

第三次産業における機械災害防止対策の解明

濱 島 京 子*1 梅 崎 重 夫*2

第三次産業における労働災害は、第三次産業に従事する労働者数の増加等を背景に近年増加傾向にあり、全産業での死傷災害の4割を占めている。ところが、第三次産業で使用される機械設備による労働災害の実態は、これまでほとんど明らかにされていない。このため、機械設備に起因する労働災害防止対策への遅れが懸念される。そこで、第三次産業において労働災害が多発している機械設備の機種を明らかにすることを目的に、当該機械設備機種で発生した労働災害を分析し、業種および機種別の災害状況を明らかにした。使用した労働災害データは、厚生労働省が公表している死亡災害、死傷災害および重大災害である。分析の結果、労働災害防止対策の確立へ向けた重点的な取り組みが必要とみられる機種は①死亡災害では廃棄物処理機械（ゴミ収集車など）および昇降搬送機械（フォークリフトやエレベータなど）、②死傷災害では食品加工機械、フォークリフト、コンベア、③重大災害では一酸化炭素を発生する可能性のある燃焼機器、であった。また、洗車機、立体駐車場、介護用リフトやゴルフカート等の第三次産業特有の機械設備による災害についても、労働災害防止対策の確立に必要な課題を示した。

キーワード: 第三次産業、労働災害、産業機械

1 はじめに

第三次産業における労働災害は、第三次産業に従事する労働者数の増加等を背景に近年増加傾向にあり、全産業での死傷災害の4割を占めるに至っている¹⁾。第三次産業での労働災害防止は重要課題の一つとなりつつあるが、取組みの多くは死傷災害件数の多い腰痛や転倒災害の防止であり、機械設備に起因する労働災害に関する事項は、ほとんど何も述べられていないのが現状である。

この理由は、第三次産業で使用される機械設備による労働災害の実態がこれまで解明されてこなかった点にある。製造業等での事例から明らかのように、機械設備によるはさまれ・巻き込まれ等の労働災害は重篤なものとなりやすい。第三次産業の中でも特に、廃棄物処理業などでは、大型の機械設備を使用して物の解体や粉砕等を行うことから、製造業と同程度の重篤な労働災害が発生していることが予想される。

機械設備に起因する労働災害防止対策を講ずるためには、第三次産業において労働災害の発生頻度の高い機種をまず特定しなければならない。ただし、第三次産業は様々な業種の集合体である。したがって、業種ごとの差異を考慮せずに、第三次産業業種全体を一括りに扱うことは、労働災害防止対策上の重要事項を見落とすことになりかねない。

そこで本研究では、①第三次産業での機械災害発生機種の傾向を業種別に特定することを目的に分析を実施した。次に、②重篤な労働災害を防止するという観点から、死亡災害に対して典型災害と技術的観点からの根本原因分析を実施し、第三次産業の機械設備に求められる安全技術要素を抽出した。

本報告では、上記①および②の分析結果等の概要²⁻³⁾を述べるとともに、他の研究調査等で明らかになった事項等を引用して第三次産業における機械災害防止対策上の技術課題を提案する。

2 労働災害分析の方法

厚生労働省が公表している労働災害には、死亡災害、死傷災害（死亡および休業4日以上の労働災害件数）および重大災害（一時に3名以上の死傷者を伴う労働災害件数）の3種類がある。このうち、死傷災害は大局的には休業4日以上災害の特徴を表すと考えられる。この理由は、厚生労働省が公表している平成元年以降の全産業における死傷者数および死者数の値¹⁾において、死傷者数に対する死者数の割合が全年度を通じて概ね1.3%であることによる。

本分析では、死亡災害、死傷災害および重大災害では災害要因の様相が各々異なるとの仮定から、これら3つの労働災害を分析対象とする。

1) 分析対象データ

分析に使用する労働災害データの抽出条件を以下に示す。

(1) 対象業種

安全衛生年鑑⁴⁾での分類定義と同様に「商業、金融・広告業、映画・演劇業、通信業、教育・研究業、保健・衛生業、接客娯楽業、清掃・と畜業、官公署、及びその他の事業^{*}」とする。表1に対象業種の例を示す。

(2) 死亡災害

安全衛生情報センターのWebサイトにて公開されている「死亡災害データベース」を使用する⁵⁾。具体的には、平成11年から平成18年の間に機械設備で発生した「はさまれ・巻き込まれ」、「激突され」および「切れ・こす

表1 第三次産業の業種

大分類	中分類(一部)
商業	卸売業、小売業、倉庫業、その他
金融・広告業	証券業・商品取引業、保険業
教育・研究業	教育研究業、その他
保健・衛生業	医療保健業、社会福祉施設、その他
接客娯楽業	旅館業、飲食店業、ゴルフ場、公園・遊園地、その他
清掃・と畜業	ビルメンテナンス業、廃棄物処理業、と畜業、その他
官公署	官公署
その他の事業	派遣業、警備業、その他

*1 労働安全衛生総合研究所 電気安全研究グループ

*2 労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ

* 製造業、鉱業、建設業、運輸交通業、貨物取扱業および農林畜水産業を除く。

れ」による災害 436 件を対象とする。

(3) 死傷災害

前述の Web サイトで公開されている「労働災害(死傷)データベース」を使用する⁵⁾。具体的には、平成 18 年に機械設備で発生した休業 4 日以上災害 2,823 件のうち、「はさまれ・まきこまれ」、「激突され」および「切れ・こすれ」による災害 855 件を対象とする。

(4) 重大災害

安全衛生年鑑⁴⁾にて公表されている「重大災害の概要」を使用する。具体的には、平成 11 年から平成 15 年の間に第三次産業にて発生した、「はさまれ・巻き込まれ」、「激突され」、「切れ・こすれ」、「中毒・薬傷」などによる災害 75 件(被災者数では死亡 14 名、負傷者 384 名)を対象とする。ここで、機械設備に直接起因しない中毒・薬傷などの災害を分析対象に含める理由は、その対策に安全確認形[†]などの機械安全の考え方が重要と思われるためである。なお、死亡災害や死傷災害にて、これらの災害を分析対象に含めない理由は、①中毒・薬傷等による災害の多くは重大災害であり、死亡災害や死傷災害のデータと重複する、②重大災害に至らなかった中毒・薬傷等による災害件数が少ないためである。

2) 分析の方法と集計結果

死亡災害および死傷災害では、業種および機種別に労働災害状況を明らかにするため、上記の条件で抽出したデータに記載されている災害発生状況から、災害に起因した機械設備の種類を特定し、業種および機種別に集計を実施した。一方、重大災害では、業種および事故の型別に死傷者数を集計した。また、中毒については、原因

物質別の死傷者数を示す。

この集計結果の詳細は文献²⁻³⁾に公表しているため、本報告では、集計結果に基づき作成したグラフを使用する。

3 業種別災害発生機種の傾向

1) 業種別分析の狙いと結果概要

本分析の狙いは、対策に重点を置くべき機種を業種別に把握することである。死亡、死傷および重大災害別に分析を実施した結果、災害多発機種の様相は業種によって異なることが明らかとなった。この結果は、災害の重篤度に応じて講ずべき労働災害防止対策が業種別に異なる可能性を示唆している。なお、表 2 に、分析の結果明らかとなった機械設備の分類を示す。

2) 業種大分類における災害発生傾向

図 1 に、死亡災害、死傷災害および重大災害別に労働災害件数に対する業種別構成比を示す。ここで、重大災害については、1 件災害につき 3 名以上の死傷者数が生じるため、死傷者数の人数に基づいて構成比を算出した。なお、死亡災害と死傷災害での被災者数は災害 1 件につき 1 名である。

死亡災害と死傷災害では、清掃・と畜業、商業、その他の事業および接客娯楽業の 4 業種で、全体の約 9 割を占めていた。死亡災害での業種別内訳では、清掃・と畜業 32.3% (141 件)、商業 31.0% (135 件) およびその他の事業 29.8% (130 件) であり、これら 3 業種の発生割合はほぼ同程度とみなせる。死亡災害防止においては、これら 3 業種を重点対策業種とすべきことがわかる。

表 2 労働災害の発生が確認された機械設備の分類

大分類	中分類
廃棄物処理機械	ゴミ収集車、混合機・粉砕機、梱包・圧縮プレス、選別・分別機など
動力機械	食品機械、木材加工用機械、プレス機械・シャワーなど
第三次産業で多く使用される機械	ゴルフ場機械(※1)、洗濯機、シャッター・電動扉、ポリッシャー、遊戯施設など
昇降・搬送機械	フォークリフト、コンベア、リフター・リフト・エレベータ、介護用リフト、立体駐車場など
第三次産業以外でも広く使用される機械	トラック、乗用車、ドラッグショベル、ショベルローダ・トラクターショベル、その他の設備等(※2)

(※1)ゴルフ場機械とは、ゴルフカートや乗用芝刈り機、バンカー用作業車などを指す。

(※2)その他の設備等とは、草刈機・刈払機や扇風機・送風機などを指す。なお、文献での表2での大分類「その他の設備等」に該当する機種である。本報告では「その他の設備等」の大分類項目をなくし、「第三次産業以外でも広く使用される機械」に含めることとした。

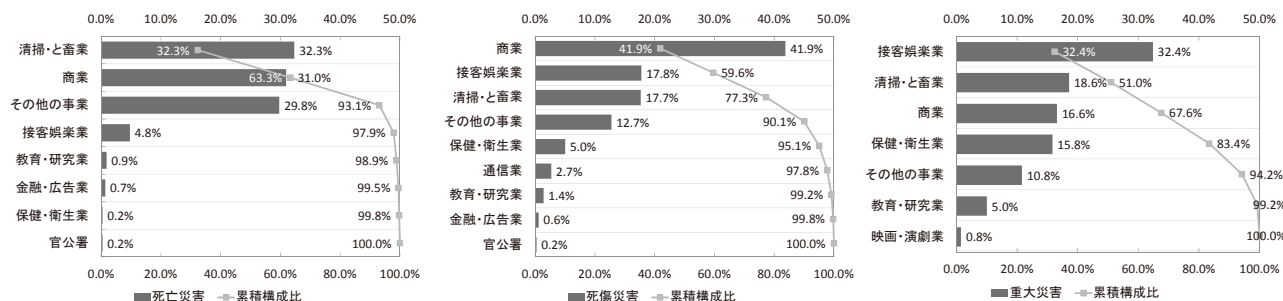


図 1 災害種別ごとの労働災害発生業種内訳 (左から死亡災害、死傷災害、重大災害)

