

6 ネットワーク環境と通信試験

先に述べたように現状のインターネット環境で動的なグラフィカルデータ解析環境を提供しようとする場合、ネットワークの状況により特に大分大学外からの適切な利用は難しい。このことは、ここ数年の間のインターネット利用の爆発的増加にネットワーク環境が十分に対応できていない状況を意味している。簡単にインターネットのリソースにアクセスできる計算機環境が整い、そのコストも減少することによって、インターネットの利用者は急速に増えている。また、インターネットにおけるホームページのコンテンツも見栄えを要求されるようになり情報量の多い画像表示、さらにそれを複数用意してアニメーション化した表示、場合によってはサウンドまで含めて提供されるようになり、ネットワークにかかる負荷は非常に重くなっている。実際、今日では通常平日の日中では大学内部と外部との通信状況は悪化しており、通常のインターネットのホームページの参照でも十分なスピードで参照することは難しくなっている。

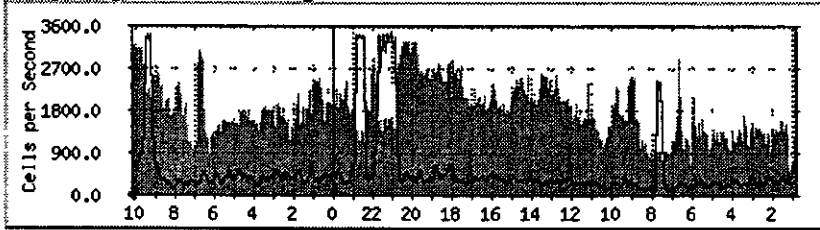
図4 24は大分大学から九州大学への基幹ネットワークへのアクセス状況について示したものである。調査時点は2000年3月6日(月)。データは過去1年間のものである。Yearly グラフでは1日の平均を取っているので見かけ上ネットワークにはゆとりがあるように見えるが、実際にはMonthly グラフ、Weekly グラフなどから明らかのように平日の日中におけるネットワークのトラフィック密度は高い。このネットワークはATM(15Mbps)接続されており最大で3531Cells/sの通信容量をもっているが、実質95%(約33000Cells/s)程度でネットワークとしてのトラフィックが飽和状態に近い状態にあることに着目すると、平日の日中のほとんどの時間、大分大学と外部との間のネットワークはほぼ満杯状態であることが分かる。Daily グラフの日中のデータに多少ゆとりが見えるのは、3月5日・日曜日のデータを示しているからである。

また表4.3は単純なコマンドpingによってネットワークにおけるサイト間の到達性のチェックを行う際のデータパケットの往復の反応時間を調べたものである。このデータからも現状のネットワーク環境を利用して外部と通信する際には、反応時間自身が長くなり、またパケットロスも多いことが分かる。一方、学内あるいは学科内のサイトとの通信においては1桁から2桁その時間が短くなり、パケット損失もほとんど無いことが分かる。実際のデータ転送ではその通信量の問題がさらに絡んでくるので、学内、学外の通信状況の違いはこのping通信時間の差以上の違いがある。

以上のことから現状のネットワーク環境でインターネットを経由して広範なユーザを対象に動的なグラフィカル環境を提供することは困難であると考えられる。ただそれは、いわゆるWANを対象にしたユーザを想定したケースであり、今回の試験でも学内、すくなくとも学科内LANではネットワークを経由した形で動的なグラフィカルデータ解析環境は提示可能であり、その範囲での運用形態は現実的な問題として考えてよい。

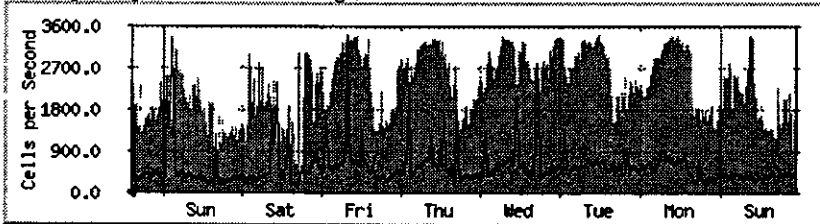
The statistics were last updated Monday, 6 March 2000 at 10:10 ,
at which time 'atm-shuki' had been up for 174 days, 6'03'14

'Daily' Graph (5 Minute Average)



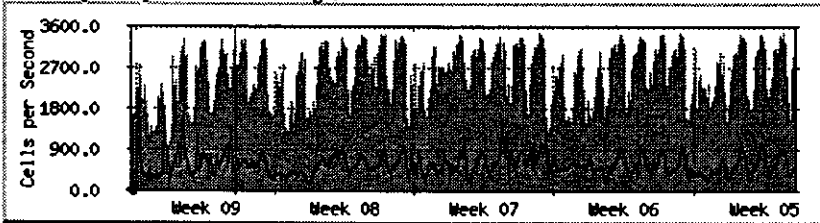
Max In 3316 0 c/s (93 9%) Average In 1866 0 c/s (52 8%) Current In 3316 0 c/s (93 9%)
Max Out 3421 0 c/s (96 9%) Average Out 524 0 c/s (14 8%) Current Out 704 0 c/s (19 9%)

'Weekly' Graph (30 Minute Average)



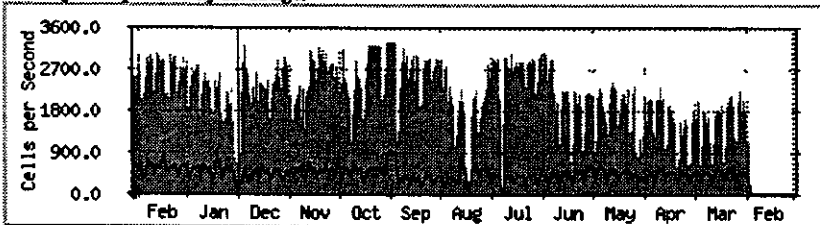
Max In 3445 0 c/s (97 6%) Average In 2342 0 c/s (66 3%) Current In 2335 0 c/s (66 1%)
Max Out 3417 0 c/s (96 8%) Average Out 560 0 c/s (15 9%) Current Out 2635 0 c/s (74 6%)

'Monthly' Graph (2 Hour Average)



Max In 3479 0 c/s (98 5%) Average In 2616 0 c/s (74 1%) Current In 1672 0 c/s (47 4%)
Max Out 2227 0 c/s (63 1%) Average Out 573 0 c/s (16 2%) Current Out 350 0 c/s (9 9%)

'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max In 3294 0 c/s (93 3%) Average In 2221 0 c/s (62 9%) Current In 1618 0 c/s (45 8%)
Max Out 908 0 c/s (25 7%) Average Out 462 0 c/s (13 1%) Current Out 485 0 c/s (13 7%)

Incoming Traffic in Cells per Second

Outgoing Traffic in Cells per Second

図 4. 2 4 大分大学と九州大学間のネットワークトラフィック (ATM 接続)。
2000 年 3 月 6 日計測。

表 4 3 大分大学工学部知能情報システム工学科研究室からの ping 反応時間
2000 年 3 月 8 日計測。(ただし, 学科内部の計算機のアトレスはセキュリティの
ため伏せて示している。)

