

【米子バイオマス発電所】
バイオマス燃料受入設備の爆発を伴う火災事故
～第19回電気設備自然災害等対策WG～

2023年12月4日(月)
米子バイオマス発電合同会社

米子バイオマス発電所の概要と組織構成

【発電所の概要】

・発電設備概要

発電設備所在地 : 鳥取県米子市
 発電出力 : 54,500kW
 燃料種別 : 木質ペレット、パーム椰子殻
 運転開始 : 2022年4月2日

・事故発生 の 部位

機器 : Bバイオマス燃料受入設備
 使用電圧 : 440V
 製造者名 : 栗本鐵工所
 製造年 : 2021年

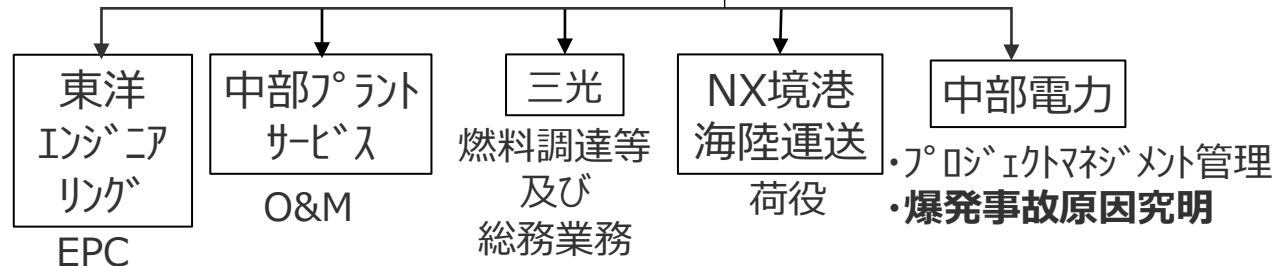


【出資者】

CEPCO-R (中部電力)
 東急不動産
 三菱HCキャピタル
 シェルビー開発
 三光

出資

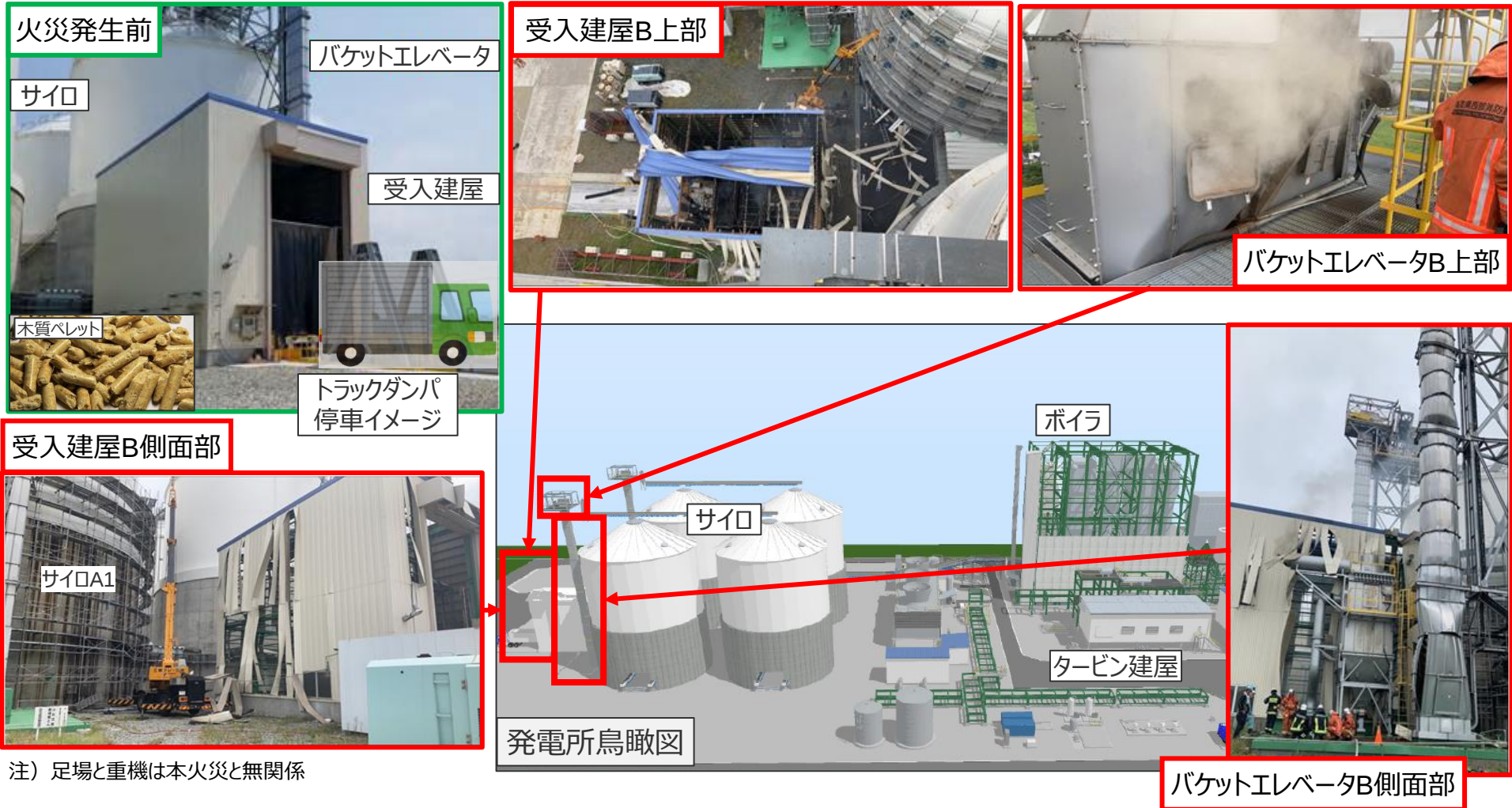
**米子バイオマス
発電合同会社**



事故の概要

9/9（土） 9:22

受入建屋BおよびバケットエレベータB（稼働中）において爆発事故および爆発に伴う火災発生



* 損壊状況の詳細に関しては添付資料1をご参照ください

事故発生時の時系列と発電所全体図

【事故時の時系列】

(1) 事故発生前の状況

令和5年9月9日(土)

(自主点検)6:20 Bバイオマス燃料受入設備を受入操作手順書に基づき起動。異常なし。

天候：晴れ、気温：21.7℃、風向：南、風速：2m/s(米子市)

8:05 バイオマス燃料(ペレット)の受入れ開始

9:09 バイオマス燃料(ペレット)9車目の受入れ開始

9:16 バイオマス燃料(ペレット)10車目の受入れ開始

(2) 事故発生の経緯

令和5年9月9日(土)

9:22 B燃料受入建屋付近から爆発音と発煙あり

発電ユニットは、送電端出力46.5MWにて運転中

天候：曇り、気温：25.3℃、風向：南南西、風速：2m/s(米子市)

9:45 消防による放水開始

11:24 B1サイロ温度上昇傾向、内部散水実施

13:15 鎮火

[9/9損壊箇所]

- | | |
|-----------------|----------------|
| a.受入コンベヤ | 1条 焼損 |
| b.マグネットセパレータ | 1条 焼損 |
| c.バケットエレベータコンベヤ | 1条 破損(*損壊が激しい) |
| d.受入ホッパ集じん器 | 1基 焼損 |

