

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

7. 労働災害損失計測手法に関する国内文献調査

研究分担者 高木元也 独立行政法人労働安全衛生総合研究所人間工学・リスク管理研究グループ首席研究員

研究要旨 企業の安全活動、労働安全行政施策の推進等による効果を明らかにするため、企業や社会全体における労働災害に伴う経済損失の大きさ、安全対策の費用対効果等を計測する手法を見出すことを目的に既往国内文献調査を行った。

A. 調査の目的

本調査では労働災害の損失の計測手法に関して、新たな指標開発や新しい知見・技術を集積するために主にここ 10 年間に出版・発表された既往文献について調査し、概要をまとめた。文献収集の際に特に念頭に置いたのは以下の点である。

「経済的損失」と「社会的損失」の両方を計測している文献  
貨幣的評価がしづらい「社会的損失」についての考え方や取扱い方を述べている文献  
「社会的損失」を実際に計算している文献  
「怪我」だけでなく「疾病」による損失を扱った文献

また、「社会的損失」及び「経済的損失」の計測手法について述べている文献であれば、内容は労働災害に限らず、環境問題や交通事故、精神疾患のもたらす損失についても扱った。今回なぜ「社会的損失」に特に注目したかと言えば、医療費や保険料といった数字で計算可能な直接費よりも、そこから生み出される間接的な損失額のほうがはるかに大きく、これを計算する方法を確立しない限りは労働災害による損失は過小評価されてしまう可能性があるからである。

また、労働災害の場合、損失計測をする対象として怪我のみを扱い、疾病を除外するという方法を取っているものも少なくない。これは疾病が原因との接触から発症ま

でが長期間かかるため、その間にかかった費用等を算出することが困難であるためである。損失計測を難しくするもう一つの要素は「時間軸」であることが分かった。時間軸とは、外部性の最初の要因（原因の発生）が発生した後、外部性の最初の実現（被害の発生）までどの程度の時間が経過したかということを示すものである。例えば特定の有害物質に曝露した場合の健康被害の出現には、10 年以上かかる場合もある。このように潜伏期間が長いストック災害を計算に組み込むことは難しい。そのため、本調査では精神疾患の社会的損失を試算した文献やアスベスト災害による社会的損失を試算したものを扱った。また、時間軸の長さでは環境汚染も同様の問題を含んでいる。環境問題などはときに地球史的時間でとらえなければならないほど時間軸も長く、さらに不可逆的・絶対的な損失を伴うものである。そこで、公害や環境問題から発生する社会的損失についての文献も取り上げた。

B. 研究の手法

主にインターネット検索を利用して、政府機関や大学が公開している論文や調査報告書を収集した。現在（2016 年）から 10 年間遡り、発行年が 2006 年以降のものを中心に収集したが、概念や理論の整理をした文献については古いものも扱った。

文献の内容は計算方法や計算式が書かれたものだけに限らず、概念整理や理論構築を試みたものも集めている。労働災害による怪我や疾病だけではなく、環境問題、公害、精神疾患、交通事故等による損失計測も対象とした。

## C. 調査の内容

### 1. 文献調査結果の概要

国内既往文献の調査では、計測のしづらい「社会的損失」まで視野に入れた文献を中心に整理した。計算方法そのものが提示されていなくとも、「社会的損失」の概念について整理したものや、新たな視点を提示するものも調査対象として組み入れた。今回対象とした文献は、以下の資料 1 にまとめてある。

南慎二郎の『アスベスト災害と政治経済学 - カップの社会的費用論を手がかりとして - 』(2009)ではアスベスト災害を取り上げ、カップの社会的費用論を手掛かりにした理論的な整理を行っている。ここでなぜアスベスト災害を取り上げているかと言えば、アスベスト災害は労働災害と公害問題の両方の側面を持つからである。南はアスベスト災害のように曝露から健康被害の発覚まで長い期間がかかるいわゆる「ストック災害」に対応する研究体制の必要性を説いている。今後、労働災害の損失計測をするうえで、この「時間軸」をどう扱うかということが非常に重要になってくるであろう。

寺西俊一の『“社会的損失”問題と社会的費用論<続>: 公害・環境問題研究への一視角』では、硫酸化物による大気汚染問題を事例に「社会的損失」「社会的費用」について検討している。この研究では「損失」と「費用」というカテゴリーを区別している。「費用」とは各種の「損失」に起因して発生する諸費用としている。また、「社会的費用」の分類として、損失予防対策費(発生源対策)、損失緩和対策費(損失発生を前提とした対策)、損失復元策費(可逆的な損失に対する代替・補償)、損失代償対策費(不可逆的な損失に対する修復・復元)が直接的な費用として挙げられ、間接的な費用として損失対策行政費(諸対策の実施に関する政策的推進)を挙げている。また、寺西は「社会的損失」を検討する上で、公害や環境問題を事例として取り上げており、そのいずれにおいても「社会的潜伏期間」という問題が発生するまでの時間軸を考慮した長期的な視野が必要であるとしている。

森杉寿芳・岡本憲之の『環境悪化の社会

的費用に関する測定方法』は今回取り上げた文献としてはかなり古いものになるが、都市環境の変化を貨幣価値で計測し評価する方法を取り上げた文献である。ある環境が悪化/改善した場合、その環境の悪化/改善を経済学的視点から評価する場合、何を計測したら良いかを示している。満足感の低下や心理的被害を金銭的費用として計算することが困難であるが、これまでの事例ではそれをいかに求めてきたかを提示している。これは、労働災害による痛みや苦痛といった計測の難しい損失を計測することのできる計測モデル開発の一助となるであろう。

今回の調査では、労働災害の他に交通事故による損失の計測について扱った文献も取り上げた。田邊勝巳の『交通事故の社会的費用は幾ら?』では、実際の自動車購入行動をモデル化する海外論文を紹介している。アメリカで人気のある SUV 車に代表される大型自動車は、交通事故の衝突時の安全性が評価されているが、他の自動車に与える損害が大きい。この論文では、交通事故のデータから大型自動車の安全性と他の自動車に与える危険性の両面を分析し、その結果から得られる安全指標が実際の自動車購入行動にどのような影響を与えているか、さらにその影響はどの程度の金銭評価に値するかを求めている。安全性の検証には tobit モデルを使い、被説明変数は、事故における衝突の深刻さを示す「搭乗者あたりの死者率」を使った。

同様に交通事故による損失計測で、WTP ベースの計算に期待余命の影響を考慮しようという試みを行ったのが今長久・谷下雅義・鹿島茂による『死亡リスク削減に対する WTP への期待余命の影響』という研究である。WTP ベースで実施する費用計測は死者 1 人あたりの価値 (VSL) を推計することで求められる。被験者がリスクにより受ける損失である VSL は、被験者により違いがないと仮定されているが、年齢の違いにより受ける被害の大きさが異なること、年齢(期待余命)の違いを被験者がどの程度認識しているのかを把握することは推計方法の妥当性を検討するうえで非常に重要であるとして、期待余命を考慮した計算方法を提示している。その結果、負傷回避への

WTP は VSL よりも年齢とともに増加する傾向を見せ、若年層で損失を大きく評価することが分かった。この点より、損失計測においては年齢別の損失の大きさを評価する必要性があると主張している。

同じく今長久・谷下雅義・鹿島茂による『道路交通による大気汚染死亡リスクの貨幣評価法に関する研究』では、交通事故による損失ではなく、道路交通が引き起こす大気汚染による損失を WTP によって求めている。これは交通事故による損失というよりは、環境問題による損失というカテゴリーに入る。同じ道路交通から派生する死亡リスクとはいえ、そこには時間軸の長さや死亡する年齢の傾向に大きな違いがある。よって、大気汚染の死亡リスクの貨幣評価については、交通事故の損失評価値から間接的に求めるのではなく、大気汚染による死亡リスクから損失評価値を直接推計する必要性を論じている。調査は面接方式で行われ、そこから求めた WTP を基に感度分析を用いて損失評価値を求めている。

最後に、今回は医学分野から慶應義塾の発行した『精神疾患の社会的コストの推計』も取り上げた。これは職業性喘息から生じる損失金額の計測にうつ病による損失で使われている計算方法がヨーロッパで使われており、労働災害の疾病の損失計測を調査するうえで必要であると感じたからである。この研究では 2008 年の日本における精神疾患（統合失調症、うつ病、不安障害）の社会的コスト（疾病費用）の推計を行っており、直接費と間接費の内訳を提示している。ただし、罹病費用に含まれる欠勤（absenteeism）や疾病就業（presenteeism）のデータは不確実なデータしかなく、結果に相当な不確実性をもたらすこととなった。また、どの障害にもインフォーマルケア費用が含まれていないため、疾病費用が過小評価されている可能性がある。今後はインフォーマルケアに要する家族の負担などのデータの収集が求められる。

