

近世の三大飢饉

科学文明の発達した昭和の現代においても、飢饉は恐るべき天災である。江戸時代の天明飢饉について、まるで現代の我々を警告するかのように「太平の御代になれ、用心を忘れて、その備えを怠り、うかうかと過せば、飢饉は幾十年かごとに必ず襲いくる大難なり。平素食物を貯えること第一の心得なるべし」（和泉利平『墨海山筆』）と、平生の食糧備蓄の重要性を説き、昔からの言い伝えにもある「三年の蓄え無きは国に非ず」の教訓を、経験的に裏づけている。

ウンカ地獄の天災型・享保飢饉

昭和59年（1984年）の現代からちょうど253年前の、江戸時代は享保17年（1732年）に起きた享保の大飢饉は、西日本に甚大なウンカの害をもたらした。この年の7、8月になると、近江（滋賀県）・伊勢（三重県）から、西日本一帯にウンカの大群が発生し、大量の稲の実を食い尽くした。

この飢饉の前代未聞の有り様は、「西国表の国々、稲虫に雲霞（ウンカ）という虫生じ、次第次第に隣国へ移り、五畿内近所迄参り候、其虫後に形大に成り候、こがね虫の様に成り候、西国表方言、此虫を実盛（サネモリ）と申し候、甲冑を帯したる形にて羽あり、一夜の間に数万石の稲を食べ候由」（『月堂見聞集』）と書かれているから、ウンカの害は、実にすさまじいほどである。この計算方法をそのまま採用すると、たとえば百万石の大大名といえども、ウンカのために、わずか1月ほどで、丸裸となってしまうわけである。

浅間山の噴火で火水攻めの天明飢饉

信州（長野県）の大噴火した浅間山は、天明3

年（1783年）7月4日に、住民を火攻め（焼け石）、水攻め（河川の決壊）したうえ、天明の大飢饉に拍車をかけた。この噴火の激烈さについて、『農諭』は次のように述べている。

「浅間山自焼 斯て七月になりしかば雨にまじりて砂を降らし、或ひは風につれて白き毛の如きもの此あたりまで飛来れり。又大地のふるふ音して夜も昼も聞えけり。え（これ）はいかなる事やらに、不思議なりとて人々打より云あへり。是は信濃国浅間山の焼出しにて、其火勢の轟く音速くも響き渡りて聞へしにぞ有ける。」それから“その勢いの恐ろしさ”を具体的に述べ、さらに“焼石攻め”と“熱湯攻め”の大自然の暴威にふれ、その被害については、家屋が1,783軒、溺死者は3,078人の多数に及んだと述べている。

幕末動乱を激化した人災型・天保飢饉

江戸時代の最後の天保飢饉は、やはり大規模であって、とくに全国的な凶作はだんだんと深刻さを示し、天保7年（1836年）に始まる天保の大飢饉となった。翌天保8年（1837年）に起こった大塩の乱は、その原因を一口で言うと、やはり“飢饉”である。ほかに、いろいろな説があっても、多くはあて推量である。

天保の飢饉の餓死者は、寺院の過去帳などから計算して、岩手県のみで122,284人以上と推定されるから、全国ではこれをはるかに上まわる餓死者があったと思われる。

（国立国会図書館主査 中島陽一郎）

大飢饉たいきげんの村郷むらさとハ

食物しょくものの類るいもてハ

一品ひつぽうもかく牛馬うまの

肉にくハひも更さらあり

犬いぬ猫ねこまでも喰くそ

これこれもつひつひ命いのちと

保たもち得えびとては死し

せせもも救あまふありり



凶統圖録

洞行社藏版

四ツ足養食のタヅーを破つた天明の大飢饉——「凶流図録」より（国立公文書館蔵）

其三



凶流圖録

同社刊

予防時報

1984・10

139

目次

ずいひつ

造成地の地盤／嶋 悦三————— 6

眼の疲れを測る／武田常広————— 8

子供の安全教育におもう／岡 宏子————— 10

火災と屋内環境条件／斎藤平蔵————— 12

学校防災で考えるべき 8 つの基本要素／小出 治————— 19
——日本海中部地震の体験と教訓

1 万 1 千人の安全を織り込んだ設計／松田武治————— 26
——新国技館と防災計画

座談会 先端技術のリスクと損保防災————— 32
上田三夫／北川浩司／佐口 純／辻尾俊明／名合正二／森島 淳

自動車運転と健康／嶋田一弘————— 42

黄信号対応訓練／木島和郎／桜井英臣／古越秀明————— 48

緊急時環境放射能評価システムの構想／今井和彦————— 55

防災基礎講座

鉄筋コンクリート造建築物の耐久性／岸谷孝一————— 60

炭酸ガス蓄積による気象異変／山元龍三郎————— 66

防災言 ノーマル・アクシデント／赤木昭夫————— 5

協会だより————— 72

災害メモ————— 73

表紙写真／片山利弘

DRAWING-N-5, 1982 ACRILIC & CRAYPAS ON PAPER, 100×70cm

カット／岡 昌平

防災言

ノーマル・アクシデント

原子力発電所、石油化学プラント、航空機、船舶、ダム、DNA(遺伝子操作)などが絡む事故を分析した『ノーマル・アクシデント』という本がたいへんな評判を呼んでいる。お固いことでは定評のあるイギリスの科学専門誌の『ネイチャー』も大きくページを割いて紹介した。著者はイエール大学の社会学の教授のチャールズ・ペローで、スリーマイルズ・アイランドの原発事故の調査委員会の活動に関係し、それがきっかけで事故分析に首を突っ込み、この本を書いたという。

原因が人為的ミスと結論づけられた事故の発生過程を再検討して、その多くがシステム固有の特性に帰因していることをペローは明らかにしていき、事故との関連でシステムの特性を次の四つに分類している。

第一に、システム構成要素の結合の形が線型で、かつ結合の度のゆるい部類として、普通の組立生産ラインがあげられる。こうしたシステムでは、どこかで不具合が生じて、大きな事故にはならない。というのは、そもそも要素の結合がゆるいから不具合が波及しにくいし、仮に波及するとしても、そのつながりが線型でわかりやすいから、手を打つことができるからである。

第二に、要素の結合は線型だが、結合の度の強い部類として、ダムや船舶があげられる。この種のシステムでは、要素に不具合が生ずると将棋倒しで不具合が波及し大きな事故になりやすい。

第三に、要素の結合の形が複雑だが、結合の度のゆるい部類として、鉱山があげられる。こうしたシステムでは、要素に不具合が生ずると思ひもかけない方向に広がり、「予想できなかった」という言い訳が使われる。

第四に、要素の結合の形が複雑で、しかも結合の度の強い部類として、原子力発電所、核兵器システム、DNA、航空機、石油化学プラント、宇宙飛行などがあげられる。こうしたシステムでは、不具合が生ずると、それが直ちに広がり、その結果も予想ができないものになる。システムの特性的のためにそうならざるを得ないからである。安全装置が多重に組み込まれていても、システム全体がどんなふうにも崩れていくか予想しきれないから、安全装置もうまく働くとは限らない。

最近はこの第四の部類のシステムが多くなり、起こるべくして起こる当然の事故が増えてきた。ペローが「ノーマル・アクシデント」というのは、「当然の事故」という意味である。

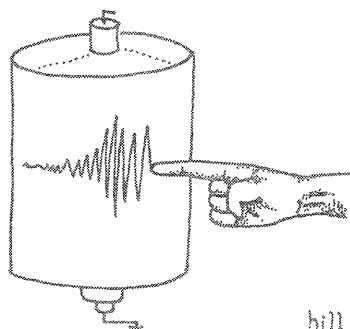
赤木昭夫

NHK解説委員
本誌編集委員

造成地の地盤

鳴 悦三

東京大学地震研究所所長



私はかつて、東京都23区の予想震度マップをまとめたことがある。これは、表層地質の横波速度が、そこでの増幅特性を支配するという経験法則を利用して、ローム層地盤を基準として、他の地盤での揺れの度合いを定量的に求めたものである。これによれば、最も揺れやすい所と揺れにくい所では震度にして0.5程度異なることになる。幸い、この予想震度マップは各所に受け入れられ、震災対策の基礎資料として活用されているが、これを契機として他の都市でも同様な考えに基づいたマップが作製されつつある。

東京都多摩地区でも同様な図がまとめられているが、幾つかの問題点が残されている。その一つは、23区の場合と共通であるが、地形の影響を無視していることである。これを考慮することは、特殊な場合を除いて解析的には困難であるからやむを得ない。有限要素法を用いて解くことは可能であるが、すべての場所についてこれを行うには、費用も日数

も大変なものであろう。その2は、多摩ニュータウンを初めとした造成地の取り扱いである。1978年宮城県沖地震の際には造成地で大きな震害が出て、社会的にも問題になった。最近の住宅事情が厳しいこともあり、大都市周辺では造成地が急速に増えつつあり、地震時におけるこれら造成地の安全性の検討が急務となったのである。多摩地区の予想震度マップ作製時に得られていた造成地の横波速度の実測は2例しかなかった。そのため、横波の平均速度80m/secが造成地盤を代表するものとして図を作製した。

地表層の横波速度が遅ければ遅いほど、そこで予想される震度は大きくなる。これは明らかにオーバー・エスティメイトであると思われるが、安全側をとるとの方針に基づいてなされたのである。多摩地区の地盤は、洪積世、または第三系の堆積物と考えられているので、その横波速度は、遅くとも200m/secを超えていると思われる。これを削って盛土するのであるから、当然のことながら、乱されることにより横波速度は低下するに違いない。しかし、それが80m/secにまで落ちるとは考えにくかったのである。

幸い、昭和58年度に文部省科学研究費の配分を受け、上記の問題を検討する機会を得た。東京都の関係者の協力も得て、造成前の地形

ずいひつ

がよくわかっている造成地を実験場として、ボーリング調査ならびに速度検層を実施して地盤構成を把握し、二次元有限要素モデル化を行った。

この造成地は、正弦波形の地形であったのを、山を削り、谷の部分を埋め立てたものである。速度検層の結果によれば、もとの地盤（つまり乱されない地盤）での横波速度は予想どおり240～260m/secであったが、埋め土の横波速度は1か所が130m/sec、他の2か所は170m/secという値が得られた。自然の地盤を乱して埋土した結果、その横波速度が5～7割に低下したのである。地盤の剛性率でいえば、 $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$ に落ちたことになる。このような造成地を地震が襲った場合どうなるであろうか。これを確かめるために、さきに求めた二次元有限要素モデルの直下からパルスを入射させて、造成地盤上各所でのレスポンスを求めた。

自然地盤の上では波形は非常に簡単である。しかし、造成地盤上では、下に凸に傾斜した部分で生じた二次的な波が水平方向に伝播していくのが認められた。このような傾斜部分は両側にあるので、おのおの反対方向に進む波が生じ、これらはお互いに干渉し合い、さらに一方の傾斜部から他の傾斜部に伝播した波は反射して再び反対方向に伝播していく。

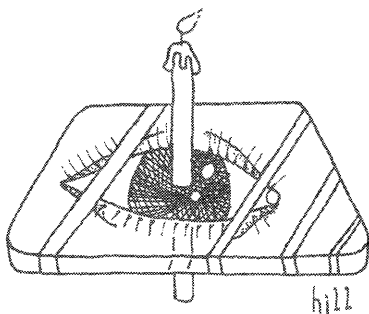
この有り様が何回か続くので、造成地盤では、自然地盤に比べて、長い間揺れ続けることがわかった。現実の地震時にも当然同じ現象が起こるであろうから、造成地盤上での安全性は自然地盤上に比べて低いということが出来る。ただし、これはこの場所での比較の問題であって、この造成地といえども、横波速度でみる限り東京都23区のローム地盤とほぼ同程度か、あるいはやや良い地盤と考えられ、東京全体でみるならば、決して悪い地盤であるとはいえないのである。要はどのような土材料を埋め土に使い、どのように締め固めるかの工法にかかってくると思われる。

また、今まで増幅特性を調べるには、その場所で近似的に平行成層になっていると仮定して、地表でのレスポンスを調べていた。今回の結果によれば、従来の方法で予測される周波数にもピークがみられるが、平行層近似では予期できない周波数の所にも大きなピークが見られることがわかった。これは先ほど述べた二次的に発生した波によるものと思われる。今後、予想震度マップを改善していくためには、このような点も考慮すべきであろう。それにしても、前回の調査で得られた横波速度80m/secというような弱い造成地盤もあったことを考えると、さらに調査地点を増して、実態を調べる必要があるであろう。

眼の疲れを測る

武田常広

製品科学研究所主任研究官



情報化社会の急速な展開に伴って、V D T (Visual Display Terminal: C R T表示装置付きのコンピュータ端末やワープロ) を長時間見続ける作業をする人たちが急増しているが、その人たちのなかから、目が疲れる、視力が低下した、めまいがするなどの症状が多く訴えられ、新たな職業病、または情報化社会における公害になりかねないと懸念されている。C A I (Computer Aided Instruction) やパソコンゲームに没頭する若者まで考慮すると問題は深刻である。欧米では、この問題は70年代後半からかなり広く認識されてきたが、我が国においても最近ようやく認識が深まり、マスコミにしばしば採り上げられたばかりでなく、通常国会でも採り上げられ、政府としての対応が問われ始めている。

西ドイツ、スウェーデン、アメリカ、オーストラリア、カナダなど、各国ではすでに政府または学術団体によって勧告が出されてい

るが、160項目以上あるとされる疲労要因に関し、定量的な内容が示されているのはわずかである。しかも、具体的な数値で出されている照度を例にとると、最低照度がオーストラリアの200ルクスからロンドン大学グループの500ルクスまで実に2.5倍もの差があり、最高照度でも、500ルクスから750ルクスまでの幅がある。勧告によっては、最低照度と最高照度が同じになるという状態である。労働省は本年2月、V D T作業環境、作業編成に関する勧告を出し、通産省も、59年度末にV D T機器に関連する勧告を出す方向で作業を進めているが、このような状況から、きわめて大雑把な暫定的とならざるを得ない状況である。

V D Tの健康に及ぼす影響について、各国において大きな関心が抱かれつつも、このような状態にとどまっている主な原因は、上記の問題を解析する方法が、アンケート調査、フィールド調査などの解析が主であること、また、実験室における研究にしても、フリッカーテスト(点滅する光点の点滅周波数を上げてチラツキが感じられなくなる周波数を測定する)、近点・遠方測定(物がハッキリ見える範囲の中で、一番近い物の位置を近点、一番遠い物の位置を遠点という)など、被験者の主観的な応答を要する自覚的測定法に頼らざるを得ないことにあると思われる。

西暦1600年ごろ、ガリレオは助手を数km先

ずいひつ

の小山に立たせ、彼の灯火を見た後、助手に灯火を提示させることによって、その間の時間を計測し光の速さを測定しようとして失敗した。しかし、今日では人手を排することによって光の速さは8ケタ以上の精度をもって測定可能となっている。VDT作業の人体への影響度の測定法も、ガリレオ時代の状況にあるということができようであろう。次なるステップは、自覚的測定法に対し被験者の応答を必要としない他覚的な測定法を開発し、より統制された測定を積み重ねることであろう。しかもVDT問題は、そのすそ野の大きさから、将来多数の研究者が参入し、かなり短期間に手法を整備し、人間工学的にも大きなインパクトを与える可能性があると予想される。

以上のような観点から、製品科学研究所では、1983年度から、工学・生理・心理系の研究者からなるVDT問題研究会を発足させるとともに、VDT作業による目の調節機能の変化を他覚的に測定する装置を開発し、同装置を使用して測定を行っている。調節とは人間が物を見ようとして目の焦点を対象物に合わせようとする機能を意味するが、VDT作業では、画面・キーボード・原稿という視覚特性の大幅に異なる物を次々と見ることにより、この調節機能が最も大きく影響を受けるのではないかと推定されてきた。しかしながら、従来のような自覚的な測定法では、測定値の信頼性に欠け、しかも測定時間がかかる

ために、大量のデータが採れないという問題があり、確定的なことが言えなかったわけである。

今回開発された装置は、測定器の中の指標の動きに追従する目の焦点移動がオンラインで計測することができ、VDT作業前後の調節能力の動的な変化を明確に計測することができる。疲労による調節力の変化は、視標の急激な変化に対する反応に顕在化し、(A)反応を始めるまでの時間の増加、(B)焦点を合わすまでの時間の増加、(C)近点近傍へ焦点を保持しておくことが困難になる回数の増加、(D)物体位置と実際に焦点を合わせた位置の誤差の増加(ハッキリ見づらくなる)、(E)まばたきの増加、(F)遠方に焦点を合わせることに困難になる回数の増加(一時的な近視化)、などといった特徴ある反応として現れてくることが明らかになった。

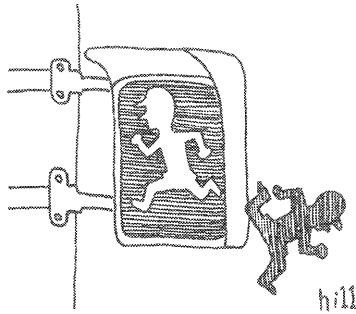
このように、VDT作業による疲労の他覚的測定法の基本的な手法が確立したので、これからは、この手法を用いた様々な要因の定量化、評価方法の改良、新しい測定装置の開発などを進めていきたいと考えている。

ところで、VDT問題の研究は緒に就いたばかりであり、不明な点ばかりである。VDTの普及の速さを考えると、問題を放置して社会的な問題にすることは許されないと感じる。こういった問題に対しても欧米と比べ、日本の対応の遅さが痛感される。

子供の安全教育におもう

岡 宏子

聖心女子大学教授



「人間というのは、矛盾にみちみちたことをするものだなあ…」というのが、近ごろ、何かにつけて私の胸をよぎる思いであり、交通安全の問題についても、それは例外ではないのである。

人間が知恵をかたむけ、技術を革新し、これでもかこれでもかと、精巧にして、かつ便利なものを次々と生み出し、つくり上げていくことは、まことに結構なことのようにもあるが、それがまた、必ずとっていいくらい人間に問題をもたらす種を、他方ではまき散らすことになる。交通機関の現在の発達も、まさにその一つ。便利で早い高性能の交通機関が、我々が住み生活する空間に縦横に走り回っていることは、人の生命を脅かす悲惨な事故の種となるし、特に、そんな空間のなかで子を育てるということには、幾つかの矛盾を含む大きな問題を提供することになるのである。

人の智慧やその創り上げた文化がいかに高度なものになろうとも、生まれてくる子に、それを既存の能力として備えさせるような文化の伝え方はできない。子は、相変わらず未熟の状態生まれ、成長と共に、可能性としてのみ与えられている、いわば潜在的な能力、技能、知力を育てられ、習得していかなければならない。そんな子の未熟にとって、その能力を育てる場、その生活空間に複雑かつ高度に精巧な、また高性能をもった機関があることは、子の人間性の開発にとっては、あまり良い条件にならないのである。

二本足で立つことはおろか、首もすわらず生まれてくる子は、特別な学習を必要としない成熟因子の強い運動能力を展開させるに当たっても、その能力を洗練させるためには、使わなければならないことは当然である。事実二本足でやっと立ち上がり、二本の手を体を支えることから開放されるや、子供はこの手を使って、あたりをいじり回し、立ち上がった足はそこから中歩き、探索をはじめるのである。発達しつつある能力は、使いたくてたまらないのである。しかも、その能力はまだ洗練されていず、周囲の環境の危険や、そこにある文化的道具の性能についてのわきまもない。子供は、いつの世にもこんな状態におかれながらその能力を使い、習練し、発達させてい

ずいひつ

くことになるのである。

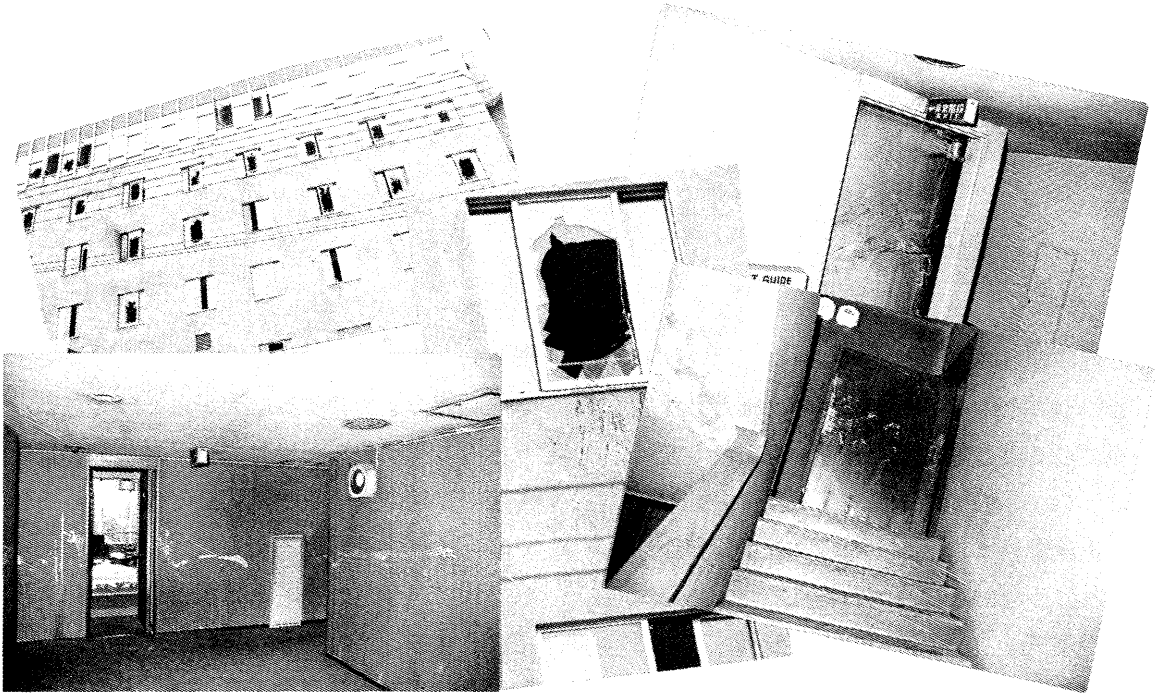
ということになると、子供の、たとえば、今例にしている運動能力をできるだけうまく伸ばしていく習練は、危なくない空間の広がり、危険でわけのわからない文化的道具が少なければ少ないほど、使いたくてたまらない活動の展開を、親は笑いながら見守ってやることができるのである。そして、活動させるべき空間の狭さと、高性能の交通機関の横行で、我々の居住空間は未成熟の子供の活動を習練すべき場所ではなくしているのである。そこで、危ないからダメ、という禁止がやたら増えるか、または無関心の放置が事故に結び付くことになってしまう。

さらに、その上、今や家庭の生活の道具となった車は、家庭の玄関から子を乗せて走り子の足の代行者となる。家の中では、その他数々の道具が、かつては一人一人の家族が、親も子も自分の手足を動かして行った行動の幾つかを道具に代行させ、人はスイッチを入れ、ボタンを押すだけでいいという事態も増えている。人はますます生きるために自分の手足を使わない。しかし、一度、外に出て自分の足で歩き行動する時は、高性能をもち人力に比すべくもないスピードと破壊力をもった交通機関と共存するため、瞬時の注意と、それらの性能についての洞察力と、そして判

断と共に機敏に効果的に動作することのできる運動能力を駆使する必要があるのである。

自らつくり出した道具に自分の活動を代行させて習練の機会を失い、その横行する空間では、まったくわきまのない未熟な活動しかできない子供は、心と体を使って習練する活動をするを許されない。そして、しかも、その中で生活行動するには、その機関のなかった時よりも、もっと俊敏な活動ができるような能力が要求されるというのは、何と矛盾にみちたことではなからうか。

このような事態にあつて、「子供の安全教育」が大きな声で叫ばれ、当事者によって数々の企てや催しが行われる。幼児やその母親への交通機関の情報提供や、子供の興味をひきつけるような人形を使ってのデモンストレーション、等々もその一つである。もちろん、この種の安全教育は、子供の交通安全にとって必要かくべからざる教育である。しかし、私は、このようないわば直接の交通安全を教えることと共に、今述べたような人間の基本的能力を育てることについての矛盾にみちた現代社会の状況をふまえての、間接の人間の能力育てに、もっともっと関心をもたれてしかるべきだといいたいのである。この矛盾をどうして切り抜けるかの工夫、それが交通機関をつくり出した人間の義務のように思う。



火災と屋内環境条件

齋藤平蔵

1 はじめに

建物内で火災が発生し、その火災が続く、または延焼するためには、それに必要な物理的・化学的条件が必要で、これを外せば消えてしまう。たとえば、空気の補給や炎からの放射遮断などである。一方、燃焼が継続している空間では、それに伴い発熱と酸素消費が起こり、さらにそれが原因になって生ずる上昇気流（通常、煙と呼ばれる）と廃ガスの発生が必ず起きて、屋内環境が人に害を与える。これらは一連の科学によって容易に体系化できるはずなのに、技術が進み過ぎたせいか、かえって基本のところを見落としがちである。言葉を裏がえせば、一般に見落とされている大切なことがあると、私たちは思うのである。

本誌で「戸を閉める」と題して、建物火災が発生したとき、防火戸やダンパーを閉ざすことの重要性を述べたことがある（1983、Spring号）。筆者はここ10年以上同じ主旨で、機会あるごとに採り上げているのであるが、実は、同じ内容を、Fという火災専門機関誌で述べたのが本年5月号であった。そして今回7月号が送られてきて、中に韓

国の大亜観光ホテル火災の要約という記事が目にとまった。問題点の指摘に、うれしいことに「(1) 屋内階段に対する防火戸(出口ドア)は開放されていたので、火災と煙は急速に他の階に拡大し、かくして人々は容易に避難することができなくなった」(原文のまま)と問題点指摘の(1)項めに挙げているのではないか。(2)項めが防火ダンパーだ。別館から本館に火災を導いたオーバブリッジの無届工事や、スプリンクラーがあっても効を奏さなかった事実などはずっと後の方に記してあった。

瞬間、私は大変うれしかった。やった！今まで私たちが言ってきた考え方が届いたのだと、正直いってそう思ったのである。日本で事故があるたびに、どこが悪くてそんな事故が発生したのか議論がわくが、得てして答えがないときはとんでもない話に陥りがちであり、法に照らして、加湿機やスプリンクラー不備になっていくが、これは悪いことには違いないが、しょせんそれは防災の態勢からは最重要事ではない。第一、中央式空調(機械室を設けてある本格空調)保健に要求される加湿義務(注：冬の湿度に法が介入するのは日本のみで、昔ながらのラジエーター暖房が今なおあることをみれば、この規制は科学的でないことがすぐわかる)とか、既存建物にスプリンクラーをそ及するのは世界のなかで日本だけの特異な例である。それほど日本の建築は火災に弱いのかと思わず慨嘆するわけであるが、その火災に弱い原因が、防火区画の穴埋めと、火災になったときに戸の閉鎖をだれ一人として行わないことこそ、諸悪の根源であると我々は考えているのである。それをすっばかして何たる現状であるかと内心嘆いていたのだから、戸を閉めることが第一の指摘事項に上がってきたことをいかに私たちが喜んだか、ご想像いただけたらと思う。ところが、その喜びはつかの間であった。その記事を最後まで読んでかく然としたのである。なぜなら、その文章の最後にこう書いてあったのである。

「(注)本稿は韓国火災保険協会からいただきましたレポートを要約したものです」(原文のまま)つまり、日本人の書いた指摘ではなかったのだ。

今回の大亜観光ホテル火災を含めて、日本人が報道してくる度重なる韓国の火災の印象は、ベニヤ板で内装された高層建築というイメージで、それなら日本のホテルニュージャパンと同じだと思っていた。そのホテルニュージャパンに対しての新聞ならびに火災関係者の記事は、筆者を含む数人が書いた記事だけが例外らしく、ほかは戸のことに触れていない。それだけに、韓国保険協会のレポートが日本とは異なり、すなわち、アメリカ仕込みの正道をいくものだというように私たちの目には映ったことを訴えたい。

前置きが大変長くなった。火災は人類が火を使う限り起きるだろう。そのとき、建物火災の防災の組立て方は、いうまでもなく次のとおりである。

- (1) 小さい木造の家の火事は、それと知って人は外に飛び出すだろう。隣家との間に距離があれば、放射熱も距離による逓減効果で、一棟だけの火事ですむ。だから、ひたすら水をかけて消火を呼び掛ける。また、火の用心も呼び掛ける。
- (2) しかし、市街地では隣棟との距離がないから、延焼防止上外装工事を定め、法が介入して行わせる。法律は個々の家が燃えないことをいっているのではなく、延焼なのだ。むしろ、そのために、家の中は危険になっている(後述)。
- (3) 火事と知っても外に逃げられないほどに広い家は、逃げようとしても逃げられないから、ある大きさ(500~1,500㎡)ごとに延焼防止の防火区画を設けるように法が介入し、防火区画ごとに防火上別の家とみなす。出火とともに人々を当の防火区画の外(屋外か、または隣接防火区画)に逃がす。

- (4) 著しく大きい家では、法はさらに焼け落ちない耐力を要求する。これが不燃建築である。

以上が多少の不足はあっても、とにかく建築防火の骨格の説明である。要は不燃建築の火災では、まず崩壊しないことを前提に、防火区画内が燃えるのはやむを得ない、しかし、法が防火区画ごとに、防火上独立家屋であると見なした信頼にこたえ、逃げ込んだ人の生命を守らねばならない。それには延焼と煙の伝ばが他区画に及ばないように

努め、それでももし、実火災で延焼と煙の流入があった時は、それこそ新聞や研究者を挙げて、約束違反だと糾弾討議すればいい。

以下、その基本で一部前回と重複するが、この小文をまとめようと思う。

2 火災と室内環境

まず火災に伴って、家の中に何が起きるのかを述べておく。

図1は、火災に伴う室内性状の変化である。注目すべきは、火災初期における酸素と一酸化炭素の関係である。我々の環境工学分野で裸火を室内で燃やしたときに、空気中の酸素が19%、すなわち清浄な空気に比べ酸素が1割減ったときに、火は不完全燃焼を始め、一酸化炭素が出始めるという常識（もとは吉沢晋氏の実験）とよく符合していることである。燃焼発熱1,000kcal(プロパンガス、天然ガス、灯油、いずれも約0.1kgの燃焼に相当する。練炭や木材では、大体0.2kg見当)当たりに理論空気量約1m³であるが、室内に理論空気量の約10倍の空気が最小限残っているか供給されないと、一酸化炭素中毒者がでるおそれがあることになる。

例1：毎時9,000kcalのガス湯沸かし器(小型瞬間湯沸かし器)を使う室の安全最小換気量は $\frac{9000}{1000} \times 10 = 90 \text{ m}^3/\text{h}$ で、建築基準法の火を使う室の換気規制では、余裕にこの4倍を要求している。

例2：酸素の容積比は同じ21%の新鮮空気であろうとも、気圧が1割減ると、酸素の絶対量は1割減る。このようなときに、世の中には不完全燃焼をする機器があり得ることは容易に想像できる。たとえば、軽井沢(海拔1,000mだから約1割気圧が小さい)などの高地では、器具選びや初期火災に注意が必要なのかどうか知りたい。

ともかくも、火災が起きたとき、このような状態(酸素が1割減る時期)になる以前にこれを発見し、消してしまうか、または室外に脱出し終われば、一酸化炭素中毒は免れる理屈である。参考

に、通常いわれる酸素と一酸化炭素の単独の状態での人体影響は下のとおりである。

酸素は15%以下で、逐次呼吸困難。7% (新鮮空気の $\frac{1}{3}$ に相当)で死亡。一酸化炭素は0.05%1時間で頭痛。0.6%10分で死亡する。なお、一酸化炭素を多量に吸っていた人が急に新鮮空気を吸うと、その場所(実際は布団から立ち上がった所、あるいは部屋を出た所)で卒倒するから注意が必要。

だから最盛期の煙中の一酸化炭素が約5%(図1)とすれば、この煙が流れてきたら、煙を約100倍に希釈しなければならない。

最近では、プラスチックの燃焼で出る塩素(塩ビの燃焼)、青酸ガス(ウレタンの燃焼。ウレタンは寝具やクッションに多用)が問題になるが、これらは、寝タバコで火事を出す不心得者が直接吸って失神するときは重大でも、本論が扱う一般大衆の避難活動では、一酸化炭素の方が問題なく重大である。

