

地理情報システムの基本概念と諸問題について

本郷 満*

I. はじめに

コンピュータおよび通信技術の飛躍的な発展は、情報の収集・伝達、保管・管理、利用の各側面での応用技術の高度化を推進し、現代社会の情報化を進展させる技術基盤となっている。特に、情報の保管・管理および利用の側面における情報化の進展には、コンピュータのハード、ソフトの普及が大きな役割を果たした。なかでも、昭和50年代初頭のパソコンの登場は、こうした情報化の波を社会の隅々にまで浸透させる契機となった意味において、極めて画期的な出来事であった。そして、パソコン等のコンピュータの進歩によって、情報の保管・管理および利用の高度化が進み、膨大な情報が日々蓄積されることになった結果、データベース (DB: database、以下 DB と略す) の整備とその利用技術が、情報化のための中心的な技術領域として、次第に重要な位置を占めるようになってきている。

DB という用語は、米国では昭和40年代初頭から本格的に普及しはじめ¹⁾、我国においては昭和50年代に入って定着したとされるが²⁾、その意味するところは多様であり、その定義もさまざまである。とはいえ、DB とは「コンピュータ処理が可能なかたちで、体系的に整理・蓄積された情報の集合体」であ

り、コンピュータ利用を前提とするものである³⁾。従って、DB を運用するためには、コンピュータのハードとソフト、つまりコンピュータシステムが必要であり、その DB 運用システムのことを DB システム (database system) と呼んでいる。ただし、DB と DB システムとは実質的に不可分であり、両者を含めた意味で DB システムということもある。また、DB システムそのもの、特にソフトのことを DB 管理システム (DBMS: database management system) という。

DB の意味するところやその定義が多様であるのは、DB 化された情報の内容が広範囲に及びその種類も多種多様であること、体系化やその運用レベルも単純なものから高度なものまで幅広いことなど、その実体が極めて多様であることによっている。そのため、本稿で考察する地理情報システム (GIS: geographic information system) にも様々なシステムがある。地理情報システムは地理空間に係わる情報を扱い、その DB 化を含めた地理情報運用システムであり、具体的には地図情報が中心的な位置を占めるものである。そして、地理情報システムは、現状では、地図情報の重きの置き方、または扱う地理情報の内容によって以下の2つに大別されると思われる。

第1は、地図そのものの DB 化を主眼とす

* (株)中国地方総合研究センター

るもので、地図のコンピュータへの入力と、グラフィックな地図出力に関心が置かれるシステムである。これは、地理空間上の座標情報がDBの主たる情報内容となる地図情報システム⁴⁾といえる。最近では、かなり精度の高い地図情報システムが開発されており、精緻な地図のDB化も可能になっている⁵⁾。なお、地理情報システムの開発は、地図情報システムを中心に行なわれてきており、地理情報システムという場合、この地図情報システムが想起されるようである。

第2は、地図情報のDB化は二義的なもので、地域統計情報等の地理空間に係わる諸情報のDB化とその効果的な活用を主眼とするシステムである。これは、地理空間上で把握される各種の主題情報がDBの主たる情報内容となる地域情報システム⁶⁾であり、地図は、最も有効な表現手段として利用され、多様な表現手段の一つとして位置付けられるものである。この地域情報システムは、扱う情報量が膨大になること、および統計情報固有の複雑な問題⁷⁾を含んでいること等により、高度な情報処理まで可能なDBシステムの開発事例は少ない⁸⁾。

地図情報システムと地域情報システムは、地理情報を扱う点で基本的に同じであり、以下、上記の地域情報システムのことを地理情報システムと呼ぶことにしたい。この地理情報システムの利用分野は、極めて広範な領域に及び、行政における地域計画策定等のための基礎統計分析、民間企業における経営戦略策定等のためのマーケティング分析などに利用され、多方面での意思決定を支援するシステムとして活用されることが期待できる⁹⁾。そこで本稿では、地理情報システムを構築す

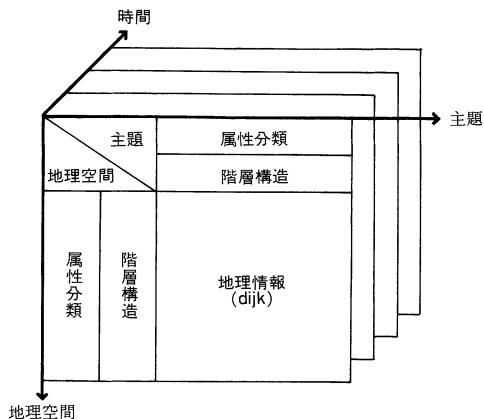
るにあたり、地理情報のDB化等に係わる基本概念を整理するとともに、地理情報のDB化とその利用を進めるために必要な地理情報システムの機能と問題点について考察したい。

II. 地理情報の基本概念

(1) 地理情報空間—地理情報の認識枠組み—

① 地理情報空間の3次元構造

地理情報は、地理空間との関連で把握される事象についての情報であり、地理空間上の特定の部分との関連で把握し得るものすべてが含まれる。そして、ある一つの地理情報を特定するためには、地理空間軸、時間軸、および主題軸の3軸から構成される概念的な地理情報空間を認識枠組みとする必要がある(第1図)。ここで地理空間軸は地理的位置または範囲を特定する要素、時間軸は時間的位置または範囲を特定する要素であり、主題軸は地理空間軸と時間軸で特定される記述対象についての如名なる事実を示したものと、地理情報の内容そのものを特定する要



第1図 地理情報空間

素である。この地理空間、時間、主題の3側面から記述される“地理情報に関する情報”は、その地理情報が何物であるかの素性を明らかにするメタ情報といえる¹⁰⁾。

地理情報のDB化を行なうにあたっては、地理情報がその要素として内包する地理空間、時間、主題に関する3次元のメタ情報を、一つ一つの地理情報について明示しなければならない。例えば、京都市の1990年3月末時点の住民基本台帳人口は1,407,302人である。この場合、1,407,302という数値を京都市の1990年3月末時点の住民基本台帳人口を意味する地理情報として認識するためには、少なくともその数値に“京都市”という地理空間に関するメタ情報、“1990年3月末”という時間に関するメタ情報、および“住民基本台帳人口”という主題に関するメタ情報の3次元のメタ情報を付与する必要がある。

地理情報を特定する3次元のメタ情報は、上記の例に示すように主としてその“名称”として表現されるが、これをコンピュータ処理が可能なたちにするためには地理情報の名称等、つまり3次元のメタ情報をそれぞれ“コード”化する必要がある。DBの定義に

