

## トラブル対処作業における爆発・火災の予測と防止に関する研究

Study on prediction and prevention of explosions and fire with trouble correspondence

八島正明\*1, 板垣晴彦\*2, 大塚輝人\*1, 佐藤嘉彦\*1, 水谷高彰\*1, 西脇洋佑\*1, 斎藤寛泰\*3, 熊崎美枝子\*4,

化学安全研究グループ\*1 化学物質情報管理研究センター\*2 芝浦工業大学\*3  
横浜国立大学\*4

■YASHIMA Masaaki, ITAGAKI Haruhiko, OTSUKA Teruhito, SATO Yoshihiko, MIZUTANI Takaaki, NISHIWAKI Yosuke, SAITO Hiroyasu, and KUMASAKI Mieko

本研究においては、非正常作業のうち移行作業とトラブル対処作業におけるリスク低減の具体的な措置、安全方を講じるためのデータを収集し、リスクアセスメントに資する情報を提供することを目的とする。そのため、a)化学物質の熱特性を的確に測定するための技術の開発、b)センサーによる異常発生を検出方法の開発、c)くん焼・燃え拡がり特性、さらに遷移した爆発特性の測定、d)災害事例の分析、爆風や飛しょう物による被害予測・トラブル対処の方法の提示、などに関する項目を調べた。

### 1 研究の背景

可燃性物質を扱う貯蔵施設において、自然発火などを原因とする火災がたびたび発生している。近年では、三重県ごみ固形燃料発電所での爆発・火災(2003年)<sup>1)</sup>のほか、民間や公的な廃棄物リサイクル施設での爆発・火災、大豆サイロでの爆発(2013年)、石炭貯蔵施設での火災・爆発(2013年)などが発生している。火災が発生した後、消火と拡大防止のため作業員がかき出し作業中に小規模爆発や急に火災が形成して被災する事例もある。

近年、化学工業を中心として、非正常作業に該当するスタートアップやシャットダウンなどの移行作業やトラブル対処の際に爆発や火災が連続して発生している。それらの事故の原因・背景に係る共通点として、化学プロセスの運転の原理原則となる化学反応等に対する理解不足が指摘されている<sup>2)</sup>。

中央労働災害防止協会では、「関係省庁連絡会議報告書」も踏まえ、見直しの重点項目として、爆発・火災等の重大災害の防止対策の観点からも非正常作業における安全衛生対策を見直し、報告書にまとめた<sup>3)</sup>。取りまとめには、「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針及び危険性又は有害性の調査に関する指針」と、同指針に示されているリスクアセスメントの手順が参考とされている。同指針とリスクアセスメントの手順に示され

るように、非正常作業における安全衛生対策を積極的に推進していくことは極めて重要である。リスク低減措置としては、「異常発生防止」、「異常検知手段」、「事故発生防止」、「被害の局限化」がある。

化学設備の爆発・火災の防止においては、発火を予防することが第一であり、化学物質の詳細な発熱特性を把握することが必要である。また、何らかの原因で発火した場合に、火災の進展を予測し、拡大防止の措置を講じることも必要である。この際、火災などの異常発生を検知し、事象を把握し、予測するため、温度計やガス検知器などの適切なセンサーの設置が不可欠である。さらに、異常発生時には現場作業員が緊急排出や消火等のトラブル対処作業を行うことがあるが、事象の進展を把握し、退避することを常に考えておく必要がある。

災害が進展している途中でのモニタリング手法については原子力災害対策指針(原子力規制庁、東日本大震災を踏まえた指針)など既往の情報があるが、爆発・火災を想定した実用的かつ総括的な研究例は見当たらない。

以上、本プロジェクト研究では、単に各サブテーマをまとめるだけでなく、災害事例と関連づけて考察し、研究所刊行の安全ガイド(SG)として事業場で活用できる具体的な防止対策を提案する。

### 2 研究のサブテーマ

本研究においては、非正常作業のうち移行作業とトラブル対処作業におけるリスク低減の具体的な措置、安全方を講じるためのデータを収集し、リスクアセスメントに資する情報を提供することを目的とする。そのため、a)化学物質の熱特性を的確に測定するための技術の開

