

研究の概要

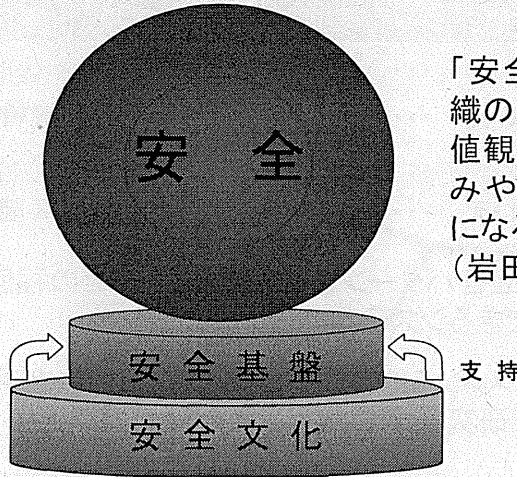
- リスク評価の導入が阻害されている要因として、時間・知識・体制がないことが認識されている
- 専門的知識を要せず、しかも短時間で実施できるリスク評価手法の開発に着手した
 - 保安力評価を基礎とした導入容易なリスク評価手法の開発
 - リスクアセスメント導入阻害要因の現状分析
 - 労働災害が企業経営に与えるダメージの「見える化」
- H25-27年度の3年間で実施(厚生労働科学研究費補助金)

課題1

保安力評価を基礎とした導入容易な リスクアセスメント手法の開発

保安力コンセプト (安全工学会・保安力向上センター)

安全基盤
プラントの安全を確保するために確実に実施しなければならない「システムティックな技術項目」
(清水, 2012)



安全文化
「安全を支える人・組織の気持ち、信念、価値観」を柱とし、「仕組みやPDCAを回す元になる行動力の源泉」
(岩田, 2012)

安全基盤・安全文化それぞれについて具体的な評価項目をレベル別に設定し、その達成度合いを自己採点することにより安全レベルを評価する。

保安力評価項目の例

安全文化評価の一例: 岩田(2012)の表3を引用

| 大項目 | 中項目 | 小項目 | 1点 | 2点 | 3点 | 4点 | 5点 |
|---------|--------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|--|---|
| 1. 組織統率 | 1.1 安全に関する理念方針の明確化、評価の視点 | 1.1.2 全社レベルでの安全に関する理念・方針の現場での実現 | ・全社的な安全方針が出されていない。 | ・現場での安全方針は作成されていない。 | ・事業所・部課ごとに重点を定めた安全方針が作成されている。 | ・事業所・部課の安全方針に基づく施策・予算の策定に現場の声が反映されている。 | ・施策・予算に全従業員が事故を起こさないと確信して納得している。 |
| | | 1.1.4 現場からの意見・要求の経営トップへの伝達 | ・伝達する仕組みがない。 | ・仕組みはあるが形骸化している。 | ・現場からの意見・要望が経営トップに伝えられる仕組みが活用されている。 | ・意見・要望が経営トップに伝わりどのように扱われたかが全従業員に周知されている。 | ・現場からの意見・要望への対応を通して、経営トップに対する高い信頼感が醸成されている。 |

1点
基本的な管理

3点
ひとまず十分な管理

5点
非常に高度な管理

導入容易なリスクアセスメント手法開発 ＝保安力評価の簡易化

回答容易な質問群を作成

| | 質問1 | 質問2 | ... | 質問n |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 回答1 | はい | はい | ... | はい |
| 回答2 | はい | いいえ | ... | はい |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 回答m | いいえ | いいえ | ... | いいえ |

典型的な詳細リスクアセスメント結果

| 事象 | 要因 | 人数 | ... | 確率 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 墜落 | 人的 | 個人 | ... | 高 |
| 転落 | 機械的 | 数名 | ... | 中 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 事象m | 要因m | 多人数 | ... | 低 |

整合

はいいいえの回答パターンを見れば、どこにどの程度のリスクが潜んでいるかを推定できるシステム。

詳細リスクアセスメントの結果を再現できるように上手く質問1からnまでを設定することが研究開発の要点。

- ・ この「回答容易な質問群」を、保安力評価項目を元に作成する
- ・ 中小事業場に特有のリスクを評価できるような質問を新たに追加する

簡易化のイメージ

安全文化評価の一例：岩田(2012)の表3を引用

| 大項目 | 中項目 | 小項目 | 1点 | 2点 | 3点 | 4点 | 5点 |
|---------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|----|----|
| 1. 組織統率 | 1.1 安全に関する理念方針の明確化、評価の視点 | 1.1.2 全社レベルでの安全に関する理念・方針の現場での実現 | ・ 全社的な安全方針が出されていない。 | ・ 現場での安全方針は作成されていない。 | ・ 事業所・部課ごとに重点を定めた安全方針が作成されている。 | | |
| | | 1.1.4 現場からの意見・要求の経営トップへの伝達 | | | | | |

| | | |
|--------------|-----------------|----------------|
| 1点 基本的な管理 | 3点 ひとまず十分な管理 | 5点 非常に高度な管理 |
|--------------|-----------------|----------------|

