

Gittok Lecture Note

01 空間思考

太田守重

2014

私たちは実世界について

どのように考え

どのように理解し,

どのように思考して

その結果を表現するのか.

空間 (space)

普通は, 何も無い場所や領域

空間情報分野では, さまざまな物が存在し, 移動し, 相互に関係する場所や領域, を指す.

集合論的な定義

オブジェクトの集合の上にある関係

A relation on a set of objects.

[01.01] A C Gatrell (1991), Concepts of Space and Geographical Data, Geographic Information Systems Volume 1: Principles, Longman Scientific & Technical, pp.119-134

集合 (set)は, ものの集りである. ただし, ものが集合の要素か否かの判断が可能でなければいけない. 関係 (relation)とは, 集合どうしの直積の部分集合である. 集合が2つあった場合, それぞれの要素どうしの順序対のうち, 任意の条件を満たすものは関係の要素になる. 例えば, 学校の集合と, 子供の集合があるとき, 生徒かどうかという条件によって, 学校と生徒の間に関係ができ, それが空間となる. もう1つの例として, 2つの実数どうしの直積は二次元空間.

空間思考 (Spatial Thinking)

内包的 (intensive) な定義

空間を認知し、推論し、新たな知識を発見すること

Michael F. Goodchild, The Meaning of Spatial Thinking,
Spatial Analysis and GIS for Undergraduate Course Enhancement in the Social Sciences,
August 2-6, 2004, San Diego, CA, US.

外延的 (extensive) な定義

空間中の場所, 距離, 方向, 関係, 移動, 及び変化を視覚化し解釈する能力

Sinton, D. S. (2011). Spatial Thinking, p. 733-744 in Stoltman, J. (ed.), 21st Century Geography: A
Reference Handbook. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

内包とか外延って？



内包: その概念の中に含まれる内容

外延: その概念が示す, もしくは含むものを実例
としてあげて示す, その概念の範囲

臭覚や聴覚がするどく, 家畜化された,
食肉目イヌ科のほ乳類

ダックスフンド, チワワ, プードル, シェ
パード, ポメラニアン, 柴犬
などが含まれるほ乳類の動物

認知:ピアジェの均衡化説

ピアジェ(Jean Piaget, スイス, 心理学者, 1896-1980)の発達理論(均衡化説)