\*1 労働安全衛生総合研究所 化学安全研究グループ

\*2 労働安全衛生総合研究所化学物質情報管理研究センター

\*3 芝浦工業大学

\*4 横浜国立大学

発, b)センサーによる異常発生の検出方法の開発, c)くん焼・燃え拡がり特性, さらに遷移した爆発特性の測定, d)災害事例の分析, 爆風や飛しょう物による被害予測・トラブル対処の方法の提示, などに関する項目を調べる。上述 a)~d)の項目をサブテーマ 1~3 とし, 以下のように実施した。

(サブテーマ 1) 「粉粒体堆積層の火災・爆発の危険性」

試料の大きさ (5~50 mm 程度までの粉~粒体) から実現象を検証できる最小堆積量を検討し, 実験室で燃え拡がり実験を行う。また, 燃え拡がり速度は危険性評価上重要な指標となる。堆積層の熱伝達は燃え拡がり速度に密接な関係があるため, 実験と理論解析により, 熱伝達率などを求め, 燃え拡がり速度を見積もる。

(サブテーマ 2) 「化学設備等の移行・トラブル対処作業における異常検出, モニタリング手法に関する研究開発」

実際に発生した災害事例を参考として爆発・火災初期に発生するガス種・濃度などを調査する。併せてガス検知器を中心として化学設備等で多用されているセンサーを設置し, 災害の進展 (異常反応の開始, 拡大) に伴うセンサーの挙動を確認する。これらの知見は, 労働災害の予測・防止に有効なセンサーの機種選択・設置位置の安全ガイド作成に活用する。また 2 m<sup>3</sup> 程度のタンクを使った実験を行い, 有用性を検証する。

(サブテーマ 3) 「化学設備等における爆発・火災等の拡大防止策の提示」

発熱・発火防止策, 発火した場合の対処方法, 避難のための時間と安全な距離, 爆風や飛しょう物による被害予測・対策などの検討, 災害事例調査と本研究で得られた知見をもとに総合的に考察し, 拡大防止策としてまとめる。リスクアセスメントに資する情報の提供, 文献調査や現地調査を行い, 解説記事を執筆し, 研究所刊行物 (技術資料) にまとめる。また, 災害情報を提示するツールを提供する。さらに, SDS 等で安全に運転するのに十分なデータを得ることが難しい化学物質について, 発熱性に関するデータを的確に測定する手法を開発する。

### 3 本研究の成果

#### (1) 粉粒体堆積層の火災・爆発の危険性

1) 堆積層の燃え拡がりに及ぼす粉粒体の寸法・形状の影響  
堆積層の燃え拡がりに及ぼす粉粒体の寸法・形状の影響に関して, 石こう固化による手法を RDF (ごみ固化燃料) に類似した燃焼性状を示す RPF (紙・プラスチック固化燃料) と, 炭化物が生じにくく, くん焼しにくい燃焼性状を有する PMMA (ポリメタクリル樹脂) ペレットに適用し, 下方燃え拡がりにおける燃焼帯の構造を調べた。

大豆 (約 6 mm) を使った燃え拡がり実験を行った結果, 下方燃え拡がりでは有炎から無炎燃焼になり, くん焼の様式で燃え拡がるが途中で消えた (図 1)。上方燃え拡がりでは底部の加熱部付近が昇温するが燃え拡がら

なかった。試料径が小さくなると, 流体抵抗 (圧力損失) が大きくなり, 新鮮な空気が堆積層内を拡散流入できなくなるためと考えられる。小径の木材ペレットや木質ペレット (直径約 6 mm) の実験結果より, 粉粒体の直径 5 mm 程度が堆積層内の燃え拡がり限界であると推測された。

PMMA ペレットの燃え拡がりでは, 溶融の影響が大きいことがわかった。堆積層内に均一の溶融膜 (液相) を形成し, 新鮮な空気の流れを遮断することで燃え拡がりの挙動が変化する。これらのことから, 堆積物の燃焼性状によって, 仮に発火しても消えやすいものと逆に消えずに終え拡がりが長時間進行するものがあることがわかった。