- ・ 4点や5点に相当する項目は除く
- ・ なるべく質問数を減らす
- ・ 目標は1問1分程度、50問、1時間以内でリスク評価できるシステム

作成した簡易化評価項目の例

| | | 5. 学習、技術の伝承について (項目抜粋) | | | 評 価 | | |
|---------------------------|--|------------------------|---|---|-----|--|--|
| | | ○ | △ | × | | | |
| 5. 1 組織としての学習 | | | | | | | |
| ① | 過去の事故事例、トラブル事例 (不具合・故障) から学び、業務・プロセスを見直している。 | | | | | | |
| ② | 過去の事故事例、トラブル事例 (不具合・故障) を収集し、重要なものは類似工程・設備、他部署に水平展開している。 | | | | | | |
| ③ | 過去の重大事故が整理され伝承される仕組みがある。 | | | | | | |
| ④ | ヒヤリハットなどを根本原因分析して、その教訓や具体的な対応策が社内でも水平展開されている。 | | | | | | |
| 5. 2 計画的な安全教育 | | | | | | | |
| ① | 定期的に教育のカリキュラムを整理し、新しい方法を取り入れている。 | | | | | | |
| ② | 安全教育の参加者は記録に基づいて漏れがないように階層別に行われ、教育内容の理解度チェックが行われている。 | | | | | | |
| ③ | 安全教育は、法令、規則、事例、体験、リスクアセスメント、改善例、ヒューマンファクター、設備安全などの視点を含むように工夫している。 | | | | | | |
| 5. 3 技術伝承の制度的整備・実施 | | | | | | | |
| ① | 技能向上のためのプログラムにより、訓練を定期的の実施している。 | | | | | | |
| ② | 作業の標準化と技能向上のために標準手順書を見直している。 | | | | | | |
| ③ | 社内熟練エキスパートあるいは再雇用により、現場でのマンツーマン指導を実施している。 | | | | | | |
| ④ | 知識伝達のみでなく、機会を積極的に捉え安全の感性を磨くために、「体験・体験教育」を体系的に実施している。 | | | | | | |
| ⑤ | 技術継承の観点から継承すべき技術・技能を抽出し、年代構成を考えた技術伝承プログラムを策定し、実施している。 | | | | | | |
| 5. 4 リスク情報の活用・共有 | | | | | | | |
| ① | 事故、ニアミス (故障・不具合) などのリスク関連情報を手順書に反映している。 | | | | | | |
| ② | 事故、ニアミス (故障・不具合) などのリスク関連情報を統合してデータベース化し、社内でも共有できるシステムを提供し、作業前の工程打ち合わせ、KY、事前安全評価作業に活用している。 | | | | | | |
| ③ | 事前に想定されるリスクを洗い出し、計画書、実施要領書に記載することが取組まれている。 | | | | | | |
| ④ | 要領書等を策定したり変更したりする際には、様々なリスク関連情報 (事故、ニアミス、危険予知など) を統合してデータベース化したリスクアセスメントDBを構築し、検索することによりリスク洗い出しを行い、対応策を記述、実行し、活用されている。 | | | | | | |

課題2 リスクアセスメント導入阻害要因 の現状分析

目的

- 阻害要因をより詳細に検討
 - 統計的分析
 - インタビュー
- 「リスク評価の導入」と「実際の事故削減」との因果関係を調べる
- 来年度に向けたパイロットスタディという位置付け

認識されている要因

- ・時間がない
- ・知識がない
- ・体制がない



方法：茨城県内の中小企業に質問

公益財団法人 茨城県中小企業振興公社
IBARAKI Small and Medium Enterprise Promotion Public Corporation

中小企業情報誌 Wing21 いばらき
 掲載誌「Wing21 いばらき」
 休刊の追加募集
 パブリッシング先を見る

[会社案内](#) | [経営情報](#) | [特種公開](#) | [総研と専業](#) | [アクセス](#) | [公社バンクレット](#) | [メルマガ](#) | [登録する](#) | [パブリッシング先を見る](#)

