

分担研究報告－2

補間法による国勢調査人口メッシュデータの座標変換

青木 賢人
シアク=ジャン
小口 高

補間法による国勢調査人口メッシュデータの座標変換

青木賢人¹・シアク=ジャン²・小口 高³

I はじめに

近年、都市化の進行に伴い、都市と農村の人口に著しい格差が生じ、都市における人口の過密化と農村・山間部における過疎化が大きな社会問題となっている。人口分布の時空間変動を明らかにし、その規定要因となる社会的・自然的条件を考察することは、国の社会福祉を立案するにあたり重要な基礎資料となる。我が国では日本国内の人口、世帯、産業構造などの現状を明らかにし、国や地方公共団体における行政施策を立案するための基礎資料を得ることを目的に、国勢調査が行われてきた。国勢調査は1920年(大正9年)に開始され、第二次世界大戦による1945年の中止をのぞき、全国一斉に5年おきに行われてきた。その結果は総務省統計局が調査区単位のデータおよびメッシュデータ形式で整理し、財団法人統計情報研究開発センター(Sinfonica)を通じて一般の利用に供されている。これは均質性が高い継続的なデータであり、汎用な形式で整備されていることから、日本における人口の分布、移動あるいはその規定要因を考察する上で非常に有効なデータといえる。

しかし、国勢調査の集計に用いられている基準地域メッシュ(Basic Unit Block mesh; BUBメッシュ)

は緯度と経度が等間隔になるように設定されたメッシュであり、実距離に換算した場合、緯度によってメッシュの間隔・面積が変化する(井出, 1996)。さらに、住民のプライバシー保護の観点から人口が少ないメッシュに関しては秘匿措置が行われ、データに空白が生じているなどの問題が存在する。特にバッファリングなどの距離を指標とした解析を行う場合には、各メッシュが不等間隔であることが大きな問題となる。したがって、標準地域メッシュデータに補間法を適用して座標系を変換し、実距離が等間隔のグリッドデータを作成する必要がある。

そこで、本研究では Sinfonica から公開されている国勢調査基準地域メッシュデータの座標変換に最適な補間法と作業手順を明らかにすることを目的とする。解析対象地域は人口数・人口変動の大きな首

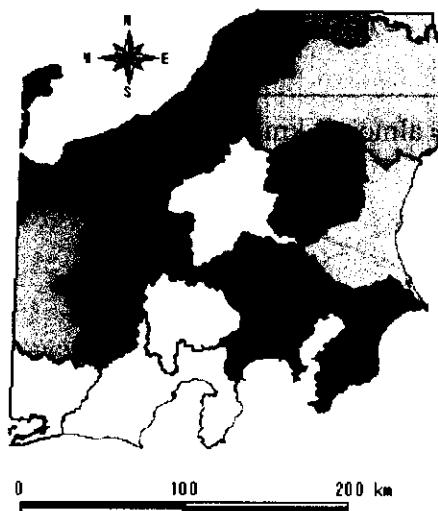


図1: 解析対象地域

赤枠内は全県域が対象となる県

1 (福) 恩賜財団母子愛育会リサーチレジデント (東京大学空間情報科学研究センター)
2 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程
3 東京大学空間情報科学研究センター

都圏を含む関東甲信地域とし(図 1), 島嶼部は解析から除外した。なおデータの整理と解析には ArcView 3.2a(ESRI 社製)および Surfer 7(Golden Software 社製)を用いている。

Ⅱ ソースデータ

1. 標準地域メッシュ

BUB メッシュは、政管理庁告示 143 号「統計に用いる標準地域メッシュおよび標準地域メッシュ・コード」(1973 年 7 月 12 日)に基づいて設定された「標準地域メッシュ」の一つである。BUB メッシュは「基準地域メッシュ」「第 3 次区域区画(3 次メッシュ)」とも呼ばれ、緯度方向の間隔は 30 秒、経度方向の間隔は 45 秒である(図 2)。これは、北緯 20 度・東経 122 度を基点に緯度を 40 分間隔、経度を 1 度間隔に分割した第 1 次区域区画(1 次メッシュ)を縦横にそれぞれ 80 等分したものである。また、第一次区域区画を縦横それぞれに 8 等分したものは第 2 次区域区画(2 次メッシュ)と呼ばれている。都市域では BUB メッシュをさらに縦横 2 等分した分割地域メッシュ(4 次メッシュ)も設定されている。それぞれのメッシュにはコード番号が規則的に付与され、このコード番号からメッシュの位置や次数を一意に特定することができる。この地域分割法は国勢調査に限らず、メッシュ統計データや国土数値情報と共通である。そのため、異なるデータを GIS 上で整理し、データセットとして利用する際に有効である。実際、メッシュデータは量と密度を表現できる有効なデータ形式として人口分布や立地診断などに活用されている(足立, 1996 など)。

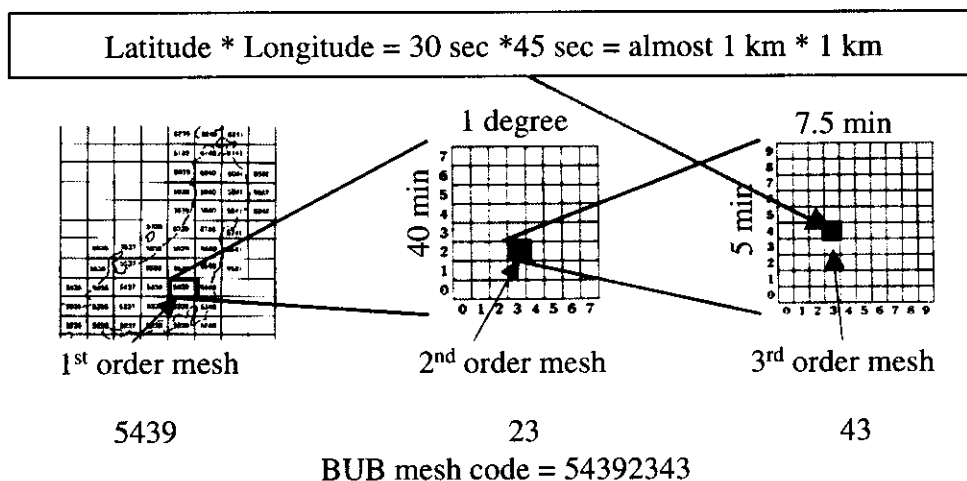


図 2：標準地域メッシュの分割法

総務省統計局統計センターHP に加筆修正

しかし、前記のように標準地域メッシュは等緯度・等経度間隔で設定されたメッシュであるため、

正確な正方形ではなく、東西に長い台形に近い形状となっており、メッシュの面積と間隔が緯度によって大きく変化する。BUB メッシュは「1km メッシュ」と呼ばれることもあるが、南北に長い日本列島では、那覇と札幌では東西長で 232m、面積で 0.212km² の差が生じる(表 1)。

表 1:緯度による BUB メッシュ間隔・BUB メッシュ面積の差異の例

| 都市 | 北緯 | 東西長 (km) | 南北長 (km) | 面積 (km ²) |
|----|------|----------|----------|-----------------------|
| 札幌 | 43.0 | 1.019 | 0.926 | 0.943 |
| 東京 | 36.0 | 1.127 | 0.925 | 1.042 |
| 那覇 | 26.0 | 1.251 | 0.923 | 1.155 |