密閉空間で酸素が燃焼に使われ、清浄空気の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ に減ると人も死ぬが、同時に、小火以下程度の火災では、炎も小さくなってそのうちに消えてしまうと考えられている。たとえば、ダクト内が火災になったとき、これが一番いい。ただし、図1で、最盛期には酸素がきわめて少ないのに燃焼(火災)が続いている理由は、すでに壁体が高温(400°C以上)になっていて、材料は熱分解されてガス化が続くからである。このような高温に達する以前に、人が外に出終わり、もし戸やダンパーを密閉できれば、最近の気密かつ難燃化の進んだ近代建築ではひとまず一段落であり、もちろんス

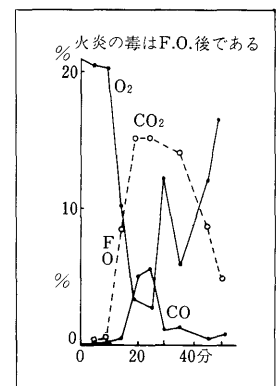


図1 赤羽台実験

プリンターがあればその前に消してしまう。

しかし、スプリンクラーもなく、室内空間もよほど小さくない限り、戸を閉めても必要な酸素は残っているから、燃え種があればフラッシュオーバーが生じ、薄い窓ガラスは割れると一応思っていないければならない。フラッシュオーバーとは、火炎(1,000~1,200°C)が大きく育ったための放射熱で室内材料表面が加熱され、可燃ガスが生じ、ガスが引火して約800~1,000°Cになる現象(したがって、体積は約3倍に熱膨脹する)である。だから、もし炎が危険な大きさに育たないように設計されている建物(壁にベニヤ板を用いるのが最もいけない)では、フラッシュオーバーはなかなか起きない。したがって、そのような家では落ち着いて初期に火を消すことができる。しかし、いったんフラッシュオーバーが起きた後は、火災室から噴出するガス(煙のこも)は猛毒をもっているから、遅くなり過ぎない間に戸を閉ざし、煙漏れ防止に全力を注がねばならない。たとえば、木製の戸は可燃性だから、逃げる時閉めても無駄なようにいう人がよくいるが、それは甚だしい誤りである。焼け抜けるまでの数分間は充分貢献するからだ。その間に避難できる。

3 フラッシュオーバーまでのタイミング

前項では、フラッシュオーバー以前なら、一般に室内も、室内から漏れ出す煙も、人にとって無害ないしは無害に近く安全だと述べた。

図2は、フラッシュオーバーまでの安全時間推移例で、昭和48年釧路オリエンタルホテル火災を再現して示したものである。この火災の壁はアコーデオン式ベニヤ板製仕切りで、壁の隅角部の所にあった売店で、電源をすでに切っている電気ヒーターの上にボール箱を置いて、夜間出火したと考えられている。したがって、図2の有炎着火の前に長い燻焼時間があることになるが、煙感知器があればもちろん感知する。この例ではそれが無いから、人が気付いたのはホールの一画で仮眠していたボーイ(2人)で、パチパチという音

と辺りの明るさなどで目覚めたことになっており、熱動スポット型火災感知器の発報は、実験推定でもこれより後になっている。天井が高めの室、空調している室、出火場所が物陰の室であれば、火事と気が付くまでは、図2と大体同じような時間経過になるだろうから、標準防災計画に使えると思う。

本論は、出火——消火断念——避難——避難誘導——消火救出……について一連の動作を、屋内環境の観点から論ずるのが目的である。この目的に添い、まず初期段階について図2をみると、次のようなことがわかる。

第一は、煙感知器がない家の、発見してからフラッシュオーバーまでの時間的余裕は、特別設計した家でない限りは2分程度だろう。この持ち時間で、フラッシュオーバーに備えて、すべての戸を閉め終わらねばならない。しかし、消火は駄目だと思ってからフラッシュオーバーまでは数秒しかない。この時間の感覚を関係者に頭に入れてもらい、人の配置も考えてもらわねばならない。なかでも肝心の戸閉鎖は、自分たちがやるのか客がやるのか、自然に閉まるのか。その家ごとに明確な方針を立て、一同に、あらかじめまたは火災中に、呼びかけてもらう必要がある。

第二は、運悪くその建物に居合わせた者の行動である。火事が発生した区画内の人は、遠くにある管理室の人が、熱感知器で知る時刻よりも早く異常を知っているであろう。とはいえ、奥まった部屋(暗室・重役室・コンピュータ室……)の人

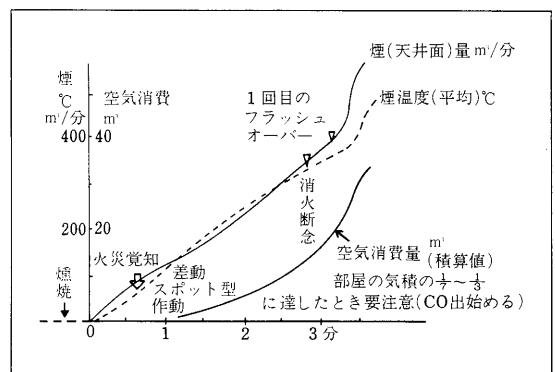


図2 火・煙の拡大のモデル化
(オリエンタルホテル鑑定実験による)(辻本)

は知らされないから、火災感知器で地区ベルを鳴らすことは有効だと思う。ところが、煙感知器の出現で、あまり敏感過ぎるためか、かえって地区ベルを鳴らさなくなったのはいかなものだろうか。そののみか、煙感知器作動後、人を使って確認しているから、真の初期動作は、煙感知器の採用でかえって遅くなってはいないか。少なくとも、確認にきた人は火事とわかればまず地区ベルを鳴らす習慣が大切のように思う。

私の知る限り、日本の過去の火災で、火を出した区画の人が逃げ遅れて焼死した例はほとんどないから、地区ベル無用論に陥りやすい。ただし、例外となるのがホテルニュージャパンの火災である。Y字型プランの最も風圧のかかっている室で出火、戸を開けたまま逃げるからアツという間に煙が廊下を流れ、火元の区画から多数の死者が出ている。ホテルニュージャパンがいかに異常であったかわかるわけで、本来ならそれに一言ふれるべきだが、紙面の都合でそれを割愛すれば、それ以外は、出火した近くの人は、前述のようにいち早く火事と知って逃げてしまう。その代わり、上方階の人が死ぬ。これをアメリカの例と比べると、アメリカでは上方階で死ぬ人はいない代わりに、出火した階で死人が多い。その理由は、日本では戸が常時開放、しかもそれを閉めないで逃げる。その結果、階段が排煙設備の役をするからである。アメリカは日本の例と逆で、出火階に限らず常に階段の戸が閉まっていて、もし出火室の戸を閉め忘れて廊下に出ると、人々は廊下で煙に閉じ込められるからと考えられる。もし日本で今までどおりのクセが続き、煙感知器で中央管理室から人が飛んできて、避難誘導するという想定はあまり有効ではなく、熱感知器（熱動ならば誤報はめったにない）で地区ベルを自動吹鳴、ただし、戸の閉鎖を人間が呼びかければすむのではないか。

しかるに、日本人は戸を閉める習慣がないからというので、法は煙感連動の戸自動閉鎖を強制したけれども、このことがマスコミに報道されていないのではないか。一般に、煙感のタイミングは、人の避難より早いだらう。しかも、出火室は戸を

閉めないで逃げるから、今度こそアメリカのように、火災階の廊下で煙に閉じ込められる可能性が生じる。よって事前のPRが必要だ。場合によっては、戸の閉鎖の意味が伝わっていないため、群衆誘導と称し閉まる戸にくさびをかう可能性があり（実例がある）、なんにもならない。

参考までにここで触れると、昔の木造住宅の火災では、焼死者が出るなどという事故はめったなことではなく、それは周知の事実である。これは透き間だらけの家だから、煙（廃ガス）が人間に危険な濃度まで達するより火事と知る方が早かったからである。ところが、市街地の木造建築は、隣家との延焼防止上、モルタル塗にしたため気密になって、家の中で煙死者が出るようになった。すなわち、家を安全にして死者（危険）が増したのである。それに似たことが、不燃建築内で階段戸常時閉鎖、防火区画戸煙感連動閉鎖としたことによって起きるのではなからうか。すなわち、家を安全にしたために、かえって死者と危険は増えないか。

4 火災階の煙

煙の毒の変化は、すでに図1を用い一般例を示した。煙の量については、よく火災実験で行われている。しかし、一定の大きさのオイルパンなどによるものなので、図2には釧路オリエンタルホテル火災を再現し（隅角部の火災）、およそどれぐらの速度で煙（この実験は天井高さ約3m）が増えるか（天井にたまるか）目安を示しておいた。これらの煙が天井の下面にたまり、やがてあふれていく。

筆者らが廊下に煙を流したときの実験でも、明らかに天井下を流れる煙の厚さ、流速は煙の温度（詳しくは煙と空気との温度差）の関数で、温度が高いと煙は天井に添って勢いよく二層流の状態で流れるが、温度が低いときは（100°C以下だと急激に）ゆっくり、モヤモヤした煙になる。だから、建物の排煙の模擬実験で単に発煙筒をたいて様子を見ようとする人がいるが、火災時とは似ても似つかぬ状況で、注意が要る。

ところで、煙が 100°C 以下では床まで降りてくるとい性質は重要である。たとえば、地下道や地下街トンネルで天井面がコンクリートむき出しだと、煙は初め天井下面を流れていくが、やがて冷やされて床まで降りてくる現象がよく見られる。同様にして、消火目的で注水すると、低温の煙が多量に出てきて床まで降下する。初期消火時の煙は毒がないからまだいいが、消防隊の消火はフラッシュオーバー後だから、視覚的に退路遮断だけでなく、猛毒煙が人の目鼻の高さを襲うという意味で重大である。

そのために、避難者がまだその階でウロウロしている間は、消火より、ひとまず閉めた扉を開けないで保つ（木製であろうとふすまであろうと）ことの方が大変重要なはずだ。アメリカで使っている標語 close the door behind you は、逃げる人にはもちろん、消防関係の方々にも守っていただくかねばならない。

5 上方階の煙と避難者救出

上方階の人がにおいて火事だと知った話は枚挙にいとまがないが、多くの論者は、火事と知ったら直ちに避難すべきだと説く。小生だって不本意ながら恐らくそうするだろう。なぜなら、火災現場で消火作業のため、すべての階段戸を開けるに決っており、やがて上方階は致死状態になるからだ。それより早く逃げなければならない。しかし、これは法律的にみれば約束が違い、絶対におかしい。建築基準法は、各防火区画ごとに防火上独立と保証したはずである。また、「人が勝手に階段に押し寄せれば階段はいっぱいになる。消防隊は身動きならない」、これは私たちがニューヨークの消防署で聞いた話である。ところが、実際そのような階段の混雑が日本で起きていないとすれば、消防隊が階段戸を消火目的で無雑作に開けてしまうその煙で、上からの人が降りてこられないからであろう。すなわち、消防隊が不本意にも避難を妨げることはないのか。

この矛盾をなくすには一つしかない。上方階の

人が避難に使うと予定している階段には煙を入れない消し方を頼むか、消防隊は使わないで、戸を閉めてそのまま残しておくことである。そして、どの階段を避難用にするのか上方階の人にわかるはずがないから、まず館内放送で全館に命令する（避難者にはもちろん、消防隊にとって必要である。なぜなら、避難者は放っておいても煙のない階段を探して降りるからである）ことを筆者らは提案する。このアナウンスがあつてから、上方階の人は指定された階段に水平移動し、それ以外の階段戸は絶対に開かないようにしてから、戸を開けて避難を始めるのが正しいと思う。この視点が明確でないまま、たとえば、過去の火災事例から教訓を得ようと統計解析をしても、求められた答えは偶然の確率しか得られないのではないのか。

この場合に、避難階段の指定は、平面計画的に一番よく知っているのは管理者だから、あらかじめ防災計画書で提出させ、出火と共に消防隊に提案することがよいのではないかと考える。

そうすると残る問題は、ろう城者の室（悲壮な意味でのろう城でなく、平常どおり作業をする人を含む）、もしくは、避難者が順番がくるまで待機する部屋の安全を図る話になるが、それは次のようになる。

消防隊が消火目的で階段室戸を開けたとき、階段室に煙があふれても毒がない煙ならよいわけで、スプリンクラーのある建物なら煙はすでにこれを満足している。スプリンクラーのない建物は、最盛期の煙の一酸化炭素 5% を 100 倍に希釈すればよい。これが目安である。

消防隊が、使っている階段で戸を大きく開くとする。このときの階段室の浮力 ΔP は下式で推定できる。

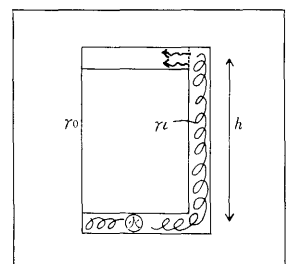


図3 階段室の浮力

$$\Delta P \doteq h(\gamma_0 - \gamma_i) \doteq h1.2 \left(\frac{\theta_i - \theta_0}{273 + \theta_i} \right) \text{mmH}_2\text{O} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 h は火災階と上方階との比高、 γ 比重、 θ 温度、サフィクスは、0外気、 i 階段室を意味する。例題に数値を入れてみると、 h に30m、 θ_i 130°C、 θ_0 30°Cとすれば ΔP は約12mmH₂O(kgf/m²)で、2m²の戸であると24kgfの重さがノブにかかるが、片開きで半分となり12kgf。この程度なら大人が力を入れれば開かないわけではないが、女子供では難しい。とにかく、上方階では扉をしっかり閉めさせる。

次に、 ΔP だけの浮力で戸の透き間から入る煙量 Q の推定は、透き間有効面積を αA と書けば、

$$Q \doteq 3600 \alpha A \sqrt{2gh \left(\frac{\theta_i - \theta_0}{273 + \theta_0} \right)} \text{m}^3/\text{h} \dots\dots(2)$$

ろう城するには、透き間の面積 αA をできるだけ小さくするためにはつめ物を要望する。上例で、 αA をめし合わせ長さ L の0.005倍としてみると、

$$Q \doteq 250 L = L \text{を} 10 \text{として} 2,500 \text{m}^3/\text{h} \dots\dots(3)$$

上階の防火戸が扉でなくシャッターであると、 αA はシャッター見かけ面積の1割以上であるから、煙が多過ぎてろう城に適さない。この洩煙量 Q に対し、生存可能条件として Q の100倍の新鮮空気で希釈を行う。それには、ろう城する室は必ず外気に面して、開放可能な窓がないとできない。ろう城室と階段室との中間にもう一つの部屋があれば、煙量が少なくなるし、換気もしやすいから、最もよい。その外に、窓の方位が当日の風向に対し風上でないとうまく外の風が入ってくれない。これらを考慮して、ろう城位置を指導する。

超高層建物は、窓の開く室はないと思わねばな

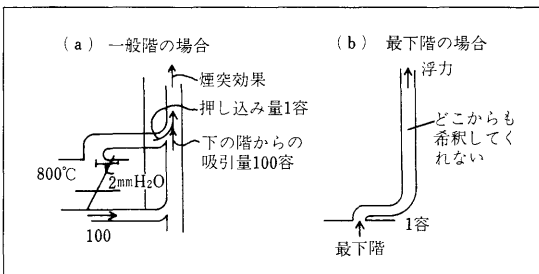


図4 ダクトの洩煙

らないから、上に計算したような手法での煙希釈はできない。そこで、煙に一酸化炭素が含まれる前に、スプリンクラーで鎮圧してくれなければ困る。その意味からすると、現行法では超高層建物でも下層階は消防隊が消すからスプリンクラーがなくてよいようになっているが誤りだと思う。消防隊の消す煙には一酸化炭素があるが、スプリンクラー消火の煙にはそれがないことがよく理解されていないからだ。もちろん、階段室への入口は2重扉にし(付室排煙を行って)、煙を階段室に入れさせない。もし駄目なら、空調器でろう城室に新鮮外気を押し込む。通常の空調設備は、1時間当たりその部屋の体積の3倍(最小)~10倍(最大)だと思えばいい。この空調換気量の100分の1になるまで煙の透き間を押さえる。

例:500m²×2.6mの室では3,900~13,000m³/h (4)だから、よほど条件が整わないと空調を運転したぐらいでは安心してろう城できない。

なお、防煙ダンパーの気密度は2mmH₂Oで、ダクト断面1m²当たり5m³/分以下の漏れ量と告示で規定してあるのは日本独得のもので、図4(a)において800°Cの火災室の天井の浮力が2mmH₂Oで、ダンパーを通して煙が洩入しても、立ダクトが枝ダクトとほぼ同面積以上なら、下の階のきれいな空気を吸引し、煙を100倍に希釈するという見込みによってできていて、上方のろう城者では特に窓を開いたりしなくても危険はほとんどない。しかし、不幸にして図4(b)のように出火階が最下階であると、新鮮空気による希釈が望めないから、ろう城者に、ダクトから吹き出す煙を窓の換気で希釈するという対抗策を指導しなければならない。

6 結語

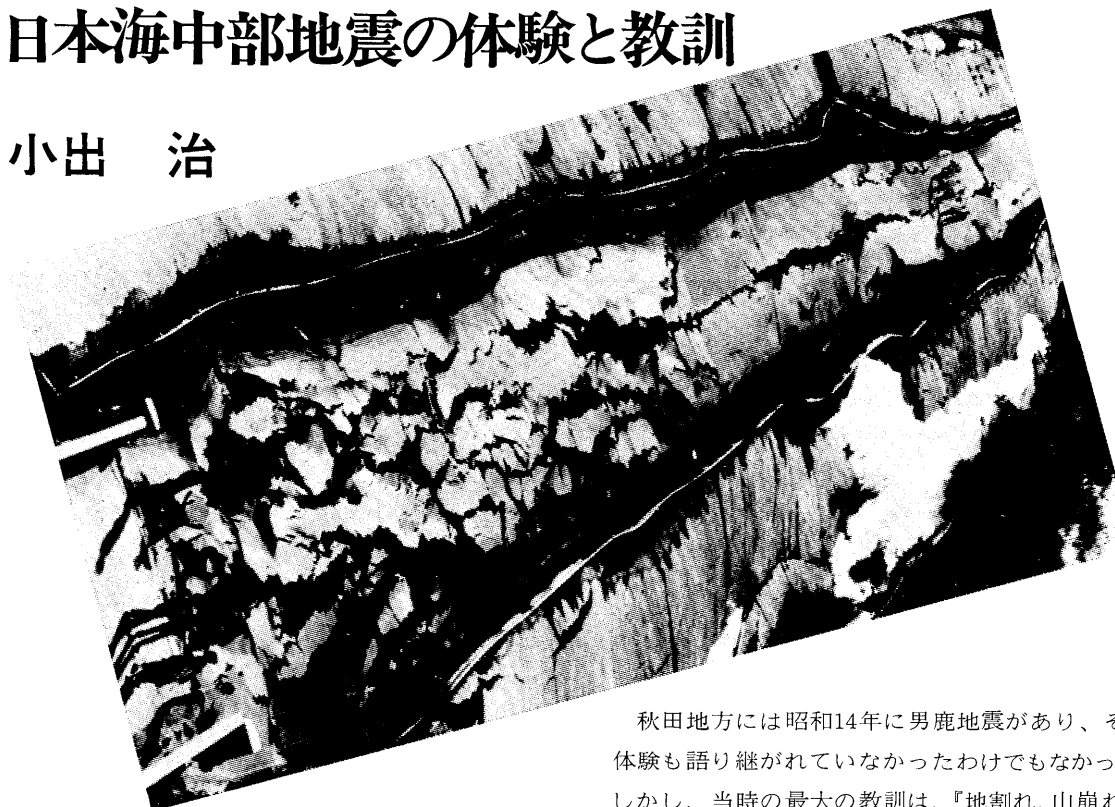
以上述べたのは、建築防火の基本は防火区画にあるから、スプリンクラーの有無にかかわらず、区画を破らないように、避難し、消火し、ろう城する。その一助として、若干の知識を述べたものである。参考になれば幸いである。

(さいとう へいそう/東京理科大学理工学部教授)

学校防災で考えるべき8つの基本要素

日本海中部地震の体験と教訓

小出 治



1 災害から何を学ぶか

あの日本海中部地震から、もう1年半を過ぎようとしている。死者100人をこす被害を出した惨状も記録にのみとどまり、当時の生々しい記憶も時間という闇の中に消え去ろうとしている。

災害は、それを引き起こす自然現象としてみれば、生起する頻度からすれば、珍しくまれなものではあるが、歴史をさかのぼったり、広く世界をみれば、自然現象としては未知のものでは決してない。しかし、これら自然現象が、人間社会に関与し、被害を引き起こした結果としての災害現象からみれば、同一の災害はまったくなく、常に新しく、我々にとっては常に初めての経験となる。

秋田地方には昭和14年に男鹿地震があり、その体験も語り継がれていなかったわけでもなかった。しかし、当時の最大の教訓は、『地割れ、山崩れから身を守るべく、海岸へ避難すること』であり、今回の津波の危険性は考慮外のものであった。安全性を高めるはずの災害体験が役に立たないどころか、身を危うくさせるという皮肉な結果をもたらしてしまったとも言える。災害から我々が何を学び得るのか、きわめて難しい問題ではあるが、何かを学びとらなくてはならない問題でもあるの表1 日本海中部地震による学校のり災概要

学校別	青 森 県		秋 田 県	
	被害校数	被害額(千円)	被害校数	被害額(千円)
幼稚園	5	14,160	9	74,266
小学校	152	697,059	115	243,542
中学校	70	870,842	49	179,269
高 校	41	105,091	6	111,262
計	268	1,687,152	179	608,339

である。

2 学校では何が起っていたのか

学校、特に、小学校での防災問題の重要性は言うまでもないであろう。自分では適切な判断のできない子供が集団にいることの危険性だけでなく、小学校は、地域住民にとって何よりもよく知られた避難地でもあり、学校を安全にすることは二重

の意味があるものと思われる。

地震後、現地の学校を訪れ驚いたのは、学校によって、地震時の反応がさまざまであったことであつた。当然のことながら、地震の揺れの程度が異なる、校舎の構造が異なる、大規模な学校もあれば、小さな学校もある。これら学校での地震直後からの様相を、その時間経過によって整理すると、次の四つの「コブ」があつたようである。

I 地震直撃下の第一の危機。

II 子供たちが机の下からはい出して一次避難場所にたどり着き、待機するまでの第二の危機。

III 子供たちが一次避難場所で長時間待機した後に下校するまで、あるいは、一次避難場所から二次避難場所に避難し、下校するまでの第三の危機。

IV 地震後2日目以降で、電気・水・ガスなどがストップし、給食・飲水・排便が不可能になったり、校舎倒壊のための通常の学校生活ができなくなったときの危機。

第一の危機は地震の揺れそのものにより起こされるものであり、機敏な対応が望まれる局面である。主な現象としては次のようなものがある。

- 校舎の倒壊・破損——倒壊はなかったものの

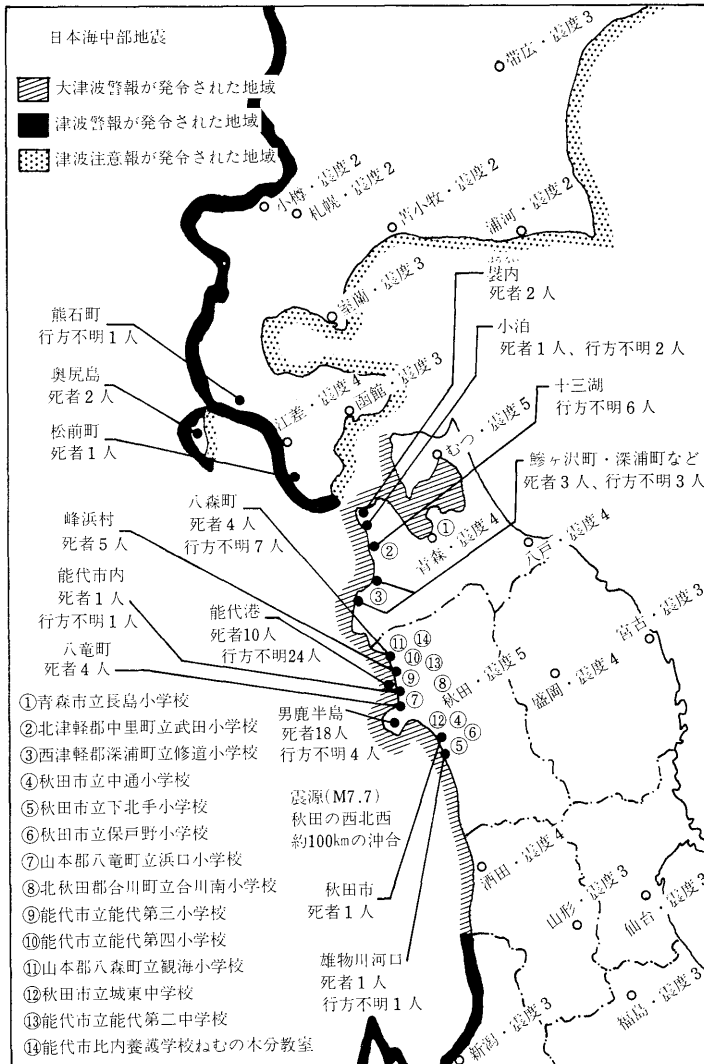


図1 日本海中部地震の各地の震度と被害

使用不能となった建物が幾つかある。

- 備品の落下・転倒——窓ガラスの落下・ロッカーやくつ箱の転倒など多数あり、きわめて危険であった。日ごろからの管理が望まれる。
- 緊急放送——放送設備がありながら使えなかったり、非常用電源をもっていなかったりしたところもあった。教室内の教師・子供は、何よりも放送による指示を待ち望んでおり、整然とした行動をとらせるには不可欠なものである。
- 緊急避難行動——教室内の子供は、指示なくても机の下に身を隠したといわれ、幼稚園などの訓練が生かされた。しかし、校庭や体育館など教室外での行動指針が教師にもなく、強く反省された点でもある。
- 避難訓練——火災訓練が主であって、地震には無防備であった。現実には計画どおりにはいかないの一言に尽き、とっさに適切な判断・行動ができるようにする防災教育が必要と思われる。
- 子供の動揺——何よりも教師が冷静であることが必要であることが痛感された。机の下からじっと見つめられ、先生自身は身を隠すことなく、子供たちの安否を気遣ったという。1人の子供の勝手な行動は、他の子供の安全

を脅かす。1人の負傷者が出れば、1人の教師が付ききりになり、残りの子供はほっておかれることになる。

第二の危機は、避難するまでの局面で起る。近年の地震での犠牲者の多くは、避難の途中で起こっている。したがって、避難路の確保や避難場所の安全性の確認は常時怠ってはならない。本地震でも防火扉が廊下をふさいだり、ロッカー・くつ箱などの備品の落下・転倒があつてうかいしたり、校庭に地割れが生じたりしている。また、

表2 秋田県N小学校の1日
5月26日

時 分	教頭の行動	メ モ
12:00	職員室で事務整理中に揺れを感じる。すぐ、約3m離れている臨時放送用の電源を入れる。マイクをにぎったところで停電。 学級担任に「すぐ教室へ」と声をかける。揺れがおさまりにかけたところで残った職員を呼び、全校へ避難命令の伝達を指示する。	学校長は当日年次休暇。 4・5・6年の学級担任中7人が職員室にいた。 { 教務主任はグラウンドで児童掌握を、他の4人に各棟への伝達を。
12:07	「全校児童名簿」と携帯マイクを持ち、通路に出て、児童の避難状況を見守る。	
12:10	職員・児童ともグラウンドに集合。学年部主任よりの点呼結果の報告を待つ。教務主任外に校舎内の巡回を指示。	
12:20	各教室に入り、昼食をとりながら次の指示を待つよう伝える。	職員室へ来て、NHKラジオ放送で情報を聞く。
12:30	「13:20までに昼食・片付けを終え、グラウンドに集合後集団下校をする」旨、全校に伝える(職員に分担させ各棟に)。	12:30ごろ 学校長より電話があった。 安否を気づかって登校する父母向けに黒板に無事故である旨を校門に掲示(教務主任)。
13:20	全員集合。事故無しを確認後、集団下校態勢をとる。家に帰っても家人のいない子約80人を教頭(全校指導指示は校長が行う)が預かる(迎えが来しだい子どもを帰す)。	13:30 学校長来校。 13:40ごろ 停電復旧。 カギッ子を音楽室に収容。 後に管理棟特別室に移動させる。 子供を引き取りに来るよう保護者に連絡を続ける。
15:00	集団下校引率の職員がほぼ帰校する。	15:30 市教委と電話連絡がとれる。
16:00	職員に帰宅を指示。 学校長・主事・教務とともに校内を巡視、被害の状態を調べる。 ※5/27のパン・牛乳確保した旨電話を受ける。	15:30 校外班担当者から地震避難についての反省記録用紙が配られる。
16:30	カギッ子、全部引き取られる。	
17:00	全職員帰宅。	
17:40	教頭帰宅。 ※夜市教委より手配の翌日の飲料水30缶受領。	16:20 教育委員会と電話連絡がとれる。

忘れてはならないのは、火災や津波・山崩れなどの二次災害に充分備えることである。

第三の危機は下校時の局面で生ずる。

- 下校の判断——子供を下校させるか否かの判断はまったく学校に任せられ、下校路の安全性の確認・父母への連絡など困難な問題が付きまとっている。
- 地域社会とのつながり——共働き家庭の子供を一時的に預かるとか、下校路の情報を学校にもたらすとか、学校だけでは充分できないことを

地域社会が補うべきことは多くある。

- 情報源の確保——何よりも必要なものであるにもかかわらず、電話が不通になってしまえば、学校は孤島と化し、頼りになるのは、テレビ・ラジオのマスコミだけというのが現状である。適切な情報と冷静な判断があれば、合川の13人の子供の命は救われたものと思われる。

第四の危機は、地震当日を無事過ごした後の局面で生じ、地震の影響が除かれるのに数日から数か月を必要とし、貴重な時期にある子供への影響

は物的・心理的に多大なものがある。

- 水・ガスの停止——手洗い・用便の制限は、学校にとって困った問題であり、さまざまな工夫がなされた。季節によっては衛生上特に注意を要する。

- 校舎・校庭の使用停止——体育館や校舎の建て直しには1年以上かかり、その間、代用の教室・代用の学校（農協の倉庫・寺など）が必要となり、教育に支障をきたさないとも限らない。

表3 大地震発生に伴う学校危機の四つの局面

	1日目			2日目以降	
	火災発生→天井へ→建物全体へ→隣棟へ	地震・机の下へ	一次避難・外へ	二次避難・さらに外へ・下校	ライフライン復旧の遅れ
主たる現象	校舎倒壊 物品破損 死傷者発生 孤立する学級危機 情報危機	落下物 海津波・山津波の発生 電話・電気・水のストップ 避難行動の混乱・暴走 死傷者発生 情報危機・流言飛語 交通機関のストップ	鎮火	水の不足 電気・ガスのストップ 食料危機 トイレ危機 情報危機 交通機関のストップ	部の復旧
時間	5～7分	7～20分	20～40分	40分……	……
危機の局面	第I局面	第II局面	第III局面	第IV局面	



写真1 津波から避難してきた子供たち

3 動揺を抑える 八つの基本要素

大地震の揺れのなかで子供や先生の動揺を防いだものは何か。何があれば、大地震に襲われても

動揺せずに、危機に陥らずにいられるのか。

まず、建物が揺れに対し強くなければならない。教室や廊下に置かれた教材や備品が倒れたりしないよう、充分管理しておく必要がある。地震の経験の有無、十分に練られた避難訓練の有無は、とっさの行動にきわめて重要な影響を与える。“子供の先生への信頼関係があればこそ”とは至るところの学校で聞かれた言葉である。「○○ちゃん、泣かないで」、子供同士が励まし合い、勝手な行動をとらないことが何よりも重要である。このように、学校の先生や子供たちの経験・反省から、基本要素をまとめると、以下の八つになった。

- ① 校舎の耐震性能
- ② 教室や廊下の危険物の除去、補強
- ③ 子供と先生の地震体験や避難訓練の程度
- ④ 子供と先生の間の人間関係
- ⑤ 子供間の人間関係
- ⑥ 先生間の人間関係（学校経営の在り方）
- ⑦ 学校と地域社会との関係
- ⑧ 適正な地震情報の収集と伝達方法

