

200639001 A

厚生労働科学研究研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

地理及び社会状況を加味した地域分析法の開発に関する研究

平成18年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 浅見 泰司

平成19(2007)年 4月

目 次

I. 総括研究報告

地理及び社会状況を加味した地域分析方法の開発に関する研究	-----1
------------------------------	--------

浅見泰司

II. 分担研究報告

1. 空間ドキュメント管理システムの設計と開発に関する研究	-----13
-------------------------------	---------

有川正俊

2. 集積地域同定のための新たな検定手法の開発に関する研究	-----18
-------------------------------	---------

丹後俊郎

3. 健康危機情報における空間分析手法の開発に関する研究	-----24
------------------------------	---------

浅見泰司

4. 健康危機管理における地域サーベイランスとその可能性	-----34
------------------------------	---------

郡山一明

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----39
---------------------	---------

IV. 研究成果の刊行物・別刷	-----40
-----------------	---------

地理及び社会状況を加味した地域分析方法の開発に関する研究

主任研究者 浅見 泰司 東京大学空間情報科学研究センター教授

研究要旨

地域保健行政を支援するため、健康危機情報を簡便に扱うことができるソフトウェアを開発し、すでに全国の保健所においてダウンロードして使える状態にした。また、健康危機情報の集積性を判定する統計手法、健康危機状況をよりの確に捉える手法などを開発した。さらに、それらを応用して、実際の健康情報にかかわる分析を行い、AEDの最適立地を求めたり、インフルエンザ流行の可能性を事前に発見する方法を開発した。これらのソフトウェア、分析手法開発、応用による健康危機関連情報の分析は、今後の地域保健行政に大いに役立つものと期待できる。

分担研究者

丹後俊郎 国立保健医療科学院部長
郡山一明 救急救命九州研修所教授
有川正俊 東京大学助教授

A. 研究目的

地域の慢性的な健康問題や健康被害の特異性を早期に検出注意喚起を行う地域診断システムは、情報収集に時間がかかり、時空間的な解析を有効に行うことができない。これを打開するためには、知的情報処理技術により時空間データの入力・収集の手間を省き、空間データ化し、それに合った空間解析・統計モデルを開発して、リアルタイムで特異性検出の感度の高い精密なシステムの開発が必要である。

本研究では、このシステムに必要な(1)非定型書式である健康危機情報などのデータ群から、有効な位置情報を取得し、データ書式変換などをせずに簡易に地図表示・加工を実現するソフトウェア(SDMS)の開発、(2)症候の時間・空間的特異性や統計特性を評価するためのモデル開発、(3)健康危機情報の分析による地域保健行政に役立つ実証分析を行う。

平成16年度には、空間オブジェクトに関する情報を地図情報に結びつけ、一般のドク

ュメントファイルや表計算ファイルを簡易に図化するシステム設計を行い、プロットタイプのシステムを開発した。また、疾病空間情報および緊急健康危機情報を取得してその空間パターンの分析を進めた。

平成17年度には、実現可能でかつ効果的な情報システム、空間解析手法、統計モデルの開発を行った。また、空間ドキュメント管理システム(SDMS)による空間データと解析モジュールとの間のインタフェースについて研究を行い、実装版システムを構築した。

平成18年度には統計モデル、空間解析手法の理論的な精緻化をはかるとともに、SDMSのカスタマイズ化、ユーザインタフェースの改良などを行いSDMSの完成版を構築した。すでに、ソフトウェアは、保健所でダウンロードして利用できる状態とした。さらに、保健所関係者に、ソフトウェア利用の講習会を開催した。

B. 研究方法

(1) SDMS (空間ドキュメント管理システム) の開発

医療情報管理において、疾病・事故・事件が発生した場所の情報は極めて重要であり、またその情報無しでは現場での処理や判断を

行うことは困難である。しかしながら、場所の情報の IT 化はなかなか進んではいない。場所の情報を扱うシステムとしては、地理情報システム (GIS) があるが、使うための技能を修得するためにはかなりの訓練と教育を必要とする。地域の医療機関において、本来の業務に加えて、GIS の技能をスタッフに習得してもらうことは現実的には難しい。

現場での処理や判断では、場所の情報は重要であり、人間が分かるアナログ形式で、つまり住所や地名などの自然言語の記述形式で紙上に記録されている。それらのアナログ場所記述情報はアナログのままでは再利用や発展的な利用は難しい。アナログ場所記述情報をデジタル化するためには、時間・手間・費用がかかり過ぎて実現できないのが実情であり、貴重なアナログ場所記述情報は死蔵してしまう場合がほとんどである。本研究では、自然言語で記述されたアナログ場所情報を運ぶ一般デジタルドキュメントを、ドラッグ&ドロップするだけで自動的にデジタル場所データに変換し、デジタル地図上で高度な管理を可能にするデジタル空間情報利用環境として、空間ドキュメント管理システム (SDMS: Spatial Document Management System) というソフトウェア・ツール (利用環境) を提案し、基本設計を行い、試作し、試験システムの実利用をとおしてその有効性を示す。SDMS を使うことにより、一般ユーザは、Email を読んだり、ウェブを閲覧したり、ワープロを打ったりするのと同じような簡便さで、専門的知識なしに、デジタル空間情報を日常的に扱える環境を実現できる。この人に優しいデジタル空間情報利用環境を実現するためにさまざまな要因と要素を整理し体系化し、その1つの解法として SDMS を設計・開発し、実際に利用環境を実現することにより、われわれの提案を検証する。

(2) 統計モデル開発

近年、症候サーベイランスやバイオ・サーベイランスといわれるサーベイランスに関して世界的にその重要性が高まっている。これらはまさに地域診断システムの課題のひとつ

であるが、その中の統計解析の部分においては、ある疾病や症状などの集積性の検出およびその集積地域を同定するために用いる集積性の検定法を適用することができる。実際に炭疽菌によるバイオテロリズムの発生や、最近のSARSや新型インフルエンザの脅威などの影響も大きく、ニューヨークやワシントンDCをはじめ欧米のいくつかの地域で日々監視を目的としたサーベイランスシステムによる解析が行われている。その中のいくつかのシステムでは実際にハーバード大学のKulldorff博士によるscan統計量による方法 (Kulldorff, 2001) とそれを組み込んだソフトウェア SaTScan (Kulldorff & Information Management Services, Inc. 2006) を用いた解析が行われている。

本研究では、平面状における集積性の検定として研究分担者らが開発したflexible scan法 (Tango & Takahashi, 2005) をもとに時間変化も考慮したサーベイランスに適用できる方法として拡張を試み、SaTScanでの解析に用いられているcylindrical scan法との比較を行う。

平面上の地域同定を含む検定手法として研究分担者らが開発した flexible scan 法を拡張し、サーベイランスに適用できる方法として検討する。具体的には、SaTScan で用いられている cylindrical scan 法と同様、底面が平面的な地域、高さが時間を表す柱状のクラスタの候補 (window) を考え、その中で検定統計量が最大となるものを most likely cluster とする。そのクラスタが統計的に有意な集積性をもつかどうかを、モンテカルロシミュレーションを用いた検定により判定を行う。

このとき、本研究の目的である日々のサーベイランスを検討するにあたっては、過去に存在した集積性ではなく、現時点で発生が継続している集積性を見つけることが重要であり、それが「いつから」「どこで」発生したかを早期に同定することが重要である。そのため、全ての柱状の window ではなく、現時点を必ず含む "alive cluster" を考えることとする。実際には、解析時点 t から T 時点前までの window、すなわち各底面に対し、

$[t-T+1, t]$, $[t-T+2, t]$,
 $\dots, [t-1, t]$, $[t, t]$
 のそれぞれを高さにもつ T 個の window を考
 えることになる (図1)。

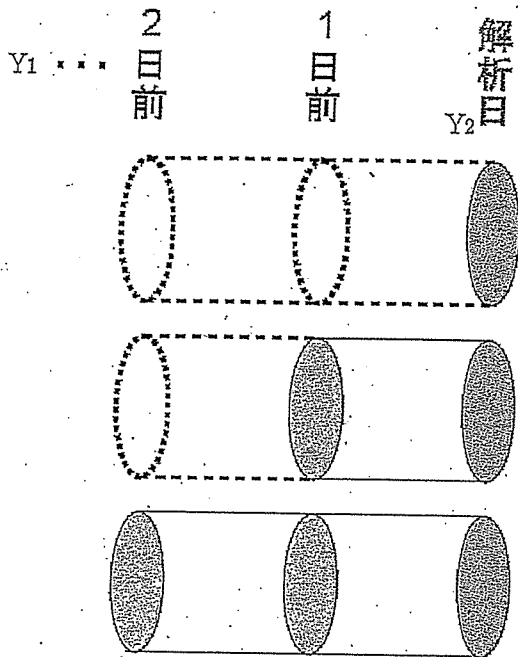


図1 : alive cluster の模式図

また、集積の有意性に関しては、一般的な $p < 0.05$ のような基準ではなく、前向きなサーベイランス研究のための recurrence interval (RI) をもちいる。これは「この集積度合いは、 x 日以上に一度しか起こらないくらいまれだ」ということを表す指標であり、日毎のデータを解析する場合には、 $p=0.0027$ がちょうど 365 日 (1 年) に 1 度を表し、 $p=0.0054$ が半年に一度に対応している。

