

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
(総合)研究報告書

経済情勢等が労働災害発生動向に及ぼす影響等に関する研究：
多変量時系列解析による数理モデルの開発と検証

代表研究者 松田文子 (公財)大原記念労働科学研究所

研究要旨

本研究は多変量時系列解析手法(Kariya, 1993)を用いて、経済情勢が業種別労働災害の発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。まず、時系列モデルに投入する主要アウトカム・要因の選定を行った。膨大に存在する各種経済・労災・気象指標等についてのリストアップを行い、フォーカスグループ手法により変数の收れんをはかった。

次に、実際に各種指標のデータセットを作成し、各指標の利用可能性についてブレーンストーミングを行った。合わせて、より実態を捉えるため、厚生労働省労働基準局安全衛生部を通じて労災の基本データを入手し、データの再精査を行うとともに、多変量時系列解析モデルの開発を試行した。

1973年から2012年までの40年間の労働災害死傷件数を説明する数理モデルを探索するなかで、適合度の高い労災予測数理モデルが死傷労働災害件数とどの程度合致するか可視化し、現在の労災データと予測数理モデルから今後の労災予測の可能性と限界を示した。

労災予測数理モデルの検証は、1973年～1992年、1993年～2012年、1973年～2012年の3つの時期を設定し、224指標(年単位) + 45指標(月単位)を予測変数、46労災関連指標をアウトカム変数として解析を行い、労働災害死傷件数の予測に貢献する可能性の高い指標の絞り込みを行った。続いて、絞り込んだ指標を複数用いた多変量からなる労災予測数理モデルを探索的に構築し適合度の検証を行った。

探索的解析の結果、外食産業市場規模推計、国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数の2変数の組み合わせを独立変数、年間労働災害死傷件数を従属変数とした予測モデルが、いずれの期間においても高い適合可能性を示した。

研究分担者：

榎原 毅(名古屋市立大学大学院医学研究科)
酒井 一博((公財)大原記念労働科学研究所)
池上 徹((公財)大原記念労働科学研究所)
余村 朋樹((公財)大原記念労働科学研究所)
石井まこと(大分大学経済学部経済学科)
庄司 直人(朝日大学保健医療学部)
湯淺 晶子(日本赤十字看護大学)

A. 研究目的

労働災害(労災)は長期的には減少しているが、小売・飲食業や保健衛生業などの第三次産業では増加傾向にある。第12次労働災害防止計画と、それに続く第13次労働災害防止計画においても、重点業種別の対策が提唱されているが、労働を取り巻く諸環境の要因(経済情勢、産業構造の変化、就業形態、自然・気象条件、産業技術革新等)が及ぼす影響について科学的根拠に基づく解析はほとんど行われておらず、行政政策評価に資する見が切望されている。

そこで、本研究ではマクロ経済学・金融工学等

で応用されている多変量時系列解析手法(Kariya, 1993)を用いて、経済情勢が業種別労働災害の発生に及ぼす影響を明らかにすることが最終目的である。

本研究は、5つの研究班によって検討された内容を相互に活用しながら進める形態をとっている。

数理モデル班では、主に時系列モデルに投入する主要アウトカム・要因の定義の設定と生成、解析プロトコル手順の確立と数理モデルの構築、そしてモデル適合度評価の実施を担っている。

経済情勢班では、マクロ経済学の知見を活かし、経済情勢に関する各種指標選定および動向分析、生産性、景気動向に関する各種経済指標・指標の選定などを行う。

労働経済班では、労働条件、業務内容、分業のあり方といった労務管理の変化に影響する指標の検討を行い、あわせて労働行政における労務管理の変化を認識・規制するプロセスについても検討する。以上をふまえ、多変量解析の指標選定およびトライアル解析を行い、課題を整理する。

労災分析班では、主に主要アウトカムとなる労

災指標について、利用可能な変数の検討を行う。また、労災指標の時系列データを作成する際の問題点と課題について整理する。

気象天災班では、気象や天災に関係する指標の収集を行い、利用可能な変数の検討を行うとともに、課題を整理する。

B. 方 法

1. 研究全体の進め方

3年間の研究期間において、18回の全体会合を開催した。まず、各研究班で調査した各種指標を持ち寄り、各指標の利用可能性についてブレーンストーミングを行った。各指標は データ期間、

データ密度(年単位・四半期単位・月単位など)

データの質(発行元や信頼性) データの利用可能性(入手先) データ加工の手間、 データ欠損の度合いの6側面で検証を行い、最終的に投入する変数の定義方法および優先度について議論を重ねた。

労災の基本データについて、厚生労働省労働基準局安全衛生部を通じ入手の手配を行った。それをもとに、データの再精査を行うとともに、多変量時系列解析モデルの開発を行うこととした。

集大成として、最終年度にシンポジウムを行い、行政、社会学や労働問題の専門家、安全衛生、産業心理学などの専門家と総合討議を行った。

なお本研究では、国が提供・公開している各種データ資源、統計法等、法令の規定に基づく調査データ(連結不可能匿名化後の統計データ)などオープンデータを主に扱うため、文部科学省・厚生労働省「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(平成26年12月22日)」は適用外である(個々の研究対象者からデータを収集することは行わない)。

2. 経済情勢に関する指標の収取と整理

まず、景気循環論における歴的理論構築の背景を整理、経済指標のサイクル性とトレンド影響についての計量経済学理論の背景を検討、経済情勢指標の通時的一貫性とトレンド影響の検討を行った。次に、それらの知見・課題項目から時系列モデルによる経済動向変動予測の可能性の検討を行った。

労災発生動向と関連する経済情勢を表す変数の採用可否の検討に関しては、まずは古典的な景気循環理論の枠組みを踏襲し、最長で50年間にわたる連続的な変数となり得る指標であるか、またその変数の存在の通時的連続性(年、月等、変数導出のインターバルの長短、公示の安定性、データ密度)の有無を最初のフィルターとした。すなわち、新指標の創出、旧指標の廃止や指標区分の変更など、時系列的に欠損が少なく、通時的に利用可能な変数候補を選択することが基本となる。

経済情勢を表す指標とは、つまるところ、需要・供給を構成軸とした、財の生産と資本の移動を示す数量的データであり、一般にヒト・モノ・カネの多寡がその趨勢を示すための単位要素となる。ここに労災発生動向を関連させるに当たっては、それら三者の相互作用に加え、それらがどのような状況であるのか、という時々刻々の環境要素を考慮する必要がある。その相互作用がもたらす労災発生に関連する要因としては、(1)規模の拡大(生産の拡大に伴う計画不良(生産管理) 人員増加)や(2)環境の変化(設備不良(老朽化、設備投資の不備) 管理不良(操作、時間的余裕) 自然災害影響、社会心理・経済心理影響) (3)労働者の質的变化(職能教育の不備、加齢による心身機能変化)が挙げられる。これらの要因を反映すると思われる数量的データをつぶさに精査し、数理モデル化のための変数選択の根拠となるロジックを構築した。

3. 労働経済に関する指標の収拾と整理

労働条件、業務内容、分業のあり方といった労務管理の変化に影響する指標の検討を行い、あわせて労働行政における労務管理の変化を認識・規制するプロセスについても検討する。以上をふまえ、多変量解析の指標選定およびトライアル解析を続けて、課題を整理した。労災データは業務起因性リスクが顕在化した「包摂モデル」に起因するデータである。これらと直接・間接に関連しつつも、明示化されない労災・労働安全衛生リスクに関連するデータを「排除モデル」に起因するデータとして検討を行い、指標の選定を行った。

経済情勢変化のうち、労働市場の流動化や所得状況の窮迫化がもたらすリスク、特にキャリア形成の不安定・不透明化が進むなかで、労災の傾向や労働安全衛生のリスクがいかに変化しているかを明示化できるよう、収集してきた膨大な統計データをモデル分析への当てはめを行い、結果から明らかになる労働経済上の変化と労災の関係性についての傾向を明示した。

また、労働経済上のモデル分析のみならず、労働経済以外の指標との関係性もふまえて、社会政策的観点から、説明変数にいかなる社会経済構造上の要因があるのかについての考察を行い、今後の労災統計や経済統計に求められる課題を抽出した。このなかで、雇用社会から「雇用によらない働き方」の増加についても専門自営業やフランチャイズ経営の成長なども検討を行った。自営業政策を進める韓国についてもデータを収集し、雇用社会の変化の影響について検討を行った。

4. 気象天災班に関する指標の収取と整理

気象と自然災害に関する指標の整理・収集を行った。その際、継続的にデータが収集できている

か、今後の継続性が認められるか、出典への信用度はあるかなどを基準にして絞り込みを行った。例えば、気温であっても、日単位、月単位で平均気温、最高気温、最低気温があり、そのどれを収集するかなど、検討を重ねた。気象や自然災害には、地域性があり、どの地域の情報を指標として扱うべきかを議論し整理した。

5. 労働災害に関する指標の収集と整理

労災指標の候補の収集は、職場のあんぜんサイト（厚生労働省）e-Stat（総務省統計局）中央労働災害防止協会といった公的機関、産業団体、各労働基準局等のwebや出版物を確認するとともに、一部電話による問合せを行った。必要な指標を収集し、利用可能な形式に整理した。合わせて、公開されている労災統計データの利用実態について、幾つかの業界団体に対してメール・電話で調査を試みた。

