

社会的相互作用を考慮した避難行動の情報处理的シミュレーション・モデル†

仲谷 善雄†† 荒屋 真二†††

仲谷・荒屋は人間の避難行動の情報处理的アプローチによるシミュレーション・モデルとして ESCAPE-II を提案した。しかしこれは避難者が単独の場合のモデルであり、他の避難者との相互作用の扱いが不十分である。本稿で述べる ESCAPE-III は相互作用のうちの特にリーダーシップに焦点を当てたシミュレーション・モデルである。従来避難場面におけるリーダーシップ研究は避難者を用いた実験が困難であるために不十分なものとなっている。ESCAPE-III ではリーダーシップのモデル化を試みており、複数の避難者が相互作用しながら避難する過程を再現することができる。本稿では ESCAPE-III により避難事例を再現し、避難行動研究の有用なツールとなることを証明している。

1. ま え が き

本稿では緊急事態における集合行動を個人の情報処理過程という視点から計算機上でシミュレートする新しい手法を提案する。

人間の避難行動研究では、災害の緊急性や状況の極限性のため、被験者を用いた実験や調査などからは十分なデータを得られないことが多い。計算機シミュレーションはこのような不十分点を補うものである。

従来の計算機シミュレーションで用いられるモデルは行動の記述であることが多く、人間の情報処理過程を反映したものとは言えない。仲谷・荒屋は人間の避難行動のシミュレーション・モデルに情報处理的アプローチを適用した ESCAPE-II を提案した¹⁾。このモデルは特定の小規模避難空間における個人の情報処理過程に焦点を当てたもので、定性的な内容を扱うため Prolog で書かれている。特定の火災状況を設定すると、避難者が避難空間や火災に関する自分の知識および火災状況の進展に関する情報に基づいて対応行動を決定し実行する。その際認知や行動ごとにあらかじめ設定した所要時間に基づいて火災認知後の経過時間を算出する。また煙中に滞在できる耐久時間や、水や新鮮な空気を得ることの効果も考慮している。

このような ESCAPE-II は個人の認知や行動の特性を研究するための有用なツールとなりうる。しかし実際の避難場面では避難者が複数いる場合も多い。複数の避難者から成る集合行動では避難者が一人の場合に

は見られないようなリーダーシップや雪崩現象などの社会的相互作用が見られる²⁾。集合行動は社会心理学³⁾や認知心理学⁴⁾の重要な研究テーマとなっているが、十分なものとは言えない。特にリーダーシップは避難の成否を左右する重要なファクタであるが、解明されていない点が多い²⁾。ESCAPE-II では他の避難者の行動はあらかじめデータベースに設定するか計算機端末から適時入力しており、複数避難者間のダイナミックな相互作用を十分扱えない。

本稿で述べる ESCAPE-III⁵⁾では避難者が単独の場合の避難行動モデルだけでなく、複数の避難者のリーダーシップ関係のモデル化を試みている。避難場面における従来のリーダーシップ研究ではリーダーとなる避難者をあらかじめ設定していることが多いが⁶⁾、実際の避難場面に多いと思われる自然発生的なリーダーシップに関する研究は少ない⁷⁾。ESCAPE-III で試みたリーダーシップ関係のモデル化はこの点で重要な意義を持つ。またこれを実現する ESCAPE-III は集合避難行動の有効な研究支援ツールとなるものと思われる。

なお、避難行動のモデル化に際しては、これまで断片的にしか述べられなかった研究成果を相互に関連づけ、不十分な点を一般に常識と考えられている知識によって補足し、シミュレーション可能なものとした。

以下では、まずリーダーシップを中心に避難行動のモデルについて述べ、次いでその ESCAPE-III のアーキテクチャについて述べる。その後実際のシミュレーション例を通して本手法の有効性を示す。

2. 避難行動モデル

ESCAPE-III の避難行動モデルは、各避難者のモデルは ESCAPE-II と共通する点もあるが、ダイナミック

† Simulation Model of Escape Behavior with Social Interactions by Information Processing Approach by YOSHIO NAKATANI (Central Research Lab., Mitsubishi Electric Corp.) and SHINJI ARAYA (Fukuoka Institute of Technology).

