

産業安全の経済効果と社会的評価 の現状と課題

2017年6月28日

製造業安全対策官民協議会 WG(田村チーム)

産業技術総合研究所 安全科学研究部門

爆発利用・産業保安研究グループ

牧野良次

自己紹介

- ・ 牧野良次、博士(経済学)横浜国立大学
- ・ 2002年 産総研 化学物質リスク管理研究センター
- ・ 2008年 同 安全科学研究部門
- ・ Stock market responses to chemical accidents in Japan, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 44, 453-458, 2016
- ・ 安全対策に関する会計学的検討, 安全工学, 56(2), 76-83, 2017
- ・ 産業安全の経済効果と社会的評価に関する検討案, 平成28年度電気施設保安制度等検討調査(経産省予算), 46-56, 2017
- ・ 経済的手法による労働安全衛生の推進, 安全工学51(5), 305-311, 2012
- ・ リレーショナル化学災害DBの管理
- ・ 現場保安チェックポイント事業(経産省予算)
- ・ 水素ST(キャリア=MCH)のリスク評価(内閣府予算)
- ・ 労働者の安全対策に関する認識の調査(厚労省科研費)
- ・ 経済実験による事故抑止策の検討(文科省科研費)

本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

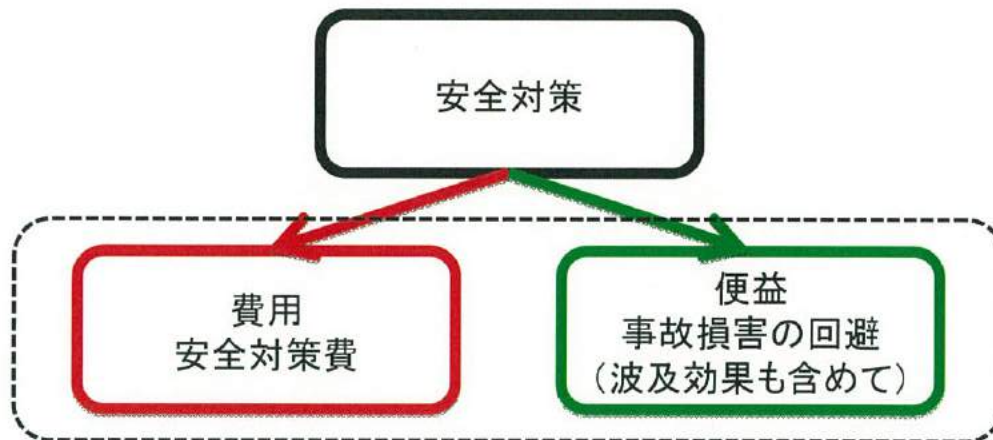
「経済分析」といっても色々だが・・・

- いわゆる需要と供給 => 市場の分析
- GDP、物価、失業率・・・ => 国民経済計算
- 財政政策、金融政策 => 政策シミュレーション
- ...もっと細分化されている

費用便益分析 (Cost-Benefit Analysis: CBA)

- あるプロジェクトを実施すべきかどうかを判断
- 便益が費用を上回るなら実行すべき
- ある安全対策を実行すべきか否かの判断材料

経済分析＝(ここでは)費用便益分析 費用<便益ならば対策実施



目標: 費用と便益の算定手法の確立・標準化

- ・ 企業単位での費用便益分析を主として想定
- ・ 社会全体への影響を考慮する分析も可能(例: 規制影響分析)

経済分析が何の役に立つ？

- ・ 合理的な安全対策の事前設計、安全対策の効果の事後検証の手段
 - 過小でもなく過大でもない、適度な安全対策費をどう算出するか
- ・ 経営者や従業員への動機付けの手段
 - 対策結果のフィードバックが得られないと、モチベーションが上がらない
- ・ 企業を社会的に評価する手段
 - 自社の安全活動について具体的な評価結果を発信することで正当な社会的評価を得る

本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

安全対策費の定量化例(1)

