

博士（保健学）学位論文

論文題目

インターネット技術を用いた健康地図システムの開発と応用

Development and Application of Health Map Viewing system
Using Internet Technology

2002 年

指導教員 宮城 重二 教授

氏 名 牧山 文彦

MAKIYAMA, Fumihiko

女子栄養大学

目 次

序 章 疫学における健康地図システムの今日的意義	-----1
第1章 開発編 インターネット健康地図システムの開発	-----4
I 目的	-----4
II 方法	-----6
1. GIS について	-----6
2. システムの要件定義	-----6
3. システムおよびプログラム構成	-----8
4. 実装データ	-----10
III 結果	-----13
1. 健康地図システムホームページ	-----13
2. 健康地図システムの起動	-----13
3. 描画モード	-----14
1) 通常描画モード	-----14
2) フィルター描画モード	-----14
IV 考察	-----16
1. GIS の利用とその意義	-----16
2. インターネットの発達と情報の共有化	-----17
3. プログラムライセンスとライセンスフリーの意義	-----18
4. 数理統計学と地図表示の色彩との関連	-----20
5. 健康地図システムの機能評価と今後の課題	-----21
V まとめ	-----23

第2章 応用編 寿命・死因の地理疫学的分析	-----	24
I 目的	-----	24
II 方法	-----	25
1. 対象データ	-----	25
2. 凡例の設定	-----	25
3. 描画モード	-----	26
4. 統計解析	-----	26
III 結果	-----	27
1. 平均寿命の地理疫学的分析	-----	27
1) 平均寿命	-----	27
2) 男女の平均寿命の関連性	-----	27
2. 脳血管疾患の地理疫学的分析	-----	28
1) 脳血管疾患	-----	28
2) 男女の脳血管疾患の関連性	-----	28
3. 肝臓がんの地理疫学的分析	-----	29
1) 肝臓がん	-----	29
2) 男女の肝臓がんの関連性	-----	29
4. 3大死因の地理疫学的分析	-----	29
1) 全国的分析	-----	30
2) 地域的分析	-----	30
(1) 九州	-----	30
(2) 関東	-----	30
(3) 東北	-----	31
IV 考察	-----	33
1. 平均寿命の地理疫学的評価	-----	33
2. 脳血管疾患の地理疫学的評価	-----	34
3. 肝臓がんの地理疫学的評価	-----	34
4. 3大死因の地理疫学的評価	-----	35

5. 地域保健政策への応用	-----	36
V まとめ	-----	38
結 語	-----	40
謝 辞	-----	41
図 表		
文 献		

序 章 疫学における健康地図システムの今日的意義

今日、日本は世界有数の長寿国となったが、人口の急速な高齢化に伴って発生する寿命や疾病の地域格差や世代格差は、都市対農村、中央対地方、若年対老年といった新たな対立の軸を生み出し、医療・保健・福祉の分野を貫いて大きな社会問題となっている。

しかし、わが国の健康政策は戦前・戦後から高度成長期を通して「全国一律の政策」を実施し成果を上げてきたため、地域格差や世代格差を考慮した政策を取るには至らなかった。

その背景として、日本政府の統計機構が各省庁別に統計主管部局を設置して統計調査を実施する、いわゆる「縦割り分散型統計機構」となっており、国勢調査と死亡統計を一致させて比較検討するといった仕組みが弱かったことがあげられる。^{1) 2)}

また、この問題を国政レベルでの疫学研究という視点から考えるならば、1975年になってはじめて、重松・安西らを中心とした疫学研究班が組織され、これらのグループにより「全国市町村別主要疾患死亡率の分布図」(1981年)、「市町村別成人病死亡推移の分布図」(1982年)が作成された。³⁾

その後、同時期に日本各地で発生していた「公害病」の解明へと疫学研究が大きくシフトしたことと、より実践的な健康をテーマとした分析疫学に主流が移ったこともあり、地域の病気の発生を知る(あるいは知らせる)ための疾病地図の作成といった古典的な記述疫学研究は一部の機関や研究グループ内においてのみ細々と行われてきた。

一方、欧米では、疾病に関連する諸要因を地図化して医学的な地域格差研究をする方法は、すでに18世紀末ごろから行われている。その代表的なものは、1

9世紀のイギリスの麻酔医ジョン・スノーが、コレラ菌が発見される30年も前に、ロンドンにおけるコレラ死亡者の発生場所を地図上にプロットし、ブロードストリートの共同井戸を汚染源としてつきとめ、コレラが伝染病であることおよびコレラの伝播様式を明らかにしたのは有名な話である。⁴⁾

20世紀に入ると、イギリスの生物統計学者ストックが、地域における疾病、死亡の状況を統計学的に精度の高い表現方法を考案し疾病地図を作成する等、疾病の発生要因の解明に貢献している。

更に、1960年代に入ると、アメリカのミューレイやアームストロングらによって、作図技法の開発やコンピュータマッピングの技法が考案され、1975年にはNational Cancer Atlas（国勢地図帳）が出版されるに至った。³⁾

以上のように、現在の日本と欧米では記述疫学研究における健康地図（疾病地図）への認識との差は歴然としており、欧米の研究者と研究成果の厚みには大きな差が存在する。

さて、現在わが国は大きな変革のまっただ中にあり、多くの分野において再編・自由化といった今までにない変化が起こっている。

そのような変化の時代においては、専門分化がさらに進展する一方で、逆に情報の広域な共有化が求められるようになり、そのようなニーズに具体的な解答を与えるのが、インターネットである。

近年のインターネットの爆発的普及は、世界的な情報公開の気運の中で、各国政府や各種団体・大学による積極的なホームページ上でのデータ公開や情報の発信を起こさせ、地域のデータの入手が容易になった。⁵⁾

現在では、日本政府も遅ればせながら眠っていた数々のデータを分析して、保健政策に役立てるための情報として公開する試みを実施しはじめている。⁶⁾

更に、インターネットはテレビおよび新聞のような広報性と広域な情報検索、また研究者にとっては世界的なリサーチや議論の場を求めることが可能であるこ

とから、いわゆる広域広報性を持ったメディアとも考えられている。⁷⁾

著者はこのような世界的な変化において、古典的記述疫学を見直し、疾病のみならず、長寿や健康といった分野も含めた新しい記述疫学の分析ツールが必要とされはじめていると考えた。

1997年、著者らを中心とし医療法人秀和会春日部秀和病院と国際大学グローバルコミュニケーションセンターは、非営利な共同研究プロジェクト“ライブアトラスプロジェクト”が発足した。⁸⁾

同プロジェクトは、インターネット上での医療・社会・経済情報の収集・提供・分析のありかたを探り、医療・社会・経済指標の市区町村別データをインターネット上に整備し、それをホームページとして公開することを目的とした。

プロジェクトの核となったのは、インターネット上で各種の地域統計データを提供するため、ビジュアルな地理的インタフェースを用いて健康地図を利用者に提供する仕組みであり、その具体的な狙いは、

1) 地理疫学における地域分析の基礎資料として統計データを地図化することにより、数値のみではわかりにくい、市町村の地理的比較及び位置付けの理解を可能にすること。

2) 地図上での統計データの表現方法を確立し、専門家がデータを多角的に分析するツールを提供するとともに、啓蒙的な科学的エンタテイメントとして一般人にも楽しんでもらうこと。

の2つであった。

本研究は、そのような状況を踏まえ、ライブアトラスプロジェクトによって開発された、「インターネット技術を用い地域分析を行うためのツールとしての健康地図システム」の評価、および同システムによる寿命・死因の地理疫学的分析と保健政策への応用を示すことを目的とした。

第1章 開発編 インターネット健康地図システムの開発

I 目的

地理情報システム (Geographical Information System:GIS) は1980年代にさまざまな分野で普及し、多くの学問分野においても一つの位置を占めるようになった。

また、アメリカを中心に市場の分析のためのエリア・マーケティングが急速に普及し、巨大なビジネスとして成功した背景には、GISの発達が存在し、その成長率は毎年着実に大きな伸びを示している。⁹⁾

一方、我が国でのインターネットの普及は更に進行し、2000年11月現在で普及人口3864万人、普及率30.53%に達した。また、ADSLに代表される高速常時接続回線によって、安価で高速なインターネットサービスが受けられる環境が整ってきた。¹⁰⁾

また、マイクロソフト社¹¹⁾とネットスケープ社¹²⁾のインターネットのシェア争いによって、広域同時広報性を持った情報閲覧プログラム (WWW ブラウザー) が無料で配られ、現在、新聞・雑誌、書籍による情報の閲覧からの移行が急速に進んできている。

それに伴って、政府や各種団体、地方自治体・大学を中心として地域データや地域研究の成果が積極的に公開されはじめ、現在では比較的容易に手に入れることができ、またオフィス系ソフト¹³⁾の普及によって、簡単にデータの分析やグラフ化・プレゼンテーションが可能となった。

そこで筆者は、GISが地域分析のツールに応用可能であり、新しい記述疫学の実分析ツールとして有用だと考えた。

ところが、GISは非常に高価なシステムで、その多くが土地や不動産、都市計

画といった専用のシステムとして利用されており、そのほとんどが個人利用ができないほどであった（表1）。¹³⁾（この中では唯一「GRASS」¹⁴⁾が利用料が無料である。）

また、これらのシステムのほとんどはインターネット上で情報を配信する機能が備わっていないため、広域広報性を有しているとは言えなかった。

また、インターネットやオフィス系ソフトでも、単なる地図を描画させるシステムはいくつか登場してきていた^{5) 15)}が、単に地図を表示するだけの目的であり、いずれも地域分析を行うための仕組みとしては機能的に不十分であった。

このような状況を踏まえ、著者は現在利用可能なインターネット技術を用いて、安価に利用可能で、広域広報性と地域分析を行うための仕組みを同時に持ったGISとしての「インターネット健康地図システム」を独自に開発することを試みた。

II 方法

1. GIS について

GIS の適応分野は、地理学、地図学のみならず、都市工学、経済学、農学、統計学、医学、保健学など多くの学問領域で開発された考えや技術を集めた統合システムであり、応用分野も多岐に渡っている（図1）。

現在、GIS の種類は、大きく4つのレベルに分類されると考える（図2）。

レベル1～3は単純な地図描画システムであり、レベル4が空間解析が行えるシステムである。これらの違いは空間情報（地理情報）によって定量的にデータが管理されているか、扱う項目の属性が定量的か否かにある。

更に、レベル4においては、属性の集計、情報の重ね合わせが可能なことが要件として示されている。

2. システムの要件定義

以上のことより、開発する健康地図システムはレベル4のGISを目標に、満たすべき要件として5つの要件を定めた。（表2）

1) 空間データの実装

単なる地図描画のシステムではなく、空間解析を可能にするため、空間データ（緯度・経度）にて全てのデータの管理を行う。

地図を描画するには、地図描画のための空間データと地域を塗り分けるための統計データが必要になるが、前者は日本地図センターより入手できる国土地理院¹⁶⁾のデータを使用し、後者は統計情報センター¹⁷⁾や厚生労働省の公開統計情報の中で市区町村別統計が存在するデータ⁶⁾を用いた。

2) レイヤ機能の実装

「地理疫学的分析のための健康地図」は複数の地理データ（湖・川、交通網など）を用いて地理上の位置的な関連性を見つけ出せるように支援できなければならない。

即ち、「ひとつの地図を複数の地理データで重ねたり、複数の地図を何枚も並行して表示させるなど、表示に関する利用者の自由な要望に柔軟な対応できるレイヤ機能を有すること」とする。

3) ベクター描画

システム管理の容易さと将来の機能拡張を考慮し、地図の描画には数値データをサーバー側に用意し、通信を介して端末のプログラム上で自動的にイメージ描画をさせる。

つまり、画像や写真データをあらかじめサーバーに用意して、端末へ配信するシステムとは異なり、データのみを送信し端末の画面上のベクター位置 (X,Y) にて描画してゆく方式を採用する。

4) ナビゲーション機能

地理疫学的分析を行うためのツールとして利用するという目的から、県別に独立して地図を眺めることよりも、県域を超えて複数の地域を同時に眺め、さらには連続した視線で辿ってゆけることが重要になる。

具体的には「利用者の要求にしたがって自由に表示範囲を選択・移動・拡大・縮小できるナビゲーション機能を有すること」とする。

5) フィルター機能

地図の表示は、地域の特製を1つの指標で把握するというだけでは意義があるが、1つの指標の表示のみでは探索的な地域分析においては不十分であり、また関心領域（ターゲットとなる地域）を際立たせる工夫が必要である。

今回、この要件を満たすため、筆者は「RGB 重ね合わせ法」を独自に開発した。

具体的には、「画像のピクセル（点）の3原色の色彩データ(RGB データ)に統計データを対応させ色の重ね合わせで表示すること」、「描画後の地図に対して、画像のそれぞれの色の表示／非表示の処理をインタラクティブに行うことで、探索的地域分析ツールとして使用可能にするフィルター機能を有すること」とした。

このフィルター機能の原理は従来の GIS にはなく、今回の研究を通じて GIS の発展に寄与する目的を持つ。そのメリットは、3つまでの指標の色合成を通じて指標間の関連を直感的に把握することが可能になることと、描画後のイメージ処理によって不必要な地域を消去し、関心領域のみを浮かび上がらせ、地図をより解釈しやすくすることにある。

3.システムおよびプログラム構成

1) システム構成

健康地図システムの開発にあたっては、ハードウェアが安価であること、オペレーティングシステムが安定して稼動すること、世界標準仕様のインターネット上でのプログラミングができることを考慮し、システム構成を考えた。

即ち、ハードウェアには PC 仕様の世界標準である AT 互換機を、オペレーティングシステムには FreeBSD R2.2.1¹⁸⁾、世界標準のインターネット技術の中核をなすインターネット・ウェブ(WWW:World Wide Web)型システム構成¹⁹⁾、Java 言語²⁰⁾、GNU-C 言語²¹⁾ を選択した。

図3は、システム概念図である。システムはインターネットシステムでは最も基本的な WWW 型システムに、高機能なプログラムおよび GUI(Graphical User Interface)を追加する仕組みとして、Java アプレット、CGI(Common Gateway Interface)、データ管理機能を追加して構成した。

2) プログラム構成

システムを構成するプログラムは表3に示した。プログラムの開発環境は、大

きく5つに区分されるが、全てインターネット上で利用料無料のライセンス(注：著作権フリーではない、後述。)のプログラムおよび開発言語を用いた。

(1)WWW ブラウザープログラム

利用するウェブブラウザは、現在一般的にインターネットで使用されている、Microsoft 社の Internet Explorer および Netscape 社(現 AOL 社)の Netscape Navigator を用いた。

ただ、ブラウザの種類やバージョンの違いによっては Java 言語の実装が不完全で地図表示に不具合が発生するため、標準では Microsoft Internet Explorer (Macintosh では ver5.0、Windows では ver5.01 以上、NetscapeNavigator 6 以上) を推奨している。

(2)Java 言語を用いたプログラム (アプレット)

Java 言語によって開発されたプログラムはアプレットと呼ばれており、理論上 Java を実装したほとんどのコンピュータで動作する。アプレットとはサーバー側のホームページのファイルに埋め込んで使用できる小さなプログラムのことである。

Java アプレット「Atlasmap.java」はホームページにアクセスした時に端末に読み込まれ自動的に起動し、健康地図表示システムのユーザインタフェースとなる重要なプログラムである。

このプログラムはデータ検索プログラムに処理依頼を出すための機能とデータ検索プログラムから送られてきたデータを描画する機能の2つを合わせ持っており、Java API ver1.1.2 のパッケージを利用して実装している。

(3)WWW サーバープログラム

WWW サーバープログラムには Apache ver1.2.6²²⁾ を用いた。Apache は、ライセンスフリーのインターネット・ウェブサーバーで、全世界で最も多く使われている。

Apache は各プログラムの背後で動作しており、ホームページ表示や Java アプレットの端末への転送、CGI の作動の仲介等の役割を担っている。

(4) C 言語を用いたデータ検索プログラム(CGI)

データ検索プログラムは CGI (Common Gateway Interface) と呼ばれ、Java アプレットからの要求にしたがって、必要なデータの検索とデータの計算をし、その結果を送り返すための特殊なプログラムである。

CGI 「atlas4」は処理の高速化のため C 言語 (GNU-C/ gcc) ²¹⁾で開発した。

(5) データ管理

データは、システムのメンテナンスが簡単にできるよう、各データを単純なアスキーテキストファイル(.txt)として保存し、OS 標準のファイル形式 (BSD FFS ディレクトリツリー構造) の仕組みを用いて管理している。

全てのプログラム及びデータは Apache サーバーの管理下のディレクトリに収納されている。

これら 5 つの機能が組み合わさって、プログラムが動作する。(図 4)

また、これらの仕組みによってシステムが管理しているプログラムおよびデータは、全て WWW サーバー側に置かれることになり、システム管理上の煩雑さを回避している。

4. 実装データ

現在実装されているデータは表 4 の通りである。

1) 市区町村別の地理データ(geo_db)

地理データは、日本全国の市区町村ごとに、その行政境界の地理形状ベクターデータ (ポリゴンデータ) を、日本全土のすべての市区町村について 3 段階の精度で実装した。

これはインターネットによる地理データの転送効率と Java による画面の描画の精度を考慮し、地理形状は直線の多角形（ポリゴン）によって現実の形状を拡大率に応じて3段階に近似させ、ポリゴン頂点座標のベクター数値（X,Y）セットを作成した。

また、データのメンテナンスおよび再利用性を考慮し、数値単位は絶対緯度と絶対経度とした。

このデータの作成には、日本地図センター（JMC）²³⁾の「JMC マップデータ」を利用した。ただし、JMC マップデータは FORTRAN などを前提とした逐次的フォーマットであったため、ファイル管理が容易な MapInfo²⁴⁾の mif 形式や VRML²⁵⁾の IndexedFaceSet 形式などに似た、独自フォーマット(geo フォーマット)に再変換した。

また、独自フォーマットへ変換することによって、データの再配布の際の JMC のライセンス問題を回避している。

（2）全国市区町村別の統計データ(data_db)

全国市区町村別の統計データは、寿命に関するデータ、死因に関するデータ、社会統計に関するデータに分かれている。（表5）

①寿命に関するデータ

厚生統計協会発行「1985、1990、1995年市区町村別生命表」²⁶⁾より1985、90、95年平均寿命男女を実装した。

②死因に関するデータ

厚生統計協会発行「昭和60年、昭和63年～平成4年、平成5年～平成9年人口動態統計特殊報告 保健所別統計」²⁶⁾及び財団法人健康・体力づくり事業財団「平成3年度 全国市町村別健康マップ数値表」⁵⁾より、男女の悪性新生物 SMR(Standardized Mortality Rate:標準化死亡比)の部位別（胃、肺、大腸、肝臓）、心筋梗塞 SMR、心疾患 SMR、脳血管疾患 SMR を実装した。

③社会統計に関するデータ

朝日新聞社「92、95、97 民力」²⁷⁾及び(財)統計情報研究開発センター「社会・人口統計体系市区町村基礎データ全ブロック 昭和54年～平成7年」¹⁷⁾より、1995年65歳以上(老人)人口比率、転入者率、人口密度、1人あたり農業粗生産額を実装した。

(3) 統計データごとの凡例(clr_db)

凡例は、階級データと色彩データに分かれており、フィルター処理の凡例の色彩データは階級から自動生成される。(表6)

①階級データ

階級データは、指標ごとに16段階のクオンタイル値を標準としている。ただし、SMRについては11段階の階級値を用いた。

②色彩データ

色彩データは、16段階それぞれについて、データを0～255のRGB値を用いた。これは、Javaによる描画の都合上、色彩の指定がRGB値となっているためである。

③フィルター処理の凡例の色彩データ

フィルター処理における凡例の色彩データは、RGBそれぞれについて0～255の値を16段階の等間隔に自動的に割り当てている。

(4) 市区町村基本データ(name_db)

市区町村名、市区町村コード、絶対緯度、絶対経度のデータを持つ。(表7)

市区町村コードは、地理データと統計データを相互に関連づけや、ナビゲーション機能において表示させる地域を検索するためのインデックスとなるデータである。

Ⅲ 結 果

1. 健康地図システムホームページ

ホームページとは、インターネットに接続されているコンピュータから WWW サーバーに接続する時、最初に表示されるページである。

まず、利用者はインターネットにつながっているコンピュータの WWW ブラウザーを用いて、URL の欄に `http://www.liveatlas.com` と打ち込む。すると WWW サーバーに自動的に接続され、ホームページが表示される。

ホームページでは、健康地図をわかりやすく紹介するため、すでに作成された地図を解説したもの（生命地図をよむ）、実際の健康地図システムを動かしてみる（総合ライブマップ）、統計データや GIS システムといった関連情報の案内（リンク）、システム開発についての情報（プロジェクト紹介）の4つのメニューが用意されており、利用者が健康地図の概要を理解しやすいように構成されている。（図5）

2. 健康地図システムの起動

次に、健康地図システムの描画プログラムを起動させる。

利用者はホームページ上に配置された総合ライブマップを選択すると、Java アプレットが WWW サーバーから WWW ブラウザーに転送され、描画が可能な状態になる。（図6）

描画プログラムでは、左側のビューエリアで描画領域を指定し（図7）、右側のコントロールパネルで統計データ、表示オプション等を指定する。（図8）

表示オプションとしては、行政要素（市区町村境界、都道府県境界、市区町村名、データ表示）および地理要素（河川、湖、鉄道—新幹線・JR・公営鉄道・

私営鉄道、道路－高速道路・国道・主要地方道・地方道）の表示／非表示を描画前に設定できるようになっている。

地図の描画には、利用者の目的に応じて2つのモードが用意されている。1つは単純に健康地図を表示する通常描画モードで、もう1つは探索的地域分析が可能なフィルター描画モードである。

3. 描画モード

1) 通常描画モード

Java アプレットが起動したら、地図描画の範囲を指定し、右側にある描画タグから統計データの名称を選択した後、描画ボタンを押す。すると、モニタ上に地図を描くための新しい描画フレームが開く。

Java アプレットは CGI が交信を開始し、利用者の描画指定条件（描画範囲の緯度・経度、統計データの種類、描画オプションの有無、表示言語）を CGI に送信する。

CGI は受け取った指定内容をもとに描画範囲を計算し、計算された描画範囲に入っている地域の数値データを検索する。

CGI は描画用データ（地理形状データ＋塗り分け色彩データ）を取得するが、データは描画すべき地図範囲の広い狭いによって量が変わるため、事前に表示精度の計算を行う。これにより常に必要最小限のデータのみが描画フレームに送信され、通信負荷は最低限に押さえられる。

CGI は計算されたデータを Java アプレットに送信し、描画フレームは、描画用データを受信しはじめると同時に描写が開始され、最終的に、Java アプレットの描画フレーム上に地図が表示される。(図9)

2) フィルター描画モード

通常描画処理とほぼ同じであるが、地図描画の範囲を指定し、フィルタータグ

から塗り重ねに用いる統計データを複数選択した後、フィルタリング描画ボタンを押す。

フィルター描画の特徴は、複数の統計データを赤・緑・青の光の3原色に割り当て、色を重ね合わせることにより、色の発色によって関連性を見つけだす方法（RGB重ね合わせ法）である。（図10）

そして、各色の重なり（Red&GreenはYellow, Red&BlueはMagenta, Green&BlueはCyan）によって項目間の関連を色で表現することができる。

図11では、赤=1990年平均寿命女性／緑=1990年平均寿命男性／青=1990年脳血管疾患SMRに設定した。

CGIは通常描画処理モードと同様に働くが、取得した塗り重ね用の統計データは、表示精度の計算を行うと同時に、自動的に16階調の赤・緑・青に色を割り当てられ、描画フレームに送信される。

最終的に、Javaアプレットの描画フレーム上に地図が表示されるが、表示された地図は、16階調の表示／非表示が変更可能でFilter the mapボタンを押すことによって再描画が行われる。

すると、再描画により塗り重ねの色の状態が変化し、ターゲットとなる地域、平均寿命が男女とも長く脳血管疾患死亡が低い地域が白として浮かび上がる。

IV 考 察

1. GIS の利用とその意義

GIS は、すでに多くの分野で利用されているが、GIS の利用者は次の4つのタイプに分類される。⁹⁾

1) タイプ1 (情報専門家)

情報専門家は GIS の技術、手法、開発に携わるスペシャリストである。特にデータ処理に対する高度な統計的・数理的な手法や技術の応用、特殊な地図表現の開発がこの利用者の主な仕事となる。

2) タイプ2 (政策分析者)

政策分析者は、通常大量のデータを分析し、政策案を策定している。例えば、ある産業の最適立地点を探索したり、人口成長が及ぼす経済的効果を評価するといった GIS の応用分野に関わっている。したがって、持ち運びに便利で管理しやすい GIS を求める。更に、高度な GIS オペレーションの知識を持っているとは限らないため、簡易なメニュー形式のソフトウェアを求める。

3) タイプ3 (政策決定者)

管理者や政治家のような政策決定者は、前述した政策分析者とは異なった要求を GIS に対して持つと考えられる。政策決定者にとっては、政策案の基礎となる大量のデータは必要ではない。むしろ、政策分析者が用意した様々な政策案を評価する戦略的レベルの情報が必要となる。ここでは、評価にあたって内容を容易に理解できるものでなければならない。

