

# 災害時避難場所選定・決定システムの開発

東京ガス株式会社

情報通信部 GIS 技術グループ 神垣崇平、大川英二郎、木津吉永

## 1. はじめに

弊社は「分散地図データに関する統合と活用方法の研究」というテーマで本共同研究に参加させて頂いた。また、弊社は発足当初から官民共同の地理情報標準のWGに積極的に参加させて頂いている経緯から、分散地図のフォーマットとして地理情報標準第2版(以降、JSGI2.0)及びJIS X 7199として制定されているG-XML2.0を用いた。本システムではJSGI2.0あるいはG-XML2.0の防災データをシミュレーションに基づき、オンラインで弊社GIS上で加工できることを実証するとともに、PDAを用いて現場で収集した防災情報をシームレスに反映できる実用的な「災害時避難場所選定・決定システム」を開発した。

## 2. 概要

### (1) 実験の方法

当システムは以下4つのシステムから構成されている。

- 1) 避難場所選定シミュレーションシステム
  - 2) 現場での情報収集システム
  - 3) 避難場所決定システム
  - 4) 避難経路シミュレーションシステム
- システムの全体イメージは図1.となる。

当4つのシステムを動作させるにあたり、大垣市提供の防災データをJSGI2.0、G-XML2.0に予め変換しておく。

### 1) 避難場所選定シミュレーションシステム

JSGI2.0あるいはG-XML2.0の防災データを背景地図とともに、オンライン読込する。病院に近く、かつ避難場所が足りないエリアに避難場所を入力し、入力した避難場所が適当であるかポロノイ分析を行う。

### 2) 現場での情報収集システム

入力した避難場所が分析結果により、妥当であることが判明した場合、弊社PDAマッピングシステムWalkMapにXML形式で避難場所の情報を転送し、調査員が現地で、避難場所付近の危険個所の情報を収集する。

### 3) 避難場所決定システム

調査員が事務所に戻り、現地で収集した避難場所付近の危険個所の情報をサーバに集約し、避難場所選定シミュレーションシステムで選定した避難場所付近に危険個所がなければ、避難場所を正式なものとして、JSGI2.0あるいはG-XML2.0としてマスター出力を行う。

以上の流れで、適切な避難場所を決定していき、マスターとしてJSGI2.0あるいはG-XML2.0として保存することにより、他のシステムからも容易に防災情報が呼び出せるシステムとなっている。

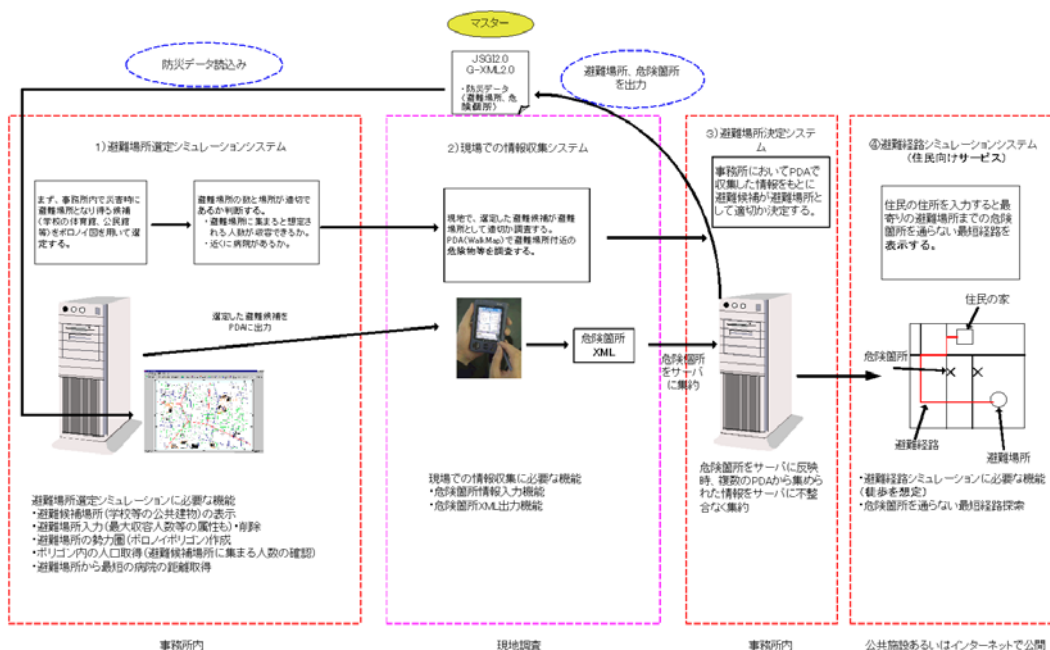


図1.システムの全体イメージ (拡大図は別紙)

