

旧版地図を用いた災害リスク学習 支援ツールの開発と博物館展示に おける利用評価－1959年伊勢湾 台風に関する企画展示への適用－

倉田 和己¹・荒木 裕子¹・末松 憲子¹・田代 喬¹

Development of disaster risk learning support tool using former
edition maps and evaluation of its use in museum exhibition
－ Implementation in a special exhibition on the Typhoon
Vera (the Isewan Typhoon) in 1959 －

Kazumi KURATA¹, Yuko ARAKI¹,
Noriko SUEMATSU¹ and Takashi TASHIRO¹

Abstract

The use of former edition maps for disaster risk learning is effective, but requires proficiency of instructors. In this study, we developed a spatiotemporal GIS with many layers in addition to the former edition maps, and applied it to a special exhibition on the Typhoon Vera (the Isewan Typhoon) in 1959, Japan. And we evaluated the effectiveness of spatiotemporal GIS from the system logs and the questionnaire survey to the visitors. The results showed that a certain percentage of users used the spatiotemporal GIS for scenario-based learning, and this percentage increased in conjunction with the special exhibition. At the same time, the results of the questionnaire survey showed an improvement in the user's satisfaction. From these results, the effectiveness of the method was confirmed.

キーワード：旧版地図，時空間 GIS，災害リスク，企画展示，1959年伊勢湾台風

Key words: former edition maps, spatiotemporal GIS, disaster risk, special exhibition, Typhoon Vera (the Isewan Typhoon) in 1959

1. はじめに

1.1 研究の背景

国土地理院（旧陸地測量部）が過去に発行した

明治以降の旧版地図は、その謄本を現在も入手することができる。旧版地図を既存の地図データと重畳表示するには、通常、地理空間情報システム

¹ 名古屋大学減災連携研究センター
Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

(以下、GIS)による幾何補正処理を行う等の手間が生じるが、土地利用の変遷や地形改変の歴史を読み解くことにより、防災学習や地域学習への利用が期待されている。例えば、令和4年度から高校で必修化される地理総合の学習指導要領¹⁾においては、「様々な自然災害に対応したハザードマップや新旧地形図をはじめとする各種の地理情報について、その情報を収集し、読み取り、まとめる地理的技能を身に付けること」という記述がなされている。また、地理教育と地域のレジリエンス向上に関する日本学術会議の提言²⁾では、「新旧の地形図・空中写真・衛星画像の判読、統計資料や各種主題図の利用、現地調査等」によって「対象地域の問題点を空間的・時間的に把握する」学習や、「土地利用に関する系統的な」教育の推進が必要であるとしている。

事程左様に、旧版地図をその他の地図情報との組み合わせ、時空間的なシナリオの中で解釈することの意義が理解されつつある。同時に、前述の提言や石川ら³⁾は、旧版地図の読図や組み合わせるべき適切な歴史的事象・地形情報の選定を行うには、教育者の力量向上が大きな課題であるとしている。旧版地図を活用した災害リスク学習の試みは太田⁴⁾や小荒井⁵⁾、倉田ら⁶⁾などに見られるが、いずれも可能性を示した事例に留まり、汎用的なシステム・手法として展開できるまでに至っていない。学術的な利活用例としては、旧版地図をデータソースとした解析手法の開発が積極的になされており、時空間データとして道路ネットワークを抽出する明野ら⁷⁾の手法や、建物形状を抽出する気仙ら⁸⁾の手法、社会調査結果と宅地開発時期の関連性を探る埴淵ら⁹⁾の手法などがあるが、いずれも災害リスク学習に直接用いるための手法ではない。

以上から、旧版地図および関連する地理情報を内包したシナリオ型の災害リスク学習支援ツールを作成し、防災学習の現場において運用可能な形態を示すとともに、その適用性を確認することは意義があると言える。

1.2 研究手法と目的

現状、旧版地図をPCで閲覧するための最もポピュラーな方法はWeb上で公開されているデータにアクセスすることである。国土地理院が運用する「地図・空中写真閲覧サービス」では図郭ごとに旧版地図と空中写真を検索・閲覧可能であり、謄抄本の交付申請も可能であるが、このWebサイトから直接、利用者側のシステムにデータを取り込むことはできない。これに対し、研究レベルであるものの谷¹⁰⁾や矢野¹¹⁾が旧版地図を利用者側のシステムで引用可能なWebプラットフォームを公開しており、旧版地図のGIS上での利用ハードルは下がりつつある。そこで、本研究ではそのようなプラットフォームの存在を前提に、利用者が「時空間的な学習シナリオ」の中での旧版地図を解釈するのを支援するような、ユーザインタフェース面での工夫を多数盛り込んだ時空間GISを開発する(2章)。

続いて、システムの活用手法として防災学習の現場において実践事例を示す。防災学習の現場としては博物館に類する学習施設が全国にあり、各地域にとって大きな役割を果たしていることが倉田ら¹²⁾によって調査されている。そこで本研究では名古屋大学が運用している防災学習展示施設である「減災館」をフィールドに、開発した時空間GISを実装し、一般市民を対象に長期的な展示運用を行う。今回は、2019年9月から2020年1月にかけて実施された伊勢湾台風60年に関する企画展示に合わせた実装を行う(3章)。その上で、来館者アンケートや時空間GISのシステムログの分析を通じて、時空間GISの有効性を評価する。ここでは奥本ら¹³⁾が提案する博物館認知オリエンテーション(Cognitive Orientation of Museum: COM)モデルの考え方を援用し、3章の企画展示内容と連動したシナリオ型の学習が実現できているかを評価する(4章)。