†† 三菱電機(株)中央研究所

††† 福岡工業大学通信工学科

クな社会的相互作用をモデル化し、そのシミュレーションを可能とするため、基本的には異なる点が多い。

2.1 避難行動モデルの枠組

避難行動は図1のような情報入手ステップ、状況定義ステップ、目標設定ステップ、目標達成ステップという四つのステップから成るサイクルの繰り返しとしてとらえられる。このようなサイクルは入れ子構造を持ち、上位目標を達成するために下位目標が設定、達成される。

入手した情報を火災情報と定義した場合、個人知識に基づいて目標が設定される。目標には二つのレベルが考えられる。一つは概略的な目標である概念目標であり、もう一つは概念目標の下で設定されるより具体的な目標である移動目標である。例えばエレベータや中央階段は出口という概念目標の下での移動目標である。目標は避難状況の進展に伴い変更される。目標の達成が移動を伴う場合には空間知識⁹⁾に基づいて目標までのルートが決定される。空間知識は空間を任意のブロックに分割し、ブロック間のルートをブロック名の順序列として表現したものと考えられる。目標まで複数のルート候補が考えられる場合には最初に想起するルートを選択する。移動中はルート中の1ブロック先の情報が探索される。もし濃い煙などの障害がなければ移動する。煙がある場合でも、薄い場合や現在の目標以外に出口を知らない場合などには障害とは見なさない。障害がある場合の対応は2.2節で詳述する。何らかの障害が認識された場合には救助やリーダーシップが探索される。これは避難場面では他者依存的な対応がとられる傾向にあると考えられることによる⁹⁾。

2.2 リーダーシップ

(1) リーダーシップの定義

本稿では避難場面におけるリーダーシップを広義に「特定の個人が他の避難者に避難誘導機能（P機能）と情緒安定機能（M機能）に関して意識的あるいは無意識的影響を与える関係」として定義する。ここでP (Performance) 機能と M (Maintenance) 機能は集団機能に着目したリーダーシップ PM 理論に基づくリーダーシップの類型である¹⁰⁾。本モデルでPM理論を採用したのは、この理論に基づいて多数の避難行動研究が行われており、避難場面におけるリーダーシップをモデル化する際の枠組として有用であると思われることによる。

リーダーシップの発揮は通常P機能あるいはM機能

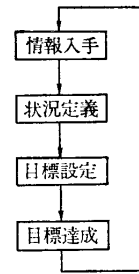


図1 避難行動サイクル

Fig. 1 Cycle of cognition and behavior.

を表す言語メッセージの発信による。火災場面におけるP機能には

- a. 吸着誘導 「ついて来なさい」など
- b. 遠隔誘導 「こちらへ来なさい」など

などがある。M機能には

- a. 鎮静指示 「落ち着いて下さい」など
- b. 激励 「がんばれ」など

などがある。

影響を与える個人をリーダーと呼び、影響を受ける個人あるいは集団をフォロワーと呼ぶ。リーダーシップには特性の避難者がリーダーとしての自己の役割を認識するという側面と他の避難者がリーダーを認識するという側面がある。したがって、特定の避難者がリーダーシップを発揮したつもりでも他の避難者がリーダーシップであると認識しなければリーダーシップは成立しない。逆にリーダーとなるつもりがなくても他の避難者からリーダーであると認識されるとリーダーシップは成立する。

(2) リーダーシップの発揮条件

火災場面におけるリーダーシップのうちP機能は出口への他者の誘導を目的とし、M機能は誘導が円滑に行われるよう情緒的な側面から支援することを目的としている。そこで本モデルでは、個人がリーダーシップを発揮する可能性のある時期を、その個人が、

- a. 火災を認識したとき、
 - b. 移動目標までのルートを設定したとき、
 - c. 到達した出口から避難できると判断したとき、
- とした。aの場合にはM機能、bとcの場合にはP機能とM機能の一方あるいは両方が発揮される。M機能は上記以外の様々な時期で発揮されうるが、避難にとって特に有効と思われる上記a～cの時期に限定した。

P機能またはM機能が発揮される条件は、両者に共通するものとして、上記a～cの時期に

- a. 当該個人が避難誘導に対する責任者である⁹⁾、

あるいは積極的な性格である¹⁰⁾こと、

- b. 当該個人の周囲にフォロワーとなるべき個人または集団が存在すること、
- c. 他にリーダーがいないこと、

がすべて満足される場合とした。自己の知識に基づいた目標を設定しえた場合のP機能の発揮についてはさらに

d. 現在の目標に対する熟知度が高いこと¹¹⁾、が条件となる。ただし条件cは目標に対する熟知度が特に高い場合のP機能については除外される。

(3) 救助あるいはリーダーの探索

個人がフォロワーとなる可能性のある時期は

- a. 障害を認識したとき、
- b. 目標を変更する必要があるかどうかをチェックするとき、

である。

救助あるいはリーダー探索のアルゴリズムは

- a. 外部からの救助を探索する。救助があれば救助者を移動目標とする。
- b. 救助がない場合にはP機能メッセージを出力している最も近い他者を探索する。いればその者をリーダーと見なし移動目標とする。
- c. P機能を発揮するリーダーがいなければM機能メッセージを出力している最も近い他者を探索する。いればその者をリーダーと見なし移動目標とする。
- d. 上記以外の場合において

