

地理情報システム (geographical information system)

著者

Qian Ye, Shihui Guo 北京師範大学 地表過程と資源生態国家重点研究室（北京、中華人民共和国）

4.8.1 学習目的

地理情報システム (geographical information system, GIS) について以下を理解する。

1. GIS の基礎
2. 災害医療 (disaster health) における地理空間解析 (geospatial analysis) の役割
3. 災害・健康危機管理 (Health EDRM) における GIS の使用と課題 (use and challenges)

4.8.2 序論

「1 に立地、2 に立地、3 に立地 "location, location, location"」は、住宅価値における立地の圧倒的重要性 (overwhelming importance of location on home value) を強調する不動産業者のスローガン (real estate agents' mantra) である。このスローガンはまた、地震 (earthquake)、台風 (typhoon)、洪水 (flood) その他なんでも、災害が発生した際に問うべき最初の 3 つの質問の枠組み (framework for first three questions) となる。最初の質問は、通常誰もが問う「災害はどこで発生したのか? (Where has it happened?)」である。2 番目の質問は、主に被災者が問う「避難所はどこか? (Where are the shelters?)」である。3 番目の質問は、多くの場合、政府の危機管理関係者が問う「リソースはどこにあるのか? (Where are the resources?)」である。

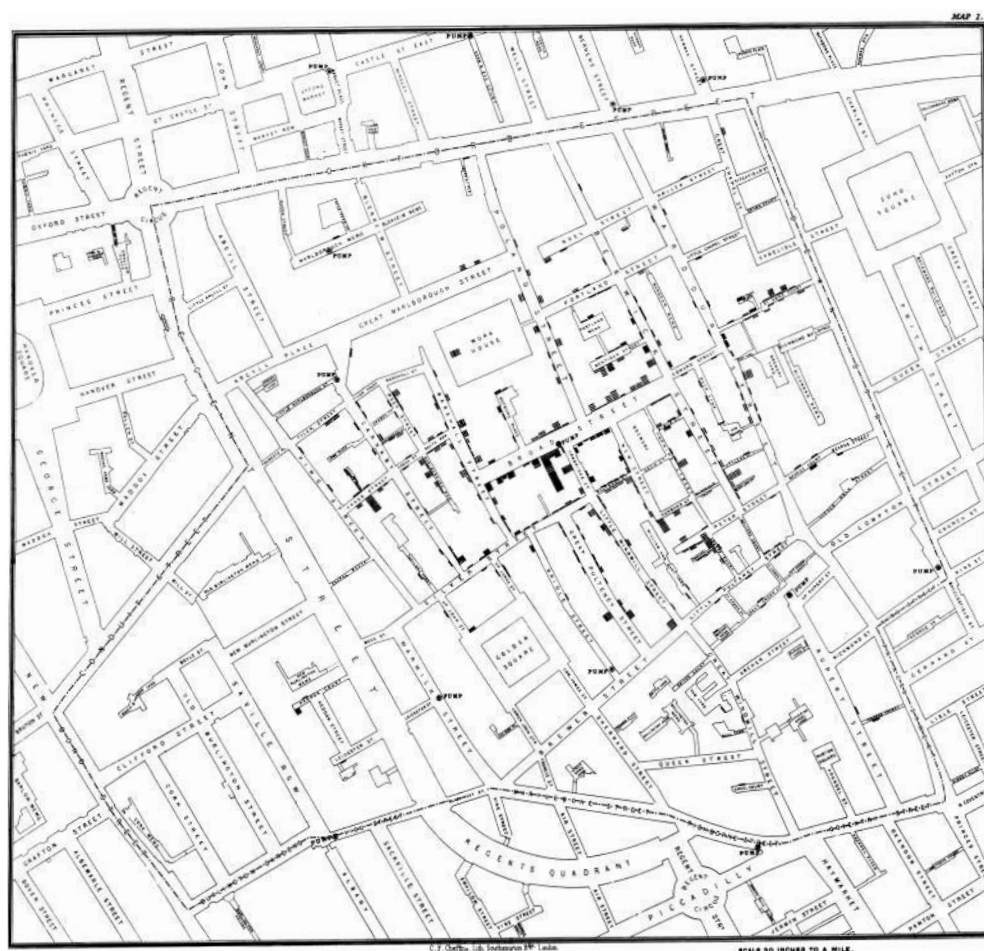
場所 (place) と立地 (location) が健康と安全 (health and safety) に影響するという考え方は、多くの国 (in many countries) とさまざまな文化 (across different cultures) で昔から親しまれている。たとえば中国では古代より、風水の知恵 (Feng Shui wisdom) を通して異なる環境には多様なエネルギー (wide variety of energies in different environments) があるという理解が培われており、低く攻撃的なエネルギー (low and attacking energies) から人 (humans) と住まい (dwellings) を守る場所を見つけるために、風水の多彩な手法 (variety of Feng Shui methods) が発展してきた。欧米の歴史においては、はるか昔、紀元前 3 世紀のヒポクラテスの時代に、医師たちは、いくつかの病気 (certain diseases) が、ある場所では発生するが、他の場

