

10. 化学プロセス災害情報データベースの構築

板垣晴彦*

10. Development of the Chemical Process Accident Database

by Haruhiko ITAGAKI*

Abstract : An explosion and a fire often happened recently in the chemical processes. Worker's casualties and great damage arose due to such accidents. To prevent an explosion and a fire, it is required to develop the advanced safety technology corresponding to recent technological innovation and working conditions such as an advanced safety countermeasure, fail safe technology, and to diffuse the safety information and etc.

National Institute of Industrial Safety manages explosion/fire database based on the accident information provided by the Ministry of Health, Labour and Welfare. But, there was no database about the detailed information about the chemical processes. So, an object was limited to the chemical process, and it was developed "the chemical process accident database" specified for the explosion/fire in the chemical processes. At first, type of industry related to the chemical process was extracted from the explosion/fire database. Next, information items were reconsidered in the items for the chemical processes, and modified them, and each item was classified by the contents and encoded. The purpose of this database is to provide the foundation data to extract the present problem of the accident by analyzing past accidents in the chemical processes. Furthermore, this database composes the support system for prevention of explosions at chemical process which aimed at the clarification of the explosion/fire hazard in the chemical processes and the support of the investigation of the accident with the case reference, total program and the countermeasure database. This report showed the information items and classification of the chemical process accident database, and as a result of an analysis of the accidents in the chemical processes, the transition of the number of explosions/fires and a result of a total in the type of the accident and each information item.

Keywords; Chemical process, Chemical plant, Labour accident, Database, Explosion, Fire

1.はじめに

化学プロセスにおける爆発・火災災害が、ここ数年来続いており、労働者が死傷したり大きな損害を生じたりすることが少なくない。このような爆発・火災災害を防止するためには、安全対策の高度化、フェイルセーフ化、安全情報の普及など、昨今の技術革新や労働環境に対応した先導的な安全技術の開発、向上が望まれている。

産業安全研究所においては、労働災害に関する情

報を収集して爆発火災災害データベースを維持・運用しているが、化学プロセスに関する詳細な情報についてはデータベース化がなされていない。そこで、爆発火災災害データベースの収録項目を、化学プロセスを対象とした項目に見直し、化学プロセスにおける爆発・火災災害に特化した「化学プロセス災害情報データベース」を新たに構築した。このデータベースは、過去の化学プロセスにおける災害事例を整理・分析して災害の現状を捉えるための基礎データを提供する。

* 化学安全研究グループ Chemical Safety Research Group

本章で述べる化学プロセス災害情報データベースは、事例検索・集計プログラムと防止対策データベースとともに、化学プロセスにおける爆発・火災危険性の明確化や事故後の原因調査の支援などを目的とした爆発災害防止支援システムを構成する。

以下では、化学プロセス災害情報データベースの収録項目とその内容、及び、化学プロセスにおける爆発・火災災害の発生状況について述べる。

2. 化学プロセス災害情報データベース

2.1 データベースの原資料

本データベースは、様々な労働災害のうち、爆発、火災、破裂、高温物に分類される災害を対象にした爆発火災災害データベースの中から、化学プロセス関連業種で発生した事故事例を抽出し収録項目を化学プロセスにおける爆発・火災災害に特化したものである。爆発火災災害データベース、及び、追加した収録項目の元となった資料は、研究用の基礎資料として収集した労働災害情報とこれを専門家の目で要約整理した資料が中心である。

2.2 対象とする災害事例

爆発火災災害データベースでは、災害が発生した事業所の業種を行政管理庁が定めた「日本標準産業分類（昭和 59 年 1 月改訂）」により分類している。そこで、まずこの分類の中から化学プロセスに関連のある業種として、大分類「製造業」の中から、パルプ・紙・紙加工品製造業（18）、化学工業（20）、石油製品・石炭製品製造業（21）、プラスチック製品製造業（22）の中分類（分類番号）に属する業種を選択した。

さらに、以上の業種において発生した爆発・火災災害のうち、例えば失火による火災や放火、資材置場や屋外での災害、あるいは、隣接事業所からの延焼などで化学プロセス機器と化学反応のいずれにも関わらない事例を除外した。

収録の対象とした期間は、1975（昭和 50）年～1999（平成 11）年とした。その総件数は 456 件である。この件数は、元となった爆発火災災害データベースの収録事例の約 22%にあたる。

2.3 データベースの情報項目

データベースの基礎となる爆発火災災害データベースの情報項目は、当初、原資料の記載項目を中心にして設定したが、爆発火災災害データベースの運用を開始後、要望によって各種法規における規制、

Table 1 Items of the chemical process accident database.

