

# 雪害問題とオペレーションズ・リサーチ

中峠 哲朗

## 1. 序論

雪害問題では降積雪の自然科学、雪害対策の工学、雪害全体の経済学、多面的な社会生活問題など各種の側面があるけれども、自然科学、工学の一部を除いては研究はきわめておこなわれている。特にわが国人口の1/3は毎年多かれ少なかれ雪問題にかかわっている現状にもかかわらず、この課題への取組みの現状はきわめて貧しいものである。

今回これをオペレーションズ・リサーチ(OR)の観点で検討するように求められたのであるが、全般的にORと関連させるにはいちじるしく不十分な態勢にある。しかし問題提起の段階で考え、今後各方面でこの分野に関心をいだかれるように期待するという状況で、思いつくままに私見としてこの問題の概要を述べる。

## 2. 雪害問題の各種側面とOR

OR分野での研究についてはあまり知らないもので、筆者の見当違いの点があると思われるが、人間の行動に関連する各種課題のように、不確定要素の多い問題について定量的モデルを設定し、具体的な指針を得るような試算を行なうものと理解している。その観点で見れば、雪害問題、特に豪雪による被害の大きいことに対してどのように対

策を実施すれば効果的であるかという問題では、OR手法のきわめて有効な分野が多々あると思われる。その意味で3つの例を次に示す。

①ORに直接的に関係し、現在試みられているものの例として特に人間行動を考慮し、豪雪時の交通問題を扱った例がある。すなわち東北大学工学部福田正は長岡市内の場合について各道路での重要地点(病院、消防署、学校、市役所など)の配置を与えたとき、どの道路を優先して雪対策をすすめるかを論じ、また福井大学工学部本多義明は福井市の場合について与えられた雪害状況下で効率よく車輛走行をさせるために一方通行を採用したときの交通量増加を見積りした。

②一般的にいえば雪害問題を論ずるために必要な基礎知識としては、降積雪などの自然状況、雪害防止に対する工学的対策技術、雪害による社会的問題など多方面にわたるものが要求されるが、それら個々についてのOR処理、少なくとも定量的討論が不備であるために、これらを全体としてのOR技法による検討は非常に困難である。

③われわれが最も関心を持つ課題として雪害対策経費の支出とその使用区分がある。その詳細な検討は別として、その在り方を論ずるための概論的モデルを得ることは特に行政的観点で重要であるが、経済問題自体の困難さがあるために非常にむづかしい。

ここでは特に雪害問題をORに関係づける近い将来の課題として②の一般的な検討を除くことと

なかたお てつろう 福井大学工学部応用物理学教室  
〒910 福井市文京3丁目9-1

し、①、③のうち住民と関連の深い③の問題を中心として概略的に検討する。もちろん問題が広範囲、多種にわたること、また今後の進め方についての議論をすることなどから、内容としては粗雑、かつ独断的記述をする点をお許しいただきたい。文献についても図表等の引用に関するものだけとした。

### 3. 雪害の経済的問題

豪雪時にはそれによる工業、農林業、商業関係の経済的被害状況が新聞紙面ににぎわすが、その他の時期にはまったく検討されていない点に大きな問題がある。以下では、まず雪害による経済的被害の実情を述べ、ついでその被害を軽減させるための系統的討論への方法を記す。

#### 3.1 経済的被害の実情 [1]

①農林業では生産物収穫・出荷の停止問題、育成過程での成長停止、折損、倒伏、腐敗などによる直接被害の問題や温室、ハウスの倒壊といった設備問題がある。この場合、最も重要な課題は特に対象物が広い面積範囲に分散しているために有効な対策を実施しがたいことである。

他方、対策法がある程度知られていても不規則な雪状況への対応には複雑な課題が多いことであり、注目される例は(i)温室、ハウスでの雪処理の不十分さが目立つこと、(ii)立木被害などでは一部に保険制度があるにもかかわらず、その利用が十分でないこと、(iii)立木雪対策として無雪時に行なう枝打ち、間伐などが有効であるが、その作業も経済的に引き合わないとして省略されることなどが指摘される。昭和56年豪雪において最も被害の

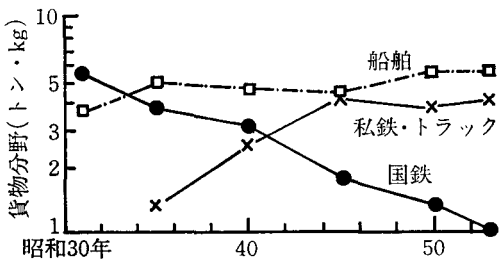


図1 輸送形態の変化 [1]

表1 福井県での冠雪害被害 (昭和55年12月)

No.	地			林				被害率 %
	市町村	積雪深	標高	林齢	立木密度	樹高	直径	
1	美山町	3.00	150	20	1400	10.2	16.4	70
2	"	2.00	200	15	2200	8.5	12.0	10
4	池田町	3.00	400	24	1100	17.0	23.0	50
7	"	3.00	400	45	700	23.0	32.0	40
8	丸岡町	1.50	80	18	1920	12.0	16.0	30
9	金津町	2.00	150	25	1500	14.0	20.0	30
10	美山町	2.00	150	23	1700	18.0	20.0	80

