

# 耐震化促進eラーニングのための 自然言語インターフェース開発

# DEVELOPMENT OF NATURAL LANGUAGE INTERFACE FOR SYSTEMATICAL E-LEARNING ON SEISMIC RETROFIT

倉田和己-----\*1

福和伸夫-----\*2

飛田 潤-----\*3

Kazumi KURATA

Nobuo FUKUWA

Jun TOBITA

## キーワード:

耐震化、e ラーニング、会話型インターフェース、体系的学習、知識構造

## Keywords:

Seismic retrofit, e-Learning, Interactive Interface, Systematical learning

Knowledge structure

A new type of interactive interface is developed for e-learning system of disaster mitigation activities. The system can understand natural language communication by use of the knowledge base on earthquake disaster mitigation. The originally developed knowledge base is implementing knowledge structure and scenario flow, and is able to navigate e-learning system. By use of this interface, smooth and arranged access for the large amount of web contents is developed, and it is effective for every user for their easy comprehension about the importance of disaster mitigation.

## 1. はじめに

平成 17 年 3 月 30 日の中央防災会議において決定された、東海地震及び東南海地震の地震防災戦略においては、被害軽減の為の抜本的な対策として既存不適格建物の耐震化を挙げ、10 年計画で耐震化率を 90%まで向上させることを目的の一つに掲げている。しかし、全国に存在する既存不適格建物は一千万棟以上に及ぶともいわれ、これらを全て耐震化するには市民の自助努力が不可欠である。耐震化の国民運動を推進するためには、一人一人が自らのリスクを認識し、対策に関する正しい知識を学び、実践する意識を持つことが必要である。そのために、筆者らは建物の耐震性について体感的に学習できる模型教材「ぶるる」シリーズの開発<sup>1)</sup>と、それらを用いた啓発活動の実践、教材の改良を継続して行っており、市民の立場に立った教育・啓発の必要性を常に感じて取り組んできた。

これらの取り組みを通じ、筆者らが防災教育・意識啓発の現場において大きな課題と認識している事は、体系的な学習の仕組みと学習を支援する教育者の不足である。耐震化促進のためには、対策を実施する個々の地域住民への啓発による、知識・意識の全体的なボトムアップが不可欠であり、より多くの人が、体系化された知識を自己学習で学ぶ事の出来る仕組みを作る必要がある。このような現状を踏まえ、筆者らは後述の「地域防災力向上シミュレータ」と呼ぶ Web コンテンツ群の開発を行った。これは対象ユーザである地域住民にとって最も必要と考えられる、「自分の置かれたハザード状況の理解」と「一人一人の状況における取るべき対策法」の情報を提供することの出来るシステムである。

しかし、このようなシステムを、単なる Web ページから地域住民が自ら進んで利用できる教材へと昇華させるには、それぞれのコン

テンツの開発だけでなく、ユーザがコンテンツを体系的に利用できるようなインターフェース面での工夫が必須である。本論では、地域防災力向上シミュレータを用いた教育・啓発のシナリオを示した上で、その効果を最大限活かすための、自然言語（話し言葉）を解しナビゲーションの役割を担う会話型インターフェースの開発について述べる。本論のインターフェース開発により、地域防災力向上シミュレータの e ラーニングコンテンツを地域住民が最大限活用し、一人一人の知識と意識の向上によって、住宅の耐震化や地域防災活動といった実践活動を促進することを目的としている。

## 2. 地域住民による気づき・学びと実践を支援する地域防災力向上シミュレータの開発

筆者らはこれまでの教育・啓発活動を通じて、耐震化の促進と地域防災力のために、地域住民に本当に提供すべき情報はどうあるべきかを検討してきた。結論として、「自分自身の状況に置ける災害危険度の正確な把握（気づき）」、「自宅の危険性把握と科学的理論の理解（学び）」、「一人一人が家庭や地域で対策を実行するための情報（実践）」に集約される。このような情報の体系的な提供を目標として、体系的な学習教材である地域防災力向上シミュレータを開発してきた。シミュレータを構成する各種 e ラーニングは、それぞれ独立した Web コンテンツとしても利用することが出来るが、図 1 に示すように気づき、学び、実践するという体系的な学習シナリオに流れが整理されている。以下では、シミュレータ利用の一連の流れを示す。