所では発生しないことを観察していた。さらに重要なことに、昔から疫学的データの空間的性質 (spatial nature of epidemiological data) は、人間と動物の健康を守り改善 (protect and improve human and animal health) するための政策策定の根拠となる科学的エビデンスだと理解され、使用されてきた。1854 年、英国ロンドンのソーホー地区で発生したコレラの流行により、わずか 10 日間で約 600 人が死亡した。ロンドンの医者、ジョン・スノーは、ポンプ井戸 (water pumps) とコレラで死んだ人の家 (homes of people who died of cholera) の位置をマッピングすることで、汚染されたポンプ井戸 (a contaminated water pump) を特定した (図 4.8.1)。当局にポンプのハンドルを取り外すよう指示した後、コレラの新規患者数 (number of new cholera cases) は急減 (dropped dramatically) した。

現代のデジタル時代 (modern digital era) において、人々は日常的に地理上の目安 (features of geographic locations) (公園 (parks)、バス停 (bus stops)、学校 (schools)、病院 (hospitals)、警察署 (police stations) など) に遭遇する。これが災害・健康危機管理にとって重要なのは、緊急事態への備え (emergency preparedness) と健康リスクの軽減 (health risk reduction) が基本的に空間的問題 (spatial problems) だからである。リモートセンシング (remote sensing)、コンピュータ (computers)、インターネット (internet) などの新たな情報技術を駆使することで、今ではすべての位置情報 (all location-based information) を可視化 (visualised) できる。さらに、この情報の解析 (analysis) と解釈 (interpretation) を基に、社会生態学的システムのさまざまな構成要素 (various components of social-ecological system) の関係 (relationships)、パターン (patterns)、傾向 (trends) の理解を深めることができる。本章では、GIS の一般概念 (general concept) を紹介し、災害医療における現在の利用分野 (current application in disaster health) を概説し、将来の発展 (future developments) について述べる。

4.8

図 4.8.1 ジョン・スノーのコレラマップ



ブロード・ストリート (Broad Street、図の中央近く) の汚染されたポンプ井戸 (contaminated water pump) がコレラ拡大の原因と判明した。

ジョン・スノーが 1854 年頃に描いた地図。生と死の地理学 (Stamp, LD.1964, A Geography of Life and Death) に掲載。この書き直された地図では、元の地図と Tufte の版にあった興味深いエビデンスが省かれている (leaves out some interesting bits of evidence)。たとえば、道を挟んでポンプの反対側には、死者がまったく出ていない建物があった。

4.8.3 GIS とは何か？

GIS の実用的定義 (working definitions) は多数ある。本章では GIS を「地理的に参照されるあらゆる形式の情報 (all forms of geographically referenced information) を取得 (capturing)、操作 (manipulating)、統合 (integrating)、照会 (interrogating)、モデル化 (modelling)、解析 (analysing)、および可視化 (visualising) するためのハードウェア、ソフトウェア、およびインフラストラクチャーを備えたコンピュータシステム (computer system)」と定義する。

GIS は近年急速に発達し、ほぼすべての地理・行政レベル (geographic and administrative levels) の広範な領域で、政策支援の強力なツールとなっている。さまざまな利用者にとって、GIS 利用の有効性と成功は、ハードウェア、ソフトウェア、実施の専門知識 (technicalities of its implementation)、データ品質に左右される。GIS の設計と機能向上はホスト組織 (host organisation) と密接な双方向の関係 (close and two-way relationship) にある。

4.8.4 GIS のハードウェア

一般に、完全な GIS システムには、個々のコンピュータ、コンピュータの構成 (configuration) とネットワーク、入力装置 (input devices)、ストレージシステム、出力装置 (output devices) (3D プリンタなど)、バーチャルリアリティ表示システム (virtual reality display systems) が含まれる。GIS 用のコンピュータは、低価格 (low end) の携帯電話やパソコンから高価なスーパーコンピュータや X ターミナルに至るまで (high end) あることを強調しておかなければならない。ハードウェア要件 (hardware requirements) は実行するタスクによって大きく異なる。