この方法を実際に米国 Massachusetts 州のサーベイランスデータに適用し、解析を行ってみる。さらに、cylindrical scan 法との比較もおこない、その違いを観察する。

(3) 健康危機情報分析

AED (自動体外式除細動器) は、突発的な心停止状態への救急措置に有効とされる医療機器である。その存在が社会的にも注目されつつあるなか、AED の適切な設置地点に関する検討をおこなうにあたって、地域の中で理論的に導かれた設置地点を知っておく必要がある。

AED 設置に関するこれまでの研究をみると、Malcom et al. (2004) は、地域の人口密度と心停止が発生した場所との関連についての調査を行った。その結果として、人口密度が増加するに従い、病院外で心停止が発生する割合が減少する一方で、自宅外で発生する割合については増加する傾向があったことが報じられている。また、Crocco et al. (2004) では、集客施設で必要とされる、AED の設置数に関する数理モデルの提案がなされた。

本研究では、AED の最適配置地点に関する考察をおこなうにあたり、主に以下の点を目的としている。まず、心停止発生地点 (需要点) の空間パターンにもとづいた地域全体の装置の需要量を表す密度分布に対して、装置との位置関係で決定される救命確率をもって各配置地点 (供給点) 周辺で重み付けした「供給効果」を最大化する配置問題を提案する。さらに、実際の心停止発生地点をデータとして用いた場合の AED の最適配置地点を示すとともに、救命確率の地理的分布を表した地域情報地図を作製し、本研究で提案される方法の有効性を検証する。

実際に装置が必要とされた地点、つまり過去に心停止が発生した地点を AED の「需要点 (各点で均質)」とし、需要点の分布パターンにより地域の需要量が決定されるものと考えた。過去に数多く発生した地域を潜在的に需要が高い地域であると見なす。従って各需要点周辺の需要量は、需要点で最大であり、周囲に拡がるにつれて減衰する確率密度分布で表現することができる。

需要量の地域全体の確率密度分布についてはカーネル法を用いて推定する (Silverman, 1986)。カーネル法とは、点分布を形成する各点の中心に、カーネルと呼ばれる密度分布の山を置き、それら全てのカーネルの合計をもって全体の確率密度関数を求める密度推定法である。なお、本研究ではカーネル関数のパラメータとなるバンド幅選択に際して、Sheather and Jones (1991) の方程式解によるプラグイン法を採用する。

設置される装置周辺の需要量に対して、装置による効果の程度を表す「供給効果」につ

いて考える。装置が有効に使用されるためには、心停止発生時点から限られた時間内に処置が施される必要がある。AED の場合では、心停止に始まり処置に至るまでの時間に、救命確率が大きく依存するとされるため (American Heart Association, 2000)、到達可能な領域内においても場所によっては効果の程度は著しく異なる。そこで、装置からの距離にもとづく救命確率式を求めるために、処置までの時間に依存する「生存退院率」を用いる。「生存退院率」とは処置による蘇生の成功率を意味し、倒れてから除細動までに要する時間が1分経過するごとに約10%低下するとされることから、AED のような問題においては国内外を問わず重要な知見とされている。なお、関数型の決定においては、本研究で設定された仮定にもとづき、分速80mで装置に向かって直進するとしうえで、往復にかかる時間を考え5分経過した400mの時点で救命確率が 1.0×10^3 となるとした。

以上をふまえ、装置の効果が期待される装置周辺において、救命確率を需要量に加味することで得られる、需要と装置の効果に依存する量を本研究では「供給効果」と定義する。なお、理解を容易にするために一次元で考えると、需要量と「供給効果」の関係は図2のようになる。

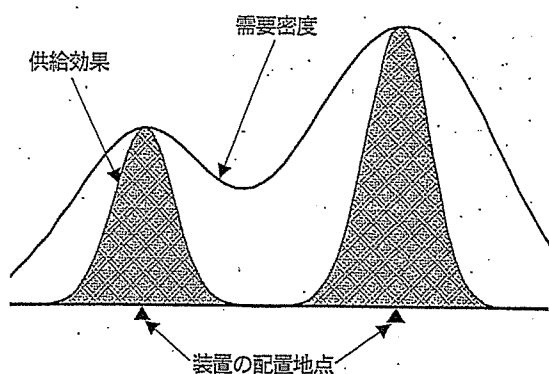


図2 需要密度に対する供給効果

これより、ある地点における需要に対して救命可能な量となる「供給効果」は、その地点の需要量に救命確率の和を乗じたもので表される。

上で定式化された「供給効果」を最大化する、AED の最適配置問題を提案する。ただ、「供給効果」を設置場所の候補地が全くない状況で、単純に最大化しようとするならば、需要量の多い領域を幾度も被覆してしまう可能性がある。これを回避するために、ここでは装置間の距離についての制約を設けることにより、救命確率の和が1を超える地点が存在しないものとする。

以上の AED の最適配置地点を求める方法による、青森県弘前市の心停止発生地点のデータを用いた実証分析をおこなう。需要点となる心停止発生地点としては、弘前消防事務組合が過去3年間に扱った内因性心肺停止で、原因疾患が心疾患と推定された411例を分析に用いた。

また、平成17年の8ヶ月間に新たに発生した心停止事例を使用し、その30ヶ所が有効性であるかを検証し、分析の結果導出された理想的な AED 配置地点の算出方法の妥当性を確認した。①平成17年1月から8月に、弘前消防事務組合が搬送した内因性 CPA 104例の発生地点と AED 適切配置地点との関係を検討した。人の歩行速度を80m/分として、3分以内に往復できる半径120m中と、倍の速度で走ったときの半径240m中の発生点を検討した。②平成18年5月現在、弘前市が配備している AED12台についても、同様に検討した。

また、地域の健康危機を早期に把握するためには、日常的なモニタリングが必要である。そこで我々は過去2年間、北九州市の133小学校の欠席率を検討した結果インフルエンザ流行期には定点値と欠席率が非常によく相関すること、クリギング法による空間補間を行う事で拡大状況を把握できる可能性を示した。

なお、倫理面については、個人を特定できない空間データとして分析しており、倫理面の問題はない。

C. 研究結果

(1) SDMS の開発

SDMS の開発では、以下の結果が得られた。

- 1) SDMS を試験的実装し、研究期間の3年間に数度の改良の後、現在では、国立保健医療科学院の健康危機管理支援情報システム (H-CRISIS) のユーザに対して試験公開を行うまでになった。
- 2) サーチエンジンで代表されるように、ドキュメントを中心とする IT は現在主流であり、GIS をこの観点から再設計し、次世代の概念を示した点で意義がある。
- 3) SDMS はすべてが無料で公開できるように準備した。これにより、費用面でも、多くの機関で導入し易くなり、空間情報利活用の普及に直接つながる。
- 4) 独自のパターン照合アルゴリズムを開発し、高速化と高精度化を実現した。
- 5) ドキュメントのドラッグ&ドロップという

自然な操作だけで、ドキュメントから POI 集合を生成し、同時に、適切な地図 (範囲と縮尺) を導出し、地図サーバから背景地図を取得して、目的とする主題地図を瞬時に提供するという、直感的ユーザインタフェースを実現した (図3)。

(2) 統計モデル開発

実際の米国 Massachusetts 州東部のサーベイランスデータで解析を行った。このデータは Harvard Vanguard Medical Associate によって利用されているデータで、zip-code ごとにまとめられた電子的な医療記録として毎日集計されているものである。ここでは 2005 年 8 月の呼吸器疾患の発生について、flexible scan 法と cylindrical scan 法によって解析を行った。解析に利用したデータ、パラメータは以下

