

3.2.7 即時的地震情報の活用者サイドにおける情報翻訳ソフトウェアの開発

目次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画
- (e) 平成14年度業務目的

(2) 平成14年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1)機能要件の明確化
 - 2)実現手段の検討
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成15年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

即時的地震情報の活用者サイドにおける情報翻訳ソフトウェアの開発

(b) 担当者

研究代表者：菊地正幸（東京大学地震研究所 教授）

研究担当者：堀 宗朗（東京大学地震研究所 教授）

鷹野 澄（東京大学地震研究所 助教授）

山中 佳子（東京大学地震研究所 助手）

新井 伸夫（日本気象協会首都圏支社調査部 主任技師）

天野 貴文（日本気象協会首都圏支社調査部 技師）

(c) 業務の目的

気象庁、防災科学技術研究所などにおいて実用化に向けての検討がなされている即時的地震情報のユーザー側での標準的なインターフェース・ソフトウェアを構築すること。

(d) 5ヵ年の年次実施計画

－平成14年度：

- ①活用者の要望、活用の形態などを調査・分析し、求められる「翻訳ソフト」の機能要件を明らかにする。
- ②機能要件のそれぞれについて、その実現手段を検討する。

－平成15年度：

- ①実際に「翻訳ソフト」を試作する。

－平成16年度：

- ①試作したものに情報を伝達し、機能が達成されていることを確認する。
- ②情報発信機関とオンラインで接続し、稼働実験を行う。
- ③稼働状況の評価（予測結果と実況の比較など）を行い、改善にあたっての課題抽出を行う。

－平成17年度：

- ①評価結果をもとに、実機の詳細設計を行う。
- ②実用に耐えうるソフトウェアを構築する。

－平成 18 年度：

- ①情報発信機関からの情報配信をうけ、実機の活用テストを実施する。
- ②活用にあたってのマニュアル等を整備する。

(e) 平成 14 年度業務目的

開発すべきソフトウェアのイメージを明確にすることを目的に、以下の調査を実施する。

- ①活用者の要望、活用の形態などを調査・分析し、求められる「翻訳ソフト」の機能要件を明らかにすること。
- ②機能要件のそれぞれについて、その実現手段を検討すること。

(2) 平成 14 年度の成果

(a) 業務の要約

主に気象庁が過去に実施した即時的地震情報のユーザーと目される企業、機関に対するアンケート調査やインタビュー調査の結果などをもとに、想定される活用方策を整理するとともに、ユーザーサイドがそのような活用を実現する際の当該情報に関するニーズ（項目、内容など）について、分析・整理を実施した。

そして、その検討で明らかになったニーズと、気象庁から発信される即時的地震情報（「ナウキャスト地震情報」）¹の内容を勘案し、その間を結びつける「翻訳ソフト」が具備すべき機能要件について検討するとともに、それをソフトウェアとして実現する方法・手順、及び、必要とされるデータベースの内容を整理した。

今年度の調査・研究により開発すべきソフトウェアのイメージが明確になったことから、平成 15 年度は、この成果をもとに翻訳ソフトウェアの試作を行うこととなる。

(b) 業務の実施方法

いずれの事項についても、既往のアンケート調査やインタビュー調査の結果などをもとに基本的な整理を行うとともに、研究代表者を中心に会合をもち、意見交換をかさねることで検討を深めていく方法をとった。

今年度実施した共同研究者による会合の開催日、開催場所は、以下の通り。

第 1 回 平成 14 年 10 月 21 日 於：東京大学地震研究所

¹ 即時的地震情報の実用化に向けての研究開発は、気象庁および防災科学技術研究所を中心に大学などの研究者も交え共同で実施していくこととされているが、当該情報の発表については、気象庁が一元的に実施することとなっていることから、活用者サイドにおける情報翻訳ソフトウェアの開発にあたっては、気象庁の発表する情報のコンテンツを考慮の対象とした。

第2回 平成14年12月16日 於：東京大学地震研究所

第3回 平成15年 2月20日 於：東京大学地震研究所

(c) 業務の成果

1) 機能要件の明確化

気象庁では、平成15年度中に即時的地震情報（「ナウキャスト地震情報」）の検証のための配信開始を予定しており、その配信にあわせて実証実験を実施していくこととしている。配信の開始にあたって、当該情報のコンテンツやフォーマットが明らかになってきていることから、それらの内容を考慮し検討を実施した。