明らかなように、地理情報のDB化は、その体系的なコード化が本質的な作業となる¹¹⁾。

② 地理情報空間の分類階層概念

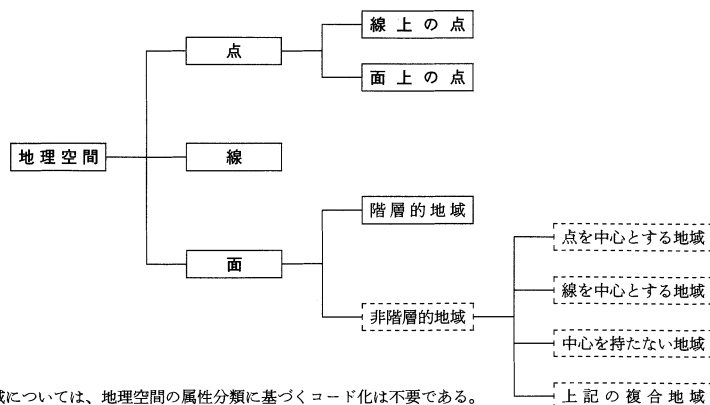
地理情報が内包する3次元のメタ情報をコード化するにあたって、メタ情報それぞれに対応する分類階層概念がその基礎概念として導出される。分類階層概念は、地理情報に拘わらず情報のDB化には不可欠な概念であるが、具体的な分類階層体系はDB設計者の地理情報空間の構造認識を反映するため普遍的なものは存在せず、多様なコード体系が存在し得ることになる。

3次元のメタ情報それぞれの属性分類および階層構造に基づいたコード化が行なわれることにより、個々の地理情報は、他の地理情報と識別される唯一の地理情報として特定されることになる。そこで以下では、地理空間、時間、および主題の3次元のメタ情報の具体的な内容である分類階層体系について考察し、地理情報空間の分類階層概念とはどのようなものかを明らかにしたい。

(2) 地理空間の分類階層概念

① 地理空間の属性分類

地理空間の構成要素は、概念的には点、線、



注：破線囲みの地域については、地理空間の属性分類に基づくコード化は不要である。

第2図 地理空間の属性分類

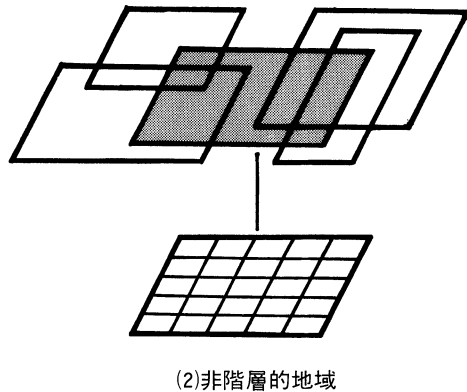
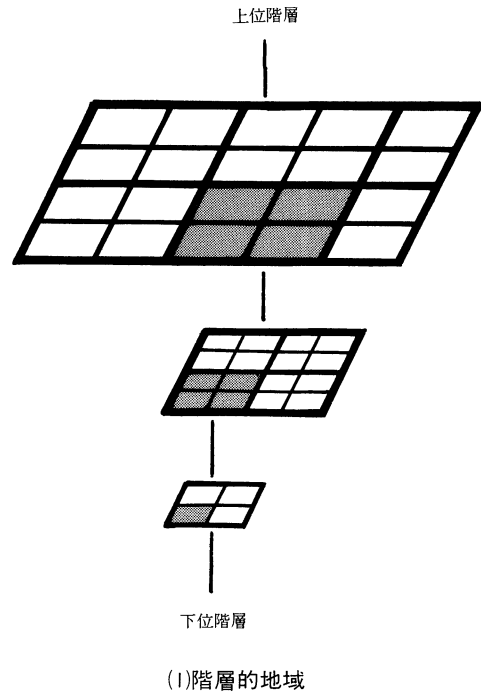
面の3次元の属性に大別され、地理空間上の特定の位置あるいは範囲はそのいずれかで把握される。従って、地理情報も点の情報、線の情報、面の情報の3類型に分類する必要がある(第2図)¹²⁾。

点の情報とは、その位置が地図座標上の点として把握される記述対象に関する情報であり、例えば各種の施設や様々な集団・組織あるいは個人などに関する情報がこれに分類される。さらに、点の情報は、線上の点として認識されるものと、面上の点として認識されるものに分けることができる。具体的には、道路の交差点やインターチェンジ、鉄道の駅、河川の合流点などは線上の点として認識され、線との係わりを持たないものは面上の点として認識されることになる¹³⁾。

線の情報とは、その位置が地図座標上の線として把握される記述対象に関する情報であり、具体的には道路、鉄道、河川などに関する情報が分類される。ただしここでは、上記の線上の点に関する情報と線そのものに関する情報を分けて考える必要があり、ここに分類されるべきは道路の舗装率、鉄道の単線・複線の別、河川の流量など、線そのものに関する情報である。

面の情報とは、その範囲が地図座標上の面として把握される記述対象に関する情報であり、具体的には境界線で囲まれた領域である“地域”に関する情報が分類される。この地域情報が、地理情報の中で中心的な位置を占めるものである。地域の概念的な分類に関する問題は、地理学固有の関心事であり、様々な地域概念が提唱されているが¹⁴⁾、地域情報のDB化とその運用システムを構築するためには、後述する地域の階層構造との関係にお

いて、大きくは階層的地域と非階層的地域に二分するのが良いと思われる(第3図)。階層的地域とは、大地域から小地域に至る一連の地域の階層構造の中で把握されるもので、下位階層に位置する地域が上位階層に位置する地域の重複および空白のない部分地域であ



第3図 階層的地域と非階層的地域の概念

り、反対に、上位階層に位置する地域が下位階層に位置する地域の重複および空白のない集合地域でもある正確を持つものである。つまり、非重層的な網羅性を持つ階層構造の中に位置付けられる地域が階層的地域である。それに対して、非階層的地域とは、ある階層に位置する地域を単位として、その集合地域を任意に設定したものであり、上記の非重層的な網羅性を満たさない地域である¹⁵⁾。例えば、商圈地域を考える場合、重複および空白部分のない商圈設定は、地域単位とした下位階層の地域がもれなくいずれかの商圈地域に分類され、かつ下位階層の地域が2つ以上の商圈地域に重複して含まれることもないので、その意味で階層的地域として認識される。しかし商圈は、重複地域を持って認識され、場合によってはいずれの商圈にも含まれない空白部分が存在することが許されることもある¹⁶⁾。このような重複や空白を認める商圈設定は、ある階層に位置する地域をただ地域設定のための単位として扱うだけであり、また、設定された商圈の集合地域を定義したとしてもそれ以上の階層への発展は考えられないで、その意味で非階層的地域とするのが妥当である。