† 安全が確認できている条件の下でのみ機械の運転を許可する方法

第三次産業における機械災害防止対策の解明

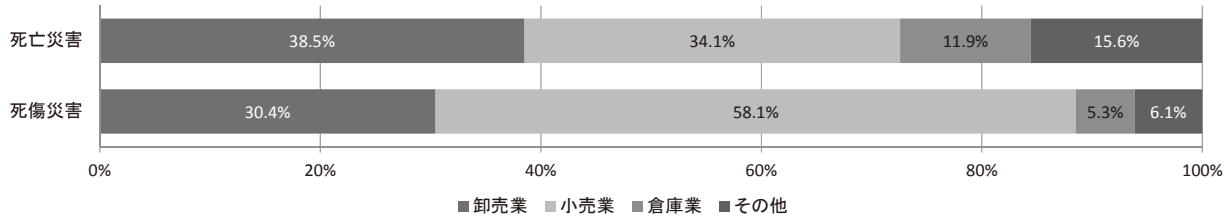


図2 労働災害発生業種の構成比 (商業)

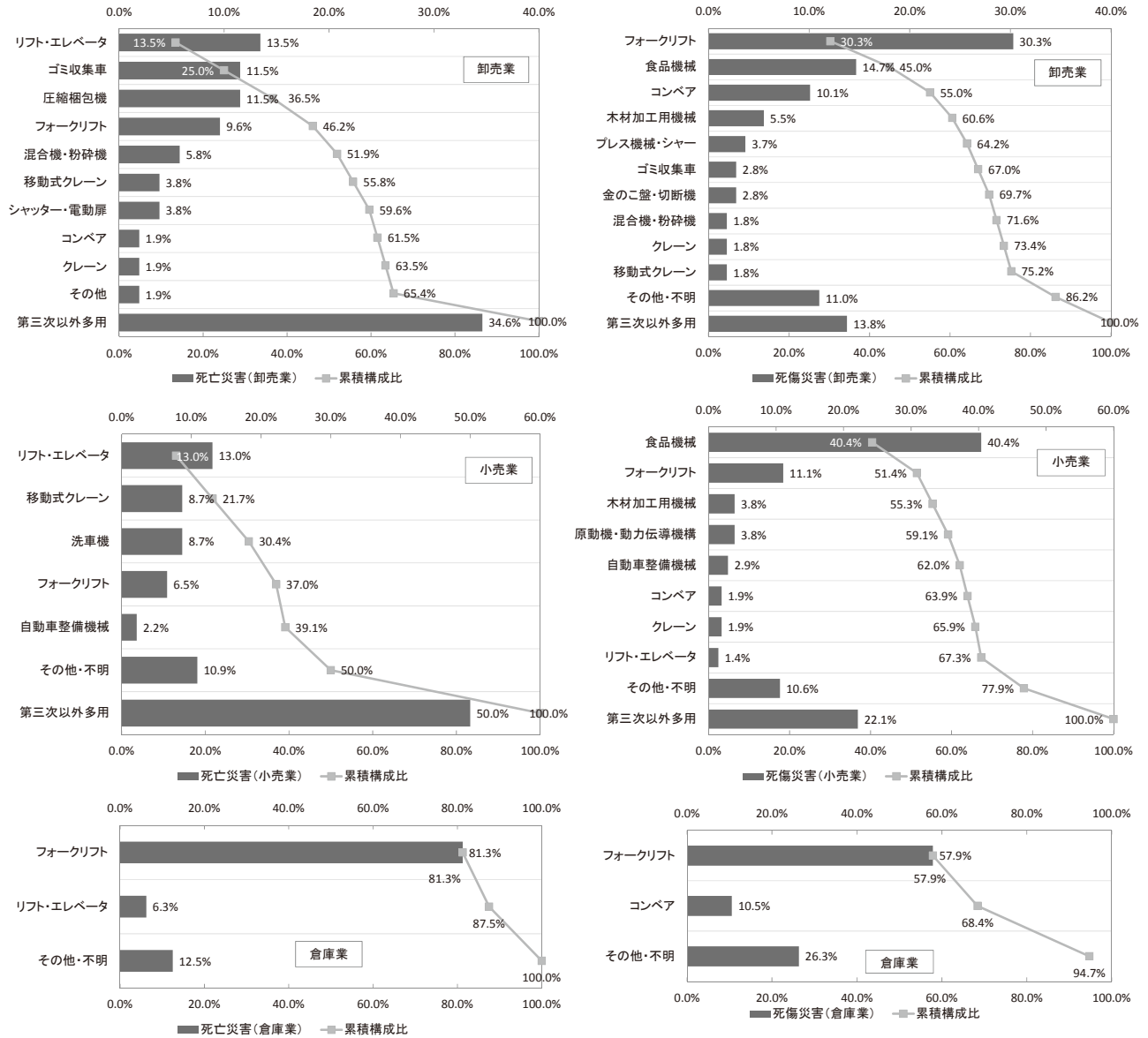


図3 労働災害発生機種 (上から卸売業, 小売業, 倉庫業)

一方、死傷災害では商業が全体の41.9% (358件)と最も高く、次いで接客娯楽業17.8% (152件)、清掃・と畜業17.7% (151件) およびその他の事業12.7% (109件)であった。先に述べたように死傷災害は大局的に休業災害を表すと考えられることから、休業災害を防止する観点からは、まず商業に注力すべきことがわかる。

重大災害では様相が異なり、接客娯楽業が全体の32.4% (負傷129人)を占め、次いで清掃・と畜業18.6% (死亡6人, 負傷68人)、商業16.6% (負傷66人)お

よび保険・衛生業15.8% (負傷63人)の4業種にて、全体の約8割を占めている。死亡災害および死傷災害と比較すると、保険・衛生業での死傷者数が目立つほか、教育・研究業でも全体の5.0% (死亡1人, 負傷19人)に相当する重大災害が発生している点が特徴である。

そこで以下に、商業、清掃・と畜業、接客娯楽業、その他の事業、および保険・衛生業について、死亡災害、死傷災害、重大災害の詳細を示す。教育・研究業については、重大災害のみ詳細を示す。

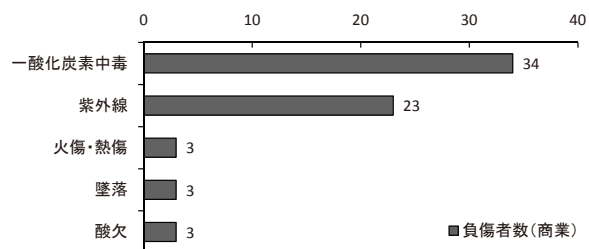


図4 重大災害の要因別死傷者数(商業)

3) 商業での主要災害機種

図2に業種中分類(表1)ごとの労働災害件数を構成比にて示す。なお、重大災害については業種中分類に関するデータがないため、業種大分類での結果を示す。

死亡災害では、卸売業38.5%(52人)と小売業34.1%(46人)の構成比は同程度であり、発生割合はほぼ等しいと考えられる。一方、死傷災害では小売業が全体の58.1%(208人)を占め、卸売業は30.4%(109人)にとどまっている。平成25年度より実施される第12次労働災害防止計画⁶⁾では、死傷者数を20%以上減少させる重点対策業種として小売業を挙げている。図2からも明らかのように、死傷災害(実質的には休業災害)防止の観点からは小売業に注力すべきであるが、より重篤な死亡災害を防止する観点からは、小売業だけでなく卸売業での対策強化も必要である。

次に、卸売業、小売業および倉庫業での主要な災害発生機種を以下に示す(図3)。なお、トラックや乗用車などの「第三次産業以外で広く使用される機械」による労働災害は、商業に限らず多くの業種において多発しているため、以後の検討からは除外する。

卸売業 死亡災害: リフト・エレベータ 13.5% (7件), ゴミ収集車 11.5% (6件), 圧縮梱包機 11.5% (6件) 等
 卸売業 死傷災害: フォークリフト 30.3% (33件), 食品機械 14.7% (16件), コンベア 10.1% (11件) 等
 小売業 死亡災害: リフト・エレベータ 13.0% (6件), 移動式クレーン 8.7% (4件), 洗車機 8.7% (4件), フォークリフト 6.5% (3件) 等
 小売業 死傷災害: 食品機械 40.4% (84件), フォークリフト 11.1% (23件) 等
 倉庫業 死亡災害: フォークリフト 81.3% (13件)
 倉庫業 死傷災害: フォークリフト 57.9% (11件), コンベア 10.5% (2件)

図3より、労働災害防止対策に重点を置くべき機種として、リフト・エレベータ(卸売業、小売業)、フォークリフト(卸売業、倉庫業)、洗車機(小売業)、食品機械(小売業)が挙げられる。なお、洗車機による死亡災害は、他業種ではみられず、燃料小売業特有の労働災害である。

商業にて発生した重大災害の要因別死傷者数を図4に示す。一酸化炭素中毒にて商業全体の51.5%に相当する34名が負傷しており、次いで紫外線による負傷34.8%(負傷者23人)が生じていた。これより、商業での重大災害防止では、まず一酸化炭素および紫外線への対策を重視すべきである。一酸化炭素中毒への対策では、検知器のフェールセーフ化(故障した際に安全側の動作となる構造)が重要と思われる。また、紫外線による負傷では、誘導灯や捕虫灯に誤って殺菌灯が取り付けられたことが原因であったことから、対策として殺菌灯取り付け口のフルプルーフ化が重要である。