Schema: 環境との関係において形成される, 構造化された知能のあつまり

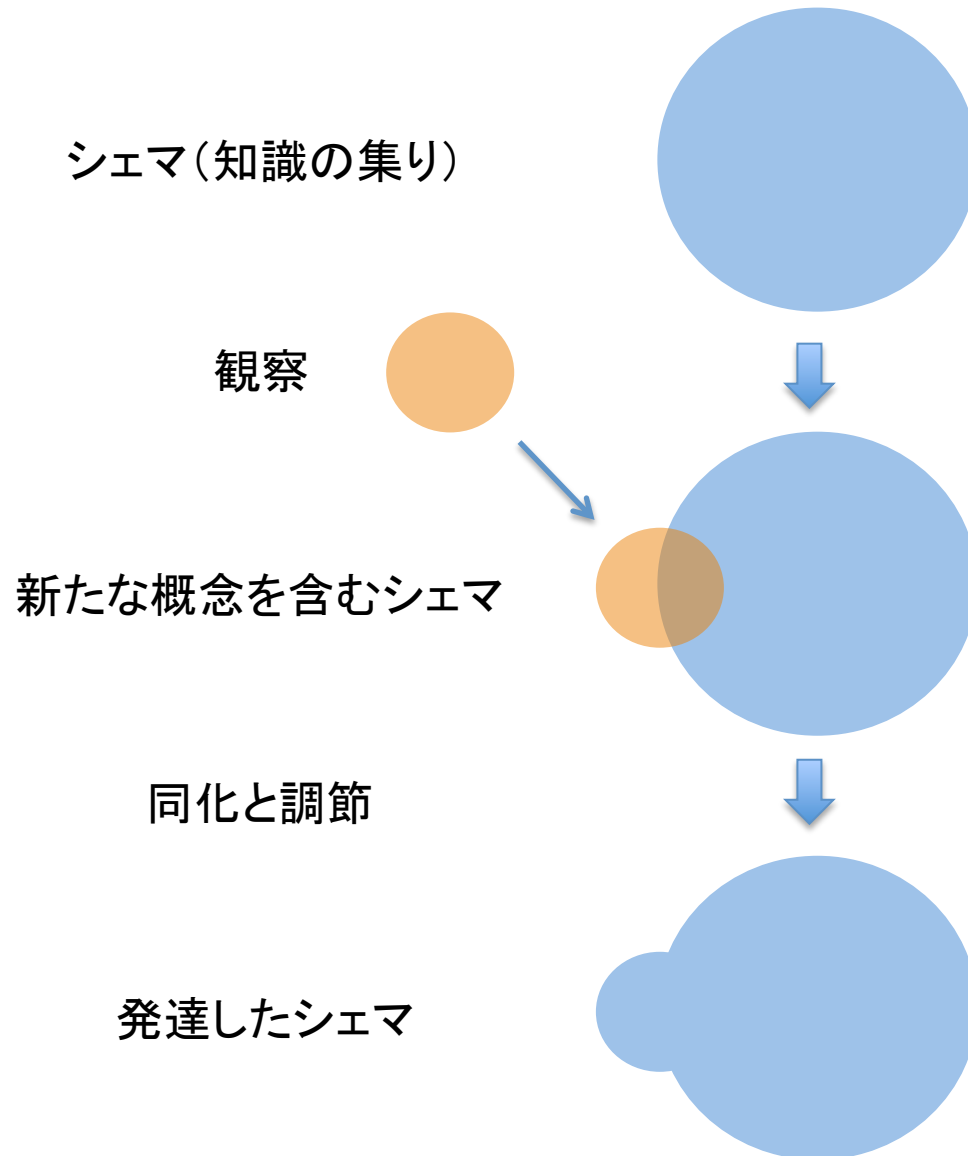
同化: 外界からの刺激を, すでにもっているschemaを使って, schemaに組み入れる働き
(ウサギが食べたキャベツはウサギに変化する)

調節: 似ている外的刺激を受けたときに, 同じ知能にたどり着くように, schemaを調整する働き(ものをつかめることを発見した赤ん坊は, 大きいものは大きくなり, 小さいものは小さくなりにつかめるようにschemaを変化させる). 異なる経験は異なる調節を人間に加えるので, 多様な人格が形成される.

同化と調節は認知の過程であり, 知能の構造の均衡(整合性)を動的に保とうとする働きをもつ.

