

連載「誰も書かなかった GIS」第3回

位相構造その2

(株) エヌ・シー・エム 代表取締役社長 柳田聡 (やなぎだ さとし)

1982年東京大学工学部土木工学科卒業。同大学院修士，博士課程を経て1985年より現職。工学博士。専門は画像処理及び地理情報システム。

前回に引き続き、位相構造のお話しをします。最初に軽く前回の復習をします。前回のお話しの概要は以下の通りでした。

1 はじめに：よく行われる説明

点（ノード）、線（アーク）、面（ポリゴン）と、それらの間の位相構造について解説しました。

2 何の役に立つのか：これまたよく行われる説明

位相構造のメリットについて説明しました。

2 - 1 データ作成上の利便性

2 - 1 - 1 データ作成の際の手数の減少

2 - 1 - 2 チェックのし易さ

2 - 2 質の高いデータの提供

2 - 3 位相構造を用いた解析

2 - 4 データ量の削減

3 位相構造の負の部分

以上が、位相構造に関する教科書的、伝統的な説明になるのですが、本節以降ではややひねった別の観点から位相構造を考えます。先ず位相構造の負の部分、デメリットです。

● ポータビリティの低下

第一に位相構造というものが、図形間の関係である以上、図形のポータビリティが落ちます。

図9を御覧下さい。仮に今、公園ポリゴンのデータのみを抽出しようとした場合でも、極端な場合、道路アーク、河川アーク等の全く別の種類のデータを引っ張って来ないと、データはそれ自身完全になりません。これは別な言い方をすれば、自分は自分だけでは完全でなく、他者の助けを借りて初めて完全になるということです。この結果、データのポータビリティが落ちることは自明の理であり、自由なデータ交換の際に障害になることが十分予想されます。