このように、国内文献調査では「労働災害」「環境問題」「交通事故」「精神疾患」の 4 パターンにおける損失計測についての研究をまとめた。いずれの分野においても課題となっているのは、時間軸をいかに考慮するか、数値化しづらい要素（例えば

精神的苦痛、心理的被害、痛みなど）をいかに貨幣評価化するか、死亡や事故時の年齢が損失計測に与える影響、等である。特に 時間軸をいかに考慮するかについては明確な答えを出すことが難しく、それだけに潜伏期間が長い労働災害から引き起こされる疾病や環境汚染による健康被害などについては研究の対象から除外されているケースも珍しくない。これらについては具体的な計算方法の開発よりも先に時間軸をいかに捉えていくかという概念的・理論的整理が進められている。の数値化しづらい要素の貨幣評価化については、インタビュー調査による丁寧な質的調査を行い、また他の要素（例えばレクリエーション費の増減等）の計測によって推計していく方法を取っていることが分かった。の年齢（期待余命）が損失計測に与える影響については今長らの研究が具体的な計算式を提示し、検討を行っている。今後は事故時の年齢について損失計測の一要素として組み入れていくうえで、非常に有用な研究であると思われる。

## 2. 文献調査結果

### 2.1. 労働災害と社会的費用

#### (1) 文献その 1

書名	「アスベスト災害と政治経済学 - カップの社会的費用論を手がかりとして - 」
作者	南 慎二郎
雑誌名	政策科学 17-1
発行年	2009

#### 【概要】

この論文はアスベスト災害の具体的な事例の検討を行うのに際しての方法論を求めることを目的としており、アスベスト及びアスベスト災害の社会的経済的特徴の着目し、経済的現象としてのアスベスト災害の理論的分析を行っている。アスベスト災害は労働災害と公害問題の両方の側面を持ち、検討にはカップの社会的費用論を手掛かりとしている。

#### a. アスベスト災害の特徴

アスベスト災害の特徴として、本論文では以下が挙げられている。

- ・粉塵曝露してから発症までの潜伏期間が長いため、アスベストと被害の間の因果関係が不明確になりやすい
- ・アスベストそのものが広範な用途に用いられ、世間一般の生活環境に多く存在している
- ・「複合型の社会的災害」かつ「ストック(蓄積性)公害」
- ・「複合型の社会的災害」とは - 労働災害、産業活動に伴う公害、商品消費にともなう公害、廃棄物公害が複合した社会的災害であり、かつ生産・流通・消費・廃棄の全過程において健康被害を引き起こす可能性
- ・「ストック公害」とは - 過去に人体・商品・環境に蓄積した有害物が長期間を経て被害を生む現象
- ・潜伏期間の長さゆえにアスベストを使用する有用性のみが突出して目立ってしまい、アスベストの使用が定着してしまっている

アスベストを従来の災害や公害と対比してみると、以下のような多様な側面がある。

##### 労働災害としての側面

生産工程から粉塵曝露。掘削作業によるじん肺。建設業や造船業における生産段階としても用いられるため労働中に曝露。廃棄段階で、解体業や廃棄物処理業でも粉塵に曝露する。

##### 産業災害としての側面

通常は劇薬や強い毒性を持った物質は用途が限定的であり、厳重に管理されるものであるが、アスベストの場合は用途が多様かつ広範にわたっており、管理や危険性の勧告も不十分なまま大量に使用されている。

##### 都市災害としての側面

用途として一番多いのは建材 都市部にアスベストがストックされやすい

##### 権力災害としての側面

行政によるアスベストの積極的な使用。

公共施設にアスベストが使用されていたり、耐火建材のような形でアスベスト製品が法的に使用を義務付けられた指定製品の一つに組み入れられ、それに基づく行政指導がなされる。

以上のようにアスベスト災害は複合的・全過程的な面で異なった特徴を持っている。図1は本論文で掲載されている、そのことを示したマトリックス図である。

#### b. アスベストの社会的費用

アスベストの社会的費用を分析するのの際して、どのような条件設定をするかによってその内容は大きく変わる。特にアスベスト災害の場合はストック災害であり、部分的・短期的な条件設定ではうまく分析ができない。カッパの社会的費用に関する議論においても職業病及び公害病の「潜伏期間」について述べられており、曝露から被害発生までが長いストック災害に対応する研究体制の必要性が説かれている。よって、アスベスト災害を考えるうえで重要なのはどのような時間単位を設定するかということである。

アスベストの曝露については生産から廃棄に至るまでの全過程が一つの時間単位となる。またその過程でわずかでも粉塵曝露が起きた場合は、その被曝露者のその後の生命活動の終焉までが時間単位となる。この論文では第一にプライマリな社会的費用であるアスベストによる健康被害、第二にそれを回避するためのセカンダリな社会的費用である災害対策に分類して整理している。

##### 健康被害(プライマリな社会的費用)

- ・アスベストによる労働災害  
鉱山での原料アスベストの採掘・選別・梱包の作業  
アスベスト製品工場での生産工程
- ・原料アスベストやアスベスト製品運搬作業  
アスベスト製品を生産財として用いる生産・修理工程(特に建設、造船、自動車)  
アスベスト製品およびアスベストを含有している廃棄物の処理作業

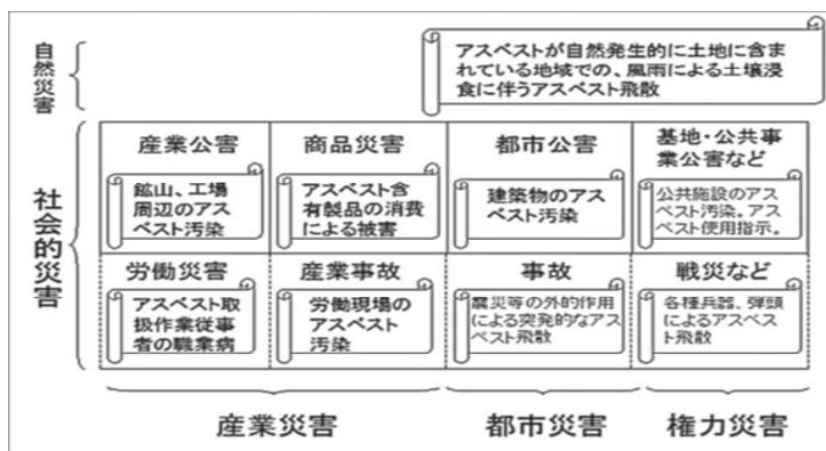


図1 公害と災害の関係図におけるアスベスト災害の分布

宮本憲一『環境経済学 新版』岩波書店, 2007年, p. 128 図3-3を元に作成されたもの

アスベストの存在している環境での労働従事

- ・アスベストによる公害被害
    - 上に挙げた労災が起こり得る作業現場の周辺住民における環境曝露
    - アスベスト取扱作業の労働者の家族における家庭内曝露
    - アスベスト含有製品を使用することによる商品公害
- カップの理論では労働災害も公害被害も根本的な原因は同じであり、基本的に両者は一体のものとして扱われる。さらに、被害者の社会的立場や社会的環境、経済状態、生活水準、情報認識状況などの諸要素を扱う必要があるとしている。低所得者層や被差別層の人々は危険な仕事を避けることや快適な生活環境を求めることが困難で社会的費用が集中しやすい傾向があり、アスベスト産業のような危険性の高い労働に従事しやすい。

災害対策（セカンダリな社会的費用）

アスベスト災害対策として基本的に求められる内容は、アスベストの使用に際して粉塵曝露を回避することと、根本的原因の除去としてアスベストの使用自体を止めることである。いずれの災害対策の内容にしても、その時の経済状況、政治的關係、産業構造、技術水準、行政の組織および制度の整備状況、情報認識状況、モラルや文化

的水準などによって規定される。カップの議論においては直接的な損失や費用については論じられているが、災害対策に関わるセカンダリな費用については重点を置かれていない。被害に対する対策を考慮するというよりは、その根本原因を議論することに重きを置いている。カップの議論は病気の潜伏期間について触れてはいるものの、ストック災害を想定したものとなっていない。災害対策を社会的費用として2つの観点から論じられている。

c. 粉塵曝露の対策

- ・作業現場における集塵装置の設置
- ・養生シート等による空間密閉化
- ・散水や薬品塗布による粉塵抑制処理
- ・保護衣やマスクの適切な使用といった防塵対策作業
- ・廃アスベストの適正処理や処分場の確保にかかる直接的経費並びに技術開発
- ・アスベストの危険性や対処方法に関する情報の教育や周知にかかる費用
- ・アスベスト使用状況についての記録・管理にかかる費用
- ・法規制や基準を遵守徹底するための費用

d. アスベストの使用制限・代替化

- ・アスベストの使用自体の規制の制定および遵守の徹底
- ・製品や施設の耐用年数に関わらずに既存のアスベスト製本の除去

- ・アスベストの使用が一般化している製品や部品について非アスベスト製品への代替化のための技術開発や代替化推進
- ・諸々の対策や代替化による技術転換により市場経済で成立しなくなったアスベスト産業から発生する失業者の保障・支援

