

検討項目に応じた火災危険性の抽出・分析及びその課題

【危険物の貯蔵・取扱いに係る火災危険性及び安全性の考え方について】

火災危険性の高い物質である危険物を一定数量以上貯蔵し、又は取り扱う施設において、一旦火災となれば当該施設内で人的・物的被害が発生する危険性が高いことに加え、周辺施設への影響も甚大となることから、危険物施設における火災を予防し、その被害の軽減を図るためには、危険物の出火危険性や着火危険性、延焼拡大危険性などの火災危険性に対して安全性を確保することが必要である。

このため、消防法においては、危険物施設において、危険物そのものから出火しないように対策を行うほか、危険物への着火要因（例えば静電気）を低減させ、万一火災が発生した場合も周囲へ延焼拡大しないような対策を行うよう定めている。

リチウムイオン電池の電解液は消防法で定める危険物（引火性液体）に該当することから、大量のリチウムイオン電池を製造又は保管する施設には一定の安全対策を講じる必要があるが、当該施設に講ずべき安全対策のあり方について検討するに当たっては、リチウムイオン電池の燃焼性状やリチウムイオン蓄電池システムが設置される状況等を踏まえて、上記火災危険性について検証する必要がある。

なお、火災危険性に係る検証を行うに当たり、リチウムイオン電池は、電池の安全性に係る技術開発や電気用品安全法等により、電池から出火する危険性は低減されてきていることから、火災危険要因の抽出・分析においてもリチウムイオン蓄電池から出火する危険性は低いことに留意する。

【検討項目に応じた火災危険性の抽出・分析】

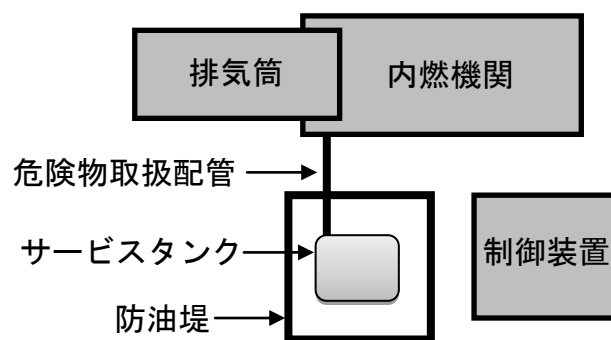
第 1 検討項目 1 に関する事項

建築物の地階や屋上、若しくは建築物に設置されている自家発電設備付近にリチウムイオン蓄電池システムが設置される場合について、火災危険要因の抽出・分析を行う。

1 建築物に設置されている自家発電設備の近傍にリチウムイオン蓄電池システムが設置される場合の火災危険要因の抽出・分析について

（1）自家発電設備の概要について

- ・ 自家発電設備は、軽油等の燃料を指定数量以上消費する一般取扱所に該当するものと、燃料を指定数量未満消費する少量危険物施設の大きく 2 つに大別される。
- ・ このうち、少量危険物施設となっている自家発電設備は、指定数量の 1 倍に近いものが多い。



(自家発電設備のイメージ図 (平面図))

(2) 自家発電設備（一般取扱所）の事故の状況について

過去に建物内に設置された自家発電設備で発生した事故について、以下に事故の状況を示す。なお、全国的な事故事例データは、一般取扱所になっている自家発電設備について把握していることから、これらについて分析するものとする。

①平成 12 年から平成 21 年中までに発生した自家発電設備での火災事故の状況

過去 10 年間で発生した自家発電設備（一般取扱所に該当するものに限る。）での火災事故件数を以下に示す。

(建物内に設置された自家発電設備（一般取扱所）で発生した火災事故件数)

年	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	合計
件数	4	2	2	2	1	4	4	3	1	1	24

(参考) (社) 日本内燃力発電設備協会によると、平成 22 年度の単年度における常用自家発電設備（一般取扱所に相当）の設置数は 418 台、防災用自家発電装置（少量危険物施設に相当）の設置数は 5,713 台となっており、約 13.7 倍となっている。