化学プロセス災害情報データベースの項目

数値項目	ID 番号	文字項目	災害発生場所
	労働者数		発生装置・機器
	西暦年		原因物質
	死亡者数		着火源・原因
文章項目	死傷者数		作業工程
	被害状況		災害事象の経緯
文章項目	事故の概要		発生要因

Table 2.1 Classification of location. 災害発生場所の分類

大分類	小分類
プラント	塔槽類, 回転機器, 配管系, 付属設備, ユーティリティ, その他のプラント
荷役輸送設備	受入払出設備, クレーン, トラック・ローリー・車両, 鉄道貨車, 船舶, その他の荷役設備
付属建物	倉庫, 研究・実験室, 事務所, 焼却・廃棄物処理, 作業室・工室, その他の建物
その他	その他, 不明

Table 2.2 Classification of device. 発生装置・機器の分類

大分類	小分類
塔槽類	加熱炉, 反応器, 蒸留塔, 熱交換器, 分離器, 吸収塔, 容器・貯槽, ポンプ, 乾燥器, その他の塔槽類
回転機器	圧縮機, ポンプ, 送風機, 混合機, 粉碎機・ふるい機, その他の回転機器
配管系	配管, 継手, バルブ, その他の配管系
付属設備	安全弁, 破裂板, 他の緊急装置, 計装装置, 断熱材, ピット, 実験機器, その他の付属設備
ユーティリティ	ボイラー, 変電所, 焼却・廃棄, その他のユーティリティ
荷役設備	陸上荷役, 海上荷役, その他の荷役
輸送運搬	普通車, トラック, タンクローリー, 鉄道車両, 船舶, その他の輸送設備
その他	その他, 不明

Table 2.3 Classification of substance.
原因物質の分類

大分類	小分類
火薬・爆薬類	爆薬弾薬, 火工品, 煙火・花火・マッチ, その他の火薬類
可燃性ガス	圧縮ガス, 液化ガス, 溶解ガス, 特殊材料ガス, その他のガス
可燃性液体	石油類, 有機溶剤, 純液体, 廃液廃油, その他の液体
可燃性固体	可燃物, 金属粉, 有機物粉, その他の可燃性固体
反応性物質	酸・アルカリ, 自然発火性物質, 禁水性物質, 反応性物質, 酸化性物質, 過酸化物, その他の反応性物質
高温物質	金属溶湯, 熱水・苛性ソーダ液, 他的高温液体, 火炎・バーナー・火花, 高温固体, 高温ガス, その他的高温物
有害性物質	有害性ガス, 有害性液体, 有害性固体, その他の有害物
放射性物質	放射性燃料, 放射性廃棄物, 医療用放射性物質, その他の放射性物質
その他	その他, 不明

Table 2.5 Classification of process.
作業工程の分類

大分類	小分類
正常運転	スタートアップ, 定常運転, シャットダウン, 試運転, 再スタート, その他の正常運転
正常操作	原料仕込み, 原料追加, 移送, 払い出し, 反応, 分離, 粉碎, 混合, 乾燥, 加温, 冷却, 加圧, 減圧, 貯蔵・保存, 蒸留・濃縮, 清掃・洗浄, 焼却・廃棄, その他の正常操作
運転停止	定期検査, 異常の点検, その他の停止中
緊急操作	停電, 緊急全停止, 緊急部分停止, 異常対処操作, その他の緊急操作
建設修理	溶接・溶断, 塗装, 資材運搬, 解体, 原料除去, 組立, 検査, その他の建設
荷役作業	原料受入, 製品払出, 輸送中, その他の荷役作業
その他	その他, 不明

Table 2.4 Classification of ignition source.
着火源・原因の分類

大分類	小分類
溶接・溶断	溶接・溶断火花, 溶接火炎, その他の溶接
火炎・バーナー	バーナー, 裸火, ストープ, 点火具, 逆火, 火の粉, その他の火炎
衝撃摩擦	衝撃・衝撃火花, 摩擦・摩擦火花, 摩擦熱, 断熱圧縮, その他の衝撃摩擦
高温物	高温表面, 乾燥器・ヒーター, 溶湯・高温液体, 高温気体, 高温固体, その他的高温物
化学反応	自然発火, 水との接触, 混触・一般反応, 暴走反応, 分解爆発, 触媒, その他の反応
電氣的着火源	電気火花, 静電気火花, 過電流・過負荷, 落雷, その他の電気
一般火災	一般火災・延焼, 放火, その他の火災
物理的	水蒸気爆発, 突沸, その他の物理的原因
単純破裂	過圧・閉塞破裂, 材料劣化破壊, 固定不良破裂, その他の破裂
その他	その他, 不明

Table 2.6 Classification of event.
災害事象の経緯の分類

大分類	小分類
前事象	破損, 発火, 反応, 混合, 突沸, 漏洩, 流出, 故障, 緊急停止, 誤操作
主事象	火薬爆発, ガス爆発, 粉じん爆発, 反応爆発, 水蒸気爆発, 蒸気雲爆発, ミスト爆発, その他の爆発, 破裂, 単純火災, 一般火災, 電気火災, 着衣火災, その他の火災, 高温物, 有害物
後事象	消火作業, 破損, 飛散物, 倒壊・崩壊, 流出