このような評価を通じて、旧版地図を災害リスク学習に活用することの有効性を具体的な実装事例とともに示すことで、同様の利活用を促進させるための手がかりを提示することが本研究の目的である。

2. 時空間 GIS の開発

2.1 時空間 GIS のコンセプトと基本機能

筆者らが開発した時空間 GIS は、愛知県内を対象に各年代の旧版地図を基盤図としている。また GIS の操作に不慣れた利用者にも、後述するように旧版地図とそれ以外のレイヤを対比しやすくするような工夫を行う。さらに愛知県内で発生した、過去の災害に関する資料などのアーカイブデータを盛り込み、レイヤ切り替えによる時間軸の変化の中で、それらの意味をとらえられるようにすることを旨とする。

図 1 に、開発した時空間 GIS の機能図を示す。一般的な GIS が備えている地物の集計・分析に関する機能は無く、閲覧・参照に特化したシステムである。あえて機能を絞ることで、利用者が初見で十分に使いこなせるシンプルなインターフェースを実現している。以下では各機能について概要を述べる。

図 2 に、時空間 GIS の基本画面を示す。旧版地図とその他のレイヤを容易に比較できるように、左右二分割の画面を基本としてインターフェースのレイアウトを行っている。初期画面は、左側が明治時代の旧版地図、右側が現代の地理院地図としており、利用者が 2 種類の情報を比べるという用途を自然に理解できるようになっている。また、左右の地図の表示位置 (中心座標) および表示縮尺は常に連動しているため、どちらを操作しても問題ない。さらに、任意で左右の情報を重畳することもでき、2 種類の情報を重ね合わせた表現も

可能である。搭載されている主なレイヤを表 1 に示す。なお、旧版地図の搭載に当たっては、測量法第 30 条の規定に基づき、国土地理院に対して測量成果の使用承認申請書を提出し、許可を得ている。

地図上には災害アーカイブ情報が存在する地点をアイコンで示しており、クリックすることで当該地点のアーカイブ情報 (写真や解説文) を閲覧することができる。アーカイブ情報の表示例を図 3 に示す。このアーカイブ情報は、地域の自治体やシンクタンク、図書館、市民等から協力を得て長期間にわたり収集を続け、筆者らでデジタル化、位置情報の付与を行うことで蓄積してきたものである。表 2 に、搭載されているアーカイブデータの一覧を示す。これらの搭載に当たっても、それぞれの著作権の了承を得ている。なお、公開されている災害アーカイブとしては、地理院地図に搭載されている自然災害伝承碑の情報がある。この伝承碑は全国的に整備されたデータという価値がある一方、記載された文字情報以上の解釈が難しい。筆者らが整備したアーカイブは当時の写真や被災者の証言など 1 次情報を多く含み、レイヤ情報と組み合わせることで色々な知見を得られる可能性がある。また、自然災害伝承碑の登録数は本稿執筆時点 (2021 年 6 月) で愛知県下 25 点であり、本アーカイブはデータ量の面でも地域に特化した優位性がある。

続いて、旧版地図とその他のデータの関係性を体系的に理解するための工夫について述べる。時

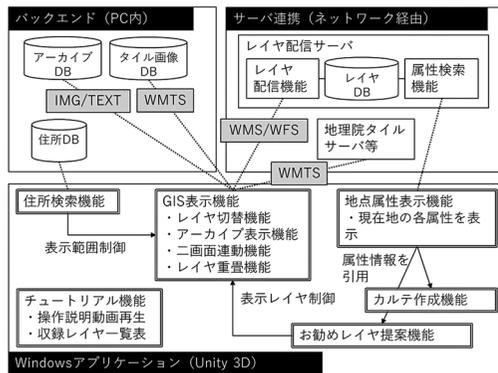


図 1 開発した時空間 GIS の機能図



図 2 時空間 GIS の基本画面 (起動時の様子、左画面は明治の旧版地図、右画面は地理院地図の標準地図を表示している)

表1 時空間 GIS に搭載されている主なレイヤ

カテゴリ	レイヤ	詳細	処理
基盤図	・旧版地図	明治 (M23-M43), 大正 (T5-T9), 昭和初期 (S2-S29), 昭和中期 (S30-48), 昭和後期 (S50-S63), 平成 (H10-H22): 明治期については1/20000地形図を, それ以降については1/25000地形図を利用。	国土地理院より謄本を購入しスキャン, 幾何補正 明治時代の集落部, ため池, 河道をトレースしポリゴン化
	・標準地図	地理院地図 (標準地図)	国土地理院サーバよりタイルマップとして取得
	・航空写真	地理院地図 (航空写真: 1945年, 1961年, 1974年, 1979年, 1984年, 1988年, 現代)	国土地理院サーバよりタイルマップとして取得
地形	・標高図	5 m メッシュの陰影段彩図	基盤地図情報の数値標高モデルを基に作成
	・土地条件図	地理院地図 (数値地図25000 土地条件)	国土地理院サーバよりタイルマップとして取得
	・都市圏活断層図	地理院地図 (都市圏活断層図)	国土地理院サーバよりタイルマップとして取得
土地利用	・建物用途別現状図	大正9年, 昭和46年, 平成18年, 平成23年	名古屋より原本を入手しスキャン, 幾何補正
ハザードマップ	・地震/津波ハザードマップ	南海トラフ予測震度, 液状化危険度, 津波浸水 (愛知県2013および名古屋市2014)	元データを入手し一部はデータ量を考慮してポリゴン集約化
	・水害/土砂災害ハザードマップ	建物倒壊危険度, 道路閉塞危険性, 火災延焼危険性, 避難所位置 (名古屋市2014) 内水氾濫 (名古屋市) 河川の浸水想定区域図 (愛知県・国交省中部地方整備局) 土砂災害特別警戒区域 (愛知県)	
統計データ	・人口統計	昼間人口, 夜間人口, 流入/流出人口, 高齢化率, 人口増減 (将来人口推計)	国勢調査データを e-stat より入手 将来人口推計は国土数値情報より入手
企画展示	・伊勢湾台風から2週間後の空中写真	米軍撮影の空中写真	日本地図センターよりデータ提供