図1 大豆堆積層の下方燃え拡がり実験の様子

#### 2) 堆積層の熱伝達率等の測定

堆積層 (充てん層) における基本的な特性データの収集を目的に, 空隙率に対する有効熱伝導率 (みかけの熱伝導率), 比熱, 通気性に影響する圧力損失を測定した。有効熱伝導率の測定は JIS A 1412, ISO 8301 などの規格に準拠する定常法により行った。ペレット試料の寸法を相当直径で整理した。測定の結果, 有効熱伝導率は試料寸法とともに増加すること, みかけの比熱の試料寸法への依存性は小さいことなどがわかった。

#### (2) 化学設備等の移行・トラブル対処作業における異常検出, モニタリング手法に関する研究開発

##### 1) 貯槽等の化学設備における過去の事故事例の調査と解析

Web 調査によって入手した事故調査報告書, および当研究所が Web 公開している事故調査報告書について, モニタリング手法 (貯槽等の温度等の計測および計測データの利用) について問題が認められる事例を収集し, 事故の兆候について計測されたデータおよび, その後のトラブル対処作業について分類した。

##### 2) 模擬検知試験装置での検知装置の調査・検討

サイロなどの貯蔵物のモデル物質として, 燃焼特性がよく知られている天然素材である木材 (ベイツガ) と合成素材であるプラスチック (PMMA) を選び, くん焼ガスの分析を行った。有機材料から発生する有毒ガスの有

無に関する既往の研究例を参考に、発生ガスの経時変化を分析し、以下の結果を得た。a)ベイツガ、PMMA共にTG-DTA分析結果である分解開始温度(約280℃)を超えた300℃付近からガスの発生が認められた。b)二酸化炭素、一酸化炭素の他にベイツガではメタン、PMMAではモノマー(MMA)の発生が確認された。c)加熱設定温度の上昇と共に、ガスの発生量が増えた。d)雰囲気ガスを窒素に換えた実験結果との比較で、発生したガスが空気により酸化されていることが確認された。

### 3) ガスセンサーによる応答性・測定

FTIRによる熱分解ガス評価実験結果に基づき、市販の8種類のガスセンサーを用い、応答特性と出力について実験を行った。空気の汚れセンサー、水素センサー、一酸化炭素センサー、メタンセンサー、有機溶剤センサーでは試料の分解開始温度から明確な反応を示すが、分解開始温度より30~50℃程度低い温度でもわずかに反応を示すことが分かった。

このほか、熱面に置いた試料(26種類)から発生するガスの検知の有無を調べた。そして、いくつかの試料について、一定高さで堆積させた、くん焼で燃え広がる際のガスセンサーの検知性能を確認した。規模が大きくなると、試料の貯蔵中に実際に自然発火の危険性が高まるため、不燃性の試料として大粒の玉砂利を使い、模擬的にくん焼で生じるガスを流し、ガス検知性を調べた。図2に実験に用いた小型タンクの外観を示す。



図2 実験に用いた小型タンクの外観  
(高さ3.2m, 円筒部長さ2.5m×直径1.0m)

### (3) 化学設備等における爆発・火災等の拡大防止策の提示

#### 1) トラブル対処作業時に発生する爆発・火災等による被災防止のための影響範囲の検討

貯槽等の化学設備で発生した爆発・火災災害に着目し、災害事例を参考にシナリオでの爆発・火災等の影響範囲を評価した。評価した項目は可燃性物質及び毒性物質の拡散範囲、開口部からの火炎の到達距離、貯槽等で

の内圧上昇による容器破裂で発生する爆風圧及び飛散物の影響範囲である。可燃性ガスが放出する可能性がある容器周辺でトラブル対処を行う際、大きな開口部が生じる可能性がある場合は、被災防止のためにその容器からある程度離れることが望ましく、一酸化炭素が容器内で発生している可能性があり、開口部が想定される場合は、その開口部が小さくても、容器から相当の距離を確保するか、呼吸用保護具を着用すべきであると考えられた。開口部から噴き出す火炎による被災を防止するためには、開口部が生じる可能性がある箇所から一定の距離を確保するか、耐火・耐熱性を有した作業服を着用することが望ましいと考えられた。貯槽等の破裂等で発生する一次破片は人体に対して危険となる十分大きい運動エネルギーを有しており、貯槽等の内圧が上昇している恐れがある際には、みだりにその周辺に近寄ってはならないと考えられた。計算結果の例として、図3に物質が連続