d-1. 積極性の低い避難者の場合は

d-1-1. 見える範囲内で最も大きな集団を探索する。その集団の中の任意の避難者をリーダーと見なし移動目標とする。この場合一つのブロック内の避難者を1集団と見なす。

d-1-2. 上記以外の場合は各自の知識に基づいた対応をとる。

d-2. 積極性の高い避難者の場合は各自の知識に基づいた対応をとる。

避難者は上記の条件に適合するリーダーが発見できた場合にフォロワーとなる。

(4) リーダーシップの消滅

避難場面におけるリーダーシップが消滅するのは、リーダーシップが必要でなくなったときと有効でなくなったときと考えられる。したがって、本モデルではリーダーシップの消滅時期を、

- a. リーダーおよびフォロワーの避難が成功した

場合、

- b. 一定期間を過ぎてもリーダーが特定の場所から移動しない場合、
- c. 外部からの救助がある場合、

とした。ただし次節で述べるM機能の鎮静効果がある場合にはbの場合でもリーダーシップは消滅しない。リーダーシップ消滅後は各自の知識に基づいた対応をとる。

(5) 恐怖と避難行動

恐怖は他の感情と同様に人間の認知や行動を制御する媒介変数の一つである。恐怖とそれによって発火される特定の型の認知や行動は、基本的には脅威源の除去あるいは脅威からの逃走を目的とする行動を個人にとらせるためのプログラムであると言える¹²⁾。恐怖の生起条件は

- a. 生命が危機に瀕しているという認識があり、
 - b. 原因が明確に認識されている、
- ことであると考えられる¹³⁾。

避難行動に伴って恐怖の程度も変化する。恐怖の程度が変化することで、同じ状況に対する対応も異なる場合がある。例えば、出口が見つからない場合に、恐怖がない場合には目標を変更するのに、恐怖がある場合には探索を続けることがある。

M機能は火災認識後の最初のリーダー探索時に提示されると恐怖を抑制する効果(鎮静効果¹⁴⁾)を發揮する。鎮静効果は避難を通じて持続する。これ以外の時期のM機能あるいはP機能の鎮静効果はかなり小さいと考えられる。また鎮静効果を与えた後続けてP機能を發揮したリーダーに対してフォロワーは避難を通じて追従する傾向がある。

3. ESCAPE-IIIの構成

ESCAPE-IIIは上記のような避難行動モデルを以下のような構成をとることで実現している。

図2にn人の避難者の場合のESCAPE-IIIの構成を示す。

3.1 避難者モデル

避難者モデルは、

- a. 比較的变化の時定数が長い知識を記憶する長期記憶、
- b. 避難状況の進展に伴って変化する諸事象を記憶する短期記憶、
- c. 煙中での耐久時間や移動速度などの個人的データを記録する個人特性データベース、

d. 短期記憶や個人特性データベースの内容をトリガとして長期記憶の知識を選択し適用するインタプリタ、

から成る。長期記憶のうち同一文化圏の人間に共通すると仮定される知識を一般知識として個人間で共有し、個人に特有であると仮定される知識は個人知識として分離した。インタプリタは個人差がないと考えられるので共有とした。個人知識、短期記憶、個人特性データベースは個人ごとに設けた。

3.2 外界データベース

外界データベースには

- a. 空間データ、
- b. 火災場面データ、
- c. 他者行動データ、

が記録される。空間データは、長期記憶内の主観的かつ不完全な空間知識と異なり、避難場面に関する客観的で完全な知識である。このデータはユーザ・インタフェースを通じての計算機端末画面への避難者位置の表示などに使用される。火災場面データは特定時間における各ブロックの煙濃度を示す火災データや様々な救助の訪れる時期を指定した救助データを含む。他者行動データは他の避難者の行動に関するデータで、リーダーからのメッセージなどが記録される。避難者は情報入手ステップで火災場面データあるいは他者行動データを参照することで避難場面に関する情報を知る。