この情報の概念図を図1に示す。

地震波の伝搬とナウキャスト地震情報(概念図)

気象庁資料

—地震動による被害を未然に防止するため—
震源の近くで地震波(P波)を捕らえ、被害をもたらす主要動(S波)の到達前に、その到達予想時刻や推計震度等を提供する。

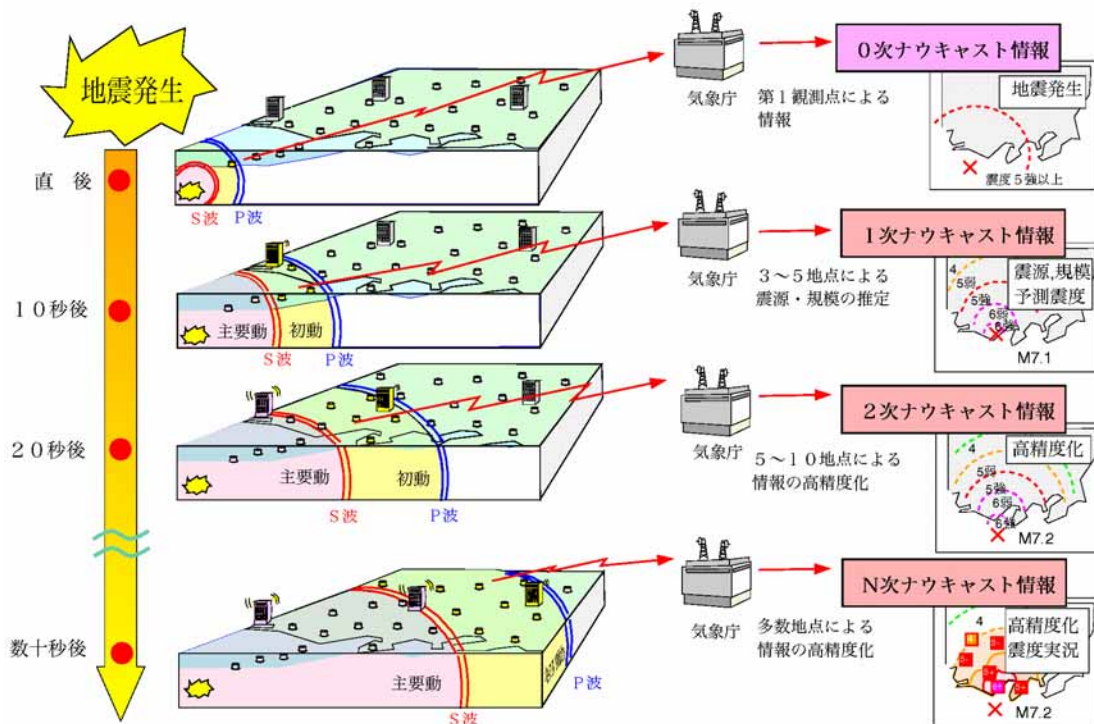


図1 ナウキャスト地震情報の概念図

図1にもあるように、気象庁が発信しようとしている「ナウキャスト地震情報」や防災科学技術研究所が検討しているようなリアルタイムの地震情報は、「強い揺れが到達する前に何らかの防災対応をとる」ためのトリガー情報として活用することを主な目的としており、したがって、これらの情報の活用は、対応時間が短い中で何かを制御する、あるいは警告を発して行動をとらせる／身構え・心構えをさせる、

ということになると想定されている。これまでの調査・研究から、想定される活用策として、例えば、図2に示すようなものがあげられている。

気象庁資料

ナウキャスト地震情報の活用のイメージ



図2 ナウキャスト地震情報の活用イメージ

さらに、上述のような、これまでの活用方策にかかる調査から、この情報を有効に活用するためには、活用者サイドにおいて、できるかぎり情報受信から実際に揺れるまでの猶予時間（この時間が、基本的には、対応行動のために使える時間となる）を確保しつつ、活用者にとって有効な（活用しやすい）情報を伝達することが求められていることが明らかとなっている。また、具体的に求められている情報の内容としては、主に