4) タイプ4 (利害関係者／一般利用者)

利害関係者および一般利用者は、しばしば地域に基づいた組織であり、環境問題や出店計画などの特定のトピックに関する情報を継続的に収集している。これ

らの利用者にとっては、最新の情報が保存されているシステムを求める傾向にある。

今回開発した、インターネット健康地図システムは、4つのタイプの利用者の中で、主にタイプ2、3および4の利用者をターゲットとしたシステムであると考えられる。

例えば、タイプ2の政策分析者においては、携帯用のノート PC を持ちインターネットに接続しながら、死因の分布から薬の販売に対するマーケティングリサーチを行ったり、タイプ3の政策決定者は、寿命の分布から同一県域内でも異なった健康政策を立案したり、タイプ4の利害関係者／一般利用者においては、自分が住んでいる地域の寿命や死因の実情を知り、疾病撲滅などの地域活動を行うといった利用が考えられる。

2. インターネットの発達と情報の共有化

インターネットは、アメリカ国防総省が 1969 年にネットワークの軍事研究目的に作った ARPA-NET が始まりであり、その目的は網の目のようなネットワークの経路を確保し、災害や軍事侵攻などにも対応出来るネットワーク作りを目指していた。その後、多くの研究者に学術用として解放され、1989 年には商用での利用が開始された。²⁸⁾

インターネットは、別名 WWW (World Wide Web : 世界的大きさの蜘蛛の糸) と呼ばれ、世界中にある WWW サーバーというコンピュータに自由に接続しデータを見たり取り出したりする仕組みで、それぞれのサーバーのデータは、URL とよばれる番地の付いた情報で管理されている。

URL はインターネット上のさまざまなデータへの接続の方法を指示するものだが、サーバーアドレス (サーバーコンピュータ固有の番地)、ディレクトリ (コ

ンピュータ内の場所)、ファイル名の順で表記する。

サーバーに蓄積されたデータを見るためにはWWW用閲覧ソフト（WWW ブラウザー）が必要となるが、代表的なものには Internet Explorer と Netscape Navigator があり、どちらも同様な機能を持っている。

このように、インターネットは情報の共有化を促進すると同時に、WWW のように同時広報性を持つすぐれた仕組みであり、前述した多くのタイプの利用者に関して、リアルタイムに利用できる環境を幅広く提供していると考えられる。

3. プログラムライセンスとライセンスフリーの意義

今回開発したシステムは、全てライセンスフリーの技術、開発言語を用いている。これは、筆者らのプロジェクトメンバーの考え方が、特定の企業に縛られずシステムを開発することによって、社会に広く技術を還元できる（ライセンスフリー）と考えたからである。

プログラムのライセンスフリーの問題に関しては、リチャード・ストールマンが1984年に開始したGNUプロジェクトが有名である。²¹⁾

ストールマンは、1980年にDEC社がPDP-10シリーズの生産を中止し、プログラムの大部分が仕様不能になってしまった事件に端を発し、従来の「ソフトウェアを隣人と共有するのは著作権の侵害である。ソフトウェアに何らかの変更が必要な場合は、メーカーに変更を願い出なければならない」というビジネス慣行に意義を唱えた。³⁰⁾

ライセンスフリーのGNUプロジェクトは、その後のUNIX系システムの発展に貢献し多くの成果をあげてきた。本研究に使用されたプログラム開発環境はほとんどGNUによってライセンスされたもの（GNU/GPL: GNU General Public License）である。

GPLの目的は現在の知的財産法下で、ソフトウェアの自由を守ることである。

とりわけ、フリーソフトウェアが使用制限のあるフリーでない製品に組み入れられたり、フリーでない製品に変えられたりする可能性を防ぐことを目的としている。

GNU/GPL に含まれる原理は、著作権を主張する「コピーライト」に対するコピーレフトとしても知られており、そのため GPL でライセンスされたソフトウェアは、コピーレフトされたとも呼ばれる。

1 人あるいはそれ以上のコピーレフト・ソフトウェアの著作権者は、そのソフトが GPL (または本質的にそれに類似したライセンス) に従って使用され、変更され、再配布されることを許しており、以下の3点に要約される。

- 1) ソフトウェアの使用は制限されない。
- 2) ソフトウェアの複製と配布は、いくつかの条件の下に許される。その中で最も重要な条件は、GPL でライセンスされたソフトウェアのコピーは、自動的に GPL でライセンスされる。
- 3) 修正は次の条件を満たせば許される。すなわち、修正したプログラムを再配布するときには、修正した部分についてもオリジナルと同じ条件でライセンスされる。

すなわち、GNU/GPL にもとづいてライセンスされている限り、オリジナルの著者のみがライセンス方法の変更を永久にコントロールできる権利を持つことができる。

以上のことより、本研究において開発したプログラムは全てインターネット上でライセンスフリーのプログラムを用いていること、また他の研究者等にも安価にシステムを構築し利用してもらうことを考慮し、プログラムソースは、GNU/GPL²¹⁾ に基づいて、自由に配付可能 (ライセンスフリー) とした。

(プロジェクト LiveAtlas <http://sourceforge.jp/projects/liveatlas/> を参照)

4. 数理統計学と RGB 重ね合わせ法との関連

現在、リモートセンシングの分野においては、データの視覚化に際してはフォーカスカラー合成（図 12）と呼ばれる手法が広く利用されている²⁹⁾。

この方法は、人間の目を青・緑・赤の波長帯を観測できる一種のセンサーとみなし、それぞれ青・緑・赤の波長帯を別々に観測した後、画像を合成する。

フィルター描画モードにおける「RGB 重ね合わせ法」の理論は、このフォーカスカラー合成の理論を参考に、著者が独自に考案した方法で、今回開発したシステムではじめて実装し、健康地図の作成に応用した。

次に、数理統計学と RGB 重ね合わせ法との関連について述べる（図 13）。

コンピュータ上の色彩は RGB 方式で表現され、それぞれ 0～255 の数値を持ち、これによって全ての色の表現を行なう。

数理統計学的には RGB 方式へのデータの割り当ては変数変換の一種であるが、その方法には、カテゴリー化されたデータを色に割り当てる方式と、データの分布より z 得点や T 得点化したものを、0～255 の範囲の数値に割り当て、その数値がそれぞれの色に対応して表示される方式があり、今回は、前者の方式によってデータを割り当てている。

色彩化は、基本的に 3 つまでのデータを色という 1 つの情報に集約させ表現することが可能であるため、2 つのデータの関連性は 2 つの色の重ね合わせ、3 つのデータの関連性は 3 つの色の重ね合わせで表現することができる。この方法によって、統計学的な複数のデータの関連性を一目で見ることができるようになった。

今回の手法によるデータの関連性は、統計学的にはカテゴリーデータの関連性を見るための関連性係数（ ϕ 係数）が最も近い手法である。

ただ、地域実体を把握するという視点から考えるならば、統計学的な関連性の

分析は、データを全体として捉え、その全体傾向を算出し関連性（正および負の相関）をとらえようとするが、RGB 重ね合わせ法では、緯度・経度データのよ
うな面の広がりを持った背景情報がさらに追加され、地理的な関連の算出に主眼
が置かれ、関連性のある地域のみならず、関連のない地域も同時に表現されるた
め、地域分析上の解釈に若干の違いが生じる可能性がある。

5. 健康地図システムの機能評価と今後の課題

システムの開発にあたって、システムが満たすべき要件を5つ定義したが、ほ
ぼ要件定義通りに健康地図システムが構築できた。

即ち、インターネット健康地図システムは、広域広報性と地域分析を行うため
の仕組みを同時に持ったツールとしては有用であると考えられる。

また、多変量解析等の高度な数値処理をすることなく、地域の問題点を抽出す
ることが可能で、かつプレゼンテーション機能をも兼ね備えていることから、グ
ラフ統計ツールとしても利用可能である。

問題点としては、

1) OS やブラウザの違いによって地図の見え方が若干異なったり、フィルタ
ー描画モードでは 1660 万色で画面を表示していないとフィルターがうまく動作
しないとといった現象が発生した。

これらの問題は、今回のプログラム上の問題ではなく、Java、OS、ブラウザ
ソフトの整合性が取れていないことに起因していると考えられる。Java、OS、
ブラウザソフトは随時バージョンアップを重ねてきており、以前に比べれば整
合性は取れてきている。

2) 現在のシステムは色彩表示を主として開発されているため、数理統計学的手
法は実装しておらず、今後の課題として、2項目間のデータにおける関連性係数、
相関係数、偏相関係数や3項目以上のデータの関連性の分析手法³¹⁾等の数理統

計学的手法をも取り入れたシステムの開発が必要である。

(注：第2章の応用編においては、数理統計学的分析を補うために SPSS にて間接的に相関係数を算出し関連性の目安として、この問題に具体的検討を加えている。)

3) 広域広報性の観点から寿命や死因のデータや分布を公にした場合、短命地域や疾病の高集積地域の情報が、間接的に地域の差別といった社会問題を引き起こす可能性がある。

このような問題を解決するため、なんらかの制限をつけながら情報を公開していくための機能（例えば、メンバー登録をした人のみ利用できる等）の必要性がある。

の3つであった。

今後は、これらの問題点を考慮し、更にシステムを改良していきたいと考えている。

V まとめ

現在利用可能なインターネット技術を用いて、安価に利用可能で広域広報性と地域分析を行うための仕組みを同時に持ったツールとしての「インターネット健康地図システム」を開発することを試みた。その結果以下の知見を得た。

- 1) システムの開発にあたって、システムが満たすべき要件を5つ定義したが、ほぼ要件定義通りに健康地図表示システムが構築できた。
- 2) 今回開発した、インターネット健康地図システムは、広域広報性と地域分析を行うための仕組みを同時に持ったツールとしては有用であると考えた。
- 3) 多変量解析等の高度な数値処理をすることなく、地域の問題点を抽出することが可能であり、またグラフ統計ツールとしても利用可能であると考えた。
- 4) 本研究において開発したプログラムソースは、GNU/GPL に基づいて、自由に配付可能（ライセンスフリー）とした。

今後は、2項目間のデータにおける関連性係数、相関係数、偏相関係数等の計算機能や3項目以上のデータの関連性の分析手法等の数理統計学的手法をも取り入れたシステムや利用者の利害を考慮したシステムに、更に改良していきたいと考えている。

第2章 応用編 寿命・死因の地理疫学的分析

I 目的

平均寿命とは、全年齢の死亡状況を集約したものであり、ある地域や集団の健康水準を表す総合指標として用いられている³²⁾。また、死因別死亡率に代表される死亡統計も、寿命と同様に地域集団の健康水準を表す指標となっている⁴⁾。

寿命や疾病の状況を記述疫学的に、場所、時間、人などの区分で研究を行う場合、新たにフィールド調査を実施しその状況を明らかにすること以外にも、各種の既存資料を用いることで様々な情報を得ることができる。

疫学研究に用いられる統計資料は大きく、(1)人口統計、(2)疾病統計、(3)死亡統計、(4)保健行政統計、(5)生活環境・栄養に関する統計、(6)その他の総合統計の6つに区分され、寿命・死因の統計は(3)死亡統計に分類される。⁴⁾

死亡統計を用いた地理疫学的分析を行うためには、都道府県別統計では不十分であり、市区町村別統計が必須条件となる。市区町村別の死亡統計は、市区町村別生命表および人口動態特種報告「人口動態保健所・市区町村別統計」によってほぼ5年置きに作成されているが、我が国の疫学研究においては十分活用されてきたとは言えなかった⁴⁾。

著者は第1章で述べたインターネット健康地図システムが、寿命・死因の地理疫学的分析に応用可能であることを検証し、その有効性を検討した。更にその結果から、疾病の地域集積性の問題等を見極め、保健政策への応用についても言及した。

II 方法

1. 対象データ

第1章で述べたように、インターネット健康地図システムには多数の死亡統計データが実装されている。

著者は、その中で特に地理疫学的分析には最適であろうと思われる、統計データを分析に用いることにした。

対象データは表8に示した。つまり、1) 平均寿命(1995年男性・女性)、2) 3大死因(全がん SMR、心疾患 SMR、脳血管疾患 SMR:1995年男性・女性)、3) 部位別がん(肝臓がん SMR)である。

2. 凡例の設定

データを地図上に表示するにあたっては、数値の表示範囲を示す凡例を分かりやすく作成する必要がある。(図14)

平均寿命では、数値の分布範囲を、16段階のクォンタイル値に区分し、値の一番下を黒、全国平均を赤、一番上を黄色とし、濃淡によって各色間で階調をつけた。

SMR(標準化死亡比)は数値の分布範囲を、11段階に区分し、全国平均100より上を黄色、下をグレーの階調をつけた。

通常、地図グラフにおけるハッチング(階級を表す模様)や色の階級区分は5~6階級がよいとされているが²⁾、表示させるデータを色彩階級を用いてより定量的に表現するため、あえて16階級や11階級を用いた。それによって、各地域間の微妙な変化が色彩の変化と一致し、少ない階級では気がつかなかった変化を見ることができるようになった。

3. 描画モード

前述した、対象データと凡例データにより、地図上には数値の分布の変化が色彩によって描画されるが、データの分析内容によって2種類の描画モードを使い分ける。

描画モードには、通常描画モードとフィルター描画モードの2種類が存在する。

描画モードの概念説明は、第1章にて述べたが、ここでは利用の面での説明を行う。

通常描画モードは、描画対象データを最も単純に地図上に色彩の分布を描画するモードであり、特に1種類のデータを多階調で表現し数値階級の変化が色の変化として表現されるため、特徴的地域の地理的広がり（分布）を見るものに適している（図15）。

フィルター描画モードは、複数の指標を、赤・緑・青の3原色に割り当てることによって色彩の重ね合わせを行い、分布と同時に指標間の関連性も表現することができる（図16）。

特に、2～3変量の関連性について統計分析を用いず、色の重なりで見ることができると、関連性の直感的理解が可能となっている。

4. 統計解析

RGB重ね合わせ法による地図上の色彩による関連性と数理統計学的な関連性を見るために、pearsonの積率相関係数を算出した。なお、pearsonの相関係数の算出には、SPSS統計パッケージを用いた。

Ⅲ 結 果

1. 平均寿命の地理疫学的分析

1) 平均寿命

図17-1に1995年平均寿命男性の日本全図を示した。

黄色く見えるところは、寿命の長い地域、黒く見えるところは寿命の短い地域である。日本全図からみると、長寿の地域が広く分布している地域は、中部地方であった。更に、部分的な地域は、沖縄、熊本、東京と神奈川の一部、仙台から山形南部であった。

短命な地域は、九州、中国、四国、近畿、北関東、東北であった。

次に、図17-2に1995年平均寿命女性の日本全図を示した。

長寿の地域が広く分布している地域は、中部地方であった。更に、部分的な地域は、沖縄、熊本、島根であった。

短命地域は、近畿、関東、東北であった。

2) 男女の平均寿命の関連性

1995年平均寿命男性および女性の地図を女性に赤、男性に緑を割り当て重ね合わせて、その関連性を見た(図17-3)。

赤っぽい部分は、女性が男性よりも優位、緑っぽい部分は女性より男性が優位、黄色い部分は男女共に長寿、黒っぽい部分は男女共に短命の地域となる。

更に、男女の関連性を色彩的によりはっきりさせるため、フィルター処理を施し、全国平均以上を表示させた。図17-4はフィルター処理後の日本全図である。

赤は、女性が男性よりも優位、緑は女性より男性が優位、黄色は男女共に長寿の地域となる。黒は、比較的寿命の短い地域を含んで表現される。

長寿の地域が広く分布している地域は、中部地方であり、更に、部分的な地域は、沖縄、熊本、島根、東京と神奈川の一部であった。これらの地域は黄色で示されているように、男女の関連も高かった。

短命地域は、近畿、関東、東北であった。

数理統計学的に相関係数を算出したところ、 $R=0.527(p<0.001)$ となり、男女間に有意の相関が認められた。

次に、特徴的な分布の地域を図17—5に示した。これは、神奈川、東京、埼玉にまたがる地域である。平均寿命の低い地域が、川崎から港区を経て江東6区に至るいわゆる下町地区に帯状に分布している。また、平均寿命の低い地域は、神奈川・東京・埼玉西部山間部にも見られた。

一方、これら双方にはさまれた、いわゆる山の手・住宅地は寿命が長い地域であった。

2. 脳血管疾患の地理疫学的分析

1) 脳血管疾患

図18—1に1995年脳血管疾患 SMR 男性、図18—2に1995年脳血管疾患 SMR 女性の分布を示した。

男女とも、全体的に関東以北の地域に SMR の高い地域が遍在していた。なお、北海道は、SMR の低い分布を示していた。

2) 男女の脳血管疾患の関連性

1995年脳血管疾患 SMR 男性および女性の地図を女性に赤、男性に緑を割り当て重ね合わせて、フィルター処理を行い、その関連性を見た(図18—3)。

脳血管疾患は北関東から東北一帯にかけて高くなっており、男女の関連性も高かった。相関係数(全国市区町村の値)を算出したところ $R=0.570(p<0.001)$ となり、男女間に有意の相関が認められた。

次に、特徴的な分布の地域を図18—4に示した。これは、福島県であるが、浜通り側に SMR の高い地域が多く分布し、男女間の関連も黄色で示されているように高かった。一方会津側は SMR は低く、同一県内において、明確な違いが見られた。

3. 肝臓がんの地理疫学的分析

1) 肝臓がん

図19—1に1995年肝臓がん SMR 男性、図19—2に1995年肝臓がん SMR 女性の分布を示した。

脳血管疾患とは対照的に、男女とも、全体的に日本の西側に遍在していた。東北および北海道には、SMR の高い地域はほとんど見られなかった。

2) 男女の肝臓がんの関連性

1995年肝臓がん SMR 男性および女性の地図を女性に赤、男性に緑を割り当て重ね合わせて、フィルター処理を行った後、その関連性を見た。(図19—

3)

肝臓がんは九州北部に多く集積しており、特に福岡県に集中していた。

中国地方では、広島県から岡山、兵庫、大阪に至る瀬戸内海の海岸地域に集積していた。

相関係数（全国市区町村の値）を算出したところ、 $R=0.526$ ($p<0.001$) となり、男女間に有意な相関が認められた。

次に特徴的な分布の地域を図19—4に示した。これは、静岡県であるが、大井川を挟んで東と西では明らかに分布が異なっていた。つまり、大井川の東側は SMR が高く、西側は SMR が低いという結果であった。

4.3 大死因の地理疫学的分析

3大死因（全がん、心疾患、脳血管疾患）を、全がんを赤、心疾患を緑、脳血管疾患を青に割り当て、その集積性を見た。

更に、特徴的な分布を示した地域として、九州北部、関東3県（神奈川・東京・埼玉）、東北3県（青森・秋田・岩手）の地域に絞って地図を作成した。

1) 全国的分析

図20—1に、男性のSMRの分布を示した。九州北部にがん（赤）、関東から東北にかけては心疾患と脳血管疾患（シアン：水色）、北海道はがんと心疾患（赤および黄）が分布していた。

図20—2に、女性のSMRの分布を示した。男性と同様に、九州北部にがん（赤）、関東から東北にかけては心疾患および脳血管疾患（シアン：水色と青）、北海道はがんと心疾患（赤および黄）が分布していた。

2) 地域的分析

(1) 九州

ここでは、九州北部地域を示す。

図20—3は、男性のSMRの分布である。福岡・佐賀・長崎にかけて、がん（赤）が集積していた。逆に、熊本市周辺は、すべての疾患が少なかった（黒）。

図20—4は女性の分布である。男性と同様に、福岡・佐賀・長崎にかけて、がん（赤）が集積していた。逆に、熊本市周辺は、すべての疾患が少なかった（黒）。

(2) 関東

ここでは、関東3県（神奈川・東京・埼玉）を示す。

図20—5は男性のSMRの分布である。埼玉南東部から、東京の江東6区、港区を経て神奈川の川崎に至る地域に帯状の集積性が見られた。特に、江東6区と川崎地区は3大死因ともにSMRが高くなっていた（白および薄いグレー）。

また、関東3県西部の山間部は、心疾患と脳血管疾患のSMRが高くなっており、特に奥多摩から秩父にかけて広く分布していた（青およびシアン）。

一方、東京の練馬区から国立市周辺と神奈川の横浜市の山側から相模市、厚木市、茅ヶ崎市周辺等の地域は、全ての疾患が少なかった（黒）。

図20—6は女性のSMRの分布である。男性同様に、埼玉南東部から東京の江東6区、港区を経て神奈川の川崎に至る地域にSMRの高い地域が帯状に見られた。特に、江東6区と川崎地区は3大死因ともに高くなっていた（白および薄いグレー）。

一方、3大疾患のSMRの低い地域は、男性とは大きく異なり、横浜および相模市、茅ヶ崎市に限られた（黒）。

（3）東北

ここでは、東北3県（青森・秋田・岩手）を示した。

図20—7は男性のSMRの分布である。

青森県ではすべての疾患が高く、青森市から津軽地方にかけて高かった（白および薄いグレー）。

岩手県は、心疾患と脳血管疾患が高く（青およびシアン）、がん（赤）少なかった。

秋田県は、がんと脳血管疾患が高くなっていた（マゼンタ：濃いピンク色）。

図20—8は女性のSMRの分布である。

青森県では青森市ですべての疾患が高く（白および薄いグレー）、津軽地方はがんの分布も見られた（赤およびマゼンタ）。

岩手県は、男性と同様に心疾患と脳血管疾患が高く（青およびシアン）、がん（赤）は少なかった。

秋田県も、男性と同様に、がんと脳血管疾患が高い地域（マゼンタ）が多くなっていた。特に県境を超え、秋田北部から青森市にかけて、SMRの高い地域（白）が分布し、更に岩手南西部においても、がんと脳血管疾患の高い地域（マゼンタ）が多く分布していた。

さて、東北3県においては、総じて心疾患と脳血管疾患が高かったが、青森、岩手、秋田それぞれの特徴が色彩的に捉えられた。

IV 考 察

1. 平均寿命の地理疫学的評価

平均寿命から見たわが国の長寿地域は、中部地域一帯であることが地図上から明確になった。特に、長野全体、岐阜・愛知・静岡の一部は、「長寿地帯」ともいえる広域長寿地域であり、都道府県のみでの分析やフィールド調査では判明し得ない地理的広がりを持った構造を持つものであることが判明した。

また、短命地域は、九州、近畿、関東、東北であったが、特に、北関東、東北は「短命地帯」というべき広域短命地域となっていた。これらの分布は、後述する疾病の地理的分布によって影響を受けており、多くの疾病が集積していると考えられる。

更に、特殊な分布を示す地域として、神奈川、東京、埼玉にまたがる短命地域を示したが、この地域は中小の工場が林立している地域であり、多くの工場労働者が存在すると考えられる。

この地域に疾病が集積する背景としては、生活水準や労働環境、大気汚染に加えて、過去における東北からの流入者が多く居住している地域であり³³⁾、出身地の食習慣を持ち込んでいる可能性が高いと考えられた。

以上のように、独自に開発した健康地図システムを用いて、平均寿命の地理疫学的分析を行ったところ、長寿および短命地域を視覚的にとらえることができ、男女の関連性を見ることにも効果があった。しかも、都道府県といった行政区分を超えた地理的特徴を把握することが可能であった。

また、日本を全体からみて、長寿地域および短命地域を把握し、実地調査をすることなく地域分析を行い、フィールド調査を中心とした分析疫学につなげていくことが、記述疫学的分析ツールとしての健康地図システムを活用する意義も大

きいと思われる。

2. 脳血管疾患の地理疫学的評価

脳血管疾患による死亡数は、1998 年では 137,819 人であり、死亡順位では第 3 位、総死亡数に占める割合は 14.7%に相当する³⁴⁾。

脳血管疾患はがん・心疾患とともに、我が国の 3 大死因の一つであり、いまなお日本人の国民病であると考えられるが、発生要因の研究や降圧剤による治療が大きな成果をあげたため、以前ほど重要視されなくなった。しかし、死亡率は減少したが、死亡はまぬがれても、後遺症である障害や療養時の長期臥床がきっかけとなって寝たきりの最大の原因となっている。

今回の分析において、北関東、福島の海岸部から秋田・岩手・青森の全ての地域において、広域な集積性が見られた。また、総じて山間地域に多いのも特徴の一つであった。

また、特殊な分布を示す地域として福島県を示したが、「会津」と呼ばれる平野部は脳血管疾患が少なく、「浜通り」と呼ばれる海岸に近い地域に脳血管疾患が集積していた。

筆者らが参加した福島県西会津町の調査³⁵⁾では、食品の流通経路が限られ、生鮮食品が手に入りやすく、塩じゃけや缶詰が多く摂取され、それが食習慣として定着していた。

今回の疾病の分布を見る限りにおいて、これらの地域の脳血管疾患の多発を生んでいる背景として、高血圧の管理および減塩を中心とした食生活の改善がなされていない可能性があると思われる。