大きかった福井県での冠雪害 (昭和55年12月) の場合 [2] を表1に示す。

②工業生産関係では、近時社会構造として鉄道輸送から自動車輸送に移る (図1参照) ことによって高速、大量輸送体制が主流となり、特にOR手法を用いて在庫を減少させるといった合理化はいちじるしく進んできた。他方、雪対策が充実されたために無雪時の自動車による交通流通体制を冬期にも維持することが、おおむね可能となっている。この2つの状況下で効率的な工業生産を進めている現状では、雪による交通支障はただちに生産に影響する。数十年前の雪国では冬期の交通支障を考慮した生活 (食品の貯蔵など)、生産体制 (在庫の確保など) をとっていたものが、上記のように効率化されたのである。しかし貯蔵・在庫の形態は統計的にみて必要度が小さくなったけれども、現実の豪雪からみればなお必要である点への配慮が行なわれていない。

さらに人的工業環境としてみれば生産形態が家内型から工場型へと移行したために、通勤者数、通勤距離がいちじるしく増大しており、また個人家庭では雪処理労力が不足することとなった。この状況下において各人が自宅、工場の両者への雪対策を行なうという要求が結果的には両者とも不十分なものとなりやすい状況を導いている。工業界全体としては、このような広い意味での雪対策を官公庁、個人にまかせたままであり、業界の自主的処理を行っていないことが実情である。

③全体的な経済活動を活性化させるという観点

での雪害問題の研究・討論は非常におくれている。たとえば、商業においては一部に自己努力で対応し得るものもあるが、多くは顧客の動きに依存するために、社会全体での雪対策に依存する部分が多い。それにもかかわらず、保険制度などの自衛策、潜在的な直接投資（顧客誘致のために雪対策への援助をする）などは行なわれていない。

社会的にみれば直観的に被害を軽減することの必要性は潜在的に認識が強まり、公共団体、官公庁などによる雪対策の充実が行なわれてきた（図2参照）。けれども、経費支出の基本方針についてはほとんど検討されていない。特に重要な問題として、雪害は毎年おこるものではないが、数年ごとに必ず発生している現実があるにもかかわらず、その変動についての対策では基本的な討論・研究が進められていない。

### 3.2 雪害問題の経済的検討

雪災害の実情を明らかにする資料を得てそれを解析し、それへの対策の方針を検討することが最も重要である。ここで注意する点は降積雪状況について地域的、時間的に非常に大きな差異があるので、対策もそれに応じた各種のものを考える必要がある。この点での立ちおくれが大きいので、対策研究を強くすすめる必要がある。

しかし3.1に述べた雪害諸問題への対応のむづかしさは周知のことであって、現実には無対策時の降積雪による被害の評価はもちろんのこと、対策のそれぞれによる被害の軽減効果も不明であり、このために対策研究への認識は微々たるものである。したがって雪対策実施担当者では対策経費の支出効果について評価する術もなく、またどこから先に着手するかとの間に対しては大きな困惑がある。他方、研究者は研究の必要性を感じながらも成果が早急に得られそうにもないという点から手をつけずに残されてきた。

今後、雪害問題の討論を進展させるにさいしては、全体的な問題の構成を記述する試みと、局部的に着手可能なものから試行する方法との両者を

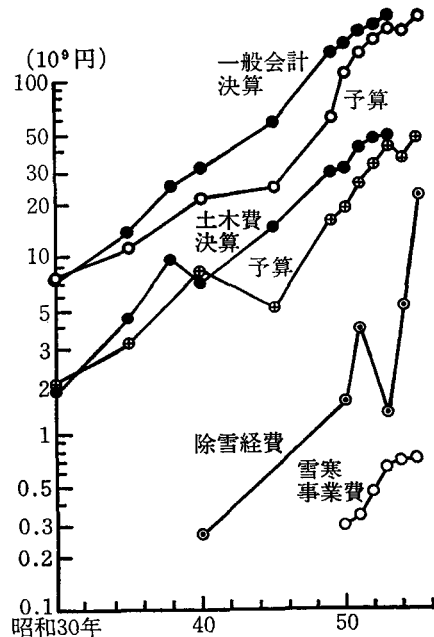


図2 福井県での雪害対策経費と県予算 [1]

並行して進める必要がある(2.参照)。この意味で、以下においては前者の観点で筆者が不十分な、正しくいえばきわめて幼稚な段階から出発して検討してきた2つの例を略記し、今後各位の関心が深まることを期待したい。

①雪害の実情調査が行なわれていないので、それを推測する総括的観点での一方法として、各県における毎年の雪害対策経費 $M$ の現状を検討することとし、いくつかの災害指数を導入することによってそれが可能であることを示した[3~5]。この方法は初歩的ではあるが、現在一応の成果を挙げることができたのでその概略を4.に述べる。

②雪害対策経費の基本的役割を明らかにする一例として、公共支出と個人支出とのそれぞれの分担を論ずること、および無雪時と豪雪時とでの雪対策の効果を表現することの2つを目的として。そのモデル的検討の第1歩をようやく提出することができた[7]。しかしその構成因子は未解決の部分ばかりであるために抽象的表現の段階にすぎず、またそのモデルの妥当性についての検討も不可能である。この手法を進展させるためには各方面の強力な共同研究が必要であり、後に5.でそ