- ・ 新しい生産設備を1億円で導入した。生産効率が高い設備を購入したのだが、安全性能も同時に向上していた。
- ・ 事実上、安全向上にも投資していることになるが、その投資額は何円相当と考えればよいのか？

考え方の例

環境会計ガイド
ライン(2005)

3.3環境保全コストの集計方法

3.3.2 複合コスト
の場合

(2) 按分集計

(2) 按分集計

差額集計のために必要となる比較の基礎とすべき財・サービスの価額が必ずしも明確でない場合に、一定の基準によって集計する按分集計があります。

ア 合理的な基準による按分集計

差額集計ができない場合は、支出目的による合理的な按分基準を定めて按分集計します。合理的な基準は、対象となる環境保全活動の内容、環境保全コストの性質、環境負荷の種類等を総合的に勘案して決定します。【解説 35】

【解説 35】合理的な基準による按分比率の設定方法

(1) 人件費の場合

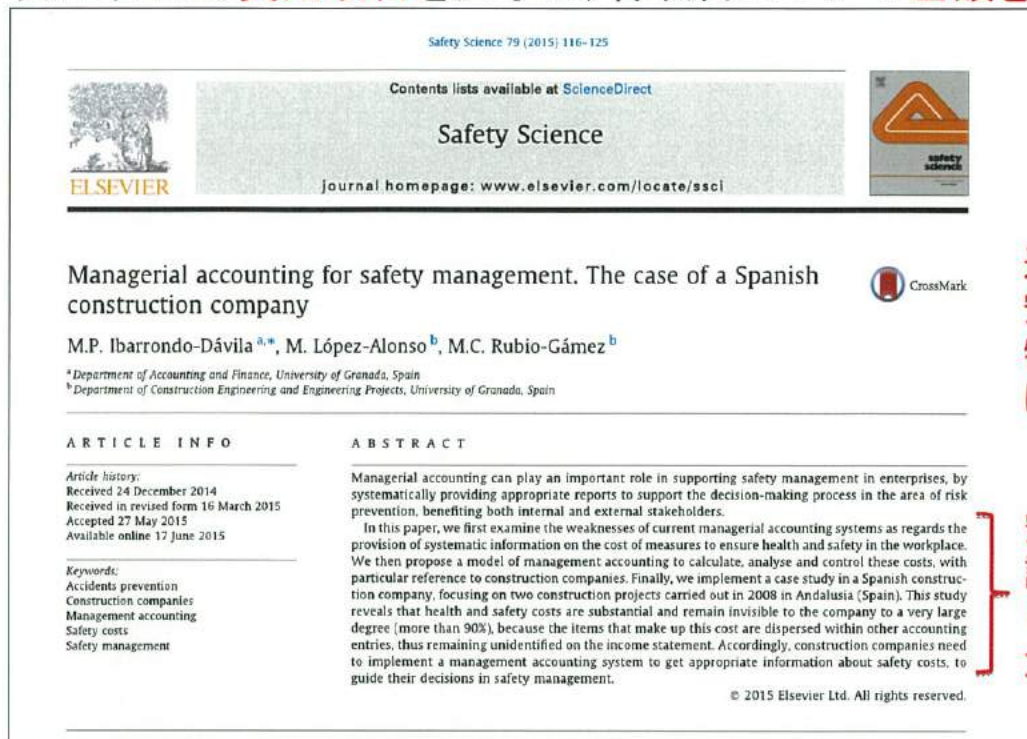
実際の職務内容を考慮して、例えば、環境保全活動とその他の業務に従事する労働時間の配分比率等を用います。

(2) 減価償却費の場合

環境保全機能又は部位の取得価額が当該設備全体の取得価額に占める割合や、同一プラント内における面積比等を用います。

安全対策の定量化例(2):

安全管理の費用項目を列挙し、各項目について金額を定量化



通常、
安全衛生コストに
特化した勘定科目
は使われていない



安全衛生コストは
認識されにくい
(invisible)、かつ
大きいなどの結果

Ibarrondo-Davila, et al (2015)

本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

安全対策の便益について内外の学術論文を調べた

総説
OVERVIEW

安全対策の費用便益分析に関する最近の研究と課題

牧 野 良 次¹⁾

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だろうか。合理的という言葉が強調されるなら、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だろうかと言いかえてもよい。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だろうかと思うこともできる。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。

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

便益＝避けることのできる損害

事故の費用便益を考察した研究はそれほど多くない

この総説では最近の数年間で発表された15報の英文文献、3報の和文文献を調査

実際の事故での損害額ではなく、便益項目や計算方法の調査

各企業では独自の計算手法を開発しているところもあると思いますが...