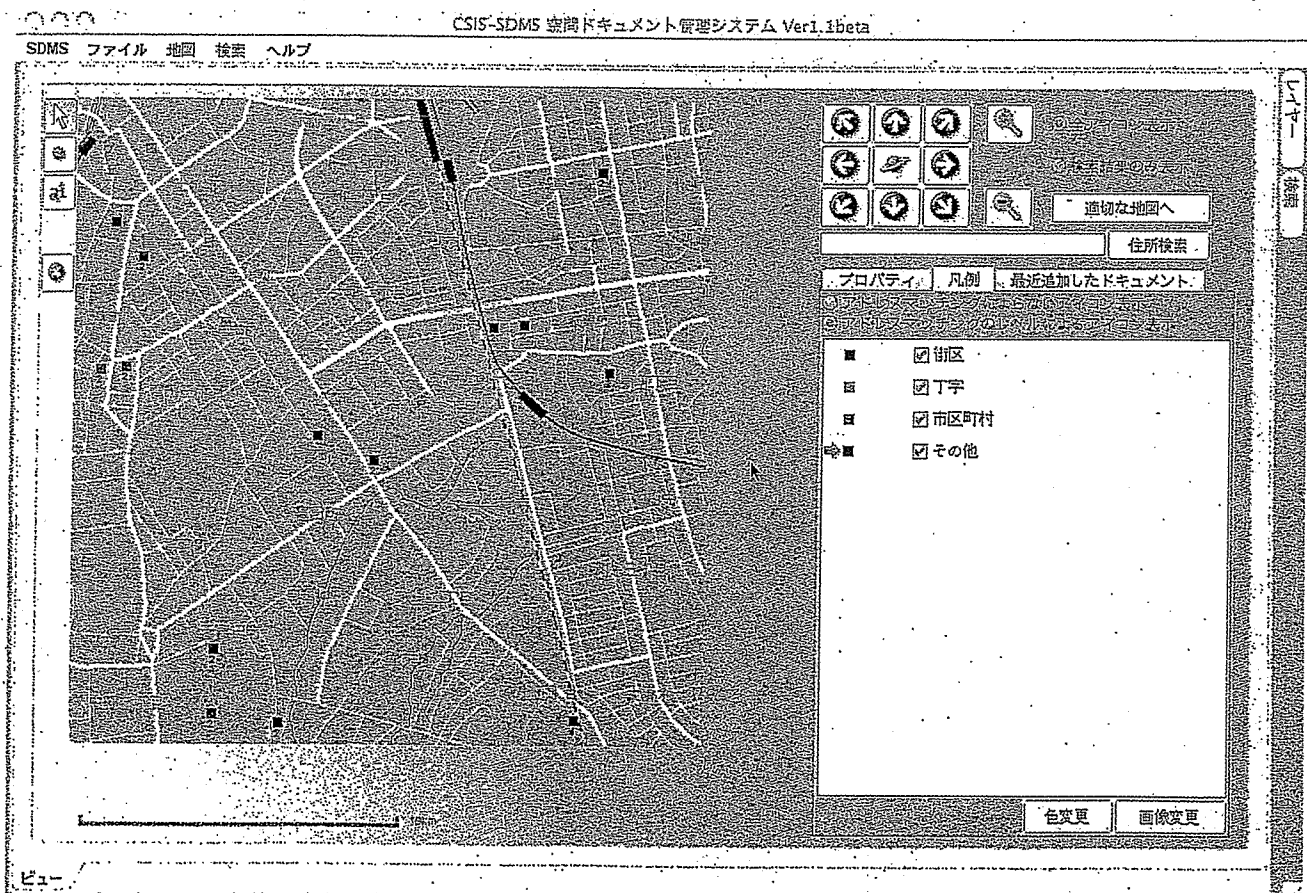


図3：空間ドキュメント管理システム (SDMS) の画面の例

あるテキストファイルの中に住所記述が含まれていた場合、そのテキストファイルを SDMS にドラッグ&ドロップするだけで、含まれる住所記述を地図上の点として抽出し、表示する。図では、住所がマッチングできたレベルにより、点の色を違えて表示している例を示している。

のとおりである。

データ：

- ・ 2005年8月における respiratory の発生
- ・ Massachusetts 州東部のうち、 $m=385$ の zip-code area

解析：

- ・ 解析モデル：Poisson モデル
- ・ 2005年8月7日から30日まで毎日解析
- ・ scan する window の平面における最大長： $K=20$ area
- ・ scan する window の最大時間 (Maximum temporal length) : $T=7$ 日
- ・ Monte Carlo シミュレーションの回数：999
- ・ 有意と判断する recurrence interval : 6ヶ月以上 (すなわち $p<0.0054$)

なお、期待観測数は同地域における過去1年以上のデータを用い、性別、年齢以外にも季節、月、曜日などの影響も調整されたものを利用している。この解析によって、8月12日～15日の解析において有意な集積が検出された(図4：次ページ)。

(3) 健康危機情報分析

1) 本研究で開発された AED の最適配置地点を求める方法にもとづき、青森県弘前市の心停止発生地点のデータを用いた場合の AED の最適配置地点を示した。また、各地点の装置による救命確率の密度分布を視覚化した、地域情報地図の作製をおこなった。

分析結果の例として、図5は、設置数が「30点」のときの各最適地、および任意の地点における装置による救命確率の密度分布を示す等値線(間隔は 2.0×10^{-1}) を表している。また、各地点の装置の需要量の確率密度を表す等値線(間隔は 1.0×10^{-8}) についても淡線でも表した。

2) AED 設置に伴う救命の効果を定量化することで、装置の設置数の増加による効果の変化の度合いを数値化した。さらに、郵便局やコンビニエンスストアなどに装置を設置した場合を検討し、実際のデータを用いて比較をおこなった。

図6では、各設置数における最適配置地点

の「供給効果」を示すとともに、郵便局とコンビニエンスストアに設置した際の「供給効果」についても併せて示した。

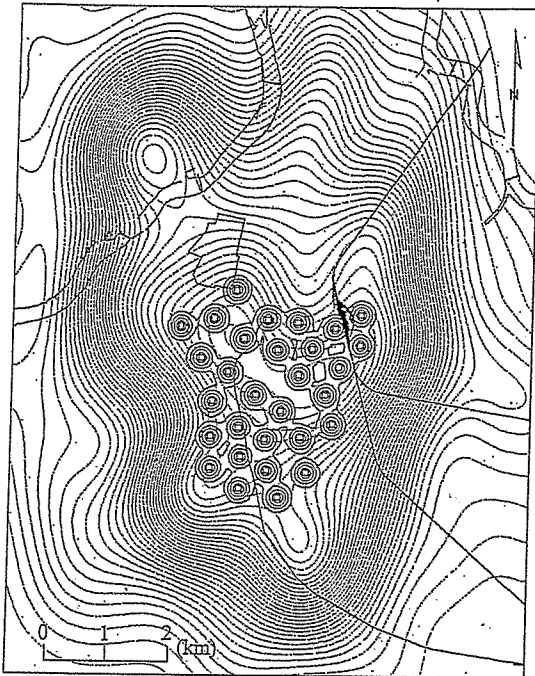


図5 AED の最適配置地点 (30点配置)

※図5中の表記については以下の通り。○:AED の最適配置地点、および救命確率の密度(濃線)、需要量の密度(淡線)を示す等値線。背景地図として、河川、鉄道、弘前城を表記。

