

種々の危険の経年変化 に関する研究

その2：経年変化と考察

名古屋大学工学部建築学科

防災安全工学講座

掛 川 秀 史

目次	ページ
序章	1
第 1 章. 研究の目的と方法	2
1 - 1. 研究の目的	
1 - 2. 研究の方法	
第 2 章. リスクの概念	4
2 - 1. 過去のリスクに関する研究の概要	
2 - 2. リスクの構成要素	
第 3 章. 公的資料による統計値の把握	7
3 - 1. 被害量に関する統計値の把握	
3 - 2. 母数に関する統計値の把握	
3 - 3. 本研究で用いる統計資料の選定	
第 4 章. 機械系におけるリスクの経年変化	13
4 - 1. 機械系のリスクの定義	
4 - 2. 機械系のリスクの算定	
4 - 3. 考察	
第 5 章. 人間系におけるリスクの経年変化	25
5 - 1. 人間系のリスクの定義	
5 - 2. 個人レベル, 集団・社会レベルのリスクの経年変化	
5 - 2 - 1. 個人レベル, 集団・社会レベルの分類	
5 - 2 - 2. 個人レベル, 集団・社会レベルのリスクの算定	
5 - 2 - 3. 考察	
5 - 3. 年齢別のリスクの経年変化	
5 - 3 - 1. 年齢別のリスクの算定	
5 - 3 - 2. 考察	
終章	47
《Appendix I: 統計資料の出典》	48
《Appendix II: 航空機の機種別の形式》	53
文献	55
謝辞	56

序章

従来、『建築』とは厳しい自然現象や外敵から身を守ることを主たる目的としてきたため、建築物自体はシェルターとして安全なものであることが必須条件とされてきた。自然の外力に耐えるためには、まず構造的に安全であることが求められ、それに伴い“構造力学”が体系化されたのだが、建築空間は人間との関わりによって成り立っているため、空間における安全性はヒューマンファクターによる影響が大きく、いくら力学的に安全になろうとも建築空間自体の安全性が確保されたとは言えないだろう。一方、社会が多様化することにより、建築以外の社会システムにおいてさまざまな人為災害が増加している。特に現代では、システムが巨大化する傾向がみられ、一回の事故当たりの被害量が増加することに伴い、これらシステムの安全性をどのように捉えるかが問題となってきた。一部では、個々のシステムの安全性の目標値を確率で表現し、設計時の基準値として用いる動きがあるのだが、建築空間の設計においてはこのような安全性の基準値は明確にされていない。安全な空間を設計するためには、この点を明確にすることが、第一の問題である。建築空間のように人間の生活に密着しているシステムについては、安全性の基準値を設定するに当たって、システムを設計する側の見解だけでなく、システムを使用する側も含めた社会全体による合意が必要となろう。

しかし、本当に安全な建築空間を得るためには、社会的合意により安全性の基準値を設定するだけでは不十分で、次にこれらの安全性の評価手法を明確にしなければならない。このように、安全性の評価手法を確立することが、第二の問題であろう。“安全”を体系化し、社会的に活用してゆくためには、以上のような長い道のりが残されている。

本研究は、人間が個々の行動における危険をどのように認識しているかを明らかにするための基礎的研究としておこなった。将来、本研究が安全性の基準値を設定するための基礎資料として、活用されることが望まれる。

第1章. 研究の目的と方法

本章では、この研究の目的と方法について概説する。

1-1. 研究の目的

すべての人間は生きていく上で、なんらかの危険（リスク）を背負って生きている。これらのリスクは、絶対的に零にすることは不可能であり、実際には人間が生活する上でリスクが受忍可能であると判断できるレベル（acceptable risk level）を無意識のうちに設定していると言えよう。このようなリスクの受忍レベルは、各々の活動によって異なるであろうし、また社会構造の変化にともなってそれぞれ変化していくと考えられる。特に科学の進歩がめざましい現代においてリスクの受忍レベルを明確にすることは、システムを設計する側にとって、設計段階での規準を確立することにつながるのだが、実際にはこの点については曖昧なままになっている場合が多い。但し、航空機、原子力発電などの巨大システムにおいては、安全性を確率で表現し、これらの値を設計時の基準として用いる動きがみられる。

本研究では、社会一般に存在するあらゆるリスクを対象とし、リスク算出のために必要となる統計資料の整理を行い、今後のリスク研究のための基礎資料とすることを第一の目的とする。また、各種統計資料を用いて個々の行動に関わるリスクを求め、それらの経年変化における特徴を捉えることを第二の目的とする。ここでは、特に経年変化におけるリスクの漸近値に注目している。また、個々のリスクに影響を与えと思われる要因ごとでリスクを分析することによって、各々の要因が全体のリスクに与える影響の大きさを明確にすることを第三の目的とする。このような作業を行うことによって、社会のバックグラウンドに存在するリスクの全体像を明らかにして行きたい。

1 - 2. 研究の方法

本研究では、個々のリスクを各種統計資料を用いて算出する。ここでリスクは、個々の活動における被害量を母数で割ったものとし、実際のリスク算出に際しては、以下に示すようにリスクを事故率及び死亡率で表している。

$$\text{リスク} = \text{被害量} / \text{母数}$$

事故率の場合 被害量：事故件数
母数：1システムの関わる時間*システム数

死亡率の場合 被害量：死亡者数
母数：人間1人の関わる時間*関わる人数

実際にリスクを算出するためには、まず各々の活動における被害量及び母数の把握が必要となる。上にあげた定義では、母数を各行動に関わる時間としているが、関わる時間の算出が非常に難しい行動については、これにできるだけ近く、かつ比例すると判断される値を各種統計資料から選定して用いることとする。リスク算出に際し、有効と思われる個々の統計資料については、第3章で各行動ごとに分類して扱っている。本研究で実際に用いた統計資料の詳しい出典及びリスクの計算方法については、《Appendix I》に後述した。個々の活動の範囲は、原則的には日本国内を対象としているが、航空機事故については事故の領域の区分が不鮮明なため、世界全体を対象としている。

第2章. リスクの概念

本章では、リスクにおける概念を明確にするため、まず過去のリスクに関する研究の概要について述べ、更にリスクをその構成要素で分類することで、個々のリスクを分析する際の手がかりとする。

2-1. 過去のリスクに関する研究の概要

これまでに行われたリスクの構造に関する研究の代表的な例としては、スタンフォード大学のC. Starrによるものがあげられる。彼は、危険の尺度として、特定の行動に関わる時間当りの死亡率を導入し、この死亡率の歴史的変化（次第に減少して一定値に近づく）から、許容できるリスクのレベル（acceptable risk level）を定める考え方を示した¹⁾。また図1に示すように、疾病によるリスクと自然災害によるリスクを acceptable risk levelのそれぞれ上限、下限として設定し、その他のリスクの受忍レベルは、これら上限と下限の範囲で個々の活動による利益（ベネフィット）の3乗に比例すると結論づけた²⁾。ここでStarrは、個々のリスクの受忍レベルを、それぞれの活動に対するベネフィットと関連づけて説明しているが、ベネフィットは社会的、時間的な影響が強く、その時代の社会状況や経済状態によりかなり変動することが予想されるため、経年変化を概観することで、実際に個々のリスクの受忍レベルを算定しようとする場合には、これをリスクを表す変数として用いることは困難である。

以上のような観点から、本研究では問題を簡略化するため、ベネフィットなどの経済指標をリスクのパラメータとして用いることはしないこととする。

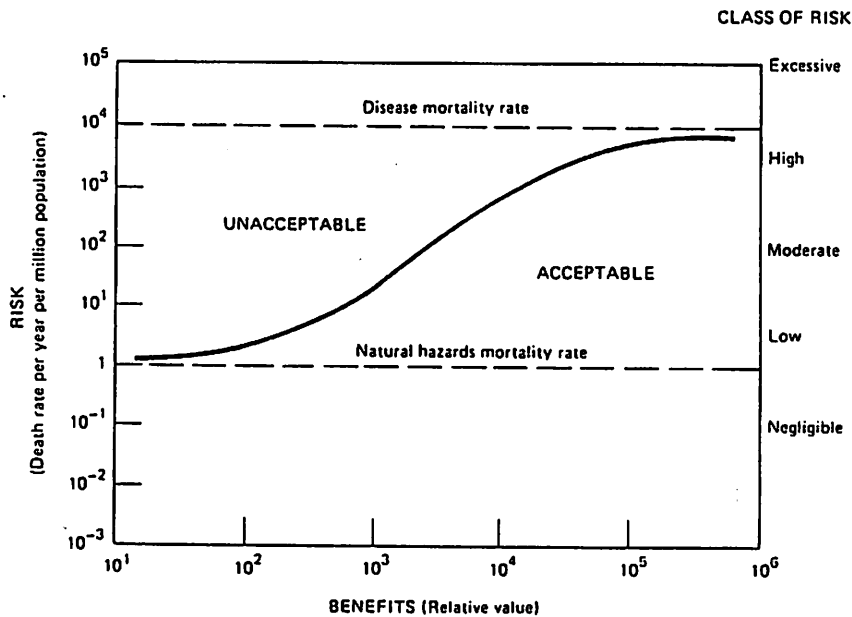


図 1. 許容リスクレベルの概念図

2-2. リスクの構成要素

あらゆる事故において、その事故を引き起こした直接的な要因と、間接的な要因の存在が考えられるが、これらの要素全体を一つのシステムと考えると、事故は個々のシステムのエラーとして捉えることができる。システムの構成要素はシステムの種類によって当然異なるが、このような構成要素を、木下は、機械系と人間系とに分類し、システムに関連した事故はこれら構成要素のシステムエラーとして起こるという考えを示した³⁾。このような分類にしたがって実際にリスク解析を行う場合、これらの構成要素は複雑に関連しており、公的な統計資料からこれらを明確に分類することは困難である。よって、本論文においては、機械系内部のエラーによるリスクとして、各々のシステムの事故率を、また人間系内部のエラーによるリスクとして、システムに関わる時間当りの死亡率を仮定することとした。

人間系におけるリスクを考える場合、リスクを個人レベルで知覚するか、または社会レベルで知覚するかによって、リスクに対して示す反応の性質には違いがあると考えられる。これは、リスクを自分自身の生活に当てはめた場合、時間的・距離的にどれくらい自分と隔たっているか（すなわち、自分とどれくらい関係があるか）ということに関係している⁴⁾。以上のようなことから、本研究においては、人間系内部のエラーを、リスクに対する意識の違いにより、

個人レベルによるものと、集団・社会レベルによるものとは分類した。リスクの認識において、個人レベルでは、個人のリスクに対する意識が大きなウェイトをしめるのに対し、集団・社会レベルでは法律による規制や報道、道徳、宗教などの社会的圧力が、大きなウェイトをしめている。

図2に社会システムにおけるリスクの構成要素を示す。

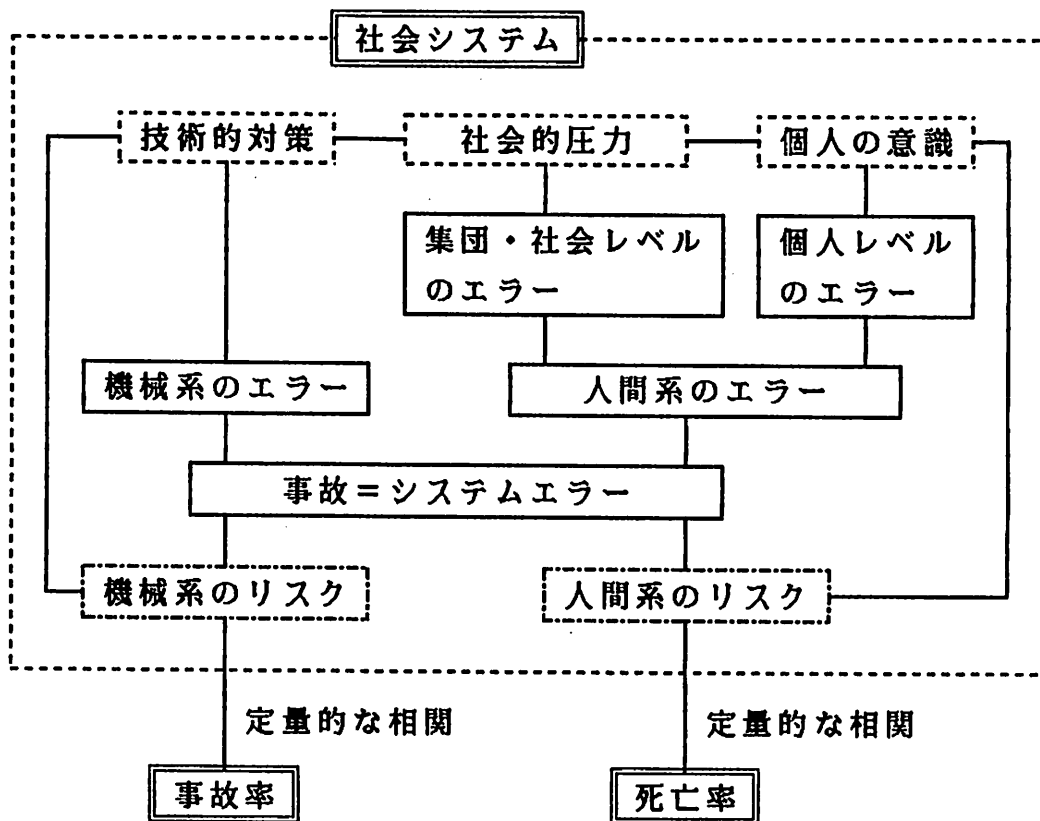


図2. リスクの構成要素

第3章. 公的資料による統計値の把握

本章では、リスク算出のために必要となる統計資料の整理を行い、本研究で実際に用いる統計資料を選定する。

3-1. 被害量に関する統計値の把握

以下では、被害量の把握に有効と思われる主な統計資料を各行動ごとに分類した。

《自動車事故》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』
厚生省大臣官房統計調査部
- ③ 『交通安全白書』 総務庁編
- ④ 『陸運統計要覧』 運輸省大臣官房情報管理部

《航空機事故》

- ① “Flight International”
Flight Publishing Company Limited
- ② “ICAO Bulletin”
International Civil Aviation Organization

《火災》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』
厚生省大臣官房統計調査部
- ③ 『消防白書』 消防庁編
- ④ 『火災の実態』 東京消防庁予防部調査課編
(但し、東京都内の火災のみ)

《労働災害》

- ① 『労働省災害補償保険・労働災害統計年報』

労働省労働基準局

- ② 『労働災害動向調査』 労働大臣官房統計情報部
- ③ 『労働統計年報』 労働大臣官房統計情報部
- ④ 『電気事故統計』 資源エネルギー庁公益事業部技術課

《日常災害》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』
厚生省大臣官房統計調査部

《疾病》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『悪性新生物死亡統計〔S47-59〕（人口動態統計特殊報告）』
厚生省大臣官房統計調査部
- ③ 『伝染病統計』 厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課
- ④ 『食中毒統計』 厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課
- ⑤ 『患者調査』 厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課

《自然災害》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』
厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『警察白書』 警察庁編
- ③ 『防災白書』 国土庁編
- ④ 『消防白書』 消防庁編
- ⑤ 『理科年表』 東京天文台編（丸善）
- ⑥ 『気象要覧』 気象庁
- ⑦ 『日本気象災害年報』 中央气象台
- ⑧ 『建築統計年報』 建設省計画局
- ⑨ 『国土統計要覧』 国土庁

3-2. 母数に関する統計値の把握

以下では、母数の把握に有効と思われる主な統計資料を、各行動ごとに分類した。

まず、人口に関する資料をまとめると次のようになる。

《人口に関する統計資料》

- ① 『人口動態統計』 厚生省大臣官房統計調査部
- ② 『国勢調査』 総務庁統計局

次に、各行動ごとに、人口以外でリスク算出に有効と思われる統計資料を挙げる。

《自動車事故》

- ① 『陸運統計要覧』 運輸省大臣官房情報管理部
- ② 『運輸白書』 運輸省編
- ③ 『道路統計年報』 建設省道路局企画課
- ④ 『自動車統計年報』 日本自動車工業会

《航空機事故》

- ① “Digest of Statistics, Aircraft on Register”
International Civil Aviation Organization
- ② “Digest of Statistics, Fleet and Personnel”
International Civil Aviation Organization
- ③ “ICAO Bulletin”
International Civil Aviation Organization
- ④ “World Air Transport Statistics”
International Air Transport Association
- ⑤ 『国際連合・世界統計年鑑』 国際連合統計局（原書房）

《火災》

- ① 『住宅統計調査報告』 総務庁統計局
- ② 『固定資産概要調書』 自治省税務局
- ③ 『厚生 of 指標・国民衛生の動向』
厚生省大臣官房統計情報部管理課
- ④ 『医療施設調査』 厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課
- ⑤ 『観光白書』 総理府編
- ⑥ 『社会福祉施設調査報告』 厚生省大臣官房統計情報部

《労働災害》

- ① 『就業構造基本調査報告』 総理庁統計局調査部労働力統計課
- ② 『事業所統計調査報告』 総理府統計局調査部経済統計課
- ③ 『労働者災害補償保険事業年報』 労働省労働基準局
- ④ 『賃金労働時間制度総合調査報告』 労働大臣官房統計情報部
- ⑤ 『労働力調査年報』 総理府統計局