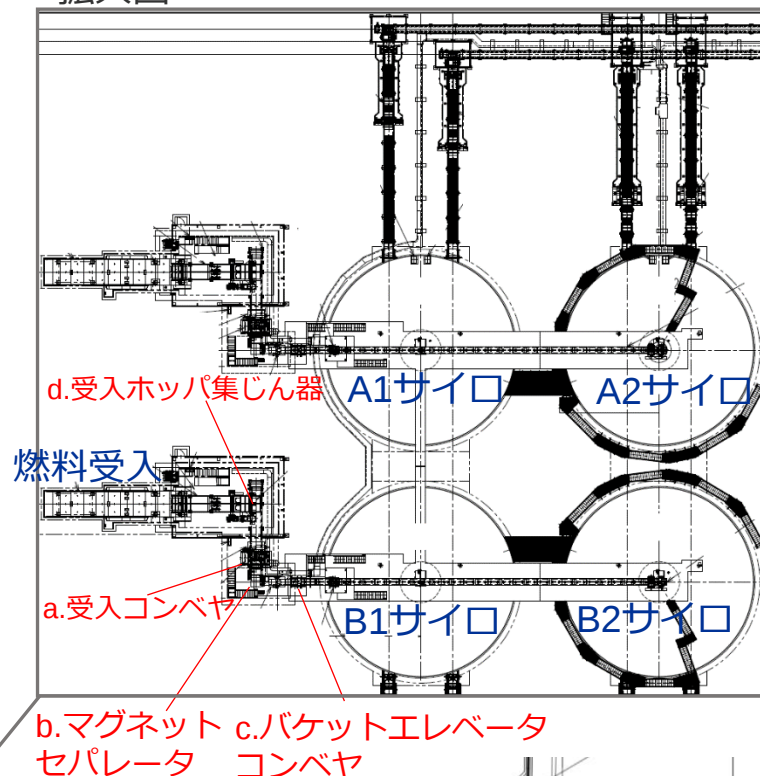
令和5年9月11日(月)

12:09 B2サイロ温度上昇傾向、内部散水実施

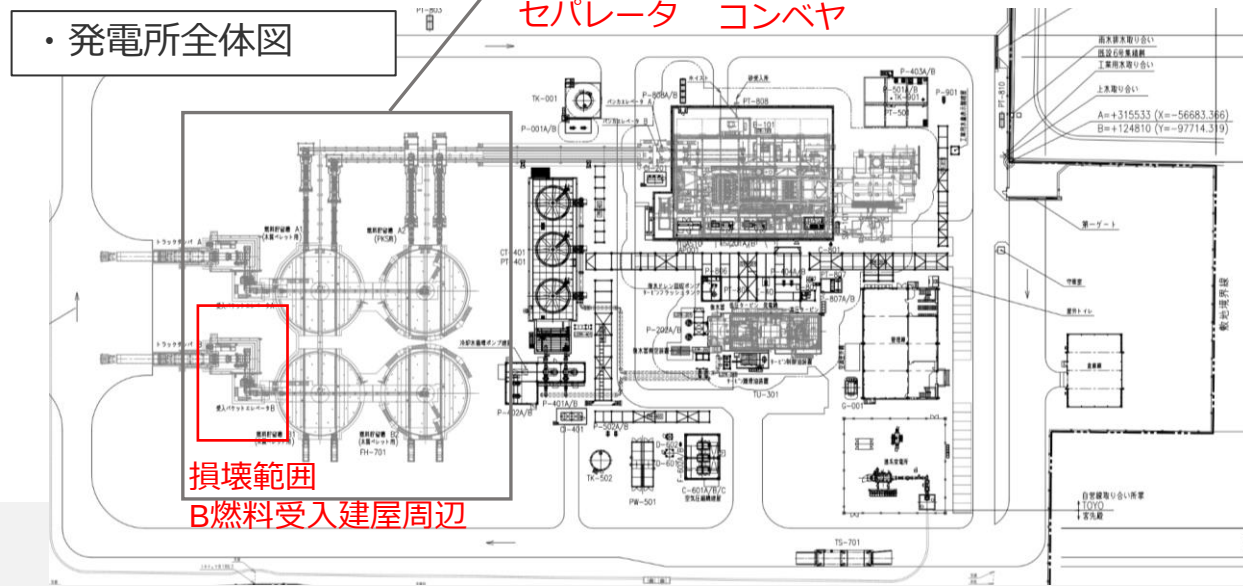
12:51 発電ユニットの停止に向け出力降下開始

15:11 発電ユニット運転停止

・拡大図



・発電所全体図



事故調査委員会の構成

- ・ 事故原因を究明し、再発防止策を講じることを目的として、事故調査委員会委員を組織する。構成メンバーは、関連委員14名(納入者含む)と、外部委員として大学教授を招き構成する。
- ・ オブザーバーとして経済産業省 中国四国産業保安監督部 電力安全課様にもご参加いただきます。

・ 委員構成

委員長

米子バイオマス発電所

所長

委員

米子バイオマス発電所

副所長

米子バイオマス発電所

BT主任・電気主任

中部プラントサービス (O&M)

米子バイオマス運転保守所

所長

O&Mソリューション本部

主任

・ 出資者

中部電力

バイオマス・地熱Gr

Gr長

技術開発本部 電力研究所

Gr長

東急不動産

稼働管理グループ

Gr長

三菱HCキャピタル

プロジェクト管理課

課長

シンエネルギー開発

電源開発部

部長

三光

新事業推進室

調査役

・ 納入者

東洋エンジニアリング (EPC)

インフラプロジェクト本部

P M

栗本鐵工所 (燃料搬送システム供給者)

エネルギーシステム本部

・ 外部

外部委員

名古屋大学 工学研究科

教授

外部オブザーバー

経済産業省 中国四国産業保安監督部 電力安全課

その他テーマに応じた関係有識者

至近の対応スケジュール

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	● 9/9事故発生 9/9 中国四国産業 保安監督部へ 速報提出	● 10/6 中国四国産業 保安監督部へ 中間報告提出	● 11/27 事故調査 委員会	● 12/4 第19回 電気設備 自然災害対策等 WG	● 第2回 事故調査委員会		● 第3回 事故調査委員会
現場調査	10/12迄 B系受入建屋の立入制限 9/14 ● 9/26,27 ● 10/5-7 ● 10/13 ● 状況調査 (中部電力技研) 10/13 ● 状況調査 (大学教授) 9/25-10/6 状況調査 (栗本鐵工所) ←→ 10/23-27 状況調査 (栗本鐵工所) ←→ 11/15-22 状況調査 (栗本鐵工所) ←→ 11/29 状況調査 (栗本鐵工所) 10/23,24 状況調査 (東洋エンジニアリング) ● 11/15-17 状況調査 (東洋エンジニアリング) ● 11/17 ● 12/15 ● 12/15 ● 状況調査 (大学教授)						
所内調査 (燃料・試験)	● 9/27 サンプル発送 (事故現場から サンプル採取)	● 10/12 サンプル発送 (事故時と同じ ロットの未使用品)	● 11/27 試験方案 作成	● 12/中旬 中間報告			● 3月中旬 報告

