

# 適切に“論理的思考力”を問えているかへの懸念：その1 正しい科学的思考力等を測る問題を作成するために考えるべき事

対象読者：小中高等学校教員

根本 泰雄（桜美林大学リベラルアーツ学群（自然科学系））

山本 政一郎（福井県立福井商業高等学校（地理歴史科（地理）））

## 1. 科学的思考力等を問う

### 教育行政からの背景

平成29年3月に公示された次期小・中学校学習指導要領でも、平成30年3月に公示された次期高等学校学習指導要領でも、「何ができるようになるか」の明確化として出された三つの柱の中に、「思考力、判断力、表現力等」が記されている<sup>1、2)</sup>。現行の学習指導要領にも、「思考力、判断力、表現力」が“学力の重要な3つの要素”のうちの一つとして記されている<sup>3、4)</sup>。これらの力、「思考力、判断力、表現力(等)」とは何を意味するのであろうか。著者等は、学校教育で培うことが求められるこれらの力は、学術一般で行われている行為に必要な、論理的な思考力であると捉え、目の前に与えられた限定的な条件から、少し考え、決定し、それを表現する力とは捉えない。よって、本論でも、学術一般で行われている行為に必要な力という意味で、「思考力、判断力、表現力等」（以降、まとめて記す場合は思考力等と記す）を用いる。

『理科』であれば、改訂のポイントの資料にもある通り<sup>5、6)</sup>、“観察、実験など科学的に探究する活動を通して、規則性を見いだしたり表現したりする力を養うことが重要”であり、異存を唱える理科教員は少ないであろう。『理科』以外でも学校での教科としては、自然科学に分類される『数学科』、社会科学に分類される『社会科』や『地理歴史科』でも同様であろう。では、こうした力を高等学校（以後、高校と記す）入学試験（以後、入試と記す）や大学入試で測る場合、身近な例としては、中間試験や期末試験で測る場合、どのような出題が適当といえる

のであろうか。本論では、過去に出題された高校入試問題と大学入試問題とを1題ずつ例として取り上げ、これらの問題が含有する問題点を通して、科学的思考力等を測る設問のあり方を問うことを目指す。

## 2. 科学的思考力等を問いたい

### 問題の死角

高校入試問題からの例として、不適切な内容ではないかと話題になった<sup>7)</sup>平成28年度東京都立高等学校入学選抜学力検査問題理科の大問3の間1<sup>8)</sup>を眺めてみる。この設問は、新聞等でも報道されたことから<sup>9、10)</sup>御存知の読者も多いと思われるが、簡単に問題の所在を振り返ってみたい。

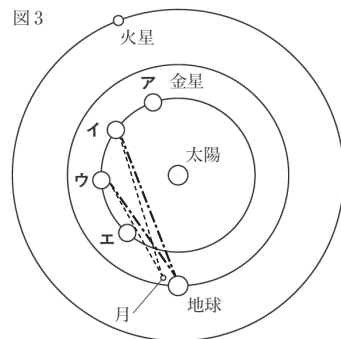
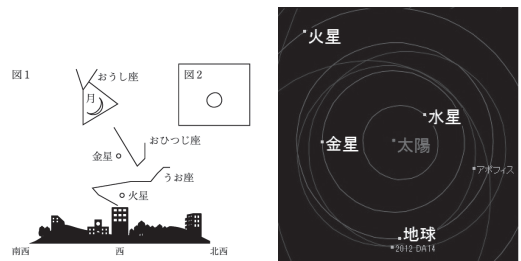