3-3. 本研究で用いる統計資料の選定

(1) 機械系におけるリスクの算出に用いる統計資料の選定

機械系におけるリスクの算出には、図3に示す統計資料を用いることとする。

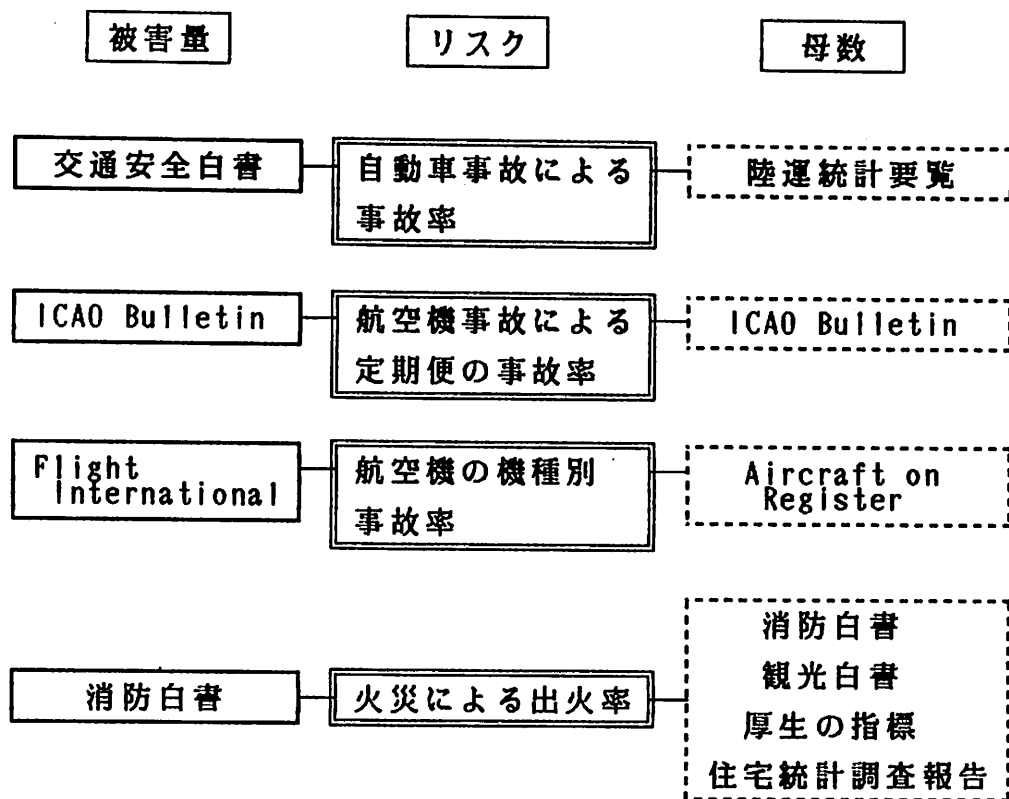


図3. 機械系リスク算出のための統計資料の出典

(2) 人間系におけるリスクの算出に用いる統計資料の選定

人間系におけるリスクの算出には、図4に示す統計資料を用いることとする。

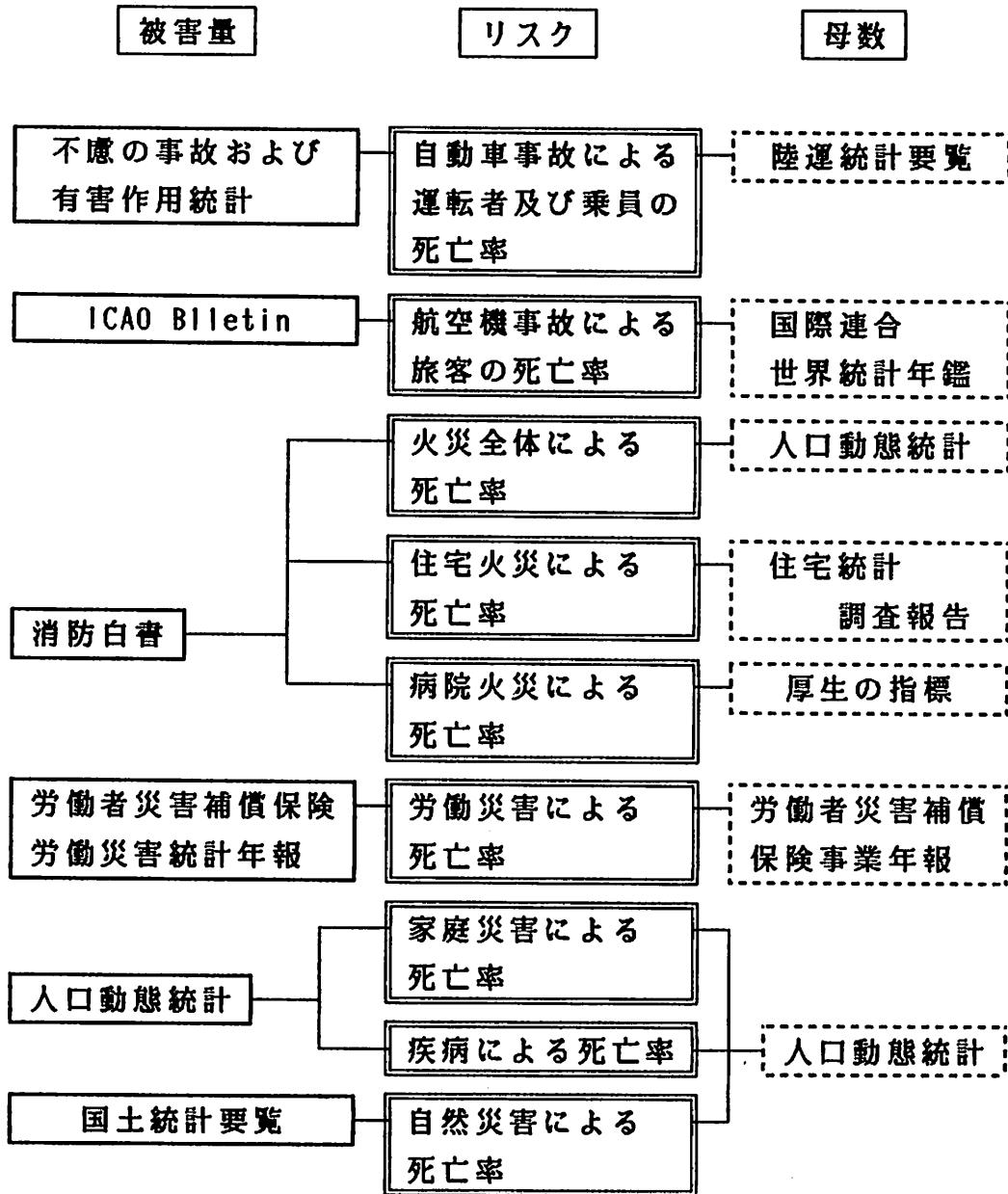


図4. 人間系リスク算出のための統計資料の出典

第4章. 機械系におけるリスクの経年変化

本章では、機械系におけるリスクを定義し、その経年変化を概観する。また、その結果に基づいて考察を行うこととする。

4-1. 機械系におけるリスクの定義

ここでは、基本的な定義として以下のように考えた。

- ① 機械系におけるリスクは、個々のシステムにおける事故の発生率とする。
- ② 取り上げる事故は、発生した直接の要因が、人間のミスによるものでもすべて取り上げるものとする。

航空機の機種別の事故については、事故率の定義として各年の累積事故率を用いる。累積事故率の定義は、以下の式による。

$$\text{累積事故率 (n)} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{各年事故数 (i)}}{\sum_{i=1}^n \text{各年登録台数 (i)}}$$

但し、1961年以降で登録のあった最初の年を $i = 1$ とする。

以下では、上の定義に基づき、

- 1) 自動車事故
- 2) 航空機事故
- 3) 火災

について、それぞれのリスクを算定し、経年変化について考察をおこなう。

4-2. 機械系のリスクの算定

(1) 自動車事故のリスクの算定

自動車事故のリスクの経年変化を図5, 6, 7に示す。

ここでは、死亡者が発生した事故のみを扱っている。図5は、自動車事故全体のリスクを表している。但し、二輪車, 原付車の事故は含まれていない。図6, 7は、自動車の車種別にみたリスクの経年変化で、乗用車にはバスなどの大型車も含まれている。

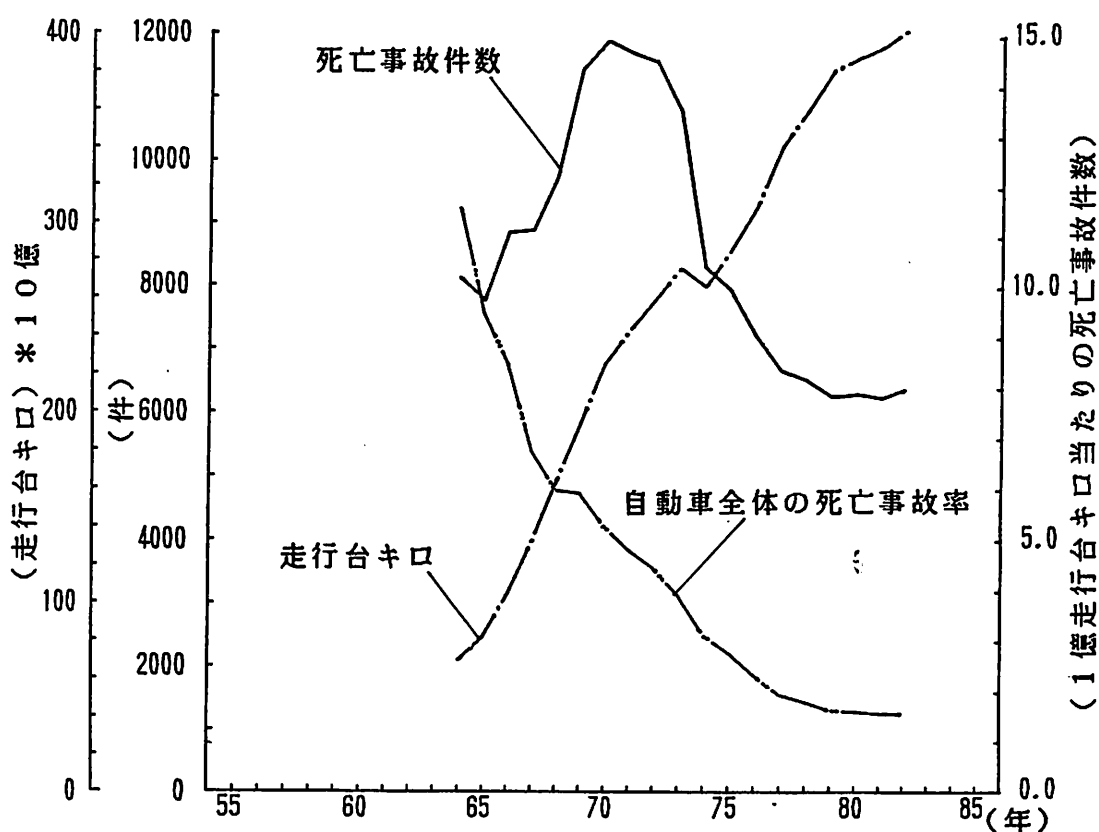


図5. 自動車死亡事故率

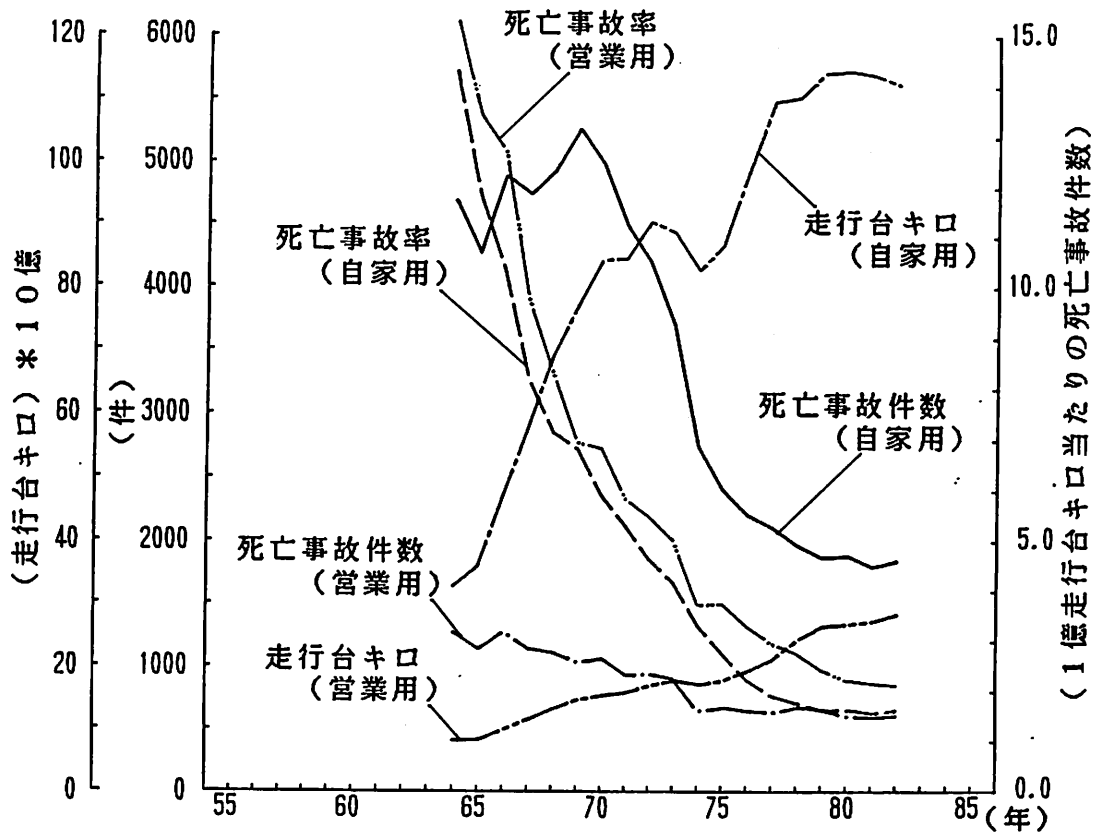


図 6. 自動車死亡事故率 (貨物車)

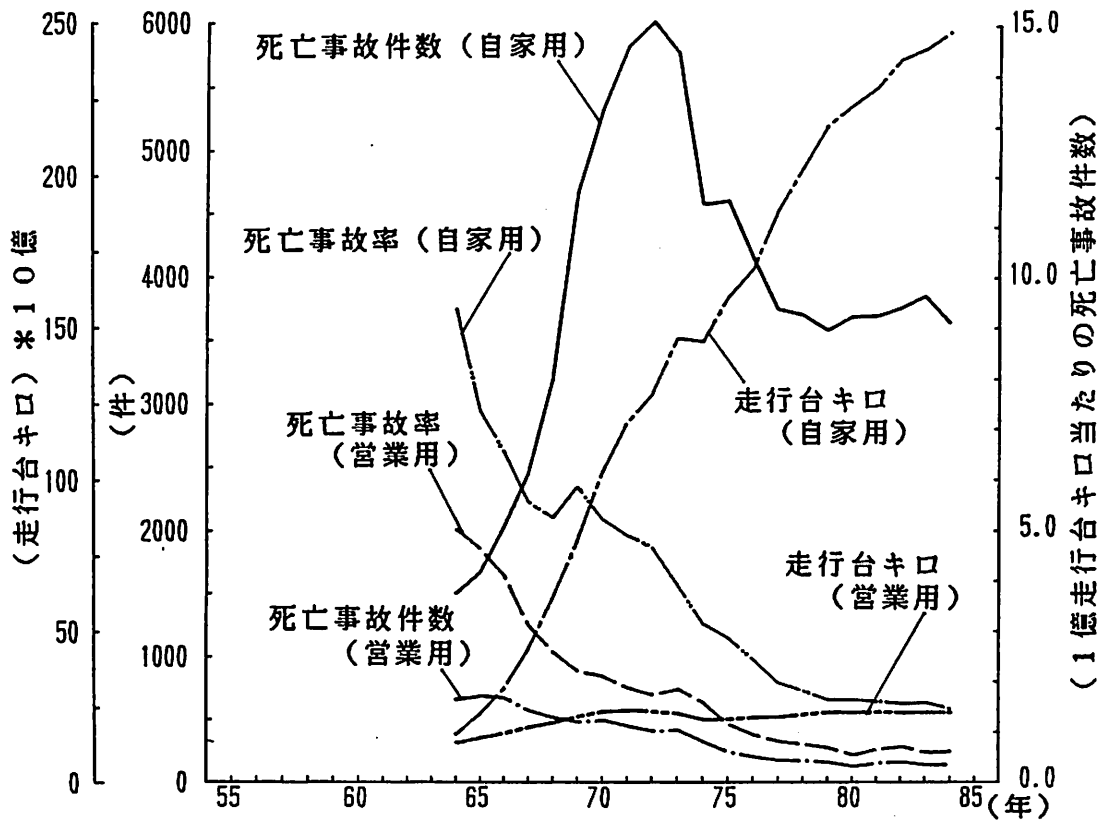


図 7. 自動車死亡事故率 (乗用車)

(2) 航空機事故のリスクの算定

民間航空機による事故のリスクの経年変化を図8に、また航空機の機種別でのリスクの経年変化を図9, 10, 11, 12に示す。ただし、ここでは死亡者が発生した事故のみを扱っている。

図8では、民間航空機のうち定期便を対象としている。航空機事故は、離着陸の際に起こる割合が大きいため、事故率として飛行時間当りの事故件数, 飛行キロ当りの事故件数以外に、着陸回数当りの事故件数も示した。

図9～図12ではそれぞれの機種をプロペラ機とジェット機で分類し、更にジェット機は各世代ごとに分類した。図に示した事故率の値は、1984年現在の値を表している。なお、図10～図12で用いたジェット機の世代ごとの分類は、航空界で使用されている分類方法で、ほぼ同じ時期に開発された機種を同じ世代としてそれぞれまとめて古い世代から、第1世代ジェット, 第2世代ジェット, 第3世代ジェットと呼んでいる。各世代の特徴をまとめると以下のようになる⁵⁾⁶⁾。

《第1世代ジェット》

1955年頃就航した初期のジェット機で、ターボジェットエンジンを使用している。ターボジェットエンジンとは、コンプレッサーとタービンを直結した簡単な構造で、燃焼ガスを排気口から噴出させ、その反動力を推進力に使っている。ターボジェットの排気は高速で、低速では推進効率が悪く、燃料を浪費する。

《第2世代ジェット》

1965年頃就航したジェット機で、ターボファンエンジンを使用している。ターボファンエンジンとは、推進力としてジェットエンジンの燃焼ガス(コア流)と、ある程度の速度を持つ空気の流れ(バイパス流)の2つを利用したもので、ターボジェットエンジンに比べて低い速度での性能がよく、燃料消費が少ない。

《第3世代ジェット》

1970年頃に就航したジェット機で、大推力の高バイパス比ターボファンエンジンを使用している。2本の通路を配したワイドボディ（広胴型）旅客機であり、これにより大量高速輸送が実現された。また、INS（慣性航法装置）が導入され、完全な自立航法が可能となった。