図3 災害アーカイブ情報表示例

空間 GIS の基本画面 (図2) の中央やや上には表形式で「現在地点の各種属性」について表示がなされている。これは図1の「地点属性表示機能」に相当し, 表示中の地図中心座標をレイヤ配信サーバに送信し, サーバ側でレイヤ DB を検索して当該座標の属性値を取得するものである。この処理は, 地図の移動を行うたび自動的に行われる。例として, 現在地点の予測震度, 津波浸水, 標高値, 土地条件, 高齢化率などが表示できる。この機能によって, レイヤの変更操作を行わなくとも, 当該地点の地域特性が分かるようになっている。この機能を応用した機能として「お勧めレイヤ提案

表2 搭載されているアーカイブデータ一覧

カテゴリ	地点数	資料数と出典
今昔写真比較	24地点 (主に名古屋市内)	49写真 (昔の街並み写真と今の比較写真, 名古屋都市センターから提供)
伊勢湾台風写真	98地点 (主に濃尾平野)	484写真 (名古屋都市センターから提供)
濃尾地震	201地点 (主に愛知県内)	201記録 (愛知県発行の被災者による伝承録から抽出)
県下災害誌	3436地点 (主に愛知県内)	207誌 (愛知県および市町村発行の災害誌から抽出)

機能」が実装されている。これは「地点属性表示機能」の結果に基づいて、次に閲覧すべきレイヤをシステムが自動的に提案するものである。図4にその表示例を示す。例として、津波浸水の危険度がある地点では津波浸水レイヤと標高図を、軟弱地盤に関わる地形の場合は震度分布図と明治時代の旧版地図を提案するなど、災害危険度の根拠となる情報を提示するように設定されている。

利用者から、時空間 GIS の閲覧結果を記録しておきたいという要望を多く得て開発したのが「カルテ作成機能」である。これも地点属性表示機能を応用しており、中心座標付近の旧版地図と標高図、各属性値をカルテ形式にレイアウトした PDF ファイルをダウンロードできるものである。生成されたカルテの例を図5に示す。時空間 GIS を通じて学習した内容の要点をまとめることで、体系的な理解を支援するとともに、後の振り返りにも活用できるコンテンツとなっている。

2.2 システム実装上の工夫

時空間 GIS の中心となる表示ソフトウェアは Unity3D SDK を用いて開発している。同 SDK は 3D コンテンツを中心に主流となっている開発環境の一つであり、マルチプラットフォームに対応していることが開発上の利点である。また図1で示した通り、レイヤデータの多くはネットワーク経由で外部のサーバを参照している。対応する外部レイヤのデータ形式は地理院タイル (WTMS) 形式、および WMS/WFS 形式など標準的なものをカバーしており、これらに対応したサーバと接続してレイヤデータを取得することが可能である。

このようなレイヤの分散相互運用方式の利点として、システムへのレイヤの加除を柔軟に変更で



図4 お勧めレイヤ提案機能の表示例



図5 任意地点で作成できるカルテの例

きるとともに、レイヤデータの維持管理をアプリケーションレベルと切り離して行えるため、運用するアプリケーションの数が増えるほど効率的であるといえる。さらに、他組織が運営するサーバ

とも連携が可能なため、例えば防災以外のレイヤを新たに登録するなど、多様な目的に活用することも可能である。

3. 時空間 GIS の実装

3.1 企画展示の構成

本研究のフィールドである名古屋大学減災館は、名古屋大学東山キャンパスに位置する4階建ての建物であり、うち1階2階を市民向けに展示公開している。一般展示に加え、定期的な講演会や啓発イベント等を通じて、年間1万人程度の来館者がある。同館では年間数回、特別企画展示を実施しており、以下では2019年9月25日から2020年1月17日にかけて実施した「第28回企画展・伊勢湾台風から60年」（以下、単に「企画展示」と記す場合はこの第28回のことを指す）の概要について述べる。

減災館の2階は、防災関連書籍や愛知県下の災害に関する1次資料の展示・保管を行っているライブラリであり、企画展示の主たる会場でもある。また、2階ライブラリの一角には2章で述べた時空間 GIS が常時展示されており、70インチの大型タッチパネルディスプレイで自由に利用することができるようになっている。写真1に、2階ライブラリにおける企画展示の様子を示す。

本研究では、時空間 GIS を単独で運用した場合の効果と、企画展示と連動させた場合の効果と比較するため、企画展開催期間の途中から展示内容の追加を行った。展示追加にあたり、(財)日本地図センターより「伊勢湾台風上陸2週間後の空中写真」の貸与を受けた。これは、同センターが2002年から米国立公文書館において調査を行う中で近年新たに発見されたもので、現在国土地理院が保有する空中写真には含まれていない。具体的には1959年10月8日および9日に撮影されたものであり、撮影縮尺は1/10000となっている¹⁴⁾。このデータを幾何補正したものをを用いて、以下3点の展示物を追加した。第一に、2階ライブラリの時空間 GIS のレイヤとして同データを登録した(表1最下行)。第二に、減災館1階のギャラリーに同データを大判印刷した空中写真を掲示した。