奥貫(2001)は都市解析で GIS を使うメリットの一つとして「距離」の概念の定量化を強調し、国勢調査を有効な実証データとして例示している。しかし、実距離に基づかない BUB メッシュを用いた国勢調査データは、そのままではバッファリング、ネットワーク解析、ポロノイ分割などの距離を指標とする解析に利用できない。また、実距離に基づく解析結果(商圈分布など)との重ね合わせも困難である。そのため、国勢調査データを等間隔・等面積のメッシュに基づく形に変換する必要がある。米国地質調査所が公表している 30 秒×30 秒 DEM (GTOPO30)を用いた解析を行った Lin et.al.(1999)では、不等間隔の問題を解消するために C 言語プログラミングによる処理を行い、適切に重み付けされた平均値を求めている。しかし、バッファリングなどの複雑な分析をこの方法で行うことは困難である。また、日本では BUB メッシュに基づくデータを入手するユーザーが多いことを考慮すると、市販パッケージソフトウェアを利用した簡便な手法により座標変換を行う方法を考案する必要がある。

2. 国勢調査人口データ

国勢調査では、様々な要素別の人口値を全国一律の方法で収集、処理し、結果は毎回ほぼ統一されたデータ形式で公開されている。データは 1 次～4 次のメッシュ形式のデータと、小地域人口統計と呼ばれる街区を基本としたポリゴン単位で集計されたデータの 2 形式で公表されている。しかし、実際の調査の際には基本単位区と呼ばれる 20～30 程度の世帯が含まれる不定形・不等面積の地域ごとにデータを集計している。基本単位区ごとに集計された人口値をメッシュデータに変換する際には調査区同定と呼ばれる作業が行われ、この過程である程度の誤差が生じると言われている(井出, 1996)。

また、メッシュ内に居住する世帯数がきわめて少ない場合には、プライバシーに配慮してデータを秘匿し、当該メッシュの人口数は周囲のメッシュに合算されている。また、陸上でありながら人が居住していない地域のメッシュでは調査が行われていないため、データが存在せず空白となっている。

Ⅲ グリッドデータの作成手順

前章で記したように、格子点間隔の実距離が一定のグリッドデータを作成するためには、補完

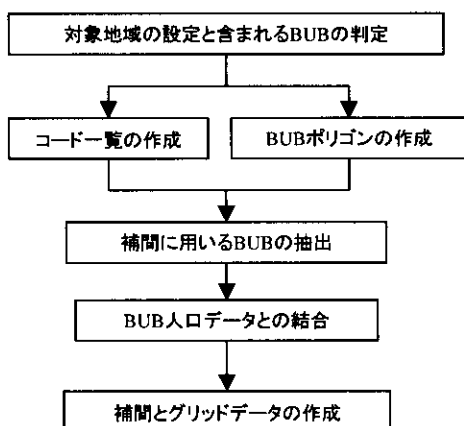


図3：データ作成のフロー

法を適用してメッシュデータの座標を変換する必要がある。この作業を以下の手順で行った。元データでは各メッシュの位置が BUB メッシュコードとして与えられている。BUB メッシュコードから緯度経度座標を求め、対象範囲について BUB メッシュコード+位置座標というデータセットを作成する。一方、人口データは BUB メッシュコード+人口密度というデータセットを作成する。最後に双方を BUB コードを介して結合し、ポイントデータとして整理する。そのデータセットに対して補間を行って座標系を変換し、格子点間隔が等距離のグリッドデータを生成する(図3)。

1. 位置座標データセットの作成

対象地域に対する BUB コードの付与(補遺 1)

国勢調査は「定住人口」に対して行われる調査である。そのため、陸域でありながら定住者がいない BUB メッシュについては調査が行われず、元のデータセットに記載されていない。補間を行う際には陸上にありながら元データセットに存在しない BUB に対し、人口 0 のデータを前もって挿入する必要がある。そこで、調査対象地域の陸地を含む BUB メッシュに対し、個々のメッシュの中心を示す点を発生させ、BUB メッシュコードから算出された緯度経度座標を属性値として付与した。さらに、UTM-53N 座標系上での XY 座標を緯度経度座標から算出し、属性値に追加した。

解析対象とする陸上 BUB の選択(補遺 2)

次に、上述のデータセットから、メッシュ内に海域や大きな湖水域^{注1}を含まず、全域が陸上となる BUB メッシュに相当するポイントのみを選択とした(図4)。これは、広い水域を含む BUB メッシュでは、陸域の面積が通常のメッシュと大きく異なるため、BUB コードと対応する人口値から算出される人口密度が、その BUB メッシュ全体を代表しえないと判断したためである。

選択は以下の手順で行った。はじめに、緯度経度座標系上で個々の BUB メッシュに対応する長方形ポリゴンを作成し、この中から解析対象地域の行政区域を表すポリゴンの内部に完全に含まれるものを抽出した。次に、抽出した BUB メッシュのポリゴンを結合し、解析対象地域に内包される BUB メッシュの範囲を表すポリゴンを作成した。最後に、前記のポイントデータから、このポリゴンの内部に含まれるものを選択した。