6. 数理モデルの開発

各指標の自己回帰性の有無、ホワイトノイズ解析、交差相関、自己相関分析によるモデル投入変数の検討、時系列特性（定常・非定常時系列、トレンド・ランダムウォーク性の解析）の観点から、採用する数理モデルの検証を進めた。時系列データの欠損値補完に状態空間時系列解析手法の採用が可能かどうかを検証するためにトライアル解析を行った。

トライアル解析の結果を踏まえ、状態空間モデルを用いた解析を進め、その都度、結果を全体会合で共有し、議論する中で、各指標を独立変数、労働災害死傷件数を従属変数とし、労働災害死傷件数の予測に貢献する可能性の高い指標の絞り込みを行った。続いて、絞り込んだ指標を複数用いた多変量からなる労災予測数理モデルを探索的に構築し適合度の検証を行った。

多変量時系列解析の状態空間モデルは、時系列を年単位、状態・観測誤差を対角行列、対数尤度の計算法を定常カルマンフィルタと拡散 De Jong カルマンフィルタに設定された。労災予測数理モデルの検証は、1973年～1992年、1993年～2012年、1973年～2012年の3つの時期を設定した。

C. 研究結果

1. 分析前のデータ整理

オープンデータの利用可能期間は1947年（昭和22年）～2017年（平成29年）の約70年の期間にまたがっているが、各変数により収集期間が異なるため、最大公約数的な期間を検討した結果、多くの経済系の指標は1973年以前は利用不可能であることから直近50年間程度が年単位データの利用可能な最大の範囲であることが分かった。また、天災・自然災害や象徴的な経済事象（リーマンシ

ヨックなど）など、経済動向の迅速な影響が反映される可能性も考えられるため、月単位の粒度を細かくした時系列変動解析についても行えるよう、月単位のデータセットの生成可能性についても検証を行った。月単位で利用可能なデータ利用可能期間は直近25年間程度と考えられた。以上より、暫定的に年単位データは1973～2012年前後の50年間、月単位データは1992～2012年の約20年間を対象データ期間とした。

また、各データについては利用不可能な年または期間が存在する変数もある。年単位データの解析可能期間と想定される1973～2012年のデータセットにおいて、完全データの変数（当該期間に欠損がない変数）は全変数の27%に過ぎなかった。また、同じ統計であっても出処が異なると当該年の統計値が異なるものも存在し、欠損値補完の処理方針（多重代入法、移動平均、変数変換処理など）についても研究組織メンバー内で適宜ディスカッションを行った。時系列データで何年未満の欠損をどのような統計手法で補完するのかについては更なる議論が必要であった。

討議を行う中で、「労働災害動向調査」の傾向自体、発生職種のカテゴリ変更や、事業所数に応じたサンプリング統計のため、相関傾向にはその分の「ゆらぎ」が大きく反映されるのではないかとの着想に至った。また全数報告である「労働者死傷病報告」を用いた傾向分析においても、発生職種のカテゴリ変更、職制・雇用環境の変化により「労災報告」に載らない層の傾向が反映されないことが判明し、いわゆる労災隠しによる国民健康保険利用への流出分を考慮するためには、国庫負担の「労働者災害補償保険申請」数などの統計が必要であるとの結論に至った。すなわち、職域、職制、非労災適用、労災適用事実（申請・給付）を示す非集約型データからの分析も必要であり、そのデータセットを作成するため、基本データについて、厚生労働省労働基準局安全衛生部を通じ入手し、修正・追加されたデータの再精査を行った。

最終的には、経済情勢班・労働経済班・労災分析班・気象天災班の各班が各指標の生成を行った224指標（年単位）+45指標（月単位）を予測変数、46労災関連指標をアウトカム変数として解析を行った。解析に際しては、状態空間モデルによる解析および従来型時系列解析の2パターンを採用した。

2. 経済情勢に関する指標の分析

2-1. 時系列的経済情勢把握の理論的背景

統計的（数量的）経済学における経済予測理論は、経済活動に関わる様々な指標の時系列データを元に、相互関連する要素に見出される循環的変動性を統計的解析により求め、発展を遂げてきた。

より単純には年次の季節変動による消費の変動や、そこでの生物成長に関わる第一次産業の収穫量（生産高）であり、古くは太陽黒点の増減周期と気候変動の関連から、穀物生産などの一次産業での経済影響が強く確認される事例において、その周期的循環を農業生産高の予測やその波及活動としての加工・流通・販売から投機にいたるまでの経済動向の予測に活用されてきた。

暦や自然現象以外にも、個人や社会の経済的活動自体がもたらす周期変動なども、いわゆる景気循環論と呼ばれる経験則として知られている。代表的なものとしては、4つ、キチン循環、ジュグラー循環、クズネット循環、コンドラチエフ循環、が挙げられる（表1）。

マクロ計量経済モデルにおいては、過去の景気変動を統計データの数理的方法の適用によって要約・整理し、将来にも基本的には過去の経験的事実が反復するという仮定の下に、要約・整理の結果を将来に延長、類推し、予測する、ことがその研究の主眼とされる。ここでいうところの「景気」とは、いまだ古典経済学の枠内での、自然現象に翻弄される中での合理的経済人らを構成員とした場合の需要と供給、市場と貿易に関する「財の生産」と「資本の移動（変容）」が数量的に表出した総合的な活性度の高低であるが、近代以降、社会政策や経済政策など、社会経済学的なアプローチから、いわゆる金融を媒介とした財政コントロール機関が強い経済主体として現れ、それらの動向・情報に対する市場心理が多様化・複雑化するにつれて、循環周期にも乱れが生じるようになってきた（表1「攪乱要因」）。

具体的には、近年、グローバル化やIT革命の進展により、受注・決済情報のオンライン化が進んだことで、サプライチェーン・マネジメントの精度が向上し、在庫調整は短期化、結果として在庫変動は不明瞭化しつつあるといった形で顕在化してきている。また、法的規制緩和による非正規雇用労働者層の台頭は、就労に必要な技能を属人化させる傾向を強め、人員整理の名の下に外部放出されたため、一時的には直接的な人件費や人材育成のための費用低減から財務会計上のゆとりを産み出したものの、終身雇用を慣例としていた日本の経営の基盤を崩すことで、自社企業内での技能

伝承を行う風土環境が弱まった結果、安易なM&Aによる企業統合が進み、企業寿命や世代交代の安定性を乱しつつある。

2-2. 経済指標のサイクル性とトレンド事象の影響

労災発生動向は、先述のようにヒト・モノ・カネ・環境の相互作用から考慮される要因として(1)規模の拡大（生産の拡大に伴う計画不良（生産管理）、人員増加）や(2)環境の変化（設備不良（老朽化、設備投資の不備）、管理不良（操作、時間的余裕）、自然災害影響、社会心理・経済心理影響）、(3)労働者の質的变化（職能教育の不備、加齢による心身機能変化）に左右されると考えられるが、古典経済学の枠組みで解釈可能なサイクル性を有するものは(1)規模の拡大と、(2)環境の変化の一部（自然災害影響）程度であり、それ以外は財政的な投資の多寡や金融処理が介在する社会政策影響など、人心とそれを巡る施策の動向（トレンド事象）に左右されるものが大半とみられる。

古くは産業革命時、急激な産業の勃興に伴い、労働需要も急拡大し、結果、過当競争の最中で労働安全衛生上の管理不備から労災発生件数の拡大を招いている。またわが国においても、高度経済成長の残照として、大規模プラントを筆頭とした労災事故の増加傾向が顕著であったのが、社会政策としての労働安全衛生法が整備・施行後しばらくして減少に転じていることなどは、単純な資本の拡大とそれに伴う規模の拡大がもたらす労災発生の増大傾向が古典経済学的であり、法制による是正・抑制といった、それを制御する社会的調整力がはたらくことの影響が明瞭であることなどは、近代経済学以降での経済情勢指標の捉え方において、各種の指標の変動自体が自己回帰的にそれ以降の動向を左右する影響を与えるという複合的な関連を有する点で、顕著な違いを有しているといえよう。

今日的な労災の発生動向を紐解くための数理モデルを構築するには、生産や資本の単純な変動量を捉えるだけでは不十分であり、人心の経済事象に対する関心を伺わせる社会経済的調整力の存在とその変化（経済循環の発生背景）をも考慮することが必要不可欠なのである。

表1. 古典経済学からの代表的な景気循環論とその乱れ

名称	提唱者名	周期の長さ	変動の主因	今日的な攪乱要因
キチン循環	ジョセフ・A・キチン	約40ヶ月の比較的短い周期の循環。短期波動	企業の在庫変動に起因	在庫周期の短期高速化
ジュグラー循環	J・クレメンス・ジュグラー	約10年の周期の循環。中期波動	企業の設備投資に起因	設備投資の不安定感
クズネット循環	サイモン・クズネット	約20年の周期の循環。	建設需要に起因 人口（世代）変化に起因	大規模事業の複合化
コンドラチエフ循環	ニコライ・ドミートリエヴィチ・コンドラチエフ	約50年の周期の循環。長期波動	技術革新 戦争（軍事開発）の存在	技術革新の高度分極化

