブを操作するという恐れもあり、単独作業は法令上認められていない

対策

- 病院等のCEへ納入する際は客先担当者の立会いが必要であり、同担当者とローリ作業員の双方が監視しながら納入作業を行う必要がある
- 病院等では駐車場にCEが設置されていることも多く、CEヤード付近を第三者が通行している。このため、病院等客先に協力を求め、第三者に対し警戒表や看板等による注意喚起など対策の実施が必要。

⑤ 人力的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例: 貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故 (※)

参考例

(※ 今回の調査対象外のガス種だが、貯槽誤認漏えい事故の参考例として)

＜2021年10月4日 液化天然ガス 岡山県 重軽傷0名＞

■ 事故の内容 (事業所報告)

LNGタンク基地において、ローリから貯槽にLNGを受入れるとき、作業員が受入れ先の貯槽を誤認し、誤ったバルブ操作をしたため、配管の一部が液封となり、外気温で圧力が上昇して、安全弁が作動し、LNGが漏えいした (図1、図2参照)

詳細は 特別民間法人高圧ガス保安協会サイト (高圧ガス事故概要報告)

高圧ガス事故概要報告 (khk.or.jp)

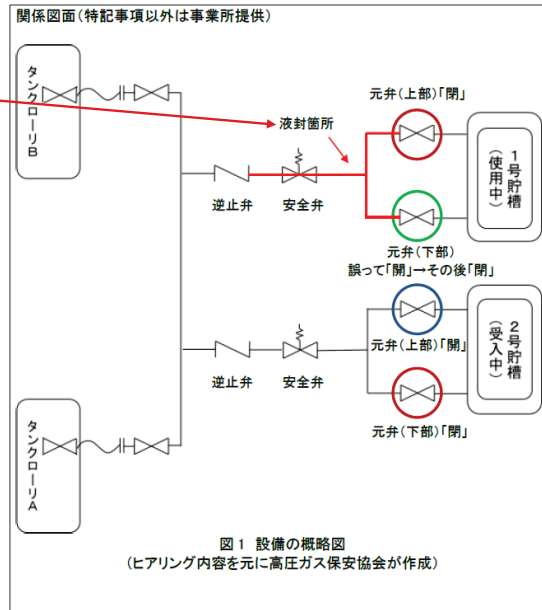
参照

⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例: 貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

※ 参考資料

◆ 液封箇所



⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例: 貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

※ 参考資料

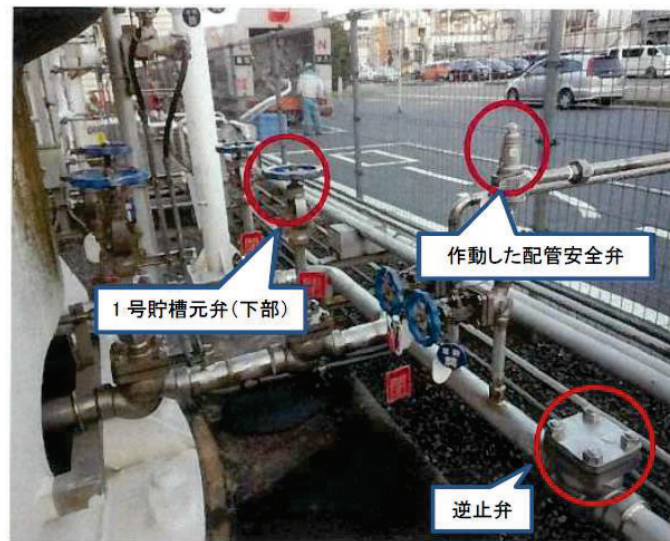


図2 誤開閉した1号貯槽元弁(下部)、逆止弁および作動した安全弁

⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例:貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

■ 事故の原因 (事業所報告)

1. 作業責任区分の暗黙知化

受入れ責任者が貯槽の元弁のバルブ操作を、ローリの作業員がローリ側のバルブ操作を行うことが暗黙知とされており、作業手順書に作業責任区分の記載がなかった

2. ローリの作業員の確認不足

使用中の貯槽は「赤札」を、受入れ予定の貯槽は「青札」を表示して識別していたが、ローリの作業員は表示を確認しなかった。さらに、受入れ責任者の指示を仰がず、1号貯槽のバルブ操作を行った (図3 参照)



⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例:貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

※ 参考資料

◆ 貯槽「使用中」「受入中」の表示

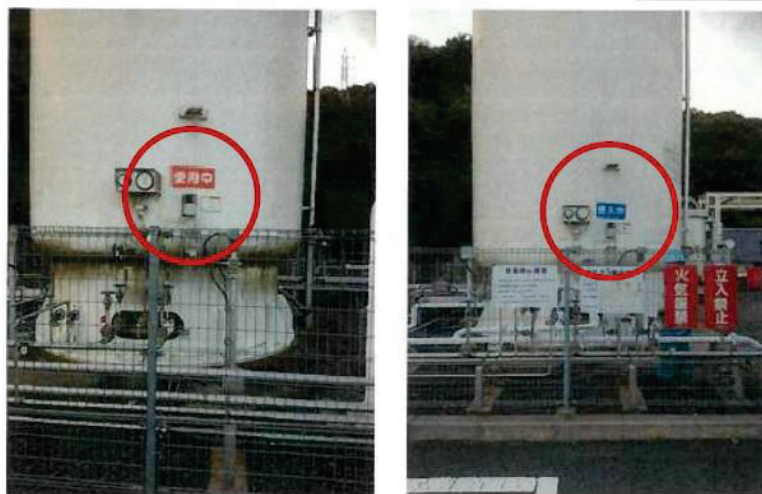


図3 貯槽の「使用中」「受入中」の表示



⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例:貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

考察

考察 (事故調査解析委員会作成)

- ローリから貯槽への受入れ作業において、受入れ側と払出し側の責任区分を明確にし、双方において誤認がないよう情報共有を行うことが重要である
- 受入れ側は、払出し側が作業手順に関する保安教育を施しているかどうか、確認することが望ましい
- 高圧ガス事故が起きた場合は、直ちに作業を再開せず、関係機関に通報し、安全確保を確認する必要がある

⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例:貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

対策

対策 (実際に会員事業所が行っている対策)