3. 肝臓がんの地理疫学的評価

肝臓がんによる死亡者数は、わが国の平成 10 年のがん死亡のうち、肺がん、

胃がんに次ぐ第3位の約3万3千人となっており、その80%はC型肝炎が原因だと言われている³⁶⁾。

C型肝炎は、多くが慢性肝炎に移行し、肝硬変から肝臓がんに進展する恐れのある感染症で、わが国には約200万人の感染者がいると推定される。³⁷⁾

原因となるHCVは血液を介して感染し、その多くが輸血、非加熱の血液製剤の投与、注射針の使い回し等による感染と推測され、HCVにいったん感染すると、成人であっても、その60～80%に持続感染が成立し、多くは進行性で慢性肝炎・肝硬変・肝臓がんに進展する。

ウイルスに感染してから肝臓がんが発現するまでの期間は、およそ20～30年と言われ、C型肝炎では年間7%、C型慢性肝炎では1～2%に肝臓がんが発生することがわかっている。^{38,39)}

肝臓がんによる死亡率は、13大都市別⁴⁰⁾にみると西日本に高いという地域的な傾向があり、平成13年は大阪市が第1位になっているが(表9)、今回の分析においても西日本一帯に広く分布していることが確認できた。

また、男女間の相関は高く性特異的な分布ではなかった。

C型肝炎ウイルスは、血液を介してのみ感染し、ATLウイルス(ヒト白血病ウイルス)のように母乳を介して垂直感染することはないと言われているが³⁹⁾、西日本に一帯に広く分布しており、血液感染にからむ何らかの感染経路が存在するものと思われた。

4. 3大死因の地理疫学的評価

日本人の3大死因はがん、脳卒中、心臓病と言われているが、この3つを合わせると全死因の60%に達する。生活習慣病と呼ばれるこれらの病気は、以前より都道府県レベルでも偏在性が確認されていたが、今回の分析においても明確な差が見られた。

表10に3大生活習慣病年齢調整死亡率（人口10万人あたり）ランキングを示した。がんでは、福岡・長崎・佐賀が2・3・4位となっており、熊本は44位であるが、地図上でも同様の傾向が見られている。また、心臓病・脳血管疾患も同様で、地図上の分布とランキングがきれいに一致していることがわかる。

また、関東3県で見たように、下町地区においてSMRの高い地区が多く、山の手・住宅地においてSMRが低い地域が分布していた。このことが前述した平均寿命の低さにも大きく影響していると思われる。しかも行政区を超えた広域分布が特徴づけられた。

さらに東北3県をみると、青森は3疾患とも高いことが、この地域の寿命の低さに反映しているものと思われた。また、前述した疾病の広域性の特徴とは異なり、特に男性において、各県の特徴が明確に把握しえた。

5. 地域保健政策への応用

現在、厚生労働省が行っている「21世紀における国民健康づくり運動」（健康日本21）においては、「地域住民全体に対する働きかけと生活習慣病を発症する危険度の高い集団への働きかけを適切に組み合わせる等により、対象者の特性やニーズ等を十分に把握しながら、運動を効果的に推進することに配慮することが重要である」と述べられており、ようやく「全国一律の政策」からの転換が明言された。

更に、疾病や健康情報の重要性やその収集および提供のあり方についても、「今後、健康日本21を推進するにあたっては国が実施する統計について、地域分に関する情報を蓄積するとともに、その地域特性にあわせた独自の情報の収集、蓄積を自らの力で行うべきである。そして、地方自治体自らが決定し、実施していくために、インターネット等を活用した情報提供も含めた戦略的情報システムを構築していく必要がある。」とも述べ、国が統計情報を広く提供すると同時に、

地方自治体自らも、その収集・蓄積を行うように言及された。

以上のように、わが国の保健政策は、国中心から地方自治体を中心へと変化しており、同時に、インターネットを活用した情報システムの構築の必要性が認識されてきた。

このような動きの中で、本研究が行ったインターネット健康地図システムの開発は地方自治体が行う情報入手及び提供の役割に大きな意味を持ち、また、地域保健政策の立案、実施及び評価においても、地理疫学的分析に基づく政策の重点化・効率化において応用できる可能性は高いと考える。

V まとめ

開発したインターネット健康地図システムを応用し、寿命・死因の地理疫学的分析を試みた。また、保健政策への応用についても言及した。

その結果以下の知見を得た。

- 1) 平均寿命から見たわが国の長寿地域は、中部地域一帯であることが明確になった。一方、短命地域は、九州、近畿、関東、東北であったが、特に、北関東、東北は広域短命地域となっていた。
- 2) また、神奈川・東京・埼玉に短命地域の帯状の集積性が確認できた。一方、どう地域の山の手・住宅地においては、長寿地域が広く分布していた。
- 3) 脳血管疾患の集積性に関しては、北関東、福島の海岸部から秋田、岩手、青森の全ての地域において、広域な集積性が見られた。また、総じて山がちな地域に多いのも特徴の一つであった。
- 4) また、特徴のある地域として、福島県において同一の県内にもかかわらず、海岸側の浜通りは SMR が高く、会津は低いといった明確な差が見られた。
- 5) 肝臓がんの集積性に関しては、西日本一帯に広く分布していることが確認できた。このことは、従来から言われてきた事実と一致する。
- 6) 肝臓がんの集積性に関し特徴的分布を示す地域である静岡県を見ると、川一つ隔てて東西で明確な違いが確認できた。
- 7) 3大死因の重ね合わせでは、北関東から東北にかけて SMR が高いことが確認され、これが、これらの地域の寿命の低さに関与しているものと思われた。
- 8) 特徴的分布を示す地域として、九州北部、関東3県、東北3県をみたが、九州北部および関東3県は、県域を超えた3大疾患の広域分布が確認された。ただ、東北3県においては各県ごとに特徴のある疾病構造が一部確認できた。

9) 本研究が行ったインターネット健康地図システムの開発は、地方自治体が行う情報入手及び提供や地域保健政策の立案、実施及び評価において、応用できる可能性は高いと考える。

結語

近年インターネットの爆発的普及によって、世界中の政府や各種団体、地方自治体・大学において、積極的にホームページ上でのデータ公開や情報の発信が行われ、比較的容易に地域のデータが手に入るようになってきた。

このような状況において古典的記述疫学を見直し、疾病のみならず、長寿や健康といった分野も含めた新しい記述疫学（地理疫学）の分析ツールが必要とされはじめている。

そこで、現在利用可能なインターネット技術を用い地域分析を行うための GIS（地理情報システム）としてのインターネット健康地図システムを開発し、更に同システムによる寿命・死因の地理疫学的分析と保健政策への応用を示すことを目的に本研究を行った。

その結果、開発されたインターネット健康地図表示システムは広域広報性と地域分析を行うための仕組みを同時に持った GIS としては有用であった。

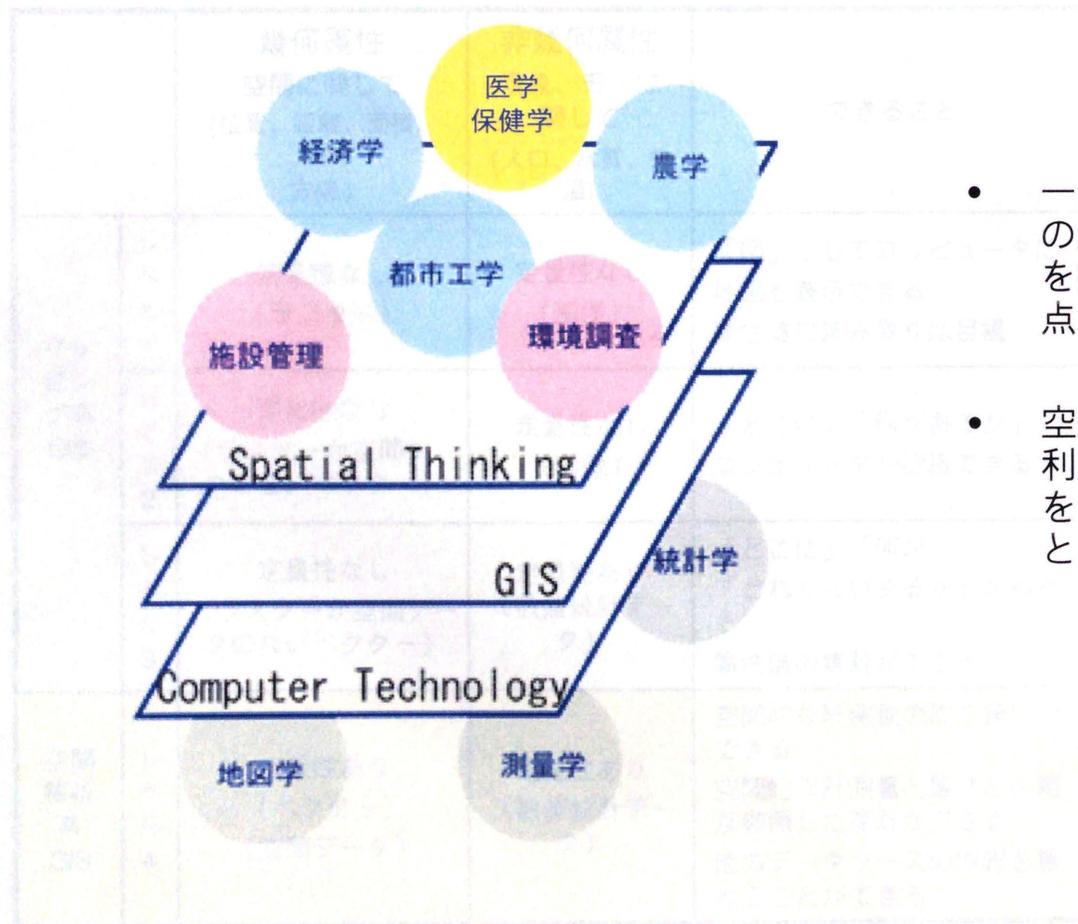
また、応用として行った寿命・死因の地理疫学的分析は、公衆衛生・疫学分野の寿命・疾病研究のみならず、地方自治体が行う地域保健政策においても利用できる可能性が高かった。

以上のことより、本研究は地理疫学的分析を行うための GIS の開発と応用の研究として有用であると考えられる。

謝辞

稿を終えるにあたり、終始ご指導・ご助言賜った宮城重二教授、ならびにライブラリアスプロジェクトを終始支えて下さった、公文俊平所長・米島秀夫院長、およびプロジェクトメンバーの新谷さん、中山さん、久保田君、田辺君、小坂君、その他研究に協力していただいた皆様方に心から感謝いたします。

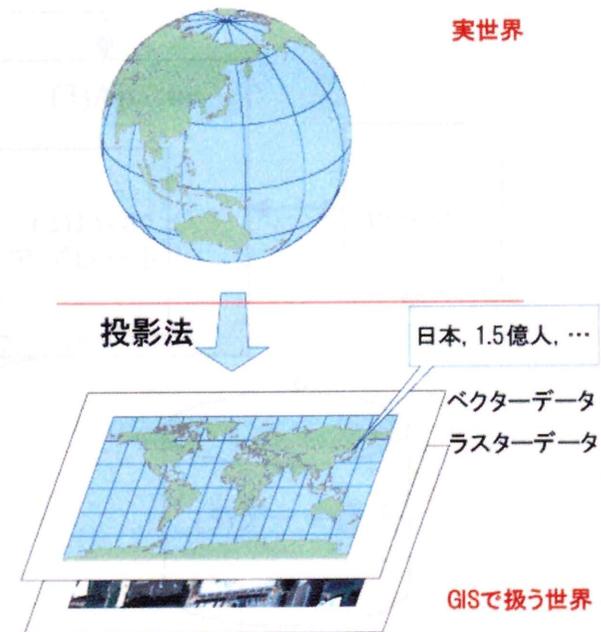
图表



- 一見何の関係もなく見えるGISの応用分野は「空間的に物事を把握する」という点で共通点がある。
- 空間的に現象を把握する際に利用できる学問や技術、知識をコンピュータ技術によりまとめあげたのがGISである。

図1 GISの分野

		幾何属性 空間に関して (位置、距離、面積、 体積 方向)	非幾何属性 現象、モノに に関して (人口、水質、気 温)	できること
マッ ピング系 GIS	レ ベル 1	定量性なし (ラスタ)	定量性なし (画像)	「図」としてコンピュータに 地図を表示できる 属性値の読み取りは目視
	レ ベル 2	定量性なし (ラスタか空間デー タのないベクター)	定量性なし (画像)	「どこに」「何があるか」 コンピュータが認識できる
	レ ベル 3	定量性なし (ラスタか空間デー タのないベクター)	定量性あり (数値統計デー タ)	「どこに」「何が」 「どれくらいあるか」がわか る 属性値の集計ができる
空間 解析 系 GIS	レ ベル 4	定量性あり (ベクター) (空間データ)	定量性あり (数値統計デー タ)	空間的な計測の取り扱いが できる 空間的な計測と属性とを相 互参照した集計ができる 他のデータソースの情報を重 ねることができる



出典：てくてくGIS (<http://home.csis.u-tokyo.ac.jp/~akuri/hajimete/teiryou2.htm>)

図2 GISのレベルと機能

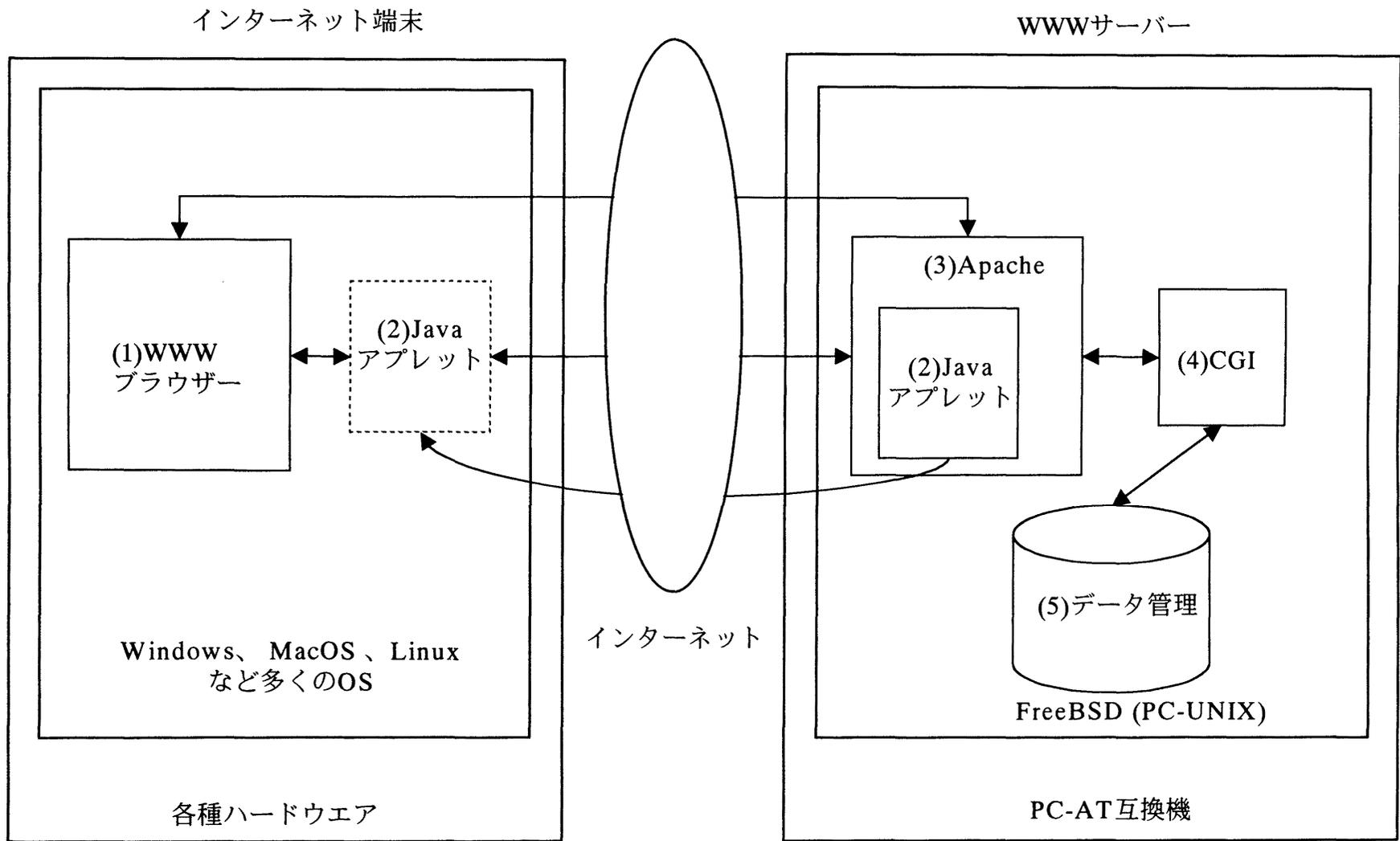


図3 システムの概念図

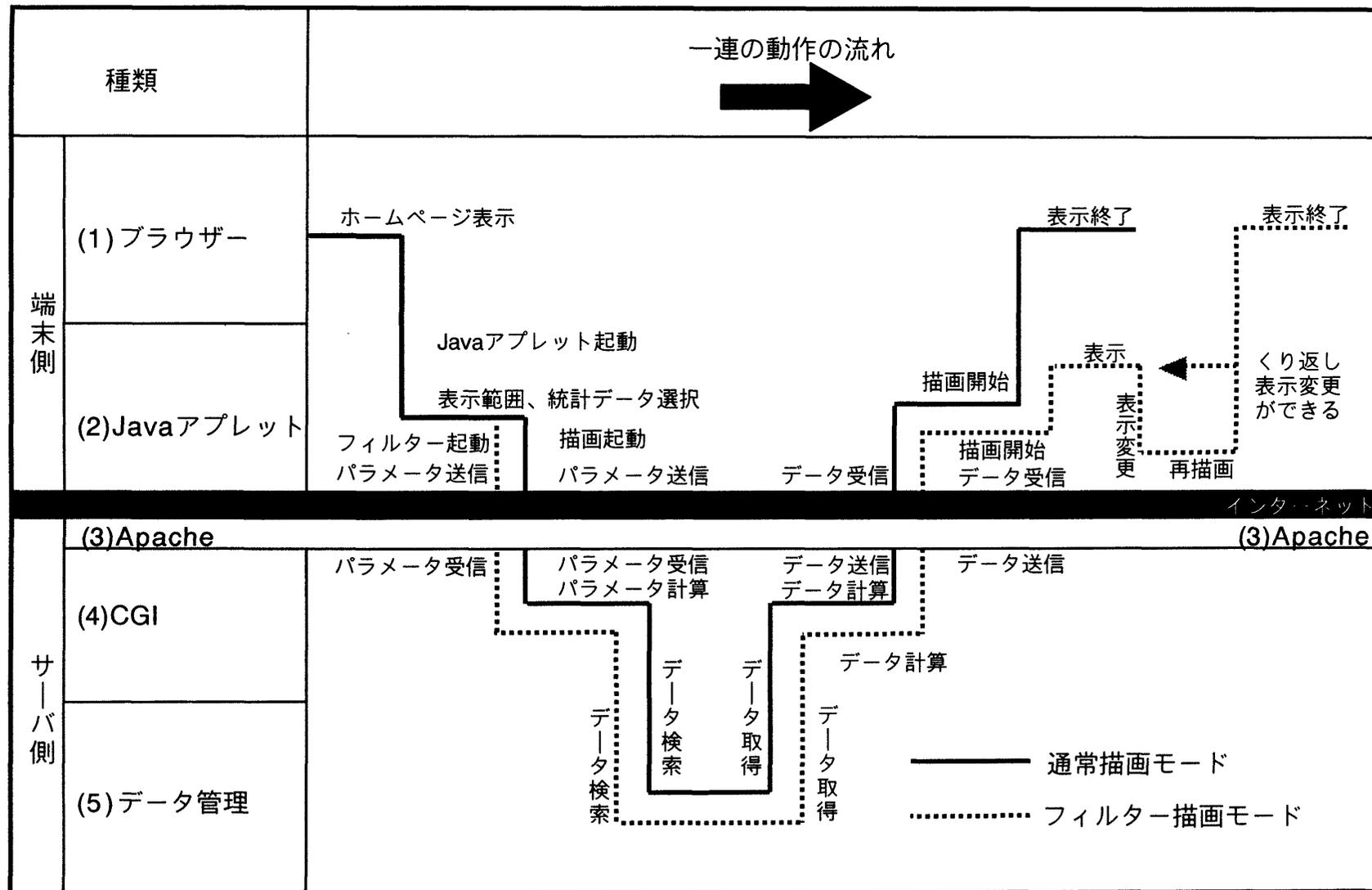
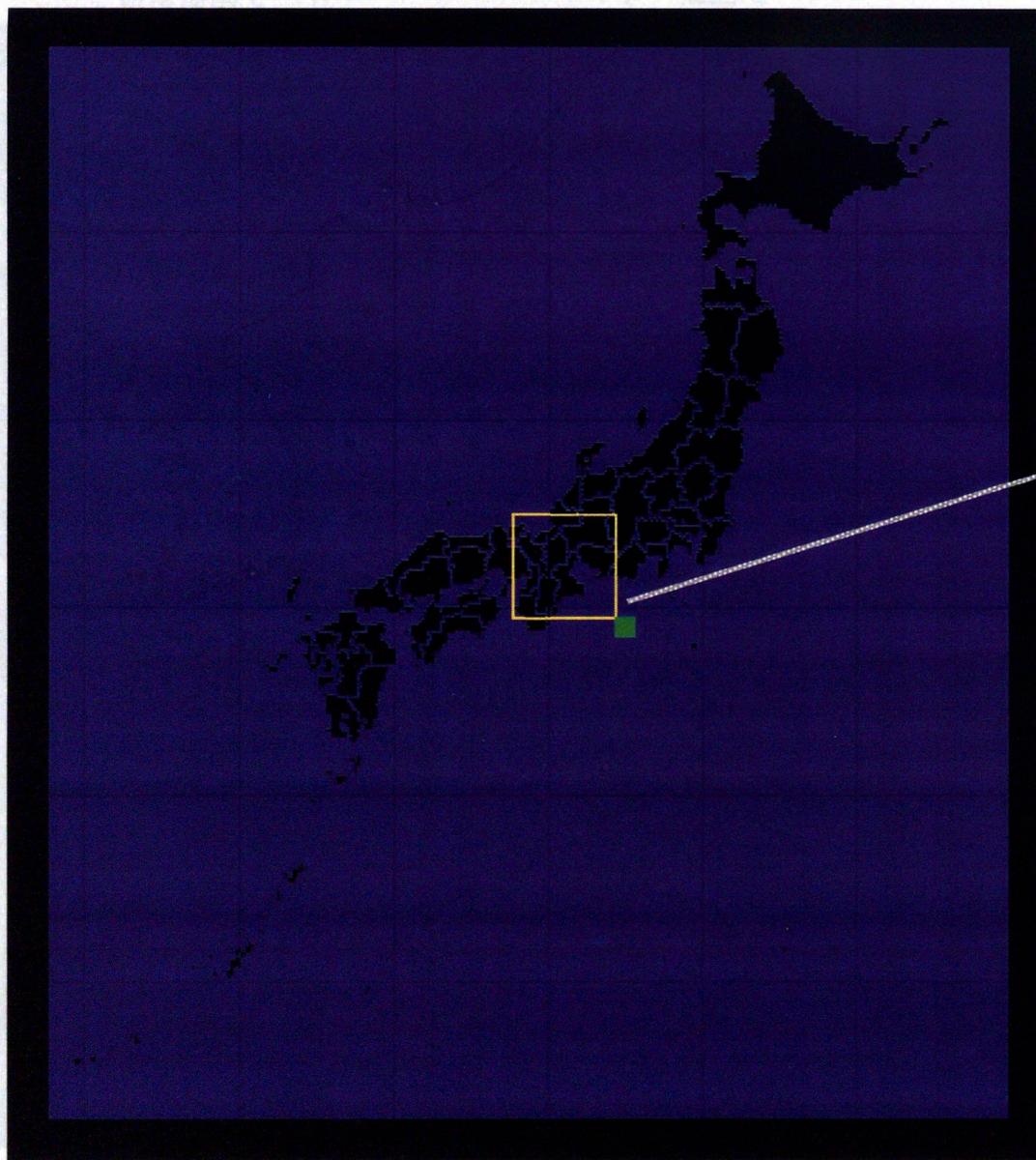