れの諸問題を述べる。

#### 4. 雪害指数の導入とその応用[3]~[6]

最初の、かつ重要な課題は降積雪およびそれによる被害を各種の観点で直接定量評価することであり、その概要を以下に述べる。

##### 4.1 雪による災害の評価問題

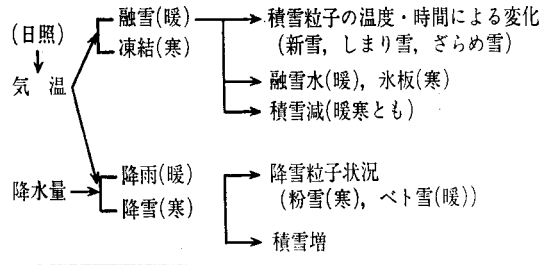
①降積雪による被害を気象状況からみる尺度として、新聞に最も多く眼に触れる冬期間の最大積雪深のほか、降雪開始以後の積分積雪深、毎日の日降雪量などがこれまでも用いられてきた。さらに最大積雪深を用いる観点では統計的に50年確率値なども用いられている。しかしこれらが被害を表示するために最も適当であるか否かの討論は行なわれていない。

②上記の各パラメーターを総合した形式で改良し、降積雪被害を表示する試みを筆者が提案した。(i)冬期間の最大積雪深  $H_m$  と積雪深がその1/2以上である連続期間(半値幅)  $T$  との平面内に各冬の状況をプロットすると  $H_m$ ,  $T$  のそれぞれが大きい場合とともに、それらの積  $H_m T$  の大きい冬は被害が大きいことを示す。この表示は上記①のものをさらに総合的に、かつ簡単に扱うものとなっている。(ii)現実には毎日連続しておこる豪降雪による被害がきわめて重要であり、それを記述する例として、当日の降雪量に前日値の2/3、前々日値の1/3を加える方法を述べた。

③降積雪の出現状況によって災害の発生する様子が異なることを示すためにいくつかの雪害指数を導入し、それをわかりやすく表示する方法として横軸を月降雪量に、縦軸を日平均気温にとって毎年の状況をプロットする方法を提案した。これによって日本国内における各県の差異、特に雪害状況の地域差を表示することができて、またいくつかの応用例を示した。

これら3者のうち降積雪の実情に応じて被害状況が異なる点の直接的討論としては③のものが最も明瞭であるのでそれについて次項以下に記す。

表2 基本因子による雪の特徴と変化



##### 4.2 雪害指数

われわれの生活におよぼす雪の影響を最も簡単に総合評価するために雪自体の特徴が気温によって大きく異なること、また雪が生活におよぼす効果は降積雪量の大小によることの2つを基本因子と考えよう。もちろん日照の影響が大きいけれども、日照が続くときは気温が上昇するので、その影響は気温効果に含めて扱うなど大略的な処理である。上記2つの基本因子による雪の特徴の変化を簡単に表示すると表2のようである。

さらに、これを評価するにさいして、 $(a_1)$ この過程を個々に追跡し、基礎的に解明しようとする分野と、 $(b_2)$ それが温度、降雪により大きく支配されるという概念的な方法との差がある。他方また $(b_1)$ 時々刻々の評価を行なうか、 $(b_2)$ 1カ月単位、1冬単位、10冬単位などでの評価を行なうかなどの時間的差異がある。

これまでにおいて  $a_1$ ,  $b_1$  の観点から多くの研究が行なわれ、多くの成果(付録参照)をあげてきたが、 $b_2$ の観点は直観的知識として雪国の住人が知っているものの、雪研究が北海道および本州背梁山系を中心としてきたために広い気象条件についての系統的研究は残されてきた。

ここでは日本国内で各地の特徴を比較するために30年平均で考えることとし、統計値の容易に得られる月平均気温、月降雪量を採用した筆者の評価法を略記する。(なおこの方法を各冬での評価、毎日での評価に応用することも報告している)