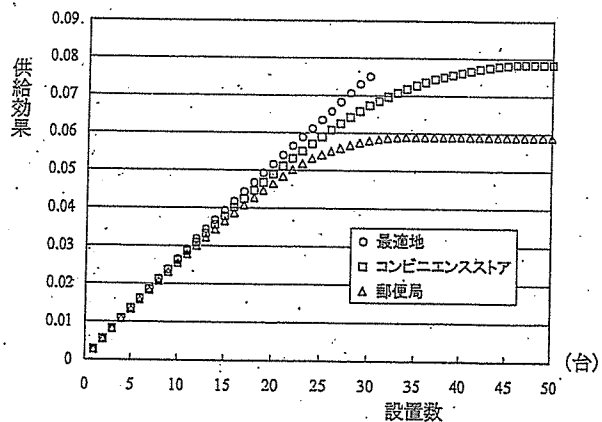


図6 設置数に伴う供給効果の比較

例えば、「供給効果」の値が 0.01 となる際には、各最適地に1台ずつ設置された全装置によって、地域全体の需要量の1%がカバーされることを示している。

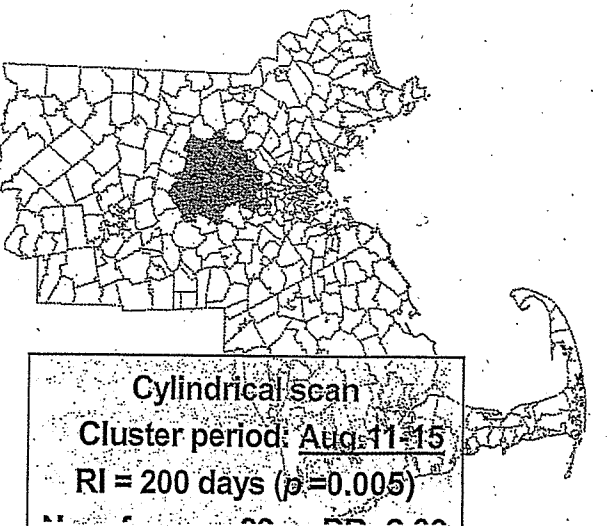
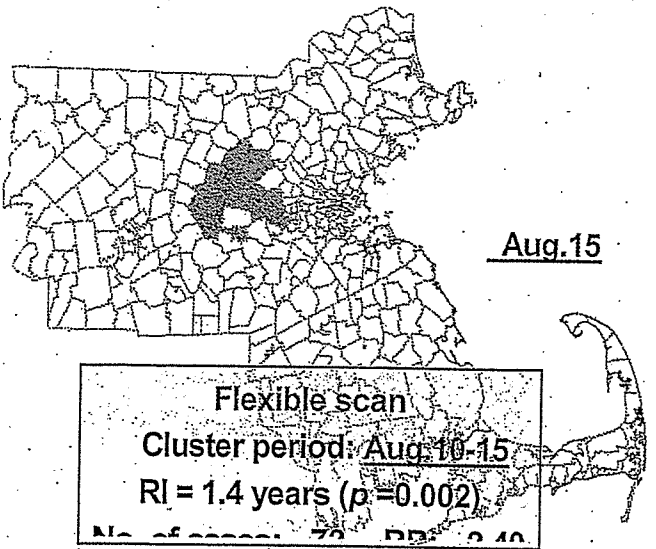
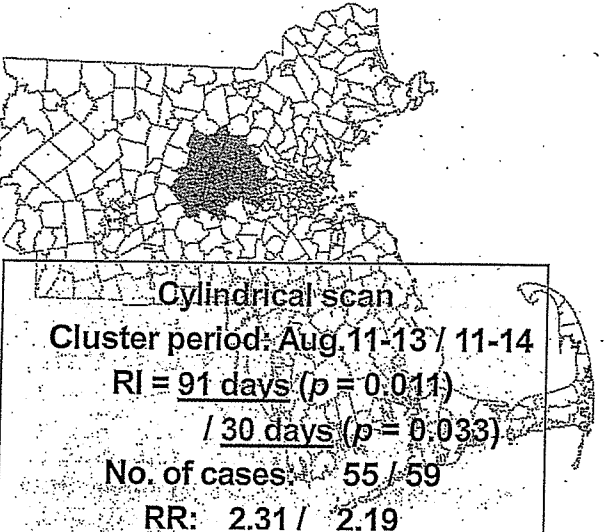
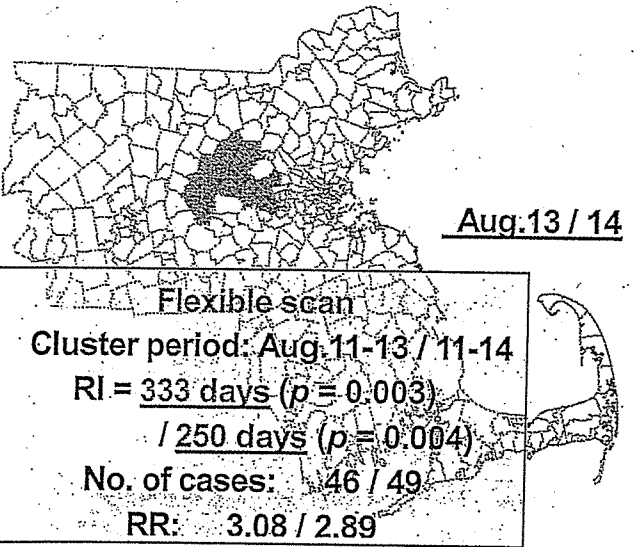
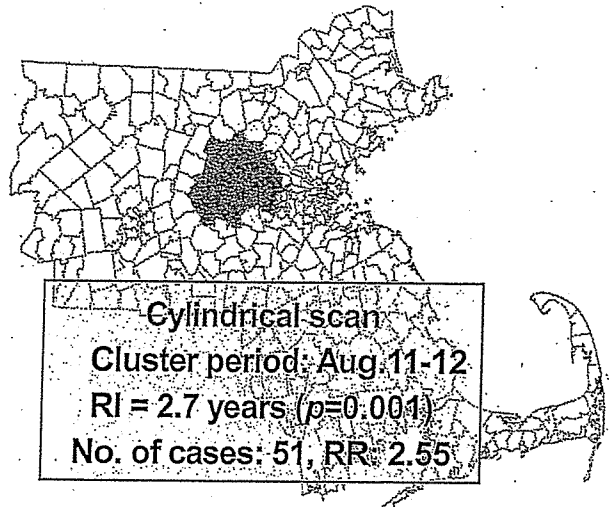
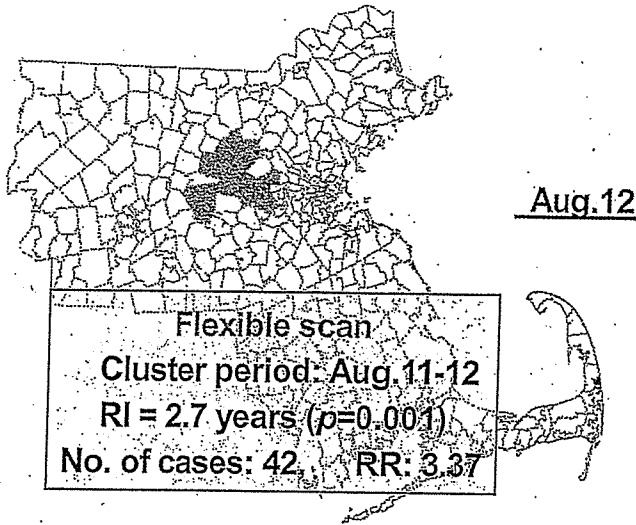


図4 Massachusetts州におけるRespiratory発生の集積

結果の妥当性の検証においては、AED 最適配置地点の半径 120m 円中には、内因性 CPA 104 例のうち、7 例 67% が含まれていた。半径 240m 円には、12 例 11.5% が含まれていた。

②弘前市が配備した AED 12 台の半径 120m 円中では 1 例 0.96% が発生し、半径 240m 円中では 2 例 1.9% が発生していた。

- また、インフルエンザの分析においては、以下のことが判明した。
- 1) インフルエンザ流行期の小学校欠席率は、定点観測値とよく相関し、その相関係数は学校保健法によって収集されているインフルエンザ等罹患者数よりも高い。
 - 2) 北九州市内ではインフルエンザ発生から市内全域に拡大するのに要した時間は約 3 週間である。
 - 3) 流行期間中の小学校欠席率には学校の在籍者数との相関はない。
 - 4) 学級閉鎖は地域拡大防止には役にたっていない。

この他の研究内容として、薬剤耐性菌の土壌における分布状況を調べ、土壌中の細菌の種類、その相対的割合を培養に依存しない遺伝子工学的手法で解析し、叢（フローラ）として土壌細菌環境を評価する。検査材料としていずれも北九州市の異なる 3 地点のサンプルを用いた。動物園の 19 箇所から採取した土壌、北九州市洞海湾の 7 箇所の底泥、産業医大病院地下ピット内の汚泥 4 サンプルを用いた。方法は、各サンプルより DNA を抽出し、16S rRNA 遺伝子の 580bp を PCR 法で増幅し、約 90 クローンの塩基配列を決定する。BLAST search で相同性を検索し、細菌の種類、その割合を算出した。

その結果、全菌数は 107~109 cells/g で、いずれの土壌においても同程度であった。地下ピットの 3 箇所の汚泥において、107 オーダーで少ない傾向が見られた。いずれでも非病原性の *Pseudomonas*, *Clostridium* 属菌の検出頻度が高かった。経気道感染する病原体としては *Mycobacterium*, *Legionella* 属菌が、動物園土壌で各々 2, 1 箇所、地下ピット汚泥

からは 1 箇所検出されたが、洞海湾底泥からは検出されなかった。動物園土壌では、地下、海底にくらべ、ヒト、動物由来細菌が多く検出された。地下ピット内では硝化細菌 (*Nitrospira* 属) が検出されたことが特徴的であった。洞海湾底泥では硫酸還元菌、イオウ酸化細菌の割合が多かった。ヒト、動物の生活圏である動物園土壌では、当然のことながらヒト動物由来細菌が多く検出され、地下ピット内では硝化細菌、海底ではイオウサイクルに関係する細菌が多く検出された。強毒性の病原細菌として報告されている細菌が 1% 以上生息するケースは殆ど無いという結果であった。地下ピット内で 1 箇所、*Mycobacterium avium*, *Legionella pneumophila* が約 1% ずつ検出されたのはまれなケースであった。海底の底泥においても、ヒトの生活廃水が流入するところで、ヒト・動物由来菌の検出頻度が高くなる傾向が見られ、環境細菌叢と地理的、社会的要因との関連が見られることが分かった。