2 - 3 . 経済情勢指標の通時的一貫性とトレンド影響

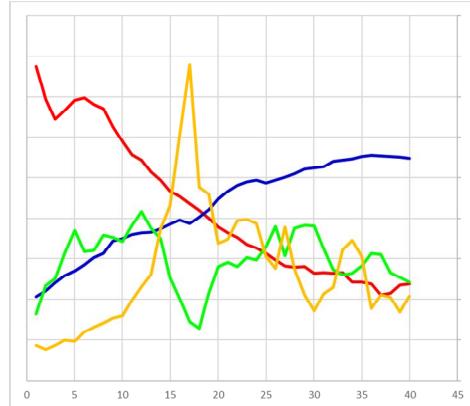
経済情勢を表す種々の統計データは枚挙に暇がない。こと財の生産に関する経済指標を例にしても、生産活動としてヒトが働く労働の現場が存在する産業であれば、生産量から生産設備投資規模、人的費用、までありとあらゆる生産領域の統計が存在する。そこには循環的変動性がありつつも、その求める方向性は常に増産・增收・増益・継続性という増進化を基本としたものである。その一方で、労災発生動向のような損益に関わる指標で求められる方向性は、無災害・減災・減少・抑止性といった縮減化こそが価値を有するものとされる。その意味で時系列的に変動するそれらの数量変化に期待されるベクトルは互いに逆向きである。

個別の経済情勢指標が、その生産活動において循環的変動性をもつことは、実際のところその指標自体の方向性以外の要素の影響を受けての結果であることは、先述の景気循環論に触れた際にみてきた通りである。

そこで指標の取捨選択を行う際に気を付けなければならないのが複合的な経済関連合成指標の問題である。GDP や景気動向指数、株式平均などは、不定期に指標構成要素の変更が行われる二次的加工統計指標であり、通時的な一貫性を欠く。このことはそのまま時系列での通時的解析に使用できないことを意味する。時代の変遷により産業の在り様も変わることからは、経済統計の管理不整備が政策・施策の立案上、恣意的に行われたとまでは断定できないが、いずれにせよ、通時的に安定したとりまとめルールに基づく、適正な一次統計指標を取捨選択する必要がある。

統計的経済学での理論展開も、時系列データを扱う上ではそうした指標自体の時間差データの中で自己相関性を捉え、その相関の安定的維持や乱れ（崩れ）の傾向を重要な契機として循環性や外部変動要因の探索を行い、予測の精度を高めるアプローチをとっている。指標の時系列データにおいて、自己相関性が高く維持される、という範囲においては、時系列的な増大・減少の方向性が明確であり、ブレていないことを意味し、それは現象的には市場規模の自然拡大・自然縮小、施策（法制・政策）による社会世論の固定的誘導といった外部要因の影響を考慮することとなる。逆に自己相関性に何らかの「乱れ（崩れ）」変動が起きる、という範囲では、循環性を有する外部要因、相互作用する強い刺激的な外部要因がはたらいたことを考慮せざるを得ない。

このような時系列データにおける自己相関性の性質を捉えることにより、本研究で目指すところの数理モデル構築において、労災発生動向との関連が密接な経済情勢指標を選択する際の評価基準



＜解説＞

図中の **赤** は労働安全衛生法施行直後、 **青** はバブル経済の崩壊時期に当たる。

企業倒産件数（緑）の推移をみると、長期的にはある種の周期感が伺える（サイクル性）と同時に、バブル崩壊時には前後で大きな反転が起きており、自己相関性の崩れ = イベントファクター（トレンド要因）が生じたことがみてとれる。

図1 . 過去40年間の労災件数（赤） 各種経済指標例（法人企業数（青） 企業倒産件数（緑） 日経平均株価（黄））

に活かすことができる。

2 - 4 . 各種変数の時系列的な自己相関性からみた影響要因の性質と偽相関の排除

個別の変数自体の時系列の中での変動方向性については上記のような手続きで峻別できるものの、複数変数間の相関性においては、統計学の教科書でもよく取り上げられる偽相関（擬似相関、見かけの相関、ナンセンスな相関）をいかに排除し、後々の精緻な因果関係の検証に向けた実証的研究アプローチに活かすための、「はじめの言葉」として確立することが重要である。そのためには各種時系列データに反映されている社会・経済現象を質的、かつ具体的に、実体科学的な分析視点をもって臨むことが求められる。

労災発生件数の増減に関する要因を定性的な視点でみていくと、労災発生動向は先述した時系列的な自己相関性において、労働安全衛生法（以降、安衛法）の施行以前は増加傾向、それ以降では減少傾向で高い相関性が維持されており、そこには何らかの外部要因がはたらき、傾向付けていることが伺える。それに対し、安衛法施行の前後近傍での相関性は低めに乱れており、安衛法施行とその労働現場への浸透が重要なイベントファクターとして、従来の方向性を搖るがす強い刺激を与えるだけの寄与をしたことがわかる（図1）。

これらの現象に解釈を試みると、安衛法施行以前は高度経済成長の残照もあり、経済活動規模が拡大する状況下にも関わらず、適切な労働安全衛生対策を執る意識や体制が醸成されていなかったため、労災発生件数も増加の一途を辿っていたの

が、安衛法の施行を機に、一気に減災を常に意識した施策・活動を執り行うことが常態化し、労災発生を忌避する風潮が社会規範としても定着してきた結果、長期的には労災発生を減少させ続けていると読み解くことができよう。

とは言え、短期・突発的、業態別や罹災者の年齢別、事故種別など、発生労災件数の細かな内訳ごとの傾向には、一部に上昇や停滞などの強い傾向が認められることもあり、総数としての労災発生動向については強い社会的合意があつても、産業種別やその罹災内容の詳細においては、個別特有の外部要因がはたらいて、そうした擾乱が起きる場合もある。

3. 労働経済に関する指標の分析

3-1. 労働市場変化よりも消費や企業収益の影響

労災・労働安全衛生に関する労働経済指標について検討を加えた長期統計として把握可能な労働経済関係 41 指標を労働経済関係統計として指定した。これらの労働経済の変化を示すデータについて、労災リスクを引き起こす可能性ごとに、6 つの区分に振り分けた。雇用形態（キャリア形成が見通せない、スキルが向上しないリスク）労働移動（移動せざるをえないリスク）賃金・家計水準（生活水準が維持できないリスク）生活保障（社会保険・各種手当が受けられないリスク）

職務負担増（仕事を休めないリスク）企業財務状況（経営環境変動のリスク）の 6 区分とした。

以上の 6 区分～の労働経済統計と労災の関係について、「労働者死傷病報告」との関係性をみると、に該当すると考えられる「労働力人口（性別）」「欠員率」、同様に の「完全失業率」「完全失業者数」「有効求人倍率」「労働異動率」の「産業計労働時間」といった統計データは労災の発生を説明するデータとしては弱いことが明らかになった。

一方、の賃金や生活水準に関連するデータである「外食産業市場規模」「家計消費支出」「家計教育費」、の雇用保障や社会保障に関連する「労働組合数」「労災保険適用労働者数」や、の景気動向に関連する「企業倒産件数」「日経平均株価」といったデータは労災発生を説明するデータであることが明らかになった。

といった労働市場の変化を示すデータよりも、といった消費活動や景気動向といった労働市場に外部から影響を与えるデータと労災発生状況は関係している。

以上のように、労働市場に外部から影響を与えるデータに加えて、制度的な要因である労災認定基準やメリット制の制度設計による労災保険財政の変化といった制度的要因とは強い関係性がある

と考えられ、7 番目のリスク指標として挙げることができる。ただし、これらを示す時系列的統計データを指定することはできなかった。

3-2. 労災申請における認定・非認定・未申請

これまでの経済統計と労災統計の関係性について、一定の傾向が明らかになった。しかしながら、上述の 7 番目のリスク指標を組み込んだモデルを構築する必要がある。しかし、定量的な分析は以下の点で困難である。

第 1 に、認定審査の基準は、現在起きている労働環境変化が激しく、そのリスク分析に十分追いつくことは困難であり、一定の申請者のみの救済に留まっている。ここに、申請非認定の分析を行う必要があるが、これからの課題である。

第 2 に、労災申請に関して、事業主による事故を届け出ない一般的な「労災隠し」に加えて、間接的雇用や請負的な形のため、労働者性が曖昧化してしまうため労災が隠れてしまうことがみられる。ここに一定の未申請労災の存在がみられる。裁量労働性労働者はいうまでもなく、学生アルバイト、コンビニオーナー、クラウドワーカーといった部分は、拘束されつつも労働者性が希薄化している可能性が高い。こうした労働者性が曖昧化している職種に対しては、労働安全衛生マネジメント ISO45001 がオーナーもアルバイト等の労働者も「ワーカー」として一括りにしていることから、労働者の範囲についてもより包括的に考えていく方向性で検討していく必要がある。その上で、職業病・労働者災害に関する教育啓蒙・研究を行い、労災予防の枠組みに包摂するためにも職業病も含めた安全衛生上の点検が必要である。

