

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2023-020	事故の呼称 バイオマス発電所における一酸化炭素中毒事故		
事故発生日時 2023年2月6日(月) 16時05分	事故発生場所 静岡県 御前崎市	事故発生事象 1次)その他(中毒) 2次)	事故発生原因 主)組織運営不良 副)
施設名称 バイオマス発電所 の建設現場	機器 高圧ガスの消費設備	材質 蒸発器(蛇管) STPG370S	概略の寸法 呼び径 32A Sch80
ガスの種類および名称 可燃性ガス(液化石油ガス)	高圧ガス製造能力 -(消費)	常用圧力 -MPa(消費)	常用温度 -℃(消費)
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害: 死者1名、軽症者10名 物的被害: なし			
<p>事故の概要</p> <p>バイオマス発電所の建設現場において、高圧ガスの消費設備(仮設バーナ)により可燃性ガス(液化石油ガス)を消費(燃焼)しているとき、不完全燃焼により発生した一酸化炭素中毒で、作業員1名が死亡して、作業員10名が軽症を負った。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>2月3日(金) 10時00分 建設工事業者は、高圧ガスの消費設備(仮設バーナ)(以下単に「仮設バーナ」という)を用いて、ボイラー昇温乾燥作業を開始した。</p> <p>2月6日(月) 13時30分 作業員AとBは、ボイラー棟に隣接する建屋(バグフィルタ)(以下単に「バグフィルタ」という)の内部で溶接作業を開始した。 16時05分 作業員Cは、バグフィルタ内部で倒れている作業員AとBを発見した。 16時24分 作業員Cは、119番通報した。 16時30分頃 作業員Cと8名の作業員(作業員D~K)は、バグフィルタに入り、作業員AとBの救出作業を開始した。 16時41分 公設消防は、現地に到着し、救助作業を開始した。 18時07分 公設消防は、作業員Aを救出した。 18時15分 公設消防は、10名の作業員(作業員B~K)を救出し、応急手当を実施した。 18時40分頃 公設消防は、作業員AとBを救急搬送した。その後、作業員Bは、搬送先の病院で、死亡が確認された。 19時00分頃 公設消防は、作業員C~Gを救急搬送した。 20時45分 公設消防は、作業員H~Kの応急手当を完了した。 公設消防は、撤収した。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>(1) バイオマス発電所の建設現場の概要</p> <p>この建設現場では、木質ペレットと椰子殻を燃料とするバイオマス火力発電所を建</p>			

設していた。主な施設は、燃料一時保管場所、燃料貯蔵タンク、バグフィルタ、ボイラー棟、タービン棟および管理棟である(図 1 参照)。

(2) ボイラー棟の概要

ボイラー棟内の主な設備は、火炉、サイクロン、レクソール^{※1}、ダクトである。発電所として供用開始後は、火炉とレクソールで排気ガスが発生する。その排気ガスは、サイクロン、ダクト(2nd パス、3rd パス)を經由し、バグフィルタに入り、処理される(図 2 参照)。

(3) 仮設バーナの構成

仮設バーナは、液化石油ガス(以下「LP ガス」という)の容器、蒸発器、燃焼用空気ブロー、バーナで構成される。LP ガスは蒸発器により気化されてバーナに供給され、空気は燃焼用空気ブローによりバーナに供給される(図 3、図 4 参照)。

(4) ボイラー昇温乾燥作業の概要

火炉とサイクロンは、その内部に耐火物を施工していた。この耐火物は、発電所の供用開始前に水分を除去する必要があるため、仮設バーナを用いたボイラー昇温乾燥作業を行った。バーナは、火炉に 2 基、レクソールとサイクロンに 1 基を設置した(図 4 参照)。

ボイラー昇温乾燥作業を行うとき、バーナを設置した火炉、レクソール、サイクロンで排気ガスが発生する。その排気ガスは、ダクト(2nd パス)を經由し、圧力開放ダクトダンパーから上部に放出する計画とした。ダクト(3rd パス)の入口には、仮設遮蔽板を設置し、排気ガスの流路を遮断した(図 4 参照)。

(5) 事故発生原因の検討

事故発生原因の検討結果を、①から③までに示す。

① 一酸化炭素の発生

仮設バーナに度々、失火が発生し、目標昇温曲線に対して、昇温不足となる場合があり、温度を上げるため、一時的に LP ガスを過剰に供給した(図 5 参照)。その結果、空気量とのバランスが崩れ、LP ガスが不完全燃焼となり、一酸化炭素が発生した可能性が高いと推定される。なお、ボイラー昇温乾燥作業は目標昇温曲線に対して昇温することのみが目的となっており、燃焼状態は調節していなかった。

