

先進的なユーザ・インタフェース技術を適用した 災害シミュレーションシステムの開発

Development of a Disaster Simulation System Using Tangible User Interfaces

小林 和恵¹, 片田 敏孝², 桑沢 敬行³, 成田 篤信¹, 平野 光徳¹, 加瀬 一郎¹

Kazue KOBAYASHI¹, Toshitaka KATADA², Noriyuki KUWASAWA³,
Atsunobu NARITA¹, Mitsunori HIRANO¹, Ichiro KASE¹

¹NTTコムウェア株式会社 研究開発部

Research and Development Department, NTT COMWARE Corporation

²群馬大学大学院 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻

Department of Civil and Environmental Engineering, Gunma University

³特定非営利活動法人 社会技術研究所

Institute of Social Technology

We present a disaster simulation system with a unique user interface technology. The goal of this system is to support collaborative planning of disaster measures, and disaster education for citizens. While several digital simulation tools are available for damage prediction and evaluation of disaster prevention plans, they are limited to use on traditional computers and displays, and rarely used in collaborative scenes and discussions. To address this issue, we have designed and developed a tabletop tangible user interface for disaster simulation. In this paper, we describe the concept and the main functions of the system and discuss the potential application scenario.

Key Words : disaster simulation, evacuation simulation, planning support system, tangible user interface

1. はじめに

地域防災計画の立案にあたり、被害を最小化するための効果的な防災計画を策定するためには、地域特性を考慮に入れた適切な災害の被害想定、及び対策案の事前評価が重要である。防災対策の効果を定量的かつ効率的に事前予測・評価検証するための手段としては、IT技術を導入するニーズも高く、GIS (Geographic Information System) データベースやコンピュータ・シミュレーションシステム等が提供されている。

しかし、これらのシステムのユーザ・インタフェース (UI : User Interface) は現在主流となっている GUI (Graphical User Interface) に基づいており、パーソナル・コンピュータの画面やプロジェクタによって画面を表示し、マウスとキーボードで操作するものである。一方、実際の危機管理や防災対策検討場面においては、複数の参加者による共同作業やディスカッションが求められる。しかし、パーソナル・コンピュータを囲んで意思決定のための議論を行うのはあまり現実的であるとはいえない。また、利用者が必ずしもパーソナル・コンピュータの利用に慣れているとは限らないため、導入障壁が高いという課題がある。以上のように、複数人での協調作業の中で手軽に利用でき、コンピュータの知識の有無にかかわらず誰もが簡単に使えるシミュレーションシステムのユーザ・インタフェースに関する検討は十分でなかった。

著者らは、この課題に取り組むため、テーブル型UIを適用した災害シミュレーションシステム「タンジブル災害総合シナリオ・シミュレータ」を開発した(写真1)。複数の参加者が机の上に紙地図等の資料や情報を広げて対面型で議論する場面を利用シーンとして想定し、DIG (Disaster Imagination Game) に代表されるようなグループワークの利便性を損なうことなく利用できる災害シミュレーションシステムの実現をコンセプトとして検討を行った。システムの目的は、ハード・ソフトの災害対策がもたらす人的被害の軽減効果の評価・検討等、防災対策会議での意思決定を支援することである。また、ゲーム感覚で自らの災害対応行動を記述して学ぶ防災教育ツールとしての利用も第二の目的としている。

本稿では、本システムの特徴と主な機能について紹介し、本システムの有効性を論じる。

2. 関連研究

本システムの検討にあたり、地域の防災計画策定を支援しうる GIS 関連の先行研究及び類似システムについて調査を行い、本研究との差異の明確化を行った。本章では、その代表的なものについて述べる。

(1) 消防科学総合センター⁷⁾による標準型市町村防災GIS

地域防災計画に基づき、各市町村における防災業務全

般の地理的データを、パソコン上で操作できるシステムである。防災業務で使用する地理的データを地域防災計画の項目に基づいて効率的に管理することが目的で、防災マップの作成を支援する機能や、図上訓練を支援する機能など、地図を扱う防災業務についても支援可能な機能群を有する。計画策定時の利用、特にシミュレーション技術による防災計画の検証支援は目的としていない点で本研究とは異なる。