なお、非階層的地域は、その地域設定における目的意識によって、点を中心とする地域、線を中心とする地域、中心を持たない地域、およびそれらの複合地域の4類型に分類することもできる(第4図)。例えば、点を中心とする地域としては、ある施設を中心とした半径 $n\text{km}$ で定義される点周囲やその実勢圏、線を中心とする地域としては、ある路線を中心とした線側 $n\text{km}$ で定義される路線帯、中心を持たない地域としては、類似した性格を



第4図 非階層的地域の設定例

持つ地域の集合地域、複合地域としては、2つの点周囲の重複地域や点周囲と路線帯の重複地域などが考えられ、非階層的地域の地域設定は多用に定義され得る¹⁷⁾。ただし、この非階層的地域の分類は、地域情報のDB化においてではなく、その運用システムの機能を検討する際に意味を持つものである。非階層的地域は、階層的地域のいずれかの階層に位置付けられる地域を単位として定義されるの

で、地域情報の DB 化のためのコード体系は、階層的な地域についてのみ検討すればよい。

② 地理空間の階層構造

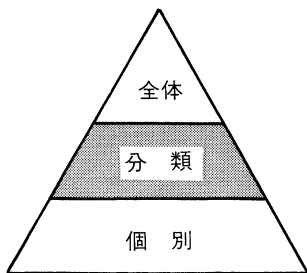
以上の分類は、地理空間の概念的な構成要素に基づく基層的な属性分類であり、実際に地理情報の DB 化を行なう場合には、具体的な記述対象を、さらに詳細に分類していく必要がある¹⁸⁾。そして、記述対象の属性分類が上記の基層分類の基に体系化された後、それぞれの分類に固有な階層構造の明確化が問題となる。

ところで、属性分類と階層構造の概念は、いずれも記述対象の分類体系の階層性に関する概念ではあるが、両者の相違点は、前者が異質な記述対象の垂直的な分類であるのに対して、後者は同質な記述対象の並列的な分類であることにある。具体的には、属性分類概念で識別された異質な記述対象については、それらを統合しても何の意味もないのに対して、階層構造概念で識別された同質の記述対象は、それらを統合したものが上位階層の記

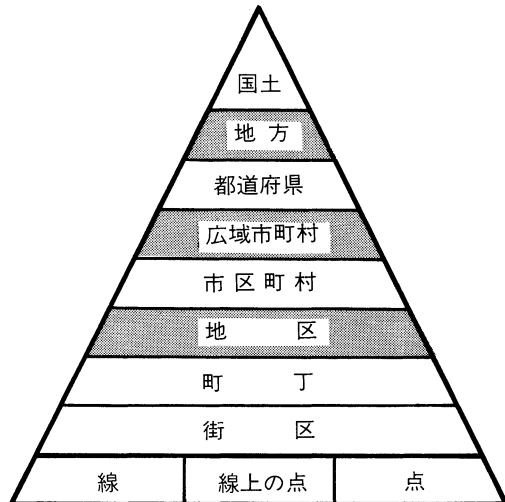
述対象を構成することになる。例えば、前記の線上の点として例示した、道路の交差点と鉄道の駅は、それぞれ性質の異なる記述対象であるので、これを統合しても何の意味もないことは明らかであろう。それに対して、鉄道駅のさらに詳細な分類、例えば特急停車駅、急行停車駅、快速停車駅等の分類は、それらを統合しても鉄道駅としての意味を持ち、それらを統合したものが上位階層にある鉄道駅という記述対象を構成することになる。このように、本質的に内容の異なる分類体系を同じものとして扱うことはできないので、それを属性分類と階層構造という 2 つの概念で把握する必要が生じるのである。

以上で地理空間の属性分類概念と階層構造概念の意味するところは明らかになったと思われるので、以下では地理空間の階層構造について具体的に考察したい。

点および線の情報の階層構造は、面の情報、すなわち地域情報の階層構造に比べると単純である（第 5 図）。つまり、属性分類概念で



第 5 図 点および線情報の階層構造



第 6 図 地域情報の階層構造

最小分類単位とされた個々の記述対象分類の階層構造は、全体レベルが最上位、個別レベルが最下位にあり、その中間に分類レベルの階層を挟んだ構造にある。上記の鉄道駅の細分例は、鉄道駅という記述対象についての分類レベルの一例である。もちろん、分類レベルは必ずしも1階層に限られるものではなく、2つ以上の階層から構成されることもあろうが、点および線の情報の階層構造は、本質的には3階層構造である¹⁹⁾。しかし、特定の記述対象分類についての分類レベルの具体的な内容は、その視点によって多様性を持つため、1つの分類体系に普遍化することは困難である。例えば、鉄道駅の分類レベルの具体的な内容は、上記のような格付けに基づく分類体系のほかに、経営主体および路線による分類体系などを考えることもできる。

面の情報、つまり地域情報の階層構造は、最上位を国土レベルとすれば、地域スケールの階層性に基づく8階層構造を想定できよう(第6図)。この階層構造概念は、地域の記述対象が、国土レベル、地方レベル、都道府県レベルから町丁レベル、街区レベルに至るまでの階層性を持つことを意味している。そして、階層構造概念の意味するところから明らかのように、下位レベルの地域の集合領域が上位レベルの地域を構成し、反対に上位レベルの地域が下位レベルの地域をもれなく包含するという有機的な階層構造を持つものである。さらに、この考えの延長として、街区レベルの下に、個別記述対象がその最下位レベルを構成する線の情報と点の情報が位置付けられる。つまり、点の情報や線の情報として把握される個別記述対象の地理的位置に基づく集計等によって地域情報が得られること

が示され、ここに、属性分類概念も内包する、地理空間の統合的な分類階層概念がまとめられることになる。

ところで、階層構造をなす各地域レベルの中で、都道府県レベル、市区町村レベル、町丁レベルはある程度普遍的なものであり、一般の統計数値などはほとんどが都道府県、市区町村、町丁単位で表示されている²⁰⁾。しかし、そのほかの地方レベル、広域市町村レベル、地区レベルの地域情報については、統計資料作成主体や統計資料利用者の地域管理体制等によってその具体的な地域区分は多様であり、資料の地域単位や求められる地域区分は異なることが多い²¹⁾。そのため、点および線の情報の属性分類と階層構造が多様性を持つと同様に、地域情報についても、階層構造をなす各レベルの具体的な内容、つまり地域階層構造の体系は幾通りも存在する。例えば、メッシュ地域体系や国勢調査区・統計区体系は、それぞれが独自の有機的な階層構造を持つが、両者はまったく別ものであり、その他の行政的な地域区分に基づく各種の階層構造体系にも他との相互関連性はない。