①まず雪におよぼす気温効果 $\theta$ の大小を論ずる。気温変動の実情の記録は  $0.1^\circ\text{C}$  単位で気象台よ

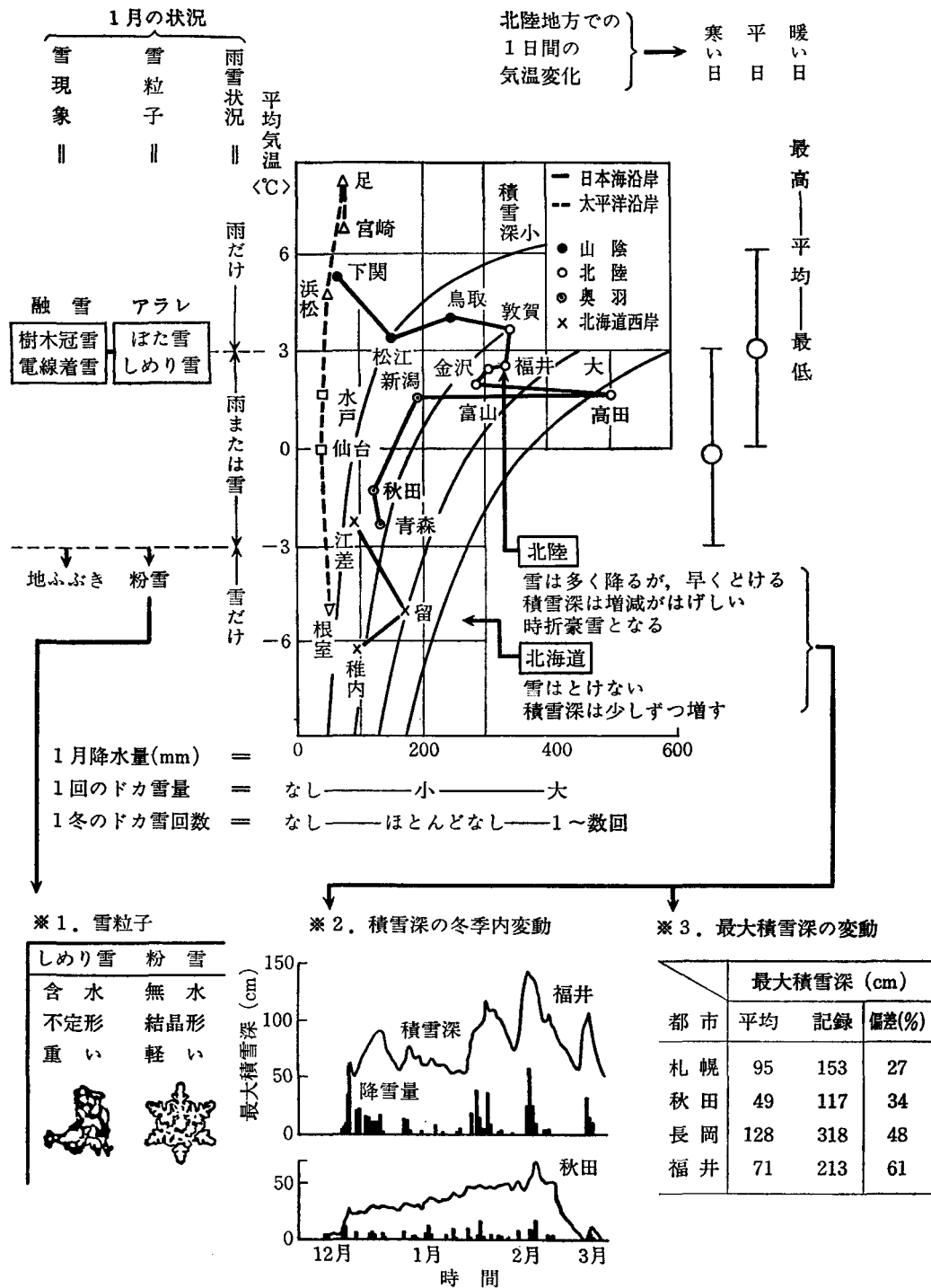


図3 降積雪災害特性図 [6]

り発表されているが、災害との関連を記述するための気温単位は別の課題である。いま平均偏差が3°Cであることその他から、3°Cを単位として

用いることとし、それによって図3縦軸の左側に記した区分が知られる。

②降雪量(降量)Wと日常生活との関連をみよ

う。1日に30cmの新積雪があると普通車の走行が困難となり、50cmでは大型車走行が困難となる。北陸地方での新積雪密度を平均  $0.1\text{g/cm}^3$  とすれば、これは日降水量30~50mmに対応する。他方月降水量の大小によって日降水量30mmとなる回数  $n$  の大小は統計資料があり、大略的には月降水量100mmまでは  $n=0$ 、それ以上では月降水量の増大とともに急激に  $n$  が増大する。さらに詳しく検討すると、月降水量が増大すると、最大日降水量も増大し、いわゆる大雪、豪雪の出現率が大きくなる。したがって図3中横軸の下側に記した区分が知られる。

③また平均的には各地での月降水量のうちどれだけが雪として残り、最大積雪深  $H$  を与えるかは気温によってほぼ規定される。すなわち寒冷な場合では月降水量はすべて積雪として残存するが、暖かな場合には月降水量のかかなりの部分が融けて水となり、積雪から消失するので、比（最大積雪深/月降水量）は気温が低いほど大きくなる。

④上記の諸考察をわかりやすく図示した一例を降積雪災害図として図3に示してある [5]。ここでは第1に各軸目盛は気象統計値を用いて多地点を簡単に表示し得ること、第2に各軸での量変化による直観的な雪問題をあわせて記入すること、第3に降雪・積雪・融雪などの各種問題を含めた総括的、かつ定量的評価のために各種災害度を次式で定義して記入してある。

$$\left. \begin{aligned} P_{\theta} &= (6.0 - \theta) / 3.0, & P_W &= W / 100 \\ P_H &= 0.11W(1 - 0.12\theta) \end{aligned} \right\} (1)$$

これによると、日本海沿岸各地とも  $P_H$ （最大積雪深の大小による効果）はほぼ同程度であり、北海道では  $P_{\theta}$ （寒冷効果）が大きく、北陸地方では  $P_W$ （ドカ雪効果）が大きい。

なお図には記していないが、気温が  $0^{\circ}\text{C}$  付近では降雪・融雪が交互におこるので、雪の密度は大きく、同じ積雪深でも大量の積雪量となり、さらに積雪内部では雪が短時融けたのち凍結してできる氷の層が見られるなど複雑な様相を示す。他方、