それぞれの機種形式については、〈Appendix II〉で後述する。

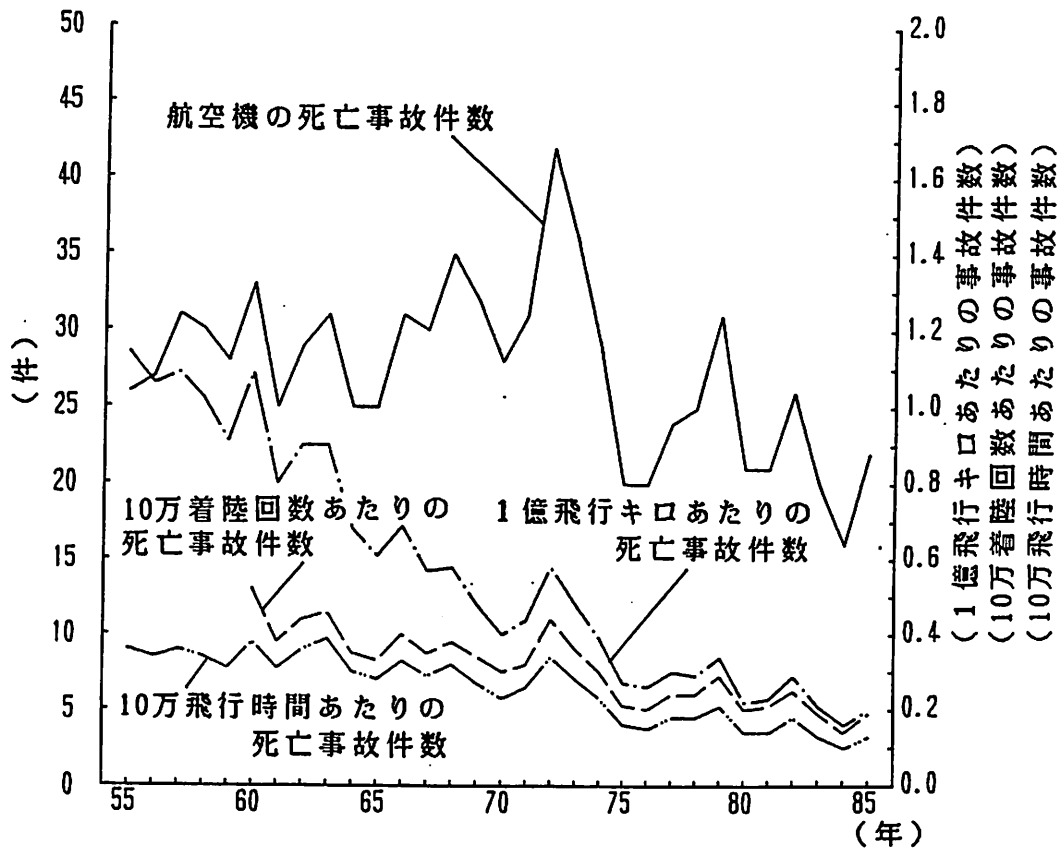


図8. 航空機死亡事故率

● : 1961年以降に登録が開始された機種

○ : 1960年以前から登録されている機種

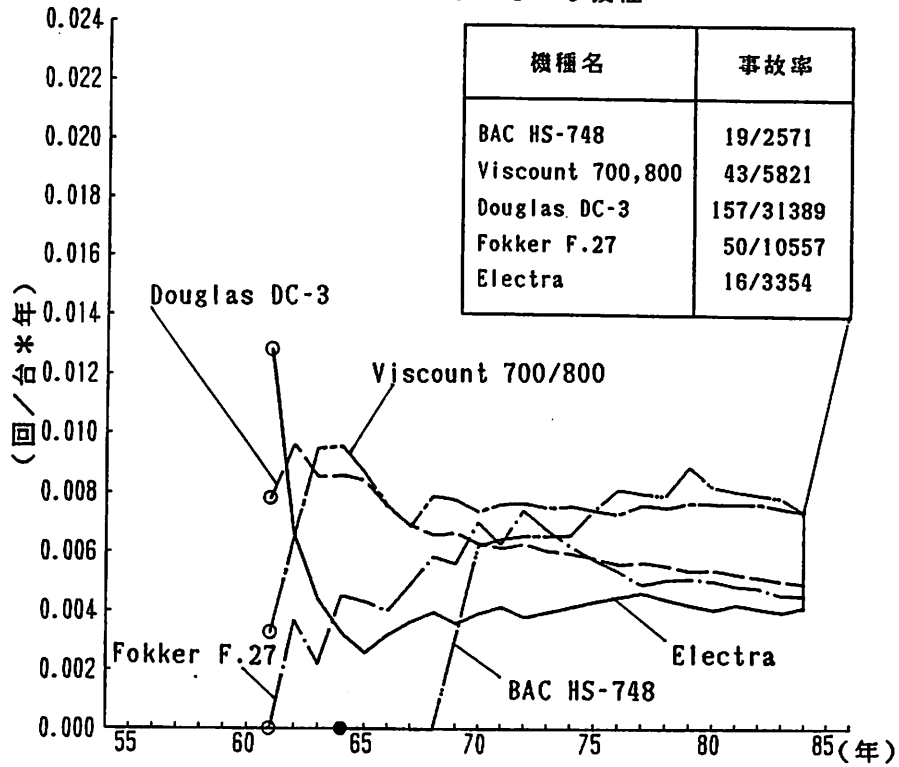


図 9. 航空機機種別事故率 (1) プロペラ機

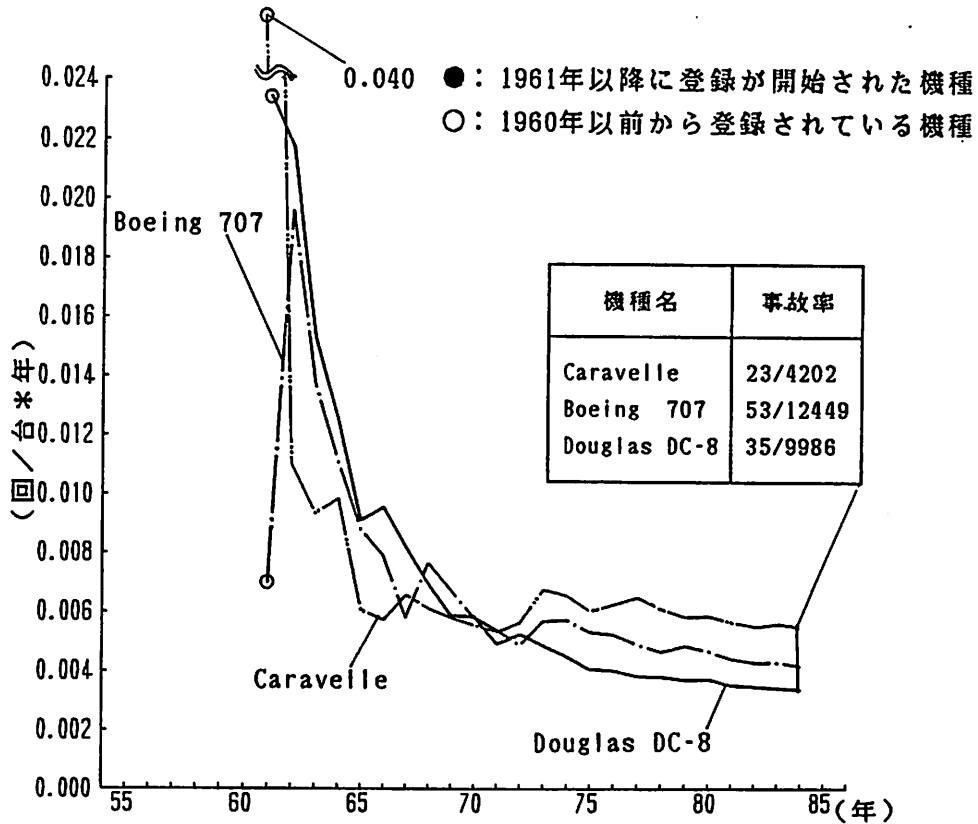


図 10. 航空機機種別事故率 (2) 第 1 世代ジェット

●：1961年以降に登録が開始された機種

○：1960年以前から登録されている機種

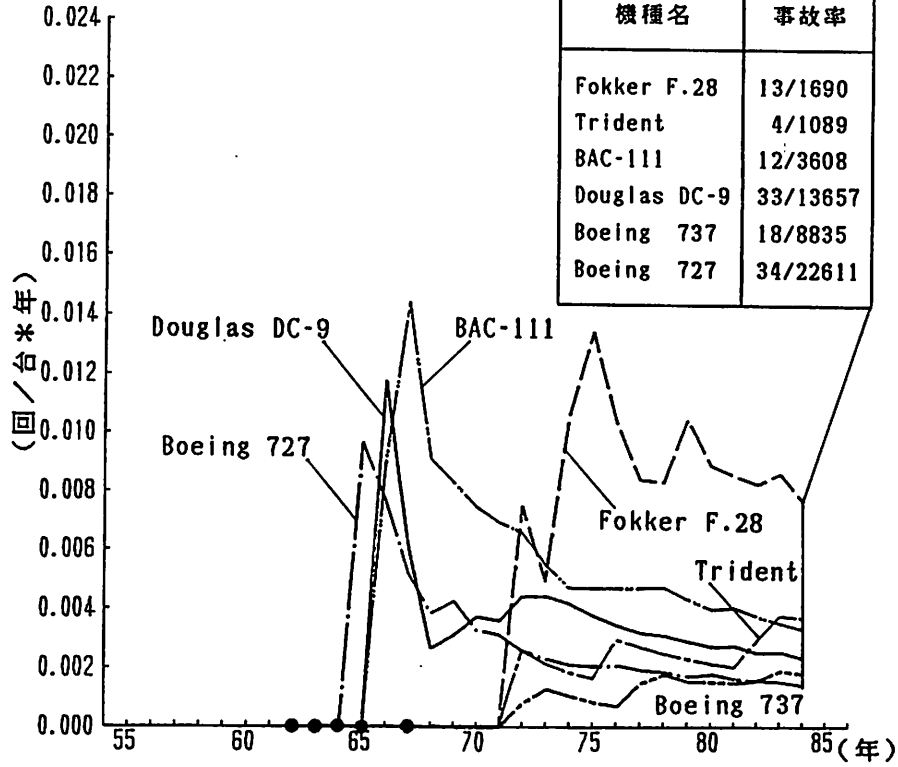


図 1 1. 航空機機種別事故率 (3) 第 2 世代ジェット

●：1961年以降に登録が開始された機種

○：1960年以前から登録されている機種

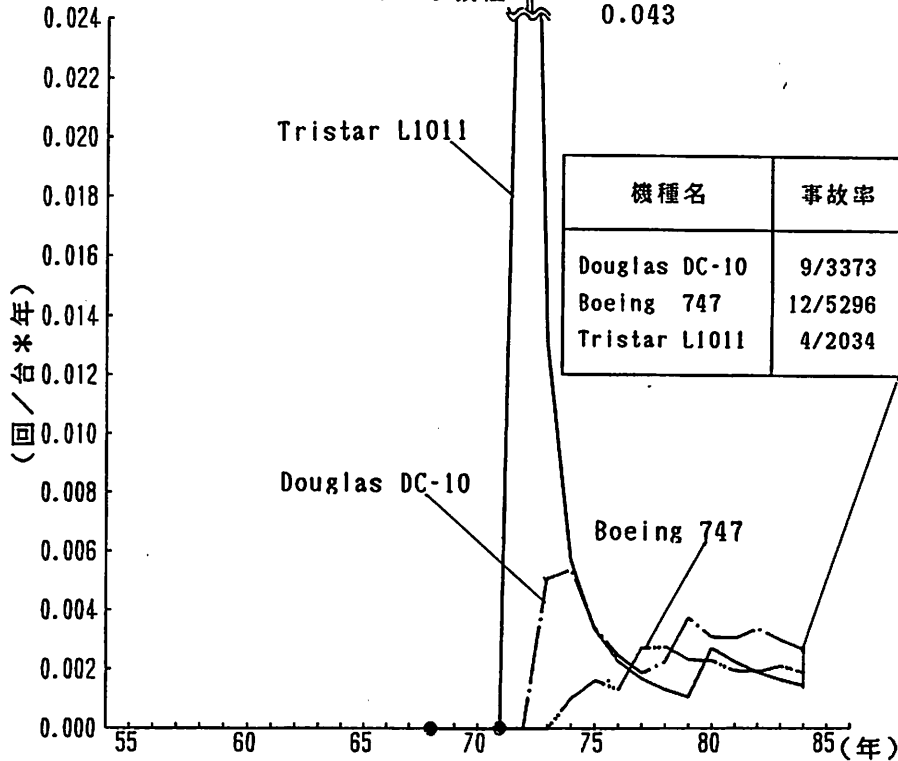


図 1 2. 航空機機種別事故率 (4) 第 3 世代ジェット

(3) 火災のリスクの算定

火災のリスクの経年変化を図13～図17に示す。図14では、病院と診療所の両方を一つのカテゴリーで扱っている。病院と診療所の定義の違いは、以下のとおりである。まず、病院とは、“医師または歯科医師が医業または歯科医業をなす場所であって、患者20人以上の収容施設を有するもの”であり、診療所とは、“医師または歯科医師が医業または歯科医業をなす場所であって、患者の収容施設を有しないもの、又は患者19人以下の収容施設を有するもの”となっている”。

図16における危険物関係施設とは、危険物製造所、危険物貯蔵所、危険物取扱所のことを指している。図17は、図13～図16に示したそれぞれの建物の出火率を1つの図としてまとめたものである。

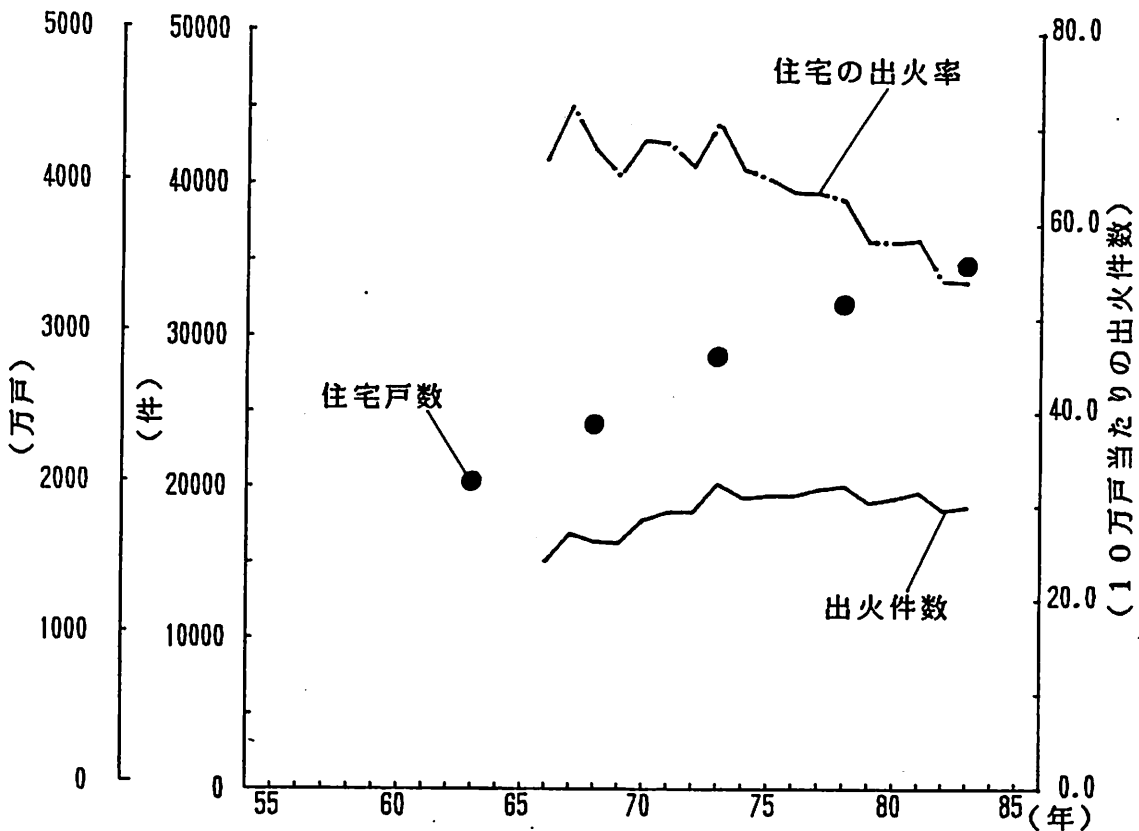


図13. 火災出火率(住宅)

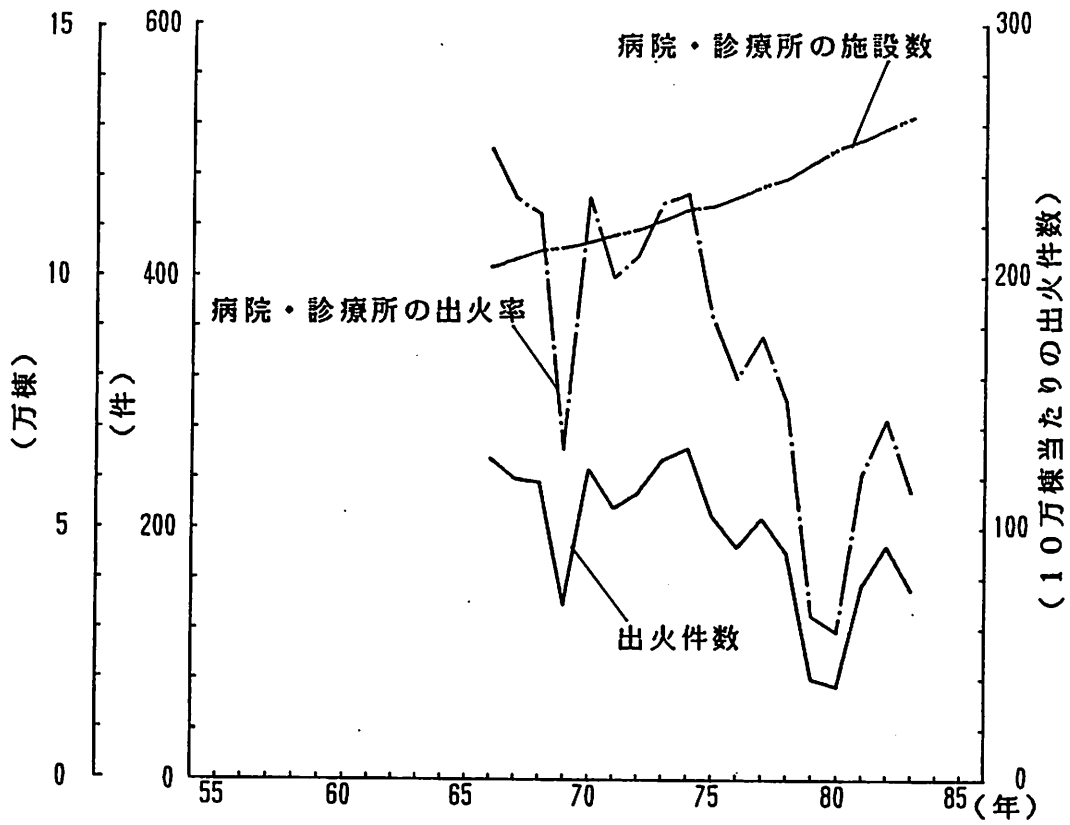


図14. 火災出火率(病院・診療所)

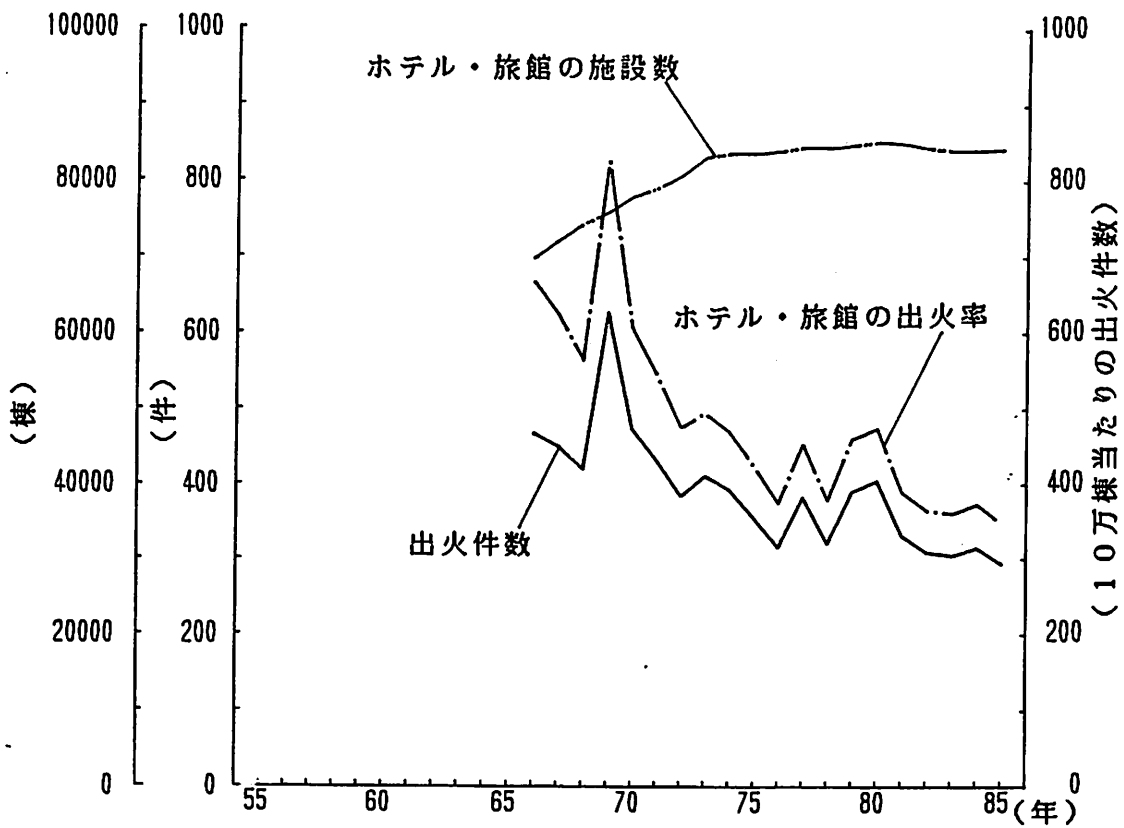


図15. 火災出火率(ホテル・旅館)

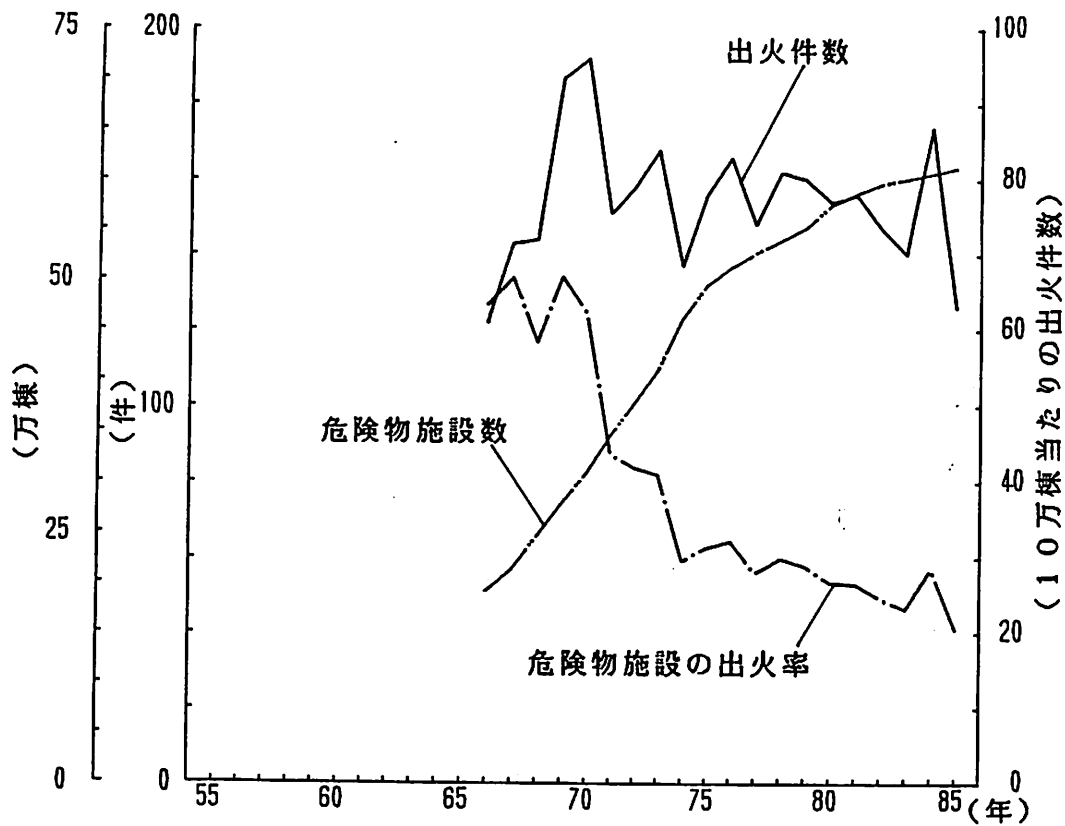


図 16. 火災出火率 (危険物施設)