安全工学 Vol.53, No.3 (2014)

既存研究で整理されている安全対策便益

項目	説明
建物や設備	建物、装置・設備、原材料、完成品の滅失など
医療費	事故現場での応急処置や病院への搬送など
給与	業務災害が発生した場合に休業1～3日目の休業補償
被災者補償	医療費や休業中の休業補償とは別に発生する賠償責任
既存従業員への割増賃金	新規雇用なしに生産を維持する際に必要な場合あり
新規従業員補填の費用	生産規模維持のために新規従業員を雇用する費用
生産停滞	機会損失をはじめ、多様な形態あり
事故調査費用	調査実施、報告書作成など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・傷害罪による罰金など
保険料率上昇	通常、保険を使うとその後の保険料が上がる
組織トップの対応	記者会見など組織トップによる事故対応にかかる費用
その他計測困難なもの	離職率増加、企業価値の低下、モチベーション低下

以上すべて「...を回避できる便益」が省略されている

牧野(2014)から作成

生産停滞の計算方法の例(Reniers & Brijs, 2014)

生産ロス (円) :

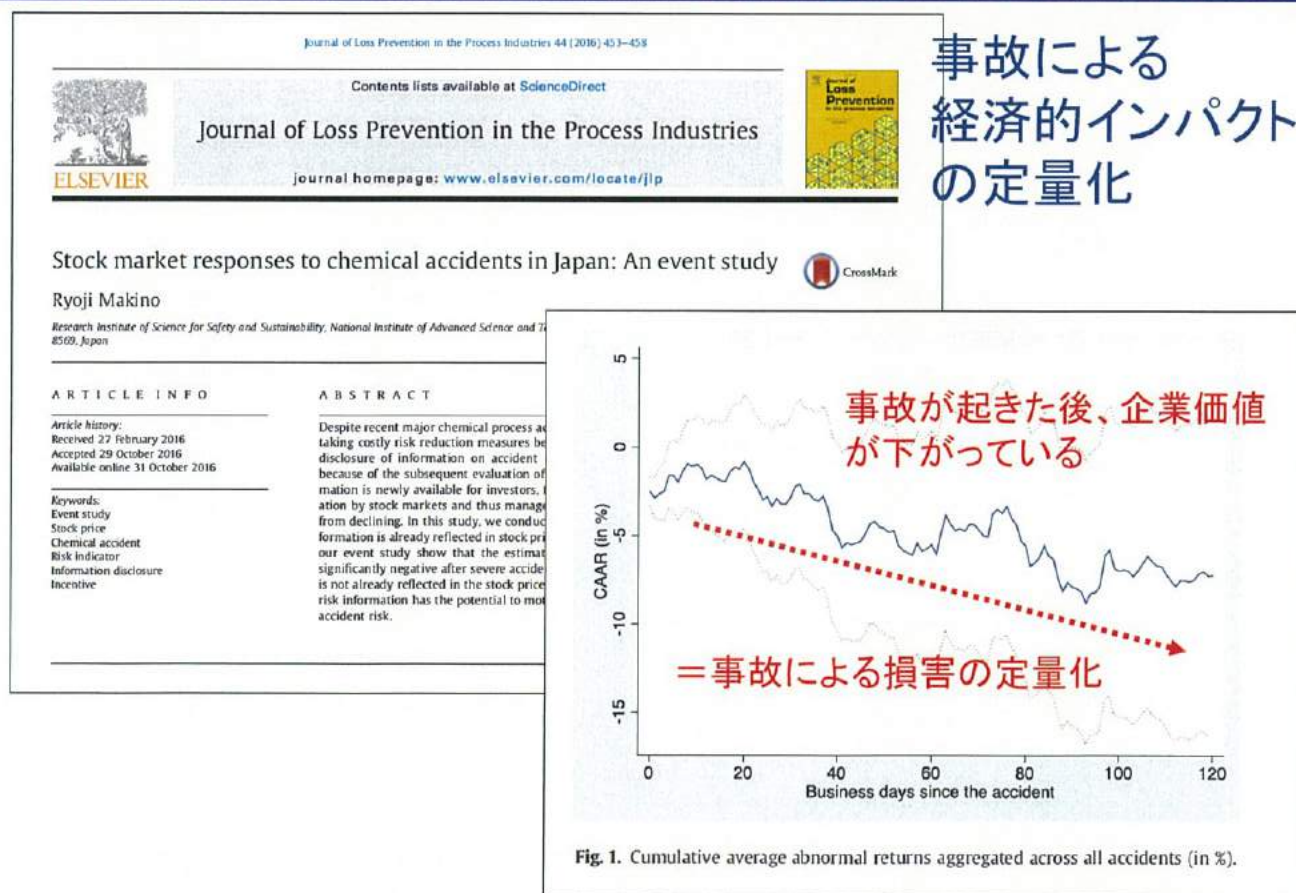
生産性 (生産個数 / 時間) × 生産ストップ時間 (時間) × 生産物 1 個あたり利益 (円 / 生産個数)