気温  $-6^{\circ}\text{C}$  以下の場合には融雪がおこらないので降雪はすべて積雪となり、積雪は上から下に順次様子が変化してゆく。

すなわち、(1)式は雪の総合評価を2つの因子  $\theta$ 、 $W$  で定量処理する簡単な一例であり、それを応用する例を後に述べる。

### 4.3 雪害指数と雪害対策経費 [4]

上に述べた雪害指数は直観的な観点から出発したものであり、雪害の実情と合致するか否かを検討する必要がある、しかし毎年の雪害報告は整理されていないので、ましてその地域差はまったく不明である。したがって便宜的に次のように考える。

各県では雪害状況に応じて雪害対策費  $M$  を支出すると仮定するが、この仮定は数十年間一定であるとは言いがたく、他方、毎年についてはばらつきが大きいけれども、平均的な値として昭和50年度のものを用いた。

(i)雪害の総合的大きさを表わすために  $P_{\theta}$ 、 $P_W$ 、 $P_H$  のうち最大のもの  $P$  とする。そのうち最も重要な交通問題では  $P_{\theta}$  の影響が小さく、また降雪の方が積雪深よりも大きく影響するとし、 $\alpha (< 1)$  を用いて  $P_W$ 、 $\alpha P_H$  のうち大きい値  $Q$  を用いる。

(ii)雪害対策を行なうとき除雪機械・設備は積雪期間の長い地方 ( $P_{\theta}$  の大きい地方) で使用効率が大きくなるので、投資は  $R = P_{\theta} \cdot Q$  とすることが考えられるが、他方、社会補償的な観点から、設備効率が悪くもある程度の雪対策を実施するので、むしろ  $\beta (< 1)$  を用いた  $T = \beta R + (1 - \beta)Q$  の形式であると思われる。

他方われわれの日常生活は生産と支出とのかね合いであり、県平均で考えれば生産活動はそれに関連する収入、自動車保有数、その他多くのものが考えられる。実際には県ごとの活力は人口  $N$  に比例する（各人の生活は平均的にどの県も同一である）としてよいことが知られたので、定数を  $\gamma$  用いた次式が得られる。

$$M = \gamma T N \quad (2)$$

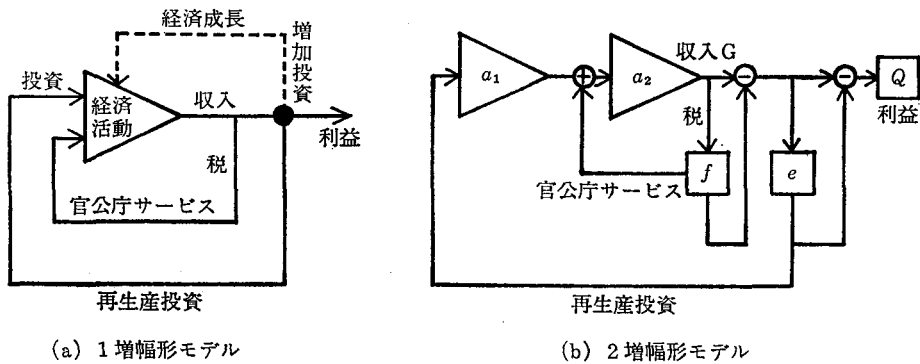


図4 無雪時の簡単な経済モデル [7]

この表式を改良して、各県の実情を誤差22%で近似し得る良好な結果を得た。

### 5. 雪害対策経費の経済的役割<sup>7)</sup>

前に3.2②に述べた簡単なモデルを記し、ついでそれをORの観点と結びつける問題を検討する。

#### 5.1 モデルの検討

簡単のために降積雪前後の期間において雪がないときの経済活動は一定であると仮定する。また個人市民は税金を供出するが、それは公共支出として教育・道路管理などに使用され、最終的には自己の所得に還元されると考えよう。各自の生活費は自己再生産投資として生産過程を増幅器として描くと、図4(a)の系をつくることができる。しかしここでは公共系と個人系との役割を区別し得ないので、増幅器を2段に区分し、公共投資は個人からみれば潜在的な増幅器の内部構成に影響するものと書き直して、同図(b)を得る。

いま雪害によっては交通障害、活動速度の減少などによって増幅器の増幅度が減少するので、これを負帰還回路の生成として表示し、また個人および公共での雪害対策によって増幅度を回復するように正帰還回路を生ずると考える。この場合を図5に示す。この場合、雪対策による支出のうち $T_2$ は4.に述べた各県での雪害対策経費Mに対応するものであるが、ここでは個人経済を扱うので(2)式中 $N$ を除いて考える。

このモデルを実用化するときの問題点を特にこれまで述べてきた点と比較して記せば、①自然状況としての降積雪状況 $P_0, P_W, P_H$ がいかに $S_1, S_2$ を規定するかについては、4.1に述べた過程が重要である。②雪害対策経費 $T_1, T_2$ と有効に $t_1, t_2$ に反映させる方法として2.①の実施例および③の課題がある。

