OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	研究道具としてのシミュレーション，DYNAMO，防災シミュレーション，センター
Author(s)	吉田，勝行
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース．1982，45，p. 41-49
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65526
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

研究道具としてのシミュレーション，DYNAMO，防災シミュレーション，センター

大阪大学教養部　吉田勝行

『……である。したがってこのことは実際に実験してみることが不可能である。そこで以下では可能な限り現実に近いと考えられる仮定のもとで、電算機によるシミュレーションを実行し、その結果を若干の考察と共に論述する。』

シミュレーションを用いた論文の序には、大抵このような文句が入っているようです。しかし筆者が愚考しますに、こうした記述には絶対あらわれない研究動機が、もう1つ2つあるようです。

その1は、論文の作り易さの問題です。卒論や修論のように一定の期日がある論文では、やって見たけど何も出ませんでしたでは、話になりません。その点シミュレーションは何時〆切りになっても、それまでに何らかの結果（有用とは限りませんが）が出ており、それに解釈を施すことで論文らしさが出せますので、書く方にも、指導する側にとっても便利なものであります。こう書くと何かそうした論文を冒瀆したとお考えの向きもあるかもしれませんが、期日のある論文を指導する上で、確実に期日に間にあうという見通しのあることは、精神的なゆとりにつながり、かえってもう一歩安心してつっこませることが出来るというメリットもあります。

その2は、面白さです。神の如く虚空から人間の営みをながめ得たらさぞかし面白いことでしょうが、シミュレーションは、自分が設定したモデルの動きをながめ得ることで、それに近い面白さを実施する人間に与えてくれます。

この面白さという点は、コンピューターに乗せる乗せないにかかわらずシミュレーションがもつ本質的な特性のようで、それは最近街の玩具屋に出ている『タクティクスII』といったアメリカ製のシミュレーションゲームが飛ぶように売れていることからも明らかでしょう。事実シミュレーションはコンピューターとは無関係に昔から存在した概念のようで、司馬遼太郎さんの小説『坂の上の雲』では、主人公秋山真之が日露戦争前アメリカ留学から持ち帰った成果の1つに兵棋演習なるものがあるとして、その実施の様子が

『かれがアメリカ海軍で見聞したもののなかでもっとも感心したのは兵棋演習であった。

こどものおもちゃのような各種軍艦を大図盤のうえに浮かべる。軍艦は木製で、小指ほどに小さい。しかし三笠なら三笠で、それらしい姿をしている。

「ここに敵の戦艦ボロジノが針路をこうとって、何ノットで走っている。……」と想定すれば、そこにボロジノ型の模型をおく。……

「味方は、これだけの勢力でここにいる」といえば、その想定どおりの軍艦をそこへおく。練習者は敵味方にわかれ、教官の統裁のもとに作戦の演習をするわけである。』

と書かれてありますが、まことにアメリカは現今のシミュレーションゲームなる玩具の輸出国たるにふさわしい過去を持っているものです。

ところで話をもう少しすすめ、シミュレーションからいかに実際に有用な結果を導き出すかという点になると、冒頭にあげた可能な限り現実に近いと考えられる仮定が、実は大層なくせものであることが判明します。

たとえば前記の海軍におけるミッドウェー海戦前のシミュレーションの実施状況が、戦後発行された『ミッドウェー』(淵田美津雄、奥宮正武共著)の中に書かれていますが、

『五月一日から四日までの四日間、大和で参加部隊の指揮官、幕僚の大部分を合同して、今次の大作戦に対する図上演習が行われた。……

この度の図上演習では、アリューシャン、ミッドウェーを攻略した後、……、さらにジョンストン島からハワイを攻略するという大規模なものである。だがそれは極めて大ざっぱに実施された。

それは統監である宇垣参謀長の傍若無人と思われるほどの指導によるものだった。ミッドウェーを南雲部隊の飛行機が空襲するとき、米陸上機がわが空母群に爆撃を行った。統監部員である第四航空戦隊航空参謀奥宮少佐は、その爆撃命中率を定めるためにサイコロを振った。そして演習審判規則に従って命中弾九発と査定した。そばで見ていた宇垣統監は同少佐を制して

「いまの命中弾は三分の一の三発とする」

鶴の一声である。沈没すべき赤城は小破と宣告された。このようなお手盛りの審判にもかかわらず、加賀の沈没が決定的となった。驚いたことには沈んだはずの加賀が再び浮かび上がって、次のフィジー、ニューカレドニア作戦に参加させられた。空中戦闘でも同様なことが行なわれた。