まず、自分が住んでいる場所の災害危険度を具体的に知る「気づき」の段階では、家の一軒一軒までが識別できる高解像度の WebGIS をベースにしたコンテンツを利用する。東海・東南海地震発生時ににおいて愛知県内で予測される震度階級の値や液状化危険度のハザードマップを確認する。

\*1 株式会社ファルコン 修士（工学）

（〒460-0008 名古屋市中区栄 2-2-5）

\*2 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博

\*3 名古屋大学大学院環境学研究科 助教授・工博

\*1 Falcon Co., M. Eng.

\*2 Professor, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Dr. Eng.

\*3 Assoc. Professor, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Dr. Eng.

ドマップを、自宅を中心とした身近な地域の地図に重ねることで、リアリティと共に自分自身の危険性を理解することが出来る。続いて、過去から現在までの地形図や航空写真の情報をもとに、土地利用の変遷や切土・盛土の様子を三次元で時系列に表示させて見ることが出来る。これにより、例えば自宅の位置する区画が周辺よりも震度が大きいのは、かつて谷だった部分を埋め立てて造成したためであるなどのように、過去から今までの地域の歴史を根拠として示すことで、地域住民はハザード情報を納得して自分自身の事と受け入れることが出来ると考えられる。

続いての「学び」の段階では、住まいの状況から危険性をシミュレーションするコンテンツと、科学的な理論を分かりやすく伝える学習コンテンツを利用する。シミュレーションコンテンツは3つのプロセスからなり、一つめの手順として任意地点の地盤条件に基づく地盤震動シミュレーションを実行し、地盤モデルの揺れる動画によって将来遭遇する揺れの特徴を理解する。続いて地盤の振動を入力波形とし、自宅の建築年や壁、屋根、基礎などの情報を入力すると建物倒壊シミュレーションが実行され、耐震性を耐震診断相当値と3D建物振動モデルの動画で確認できる。最後に、建物応答を入力波形として、任意の形状・設置条件の家具のシミュレーションを実行すると、家具の転倒危険性が判断される。一方学習コンテンツでは、建物模型の実験動画やFLASHを用いた体感的振動実験で、シミュレーションの根拠となる科学的な理論を分かりやすく理解することが出来る。このように一連の科学的な計算に基づく危険性に併せて、その背景にある理論を明快に示すことで、地域住民が信頼できる情報となると考えられる。

最後の「実践」の段階では、実際に自宅の耐震診断や耐震改修、家具固定を行うための具体的な情報を紹介したコンテンツの他、家具の各種固定方法の違いによる効果を検証した実験動画や、より実践的な知識を得るためのwikiなど、地域住民の対策行動をサポートするためのコンテンツを整備している。さらに発展的な要素として、地域における協働のための道具となる地域防災マップも用意している。地域住民が協力してWeb上の地図に地域の危険情報や防災情報を記入していくことで、地域の防災活動をサポートするツールとして活用できると考えている。このように、ただ危険性を指摘して不安感を煽るだけではなく、対策方法や対策のための道具を提示することで、地域住民は自助努力で安全性を高めることが可能である事を理解でき、対策行動を誘発出来る情報になると考えられる。

このように、地域防災力向上シミュレータはただ詳細に情報を配信するだけではなく、ユーザーとなる地域住民の抱える問題意識を考え、一人一人の立場、すなわち5W1Hに合わせた情報を段階的に提供するものである。ユーザーの心理を問題意識から課題意識へと誘導することを念頭に、体感できる教材を中心としてシステムをまとめた点が、地域防災力向上シミュレータの特徴と言える。開発に統いて筆者らは、シミュレータ開発の最終的な目標である耐震化と地域防災力の向上を促進するために、地域住民の自己学習でこのシステムを活用できるようにすることが、次なる課題であると認識し、次章以降で示すインターフェースの開発に取り組むこととした。