② バグフィルタへの一酸化炭素の流入

ダクト(3rd パスの入口)に設置した仮設遮蔽板について、ガス透過性を確認するスモーク通過テストを行った。その方法は、仮設遮蔽板下部でスモークを発生させ、仮設遮蔽板上部でスモークが確認されれば、仮設遮蔽板を透過したとする。その結果、仮設遮蔽板上部では、全体に薄いもやがかかり、照明光がビーム状に示されたことから、仮設遮蔽板のスモークの透過が確認できた(図 6 参照)。

ガス流動状態について、流動解析を実施した。圧力分布の解析の結果、仮設遮蔽板の下部空間のダクト(3rd パス)内において、圧力差が発生することが判明した(図 7 参照^{※2})。

また、ガス濃度分布の解析の結果、排気ガスはバグフィルタの溶接工事を行っていた作業空間まで到達することが判明した(図 8 参照^{※2})。

③ 事故発生原因(推定)

仮設バーナで LP ガスを燃焼しているとき、不完全燃焼により、一酸化炭素が発生した。一酸化炭素は、ダクト(2nd パス)を經由し、ダクト(3rd パス)の入口に設置した仮設遮蔽板を透過し、ダクト(3rd パス)に流入し、ダクト(3rd パス)の出口とバグフィルタの間の隙間(約 30cm)を超えて、バグフィルタ内に流入した。その結果、バグフィルタの内部で溶接作業をしていた 2 名の作業員(作業員 A と B)が、一酸化炭素中毒

で倒れた(図9参照)。

※1 最終過熱器および再熱器が設置され、砂および灰との熱交換を行う設備。

※2 仮定の条件に基づいた解析結果であり、事故時の条件に基づくものではない。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

- ① 入槽場所と同等とみなす場所(閉所)の見直しにかかる「酸素欠乏危険作業・入槽作業要領」を改訂した。
- ② 入槽作業対象者全員に対し、酸欠/一酸化炭素中毒対策教育を実施した。
- ③ 建設期間中、燃焼しているボイラー棟内に立ち入る際は、ポータブルガス検知器(CO計)を装着することとした。
- ④ 人員を増員し、現場管理・監視に注力できる体制に見直し、強化を図った。
- ⑤ 作業相互間で何らかの影響が発生するおそれのある接点作業について洗い出しを行い、必要な対策を講じ、関係者全員への周知を徹底した。また、周知漏れが発生しないようにチェックシートを用いて確認を実施した。さらに、作業当日の朝礼で再周知を実施した。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① LPガスは、燃焼時に必要な空気が不足した場合は不完全燃焼を起こし、一酸化炭素が発生するおそれのあることを認識する必要がある。
- ② 高圧ガスを消費し、一酸化炭素(毒性ガス)が発生し得る作業時は、周辺にも一酸化炭素(毒性ガス)が流入する可能性を予見し、必要に応じて適切な対策を講じる必要がある。
- ③ 複数の協力会社が入り出すような作業現場では、協力会社間での作業情報の共有が不十分となるおそれがあることを認識し、作業現場において、情報伝達、共有を徹底し、関係者全員へ周知徹底することが重要である。

事業所の事故調査委員会

2023年2月7日に事故対策本部が発足した。必要に応じ、都度、会議を実施して報告書を取りまとめた。

備考

米国政府機関であるCSB(Cheical Safety And Hazard Investigation Board)が、入槽作業時に、協力会社間での作業情報の共有が不十分であったことが原因により、死者が発生した事故について、事故再現映像を作成している。

視聴覚資料の整備委員会(事務局:特別民間法人高圧ガス保安協会)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/gFkXsQC39Ps>