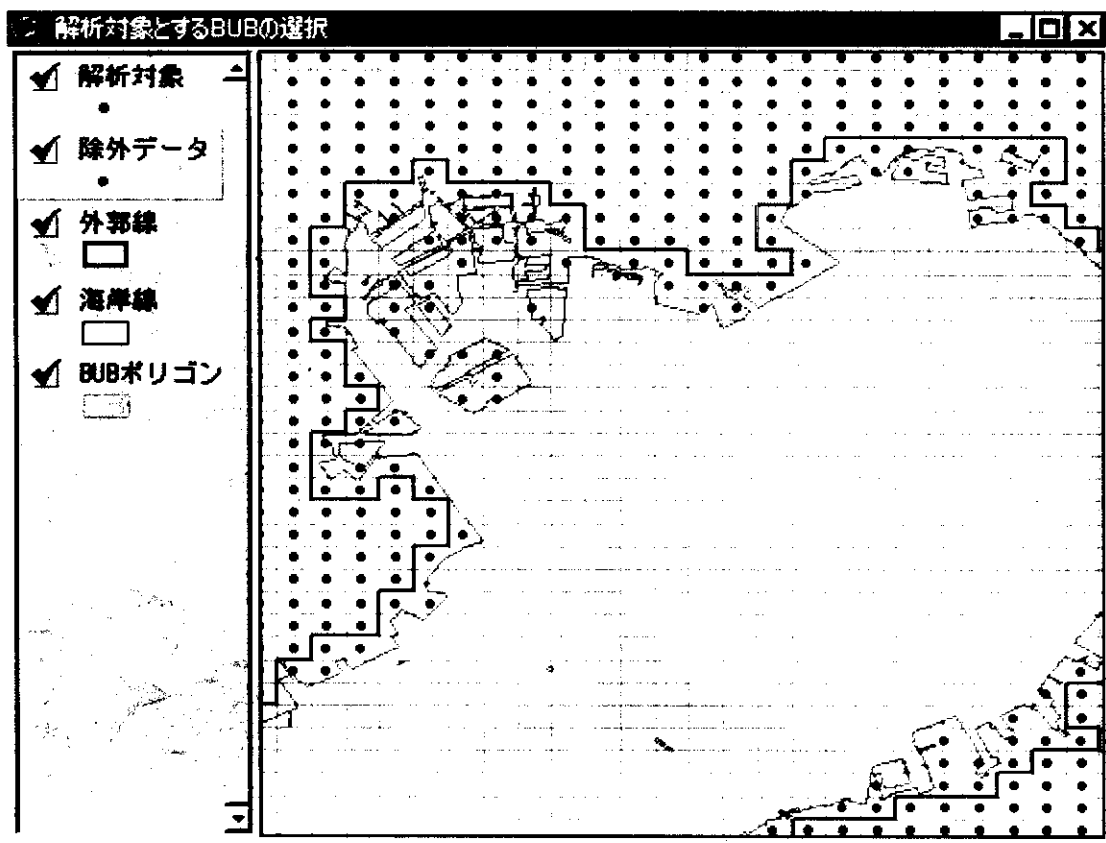


図4：解析対象とする BUB メッシュの選択

2. 人口属性データセットの作成

オリジナルのデータには各メッシュの人口の絶対数が記載されているが、前述のように個々の BUB メッシュの面積が異なるため、人口値が持つ重みはメッシュごとに異なる。そのため、人口値をそのまま BUB メッシュの中心に発生させたポイントに付与して補間を行うことは適切ではない。そこで、人口値を対応する BUB メッシュの面積で除すことにより人口密度(人/km²)を算出し、この値を補間の元データとして用いた。BUB メッシュの面積算出の際には地球の形状をベッセル楕円体と仮定した(計算3)。次に、BUBメッシュコードと人口密度の値を含む人口属性データセットを作成し、前記の位置座標データセットと結合した。

3. 補間によるグリッドデータの作成 (補遺3)

前節で作成した位置座標と人口密度に関するデータセットを Surfer7 にインポートし、補間法を適用して、それぞれの属性値を UTM 座標系上の 1km グリッドデータに変換した。補間の際には複数の手法を適用して結果を比較したが詳細は次章で述べる。補間法により生成されたグリッドファイルは、海上などの解析対象地域外にも人口密度が付与されている(図 5-a)。この不要なグリッドデータを取り除くために、UTM 座標系上の 1km グリッドに相当する正方形ポリゴンを生成し、この

中から解析対象地域の陸地に内包されるものを抽出し、新たなポリゴンを作成した。このポリゴンを用いてグリッドのデータを選択し、解析用のグリッドデータセットとした(図 5-b)。

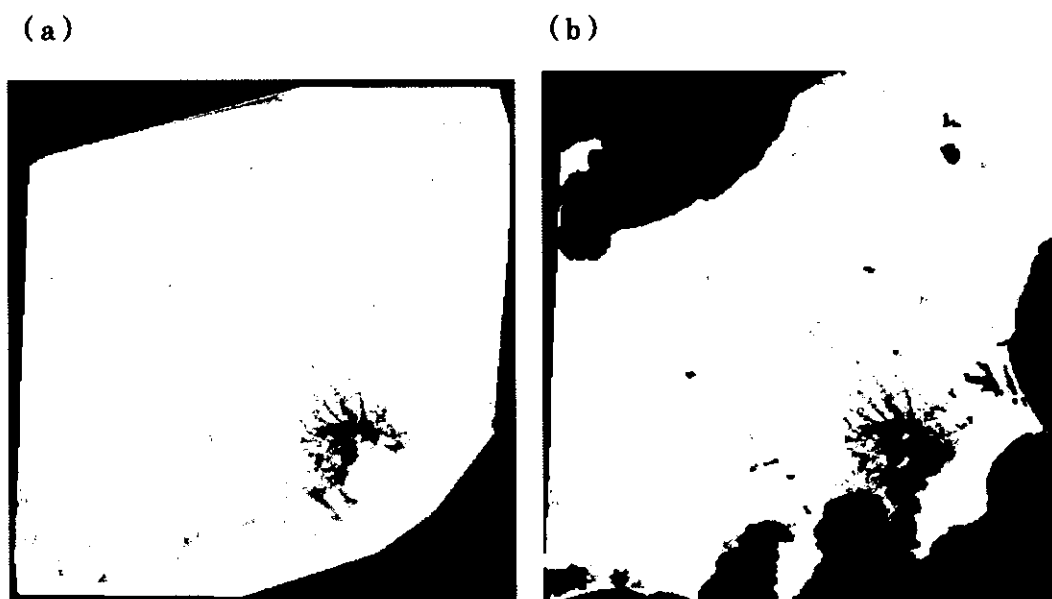


図 5：補間結果 (a) と解析用グリッドデータ (b)
Triangulation / Linear 補間による 1995 年の総人口

IV 各種補間法の適用結果の比較

人口データの補間に最適な方法を判断するために、小口・勝部(2000)を参考に、同一のデータセットに対して複数の補間法を適用し、結果を相互に比較した。比較の際には最新のデータである 1995 年(平成 7 年)の総人口データを用いた。適用した補間法の種類とパラメータは表 2 に示した通りである。

結果の比較

今回の検討では、元のデータを補間する際に座標変換を行っているため、個々の地点ごとに補間後のデータが持つ再現性を調べることはできない。そこで、対象地域全体における人口密度の最小値、最大値および総人口を補完法の適合度を表す指標として採用した。各補間の結果は表 3 に示した通りとなり、人口が分布していない BUB メッシュに対して人口密度 0 のデータを付与したにもかかわらず、Kriging 法を含む多くの補間法で人口密度が負となるグリッドが生じた。これらの手法は、国勢調査人口メッシュデータの補間に不適切であると判断される。

表 2: 補間に用いた手法およびパラメータ一覧

(各方法の詳細については Golden software, Inc., 1999 を参照)

| 記号 | 補間法 | パラメータ |
|---------------|---|------------------------------------|
| IDP1 | Inverse Distance to a Power | Power = 1 |
| IDP2 | | Power = 2 |
| IDP3 | | Power = 3 |
| IDP4 | | Power = 4 |
| IDP5 | | Power = 5 |
| K_exp | Kriging | Function = exponential |
| K_Gau | | Function = Gaussian |
| K_wav | | Function = hole effect |
| K_lin | | Function = linear |
| K_qua | | Function = quadratic |
| K_rq | | Function = rational quadratic |
| K_sph | | Function = spherical |
| MC | Minimum Curvature | |
| Near_N | Nearest Neighbor | |
| Nat_N | Natural Neighbor | |
| PR1 | Polynomial Regression | Function = simple planar |
| PR2 | | Function = bi-linear saddle |
| PR3 | | Function = quadratic |
| PR4 | | Function = cubic |
| R_ts | Radial Basis Function | Function = thin plate spline |
| R_nc | | Function = natural cubic spline |
| R_mq | | Function = multi quadratic |
| R_ml | | Function = multi log |
| R_im | | Function = inverse multi quadratic |
| MS0 | Modified Shepard's Method | Smoothing parameter = 0 |
| TL | Triangulation with Linear interpolation | |