#### 4) 避難経路シミュレーションシステム

マスター管理している避難場所、危険箇所を用いて、住民の自宅から最寄りの避難場所を抽出し、危険箇所を迂回するような最短経路を表示するサービスを住民に提供する。

##### (2) 実験に使用したデータ

##### 1) 数値地図 25000

背景地図、経路探索の道路ネットワークデータとして利用。

##### 2) 岐阜県 防災 (大垣建設事務所管内)

避難場所、避難経路上の危険箇所、避難経路、土砂災害発生履歴区域、地域整備計画区域レイヤが Shape ファイルで提供されている。大垣市がもつ防災情報として利用。

##### 3) PDM H7 国勢調査・町丁目等別集計・総人口

ボロノイ集計を行う時にボロノイポリゴン内の人口を按分集計する時に利用。

##### 4) PAREA-Medical 病院

災害時に活用できる大垣市の病院を把握するために利用。

##### 5) PAREA-Medical 診療所

災害時に活用できる大垣市の診療所を把握するために利用。

##### 6) 街区レベルの位置参照情報 (国土交通省)

街区レベルでの住所検索を行うために利用。

### 3. 内容の詳細

以下では、各システムの詳細について記述する。

#### (1) 避難場所選定シミュレーションシステム

岐阜県 防災データを JSGI2.0、G-XML2.0 にコンバートをかけ、避難場所選定シミュレーションで読み込みを行う。防災情報 (避難場所、避難経路上の危険箇所、避難経路) を JSGI2.0 の仕様に基づき、作成した応用スキーマが図 2.である。応用スキーマから JSGI2.0 準拠として出力した XML が表 1. となる。また、G-XML2.0 準拠として出力した XML が表 2. となる。

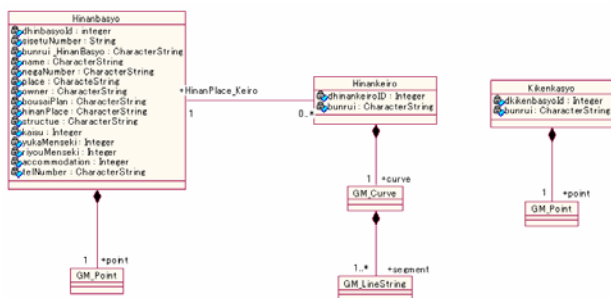


図2.防災情報の応用スキーマ

出力した JSGI2.0 (G-XML2.0) 準拠の防災 XML ファイルを実際避難場所選定シミュレーションで読み込んでみると、図 3. の通りとなり、今回ご提供頂いた防災データには大垣市内の情報が含まれていないことがわかる (図 3. の画面の右側にある背景図が数値地図 25000 で大垣市のエリアである)。