4.8.5 ソフトウェア

ソフトウェアの選択は組織のニーズ (needs of the organisation)、必要な機能 (functionality desired)、利用できる資金 (money available)、システムが計画される期間 (period) によって決まる。市場には良質で広く使用されている、ライセンスで保護されたソフトウェア (proprietary software) が多数あり、特定のシステムを選択する前にそれらのコストと便益 (costs and benefits) を比較するべきである。これまでに、デスクトップ GIS、ウェブ GIS、GIService、クラウド GIS、スマート GIS という 5 世代のソフトウェアが開発されている。

デスクトップ GIS (desktop GIS) の開発によって、GIS の利用が地理データの管理 (geographic data management)、解析 (analysis)、視覚化 (visualisation) に拡大された。ウェブ GIS (Web GIS) は一般の人々 (general public) に最もよく使われているもので、Google Earth や Google Map のような製品が含まれる。これによって、GIS ソフトウェアを多くの分野で使用する際の障壁が低くなり (low barriers)、地理空間データに世界規模でアクセス (global access to the geospatial data) できるようになった。そうして、リアルタイムのデータを届け (delivering real-time data)、共同のデータ収集 (collaborating data collection) とプラットフォームをまたいだマッピング (mapping across platform) が可能になっている。GIService は GIS 機能とウェブサービス機能を組み合わせたものである。クラウド GIS (cloud GIS) は、ユーザーがストレージ (storage)、計算 (computation)、ネットワーク (network) の優れた能力 (powerful capability) を提供するのにクラウドコンピューティングの力をより活用する

4.8

(better use of the power of cloud computing) のに役立つ。スマート GIS (smart GIS) は GIS をどこでも (everywhere)、いつでも (all the time)、何にでも (for everything) 利用できるようにするだけでなく、すべてをサービスにする (make everything as service)。

各種オープンソース GIS (different open source GIS) と ESRI 社の GIS プログラムについて能力 (capabilities) と機能 (functionalities) を示したサマリーが、オンラインで入手できる (1)。

4.8.6 GIS データベース

データベースはいかなる GIS 利用プロジェクト (GIS application project) でも中心的な存在である。GIS を基盤とするデータベース (GIS-based database) の開発はプロジェクトの最初のステップである。ここには、データ取得のプロセス (process of data acquisition)、データのデジタル化 (data digitisation)、データのモデル化 (data modelling)、データの質の担保と質の管理 (data quality assurance and quality control, QA/QC) が含まれる。

データ取得 (data acquisition) は、研究プロジェクト分野における GIS 関連情報の取得であり、通常は生態系 (ecosystem)、気候学 (climatology)、地質学 (geology)、水文学 (hydrology)、地形 (land shape)、土壌 (soil)、社会経済 (social-economy)、およびその他の特定の情報に関するデータが含まれる。データは通常、衛星画像 (satellite images)、ハードコピー地図 (hard copy maps)、地上観測 (ground observations)、文献から得られたデータ (data obtained from the literature) から成る。

データのデジタル化 (data digitisation) は、多様なデータ形式 (variety of data formats) (写真や絵図など) から取得したデータを、ベクター (vector) やラスター (raster) などの比較的標準化されたデータ形式 (relatively standardised format) に変換 (transforming) するプロセスである。

- ベクター (vector) は点 (point)、線 (line)、多角形 (polygon) などの要素で構成され、通常はシェープファイル (shape file) として保存される。
- ラスター (raster) は、画像 (images) と TIN (訳注: Triangulated Irregular Network) として保存可能なグリッド状のセルと画素 (grid cells and pixels) で構成される。このプロセスの後、新たなデータは同じ座標システム (same coordinates system)、投影法 (projection)、測地系 (datum) を有することになり、データ解析用の GIS ソフトウェアで容易に利用 (readily used) できるようになる。

データのモデル化 (data modelling) は、利用可能なデータ (available data) を使用して別のタイプのデータを導き出す (derive additional type of data) プロセスである。たとえば、デジタル標高モデル (digital elevation model, DEM) と川のシェープファイル (river shape files) は、傾斜 (slope)、アスペクト (aspect, 斜面の向き)、分水界 (watershed) を導き出すために使用される。