(2) 加藤ら⁸⁾による地域防災計画支援システム

地区の防災計画・整備計画の策定及びまちづくり活動を支援するシステムであり、特に計画支援については、地区レベルの防災性評価を行い、計画の代替案を評価する機能を有する。具体的には、延焼等のシミュレーション機能や各種観点からの評価機能を有しており、効果的な計画策定を支援する。システムの目的・利用シーンについては本システムと近いが、ユーザ・インタフェース技術としては通常のパソコンが前提となっている。本研究では、システムの利便性と操作性向上のために先進的なユーザ・インタフェース技術の適用と検討に重点をおいている。

(3) 災害対応演習システム

秦ら⁹⁾により提案された地方自治体職員の災害対応能力のための図上訓練を支援する演習システムである。

このシステムが対象とするユーザと訓練方法は、本研究で扱うシステムとは異なるが、従来行われているロールプレイング型の訓練に IT (Information Technology) システムを導入するにあたり、IT リテラシーの有無に関わらず容易に扱えることをシステム化の際の目標の一つとし、ユーザ・インタフェースの検討や紙媒体を残す等の工夫をしている。

3. タンジブル災害総合シナリオ・シミュレータの概要

本システムは、複数人が参加する防災対策の事前検討や議論の場面で利用可能で、効果的な対策の探索と意思決定を支援可能な災害シミュレーション技術の実現を目指して開発された。

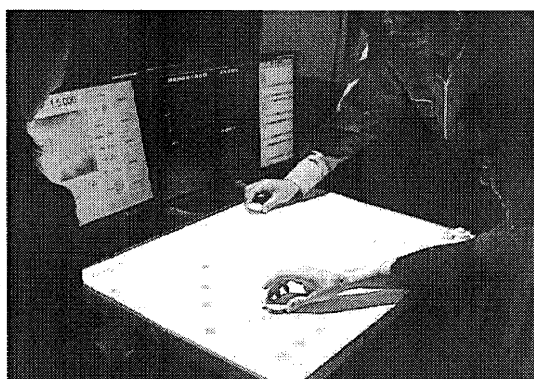


写真1 タンジブル災害総合シナリオ・シミュレータ利用風景

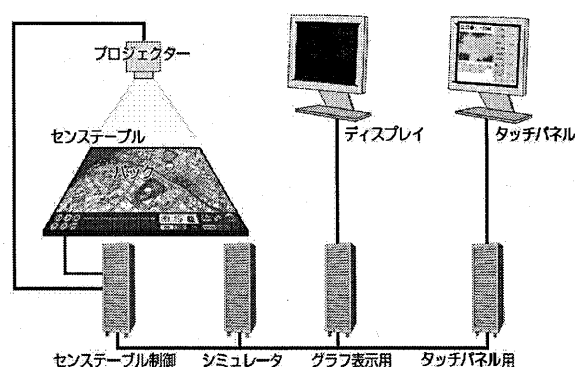


図1 システム構成

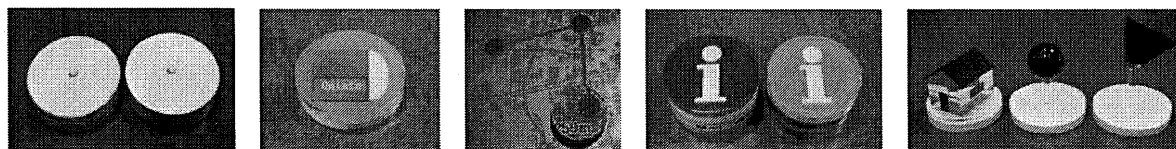


図2 操作用バックの外観 (左から一般操作、削除用、距離測定、観測用、個人避難設定用)

ユーザはテーブル上で災害種別や規模、避難勧告を出す時刻、通行禁止区域、避難所収容人数等のシミュレーション条件を直接入力することができる。本システムはユーザが入力した条件に基づきシミュレーションを実行し、災害状況、住民の避難状況等をアニメーションにより可視化する。災害による被害の予測 (シミュレーション) には、GIS による空間分析が行われている。このようなシミュレーションを通して、被災想定や人的被害削減のための防災対策を事前検証することが可能である。