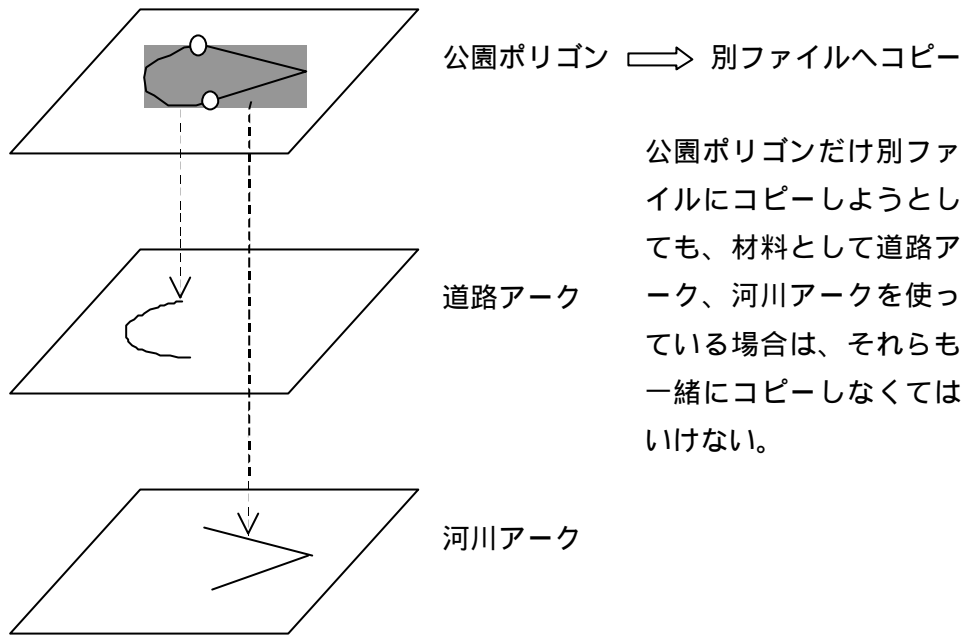


図9 位相構造に伴うポータビリティの低下

● データ編集作業の複雑化

また、位相構造を持たせると、地図データの作成が場合によって難しくなることが有り得ます。「これは特に、ポリゴンの場合顕著です。…」と書くと、「なんださっきポリゴンの境界線の2重デジタル化を避けられるので、手数が減ると言ったではないか？」という反論が来そうですが、こう解釈して下さい。手数は減るのですが、逆にデータ作成技法が難しくなり、若干の専門知識を必要とする様になるということです。具体例を挙げましょう。皆さんは、塗り潰し図形を書く時に、どういう手順を御想像なさいますか。マイクロソフトのドロ잉ツールをお使いになる方は、取り敢えず閉じた境界線を書くとそこで面が出来る。後は、好きな塗り潰し色をその面に対して与えるだけ、という手順を御想像なさるでしょう。ところが、位相構造を持つポリゴンの場合は、こうは行きません。つまりポリゴンは、アークから作成するのであり、従って、一旦アークを作ってからポリゴンを作らなければいけないという、いわゆる2段階操作が要求されることになるのです。この様子を図10に示します。

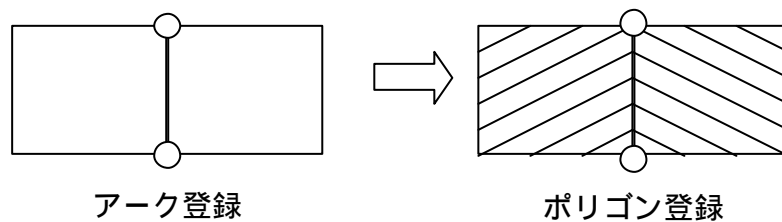


図10 2段階操作になるポリゴンの作成

図 10 に示す通り、位相構造を持つポリゴンの場合は、アーク登録後のポリゴン登録という、いわゆる 2 段階操作を経ることが多くなります。更に厄介なのが、ポリゴンがアークを材料として使っている以上、アークを編集した場合に、ポリゴンが受ける影響を考えながら、作業を行わなければならないということです。