4) 清掃・と畜業での主要災害発生機種

図5に、清掃・と畜業で発生した労働災害の業種別内訳を示す。

清掃・と畜業では廃棄物処理業での災害比率が高く、死亡災害で全体の82.3%(116件)、死傷災害で全体の64.2%(97件)を占めていた。清掃・と畜業では、廃棄物処理業での労働災害が重篤化しやすい傾向にあることがわかる。なお、ビルメンテナンス業の構成比は死亡災害6.4%(9件)、死傷災害15.9%(24件)であった。

以下に、これら2業種での主要な災害発生機種を示す(図6)。

ビルメンテナンス業 死亡災害: リフト・エレベータ 22.2% (2件), 立体駐車場 22.2% (2件)
 ビルメンテナンス業 死傷災害: コンベア 12.5% (3件), リフト・エレベータ 12.5% (3件), ポリッシャー 8.3% (2件), 電動扉・シャッター 8.3% (2件)
 廃棄物処理業 死亡災害: ゴミ収集車 24.1% (28件), 混合機・粉碎機 11.2% (13件), コンベア 9.5% (11件)
 廃棄物処理業 死傷災害: ゴミ収集車 27.8% (27件), コンベア 20.6% (20件)

廃棄物処理業およびビルメンテナンス業にて、対策に注力すべき機種として、リフト・エレベータ(ビルメンテナンス業)、立体駐車場(ビルメンテナンス業)および

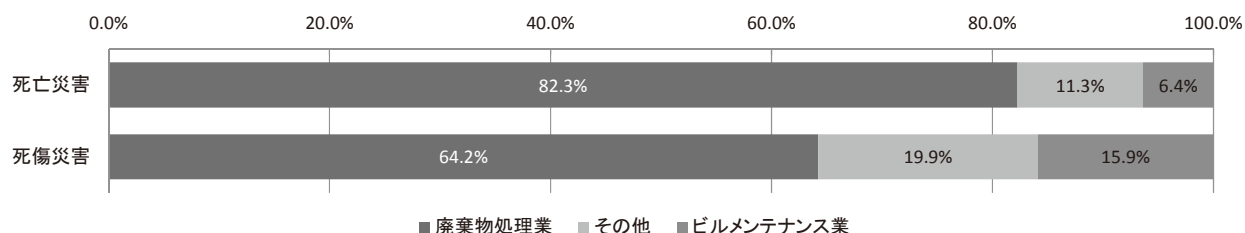


図5 労働災害発生業種の構成比(清掃・と畜業)

第三次産業における機械災害防止対策の解明

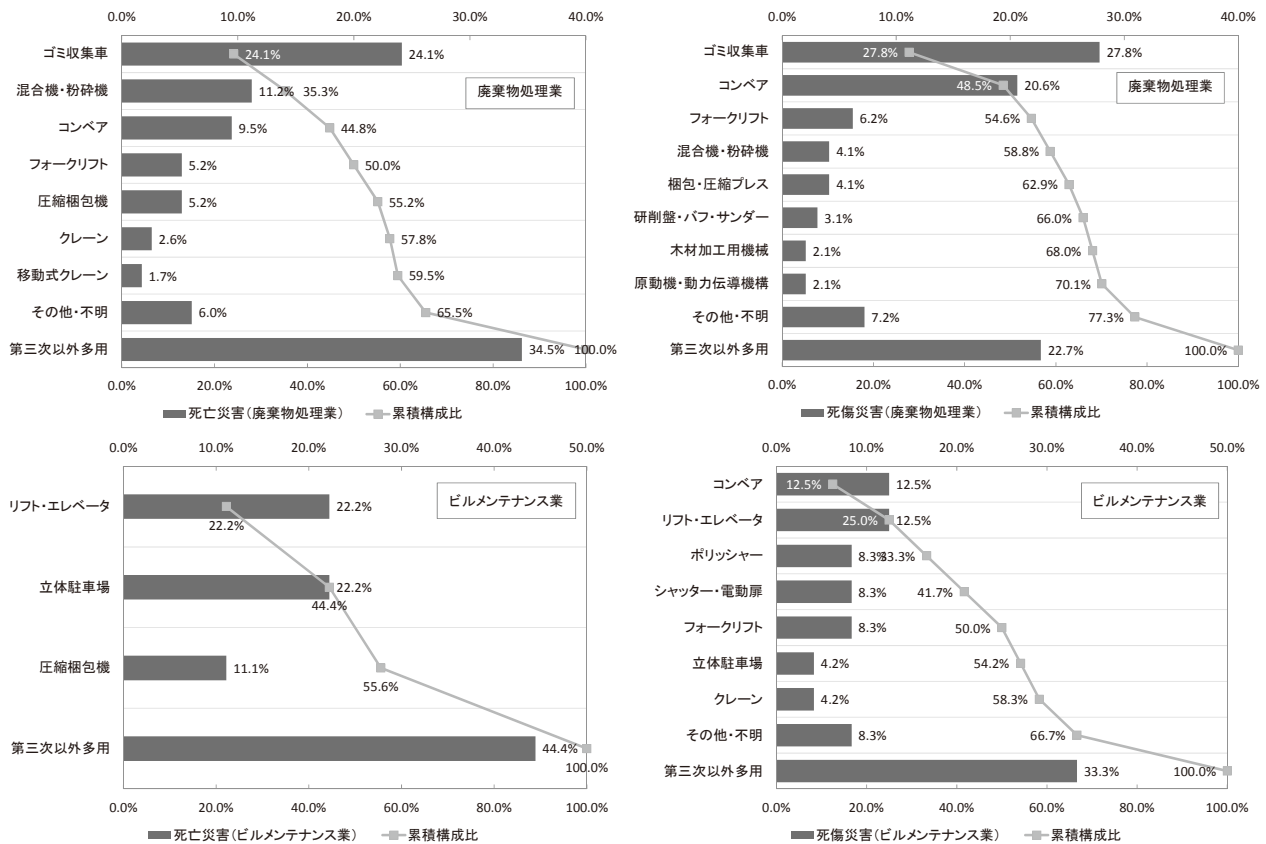


図 6 労働災害発生機種（上から廃棄物処理業，ビルメンテナンス業）

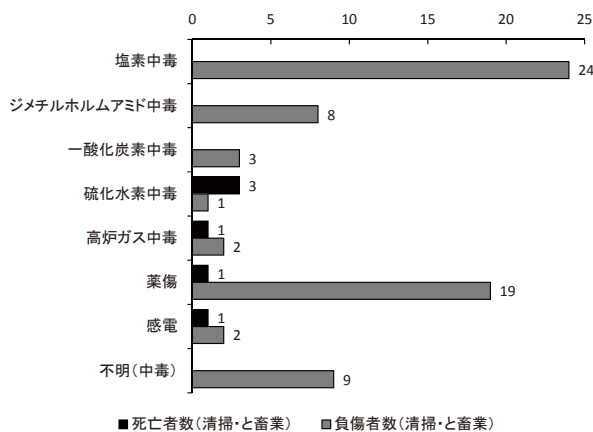


図 7 重大災害の要因別死傷者数（清掃・と畜業）

表 2 における廃棄物処理機械全般（廃棄物処理業），コンベア（ビルメンテナンス業，廃棄物処理業）などが挙げられる。さらにビルメンテナンス業では，ポリッシャーおよび電動扉・シャッターへの対策も重視すべきと思われる。

次に，清掃・と畜業での重大災害の要因別死傷者数を図 7 に示す。清掃・と畜業での重大災害では死者 6 名，負傷者 68 名が生じているが，約半数は中毒が原因であった。死亡原因では，硫化水素中毒による死者 3 名が最大であるのに対し，負傷原因では塩素中毒による 24 名の被災が最大であった。また薬傷による負傷者が 19 名

発生していた。清掃・と畜業での重大災害防止対策では，ガス検知器のフェールセーフ化に加え，検知器類を用いた安全確認形作業システムの構築が重要と思われる。

5) 接客娯楽業での主要災害発生機種

図 8 に，接客娯楽業にて発生した労働災害の業種構成比を示す。

接客娯楽業ではゴルフ場での死亡災害が 33.3%（7 件）と最も多く，次いで公園・遊園地 19.0%（4 件），飲食店業 14.3%（3 件）および旅館業 14.3%（3 件）であった。一方，死傷災害では飲食店業が全体の 52.0%（79 件）を占めており，次いでゴルフ場 32.2%（49 件），旅館業 3.9%（6 件），公園・遊園地 2.6%（4 件）であった。

商業での小売業同様に，飲食店業は第 12 次労働災害防止計画^⑨にて，死傷者数を 20%以上減少させる重点対策業種に指定されている。しかし，機械設備による死亡災害では飲食店業よりもゴルフ場や公園・遊園地での災害発生率が高い点に留意が必要である。

ゴルフ場および飲食店業における主要な災害発生機種を以下に示す（図 9）。なお，公園・遊園地での死亡災害は 4 件であり，このうち 2 件が遊戯施設に因るものであった。

ゴルフ場 死亡災害：ゴルフ場機械 71.4%（5 件）
ゴルフ場 死傷災害：ゴルフ場機械 71.4%（35 件）
飲食店業 死亡災害：食品機械 66.7%（2 件）
飲食店業 死傷災害：食品機械 88.6%（70 件）