3.3 制御室

制御部は ESCAPE-III のメイン・プログラムに相当するものである。主に

- a. 避難者ごとの避難開始後の経過時間の計算、
- b. 経過時間に基づく処理対象と避難者の決定、
- c. 経過時間に基づく避難者モデルと他の部分との間でのデータフローの制御、
- d. 煙中での滞在時間の計算や水や新鮮な空気を得ることによる耐久時間の延長などの実行、
- e. 避難の成功・失敗の判断、

を担当する。制御内容の詳細は5章で述べる。

3.4 ユーザ・インタフェース

ユーザは ESCAPE-III とインタラクティブにシミュレーションを行う。ユーザとのインタラクションを担当するのがユーザ・インタフェースである。インタラクションの詳細は5章で述べる。

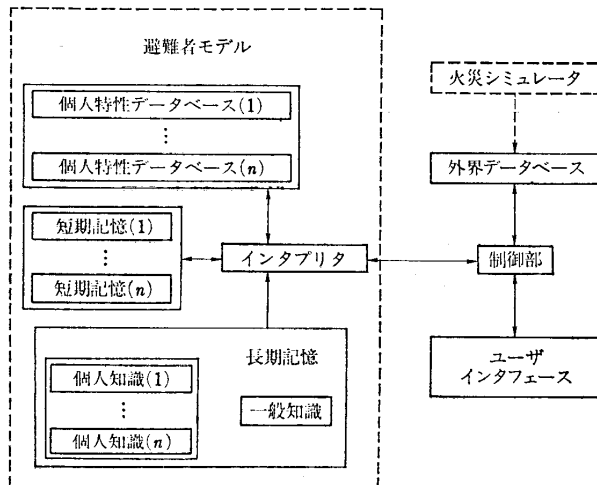


図2 ESCAPE-IIIの構成
Fig. 2 Structure of ESCAPE-III.

計算機端末への表示例を図3に示す。これは避難者

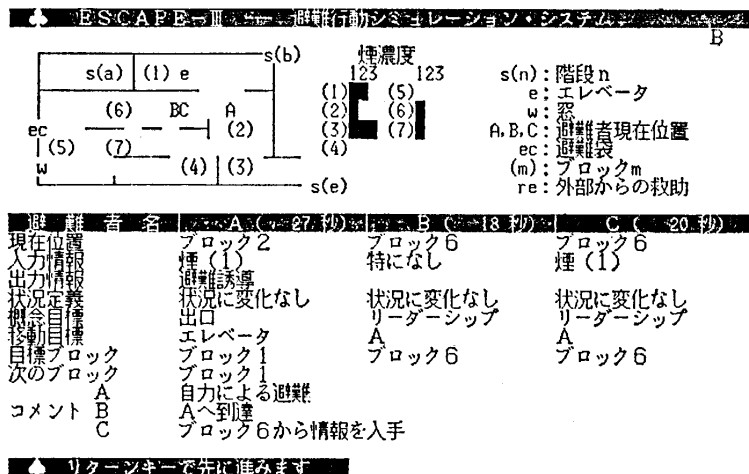


図3 計算機端末への表示例
Fig. 3 Example of terminal display.

が3人の場合の画面である。画面の上半分には避難場面図、各避難者の現在位置のプロット、各ブロックの煙濃度を表示する。右上のBというアルファベットは次の処理対象が避難者Bであることを示す。画面の下半分には避難者ごとの現在位置、入力情報、出力情報、状況定義、概念目標、移動目標、目標に位置するブロック、ルート上の次のブロック、特定の認知や行動を説明するためのコメントを表示する。

4. 表現形式

以上のような内容を実際のプログラム上では以下のように表現した。

4.1 長期記憶

(1) 手続き的知識

一般知識と個人知識のうち、認知や行動の手順に関する知識を手続き的知識として表現した。手続き的知識は(1)式のようなプロダクション・ルール¹⁵⁾で表現した。

$$C_1 \rightarrow C_2, \dots, C_n, !, P_1, \dots, P_m. \quad (1)$$

これは条件 C_1 から C_n が満足される場合には手続き P_1 から P_m を実行せよという意味である。例えば、図4は目的地までのルートを何らかの理由で変更する場合の一般知識の例である。現在地点から新しいルートが見つければそのルートを選択し、なければ現在のルートに戻って新しいルートを発見することを表現している。

(2) 対象知識

一般知識と個人知識のうち、避難空間に存在する具体的な物にする知識を対象知識として表現した。対象知識はフレーム形式で表現され、対象名、場面名、対象構成要素名と各対象構成要素に対する当該避難者の熟知の程度を示す熟知度、避難者名から成る。図5は避難者aの出口に関する対象知識の例で、レストランBにおける出口として正面ドアのエレベータがあり、それぞれに対する熟知度が3, 2であることを表す。なお、熟知度は、ここでは仮に1から3までの3段階で表すことにし、数値が大きいほど熟知度が高いことを表すものとする。