図4 プログラムフロー



図6 Javaアプレット



ビューポイント
を用いて、任意
に描画する場所、
及び大きさを指
定する

図8 図7 ビューエリア

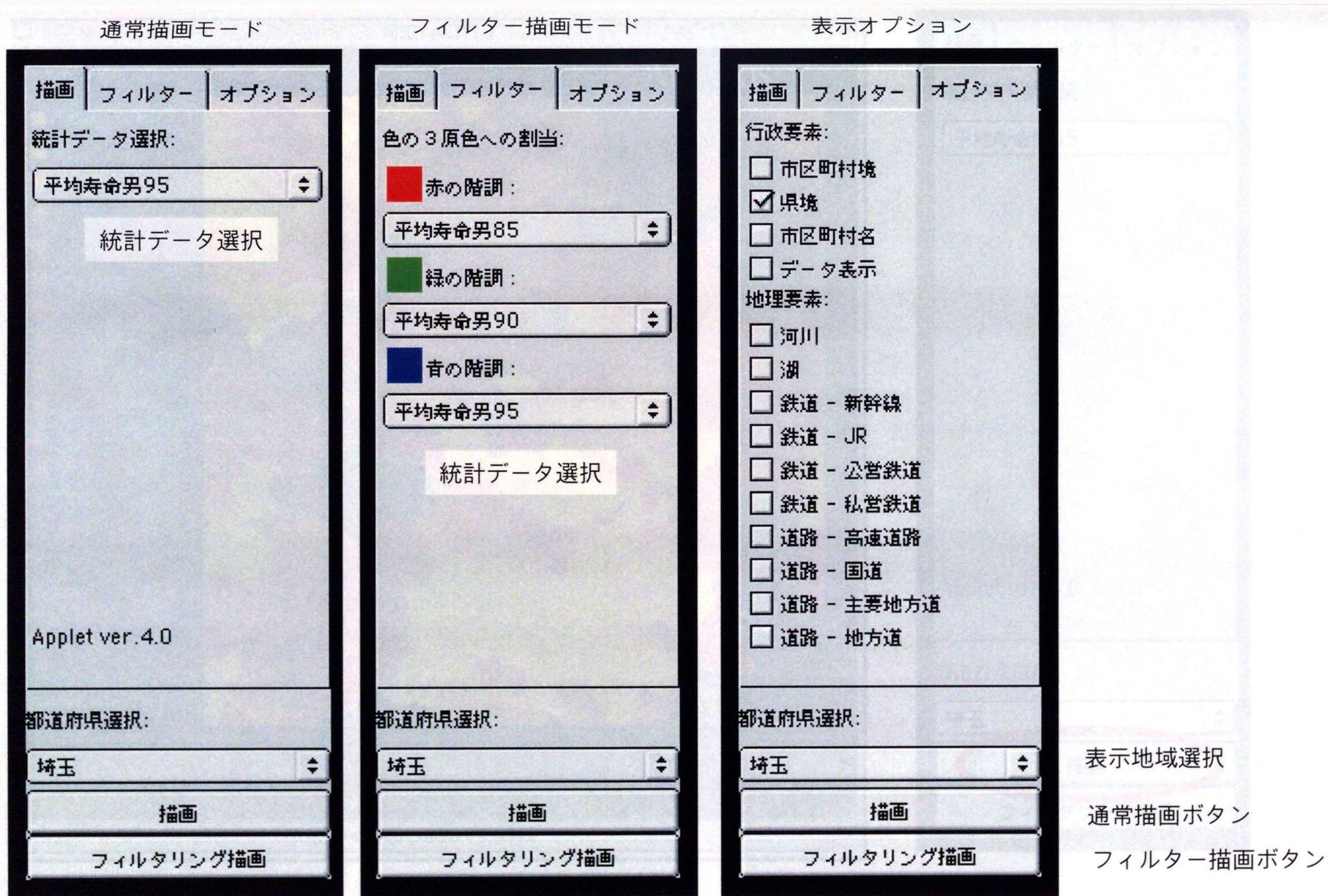
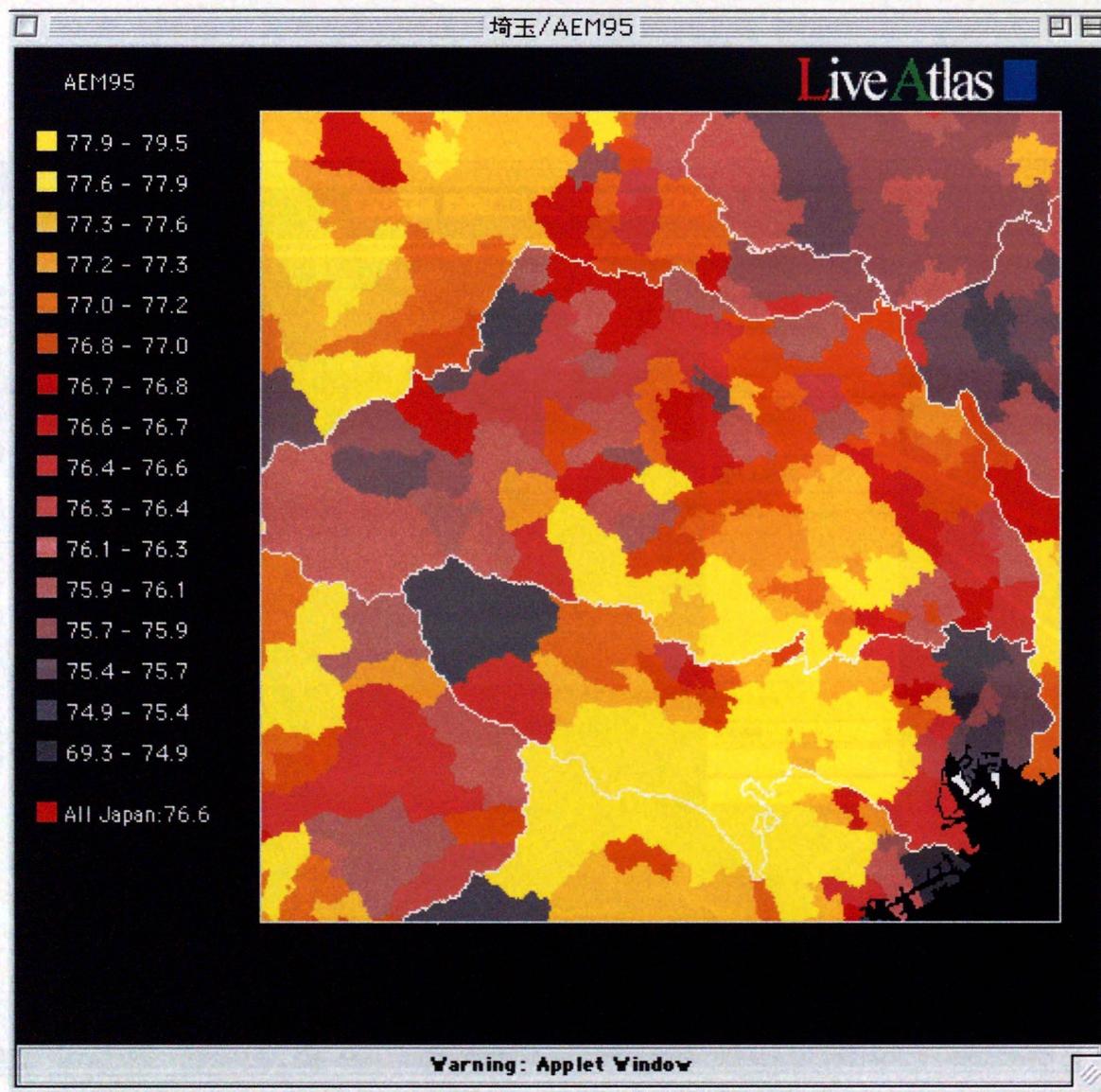


図8 コントロールパネル



描画 | フィルター | オプション

統計データ選択:

平均寿命男95

Applet ver. 4.0

都道府県選択:

埼玉

描画

フィルタリング描画

図9 通常描画モード

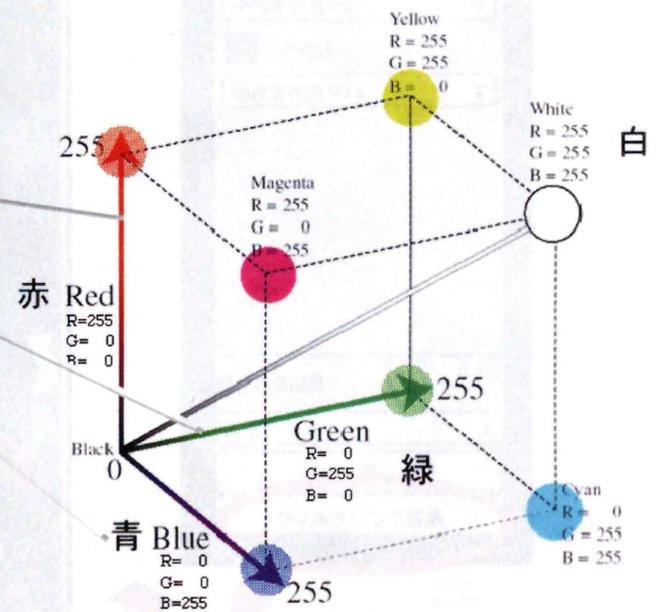
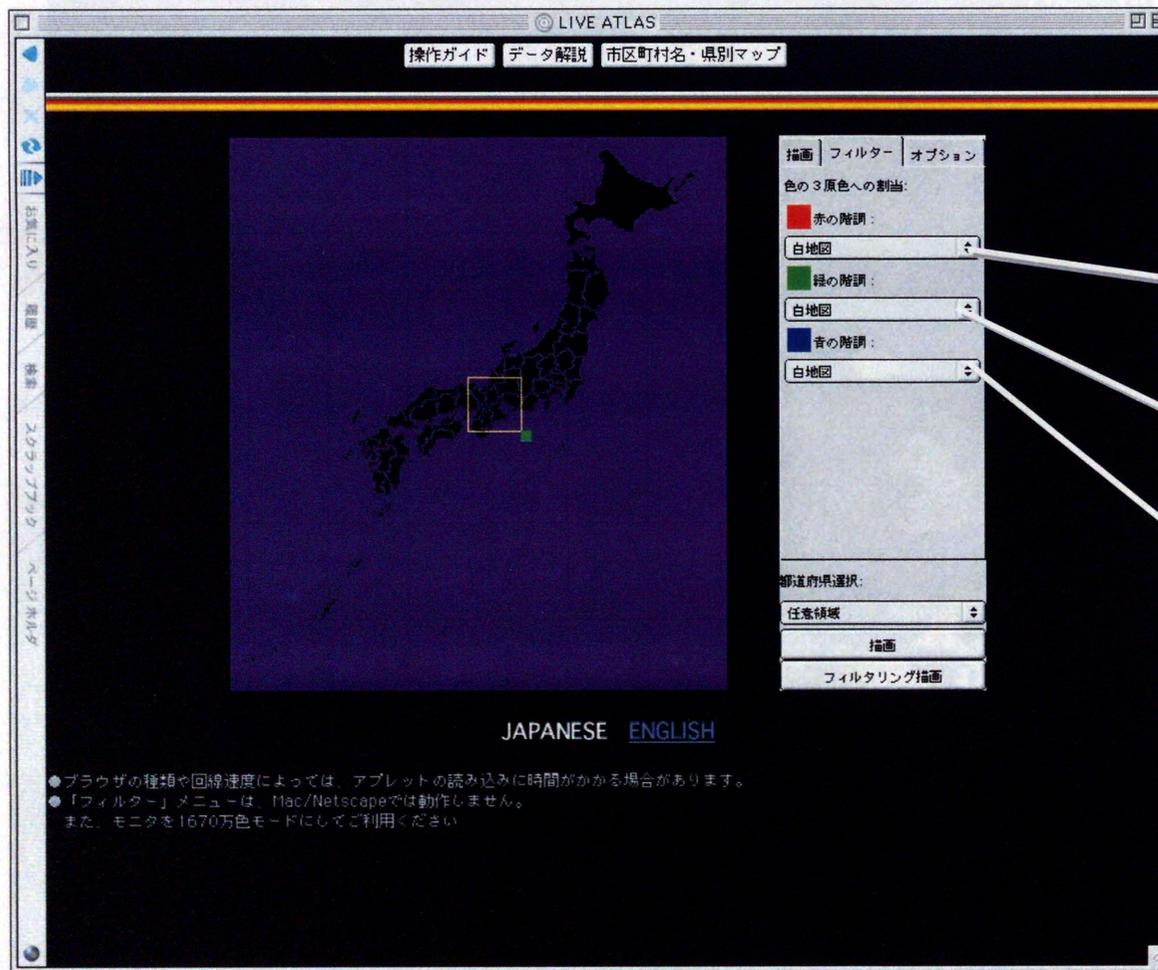
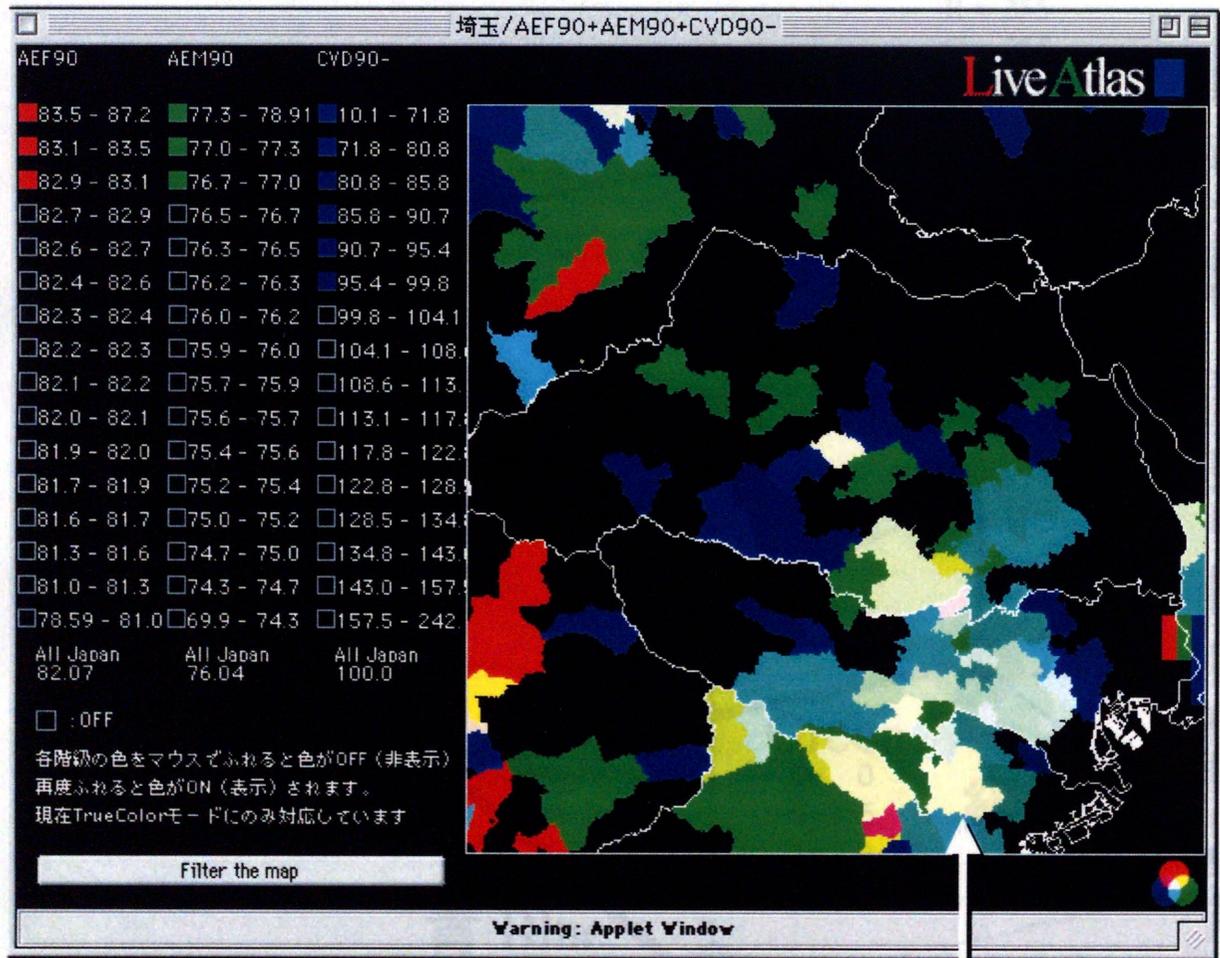


図10 光の3原色への統計データの割り当て



描画 | フィルター | オプション

色の3原色への割当:

赤の階調: 平均寿命女90

緑の階調: 平均寿命男90

青の階調: 脳血管疾患90↓

都道府県選択: 埼玉

1/1

フィルタリング描画

平均寿命が男女とも長く脳血管疾患死亡
が低い地域が白で表示される

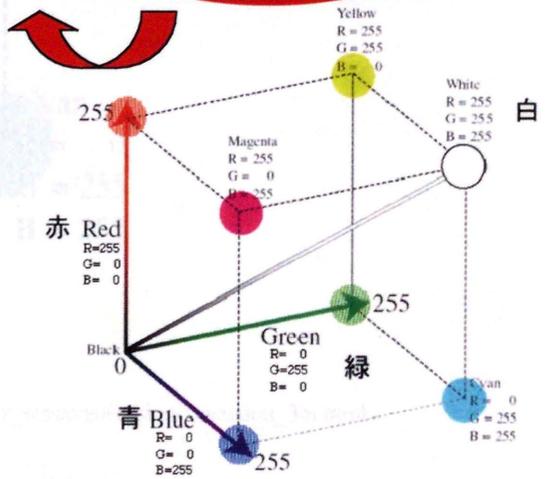
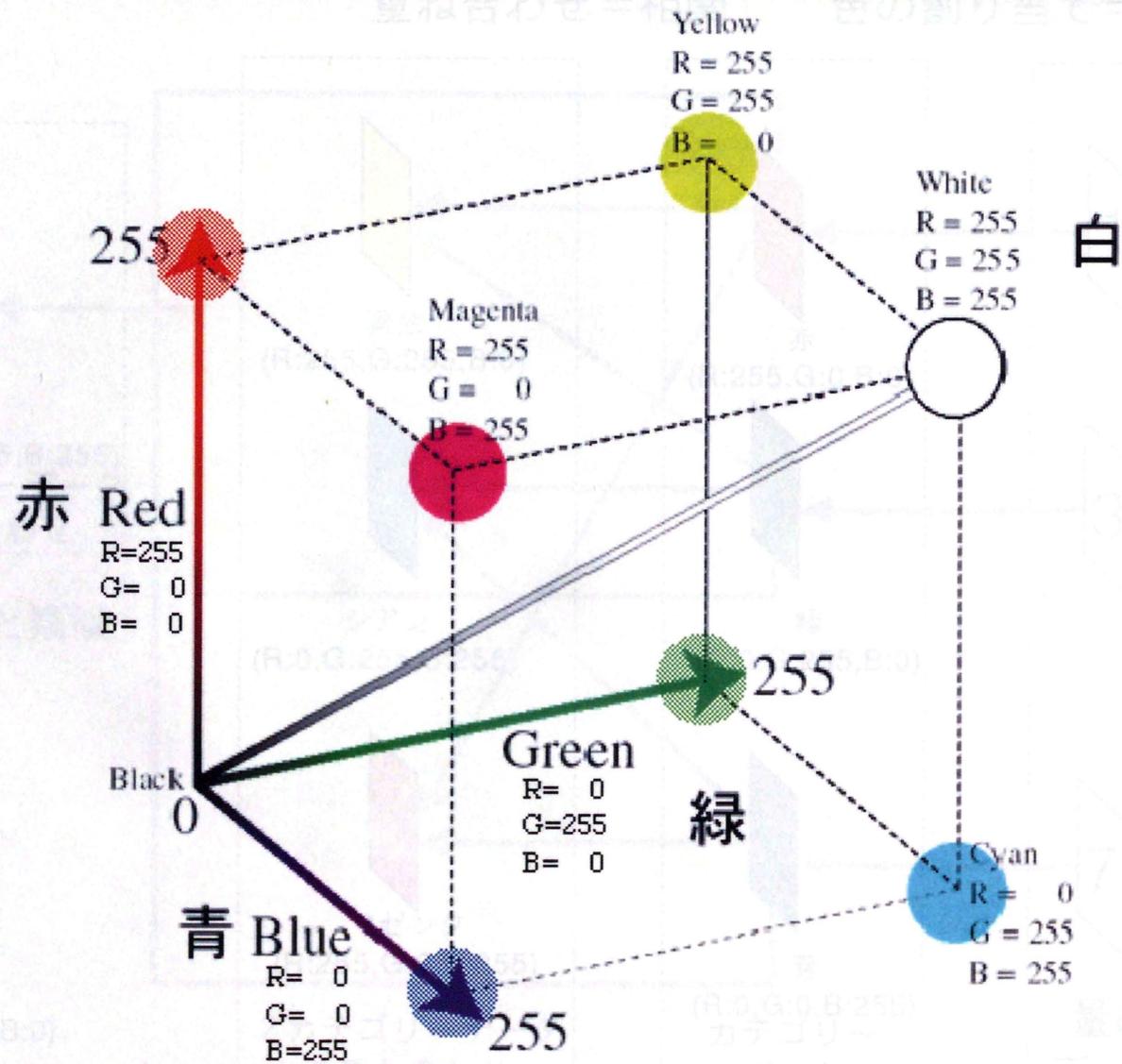


図11 フィルター描画モード



出典：ラスタ画像のハンドリング：慶応大学 http://web.sfc.keio.ac.jp/~kipinga/raster_sessions/session_3/session_3m.html

図12 フォールスカラー合成とカラーキューブ

重ね合わせ＝相関

色の割り当て＝変数変換

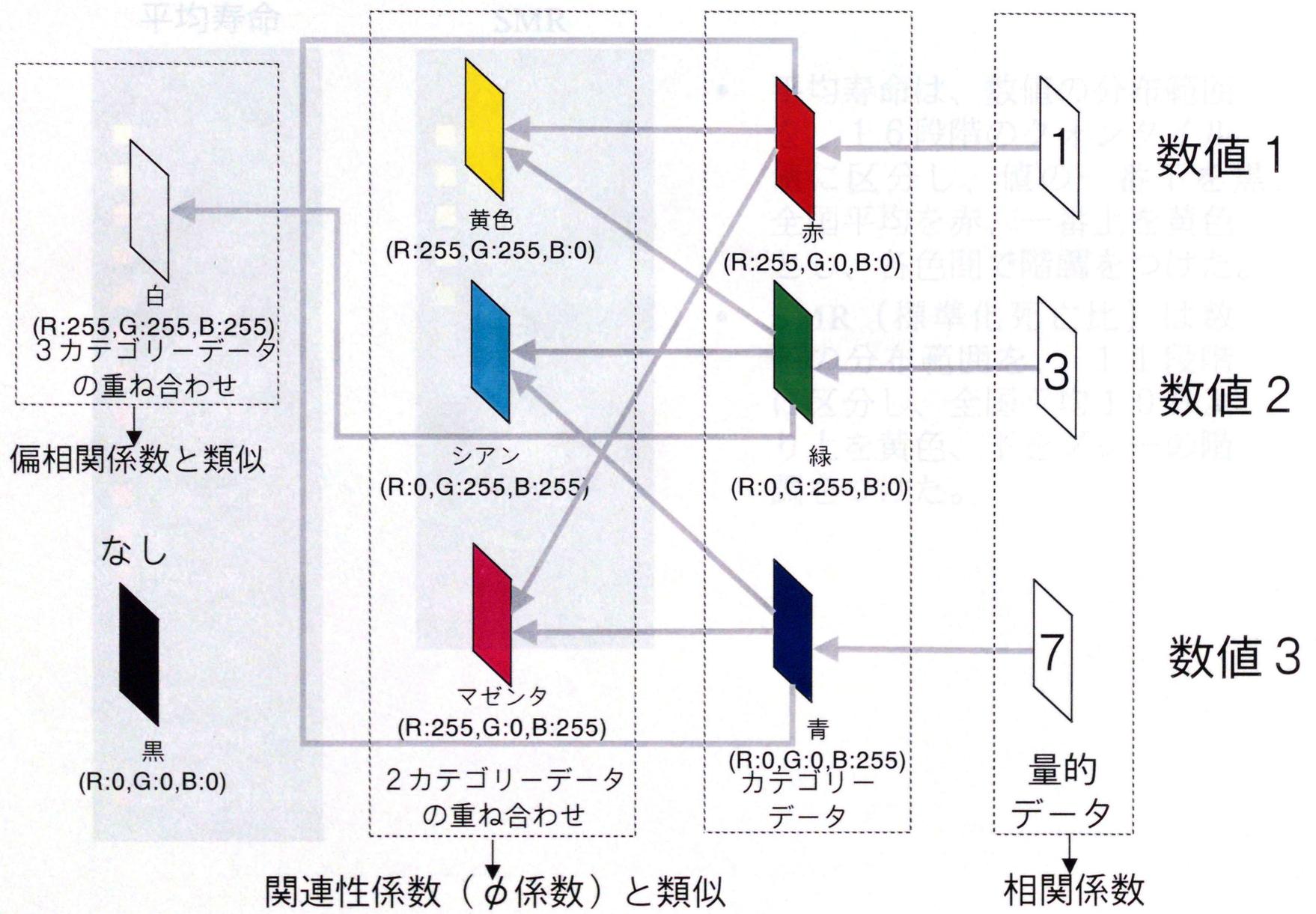
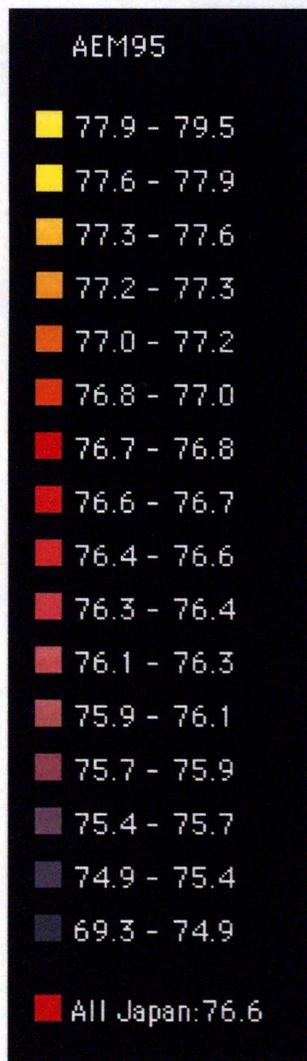
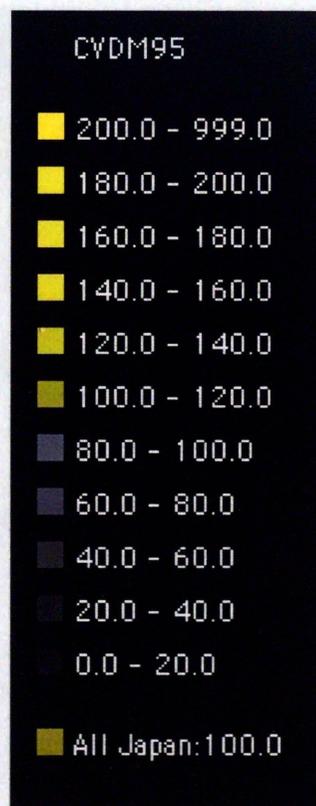


