

20/03202/A

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

労働災害の発生抑制を目指した、経済学（ゲーム理論）に基づくヒューマンエラー
発生確率の定量化手法の開発とそのリスクアセスメントへの導入
(H22-労働-若手-007)

平成22年度 総括研究報告書

研究代表者 牧野 良次

平成23（2011）年 5月

目 次

I. 総括研究報告		
労働災害の発生抑制を目指した、経済学（ゲーム理論）に基づく ヒューマンエラー発生確率の定量化手法の開発とそのリスクアセスメントへの導入 牧野良次	-----	1
II. 分担研究報告		
1. 新しい観点からの労働災害事例分析	-----	13
和田有司, 和田祐典, 松倉邦夫		
2. 国内外の政策動向の情報整理	-----	24
熊崎美枝子		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	28
別添 研究成果の刊行物・別刷		

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

総括研究報告書

労働災害の発生抑制を目指した、経済学（ゲーム理論）に基づくヒューマンエラー発生確率の定量化手法の開発とそのリスクアセスメントへの導入

（H22-労働-若手-007）

研究代表者

牧野良次：産業技術総合研究所 安全科学研究部門

研究分担者

和田有司：産業技術総合研究所安全科学研究部門

和田祐典：産業技術総合研究所安全科学研究部門

熊崎美枝子：横浜国立大学大学院環境情報研究院

研究要旨

本研究の目的は、労働災害に関する危険性・有害性等の調査（リスク評価）における災害発生確率の評価精度向上と労働災害による死傷者数の減少に貢献するため、経済学（経済学的思考法の必要性は後述する）における最重要概念である「インセンティブ（誘因）」の考え方を理論的基礎として、ヒューマンエラー発生確率の定量化手法を開発することである。平成22年度では、「研究項目①新しい観点からの労働災害事例分析」として事故事例データベースからヒューマンエラーに関連する212件の事故事例を抽出し人的要因・組織要因に着目した事故分類を行った。「研究項目②ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析」では、ヒューマンエラー発生メカニズム分析の一例として、「非正規雇用者は正規雇用者より労災に遭いやすいか？—企業マイクロデータを使った統計解析—」と題した研究を行い、労働災害において「インセンティブ」という考え方を適用することの有効性を示すことができた。「研究項目⑥国内外の政策動向の情報整理」では諸外国の労働安全衛生関連法規等を分析した。

A 研究目的

日本における労働災害死亡者数は、厚生労働省による「平成22年における死亡災害・重大災害発生状況等について」等の資料が示すように、明らかに減少傾向にある。災害の減少には機械安全の進展が大きく貢献していると考えられている。しかしながら、いまだ年間およそ1,200人の労働者が労働災害で亡くなり続けているのが現状である。機械安全の向上に努力し続ける一方で、労働災害死亡者数のさらなる減少を達成するには、事故原因としての「人的要因」や「組織要因」について検討し、それらに対処する必要があるという認識が産業界や学界で共有されつつある。

各種の事故分析手法やツールでは、人的要因や組織的要因を事故原因として抽出するという作業が既に行われている。例えば、一般によく知られている「なぜなぜ分析」や、産業技術総合研究所安全科学研究部門が提唱している「事故分析手法 PFA（Progress Flow Analysis：事故進展フローを用いた事故分析）」では、事故の根本的な原因を検討した結果しばしば人的要因や組織的要因の存在が浮き彫りになる。

しかしながら、たとえ人的要因や組織的要因の存在を認識するに至ったとしても、その改善策を実行しようとする際に解決すべき問題が待ち構えている。それは「インセンティブ（誘因）」の問題である。インセンティブは経済学における基本概念であり「人々の意思決定や行動を変化させるような要因」のことをいう。

経済学では基本的に「ある人がある行動をとった背景には、その行動をとるインセンティブがあった」と考える。労働災害の文脈でいうと、労働者が被災リスクの高い行動をとったならば、その背景にはそうするインセンティブが働いていたと考える（当事者は自分がインセンティブに反応していることに自覚的である場合もあれば、無自覚である場合もある）。事故を分析する際に、単に「…という行動に問題があった」と指摘するだけでなく、もう一步踏み込んで「その行動をとったのは、労働者にどのようなインセンティブがあったからなのか」という視点を持たない限り、真の事故原因は見えてこない。

既に発生した事故の原因を考察する場合だけでなく、これから起こる（潜在的な）事故の予防策を講じるためにもインセンティブの考え方は必須である。例えば「なぜなぜ分析」等で潜在的な事故原因として人的要因や組織的要因を抽出し、事故予防のために実施されるべき対策が明らかになったとする。しかしながら、その対策が何者かによって実行に移されると期待できる根拠は必ずしもない。言い換えると、その対策を実行に移すインセンティブを誰かが持つという保証は必ずしもない（そもそも、適切な対策の立案に努力するインセンティブすら、誰も持っていないかもしれない）。その場合「アメやムチ（＝インセンティブ）」を利用して対策を実行させる工夫が必要になるのであり（アメやムチは必ずしも金銭や物品等に限らない。「名誉」といったものもインセンティブになり得る）、その工夫がない限り対策は絵に描いた餅に終わる可能性がある。

実際に労働災害削減対策を立案する人であり、その対策を実行に移すのも人である。本研究は「人はインセンティブに反応する」という考え方を軸として人的要因・組織的要因に注目した労働災害発生メカニズムを考察し、ヒューマンエラー発生確率の評価方法を開発することを目的とする。経済学ではインセンティブに関する分析についての知見が蓄積されており、我々はそれが労働災害分析にも利用できる、また利用すべきであると考えている。これが従来研究にはなかった我々独特の視点である。