通信試験 ping 応答時間 時刻 Wed Mar 8, 17:25:21 JST 2000

(PING destination 56 data bytes, 64 バイト応答)

[外部サイト]

[統計数理研究所]

--- www.ism.ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 17, 受信パケット数 15, パケット損失 11%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 67.8/91.2/122.9 ミリ秒

[九州大学] 大分大学の上流サイト (専用回線接続)

--- www.kyushu-u.ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 27, 受信パケット数 19, パケット損失 29%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 21.6/64.6/121.5 ミリ秒

[大分圏内コアラ (商用サイト)]

--- www.coara.or.jp ping 統計 ---

送信パケット数 18, 受信パケット数 15, パケット損失 16%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 83.1/115.3/182.6 ミリ秒

[学内サイト]

[情報処理センター]

--- oita-cc.cc.oita-u.ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 16, 受信パケット数 16, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 2.7/2.9/3.6 ミリ秒

[学科内サイト]

[ウェブサイト 別棟]

--- www.csis.oita-u.ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 10, 受信パケット数 10, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 1.2/1.2/1.8 ミリ秒

[演算サーバマシン . 別棟]

--- XXXX csis oita`u ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 10, 受信パケット数 10, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 0.3/0.3/0.4 ミリ秒

[講座内サイト 100BASE-TX 接続 別室]

--- XXXX csis oita`u ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 9, 受信パケット数 9, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 0.1/0.1/0.2 ミリ秒

[講座内サイト 10BASE-T 接続 別室]

--- XXXX.csis oita`u ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 14, 受信パケット数 14, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 0.5/0.5/0.8 ミリ秒

[講座内サイト , 100BASE-TX 接続 隣室]

--- XXXX csis.oita`u ac.jp ping 統計 ---

送信パケット数 13, 受信パケット数 13, パケット損失 0%

Round-Trip 最小/平均/最大 = 0.0/0.0/0.0 ミリ秒

7 地理情報システム (GIS) の適用

前節の通信事情の結果からも分かるように、ある程度広範囲のユーザを対象にグラフィカルなデータ解析環境を考えると、先に述べたような形で、ユーザの意図を直接的に表示に反映させる意味合いて、動的な要素を含めるのは容易ではない。もちろん技術的には今回述べた方法以外にも Java 言語を使用したりすること等も考えられてよいであろう。ただその場合でも実際の実行速度だけでなく、システムやデータの通信量や通信時間の点まで考慮に入れて総合的に判断しなければならない。

そこで、今回は表示に関しては基本的に静的な図示とし、その代わりに位置情報の表示に特化し、データ処理の面からの柔軟性を取り入れた地理情報システム (GIS) の適用について検討した。

地理情報システム (GIS) は地図にかかわる諸情報の管理と表示を中心に関連データベースとの連携を図るシステムであり、今回のデータのようにその地図上の位置が問題となるようなデータに関わる問題解決に適したシステムであるといえる。特にシステムとしてはデータの扱いについてデータマネジメントシステムとしての役割も担っている。このことにより、その表示形態そのものは静的なものであっても、比較的容易にユーザの意図した形にデータを整理し、表示することが可能になる。

ここではこの GIS として ESRI 社 (日本では株式会社パスコが販売) の ArcView を採用し、O157 データの視覚化と表示能力について検討する。さらに、その環境の共有化と結果の公開の可能性についても考える。

7 1 地理情報システムの環境

ArcView は米国 ESRI 社で開発された地理情報システムで、パソコンと Unix ワークステーションで動作している。国内では株式会社パスコから日本語対応版がパーソナルコンピュータ (Windows 版) 用に提供されている。

今回はこの日本語対応版 ArcView (Version 3.1) をマイクロソフト社 Windows NT 上にインストールして使用することとした。ちなみにこのコンピュータでは CPU は Pentium III (600MHz)、メモリは 128MB、ハードディスクは 20GB 搭載しており、学科内の LAN に 100BaseTX 対応のネットワークカード、HUB を通じて接続されている。ArcView をインストールするのに要するディスクスペースは基本モジュールのみで 70MB 程度であるが、GIS は本来地図情報を扱うために開発されたシステムであり、本格的に地図参照の目的で使用する場合には一般に地図情報・データとして多くのディ

スク容量を必要とする。今回のデータ解析には必要ないが標準で添付される米国の地理情報ファイルは CD-ROM(640MB) 4 枚で提供されている。今回の O157 データの視覚化については、基本的に日本全国での発生状況を大きく捉えることを目的としているため、詳細な地理情報については今回は用いていない。使用したのはこれも ArcView 日本語版に標準で添付される日本の海岸線と市町村界データで、ほぼ 3.7MB 程度である。今後詳細な感染症の研究等に用いる場合には、個人情報とともにその位置の特定のために、より詳細な地理情報データを入手して用いることが必要となるであろう。これらの目的の為には国土地理院が刊行している数値地図や数値情報を利用することも可能である(ジオマチックス研究会編(1999))。

7.2 ArcView の O157 データへの適用

日本の海岸線の外形ならびに市町村界データは ArcView 付属のデータを用い、都道府県界データは市町村データについて都道府県ごとにマージしたものを利用することにした。さらに先に準備した保健所の位置情報の入った O157 データについては、これを ArcView で読み込み可能な dBASE IV 用の dbf ファイルに変換して利用することにした。また、先の動的なグラフィカルデータ解析の際に問題となった時間情報に関する様子を把握するために、各年について月ごとの発生状況ファイルを作成した。



図 4. 25 ArcView を用いた O157 データの発生状況表示。

(平成 9 年のデータ、平成 9 年通年発生状況の表示)

図 4. 25 がその様子を表示したものである。ここでは平成 9 年の通年の発生状況を

調べることができる。さらに左のテーマ一覧の中から月に相当するデータを表示するように選択するとその画面が現れる。図4 26は平成9年4月と5月のデータを表示したものである。さらにその中で特定地域だけを選択し（矩形で選択）拡大表示しようとしている。図4 27が拡大表示された図である。この図ではさらに、市町村界も上書きされている。

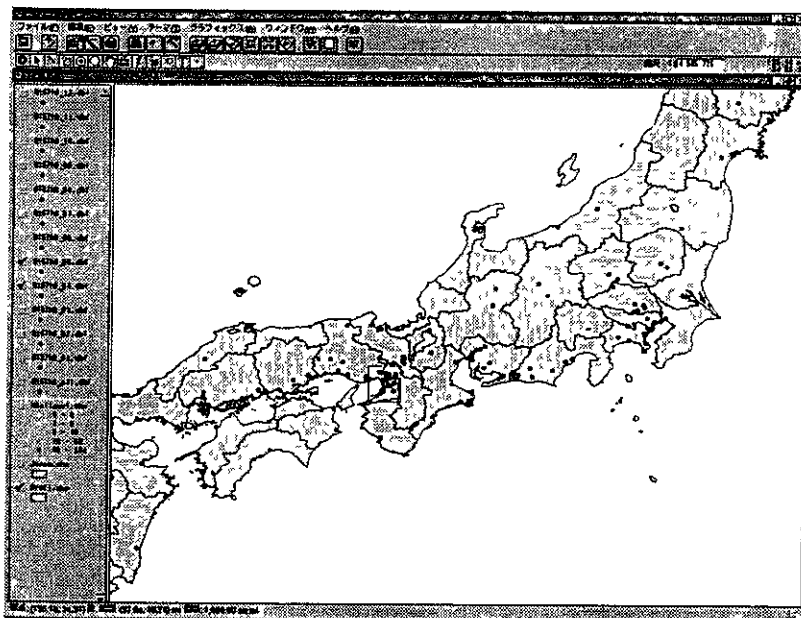


図4 26 平成9年4月、5月のデータを表示、さらに特定地域だけを
選択拡大表示しようとしている。(平成9年)

