

地理空間情報との関連でみた空間的思考力の構成とその規定因

若林芳樹

Compositions and Determinants of Spatial Thinking Abilities in Terms of the Relationship with Geospatial Information

Yoshiki WAKABAYASHI

Abstract: Recently, several tests for measuring spatial thinking abilities in geographical contexts have been developed. However, the reliability of these tests and the relationship between the test questions and the components of geospatial thinking are not clear. This study aims to improve the geospatial thinking ability test and examine the various factors affecting the test score. The results obtained showed that spatial thinking abilities were composed of several different components. Some aspects of the spatial thinking abilities were much affected by experience of geography education as well as the interests in specific activities in everyday life.

Keywords: 空間的思考 (spatial thinking), 地理空間情報 (geospatial information), GIS 教育 (GIS education), 空間的能力 (spatial abilities)

1. はじめに

アメリカ学術会議のレポート(NRC, 2006)が出版されて以来, 地理空間情報の利用に深く関ると考えられる空間的思考力は, 欧米の GIS 教育で関心を集めている. 最近では, 空間的思考力テストを用いて GIS 教育の効果を測る研究(Lee and Bednarz, 2009, 2012; Huynh and Sharpe, 2013)も取り組まれている. しかし, 空間的思考力の構成要素や測定方法, およびそれを規定する要因については不明な点が多い. そこで本研究は, Lee and Bednarz (2012)が開発した空間的思考力テスト (STAT: Spatial Thinking Ability Test) を改良して大学生に適用し, テスト項目間の関係や個人特性との関連性を分析することを目的とする.

2. 研究方法

2.1 空間的思考力テスト

本研究で用いるテストは, Lee and Bednarz (2012)が開発した STAT に含まれる次の問題点を改善したものである.

第1に, テスト項目の選定基準が不明確である. Lee and Bednarz (2012)は, 8 タイプのテスト項目を設定して, 合計16項目のテストを作成したが, その成績を因子分析にかけて得られた結果は解釈が難しいものになっている. そこで本研究では, テスト項目のタイプと因子分析の結果をふまえて, 独立性の高い合計6タイプの項目を選定した.

第2に, 回答者の知識とスキルとが明確に分けられていないことである. 彼らは地理的文脈での空間的思考力を捉えることを意図していたため, テスト項目の中には地理的知識の有無が成績を左右するものも見受けられる. そこで, 対象地域

が特定されないよう、素材の匿名性を高めることで空間的思考のスキルを知識と分けて捉えるための改良を加えた。

第3に、STATのような多肢選択式のテストでは、個々のテスト項目の成績を定量化するのが困難である。そこで本研究では、一つのテスト項目に3つずつの多肢選択課題を用意して、結果の定量化を容易にすることを試みた。

具体的には、次の6つのテスト項目を設定し、項目ごとの3つの設問の正答数を得点化した。

Q1 経路探索:言葉による道案内に基づいて地図上で経路探索を行う課題

Q2 分布パターンの断面図:階級区分図の値をもとに、断面図のパターンを読み取る課題

Q3 最適立地:3つの条件を充たす立地場所を選択肢から選ぶ課題

Q4 分布図の相関関係:複数の分布図から、ある分布図と相関が最も高いものを選ぶ課題

Q5 3次元画像の視覚化:2次元の等高線図の任意の地点から見える景色を想像する課題

Q6 地図のオーバーレイ:2つの図形のブール演算から得られる図形を選ぶ課題(図1)。

以下、このテストをSTAT-J(日本版空間的思考力テスト)と呼ぶ。

【質問】X~Zの図形に次の関係を当てはめて得られる図形を下の①~⑧から選びなさい。

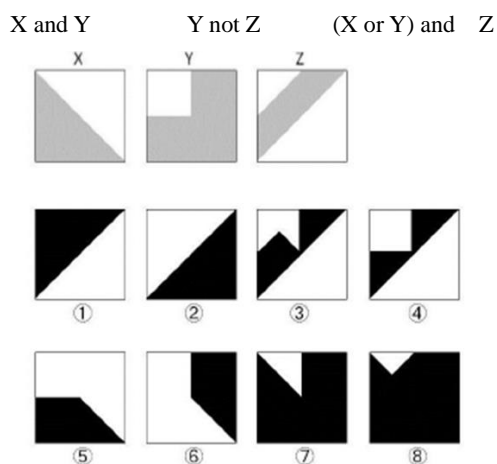


図1 STAT-Jのテスト項目の例(Q12)