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))]



本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

対策の効果を期待値で計算

- ある事故が起きたとき、 D_0 [円]の損害が出る
- 現状、何も対策しなければ、事故が起きる確率は p_0
- 対策すると、損害は D_1 に低下する($D_0 > D_1$)
- 対策すると、確率は p_1 に低下する($p_0 > p_1$)
- 対策によるメリットは、 $p_0 D_0 - p_1 D_1$ [円]

そもそも p_0 や p_1 を計算するのは難しい、手間がかかる

計算したとしても、不確実性がある

費用 $< (p_0 D_0 - p_1 D_1)$ なら、無条件で、安全対策をとるのか？

費用/便益: How big is big enough?

Disproportion factor(HSE)という考え方

Figure 1: HSE framework for the tolerability of risk



In order to give an idea about the size of the disproportion factor, some guidelines and rules of thumb are available, such as Goose (2006) and Rushton (2006). They state that disproportion factors used in industry are rarely greater than 10, and that the higher the risk, the higher the disproportion factor must be in order to stress the magnitude of those risks in the cost-benefit analysis. This means that in cases where the risk is very high it might be acceptable to use a disproportion factor greater than 10 (Goose, 2006). Although a value greater than 10 is allowed, Rushton strongly advises not to use a disproportion factor greater than 30 (Rushton, 2006). Based on cost-benefit

英国HSEは、ある対策の費用が便益を大幅に上回らない場合にreasonably practicableであるとみなす、としている

費用/便益 < Disproportion factor

⇔

費用 < Disproportion factor × 便益

例えば、Disproportion factor = 10なら、費用が便益より9倍大きくてもreasonably practicableであるとみなす

HSEは Disproportion factor の決め方を正式には定めておらず、ケースバイケースであるとしている

Reniers and Brijs (2014)

“An expert tool for intelligent allocation of prevention investments” (Reniers and Brijs, 2014a)



Fig. 2 - Cost-benefit analysis results 1.

- ・ エクセルベースの、費用便益分析実施支援ツール
- ・ 対策オプションが複数ある場合、最適な組合せを探す

その他の例

=> Reniers & Brijs (2014b) 別ファイル

Fig. 3 - Cost-benefit analysis results 2.