一方、労災未申請には、特に今日の「アンダークラス」（橋本健二（2018）『アンダークラス』筑摩書房）のような生活困難階層があつてはまる可能性が高いと考えられる。学歴が低く、低い労働条件を受け入れざるをえないなかで、就労を通して健康や生命の危機に脅かされる階層が指摘されている。これら階層は今日の日本における社会経済構造が生み出した構造的な階層ととらえると、これを防ぐための「ワーカルール」が労災予防の観点からも必要と考えられる。

3-3. 労災データ分析に関する国際比較

本研究の国際的な位置づけを明らかにするために、昨年度は EU の労働安全衛生推進を行っているスペイン・ビルバオに本拠地を持つ EU-OSHA (EU 労働安全衛生機関) およびオランダ・アムステルダムの IISH (王立国際社会史研究所) で調査を行った。

特に EU - OSHA の ESENER 調査は EU の企業現場で起きている労働環境の変化を国際比較できる指標が開発されており、定期的に大掛かりな調査が行

われている。図2のように、「時間制約」や「職場のコミュニケーション」が労働安全衛生に与える影響を分析することを可能にしていることが分かる。

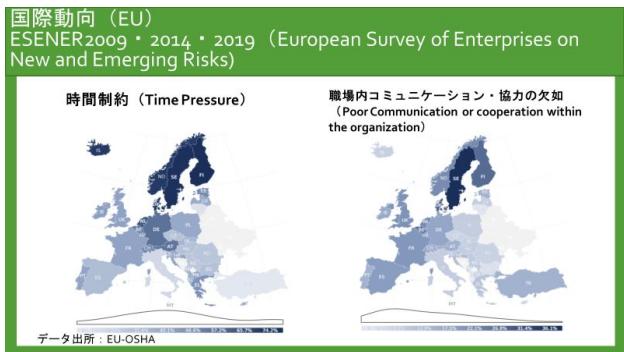


図2：EUにおける労働安全衛生の国際比較

4. 気象天災に関する指標の分析

4-1. 気象天災に関する指標収集の整理

初期段階の検討では、日平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量日合計、10分間の降水量の日最大、1時間の降水量の日最大、日照時間、日合計全天日射量、日最深積雪、降雪量の日合計、日平均風速、日最大風速(風向)、日最大瞬間風速(風向)、日最多風向、日平均蒸気圧、日平均相対湿度、日最小相対湿度、日平均現地気圧、日平均海面気圧、日最低海面気圧、日平均雲量、天気概況(昼：06時～18時)、天気概況(夜：18時～翌日06時)、台風発生数、台風接近数、台風上陸数、震度・震度観測点、火山性地震・孤立型微動の回数、噴煙の高さ、火山性微動の振幅、活動経過グラフ、噴火警報・予報、砂災害警戒情報、不快指数、星空指数、竜巻注意情報、竜巻等突風事例、水害被害、指定河川洪水予報、日本近海の海面水温、日本近海の表層水温、波浪、毎時潮位、毎時潮位偏差、満潮・干潮、日の出時刻、日の入時刻、水道凍結指数、雷平年値の総計49指標を分析する指標候補として、開始年、終了年、単位(年、月)、規模(全国区か一部地域か)、データ発行元、入手方法、入手にかかる費用について、リスト化を行った。

4-2. 気象天災に関する指標収集の課題と対応

議論の結果、主に「東京」と「大阪」の気象データを収集することにし、月別および年別で、気温、降水、日照、積雪/降雪、風、湿度/気圧、雲量/天気に関する主な指標を引き続き整理する方針を決めて、そのデータ整理を行った。

また、大地震、被害が甚大な台風、水害等については、東京、大阪、名古屋、福岡、仙台、札幌、広島の各地域の情報を指標化することとした。大地震は、震度5弱を基準に、日本および近隣にて発生した地震について直近50年分を調査した。被害が甚大な台風、水害等については、気象庁が命

名した台風の事例および死者・行方不明者数が100名以上の風水害・雪害の事例、被害を総合的にみて規模の大きなもの、社会的な関心・影響が高いものを中心に収集し、そのデータを整理した。

最終的に、数理モデルに投入する指標を以下のとおりまとめた。

年単位では、東京の平均気温()、大阪の平均気温()、東京の日最低気温の月平均値()、大阪の日最低気温の月平均値()、東京の日最高気温の月平均値()、大阪の日最高気温の月平均値()、東京の平均湿度()、大阪の平均湿度()、東京の日照時間(時間)、大阪の日照時間(時間)、東京の平均風速(m/s)、大阪の平均風速(m/s)、東京の平均現地気圧(hPa)、大阪の平均現地気圧(hPa)、東京の降水量の合計(mm)、大阪の降水量の合計(mm)、東京の雲量の月平均値(十分比)、大阪の雲量の月平均値(十分比)、札幌市の震度5弱以上(回)、東京都の震度5弱以上(回)、東京都の震度5弱以上(回)、名古屋市の震度5弱以上(回)、大阪市の震度5弱以上(回)、広島市の震度5弱以上(回)、福岡市の震度5弱以上(回)、日本で100人以上の死者・負傷者が発生した地震・津波(回)、日本で人的被害を被った地震(回)、日本で災害をもたらした気象事例(回)の計28項目であった。月単位では、東京の平均気温()、大阪の平均気温()、東京の最低気温()、大阪の最低気温()、東京の最高気温()、大阪の最高気温()、東京の平均湿度()、大阪の平均湿度()、東京の最小相対湿度(%)、大阪の最小相対湿度(%)、東京の平均現地気圧(hPa)、大阪の平均現地気圧(hPa)、東京の日照時間(時間)、大阪の日照時間(時間)、東京の平均風速(m/s)、大阪の平均風速(m/s)、東京の日最大風速30m/s以上日数(日)、大阪の日最大風速30m/s以上日数(日)、東京の降水量の合計(mm)、大阪の降水量の合計(mm)、東京の日降水量の最大(mm)、大阪の日降水量の最大(mm)、東京の平均雲量(10分比)、大阪の平均雲量(10分比)、東京の霧日数(日)、大阪の霧日数(日)、東京の雪日数(日)、大阪の雪日数(日)、東京の雷日数(日)、大阪の雷日数(日)、東京の最深積雪(cm)、大阪の最深積雪(cm)、東京の降雪量合計(cm)、大阪の降雪量合計(cm)、東京の降雪量日合計最大(cm)、大阪の降雪量日合計最大(cm)、札幌市の震度5弱以上(回)、仙台市の震度5弱以上(回)、東京都の震度5弱以上(回)、名古屋市の震度5弱以上(回)、大阪市の震度5弱以上(回)、広島市の震度5弱以上(回)、福岡市の震度5弱以上(回)、日本の100人以上の死者・負傷者が発生した地震・津波(回)、日本の災害をもたらした気象事例(回)の計45項目であった。

5. 労働災害に関する指標の分析

5-1. 収集が望ましいとされた労災指標

全体会合における討議では、労災関連指標について様々な検討が行われた。例えば、業種によって影響を受けた要因に大きな差があることが推察されるため、業種毎に分析することが求められた。そこで、まずは古くから存在する製造業、建設業、陸運貨物業、加えて就労人口の増加が目立つ第3次産業のデータを整理することになった。また、労災は安全と健康の両面があることや、産業が変化すると業種の中身は変わってしまうことから、業種のみならず職種で分類することの必要性が指摘された。

また、経済指標との分析を念頭に、1972～1987年の労災データは年単位、1990年頃以降の労災データは年単位に加えて月単位での収集を目指すこと、さらに、より深い分析のため、各指標間の関連が分かる形式でのデータ収集、整理を試みることを確認した。

このような討議の結果、アウトカム指標として以下のものを収集することが望ましいとなった。

- (1) 被害の数、大きさを示すもの：死亡災害発生件数、死傷災害発生件数、重大災害件数、休業4日以上、労災度数率、労災強度率、心疾患者数
- (2) どのような仕事かを示すもの：業種別（特に製造、建設、陸運貨物、第3次産業）、職種別
- (3) 被災者の属性を示すもの：性別、年齢、勤続年数
- (4) 所属会社の規模や働き方を示すもの：労働者数、延べ実労働時間、賃金、雇用形態
- (5) 発生場所を示すもの：地域別（都道府県）
- (6) 発生時を示すもの：年、月（1990年以降）
- (7) その他：労災申請件数、労災給付件数

5-2. 収集された労災指標

まず、web、出版物から、死亡災害発生件数（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、死傷災害発生件数（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、労災度数率（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、労災強度率（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、休業4日以上（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、重大災害件数（総計、製造、建設、陸上貨物運送事業、第3次産業）、脳・心臓疾患労災認定数、精神障害疾患労災認定数の各指標について収集・整理した。

但し、死亡災害件数と死傷災害件数以外は概ね昭和63年（1988年）頃以降のデータしか得られなかった。また、陸上貨物運送事業に関しては平成11年以降のデータであったり、指標によっては道路貨物運送業というカテゴリになっていたりするなど、同じ期間、同じ分類で整理出来なかった箇所もあった。

その他、死亡災害発生件数については都道府県（局）別、事故型別のデータが、死傷災害発生件

数については都道府県（局）別、事故型別、規模別、起因物別、年齢階級別のデータが昭和63年分から取得出来ることを確認した。また、外国人労働者の死傷災害発生数（平成16年以降）などについてもデータが存在することを確かめた。