定点カメラ映像について

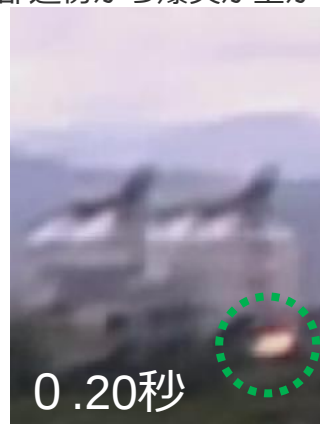
日本海テレビ 定点カメラ映像

①爆発直前



この時点で内部で温度上昇あるいは小規模な発火をしていた可能性もあり

②マグネットセパレータあるいはバケットエレベータ下部近傍から爆炎が上がる

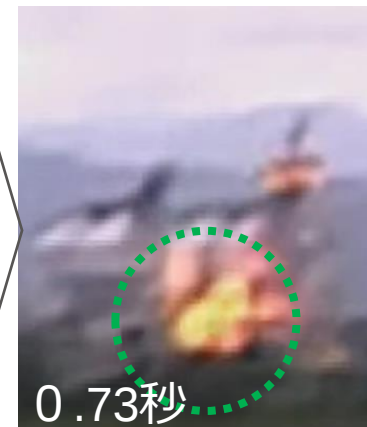


映像に映っている下部の爆発が最初の爆発だったかは不詳

③バケットエレベータ上部近傍も爆炎が上がる



④燃料受入建屋から大きな爆炎が上がる



⑤全体に火の手が広がる



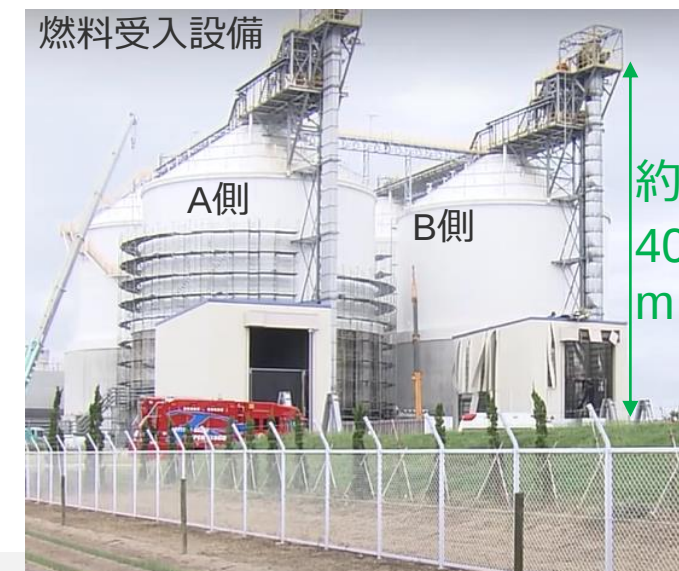
ここまでで、爆発直前の画像から **2秒未満**

- ・火の手が映ってから2秒未満で全体に燃え広がっている
- ・衝撃波を伴う音速超えの爆発であったと考えられる
- ・一度の爆発ではなく二次的な爆発を伴うものだったと判断する
- ・爆発は連続的に生じており、二次爆発以降は粉じん爆発だったと判断する
- ・着火源はマグネットセパレータあるいはバケットエレベータ下部近傍に見えるが詳細不詳

* 本ページに使用している映像、画像の出典は下記の通り

日本海テレビニュース「【爆発】瞬間映像 バイオマス発電所で火災 燃料受け入れ建屋が焼ける けが人なし 鳥取県米子市」

・ URL <https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=%E7%B1%B3%E5%AD%90%E3%83%90%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%9E%E3%82%B9%E7%99%BA%E9%9B%BB%E6%89%80&mid=4A5E782F22D86CE5E3014A5E782F22D86CE5E301&ajaxhist=0>



粉じん爆発のメカニズムと、着火から二次爆発までのフロー

・粉じん爆発

ある一定の濃度の可燃性の粉じんが気体中に浮遊した状態で、着火源より引火して爆発を起こす現象

・爆発につながる5要素

A.着火源 B.粉じん源 C.粉じん飛散、浮遊 D.閉空間（該当：バケットエレベータ、コンベヤ内は閉空間） E.酸素（該当：空気中の酸素）

1-1.発熱・着火源

自然発火、もしくは
は何らかの着火源
により、着火
(原因究明中)

着火源



(詳細はp.9ご参照)

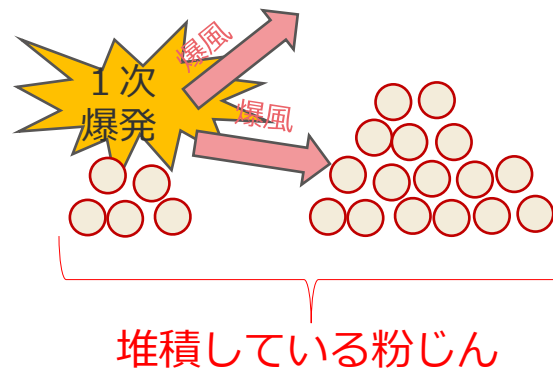
1-2.可燃物

- ・粉じん？
- ・可燃性ガス？
- ・油？

(詳細はp.10ご参照)