このような統裁ぶりには、さすが心臓の強い飛行将校たちもあっけにとられるばかりだった。しかし演習場のところどころで私語するものはあっても、公然とその矛盾に反発するものはなかった。いってもむだだと思うものもあれば、そんなものかなあと感心するものもいた。その他の参会者はただ、参謀長のいうがままといった有り様であった。』

といった状態だったようです。

筆者はこのくだりを読むにつけ、やや不謹慎ながら苦笑を禁じ得ません。なぜならかりに筆者がこの席にいたとしても、『チョット待って下さい。今のはおかしいと思います。』とおそらく言い出しにくい「空気」がこの場を支配していたに違いなく、それは現在でも大阪新空港問題、関西学園都市計画問題、環境問題等利害対立のはげしい問題についてシミュレーションが実施されれば、

上記とよく似た場面が生ずるであろうと、よけいなことながら推察しているからですし、また、『ケチがつくのをいやがる。縁起をかつぐ。純粋にある事を思いつめている人には反論しがたい空気が生じる。各自の顔をたてねばならない。』といった文化をもつ我々の国では、シミュレーションなる概念が生まれ育った国とは異なり、文字通り可能な限り現実に近いと考えられる仮定を冷静に論理だけで積み重ねることが難しい場合があると考えているからにほかなりません。

さらに、よく研究ではまず第１近似として、こうこうしたらこうした結果が得られたという立場がとられることがあります。しかしながら上述のような利害対立のはげしい場合に、かりに第１近似としてのシミュレーションモデルが設定されてしまえば、第２近似へ進む段階で第１近似より不利を被る向きが、科学的にはそうであっても納得出来ないという言い方でその進行を止めようとするかもしれません。

シミュレーションは、実行すれば何らかの結果が得られ、それに対して何らかの（現実に合致しているか否かにかかわらず）解釈が施せるだけに、前述のような我々の文化のもとで、実際に有用な結果を得る道具として使うには、以上のような難しい問題を克服する必要があります。しかしこれは言うはやさしく、実行は困難な問題で、筆者にも特に名案があるわけではありませんので、以下では単なる研究道具としてのシミュレーションを考えることで容赦をいただきます。

ところでこの研究道具としてのプログラムについてでありますが、実は筆者は、現在いずれの研究室も、莫大な数のプログラムを死蔵しておられるのではないかと考えております。実情はいかがなものでしょうか。もし研究室でかつて開発されたプログラムの２割以上が、現在もとどこおりなく機能しているとおっしゃる研究室があれば、ぜひともその運用の秘訣をうかがいたく、当センターニュースに書いていただくために教育広告委員としてお願いにあがらなければならないと考えております。

筆者のもとで学生がプログラムを開発する場合には、

（A）ＪＩＳ３０００のFORTRANに論理ＩＦを加えた程度の水準のFORTRANでプログラムを組むこと。

（B）プログラムのリストには、各行に和文で説明をつけること。

（C）実行に必要なデーターカードのフォーマットを、例題付きで示すこと。

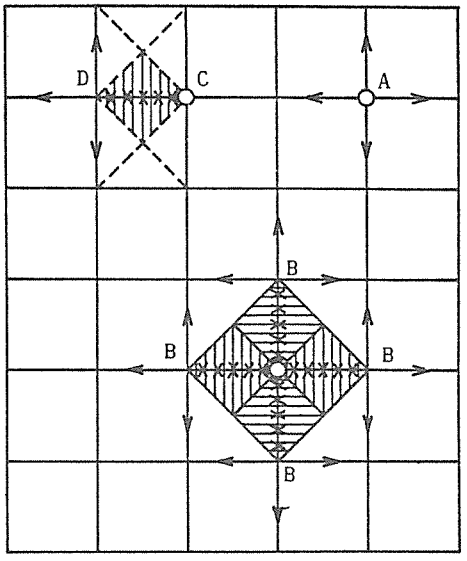
（D）実行結果のリストに、和文で説明を入れること。

（E）以上を収録した科学技術論文型式のレポートを、カードデックと共に残すこと。

をきちんと守らせるようにしていますが、それでもそうしたプログラムを次々と受けついで発展させて行くのは難しく、開発者の卒業と共にそのプログラムのほとんどがオクラ行きとなってしまうのが実情です。これではあまりにもったいないのですが、さりとて筆者がシステムを組んでしまい、それを単に道具として使わせて研究とするという行き方も、使う人の勉強をわざわざジャマしてい