5-3. 労災指標の集計前データの提供と整理

webや出版物のみでは必要なデータの収集が非常に困難であることから、2017年度の全体会合での検討に基づき、厚生労働省に対し、1953年以降の死亡災害発生件数、死傷災害発生件数、重大災害件数、脳・心臓疾患労災認定数、精神障害疾患労災認定数、労働者災害補償保険労働災害統計（給付）、労働者災害補償保険労働災害統計（申請）について、既に集計されたデータではなく、業種、都道府県、性別、賃金、雇用形態、年齢、勤続年数などが分かる形式での提供を求めた。併せて、労災度数率、労災強度率、年千人率についても、業種、労働者数、延べ実労働時間、所在地等が分かるデータを求めた。

その結果、厚生労働省の協力を得ることが出来、労災保険給付申請された災害の発生状況を整理した資料のうち、電子化されている1999～2016年のデータを取得した。各災害データは発生年月、業種、地域、性別、年齢、経験期間、死亡/休業ならびに期間、事故の型、外国人国籍等の匿名化された情報で構成されていた。

一方、求めていた被災者の賃金に関する情報は項目としては取得されていないことが確認された。また、派遣などの雇用形態に関しては、ここ数年のデータしか取得されておらず、さらに重大災害件数については取得が停止されたため、それぞれデータが得られなかった。

提供を受けた労災データ（労災保険給付申請件数）は、死亡災害発生件数、休業4日以上発生件数、休業4日未満災害件数のそれぞれについて、性別、年齢、経験期間、業種の各属性によって、1999年から2016年の年月毎に整理された。

5-4. 労災統計データの利用状況

今回協力を得た業界団体の範囲では、団体内で独自に労災データを収集している例は少なく、多くは厚生労働省もしくは中央労働災害防止協会から提供されている統計データを利用していた。また、当該年度の発生状況を確認し、次年度の団体における活動方針の決定に際して参考にするというケースがほとんどであり、中長期的な検討や、労災の発生に影響を与えている要因を統計的に分析している例は見当たらなかった。

6. 得られた数理モデル

最終的に分析に用いたのは経済指標、天候指標、消費・医療・教育に関する指標に加え、ジェンダ

表2 状態空間モデルを用いた解析結果

状態空間モデル (State-space model)		同時方程式の 3段階推定法 (Three-stage least-squares regression)	マルコフ スイッチング回帰 (Markov-switching dynamic regression)
Factor1:外食産業市場 Factor 2:国内定期航空 便	独立変数 独立変数 (三段階最小二乗法)	独立変数 (三段階最小二乗法)	非スイッチング変数
1975-2012	Likelihood=-434.33 Factor 1 Coef. = -.21 (95%CI=-.44 -.01) Factor 2 Coef.=-2.92 (95%CI=-3.47 -2.38)	R ² =.92 Coef.1= -.21 (95%CI=-.44 .01) Coef.2=-2.92 (95%CI=-3.47 -2.38)	Likelihood=-419.66 AIC=22.46 Coef.1= -.24 (95%CI=-.37 -.11) Coef.2=-3.21 (95%CI=-3.56 -2.85)
1975-1992	Likelihood=-197.44 Coef.1=-1.38 (95%CI-1.83 -.93) Coef.2=2.25 (95%CI=.20 4.30)	R ² =.93 Coef.1=-1.38 (95%CI-1.83 -.93) Coef.2=2.25 (95%CI=.20 4.30)	Likelihood=-192.45 AIC=22.16 Coef.1=-.87 (95%CI-1.26 -.48) Coef.2=.51 (95%CI=-1.15 2.17)
1993-2012	Likelihood=-206.34 Coef.1=.87 (95%CI=.70 1.05) Coef.2=-.87 (95%CI=-1.32 -.43)	R ² =.89 Coef.1=.87 (95%CI=.70 1.05) Coef.2=-.87 (95%CI=-1.32 -.43)	Likelihood=-198.49 AIC=20.55 Coef.1=.87 (95%CI=.79 .95) Coef.2=-1.14 (95%CI=-1.34 -.93)

状態空間モデル：予測モデルの妥当性 (Likelihood 尤度関数の値が大きいほど当てはまりがよい)

Coef：決定係数の値（多変量モデルでの）で信頼区間が0をまたがないものが変数として寄与。

* 様々な変数の組みあわせを総当たり的に調べてみると、外食産業市場 + 国内定期航空便の2変量を使って予測するモデルがもっとも当てはまりが良い結果となった。

* R²は観測されているデータの当てはまりで予測は含まない（過去のデータ・観測可能なデータでの当てはまり）

* 状態空間・マルコフ回帰：観測不能なものも含めた当てはまりで、AICは小さい方がよい。

状態空間モデルとマルコフスイッチング回帰は観測不可能な値を予測

マルコフスイッチング回帰は情報量基準を示す

3段階推定法は観測した値から回帰直線を示す

一ギャップ指数など社会成熟指標であった。

欠損値データの補完について、状態空間時系列解析によりモデル推定が行えるかどうかを検証した。

状態空間モデルは潜在変数（未観測変数）も扱えること、観測時系列データのシステムノイズと観測ノイズをそれぞれ分離できることから、経済情勢が業種別労働災害の発生に及ぼす影響をモデル

化する際の利用可能性が示唆された。しかしながら、投入する変数自体に内在する各種バイアスや指標定義の変遷など、事前調整する要因が多いことが明らかになり、状態空間モデルによる単変量解析の結果を参照しながら慎重に数理モデルに使用する変数が絞り込まれた。

単変量の状態空間モデルによる解析から、代表的な経済指標である国内総生産、日経平均株価などが労災の予測変数として一定の説明力を持つことが分かった。加えて、法人企業の純資産、人件費、製造業役員数、製造業付加価値、製造業人件費、保険給付支払金額、製造業法人企業数、企業倒産件数、組合数などの主要な経済指標に加え、大阪の降雨量や東京の日照時間などの天候指標、消費支出が労働災害死傷件数を予測する一定の説明力を持つことが示された。

その後、多変量の状態空間モデルによる解析を行い、労働災害死傷件数を予測するために最適な指標の組み合わせを探索的に決定した。探索的解析に用いられた経済指標は、製造業付加価値、製造業人件費、保険給付支払金額、製造業法人企業数、外食産業市場規模推計、全国企業倒産状況件数、組合数、日経平均株価 225 種年未終値、国際線旅客数定期便、国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数であった。探索的解析の結果、外食産業市場規模推計、国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数の 2 变数の組み合わせを独立変数、年間労働災害死傷件数を従属変数とした予測モデルが、いずれの期間においても高い適合可能性を示した（表 2）。外食・航空便が増えると労災が減る（負の係数）関係性が認められた。労働時間が減ることで外食の頻度が増えている可能性もあるが、因果関係は不明である。また、尤度の絶対値が大きい 40 年データを使う方が予測の当てはまりが良いが、基準年が変更になる指標もあることから、どの区間を用いるべきかは慎重な検討が必要である。いずれの発展系のモデルにおいても、解析対象年の区分の違いによらずほぼ同じ決定係数が示されていることから、モデルの安定性はあると考えられる。

D. 考 察

1. 主要な結果のまとめ

外食産業市場規模推計、国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数を独立変数として、従来型の VAR モデルによる予測結果で短期予測をした結果では、死傷災害件数（人）のデータのみを用いる自己回帰モデルよりもより適切な予測に寄与する可能性が示唆された。また、同モデルを用いて 2050 年までの長期の推移の予測を試みた結果、現状と同じ要因の作用が続くという前提で考えれば労災件数は横ばい傾向になることが示された。

2. 経済情勢に関する指標分析の考察

産業構造の多様化と複合化は、経済指標における予測変数の増大をもたらし、乱立する予測的研究は恣意的に選ばれた変数による限定的な予測を提示するだけのモデルの乱立を招いた。ありとあらゆる変数の組合せを試行し、相関係数を無反省



図 3 状態空間モデルによる死傷災害増分予測

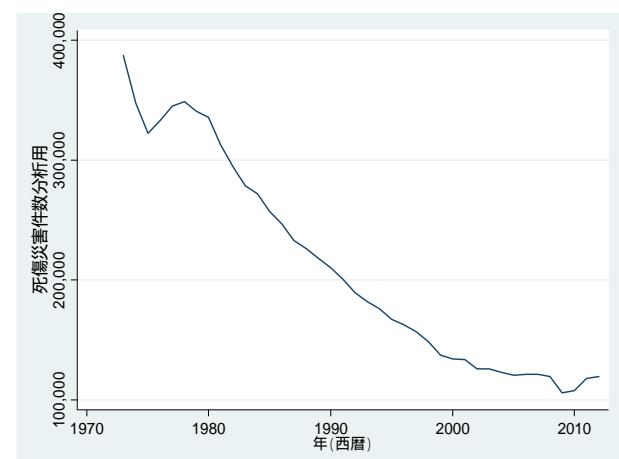


図 4 死傷災害件数

に計算してその都度、解釈を付与していくだけのアプローチには限界がある。今日的には、サイクル要因とトレンド要因を分離することが数理的に不可能であることから、詳細な理由（変数の寄与の変動や新規変数の登場）はさておき、多変量の相互作用の結果である「状態」を数理的に定義し、その「状態」の時系列的継続性から類推・モデル化の精度を高めるといった、時系列状態空間モデルに基づく解析手法が注目される。実際、本研究では、厳選した変数群に対して試行し、労働災害発生件数の将来予測値のシミュレートを行った。精度の評価や実践的解釈として、労働災害発生に因果関係をもたらす影響力を有した変数の特定には未だ至らなかったものの、従来の場当たり的なマクロ経済計量モデルよりは、今後の可能性に対する見通しが得られたものと考える。