(1) ユーザ・インタフェースの検討

採用すべきユーザ・インタフェース技術の選定にあたり、本システムに求められる操作性要件の抽出を行った。まず、防災計画の策定会議やDIGなどのワークショップでの利用を前提とすることから、①複数人で画面を共有するのに十分な大きさがあり、②参加者らが同時に操作できることが望ましい。また、本システムで想定するユーザ層は、システムの操作に習熟したシステム担当者というよりは、防災担当者同士や一般の住民らである。このことから、③システム自体の利用方法が簡単で学習障壁が低いこと、及び、④議論を妨げることなく操作できる (操作が煩雑でない) ことが重要であると考えた。

コンピュータのユーザ・インタフェースは、コマンド入力のキャラクタ・ユーザ・インタフェース (CUI: Character User Interface) から、Windowsで普及したグラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI: Graphical User Interface) と発展し、使い勝手が向上してきた。しかし、GUIは基本的に単一ユーザの使用を想定したものであり、対面型共同作業や議論による意思決定の場面での利用には課題があった。そこで新しい研究分野として、タンジブル・ユーザ・インタフェース (TUI: Tangible User Interface) ⁽¹⁾ と呼ばれるユーザ・インタフェースが提案されている。TUIとは、物理的なモノ・実体をデジタル情報とリンクさせて、より直感的で簡単な入力操作を実現するものである。テーブル上の地図上でユーザが建築模型を手で動かすことにより都市計画のシミュレーションを行うという研究事例も報告されている²⁾のを始め、グループワークや協調作業、協調学習に適するユーザ・インタフェースとして注目されている。

著者らは、これらTUIの特徴が、今回目的とするシステムのユーザ・インタフェース要件(①～④)と適合性が高いと考え、TUIを利用したテーブル型システムの形体を採用することにした。

一方、類似の代替方式として、大型タッチパネルの採用も考えられる。地図を直接タッチし操作できる点では操作性の向上が見込まれるが、以下に挙げる点でTUIが優位であると考えている。まず、一般のタッチパネルでは、複数同時操作がサポートされていないかあるいはせいぜい2～3点の認識が主流であり、同時操作者が少人数に限られてしまう。今回使用するTUIでは、最大で19個の入力を同時制御可能であり、要件②を満たすと期待できる。また、TUIの場合、入力装置(駒や模型)が有形であり、かつその形状そのものが、オブジェクトや機能の意味を具象化したものとなっているために、操作方法の分かりやすさ及び地図上の情報の視認性の面でも優位であると期待できる。

(2) システム構成

本システムは、Patten⁹⁾らにより考案されたTUIプラットフォームの一つであるセンステーブルと呼ばれるテーブル型の入出力装置を採用している。センステーブルは、電磁誘導の原理を用いて、テーブル上に置いた「パック」と呼ばれる駒の位置と回転角、ボタンクリックを検知可能な装置である。センステーブルは、数名のユーザが取り囲んで利用することを想定し縦60 cm×横80cmの大きさとした。センステーブル上への地図画面の投影は、上部に設置されたプロジェクタにより行う。

テーブル奥の正面には、画面表示を切り替えるためのタッチパネルモニタとグラフや数値情報を表示するための液晶モニタを配置する(図1参照)。

シミュレーションエンジンとしては、「災害総合シナリオ・シミュレータ」¹⁰⁾のようなシナリオベースの災害シミュレーション機能をもつソフトウェアを使用した。このシミュレータは、災害情報の伝達状況、住民の避難状況、そして災害現象を表現する要素技術により構成されており、災害時における一連の地域状況を総合的に表現することができる。また、災害発生からの時間経過とともに変化する避難者分布と災害の発生状況を空間的に解析することで、人的被害を推計することが可能である。

(3) 事前入力データ

入力データは、市販の電子住宅地図や自治体で利用しているGISデータなどを転用でき、このようなデータが揃えばどの地域においても適用することができる汎用的なシステムとなっている。シミュレーションで使用する入力データを表1に示す。

表1 シミュレーション入力データ

住民	世帯、個人
空間情報	建物、道路ネットワーク、標高・地形(DEM)
災害	津波、津波発生時刻※想定時刻の人口分布が再現される
情報伝達施設	屋外拡声器、広報車巡回経路、
避難施設	避難場所、安全地域
その他(背景)	地形(DSM)※建物を含めた地形 海岸線、鉄道、水域、道路