図 1 3 数理統計学とRGB重ね合わせ法との関連について

平均寿命



SMR



- 平均寿命は、数値の分布範囲を、16段階のクォンタイル値に区分し、値の一番下を黒、全国平均を赤、一番上を黄色とし、各色間で階調をつけた。
- SMR（標準化死亡比）は数値の分布範囲を、11段階に区分し、全国平均100より上を黄色、下をグレーの階調をつけた。

図14 凡例の設定画面

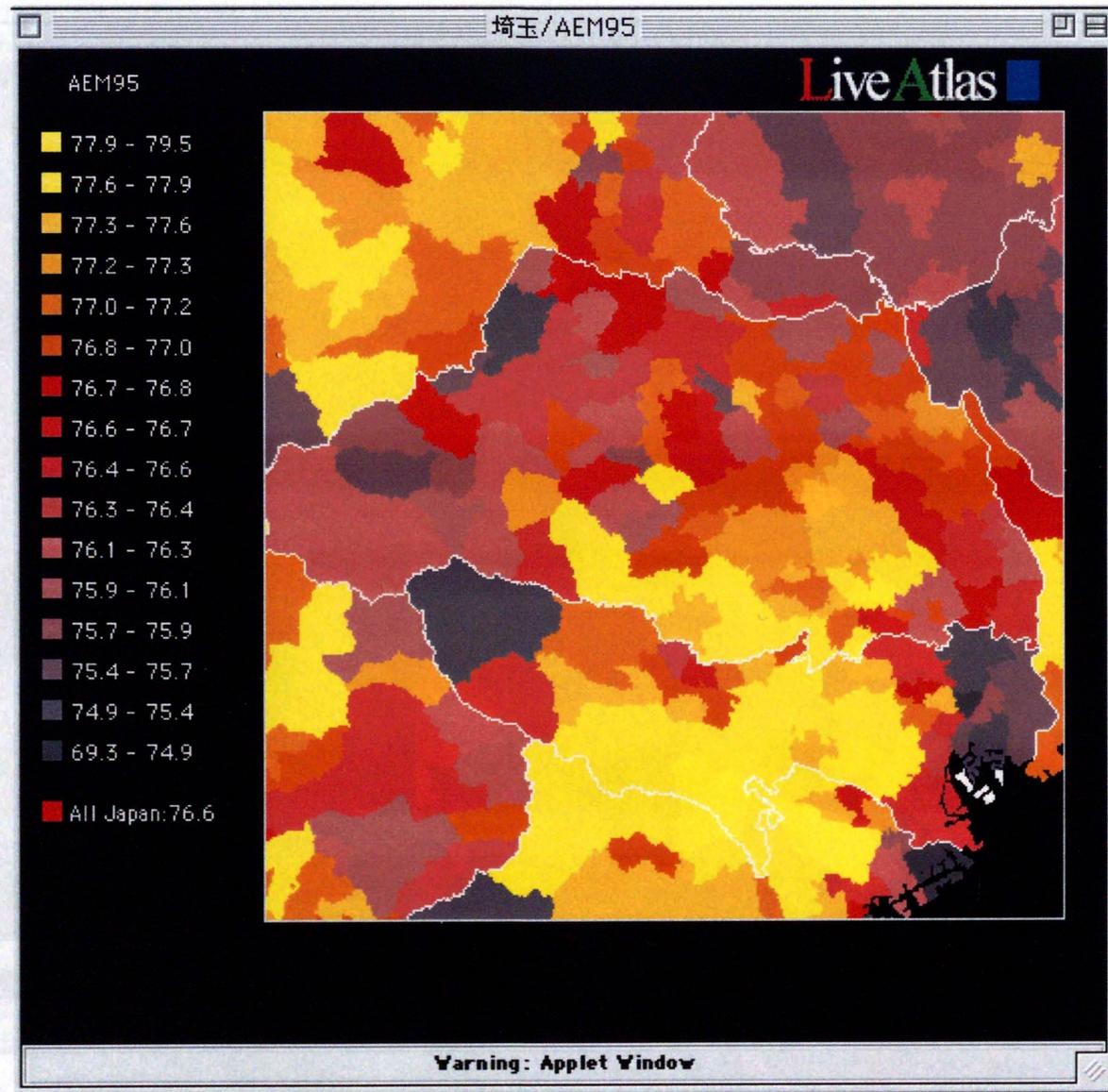


図 1 5 通常描画モード画面

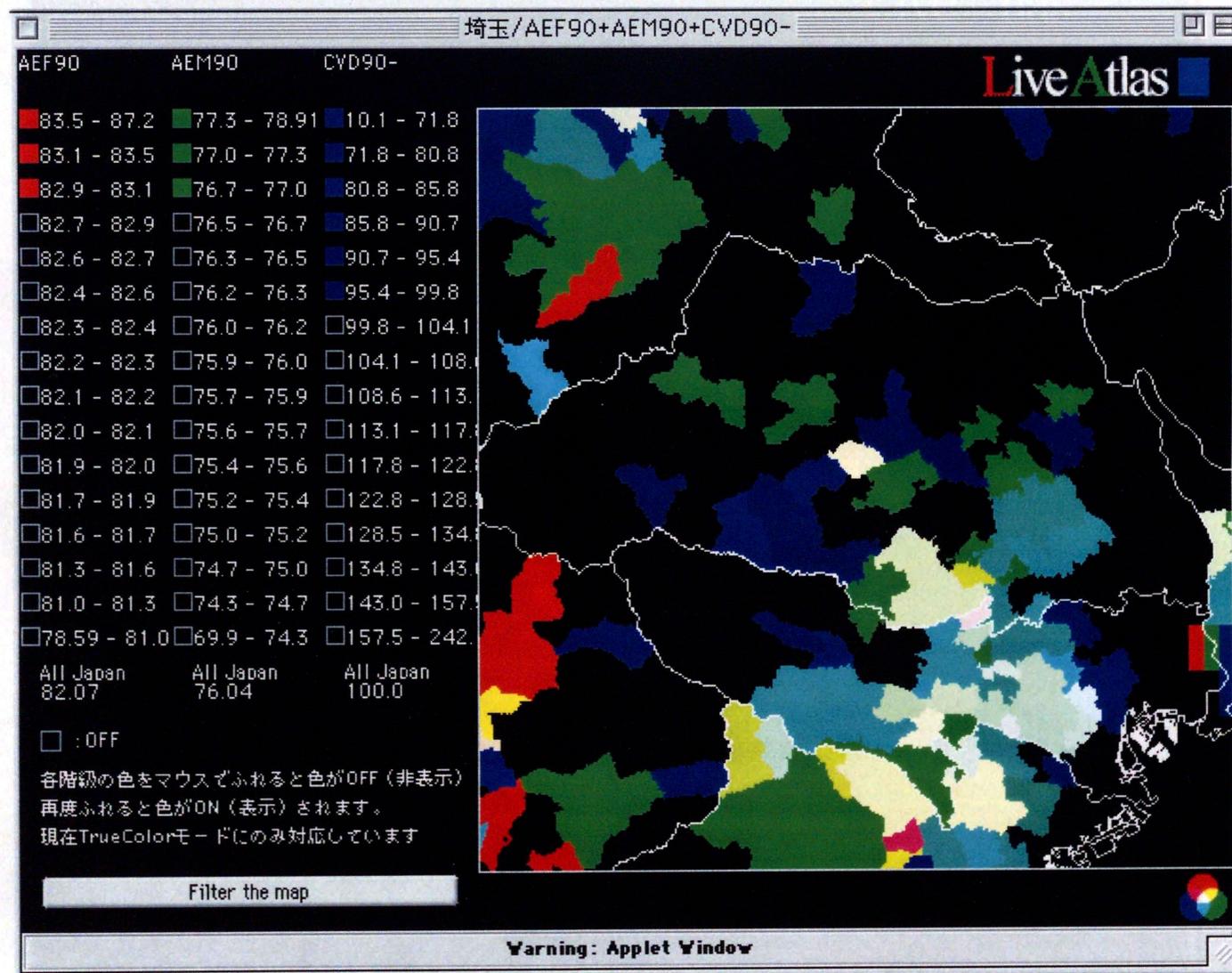


図16 フィルター描画モード画面

図4-7-1 1995年平均寿命男性

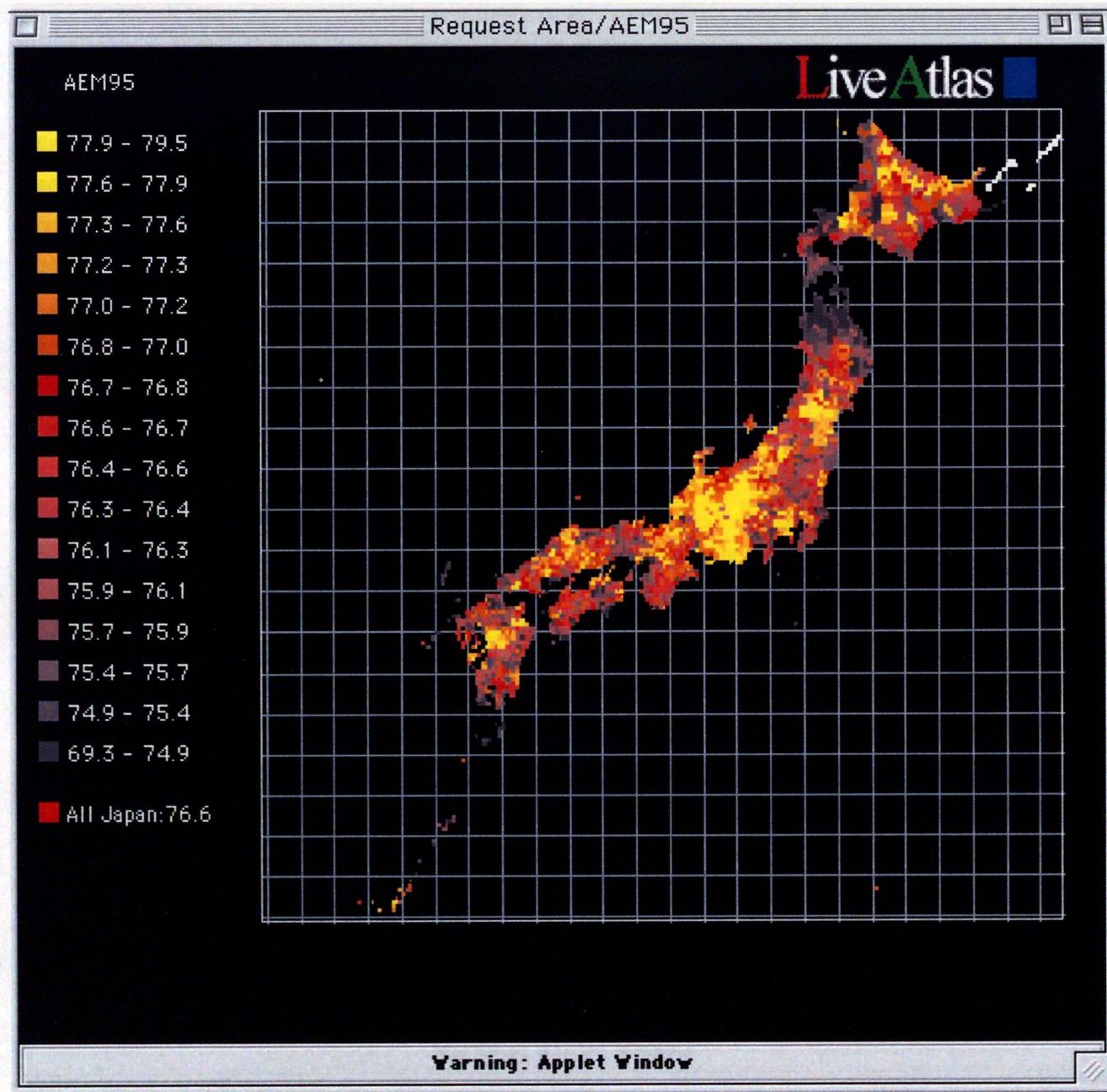


图 1 7 - 1 1995 年平均寿命男性

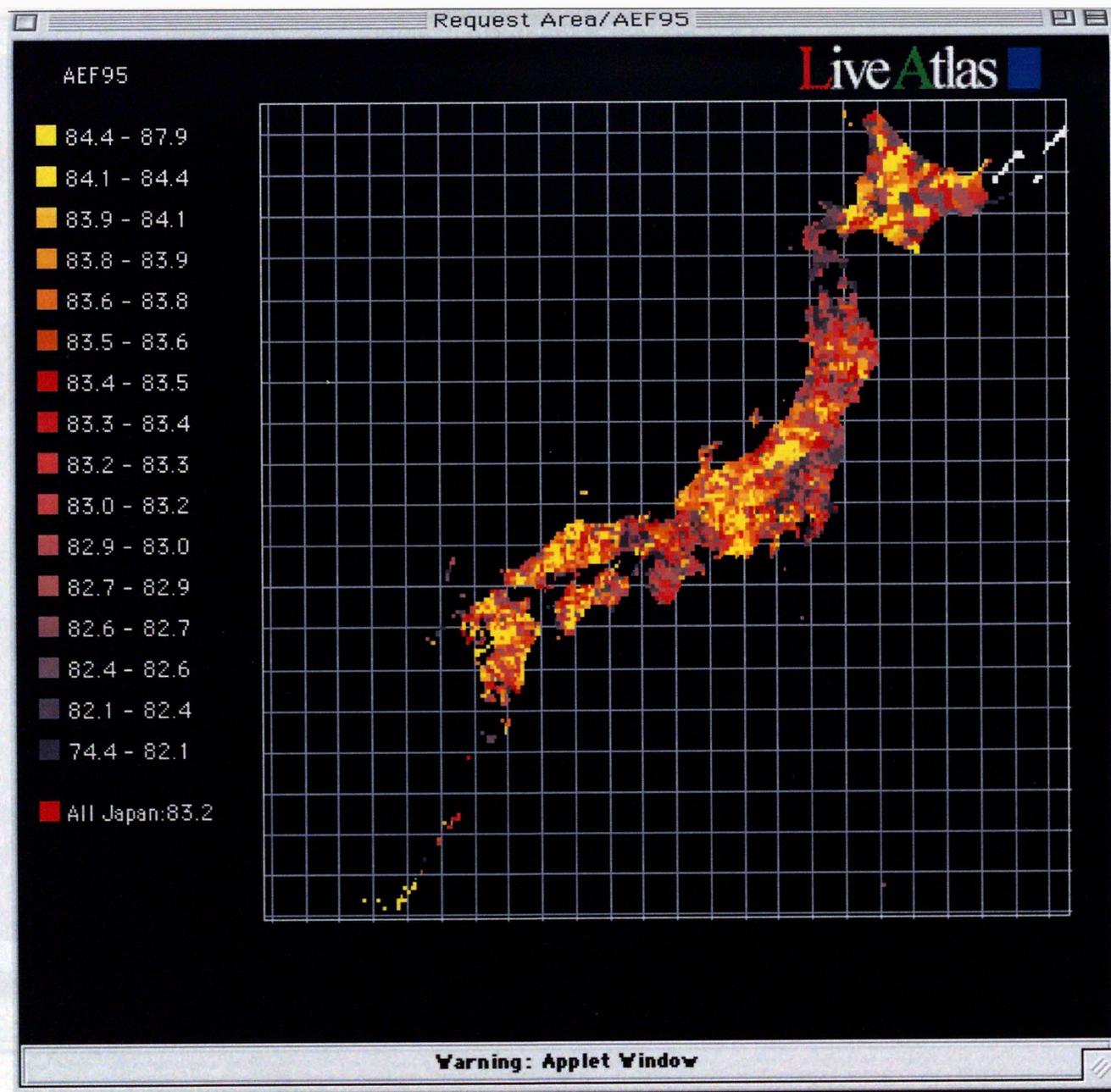


图 1 7 - 2 1995 年平均寿命女性

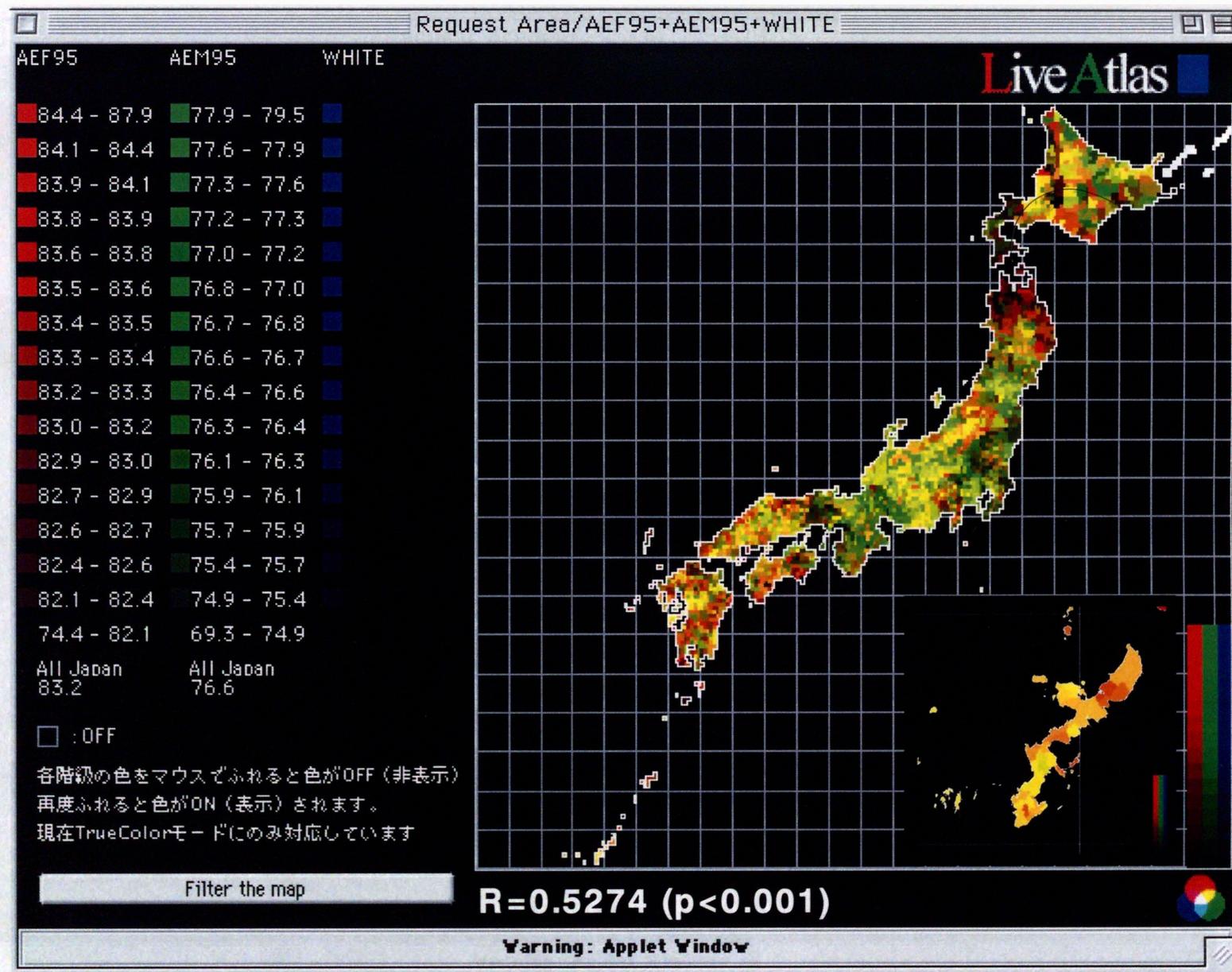


図 1.7 - 3 1995年平均寿命男女

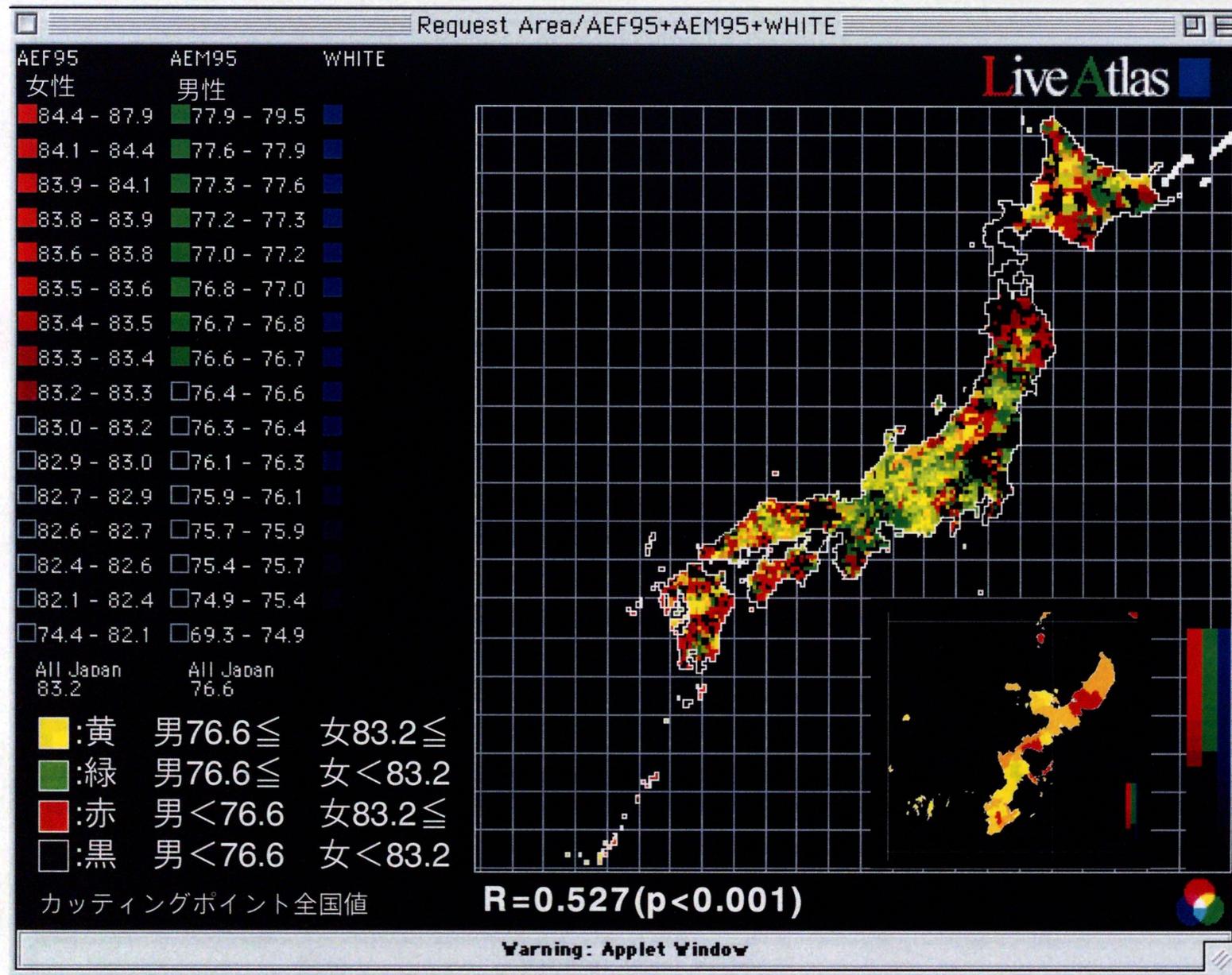


図 1 7 - 4 1995年平均寿命男女（フィルター後）

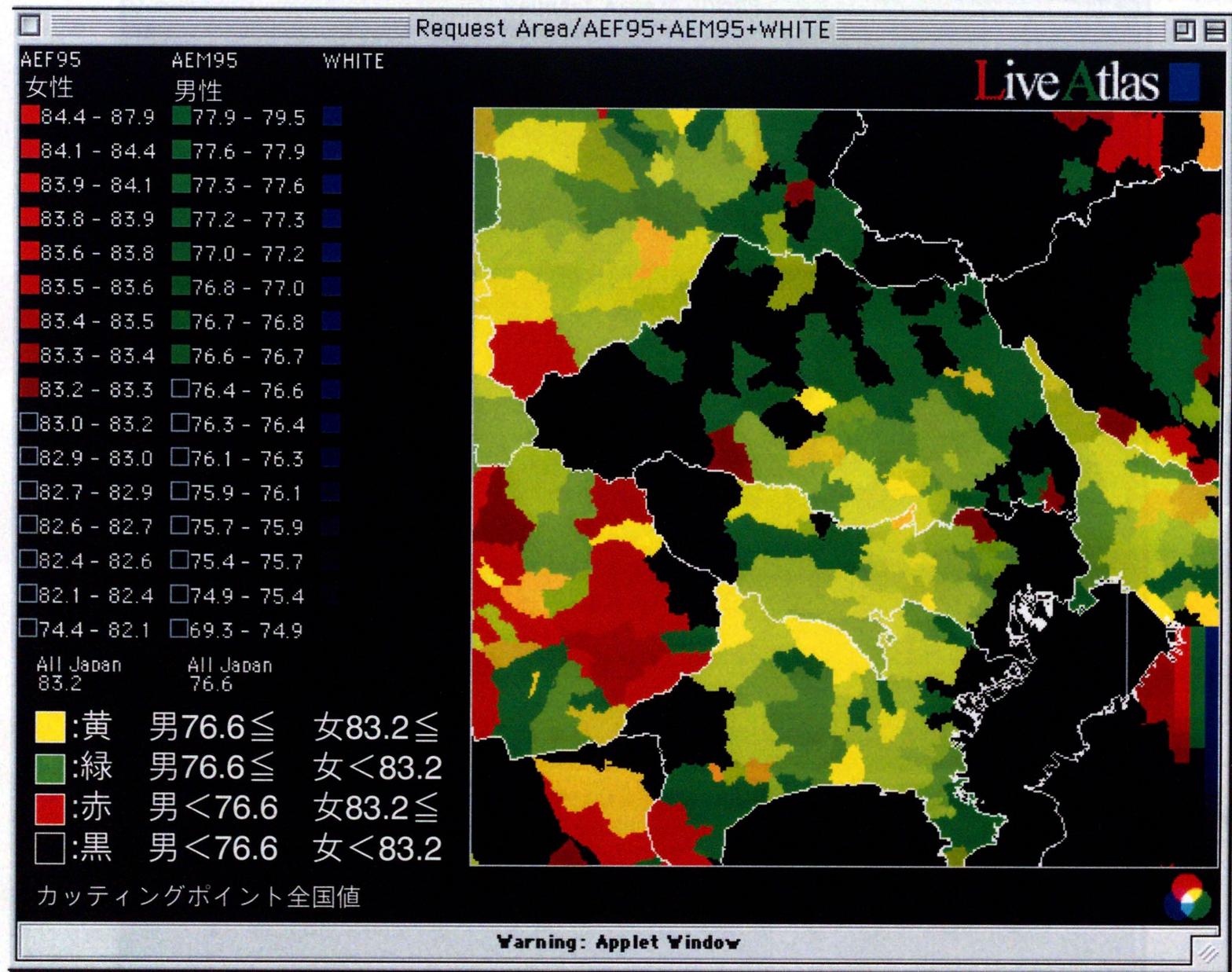


図 1 7 - 5 1995 平均寿命男女 (関東)