そこで、大垣市の公共施設 (小中学校、公民館等) から避難場所となり得る建物を図 4.の通り入力してみる。

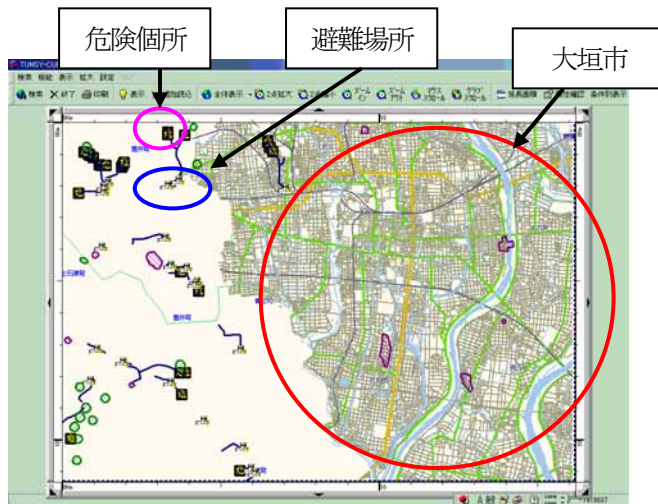


図 3. 防災データの読込

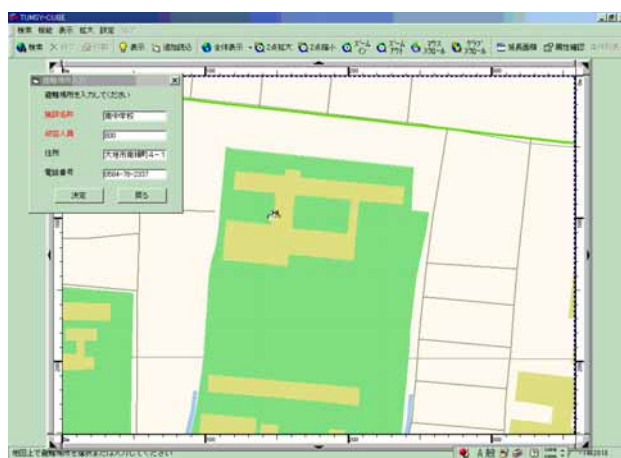


図 4.避難場所入力

大垣市の避難場所候補入力後、選定した避難場所が避難してくる住民を許容できるだけに十分に存在し、かつ各避難場所が病院から近いかどうかをボロノイシミュレーションで確認してみる。シミュレーション結果は図 5.である。図 5.からわかるように、公共施設から大垣市の避難場所を選定した場合、避難場所が全体的に不足することがわかる (図 5. の赤くハッチングされたエリアが避難場所不足地域である)。

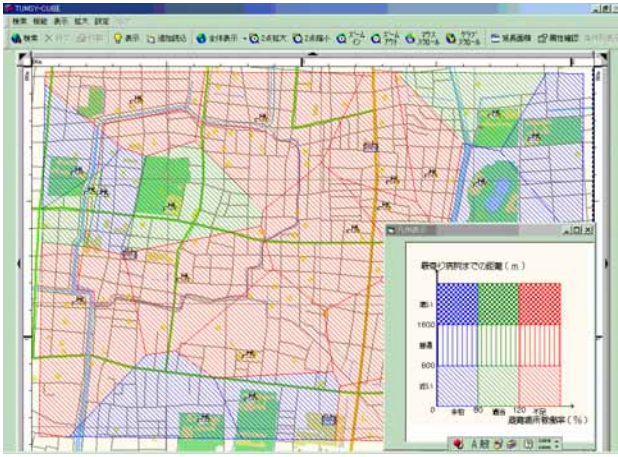


図 5. ボロノイシミュレーション結果

表 1. 避難場所 XML (JSGI2.0)

```

<Hinanbasyo id="F240522-11-1">
  <point id="s1-240522-11-1">
    <CRS idref="TOKYO"/>
    <position>137.848197 35.315596</position>
  </point>
  <dhinbasyoId>40</dhinbasyoId>
  <sisetuNumber>上石津0 4</sisetuNumber>
  <bunrui_HinanBasyo>避難場所</bunrui_HinanBasyo>
  <name>萩原コミュニティセンター</name>
  <negaNumber>M-13</negaNumber>
  <place>上石津町大字牧田字萩原</place>
  <owner></owner>
  <bousaiPlan>無</bousaiPlan>
  <hinanPlace>公民館</hinanPlace>
  <structure>木造</structure>
  <kaisu>1 階</kaisu>
  <yukaMenseki>77</yukaMenseki>
  <riyouMenseki>70</riyouMenseki>
  <accommodation>70</accommodation>
  <telNumber></telNumber>
</Hinanbasyo>

```

表 2. 避難場所 XML (G-XML2.0)

```

<GeometricFeature id="11" category="防災データ">
  <GeometricFeature id="1" category="避難場所">
    <Symbol id="1">
      <RenderingRule>
        <Symbolstyle rotationangle="21600">
          </Symbolstyle>
        </RenderingRule>
        <Coordinates>1501068,462918</Coordinates>
        <SymbolName>1</SymbolName>
      </Symbol>
      <Property propertytypename="レコード ID"
        datatype="string">240522-11-1</Property>
      <Property propertytypename="dhinbasyoId"
        datatype="integer">40</Property>
      <Property propertytypename="施設番号" datatype="string">上
        石津0 4 </Property>
      <Property propertytypename="分類" datatype="string">避難場
        所 </Property>
      <Property propertytypename="名称" datatype="string">萩原コ
        ミュニティーセンター </Property>
      <Property propertytypename="ネガ番号"
        datatype="string">M-13 </Property>
      <Property propertytypename="所在地" datatype="string">上石
        津町大字牧田字萩原 </Property>
      <Property propertytypename="管理者" datatype="string">
        </Property>
      <Property propertytypename="防災計画" datatype="string">無
        </Property>
      <Property propertytypename="避難場所" datatype="string">公
        民館 </Property>
      <Property propertytypename="構造" datatype="string">木造
        </Property>
      <Property propertytypename="階数" datatype="string">1 階
        </Property>
      <Property propertytypename="床面積"
        datatype="integer">77</Property>
      <Property propertytypename="利用面積"
        datatype="integer">70</Property>
      <Property propertytypename="収容人数"
        datatype="integer">70</Property>
      <Property propertytypename="電話番号"
        datatype="string"></Property>
    </GeometricFeature>
  </GeometricFeature>