危機の第一局面下、すなわち、突然の大地震の

一撃には、「ハードな対応」で頑張る以外にはない。しかし、その後の局面にかけては、子供や先生のその時の、あるいは事前の努力や知恵によって、いわば「ソフトな対応」で局面の打開を図るしかないのである。耐震構造の校舎が増加している割に、「ソフトな対応」は悪くなる一方ではないかという危ぐがある。1人の教師は40人の子供に対処しなければならない。1人の子供が勝手な行動を

起こせば、教師は、その子供に対処しなければならず、残りの子供はほっておかれてしまう。教師の指示に素直に従うことは、集団行動を迅速に、安全に行うための絶対条件となる。下校に至って学校の当日の責任は免れるのであるが、この下校がなかなか難物である。集団下校の訓練や、父母による子供の引き取りも練習はあるものの、とっさの場合には、共働き家庭が多く、下校させても自宅での子供の管理に不安が残り、下校の判断が難しいものとなっている。また、遠方からの通学者の処置も難しい。今回の場合、近隣の人に預けたり、頼んだりでき、地域社会の在り方がよい影響を与えている。しかし、何人かの子供は、両親との連絡がつくまで学校に残らざるを得ず、当然ながらも、その間、何人かの教師も学校に留まらずを得ないという状況が起きている。

この八つの基本要素の評価を行うことにより、実際の学校での事態を整理することが可能となる。ある学校では、初期の動揺がすぐ収束したにもかかわらず、ある学校では、その動揺がいつまでも持続したり、最悪の場合には、学校としての

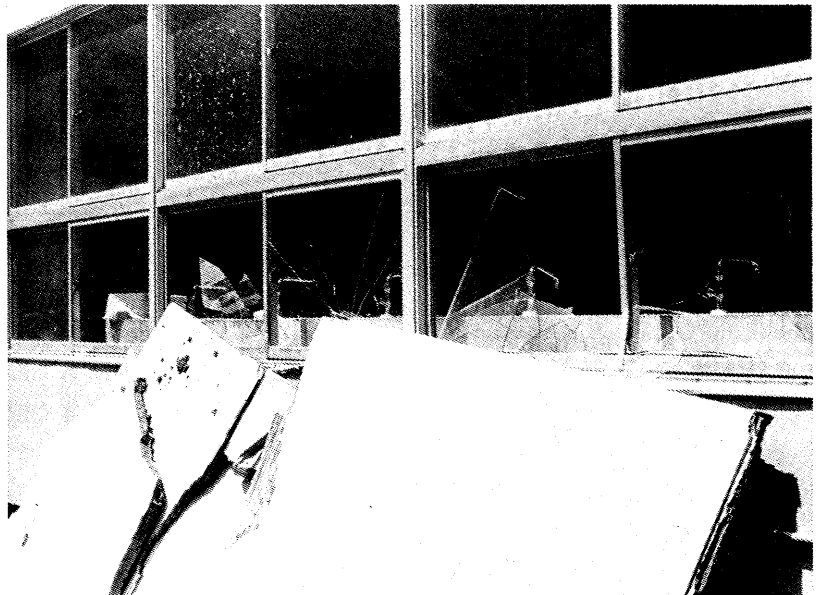


写真2 落壁とガラスの割れた窓

まとまりをなくし、パニック状態に陥ってしまうかもしれない。これら動揺の類型と八つの基本要素の評価を、事例を用いて行ってみると次のようになる。

4 危機をこえて——ある学校での事例

1) 学校の概況——秋田県H小学校

校舎は昭和54年に竣工した鉄筋2階建。児童数は372人。教員数は17人の小規模校である。周辺は農村部で、集落の中心に学校は立地している。学区の中には地震により発生した津波に襲われた集落もある。

2) り災状況

a. 地震発生直後から避難

地震時、校長は公用で外出中。教頭は足を負傷しており、思うように体を動かせる状況ではなかった。幸い電気は止まっておらず、緊急放送を行い校庭への避難を指示したが、放送が遅れたため担任の独自の判断で校庭へ避難させた教室もあった。教室の中では、教壇の後ろのテレビが落下し、子供へ動揺を与えたようだ。保健室では、子供が2人いたが、ロッカーがベッドに倒れかかり、き

わめて危険な状態であった。校庭へ避難が終了したころ、津波から逃れてきた人が学校に避難してき始め、その人たちもたらした津波情報によって、先生・子供の間で動揺が高まったという。ちょうど給食前であり、動揺を抑えるためにも、校庭で給食を行った。

b. 父母同伴の一斉下校

子供たちだけの集団下校の予定であったが、通学路のり災状況が充分把握できていない、余震や津波が再び襲う危険性もあることなどを考慮し、学校に父母を呼んで連れて帰ってもらうことにする。しかし、電話は不通となっており、学校の近くのPTA役員に連絡をとり、この人が車で各集落を回ったり、大声で「父母は学校に来よう」と叫んで連絡してくれた。共働き家庭の子供は、近所の人が預かるとか学校に残し、父母が引き取りに来るのを待った。

c. 地震の翌日以降

水道の配管・便所の排水管が破損しており、しばらく使用不能となった。飲み水は各自が水筒で持参するとしたが、便所の使用不能は長期にわたって問題として残った。地震後の1週間は午前中だけの授業としている。また、体育館が破損したため、使用不能となってしまった。雪国のため、冬期の体育の授業に影響を与えるものとなった。

3) 対応についての評価

子供たちや先生の動揺は、地震直後から下校までの間、かなりの時間幅で続いたものと思われる。動揺を抑制する八つの基本要素からみみると、①校舎の耐震性能、④子供と先生の間の人間関係⑤子供間の人間関係、⑦学校と地域社会の関係、の四つはうまく機能したが、残りの四つに問題あるいは機能不全が認められ、その結果、動揺が高まり長期化したものと思われる。

まず、②危険物の除去・補強が充分なされておらなかった。教室内でテレビが落下したり、保健室ではロッカーが倒れ、きわめて危険な状態であ

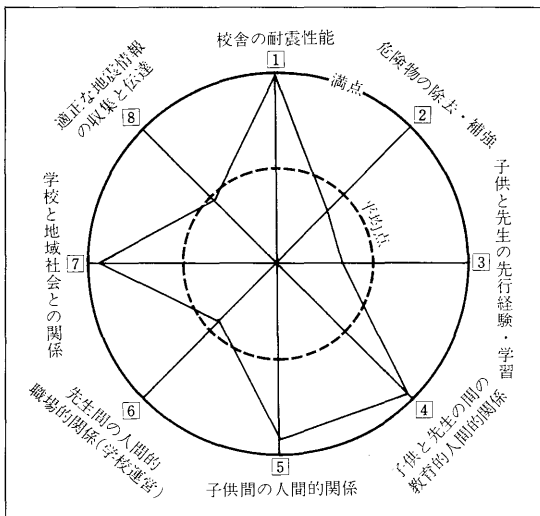


図2 H小学校の八つの基本要素の評価

った。第二に、③避難訓練も決まりきったものでしかなく、十分なものでなかった。第三に、⑥学校運営上の欠陥として、校長の不在と、それに代わる教頭が負傷しており、とっさに機敏な行動がとれなかったことがあげられる。このため、緊急放送設備は機能したにもかかわらず、放送が遅れたため、各教室で孤立し、放送による指示を待ち望んでいた子供や教師に不安を与え、各教室の教師に単独の判断を強いることになり、学校として整然とした対応ができなくなったのである。さらに、⑧情報の収集・整理、そして判断の過程において、テレビ情報と地域情報の間に違いが生じたこと、あるいは津波被害が身近な出来事として、地区の人々からストレートに子供や先生の耳に伝わってきたことも、動揺に大きく作用したものである。

どこの学校でも動揺はみられたのであって、この学校だけが特別ではないことは言うまでもないであろう。ただ、この学校が揺れの大きい地域にあって、津波の被害を受けた地区を学区にもつという状況にあって、欠陥をさらけ出す結果となったものと思われる。

このように八つの基本要素の評価を行うことによって、防災計画や事前の安全対策が少しでも良くなれば幸いなことと思われる。

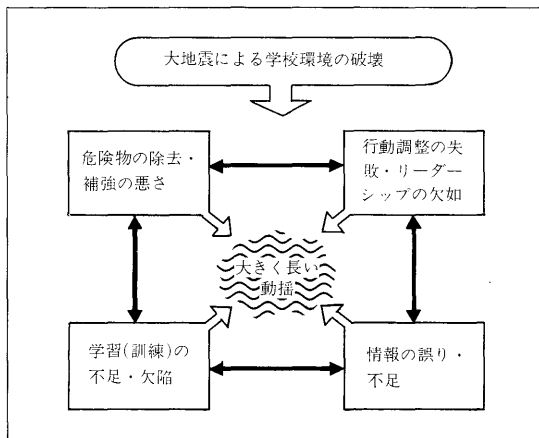


図3 H小学校の動揺した因果図

5 考える学校

最後に、先生方の体験から出た生の言葉を書き記し、将来の対策に役立てたい。

〈青森県N小学校〉

- 揺れている間は、子供は絶対に動かしてはいけない。
- 一つ一つの行動を分けてさせるよう、間を置いて、はっきりと指示すること。
- 先生はなるべく子供の前では走らない。走ると必ず子供も走る。
- 緊急放送をする場合、できたら2人でするのがよい。

〈秋田県N小学校〉

- 避難訓練は大変有効だが、訓練もさまざまな場面を想定してやるべきだ。マンネリ的にやっているとは必ずそのとおりにいかない状況がでてくる。防火扉が閉じる、階段が使用不可能となる、通常の避難路が落下物のため通れなくなる、備品・物品が頭上に落下してくる、窓ガラスが割れ足下が脅かされる、扉が開かなくなる、子供が勝手に動き回る、休み時間中で子供が運動場に出ている、先生は職員室、子供は教室、といった状況を想定することが必要。

〈秋田県N養護学校〉

- 先生たちの連携が何よりも一番大切だと思う。
- 地震というものは、地面が揺れるという特殊な状況であるから、必ず、子供たちの何人かはパニック状態になると覚悟しておいた方がよい。

* * *

多くの教師・子供たちが、この地震を通して、多くの問題点を指摘している。これらのなかから何をくみ取り役立てるかはきわめて困難ではあるが、我々に課せられた問題である。わずか5分から10分ぐらいの大揺れと、貴重な子供の生命とを引き換えにはできないのである。

(こいで おさむ/東京大学工学部)

1万1千人の安全を織り込んだ設計 新国技館と防災計画



松田武治

1 はじめに

新国技館は、長い歴史に培われた「伝統性」と、将来の発展に対応できる「近代性」との融合を図り「国技の殿堂」として、日本相撲協会が昭和60年初場所開館をめざし両国に建設中である。

蔵前国技館は、昭和26年初場所以来長く親しまれてきたが、近年老朽化と共に、機能性、アプローチの不便に加え、敷地が緑地に指定されたため、日本相撲協会は建て替え構想を断念し、両国駅北側の国鉄操作場跡地の払い下げを受けて、新両国国技館を建設することを決定した。

避難上有効な屋上広場と大階段をもつ「基壇」に載る近代的和風の隅切型銅板大屋根という東西軸に対称的で単純な新国技館の形態は、「国技の殿堂」にふさわしい、華やかさの中にも力強さが意図されている。昭和57年1月より企画・設計を始め、58年4月に着工し、今年11月には竣工の予定である。

防災計画上の特徴は、「二層にわたる避難階の確保」「客席頂部自然排煙口」「防災・避難総合シミュレーションシステム」の適用等である。また、計画地が両国地区防災拠点構想の地域内に位置しているため、屋上広場を含めた広い空気を災害時の避難場所として開放し、食料・薬品等の備蓄場所を提供するなど、地域防災上の配慮もなされている。

2 建築計画

1) 配置計画

敷地は両国駅北側に隣接する東西に長い敷地である。西側は33.5mの前面道路に面し、東側は国鉄バス車庫、北側は民家に接している。両国地区防災拠点構想・安全条例・区の開発指導等により空地および緑地が必要なため、厳しい設計条件に対処する方法として、立体化による地上ボリュームの縮小、屋上広場による二層の避難階の確保の手法を用いている。

前面道路側には接道長さいっぱいの前面空地、南北には幅広い側面空気を設け、国鉄バス車庫側はピロティとして、敷地内の人および車のサーキュレーション・ルートを確保している。これらの空地に面して建物の出入口を可能な限り設け、空地内の植込みの高さも低く抑える等の配慮をして、避難上有効な配置としている。

2) 平面計画

土俵を中心とする客席の周囲には広いロビーを設け、ロビーは地上広場および屋上広場に直接面して、観客が容易に放射状に避難できる形態としている。屋内避難階段は避難上有効に分散配置し、屋上広場は幅広い屋外階段で前面空地および側面

空地と連絡し、観客が自然と前面道路側に導かれる平面としている。

3) 客席計画

1階客席は溜席・柵席・ボックス席で構成されている。地下の土俵を中心に客席はすり鉢状に広がり、最後部の客席の周囲には地上広場と同じレベルの幅広いロビーがある。したがって、中心の土俵に向かって下りていく自然なアプローチを取

建築物の概要

- (1)所在地 東京都墨田区横綱1-20
- (2)敷地面積 18,280㎡
- (3)地域地区 商業地域・防火地域
最低限高度地区(7m)
- (4)主要用途 興行場
- (5)建築面積 12,388㎡
- (6)延床面積 35,342㎡
- (7)階数 地上3階・地下2階
- (8)高さ 軒高16.5m 最高高さ39.6m
- (9)構造 鉄骨鉄筋コンクリート造(屋根:鉄骨造)
- (10)駐車台数 地下駐車場91台・地上7台
- (11)客席人数 1万1千人
- (12)平面寸法 東西約140m 南北約94m
- (13)大屋根寸法 東西約94m 南北約94m
- (14)平土間寸法 約40m×約40m(約1,600㎡)
- (15)主要施設
 - ・地下2階 駐車場・機械室
 - ・地下1階 本場所関係諸室・報道関係諸室・大広間(約700㎡) 相撲診療所(スポーツ医学研究所併設)・相撲サービスちゅう房・倉庫
 - ・地上1階 客席・エントランス・ロビー・相撲博物館・相撲協会本部・相撲案内所・防災センター
 - ・地上2階 客席・ロビー・屋上広場・軽食喫茶室・貴賓控室・相撲教習所
 - ・地上3階 客席・調整室
- (16)特殊設備 土俵昇降装置・屋形昇降装置
柵席可動装置・頂部排煙装置
外部大屋根照明装置
- (17)主要仕上
 - ・大屋根 銅板段葺人工緑青仕上
 - ・外壁 磁器タイル貼
 - ・前面広場 花崗岩貼
 - ・客席 床:長尺塩ビシート
壁:吸音タイル貼
天井:鉄骨トラスあらわし
有孔石綿珪酸カルシウム板

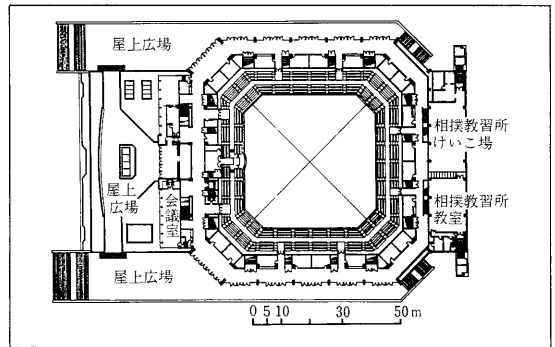
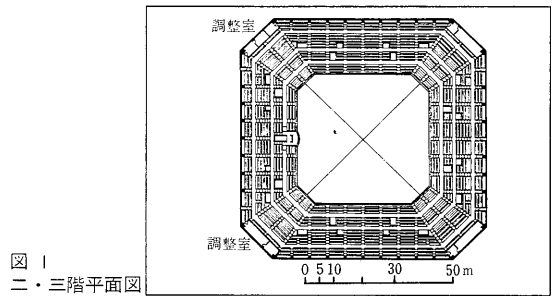


図2 二階平面図

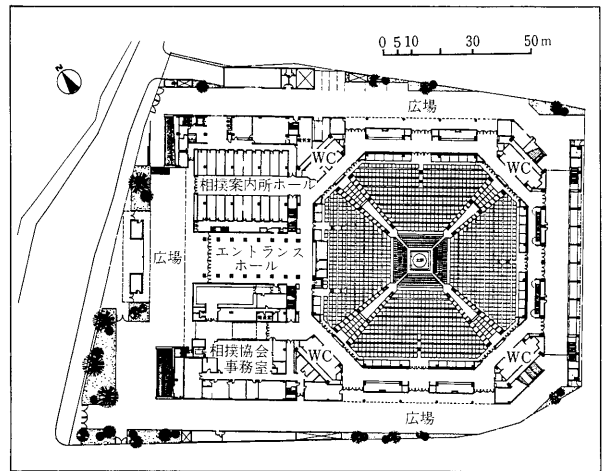


図3 一階平面図

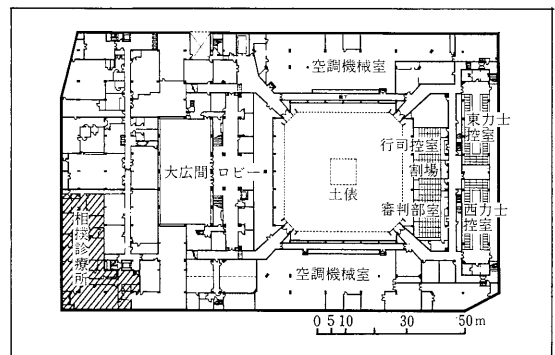


図4 地下一階平面図

りながら着席することができる。2階客席はすべていす席で構成されており、分散配置された階段・スロープで、客席下の2階ロビーへ容易に避難できる形態としている。

3 建築防災計画

1) 建築防災計画基本方針

不特定多数の利用者の集まる興行場には、多岐にわたる災害要因が内在すると考えられるが、予想される災害のうち、直接人命の安全を大きく左右する地震と、火災に関する安全対策については、ちみつな計画が必要である。地震や火災などの災害から安全な場所への避難行動時のパニックの発生を防止するため、人命尊重を基本目的とした「火災発生の予防」「火災の早期発見」「観客の安全な避難誘導」「火災の局所化」等の防火・避難対策が不可欠と考えられる。

新国技館防災計画の基本方針としては、構造上の安全はもとより、内部災害に対しては二層にわたる避難階を確保し、防災諸設備を完備し、消火・避難・救助活動の容易な計画としている。不特定多数の利用者に対応しては、わかりやすい入口と動線、客席周囲のゆったりとしたロビー、建物周囲の幅広い空地の確保を図っている。

防災計画の検討においては、不特定多数の人々が利用する大空間施設の計画時に、総合的な観点から防災計画を検討し設計に反映することのでき

る「防災・避難総合シミュレーションシステム」を適用している。

2) 防災・避難総合シミュレーションシステム

本計画で採用したシステムは、建物内で万一火災が発生した場合の煙の広がり、利用者の行動特性などを予測し、起こり得る種々の現象についてキメ細かい事前チェックを行い、実地的な防災対策が立てられることを意図した「避難」「火災性状」「煙拡散」の各シミュレーションプログラムを有機的に組み合わせたシステムである。

(1) 避難シミュレーション

「大相撲観覧者の行動に関する調査」に基づき作成されたモデルを用いて、相撲協会本部で万一火災が発生した場合を想定し、次の二つのケースにおける観客の避難状況についてシミュレーションを行った。

i) ケース1 それぞれが最寄りの経路を使って避難する場合

ii) ケース2 1階において協会事務室に近い通路が使用不能の場合

・二層にわたる避難階が確保されているので1階の観客と2階・3階の観客の避難経路は分離させ、2階・3階の観客の避難経路は、ケース1、ケース2、ともに同じとした。

シミュレーションの結果、1万1千人の観客全員が(建物の外に退出するのに、ケース1の場合は1階、2階、3階ともに約300秒、ケース2の場合は1階約600秒、2階・3階約300秒と推定される。

(2) 火災性状シミュレーション

大相撲開催中に客席内に火災が発生する可

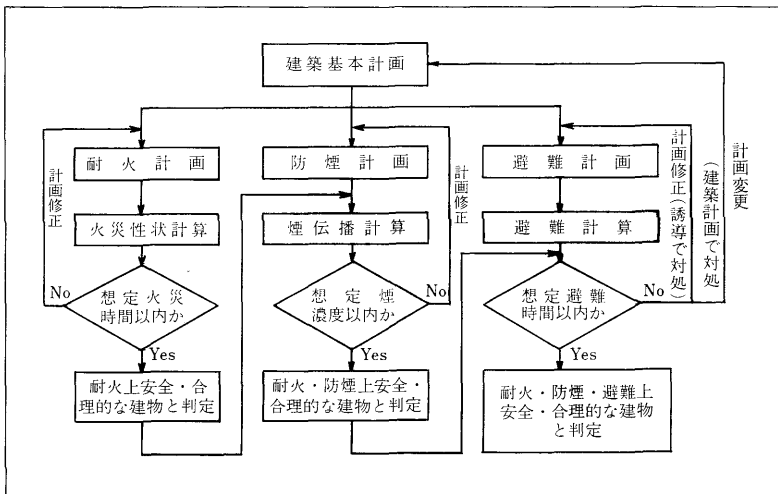


図5 防災・避難総合シミュレーションシステムの基本構成フロー

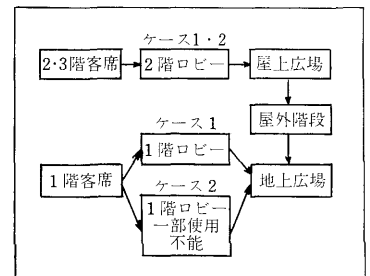


図6 シミュレーション避難ルート

能性はきわめて小さく、可燃物も他の用途に比べて小さい。したがって、一般の事務所ビルと同様の使い方が予想される相撲協会事務室において、場所中に万一火災が発生した場合を想定し、事務室における可燃物量は $30\text{kg}/\text{m}^2$ とし、火災性状を求めた。

結果は、35分で 810°C に達する火災が予測される。

(3) 煙拡散シミュレーション

相撲協会事務室で発生した火災による煙は、当該室の開口部から建物内の各部分へ流出しても、防煙シャッターや防火戸が閉鎖するので客席内へ流入することはない。ここでは客席への通路から、万一、そのすべての煙が流入した場合について、客席頂部自然排煙口の開閉状況によって煙層降下速度がどのように変化するかを求めた。許容煙層降下高さは、排煙口から客席最後部上部までの 20m とした。

各ケースにおける煙層降下の状況より、大屋根の容積が巨大かつ高いため、排煙口がたとえ全閉でも許容煙層降下高さとした 20m に達するのは9分後である。

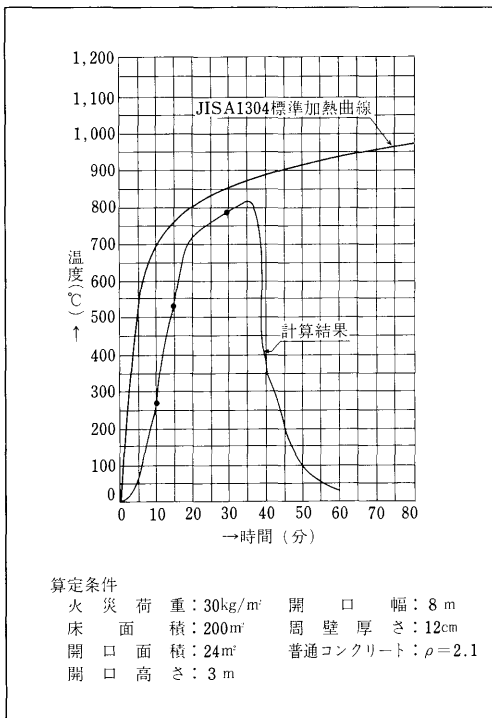


図7 火災性状

(4) 避難安全性の判定

避難シミュレーションのケーススタディの結果より、たとえ避難経路の一部が使用できない場合でも、1万1千人の観客全員が建物の外に退出するのに、1階約10分、2階・3階約5分と推定される。

一方、煙拡散シミュレーションより、相撲協会事務室で発生した火災による煙がすべて客席に流入し、かつ客席頂部の自然排煙口が開かなかったとしても、客席に煙層が達する時間は、1階は15分を超え、2階・3階は約9分半と推定される。したがって、二重三重に万一事故が重なっても、観客は煙に脅かされることなく避難できると判定される。

4 設備防災計画

1) 基本方針

すでに述べた建築計画での防災対応に加えて、設備的対応も欠かすことができない。ここで少し見方を変えて新国技館の防災を考えてみると、図10に示すように、広域防災に対してどのように対応するかと、国技館自体の防災設備をどのように

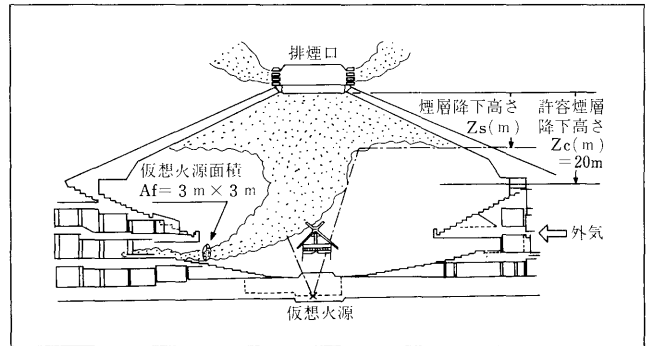


図8 客席大空間における煙層降下

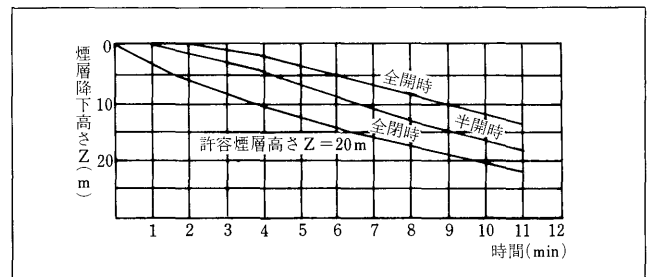


図9 煙層降下速度

計画するかとの二つの面から考えることができる。

2) 広域防災への考え方

新国技館が両国地区防災拠点構想の地域内に位置し、広域災害時の復旧拠点としての機能を期待されており、幾つかの対応策が計画されている。

たとえば、広域災害時の避難先として機能するためにできるだけ大きな空地を確保している。建物前面や側面の空地、そして屋上広場は、建物内の人員の避難上の空地の意味に加えて、広域防災時の避難空地としての意味も併せ持っている。

また、災害時の食料や飲料水の備蓄用として、屋外階段下等のスペースを提供している。雨水槽には最小でも250m³以上の水量が確保されており、災害非常時には都や区の所有の簡易ろ過器にてろ過後非常用水として利用される。250m³の水量は、非常時一人一日当たり3ℓとすれば約3万人の人間が約3日間使用できる水量である。

災害復旧時には、対策本部が国技館内に設けられ、屋上広場や観客席、ホールなどが、退避所として機能し、地域災害に貢献できるよう配慮されている。また、豪雨時の水害、冠水対策としては、1階は地上面より約1m、2階で6m上げたレベルに床レベルが設定され、浸水を防ぐ設計となっている。さらに、駐車場への侵入口も1階レベルと同じレベル設定となっている。

災害復旧活動に必要な最小限の電源は自家発電機によって確保され、燃料は灯油が20,000ℓ確保されている。

3) 国技館固有の防災設備

広域災害時に拠点として機能するためには、当然のことながら、国技館自体が災害に対して強くなければならない。基本的には建築基準法や消防法を遵守する設備を設けているが、より積極的に東京都や墨田区、さらに消防庁の要望を取り入れより安全な建物とするよう設計されている。

(1) 冠水対策

すでに述べた1階床、駐車場入口等のレベル設定の他に、主変電室は冠水の恐れのない2階に設置し、サブ変電室や自家発室など地下にあるものについては、室出入口扉は防潮仕様の扉としている。

(2) 防火対策

自動火災報知設備：火災初期時の発見手段として、自動火災報知設備を消防法の規定に従い設けている。居室・廊下・ホール・階段・シャフト等には煙感知器、湯沸室・ちゅう房等、燃焼生成物が常時発生する場所には熱感知器を設置している。なお、大空間天井部の高さ20mを越える部分および屋形内部にも、感知器を設けている。火災感知エリアは、中央管理室内の平面地図式グラフィックパネル上に表示される。

非常放送設備：火災発生時における伝達および避難誘導の手段として、非常放送設備を設けている。増幅器・操作部は中央管理室に設け、スピーカーは大空間天井部・ホール・廊下・居室等に設置し、各階ごと、または全館一斉の放送ができるように構成されている。

非常電話：人為的に火災を発見した場合、中央管理室に連絡する設備として、各階に非常電話を設置する。当電話は受話器を持ち上げる操作により、中央管理室内の監視盤上に発信側電話器の所在が明示される。

非常照明および誘導灯：非常時に停電が生じた際の避難誘導のため、非常照明および誘導灯を法規に基づき設置している。大空間天井部には投光器型非常照明を設け、客席部分には客席誘導灯を設置し、出口部分にはすべて避難口誘導灯を設け、パニック時における観客の避難誘導をより安全かつ速やかにしている。

屋内消火栓設備：天井高が8mを越えた部分の観客席および機械室・シャフトなどスプリンクラーで防護不可能な部分を対象として設置している。観客席の中央部は屋内消火栓で包含できない範囲が一部生ずるが、消防署から連結送水管設備が要望され、これにより防護することになった。

スプリンクラー設備：初期消火の最も有効な手段であることから原則として全館に設置している。機械室は規模や、ダクトワーク等を判断し、有効に消火機能を発揮できると想定される部分は積極的に設置している。

ハロゲン化物消火設備：ボイラー室・自家発室・電気室など水消火を嫌う諸室に対して設備している。

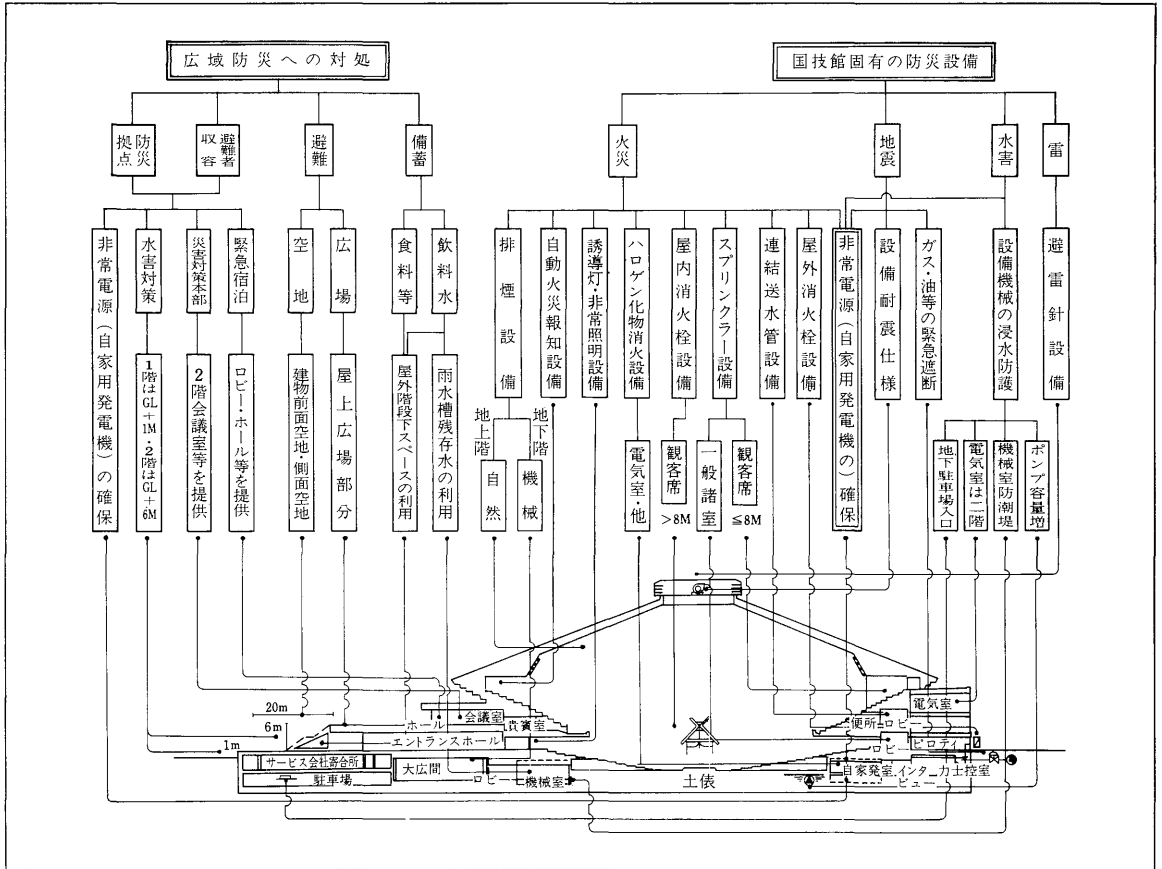


図10 防災対策

連結送水管設備：法規的に不要であるが、先にも述べたように、消防署からの要望で観客席を対象として設置している。

ちゅう房ダクト内消火設備：地下1階に相撲弁当用の主ちゅう房が設けられており、ここに設備された焼鳥機やレンジ等のフード内に簡易自動粉末消火設備を設置し、作動時のファン停止、ガス遮断の連動も行っている。