[創業・新事業創出](#) | [取引拡大](#) | [設備資金助成金](#) | [知的財産](#) | [IT化・国際化人材育成](#) | [企業情報検索](#) | [イベント情報](#)
[受発注情報](#) | [海外取引企業データベース](#) | [特許情報検索メニュー](#) | [県内コーポレート紹介](#) | [開業・ビジネスライブラリー](#) | [調査街情報](#) | [調査・統計情報](#) | [申請書ダウンロード](#)

<http://www.iis-net.or.jp/>

- 茨城県内の1418の中小企業にアンケート調査を実施予定
- 企業名、住所等はリストアップ済み
 - 基礎的な企業情報(従業員数, 売上げ, etc.)
 - リスク評価の実施状況
 - 労働災害, 事故等の発生状況
- 2014年2月を調査期間とする
- 解析結果は安全工学誌に投稿予定

アンケート調査票(1)

| | | |
|------------------------------|----------------------|-------------|
| ご回答者所属部署名 | 役職名 | |
| 貴事業場の従業員数 | 人 | 派遣労働者数 |
| 年間(百万円単位) | 百万円 | |
| 1ヶ月前労働時間(1ヶ月・手時間単位) | 百時間 | 平均残業時間(1ヶ月) |
| I 当てはまる業種の数字に○をお付けください(1つだけ) | | |
| 1 食料品製造業 | 18 生産用機械器具製造業 | |
| 2 飲料・たばこ・飼料製造業 | 19 業務用機械器具製造業 | |
| 3 繊維工業 | 20 電子部品・デバイス・電子回路製造業 | |
| 4 木材・木製品製造業(家具を除く) | 21 電気機械器具製造業 | |
| 5 家具・寝具製造業 | 22 精密機械器具製造業 | |
| 6 パルプ・紙・紙加工品製造業 | 23 輸送用機械器具製造業 | |
| 7 印刷・刷写業 | 24 その他の製造業(具体的に:) | |
| 8 化学工業 | 25 鉱業 | |
| 9 石油製品・石炭製品製造業 | 26 造船・船舶運送業 | |
| 10 プラスチック製品製造業 | 27 道路旅客運送業 | |
| 11 ガラス製品製造業 | 28 総合工事業 | |
| 12 衣服・繊維製品・毛皮製造業 | 29 建設工事業(設備工事業を除く) | |
| 13 窯業・土石製品製造業 | 30 設備工事業 | |
| 14 鉄鋼業 | 31 自動車運送業 | |
| 15 非鉄金属製造業 | 32 医療物処運業 | |
| 16 金属製品製造業 | 33 その他の業種(具体的に:) | |
| 17 はん用機械器具製造業 | | |

II 下のリスクアセスメントについての解説を読み、あてはまる回答の数字に○をつけてください。

【解説】 リスクアセスメントとは、労働災害や事故が起こる可能性、災害や事故が発生した場合のケガの大きさ、その作業に掛かっているコスト(傷・損)を算出し、適切なリスク低減対策を実施することです。平成18年4月の労働安全衛生法の改正により、事業者はリスクアセスメントを導入し、労働災害を未然に防止することが努力義務事項となりました。

| 質問 | 回答 |
|---|--|
| 問1 あなたは上記の事をこの解説を読む前に知っていましたか。 | 1 知っていました 2 知らなかった |
| 問2 リスクアセスメント実施にいくつものプロセスがある。そのプロセスのひとつである「リスク評価」を知っていますか。 | 1 聞いた事がない 2 聞いた事はあるけど中身がよく知らない 3 中身をおおまか知っている 4 よく知っている |
| 問3 リスクアセスメントの研修会やセミナーなどに参加したことがありますか。 | 1 参加したことがある 2 参加したことはない |
| 問4 リスクアセスメントを実施していますか。 | 1 リスクアセスメントを実施している(現在実施中の場合も含む) → 調査票(2) (ピンクの用紙)へ 2 リスクアセスメントを実施していない(着手したが途中で中止した場合も含む) → 調査票(3) (水色の用紙)へ |

※アンケート調査票(2)またはアンケート調査票(3)へお送りください。

- 調査票は3枚構成。
- リスクアセスメントを実施したことがあるかないかで調査票を分岐(調査票1)。
- 実施事業場に対しては、労災件数の変化を質問。リスクアセスメントが安全化に役立つかどうかの主観的な意見も質問(調査票2)。
- 非実施事業場には、実施しない理由を質問(調査票3)。