Table 2.7 Classification of cause.
発生原因の分類

大分類	小分類
設備機器	設計不良, 材料不良, 工作不良, 検査不良, 制御機器不良, 材料劣化, 材料腐食, 過大荷重, 衝撃, 補修不良, 閉塞, その他の設備不良
運転管理	情報伝達不備, 認知確認ミス, 誤判断, 誤操作, 技量未熟, 作業基準不備, 指揮命令不備, 点検不備, 未知事象, 教育訓練不備, その他の運転管理
原材料	不純物混入, 規格外, その他の原材料
その他	その他, 不明

災害事象の経緯, 添付写真の種類, 簡略な事故の概要などの項目を追加した。

化学プロセス災害情報データベースの情報項目は, 基礎とした爆発火災災害データベースの情報項目の中から化学プロセスにおける爆発・火災災害の本質の記述に必要な項目のみを選択し, 個々の災害事例の特定につながる事業所名や発生日時などの項目は除外した。Table 1 にその情報項目を示す。

ところで, この化学プロセス災害情報データベースの目的は, 化学プロセスにおける爆発・火災災害の要因の分析・集計だけでなく, 専門家ではない実務者や安全担当者, 安全衛生の行政担当者を主たる対象にした爆発災害防止支援システムにおいて, 統計資料を提供することにある。このため, 各文字項目については統計的な集計作業が容易なようにコード化のための分類を行った。Table 2.1 ~ 2.7 にその分類の具体的な内容を示す。

原因物質や着火源・原因などの項目においてはしばしば複数の要素が原資料に記載されている。その場合のコード化は, 各コードを列記する複数入力方式とした。Table 3 に入力した事例の一例を示す。なお, 最終的な爆発災害防止支援システムへ組み込まれるデータベースでは, 文章や単語は省略され, 数値と各分類のコード値, 及びコード分類表のみが収録される。

3. 化学プロセスにおける爆発・火災災害の発生状況

3.1 爆発・火災災害の事故件数の推移

研究用の基礎資料として収集した労働災害情報の中の爆発・火災災害事例の件数の推移を Fig. 1 に示す。全業種の爆発・火災災害の件数は, 1965 (昭和

Table 3 Example data of chemical process accident database.
化学プロセス災害情報データベースの入力例

ID 番号	19920162	1992 年	労働者数 570 名
死亡者数	10 名	死傷者数	17 名
災害発生場所	減圧軽油水素化脱硫装置	大分類	P プラント
発生装置・機器	熱交換器	小分類	01 塔槽類
原因物質	脱硫原料油及び脱硫油 (軽油・水素)	大分類	A 塔槽類
		小分類	04 熱交換器
着火源・原因	不明	大分類	L 可燃性液体, G 可燃性ガス
		小分類	01 石油類 31 圧縮ガス
作業工程	交換作業後の立ち上げ運転	大分類	U 不明
		小分類	99 不明
災害事象の経緯	破損→破裂→爆発→飛散物→火災		
発生要因	熱ひずみによる摩耗変形	大分類	A 設備機器
		小分類	06 材料劣化
被害状況	熱交換器全壊, 周辺機器損傷, 破片が約 130m 飛散. 半径約 500 m 以内の窓ガラスなどが破損.		
事故の概要	製油所の減圧軽油水素脱硫装置において, 交換作業後に運転を再開し, ほぼ通常運転に達した時, 熱交換器から白煙が噴出して数分後, 原料油と脱硫油が噴き出して爆発, 火災となった. 原因は, 熱交換器の部品が熱ひずみにより変形し, 高圧に耐えられなくなったもの.		

40) 年頃には年間 200 件を越えていたが, その後は徐々に減少し, 最近では年間 80 件前後となり, 最も多かった時期の約 1/3 にまで減少した。

化学プロセスにおける爆発・火災災害の件数は, 最も多かった時期が年間40件前後で, 最近では 10 ~ 20 件を推移している。Fig. 1 の上部は, 全業種の爆発・火災災害のうち, 化学プロセスにおける爆発・火災災害が占める件数の割合である。1975 (昭和 50) 年頃までは 30 % 程度にまで割合が増加する傾向にあったが, 続く 10 年間では各事業所や安全衛生行政の努力が実り, 20 % 台に低下した。

最近 10 年間では, 爆発・火災災害の発生件数が

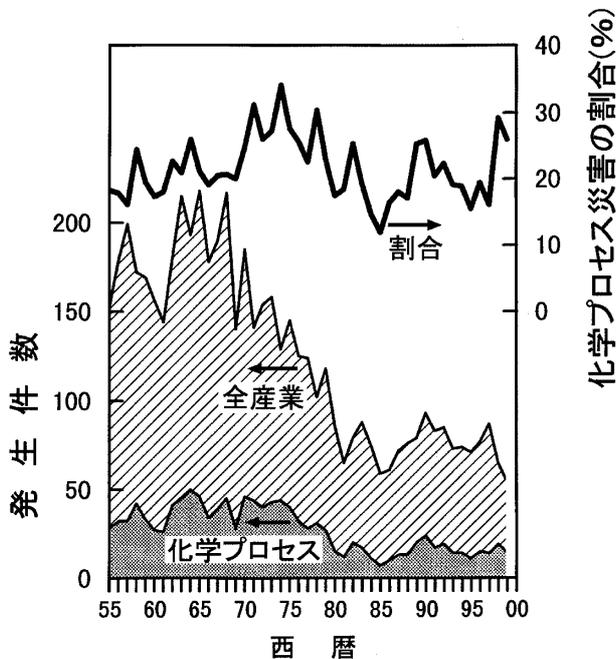


Fig. 1 Transitions of the number of explosions /fires and the ratio in chemical processes.
爆発・火災災害の事故件数の推移と化学プロセス災害の割合