知能: 筋道の通った論理的思考(操作)を行う能力

同化と調節



人間が保持している知識の集まりをシエマ (schema) という。

人間は実世界に起きるモノやコトをとらえると、すでにもっているシエマを使って識別するが、その働きを「同化」という。

しかし、外界の事物を既存のシエマではうまく同化できない場合に、外界に合わせてシエマを変化させることによって順応しようとする。この働きは「調節」と呼ばれる。

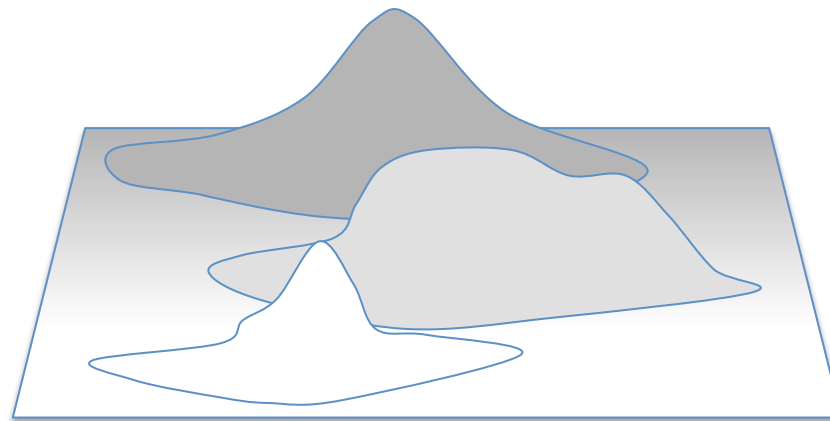
認知:三つ山の実験

Jean Piaget and Barbel Inhelderの報告(1940年代)
子供が空間の見通しを組織化する能力の研究

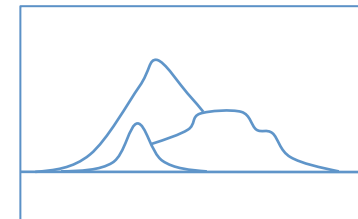
1. 高さの違う三つの山を平面上に配置した模型を置く。
2. 研究者は、平面の外のいろいろな視点に人形を置く。
3. 研究者は子供に、人形が見ている山の景色を示す図のセットをわたし、人形がそのときに見ている景色の図を選んでもらう。
4. 四才以下の幼児は、自分が見ている景色と、人形が見ている景色の区別を付けられない(egocentrism)。