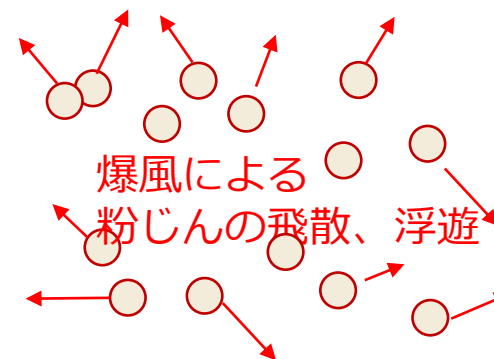
②一次爆発

①の後、もしくは、
①とほぼ同時に、
可燃性ガスまたは
粉じんに引火し一
次爆発発生



③飛散・浮遊

爆風により、各所
に堆積していた粉
じんが一気に飛散
し、雰囲気中の粉
じん濃度が急上昇



④二次爆発

二次的な爆発が
発生し大規模な
爆発発生



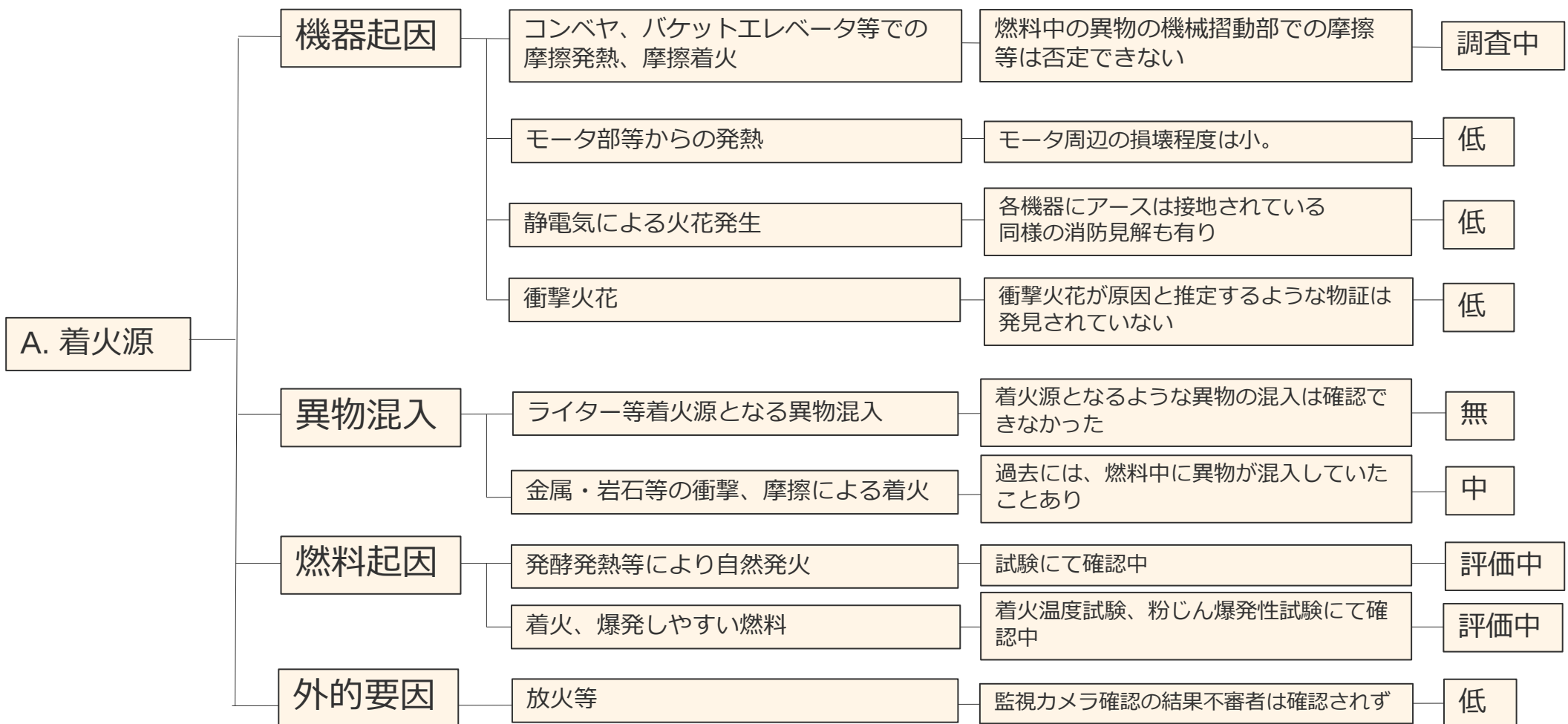
着火源に関する可能性検討

・粉じん爆発

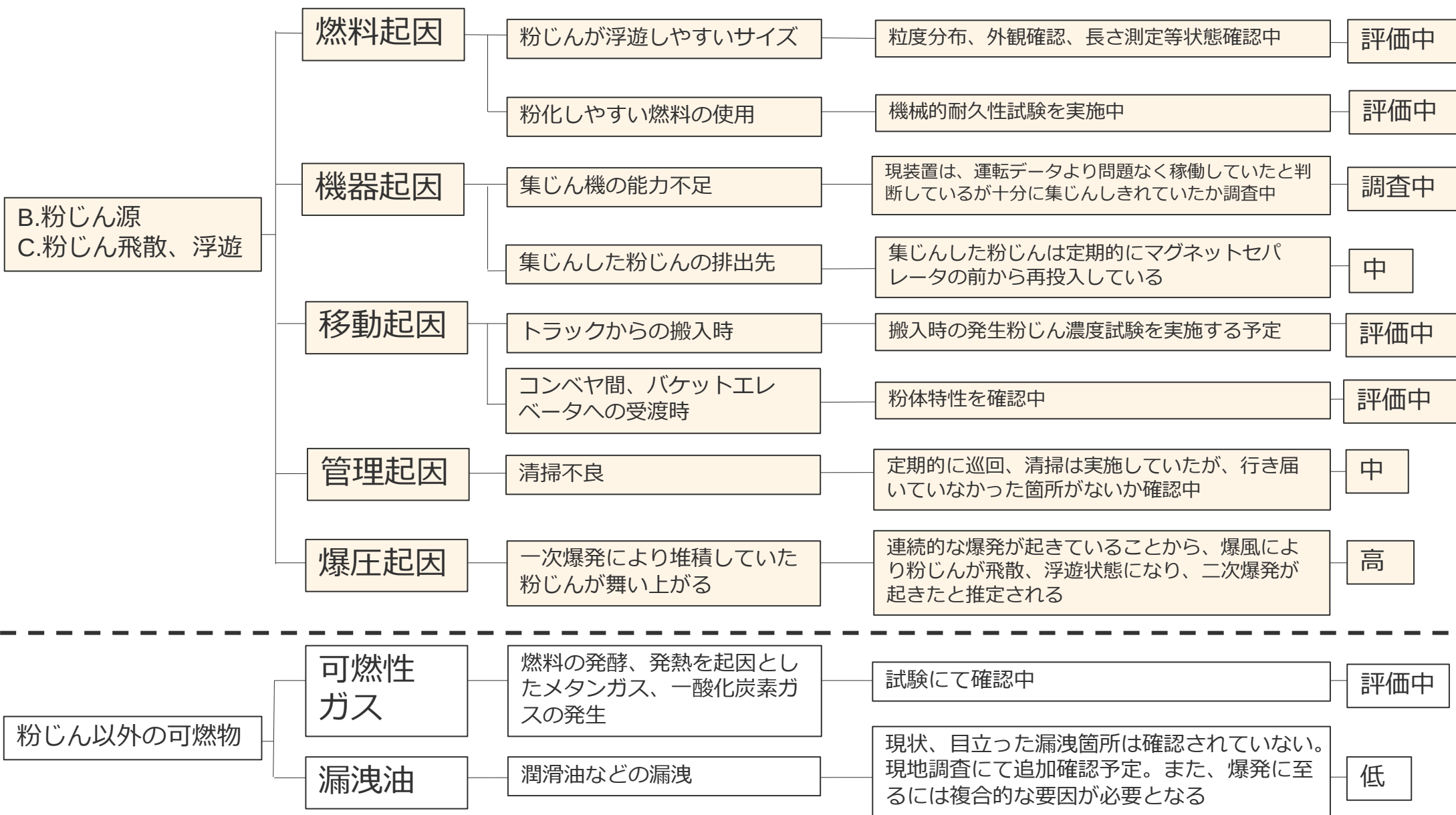
ある一定の濃度の可燃性の粉じんが気体中に浮遊した状態で、着火源より引火して爆発を起こす現象