データの QA/QC は、異なるソースから変換 (transformed from different sources) された GIS データを検証 (validating) するプロセスである。変換されたデータは、予め決めた地点の地理的座標 (geographic coordinates of predetermined loca-

tions) を現地調査の結果 (field survey results) と比較することによって検証される。

事例 4.8.1

医療の脆弱性と災害リスクの地図 (2)

各国の医療の脆弱性 (health vulnerability) を測定するために、一帯一路 (Belt and Road region) 沿いの 147 か国について、9 つの健康指標 (nine health indicators) から、人口の状態 (population status)、疾病予防 (disease prevention)、対応能力 (coping capacity) という 3 つの因子を抽出した (three factors were captured) (2)。人口の状態 (population status) は 15 歳未満または 65 歳超の人口の割合 (proportion of the population aged under 15 or over 65 years of age)、5 歳未満の死亡率 (mortality ratio for children under 5 years)、妊産婦死亡率 (maternal mortality ratio) に関連する。最も脆弱 (most vulnerable) な国はシエラレオネ、チャド、中央アフリカ共和国だった。ウクライナは研究対象となった国すべての中で最も脆弱性が低い (least vulnerable) ことが示された。第 2 の因子、疾病予防 (disease prevention) は、はしか含有ワクチン第 1 回 (measles-containing-vaccine first-dose, MCV1) とジフテリア・破傷風・百日咳 3 種混合 (diphtheria, tetanus and pertussis, DTP3) ワクチンの接種率 (coverage) に関連し、赤道ギニアとウクライナが突出していた。この 2 国は MCV1 と DTP3 の接種率が低かったからである。第 3 の因子、対応能力 (coping capacity) は医師比率 (physician ratio) と病床比率 (hospital bed ratio) に関連し、タイ、ソロモン諸島、インドネシアが上位 (top of the scale) につけた。3 つの因子を組み合わせると医療の脆弱性指数 (health vulnerability index) にしたところ、ギリシャ、韓国、ベラルーシで脆弱性が最も低かった (least vulnerable countries) 一方、ソマリア、中央アフリカ共和国、チャドを含むアフリカ諸国は最も脆弱性が高かった (most vulnerable)。

災害リスクは曝露 (exposure)、ハザード (hazard)、脆弱性 (vulnerability) の関数 (function) であるため、本研究で特定された災害リスクが高い (highest disaster risk) 上位 5 地域は、フィリピン、アフガニスタン、バングラデシュ、ソマリア、インドネシアの周辺地域だった。中国北西部、北アフリカ、東ヨーロッパ、オーストラリアは比較的低リスク (relatively lower risks) と判明した。

GIS ベースのデータベースの最も一般的な用途は、事例 4.8.1 に示すように、研究対象の空間分布を数量化 (quantify research objects' spatial distribution) することである。現象 (phenomenon) や指標 (indicators) の地球表面の (地理的) 分布を空間分布 (spatial distribution) と呼ぶ。本事例に示すように、選ばれたさまざまな因子 (various selected factors) をマッピングすることで、「何がどこにあるのか? (What is where?)」という問いに答えるために、その国の医療の脆弱性 (health vulnerability of the country) を視覚的に示すことができる。

トブラーの地理学第一法則 (Tobler's First Law of Geography, 用語集参照) に述べられるように、「すべてのものは他のすべてのものに関係する。しかし、近くにあるものは遠くにあるものより密接に関係する」。研究地域におけるさまざまな因子の空間相関 (spatial correlations) を理解することも、GIS を基盤とするデータベース (GIS-based database) の重要な使い方である。

空間データの活用 (exploration of spatial data) には、観察されたパターンがランダム 349

4.8

であるかどうかを判断するために統計的手法 (statistical methods) を使用することもある。視覚化 (visualisation) は最も一般的に使用される空間分析手法で、事例 4.8.2 に示すように、空間パターンを描き出した地図 (maps that describe spatial patterns) が得られる。モデルは、因果関係 (cause-effect relationship) の研究や、空間パターンの説明や予測をする (to explain or predict the spatial patterns) ために使用することもある。

事例 4.8.2**ラテンアメリカのチクングニア熱**

2014 年、デング熱とその主要媒介動物 (main vector) であるネッタイシマカが確認されたラテンアメリカの地域で、チクングニア・ウイルスの伝染が急速に広がった。2014 年の流行は新たな風土病 (endemic disease) の始まりだった。この新たなアルボウイルス病に直面した国々では、一部地域では発生率が低下 (decreased incidence) して伝染が落ち着いた (stabilisation of its transmission) 一方、2015 年に大幅な増加 (significant increase) がみられた地域もあった。これはコロンビアのコーヒー三角地帯 (Coffee-Triangle region) に当てはまった。