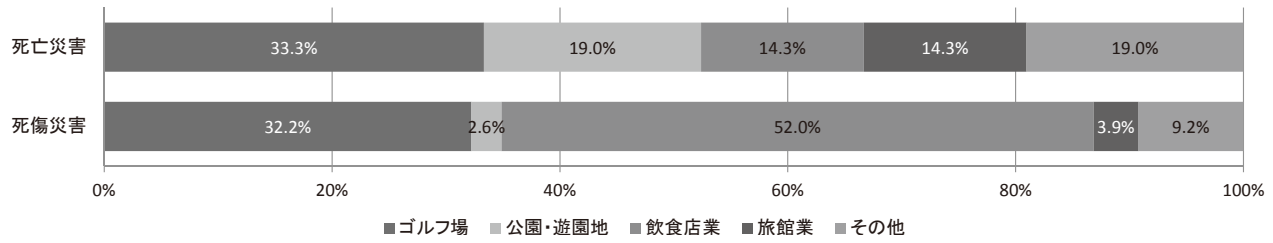


図8 労働災害発生業種の構成比 (接客娯楽業)

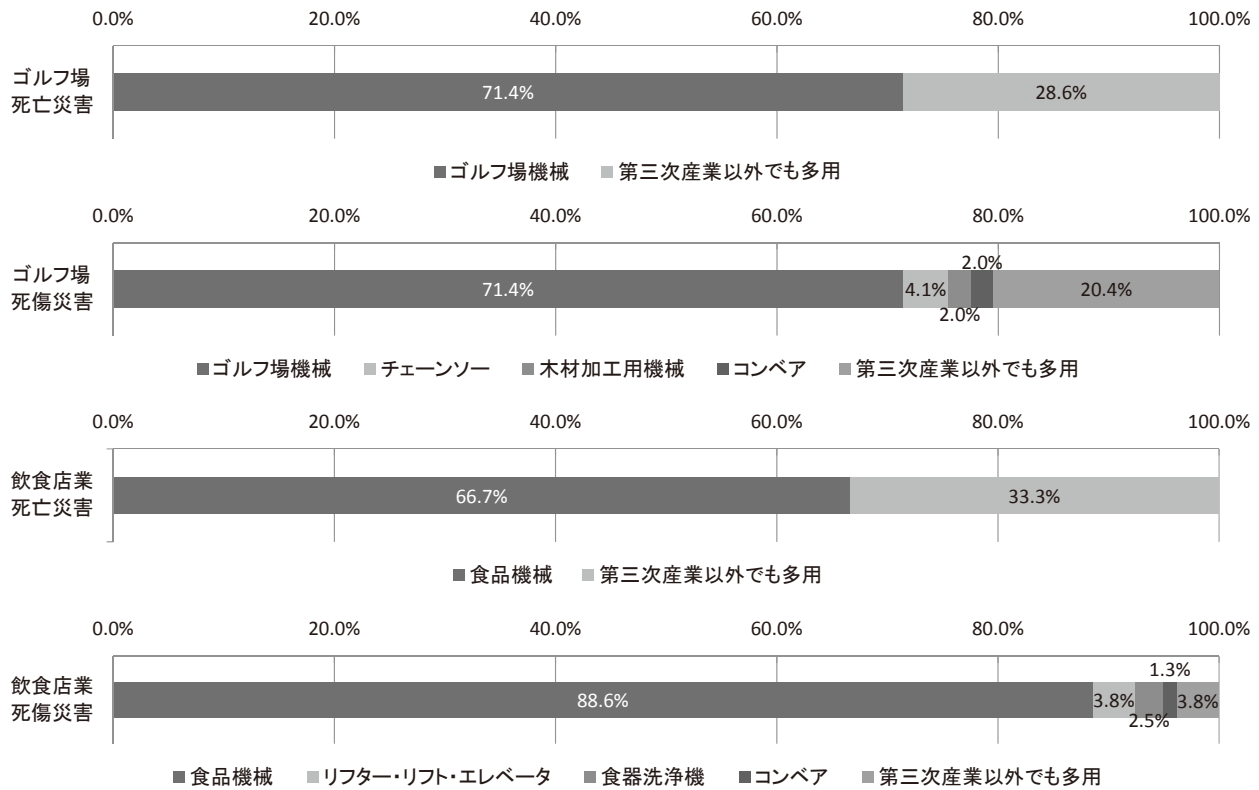


図9 労働災害発生機種 (ゴルフ場および飲食店業)

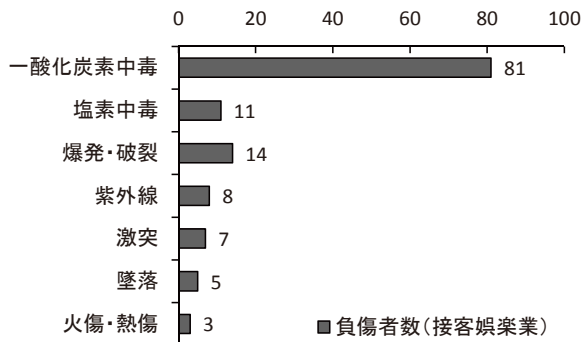


図10 重大災害の要因別死傷者数 (接客娯楽業)

以上より、対策に注力すべき機種としてゴルフ場機械 (ゴルフ場) および食品機械 (飲食店業) が挙げられる。特に、ゴルフ場での死傷災害ではゴルフカートでの災害数が多い点に留意が必要である。

重大災害の要因別死傷者数を図10に示す。接客娯楽業では死者は生じておらず、一酸化炭素中毒で81名の

負傷者が生じていた。これは第三次産業での重大災害において、最大の負傷者数である。このほか、爆発・破裂で14名、塩素中毒で11名などの負傷者が生じていた。一酸化炭素中毒および塩素中毒で接客娯楽業での重大災害の71.3%を占めている。一酸化炭素中毒への対策は、商業で述べたとおりである。なお、塩素中毒の原因は塩素の誤注入であり、爆発・破裂はカセットボンベの取り扱いを誤ったものであった。

6) その他の事業

その他の事業とは、派遣業や警備業から構成される業種であり、災害種別分析では死亡災害で第三次産業全体の29.8% (130名)、死傷災害12.7% (109名) および重大災害で10.8% (死者7名、負傷者36名) を占めている。業種別構成比を図11に示す。

死亡災害では、警備業が全体の56.9% (74人)、その他の事業が39.2% (51人) であるのに対し、死傷災害ではその他の事業64.2% (70人) および警備業32.1% (35人) であった。派遣業が占める割合は低く、死亡災害で当該業種全体の3.8% (5人)、死傷災害で3.7% (4人) である。

第三次産業における機械災害防止対策の解明

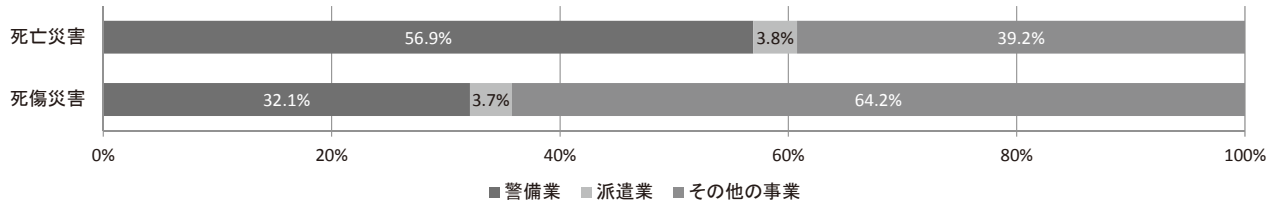


図 11 労働災害発生業種の構成比（その他の事業）

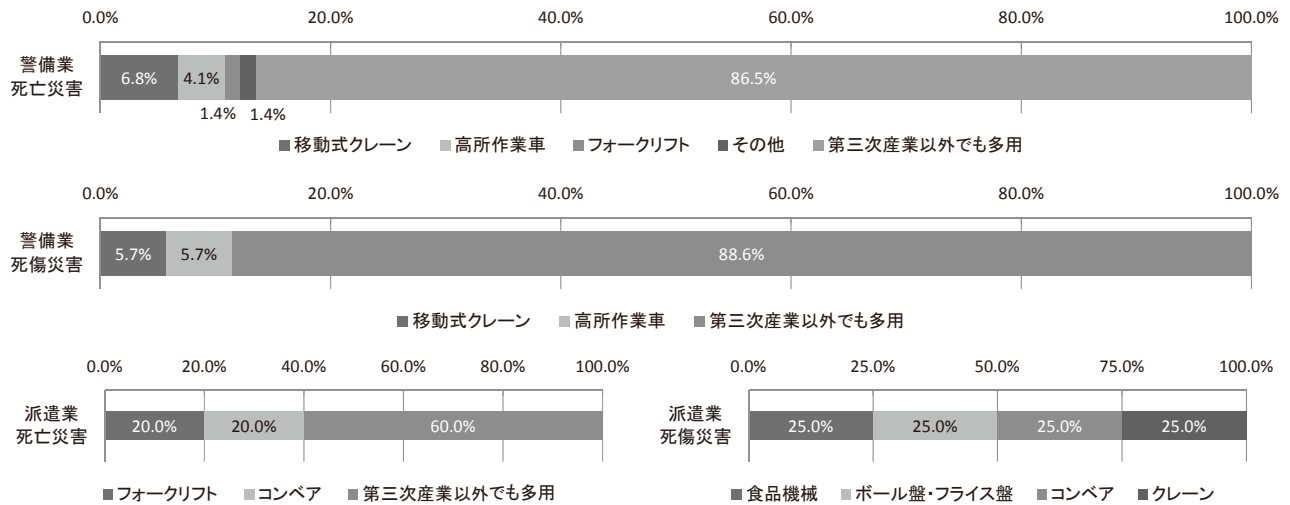


図 12 労働災害発生機種（警備業および派遣業）

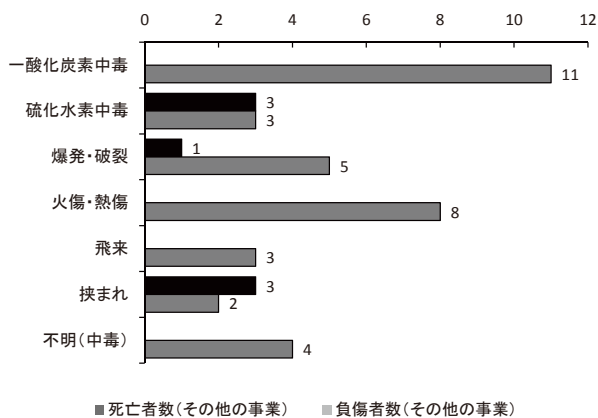


図 13 重大災害の要因別死傷者数（その他の事業）

警備業および派遣業における主要な労働災害発生機種を図 12 に示す。警備業での、死亡および死傷災害の発生機種のほぼ全てが、車両系機械設備であった。その内訳は、移動式クレーン（死亡 6.8%：5 件，死傷 5.7%：2 件）や高所作業車（死亡 4.1%：3 件，死傷 5.7%：2 件）のほかトラック，ドラグショベルなどの、「第三次産業以外でも広く使用される機械」（死亡 86.5%：64 件，死傷 88.6%：31 件）であった。