その様子を図 11 に示します。

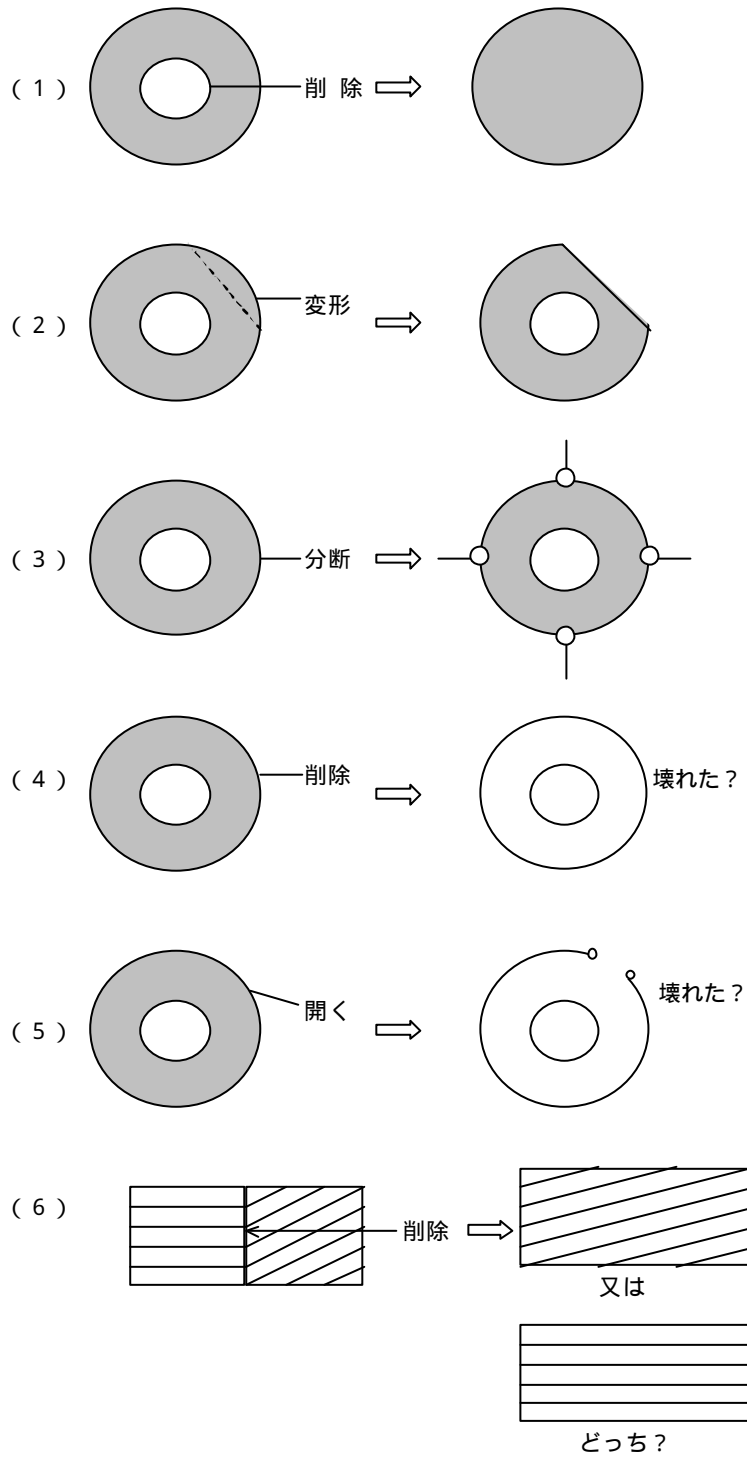


図 11 アーク編集の影響を受けるポリゴン形状

この図の説明を見て、言わんとしていることを理解して頂けると有り難いのですが、要はアークを編集すると編集の内容によっては、ポリゴンが壊れるケースがあります。(1) ~ (3) のケースぐらいまでは、アークの編集に伴ってポリゴンを自動的に追従させることは可能なのですが、(4)以降になると、ポリゴンは最早どう処理すれば良いのか分からなくなります。この問題を解決する為に、例えばポリゴンに所属するアークは編集不可能というロックをかけ、一旦ポリゴンを削除してからでないでアークを編集させないというアプローチも考えられます。しかし、この様な制約は実際それに直面してみるとオペレーターにとって非常に煩雑で、筆者の経験では余り彼らの評判は良くありません。かと言って、オペレーターが与かり知らぬ所でポリゴンが勝手に消えたり、或いはその形状を変えることは、危険だとも言えます。いずれの方針を取るにせよ、アークの編集に伴ってポリゴンが影響を受けるということを、十分に考えながら、データのメンテナンスを行わなければいけません。この様な事情があるので、位相構造を持ったポリゴンの編集はユーザーに、特殊な専門知識を要求すると私は思います。図 12 はこれとは別の種類の、ポリゴン作成に必要な専門知識を示しています。