・爆発につながる5要素

A.着火源 B.粉じん源 C.粉じん飛散、浮遊 D.閉空間（該当：バケットエレベータ、コンベヤ内は閉空間） E.酸素（該当：空気中の酸素）



可燃物に関する可能性検討



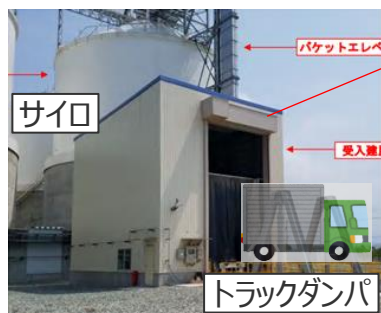
◎ 添付1 損壊状況

燃料の流れと損壊の激しかった機器の位置

燃料搬送設備 フロー図

燃料の流れ

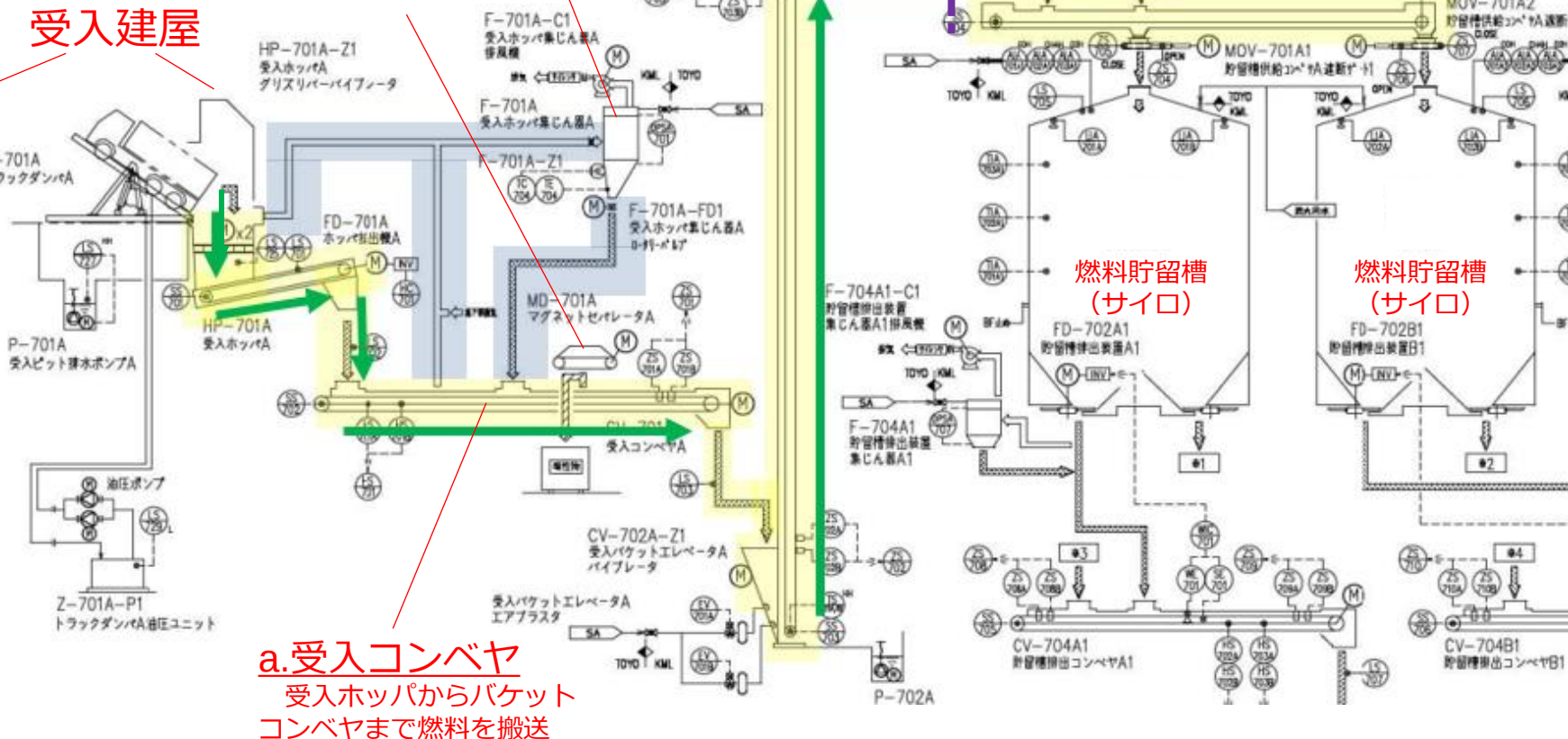
* 燃料受入建屋（火災発生前）



* 木質ペレット



受入建屋



貯留槽供給コンベヤ以降は目立った
外観損傷は認められない

主要損傷箇所写真 —a.受入コンベヤ, b.マグネットセパレーター

a.受入コンベヤ

B側（損壊側）

* ベルトが破断



コンベヤ内部

A側



b.マグネットセパレーター

B側（損壊側）

* ベルトが破断



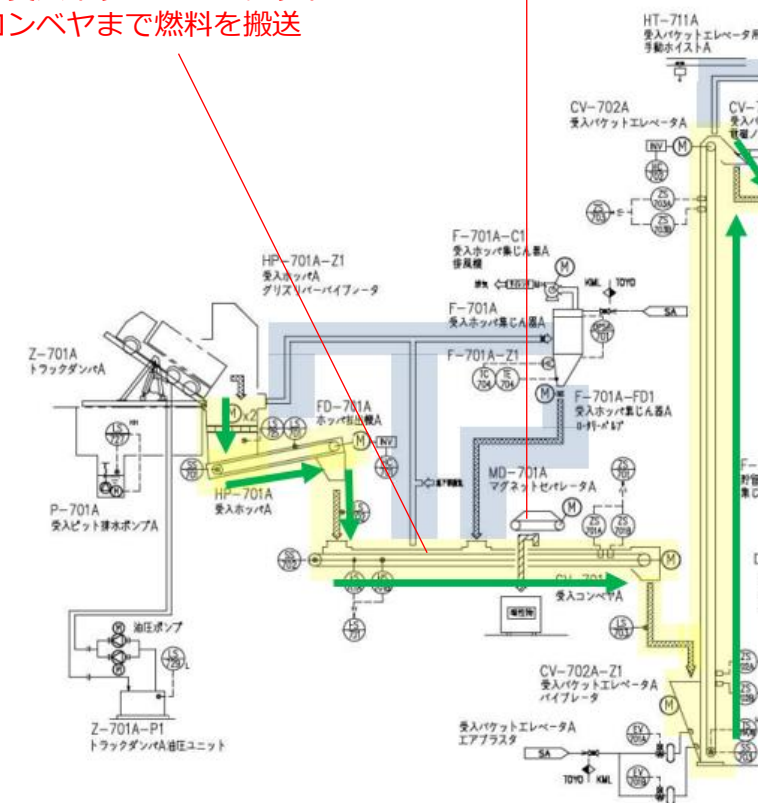
マグネットセパレーター内部

A側



b.マグネットセパレーター
燃料中に混入した
金属異物を回収

a.受入コンベヤ
受入ホッパからバケット
コンベヤまで燃料を搬送



主要損傷箇所写真 —c-1. バケットエレベータコンベヤー

・ 上部

軸が傾いている

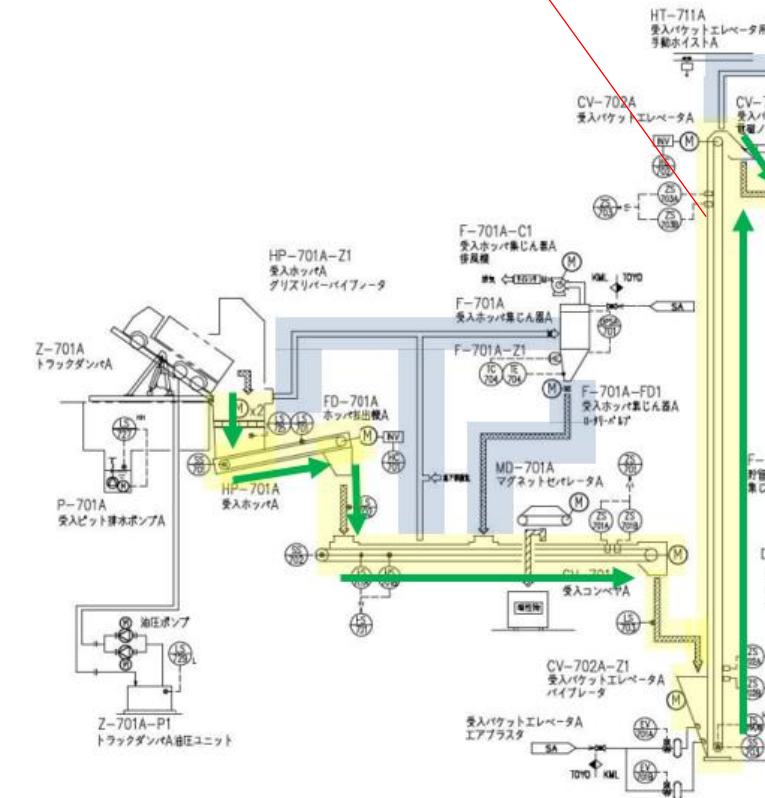


B側（損壊側）

A側

バケットエレベータは全体的に
損傷が激しく修復困難の見通し

c.バケットエレベータコンベヤ
燃料を垂直に移動



・ 立ち上がり

ケーシングが
変形している



主要損傷箇所写真 —c-2. バケットエレベータコンベヤ 下部—

・ 下部 (B側)