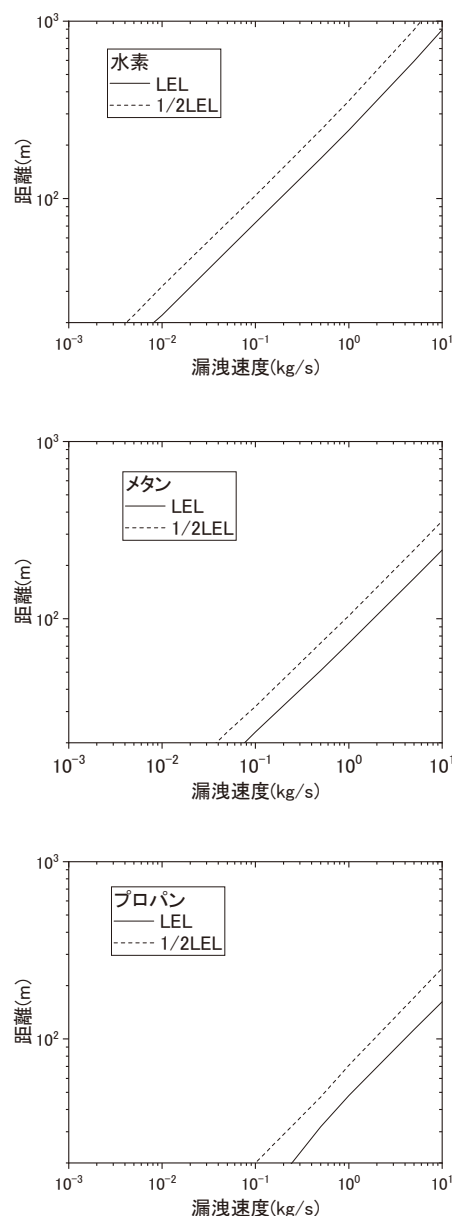


図3 物質の放出速度(連続放出を仮定したとき)とLEL, 1/2LELに達する距離との関係



放出したと仮定した際の放出速度と LEL（爆発下限界）及び 1/2LEL の濃度に達する距離との関係を示す。

**2) 貯槽等で発生した爆発・火災における原因物質の物性等と被害・周辺影響についての検討**

災害の原因物質の物性及び生じた現象と被害状況を文献により調査し、関係の有無を検討した。また、粉じん爆発については、爆発の激しさ  $K_{St}$  と爆発等級  $St$  クラスに対する爆発の影響について、爆発火災データベースや過去の災害調査をもとに調査し、爆発拡大の要因を検討した。その結果、物質の引火点や融点が低いほど事例件数及び死傷者数が多くなる傾向を示した。また、暴走反応等の意図しない反応による爆発で死傷者数が最も多かった一方、可燃物が原因となる爆発では被害範囲が装置内・周辺にとどまっても死傷者数が多くなる事例が見られた。粉じん爆発については、粉体の  $St$  クラスが大きいと、事例 1 件当たりの死傷者数、死亡者数が大きかった一方、危険等級が小さい粉体による爆発でも、死傷者数が多い事例が見られた。

**3) 発熱性に関するデータ（比熱・熱流束）を的確に測定するための装置等の試作**

多段伝熱を想定した伝熱遅れ補正に対応可能な式と時定数の最適値の推定が可能な計算式を用いた伝熱遅れ補正法を提案し、実際に高度な伝熱遅れ補正が実施できることを確認した。水酸化ナトリウムの溶解熱の発熱速度について、実際に伝熱遅れ補正法を適用したところ、多段伝熱を考慮しない伝熱遅れ補正後の最大発熱速度は、多段伝熱遅れ補正後の最大発熱速度に対して小さく、多段伝熱を考慮しない場合危険性を過小評価する恐れがあると分かった。本研究で提案した手法によって、労働現場において、より精度が高く危険性の過小評価の恐れが小さい発熱反応の危険性の調査が可能になると考えられる。また、伝熱遅れ補正式とそのため到时定数算出法について情報を整理し、また広く普及している計算ソフトウェアで実行可能な最小値計算プログラムによる機械的な算出法を提供することで、反応熱量計による危険性の調査の新規導入の障壁が軽減されることが期待される。