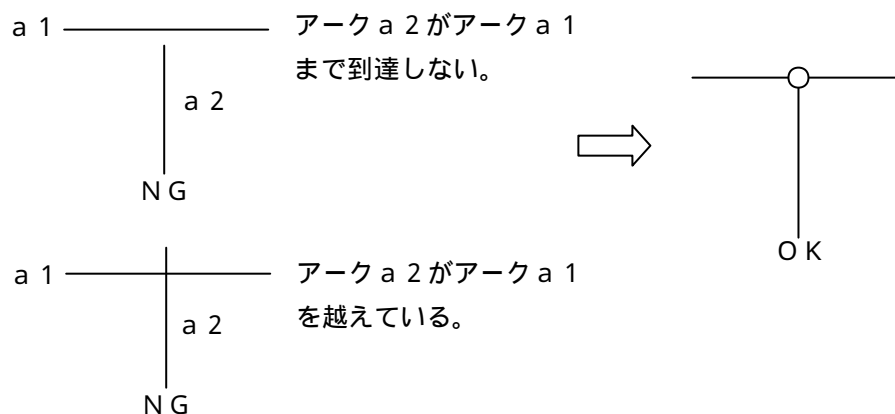


図 12 ポリゴン作成のためのアークのルール

図 12 の NG のアークは、いずれもポリゴン生成においては許されません。ポリゴンというのは、アークが綺麗につながって一回りするからこそポリゴンなのであって、この図のようなアークは、ポリゴン生成にとってはエラーとなるのです。なぜこの様な、厄介なことを考えなければいけないのでしょうか。それは私が思うに、アークの登録とポリゴンの登録のタイミングが別だからです。通常の簡便なお絵描きツールにおいては、境界線を閉じた形で、いわゆる一筆書きで描けば、同時にポリゴンも作られます。従って、エラーのアークが発生する可能性も減ります。然るに、位相構造を持ったポリゴンの場合は、事前に作成されたアークを組み合わせ、ポリゴンを作るという工程を通らなければいけません。従って、両者のタイミングが別になる、よって、この様な誤ったアークが発生する可能性が出て来ます。この様なポリゴン作成の難しさは、ポリゴン自動生成により最高潮に達します。ポリゴンの自動生成については、後にこの連載でポリゴンをテーマとする予定なので、そこでお話

しすると思いますが、自動生成という甘い言葉とは裏腹に、極めて分かり難い概念を含んでいます。ポリゴンの自動生成の場合は、要求される専門知識がよりシビアになるのです。

4 位相構造は GIS の宝物か重荷か

ここまでのお話しで位相構造について、必要なか必要でないのか、訳が分からなくなっ
て頂ければ、私のお話しも半分成功です。

実は先日、GIS には馴染んでいらっしやらない方から、「位相構造が何の役に立つのか分
からない。」と言われて、しばし絶句した経験があります。

本章では、位相構造の価値を GIS でどう捉えるべきかをお話ししたいと思います。

4-1 無くたって困らない

GIS におけるデータ処理において、位相構造は多くの場合、無くても確かに困りません。
少なくとも図 13 に示す様な、包含関係の空間解析では、 $x y$ 座標があれば十分であり、位
相構造など全く不要です。寧ろ迅速にデータを探し出す為には、位相構造でなく、効率的な
領域管理の技術の方が必要でしょう。

また位相構造を語る際に特に昔では、データの重複持ちを避けることによる、メモリの節
約及び、計算機の負荷の軽減がよく言われたものですが、このメリットとて、今日では影が
薄くなっています。というのは、言うまでもなく最近のパソコンの能力の向上、特に搭載メ
モリやハードディスクの大容量化は驚異的であり、多少のデータ構造上の非効率など簡単に
ふっ飛ばしてしまう、帳消しにしてしまうからです。

従って、位相構造のデメリットを考慮し、持たないという選択肢があっても当然良い筈で
す。

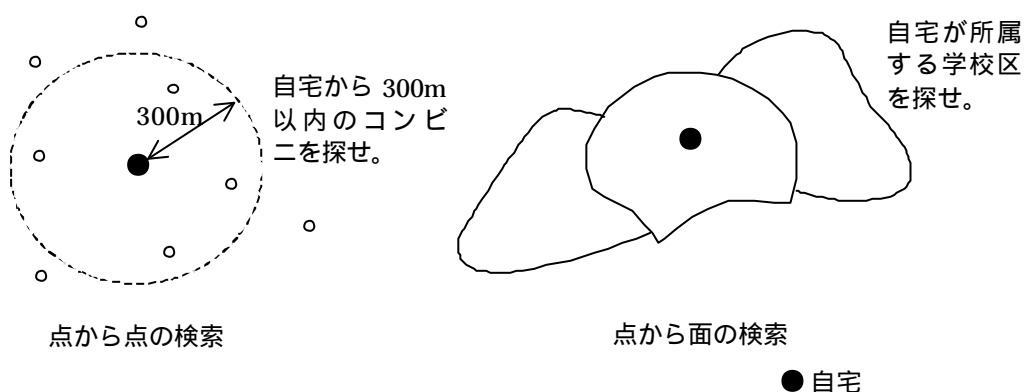


図 13 空間解析の例

4-2 では無くても良いのか？

では位相構造というのは、完全に無くなって良いのでしょうか。そうではないと思います。ネットワーク解析等、明らかにそれがないと実現出来ない機能も、依然として GIS では重要です。