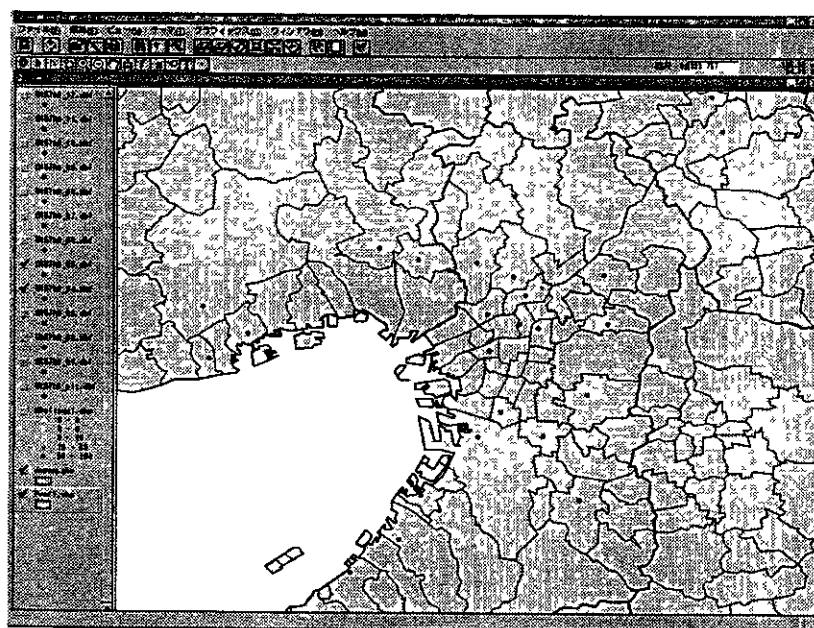


図4 27 図4. 26で選択した領域を拡大表示、さらに市町村界を
上書きしている。(平成9年)

また、図4. 28では関連情報として参考のためその市町村における人口の状況を背

景として表示させている。この表示は ArcView の市町村界データと共に国勢調査の人口データを選択し、グラデーション表示を選択することによって作成した（画面右下の操作画面）。