そこで本研究では、労働災害に関する危険性・有害性等の調査（リスク評価）における災害発生確率の評価精度向上と労働災害による死傷者数の減少に貢献するため、経済学（経済学的思考法の必要性は後述する）における最重要概念である「インセンティブ（誘因）」の考え方を理論的基礎として、ヒューマンエラー発生確率の定量化手法を開発する。

平成 22 年度は第 B 節で詳述するように「新しい観点からの労働災害事例分析」、「ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析」、および「国内外の政策動向の情報整理」を実施した。

B 研究方法

B-1 概要

本研究では経済学的分析手法を用いてヒューマンエラー発生メカニズムを解析し、発生確率の定量化手法を解析する。ヒューマンエラー発生確率が「従業員や経営者といったステークホルダーの『駆け引き』の結果に依存して変化する」と理解し、モデル化する点が、先行研究とは異なる本研究の特色である。これはエラー発生メカニズムを理解するひとつの強力な方法と期待され、本研究が経済学的分析手法を導入する理由である。

経済学的分析手法の有用性を示す一例を以下に示す。今日、就業形態の多様化から非正規雇用者の割合が増加しているが、正規と非正規の雇用者では労働に関するインセンティブが異なる。例えば、労働経済学的には「非正規雇用者は、次期の再雇用確率を高めるために生産性を優先し、安全性に注意を払わない傾向がある」と予想されている。従業員や経営者等がもつインセンティブとヒューマンエラーとの関係を経済学（ゲーム理論）の手法でモデル化する試みは既存の労働災害研究にない独創的な視点であり、この研究により従来とは異なる安全対策のアイデアが生まれることが期待される。なお、本研究は錯視といった人間工学的な研究とは異なる。

B-2 各研究項目の詳細

本研究は全 3 年間で実施する予定であり（平成 22 度については実施済み）、次の 6 つの研究項目に分かれる。

- ① 新しい観点からの労働災害事例分析の実施（和田）
- ② インセンティブとヒューマンエラーの関係を経済学（ゲーム理論）の分析手法を用いてモデル化（牧野）
- ③ 統計分析、経済実験等によるモデルの検証（牧野）
- ④ 過去に起きた労働災害事例のケーススタディ（牧野，和田，熊崎）
- ⑤ ヒューマンエラー発生防止対策のマニュアル化（牧野，和田，熊崎）
- ⑥ ヒューマンエラー発生防止対策に関する国内外の制度の情報収集と比較（熊崎）

以下、各研究項目について具体的に説明する。平成 23 年度以降に実施予定である研究項目についても併せて説明した。

研究項目① 新しい観点からの労働災害事例分析(和田)〈H22 年度〉

「この事故が起きたのは、どのようなインセンティブが働いた結果なのか？」という新しい観点で労働災害事例を解析することにより、「インセンティブ」と「事故」との因果関係のパターンを収集することが第一段階として必須である（例：従業員が安全規定を順守していなかったならば、彼らがそうするに至ったインセンティブ、およびその行動が労災の発生に与えた影響を資料から明らかにする）。産業技術総合研究所では、和田を中心に「リレーショナル化学災害データベース」の運営に取り組んでおり、労働災害事例の検討や事故フロー進展図の作成の十分なノウハウを持ち、所蔵資料も豊富である。

研究項目② ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析(牧野)〈H22～H23 年度〉

「ゲームの解（ナッシュ均衡）」としてエラーが発生するように事故関係者間の関係をモデル化する。例えば「囚人のジレンマ」ゲームは「人がインセンティブに従って行動した結果、社会的には望ましくない事態（本研究での労働災害にあたる）が生じる」様子をモデル化している。以上のような既知の理論を労働災害に応用して、エラーの発生をモデル化する。ヒューマンエラー発生確率の低減対策を考えるには「安全文化の評価項目（例：上司と部下の間の風通しがよい）」が手掛かりになる。ただし、安全文化の議論では「風通しがよい状態を実現するための方法」の提案が不十分である。本研究でモデル化されるエラー発生メカニズムを応用すればエラー防止対策（エラーが少ない状態）の理論的な導出が可能となる。つまり、本研究を安全文化の議論を理論的に補完するものとして位置付けることもできる。

研究項目③ モデルの検証(牧野)〈H23 年度〉

個別企業データ（東洋経済「CSR 企業総覧」など）を使ったマイクロ計量経済分析によってモデルの検証およびヒューマンエラー発生確率の定量化を行う。不足するデータは企業へのアンケートや個別聞き取り調査で補う。また、経済理論を実証する最新の手法である「実験経済学」の手法を取り入れることも検討する。

研究項目④ ケーススタディ(牧野, 和田, 熊崎)〈H23～H24 年度〉

本研究で開発した手法を用いて過去実際に発生した労働災害を再考し、その生起メカニズムの記述とエラー防止対策の導出を行う。いくつかのケーススタディを実施し、本研究の有効性を示す。

研究項目⑤ マニュアル化による普及(牧野, 和田, 熊崎)〈H24 年度〉

研究の成果を、企業の安全担当者が簡便に利用できるような「ヒューマンエラー発生確率評価手法」「エラー防止対策」として整理し、普及を目指す。

研究項目⑥ 国内外の政策動向の情報整理(熊崎)〈H22 年度〉

ヒューマンエラー発生防止対策に関する国内外の制度の情報収集と比較を行う。法制度の新設や修正を検討するための基礎情報とする。この研究項目実施のためには、海外での現地調査および関連文献の翻訳が必要となる。

C 研究結果

ここでは研究代表者（牧野良次）が担当した「研究項目②ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析」に関する結果成果について報告する。分担研究者（和田有司，和田祐典，熊崎美枝子）による研究成果は分担研究報告書にそれぞれ報告する。