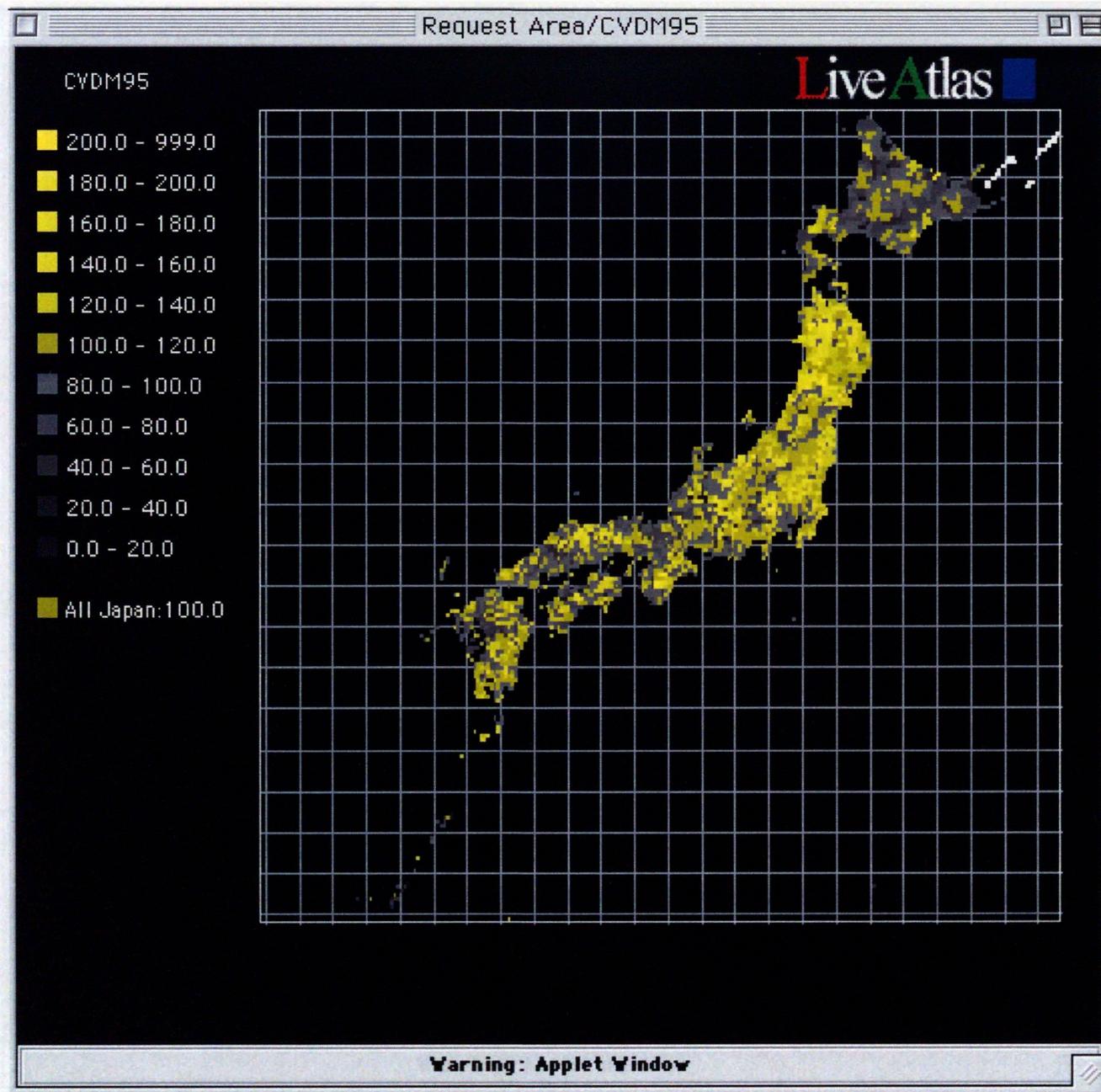


图 18-21 1995 年脑血管疾患 SMR 男性

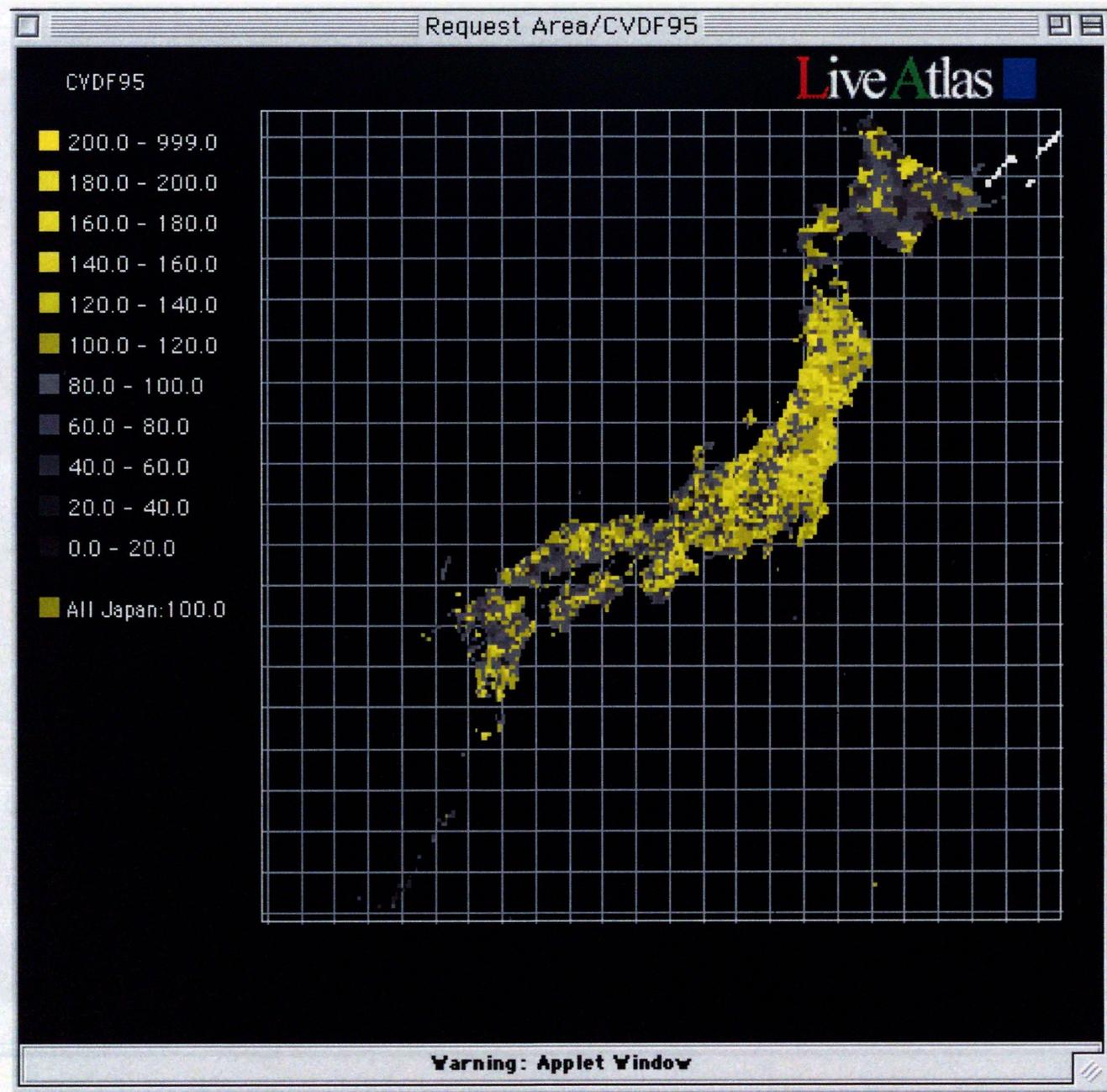


図 1 8 - 2 1995年脳血管疾患SMR女性

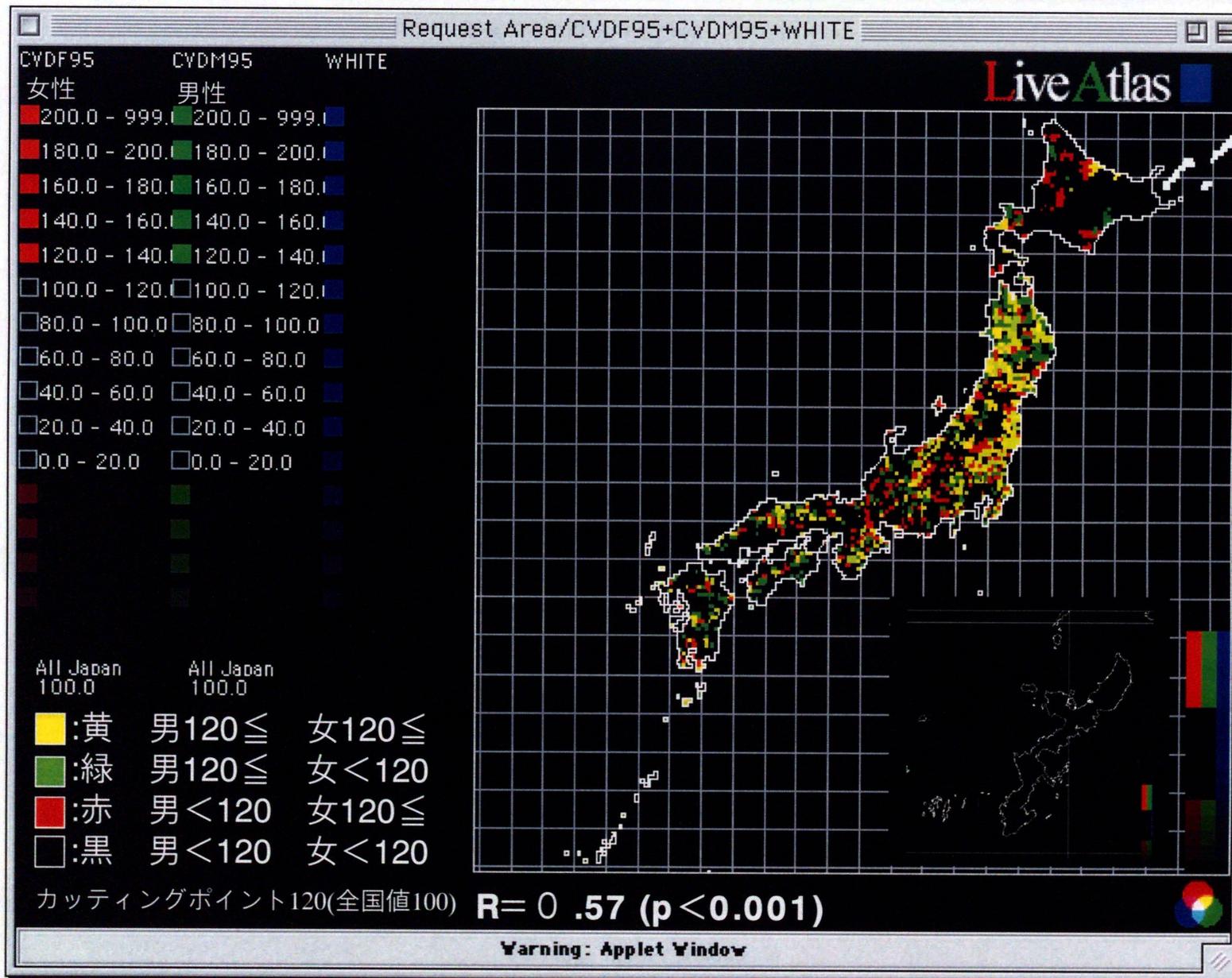


図18-3 1995年脳血管疾患SMR男女(フィルター後)

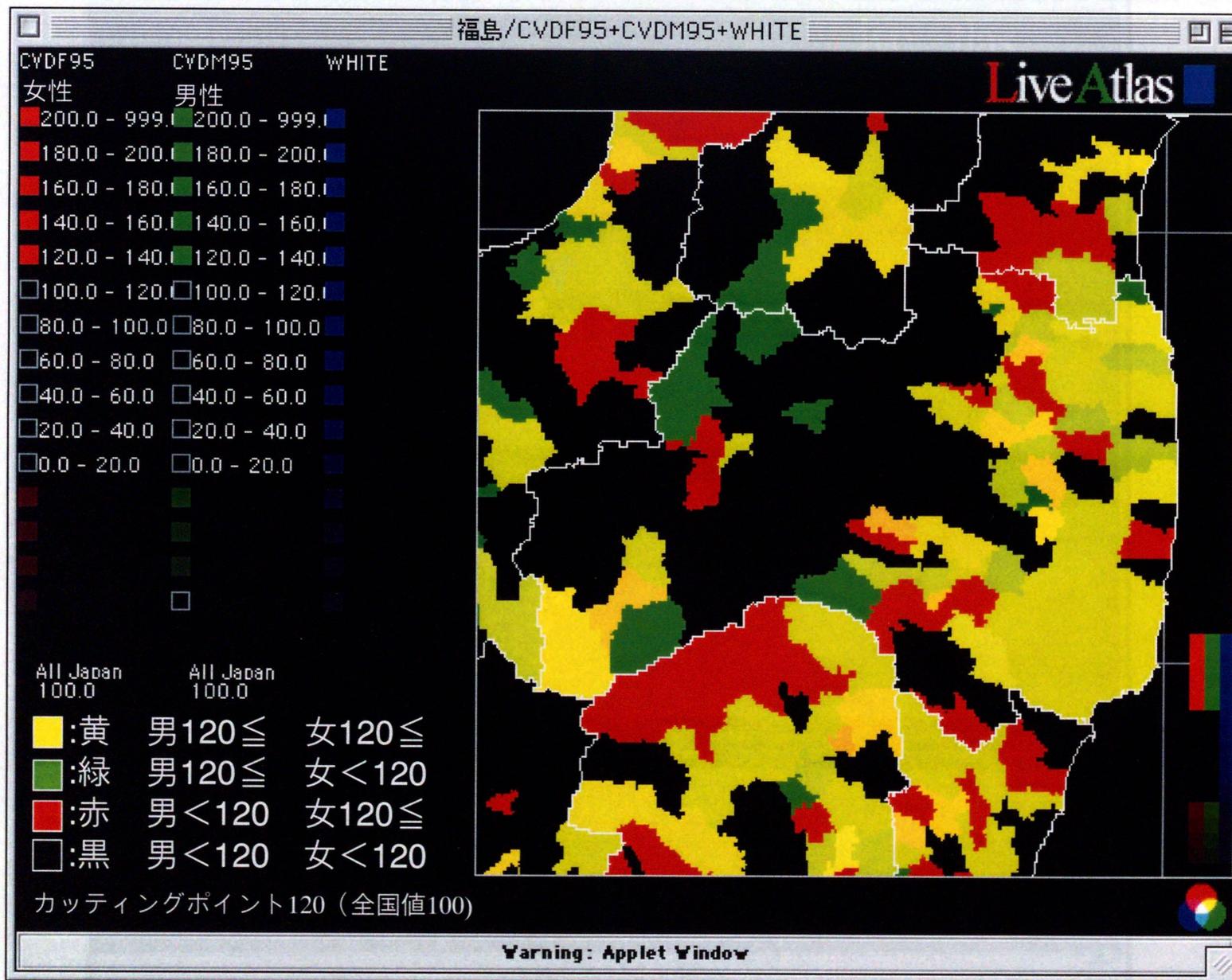


図 1 8 - 4 1995年脳血管疾患SMR男女 (福島)

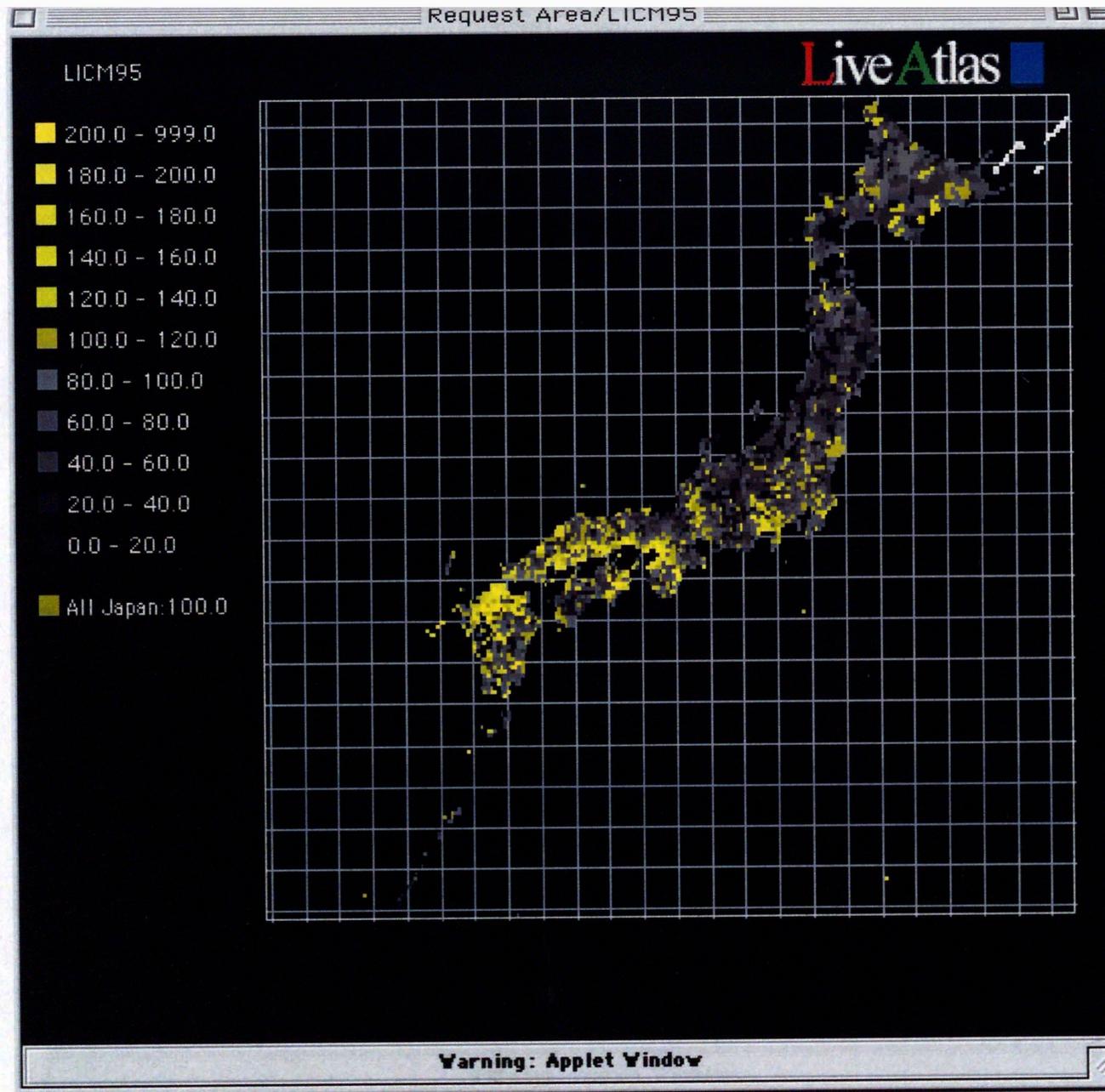


図 19-1 1995年肝臓がんSMR男性

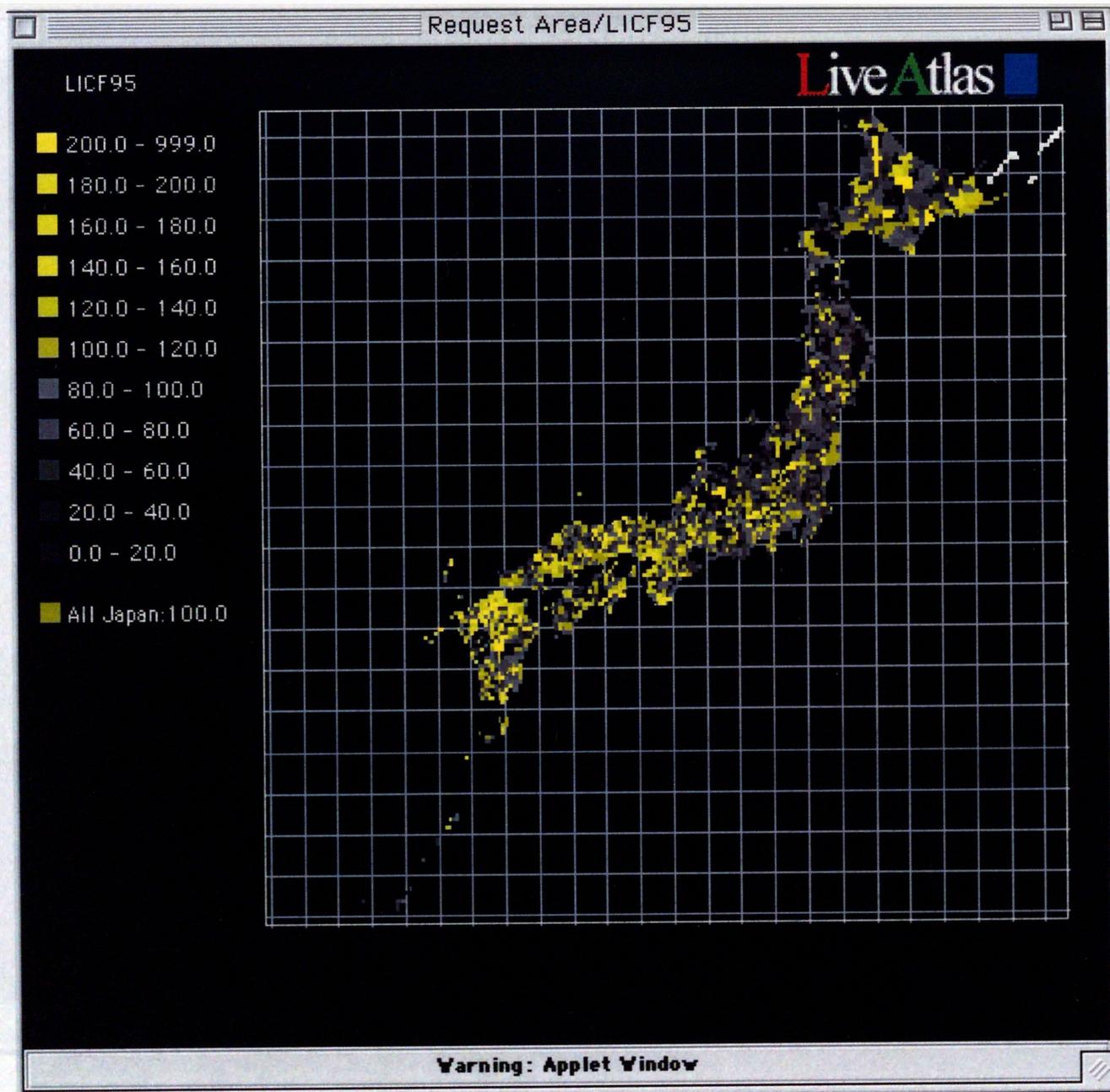


図 1 9 - 2 1995 年肝臓がん SMR 女性 (ター後)