(過去 10 年における自家発電設備で発生した火災事故の出火力所と火災の着火原因)

出火力所		着火原因	
内燃機関	13 件 (54%)	過熱着火	7 件
		衝撃火花	2 件
		摩擦熱	1 件
		高温表面熱	1 件
		溶接・溶断火花	1 件
		不明	1 件
電気配線	3 件 (13%)	高温表面熱	1 件
		電気火花	2 件
危険物取扱配管	4 件 (17%)	高温表面熱	4 件
サービスタンク	2 件 (8%)	過熱着火	1 件
		溶接溶断火花	1 件
その他	2 件 (8%)	過熱着火	1 件
		不明	1 件
合計	24 件		

※カッコ内の数値は、過去 10 年の火災事故総件数に占める割合を示す。

上記の自家発電設備で発生した火災事故について、出火箇所は内燃機関で 13 件と最も多く、総事故件数 24 件の 54%を占める。次いで、危険物取扱配管 4 件、電気設備（配線、回路等）が 3 件となっている。内燃機関で発生した火災事故のうち、過熱着火を原因とするものが 7 件と、内燃機関で出火した火災の 53%を占めており、火災の経過として、内燃機関の故障により燃料や潤滑油が漏えいし、内燃機関の高温部分に当該燃料が接触する等から火災が発生している。また、危険物取扱配管を出火力所とする火災では、配管の腐食等劣化により燃料が流出し、内燃機関等の高温部分に接触し、火災が発生している。

以下に、火災事故の主な事故事例を示す。

(主な事故事例（一般取扱所での火災事故）)

1 発生日時 平成 15 年 1 月 17 日

事故の概要 稼働中の自家発電設備の発電機エンジントラブル（潤滑油が供給されなかったために、摩擦熱によりボルトが切断されて部品が飛び出し、燃料ポンプを損傷させた）により出火したもの。

被害の状況 建物約 165 m²、発電設備 2 基、受電盤等が全焼
損害額 3859 万円

- 2 発生日時 平成 16 年 7 月 14 日
 事故の概要 常用電源を供給する自家発電設備の燃料噴射管パイプの破損により燃料（重油）が噴出し、エンジンの排気高温部に接触し出火したもの。
 被害状況 発電設備 7 基のうち、1 基全焼、2 基一部焼損 損害額 4000 万円
- 3 発生日時 平成 19 年 9 月 10 日
 事故の概要 自家発電設備に取り付けられた油圧装置に接続する配管接続部が緩み、漏えいした燃料が高温部に接触して着火し、燃料配管を焼損したため、当該配管から漏れた灯油 1200 リットルが防油堤内などに漏えいし、延焼拡大した。
 被害の状況 発電設備 1 基等焼損 損害額 1 億 9394 万円
- 4 発生日時 平成 19 年 12 月 8 日
 事故の概要 自家発電設備を点検のため複数回にわたり起動操作を実施したところ、気化されていない霧状の重油が排煙用煙突内に滞留し、自家発電設備の排気ガスの熱により出火した。
 被害の状況 自家発電設備 2 基、排気用煙突等焼損
- 5 発生日時 平成 21 年 11 月 18 日
 事故の概要 自家発電設備制御盤内の電圧制御トランス内部にて、短絡が生じ、接続している配線被覆に着火し、出火した。
 被害の状況 トランス・ケーブル等焼損

②平成 17 年から平成 21 年中までに発生した自家発電設備での流出事故の状況

過去 5 年間で発生した自家発電設備（危険物施設に該当するものに限る。）での流出事故件数を以下に示す。

（建築物内などに設置された自家発電設備で発生した事故件数）

年	H17	H18	H19	H20	H21	合計
件数	2	4	2	2	3	13

（主な事故事例（一般取扱所での流出事故））

- 1 発生日時 平成 18 年 3 月 31 日
 事故の概要 休止中であった自家発電設備の送油管のバルブが緩み、当該設

備へ重油が送油され、サービスタンク上部から防油堤へオーバーフローした。休止していたため返油用ポンプも作動しなかった。防油堤内に設置されていた雨水管が破損していたことから、破損部分から防油堤外に重油が溢れ、河川へ流出したものの。