3. 労働経済に関する指標分析の考察

3 - 1. 労働市場変化と労災データ

今回の統計分析において、労働市場の変化を示す労働力人口、有効求人倍率、労働時間、失業率といったデータよりも、消費活動や企業活動を示

すデータの方が労災データとの当てはまりがよかつた。さらに労働経済指以外において、家計教育費、外食産業市場規模、婚姻・離婚数といった生活構造の変化と労災データの関係性があることが分かった。これは、結果としての労災の原因が労働市場には現れず、生活の変化のなかに隠されていることを示している。

これまで説明してきた労災として認定されて改善されている範囲と、労災予防の教育や実践が行われている（包摶されている）職場がある一方、調査が十分でなく、産業・労働市場構造あるいは労働者意識の変化に対応できていないことにより、労災の予防につながらない労働現場があり、これらを労災の予防が行き届かない（排除されている）領域とした。

下記の図5で示されるように、労災予防のワークルールが一定程度広がるとともに、そうでない領域も同時に広がっている。

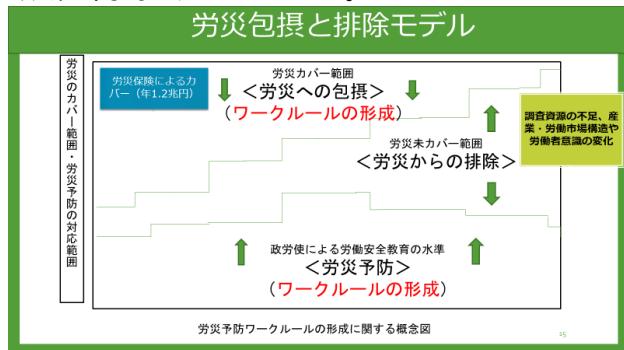


図5 労災の包摶・排除モデル

3-2. 労災減少傾向と調査の関係

労災の発生件数は1972年の労働安全衛生法施行以降、急速に低下し現在はやや横ばい傾向である。労災データを説明する要因として生活構造の変化をみていく必要を指摘した。これらのこととは経済社会の変化に加えて、図6に示したように、労災における問題・リスクに関する調査活動が行われにくい負のスパイラルが動いていることが危惧される。先の生活構造の変化と労災がなぜつながりを持っているのかを明らかにするためには、調査活動が必要である。しかしながら、労働現場では問題が顕在化しないことにより、問題・リスクが認識されず、労災予防につながる調査が行われない状態が続いていることが考えられる。

この点についてはEuropean Agency(2013), *New risks and trends in the safety and health of women at work*においても女性の労災が少ない理由として指摘されている（石井 2018:37）。

日本の労災統計は公表されているデータでは性別分析ができない。非公開である業務統計で労災死傷者数の発生傾向をみると、男性は女性の1.9倍（2016年）も発生しており（石井 2018:43）女性に労災が少ない傾向にある。女性に労災が少

ない理由としては、労災認定や予防措置において、女性が男性よりも排除されている可能性は否定し難い。

また、自営業就労者は減少傾向にあるが、新たな専門自営業者（仲修平（2018）『岐路に立つ自営業』勁草書房）が増加している。これら専門自営業者は企業活動のアウトソーシング化の流れとも一致しており、雇用労働が置き換わっていく側面もあり、これら自営業就労を雇用労働との関連で、いかに位置付けるのかは労災研究にとっても新たな課題である。

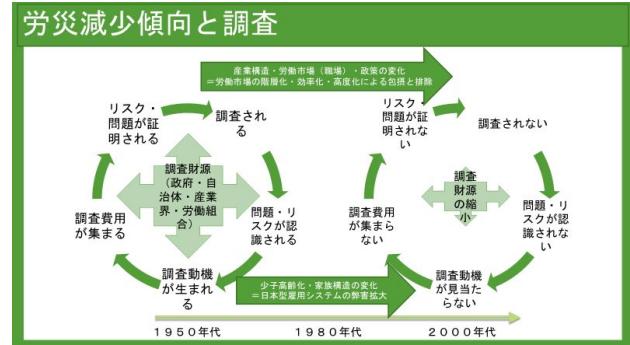


図6 労災減少傾向と調査の欠如

3-3. 労災に関する「氷山モデル」

労災データは、労災として顕在化したデータであり、労災隠しや労働者が労働者性に無自覚である未申請者が増えつつあると推測できることを指摘した。こうした潜在的な労災被災者や、認定条件により労災から外される事例も存在している。

公表されている精神障害の労災申請でみると、2017年度で申請件数が1732件、認定が506件（前年度の分も含む）であり、約3:1と絞り込まれている。認定された事例については、労災予防のワークルールが形成される契機になるが、認定されていない事例には、その契機が働かないままになる。また、その裾野には労災の可能性が考えられる未申請者が広がっている。図7は以上のことを説明および図示したものである。



図7：労災認定とワークルール

労災として顕在化しないためには労災予防のワークルールが生成しない領域に対して、我々の研

究成果を活かすことは難しい。しかしながら、これまでの考察をふまえて、労災の予防が行き届かない(排除されやすい)労働について、図8の「氷山モデル」として表現することが可能である。

氷山の水面上には認定労災があり、死傷と疾病が存在する。この認定部分については、今回の研究成果から、労働市場の結果を受けて、消費構造や企業の収益構造に影響していることが示されていましたが、その境界下にある労災非認定や未申請については、経済情勢との関係についてのデータを得ることは困難である。また、これら境界は産業・経済情勢・人口・労働者意識により変化していくものであり、この「氷山モデル」でみれば、労災として認識されずに排除され、労災は減少しつつも、新たな形の労災に対応することが難しいままの状態で放置されやすい。

その身近な事例としては、非正規雇用者は職場内の労使関係上弱い権力関係にあることが多く、未申請が増加していることが推測される。あわせて、認定されているデータにも問題があり、認定者の労働条件のデータが極めて少なく、雇用形態の変化や、労働条件の変化を認定事例について分析することはできない。このことにより、労災予防のワークルールの発展にもマイナスの影響を与えていく可能性は否定できない。

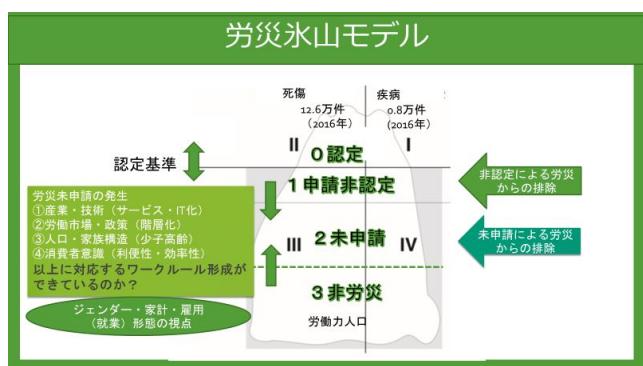


図8：労災と氷山モデル

4. 気象天災に関する指標分析の考察

気象や自然災害に関する指標は、本研究が求め指標の中では、データを収集している公的機関のwebサイト等から比較的、良質かつ安定的に得られる指標である反面、結果でも示したように、非常に種類が多岐に渡ること、単位も、日にち単位、時間単位のものまで存在すること、地域性が強いことなどから、膨大になりやすく、ある程度の仮説をもって収集ならびに分析に用いる選択を行わなければならないことがわかった。

本研究では、地域に関しては、労働人口との関連から、大都市圏に影響したものを中心に収集したが、製造業の工場や建設作業現場などは、地方にも多く、こうした作業への影響を考えると、さらに検討が必要な部分があることは否めない。例

えば、2017年2月の福井豪雪のように、一度の大雪によって、交通麻痺が発生し、多くの車両が何日にもわたって身動きができなくなるような事態に至るケースもある。このようなことが起こると、車両事故という労災のみならず、経済的損失も多様な業種で発生し、これらをリカバリーするためには無理が生じることが十分考えられる。また、気象や自然災害の発生の状況と労働災害との関係性やメカニズムを、他の背景・因子を考慮した上で見いだすには、労働災害が発生した地域、業種、作業等に分類して着目し、労働災害発生までの経過を事例ごとに丁寧にみていく必要性も示唆された。気象や自然災害は、労働災害に対し直接的だけでなく間接的に起因・誘発することも考えられるため、発生までの経過を質的に分析して整理した上で量的な分析を試みることにより、労働災害の発生を予測する数理モデルの構築につながると考える。