表 3: 補間結果

| 記号 | 最小人口密度 | 最大人口密度 | 総人口 | 面積(km ²) |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------------------|
| Original | 0 | 28800 | 53525771 | 95957 |
| IDP1 | 0 | 21456 | 53687690 | 95957 |
| IDP2 | 0 | 23510 | 53669391 | 95957 |
| IDP3 | 0 | 26461 | 53632642 | 95957 |
| IDP4 | 0 | 27576 | 53612919 | 95957 |
| IDP5 | 0 | 28197 | 53599562 | 95957 |
| K_exp | 0 | 20218 | 53572994 | 95957 |
| K_Gau | 0 | 20218 | 53573262 | 95957 |
| K_wav | -0 | 20213 | 53573080 | 95957 |
| K_lin | -802 | 25885 | 53620686 | 95957 |
| K_qua | -802 | 25885 | 53620686 | 95957 |
| K_rq | -802 | 25885 | 53620686 | 95957 |
| K_sph | -802 | 25885 | 53620686 | 95957 |
| MC | -2264 | 78797 | 53539775 | 95957 |
| Near_N | 0 | 27900 | 53575592 | 95957 |
| Nat_N | 0 | 25241 | 53130607 | 95320 |
| PR1 | -764 | 1726 | 53604299 | 95957 |
| PR2 | -362 | 2191 | 52879691 | 95957 |
| PR3 | -259 | 2442 | 53601200 | 95957 |
| PR4 | -910 | 2534 | 53445299 | 95957 |
| R_ts | -31278518 | 19212728 | 46104299 | 95847 |
| R_nc | -3639 | 28448 | 53501041 | 95847 |
| R_mq | -571 | 24854 | 53620162 | 95957 |
| R_ml | -126 | 20663 | 53634690 | 95957 |
| R_im | -571 | 24854 | 53620162 | 95957 |
| MS0 | -6941 | 27579 | 53597668 | 95957 |
| TL | 0 | 26342 | 53380764 | 95813 |

Original の最小値・最大値は人口密度に変換後の値であり、総人口は変換前の人口値の総和である。

最小値が負の値をとるものと、オリジナルに対して最大値で±10%以上、総人口で±5%以上の差を示したものは、赤字で表示した。

一方、鈴木・島川(2000)は国勢調査小地域統計の補間に Kriging 法が適することを示した。この差は、鈴木・島川(2000)は人口が密集した都市域の 25km² 程度の狭い範囲を対象としているのに対し、本研究で扱った範囲には人口稠密地と過疎地が混在し、人口値のレンジが非常に大きいことに起因すると考えられる。鈴木・島川(2000)は semivariogram を提示し、神奈川県藤沢市付近では lag-distance が約 3000m 以上になると semivariance が一定になる sill が存在することを示している。本研究の対象地域のうち東京圏を含む調査範囲の南半(北緯 36.5 度以南)を対象に semivariogram を作成したところ、lag-distance が 70km 付近において semivariance が最大となり、その以上の lag-distance では sill が認められず semivariance が低下することが判明した(図 6)。このことは、70km 以上距離が離れると空間依存性がかえって高くなることを示しており、このデータセットの補間に通常の Kriging 法が有効ではないことを示唆する(バーロー, 1990)。

表 3 のうち、最小人口密度が 0 となった補間法について検討すると、補間後の最大人口密度は

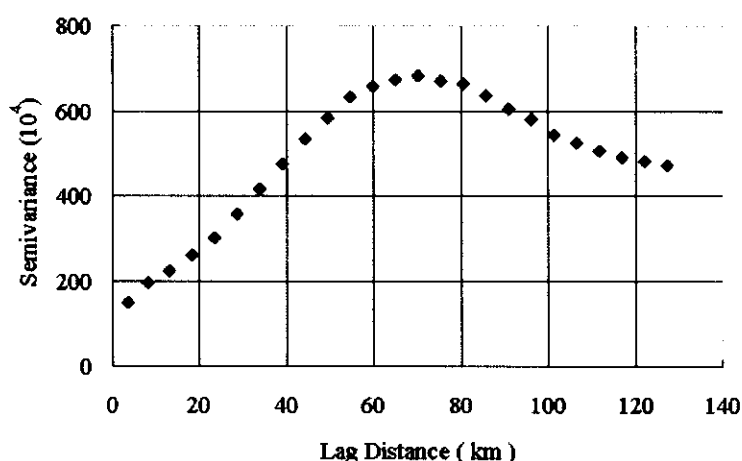


図 6：解析対象範囲南半のセミバリオグラム

オリジナルに比べて低下しているが、Triangulation / Linear 法および Inverse Distance to a Power 法の 3 次式以上では元データに対して 90%以上の再現性を持っている。さらに、最大から 100 グリッド(オリジナルデータは最大から 100 ポイント)の平均人口密度を比較すると、Triangulation / Linear 法、Natural Neighbors 法および Inverse Distance to a Power 法の 3 次式以上が 95%以上の再現性を示した(表 4)。

表 4：補間結果の最大密度の比較

| 補間法 | 最大 100 データの平均 | Ratio |
|----------|---------------|-------|
| TL | 20699.19 | 0.956 |
| Nat_N | 20634.30 | 0.953 |
| IDP1 | 18578.25 | 0.858 |
| IDP2 | 19755.61 | 0.912 |
| IDP3 | 20681.65 | 0.955 |
| IDP4 | 21115.75 | 0.975 |
| IDP5 | 21298.84 | 0.983 |
| Original | 21663.00 | 1.000 |

また、補間したデータから得られる総人口は、Triangulation / Linear 法と、Natural Neighbors 法では元の総人口より少ない値となったのに対し、Inverse Distance to a Power 法では元より大きい値となっている(図 7)。最大値が比較的近い TL と IDP3 の補間結果を比較する