アンケート調査票(2)

※問4に「1 リスクアセスメントを実施している」を回答した場合のみご回答ください

あてはまる回答の数字に○をつけてください。

| 質問 | 回答 |
|--|---|
| 問5 リスクアセスメントはいつ導入しましたか。 | 年 月 日 |
| 問6 厚生労働省の「危険性又は有害性等の調査等に関する指針(リスクアセスメント指針)」に従ってリスクアセスメントを実施していますか。 | 1 指針通りに実施している 2 指針通りに実施していない |
| 問7 リスクアセスメント以外に労働安全衛生対策を行っていますか。 | 1 行っている(具体的に:) 2 行っていない |
| 問8 リスクアセスメント導入前、および導入後、それぞれ3年間(導入年を含まない)で発生した、1日以上の休業を伴う労働災害の件数を記入ください。起らなかった場合は空欄でなく「0」と記入ください。 | 5年前(件) 1年後(件) 2年前(件) 2年後(件) 1年前(件) 3年後(件) |
| 問9 差支えなければ導入時の予算金額(又は導入に最も近い決算時の流動資産額)をご記入ください。 | 百万円 ※企業・事業場を特定されるよう公開は一切いたしませんのでできるだけ正確に記入をお願いします |
| 問10 リスクアセスメント導入後、実施に事故が減ったと思いますか。 | 1 減ったと思う 2 減ったと思わない |
| 問11 リスクアセスメントを実施する中で、どんなことが大変でしたか。 | 非常に大変だった 多少大変だった あまり大変ではなかった 弊害があった |
| ① 必要な実施体制の整備・維持 | 3 2 1 0 |
| ② 教育研修の実施 | 3 2 1 0 |
| ③ リスクアセスメント実施要領の作成 | 3 2 1 0 |
| ④ リスクアセスメント対象の選定 | 3 2 1 0 |
| ⑤ リスクアセスメント対象の情報の入手 | 3 2 1 0 |
| ⑥ 危険性又は有害性の特定 | 3 2 1 0 |
| ⑦ リスクの見積り | 3 2 1 0 |
| ⑧ リスクの優先度の設定(評価) | 3 2 1 0 |
| ⑨ リスク低減措置の検討 | 3 2 1 0 |
| ⑩ リスク低減措置の実施 | 3 2 1 0 |
| ⑪ 記録の作成・保存 | 3 2 1 0 |
| ⑫ 予算の獲得・維持 | 3 2 1 0 |
| ⑬ リスクアセスメントの実施にかかる時間の確保 | 3 2 1 0 |
| ⑭ 会社組織内での合意 | 3 2 1 0 |
| ⑮ 経営トップの理解を得ること | 3 2 1 0 |
| ⑯ 安全衛生スタッフの協力向上 | 3 2 1 0 |
| ⑰ ラインの管理監督者の協力を得ること | 3 2 1 0 |

質問は以上です。ありがとうございました。

アンケート調査票(3)

※問4に「2 リスクアセスメントを実施していない」を回答した場合のみご回答ください

あてはまる回答の数字に○をつけてください。

| 質問 | 回答 |
|---|---|
| 問5 リスクアセスメントの導入に着手したことがありますか。 | 1 着手したことがある(調査票2に申し込む) 2 着手したことはない |
| 問6 リスクアセスメントを実施していない(または途中でやめた)のは、どのような理由からですか。当てはまる数字に○をお付け下さい(いくつでも)。 | 1 リスクアセスメントがどんなものかわからない 2 難しそうに感じます 3 現場での実施方法が分からない 4 どのような体制で実施すべきかわからない 5 実施体制が整備されていない 6 どのような人材が必要なのかわからない 7 十分な知識を持った人材がいない 8 トップの理解が得られない |
| 問7 リスクアセスメントについて経営トップや従業員に理解を促進する適切な資料(リスクアセスメントの目的、意義、進め方などの解説書、平易なパンフレット、簡易版の好事例集など)がない | 1 実施している(具体的に:) 2 実施していない |
| 問8 この3年間(2011～2013年)に、1日以上の休業を伴う労働災害の件数を記入ください。起らなかった場合は空欄でなく「0」とご記入ください。 | 2011年(件) 2012年(件) 2013年(件) |
| 問9 差支えなければ現在の予算金額(又は直前の決算時の流動資産額)をご記入ください。 | 百万円 ※企業・事業場を特定されるよう公開は一切いたしませんのでできるだけ正確に記入をお願いします |
| 問10 リスクアセスメントを導入すると、事故は減ると思いますか。 | 1 減ると思う 2 減ると思わない |