(3) 空間知識

個人知識のうち避難空間に関する知識を空間知識として表現した。空間知識はブロック名、ブロックの構成物、他のブロックとの関係を示すリスト、避難者名から成る。例えば、図6はブロック1というブロックに関する避難者aの空間知識である。ブロック1の構成物にはエレベータと階段Aがあり、ブロック2までのルートには途中ブロック3を通るルートとブロック4を通るルートの二つがあることを表している。外界データベース中の空間データは避難者名がない点を除いて表現形式は同じにした。

4.2 短期記憶

短期記憶をすべてフレーム形式で表現した。図7は避難者aの短期記憶の例で、現在のルートとしてブロック2とブロック3を通るものを選択したことを示す記憶とブロック5における濃度3の煙の存在の記憶を表現している。

```
change-route (Actor) :-
  new-route-forward (Route, Block, Actor),
  !,
  new-route (Route, Block, Actor).
change-route (Actor) :-
  !,
  route-memory (present, Route, Actor),
  check-route-memory (Route, Actor).
```

図4 手続き的知識例

Fig. 4 Procedural knowledge.

```
object-k (exit, restaurant-b,
  [[front-door, 3], [elevator, 2]], a).
```

図5 対象知識例

Fig. 5 Conceptual knowledge.

```
spatial-k (block 1, [elevator, stairs-a],
  [block 2, [[block 3], [block 4]], a).
```

図6 空間知識例

Fig. 6 Spatial knowledge.

```
route-memory (present, [block 2, block 3], a).
obstruction (block 5, smoke (3), a).
```

図7 短期記憶例

Fig. 7 Examples of short term memory.

4.3 個人特性データベース

個人特性データベースのうち ESCAPE-II を踏襲する歩行速度や煙中での耐久時間などについては以下では省略し、ESCAPE-III で初めて導入されたもののみを説明する。

(1) 責任度

個人特性データベースのうち避難誘導に対する責任度を2段階で表した。すなわち責任のある場合を1、ない場合を0で表現した。例えば、避難者bが避難誘導に対して責任がある場合は、

$$\text{responsibility (1, b)} \quad (2)$$

と表す。責任度は避難を通じて不変とした。

(2) 積極性

性格の積極性の程度を1から3までの3段階で表現した。1が積極性のない性格、3が積極性の高い性格を表す。例えば、避難者bの積極性が1である場合は

$$\text{active (1, b)} \quad (3)$$

と表す。積極性の程度は避難を通じて不変とした。

(3) 恐怖

恐怖の程度を1から3までの3段階で表現した。1が恐怖のない状態、3が最も恐怖の程度が高いことを示す。図8(a)は恐怖の表現例で、避難者aの恐怖の程度が現在2であることを表す。また図8(b)は長期記憶内の一般知識であるが、恐怖および性格の積極性の程度により認知や行動の型が変化することを示す例

```

fear (2, a).
  図 8 (a)

no-rescue (Actor) :-
  active (1, Actor),
  fear (3, Actor),
  !,
  inf (1, Actor).
no-rescue (Actor) :- !, set-goal (new, Actor).
  図 8 (b)

```

図 8 恐怖の表現例
Fig. 8 Fear.

```

situation (40, block 2, smoke (2)).
rescue (120, block 5, ladder-truck).

```

図 9 火災場面データ例
Fig. 9 Fire data.

である。救助やリーダーを発見できなかった場合、積極性が低く恐怖の程度が3であれば救助やリーダーを探索し続け、それ以外の場合には各自の知識に基づいた対応をとることを表す。

4.4 外界データベース

(1) リーダーシップ・メッセージ

リーダーからのメッセージを P 機能の場合も M 機能の場合も同じ形式で表現した。メッセージは P 機能か M 機能かの分類、リーダー名、メッセージを発したブロック名、リーダーシップ発信時期から成る。例えば、避難者 b が避難を開始してから 32 秒後にブロック 2 で P 機能メッセージを発信した場合は、

```
leader-function (p, b, block2, 32) (4)
```

と表す。発信は外界データベースへのリーダーシップ・メッセージの付加という形で行う。

(2) 火災場面データ

火災場面データのうち、火災データは時間、ブロック名、煙濃度から構成した。煙濃度は 0 から 3 までの 4 段階で、数値の大きいほど濃度が濃いことを表す。また救助データは出現時間、出現ブロック名、救助の種類から構成した。図 9 は最初の避難者が火災を認識してから 40 秒後のブロック 2 における煙濃度が 2 であることを表すデータと、120 秒後にはしご車がブロック 5 に出現したことを示すデータである。