なお，派遣業での死亡災害では，フォークリフトやコンベア（いずれも 20.0%：1 人）による災害が発生しているのに対し，死傷災害では食品機械（25.0%：1 人），ボール盤・フライス盤（25.0%：1 人）などによる災害が発生していた。

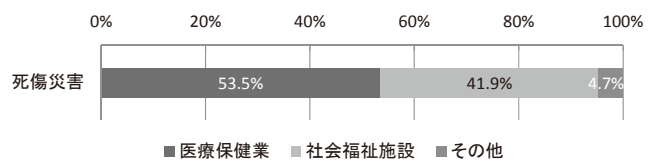


図 14 労働災害発生業種の構成比（保健衛生業）

重大災害の内訳を図 13 に示す。重大災害では第三次産業全体で最大人数となる 7 名が死亡している。その原因は，硫化水素中毒（3 名），はさまれ（3 名），爆発・破裂（1 名）である。負傷別では一酸化炭素中毒（11 名），火傷・熱傷（8 名），爆発・破裂 5 名の災害が発生していた。このうち，はさまれによる 3 名の死亡は舞台装置の定期点検中に発生したものであり，原因は①装置の停止制御の不良，②作業員自らが操作可能な非常停止手段の不備，であった。同種の災害を防止するには，機械安全体系に基づく設備対策が重要である。

7) 保健・衛生業

保健・衛生業での死傷災害および重大災害の分析結果を以下に示す。なお，当該業種での死亡災害は，社会福祉施設でのトラックによる交通事故に類する災害 1 件のみであったため，グラフの記載は省略する。

保健・衛生業での死傷災害は第三次産業全体の 5%（43 人），重大災害で全体の 15.8%（負傷者 63 人）を占めていた（図 1）。死傷災害の業種別内訳（図 14）は，医療保健業で保健・衛生業全体の 53.5%（23 人），社会福祉施設で 41.9%（18 人），その他で 4.7%（2 人）である。

医療保健業および社会福祉施設での死傷災害多発機種を図 15 に示す。いずれの業種においても、食品機械および介護用リフトでの災害が全体の 60%以上を占めている。特に、介護用リフトによる死傷災害は保健・衛生業に特有な災害といえる。

医療保健業 死傷災害：食品機械 43.5% (10 人)，介護用リフト (21.7%：5 人)
社会福祉施設 死傷災害：食品機械 38.9% (7 人)，介護用リフト 33.3% (6 人)

重大災害の要因別死傷者数を図 16 に示す。重大災害での主要な要因は中毒であり、一酸化炭素中毒で 20 名、エチレンオキシド中毒で 19 名の負傷者にて、全体の 61.9%を占めていた。このうち、エチレンオキシド中毒は、滅菌器の修理、ガス供給および通常使用中のガス漏洩が原因であった。作業別リスクアセスメントや予見可能な誤使用への考慮が不十分であったことが推察される。

8) 教育研究業

教育研究業では、第三次産業の中で死亡災害および死傷災害の占める割合は少ないものの、重大災害においては全体の 5% (死亡 1 人，負傷 19 人) を占める災害が発生している (図 1)。

重大災害の要因別死傷者数を図 17 に示す。実験プラントでの爆発・破裂による死傷者数が最大であり、死亡 1 名および負傷 5 名を生じている。この他、中毒による負傷者でフッ素 4 名，アセトニトリル 4 名，二酸化硫黄 3 名が生じている。実験中の事故が重大災害につながりやすいことから、教育研究機関における安全衛生対策の周知徹底が重要と思われる。

4 機種別災害発生機種の傾向

1) 機種別分析の狙いと結果概要

本分析の狙いは、第三次産業で発生した機械災害件数の機種別総数を示すことで、当該機械設備の設計製造者に対する対策の必要性を認識してもらうことである。分析の結果、死亡災害と死傷災害では災害多発機種の様相が異なっており、特に食品機械が死傷災害の 2 割を占めていた点が特徴である。

2) 機種大分類における災害発生傾向

図 18 に、労働災害発生機種の構成比を死亡災害および死傷災害別に示す。

死亡災害では、車両系機械を中心とした「第三次産業以外でも広く使用される機械」での災害が最も多く、全体の 45.9% (200 件) を占めていた。次いで、昇降・搬送機械による災害が 30.3% (132 件)，廃棄物処理機械にて 18.8% (82 件)，第三次産業で多く使用される機械にて 4.4% (18 件) を占めていた。

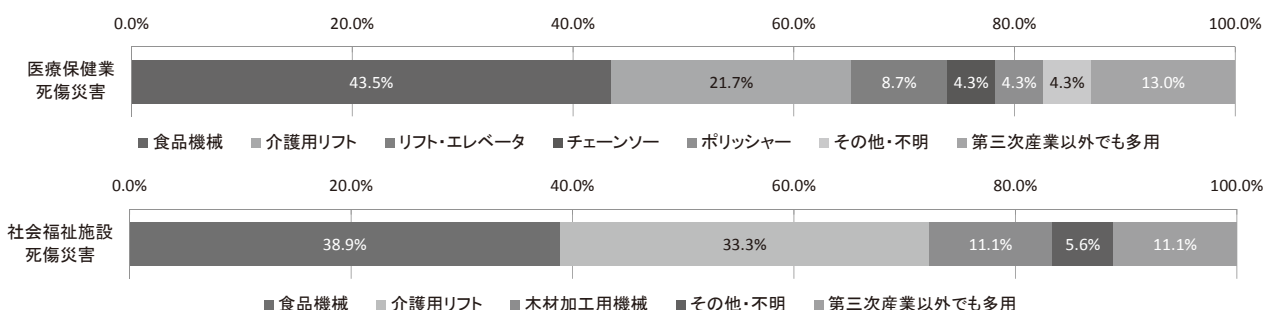


図 15 労働災害発生機種 (医療保健業および社会福祉施設)

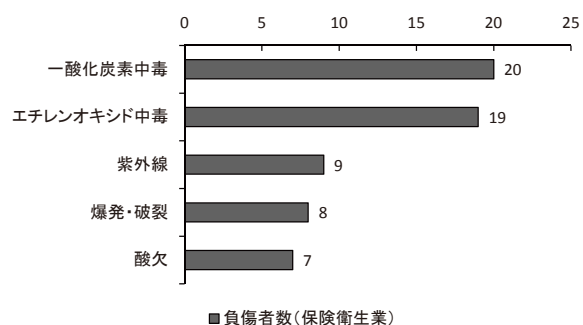


図 16 重大災害の要因別死傷者数 (保健衛生業)

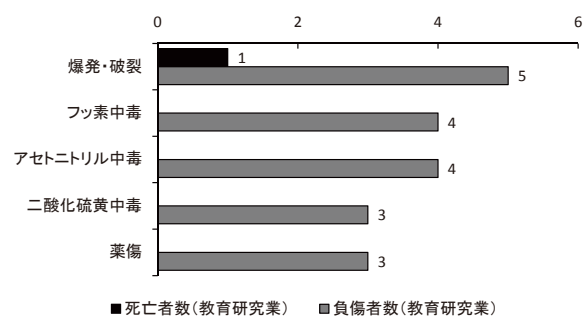


図 17 重大災害の要因別死傷者数 (教育研究業)

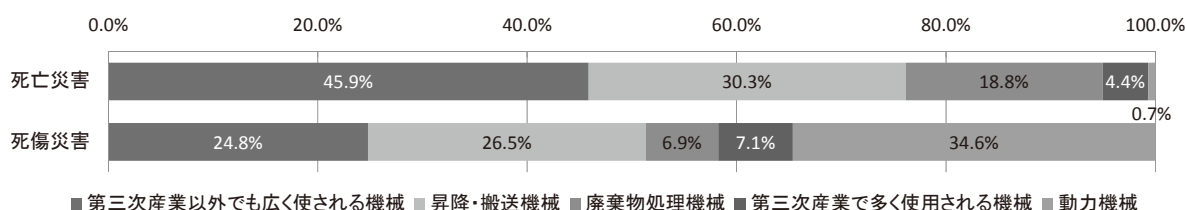


図 18 労働災害発生機種の構成比 (機種大分類)