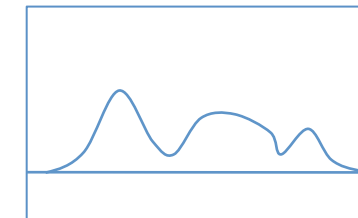
人形



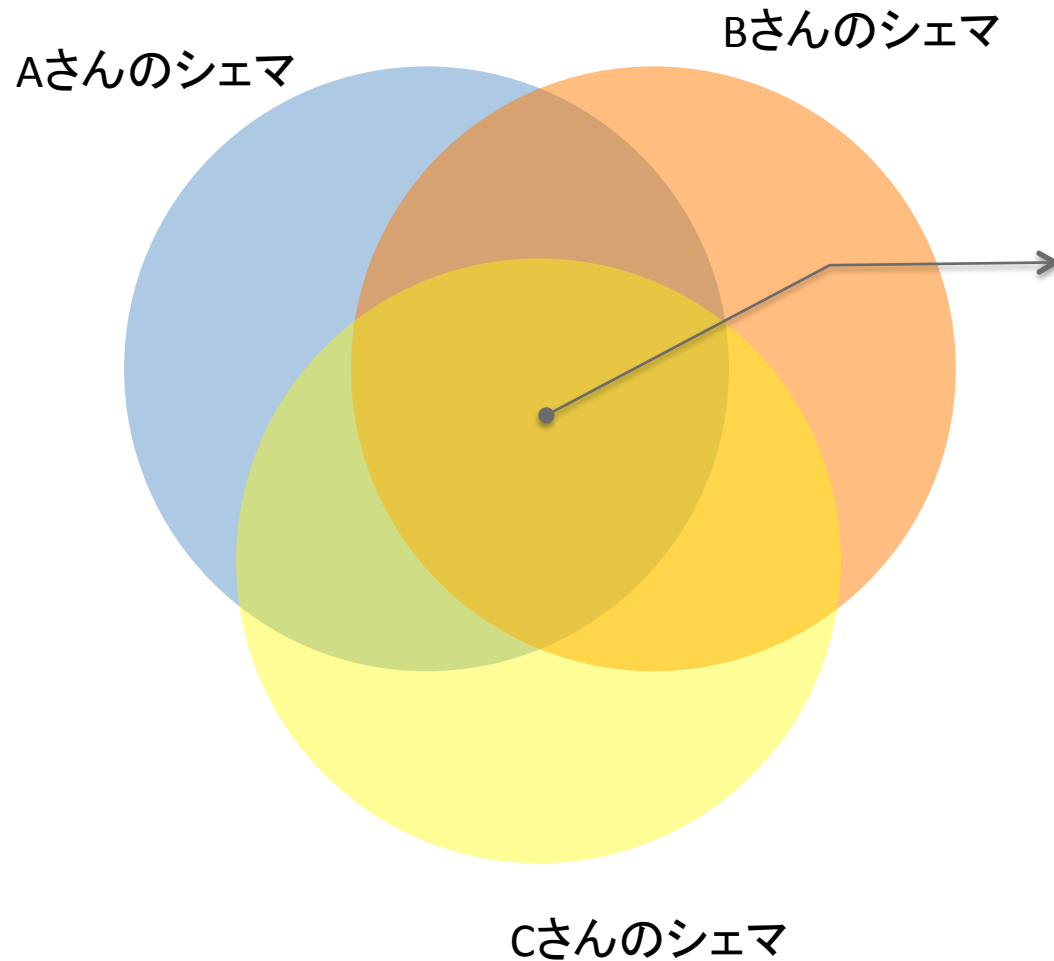
a



b



知識の共有



知識は、共通のルールに従って記述されれば、共有できる。

そのルールは、知識についての知識、つまりメタ知識である。

コミュニケーションのためのメタ知識は、語彙と文法をもつ言語である。

知識の構造: アリストテレスのカテゴリー論

主語 → 述語

第一実体
(個物)

第二実体
(概念)

いつ
どこ
量
質
姿勢
保持

能動
受動

関係

ソクラテスは人間である。

あの事故が起きたのは1998年である。

あの事故が起きたのは東京である。

あの船の排水量は1万トン。

あの車両は赤い。

事故を起こした飛行機の姿勢は水平だった。

あの橋はイルミネーション用のライトをもつ。

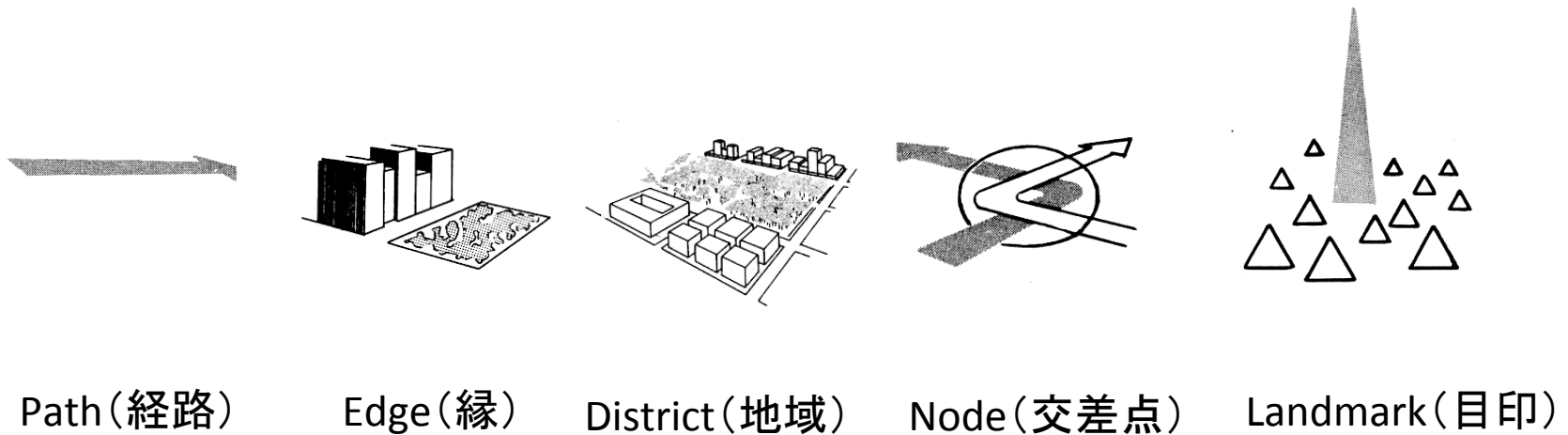
彼女は寄付をした。

彼女はプレゼントされた。

彼は、うちの社長と知り合いだ。

空間認知：都市のイメージ

人々がもつ都市のイメージの内容は、要素となる5つの物理的な形態に帰すことができる。



[01.06] Kevin Lynch, The image of the city, The MIT Press, 1960, p.46-48
(丹下健三, 富田玲子訳, 都市のイメージ, 岩波書店, 1968, p.55-58)