### 3. e ラーニングの特性とインターフェースの役割および重要性

e ラーニングとは、現在では主にインターネットを活用した教育方法の総称となっている。多くのシステムにおいてその特徴は、情



図1 地域防災力向上シミュレータの学習の流れ

報の双方通信が可能であること、不特定多数を対象とした大規模な教育を実現できること、それぞれのユーザーに対して個別教育が可能であること等として挙げられている<sup>2)</sup>。ユーザーは時間・場所を選ば

ず何度も学べるため、従来型の教育よりも形態に制限がない点で効率的な学習が期待できるほか、先述の地域防災力向上シミュレータで示したとおりコンテンツ次第でひとりひとりのユーザーに併せた展開が可能であるなど、地震防災の分野においても新たな教育・啓発としての展開の可能性がある。その反面、e ラーニングはユーザーが自分から進んでコンテンツへアクセスしない限り成立しないという欠点もあり、そのような能動性をユーザーに求める点では、継続的な学習を行う上での実質的なハードルが存在しているといえる。

現在、そのような問題に対応すべく、e ラーニングにおいても従来の教育と同様にコミュニケーションが必要であるとの考え方が広まりつつある。例えば早稲田大学の e スクール<sup>3)</sup>は、通信教育を主体とする e ラーニングでありながら、Web の掲示板やメールを用いたやりとりや、スクーリング（面接授業）による教員と学生の実際のコミュニケーションを重要視し実践している。

以上のような状況を踏まえ、筆者らは地域防災力向上シミュレータのコンテンツ群を最大限に活かすために、ユーザー一人一人の 5W1H に合わせたナビゲートを実現するような仕組みが必要であると考え、ユーザーとのコミュニケーションをキーワードにインターフェースの開発を行った。インターフェースのイメージは、質問に答えてくれたり、コンテンツの利用をガイドしてくれたりする、Web 上の専門家という位置づけである。専門家との会話を通じたコンサルティングを受けながら学習するように、個人の属性に応じた双方のやりとりに基づく e ラーニングを目指した。

#### 4. e ラーニングの課題を解決する会話型インターフェースの開発

##### (1) 会話型インターフェースを実現するためのシステム概要

以上のような背景のもとで、自然言語による会話型インターフェースの開発を目指し、自然言語インターフェースに関する基礎的な調査を行った上で、まずはインターフェース機能を提供するシステムを整備した。

自然言語による会話機能をコンピュータに実装する試みは 1960 年代後半から盛んに取り組まれ<sup>4)</sup>、現在も研究が進む分野であるが、現実世界の曖昧さ・複雑さを備えた問題を扱うのは未だ困難な状況にある。本論の開発では地震防災の特に耐震化の分野について、自然言語の会話による質問への適切な応答とナビゲーション能力を実現するため、学習すべき内容や知識構造の分析に基づいた技術的なアプローチを考え、それらを試みる為のインターフェース機能をシステムとして実装した。

図 2 に初期のインターフェース Web 画面とその動作を示す。ユーザーが質問文を入力して送信ボタンを押すと、システムがその内容を解釈し、画面のキャラクターを通じて回答を返すものである。図 3 にシステム全体の概要を示す。ユーザーから送信されたデータは Web サーバを介して専用の質問回答サーバに送られ、そこで形態素解析・意味解析を行い、知識データベースの中から適切な回答を検索して Web サーバに返す。Web サーバは送信してきたデータをキャラクターの台詞として表示させる。ここで行っている自然言語の解析や知識データベースの検索・照合等には、市販の自然言語処理エンジンの技術を用いている<sup>5)</sup>。

##### (2) 初期型の知識データベース実装と課題抽出

開発初期段階の目標は、この会話型インターフェースのシステムを用いた会話型の耐震 Q&A の実現とし、そのために質問文と回答

文の対（エンティティ）を集積した形の知識データベースの構築を行った。知識データベース構築に当たっては耐震に関する Web の掲示板や一般向け書籍、あるいは想定ユーザーの方々への直接の聞き取り等により、耐震化に関する学習者の立場からの質問を約 200 種類収集した。それらの質問にそれぞれ対応する回答文を設定することにより、エンティティ群を知識データベースとして実装した。表 1 に、質問内容の大まかな傾向と分類を示す。

