

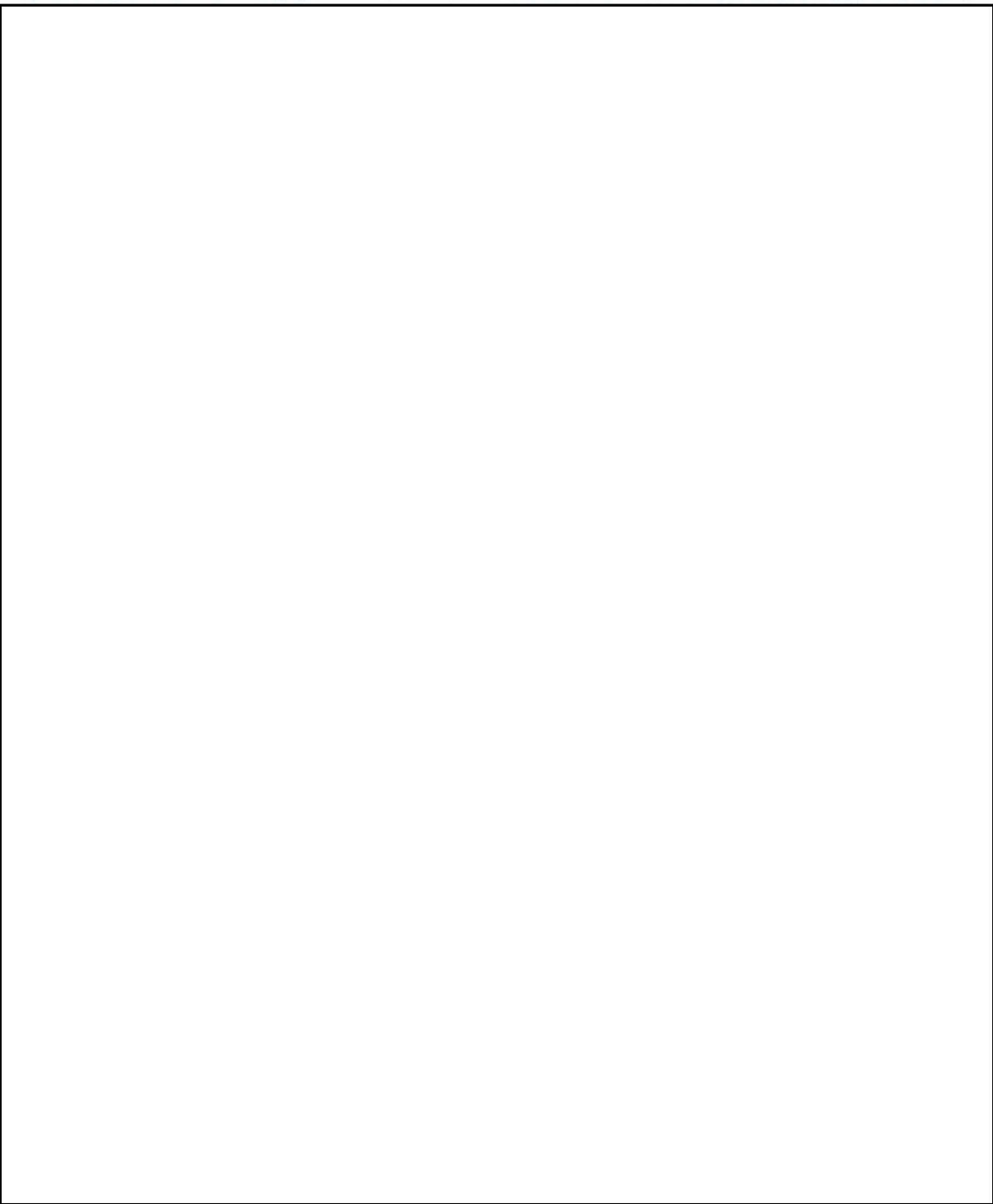
予防時報

1988

autumn

155

ISSN 0910-4208



明暦の酒田町大火

今から12年前の昭和51年(1976)10月29日、最大瞬間風速26mという強風のもとに、延々11時間にあたって市の中心街を焦土と化し、焼失規模では全国で戦後4番目となった酒田大火の記憶は、まだ新しい。酒田は、近世まで大火に見舞われることの多い町であった。

この絵図は、明暦2年(1656)5月2日夜、酒田の突抜(つきぬき、現在の内町)から出火し、折からの乾燥した東南風におおられ、704棟を焼失した際の範囲を、朱線で示した酒田町絵図である。慶長6年(1601)4月、最上義光が亀ヶ崎城を攻略する時に酒田の町を火攻めにして焼き払ったという記録はあるが、その実態は明らかでない。明暦の大火は、この後に登場してくる酒田で最初の大火であり、その焼失範囲を記したこの絵図は、正確な記述をともなうものとして貴重な史料となる。

出火場所の突抜とは現在の本町と内町通りの交差点付近であり、絵図に朱点で表示されている。また、火元を清治郎宅と絵図に明示してあるため、この大火を清治郎火事ともいっている。

しかし、出火原因は明らかでない。庄内藩酒井家の記録『大泉紀年』明暦2年5月12日の項には「酒田にてこの節物騒がしく、火付のものが徘徊しているようなので、警衛を厳重にするため、各番所の人数を増加する」との記事があり、このころ、放火事件が相次いでいたことを伺わせる。

この明暦大火の焼失区域を、大火から2か月近く経過した6月29日に、酒田36人衆の一人で町年寄であった加賀屋与助が、酒田町絵図に朱線で書き記しておいたわけである。さらに、この大火から164年後の文政3年(1820)6月に、何某かがこの明暦絵図を20分の1に縮小して書き写したものがこの絵図である。なおこの絵図は、内町組大庄屋伊東家文書の中に含まれていたものである。

明暦2年の大火は、強い東南風(ダシの風)のもとに、内町、本町、中町、肴町から北西方向に延焼し、日和山下の荒町、獵師町(現在の船場町)まで、704軒を焼き尽した。この時の酒田の総戸数は1,277軒であり、大火で町の過半を焼失した

ことになる。

この大火を契機に、防災面を考慮した町割がさらに推進されていく。まず、町の南北方向への延焼を食い止めるための防火線である「松原地」が設置された。松原地とは、この絵図に「本町と中町との間一丁目より秋田町迄、横三間ほど家作らず明け置、三尺ばかり内外へ小松を植付申すべく……」とあるように、本町と中町との間に6m幅の空間地を設け、両側に松を植付けるものであった。

その後、享保11年(1726)、宝暦元年(1751)、同8年(1758)の1,000軒以上を焼失する大火を経て、東西方向への延焼を防ぐための「広小路」が設けられた。この広小路は、20m幅の道路で町の中心地を東西に分断するものであった。やがて広小路に植えられた柳が成長し、いつのころからか広小路は「柳小路」と愛称されるようになった。奇しくも昭和51年の酒田大火では、この柳小路をはさんだ東側一帯が焼失した。

江戸時代、酒田において100軒以上を焼失した大火は45回の多きに及ぶが、大火発生月と月平均風速・湿度との関連はないだろうか調べてみた。その結果、月平均風速・湿度と大火発生月とはかなりの関係があることがわかった。つまり、春秋の乾燥期における強風時に、特に「火」を大切に扱い、失火しないように注意すれば、大火発生回数を減少することができるという、極めて一般的な提言が可能なことである。このことについては、昭和62年3月に刊行された『酒田市史』上巻に、「酒田の月別大火発生回数と風速・湿度との関係グラフ」として記述しているので、ご参照いただければ幸いである。

全国にその名を知られる酒田の豪商本間光丘は、明和2年(1765)、34歳の時、「他出留守中家内制詞之覚」9ヵ条の最初に、「御公儀からの触れ出しは控えおき、火の用心第一に守ることを掲げており、火の用心を最重要にしていた。このことは現代にも通ずる大事なことである。

(土岐田正勝 酒田市立酒田中央高等学校教諭)

内町
一内町 二新 一七町
一内町 二新 一七町

一町 二新 一七町
一町 二新 一七町

一町 二新 一七町
一町 二新 一七町

一町 二新 一七町
一町 二新 一七町

一町 二新 一七町
一町 二新 一七町

一町 二新 一七町
一町 二新 一七町

石居新

一町 二新 一七町

入新

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

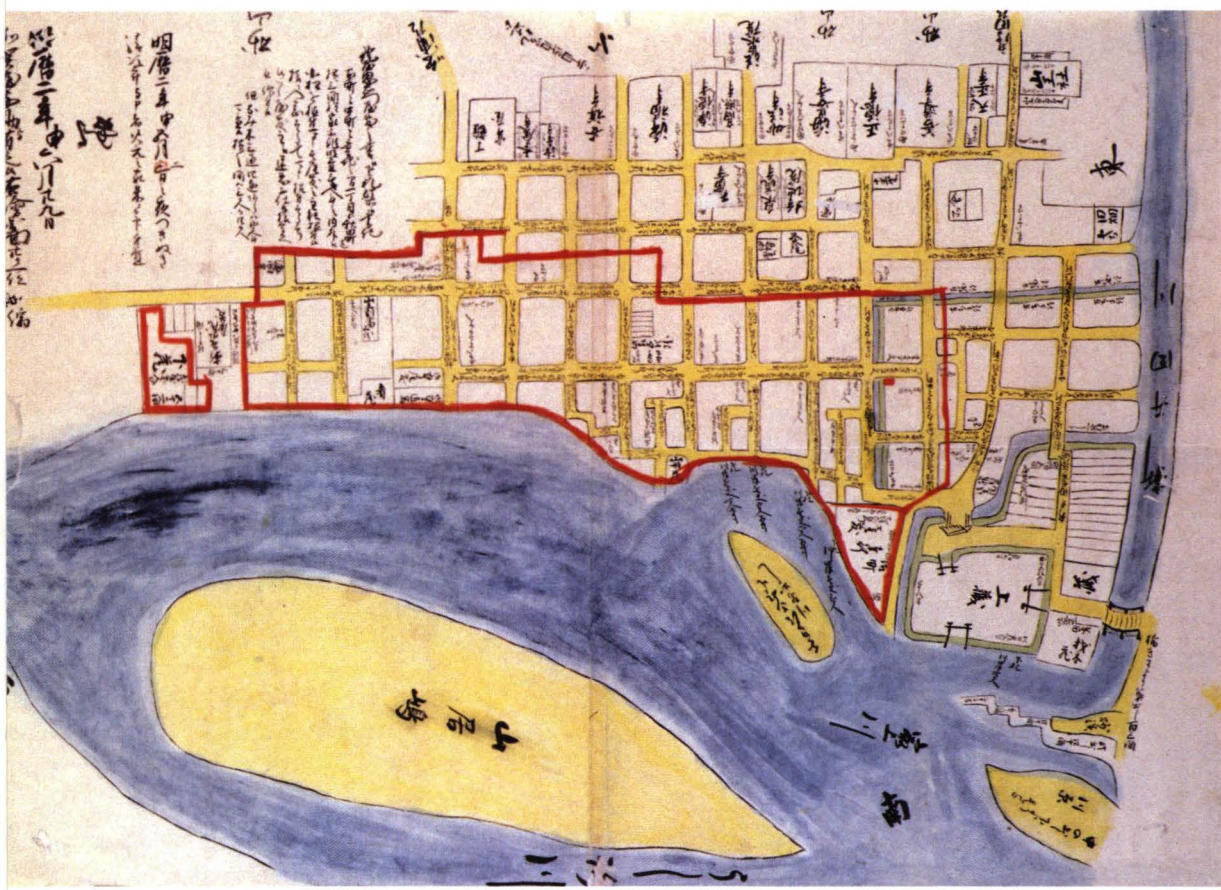
一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町

一横町 二新 一七町



明暦の酒田町大火(酒田市立光丘文庫蔵)

労働環境法の重要性

この1年が経ちました。世は景気が好しく興へられ、大企業も中小企業も業績が順調に伸び、そして労働市場が活性化してきたことがよく見えています。この好景気には事柄の再発防止のうえでも、労務法が重要な役割を果たしています。

労務法は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

予防時報

1988・10

155

この号では、労働者の健康と安全を守るための法律について、その重要性を解説しています。また、労働者の権利を保護するための法律についても、その重要性を解説しています。

労働者の健康と安全を守るための法律は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

労働者の権利を保護するための法律は、労働者の健康と安全を守るための法律です。労働者の権利を保護するための法律でもあります。

労働者の健康と安全を守るための法律は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

労働者の権利を保護するための法律は、労働者の健康と安全を守るための法律です。労働者の権利を保護するための法律でもあります。

労働者の健康と安全を守るための法律は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

労働者の権利を保護するための法律は、労働者の健康と安全を守るための法律です。労働者の権利を保護するための法律でもあります。

労働者の健康と安全を守るための法律は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

労働者の権利を保護するための法律は、労働者の健康と安全を守るための法律です。労働者の権利を保護するための法律でもあります。

労働者の健康と安全を守るための法律は、労働者の権利を保護し、労働条件の改善を図るための法律です。労働者の健康と安全を守るための法律でもあります。

労働者の権利を保護するための法律は、労働者の健康と安全を守るための法律です。労働者の権利を保護するための法律でもあります。

目次

ずいひつ

小さな地震史料のもつ重み／宇佐美龍夫——6

新しい傾向のヒューマン・エラー／木暮右太郎——8

科学技術の高度化と日常化／福田 卓——10

フロンガスの環境影響／富永 健——12

子供に聞かせるシリーズ④

先生、地震だ！

小学生の目に映った地震の姿／林 春男——18

木造建築物の防火性能／菅原進——22

座談会

自然災害の規模と時間のスケール——火山災害を中心に

岡田 弘／北原糸子／廣井 脩／伊藤和明——28

防災基礎講座

ヒューマン・エラーへのアプローチ／行待武生——41

低公害車の現状と将来／田中法昌——47

間接損害と保険

——落雷による損害について／石田 満——54

多重事故のメカニズム

——高速道路の事故誘因を探る／加藤正明——62

明暦の酒田町大火／土岐田正勝——2

防災言 事故の間接原因の重要性／秋田一雄——5

協会だより——60

災害メモ——69

口絵／明暦の酒田町大火絵図／酒田市立光丘文庫

カット／国井英和

事故の間接原因の重要性

近ごろは事故が起こると必ず原因が詳しく調べられ、大きな事故ではその結果が議論的になる。もとより原因がわからなくては対策の立てようもないから、この検討自体は事故の再発防止のうえて欠かせない当然な手続きである。

しかしながら、多くの事故の場合、その調査や検討は、材料の腐食とか疲労、発火源の種類などの物的な、また誤操作や不注意といった人的な直接原因にのみ重点が置かれ、それらの原因がどうして生じたかの背景、つまり、間接原因にまで踏み込んだものは少ない。この理由は、多分、間接原因がわかりにくく、また、背景がわかってもそれを対策に反映させるのが難しいことなどにあるのだろうと思う。だが、あらためて考えるまでもなく、間接原因なしに直接原因が生ずるはずはないから、その逆は成り立たないとしても、事故原因の究明にあたって、これを除いて事が済むとは思にくい。

もともと事故という偶発的な事象は、まったく同じことが二度起こる例は少なく、そのため、ある事故の直接原因を確かめて充分な対策をとっても、また同じところで別の原因による事故の生ずる可能性は高い。したがって、これを防ぐには、もう少し視点を広げ事故の間接原因まで突き止め、その対策を考えることが必要ともいえる。背景がわかれば、それに起因する同類の直接原因を洗い出せるからである。また、このことは、実際の事故は同じ原因の繰り返しという違った立場をとったとしても、そこではなぜに同じことが繰り返されるのか、その理由となる背景を知らなくてはならないので話は変わらない。

では、このような事故の間接原因を明確にするには何を考えたらよいのだろう。

これまであまり研究されていないが、まず第一に注目しなくてはならないのは、その社会的な背景ではないかと思う。事故は自然災害とは違って人が起こすものであってみれば、その原因が社会的な要因にかかわらない訳はなく、特に最近のようにハードの信頼性の向上に伴って人間の誤りが浮き彫りされてくると、社会要因は人を介して事故の原因に強く関係してくる。一見、明らかに物的と思われる原因でも、突き詰めると設計・施工や材料選択のミスという人的原因であることも多い。

人間の挙動に対する社会の影響、間接原因の調査の手法、社会要因と直接原因のつながりなどなど、今後事故を減らすためには、背景の重視と、単なる体質論ではない体系的な間接原因の検討手法の開発が、どうしても必要のように思われてならない。

防災言

秋田 一雄

災害問題評論家
本誌編集委員

小さな地震史料のもつ重み

うさみ たつお
宇佐美 龍夫

信州大学工学部教授



早いもので、筆者が我が国の歴史地震史料の収集を始めてから、もう10年余の歳月がたってしまった。その間に訪問した個人のお宅・図書館・县市町村史編さん所・文書館等々は数百か所に達している。いろいろと思い出は多い。特に思い掛けない掘り出し物に当たったときのことは忘れられない。

史料の収集は、元来は、地震災害の実態を明らかにして、学問的には個々の地震の地震像を解明すること、防災的には現代につながる知恵を学びとること、を目的としている。

地震像というと、取っ付きにくいかもしれないが、ある地震について史料が少ないときには、震源地もマグニチュードも震度分布もわからない。極端な場合には、その地震の発生自体の正否も不明である。しかし、史料の数が増えてくると、ボールが一枚一枚はがされて、徐々にではあるが、地震の性格がはっ

きりしてくる。その過程は史料を集めている者にとっては無上の楽しみである。

たとえば、安政2年10月2日の安政江戸地震については、すでにマグニチュードが7.0クラスの江戸直下型地震であることはわかっていた。しかし、江戸周辺の史料は十分に集まっていなかったので、地震の広がり、あるいは被害地域の限界というものが、今一つハッキリしなかった。

この地震について木更津で発見した史料の重要さは計り知れないものであった。その史料によると、木更津では蔵の被害が住家の被害よりはるかに多かったのである。

すぐに、関東地震のとき、東京の山手では木造住宅の被害に比べて蔵の被害が相対的に多かったということが頭に浮かんだ。その説明は、山手では地盤が良く、地盤の固有周期は短い。蔵の固有周期も0.1秒程度で、その両者が共鳴を起こした結果、山手での土蔵被害が多かったというものである。

この考え方を応用すれば、木更津での地盤の固有周期は比較的短く、それに見合う短い周期の地震動が強かったことになる。短い周期の地震は遠方には伝わりにくいこともわかっている。以上を考え合わせると、この地震の震源は木更津に近いのではないかということになり、一つの木更津の史料が震源位置の推定に大きな影響をもつようになってきた。

また、この地震では珍しいことに、現在の

ずいひつ

世田谷にある村々（当時は彦根藩伊井家の代官が管轄していた）で、被害がなかったという報告を提出していることがわかった。これで、江戸の南西方向では被害の限界地域がはっきりしたのである。

元来、被害があったという古文書は多いが、なかったと明記してあるものは少ない。被害がない場合には公式文書の残っていないことが多い。しかし、文書が残っていなければ被害の有無はわからない。こう考えると、無被害を明記した文書の重要さがわかるであろう。

この史料から、おおよそ下高井戸を通る南北線の西では被害がなかったことがはっきりした。

この地震では、荒川沿いで西北に被害地域が延びていることはなんとかわかっていた。関東大地震のときにも、荒川沿いに被害地域が延びて群馬県にも小被害があったので、特に珍しいことではなかった。しかし、その詳細は不明であったし、今でも不明であるが、幸手町の史料は、この問題に一筋の光を差し込んだ。

史料によると、幸手宿とその近くの村々では、液状化現象が広範に発生した。村々で潰れた家は少なかったが、残りのすべての家が潰同様という有り様であった。おそらく液状化のために家が傾き、使えなくなったのではないかと考えられる。

この史料は、荒川と利根川の間地域に同

様な被害のあったことを想像させるが、それを証する新しい史料はまだ見つかっていないので、液状化地域の広がりを決めることは新しい史料の発見に待つところが大きい。

最近になって、また、新しい史料が見つかった。

それによると、この地震により土浦で蔵に被害があったというのである。土浦は江戸から見ると幸手より遠い。その上、江戸から東北方向では被害地域は柏付近までで、茨城県には被害は見つかっていなかった。

この土浦の被害は、震度Ⅴ以上の地域がかなり遠方（江戸から約65km）まで広がっていることを示している。この事実は、ひよっとするとこの地震が案外深い所に発生したのではないかという考えを起こさせる。

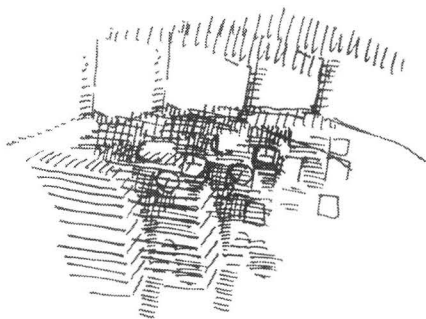
一般に浅い地震では被害範囲は小さく、深い地震ではやや広くなる。江戸地震は、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界——東京直下では約40kmくらい——に発生したという考え方も出されているが、被害分布からいうと、どうもそれほど深くすることには抵抗があった。土浦の史料は、この地震の深さを考える上での重要な手掛かりとなる。

このように、新しい史料の一つが、場合によっては地震像の形成に重要な手掛かりを与えてくれる。そういう史料を発見するたびに心を躍らせ、さらに、新しい史料の発掘を続けている昨今である。

新しい傾向のヒューマン・エラー

こくれゆうたろう
木暮右太郎

航空技術コンサルタント



第5世代ジェットとよばれる最新型の旅客機・エアバスA320が6月26日、フランス東部のミユルーズで事故を起こし、全世界の航空事情通に衝撃を与えた。

科学技術の粋を集めたアメリカ海軍のイージス艦は7月3日、ペルシャ湾でイラン航空の旅客機を誤って撃墜した。海上自衛隊の新型潜水艦は7月23日、東京湾で遊漁船と衝突して沈没させた。

一月たらずの間に発生したショッキングな出来事に共通しているのは、いわゆるハイテク航空機および艦船に技能レベルの高いクルーが乗り組んでいた事実である。関与した機長あるいは艦長が過失責任を問われている経過も、また共通している。それぞれの分野で技能集団のトップレベルとみられる人たちがトラブルに関与したが、こうした帰結となる可能性はヒューマン・ファクター研究者たちがかねてから警告していたところである。

軍事機密の厳しい壁が立ちふさがるとは分野は避けて、民間航空のハイテク（進んだ工業技術）航空機を通じ、指摘されていた問題点に触れてみたい。この種類の航空機の最も大きな特徴は、コンピュータを利用した運航の自動化が進んでいる点である。

ジェット旅客機は1960年代の初めから就航し、その後4半世紀を経て機材の信頼性と効率性が急速に向上し、運航の安全性も著しく高くなった。こうした過程で画期的な進歩を遂げた機種を、世代で大別している。第5世代とよばれるのは、今年の4月から就航したA320、年末に就航が予定されるボーイングB747-400などである。第5世代ジェットの運航自動化の部分をおおまかに見ると。

今日、航空輸送の主力となっている第3世代から大幅にコンピュータ化が進められ、第4世代を経て最新の第5世代では“グラス・コックピット”（ガラスの操縦室）といわれるように面目が一新している。この場合のガラスは、在来の計器を統合してCRT表示方式とした転換により、2人のパイロットの前に6面のカラーテレビが置かれている光景を象徴したものである。自動化の内容も統合されて、運航およびパワープラントを含む機内システムの制御と監視をシステムティックに行うようになっている。

ずいひつ

とりわけ、新しい概念のシステム“エレクトロニック・コクーン”（電子の繭）の一部の機能が採り入れられた機種もある。このシステムは、パイロットが運用限界内で航空機を運航するように、監視、警告、究極的には操縦行為の矯正を行う機能を備えている。このほか、同様の趣旨のものとして空中衝突回避システムとマイクロバースト探知・警報システムがあり、遠からず各国が装備を法律で義務化する措置を採るものとみられる。

一見して航空機は大幅にコンピュータ化され、安全性が向上するようにみられるが、現実はそのように簡明ではない。複雑、多様な環境で航空機を運航するためには、コンピュータ機能を総合的に使うヒューマンパイロットの乗務が、今後、相当期間にわたり必要とされるから、次第に進む新しい局面に適應する人間・機械系の問題が生じてくる。機械の自動化が進む度合いによって、人間のパフォーマンスが変容していくからである。

現在、フランスのA 320事故および自衛隊潜水艦の衝突事故について原因調査が行われているが、報道で知る限りでは、これらは事象の調査であって、関与者の責任追及を主とする態様のものである。結果として、当面の安全勧告が出され、関与者には懲戒的な処分が行われ、一件落着となる経過をたどること

になるが、繰り返されるこうした形式の手続きが終了しても、問題とされる点は手つかずのまま残されて、新たな事故の機会をねらう潜在危険性が抑制されるとは言えない。

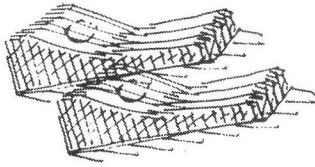
今、過失責任を問われているキャプテンたちは、大勢の青年のなかから選抜された身体、学識、精神の各面に優れた人材であって、関係機関が入念な訓練課程と貴重なリソースにより育成したものであろう。このことは、同僚の仲間に先駆け数百億円、物によっては千億円を超える最新機材の運航を任されていた事実から類推できよう。この人たちですら「なぜ事故に関与したか」といった共通項の解明は、近未来コンピュータ環境で安全に生きる人間のチエではないだろうか。

期待されるエアマンシップまたはシーマンシップは発揮された…コンピュータおよびソフトウェア機能は設計仕様どおりであった…しかし事故は発生した…といった矛盾を含む状況の可能性を認める謙虚さは、安全のチエを身に付ける出発点だろうと思う。

人間のパフォーマンスはコンピュータにより変容されるが、コンピュータは人間がつくるものである。この両者の理想的なマッチングの追及にはヒューマン・ファクター研究が不可欠であろう。こうした対応の必要性が世間の人々に広く知られる展開を期待したい。

科学技術の高度化と日常化

ふくだ たかし
福田 卓
㈱クラレ社長



科学技術文明の社会で発生する災害は、すべて直接間接に人為ミスから引き起こされる、いわゆる「事故」によるものと考えることができる。そして、その根底に「高度化と日常化」という問題があるように思う。

今、科学技術の高度化はすさまじい勢いで進んでいる。高度化は高度化を呼んで、自己増殖的に加速する。人々は高度化の恩恵にあずかるべく、ただひたすら待望する。こうした高度化おう歌の状況下において、忘れようとしても忘れられない事故がある。ジャンボ旅客機の墜落、スペースシャトルの爆発、そして原子力発電所の火災である。この3件は半年あまりの間に立て続けに発生したもので、全世界に計り知れぬ衝撃を与えたものである。

安全性がきわめて高いといわれていた大型旅客機が、機体の一部に重大な欠陥を持ちな

がらそれを見過ごしていたばかりに、ある日突然墜落するという惨事を起こしている。最近のように目まぐるしく発着する旅客機の点検整備作業は、いやおうなく日常化せざるを得ない。この事故は、大型旅客機という高度科学技術の粹も、それを取り扱う作業が日常化するにつれ、人間の日常感覚のレベルにまで低劣化してしまうことがあることを示している。

スペースシャトルの打ち上げも25回目ともなると、打ち上げ作業は一部作業者にとって日常化していたかもしれない。固体ロケットの一部に異常が生じていたことを軽視し、なにげなく無視してしまったミスは管理体制のなかの日常化によるものである。

原子力発電所も操業8年を経、安全装置を外してあまり緊急とも思えぬ実験を安易に実施したのは、操業管理がまったく日常化してしまっていたことを示している。

これまで何回も、あるいは何年も、何事もなかったという事実は、それを取り巻く人々の感覚のなかに幾つかの日常化を進行させずにはおかない。スイッチを入れれば昨日と同じように電灯はともり、テレビは語りかける。だれもスイッチを押すたびにその結果を懸念する者はいない。テレビや電灯の故障は舌打ちするだけですむから日常化は当然である。

ずいひつ

エレベータは都会生活のなかで完全に日常化している典型的な文明の利器である。技術の高度化は、更に高層化高速化を進めているが、利用者はだれもその安全性を疑うことなく利便性のみをフルに享受している。エレベータの安全が日常の保守管理に依存しているのは、ジャンボ旅客機の場合と同じである。エレベータの保守管理作業者が全員ジャンボ旅客機のそれ以上に優れているとは思えないから、エレベータの落下事故が絶対ないとは言いきれない。

自動車の高度化は大衆化を進めつつ、一方で事故発生率、就中死亡事故の発生を高めている。簡単に高速運転ができることは多くの人々の最も望むところであるが、人間のミスは増えこそすれ減ることはないから、運転の日常化とともに事故は増加する。そして事故発生そのものもまた、日常化する。

新しい技術が開発された当座は、それに携わる人々の意識も感覚も十分に緊張しており、注意力も集中力も高まっているからミスは起こりにくい。しかし、同じことを何度も何事もなく繰り返すうちに意識レベルは低下する。

科学技術の高度化は一つ一つの日常化の上に築かれる。高度化するには次々日常化されていくことが必要である。問題は、人間がこ

の日常化にどう対応していくかということであり、高度科学技術の日常化にどこまで耐えられるかということである。

科学技術の高度化を進めているのは、特に優れた能力をもつ一握りの人々である。この人々は、次々日常化していく技術にもまた、自分たちと同等、あるいはそれ以上の能力ある人々がかかわるものと決めているふしがある。しかし、日常化するということは、ごく通常の、人間なるが故にミスを犯すことの多い人間性豊かな人々がかかわることを意味している。したがって、日常化する高度科学技術は人間の日常的ミスに充分耐えられるものでなければならないということが重要な条件となる。

高度科学技術での事故は、その被害規模も社会的衝撃も計り知れぬほど大きい。人間のミス発生のメカニズムはかなり究明されてはいるが、100パーセント回避することはできない。

科学技術の高度化を推進している一握りの人々は、その高度化がいかに多くの問題を引きずったまま日常化されていくかということをも十分に認識し、日常化したあとの問題の重大さに対して、高度化のために注いだ以上の情熱と精力とをもって対処することを怠ってはならないと思うのである。

フロンガスの環境影響

富永 健

1 はじめに

最近、フロンガスによる成層圏オゾン層破壊がグローバルな環境問題としてクローズアップされ、国際的に対策が進められるようになった。さきのトロント・サミットの経済宣言の中にも重要な問題として採り上げられている。このようなフロンガスの影響は、理論的にはすでに予言されていたが、実際に南極上空でオゾン・ホールが見つかったことや、ここ十数年間に地球の全オゾン量が2～3%減少したことがわかって、成層圏オゾン層保護のため、フロンガスの生産や消費の世界的な規制が急がれることになったのである。

オゾンは、大気の微量成分の一つで、主に成層圏にオゾン層として存在し、生体に有害な太陽紫外線(UV-B)を吸収して地上の生物を保護するフィルターの役割を果たしている。地球の大気にオゾンがまだなかった昔は、生物は紫外線の届かぬ海中でしか生きられず、オゾン層が大気中に形成されて初めて陸上で生物が生存できるようにな

ったといわれている。また、オゾンに吸収された太陽光のエネルギーは熱エネルギーに変わるため、オゾンは成層圏を温めて、その温度を現在のように保つ働きもしている!)