5. 労働災害に関する指標分析の考察

5-1. 労災指標の整理・作成

アウトカム指標として必要な労災指標について随時討議を行いつつ、最終的に以下の指標に関するデータを分析に用いることが出来る形式で作成した。

まず、年単位データ(認定件数)として、死傷災害件数(人)、死亡災害件数(人)、休業4日以上、労災度数率、労災強度率のそれぞれについて、全体、業種(製造業、建設業、陸上貨物運送事業、第3次産業)の各属性で整理・作成した。

また、重大災害件数(件)、脳・心臓疾患、精神障害についても全体でのデータを整理した。

続いて、年・年月単位データ(申請件数)、死亡災害発生件数、休業4日以上発生件数、休業4日未満発生件数のそれぞれについて、全体、性別、年齢、経験年数、業種(製造業、建設業、陸上貨物運送事業、第3次産業)の各属性で整理・作成した。

5-2. 労災データに関する諸課題

本研究で労災データを収集し、時系列データとして整理する際、多くの労力と時間を要した。その要因や、作業を通じて検討した労災データに関する諸課題は、今後労災データの活用を促進するために重要であると思われる所以、以下にまとめておく。

(1) web・出版物で提供されている労災データに関する課題

現在のwebや出版物で提供されている労災データは、年度毎の整理が主であり時系列形式でのデータ提供がなされていない、各指標が整理して提供されていない、紙資料をスキャニングした画像データのみのものがあり数字の判読が困難、エク

セルデータであっても印刷を前提としたレイアウトでの提供となっており2次利用がし難いなどの課題が見られた。国が集約してきた労災データが、これまで中長期間に渡る統計的分析・評価に活用されてこなかった様子が伺える。

(2) 集計前データに関する課題

一方、2017年の秋に厚生労働省の協力により、労災保険給付申請された災害の発生状況を整理した資料の一部を得ることが出来た。これは前述の通り1999~2016年に限られたデータではあるものの、性別、年齢、発生月などの情報が含まれており、本研究への貢献は非常に大きい。但し、質的データが大量に含まれていることもあり一括した分析は出来ず、多変量解析を行うためのデータセットを作成するためには多くの作業時間を要した。

また、被災者情報には、労働が不可能である年齢のデータも少なからず含まれていた。また、経験期間については、年齢よりも長い年数となっているケースが多く見られた。

労災データは、労災が発生した産業組織での記入(申請)に始まり、担当の労働基準局を経て、中央で集約される。本研究ではさらに研究分担者らへと伝達されている。今回、どの段階で発生したエラーであるかは不明であるが、例えば未記入箇所のデータ取り扱い方法に問題がある可能性も考えられる。そのため、データの信頼性の確認や、データのクリーニングを慎重に行う必要がある。

(3) 労災データに共通する課題

労災データの提供方法に依らず、共通する課題として、産業分類定義が時折変更されることで時系列分析がし難いこと(時代とともに業種の中身が変化するのはやむを得ない)労働条件や雇用形態等の属性までは不明であること(調査項目に無い)度数率や強度率は抽出調査であることが挙げられる。

(4) 労災データに関する根本的課題

そもそも統計データとして扱われていない労災も存在している。一般に広く公開されている労災データは、厚生労働行政下の労災保険の給付申請が行われ、かつ認定された実績に基づくものであるが、その認定基準は社会とともに変化する。

また、当然のことであるが、申請されていない労災は申請データにも含まれていない。例えば、労災保険に加入しているが労災保険給付が未申請の労災もあると推察される。意図的な所謂労災隠しや、労災保険給付に関する知識不足によるものがこれにあたる。これらは社会における安全や健康、仕事・組織に関する考え方の変化にも影響されるであろう。

さらに、労災保険に加入していない労働者にお

ける労災の存在がある。個人事業主や、国家公務員、地方公務員(正規・非正規)などがこれにあたる。指定管理者制度などによって公務災害から労災へと切り替えられたものもある。

以上、労災データに関する諸課題を挙げたが、労災統計データの分析および考察に際しては、アウトカム指標に纏わるこれらの点についても念頭に置いておく必要がある。

5-3. 労災データに関する今後の期待

まず、労災データの作成・収集方法やその実態を調査によって把握し、現有の課題を明確にすることが求められる。その結果に基づき、作成・収集のより良い方法を提案する。これにより、労災データの信頼性が高められると同時に、労災が発生した産業現場や、労災データを収集する機関を支援することが可能となる。

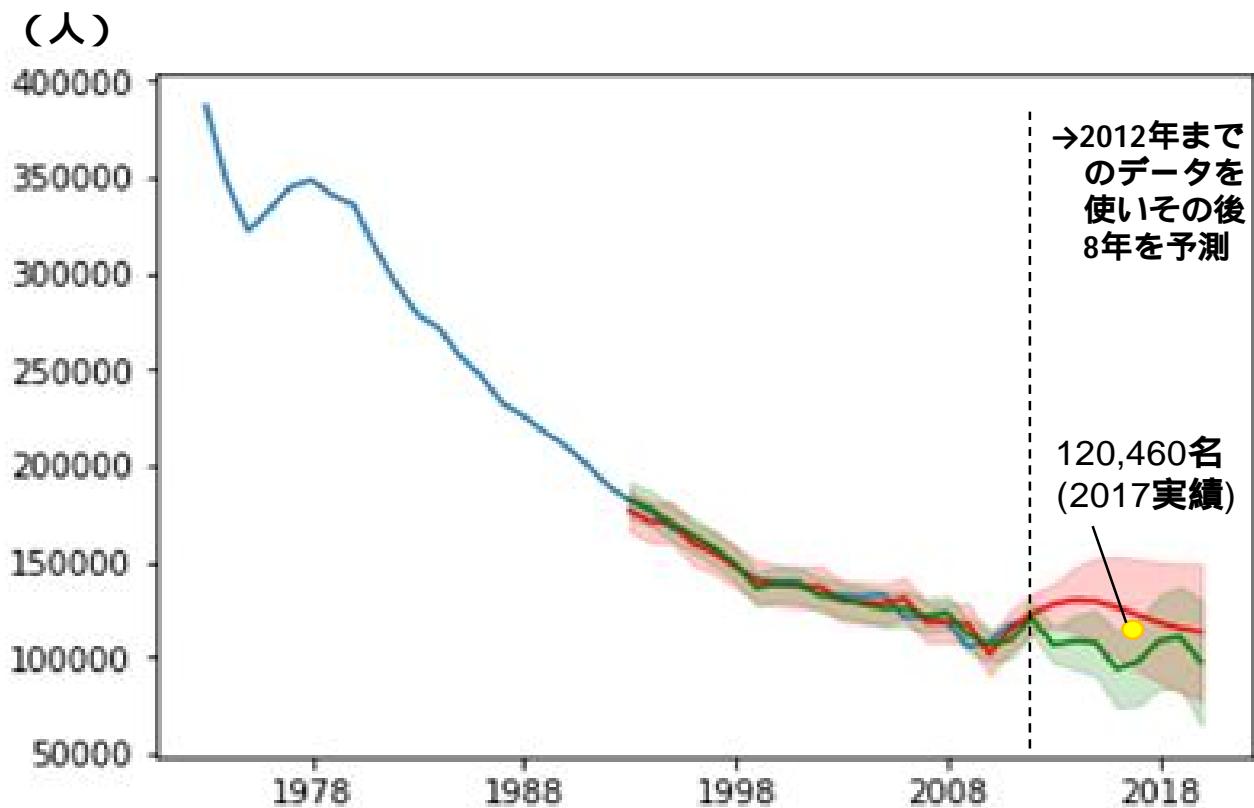
また、データの活用方法の検討と提案が活性化されることで、労災データの重要性と意義が社会に広く浸透し、それにより労災発生時の記録・収集の精度もさらに高まっていくことが期待される。

さらに、産業構造の変化を反映した指標や収集・分析方法について研究を進めることで、労災に関する背策がより現実的で効果的なものとなる。

6. 数理モデルに関する考察

GIGO(Garbage In, Garbage Out)と言われるように、例えどんなに高度な数理モデルで処理をしたとしても、投入するデータの質が悪ければアウトプットのモデル推定も無意味になるため、モデル推定で示す事ができる予測可能性の範囲と限界を明示することの重要性が指摘された。

また、経済情勢が業種別労働災害の発生に及ぼす影響の大きさについて、数理モデルを用いて経済情勢要因のウエイトの関与を推定することが本研究の主要目標である。これは、あくまで観測データの現象論をベースに時系列データの関連性から経済情勢の関与を推定するに過ぎないが、外部専門家からの期待としては因果論ベース、すなわち、どの要因の関与が労災発生を軽減させることが出来るのかといった対策志向の視点で受け止められる傾向があることも特筆すべき点であった。数理モデルによる推定結果などの知見を社会に発信する際には、予測可能性の範囲と限界を明示することに加え、サイエンス・コミュニケーションの観点からも結果の解釈や応用性について正しい理解を得られるよう、細心の配慮が必要であると考えられた。



変数 アウトカム：死傷災害件数（人）,共変量：・外食産業市場規模推計，国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数

モデル VARモデル：AR (Autoregressive:自己回帰) モデルをARモデルを多変量に拡張したもの。1973年から2012年までのデータを基に1990年から2020年までを予測。参考：2050年までのモデルも掲載