こうしての作成した初期型のコンテンツを 3 ヶ月間試験公開し、様々な属性のユーザーに利用してもらった上でシステムのログを分析した。分析の結果、システムがユーザーの質問内容を解析して定義づけ、何らかの応答を返す割合がおよそ 8 割であり、そのうちユーザーの期待する回答であると判断できる割合は 2 割程度であった。これは Q&A のコンテンツとして見ても不十分な結果と言える。また知識データベースの内容と照らし合わせたところ、用意したエンティティのうちの大部分は使われていなかったことが明らかになった。

主な原因としては、システムとユーザーの連続した会話のやりとりに対応できなかった点、すなわち会話シナリオの設計が不十分であった点にあると考察される。例えば、一つめのユーザー質問にシステムが答えることが出来た場合でも、ユーザーがその回答に対してさらに具体的な説明（例：「なぜ、そのような被害になるの？」）を求めるとき、それ以前のやりとりの内容を加味しないことにはユーザー質問の意味を解析できず、応答できないか辯證が合わない回答となる場合がほとんどであった。これを改善するには、耐震化に関するユーザーとの会話シナリオを予測して設計する必要があると考え、次節以降で示す知識データベースの構造化と、シナリオを誘導するためのインターフェースの改良を行うことになった。

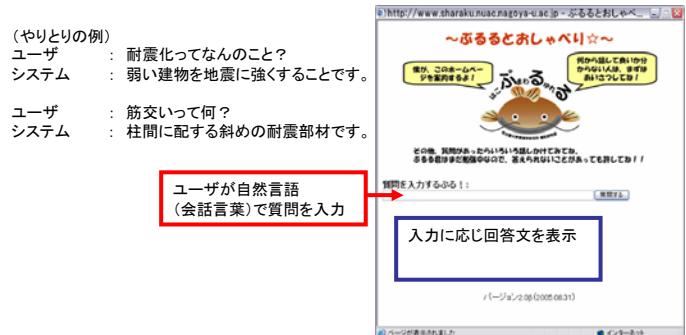


図 2 初期段階の会話型インターフェース画面

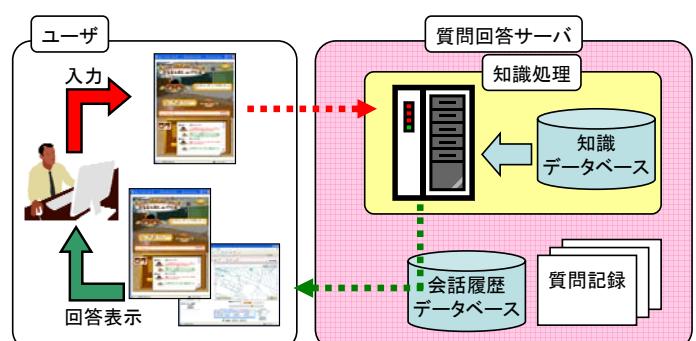


図 3 会話型インターフェースのシステム

### (3) 知識データベースの検討と耐震化知識の構造化

知識データベースの構造化を目的とし、耐震化知識の分析・整理を行った。前項の知見から、ユーザーとシステムとの連続的なコミュニケーションの内容をシナリオ化することを目指した。図4に初期型（Q&A）のデータベース構造と、シナリオ型のデータベース構造をそれぞれ図式化した結果を示す。この図から分かるように、シナリオ型のコミュニケーションを実現するためには、それぞれの知識同士の繋がりを構造化する必要がある。