全業種と化学プロセスのいずれにおいてもほぼ横ばいであり、化学プロセスが占める件数の割合には大きな変化はないが、わずかながら増加傾向にあるようである。

3.2 爆発・火災の有無とその発生順

化学プロセスにおいては、多量の可燃性物質や化学物質を取り扱うことが多く、ひとたび災害が発生すると、災害が拡大し多大な被害を生じることが少なくない。Fig. 2 は爆発（破裂を含む）と火災の発生の有無とその発生順を集計した結果である。最も多かったのは爆発のみが発生した場合で 200 件弱と全体の4割強を占める。その次は、爆発から火災に至った事例で、火災から爆発に至った事例と合わせると約 130 件に達する。爆発と火災の発生順の内訳は爆発後に火災となったケースが圧倒的に多かった。最初に起きた爆発により周辺機器が破損した結果、周囲に可燃性物質が散逸し、爆発に続いて火災が発生するケースが典型例であろう。

火災のみの事例はその次とはなるが、その件数は 100 件を越えており、全体の約 25% を占める。破損あるいは反応により可燃性物質が流出し火災に至った事例が多い。

その他の災害は、高温物や有害物との接触、流出事故などである。元となったデータベースにおいて

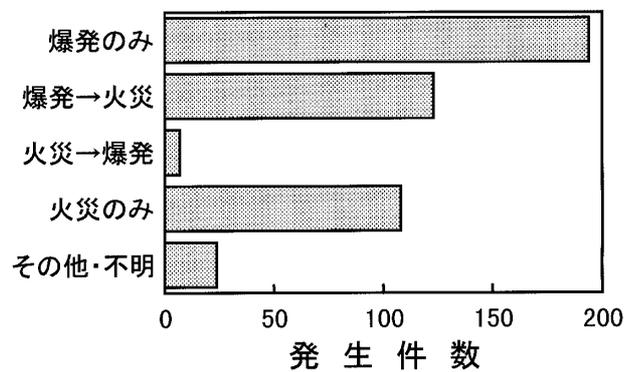


Fig. 2 Number of explosion and/or fire in chemical processes.
化学プロセス災害における爆発と火災別件数

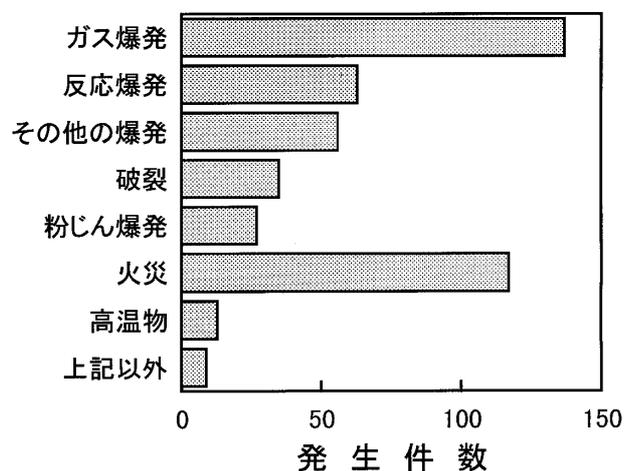


Fig. 3 Number of main event of accident in chemical processes.
化学プロセス災害における主事象別件数

爆発・火災の関連災害として収録されていた事例である。

3.3 災害の主事象別の件数

Fig. 3 は災害経緯の主事象を集計した結果である。爆発・破裂災害は合計 317 件であるが、その半数近くはガス爆発（可燃性液体の蒸気の爆発を含む）であり、全業種での集計結果の傾向と同様である。しかし、ガス爆発の次に多い主事象は全業種とは異なり反応爆発で、その件数は 63 件に達している。反応爆発とは、混触・重合・分解など化学プロセスの反応が暴走し爆発に至った事例である。その他の爆発が反応爆発について多い。含まれている主事象は、水蒸気爆発、蒸気雲爆発、ミスト爆発、火薬類の爆発などである。

火災の件数は、失火や放火、他事業所からの延焼による火災を対象外としているので、ほぼすべてが

一般火災に分類され、その件数は電気火災と合わせて 120 件弱であった。なお、3.2 に述べたように、うち 7 件では火災に続いて爆発が発生した。

上記以外として分類された事例は、爆発・火災の関連災害として収録された有害物との接触や流出事故などである。

4. おわりに

産業災害を対象にした統計資料は、様々な機関から公表されており、本報もそのうちの1つである。これら統計資料は、災害の防止へ直接つながるわけではないが、分析作業によってどのような点に注目すべきかや新しい形の災害に関しての有用な情報を得ることができ、間接的だが災害の防止に役立つと考えられる。