この状況では、ラテンアメリカ諸国の風土病地域への旅行者 (travellers to endemic areas) は感染性刺傷 (infective biting exposure) への曝露のリスクを意識しなければならない。旅行者への助言として、GIS を使用してコーヒー三角地帯を対象にチクングニア熱の疫学マップ (epidemiological maps for Chikungunya virus) が作成された。この地域は 3 つの県 (departments) (カルダス、キンディオ、リサルダ) と 53 の市町村 (municipalities) からなる観光地域である。

GIS ベースの疫学マップ (GIS-based epidemiological maps) を使用することで、予防と対応のための戦略 (preventive and control strategies)、およびこのベクター伝播性疾患 (vector-borne disease) を管理するための公衆衛生政策 (public health policies) を統合 (integration) することができる。たとえば、同地域の医療従事者と医学生のチクングニア・ウイルスに対する準備 (preparedness) の度合いは、ネッタイシマカによるチクングニア・ウイルス伝染の影響を管理 (controlling) ・緩和 (mitigating) するための、地域参加型のベクター駆除 (community participation of vector control) を含む継続的・集中的な教育活動 (intense continuing education activities) を通して高まった。

旅行者もウイルスを拡散 (spread) させるかもしれないため、GIS マップは、伝染率の高い特定の目的地 (destinations with high transmission rates) へ向かう旅行者のリスクを評価するための関連情報 (relevant information to assess the risk) も提供する。これによって、政府当局と一般市民の両方が予防のための助言 (prevention advice) を得ることができる。

4.8.7 災害医療における GIS の利用

災害事象の際は救急サービスの需要が短期的に急増 (significant short-term spike) し、特別な対策 (extraordinary measures) が必要になる。UNDRR で報告されているように (3)、自然ハザードによる災害 (natural)、偶発的災害 (accidental)、意図的な災害 (intentional disasters) は世界的に増加しつつあり、各国政府 (govern-

ments)、医療組織 (healthcare organisations)、一般市民 (general public) にとって大きな懸念 (increasing concern) となっている。さまざまな国と地域で行われた多くの研究によって、GIS の適切な使用が災害リスク管理システムの有効性 (effectiveness) を高められること、それによって人々とコミュニティのインフラを守れること (safeguarding the people and community infrastructure) が示された。緊急事態と災害に対する救急医療対応の責任の多く (much of the responsibility) は、医療セクターが担う (rests on health sector) が、他のセクターも関与する必要 (other sectors need to be involved) があり、災害医療 (disaster health) が他と異なる点の一つはその分野横断性 (multidisciplinary nature) である。

高所得国 (high-income countries) では、多くの病院や医療施設に、携帯端末、タブレット、携帯用パソコンを含め、災害医療対応能力を備えた無線 LAN (wireless local area network with disaster medical response capabilities) などの新たな情報技術 (new information technologies, IT) が整備されている。残念ながら、多くの災害事象 (disaster events) は病院の損傷 (damaging hospitals)、緊急援助物資の制限 (limiting emergency supplies)、診療所の閉鎖 (closing medical clinics) などによって、医療インフラを圧倒 (overwhelm)、あるいは破壊 (destroy) する。近年の IT の進歩を活用すれば、病院 (hospitals) と災害救助機関 (disaster relief agencies) は GIS を利用して協力し、災害に備えたよりよい計画を策定することができる。

研究によれば、災害に見舞われた際、最新の IT を備えた包括的な災害医療対応計画 (comprehensive disaster medical response plan with state-of-the-art IT) が極めて重要である。この計画では、起こり得る脅威 (potential threats) に対応できる十分な人員 (adequate personnel)、救援物資 (supplies)、機器 (equipment)、手順 (protocols) が用意されていること、さらに、災害のレベルに応じた規模 (correct scale to meet the size of disaster) であることが必要となる。