屋外消火栓設備：すでに述べたように、全館スプリンクラー消火で基本的にはカバーできているので、屋外消火栓は法的にはほとんど不要であるが、屋外からの唯一の消火設備ということもあって、建物外周部に適正間隔に配置している。

排煙設備：地上階の排煙設備はすべて自然排煙とし、地下階のみ機械排煙としている。観客席の排煙は、前述したとおり大屋根頂部の排煙口を空気圧で開閉するシステムとしている。

無線通信補助設備：消防署からの要望もあつ

て、火災時に消防隊が消火活動をより有効に行うことができるよう、地上と建物内部との間に無線連絡を行うため、当設備を設けている。

(3) 地震対策

設備機器の耐震仕様は、建設省の基準に加えて、天吊機器などの、特に人間に被害を与える可能性のあるものについては、当社のより厳しい仕様にて設計している。また、ガスの供給先はちゅう房や診療所・ボイラー室などに限定し、湯沸室や案内所等には配管していない。供給箇所にはガス漏警報器を設け、また、地震計と連動した緊急遮断弁も設置している。

(4) 避雷針

建物頂部の避雷針・棟上導体および銅板屋根と建物鉄骨を接続し、落雷時の雷撃電流をアース板を經由して安全に大地に流すことにより、人体および建物への危害を防止している。

(まつだ たけじ/鹿島建設機建築設計本部)

座談会

「先端技術のリスクと損保防災」

日本損害保険協会 防災事業専門委員

出席者

上田三夫

東京海上火災保険株式会社
技術室専門課長

北川浩司

大正海上火災保険株式会社
火災新種業務部安全技術課課長

佐口 純

日本火災海上保険株式会社
火災新種業務部技術課

辻尾俊明

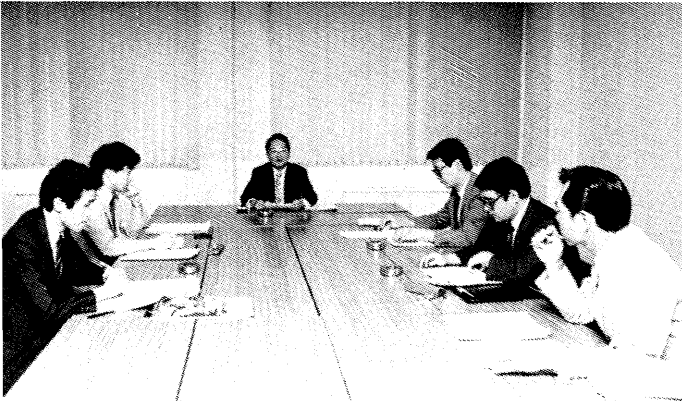
安田火災海上保険株式会社
安全技術部火災課主任技師

名合正二

住友海上火災保険株式会社
火災新種業務部技術課課長代理

森島 淳
(主査/司会)

千代田火災海上保険株式会社
広報部部长



一口に先端技術といっても、範囲はきわめて広いものです。そして、その各分野の一つ一つがまさに最新の技術なので、防災事業専門委員で座談会を行うことになったとき、はたして読者の期待に応えられるものができるかどうか、若干の危惧を抱きました。

結果は読者の判断にお任せするほかないのですが、損保マンが、いま先端技術に対して、どう考え、どう取り組んでいるのかをおくみ取りいただければ幸いです。

座談会に先立って、①ニューメディア、②宇宙開発、③新素材、④バイオテクノロジー、⑤臓器移植、⑥LSI、⑦ロボット、⑧エネルギーの8項目を選び、出席者が分担して、各項目の概要、市場規模、成長性、生産設備の特徴などについて情報収集しました。これを、座談会の冒頭でそれぞれ発表したのですが、今回は紙面の都合で割愛せざるを得なかったことを、お断わりしておきます。(森島)

エネルギーでは巨大化するリスクと減少するリスクが。人工衛星ではPMLに達する損害発生頻度が高い。

司会 それでは、先端技術に伴うリスクについてお話いただきたいと思います。先端技術産業では従来の産業にはなかったリスクが出てきているのではないかと。逆に、いままであったリスクが、先端技術の導入によってなくなったり減少したりということもあろうかと思えます。一つずつ挙げていったらきりが無いと思うんですが、特徴的なことを、まずエネルギーの分野からお話してください。
A 新エネルギーの分野では、特徴的なことは二つあると思います。

一つは原子力発電とかLNGという、巨大なエネルギーを1か所に集中することから起こる巨大な損害の発生です。

もう一つは、太陽熱、風力、地熱などのエネル

上田三夫氏



ギー、石炭のガス化、燃料電池などですが、こういうものは従来の火力発電所に比べると、地域分散型のエネルギーソースになるという意味から、事故の規模や影響を与える範囲が小さくなると考えられます。つまり、エネルギー源の種類によって、物理的な事故の大きさについては両極端に分かれるような気がします。

また、エネルギーの利用技術の進歩や後ほど話がでると思いますが、新素材の開発によって安全性が増すということが考えられます。たとえば、自動車燃料として水素が使われる場合、水素吸収合金のような新素材が開発されて実用化されると、衝突事故による爆発危険などは、むしろガソリンより少なくなるのではないかと——という期待がもてます。LNGやLPGにしても、そういう爆発を抑制するような貯蔵施設、設備が開発されますと、今より安全になるといえます。

B 水素エネルギーの利用では、新素材である効率のよい水素吸収合金の開発が期待されているわけですね。

A ええ、水素は新素材の開発などにより安全な貯蔵方法が考案されますと飛躍的に利用範囲が広がると思います。

新素材の開発が待たれるエネルギーとしてアモルファス合金と太陽光エネルギーがあります。

原子力については、物理的な損害のほかに、賠償リスクですとか、それ以外の、責任の所在の問題みたいな新しいリスクも考えられますが、また

後ほどお話ししたいと思います。

司会 宇宙開発というと、人工衛星は保険とかかわりがあるのでしょうか、人工衛星のリスクはどうですか。

C 物損害についていうと、人工衛星はすでに事故例がかなりでています。人工衛星というのは、非常に価値の高いものをポンと打ち上げて、その物が、予定の軌道に乗らずにどこかへ行っちゃったとか、もしくは、どこかが故障してまったく役に立たなくなってしまったということになると、全損になるわけです。人工衛星1基について数百億円というような損害が発生するわけです。

従来、巨大な損害が可能性として想定される産業、たとえばペトロケミカルなどでは、PML(プロバブル・マキシマム・ロス)という考え方が保険処理上重要だったわけです。要するに、最大でどのくらいの損害が発生する可能性があるかということですが、ペトロケミカルでは、実際の損害がPMLに達するのは非常にまれです。しかし、人工衛星は事故が起これば、損害がPMLに達するケースが非常に多い。物損害としては非常にわかりやすいといえはいるんですが、とにかく、PMLに達する事故頻度が高いというのが、人工衛星のリスクの特徴といえます。

編集部注：8月7日のロンドン＝時事電によると、2月に打ち上げに失敗した通信衛星「バラバB2」の回収・修理計画が、米英の保険会社と米航空宇宙局＝(NASA)の間にまとまったと伝えられた。このバラバB2の失敗で、保険会社が支払った保険金は約180億円にのぼるが、この計画が成功すれば約84億円を回収できるという。

バイオテクノロジーは火災・爆発リスクは少ないが、SF的なリスクが考えられる。

司会 バイオテクノロジーの分野では、リスクの特徴はどうでしょうか。

D バイオテクノロジーのリスクの特徴として、

9項目を挙げてみました。

まず初めは、バイオリクターによる化学工業ですが、これが実用化されれば従来高温高压で行っていた化学反応を常温常圧で行いますから、火災爆発リスクは軽減されます。また、バイオリクターはクリーンシステムですから、公害に関する賠償責任リスクも軽減されると考えられます。

2番目は、バイオリクター、細胞培養システムにおける労災リスクです。実際にどんなものがあるかわかりませんが、人体に有害な酵素、触媒、薬品、細菌などによる疾患が考えられます。

3番目は、高付加価値製品の集積リスクです。たとえば、インターフェロンなどは非常に高価な薬ですが、これが工場構内に多く存在する。しかも、それらは損傷性が高いということで、半導体工場と同様の集積リスクが考えられます。

4番目は、バイオハザードです。これは、遺伝子異常による子孫への影響など若干SF的なリスクですが、これは、生産過程の従業員より研究者のほうがリスクが高いと思われま

5番目は、生産物賠償責任リスクです。新薬、新品種による副作用、食中毒などの可能性が未知の分野であるということです。薬による生産物賠償は従来もあったことですから、バイオテクノロジーの産物である新薬にも当然考えられるわけです。

6番目は、バイオテクノロジーの非常に特徴的な事故と思われるのですが、製造設備内の温度、湿度、PH管理のトラブルによる事故です。増殖速度が低下したり、まったく意図しないものが生産されてしまったり、あるいは生産物の価値がなくなってしまうというようなことです。

7番目は、増殖制御装置のトラブルによる異常増殖。これもかなりSFチックなものですが、人体に有害な細菌が工場の構外に出て異常増殖することによるリスクです。

8番目は、製造設備内の密閉度の管理不良による、不純物の混入あるいは生産物の漏出事故です。

9番目は、バイオマス—たとえば古紙、廃木材、わらなどからアルコールをつくるというように、生物資源の利用分野を広げ、あるいは未利用生物

資源を利用する技術関連の問題です。これは自然災害、異常気象の影響を受けやすいという特徴があります。このようなリスクに対しては、現行の保険では免責になっているという問題があります。

ちょっと長くなりましたが、バイオテクノロジーのリスクの特徴を概観すると、こんなところかと思

B いま、SF的なというお話がでしたが、新素材のなかには非常に明るい夢のようなものがあります。たとえば、血液素材としてフロロカーボンというのが挙げられているんですが、これは、酸素運搬能力を持っているので、一酸化炭素中毒患者に大量投与することによって救済することが可能になります。

また、人工皮膚としてコラーゲンという物質が開発されています。いまは1/2以上やけどをすると生命維持に問題があるということですが、人工的に皮膚をつくって治療することができるようになりました。

新素材の面では、先程もちょっとでました水素エネルギーに対する水素吸収合金もそうですが、明るい夢のような話が多いですね。新素材開発の目的からいって当然といえば当然なのでしょうが、我々としては、新素材に関してはリスク軽減という面で関心を持っていくことが必要だと思いますね。

LSI工場のリスクの特徴は、クリーンルームにある。

司会 半導体工場でもすでに2、3の事故が起っていますし、また、工場の自動化が進んでロボットが多用されるようになって事故も起っているようですが、この分野のリスクの特徴はどうでしょうか。

E 半導体の製造は、チリやホコリのない清浄空間(クリーンルーム)で行われますが、LSI工場



北川浩司氏

の火災の特徴は、このクリーンルームにあるんじゃないかと思います。クリーンルームの中で、半導体製造に必要なガス、この中には非常に火災危険の高いガスがあるわけですが、そういうガスが使われます。ちょっと漏れたりすると出火につながるというガスです。クリーンルームはそう大きなものじゃないんですが、単位容積あたりに集積している可燃物というか、エネルギーが非常に高い。ガスだけじゃなくて、溶剤やアルコールなどいろいろな薬品も持ち込まれています。また、クリーンルームでは空気を強制循環していますから、一たび火が出ると、火と煙の広がりが非常に速いんです。大きな火事につながりやすいということです。

それから、クリーンルームには、非常に高価な機械や製品、半製品なども集積しており、しかもこれらは煙や水に非常に弱いので、火災になると単に燃えるだけでなく、煙や水濡れによる損害を受けることになります。

さらに、クリーンルームは各セクションに細かく区画されていますし、窓のない構造とか、そういうことがあって、消火活動が非常に困難を伴います。また、部屋に出入りするのに二重構造になっているため、避難しにくいという問題もあろうかと思います。

火災についてはそういうことですが、使用するガスは火災危険が高いだけでなく、人間に対して毒性がありますから、労災リスクも潜在的には

あるんじゃないか。また、LSIの製造設備では非常に高電圧の機械を使いますし、X線を使用する機械もあつたりということで、感電とかX線の被爆というリスクも潜在的には考えられます。

B アメリカの「テクノロジーレビュー」という雑誌にラダー博士が書いているんですが、半導体製造業では、一般の製造業に比べて3倍ぐらいの有病率だということです。

C クリーンルームは決してクリーンではないともいわれています。また、IC工場の廃棄物も問題のようですね。アメリカのシリコンバレーで、化学薬品、廃棄物による地下水汚染というような公害問題が出ています。そういう面からみても、やはりクリーンではないという一側面があるわけです。

先端技術では、安全性からみて未知の物質をどんどん使うわけです。火災危険度も、もう一つデータとしてははっきりとらまえられないで使っていく、あるいは毒性——人体危険についてもそうですが、そういう物質が使われていくという、安全の問題が生産技術の後追いをせざるを得ないという面が大きな問題になっていると思います。

ロボットの信頼性は意外に低い。注目すべきは労災リスクと無人化による火災リスク。

司会 ロボットのリスクのほうはどうですか。

E ある雑誌の調査によると、ロボットのMTBF(平均故障間隔)は100時間未満が全体の28.7%、1,000時間未満では75%に達しており、このデータからみると、まだ故障しやすい機械であるといえます。

故障の種類としては、制御装置の故障が最も多く、その原因としては、IC部品の劣化やメモリー装置、電源部の故障のほか、外部からの電気的ノイズや振動で故障することもあります。

ロボットによる労災事故については、労働省が

佐口純氏



昭和57年に190事業所に対して調査していますが、それによると、労災事故は11件あり、マニピュレータ(ロボットの手)に接触しそうになったニアミスが37件あった。こういうことを背景にして、労働省では昭和58年に安全衛生規則の一部を改正しました。

ロボットのマニピュレータは油圧で動かすものが多いのでパワーが強い。また、初めは動き方を人間が教えるわけですが、非常に複雑な動きをするので、教えたほうでも覚えきれない。さらに、先程の故障の話で申しましたように、電氣的ノイズや制御部分が故障して異常な動きをすることも。ですから、そういう危険区域に人間が立ち入らないようにしなければならぬんですが、教示作業や工具の取り替えとか点検で、危険区域に立ち入らざるを得ない。そんなことが労災リスクの背景として挙げられます。

火災リスクについていいますと、ロボットが導入され、作業場の無人化が進むと、火災の早期発見、初期消火が困難となり、その結果延焼拡大することが考えられます。また、ロボットの制御装置は、熱や煙、水に弱いので、ボヤ程度の火災でもロボットが使用できなくなる恐れがあります。そうなりますと復旧に時間がかかり、間接損害も大きくなります。

最後にPL(生産物賠償責任)リスク。日本では昭和57年に2,500基弱のロボットを輸出していますが、労災事故がPL訴訟に発展しがちなアメリ

カでは、PLクレームの約11%が産業機械関係といわれており、PLリスクについて十分な認識が必要です。事実、25歳の労働者の死亡事故に関して、ロボットメーカーが24億円の賠償金を支払うよう命ずる判決が出ています。

A 従来型の産業ですと、機械が壊れたり作業員が病気になったりすると、アルバイトを雇うとかいうことで対応ができたんですが、それがあまりに優秀なロボットだと、壊れてしまうと対応ができない。

D 操業再開までの時間が長くなるというような利益保険的な形で、費用損失が大きくなるということですね。

A そういう気がしますね。

**ニューメディアの特徴は波及損害。
ソフト、機密など無形の価値の評価も問題だ。**

司会 ニューメディアには、今までの話に出てきたものどちょっと変わったリスクが考えられるんじゃないですか。

C そうですね。ニューメディアの場合は、非常に広範なネットワークを組んでいますから、一つの設備や機器が故障した場合、波及していく損害が非常に広範でしかも大きいということが、一つの特徴です。

それから、プログラムとかデータ関係のソフトの問題、このソフトの損害が起こったときにどう損害を見積るか、要するに無形の価値をどう金銭的に置き換えるかというふうな問題。情報通信の機密にかかわるリスク、プライバシーの保護というようなことも、同じように、無形の価値を金銭で評価しなければならないという難しいリスクが出てきます。

司会 さっき原子力の問題で、物理的損害のほかに賠償リスク、それ以外の責任の所在の問題とい

辻尾俊明氏



うようなことをいわれましたが、責任の所在の問題というのは何ですか。

A 原子力の事故では、放射能汚染による賠償リスクが大きな問題であることは常識ですが、この賠償リスクは、事故が起こって周辺の住民なり建物に当面起こる損害と、何年もたってから遺伝的な影響で起こる問題と、2種類があるわけです。ですから、賠償損害といっても、短期間では損害や被害の範囲が確認できないという特徴があります。アメリカのスリーマイル島の原子力発電所の事故(昭和54年3月28日)では、すでに周辺の住民に対する損害賠償金だけでも120億円ぐらい支払われていますが、まだ今後どうなるかわからない状況のようです。

このように長期間にわたりますから、責任者がだれかわからなくなることが起こり得るわけです。また、いろいろな人がいろんな所へ原子エネルギーを運ぶという輸送の途中で事故が起こると、やはり責任者の特定ができないというような問題が起こるわけです。

司会 ということは、保険も非常に難しいわけですね。

A ええ、ですから、だれがどこで事故を起こしても被害者の救済ができるような世界で共通な保険制度をつくっておかなければならないというようなことがあって、通常の保険とは違った保険機構だとか責任の取り方で構成されています。輸送については、特殊な輸送賠償責任保険をつけない

と国際間の輸送ができないという制度になっているようです。

司会 日本も同じようになっているんですね。

A ええ同じです。世界各国にはそれぞれ原子力保険プールがあって、再保険取引などもこのプール同士でしかできないんですが、日本にもこの原子力保険プールがあって、原子力保険を引き受けています。

特に賠償責任については「原子力損害の賠償に関する法律」があって、賠償保険を契約することを義務づけると同時に、原子力事業者に対して無過失責任を課しています。原子力は危険が高いため、事業者に厳しい責任を持たせているわけです。

そのため、保険でカバーできない損害、地震、噴火、津波による事故、正常運転中の事故による賠償責任、さらに10年以上たってから請求される賠償損害については政府が補償することにして、事業者に政府と「原子力損害賠償補償契約」を結ぶことも義務づけています。

このようにして、遺伝的に起こるような長期のリスクに対しても補償制度を設けて対応しているわけです。

産業界の要請で生まれる新保険。理想を追求すると「ザ・保険」になる。

司会 リスクの話から保険の話に入ってしまいましたが、これからしばらくは先端技術と損害保険ということで話を進めたいと思います。先程、人工衛星はPMLに達する損害発生頻度が高いというお話があったんですが、人工衛星の保険はどうなっているんですか。

C 1965年にアメリカのコミュニケーション・サテライト・コーポレーションが、アーリーバードという人工衛星を打ち上げたときに、賠償責任保険と打ち上げ前の物保険を契約したのが始まりで

す。現在の人工衛星保険をごく簡単に説明しますと、物保険と賠償責任保険から成っています。物保険は三つに分かれていまして、一つは打ち上げ前の保険で、ブレダンチンシュアランスと呼ばれていますが、打ち上げ前の製造、保管、輸送に伴うリスクについて、オールリスクカバーで引き受ける人工衛星の製造者向けの保険です。

2番目が打ち上げ保険、ランチンシュアランスです。これは実際に打ち上げる時に保険期間が始まり、打ち上げ後、たとえば90日だとか180日、そういう期間を切りましてオールリスクでカバーします。これは、打ち上げが失敗した時、再打ち上げ費用を負担します。

3番目は軌道上の寿命保険、ライフインシュアランスです。これは、打ち上げ保険が切れたあと、軌道上に乗った人工衛星を一定期間、たとえば3年間とかカバーする保険です。

このように、人工衛星の保険はかなり確立されてきたと思います。今後の課題としては、たとえば、通信衛星がダメになって通信ができなくなって非常に広い波及損害がでたときに、それらについても保険でカバーできるのかということなどがあると思います。

A エネルギー関係では、通常の保険とは違う形のものがあります。一つは先程お話しした原子力保険ですが、もう一つは石油掘削あるいは地熱発電などで暴噴事故に対処する保険です。特に海底油田の掘削では、暴噴すると井戸が壊れる、それを修理しなければならない、また、原油が流れて汚染が起きますので賠償責任が生じます。そういう火を消す、修理をする、汚染による賠償責任という三つを組み合わせた保険があります。これは先端技術とはいえないかもしれませんが。

D 産業界の要請によって、その要請にできるだけマッチした保険が提供されるということですから、これから先端技術のリスクに対応して、いろいろな保険がつくられるでしょうね。バイオテクノロジーの関連では、貯蔵物の変質に対する保険とか、温度、湿度、PH管理のトラブルが原因のリスクに対する保険とかいうものが、今後要望と

してでてくるように思います。

B いままで保険というのは、物損害、賠償損害というように、あるいは物損害でも火災損害、爆発損害というように縦割りというか、単体でとらえるようなところがあって、それを適宜当てはめていくという傾向が強かったんですが、今後は一つの事業としてとらえて、それに対して広くカバーする保険を提供するということを考えていかなければいけないんじゃないかと思えますね。

C そうですね。よく我々の仲間で話すんですが、個々の技術なら技術、事業なら事業にあったオーダーメイドの、まさに「ザ・保険」というのをつくる、それが究極の我々の夢と申しますか、行きつくところじゃないかと思えますが。

司会 先端技術によって、工場は保険の面からみて変わったかという問題も今日のテーマの一つとして用意したんですが、どうでしょう。工場物件の火災保険にはタリフ(保険料率書)があって、業種や工程ごとに保険料率が決められていますが、先端技術産業の火災保険を引き受けるときに、すべてをタリフで対応しているんですか。

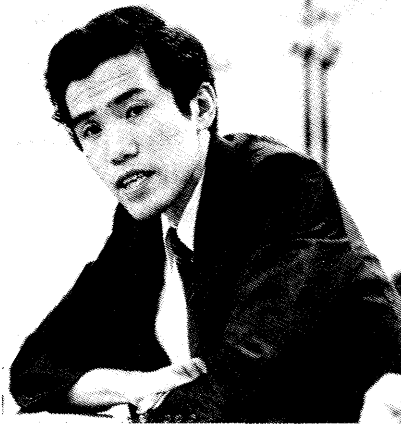
A 充分満足するとは言い切れないでしょうが、火災保険はタリフに従って引き受けています。

タリフというのは、過去の事故統計を中心に業種や工程の危険度を判定し、保険料率を算出しているわけです。それで、その危険度は毎年見直されて、料率改定が必要と判断されるときには改定が行われる仕組みになっています。

ですから、今まで話にでてきたような先端技術についても、ある程度統計が整い、危険度の判定が確立されれば、新しい項目の新設とか料率の改定が行われるかもしれません。それまでは、現行タリフで対応するということです。

司会 保険料率の問題は算定会(損害保険料率算定会)の所管ですが、算定会での先端技術に対しての取り組みはどのようになっているのでしょうか。

C 統計をとることは当然でしょうが、それ以外にも、各種工場の実態を調査して、危険度判定のための資料整備は常時行っているようですね。特に技術革新の激しい工場—化学、自動車、あるい

名
正
二
氏

はクリーンルームのある工場などを最近では重点的に調査しているようです。

B 料率改定で保険料が安くなるのはいいですが、危険度の判定をした場合、逆に保険料が高くならざるを得ないところもでてくるわけでしょうから、そういう点では、しっかりした統計の上で慎重にタリフの改定に取り組んでもらわないと困るという事情もありますね。

全体を守る消火設備と個々を守る消火設備の組み合わせが必要。

司会 工場が相当変わってきているということですが、それに伴って消火設備なんかでも、いままでの水を主体とした考え方ではいけなくなったのでしょうか。

E 火による損害だけでなく、水濡れ損害も考えなくてはいけませんね。

司会 ということは、スプリンクラーは先端技術ではむしろ通用しないわけですね。

C いや、そんなことはないです。現在のところはまだ、スプリンクラーは最良の消火設備の一つであることは間違いないようです。

なぜかという、たとえばハロンとか二酸化炭

素のようなガス系の消火剤は、一定の密閉空間に一定濃度で、一定時間保っておかないと消火効果があがらないんですが、そういう状態に保つことが難しいんです。

それに比べて、スプリンクラーの場合は、水ですから冷却効果が強く消火効率がいいんです。それから、スプリンクラーは自動消火設備ですから、人がいなくても自動的に火災を感知して自動的に消してくれる。それもヘッド一つの開放で火が消えれば、水濡れの損害も比較的小損害ですむということもあります。

A スプリンクラーに代わるいいものが出れば別ですが、いまある消火設備のなかではそのとおりだと思います。

司会 消すという面ではいいけれども、水濡れの損害というのはかなり大きくなるわけでしょう。

C でも、放っておいたらもっと大きくなりますから……。

A 工場全体につける消火設備と、たとえばロボットなりコンピュータなり、守るべきユニットにつける消火設備と、2種類の組み合わせになってくるような気がしますね。

最近、機械加工関係の工場で、放電加工機というのがあります。これはミクロン単位の高精度で加工できるというので、機械加工の分野では先端技術の一つであるようにいわれていますが、この火災がよく起こるわけですね。これは、油の中で放電して加工するわけですが、その油がレベルダウンすると、油に火が着くわけですね。その油面上にライトウォーターやハロン系の小さな消火器をつけて、油面に着火すると自動的に感知して消火する設備があるわけですね。

放電加工機に水をかけると機械全体がオシャカになりますが、この消火設備があれば、スプリンクラーが作動する前に火を消すことができます。

C ただ、スプリンクラーにしましても他の消火装置にしましても、これはあくまでも火災が起きたときに、初めて消火する装置ですね。

だから、今話題になったような問題の根本的な解決にはなっていない。何が根本的に解決されな

ければいけないかという、火災を起こさないことで、プリベンションシステムを生産技術の中に取り込んでおかないといけないということだろうと思います。

B これだけ先端技術が進んでくるなかで、いろいろなセンサーが生まれてくると思うんですね。ですから、火災になる直前で感知して未然に防ぐ、それでこそ先端技術だと思えます。

ポテンシャルリスクの予測は可能。
その上で損保らしい防災サービスを。

司会 損保各社では、契約先の工場などを保険会社の立場で調査して、防災上のアドバイスをする防災サービスを行っているわけですが、先端技術となると、我々の技術力でついていけるだろうかというような問題、あるいは、先方の企業秘密ということもあって損保防災もなかなか難しいんじゃないかと考えるんですけども、皆さんはどう感じておられるのかお聞きしたい。

A 企業秘密の壁は厳しいと思えますね。そのために、たとえば我々が協力なリアドバイスできるノウハウを持っていたとしても、それを生かすきれない面があるような気がしますね。

私どもでも、半導体製造工場の防火対策についてパンフレットを作っていますが、基本的にはお客さまと一緒に研究しましょうというのが先端技術に対する防災サービスの姿勢です。

それから、我々の技術でついていけるかということですが、事故というのは、先端技術だろうが従来の産業だろうが、人の不注意が事故に結びつくケースが多いわけです。たとえば、最新鋭の石油化学プラントでも、小さな工場でも、あるいは原子力発電所であろうとも、ゲージを読み違えたとか、バルブの開閉を間違えてしまったとか、そういうミスが第一のきっかけになって、いろいろ

な事故が起こっているわけです。

ですから、我々が持っている今までの知識が役に立たないということはないんです。自分が培ってきた安全に対する考え方、事故防止に対する技術を整理して、それを先端技術に当てはめれば、防災サービスは充分できると思えます。

E 損保防災として活躍の場はあるかといえばあると思うんです。

先端技術というのは新しい分野ですから、どういった形での損害があるかというのは、実体としてはないわけです。それじゃリスクの予測はどうかということになると、ポテンシャル(潜在的)リスクは我々でも充分考えられる余地があります。そういうものはお客さんのほうに提言して、それに対する安全対策は一緒に考えていかなければいけない。

また、保険会社というのは、幾つか事故が起これば、それがなぜ起こったかということは把握できるわけで、そういった一つ一つの資料を生かしていけます。たとえば、L S I 工場で事故が起これば、煙による損害が大きかったということであれば、煙が拡散しないようにするためには換気を各ルームごと別系統にしたほうが良いということがわかるわけです。こういう体験を踏まえて、適切なアドバイスをしていけば、実際のリスクを軽減できます。

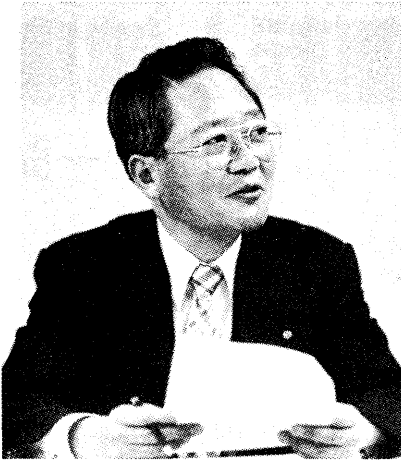
こういうアドバイスは後追いの形になるかもしれませんが、先端技術分野でもできることです。また、我々としてはそうしていくべきだと思います。

司会 実際にそういう事故があった場合は、十分な情報を入手できるのでしょうか。

E ケースバイケースですね。でも、事故というのは、先程の話のようにあまり難しい形では起こらないんじゃないでしょうか。

C 今のお話に関連していうと、同一企業がたくさん工場を持っている場合、A工場とB工場では安全面で必ずしも同一レベルとは限らない。こういうケースは案外あるんですが、我々損保マンのよう比較して見られる立場にないとわかりにくい。

こういう工場間の安全の差をなくすアドバイス



森島 淳氏

は、損保ならではのサービスの一つだと思います。

それから、いま何をなすべきかということになるかと思いますが、一つは我々も技術的に先端技術のリスクをしっかりと把握して、それに対するプロテクションができるように勉強していかなくちゃいけないということです。ポテンシャルリスクを想像するだけでなく、より具体的にリスクを把握するという事です。

もう一つは、バラエティに富んだ、付加価値の高い、技術的にも複雑な、しかも自動化されている技術に対しては、プロテクションの方法も自動化で対応すべきだということです。

たとえば、先程話にてていましたが、センサーが非常に進んでくる。そのセンサーが異常をキャッチしたら、電気やガスなどのエネルギーの遮断を行って、同時に部屋の排煙、排気を行って、さらに消火設備が自動的に働くというシステムですね。

それを一歩進めてプリベンションのシステム、火災なら火災が発生する一歩手前で発見し、対応するシステムをつくるのが理想ですね。

D いま何をすべきかということになれば、私は先方の技術者とのコミュニケーションを第一に挙げたいですね。いままで、火災から労災あたりまで含めて、我々損保会社としては、防災調査、アドバイスをサービスとして行ってきたんですが、その場合のサービスの受け渡しは、損保会社と管理部門、保険担当者のレベルで行われるのがほとんどだったと思うんです。

今後は、研究者であるとか技術者であるとか、技術そのものをよく理解している方と対話する機会を、保険会社として積極的に持つべきじゃないだろうかと思っています。

B 損保の防災の大きなポイントとして、料率とのかかわりがあると思います。

これは、料率の合理性をベースにして、リスクのいい物件は安くということを実際の防災活動に結びつけて、防災サービスでアドバイスし、リスクが改善されれば料率を下げていくということですが、そういうことは今まで以上に努力する必要があると思います。