さらに構築したデータベースは、分析対象を化学プロセスに限定していること、情報項目がコード化されていること、後述の化学プロセスにおける爆発災害防止支援システムへの内蔵という特長があり、化学プロセスに関連ある事業所の実務者・安全担当者の参考になることはもちろん、そのほかの事業所・実務者における爆発・火災災害の防止の一助となることも期待したい。

参考文献

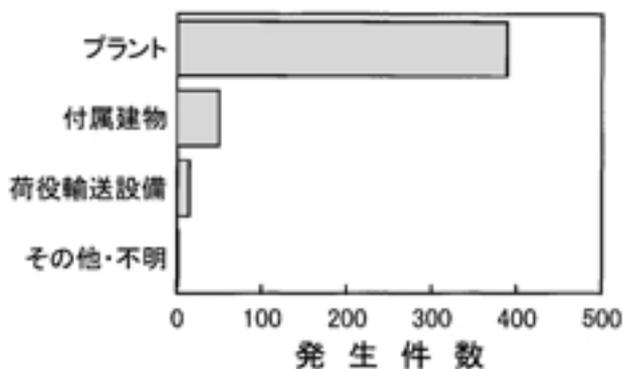
- 1) 産業安全研究所における情報検索システムの開発, RIIS-SD-90-1 (1990)
- 2) 板垣晴彦, 爆発・火災災害の統計分析, NIIS-SD-NO.15 (1997)

(平成 14 年 8 月 21 日受理)

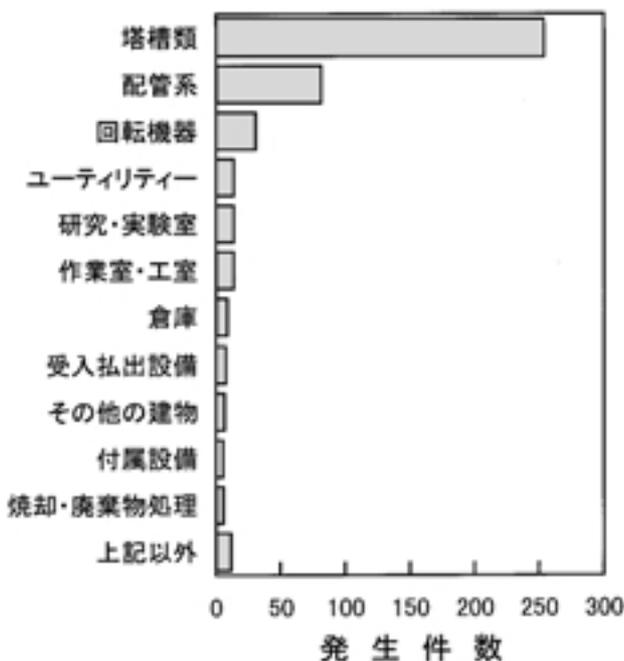
付録 化学プロセス災害情報データベースの統計データ集

このデータ集は、構築した化学プロセス災害情報データベース収録されている全事例（456 件）を対象に、各情報項目の分類（大分類と小分類）の該当数を多い順に集計した結果である。本文中に述べたように、このデータベースは研究用の基礎資料として収集した労働災害情報の中から化学プロセスに関わる業種で発生した爆発・火災災害事例を収録したものである。原因物質や着火源・原因などで複数の内容を収録している場合には、その複数の内容をそれぞれの分類に計上する複数回答方式として集計したため、分類後の合計数と事例数とは多くの図で一致しない。