5. ESCAPE-III の動作

本章では ESCAPE-III の動作について述べる。

特定避難者の火災認識からの経過時間は、目標設定や 1 ブロックの移動などの認識や行動のまとまりごとに離散的に設定した。認知や行動に要する時間は避難者ごとに煙濃度や性別などの条件を考慮してあらかじめ設定できるようにした。時間の単位は秒である。

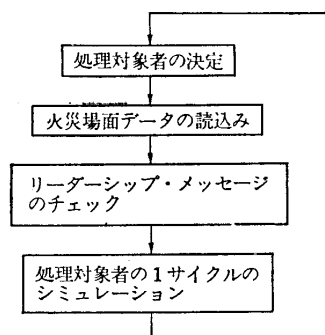


図 10 ESCAPE-III の動作
Fig. 10 Action of ESCAPE-III.

複数の避難者が相互作用を行うためには全避難者の経過時間の同期をとる必要がある。そのため ESCAPE-III では処理対象となる避難者を適時変更するという操作を行っている。制御部は特定の避難者の特定の情報入手ステップから次の情報入手ステップの直前までの 1 サイクルのシミュレーションを終了した時点で全避難者の経過時間（起動時はあらかじめ設定した起動時間）を比較し、最も経過の遅い避難者を新しい処理対象者とする。

このようにして ESCAPE-III は図 10 のように①処理対象者の決定、②その時点での火災場面データの読み込みとそれに基づく各ブロックの煙濃度の画面表示、③リーダーシップ・メッセージのチェック、④処理対象者の 1 サイクルのシミュレーション、という手順を繰り返す。ここで③のリーダーシップ・メッセージのチェックとは、リーダーシップ・メッセージのうち出力時点から 5 秒以内のメッセージのみを有効とする操作である。これはメッセージの受信者を時間的に制御するためである。具体的には 5 秒経過しているメッセージの記録を外界データベースから除去する。1 サイクルのシミュレーションが終了した時点で、現在の避難者が実行した認知あるいは行動を記録する。次にその避難者が処理対象者になったときにはこの記録に基づいて 1 サイクルのシミュレーションを実行する。

ユーザは ESCAPE-III との間で 2 種類のインタラクションが可能である。一つは 1 サイクルのシミュレーションの終了時のインタラクションである。このときシミュレーションはユーザの理解を助けるために休止する。シミュレーションを続行したい場合は計算機端末のリターン・キーを入力する。もう一つは情報入手ステップで救助あるいはリーダーの探索に失敗した場合の計算機端末入力モードである。この時点で任意の救助情報あるいはリーダー情報を入力することにより

インタラクティブにシミュレーションを操作することができる。入力された情報は火災場面データに記録され、他の避難者からの参照が可能となる。そのままの状況でシミュレーションを続けたい場合は 'no' を入力する。入力モードで避難の成功や失敗を指定することもできる。

6. シミュレーション

ESCAPE-III を用いてシミュレーションを行った。避難場面は豊富な避難例が報告されている 1972 年 5 月の大阪千日前デパートビル火災におけるキャバレー・プレータウンを想定した²⁾。この火災では従業員をリーダーとし複数の客をフォロワーとする例が報告されており、その再現を通じてシミュレーション結果を評価できるものとする。シミュレーションでは説明を容易にするために 3 名の避難者を対象とした。個人知識および個人特性データベースの内容はパーソントリップから仮定した。使用計算機は VAX-11/780 で、表示用端末には Multi-16 を使用した。言語には C-Prolog¹⁶⁾ を用いた。

再現対象となる避難事例のパーソントリップは以下のとおりである。従業員 A と客はほぼ同時に火事に気付いた。A は客をエレベータの方へ誘導したが、その方向はすでに煙と群衆のために進めなかった。A は他の出口のことも思い出したが、その方向は煙のために何も見えなかった。しばらくためらった後、とにかく窓のそばに行き新鮮な空気を吸い救助を待つことにした。客を誘導し励ましながらか煙の中を進んだ。ようやく窓に到着した後はしご車が到着し、A および客は救助された。

