

# 災害避難のメンタルモデル：認知・知的障害者の認知特性に合わせた災害準備情報の教示法

島田英昭・北島宗雄（産業技術総合研究所）

{shimadahideaki, kitajima}@ni.aist.go.jp

認知・知的障害者にとって、既存の災害避難マニュアルを理解することが困難であるという指摘がある。本研究では、災害避難マニュアルのコンテンツを個人の認知特性に合わせてカスタマイズする方法を開発することを目的として、コンテンツの抽象度に注目し、個人の認知特性に応じて適切な教示コンテンツを選択し、提示することにより、災害避難マニュアルの内容の理解の促進を図る方法を提案する。

## 研究の概要

本研究では、コンテンツの抽象度に応じて災害時の適切な行動喚起に必要とされる知識や認知能力が異なることに着目し、対象者の個人特性に応じた抽象度をもったコンテンツの提示を行えるようにする。図1は、普段生活している空間において、「地震が起きたら自分の身を守る」というルールの実行過程を表現しており、抽象度の高い一般的なルールと、抽象度の低い状況に応じた個別・具体的なルールが含まれている。事前に教示されるルールが P1 のような抽象度の高い一般的なルールであった場合、災害時には既有知識を活用することで、その場に応じた具体的なルール（たとえば P10）が生成されることにより、適切な行動が喚起されるだろう。しかし、そのような知識がない場合には、それは不可能である。その一方、P10 のような具体的なルールが事前に教示されている場合、その場に適合した行動がスムーズに喚起されるだろうが、その適用範囲は狭い。このトレードオフを考慮に入れて、教示すべきルールを選択する必要がある。

本研究では、上述の思考プロセスを仮定したうえで、個人々人にとって適切な教示コンテンツの選択を行う。そのために、災害時の思考過程の計算モデルを提案する。対象者の認知特性（処理速度、既有知識の量など）、

生活環境を把握し、それらをパラメータとして反映する計算モデル化をすることによって、どのような知識を教示する必要がある、その結果どの程度避難に成功するのかを定量的に予測することが可能となる。

## 方法

**情報の分析** 既存の災害避難マニュアルを分析することで、災害避難に利用される知識を、手続き的情報（ルール）（例：津波警報が出たときには、海岸から離れなければならない）と宣言的情報（私の町では、緑公園が高いところだ）の2つに分類した。

**表象構造** 手続き的情報は、「if A then B」の形式で表現する。A は条件部、B は行為部である。A や B は、述語とそのスロットにより、たとえば「if 出る(津波警報) then 離れる(海岸)」と表現する。宣言的情報は、「A B if 条件節」のような包含関係により、たとえば「緑公園 高いところ if いる(私の町)」のように表現する。

実際に行動が誘発されるためには、「離れる(海岸)」といった抽象的な手続き的情報の要素から、知識として蓄えられている宣言的情報を活用することで、「行く(緑公園)」といった具体的な情報に推論しなければならない。そこで、その推論規則を定めた。図1は、ルールを変換するプロセスの表現（推論マップ）である。推論により新たなルールが生成されるためには、ルールの行為部（あるいは条件部）に一致する宣言的情報が存在しなければならない。抽象的な知識（図1では P1～P7）は、ルールの要素がすべて既知の具体的な事物であるルール（「実行可能形式のルール」と呼ぶ、図1では P8、P9、P10）に変換され、それによって行動が喚起される。