2.2 空間的スキルの自己評価テスト

空間的思考力を測るのに用いられてきた方法は、(1)計量心理学的テスト、(2)自己評価テスト、(3)特定の課題についてスキルを測るテストに大別される。このうち、STATは(3)に含まれる。(1)は一般的な知能テストの一部として空間的能力を測るのに用いられてきたが、テスト項目が多く実施に時間を要するが、空間的思考力との相関は必ずしも高くはないというIshikawa(2013)の研究結果もある。これに対して(2)は、竹内(1992)の方向感覚質問紙(SDQ-S)などが含まれ、空間的思考全般をカバーしているわけではないものの、テスト自体は簡便に行えるという利点がある。そこで、本研究ではSTATの妥当性を検討することために、自己評価テストを作成した。テスト項目には、前述のSDQ-Sから、方位に対する意識(サーベイマッピング)に関わる6項目、目印の記憶(ルートマッピング)に関わる6項目を選定した。その上で、おもに小規模空間での空間的スキルに関わる6項目を加えた合計18項目について、それぞれ5段階評価であてはまる度合いを答えてもらった(表1)。以下、このテストをSESS(Self-evaluation test of spatial skills)と呼ぶ。

表1 自己評価テスト(SESS)に追加した6項目

項目	質問
#12	見かけのよく似た道路でも、違いをすぐに区別することができる
#13	手の込んだ折り紙を、見本通りに折ることができる
#14	カバンやスーツケースにうまく荷物を詰め込むことができる
#15	説明書通りに模型や家電製品を組み立てることができる
#16	家具の配置を変えた部屋の様子を簡単に思い浮かべることができる
#17	スポーツの中では、球技が得意だ
#18	盤上ゲーム(将棋、囲碁、チェスなど)が得意だ

2.3 個人属性と回答者

空間的思考力に関連すると考えられる個人属性として、(1)日常生活活動地理の学習、地図、野外活動、乗り物、コンピュータ)への関心の程度

(4段階評価), (2)高校・大学での地理の学習歴,
(3)性別, をとりあげた.
回答者は大学生 100 人 (男子 60 人, 女子 40 人)
で, うち 25 人が地理学専攻生であった.

3. 空間的思考力の構成

STAT-J のテスト項目の内的一貫性を測るために, クロンバックの α を求めたが, 0.500 と信頼できる水準を下回った. とはいえ, 各テスト項目の得点と合計得点との間には 1%水準で有意な相関が得られた. 一方, テスト項目間の相関係数を求めると, Q4 と Q6 以外では有意な値は得られなかった. このことは, テスト項目の独立性を意味しており, 空間的思考力が複数の要素で構成されることを示唆する.

一方, 自己評価テスト (SESS) の結果に因子分析を適用し, 3 因子を抽出してバリマックス直交回転を行った結果, 表 1 の因子構成が得られた. ここで, 第 1 因子はサーベイマッピングの能力, 第 2 因子はルートマッピングの能力, 第 3 因子は日常的な活動での空間的推論能力, をそれぞれ表している.

表 2 自己評価テスト (SESS) の因子負荷量

項目	F1	F2	F3
#1	0.8714	0.2004	-0.0076
#2	0.9053	0.1099	0.0592
#3	0.8059	0.2159	0.2070
#4	0.7346	0.1688	0.2303
#5	0.4990	0.0958	0.2644
#6	0.4214	0.3458	0.2038
#7	0.4107	0.3458	0.1980
#8	0.1662	0.6582	0.2889
#9	0.1482	0.7290	0.2046
#10	0.3287	0.6957	0.1118
#11	0.0425	0.3710	-0.0889
#12	0.3554	0.3632	0.0423
#13	-0.1337	0.1769	0.4078
#14	0.1471	0.0088	0.4729
#15	0.2280	0.0515	0.7126
#16	0.0964	0.0688	0.4137
#17	0.0882	0.2389	0.4249
#18	0.1236	-0.0932	0.2010
寄与率	31.46%	10.70%	9.18%

下線は絶対値0.4以上

STAT-J のテスト項目と SESS の因子得点との相関をみたところ, 有意な相関が得られたのは Q4, Q5 と第 1 因子との間のみであった. つまり, 分布図の相関を捉えたり, 3 次元空間を視覚化する能力はサーベイマッピングの能力と関係するが, その他の能力間には明確な関連性はみられない.

4. 空間的思考力の規定因

4.1 地理の学習経験と性差

個人属性によるテスト得点の差の検定を行った結果, 高校での地理の履修と大学での地理の専攻は, Q4, Q5 の成績に有意な差をもたらすことが判明した (図 1). つまり, 地理の学習経験は分布図の相関を捉えたり, 3 次元空間を視覚化する能力を高める可能性がある.