災害前の段階 (pre-disaster stages) では、災害・健康危機管理には大気 (air)、上下水道 (water, sanitation)、電気・ガス (utilities)、コミュニティの医療施設 (community health facilities) に関する正確な公衆衛生データ (accurate public health data) が必要である。さらに、地理的情報をもつベースライン人口動態データ (geo-referenced baseline demographic data) と医療圏境界 (health area boundaries) も重要である。災害時には、医療組織は医療ニーズの増大 (increased demand) に応えて通常のサービスレベルを超えて対応 (expand beyond normal service levels) できるよう、許容できる範囲でサージキャパシティ (acceptable surge capacity、予備能力) を備える必要がある。サージキャパシティ構築 (building surge capacity) の一例が、米国の National Hospital Available Beds for Emergencies and Disasters, HAvBED という、全国規模のリアルタイム病床追跡システム (national real-time, hospital-bed tracking system) である。このシステムには GIS、確立されたコミュニケーション手順 (established communication protocol)、データベース、標準化された病床の定義 (standardised hospital bed definitions) が含まれる。

災害前後 (pre-disaster and post-disaster phases) と災害時 (during a disaster) に、患者と基本的な医療用品を追跡 (track patients and essential medical supplies) することも欠かせない。関連する計画立案ツールは「緊急時に備えた資源一覧 (Emergency Preparedness Resource Inventory)」である。これは、重要なリソースの地域供給 (regional supply of critical resources) を評価 (assess) し、インシデント管理に備え (prepare for incident management)、サービス不足を特定し (identify deficiency in services)、リソース獲得の意思決定を支援 (support

4.8

resource acquisition decisions) するウェブベースのツールである。緊急時に備えた資源一覧 (Emergency Preparedness Resource Inventory) には、救急用具 (emergency equipment) と医薬品 (medicines) がどこにあるか、手元にある量 (amount on hand)、追加の医療用品 (additional supplies) を入手する方法を記録する在庫チェックリスト (inventory checklist) も含まれる。

GIS により、患者 (patients) と医療従事者 (healthcare personnel) の両方をリアルタイムで追跡 (real-time tracking) することもできる。災害時に患者を追跡することは、治療の改善 (improved care)、家族への連絡 (family notification)、救急サービスの配分 (allocation) に役立つ。

このタイプの技術は、救急対応時に初期対応者 (first responders) が患者の位置を突き止め (locate patients)、病院が満員であれば転送し (transfer patients)、救急治療プロセスにおいて個人を移動させる場合は患者の治療を調整 (coordinating patient care) するのに役立つ。これは事例 4.8.3 で説明するとおりである。

事例 4.8.3**高温災害に遭った人々の健康リスク分布 (4)**

地球規模の気候変動 (global climate change) によって、異常気象事象 (extreme weather events) が頻繁に発生するようになり、人々の健康 (human health) と社会経済 (social economy) に大きな影響をもたらしている (5)。重要なタイプの異常気象事象 (important type of extreme weather event) として、夏の異常高温 (extreme summer temperatures) が世界の広い範囲で起こっており、今後もその頻度 (frequency)、範囲 (extent)、期間 (duration) が増大すると予想される (6)。夏の高温に起因する高温災害 (high temperature disasters) は人間の健康に直接影響する。1995 年に米国シカゴを襲った熱波 (heatwave) と 2003 年のヨーロッパを襲った熱波 (heatwave) は、多数の死者をもたらした (7-8)。

夏の異常な高温 (excessive summer temperatures) は心血管 (cardiovascular)、呼吸器 (respiratory)、消化管 (digestive tract) その他の病気の発生率 (incidence) を高める。高温の天気 (high temperature weather) は有害なガス (harmful gasses) や煤煙 (smoke) の蓄積による環境汚染 (environmental pollution) にもつながり、さらに人の健康を脅かす (9)。しかし、高温警報 (high-temperature warning) など対象を絞った空間管理 (targeted space control measures) やリソース配分 (resource allocation) によって、予想されるリスクを最小化することはできる。人々の特徴が異なれば (people with different characteristics) 高温への耐性も異なる (different resistance to high temperatures)。したがって、脆弱な集団の特定 (identification of vulnerable population) と高温災害に遭った集団の健康リスク評価 (health risk assessment of high-temperature disaster populations) は、的を絞った災害の予防と緩和およびリソース配分にとって重要となる (10)。

IPCC 第 5 次評価報告書 (fifth research report) で提唱された災害リスク評価の枠組み (disaster risk assessment framework) に基づき (6)、高温災害に基づく集団の健康リスク評価のために、「高温ストレス (high-temperature stress) – 社会的脆弱性 (social vulnerability) – 人口曝露 (population exposure)」の概念モデル (conceptual model) が提案された。気象学的データ (meteorological data)、リモートセンシングデータ (remote sensing data)、社会経済的統計データ (socio-

economic statistical data) と合わせ、国レベルでの高温災害リスク評価 (high temperature disaster risk assessment) を補完するために GIS プラットフォームと RS (remote sensing) プラットフォームが使用された。その結果、高温ストレスがある (high-temperature stress)、または社会経済が貧弱 (poor social economy) な発展途上地域 (underdeveloped areas) に、高温災害の脆弱性のホットスポット (hot spots of high-temperature disaster vulnerability) が主に分布していることが明らかになった。