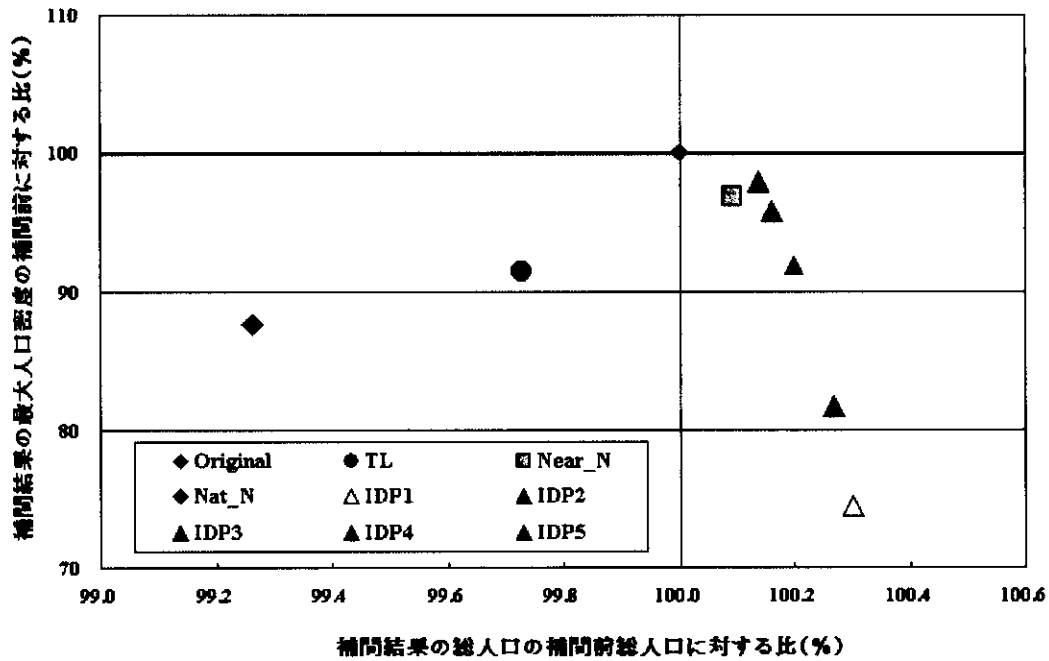


図 7：補間結果の最大密度と総人口の元データに対する比



図 8：IDP3 と TL の差分

灰色は差分 0, 赤色は IDP3 > TL, 水色は IDP3 < TL となったグリッドを示す

と、全体的に IDP3 の方で大きな値が補間されており、人口 0 の範囲の周囲で相対的に大きな値が得られている (図 8)。これは、Triangulation / Linear 法が近接するポイントしか参照しないのに対し、Inverse Distance to a Power 法は離れたポイントも参照するため、本来、人口が分布していない地域にも正の人口密度が与えられたためと考えられる。

一方、Triangulation / Linear 法は Inverse Distance to a Power 法に比べて、補間で得られる範囲が小さくなる (表 3)。これは、対象範囲の外縁付近において、用いた三角形の中心がポイントデータに包括されない場合が生じるためである (図 9)。しかし、欠落の存在は比較的小さく、異なる年次のデータセットでも同一のグリッドが欠落するため、人口動態を検討する際に大きな問題とはならない。むしろ、グリッド数の減少を補正すると、図 7 上の TL

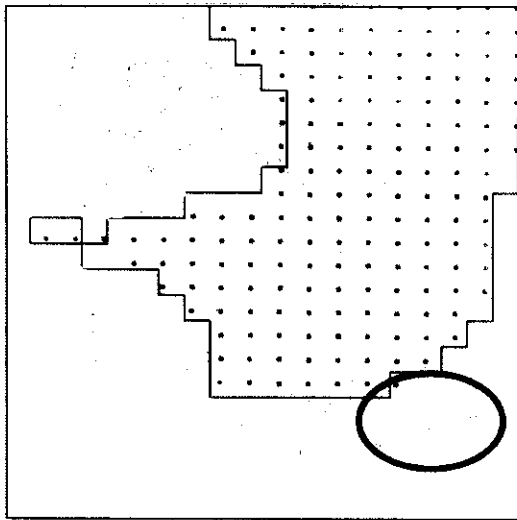


図 9 : Triangulation / Linear 法による
補間の欠落部

灰色部が No Data を示す

の総人口はより 100%に近づくことになる。以上から, Triangulation / Linear 法は Inverse Distance to a Power 法に比べ, よりオリジナルデータへの忠実度が高いといえる。

国勢調査標準地域メッシュデータに適した補間法

Kriging 法や Inverse Distance to a Power 法など, 多項式の関数をデータ分布に適用して補間する方法では, 本来人口が 0 であった地域に人口が与えられ, また, 正の値しか取り得ない人口に対して負の値を付与する場合もある。これは, 多項式関数による補間法が地形や土壌, 気

候値などの空間的連続性が高い現象を念頭に開発されたのに対し, 人口はより離散的に分布する現象であり, 0 という閾値が存在するという相違を反映している。この意味で, 隣接するデータのみを単純な形で参照する Triangulation / Linear 法は, 国勢調査標準地域メッシュデータを補間する際に最適の補間法とみなされる。図 10 は Triangulation / Linear 法に基づく 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 年の人口密度分布を標準偏差で階級分けして示したものである。

V グリッド人口データの応用例

BUB 単位の人口変動の把握は簡便であり, 行政サービスなどでも多く用いられてきた(横浜市 HP「統計で見る横浜」など)。しかし各 BUB の面積が異なるため, 個々の BUB の絶対値の時間変動を検討できても, 地域的な変動の比較は不正確であった。これに対し, グリッドファイルに補完したデータは個々のグリッドが同一面積であるため, 離れた地域の比較検討も可能になった。

ここで, 得られたデータを利用した一つの応用例として, 1970 年と 1995 年の人口密度の差を求め, その分布を表示した(図 11)。その結果, 首都圏だけでなく解析対象地域全域の都市で, 都市中心部で人口が減少して周辺域で人口が増加する「ドーナツ化現象」が発生していることが確認された(図 12)。東京圏を除くと, その空間規模は都市のサイズによらずおおそ数グリッド(数 km)程度であることが確認された。