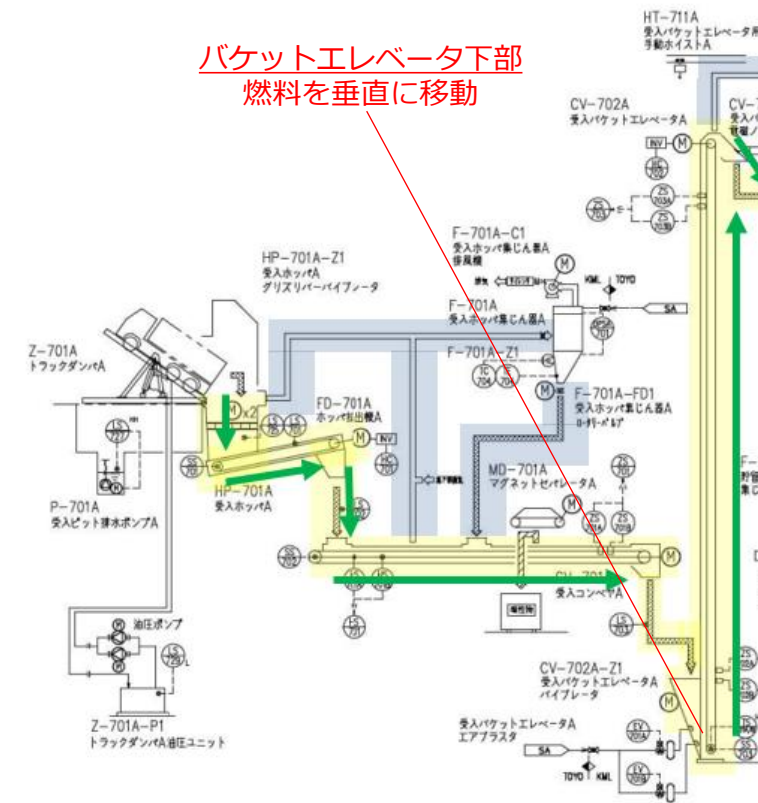
バケットエレベータは全体的に
損傷が激しく修復困難の見通し



プーリーが外れている



点検窓からの様子



主要損傷箇所写真 —d.受入集じんホッパー—

B側（損壊側）

A側

損壊している



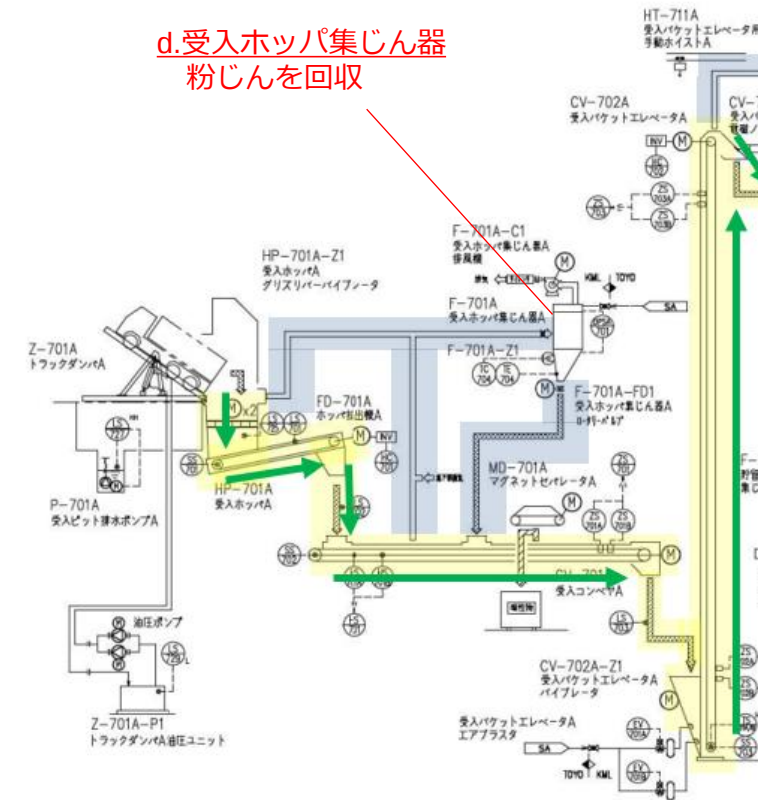
外観

フィルタが欠落している



集じん機内部

d.受入ホッパ集じん器
粉じんを回収



◎ 添付2 試験項目詳細

試験の詳細を下表に示します。

	試験項目	サンプル					試験分析の目的	試験方法
		バケット エレベータB	搬送 コンベヤB	コンテナ	A1貯留槽	受入 コンベヤB		
燃料性状 粉じん発生 検証	①外観確認、長さ測定	-	○	○	-		状態確認	
	② 全水分分析	○	○	○	○	○	基本性状の把握	重量法（105℃乾燥）
	③ 工業分析	○	○	○	○	○		JIS M 8812
	④ 元素分析	○	○	○	○	○		JIS M 8819
	⑤ 粒度分布測定	-	○	○	-	-	粉体成分の粒度調査	乾式篩法
	⑥ 機械的耐久性試験	-	-	○	-	-	粉化しやすさの調査	回転による物理的衝撃を与えた試料を3.5mmの篩で篩分けを行い、篩上に残った試料の重量と試験機に入れた試料重量の比から耐久性を求める。欧州規格EN 15210-1に準拠。
	⑦燃料投下時の 粉じん濃度確認試験	-	-	○	-	-	燃料投下時の粉じん濃度の確認	事故が起きていない側のA系統実機にて、受入時の粉じん濃度を測定する
着火源検証	⑧ 着火温度測定	○	○	○	○		着火しやすさの調査	熱重量分析装置(TG-DTA)を用いて試験を行う。試料を装置内で加熱し、着火・燃焼に伴う試料の重量変化から着火温度を測定。
	⑨ 自然発熱性試験	○	-	○	○	-	自然発熱（低温酸化）しやすさの調査	島津製作所製自然発熱試験装置(SIT)を用いて試験を行う。断熱制御しながら初期温度から200℃まで温度上昇する間の時間を測定する。試験時間は24h。
	⑩発酵試験-ラボ試験	○	○	○	○	-	自然発熱（発酵反応）しやすさの調査	OxyTop法試験装置を用いた試験。微生物が有機物を分解するときに必要な酸素の消費量を装置内の圧力変化として検出する試験。試験温度40℃、試験期間30日。
	⑪発酵試験-小規模試験	○	○	○	○	○	自然発熱（発酵反応）しやすさ・発生ガスの調査	試験用試料を所定の状態(今回は温度40℃、空気相対湿度60%)に設定した容器内に充填し、試料層内部の温度およびガス濃度を計測する。測定ガスはCOとCH ₄ 、10日毎に測定。試験期間は30日。
粉じん 爆発性試験	⑫ 粉じん爆発性試験	○	-	○	-	-	粉塵爆発しやすさの調査	爆発下限界濃度試験：JIS Z 8818:2002の可燃性粉じんの爆発下限濃度測定方法にて実施する。 最小着火エネルギー試験：JIS Z 8834の最小着火エネルギー測定方法にて実施する。 限界酸素濃度試験

◎ 添付 3

法令確認結果

（粉じんにより絶縁性能等が劣化することによる危険のある場所における施設）