4.8.8 課題 (challenges)

多くの研究は、GIS を含む IT に適切に投資 (invest appropriately) している医療組織はその医療サービスの質 (quality) と効率 (efficiency) を改善できることを示している。特に、こうした投資が災害計画 (disaster plans) に組み込まれている場合は、災害・健康危機管理において救急医療対応 (emergency medical response) とその他の側面 (other aspects) の利点 (benefit) につながる。しかし、事例 4.8.4 で指摘されるように、GIS が収集 (collects)・保存 (stores)・解析 (analyses)・表示 (displays) するデータの安全性 (safety) には懸念がある。

事例 4.8.4

ドイツにおける全人口の健康モニタリングに対する GIS 利用

近年、GIS は公衆衛生研究 (public health research) に不可欠な一部 (integral part) となっている。GIS が提供する幅広い解析ツールによって、健康に関するリサーチクエストに対して革新的なソリューション (innovative solutions) が可能になる。GIS を利用したドイツにおける全国規模の研究の解析から、同国での健康モニタリング (health monitoring) に対する GIS の可能性が浮き彫りになった。ロベルト・コッホ研究所 (Robert Koch Institute, RKI) では、GIS による最新のマッピング (up-to-date mapping) と視覚化 (visualisation) のオプションを全国健康モニタリング (national health monitoring) に使用している。また、国民の健康と健康行動 (health and health behaviour) に影響する因子としての居住環境 (residential environment) に関する客観的情報 (objective information) を収集し、さまざまな地理的範囲で RKI 調査データに関連付けることもできる。この方法は、気候 (climate)、植生 (vegetation)、土地利用 (land use) などの物理的情報 (physical information) および建築環境に関する情報 (information on the build environment) を使用することに加え、社会経済的 (socioeconomic)・社会人口動態データ (sociodemographic data) を、調査データ (survey data) と合わせて医療 (healthcare) と環境ストレス (environmental stress) に関する情報に関連付けることが可能である。これによって、データを解析のコンセプト (concepts for analyses) に組み込む (integration) ことができる。こうして GIS は、RKI が全国規模 (national) の代表的 (representative) かつ有意義 (meaningful) な健康モニタリング結果を提示することを可能にする。しかしそうする際には、データ保護規則 (data protection regulations) に常に従わなければならない。データの安全性 (safety of the data) と、全国的な空間データインフラ (national spatial data infrastructure) の開発、および健康モニタリングに関連の深い良質なデータセット (high quality data sets) にアクセスできる重要なデータソースの特定 (identi-

4.8

fication of important data sources) とのバランスは、この GIS の開発における重要な要素である。

GIS を頑健な災害医療対応計画 (robust disaster medical response plan) で実施する際のもう一つの課題 (challenge) は、多くの必要なツールに関わるコスト (cost) である。患者によりよいサービスを提供するため、医療組織は正確 (accurate) で最新 (updated) の情報を十分 (sufficient) に得るための継続的な財政支援 (continuous financial support) を求めている。これはとくに米国の地方 (rural US) と低所得国 (low-income countries) で大きな意味を持つ。地域的 (regional)、全国的 (national)、国際的 (international) なレベルの災害管理に対する取り組みには、地域 (local)、州 (state)、国 (national) の緊急対応プログラムを結ぶ協調的な GIS ベースのアプローチ (coordinated GIS-based approach) が至急求められている。

災害医療対応 (disaster medical response) の 3 つ目の課題は、複数のデータソースを効果的に使用することによって、協調性のある管理アプローチ (coordinated management approach) を発展させることである (11)。無線 LAN (wireless LANs)、GIS 技術 (GIS technology)、患者追跡システム (patient-tracking systems)、オンライン医療リソースデータベース (online medical resource databases) の使用によって、災害事象の早期検知 (early disaster event detection)、感染症流行管理 (outbreak management)、検査システムの接続 (connecting laboratory systems)、対応実施 (response administration)、コミュニケーション (communications)、公衆衛生警報 (public health alerts) を含む災害医療対応 (disaster medical response) が改善されるが、効果的な調整 (good coordination) も必要になるだろう。こうした技術によって、患者の治療と安全 (patient care and safety) が改善されるとともに、指揮統制が向上すること (better command and control) で、リソース利用の効率が上がる (more efficient resource utilisation) だろう。しかし、GIS が災害医療対応に大きく貢献できるのは、それが信頼でき、かつ代表的なベースラインデータと状況データ (reliable and representative baseline and situational data) を含む場合に限られる。結果を解釈する際は、こうしたデータの品質を注意深く考慮しなくてはならない。利用者が複雑な状況 (complex situation) をよく理解できるよう図るにあたっては、GIS の視覚化手法の選択 (choice of visualisation method) (たとえば地図内の変数のカラーやグルーピング) も、状況の全体的な解釈 (overall interpretation of the situation) に影響する。