図 11 はシミュレーション結果の 1 出力例である。誌面の都合上画面上半分に表示される内容のみを局面(フェイズ)ごとに要約した。図中の記号は以下のとおり。

- A, B, C : 避難者名
- s(n) : n という名の階段
- e : エレベータ
- ec : 避難袋
- w : 窓

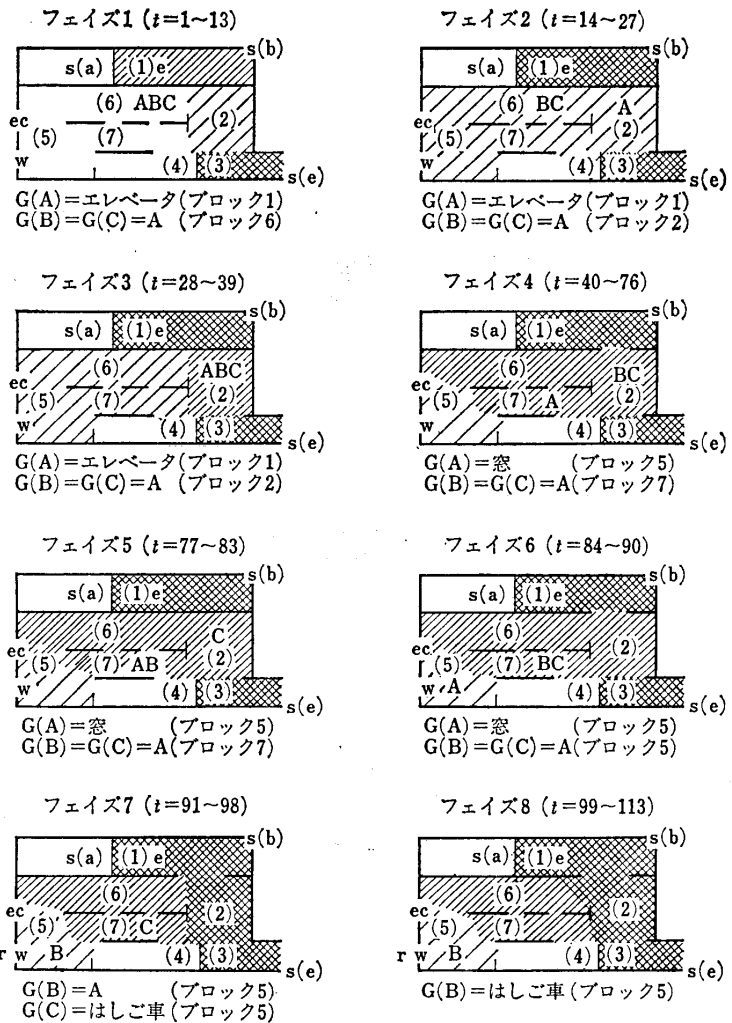


図 11 シミュレーション例
Fig. 11 Example of simulation.

- r : はしご車
- (m) : ブロック m
- G(n) : 避難者 n の移動目標

避難者 n の起動時間 $t(n)$ は $t(A)=1, t(B)=2, t(C)=3$ とした。積極性は A が 3, B が 2, C が 1 とし、責任度は A が 1, B と C が 0 とした。各ブロックの煙濃度は斜線の密度で示し、斜線の密なほど煙が濃いことを表す。プログラムサイズは 109 k バイト、CPU タイムは 138.67 秒であった。

以下に画面の下半分の表示内容について要約する。

フェイズ1] A がブロック 2 の煙により火災を認知し火災報知情報と M 機能メッセージを提示。B, C も火災を認知。A の M 機能メッセージが B, C に鎮静効果を与える。A はブロック 1 のエレベータを移動目標として P 機能メッセージと M 機能メ

ッセージを提示. B, Cはメッセージを受けとり, Aをリーダーと見なして追従.

フェイズ2] Aはブロック2を通るルートを選択. ブロック2の煙が薄いのでブロック2に移動.

フェイズ3] Aに続きB, Cもブロック2に移動. Aはブロック1に濃い煙があるため移動できず. B, Cも移動せず.

フェイズ4] Aはエレベータまでの代りのルートを見発できず他の出口も知らないため, 新鮮な空気を得られる窓を移動目標とする. 窓のあるブロックはブロック5で, ブロック7を通るルートを選択. BとCにP機能メッセージとM機能メッセージを発信. ブロック7の煙が薄いので移動.

フェイズ5] Aに続いてBもブロック7に移動.

フェイズ6] Aはブロック5の煙が薄いのでブロック5に移動. Cがブロック7に移動.

フェイズ7] Aがはしご車を発見. B, Cにリーダーシップ・メッセージを発信した後窓から脱出. Bがブロック5に到達.

フェイズ8] Cがブロック5に到達, はしご車に気付き脱出. Bもはしご車に気付き脱出.