これらの災害対策はアスベストの使用が定着化し、大量かつ長期間にわたって続くほど必要性が高まる。アスベストの使用が増えればプライマリな社会的費用である健康被害も増えるであろうが、それと密接に関係しているセカンダリな社会的費用が増大する。これがストック災害であるアスベストの社会的費用の特徴であるといえる。

ストックされるアスベストの社会的費用

ここではカップの社会的費用の定義における二つ目の側面である「第三者だけではなく他の企業家、ひいてはその社会的費用の発生に責任を負うべき企業自身の有害な影響が及ぶ」という点に注目する。この特徴はストック災害の場合により顕著に表れる。アスベストの社会的費用の大部分は将来的に発生・顕在化するものであるため、間近に迫った経済活動においてそれを計算に組み込むことは難しい。またそれに関する知識・情報の認識状況にも大きく依存してしまう。アスベストの使用は将来社会、将来世代ないし自分自身に費用を転嫁することとなる。社会的費用を計算する時間軸の設定において、生産段階では生産からそれを売却・消費した時点で時間単位が区切られるため、災害発生や対策に至る総合的な時間単位とのギャップが激しく、自身が将来被るかもしれない費用を基本的に無視してしまっている。プライマリな社会的費用である健康被害が、概して10年以上先の将来に発生することから、その間にアスベスト使用が定着してしまう。

e. 総括

この論文ではカップの社会的費用論を手掛かりとして、アスベスト災害を経済学的視点で分析するための方法論を提示している。アスベスト災害は図1にあるように生産・流通・消費・廃棄の経済的全過程において、労働災害と公害に大別される様々な

局面に発生する。よって、既存の労働災害や公害に関する個々の枠組みのみではとらえきれない災害である。

アスベストが大量使用されてしまうと、効率性といった市場の完全性では解決が困難であり、一方で環境経済学のように専門特化した経済学体系では対象範囲が狭すぎて対応できない。このような問題を克服しうる方法論として再評価されているのがカップの社会的費用論である。カップの社会的費用論にはアスベスト災害のような一般的な経済学では対象化が困難な方法論的枠組みを持っている。この論文ではカップに依拠しつつ、労働災害と公害の側面を貫いてアスベストの社会的費用の形態・類型化を行っている。

## (2) 文献その2

書名	「社会的損失」問題と社会的費用論：(続)公害・環境問題研究への一視角」
作者	寺西 俊一
雑誌名	一橋論叢, 91(5)
発行年	1984

### 【概要】

カップの社会的費用の定義についてもう一度確認すると、以下ようになる。

1. 私的生産活動あるいは市場経済システム下にある企業活動という現代社会に内在している制度的要素が主原因であること
2. それが第三者における費用負担や健康・生命の損失として発生すること
3. 場合によってはその原因企業を含む社会全体における深刻な悪影響や費用負担にまで発展すること

この論文ではこれらの社会的費用というものが経済活動における計算されざる費用として把握されている。その社会的費用の具体的項目としてカップが挙げているのが「大気汚染」「水質汚濁」「再生可能資源」「枯渇性資源」「資源活用」「生産における人的要素の損失(主に労働災害)」「技術変化・失業」「重複的で過剰な設備」「過当競争」

などである。

本論文ではさらにカップの論に批判的検討を加え、Loss と Expense というカテゴリーを提唱している。Expense(費用)とは各種損失(Loss)に起因して発生する諸費用のことをいう。各種の「社会的損失」は放置し無視し続けることのできない問題として認知されるものである限り、その問題に起因する様々な現実的形態での諸費用(Expense)を発生させしめるものであり、「社会的損失」とは別個に「社会的費用 ( Social Expense )」という新たな概念を提唱している。

さらに「社会的費用」の分類として、損失予防対策費(発生源対策)、損失緩和対策費(損失発生を前提とした対策)、損失復元策費(可逆的な損失に対する代替・補償)、損失代償対策費(不可逆的な損失に対する修復・復元)が直接的な費用として挙げられ、間接的な費用として損失対策行政費(諸対策の実施に関する政策的推進)がある。

この論文では具体的な問題事例に即して考察するために、日本の公害・環境問題史の中でも比較的早くから社会問題化してきた公害現象の一つである「硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)」による大気汚染問題を取り上げている。Sox の例でいえば、そこでの「社会的損失」の問題は、以下のような形で人間社会に否定的影響を与える。

人間自然の損傷・破壊  
生物自然の損傷・破壊  
労働生産物の損傷・破壊  
土地自然の損傷・破壊

さらに「社会的損失」問題の検討を行ううえで重要になってくるであろうことは、各種の損傷・破壊が実際に社会問題化してくるまでに要する期間(社会的潜伏期間)である。「社会的損失」の潜伏期間は 比較的短期的な視野(2~3年のターム)、中期的な視野(4,5年から10年ぐらいのターム)、長期的な視野(1世代[30年]から1世紀[100年])、超長期的な視野(数世紀以上にまたがるターム)に分けられる。以上を踏まえて、この論文では下記の表1のように社会的損失を分類している。

### (3) 文献その3

書名	「環境悪化の社会的費用に関する測定方法」
作者	森杉寿芳・岡本憲之
雑誌名	オペレーションズ・リサーチ
発行年	1977

#### 【概要】

本論文は今回の既往文献調査の中では例外的に古いものとなるが、「社会的費用」の計算方法についての重要な記載があるので取り上げた。本論文では都市環境の変化を貨幣価値で計測し評価する方法を試案している。

まず、ある個人にとっての環境質の価値すなわち効用水準を仮定する。環境改善の場合、個人は環境の変化によって便益を受け、効用水準は向上する。個人は向上した分に対して積極的に支払っても良いと考える。環境悪化の場合、個人は環境の変化によって被害を被り、効用水準は低下する。

当初の効用水準より低下した分に対して補償してもらいたいと考える。以下の図2で見ると分かりやすい。横軸は環境軸、縦軸が所得である。曲線 UA はある一定の効用水準に等しい環境質と所得の組み合わせを示す無差別曲線である。ある個人にとっての当初の状態が、効用水準 UA に等しい無差別曲線上の点 A にあるとすると、このときの環境質は YA、所得は IA である。環境が改善されて環境質が YB になると、当初の効用水準 UA を保つために mB の所得でよく、CVB が支払っても良い額となる。一方環境が悪化して環境質が YC になると当初の効用水準を保つためには mC の所得が必要となり、個人は CVC の額を補償してもらいたいと考える。



表1 「社会的損失」の分類

〈公害・環境破壊に係る「社会的損失」問題の内容と一定の理論的分類〉		
(1)損傷・破壊の対象別による分類	(2)損傷・破壊の程度・質による分類	(3)損傷・破壊の社会的潜伏期間による分類
① 〈人間自然の損傷・破壊〉 ② 〈生物自然の損傷・破壊〉 ③ 〈土地自然の損傷・破壊〉 ④ 〈労働生産物の損傷・破壊〉	① 〈可逆的性格をもつ損傷・破壊〉 ② 〈不可逆的性格をもつ損傷・破壊〉	① 〈短期的視野でとらえられる損傷・破壊〉 ② 〈中期的視野でとらえられる損傷・破壊〉 ③ 〈長期的視野でとらえられる損傷・破壊〉 ④ 〈超長期的視野でとらえられる損傷・破壊〉
〈注〉 ①～④の相互間における一定の素材的相互連関に留意しなければならない。	〈注〉 ①、②の区分が実際上困難なものもある。それらは、一応②に分類するのが適切である。	〈注〉 以上は、人間社会の科学的認識能力の深化とも不可分な係りをもつ。