(4) センステーブルへの入力

テーブル上でのデータ入力には、パックと呼ばれる駒を用いる。本システムでは、初めて本システムを利用するユーザにも直感的で分かりやすい入力方法を実現するため、特定の機能を割り当てたパックについては、その機能に合わせて外観をデザインした。具体的には下記の5種類のパックを実装した。図2に、各パックの外観を示す。

a) 一般操作用パック(以下、「パック」とのみ記述)

円盤状で、表面中央にボタンがある。地図上のオブジェクト(アイコン)を選択したり、パラメータを変更する。

b) オブジェクト削除用パック

地図上のオブジェクトの上に置くと、オブジェクトが削除される。

c) 距離測定用パック

2個地図上に置くと、2点間の距離を表示できる。また、1個の距離測定パックで折れ線を描き距離計算することもでき、避難ルートに沿って距離を測定する等が可能。

d) 地図移動用パック

地図上に置き、位置をずらすと、地図を「持った」ようなイメージで地図の表示範囲を移動できる。

e) 観測用パック

地図上の任意の場所に置いて、その地点の詳細情報(建物情報、道路情報、標高、浸水深等)をポップアップ表示する。また、シミュレーション中には、観測用パックを置いた場所の津波浸水深と流速が、パックの色と同色でグラフ画面に表示される。

f) 個人避難シナリオ設定用パック

後述の個人避難シナリオにおいて、自宅・通過点・目的地を指定するためのパック。

4. 利用方法

本システムでは、災害発生と、それに伴う住民避難、及び災害情報伝達のシミュレーションを行うことができる。なお、現時点では、災害種別は地震津波を対象としている。ここでは、地域防災担当職員による、防災計画の検討・対策立案・事前評価のための利用を想定した本システムの使用方法を紹介する。

(1) シミュレーション・シナリオの入力

テーブル上には地図が表示されており、地形、道路、建物、防災関連施設・設備(避難施設、防災無線、広報車)の場所などを確認することができる(図3)。表示する地図の表示範囲や縮尺、各種情報レイヤの表示有無等は、タッチパネル(図4)で指定することができ、広域地図表示に切り替えたり、詳細ビューに遷移したり等の操作が容易に実施できる。

テーブル手前部は、全般的なシミュレーション設定(災害種別、マスメディア視聴率等)及びシミュレーション実行制御(開始、停止、一時停止等)、各種イベント発生時刻(災害発生時刻、マスメディア/防災無線/広報車による情報発信開始時刻)等を入力するエリアである。まず、災害種別アイコン上に一般操作用パックを乗せると、選択用メニューが表示されるので、左右に回転して選択、クリックで決定する。また、想定する災害発生時刻・情報発信タイミングを設定する。

(2) シミュレーション実施

本システムの特徴は、シミュレーションを開始すると、



オブジェクトレイヤ表示



1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 2689-2695.

シミュレーションは、10秒を1ステップとして計算と

また、観測用パックを地図上に置くと、地点の詳細情

1. *Journal of Management Studies*, 1996, 33, 1, 1-14.