Aを目前に追うBよりもCが先にはしご車に気付くなどの問題点もあるが, これらの点は今後モデルの知識を充実してゆくことで改善できると考えられる. 本例をESCAPE-IIによりシミュレートする場合にはシミュレーションの対象者以外の避難者の行動をユーザが仮定してやらなければならない, 複雑な相互作用をシミュレートするにはユーザの負担が大きい. また社会的相互作用のモデルがユーザにより異なるというあいまいさが混入する原因となっていた. なお誌面の関係で省略したが, 実際には数例の再現と予測を行い, 本例と同程度に満足すべき結果を得ている.

7. あとがき

社会的相互作用を考慮した避難行動の情報処理的シミュレーション・モデルESCAPE-IIIについて述べた. 情報処理モデルとしてはまだ不十分な点があるが, 集合行動を個人の情報処理過程からモデル化し分析することのできる新しいツールとして有用であると思われる. 今後さらに知識を充実し, より多くの場面に適用することでモデルの妥当性を高めてゆきたい. また現段階では知識の追加や変更をPrologを知らない社会心理学者が自由に行えるまでには至っていないので, 今後はこの点の改良も行ってゆきたい.

謝辞 最後に, 日頃より多方面に渡りご教示いただいている三菱電機(株)の上村勝彦博士ならびに武田捷一博士に感謝いたします.

参 考 文 献

- 1) 仲谷善雄, 荒屋真二: ESCAPE-II: 情報処理的アプローチを用いた避難行動シミュレーション・モデル, 情報処理学会論文誌, Vol. 26, No. 4, pp. 609-616 (1985).
- 2) 安倍北夫: 災害心理学序説, サイエンス社, 東京 (1982)
- 3) Perry, J. B., Jr. and Pugh, M. D.: *Collective Behavior: Response to Social Stress*, West Publishing Co., Minnesota (1978) (三上俊治(訳): 集合行動論, 東京創元社, 東京 (1983)).
- 4) Norman, D. A.: Twelve Issues for Cognitive Science, *Cognitive Science*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-32 (1980).
- 5) 仲谷善雄, 荒屋真二: ESCAPE-III: 社会的相互作用を考慮した避難行動の情報処理モデル, 昭和60年電気学会全国大会, pp. 1837-1838 (1985).
- 6) 佐藤静一, 釘原直樹, 三隅二不二, 重岡和信: 模擬被災状況における避難行動力学に関する実験的研究(III)—PM式リーダーシップ条件の効果, 実験社会心理学研究, Vol. 24, No. 1, pp. 83-92 (1984).
- 7) 安倍北夫, 秋元律郎: 都市災害の科学, 有斐閣, 東京 (1982).
- 8) Lynch, K.: *The Image of the City*, MIT Press, Cambridge (1960).
- 9) 釘原直樹, 三隅二不二: 緊急恐怖状況下の迷路脱出に及ぼすリーダーシップ条件効果に関する実験的研究, 心理学研究, Vol. 55, No. 4, pp. 214-220 (1984).
- 10) 三隅二不二: リーダーシップ行動の科学, 有斐閣, 東京 (1978).
- 11) 中村陽吉: 災害時の援助行動, 広瀬弘忠(編): 災害への社会科学的アプローチ, 新曜社, 東京 (1981).
- 12) 戸田正直: 感情とその制御, サイコロジー, No. 12, pp. 10-19 (1981).
- 13) 今田 寛: 恐怖と不安, 感情心理学3, 誠信書房, 東京 (1975).
- 14) 三隅二不二, 佐古秀一: 模擬的緊急被災状況における誘導者のリーダーシップ行動が被誘導者の追従行動に及ぼす効果に関する実験的研究, 実験社会心理学研究, Vol. 22, No. 1, pp. 49-60 (1982).
- 15) Newell, A. and Simon, H. A.: *Human Problem Solving*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1972).
- 16) Pereira, F.: *C-Prolog User's Manual Version 1.5*, Nihon DEC, Edinburgh Computer Aided Architectural Design, Edinburgh (1984).

(昭和60年5月2日受付)

(昭和60年12月19日採録)



仲谷 善雄 (正会員)

昭和33年7月24日生。昭和56年
大阪大学人間科学部卒業。同年三菱
電機(株)入社。以来中央研究所にて
システムにおける心理学的要因の研
究に従事。現在OAシステムや防災
システムなどの社会システムへの認知科学的視座の導
入に興味をもつ。電気学会、日本心理学会、グループ
ダイナミックス学会各会員。

荒屋 真二 (第27巻第1号参照)