- 1) 作業手順書の見直し
 - ローリ事業者と協議し、受入れ責任者が貯槽の元弁のバルブ操作を、ローリの作業員がローリ側のバルブ操作を行うことを作業手順書に記載し、責任区分を明確化する
- 2) 教育の実施
 - 見直した作業手順書をローリ事業者に交付し、ローリの作業員に貯槽の元弁のバルブ操作をしてはならないことを教育した
- 3) 物理的な対策の検討
 - 貯槽設備とローリ停止場所の間のフェンスの扉を改造し、受入れ作業中にローリの作業員が元弁に容易に近づけない措置を講じた

⑤ 人員的体制の整備不足・管理体制不備に起因する事例

◆ 参考例:貯槽誤認による安全弁作動でのガス漏えい事故

※ 参考資料

米国政府機関であるCSB（Chemical Safety And Hazard Investigation Board）が、作業責任区分の不明確などが原因による、受入れ先ではない貯槽に誤接続した類似の事故について、事故再現映像を作成している

視聴覚資料の整備委員会は、CSB の許諾を受けて、日本語字幕および日本語ナレーションを作成している

日本語字幕 https://youtu.Be/BWGhQ_9mVYE

日本語ナレーション

<https://www.youtube.com/watch?v=xoUqbTvOznc>

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例7 :ローリのフレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

事例 7

<2013年12月22日 炭酸ガス 岡山県 重軽傷者0名>

■ 事故の内容（事業所報告）

液化炭酸ガスの超低温容器を有する移動式製造設備に液化炭酸ガスを充填し、終業点検を実施したところ、作業員がポンプ吐出配管周辺からわずかな漏えい音を感知した。発泡液による気密検査を実施したところ、ポンプ吐出配管とフレキシブルチューブの接続部分から気泡が発生したため、同部からのガス漏えいが判明した。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 事故調査の結果、フレキシブルチューブにピンホール及びピンホール周囲の部分的な腐食跡が認められた
- 原因は、腐食の起因となる物質がフレキシブルチューブ外面に付着したことにより腐食したと推定される



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例7：ローリのフレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

考察

- ローリ搭載フレキシブルチューブやその継手の劣化、摩擦が原因でチューブが外れる、またはチューブ等から漏えいするという事故が散見される
- フレキシブルチューブは、全長4～5mあり、作業員が引きずって使用することで表面のブレードが摩耗し、ベローズに穴が開き漏えいすることが散見される
- チャージポンプの吸入吐出配管接続用接続ホースも経年劣化で漏えいするケースが散見される

対策

A. 定期点検の強化（実際に会員事業所が行っている対策）

□ 定期点検に外観検査の検査項目を追加

⇒ブレードが切れていたり、ベローズが見えている場合、使用を中止し廃棄する

□ 不具合を生じやすいブレードや爪等に外観検査の判定基準を記載する

⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例7：ローリのフレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

対策

対策

A. 定期点検の強化（実際に会員事業所が行っている対策）

□ 腐食の原因となる物質が付着しないように、フレキシブルチューブがボックスに入っている場合でも点検の必要有り

B. 日常点検の強化（実際に会員事業所が行っている対策）

□ 日常点検でフレキシブルチューブや継手に損傷・変形がないことを始業時と終業時に確認する

⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例7：ローリのフレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

対策

- 施工時にポンプと配管で芯ズレがあるとフレキシブルチューブブレード部に負荷がかかるため、施工後に治具を用いて寸法確認を実施する
- 接続ホースは交換対応が必然の設備と認識し、定期的な交換を実施する
- 使用条件にもよるが、接続ホースは少なくとも2回目のシャーシ交換（10年～20年超）の際に、定期交換を推奨したい
（※フレキシブルチューブの寿命に関しては、
「参考資料 事例8 恒久対策（3）P94」参照）

⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

事例8

＜2013年7月17日 炭酸ガス 岡山県 重軽傷者0名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

液化炭酸ガスをローリに充填している時に、ローリからのリターンガスを回収するフレキシブルチューブから微量の炭酸ガス漏えい（手を近づけてわかる程度）を発見した。人的被害：なし、物的被害：フレキシブルチューブ損傷、炭酸ガス微量漏えい。
（図-1～3 参照）

詳細は 特別民間法人高圧ガス保安協会サイト（高圧ガス事故概要報告）

[高圧ガス事故概要報告 \(khk.or.jp\)](http://khk.or.jp)

参照

■ 事故の原因（事業所報告）

- 製作不良なのか、取扱い不良なのかは特定できなかったが、分析結果から原因は、内面からの疲労破壊であった。起点は不明である。（図-4 参照）

⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

- ◆ プロセスフロー
(漏えいフレキシブル
チューブ箇所)

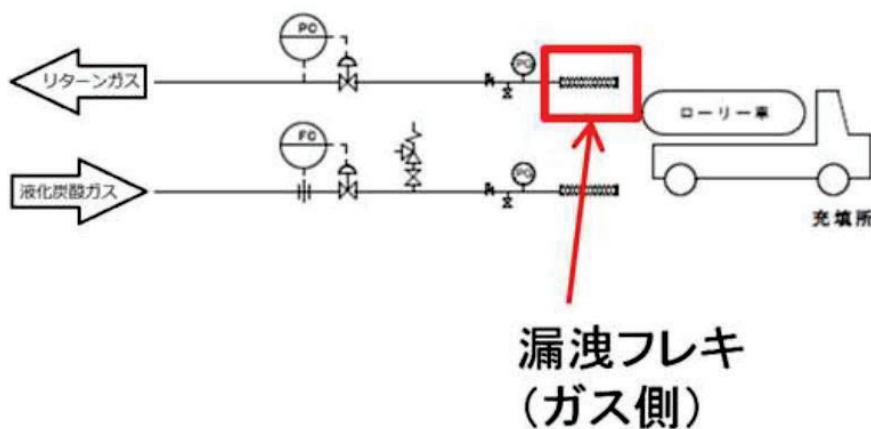


図-1 プロセスフロー

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

- ◆ 漏えい箇所(1)