1. 災害発生場所別

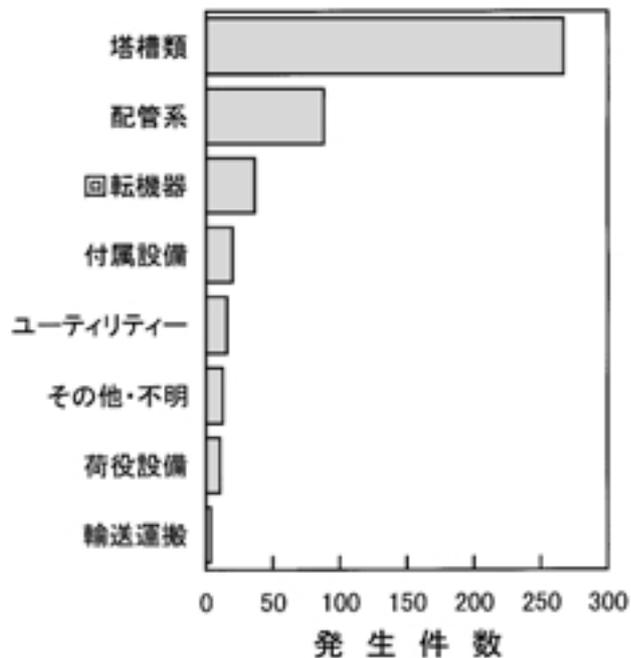


付図 1 災害発生場所の大分類別件数

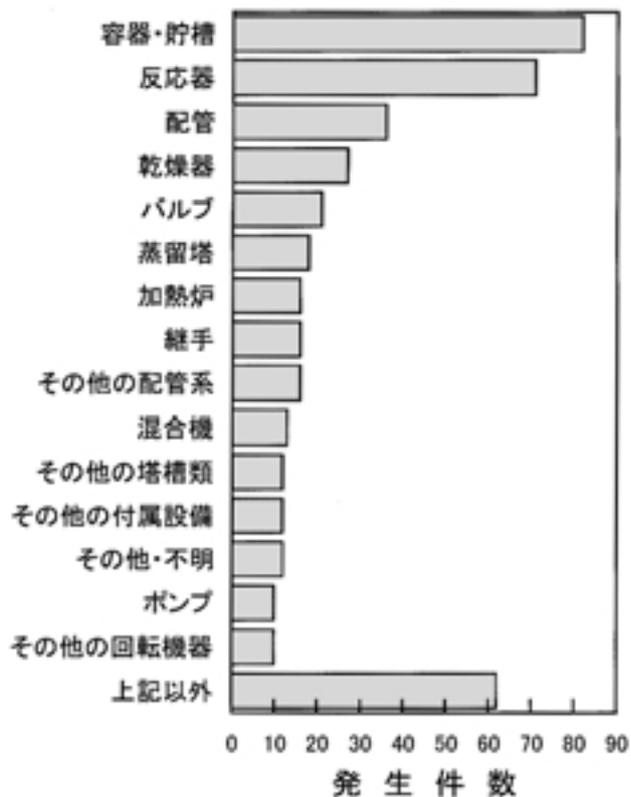


付図 2 災害発生場所の小分類別件数

2. 発生装置・機器別



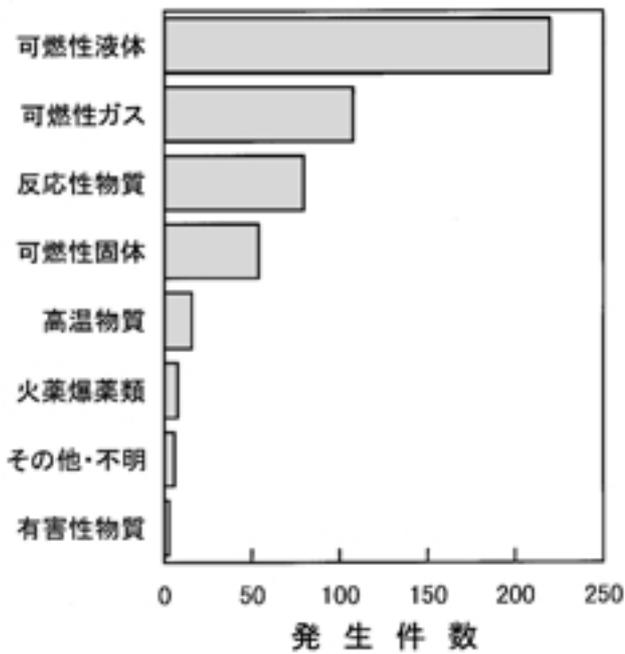
付図 3 発生装置・機器の大分類別件数



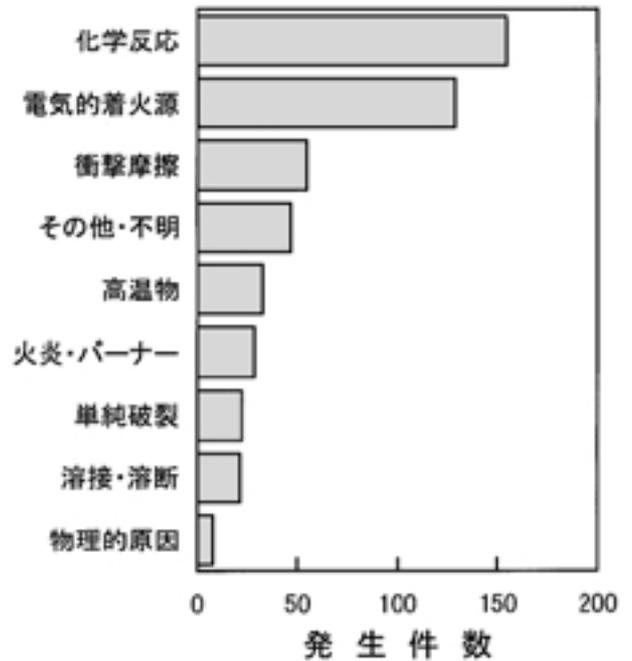