(3) 時間の分類階層概念

地理空間が、概念的に点、線、面の3次元に分類されるのと同様な視点に立てば、時間は、点的時間と線の時間の2次元に分けて考えることができる²²⁾。なお、地理空間および時間の分類階層概念は、記述対象を分類し、特定するための概念であるが、両者の相違点としては、以下の3点が指摘できよう。

第1は、上記のように、前者が3次元で把握されるのに対して、後者は2次元で把握されることである。このため、地理空間の分類階層は面的な連続性に基づく体系化が行なわ

れ、時間の分類階層は線的な連続性に基づく体系化が行なわれることになる。

第2は、記述対象を分類するにあたって、前者の分類体系には前述のように多様性が認められるのに対して、後者は時間という1つの属性に係わるものであり、唯一の分類体系に普遍化できることである²³⁾。このため、地理空間については、異質な記述対象の属性分類概念と、同質な記述対象の階層構造概念とを分けて考える必要があり、その分類階層体系は複雑なものになるが、時間については、このような分類階層の二分的な概念化は必要ではなく、その分類階層は単純な構造に体系化されることになる。

第3は、後述する地理情報の主題との関連において、地理空間の分類体系が、主題とは独立にそれに先だって定義されるのに対して、時間は、主題と密接な関係を持ち、主題との対応により事後的に認識されることである。つまり、時間を点的時間と線的時間に分類するならば、前者の概念で把握される地理情報は、一時的の存在量を示すストック（断面）情報に対応し、後者の概念で把握される地理情報は、一定期間での生起・活動結果を示すフロー（累積）情報に対応することになる。このため、3次元構造で認識される地理情報空間は、時間軸を主題軸に投影した2次元構造で認識することも可能であり、地理情報のDBファイルやその出力リストは、主に表形式で登録され、表示されることになる。

(4) 主題の分類階層概念とデータ特性

① 主題の分類階層概念

地理情報の主題を体系的に分類するということは、地理空間上で生起・観測される多様な事象の分類体系を構築することにほかなら

ないため、広範な領域を網羅する普遍的な分類体系を先験的に想定することは、現実的にはほとんど不可能であろう。そのため、実際に地理情報のDB化を行なうためには、現実に入手可及な地理情報について、ある程度分野を限定した上で、修正可能で柔軟な分類体系を部分的に構築していくのが現実的である。そしてこの場合、地理情報の主題についても、異質な主題の属性分類概念と同質な主題の階層構造概念に基づく二分的な分類体系を考える必要があろう。主題の分類体系をこの二分的概念に基づいて行なうことは、上記の柔軟性を確保するための有効な手段であると思われる²⁴⁾。

属性分類概念に基づく主題の分類とは、統合不可能な異質な主題の判別にに基づく分類であり、具体的には、まず記述対象の属性分類の相違による分類、さらにそれぞれの記述対象に固有な記述内容の相違による分類が行なわれることになる²⁵⁾。例えば、商業販売額と工業出荷額とは記述対象の属性分類が異なり、また、商業販売額と商業従業者数とは記述対象の属性分類は同じでもその記述内容が異なるので、両例ともに両者を統合することには意味がなく、その意味で属性分類概念による分類体系に位置付けられるものである。

また、階層構造概念に基づく主題の分類とは、統合可能な同質な主題の細分化による分類を意味する。具体的には、上記の属性分類概念で最小分類単位とされた個々の主題について、それが対応する記述対象の観念的な階層構造に対応して細分化されるものと、それとは無関係に細分化されるものの2タイプの分類体系が考えられる。例えば、業種別商業販売額や業態別商業販売額などは、商店とい

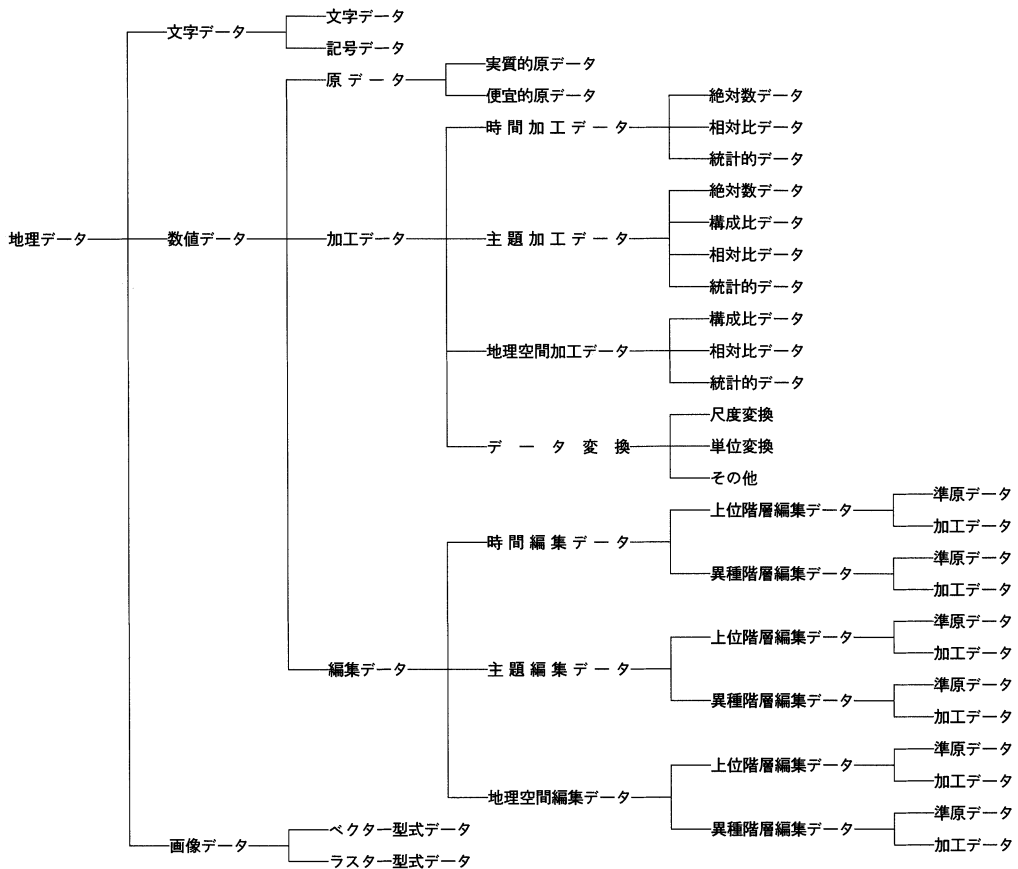
う記述対象の観念的な階層分類レベルに対応したものである。他方、商品別販売額や販売先顧客種別販売額などは、商店という記述対象の階層分類とは無関係なものである。これらは、両例ともにそれらを統合したものが上位階層の商業販売額に相当するので、階層構造概念による分類体系に位置付けられることになる。