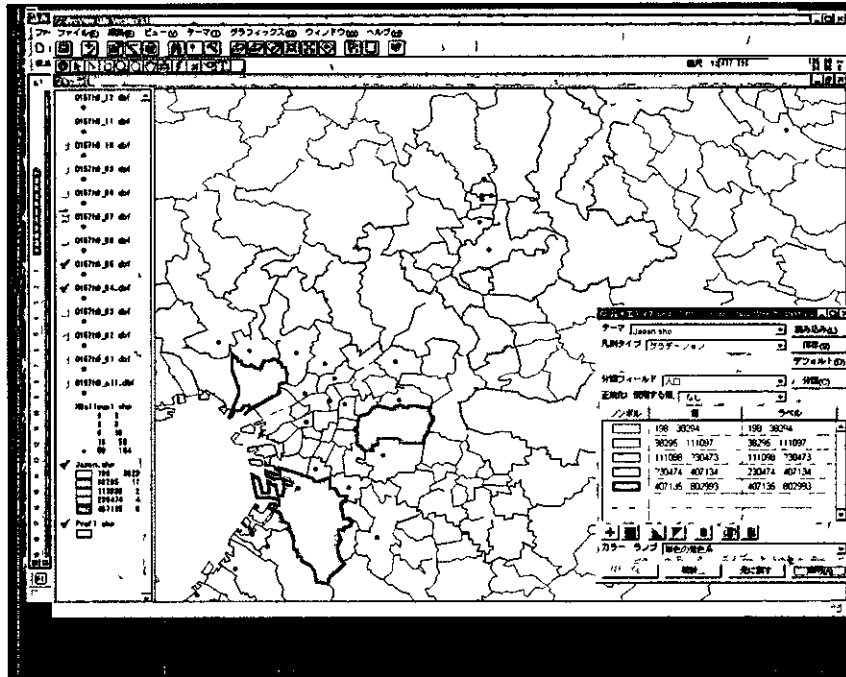


図 4. 28 図 4. 27 に人口情報を加えて表示。

また図内部でのデータの同定（Identification）機能についてはいくつかの方法が可能である。

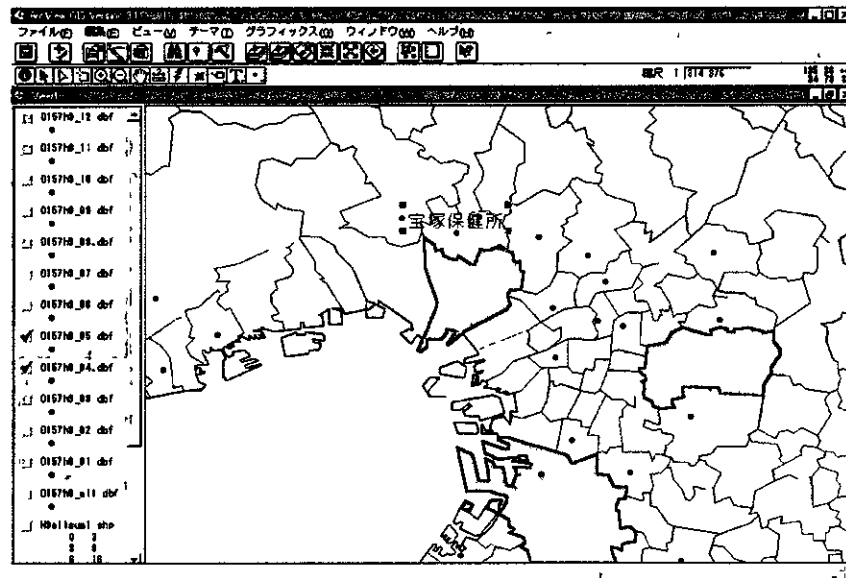


図 4. 29 ラベリング機能を用いて参照点近傍に直接情報を記述。（平成 9 年）

図 4. 29 は ArcView のラベリング機能を用いて直接図の中に指定した点の関連情

報を記載している。図4-29では対象となった保健所名が記述されているが、この情報は今対象としているデータファイル中の任意のフィールドの内容を表示可能である。

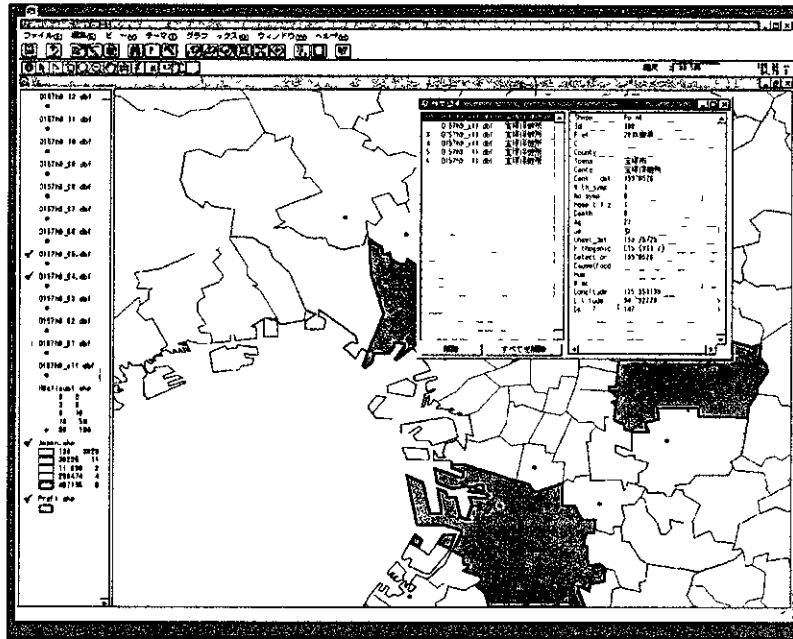


図4.30 個別属性表示機能を用いて図中の点の関連情報を表示。(平成9年)

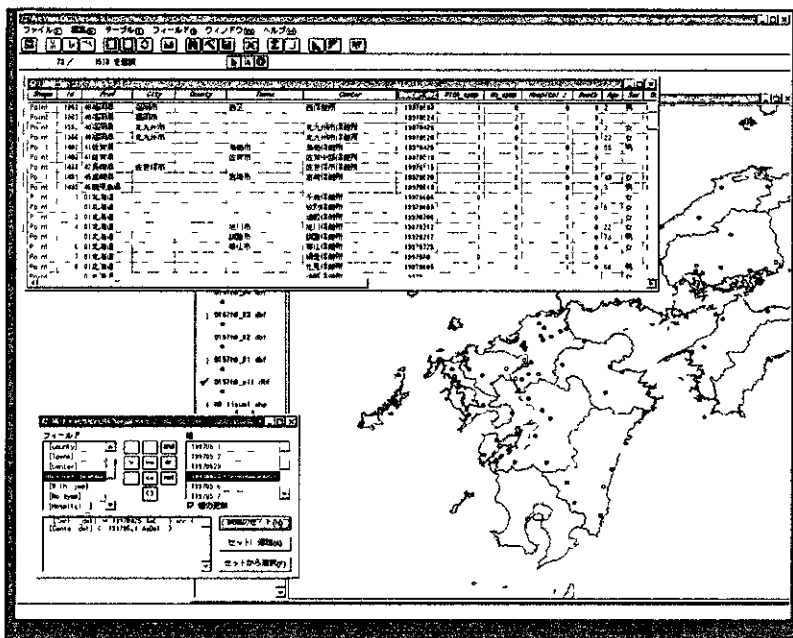


図4.31 テータファイル内のテータを地図上で確認。(平成9年)

図4.30では個別属性表示機能を用いて指定した点の関連情報を表示している。この図でその関連情報は4月、5月のそれではなく平成9年通年情報ファイルのものを参照していることに注意されたい。したがってこの点つまり宝塚保健所の平成9年の発生情

報のすべてが参照可能になっている。また、これとは逆にデータファイル内の特定のデータを（複数でもよい）図中に反映させることが可能である。たとえば、図4-31では、まずデータファイル内で、フィールドとして保健所探知日を選び、4月25日から5月24日までのデータを選択し、スプレッドシート型のデータ表示機能の中で表示の先頭から選択されたデータが並ぶように配置を変えて、選択されたデータを調べ、同時にそれらの選択されたデータを地図上で確認している。

さらに地理情報システム特有の検索方法も提供されている。図4-32は福岡市南保健所を中心として半径100kmの範囲内のデータを検索している。またそのデータ処理機能の1つとしての発生日に関する選択データの要約統計量を計算表示している。

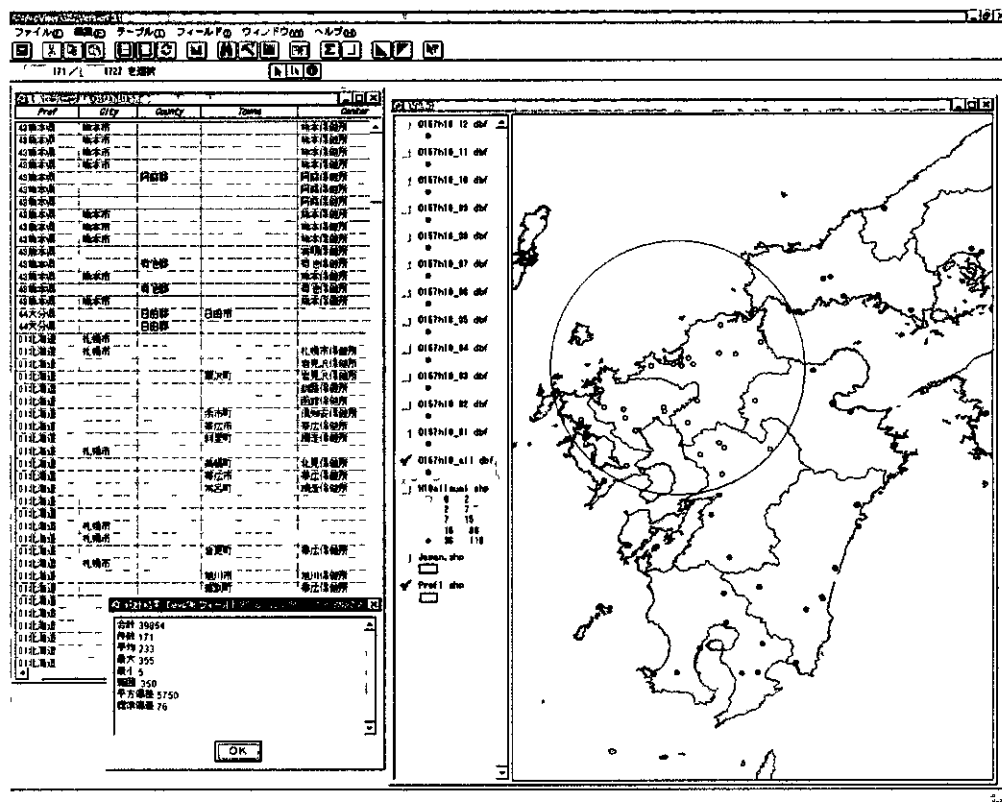


図4-32 福岡市南保健所を中心に半径100kmの範囲内の保健所のデータを検索、発生日（保健所探知日）の平均を計算。（平成10年）

このように地理情報システムでは地図上での検索や参照などに特化して非常に有効な同定機能やその拡大・縮小表示の手段を提供してくれる。また、関連した領域情報がある場合にはその領域情報をもとにした選択や、たとえば経路情報などの関連情報があればその経路に従った計測値に基づいた検索機能なども可能である。