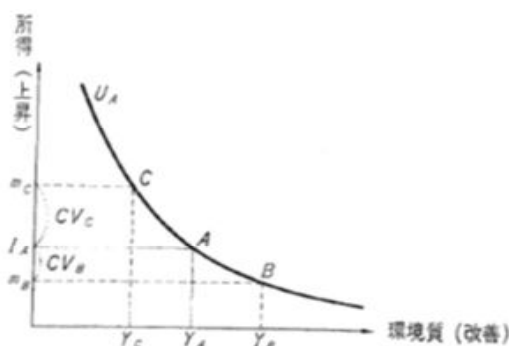


図2 環境質と所得の無差別曲線

このようにある個人が、基準となる効用水準を保持するために、補償してもらいたい(あるいは進んで支払ってもよい)と考える額 CV を補償的偏差 (Compensating Variation) という。CV の値が負のとき(補償の場合)これを費用、正のとき(支払ってもよい場合)便益と呼ぶ。社会的費用あるいは社会的便益とは、それぞれ個人の費用あるいは便益を単純に合計したものをいう。

【環境悪化の費用】

環境の悪化を経済学的視点から評価する方法は上で定義した CV を計測することに尽きる。しかし実際には CV の計測は困難な場合が多い。支出の増加や収入の減少といった金銭的被害を費用として計測するこ

とは比較的容易であるが、満足感の低下など心理的被害を費用として計測するのは非常に困難である。環境の悪化による収入の減少や支出の増加を直接計測することによって求められるのが金銭的費用、それ以外の費用の部分を心理的費用と呼んでいる。心理的費用の算出は困難であるが、大阪市の調査例にあるように、レクリエーション関連支出の変化などを参考にある程度の類推が可能であると考えられる。また、裁判の際の賠償額、慰謝料の例も役にたつ。費用の計測方法を分類すると以下の表2のようになる。

まず計測指標に着目して、個別支出計測法、不動産価値による計測法および、支払い対価の計測方法に分類される。の個別支出計測法とは、個人的調整過程において個人がとる行動に必要な追加的費用を、行動別に積み上げた支出額をもって社会的費用とする計測方法である。の不動産価格による計測方法は、つぎのような考え方に従った計測方法である。環境悪化による費用(便益)が増加(減少)すれば、人々のこれらの変化に対する評価を反映して、その不動産価格は下落する。この不動産価値の変化分をもって環境悪化の社会的費用とする方法である。の支払い対価の計測は、とでは考慮に入れられていない消費者余剰の分も測定しようとする方法



である。これら三つの計測方法は、地域比較法、質問紙・面接法、統計的分析の3つに分かれる。の地域比較法とは、環境悪化の対象地域とよく似た環境の良い地域を選定し両地域における評価値の差をもって社会的費用とするもの。の質問紙・面接法とは、主として環境悪化の被害者と思われる人々の主観による評価値を直接尋ねる方法である。の統計的分析とは、多くの環境悪化の異なる地域における適当な指標データとして、これと環境悪化レベルとを統計的に結合する方式である。

#### 【大気汚染を例に】

上記の計測方法を検討するために、大気汚染を例に取る。大気汚染の影響を大きく分類すると、健康への影響、人的物質への影響、植物への影響、動物への影響、自然環境への影響、に分かれる。の健康への影響では、治療・予防等の医療支出の増加、病気・死亡等による生産力の低下、その他移転費用等の形をとって社会的費用が発生していると考えられる。の人的物質への影響は、大気汚染物質あるいはよごれによる物質の腐食、悪化、色質の低下等の影響があるが、物質の寿命短縮、生産性の低下、代替のための費用、防止・保守の費用その他物質価値の低下等の形をとって、社会的費用が発生していると考えられる。

の植物への影響では、生産量の減少、防止・保守の費用、代替の費用、移植・再植林の費用、その他価値の低下等の形をとって社会的費用が発生していると考えられる。の動物への影響では、生産量の低下、価値の低下等の形をとって社会的費用が発生していると考えられる。の自然環境への影響では、自然資源（レクリエーション資源等）の損失、生態系への影響が考えられる。

#### 【騒音を例に】

騒音の影響を大きく分類すると、聴覚への影響、身体への影響、心理的影響、生活妨害、人間以外の動物への影響、建造物への影響が考えられる。は人間の健康への影響である。聴覚や身体への影響は騒音レベルと相当高くないとあら

われないので、実際には心理的影響がほとんどである。の生活妨害は、睡眠・休息の阻害、会話・電話・テレビ・ラジオ・授業等の聴取妨害、思考・記憶・その他の行動の阻害が考えられる。の建造物への影響では、考古学的・歴史的建造物への影響等が問題となる。以上のような影響を受けて、実際の社会的費用の発生形態としては、医療支出の増加、健康被害による生産力の低下、学校その他の社会活動の阻害、移転等の費用、防音費用、動物の生産性の低下、物的被害、その他心理的被害が考えられる。騒音の影響は心理的なものが非常に大きいため、防音費用や医療支出等の直接支出額の増加を計測するだけでは実際の社会的費用よりかなり低く見積もられることとなる。したがって、土地価格や家賃と騒音レベルとの関連を分析して社会的費用を計測しようと試みている研究例が多い。

## 2.2.交通事故による損失の計測

### (1) 文献その4

書名	「交通事故の社会的費用は幾ら？」
作者	田邊勝巳
雑誌名	運輸政策研究 Vol. 15 No. 4 2013 Winter
発行年	2013

#### 【概要】

この論文では海外論文 Shanjun Li[2012]の「Traffic Safety and Vehicle Choice: Quantifying the Effects of the 'Arms Race' on American Roads」を紹介している。このLiの著作は、アメリカにおける生命の価値を仮想市場法ではなく、実際の自動車購入行動をモデル化することで推定した研究である。交通事故を起こしたとき、相手車両に与える損害が比較的大きいSUV車に代表される light truck（大型自動車）がアメリカにおける過度な販売競争の結果、大きな経済損失を与えていることを主張している。

この研究の背景として、アメリカではSUVやピックアップトラック、乗用バンを含む大型自動車の市場シェアが、1991年～

表 2 社会的費用の計測方法の分類

評価指標	個別支出額		不動産価値	支払い対価
	市場価格による方法	計算価格による方法		
影響分析				
地域比較法	大気-家計支出		大気-住宅価値	
	騒音-防音装置費用		騒音- 同上	
	水質-浄化費用		水質- 同上	
質問紙・面接法	大気-家計支出・企業・公共体の費用増	大気-り患率 騒音-家計支出	同 上	騒音-住民のWTP
	騒音- 同上			
	水質- 同上			
統計分析 (需要行動分析)	大気-企業・家計・公共体の費用増	大気-死亡率	同 上	水質-レクリエーションの価値
	騒音- 同上			
	水質- 同上			

(注) 表は既往の調査において対象としている環境悪化と、その影響を示している。

2006年の間に17%から50%に増加し、特にSUV車は1.3%から30%に増加した。SUV車の人気は交通事故の衝突時の安全性にある。この論文では、交通事故のデータから大型自動車の安全性と他の自動車に与える危険性を分析、その結果から得られる安全指標が、実際の消費者の自動車購入行動に影響を与えているか、与えている場合はどの程度の金銭評価に値するかを求め、相対的に危険な大型自動車に対して課税すべきという政策提言を行っている。

【分析手法】

1998年～2006年に警察に報告された大量の交通事故データに基づき、3種類の事故(1. 車二台による事故で乗用車を含む、2. 車二台による事故で大型自動車を含む、3. 車一台の事故)に関して、事故を起こした車両と起こされた車両の安全性を検証するために、tobitモデル<sup>1</sup>で推定を行う。被説明変数は、事故における衝突の深刻さを示す、「搭乗者あたり死者率」であり、0(死者・重傷者無し)～1(全員死亡)の範囲を取る。説明変数は気候条件や地理的条件、運転者の年齢などの属性などである。分析の結果、郊外地域での事故、シートベルトの未使用、飲酒運転やスピードの出し過ぎの場合、よ

り危険な事故となっている。統計的な命の価値は経済主体の死亡リスクの限界的な変分に対する支払意思額に基づく。

表3より、事故1,000件あたりの死者数は、相手が乗用車あるいは大型自動車の場合、大型自動車は乗用車に較べて0.72人、0.915人、それぞれ死者数が少ないため、大型自動車は安全である。逆に言えば、相手が大型自動車の場合、乗用車は死亡リスクが高い。一方、単独事故の場合、大型車の方が乗用車よりも2.225人死者数が多い。こうした車両別の死亡確率に、事故の頻度を考慮することによって、車種別の安全性指標が与えられる。1998 - 2006年の平均で、事故の頻度は単独事故よりも複数車両の事故の方が約5倍多い。次に20の大都市統計地域の車両販売データを利用して、BLPタイプの需要関数を推定する。説明変数に車両価格、燃費、ガソリン価格などに加え、前述の車両の安全性指標を含む。需要分析の結果から、交差弾力性が同じ商品カテゴリー間で大きいこと、より価格の安い自己価格弾力性が大きいこと、価格と限界費用の差が価格に占める割合が販売の加重平均で16.7%になることが明らかになった。