② データ特性

以上では、主題の二分的な分類階層概念に基づくコード化の考え方について考察したが、“地理情報の主題に関する情報”、つまり主題に係わるメタ情報としては、以上で体系化

されるデータの意味する内容だけでなく、そのフィジカルな性質を示すデータ特性を明らかにしなければならない。このデータ特性に対する認識は、データを利用する場合に重要な意味を持ち、運用システムの機能との係わりで注意を要する問題となる。

地理情報のDB化のためには、データ特性についても、そのフィジカルな種別分類に基づいて階層的な体系化とコード化を図る必要がある。DBのフィジカルな種別分類としては、文字データ、数値データ、画像データの3タイプに分類するのが一般的である(第7図)。さらにその内容を細分化するならば、



第7図 地理データのデータ特性分類

文字データは文字データと記号データ、数値データは原データ、加工データ、および編集データ、画像データはベクター型式データとラスタ型式データに分類されることになる²⁶⁾。このうち、地理情報 DB において最も重要で中心的な位置を占めるのが、数値データとベクター型式の画像データである。ベクター型式の画像データとは、都道府県界・市区町村界・町丁界などの地域区界、鉄道・道路・河川などの路線、および個別記述対象の所在地などの地理座標をデジタル化した地図情報データのことである。数値データは、地図情報データと対応して、そこに位置を占める記述対象についての各種の情報のうち、数字で表現されたデータを指し、本稿で考察する地理情報システムの主役となるデータである。そこで以下では、この数値データの特性についてさらに詳細に考察したい。

数値データのうち、原データとは、「加工や編集によらない元もとの数値データ」であり、さらにこれは実質的原データと便宜的な原データに分けて考える必要がある。両者の相違は、前者が記述対象についての総和計算が意味を持つのにに対して、後者ではそれが意味を持たないことにある。例えば、消費者物価指数や鉱工業指数などの経済指数は、それらの総和が当該データの全体での値を意味するものではないので、便宜的な原データに分類されることになる²⁷⁾。

加工データとは、「原データの演算や条件設定によって作成されるデータ」であり、これは、地理情報空間を構成する3次元要素に対応して、時間加工データ、主題加工データ、地理空間加工データの3タイプに細分化できよう²⁸⁾。時間加工データとは、個々の記述対

象についての同一主題データの時系列変化に関するデータであり、これはさらに人口増減数などの絶対数データ、人口伸び率などの相対比データ、時系列回帰係数などの統計的データに分類されよう²⁹⁾。主題加工データとは、個々の記述対象についての2つ以上の同一時間データの演算や条件設定によって作成されるデータであり、これはさらに人口自然増加数などの絶対数データ、年齢別人口構成比などの構成比データ、人口密度などの相対比データ、度数データから計算される平均値などの統計的データに分類されよう³⁰⁾。地理空間加工データとは、時間軸および主題軸で特定される1つもしくは2つ以上のデータの記述対象間での演算や条件設定によって作成されるデータであり、これはさらに記述対象別の人口構成比などの構成比データ、所得格差指数などの相対比データ、偏差値などの統計的データに分類されよう³¹⁾。ところで、以上の加工データのうち記述対象についての総和計算が意味を持つのは、時間加工データおよび主題加工データの絶対数データのみであり、この性質は、データ利用や運用システムの機能との係わりで注意を要するものである。

また、編集データとは、「特定階層原データを配分・統合して独自に作成された上位階層データおよび異種階層データ」であり、これは、地理情報空間を構成する3次元要素に対応して、時間編集、主題編集、地理空間編集の3要素に分類できよう³²⁾。時間編集データとは、個々の記述対象についての同一主題データの測定時間を編集して作成されるデータであり、これはさらに月別データから季節別データを編集するなどの上位階層構成データ、および会計年度データを歴年データに変

換するなどの異種階層構成データに分類されよう。主題編集データとは、個々の記述対象についての同一時間データの主題分類を編集して作成されるデータであり、これはさらに日本標準産業分類に基づく業種小分類別小売商店数から最寄・買回・専門品別小売商店数を編集するなどの上位階層構成データ、および市政施行年等の生起時点データを経過年数データに変換するなどの異種階層構成データに分類されよう。地理空間編集データとは、特定階層にある個々の記述対象を編集して作成されるデータであり、これはさらに点として把握される個別記述対象を統合して地域情報を編集するなどの上位階層構成データ、および町丁データをメッシュデータに変換するなどの異種階層構成データに分類されよう。ところで、以上の分類の下にそれぞれ準原データと加工データが考えられるが、前者は上記の原データと同じ性質を持つデータ、後者は加工データと同じ性質を持ちそれと同様な分類を考慮することができよう。

以上では数値データの分類について考察したが、この分類のほかに数値データのデータ特性を示すメタ情報としては、その尺度と単位に関する情報が必要である。数値データの尺度は、一般に名義尺度、順序尺度、間隔尺度、比率尺度の4タイプに分類され、統計的な処理を行なう場合には、そのデータ尺度に関する認識が不可欠である。また、データの単位に関する情報がなければ、その数値が意味する内容は理解不可能であることは言うまでもない。なお、データ分類とデータ尺度についての情報は、DB 利用者には必ずしも必要ではないが、データ単位は、DB 利用者に明示されなければならない情報である。とこ

ろで、数値データの尺度変換や単位変換などによるデータ変換についても、上記の加工データの一種として考える必要がある³³⁾。

Ⅲ. 地理情報システムに必要な機能

(1) データ加工・編集機能

地理情報システムの基本機能は、情報の入力・修正、情報の加工・編集、情報の出力の3機能である。このうち、情報の入力・修正機能については、前記の地理情報の基本概念を踏まえたDBのファイル構造を検討すること、および入力・修正の簡便性を確保することなど、技術的な問題が中心になる。そこで本稿では、データ利用の観点に立って、必要なデータが入力された後に問題となる情報の加工・編集機能、および出力機能について考察することにした。