司会 先程の放電加工機の話で、自動消火設備の付いたものとそうでないものと、料率上の違いはあるんですか。

A 工場全体にスプリンクラー設備などを設けた場合には、消火設備割引という制度で料率に差を設けていますが、放電加工機にだけ消火設備を設置しても、割引の対象とはなりません。

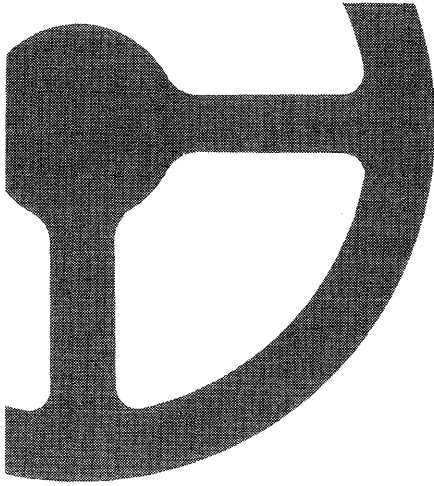
司会 その辺も、これからの防災技術の一つの課題でしょうか。

A そうですね。防災技術ならびに料率制度の、防災が単にサービスとしての情報提供だけじゃなくて、防災と料率がある面ではミックスするところに、損保防災の損保防災らしきがあることは確かですね。我々が危険だと思うものに対して、プロテクトしてくれたのであれば、それなりの料率を出す。そういうことになれば、我々のアドバイスもより活かされるでしょうね、100%はムリでも。そういう面も欲しいですね。

司会 本日は、我々損保マンとしてみた先端技術について、リスク、防災、保険の面から、また、我々として今何をすべきかということなどフランクな話し合いができてよかったです。

こういったテーマですから結論といったものは出し得ませんが、今後は、各産業界の方々とのコミュニケーションを深めていくなかで、損保の防災技術をより充実したものにしよう皆さんのご努力を期待して、この辺で幕としたいと存じます。

長時間どうもありがとうございました。



自動車運転と健康

嶋田一弘

1 はじめに

街の中を走りまわっているドライバーは健康だろうか。ほとんどの人が、健康であると感じているであろうし、また、実際に健康でなければ困る問題である。しかし、実状はどうであろうか。

日本産業衛生学会運転労働安全委員会が、職業運転者3,732人に対して行った健康意識調査は、表1 Aのようで、健康であると思っている49.6%、どこことなく不安である43.4%、病気である6.4%となっており、それらの運転者の訴える症状を、複数回答によって調査すると、表2 Aのように総計577.4の症状を訴え、病状別には、循環器系疾患症状124.6、その内訳として、心臓疾患症状20.0、高血圧性疾患症状56.2、脳血管系疾患症状48.4、消化器系疾患症状169.2、筋骨格系および結合織疾患症状115.4、疲労性症状141.2、その他27.0となっている。

表1
運転者の健康意識

A. 職業運転者	
今の状態は健康と思う	49.6%
どこことなく不安である	43.4%
病気である	6.4%
B. 一般運転者	
全く健康だと思う	65.6%
なんとなく身体の調子が悪いと感じている	27.7%
病気にかかっていると思う	1.6%
医者に病気だといわれている	5.1%

また、私が一般ドライバー1,000人に対して行った健康意識調査は、表1 Bのようで、まったく健康だと思う65.6%、なんとなく身体の調子が悪いと感じている27.7%、病気にかかっていると思う1.6%、医者に病気だといわれている5.1%であり、それら運転者の訴える症状は表2 Bのようで270.8症状あり、病状別にみると、循環器系疾患症状100.5、その内訳として、心臓疾患症状28.9、高血圧性疾患症状24.0、脳血管系疾患症状47.6、消化器系疾患症状50.8、呼吸器系疾患症状20.4、うち喘息症状0.5を含み、筋骨格系および結合織疾患症状42.2、疲労性症状49.4その他である。

運転者の健康意識、あるいは、訴える各種症状数、両者によって考えると、街の中を走りまわっているドライバーの健康状態はあまり良好なもの

表2 主要傷病症状の保有状況

業 種 別	A	B
	職業運転者	一般運転者
総 数	577.4	270.8
1. 循環器系疾患の症状	124.6	100.5
心臓疾患の症状(再掲)	20.0	28.9
高血圧性疾患の症状(再掲)	56.2	24.0
脳血管疾患の症状(再掲)	48.4	47.6
2. 消化器系疾患の症状	169.2	50.8
3. 呼吸器系疾患の症状		20.4
喘 息(再掲)		0.5
4. 筋骨格系および結合織疾患の症状	115.4	42.2
5. 疲労性の症状	141.2	49.4
6. 浮腫性疾患の症状		4.4
7. その他	27.0	3.1

であるとはいえ、不健康というか、健康上に不調を訴える者が約半数を占めているのが現状であると推測される。

ドライバーの健康状態と、ドライバー以外の一般人の健康状態との間に、何か特別な差があるだろうか。

昭和55年の国民健康調査有病率は、表3のようで、総数110.9中、循環器疾患として、心臓疾患4.1、脳血管疾患2.9、高血圧性疾患17.5、その他計26.6、呼吸器系疾患として、急性耳鼻咽喉炎19.1、喘息2.1その他計25.5、消化器系疾患16.5、筋骨格系および結合組織疾患7.3、神経系および感覚器疾患9.3その他を挙げている。

国民健康調査時の疾病と、ドライバーの訴えによる症状からの推定疾患との間で、その有病率を疾患別に、一般人とドライバーとで比較することは、その間に幾分の誤差を生ずることは否めないところであるが、あえて一般人とドライバーとの疾病別有病状況をみると、循環器系疾患では一般人とドライバー共に上位を占め、呼吸器系疾患では一般人に多くドライバーに少なく、消化器系疾患、筋骨格系および結合組織疾患および疲労性疾患では、ドライバーにその有病状況が多く、一般人の有病状況との間に顕著な差がある。このことはドライバーには一般人と違って特殊な疾病がある

表3 主要傷病の有病率(1,000人当たり繰越件数) 昭和53年

総	数	110.9
I 伝染病および寄生虫病		2.8
III 内分泌、栄養および代謝の疾患		3.3
糖 尿 病 (再掲)		2.5
VI 神経系および感覚器の疾患		9.3
神経痛および神経炎 (再掲)		3.7
VII 循環器系の疾患		26.6
心 臓 の 疾 患 (再掲)		4.1
高 血 圧 性 疾 患 (再掲)		17.5
脳 血 管 疾 患 (再掲)		2.9
VIII 呼吸器系の疾患		25.5
急性耳鼻咽喉炎 (再掲)		19.1
喘 息 (再掲)		2.1
IX 消化器系の疾患		16.5
歯および歯の支持組織の疾患 (再掲)		3.9
胃および十二指腸の疾患 (再掲)		4.6
XII 皮膚および皮下組織の疾患		2.7
XIII 筋骨格系および結合組織の疾患		7.3
XVII 不慮の事故、中毒および暴力		8.5

厚生省「国民健康調査」

ことを示すものと考えてよいであろう。

また、ドライバーの約半数が、我々の期待に反して健康上の不調を訴えているとすれば、車と人との関係、すなわち、人が車を運転するという基本的事実からして、自動車事故の原因の中には、ドライバーの急な発病、病状悪化、または、重篤な合併症の併発が原因となって起こる事故、これを私は「病原性事故」と呼んでいるが、この病原性事故があるのではなからうか。

この病原性事故に関して、昭和46年1月から昭和58年12月に至る満13年間、東海地方で発刊されている朝日新聞・毎日新聞・中日新聞その他に、「はつきりと病気が原因である事故」と明記された事故数を調査した。結果は表4のようで、心臓病22、脳出血14、高血圧3、低血圧2、てんかん7、精神病8、メニエル病2、色覚異常2、その他各1、計72例である。

この例数は、新聞紙上に毎日報道されている事故数に比して、一見問題にするほどの数ではないように考えられるが、これは全国的な例数ではないこと、事故の現場検証に立ち合う当事者に、この面に対する関心が薄いこと、病原性事故の立証が非常に難しいこと等によって、居眠り運転、わき見運転、ぼんやり運転等として処理されているため、このように処理されている事故のなかには、相当数の病原性事故が含まれていると考えられ、表の例数はまさに氷山の一角と考えて至当ではなからうか。

なお、病原性事故の原因疾患は、表4にみられるように、循環器系疾患がその大半を占めており、病原性事故と循環器系疾患との間には、密接な関係のあることを如実に物語っている。

表4 病原性事故
(昭46.1～昭58.12)

心 臓 病	22	か ぜ	1
脳 出 血	14	貧 血	1
高 血 圧	3	腎 臓 病	1
低 血 圧	2	糖 尿 病	1
胃 潰 瘍(吐血)	1	メニエル病	2
腹 痛	1	てんかん	7
肝 臓 病	1	精 神 薄 弱	1
自律神経失調症	1	精 神 病	8
め ま い	1	帯 状 疱 疹	1
喘 息	1	色 覚 異 常	2
計		72	

そのほか、てんかんの7例が目につく。てんかんによる病原性事故などは考えられない事故で、時に免許時の適正検査の在り方を疑いたくなるが、この事実も重視したい。

なお、このほか病原性事故として、服薬の副作用による事故も表中には計上されていないが、見逃すことはできない。

以上、現在街の中を走りまわっているドライバーの、健康状態・病原性事故発生状況について述べ、現在の交通状況は、いかに交通ルールを守り、規則どおりに通行してしようとも、また、いかに安全運転に徹してしようとも、決して安心していられる状態ではなく、いつ、どこで、これら半病人ドライバーからの思いもよらぬ「もらい事故」に遭遇するかもしれないという危険性が潜んでいるということを強調したい。

病原性事故に密接な関係のある疾患、ドライバーに特殊と考えられる疾病について、その概要を以下に述べて、病原性事故防止およびドライバーの健康維持の参考としたい。

2 循環器系疾患

循環器とは、血液の循環するのに関係しているすべての器官であって、心臓・血管(動脈・静脈)がその主なものである。

循環器系疾患とは、心臓の病気・動脈の病気・静脈の病気等であり、動脈の病気は全身の血管に及んでおり、特に動脈硬化は、これら循環器系疾患に重要な役割を果たしている。循環器系疾患と動脈硬化との関係、およびその増悪促進との関係を図示すると、図1のようである。

動脈硬化は生理的の老化現象で、樹木の幹であり、だれでも年をとれば大なり小なり動脈硬化になるわけであるが、この動脈硬化をなお一層増悪させ進行させる因子がある。それは肥満・高脂血・喫煙・高血圧等の根であり、動脈硬化を基礎疾患としている各種の疾患はその枝葉である。

すなわち、動脈硬化は根を通じてその増悪促進因子により太り、枝を通じて各種疾患を発病させ

ているのである。

根である「肥満」は栄養過多・運動不足・糖尿病等であり、「高脂血」はコレステロールであり、喫煙はタバコであり、高血圧は食塩・ストレスであり、高血圧は動脈硬化の増悪促進因子としては最も大きな役割を果たしている。

動脈硬化が心臓の枝に及べば狭心症・心筋硬塞を、脳の枝に及べば一過性脳虚血・脳出血・脳硬塞を、腎の枝に及べば腎硬化を、四肢末端に及べばピュルゲル病を起こしてくる。このように、循環器系疾患は動脈硬化を基礎疾患として、一連の関係をもちて全身の各部にいろいろな形で病気を起こしてくる。

1) 心臓の病気

心臓の病気のうち、病原性事故に特に密接な関係があるのは、狭心症と心筋硬塞である。

狭心症は心臓の筋肉を養っている冠状動脈に動脈硬化が起こり、血液の循環が悪くなり、心臓筋肉が貧血状態になり、心臓部を中心として左胸部に絞めつけられるような疼痛があり、しばらくは苦しくて動くこともできないような症状になる病気で、この発作が急に強く起こってくると、運転はできなくなり、病原性事故を起こす危険が多い。

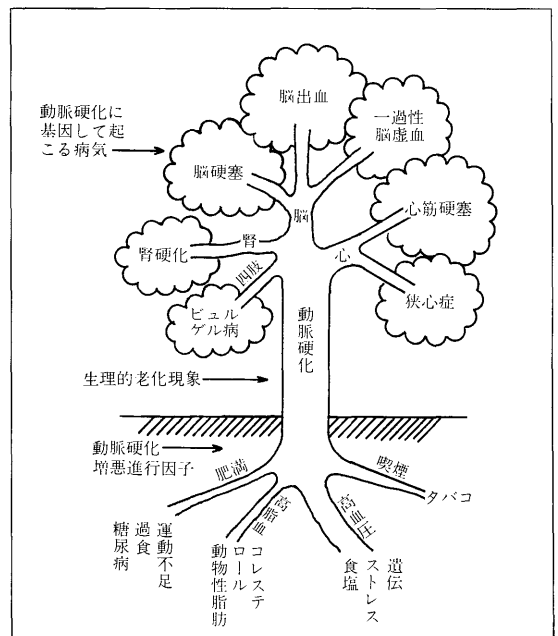


図1 循環器系疾患

心筋硬塞は、冠状動脈が動脈硬化の粥状硬化の破片等で閉塞されて、閉塞部より末梢の心臓筋肉が血液欠乏状態となり、心臓筋肉が壊死状態となり、胸部に耐えられない激痛があり、この痛みが左背部左上肢に放散し、はなはだしいときにはショック状態に陥る。この発作が急に起これば到底運転できるような状態ではなく、運転不能あるいは死亡する。

狭心症・心筋硬塞は前駆症状として、階段をのぼったり、急いで歩いたり、激しく運動したりすると、どうきがしたり、息苦しく息切れがしたり、胸が痛くなったり、胸がしまったりするが、時にこの前駆症状がまったくない場合もあるので、高血圧・動脈硬化を指摘された場合は特に体調に注意し、生活態度・食養生等の健康管理を厳にしなければならない。

2) 脳血管障害

脳血管障害も病原性事故と密接な関係がある。なかでも脳出血は著しい。

一過性脳虚血は脳血管に動脈硬化があったり、脳動脈が一時的に攣縮したりして、脳の血液循環が悪くなって貧血状態となり、一時的の意識障害・四肢の麻痺・言語障害・めまい・しびれ等を起こしてくる病気であるが、これは短時間で大体治る。しかし、運転中にこの発作が起これば運転不能となり、不慮の事故の原因となる。

脳出血は脳の血管に動脈硬化が起これ、狭くなったりもろくなったりしているときに急に血管に圧力が加わると、弱いところが破れて脳内に出血し、頭痛が著しく、嘔吐をし、意識障害・けいれんあるいは麻痺・言語障害・歩行障害等が現れてきて（出血する場所により、これらの症状はまちまちである）、この発作が運転中に起これば、もちろん運転不能、時に死亡する場合もあり、病原性事故の原因としては心筋硬塞に次ぐものである。

脳硬塞は脳の血管が閉塞されて、その末梢が血液欠乏状態となり壊死に陥り、脳出血の場合と同様の症状を呈してくる病気であるが、この病気は運転中とか昼間労働中に急に発作を起こすことは少なく、夜間睡眠中に徐々に起こることが多いの

で、病原性事故の原因となることはあまり多くない。この脳硬塞は脳軟化ともいい、脳出血と一括して脳卒中といわれている。

これら脳血管障害も、軽い頭痛・頭重・めまい・しびれ等の前駆症状のあることもあるが、ない場合もあるので、平素の体調には注意し、高血圧・動脈硬化のある場合は十分な健康管理が必要である。

3) 腎硬化

腎臓は血液の中の老廃物をろ過して、尿として体外に排せつする作用をしているが、動脈硬化が起こると血液の循環が不十分となり、血液中の老廃物が完全に排せつされなくなって、腎臓本来の作用が不完全となり、血液中に老廃物が残留し、重症となると尿毒症を起こしてくる。特に重症でない限り病原性事故の原因になることは少ない。

4) ビュルゲル病

四肢末端の動脈が動脈硬化となり、四肢末端の血液循環が悪くなり、指の先が青白くなったり、冷えたり、しびれたりする病気で、これは病原性事故とはあまり関係はない。

以上、循環器系疾患の主な病気とその概要について述べたが、その健康管理は表5のようである。

すなわち、動脈硬化の増悪因子に対する適宜な処置を行うことである。

表の補足として、コレステロールには、現在善玉の動脈硬化の悪化促進を防ぐコレステロールと、悪玉の動脈硬化の悪化促進を進めるコレステロールとがあることが研究されている。その詳細は今後の研究に待つところが多いが、悪玉のコレステロールと善玉のコレステロールとの比率が、善玉

表5 循環器系疾患の健康管理

増悪因子		健 康 管 理
過	労	休養 生命リズムに沿った規則正しい生活
肥	満	適当な運動、過食を避ける 標準体重 (身長-100)×0.9 kg
食	塩	減塩 (1日10g以下に)
喫	煙	禁煙または節煙 (1日20本以下に)
飲	酒	適度 (ビール1本または清酒1合程度)
寒	冷 曝 露	急激な寒冷曝露を避ける。冷房不適
コレステロール		善玉コレステロールを多く、悪玉コレステロールを避ける、動物性脂肪不適
糖	尿 病	食餌制限、治療
ス	ト レ ス	ストレスから解放、過度の勝負事、イライラ、憤怒、悲哀、憂慮、精神緊張を避ける

のコレステロールが多いようにすることが大切であること、悪玉のコレステロールは動物性脂肪に多く含まれており、善玉のコレステロールは植物性脂肪に多く含まれていることがわかっている。

また、ストレスは一口にいうと、人が快適に生活することを阻む精神的・肉体的・環境的・時間的その他の刺激に対する反応であり、これから解放するためには、過度の勝負事・噴怒・悲哀・憂慮・燥音・欲求不満および精神緊張等を避けることである。

また、運転管理については、ドライバーは最低年2回は健康診断を受けて、自己の健康状態をしっかりと把握していることが肝要であり、もし、健康診断において高血圧・動脈硬化が発見されたならば、血圧測定はもちろん、心電図検査・血液検査・尿検査・眼底検査等の精密検査を受ける必要があり、特に血圧測定は最低3か月に1回は測定し、その他の精密検査は、自覚症状・検査成績に応じて行うべきである。

検査成績に対しては、甘い妥協は禁物で、検査成績による医者からの指導には厳に従うべきである。

その他、平素乗車前の健康チェックには充分注意し、身体の不調を感じたならば、できるだけ乗車すべきでない。

病理性事故の多くは、身体の不調を無理に辛抱して運転したような場合に起こっている事実からして、「無理に辛抱して運転する」ということは、循環器系疾患に限らずすべての病理性事故の防止には、絶対に行ってはならない原則である。

3 消化器系疾患

ドライバーに消化器系疾患、特に胃潰瘍・十二指腸潰瘍が多いが、これらは病理性事故にも関係はするが、循環器系疾患ほどに多くなく、ドライバーに関係するのは、病理性事故よりもむしろドライバー自身の健康保持に密接に関係する。

胃・十二指腸には、その粘膜その他をまもる防御因子と、これを損傷する攻撃因子とがあり、この二者のバランスが保たれている時は胃・十二指

腸は健全で、その機能も充分に発揮するが、このバランスが崩れて攻撃因子が強くなると、胃腸の粘膜は損傷されて胃潰瘍・十二指腸潰瘍となる。

このバランスは脳の機能、特に自律神経の機能によって保たれているが、この機能を低下するのはストレスである。ドライバーは精神的緊張を強いられるため、精神的ストレスが強く、その上に食事時間の不規則、夜間長時間の運転による睡眠不足・過労等がこれに加重するので、胃・十二指腸への負担は大きく、胃潰瘍・十二指腸潰瘍を起こしやすくなる。表4のように、消化器疾患が病理性事故の原因になることもあるが、これはまれであって、消化器疾患はドライバー自身の健康保持に大きな意味があるので、ドライバーは規則正しい食事時間に注意し、消化のよい栄養価のある食品を選び、不消化な食品を避け、暴飲暴食を慎み、過度に冷えた食物は極力とらないようにし、食事はゆっくりとよくかんで食べ、食後の激動を避ける等、消化器をいたわってやるよう細心の配慮をすべきである。

4 てんかん

まさか「てんかん」患者が運転するなんて考えてみたこともないし、思いもよらないことだと驚かれる人が多いであろう。

しかし、この考え、思いもしない事故が現実には起きている。それも少数でなく表4にみるように72例中7例もそうである。この事故発生について、警察庁では潜在性不適格があることを認め、かつその発見は非常に難しい問題であると手をあげている格好である。

てんかんというと、一般には口から泡をふき出し、けいれん発作を起こし、失神して倒れるものだと考えられているが、てんかんはこれだけでは

表6 てんかんの種類

1. 大発作
2. 點頭てんかん
3. 小発作
4. 精神運動発作
5. 自律神経発作
6. 感覚発作
7. その他のてんかん発作

なく、表6のようにいろいろの形がある。これらでんかんに共通なことは意識の断絶で、てんかんとは必ず時間的に長い短いの差はあるが、意識がまったく喪失することである。この発作のときには、無意識に信号無視をしたり、一時停車を怠ったり、中央分離帯に乗り上げたり、電柱に激突したり、追突事故を起こしたりする。表に計上した7例は全部典型的大発作の例であり、非典型的てんかんによる事故は含まれていない。これを考えると、てんかん患者には自動車の運転は禁止すべきであると極言したくなるが、現在医学の進歩は目覚ましく、てんかん患者は必ず脳波に異常が認められ、動作・立ち居振る舞い・対話中の不審な応答等怪しい点があって、脳波検査をすればてんかんに早期に発見することができるようになっており、また、自覚して服薬を規則正しく励行していれば、発作の起こるのをおさえることができたり、時には全治させることもできるようになってきている。だから、遺伝病であるとか不治の病であるとかと忌み嫌う誤った観念は払拭すべきであり、てんかん患者にも必要な適切な処置をすれば、運動を禁止する必要はないという学者もあるほどである。

主治医と家族の一部だけがてんかんであるということを知っているだけで、本人に実の病気を知らせないで運転させていて、病原性事故を起こした例があるが、このようなことのないよう、特に周囲の者がてんかんという病気をよく理解し配慮してやる必要がある。

5 疲 労

疲労には精神的疲労と肉体的疲労とがあるが、これらをはっきり区別することは難しい。

疲労は病気ではなく、「これ以上労働を続けると、精神的・肉体的にその作用能力が低下し、期待する作用が円滑に行われなから少し休め」、あるいは「これ以上続けると疲労困ぱいの状態となり、その回復には長時間を要するようになるか、あるいは回復しないようなことになるぞ」という一つ

の警報であると考えるべきである。

疲労が進むと、特に精神的疲労が進むと、大脳皮質の機能が低下し睡気を催し、居眠り運転の原因となるし、また、運転中の必要な情報のキャッチおよびその処理能力は低下し、ハンドル操作・ブレーキ操作等の運転動作も低下し、運転能力は全般的に低下する。

疲労による運転能力の低下予防には、過労を避け休養をとることが必要で、長時間・長距離の運転では少なくとも2時間に1回の小休止が必要であることを忘れてはならない。

6 筋骨格系および結合織の疾患

自動車の運転は、好むと好まざるとにかかわらず一定の姿勢を強要される。

筋肉には屈筋と伸筋とがあり、この両者の作用の上にある決まった姿勢を保持することができるものであり、一定の姿勢を長く強要されると、屈筋は長時間働きっぱなしになり過労することになる。

運転の時は、この意味で諸種の筋肉に過労を強いる。たとえばハンドルを握る上肢の筋肉、半屈の状態に長く固定されている下肢の筋肉、始終腰掛けの姿勢を保ち続ける腰部の筋肉等は、その代表的なものである。

筋肉だけでなく、一定の動静脈も圧迫され、血液の循環は悪くなり、筋肉の疲労を回復させる酸素や養分の供給、および、筋肉中の疲労素の排せつ等は悪くなり、筋肉および結合織は過労に陥り、種々な疾患・症状を現してくる。肩が凝る、首筋が凝る、腰が痛い、足が重くてだるい等々はそれである。

これらを予防するためには、長時間同一の姿勢を保持していないことが大切で、働いている筋肉や結合織を休ませてやる必要がある。そのために2時間に1回程度の休養を与え、姿勢を変えることが効果的で、車外に出て新鮮な空気を吸い、適当な体操、背のび等を行うことが好適である。

(しまだ かずひろ／嶋田内科医院)

黄信号対応訓練

木島和郎

桜井英臣

古越秀明

1 はじめに

信号機のある交差点に接近していったとき、黄信号に変わって前車が慌てて急ブレーキをかけたために、追突しそうになり、“ヒャッ”とした経験を持つドライバーはかなりいると思われる。

「交通の教則」にはこんな場合について、次のように書かれている。

「……黄色の灯火に変わったときに停止位置に近づいていて、安全に停止することができない場合は、そのまま進むことができます。」

この文を読んで、ここに書かれている“安全に停止することができない場合”を頭に思い浮かべることができる人は、こういった場面についていろいろな体験をした人か、かなりのベテランドライバーのはずである。むしろ大部分のドライバーは、「そう言われてみれば、そういうことだ」と思う一方、あらためて、「安全に停止することができる場合とできない場合の区別は、どんなことを判断材料にしているか？」と尋ねられたら、首をかしげてしまうことであろう。

従来、このような「場面」について、自動車教習所では、「説明」によって理解してもらい、「知識」として身につけてもらうことしかできなかった。なぜならば、「技能」として身につけてもらおうと思っても、訓練に必要な状況を必要な時に作り出すことが不可能だからである。

結局、ドライバーは、理屈で固めた知識のもとに、偶然出会う信号の「変わり目」を唯一の体験訓練の場にして、“ニアミス”を重ねながら何年もか

かって「自然に」体得していくような状況であったと言えよう。

一方、実際に、教習中の事故のなかにはかなりこの種の被追突事故が起きており、指導員は「信号に近づくときは、いつも急ブレーキを踏まれるのではないかとヒヤヒヤしている」という身の危険を感じながらも、どうしようもないという状況に置かれてきた。

この問題を解決するため、当所では「信号の変わり目に安全に対処できるように訓練する方法を考えよう」ということになり、約2年をかけて、装置とそれを使った訓練方法を開発した。ここにその概略をご紹介します。

2 訓練カリキュラムの概要

1) この訓練のねらい

前出の交通の教則にある「安全に停止することができない場合」かどうかを、判断することができるようになることが、この訓練の直接的な目標である。その判断は、停止のための減速を始める前に行われるものであるから、ドライバーはこれから行われるであろう減速について、その「程度」を予測し、ある「基準の程度」に照らし合わせて

表1 減速訓練基本カリキュラム

停止	1. 急制動による停止 2. ふつうの制動による停止
制動	1. 制動に必要な距離と時間 2. 速度による減速度の違い
信号号動	1. 信号の変わり目 2. 黄信号と停止・通過の判断
減速	1. 速度と安全領域 2. 自分の責任領域の作り方

判断をし、意志決定をしているものと考えられる。

そこで、我々はこの訓練の中心を「減速の程度の把握」に置くことにした。

2) 「減速」のとらえ方

交差点の手前で黄信号に変わったとき、

① この位置から急ブレーキでなく停止できるだろうか？

ブレーキをかけながら、

② この速度の落ち具合で、停止線までに止まれるだろうか？

という問いかけを自分自身に行っているわけで、しかも即座に判断をし、反射的に次の必要な行動に移っているのである。

この場合の判断材料は、停止までの距離、時間、そして身体で感じる減速度などであろう。しかもこういった要素は、別々に意識されるのではなく、一瞬のうちにすべてを一括して感じとり、停止するか通過するかを判断しているものと思われる。

このカリキュラムでは、「減速」のとらえ方を、距離、時間、減速度の感覚が立体的に組み合わさって感じ取られるものとして、この感覚が身体の中にモノサシとして(「身体尺度」と言われるもの)

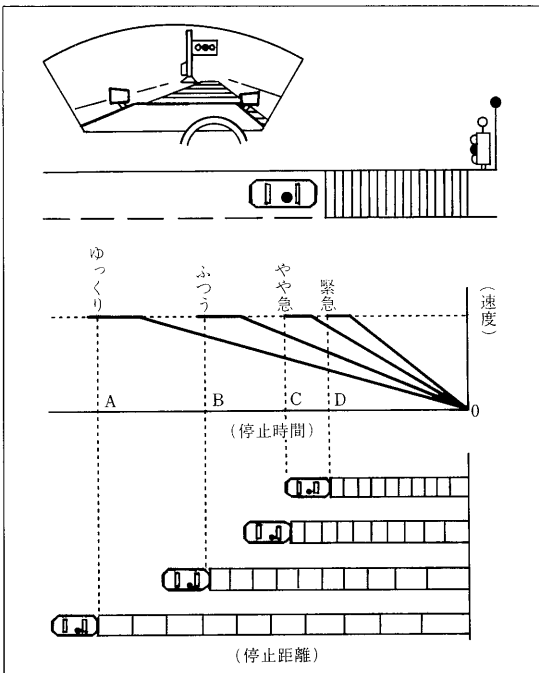


図1

できあがっていくように訓練の進め方に配慮をした。備わった「身体尺度」は一種の能力と考えられる。したがって、作り上げる時だけでなく、維持するためにも訓練は欠かせないものであろう。

3) 訓練の内容

訓練の目的は「身体で覚える」ことであるから、当然のことながら実車を運転しながら行う。中心は、「減速」の典型である停止に置く。要素は前述したように、距離と時間と減速度であるから、いろいろな速度で

① 停止するための距離(信号を黄にした場所から停止した場所まで)

② それまでにかかった時間(空走時間、制動時間)

③ その間に感じた減速度(身体で感じた「程度」)を測り、比較したり繰り返したりすることによって、「程度」を感覚的に身につけさせる

「程度」には、①急停止(緊急制動)、②やや急停止、③ふつうの停止、と三つの種類を設け、それぞれに必要な距離を目で、時間をリズムで、減速度を身体で、受け取るように仕向けていく。

4) 訓練の効果として期待するもの

減速の程度を比較体験することによって、三つの要素の感じとり方を、立体的に組み立てられるようになると、いつも減速(停止)に必要なスペース(距離と時間の要素を併せもった空間)を、意識的に前方に作りながら走ることができるようになる(安全領域)。

① 青信号交差点に近づくとき、黄色に変わったときに必要なスペースを、あらかじめ設定しながら走れる→気分的な「ゆとり」

② 黄色に変わったとき、残りのスペースと自分

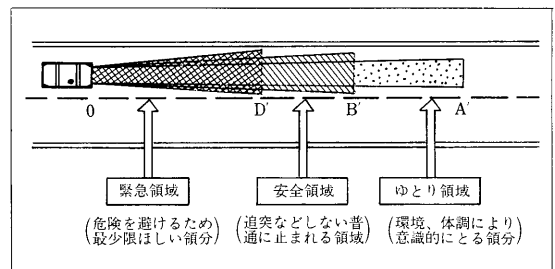


図2 「ドライバーの責任領域」のモノサシ図

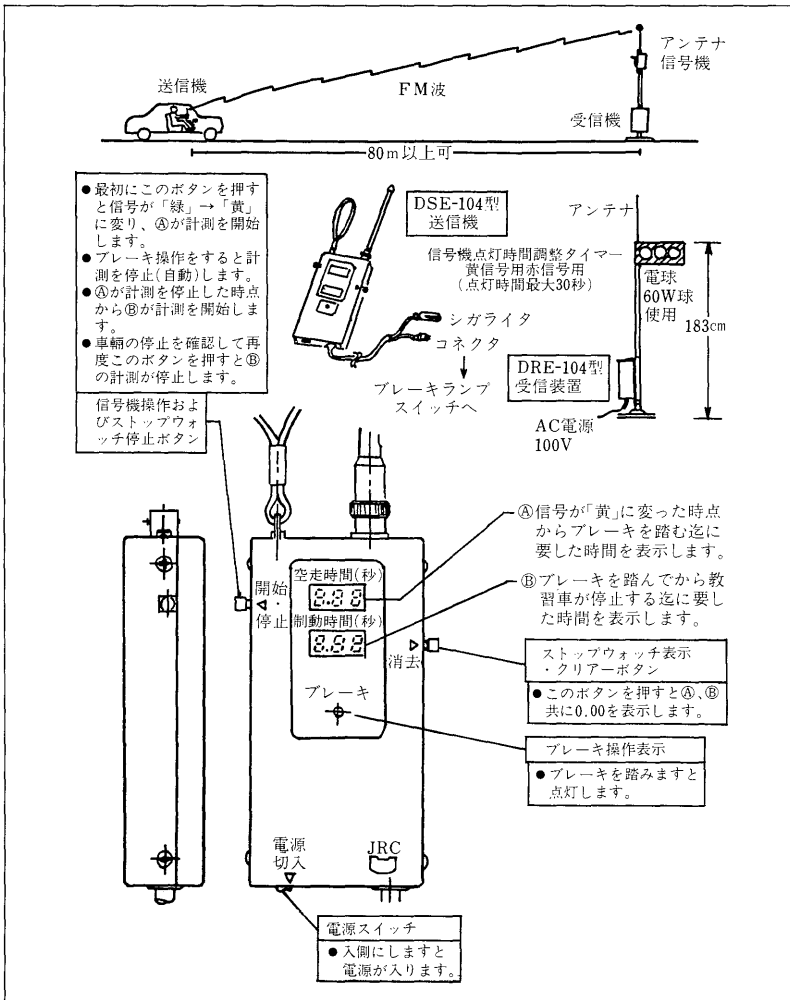
の車が必要とするスペースを即座に比較し、停止するか通過するかの確かな判断ができる→迷いのない判断と処置