表 3 事故 1,000 件あたり搭乗者の死者数

第一車両	複数車両事故		単独事故
	第二車両		
	乗用車	大型自動車	
乗用車	1.622	2.130	7.364
大型自動車	0.902	1.216	9.589
差	0.720	0.915	-2.225

<sup>1</sup> tobit モデルとは回帰分析の一種で、説明変数がある一定値までは被説明変数が常に0の値を取るが、説明変数がある「しきい値」を超えると、説明変数に比例して被説明変数が増加するような関係を分析するときに使われる手法。自然界では気温と積雪量の関係などに使われている。

統計的な命の価値は、経済主体の死亡リスクの限界的な変分に対する支払意思額に基づく。有力な手法は、賃金の差が様々な職業に含まれるリスク水準の差で説明されるヘドニックモデル<sup>2</sup>である。

ここで紹介している Shanjun のモデルは、車両価格と安全性が相関している観察不可能な財の特性をコントロールし、同じく観察されない家計の特性を考慮している。分析の結果、消費者は大型自動車の安全性に対するプレミアムに価値を有し、死亡事故減少の支払意思額は、10年間利用し、1.4人が搭乗すると仮定した場合、2006年価格で1,014万ドルであった。

この Shanjun の研究は、死亡リスクの金銭評価を仮定したアンケートではなく、実際の販売データを用いて消費者の安全性に対するニーズを分析している点が興味深い。わが国でも運転に自信のない購買層がより安全な自動車を購入したり、エアバッグなど安全性を高める装備に対して一定の支払意思を示すことから、同様な分析が出来るだろう。

(2) 文献その5

書名	「死亡リスク削減に対する WTP への期待余命の影響」
作者	今長久・谷下雅義・鹿島茂
雑誌名	
発行年	2004

【概要】

交通事故の安全対策は費用便益的に実施される必要があり、そのために現状で発生している費用が計測されるが、この計測において人が受ける損失（人的費用）の評価を WTP ベースで実施する研究が近年わが国でもなされている。これらの研究においては、欧米の多くの研究同様、統計的生命

<sup>2</sup> ヘドニックモデルとは、差別化された製品の市場を扱うために開発されたアプローチ方法である。製品価格を製品特性の数量によって説明する。また、差別化された製品の特性の一つに環境属性を含むものを用いる。これは住宅市場で良く使われる。住宅を購入したり借りる場合、消費者は住宅の面積や浴室の数に加え、大気の質や騒音などの環境属性も考慮する。

の価値の考え方による CVM を用いた推計が多い。

統計的生命の価値の考え方では、現状の交通事故リスクを一定程度削減できる対策に対する WTP をリスクを受けている人々を対象に調査し、その WTP を集計（平均値あるいは中央値として集計される）して、統計的な死者 1 人あたりの価値（VSL）を推計する。

この計測では、被験者がリスクにより受ける損失である VSL は、被験者により違いがないと仮定している。しかし、死亡した年齢により失う期待余命が異なるため、確率的に同じ大きさの事故リスクを提示したとしても、年齢の違いにより受ける被害の大きさが異なることも考えられる。その場合、回答される WTP も異なる。年齢（期待余命）の違いをどの程度被験者が認識しているのかを把握することは、推計方法の妥当性を検討する上で非常に重要である。この論文は、同じリスク削減対策を提示したときに年齢の違いにより評価が異なるのかを調査することを目的としている。

【リスク削減に対する WTP に期待余命が与える影響】

1. 統計的生命の価値の考え方

統計的生命の価値の計測では、調査票の中で対策による効果として 1 人の人が事故に遭い死亡するリスク（交通事故死亡リスク）を  $p$  削減できる対策を被験者に示す。そして、その対策の効果に対する WTP を回答してもらおう。VSL はリスク削減率  $p$  およびそれに対する支払意思額 WTP ( $p$ ) を用いて式(1)のように推計される。

$$VSL = WTP(p) / p \dots (1)$$

この VSL をリスクを受ける人について集計することで最終的な評価値が得られる。従って、VSL は期待余命を考慮していないため、死亡すること 1 回により損失が発生すると考えていることになる。しかし質問では、対策の効果は「設定した期間の間に死亡するリスクが  $p$  削減される」と説明し、これに対する WTP を回答してもらおうため、被験者は「自分が死亡することによる損失」が確率的に減少することの選好を WTP と

して表現する。しかし、このとき「自分が死亡することによる損失」が余命の長さ(期待余命)により異なるとも考えられる。この場合、回答された WTP は年齢の違いにより余命の長さに応じて変化する。

## 2. リスク削減に対する WTP への期待余命の影響

図 3 は、この論文の著者が 2000 年に実施した VSL を推計するための調査で得た値を、年齢別に集計したものである。この図を見ると、年代により結果が違ってくる。ただしこの WTP は期待余命だけではなく、年齢の違いに伴う平均所得の違いにも影響を受けており、その結果として図のように期待余命の大きいはずの若年層の WTP が小さくなっている。

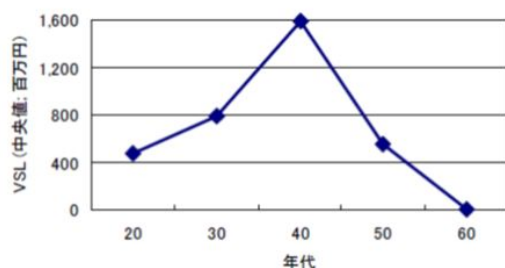


図 3 年齢別に集計した VSL

### 【期待余命の違いが死亡リスク削減の WTP に与えている影響の分析方法】

ここでは、リスクを  $p$  削減する対策への WTP が年齢の違いおよび所得の違いにより影響を受けていると仮定する。そして期待余命が与える影響を検討するために、以下に示す二つのリスク削減に関する WTP を調査する。

死亡リスク  $p$  削減することへの WTP

交通事故に遭遇し、本来はその後負傷  $i$  の症状になるはずを、回避できることへの WTP

の対策に対する WTP は、事故に遭ったと仮定し、本来一定期間負傷による後遺症が残るはずのところを、すぐ元の状態に回復できる治療への WTP である。この治療への WTP は、所得には影響を受けるが、症状が軽度なため期待余命の長さには影響を受けないと考える。一方で、得られる WTP と年齢の関係を見る指標として公式(2)に示す  $W(t)$  を導入する。

$$W(t) = VSL(t)/V(i, t) \cdots (2)$$

$t =$  年齢

$$VSL(t) = WTP(p, t)/p$$

$$V(i, t) = WTP(i, t)$$

ここで  $VSL(t)$  は、式(1)に示した統計的生命の価値である。一方、 $V(i, t)$  は負傷  $i$  を受けた場合の損失を表す。これは提示する負傷  $i$  を受けた場合の損失を表す。これは提示する負傷  $X$  および  $W$  が比較的軽度な症状であるためそれを回避することへの WTP を直接損失と考える。

この指標は、 $VSL(t)$  を  $V(i, t)$  で除すことで所得の効果を取り除き、余命の長さのみが反映されることを意図している。この指標を年代別に  $VSL(t)$ ,  $V(i, t)$  を集計して作成して、これを用いて影響を検討する。

### 【分析】

#### 1. 交通事故死亡リスクの評価値 VSL

図 4 は年代別に集計した VSL を示している。

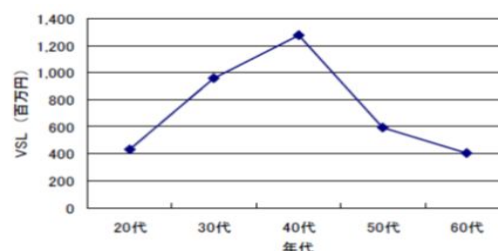


図 4 年齢別に集計した VSL

図 3 と同様の形状で、40 代がピークとなっている。

#### 2. 交通事故負傷リスクの評価値 $V(i, t)$

負傷状況を回避することへの WTP をそのまま損失の評価値  $V(i, t)$  と考え、年代別に集計した結果が以下の図 5 である。

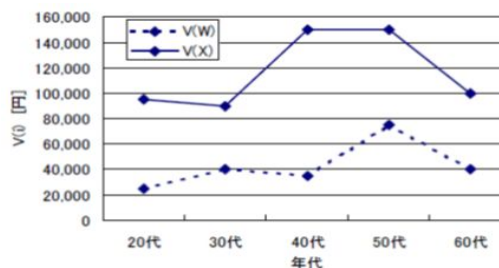


図 5 負傷の損失評価値  $V$

$VSL$  に比べ、若年層の  $V(i)$  が相対的に低い。このことは余命の長さが影響していな



いため死亡の評価値より相対的に小さな  $V(i)$  となっている(所得の効果のみが現れている)と解釈できる。

### 3. 指標 $W(t)$

1 及び 2 での結果をもとに式(2)に示した指標を図 6 に示す。負傷  $X$  を元にした指標では、若年層(20代、30代)のほうが高年層(50代、60代)よりも死亡を高く評価していると言える。負傷  $W$  の方では、40代で  $V(W, 40)$  が小さめなためにグラフの形状が  $X$  とは異なるが、若年層は、高年層よりも指標の値が大きく、死亡を大きく評価していると言える。