タイトル：

非正規雇用者は正規雇用者より労災に遭いやすいか？

—企業マイクロデータを使った統計解析—

（第43回安全工学研究発表会（2010年11月11-12日，東京）にて発表）

C-1 はじめに

企業の組織設計は当該企業における労働災害の発生に影響を与えられられる。本研究では組織設計としての雇用戦略，具体的には企業が従業員を正規雇用者・非正規雇用者のどちらで雇用するか注目した。非正規雇用者は短期間で辞職する等の理由から安全への配慮が低くなる「インセンティブ（誘因）」が生じ，雇用主側にも同様の理由で非正規雇用者への教育に時間や資金を割かないインセンティブが生じると考えられる。このことから，労働経済学的には非正規雇用者は正規雇用者よりも被災確率が高いことが予測される（以降，これを「雇用契約効果」という）。そこで本研究では，企業マイクロデータを用いた統計解析により，従業員に占める非正規雇用者割合が高い企業ほど労働災害の発生が多いという仮説を検証する。

C-2 統計モデル

本研究で推定するモデルを以下に示す。

$$\text{労働災害度数率}_i = f(\text{非正規雇用者割合}_i; \theta_i) + u_i$$

ここで i は企業のインデックス， θ_i は企業 i の労働災害度数率に影響を与えるその他の変数（次節で説明する）， u_i は誤差項である。

上式の推定においては「セレクション・バイアス」が存在するか否かが問題となる。セレクション・バイアスとは，もともと事故を起こしやすいタイプの人物（これを「事故傾向が高い」という）が非正規雇用者として雇用される傾向のことをいう（Guadalupe, 2003）。仮にセレクション・バイアスが存在する場合，それを除去せずに推定を行うと以下のよう

な問題が生じる。すなわち、労働災害度数率と非正規雇用者割合の相関が検出されたとしても、その関係が第 1 節で述べた雇用契約効果によるものか、それとも単に非正規雇用者の事故傾性が高いことを反映しているだけなのか、統計的に区別することができないという問題である。

そこで本研究では、正規雇用者と非正規雇用者との間で事故傾性に差異があるかどうかを検討するため、インターネットアンケートを実施した。

「倫理面への配慮」については、本研究は人を直接的な研究対象としていないため、問題ないと判断して記述を省略する（分担研究についても同様である。）。

C-3 データ

C-3-1 インターネットアンケート調査

2010年2月18～22日、web上でインターネットアンケートを実施した。回答者数は2,958人（性別内訳＝男性1,446人、女性1,512人；雇用種別内訳＝正規雇用1,506人、非正規雇用1,452人）、回答率は56.8%であった。アンケートでは性別、年齢、職業等の質問事項に加え、「認知ミス質問票（CFQ: Cognitive Failures Questionnaire）による調査を実施した。この質問票は、「家の中で、ある場所から別の場所に移動したとき、何のために移動したのかを忘れてしまっている」といった30項目の質問について、回答者に「非常によくある（=1）」、「よくある（=2）」、「ときどきある（=3）」、「ほとんどない（=4）」、「まったくない（=5）」から最も良くあてはまるものを選択してもらうものである。スコアの合計値（最小30点、最大150点）が低いほど事故傾性が高く、高いほど事故傾性が低いと判断する（Broadbent, *et al.*, 1982; Wallace, *et al.*, 2002）。さらにアンケートでは、最近5年間における労働災害および（通勤以外での）交通事故の被災回数についても質問した。

C-3-2 東洋経済 CSR データ総覧

企業レベルデータは東洋経済 CSR データ総覧から取得した。データは2008年の横断面データであり、サンプル数は387社（上場企業）である。取得したデータは労働災害度数率、全従業員に占める非正規雇用者の割合、全従業員に占める性別年齢別構成比率、従業員平均年齢、従業員平均勤続年数、月平均残業時間である。

C-4 結果

C-4-1 CFQ スコア

労働災害について最近5年間で被災経験のある群（248人）の平均CFQスコアは87.9、経験のない群（2,710人）の平均CFQスコアは93.4であり、両者の差は統計的に有意であった（有意水準5%、以下同じ）。交通事故について最近5年間で経験のある群（375人）の平均CFQスコアは89.2、経験のない群（2,583人）の平均CFQスコアは93.2であり、