まず、情報の加工・編集機能とは、前述の加工データおよび編集データをシステム利用者が必要に応じて作成できる機能である。通常のDBシステムは、入力されたデータをただ単純に出力するだけの機能しか持たないものが多いようであるが、地理情報システムにおいては、原データを入力しておけば、それを利用してデータの加工・編集が自由に行なえるものでなければ、実用的な価値はないといえよう。実際には、加工データ、編集データには多様なものがあり、機能的な対応方法も漠然とするが、前述のようにその内容をある程度体系的に分類すれば、システム上での機能的な対応方法は自ずと明確になる。具体的には、その理念が異なるため演算方法も異なる加工・編集データを体系化した前述のデータ分類に対応できればよからう。

ところで、地理情報を扱う場合に固有で重要な機能は、地理空間編集データの作成機能である。地理空間編集データは、階層分類レベルの下位階層データから上位階層データを作成する上位階層構成データ、および異なる属性分類に位置付けられる地域階層間でデータを変換する異種階層構成データに分類されることは既に論じた通りである。そして、ここで重要なのは、本稿で非階層的地域とした任意設定地域の多様性への対応機能である。なお、非階層的地域のデータ編集は、分類上はその一種として上位階層構成データに含めるべきであり、厳密には両者を二分して考えるべきであろう。従って、上位階層構成データを作成するためには、階層的地域の各階層レベルに対応した地域情報編集機能と、任意に定義される多様な非階層的地域に対応した地域情報編集機能が求められることになる。

また、地理空間編集データの作成、特に階層的地域の上位階層構成データの作成に伴って、それに対応した地図情報（地理座標）データの自動編集機能も必要であろう³⁴⁾。なお、この機能が重要になるのは、前述のように、階層的地域の中でも具体的な地域区分の多様性が存在する地方レベル、広域市町村レベル、地区レベルの地域編集においてである。

さらに、地理空間編集データを作成する場合には、加工データの編集が問題となる。つまり、加工データについては、単純な配分・統合では上位階層や異種階層の当該データを得ることができないという問題がある。前述のように、加工データにおいて総和計算が意味を持つのは絶対数データのみであり、構成比データ、相対比データ、統計的データについては、それらの総和が上位階層や異種階層

の当該データの値を意味することにはならない³⁵⁾。従って、加工データの編集を行なう場合には、元もとの原データにもどって上位階層や異種階層の当該データの値を定義に従って自動計算する機能が求められる³⁶⁾。

そのほか、地理情報 DB をより高度な分析にも利用するためには、代表値・散布度等の記述統計値算出、相関・関連係数算出、推定・検定、多変量解析などの統計分析機能も必要であろう。また、このためには、記述対象グループを統計的な手法を用いて任意に設定する機能、および当該グループに関する地理情報を抽出して分析用ファイルを作成する機能等も求められよう。

(2) 出力機能

地理情報システムにおいては、リスト、統計表、グラフ、マップの4タイプの出力機能が必要である。

リスト出力機能とは、任意に選択したデータを表型式で単純に出力する機能である。ただしここでは、記述対象について、各データの小計と合計、および代表値・散布度などの記述統計値も同時に出力することが望ましい。この際、当該データについての小計や合計を出力するか否かを系統的に判断するために、前述のデータ特性に関する情報が必要になるわけである。

統計表出力機能とは、任意に選択したデータの集計結果や統計分析結果を表型式で出力する機能である。例えば、単一データの度数分布表、複数データのクロス集計表、相関行列表、記述統計値一覧表などの出力が考えられる。

グラフ出力機能とは、任意に選択したデータを多様なかたちでグラフ出力する機能であ

る。具体的には、円グラフ、帯グラフ、棒グラフ、折れ線グラフ、くもの巣グラフ、散布図などが考えられる。ただし、グラフ出力には、グラフ種別と表示可能なデータ特性等との関連を系統的に判断することが容易ではないことや、実用的なグラフを得るために各種の編集機能が必要になることなど、複雑な問題が存在する³⁷⁾。そのため、地理情報システムにグラフ出力機能を組み込む上では、ある程度の機能的な限界を容認せざるを得ない面もある。

マップ出力機能は、地理情報システムには欠くことのできないものであり、任意に選択したデータを多様なかたちでマップ出力するものである。マップ出力は、地理情報の最も説得力ある表現方式であり、具体的には文字・数値表示マップ、階級値ハッチングマップ、地域特性塗り分けマップ、施設等分布プロットマップ、図形・グラフマップ、等値線マップなどが考えられる。なお、マップ出力についても、マップ種別と表示可能なデータ特性等との関連を系統的に判断する必要があるが、多少の編集機能も求められるが、グラフ出力の場合に比べればそれほど困難な問題ではない³⁸⁾。

Ⅳ. 地理情報システムの問題点

(1) データメンテナンスの問題

最後に、地理情報システムを構築する上で問題点として、データメンテナンス、分類体系の普遍化と標準化、ファイル容量の制約、出力機能における表現上の制約の4点を取り上げて、本稿のまとめとしたい。

地理情報システムを構築する上で最も問題

となるのは、地理情報の時系列的不整合に起因するデータメンテナンスの問題であろう。この問題は、地理空間の時系列的不整合に伴う地図データのメンテナンス問題と、主題分類階層の時系列的不整合に伴う文字・数値データのメンテナンス問題の2つに分けられる。このうち、前者の問題は必然的に後者の問題にも波及するので、メンテナンスにより多くの手間が掛かることになる。

地理空間の時系列的不整合とは、具体的には、施設の統配合や新設などの点的記述対象の分類階層の変化、路線の変更や新設による線の記述対象の分類階層の変化、地域の合併分割や再編による面的記述対象の分類階層の変化を意味し、これらの変化に対応して一連の地図情報を再度入力しなおす必要が生じることになる。なかでも地域の合併分割や再編は、地図データの変更とともに、地理情報の中心となる膨大な地域数値データを過去にさかのぼって変更する必要を生じ、とりわけ地域の再編が行なわれた場合には、地域数値データの変更は困難を極めることになる。