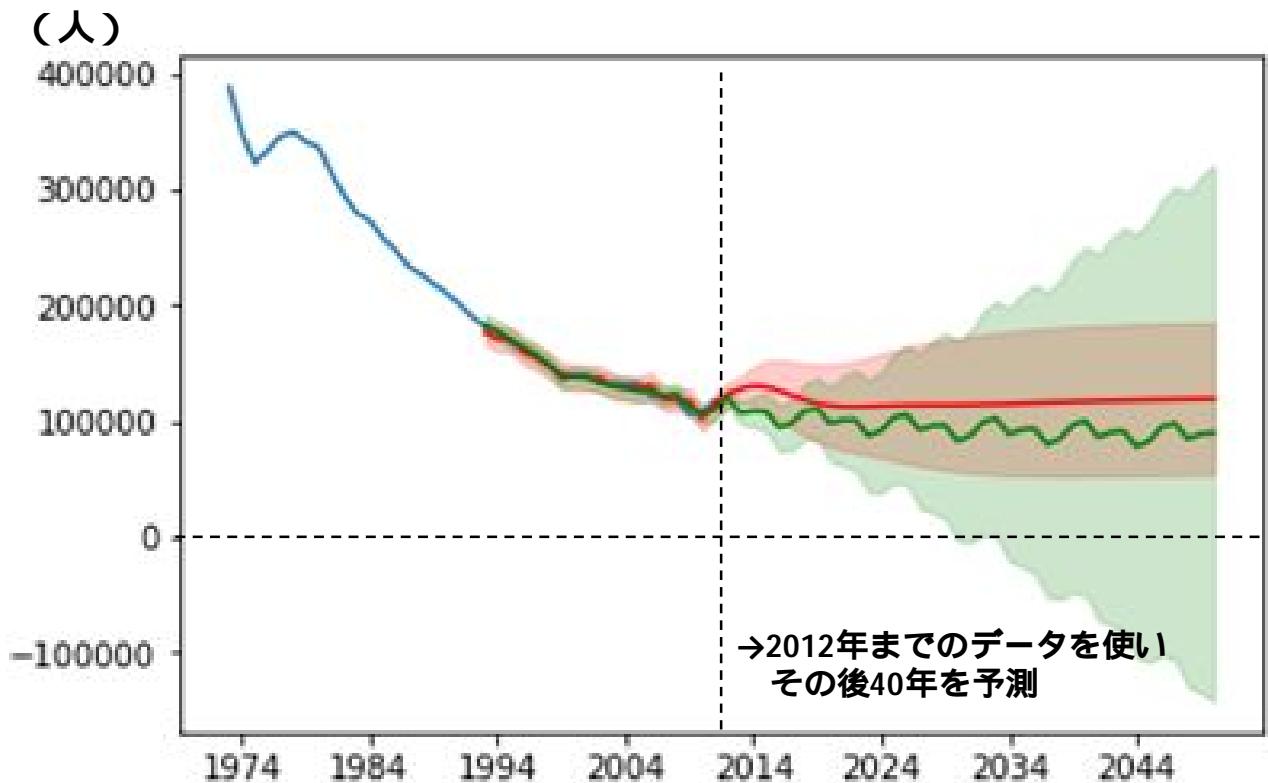
環境 Python Ver.3.6.3, Pythonライブラリstatsmodelsを使用

図9 VARモデル：AR (Autoregressive:自己回帰) モデルによる予測（2020年までの短期予測）

実際の数理モデルの構築では。まず、予測可能な限界として、従属変数となる労働災害の発生状況を示す関連データについて、雇用形態などに起因するバイアスが生じ労働災害の実態が反映されていない可能性があることが他班の研究から示唆された。確かに、従属変数にバイアスの影響を多分に受けることは、数理モデルの構築に大きな影響を及ぼすと考えられる。しかしながら、本研究で導出した外食産業市場規模推計と国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数によるモデルを用いて各年のデータから1年後の労働災害死傷件数を予測した1ステップ予測の結果は、労働災害の実態に接近する可能性を示した。予測モデルでは

1990年代後半を境に、労災の減少から一転し、増加に転じている（図9）。一方で死傷災害件数は1990年度以降、減少のペースを緩め微減を続ける格好である（図10）。本研究における全体会合では、1997年から2002年にかけて規制緩和や法改正による労働者の雇用形態の変化、すなわち正規雇用の減少（約400万人減）非正規雇用の増加（約368万人増）により“隠れ労災”が増加している可能性が指摘された。

図3、図4が示す予測と実数の乖離はこうした規制緩和や法改正により見えにくくなった実態を可視化する可能性がある。



変数 アウトカム：死傷災害件数（人）,共変量：・外食産業市場規模推計，国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数

モデル VARモデル：AR (Autoregressive:自己回帰) モデルをARモデルを多変量に拡張したもの。1973年から2012年までのデータを基に1990年から2020年までを予測。参考：2050年までのモデルも掲載

環境 Python Ver.3.6.3, Pythonライブラリstatsmodelsを使用

図 1 0 VAR モデル：AR (Autoregressive:自己回帰) モデルによる予測（2050 年までの長期予測）

外食産業市場規模推計、国内定期航空会社輸送実績定期便旅客数を独立変数として、従来型の VAR モデルによる予測結果（図 9 ）で短期予測をした結果では、2017 年の実績値：120,460 名の死傷災害件数に対し、グラフ内の赤色範囲：VAR 多変量予測モデル(95%信頼区間)の方がグラフ内の緑色範囲：自己回帰モデル (95%信頼区間)よりも適切に予測範囲を追従しており、死傷災害件数（人）のデータのみを用いる自己回帰モデルよりもより適切な予測に寄与する可能性が示唆された。また、同モデルを用いて 2050 年までの長期の推移の予測を試みた結果、現状と同じ要因の作用が続くという前提で考えれば労災件数は横ばい傾向になることが示された。これは、抜本的かつ効果的な労災対策がなければ、これ以上労働災害件数は減少することはなく、既に頭打ちの状態となっていると解釈できる。

今後も続く産業技術革新等により、労働市場や経済環境は漸進的に変化し続けると考えられる。

そのため、本研究で示した労働災害死傷件数を予測するうえで有望と考えられる 2 つの指標も近く他の指標にとってかわられると考えられる。しかし、本研究で採用した状態空間モデルを用いた手法により、その時代や経済環境、労働市場等に適した労働災害の発生を予測するモデルを推定することは可能であろう。

E . 結 論

本研究では、経済情勢班・労働経済班・労災分析班・気象天災班で整理をしている各指標について、適用する数理モデルとの整合性検証および数理モデルで求められる予測可能性の範囲と限界を整理しながら、労働災害の発生を予測する数理モデルの構築を目指した。1973 年から 2012 年までの 40 年間の労働災害死傷件数を説明する数理モデルを探索するなかで、今後の予測に必要な手法の一案を示すことができた。

しかしながら労働災害に与える影響の解明を試

みたが、代表的な経済指標および各労働要因と死傷災害件数の推移の間には関連性は見出せなかつた。現段階では、先に述べた 2 变数での死傷者数を予測可能ではあるものの、因果関係は不明である。今後、短中期的に労災統計がどのように推移するかは推測可能であり、抜本的な労働災害対策を行うなど介入がなければ労災件数は現状維持となり、これ以上の減少には至らないという予測がなされた。

経済情勢班の分析では、本研究においては、あくまでマクロな視点での指標傾向を中心に、その数理モデル化の議論を進めるのが基本線であるが、各時代において経済情勢の担い手となる産業の盛衰は、確実に産業ごとの規模の変動やそれに連動する就労者のおかれた環境に依存し、労災発生動向もそれに従って浮沈することが予想されることが指摘され、時期時期の経済情勢を精確に記述する指標変数の作成やその解析のための選出には、相応の工夫が必要とされようとの結論を得た。

労働経済班では、労災認定されるデータと労働経済情勢との関係について、より明確な説明変数になっているものは、労働市場の変化を示すものよりも、労働市場外の変化である消費変化や企業収益との関係性が強いとの結論を得た。

本研究を通じて、労災情報のデータ化や統計データの公開方法等についての課題も浮き彫りになった。より精度の高い分析をするための基礎データの蓄積や、より信頼性の高い方法でのデータ化や、活用し易い方法での提供が急務であると考える。

F . 健康危険情報

該当なし

G . 研究発表

1. 論文発表

石井まこと「労働災害・職業病・安全衛生とジェンダー」中央大学経済学研究会『経済学論纂』第 59 巻第 5・6 合併号、31-50、2019

2. 学会発表

石井まこと「経済情勢等が労災発生に及ぼす影響
雇用形態の多様化と労災保険の機能強化」第 13 回社会保障国際論壇、中国・南京大学、2017 年 9 月 16 日

石井まこと「雇用不安定化と労災保険 - 労災保険の生活保障機能と拡張適用の検討 - 」第 102 回社会政策学会九州部会：福岡教育大学、2017 年 10 月 1 日

松田文子、榎原毅、池上徹、石井まこと、余村朋

樹、庄司直人、湯浅晶子、酒井一博「労働災害の発生動向と経済情勢指標の関連性に関する研究」、日本人間工学会第 59 回大会、宮城学院女子大学、2018 年 6 月 2 日

H . 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
該当なし
2. 実用新案登録
該当なし
3. その他
該当なし