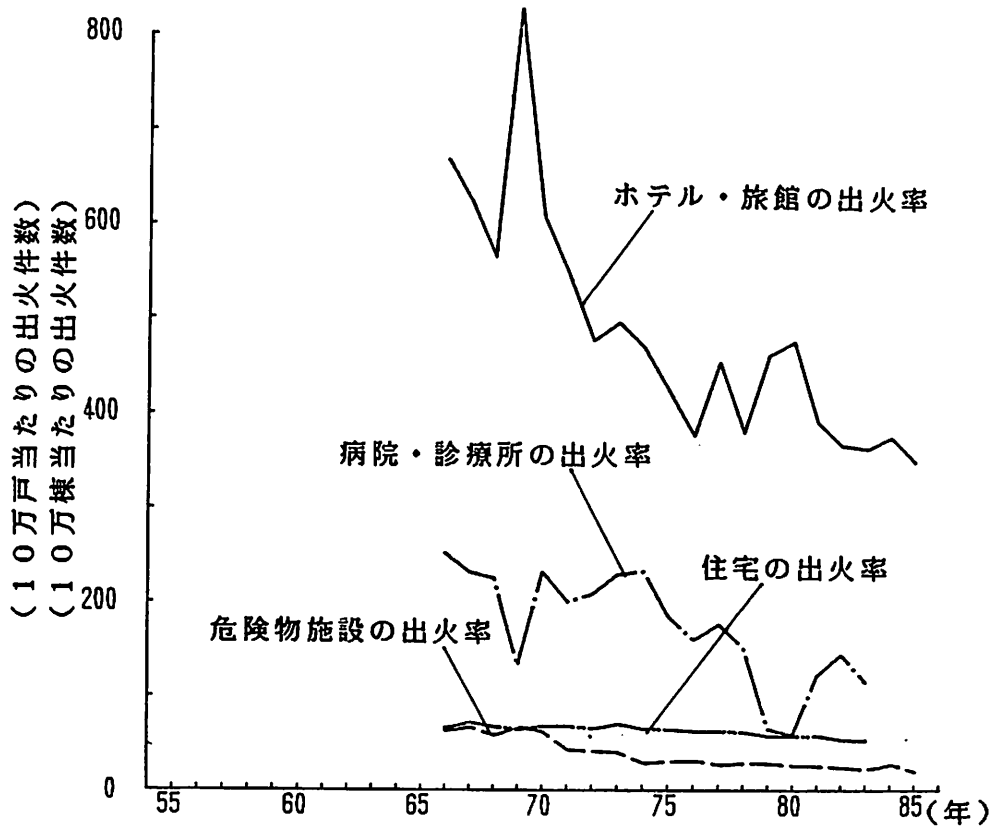


図 17. 火災出火率 (比較)

4-3. 考察

4-2. で算出した個々のリスクの経年変化における特徴をまとめると、以下のようなになる。

(1) 自動車事故

図5にみられるように、自動車事故全体のリスクは、この20年間常に減少する傾向を示しているが、最近5年間ぐらいは、減少傾向に歯止めがかかっている。このようなリスクの増減は、走行台キロの推移と反比例しており、自動車の社会への普及が進むにつれて、リスクは減少するといえる。

車種別にみたりスクは、貨物車の方が乗用車に比べて高い値をとっているが、年がたつにつれて、貨物車のリスクは乗用車のリスクの値に接近してきている。特に、自家用車においては、1965年頃の時点では貨物車のリスクは、乗用車のリスクに比べて、ほぼ1.5倍の値をとっていたが、1973年頃からは、貨物車と乗用車のリスクの推移がほぼ一致している。

次に、営業用と自家用とで比較をすると、貨物車では営業用と自家用とでリスクの値にはほとんど差がなく、経年変化もほぼ同じパターンで推移しているのに対し、乗用車では、自家用、営業用とも経年変化のパターンは、同じであるのに関わらず、リスクの値は自家用の方が、営業用に比べて常に約2倍の値をとっている。このような原因としては、営業用乗用車では乗客が不特定多数で、社会的な圧力が強いためであると考えられる。

(2) 航空機事故

図8にみられるように、民間航空機における死亡事故件数は、この30年間ほぼ横ばいであるのに関わらず、事故率は、飛行時間当たり、飛行キロ当たり、着陸回数当たりの全てにおいて、減少傾向を示している。ここでは、航空機が離着陸時に事故が起こりやすいことから、着陸回数当たりの事故率についてもリスクとして算出しているのだが、その結果は、歩行時間当たり、飛行キロ当たりのリスクと大きく変わるところはなく、それらと同様のパターンをとって変化している。

次に、機種別のリスクについてみてみると、事故率は、はじめ大きく変動を繰り返した後、一定値へ収束しているが、これら収束値は、それぞれの経年変化のパターンの違いにかかわらず、航空機の種類ごとでほぼ等しい値をとっている。それぞれの収束値を比較した結果、以下のように考えることができる。

- ① 全体的に、プロペラ機よりもジェット機の方が低い値に収束している。
- ② ジェット機は、第1世代、第2世代と世代が進むにつれて、事故率が低くなっている。このような現象は、同じ航空会社の機種（例えば、Boeing 707, 727, 737, 747）において特に著しい。
- ③ 第2世代ジェットでは、収束値のばらつきが比較的大きくなっている。この中で、リスクが高い値に収束している機種は、ヨーロッパ製のものが多く、低い値に収束しているものは、アメリカ製のものが多く。

以上のようなことから、航空機は新しい世代の機種の方がリスクが低くなると考えられる。これは、各世代が前世代で起こった故障や問題点をもとに改良してきたためであり、さらに、安全設計が二重三重に行われるようになったことも原因としてあげられる。このように、技術的な改良が安全性の向上に影響を与えている。

（3）火災

それぞれの建物用途ごとの出火率の経年変化を比較すると、リスクの高い順に、ホテル・旅館、病院・診療所、住宅、危険物施設となっている。ホテル・旅館、病院・診療所、危険物施設では、リスクの減少傾向がみられるが、住宅だけは横ばい状態である。病院火災の出火率は住宅の出火率とほぼ同じ値まで減少してきている。このような原因としては、ホテル・旅館、病院・診療所、などは、消防法により防火管理が義務づけられており、防火設備の設置などのしっかりとした防火対策がなされてきたことがあげられる。

以上（1）～（3）において考察した結果から、機械系のリスクにおける経年変化の特徴をまとめると、以下のようなになる。

- ① 技術的な対策がなされることによって、リスクは減少する。
- ② 社会への普及が進むにつれて、リスクは減少する。
- ③ 社会的圧力が増すにつれて、リスクは減少する。

第5章. 人間系におけるリスクの経年変化

本章では、人間系におけるリスクの経年変化を概観し、それについて考察を行う。まず、基本となる定義を明確にし、危険に対する意識の違いからリスクを個人レベルのリスク、集団社会レベルのリスクで分類し、それぞれの経年変化における特色を示す。次に、リスクの要因として年齢を取り上げ、これがリスクに対して与える影響について考察を行う。

5-1. 人間系におけるリスクの定義

ここでは、基本的な定義として、以下のように考えた。

- ①人間系におけるリスクは、個々の行動に関わる時間当りの死亡率とする。
- ②人間は、個々の行動に対して別々に危険を認識する。
- ③関わる時間の算出が非常に困難な行動については、これにできるだけ近く、かつ比例すると判断される値を用いた。このため、相互のリスクの比較は、同種のシステム間のみで行うこととする。

人間系におけるリスクは、第2章で述べたように、リスクに対する意識の違いにより、個人レベルのリスクと集団・社会レベルのリスクとに分類して考えることができるが、具体的に個々の行動を2つに分類する際の規準としては、以下のような定義を用いる。

《個人レベルのエラーによるリスク》

- ①事故による被害の影響する範囲が、個人的、家族的な範囲にとどまっているもの
- ②リスクが自発的な行為にともなうもの

《集団・社会レベルのエラーによるリスク》

- ①事故による被害の影響する範囲が集団的・社会的な範囲へと拡大するもの
- ②リスクが自発的な行為にともなわない（自分ではどうすることもできないもの）もの

なお、各リスク算出の際の母数となる総人口の経年変化を、図18に示す。

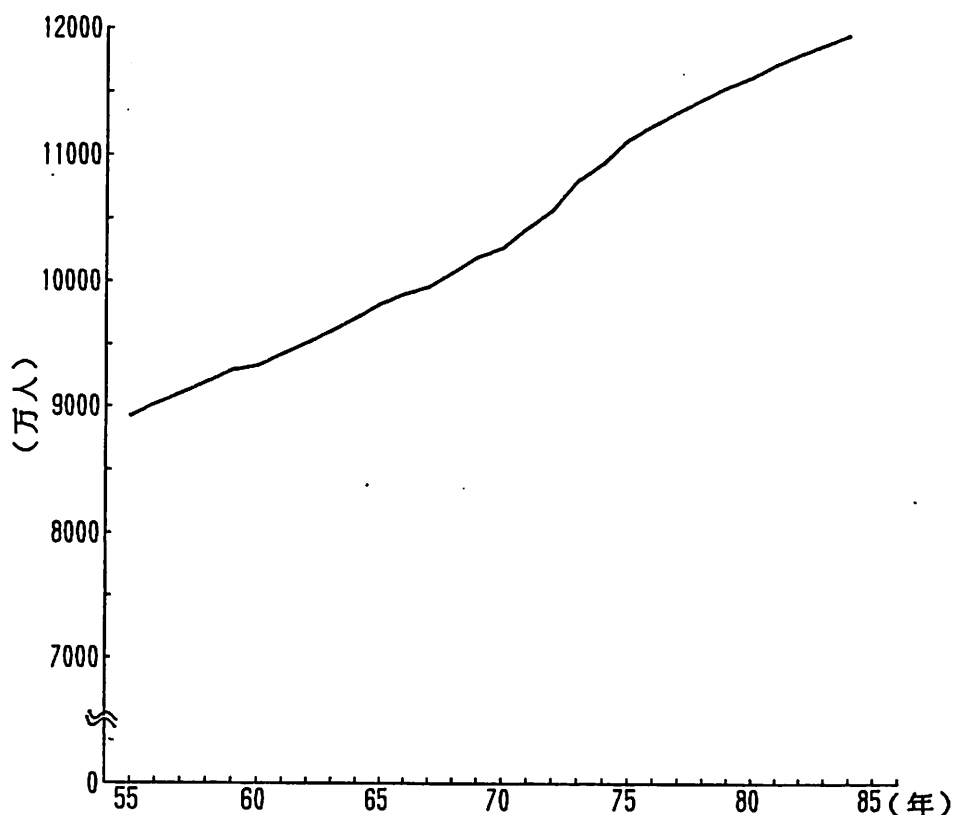


図18. 総人口の推移

5-2. 個人レベル, 集団・社会レベルのリスクの経年変化

5-2-1. 個人レベル, 集団・社会レベルの分類

ここでは、5-1. における定義に基づき、具体的に個々の行動によるリスクを個人レベル, 集団・社会レベルのリスクで分類した。その結果を表1に示す。表1では、同種のシステム（母数が同じ種類である）と考えられるリスクを、同じ番号でまとめてある。以後では、表1における分類にしたがってそれぞれのリスクを算出し、同種のシステム間で比較を行う。但し、表1において“家庭災害”とは、不慮の事故のうち災害の発生した場所が『家庭』であるものを指している。

表1. 個人レベル、集団・社会レベルのリスク

	個人レベルのリスク	集団・社会レベルのリスク
(1)	自動車事故 (自動車運転者・乗員)	飛行機事故
(2)	住宅火災	病院火災
(3)	家庭災害	労働災害
(4)	疾病	自然災害

5-2-2. 個人レベル、集団社会レベルのリスクの算定

(1) 自動車事故（運転者及び乗員），航空機事故（旅客）によるリスクの算定

自動車事故（運転者及び乗員）によるリスクの経年変化を図19に、また、航空機事故（旅客）によるリスクの経年変化を図20に示す。

ただし、航空機事故については、ここであげられた死亡者数は、民間航空の定期便におけるもので、不定期便による死亡者数はふくまれていない。

自動車事故において昭和43年以降は、統計値が自動車運転者と乗員で分類されているため、これにしたがって分類したリスクの経年変化を図21に示す。

ここで、乗員の死亡率は、各年の平均乗車密度により乗員の年間輸送人キロを算出し、これをリスクの母数としている。

平均乗車密度、乗員の死亡率の定義は、以下の通りである。

$$\text{平均乗車密度 (人/台)} = \frac{\text{輸送人キロ}}{\text{実車キロ}}$$

$$\text{乗員の死亡率} = \frac{\text{死亡者数}}{\text{走行台キロ} * (\text{平均乗車密度} - 1)}$$

なお、表2に平均乗車密度の推移を示した。

表2. 自動車における平均乗車密度の推移

年	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
平均乗車密度 (人/台)	1.63	1.60	1.38	1.65	1.60	1.45	1.49	1.50
年	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
平均乗車密度 (人/台)	1.49	1.34	1.40	1.42	1.38	1.39	1.41	

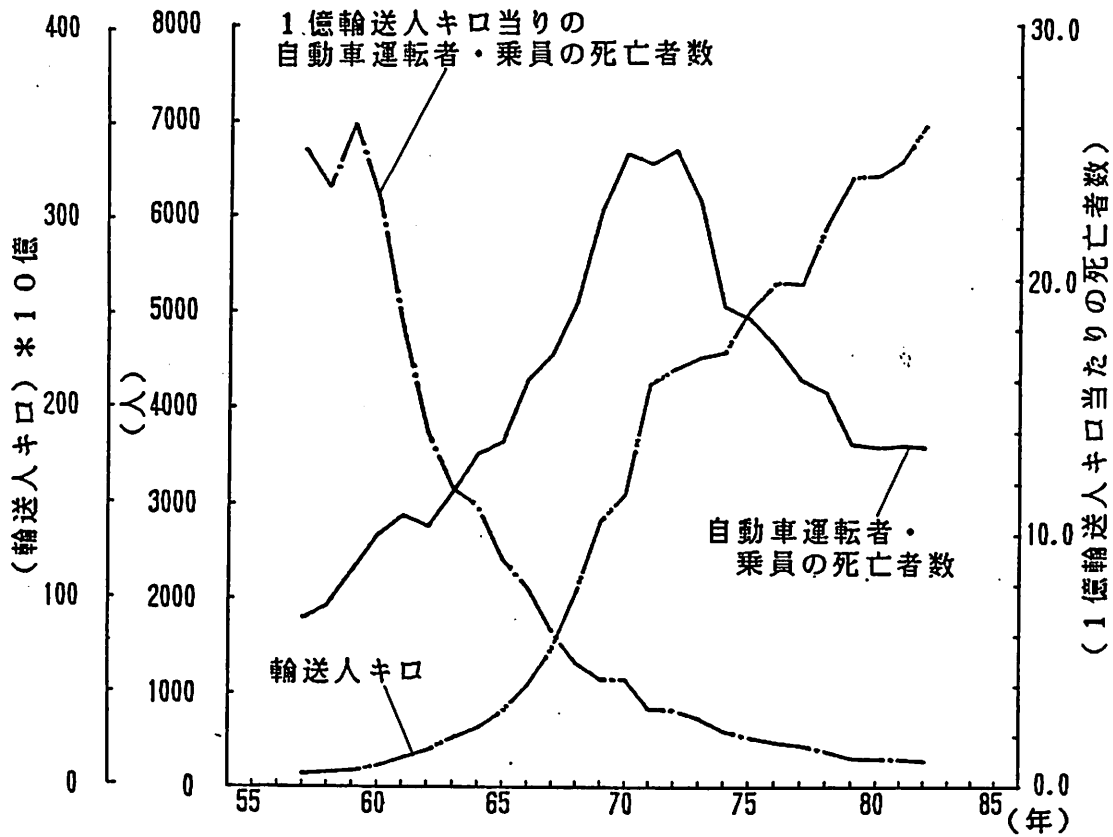


図19. 自動車事故による死亡率 (自動車運転者及び乗員)

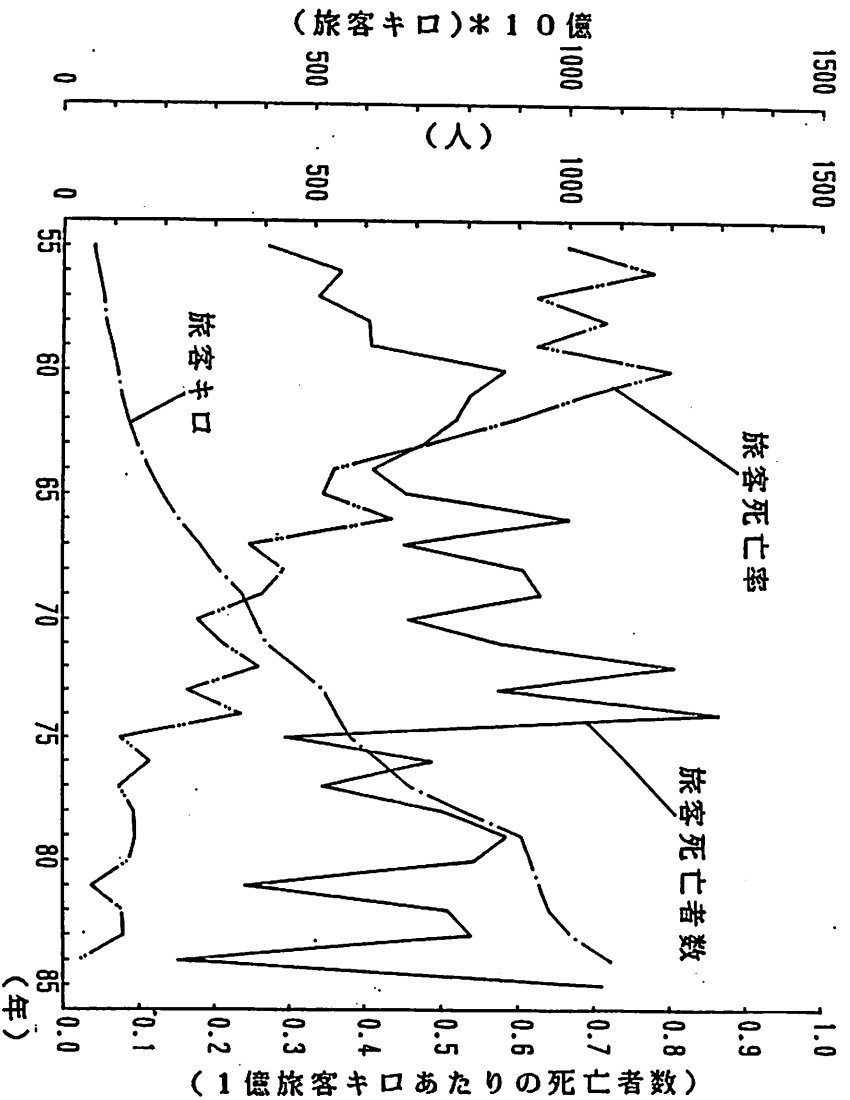


図 20. 航空機事故による死亡率

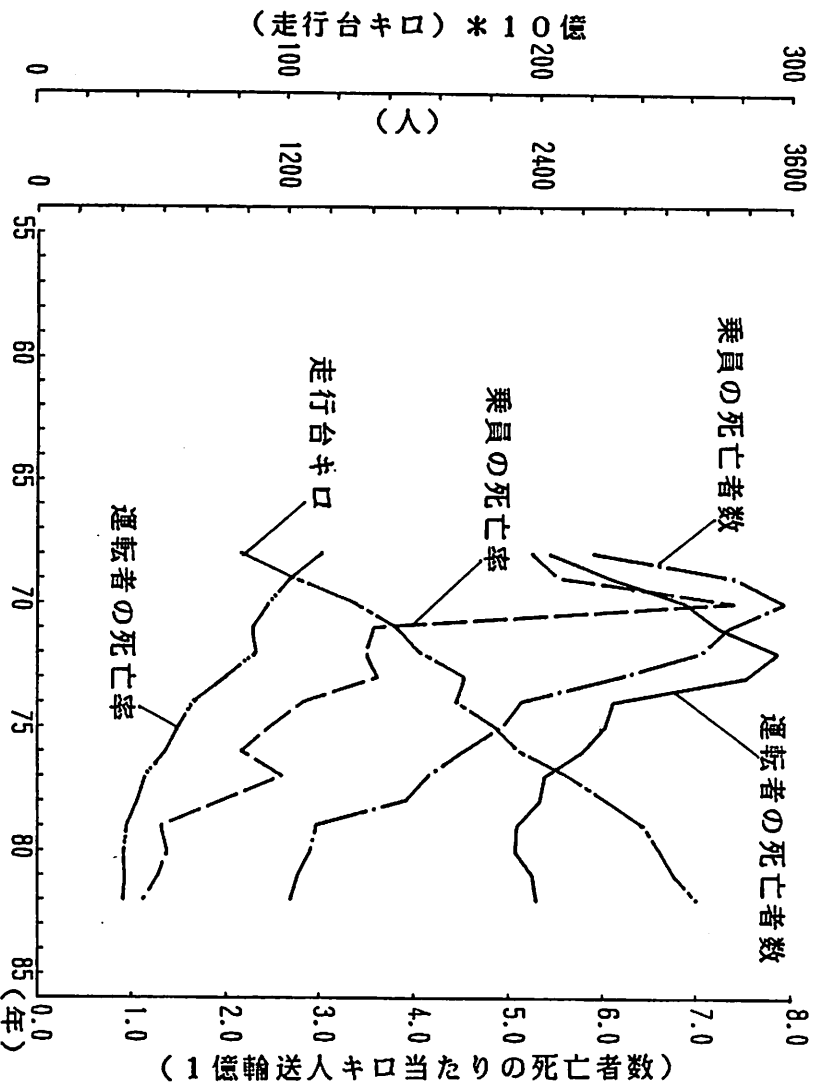


図 21. 自動車事故による死亡率 (自動車運転者, 乗員の分類)