推論 (reasoning) とは

推論: 既存の知識を組み合わせて新しい知識を作ること。

演繹: 法則と原因から結果を導きだす。

発想: 法則と結果から原因を導きだす。

帰納: 原因と結果をみて新しい法則を作り出す。

演繹

$$\begin{array}{c} A \rightarrow B \\ A \\ \hline B \end{array}$$

deduction

発想

$$\begin{array}{c} A \rightarrow B \\ B \\ \hline A \end{array}$$

abduction

帰納

$$\begin{array}{c} A \\ B \\ \hline A \rightarrow B \end{array}$$

induction

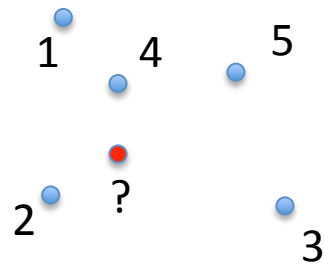
空間推論:Toblerの第一法則(Tobler's First Law: TFL)

“All things are related, but nearby things are more related than distant things”
『すべてのものは関係するが、近くのものは遠いものより関係が深い。』

[01.07] W.R.Tobler, 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Economic Geography 46: 234-240

例: 内挿法

標高の重み付き平均。計測されていない場所の標高がわかる(知識の発見)



Weight (W) = 1/distance

$$h = \frac{\sum (W * H)}{\sum W}$$

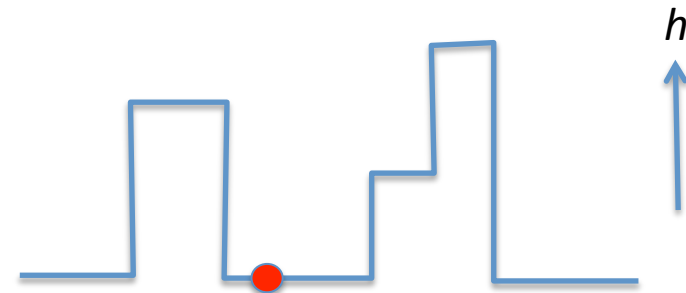
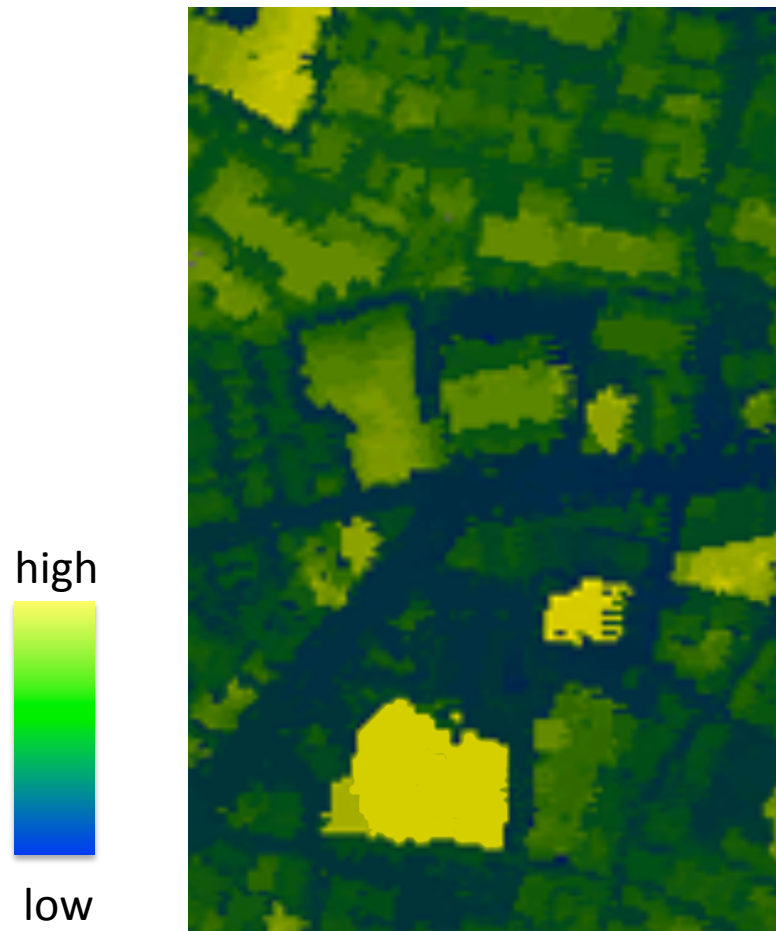
Point	Height	Weight	W×H
1	10.0	1/2	5.0
2	25.0	1/1	25.0
3	18.0	1/2.5	7.2
4	15.0	1/1	15.0
5	9.0	1/2	4.5
sum		3.4	56.7