両者の差は統計的に有意であった。これらのことから、CFQ スコアは事故傾性の指標として利用可能であるとの先行研究の結果を確認した（図 1）。

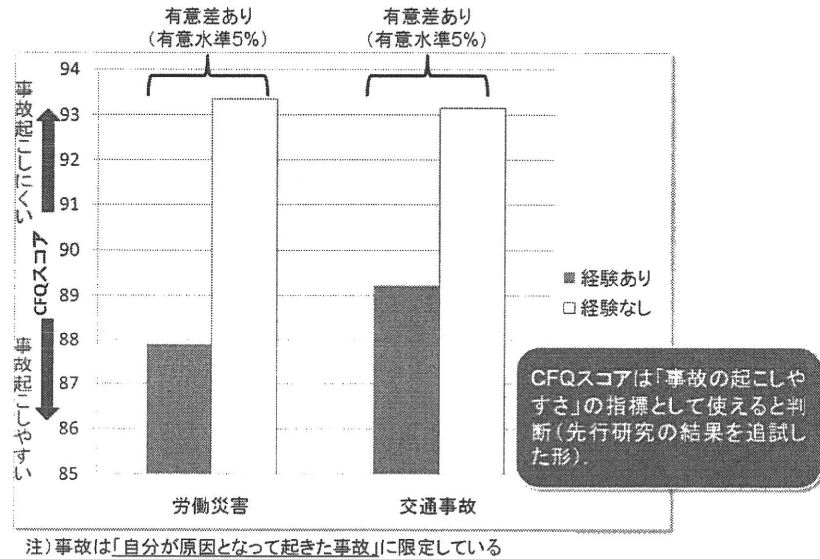


図 1 事故経験者および非経験者の CFQ スコアの比較

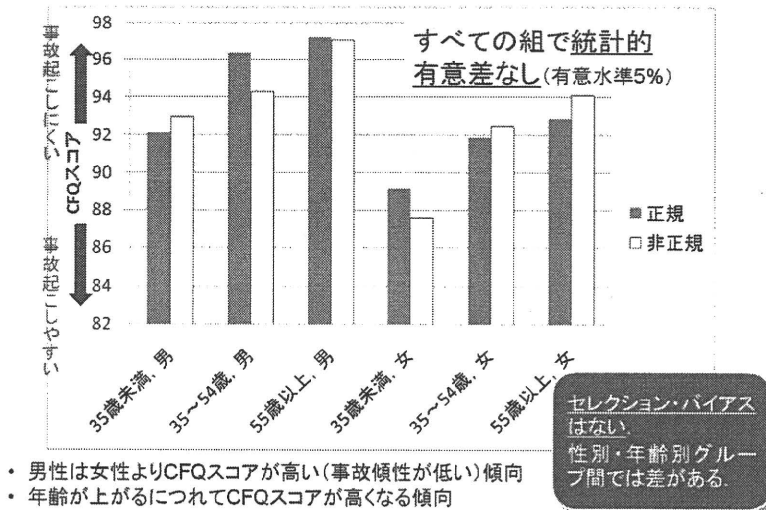


図 2 性別年齢別の CFQ スコアの比較

次に、正規雇用者と非正規雇用者との間で平均 CFQ スコアを比較した。性別および年齢別の影響を考慮するため、35 歳未満の男性（第 1 群，正規 248 人，非正規 240 人），35～54 歳の男性（第 2 群，正規 480 人，非正規 357 人），55 歳以上の男性（第 3 群，正規 76 人，非正規 45 人），35 歳未満の女性（第 4 群，正規 246 人，非正規 256 人），35～54 歳の女性（第 5 群，正規 412 人，非正規 479 人），55 歳以上の女性（第 6 群，正規 44 人，非正

規 75 人) の各群に分けて分析を行った。第 1 群から第 6 群について正規および非正規雇
 用者の平均 CFQ スコアはそれぞれ (92.1, 93.0), (96.4, 94.3), (97.2, 97.1), (89.2, 87.6),
 (91.9, 92.5), (92.9, 94.1) であった。すべての群について正規雇用者と非正規雇
 用者の平均 CFQ スコアに統計的有意差はなかった (図 2)。これはアンケート回答者となつた正
 規雇用者と非正規雇用者については事故傾性に差がなかったことを意味する。この結果を
 根拠に、第 2 節に示した統計モデルを推定するにあたってセレクション・バイアスを考慮
 する必要はないと判断した。ただし、図 2 から明らかなように (1) 男性は女性より CFQ
 スコアが高い (事故傾性が低い) 傾向、(2) 年齢が上がるにつれて CFQ スコアが高くなる
 (事故傾性が低い) 傾向が観察される。そこで、統計モデルを推定する際には、企業 i の従
 業員の事故傾性を定量化する指標として、全従業員に占める性別年齢別構成比率を用いる
 こととした。

C-4-2 企業データを用いた統計解析

図 3 に企業データを用いた統計解析の概要を示す。統計モデルの被説明変数は労働災害
 度数率、主たる説明変数は従業員に占める非正規雇用者割合である。図 3 に示したように、
 この変数の係数が正数で有意であれば、雇用契約効果の存在が示唆される。

労働災害度数率に影響を及ぼすと考えられる平均年齢、平均勤続年数、月平均残業時間、
 従業員に占める性別年齢別構成比率をコントロール変数として加えた。特に従業員に占め
 る性別年齢別構成比率は従業員の事故傾性を定量化した指標と解釈できる。

サンプルである上場企業 387 社の中には労働災害度数率が 0 である企業も存在する。被
 説明変数は 0 以上の正数をとる (0 で切断された) データであるため線形モデルを適用する
 ことは適切でない (理論値としてマイナスの労働災害度数率が得られることを排除できな
 い)。そこで統計モデルとして切断回帰モデルを採用し、最尤法による推定を行った。