写真1 2階ライブラリにおける企画展示の様子



写真2 1階ギャラリーにおける米軍撮影空中写真の大判印刷展示の様子

印刷範囲は特に伊勢湾台風の被害が大きかった濃尾平野周辺で、サイズは横6m×縦3mである(写真2)。第三に、1階エントランス付近に、時空間 GIS で伊勢湾台風空中写真レイヤを表示した状態の画面をプロジェクタ投影した。

3.2 企画展示前半・後半における時空間 GIS の位置づけ

企画展示の前半は2019年9月25日から11月9日、展示物を追加した後半は11月13日から2020年1月17日である。期間前半において時空間 GIS と企画展示の間に動線は設けず、災害アーカイブには伊勢湾台風被害写真が搭載されているものの、特段のアピールをしなかった。

これに対し、期間後半ではエントランスで時空間 GIS の表示画面を投影することで、来館者にもれなく2階の時空間 GIS の存在を知らしめている。また、常設展示の1階ギャラリーでは写真2の大判印刷を多人数で囲んで閲覧できるようになっている。大判印刷展示はサイズと精細さを兼ね備えており、企画展示を印象付けるうえでかなりのインパクトがある。その反面、サイズが大きすぎるため天井付近などは目視しにくいこと、見たい地点(住所)が探しにくいことなど、地理学習の教材として単体では難がある。そこで大判印刷展示から2階の時空間 GIS へと誘導するような動線を設け、空中写真を詳しく閲覧したい来館者への案内を行うようにした。

なお時空間 GIS の展示運用は原則、来館者自身で操作を行うこととしたが、同一フロアには常時1名の補助員がおり、展示の意図や利用方法について支援を行うこととした。また時空間 GIS 自体にもシステムの狙いや操作方法を説明するパネルを掲示し、GIS の操作に不慣れな利用者に配慮した。

3.3 博物館における有効な学習モデルに基づいた展示内容の設定

奥本ら¹³⁾によると、博物館においては、学習者による主体的な展示資料の理解・解釈を通じた学習が行われており、その解釈は学習者の知識や経験、個人的文脈に左右されることとして、初心者や知識や経験を補いつつ主体的な学習を支援することが重要とされている。また奥本ら¹³⁾は前述の目的に従い、個々の展示についての単発的な解説よりも、展示全体のテーマの解説と資料間の繋がり、注目点などの具体的な鑑賞方法の教授が必要として、博物館認知オリエンテーション (Cognitive Orientation of Museum: COM) モデルを提案している。COM モデルの概念図を図6に示す。

企画展示内容から時空間 GIS への誘導は COM モデルを参考に設定した。すなわち写真1のパネル展示では企画展示全体のテーマについて触れた後、以降でそれぞれ示すような「被害要因」「被害内容」「得られた教訓」といった企画展示の流れに

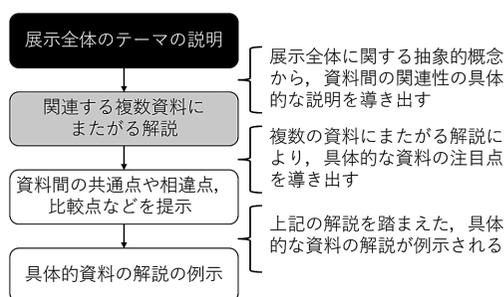


図6 COM モデルの概念図 (奥本・加藤 (2010)¹³⁾を参考に作成)

沿って、各図面の関連や注目ポイントを示している。これらを踏まえて、具体的資料である自分の住まい等について理解・解釈するための時空間 GIS への流れを構成した。従って時空間 GIS はパネル展示に隣接する形で設置した。このように、以降で示す図面は時空間 GIS で教示したい内容とは必ずしも一致しないため、時空間 GIS にレイヤとして搭載していないものも含まれる。

(1) 被害要因の提示

図7は伊勢湾台風によって生じた浸水の、名古屋市内における継続(湛水)日数を示している。特に西部の南陽町付近では湛水が2か月に及び、当該地域の地形ならびに土地の成り立ちが大きく影響していた。図8の5mメッシュ標高図と対比すると、長期湛水エリアは海拔ゼロメートル地帯(凡例:濃青)であり、特に20日以上湛水したエリアは国道1号線(旧東海道)よりも南側の1600年代以降の干拓で造成された土地が該当する。他方、名古屋港沿岸部(凡例:明るい水色)は戦後に造成された埋立地であり、湛水期間はわずか1日であった。このように、地形改変の歴史から、被害の大小の素因を理解することができる。

(2) 行政による被害記録の再検証

伊勢湾台風では、名古屋市内における死者の約97%が港区および南区に集中し、特に港区の白水学区では死亡率が20人に1人の割合に達した。その理由は、海上の貯木場からの木材流出であることが知られている。当時は木工加工業が名古屋市

の主要産業の一つに挙げられ、貯木場には常時多数の木材が保管されていたと想像される。名古屋港には大規模な貯木場が8号地（港区船見町）、加福（南区笠寺町）、木場（港区木場町）の3カ所あり、前述の白水学区に隣接する8号地は約8割の木材が、加福と木場では約2割が流出したと記録¹⁵⁾されている。このことを裏付ける空中写真が図9となる。被災2週間後の実際の状況として、8号地貯木場の木材の大半が喪失しているのに対し、加福と木場の貯木場では多くの木材が残留し