図1 右上：問題文に記された年月日の惑星配置  
左上・下：問題に記されていた図<sup>8)</sup>

（点線と一点鎖線とは著者等による加筆）

実際の位置はウに近いが、東京都による正答はイであった。（上図は、Stellaにより作成した図に著者等が加筆して作成。）

この設問の問題点は、簡潔に箇条書きをする  
と、次になると考える。

- ① 科学的に矛盾している設定である。
- ② 与えられた条件は空間スケールを考慮して  
いない。

①に関しては、問題文中にある観察年月日の惑星（特に、地球と金星と）の位置関係と、問題中の図に示されている惑星の位置関係とが大きくずれていることが挙げられる（**図1右上と下**）。東京都の説明からは、“天文学的な正確さは十分ではないが”<sup>11)</sup>、与えた条件から考える力を試せば良い、と考えてるように読み取れる。学校教育にあてはめると、より多くのデータを得ることができるにも関わらず、現時点で手に入れているデータだけで解釈する態度で構わない、とする立場で教授すれば十分である、と認識されることに繋がりがかねない。よって、著者等は、科学的に矛盾している設定の出題は慎むべきである、と主張したい。



図2 地球上での観察者の位置を板書で示す一例

②に関しては、中学校教員の立場と高校教員の立場とで一部に意見の相違も見られたことは事実である。例えば、前者の立場にある方の中には、問題は無いとする方もおられる。その理由は、地球上のどこに立って観察しているのかを認識させる必要があるので、空間スケールを犠牲にして地球を大きく描き、観察者が立っている箇所から考えさせる必要があるから、とのことである。しかし、当該問題の場合に図（**図1下**）にて地表からの視点で考えると、金星と月と地球との位置関係が崩れてしまう（**図1下**での点線（ウはあり得なくなる）と一点鎖線（ウはあり得る））。中学校でも太陽系内での空間スケールを把握させる教材開発が多数行われてきている事実<sup>12)</sup>を考慮するなら、地球を点で表したとしても（一步譲って、大きめの点でも良いであろう）、**図2**のような板書を行うことで地球上のどこに立っているかを認識させること

は可能である。空間スケールを犠牲にすることで科学的思考力を培うことが妨げられることになるのであれば、単純化を行うにしても、正しい科学概念形成の妨げとはならない範囲に抑えるべきである。よって、科学的思考力を問うことを目指した出題であった（と想像できる）点は評価できるが、意図とは逆に、科学的思考力ではなく、いわゆる受験技術にて正解を導けるとの解説に読み取れる東京都の説明<sup>11)</sup>は、的外れであるといえる。学校教育においては、このような出題があったからと空間スケールを犠牲にし、正解を探すための解答技術を教えることは、教育の本質からかけ離れるため、厳に慎むべきである。この東京都立高校入試問題を御存知ない読者がおられたら、是非当該問題を眺め、この問題の良否を、特に科学的思考力の視点から考えてみていただきたいと思う。

### 3. 大学入試センター試験での

#### 「ムーミン問題」

科学的思考力を問うことを目指した出題と考えられるが、科学的思考力を問う問題とはならなかった例として、大学入試センターによるセンター試験平成30年度本試験の「地理B」第5問の間4（解答番号28）<sup>13)</sup>が挙げられる。「地理B」の問題であるから『理科』とは関係ないと考える読者がおられるかもしれないが、学問の分野では「地理学」は“地球惑星科学”の一分野であること、科学的思考力等の育成を求める点では「地理」も『理科』も同じであることから、本論での考察対象となり得る。

本問題に対する議論は、大学入試センターが示した見解から『「ムーミン」はフィンランド、「小さなバイキングビッケ」はノルウェー』と読み取れる点から発していた<sup>14, 15)</sup>。例えば、人文科学の立場から、大阪大学大学院言語文化研究科スウェーデン語研究室から疑問が発せられ、大学入試センターは『キャラクター自体に関する知識は直接必要なく、ムーミンの画像（**図3**）から「低平で森林と湖沼が広がるフィンラ

ンド)、ビッケの画像にある船や服装、「バイキング」の表記から「海が結氷せず、海上活動が盛んだったノルウェーやスウェーデンを含むスカンディナ비아半島の沿岸や周辺海域」が類推される。』と回答したことが報じられた<sup>15)</sup>。この説明を受け、著者等を含む地球惑星科学教育用語検討グループ有志一同は、地球惑星科学の視点からも課題があることに気付き、大学入試センターへ要望の形にて質問を行った<sup>16, 17)</sup>。質問の概要は次の通りである。