- ・ どれくらい揺れるのか（対応行動をとらなければならない地震か否か、どのような対応をとるべきかに関する情報）
- ・ どれくらい猶予時間があるのか

であることも明らかになっている。このうち、特に当該地点（対応をとるべき地点）が「どれくらい揺れるのか」ということについては、発生した地震の位置や規模に依存する情報であるとともに、その地点の極めてローカルな地盤条件等にも強く依存するものであることから、活用者サイドにおいてより有効な情報とするためには、それらローカルな情報を織り込むことが必要になると考えられる。しかし、情報処理・発信サイドにおいて、個々のユーザーすべての環境を考慮しきめ細かな情報を作成・

配信することは、いたずらに処理に要する時間を増やすことにつながり、つまり、対応に資する猶予時間を短くしてしまうことになり、結果として、当該情報の有効性を損なってしまうことになる可能性もあると言える。

また、ユーザーによって防災対応をとる／とらないの閾値は異なると思われるが、情報発信サイドでそれを認識した上で、情報を届ける／届けないの判断を個々に実施することは、ユーザーが増えれば増えるほど困難になると考えられ、よって、情報発信サイドは、一律の情報を不特定多数のユーザーに配信し、その情報の活用については、ユーザーサイドが判断することが必要となるとも考えられる。

以上のことから、ここで対象としている情報を有効に活用するためには、すべての必要な情報を情報発信サイドにて作成し活用者サイドに届けるのではなく、双方で役割分担を考慮することが必要と考えられる。実際、気象庁が検討しているナウキャスト地震情報の発信コンテンツにおいては、都道府県単位あるいはそれをいくつか分割した程度の範囲を対象とした震度予測情報を作成・配信（同報）するようになっており、ユーザーによっては、さらに自らのおかれている環境、対応行動の内容等を考慮する必要があることになると想定される。

上記事項を整理すると、有効な情報処理・伝達を実現するためには、

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">○情報発信サイドでは、震源情報を主とした基本的な情報をすばやく作成し、伝達。○活用者サイドでは、その基本情報を受け取って、自らに使い易い情報に加工し、制御等に活用。 |
|---|

という体制が適していると考えられる。実際にも情報発信サイド（気象庁）からは、震源情報を主とした基本情報が配信される予定である。

よって、活用者サイドにおける翻訳ソフトに求められている機能とは、震源情報を主とした基本情報を受信し、速やかに有効な防災対応トリガー情報を出力することであると考えられる。

具体的には、当該情報を受信後、

- ・どれくらいの猶予時間があるのか
- ・どれくらい揺れるのか
- ・（それらをもとに）対応をとるべきか否か
- ・対応をとるとしたら、どのような対応が適切か

というアウトプットをできる限り短い時間で作成することが、求められる機能と言えるであろう。加えて、ローカルな地盤情報の取得には限界があると想定されることから、有感地震の経験を重ねることで当該地点の揺れやすさの度合を微調整するような機能も付加しておくことが必要と考える。

上記事項を整理し、具備すべき機能要件を以下に箇条書きにした。

【「翻訳ソフト」の機能】

- ①情報発信機関が配信する基本情報（震源情報など）を受信し、速やかに加工処理を行う。
具体的な「加工処理」の内容は、以下の通り。
 - ・どれくらいの揺れになりそうかを予測する。
 - ・揺れの強さを表す尺度（震度、最大加速度、最大速度）について、選択できる。
 - ・ローカルな地盤情報を付加しうる。
 - ・建物の情報も必要に応じて付加しうる。
 - ・予測計算された結果と体感を比較し、「大きすぎる」／「小さすぎる」といったことをもとに微調整できる。
- ②どのタイミングの情報を使うかを指定できる（情報発信サイドは、情報を更新しては配信する、という行為を短い時間の中で繰り返すと想定されることから）。
- ③予測された揺れの強さが、ある閾値を超えたときに信号を出力する（あるいは、防災対応のためのプログラムを起動する）。
 - ・閾値の設定ができる（閾値に応じて、複数の設定ができる）。
- ④モニターに予測結果を表示できる。
 - ・閾値以下の場合と閾値以上の場合など、複数のレベルを分けて結果の表示（場合によっては警告、とるべき防災対応行動の内容などの表示）ができる。
 - ・任意に表示文を入力可能。