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

一定時間のシミュレーションが終了後、選

次に、シミュレーション結果に基づき、被害を少なく

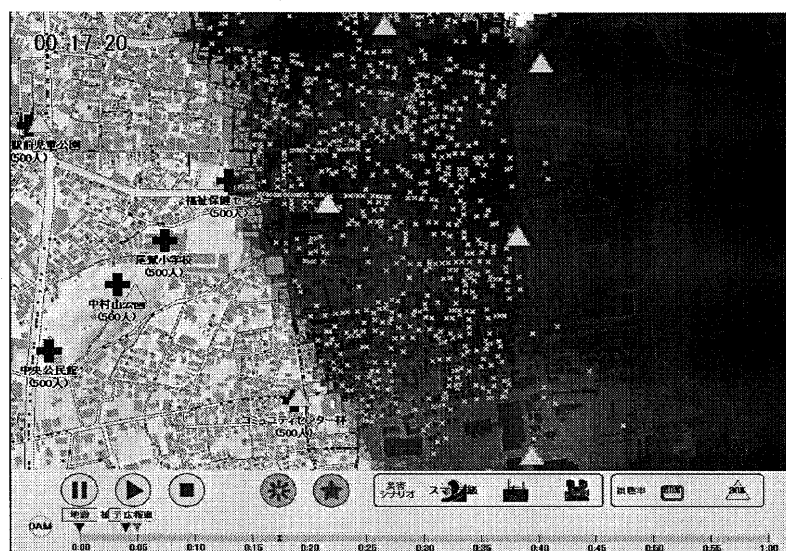


図5 シミュレーション中の画面例

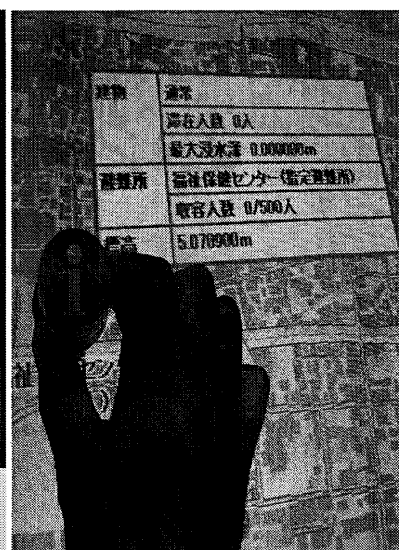


図6 観測用パック使用例

変更プランの効果を検証できる。

表-2 地図上で入力が可能なパラメータ（主要なもの）

種別	パラメータ
避難所	場所・収容人数
防災無線	場所・聴取可能範囲
広報車	初期位置・スピード・巡回ルート
交通規制区域	位置・範囲

5. その他の主要機能

(1) 個人の避難シナリオのシミュレーション

自宅、通過点、避難目的地を表すパックを地図上に置くと、最短経路が自動的に探索され、表示される（図9）。さらに避難を開始するタイミングや家族構成等を設定し、シミュレーションを開始すると、設定内容に従って人の絵が移動し始める。津波が来る前に避難を完了できるか、避難開始タイミングや避難ルートが適正か、等をゲーム感覚で試行することが可能である。

(2) 任意の時刻における住民分布再現

地震や津波などの災害による人的被害の規模は、災害が発生した時点での住民の分布状況に大きく依存する。災害総合シナリオ・シミュレータでは、各住民を個人単位で表現し、平常時からの各住民の分布状況を再現することが可能なモデルを利用しており、現実的な被害予測を実施することができる。時刻変更は、画面手前にある時計アイコン上でパックを回して設定する。

6. 本システムの適用分野

(1) 地域防災計画の策定支援

自治体・県・国での防災対策担当において、防災対策の検討システム、危機管理システムとして適用し、防災施設の整備計画、避難誘導計画、災害情報伝達計画等の検討が可能である。また今後、検討対象とする対策のバリエーションを増やすことで、ソフトとハード両面から

の対策検討が可能なシステムに展開していくことが考えられる。

(2) 防災教育

本システムは、住民向け防災教育ツールとしての応用も想定される。地域住民が災害時の対応について平常時から意識しておくことは、被害を低減する上で非常に重要であるとの認識から、ハザードマップの整備・配布が進んでいる。村越⁹⁾らは、その表現方法にはまだ課題があり利用上の難しさが残るため、理解を手助けする教育プログラムの必要性を指摘している。例えば、災害に強いまちづくりを目指す取り組みの一環として、自治体等が主催する防災ワークショップ中でも地図を使用した災害図上演習（DIG）が取り入れられてきている。これは、自分たちの町の地図を用いて防災資源や地形状況の再確認や、災害発生を想定した対応策とその実行可能性の検討などをグループワーク形式で行うもの⁹⁾で、作業を通し、参加者らが防災を自分たちのまちの課題としてとらえることができるものとして注目されている。

タンジブル災害総合シナリオ・シミュレータでは、直感的なユーザ・インタフェースと、シミュレーション結果の視覚的に分かりやすいアニメーション表現により、災害時の状況を実感を持って具体的にイメージできる。また、従来のDIGからさらに一歩進んで、住民自ら話し合った対策の効果をその場でコンピュータ・シミュレーションにより確かめることができる。