図1は、大気の下部の対流圏と成層圏におけるオゾンの分布と温度の様子を示したものである。成層圏にオゾン層がないと、気温は現在よりもずっと低下する(鎖線)ことがわかる。

このように重要な働きをするオゾン層が、人間

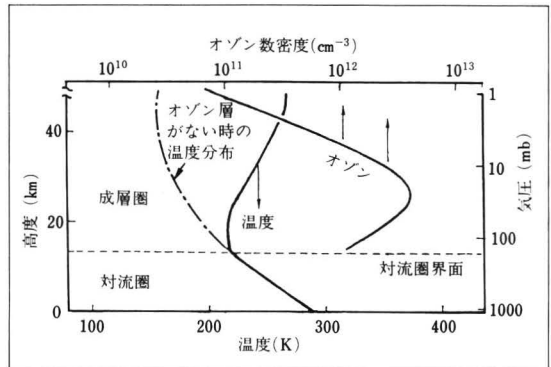
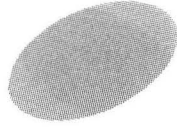


図1 対流圏および成層圏の大気温度およびオゾン濃度の高度による変化¹⁾



活動によって大気中に放出される化学物質のため、自然の生成・消滅のバランスを乱され、減少していくおそれのあることが近年わかってきた。

1974年、RowlandとMolina（カリフォルニア大学）は長寿命のフロンガス（クロロフルオロカーボン）が成層圏に達すると、光分解により生じた塩素がオゾンと反応し、オゾン層を破壊する可能性があることを指摘したが²⁾、その後の研究によって、この考えの正しさが実際に裏付けられた。

オゾン層が破壊されると、地上に達する紫外線が強くなるため、皮膚がんの増加など人間への影響のほか、動植物の生態系にも有害な効果をもたらすことになる。また、成層圏の温度が低下して気候変動の原因ともなる。

2 フロンとは

フロンは、炭素とフッ素や塩素などの化合物（クロロフルオロカーボン）に対する日本名である。フロンの種類は多いが、大気中に蓄積して成層圏オゾン層を破壊するのは、長寿命のクロロフルオロカーボンで、 CCl_3F （フロン-11またはCFC-11）、 CCl_2F_2 （フロン-12またはCFC-12）、 $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$ （フロン-113またはCFC-113）が主なものである。

これらのフロンは、化学的に極めて安定で毒性がなく、さまざまな優れた性質があるため、我々の日常生活をはじめ工業的に広い範囲で用いられている。

主な用途としては、半導体部品などハイテクノロジー産業における洗浄用溶媒、冷蔵庫・エアコン・自動車用エアコンの冷媒、冷蔵庫などの断熱材や家具・自動車内装品・バンパーやパッキングなどに用いられるウレタン・フォームの発泡剤、各種スプレーの噴射剤、さらにはクリーニング用

溶媒などがあり、現代生活は「フロン文明」であると言われるほどである。

このような用途に使われたフロンガスの大部分は、最終的には大気中に放出されるが、大気中の寿命が数十年から100年以上と長いため、まず対流圏に蓄積し、徐々に成層圏へと流れ込むことになる。

3 大気中のフロンガス

図2は、日本付近（北海道）で採取したきれいな大気試料をガスクロマトグラフで分析し、求めた CCl_2F_2 および CCl_3F の平均濃度の経年変化を示す^{3, 4)}。また、 $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$ （フロン-113）については、図3に示した⁴⁾。

これらのフロンガスの濃度は、北半球中緯度の大气を代表する値である。 CCl_2F_2 や CCl_3F の濃度は毎年4～5%ずつ増加しており、このままの放出状態が続けば21世紀の初めごろには現在の倍近くなると推定される。ハイテクノロジー産業で洗浄溶剤としてこのところ我が国で使用が急増しているフロン-113の大気中濃度の増加はさらに急速で、毎年10～20%ずつ増え続けており、最近8年間で濃度は約3倍になった。

我が国のフロン-113の生産量は、すでにフロン11やフロン-12を上回っており、東京都心部での測定結果によると、このような状況を反映してフロン-113の大気中濃度がフロン-11やフロン-12より高いこともしばしばある。

フロンガスの大部分が北半球の先進工業国で放出され、南半球に拡散するには1～2年を要するため、たとえば、南極昭和基地での大気中濃度は北半球中緯度より8～10%低い。南極の CCl_3F や CCl_2F_2 の濃度も、やはり毎年4～5%の増加傾向

を示している。北半球から南半球まで大気中濃度の緯度による変化がわかっており、このような南北両半球での測定に基づいて、全地球平均の濃度や年間増加率を見積ることができる。

4 フロンによる成層圏オゾン層破壊

対流圏に放出されたフロンガスは拡散によって次第に成層圏へ流れ込む。対流圏では化学的に

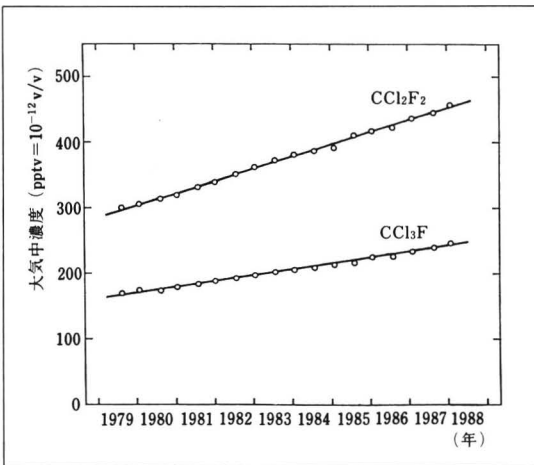


図2 北半球(北海道)におけるフロン-II(CCl₃F)およびフロン-12(CCl₂F₂)の大気中平均濃度の経年変化^{3,4)}

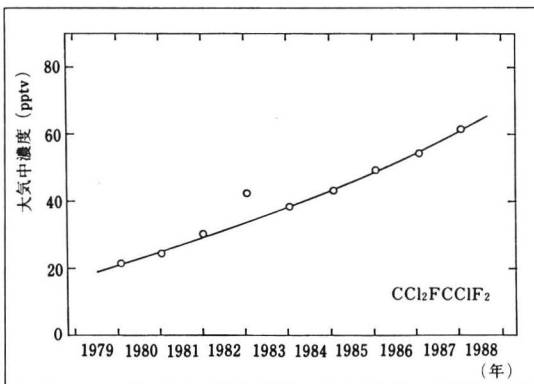
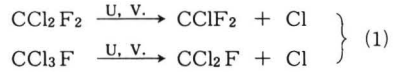
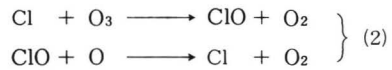


図3 北半球(北海道)におけるフロン-II(CCl₂FCClF₂)の大気中平均濃度の経年変化⁴⁾

わめて安定な CCl₂F₂ や CCl₃F も、地上数十kmの成層圏に達すると(この間およそ10年を要する)、強い太陽紫外線に当たって光分解を起こし、塩素原子を生成する。



この塩素原子は、成層圏のオゾンや酸素原子と反応して、



オゾンを分解しながら、自らも再生されるため、オゾンの破壊は連鎖反動的に進み、1個の塩素原子が数万のオゾン分子を分解するといわれている。このような活性の塩素(ClやClO)が、CH₄、NO₂、HO₂などと反応すると、HCl、ClONO₂、HOClなどのオゾン分解しない塩素貯蔵物質となるが、さらに塩素貯蔵物質からOHとの反応や光分解で活性の塩素が再生すると、再びオゾンとの連鎖反応が開始される(図4)。成層圏にはいろいろな微量化学種が存在するので、非常に多数の化学反応が互いに関連し合っ起こり、実際の化学反応の仕組みはもっと複雑である。

クロロフルオロカーボンの種々な放出パターンを仮定し、成層圏の多数の化学反応を考慮に入れて、地球全体のオゾン量の今後の変化が理論的に計算されており、オゾン量の減り方は緯度や高さで異なることがわかった。

一方、今年3月にNASA(米国航空宇宙局)などが開催したOzone Trends Panelの発表によれば、この十数年間の観測で、地球全オゾン量は自然の変動を差し引いて、すでに2~3%減少している⁵⁾。

このような全地球的なオゾン量の減少傾向とは別に、南極地域における成層圏オゾン量の異常な

減少もオゾン・ホールとよばれて大きな注目を集めている。すなわち、1970年代後半から南極上空の春(10月)の大气中の全オゾン量が著しく減少する傾向にあり、1984年には40%も減少していることがわかった(図5)。⁶⁾

この現象の原因を明らかにするため、1986年および1987年夏、南極を中心としてオゾンばかりでなく成層圏の他の微量成分についても大規模な観測が行われた。1987年10月にはオゾン減少はさらに進行して、南極では全オゾン量が50%以下まで低下し、特に高度15~20kmではほとんど大部分のオゾンが失われたことが明らかになった。オゾン・ホールからの回復も年とともに次第に遅くなって、1987年は12月初めまでもオゾン量の低い状態が続いた。

また、このようなオゾン量の減少は、南極上空のみに限らず、南緯60度以南の南半球では、1979年以降、年間を通じて5%以上の減少がみられることが、前述のOzone Trends Panelで報告されている。

南極の気象条件は特殊であって、南極をめぐる極渦という孤立した気団があり、冬の極渦中の成層圏の温度が非常に低くなって(-90℃にも達する)、水蒸気はほとんど凍結し、極成層圏雲(polar stratospheric cloud、略称PSC)が発生する。NO₂などの窒素酸化物もPSCに捕捉され水と反

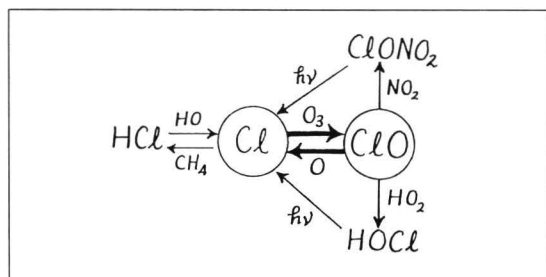


図4 成層圏における塩素化合物の反応とオゾン破壊

応して硝酸となるため、成層圏での濃度が著しく低下する。ClONO₂やHClなどの塩素貯蔵物質はPSC表面に吸着され、反応してHOClやCl₂となるが、これらは光分解によって活性のClを直ちに再生することになる。

昨年夏の航空機による南極地域の観測の結果、オゾン・ホール内の成層圏ではClO濃度が普通の

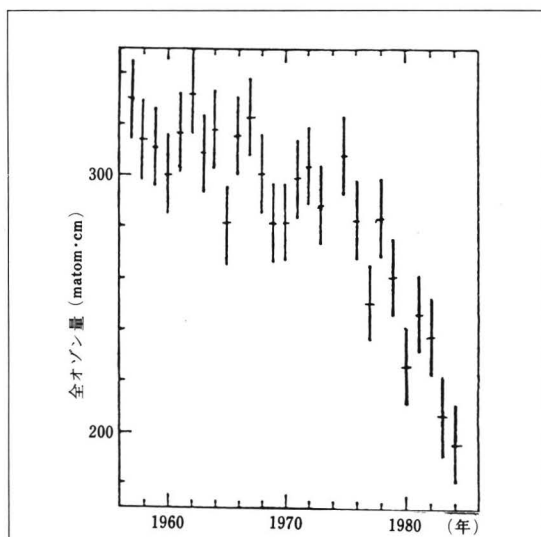


図5 南極(ハレー湾)における10月の全オゾン量の経年変化⁶⁾

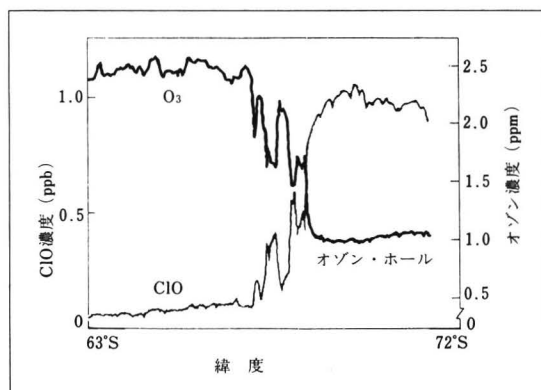


図6 南極オゾン・ホール内におけるClOおよびオゾンの濃度の同時測定(1987年9月16日、53°Sから72°Sまでの航空機観測)⁷⁾



数百倍も高くなっており(図6)⁷⁾、H₂Oや窒素化合物はPSCに吸着されて気相にはほとんど存在しないことが明らかになった。

(2)式が示すように、ClOはオゾンと塩素の反応の直接の生成物であり、このようにオゾン濃度の減少とClO濃度の増加の間に明白な関係がみられたことは、南極のオゾン・ホールがフロンガスからの塩素によるものであることを物語っている。南極のオゾン・ホールはPSC表面での不均一反応のために成層圏の塩素化合物の化学状態が普通と非常に異なったものとなり、不活性な塩素貯蔵物質がほとんど活性な塩素に変わってオゾンとの反応が促進されるために起こると考えられている。

しかし、さきのOzone Trends Panelの発表などによれば、このようなオゾンの異常減少は、南極上空のみに限らず、その周辺地域にも影響を及ぼしている徴候がみられ、また程度の差はあれ北極でも起こる可能性があるなど、他の地域へのグローバルなかかわりが新たに注目されている。

5 成層圏オゾン層破壊の環境への影響

地球の全オゾン量の減少、あるいは成層圏上部のオゾンの局所的な異常減少は地球環境にどのように影響するのであろうか。

前述のように、オゾンは紫外線に対するフィルターおよび成層圏の熱源として働いているので、オゾンが減少すれば、地上での紫外線の強度が増加し、また、成層圏上部の気温が低くなることが予想される。すなわち、オゾンが1%減少すると、地表の紫外線(生体に有害な波長290~320nmの領域)が約2%増加し(図7)、アメリカでは白人種の皮膚がん(基底細胞がん、有刺細胞がんなど)の発生数が4~6%も増加すると予測されている。

紫外線の増加は、他にも人の白内障や、免疫機能の低下をもたらすといわれており、また、農作物の収量や品質、さらには種々な生物の生態系にも好ましくない影響を及ぼすことがわかっている。

一方、成層圏上部40km付近でオゾン量が著しく減少すると、成層圏の気温が低くなり、成層圏の温度分布が変化して、気候変動の原因となる可能性がある。

フロンガスによる成層圏オゾン破壊がこれまでの環境問題と大きく異なっている点は、その影響の及ぶ範囲が地球規模であり、環境への影響が現れるのも回復するのに数十年ないし100年という長い時間がかかること、また、公害が発生してから原因を究明するのではなく、原因とメカニズムがさきに明らかにされており、それによって将来起こるであろう環境破壊と影響を予測して、予防的に対応する必要があることである。

フロンガスの環境影響として、成層圏オゾン破壊とならんでグローバルな問題は温室効果である。近年、人間活動により大気中の二酸化炭素の濃度が増加しつつあり、二酸化炭素が赤外線を吸収するため気温が上昇するといわれているが、フロンガスやメタンも、これとは別の波長で赤外線を吸

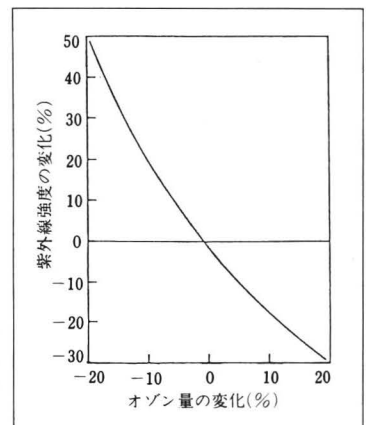


図7 成層圏のオゾン量減少に伴う地表での有害紫外線強度の増加⁸⁾



取するため、同様な効果が予想される。

今後約50年間についてみると、二酸化炭素による温室効果と、フロンガス、メタンなど他の微量成分ガスによる温室効果はほぼ同程度になり、特にフロンガスは、現在の増加率でいくと、やがて二酸化炭素に次ぐ温室効果ガスになるといわれている。

6 成層圏オゾン層保護のための対策

フロンガスが成層圏オゾン層を破壊することが明らかになり、オゾン層を保護するためのグローバルな対策が国連環境計画(UNEP)を中心に検討された結果、1985年「オゾン層保護のためのウィーン条約」が制定され、1987年には、さらに具体的な内容を定めたモントリオール議定書が定められて、国際的な対応の方向が示された。

これらの国際的な取り決めによると、フロン-11、フロン-12、フロン-113など5種類の主な長寿命フロンガスについて、1988年から段階的に規制を進め、10年後にはその消費量と生産量をそれぞれ1986年の50%、65%に削減することが定められており、また、消火剤に用いられるCF₃Br(ハロン-1301)などのハロンについても、近く規制が行われることになっている。我が国においても、このような方針に従ってフロンガス規制のための準備が進められている。

オゾン層保護のためのフロンガス規制に当たっては、短期的には使用したガスを回収して大気中への放出を減らすこと、長期的には環境に無害な代替品を開発することが主な対策となる。成層圏のオゾンを破壊するのは、塩素を含み長寿命のフロンガスであるから、フロンガスの中でも、もともと塩素を含まないものや、大気中での寿命が長

すぎないものを代わりに用いればよいことになる。現在、このような見地から毒性がなく使いやすい代替品を目指して開発が進められており、すでに2、3の有望な物質(フロン-123、フロン-134a、フロン-141bなど)が候補に上がっている。

7 おわりに

フロンガスによる成層圏オゾン破壊や温室効果などの環境影響が明らかになった今日、その生産・消費を規制するための国際協力が実現されようとしていることは、地球環境保護のために歴史的な一歩といってもよい。しかし、フロンガスの大気中濃度は、放出量を50%削減してもなお増加し続けるので、回収・再利用などの一時的な対応策ばかりでなく、地球環境のためにより安全な代替品を開発することが最も重要であることはいうまでもない。

最大のフロン・メーカーであるデュポン社(米国)は、最近、オゾン層に有害なフロンガスの生産を2000年までに中止すると発表している。地球環境保護のために、さらに積極的な努力を進めることが、経済大国・技術大国である我が国のつとめであろう。

(とみなが たけし/東京大学理学部教授)

参考文献

- 1) 富永 健・巻出義紘、科学 54、460、563 (1984)。
- 2) M. J. Molina, F. S. Rowland, Nature, 249, 810 (1974)。
- 3) Y. Makide, A. Yokohata, Y. Kubo, T. Tominaga, Bull. Chem. Soc. Jpn., 60, 571 (1987)。
- 4) 巻出義紘、遠嶋康徳、富永 健、日本化学会第56春季年会講演 (1988年4月、東京)。
- 5) Executive Summary of Ozone Trends Panel (1988)。
- 6) J. C. Farman, B. G. Gardiner, J. D. Shanklin, Nature, 315, 209 (1985)。
- 7) Chem. Eng. News, May 31, 16 (1988)。
- 8) Chem. Eng. News, November 24, 33 (1986)。

子供に聞かせるシリーズ④

先生、地震だ！

—小学生の目に映った地震の姿—

林 春男

「スリルをもとめる心」と

「こわがる心」

子供たちはジェットコースターが大好きです。もちろん大人のなかにも好きな人はいます。すごいスピードで降下したり、曲がったり、一回転したりするジェットコースターにのりキャーキャー声をだしてこわがりながらも、そうしたスリルを喜ぶ気持ちを、「スリルをもとめる心」と呼びたいと思います。みなさんのなかにもこの気持ちがひそんでいると思いますが、どうでしょうか。

「スリルをもとめる心」はジェットコースターが安全だと思えなければ生まれたい気持ちです。ふり落とされそうになったり、ぶつかりそうになったりしても、けっしてそんなことは起こらないと信じられるからこそ、毎日の生活では経験できない危険を楽しむことができるのです。もし「このジェットコースターは曲がる途中で脱線したり、回転の時に乗っている人を投げ出すかもしれません」と注意書きがあったらどうでしょう。ジェットコースターにのることは楽しいどころか、とても恐ろしく、逃げだしたいような気持ちになってしまいます。この気持ちを「こわがる心」と呼びたいと思います。みなさんはこの気持ちも持っていると思います。

ジェットコースターの例でいいかかったことは、危険そうな乗り物でも、乗る人がそれを安全と思うか思わないかによって、まったく違った二つの気持ちがあらわれることです。安全が保証されて



いる時には危険を楽しむ「スリルをもとめる心」が強くなり、安全が保証されなくなると「こわがる心」が強くなるといえます。こうした二つの心は、ジェットコースターにのる時だけあらわれるのではなく、大きな地震を体験する時にもあらわれます。

今日は、5年前に起きた日本海中部地震を体験した青森県や秋田県の小学生たちの作文を通して、地震の時どんなことが起きるのか、どんな気持ちになるのか、についてお話したいと思います。その前に、日本海中部地震について少しまとめておきましょう。

日本海中部地震

日本海中部地震は、昭和58年5月26日の正午、青森県から秋田県にかけての日本海の海底で起きた、マグニチュード7.7という大きな地震でした。震源地に近い日本海沿岸の町や村で震度5、青森市・弘前市・秋田市などでは震度4を記録しました。この地震のために104人の人が亡くなり、324人の人がケガをしたのをはじめ、津波と地盤の液状化現象のために2,000億円にのぼる多くの被害がでました。

地震の直後、日本海沿岸を襲った津波のために、港の工事現場で働いていた人、釣りにきていた人、観光にきていた人、漁師さんなど、ぜんぶで100人の人が亡くなりました。数多くの船が流されたり、

壊されたりしました。海岸に残された津波の跡を調べると、最も高いところでは11.5mに達していました。また、津波の危険がなかった地域でも、青森県の津軽平野の町や村、秋田県の八郎潟付近といった地盤の弱いところでは、地下から砂や水が噴き出す液状化現象が見られました。ほうぼうで建物や道路が壊され、たくさんの田や畑も使えなくなりました。

地震のゆれや津波がおさまっても、災害は終わりませんでした。道路や鉄道、電気や電話、水道や都市ガスなどが使えず、何日間もたいへん不便な生活をしなければなりません。校舎が使えなくなった学校では、新しい校舎ができるまで1年間もかかったところもありました。

「先生、地震だ！」

当時弘前大学人文学部にいた私は、同僚や学生たちと一緒に、「先生、地震だ！」(どうぶつ社)という本をまとめました。この本は、青森県や秋田県の小学生たちの目に映った地震や津波の姿、その後の1年間の復旧の様子などを、子供たちの作文集の形にまとめたものです。お話だけでしか地震を知らない子供たちに地震災害のいろいろな面を知ってもらい、それを家庭や学校で話し合ってもらえたら、と願って、この本をつくりました。その一部をご紹介します。

〈地震だ、机の下へ〉

子供たちはいろいろなところで地震にあいました。地震が起きたとき、自分たちの教室で担任の先生と一緒にいたところも、子供たちだけで自習をしていたところもありました。音楽室や理科室で地震にあったところもありました。運動会が近かったので、体育館や校庭で合同練習をしていたところもありました。もちろん、学校をお休みして、家や外出先で地震にあった子供もいました。

地震は最初、小さくカタカタゆれはじめます。これは初期微動と呼ばれています。「あれ、何かな？」

と子供たちは思いました。ダンプカーが通ったのかな、めまいかな、地震かな、といろいろに解釈しました。

しかし、すぐに激しく大きくゆれ出して、だれかが地震だと叫びました。みんなは机の下に入りました。防災訓練で練習していたので、みんな上手にできました。運悪く、足を骨折していて松葉杖を使わなければうまく歩けなかった男の子も、気がついたら机の下にちゃんと入っていました。

だれもが机の足をギュッと握りしめています。ゆれのために右にいたり左にいたりして、まるで机ごと亀になったようです。天井の蛍光灯がまるでブランコのようにゆれています。窓ガラスがガタガタ震えています。本棚がパターンと倒れ、中の本が床に飛び散ります。水槽の水が飛び散り、ふとっちょの金魚が今にも投げ出されそうにしてゆれています。

みんながシーンとしていたクラスもありました。女の子たちがキャーキャー声を出したところもありました。自分でも声を出していても、ほかの人の声は聞こえなかったといいます。だれも、とても長く感じました。もう終わらないのじゃないかと感じました。このまま死んでしまうのじゃないかと感じました。

とても長いゆれだと感じて、死ぬんじゃないかと思っても、みんなたった1分間の間の出来事でした。大きなゆれが2分間も続く地震はまず起こりえないといわれています。しかも、耐震建築のおかげで小学校の校舎がつぶれることはまずないともいわれています。ですから、落ち着いて、本棚や蛍光灯や窓ガラスでケガをしないように気を付けて机の下に入っていれば、地震がきても大丈夫だと思っていいでしょう。

そうはいつでも、立っていられずにその場にうずくまってしまうような震度5のゆれを体験した子供たちが、まず感じたのは「こわがる心」でした。でも、青森や秋田の小学生は、ただこわがってばかりいたのではありませんでした。先生のお

家にご不幸があつて自習中だったクラスでは、委員の子がすばやく出入り口を押え、先生の代わりになってクラスみんなに机の下に入るように指示しました。先生よりもはやく、机の下に入りなさいと指示した子もいました。先生が指示しようとしたらもうみんな机の下に入っていたクラスもありました。こわがる女の子の手を握りしめ、はげましてあげていた子もいました。こうした災害に立ち向かおうとする元気や知恵はどうしてうまれるのでしょうか。私たちは「こわがる心」だけでなく、そこに「スリルをもとめる心」が加わったことが、日ごろから防災訓練で習っていたことを実行できた理由ではないかと考えました。

震度4のところでは、地震のゆれの最中に「イエーイ、サーフィン」といって悪ふざけをする子もいました。また、いろいろな物が落ちてくる危険があるのに、廊下の壁にはり付こうとした子もいました。「スリルをもとめる心」は、ただ地震を恐れるだけでなく、地震に立ち向かう気持ちをもたせる上でなくてはならないものです。しかし、地震に立ち向かうことで、地震の危険を少なくできるか、あるいは危険をより大きなものにするかは、子どもたちが地震についてどれだけよく知っているかにかかっているようです。

〈ゆれがおさまって、校庭へ避難〉

ゆれがおさまると、みんなは校庭へ避難しました。廊下にでると、飾り棚の中身や額が落ちて散らかっていました。昇降口では、げた箱が倒れて、みんなの靴が飛び散っていました。廊下の防火とびらがひとりでに閉まっていて、非常口を通り抜けなければならないところもありました。

校庭ではクラスごとに並んで、みんな無事かどうか先生がたが確認しています。手をつなぎなさいといわれて、いつもなら男の子と手をつなぐのを恥ずかしがる女の子でも、自然に手をつなぐことができました。手をつなぐと不思議に気持ちが悪く落ちてきてきました。気持ちが落ち着き始めると、「すごい、地震だった」とか、「こわかった」とか

みんな夢中になって地震のことを話し始めました。ラジオから流される地震情報も一所懸命聞きました。この時は自分の命はもう安全だとわかって、「スリルをもとめる心」が子供たちの気持ちのなかで強くなっていたといえます。

〈家族のみんなは大丈夫?〉

校庭に避難した後、子供たちの多くがもう一度「こわがる心」を体験しました。自分たちは無事でした。今の地震がとても大きな地震だということも知りました。すると、自分にとって大切な人やものが大丈夫か心配になってきました。

お母さんやお父さんは大丈夫だろうか、おばあさんは無事逃げられたらだろうか、と自分の家族のことが心配でなりません。でも、子供たちには家族の安否を確かめる方法がありませんでした。時間がたつにつれ、だんだん不安が強まっていきました。こんな例があります。お母さんが迎えにきていると友達が教えてくれました。その子は懸命にお母さんをさがすのですが、見つかりません。あせればあせるほど不安になり、やっとお母さんの姿が目に入ったときには、ほっとして涙が止まらなかったそうです。

子供たちが心配したのは家族のことばかりではありませんでした。ペットや大切なおもちゃのことも心配でした。飼っているうさぎが太り過ぎて動きが鈍いから、小屋からうまく出られずに押しつぶされてしまったのではないかと、涙を流す女の子もいました。せっかく作ったプラモデルが棚から落ちて、めちゃくちゃになっていないか、と心配した男の子もいました。

下校して、家族のみんながどうだったか、自分の家がどうなったか、ペットやおもちゃがどうなったかがわかると、「スリルをもとめる心」がまた帰ってくるのです。いつもと違う町の様子に目を見張ったり、宿題がなくなったことを喜んだりする子もいました。大きな被害をうけた家でも、子供たちは大人と一緒に片付けを手伝ったり、給水車を待ったりしていました。

「死ぬときは先生も一緒だ！」

ちょっと視点をかえて、地震の時の先生がたの対応を、個々の先生の対応と、組織としての先生の対応の二つの面から考えてみましょう。

個々の先生の対応をみると、子供たちにとって担任の先生が大きな力をもっていることがわかりました。ゆれている間もみんなのことを気遣って先生は立っていてすごいとか、先生は出口をしっかりと押さえて開けておいてくれたとか、ゆれの最中子供たちは先生の姿に視点を集中させています。

「大丈夫か」という先生の一言でクラス全体がはげまされました。こんな例もあります。音楽室で専科の先生といて地震にあったクラスでは、「担任の先生がきてくれた」と喜んで、それまで不安気だったクラス全体が落ち着きを取り戻しました。地震の時、担任の先生とクラス全体が運命共同体のようになります。そうした状況のなかで、何人もの先生が「死ぬときは先生も一緒だ、心配はない」と語りかけていることが印象的でした。

一番問題があったのが、先生がたの組織である「学校」でした。とくに、混乱が目だったのは、体育館の場合と、津波からの避難の場合でした。

体育館には身をかくす場所がありません。子供たちは、鼻をつくほこりの臭いの中、ただうずくまって、天井の電灯がうなりをあげてゆれるのを眺めているだけでした。声がよく反響するせいか、子供たちが声をだすと先生の指示もきれぎれにしか聞こえませんでした。教頭先生は校内放送を通じて、「机の下にかくれなさい」と繰り返すばかりです。何人もの先生がいらしたのに、お互いに遠慮してか指示もばらばらでした。やっとゆれがおさまったので校庭に出ようとしたとき、一時にみんなが出口に集まったので、6年生に押されて1年生がころんでしまうという場面もありました。

津波からの避難も大変でした。津波が襲ってくるとはだれも予想しなかったこともあるのですが、それ以前の問題として、校庭へ避難した後、また

別のところへ避難すること（これを二次避難と呼びます）は学校の防災計画には含まれていませんでした。予想もしなかった原因から予想もなかった二次避難を学校全体でしたのですから、組織だった行動がとれるはずはありませんでした。各自がばらばらに避難したり、避難先を何度もかえてみたり、なかなか全員無事かどうか確認できなかったり、といった大騒ぎでした。