2) 実現手段の検討

上述した機能要件の、ソフトウェアとしての実現手段、用意すべきデータ等について検討結果を以下に概括する。

なお、検討結果は、以下の項目について整理した。

- a) 翻訳ソフトのプラットフォームについて
- b) ソフトの言語
- c) ソフトの流れ図
- d) ソフト作成に当たっての使用目的に適合した具体的な条件又は基準
- e) ソフトのインストールに関する事項
- f) ソフトの試行に関する事項
- g) ソフトの存在形式に関する事項
- h) ソフトの保守管理に関する事項
- i) その他必要と認める事項

a) 翻訳ソフトのプラットフォームについて

携帯電話に代表されるモバイル・デバイスをも対象として翻訳ソフトを開発することも考え得るが、携帯電話へのプッシュ型情報提供を多数の端末に向けて実施すること、特に短時間に（数秒で）実施することは、現行のインフラでは困難なことから、当面は、（ネットワークにつながっている）PCを想定して翻訳ソフトの開発を行うこととした。なお、情報の受信方法は、

- ・専用線により常時接続されているPCのIPアドレスが指定され、情報作成サイドから情報が送付される
- ・衛星を介してLANを構成する端末として認識されている状態で、PCのIPアドレスが指定され、情報作成サイドから情報が送付される

を基本と考えている。

翻訳ソフトを開発するにあたり、まず、OSとしてどのようなものを対象とするのが適切かを検討した。その比較結果を表1に示す。

表1 プラットフォーム比較一覧表

		普及度	安定性	操作性	開発容易性	保守性
Windows系	Win95,Win98,WinMe					
	WinNT,Win2000,WinXP					
unix系	Linux					×
	hp-ux					×
	Solaris					×
	BSD					×
Apple系	MacOS					

- 普及度 :一般的なPCとして広くエンドユーザーに普及しているか。
 安定性 :長時間動作させている時のOSの動作安定度。
 操作性 :一般ユーザーにとってインストールやソフトウェア操作が容易であるかどうか。
 開発容易性 :プログラムを開発する上での容易さ/開発コスト。
 保守性 :OSの保守性。OSのバージョンUPや調整の容易さ。

Windows系では、サーバー系のWinNT,Win2000,WinXPとクライアント系のWin95,Win98,WinMeに分けて表記した。

Linuxでは以下のCPUに応じたバージョンがあり、それぞれバイナリの互換性がないことに注意が必要。

(x86, Motorola 68k, Digital Alpha, SPARC, Mips, Motorola PowerPC)

現在もっとも容易に準備できるプラットフォームはWindowsであるという
 こと、すでに十分に普及されていることから、Windowsを今回の開発にあたってのプラッ

トフォームとすることとした。ただし、極力プラットフォームに依存するコーディング²は避ける必要があると考えている。

b) ソフトの言語

どのような言語でソフトを開発するのがふさわしいかについて、比較検討を行った。その結果を表 2 に示す。

表 2 開発言語比較一覧表

	移植性	動作速度	動作環境	実行環境
C				
C++				
C++ MFC	×			
C#	×			×
JAVA		×		

移植性 : 上記の言語で作成した場合の各プラットフォーム間への移植性の難易度。

動作速度 : プログラムの動作速度。

動作環境 : プログラムを動作させる為に必要な環境。

OS や言語に依存する外部ライブラリやクラスファイル。

実行環境 : プログラムを実行させる為に必要なメモリやディスク等のハードウェアリソースの使用量

この比較結果、特に実行速度と普及度の観点から、今回の開発にあたっては、C 言語がふさわしいと判断した。

ただし、前述のプラットフォームに関する問題にも関連するが、極力プラットフォームに依存しないコーディングが必要と考えている。具体的には、入力と出力を明確に分け、最低でも「翻訳」部分に関しては、どのプラットフォームでコンパイルされても良いようなコードにする必要がある。

プラットフォームの依存度が低い JAVA については、実行速度において C より不利だと判断した。今回開発対象とするソフトウェアのように即応性が求められるのであれば、プラットフォームに依存しないというメリットについては犠牲にせざるを得ないと考えている。