付図 4 発生装置・機器の小分類別件数

3. 原因物質別

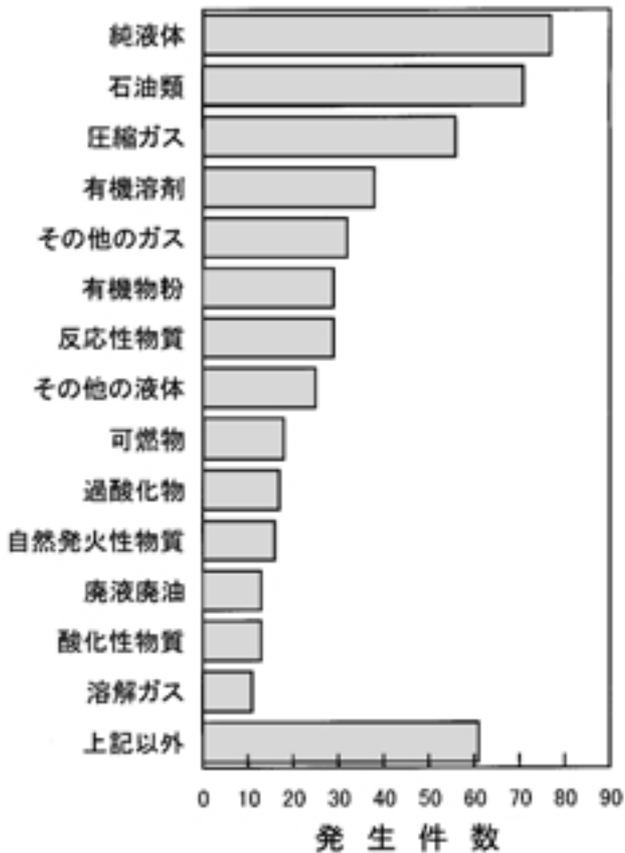
4. 着火源・原因別



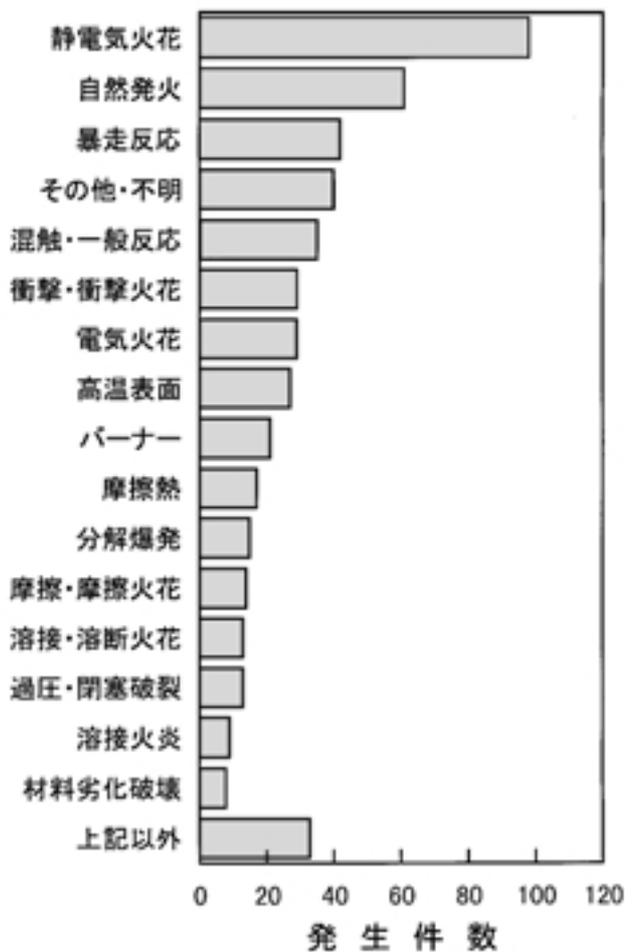
付図5 原因物質の大分類別件数



付図7 着火源・原因の大分類別件数

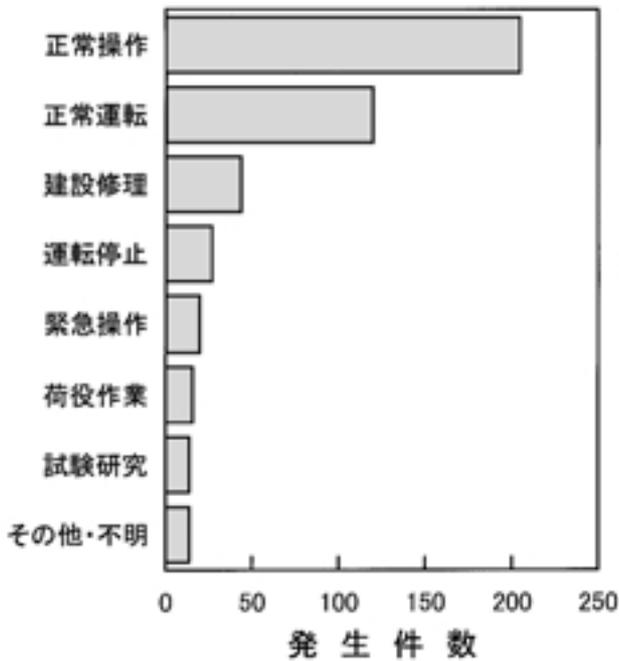


付図6 原因物質の小分類別件数