データ処理能力についても ArcView では、すでに例示したように表計算（スプレッドシ

ート) タイプの処理が可能であり、テータの変換、選択、検索など実行するには非常に有効に利用可能である。たとえば、今回のテータに関して年間の有症者数に関する程度を位置情報と共に表示する場合。まず、図4 33のように、位置情報ごとにテータを集計する。(今回のテータについては十分な精度で位置情報を得ているので、ここでは経度情報をもとにテータを分類集計することにした。図中のスプレッドシートタイプの表示で経度のフィールドがマークされているのはこのためである。)

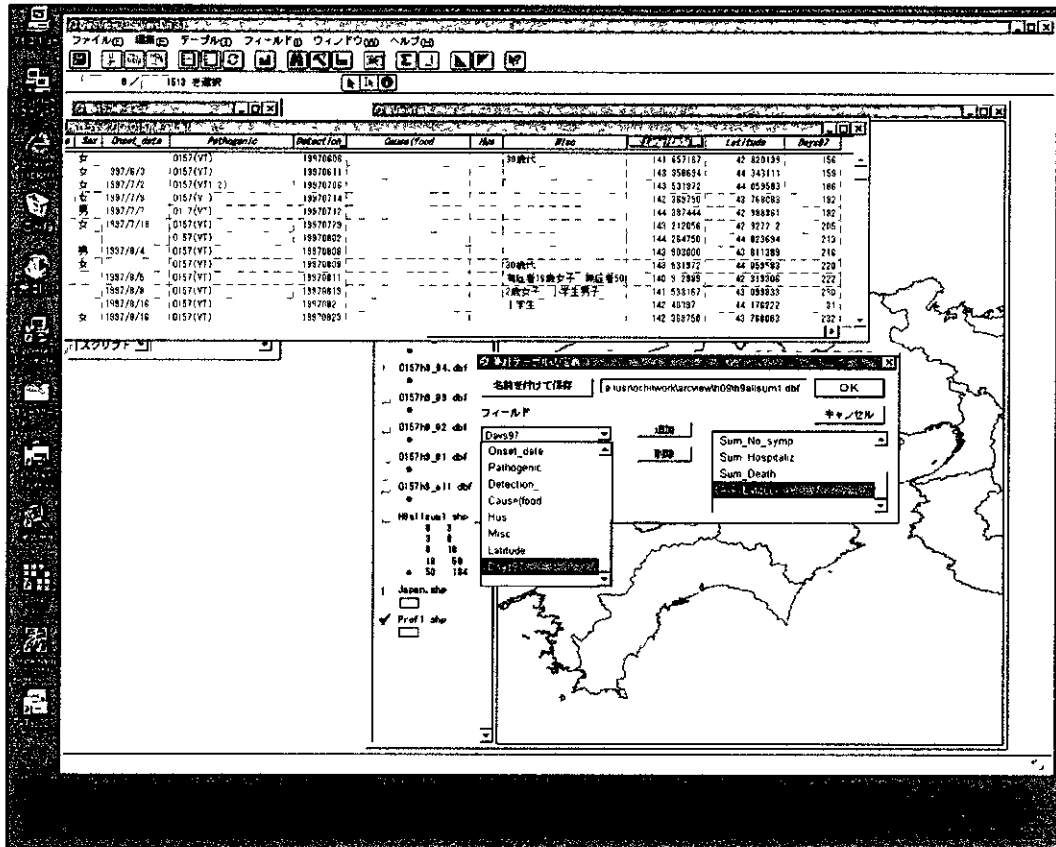


図4 33 位置情報(経度)をもとにテータを集計したテータファイルを作成中。(平成9年)

さらに出来上がったテータファイルの中で必要なテータフィールドを選びその表示形態を指定する。図4 34では出来上がったテータファイル内のフィールド有症者数合計についてグラーション表示するように指定している。その際の色変化あるいは階級値については自由に選択可能であるし、指定後いつでも自由に変更が可能である。その結果得られたテータファイルを地図上に反映させるようにすると図4 35のように位置情報とその有症者数の両方の情報を表示するような図を作成することができる。