るようで、電算機を用いた研究の仕方を教える上でのよい方法とは申せません。

そこで数年程前になりますが、FORTRANよりもっとマクロな命令で出来ていて、後で解読しやすいシステムを使ってプログラムを組ませれば、卒業後もこちらで必要な時動かせるかもしれないと考え、丁度センターがDYNAMOをリリースしようとしていた時期でしたので、その使用方をセンターにお願いしました。今回突然シミュレーションについて書くよう御指名を受けたのは、この時の経緯を編者が御記憶だったからですが、結論から申しますと、結局次の3点でDYNAMOは卒論(修論)用のシステムとして不適であると判断いたしました。



○　出　火　点
→　火災の延焼方向
　　延焼済みのメッシュライン

図－1　火災の延焼の仕方のモデル化

(ⅰ) 期日のある論文で用いるシステムは、開発がもたついて実行結果を得る時期がセンターのめちゃこみの時期に重なってしまうと、充分な回数実行することが不可能になり、期日までに仕上げるためには市中のセンターに持ち込むことになるが、FORTRANと違いどこにでも持ち込めるとは限らないこと。

(ⅱ) システムのマニュアルを理解するために夏休みがつぶれる程の努力がいりそうであるにもかかわらず、汎用性がないため、論文作成者の将来を考えると、そうしたシステムを押しつけるのは気の毒に思えること。

(ⅲ) DYNAMOには、FORTRANにおけるDO文のような機能を持つステートメントが見当らないため、筆者らの考えていた防災シミュレーションを乗せようとすると、同じ意味のステートメントを多数回くり返して書く必要があり、かえってわかりにくくなること。

上記の(ⅰ)については、DYNAMOを御存知の方から、それならDYNAMOをFORTRANに翻訳した段階でアウトプットを取っておき、それを市中のセンターに持ち込めばよいではないかという反論がありそうですし、また(ⅲ)についても、そうした部分はFORTRANで組み、DYNAMOにリンクすればよいではないかと言われそうです。形式的にはいずれもそうでありますが、実際問題としては、『DYNAMOの使い方に関する研究』でもやっているのでない限り、ただ単にそうしたことで順調に結果が出るか否かを調べるためだけに日にちをついやすわけにはいかないということです。

結局ＦＯＲＴＲＡＮを用いることにし、筆者がシステムの基本的な部分を担当し、あとの発展とそれを用いた研究を卒論（修論）でやるという形で次のような防災シミュレーションシステムを作成しました。

(1) まず対象都市に東西、南北共５００ｍ間隔のメッシュラインを引き、市内を１辺５００ｍの正方形のメッシュに分割する。

(2) 対象都市に大地震が発生した際、その直後より火災が一斉に発生するものとする。出火点はメッシュラインの交点で代表させるが、ある交点が出火点となるか否かは、その四周のメッシュの木造家屋の分布状態や家屋の倒壊状態、危険物の貯蔵状態等によって定まるものとする。

(3) 火災の延焼は、図－１に示すようにメッシュライン上を走らせることで代表させる。その際の延焼速度は、そのメッシュラインの両側のメッシュの木造住宅の量や風速と風向等より定まるものとする。

(4) 図－１において、点Ｃで発生した火災が隣りの交点Ｄに到達した場合、ハッチングで示す範囲に火災が延焼したものとみなす。隣りの交点に到達した火災は、点ＢやＤに示すようにさらに矢印の方向に延焼して行くものとする。

(5) 住民の避難は、火災の発生と同時に開始されるものとする。避難の方向は各メッシュ毎に決まるものとし、同一メッシュ内に属する住民は、すべて同じルールで行動する。したがって、あるメッシュから避難をはじめて次のメッシュに移った避難者は、移った先のメッシュの住民の避難方向に避難するものとする。

(6) 各メッシュからの避難は、そのメッシュに最も近い避難地に向ってなされるものとする。しかしそのメッシュの周囲に川や火災の延焼があってその避難地への通行が不可能な場合は、通行可能な方角から次に近い避難地を選ぶものとする。