さらに、環境に合わせて「余裕」や「緊急性」を加味して走ることができるようになれば、この訓練の効果はほとんどの事故原因の回避にまで及ぶこと

ことになろう。たとえば、

- 前車の急停止に対応できる車間距離の設定
- カーブに必要な速度まで減速するための、減速開始時期の設定
- 「飛び出し」に対応できる空間と速度の設定

などである（ドライバーの責任領域）。

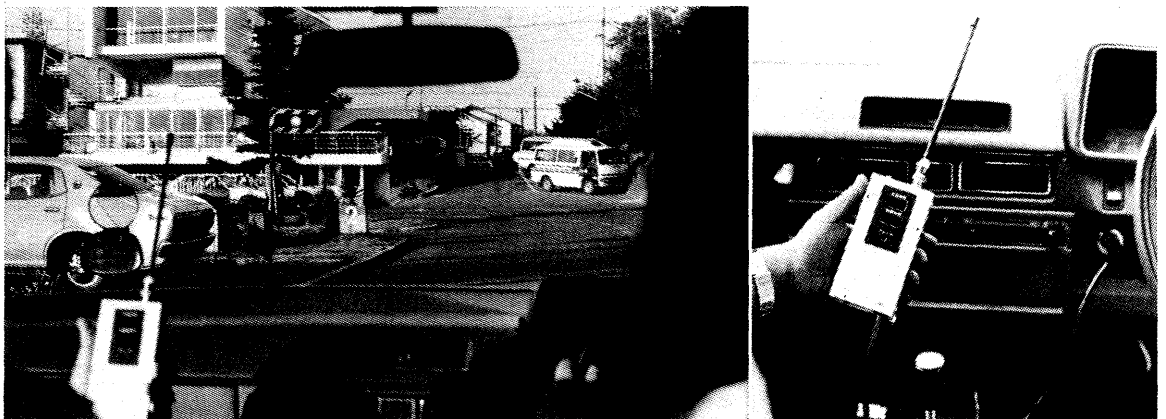


3 装置（信号制動シミュレーター）概要

このカリキュラムでいう「減速の程度」を、いろいろな状況で作り出すために開発されたのがこの装置で、構成および機能は図と写真を参照されたい。

適当な場所に設置された受信機（可搬式信号灯に装着）に、走行中の車の助手席から送信機のボ

図 3



タンで指令を送り、任意のタイミングで青信号を黄色に変えることができる。

送信機のAタイプは信号を変えるだけであるが、Bタイプにはストップウォッチが装備されていて、黄に変わった信号機を見たドライバーが、ブレーキ操作を始めるまでの「空走時間」と、そのあと停止するまでの「制動時間」が、 $\frac{1}{100}$ 秒単位で計測表示できるようになっている。むろん、時間の計測を必要としない訓練の場合は、車両以外の任意の場所からも作動させることができる。

黄と赤の信号機の点灯時間は任意に設定することができ、その時間が過ぎると青を表示して指令待ちの状態になる。

4 訓練実施例（小諸自動車教習所における訓練科目「信号制動」の進め方）

コース内に受信機を設置し、手前に停止線を設ける。送信機をセットした教習車両（5人乗り乗用車）にインストラクター1人。教習生は1～4人。

（1）時速30kmからの停止にかかる停止距離と停止時間の測定（急停止・ふつうの停止）

- ① 黄信号になったら、直ちにブレーキをいっばい踏み込んで、最短距離で停止するように指示をして停止させる（車輪はロックする）
- ② 送信機の表示から、空走時間と制動時間を合わせた「停止時間」を記録する
- ③ インストラクターがマークしておいた、信号を変えた地点まで車をバックさせ、距離を測

て記録する

- ④ 黄信号になったら、ふつうの停止をさせるようにブレーキを使って停止させる
- ⑤ 「急停止」と同じように時間と距離を測定し、記録する

①～⑤を1～2回体験することにより、まず前方に見えるスペースと、そのスペースを使って停止するための時間、およびそのときの減速度の感じをセットで身体に覚えさせる。この感覚をモノサシにして、前方のスペースを見たらそこまでの停止時間や減速感を予測できるように、次の段階へつなげていく。

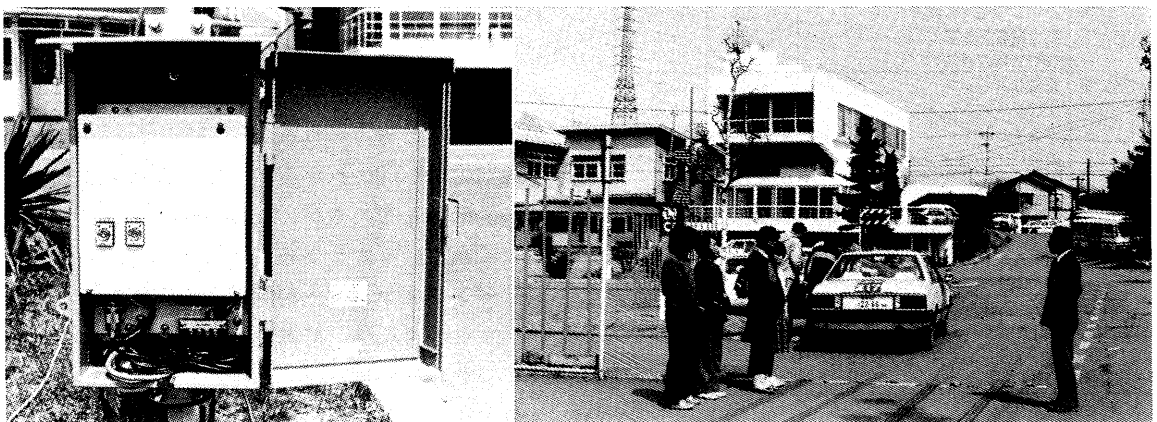
（2）速度を変えて「やや急停止」と「ふつうの停止」を体験し、モノサシと比較する

① 信号の手前に停止線を設置し、2～3種類の速度とそれに合わせたタイミングで信号を変え、どんな種類の停止になるか体験させる

② スピードの変化によって、停止に必要なスペースが変わることを感じとらせる

（3）信号交差点という設定で、黄信号になったとき、停止するか進行するかを判断して処置をさせる（「急停止」か「やや急停止」になるとしたら停止せずに通過することを指示）

- ① おおむね時速30kmを中心にして、いろいろなタイミングで信号を変えて、適切な対応ができるかどうか判定をする
- ② 微妙なタイミングの時は、同乗している他の教習生の判断も言ってもらい、人によって判定に差異があることも理解させる



〔参考〕

当所で教習中に教習生（同乗者も含む）が感じた停止の種類の見測値は次のようである。

- 時速30kmからの停止時間（空走+制動）
 - 急停止（スリップも含む） 1.7～2.3秒
 - やや急停止 2.4～4.5秒
 - ふつうの停止 4.6秒以上

5 実施後の感想

当所では、開発期間中、系統的なアンケートをとってきいていなかったため、断片的なものしか紹介できないが、教習生およびインストラクターの受けた印象は、次のようなものであった。

1) 教習生の感想メモ（抜粋）

- ① 急ブレーキをかけると短い距離（5～6m）で止まると思った（実際には13m）
- ② ふだんめったに体験できないことができて良かった。
- ③ 信号制動をやって、多少信号が変わっても焦らずに通れるようになった
- ④ なんとなくタイミングがつかめたような気がする
- ⑤ 今までこんなに信号に気がつかっていなかった

表2 加速度のだいたいの持続時間と大きさ
(Goldman von Gierke, 1960)

乗物	活動	加 速 度	
		持続時間(秒)	大きさ(G)
エレベーター	高速運転の平均加速度	1～5	0.1～0.2
	加速度の快適さの限界		0.3
	緊急時の減速度		2.5
汽 車	正常な加速度と減速度	5	0.1～0.2
	緊急時ストップ (約110km/hからのブレーキ)	2.5	0.4
自 動 車	正常なストップ	5～8	0.25
	すばやいストップ	3～5	0.45
	緊急ストップ	3	0.7
	破損(もしかすると生きのびる)	<0.1	20～100
航 空 機	正常な離陸	>10	0.5
	カタバルト離陸	1.5	2.5～6
	不時着陸(もしかすると生き残る)		20～100
	シートの射出	0.25	10～15
	40,000フィート(約12,192m)で パラシュートを開く	0.2～0.5	33
	60,000フィート(約18,288m)で パラシュートを開く	0.5	8.5
	パラシュート着陸	0.1～0.2	3～4

(月刊「自動車工学」より)

- ⑥ 黄信号になると“ドキッ”とする
- ⑦ むずかしい……
- ⑧ 急停止を体験して、これなら追突されると思った
急停止の体験は、かなり印象が強く残っている人が多いようである。また、黄信号通過を決めるタイミングに気を使う必要性は感じとられたようである。

2) アンケート結果（一部）

また当所では、信号制動訓練を実施したあとで、一般にいう路上教習の課程がある。次の数字は、すべての課程を終わって卒業する時のアンケートの結果の一部である（109人）。

〔問1〕 信号通過は不安なくできるようになりましたか？

- はい 77人 (70.6%)
- いいえ 32人 (29.4%)

〔問2〕 黄信号に変わったとき、うまく停止したり、通過したりできましたか？

- はい 79人 (72.4%)
- いいえ 30人 (27.6%)

〔問3〕 この訓練はこれから1人で運転するときに役に立つと思いますか？

- はい 95人 (88.7%)
- いいえ 0人 (0%)
- わからない 12人 (11.3%)

〔問1〕の「いつ変わるかわからなくて不安だが……」という気持ちで通過する人は、約30%近くいる。これは多分、訓練不足によるものと考えられる。

また、〔問2〕の、約28%の人は〔問1〕の約30%近くの不安を感じて通過している人とほぼ同数で、原因は同じと考えられる。

最後の〔問3〕これから1人でやるときはどうか……。ほとんどの人が、この訓練は役に立つと認めてくれているようである。

3) インストラクターが訓練中に感じたこと

- ① 女性の多くは、訓練のはじめのうちは減速感がかつかめないせいか、急停止に近くても止まろうとする（高齢者ほどその傾向が強い）

② 事故で免許証を取り消された人の多くは、停止時間があるにもかかわらず、ブレーキを踏む時期がかなり遅い（距離を使って減速するのではなく、急激に落とし停止直前でブレーキをスッとゆるめるような使い方）

③ 空走時間が1.0秒以上の人は、たいてい練習時間が長かかっている

①と③の人については、ある程度の繰り返し訓練をすることによってだんだん力をつけるようにしていく必要がある。②の人については既成観念を打破し、正しい基準を身につけ直してもらうように仕向けなければならない。

4) 訓練後の具体的変化

訓練後、路上教習の同乗インストラクターから次のような具体的な「変化」の報告があった。

① 黄変したとき、“もうだめだ”（ふつうの停止はできないの意）と言って通過した

② 止まらないタイミングで黄変したとき“よし”といって通過した

③ ブレーキの足の構えができていて（黄変して止まらないとき）加速して通過した

①のように消極的な通過態度から③のように積極的な通過態度までいろいろあるが、理想的にはこのような順序で育っていってくれるのが最上であると考える。すなわち、“あーよかった”から“よし、これなら大丈夫だから行くぞ”という「気持ちの構え」の変化である。

5) 自動車教習所の一般教習の中への活用

今まで見てきたように、黄信号対応訓練は、その本質である“減速”をしっかりと身につけた上での応用訓練ともいえる。したがって、教習所での一般の教習の中で減速に関する内容については、このシミュレーターを活用できるはずである。現在当所では、テスト的に全国統一カリキュラムの中でこの訓練がどう位置づくのかがトライアウトを続けている。

第一段階

教習項目8——ブレーキ操作（その1）

(1)ブレーキの正しいかけ方

項目8で、停止距離、時間の意識づけの始まりとして減速感の体得。空走時間（アクセルからブレーキへの右足の踏みかえ時間）1.0秒以下を目標。

第二段階

教習項目5——ブレーキ操作（その2）

(1)ゆるいカーブおよびまがりかど通過に伴うブレーキ操作

(2)目標に合わせた停止の方法

(3)エンジンブレーキの使い方

項目5で、目標地点に対して、①急停止、②ふつうの停止の比較体験をさせ、“減速”に必要な距離、時間を体得させる。

第三段階

教習項目2——進路変更と交差点の通過

(5)信号に従った通過

項目2の(5)で、前述した黄信号対応訓練を実施。もし“減速”のモノサシが定着していないときは再訓練。

第四段階

教習項目1——交通の状況に応じた運転

(10)信号および道路標識、標示に従った運転

項目1の(10)を教習する場合に、路上コース中の信号機への近づき方で、定着しているかどうかを診断（充分でなければ、コース内で再訓練をすることも必要）。

以上のように、“車に慣れ始める”時期から、“減速”について一貫した訓練をしておけば、卒業するときには黄信号対応ばかりでなく、あらゆるものに対する“減速のモノサシ”がしっかりと身につくことになり、事故防止に少なからず貢献できるのではないかと考える。

6 今後の課題

1) 追跡調査の必要性

この訓練システムは昭和55年に計画され、試作

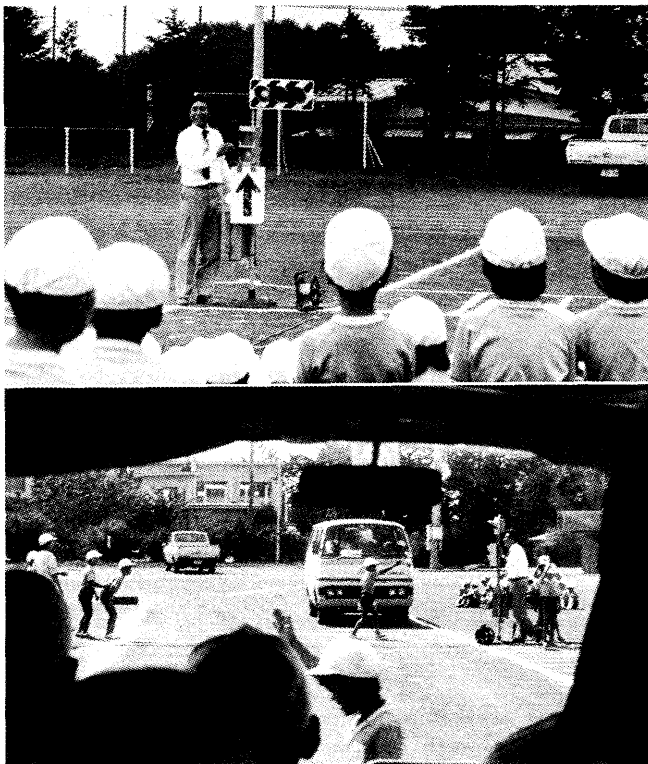
機が完成して当所の教習生全員に訓練を始めたのは、昭和57年7月からである。現在まで約2,400～2,500人の卒業生が一般道路を運転しているわけであるが、この2年の間にも何回かカリキュラムを変更するなど、これからも改善は続けられるものと思う。

一方、卒業した運転者がこの訓練の有効性を卒業時に感じてはいるものの（前述のアンケートの結果）、その後どんな運転をしているのであろうか。“減速”について、この訓練が十分に役に立ったか、迷いはないか、実体が掌握できていない現状である。再訓練の必要があればそれをしなければならぬと考え、現在追跡調査の方法を考慮中である。

2) 歩行者の訓練

当所では昭和55年から小学生を中心に、交通安全教室を実施している。周囲の数校の授業として年間スケジュールを立てて行われているが、歩行と自転車の二種類があり、ここにも当然信号機への対応訓練が含まれている。

58年秋に、前述の信号制動シミュレーターにオ



ブションとして追加する形で、歩行者信号用の装置の試作が完成し、この安全教室で使用を開始した。子供たちに信号のメカニズムを教える手段として、また青の歩行者用信号の点滅に対応する訓練用に、この装置は従来の信号機と比べてダイナミックな授業の展開を可能にした。子供たちがこの種の教育にあり勝ちな「受け身」の態度から一変して、信号に対して大変興味をもつようになり、生き生きと行動するようになったのである。この変化は飛躍的な教育効果を生み出し得るものと期待している。

3) さらにドライバー訓練へ

すでに述べてきたように、我々の出発点は「信号が黄に変わったとき」であった。そして、対応訓練を考える過程から「減速」に焦点を当てることとなった。

ほとんどの事故原因にかかわっているといっても過言でない「減速」は、運転操作の中で最も重要なものである。したがって、「反射的に的確な減速操作ができるような技量を常に保つこと」が安全ドライバーの条件だといえるであろう。

我々は運転訓練のなかで、信号制動訓練のようなものを“タイミング訓練”として重視している。これは身につけるときだけでなく、身につけた技量を保ち、あるいは向上させていくために、いつも（または周期的に）訓練を繰り返す必要があるからである。

その意味で、この装置と考え方を使ったドライバーの教育（研修）は、事故防止に役立つものと考え、当所で10数年実施している企業ドライバー教育にも活用を始めている。

ここで出てきたこのシステムによる訓練効果のバックには、「別のだれか」が評価するのでなく、「その場で示される“公平な”数字」の説得力と、「同じ現象でもいろいろな感じ方をする人がいる」ということ、つまり「お互いを認め合う」ことを基盤にした手法があったことを特に付記しておきたい。

（きじま かずお・さくらい ひでおみ・ふるこし ひであき
／小諸自動車教習所）

緊急時環境放射能 評価システムの構想

今井和彦

1 はじめに

我が国では、現在、発電用原子炉が27基稼動しており、昭和58年度の発電電力量で発電全体の20%を超えている。幾つの原子炉が何年間稼動したかという運転実績を(炉・年)という単位で表すと、すでに約190炉・年の経験を持つ。その間、故障や小さな事故はあるにしても周辺環境に影響を及ぼすような事故は起こっていない。一般に、そのような重大事故が起こる確率は $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 回/炉・年、すなわち、100基の原子炉が稼動していて1千年か1万年に1回程度といわれている。また、その結果生ずる人間への影響も容認できるレベルであることが安全評価で確認されている。

しかし、万一事故が起きた場合、その影響をできるだけ小さくするための防災対策の必要性は原子力開発の当初から考えられ、たとえば、茨城県では昭和46年には原子炉事故を想定した環境防災の総合訓練まで行っている。その後、原子炉通常運転時の放出放射能低減化に大方の関心が移り、緊急時環境防災に関しては、研究まで凍結された一時期もあった。そして、再び緊急時対策の重要性が唱えられ始め¹⁾、特に米国TMI-2原子炉事故を契機に検討が行われた。我が国では、当面とるべき対策が示され²⁾、その一環として、各地域の

原子力防災対策は急速に整備され強化された。同時に、やや長期の研究開発を必要とする項目は国の環境放射能安全研究年次計画³⁾に織り込まれ、日本原子力研究所(原研)を中心に実施することとなった⁴⁾。

これら緊急時関連の研究は昭和55年度から始められ、60年度を終わりとする6か年計画の成果がまとまりつつある⁵⁾⁶⁾。このうち、緊急時環境線量情報予測システムと緊急時航空機サーベイシステムとは、各地域の環境防災対策システムに共通なサブシステムとして国の支援機能に含まれるべきもので、研究開発の二つの重点項目であった。すでに実用に供し得る段階に達したといえるので、この二つについて紹介させていただく。

2 緊急時環境線量情報予測システム

このシステムは、原子力施設の万一の事故時に周辺環境に放射性物質が放出されたような場合、

放出源に関する情報と、気象データなど環境情報とから、実時間的に公衆の被曝線量などを予測算出して、国と地方公共団体の防災対策実施に役立つようとするものである。

実際の緊急時には、現実をできるだけよく模擬する計算モデルを使う必要があることはいうまでもないが、このシステムの略称SPEEDI(System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information)の語感に込められている計算の迅速性がきわめて重要である。

我が国の原子力発電所の多くは複雑な地形の海岸にある。そのような所での風の状態や、風に乗って運ばれ拡散される放射性物質の動きは当然複雑であり、単純なモデルではよく表現できない。そこで、簡易計算も用意する一方、境界条件としての地形データを用いればどこにも適用できるモデルに基づく詳細計算を中心とした。大気拡散は対象とする空間規模によって様相が異なるので、対象区域を狭域（放出源から20km程度まで）と広域（約100kmまで）とに分け、計算や図形表示に必

表1 SPEEDIの図形出力項目

図形出力項目	
風速場	観測値および計算結果の水平および鉛直分布
濃度	水平および鉛直断面の等濃度線、地表軸上濃度分布、濃度時間変化、粒子分布
線量	地表等値線、線量時間変化
下絵	海岸線、等高線、行政区界、地名、鉄道、道路

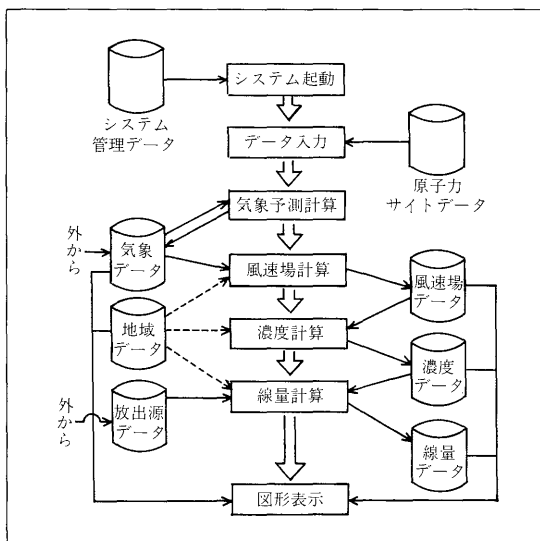


図1 SPEEDIの中の計算の流れ

要な地域データを国土庁の国土数値情報から作成して全国の原子力発電所14サイトについて用意した。また、実用的見地から図形表示を重要と考え理解しやすいようカラー表示とした。出力項目を表1に示す。

システムは、データファイル取り扱いソフト、図形表示用ソフトなど共用的基本ソフトウェアを共通基盤とし、その上に各種の計算を実行する単体コードを乗せ、全体を会話形式で制御する方式に設計した。また、実用化に至るまでの研究開発の便から、システムの部分的使用や単体コードの付加や除去が簡単に行えるよう考⁷⁾えてある。

以上のことから、プログラム全体の大きさは、フォートラン言語のカード約13万枚になり、必要とする計算機の主記憶容量は、約80万語、これを百万バイト(MB)単位でいえば、2.5~3MBである。

以下、詳細計算のモデルをSPEEDIのなかの計算手順(図1)にそって述べる。

気象予測モデル

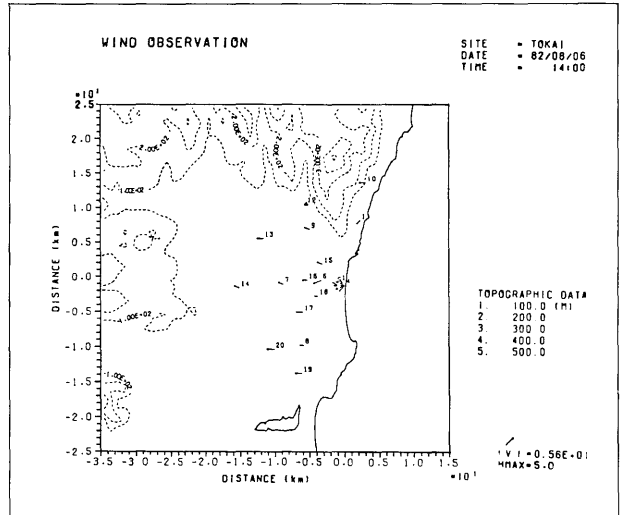
時間的予測という意味できわめて重要であるが、天気予報からように理解されるように難しい部分である。気象研究所が担当して力学的予測モデルを開発しているが、それまでのつなぎとして統計的予測モデルを組み込んである。これは、対象地域にある数点以上の気象観測点の過去数年間の観測データを解折した結果と、各点ごとの過去数日分の観測データに組み合わせて時間変化を分析し、たとえば6時間先のその点の観測値を予測するものである。各地域のデータにつき予測と検証を繰り返して経験的に仕上げておくことにより、前線通過のような急激な変化の場合を除けばかなり有望と思われる。今のところ、茨城県東海村地区に適用して6時間先をねらって2、3時間先まで、といった成績である。

風速場計算モデル

観測された風のデータあるいは予測された風のデータを入力とし、地形の効果も考慮して、三次元的空間全体にわたって風の状況を模擬するモデル⁸⁾である。

対象が狭域ならば、水平1 km、鉛直50mで刻んだ三次元格子の各格子点の風速ベクトルを数少ない観測点の値を使って内挿外挿で求める。このように人為的に求めた風速場は、質量保存といった物理法則を満たしているとは限らない。そこで、場全体として質量保存則を満たすような風速場を修正量が最小になるような変分法を使って求める。

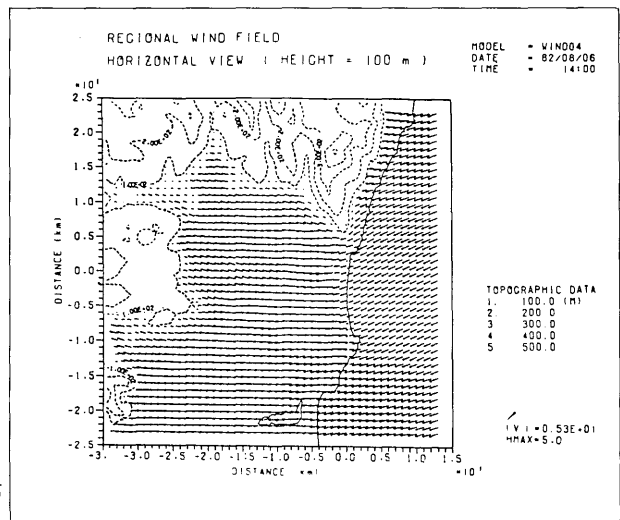
図2-1 風速観測値
 矢印：風速ベクトル番号は
 地点番号
 点線：等高線
 実線：海岸線



濃度場計算モデル

上述のように求めた風速場の中の放射性物質の拡散は、流体中の拡散方程式を基に数万個の粒子の動きで模擬する。空間を立体格子で分け、各セルの中の粒子の数で濃度を表すので、セル内粒子モデルと呼ばれるものを主体とし、放出点近くで広がりの少ない間は、粒

図2-2 風速の水平分布
 (高さ100 m)



子の動きをモンテカルロ計算で模擬するモデルで補っている⁹⁾。

風速場および濃度場の計算モデルは大気拡散実験によって検証されている。その一例を図2に示す。この拡散実験は55年度から東海村地区で延36回行ったものの一つで、海岸付近で係留気球を利用して高さ150 mの点状源からSF₆のトレーサガスを90分間放出し、風下に配置した採取点で各30分間空気を採取して濃度を測定した。また、5地点の係留気球により気温の鉛直分布を測定し、海風による内部境界層を調べて計算に取り入れた。

線量計算モデル

上述のように求めた単位量放出の濃度分布から被曝線量分布を計算する。そのとき放出された核

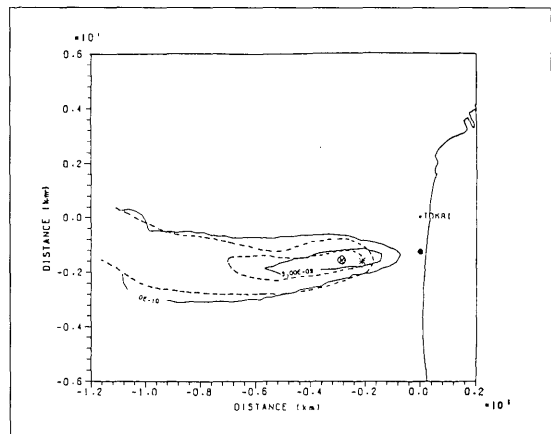


図2-3 濃度水平分布 (地表大気中)
 実線：計算値 点線：実験値 ●：放出点 *：最大濃度地点(計算)
 ⊗：最大濃度地点(実験)

種の種類と量など詳しい放出源情報が直ちに入手できない場合は、第1近似として、システム内にある放出源情報モデルでそれを求めて使う。線量計算のうち、放射性雲からのガンマ線による外部被曝線量だけは、一般に計算時間の長い空間積分を必要とするので、これを濃度計算モデルの精度に見合う計算方法を開発して、計算時間を短縮している¹¹⁾。

3 緊急時航空機サーベイシステム

このシステムは、原子炉事故時など大気中に放射性物質が放出される場合、上空を流れる眼に見えない放射性雲を直接追跡し、あるいは、広い地域にわたって放射線量率や放射能濃度を迅速に測定して、機上で解析し、結果を地上に通報することを目的とする。固定地点のモニタリングポストや自動車走行サーベイなど地上の測定を直接補うほか、放出量の推定や計算による予測結果の確認など、前述のSPEEDIシステムとの柔軟な連携が期待できる。平常時には、自然放射線の測定や微小放射線源の探索などへの利用も可能である。

図3に、ヘリコプターに搭載してガンマ線を測

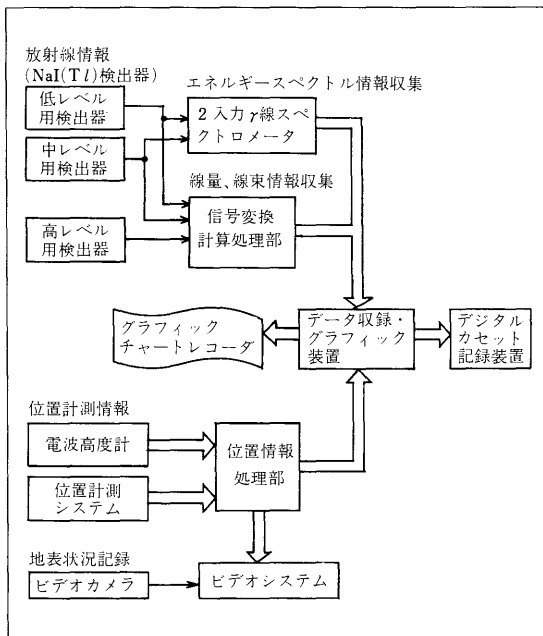


図3 ヘリコプター搭載用測定システムの構成

定する装置の構成を示す。56年度から開発を続け、ほぼ完成した実用型システムである。自然放射線程度の低レベルから、大事故の際の高レベルまでの線量率を測定する三種のNaI(Tl)検出器、エネルギーセクトルから線量率への変換部、データ解析に重要な測定位置を正確に押さえる位置計測器、およびこれらの情報処理部などである。

すでにシステム運用の細部を決める段階に入っており、昭和58年には東海村周辺で緊急時の各種目的別の飛行測定実験を行った。その一例として、通常運転中のガス冷却型原子炉の排気筒から放出されるわずかのアルゴン-41の放射性雲を追跡した結果を、図4に示す。この場合、自然放射線より低い線量率なので、弁別測定に特別な工夫をしているが、事故時の放射性希ガスの場合は量が多いので追跡も測定もはるかに容易である。