$$h = 56.7 / 3.4 = 16.7$$

空間推論:TFLの有効性 (1/2)

不連続な分布では、「重み付き平均」は危険。

TFLは万能？



このような場合、最短距離にある
標高をそのまま使った方がまし。

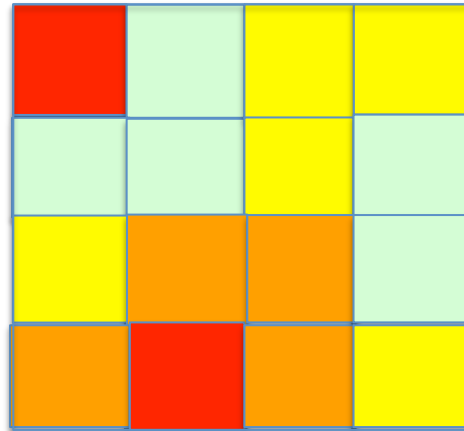
レーザースキャナーで空からサンプリング
した標高点の集まりが描く、都市の表面

空間推論:TFLの有効性 (2/2)

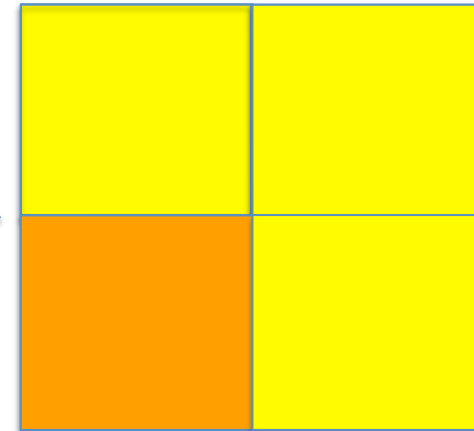
可変面域単位問題
(Modifiable areal unit
problem)
集計単位が変わると、特
性も変る。

 人口密集地域

人口密集地域はある

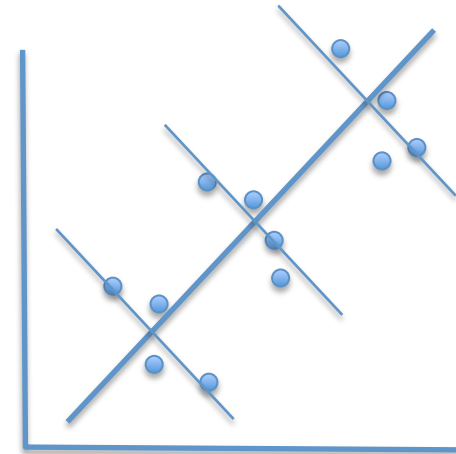


人口密集地域はない



生態学的錯誤(Ecological fallacy): 全体である命題
が成り立っても、同じことが部分でも成り立つとは
限らない。

[01.08] Openshaw, S. (1984).
[The Modifiable Areal Unit Problem. Norwich: Geo Books](#)
ISBN 0-86094-134-5.