これらを実施するについてのいくつかの例を次項に述べる。

#### 5.2 雪害問題のOR

前記の諸状況から雪害問題にORを使用することは非常にむづかしい段階にあるが、近いうちに試行が望まれる課題例をいくつか述べてみよう。

##### 1. マクロの基礎研究

直接的にOR分野ではないが、まずモデルの概要を把握するために次のマクロな観点での作業が必要である。

①積雪による減収の評価…4.1①および(1)式に述べた点から簡単な試案として $S_1, S_2$ が降積雪状況に対応するとして定量的な問題を検討する。筆者は簡単な例として積雪深と関連させた試論を行なっている。

②雪害対策経費による回復の評価…(2)式の有効性を考慮して対策経費がいかに $t_1, t_2$ に反映されるかを定量的に検討する。ただし①による減収とここでの回復との大きさの評価方法を提案する必要があり、筆者は試案として交通量の変動を用いる試みを行なっている。

③個人と公共との差…個人では多くの不便を辛抱し、また雪対策の多くを直接経費支出のない個人労力負担で処理する。公共では雪対策は人件費、消耗費、機械設備費、外注費などがすべて表面に現われるとともに、主要道路での対策は積雪が10cmに達する段階からただちに着手する。このような個人と公共との差異をモデルでいかに処理するか、特に個人関係のものは資料がない点での考慮をどうす

るかなどの困難がある。

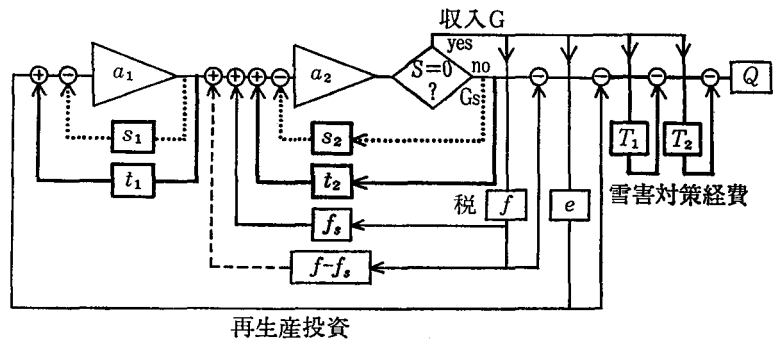
## 2. ミクロの研究

比較的狭い分野の問題であれば、資料が得やすく、したがってORによる直接的討論も進みやすい。たとえば次のものが考えられる。

① 2.①に述べたものでは、まず雪に無関係な一般交通問題自体でのOR処理が進められていることに注目しよう。したがってこれら既往の討論に雪問題を加える方法、また雪問題で新しく要求されるものの検討がかなり容易である。新しい課題としては、①国土幹線で重大事故が発生した場合の道路上における走行車輛の管理が重要である。管理できないために道路は動けない車輛と降り続く雪とで埋もるため、事故処理車輛が現場に行けなくなり、36時間も道路閉鎖をおこした例がある。(ii)都市内における自家用車の利用減少、交通の確保に役立たせるために、バス運行システムを人、バス、除雪の3者を総合して最も効果的な利用をはかる。これには前記2.①および次の(iii)が関連する。(iii)除雪作業車の走行路を効率よく設定する。現実には除雪車が一般車の走行を阻害する例がしばしば見られる、

### ②人車の交通の分離

豪雪時には、主要道路での車輛対策としてその



— 無雪時    - - - - 雪害時    — 雪対策

$G_s$ : 雪害によって減少した収入  
 $f_s$ : 公共的雪対策経費  
 $f-f_s$ : 教育費等雪害に関係しない公共サービス

$S$ : 降積雪状況  
 $s_1, s_2$ : 降積雪被害  
 $t_1, t_2$ : 雪害対策効果

図5 雪害による経済変化のモデル [7]

除雪を行なうことが精一ぱいであり、人の歩行問題まで考えられない。現実にはこれがいつまでも放置される点には大きな問題があり、いつ来るかわからないバス、走行の困難な自家用車利用をあきらめた多数の歩行者が車と並行して歩くので、人が路肩の雪でスリップ、転倒すると生命事故を招来する可能性が大きく市民は困惑している。筆者はこの対策として、幹線に並行した道路を歩行者専用を除雪（狭い幅でよい）することを提案したが、人車の交通を分離する方法について、その時の人の動きを考慮しながらOR手法で検討することが望まれる。

### ③除雪作業の機械化

雪対策に人手を利用することは年々減少し、特に鉄道関係では人を集めることに困っている。この理由は農業従事者がサラリーマンに転化し、日常的に時間余裕をもつ人が少なくなったこと、また自動車利用その他社会全般が機械利用の方向にあって肉体労働が嫌われているためである。このために今後の雪対策には一層人手から機械化への移行を進める必要、特に都市内対策での必要が大きい。このためには機械の多様化と能率化とが強く要求される。

除雪機械には各種のものがある。グレーダーは



小積雪のとき大面積を高速除雪するのに適し、ロータリーは逆である。これらの準備・配置は現在少数であり、経験的な処理が行なわれている。今後はその設置・使用が増加すると思われるので、効率的な運用を検討するとともに除雪機械については除雪の幅、高さ、方法などについてどのような多様化が望ましいかを論ずることはOR手法の最も得意とする分野である。