日本語ナレーション <https://youtu.be/fYPM7qo-N0g>

キーワード

建設現場、消費設備、仮設バーナ、可燃性ガス、液化石油ガス、不完全燃焼、一酸化炭素、中毒、情報共有、入槽作業

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

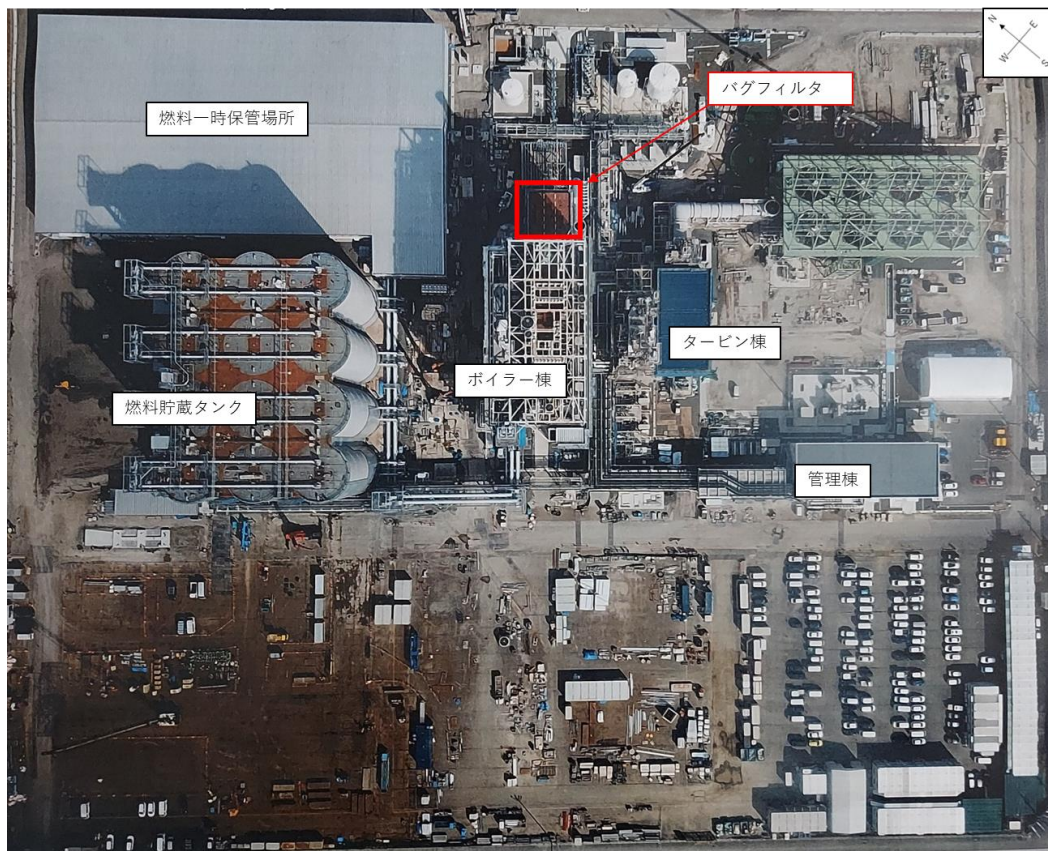


図1 バイオマス発電所の建設現場の施設配置図

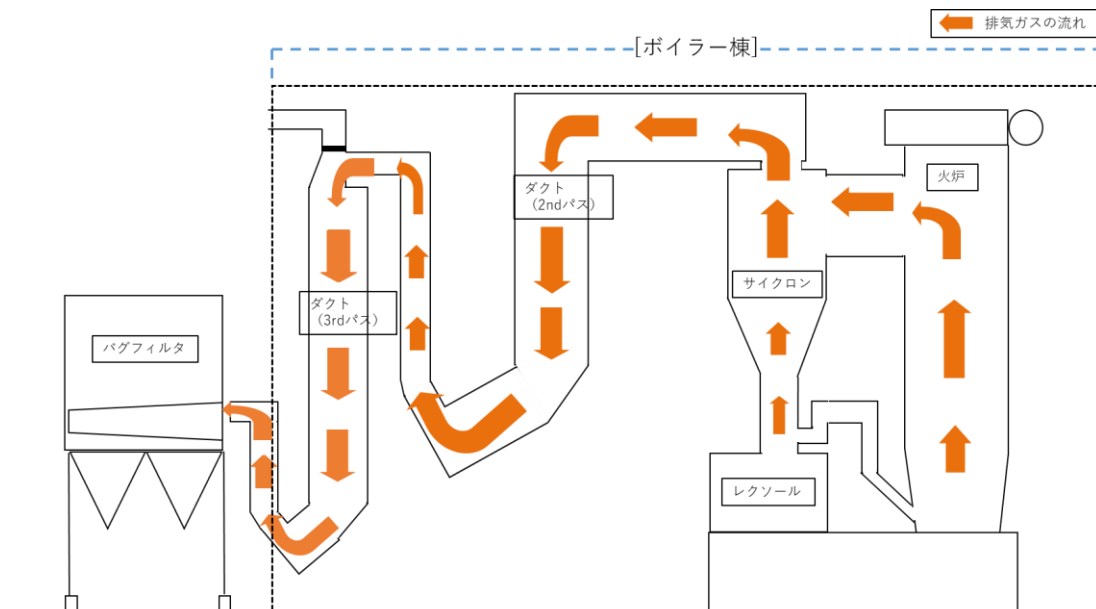


図2 ボイラー棟の概要と排気ガスの流路
(ヒアリング内容を基に高圧ガス保安協会が作成)