**4) 各種試験装置による発火温度の測定、発火温度の的確な評価手法の検討**

貯槽等の貯蔵施設での蓄熱発火に関する危険性評価手法の中から、断熱型の自然発火試験装置（SIT 特型、以下「SIT」とする）による発火温度測定、グレーバ炉を使った昇温過程での発火測定を行った。

SIT による測定では、石松子においては初期温度が 89～98℃の間、ベイツガについては 175～185℃の間、大豆粉については 60～70℃の間、小麦フスマについては 120～130℃の間、RPF 破砕物については 130～140℃の間で発火した。この中で、大豆粉については、低い初期温度でも短い誘導時間で発火に至る場合、逆に高い初期温度であっても長い誘導時間で発火に至る場合が見られた。グレーバ炉による発火温度はベイツガ<75 μm については 278℃程度で発熱して発火し、SIT のそれに比べて発火温度が熱気流の影響を受けることがわかった。

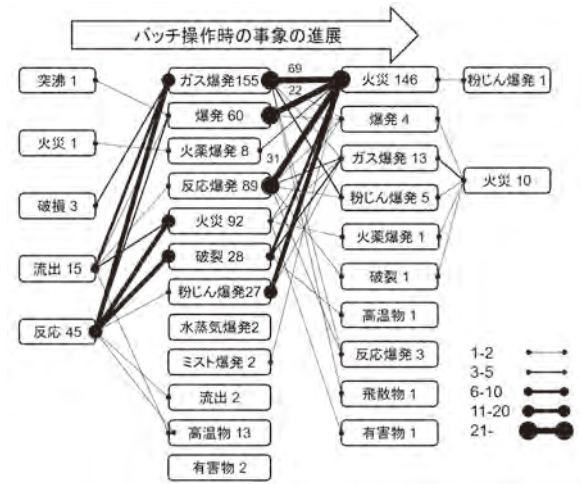


図4 バッチ操作の事象の進展

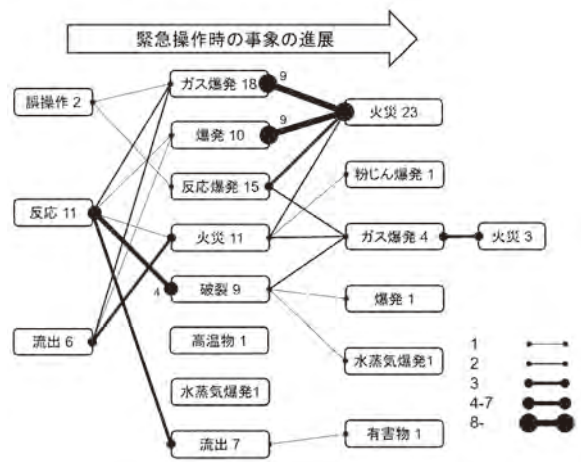


図 5 緊急操作の事象の進展

**5) 基本情報データベースの構築とデータ分析**

安衛研の爆発火災データベースを用い、どのような工程の時に事故が発生しているか、さらにその際の事故の事象の進展がどのようなあるかの分析を行った。図 4 と 5 に分析結果を示す。バッチ操作では反応が引き金で、多段の進展がみられる。緊急操作では、主事象の件数について見ると、「ガス爆発」「反応爆発」がやや多いが、「火災」「爆発」「破裂」も起きており多様である。主事象に至る要因は、「反応」のうち 4 件が「破裂」に進展した。さらにガス爆発 2 件、爆発 1 件、水蒸気爆発 1 件に進展し、大きな事故になっている。主事象の進展については、ガス爆発と爆発からそれぞれ 9 件が火災に進展した。また火災 11 件のうちの 4 件が 2 次火災や粉じん爆発やガス爆発に進展した。さらに 2 次のガス爆発 4 件のうち 3 件で火災に進展しており、連続運転やバッチ操作よりも、事象が多重に連鎖する確率が高い結果となっている。