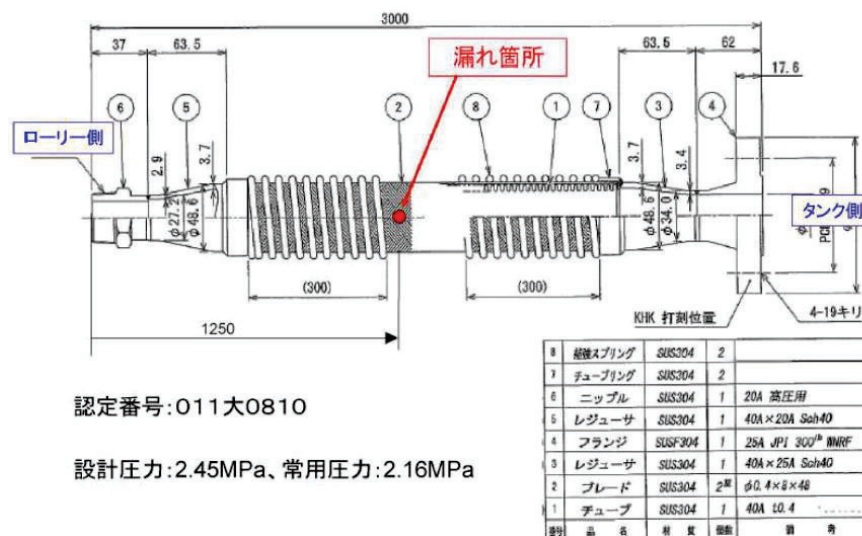


図-2 漏えい箇所(1)

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会

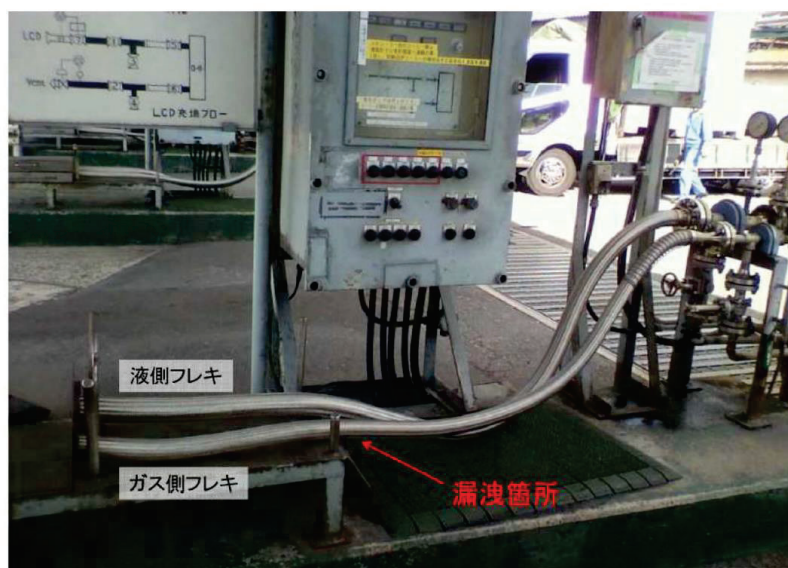


⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

◆ 漏えい箇所(2)



情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会

図-3 漏えい箇所(2)



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

◆ 原因(破損箇所、状況)(1)

- ・チューブ外面に金属光沢有り(ブレード抜き取り後)
- ・チューブ内面に腐食無し
- ・割れ部は長さ約8mm周方向で、山部に発生

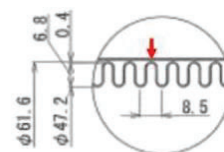


写真-1 供試体外観(黄色破線：割れ部)

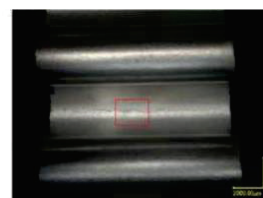
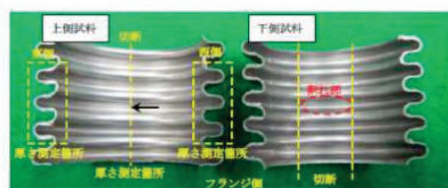
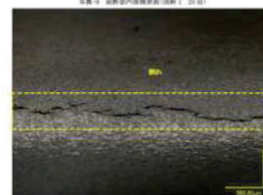


写真-2 破損箇所の拡大写真(図3参照)



情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会

図-4(1) 原因(損傷箇所、状況)



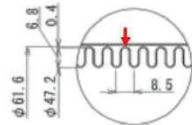
⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