被害状況 流出量は不明

2 発生日時 平成 21 年 5 月 29 日

事故の概要 非常用発電設備の稼働時に、燃料配管に大きな振動が伝わり、配管が金属疲労により亀裂が生じ、重油 4000 リットルが流出した。

被害状況 建物 1 階の発電機室から地下 1、2 階に重油が流出した。

(3) 火災危険要因の抽出・分析について

火災危険要因の抽出及び分析については、上述の検証すべき火災危険性及び自家発電設備に係る事故の状況を踏まえ、以下の観点で検証を進めることとする。

○自家発電設備から出火した場合、当該設備付近に設置されるリチウムイオン蓄電池設備に対する影響はどうか。

○リチウムイオン蓄電池設備から出火した場合付近に設置されている自家発電設備に対する影響はどうか。

(a) 火災危険要因の抽出

①自家発電設備が発災する場合

災害が発生する危険物取り扱う設備等及び火災により影響を受ける部分について、過去の事故事例等を踏まえ、以下のものが想定される。

災害が発生する危険物を取り扱う設備等（自家発電設備）	被害を受けるリチウムイオン蓄電池設備の部分
・ 内燃機関 ・ サービスタンク ・ 危険物配管 ・ 電気設備（配線、回路等を含む） ・ その他（排気用煙突等）	・ リチウムイオン電池 ・ 電気設備（配線・回路等を含む）

事故事例等を踏まえ、危険物を取り扱う設備等から災害が発生した場合の、想定される災害の内容、経緯、規模は以下のとおり。

想定火災危険要因	災害の内容	事故に至る経緯等	想定上の最大の事故（規模）
内燃機関	内燃機関からの火災	内燃機関の製品不良や故障等により火災となった場合	自家発電設備が焼損
サービスタンク	サービスタンクからの油流出火災	サービスタンクの腐食、施工不良等により危険物が漏えいし、高温部などに接触し火災となった場合	サービスタンクの周囲に設けられている防油堤の中での火災（防油堤の面積による）
危険物配管	配管からの油流出火災	配管のフランジ部分のゆるみ等により危険物が噴出し、高温部に接触し火災となった場合	配管から噴出し、接触した高温部での火災（配管からの油の流出により防油堤内でも火災が発生）
電気設備（配線、回路等を含む）	配線等からの出火	経年劣化による短絡等により配線等から出火し、火災となった場合	自家発電設備が焼損
その他（排気用煙突等）	排気用煙突等から出火	排気用煙突内に滞留した霧状の燃焼が排気ガスの熱により出火し、火災となった場合	排気用煙突等の設備が焼損

②リチウムイオン蓄電池設備が発災する場合

災害が発生する部分及び火災による影響を受ける部分は以下のものが想定される。

災害が発生するリチウムイオン蓄電池設備	被害を受ける自家発電設備
・リチウムイオン電池 ・電気設備（配線、回路等を含む）	・内燃機関 ・サービスタンク ・危険物配管 ・電気設備（配線、回路等を含む）

想定されるリチウムイオン蓄電池設備から災害が発生した場合の、災害の内容、経緯、規模は以下のとおり。

想定火災危険要因	災害の内容	事故に至る経緯等	想定上の最大の事故（規模）
リチウムイオン電池	リチウムイオン電池から発火	製品不良によりリチウムイオン電池から発火	リチウムイオン蓄電池が焼損
電気設備（配線、回路等を含む）	電気設備から発火	施工不良、経年劣化等により電気設備から発火し、リチウムイオン電池へ延焼拡大	リチウムイオン蓄電池が焼損