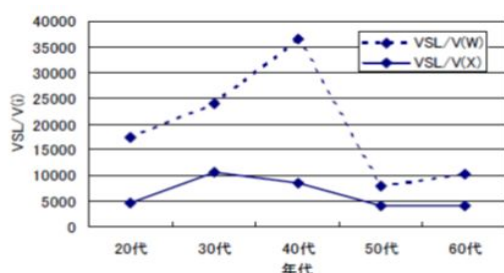


図 6 年齢別に見た指標  $W(t)$

### 4. その他の調査

図 7 では、負傷  $X, W$  および死亡  $K$  に 0~100 のスコアをつけてもらうスケーリングによる負傷  $X, W$  および死亡のスコアを基にその比  $SK(X)/SK(K)$  と  $SK(W)/SK(K)$  を年齢別に示したものである。スコアは最も良い状態を 0、最も悪い状態を 100 とする。結果より、負傷と死亡の損失としての大きさの差は、若年層の方が相対的に大きいことが読み取れる。ただし、死亡が大きいのか、負傷が小さいのかこの指標は分からない。標準ギャンブル法から得られる負傷  $X$  と死亡  $K$  の限界代替率を図 8 に示す。ここではスケーリングの結果ほど年齢による顕著な違いは見られなかった。

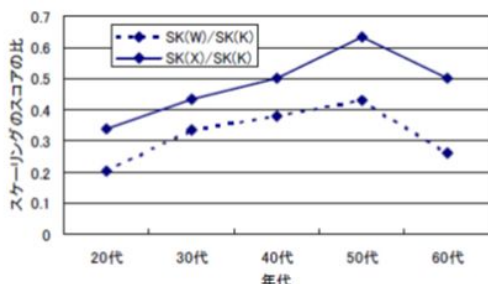


図 7 スケーリングの結果からの年齢の違いによる死亡と負傷の関係

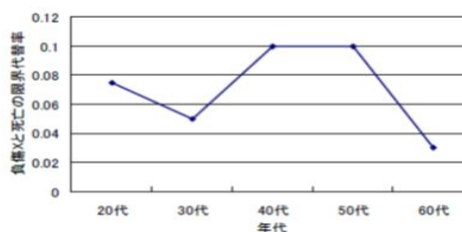


図 8 標準ギャンブルの結果からの年齢の違いによる死亡と負傷の関係の傾向

### 【結論】

この研究では、統計的生命の価値を計測する際の年齢の違いによる WTP への影響に注目し、その影響を検討した。リスク削減率  $p$  に対する WTP は、40代までは増加する傾向にあり、その後減少する傾向にある。その傾向の要因は、期待余命の長さの違いおよび、所得の違いが考えられる。よって、期待余命の影響のみを見るため、期待余命には影響を受けない負傷回避への WTP を調査し分析した。負傷回避への WTP は VSL よりも年齢とともに増加する傾向を見せ、作成した指標では若年層で損失を大きく評価する傾向が見られた。結果として、リスク削減に対する WTP を回答する際に、被験者は自分の期待余命の長さを考慮している可能性があることが分かった。この点を考慮して、年齢別に損失の大きさを評価する必要性を主張している。また WTP が所得の影響を受けて年齢とともに変化するが、将来の損失を現状の所得を基にした WTP のみで評価することの妥当性についても検討が必要である。死亡による損失を、WTP が年齢により所得や期待余命の影響を受けて変化することを考慮して計測する方法を検討する必要がある。

### (3) 文献その 6

書名	「道路交通による大気汚染死亡リスクの貨幣評価法に関する研究」
作者	今長久・谷下雅義・鹿島茂
雑誌名	土木計画学研究・論文集 Vol. 20, no. 2
発行年	2003

### 【概要】

自動車交通の社会的費用の主要な項目に交通事故や大気汚染に起因する死亡リスクがある。これを貨幣評価するうえで「人々のリスク回避への選好から評価する方法 (Willingness to pay approach / WTP) があり、この方法を用いた交通事故リスクの評価が数多く行われてきている。

一方、大気汚染による死亡リスクについては、交通事故と大気汚染の死亡リスクの特徴の違いを考慮して間接的に推計されることが多い。両者のリスクの大きな違いとして、大気汚染では汚染物質への長期曝露が肺がんなどの慢性疾患を引き起こすため、高齢になればなるほど死亡する確率は高くなると考えられる一方、交通事故については、高齢者の被害が増加傾向にあるが、大気汚染と比較して相対的に年齢とリスクの大きさの因果関係は低いこと、事故による死亡は事故発生と死亡との間隔は短い、慢性疾患による死亡の場合には、疾患の発生から死亡に至るまでに健康状態が徐々に悪化していき、その間の負効用も大きな評価要素であることが挙げられる。

これらの特徴から、交通事故の損失評価値から間接的に求めるのではなく、大気汚染による死亡リスクから損失評価値を直接推計することも必要であると考えられる。

この論文では、年齢の増加とともに増加する大気汚染リスクによる損失評価値  $v$  を、直接 CVM を用いて計測する方法を提案する。まず、本研究で用いる損失評価値  $v$  を定義し、次に調査から得られる大気汚染リスク削減への WTP と大気汚染による死亡リスク及び、それ以外の要因による死亡リスクから損失評価値  $v$  を導出する過程を整理する。

### 【大気汚染死亡リスクの損失評価値】

本研究で推計する損失評価値  $v$  は、ある個人が大気汚染死亡リスクにより死亡した場合に失う死亡時点での期待余命の 1 年あたりの価値と定義する。つまり、年齢  $t$  で死亡した人が失う損失  $L_t$  は、損失評価値  $v$  および、年齢  $t$  での期待余命  $T_t$  を用いて、以下の式であらわされる。なお、損失評価値  $v$  は、年齢により変化しないものと仮定する。

$$L_t = v \cdot T_t \cdots (1)$$

### 【損失評価値の導出】

#### (1) 期待余命の計測

ある個人は、大気汚染死亡リスク  $r_t$ 、および一般死亡リスク  $q_t$  の 2 種類のリスクによって死亡する可能性がある。大気汚染死亡リスク  $r_t$  は、全ての人が一定の大気汚染濃度に生涯さらされたという前提のもと、年齢  $t$  の人が  $t+1$  になるまでに大気汚染が原因で死亡するリスクである。同様に、一般死亡リスク  $q_t$  は、年齢  $t$  での大気汚染以外の死亡要因による年間あたり死亡リスクである。よって、年齢  $t$  の人が  $t+1$  歳になるときに生きている割合 (これを生存率  $S_t$  とする) は式(2)のようになる。

$$S_{t+1} = (1-r_t) \cdot (1-q_t) \cdot S_t = RQ_t \cdot S_t \cdots (2)$$

ここで、年齢  $t = \text{age}$  の期待余命について考える。この人は現在生存しているので、生存率

$S_{\text{age}} = 1$  であり、期待余命  $T_{\text{age}}$  は式(3)のように表される。

$$T_{\text{age}} = \sum_{t=\text{age}}^{\infty} (t - \text{age}) (1 - RQ_t) \prod_{n=\text{age}-1}^{t-1} RQ_n \cdots (3)$$

#### (2) 対策による便益としての余命の変化

期待余命  $T_{\text{age}}$  を失うことによる損失を  $L_{\text{age}}$  とする。  $L_{\text{age}}$  は、式(1)のように期待余命  $T_{\text{age}}$  および損失評価値  $v$  の積の形で表される。対策により大気汚染死亡リスク  $r_t$  から  $r'_{t}$  に削減される ( $RQ_t$  は  $R'_{t}Q_t$  となる) とする。リスクが  $r'_{t}$  に削減されたときの期待余命及びその損失は、それぞれ  $T'_{\text{age}}$ 、 $L'_{\text{age}}$  に変化する。よって、この対策による便益は、式(4)のようになる。

$$L'_{\text{age}} - L_{\text{age}} = v \cdot (T'_{\text{age}} - T_{\text{age}}) \cdots (4)$$