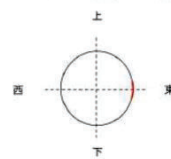
◆ 原因（破損箇所、状況）（2）

- ・チューブ外面とブレードの摩耗有り（金属光沢、外面より）
- ・チューブ内面に腐食無し



チューブ形状詳細

- ・使用チューブ 0.4mm（製作時MIN値:0.30）
- ・チューブとブレード隙間 0mm（設計上）



東面の位置で、内側から外に向けて割れが発生している 長さは8.2mm

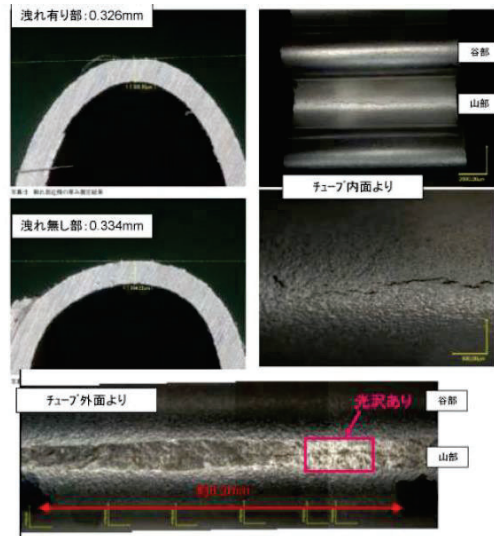


図-4(2) 原因（損傷箇所、状況）

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

◆ 原因（破損箇所、状況）（3）

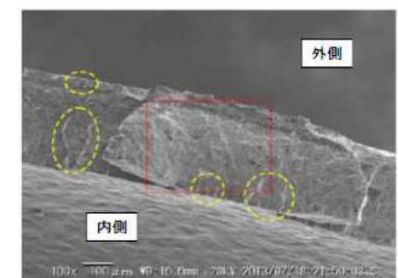


写真-18 SEM像視野1（黄色破線：ラチェットマーク 100倍）

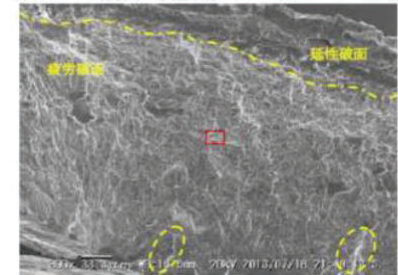


写真-19 SEM像視野1（黄色破線：ラチェットマーク 300倍）

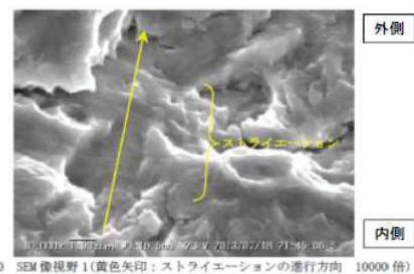


写真-20 SEM像視野1（黄色矢印：ストライエーションの進行方向 10000倍）

<推定原因>

- ・内面からが主となる疲労破壊
- ⇒ 充填作業（フレキチューブ脱着）で繰り返す曲げによる疲労破壊

図-4(3) 原因（破面観察）

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

◆ 原因（破損箇所、状況）（4）

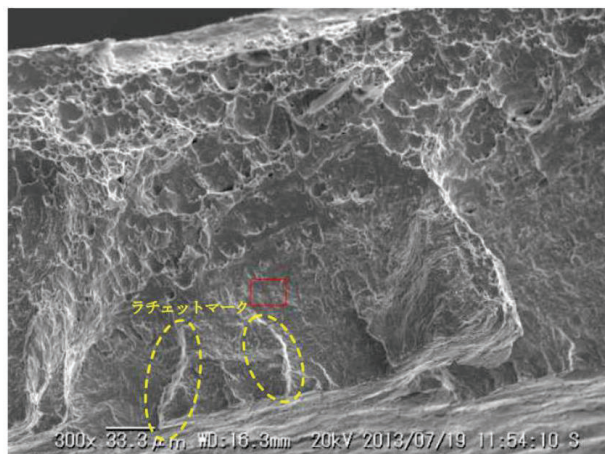


写真1 内面近傍視野 300倍

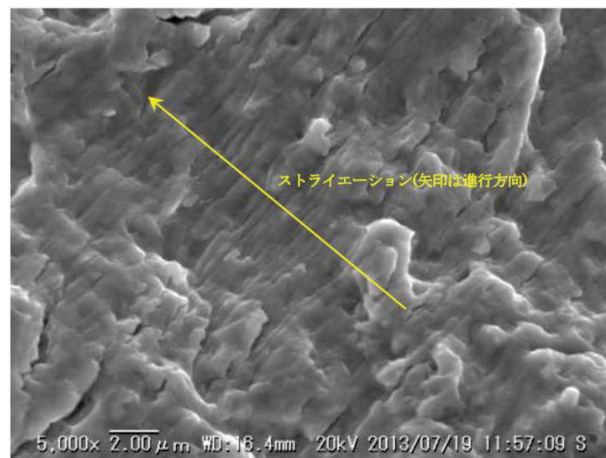


写真2 内面近傍視野 5000倍

図-4(4) 原因（別角度からの破面観察）

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

考察

- 当該チューブの制作仕様では考えられない短期間（1.6年）で疲労破壊（メーカにも端部では2件あるが中間部では事例なし）が発生し、漏えいした例となり、明確な原因がわからないにも関わらず、リスクを特定し対策を講じた事例であった。なお、今回のような場合は、運転手が充填作業中も五感を働かせて未然に事故を防いだ例であり、良い面での教訓でもある。
- フレキシブルチューブの取り扱いについては、曲げ半径について最新の注意が必要である。ベテランの運転手であっても繰り返し教育を実施し、誰が見てもわかる様に現場表示等も的確になされていることが重要である。



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例 8: リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

対策

（会員事業所が実際に行っている対策例）

- フレキシブルチューブ保管時に無理な荷重がかからないように、先端の保管位置を低い位置に変更し、曲がりのきつくなる箇所はスプリングで補強した
- フレキシブルチューブの置き場については、ステンレス製版やビニルマット等で傷がつかないように配慮している（図-5 参照）
- ローリ接続位置を明確に表示し、フレキシブルチューブに無理がかからないようにした（図-6 参照）



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例 8: リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

対策

（会員事業所が実際に行っている対策例）

- フレキシブルチューブの取替周期を通常は法定周期3年だが1.5年に変更したなお、今後の使用状況を踏まえ、適正寿命を判断することを確認した（図-7 参照）
- また、フレキシブルチューブを常時1本は在庫保管する
- 同種のフレキシブルチューブも問題のないことを確認した
- 液化アンモニア用フレキシブルチューブもすべて問題のないことを確認した



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例 8:リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

◆ 恒久対策(1)

◇恒久対策(液炭)

① フレキ保管時の形状変更

フレキに無理な荷重がかからないように対策を実施



対策前



スプリングによる補強あり



対策後

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会

図-5 恒久対策(1)



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆事例 8:リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※参考資料

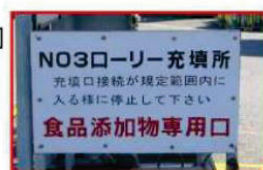
◆ 恒久対策(2)

◇恒久対策(液炭)

② ローリー接続位置の明確化(固定)

(多種ローリーに問わず接続位置を同位置とする)

[標識]



対策前



対策後

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会

図-6 恒久対策(2)



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例 8: リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※ 参考資料

◆ 恒久対策(3)-1

寿命 計算	発生応力 σ (N/mm ²)
	$\sigma = \frac{0.75 \cdot E \cdot t \cdot e}{(q/2)^{0.5} \cdot h^{1.5}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot n}$
	$= 1326.381 + 158.006$
	$= 1484.387$
	計算寿命 Nf(回)
	$Nf = \left(\frac{12824}{\sigma - 372.3} \right)^{3.4}$
	$= 4077 \text{ 回}$

- ◆ 運転圧力 1.8MPa
- ◆ 曲げ半径 270mm (最小R)
- ◆ ローリー用フレキ使用頻度: 6.7回/日

$$4077 / 6.7 = 608 \text{ 日} (\approx 1.6 \text{ 年})$$

※ 使用頻度によるが、
約 1.5 年間で取替えが必要

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例 8: リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※ 参考資料