(b) 火災危険要因の分析・評価

上述の火災危険要因の抽出から、自家発電設備から発災した場合、リチウムイオン蓄電池設備から発災した場合の火災危険性を分析する。

なお、一般的に火災危険要因に起因するリスク評価は、火災が発生する可能性と火災の程度の積（火災危険度）によることが知られている。これを表にすると以下のようになる。（ハッチをかけている部分が積）

		火災が発生した場合の程度		
		小	中	大
火災の発生危険性	小	小	小	中
	中	小	中	大
	大	中	大	大

① 自家発電設備が発災する場合

火災危険要因の分析・評価を実施するに当たり、建物内に設置された自家発電設備での火災事故の状況から、抽出した危険要因の発生可能性については、以下のとおりとする。

○内燃機関から出火する可能性：「大」

（事故件数が最多で全体の 54%を占めているため）

○サービスタンクからの油流出火災が発生する可能性：「小」

（流出事故は発生しているものの、火災は全体の 8%と少ないため。）

○危険物取扱配管からの油流出火災が発生する可能性：「中」

（事故件数が全体の 17%と 2 番目に多いため。）

○電気設備（配線等）から出火する可能性：「中」

（事故件数が全体の 13%を占めているため。）

○その他（排煙用煙突等）から出火する可能性：「小」

（事故件数が全体の 8%と少ないため）

想定火災危険要因	災害の内容	発生可能性（A）	災害の規模	程度（B）	危険度（A × B）
内燃機関	内 燃 機 関 からの火災	大	内燃機関の大きさ程度	中	大
サービスタンク	サービスタンクからの油流出火災	小	防油堤の面積程度の火災	大	中
危険物配管	配管からの油流出火災	中	自家発電設備全体に及ぶ面積程度の火災	大	大
電気設備（配線、回路等）	配線等からの出火	中	内燃機関の大きさ	中	中
その他（排煙用煙突等）	排煙用煙突等のその他部分からの出火	小	内燃機関の大きさ	小	小

上記の表のうち、最も影響が大きい（危険度が最も高い）のは、内燃機関からの火災、配管からの油流出火災であるが、事故事例からも特に被害の程度が大きいのが危険物配管からの油流出火災の場合であるため、自家発電設備全体が火災になった場合にリチウムイオン蓄電池設備へどのような影響があるか実証実験により検証する必要がある。

ただし、実大規模の実験は危険性が極めて高いことから縮小したモデルを活用して実験を行い、その結果から実際の火災の場合の影響について計算等で求める必要がある。

②リチウムイオン電池から出火した場合

自家発電設備の時と同様に、上述の火災危険要因の抽出から、危険性評価のマトリックスを用いて、リチウムイオン蓄電池設備から発災した場合の火災危険性を分析すると以下のとおりとなる。

○リチウムイオン電池から出火する可能性：「小」

（6 件の火災事故は発生しているものの電気用品安全法等により安全が確保されることとなったため）

○電気設備（配線、回路等）から出火する可能性：「中」

（後述する倉庫火災の状況から「電灯・電話等の配線」が出火源となった火災が 115 件発生しているため）

想定火災危険要因	災害の内容	発生可能性	災害の規模	程度	危険度
リチウムイオン電池	リチウムイオン電池から発火	小	リチウムイオン蓄電池が焼損	中	小
電気設備（配線、回路等）	電気設備から発火	中	リチウムイオン蓄電池が焼損	中	中

リチウムイオン蓄電池から自家発電設備への影響は、自家発電設備からリチウムイオン電池への影響よりも小さいと考えられるため、リチウムイオン蓄電池の火災が自家発電設備に与える影響に係る検証は省略する。