図3 2018年度センター試験平成30年度本試験「地理B」で使用されたイラスト

① 創作の「舞台」設定に起因する課題が内蔵している。

創作の舞台に関して、出題者側よりも多くの知識を持っている受験生がいた場合、その受験生を困惑させる設問である。

② 地質学の成果と整合しない設問となっている。

「ノルウェーは古期造山帯」、「フィンランドは安定陸塊」のように、地球科学的境界と人為的国境とを安易に一致させて作問されていると考えられる。また、「古期造山帯はなだらかな山地」、「安定陸塊は平地」のような不正確な一般化を行った上での作問とも読み取れる。すなわち、地質学的な理解を極度に単純化して科学的な妥当性に欠けている設問である。

③ 空間スケールを無視した設問となっている。

設問のイラスト（図3）のような小さな空間スケールに示された断片的な情報のみから、一つの国家全体の地形や植生を読み取らせる

ことは不可能であるが、これを読み取らせようとしている設問である。（簡単な例で例えるなら、日本のアニメの主人公が成層火山の前に立っている挿絵から、この主人公が日本にいることを読み取ることはできない。）

④ 創作の挿絵から実際の景観を読み取らせようとすることに無理が生じている。

架空の場所（ムーミン谷）を想定して描かれた挿絵であるにも関わらず、そこから地形や植生を読み取らせることを要求する非科学的な設問である。

以上の質問に対して、著者等が大学入試センターから受け取った回答の概要は次の通りであった。

①に対して：

場面や条件を一部単純化した記述としたものである。

②に対して：

教科書の範囲内での地誌に関する内容や地図帳で学習する北ヨーロッパスケールでの地形の特徴に基づき、ノルウェーとフィンランドの間の地形の特徴の違いを判断させることを意図しており、身近な事象と地理との密接な関連性を想起させたいという意図である。

③に対して：

「地域性」の典型的ないし代表的なものとして、何らかの特徴的な事象が利用され、学習者の理解が促されるため、多様性などは犠牲にしても問題とはならない。

④に対して：

受験者の創作物に対する事前の興味や知識による解答への影響の懸念については、本設問に限らず、現実の社会の諸事情を扱う科目の全てにおいて発生しうる。

回答には、例えば①に対してであれば、『「舞台」という用語を用いたことにより複数の照会が寄せられたことは、重く受け止め、今後の問題作成上で一層留意する必要があると認識している。』といったコメントが付されてはいたが、全体として、科学的な視点を損なうにしても単

純化することは避けられず、出題として問題は無かった、との回答であったと読み取れる。

一番の問題は、一見すると、与えられた条件から科学的に思考することで解答を得ることができる、科学的思考力を問う良問に見えるが、実際には意図とは逆に、科学的思考力ではなく、いわゆる受験技術にて正解を導ける設問になっている点である。このように判断する理由を次章に記すが、この点は前章に記した高校入試問題と根は同じである。

## 4. 大学入試センター回答では 納得できない訳

前章に記した大学入試センターからの回答のうち、納得できない代表的な理由を、②、③への回答に対する反論として以下に記す。なお、①、④への回答に対する反論は、本論の主題から外れるので、ここでは触れない。

まず、大学入試センターの回答にある「ノルウェーとフィンランドの間の地形の特徴の違いを判断させることを意図」を考えてみたい。この回答からは、国家単位の設問を、必ずしも国境線を境界とはしない地理学的な地域性をもって解かせようという無理が感じられる。なぜなら、地形や植生の分布・境界と国境とが一致しているとは限らないにも関わらず、地形や植生条件に基づき、どの国かを答えさせる設問になっていると読み取れるからである。自然による境界と人為的な要因による国境という境界とが一致しているという前提が無い限り、本文は不適切な設問であるとしか言いようがない。すなわち、「国家の境界」に過大な意味づけを行い、人為的な「国境」を越えて存在する地形や植生などの地域性を軽視・無視した、いうなれば、単なる「国名当て」の設問になっている点が問題として指摘できる<sup>18)</sup>。

次に、『ムーミンの画像から「低平で森林と湖沼が広がるフィンランド」』とある説明を考えてみる。「フィンランドは主に低平で、森林と湖沼が広がる」という命題は、前述の境界の