```



## (2) 現場での情報収集システム

弊社の PDA 地図システム WalkMap を用いて、避難場所選定シミュレーションシステムで選定した避難場所付近の危険箇所やその属性情報（危険度等）を調査員が実際、現地で収集する（図 6 参照）。WalkMap では、危険箇所への入力情報は XML 形式で保存される。



図 6. WalkMap での危険箇所入力

## (3) 避難場所決定システム

調査員は事務所に戻ると、WalkMap で収集した避難場所付近の危険箇所の情報をサーバに集約する。担当者は避難場所決定システムで、避難場所付近の危険箇所情報をもとに、避難場所選定シミュレーションシステムで選定した避難場所が安全な場所にあるか（危険箇所により、避難経路が遮断されていないか）を判断する。安全な場所にあることが判明すれば、選定した避難場所を正式な避難場所として決定し、マスターデータとして、JSGI2.0、G-XML2.0 準拠の防災 DB として出力する。防災 DB が JSGI2.0、G-XML2.0 準拠のため、大垣市の防災データを他の GIS から容易に呼び出すことが可能となる。

図 7 は図 6 の WalkMap で収集した避難場所付近の危険箇所を表示しており、収集した危険箇所は避難場所へ通ずるはずの避難経路を遮断している。そのため、図 7 の避難場所候補を正式に避難場所にするには、図 7 の避難場所候補に通ずる入り口を他に設ける必要がある。

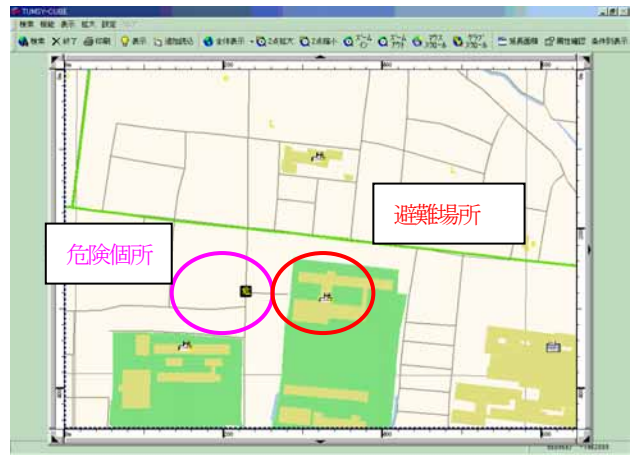


図 7. 避難場所決定システム

## (4) 避難経路シミュレーションシステム

住民が自宅の住所あるいは地図上で位置を指定することにより、最寄りの避難場所までの避難経路を表示してくれるシステムである（図 8 参照）。(1)～(3)のシステムで決定あるいは集めた防災情報（避難場所、危険箇所）を利用することにより、自宅から最寄りの避難場所までの危険箇所を通らない安全な避難経路を表示することが可能となる。大垣市のホームページあるいは大垣市の施設の端末上で当サービスを提供することにより、災害時の安全な避難経路を住民に周知することが可能となる。