避難訓練に工夫を

「先生、地震だ！」の中に描かれた青森県や秋田県の小学生の体験を通して、地震の時、何がおこり、どんな気持ちができるかをお話してきました。小学生はただ地震をこわがるだけの弱いものではないことがよくわかりいただけたと思います。「スリルをもとめる心」をうまくいかしていけば、大人顔負けに地震に立ち向かっていくこともできます。「死ぬときは一緒だ」と語りかけるほどクラスみんなを大切にしてくれる先生がたもたくさんいらっしゃいました。

ところが、学校の防災訓練や防災計画には問題がたくさんありました。まず、地震が自分の教室で担任の先生がいるときにだけおこるという避難訓練のシナリオをやめにすべきでしょう。音楽室、理科室、体育館にいる場合も考えなくてははいけません。つぎに、ただ校庭に避難しさえすればよいというのではなく、その後どのようにして子供たちの安全を確保したらよいかについても防災計画に含めるべきでしょう。二次避難の可能性はもちろん、自分にとって大切な人やものの安否を心配する子供の心にも配慮を払うべきでしょう。さいごに、防災は形式的に組織化できたり計画できたからといって事足れりというものではありません。災害に立ち向かうとする子供たちや個々の先生がたの力を十二分に生かせる計画をすべきでしょう。

（はやし はるお／広島大学総合科学部助教）

木造建築物の防火性能

菅原進一



(0分)



(100分)

1 伝統木造と火災性状

昔から、住まいは自然と人間との調和の象徴であった。森林資源に恵まれた我が国には、精緻で感性豊かな木造(写真1)が結実し、石や土の世界には堅牢で耐久性のある組積造(写真2)が生まれた。素材の特性からも明らかなように、おおむね、木造は線型、石造は面型の構法になる。前者は、柱や梁で空間の骨格が組み上げられ、それらの骨格の間を床や壁などの面材でふさぎ、後者は壁や床で面を組み合せて、それぞれ空間を構成する方法である。

火災の拡大を抑えるという観点からは、面型構法の方が有利である。区画(Compartment)による火災制御の考え方が欧米で育ち、ビル建築の要件とされたのも肯首できる。

北海道を除き概して高温多湿の我が国では、夏の暑さをしのぐことが造家の基本であった。¹⁾風通しの良い空間を確保することから生まれた障子・襖・欄間、それに柱寸法より薄い真壁や目透し・

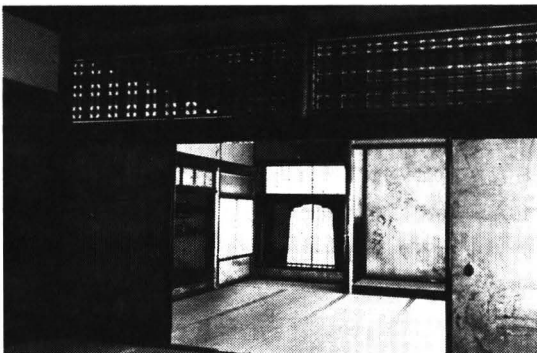


写真1 本願寺黒書院

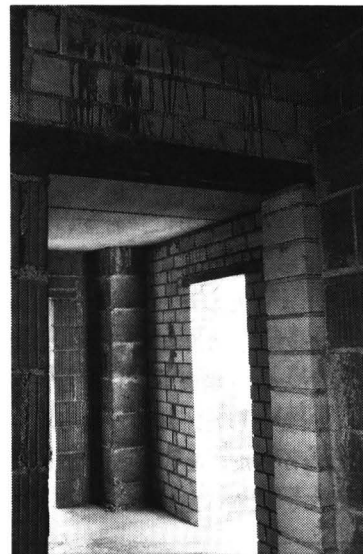


写真2
戸建住宅施工現場
(ニュールンベルグ)

竿縁天井は、火を防ぐにはいかにも弱い造りである。こうした裸木造は、昭和初期の東大御殿下グラウンドでの実大実験を初め、それに引き続いて全国で実施された防空対策のための数多くの実験を通して、その火災特性が究明され、屋外1級曲線として集大成された。²⁾

すなわち、在来木造で防火区画の役割を果たすのは、一部の土壁や畳床ぐらいであるから、火災時には充分な酸素が補給され、5分程度で全室に火がまわり、10分もすると約1,000℃の最高温度に達し、30分ぐらいで燃え尽きてしまうことが検証されたわけである。

2 木の燃焼特性

森林地帯ではあるが、気候条件の厳しい北欧や北米では、丸太を横積みにして、木をふんだんに

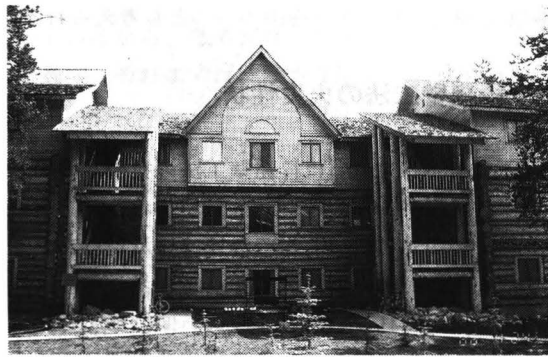


写真3 ログハウス宿泊所(カナダ)

使ったログハウス(写真3)やヘビーティンバー造が数多く建てられている。マッチで火が着くような代物ではない。一方、我が国の木造は、小火にとどまらず大火にまでも進展する元凶の一つといわれ久しい。

同じ木でも、薄いか厚いかによって、防火上の敵・味方に分かれる点は重要である。

1) 炭化進行速度

細い材や薄い板では、火に包まれたり燃え揚げが起こると、大材に比して材内部の温度上昇が速いため、熱分解速度や炭化進行速度も大きくなる。材厚が10数cmの場合の炭化速度は毎分0.6mm程度であるが、図1にみるように、薄材では数倍にもなる。³⁾

2) 着火・火炎伝播性など

通常の使われ方では、半無限固体の表面が加熱された状態を考えればよい。そこで、材料表面の受熱量を q 、表面温度変化 T 、材料の熱伝導率 λ 、密度 ρ 、比熱 c とすれば、時間 t 経過後に材料表面が着火したとすれば、着火時間 t_{ig} と着火温度 T_{ig} との関係は、材料表面における放熱はないとして、

$$t_{ig} = \frac{\pi}{4} \lambda \rho c (T_{ig}/q)^2$$

この式から、一般に軽い材料は $\lambda \rho c$ が小さいから着火時間も短く、受熱量が大きくなれば着火時間はその2乗で効いてくるので著しく短くなることが予想できる。木板の着火時間を国際標準規格(ISO 5657)で測った例⁴⁾をみると、放射受熱量 q_w/cm^2 が1.5ぐらいが着火限界、2で2~3分、3で30秒前後、4で10~20秒となっている(図2)。

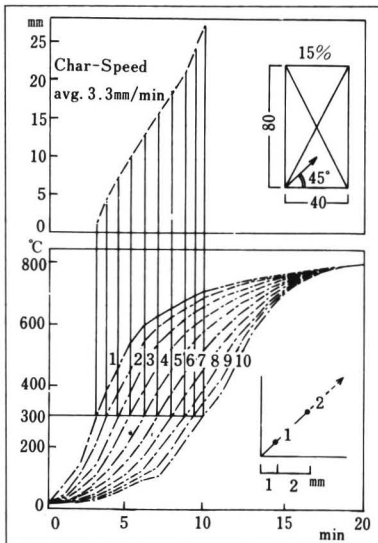


図1 小断面材の炭化進行速度の計算例

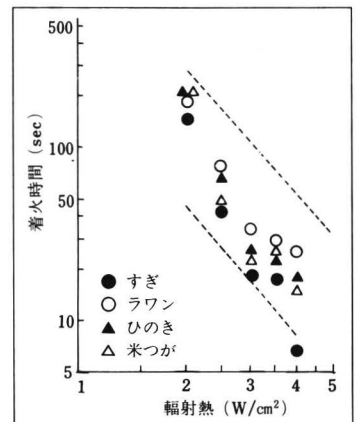


図2 木材の着火時間の測定例

木材の発熱量は約15MJ/kgで、大略プラスチックの半分くらいである。発煙量は、くん焼時が1.5 Cs m³/g、発炎時が0.2 Cs m³/gくらいであり、プラスチックでは発炎時に5 Cs m³/g程度のものであるとの報告⁵⁾がある。

木材の引火温度は約250℃、発火温度は約450℃とされている⁶⁾が、先述の着火試験方法のデータから着火温度を計算してみると、3W/cm²で30秒着火として約500℃となる。これは、実際より高目の値である。板よりの放熱がないと仮定したからであろう。

内装材料の火炎伝播性は、火災拡大危険に関連した重要な性能で、アメリカやカナダでは、これを指数表示して内装制限に活用している。火炎伝播速度は着火しにくい。つまり、着火温度が高く熱慣性λρcが大きい材料は小さくなるし、未燃部分の余熱効果を支配する火炎の長さが長いほど小さくなる。火炎の長さは熱分解に必要な熱が小さく、

燃焼熱が大きいほど長くなる。また、外からの受熱量が大きいほど火炎伝播速度が速くなる。

表1にみるように、北米で使われているトンネルテスト (ASTM E 84) の結果⁷⁾では、木材の火炎伝播指数は100程度である。この指数に基づく内装制限では、指数が25以下なら高層建物の避難ルート、75以下なら中層建物の共用部分、150以下なら建物の居室などに、それぞれ使用でき、スプリンクラーが設置されていれば、制限指数が1ランク緩和されるのが一般である。我が国の内装材料の防火性能区分別の使用条件と類似の対応であるが、性能要求としては我が国の方が厳しいとする意見が多い。特に、指数が50前後の難燃木質材の活用範囲が狭いといわれている。

しかし、我が国の場合、木造の構法的特性からみると、細く薄い材料が多く使われ、内装材を支持する造作が複雑であることなどが指摘でき、内装制限を厳しくしてきた理由の一つとも考えられる。

表1 各種木質材の火炎伝播指数

材 料 名	火炎伝播指数
赤樫 (Red oak)	100
米松 (Douglas fir)	100
防火塗装 3回塗	50~70
1回塗	10~60
米松合板 無処理	100~170
難燃処理	15~60
米唐松 (Spruces)	65
米樺 (Western hemlock)	60~70
マツ類 (Western white pine)	75~135
パーティクルボード(難燃処理~突板化粧)	15~190
石綿スレート	0
石膏ボード	10~15

3 枠組壁工法の火災性状

1974年(昭和49年)に枠組壁工法の技術基準が告示され、我が国の木造に新分野が加わった。この工法は、1950年代に北米で急速に普及したプラットフォーム工法の応用版である。従来、木造は線型が常識とされていたところに、面型構法の木造が導入されたのである。この構法は、図3の壁の例にみるように、室内壁には木枠(スタッド)の面

表2 4.5畳和室の実大火災実験結果

実験棟 No.	内装仕上げ	室内火炎 充 満	火盛り期間		開口部破損		ドア燃え抜け		小屋裏 延焼	マウス行動停止		煙充滿 (Cs ≈ 0.1)		風 速 (m/s)		重量減少 (kg/min)	
			室内	小屋裏	W ₁	W ₃	観	温		踏込	小屋裏	踏込	小屋裏	平均	最高	初期	盛
1	天井：普通合板3 壁：繊維壁15	2'30~3'	5'~20'	22'~26'	7'30	5'25	12'03	5'	12'30	3'20	7'30	0'45	1'15	1.5	4.0	17.3	45.4
2	天井：石膏ボード9 下地難燃合板5.5 壁：繊維壁23	3'30	14'~20'	20'~27'	15'40	9'00	20'20	7'	19'30	3'20	15'50	0'35	2'15	3.0	6.5	8.2	32.1
3	天井：パーライト板10 壁：ケイカル板10	2'30~3'	9'~22'	20'~27'	5'	10'20	13'40	13'	22'20	13'25	7'50	1'15	2'00	4.5	11.5	13.3	25.3
4	天井：ロックウール板10 壁：ロックウール板10	3'~3'30	6'~15'	16'~25'	10'40	4'10	6'35	10'	15'40	7'00	8'25	1'15	1'00	4.5	10.5	11.5	25.4
5	天井：繊維石膏ボード12 壁：繊維石膏ボード12	2'30~3'	26'~	火盛り 期間なし	破損 せず	26'40	16'00	16'	延焼 なし	5'50	7'20	0'40	1'00	3.5	8.5	10.8	22.8

[注] 実験の結果、燃焼速度 r は $r = 5.5 \Sigma A_i \sqrt{H_i} = 26.3$ という耐火構造に近い数値となった。ただし A_i は開口部面積、H_i は開口部高さ
 [記号] W₁: 西側窓、W₃: 南側1階窓、観: 観測データ、温: 温度よりの判断、Cs: 減光係数、盛: 火盛り期、: 網入ガラス、○ ○ ○: ○分○○秒

面に石膏ボード、外壁の室内面側に石膏ボード、室外面側に防水下地とサイディングやモルタルを取り付けたもので、素材の選定や施工手順も単純明快である。火事の激しさは、防火区画の構法に主に支配される。

在来木造は、先述のように和室や洋室が混在し、室ごとの遮音的独立性に乏しく、室内に面する壁や天井には3mm弱のプリント合板が使用され、襖や障子の間仕切りや大きな掃出し窓がある。したがって、火事になると開口部の換気に支配されて燃えるのはごく初期の間だけで、大部分の時間は自由燃焼に近い燃え方をしている。

それに比して、枠組壁工法は、レンガ造や石造を木造で代替したという認識に立つ造りと考えられている傾向がある⁸⁾。我が国の伝統木造よりも区画性が高く、室内面の壁や天井に張った石膏ボードの目地はジョイントセメントによるドライウォール工法で処理され、左官塗と同等の仕上げとなっているから、壁や天井が燃え抜けるまでの時間も長く、それまでは、換気支配型の火災性状を呈している。

もっとも、最近の在来木造は、内装に石膏ボードを使い、寝室や子供の独立性も高まり、外壁

に不燃サイディングが張られることが多いから、枠組壁工法と類似の換気支配型火災性状を示す例も増えている(表2)。

こうした在来工法サイドの防火技術の進展が、昭和62年の建築基準法改正を可能としたといえよう。その中心は、第62条の改正にあり、準防火地域内において、地階を除く階数が3である建築物は、耐火建築物、簡易耐火建築物のほか、外壁開口部や主要構造部に必要な防火措置を施した建築物も建てられるようになった。より具体的には、在来木造、枠組壁(ツーバイフォー)木造、プレハブの木造や鉄骨造などの3階建て建築物が市心に出現可能となったことである。

4 もらい火主義からの脱脚

1) 区画の耐火性強化

区画性に乏しい伝統木造が密集した我が国の市街地では、強風や大地震に起因する大火の発生が懸念されて今日に至り、火の用心や早期大量放水が対策のポイントとなっている。しかし同時に、最近の在来木造は、法に基づく屋根や外壁の不燃化がほぼ行き渡り、個室化も進んでいるため、表2にみるような緩燃タイプが増えている。したがって、規模もそれほど大きくない戸建住宅では、外壁の室内側や床直下の天井に石膏ボードを張るなどして防火被覆を施せば、火事になっても近隣へ延焼しにくい構造にすることができる。

また、壁と床との取合い部分に延焼防止材(fire stop)を入れることによって見え隠れ部分を通しての火災拡大を阻止することも、区画の耐火性を向上させる上から重要であり、プラットフォーム工法ではそれが明示されている。しかし、我が国では、住まい方や気候条件の点で壁内や天井裏の換気を止めることは問題が多いといわれ、ファイアストップの考え方は不徹底である。

プラットフォーム工法と伝統木造との外壁の構造を比較してみると、図3でみたように、木造の防火被覆材である石膏ボードとセメントモルタルの使い方が、室内外で逆になっている。つまり、前者は火をやらない工法であるのに対し、後者はもらい火しない工法ということになる。

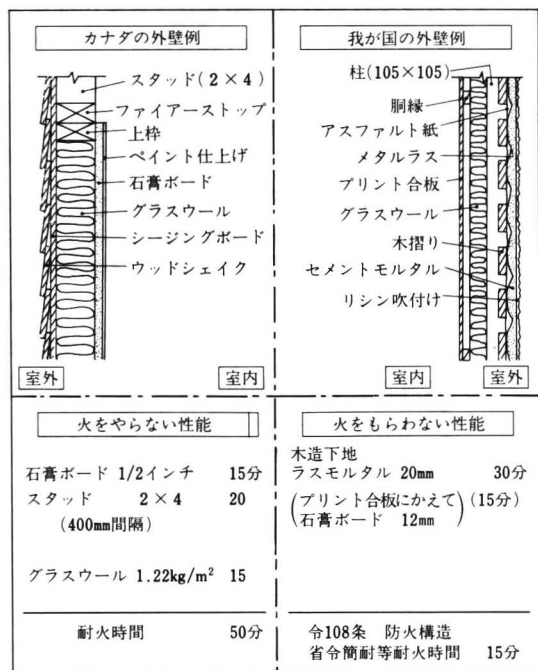


図3 外壁の防・耐火性能比較

北米のプラットフォーム工法では、防火被覆材の種類と厚さ・断熱材の面密度と厚さ・スタッドの間隔によって、図3にみるように計算で耐火性能を決めることもできる。火をやらない工法の性能目安は、外壁や屋根の燃え抜け、および建物の倒壊の難易による。我が国の新规定では、燃え抜け性能に関し、外壁で約30分、屋根で約45分を見込んでいるようである。したがって、間柱（スタッド）などの下地は、そう違わないとすれば、石膏ボード防火被覆材の場合、その厚さは外壁で12mm、屋根直下の天井で20mmぐらいになる。

木材を260℃以下にするための防火被覆材の厚みを予測する式を表3に示す。

2) 開口部の構造と離隔距離

建物の外周の耐火性が向上すれば、隣棟へ延焼する主な原因は開口部となる。今度の法改正では、隣地境界線からの距離に応じて、開口部の構造と寸法に制限を設けている。その基本的考え方は次のようになろう。

室区画内の火盛り期の温度を700℃とすると、そこからの輻射能Qは、

$$Q = 4.88\epsilon \left(\frac{700+273}{100} \right)^4 = 43.74\epsilon \times 10^3 \text{ kcal/m}^2\text{hr}$$

$$= \frac{\epsilon}{860} \times 43.74 \times 10^3 \approx 5\epsilon \text{ W/cm}^2$$

なお、輝炎の放射率εは、その厚みDにより次のシャーマンの式¹⁰⁾で与えられる。

$$\epsilon = 1 - \exp(-kD)$$

ここに、kは拡散係数で、火災時の輝炎では、ほぼ2.5 m⁻¹としてよい。室内ではD≫1mであるから、ε≒1となる。

この5W/cm²の輻射能で開口部から熱放射され、木片に着火することを考えると、建物の倒壊前で区画が保たれ、火の粉の発生も少ない1棟火災に

表3 防火被覆材の必要厚決定予測式の例

防火被覆材料	予測式
石膏ボード	$t = \frac{d}{0.6} - 6 \times 0.6$
繊維セメント板	$t = 1.06d + 0.6$
セメントモルタル	$t = 6 \left(\frac{d}{10} \right)^{1.6}$
合板、難燃合板	$t = \frac{d}{0.6 \times \alpha}, \alpha = \begin{cases} 2 & \dots \dots d \leq 6 \times 2 \\ 1.6 & \dots \dots d > 12 \end{cases}$

(注) d:材厚(mm)、t:材裏面が260℃に達する時間(分)

よる木材の着火限界放射受熱量として1.2W/cm²(10⁴ kcal/m²hr)¹¹⁾を想定すれば、その場合の形態係数Fの最大値は、

$$F_{\max} \leq 5 / 1.2 = 0.24$$

したがって、隣地境界線より3mの距離(延焼の恐れある部分の限界値)に裸木造がある場合の隣地境界上の最大開口面積は約9m²となる(図4)。隣地境界線より1m、2m後退させれば、おのおの16m²、25m²まで開口部を大きくとることができる。また、常閉式甲種・乙種防火戸などが設けられ、火炎が容易に噴出しない開口部以外の開口部では、噴出火炎からの熱放射も考慮して1.5倍した面積とするなどの考え¹²⁾も採り入れられている。

カナダでは、1953年に防火地域制(Fire Zone Code)が廃止され、それに代わって建物の構造と開口部の耐火性に応じた離隔距離(Spatial Separation)の規定が国家建築法(National Building Code of Canada = NBCC)¹³⁾に定められた。その概要は次のようである。

- a) 消防出場時間が10分を超える場合は、計算で求められた離隔距離を2倍にする。
- b) 過大な可燃物あるいは危険物が収納されている場合は、許容開口面積を1/2にする。
- c) スプリンクラー設置、網入ガラスまたはガラスブロックで防護されている場合は、それぞれ許容開口面積を2倍にできる。
- d) 対象外壁面(Exposed Building Face = EBF)は、地面から最上階の天井面までの外壁面とする。1時間耐火の防火区画(fire compartment)があればEBFを分けて計算できる。床の要求耐火時間が3/4時間以内なら、この区画は3/4時間の区画(fire separation)でよい。防護されていない小屋裏や勾配60度以上の屋根はEBFに算入する。外壁が不整形の場合は、境

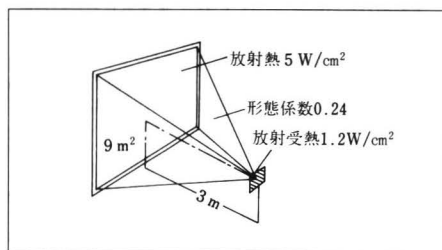


図4 輻射熱量と放射受熱量との関係

界への投影面をEBFとする。

図5に基づいて、最小必要離隔距離 (Limiting Distance = LD) を計算し、我が国の規定と比較してみる。

〔カナダ〕 床防火区画なし、スプリンクラーなしとする。

$$EBF \quad 12 \times 6 = 72m^2$$

$$\text{開口部面積} \quad A1 + A2 + B1 + 1/2B2 = 13.75m^2$$

$$(5 + 5 + 2.5 + 1.25)$$

$$\text{開口率} \quad (13.75/72) \times 100 = 19.1\%$$

$$\text{防火区画の(長さ/高さ)の比率} = 2 : 1$$

$$(12 / 6)$$

よって、表 (NBCC-3.2.1(1)、1985参照) から LD = 4 m

〔日本〕 開口部が隣地境界線から 4 m の位置にあり、B2の窓ははめ殺し乙防とする。

$$\text{みなし投影面積} \quad 1.5 \times (A1 + A2) = 15m^2$$

$$1.5 \times B1 + B2 = 6.25m^2$$

$$4 \text{ m の位置の許容開口面積} = 36m^2$$

投影長さが10mを超えているので6mごとに区分

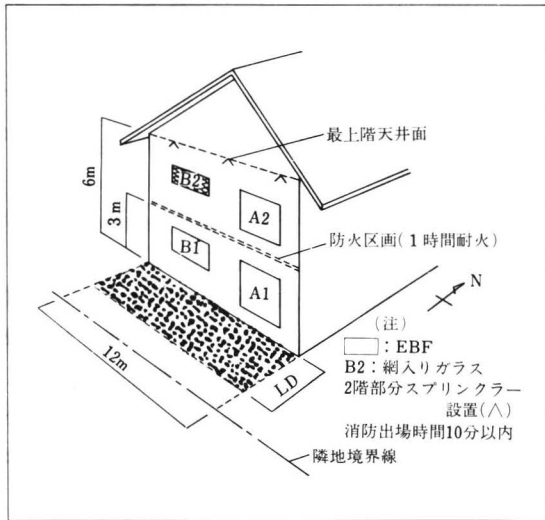


図5 離隔距離(LD)の計算用図の例

表4 開口率による住宅外壁の要求構造(カナダ、NBCC、1985)

開口率(%)	EBFの耐火時間(hr)	構造タイプ	外装タイプ
0~10	1	不燃	不燃
>10~25	1	可燃	不燃
>25~<100	3/4	可燃	可燃
100	要求せず	可燃	可燃

(注) 可燃の欄は不燃でも可

して計算すると、

$$15/(36 \times 0.6) + 6.25/(36 \times 0.6) = 0.984 < 1 \dots OK$$

したがって、カナダと我が国の規定は他の計算例¹⁴⁾も参考にすれば、大略類似とみられる。しかし、カナダでは、消防力や消防設備も必要離隔距離を評価する際に考慮している点は参考になる。

さらに、離隔距離が1m以内では、我が国では自閉式や常閉の甲防・乙防を義務づけているが、カナダでは、表4にみるように、開口率(LDが小となれば開口率も小となる)に応じて外壁の構造に制限を加え、大火防止を図っているようである。

★ ★ ★

その他、大規模木造の防火性能についても触れるべきであるが紙面の都合で割愛させていただく。

木の香ゆたかな耐火木造、不燃都市から耐火都市へなど、木を配慮した日本的まちづくりは、今後の課題である。

(すがはら しんいち/東京大学工学部助教授)

〔参考文献〕

- 1) 吉田兼好(1300年ごろ、生没不詳)：徒然草、55段「家の造りやうは夏を旨とすべし。冬は如何なる所にも住まる。あつき頃わろき住居はなへがたき事なり、……」
- 2) 内田祥文：建築と火災、p79、相模書房、1953
- 3) 菅原進一：木材の炭化進行速度、p172、災害の研究、第10巻、1979
- 4) 仲谷・棚池：木材の着火性、p67、日本火災学会研究発表会概要集、1988
- 5) 斎藤文春：有機質材料の燃焼にともなう発煙性、日本火災学会論文集、Vol. 18、No. 2、1969
- 6) 真島正市：理化学研究所彙報、10、p299、1931
- 7) N. F. P. A. : Fire Protection Handbook, 第12版、p8-143~p8-147、1962
- 8) 例えば、英国では、ティンバーフレーム工法のシェアが15%になっていたが、1983年6月に民放TVが石造と木造の耐久性比較のドキュメンタリーを放映し、大反響を呼びシェアが7%に急減した事件がある(木材組合がその民放を偏見的取材だと訴え、一部が認められた)。
- 9) 菅原進一：木造住宅不燃化の手法、p124、日経アーキテクチュア、1981年7月20日号
- 10) Sharman, R. A. : Trans. A. S. M. E., 177,1934
- 11) 藤田金一郎：建築防火工学原論、p70、1969
- 12) 菅原進一：類焼防止に関する評価(工場生産住宅評定基準の研究報告)、建設省、1972
- 13) Ass. Committee on the National Building Code, "National Building Code of Canada", 1985
- 14) 菅原進一：木造防火設計論、木材保存、p7、Vol. 14、No. 3、1988

座談会

自然災害の規模と時間のスケール 火山災害を中心に



岡田 弘 北海道大学助教授
北原 糸子 桐朋学園短期大学講師
廣井 脩 東京大学助教授
伊藤和明 司会/NHK 解説委員

「いつ」「どこで」はわかって「何が」
 「どのくらい」「いつまで」はわからない

伊藤(司会) 最初に、1986年11月21日に起きた伊豆大島の思いもかけない割れ目噴火を採り上げてみたいと思いますが、大島の噴火の歴史を調べてみますと、割れ目噴火は1421年以来なんと565年ぶりなんです。

岡田さん、あのときには噴火の予知がうまくいかなかったということが盛んに言われましたが、噴火予知の現状からお話いただけませんか。

岡田 国の火山噴火予知計画が始まってから今年でちょうど15年目で、現在第三次計画の最後の年というわけです。この15年間にあった主な噴火は有珠山、三宅島、伊豆大島ですが、それぞれある程度予知の手は打たれてきました。

たとえば、有珠山では噴火の直前に観測所を発

足させることができ、直前の前兆現象に合わせて臨時観測を実施し、かなりの誤差はありましたが噴火位置の推定も一応事前にできました。

三宅島でも噴火の3年前に集中総合観測が行われました。

伊豆大島の場合は、約2年前に東京大学の地震研究所付属の伊豆大島火山観測所を発足させ、観測網の整備を始め、活動状況を見張っていたところ、いろんな異常現象が出てきて、予知連絡会を開くなどして観測をかなり強化した。そういうなかで山頂噴火を迎えたわけです。

ところで噴火予知には5つの要素があります。「いつ」「どこで」「何が」「どのくらいの規模で」「いつまで続くか」ということですが、このうち最初の「いつ」ということ、「見掛け上静穏だった火山が初めて動き出す所(どこ)」の予知は、観測を続けているととらえることのできるケースが最近増加してきています。これが、磐梯山の噴火を機

会に観測火山学が生まれてからちょうど100年たった、その成果じゃないかと思います。

「いつ」についての予知が有望であるというのと、「それじゃ予知はできるんじゃないか」と非常に一面的なとらえ方をされがちですが、噴火予知で一番の問題は、どういうタイプで、どのぐらいの量のものが噴出するかということの予測です。つまり、何かが始まるぞというのはわかることが多いのですが、それから噴火がどういうふうに発展していくか、どれだけの量の噴出物が出てくるかという予測は非常に難しい。今回の伊豆大島の噴火は、そういう例だったんじゃないかと思います。

一番最初の山頂からの噴火は、いわば観測によって予知された噴火だったわけですが、それからどのように発展していくかということについての予測が遅れていた。割れ目噴火についても、十分な観測強化の態勢をとっていれば2時間前ぐらいからは多分わかっただろうというのが、我々の現在の考え方です。それ以上前からわかっただろうかというデータがないので言えませんが。

割れ目噴火のときは、東大の伊豆大島火山観測所の所長の渡辺さんが地震計を見ていたらおかしなことが起こり始めたので、山頂に設置してある傾斜計を見に行きました。このデータはテレメータされていなかったんです。つまり、地震だけでは確実な判断はできないので、もう一つデータが欲しいと思い山に登っていったら目の前で噴火が始まってしまった。ですから2時間というのは、人間にとっては非常に短い量なんですけど、観測体制上2時間に対応できるようなことが行われれば、割れ目噴火についての情報を前もって流すことができたかもしれません。

しかし、やはり基本的には「それからどうなるか」というのが非常にわかりにくい。有珠山の場合もそうでして、初めの噴火は群発地震の続く30時間の間に4回の臨時火山情報を出しました。そして噴火が起こったわけですが、その後がどうなるかが非常に困難な問題でした。たとえば熱雲一火砕流が発生するのかどうかということで2年間ずっともんだが続いたわけです。

つまり、5要素のうち「いつ」「どこで」というのは、観測しているとわかる可能性がかなり高くなってきた。だけど他のことについてはなかなかわからないというのが現状で、今観測機器がかなり投入されてきていますが、この状況はあまり変わらないと思います。