燃焼用空気ブロー



バーナ



蒸発器



LPガスの容器

図3 仮設バーナの構成

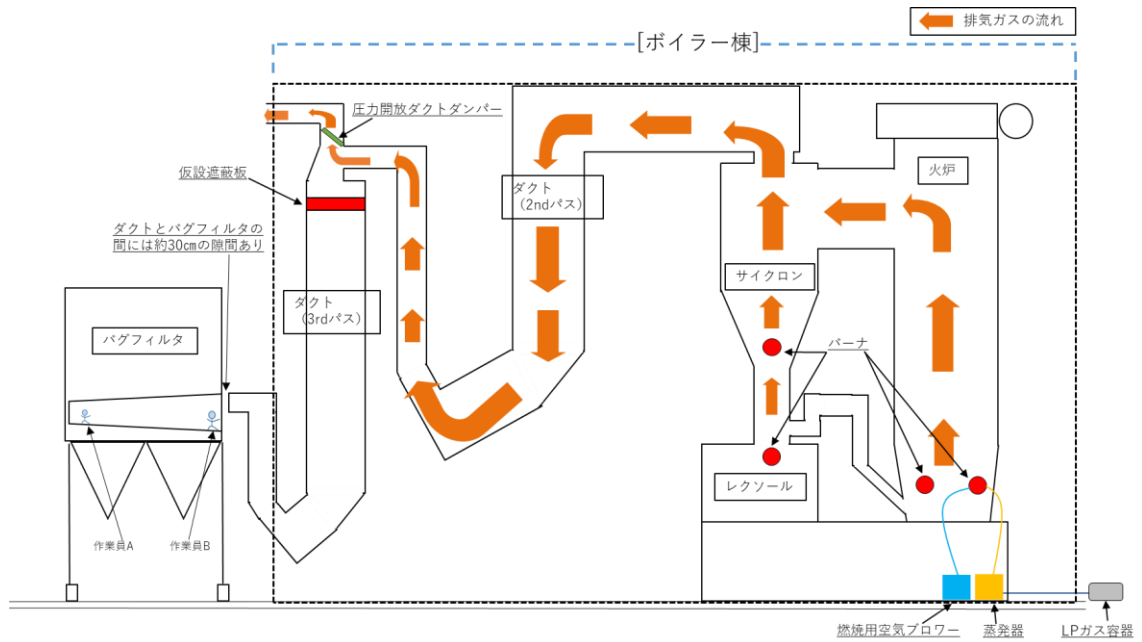


図4 ボイラー昇温乾燥作業時の概要
(ヒアリング内容を基に高圧ガス保安協会が作成)