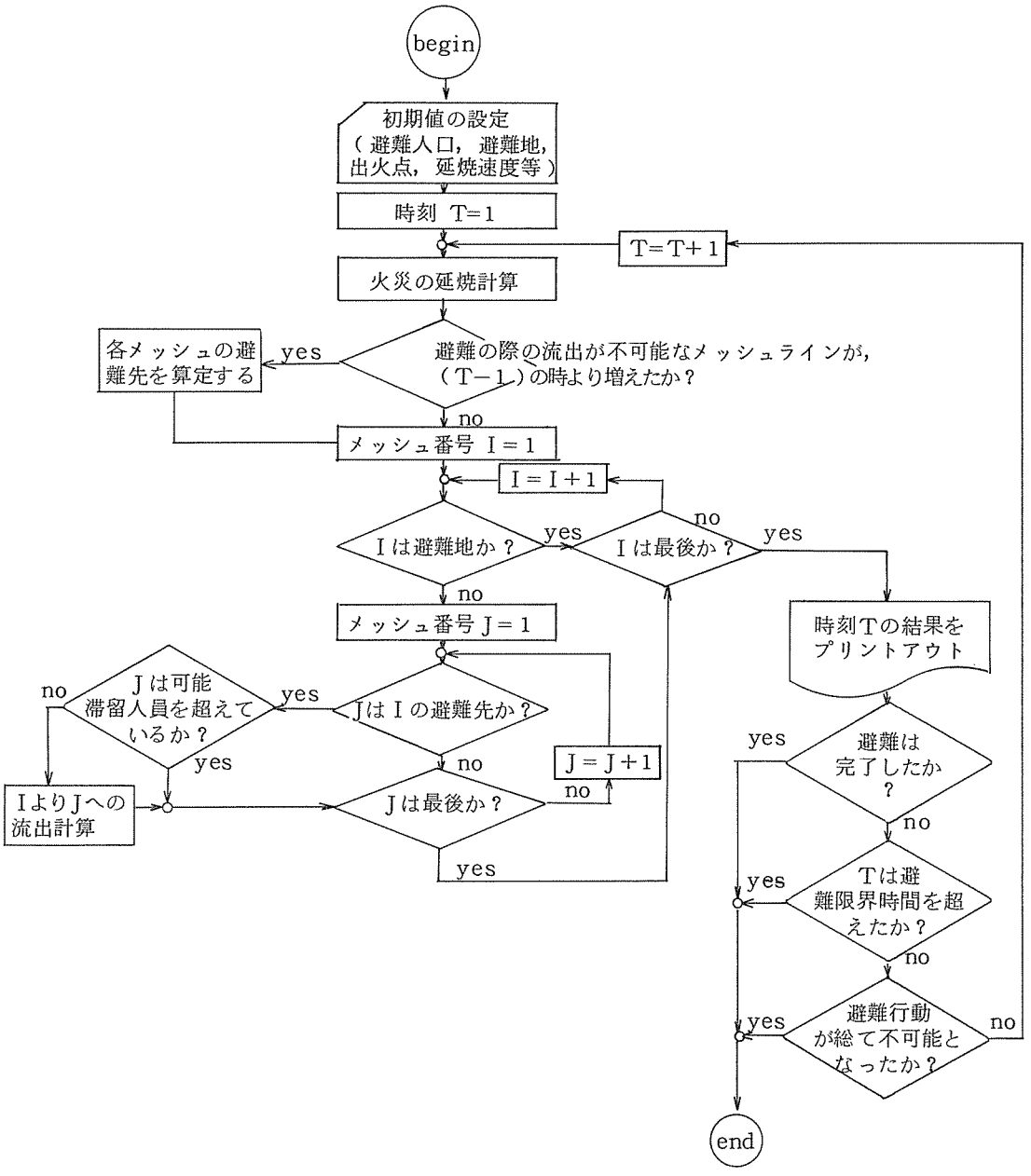
(7) 避難者がメッシュラインを越えて隣接メッシュへ避難する際の流動量は、メッシュラインを越えて隣接メッシュに通じる道路の巾員の総和に比例する。ただし道路は自動車の滞留や放置された物品等により、巾員の一定％だけが避難に使用出来るものとする。またメッシュライン上を延焼した火災の延焼距離に応じて、避難に用い得る巾員は順次減じて行くものとする。

(8) 避難地における避難者の収容数が定員をオーバーすれば、その避難地は避難地としての機能を失なう。そして各メッシュは、その避難地を除く避難地について、前記(6)のルールに従がい避難方向を定めなおす。