第2 検討項目2に関する事項

リチウムイオン蓄電池等を大量に貯蔵、保管する場合について、火災危険要因の抽出・分析を実施する。危険物倉庫ではない倉庫にリチウムイオン蓄電池等を大量に保管する場合を想定し、倉庫で発生している火災の状況等を踏まえ、リチウムイオン蓄電池等の保管に係る火災危険要因の抽出・分析を行う。

1 倉庫火災の状況について

倉庫火災は毎年約 670 件発生し、平均焼損床面積は約 100 m²となっている。

(倉庫の出火件数及び1件当たりの焼損床面積)

年	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	年平均
出火件数	791	809	766	685	724	638	525	609	583	583	601	665
1件当たりの焼損床面積 (m ²)	85.8	107.6	100.7	97.9	90.7	124.7	90.1	84.8	124.7	124.7	82.6	100.9

※各年の数値は、1月～12月に発生した火災件数を集計したもの。

倉庫火災の出火原因は、電気機器や電話等の配線、たばこなど、様々な要因から発生している。倉庫に通常存在すると想定されるものから出火した火災件数等について別紙に示し、出火源と着火物の関係について分析する。なお、データは過去5年間（平成17年～平成21年中）の倉庫火災の火災報告（各年の1月から12月に発生した火災件数）を合計したものを利用した。

(1) 出火原因の分析

倉庫火災の発火源と着火物との関係について、傾向を分析すると以下のとおりとなる。

- 建築物に一体となって設けられる「電気装置」、「電灯・電話等の配線」、「配線器具」及び「灯火」が出火源となった火災のうち、建築物等に着火しているものは121件、建築物内収容物に着火しているものは104件となっており、配線等から建築物内収容物へ着火した火災も発生している。
- 「電気機器」が出火源となった火災において、建築物内収容物に着火した件数（42件）は、建築物等に着火した件数（11件）の約4倍となっており、家電製品などから出火し、周辺の可燃物へ着火、火災に至っている。
- 不明を除き、「たばこ」、「マッチ・ライター」が出火源となった火災は、「電気機器」、「電気装置」等に比べて件数が多く、そのほとんどは建築物内収容物に着火している。

過去5年(平成17年～平成21年)の倉庫火災の出火原因(合計)

出火源	件数	着火物											
		不明	建築物等		建築物内収容物								その他
			壁・柱等の建築物及び家具等	電線被類	ガス類	引火性液体類	繊維類（衣類、布団など）	木材、まきなどの木質物	可燃性固体（木炭、ゴム製品など）	屑類（紙、木、金属などの屑）	その他の建築物内収容物	自動車	
電気機器	61	3	4	7	1	3	11	2	13	10	2	3	2
電気装置	53	2	5	18	2	9	1	1	7	6	0	0	2
電灯・電話等の配線	115	5	25	39	0	1	5	5	15	10	4	5	1
配線器具	61	0	9	23	0	3	7	1	12	4	0	2	0
灯火	6	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
たばこ	207	5	20	1	0	2	32	4	12	96	3	1	31
マッチ・ライター	291	15	8	2	4	32	85	8	29	70	4	2	32
不明	953	594	39	10	1	12	100	36	43	73	9	6	30
合計	1747	624	112	100	8	63	242	58	131	270	22	19	98

※上表に記載の出火源の項目以外にも、ガスコンロやストーブ、放火などが出火源として、火災が発生している。

項目の定義は次のとおり。

「電気機器」：家電製品や電池、工作機械など

「電気装置」：変圧器、制御盤など

「電灯・電話等の配線」：配電線、引込線、電話配線など

「配線器具」：スイッチ、プラグ、メーターなど

「灯火」：灯明、ろうそくなど

(2) 倉庫火災の焼損程度

(1) の出火原因により発生した火災がどの程度の規模の焼損を与えたのかについて分析する。別紙の表中の「出火源」に掲げる項目から出火した火災（全 1747 件のうち、爆発によるものを除く。）の焼損程度及び当該火災により隣接建物へ延焼した件数を以下に示す。

(焼損程度と隣接建物への延焼件数)