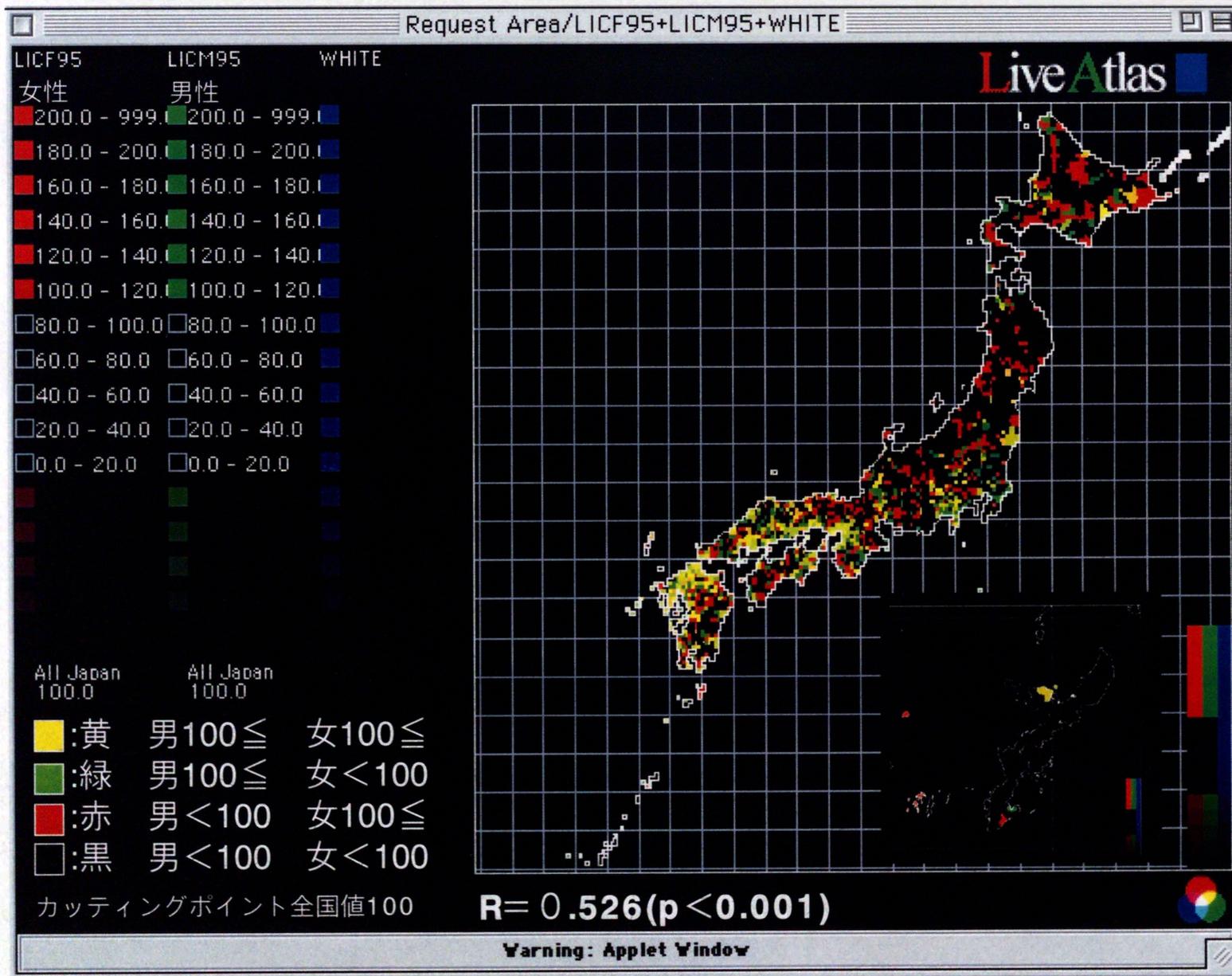


図 19-3 1995年肝臓がんSMR男女（フィルター後）

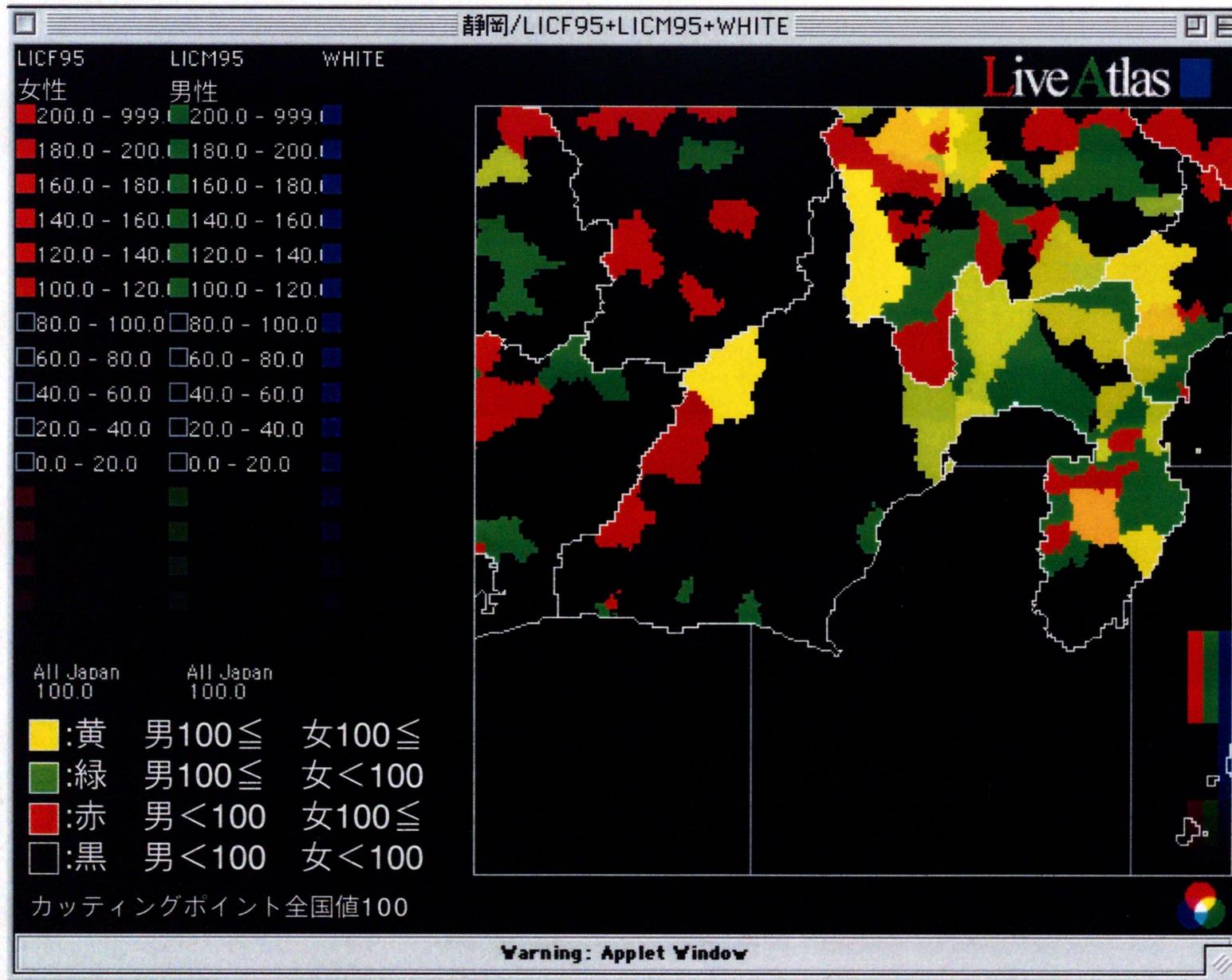


図 19-4 1995年肝臓がんSMR男女（静岡）

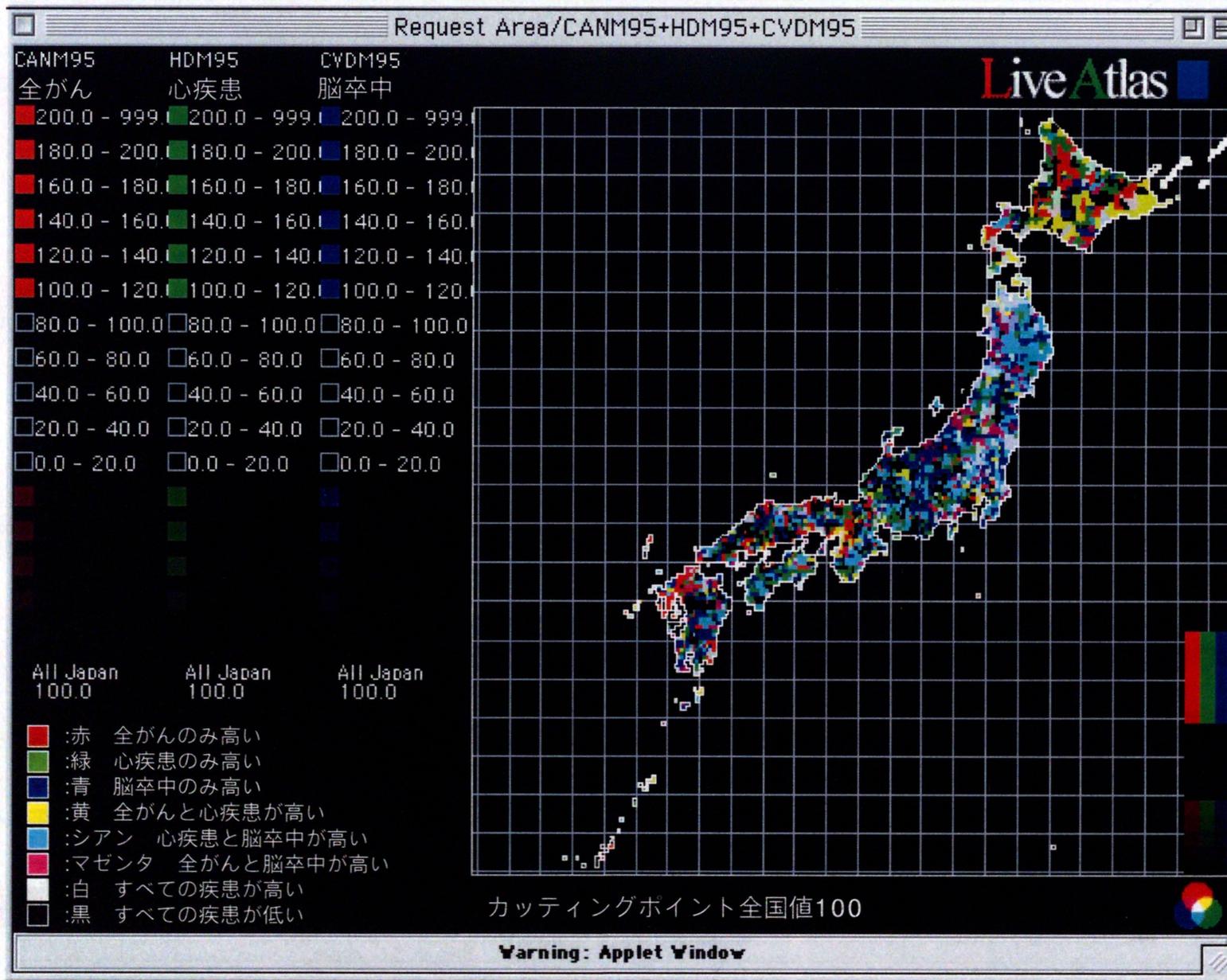


図 20-1 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（男性）

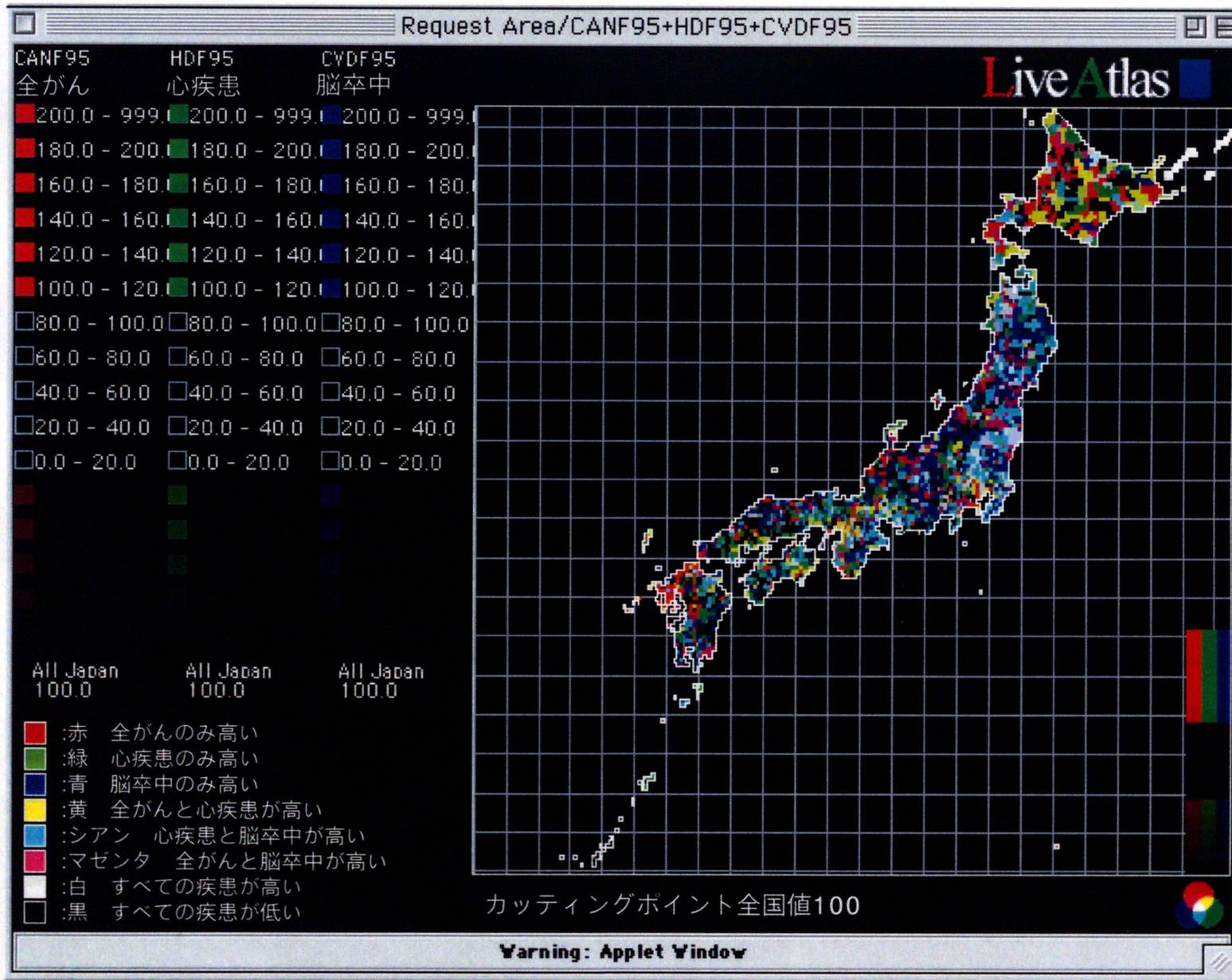


図 20-2 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（女性）

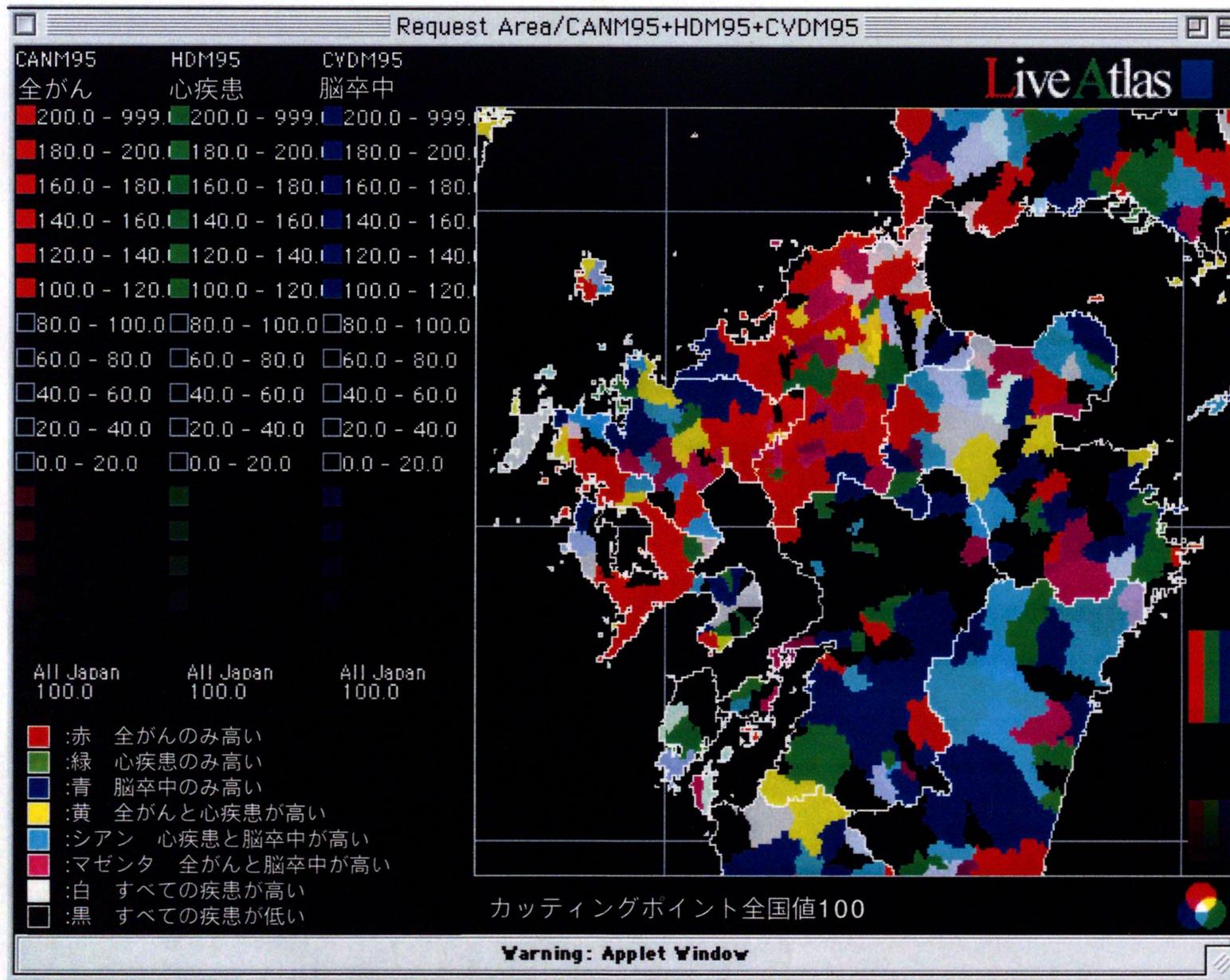


図 20-3 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（男性：九州）

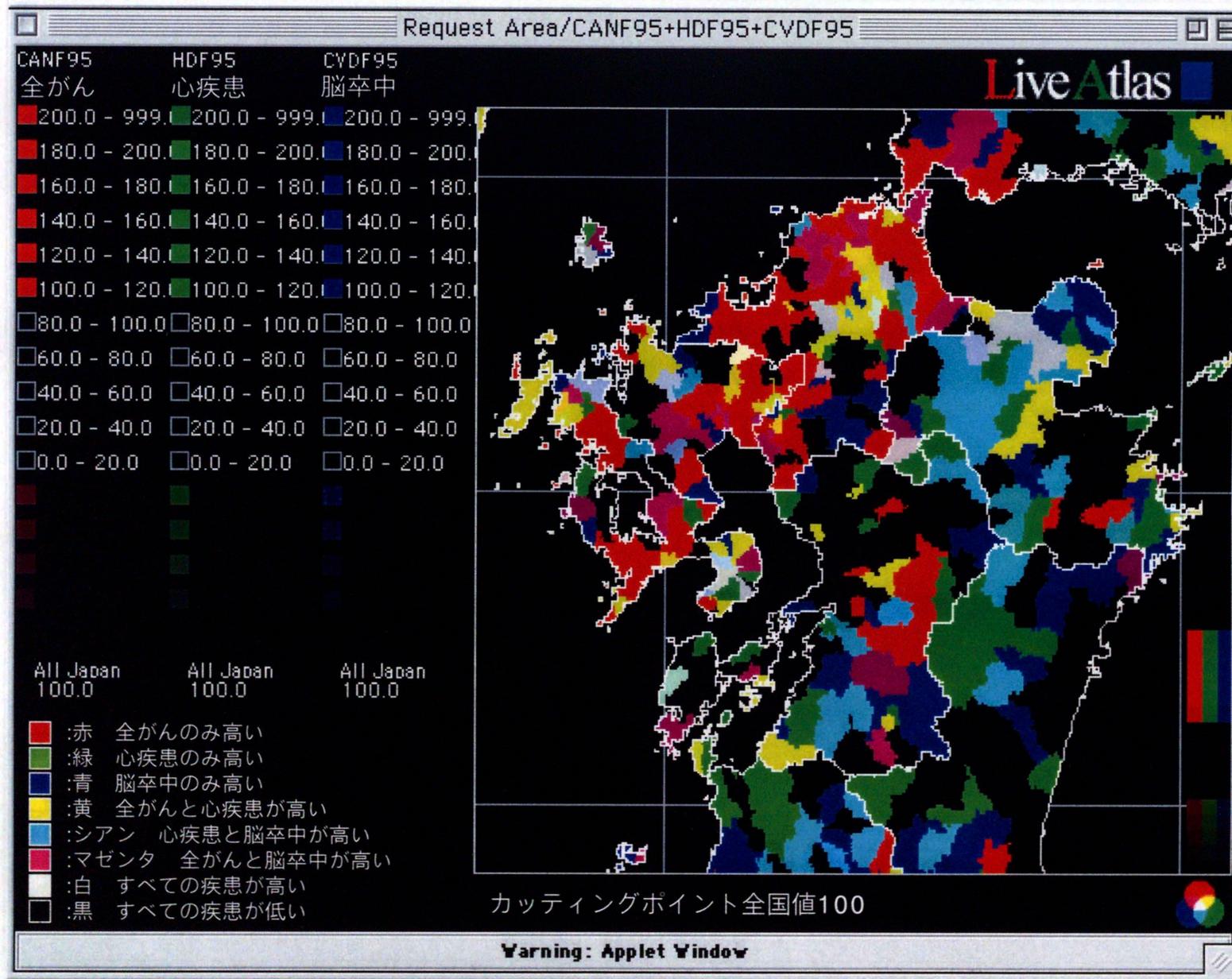


図 20-4 5 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（女性：九州）

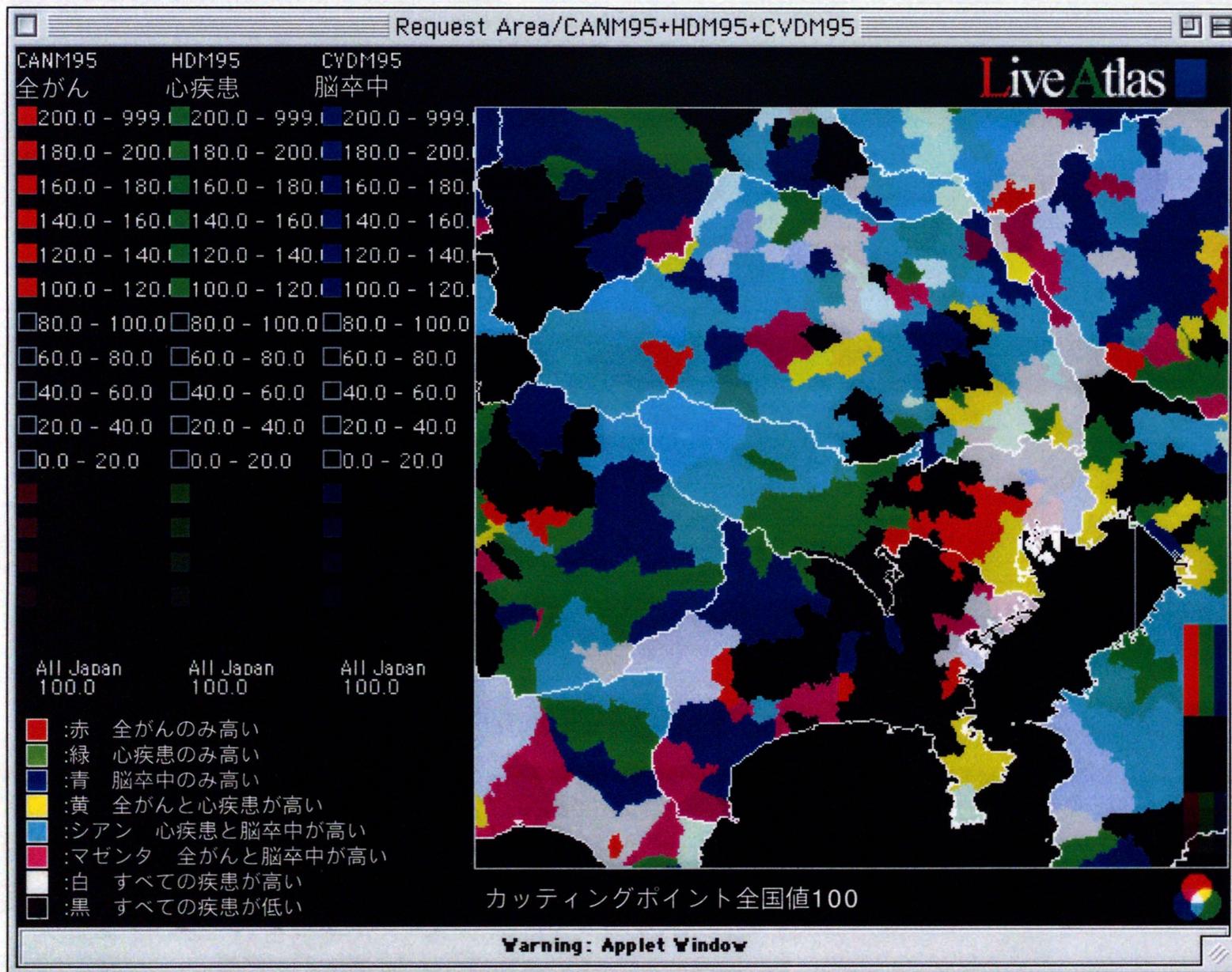


図 20-5 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（男性：関東）

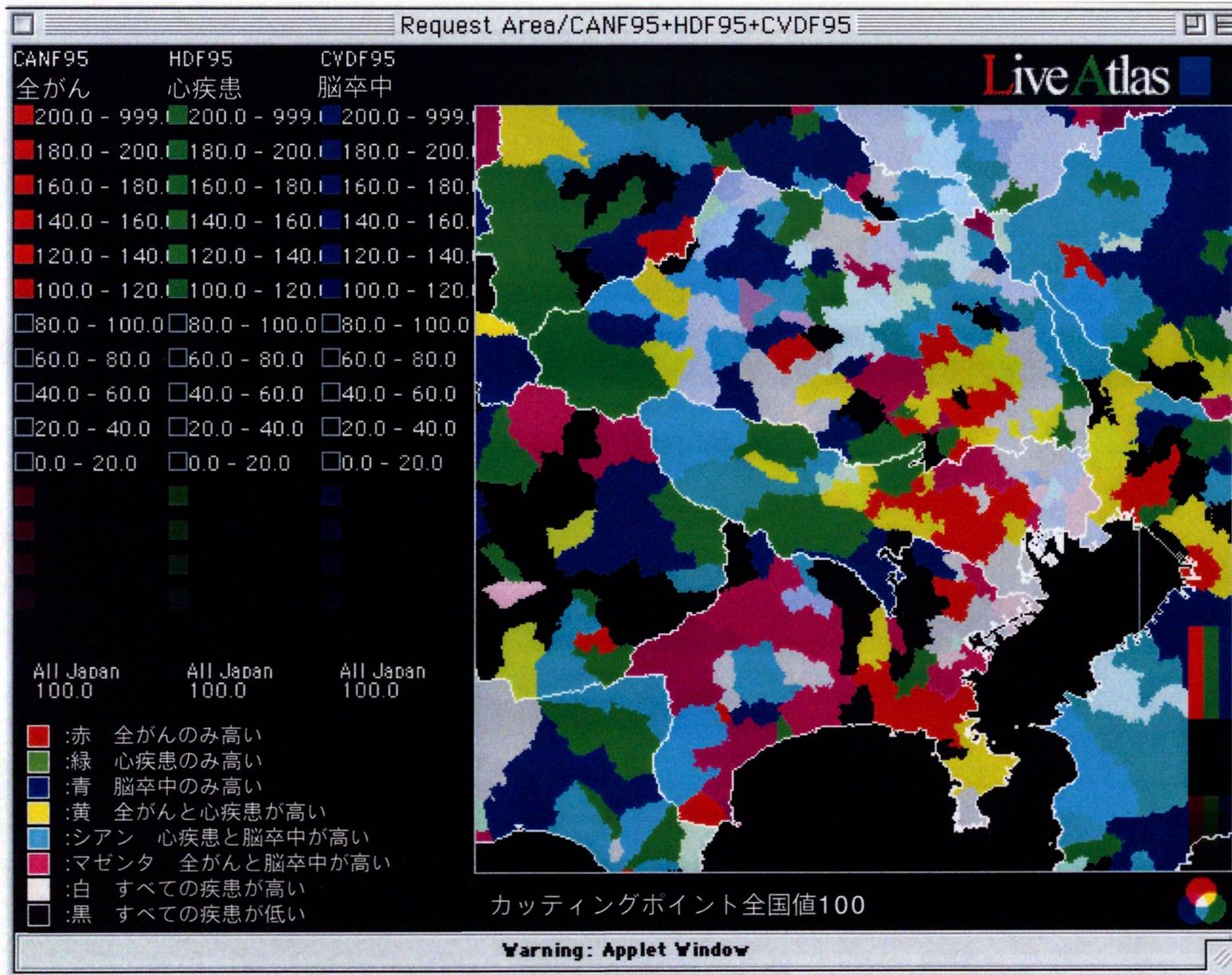


図20-6 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（女性：関東）

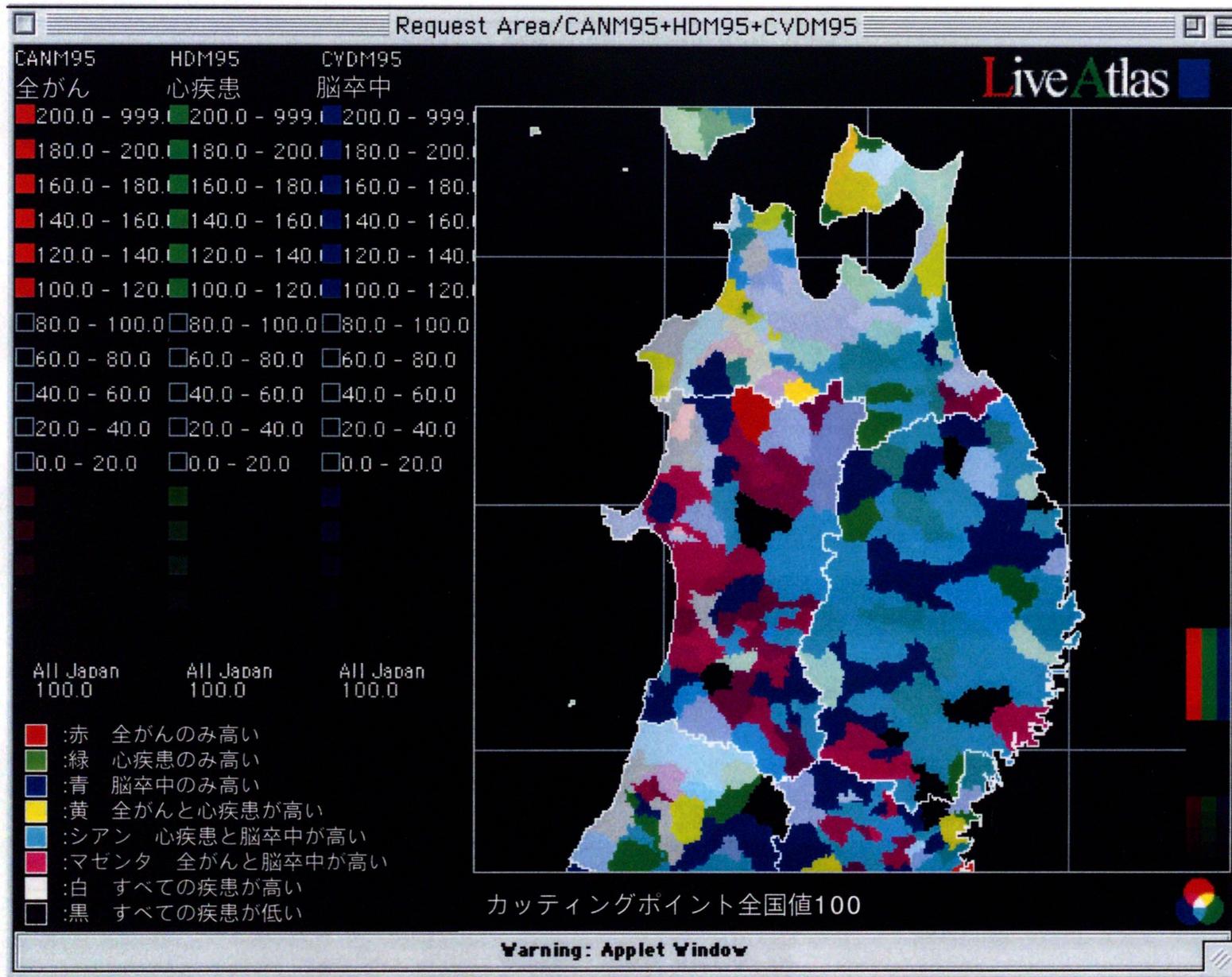


図 20-7 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（男性：東北）

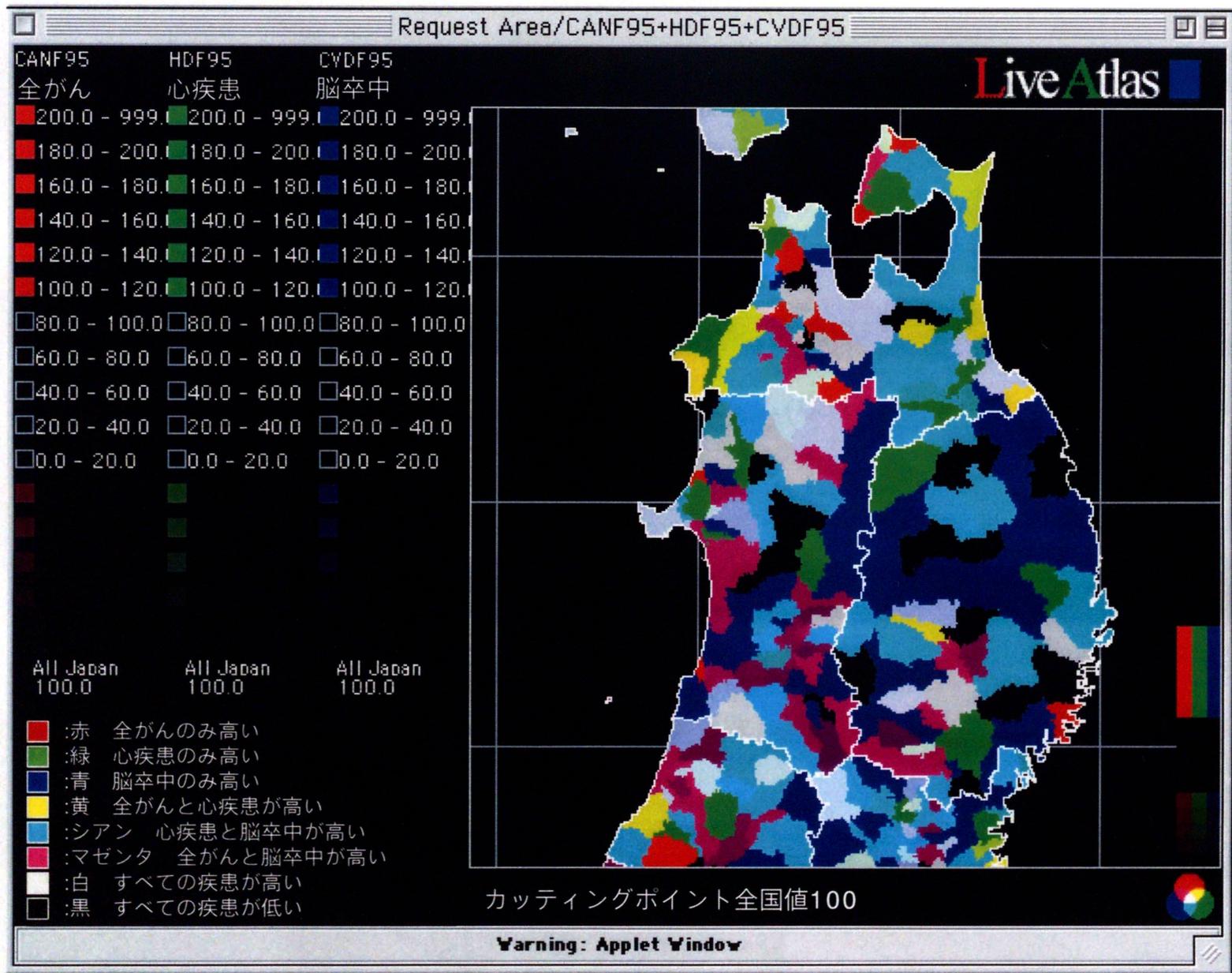


図 20-8 1995年全がん・心疾患・脳血管疾患（女性：東北）

表1 主な地理情報システム

ATOM (日本語, 朝日航洋(株))
SIS (日本語版, (株)インフォマティクス)
TUMSY (日本語版, 東京ガス(株))
ArcView8.1 (日本語版, (株)パスコ)
JaMaPS (日本語版, KDD研究所)
地盤データベースERICA (日本語版, リンク情報システム(株))
GeoBase (日本語版, (株)ドーン)
GEOPLATS (日本語版, (株)NTTデータ)
Arc/Info (英語版, ESRI)
GRASS: Geographic Resources Analysis Support System (英語版, public domain GIS)
IMAGINE (英語版, ERDAS, Inc.)
Mapinfo (日本版, Mapinfo Corporation)
MGE (英語版, Intergraph Corporation)
SAGE GIS (英語版, Digital Land Systems Research)
SuperMAP2000J (日本語版, 日本スーパーマップ (株))

出典: 地理情報システム学会ホームページ (<http://www.gisa.t.u-tokyo.ac.jp/>)

表2 システムの要件定義

- 1) 空間データの実装
- 2) レイヤ機能の実装
- 3) ベクター描画
- 4) ナビゲーション機能
- 5) フィルター機能

表3 プログラムの構成

- 1) WWWブラウザプログラム
- 2) Java言語を用いたプログラム (アプレット)
- 3) WWWサーバープログラム
- 4) C言語を用いたデータ検索プログラム (CGI)
- 5) データ管理

表4 実装されているデータ

- 1) 全国市区町村別の地理データ (geo_db)
- 2) 全国市区町村別の統計データ (data_db)
- 3) 統計データごとの凡例データ (clr_db)
- 4) 市区町村基本データ (name_db)

表5 全国市区町村別の統計データ(data_db)

①寿命に関するデータ

1985・90・95年 平均寿命 男性・女性

出典：厚生統計協会発行「1985、1990、1995年市区町村別生命表」

②死因に関するデータ

1985年 悪性新生物SMR（全がん）、心疾患SMR、脳血管疾患SMR

1985・90・95年 悪性新生物SMR（全がん、胃、肺、大腸、肝臓）・
心疾患SMR・脳血管疾患SMR

出典：厚生統計協会発行「昭和60年・昭和63年～平成4年・平成5年～平成9年 人口動態統計特殊報告 保健所別統計」、財団法人健康・体力づくり事業財団「平成3年度全国市町村別健康マップ数値表」

③社会統計に関するデータ

1990・95年

65歳以上老人人口比率 他

出典：朝日新聞社「92、95、97民力」、（財）統計情報研究開発センター「社会・人口統計体系市区町村基礎データ全ブロック 昭和54年～平成7年」

表6 統計データごとの凡例データ (clr_db)

	通常描画		フィルター描画	
	階級数	色彩データの構成	階級数	色彩データの構成
寿命データ	16	0～255 RGB値	16	赤0～255のR値 緑0～255のG値 青0～255のB値
1995年 SMR	11	0～255 RGB値		
その他の指標	16	0～255 RGB値		

表7 市区町村基本データ (name_db)

- 緯度データ
- 経度データ
- 市町村名
- 市区町村コード

出典：

日本地図センター「JMCマップデータ」

Mapinfo市区町村データ

表8 分析対象データ

- 1) 平均寿命 (1995年、男性・女性)
- 2) 3大死因
 - 全がんSMR (1995年、男性・女性)
 - 脳血管疾患SMR (1995年、男性・女性)
 - 心疾患SMR (1995年、男性・女性)
- 3) 部位別がん
 - 肝臓がんSMR (1995年、男性・女性)

表10 13大生活習慣病年齢調整死亡率ランキング

表9 13大都市年齢調整死亡率
(悪性新生物/肝及び肝内胆管)

	男	女
1 全国	31.6	9.1
2 東京の区部	31.0	10.1
3 札幌	28.3	9
4 仙台	22.0	4.5
5 千葉	28.1	7.2
6 横浜	29.9	9.1
7 川崎	34.4	4.9
8 名古屋	34.8	8.3
9 京都	33.1	9.7
10 大阪	61.1	17.6
36 神戸	54.8	16.2
40 広島	49.8	14.6
41 北九州	53.4	15.7
42 福岡	49.6	13.5

出典：人口動態統計特殊報告/悪性新生物死亡統計（平成13年）

表10 3大生活習慣病年齢調整死亡率ランキング

3大生活習慣病年齢調整死亡率						
(人口10万人あたり) ランキング						
順位	がん		心臓病		脳卒中	
1	大阪	388.2	青森	186.7	宮城	201.3
2	福岡	372.3	和歌山	179.5	栃木	200.8
3	長崎	368.4	大阪	175.0	青森	194.6
4	佐賀	366.9	兵庫	174.4	秋田	193.8
5	兵庫	362.1	徳島	173.9	鳥取	189.5
6	青森	357.6	埼玉	171.6	岩手	188.8
7	鳥取	352.0	愛知	171.2	福島	188.1
8	秋田	349.8	千葉	168.0	茨城	186.8
9	東京	347.4	茨城	167.5	新潟	182.7
10	北海道	346.8	北海道	166.3	長野	180.4
38	山梨	309.0	福井	142.1	京都	148.6
38	岡山	309.0	岡山	140.9	広島	148.6