液炭 ローリー寿命 1.5年とした場合の余裕代

◆ 恒久対策(3)-2

実際使用状態における R: 400mm

→ 計算寿命は 8.6 年

寿命が 1.5 年とした場合の R: 265mm

使用状態における余裕代

$$1.5 / 8.6 = 0.17 (\text{倍}) \rightarrow \text{寿命の 17\% で交換}$$

今後の使用状況も踏まえ、フレキの適正寿命は判断していく

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑥ 充填ホース（フレキシブルチューブ）等の定期点検・交換強化の必要性有の事例

◆ 事例 8：リターンガス回収用フレキシブルチューブからの炭酸ガス漏えい

※ 参考資料

◆ 恒久対策(3)–2

流体	サイズ	設計圧力 P (MPa)	曲げ半径 R (mm)	ヤング率 E (N/mm ²)	ピッチ q (mm)	有効径 d _p (mm)	板厚 t	山高 h	層数 n	持続効率 α	EJMA 係数	EJMA 係数	チューブ1山 当りの変位量 e	発生応力 σ	計算寿命 Nf
液炭	40A	1.8	400	195000	6.3	42.1	0.4	5.3	1	0.9	12824	372.3	0.332	1053.6	21572 8.57 year
液炭	40A	1.8	265.0	195000	6.3	42.1	0.4	5.3	1	0.9	12824	372.3	0.500	1509.9	3775 1.50 year

寿命計算前提：ローリーの出荷は6.9回/年として計算(過去3年間の平均)

図－7 恒久対策(3)

情報提供：特別民間法人高圧ガス保安協会



⑦ 配管に起因する事例

◆ 事例 9：ローリーの配管からの炭酸ガス漏えい

事例 9

＜2013年11月9日 炭酸ガス 岡山県 重軽傷者0名＞

- 事故の内容（事業所報告）

ローリーの始業前点検を実施したところ、ガス漏れの音を確認したため、発泡液をかけ漏れを確認したところ、内槽安全弁配管溶接部より漏れを発見した。調べたところ、容器内槽安全弁間容器付属配管溶接部、逃し弁と配管との溶接部にき裂を確認した。当該箇所は操作箱内部であり、石跳ねは考えられない。また、人が接触できない箇所にあることから、人為的なき裂は考えられない。
- 事故の原因（事業所報告）
 - 原因は、20年以上使用された上、常時高圧がかかっており、走行による振動および使用環境による経年劣化と推定される



⑦配管に起因する事例

◆事例9:ローリの配管からの炭酸ガス漏えい

考察

- ローリは走行時やチャージポンプの運転による振動の影響を受けやすいため、配管の引き回しやサポート位置に注意が必要である

対策

対策

- 配管に関しては接続ホースを効果的に使用するとともに、曲がり部にはサポートを取付け、一方で、液/ガスの影響を受ける部分は金属の伸縮を考慮してサポートを減らすなど、設計段階での工夫が必要
- 定期点検などで配管の漏えいの確認が必須

⑧その他の事例（緊急遮断弁に起因する事例）

◆事例10:ローリの緊急遮断弁からの酸素漏えい

事例10

＜2014年6月5日 酸素 新潟県 重軽傷者0名＞

■ 事故の内容（事業所報告）

CEに充填中、ローリの圧力・液面確認中に遮断弁の弁体とステムの溶接部分付近からのガス漏れを発見した。営業所に連絡を入れ、ローリの運転を止めた。

■ 事故の原因（事業所報告）

- 原因は、通常、緊急遮断弁の弁体とステムの溶接部分には、本来、バルブのボールをリングで押さえることによりガス圧がかかることはないが、当該事故の場合、長期間の使用によってリングが摩耗し、ステムの溶接部分に圧がかかった。当該ステム溶接部は、車両の走行等による振動や旋回による横方向の応力により、ステムの下部が長期の使用によって繰り返し応力をうけ、疲労破壊を起こしており、圧がかかったことから漏えいが発生したものと推測される。

⑧その他の事例（緊急遮断弁に起因する事例）

◆事例10：ローリの緊急遮断弁からの酸素漏えい

考察

- 遮断弁のシール材劣化が原因。消耗品、かつ内部の為、ガス充填中に漏れないか常時確認すべき案件。チェック体制の方法・強化の見直し 定期交換の頻度を上げる等、会社全体としての体制強化が必要と思われる。
- 緊急遮断弁の作動機構も様々な種類があり、ワイヤー式、ガス圧式、ノーマルオープンなのかクローズなのか等、その機構を十分理解し利点、欠点を把握しておく必要がある
- 緊急遮断弁は緊急時に適切に作動することが重要であり、点検が重要である

対策

- 運輸会社における使用条件にもよるが、緊急遮断弁に関しては2回目のシャーシ交換（10年～20年超）の際に、定期交換を推奨したい
- 日常点検での作動確認の実施を行う
- 定期点検（1回以上/年）での作動確認と弁座漏れ検査の実施を行う

3. 産業ガス事故分析：『ローリ』に関連する事故分析

3-3. 総評

総評

- ◆ ローリに関する事故分析としては、予測される振動部分の劣化等の事前点検の重要性が改めて確認できた
- ◆ 充填ホースなどでは、地面と接する機会があり、外観等の劣化の確認を怠らないようにしなければならない
- ◆ ローリの運行は交通事故に注意することはもちろんのこと、移動式製造設備としていろいろな高圧ガス設備を搭載していることを忘れていけない
- ◆ 仕入先や供給先など慣れていない設備に接することもあり、作業手順を確認することの重要性も忘れてはいけない

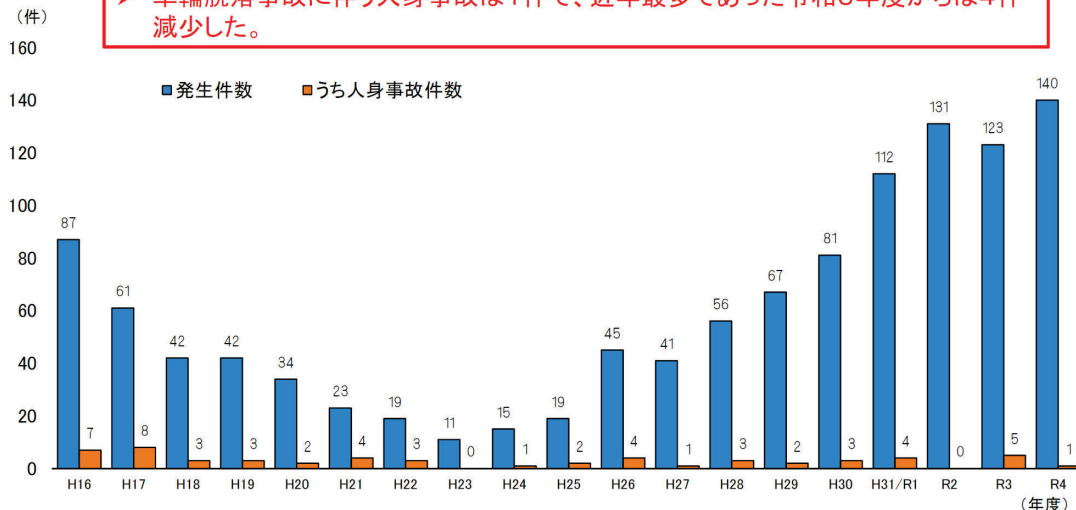
大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