#### (3) リスク削減に対する WTP

この研究では、大気汚染死亡リスク  $r_t$  を  $r'_{t}$  に削減する対策に対して、毎年の WTP を  $W$  とする。この  $W$  は毎年一回生存期間中、同額を支払うものと仮定する。よって、死亡した場合には WTP は支払わないので、支払う WTP の期待値は式(5)のようになる。

$$WTP_{\text{age}} = W \cdot T'_{\text{age}} \cdots (5)$$

式(4)および(5)より、式(6)に示すように対策の便益に対する WTP の支払いが等しく

なるように損失評価値  $v$  は決定される。式  
中の係数  $\alpha_{age}$  は、死亡リスクにより決定さ  
れる係数であり、各年齢ごとに 1 つの値を  
とる。この研究では、式(6)を用いて損失評  
価値  $v$  を計測する。

$$\begin{aligned} L'_{age} - L_{age} &= WTP_{age} \\ \Leftrightarrow v(T'_{age} - T_{age}) &= W \cdot T'_{age} \\ \Leftrightarrow v &= \frac{T'_{age}}{T'_{age} - T_{age}} \cdot W = \alpha_{age} \cdot W \end{aligned} \quad \dots(6)$$

### 【リスクの設定】

#### (1) 大気汚染死亡リスク

大気汚染死亡リスクは一般に、ある濃度  
に生涯さらされたときに死亡する確率であ  
る生涯リスク  $R_{it}$  により定量化される。この  
生涯リスクは、大気汚染以外の原因により  
死亡しなかったときに、大気汚染が原因で  
死亡する確率を示すものである。生涯リス  
クは、生涯での死亡確率であるため、これ  
を年齢の増加に伴いリスクも線形的に増加  
すると仮定し、式(7)に示すように各年齢に  
リスクを分配する。

$$r_t = \beta \cdot (t - T_0) \quad \dots(7)$$

$T_0$  はリスクの開始年齢、 $\beta$  はリスクの増  
加率を示す。この  $r_t$  が式(8)を満たすように、  
生涯リスク  $R_{it}$  及び一般死亡リスク  $q_t$  を所  
与として、係数  $\beta$  を決定する。

$$\sum_{i=0}^{\infty} r_i \prod_{n=0}^i (1 - q_n) \cdot (1 - r_n) = R_{it} \quad \dots(8)$$

ただし、CV 質問を作成する際に、リスク  
の変化量は認識しやすい大きさに設定する  
必要があったため、大気汚染物質と死亡リ  
スクとの用量作用関係を疫学研究等の結果  
を考慮して、 $T_0 = 25$  歳、 $\beta = 2/100,000$  と  
設定した。ただし、現在より 5 年間は、大  
気汚染死亡リスクの疾患から死亡に至るま  
でのタイムラグとして、死亡リスクを 0 と  
する。以上を整理すると、大気汚染リスク  
は、式(9)となる。

$$r_t = \begin{cases} 0 & (age \leq t < age + 5) \\ 2 \cdot (t - 25) / 100,000 & (t \geq age + 5) \end{cases} \quad \dots(9)$$

#### 2) 一般死亡リスク

一般的に、一般死亡リスク  $q_t$  は、厚生労  
働省の発表している生命表のように、毎年  
徐々に生存率が減少していくものである。  
しかしこの論文では、アンケート時に回答  
者にリスク  $r_t$  および  $q_t$  を定量的に認識して  
もらう必要があり、このような詳細な生存  
率の減少を回答者が定量的に認識するこ  
とは困難であると考え、式(10)のような設定に  
している。

$$q_t = \begin{cases} 0 & (0 \leq t < T_c) \\ 1 & (t = T_c) \end{cases} \quad \dots(10)$$

この設定では、平均寿命  $T_c$  を設定し、そ  
の寿命以前に大気汚染リスク  $r_t$  以外で死亡  
することはないが、 $T_c$  で必ず死亡し、それ  
以上生存する可能性はないものとする。な  
お、今回は  $T_c = 75$  と設定した。

#### (3) 対策により削減される大気汚染死亡リ スク

このような 2 種類のリスクにさらされて  
いる状況の回答者に対して、大気汚染対策  
を実施することで、死亡リスクを現状の水  
準に抑えることができるという死亡リスク  
対策を提示する。対策により削減されたり  
スク  $r'_t$  は式(11)のようになる。

$$r'_t = \begin{cases} 0 & (age \leq t < age + 5) \\ 2(age - 25) / 100,000 & (t \geq age + 5) \end{cases} \quad \dots(11)$$

### 【調査のやり方】

対象地域は神奈川県川崎市に設定。公害  
による健康被害が問題となったことがあり、  
住人の大気汚染への関心度が高いためであ  
る。調査は面接方式で行った。質問内容は  
以下の図 9 に示すように、その他のリス  
クで死亡する可能性はないが 75 歳で必ず死  
亡するリスク  $q_t$  と大気汚染リスク  $r_t$  がある仮  
定のもと、大気汚染リスク  $r_t$  を  $r'_t$  にする対  
策への年一回毎年支払う WTP を質問した。  
WTP は 金額のオーダーを選択肢から選ぶ、  
オーダー内での自由回答方式、と 2 段階  
で質問した。



あなたは大気汚染が原因の肺癌で死亡する可能性があります。現在は肺癌ではないので、5年間は死亡することはありません。ただし5年後に死亡する可能性は、 $20 \times 10^{-5}$ あり、リスクはだんだん増加していき20年後にはその可能性は $50 \times 10^{-5}$ となります。

そこで、空気清浄器を家に取り付けることで死亡リスクを現状の水準(30歳のときのリスク水準)に抑えることができます。

この空気清浄器のフィルターの費用として年間1回(毎年)最大でいくらまで支払いますか。ただし、清浄器の効果はあなたのみ有効です。

図9 死亡リスク回避へのWTPの質問

【感度分析】

この研究では、 $T_c=78,80$ の場合と平成13年の生命表から一般リスク  $q_t$  を設定したときに、その違いが損失評価値の計測に用いる係数  $age$  に与える影響を検討している。設定は表4のとおりである。

まず、設定1、2、3の比較から、平均寿命  $T_c$  の設定により係数  $age$  は変化することがわかる。今回は  $T_c=75$  と仮定してWTPを回答してもらっているが、この設定は回答者自身の寿命についての考えなどの影響があった場合、損失評価値を過大あるいは過小に評価することになる。例えば平成13年の生命表での男性の平均余命は78.01歳なので、回答者が  $T_c=78$  と考えた場合、今回の設定1と設定3とを比較すると60歳では、 $1343/932$  1.4倍の評価結果となる。 $T_c$  の設定については回答者が自分の考える主観的な期待寿命の方が認識しやすいことも考えられ、今後どちらがよいのかを検討する必要がある。

また  $q_t$  の設定も結果に影響を与えることがわかる。設定0と設定2はほぼ平均寿命が同じであるが、設定2の方が高年齢層の係数を大きく推計する。

それぞれの設定の場合に今回調査から得たWTPを用いて、損失評価値を求めたもの

(単位：十億円)

表6 精神疾患の疾病費用

	統合失調症		うつ病性障害		不安障害	
	平均値	SE	平均値	SE	平均値	SE
直接費用	770,022	-	209,036	-	49,686	-
医療費	766,545	-	208,563	-	49,442	-
保険医療費用	750,818	-	208,003	-	49,396	-
措置入院費用	6,194	-	236	-	19	-
医療観察法費用	9,543	-	323	-	27	-
社会サービス費用	3,477	-	473	-	244	-
間接費用	2,004,359	1,067	2,881,013	9,765	2,343,484	7,008
罹病費用	1,849,651	706	2,012,372	9,684	2,099,089	6,950
absenteeism&presenteeism	-	-	1,528,748	9,439	1,381,347	6,465
非就業費用	1,849,651	706	483,624	1,629	717,743	2,070
死亡費用	154,708	783	868,642	1,359	244,395	944
合計	2,774,381	1,067	3,090,050	9,765	2,393,170	7,008

が表5である。実際に調査を行い小サンプルではあるが試算した結果、損失評価値は3,800万円/年となった。そして、平均寿命の設定が評価に大きな影響を与えるということが分かった。

表4 感度分析用のリスクの設定

設定	$q_t$ の形状	$T_c$ (歳)
設定0	平成13年生命表(男性)における死亡率	78.07
設定1	$q_t = \begin{cases} 0 & (0 \leq t < T_c) \\ 1 & (t \geq T_c) \end{cases} \dots (10)$	75
設定2		78
設定3		80