D. 考察

(1) SDMS の開発

現在、インターネットの世界で普及しているサーチエンジンは、検索のために特別にデータベースを作成したものではなく、人間が人間に読んでもらうために作成した一般ドキュメントを自然言語処理技術と情報検索技術により、大量の一般ドキュメントを機械的にデータベース化して、キーワードなどの簡単な検索方法で利用可能にした枠組みである。場所情報を扱う現在の主流の情報システムである GIS を考えてみると、人間中心のシステムとは言い難い。本研究では、自然言語の場所記述を含むデジタルドキュメントを対象として、ドラッグ&ドロップという簡単で自然な操作だけで、デジタル地図を作成・操作できる人間中心の場所情報管理システムを検討し、実際に試作システムを構築して、医療現場での場所情報利活用の促進を実現する現実的な枠組みの体系化に関して研究を行った。

(2) 統計モデル開発

8月12日において、cylindrical scan法、flexible scan法ともRI=2.7年 ($p=0.001$) の集積が検出された。cylindrical scan法においては18地区からなる地域で8月11日~12日の2日間に集積が同定された。一方、flexible scan法では12地区からなる地域が同定され、微妙に同定された地域が異なっていた(11地区は共通)。同定された地域のrelative risk (RR)もflexible scan法の方が高かった。

8月13日、14日において、cylindrical scan法は12日と同じ地域を同定したが、それらのRIは短く有意とはならなかった。一方、flexible scan法では13地区からなる有意な集積地域が同定された。

8月15日ではそれぞれ有意な集積地域が同定されたが、その集積の時間が異なった(cylindrical scan法では5日間、flexible scan法では6日間)。このときflexible scan法では集積地域がまた少し変化したがcylindrical scan法では集積地域の変化の様子は観察されなかった。

(3) 健康危機情報分析

心停止発生地点の密度分布(図5)について見てみると、弘前駅や弘前城の南側に隣接する市役所から少し離れた地域、および土手町と呼ばれるメインストリート付近を中心として、心停止発生密度が非常に高いとされる地域が広がっていることが確認された。また、市街地部周縁である地域帯で密度分布が大きく変化しており、概して人口分布の変化に対応しているものと理解される。同じく、AED設置の問題では住宅地を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。

AEDの最適配置地点の分布の特徴として、設置数が増加するに伴い、最適地が密度分布の「山」の頂点付近からその周辺に向かって、満遍なくカバーするように得られるという傾向が表れている。

図6を見る限りでは、設置数の増加に従って最適地に設置する場合の「供給効果」はほぼ線型に増加することから、少なくとも設置

数が30点までにおいては、需要がほぼ同等に高い地域に装置が割り当てられていると考えられる。「供給効果」の変化の割合は、結局のところ需要量の分布状況に大きく依存するものであるが、一般的には、設置数が少ない初期の段階では急激に増加し、その後緩やかに増加を続けることが予測できる。ここで得た結果は、供給効果の上昇の程度が鈍らないこの範囲の設置数においては、AEDの配置の検討が特に重要とされるべきであることを示唆している。

AEDの都市施設への併設を視野に入れた場合を検討し、特にコンビニエンスストアと郵便局について比較をおこなった結果、両者ともに現状の設置場所と比較しても設置地点として有効であることが確認できたが、特にコンビニエンスストアがAEDの設置地点としてより効果的であると判断された。例えば30地点で見てもきたときに、最適配置地点からコンビニエンスストアに設置することで、1割程度の「供給効果」の減少が生じるという結果を得る。ただ、併設施設の条件として認知度の高さが挙げられていることから、この数字をどのように判断するかは別途議論の余地があると言えよう。

結果の妥当性の検証においては、走って取りに行くこと3分以内に往復できる範囲には、CPA 104例中12例が含まれていた。市が設定したAED 12台では2例の発生だったこと、および、人口18.8万人、面積523.6km²の地域の中でCPAは散在していることを考慮すると、12例の救命のチャンスは意義があると思われる。CPA発生は、人口密度や年齢分布に影響されと推測されるが、小さな地域の人口密度や年齢分布を把握することは困難であり、地域毎に過去の発生確率密度分布を検討しAEDの配置地点を算出すべきと考え、過去3年間に行なってきた実際の心停止発生地点から、発生確率密度分布(カーネル法)と救命確率から供給効果を求めAED最適配置地点を算出する方法は価値があると言えよう。

インフルエンザの分析においては、小学校欠席率は地域の疾病早期把握には非常に優れ

ていることが判明した。これをシステム化するために現在、仙台地域をモデル地域として小学校欠席率を連続的に把握している。また、北九州市内においても感染性腸炎の流行時期を例に欠席率の状況をさらに検討していく必要がある。

E. 結論

(1) SDMS の開発

医療情報管理において、場所に関する情報は重要であるにもかかわらず、現在の GIS が人間中心システムでないがために、一般ユーザにとって使いにくいものになっている。この問題点を補うために、われわれは空間ドキュメント管理システム (SDMS) を提案・設計し、実装を行い、試験的に公開し、ユーザから良い反応を得ることができた。SDMS の提案は、固定概念化している現在主流の古典的 GIS の概念に一石を投じたと考えている。

SDMS のソフトウェアとしての品質は、まだ商用のソフトウェアと比較すると劣るが、その基本機能と基本枠組みは将来性があり、今後も品質を上げるための努力を行うことが望ましい。また、商用の GIS が支援する基本機能や高度機能も、SDMS の機能として追加を行い、ソフトウェア・ツールの完成度を向上させると良い。最終的には、医療従事者が日常的に気軽に利用できる空間情報コミュニケーションツールへと発展させていきたい。

(2) 統計モデル開発

今回提案する flexible scan 法は、平面状における検定同様、SaTScan での解析では同定できないような非円状の地域をより精確に同定できることが観察された。しかし、flexible scan 法はその計算時間の問題から同定できる地域の大きさ (含まれるエリアの数) に制限がある。そのため、flexible scan 法は小さな地域もしくは中程度の大きさの地域での集積性の検出に適している。しかしながら、この地域の大きさの制限は、望ましくないような大

きすぎるクラスターや広がりすぎたクラスターを同定してしまうという問題点を防ぐ役割も果たしている。

ある突発的な事象の発生を早期に発見する early detection においては、同定地域の精確さよりも、いかに時間をおかず同定できるかが重要である。一方、事象が発生した直後からの様子を追うモニタリングにおいては、同定された地域の精確さは重要になる。このとき、cylindrical scan 法では円形のコンパクトな地域を同定することに優れており、flexible scan 法は非円形の地域の同定に優れている。そこで、突発的な事象が起きた直後のごく小さな地域を同定するに際しては cylindrical scan 法が適しており、それが徐々に大きく広がる様子を同定するには flexible scan 法が適しているといえるだろう。

現時点で、このような地域同定を含む集積性の検定手法としてアプリケーションとして利用可能なものは SaTScan による cylindrical scan 法以外ほとんどない。平面における集積性の検定としては、研究分担者によって flexible scan 法を利用できるアプリケーション FleXScan (Takahashi, Yokoyama & Tango, 2005) が開発されているが、今後ここで検討している space-time flexible scan 法を組み込んだアプリケーションを開発し利用可能にしておくことは、上記のような使い分けをしながら、サーベイランス解析を行ううえで大変重要である。

(3) 健康危機情報分析

本研究で提案された方法により、心停止発生地点にもとづく生存退院率を考慮した AED の最適配置地点が得られた。また、装置による救命確率の密度分布は、各等値線が救命確率で表された装置までの一定の到達距離の分布を意味しており、一刻を争う状況下では、視覚化された判断基準として特に有効な手がかりとなることも期待できる。

従来の限られた施設以外にも設置が検討される状況にあるなか、適切な配置地点についての議論は一層重要性を増すことが予想される。現実には、すべての最適地に AED を配

置することは非常に困難ではあるが、問題の重要性からも現状の配置状況の適切性は常に問われる。そのためには、理論的な最適配置地点、およびその効果については厳密に示されている必要がある。本研究はその方法論を提示できた点で大きな意味がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

