

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

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（経済情勢班報告）

研究分担者 池上 徹 （公財）大原記念労働科学研究所

研究要旨

労働災害の発生件数の多寡は、その定義上からも発生場面である労働の現場、労働行為を必要とする社会経済状況がその背景にある以上、何らかの関係性により、経済情勢等の趨勢に左右されることから逃れえない。しかしながら、その一方で、関係する影響の諸要因は多岐にわたって複雑であり、確定的でないために、その変動を正確に予測することは困難である。

過去2年にわたる研究において、担当の各領域からその諸要因の変数を選定・精査するとともに、労働災害発生の変動を予測的に捉えるための数理的モデルの在り方について検討を重ねてきた。経済情勢班では、計量経済学で議論されてきたマクロ計量経済モデルの史的理論的根拠を概観しつつ、主に古典的経済学で扱われる景気循環論を端緒に、生産活動実態を表す諸指標や資本の空間的・時間的変容に関わる証券・金融の市場施策や設備投資展開といった経済動向指標の検討を行ってきた。最終報告年度となる平成30年度では、そこから得られた知見や課題を批判的に考察し、最終的に時系列モデルの採用が最も有効性が高いとして、状態空間モデルによる予測的検証を提言する結論を得た。

A．研究目的

労働災害（労災）の発生件数に関する統計報告は、長期的には減少を示しつつあるものの、産業別、年代別にみた区分では、小売・飲食業や保健衛生業などの第三次産業や、若年者と高年齢労働者では増加傾向にある特徴が見出されつつある。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知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、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。

経済情勢班では、古典的経済学で扱われる景気循環論を端緒に、資本の空間的・時間的変容に関わる証券・金融の市場施策や設備投資展開といった経済動向指標の検討を行った。マクロ経済学に

おける時系列的な経済動向把握の手法を先行研究の知見に求めつつ、それぞれの理論的主張において、労働災害発生動向と関連性が強い変数を選出することを当初の目的とした。それらの相互作用に基づく最適な数理モデルを構築することにより、経済情勢と相互作用する労災発生にいたる現象を、よりシステマティックに精度高く記述するモデルを導く理論的根拠を明らかにすることが最終的な目的である。

## B. 方法

平成 28 年度から 29 年度にかけては、景気循環論における史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貫性とトレンド影響の検討を行った。平成 30 年度には、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改変など、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する。

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）。

## C. 研究結果

### 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

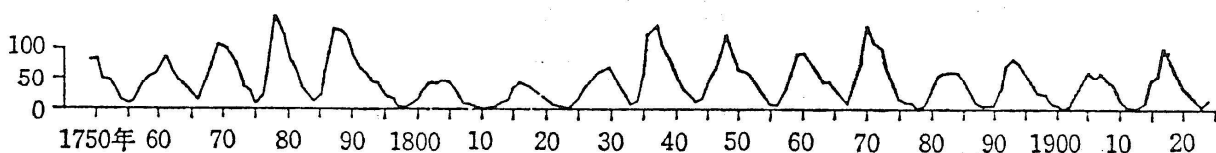


図 1 . ウォルファーによる黒点数の時系列変動 (Yule、1927、近昭夫『統計的経済研究』、1987)

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
クズネッツ循環	サイモン・クズネッツ	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
コンドラチェフ循環	ニコライ・ドミートリエヴィチ・コンドラチェフ	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

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（図1 ．太陽黒点数の周期的増減変動データ）。

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、クズネッツ循環、コンドラチェフ循環、が挙げられる（表1にそれぞれの特性をまとめた）。

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的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 ．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。

### 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無い。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・増収・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。さて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きている。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に活かすことができる。

#### 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わ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、従来の方向性を揺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2）。

これらの現象に解釈を試みると、前項でも一部触れたように、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代別、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っても、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



図2. 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））

#### <解説>

図中の は労働安全衛生法施行直後、 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。

る場合もある。

#### D. 考 察

##### 1. 時系列モデルによる経済動向変動予測の可能性の検討

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す。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、相関係数を無反省に計算してその都度、解釈を付与していただく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。