また、ソースコード公開ということも考えたい。基本（標準）とするプログラムを作成した後、ソースコードを公開するとともに、その関連情報を発信する Web サイトを立ち上げ、ユーザーに種々の OS に移植してもらい、バイナリファイルの UPLOAD とレポートを受け付けるという体制も、ここで考えるソフトウェアの普及を図る観点からは有効と考えている。

² たとえば Windows ファンデーションクラス/COM コンポーネント/.NET コンポーネント等がこれに当たる。

c) ソフトの流れ図

開発する翻訳ソフトは、初期設定プログラムと主プログラムで構成されるものとする。

今回のプログラム開発において、すべてのユーザーの活用策に対応するアウトプットを可能とすることは不可能と考える。しかし、開発したプログラムの適用範囲が限定されることも避けるべきであろう。そのような観点から、翻訳ソフトの主プログラムにおいては、標準的なアウトプットソフトとして、「設定した閾値を超える予測情報を得たとき、ダイアログ表示し、アラーム音／音声を出力するプログラム」を同梱するとともに、ユーザーが用意する制御プログラムなどを起動することができる（そのような設定を容易に行いうる）機能を整備することとした。

なお、制御プログラムの作成の仕方についても、簡単なマニュアルを作成し添付することとしたいと考えている。

【初期設定プログラム】

図3に示す「初期設定プログラムの流れ」によると、

1. 現在位置情報や対応の閾値となる尺度（震度等）の入力等による初期データの作成

○現在位置を地図上で入力するか、緯度・経度を入力することで 現在位置地点の地盤データを切り出してハードディスクに保管する。

- ・具体的には、工学基盤より上層の表層地盤の増幅率をデータとして保有することとする。
- ・この機能を実現するために、地盤情報のデータベースを用意しておく。標準的な表層地盤の増幅率は、内閣府が実施している1 km相当メッシュでの被害想定に使われている、国土数値情報の微地形分類に基づいた表層地盤の増幅率データを基本とし、対応を考える地点が属するメッシュの増幅率を参照することができるよう、データを整備しておくこととする。
- ・その増幅率をカスタマイズする機能も保有することとする。具体的には、直接、増幅率を入力する機能とする。地盤調査などの結果を保有するユーザーが、自らローカルな情報を活用する際に用いることを想定。

☆構造物の構造、階高による振動の違いを考慮するようなファクターをも持たせておくことが望ましいが、構造物の高層階では、単純に振幅が増大するわけではなく、振動の卓越周期が長い方へシフトしていくことから、対応行動の性質によってその効果をどのように取り込むかを定めるべきであるため、どのようなデータを付加すべきかは、ユーザーに委ねることとしておく。ただし、そのような、揺れの増幅の度合をユーザーが容易にカスタマイズできるような機能を持たせておくことで、この部分をカバーすることとしたい。

○対応の閾値とする指標、および必要な場合には、その予測式を入力し保管する。

- ・対応の閾値を設定する指標は、デフォルトでは「震度」とするが、最大加速度、最大速度も選択を可能とする。
- ・予測方法は、気象庁がナウキャスト地震情報を作成する際、地域の震度の予測する方法に準拠することとする。
- ・ユーザーが、独自の予測式を用いて閾値設定することも可能とする。具体的には、震度、最大加速度あるいは最大速度の予測式を直接入力する機能を持たせることとする。ただし、係数のマトリックスなどを別途参照するような式ではなく、震源距離あるいは震央距離、震源深さ、マグニチュードをもとに計算を行う式とする。震度を指標として選択した場合、その予測方法は、直接震度を予測する方法と、最大加速度あるいは最大速度を予測し、その結果を震度に換算する方法のどちらかを選択することとする。

2. ナウキャスト地震情報の入力に関する設定

○ナウキャスト地震情報をどのように取得するか選択を行う。

例) インターネット URL/ポート
PCMCIA カードで衛星から受信

3. 対応すべき予測結果が得られたときに起動するプログラムを指定する。

○基本的には、ダイアログ表示しアラーム音/音声を出力するプログラムが同梱されているが、それ以外に利用者が任意のプログラムを起動することができるようにする。ただし、その場合には、そのプログラムを用意しておく必要がある。