- [1] Takahashi K and Tango T. An extended power of cluster detection tests. *Statistics in Medicine* 2006, 25:841 - 852.
- [2] Takahashi K, Kulldorff M, Tango T and Yih K. A flexibly shaped space-time scan statistic for disease outbreak detection and monitoring. (Preparing for Submission)
- [3] 片岡裕介, 浅見泰司, 浅利靖, 郡山一明 (2006): 「需要密度に対する供給効果を最大化する AED の最適配置地点」『GIS - 理論と応用』14(2), pp.1-9.
- [4] 福田和正, 市原剛志, 上田直子, 郡山一明, 小川みどり, 谷口初美 (投稿中) 「北九州洞海湾の汚泥の細菌叢調査」『産医大学雑誌』
- [5] 福田和正, 市原剛志, 郡山一明, 谷口初美 (投稿中) 「産業医大病院地下ピット工事に伴う細菌感染症予防のための汚泥の細菌叢検査」『産医大学雑誌』

2. 学会発表

- [1] Yoh Shiraishi, Masatoshi Arikawa (2006): "Spatial Document Management System for Ubiquitous Mapping", Proceedings of the Second International Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, Seoul, Korea, October 23 - 25, International Cartographic Association, pp. 114-129.
- [2] Masatoshi Arikawa, Toru Hayashi, Kaoru Sezaki (2006): "Weblog-based Egocentric Mapping with Track Backs on Spatial Relations", Proceedings of Active Media Technology 2006, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, IEEE, Brisbane, pp. 150-155.
- [3] 有川正俊, 白石陽, 相良毅, 浅見泰司 (2006): 「人間-人間コミュニケーション世
- 界で流通するドキュメントの空間化利用環境 - SDMS (Spatial Document Management System) -」, 東京大学空間情報科学研究センター第9回年次シンポジウム, 全国共同利用研究発表大会, 10月, p. 74.
- [4] 高橋邦彦, 横山徹爾, 丹後俊郎, Kulldorff M. Spatial and space-time scan statistics for disease cluster detection. 日本計量生物学会シンポジウム, 国立保健医療科学院, 2006年5月.
- [5] Takahashi K, Kulldorff M, Tango T and Yih K. A flexible space-time scan statistics for disease outbreak detection. *International Biometrics Conference 2006*, Montreal, Canada, 2006年7月.
- [6] 高橋邦彦, 丹後俊郎, Kulldorff M. space-time flexible scan 法によるサーベイランスのための集積性の検出. 2006年度統計関連学会連合大会, 東北大学, 2006年9月.
- [7] Takahashi K, Kulldorff M, Tango T and Yih K. A Flexible Space-Time Scan Statistic for Disease Outbreak Detection and Monitoring. *Fifth Annual Syndromic Surveillance Conference*, Baltimore, USA, 2006年10月.
- [8] 片岡裕介, 浅見泰司 (2006): 「空間分布の少数の母点による最大密度被覆法とその応用」, 2006年度日本計量生物学会シンポジウム, 5月.
- [9] 片岡裕介, 浅見泰司, 浅利靖, 郡山一明 (2006): 「地域の需要に対応した AED 配置に関する研究」, 東京大学空間情報科学研究センター第9回年次シンポジウム, 10月.
- [10]. 「動物展示施設における感染症対策～動物の死因に関する細菌学的調査～」第59回日本細菌学会九州支部総会・第43回日本ウイルス学会九州支部総会 (福岡県 久留米大学筑水会館/平成18年9月)
- [11] Infection control at zoo: bacterial investigation about the cause of death and soil with molecular method. 第12回日本野生動物医学会大会・岐阜大学21世紀COEプログラム国際シンポジウム (岐阜県 ぱるるプラザ岐阜/平成18年9月)
- [12] An Evaluation of Environmental Bacterial Flora 「 - soil bacterial flora at zoo - The 26th

UOEH and the 7th IIES International Symposium (福岡県 産業医科大学ラマツイーニホール/平成18年10月)

[13] 「動物展示施設における感染症対策としての網羅的な土壌細菌叢の調査」第55回九州地区獣医師大会・平成18年度日本獣医師三学会(熊本県 メルパルク熊本/平成18年10月)

[14] 白石 陽(2006)「空間ドキュメント管理システム(SDMS)の開発について」第65回日本公衆衛生学会総会(富山)自由集会「GIS(S.地理情報システム)の公衆衛生における活用～Health GISの効果的活用方策を考える～」2006年10月26日

G. 知的財産権の出願・登録状況
特になし

謝辞

アドレスマッチングのエンジン部分を本システム向けに改良を加えて利用させていただいた東京大学生産技術研究所の相良毅助手に感謝する。相良毅助手には、空間ドキュメント管理システムの設計の際にも多くの有意義なアドバイスとコメントをいただいた。SDMSの開発にご協力いただきました株式会社ジャスミンソフトに感謝する。弘前消防事務組合には救急車による搬送データを提供して頂いた。位置情報の取得に際しては、東京大学空間情報科学研究センターが提供するアドレスマッチングサービスを用いた。東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究(研究番号75)として、以下のデータを利用した。「(株)ゼンリン提供:ZmapTownII 青森県弘前市」。記して謝意を表する。

参考文献

American Heart Association (2000) Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care: International consensus on science, *Circulation*.

Alsalloum, O.I. and Rand, G.K. (2006) Extensions to emergency vehicle location models., *Computers & Operations Research*, **33**, 2725-2743.

Bowman, A. and Azzelini, A. (1997) *Applied Smoothing Techniques for Data Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Brotcorne, L., Gilbert Laporte, G. and Semet, F. (2003) Ambulance location and relocation models., *European Journal of Operational Research*, **147**, 451-463.

Church R.L. and ReVelle C.S. (1974) The maximal covering location problem., *Papers of the Regional Science Association*, **32**, 101-18.

Crocco, T.J., Sayre, M.R., Liu, T., Davis, S.M., Cannon, C. and Potluri, J (2004) Mathematical Determination of External Defibrillators Needed at Mass Gatherings., *Prehospital Emergency Care*, **8**, 292-297.

Kulldorff M. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 2001; **164**:61-72.

Kulldorff M and Information Management Services, Inc. *SaTScan v7.0: Software for the spatial and space-time scan statistics*. 2006.

Malcom, G.E., Thompson, T.M. and Coule, P.L. (2004) The Location and Incidence of Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Georgia. *Prehospital Emergency Care*, **8**, 10-14.

Sheather, S.J. and Jones, M.C. (1991) A reliable data-based bandwidth selection method for kernel density estimation. *Journal of the Royal Statistical Society series B*, **53**, 683-690.

Silverman, B.W. (1986) *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London: Chapman and Hall.

Simonoff, J.S. (1996) *Smoothing Methods in Statistics*. New York: Springer-Verlag.

Tango T and Takahashi K. A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters. *International Journal of Health Geographics*, 2005; **4**:11.

Takahashi K, Yokoyama T and Tango T. *FleXScan: Software for the Flexible Scan Statistic*. 2005.

空間ドキュメント管理システムの設計と開発に関する研究

分担研究者 有川 正俊 東京大学空間情報科学研究センター助教授
協力研究者 白石 陽 東京大学空間情報科学研究センター助手

研究要旨

一般ユーザがパソコン上で日常的に利用しているデジタルドキュメント（テキスト、HTML、EXCEL など）をドラッグ&ドロップするだけで自動的に住所や地名を抽出し、経緯度を算出して、地図上で空間分布を閲覧できるソフトウェアシステム「空間ドキュメント管理システム（SDMS: Spatial Document Management System）」の基本設計および開発の研究を行った。一般に、従来の地理情報システム（GIS）が専門家向けの枠組みであったのに対し、SDMS は専門知識無しに誰でもがデジタル空間情報（位置情報、地図情報など）を日常的に取り扱える新しい空間情報利用環境であり、本研究では SDMS の基本原理の体系化と実装実験を行い、実利用をとおしてその有効性を示すことができた。

A. 研究目的

医療情報管理において、疾病・事故・事件が発生した場所の情報は極めて重要であり、またその情報無しでは現場での処理や判断を行うことは困難である。しかしながら、場所の情報の IT 化はなかなか進んではいない。場所の情報を扱うシステムとして従来より地理情報システム（GIS）があるが、それを使う技能を修得するためにはかなりの訓練と教育を必要とする。地域の医療機関において、本来の業務に加えて、GIS の技能をスタッフに習得してもらうことは現実的には難しい。

一方、現場での処理や判断では、場所の情報は重要であり、人間が分かるアナログ形式で、つまり住所や地名などの自然言語の記述形式で紙上に必ず記録されている。それらのアナログ場所記述情報はアナログのままでは再利用や発展利用は難しい。一方、アナログ場所記述情報をデジタル化するためには、いろいろな意味でコストがかかり過ぎて実現できないのが実状であり、貴重なアナログ場所記述情報は死蔵してしまう場合がほとんどである。本研究では、自然言語で記述されたアナログ場所情報を運ぶ一般デジタルドキュメ