#### ④ 水利用系と機械利用系との調整

地下水、流水を用いて雪を融かし、また排出する水利用系は所要人手が少なく、高速で雪処理が可能な利点がある反面、水源が乏しく、地面勾配が小さい地点では利用しがたいので、一般にはそれと除雪機械利用系とを併用する。現在の課題としては、雪に無関係に多量の水が消費されていることが多いといった水利用系自体無駄が多い点を改良すること、逆に水中に多数の人が同時に雪を投入すると、系が作用しなくなることなどの問題があるので、水の流動状況および雪の投入作業の管理法を総合的に検討すること、さらに水利用系と機械利用系との適正配置の決定などがある。これらはOR手法の代表的問題であろう。

⑤ 前述 3.1 ②の問題への対策が重要である、こ

れまで商品・原料の在庫管理のORは一応基本的に成功しているので、そのうちの需要変動に降積雪予測の項を追加することにより被害軽減が相当に期待される。もちろん現実には降積雪予測について大きな問題（後記⑦参照）が残されている点も現段階ではOR処理により扱う必要があると思われる。

⑥ 雪害対策経費の配分、たとえば対策の研究・開発経費、水利用系・機械利用系を含めた設備・機械の設定量、雪害への補償経費などをどのように配分するかについての実験的検討は非常にむづかしく、また種々の配分法での比較は一層困難である。他方、豪雪・大雪の予測が不十分ではあるものの、それによる被害は数年に一度必ず発生していることが実情である。これに対して、保険制度と比較しながら、雪害対策経費をどのように配分することが望ましいかという討論にはORを欠かすことができない。

⑦ 不規則に変動し、予測の困難な降積雪状況に対応する雪対策系統の組立ては重要である。図3右下に記したように、特に北陸地方では降積雪状況の変動（年単位、日単位をあわせて）が大きく、かつ現状ではその予測がいまだに不十分である。

●ミニミニ●

●OR●

## わが家を見失なった話

すでに軒先まで積っていた雪の上に、その日は午後からまた雪が激しく降り続き、村里がすっぽり雪で埋まっていくようであった。夕方からの村の寄合のため集会所へきていた人が、あまりの降雪に、帰りの道が心配だといって、皆より一足先きに帰ることにした。

積雪も多く降雪も激しいので、本来の道がどこにあるのか、いま歩いている雪の下にあるものがなんなのか見当もつけられないほどだった。しかしそこは長く住みなれた村の中、苦労しながらも雪をかきわけ、やっと自分の家の付近とおぼしき所へたどり着いた。ところが、どう探しても野原の中の一軒家のわが家が見

えない。道間違えたかなと思い、激しい雪の中をひっかえして見たが、やはりわが家が見つからない。しかたなく彼は集会所にもどり、まだ残っていた人たちにさんざんひやかされてしまった。翌朝は雪もあがり（止む）、朝日も射してきた。

集会所で夜を明かした彼は、昨晚歩いた道を思い出しながら、再びわが家（を探し）に帰る（出かける）ことにした。昨晚迷ってたどりついた雪野原まで行ってよく見ると、細君が雪穴を掘っている最中だった。一階建の彼の家は、雪にすっぽり埋まり、細君が出入口を作っている所だったのだ。

(I)

他方、雪対策のうち、特に豪雪時の自動車道路交通においては初期の雪対策を欠かすことができないとともにその対策担当者は限定されており、対策の稼動にはできれば1日の余裕を要する。現段階では変動する雪状況下で両者を考慮した雪対策システムを求めることが強く望まれ、それはORの手法に対応する。

## 6. むすび

これまで述べてきたように、雪害問題は扱うべき対象、地域それぞれによって問題が異なるのみならず、人間生活、社会観なども大きく関連するけれども、研究への投資、研究の評価、研究者の育成などすべての面でおくれている。

この場合、問題が複雑で、各因子の定量的記述が困難であるためにモデルが設定しがたいこと、対象とする問題が広い範囲の、多数の因子に関連するために、専門的研究としては成果が現われがたいことなどの問題がある。また総合的観点での研究評価、特に研究の初期段階においては因子の妥当性、結果の当否判定はきわめてむつかしく、反面として数値処理誤差が大きいため不適当であるとの批判を受けやすい。これが研究の進行を妨げている。

上記の諸困難があるけれども、問題が複雑であればあるほど、本質的にそれを理解するための手がかり、特に対策の実施担当者にも手順が理解し得るような簡単な手法を示すことが早急に望まれる。このため単なる方法論、抽象的な討論に時間を費やすのではなく、具体的な課題の1つ1つについて検討をはじめることが必要である。

ここで注意点を述べておく。雪害問題の定量的検討においては電子計算機による多数因子を用いたOR手法がきわめて有効であると思われる。この場合、第1に多数の因子、重要因子を決定し、また定量処理への足がかりを得るために有効である。しかし第2に、いくつかの因子が相互関係をもつためにかえって本質的に重要な因子が消去さ

れたり、また本来因子とならないものが、重要因子とされる可能性もある。第3に計算処理プログラムは本来操作者のモデルに対応するものであり、モデルの適否を検討することが重要である。それにもかかわらず往々にして、モデルの討論よりも処理結果、特に数値的結果のみが論じられる場合がある。