**4 今後の展開**

本報告書は、各研究サブテーマにおいて実施した成果を取りまとめたものである。その研究成果を参考に、ト

ラブル対処時に進展する事象を整理し、装着する保護具など活用しやすい安全ガイド(SG)を作成し、今年度中に公表する予定である。

#### 参 考 文 献

- 1) 産業安全研究所. ごみ固形化燃料(RDF)の爆発・火災の危険性と安全な取扱いについて.安全ガイドNIIS-SG-No.3. 2004.
- 2) 内閣官房, 総務省消防庁, 厚生労働省, 経済産業省. 石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議報告書. 2014.
- 3) 中央労働災害防止協会編. 化学設備等における非正常作業の安全 - 「化学設備の非正常作業における安全衛生対策のためのガイドライン」の見直しに関する調査研究報告書 -. 2015.

研究業績リスト

課題名：トラブル対処作業における爆発・火災の予測と防止に関する研究

平成30年度 (2018年)		
1	著書・単行本	八島正明(2018) 日本火災学会編 火災便覧 (第4版) (分担執筆) .共立出版, pp.230-233, pp.441-446, pp.1261-1262, pp.1403-1450, pp.1466-1539.
2	総説ほか	八島正明 (2018) 【特集】知ってますか?! 粉じんの怖さ:安全編 粉じんによる爆発・火災の防止.安全衛生のひろば, 中央労働災害防止協会, 59(10) pp. 19-21.
3	国内学術集会	八島正明(2018) RPF, PMMAペレット堆積層内の燃え拡がり—石こう固化による層内部の観察—, 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.129-130.
4	その他の専門家向け出版物	水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(31) シリーズ12 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(1). 作業環境, Vol. 39, No. 2, pp. 60 - 63. (公社) 日本作業環境測定協会.
5	その他の専門家向け出版物	水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(32) シリーズ13 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(2). 作業環境, Vol. 39, No. 3, pp. 39 - 44. (公社) 日本作業環境測定協会.
6	その他の専門家向け出版物	水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(33) シリーズ14 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(3). 作業環境, Vol. 39, No. 4, pp. 47 - 52. (公社) 日本作業環境測定協会.
7	国内学術集会	水谷高彰, 斎藤寛泰(2018) バイオマスから発生するシンガスの爆発燃焼特性. 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.169-170.
8	国内学術集会	八島正明, 佐藤嘉彦(2018) 貯槽等のトラブル対処中に爆発や火災に進展した事例. 安全工学シンポジウム2018講演予稿集, pp.440-443.
9	国内学術集会	八島正明(2018) 国内外の爆発圧力放散ベントの規格・ガイドラインの比較検討. 安全工学シンポジウム2018講演予稿集, pp.320-323.
10	国内学術集会	佐藤嘉彦(2018) 官能基の種類による有機物-硝酸反応の挙動変化. 火薬学会2018年度春季研究発表会講演要旨集, pp. 149-150.
11	国内学術集会	岡田賢, 佐藤嘉彦, 伊賀祐人, 奥田晃彦, 秋吉美也子, 松永猛裕(2018) 金属薄膜—硝酸反応の爆発危険性評価 (1) 類似事故の調査とグラムスケール加熱試験. 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.211-212.
12	国内学術集会	佐藤嘉彦, 岡田賢, 秋吉美也子, 松永猛裕, 伊賀祐人, 奥田晃彦(2018) 金属薄膜—硝酸反応の爆発危険性評価 (2) 熱分析およびSEM分析. 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.213-214.
13	その他	八島正明(2018) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止 —トラブル対処作業に関連して—. 平成30年度安全衛生技術講演会 (東京・9月25日, 大阪・10月2日)
令和元年度 (2019年)		
1	著書・単行本	八島正明(2019) (一社)日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会編粉じん爆発・粉体火災の安全対策 (分担執筆) .オーム社, pp.3-25, 49-57, 174-183, 196-199, 292-296, 324-333.
2	総説ほか	八島正明(2019) 粉じん爆発・火災とその防止策.エアロゾル研究, 34(3), pp. 159-166.
3	総説ほか	八島正明(2019) 産業現場における爆発・火災に関する一連の研究.火災, Vol.69, No.4, pp.3-6.
4	国内学術集会	八島正明(2019) マグネシウム小片の燃焼性に及ぼす着火源の影響.第136回春期大会講演概要集, 軽金属学会, pp.415-416.
5	国内学術集会	八島正明(2019) 水酸化マグネシウムを添加したマグネシウム粉体層に沿った燃え拡がり.火薬学会 2019年度春季研究発表会講演要旨集, pp.102-105.
6	国内学術集会	西川慎太郎, 熊崎美枝子, 大塚輝人, 白川真一, 出雲充生(2019), 機械学習を用いたホットスポット予測手法の検討.安全工学シンポジウム2019講演予稿集, pp.332-333.
7	国内学術集会	八島正明(2019) 粉じん雲中を対向伝ばする火災の挙動.第57回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.P214-1・P214-2.
8	国内学術集会	八島正明, 大塚輝人(2019) 水素化マグネシウム粉じんの爆発・火災特性について.第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.163-166.
9	国内学術集会	八島正明 (2019) 粉体層の燃え拡がり時に発生するガス蒸気の着火性.第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.203-206.