第三次産業における機械災害防止対策の解明

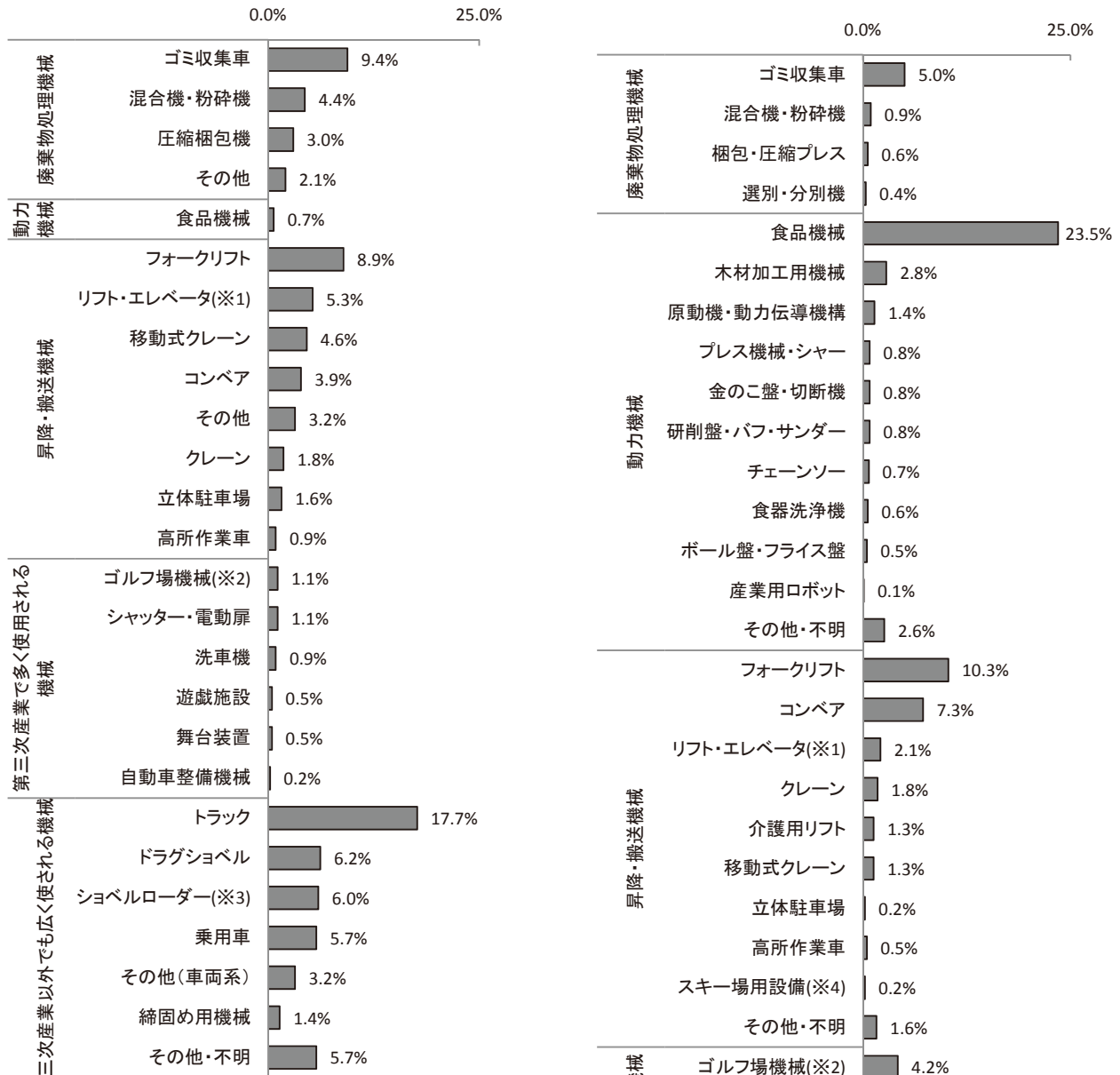


図 19 死亡災害発生機種の構成比（中分類）

て 4.4% (19 件) の災害が発生していた。死亡災害の約 2 割が廃棄物処理機械にて発生している点が第三次産業の特徴とも言える。

一方、図 18 の死傷災害では動力機械による災害 34.6% (296 件) と最も多く、次いで昇降・搬送機械 26.5% (227 件)、第三次産業以外でも広く使用される機械 24.8% (212 件)、第三次産業で多く使用される機械 7.1% (61 件)、および廃棄物処理機械 6.9% (59 件) の順に災害が発生していた。

次に、機種中分類における災害件数の構成比を図 19 および図 20 に示す。トラック等、第三次産業に限らず全業種での労働災害数の多い「第三次産業以外でも広く使用される機械」を除くと、死亡災害ではゴミ収集車 9.4% (41 件)、フォークリフト 8.9% (39 件)、リフト・エレベータ 5.3% (23 件)、移動式クレーン 4.6% (20 件)、混合機・粉碎機 4.4% (19 件) など災害発生傾向が高

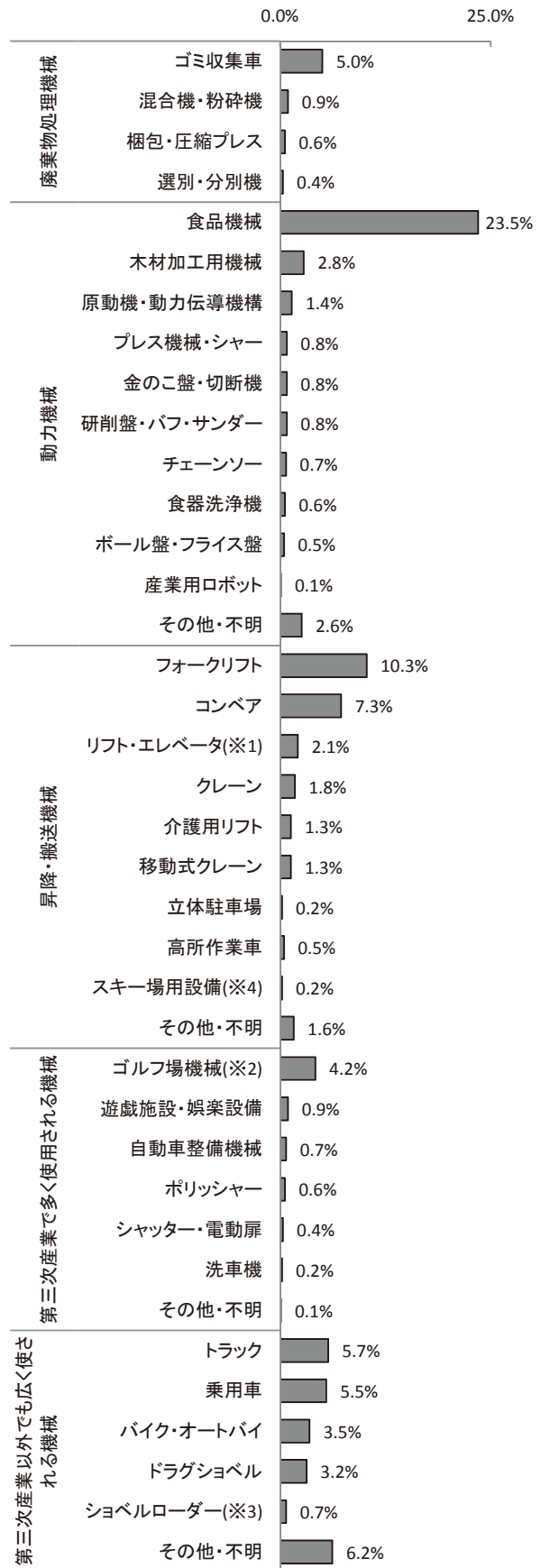


図 20 死傷災害発生機種の構成比（中分類）

い。一方、死傷災害では食品機械 23.5% (201 件) での災害数が圧倒的に高く、次いでフォークリフト 10.3%

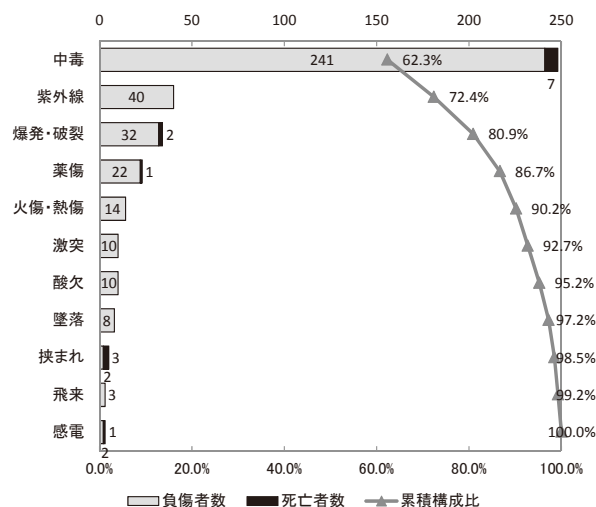


図 21 重大災害の要因別構成比 (第三次産業全体)

(88 件), コンベア 7.3% (62 件), ゴミ収集車 5.0% (43 件), ゴルフ場機械 4.2% (36 件) での災害発生傾向が高い結果となった。

重大災害の要因別死傷者数を図 21 に示す。重大災害では死傷者 398 人 (死亡 14 人, 負傷 384 人) のうち, 有害物質による中毒が最も多く, 死傷者数は全体の 62.3% に相当する 248 人 (死亡 7 人, 負傷 241 人) であった。

死亡および負傷の人数ごとに主な重大災害の原因をまとめると, 死亡では硫化水素中毒 1.5% (6 人), はさまれ・巻き込まれ 0.7% (3 人), 爆発・破裂 0.5% (2 人), 高炉ガス 0.3% (1 人) および薬傷 0.3% (1 人) にて災害が発生していた。負傷では, 一酸化炭素 37.4% (149 人), 紫外線 10.1% (40 人), 塩素 8.8% (35 人), 爆発・破裂 8.0% (32 人), 薬傷 5.5% (22 人), エチレンオキシド 4.8% (19 人), 火傷・熱傷 3.5% (14 人), 酸欠 2.5% (10 人), 激突 2.5% (10 人), ジメチルホルムアミド 2.0% (8 人) の順であった。

重大災害においても, 死亡および負傷を比較すると原因と被災者数に違いがみられ, これは, 重大災害を死傷者数のみで一括して扱うと死亡災害原因を軽視する危険性があることを示唆している。

5 死亡災害における根本原因分析と技術的課題

労働災害分析の結果, 死亡災害と死傷災害では, 災害多発業種や機種に違いがみられた。これは, 労働災害の種別 (または重篤度) によって, 有効な災害防止対策が異なることを示唆していると思われる。