(2) 火災（住宅火災，病院火災）によるリスクの算定

火災全体によるリスクの経年変化を図22に示す。ここで、火災による死亡者とは、建物火災によるものの他に、林野火災，車両火災，船舶火災，航空機火災などによるものも含まれている。

住宅火災によるリスクの経年変化を図23に、また病院火災によるリスクの経年変化を図24に示す。住宅火災では、住宅における居住者数を母数としているが、統計値が5年ごとにしか得られないため、それらの間の年については線形補完を行っている。病院火災では、病院での死亡者と、診療所での死亡者の両方を扱っている。

病院火災におけるリスクの母数は病床数を用いており、算出の際の定義は、以下の式による。

$$\text{病床数} = \{ (\text{病院の総病床数}) + (\text{診療所の総病床数}) \}$$

* 病院の病床利用率

但し、病床利用率は、以下の定義式により算出している。

$$\text{病床利用率} = \frac{\text{1日平均在院患者数}}{\text{当該年6月末病床数}} * 100$$

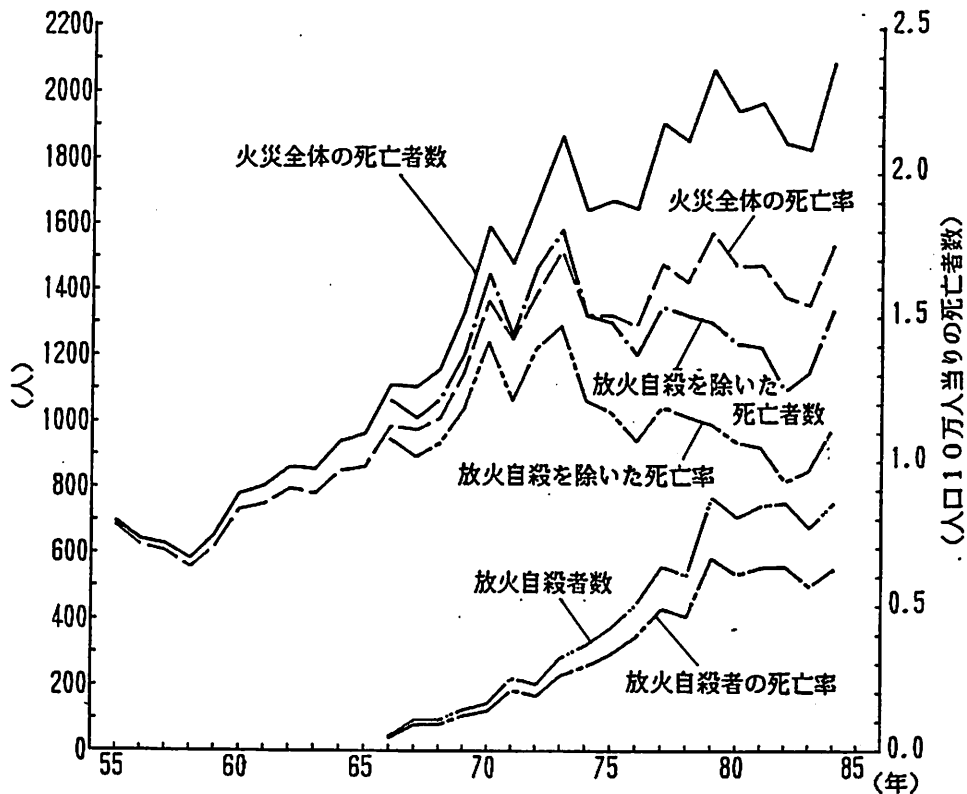


図22. 火災による死亡率

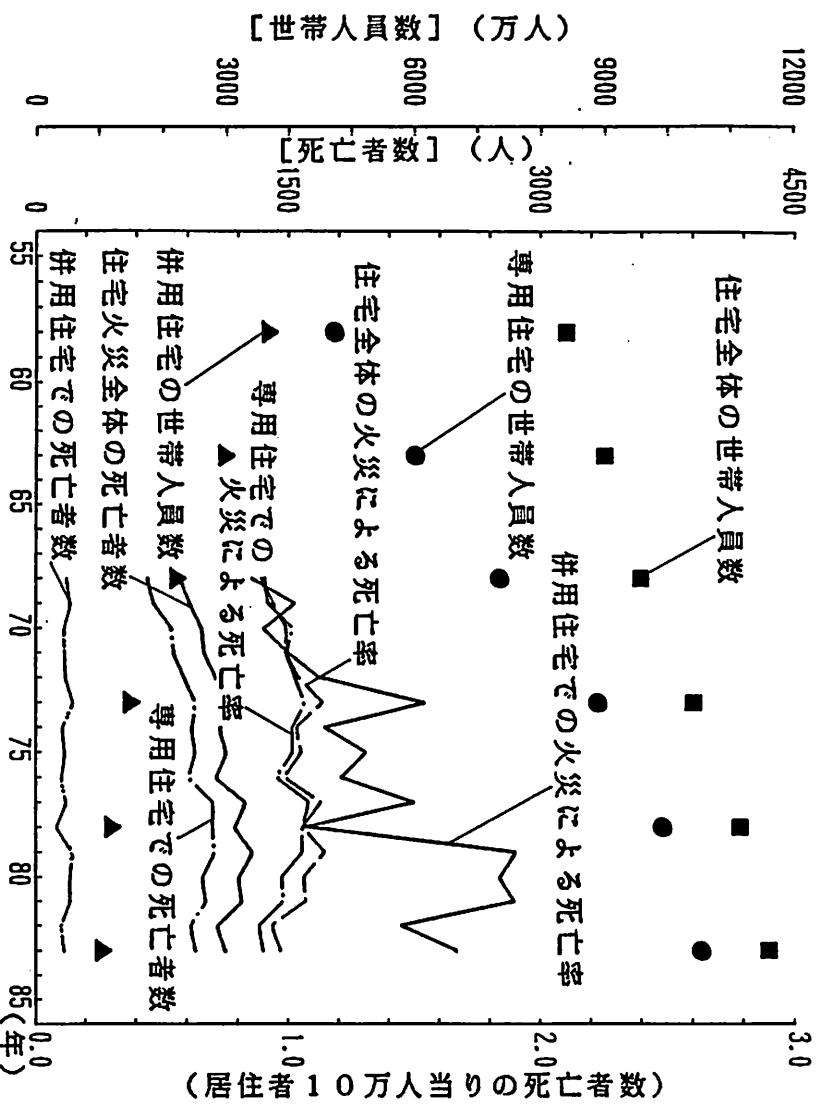


図 23. 火災による死亡率（住宅）

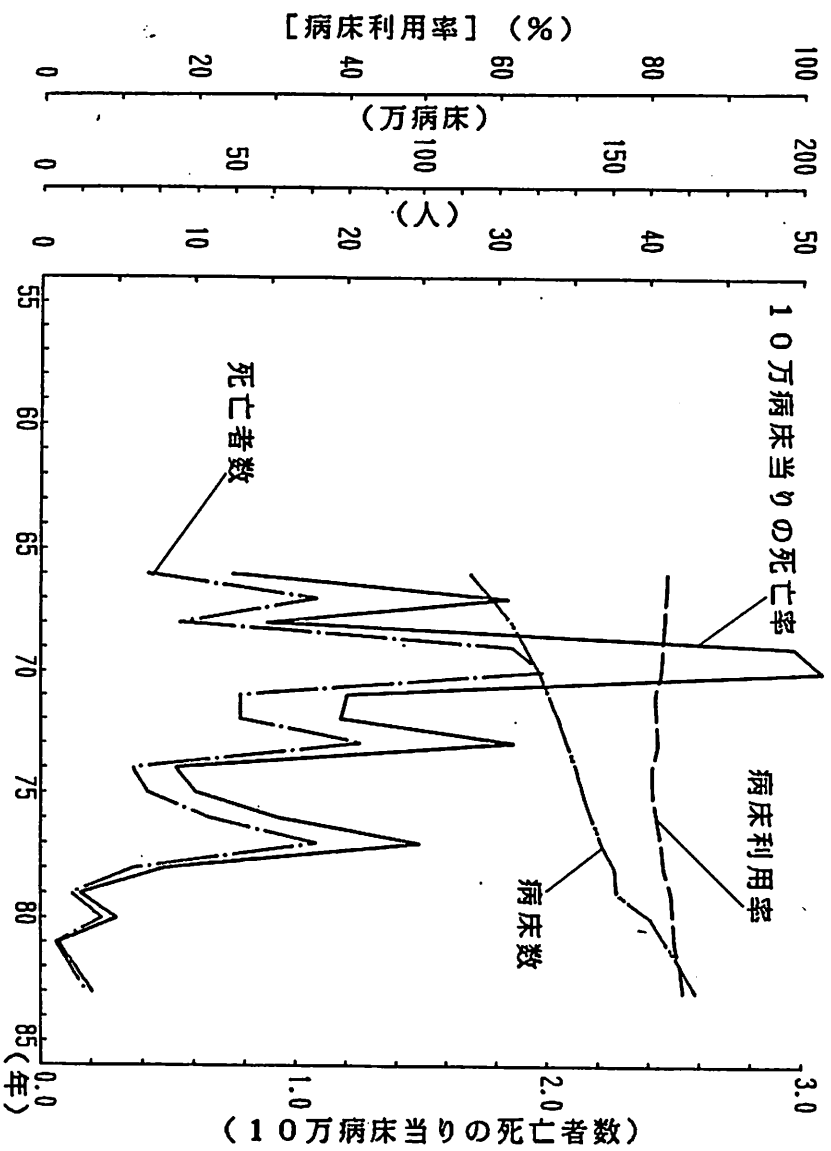


図 24. 火災による死亡率（病院・診療所）

(3) 家庭災害，労働災害によるリスクの算定

家庭災害，労働災害による全体のリスクを図25に示す。リスク算出に際し、母数として家庭災害では総人口を、また労働災害では労働者数を用いた。図25における「労働災害による死亡者数」，「労働災害による死亡率」の経年変化のグラフは、途中点線で結ばれているが、この間はデータが入手できなかったために、欠落している。

図26～図28に、家庭災害，労働災害それぞれを事故の型別に分類したリスクを示す。図28は、図26，27における家庭災害，労働災害のリスクを1つの図にまとめたものである。