私自身は特に、2 - 2の「質の高いデータの提供」というメリットが、非常に大きいと思っています。

前述した通り、位相構造がからむとデータの編集が、ある意味で煩雑になります。しかし、煩雑になる反面、データの精度、質に関して高い縛りを加えることが可能です。例えば、位相構造を持つポリゴンの場合は、互いに重複したり、隙間が空いたりするデータを作り難い、或いは作れない様な形態になっています。

このことは、データの信頼性を確保する上において、非常に大きなメリットがあると思います。

4-3 不毛な議論？

本音を言うと、位相構造を持つべきか、持たないべきかという問題は、かつてハードウェアの購入に際してはやった「パソコンを選択すべきか、ワークステーションを選択すべきか。」という論争と同等に不毛な議論だと思っています。

第一何を以て位相構造と言うのか、今までお話しして来た位相構造というのは、あくまで代表的な、且つ教科書に載っている様な基本的な位相構造です。

しかし、これ以外の位相構造というものも十分その必要性があり、また実際に市販の GIS の製品に反映されています。例えば、その内の幾つかを以下に簡単に紹介します。

- レイヤーを越えるアークの共有

図 14 は、異なるレイヤーのポリゴン間で、アークを共有しようという位相構造です。これは、通常のポリゴンとアークの間の位相構造を、更に拡張したものであると考えることが出来ます。

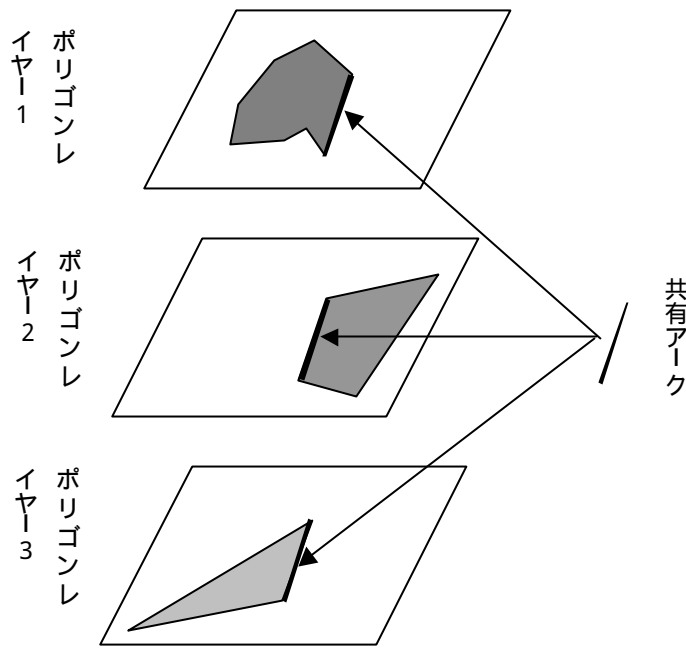


図 14 異なるレイヤーのポリゴン間でのアークの共有

- ポリゴン間の親子関係

一方図 15 は、ポリゴンの間の親子関係を説明しています。このような親子関係ツリーを構築することにより、どのポリゴンがどのポリゴンを包含するかという、いわゆる包含関係が明確になります。これもまた、位相構造の一種と言えるでしょう。