ントを、ドラッグ&ドロップするだけで自動的にデジタル場所データに変換し、デジタル地図上で高度な管理を可能にするデジタル空間利用環境として、空間ドキュメント管理システム（SDMS: Spatial Document Management System）というソフトウェア・ツール（利用環境）を提案し、基本設計を行い、試作し、試験システムの実利用をとおしてその有効性を示した。SDMS を使うことにより、一般ユーザは、Email を読んだり、ウェブを閲覧したり、ワープロを打ったりするのと同じような簡便さで、専門的知識無しに、本来行いたい内容だけにエネルギーを集中させて、デジタル空間情報を日常的に扱える環境を実現できると考えた。この人に優しいデジタル空間利用環境を実現するためにさまざまな要因と要素を整理し体系化し、その1つの解法として SDMS を設計・開発し、実際に利用環境を実現することにより、われわれの提案を検証した。

B. 研究方法

本研究は、空間情報工学、ユーザインタフェース、自然言語処理、データベースといった

ITの観点から、人間中心型場所情報管理システムとして、空間ドキュメント管理システム (SDMS: Spatial Document Management System) の開発を第一目的とした。本研究の最終目的は、デジタル空間情報を、多くの医療従事者（あるいは、一般ユーザ）が日常的に簡単に利用する環境を実現することにある。これにより、専門的技術習得などの特別な訓練をすることなく、SDMSを使うことにより、医療従事者の場所に対する語彙を増強でき、日常的な医療現場において、空間的洞察力と空間的判断能力を強化できると考えた。つまり、われわれの研究成果は直接的に実際に現場で利用してもらうことを目的としているために、SDMSは試作システムと言えども、「使いやすさ」と「理解しやすさ」は極めて重要

な要因である。使いやすさと理解しやすさ、という定量的には扱いにくいだが、実利用においては極めて重要な要素の解明と体系化を目的として、ソフトウェア・ツールとしてのSDMSの基本設計・実装・利用実験を行った。以下、SDMSの特徴に関して説明を行う。

- 1) 一般ドキュメント（テキスト、HTML、EXCEL、MSワード、PDFなど）からPOI (Point of Interest) つまり地図上の点地理オブジェクトの自動生成：
この一連の処理は、主に次の2つの部分処理、(a) ジオパーズング (geoparsing) と (b) ジオコーディング (geocoding) から構成される。
(a) ジオパーズングは、ドキュメント

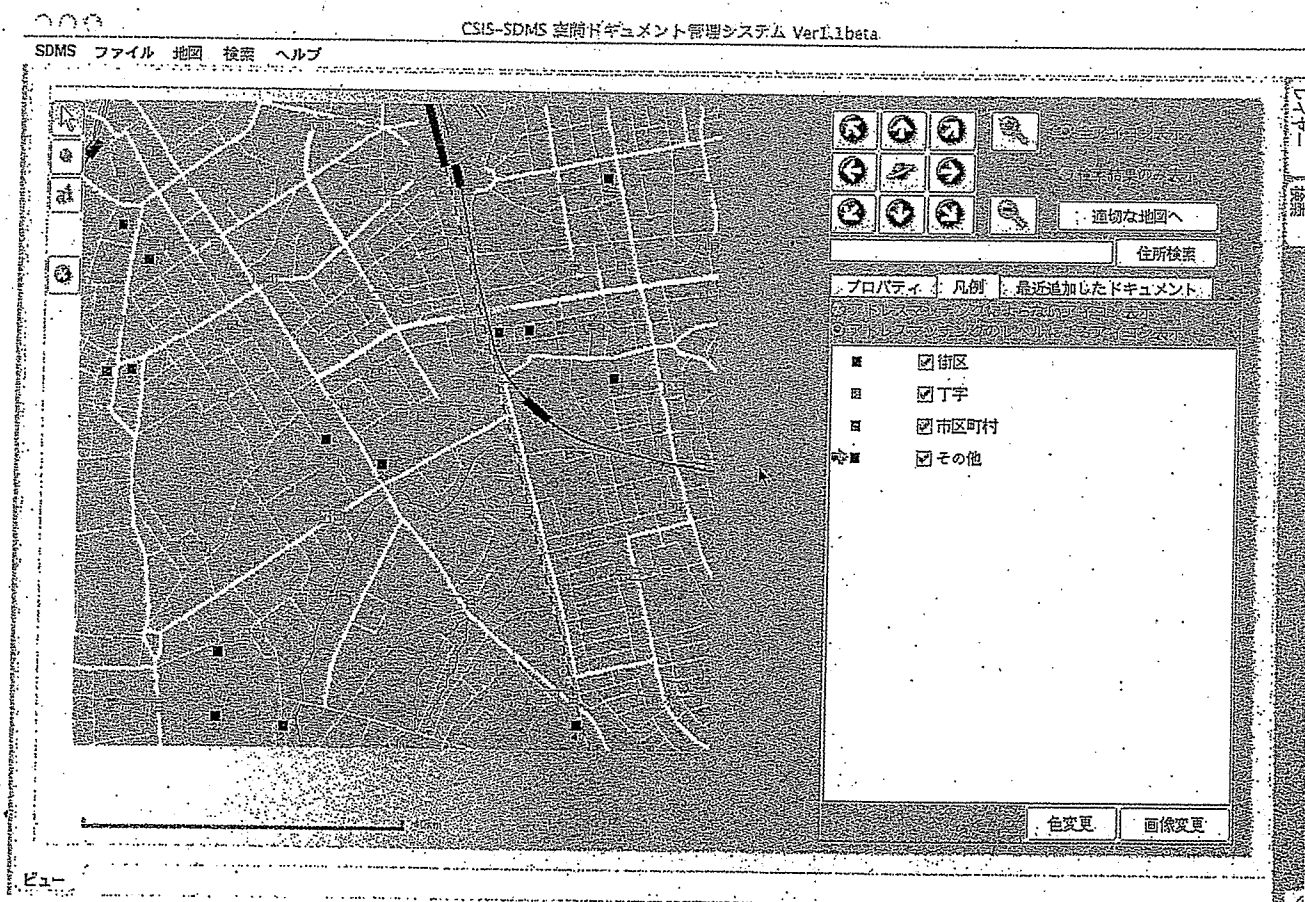


図1：空間ドキュメント管理システム (SDMS) の画面の例

あるテキストファイルの中に住所記述が含まれていた場合、そのテキストファイルをSDMSにドラック&ドロップするだけで、含まれる住所記述を地図上の点として抽出し、表示する。図では、住所がマッチングできたレベルにより、点の色を違えて表示している例を示している。

から住所や地名の抽出を行う処理である。文章の中から適切に、場所に関する名詞の部分抽出する処理であり、人名などの他の名詞ではなく、場所に関する名詞であることを機械だけで保証することは一般に困難である。また、構文解析において、名詞句の抽出処理の高速化も難しい。われわれは、独自のアルゴリズムを開発して、高速に適切にジオパースする手法の開発に成功した。

(B) ジオコーディングは、住所や地名などの間接場所参照情報を、経緯度 (x, y) などの直接場所参照情報へ変換する処理である。具体的には、ジオコーディングは、住所や地名などの間接場所参照情報と経緯度の対になった表(データベース)を使って、省略や表現の揺れを許した場所記述と、間接場所参照情報を高速にマッチングする処理である。われわれは、共同研究者の相良毅助手(東京大学生産技術研究所)の協力により、独自のジオコーディング・ウェブサービスを、東京大学空間情報科学研究センター(CSIS)のウェブサービスとして実現した。このジオコーディングのウェブサービスは、CSIS シンプルジオコーディング・サービスという名称であり、SDMS 以外のアプリケーションからでも利用できるように一般公開している。この CSIS シンプルジオコーディング・サービスの特徴は、日本全国を街区レベルのマッチングまでカバーしている点、および、省略や表現の揺れに強い点、ならびに、大量のジオコーディングのリクエストを高速に処理できる点にある。

2) ドラッグ&ドロップ操作でドキュメントを地図上に表示可能:

一般ドキュメントを POI 化する自動処理の起動を、ドラッグ&ドロップ操作という単一の決まりきったユーザ操作により利用可能にした点は、SDMS および場所情報を簡単に利用できる環境を実現する大きな要因と考えている。このドラッグ&ドロップという操作は、SDMS

固有のものではなく、デスクトップ型のパーソナルコンピュータのユーザインタフェースでは標準的な対話プロトコルであり、一般ユーザにとって違和感無く使え、操作が楽な環境となる。