第六十八条 粉じんの多い場所に施設する電気設備は、粉じんによる当該電気設備の絶縁性能又は導電性能が劣化することに伴う感電又は火災のおそれがないように施設しなければならない。

機器の内部は粉じんが多くなると想定されるため、基本的には、電気・計装品を設置せず、やむをえず設置する場合は、粉じん防爆構造品を採用しております。

Sr. No.	場所	電気・計装品の有無
<<燃料供給設備周り>>		
1	コンベヤカバー内部	蛇行検知機 (粉じん防爆)
2	受入ホッパ集じん範囲内部	パイプレータ (粉じん防爆)
3	燃料貯留槽内部	無し
4	コンベヤシュート内部	無し
5	燃料払出機集じん範囲内部	無し
6	集じん機・ダクト内部	無し

（可燃性のガス等により爆発する危険のある場所における施設の禁止）

第六十九条 次の各号に掲げる場所に施設する電気設備は、通常の使用状態において、当該電気設備が点火源となる爆発又は火災のおそれがないように施設しなければならない。

- 一 可燃性のガス又は引火性物質の蒸気が存在し、点火源の存在により爆発するおそれがある場所
- 二 粉じんが存在し、点火源の存在により爆発するおそれがある場所
- 三 火薬類が存在する場所
- 四 セルロイド、マッチ、石油類その他の燃えやすい危険な物質を製造し、又は貯蔵する場所

燃料受入搬送機器内部は、粉じんが浮遊し、粉じん濃度が上昇すると、爆発の危険が高まるため、粉じんの回収のため集じん機を施設しております。また、前頁（第六十八条）記載のとおり、燃料受入搬送機器内部に、やむを得ず計器、電気品を設置する場合は、粉じん防爆構造品を採用しております。

(特種設備の安全性)

第七十五条 火力を原動力として電気を発生するために施設する電気工作物であって、第五条から前条までに規定するもの以外のものにあつては、当該設備に及ぼす化学的作用及び物理的作用に対し、安全なものでなければならない。

火技省令第75条に記載のある「第5条から前条までに規定するもの以外のもの」については、化学的作用として考えられる薬品使用による影響範囲には耐食性を確保するため耐薬品ライニングなどを採用し、バイオマス燃料による摩耗や腐食が考えられる箇所には塗装や耐摩耗金属を使用することで対策しております。

物理的作用に関しては、機器の重量や、運転時荷重、バイオマス燃料の重量がかかるコンベヤなどに対して、構造及び機器設計で強度的に問題ないことを確認しております。

また、モータ等の動力により動く部分は人と容易に接触しないようカバー等により保護し、接触があった場合は緊急停止できる装置を備えております。

保安規程に基づく燃料設備に対する自主点検の状況

自主点検の状況としましては、燃料の受け入れのある日には朝の6時から機械を稼働し、機械に異常のないことの確認をしております。

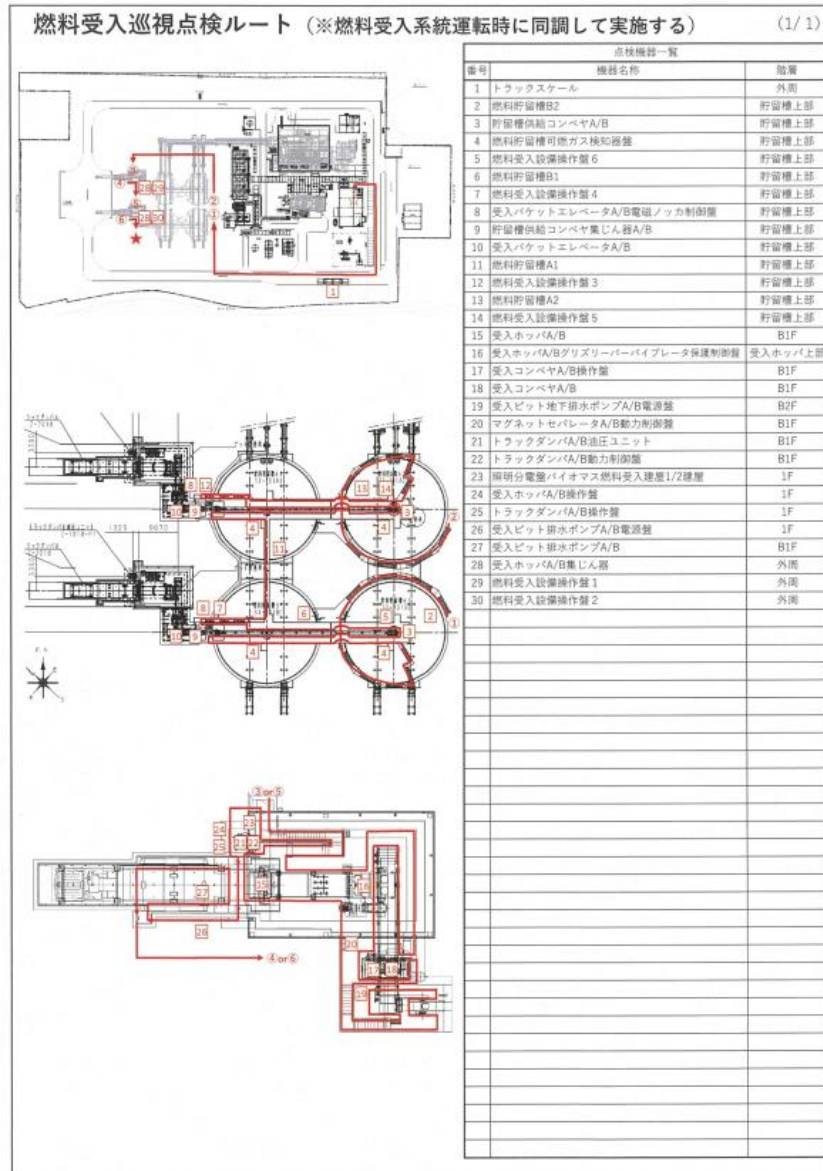
次頁に示します巡視要領に従い、適切に実施しておりました。
事故のあった9/9の直近に関しても、9/1,9/4,9/6～8に燃料受入設備の巡視を実施しており、異常のなかったことを確認しております。