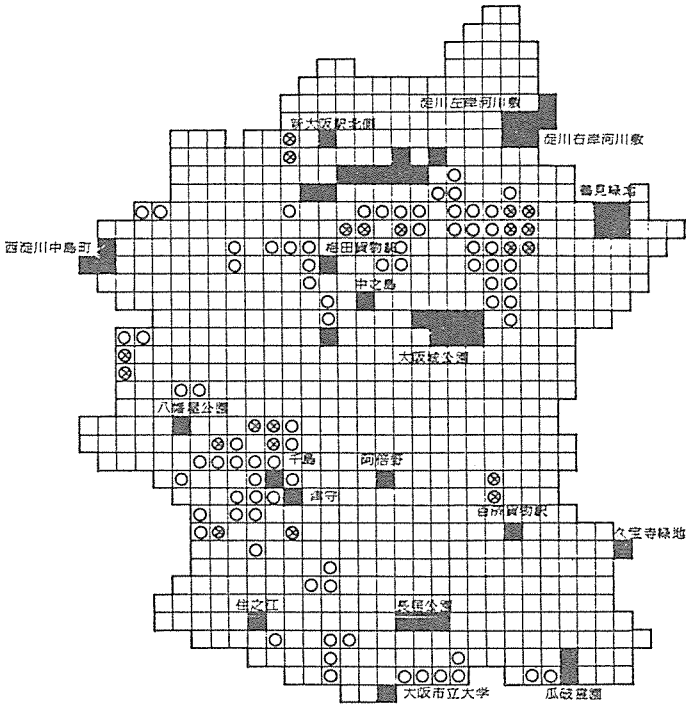
(9) あるメッシュの４周のメッシュラインがすべて火災の延焼により通過不可能となった時、そのメッシュに滞留している人々を焼死者とみなす。

以上の仮定のもとで作成したシミュレーションシステムのフローチャートは図－２の通りですが、プログラムはＦＯＲＴＲＡＮで約８００ステートメント、プログラム中で使用する周辺機器はカー

ドリーダーとラインプリンターのみで、センターのＡＣＯＳ－９００で実行した場合、避難開始時より５時間後までの避難状況を計算して、Ｃ.Ｐ.Ｕ.タイムが約１０分、記憶容量は約４５ＫＷ 程度の規模のものです。



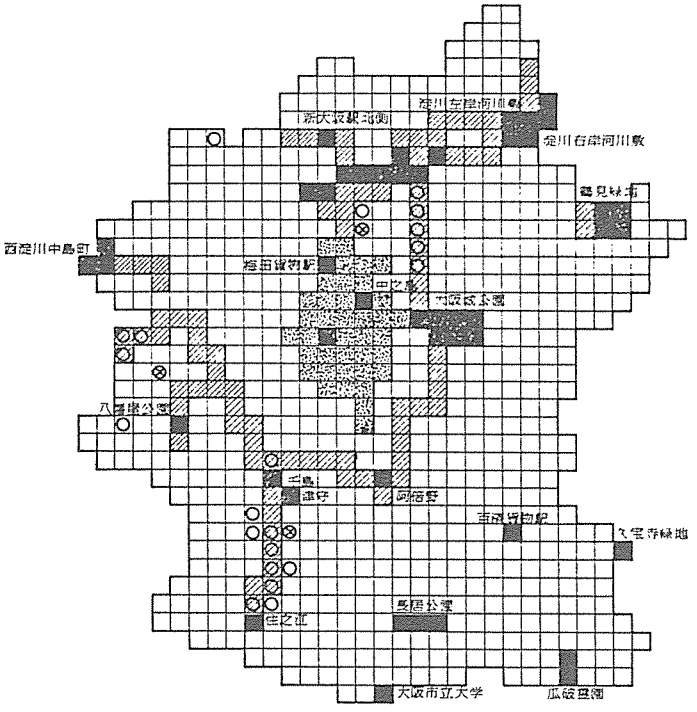
図－２　防災シミュレーションのシステムフローチャート



■ 大阪市防災会議で指定された広域避難地
○ 40人/ha 以上の避難者が滞留しているメッシュ
⊗ 40人/ha 以上の焼死者が出ているメッシュ
なお図のメッシュは、500m×500mの基準メッシュである。

図－3　シミュレーションの初期条件を現状とした場合の、大震火災発生時より5時間経過後の大阪市内の避難現状（ラインプリンターにより図化してプリントアウトした図を縮小し、トレースしたもの）