第一のアプローチとして、前項で収集したユーザー質問集を、シナリオ中のどの段階で出現するかという位置づけに基づいて分析したところ、地震防災に対するユーザー意識の変化を連続的な四つの段階に分類することができた。図5にその分類と段階的な話題の移り変わりの概念を示す。iの領域は住民レベルの問題意識であり、例えば「地震では何が危ないの？」など曖昧な質問しか出来ず、この状態では自学が不可能な段階である。iiの領域は専門家レベルの問題意識であり、科学的・理論的な事実に基づいた回答が可能な段階である。iiiの領域は専門家レベルの課題意識であるが、地域住民が対策行動を取るためには自分を主体とした具体的な行動についての疑問が生じる。ここで取るべき対策方法を理解することで、初めて対策意識を持ったivの領域に導くことができる。iからiiへ進むには①リスクの理解が必要であり、iiからiiiへ進むには②理論の理解が必要であり、iiiからivへ進むには③一人一人に合わせた対策方法の理解が必要である。このような、ユーザー意識の変化の段階を踏んだシナリオの展開に基づいてナビゲーションを行うことで、体系的学習の実現に繋がると考えた。

第二のアプローチとして、ユーザー意識だけでなく提供すべき知識の側面からの整理も必要であると考え、耐震化知識の整理・構造化を行った。具体的には、知識を専用のWikiサイトに投入していくことで、知識同士の関係を実験的に明らかにしていった<sup>6)</sup>。図6にその画面例を示す。Wikiとは、オンライン型の辞書的な知識データベースを実現する CMS（コンテンツマネジメントシステム）の一種であり、登録した知識の本文に含まれるキーワードについて同タイトルの解説ページが構築されている場合、キーワードに自動的にリンクを生成することで、知識同士に多次元的な繋がりを持たせることが出来る点に特徴がある。Wikiを活用することで、有る程度の文章量によってシナリオ的な解説が必要な知識と、多くのシナリオに引用されるキーワードとしての辞書的な知識を、実験的なプロセスのもとで分類することが出来た。

第三のアプローチとして、知識整理の学問であるオントロジーの各種書籍（例えば<sup>7, 8)</sup>）を参照し、知識整理に関する既存の概念や分類手法を参考にした。知識構造化の例を図7に示す。既存の整理技術に耐震の専門的な視点を導入することで、概念同士の上下関係や関連名による知識のネットワークが表現可能となり、知識データベースの構造を理論的かつ明快なものにしていくツールとして利用した。

表1 ユーザ質問の分類

質問内容	リスク評価	用語	理論	対策法
曖昧な質問の例	・地震ではどんな危険がある? ・うちは地震が起きたらどうなる? (約20項目)	(該当なし)	(該当なし)	・地震対策は何をしたらい いの? ・地震のときはどこへ逃げたら良いの? (約20項目)
具体的な質問の例	・うちは震度いくつまで耐えられる? ・東海地震は予知できるの? (約20項目)	・筋交いって何? ・免震って何? ・液状化って何? (約50項目)	・どうして壁が少ない家は弱いの? ・免震はどんな仕組みなの? (約30項目)	・家具はどうやって固定するの? ・補助金を申請したいんだけど? (約60項目)