焼損程度 (a)	件数 (合計に対する割合)		隣接建物へ延焼 した件数(b) (a/b)	
全焼	743	43%	328	(44%)
半焼	175	10%	44	(25%)
部分焼	437	25%	49	(11%)
ぼや	369	21%	18	(5%)
合計	1724		439 (25%)	

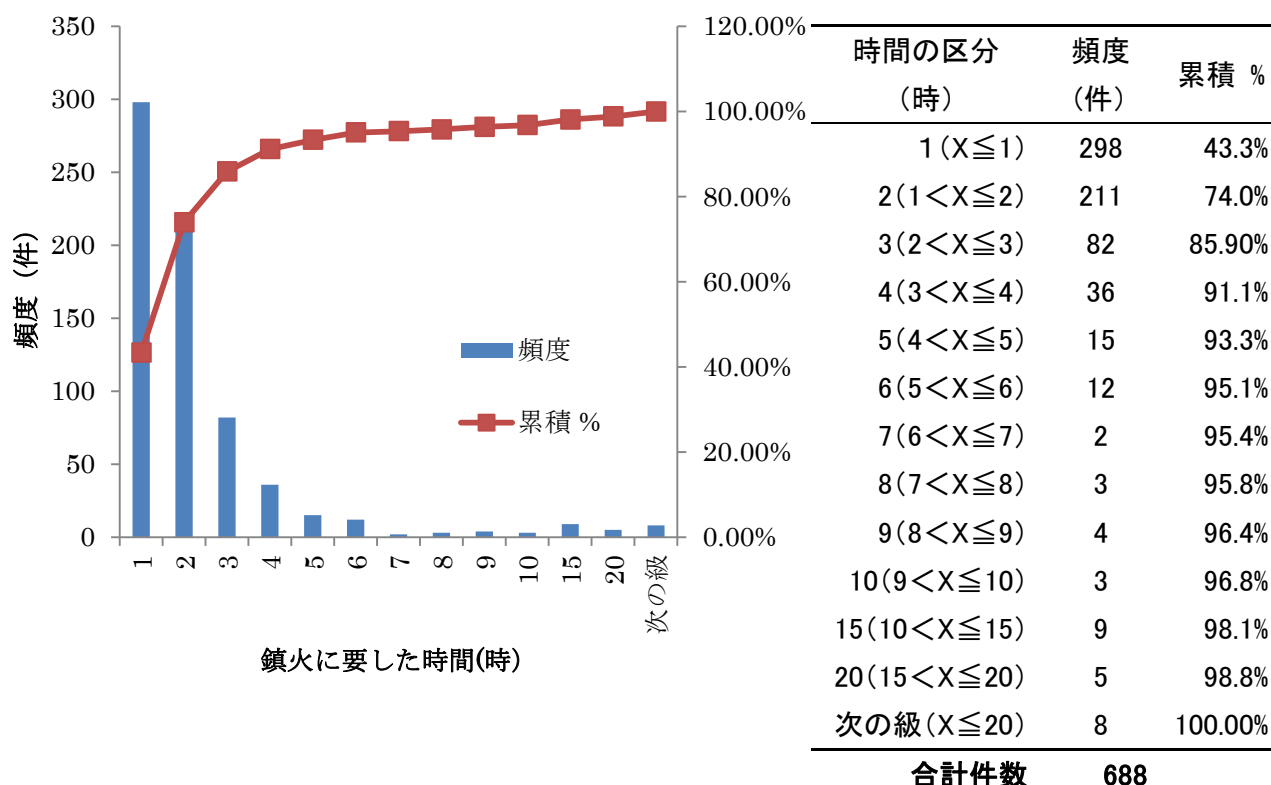
○焼損程度の全焼、半焼、部分焼に至った火災は、1724 件の 78%となっており、全焼に至った火災件数が最も多く、全火災件数に占める割合が 43%となっている。