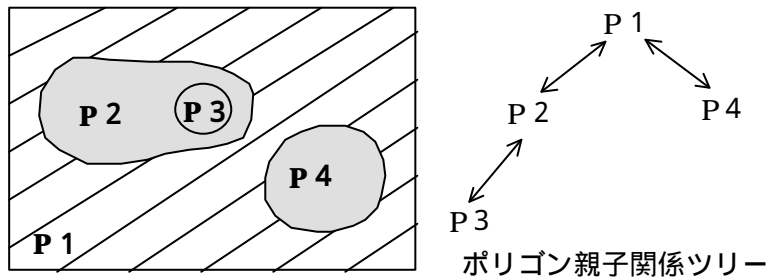


図 15 ポリゴン間の親子関係

- ポリゴンと代表点

幾つかの GIS では、ポリゴンに対して代表点を持たせています。図 16 は、その様子を示しています。この代表点の使い方としては、ポリゴンに対して注記文字を表示する時のそのテキストの位置として用いたり、或いはまた直接ポリゴンに属性を与える代わりに、代表点に属性を与えて、その属性をポリゴンに転写するという処理に用いたり、様々な用途があります。更に甚だしくなると、この代表点を 1 つのポリゴンに対して、複数個持たせられる GIS 製品も有ります。このような、ポリゴンと代表点の関係も、一種の位相構造です。

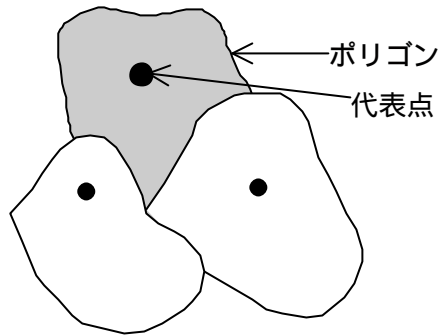


図 16 ポリゴンと代表点

- ポリゴンのグループ化

図 17 は、ポリゴンのグループ化の概念を示しています。ポリゴンをグループ化して、別の種類の新たなポリゴンを作ろうという発想です。この様な、ポリゴングループの概念も、実際の幾つかの商用システムでは実装されています。

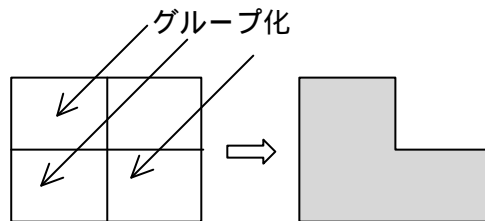


図 17 ポリゴングループ

- 拡張されたネットワーク情報

一方ノードとアークの関係においても、位相構造の概念を拡張することが出来ます。現実の道路においては、例えば「右折禁止」、「左折可」等の規則が有り得ます。この様な定義を記述する手法として、図 18 の様な方法が有り得ます。図 18 のような構造で、データを記述することにより、「右折禁止」、「左折可」の概念が表現出来、これをネットワーク解析に利用することが可能です。

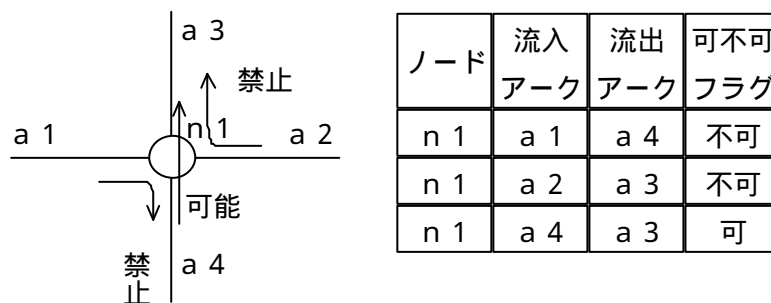
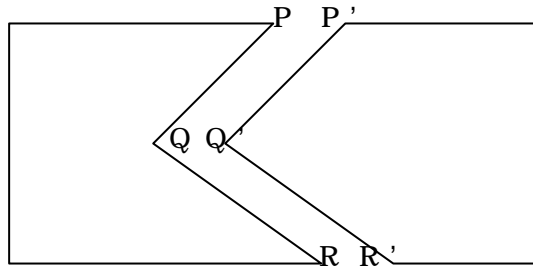