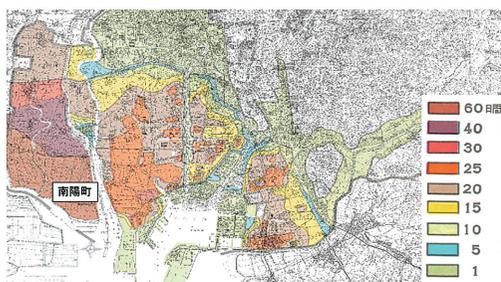


図7 伊勢湾台風による湛水日数と昭和中期の旧版地図の重ね合わせ（参考文献15をもとに筆者作成）

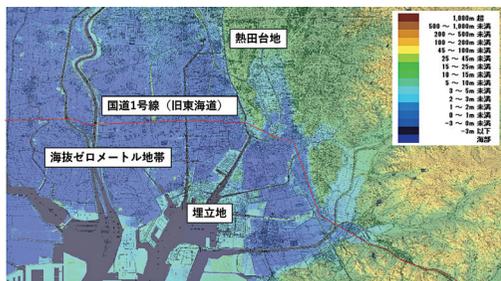


図8 標高図と地形・土地の成り立ち

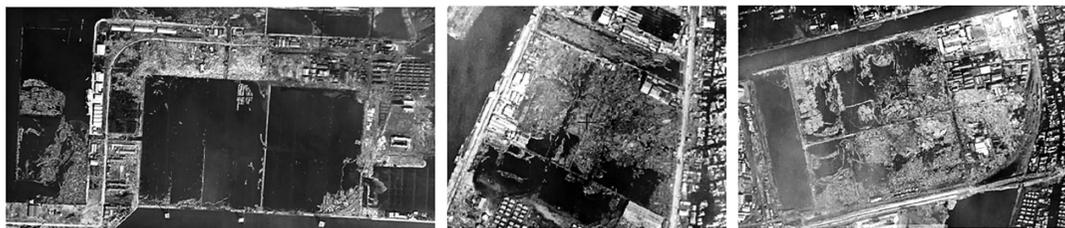


図9 主な貯木場における伊勢湾台風から2週間後の空中写真（左から8号地、加福、木場）

ていたことが分かる。このように、行政による記述資料と空間情報との整合を示すことにより、被害要因やそこから得られる教訓についての説得力を増すことができる。

(3) 住民避難先の把握

名古屋市¹⁵⁾をもとに、名古屋市内における当時の指定避難所のリストから、緯度経度をほぼ正確に特定できたものを図10に示す。元データに記載の避難所名称をもとに、旧版地図や過去の住所録等を参照して場所を推定していった結果、261件中170件がほぼ正確に緯度経度を特定できた。他方、当時の地名が変更された、または当時の正確な位置を示す資料が見つからなかった等の理由で、位置を特定できない避難所が91件あった。

ここでは、避難所の種別と分布を次のように分類できる。まず、図10北東部の台地・丘陵地では長期湛水が無かったため、学校施設がそのまま避難所に活用できたと考えられる。これに対し、南西部にかけての長期湛水エリアでは、宗教施設（神社、寺院が主体で教会2件を含む）が避難施設として用いられた。これらの多くは周辺と比べて相対的に浸水しにくい場所（微高地）に建てられたため、いち早く避難施設として活用が図られたものと考えられる。そして、名古屋港沿岸部の埋め立て地域では、民間企業の社屋や社員寮が避難施設として提供されたことが分かる。さらに、正確な位置情報が不明で地図上にプロットできなかった情報の中には、一般市民が自宅を公的な避難所として供出したものが含まれており、そのような助け合いで受け入れられた避難者は延べ2万人を超える。共助の重要性が説かれる昨今、助け合い

を实践した当時の市民や企業の姿勢は、次の災害への備えに重要な示唆を与えるものである。

4. 博物館展示への時空間 GIS の適用性に関する検証

3章では、企画展示における来館者動線、なら

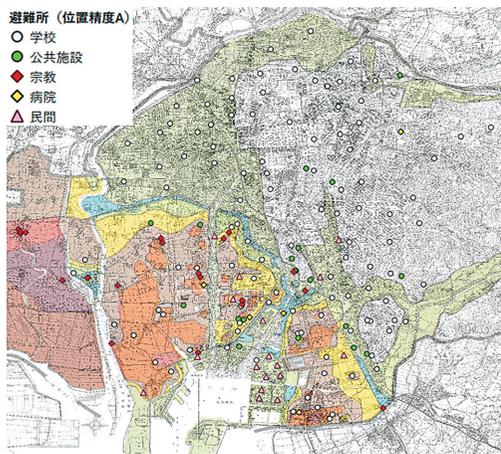


図10 名古屋市内における指定避難所（位置が明確なもののみ）の種別 ※背景図は図6と共通

びにテーマや資料間の繋がりの中での、時空間 GIS の実装上の工夫を示した。その上で、4章ではこうした時空間 GIS の適用が、来館者にどのような見学体験の変化をもたらしたかを検証する。

4.1 来館者統計およびアンケートを通じた企画展示全体の評価

以下では減災館での来館者アンケートを基に、前述の工夫による企画展示全体へのインパクトを評価する。時空間 GIS の利用者体験に関する評価は後の4.2章で示す。

表3は、第28回企画展示の前半（期間A、2019/9/25～11/9）と後半（期間B、2019/11/13～2020/1/17）および企画展示終了後（期間C、2020/1/22～2020/2/20）について、来館者アンケートの結果をそれぞれまとめたものである。3.2章に示す通り、期間AとBの違いは企画展示と時空間 GIS との連動および空中写真の大判印刷展示の有無のみである。2020/2/21以降は新型コロナウイルスの影響により閉館となったため、期間Cの会館日数がやや少ないが、アンケート有