質問は以上です。ありがとうございました。

本日の発表のまとめ

- リスク評価の導入が予定されない要因としては、時間・知識・体制がないことだと認識されている
- 専門的知識を要せず、しかも短時間で実施できるリスク評価手法の開発に着手した
 - 保安力評価を基礎とした導入容易なリスク評価手法の開発
 - リスクアセスメント導入阻害要因の現状分析
 - 労働災害が企業経営に与えるダメージの「見える化」
- 課題は、簡易リスク評価項目の調整
- H25-27年度の3年間で実施(厚生労働科学研究費補助金)

ご清聴ありがとうございました

ご質問等は
牧野良次 (ryoji-makino@aist.go.jp) まで
お願いします

- 厚生労働省科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業(H25-労働-一般-101)の助成を受けております。
 - 安全工学会・保安力向上センターには保安力評価システムについての情報をご提供いただきました。
- ここに謝意を表します。

安全対策の費用便益分析に関する最近の研究と課題

Cost Benefit Analysis for Accident Prevention
Measures: State of the Art and Further
Developments

牧野良次

独立行政法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門

要旨

最近数年以内に公表された学術論文を対象として労働災害および産業事故防止のための安全対策に関する費用便益分析を扱った文献をレビューし、研究の現状と今後の課題を抽出した。安全対策にかかる費用の計測はそれほど困難ではなくほとんど問題になっていない。安全対策の便益は「回避された事故費用」により評価されるのが一般的である。物損などの直接損害よりも、事故による生産ロスなどの間接損害の評価方法について研究が進行中であるというのが現状である。残されている問題点としては(1)事故発生確率の扱い、(2)費用/便益の比がどの程度大きければ費用が大きすぎると見なすべきか、(3)費用便益分析を実施するツールの作成があげられる。

キーワード

費用便益分析, 直接損害, 間接損害, 事故発生確率,
disproportion factor

1 はじめに

経済的な意味で「合理的な」安全対策を策定するにはどうすればよいただろうか。合理的という言葉が強すぎるなら、上記の問いを「金額として過小でもなく過大でもない」安全対策を策定するにはどうすればよいただろうかと言い換えてもよい。やや視点を変えて「明確な根拠をもって」安全対策費を決定するにはどうすればよいただろうかと問うこともできる。いずれにしても、安全向上のために支出できる予算には限りがある以上なるべく無駄なく使いたいものである。

合理的な意思決定に役立つツールとして、経済学において開発されてきた「費用便益分析」という考え方がある。あるプロジェクトについてその実行にかかる費用とその成果から得られる便益を比較し、便益が費用を上回るならば実行すべきであると判断するのが（いたってシンプルな）原則である。費用便益分析の目的はよりよい意思決定のための支援をすることである。Reniers & Audenaert (2009)は費用便益分析を実行することで経営者はより客観的に安全投資の意思決定ができると述べている¹⁾。

もちろん産業事故や労働災害を防止するための安全対策についても費用便益分析を適用することが可能であり、学術的な研究成果も発表されている。そこでは、費用便益分析を実施するモチベーションとして(1)合理的な対策を立てることができること、および(2)もし費用便益分析に基づく安全対策を実施していれば回避できたはずだと考えられる事故事例が存在していることがあげられている²⁾。

本稿の目的は、安全対策に関する費用便益分析の現状を調査し紹介することである。最近の数年間で発表された国内外の文献 4 報²⁾⁻⁵⁾を軸に、それらの引用・被引用文献についても必要に応じて調査した。主として費用推定方法、便益推定方法、および費用と便益の比較方法といった分析手法について調査した。調査結果をもとに現状の安全対策に関する費用便益分析の到達点および課題について検討した。なお、費用便益分析の実例については *Journal of Safety Research ECON proceedings* 掲載の文献等を参考にさせていただきたい⁶⁾⁻¹¹⁾。

本稿は主として産業事故を防止するために企業が主体となって行う安全対策をイメージしている。*Reniers & Brijs (2014)*で述べられているタイプ II の事故（不確実性が大きく発生頻度を評価することが難しい。一般に発生した場合の影響が大きく、しばしば設備への被害や複数の死傷者が出る）に相当するものである²⁾。ただし、それだけに限定すると関連文献が必ずしも多くなく十分な調査ができないため、いわゆる労働災害の防止対策を対象とする文献も調査対象に含めた。