事故発生状況

年度別の大型車の車輪脱落事故の発生件数

- 大型車の車輪脱落事故の発生件数は、ここ数年増加傾向にあり、令和4年度の車輪脱落事故発生件数は140件であり、令和3年度の123件より17件増加した。
- 車輪脱落事故に伴う人身事故は1件で、近年最多であった令和3年度からは4件減少した。



※ 1 車両総重量8トン以上の自動車又は乗車定員30人以上の自動車であって、車輪を取り付けるホイール・ボルトの折損又はホイール・ナットの脱落により車輪が自動車から脱落した事故

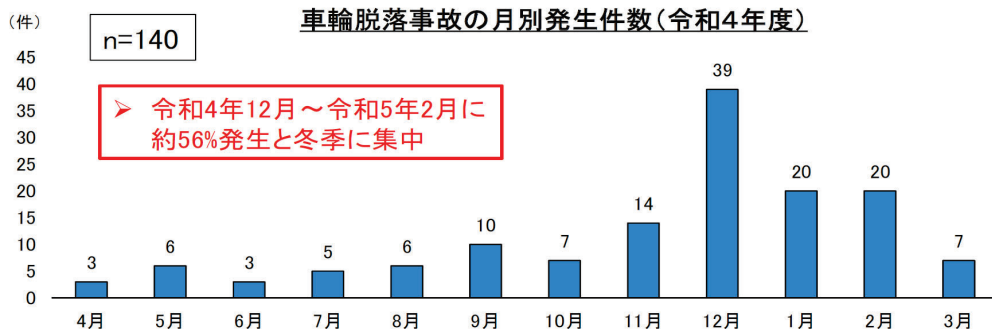
※ 2 大型車の内、乗車定員30人以上の自動車の件数（H27年度：3件、H28年度：1件、H29年度：1件、H30年度：3件、H31/R1年度：1件、R2年度：0件、R3年度：2件、R4年度：2件）

大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

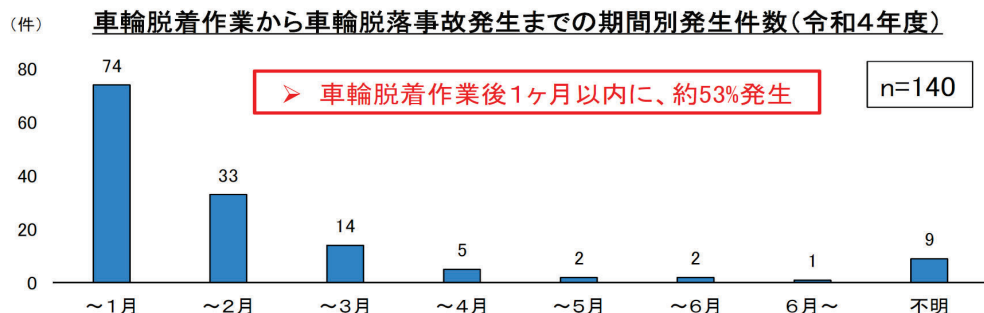
事故発生状況

車輪脱落事故の月別発生件数（令和4年度）



※車両総重量8トン以上の自動車又は乗車定員30人以上の自動車であって、車輪を取り付けるホイール・ボルトの折損又はホイール・ナットの脱落により車輪が自動車から脱落した事故