表5 設定別の損失評価値の試算

設定	平均値 (100万円/年)	中央値 (100万円/年)
設定0	78	23
設定1	132	38
設定2	111	37
設定3	96	31

2.3. 精神疾患の社会的費用

(1) 文献その7

書名	「精神疾患の社会的コストの推計」事業実績報告書
作者	学校法人 慶應義塾
雑誌名	N/A
発行年	2011

【概要】

2008年の日本における精神疾患(統合失調症、うつ病、不安障害)の社会的コスト(疾病費用)の推計を行った。疾病費用には直接費用として医療費、社会サービス費用を含めた。医療費には、保険医療費、措

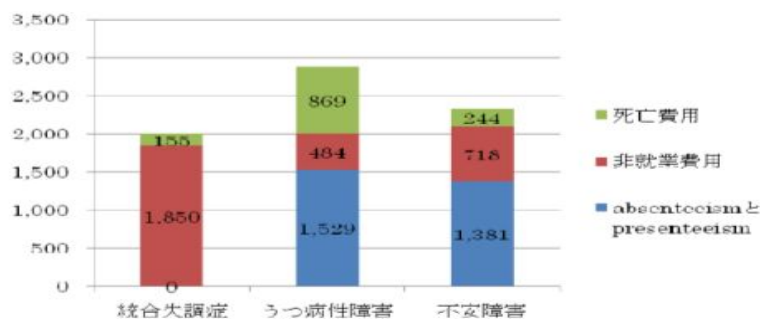


図 10 間接費用の構成

置入院費用、医療観察法費用が含まれ、社会サービス費用には、自立支援法関連サービス費用を含めた。間接費用には、罹病費用と、死亡費用が含まれる。罹病費用には欠勤 (absenteeism) と疾病就業 (presenteeism) と非就業費用が含まれる。インフォーマルケア費用については、データが存在しなかったため推計から除外した。各障害の疾病費用の推計にあたっては、不確実性を伴うパラメータが使用されている。よって、これらの不確実性を結果に反映するため、確率感度分析を実施し、各障害の疾病費用の平均値とそれらの標準誤差とを求めた。以下の表 6 がそれぞれの精神疾患の社会的コストである。図 10 はそれぞれの精神疾患の間接費用の構成を表している。

#### 【精神障害の社会的影響】

- ・当事者本人はもちろん、家族や友人といった個人、職場やコミュニティにまで影響が広範に及ぶ
- ・世界全体で見た場合、障害を抱えて生活する人の 26% が精神障害を抱えており、障害調整生存年 (Disability Adjusted Years: DALYs) の 9% が精神障害によって占められている
- ・先進国だけに限ってみれば、これらの数字は全死亡者の 2%、障害を抱えている人の 46%、全ての DALYs の 22% にまで跳ね上がる
- ・疾病負荷がこれほどまでに大きくなる原因の一つに「負荷の評価が間違っている」ことが挙げられている 推計に必要なデータが存在しないので、正確な評価が困難

#### 【疾病費用研究とは？】

疾病費用研究とは、その疾病の経済的負荷を計測し、もしその疾病がなければ回避できたであろう経済的負荷の最大の値を推計する研究である。ただし疾病の社会的負荷を計測するのに、わざわざ疾病費用研究を実施しなくても、既に明らかになっているさまざまな指標で行うことは可能なのではないかという批判もある。しかし、しかし、精神障害のようにその存在の把握が必ずしも容易ではないうえに、少なくない患者が医療の提供を受けていないような疾患では、死亡者数や受診者数といった表面上把握できる数値のみでそのインパクトを計測した場合には、その疾病の負荷を過小評価してしまうことになりかねない。精神障害では、罹病費用、インフォーマルケア費用など「隠された費用」が大きいため、そのインパクトが過小評価されてしまう傾向にあるのだ。

#### 【計測方法】

(対象疾患)

1. まず平成 20 年患者調査の International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10) による診断に基づき、推計患者数の多い以下の 3 つの傷病中分類を選択した。
  - ・ F2 圏 統合失調症、統合失調症型障害及び妄想性障害
  - ・ F3 圏 気分 (感情) 障害
  - ・ F4 圏 神経症性障害、ストレス関連障害及び身体表現性障害

表 7 疾病費用に含まれる費用の項目

	統合失調症	うつ病性障害	不安障害
<b>直接費用</b>			
医療費			
保険医療費	○	○	○
措置入院費用	○	○	○
医療観察法費用	○	○	○
社会サービス費用	○	○	○
<b>間接費用</b>			
罹病費用			
absenteeismとpresenteeism	×	○	○
非就業費用	○	○	○
死亡費用	○	○	○
インフォーマルケア費用	×	×	×

2.次に上記の傷病中分類の中から、それぞれの障害で中核となる費用項目（F2 圏 - 非就業費用、F3・F4 - 欠勤 absenteeism と疾病就業 presenteeism）の推計のために必要なデータが入手できる障害を抽出

3.その結果、統合失調症、うつ病、不安障害の3つの疾病費用を推計することとなった

#### a . 疾病費用推計の原則

疾病費用は2008年1年間の費用を推計するものとし、2008年のデータを使用して費用の推計を行うこととした。2008年のデータが存在しない場合には、できるだけ該当年に近い年のデータで代用した。また疾病費用推計の対象は成人(20歳以上)とした。ただし、保険医療費については、20歳以上と20歳未満の医療費を分けて推計することが困難であったため、20歳未満の費用も含めた。

疾病費用推計にあたっては、日本に、日本における最も確度の高いデータを使用することとした。日本における確度の高いデータが存在しない場合にのみ、諸外国の文献から引用できるデータがないか検討を行った。費用の推計にあたっては、過大評価を避けることを基本的な方針とした。

#### b . 疾病費用の費用項目

各障害の疾病費用推計に含まれた費用の項目は次の表7に示すとおりである。統合失調症では欠勤 absenteeism と疾病就業

presenteeism の推計のために必要なデータが存在せず、推計から除外した。インフォーマルケア費用についても推計するためのデータが存在しないため、費用の推計から除外した。

#### c . 推計の方法

##### 直接費用

医療費と社会サービス費用に分けて推計。医療費は、保険医療費、措置入院費および医療観察法費用。社会サービス費用は自立支援法関連サービスの費用を含めた。

- ・医療費（保険医療費・外来患者費用）
- ・入院患者費用
- ・薬剤費用
- ・院外処方による薬剤費用
- ・措置入院費用
- ・医療観察法費用
- ・社会サービス費用

##### 間接費用

・罹病費用 欠勤 absenteeism と疾病就業 presenteeism と非就業費用

・欠勤 absenteeism と疾病就業 presenteeism に関しては推計に必要なデータがないため除外

・非就業費用 一般人口の就業率と統合失調症の就業率の差は疾病に起因すると考え、それによってもたらされる損失を非就業費用と定義した。休職中の患者は、就業者として扱われる。非就業費用は、統合失調症の性別年齢別患者数に性別年齢別就業率の差および性別年齢別期待年収をかけ合わせ、これらの費用を全て積算するこ

とで求めた。

性年齢別非就業費用 = 性年齢別患者数 ×  
性年齢別就業率の差 × 性年齢別期待年収

- ・死亡費用 統合失調症による自殺者数に期待生涯賃金を乗じて算出
- ・インフォーマルケア費用 推計から除外

#### 【計測方法の課題】

この研究における計測方法には、どの障害にもインフォーマルケア費用が含まれていないこと、統合失調症において absenteeism と presenteeism が含まれていないことが限界の一つとしてある。その結果疾病費用が過小評価されている可能性がある。今後これらの費用を推計するためには、インフォーマルケアに要する家族などの負担、統合失調症患者の労働生産性低下などについてのデータを収集することが必要になる。

もう一つの限界ポイントとして、間接費用、特に罹病費用の推計で不確実性を伴うパラメータを多数使用したために、間接費用の不確実性が高くなったことも挙げられる。特に疾病就業 presenteeism の値の不確実性の大きさの影響が大きかったと推測される。日本における疾病就業 presenteeism に関するデータを見つけることはできず、疾病就業 presenteeism による生産性損失を推計するために、海外のデータから疾病就業 presenteeism と欠勤 absenteeism の相対比率を推計し、それに日本の欠勤 absenteeism のデータを掛けあわせることで推計を行った。このプロセスは技術的には適切であるが、不確実性の存在する欠勤 absenteeism の値に、さらに不確実性のある疾病就業 presenteeism と欠勤 absenteeism の相対比率を掛けあわせることで、結果として相当な不確実性をもたらすことになった。就業時の生産性の低下に関して日本国内でより正確なデータを得ることができれば、本研究で推計した費用の精度をさらに上げることができると思われる。