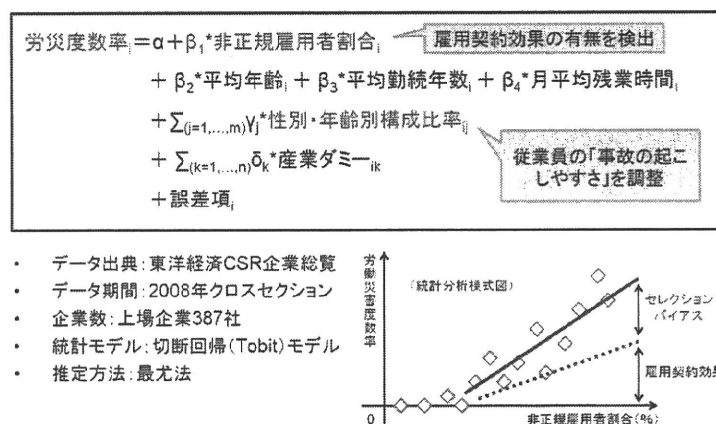


図 3 企業データを用いた統計解析の概要

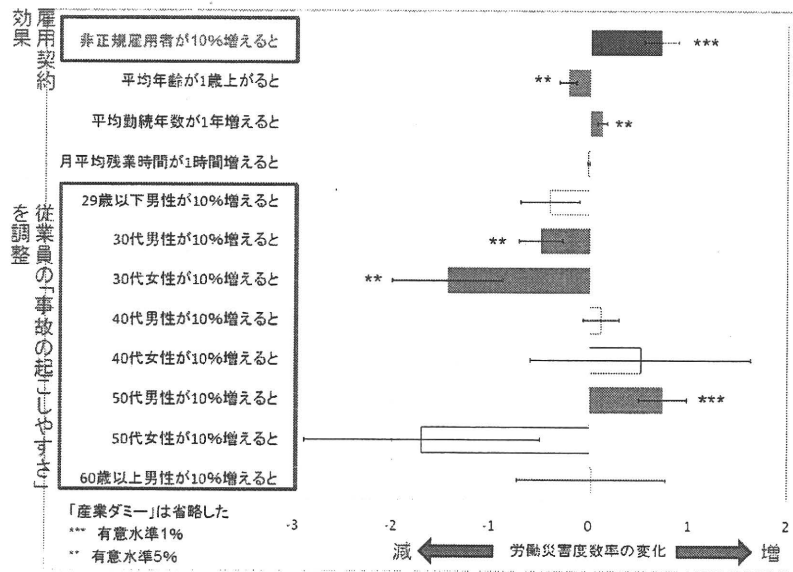


図 4 企業データを用いた統計解析の結果

図 4 に推定結果を示す。主たる説明変数である非正規雇用者割合の係数は（図 4 では「非正規雇用者が 10%増えると」と表示）、従業員の事故傾性をコントロールした上で統計的に正に有意であった。これは雇用契約効果が存在することを示唆している。

コントロール変数については、平均年齢の係数が負に有意、平均勤続年数が正に有意であった。平均年齢が高い企業は労働災害度数率が低いとの結果は CFQ 調査結果で得られた「年齢が高いほど事故傾性が低い」との結果と整合的である一方で、平均年齢が高い企業は危険な作業を伴う事業を営んでいないことを示している可能性もあり、本研究で用いたデータからは由を確定することはできない。従業員の平均勤続年数が長い企業は労働災害度数率が高いという結果は、勤続年数が長くなり作業に慣れることによる「油断」の効果が、「危険回避に関する知識の蓄積」の効果を上回ることを示唆するものと考えられる。

C-5 まとめ

統計分析の結果は、諸変数の影響をコントロールした上で従業員に占める非正規雇用者割合が多い企業ほど労働災害度数率が高いことを示した。これは雇用契約効果の存在を示唆するものである。雇用契約効果が存在するならば、労働災害削減対策としては従来から指摘されている従業員への教育訓練の他に、労働契約のあり方を見直すといった方向性が考えられる。具体的な契約設計のあり方は今後の研究課題である。

D 現段階での成果と今後の課題

第 C 節に示した分析結果および分担研究者による研究成果を踏まえて現時点（平成 22 年度末）における中間的な結論と今後の研究課題について整理する（分担研究者による研究

成果の詳細は分担研究報告書に記載している）。以下、研究項目①新しい観点からの労働災害事例分析，研究項目②ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析，および研究項目⑥国内外の政策動向の情報整理のそれぞれについて中間的結論と今後の研究課題をまとめた。

D-1 新しい観点からの労働災害事例分析

現段階での成果

人的要因・組織要因が関係すると考えられる事故を「事故原因の概念モデル」に基づいて分類した。これは当該事故が「誰と誰の間で生じた問題が事故原因となったのか」という点に注目した分類である。「情報伝達不足」という現象を考えてみても、同一企業同一部署に属する労働者間の問題なのか、同一企業異部署に属する労働者間の問題なのか、あるいは異なる企業に属する労働者間の問題なのかによって、情報伝達をしない（し難い、できない）理由が異なると考えられる。換言すると、情報伝達しなくなる（したくてもできなくなる）インセンティブは事故関係者の置かれた立場によって異なると考えられる。単に「情報伝達されていなかった」という行動の内容だけでなく、「誰が」という行動の主体を明示的に整理することができた。これは、平成 23 年度以降の研究において、事故関係者のうちの誰をターゲットにしてインセンティブ設計すべきなのかという点を整理できたという意味で重要である。エラー内容による分類では、「教育不足・無知」、「情報伝達不足」、「社内規定の不備」、「慣れ」、「社内規定違反」といったものが頻繁に報告されていた。単にどのようなエラーが頻出するかだけでなく、どのエラーとどのエラーが同時に発生しやすいかという観点でも整理することができた。これは、平成 23 年度以降の研究において、事故関係者のどのような行動をターゲットにしてインセンティブ設計すべきなのかという点を整理できたという意味で重要である。事故原因の概念モデルに基づく分類と併せれば、事故を重層的に理解することができる。

今後の課題

他業種事故の検討：平成 22 年度の研究では化学プラントにおける事故を主に検討した。平成 23 年度では建設業や化学プラント以外の製造業における事故事例も調査する。その際、化学プラント事故事例の検討を通じて整理した事故分類（「誰と誰の間で生じた問題が原因となっているか」「どのような行動が原因となっているか」）念頭に置く。ただし、業種（仕事内容や進め方）が異なれば事故発生の原因も異なることが予想される。平成 22 年度に実施した整理にとらわれず、業種の違いを意識した事故事例検討、原因内容の整理を行うことが必要である。