「科学の言葉」と「日常の言葉」の違いが問題

伊藤 噴火予知のための観測をしていて、火山噴火予知連絡会もある。そうすると、一般の人たちは、観測している火山についてはみんな直前予知ができるんじゃないかと、そういう期待をもってしてしまうところがありますね。そういう意味で、今のお話の予知の現状と社会の期待との間にギャップがあるように感ずるんですが、廣井さん、そういうことをお調べになっているんじゃないですか。

廣井 わたしたちが行ったアンケート調査を見ますと、一般住民の噴火予知に対する信頼は相当高いですね。たとえば伊豆大島噴火後の大島住民に対する調査でも、「火山噴火予知連絡会が噴火の危険があるという情報を出したら、これをどの程度信じますか」という質問に対して、59%の人が「噴火があるに違いない」と答えています。

桜島でも事情は同じで、47%とほぼ5割の住民が直前予知情報を全面的に信頼すると言っています。つまり、噴火予知が難しいという現状にもかかわらず、一般住民のほうは予知に対してかなり信頼している。そこで、こうした予測が不幸にして外れると逆に大きな反動があるわけです。

現在の噴火予知の状況では、噴火の時期に関して定量的に表現するのはおそらく無理であろうと思います。伊豆大島噴火後の予知連のコメントにもあったように、「今後も」とか「しばらく」とか「当分」とかいうようなかなり定性的な表現を使わざるを得ないでしょう。しかし、火山学の先生方が「今後も」とか「しばらく」と言うときにはかなりタイムスパンが広いと思うんです。1年、

数年、あるいは数十年というような意味で使われることが多い。ところがそれを受け取る住民の意識では、これをかなり短期的に受け取ってしまうのではないか。日常言語の感覚で、「しばらく」という表現を数日後とか数週間後とかいう受け取り方をしてしまう。そのあたりが一つ問題じゃないかという気がします。

伊藤 確かに東海地震説が12年前に出たときに、明日起こるかもしれないし、20~30年先かもしれないといわれましたね。

廣井 それについても、学生たちに「明日起こっても不思議ではないという言葉聞いて、一体いつごろ地震が起こると思うか」と聞いてみたことがあります。そうしたら学生たちの受け取り方はかなり切迫的で、「明日にも起こると考えてしまう」ということでした。このへんも、やはり科学の言葉と日常の言葉の違いじゃないかという感じがします。

岡田 先ほど言いましたように、1発目の予知とその後の経過の予知では大分違うんです。1発目の予知については、かなり定量的な時間の予知もできる場合があります。たとえば、現在の桜島の山頂爆発の場合は噴火の約1時間前から山が膨らむ。これは京都大学の桜島火山観測所の水管傾斜計等のデータに繰り返し現れていて、多くの観測体験から山頂爆発について癖を学び取ることによりかなり成功しているわけです。しかし、山腹噴火はまだ観測経験が乏しいわけです。

アメリカのセントヘレンズ火山も最初の大噴火(1980年5月18日)は駄目だったんですが、その後の中小の噴火はすべて予知されて、「2週間以内に起こるだろう」「1日、2日の間に起こるだろう」というように、何回にもわたって予知情報が出されています。

桜島の山頂爆発、セントヘレンズ山の中小噴火、それにここでは紹介しませんでした、ハワイのキラウエア火山の噴火、これらの火山の噴火予知はかなりの成果をもたらしており、噴火予知の実用化の道を切り開くものと思います。これらの火山は、それぞれ同様な噴火を繰り返している火山

です。

それらに比べると、特に大きな災害をもたらす静かだった火山の噴火予知は困難です。「時」「場所」については可能な事例が増えつつありますが、しかしスタートした後の経過の予知は難しい。なぜかという、噴火を休んでいる間はノイズがないからわずかな異常でも検知できます。しかし噴火が始まってしまうと、今の噴火の余効現象なのか、次の噴火の前兆現象なのかかわりにくいからです。

廣井 そうすると、いったん避難命令を出した後の対応、たとえば避難命令を解除するかどうかという判断は、今の学問水準ではかなり難しいわけですね。

岡田 そう思います。それで有珠山の場合も悩んだわけです。

有珠山の場合はどうだったかという、噴火の後1か月で町長が避難命令を解除しましたが、その段階では、予知連あるいは学者サイドはすべて「観測結果でみる限り危険な状態が続いている」という認識をもっていました。ですから警察はそれをくんで、避難命令解除後も道路の規制などを続けるという措置をとっていました。

有珠山の場合は、1回目の噴火よりむしろ火砕流、つまり熱雲による被害のほうが怖い。観測していると地震がどんどん大きくなっていく、それをどう解釈するかということについて、学者サイ

噴火年	噴火地点	生じた山体	災害・その他
1663	山頂	小 有 珠 溶岩円頂丘	多量の火砕物降下で家屋埋積・焼失、死者5名
1769	山頂	↓ ?	火砕流で南東麓の家屋火災
1822	山頂	オガリ山 潜在円頂丘	火砕流で南西麓の1村全焼、死者50名、負傷者53名
1853	山頂	大 有 珠 溶岩円頂丘	住民避難、赤く光る円頂丘出現
1910	北麓	明治新山 潜在円頂丘	火砕物降下で山林・耕地に被害、泥流で死者1名
1943~45	東麓	昭和新山 溶岩円頂丘	火砕物降下・地殻変動で災害、幼児1名窒息死
1977~78*	山頂	有珠新山 潜在円頂丘	火砕物降下・地殻変動・泥流で市街地・耕地・山林等に被害、泥流で犠牲者3名

*地震・地殻変動は1982年3月までつづいた。
 (「有珠山—その変動と災害」 門村浩・岡田弘・新谷融 編著より引用)

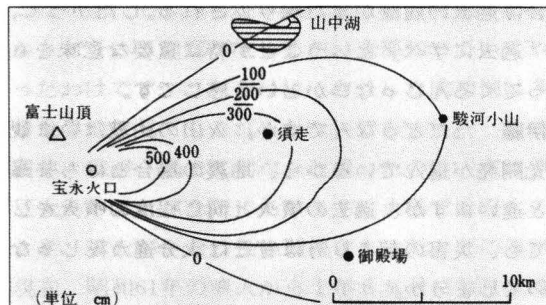
ドとしてはとても安全とは言い切れない。1か月後というのは、ちょうどそういう時期だったわけです。そういう現象は、1年半後にはほぼ峠を越えたわけですが、完全に終結するのは4年8か月後です。ですから、おっしゃるとおり大変難しいです。

災害に対する社会の対応は複雑

伊藤 有珠山の場合、江戸時代以降の噴火史というのはかなりよくわかっていますが、そういう噴火の歴史の教訓は、防災に生かされているのでしょうか。

岡田 有珠山の場合は、現在町をつくっている所で恒久的に安全な所はまったくない、これは北海道のプロジェクトチームの提言の中にはっきり記述されておりまして、長期的には移転させるべきだという考え方ですが、それはやはり江戸時代以来の繰り返された火山災害の経験に基づいているんですね。

噴火の歴史で特に問題なのは1822年の熱雲で、50人の死者、53人の負傷者を出したんですが、このとき、実は最初の噴火では住民は遠くへ避難しているんです。ところがちょうどニシン漁の最盛期で、山がいったん静まったかにみえたということで、決意して戻ったんですね。そこへ次の大きな噴火があって、火砕流が出て村が全滅した。そういう経験を生かさなければいけないということが、避難命令解除に学者が賛成できなかった理由



「宝永噴火」による噴出物の厚さの分布(津屋弘連(1955)による)

です。

伊藤 北原さんは災害社会史の立場からいろいろな所の噴火、地震などを調べておられますが、今のようなお話を伺って、何かコメントがおりではないかと思いますが。

北原 私はここにおられる先生方とはちょっと違って、歴史災害を社会史的にとらえるという立場で歴史の史料をみている者です。災害の社会史といいますが、災害の時だけに現れる特殊な社会現象を追うというより、むしろ、災害は常態の社会の最大限の発現という考え方をもっています。たとえば、噴火では宝永4年(1707年)の富士山の噴火の場合、いまだ不勉強で全体の災害像を自分では構築できていないんですが、ただ言えることは、災害後の救済という点で行政の対応が非常にめちゃくちゃなんです。

須走村という70戸ほどの村があって家が埋まったり倒れたりして全滅したんです、人間そのものは全滅ではなかったけれども。その村に1,800両という救済金が出ているんです。70軒に対して1,800両ですから、1軒当たり25両ぐらいの大金です。そんな例は他にないので「これはすごい。幕府が本腰で肩入れをしているのかな」と思うと、周辺の駿州の59か村に対しては、なかなか出し渋っている。

相州小田原藩のほうも灰が大分降って大きな被害を受けています。酒匂川の洪水もありましたが、これらの村に対しては小田原藩が幕領に切り替えたりしないし、亡所という宣言もされなくて存続するわけです。

この時期は、まだ社会全体としては災害の救済体制のルールが敷かれていない段階だと思います。たぶん、こうしたことが社会的に自覚されてくるのは享保の飢饉だと思います。

ところが、江戸時代も後期になると、社会も災害の経験を積んで、それに対するルールも制度化されてくる。

私は江戸の安政地震のことは多少史料を見ますが、火災に対する江戸市民の態度などは面白いんですね。江戸の町屋は密集長屋みたいなもの

があるわけですが、そういう所の住民は、借家です。ですから自分の家が焼けるという危機感がないわけです。そして、火災後の救済策は大体制度化されていて、幕府のほうからお救いを出す。だから焼けても自分の財産損害は少なく、むしろお救いがありつけるといことで、社会の中下層では災害そのものに対する危機感が少ない。危機感が出てくるとすれば、常態の社会そのものへの不満、不平ということになります。

ですから、災害に遭えば大きな被害を被るのは当然ですが、どういう質のダメージかによって、また人々の社会的立場によって受け取り方も違うわけで、社会の対応はなかなか複雑な状況を見せるわけです。

以上は、社会全体のレベルの話ですが、個別の災害での個々人の反応もさまざまですね。富士山の噴火災害では、危険な土地でもなかなか離れようとしないうし、都会では実際に災害に遭いながらもあまり危機感を感じないという……。

現在の問題に立ち戻れば、有珠山の場合は、私はよくわかりませんが、住んでいる人間の在り方からしますと、生き抜くためにどうするかを必死になって考えますから、学者が安全の立場で発言しても、その発言と住民の感情や行動との間に大きなギャップが生じることはあると思いますね。

伊藤 そうですね。江戸時代と今と比べて違うことは、現代は住民と行政と科学者という三極構造。もっともマスコミが入るから四極構造かもしれないけれど。江戸時代は科学者もマスコミもないわけで、そういうなかで行政がどういう判断をし、住民がどういう反応をしていくか、というのは大変大きな問題でしょうね。

北原 村落の場合は、名主とかお坊さんとか、あるいは物知りといわれるような人が、今の学者とか行政の役割を果たしていただろうと思います。

廣井 現代は、学者が噴火の危険を予知し、これを受けて行政が住民を避難させるかどうか判断する。そのように役割が決まっているわけです。

ただ、最近の災害をみますと、災害の予知情報や警報が仮に発令されても、そういう危険を告げ

る情報だけでは住民はなかなか避難しません。これは社会心理学の重要な事実といえます。そこで、住民の避難を促進するためには、単に危険だという情報だけでなく、消防団が積極的に避難誘導するとか、行政が避難命令を適切に流すとかのプラスアルファが必要であって、そういう総合的な努力の結果として、効果的な避難が実現するわけです。

「過去に学べ」だが危険な学び方もある

廣井 さっき伊藤さんが言われた「歴史の教訓が生かされるか」という問題ですが、私は火山にはそれぞれ顔があって、過去の履歴が防災上重要な役割を果たすと思っています。

「災害は進化する」という言葉があって、たとえば地震に例をとると、大正12年の関東大震災のころまでは「地震がきたら外へ逃げ出せ」というのが防災のノウハウでした。建物が脆弱なために地震で倒壊する危険が大きいから、逃げないと建物の下敷きになるということです。ところが、それ以後ノウハウが変わって「地震が起こっても飛び出すな」となりました。最近では建物が強固になって倒壊の危険がなくなり、逆に、飛び出すとガラスや看板などの落下物の危険性があるからです。これは、社会構造が変わると防災のソフトが変わってくることの一例です。

これと同じことが噴火の場合にいえるかという、多少違うのではないかと思います。噴火の場合は過去の履歴がまた繰り返される。したがって、「過去に学べ」ということが特に重要な意味をもって来るんじゃないかという感じですね。

伊藤 ただどうなんですか。火山の山麓はいま観光開発が進んでいるから、地震の場合とはちょっと違いますが、過去の噴火と同じ程度の噴火をしても、災害の起こり方は昔とは大分違うんじゃないでしょうか。

廣井 確かに開発によって、より危険になったと



岡田弘氏

いうことは言えますね。

伊藤 岡田さんどうですか。有珠山などの例をご覧になって。

岡田 有珠山の場合は、過去に火砕流が出ているということで「過去に学べ」が非常に大事な山です。歴史的にみると3回前の噴火(1910年)のときに、噴火を予知して事前に避難命令を出して、そのあと深夜に噴火が起こったのですが、人的被害はなかったという事例があります。

だれが避難命令を出したかということ、警察署長が、科学者や上司に相談する暇もなく自分の判断でやった。なぜそういうことができたかということとその数年前に起こった鳥島の全滅(1902年)とか、同じ年に地球の裏側で起こったモンブレとかスプリエールなどの火砕流災害について大森房吉先生という方に講義を受けて知っていたわけです。

もう一つ非常に重要だと思うのは、彼自身が、前の年に起こった樽前山の噴火の後、避難措置とか事後対策に従事して指揮した経験をもっていたことです。ですから、本人はどういう対策が必要か、どういう問題が生じるか、全部知っていてやったわけです。これだけははっきりした成功例は多分世界的に見てもこれしかないでしょう。

廣井 私が「過去に学べ」と言ったのは、実は伊豆大島のことが念頭にあります。大島では安永のとき、噴火がかなり長い間続きました。ところが現在、昭和61年の噴火から1年8か月になります。予知連が「今後とも監視が必要である」とい

うコメントをしているにもかかわらず、住民の防災意識はすでに相当薄れています。噴火直後には、またいつ噴火が起こるかわからないということで、防災対策も一生懸命だったのですが、最近調査してみると、「もう噴火はこないではなかろうか」などと危機感が減っているのです。人間の尺度では、1年もたつて全然動きがなければもう大丈夫と思うかもしれません。過去の噴火の例を考えれば、まだまだ油断できないぞという意識をもってもらいたいのですが、そうでない現状があるということです。

伊藤 安永の噴火のとき、あれだけの巨大噴火であんなに長続きしたということ、行政もわかっていないかもしれないし、まして住民は知らされていないという現状がある……。

岡田 伊豆大島の経過を見て、有珠山のある地元の町長がこう言うんです。「科学者になんか相談することないんだ。行政は自分で判断すればいいんだ」と。それに対して、うちの前の所長が同じ新聞に反論を出そうとしたんですが、結局拒否されたということがありました。

北原 どういう理由で拒否されたんですか。

岡田 よくわかりません。ともかくあのころの社会の雰囲気はそんな状態でした。有珠山だけでなく有珠山周辺の問題として、大島から何を学んだかといったら、「あまり科学者を当てにするな。自分でパッパとやれ」そういうことを彼らは学んだのではないかと大変心配しております。(笑)

要するに「過去から学べ」と言わなくても、ある程度のことは住民は学ぶわけです。しかし、我がからみると危険な学び方をすることもあるわけです。

有珠山の今回の噴火(1977年)のとき、地震が起こって臨時火山情報が出されているなかで、とても2時間では全員が避難しきれないような狭い場所で、6万人集めて花火大会をやっていたんです。昭和新山の活動(1943~45年)を知っている人もたくさんいるわけですが、そういう方が2通りの反応を示しました。一つは、自分自身で判断して逃げちゃう。噴火前にそういう形で逃げた方はかな

りおります。

もう一つの反応は、いやこんな程度ならまだ大丈夫だと。つまり、昭和新山の噴火の前にはマグニチュード5クラスの大きな地震があったし、地震や隆起が6か月も続いたのに対し、今回はマグニチュード3クラスで30時間しか続かなかった。それで、こんなじゃまだ噴火しないよ、今日はお祭りやっても大丈夫だよという判断をする。

こういう学び方をする場合もあるわけです。

北原 都合のいいことだけを学ぶ。

明治時代の教科書には 防災の教材がたくさんあった

廣井 災害社会学では、災害の体験から得た生活の知恵を「災害文化」といっていますが、それはある場合には非常に有効です。昭和58年の三宅島の噴火では、37年の噴火、あるいは15年の噴火を経験している人が迅速に避難しており、そのため物的被害はひどかったけれども、人的被害はまったくなかったわけです。それから三陸でも、地震がくると津波警報が出る前に子供にリュックサックを背負わせ、自動車にエンジンをかけて避難の準備をする人が少なくありません。

しかし、一方では災害文化がマイナスになることもあります。たとえば日本海中部地震のとき、男鹿半島には「地震のときは海へ逃げろ」という災害文化があって、そのため被害を防げませんでした。「日本海には津波はこない」というのもマイナスの伝承です。

「過去に学べ」といっても、留保条件を付けなければなりません。

伊藤 日本海の津波被害を調べてみると、その前に死者が出たのは1833年なんです。それ以来ちょうど150年ぐらゐ死者の出た津波災害はなかったわけで、150年も時間がたつとその中に世代が幾つも埋没してしまって、情報が語り伝えられなかったということがあるんじゃないかと思います。

北原 伝承ということになると、三世代が限度じ

やないでしょうか。災害を体験した人と世代が直接交わらないと伝承は生きた伝承にならない。

伊藤 そうか、お祖父さん、お祖母さんと孫との関係という三世代ですね。

廣井 せいぜい60～70年ということですね。

北原 東南海地震の津波の調査に行ったとき、どこまで水がきたかということを知ったら、「お祖母さんがここまで来たと言っていました」というのが語り伝えの限度ですね。これはもちろん安政の地震ではなく、昭和19年の地震です。

伊藤 ところで、伝承というものにプラス面、マイナス面があるにせよ、現代に生かすということでは教育が大きいと思います。昔小学校の国語の教科書に「稲むらの火」という教材が載っていましたが、これが使われていたのは昭和12年から22年までですが、これを習った人たちの多くが大変印象深く覚えている。他の教材はみんな忘れちゃったんですが、これだけは覚えている。

それはどういう教材だったかと言いますと、村の高台に住んでいる庄屋さんが、地震の後、高台にある自分の家の庭から海を見下ろしていると、海水が沖のほうへ引いて行く。これは津波がくるに違いないと予感して、大切な収穫である稲むらに火をつけて庄屋の家が火事だと思わせ、村人たちを高台へ引き上げ、津波から救ったという話なんです。

日本海中部地震のときに、男鹿半島の加茂青砂という海岸で遠足にきていた小学生13人が津波で亡くなった後、「もしあの教材が今も残っていたら」という投書が新聞に載ったりしました。また、このお話の作者が昨年の防災の日に、国土庁から「防災功労者」として表彰されたんですが、廣井さん、このような防災教育については、どんな考えをおもちですか。

廣井 「稲むらの火」は防災教育としては最高のテキストだったと思います。今ではこういう教材はほとんど見当たりませんが、明治時代からの国定教科書を調べてみると、昔は防災教育の教材は割合多かったようです。

たとえば第1期国定国語教科書には「天気予報



北原 糸子氏

と警報」というのが載っていますし、第2期国定国語教科書には「水害見舞文」といって洪水に遭った知人への見舞い文があります。これは、災害が身近なもので、だれもが災害に遭う可能性があるということを訴えているものです。「雷の落ちた話」というのもあり、「雷が鳴っているときは高い樹の近くに寄ってはいけない」という話をエピソード風に紹介してあったり、第2期国定国語教科書の「火事」では「火の始末が肝心だ」ということを教えています。さらにずっと時代が下がって第4期国定修身教科書の「沈着」という話では「災害が起こったときは落ち着いて集団で行動し

有史以後の富士火山噴火年表

年次	噴火の程度
781(天応1)	火山灰を噴出
800(延暦19)	中央火口からの大噴火
826(天長3)	小噴火
864(貞観6)	北西側の側火口からの大噴火青木ヶ原溶岩流出
870(貞観12)	中央火口からの小噴火
932(承平2)	溶岩流出
937(承平7)	北東側の側火口から溶岩流出
952(天曆6)	北東斜面で噴火
993(正暦4)	北東斜面で噴火
999(長保1)	南斜面で噴火
1017(寛仁1)	北方3か所で噴火
1033(長元5)	南斜面へ溶岩流出
1083(永保3)	側火口からの噴火
(この間、428年の活動休止期)	
1511(永正8)	北斜面から溶岩流出
1560(永祿3)	側火口(?)からの噴火
1627(寛永4)	噴火により江戸に黒灰降る
1700(元禄13)	側火口(?)からの噴火
1707(宝永4)	南東斜面からの大爆發(宝永噴火)

伊藤和明著「地震と火山の災害史」より引用

なさい」という教えがあります。

しかし、昭和10年代までは地震の教材がないんですね。それで、今村明恒先生が時の松田文部大臣に直訴して、昭和11年の第4期国定修身教科書に、初めて「地震があったときは火の始末が大事だ」という話が載った、というエピソードがあるんです。戦前の教科書には防災の教材がこんなにあるのに、現代ではなぜ少ないんでしょうね。

伊藤 今村先生みたいな地震学者がギャンギャン言わないといけないんじゃないですか。(笑)

学校教育のなかに、いかに防災教育を位置づけるかということは大きな問題ですね。

富士山の噴火は予知できるか

伊藤 さて、富士山の話をしりたいと思います。まず、岡田さん、富士山は活火山といっていますね。

岡田 そうですね。火山噴火予知計画でも名前を挙げてる活火山です。ただ1707年以降噴火していないというにすぎないと考えています。

伊藤 富士山は休火山だといわれた時代もありますが、今は休火山という言葉は使わないんでしょう。

北原 私たちが子供のころは休火山。どうして変わったんですか。

廣井 ぼくらは休火山と教わりました。活火山、休火山、死火山の3つ。

伊藤 休火山というのはあまりにも人間本位のものの見方だということですね。

岡田 そうですね。今は歴史時代に噴火しているものはすべて活火山といっています。火山の寿命はどのくらいかという、普通は1万年とか、もうちょっと長い。場合によっては10万年ぐらいと考えられています。そのなかでも割に活発に活動している時期と、また長く活動しない時期とあります。そういう目でみると、歴史時代に噴火した記録のあるもの、あるいは火山灰などで年代がはっきり決められているものは、活動的な火山と考

えるべきだということになって、今は休火山という言葉は使わないことになっています。

伊藤 富士山の噴火の歴史を調べてみると、1707年の宝永の噴火から今まで約280年あまり休んでいるわけです。それ以前の記録では、一番古いのは万葉集に高橋虫麻呂の作といわれている長歌がありますが、あれがたぶん720年ごろだったと思います。

それ以来たびたび噴火があつて、平安時代は大規模な噴火を繰り返していたんですが、それ以後大体430年ぐらいい休んでいる。それから噴火を再開してその最後が宝永の大噴火で、それからまた休んでしまった。

だから考えようによっては、過去に430年も休んでるときがあつたんだから、280年ぐらいい休んでいても、ちょっと昼寝をしているぐらいなものだと、そう考えていいですね。

岡田 いいと思います。

伊藤 だから富士山は「いつかは噴火をする活火山」といえるんですが、そういうと一般の人はさっきの「明日起こるかもしれない」という話と通じるんですけども、すぐにも噴火するんじゃないかと思ってしまうんですが、現状の富士山には差し迫った問題はないでしょう。

岡田 富士山の観測は、地震計とか傾斜計とか設置されて、ようやくベースラインがわかるようになった段階ですから、必ずしも充分とはいえませんが、現在の観測データに基づく限りは、何かが起こり始めているという兆候はないと考えていいと思います。

廣井 富士山も最初の噴火はわかりますか。

岡田 宝永の噴火は、一発目はかなりはっきりわかっただろうと言えます。直前30時間くらい間にマグニチュード4とか5クラスの地震をボンボン起こすという顕著な前兆現象が発生しています。タイムスパンも現象も桜島の大正の噴火の前兆と非常によく似たことが起こっています。

北原 元禄16年の地震というのは、起こった所がちょっと違うでしょうけど、宝永の噴火とは関係ないんですか。文書なんかで見てると、元禄16年

以降何となく地震が続けばなishみたいな感じがしますが。

伊藤 そのあたりを整理しますと、元禄16年、つまり1703年に起きたのは相模トラフの巨大地震、つまり一つ前の関東地震です。その4年後の宝永4年10月に宝永地震が起きています。

北原 10月4日の津波の起こった地震ですか。

伊藤 ええ、津波ももちろんありました。これは東海地震と南海地震が同時に起きてしまった日本で最大規模の巨大地震ですが、その約50日後に富士山が噴火するわけです。

ですから噴火に関係があるとすれば、元禄地震でなく宝永地震のほうでしょうが。

岡田 直接の顕著な噴火前兆現象としては、噴火の前に前兆地震が、30時間の間に何十回と起こったことです。

伊藤 その前兆地震というのが宝永地震の余震とはまったく違う。

岡田 まったく違います。火山噴火に直接結びつく地震というのは、大正の桜島でもそうですが、ある大きさの地震が等間隔でボンボン起こります。

ただし、それはたぶん宝永噴火が山腹噴火だったから非常にはっきりした前兆があつたんだと思います。1914年や1946年の桜島も山腹噴火です。

しかし、山頂からの噴火の場合は、必ずしも大きい前兆を伴わなくてもいいというのが、私の最近の考え方です。ですから、この次の富士山のことを考える場合は、1707年と同じようにはっきりした前兆があるとは限らないということは、充分考えておかないといけません。山麓で溶岩流流出の噴火については、観測等の経験がありませんから手探り状態です。

廣井 山頂噴火の場合は、いきなり噴火するんですか、何の前兆現象もなしに。

岡田 何等かの現象が直前に現れることは、かなり期待していいと思います。それは数時間前かもしれないし、30時間前かもしれない。かなり短い可能性があります。しかし、それも必ず現れるとは限らないということです。世界の巨大噴火の統計によると、前兆地震発生から大噴火までの時間

エセ情報を完全に否定するのは困難

廣井 富士山は日本の象徴ですから、富士山噴火説というのはいつも社会を騒然とさせます。このあいだ災害流言について調べましたら、昭和54年、58年、62年の9月1日前後に大規模な流言が起こっているんです。偶然ですが、オリンピックと同じく4年おきに起こっています。

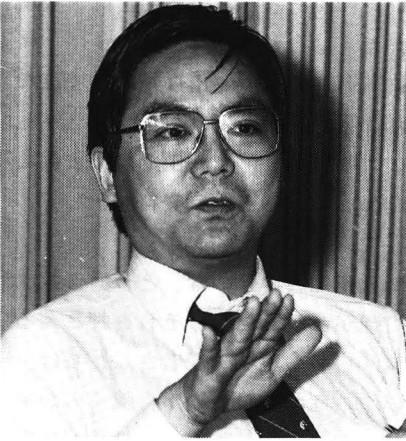
このうち54年の流言は「大規模地震対策特別措置法」ができた直後ですから、おそらく「東海地震説」が引き金になったと考えられる。しかし、58年と62年は「富士山噴火説」がきっかけになっていると思います。58年の流言は、ご承知のように元気象庁職員の「富士山大爆発説」がきっかけになっていますし、62年の流言は富士山で実際に発生した地震がきっかけと考えられます。これが「東京地震説」につながって流言が広がったわけで、富士山噴火説というのはかなり社会的インパクトが大きいんですね。

伊藤 今のお話の3つの中で一番長い時間尾を引いたのは、58年の流言ですね。

廣井 はい。富士吉田市では訴訟ざたにまで発展しました。

伊藤 富士五湖地方の夏休みの観光客のキャンセルが相次いで、非常に大きな影響がでましたね。あれも新聞研でお調べになったでしょう。

廣井 ええ。アンケート調査では「あなたが観光しようとしている場所で大地震や大噴火があるといううわさがたったらどうしますか」と質問したのですが、その結果をみると、「危険なので旅行を中止する」人が9%、「万一のことを考えて旅行を中止する」人が42%で、半数以上の人観光をやめると答えています。観光は原則としてはどこへ行ってもいいわけですから、こうした流言によって一番影響を受けやすいと思います。これが商用ですと、多少危険があっても業務命令でいかなければならないということになるでしょう。ただ、富士山噴火説がどのくらい観光に影響があ



廣井 博氏

は1日以内という例が47%であるという結果が出ています。

もう一つは、噴火の開始自体が前兆だということもあります。北海道の駒ヶ岳の昭和4年の噴火がそうですけれども、直前には何の変化もなく、ポツポツ噴火が始まって何時間かで大きくなって火砕流噴火に移行してしまうというタイプです。

次の富士山の噴火が山頂噴火か麓の噴火か、あるいは前兆がどのくらい前から出るか、小さな噴火で始まってすぐ大きなものに移行するのか、それはわかりません。観測により、現象の現れたとき即時判断できる体制が必要です。

北原 降砂とか降灰とかの性質みたいなものはどうなんですか。

岡田 どういうタイプの噴火になるかによって違います。主に火山灰を降らせる噴火か、あるいは溶岩を出すタイプか。

伊藤 富士五湖はほとんど溶岩流によって堰止められてできていますが、あれは玄武岩質でしょう。

岡田 そうです。

北原 あれはいつごろのものなんですか。

伊藤 青木ヶ原溶岩は864年。

北原 じゃ随分昔なんですね。

伊藤 平安時代の貞観6年。それでもたった1,100年です。たったというと笑われるでしょうが。

廣井 そういうのが我々の感覚と違う。(笑)

岡田 1,000年というのは火山のタイムスケールとしては非常に短いんですね。

ったかを示す正確な客観的データはありません。

北原 ちょっと逆説的な言い方ですが、そういう情報によってデパートの防災用品がほとんどはけちゃうくらい売れるということは、潜在的には非常に防災意識があるという証明じゃないですか。

廣井 確かに流言は一面では防災意識を高めることもあります。ただそれは非常に一時的現象です。それに、正しくない情報によって防災意識が高められたということを我々は推奨すべきではないと思います。社会不安が広がるわけですから。

北原 むしろそちらのほうが問題ですね。

廣井 流言が直ちにパニックにつながるということはないでしょうが、社会不安を醸成するようなことは自粛してもらったほうが良いということですよ。

伊藤 岡田さん、地震にしても噴火にしても、何か月も前から、何月何日に起きますよというたぐいの情報は、今の予知技術では特定が不可能なんで、したがって、これははっきり流言なんだと考えていいですね。

岡田 はっきりそう思って結構です。ただエセ情報を出すときは、いろいろな手法を使うんです。たとえば月の満ち欠けとか低気圧とか、いかにもありそうな形のを引き出してきて、もっともらしく言うことがありますので注意が必要です。