また、受入系統設備の定期点検周期は2年としていて、営業運転開始1年後の2023/4/10～6/1にA系統について定期点検を実施、B系統は来年実施する計画でした。

なお、営業運転前の設備の健全性確認として、2021/11に無負荷運転、負荷試験を実施して健全に稼働する旨確認いたしました。

保安規程に基づく燃料設備に対する自主点検の状況

巡視要領は以下の通りです。



巡視機器別表【燃料受入】

点検No	点検項目	点検内容	✓	設置
1	トラックスケール	異常・振動・異音・指示値・ランプ表示・計量表		外周
2	燃料貯留槽B2	異常・振動・振動・異音・漏洩		貯留槽上部
3	貯留槽供給コンベヤA/B	異常・振動・温度・振動・異音・油シバル・回転状態・駆動チェーン取付状態・チップの吹き出し有無		貯留槽上部
4	燃料貯留槽可燃ガス検知装置	異常・振動・異音・異常・指示値		貯留槽上部
5	燃料受入設備操作盤5	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		貯留槽上部
6	燃料貯留槽B1	異常・振動・振動・異音・漏洩		貯留槽上部
7	燃料受入設備操作盤4	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		貯留槽上部
8	受入バケットエレベータA/B電磁ノック制御盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		貯留槽上部
9	貯留槽供給コンベヤ集じん器A/B	異常・振動・振動・異音・回転状態・チップの吹き出し有無・差圧		貯留槽上部
10	受入バケットエレベータA/B	異常・振動・温度・振動・異音・油シバル・回転状態・駆動チェーン取付状態		貯留槽上部
11	燃料貯留槽A1	異常・振動・振動・異音・漏洩		貯留槽上部
12	燃料受入設備操作盤3	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		貯留槽上部
13	燃料貯留槽A2	異常・振動・振動・異音・漏洩		貯留槽上部
14	燃料受入設備操作盤5	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		貯留槽上部
15	受入ホッパA/B	異常・振動・異常・漏洩		B1F
16	受入ホッパA/Bグリズリーバーバイブレータ保護制御盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		受入ホッパ上部
17	受入コンベヤA/B操作盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		B1F
18	受入コンベヤA/B	異常・振動・温度・振動・異音・油シバル・回転状態・駆動チェーン取付状態・チップの吹き出し有無		B1F
19	受入ビット地下排水ポンプA/B電源盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		B2F
20	マグネットセパレータA/B動力制御盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱・指示値		B1F
21	トラックダンパA/B油圧ユニット	異常・振動・振動・異音・漏洩		B1F
22	トラックダンパA/B動力制御盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱・指示値		B1F
23	兩分電盤バイオマス燃料受入建屋1/2建屋	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		1F
24	受入ホッパA/B操作盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		1F
25	トラックダンパA/B操作盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		1F
26	受入ビット地下排水ポンプA/B電源盤	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		1F
27	受入ビット地下排水ポンプA/B	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		1F
28	受入ホッパA/B集じん器	異常・振動・振動・異音・チップの吹き出し有無・差圧		B1F
29	燃料受入設備操作盤1	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		外周
30	燃料受入設備操作盤2	異常・振動・異常・ランプ表示・発熱		外周

消防法に基づくバイオマス燃料の管理・点検状況

バイオマス燃料は消防法上指定可燃物に該当します。鳥取県西部広域行政管理組合火災予防条例第34条に以下の記載があり、管理点検状況としては赤字の通りとなります。また、2018年に鳥取県西部消防局に、バイオマス燃料は再生資源燃料にあたることを確認しております。

第34条 指定可燃物のうち可燃性固体類等以外の指定可燃物(以下「綿花類等」という。)の貯蔵及び取扱いは、[次の各号](#)に掲げる技術上の基準によらなければならない。

⇒バイオマスは可燃性固体類以外の指定可燃物に該当します。

(1) 綿花類等を貯蔵し、又は取り扱う場所においては、みだりに火気を使用しないこと。

⇒みだりに火気は使用しておりません。

(2) 綿花類等を貯蔵し、又は取り扱う場所においては、係員以外の者をみだりに出入りさせないこと。

⇒係員以外のみだりに出入らせておりません。

(3) 綿花類等を貯蔵し、又は取り扱う場所においては、常に整理及び清掃を行うこと。

⇒燃料受入設備に関して燃料搬入のある日(概ね5日/週)は1日1度以上巡視をし、粉じんの清掃も必要に応じ実施しておりました。

なお、清掃が行き届いてなかった箇所が無いか確認中です。

この場合において、危険物と区分して整理するとともに、綿花類等の性状等に応じ、地震等により容易に荷くづれ、落下、転倒又は飛散しないような措置を講ずること。

⇒4つのサイロに貯留しているため、地震等による荷くづれ、落下、転倒、飛散に関しては問題ありません。

(4) 綿花類等のくず、かす等は、当該綿花類等の性質に応じ、1日1回以上安全な場所において廃棄し、その他適当な措置を講ずること。

⇒燃料受入設備に関して燃料搬入のある日(概ね5日/週)は1日1度以上巡視をし、粉じんの清掃も必要に応じ実施しておりました。

なお、清掃が行き届いてなかった箇所が無いか確認中です。

(5) 再生資源燃料([別表第8備考第5号](#)に規定する再生資源燃料をいう。以下同じ。)のうち、廃棄物固形化燃料その他の水分によつて発熱又は可燃性ガスの発生のおそれがあるもの(以下「廃棄物固形化燃料等」という。)を貯蔵し、又は取り扱う場合は、次によること。

⇒2018年に鳥取県西部消防局に、バイオマス燃料は再生資源燃料にあたることを確認。

ア 廃棄物固形化燃料等を貯蔵し、又は取り扱う場合は、適切な水分管理を行うこと。

⇒3か月に一度、サイロから出た後の排出コンベヤからサンプリングし燃料中の水分量を測定しております。

イ 廃棄物固形化燃料等を貯蔵する場合は、適切な温度に保持された廃棄物固形化燃料等に限り受け入れること。

⇒バイオマス燃料サイロで温度監視を実施しております。

ウ 3日を超えて集積する場合においては、発火の危険性を減じ、発火時においても速やかな拡大防止の措置を講じることができるよう5メートル以下の適切な集積高さとする。

⇒4つのサイロに分割して適切に貯留しております。

エ 廃棄物固形化燃料等を貯蔵する場合は、温度、可燃性ガス濃度の監視により廃棄物固形化燃料等の発熱の状況を常に監視すること。

⇒バイオマス燃料を貯蔵するサイロ内の温度、酸素、一酸化炭素、メタンガス濃度を測定し監視しております。