用語の整理：事故事例を詳細に検討すると、例えば「教育」と「訓練」、「情報共有」と「情報伝達」など、ほぼ同内容であるが微妙にニュアンスの異なる用語群が存在している。事故報告書執筆者が意図的に使い分けている可能性もあるし、執筆者の専門知識が反映さ

れた（非意図的な）用語法である可能性もある。事故報告書から教訓を得るためには、言葉の枝葉末節にとらわれず、事故の本質的な原因を捉えなければならない。そこで、事故報告書に記載する際に推奨できるような用語集を整備することを今後の課題としたい。

D-2 ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析

現段階での成果

ヒューマンエラー発生メカニズム分析の一例として、「非正規雇用者は正規雇用者より労災に遭いやすいか？—企業マイクロデータを使った統計解析—」と題した研究を行った。労働災害の発生に影響する要因として企業の組織設計がある。本研究では組織設計としての雇用戦略、具体的には従業員を正規・非正規のどちらで雇用するかに着目した。非正規雇用者は短期間で辞職する等の理由から安全への配慮が低くなる「インセンティブ（誘因）」があり、正規雇用者よりも被災確率が高いことが労働経済学的には予測される。本研究では企業マイクロデータを用いた統計解析により、上記予測の検証を行った。統計分析の結果は、諸変数の影響をコントロールした上で従業員に占める非正規雇用者割合が多い企業ほど労働災害度数率が高いことを示した。これは雇用契約効果の存在を示唆するものである。この研究により、労働災害において「インセンティブ」という考え方を適用することの有効性を示すことができた。雇用契約効果が存在するならば、労働災害削減対策としては従来から指摘されている従業員への教育訓練の他に、労働契約のあり方を見直すといった方向性が考えられるが、具体的な契約設計のあり方は今後の研究課題である。

今後の課題

平成 22 年度は雇用形態に関するインセンティブについて研究したが、事故に至る行動を起こさせるインセンティブはもちろんこれだけではない。平成 23 年以降は、平成 22 年度に実施した「新しい観点からの労働災害事例分析」の結果を利用しながら、事故に至る行動とそれを引き起こすインセンティブについて他の複数のパターンをモデル化する。

D-3 国内外の政策動向の情報整理

現段階での成果

本研究では、各国（アメリカ、イギリス、中国、タイ、台湾、ブラジル、ベトナム、インド）の法律による規制が安全向上・リスク低減にどう取り組んできたかを検討した。いわゆる発展途上国においては、法制度については ILO や先進国から導入することは可能であるが、その実行において困難が伴っていることが明らかとなった。stake holder とも呼ばれる関係者の意識の低さが原因のひとつであり、それは informal sector へ政府のサービスが届かない原因ともなっている。システムの実行に必要な安全衛生の専門家の人数や専門性も重要な課題である。調査した中ではタイ、ブラジルにおいて古くからある労働災害が撲滅される前に、新しいタイプの労働災害（アスベスト等のほか、ストレス性の問題）が

表れてきている点が見られた。急速な発展に伴い、各国においては労働安全衛生の問題も迅速に解決する必要があると考えられる。

今後の課題

平成 22 年度は各国の労働安全衛生関連法規、行政施策の現状調査に終わっている。平成 23 年度以降は、それらの法律や行政施策が企業（経営者）に具体的にどのようなインセンティブを与えているのか、その結果として企業行動がどのような影響を受けているのか（いないのか）といった点を明らかにしたい。

E 研究発表

牧野良次（2010）. 非正規雇用者は正規雇用者より労災に遭いやすいか？—企業マイクロデータを使った統計解析—. 第 43 回安全工学研究発表会講演予稿集, 71-74（2010 年 11 月 11 日発表）.

注) 健康危険情報, 知的財産権の出願・登録状況については関連事項がないため省略した。

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
分担研究報告書

労働災害の発生抑制を目指した，経済学（ゲーム理論）に基づくヒューマンエラー
発生確率の定量化手法の開発とそのリスクアセスメントへの導入
（H22-労働-若手-007）

研究分担者

和田有司：産業技術総合研究所安全科学研究部門

和田祐典：産業技術総合研究所安全科学研究部門

松倉邦夫：産業技術総合研究所安全科学研究部門

研究要旨

既存の事故データベースに収録されている事故について「人的要因」，「ヒューマンエラー」等のキーワードで検索した結果 212 件の事故事例が抽出された。それらの事故報告を詳細に読み，そのうち純粋なうっかりミスと考えられるものや，偶然要素が極めて高いと考えられるものを除外した 57 の事例について①事故原因の概念モデルによる分類，②エラー内容による分類を行った。その結果，平成 23 年度以降の研究において事故関係者のうちの誰をターゲットにしてインセンティブ設計すべきなのかという点，さらに事故関係者のどのような行動をターゲットにしてインセンティブ設計すべきなのかという点を整理することができた。

A 研究目的

総括研究報告書の第 A 節で述べたように，本研究は労働災害に関する危険性・有害性等の調査（リスク評価）における災害発生確率の評価精度向上と労働災害による死傷者数の減少に貢献するため，経済学（経済学的思考法の必要性は後述する）における最重要概念である「インセンティブ（誘因）」の考え方を理論的基礎として，ヒューマンエラー発生確率の定量化手法を開発することを目的としている。左記研究目的の達成のために，平成 22 年度の本分担研究では，過去の事故事例について詳細な検討を行い，各事例において人的要因，組織要因，およびインセンティブについてどのように記述されているかを整理した。これは本研究全体のなかでは研究項目①に位置づけられる（各研究項目の詳細について総括研究報告書に記載がある）。数多くの事故について人的要因・組織要因の影響を調査し，整理分類することで，解析対象とすべき典型的な事故あるいは重大災害に発展しやすい注意すべき事故を同定できると期待される。本分担研究の成果を基礎として，平成 23 年度以降では，解析対象とすべき事故に関してその発生メカニズムを「インセンティブ」という視点を加えて解釈し直し（研究項目①），その新しい解釈に基づいて「ヒューマンエラー発生確率評価手法」および「エラー防止対策」の開発につなげるものである（研究項目⑤）。