廣井 現代人は、ふつうなんの根拠もない非科学的な予言は信じない。いかにも一見科学風で、実はそうでないという情報が一番信じられやすい。

北原 情報を出す人の心持はどうなんです。つまり儲けようと思っっているんですか。

廣井 わかりませんが、社会に警鐘を鳴らしているつもりじゃないでしょうか。(笑)

岡田 一般に何かを言い出すことはやさしいんですが、それを完全否定するのは難しいんです。たとえば9月何日に噴火するとある人が言ったとして、その日に噴火が起こらないことを完全に証明できるかという、これは証明できない。

ですから、エセ情報に惑わされないためには、彼はなぜそう言っているのか、それは過去にどういう例があるのかを事実に基づいて追及することが大切です。

過去にどういう例があるかということは大変重要なことで、たとえば有珠山の噴火のときに、警察署長さんは避難命令を権力で出したわけではないんです。大森先生の講義を受けたときのノートを町会議員の前で朗読して、有珠山では過去にこういうことが起こっているという資料を示して、賛成してもらっている。

ですから、噴火予知というのは、どういう観測事実に基づいて何がわかったか、それを押さえることが重要です。しかし現場の記者さんたちは、とにかく危ないのか危なくないのか、噴くのか噴かないのか、それだけを知りたいがる。結論だけを要求して、プロセスはなかなか受け入れない体質があります。

廣井 住民は現実に噴火が起こるのか、それとも起こらないのかが知りたいんです。

伊豆大島噴火のとき、予知連の先生方のコメントは、Aという可能性もあるしBという可能性もあると断言を避けていました。これは科学的に正確な表現には違いないですが、住民が知りたいのは一体どっちなんだということです。

つまり、科学的に正確な表現と我々の論理との間にギャップがあって、実は、流言というのはそのギャップをうまく埋めるものなのです。

さっき「起こらないとは言えない」という言葉がありましたが、確かに科学的にはおっしゃるとおりだと思います。今思い出したんですが、昭和53年の伊豆大島近海地震の後に、いわゆる「余震情報パニック」という出来事がありましたが、あのとき、住民が果たして大地震が起こるのかどうか行政機関に電話すると、その職員が「起こらないとは言えない」と言ったというんです。この答えはたしかに正確性はありますが、住民の問いに答える言語として適切かという、わたくしはちょっと問題かなと思います。

伊藤 「起こらないとは言えない」というのは、一般住民が聞くと、起こるというふうに聞こえてしまう。

廣井 コミュニケーションには、正確性のレベルと適切性のレベルがあるんです。そういう意味で



伊藤和明氏

は、科学者の言語は正確性には優れているが、適切性に多少問題のある場合もあるといえます。

望みたい防災資料センターの設立

伊藤 防災ということを考えると、災害予測図、いわゆるハザードマップの公表が望まれます。しかし、日本では火山周辺の土地利用が観光開発などによって大変進んでいるために、地元のイメージが低下するのを恐れて、ハザードマップの作成・公表はあまり進んでいませんね。

岡田 北海道の例では、十勝岳が大正15年に泥流災害を起こし、たくさんの方が亡くなっていますけれども、ここには現在公開されているハザードマップがあります。

昭和60年にコロンビアのアルメロが同じ泥流災害に襲われたとき、上富良野町の住民が「そういえばうちでもそういうことがあった、何とか対策を立てなければいけないのではないかと町に働きかけ、町ではポスターをつくって各家庭に配りました。

一方、同じ被害を経験した隣町的美瑛町では、観光地を抱えているので最初は手がでなかった。ところが、「隣で出したのにどうしてうちで出さないんだ」という住民の声がありまして、今年美瑛町でも作成しました。

ですから、自分の周りの災害危険を知っておきたいという住民の要望が、最近徐々に高まってきているといえるでしょう。

廣井 おっしゃるとおりです。昭和60年8月に内閣総理大臣官房が「河川と土砂害に関する調査」をしました。そのアンケート調査では、居住地域の土石流、がけ崩れ、地滑りなどの危険箇所を知っているかどうか尋ねていますが、その結果をみると「知らない」人が87%にものぼっています。そして、「おたくが危険地域にあるかどうかを公表する必要があるか」と聞くと、90%の住民が「公表する必要がある」と答えています。ですから住民のニーズはある。

また現状では、行政の側でも、火山だけでなく水害、地震、津波などいろいろな災害危険度の予測地図を公表する方向に向かっていきます。

危険度地図を公表すると地価が下がるとか、社会的インパクトが怖いということがあります。私の印象では心配されるほど大したことはないのではないかと思います。確かに一時的には観光客が減ることはあるかもしれませんが、それはすぐ回復するようです。ハザードマップを公表することによる社会的影響は、あったとしても一時的だというのが普通ではないでしょうか。

岡田 これはニュージーランドの観光地の例なんです。ここは山頂に火口湖があって、普段は温泉水がたまっているのですが、泥を吹き出し噴火を始めると、雪とか氷河を溶かして泥流がスキー場を襲うという場所です。

このホテルの各部屋に、「この山は噴火時には泥流の危険のある山で、いざということが起こったときはこうしなさい」ということが書いてあるんです。(写真参照)

伊藤 日本でも火山の山腹がスキー場になっている所は随分ありますが、こういう例はないでしょう。このポスターには“Volcanic Hazard Information”と書いてありますが、こういうポスターがホテルの壁にはってあるなんていうのは、まず聞いたことがありませんね。

岡田 避難の指示などは「谷底のハイウェイを使

って逃げることは避けろ」とか「それより尾根や高台の上へ登れ」とか具体的なんです。

廣井 すばらしいインフォメーションですね。さっきのハザードマップにしても、仮に公表したとしても、その公表の仕方が問題だと思います。たとえば土砂崩れや地滑りの危険度は、たいいてい地域防災計画の末尾に載せてあります。しかし、このような公表の仕方ですべての住民がアクセスできるかどうかと思います。もっと積極的に公表すべきではないでしょうか。

それからもっと大きな問題は、ハザードマップの公表とともに、必要な防災対策を講じておくということです。たとえば、いざというときの情報伝達システムの整備や避難対策をハザードマップの公表と一緒にやらなければならない。それでないと現実的な防災対策にはならないでしょう。

岡田 それにもう一つは、その地域の社会教育的なものも大切ですね。

北原 私はここでは是非お願いしておきたいことがあるんです。

噴火に限らず、地震にしろ津波にしろ、歴史災害の資料集めが自然科学の方たちの分野で進んでいますね。その一つの代表的なものは宇佐美先生の地震の新史料だと思いますが、そういうものが資料センターのような所に集められていて、そこに行けばいつでも見られるようにならないかと。

それぞれの研究者が自分の研究に必要な資料集めをしますね、大変な努力をして。それで使い終わるとどこか隅に置かれて埋没してしまう。まただれかがその資料にアクセスしようとする、同じだけのお金と時間をかけなければならない。私のようにまったく個人的に細々とやっている者には、ほんとうに何もできないという感じがいつも付きまわっているんです。

伊藤 重要な指摘ですね。

岡田 それは非常に大事なことです。特に火山の場合、日本だけでは経験が非常に限られるんです。ですから外国の噴火の例なんかも欲しいわけです。火山の場合、ほとんど災害がその火山の周りだけという非常に局地的な特徴をもっていますので、資料の収集も書かれるのも局地的に行われておしまい。なかなか比較研究するデータが入手しにくい。災害が起こってから「ああ、そういえばあれと同じだった」ということが随分あります。

ですから、防災資料センターのような所できちんと資料を整備し、データベースの開発等を進めて欲しいと我々も思います。

北原 これだけ関心が高まって、努力もされてきているんですから、是非実現して欲しい。最近はまだ、地方史がすごく進歩しているんですが、そういうものも、それぞれの地方へ出掛けて行かなくても見られるようになるとすばらしいと思うんです。

伊藤 確かにそうですね。これは今日の結論になりそうなことになってきましたけど、今日のテーマの自然災害の時間的・空間的なスケールを、そういう形で充足して行って、それを社会に反映していく。簡単に言えば、科学の成果を防災に生かすという点では、これは今後一つの新しい検討課題だと思います。どうも有り難うございました。

VOLCANIC HAZARD INFORMATION
TONGARIRO NATIONAL PARK

Whakapapa Skifield WARNING

Lahar
An Indonesian word to describe mudflows on volcanoes. Torrential flows of water saturated debris get channelled into valleys and can travel at speeds of more than 50km. per hour.

DEMOTES ASSEMBLY AREA

On 26th January 1976, a large mudflow of volcanic debris at 40-50 km per hour.

FOLLOW THESE STEPS SHOULD A FIRE-TYPE SIREN SOUND!

- ① Don't panic.
- ② Listen for the taped message instructions.
- ③ Move out of valley systems and proceed to ridge tops.
- ④ Ridge tops are safe zones, remain there.
- ⑤ Do not attempt to travel down the mountain road.
- ⑥ Move to first aid stations and club lodges only when all clear is given by rescue personnel.
- ⑦ Record details of missing members of your party.

ヒューマン・エラーへの アプローチ

行待武生

1 ヒューマン・ファクターの変容

本来ならば、ヒューマン・エラーという現象はほほえましいことであってほしい。ところが、なかなかそうとばかりは望めない。特に巨大システムの事故につながるヒューマン・エラーともなると、現代社会の深刻な問題の一つにみえる。

システム災害の主な原因の一つとして、ヒューマン・エラーがクローズアップされ始めたのは、1970年代に頻発した化学工場の事故以来ではないだろうか。もちろん、それ以前にはそういう事故がなかった、というのではない。が、システム災害に対して人間工学的な視点が採り入れられるようになったのは、そのころからだと思う。

災害にまで至らなくても、システムのトラブルの原因としてのヒューマン・エラーの重みは、他の原因、つまりシステムの構成部品・機器の故障に比べて、少しずつ増大している感は否めない。その理由としては、機器の信頼性が年々向上するのに対して、人間の信頼性（正しくは、人間による作業遂行上の信頼性の言うべきかもしれない。ここでは一人の人間個人の信頼性を論じる気はない）は変わらないからだ、ということがよく指摘される。

しかし、このことは理由として本当だろうか。確かに、人間がエラーをする潜在的能力(?)自体は、今も昔もそう変わるものではあるまい。一方、物の信頼性が良くなってきたことも間違いない。

だからといって、どうしてヒューマン・エラーが相対的に重くなってきたのだろうか。これだけエラー防止策がアレコレ工夫されているのに。

たとえば、人間と機械とが交互に働いていて、どちらが先に間違えるか、というような場面ならば、上記の理由はよくわかる。また、機械が信頼性の面だけで向上し、機能や姿は昔と何ら変わらない、という状況ならば、やはりよくわかる。しかし現実問題、そういうケースはあまり聞かない。そこで、どうも話が短絡しているように思うのである。つまり、信頼性の違いだけによっては説明しきれないことではないだろうか。

機器はその信頼性の向上とともに、多機能化、自動化の方向にも進展してきた。それにつれてシステム内での人の作業も変容し、従来とは異なるヒューマン・ファクターの問題が増えてきている。

その一つは計算機化の影響である。計算機の利用は人間の作業をある面で大幅に容易化した。情報処理という面倒なことを計算機が速やかに代行してくれる。しかし、その分だけ暇になったかといえば、そうではない。情報処理の結果を得るまでの時間が短くなっただけに、その前後の仕事でむしろ忙しくなった感がある。言い換えれば、判断を要する仕事の密度がぐっと高くなってしまった。

生産手段の自動化も、ヒューマン・ファクターの質を変えた。従来のラインの仕事は減り、テスト、調整、メンテナンス、そして監視や診断というたぐいの仕事が増えた。

防災基礎講座

これらの作業は、どれも機械的には行えない。融通性や適応性をもつ、より人間らしい能力を必要とする。Dunlap は、人間と機械との能力を比較して、表1のようにまとめているが、人間の作業内容は近年ますます、この表の右の欄に示されている方向へと進んでいる。

もちろん、表1の左側の成分が消えてしまったわけではないが、そのなかの⑤⑥を別とすると、かなりの部分が機械によって代替されるようになった。だから、その面でのヒューマン・エラーは減っているはずである。

ところが、機械に比して人間の方が有利とされる機能であっても、人間ならば確実だとは言えない。表1の右側のような作業の人的信頼性は、左側に属する作業、たとえば定形的繰り返し作業などに比べてむしろ低い。ここにヒューマン・エラーが相対的に重くなってきた理由がある、と思う。

これまでの技術は、ハードにしてもソフトにしても、表1の左から右へと、人間の作業を移行させる上では極めて有力であった。しかし、移行に伴って生じるヒューマン・エラーを抑制する上では、必ずしも大きく進歩してきたとは言いがたい。表1右側の①から⑥まで、そして左側の⑤と⑥の機能は、コストその他の制約もあって、機械で補償させにくい面があることも見落とせない事実である。

表1 人間と機械の機能の比較(T.W. Dunlap)

機械に与えたほうが有利な機能	人間に与えたほうが有利な機能
① 決まりきった仕事の反復、計算、大量の情報資料の蓄積	① 夾雑物に妨げられた情報の判断
② 大きな物理的力を迅速に与えようとするとき	② パターンの判別
③ 大量のデータの整理	③ 種々の入力の間に関別が要求されるとき
④ ある同じ法則のもとに下すことのできる判断を何回となく反復するとき	④ きわめて発生頻度の低い事態に対処して判断が望まれるとき
⑤ 環境上の制約が人間を危険に陥れ、あるいは誤りを犯しやすくしている状況下の場合	⑤ 掃納的推理力の要求される問題の解決
⑥ 調整、操作のスピードが決定的に重要な場合	⑥ 不測の事態の発生が予期され、それを探知し、情況の報告が望まれるとき
⑦ コントロールに加えられる力が厳密さを要するとき	
⑧ 力を長時間にわたって加えずなくてはならないとき	

2 人間的信頼性の評価

このように考えると、ヒューマン・エラーの重み増大を食い止めるためには、次の二つの方策が必要となるのがわかる。一つは、現在、人間の方が有利とされる機能をも機械ができるような技術革新を図り、人間をもっと暇にさせること。もう一つは、エラーが生じそうな局面を予測し、それなりの手だてをして、もしエラーが生じても、ほほえましいものにしてしまうこと、である。現段階ではいずれも夢で、ため息が出るが、ここでは後者の方についての現状を述べたい。

ハードウェア的な側面からのシステム信頼性解析は、FTA (Fault Tree Analysis) やETA (Event Tree Analysis) などの技法によって、産業界一般にある程度行われている。しかし、人的側面からの信頼性評価については、あまり一般的には行われていない。その意欲すらあまり感じとれない。このことは前述したヒューマン・エラーの動向を考えると、どうも好ましいことではない。信頼性だけがすべてではないが、とにかく、評価・解析をしなくてはヒューマン・ファクター上の問題点を具体的にとらえることが難しいからである。

ところで、マン・マシン・インターフェースとか、人間による作業の信頼性を評価するとしたら、どのような段取り、あるいは方法が必要だろうか。

人の作業・行動は細かく言えば十人十色。それらをすべて探ることはできない。そこで、まず求められることは、対象がもっている多様性を妥当な範囲で絞り込むことである。さいわい、評価対象がシステムのなかでの作業行動であれば、標準的な行動が大抵は存在する。それが複数であるかもしれないが、この標準的行動をとらえることが第一となる。

次に必要なことは、作業を形づくっている要素的な行為への分解である。というのは、標準的な姿に限っても、人間は実にいろいろな作業をシステムのなかで行っているのだから、あの作業、この作業というだけでは共通の比較基準を設定しにくい

からである。共通する比較基準なしで評価をすれば、まるで気まぐれ教師が採点をするようなものになってしまう。それ故に、要素的な行為にまで分解をする。たとえば、「バルブAを開く」「バルブBを閉める」というようなレベルにまで分解すれば、それらを含む他の作業と比較してみることができる、というわけである。

ただし、分解するだけでは盲人が象の比較をするような話になりかねない。そこで再統合が必要となる。分解して再統合をするのなら、元に戻るだけの話と思われるかもしれないが、そうではない。作業がもっている信頼性構造のみが浮き彫りになるように再統合をするのである。この考え方自体はシステム解析のアプローチと同様である。

一般に、信頼性構造にはカットとパスという概念がある。平たく言えば、カットとは、生じると致命的なことになるような悪いことの組合せ、パスとは、健全性を保証できる良いことの組合せ、を指す。もちろん、何をもって致命的とか健全というかは、あらかじめ決めておかななくてはならない。これは評価・解析以前のことである。

人間の作業の場合も同様で、作業としての成功・失敗は前もってカテゴライズしておく必要がある。途中でエラーがあっても結果が正しければ成功と見なすとか、どのようなやり直しも手順前後も一切許さない、とかいうような基準がなくては信頼性評価は成り立たない。

いずれにせよ、この基準によってカットとパスが定まる。

ここで話が少し変わる。人間が行う作業に含まれる要素的な行為の間には、強い順序関係がある。我々はむしろ、順序関係として作業を認識しているのではないだろうか。しかも、この認識は要素的行為それぞれにおける成功の流れが原点になっている。つまり、作業といえば、この長い一つのパスを暗々裏に想起する。パスという用語を知っていないにしてもである。

したがって、作業の信頼性構造を考える際には、パスの面からとらえる方がよい。さもないと極めてイメージをもちにくい評価作業に陥ってしまう。

システム解析によく用いられるFTAは、典型的なカット追求型の解析技法である。もし、この技法を人間の作業に適用しようとするれば、次のような難点に直面しよう。

- 要素的な行為における失敗の一つ、または幾つかの組合せがカットとなるが、そのような小さなカットがものすごくたくさん現れる。しかも、それらのカットは、それらだけを見る限り、いずれも意味や状況を理解しにくい。
- もともとこの技法は順序関係を扱うことが難しい。さらに言えば、その順序関係の下、各要素的行為をつないでいる連続性、もしくは従属性をとらえることができない。
- 作業が場合によって異なったり、複数のエラー・モードが背反事象として現れることは、人間の作業の解析にはよく生じるものである。FTAの現状のアルゴリズムは背反事象を扱いにくい。このような事情があるので、人間の振る舞いをFTAによって解析することは難しい。ただし、例外はある。それは事故の原因調査を行う場合で、FTAはこの目的のためには真価を発揮することがある。事故が生じると、それを頂上事象（解析をしようとする事柄）として、まずフォールト・ツリーをつくる。そして、調査が進むにつれて得られる証拠をもとに、可能性がなくなった事象を次々にフォールト・ツリーから消していき、その後の調査の方向づけをする、というアプローチである。この方法は、現在、航空自衛隊が用いており、かなり有効であるといわれる。事故時にフォールト・ツリー作成から始めるようでは間に合わないはずなので、恐らくはあらかじめ幾種類かの原型を用意しておいて調査活動と連携させているのではないだろうか。

さて、このような目的ではなくて、本来の信頼性評価の目的で、人間の作業を解析するための技法に望まれる姿をここで要約してみよう。

- ①要素への分解と再統合の様子を明確に示せること……人間が行う作業については、設計図などのように具体的仕様を示すものがない。コンポーネントに該当する要素的行為も自明ではない。

防災基礎講座

したがって、分解・再統合の様子、つまり作業をモデル化した様子を極力明記するべきである。

- ②作業の信頼性情報を十分に記述できること……ここにいう信頼性情報とは、信頼性構造、事象の意味、エラー・レート、信頼度、時間的順序関係、従属性などを指す。これらは解析者の判断に負うところが大きいので、これらの情報を省くと、第三者は何がどう評価されたのかわからないことになる。
- ③直感的に理解しやすいこと……信頼性解析には、「現実をよく知らなくては解析できない」。しかるに「現実をよく知っている人は解析などにつき合う暇がない」という一般の宿命がある。技法が理解されやすいものでないなら、現実の方が逃げ出してしまおうであろう。
- ④パス追求型であること……この理由はすでに述べた。
- ⑤流れのイメージを利用すること……流体とか電気など流れのイメージが強いものほど、信頼性解析はやりやすい。作業にも順序関係という流れがあるのだから、これを積極的に利用する方がトクである。
- ⑥場合分け、事象の分割、そしてそれらの結果の結合がやりやすいこと……背反事象が作業の解析に多々生じることはすでに述べた。一方、分けるばかりでは、解析者にしても、結果を読む人にしても、短期記憶の容量に限度があるために話がわからなくなってしまう。ETAはその好例である。この技法は枝分かればかりを繰り返すので、少し長い解析になると表現明快、意味不明という苦しいことになる。結果を逐次にまとめる配慮がないからにほかならない。

3 De-BDA

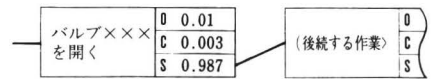
De-BDA (Detailed Block Diagram Analysis) は上記のような観点からつくられた評価手法である。他の技法に比べれば、①～⑥の諸条件をある程度満たしていると思う。

この技法は当初、原子力発電所のリスク評価に

際して必要となる人的信頼性解析を担うべく、我が国で開発された。現在ではプラントの稼働率向上や安全管理など、より広い目的に利用され始めている。

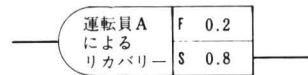
以下に De-BDA による記述法を簡単に示す。本来ならば、人間の作業の信頼度評価を行うまでの方法を示すべきかもしれないが、それでは話が専門的になり過ぎるので割愛する。記述法だけでも技法のおよその性格は理解されよう。

〈単位作業ラベル〉



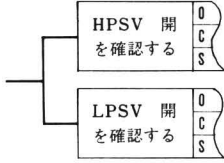
De-BDA においては、要素的な行為を単位作業と呼んでいる。それらは上の図のようなラベルで表す。各単位作業におけるエラー・モードと、各エラー・レートをそれぞれ図のように記す。各エラー・モードは互いに背反でなくてはならない。普通は、やり忘れる（オMISSION・エラー、Oで表す）のではないかと、やり忘れないとすると何か違うことをする（COMMISSION・エラー、Cで表す）のではないかと、不完全なことをする（インパーフェクション・エラー、Iで表す）のではないかと、そしてそれらのエラーがないなら成功（Sで表す）、という考え方で、エラー・モードをたぐるとよい。

〈リカバリー・ファクター〉



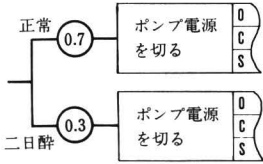
あるエラーが生じても、その実害が生じないうちに修正されることがある。そのような機会をもたらす働きをリカバリー・ファクターと呼んでいる。上記の記号は、先行して行われるある単位作業における、あるエラー・モードに対するリカバリー・ファクターを表す。上の例は、ある運転員がエラーをしても、別の運転員Aがそれをカバーする可能性があること、そしてその確率を0.8と評価したことを示している。

<分岐>



同時に、または順序を特定せずに行われる単位作業群を表す。ときに紙面の節約のためにも用いる。

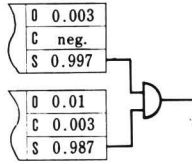
<条件付分岐>



この分岐は背反的な作業の流れを表す。各流れの確率を丸枠内に記入する。

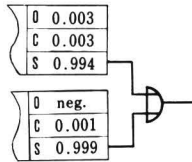
<AND>

確率事象としての、成功あるいはエラー・モードの論理積を表す。FTAのANDゲートと意味は同じ。



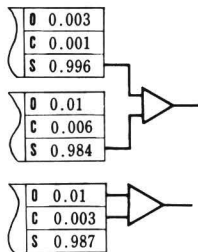
<OR>

確率事象としての、成功あるいはエラー・モードの論理和を表す。



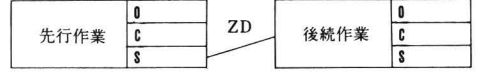
<プラス>

条件付分岐をした作業の流れを合流させるときに用いる。入力となる作業の各流れの確率を加算することを表す。なお、単位作業ラベル内のエラー・モードは条件付分岐をした流れと同じ扱いとなる。

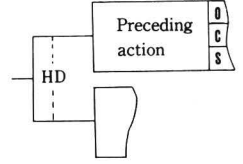


<ディペンデンス>

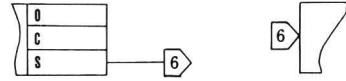
Swainのディペンデンス・モデル (NUREG/CR-1278参照) を用い、それぞれZD、LD、M



D、HD、CD、の略号で表す。それらの略号は、2つの単位作業間、あるいは1つの単位作業と一連の単位作業群、はたまた、単位作業群の間に記載する。必要に応じて点線を補助的に用いる。なお、ディペンデンスとは作業間の連続性の強さ、と考えればよい。



<連結マーク>



他の De-BDA チャートにつながることを表し、番号を付して識別する。

4 クリティカル・ステップ

作業の信頼性評価の応用例を一つ述べる。

一連の操作手順のなかの、あるステップまでが正しく遂行される確率を、ステップの累積信頼度と呼んでいる。当然、累積信頼度は作業ステップが進むにつれて、少しずつ減少する。そのなかで相対的に他よりも減少が目だつステップをクリティカル・ステップという。

図1に一例を示す。この図の横軸は各ステップの累積信頼度であり、その勾配が大きい部分、つまり、ステップ②④⑦⑩⑪がクリティカル・ステップとなる。

クリティカル・ステップは一連の作業のなかでヒューマン・エラーが相対的に他よりも生じやすい部分を意味する。したがって、これらは作業手順の見直しをしたり、人間工学的対策を考える場合のチェックポイントとなる。また、とりたてて対策を考えないにしても、運転操作上であらかじめ気をつけるべき部分となる。

防災基礎講座

プラントにおいては、一人が一連の操作を行う際に、もう一人が立会っているような作業形態がよくみられる。そのような作業について、信頼性評価を行い、クリティカル・ステップの性格を探った研究がある。

その結果、クリティカル・ステップには次のような共通点があることがわかった。

1. 単一リカバリー・ファクターである。
 ※要するに、立会っている人が気づかないならば、エラーが素通りしてしまうステップ。
2. 先行作業との間に高いディペンデンスが存在しない。
 ※作業としての連続性が弱い部分。言い換えると孤立しやすいステップ。
3. エラー・レートが各エラー・モードの合計として0.003以上。

※このエラー・レートは、NUREG/CR-1278に準拠して評価したものである。クリティカル・ステップという概念は相対的なものなので、0.003以上という意味は、エラー・レートが他よりも少し大きい、と解釈すればよい。

そして、クリティカル・ステップのほとんどは、作業のメインの流れではなくて、補助的、付帯的な操作であった。したがって、運転管理に当たっては、そのような操作のなかで、厳しい影響をもつエラーの可能性に注意を向けることが必要であろう。

5 これからの課題

以上、ヒューマン・エラーの背景を考え、信頼性工学的アプローチの一つとして、De-BDAとその応用上の一例を述べた。

De-BDAはすでにかかなりの実績を蓄え、関連して計算機システムもほぼ充実してきた。あまりぜいたくなことを言わないなら、信頼性構造の作図までは自動解析もできるようになっている。それらのシステムは、近いうちに通商産業省資源エネルギー庁、もしくは発電設備技術検査協会から、

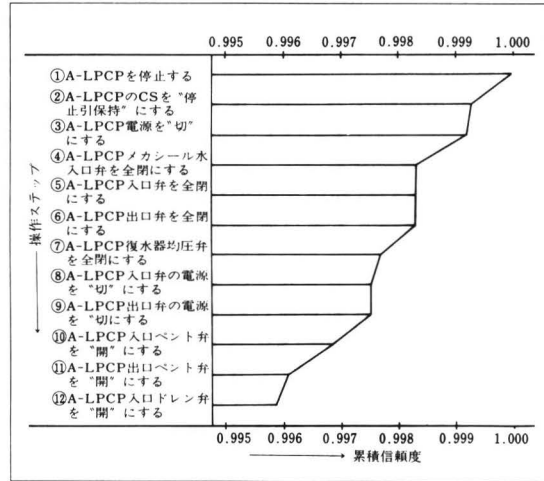


図1 作業ステップの累積信頼度(例)

容易に入手できる状態になろう。

しかし、現段階でのDe-BDAが扱える対象は、アクション・ベースでみた場合の作業であって、デジジョン・ベースの作業は含まれない。この現状で満足するべきではない。前掲した表1の右欄の方向へ人間の作業が移行するほど、デジジョン・ベースの解析・評価が重要になるからである。行動に現れるエラーが問題であり、頭の中のデジジョンだけならば実害はない、というのは詭弁である。手順が定まっていない事故時の対応などでは、デジジョン次第で行動が左右されてしまう。

また、ヒューマン・エラーへのアプローチとしては、人的信頼性評価のみがすべてではない。マン・マシン・インターフェースに対するさまざまな視点からの評価と、そのための技法開発が、具体的問題点を抽出する上で望まれる。

ヒューマン・エラーは、あらかじめ、あるいはそのときに、「何か怪しい」とわかるなら、かなりの部分を抑制することができる。そうとわかるための方法が今のところあまり見当たらないから困るのだが、将来において、それなりの有効策を考え得る時代がきっと来ると思う。

ヒューマン・エラーを、深刻なる永遠の課題にしてはなるまい。

(ゆきまち たけお/慶応義塾大学理工学部助教授)



低公害車の現状と将来

田中 法昌

1 はじめに

我が国における大気汚染と騒音の問題は、大都市地域を中心として、いまだ十分に解決されていないのが現状である。

先ごろ環境庁が全国1,500人の環境モニターに対して行ったアンケート調査によれば、深刻な道路交通問題としては「大気汚染」が「交通事故」を抜いて第1位となっており、約8割の人が道路交通公害の被害を受けていると考え、約9割がその防止対策を強化するべきだと考えているなど、国民の意識の上でも、交通公害対策の充実が必要とされているといえよう。

このような現状を踏まえ、環境庁では、従来より大気汚染や自動車騒音の対策の一つとして、低公害な自動車の普及を図ってきたところであるが、本論では、このなかでも特に電気自動車とメタノール自動車を「低公害車」として位置付け、その普及・開発の現状や、今後の普及施策の方向について述べることにしたい。

2 低公害車普及の必要性

1) 環境の現状

二酸化窒素(注1)による大気汚染の状況は、図1、2のとおりであり、年平均値ではほぼ横ばいであるものの、環境基準(注2)の達成率では窒素酸化物の総量規制地域(注3)、すなわち東京圏、大阪圏の大都市地域において依然として改善がはかばかしく進んでいない。

そこで、窒素酸化物の排出量についての発生源別寄与率をみてみると、表1のとおりである。全国的にみると、自動車の寄与率は2割程度と推定されるが、東京都特別区等地域においては自動車の寄与率が実に7割となるなど非常に高く、他の大都市圏でも同様の傾向がみられる。これは、大都市(特に東京圏)における人口や諸機能の集中に伴い、自動車が過度に集中したことが原因と考えられる。

さらに、近年は、宅配便などの増加にみられるように、大都市における営業用自動車等の交通量が一層増加しているとともに、窒素酸化物排出量の多いディーゼルトラック、そのなかでも直噴式のディーゼルトラックが急激に増加している。