そこで, 本研究では特に, 回復不可能な障害 (永久障害および死亡) を負う労働災害への対策が最優先かつ最重要であるとの考えから, 死亡災害について, 人間機械協調技術の視点から根本原因を推定した。

ここで, 人間機械協調技術とは, 稼働中の機械に人が近接した状態 (これを, 危険区域内における人と機械の共存・協調という) であっても, 人の安全を確保するた

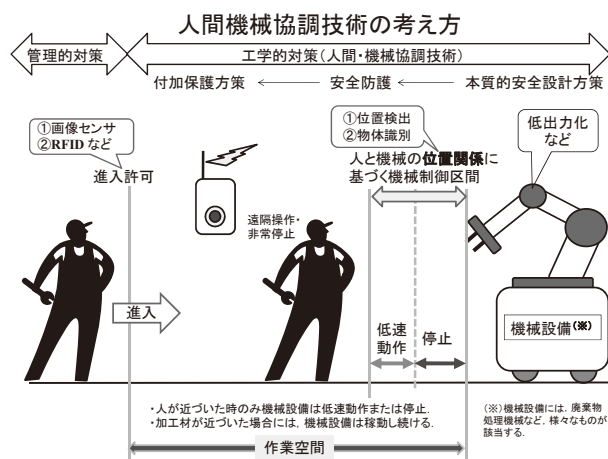


図 22 人間機械協調環境における安全確保の考え方

めの技術の総称である。図 22 に, 人間と機械との共存・協調環境における安全確保の考え方を示す。作業者が危険区域に進入して行う作業には, 段取り, トラブル処理, 保守, 点検, 修理や, 材料の供給・取出しなどがあるが, これらの作業に対しては固定式ガードの適用は困難なことが多い。このため, 危険区域内における人と機械の共存・協調を前提とした新たな安全技術の開発が不可欠となっている。現在, 日本だけでなく欧州等でも研究開発が進められている段階である²⁾。

表 3 に, 機種大分類別に典型災害事例と根本原因, および対策として求められる人間機械協調技術の要素技術の対応を示す²⁾ (4 つの根本原因ア～エに対する技術的要素はそれぞれ a～d に対応)。

第三次産業における死亡災害の根本原因を工学的対策により解決するためには, 図 22 に照らし合わせ検討した結果, 4 点の技術開発が重要と判明した。以下に, 対策として求められる技術要素と根本原因の概要を示す。

(a) (三次元的で複雑な形状である) 広域空間内を自在に移動する複数の人と機械の存在検知。

根本原因: 機械設備が大型で作業空間が広域のため操作者から危険区域を視認しにくい (死角の存在)

(b) (特に廃棄物処理機械などで) 人体と多種多様な製品や処理対象物との識別

根本原因: 製品や処理対象物が多種多様であり, 投入や選別作業の自動化が困難。また既存保護装置では処理対象物と人体とを区別して扱えないため, 機械設備が一律に停止してしまう。

(c) 安全確認形インタロック技術

根本原因: 作業者の不適切な姿勢や位置による機械設備の運転操作が可能であるため, 操作者が誤って危険区域に進入してしまう。

(d) 広域空間内を自在に移動する機械と人の接触防止技術 (例えば遠隔非常停止など)

根本原因: 機械設備と作業者の双方が広域空間内を移動するため危険区域の状態が動的に変化する。この変化

表 3 死亡災害の典型事例と根本原因およびその対策技術要素 2)

機械種別	典型災害と関連する根本原因(括弧内)	根本原因	対策として求められる技術要素
① 廃棄物処理機械	①破砕機内に廃棄物を投入する作業中に作業者が破砕機に巻き込まれた(イ) ②投入コンベアからホッパー内に転落し、機械に巻き込まれた(イ) ③機械調整中に、第三者が機械を起動させたために巻き込まれた(ア) ④トラブル処理のため、機械内部に立ち入った際、廃棄物を検知するセンサーを遮ったために機械が作動し、挟まれた(ア) ⑤ゴミ収集車に一般廃棄物を投入して回転板に巻き込まれた(イ) ⑥テールゲートが突然落下し、荷箱とテールゲートの間に挟まれた(その他) ⑦後進してきたゴミ収集車におされ、ピット内に転落した(ア、エ)	ア)機械設備が大型かつ高出力であり、作業空間が広域 ①作業空間が三次元的で、かつ、複雑な形状である。 ②広域三次元空間を走査可能な保護装置がない(一般的な保護装置は二次元平面での走査監視)。 ③作業空間が広域であるために死角が多く、大型機械設備の操作者が周辺環境を視認しにくい。	a) 空間全域を三次元で走査可能な監視技術 ①作業者位置検出 ②機械設備と作業者の接触予測
② 昇降搬送機械	①搬器に乗って上昇中に、昇降路の鋼材と搬器床との間に挟まれた(エ) ②エレベータの保全作業中、搬器内にいた作業者が搬器を上昇させたところ、搬器上にいた保全作業者が昇降路天井部の鋼材と搬器の間に挟まれた(ア、エ) ③搬器に荷物を積んでいる際、動き出した搬器と鉄柱との間に挟まれた(ア、エ) ④リフトを点検中、落下してきたリフトの下敷きになった(その他) ⑤フォークリフトのマストとヘッドガード間に挟まれた(ウ) ⑥点検作業中、衣服の一部がベルトコンベアとプリーシーの間に巻き込まれた(エ) ⑦コンベア上を流れる廃棄物から異物を手選別で取り除く際、ローラ付近に落ちたゴミを拾おうとして巻き込まれた(イ) ⑧点検作業中に、他の作業者が誤って駐車場の操作盤を操作したために、中にいた作業者がパレットとピットの間に挟まれた(ア、エ)	イ)製品や処理対象物が多種多様である ①品種が多く、形状も様々であるため、投入や選別作業の自動化が困難であることから、危険源に近接した状態での人による作業が必要である。 ②既存保護装置では処理対象物と作業者(含人体部位)を区別して扱うことができないため、一律に機械設備が停止し、作業効率が落ちてしまう。 ウ)人による安全確認の不徹底 ①作業者の不適切な位置や姿勢による機械操作が可能であるため、操作しながらの危険区域への進入が可能。	b) 識別技術 ①人体と物体の区別 ②個人識別 c) 安全確認形インタロック技術 ①操作者や搬送物の位置や姿勢のモニタリング
③ 第三次産業特有	①ゴルフ場でバンカー均し作業車がバランスを崩して横転し、作業車が下敷きになった(ウ) ②ゴルフコース内のリフトカーの軌道内において草取りをしていたが、キャディが気づかずリフトカーを操作したため、下降してきたリフトカーのバランスウエイト台車にひかれた(ア) ③稼働中のセルフ洗車機と外枠の鉄骨柱との間に挟まれた(ア、エ) ④落とし物を捜していた係員がジェットコースターに激突された(ア、エ) ⑤舞台ステージ下部の転落防止装置を点検するため、迫りに乗って上昇中、停止リミット装置が作動しなかったために舞台ステージと迫りとの間に挟まれた(エ)	エ)広域を移動する機械設備の存在 ①機械設備と作業者の双方が広域空間内を移動するため、危険区域の状態(接触場所や衝突までの猶予時間)が動的に変化する。この変化を機械設備の移動速度に応じた処理速度で予測できる保護装置がほとんどない。 ②既存の昇降搬送機等の機械設備では、作業者と機械との接触を前提とした対策が実施されていないため、障害物との距離に応じた減速や停止がなされない。 ③操作盤より遠方にいる作業者の手元から機械設備を遠隔停止させることができない。 ④昇降搬送機などでは保護装置の検知センサーを取り付けるべき位置と機械設備の制御場所(ブレーキ等)が離れているため、有線による通信回線を敷設しにくい。	d) 無線通信を用いた遠隔操作制御・非常停止技術 (※)大型車両の走行・横転・逸走・旋回時の労働災害に対しては、交通労働災害対策手法の援用が可能と思われる。また、近年乗用車に搭載されている映像による全周囲監視技術の応用も考えられる。
④ 第三次産業以外でも多用	①後進してきた車両に作業者がひかれた(ア、エ) ②停止中の車両が逸走し、作業者に激突した(その他) ③旋回中にカウンタウエイトと周辺構造物との間に作業者が挟まれた(ア、エ) ④車両系建設機械のバケットと本体の間に挟まれた(ア、エ) ⑤ドラグショベルのフォークグリップで荷と共につかまれた(ア、エ) ⑥電動扉およびシャッターに挟まれた(ウ)		

に実時間で対応可能な保護装置がほとんど存在しない等。

6 機械設備の保護方策に関する重点項目

第三次産業で発生した機械設備による労働災害の分析結果をもとに、第三次産業における機械災害防止対策の重点項目を表4に示し、以下にその概要を示す(ただし、i~k,n~pの項目は除く)。

(a) 食品機械の本質的な安全化

食品機械の安全対策では食品衛生の観点から機械安全分野で一般的な対策を講じることが困難なことがある。たとえば、指の侵入を防ぐメッシュ型のガードは、付着した食品の腐敗を招きやすい等の理由から使用が避けられる。このため、食品衛生の観点を考慮した安全技術の確立が求められる。

また、食品機械災害は死傷災害の全体の23.5%を占め、卸売業や小売業、飲食店業などで最多の死傷者を生じている。図19に示すように、食品機械の死亡災害はわずか0.7%(飲食店業での2件のみ)であるが、死亡災害発生数が少ないことを理由に、重篤な労働災害への防止対策の必要性を軽視してはならない。

この理由は、食品機械での労働災害では、永久障害を負うなど重篤化しやすい傾向にあることが明らかとなっているためである⁷⁾。このため、第三次産業での死傷災害の中には、休業日数は短いものの労働損失日数の高い労働災害が多数含まれていることが予想される。なお、こうした状況を背景に、平成25年10月より施行される改正労働安全衛生規則⁸⁾では、食品加工機械に関する規