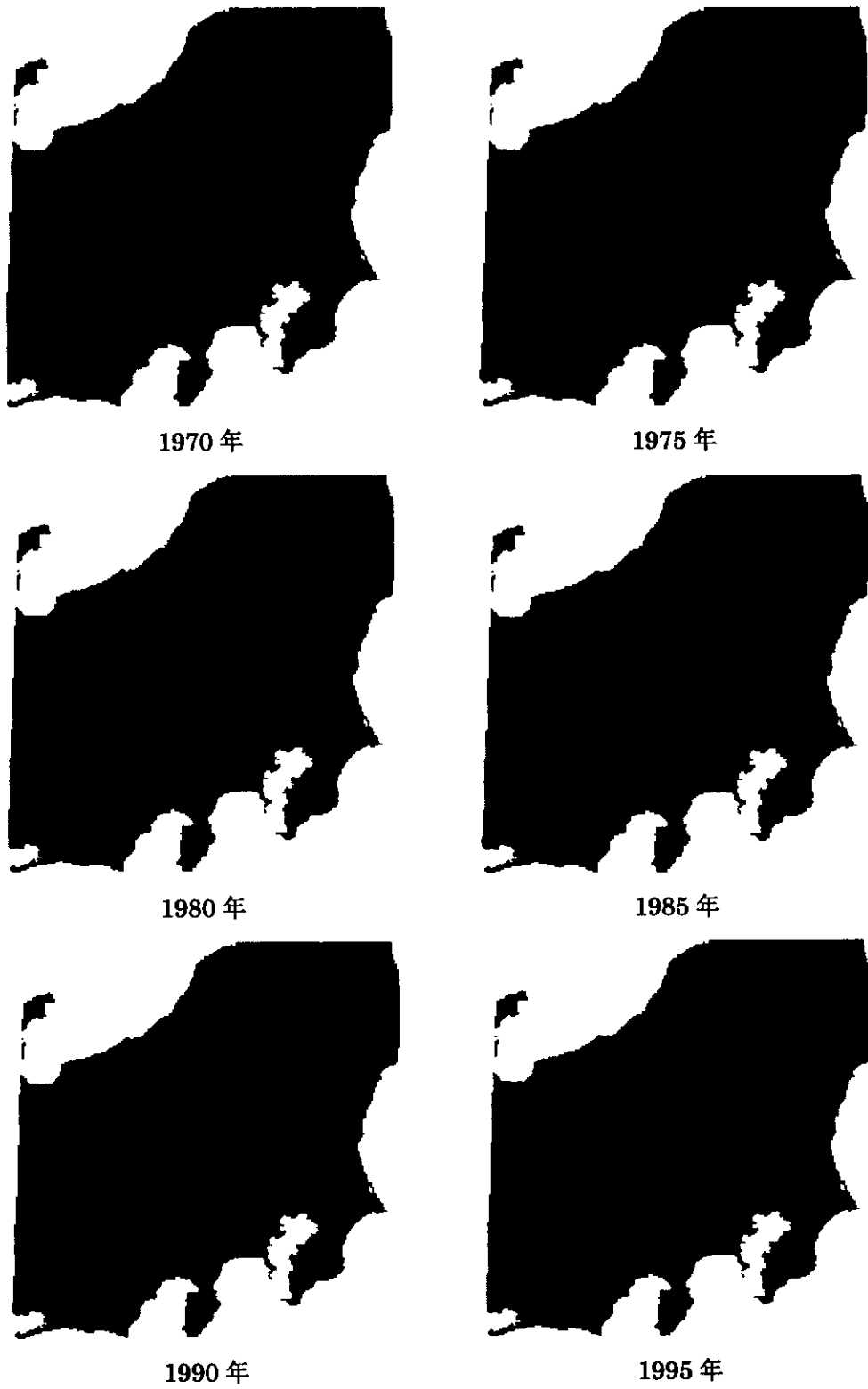


図 10 : Triangulation with Linear interpolation 法による各年次の人口密度
 黄緑色の部分は偏差が大きい (人口集中度が高い)

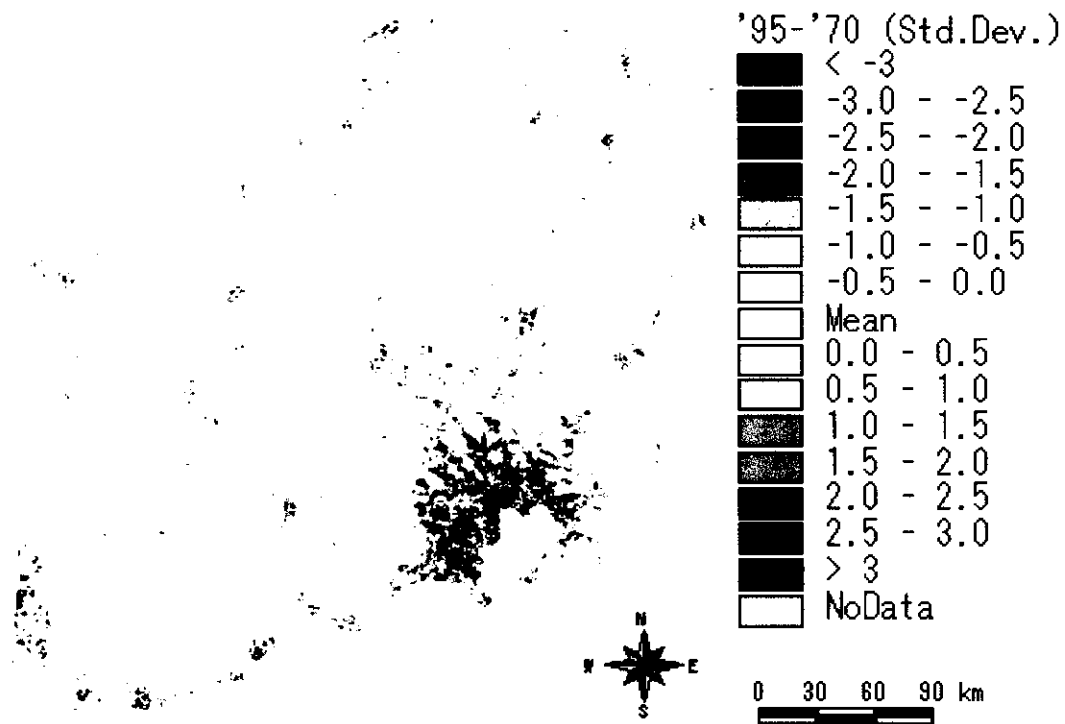


図 11：1970 年から 1995 年の人口変動

VI まとめ

国勢調査標準地域メッシュデータに補間法を適用してメッシュ間の距離が等しいグリッドデータを作成する手順を考察し、作成されたグリッドデータの表現力を検討した。その結果、Triangulation with Linear interpolation 法が人口 0 の付与、最大人口密度・総人口の再現性などで、他の補間法より良い結果を示した。補間後のデータは正確な距離座標と同一の重みを持つため、各種地域統計値の算出やバッファリング解析などに広く利用可能である。また、離れた地域との相互比較も容易に行える。本研究では 1970 年から 1995 年の人口変動を例に、ドーナツ化現象が解析対象地域の各都市で発生していることを確認した。今回得られたデータを用いると、主要幹線道路や鉄道駅への近接度といった「距離」に関する指標を用いた解析も容易であるため、ドーナツ化現象を含む多様な人口問題の解析に寄与するデータとなると期待される。今後、グリッドの作成範囲を全国に拡張し、人口変動の空間分布を定量的に把握するとともに、他の空間データとの比較検討を通じて、人口変動を規定する要因を検討することが重要であろう。