○隣接建物へ延焼した件数は、1724 件中の 25%となっており、別紙の出火源から出火した火災の 4 件に 1 件の火災で隣接建物へ延焼している。

(3) 鎮火に要した時間

(1) の出火原因により発生した火災のうち、全焼に至った火災 743 件について、出火時刻から火災の鎮火に至るまでの時間をまとめると、以下のとおりとなる。なお、火災の出火時刻が不明のものを除く。

(全焼した火災の出火時刻から鎮火までに要した時間(出火時刻が不明のものを除く。))



- 上図から、全焼した火災のうち、出火した後に鎮火に至るまで、頻度は1時間以内が最も多く、次いで1時間から2時間以内となっている。
- 倉庫火災において、(1)別紙の出火原因から出火した後に、遅くとも2時間以内に全焼に至る火災が多く、急激に火災が進展することがわかる。

(3) 倉庫火災の分析結果

倉庫火災の状況の分析結果をまとめると、次のとおりとなる。

- 倉庫火災は様々な原因で出火しているが、電気機器や電気配線等の一般の建築物に設けられているものから出火し、壁、柱等の建築物等以外にも、建築物内収容物に着火し、火災に至っている。
- 電気配線等から出火した火災のうち、全焼に至った火災が最も多く、4件に1件の割合で隣接建築物へ延焼している。
- 出火から鎮火に至るまでの時間において、2時間以内に鎮火に至っているが全焼している火災件数が最も多く、急激に火災が進展する。(なお、平成19年のリチウムイオン電池の火災では鎮火までに17時間程度を要している。)

2 大量のリチウムイオン蓄電池等を一般倉庫に保管する場合について

(1) 火災危険要因の抽出

上述した倉庫火災の状況から、大量のリチウムイオン蓄電池等を一般倉庫に保管する場合を想定した火災危険性を抽出・分析する。

想定される災害の内容、経緯、規模は以下のとおり。

想定火災危険要因	災害の内容	事故に至る経緯等	想定上の最大の事故（規模）
電気機器	電気機器から出火	製品不良等により電気機器から出火し、他の収容物に着火	倉庫が全焼
電気装置	電気装置から出火	製品不良等により電気装置から出火し、他の収容物に着火	倉庫が全焼
電灯・電話等の配線	電灯・電話等の配線から出火	経年劣化等により電灯・電話等の配線から出火し、他の収容物に着火	倉庫が全焼
配線器具	配線器具より出火	製品不良等により配線器具から出火し、他の収容物に着火	倉庫が全焼

(2) 火災危険要因の分析

火災危険要因の分析・評価を実施するに当たり、一般倉庫の火災の状況から、抽出した危険要因の発生可能性については、以下のとおりとする。

○電気機器から出火する可能性：「中」

（5年間で61件発生しているため）

○電気装置から出火する可能性：「中」

（5年間で53件発生しているため）

○電灯・電話等の配線から出火する可能性：「大」

（5年間で115件発生しているため）

○配線器具から出火する可能性：「中」

（5年間で61件発生しているため）

上述の火災危険要因の抽出に基づき、危険性評価のマトリックスを用いて、火災危険性を分析すると以下のとおりとなる。

想定火災危険要因	災害の内容	発生可能性	災害の規模	程度	危険度
電気機器	電気機器から出火	中	収容物や倉庫全体	大	大
電気装置	電気装置から出火	中	収容物や倉庫全体	大	大
電灯・電話等の配線	電灯・電話等の配線から出火	大	収容物や倉庫全体	大	大
配線器具	配線器具より出火	中	収容物や倉庫全体	大	大

一般の倉庫については、危険物倉庫ほど安全対策が講じられているわけではないため、一旦火災が発生した場合の危険度は高い。火災の状況から様々な要因から出火し、さらに収容している物品に着火、延焼拡大していくことに鑑みると、リチウムイオン電池の火災に対する安全性等について評価することが必要である。