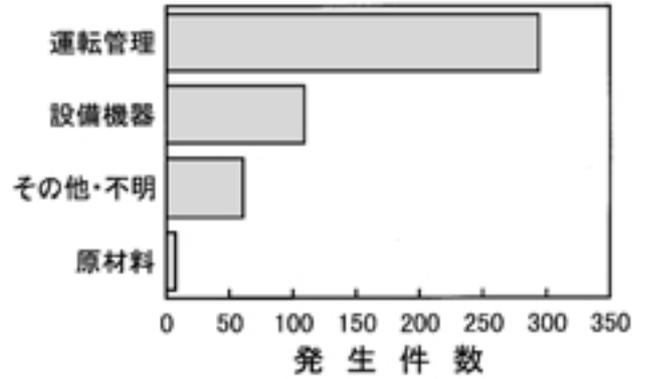
付図8 着火源・原因の小分類別件数

5. 作業工程別

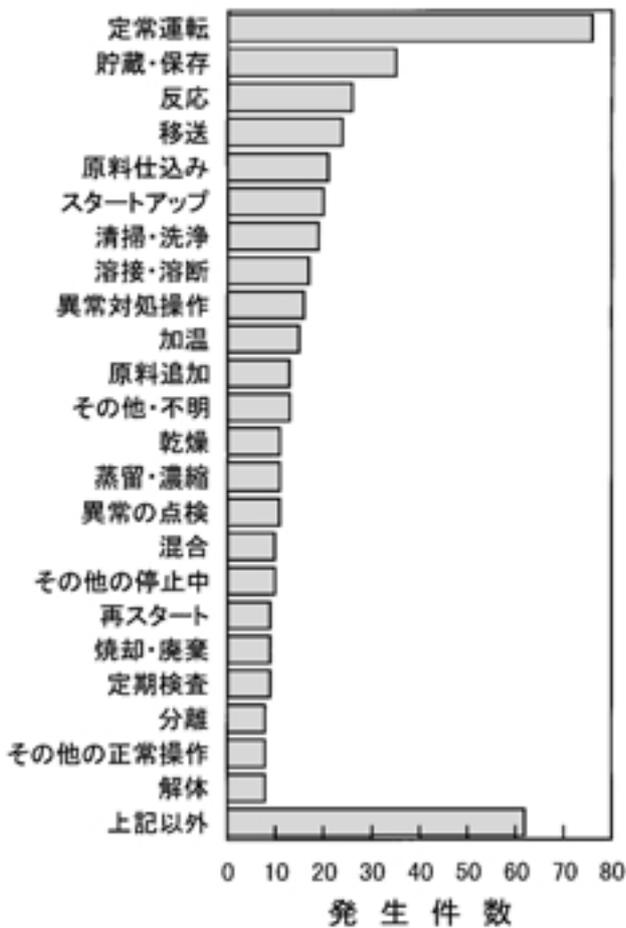


付図 9 作業工程の大分類別件数

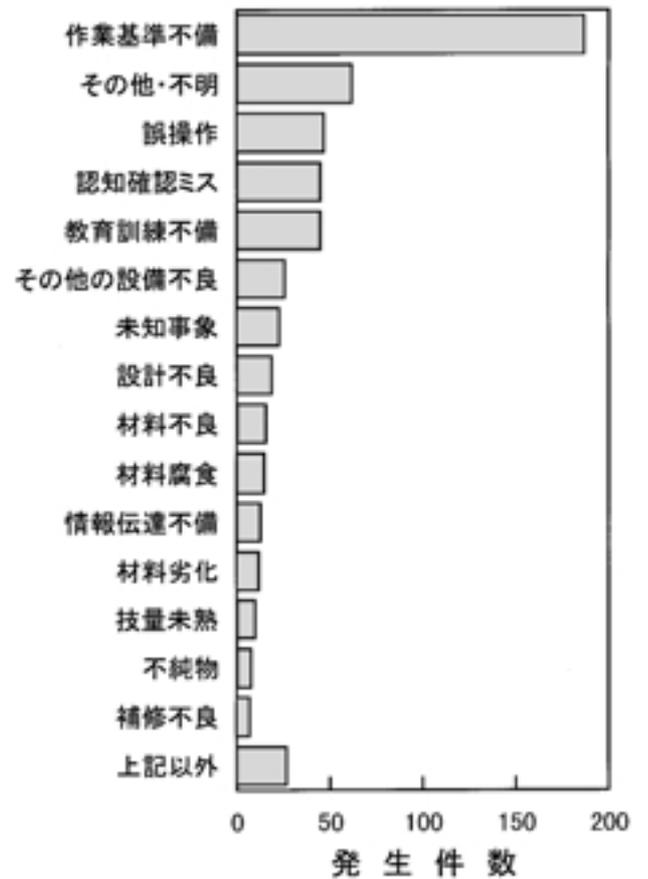
6. 原因要因別



付図 11 原因要因の大分類別件数



付図 10 作業工程の小分類別件数



付図 12 原因要因の小分類別件数