一方、希ガス以外の放射性元素などを捕集し濃度測定を行うため、試料自動交換式ダストサンプラーから測定データ処理装置まで一式そろえた飛行機搭載用装置も開発済みで、飛行測定実験でよい結果を得ている。

4 実用化への構想

前述のように、この二つのシステムは、国や地方公共団体の防災システムのなかのサブシステム

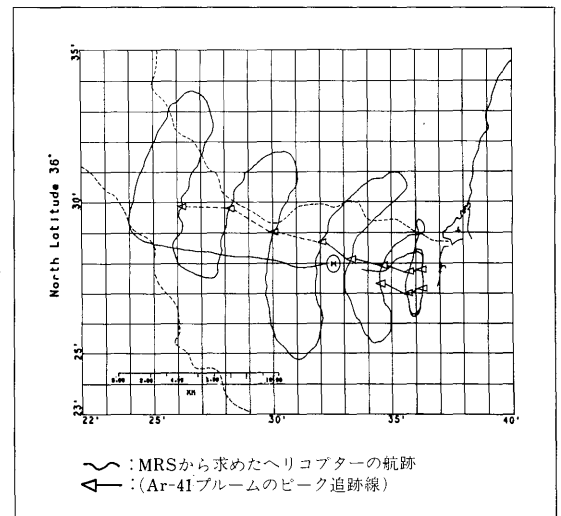


図4 排気筒から放出された放射性気体の追跡実験

として機能を発揮するものである。SPEEDIについては科学技術庁で実用化に向けて検討が始められている。筆者の想像を交じると次のように想定される。位置づけと情報の流れは、ほぼ図5のように表し得るであろう。

中央地区に大型計算機を使用し得るセンターを置き、各地域の環境モニタリングセンターの計算機とデータ通信回線で結ぶ。狭域用気象データは各地域ごとにモニタリングセンターが観測と管理を行って、定期または随時送信することを期待する。広域用には気象庁アメダスその他のデータを常時受信する。その他必要データはSPEEDIセンターであらかじめ整備し維持する。国と各地域の対策本部に結果の表示装置をおく。

平常時は各地域からの気象データ受信により予測計算を行い、風については検討を繰り返して内蔵データを改良する。また、拡散については地形模型を使った風洞実験の、できれば野外実験も含め、実測データによってモデルの検証と改良を行う。その間、事故を想定したシステム単独の練習、あるいは他の訓練、たとえば避難想定対策訓練との連携や、各地の防災総合訓練への参加によってシステム機能の検証と改良を行う。

現実の緊急時には、計算機の準独占の使用や支援要員の投入など有利な面も、予期しない不具合など不利な面もあるが、全体として平常の練習がそのまま生きる運営を期待する。

航空機サーベイシステムについては、実用面での制度的な検討はなされていないが、技術的には次のようなことが想定される。測定システムは、たとえば原研が維持管理し、自衛隊との連携は一

応考えないとして民間機を年間契約で特定し、全国に8か所程度の給油基地を決めておく。平常時は放射線バックグラウンド調査として原子力発電所周辺を重点に各地域の飛行測定を実施する。もちろん、各地の防災総合訓練には参加する。

緊急時には、航空機と装置一式を給油基地などで結合して現地に派遣する。地上の支援、たとえばMRS（超短波位置計測システム）の地上局設置などを整えて測定を開始する。

5 おわりに

紹介した二つのシステムとも、本来の目的以外の適用が考えられる。米国の例をみても、予測システムは有害物質の漏えい事故や山火事などへの適用も多い。また、航空機サーベイシステムも開発した位置計測方法をはじめ、各種リモートセンシングへの活用も考えられる。これらについて御教示が願えれば幸いである。

(いまい かずひこ/日本原子力研究所東海研究所)

参考文献

- 1) 宮永一郎：緊急時応急対策線量と応急防護活動、原安協だより、36号(1977)
- 2) 原子力安全委員会・原子力発電所等周辺防災対策専門部会：原子力発電所等周辺の防災対策について、昭和55年6月
- 3) 原子力安全委員会・環境放射能安全研究専門部会：環境放射能安全研究年次計画(昭和56年度-昭和60年度)、昭和55年6月
- 4) 今井和彦：緊急時に対する環境放射能の安全研究、原子力工業、27巻3号(1981)
- 5) 今井和彦(編)：日本原子力研究所における緊急時関連の環境安全研究、保健物理、18巻259-267(1983)
- 6) 今井和彦：緊急時環境放射能評価システムの研究、プロメテウス
- 7) 原子力コード研究委員会総合化専門部会(編)：最近の原研コード・システム、JAERI-M 83-208(1983)
- 8) 石川裕彦：変分法を応用した3次元風速場計算コード(WIND04)、JAERI-M 83-113(1983)
- 9) 茅野政道、石川裕彦：3次元風速場を用いた粒子拡散法による複雑地形上の被曝線量評価モデル、日本原子力学会誌 26(6)526-534(1984)
- 10) 茅野政道ほか：緊急時環境線量情報予測システム SPEEDIによる野外実験シミュレーション(I)、JAERI-M 83-233(1984)
- 11) 甲斐倫明：任意の濃度分布をもつ放射性雲からの外部被曝線量計算コード(CIDE)、JAERI-M 84-006(1984)

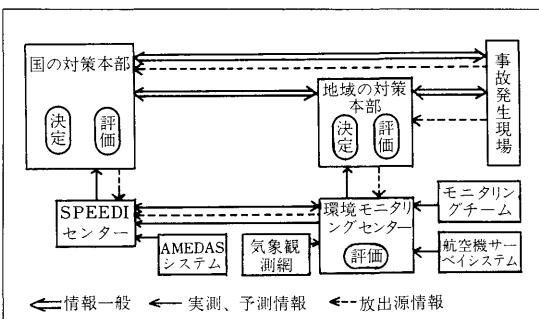


図5 SPEEDIの位置づけと情報の流れ

鉄筋コンクリート造建築物の耐久性

岸谷孝一

1 はじめに

鉄筋コンクリートはかなり寿命が長いものと考えられていたが、ここ2、3年の間に次々と欠陥が生じていることが、NHKをはじめとする一般マスコミの間に広がり、マンション10年説あるいは20年説というような極論まで飛び出してきた。我々一般国民としては、苦勞して手に入れたマンションが10年や20年でダメになってしまうということをだれが予想し得たであろうか。そういう意味において、鉄筋コンクリート造については建築のみならず、もはや国民全体の関心事となったといっても過言ではない。

ここで、鉄筋コンクリートの耐久性を考える上で、元に戻って、鉄筋コンクリートとはどういう耐久性を持ち、また、それに基づいて寿命というものが算定されているかということを解説してみたいと思う。

2 鉄筋コンクリート造の耐久性の考え方

鉄筋コンクリート造は、明治の中ごろに台湾に建てる兵舎を鉄筋コンクリートで造れば永久的なものであるから永久兵舎である、というようなことが発表されたようであって、この時に、初めて「永久」という字が使われた。もちろん、土木構

造物には昔から寿命というものはない。つまり、使えるだけ使って後は取り壊すなり補修をするという考え方である。いずれにしても、土木も建築もメンテナンスフリーと錯覚したところに大きな問題点があるのではないと思われる。

鉄筋コンクリート造は、木造などと同じく、メンテナンスがフリーということはない。必ず適切な維持管理をしていかないと長持ちしないものであるということを記憶すべきではなからうか。

3 構造物に要求される基本的性質

建築物に要求される最も基本的な性質は、耐震・耐火・耐久の3点である。

これは明治39年(1906年)に、サンフランシスコで大震災があり、それを調査した我が国の調査団が、ある大学の構内に建つ学生寮を見て、地震にも耐え、火事にも耐えていた建物を見つけ、これが当時としてはざん新的な鉄筋コンクリートの建物であったということに起因して、これからの町造りは鉄筋コンクリートでいくべきではないかと、これを政府に建議したところ、一部の学者から、かのローマの遺跡が崩壊していくのは石の接合に使われている真鍮金物が腐食したので崩れ出した、我が国のような高温多湿な国においては人工岩石の中の鉄筋などは早く腐食するのではない

かという疑問点が出され、明治の終わりごろから実際の試験を行うこととして、大きなテストピースを何十個も作って東京大学の構内の水中、三四郎池の中、土中、建築学科の校舎の近く、ならびに地上部分として建築学科の地上に設置した。

これらのテストピースを昭和の初めに筆者の恩師である浜田稔先生が調査をされた。残念ながら土中のもの、水中のものは試験体自体がその後の関東大震災のせいであろうか、行方不明であったが、建築学科に保存されていたものは無事であった、これらを調査して大きな結論を得られた。それは、一つは、コンクリートは長期間にわたってアルカリ性を保有しているということ、鉄筋はアルカリ性溶液の中においては不働態化してさびないということ、三番目に、空気中の炭酸ガスは微量であるが、表面から徐々にコンクリートのアルカリ性を中性にしていくということ、そして、中性化層が鉄筋面に及べば、その鉄筋はさび出すということである。

セメントはその水和の過程からみて大量の水酸化カルシウムを生成する。したがって、コンクリートは強いアルカリ性である。これに外部から炭酸ガスが作用すると炭酸石灰となる。そのスピードが問題であって、鉄筋の外側は少なくとも3cmのコンクリートがある。これを鉄筋のかぶり厚さというが、建築基準法で3cm以上と決まっているからである。この3cmという厚さはどこから定められたかということ、鉄筋コンクリートの建物が火災になった時に、鉄筋の温度が約550℃以上にならない厚さということで3cmが決まっている。これに対して中性化していく速さは、 t 年間に x cm中性化する時に成立する $t = 7.2x^2$ という式が提案された。これが鉄筋コンクリートの寿命を定める大きな源泉になっている。つまり、この式に3cmを入れると $t = 65$ となり、鉄筋コンクリートの寿命は65年は保証できるということになる。

これらのことから、大蔵省令の付表の減価償却

にかかわる減価償却年数に採り入れられていて、住宅と事務所では多少の差はあるが、鉄筋コンクリートの減価償却年限は65年とあって差支えない。ましてやマンションなどは65年たってもすぐに崩壊するのではなくて、適切な管理・修繕をすれば、なお長く使えるというものであって、財産としてのマンションはかなり長期にわたって使用できる状態であることがわかる。しかし今、いろいろな原因で鉄筋コンクリートの鉄筋が腐食したり、コンクリートが異常膨張したりすることが指摘されてきた。

4 コンクリート中の鉄筋の腐食環境因子の影響とその変化

鉄筋コンクリート中に埋め込まれた鉄筋の腐食環境因子とその影響について、概略の説明をする。

1) PH値

PHの影響は、W.Whitman、R.Russellにより、¹⁾かなり以前であるが明確な解答が与えられている。図1にその結果を示す。

セメントと水を混合した場合のPHを実測すると、表1の結果が得られた。

セメントと水を混合した直後から1時間の間にPHは急激に上昇し、それから緩慢に多少上がる

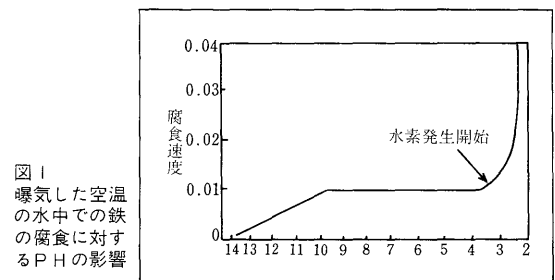


図1 曝気した空温の水中での鉄の腐食に対するPHの影響

表1 セメントと水を混合した場合のPH。ただしセメント：水 = 1：1で1時間かく拌した場合の値

品名	A社ダム用	B社マスコン	C社普通	A社普通
PH	12.96	13.04	13.00	12.90
2(K ⁺ +Na ⁺)	55 [mM/l]	85 [mM/l]	80 [mM/l]	20[mM/l]

防災基礎講座

2) が、ほぼPHは13程度と考えるとよいと思われる。一方、水酸化カルシウムの飽和溶液のPHを計算すると、20°Cにおいて12.6であり、ガラス電極PHメーターで実測する場合も、ほぼ12.6を示す。

いずれにしても、そのPH値での鉄筋は腐食が著しく小さいことが図1から想像されるし、特別な物が入り込まないコンクリート中の鉄筋も中性化が進むまで腐食されない。

2) 溶存酸素

筆者の実験によれば、図2に示すように、PH10を境にして上と下に分かれる。自然電極電位が貴になるのは、腐食の局部電池のアノード部の分極によるのである。自然電極電位が卑になるのは、カソード部の分極による。この場合のカソード分極の主役は溶存酸素であり、酸素がカソード面に供給される速度による。徐々に卑の傾向になるのは、供給される酸素量が徐々に不足して行く現象をあらわしている。

3) 水分

腐食が行われる限り水分は必要条件であり、も

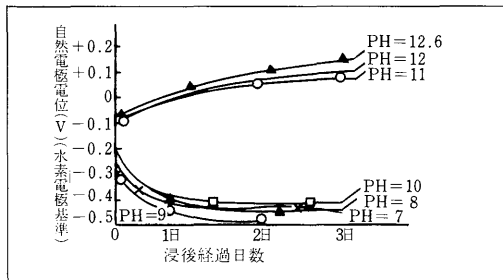


図2 Ca(OH)₂でPHをいろいろに変化させた溶液中の鉄筋の自然電極電位の経時変化 (溶存酸素をできるだけ少なくした場合)

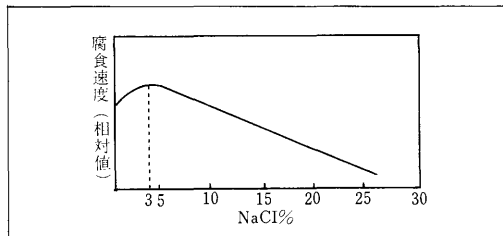


図3 食塩濃度の腐食に対する影響

し水分がなければ、すべての因子も意味がなくなってしまう。コンクリート打込み直後は多量の水があるが、徐々にセメントとの水和反応に使用されて結晶水として固定されたり、空气中に蒸発していったり少なくなっていく。コンクリート硬化後のその設置場所の水分の状況により、その中の鉄筋の腐食量が変化するという事は、水分が腐食を満足させるほど通常はないことを意味していると考えられる。水が外部から浸透する場合、水の補給という問題だけでなく、炭酸ガス、酸素および塩素イオンなどを溶かし込んでいるため、それらの補給をも引き受けることになる。

4) 塩素イオン

コンクリートに埋め込まれた鉄筋は、その強アルカリ性の環境により不動態化する。不動態化の説明には酸化皮膜説と吸着説がある。

多量の塩素イオンの混入は、この不動態を破壊し、あるいは不動態化を妨げる。この現象を、強化皮膜説では塩素イオンが他種のイオンよりも容易に、孔その他の欠陥部を通じて酸化皮膜に浸透し、酸化皮膜をコロイド状に分散させ、透過性をよくするという。他方、吸着説によれば、塩素イオンは溶存酸素や水酸化イオン(OH⁻)と競争的に金属表面に吸着し、いったん表面に接触すると金属イオンの水和を助け、これらが溶液中へ溶出するのを容易にするという。

塩素イオンの混入の場合、それがアルカリ金属塩の場合(NaCl、KCl、LiCl)と、アルカリ土類塩(CaCl₂、SrCl₂)の型で混入した時では、アルカリ土類塩の方が腐食性がわずかだが小さい。

塩化ナトリウムの溶液濃度と鉄の腐食の関係は図3に示すが、この場合、3% (海水濃度)で最大となり、次いで減少する。

5) インヒビター

インヒビター(腐食抑制剤)とは、その少量を環境物質中に加えることにより、金属の腐食速度を効果的に減少させるような化学物質である。大

防災基礎講座

トの場合は錆の進行が速いことが想像できるし、また、調査ならびに実験で確かめられていることである。さらに、コンクリート中の有害成分についても、PH10～13の範囲、つまり、強アルカリ性の部分では鉄筋の不動態化を妨げるものかどうかの問題となり、中性化部分PH10～8.5においては溶存酸素量が第一である。

6 海砂

ここ20年ぐらい前から近畿圏以西においては海底の砂がコンクリート用として用いられるようになった。これは河川の砂が採取できなくなったからであって、海の砂の塩分を考えると、海水の塩分を3%とすれば海の砂の表面についている水の量から考えて、砂の重量に対してほぼ0.2%程度となる。0.2%の塩分をそのまま使うと鉄筋は激しく腐食される。

筆者が調査した結果によると、沖縄地方において、マンションが完成してから5年目で天井からコンクリートの塊が落ちてきたという例があって、大修理せざるを得なかった。これは、鉄筋がさびると体積が2倍となるので鉄筋が膨脹した形となり、コンクリートを外に押し出すからである。沖縄地方あるいは九州南部の地方では、こういう被害が幾つか見られる。海砂をコンクリートにそのまま使うということは、鉄筋コンクリートの耐久性に著しく問題を生ずる。一時期関西地方では、川の砂がないから海の砂を使わざるを得ないではないか、海の砂を使ったところで被害が出ていないではないか、したがって、海の砂はそのまま使っているのだという奇妙な論理で海砂の使用が横行してきた。海砂を使ったコンクリートというのはすぐには被害は出ない。とくに気温が1年中高い沖縄地方は別として、関西地方においてはまず10年目ぐらいに被害が出てくる。現に今、あちこちで海砂による被害が出始めているわけである。

建設省の暫定基準においてすら、鉄筋コンクリートに使う砂の塩分含有率は0.04%以下とされており、それを越えて0.1%までは適切な方法、つまり、前述したようにインヒビターを使うとか、あるいは水セメント比を小さくするとか、かぶり厚さを大きくするとかということでは対処しているのが現状である。

言うまでもなく、海砂は水で完全に塩を洗い流すことが必要であるが、普通のやり方で塩を抜くとすれば1tの砂を洗うのに6tの水がいるという実験結果もあり、工業用水が不足している我が国では、にわかにはそれができない。また、排水処理の問題があって、言うはやすく行うは難しいというのが現状である。

しかればどうする方法があるかということ、一つは、できるだけ塩分を少なくするようにストックヤードに長く置くこと、あるいは海砂を洗う装置の開発を急ぐこと、根本的には鉄筋がさびないようにすること。この鉄筋の問題については、亜鉛メッキ鉄筋あるいはエポキシコーティング鉄筋があるが、抜本的なものは鉄筋の成分を変えたアルカリ溶液中において、塩分の作用に対して抵抗性のある耐塩鉄筋の開発であって、1～2の高炉メーカーでは成功している。一日も早くこれが普及することを望むものである。

7 アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応というのは、セメントに含まれているアルカリ金属、つまりナトリウムとカリウム、これはセメントの中でほぼ0.5%から、多いセメントになると1%近くのものもあるが、このアルカリが長年の間に骨材のある種のシリカ分と反応して膨脹する現象をいうが、それ以外にもアルカリ炭酸塩反応というものもある。アルカリ炭酸塩反応は、ドロマイトのようなものとアルカリが反応する現象である。

アルカリシリカ反応は、阪神高速道路で大々的に報道され世間の耳目を浴びたが、実は昭和20年代に始まって日本で少しずつ発生していたということである。しかし、古くからはこういう現象が見られず、我々はコンクリートの文献でしかこのことを知らなくて、日本にはアルカリ骨材反応というものはないものと思っていたわけである。このアルカリ骨材反応を起こす岩石は、火山性のものであれば疑いが濃厚であるといわれており、我が国において、これから多発する運命にあるのではないかと思う。

この特徴は、水分の存在のもとでコンクリートが硬化してから早くて2年、遅くて10数年の期間がたってから膨脹が始まり、部材が崩壊される。したがって、建築物のような仕上げのある場合には、しかも乾燥しているコンクリートの場合には、その進行が極めて遅く、なかなか発見できないのであるが、約7～8年前のものから調べてみると、各地に疑わしい例が見られる。この場合問題なのは地面から下の部分であって、土の中にある部分は絶えず湿った状態ということができるから、反応が進みやすいということになる。

これに対する対策は目下研究中であって、かなり難しい面がある。しかし、この被害に悩まされた米国あるいはヨーロッパ諸国の先例があるので、これらを検討しながら我が国独自の対策を構じたものである。

8 終わりに

鉄筋コンクリートは半永久的である。しかし、これにはメンテナンスが必要である。筆者の米国の友人が日本にきた時に、日本の建物あるいは高速道路はなぜ洗わないのかと質問されて困ったことがある。つまり、水あるいは多少の洗剤を入れても建物をきれいにすることが、我が国ではなかなか行われない。ペンキすら塗り替えな

いというのが我々の家庭を見回しても多いわけであるが、建物のメンテナンスとは何か、維持・管理・補修とは何かということについて、まだ充分な社会的合意が得られていないように思われる。

つまり、マンションの管理費をみても、金額的にみて非常に少なく、建物のクリーニング代というようなことは考えておらず、また、大規模な塗装替えということになれば足場代だけで何千万円もするのが普通であり、こういう経費が含まれていないわけで、果たして今後マンションが増え続けなければならないのかといささか心配である。

鉄筋コンクリートの寿命は10年とか20年という短いものでは決してない。しかし、きちっと作られてはおらず粗悪な材料を使ったものは、いとも簡単にその寿命を終えるであろうことも確かである。建築物を個人個人の財産という考え方とともに社会資本という考え方にも立って、建築物の寿命の向上に努めたいものである。

(きしたに こういち/東京大学工学部教授)

- 1) W. Whitman, R. Russel & V. Altieri: Ind. Eng. Chem. 16, 665, 1924.
- 2) 山根「セメント類の凝結におよぼす附加物の影響に関する研究」理化学研究所報22-5号P.16 昭和18年2月
- 3) G.E. Monfor & G.J. Verbec, "Corrosion of Prestressed Wire in Concrete", ACI Journal, Proceedings V. 32, No.5, 1961, PP.491-515
- 4) D.H. Pletta, E.F. Massis & H.S. Robins, "Corrosion Protection Thin Precast Section", ACI Journal, Proceedings V.46, No7, Mar. 1950, PP.513-528
- 5) H.H. Uhlig, "Corrosion and Corrosion Control", Wiley, New York, 1962. 「腐食反応とその制御」(産業図書)
- 6) I. Cornet, "A Short Course in Corrosion", National Association of Corrosion Engineers, University of California, Berkeley, 1953, P.119.
- 7) F.N. Speller, Corrosion-Causes and Prevention, McGraw-Hill Book Co. New York, 3rd. Edition, 1951.
- 8) Alan A. Pollitt: The Causes and Prevention of Corrosion, Ernest Benn Ltd., London, 1923. P.222.
- 9) H.H. Uhlig; Corrosion Handbook, John Wiley and Sons, 1948.
- 10) 近藤他 "Effect of Admixture on Electolytic Corrosion of Steel Bars in Reinforced Concrete", ACI Journal, Proceedings, V.31, No.4, Oct. 1959, PP.299-312.
- 11) G. Skaperdas & H. Uhlig: Ind. Eng. Chem., V.34, 748, 1942.



炭酸ガス蓄積による気象異変

山元龍三郎

1 緒言

我々人類が生存している地球大気は、絶えず変化している。雨の日の後には晴れた日を迎えるが、数日経過するとまた雨が降るなど、日々の気象変化は、日ごろ我々が経験していることである。また、毎年年末から年初にかけて寒い季節を過ごすと、春を迎え梅雨を経て暑い夏となる。そして、涼しい風の吹く秋を経過して再び寒い冬となる。このような四季の移り変わりも、地球上の中緯度に住む我々日本人の長い間経験したことである。年によって、冬の寒さが著しく厳しかったり、夏がさほど暑くならないで秋となることがある。また、梅雨期となって、ふつうならば雨が降り続くのに、一向に降らないで空梅雨となる年もある。しかし、このような気象異変の年がなん年もなん十年も継続するということは、世界の気象観測網ができた約200年前から今まで起こらなかった。冷夏が起こった年の数年後には、必ず暑さの厳しい夏がやってきていた。

最近、大気中の炭酸ガス(二酸化炭素)の濃度が系統的に増え続けていることが確かめられ、その温室効果のために、地球全体の気象が激変して、

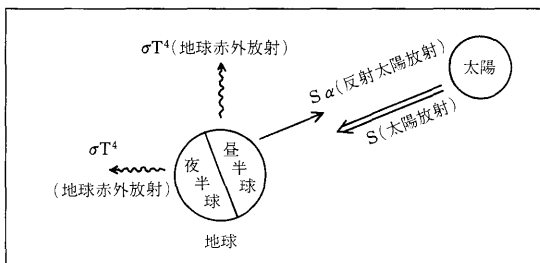


図1 地球の放射収支

気象異変が長い間継続して起こるのではないかと疑問が話題にされるようになってきた。ここでは、このような問題に関して、気象・気候の研究に従事する者の立場から解説を試みる。

2 大気の温室効果の役割

気候に対する炭酸ガスの増加の影響を理解するためには、現在の地球の気候がどのような仕組みで保たれているのかを知っておく必要がある。地球上の気象の状態は、昼夜・四季によって変わり、また熱帯・極地方でかなり異なっているが、平均すると、地面近くの気温はほぼ15°Cに保たれている。地球へ降り注ぐ太陽熱のうち約70%を地球と大気が吸収し、その吸収量と同じだけの熱を赤外放射として宇宙空間へはき出しているという放射収支によって、現在の気候が保たれている。その際、炭酸ガスは、水蒸気やオゾンとともに温室効果という重要な役割を演じている。

地球の気候に対する炭酸ガスなどの温室効果の重要性を理解するために、まず、温室効果がない場合について考えることとする。図1に示したように、太陽からの放射は、強さ S で地球に降り注いでいる。この値は太陽定数と呼ばれていて、熱量として表すと、1平方cm当たり、1分当たり約2カロリーである。球と見なせる地球がこの太陽放射を受け止めるのは昼半球であり、地球に降り注ぐ太陽放射の総量は、地球の半径を a 、円周率を π とすると、

$$S \pi a^2$$

となる。この太陽放射の大部分は、いわゆる可視

光線という波長の比較的短い電磁波である。この入射太陽光のうち、かなりの部分が雲や雪氷面などによって反射される。気象衛星ひまわりの昼間の写真で雲が白く見えるのは、太陽光のこの反射のせいである。このような太陽光の反射率をアルベードと呼び、ここでは α で示すこととする。入射太陽光のうち反射光の総量は、アルベード α を用いて表すと、

$$S \pi a^2 \alpha$$

となる。入射太陽光のうちの反射しないものはすべて地球と大気に吸収されるので、吸収太陽光の総量は、

$$S \pi a^2 - S \pi a^2 \alpha = (1 - \alpha) S \pi a^2$$

となる。すなわち、これだけの熱量が、絶えず太陽から地球に与えられているのである。もし、地球が何らかの形でこれと同じだけの熱を放出していなければ、地球に熱が蓄積される。この熱の蓄積は、水が蒸発して水蒸気になるような状態変化などのために消費しつくされなければ、温度の上昇を引き起こすので、地球はしゃく熱地獄となっているはずである。実際には、平均して15°Cぐらいの温和な気候となっているのは、吸収太陽熱と同じ量の熱を、地球が赤外放射の形で宇宙へ放出していて、放射熱の収支が釣り合っているからである。

炭酸ガスなどの温室効果を考えない場合、地球が放出する赤外放射の熱量は、1平方cm、1分間当たり、

$$\sigma T^4$$

であることは、物理学のステファン・ボルツマンの法則の示すところである。ここで、Tは地球の表面の平均的な温度(絶対温度)であり、 σ はステファン・ボルツマン定数と呼ばれるもので、その値は、

$$\sigma = 81.27 \times 10^{-12} \text{ カロリー} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{K}^{-4}$$

である。夜半球や昼半球および熱帯や極地方を含めた全地球の表面から、この赤外線が放出されているので、その総量は地球の表面積 $4 \pi a^2$ を考慮すると、

$$4 \pi a^2 \sigma T^4$$

となる。この赤外線としての放出熱量は、上述の吸収太陽熱量とちょうど等しいはずである。この

ことを式で表すと、

$$(1 - \alpha) S \pi a^2 = 4 \pi a^2 \sigma T^4$$

となる。左右両辺に πa^2 が共通して存在することを考えて、簡単化すると、上式は、

$$(1 - \alpha) S = 4 \sigma T^4$$

となる。

この式のなかにある太陽定数S、アルベード α およびステファン・ボルツマン定数 σ が、上で与えた値をもつものとしてよい。その時、全地球の平均的な表面温度Tが計算できる。その結果は、

$$T = 256^\circ \text{K} = -17^\circ \text{C}$$

となる。これは、実際の地球の平均的な表面温度の15°Cに比べて、32°Cも低い。このような食い違いが生じた理由は、この計算で、大気の温室効果を考慮しなかったためである。

3 大気の赤外線放射特性と温室効果

太陽から地球へ降り注ぐ光のエネルギーは、波長が0.4ミクロンから0.8ミクロンの範囲の、いわゆる可視光の範囲に集中している。これは、光を出す太陽の温度が6,000°K以上の高温であるためであることは、物理学の教えるところである。一方、地球の表面は約15°Cの常温であるので、それから放出される放射が、可視光に比べて波長の長い赤外線であることは、物理学のプランクの法則からわかる。

地球大気が可視光に対して透明であることは、我々人間が昼間に遠くの物を見ることができるといふ事実から明らかである。もし、不透明であれば、濃い霧の中にいるように、一寸先の物の存在もわか

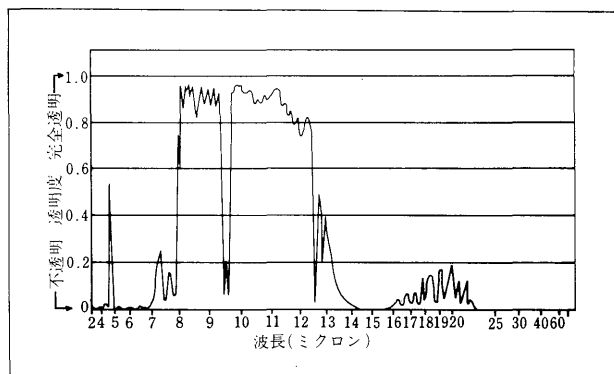


図2 赤外線に対する地球大気の透明度

らない。大気は、赤外線に対して透明ではない。その様子は図2に示されている。透明度は赤外線の波長によって変化するが、8ミクロンから13ミクロンの範囲を除くと、ほとんど不透明だといってよい。8ミクロンより短い波長の不透明は、主に水蒸気によるが、炭酸ガスの存在が13ミクロンより長い波長の不透明の原因である。

8ミクロンから13ミクロンの波長域は、大気の窓領域と呼ばれ、人工衛星から地球を赤外線観測する場合に利用されている。この窓領域の赤外線は、大気に吸収されないで透過するので、海面・地面および雲の表面から出る赤外線が観測できる。表面から放出される赤外線は、その温度が高いほど強いので、窓領域の赤外線の観測によって地球表面や雲の表面の温度を知ることができるのである。

窓領域の外の波長の赤外線も、地球表面から絶えず放出されているが、大気はその波長に対して不透明であるので、人工衛星は地球表面からのこの波長の赤外線を感じない。これは、窓領域以外の赤外線を大気が吸収するからである。この赤外線吸収が大気の温室効果をもたらしているのである。

この大気の温室効果は、図3の放射収支で具体的に示されている。この図では、地球に降り注ぐ太陽光の量を100として、すべての熱の輸送量を表している。左側の図は、地球に降り注ぐ太陽光

のゆくえを示している。大気中の水蒸気や雲による吸収が19単位であり、地表面での吸収が51単位である。残りの30単位は、空気分子・雲および地表面からの反射である。すなわち、地球の反射率は30%である。

図3の中央の図は、地表面からの熱輸送を示したものである。地表面から出る赤外放射は114単位であるが、宇宙空間へ直接放出されるのは窓領域の波長のもので、その大きさはわずか6単位であり、残りの108単位は大気中の水蒸気や炭酸ガスに吸収される。右側の図は、大気から放出される赤外放射である。大気中の水蒸気や炭酸ガスが地表面の方へ戻す赤外放射は93単位で、雲と共に上方へ放出するのは64単位である。

地表面から出る赤外放射114単位のうち、直接宇宙へ放出されるのはわずか6単位で、残りの108単位が大気に吸収される。大気は、図3の右側の図に示されているように、64単位を宇宙へ放出している。すなわち、地表面から出る114単位の赤外放射のうち、宇宙へ出るのは70単位だけである。このように、地表面から出る赤外放射がすべて宇宙へ放出されないで、大気の吸収のために宇宙への放出が抑制されることが、大気の温室効果である。