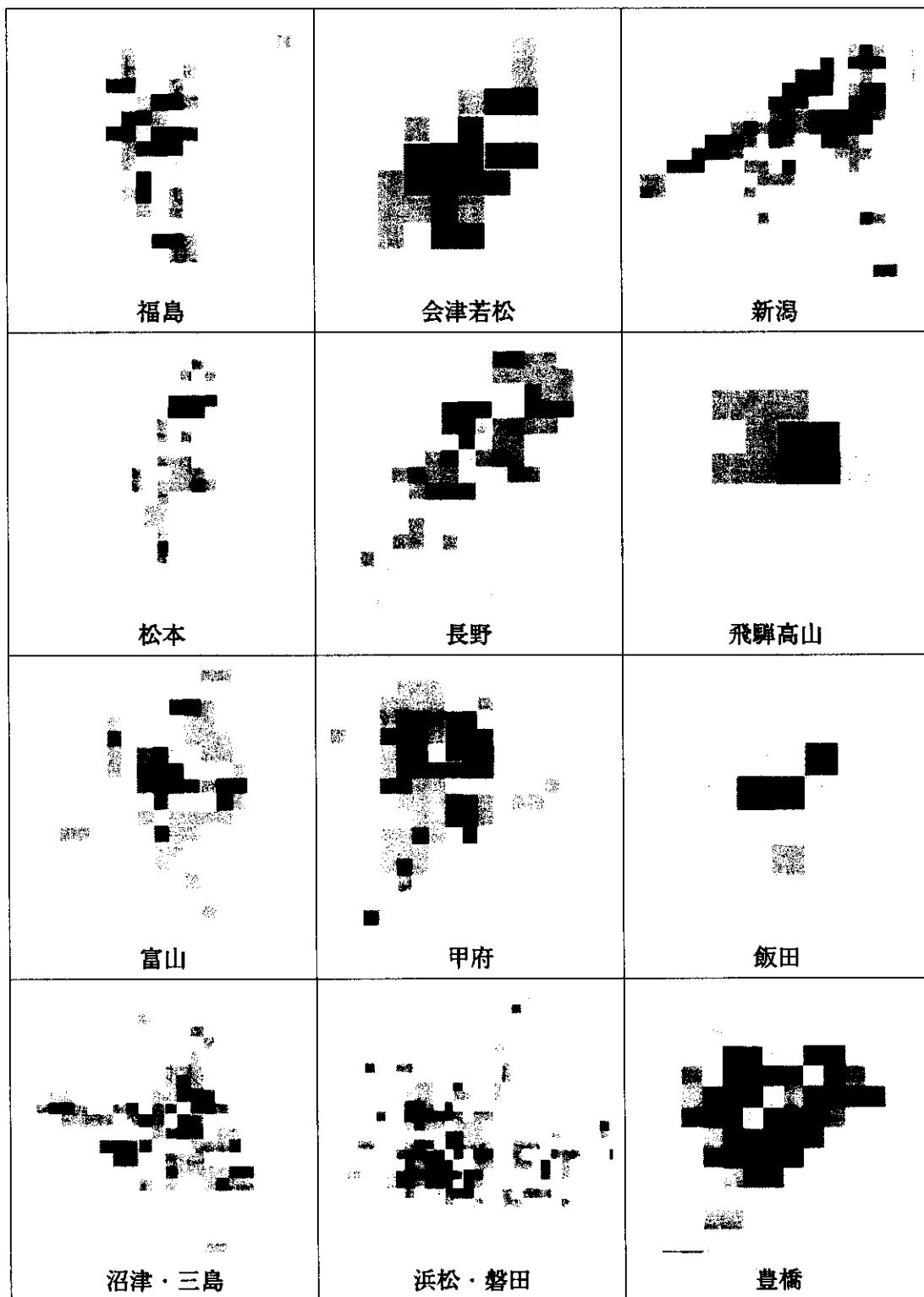


図 12：ドーナツ化現象の例

各グリッドの階級は図 10 参照。縮尺は都市により異なるがグリッドの 1 辺は 1km.

なお、本研究は平成 12 年度厚生科学研究費補助金(政策科学推進研究事業・課題番号 H12-政策-014)および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 26)による成果であり、解析対象地域を区画する海岸線データは北海道地図株式会社提供の GISMAP 25000V ver.2.00, 解析対象とした人口データは財団法人統計情報研究開発センターの地域メッシュ国勢調査集計データを用いている。

参考文献

- 足立 弘 1996. メッシュデータの活用事例:エリアマーケティングでの活用. 高坂宏行・岡部篤行編『GIS ソースブック』54-61. 古今書院.
- バーロー, P. A. 著, 阿仁屋政武・佐藤 亮 訳 1990: 『地理情報システムの原理—土地資源評価への応用—』古今書院. Burrough, P. A. 1986. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press.
- Golden software, Inc., 1999. *Surfer7 User's Guide*. Golden software, Inc.,
- 井出 満 1996. 1 キロ・500 メートルメッシュデータの概要. 高坂宏行・岡部篤行編『GIS ソースブック』48-53. 古今書院.
- 国土建設省国土地理院ホームページ「GTOPO30」.
<http://www1.gsi.go.jp/gtopo30/gtopo30.html> (2001 年 2 月 26 日現在).
- Lin, Z., Oguchi, T. and Duan, F. 1999. Topographic and climatic influences on population and soil in east to southeast Asia: a GIS approach. *Geographical Review of Japan* 72B: 181-192.
- 小口 高・勝部圭一 2000. 細密 DEM を用いた地形解析. 杉盛啓明・青木賢人・鈴木康弘・小口高・地域環境 GIS 研究会編著『デジタル観測手法を統合した里山の GIS 解析—東京大学空間情報科学研究センター公開シンポジウム—』19-26. 地域環境 GIS 研究会.
- 奥貫圭一 2001. 都市解析と GIS. 高坂宏行・村山祐司編『GIS—地理学への貢献—』300-131. 古今書院.
- 総務省統計局統計センターホームページ「地域メッシュ統計」.
<http://www.stat.go.jp/data/mesh/index.htm> (2001 年 2 月 26 日現在).
- 鈴木重行・島川陽一 2000. Kriging 法を用いた空間集計データの補間の—提案—人口分布を例題として—. 地理情報システム学会講演論文集 9: 123-126.
- 横浜市ホームページ「統計で見る横浜」.
<http://www.city.yokohama.jp/me/stat/mesh/mesh-A02.html> (2001 年 2 月 26 日現在).

注

注1 BUB メッシュの除外対象とした湖水域は以下の通り。浜名湖, 猪鼻湖, 本栖湖, 精進湖, 西湖, 河口湖, 山中湖, 芦ノ湖, 諏訪湖, 手賀沼, 印旛沼, 牛久沼, 霞ヶ浦, 外浪逆浦, 北浦, 中禅寺湖, 奥入瀬遊水池, 猪苗代湖, 秋元湖, 小野川湖, 檜原湖。

補遺

【補遺 1】位置座標データセットの作成

- ・ 使用データ範囲の一次メッシュデータファイルを, バイナリ結合ツールを用いて結合する。
- ・ MS-EXCEL にインポートし, BUB コードから各ポイントの緯度・経度を算出する(計算 1)。
- ・ 上記ファイルを Surfer にインポートし, 空白データを Nearest Neighbor 法で補間し, grd ファイルを生成する。

補間用パラメータ

[X_Spacing=0.0125 (45/3600sec)][Y_Spacing=0.00833333 (30/3600sec)]

[Search Ellipse=0.001]

- ・ ASCII XYZ ファイルとしてエクスポートし, dat ファイルを生成する。
- ・ 拡張子を txt に変え, ArcView にインポートし, ポイント形式のシェープファイル(緯度・経度・メッシュコード)に変換する。
- ・ テーマによる選択で BUB 外郭線ポリゴンに含まれるポイントを抽出する。
- ・ 抽出されたポイントの dbf ファイルを MS-EXCEL にインポートし, NoData Value が挿入されたポイントに対し, 緯度経度から BUB コードを算出する(計算 2)。
- ・ ふたたび ArcView にインポートし, 株式会社パスコ社製の投影変換ツール「シェープファイル変換プログラム」を用いて, UTM に投影変換する。
- ・ ArcView のエクステンション, 「USC-CLA Vector Utilities Extension」の Add XY coordinates を用い, 緯度経度座表系に投影されているポイントシェープファイルに UTM の XY 座標を付与し, (緯度・経度・X・Y・BUB コード)という形式で保存する。

【補遺 2】外郭線ポリゴンの作成

解析対象地域のポリゴンを作成する

- ・ 北海道地図社製の「GISMAP S25000」から解析対象とする二次メッシュの*_a.shp ファイル(ポリゴンデータ)を ArcView 上で空間解析処理の中のマージを使って結合する。
- ・ 全部のポリゴンを市町村, 都道府県の順にディゾルブし, 解析対象地域のポリゴンとする。