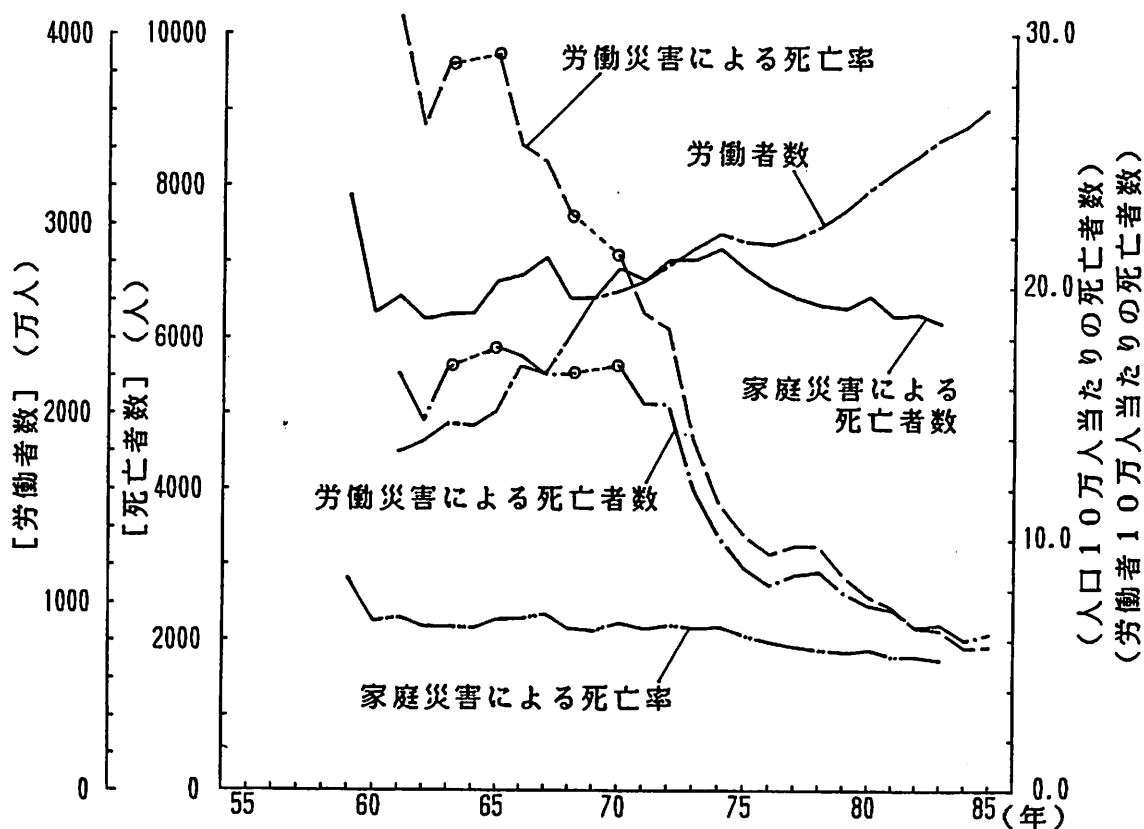


図25. 家庭災害，労働災害による死亡率

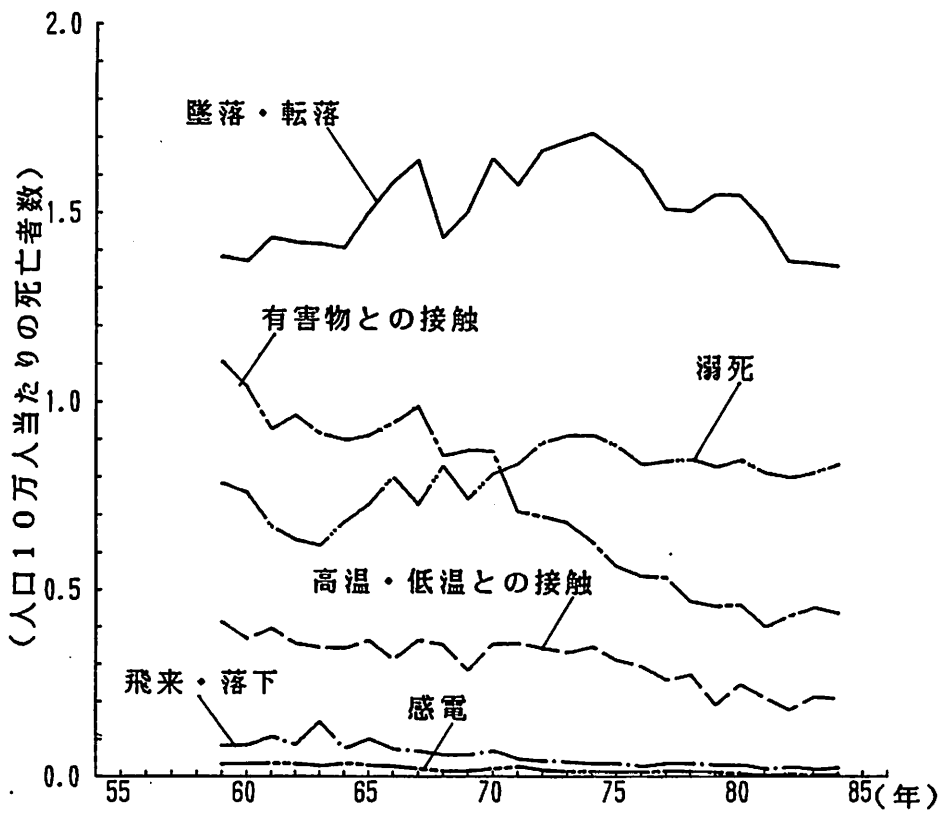


図 26. 家庭災害による死亡率（事故の型別死亡率）

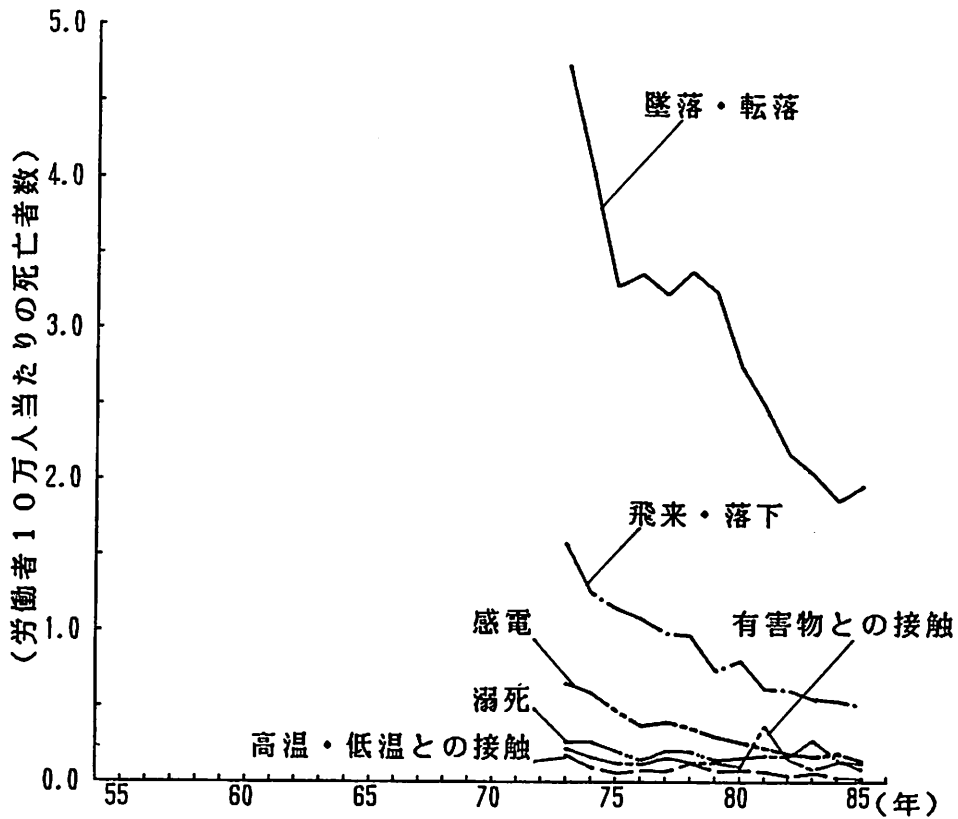


図 27. 労働災害による死亡率（事故の型別死亡率）

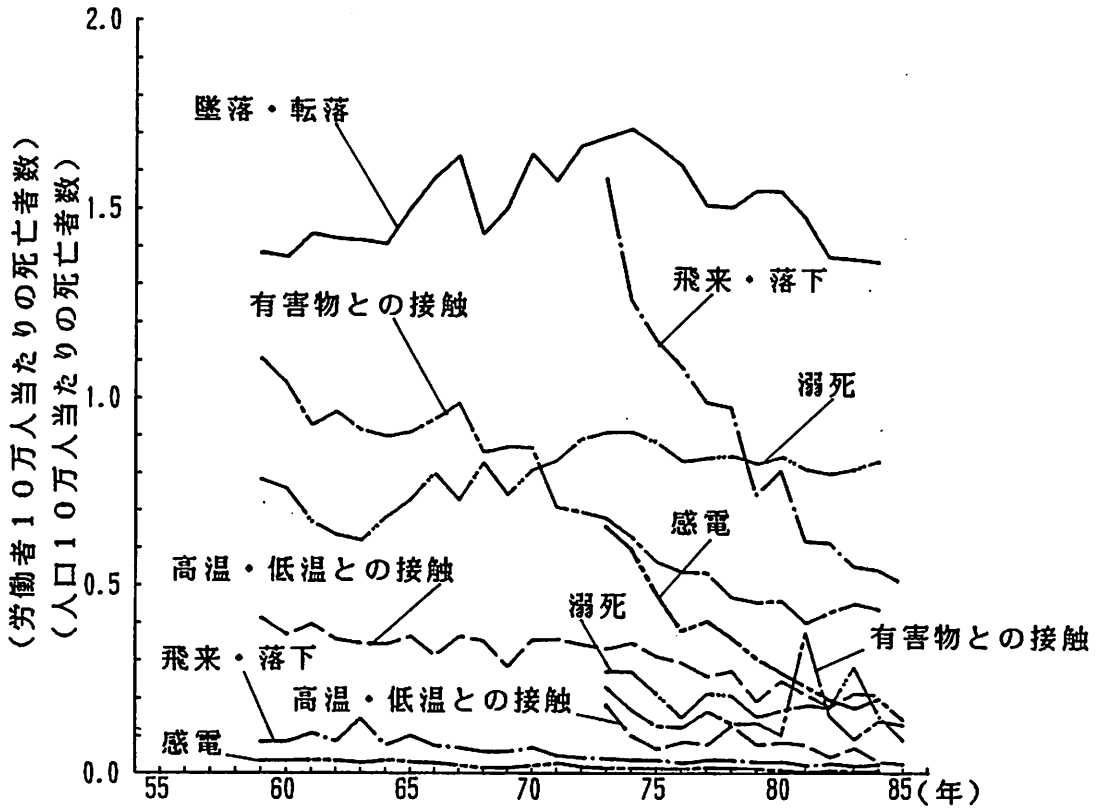


図28. 家庭災害，労働災害による死亡率（事故の型別での比較）

(4) 疾病、及び自然災害によるリスクの算定

死亡者全体、および疾病によるリスクの経年変化を図29に、また自然災害によるリスクの経年変化を図30、図31に示す。

ここでの“疾病”とは、『人口動態統計』において、死亡者全体から、基本分類XVIIの“損傷及び中毒”による死亡者を除いたもので、老衰による死亡者も含まれている。

自然災害において、図30は全体のリスクを示し、図31では災害の種類別にみたリスクを示している。ここで、台風によるリスクは、津波、高潮による災害も含んでいる。

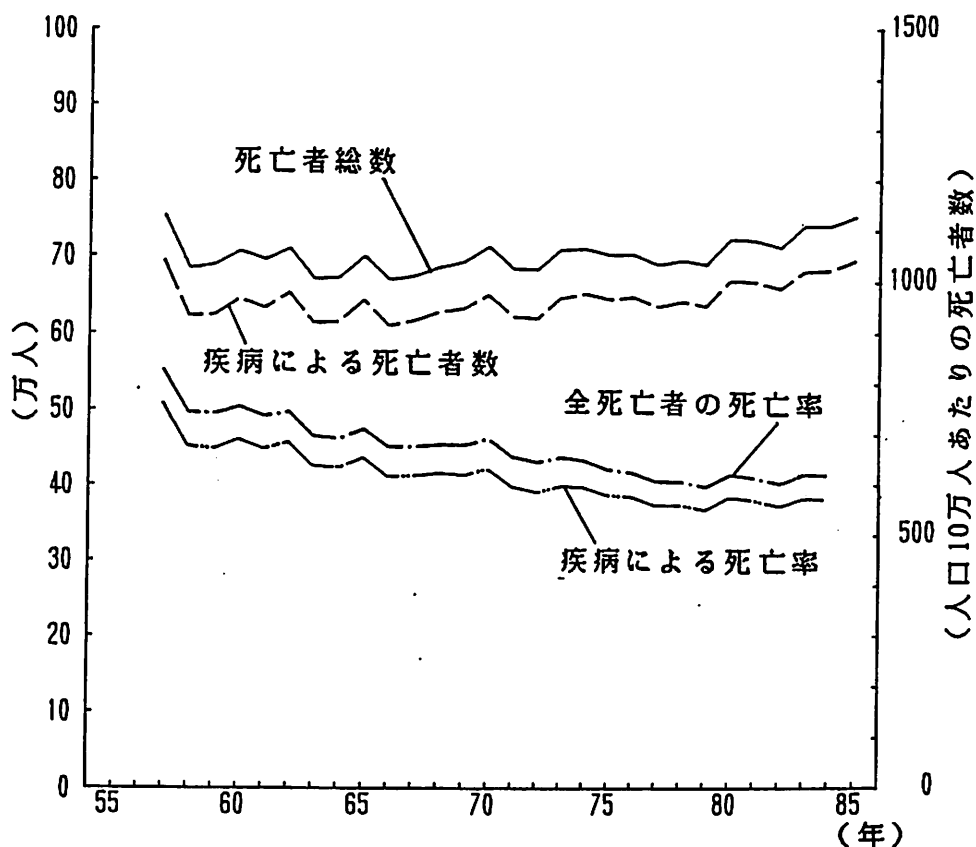


図29. 疾病による死亡率

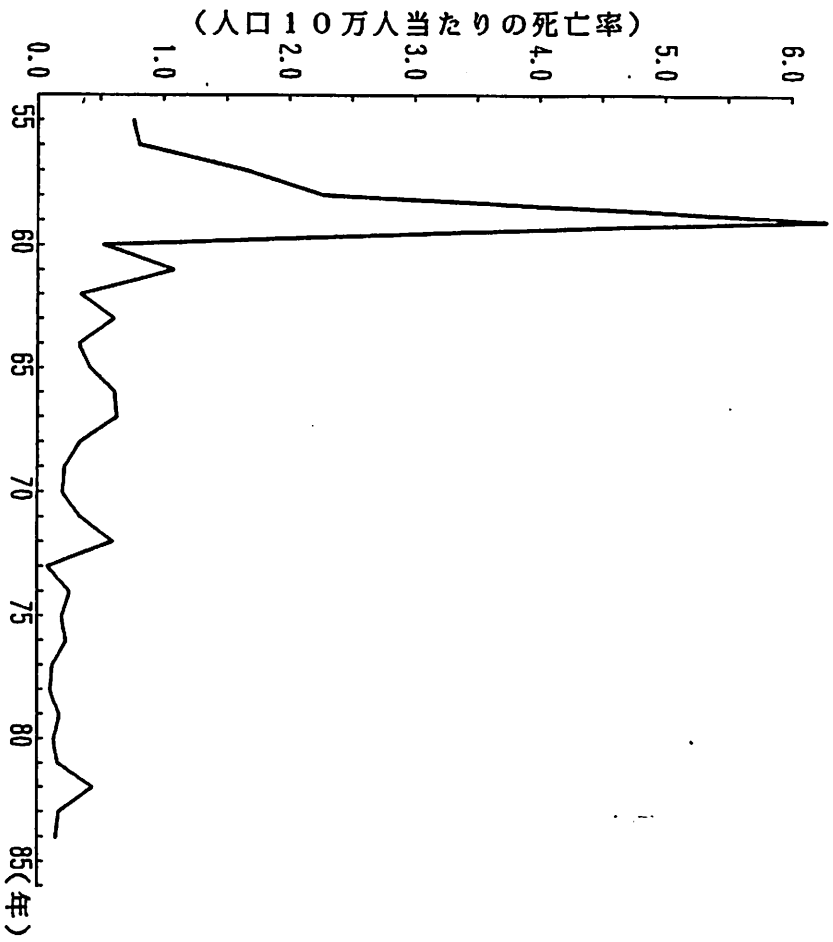


図 30. 自然災害による死亡率

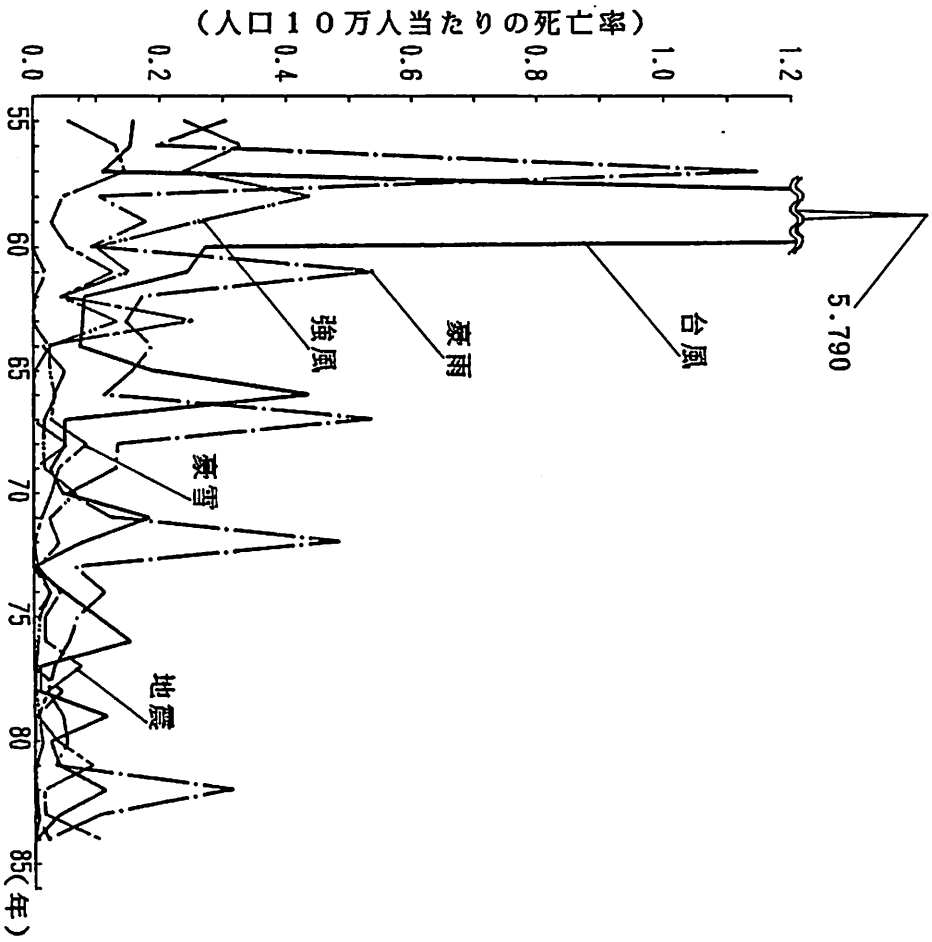


図 31. 自然災害による死亡率(災害の種類別での分類)

5-2-3. 考察

5-2-2. で算出した個々のリスクの経年変化における特徴をまとめると、以下のようになる。

(1) 自動車事故（自動車運転者及び乗員）、航空機事故（旅客）

図19, 20にみられるように、自動車事故、航空機事故ともリスクは年がたつにつれて減少しており、経年変化は、同じパターンをとって推移している。最近5年間では、リスクは一定値に漸近する傾向がみられるが、その漸近値は、1億輸送人キロ当たり自動車約1.0人、航空機約0.05人であり、集団・社会レベルのリスクであると考えられる航空機事故の方が、リスクの漸近値は低いといえる。

図21における自動車運転者と乗員のリスクは、1968年の時点では乗員は運転者に比べてほぼ2倍の値をとっていたが、乗員のリスクはその後急激に減少し、運転者のリスクに接近してきている。

(2) 火災（住宅火災、病院火災）

火災全体によるリスクは、一旦増加した後、1970年代前半から横ばいとなっている。また、放火自殺によるリスクは、はじめ増加した後、1979年頃から横ばいとなっており、経年変化のパターンとしては、火災全体のリスクと同じ形をとっている。

これらに対し、放火自殺を除いた火災のリスクは、はじめ増加した後で、1970年代前半から減少しており、これのみが他と異なった経年変化のパターンを示している。

このように、火災においてリスクの増加率に大きな変化が生じた1970年代前半、1979年頃は、日本において第一次石油ショック、第二次石油ショックの時期に当たり、このような社会変動との相関が予測される。なお、火災全体と、放火自殺者によるリスクについては、熊野により死亡率とエネルギー需要量との相関が指摘されている⁸⁾。

住宅火災のうち、住宅全体のリスクはほぼ横ばいである。専用住宅、併用住宅でリスクを分類すると、専用住宅は住宅全体のリスクとほぼ等しく、経年変化は横ばいであるのに対し、併用住宅では増

加傾向がみられ、専用住宅に比べて約2倍の値になっている。病院火災によるリスクは、1970年頃から急激に減少し、1970年の時点では約3.0人であったのが、1985年では約0.1人で、15年間で1/30にまでなっている。

住宅火災と病院火災でリスクを比べると、1970年頃を境に病院火災によるリスクが住宅火災によるリスクよりも低くなっており、リスクの漸近値は住宅火災の約1/10である。このように、集団・社会レベルのリスクである病院火災の方が、リスクの漸近値は低いといえる。

(3) 家庭災害，労働災害

図25にみられるように、家庭災害，労働災害の全体のリスクの傾向は、家庭災害ではほぼ横ばいであるのに対し、労働災害では減少しており、特に1973年頃からの5年間は、減少する割合が強くなっている。このような減少の結果、労働災害によるリスクは家庭災害によるリスクとほぼ等しい値まで接近してきている。

事故の型別にみたそれぞれのリスクは、全体のリスクの傾向と必ずしも一致しておらず、図26から図28でわかるように、「有害物との接触」，「溺死」，「高温・低温の物との接触」では、労働災害によるリスクの方が家庭災害によるリスクよりも低くなっている。また、労働災害におけるこれら3つの事故は、同程度のリスクの値をとっている。

労働災害について事故の型別のリスクに注目を見ると、家庭災害よりもリスクの低い3つの事故については、その経年変化は横ばい、もしくは漸減であるのに対し、家庭災害よりもリスクの高い「墜落・転落」，「飛来・落下」，「感電」については、リスクは急激に減少してきており、特に「墜落・転落」においては、労働災害によるリスクが、家庭災害によるリスクとほぼ近い値にまでなっている。

家庭災害における事故の型別のリスクの特徴は、「有害物との接触」を除いてほぼ横ばいの推移を示していることで、事故の型ごとにリスクの値に違いがあるとはいえ、ほとんどの事故が時間的に変化していない。これは、生活の本質的な構造が、変化していないことを示していると考えられる。

(4) 疾病, 自然災害

この30年間で、死亡者全体および疾病によるリスクは、全体的にはなだらかに減少する傾向を示しているが、1980年以後死亡率は横ばい状態になっており、リスクの減少傾向に歯止めがかかってきた。

自然災害によるリスクは、台風、豪雨についてはほぼ5年間隔でのピークの周期性が認められ、台風、豪雨の各々のピークは、両者とも同じごろの時期にある。また、それぞれのピークの値は、年がたつにつれて段々減衰している。これは、社会的な防災設備の充実が影響していると考えられる。また、台風におけるリスクの経年変化については、倉嶋らが台風による年間の摩擦エネルギーとの相関を指摘している⁹⁾。

自然災害のうちでリスクが高い値をとっているものとして、台風、豪雨などの水害があげられる。それに反し、地震によるリスクは、この30年間ほぼ零に等しくなっているが、これにはそれぞれの災害の周期の長さが関係している。台風、豪雨などは前にも述べたように約5年間隔での周期性が認められるが、これらに比べて地震は周期の長い災害であるため、たまたまこの30年間は影響がでていない。自然災害について経年変化を見る場合は、少なくとも100年以上の間隔が必要となるだろう。

以上(1)から(4)において考察した結果から、人間系における個人レベル、集団・社会レベルのリスクの経年変化の特徴をまとめると以下のようなになる。

① 集団・社会レベルにおけるリスクの漸近値は、個人レベルのリスクの漸近値よりも低い値をとる。

② 集団・社会レベルのリスクは、経年変化において減少傾向が強くみられるが、個人レベルのリスクでは、横ばい、もしくは漸減の傾向が強い。

①②には、個人レベル、社会・集団レベルの危険に対する意識の違いが影響していると思われる。すなわち、個人レベルでは、個人の意識が大きなウェイトをしめるため、リスクに対して寛容な傾向があるが、これに対し集団・社会レベルでは、社会的な抑制力が働くため、個人レベルに比べて安全に対する要求度が高くなっている。

5-3. 年齢別のリスクの経年変化

人間系におけるリスクでは、関わる人の年齢がリスクに影響を与えていると考えられる。以下では、代表的な行動について、年齢別のリスクを算出し、その特徴をとらえる。

5-3-1. 年齢別のリスクの算定

ここでは、以下の行動について年齢別のリスクを算出する。

- (1) 不慮の墜落
- (2) 不慮の溺死
- (3) 不慮の中毒
- (4) 不慮の窒息

なお、各リスク算出の際の母数となる年齢別の人口の経年変化を図32に示す。

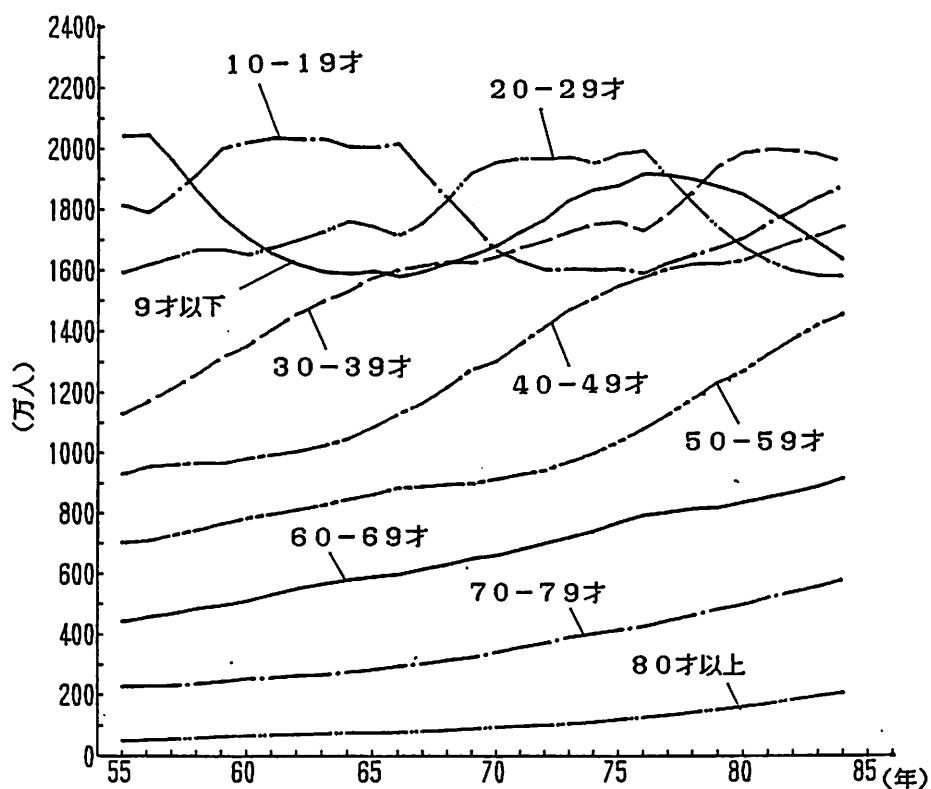


図32. 年齢別人口の推移

それぞれの行動の年齢別リスクの経年変化を図34～図37に、また、特定の年におけるリスクの年齢特性を図38～図42に示す。年齢ごとのリスクと全体のリスクを比較するため、図33に各行動の全体のリスクを示した。図42では、各行動の年齢特性を比較するため、1957年から1983年の27年間の平均のリスクを算出している。平均のリスク算出の際の定義式は以下のとおりである。

$$\text{年齢別平均死亡率} = \frac{\sum_{i=1957}^{1983} \text{各年年齢別死亡者数}(i)}{\sum_{i=1957}^{1983} \text{各年年齢別人口}(i)}$$