赤外放射を吸収する大気成分の主なものは、水蒸気と炭酸ガスである。大気中の炭酸ガスの濃度が増加すると、地表面の放出する赤外放射のうち、大気の吸収分が増えて、直接宇宙へ放出される量が減少する。しかし、放射収支の条件から、地球が宇宙へ放出する赤外放射は合計70単位でなければならないので、大気から宇宙への赤外放射が増えるはずであり、これは温度上昇によって引き起こされる。このようにして、大気中の炭酸ガスの増加が気温上昇をもたらし、地球の気候が激変する可能性がある。

4 炭酸ガスの増加とその影響

我々の生存している地球大気は、主に窒素と酸素の混じった気体であって、その成分比はそれぞれ約78%と21%である。炭酸ガスの量は、現在約0.03%である。大気中の炭酸ガスの量の観測は、

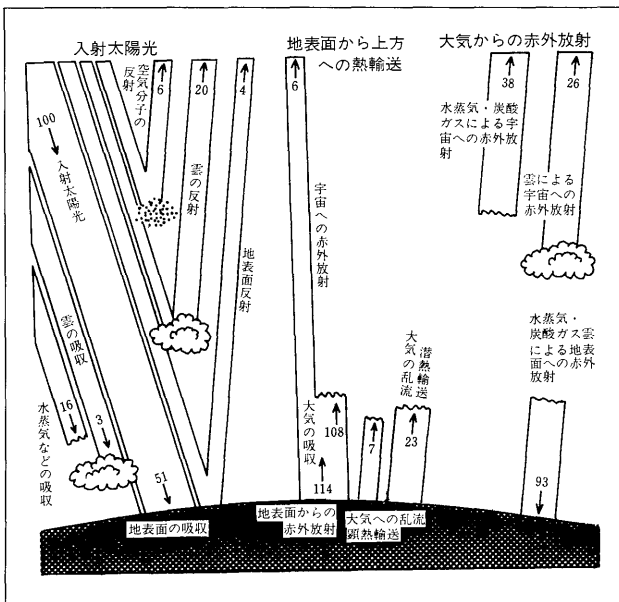
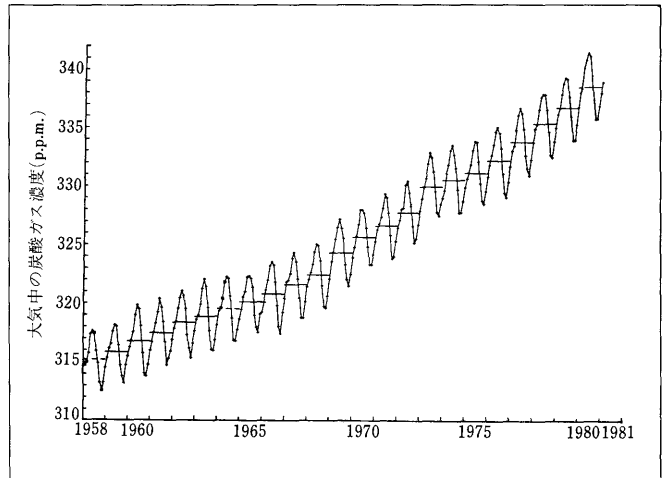


図3 地球の放射収支

19世紀の末ごろから断片的に行われてきたが1957年の国際地球観測年（IGY）から、組織的にかつ精密に測定されるようになった。特に、ハワイ島のマウナロア山の中腹（海拔高度約3,500 m）での測定値は、局地的な工業活動の影響も少ないので、代表的なものと考えられている。その観測結果を図4に示す。

図4 ハワイ島マウナロア山中腹での炭酸ガス観測結果



1年のうち、4月ごろに極大、9月ごろに極小となる規則正しい変化をしながら、1950年代の終わりごろから系統的に増加していることが、図4からわかる。規則正しい季節変化は、植物の炭酸同化作用による炭酸ガスの消費によって説明できる。南半球に比べると植物は北半球に多く、それゆえ、北半球の夏には、植物による炭酸ガスの吸収が多くなるので、少し時間的にずれて、炭酸ガスの量が季節的に変化しているのである。

19世紀末の観測では、大気中の炭酸ガス量は約290ppmであったが、最近では、図4に見られるように350ppm以上に達する傾向にある。このような増加の主な原因は、石炭・石油などの化石燃料の燃焼であることは多くの人の一致した意見である。そして、多くの研究者はこのような増加が当分の間継続するだろうと考えている。21世紀の半ばに大気中の炭酸ガス量がどのぐらいになるのかという予測も種々行われているが、値は必ずしも一致していない。というのは、海水に炭酸ガスの溶け込む量の推定が困難であることや、化石燃料の消費量および森林の伐採量が経済・社会・政治活動にも依存することのために不確定要素があるからである。しかし、21世紀の後半には、現在の炭酸ガス量の約2倍の600ppmに達するだろうと推定する学者が多い。

このように、大気中の炭酸ガス量が倍増した時、前に述べたように、大気の温室効果の増強によって、地球の気候の系統的な変化が懸念されている。

大気中の炭酸ガスの倍増のために大気の温室効

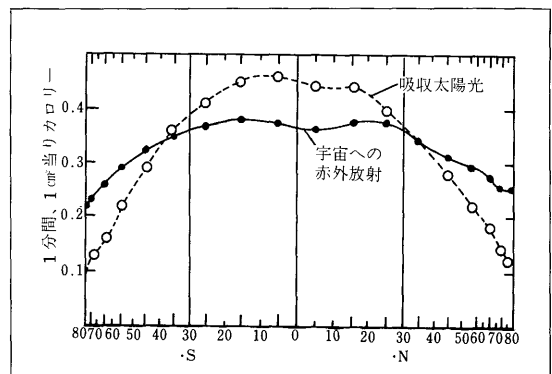


図5 気象衛星観測に基づく緯度帯別の放射収支

果が強くなった時、地球の気候がどのように変化するかを予測することは容易ではない。というのは、大気のみならず海洋・極氷・地面・生物圏での種々の過程が複雑に絡み合っ、気候が成り立っているからである。

図3に示した放射収支は、地球全体にわたって平均したものであったが、図5は、放射収支を緯度帯別に示したものである。左側が南半球、右側が北半球、中央に赤道があって、それぞれの緯度帯での吸収太陽光および宇宙への赤外放射の年平均値を示している。

収支がちょうど釣り合っている地球全体とは異なり、緯度帯別に見ると、緯度40度より赤道側の熱帯では吸収太陽エネルギーの方が赤外放射より大きい。すなわち、熱の流入が大きく、極側では逆に熱損失の方が大きい。このような不釣り合いは、大気や海洋の運動によって解消されている。たとえば、日本付近で南風が暖かくて北風が寒い

という幼稚園児も知っている事実は、熱帯から極の方へ熱が運ばれている事実そのものである。

さて、大気中の炭酸ガスの増加による温室効果の増強によって、図5の実線で示された宇宙への赤外放射が各緯度ともに減少するであろう。それにより、熱帯での放射熱の正味の流入が増え、極地方での熱損失が減少するだろう。それに伴って、気流も変わり、雲の発生も変化すると考えられる。雲は太陽光をよく反射するので、雲の分布の変化

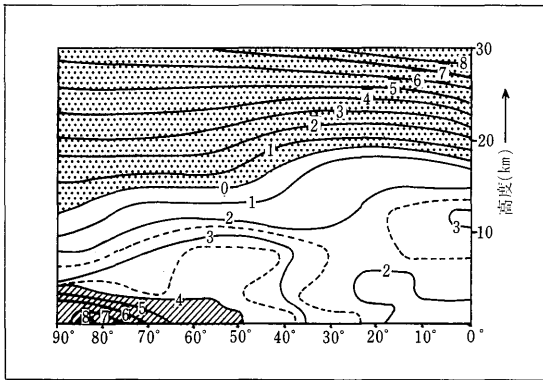


図6 炭酸ガス倍増による温度変化の緯度と高度分布(°C)
Manabeら(1980)による

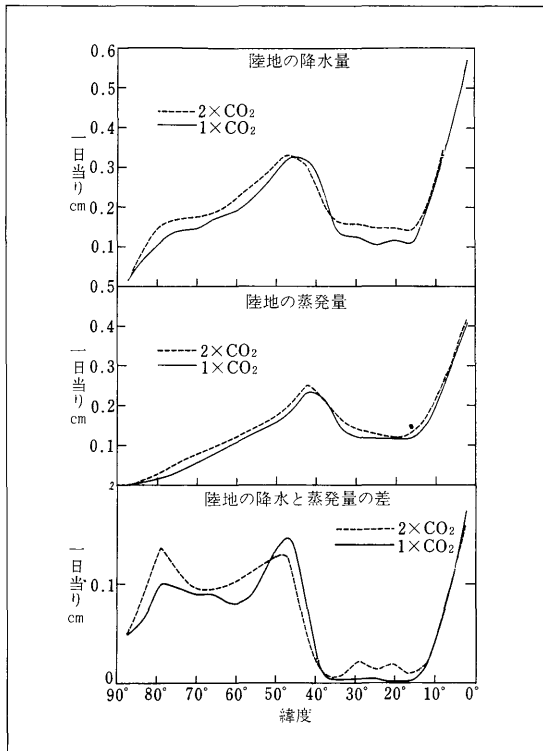


図7 陸地における平均降水量・平均蒸発量およびその差
Manabeら(1980)による

は吸収太陽光の量を変える可能性がある。図5の吸収太陽光が赤道で最大ではなく北緯10度附近で最大となっているのは、赤道附近には雲が多いためである。

吸収太陽光の分布の変化は、放射収支の変化をもたらすので、再び気流や雲の分布を変えることとなる。このような気候変化には、反射率の大きい極氷の変化・海況・土壌水分の分布なども関与するので、炭酸ガスの増加による気候変化を予測することは容易なことではない。大型電算機を用いて、上に述べたような種々の過程を取り入れたシミュレーションが試みられてきた。

電算機シミュレーションでは、大気の運動や状態変化を支配する物理法則を式で表す。そして、海面や地面の影響および炭酸ガスなどによる温室効果を取り入れた複数の方程式を電算機で解くのである。その結果、水蒸気が充分にある所で上昇気流が起これば、雨や雪が降ることも電算機の上で表現される。このような電算機シミュレーションが、主として米国の研究者たちによって行われてきた。その多くは、地球全体の平均気温が2ないし4°C上昇するという結果を出している。

このような電算機シミュレーションのなかでも、世界的に最も進んだものは、プリンストン大学の真鍋淑郎教授によるものである。図6と図7は、彼と共同研究者(1980年)による結果の一部である。炭酸ガスの倍増によって、対流圏は昇温するが、成層圏の温度は低下することが図6に示されている。昇温は、地面附近の極地方で顕著であって8°C以上になっている。炭酸ガスの倍増によって、現在の砂漠が緑に覆われ、逆に今の穀倉地帯が砂漠になるのではないかと懸念のために、降水量や蒸発量の変化は関心の的となる。図7は、それを示していて、現在、砂漠のある北緯30度附近の水分は増加するが、40~50度では水分の減少を示している。しかし、明らかな砂漠化の可能性を示すほどではない。

これらは、世界でも最も進んだ電算機シミュレーションの結果ではあるが、実際の気候の変化を完全に忠実に予測しているとはいえない。気候変化に関与する諸々の過程を電算機で処理できるように簡略化していることと、気候それ自身の変動

性が充分にわかっていないからである。それゆえ、降水量や蒸発量の東西方向の分布をも示すような結果を、真鍋教授は発表していない。これは、彼自身も述べているように結果の信頼性が低いからである。

上述の電算機シミュレーションではなく、過去のデータの調査から、炭酸ガス倍増時の土壤水分の変化を推測しようと試みた学者がいる。それは、米国の Kellogg (1981年) であって、数千年前の気候が現在よりかなり温暖であって、炭酸ガス倍増時と同じぐらいであろうとの前提の下に、そのころの植生などを調査した。その結果が図8である。それによると、米国の穀倉地帯が乾燥化し、サハラ砂漠が湿潤化する。しかし、これまたどのぐらい信頼できるものか判断できないのが現状である。

5 あとがき

19世紀末に、大気中の炭酸ガス量が290ppmであったのに現在は350ppmにまで増え、その増加は10%以上である。倍増時の全地球的昇温が約2℃と推定されているので、それを単純に比例配分すると、19世紀末から現在までに、全地球的に0.2℃以上の昇温が起こっていたはずである。このような考えから、過去のデータを解析した結果の一例が図9である (Hansen ら (1981))。

それによると、過去100年間の全地球的気温の変化は、炭酸ガスの増加の他に、太陽活動と火山噴火の影響をも考える必要がある。もっとも、このHansenらの採用した火山噴火や太陽活動の効果の評価に疑問を差し挟む人もいるが、いずれにしても、気候変化には、太陽活動や火山噴火の影響が顕著であることは、多くの人の一致した意見である。

今後の炭酸ガスの増加と、それに伴う温室効果の増強には、疑問を持つ人はむしろ少ない。しか

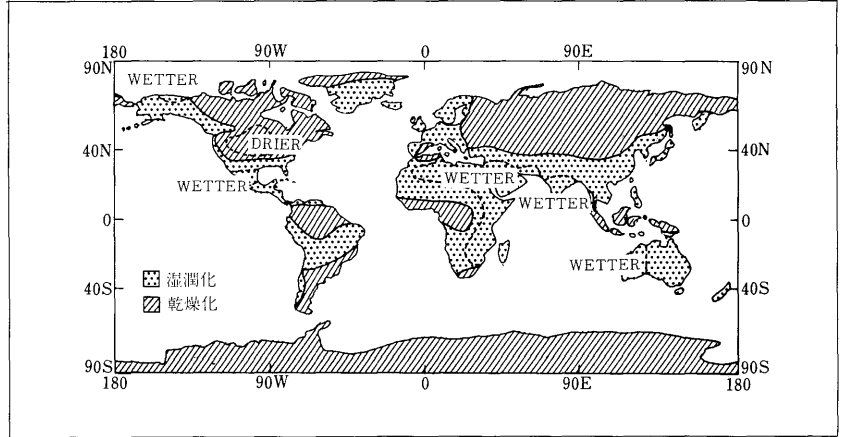


図8 数千年前の古気候データを基にして作られた温暖化後の土壤水分の変化。破線で囲み Wetter または Drier で示した地域は、それぞれ湿潤化または乾燥化する可能性が大きい地域である。(Kellogg(1981)による)

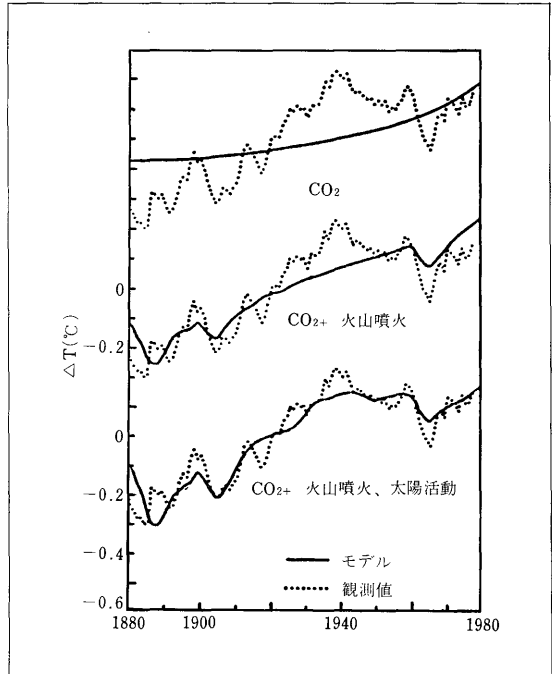


図9 過去100年間の全球平均気温の推移(点線)とそれを説明するためのモデルの結果(実線)

ここでは、大気他に深さ1,000mまでの海洋をも考慮している。CO₂の増加の効果のみを考えた場合(上の曲線)、火山大噴火の影響も加味した場合(中の曲線)。さらに太陽活動の影響も含めた場合(下の曲線)について、Hansen ら (1981) が発表したものである。

し、気候を支配する要因は他にもあるので、炭酸ガス増加に関する電算機シミュレーションの結果の示すように、21世紀の地球の気候が変化すると断定するのは、かなり勇気を要することである。

(やまもと りょうざぶろう/京都大学理学部教授)

協会だより

日本損害保険協会の防災活動や損害保険業界の動き、とくに防災活動を中心にお知らせするページです。協会の活動について、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＝当協会予防広報部防災課までにお寄せください。

新協会長に徳増氏を選任

当協会では、去る7月20日(金)、通常社員総会を開催、役員任期満了による改選を行い、会長に徳増須磨夫氏(住友海上火災社長・新任)、副会長に竹田晴夫氏(東京海上火災社長・新任)、藤澤達郎氏(日新火災海上社長・新任)、福田幸弘氏(重任)、塙善多氏(重任)が選任されました。

第4回・損害保険大会を開催

去る9月11日(火)、東京・大手町の経団連会館・経団連ホールにおいて、第4回・損害保険大会が開催されました。

この大会は、損害保険事業の現状と課題を披露するとともに、その社会公共性をより一層発揮し、社会的使命を遂行するに当たって、国民各層の理解と信託をいただき、より親しまれる損害保険業界をめざすために、各界より多数の来賓を招いて開催されたものです。

防災プラザを開催します

当協会では、火災、交通事故をはじめ、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、地元の県、市、県警察本部、消防本部、新聞社、放送局などのご後援のもと、島根県松江市、和歌山県和歌山市の2市で開催することとなりました。

パネル展示、防災クイズ、防災診断、起震車・バトカー等の試乗体験コーナーや各種アトラクション等により、だれもが楽しみながら防災に関する知識や技術が身につけられる催しですので、お近くの方は奮ってご来場・ご参加ください。

期日および会場は次のとおりです。

●松江市：10月27日(土)・28日(日)

ファミリープラザ「アピア」

●和歌山市：11月10日(土)・11日(日)

長崎屋和歌山店

小型動力ポンプを40台、離島関係市町村に寄贈します

当協会では、火災予防事業の一環として、離島の消防力の強化・拡充に協力するため、57年度より5か年にわたり小型動力ポンプ(B3級)を寄贈することとしていますが、59年度分として、11月ごろまでに離島関係40市町村に寄贈することとして、諸準備を進めております。

保険の改定

9月1日から動産総合保険の保険料が平均16.15%引き下げられるとともに、補償内容が改定されました。また、国民生活審議会からの指摘を受け、約款の適正化のための改善も行われました。

※詳しくは、お近くの損害保険会社または代理店にお問い合わせください。

●新刊防災図書のご紹介

次の3誌を発行いたしました。ご希望の際には、当協会予防広報部防災課までご照会ください。

「とつぜん起こる大地震」

A 5判・20ページ

地震予知連絡会の浅田敏会長のお話をもとに、予知への過信のいましめ、地震の際の適応行動、日ごろの注意事項、地震保険のありなしなどを小冊子にまとめました。

「暮らしの防災ハンドブック」

A 5判・72ページ

火災、自然災害、家庭内事故、交通事故など日常生活をめぐる危険に対処する知恵や方策をわかりやすく解説したものです。

「防火管理必携」

A 5判・108ページ

一般ビルや工場の防火管理者、経営者等、多忙な実務家の方々に気軽にご利用いただけるよう、ハード面を中心に防火管理のポイントをコンパクトにまとめました。

59年5月・6月・7月

災害メモ

★火災

- 5・3 大阪府池田市畑の天理教撰豊分教会1階居室付近から出火。棟続きの神殿や食事・炊事場棟ら計4棟約1,000㎡全焼。4名死亡。寝たばこらしい。
- 5・5 北海道室蘭市みゆき町の民家居間付近から出火。1棟64.53㎡全焼。5名死亡。無理心中による放火。
- 5・5 北海道夕張市鹿島栄町の日高組従業員寮から出火。1棟約360㎡と隣接の大久保旅館約380㎡を全焼。6名死亡。また、消火中に倒れてきた建材の下敷きとなり、消防士1名死亡、2名重傷。保険金目当ての放火。
- 5・22 東京都東村山市恩多町の太陽工業村山工場段ボール倉庫付近から出火。計3棟2,340㎡全焼。
- 6・4 兵庫県美方郡温泉町湯の snack いく付近から出火。2階店舗と3階住宅計延べ約200㎡を焼失。3名死亡、1名一酸化炭素中毒、1名負傷。
- 6・6 北海道網走管内津別町の民家で、約2m離れたふる場から出火。ふる場5㎡と隣接住宅約70㎡全焼。7名死亡。
- 7・6 静岡県静岡市産女の同市文書館で火災。2階第一資料室(約20㎡)内にあった記録フィルムや静岡市史などを焼失。ニトロセルロースが主成分のセルロイド製映画フィルムが、連日の30度を超える猛暑で自然発火したもの。
- 7・16 和歌山県西牟婁郡白浜町

の白浜温泉ホテルハイ・プレーランド天山閣従業員寮付近から出火。1棟延べ593㎡全焼。専属舞踊団の3名死亡。

- 7・26 東京都足立区扇のプラスチック加工業昌栄樹脂会社倉庫から出火。1棟435㎡全焼。倉庫内のプラスチック原料など65t(2,000万円相当)が焼失。
- 7・28 東京都台東区根岸の角口製作所工場から出火。1棟約300㎡全焼。隣接住宅やアパートに延焼し計11棟延べ約790㎡を全半焼。

★陸上交通

- 5・5 兵庫県神戸市灘区宮山町の阪急電鉄神戸線六甲駅構内上り線で、相互乗り入れの山陽電鉄回送電車が、赤信号を確認せず阪急電鉄の特急電車と衝突。山陽の全車両と阪急の三両が脱線。乗客ら72名負傷。
- 5・8 北海道後志支庁真狩村泉の道道で、酒飲みの上暴走の乗用車が約1m下の地面へ転落しコンクリート電柱に激突、大破。4名死亡。
- 5・31 長野県更埴市屋代の国道18号篠ノ井橋で、郵便トラックが対向の乗用車とワゴン車に正面衝突。ワゴン車は炎上。4名死亡、2名重傷。
- 6・1 兵庫県宝塚市玉瀬字オモナゴで、マイクロバスが脱輪し約12m下の貯水池に転落。4名死亡、1名重傷。
- 6・6 兵庫県養父郡関宮町の国道9号で、ワゴン車と観光バスが正面衝突。ワゴン車は大破。7名死亡、2名重体、2名重傷。ワゴン車の居眠り運転。
- 7・21 島根県松江市朝日町の山陰本線東松江―松江間の新田踏切で、特急やくも1号が、立ち往生していた大型トラックと乗用車に衝突。1両目は脱線。トラックは車体上部をえぐりとられ炎上。乗客1名死亡、

21名重軽傷。

- 7・22 埼玉県鳩ヶ谷市の国道122号の交差点で、乗用車同士が衝突。4名死亡、2名重軽傷。
- 7・24 兵庫県加古川市平岡町の国道加古川バイパス下り線で5重追突事故(グラビアページへ)。
- 7・26 大阪府東大阪市豊浦町の近鉄奈良線枚岡―額田駅間下り線で碎石運搬のクレーン車が約1km暴走し、別の工事用けん引車に激突。さらに後続の工事車など計4台に玉突き衝突。3名死亡、5名重軽傷。

★海難

- 5・11 北海道根室市納沙布岬南東約400kmの北太平洋で、サケ・マス漁船第8恵比寿丸(19t・9名乗組)が遭難。9名行方不明。
- 5・29 新潟県北蒲原郡聖籠町の新潟東港北約11kmの日本海で、釣り船白鱗丸(2.9t・船長と釣り客7名乗組)が沈没。6月7日現在2名死亡、6名行方不明。
- 5・30 長崎県杵岐郡郷ノ浦町の実船鼻沖約4kmで、瀬渡し船第三ふじ丸(9.77t・定員35名)機関室バッテリールームで爆発。釣り客2名行方不明、船長ら9名重軽傷。排気不完全のため水素ガスが室に充満、静電気で引火・爆発したらしい。
- 7・11 岩手県久慈市小袖沖約5kmで、イカ釣り漁船第18英丸(9.9t・4名乗組)が、仲積み漁船真正丸(453t)と衝突。英丸は転覆。全員死亡。
- 7・15 神奈川県足柄下郡真鶴町の真鶴半島三ツ石海岸沖で、モーターボートケイアイ号(2.6t・定員12名)が暗礁に乗り上げて転覆、沈没。3名死亡、1名重傷。
- 7・29 長崎県対馬の三ツ島灯台北東33kmの日本海で、貨物船イルシングローリー(1,180t・17名乗組)が沈没。13名行方不明。

★自然

●5・2 新潟県中頸城郡妙高村大鹿宇田の県道でがけ崩れ。マイクロバスを直撃し、土砂もろとも約50m下の水田に転落。2名死亡、3名重軽傷。

●5・17 新潟県長岡市蓬平町の猿倉岳中腹で地滑り。ふもとの民家を直襲。10棟全半壊。避難が早く、けが人はなかった。

●6・4 鹿児島県桜島・南岳で、午前3時12分、162回目の爆発。市街地は灰まみれとなり、スリップして転倒するバイクが続出。同日午前9時までの24時間降灰量は1㎡当たり1,080gで、降灰観測史上最高。

●6・29 熊本県球磨郡五木村竹ノ川地区で山崩れ(グラビアページへ)。

●7・16 新潟県新潟市で豪雨。1時間雨量52mmを記録。大正三年以来2番目の大雨となり、家屋の浸水が相次ぐ。6,631棟が床上・下浸水。交通も寸断。

●7・21 鹿児島県桜島・南岳で、210回目の爆発。噴石群がふもとの民家11軒を襲い、屋根を突き破りボヤ騒ぎ。送電線や電話ケーブルが切断され、停電や電話不通が続出。

★航空

●7・31 兵庫県明石市西明石の国鉄西明石駅南側付近で、事件取材中のヘリコプター2機が空中で接触。公民館などに墜落・炎上。3名死亡、通行人1名を含む4名負傷。

★その他

●5・11 鹿児島市紫原の市営住宅1室で、6名がガス中毒で死亡。湯わかし器が不完全燃焼したらしい。

●7・18 福島県郡山市湖南町の猪苗代湖で、ボートが転覆。3名死亡。

●7・22 岐阜県岐阜市の同市し尿処理場寺田プラントの、汚泥を沈殿

させるコンクリート製溝で、汚泥除去中の作業員が酸欠症状で倒れ、救出しようとした職員ら計3名が死亡、3名軽症。

★海外

●5・28 チェコ・プラハ東方バルドピツェの化学工場で大爆発。4名死亡、約50名負傷。多くの生産施設に損害。

●5・28 台湾・台北市の14階建てホテル時代大飯店2階レストラン付近から出火。19名死亡、53名の負傷確認。

●6・20 アンゴラで、列車の脱線事故。50名以上死亡、約100名負傷。

●6・20 台湾・台北県海山炭鉱でガス爆発。74名死亡。

●7・4 チリ各地で、あらしによる雪崩や洪水が発生。少なくとも雪崩で4名死亡、54名行方不明のほか住民5,500名り災。

●7・9 英国・ヨーク市のヨーク大聖堂で、落雷による火災。聖堂内部を焼失。損額は3億3千万円。

●7・10 台湾・瑞芳の煤山炭鉱で火災。100名死亡確認、3名行方不明。コンプレッサーの電気回路がショートしたためらしい。

●7・13 アラスカ・トギアックにある丸紅所有のサケ缶工場で、自家発電用の発電所が爆発。火災が発生し、同発電所と燃料貯蔵タンクなどを全焼。

●7・23 米・シカゴ市ロメオビルのユニオンオイル社製油所で、触媒分解装置が爆発。隣接プラントに次次引火。9名死亡、7名行方不明、21名重軽傷。溶接作業の火が触媒分解装置のガスに引火、誘爆したらしい。

●7・23 米・ニューヨーク市アストリアの高架線路で、列車同士が正面衝突、脱線。1名死亡、112名重軽傷。

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 早稲田大学教授
- 生内玲子 評論家
- 岡本博之 科学警察研究所交通部長
- 北川浩司 大正海上火災保険(株)
- 小池次雄 東京消防庁予防部長
- 塚本孝一 日本大学講師
- 根本順吉 気象研究家
- 森島 淳 千代田火災海上保険(株)
- 森宮 康 明治大学教授

編集後記

◆記録的な暑さだった夏が終わり、“仕事の秋”がやってきます。当協会でも、松江市、和歌山市の防災ブラザなどの催事の開催をはじめ、身の周りが忙しくなっています。◆前号をお届けするのに併せて、読者アンケートをお願いしました。集計結果の一部をご紹介します、「防災関係の幅広い知識を得ている」83%、「業務上有用な情報を得ている」61%、「仕事上のヒントを得ている」45%、「原稿執筆や講演に利用している」26%というように、本誌が皆さまのお役に立っていることがわかり、編集部一同喜びにたえません。また、編集部へのレターでは、貴重なご意見や激励のお言葉をたくさんお寄せいただき、ありがとうございました。調査にご協力くださった方に厚く御礼申し上げます。(仙波)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第139号 昭和59年10月1日発行

編集人・発行人 守永 宗

発行所

社団法人 日本損害保険協会

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=㈱阪本企画室

追突・炎上事故続く

●59年7月24日午後3時5分ごろ、兵庫県加古川市平岡町の国道2号加古川バイパス下り線で、工事による渋滞でのろのろ運転の列にトラックが突っ込み、計6台が玉突き衝突。トラックの下敷きになった乗用車から出火し、計5台が全焼。5名死亡、4名負傷。わき見運転によるもの。

●59年8月9日午後4時30分ごろ、兵庫県明石市魚住町の国道2号加古川バイパス上り線、明石西インターチェンジ料金所付近で、料金支払いのため渋滞、停車していた列に

トラックが突っ込み、計6台が玉突き衝突。トラックに追突された乗用車から出火し、3台が炎上。3名死亡、7名負傷。居眠り運転らしい。

●59年8月11日未明、兵庫県姫路市飾磨区の姫路バイパス中地ランプ下り線で、お盆のため渋滞、停車していた列へトラックが突っ込み、計5台が玉突き衝突。トラックから出火し、追突された乗用車も炎上。4名死亡、7名重軽傷。居眠り運転によるもの。

熊本・五木村で山崩れ、15名死亡

昭和59年6月29日未明、熊本県球磨郡五木村竹ノ川地区で、21日から29日までに400ミリをこえる雨量となっていたところへ、1時間40ミリの豪雨が襲い、山崩れが発生。直下の民家5棟に大量の土砂が流れ込み全壊。18名が生き埋めとなったが、3名が自力で脱出、15名が死亡した。

五木村では、38年8月17日にも下鴨地区で山津波のため11名の死者が出たが、今回の被災者は、“安全な場所へ”と竹ノ川地区に移り住んだ人々だった。

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

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

そのとき！あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ！—工場の防火対策—

人命安全—ビルや地下街の防災—

改訂工場防火の基礎知識(秋田一雄著)

理想のビル防災—ビルの防火管理を考える—

大地震に備える—行動心理学からの知恵—(安倍北夫著)

業態別工場防火シリーズ

印刷および紙工業の火災危険と対策

製材および木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

おっと危いマイホーム [23分]

工場防火を考える [25分]

たとえ小さな火でも(火災を科学する) [26分]

わんわん火事だわん [18分]

ある防火管理者の悩み [34分]

友情は燃えて [35分]

火事と子馬 [22分]

火災のあとに残るもの [28分]

ふたりの私 [33分]

ザ・ファイヤー・Gメン [21分]

煙の恐ろしさ [28分]

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの) [21分]

動物村の消防士 [18分]

損害保険のABC [15分]

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＝(0822)47-4529、四国＝(0878)51-3344、福岡＝(092)771-9766〕にて、無料貸し出ししております。

社団
法人

日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2-9-101
TEL 東京 (03) 255-1211 (大代表)



あとで「より」いまが大切火の始末

消防庁/日本損害保険協会

おなじみの防火ポスター 今年のモデルは 早見優さんです

日本損害保険協会では、昭和27年から毎年秋の全国火災予防運動にあわせて、防火ポスターを制作し、自治省消防庁に寄贈しております。今年も全国各地でお目にかかります。

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

社団法人 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 | 日本地震 |
| 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音順) |