B 研究方法

B-1 事故事例の収集

以下に列挙する 3 つのデータベースに収録されている事故事例を、検討する事故事例の母集団とした。

- ① リレーショナル化学災害データベース (RISCAD) : (独) 産業技術総合研究所, (独) 科学技術振興機構
- ② 安全支援システム PEC-SAFER データベース : (財) 石油産業活性化センター (平成 23 年 4 月以降は (財) 石油エネルギー技術センターが運営)
- ③ 失敗知識データベース : (独) 科学技術振興機構 (平成 23 年 4 月以降は畑村創造工学研究所が運営)

それぞれのデータベースについて、「人的要因」「ヒューマンエラー」などをキーワードとして事故事例を検索したところ、①38 件、②154 件、③20 件 (合計 212 件) が抽出された (各データベースが同じ事故事例を収録しているケースがある。212 件は重複を含んだ数字である)。なお、RISCAD に関しては、最新版 PFA (事象進展フロー) が添付されていることを抽出の条件とした。データベースの性質上、検討対象となったのは主として化学関係の事故である。化学関係以外の事故事例の検討については平成 23 年度以降の課題とした。

B-2 事故事例の整理

整理分類するためには何らかの基準が必要である。事故事例における人的要因、組織要因の記述を系統立てて整理する方法として、試行的に以下に述べるアプローチをとった。

『原子力・航空・鉄道・化学・宇宙開発分野の事故・トラブル 98 事例から学ぶ 巨大システム事故・トラブル教訓集』(原子力安全基盤機構, 2009) は、分野横断的に事故原因の体系化を図ることを目的として、Frank H. Hawkins による「SHELL モデル」をベースに、「装置・設備」、「人間」、および「組織」という 3 つの要素から巨大システムが構成されており、その外側に「社会」が存在するというモデルを提示している。本研究では、上記の 4 要素に「化学物質」を加えて作成された事故原因の概念モデル (Katoh, et al., 2010) に基づいて事故の分類整理を行うことを試みた (図 1)。例えば「親会社と子会社」あるいは「元請と下請」の間の情報伝達ミスが原因となって発生した事故は、「組織⇄組織」に分類するといった方法である。この分類作業を通じて頻繁に起きる事故パターンを整理し、平成 23 年度以降の研究課題である「事故を取り巻くインセンティブ構造の理解」に繋げる。

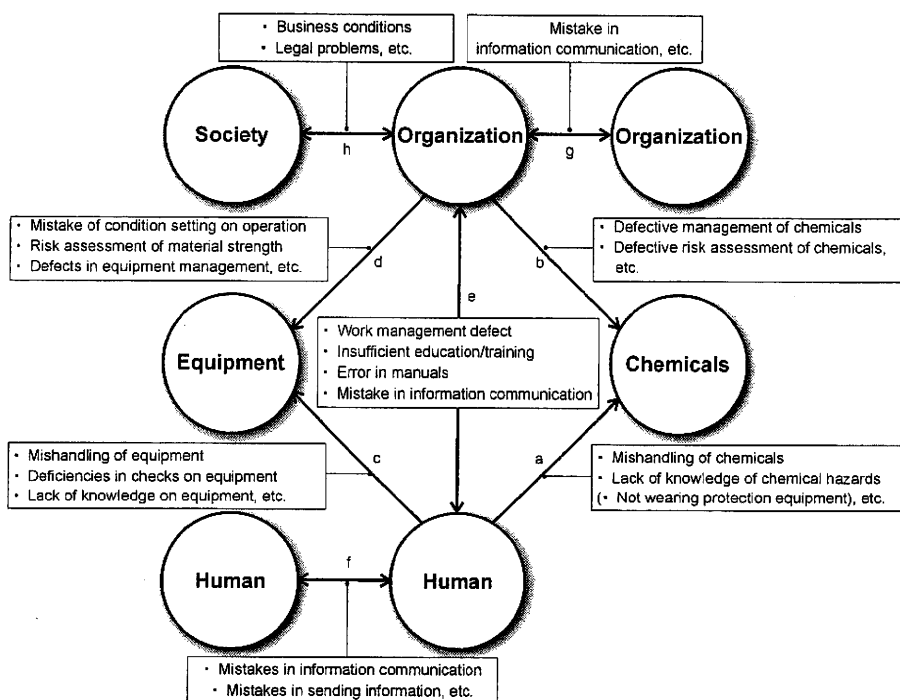


図 1 事故原因の概念モデル (Katoh, et al., 2010 より引用)

C 研究結果

分類結果を本分担研究報告書末尾の表に示した。調査対象とした事故 212 件のうち 155 件は、事例報告の文章から、純粋な「うっかりミス」あるいは「非常に偶然要素の強い事故」と判断し今回の分類対象からは除外した（ただし、純粋なうっかりミスの背後に何等かのインセンティブが働いていた可能性は否定できない。この 155 件について再検討することは価値があることだと考えている）。しがたって、分類対象としたのは 57 件の事故である。

C-1 事故原因の概念モデルによる分類

表 1 事故原因の概念モデルによる分類

インターフェース	件数
人間－人間	12
人間－組織	13
組織－組織	7
人間－装置・設備	14
人間－化学物質	8
社会－組織	3
合計	57

人間－人間(付表 p.1-2)