SDMS では、インターネット接続が必須利用条件であり、インターネットを介して、CSIS のサービスである、日本全国のジオコーディングサービスと、日本全国の背景地図サービスを利用して、一般ユーザが場所情報を簡単に利用する環境を実現するのに大きく貢献している。商用の GIS を利用する場合、まず背景地図のデータを揃えて、それから、主題となるデータを揃える必要があるが、それらの空間データを揃えるのは初心者にとって以外と大変な作業であり、この段階で挫折してしまい、デジタル場所情報の利用を断念するケースが多い。このように、SDMS は、住所や地名が入ったドキュメントさえあれば、すぐにデジタル場所情報を取り扱うことができるという点で、従来の GIS に比べて、利用者が本来行いたい内容とは異なる環境整備に時間と費用を費やすことなく、本題の作業に直接的に簡単に入って行ける点は大きな特徴と言える。

- 3) 選択した POI 集合を表示するのに適切な背景地図の自動選択を実現するために、縮尺・移動操作の自動機能を実現。
- 4) ドキュメントを単位にしたレイヤ管理: POI 編集機能。凡例の変更機能。
- 5) POI を Shape, CSV, G-XML 2.0 の形式で出力可能: ほとんどの商用 GIS の連携が可能。高度な空間解析や視覚化は、商用 GIS で行うという役割分担ができる。

C. 研究成果

- 1) SDMS の試験的実装と公開:
SDMS を試験的実装し、研究期間の 3 年間に数度の改良の後、現在では、国立保健医療科学院の健康危機管理支援情報システム(H-CRISIS)のユーザに対して試験公開を行うまでになった。

- 2) ドキュメントを中心とした、デジタル場所情報利用環境の基本原理設計と実現：サーチエンジンで代表されるように、ドキュメントを中心とする IT は現在主流であり、GIS をこの観点から再設計し、次世代の概念を示した点で意義がある。
- 3) 無料のシステム・サービス・データ：SDMS はすべてが無料で公開できるように準備した。これにより、費用面でも、多くの機関で導入し易くなり、空間情報利活用の普及に直接つながる。
- 4) ジオパージングの高速化と高精度化：独自のパターン照合アルゴリズムを開発し、高速化と高精度化を実現した。
- 5) 場所情報向けの直感的ユーザインタフェースの設計と実現：ドキュメントのドラッグ&ドロップという自然な操作だけで、ドキュメントから POI 集合を生成し、同時に、適切な地図（範囲と縮尺）を導出し、地図サーバから背景地図を取得して、目的とする主題地図を瞬時に提供するという、直感的ユーザインタフェースを実現した。

D. 考察

現在、インターネットの世界で普及しているサーチエンジンは、検索のために特別にデータベースを作成したものではなく、人間が人間に読んでもらうために作成した一般ドキュメントを自然言語処理技術と情報検索技術により、大量の一般ドキュメントを機械的にデータベース化して、キーワードなどの簡単な検索方法で利用可能にした枠組みである。

場所情報を扱う現在の主流の情報システムである GIS を考えてみると、人間中心のシステムとは言い難い。本研究では、自然言語の場所記述を含むデジタルドキュメントを対象として、ドラッグ&ドロップという簡単で自然な操作だけで、デジタル地図を作成・操作できる人間中心の場所情報管理システムを検討し、実際に試作システムを構築して、医療現場での場所情報利活用の促進を実現する現実的な枠組みの体系化に関して研究を行った。

E. 結論

医療情報管理において、場所に関する情報は重要であるにもかかわらず、現在の GIS が人間中心システムでないがために、一般ユーザにとって使いにくいものになっている。この問題点を補うために、われわれは空間ドキュメント管理システム (SDMS) を提案・設計し、実装を行い、試験的に公開し、ユーザから良い反応を得ることができた。SDMS の提案は、固定概念化している現在主流の古典的 GIS の概念に一石を投じたと考えている。

SDMS のソフトウェアとしての品質は、まだ商用のソフトウェアと比較すると劣るが、その基本機能と基本枠組みは将来性があり、今後も品質を上げるための努力を行う。また、商用の GIS が支援する基本機能や高度機能も SDMS の機能として追加を行い、ソフトウェア・ツールの完成度を向上させる。最終的には、医療従事者が日常的に気軽に利用できる空間情報コミュニケーションツールへと発展させる予定である。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし。

2. 学会発表

[1] Yoh Shiraishi, Masatoshi Arikawa (2006):

“Spatial Document Management System for Ubiquitous Mapping“, Proceedings of the Second International Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, Seoul, Korea, October 23 - 25, International Cartographic Association, pp. 114-129.

[2] Masatoshi Arikawa, Toru Hayashi, Kaoru Sezaki (2006):

“Weblog-based Egocentric Mapping with Track Backs on Spatial Relations“, Proceedings of Active Media Technology 2006, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, IEEE, Brisbane, pp. 150-155.

[3] 有川正俊, 白石 陽, 相良 毅, 浅見泰司

(2006): 「人間-人間コミュニケーション世界で流通するドキュメントの空間化利用環

境 — SDMS (Spatial Document Management System) —」, 東京大学空間情報科学研究センター第9回年次シンポジウム, 全国共同利用研究発表大会, 10月, p. 74.

G. 知的財産権の出願・登録状況
特になし

謝辞

本研究を遂行するにあたり, アドレスマッチングのエンジン部分を本システム向けに改良を加えて利用させていただきました東京大学生産技術研究所の

相良毅助手に感謝いたします。また, 相良毅助手には, 空間ドキュメント管理システムの設計の際に多くの有意義なアドバイスとコメントをいただきました。また, SDMSの開発にご協力いただきました株式会社ジャスミンソフトに感謝いたします。

参考文献
なし

集積地域同定のための新たな検定手法の開発に関する研究

分担研究者 丹後 俊郎 国立保健医療科学院技術評価部
研究協力者 高橋 邦彦 国立保健医療科学院技術評価部

研究要旨

空間的データからある症候の集積性を早期発見し、その地域の同定を行う際に利用される疾病集積性の検定といわれる方法がいくつか提案されている。本研究では日々のサーベイランスに向けて、Tango & Takahashi による flexible scan 法を時間変化も考慮した空間-時間的解析への拡張を試み、従来用いられている Kulldorff による SaTScan を用いた解析と比較を行った。

A. 研究目的

近年、症候サーベイランス (syndromic surveillance) やバイオ・サーベイランスといわれるサーベイランスに関して世界的にその重要性が高まっている。これらはまさに地域診断システムの課題のひとつであるが、その中の統計解析の部分においては、ある疾病や症状などの集積性の検出およびその集積地域を同定するために用いる集積性の検定法を適用することができる。実際に炭疽菌によるバイオテロリズムの発生や、最近の SARS や新型インフルエンザの脅威などの影響も大きく、ニューヨークやワシントンDCをはじめ欧米のいくつかの地域で日々監視を目的としたサーベイランスシステムによる解析が行われている。その中のいくつかのシステムでは実際にハーバード大学の Kulldorff 博士による scan 統計量による方法 (Kulldorff, 2001) とそれを組み込んだソフトウェア SaTScan (Kulldorff & Information Management Services, Inc. 2006) を用いた解析が行われている。

本研究では、平面状における集積性の検定として研究分担者らが開発した flexible scan 法 (Tango & Takahashi, 2005) をもとに時間変化も考慮したサーベイランスに適用できる方法として拡張を試み、SaTScan での解析に用いられている cylindrical scan 法との比較を行う。

B. 研究方法

平面上の地域同定を含む検定手法として研究分担者らが開発した flexible scan 法を拡張し、サーベイランスに適用できる方法として検討する。具体的には、SaTScan で用いられている cylindrical scan 法と同様、底面が平面的な地域、高さが時間を表す柱状のクラスタの候補 (window) を考え、その中で検定統計量が最大となるものを most likely cluster とする。そのクラスタが統計的に有意な集積性をもつかどうかを、モンテカルロシミュレーションを用いた検定により判定を行う。

このとき、本研究の目的である日々のサーベイランスを検討するにあたっては、過去に存在した集積性ではなく、現時点で発生が継続している集積性を見つけることが重要であり、それが「いつから」「どこで」発生したかを早期に同定することが重要である。そのため、全ての柱状の window ではなく、現時点を必ず含む "alive cluster" を考えることとする。実際には、解析時点 tp から T 時点前までの window、すなわち各底面に対し、

$$[tp - T + 1, tp], [tp - T + 2, tp], \\ \dots, [tp - 1, tp], [tp, tp]$$

のそれぞれを高さにもつ T 個の window を考えることになる (図 1)。