表3 第28回企画展示期間と終了後のアンケート結果

	期間 A (企画展示前半)	期間 B (企画展示後半)	期間 C (終了後)
開催期間	2019/9/25～ 2019/11/9	2019/11/13～ 2020/1/17	2020/1/22～ 2020/2/20
期間中の開館日数	32日間	34日間	23日間
来館者数	1851人	3044人	1168人
日平均来館者	57.8人/日	89.5人/日	50.8人/日
アンケート有効回答数	208	222	220
満足度 (大変満足と回答した数・割合)	29 (13.9%)	62 (27.9%)	37 (16.8%)
来館動機 (複数選択可)			
①南海トラフ地震について学ぶ	42	46	41
②地域の過去の災害を学ぶ	22	37	18
③防災知識を得たい	72	67	69
④教員の話を聞きたい	21	24	20
⑤知人のおすすめ	4	2	13
⑥ツアー・行事	94	86	110
⑦企画展示を見に	14	26	1
⑧その他	28	41	19
「印象に残った展示物」という設 問における時空間 GIS の回答数	34 (16.3%)	54 (24.3%)	39 (17.7%)

効回答数に大差はない。このアンケートは減災館の見学全般について問うているが、企画展示に関する設問も含まれている。

期間 B は開館 1 日当たりの来館者数が前半よりも大きく増加 (57.8 人 / 日 → 89.5 人 / 日) していることが分かる。また、満足度を「大変満足 / やや満足 / どちらでもない / やや不満 / 大変不満」の 5 段階で尋ねた結果を比較すると、期間 B は大変満足の割合が向上 (13.9% → 27.9%) していることが読み取れる。期間 B は冬休みに該当するため来館者の職業を確認したところ、期間 A と期間 B はいずれも「民間企業」と「無職」がそれぞれ全体の 1/3 を占めており、学生の見学は殆ど無いなど、大きな傾向の違いはなかった。以上より、期間 B に導入した時空間 GIS と企画展示の連動は、来館者数の増加、ならびに満足感の向上に一定の効果があったと考えられる。期間 C において来館者数、満足度が期間 A の水準に戻っていることもその裏付けとなる。

さらに、来館動機 (複数選択可) の回答を見ると、期間 B において「②地域の過去の災害を学ぶ」「⑦企画展示を見に」の数が増加している。特に印象に残った展示物についての設問では、「時空間 GIS」と回答した割合が期間 B で増加しており、時空間 GIS と企画展示の連動が成功したことがうかがえる。期間 B において現場でスタッフに寄せられた声の中には「時空間 GIS の展示は企画展示終了後も残るのか」という趣旨のものが多く、それが期間 C の来館動機「⑤知人のおすすめ」の増加に繋がった可能性がある。なお期間 B の途中では企画展示が新聞に取り上げられており、それまで企画展示に関心の無かった来館者を呼び込むとともに、それらの層にも高い満足感を与え、

時空間 GIS を印象づけるなど、企画展示の意図を伝えることができたと考えられる。

また、企画展示に対する来館者アンケートの自由記述からは、過去の災害を足掛かりに災害リスクを学ぶことの有効性を示すコメントが見られた。例として「過去の災害を知ることは将来の災害防止につながる、今後も定期的に見学したい。」「中 2 の時に南区で伊勢湾台風を経験したので、どんな台風だったのか知りたくて来ました。過去に学び、将来に備える施設ということが判りました。」等である。

4.2 時空間 GIS のシステムログに基づく利用傾向の評価

続いて、時空間 GIS のシステムログからユーザの詳細な利用状況について分析を行う。表 4 に、第 28 回企画展示における時空間 GIS の利用状況を示す。本研究の時空間 GIS はユーザアカウントによるログイン方式を採用していないため、厳密には一人ひとりのユースケースを区別できないが、次の方法で近似的に区別した。まず、5 分以上システムの操作がなかった場合は初期画面に戻る処理が行われる。この時と、住所検索機能の実行時に毎回ユニークな id を生成し、以降のログに付与することで、個々のユースケースを区別する。ただし 5 分以上の間隔を空けずに次のユーザが操作を引き継ぎ、かつ、次のユーザが住所検索を実行しなかった場合、2 つのユースケースを分離することはできず、この場合は一人分のユースケースとして扱われる。ただし、多くのユーザは操作の初めに住所検索機能を実行することが現地で観察からわかっており、操作説明パネルにも住所検索機能からの利用フローを説明しているた

表 4 第 28 回企画展示における時空間 GIS の利用状況

	期間 A (企画展示前半)	期間 B (企画展示後半)	期間 C (終了後)
期間中の開館日数	32日間	34日間	23日間
来館者数	1851人	3044人	1168人
ユニーク id 数	124	274	147
災害アーカイブ閲覧回数 (伊勢湾台風被害写真のみ)	40回	163回	33回

め、そうしたケースは稀であると考えられる。

表4中の期間A(企画展示の前半)と期間B(同後半)を比較すると、ユニークid数が2倍以上増加している。この結果は、前節において「印象に残った展示物」の設定で時空間GISを挙げた回答数の増加と整合する。また、災害アーカイブデータ(表2)のうち伊勢湾台風被害写真の閲覧回数を見ると、期間Bは期間Aの4倍以上になっている。以上から、期間Bでは時空間GISへの関心の高まりと同時に、伊勢湾台風への関心に基づいた利用が増加していると言える。

時空間GISの目的は、旧版地図を活用することで「過去から現代、将来の災害にまたがる時間的な学習シナリオ」に沿った学習を誘導することにある。したがって、そのようなユースケースが実際にどの程度存在するかを確認する。ここでは、前述のユニークid毎に全てのログを目視確認し、閲覧したレイヤ(表1)の内容とその順序に応じて、各ユースケースの利用フローを8種類に分類した。表5にその結果を示す。