また、主題分類階層の時系列的不整合とは、主として各種の統計上の調査対象や分類体系の変更を意味し、これらの変化に対応して主題の分類階層とそのデータを変更しなければならなくなる。しかし実際には、統計上の調査対象や分類体系の変更は、時系列的整合をとることが不可能なケースが多く、そのため消極的な意味で不整合を認めざるを得ない場合がほとんどである³⁹⁾。

(2) 分類体系の普遍化と標準化の問題

地理情報DBが広く普及し、広範な領域で利用されるためには、DB相互の互換性を確保するための、分類体系の普遍化と標準化が

必要であろう。ここで、分類体系の普遍化とは、地理情報空間における分類階層概念の普遍化を意味し、分類体系の標準化とは、普遍的な分類階層概念に基づく個々のデータのコード体系の統一を意味するものである。従って、分類体系の普遍化はその標準化に先立つ、より本質的な問題であるといえる。

しかし、分類体系の普遍化は、既に論じたように、地理情報システムの扱う地理情報が極めて広範な領域に及ぶため、決して容易な作業ではない。分類体系の普遍化は、資料作成の中心的主体たる国家行政レベルで行なわれることが期待されるが、この問題意識は端緒についたばかりであり、その実現には時間がかかるものと考えられる⁴⁰⁾。こうした状況の中では、個々のDB作成主体独自の考え方に基づく多様な地理情報DBが、相互のデータ利用を簡単には行なえないかたちで氾濫することになり、それが地理情報システムの普及を阻害する要因になることも危惧される。このような問題を解消するためにも、地理情報空間概念と、その基礎概念としての属性分類と階層構造の二分的な概念認識が必要であり、柔軟性を持った部分的な分類体系を逐次構築していくことが望まれよう。

(3) ファイル容量の制約

コンピュータを利用したDBシステムには、1ファイルに収録し得るデータ容量に、ハード面での物理的な制約、およびソフト面での処理上の実用的な制約がある。そのため、地理情報のDB化を行なう上では、地理空間、時間、主題の分類階層に従って、複数のファイルにデータを分割して収録する必要がある。

ところで、文字・数値データは、DBを利用する際に、複数のデータファイルを作成す

ることが簡単に行なえるのに対して、地図データは、1ファイルでまとまりのあるDBを構成しており、そこから一部分を抽出してもあまり意味はなく、また、複数のファイルを結合することも簡単ではない。そのため、データを複数ファイルに分割する場合、特に地図データの分割が問題となる。

地図データは、地域範囲とそれに対応した地域階層を限定して分割されるが、こうした地図データの分割は、地理情報システムに機能的な制約を生じさせることになる。具体的には、文字・数値データが地図データに対応して限定されるとともに、数値データの地理空間加工および地理空間編集にも地域的な制約が加わり、加工・編集データを必要に応じて自由に作成することが不可能になる。これは、地理情報システムが、マップ出力を最大の特長とする一方で、それが逆に欠点ともなる場合があることを意味している。

(4) 出力機能における表現上の制約

出力機能のうち、グラフ出力とマップ出力においては、前述のように、それぞれの種別と表示可能なデータ特性との関連を判断する必要があり、また、編集機能も必要になる。前者については、データのフィジカルな性格を体系的に分類することによって、システム的な対応が可能になるが、後者については、地理情報システムに高度な機能を求めるほど困難性が増すことになり、ある程度の限界を容認せざるを得ない。

しかし、このような機能的な制約は、いかなるDBシステムにも存在するものであり、地理情報システムについても例外ではない。出力機能における表現上の制約は、上記の諸問題とは異なり、地理情報が内包するアプリ

オリな問題ではないので、段階的に機能の高度化を図ることにより解消されていくことが期待されるものである。

〔付記〕本稿は、1990年度大会シンポジウムでの発表を加筆修正したものである。ここで論じた内容は、筆者の前勤務先である㈱日本統計センターが開発した「エリアダイナミックシステム」の基本概念と機能をベースとしており、当システムの企画業務に携わる中で醸成されてきた考え方を整理したものである。地理情報システムに関与し、ここに拙文をまとめる機会を得たことを、㈱日本統計センターに感謝したい。

注

- 1) 植村俊亮『データベースシステムの基礎』、オーム社、1979、2頁。
- 2) 通商産業省機械情報産業局監修、データベース振興センター編『データベース白書1987』、データベース振興センター、1987、12頁。
- 3) 前掲1)などによれば、DBの定義上の主要な要素として、“組織内におけるデータの共有化”をあげるものもあるが、商用DBや個人的なDBが多く存在する今日では、データの共有化をその定義に含めるのは適当ではなからう。
- 4) 久保幸夫「コンピュータに地図を入れる」、地理30-3増刊地理とコンピュータ特集号、1985、25~31頁において、コンピュータマッピングに必要なDBとして地図DB (CTB: cartographic database) と主題DB (TDB: thematic database) とがあげられている。地図情報システムは、このうち地図DBを主たる情報内容とするものである。なお、地図の座標情報は、平面的な2次元情報に限らず、立体的な3次元情報も含むものである。
- 5) 例えば、前掲4)の掲載雑誌にも地図情報システムの開発事例がいくつか紹介されているほか、1990年末に㈱日本地図センター等の主催により開催された地理情報システム展においても、パソコンによる地図情報システムが多く出展されるなど、地図情報システムの開発事例は多い。
- 6) 地域情報システムは、前掲4)における主題DBを主たる情報内容とするものである。なお、地図情報システムに各種の主題情報が掲載されたものが地域情報システムであり、その意味で地域情報システムは地図情報システムを包含し得るものといえよう。
- 7) 国土庁計画・調整局編『国土情報の知識管理、国土情報シリーズ3』、大蔵省印刷局、1986、1~146頁では、統計DBの研究面での体系化
- ・理論化が、他のDBに比べて遅れた理由を「利用者が限られた所に集中していたことと、データの性質が特殊であったため、他の分野には応用がきかなかった」ためとしており、統計データのDB化の問題について簡明に解説するとともに、国土数値情報の整理・体系化への適用例を紹介している。
- 8) 笹田剛史・吉川 眞「地域情報システムの開発と小学校教育現場での利用」、地理30-3増刊地理とコンピュータ特集号、1985、116~120頁に紹介されているシステムのほか、汎用的な地域情報システムとしては、本稿での考察内容のベースとなっている㈱日本統計センター開発の「エリアダイナミックシステム」などがあるが、その開発事例は地図情報システムに比べると少ない。
- 9) 前掲8)に例示した「エリアダイナミックシステム」の場合、行政分野では、商工部局等における計画行政支援システムとしての導入例があり、民間企業では、エリアマーケティング支援システムとして、メーカーや金融機関などに多くの導入実績がある。
- 10) 前掲7)において、「メタ・データは、データの性格を記述したデータである。従って、メタ・データとして何が必要かということは、データの意味を記述するためにはどれだけの概念を容易しておけば良いかという問題にほかならない。このデータを記述するための概念を論ずるのがデータモデル (data model) である」と説明している。メタ情報とは、この「メタ・データ」と同義であり、本稿で論じる地理情報の基本概念は、地理情報に関する「データモデル」を考察したものである。
- 11) 3次元のメタ情報の中でも、とりわけ主題のコード化が最も困難かつ中心的な作業となる。
- 12) 点、線、面の区分は、地理空間のスケールによって変化するが、地域情報を中心テーマとする地理情報システムにおいては、ある程度固定的に考えることができよう。
- 13) 点の情報について、線または面の情報との対応を明らかにするのは、後述する情報編集を可能にするためである。
- 14) 例えば、木内信蔵『地域概論』、東京大学出版会、1968、94~107頁に概説がある。
- 15) ただしこの分類は、地域が如何なる観点から認識されたものかという意味論的、地理学的な分類ではなく、システムの処理を行なうための形骸的な分類に過ぎない。
- 16) 例えば、ある企業の全店舗の商圈を考える場合を想定されたい。
- 17) なお、前掲14)にある地域概念によれば、前2者は統一地域または結接地域、後2者は均等