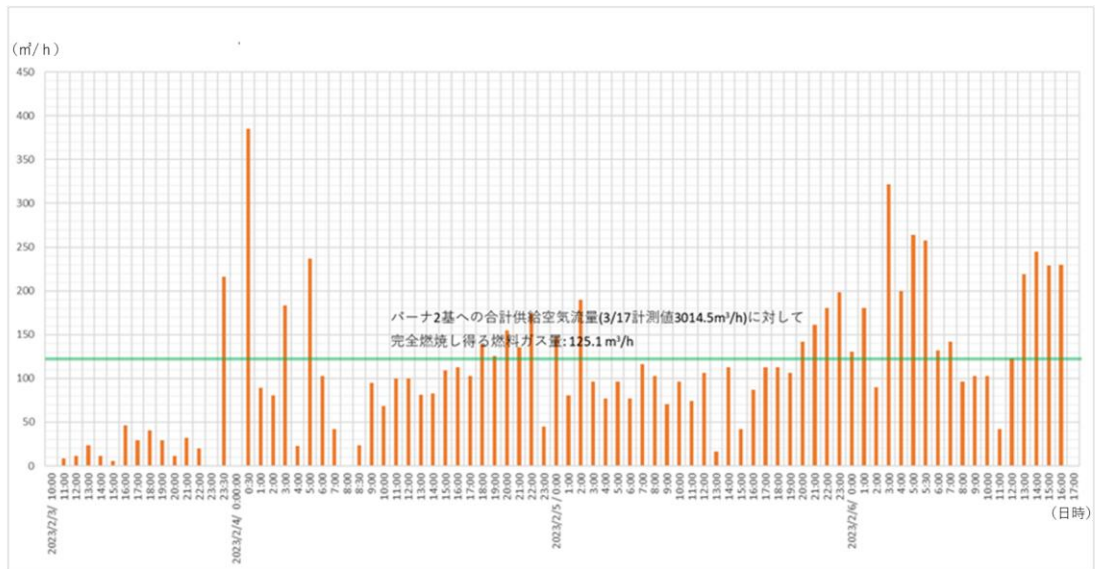


図 5 LP ガス供給量の変化



図 6 スモーク通過テスト後の仮設遮蔽板上部空間

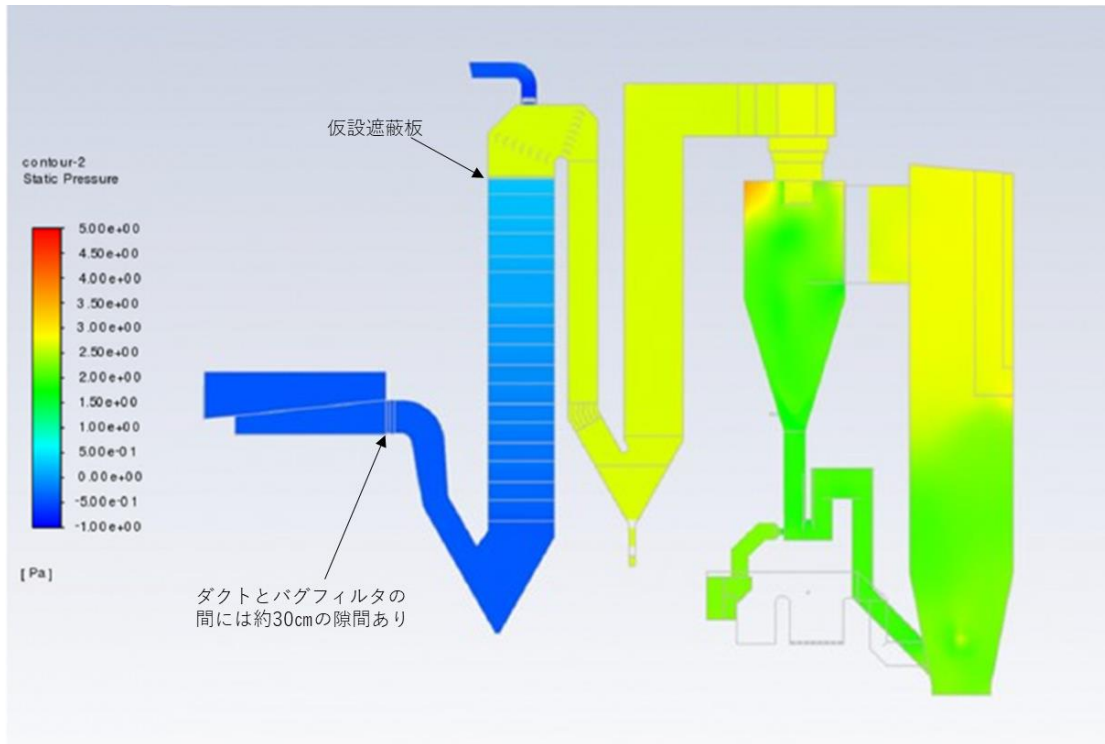


図 7 圧力分布の流動解析結果