本システムを使用した市民啓発型の防災学習を通して、自分たちの町に災害が発生した場合の具体的なイメージをつかみ、想定される被害状況・対応策について日常から理解を深めてもらうことが、災害発生時の的確な行動につながると確信している。

7. 今後の展開

今後は、自治体の防災担当者や一般住民を対象に実際に使っていただき、有効性を検証するとともに、改善内容を収集したい。また、利用しているシミュレーションモデルの改良に合わせて、モデルを更新し、シミュレーション精度の向上や表現内容の充実化を図る。ただし、

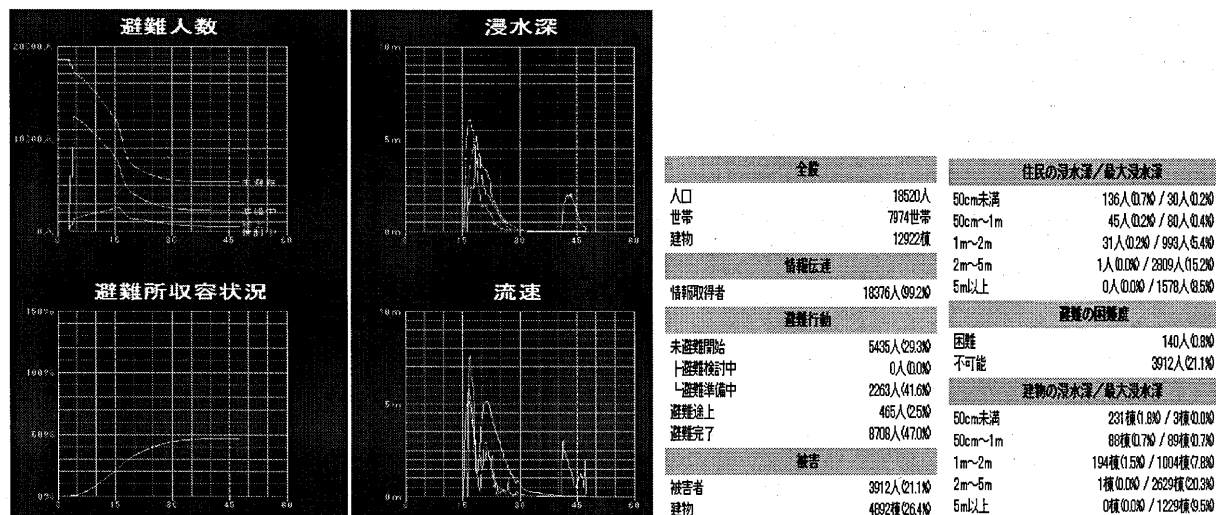


図7 グラフ画面(左: グラフ, 右: 数値情報, 部分拡大して掲載)

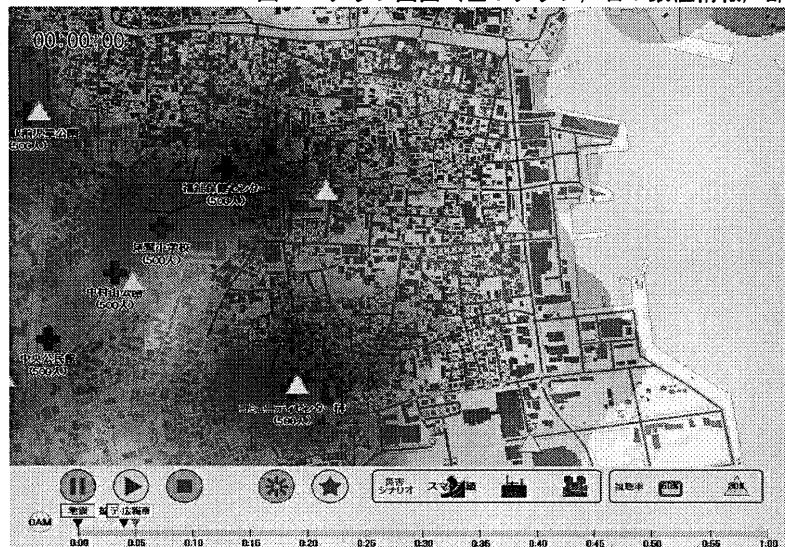


図8 集計データ表示例(避難完了時間分布)