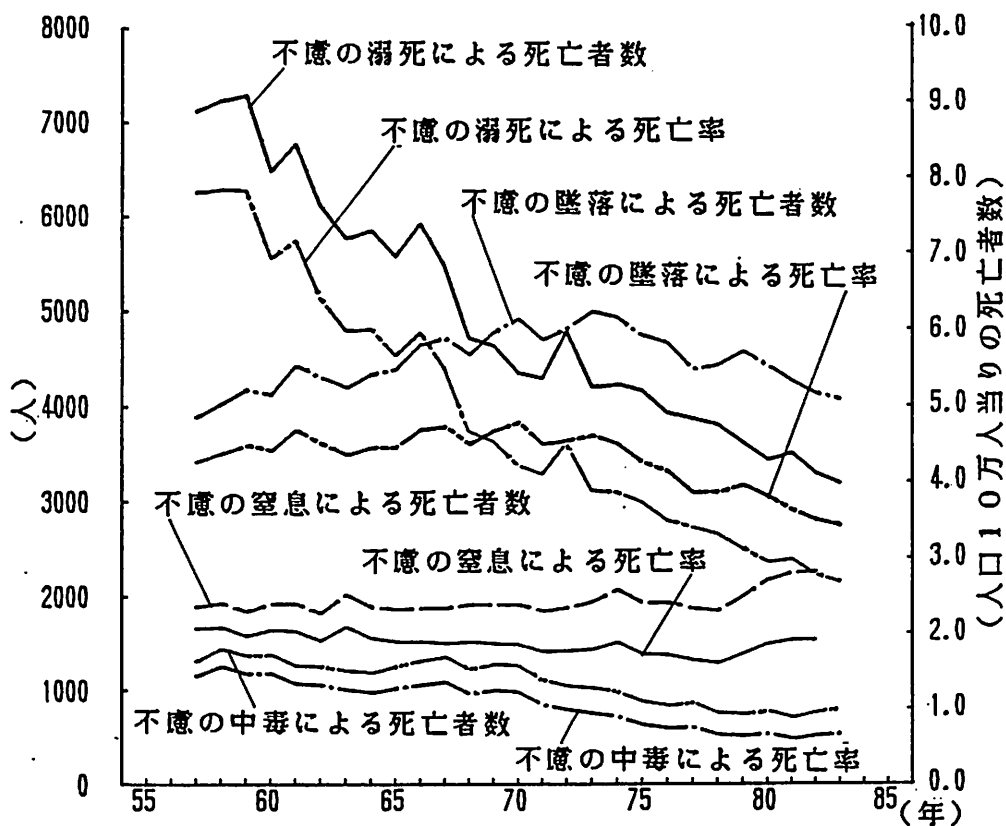


図33. 事故の種類別死亡率

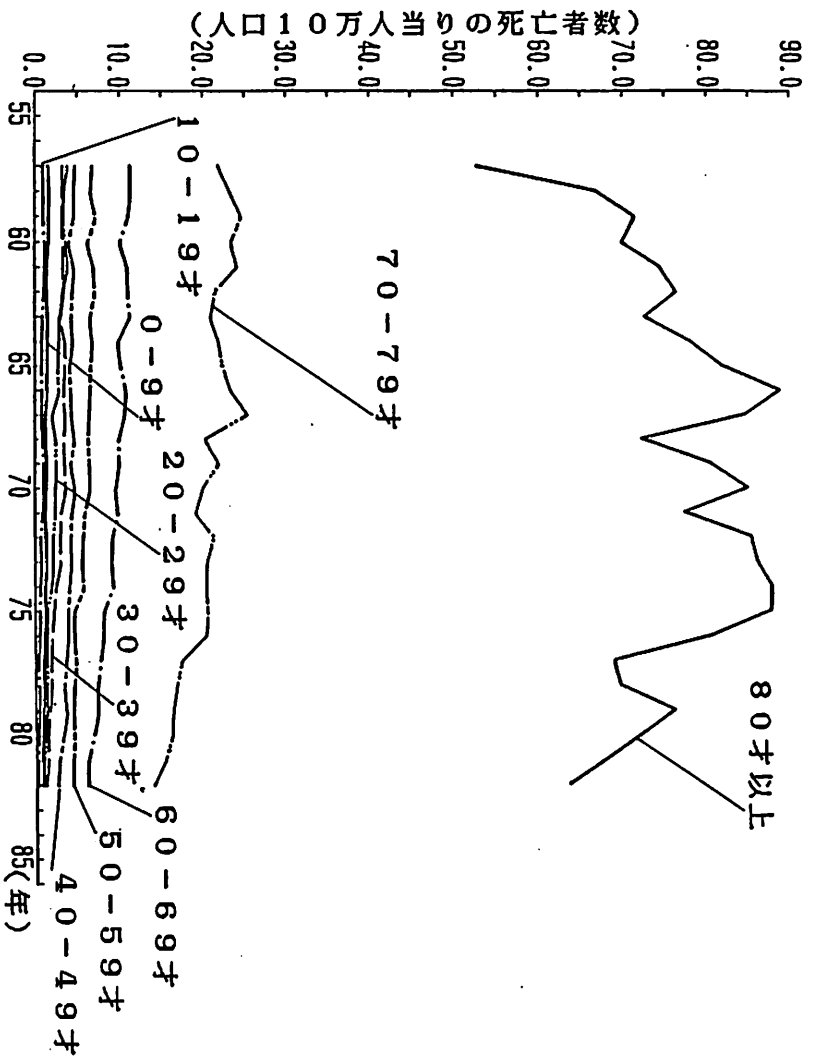


図34. 墜落による年齢別死亡率の経年変化

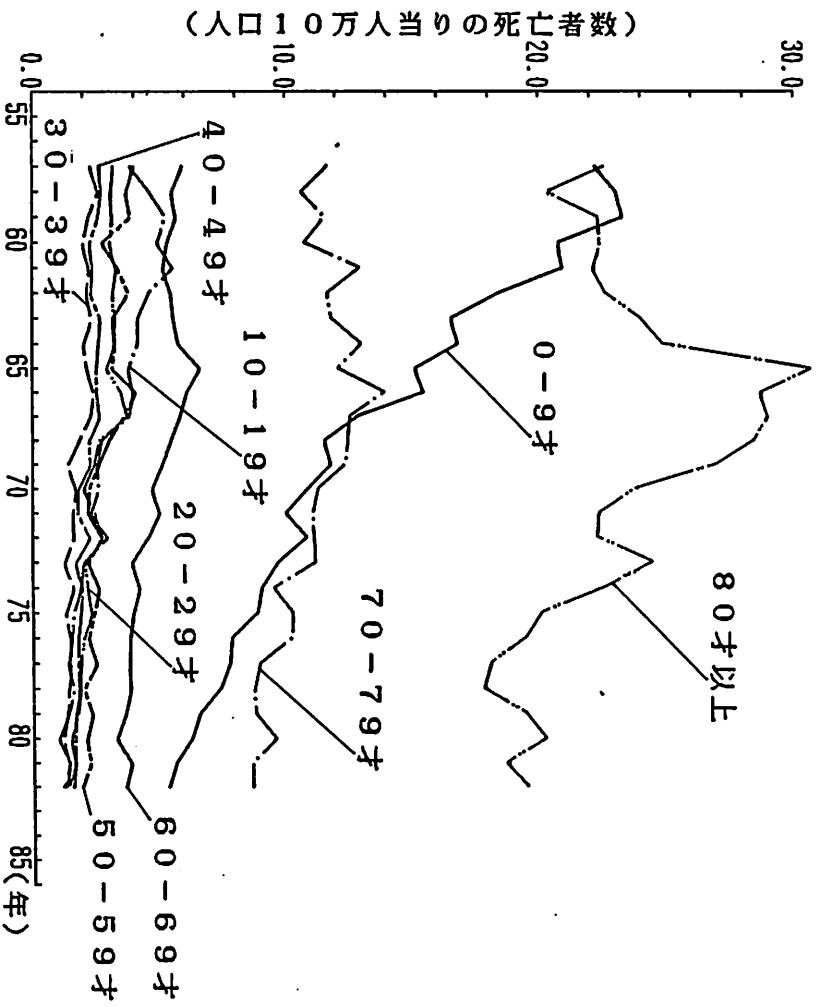


図35. 溺死による年齢別死亡率の経年変化

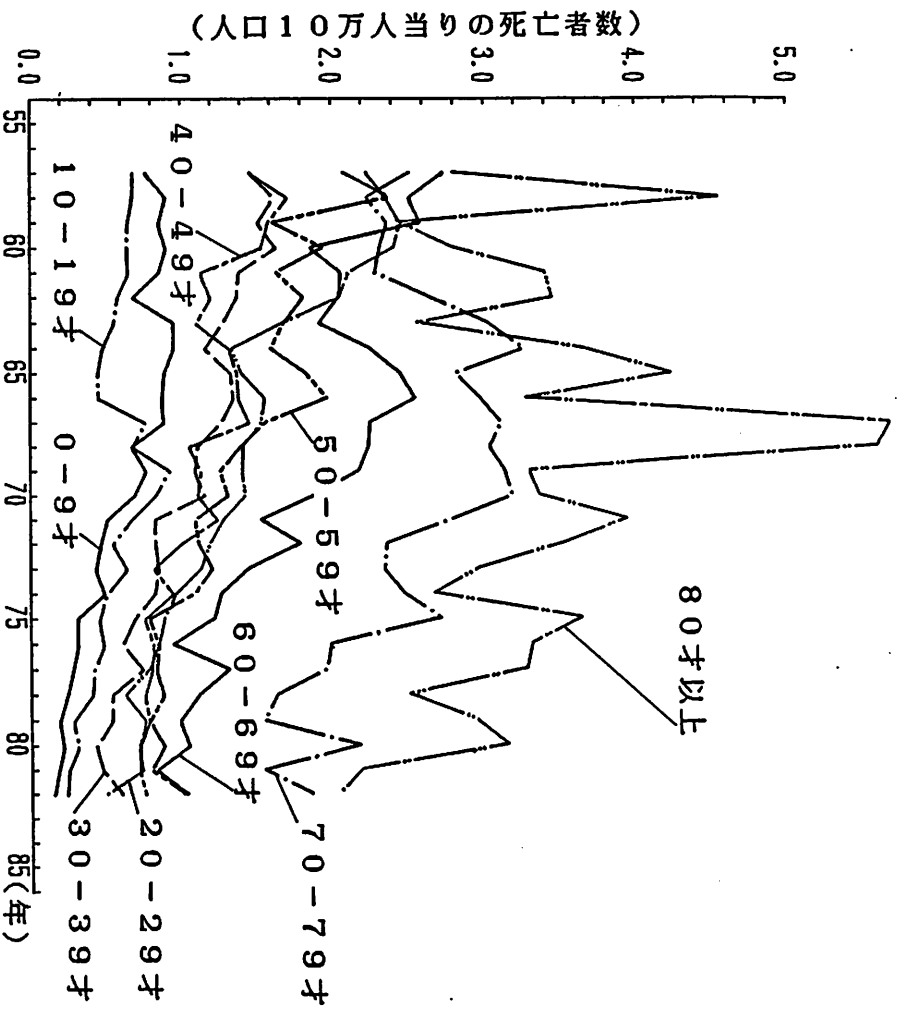


図36. 中毒による年齢別死亡率の経年変化

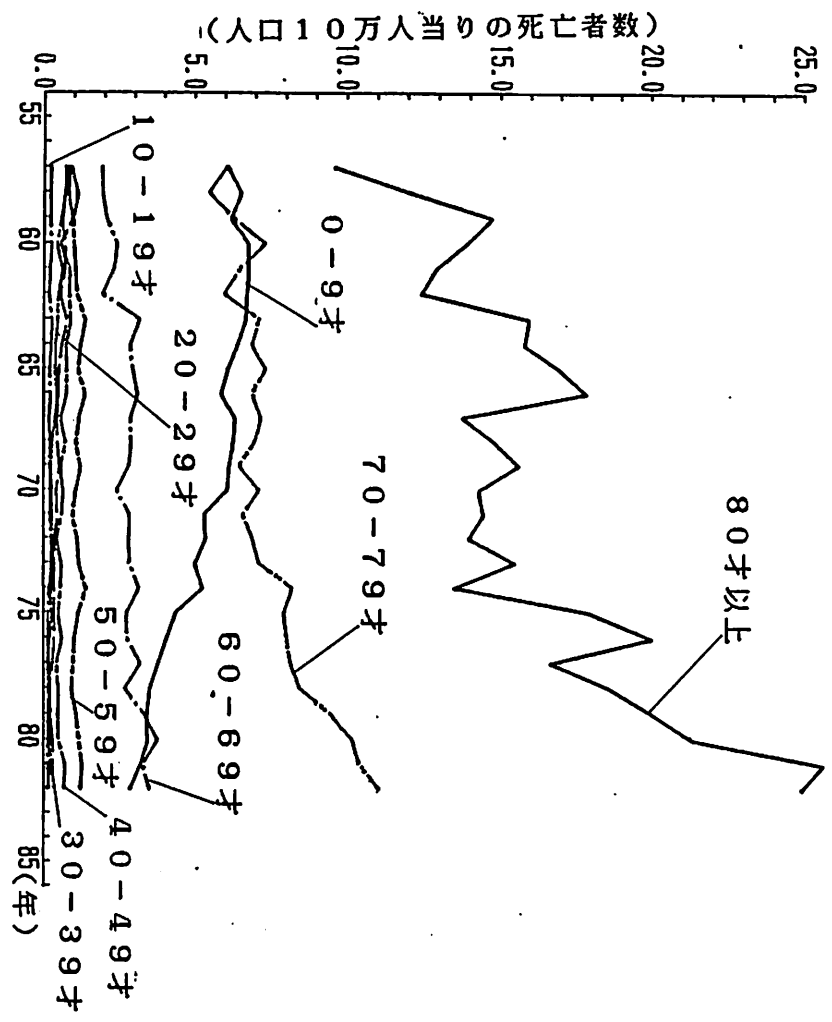


図37. 窒息による年齢別死亡率の経年変化

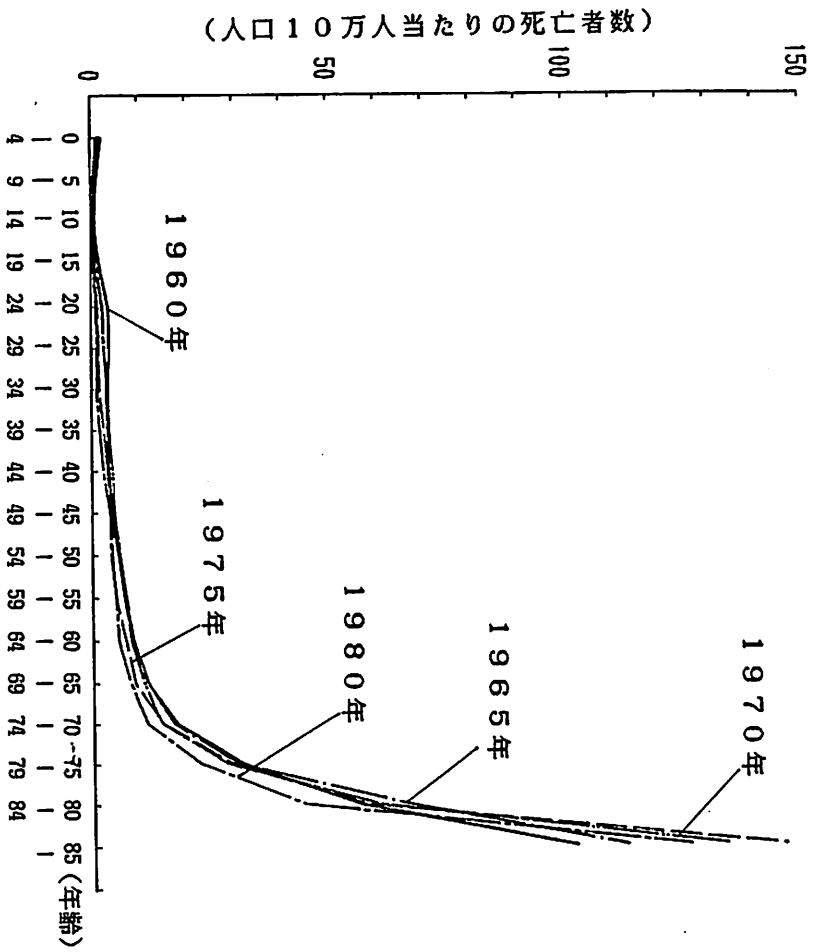


図38. 墜落による年齢別死亡率

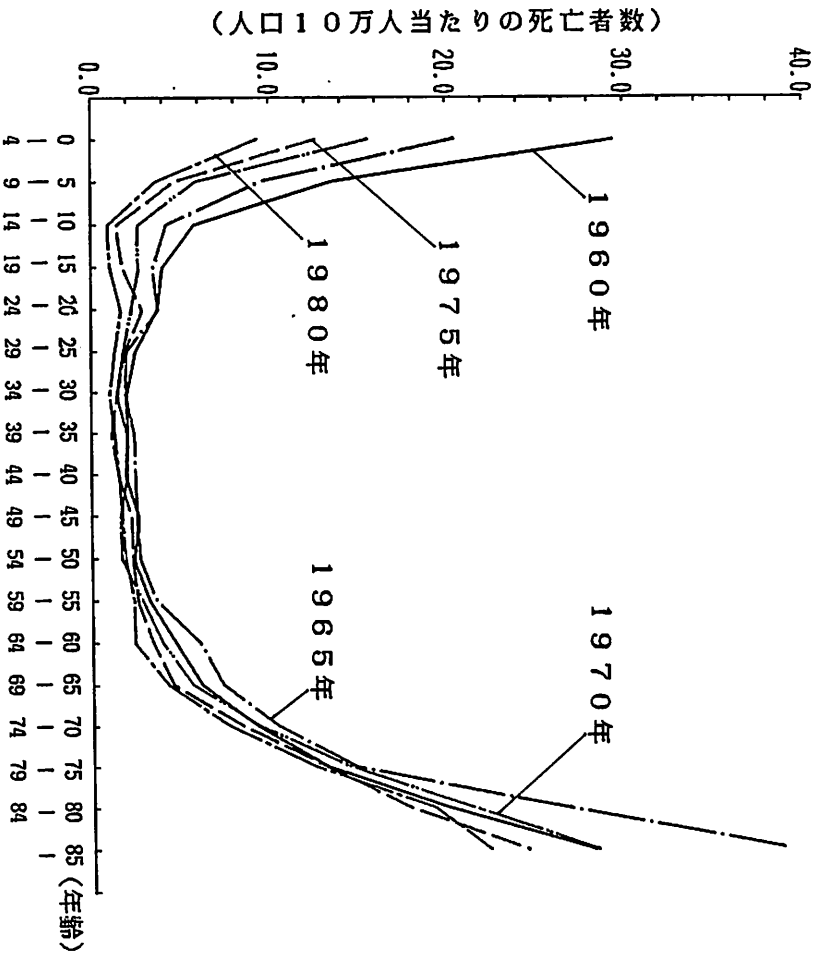


図39. 溺死による年齢別死亡率

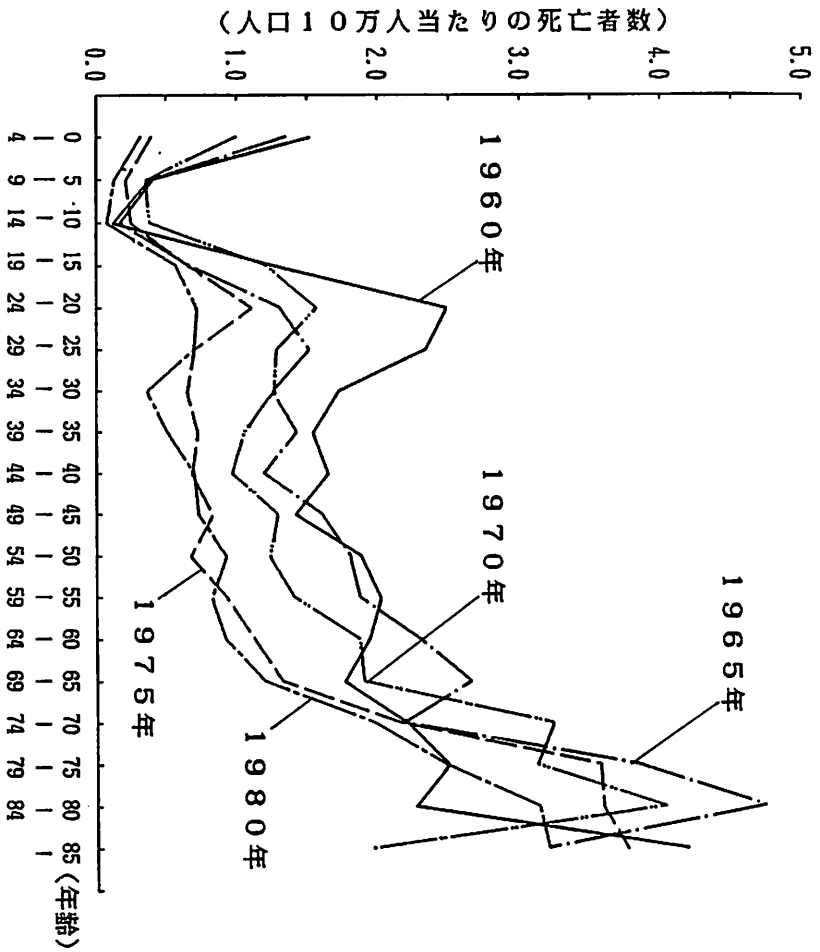


図4.0. 中毒による年齢別死亡率

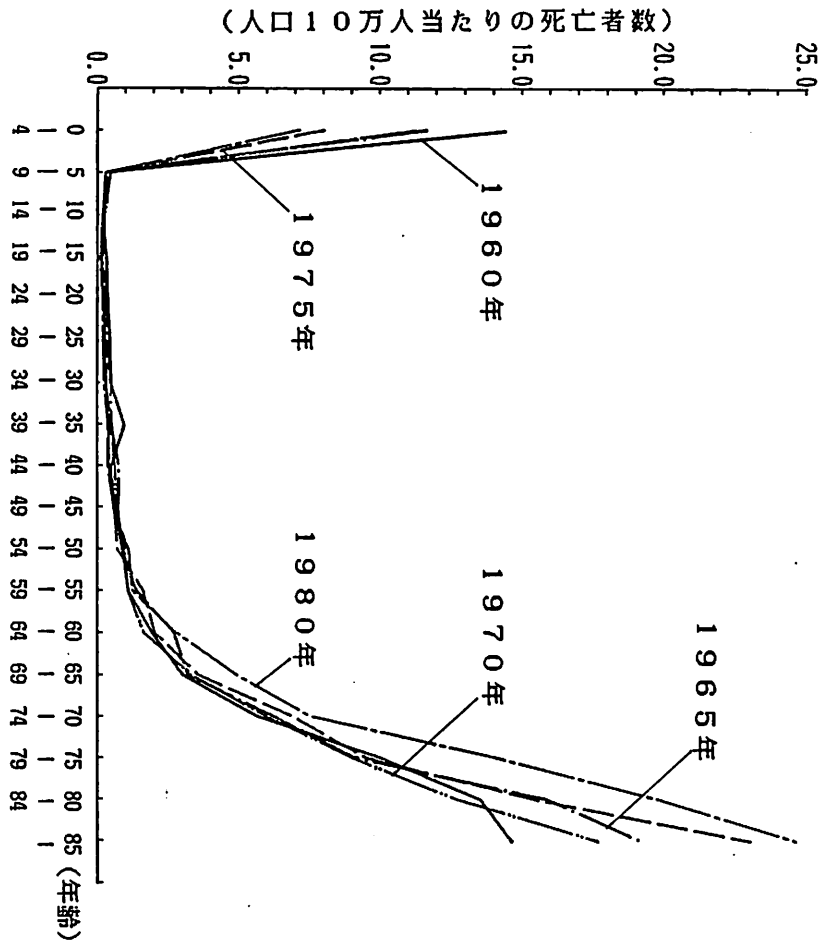


図4.1. 老衰による年齢別死亡率

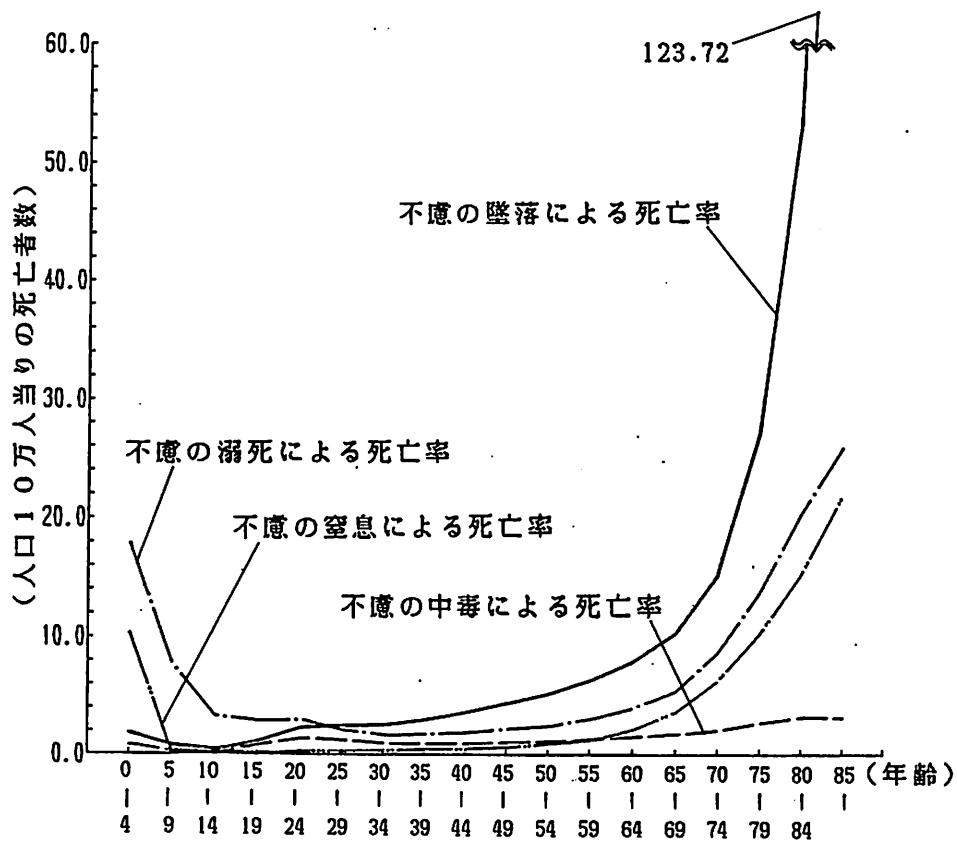


図4.2. 事故による年齢別死亡率

5-3-2. 考察

図3.8～図4.2より、リスクの年齢別特性は以下のように分類できる。

- ① 低年層（19才以下）、高年層（60才以上）でリスクの高いもの（溺死、窒息）
- ② 高年層でリスクの高いもの（墜落）
- ③ 年齢ごとのリスクがほぼ同じもの（中毒）

図3.4～図3.7より、年齢別のリスクの経年変化に注目すると、中年層（20～59才）のリスクは、どの事故でも減少傾向を示しており、事故の種類による相違が少ない。これに対し、低年層、高年層では、事故ごとに経年変化の傾向が異なっており、図3.3の全体のリスクの経年変化と比較すると、全体のリスクの経年変化の特徴は、低年層（19才以下）、又は高年層（60才以上）での傾向にほぼ一致し、高年層でリスクの経年変化がほぼ横ばいである「墜落」、「窒息」では、全体のリスクの経年変化もほぼ横ばいである。

終章

本研究では、リスクの構造を明らかにするための基礎として、まずリスクの定義を明示し、次にリスクの経年変化を概観する作業を行った。このような作業を通して、ある程度リスクの経年変化における性質をまとめることができたが、本研究ではリスクをそれぞれの年ごとの平均値としてしか考えておらず、実際にはリスクの変化に影響を与える要因ごとでの詳しい解析を行うことが必要となるだろう。これらの要因のうちのいくつかについては、すでに Starrによって指摘されている²⁾が、各々の要因の影響を具体的に定量化するまでには至っていない。又、このような個々の要因に対して、個人個人の risk perceptionの問題も関わってくるため、リスク全体のモデルを組み立てるまでには、まだ数々の問題が残されている。とりあえず、それぞれの要因がリスクの変化にどの様に影響を与えているかを明らかにすることが今後の課題であるといえよう。

《Appendix I：統計資料の出典》

〈自動車事故率〉

死亡事故件数は、『交通安全白書』¹⁰⁾による。但し、自家用車の事故件数には、「特殊自動車」の事故は含んでいない。また、「軽自動車」では、営業用と自家用との区別ができないため、自家用車の事故としてまとめた。

走行台キロは、『陸運統計要覧』¹¹⁾による。貨物車の走行台キロは、「普通車」と「小型車」との和を用いた。乗用車については、営業用は、「乗合バス」、「貸切バス」、「乗用車」の和を、また自家用は、「バス」、「乗用車」の和を用いた。

事故率は、1億走行台キロ当たりの死亡事故件数とした。

〈航空機死亡事故率〉

事故件数は“ICAO BULLETIN”¹²⁾から、定期旅客便の死亡事故件数の値を用いた。なお、複数機の空中衝突は、1件の事故として累計している。事故率については、同じく“ICAO BULLETIN”から、定期旅客便の、

- ① 1億飛行キロあたりの事故件数
- ② 着陸回数10万回あたりの事故件数
- ③ 飛行時間10万時間あたりの事故件数

の値を用いた。ただし、途中加盟のソ連を除いた値を採用した。

機種別の事故件数は、イギリスの航空雑誌“FLIGHT INTERNATIONAL”¹³⁾から、死亡者のでた事故について累計して求めた。機種別の登録台数については、“AIRCRAFT ON REGISTER”¹⁴⁾から求めた。この際、登録された航空機が定期便に利用されるか不定期便に利用されるかは不明なので、事故件数は定期便、不定期便の和を用いた。機種別事故率では、累積事故率を用いている。

〈火災出火率〉

火災出火件数は、『消防白書』¹⁵⁾による。但し、危険物火災では、「危険物製造所」、「危険物貯蔵所」、「危険物取扱所」における出火件数の和を用いた。

住宅戸数は、『住宅統計調査報告』¹⁶⁾における、「専用住宅」、「農林業併用住宅」、「店舗その他の併用住宅」の和を用いた。

『住宅統計調査報告』では、昭和38,43,48,53,58年の値しか得られないので、リスクの算出に際しては、この間を線形補完して用いた。

病院、診療所の施設数は、『厚生指針・国民衛生の動向』¹⁷⁾に

おける、「病院」，「一般診療所」，「歯科診療所」の和を用いた。

ホテル，旅館の施設数は、『観光白書』¹⁸⁾によった。

危険物の施設数は、『消防白書』における「危険物製造所」，「危険物貯蔵所」，「危険物取扱所」の和を用いた。

出火率は、それぞれの建物10万棟当たりの出火件数を用いた。

〈自動車事故死亡率〉

「自動車運転者及び乗員」の死亡者数は、1957～67年については『人口動態統計』¹⁹⁾に受傷者分類が無いこと、受傷者分類のある1968年以降でも1968～78年と1979～85年では自動車事故として扱われる死亡外因番号が異なるため、表3のような条件で値を求めた。

また、「自動車運転者及び乗員」における自動車輸送人キロは、『陸運統計要覧』¹¹⁾における乗用車全体での1人平均輸送キロと、輸送人員の積の値を用いた。

表3. 自動車事故における死亡者の受傷者分類

	自動車運転者及び乗員	資料
1957 ↓ ↓ ↓ 1967	死亡外因分類番号 E810, E811, E816, E817, E818, E819, E820, E822, E823, E824, E833, E834 の和	厚生省 『人口動態統計』
1968 ↓ ↓ ↓ 1978	死亡外因分類番号 E810～E823のうち、 受傷者分類の細分項 .0(自動車運転者)と .1(自動車乗員)の和	厚生省 『不慮の事故及び 有害作用死亡統計』 (人口動態統計特殊報告)
1979 ↓ ↓ ↓ 1985	死亡外因分類番号 E810～E825のうち、 受傷者分類の細分項 .0(自動車運転者)と .1(自動車乗員)の和	厚生省 『人口動態統計』

自動車運転者と乗員との分類は、それぞれの受傷者分類がされている1968年以降についてのみ、『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』²⁰⁾によっておこなった。それぞれの死亡者数は、同じく『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』によった。また、個々の自動車輸送人キロは、以下の式によって求めた。

自動車運転者：乗用車全体の走行台キロ*1（人/台）

乗員：乗用車全体の走行台キロ*（平均乗車密度-1）

但し、走行台キロ、平均乗車密度の値は、『陸運統計要覧』¹¹⁾によった。

死亡率は1億輸送人キロ当たりの死亡者数とした。

<航空機事故死亡率>

死亡者数は、定期便において旅客が死亡した事故を対象とし、“ICAO BULLETIN”¹²⁾によった。但し、途中加盟のソ連を除いた値を採用した。旅客キロ（飛行距離*人）については『国際連合・世界統計年鑑』²¹⁾によった。死亡率は、1億旅客キロ当たりの死亡者数を用いた。

<火災による死亡率>

死亡者数は『消防白書』¹⁵⁾によった。火災全体における死亡率は、人口10万人あたりの死亡者数とし、人口は『人口動態統計』¹⁹⁾によった。