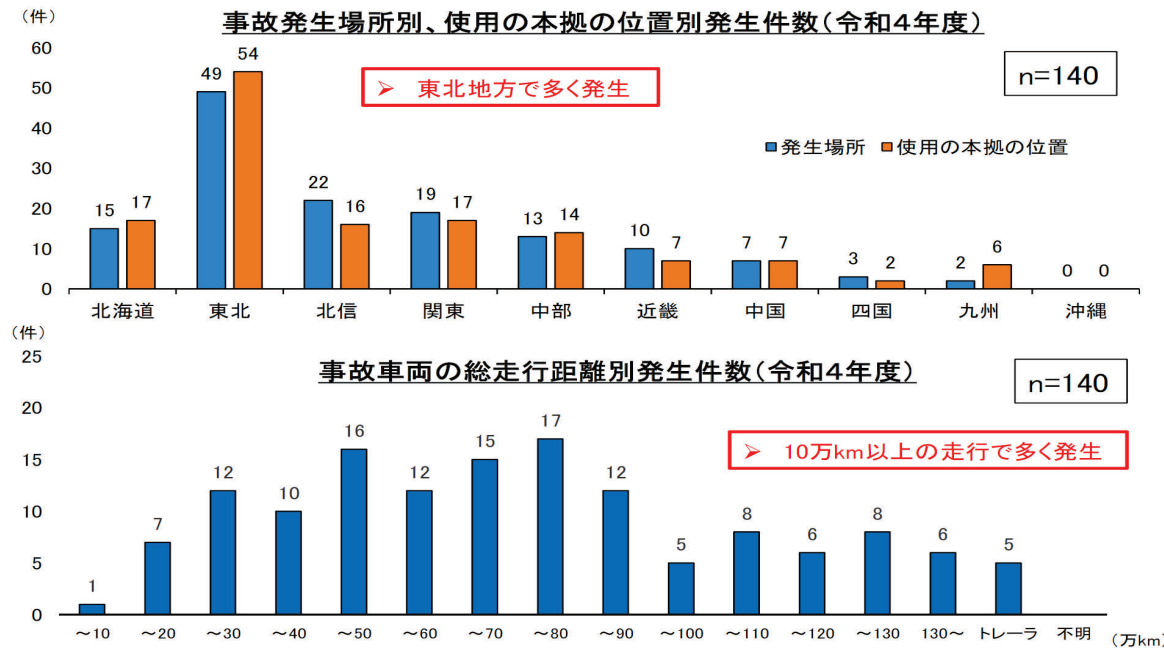
車輪脱着作業から車輪脱落事故発生までの期間別発生件数（令和4年度）



大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

事故発生状況



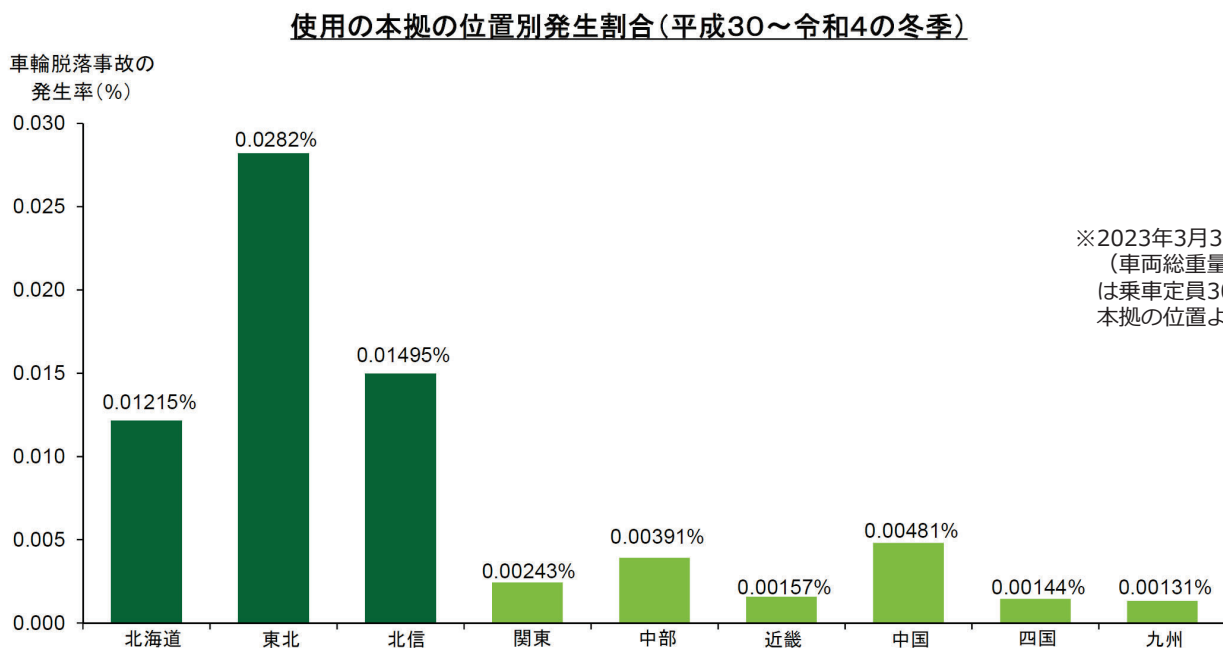
※車両総重量8トン以上の自動車又は乗車定員30人以上の自動車であって、車輪を取り付けるホイール・ボルトの折損又はホイール・ナットの脱落により車輪が自動車から脱落した事故



大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

事故発生状況



※2023年3月31日現在の大型車(車両総重量8トン以上、又は乗車定員30人以上)使用の本拠の位置より



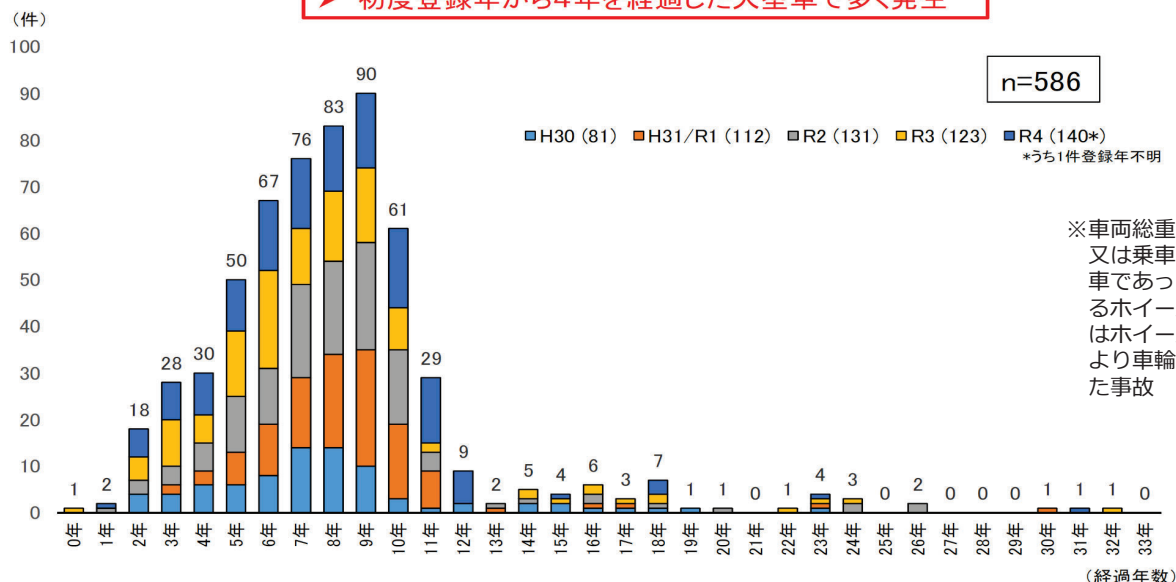
大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

事故発生状況

車歴別の車輪脱落事故の発生件数(平成30年度～令和4年度)

➤ 初度登録年から4年を経過した大型車で多く発生



モノづくりを支え 命を守る、インフラがある。

© 2023 Japan Industrial and Medical Gases Association

105



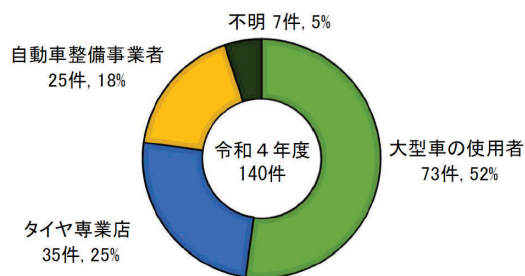
大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