40	三重	306.4	福岡	139.2	島根	148.6
41	香川	305.4	富山	138.8	長崎	148.3
42	群馬	303.0	長野	138.4	福岡	148.1
43	静岡	302.9	島根	138.1	北海道	146.8
44	熊本	301.9	熊本	137.5	大阪	144.3
45	沖縄	298.6	新潟	134.6	香川	140.5
46	福井	296.6	秋田	132.2	熊本	136.1
47	長野	277.8	沖縄	116.2	沖縄	109.5
	全国	334.4	全国	158.1	全国	163.3

注) 単位は人。カッコ内の数字は各項目ごとの順位。厚生省「人口動態統計特殊報告 平成7年都道府

出典：日経地域情報 <http://www.nikkei.co.jp/rim/tiiki/dr/347dr.htm>

文献

文 献

- 1) 健康日本21総論第9章健康情報システムの確立, 財団法人 健康・体力づくり事業財団,<http://www.kenkounippon21.gr.jp/kenkounippon21/souron/index.html>,2002
- 2) 厚生統計テキストブック, 厚生統計協会,p198,1987
- 3) 歯界展望 第75巻第2号, 安西定, p260-261,1990
- 4) 疫学 基礎から学ぶために, 日本疫学会,p3,1996
- 5) 健康ネット, 財団法人 健康・体力づくり事業財団,<http://graphsyst.healthnet.or.jp/kenmap/index.html>,2002
- 6) 統計情報, 厚生労働省,<http://www.mhlw.go.jp/toukei/index.html>, 2002
- 7) 財団法人 関西情報・産業活性化センター,
<http://www.kiis.or.jp/spoken/ksh/98jisseki/jiti.htm>,2002
- 8) ライブアトラスホームページ, 春日部秀和病院,<http://www.liveatlas.com>,1997-2002
- 9) 高阪宏行: 行政とビジネスのための地理情報システム, 古今書院,pp9-10(1994)
- 10) 北星学園情報処理センター, 北星学園,<http://www.ipc.hokusei.ac.jp/~i99017/homework/media.html>,2002
- 11) Microsoft.com,Microsoft Inc,<http://www.microsoft.com/>,2002
- 12) Netscape.com,Netscape,<http://www.netscape.com/>,2002
- 13) 地理情報システム学会ホームページ,地理情報システム学会,<http://www.gisa.t.u-tokyo.ac.jp/docs/gissoft-j.html>,2002
- 14) Grass GIS!, Grass Development Team,<http://www.Baylor.edu/grass>,2002
- 15) Map of Japan, Shigenobu Aoki,<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/map/map.html>,2002
- 16) 国土地理院のホームページ, 国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/>,2002
- 17) 総務省 統計局・統計センターホームページ, 総務省 統計局・統計センター,
<http://www.stat.go.jp/>,2002
- 18) The Free BSD Project (Japan),Japan FreeBSD User's

- Group,<http://www.jp.freebsd.org/>,2002
- 19) WWWによる情報システムの構築と実例, 徳丸浩二 元田敏浩 山本修一郎, 日本電信電話株式会社 ソフトウェア研究所, <http://www.is.oit.ac.jp/mitc/mitc7/mt7s12/mt7s12.html>,2002
 - 20) The source of javatechnology, Sun Microsystem Inc, <http://java.sun.com/>,2002
 - 21) GNU's Not Unix!, GNU, <http://www.gnu.org/home.ja.html>,2002
 - 22) Apache, Apache server project, <http://www.apache.or.jp/>,2002
 - 23) JMCの広場, JMC, <http://www.nifty.ne.jp/forum/fyamap/jmc.htm>,2002
 - 24) Mapinfo, Mapinfo Inc, <http://www.mapinfo.com/>,2002
 - 25) VRML, Web3D Consortium, <http://www.vrml.org/>,2002
 - 26) 厚生統計協会のホームページ, 厚生統計協会, <http://www.hws-kyokai.or.jp/>,2002
 - 27) 民力 92, 95, 97, 朝日新聞社,1992,95,97
 - 28) オープンインターネット, 有限会社コミュニケーションプラス, 渋谷勝基, <http://www.cmp-lab.or.jp/~sibuta/kouen/index.html>, 2002
 - 29) ラスター画像のハンドリング, 慶応大学, http://web.sfc.keio.ac.jp/~kipinga/raster_sessions/session_3/session_3m.html,2002
 - 30) GNUシステムとフリーソフトウェア運動, リチャード・ストールマン, <http://www.layer-8.com/document/opensource/chapter05/chapter05.html>,2002
 - 31) 主成分分析と規準バリマックス回転を統合した衛星画像の色合成, 四童子隆, <http://planner.t.u-tokyo.ac.jp/report/shidouji/undergraduate/shidouji.html>,2002
 - 32) 1995年市区町村生命表, 厚生統計協会, p5,1998
 - 33) 戦後日本の農村における出稼ぎと過疎現象の関連性, 秋山卓, <http://krd.rosby.human.nagoya-u.ac.jp/~rep2000/akiyama/akiyama3.html>,2002

- 34) 脳血管疾患死亡数・死亡率,東京大学医学系研究科 健康増進科学 川久保 清, http://www.jhf.or.jp/junkanki_db/no3.htm,2002
- 35) 福島県西会津町成人病疫学調査 , ,琉球大学医学部保健管理学,松崎俊久,1994
- 36) 国民衛生の動向 2000 年第47巻第9号,厚生統計協会,p421,2000
- 37) 肝炎対策に関する有識者会議報告書,肝炎対策に関する有識者会(厚生労働省),<http://mhlw.go.jp/houdou/0104/h0409-1.html>,2001
- 38) 肝がん白書 , 社団法人日本肝臓学会 ,
<http://www.jsh.or.jp/hakusho/top.html>,1999/04
- 39) 肝炎診療のためのガイドライン,社団法人日本肝臓学会,
<http://www.jsh.or.jp/guide/guide.html>, 2000
- 40) 悪性新生物死亡統計 人口動態特殊報告,厚生統計協会,p53-54,2001/05/15