図 18 交差点における交通規則

- 座標を用いた位相構造の記述

今までは位相構造という図形の間を、図形の ID 番号を用いて明確に定義しようと言う考え方が主流でしたが、この考えを変えて座標で持とうという考え方をしている GIS 製品を最近みつけました。図 19 を御覧下さい。



座標で比較して
 $P = P'$
 $Q = Q'$
 $R = R'$
だから、PQR は共有である。

図 19 座標で持つ位相構造

これは、互いに隣り合うポリゴンをわざと離して描いたものです。境界線 PQR 及び P'Q'R' は 2 重記述されています。今、対応する点の座標同士が完全に一致するならば、境界線は共有線であると強引にシステム内でみなしてしまいます。この時この手法は、座標の数値的な一致判断により、位相構造を定義していると解釈出来ます。無論これは ID 番号で明示して持つ手法と異なり、やや（明示されていない、暗黙の記述と言う意味で）柔らかい、ある意味で曖昧な持ち方なのですが、1つの考え方であることは事実です。人によっては、この様に曖昧な記述を位相構造とは呼ばないかもしれません。しかし、私はこれも立派な位相構造であると考えています。

以上のようなお話しから、位相構造にも色々な姿があることがお分かり頂けたでしょうか。当然の如く、今までお話しして来た位相構造を全て網羅する様な GIS 製品は、私の知る限り皆無です。恐らく、今後も出現することは無いでしょう。

各々の GIS のベンダーは、自分の手法こそ 1 番だと思い、自分なりの考え方でこの地表面をモデル化しているのです。製品によって、位相構造の記述の仕方に、ばらつきが出るのは当然のことです。

位相構造がこの様に多様なものである以上、単に位相構造を持つか否かという議論が曖昧、不毛になってくることは当然の理です。以上をふまえて本節の最後に当たり、私なりの意見をまとめると以下の様になります。

弊社が開発 / 販売している GIS 製品では、位相構造を持たせています。というのは、データの質に関して、明確な縛りを入れることが可能だからです。これが位相構造を実装する私にとっての最大の理由です。

但し、今 GIS の世界では、インターネットに代表されるようなネットワーク越しのデータの交換が喧しく議論されています。この様なネットワーク越しのデータ交換を考える際に、位相構造は前述した通り邪魔になって来ます。他の GIS ベンダーの開発動向を見るにつけ、「今後は、位相構造は段々廃れて行くのではないかなぁ。」とノスタルジーも交えつつ

恐れています。「なんか皆、七面倒なことは放り出して、安易な方に走るのではないかなあ。」
とってしまうのです。

しかし、要は位相構造は、必要だと思えば持てば良いし、必要でなかったら持たなければ
良い、ただ単にそれだけではないかと思えます。少なくとも、以前見られたような「GIS
とCADの違いは、位相構造の有無である。位相構造が無いGISは、レベルが低い。」と考
える時代は、完全に終わったでしょう（それともかつてこんな考えがあったと言うのは私の
思い過ごしであろうか）、寧ろ今後の一番の問題は、位相構造が有るデータと無いデータ、
或いは色々な位相構造の持ち方をしているデータ同士をどう共存、交換、使い分けていくか、
そちらの方が余程難しく、且つ重要ではないかという気がします。

5 位相構造って一体何だろう

色々位相構造に関して、ぐだぐだ書き過ぎた様な気がします。多分、本拙文をお読み頂
いている方々の内、大部分の方は「もうどうでもいいや。」或いは、「良く理解出来ないや。」
と思いはじめていらっしゃる事と思えます。

お気持ちは良く分かるのですが、ちょっと待って下さい、GISの開発ベンダーを名乗っ
ている以上、私共はこの問題を避けて通ることは出来ません。色々とお書きした割には、「数
ある位相構造はどう分類定義するべきなのだろう。」「位相構造は持つべきなのだろうか。」「
位相構造の長所、短所は何だろう。」等の疑問が、やはり依然としてもやもや頭の中で渦巻
いています。

余り後味の悪い終わり方をしたくないのですが、「位相構造って一体何だろう。」これが私
の正直な気持ちです。