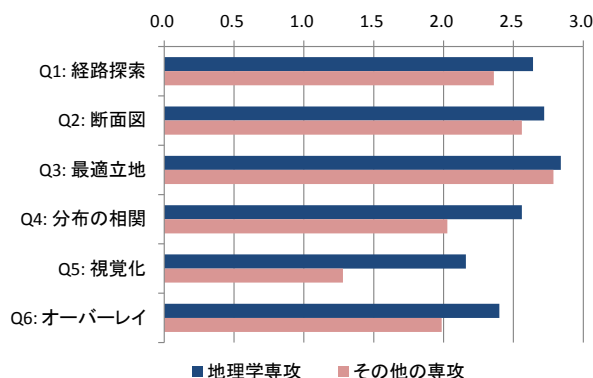


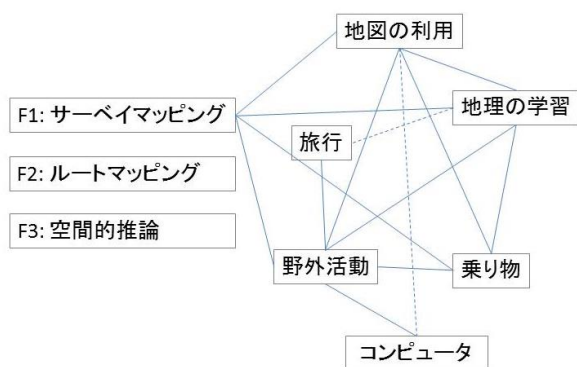
図 2 STAT-J のテスト項目別平均得点の比較

性別については, Q5 と Q6 で有意差がみられ, 視覚化課題は男性が, オーバーレイ課題は女性の方が, それぞれ成績がよかった. これは, 視覚化過程で必要とされる心的回転能力は男性の方が優れているという過去の研究結果と符合する. オーバーレイ課題で女性が優れていたことの解釈は難しいが, 空間的能力に関する従前の研究でも, 空間的位置の記憶などで女性が優れていることが指摘されており, それが影響した可能性もある. ただし, 性差は他の要因とも相互に関係しているため, さらに詳しい検討が必要である.

3.2 日常的活動への関心との関連性

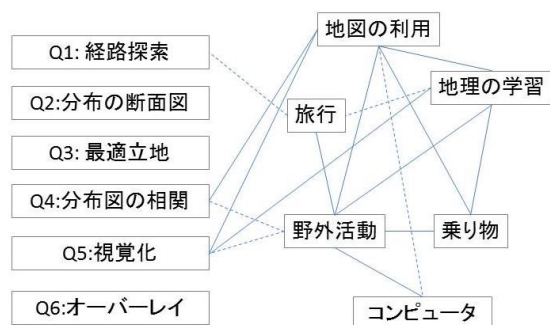
日常的活動（地理の学習、地図の利用、野外活動、旅行、乗り物、コンピュータ）への関心の度合いとテスト結果との関連性について、相関係数の統計的検定を行い、有意な関係がみられた項目を示したのが図3と図4である。

これらの図から、日常的活動への関心は相互に関連しており、とくに地理の学習、地図の利用、野外活動、乗り物への関心の間で強い関連性が見いだせる。これらと SESS から得られた3つの因子との関連性を示した図3によると、第1因子のみ地理の学習、地図の利用、野外活動と有意な関連性がある。つまり、これらの活動への関心がサーベイマッピングの技能を高めると考えられる。



破線は有意水準5%, 実線は有意水準1%で有意な関係を表す

図3 SESS の項目と日常的活動への関心の関連性



破線は有意水準5%, 実線は有意水準1%で有意な関係を表す

図4 STAT-J の項目と日常的活動への関心の関連性

一方、STAT-J の項目との関係を示した図4では、

Q4 と Q5 が地図の利用、野外活動と強い結びつきを示している。つまり、分布の相関を読み取ったり、3次元の景色を視覚化する技能は、地図利用や野外活動によって高まる可能性がある。その他の項目では、旅行への関心が経路探索と関連しているのは興味深い。一方、GISに関連するコンピュータへの関心は、地図の利用など他の活動との関連性はみられるものの、空間的思考力テストの結果と直接的な関係はみられない。

5. おわりに

本研究は、空間的思考力テストの改良版（STAT-J）を作成し、その妥当性と規定因を分析した。その結果、空間的思考力は複数の独立した要素で構成され、地理空間情報の利用経験や関心の高さに関係していることが明らかになった。ただし、自己評価テストと STAT-J との対応関係が不明確なため、さらなる改良が必要である。

謝辞 本研究は、科学研究費・基盤研究 A（課題番号：21240075）、および挑戦的萌芽研究（課題番号：24650604）による成果の一部である。

参考文献

- 竹内謙彰 1992. 方向感覚と方位評定, 人格特性及び知的能力との関連, 教育心理学研究, 40, 47-53.
- Huynh, N. T., Sharpe, B. 2013. An assessment instrument to measure geospatial thinking expertise. *Journal of Geography* 112: 3-17.
- Ishikawa, T. 2013. Geospatial thinking and spatial ability: an empirical examination of knowledge and reasoning in geographical science. *Professional Geographer* (in press).
- Lee J., Bednarz R. 2009. Effect of GIS learning on spatial thinking. *Journal of Geography in Higher Education* 33: 183-198.
- Lee, J., Bednarz, R. 2012. Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. *Journal of Geography* 111: 15-26.
- NRC (National Research Council) 2006. *Learning to think spatially*. Washington DC: National Academies Press.