則が加えられ、安全対策の強化が図られている。スライサーやカッター等の、小売業等で多用する食品機械も改正安全衛生則での対象機械となっている。

(b) フォークリフト使用時の安全の確保

フォークリフトによる労働災害では、操作者がマストとヘッドガードの間にはさまれる災害や、走行中のフォークリフトに他の作業者が接触して被災する災害が典型事例として挙げられる(表3)。こうした典型的な災害には、無線式接近検知装置や着座検知装置による安全の確保が有効と思われる。フォークリフトの安全対策については、本プロジェクト研究にて、より詳細な労働災害分析の実施と安全対策の検討を実施している。

(c) 洗車機の本質的な安全化

燃料小売業(ガソリンスタンド)における洗車機の本質的安全設計方策の検討が重要である。ガソリンスタンドのコンクリート壁面等との間に十分な空間を設けずに洗車機を設置している事例や、走行中の洗車機と人との接触可能性に対する配慮が不十分な事例がみられる。こうした安全設計については、ISO12100をはじめとする国際安全規格を参照することで達成可能と思われる。

(d) 介護用リフトの本質的な安全化

介護用リフトの死傷災害では、リフトの落下や運転中のリフトにはさまれる事例が起きている。平成23年6月に「職場における腰痛予防対策指針⁹⁾」が改訂され、介護用リフトの使用が推奨されたことから保健衛生業での介護用リフトの導入が高まることが推測される。これに伴い、介護用リフトを起因物とする死傷災害件数の増加も見

表 4 第三次産業で使用される機械設備の保護方策に関する重点事項

1. 卸売・小売業
(a)食品機械の本質的な安全化(特に、スライサーやカッター)
(b)フォークリフト使用時の安全の確保→無線式近接検知装置、着座検知装置
(c)燃料小売業(ガソリンスタンド)における洗車機の本質的な安全化
2. 病院・診療所・社会福祉施設等
(d)介護用リフトの本質的な安全化 腰痛防止対策→サービロボット、リフタリフトなどの活用など
3. 旅館業、飲食店等
(a)食品機械の本質的な安全化(特に、スライサーやカッター)
(c)燃焼機器使用時のCO中毒防止→監視システムの適用 など
4. ゴルフ場業
(f)ゴルフ場機械使用時の安全の確保
5. 廃棄物処理業
(g)廃棄物処理機械(混合機・粉砕機・梱包プレスなど)の本質的な安全化
(h)コンベヤの本質的な安全化
(i)ゴミ収集車やドラグショベル等の使用時の安全の確保
(j)廃棄物処理関連機械における爆発、火災の防止
(k)廃棄物処理関連機械の使用時における有害物への暴露防止 など
6. ビルメンテナンス業
(l)エレベータの本質的な安全化、メンテナンス作業時における安全の確保
(m)立体駐車場の本質的な安全化 など
7. 警備業
(n)交通誘導作業実施時における安全の確保 など
8. 全業種
(o)荷の落下や激突による災害の防止対策
9. 全業種(特に、警備業、商業、通信業、保健衛生業、新聞販売業など)
(p)交通事故の防止、トラックの荷台からの転落防止、バイクの転倒防止 など

込まれることから、当該リフトに対する安全対策を今一度見直すことが重要と思われる。

(e) 燃焼機器使用時の CO 中毒防止

一酸化炭素中毒への対策では、燃焼機器、換気装置、検知機器の3つを組み合わせた安全確認形による対策の構築を検討すべきと思われる。安全確認形とは、安全が確認できている条件の下でのみ機械の運転を許可するという方法である¹²⁾。これより、換気装置と検知機器が正常に作動しているときのみ、燃焼機器の運転を許可する仕組みが実現できれば、一酸化炭素中毒による労働災害を防止することができると思われる。

(f) ゴルフ場機械使用時の安全の確保

ゴルフカートの安全対策に関しては、類似点の多い無人搬送車 (AGV) の事例が参考になると思われる。ただし、ゴルフカートと AGV が大きく異なる点は①人による操作、②屋外にて使用されるために、レーザスキャナ等の電氣的検知保護装置 (レーザにより障害物を検知するための装置) の使用が困難、等である。ゴルフカートについては、屋外で使用可能な、人とカートとの接触防止技術の開発が重要となっている。また、カート自体の安全設計だけでなく、カート道路の安全設計も重要である。これは、人が無理なく運転できるカート道路を整備することに加え、カートに搭載された安全装置が有効に機能するよう環境を作りこむ事が大切なためである。

(g) 廃棄物処理機械の本質的な安全化

表3に示した典型災害に対する、技術的解決が求められる。特に死亡災害では、機械設備が大型かつ高出力であり、作業空間が広域であることから、死角が多く、大

型機械設備の操作者が周辺環境を視認しにくいことが根本原因として挙げられる (表3)。

廃棄物処理機械に限らず、死角のある大型機械設備では、第三者起動[‡]による死亡災害の発生率が高い。こうした災害の防止対策として、労働安全衛生規則では鍵や表示板による起動防止を図っているが(安衛則第107条)、人の注意力に依存した方法であり、時として措置内容が不完全なものとなりやすい。

このため、死角を補い現場内の作業者の位置を把握する技術の確立が求められている。なお、本プロジェクト研究にて、大型廃棄物処理設備における広域空間内の作業者把握や、個人識別技術に関する研究を実施している。

(h) コンベヤの本質的な安全化

コンベヤの安全対策については、商業と清掃・と畜業でのコンベヤ災害に対し、死亡および死傷災害について災害状況を類型化し、各業種における工学的対策とその違いを考察している¹⁰⁾。この結果、商業ではコンベヤ上を渡るなどの不安全行動への対策として、ラインレイアウトを変更する等の本質的安全設計方策の実施が有効であり、清掃・と畜業では搬送物の落下・散乱、詰まりなどへの対策として前後工程との連動を考慮したラインの停止措置等が対策として重要であることが明らかとなっている。

なお、コンベヤについては全業種を対象にしたコンベヤ労働災害分析を行い、典型災害や定量的リスク評価の試算を公表している¹¹⁾。

(l) リフト・エレベータの本質的な安全化およびメンテナンス作業時における安全確保

表に示した典型災害に対する、技術的解決が求められる。なおリフト・エレベータの安全化等に関しては技術的側面だけでなく現行法規が関連する事項も多いため、本プロジェクト研究にて、詳細な検討を実施している。

(m) 立体駐車場の本質的な安全化

リフト・エレベータと同様に、表に示した技術的解決が求められるが、中でも特に、駐車場内にいる作業者自らが操作可能な非常停止手段の確立が必須と思われる。

7 おわりに

第三次産業での機械設備による労働災害の実態を明らかにするため、死亡災害、死傷災害および重大災害を分析し、業種および機種別に労働災害を集計し災害発生機種の傾向を示した。また、この結果より第三次産業で使用される機械設備の重点保護方策、対策として求められる技術要素等を提案した。

本分析結果より、労働災害種別や業種により災害多発機種の様相は大きく異なることが明らかとなった。これは死傷災害のみに着目した労働災害防止対策では、死亡災害の防止が困難であることを意味する。特に、日本での労働災害防止対策は、死傷災害件数に基づいて検討さ

[‡] 危険区域に作業者がいることに気づかず、他の作業者が機械設備を起動させてしまうこと。

れることが多いため、この点に留意が必要である。

第三次産業で使用される機械設備の特徴は、顧客（一般消費者）へのサービス提供のために使用される機種が多く、操作者（労働者）と顧客、双方の安全を確保する設計が必要となる点である。さらに、製造業等と比較して操作者（労働者）の熟練度が相対的に低い点も挙げられる。このような状況から、第三次産業における機械設備では、機械安全や労働安全だけでなく、製品安全も含めた統合的な安全対策が必要であると言える。

文 献

- 1) 中央労働災害防止協会, 安全の指標 平成 22 年度, 中央労働災害防止協会, 2010:18,71.
- 2) 濱島京子, 梅崎重夫, 清水尚憲, 第三次産業における機械設備での死亡労働災害分析－人間機械協調技術の視点からの労働災害防止対策の提案－, 労働安全衛生研究.2009;2;2:121-126.
- 3) 濱島京子, 梅崎重夫, 第三次産業で使用される産業機械の労働災害分析, 労働安全衛生研究.2012;5;1:23-31.
- 4) 中央労働災害防止協会, 安全衛生年鑑, 中央労働災害防止協会, 平成 12 年版:234-240, 平成 13 年版:238-244, 平成 14 年版:234-239, 平成 15 年版:234-241, 平成 16 年版:232-242.
- 5) 安全衛生情報センタ, 「死亡災害データベース」および「労働災害（死傷）データベース」, 中央労働災害防止協会, <http://www.jaish.gr.jp>.
- 6) 厚生労働省: 第 12 次労働災害防止計画, 厚生労働省ホームページ (2013 年 7 月 1 日 URL 確認)
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei21>
- 7) 梅崎重夫, 濱島京子, 池田博康, 食品機械を対象とした労働災害分析, 労働安全衛生総合研究所安全資料, JNOSH-SD-No.27 (2010).
- 8) 厚生労働省, 食品加工用機械への規定を追加した改正「労働安全衛生規則」パンフレット (2013 年 7 月 10 日 URL 確認)
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/dl/ks05.pdf>
- 9) 厚生労働省, 「職場における腰痛予防対策指針」ホームページ (2013 年 7 月 10 日 URL 確認)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/youtsuushishin.html>
- 10) 濱島京子, 池田博康, 梅崎重夫, コンベア作業の労働災害事例とリスクアセスメント, 日本信頼性学会誌.2010;32;8:554-558.
- 11) 梅崎重夫, 濱島京子, 清水尚憲, 板垣晴彦, コンベアを対象とした労働災害分析－労働損失日数の活用によるリスクの定量的評価－, 労働安全衛生研究.2012;5;1:33-44.
- 12) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子ほか, よくわかる! 管理・監督者のための安全管理技術－管理と技術のココがポイント－基礎編, 2011:26,