本稿の構成は以下のとおりである。第 2 節で費用便益分析の概要を説明した。第 3 節で安全対策において何が費用および便益となるのか検討した。第 4 節、第 5 節ではそれぞれ安全対策の費用と安全対策から得られる便益の項目をあげ、提案されている計算方法等を示した。第 6 節では費用便益分析において問題となる

論点について整理した。第7節はまとめとして現状の到達点と課題を整理した。

2 費用便益分析とは

第1節でも述べたように、費用便益分析はあるプロジェクトについてその実行にかかる費用とその成果から得られる便益を計算し比較し、プロジェクトを実施すべきか否かの判断をするものである。例えば環境保護政策としてある化学物質の使用禁止を考えているとしよう。その便益（ヒト健康や生態系の状態の改善など）が費用（代替物質の開発費、元物質との価格差など）を上回ると評価されるなら、当該化学物質使用禁止政策は実行すべき妥当なものだと判断される。

費用便益分析は安全対策の評価だけに適用される手法なのではなく、上に示したように環境政策等の分野でも用いられる一般的な分析手法である。上の例のような、化学物質のヒト健康リスク管理の文脈で費用便益分析等について解説したものに牧野（2012）がある¹²⁾。また費用便益分析についての教科書的な文献として Boardman et al. (2001)をあげておく¹³⁾。

3 安全対策における「費用」と「便益」

安全対策の費用便益分析に関する具体的な説明に入る前に、以降で用いる費用および便益という語の使い分けについて混乱を避けるために注意を促しておきたい。混乱のもとには安全対策の「便益」が「避けることのできる費用」によって定義されることにある。

安全対策の費用は想像しやすい。設備・装置の新規

導入費用が典型例である。

一方、安全対策によって得られる便益は「回避される事故費用」によって測られるのが一般的である。安全対策によって事故を避けることができたならば、もし事故が起きていれば払わなければならなかった様々な費用（＝事故費用）の負担を避けることができる。この避けることができた費用負担を便益と見なすわけである。したがって、安全対策の便益を定量化するには事故が起きた際に生ずる費用を定量化すればよいことになる。「便益＝回避された費用」であることから言葉が混乱しそうになるため注意して欲しい。また、上記のような事情から、元論文では「(事故により生じる)費用」と表現されている部分を本稿では「便益」と訳して説明している部分があるので、その点にも注意して欲しい。

4 安全対策の費用

Reniers & Brijs (2014)²⁾の Table 1 に基づいて安全対策の費用項目を列挙する。今回調査した範囲では費用項目を研究対象に含んでいる文献は少なかった。対策費用の計算は比較的単純であり、便益計算と比較して学術的な興味の対象になりにくいものと推察される。

初期費用

どのような安全対策を行うべきかの調査、その対策の実施に必要な教育・訓練、ガイドライン変更などにかかる費用。主として人件費である。

設置費用

装置・設備の購入や設置にかかる費用。それ以外にも設置作業中に近隣設備の稼働を停止する場合に発生する生産ロスなどを含む。

運転費用および点検費用

運転および点検にかかる費用。特に点検については、人件費の他に点検中に設備の稼働を停止することによる生産ロスなどを含む。

安全対策費用について述べている日本語の文献として中災防（2000）がある¹⁴⁾。上に列挙した費用項目以外のものとして救護に関わる費用，危険防止・災害再発防止に関わる費用，安全相当部門に関わる費用，各種リスク対応に関わる費用等があげられている。

なお，中災防（2000）は費用として「災害の発生に係る諸費用」をあげ，（1）労災保険料額（上積保険料を含む），（2）企業内上積補償額，（3）損害保険料額，（4）訴訟費用，（5）民事損害賠償額，（6）機械，設備等の破損，破壊による損害額，（7）同僚，上司の労働損失日数に係る損失額，（8）被災労働者本人に係る損失額，（9）被災労働者が稼働能力を喪失したことに伴い付加価値額でみた事業場の損失額，をあげているが，定義から言えばこれらはむしろ回避される費用＝便益に分類されるべきものであると思われる。

5 安全対策から得られる便益

5.1 直接便益と間接便益

具体的な便益項目の説明に入る前に，安全対策から得られる便益＝避けることができる事故費用は一般に

直接費用と間接費用に分けて考えられていることから説明したい。

直接費用とは、目に見える費用で、経営者が認識することができるか、かつ容易に同定することができるものである⁴⁾。あるいは金額評価が簡単で通常保険が使えるもの⁵⁾、また災害の被災者にかかるコストという説明もある³⁾。