10	国内学術集会	西川慎太郎,熊崎美枝子,白川真一,三角隆太,今井俊之介,大塚輝人(2019), CFDデータを利用した機械学習による早期異常検知手法の検討.第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.59-60.
11	その他	八島正明(2019) 先端産業における粉じん爆発危険性と安全対策, 粉体工業展大阪2019, 粉じん爆発情報セミナー (10月16日, 大阪)
12	国内学術集会	水谷高彰, 八島正明(2019) 産業現場での爆発・火災におけるモニタリング方法の問題点について. 安全工学シンポジウム2019講演予稿集, pp.334-335.
13	国内学術集会	水谷高彰, 斎藤寛泰, 八島正明(2019) 木材等有機物の爆発・火災初期におけるからガス発生特性. 第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.199-202.
14	国内学術集会	八島正明(2019) 粉体を扱う貯槽等での火災の検知.産業・化学機械と安全部門 研究発表講演会2019冬ー安全・安心な産業・化学機械システムの構築ー.日本機械学会, pp.10-14.
15	総説ほか	八島正明(2019) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止ートラブル対処作業に関連してー. 労働安全衛生研究, 12(1), pp. 67-71.
16	国内学術集会	板垣晴彦(2019) 爆発火災事例についての重篤度と発生率の分析. 第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.159-162.
17	国内学術集会	八島正明(2019) 粉じん爆発における被害・周辺影響について.第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.187-190.
18	国内学術集会	佐藤嘉彦(2019) 貯槽等で発生した爆発・火災における原因物質・現象と被害状況との関係の調査.第52回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.3-4.
19	国内学術集会	佐藤嘉彦(2019) 事故事例からの復帰不能時間 (TNR) の試算.安全工学シンポジウム2019講演予稿集, pp.328-329.
20	国内学術集会	大塚輝人, 佐藤嘉彦(2019) 熱流束測定時の伝熱遅れの補正法.安全工学シンポジウム2019講演予稿集, pp. 336-337.
<b>令和2年度 (2020年)</b>		
1	国内学術集会	八島正明(2020) 水素化マグネシウム粉じんの着火危険性.火薬学会 2020年度秋季研究発表会講演要旨集, pp.65-68.
2	国内学術集会	八島正明(2020) 木球堆積層内の燃え拡がり.第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.37-38.
3	国内学術集会	西川慎太郎,熊崎美枝子,白川真一,三角隆太, 大塚輝人(2020) CFDデータを利用した機械学習による早期異常検知手法の検討. 第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.65-66.
4	国内学術集会	水谷高彰, 斎藤寛泰(2020) 木材等有機物の爆発・火災初期における発生ガスのガスセンサ応答特性. 第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.141-144.
5	国内学術集会	八島正明(2020) 粉体貯蔵設備での火災の検知-昇温・発火の際に発生するガスの検知-. 第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.149-152.
6	その他の専門家向け出版物	八島正明 (2020) 産業現場の粉じんの爆発と火災について, セイフティエンジニアリング (SE), No.201, pp.15-20.
7	国内学術集会	佐藤嘉彦(2020) 貯槽等で発生した爆発・火災における原因物質の物性等と被害状況との関係.第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.139-140.
8	国内学術集会	八島正明, 佐藤嘉彦(2020) 自然発火試験装置等による可燃性粉体の発火温度測定. 第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.47-50.
9	国内学術集会	板垣晴彦(2020) 化学プロセス産業で発生した爆発火災事例の工程に着目した分析. 第53回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.115-116.
10	国内学術集会	板垣晴彦(2020) 化学プロセス産業における爆発火災の発生状況の分析. 安全工学シンポジウム2020講演予稿集, pp. 166-167.
<b>令和3年度 (2021年)</b>		
1	国内学術集会	八島正明 (2021) 可燃性粒体・ペレット充てん層の有効熱伝導率測定.第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.113-114.
2	国内学術集会	八島正明 (2021) ケイ素粉の爆発・火災の危険性.第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.135-136.
3	国内学術集会	一條大介, 金澤孝希, 大塚輝人, 斎藤寛(2021) 光学センサーを用いた細孔金網による爆轟波減衰の観測.第59回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.ROMBUNNO.P120