4.8.9 結論

災害・健康危機管理の領域における GIS 技術の利用は拡大しつつあり、災害による健康リスクの検知 (disaster health risk detection)、モデル化 (modelling)、評価 (assessment)、対応計画 (response planning)、公衆衛生政策の策定 (public health policy development) を網羅するだけでなく、その先へと進展している。しかし、GIS に基づく災害医療管理システム (disaster health management system) の開発と維持は、技術に依存するだけでなく、複雑な社会生態学システム (complex socio-ecological system) における多くの要素とも関わっている。多分野および分野横断的 (multi- and trans-disciplinary) な訓練を受け、関連する情報技術を備えた (equipped with relevant information technologies) 専門家が、災害医学 (disaster health science) での GIS 利用をめぐる現在および将来の課題に対応する上で極めて重要な存在となる。

4.8.10 キーメッセージ

- GISの主な強み (**main strength**) は、空間・属性データ (**spatial and attribute data**) を組み合わせ、解析し、表示する優れた能力である。
- これは、災害対応計画における大規模なデータの解析と処理のニーズを満たし、災害・健康危機管理を改善するのに役立つだろう。

4.8.11 関連文献

Mansour S. Spatial analysis of public health facilities in Riyadh Governorate, Saudi Arabia: a GIS-based study to assess geographic variations of service provision and accessibility. *Geo-spatial Information Science*; 2016: 19(1): 26-38.

Yafei Z, Mao L. GIS-based urban fire risk assessment and its application in disaster mitigation planning. *Journal of Catastrophology*; 2010: 25(S1): 258-63.

Nagata T, Kimura Y, Ishii M. Use of a Geographic Information System (GIS) in the Medical Response to the Fukushima Nuclear Disaster in Japan. *Prehospital and Disaster Medicine*; 2012: 27(2): 213-15.

Kawasaki A, Berman M L, Guan W. The growing role of web-based geospatial technology in disaster response and support. *Disasters*; 2013: 37(2): 201-21.

4.8.12 参考文献

1. Comparison of Geographic Information Systems (GIS) software. WHO. 2018. www.who.int/health-cluster/resources/publications/OpenSourceGISComparison.pdf (accessed 12 January 2020).
 2. Chan EYY, Huang Z, Lam HCY, Wong CKP, Zou Q. Health vulnerability index for disaster risk reduction: application in Belt and Road Initiative (BRI) region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 2019: 16(3): e380.
 3. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland. 2019.
 4. Pan X, Yanglin W, Yanxu L, Jian P. Incorporating social vulnerability to assess population health risk due to heat stress in China. *Acta Geographica Sinica*; 2015: 70(7): 1041-51.
 5. Quansheng G, Jingyun Z, Hao Z, Zhang X, Fang X, Wang H, Yan J. State-of-the-arts in the study of climate changes over China for the past 2000 years. *Acta Geographica Sinica*. 2014: 69(9): 1248-58.
 6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2014: Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press. 2014. <https://archive.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> (accessed 4 March 2020)
-

4.8

7. Semenza et al. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL, Wilhelm JL. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New England Journal of Medicine*; 1996: 335(2): 84-90.
8. Stott et al, 2004 Stott PA, Stone DA. Human contribution to the European heat wave of 2003. *Nature* 432; 2004: (7017): 610-4.
9. Patz JA, Campbell-Lendrum D. Impact of regional climate change on human health. *Nature*; 2005: 438(7066): 310-7.
10. Gulrez A, Shubhayu S, Partha G, et al. Heat Wave Vulnerability Mapping for India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 2017: 14(4): 357.
11. Chan TC, Killeen J, Griswold W, Lenert L. Information technology and emergency medical care during disasters. *Academic Emergency Medicine*; 2004: 11(11): 1229-36.