一方で間接費用は直接費用と対照的な性質をもつものであり、目に見えない費用で定量化が困難であり経営者が過小評価しがちなもの⁴⁾、災害にて発生する経営者側へのコスト⁵⁾といった説明がなされている。

既存研究が直接費用と間接費用を分けて考えるのは、単に認識のしやすさや計算のしやすさという性質に違いがあることだけが理由ではない。それ以上に、認識しにくく存在を見逃しやすいような間接費用がしばしば直接費用よりも大きく、認識しているよりも多額の事故費用を実際には負担している（することになる）可能性が高いこと主張したいためであると思われる。例えば Gavius et al. (2009)は、産業事故によって企業が負担する真の費用は直接費用よりもかなり大きいと多くの研究が結論づけていると述べている⁵⁾。これは、特に実際に安全対策の費用便益分析を行う際に注意しなければならない点だろう。

ただし、Jallon et al. (2011)でも議論されているように、直接費用と間接費用という分類のしかたは科学論文でしばしば見受けられる一方でそれぞれの定義に

ついて必ずしもコンセンサスが得られているわけではない⁴⁾。さらに、分類してもしなくても、想定している事故費用項目の種類（次節参照）が変化しないならば費用便益分析の結果には影響しない。そこで、次節では直接費用および間接費用の区別には特にこだわらずに便益項目を解説することにした。

5.2 便益項目

以下、既存研究であげられる便益項目（繰り返すが、便益は回避することができた事故費用である）について内容を説明し必要なものについては計算方法を述べる。なお、事故が起きた際に生ずる費用としては「保険契約でカバーされない部分」を考えればよい。保険契約についてはそのための費用便益分析を別途実施した上で契約すべきかどうか判断すればよい（ただし労働者災害補償保険への加入は義務）。保険契約を結んでも事故の発生確率と発生した場合の物理的損害は基本的には変わらない*。その意味で、本稿で考えている安全対策と保険契約は別のものである。

建物や設備などの損害を回避できる便益[†]

建物、装置・設備、現場に保管していた原材料や完成品といった資産が爆発や火災等により滅失する損害。事故後の清掃費用も含む。

* 保険会社が企業 A と事故損害保険を結んだとする。保険会社は保険契約を結んだ後の企業 A の行動を観察できないとしよう。このとき企業 A は、もし事故が起きても保険金を得ることができることから、怠けて安全対策を十分実施せず結果として事故発生確率や発生時の損害が増大するケースが考えられる。経済学ではこれを「モラル・ハザード」と呼ぶが、本稿ではこの効果については考えない。

† 次項目以降では「を回避できる便益」を省略する。

医療費

事故現場での応急処置や病院への搬送など医療として緊急に生じる費用。事故対応によって消費した、あるいは事故によって破損した備え付けの医療用器具の入れ替え費用等も含む。

給与支払い

日本では業務災害が発生した場合に休業 1～3 日目の休業補償は労働者災害補償保険からは給付されない。したがって、事業主は労働基準法が定める休業補償(平均賃金の 60%)を労働者に直接支払わなければならない。

被災者への補償(損害賠償)

医療費や休業中の休業補償とは別に発生する賠償責任のこと。

既存従業員への割増賃金

事故による影響で従業員数が一時的に減った場合に、新規従業員を雇わずに生産規模を維持しようとする必要になる場合がある。

新規従業員補填に係る費用

事故による影響で従業員数が一時的に減った場合に、生産規模を維持するために新規従業員を雇用する場合の費用。新規雇用に要する事務的費用や、新人教育に要する人件費等からなる。

生産停滞

色々な形態がある。緊急時の生産ストップ，取引相手からの注文キャンセル・値下げ要求，代替生産を外注する場合の費用⁵⁾，事故による生産減少をリカバーするために追加的にかかる費用³⁾，現場の均衡が崩れることによる生産性の低下⁴⁾などが既存研究では指摘されているが，ここでは Reiners & Brijs (2014)²⁾にしたがって生産への影響の計算方法を紹介する。