4	国内学術集会	八島正明(2021) ペレット堆積層内の発火・くん焼で発生するガスの検知.安全工学シンポジウム2021講演予稿集, pp.282-283.
5	国内学術集会	加藤雅也,斎藤寛泰,水谷高彰(2021) FDSによる粉体貯蔵設備での爆発・火災初期における発生ガス拡散状況の検討. 第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.75-78.
6	国内学術集会	水谷高彰,斎藤寛泰(2021) 貯蔵設備内の火災検知における種々の可燃物から発生する分解ガスのガスセンサ応答. 第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.239-242.
7	国内学術集会	山下真央, 西脇洋佑, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子 (2021) 反応熱量計におけるヒートパルスを用いた高次の伝熱遅れ補正.第57回熱測定討論会講演要旨集, p.Ia 0900.
8	国際学術集会	Kyohei Amano, Yosuke Nishiwaki, Yoshihiko Sato, Kunihiko Suzuki and Mieko Kumasaki (2021) Effects of Ozone on the Thermal Decomposition Behavior of Guanidine Nitrate, Proceedings of the 7th International Symposium on Energetic Materials and their Applications (ISEM2021), p.71.
9	国内学術集会	八島正明 (2021) 自然発火試験装置 (SIT)とグレーバ炉による可燃性粉体の発火温度測定.第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.181-184.
10	国内学術集会	佐藤嘉彦 (2021) トラブル対処作業時に発生する爆発・火災等による被災防止のための影響範囲の検討, 第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.219-220.
11	国内学術集会	山下真央, 西脇洋佑, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子 (2021) 熱量測定における新規時定数補正法の化学反応への適用可能性検討, 第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.201-202.
12	国内学術集会	板垣晴彦(2021)化学プロセス産業での爆発・火災における事象の進展について. 第54回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.237-238.
13	国内学術集会	山下真央, 西脇洋佑, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子 (2021) 反応熱量計におけるヒートパルスを用いた高次の伝熱遅れ補正.第57回熱測定討論会講演要旨集, Ia0900.
14	国内学術集会	板垣晴彦(2021) 化学プロセス産業での異常事象から爆発火災への進展について. 安全工学シンポジウム2021講演予稿集, pp.292-293.
15	国内学術集会	八島正明 (2021) グレーバ炉による可燃性粉体の発火温度測定.2021年度春季研究発表会講演要旨集, 火薬学会, pp.141-143.