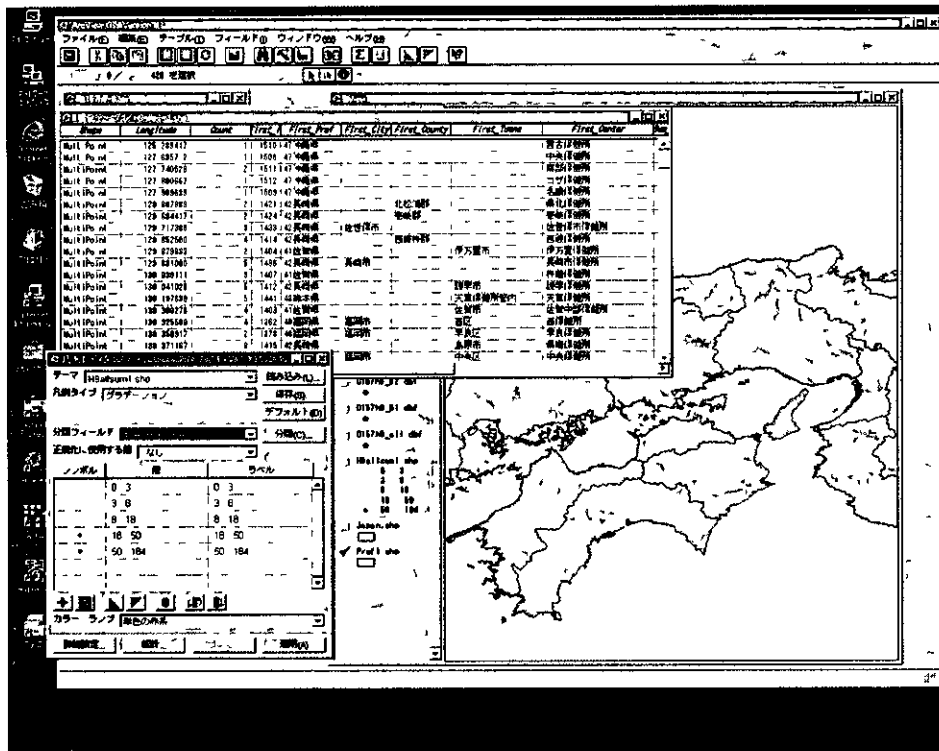


図4. 34 図4. 33で作成した集計データについて、表示項目とその表示形態の指定を行う。ここでは有症者数年間合計についてグラデーション表示を行う様に設定。

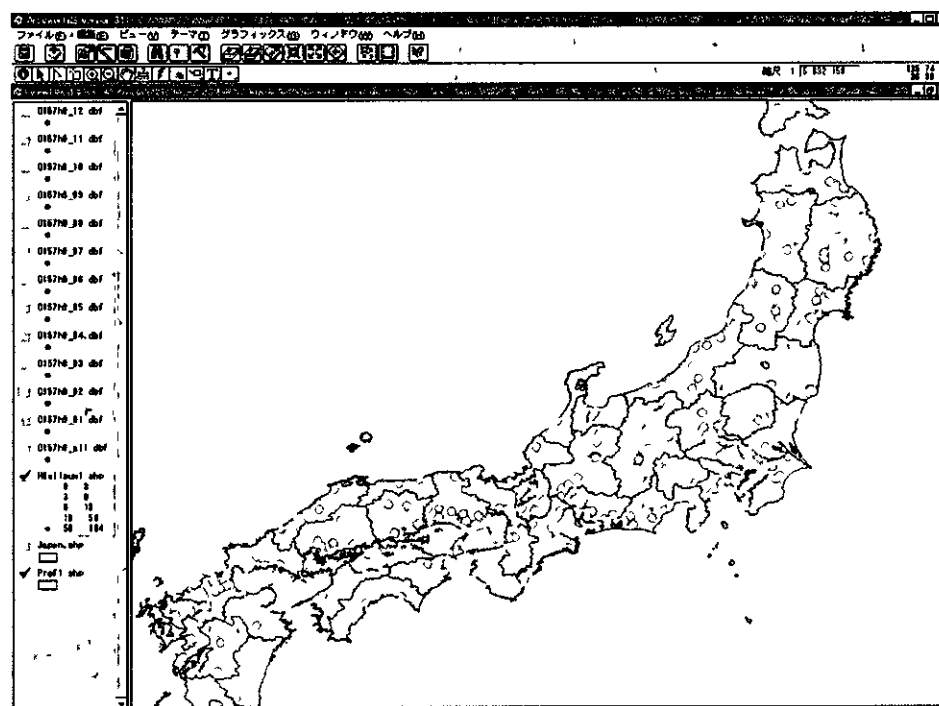


図4. 35 位置情報と共に平成9年の有症状者数を表示。(平成9年)

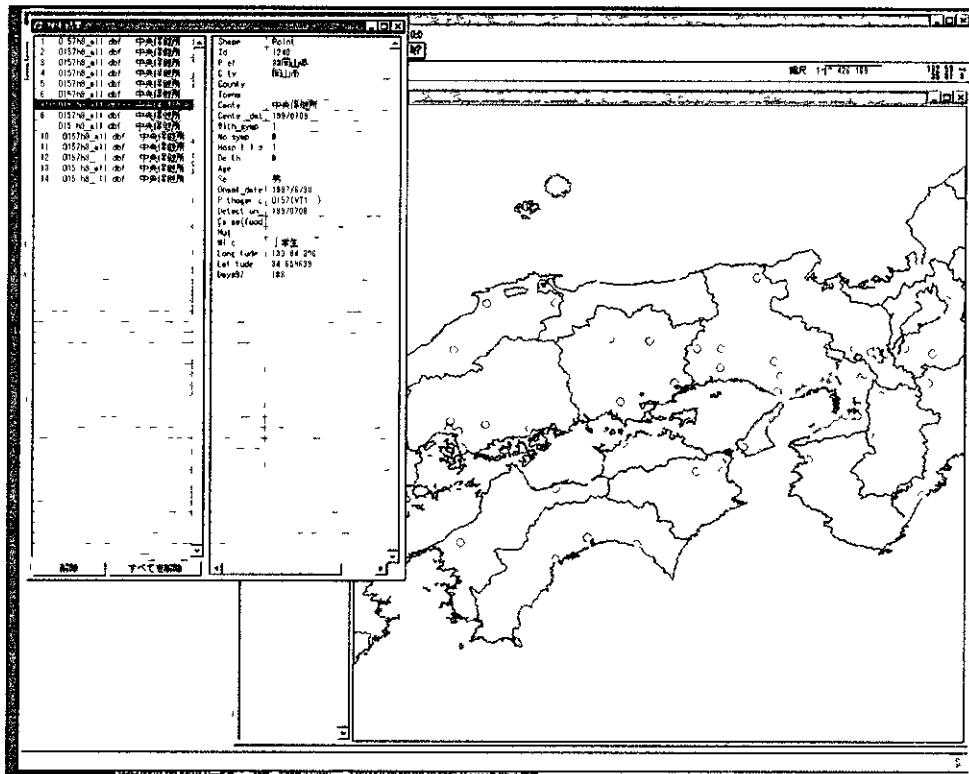


図4 36 岡山県内の有症者数の多い保健所（岡山市中央保健所）を確認。（平成9年）

このことにより、たとえば東京と岡山地方に発生数の多い地区（保健所）があることが分かる。東京のデータのレポートの問題については先に述べたとおりであるので、岡山での発生に着目し、このデータ点の情報を先に述べてきた個別属性表示機能により確かめることにすると、図の検索機能によりこれが岡山市中央保健所での報告であること、そしてその発生状況が図4 36のように確認できる。

7. 3 地理情報システムと外部プログラムとの連携

以上述べてきたように地理情報システムを用いることにより、ユーザが所望の地図上の表現を容易に得ることができ、さらにそのデータ処理機能によりデータの詳細な検討が可能であることが確かめられた。ただし、地理情報システムは特に地図情報の表示に関しては柔軟かつ容易に多様な表示が可能であるが、位置情報を含まないデータについてその関連を示したい場合にも、基本的には地図情報の上での表現をとることになる。このため視覚化の観点からは各種のグラフィカルデータ解析のソールはまた別途考えておく必要がある。また同時にその数値的な分析機能の面からも、何らかの形での外部システムと連携できることが望まれる。

ArcView ではリモート・プロシーシャ・コール (RPC) やダイナミック・データ エクステンシャ (DDE), ダイナミック・リンク・ライブラリ (DLL) などの方法により, 外部プログラムとの接続・連携も可能である。たとえば, MathSoft 社 (日本では数理システム社) の統計的データ解析プログラム S-Plus ではその拡張機能として ArcView との連携動作をするモジュールを提供している。また, RPC 機能を利用することによりグラフィカルデータ解析ツール Xgobi (Swayne, Cook, Buja(1998)) と連携動作させる研究(Cook, Majure, Symazık and Cressie(1996))も行われている。

上記 S-Plus との連携については, S-Plus に拡張機能 S+ArcView をインストールすることによって連携動作が可能になる。たとえば図 4. 37では平成 11年のデータから東京を選択, 対応するデータを ArcView で検査し, さらに ArcView で選択したデータについて外部プログラム S-Plus で発生分布に関するヒストグラムを作成している。S-Plus 側で実行できるのはこのようなグラフィカルなデータの分析ばかりでなく, 1章で述べたような数値的なデータの分析も可能である。