このため、度重なる自動車排出ガス規制の強化

にもかかわらず、その効果が十分に現れていない状況にある。

イオウ酸化物等の大気汚染が大幅に改善されたなかで、この窒素酸化物の問題は、都市型公害の典型であり、環境行政上の重要課題であるといえる。

(注1)二酸化窒素

物の燃焼に伴って生じる大気汚染物質で、工場や自動車が主な発生源である。

(注2)環境基準

大気汚染、騒音などから人の健康を保護し、環境を保全するのに維持することが望ましい基準。

(注3)総量規制地域

一定の地域内の汚染物質の排出総量を環境保全上許容できる限度にとどめるため、工場等に対し汚染物質の許容排出量を配分し、この量で規制を行うこととしている地域。

2) 低公害車普及の必要性

環境庁としては、窒素酸化物による大気汚染対策として、工場・事業場からの排出を抑制する固定発生源対策、自動車からの排出を抑制する自動車単体対策等をこれまでも鋭意推進してきたわけであるが(図3)、環境基準の達成のためにはこれらの対策を一層強力に推進していかなくてはならないことは言を待たない。

このような各種の対策のうち、特に電気自動車は、排出ガスを出さない点、メタノール自動車は

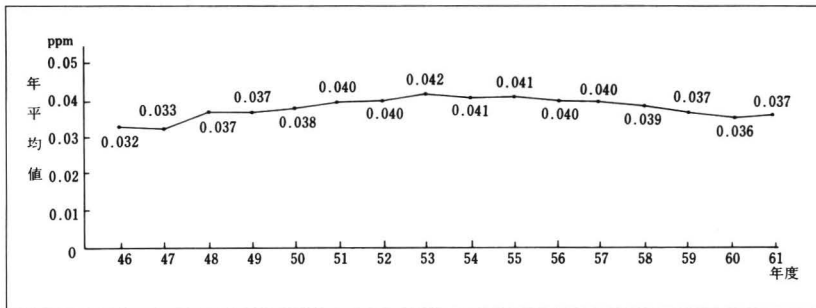


図1 二酸化窒素濃度の年平均値の経年変化(継続25測定局の平均値)

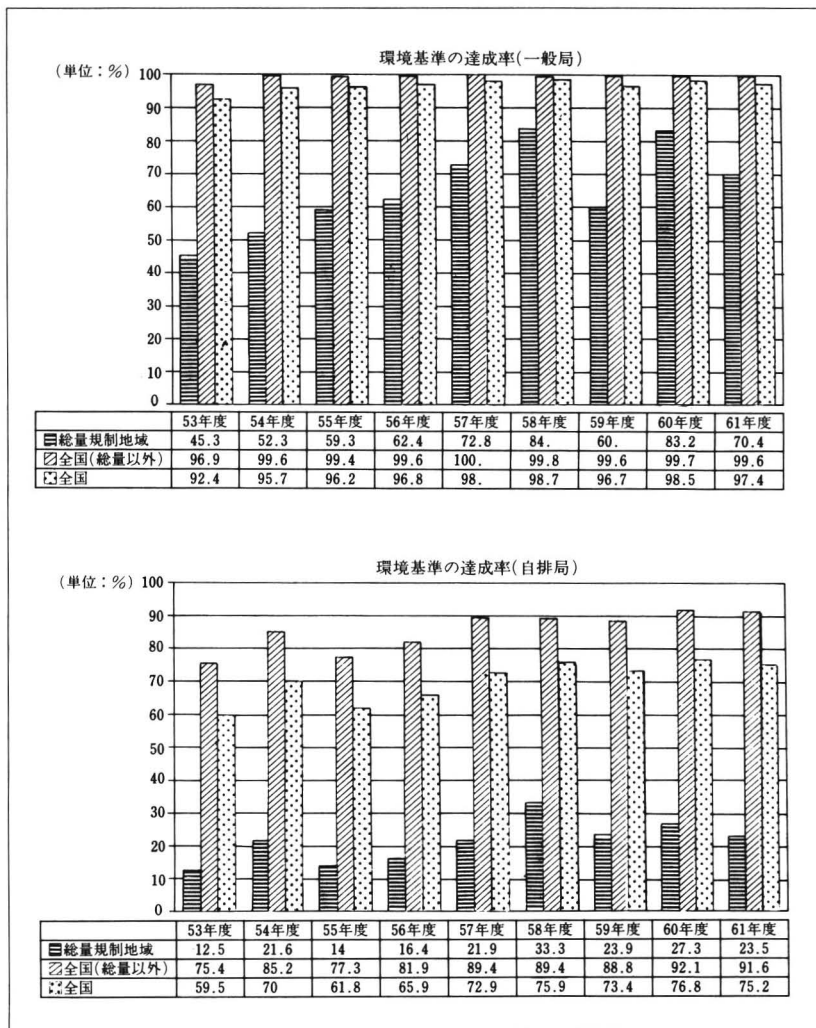


図2 二酸化窒素にかかる環境基準の達成状況

表1 窒素酸化物排出量の発生源別寄与率の推計(昭和58年度)

地域名	東京都特別区等	横浜市等	大阪市等
固定発生源	26%	58%	43%
移動発生源	74%	42%	57%
(うち自動車)	(69%)	(33%)	(51%)

ディーゼル自動車の排出する黒煙を排出しない点などから、いずれも在来型の自動車と比べて低公害であるので、これらを「低公害車」と位置付けて、その普及を図ることとしている。

また、近年、昼夜間および季節間の電力使用量の差の拡大による電力負荷率（平均電力と最大電力の比）の悪化が問題となっているが（図4）、電気自動車は、エネルギー源である電気の補給（充電）を夜間に行う事が多いため、電気自動車の普及は、電力負荷率の平準化に貢献することになる。

これに加えて、電力はさまざまなエネルギー源から生産され、メタノールは天然ガスから生産されることから、これらを利用する車の増大は石油に依存している我が国の輸送体系の改善に寄与し、エネルギー安全保障の観点からも重要である。

以上のような理由から、これらの低公害車を普及する社会的な要請は強く、政府、民間一体となった開発・普及の推進が望まれている。

3) 低公害車普及のための環境庁の施策

これらの動向を踏まえ、環境庁では、低公害車の今後の普及の指針を得るため、昭和62年度に学識経験者、関係地方自治体、関係省庁の研究機関

のメンバーから成る検討会を設置し、ユーザー、自動車・部品メーカーや燃料供給者などの意見も参考にしつつ検討を行った結果、これを「低公害車普及基本構想」としてとりまとめたところである（表2）。

これによれば、電気自動車については、現在のところ走行性能、経済性等の点ではガソリン車等の在来車に比べるとかなり劣るものの、大都市内を走行する自動車のなかには、官公庁や電力会社のサービスカー、ごみ収集車など一日走行距離が40km程度の定距離・定ルートに使用されるものも相当数あり、これらについては現状の電気自動車の性能でも対応できると考えられる。したがって、当面はこうした分野において先駆的に導入を進めることとしている。

さらに、大都市地域に加え、国立公園等の良好な環境の保全が必要とされる地域においても、電気自動車使用のメリットは大きく、その特性が生かせることから、今後はこのような分野での普及も推進していくこととしている。

メタノール自動車については、走行性能の面からは在来の自動車にほとんど遜色なく、現在、運送事業等に集中的に試験車として使用されている。

ただし、排ガス中に未燃メタノール・ホルムアルデヒド等の有害物質が排出されるという問題と、「毒物及び劇物取締法」並びに「消防法」の適用を受けるメタノール自身の取り扱い方法の確立、供給体制の整備など課題も多く、今のところ、市内走行試験を着実に実施し、将来の本格的普及に

備えソフト、ハード両面からの整備を推進するという段階である。

この低公害車検討会に続く取り組みとして、63年度においては、まず電気自動車を対象に、さらに具体的かつ実務的な検討を行うべく「電気自動車普及促進懇談会」を設置し、7月8日にその第

図3 窒素酸化物対策の体系

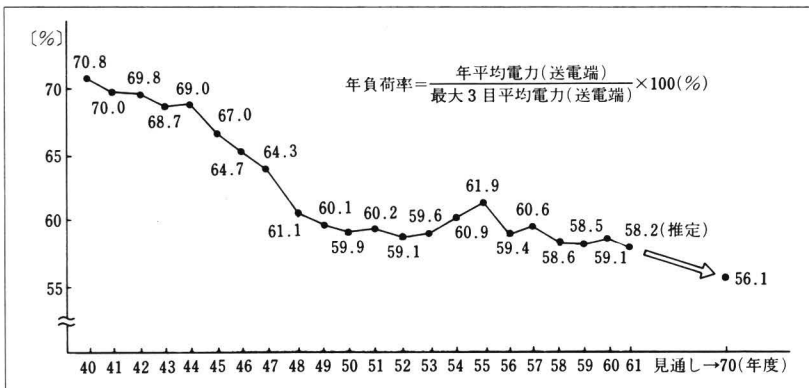
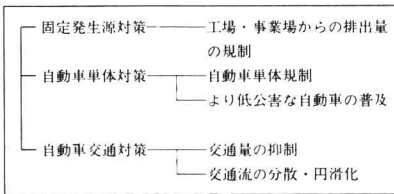


図4 電力負荷率(平均電力と最大電力の比)の推移 注) 資源エネルギー庁「電力需給の概要」による

1 回目の会合を開催したところである。

この他、電気自動車とメタノール自動車の使用を実際に行うことにより、その使用上の問題点を探り、本格導入のための検討を行う「低公害車普及モニター調査」を自治体に委託して行っている。

また、毎年6月の環境週間には「低公害車フェア」を開催し、低公害車によるパレード、試乗会を行うなど各種の啓発活動を行ってきた。

さらに、電気自動車とメタノール自動車については、自動車取得税や自動車税を軽減するなどの

表2 低公害車普及のための提言

(1) 電気自動車

期間	短期 (昭和65年までを目途)	中期 (昭和70年までを目途)	長期 (昭和70年以降を目途)
前提	この期間内では、現在の性能、価格を前提とする。	年間を通じた一充電走行距離が当初は60km、昭和70年までには80kmにまで延伸し、価格は普通車の2倍以下であることを想定する。	当初は一充電走行距離120km、将来的には200km以上となることを想定する。
普及分野・目標および施策	<ul style="list-style-type: none"> ● おおむね人口30万人以上の都市における官公庁の公害測定車等、電力会社の業務用サービス車等のうち、1回の最大走行距離が40km以下の軽貨物タイプの車を対象として、基金による助成を活用するなどにより、率先的な導入を図る。 ● 主に人口30万人以上の自治体において、ごみ焼却場に発電施設のある都市を中心に基金による助成を活用するなどにより、最大積載量が2トン以下のごみ収集車の先駆的導入を進める。 ● リゾート地等における良好な環境の保全および観光による地域振興の一環として自然的・社会的条件の適合する地域において遊覧車等の導入を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1回の最大走行距離が60km以下で、1日走行距離100km以下の小型および軽貨物タイプのサービス車、物資輸送車を普及目標とするとともに、急速充電器・交換用バッテリー等を備えたスタンド(EVスタンド)等、電気自動車用充電システムの大都市内における整備を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 人口30万人以上の都市を中心として小型車、軽自動車への普及を図り、ハイブリッド型バス・トラックへの導入を進めるとともに、新都市開発、都市再開発等に伴う新交通システムとしての導入を推進する。 ● 大都市内の事業所に対する一定量の電気自動車の使用義務付け等の制度化、税制措置等を電気自動車の価格等を踏まえつつ、検討し、電気自動車の普及促進を図る。 ● 急速充電器や電池交換システムを備えたEVスタンド等のインフラストラクチャの整備により1日走行距離数百kmを実現する。
技術開発目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在の鉛電池の高性能化とその性能を充分発揮できる最適設計のなされたモーター、バッテリー等の動力系(ドライブトレイン)の開発、および効率的な使用マニュアルの設定により、夏季・冬季のエアコン使用時を含めて一充電走行距離60kmを確保する。 ● あとどのくらい走れるか確実に把握できる正確な電池の残存容量計を開発する。 ● バッテリーに負担のかからない電気自動車用ヒーター、クーラーを開発する(電気利用又は内燃式)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● モーター、バッテリー、ドライブトレイン等の標準規格化によって、大都市内における物資輸送、業務サービス用の高性能(年間を通じた一充電走行距離120km程度)多目的小型バンを開発する。 ● 燃料電池の二次電池、トロリー集電とバッテリー等のハイブリッド型(複合型バス・トラック)を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新型バッテリー、モーター等を使用した高性能ドライブトレインにより、エアコン使用時を含めて一充電走行距離が200kmの性能を持つ電気自動車を開発する。

(2) メタノール自動車

普及分野・普及目標・普及施策	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市内におけるディーゼルトラックおよびバスの代替を目標とする。 ● フリートテスト等の試験走行により走行性能、排出ガス特性、耐久性等に関するデータの収集に努め、メタノール自動車の改良・開発を促進するとともに、メタノール自動車への理解を深める。 ● 走行試験を実施する地域内にメタノール供給スタンドの設置等燃料供給体制の整備を図る。 ● 基金による助成を活用して、関係自治体、民間事業者への率先的な導入を推進する。 ● 燃料供給施設の整備、メタノールの化学的特性に応じた取扱等各種技術の定着などの燃料供給システムの整備を推進する。 ● 市内走行テストを継続し、触媒等の耐久性を確認する。 ● 自動車用燃料としての規格を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大都市内におけるディーゼルトラック・バスへの導入を促進する。 ● 大都市内でメタノール供給体制の整備を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市内を走行するディーゼルトラック・バスの代替を推進する。 ● メタノールの都市部を中心とした供給体制の整備を進める。
技術開発目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 始動時の排出ガスの低公害性確保のための技術開発を推進する。 ● ホルムアルデヒド、未燃メタノールの測定法の確立、評価精度の向上を図る。 		

税制上の優遇措置を講じてきたところである。

これらに加え、昭和63年度から、公害健康被害の補償等に関する法律に基づき設置された基金によって、基金の対象地域において低公害車の普及に対し助成が行われることとなった。低公害車の導入に対する直接の補助は初めてのことであり、大きな効果が期待されている。

3 我が国における低公害車の普及の現状

1) 電気自動車

日本における電気自動車の普及の状況は、表3のとおりである。このうち、実際に公道を走行できるオンロード車は約800台で、ホテルの敷地などで使われているオフロード遊覧車も含めて、いわゆる電気自動車とよべるものは約1,000台と考えられる。表中、フォークリフト等の作業用車の分野ではかなり普及しているが、一般の乗用車、貨物車への普及はほとんど進んでいない。実際の用途としては、地方自治体における公害測定車やごみ収集車、電力会社の保有するサービス車などの業務用車両などである。

2) メタノール自動車

メタノール自動車の利用の状況は、表4のとおりである。ただし、現在のところ、メタノール自動車は試験研究のための試作車としてのみ登録が認められており、一般には市販されていない。日

表3 電気自動車の普及状況〔(財)日本電動車両協会調べ〕

①オンロード車	
軽自動車	634台
普通車・小型車	38台
バス・原付自転車等	117台
小計	789台
小型特殊車 (フォークリフト等)	8800台
計	9589台
②オフロード車	
ゴルフカー	1000台
遊覧車	210台
作業用電動車両等	108000台
計	109210台

本メタノール自動車株式会社のリース制度のほか(財)石油産業活性化センターにおいて試験走行を行っているのが現状である。

リース先は都県のトラック協会および地方自治体であり、運送事業の貨物輸送、自治体の業務連絡用、パトロール等に使用している。

4 海外における低公害車の普及の現状

1) 電気自動車

海外における電気自動車の普及状況は、表5のとおりである。英国において特に普及が進んでいるが、これは、低騒音で排出ガスが出ないという低公害性が高く評価されて、その特性を生かせる早朝の牛乳配達などの分野において利用が行われていることによる。

その他、フランスでは、やはり早朝に稼動するバリのごみ収集車に普及しており、西ドイツでは電気事業が中心となってハイブリッドバス等の普及を図っている。

また、スイスにおいては、自然保護の観点から電気自動車以外の自動車の使用制限を課している地域がある。

表4 メタノール自動車の普及状況

①東京地区フリートテスト		
ガソリンタイプ	15台	
ディーゼルタイプ	20台	計 35台
②神奈川地区フリートテスト		
ガソリンタイプ	3台	
ディーゼルタイプ	7台	計 10台
③大阪地区フリートテスト		
ガソリンタイプ	5台	
ディーゼルタイプ	5台	計 10台
④低公害車試用モニター調査(環境庁)		
東京都世田谷区、杉並区、北区、京都市		
ガソリンタイプ	各1台	計 4台
⑤基金事業		
太田区、板橋区、練馬区、神奈川県、横浜市(各1台)		
東京都(2台)		
ガソリンタイプ		計 7台
⑥自治体		
東京都	ごみ収集車 1台	
神奈川県、愛知県	各1台	計 3台
		小計 69台
⑦筑波地区フリートテスト		
		計 12台
		合計 81台

2) メタノール自動車

メタノール自動車については、現在のところ試験走行の段階であり、普及段階には至っていない。

使用例としては、米国のパンクオブアメリカが1980年から2～18%のメタノール混合車を150台、1982年からは100%メタノール車を261台導入することにより、社有車の15%をメタノール自動車としている例がある。

一方、エタノール自動車については、ブラジルなどの原料生産国において、さまざまなインセンティブを与えた結果、自動車の相当数がエタノール自動車となった例がある。

5 低公害車の開発状況

1) 電気自動車

電気自動車の開発については、アメリカにおいて最も精力的に行われている。

すなわち、1976年には「電気およびハイブリッド車研究普及プログラム」がエネルギー省によって制定され、電気自動車用の電池の開発等を行った。また、電力事業者の共同研究組織的役割を担うE P R I (Electric Power Research Institute) は、電気自動車普及のための機関であるE V D C (Electric Vehicle Development Corporation) を設立し、GMと共同で、一充電走行距離が100km以上の高性能パン(Gパン)の性能テストを行って

表5 海外における電気自動車普及状況

普及状況	
米国	・普及台数は約1,000台と推定されている。
英国	・普及台数は204,000台以上(第8回EVシンポジウムでの発表数値) 内訳は次のとおり 牛乳配達……27,000台 病院救急車……… 500台 道路清掃車… 1,000台 改良型EV……… 450台 乗用車……… 100台 産業用トラック……120,000台 空港施設用… 250台 空港内貨物取扱車… 50台 車椅子 他…55,000台
仏	・普及台数は約500台。このうちゴミ収集車が300台程度あるといわれる。
西独	・配達車150台、EVバス20台、ハイブリッド20台ほどが導入されている。
その他	・普及台数は約600台程度 ・スイス・ツェルマット地域では観光資源の保存という立場から在来の内燃機関型自動車が排除され、200台のEVによる輸送移動システムが導入されている。

いる。この車は、テストに参加した一般ユーザーから好評をもって迎えられたため、今年度中にも本格的な製造が開始される予定となっている。これが実現し、商業的に成功することとなれば、さらに普及分野・台数の増加が期待できるであろう。

このほか、西ドイツにおいて電気自動車開発普及会社がバス、乗用車などの開発を行っているほか、英国、フランスにおいても電気自動車用電池の開発を行っている。

我が国においては、昭和46年から51年まで、通産省工業技術院による大型プロジェクトとして電気自動車の開発が行われ、ある程度の成果を得ている。しかしながら、その後の技術開発の停滞と

表6 電気自動車統計(生産)

(財)日本電動車両協会参加企業統計および(社)日本産業車両協会統計を基に(財)日本電動車両協会が統計 昭和62年6月18日

車種	期間					
	58	59	60	61	62(4~6)	
乗用車	普通車	0	0	0	0	0
	小型車	1	2	0	1(輪)	1(輪)
	小型3輪	0	0	0	0	0
	軽4輪	7	4	1	1	0
	軽3輪	0	0	0	0	0
トラックおよび貨物パン	普通車	乗用兼用貨物自動車に含む				
	小型車					
	軽4輪					
	軽3輪					
乗用兼用貨物自動車	普通車	0	4	2	8(輪)	0
	小型車					
	軽4輪	24	10	13	5	0
	軽3輪	-	-	-	-	-
バス	普通車	0	0	0	0	0
	小型車	0	0	0	0	0
特種用途車	1	2	1	0	0	
2輪車	小型2輪	0	0	0	0	0
	軽2輪	0	0	0	0	0
小計	33	22	16	15	1	
ミニカー	0	2	0	0	0	
原付自転車	2輪	0	0	0	0	0
	3輪以上(1)	0	0	0	0	0
小計	0	2	0	0	0	
小型特殊自動車	-	-	-	-	0	
オフロード車	ゴルフカー	102	135	457	200	0
	遊覧車	25	78	30大12小18	22大6小16	3
	その他() (2)	4211	4310	4500		0
小計	4338	4523	4987		3	
合計	4371	4547	5020		4	

(1) 3輪以上:0.25KW以下

(2) ()内に車種を記入、電動フォークリフト等純粋な産業車両を除く。

相まって電気自動車の生産台数は著しく低下しており、普及は進んでいないのが現状である(表5)。

2) メタノール自動車

我が国におけるメタノール自動車の開発は、運輸省と通産省の主導で行われている。

運輸省では、(株)小松製作所において改造を行ったディーゼルタイプおよびガソリンタイプのメタノールエンジンによるトラック・バンの走行テストを各地のトラック協会の協力を得て行い、100%メタノールを使用した実走行データの収集に努めている。

通産省では、(財)日本自動車研究所において技術研究を行うとともに、(財)石油産業活性化センターにおいてメタノールの基礎物性、毒性、現用自動車への適合性調査を行っており、63年度からは85%混合のメタノールを使用して、国内各メーカーの協力のもと、ガソリンタイプ乗用車の走行テストを行っている。

海外の状況としては、アメリカにおいて、エネルギー省、環境保護庁、運輸省、カリフォルニア州エネルギー委員会を中心にトラック・乗合バスによるフリートテストが行われている。

また、西ドイツにおいては、自動車燃料の安定供給確保の観点から、連邦研究技術省において300台の乗用車を使ったフリートテストが行われている。

6 低公害車普及の今後の展望

1) 電気自動車

電気自動車の普及を妨げている最大の問題は、電池である。

現在の鉛電池では、ガソリン車に匹敵する性能(走行距離、登坂力、最高速度など)は出し得ない。しかしながら、ニッケル-カドミウム、ニッケル-鉄、ナトリウム-イオウといった高性能の新型電池は、まだ実用化には至っていないのが現実であり、我が国において自動車メーカーなどが電気自動車に対して熱意が薄いのもこの点に原因があるようである。

そこで、現在の鉛電池の高性能化を図るとともに、モーター、コントローラーなどのドライブ・トレインを電気自動車専用のものとして効率的に生産することが必要となるが、このためには莫大な開発費用が必要となる。

この費用の問題から、現在の実用化された国産の電気自動車は残念ながらガソリン車の車体を改造したものであり、電気自動車としての最適設計となっていないため、性能は低い。ちなみに、前述のGバンは新設計のものであって、現在世界最高の性能を誇っているようである。

このような国内の手詰まり状況を打開するため、環境庁では、前述のとおり有識者、関係行政機関、大都市自治体、自動車メーカー、電力会社等からなる電気自動車普及促進懇談会を設置して、電気自動車についてのユーザー標準仕様の設定、市場調査の実施、電気自動車使用マニュアルの作成を行うこととしており、メーカー・電力会社の電気自動車開発への意欲の促進を図っている。

2) メタノール自動車

メタノール自動車の開発は、先に述べたように国内外で現在急速に進展しているため、触媒の耐久性向上等による排出ガスの低公害性の確保や燃焼の安定性の確保などの技術的課題の解決も近いと期待できる。しかしながら、燃料であるメタノールの規格が統一されていないこと、供給体制の不備などが残された問題として考えられ、早急な解決が望まれる。

このようなことから、環境庁では、昭和64年度には、メタノール自動車についての普及促進懇談会を開催することとしている。

7 おわりに

低公害車の普及は社会的な要請となっているにもかかわらず、我が国においてはあまり進展していないのが現状である。次の世代に少しでも良い環境を引き継ぐためにも我々自身一層の努力が必要だと痛感している。

(たなか のりまさ/環境庁大気保全局交通公害対策室室長補佐)

間接損害と保険

—落雷による損害について—

石田 満

I はしがき

保険の目的物に生じた火災に基づく滅失・毀損の形態としては、火災の直接の結果である焼損のほか、煙害、変形・変色、汚損、発酵・蒸発、破裂または爆発、盗難・紛失などがある。この損害は、たとえ保険事故である火災との間に他の事実または人の行為が介在していたとしても、その間に相当因果関係があれば、原則として保険会社はその損害につき保険金を支払う責任を負うことになる（田辺康平＝石田満ほか・注釈火災保険普通保険約款〔昭和51年、日本評論社〕88頁・89頁）。この点について、大審院昭和2年5月31日判決民集6巻11号521頁は、「火災ニ因リ爆発ヲ来シ損害ヲ生ジタル場合ニ於テモ苟モ其ノ爆発損害ガ火災ト相当因果ヲ有スル限り保険者ハ其ノ損害填補ノ責ニ任ズベキモノニシテ爆発ナルガ為ニ之ヲ其ノ責任ヨリ除外スベキ何等ノ理由ナシ」と判示している。

これに関連して、直接損害・間接損害といわれることがあるが、その概念は必ずしも明らかではない。

第1に、付保されている利益に生じた損害（保険の目的物の焼失損害）が直接損害といわれ、付保されていない利益に生じた損害（特約のない費用損害や得べかりし利益の喪失損害のごとし）が

間接損害といわれることがある。

第2に、火災の直接的結果としての損害（保険の目的物の焼失損害）が直接損害といわれ、火災との間に他の事実または人の行為が介在して生ずる損害（消防行為による保険の目的物の濡損や落雷による電気の停止による仕掛品の損害のごとし）が間接損害といわれることがある。

前者の場合には、付保されていない利益に生じた損害については、保険会社は、当然に保険金を支払う責任を負わない。また、後者の場合には、火災と損害との間に相当因果関係があるか否かで、保険会社が保険金を支払う責任を負わなければならないかが決定される。

第1の間接損害についても、消費者のニーズに応える意味からも保険として構成しなければならないものもあり、この点について不断の研究をしておかなければならないと考えるのである。第2の間接損害については相当因果関係があるかどうかの判断だけが問題となる。

本稿においては、後者の問題について多少の検討を試みることにしたい。

保険契約法の研究に当たり、判決や具体的な事例の検討は欠かすことはできない。保険契約法である商法典や各種の約款の解釈ではまったく予想

もしない具体的な事例が発生し、その解決をとおしてまた保険契約法や約款の解釈が進化するのである。具体的に質問を受けた下記事項について、私の意見を述べることにしたい。

II 落雷による損害と保険会社の責任

1 火災保険普通保険約款第1条柱書は、「当会社は、この約款に従い、次に掲げる事故によって保険の目的について生じた損害（消防または避難に必要な処置によって保険の目的について生じた損害を含みます。以下同様とします。）に対して、損害保険金を支払います。」と規定し、第2号に「落雷」と規定している。

上記の約款の解釈として、

質問事項 I

工場外の受変電設備に落雷があり、そのために電気の供給が停止し、さらにそのため製造工程が停止して保険の目的物である仕掛品に損害が生じた場合、保険会社は、保険金の支払いの責任を負うか。

質問事項 II

(1) 工場内の受変電設備に落雷があり、そのために受変電設備が損傷して電気の供給が停止し、さらにそのために製造工程が停止して保険の目的物である仕掛品に損傷した場合はどうか。

(2) 工場内の受変電設備に落雷があったが、その受変電設備に損傷がないにもかかわらず電気の供給が停止し、さらに製造工程が停止して保険の目的物である仕掛品に損傷した場合はどうか。

結論として、質問事項 I については、工場外の受変電設備に落雷があり、そのために電気の供給が停止し、さらに製造工程が停止して保険の目的物である仕掛品に損害が生じたという事案の場合、仕掛品に生じた損害は、電気の供給の停止を直接の原因とするもので、火災保険普通保険約款における保険事故の一つである落雷とは別の危険に属するものであり、落雷と仕掛品の損害との間には相当因果関係はなく、保険会社は、この損害につい

ては保険金を支払う責任を負わない、と判断する。

質問事項 II については、(1)(2)では工場内の受変電設備に落雷があったという点において、質問事項 I とは異なる。ただ、(1)の場合にはその受変電設備が損傷し、(2)の場合にはその受変電設備が損傷していないが、いずれの場合にも電気の供給が停止し、さらにそのため製造工程が停止して保険の目的物である仕掛品に損害が生じたという事案であるが、火災保険普通保険約款の解釈として、質問事項 II の(1)(2)とを区別する必要はないだけでなく、いずれの場合でも、質問事項 I と同じく仕掛品に生じた損害が電気の供給の停止を直接の原因とするものであるかぎり、落雷と仕掛品の損害とは相当因果関係はなく、保険会社は、この損害については保険金を支払う責任を負わない、と判断する。

以下、その理由について述べることにする。

2 商法典および火災保険普通保険約款についてまずみていきたい。

(1) 明治23年1月旧商法第666条は、「雷電ノ危険、火薬若クハ機関ノ破裂ノ危険、火薬若クハ機関に原因スル破裂ノ危険其他類似ノ危険及ヒ震災ノ危険ハ同時ニ火災ノ起リタルト否トヲ問ハス之ヲ火災ノ危険ト同視ス但他ノ契約アルトキハ此限ニ在ラス」と規定し、落雷事故を火災事故と同視する旨を定めている。

明治32年法律第45号商法第421条は、「火災ニ因リテ生シタル損害ハ其火災ノ原因如何ヲ問ハス保険者之ヲ填補スル責ニ任ス……」と規定している（現行商法第665条も同じ）。

この理由として、旧商法で列挙された危険（保険事故）だけでは脱漏があることを免れず、他方において火災保険における危険の範囲をして原則上火災以外に拡張することは弊害があるということで、「火災ノ原因ヲ問ハス火災ニ因リテ生シタル損害ハ保険者之ヲ填補スルコトヲ要ストノ原則ヲ掲ケタリ」とある（商法修正案理由書）。

もちろん約款で保険会社が火災以外の原因から生ずる損害について保険会社が保険金を支払うも

のとすることを否定する趣旨ではない。

昭和10年12月法制審議会総会決議「商法商行為編海商編中改正ノ要綱」35によれば、「火災保険ニ於テハ落雷又ハ爆発ニ因リテ生ジタル損害ニ付テモ保険者ハ填補ノ責ニ任ズル旨ノ規定ヲ設クルコト」とあったが、商法典においては、落雷による損害について保険会社が保険金を支払う旨の規定をなおしていない。