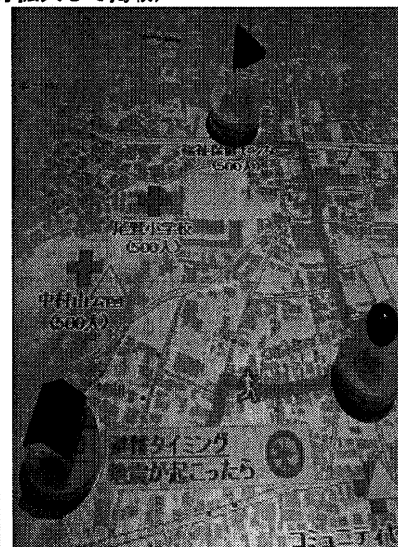


図9 個人シナリオ実行例

自治体等でのシステム導入の際には、導入費用についても現実的な問題となるであろう。今後の課題として、センサステープ装置の改良による低コスト化や、簡易な手順で市販のGISデータを取込できる仕組み等にも取り組み、システムのコストパフォーマンス向上及び横展開を容易にする工夫についても検討したい。

本システムは、災害の事前対策の支援を目的としているが、現時点では、地域防災計画の事前検証や、防災教育といったソフト面での事前対策に主眼をおいている。しかし、事前対策としては、都市計画やハード対策などについても実施する必要があり、今後はこのような対策の検討への適用も考えている。一例として、防波堤や住宅、道路の配置などを、ミニチュア模型のTUIで設定し、評価できるシステムなどである。また将来的には、災害発生時に状況に応じて、迅速かつ適切な判断を下すための被害予測・情報分析ツールとしての応用も視野にいれて展開を検討している。

ユーザ・インタフェースの観点からは、デジタルペン⁽²⁾を活用した地図への手書き入力サポート、3D地図の導入、国際対応等、より幅広いシーンで活用可能な機能への対応を検討している。

補注

(1) タンジブル・ユーザ・インタフェース

タンジブル・ユーザ・インタフェースとは、デジタル情報に物理的な実体・形状を与えることにより、ユーザが直接的に情報を認識したり直感的な操作を可能とするユーザ・インタフェース技術。MITメディアラボ石井教授が提唱。

(2) デジタルペン

デジタルペンとは、記述した文字や図形をデジタル化することができるペン型の入力装置である。

参考文献

- 1) 片田敏孝, 桑沢敏行: 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発, 土木学会論文集D, Vol.62, No.23, pp. 250-261, 土木学会, 2006.
- 2) Ishii, H., Underkoffler, J., Chak, D., Piper, B., Ben-Joseph, E., Yeung, L., Kanji, Z.: Augmented Urban Planning Workbench: Overlaying Drawings, Physical Models and Digital Simulation, Proceedings of the Conference of ISMAR 2002, 2002.
- 3) Patten, J., Ishii, H., Hines, J., Pangaro, G.: Sensettable: A wireless

- Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces. Proceedings of the Conference on Computer Human Interaction 2001, pp. 252-260, ACM Press, 2001.
- 4) DIGマニュアル作成委員会：災害図上訓練 DIGマニュアル第二版, 財団法人日本都市センター第一回年防災推進セミナー資料, 1999.
- 5) 村越真, 小山真人：火山のハザードマップからの情報読み取りとそれに対する表現方法の効果, 災害情報, No.4, pp.40-48, 災害情報学会, 2006.
- 6) 総務省消防庁：防災・危機管理 e-カレッジ, <http://www.e-college.fdma.go.jp/>.
- 7) 消防科学総合センター：標準型市町村防災 GIS, http://www.bousaihaku.com/demo_zone/gis/00_top.html
- 8) 加藤孝明, 小出治, 利満俊一, 杉浦正美, 下村博之：防災まちづくり支援システムの役割と機能, 日本建築学会技術報告集, 第16号, pp. 313-318, 2002.
- 9) 秦康範, 河田恵昭, 坂本朗一, 高梨成子：災害対応演習システムの開発, 地域安全学会論文集 No.6, 2004.
- (原稿受付 2007.05.28)
(登載決定 2007.07.28)