**計算アルゴリズム** 次のパラメータを設定した。い

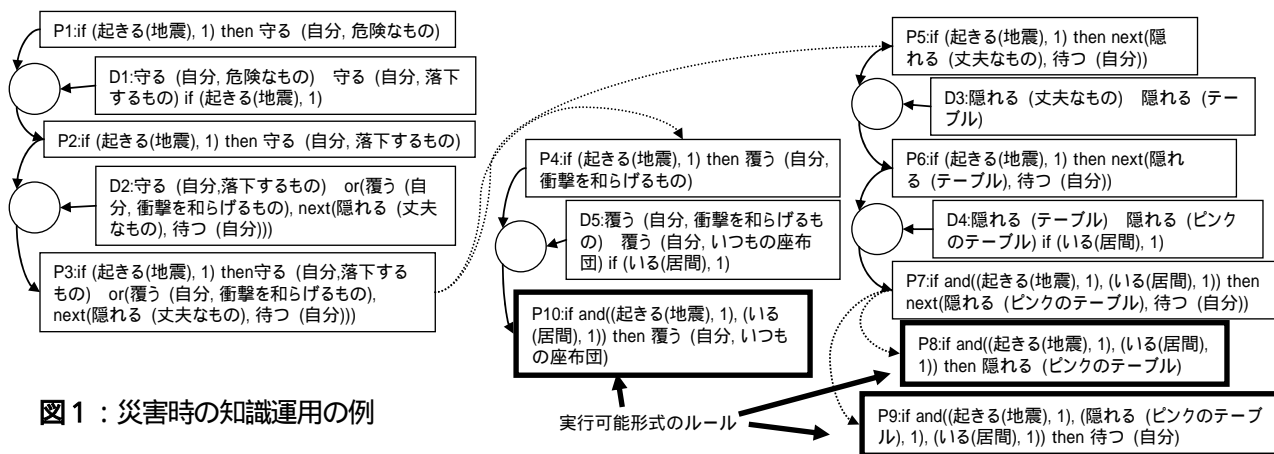


図1：災害時の知識運用の例

ずれのパラメータも定義域は $[0, 1]$ であり、0が「低い」、1が「高い」に対応する。

- **Activation...**災害発生時からある時間  $t$  が経過した時点で、個々の情報がどの程度活性化しているかを表現する。すでに学習された情報は時間とともに活性が増大していくが、推論による生成が必要な情報は、推論マップ（図 1）における上位の知識の Activation に依存して増大する。実行可能形式のルールの Activation は、その行動が喚起される確率を表現する。
- **Availability...**個々の情報に付与され、その知識が既知であるかどうか、あるいはどの程度利用できるかを表現する。教示効果によって増減する。知識量が少ない、新規な知識の獲得が困難であるなど、長期記憶に関する困難がある対象者の場合には、この値が全体的に低いと考える。
- **Inference...**個人の推論能力を表現する。処理速度や処理容量のような、作動記憶に関する困難がある場合には、この値が低くなる。  
上記パラメータを用いて、時間  $t$  におけるある情報  $s$  の Activation( $s, t$ )を決定するアルゴリズムは、次のルールを反映させた。
- Availability による活性化...Availability( $s$ )に比例して単位時間ごとに Activation( $s, t$ )の値を増加させる。
- 推論による活性化...上位にある情報の Activation の積と、Inference に比例して、下位にある情報の Activation( $s, t$ )の値を増加させる。

### シミュレーションと結果

図 1 に示す知識構造のもとで、実行可能形式のルールの活性化が起こるかどうかが検討した。

**モデル 1：通常の避難マニュアル** 通常の災害避難マニュアルから得られる知識は 図 1 における P2, P4, P5 であると考え、これらの手続き的情報の Availability を 0.9, その他の手続き的情報を 0 に設定した。また、宣言的情報の Availability はすべて 0.9 と設定した。ここに、Inference=0.9 を健常者の推論能力と仮定して、シミュレーションを行った。図 1 における実行可能形式のルール P8, P9, P10 の  $t$  (横軸) ごとの Activation (縦軸) を図 2 左上に示す。ここから、 $t=4$  程度で実行可能形式のルールの Activation が 0.9 程度まで高まるのがわかる。これは、通常の災害避難マニュアルを健常者に教示したときに  $t=4$  程度で Activation=0.9 が得られることを示しており、この値を教示効果を評価する際の参照値とみなすことができる。

**モデル 2：推論能力による比較** モデル 1 による仮定から Inference=0.2 と変更したものが図 2 右上であ

る。処理速度が遅い、作動記憶容量が少ないなどの作動記憶の困難がある対象者の場合、素早い推論が難しくなることがわかる。

**モデル 3：具体的教示の効果** 推論能力に困難がある対象者の場合、推論の必要が少なくなるように具体的な教示を行うことで、実行可能形式のルールが利用できるようになると考えられる。図 2 左下は、モデル 2 における P2 の教示をより具体的な P6 に変更したことを想定し、P2 と P6 それぞれの Availability を (0.9, 0) と (0, 0.9) の場合を比較して P9 の Activation の変化を表した結果である P6 のような具体的教示を行った場合、Activation が高くなりやすい。

**モデル 4：新規な知識獲得の困難** 教示に集中できる時間が少ないなど、新規な知識の獲得に困難がある対象者の場合、教示できる知識の量が限られる。図 2 右下は、P2 と P5 の知識教示の選択を想定した際の P9 と P10 の Activation の変化であり、P2 と P5 の Availability がそれぞれ (0, 0.9) と (0.9, 0) の場合を比較した結果である。その他のパラメータは、モデル 1 と同じで、Inference は 0.9 である。モデル 3 と同様、P5 のような具体的教示は Activation を素早く高めるが、P5 は汎用性がないため、P2 が欠けることで、P10 が利用できなくなる様子が分かる。単に知識獲得に困難があり、既知の知識量や推論能力に問題がない場合、むしろ汎用性のある抽象的な P2 のような教示を行うことで、効果的に利用できる実行可能形式のルールを増やすことができる。

### 考察

本研究の提案するモデルにより、対象者の認知特性に配慮しながら教示内容を適切に選択できることが示唆された。作動記憶や長期記憶に関する認知特性は、心理検査などにより推定でき、教示内容を選択できる。また、子どもや高齢者に対しても、認知特性を配慮することで応用できる。今後は、避難訓練における行動の分析などを通して、検証を行っていく予定である。

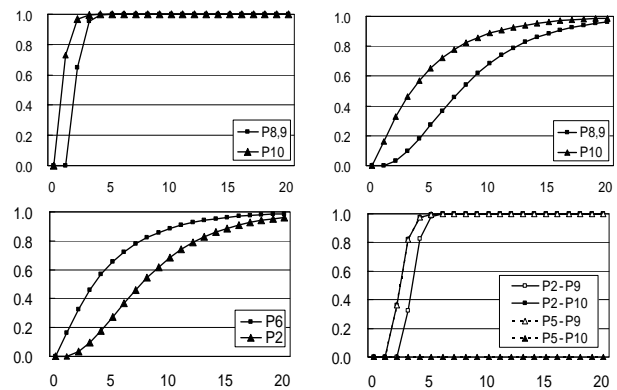


図 2：シミュレーション結果