- ・ファイルを指定することで起動プログラムの設定を行う。
- ・条件判別を行って、起動プログラムを選択することができるような設定も可能とする。

例えば、

予測震度が○以上△未満のとき	プログラム A を起動
予測震度が△以上のとき	プログラム B を起動

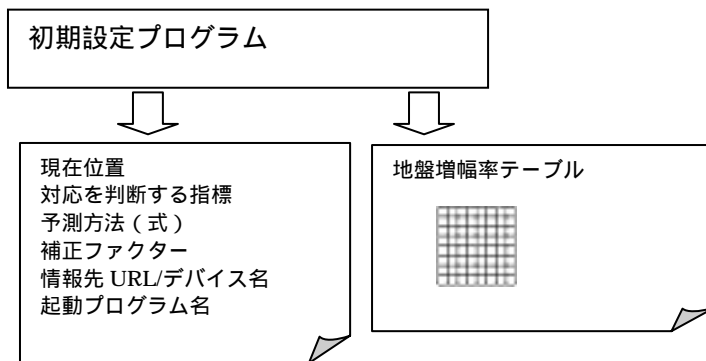
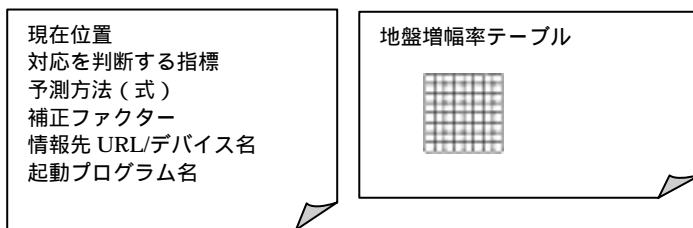