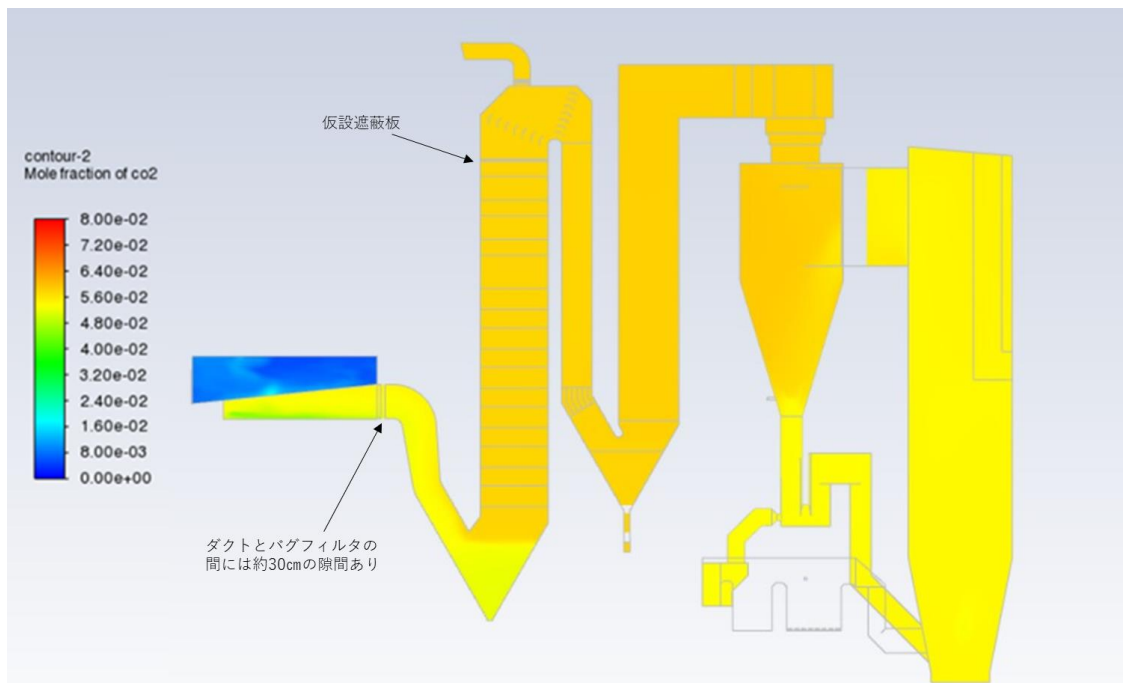


図 8 濃度分布の流動解析結果

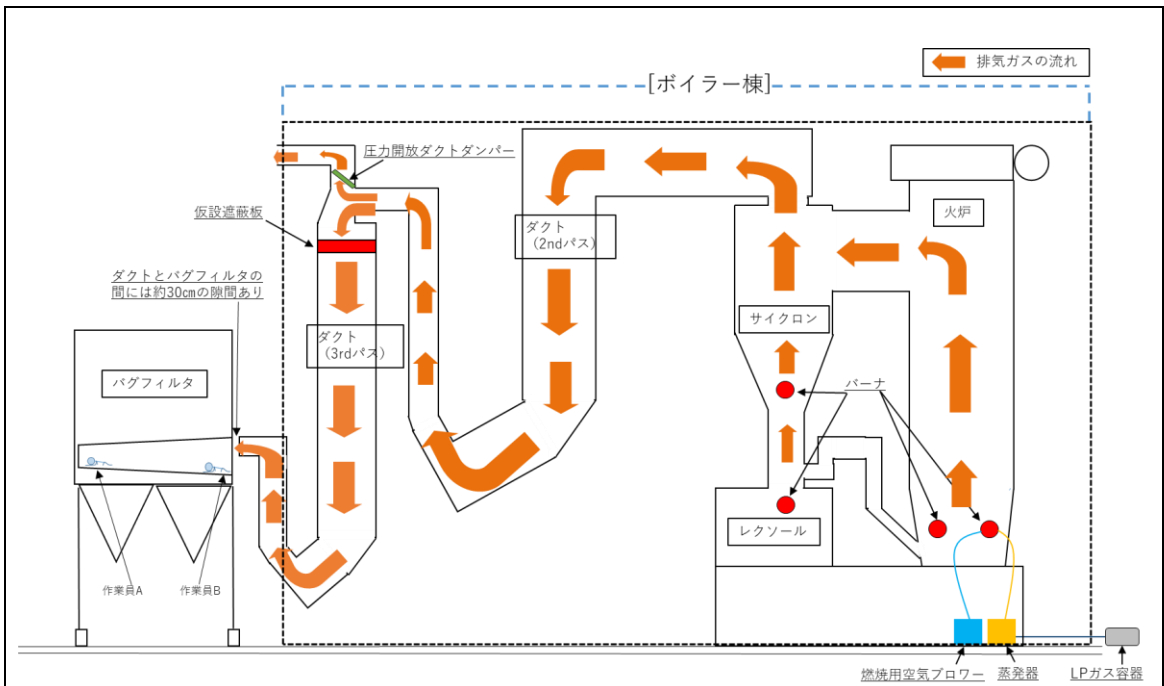


図9 排気ガスの流路と事故発生原因(推定)
 (ヒアリング内容を基に高圧ガス保安協会が作成)