(2) 他方、約款をみると、昭和16年9月1日実施の統一火災保険普通保険約款第1条1項は、「当会社ハ此ノ約款ニ従ヒ火災ニ因リテ生ジタル損害ニ付テモ亦当会社之ヲ填補スル責ニ任ズ」とあり、同条2項は「消防又ハ避難ニ必要ナル処分ニ因リテ生ジタル損害モ亦当会社之ヲ填補スル責ニ任ズ」と規定していた。

昭和56年6月1日改定・実施の同約款第1条は、「当会社は、この約款に従い、次に掲げる事故によって保険の目的について生じた損害（消防または避難に必要な処置によって保険の目的に生じた損害を含みます。以下同様とします。）に対して、損害保険金を支払います」と規定し、第1号は「火災」、第2号は「落雷」、第3号は「破裂または爆発とは、気体または蒸気の急激な膨張を伴う破壊またはその現象をいいます。以下同様とします。」と規定している。昭和59年4月23日認可、6月1日実施の火災保険普通保険約款でもその内容はまったく同じである。

3 さて、問題は、落雷事故と仕掛品に生じた損害との間に因果関係があるかどうかである。

(1) 商法第629条は、「損害保険契約ハ当事者ノ一方カ偶然ナル一定ノ事故ニ因リテ生スルコトアルヘキ損害ヲ填補スルコトヲ約シ……」と規定している。偶然な一定の事故、すなわち「保険事故」と「損害」との間にももちろん因果関係がなければ、保険会社は、保険金を支払う責任を負わない。

火災保険普通保険約款第1条は、落雷「によって」保険の目的物について損害が生じた場合に、保険会社は、保険金を支払う旨を規定しているのであるから、落雷事故と仕掛品に生じた損害との

間に因果関係が存在することが必要である。

(2) 私法一般における因果関係について、まず検討する。私法一般においては、加害者(債務者)の被害者(債権者)に対する不法行為責任および債務不履行責任の問題として議論され、不法行為責任においては、「加害行為ニ因リテ生ジタル損害」を賠償するのが不法行為法の効果であり、この場合、加害行為と損害との間に相当因果関係がなければならぬ、と説かれている。この相当因果関係の概念は、損害賠償の範囲を制限するために主張されている。すなわち、間接(後続)損害をどこまで制限するかという問題の解決のために主張されているのである。この場合「相当」とは、一定の結果と条件関係にある加害行為が同種の結果を一般に助成する事情にあるとき、この加害行為は、その結果の相当な条件である、と説かれる。

また、債務不履行についても、債務者の賠償すべき損害の範囲は、債務不履行と相当因果関係にある損害と解され、かつ、相当因果関係のある損害とは、当該の債務不履行によって現実に生じた損害のうち、債務不履行があれば一般に生ずるであろうと認められる損害である、と説かれ、民法第416条1項は、そのことを立証しており、しかも、この規定は、不法行為の損害賠償の範囲についても類推適用される、とされている(大審院連合部大正15年5月22日判決民集5巻386頁——いわゆる「富貴丸事件」——以来の判例の採るところである¹⁾。

(3) 次に、保険契約法における因果関係について検討する。

一般私法における損害賠償では、一方の被った損害を他方に転嫁させるにつき最もよく当事者間の公平が図られるかという点で因果関係が問題になるのに対して、損害保険では、保険会社と保険契約者との間の合意で、保険会社が填補すべき損害の範囲が決定されることになる。

このように両制度の違いがあるが、保険契約法においても一般私法の場合と同じく、保険事故と相当因果関係のある損害について、保険会社は、保険金を支払うものとしているのである。この場

合、相当因果関係があるかどうかは、具体的事情に応じ、保険取引の通念や慣行、さらに保険約款全体の構成などから、個別的に判断していかなければならない。²⁾

4 ある結果が複数の法的に重要な原因による場合について、西ドイツ、イギリスおよび日本の議論をみよ。

(1) 西ドイツでは相当因果関係説が採られている。

第1に、間接原因(A)が直接原因(B)を発生させ、その結果Cが生じた場合であり、交替関係といわれている。

第2に、複数の原因(AおよびB)が競合して、その結果Cが生じた場合である。この場合、その原因のいずれも(AおよびB)が単独ではその結果Cを生じさせ得ない場合(補完的原因)であると、AおよびBが単独で結果Cを生じさせるもので両者が同時に発生する場合(連帯的原因)であるとを問わない。

第3に、結果Cの発生が2つの原因(AおよびB)によるが、現実にはAが発生してその結果を生じしめたが、Bも同一の結果を生じさせたであろうとされる場合である(仮定的原因)³⁾

上記の原因には、保険会社の担保危険とされるものと非担保危険とされるものがある。

質問事項を上記の公式に当てはめて考えると、公式第1の場合が最も適切である。受変電設備(オイル遮断器または柱上変圧器)に担保危険である落雷が原因(A)となって受変電設備に物的損害が生じて電気の供給が停止(B)して、仕掛品に損害(C)が生じた場合、落雷からみるならば、この仕掛品の損害は、間接損害であり、この損害は、電気の供給の停止が原因となっているのであるから、保険会社は、保険金を支払う責任を負わないことになる、と判断される。

保険取引において落雷による損害を填補する旨を規定しているのは、落雷による直接損害を予定しているのである。

また、ドイツ保険契約法第82条は、「保険者は、火災、爆発または落雷により生じた損害について

責任を負う」と規定している。この理由書においても、特約がなければ、倉庫にある大麦または醸造場のビールが、火災による乾燥装置または冷却装置の機能の停止により損害が生じたとか、砂糖工場において、火災事故による操業停止のために「てんさい」の中間生成物が腐敗した場合には、それは間接損害であり、保険会社はその損害については責任を負わないことが明らかにされているのである。

(2) イギリスでは、近因説が採られている。

第1に、原因の連鎖における最後の原因が被保険危険である場合には、その損害は、被保険危険を原因とするものである。

第2に、被保険危険が損害の最後の原因であるときには、次のように説かれている。

(イ) 被保険危険が損害の最後の原因ではないが、被保険危険から最後の原因までの原因の連鎖において、その各原因が通常の事態の経過においてその直前の原因から直接かつ本来的に生ずるもので、その直前の原因の合理的かつ蓋然性のある結果であり、因果関係の中断がないときは、この証券の意味における被保険危険である。

(ロ) 被保険危険の発生後に、事態の通常の経過において被保険危険から直接かつ本来的に生ずる被保険危険の合理的かつ蓋然性のある結果ではなく、独立の原因である新しい原因が発生し、それによって因果関係の中断がある場合には、この証券の意味での被保険危険ではない。

第3に、原因が連続的ではなく、同時的である場合には、その損害は、両者の原因によるものである。それゆえ、原因の一つが被保険危険であるならば、その証券の意味での被保険危険である。⁴⁾

質問事項I、IIともに、前記第2(ロ)が最も適切である。すなわち、落雷は被保険危険であるが、電気の供給の停止による製造工程の中止は独立の新しい原因である。したがって、近因説に立っても、仕掛品に生じた損害については、保険会社は、保険金を支払う責任を負わない、との結論については変わりがない。

(3) 日本において、北澤有勝博士は、第1例とし

て、附属発電所の火災により送電不能となり、ピスコース式人絹工場における操作工程に障害を生じ、火災の保険の目的物である仕掛中の原料品に変質をきたした場合は挙げ、また第2例として、冷蔵会社の倉庫の隣接建物に火災が発生し、その火熱のため該倉庫の壁に亀裂が生じ、その壁間の特殊冷房装置が損ずるに至り、その結果冷蔵機能を低下させ、保険の目的物である冷蔵魚を腐敗させた場合を挙げる。

そして、前者については、保険の目的物である原料またはこれを納れる建物は直接に火の作用を受けておらず、発電所の火災により、送電不能となり、その結果、損害を受けているが、その火災と損害との関係は、間接的であり、保険会社は責任を負わない。

しかし、後者の例では、保険の目的物を収容している建物は直接に火の作用を受け、その結果冷凍機能を低下せしめ、収蔵品について腐敗損害を生ぜしめた場合であり、このような損害については、火災と損害との間には、なお相当因果関係があり、その損害に対しては保険会社は責任を負うという（北澤・火災保険普通保険約款論 150頁以下）。

私は、前者の場合、火災(A) → 送電不能による操作工程の障害(B) → 仕掛品・原料品の損害(C)までの一連の経過をみると、火災と損害との間には相当因果関係がないとする判断は正当であると考ええる。

後者の場合、隣接建物の火災による収納倉庫の亀裂(A) → 冷房装置の損傷による冷凍機能の低下(B) → 冷凍魚の腐敗(C)までの一連の経過をみても、冷房装置の損傷が原因となって冷凍機能が低下し、それによって冷凍魚が腐敗したのであり、その保険の目的物を収納する建物に直接に火災が発生したか否かを問わず、保険会社は保険金を支払う責任を負わない。この点については、北澤博士の見解には賛成しがたい。

なお、博士の挙げた第2例の冷凍機能の低下による冷凍魚の腐敗は、特殊冷房装置の損傷を原因とするものであるが、被保険者は、この損害につ

いても被保険利益を有し、したがって、これについても理論的には損害保険として構成することができるというまでもない。

この点について、冷凍(冷蔵)損害担保条項があり、それは、「当会社は、保険の目的である冷凍(冷蔵)物について、冷凍(冷蔵)装置または設備の破壊・変調もしくは機能停止によって起った温度変化のために生じた損害に対し、同一構内での火災による場合に限り損害保険金を支払います」と規定している。

この場合には、火災保険普通保険約款で定める保険事故である火災とは別の冷凍(冷蔵)装置または設備の破壊・変調もしくは機能停止が、まさに損害を生じさせた直接の原因であり、同一構内での火災によることを条件として、保険会社がこの損害につき保険金を支払うものとしているのである。

保険会社と保険契約者との間の契約により、どのような範囲の損害につき保険会社が保険金を支払うかを決定することも、それにつき被保険者が被保険利益があるかぎり自由であり、結局それは保険契約者の支払う保険料の額で決定されることになるのである。

これとは逆に、冷凍(冷蔵)損害不担保条項では、「当会社は、保険の目的である冷凍(冷蔵)物について、冷凍(冷蔵)装置または設備の破壊・変調もしくは機能停止によって起った温度変化のために生じた損害に対しては、その原因がこの保険契約で担保する事故であるか否かを問わず保険金を支払いません」と規定している。

この条項にいう損害は、間接損害であり、保険会社は、保険金を支払わないことは明らかであるが、冷凍(冷蔵)損害担保条項があることから、念のために明定したものと思われる。

質問事項の落雷事故の場合に当てはめて考えると、受変電設備に落雷があつて電気の供給が停止して、そのために冷凍(冷蔵)物に損害が生じても、冷凍(冷蔵)損害不担保条項のついている場合はもとより、冷凍(冷蔵)損害担保条項のついている場合であっても、保険会社は、保険金を支払う責任

を負わないのである。

ただ質問事項ⅠおよびⅡについても、これを担保すべきとする被保険者の要求があるならば、特約条項でそれをも担保することを工夫すべきであると考えるのである。

Ⅲ あとがき

直接損害および間接損害の意義も多義的である。特に損害保険については、得べかりし利益の喪失損害についていわれることがあるが、これも利益保険として、利益保険特約条項や店舗休業保険などがありよく知られているところである。

本稿では、火災保険につき、落雷と損害との間にある事実が介在する場合に生ずる損害について、具体的な質問事項を中心にその損害につき保険会社が保険金を支払う責任を負うか否かを中心に検討してきた。この問題は、もっぱら落雷と損害との間の因果関係に関するものである。

私は、上記質問事項ⅠおよびⅡのいずれについても、保険会社は、保険金を支払う責任を負わない、との結論に達したのである。ただ、このような保険契約者と被保険者との間で争いが生ずる余地のある場合には、それが損害保険として構成でき、それが十分に保険料の算出が可能であるならば、特約条項で、これらの損害についても保険金を支払うものとすべきである。これにより、特約がない場合には、保険会社が保険金を支払う責任を負わないことが明らかにされるのである。

かつて、地震免責条項の有効性について争われ、大審院大正15年6月12日民集5巻8号495頁は、この条項を有効と判示したことはよく知られているところである。

ところで、昭和41年に「地震保険に関する法律」(法律第73号)が公布され、これに基づき、同年6月1日より地震保険が誕生したのであるが、今日でも完全に争いが解消されるとは思わないが、地震保険をつけていなければ、地震によって生じた損害について、保険会社が保険金を支払わないことが、ある程度一般保険契約者により理解される

ところとなっているのではないかと思われるのである。また、裁判上争いが生じた場合にも地震免責条項の有効性を十分に根拠づけることにもなるのである。この点、本稿で問題として採り上げた落雷事故による損害についても、当てはまるのである。

上記の間接損害についても、保険会社がこれを特約条項において担保できるか否かについて不断の研究をしておくことが必要であると考えるのである。

(本稿は、延世大学孫教授の選暦論文集「現代保険法の諸問題」に寄稿した論文を大幅に改めたものである。日本においては、参照の機会を得ないと思われるので、あえて本誌に掲載する次第である)

(いしだ みつる／上智大学法学部教授)

注

- 1) 我妻栄・新訂債権総論(昭和39年、岩波書店)118頁以下、加藤一郎・注釈民法(9)(昭和40年、有斐閣)38頁以下。幾代通・不法行為(昭和52年、筑摩書房)130頁以下では、「相当因果関係」という言葉に代えて「保護範囲」という言葉を用いている。この点、民法第416条を不法行為に類推適用することについて疑問を示する見解もある。前田達明・民法Ⅵ₂(不法行為法)(昭和55年、青林書院)309頁は、不法行為による損害賠償制度の基本理念たる公平の觀念に照らし、各場合の具体的事情に応じて決せられる、という。
- 2) 石田・商法Ⅳ(保険法)(昭和53年、青林書院)182頁以下参照。保険契約法上の因果関係については、そこで掲げられている文献を参照されたい。
- 3) Brück-Möller, Komm. zum Versicherungsvertragsgesetz, 8. Aufl., 2Bd., 1966, Anm. 147 zu §49.
- 4) Ivamy, General Principles of Insurance Law, 4th ed., 1979, pp. 409-419, 森啓二=横尾登米雄=葛城照三訳・アイバミ=英国保険法(昭和45年、有斐閣)575頁-600頁参照。

寄贈図書のご紹介

次の図書の寄贈を受けましたので、ご紹介させていただきます。

信州の空模様 宮澤 清治監修
荒井伊左夫 著

信濃毎日新聞社発行
A 5判 336ページ 1,600円

協会だより

損害保険業界や日本損害保険協会の諸事業や主な出来事のうち、特に防災活動を中心にお知らせするページです。これらの活動等について、ご意見やご質問がございましたら、何なりとお気軽に編集部＝当協会防災事業室あてお寄せください。

防災プラザ・防災シンポジウムを開催します

当協会では、火災、交通事故をはじめ、集中豪雨、地震などの自然災害や家庭内での事故などから身を守るための基本的な知識と技術を習得していただく場を提供するために、毎年防災プラザを開催しています。

本年度は、10月7日(金)～10日(月)に盛岡(会場：東北ニチイ都南店)、11月11日(金)～13日(日)に高松(会場：ニチイ高松勅使ショッピングデパート)でそれぞれ開催することとなりました。

ロボットシアター、バイクのシミュレーション、テレビゲーム、パソコンなどのハイテク展示機材や各種の防災クイズ、起震車・梯子車の試乗体験などにより、楽しみながら、火災・交通事故・自然災害に対する防災意識を身につけていただく催しです。

また、防災プラザ開催に併せ、地域防災に視点を置き、広く一般市民の防災意識の高揚を図ることを目的に、10月6日(木)(会場：盛岡市総合福祉センター、テーマ：津波問題)、11月10日(木)(テーマ：豪雨)に防災シンポジウムを開催いたします。お近くの方は、是非ご来場ください。

ファミリー防災クイズの賞品当選者が決まりました

前号でもご案内いたしました上記クイズには、全国から116,586通ものご応募があり、全問正解の108,023通(正解率92.7%)のなかから、8月26日(金)損保会館において、東京消防庁猪狩神田消防署長立合いのもと厳正な抽選を行った結果、下記の方が当選されました。多数のご応募ありがとうございました。

なお、解答は、ロ：寝タバコ厳禁、ハ：電話はコンロの火を消してから、ヘ：子供だけのたき火は危険、ト：放火に注意。家の周りに燃えやすいものは置かない、でした。

●賞品当選者(敬称略)

〔特別賞・5名(ワープロ)〕

駒村清子(北海道)、村口弘子(青森県)、細野潤(岩手県)、佐藤八重子(埼玉県)、福地保(愛知県)

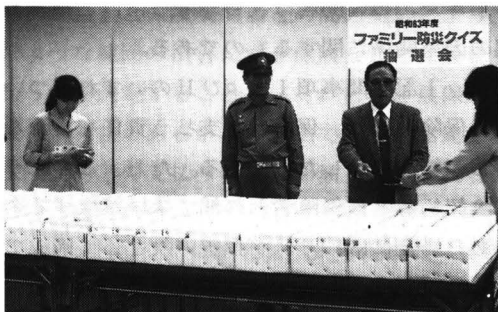
〔ラッキー賞・10名(フルオートカメラ)〕

菊池登志子(宮城県)他9名

〔チャレンジ賞・100名(アイロンドライヤー)〕

絹川てるえ(北海道)他99名

また、第17期奥さま防災博士の募集には6,172名のご応募があり、うちクイズ全問正解の方々には防災通信講座のご案内をさせていただきました。



防災研究シンポジウムが開催されました

去る8月25日(木)、東京麹町会館において、(財)NHK放送研修センターの主催(当協会は、この催しに協賛しています)による掲記シンポジウムが開催されました。

首都東京をめぐる遷都、分都、展都、あるいは多核多心型の首都改造といった首都見直しの論議の側面として、東京の大地震(直下型地震、第二次関東大地震)に首都東京は耐えることができるのか、果たして首都たるにふさわしいのか、といった問題があります。そこで、このシンポジウムは、首都問題を地震災害という視点から改めて見直すため、「大地震から首都を守るか」のテーマで企画をされたものです。

当日会場には、損害保険会社各社をはじめ各企業の総務・防災担当者が詰めかけ、パネラーの報告を熱心に聞き入っていました。



**災害絵図集一絵で見る災害の歴史一が
ビデオ化されました**

今年、貴重な資料を図書館をはじめ個人の方々のご協力のおかげをもちまして、火災・水害・地震・噴火・津波についての災害絵図集を発行することができました。さらに、この災害絵図をビデオ化することにより、現在と過去とをつなぎ、より災害の痛ましさを明確にし、防災の必要性を訴えたいと考え、制作いたしました。

このビデオは学校教材として広く利用していただくため、日本学校視聴覚教育連盟に対し寄贈いたしました。



なお、前記災害絵図集については、外国の方々にも利用していただけるように、英訳をいたしました。

防災映画「稲むらの火」を制作いたします

防災教育のあり方は、各方面で議論が交わされ、特に幼年・少年期における広範な防災教育の導入、普及が重要視されてきております。

そこで、「秋の全国火災予防運動」に合せて貸し出しを行うため、損害保険協会では掲記の防災映画を制作することといたしました。

この「稲むらの火」は、昭和9年文部省民選教材公募で当選し(作者：中井常蔵)、主に青少年に対する国語教育教材として利用されていたもので、単なる災害に対する防災手段ということではなく、防災教育上特に災害時の人間の心理・感情など精神面での様相が感動的に凝縮されております。

第27回損害保険の月キャンペーンを実施します

損害保険業界では、かねてより損害保険思想の啓発・普及の向上を図るため、日本損害保険協会を通じて各種広報活動を行ってきました。

昭和63年度も「情報提供の強化」「損害保険のグッドウィルの確保と向上」「政策的な広報の展開」の広報事業基本方策の趣旨を踏まえ、社会、特に主婦層に対する集中的な保険情報の提供が一層必要であるとの認識に立ち、第27回損害保険の月キャンペーンを積極的に業界あげて展開することとします。

今年の防火ポスターができました

63年度防火標語(その火 その時 すぐ始末!)をもとに、全国火災予防運動等に使用される防火PRポスターを65万枚制作し、消防庁に寄贈(62万枚)いたしました(表4 掲載)。

多重事故のメカニズム 高速道路の事故誘因を探る

加藤 正明

はじめに——事故パターンと誘因

交通事故の一般的なパターンとしては、構造物への衝突（中央分離帯乗り上げを含む）、遅い車・速度の落ちた車への追突、渋滞車両、停車車両への追突、並進車との接触、単独事故（路外逸脱、横転など）に大別できる。しかし、どのパターンはこうして起こっているというように、固有の特定される事故原因があるわけではなく、直接原因を生ずる前に、幾つかの先行誘因が複合され、操作遅れや誤操作を招いているのである。当然、誘因のなかには悪天候や道路環境、交通状況も含まれるが、本稿では、それらの外的条件を一括して「情報」として扱い、具体的な事例に触れながら考えていくことにしたい。

ところで、高速道路では、単独事故の発生しやすい場所と、多重事故になりやすい場所とははっきり区分けできるが、多重事故も発端は1台あるいは2台の車による単純事故であり、外的条件が変われば、単独事故も多重事故へと拡大する危険性をはらんでいることはいうまでもない。一般的にいえることは、単独事故は、交通量が比較的少なく、見通しのよい環境で起こっており、多重事故は交通の流れの変化が予測しにくく、しかも交通量の多い時に発生しがちである。交通の流れの変化が予測しにくいということは、必ずしもカーブのような見通しのよくない場所とは限らない。

また、高速道路の事故誘因のなかには、高速特有の錯視・錯覚があり、さらに意識レベルの低下による覚低走行から生ずる無意識の操作ミスも含まれる。これらについては、後に事例に即しながら説明することにした。

以上のようなもろもろの要因が複雑にからまりあって事故が発生しているわけだが、事故の第一当事者となったドライバーの証言というものは、大抵ひどくあいまいである。

「まさか、止まっているとは思わなかった」（故障車に追突するまで、走行車だと思い込んでいた）

「渋滞がこんな所まで伸びているとは思わなかった」（この先事故の警告を見ながら渋滞車両に

追突)

「急に前車に接近したので、慌ててブレーキを踏んだが間に合わなかった」(走行中の車への追突。自然加速)

「前の車が飛び出したので、つられてアクセルを踏んだら、目の前に乗用車がいた」(トンネル出口で追突)

事故の教訓に学ぶといっても、これだけでは本当の事故原因を探り当てることは難しいだろう。そこで、幾つかの典型的な事例をピックアップして、多重事故のメカニズムをみていくことにしたい。

事例1 下り勾配のカーブで玉突き事故

<事故の経過>

10月下旬の午前6時すぎ、東名高速道路上り線の静岡県小山町のバス停付近で、大型トラックがスリップして中央分離帯に激突、はね返って本線を横にふさぐ形で止まった。事故に気づいて、後続の乗用車が速度を落としたところへトラック2台が追突した。さらにその後方2か所でも追突事故が発生、大型トラック、バス、乗用車など11台が玉突き衝突を起こし、最後尾の大型トラックの



大型車が下り線より上り線に飛び込み大事故となる。

助手席の男性が即死、5人が重軽傷を負った。

<現場の状況>

現場はゆるい右カーブで、長い下り坂(勾配2.9%)だが、事故発生当時は小雨が降っていた。また、早朝でもあり、見通しは100mしかきかなかった。

<事故の分析>

マスコミ報道では、現場付近を好んで「魔のカーブ」と表現しているが、カーブそれ自体はゆるやかで(R450)、晴天時ならば決して難しいカーブではない。注意しなければならないのは2.9%の長い下り坂で、ここでの自然加速でついスピードオーバーしやすいことである。しかも、バス停の手前までは約0.8%のわずかな上り勾配が1kmばかり続いたため、うっかりアクセルを踏み込んだまま走行すると、下りに変わった途端に予想以上に加速してしまうことになる。おそらく、第一原因車となった大型トラックもスピードオーバーに



ワンボックスカーが速度の出し過ぎで横転、それを避けようと大型貨物車が橋の欄干に激突、次の4t車が横転したワゴン車に衝突しワゴン車の運転手は死亡、その後方に3台追突。



雨天右カーブでスリップした横向き車が次々と追突。13台、1名死亡。



右カーブから左カーブに変化する地点で急に進路変更し横滑りした車へ後続車が次々と追突。

気づいてブレーキをかけ、雨で滑りやすい路面状態も手伝って、バランスを失ったものと思われる。

こうした勾配の変化地点では、車重の大きい車ほど速度変化が著しいため、身軽な乗用車や空車のトラックなどは、下り坂で一気に遅い車を追い越そうとして車線変更する。その結果、上り坂で集団をつくってきた車の流れに変化が生じてくる。この時、なかには規制速度にコントロールしながら走行している車もあれば、まったく無自覚的に自然加速に任せている車もあり、車の流れ(速度)はバラバラに乱れてしまう。いわば、集団が保っていたリズムが壊れ、それぞれが勝手に、思い思いの走り方をする。ということは、お互いに、他車の動きがまったく読めないという状況になってしまう。

こうした状況下で、事例のように雨などの悪条件が加わると、状況は一段と悪化する。とりわけ明け方の高速道路は長距離運行車が多く、それだけ意識レベルの低下したドライバーも多いとみな

なければならない。

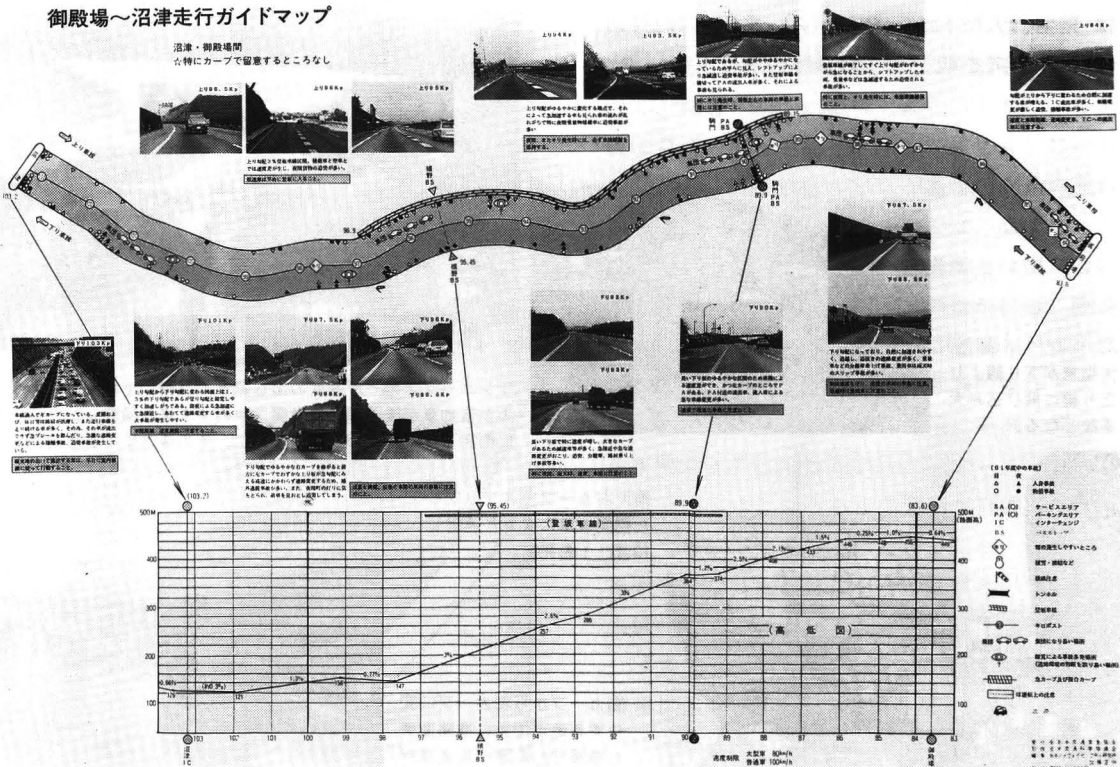
さらに、雨で視界が悪いと、視界を確保しようとして無意識のうちに顔をフロントガラスに近づけ、大型トラックなどはハンドルを抱え込むような姿勢になる。すると、背中がシートバックを離れ、ハンドル操作も不自由になり、とっさの操作が遅れたり、予測以上にハンドルを切りすぎる、ということにもなりがちである。

したがって、事例のような「魔の勾配変化地点」では、前後の車の動きに充分注意するとともに、急ブレーキ、急加速をしない運転を心掛けることが第一である。なお、勾配変化地点には、下りから上りへ変化する場所もあり、ここでは自然減速による交通のリズムの乱れから、同様な事故が多発していることも知っておかなければならない。

事例2 濃霧の中の玉突き事故

<事故の経過>

7月中旬の午前5時半ごろ、東名高速道路の上



り線・御殿場市駒門パーキングエリア付近で普通トラックが大型トレーラーに追突、これを見て急ブレーキをかけた大型トラックに後続車が追突、大型トラック8台、普通トラック7台、乗用車3台の計18台が相次いで追突し、4人が重傷、4人が軽傷を負った。

<現場の状況>

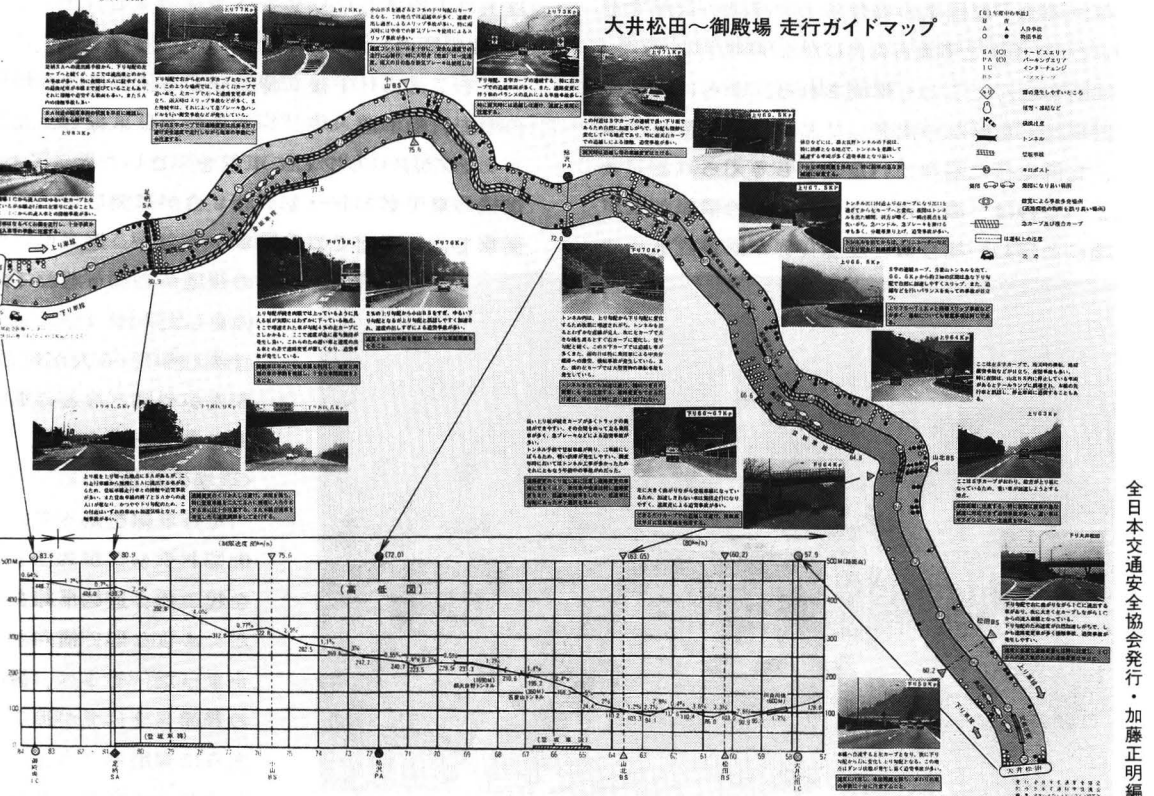
現場は裾野バス停を過ぎた辺りで、長い上り坂(3%、一部2.6%)のゆるい右カーブ、前後約7kmにわたって登坂車線が設置されている。事故当時、濃霧のため視界は約150m、しかも前日の雨で路面は濡れており、80km/hの速度規制が敷かれていた。高速隊の調べでは、時速40kmで走行していた大型トレーラーに、時速60kmの普通トラックが追突したとしているが、事故発生点は登坂車線ではなく走行車線である。