図3 初期設定プログラムの流れ

【主プログラム】

主プログラムは、図4の流れで動作する。モジュールの構成およびその流れは、次頁の図5に示す通りである。



図4 主プログラム

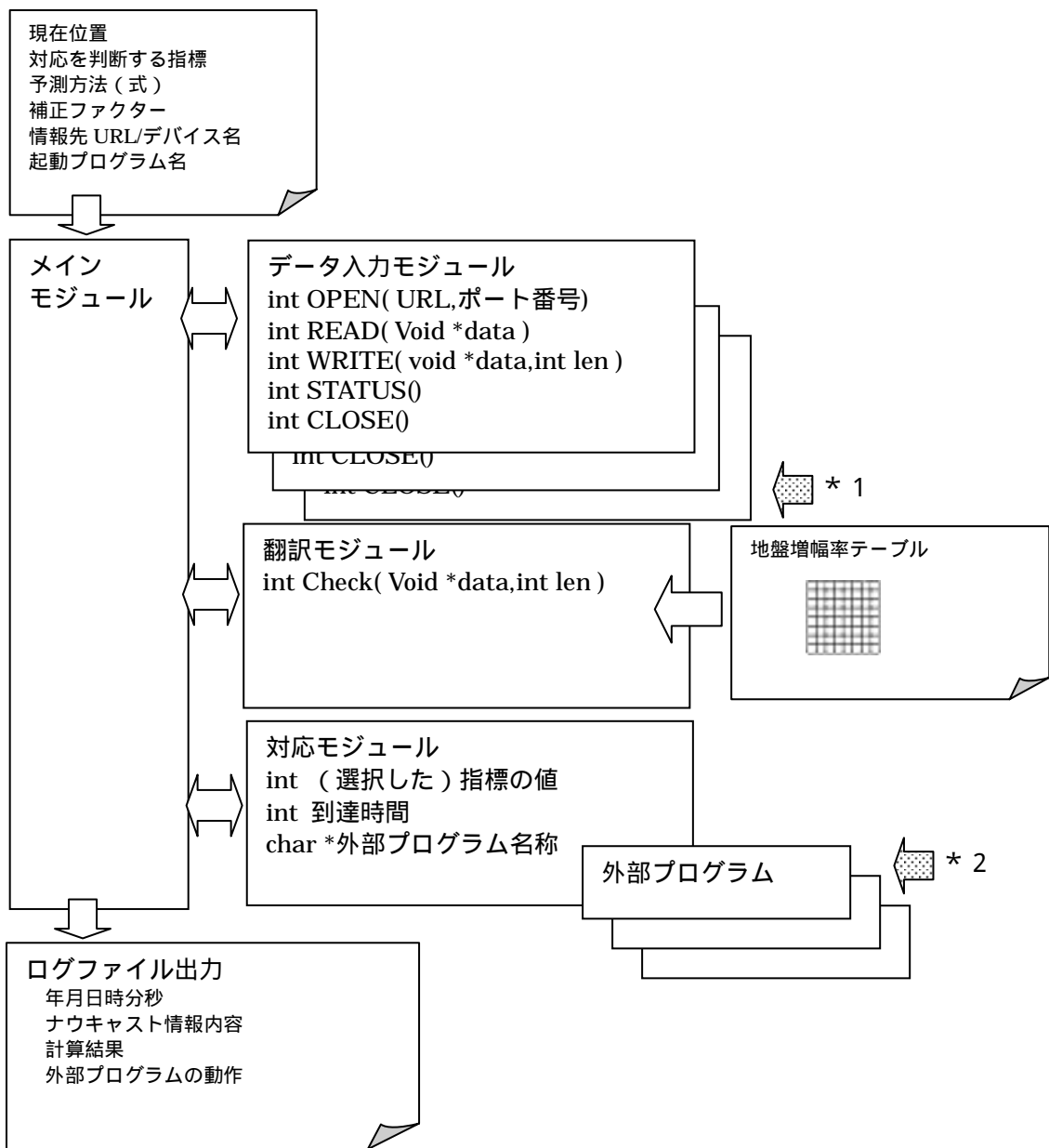


図5 主プログラムの流れ

* 1 :

悪意を持った第三者が、偽情報を発信する場合などに備え、情報を暗号化することも考えられる。そのような場合、ここに解読モジュールが必要となる。

* 2 :

対応モジュールが起動させる外部プログラムの作り方について、マニュアルを用意する。また、サンプルプログラムという意味も込めて、アラーム表示、音声出力が可能なプログラムを同梱する。

d) ソフト作成に当たっての使用目的に適合した具体的な条件又は基準

○翻訳ソフトの演算について

- ・出来得る限りの計算は、初期データ作成時に済ませておく。
- ・実際のナウキャストデータ受信から、現在位置の震度等指標の値の算出においては、イタレーションなどは行わず、簡単な演算とテーブル参照により実行速度を上げることとする。

○閾値を越えた場合の対応（プログラム起動）について

- ・翻訳部分の計算結果により対応が必要と判断した場合、初期設定で定義されているプログラムを起動する。

☆このような条件設定としたのは、前述したように、ユーザーがもっとも必要している機能を現時点ではすべてコード化できないためである。また、ユーザーがプログラムを準備し容易に交換可能する必要があるためでもある。

e) ソフトのインストールに関する事項

開発されたソフトウェアの各ユーザーにおけるインストールおよび必要な情報の取り込みは、インターネットを介して DOWNLOAD することを基本とし、必要に応じて CD-R の配布などによることとしたい。

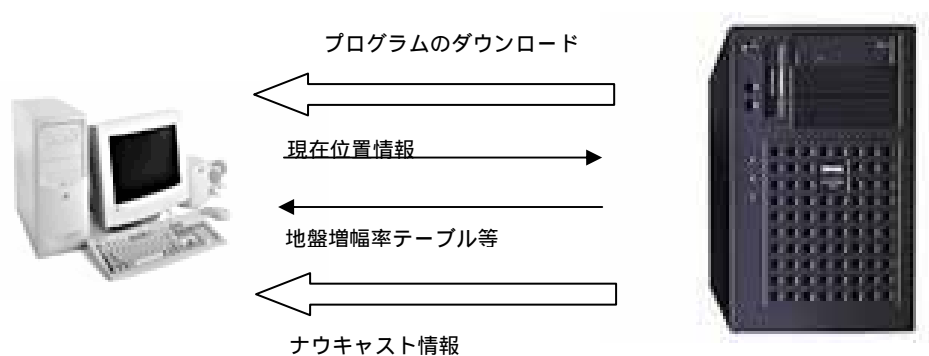


図6 インターネット型



図7 スタンドアローン型

f) ソフトの試行に関する事項

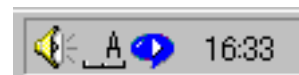
本システムをインターネットからナウキャスト情報を取得する形態で利用した場合、サーバーにナウキャスト情報と現在位置、震度等使用した指標・到達時間の算出結果を POST することとする。