専用住宅における死亡者数は、『消防白書』における「専用住宅」と「共同住宅」の死亡者数の和を用い、併用住宅における死亡者数は、「併用住宅」における死亡者数の値を用いた。また、病院・診療所における死亡者数は、「病院」と「診療所」における死亡者数の和を用いた。住宅における火災死亡率は、居住者10万人当りの死亡者数とし、住宅居住者数は、『住宅統計調査報告』¹⁶⁾によった。ここで、併用住宅の居住者数は、「農林業併用住宅」，「店舗その他の併用住宅」の和を用いた。『住宅統計調査報告』では、昭和38,43,48,53,58年の値しか得られないので、リスクの算出に際しては、この間を線形補完した。病院・診療所における死亡率は、10万病床当たりの死亡者数とし、病院・診療所の病床数は、『厚生指標・国民衛生の動向』¹⁷⁾によった。ただし、リスクの算出に際しては、「病院」，「一般診療所」，「歯科診療所」での病床数の和に「病院」での病床利用率を掛けた値を病床数として用いた。

〈家庭災害による死亡率〉

死亡者数は、『不慮の事故及び有害作用死亡統計（人口動態統計特殊報告）』²⁰⁾による。事故の型別のそれぞれの死亡者数は、表4に示した条件で値を算出した。

なお、死亡率は、人口10万人当りの死亡者数を用いた。

〈労働災害による死亡率〉

死亡者数は、『労働者災害補償保険・労働災害統計年報』²²⁾によった。事故の型別の死亡者数は、表4に示した条件で値を算出した。労働者数は、『労働者災害補償保険事業年報』²³⁾によった。なお、死亡率は、労働者10万人当りの死亡者数とした。

表4. 家庭災害・労働災害における事故の型分類

事故の型	家庭災害	労働災害
墜落・転落	不慮の墜落(E880-E888)	墜落・転落及び転倒の和
飛来・落下	落下物による不慮の打撲(E916)	飛来・落下
溺死	不慮の溺死及び溺水(E910)	溺死
高温・低温との接触	高熱物, 腐食性物質及びスチーム蒸気による不慮の事故(E924) 過度の高温(E900) 過度の低温(E901)の和	高温・低温の物との接触
有害物との接触	不慮の中毒(E850-E869) 高圧, 低圧及び気圧の変化(E902)の和	有害物等との接触
感電	電流による不慮の事故(E925)	感電

〈疾病による死亡率〉

死亡者総数は、『人口動態統計』¹⁹⁾によった。疾病による死亡者数は、『人口動態統計』における基本分類Ⅰ～ⅩⅥの死亡者数の和を用いた。また、死亡率は人口10万人当りのそれぞれの死亡者数とし、人口は同じく『人口動態統計』によった。

〈自然災害による死亡率〉

死亡者数は、『国土統計要覧』²⁴⁾によった。但し、統計値からは死亡者と行方不明者の区別がつかないため、死亡者数には行方不明者も含めた値を用いた。また、「台風」及び「地震」による死亡者数は、それぞれ「高潮」及び「津波」による死亡者も含んでいる。死亡率は、人口10万人当りの死亡者数とし、人口は『人口動態統計』¹⁹⁾によった。

《Appendix II》

【航空機機種別の形式一覧表】

〈ターボジェット機〉

機種名	航空会社	エンジン形式	旅客座席数	初飛行日
Douglas DC-3	マクドナルド・ダグラス (米)	Propeler Driven (Piston),2Engine		
Viscount 700/800	ビッカーズ (英)	Propeler Driven (Turbine),4Engine	40~68	1948.7.16
Electra	ロッキート (米)	Propeler Driven (Turbine),4Engine	88	1957.12.6
HS-748	BAC (英)	Propeler Driven (Turbine),2Engine	40~58	1960.6.24
Fokker-F.27	フォッカー (蘭)	Propeler Driven (Turbine),2Engine	52~56	1955.11.24

〈第1世代ジェット〉

機種名	航空会社	エンジン形式	旅客座席数	初飛行日
Boeing-707	ボーイング (米)	Turbo-jet,4Engine	147~219	1954.7.15
Douglas DC-8	マクドナルド・ダグラス (米)	Turbo-jet,4Engine	150~178	1958.5.30
Caravelle	ブイロハシアル (仏)	Turbo-jet,2Engine	118~128	1955.5.27

<第2世代ジェット>

機種名	航空会社	エンジン形式	旅客座席数	初飛行日
Boeing-727	ボーイング (米)	Turbo-jet,3Engine	162~189	1963.2.9
Boeing-737	ボーイング (米)	Turbo-jet,2Engine	115~130	1967.4.9
Douglas DC-9	マクドネル・ダグラス (米)	Turbo-jet,2Engine	137~172	1965.2.25
BAC-111	BAC (英)	Turbo-jet,2Engine	99~119	1963.8.20
Trident	BAC (英)	Turbo-jet,3Engine	136~152	1962.1.9
Fokker-F.28	フッカー (蘭)	Turbo-jet,2Engine	70~85	1967.5.9

<第3世代ジェット>

機種名	航空会社	エンジン形式	旅客座席数	初飛行日
Boeing-747	ボーイング (米)	Turbo-jet,4Engine	348~447	1969.2.9
Douglas DC-10	マクドネル・ダグラス (米)	Turbo-jet,3Engine	255~345	1970.8.29
Tristar L-1011	ロッキート (米)	Turbo-jet,3Engine	256~345	1970.11.16

《文献》

- 1) Chauncey starr, Social Benefit versus Technological Risk, Science 165, September 1969
- 2) Chauncey starr, Richard Rudman, and Chris Whipple, Philosophical Basis for Risk Analysis, Annual Review of Energy, 1976
- 3) 木下富雄, 安全の心理学 — リスクとリスク知覚の問題を中心に —, Isotope News, 1987年5月号
- 4) 日本化学会訳編, エネルギーと環境 — リスクー便益によるアプローチ —, 丸善株式会社, 昭和55年
- 5) 青木日出雄, 旅客機, 保育社カラーブックスNo.523, 昭和56年
- 6) 斉藤茂太, 空の旅ハンドブック, 日本放送出版協会, 昭和59年
- 7) 厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課, 昭和58年 医療施設調査・病院報告の概況, 厚生指標, 昭和61年1月号
- 8) 熊野陽平, 火災死者数とエネルギー事情の相関について, 火災学会研究発表会概要集, 1986
- 9) 倉嶋厚・原達也, 死者数からみた気象災害の変遷について, 研究時報, 1972年8月号
- 10) 総務庁, 交通安全白書, 昭和40年～58年版
- 11) 運輸省大臣官房情報管理部, 陸運統計要覧, 1984
- 12) International Civil Aviation Organization, ICAO Bulletin, May 1973, June 1986
- 13) Flight Publishing Company Limited, Flight International 1962-1985
- 14) International Civil Aviation Organization, Aircraft on Register, 1961-1984
- 15) 消防庁, 消防白書, 昭和42年～60年版
- 16) 総理府統計局, 住宅統計調査報告, 昭和38, 43, 48, 53, 58年版
- 17) 厚生省大臣官房統計情報部, 厚生指標・国民衛生の動向, 昭和60年版
- 18) 総理府, 観光白書, 昭和42年～61年版
- 19) 厚生省大臣官房統計調査部, 人口動態統計, 昭和32年～60年版
- 20) 厚生省大臣官房統計調査部, 不慮の事故及び有害作用死亡統計(人口動態統計特殊報告), 1984

- 2 1) 国際連合統計局, 国際連合・世界統計年鑑 (日本語版),
原書房, 1956~1983・84年版
- 2 2) 労働省労働基準局, 労働者災害補償保険・労働災害統計年報,
昭和36年~38年, 40年~43年, 45~60年版
- 2 3) 労働省労働基準局, 労働者災害補償保険事業年報, 昭和37~
60年版
- 2 4) 国土庁, 国土統計要覧, 昭和59年版

《謝辞》

本研究を進めるに当たり、数々の助言を与えてくださった辻本誠助教授、ならびに辻本研究室の諸氏に心より感謝します。又、データを収集する際にご協力いただいた、早稲田大学大学院生の廣田すみれさんに心より感謝します。