この手法での手続きは、以下の手順で行われる。

ある時系列データにおいて、過去の一定期間の複数の変数群（欠損値を含んでも可能）の相互関係を「状態」と呼ぶ枠組みに縮約して仮固定（固有値行列で表記）

推定算出値を「観測」事実データと比較、誤差の程度を把握

観測誤差から、仮「状態」のブレ幅（誤差）を修正

次データから ~ を繰り返し、仮推定 - 修正を経て、推定モデルの精緻固定化へ

実際、本研究プロジェクトの数値モデル班では2年間の検討で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、従来の場合当たりの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する。

#### E. 結 論

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、その数値モデル化の議論を進めるのが基本線であるが、第一次産業から第二次産業、第三次産業へと、時代時代において経済情勢の担い手となる産業の盛衰は、やはり確実に産業ごとでの規模の変動、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。その意味では、

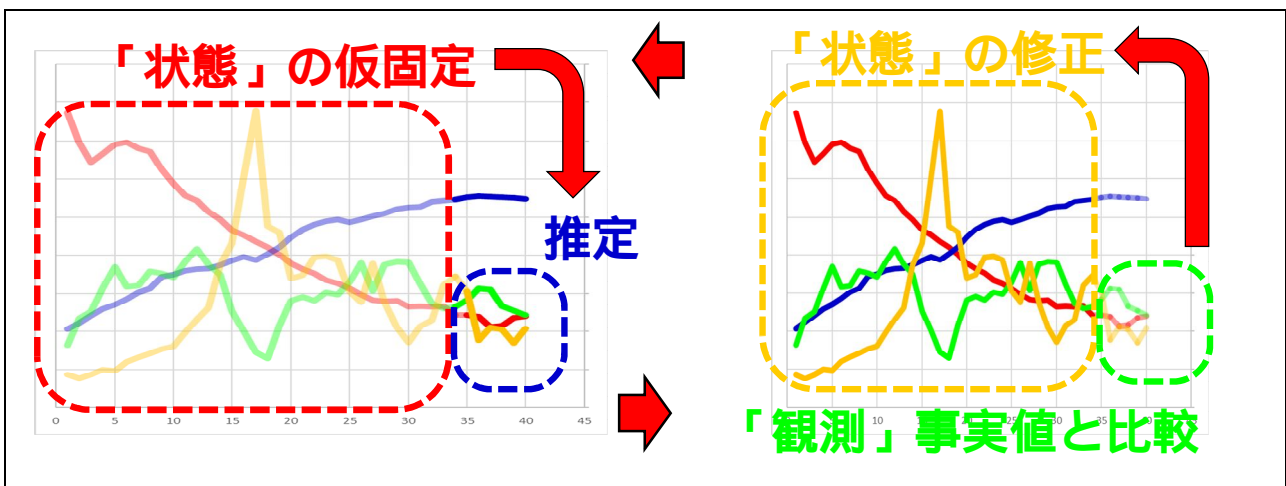


図3. 状態空間モデルに基づく検討過程の模式図

仮「状態」の枠組みから、時系列的に次の「観測」対象データを推定算出

50年の長期にわたり、時期時代の経済情勢を正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。

該当なし

ある意味、人間の基本的な生活様態（衣食住）にはそれほど大きな差異は無いことから、先の古典的な経済循環の枠組みは、時代時代でのライフスタイルの遷移の中で発生する各種の循環的減少を捉えれば、政策調整的に編集がなされてきている各種経済指標よりはまた、経済動向を顕す指標としての可能性が高い。法的規制による時代性を考慮しつつ、新たな変数を加えるとしても、ある種（製造物、流通、雇用、等）の循環のピークと底と同期する経済指標を軸にすることで、労働力の経済動向への過負荷の有無を推定することができると考えられる。経済活動の勃興に際して消費される労働力の要請は、ときに人間の動作・作業特性を超えた無理な要求を課することがある。その意味で、今回の研究を通じてでは、様々な個別経済指標の循環周期性や突発的事象に関する変数を「状態」として捉え、労働災害の諸指標との関連を検討することにより、変数の時代的恣意性の影響を極小にするモデル構築の方法論が示されたと考えられる。

#### F．健康危険情報

該当なし

#### G．研究発表

##### 1. 論文発表

平成 30 年度はなし

##### 2. 学会発表

平成 30 年度はなし

#### 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