このシステムを大阪市に適用し、メッシュ数を823としてまず現状におけるシミュレーションを行って得られた結果の1例が図－3です。この場合避難人口としては、昭和45年度の大阪市の人口374万人を設定し、避難地としては大阪市防災会議で指定された避難地を収容人員0.5人/㎡として設定してあります。地震が発生する季節、発生時刻、風速、風向等を過去のデーターに基づいて色々と変化させシステムを動かしますと、冬季の昼食時風速8m/秒 の状態で発生した地震により倒壊木造家屋および危険物よりの出火点が 311 ケ所となる時が、人的被害が最悪となるという結果が得られましたが、この状態での火災発生後5時間目の状況が図－3というわけです。この場合で、すでに24万人の焼死者が出ているほか、まだ安全な避難地にたどりつけない避難者が、120万人もいることになります。



■ 大阪市防災会議で指定された広域避難地
▨ 任意避難地
▨ 広域避難地間を結ぶ防災帯
○ 40人/ha 以上の避難者が滞留しているメッシュ
⊗ 40人/ha 以上の焼死者が出ているメッシュ
なお図のメッシュは、500m×500mの基準メッシュである。

図－4　防災対策を充分行ったとしてシミュレーションを実行した場合の、大震火災発生時より5時間経過後の大阪市内の避難状況

この結果より、大阪城公園や大和川流域等、容量の大きい避難地周辺の住民は安全であるが、そうした避難地から遠い住民は、避難地に向って避難している途中で火に囲まれて焼死したり、火に行く手をさえぎられて動きがとれなくなる等の危険があること、大阪港周辺の地域は避難のための通路が不足していて危険であること等が読み取れます。

次に防災対策を施した状態でのシミュレーションを実行して見ますと、避難地を新設してもその周辺に木造家屋の密集地があればほとんど対策として効果がないこと、収容能力の大きい避難地の周辺を面的に不燃化すれば焼死者の減少につながること、要避難人口の多い都心部は、不燃化が進んでいるため他へ避難する必要のない任意避難地であると考えるとこれも焼死者の減少に有効であること、緑地や公園、不燃建造物、幹線道路等を主体として設ける巾300～500mのベルト状の

不燃地帯である防災帯を、各避難地をネットワーク状に結ぶように建設すると特に効果があること等の結果が得られました。

これらを総合して、都心部を任意避難地と考えると共に、収容力の不足する既存避難地については収容人員の増強を計り、各避難地間を防災帯でネットワーク状に結ぶ防災対策を実施した状態でシミュレーションを実行しますと、火災発生後5時間目の時点での焼死者数が約7,000人、まだ避難地に到達していない避難者の数が約14万人と、全シミュレーション中人的被害が最小という結果を得ましたが、その状態が図－4です。

この研究では、B Job でくり回し実行を重ねる必要があったため、計算費用の節約を考えざるを得ず、したがってメッシュの巾、火の動き方等がモデルとしてまだ荒く、対策の評価も人的被害のみを指標とした不充分なものでありますので、先にものべましたように、あくまで期日のある研究においてシミュレーションを道具として得られた結果にすぎないということで御覧いただきたいと思います。

こうした研究をする際、筆者は必ずカードで入れてラインプリンターに出すというバッチ処理で行なうよう指示しています。これが以下の理由により研究道具としてセンターを使う上で最も安全な道であると考えているからです。

（ⅰ）ＴＳＳではファイルを使用する必要があるが、現在のファイルは信頼性に欠け、いつ一日分の仕事がフイになる（昨年12月の事故では半月分の仕事がフイになった人もあったようですが）かわからないため、ファイルに頼るのは危険である。

（ⅱ）センターではカードパンチャーやカードリーダーの台数が以前より増えないため、混む時期には待ち行列が出来るが、いざとなれば市中のセンターに持ち込めばよい。

センターは長期計画としてペーパーレス化を進める計画のように聞きおよんでおります。しかし研究道具として使う側から言いますと、ファイルが現在のように前日の状態までしか戻らない限り、安心してカードをてばなすわけにはいきません。せめてファイルが2系統になって、ＳＡＶＥ、ＳＡＶＥ 2というコマンドが用意され、どちらかがダウンしても他方が残るシステムとするか、あるいはカードパンチャーとカードリーダーをもっとそろえるか、どちらかに対策を集中して安心して使えるセンターになってほしいものだと考えております。