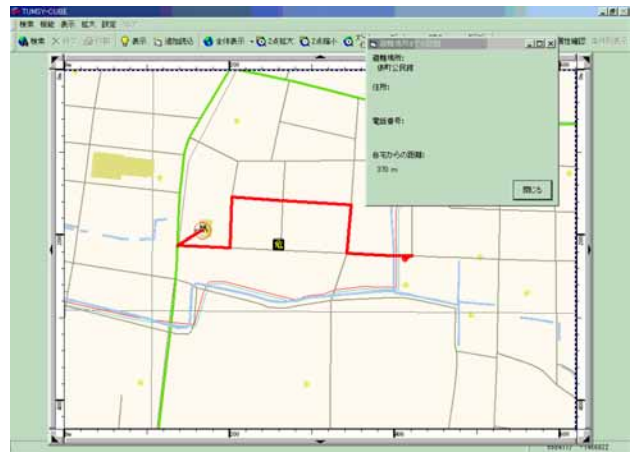


図 8. 危険箇所を迂回した避難経路表示

## 4. 結果、考察

### (1) 避難場所選定シミュレーションシステム

#### 1) 結果

- ・今回開発したシステムで、JSGI2.0、G-XML2.0 準拠のデータを取り込む機能の確認ができた。
- ・さらに、JSGI2.0、G-XML2.0 準拠のデータをオンラ

インで読み込めることについても確認できた。

- ・ボロノイ分析により、距離的な指標による避難場所の過不足エリアを抽出することができた。

## 2) 考察

- ・今回、レスポンスの向上を図るために、更新対象の防災データのみ JSGI2.0、G-XML2.0 の形式にした。実際、背景地図も含めたすべてのデータを JSGI2.0、G-XML2.0 の形式にすることはアプリケーションにかかる負荷及びネットワーク負荷を考慮しても非現実的であり、背景データは各 GIS のオリジナルフォーマットで扱った方が良いと思われる。
- ・今回、ボロノイ分析という距離的な指標のみで避難場所の過不足の判定を行ったが、実際には収容人数の多い避難場所がカバーするエリアは大きくなるはずであり、今回の距離のみの指標では収容人数の多い避難場所のカバーするエリアが小さく見積られてしまう。避難場所の収容人数や貯蔵されている物資の量などの属性も加味した形で分析を行った方がより現実的な結果を導き出せると思われる。
- ・また今回は避難場所の数を指標としたが、病院の情報なども指標に加えることで、病院の少ない地域に救護施設を設置する計画の策定などにも活用できると考えられる。

## (2) 現場での情報収集システム

### 1) 結果

- ・避難場所選定シミュレーションシステムから選定した避難場所を、PDA の地図システムである WalkMap にシームレスに転送することが確認できた。
- ・PDA の地図システムである WalkMap により、分散かつ並行して現地情報収集が可能であることが確認できた。

### 2) 考察

- ・当システムを活用することにより、PDA を用いた現場情報の収集という利点を最大限活かせ、防災に関わらず、自治体業務全般に大いに役立つことが予想される。
- ・今回は PDA で現場情報を収集したが、災害時は誰もが持っている携帯電話で現場情報の取得・反映を行えるようにすると、より迅速な対応を行え、利便性も向上すると思われる。

## (3) 避難場所決定システム

### 1) 結果

- ・危険個所のデータを、PDA の地図システムから避難場所決定システムにシームレスに集約できることが確認できた。

- ・また、複数の PDA がある場合でも不整合なく、危険個所のデータを集約することが確認できた。

- ・防災情報を JSGI2.0、G-XML2.0 準拠のデータとしてオンラインで出力できることを確認した。

## 2) 考察

- ・不整合を起こすことなく複数の機器に収録された情報を集約できるため、情報の集約にかかる作業負荷を軽減できると考えられる。

- ・PDA と避難場所決定システムとの間でデータ交換が可能なことから、JSGI2.0・G-XML2.0 はデータ交換用のフォーマットとして機能を満たしていることが確認できた。

## (4) 避難経路シミュレーションシステム

### 1) 結果

- ・(1) ~ (3) のシステムで得られた避難場所、危険個所の情報をもとに、住民の自宅から最寄りの避難場所までの、安全な最適経路を抽出できることを確認した。

### 2) 考察

- ・今回開発したシステムは現実の災害時にも利用可能な実用的なアプリケーションであるが、異なるシステム間でのデータ連携が必須であり、このようなシステムの開発では、JSGI2.0・G-XML2.0 などデータ交換フォーマットの整備により開発効率が大きく向上すると考えられる。

## 5. 参考文献等

「G-XML PROTOCOL2.0」

「地理情報標準第2版 (JSGI2.0) XI 符号化」

### 問い合わせ先

東京ガス株式会社 情報通信部 GIS 技術グループ

〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20

tel. 03-5400-7764

fax. 03-3436-6112

Web <http://www.tokyo-gas.co.jp>

# システムの全体イメージ