分類a~fはそれぞれ単一カテゴリのレイヤのみを閲覧し、シナリオ性が見られなかったものである。ここでのカテゴリ分類は表1に準じており、分類aは地理院地図(現代)のみを閲覧したなど、防災的な学習意図が認められなかったものが該当する。これに対し分類g~iは複数カテゴリを跨いだレイヤ切り替え操作が行われ、シナリオ型

の学習と認められたものである。分類g~iのイメージを図11に示す。表5では分類ごとのユニークid数と全体に占める割合、システム利用平均時間を集計し、それを期間A~Cで比較した。

まず期間Aに着目する。期間A全体での分類aを除いたユースケース当たりの平均利用時間は6分2秒であるが、分類gおよびhでは10分前後となっており、学習シナリオに旧版地図が含まれることでより深い学習が行われている可能性がある。シナリオ中に旧版地図を含まない分類iでは、平均利用時間が分類a~eと同程度に利用時間が短い。

続いて期間Bについて見ると、分類aの割合が22.7%と期間A(41.1%)よりも少なくなっている。同時に、シナリオ型(g+h+i)の割合は49.6%であり期間A(32.3%)よりも多くなっている。このことは、企画展示後半においてコンテンツを追加し、動線を改善することで、より多くの意欲的な学習を喚起できたということの意味

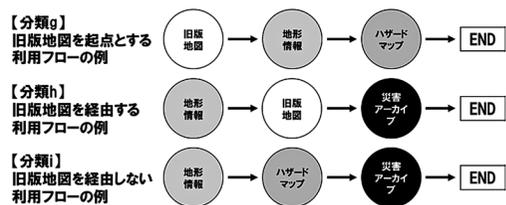


図11 分類g~iのイメージ

表5 時空間GISの利用フロー分類ごとの傾向

利用フロー分類	期間A(企画展示前半)			期間B(企画展示後半)			期間C(終了後)		
	ユニークid数	割合	平均利用時間	ユニークid数	割合	平均利用時間	ユニークid数	割合	平均利用時間
a. 学習的な利用なし	51	41.1%	-	76	22.7%	-	56	38.1%	-
b. ハザードのみ	20	16.1%	2m43s	24	8.8%	2m53s	9	6.1%	2m11s
c. 旧版地図のみ	8	6.5%	5m14s	21	7.7%	4m59s	20	13.6%	2m55s
d. アーカイブのみ	4	3.2%	4m43s	5	1.8%	1m09s	1	0.7%	0m13s
e. 地形のみ	1	0.8%	1m25s	6	2.2%	2m27s	2	1.4%	3m00s
f. 伊勢湾台風のみ	-	-	-	6	2.2%	2m56s	2	1.4%	3m11s
g. 旧版地図を起点	14	11.3%	10m26s	43	15.7%	6m48s	19	12.9%	6m53s
h. 旧版地図を経由	14	11.3%	9m39s	48	17.5%	6m45s	25	17.0%	6m53s
i. 旧版地図を含まず	12	9.7%	3m30s	45	16.4%	5m09s	13	8.8%	6m37s
シナリオ型(g+h+i)	40	32.3%	8m05s	136	49.6%	6m14s	57	38.8%	6m49s
全体(分類aを除く)	73	-	6m02s	198	-	5m21s	91	-	5m16s

する。一方、期間 B では期間 A よりも全体に平均利用時間が短くなっている理由として、時空間 GIS の端末が 1 台しかなく期間 B において利用者が順番待ちをしていたことが考えられる。それに加え、現場で対応したスタッフからは、期間 B では普段防災展示施設を訪れないようなライトユーザが主体であり、期間 A と期間 C ではより深い問題意識を持つユーザが主体であったとの所感を得ており、こうしたユーザ層の違いも影響していると考えられる。なお、期間 B では自分や親が伊勢湾台風の被災者であるとする人が当時の住所を調べ、伊勢湾台風の空中写真やアーカイブ写真を確認するなど、追体験ともいえる利用形態が見られた。

期間 C については、分類 a の割合が 38.1% と期間 A (41.1%) に近い水準に戻り、シナリオ型 (g+h+i) の割合も減少した。これらの結果をもとに、期間 A～C においてシナリオ型利用の傾向の違いがあるのかを確認するため、 χ^2 検定を行った。各期間ともユニーク id の総数(分類 a も含む)を集団の母数、分類 g, h, i の合計をシナリオ型の利用フロー数とし、分析した結果が表 6 である。それぞれの期間でシナリオ型利用フローの割合に差がないという帰無仮説に対して、期間 A と期間 B、期間 B と期間 C では帰無仮説が棄却され、これらの期間同士ではシナリオ型利用フローの割合に有意な差があるという結果になった。他方、期間 A と期間 C では有意な差がないという結果になった。このことから、期間 B で実施した企

画展示コンテンツの追加と動線の改善がシナリオ型の学習を増加させ、企画展示の終了とともにその効果が失われ元の状態に戻った、と解釈できる。

5. 考察と結論

1 章で示したように、災害リスク学習手法として旧版地図の活用には期待が寄せられているものの、教育者には一定の習熟が求められる。本研究ではこの課題を解決する一助として、既存の学習モデルを援用しながら、博物館展示の中で時空間 GIS による「過去から現代、将来の災害にまたがる時空間的な学習シナリオ」を提供し、学習者の理解や解釈を支援するというアプローチを取った。以下では、本研究で開発したシステムとその実装方法について、全体的な考察と結論をまとめる。