BUB 外郭線ポリゴンを作成する

- ・ (緯度・経度)投影上で, ArcView のスクリプト“createmapgrid.ave”を利用し, 調査範囲が包括さ

れる数の BUB に相当するポリゴンを作成する。

BUB ポリゴン生成用パラメータ

Lower Left origin X = 138.625, Lower Left origin Y = 34.83333 (作成するポリゴンの南西角の BUB の中心), [X_Spacing=0.0125 (45/3600sec)] [Y_Spacing=0.008333 (30/3600sec)]

- BUB に相当するポリゴンを解析対象地域のポリゴンを用いてテーマによる選択(～の中に含まれる)を行い、内部に含まれるポリゴンのみを選択する。
- 選択したポリゴンをディゾルブし、BUB 外郭線ポリゴンファイルとする。

【補遺 3】グリッドデータへの補間と切り出し

Surfer による補間

- 位置座標データと属性データを結合したファイルを Surfer にインポートする。
- 補間法を選択し、以下のパラメータを用いて補間を行う。

補間用パラメータ

[X_Minimum=130000] [X_Maximum=502000]
[Y_Minimum=3815000] [Y_Maximum=4215000]
[X_Spacing=1000] [Y_Spacing=1000] ⇒ 373×401 lines

- 生成されたグリッドに対し、Surfer 上で[Mirror Y]を行い、GS ASCII 形式で出力する。
- Surfer と ArcView では ASCII 形式のヘッダーが異なるため、テキストエディター上で Surfer のヘッダーを削除し、ArcView 用のヘッダーをペーストする。

置き換え用ヘッダー

```
NCOLS 373
NROWS 401
XLLCENTER 130500
YLLCENTER 3815500
CELLSIZE 1000
NODATA_VALUE 1.70141e+038
```

- ArcView にインポートし、グリッドファイルとする。

解析用グリッドデータの切り出し

- UTM 投影上で、ArcView のスクリプト“createmapgrid.ave”を利用し、調査範囲が包括される数のグリッドを生成させる。

グリッドポリゴン生成用パラメータ

Lower Left origin X = 130000, Lower Left origin Y = 3815000 (南西隅グリッドの左下の UTM 座標), [X_Spacing=1000] [Y_Spacing=1000]

- 「シェープファイル変換プログラム」を用いて UTM 変換した解析対象地域のポリゴンによって、上記ポリゴンを切り出す。

- ・ 切り出したポリゴンをディゾルブし、グリッド外郭線ポリゴンを作成する。
- ・ ArcView のエクステンション「USC-CLA Grid Utilities Extension」の Clip Grid を用いて、補間されたグリッドデータからグリッド外郭線ポリゴンに包括されるグリッドを選択、解析用グリッドデータとする。

計算式

計算はMS-EXCELを用いて行った。下記のセル内の計算式、および関数はMS-EXCELのものである。

【計算 1】BUB コードから緯度・経度を算出する

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|------|------|------|------|------|------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 一次緯度 | 一次経度 | 二次緯度 | 二次経度 | 三次緯度 | 三次経度 | Longitude | Latitude | Mesh_Code |
| 2 | 52 | 38 | 2 | 5 | 0 | 0 | *1 | *2 | *3 |
| 3 | | | | | | | 138.63125 | 34.8375 | 52382500 |

$$*1:=(B2+100)+(D2*7.5/60)+(F2*45+22.5)/3600$$

$$*2:=(A2*40+C2*5)/60+((E2*30+15)/3600)$$

$$*3:=F2+E2*10+D2*100+C2*1000+B2*10000+A2*1000000$$

緯度・経度の計算の際には BUB の中心座標とするため、BUB の間隔の 1/2(経度方向 22.5 秒, 緯度方向 15 秒)を加える。

【計算 2】緯度・経度から BUB コードを算出する

井出(1996)によると、算出法は以下の通りである。

- ・緯度を 40 分で割ったときの商が p=1 次メッシュの上 2 桁
- ・上記あまりを 5 分で割った商が q=2 次メッシュの上 1 桁
- ・上記あまりを 30 秒で割った商が r=3 次メッシュの上 1 桁
- ・経度を 1 度で割った商を s とすると(s-100)が 1 次メッシュの下 2 桁
- ・上記あまりを 7 分 30 秒で割った商が t=2 次メッシュの下 1 桁
- ・上記あまりを 45 秒で割った商が u=3 次メッシュの下 1 桁
- ・三次メッシュコードは 【p(s-100)qtru】の順に組み合わせたもの

| | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|-----------|----------|----------|----|-------|----|----|----|----|-------------|
| 1 | LONGI | LATI | MESHCODE | P | s-100 | Q | t | r | u | Filled Code |
| 2 | 139.84375 | 34.90417 | 52392687 | *1 | *2 | *3 | *4 | *5 | *6 | *7 |
| | | | | 52 | 39 | 2 | 6 | 8 | 7 | 52392687 |

*1:=TRUNC(C2/(40/60))

*2:=TRUNC(B2-100)

*3:=TRUNC((C2-E2*40/60)/(5/60))

*4:=TRUNC((B2-100-F2)/(7.5/60))

*5:=TRUNC((C2-(E2*40/60)-(G2*5/60))/(30/3600))

*6:=TRUNC(((B2-100-F2)-(H2*7.5/60))/(45/3600))

*7:=J2+I2*10+H2*100+G2*1000+F2*10000+E2*100000

TRUNC ⇒ 小数を切り捨て、整数部だけに変換する関数

【計算3】BUBの面積を算出する

- ・BUBを台形に近似し、ベッセル楕円体に基づいて上底、下底、高さを計算した。ベッセル楕円体の諸元は理科年表によった。
- ・BUBの上底と下底で長さが異なるため、それぞれ中心点(高さの算出に利用する緯度の値)に対して15秒ずつ(三次メッシュの半分)ずらした値で計算する。

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|---|-----------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------|-------------------------------|
| 1 | 緯度 (°) | 中心点 の Radian | 緯度一 秒の長さ (m) | グリッド の高さ | 経度1秒 の長さ (m) | 上底の Radian | 台形上底の 一秒の長さ (m) | グリッドの 上底 | 下底の Radian | 台形下底の 一秒の長さ (m) | グリッド の下底 | グリッドの面 積(km ²) |
| 2 | | *1 | *2 | *3 | *4 | *5 | *6 | *7 | *8 | *9 | *10 | *11 |

*1:=B2*PI()/180

*2:=PI()*6377397.155*(1-0.00669447)/648000/(1-0.00669447*SIN(C2)*SIN(C2))^(3/2)

*3:=D2*30

*4:=PI()*6377397.155*COS(C2)/648000/SQRT(1-0.00669447*SIN(C2)*SIN(C2))

*5:=(B2+(15/3600))*PI()/180

*6:=PI()*6377397.155*COS(G2)/648000/SQRT(1-0.00669447*SIN(G2)*SIN(G2))

*7:=H2*45

*8:=(B2-(15/3600))*PI()/180

*9:=PI()*6377397.155*COS(J2)/648000/SQRT(1-0.00669447*SIN(J2)*SIN(J2))