生産ロス（円）：

生産性（生産個数/時間）×生産ストップ時間（時間）
×生産物 1 個あたり利益（円/生産個数）

スタートアップ費用（円）：

生産性減少分（生産個数/時間）×生産性減少時間（時間）
×生産物 1 個あたり利益（円/生産個数）

スケジュール費用（円）：

[キャンセル罰金（円/件）×キャンセル数（件）]+[遅延罰金（円/日/件）×遅延日数（日）×遅延件数（件）]
+[外注件数（件）×（外注価格（円/件）-自前生産コスト（円/件））]

事故調査費用

調査実施，報告書作成，行政対応，事故調査委員への謝金，弁護士を雇用する場合はその費用といった，主に人件費からなる費用。

罰金，課徴金，過料

業務上過失致死罪や業務上過失傷害罪により罰金を払わなければならない場合，課徴金，過料といった行

政罰が科される場合もある。

保険料率の上昇

通常，保険を使うとその後の保険料が上がる。この保険料上昇分を事故の費用と見なす。

組織トップの対応にかかる費用

記者会見などを含む組織トップによる様々な事故対応にかかる費用。この項目は Gavius et al. (2009)⁵⁾により提案されており，彼らの事例研究ではこの項目の推定値がかなりの多額となっている。

計測が困難なもの

事故により発生する費用であると考えられるが，計測が困難なものとして，離職率増加⁴⁾，企業イメージ悪化^{2,4,5)}，従業員のモチベーションやモラルの低下^{4,5)}があげられている。企業イメージの悪化については株価時価総額の下落で評価するというアイデアもある²⁾。

5.3 企業現場からの視点

今回の総説執筆に関連して，現場の実態を知る企業関係者から産業事故による損害額の算定方法に関する聞き取り調査（電子メールベース）を行ったので結果を整理する。以下は研究者ではなく企業からの視点を示したものである。

算定方法のルール

事故発生時の損害額の計算方法に正式ルールはないようである。計算の主体となる企業や計算の目的に依

存して計算方法ひいては計算結果である損害額も変わりうる。また最終的な損害額は保険金の入金後に決まる。保険金額は保険会社との交渉にも左右される。

直接損害

- 1) 設備の損害：償却が進んでいる現在価値ではなく、復旧費や新設価格を使うことが多い。事故直後に発表される被害額はしばしば設備の被害である。
- 2) 製品・原材料などの損害：しばしば他の損害項目と比較して小額にとどまる。
- 3) 人災の補償：基本的に保険に入っている。

間接損害

- 1) 当該製品の生産・販売の機会損失：事故発生当初は休止期間が不明であるため、後日評価が一般的である。
- 2) 当該設備近隣の設備休止の機会損失：運転再開に行政の許可が必要な場合、これも当初は期間が不明であるため後日評価となる。ただし、機会損失は景気変動の影響評価が難しく概算にならざるをえない。
- 3) 工場近傍への補償：交渉ごとに異なるために、事故発生当初には算定できない。
- 4) 調査・改善のための費用：社内的取り組み、行政とのやりとり、事故調査委員会などの費用がある。
- 5) 社会的信用の低下（企業間取引）：風評的な影響は必ずしも大きくない。出荷ができない休止期間中でも同業者間での融通により他社品の代行での市場対応が可能である。ただし出荷再開後に供給ルートが自社品に戻るかどうかは不明である。

- 6) 社会的信用の低下（行政，周辺住民）：事故が繰り返して発生する場合，官庁からの信用低下や周辺住民への配慮により操業再開に時間を要するかもしれない。
- 7) 社会的信用の低下（消費者）：「横並び商品」では消費者への影響があると考えられる。一方「特徴製品」の場合は選択の余地なく購入されるのではないか。また，事故により企業イメージが悪化した場合には就職先としての魅力が低下しうるし，従業員も肩身の狭い思いをすることがある。

以上の聞き取り内容から分かることは，学術論文において議論されている事故損害項目と企業現場の視点から出てきた項目にかなり重なりがあることである（もちろん学術研究では企業からの意見が参考にされているであろう）。むしろ，今回の聞き取り調査では学術論文にはない視点も提示された。例えば，事故発生時に他社品の代行で市場対応した場合の顧客喪失リスクといった視点である。安全対策便益（＝回避できる事故損害）として考慮すべき項目の種類としては，学術および企業現場から出てくる提案によって十分と言えるものが出てくると期待される。

6 費用便益分析における論点

6.1 事故確率の扱い

安全対策を実施するならば必ず費用を負担しなければならない。一方，実際に事故が起きるかどうかは確率的である。安全対策を実施した後に事故が起きなかったからといって，それが安全対策の効果であるとは必ずしも言えない。安全対策をしなくても事故は起き