個人と個人の間で何らかの問題が発生したことが原因と考えられる事故。概念上は「経営者と労働者」や「中間管理職と労働者」といった組み合わせも考えられるが、実際には、現場労働者間の情報伝達不足という形をとっていることがほとんどである。異なる企業あるいは部署に所属している労働者間での連絡不足は組織間の問題とも解釈し得る。また、現象としては労働者間で発生した問題であるとしても、社内規定違反、教育不足など他の問題も重層的に事故発生に影響している場合が多い。

人間－組織(付表 p.2)

企業（あるいは企業内の部署）とそこで働く個別労働者との間で何らかの問題が発生したことが原因であると考えられる事故。経験の浅い労働者に非定常作業を担当させるという人員配置上のミスが事故につながったと考えられる事例や、個別労働者が所属企業の社内規定に違反していたことが原因であると考えられる事故が見られた。後者については、現象としては作業マニュアルの違反として現れているが、関連要因として管理監督が十分でないこと、情報提供（教育）が不足していたこと等が考えられる。

組織－組織(付表 p.3)

企業と企業（親会社と子会社、協力会社など）あるいは同じ企業内での部署と部署との間で何らかの問題が発生したことが原因であると考えられる事故。協力会社との連携・情報共有の不足が原因と考えられる事例や、工事検査部門と製造部門の間の連絡ミス、配管部門と計装部門の間の連絡ミスが事故原因と考えられる事例。

人間－装置・設備(付表 p.3-5)

個別労働者が装置・設備を操作する際に生じた問題に起因する事故。今年度（平成 22 年

度)は主として化学プラントの事故を調査対象としたため、バルブ、配管、タンクといった設備に関わる事故が多い。事故時に設備を操作していたという特徴はあるものの、社内規定の違反(人間-組織)や情報伝達不足(人間-人間あるいは組織-組織)など、他の問題系とも密接に関連している。また、事故リスクを低く見積もってしまう「慣れ」という問題が設備・装置の操作ミスと関連していた場合もあった。

人間-化学物質(付表 p.5-6)

個別労働者が化学物質を扱う際に生じた問題に起因する事故。「人間-装置・設備」と同様、社会規定の違反、情報伝達不足、マナー・慣れといった問題と関連している。

社会-組織(付表 p.7)

組織(この場合は主に企業)の行動が社会経済状況の影響を受け、それが事故に結びついていると考えられるもの。典型的には、他企業との競争が激しい場合や、好景気を背景とした増産時に、多忙を背景としたルール違反が発生する。

C-2 エラー内容による分類

「人間-人間」や「組織-組織」のように、誰と誰の間で生じた問題なのかではなく、どのような問題が生じたのかという観点で整理した。事故事例で多く指摘されていたものを表 2 に示した。以下では、指摘頻度の多かった5つ(教育不足・無知、情報伝達不足、慣れ、社内規定の不備、社内規定違反)についてそれぞれコメントする。

表 2 エラー内容による分類

項目	件数
情報伝達不足	21
慣れ	14
人員配置の不備	6
教育不足・無知	27
思い込みによる誤判断	7
社内規定違反	9
社内規定の不備	13
企業レベルの安全対策の不足	4
法令違反	2

同じ事故が複数の性質を持っている場合があるので合計は57にはならない。

教育不足・無知

「操作手順」などの、当然知っているべきであると期待されることがらを作業担当者が知らないことによって発生したと考えられている事故が多い。作業者が「知っているはずのことを知らない」ということを管理者の側から見て、管理者が「教育すべきことがらを教育していなかった」という解釈とセットになっている。「知らないこと」が問題なのであれば、その解決策は「教えること」であるという考え方は分かりやすい。しかし、問題はそれほど単純ではない。というのは、そもそも「知識を持っていること」自体は必ずしも事故防止に直結しないからである。自動車を運転する歳、一般道を100km/hで運転してはならないこと（ルールがあること、危険であること）は誰でも知っている。それでも様々な理由で100km/hで運転し、結果として事故リスクを高めてしまうことはある（自覚的にも、無自覚的にも）。

情報伝達不足

情報伝達不足は典型的にはいわゆる「引継ぎ」が十分に行われないう形で現れている。企業内の同一部署に所属する作業員の間だけでなく、同一企業の部署間あるいは企業間（典型的には協会会社との間）で情報が共有されていないことが事故原因となっている。情報共有がされなくなる理由を以下に3点例示する。①引継ぎに手間がかかるため省略してしまう。特に引継ぎ後自分は現場から離れる場合、（非自覚的に）油断が生じる場合があるかもしれない。②情報が共有されていると思い込んでいる。自分が知っていることは相手方も当然知っているはずであると（自覚的に、あるいは非自覚的に）考えてしまう。③情報共有が重要であるという考え方がそもそも身につけていない。したがって、情報が共有されているかどうか確認するという発想がない。

慣れ

客観的には事故リスクの高い行動（例えば近道行動、規則違反）をとっているにも関わらず連日その行動をとり、実際に無事故体験が日常化すると、「これまで無事故だったのだから、今後も事故は起きないだろう」という予測を生み、その結果リスクの高い行動を繰り返ることが考えられる。化学物質を扱う場合、実際には危険で取扱いに十分な注意を要するものであるにも関わらず、それを日常的に扱うにつれて、あたかも何の危険もないようなものに感じ始めるということも想像される。

社内規定の不備

作業内容や手順が明確に定められていなかったケース。これは「情報伝達不足」が指摘された事故において同時に指摘されることが多かった。情報共有のあり方（どんな情報を、誰と、いつ、どのような方法で共有するか）に関して事前のルールが定められていなかったことが問題であると捉えられている。事故が発生した後で「ルールに不備があった」と