第一に、時空間 GIS と企画展示の連動効果について、表 3 からは来館者数が増加し、見学全体への満足感も向上したことが示された。同じく表 3 では時空間 GIS そのものへの満足感も向上しており、表 4 からは実際の利用者数が増加したことも明らかとなった。これらのことから、本研究で示した時空間 GIS の実装形態は来館者が求める学びにより多く応えることができたため、一定の成功を収めたと考えられる。第二に、表 5 からは時空間 GIS において旧版地図を含んだシナリオ型の学習が一定数行われていることと、旧版地図を含んだシナリオ型の学習はそれ以外の学習よりも利用時間が長くなっていることが明らかに

表 6 期間 A～C における時空間 GIS の利用傾向の違いに関する検定結果

	シナリオ型の 利用フロー数	シナリオ型でない 利用フロー数	ユニーク id 総数	χ^2 値	p 値
■期間 A と期間 B の比較					
期間 A (企画展示前半)	40 (32.3%)	84 (67.7%)	124 (100.0%)	10.451	.001**
期間 B (企画展示後半)	136 (49.6%)	138 (50.4%)	274 (100.0%)		
■期間 B と期間 C の比較					
期間 B (企画展示後半)	136 (49.6%)	138 (50.4%)	274 (100.0%)	4.544	.033*
期間 C (終了後)	57 (38.9%)	90 (61.2%)	147 (100.0%)		
■期間 A と期間 C の比較					
期間 A (企画展示前半)	40 (32.3%)	84 (67.7%)	124 (100.0%)	1.243	.265
期間 C (終了後)	57 (38.9%)	90 (61.2%)	147 (100.0%)		

注) *p < .05, **p < .01

なった。このことから、本研究のアプローチである時空間的なシナリオに沿った学習がなされおり、そのような学習においてはより多様なリスク情報の閲覧が促されたと考えられる。また表6からは、シナリオ型学習が企画展示との連動期間においてのみ増加したことが示された。これらのことから、時空間 GIS はシステム単体でも一定のリスク学習を支援する可能性があるが、その実装方法を工夫することで効果がより向上しうると考えられる。

これら二点を踏まえた結論として、本研究で開発した時空間 GIS とその実装手法は、博物館展示において旧版地図を用いたリスク情報学習を展開するうえで有効であると見込まれる。本研究の成果は方法論の実証であり、同種の試みを地域や現場に応じて運用するための幾つかのヒントを提供できたと考えている。課題として、本研究では研究フィールドの都合上、時空間 GIS による最終的な学習成果（教育効果）を測定できておらず、学習前後の比較調査などで追加の検証が必要である。その際は、災害リスクに対する理解の本質が正しい知識ではなく正しい思考であり、地理空間的な思考能力を適切に評価することが重要であることに留意が必要である。この点は教育科学の領域の知見を得ながら、学校教育の現場等と連携し、引き続き取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 地理歴史編，2018
- 2) 日本学術会議：提言 地理教育におけるオープンデータの利活用と地図力/GIS 技能の育成，2014
- 3) 石川弘美・常住春夫：ハザードマップ基礎情報としての土地条件 GIS データおよび新旧地形図の活用について，地図（日本地図学会学会誌），43 (3)，pp.1-8，2005
- 4) 太田 弘：デジタル旧版地形図の活用事例－教育・地域・社会への利用展開を主として－，日本地図学会大会，No.44，pp.34-35，2006
- 5) 小荒井衛：地形学に基づいた防災教育について 日本地理学会発表要旨集，https://doi.org/10.14866/ajg.2017s.0_100268，2017
- 6) 倉田和己・福和伸夫・飛田 潤：効果的な防災意識啓発を支援するための WebGIS 開発，地域安全学会論文集，No.10，pp.293-300，2008
- 7) 明野和彦・星野秀和・安藤暁史：旧版地図を利用した時空間データセットの試作 国土地理院時報，No.99，pp.89-102，2002
- 8) 気仙 誠・岡田成幸・中嶋唯貴：地震防災学的観点からの都市施設の時空間変遷視覚化の試み，日本建築学会技術報告集，第21巻，第47号，pp.89-94，2015
- 9) 埴淵知哉・市田行信・平井 寛・近藤克則：ソーシャルキャピタルと地域コミュニティの歴史：旧版地形図を利用した大規模アンケートの分析，GIS-理論と応用，Vol.15，No.2，pp.11-22，2007
- 10) 谷 謙二：「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発，GIS-理論と応用，Vol.25，pp.1-10，2016
- 11) 矢野桂司：日本の古地図のポータルサイト構築に関する一考察，立命館文學，656，pp.32-46，2018
- 12) 倉田和己・福和伸夫：質問紙調査に基づく全国防災学習施設データベースの開発，日本建築学会学術講演梗概集，pp.35-36，2018
- 13) 奥本素子・加藤 浩：博物館展示を理解・解釈するために必要な学習支援についての考察，日本教育工学会論文誌，33 (4)，pp.423-430，2010
- 14) 一般財団法人日本地図センター：米国立公文書館所蔵の米軍撮影空中写真，<https://www.jmc.or.jp/photo/NARA.html>，2020年9月10日に閲覧
- 15) 名古屋市：伊勢湾台風災害誌，昭和36年3月

（投稿受理：令和3年3月15日
訂正稿受理：令和3年7月2日）

要 旨

災害リスク学習の教材として旧版地図の活用が期待されるが、指導者側には一定の習熟が要求されるという課題がある。本研究では、旧版地図を含む多様なレイヤを搭載した時空間 GIS を開発し、伊勢湾台風に関する企画展示と連動させて提示することで、システムの有効性と実装上の工夫に関して評価を行った。その結果、一定数の利用者が旧版地図と他のレイヤを関連させたシナリオ型の学習を行っており、企画展示との連動によってその割合が増加した。また、アンケート結果からも利用者の満足感が改善したことが明らかになった。これらのことから、本手法には一定の効果が認められる。