これは後に検証することを可能にするよう、サーバーにログを記録するためである。

g) ソフトの存在形式に関する事項

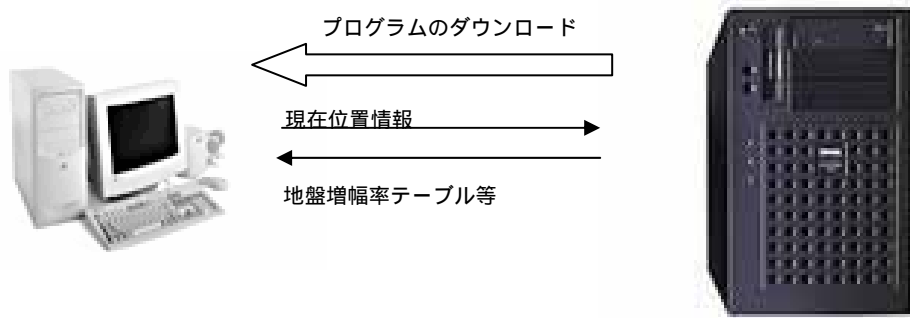
Windows による開発を考えていることから、このソフトウェアも一般アプリケーションとかわらず、メモリ上に常駐して動作するが、大抵は入力待ちのままであることから CPU リソースはあまり消費しないものと想定する。

最小化するとタスクトレイに入る為、デスクトップに邪魔にならない。



h) ソフトの保守管理に関する事項

プログラムのアップグレードに関しては、インターネット上で行うのがもっとも安価で効果的と考えている。その他、外部プログラムのバリエーション追加や関連情報の取得についても同様としたい。



i) その他必要と認める事項

例えば、各種指標の予測式については、最新の工学的な研究の成果が即座に活用可能なようになることが望ましい。その他、本ソフトウェアに関する種々の情報の取得を容易に行えるよう、インターネットを介して必要な情報を公開するような仕組みを構築することも必要と考える。

(d) 結論ならびに今後の課題

「翻訳ソフト」が具備すべき機能要件について検討するとともに、それをソフトウェアとして実現する方法・手順、及び、必要とされるデータベースの内容を整理した。

今年度の調査・研究により、開発すべきソフトウェアのイメージが明確になったことから、平成15年度は、この成果をもとに翻訳ソフトウェアの試作を行うこととなるが、試作品を構築していく段階で、適宜その使い勝手や機能要件そのものをユーザーの観点から評価しフィードバックすることで、開発するソフトウェアをより有効なものとしていく必要があると考えている。

(e) 引用文献

- 1) 横田崇、気象庁におけるナウキャスト地震情報への取り組み、第1回国土セイフティネットシンポジウム予稿集、37-47、2002.
- 2) 加藤孝志・横田崇・上垣内修、「ナウキャスト地震情報」の実用化に向けて、第11回日本地震工学シンポジウム論文集、2299-2302、2002.
- 3) 藤縄幸雄、リアルタイム地震情報の多角的活用(2)、第2回国土セイフティネットシンポジウム予稿集、11-16、2003.
- 4) 横田崇、気象庁における『ナウキャスト地震情報』の提供とその活用について、第2回国土セイフティネットシンポジウム予稿集、17-24、2003.

(f) 成果の論文発表・口頭発表

平成15年度から、翻訳ソフトのコンセプトを学会等で発表していくとともに、ソフトウェアの試作を待って、その公表を積極的に実施していきたい。

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

今年度は、「翻訳ソフトウェア」の開発の前段階として、機能要件を明確化するとともに、その実現手段について検討をおこない、その成果を整理した。

(3) 平成15年度業務計画案

平成15年度においては、以下の開発・調査を実施する。

- ①平成14年度の調査において整理した機能要件を有する「翻訳ソフトウェア」を試作する。
- ②情報発信機関から情報を実際に受信し、ソフトウェアが十分に機能するかどうかを評価することで実用化にあたっての課題などを整理する。