<事故の分析>

この事故では、常識では不自然に見える幾つかの疑問が残る。時間帯からみて、さほど交通量は

多くなかったと思えるが、最低速度以下の大型トレーラーはなぜ登坂車線を走行していなかったのか。視界150mで、時速60kmの普通トラックは、なぜトレーラーを回避できなかったのか。後続車もほぼ同じ速度と考えられるのに、なぜ16台も相次いで追突してしまったのか。これらの疑問に、常識的な解答を与えることは難しい。時速40~60kmでは、高速事故とはいええないだろうからである。しかし、交通事故というものは、しばしば常識の例外として発生しているといえる。

見通し、つまり運転視界150mという距離は、乗用車と大型トラックでは感じ方がまったく違って来る。視界がほぼ水平軸で構成される乗用車の場合は、白い霧の中へ飛び込む感じになるけれども、上から路面を見下ろすかたちの視界をつくる大型トラック等の場合は、日ごろから路面視界を実際以上に長く感じとっているの、前方の霧のスクリーンがほとんど気にならない。したがって、大型トラック等は、夜間や雨などで視界が悪い条



全日本交通安全協会発行・加藤正明編集

件のもとでも、平常と変わらない速度で走行する例が多い。

さらに、視界が悪いときほど先行車との車間距離をつめ、前車を誘導目標にすることで視界の安定を得ようとする。こうして、夜間走行時の大型車同士の車間距離は、10m前後しかないという調査もある。

このような大型車の視界特性を一層助長するものとして、フォグランプの使用があげられる。周知のように、フォグランプは霧の中で光の透過率のよい光源を用いた特殊ライトだから、事例の場合など一定の効用を発揮するはずである。そのフォグランプを、平常は補助ランプとして使用している車を多く見かけるが、大型トラックの場合は、約90%が装着しているものと推定される。ところで、フォグランプは輝度は高いけれども、実際の明るさはさほどでもなく、また、到達距離も短いため、勢いドライバーは直前の明るい路面だけに目を向けることになりがちである。

事例の第一原因車の場合も、ほぼ同じ状況で走行していたものと考えられ、しかも60km/hの「低速」が油断を生んだことも推測される。さらに、第一原因車は三重県から出発しており、時間帯からみて、覚低走行に陥っていたことも考えられる。

というのは、濃い霧のように周辺の情報刺激が極端にとぼしい場合は、運転視界が固定されやす

く、そのために一層意識レベルの低下を招きやすい。第一原因車が登坂車線や追越車線に回避しようとした形跡がうかがえないことから、この推測は当てはまるだろう。事情は、後続の追突車両にも共通している、とみてよいだろう。

悪天候や工事などで、速度規制が行われているときの事故の場合、その第一原因車に長距離走行の大型トラックが多く登場するということをみても、運転視界の盲点と覚低走行について、改めてドライバー教育を再考しなければならないだろう。

事例3 トンネル内の多重事故

トンネル内の多重事故といえば、9年前の東名・日本坂トンネルの惨事が思い出されるが、その悪夢が消えかかったところで、またしても中国自動車道・境トンネル(459m)で事故が発生してしまった。トンネル内は、いったん火災が発生すると、そのまま煙突の役を果たし、煙に退路を断たれ、有毒ガスで意識を失う例が多く、それだけに予想以上の大惨事となりやすい。

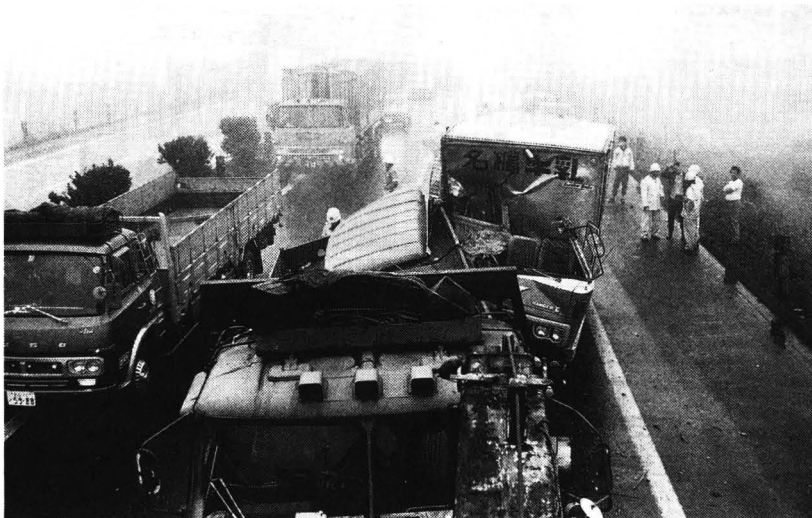
<事故の経過>

さる7月15日午後9時20分ごろ、広島県吉和村の中国自動車道・境トンネルの上り車線で、大型トラックがスリップして車線をふさいだところへ、後続の乗用車とトラック計9台が追突した。その衝撃で、先頭近くの乗用車から出火、追突車両群

の後尾から50m離れて急停車したトラックにも火は燃え移り、5人が死亡、5人がやけどなどの重軽傷を負った。

<現場の状況>

走行車線を走っていた大型トラックがスリップを起こし、追越車線をまたぐような形で横向きに止まった。そこへ、後続の普通トラックが追突、さらに乗用車3台、大型トラック4台など9台が



東名高速道路上り線駒門パーキングエリア付近で多重事故。

相次いで追突した。大型トラックがスリップを起こした地点は、トンネルに入って120 mほどの所で、トンネル進入後、約5秒ぐらいでスリップしたと思われる。50 m後方で炎上したトラックには牛13頭が積まれていたが、すべて焼死した。

＜事故の分析＞

まず、トンネル内の運転視界の特徴について考察しなければならない。トンネルは、左右の側壁、天井に囲まれた閉された道路であり、開かれた道路と違って、視界は先細りのきわめてはっきりした遠近法を構成する。特に、運転席の高い大型トラック等は、天井照明が近すぎて無用な刺激を受けやすいため、視線はいつそう下向きとなり、その結果、視界はさらに先細りとなっている。

また、左右の側壁は、運転席に近いほど（走行車線なら左側、追越車線では右側）つよい流体刺激を受けるため、できるだけ近い壁面に目がいかないような運転姿勢を保とうとする。こうして、まったく無意識のうちに、いわば一種の視野狭窄状態で走行しているとみてよい。つまり、トンネル内では、一切のムダな情報を排除し、最小限の路面視界を確保しながら走行している、というのが一般的な大型車の走行形態である。

もう一つ、トンネル内の運転視界の特徴として注目しなければならないのは、光に対する眼の順応、いわゆる明順応・暗順応である。明るい場所から暗い場所に入る場合の眼の慣れ（暗順応）は、暗い場所から明るい場所に入る場合の慣れ（明順応）よりも順応に要する時間が遅れる。季節によって多少の差はあるが、太陽光の明るい戸外は10万lx以上の明るさだが、トンネル内は200 lx（日本坂トンネル80lx）ぐらいと500分の1まで落ちてしまう。したがって、先頭車としてトンネルに

進入する場合は、注視目標が定めにくく戸惑いを感じることもある。

反対に、夜間走行時のように暗い場所から照明の明るいトンネル内に進入すると、急に周りのいろいろなものが目に入り、しばらく注視目標が定めにくく、つい側壁を見てから車線位置を確認したりする。すると、急にハンドルを壁側に向けたような錯覚を生じ、慌ててハンドルを反対方向に切ってしまうことがある。このような錯覚は、トンネル進入から安定視界を確保するまでの、わずか3～5秒ぐらいの間に起きやすい。事例の場合も、停止位置は120 m地点だが、最初のミスハンドルは100 mぐらいの地点、つまりトンネル進入後3～4秒のことだったと考えていいたろう。

トンネル内走行の、もう一つの危険箇所は、渋滞ぎみの長いトンネルの出口付近である。トンネルの路面は、中央部付近までやや上り勾配で、ここからは下り勾配となっていく。そのため、トンネル出口付近では、自然加速によって車間距離が詰まっていくのが普通である。そして、出口に差し掛かった車は、そのまま加速を利用して一気に渋滞のトンネルから抜け出そうとアクセルを踏む。このとき、その抜け出ようとする車を注視目標（誘導目標）として走行していた車は、思わずつられてアクセルを踏み込んでしまうことがある。先頭から大型車 → 乗用車 → 大型車（自車）という形



東名高速道路下り線日本坂トンネル内で多重事故。死者7人、焼失車両173台。（54年7月11日）

で追従している場合、自車と注視目標車との間に乗用車があると、追突事故となる。大型車を注視目標にすることによって、乗用車は仮性死角の中に置かれており、ドライバーの意識の中でもほとんどその存在は消去されているからである。こうして、最初の連鎖誘導による小さな追突事故に続いて、自然加速に任せて追従しようとする後続車が、車間距離がつまりすぎていることもあって、次々に追突するということになりやすい。

したがって、長いトンネルでは、途中でスピードメーターをチェックし、速度を抑えてできるだけ車間距離を開くようにするのが追突事故を起こさない（巻き込まれない）ポイントということになる。

むすび—事故の周辺に事故あり

事例でもみたように、多重事故といっても、必ずしも1か所に集中するというわけではなく、多くは最初の現場から少し離れて2～3か所に分散して発生している。だから、高速道路では常により遠くを見て、たえず交通の流れの変化を読むことを心掛けなければならない、と繰り返し教えられているのである。にもかかわらず、つい交通のリズムが乱れ、あるいは前方視界が霧で妨げられたり、注視目標が失われて視界惑乱を起こしたり、という事態に陥るといことがある。

しかし、そうしたトラブルが発生しやすい状況がしっかり認識されていれば、決して事故は回避できないというものではない。当然のことだが、なによりも自分が絶対に第一原因をつくらぬ運転を心掛けることが先決である。しかるのち、他車の事故に巻き込まれない運転、見えない危険をいかに予測するか、という警戒心をいかに働かせるかということが必要である。

「この先、何キロ事故」という電光表示を見ながら、道路が空いているからと速度を落とさずに走行し、カーブを曲がった途端に渋滞の列に追突するという例は少なくない。連続するカーブ区間では、事故発生の表示はなくても、第2、第3の

カーブではローリングを起こし事故になりやすい、ということを知っておく必要がある。

高速道路には、車の集団ができやすい場所と、その集団が崩れ、交通のリズムが乱れる（流れが変化する）場所とがあるが、多重事故はあとの集団が崩れる場所で起きやすい、とっていいだろう。もちろん、自然条件やドライバー自身のコンディション、交通状況なども影響することはいうまでもない。事故といえば、すぐ道路に原因を求めたり、ドライバーの運転操作に原因を求めるといように、単純に結論づける風潮は依然として根強いが、高速道路の「運転特性」を正しく理解しなければ、安全達成への道程は遠いといわなければならない。わけても、情報を左右する運転視界については、環境による変化（昼夜、トンネル内など）、車種による視界の差違を、しっかりと把握する必要があるだろう。

高速道路の視界特性について、一つだけ付け加えると、危険を強く意識しすぎるために、逆にその対象物に向けてハンドルを切ってしまう、いわゆる「視覚吸引作用」を挙げなければならない。たとえば、ゆるい右カーブの合流点で、進入車両をはっきり認めながら、車線変更や速度のコントロールを忘れたように、かえってハンドルを進入車に向けてしまう例がある。こうした場合、ドライバー自身も納得する説明はできないのが普通である。同じような現象として、路肩の故障車などへの追突も説明できるかもしれない。

ともあれ、無謀運転による事故は防ぎようもないが、彼らとて危険を承知で乱暴な運転をしているわけではなからう。自分は絶対に安全だ、運転が上手だ、と自信すらもっているかもしれない。しかし、もっとも大事なことは、高速道路に限らず一般道路にもいえることだが、他車の動きを的確に読みとるといふことと、変化にいかに対応するかということに尽きよう。そして、逆説的に聞こえるかもしれないが、危険からできるだけ遠ざかるためには、危険な対象からなるべく早く目を離すことが安全のポイントといえる。

（かとう まさあき／日本ハイウェイセーフティ研究所所長）

63年5月・6月・7月

災害メモ

★火災

●5・4 東京都中央区の都中央卸売市場築地市場すし種卸店2階から出火、約140店舗約1,800㎡焼失。

●5・9 兵庫県尼崎市の和光純薬工業大阪工場配送センターで火災。1棟約1,380㎡全焼。塩素ガスが流出し、約100世帯300名避難、1名軽傷。同センター1階の冷蔵室のサーモスタットが故障、温度の上昇で薬品が化学反応を起こして発火したらしい。

●5・21 埼玉県戸市の京葉流通倉庫17号倉庫2階で、溶接作業中に出火。1棟延べ2,640㎡全焼。1名死亡。保管中の野菜や清涼飲料水など約1億円相当も焼失。溶接火花が床下の断熱材のウレタンに引火したらしい。

●5・25 東京都葛飾区の民家から出火。60㎡焼失。1名死亡、2名重傷。

●5・28 東京都東久留米市の民家で火災。1棟約60㎡全焼。留守番の幼児2名死亡。

●6・6 神奈川県横浜市の本牧ふ頭に停泊中の貨物船シルバーアロー号(9,432t)で火災。積み荷の葉タバコ約1,000t約5億円相当が焼失。

●6・16 埼玉県春日部市の民家1階付近から出火。1棟140㎡全焼。2名死亡。

●6・17 埼玉県所沢市のガラス店1階から出火。店舗兼住宅と作業所計2棟276㎡全焼、隣接1棟230㎡半

焼。2名死亡、1名軽傷。

●7・11 大阪府大阪市の民家で火災。1棟延べ約660㎡全焼。隣接建物の壁など計約150㎡焼失。1名軽傷。天保年間建設の旧家で、大観の絵ら日本画も4点焼失。

★爆発

●7・3 広島県呉市の日新製鋼呉製鉄所で、熱風炉が爆発。一酸化炭素を含む大量のガスが噴出。4名死亡、3名重体、27名重軽傷。

★陸上交通

●5・2 福島県いわき市の市道で、乗用車がブロック塀に激突。3名死亡、1名重体。

●5・4 栃木県那須郡那須町の東北自動車道で、乗用車にトラックが追突、はずみでガードロープに激突、炎上。家族旅行中の5名死亡。

●5・19 千葉県君津郡袖ヶ浦町の国道16号バイパスで、センターラインを越えた乗用車が大型トラックと正面衝突。4名死亡。

●5・22 静岡県田方郡大仁町の国道136号で、右折中の乗用車の側面に対向乗用車が激突。3名死亡、3名重軽傷。

●6・2 岐阜県岐阜市の国道156号で、乗用車がセンターラインを越え対向のトラックと正面衝突、大破。5名死亡。無免許で暴走し、カーブを曲がり切れなかったらしい。

●6・8 神奈川県横浜市の新港港前岩壁から乗用車が転落。3名死亡。

●6・23 栃木県那須郡那須町の那須高原有料道路で、ホテル送迎用マイクロボスのプレーキが故障し暴走、駐車中のライトバンと壁に衝突。21名重軽傷。

●6・26 埼玉県大宮市の新大宮バイパス吉野インター付近で、乗用車がガードレールに激突し、前方のト

ラックに突っ込み大破。3名死亡。

●7・7 静岡県富士宮市の県道富士宮富士公園線で、乗用車が木に激突、大破。3名死亡、1名重体、1名負傷。飲酒運転の上、スピードを出し過ぎ、ハンドルを切り損ねたらしい。

●7・11 宮城県仙台市の国道48号で、軽乗用車がセンターラインを越えて大型トラックと正面衝突。4名死亡。

●7・15 広島県佐伯郡吉和村の中国自動車道境トンネル内で追突事故(グラビアページへ)。

★航空

●6・25 愛媛県西宇和郡伊方町の伊方原発近くの中に、米軍海兵隊のCH53輸送ヘリコプターが墜落。7名死亡。

●6・29 石川県小松市の航空自衛隊小松基地北北西の日本海上空訓練海域で、戦闘訓練中のF15J戦闘機2機が空中接触、墜落。2名死亡。

●7・10 埼玉県入間郡毛呂山町の物見山北側に、6人乗りのセスナT210R型機が墜落、大破、炎上。全員死亡。

★海上

●5・6 鹿児島県・奄美大島西約370kmの東シナ海で、貨物船プレジデントモンロー号(40,627t22名乗船)がトロール船スリアンユー号(20名乗船)と衝突、トロール船は転覆。17名行方不明。

★自然

●5・4 九州中西部を中心に集中豪雨。家屋の倒壊や中小河川の氾濫が続出。3名死亡、4名行方不明、14名負傷。床上・下浸水約6,500戸。

●7・12 福岡県豊前市の求菩提山山頂近くで落雷。登山中の行橋市立

泉中学校の1年生ら16名負傷。

★その他

- 5・20 神奈川県横浜市のバンドホテル前のマンホール内に硫化水素ガスが充満。清掃作業中の作業員ら5名が倒れ、3名死亡、1名重体、1名軽症。
- 6・23 北海道札幌市の民家で、一酸化炭素中毒で3名死亡。乗用車のエンジンを切り忘れたため、地下車庫から排ガスが室内に漏れたものの。
- 6・23 神奈川県川崎市のNKK京浜製鉄所Aバースに停泊中の石炭運搬船コリタで、搬出作業中の作業員2名が倒れ、死亡。酸欠らしい。
- 7・19 北海道千歳、室蘭、苫小牧市の小中学校で、学校給食に出された錦糸卵が原因による食中毒が相次ぎ発生。計52校5,458名の児童生徒が発症。
- 7・26 愛知県豊川市の豊川で、川遊びの父娘ら3名死亡。

★海外

- 5・1 インド北部ジャム・カシミール州立の小児病院が突然倒壊。30名以上死亡、約50名負傷。
- 5・4 米・カリフォルニア州ロサンゼルス市で、62階建てのファースト・インターステイト・ビル12階より出火。1名死亡、40名重軽傷。
- 5・4 米・ネバダ州ラスベガス郊外のスペースシャトル用固体ロケット燃料工場で爆発事故。1名死亡、1名行方不明、250名重軽傷。
- 5・5 米・ルイジアナ州ノーコのシェル石油精製工場で爆発。1名死亡、6名行方不明、42名重軽傷。
- 5・14 米・ケンタッキー州キャロルトン近くで、遊園地帰りの子供を乗せたバスがトラックと正面衝突、炎上。27名死亡、30名以上負傷。

- 6・1 西ドイツ・ヘッセン州ボンケルの炭坑で、坑内爆発事故。36名死亡、15名行方不明、8名負傷。
- 6・4 ソ連・アルザマスで貨物列車が大爆発。周囲の住宅、工場などで火災も発生。68名死亡、230名負傷。
- 6・12 アルゼンチン・ポサダス近郊で、オーストラル航空の旅客機DC9が墜落。出張中の邦人2名を含む乗客22名全員死亡。
- 6・23 トルコ・トラブゾン近くの山地で、豪雨による大規模な土砂崩れが発生。約300名生き埋め。
- 6・26 仏・アプセーム空港滑走路近くで、デモ飛行中のエアバスA320(乗員乗客136名)が墜落、爆発。3名死亡、50名負傷。
- 6・27 仏・パリのリヨン駅で、ホームに停車中の通勤電車が郊外電車が正面衝突(グラビアページへ)。
- 7・6 英・スコットランド沖の北海油田中心部にある石油掘削基地が爆発、炎上(グラビアページへ)。
- 7・7 米・テキサス州ブラウンズビル市で、スーパーなどが入った2階建てビル(延べ2,000㎡)が崩壊。14名死亡、60名重軽傷。
- 7・8 インド・ケララ州で鉄橋が崩れ落ち、急行列車14両のうち6両が湖に転落。約300名死亡、約500名負傷。
- 7・15 ブラジル・アマゾン川河口付近でフェリーが座礁、沈没。58名死亡、30名行方不明。
- 7・22 中国・四川省南部の揚子江支流で、渡し船(乗員乗客約250名)が沈没。死者・行方不明178名。
- 7・25 中国・四川省雲陽県長江で、客船雲航24号がタグボート万港802号と衝突、転覆。71名行方不明。
- 7・31 マレーシア北西部のパターワースのフェリー・桟橋が倒壊。35名以上死亡、700名以上負傷。

編集委員

- 赤木昭夫 NHK解説委員
- 秋田一雄 災害問題評論家
- 安倍北夫 聖学院大学教授
- 生内玲子 評論家
- 瓜生芳徳 興亜火災海上保険(株)
- 大塚博保 科学警察研究所交通部長
- 川口正一 東京消防庁予防部長
- 根本順吉 気象研究家
- 野村英隆 日本火災海上保険(株)
- 森宮 康 明治大学教授

編集後記

◆秋は防災シーズン!? 協会だよりでご案内のように、8月25日の防災シンポジウムをはじめ、9月には磐梯山で、大噴火100年記念フォーラム、10月以降も、盛岡、高松の防災プラザ・シンポジウムと行事が続きます。また、全国各地の自治体と共催で行う、年間60回をこえる防災講演会もこれからが本番です。このような行事が、地域の皆様の安全な暮らしに少しでも役立つことを願って、積極的に推進しています。◆今号の災害メモでも、海外の項目が18項目と多く、しかも特筆すべき事故が多くなっています。なかで、病院、スーパーの建物、鉄橋、フェリー・桟橋と、構造物の倒壊事故が4件もあります。前号防災言で、赤木委員は飛行機の老朽化問題を取り上げていますが、点検・保守は機械装置だけでなく、構造物にとっても極めて重要なことと、改めて感じさせられました。(山田)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎155号 昭和63年10月1日発行
 発行所 社団法人 日本損害保険協会
 編集人・発行人 防災事業室長 山田 裕士
 101 東京都千代田区神田淡路町2-9
 ☎(03)255-1211(大代表)
 本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作= (株) 阪本企画室

遊漁船と 潜水艦衝突 30名死亡

昭和63年7月23日午後3時40分、神奈川県横須賀港防波堤の東南東約3kmの浦賀水道で、遊漁船「第一富士丸」（154t・乗員乗客48名）と海上自衛隊自衛艦隊の潜水艦「なだしお」（2,200t・75名乗組）が衝突、第一富士丸が沈没した。付近の船舶や巡視艇が救助に当たり、19名を収容したが、うち1名が死亡。残りの29名は海中や船内から遺体で収容され、計30名死亡。乗客は、伊藤忠商事関連会社でつくる親ぼく団体の会員で、釣りサークルの催しに参加した人たちだった。

境トンネルで 多重衝突事故 11台炎上

昭和63年7月15日午後9時20分ごろ、広島県佐伯郡吉和村の中国自動車道上り車線境トンネル（全長459m）西入り口付近で、クレーン車がスリップして車線をふさいだため、後続の乗用車やトラックが次々と衝突。先頭近くの乗用車から出火、11台が炎上した。この事故で5名が死亡、5名が重軽傷を負った。

境トンネルは建設省の定めた防災基準を満たしてはいたが、強制排気装置や給水栓、スプリンクラーなどは取り付けられていなかった。

北海油田大爆発。地上最大の惨事に

昭和63年7月6日午後9時30分（日本時間7日午前5時30分）ごろ、スコットランド北東部のウイック沖約200 kmの北海にある、オキシデンタル石油所有の海上石油基地「バ

イバー・アルファ石油プラットフォーム」で大爆発。爆発は連続して起き、炎上した。死者・行方不明者は166名と、世界の海上石油基地事故史上最大となった。

パリで 通勤電車衝突

昭和63年6月27日午後7時10分（日本時間28日午前2時10分）ごろ、フランス・パリの国鉄リヨン駅で、ホームに停車中の満員の通勤電車が郊外電車が正面衝突した。この事故で59名が死亡、32名が重軽傷を負った。

リヨン駅より約500 m手前で赤信号に気付いた運転手がブレーキをかけたが作動せず、電車は時速約80kmのスピードで駅に突入、激突した。その後の調べによると、事故40分前に乗客がいたずらで緊急停止レバーを引き、電車は停車。その際に、ブレーキの圧縮空気を正常に戻さずに出発したことが原因とみられている。

刊行物／映画ご案内

防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

防災図書

災害絵図集—絵でみる災害の歴史—(印刷実費 700円)
(英訳付き1,000円)

労働安全衛生の基礎知識—労災リスクを考える—
(印刷実費200円)

電気設備の防災

リスク・マネジメント

倉庫の火災リスクを考える

クイズ防災ゼミナール

大地震に備える—行動心理学からの知恵—(安倍北夫著)

理想のビル防災—ビルの防火管理を考える—

人命安全—ビルや地下街の防災—

目のつけどころはここだ!—工場の防火対策—

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

コンピュータの防災指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

石油化学工業の防火・防爆指針

石油精製工業の防火・防爆指針

高層ホテル・旅館の防火指針

業態別工場防火シリーズ

印刷および紙工工業の火災危険と対策

製材および木工工業の火災危険と対策

織布、裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策

プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策

菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策

電気機械器具工業の火災危険と対策

染色整理および漂白工業の火災危険と対策

皮革工業の火災危険と対策

パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

酒類製造工業の火災危険と対策

化粧品製造工業の火災危険と対策

映画

絵図に見る—災害の歴史 [21分] (ビデオ)

老人福祉施設の防災 [18分] (ビデオ)

羽ばたけピータン [16分] (ビデオ)(16mm)

しあわせ防災家族(わが家の火災危険をさぐる)
[21分](ビデオ)(16mm)

森と子どもの歌 [15分] (ビデオ)(16mm)

あなたと防災—身近な危険を考える [21分](ビデオ)(16mm)

おっと危いマイホーム [23分] (ビデオ)(16mm)

工場防火を考える [25分] (ビデオ)(16mm)

たとえ小さな火でも(火災を科学する)
[26分](ビデオ)(16mm)

わんわん火事だわん [18分] (ビデオ)(16mm)

ある防火管理者の悩み [34分] (ビデオ)(16mm)

友情は燃えて [35分] (16mm)

火事と子馬 [22分] (ビデオ)(16mm)

火災のあとに残るもの [28分] (ビデオ)(16mm)

ふたりの私 [33分] (16mm)

ザ・ファイヤー・Gメン [21分] (16mm)

煙の恐ろしさ [28分] (16mm)

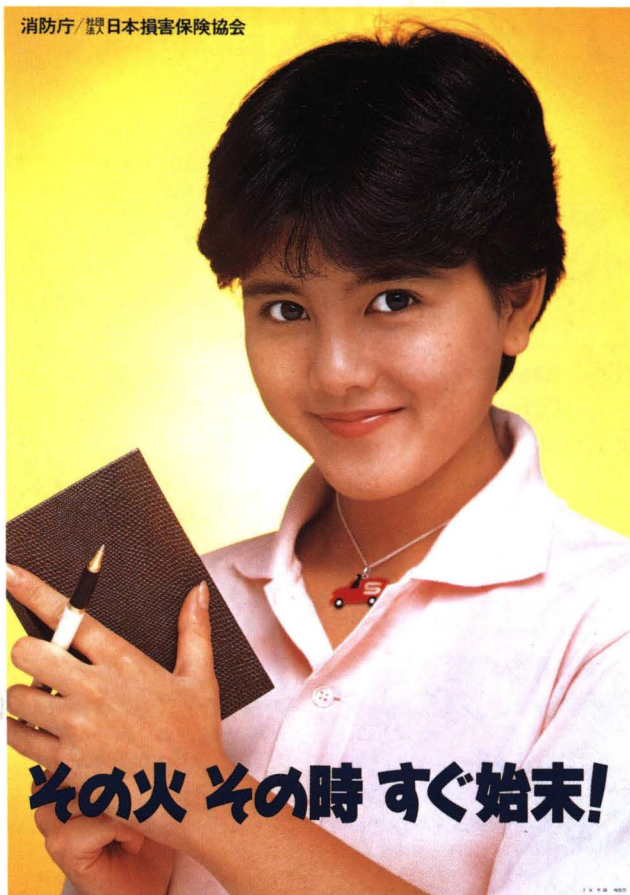
パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)
[21分](16mm)

動物村の消防士 [18分] (16mm)

損害保険のABC [15分] (16mm)

映画は、防災講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会(北海道=(011)231-3815、東北=(0222)21-6466、新潟=(0252)23-0039、横浜=(045)681-1966、静岡=(0542)52-1843、金沢=(0762)21-1149、名古屋=(052)971-1201、京都=(075)221-2670、大阪=(06)202-8761、神戸=(078)341-2771、広島=(082)247-4529、四国=(0878)51-3344、九州=(092)771-9766)にて、無料貸し出ししております。

消防庁/ 財団法人日本損害保険協会



その火 その時 すぐ始末!

今年の防火ポスターです。
モデルは土家里織さん。

日本損害保険協会の防災事業

交通安全のために——— 火災予防のために———

- 救急車の寄贈
- 交通安全機器の寄贈
- 交通遺児育英会への援助
- 交通安全展の開催
- 交通債の引受け
- 消防自動車の寄贈
- 防火ポスターの寄贈
- 防火標語の募集
- 奥さま防災博士の表彰
- 消防債の引受け

協賛 日本損害保険協会

- | | | | |
|---------|-------|------|----------|
| 朝日火災 | 大成火災 | 東亜火災 | 日新火災 |
| オールステート | 太陽火災 | 東京海上 | 日本火災 |
| 共栄火災 | 第一火災 | 東洋火災 | 日本地 |
| 興亜火災 | 大東京火災 | 同和火災 | 富士火災 |
| 住友海上 | 大同火災 | 日動火災 | 安田火災 |
| 大正海上 | 千代田火災 | 日産火災 | (社員会社50) |