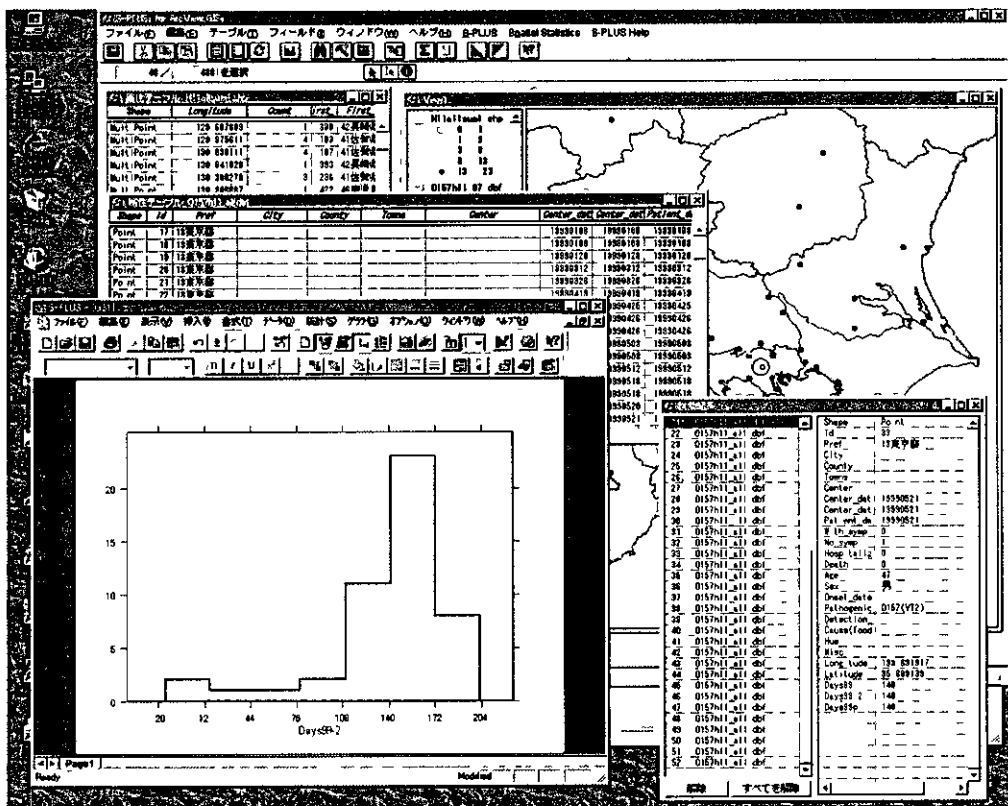


図 4 37 ArcView で東京を選択, 対応するデータを検査し, 選択したデータについて S-Plus で発生分布に関するヒストグラムを作成。(平成 11年)

7. 4 地理情報システムによる視覚化表示の共有について

先に述べたように、テータ解析を実施する場合にはそのシステムに対してユーザがアクセスし自由にコントロールできる能力を持つことが重要である。その結果の視覚化表示においてもある程度のユーザのコントロール能力を確保することは、結果の理解に大きく寄与する。ここではこれまで考えてきた地理情報システムにおける視覚化表示の共有の問題について検討する。

6節で調べたように、現状のネットワーク環境で完全に動的な環境をインターネットで提供することは困難な状況である。ただし、表示を静的な表示に限定し、それを提供することであればある程度の効果を期待できる。ここではその技術的な可能性について検討する。

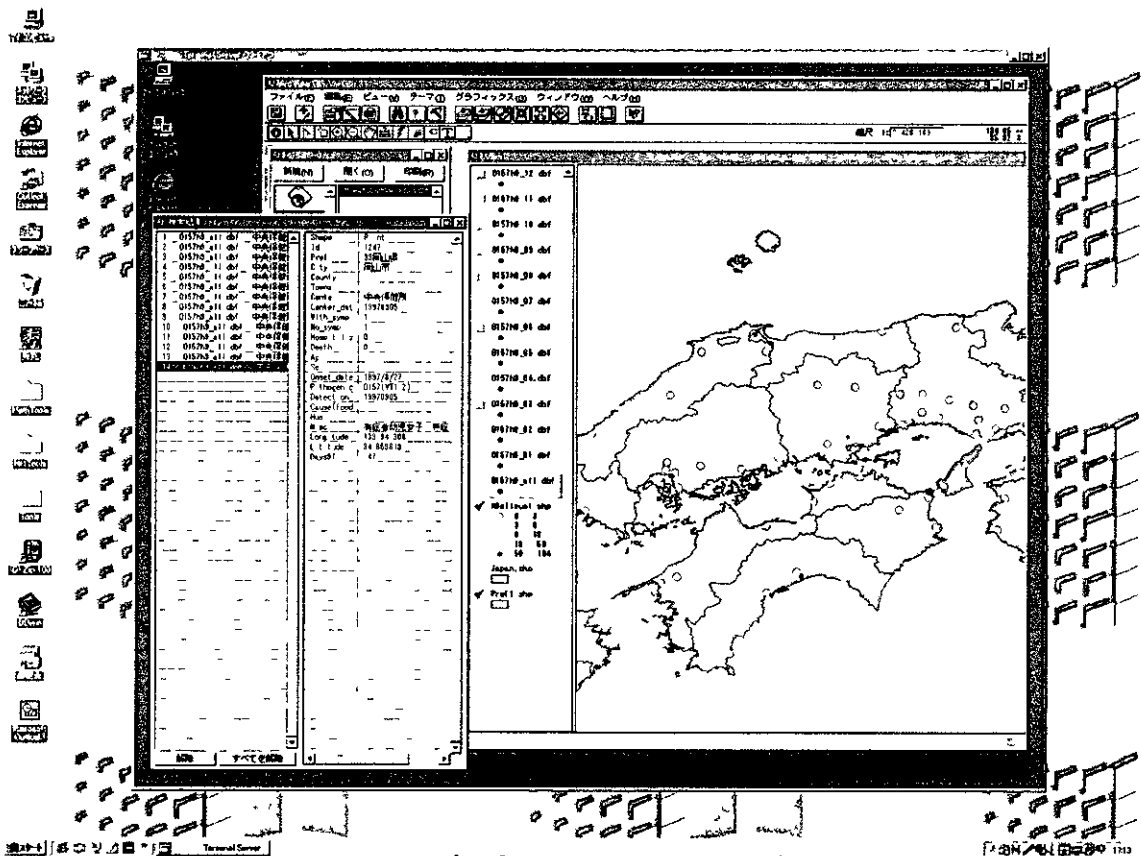


図4 38 視覚化システム ArcView の LAN 環境下での使用。WindowsNT のターミナル サーバー機能を用い、LAN 接続されリモートに置かれた計算機上で操作。

今回使用した地理情報システム ArcView は WindowsNT 上にインストールしている。これを共有するためにはたとえば WindowsNT サーバー等にこのシステムを置いてファイルサーバー経由でこのシステムを利用する方法が考えられる。ただしこの方法では

基本的に OS は WindowsNT に限定されてしまい、ある程度幅のあるユーザ環境に適応させるという意味では制限がかかる。そこで今回は WindowsNT 上で実現されているターミナル・サーバー機能を利用することによる実装試験を行った。このターミナル・サーバーではリモート・デスクトップ・プロトコルと呼ばれる通信機能を利用し、リモートマシンからサーバーマシンにアクセスし、実際の演算処理はそのサーバー上で実行し、出力画面はリモートマシンのウィンドウ上に表示する機能を持っている。リモートマシンにもその通信のためのアプリケーション（ターミナル・サーバー・クライアント）をインストールする必要があるが、そのプログラム自身は小さい（インストールディスクはフロッピーディスク 1 枚、1 MB 以下）。マイクロソフト社の WindowsNT Sever 4.0, ターミナル・サーバー版に標準で用意されているこの機能では Windows 95/98, Windows NT などの OS で使用可能なクライアントプログラムが提供されている。さらに Citrix Systems 社の MetaFrame を導入すると ICA クライアントとして、Windows CE, マッキントッシュ, Unix (Solaris, SunOS, Linux, AIX, SGI 他) などの OS 用のものが利用でき、これらのリモートマシンから Windows NT のターミナル・サーバーにアクセスする環境が提供できる。