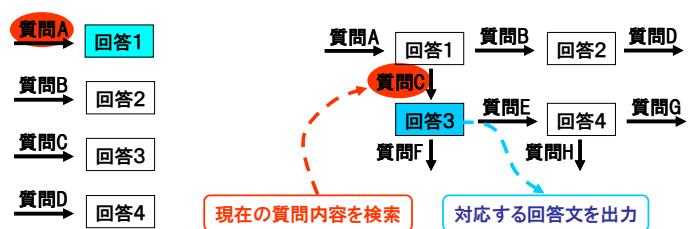


図4 Q&A型とシナリオ型の知識データベースの違い

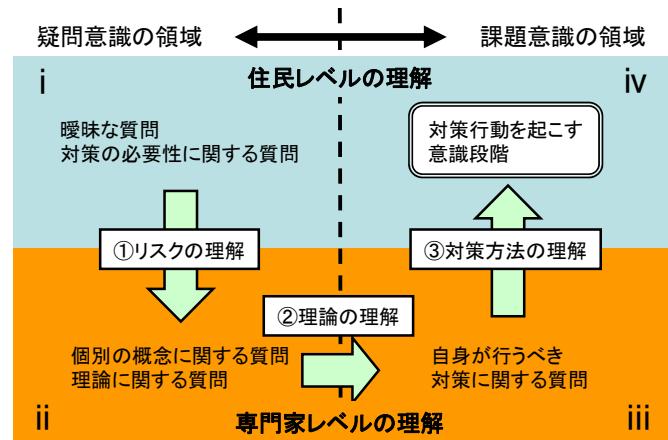


図5 学習者（ユーザー）意識の分類の概念



図6 耐震化知識 Wiki の画面例

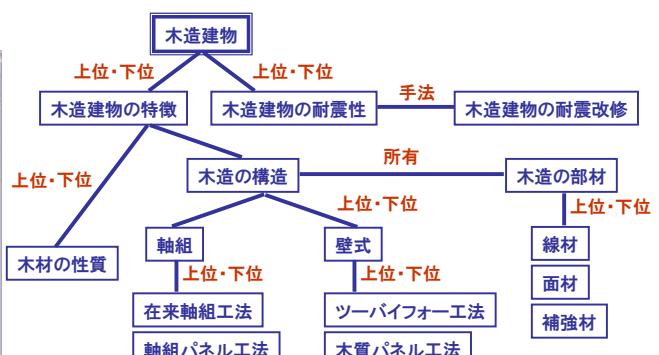


図7 知識構造化の例（木造建物に関する知識）

#### (4) 知識実装時の工夫とインターフェース画面の改良

以上のようにユーザ側（質問）とシステム側（回答知識）の両面から整理と検討を行った上で、それらに基づいたコミュニケーションのシナリオを試作し、改良型の知識データベースとして実装した。シナリオのテーマは、先に収集した質問リストから頻出のものを参考に選定した。作成したシナリオの基本フローを図8に示す。曖昧な質問を具体化するよう誘導し、さらに5W1Hの補足を与えることで場合に応じた知識の使い分けを提示するなど、回答に併せて関連した話題を積極的に提案するような構造を新たに導入している。また、シナリオ展開の基本ロジックを図9に示す。基本的には質問内容を加味してユーザを次の関連シナリオに誘導しつつ、ユーザの自由な発想にも応えられるよう常時関連しない質問でも応答できるようなロジックとした。これにより、シナリオ展開を協調しすぎて学習の自由度を下げることなく、体系的な学習の流れへとユーザを誘導していくけるような枠組みとする事が出来た。

以上のような工夫に基づくコミュニケーションをより効果的に実現するため、インターフェースとなるweb画面でも以下のような改良を施した。一つは文章による回答に連動したwebページのポップアップ機能を実装し、回答と併せてシミュレータコンテンツへの誘導を促す場合に、単純にリンク先を静的提示するだけでなく、コンテンツそのものを自動的に表示させることができた。これにより、ユーザの利便性が高まると共に、ナビゲーションによる積極的な提案を表現できるようになった。

また質間に反応するキャラクターを二体に増やし、それぞれに「ユーザに知識を提供する役割」と「ユーザと同じ側に立って質問を誘導する役割」を与えることで、システム側からユーザの能動的な質問を引き出すことを可能にした。これは、「何を質問したらいいのか判らない」という、学習初期段階のユーザの声を反映した結果であり、次に質問すべき内容のヒントを提案していくものである。さらに画面下部には、ユーザとキャラクター二体の会話ログを表示し、体系的な学習の流れを振り返ることが出来るようになるなど、利用面での利便性にも配慮した。改良型の画面を図10に示す。

#### 4. 開発した会話型インターフェースの活用例と展開

開発したインターフェースを通じた具体的なコミュニケーションと地域防災力向上シミュレータ利用ナビゲートの例を図11に示す。自発的な質問を誘いながら学習シナリオへ誘導し、シナリオを通じて体系的な理解の筋道を示し、ユーザの目的に一致したシミュレータのコンテンツへと誘導出来ることが分かる。

こうして改良したインターフェースは、知識データベースの構造化により、初期型の物と比較して遙かに連続した会話のやりとりが可能になったことが確認できた。しかし、今回開発したインターフェースのテキスト文章によって、ユーザの望む全ての情報を提供することは困難であり、当初の通りあくまで地域防災力向上シミュレータにおいてユーザ利用をナビゲーションする事が目的である。その意味では、会話型インターフェースが誘導先のコンテンツと有機的に連係することが最も重要と言える。今後はシミュレータコンテンツの改良や追加に伴って、その内容に応じた知識データベースと誘導シナリオを会話型インターフェースに加えていくような開発サイクルが考えられる。また会話型インターフェースのより高度な活用として、パソコン端末に接続したマイクからの音声認識技術との