地図は空間思考を補助するツール

地図を見て何を発見するか

どこに何があるか

その大きさはどうか

何がどのように分布しているか

地域間にどのような関係があるか

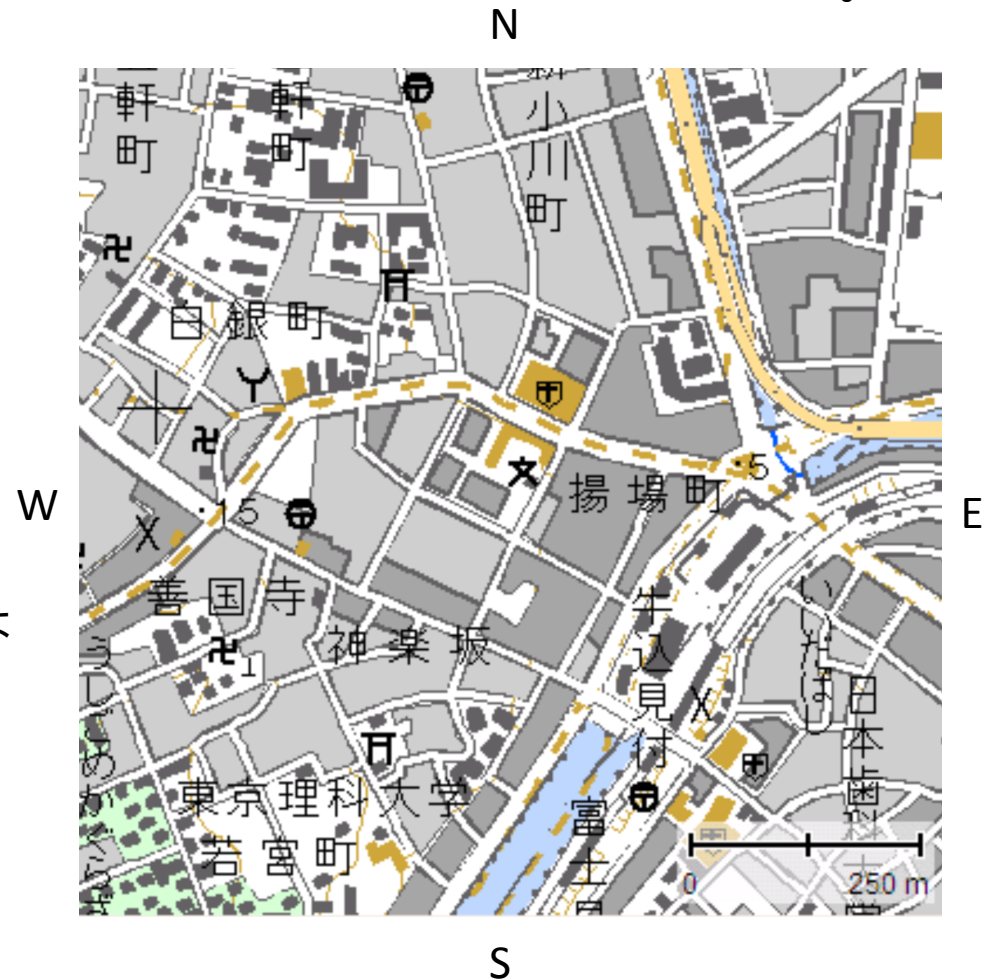
ものとももの距離と方位

同じ場所の二時期の地図がある場合は

生起・消滅, 変化, 移動

Sintonの空間思考の定義を思い出そう!

空間思考と地図の関係は？



国土地理院 地理院地図より