図 4. 38 はこのターミナル・サーバー機能を利用して、リモートにおかれた Windows98 マシンから WindowsNT にインストールされた ArcView を操作している様子を示した図である。この図は大分大学工学部知能情報システム工学科内の LAN 接続されたマシンからサーバーにアクセスした図を示している。学科内の LAN 接続されたサイトからの利用ではその動作は実際にサーバー機で動作させる場合に比べれば、若干緩慢な動作となるがスムーズに動作した。少なくともイントラネットとしてある程度ユーザの定義のはっきりした閉じた環境では十分に作業環境として実現可能であると考えられる。他に学外から学科内 LAN へ直接 ISDN (64Kbps) 接続した環境、商用プロバイダ経由（リモートマシンとプロバイダ間は ISDN (64Kbps) 接続）で接続した環境でも利用試験を行ったが、いずれも画像が送られてくる間に数秒かかることがあり表示時間のラグが多少気になる場合があるものの、コマンド入力や設定変更についてはあまりストレスを感じることなく利用が可能であった。この意味で将来的にこのような形態で解析結果とその環境の提示について技術的な可能性があることが確認できた。もちろん不特定多数のユーザを対象にするような実際の運用に際しては、セキュリティ管理とライセンスの問題について十分な検討が必要である。今回はこの点については考えていない。

また、ESRI 社では、地図情報を参照するためのツールとして、地図データ・ビューワ、ArcExplorer を無償で提供している。このビューワでは ArcView ほど柔軟なデータ操作はできないが、ArcView で作成した地図情報ファイル（シェイプファイル）は参照可能であり、簡単な検索機能や凡例や図形表示の変更などの操作も可能である。

8 おわりに

本研究ではO157 データのような位置情報を含むデータの視覚化の可能性について検討してきた。

位置情報を含むようなデータであっても動的なグラフィカルデータ解析はデータの様相を把握する上で有効な手法である。ただその特性から Identification の様に有効に働く動的手法と Rotation の様にその意義を慎重に検討しなければならない手法がある点に注意が必要である。

特に位置情報を含むデータについては、近年の地理情報システムの急速な普及により、これらの地理情報表示機能に特化した特性を有効に活用してデータの解析を進めることが必要である。ただ、地理情報システムではその同定機能や、選択機能の充実に目が向けられがちであるが、空間的な情報把握として運用を図り、さらに関連データと有機的に連携してデータ解析に反映させることが重要である。

データの公開可能性については、現状のインターネットの状況からは必ずしも動的なデータ解析の環境が多くユーザとの間で共有できる状況にあるとはいえないが、少なくとも安定して通信速度が確保できる環境では、技術的には共有は可能になってきており、たとえばイントラネット内の研究者グループとその周辺のユーザ間で（ユーザの作業環境によらずに）データ解析環境を共有することは現実的に可能な状況になっているといえる。

計算機環境の急速な発展により地理情報システムの利用も動的なグラフィカルデータ解析環境もようやく汎用的な手段として社会的認知を得て来たところであり、これからこれらの手法の真価を発揮できる場が多くなるものと考えられる。その際にデータの迅速で正確な確保は重要な問題となってくる。情報通信技術の積極的な活用によりデータ収集の迅速化と整合性の向上をはかりそのデータベース化を通じて情報の蓄積と獲得のシステム化を図ることは健康危機情報の把握の観点からも重要な問題である。その上で、新たに入手されたデータに関して蓄積されたデータを踏まえて、現象の様相と本質的な構造を把握し、危機管理に早急に対応するためにこれらの手法を積極的に適用することが望まれる。

参考文献

- Asimov, D (1985). "Grand Tour A Tool for Viewing Multidimensional Data," *SIAM Journal of Scientific and Statistical Computing*, Vol 6, pp 128-143
- Becker, R A , Cleveland, WS and Weil, G. (1988) "The Use of Brushing and Rotation for Data Analysis," in *Dynamic Graphics for Statistics*, pp 247-275
- Becker, R A , Cleveland, WS and Wilks, A R (1987) "Dynamic Graphics for Data Analysis," *Statistical Science*, Vol 2, pp 355-395
- Buja, A and Tukey, PA eds (1991) "Computing and Graphics in Statistics," Springer-Verlag, New York
- Chambers, J M , Cleveland, WS , Kleiner, B and Tukey, PA (1983) "Graphical Methods for Data Analysis," Wadsworth & Brooks/Cole, Pacific Grove, California
- Cleveland, WS and McGill, ME (1988) "Dynamic Graphics for Statistics," Wadsworth & Brooks/Cole, Pacific Grove, California
- Cook, D and Buja, A (1997) "Manual Controls for High-Dimensional Data Projections," *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 6, pp 464-480
- Cook, D , Masure, J J , Symazik, J , and Cressie, N (1996) "Dynamic Graphics in a GIS Exploring and Analyzing Multivariate Spatial Data Using Linked Software," *Computational Statistics*, Vol 11, pp 467-480.
- ESRI (1998). "Using ArcView GIS," Environmental Systems Research Institute Inc , Redlands, California.
- Eto, T, Kanazawa, T. and Ochi, Y (1995) "Dynamic Graphics and Statistical Data Analysis A Perspective," 大分大学工学部研究報告, No.31, pp 53-60.
- Hurley, C. and Buja, A (1990). "Analyzing High-Dimensional Data with Motion Graphics," *SIAM J Sci & Statist Comp* , Vol 11, No.6, pp 1193-1211

Hurley, C B and Oldford, R W (1991) "A Software Model for Statistical Graphics," in Computing and Graphics in Statistics, pp 77-94, Springer-Verlag.

井美尚, 越智義道, 橋本健二郎 (1998) "グラフィカルデータ解析における履歴と再生," 大分大学工学部研究報告, No.37, pp 23-30.

柿内博人, 越智義道, 森重和昭 (1995) "動的グラフィカルデータ解析支援システムのオブジェクト指向接近法による設計," 大分大学工学部研究報告, No. 31, pp. 45-52

MathSoft (1997) "S-PLUS User's Guide," MathSoft, Inc., Seattle, Washington
(数理システム(1997), "S-PLUS ユーザーズガイド, バージョン 4 0," 数理システム, 東京)

MathSoft (1998). "S-PLUS for ArcView GIS, User's Guide Version 1 1," MathSoft, Inc , Seattle, Washington

Microsoft Corp (1998). "Microsoft Windows NT Server Terminal Server Edition Version 4 0, 管理者ガイド," マイクロソフト株式会社, 東京

ジオマチックス研究会編. (1999). "GIS 実習マニュアル," 日本測量協会, 東京.

Swayne, D.F., Cook, D. and Buja, A (1998) "XGobi: Interactive Dynamic Data Visualization in the X Window System," Journal of Computational and Graphical Statistics, Vol. 7, pp. 113-130

Tukey, J W (1977). "Exploratory Data Analysis," Addison-Wesley, Menlo Park, California.