組み合わせによる、キーボードやマウスの使えない災害時要援護者向けの音声eラーニングの実現や、コミュニケーション内容ログの分析によるコンテンツのユーザ利用傾向・学習効果の測定などが考えられる。

#### 5. まとめ

筆者らは、実感できるコンテンツによる地域住民の気づきと学びを喚起し、自助努力を引き出すツールまでを統合した地域防災力向上シミュレータを開発してきた。本論ではシミュレータの体系的かつ有効な利用を実現するために、ユーザとのコミュニケーションを念頭おいた自然言語インターフェースの開発を行った。シミュレータのコンセプトである一人一人の立場に併せた情報の提供を行うために、ユーザの意識に基づくシナリオ分析と耐震化に関する知識の構造化を試み、5W1Hの状況に応じた会話型ナビゲーションを可能とする知識データベース開発を行った点等に開発の工夫がある。

これらの開発は、筆者らが地域防災の現場において地域住民との協働から得た経験や教訓に基づいており、耐震化と地域防災の促進のために真に役立つ道具として、発展・改良を加えていく予定である。

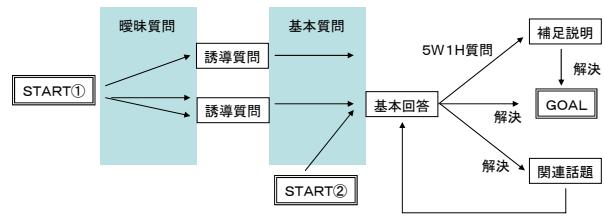


図8 耐震化知識データベースの基本フロー

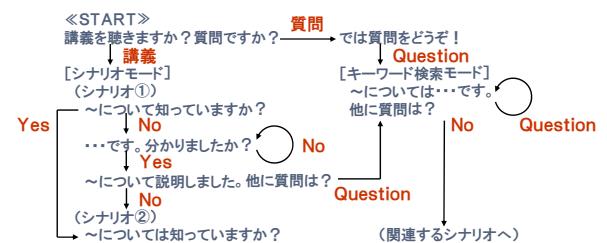


図9 シナリオの基本ロジック



図10 改良型のインターフェース画面

## 謝辞

会話型インターフェースの開発においては、知識整理からシナリオ作成の考え方方にわたって、(株)PtoPA の勝倉裕氏に全面的なご指導をいただいた。また当研究の背景となる地域防災力向上シミュレータの開発に当たっては、(株)アルコンの古瀬勇一氏、坂上寛之氏、応用地質(株)の高橋広人氏、(株)日本システム設計の花井勉氏、川尻出氏、石井涉氏、名古屋大学環境学研究科の鶴田庸介氏をはじめ、多くの方々のご協力を得た。なお、本論の成果の一部は文部科学省が実施する防災研究成果普及事業の一環として得られたものである。記して関係各位に謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 福和伸夫, 原徹夫, 小出栄治, 倉田和己, 鶴田庸介: 建物耐震化促進のための振動実験教材の開発, 地域安全学会論文集 No.7, pp.23-34, 2005.11
- 2) メールマガジン「e ラーニング徹学」  
<http://www.netlearning.co.jp/hojin/mailmag/index.html>
- 3) <http://e-school.human.waseda.ac.jp/>
- 4) 積み木の世界「SHRDLU」<http://ja.wikipedia.org/wiki/SHRDLU>
- 5) CAIWA システム (株式会社 PtoPA)  
<http://www.ptopa.com/top.html>
- 6) 飛田潤・福和伸夫: Web-GISによる自発的地域防災情報構築システム、第12回日本地震工学シンポジウム、pp. 1410-1413、2006.11
- 7) 「記録・情報・知識」の世界、斎藤孝 中央大学出版部
- 8) 自然言語処理ことはじめ、荒木健治 森北出版