雪害問題は序論に述べたように、広い学問範囲での境界に位置し、他方それは住民にとって重要課題である。換言すれば、研究がおくれること、緊急対応を要することの2つが矛盾してみられる分野でもある。

これまでOR技術は予測がむつかしい各種の分野への対応を試みて、多くの成果をあげてきた。この成果をふまえて、雪害対策問題についても多くの文献が得られることを期待する。そのためにここでは問題の基礎的部分を記し、またいくつかの課題を提案してみた。

OR関係研究者各位がこの問題に協力していただくことを強く期待するものである。

### [付録] 降積雪の自然科学

雪問題は初冬の降雪に始まり、初春の融雪に終る。この間、雪は降ったり、融けたりするとともに、雪粒子の形・性質がどんどん変化することを4.2に述べた。これに応じてその時々、地点ごとの積雪状況、さらにわれわれの日常生活の在り方、雪による各種障害の実情にも大差がある。

降雪についてみれば、気温 $-10^{\circ}\text{C}$ でみられる風に舞う粉雪、 $+3^{\circ}\text{C}$ でみられる水をたっぷり含んだベタ雪、中間的な $0^{\circ}\text{C}$ 付近での付着力が強く、重いしめり雪によって電線への着雪、樹木への冠雪などを生じ、多くの被害をもたらすものなど各種の場合がある。

降積雪の物理的、気象的測定に関しては降水量(降雪量)、積雪密度、積雪強度、含水率などについて古くから実施されている。この場合、粒子としての雪の観点での取扱いが大きく進んでおり、

粒子の形状、雪小塊の密度などの物理的性質の測定、特に密度によって新雪、しまり雪、ざらめ雪などと区分され、また粒子状況の移り変わりもよく知られている。

今日の雪が昨日の雪とどのように異なっているかという評価、またこのような降雪状況の差はそのまま地表での積雪状況にも影響するのであるが、それらの関係については研究されていない。さらに本文に述べた雪災害の総合的な討論に必要な積雪の総合的評価も行なわれていない。たとえば厚さ1mの積雪全体の内部では、位置によって大きく異なるので、この区分は積雪の局所的な記述にとどまっている。今後マクロな科学の分野を開拓することが望まれる。

#### 参 考 文 献

[1] 自然災害特別研究突発災害研究成果, 昭和55・56

年豪雪によるなだれ地すべり災害および交通障害の調査研究(代表者 石原英雄, 災害調査班長 中峠哲朗), 1981.

[2] 中峠哲朗, 松田正宏: 昭和55年末豪雪によるスキ幹折れ被害の一因子の検討, 福井大積雪研報, No. 7 (1982), 39~55.

[3] 中峠哲朗: 除雪を考慮した積雪災害度の改良, 雪氷, 38 (1976), 138~142.

[4] 中峠哲朗, 水越充治: 雪害指数ならびに人口にもとづく雪害対策経費表現の改良, 雪氷, 40 (1978), 42~46.

[5] 中峠哲朗, 水越充治: 雪害指数, 人口および積雪環境の地域差による雪害対策経費の表現, 雪氷, 44 (1983), 205~210.

[6] 北陸経済連合会: 北陸の雪対策について, 1984, 3~7.

[7] 中峠哲朗: 雪対策経費の経済効果の解析法, 福井大積雪研報, No. 12(1987), 投稿中

●ミニミニ●

●OR●

## 山 男 の 智 恵

雪国の人間は意外とスキーをしないものである。小学校には築山があり、竹スキーで滑ったことがある。しかし、中学・高校時代になると受験勉強とかでグレンデ・スキーを知らずじまいであった。富山県に生れながら立山の春スキーを知ったのは会社へ入ってからである。大阪生れの会社の先輩にきそわれたのがはじめである。5月の連休あけから立山の観光道路が除雪され、春スキーのメッカになる。4~5mも掘りさげられたバス道路をゆくのは興奮するできごとである。どうしてブルトザーが正しく道をつけるのかは、降雪前に目印の高いポールをたてるそうである。

昭和47~48年頃には、すでに立山観光ホテルという立派なホテルが室堂にあった。私たちは県の教職員組合の建てた本当の山小屋に泊って春スキーをやった。晩めしといえばカレーに毛のはえた程度である。山小屋の番人が、今日は水が少ないので風呂はないよといえればそれまでである。

それから数年して、山小屋は立山観光ホテルにも劣

らない設備に建て替えられた。サウナもあり、湯量の豊富な湯につかりながらの夕景色を眺めていると日本三霊山の1つの神々しい靈氣にふれる思いである。山男はいつのまにかマネージャーになり、フロントには女性もいるモダンさである。

そのマネージャー氏が、夕やみに消えていく立山観光ホテルを見ながら、次のように話してくれた。「ここは、冬の一番風の吹く方向にそって船のように自分たちで設計したので、風が囲りの雪を吹きとばしてくれる。立山観光ホテルと除雪費で数千万円も違う」その時、マネージャー氏の顔は昔のたくましい山男のそれにかえていた。

おそらく東京の一流建築家が設計したであろうホテルに対し、山小屋時代からの生活に根ざした経験と智慧を、みずぼらしかった山小屋への永遠の記念としてこの近代的建物へと伝承したことに山男のほこりを感じとったのは、私1人の偏見であろうか。

(S)