本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

AIST 5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性

(自社のデータだけで)

安全対策の効果を評価するのは難しい、という問題がある

ある安全対策を実施したあと
事故が起きなかったら、



対策しなくても
事故は起きな
かったのか
も・・・

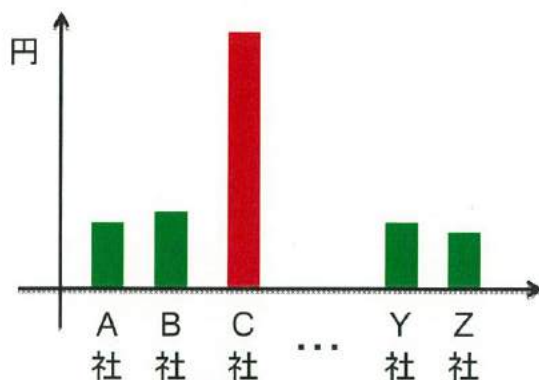
対策が有効だったのかどうか明確でない

❖ 各社レベルで見れば事故頻度が高くない(=データがとれない)という理由による

多くのデータを集めて統計的に分析すれば、
どのような対策が実際に有効なのか分析できる可能性

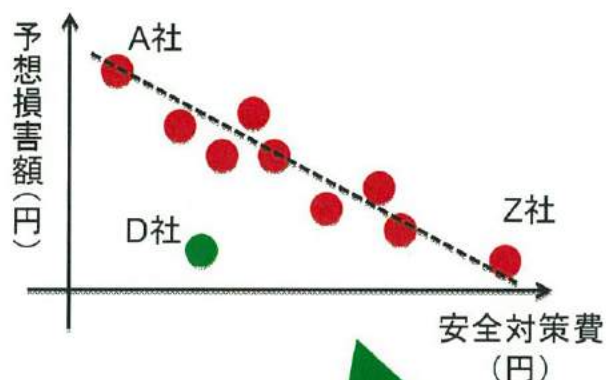
例えば、このような分析

(1) ある安全対策の費用



効率よくやっていると思っていたが、他社さんと比較するとC社はお金をかけすぎている

(2) ある安全対策の費用対効果



D社は、あまりお金をかけていない割には、予想損害額を低くすることに成功している(良好事例の発見)

ただし、**データの質**がそろっている必要がある
=>「計算手法の標準化」が必要と考える理由

安全対策に関するデータとして、
対策内容とともに「かかった費用」も考慮するなら...

(あくまで説明のための例)

A社	費用としては設備費だけカウントした
B社	消耗品だけカウントした
C社	人件費だけカウントした
...	...

評価方法が
バラバラ
だと...

⇒もし数字が集まっても、何の意味もない

安全管理と事故損害に関する会計学的検討

安全管理に
かかるコスト

回避できた
事故損害
＝ベネフィット

既存知見の活用
抜けのない測定

- 各企業さんそれぞれが社内で安全に関するデータを整理することは、それはそれでももちろん有効
- 一方、費用や便益の「標準的な」計算方法を確立し、それに基づく数値データを多くの企業から得られれば、安全対策の有効性に関する統計的な分析が可能になる
- 共通の計算方法が用いられれば（そして計算結果が公表されれば）、投資家など社会の人々はそれらの数値を企業間で比較することができるようになる => 社会的評価の土台

本日の話題提供

1. なぜ経済分析か？
2. 安全対策の費用
3. 安全対策の便益
4. 費用と便益の比較、問題点
5. 費用・便益計算手法の標準化の必要性
6. 課題

費用や便益について標準的な計算方法を 確立すること

－ 便益計算

- ・ 既存研究でまとめられた方法が実際に適用可能か？企業へのヒアリング等を通じてfeasibleな手法として具体化すること

－ 費用計算

- ・ 「複合コスト」の評価の考え方をまとめる。既存の勘定科目のうち安全対策費に関係しているものを抽出することによって安全対策費の全体像を捉える方法を確立する

安全対策の効果について 精緻な統計的解析を行うこと

- ・ 仮に企業からデータが得られたとする
 - － 例えば安全投資額と保安力(などの安全指標)との関連を調べたいとする
- ・ 一般に社会から得られるデータには様々な交絡因子があるなど、分析が難しい
- ・ 経済学の分野では、そういったデータを分析する手法が高度に発達している(計量経済学)
- ・ データ解析の専門的な手法を身につけた分析者の関与が必要

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