- 地域または等質地域に該当するものといえる。
- 18) 実際には、広範な領域を網羅する詳細な分類体系を先験的に設定することは困難であるので、必要な記述対象を選定した後にコード体系を確立し、新たな記述対象が追加されるたびに分類体系を再検討していくのが現実的である。
 - 19) 分類レベル階層の主眼は、個別記述対象の整理にあり、最下位に個別レベルの階層が存在しない後述する地域情報の階層構造とはこの点が異なる。
 - 20) ただし、情報量は下位レベルになるほど減少するので、町丁単位で表示される地域情報は多くはない。
 - 21) 前述のように、非階層的地域には多用性と含意性が認められるが、階層的地域に分類されるこれらの地域レベルについても多用性が認められる。そのため、後述する情報編集を可能にする地理情報システムの機能的な対応も、非階層的地域とともに、これらの地域レベルについても必要になる。
 - 22) 時間についての点および線の区分は、地理空間の場合とは異なり、そのスケールによって変化するものではない。
 - 23) 西暦・和暦等の相違もあるが、これは意味上の相違ではなく、測定単位の相違に過ぎないので、意味論的な分類階層概念とは異なるメタ情報として扱われるものである。
 - 24) 主題分野を拡大する場合には属性分類の修正を行ない、同質な主題の細分化を行なう場合には階層構造の修正を行なうだけでよく、その意味で分類体系は柔軟性を持つ。
 - 25) ここでの記述対象とは、地理空間の統合的な階層構造において、最下位レベルに位置付けられる個別記述対象を意味する。
 - 26) 前掲4)によれば、ベクター型式データは、地理的位置を点、線、多角形(面)の3つの形で記述した地図データであり、ラスター型式データは、地図をテレビ画像のように点の集合として表現したデータである。
 - 27) 便宜的原データは、本質的には加工編集されたデータであるが、データ利用者はその原データを知ることができず、それを独自に作成することはできないので、DB システムとの関連においては、後述の加工編集データと区別しなければならない。
 - 28) 時間軸を主題軸に投影した2次元的な地理情報空間に基づいて考えるならば、時間および主題加工データは行加工データ、地理空間加工データは列加工データを指す。
 - 29) 時間の異なる同一主題データを別のものと考えると、時間加工データは2つ以上の原データを加工したものであり、下記の主題加工データと共通の条件を有することになる。なお、ここには、主題および地理空間加工データの時系列変化に関するデータも含む。
 - 30) 主題の分類階層概念との関連で考えると、絶対数および構成比データは、階層構造概念で把握される同質な主題内での演算に限られるのに対して、相対比および統計的データは、属性分類概念で把握される異質な主題間での演算等も可能である。
 - 31) 構成比データは、記述対象全体の合計値に対する比率であり、相対比および統計的データは、記述対象全体の合計値や代表値あるいは特定の記述対象の値を基準とする演算等によって作成される。
 - 32) この3要素は背反的なものではなく、2つの要素を含む編集データやすべての要素を含む編集データもあり得る。
 - 33) 尺度変換とは、定量データの定性データへの変換などを意味し、単位変換とは、単位の切上げ・切下げや和暦の西暦への変換などを意味する。また、対数変換などもデータ変換の一種である。
 - 34) 実際の操作では、地図画面上で地域編集を定義することにより、地域情報の編集と地図座標の編集が同時に行なえる仕組みにすると使い勝手のよいものとなる。
 - 35) 異種階層データを作成する場合には、面積比例配分等を行なうことになろうが、事情は上位階層データの場合と同じである。
 - 36) 統計的データについては、自動計算は困難な場合もある。また、絶対数データについても、その原データが「集合地域の値が構成地域の値の合計値に一致する」という条件を満たさない場合には、総和計算に意味はあってもそれを集合地域の値とすることはできない。例えば、地域間流動データや財政データなどがそうである。
 - 37) 例えば、帯グラフや円グラフは全体に対する内訳データの場合にのみ意味のある表現様式であるが、これを系統的に判断するためには、選択されたデータの主題分類階層コードをすべてチェックしなければならない。つまり、このような判断を行なうためには、地理情報システムにAI的機能が必要になるわけである。
 - 38) これは、地理空間の特定階層について、グラフ出力は複数データを扱うことが可能であるのに対して、マップ出力は原則的に1つのデータのみを扱うものであることによる。ただし、マップ出力が単一データに限られるということと、地理空間の複数階層それぞれの単一データを同時にマップ出力することとは別問題である。
 - 39) 例えば、昭和63年商業統計では無店舗販売事業所と構内販売事業所が調査対象に加えられた

が、これらの事業所に係る数値を減じて過去のデータとの整合をとることは不可能である。また、家計調査の品目分類は時代の変化に対応して品目の削除・新設が行なわれることなどにより、時系列推移を同一分類基準で厳密に把握することはできない。

40) 前掲7)は、統計データの分類体系を普遍化

する試みについての研究成果をまとめたものであるが、そこで扱われているのは国土庁所管の国土数値情報に限られている。また、総務庁の試みとしては、社会生活統計指標体系があるが、必ずしも広範な地理情報の体系化には至っていない。