事故発生状況

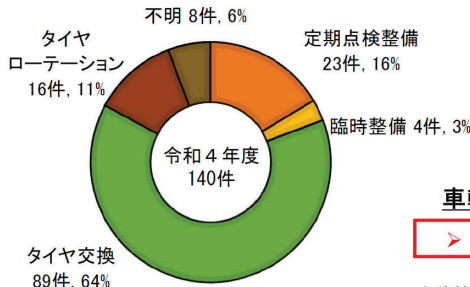
タイヤ脱着作業実施者別発生件数

➤ 大型車ユーザーによるタイヤ脱着作業後の脱落が約52%



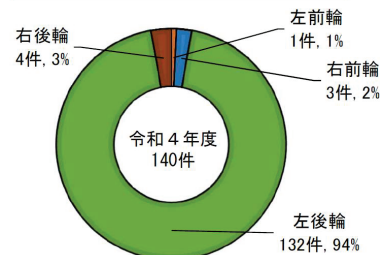
タイヤ脱着作業内容別発生件数

➤ 冬用タイヤ等への交換後による脱落が約64%



車輪脱落箇所別発生件数

➤ 左後輪からの脱落が約94%



※車両総重量8トン以上の自動車又は乗車定員30人以上の自動車であって、車輪を取り付けるホイール・ボルトの折損又はホイール・ナットの脱落により車輪が自動車から脱落した事故

モノづくりを支え 命を守る、インフラがある。

© 2023 Japan Industrial and Medical Gases Association

106



大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

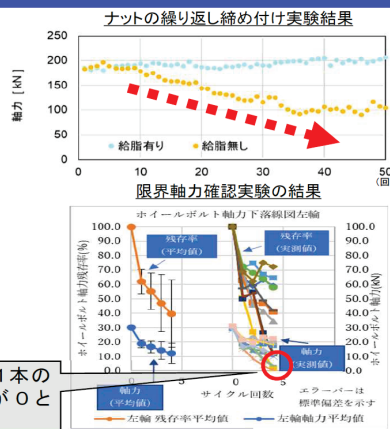
中間とりまとめ

大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会「中間取りまとめ」のポイント

- 車輪脱落事故車両調査、タイヤ脱着作業等の実態調査・分析結果
 - ・劣化したナットの使用や、ナットの点検・清掃、潤滑剤の塗布等が適切に行われていなかった。
 - ・規定トルクでナットの締め付けを行っておらず、増し締めも行っていなかった。
 - ・日常点検において、ナットの緩みの有無を確認していなかった。
 - ・整備管理者による指導・管理が不十分であった。

○ 実証実験により明らかになった事項

- ・ボルト、ナットは適切に潤滑剤の塗布を行わない場合、締め付けを繰り返すたびに、締め付け力(軸力)が徐々に低下する。(右図)
- ・最大積載の大型貨物自動車の左右の駆動輪を、メーカーの規定トルクよりも低いトルクで締め付け、悪路条件等を模擬したテストコースをサイクル走行させた結果、軸力が一定の水準より小さい場合に、走行に伴い急速に軸力が低下し、0になることが確認された。



※2022年12月に調査・分析検討会における事故防止対策のあり方について「中間取りまとめ」を公表

※今後、関係団体と協力して「中間取りまとめ」において提言された車輪脱落事故防止対策を推進

大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会において提言された事故防止対策

○ 速やかに実施すべき対策

- ・劣化部品の適切な交換を促す緊急点検の実施
- ・適切な作業手順・保守管理手順を確認するための動画公開
- ・車輪脱落事故防止キャンペーンの継続的実施 等

○ 中・長期的に実施すべき抜本対策

- ・車輪脱落事故惹起事業者等の整備管理者に対する特別研修の新設
- ・一定期間に複数回の車輪脱落事故を惹起した事業者等の整備管理者に対する、解任命令の発令
- ・人為的な作業ミスを防ぐための車両ハード対策 等

大型車両：車輪脱落事故

<国土交通省>

中間とりまとめを受けた大型車両の車輪脱落事故防止対策

- 大型車の車輪脱落事故件数は令和4年度に過去最大となるなど増加傾向
- 「大型車の車輪脱落事故防止に係る調査・検討会」における調査結果を踏まえ、令和5年度においては、これまでの車輪脱落事故防止対策に加え、従前より実施している点検の奨励、適切な整備内容の周知・啓発等の対策の深化を図るとともに、**更なる対策として、自動車運送事業者及び整備管理者に対する行政処分を導入する予定**(R5.10.1 改正通達施行予定) ※「大型車の車輪脱落事故に係る調査・分析検討会」中間取りまとめ(R4.12)の提言事項
- 車輪脱落事故車両調査や実証実験に基づく事故の推定要因等の調査・分析も継続して実施

より効果的なポスターによる周知啓発

- 「タイヤの点検整備」の一層の促進につなげるデザインとしたポスターでの周知・啓発の実施 等



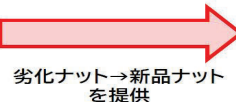
令和4年度の実践
(動画での周知啓発)



令和5年度ポスター(案)

ナット配布による冬用タイヤ早期交換の推進

- タイヤ交換需要が集中し、点検整備ミスが起きることを防ぐため、車輪脱落事故が多発している雪国(北海道・東北・北陸信越)において、降雪期前の早期にタイヤ交換をした際に、劣化したナットがある場合は自工会から**新品のナットを無償提供**



劣化ナット→新品ナットを無償提供

行政処分の導入

- 車輪脱落事故を惹起した**自動車運送事業者**に対する**車両の使用停止**
 - 初違反 20日車、再違反 40日車
 - ※「不正改造」による処分と同じ量定
- 一定期間に複数回の車輪脱落事故を惹起した自動車運送事業者等に選任されている**整備管理者**に対する**解任命令**
 - 上記、再違反の処分となる場合

一般社団法人 日本産業・医療ガス協会 (JIMGA)
技術・保安部会 安全統計WG

WG長	大沼 倫晃	エア・ウォーター
委員	山田 敏弘	高圧ガス保安協会
委員	西浦 崇司	大陽日酸
委員	小島 弘義	日本エア・リキード
委員	目黒 俊宏	東京炭酸
事務局	前田 和也	J I M G A
事務局	平塚 典子	J I M G A