問題を横に置いておこなうなら、単純化した表現として地球科学的（地理学的）にも適切であるといえる。しかしながら、ノルウェーにも同様な景観となる地は存在している。そうであるなら、「(わずかに見える部分が)低平で(設問中のムーミンが描かれた図から一本かせいぜい二本の、針葉樹と思われる木が認められる)森林と(著者等にはこの図から湖沼は見出せないが)湖沼が広がっている(ように見える)」ならば「フィンランド」である」という命題は適切といえるのであろうか。この命題が適切か否かを考える前に、次の推論の真偽を考えてみたい。

「犬は四本足である。この写真に写っている動物は四本足である。故に、この写真に写っている動物は犬である。」

この推論は、“後件肯定の虚偽”として知られており、後件を肯定することにより前件をも肯定する推論において生じ、詭弁の一つとしても知られている。もちろん、写真に写っているのが犬であるなら、この推論は正しいこととなるが、馬であるなら、この推論が成立しないことは理解できるであろう。

では、「フィンランドは、低平で森林と湖沼とが広がる国土である。」という命題と、「低平で森林と湖沼が広がる国はフィンランドである。」という命題とを考えてみると、同様の構造となっていることに気が付くのではないだろうか。すなわち、「フィンランドは、低平で森林と湖沼とが広がる国土である。ここに示した図は、低平で森林と湖沼とが広がって描かれている。故に、この図の地はフィンランドである。」となる。よって、正しい推論では導き出せない設問となっており、地球科学の視点云々の前に、与えられた条件からの思考では解が導き出せないという、思考力を問う問題として不適切な問題であると結論付けられる。

## 5. 適切に科学的思考力等を 育むためには

高校入試問題から一例、大学入試問題から一



例を挙げたが、問題にて与えられた条件からどこまではいえるのか、いえる範囲を科学的に思考できる力の育成をどうすべきなのかが突き付けられた課題であると著者等は受け止めた。

試験問題に限らず、目の前にある資料やデータから、どこまでのことが言えるのかを弁えることは科学の基礎技能の一つである。十分ではない資料やデータから、結論ありきの「解答」を導出する行為が科学的思考力でないことは説明するまでも無い。資料やデータから推論ではなく、論理的に適切な解を、探究活動であれば解釈、結果までを導き出す学力こそが、「思考力等」を育む必須の要件である。「ムーミン問題」の場合、片方の選択肢から絞り込んでいくパズルの要素という、ある種の問題としての面白さがあることには著者等も同意するが、大学入試センターによる解を導く方法は間違った推論を良しとする方法であり、論理的な思考力等を育む観点からは不適切であるといえる。よって、間違っても、学校教育関係者がこうした問題を「思考力等を問う良問」と持ち上げてはいけない。

単純化の側面、および「境界」の捉え方・考え方からは、事象のスケールを適切に把握する力、および正しく「境界」を理解する力を育てる必要のあることが示唆されたと考えられる。高校入試問題から紹介した問題では、現実の惑星空間のスケールと、図示するために単純化した模式図とが極端に乖離した中で、模式図から解答を導かせようとしたところに問題が生じていた。「ムーミン問題」では、非常に狭い範囲の風景を扱ったイラストから「フィンランド」全体を類推するというスケール、「境界」の踏み違えが見られた。

よって、『理科』教育に携わる教員は、太陽系内での空間スケールを把握させる教材開発が多数行われてきている事実に基づき、こうした教材開発、授業実践研究の有効性を再確認し、今後も正しい科学的思考力等の育成を進めていくことが肝要であるといえる。間違っても、教科書に「犬は四本足である。」と記されていた

時に、中間試験や期末試験等で“次の（ ）に入る適切な語句を入れよ。「（ ）は四本足である。」”といった問題を出さないことである。犬と入れた児童・生徒は正解、馬や牛、豚などを入れた児童・生徒は不正解とするような試験を経験したなら、児童・生徒の知識や論理的思考力、科学的思考力等の育成を妨げることになるからである。

## 6. 最後に

『理科』と『社会科』、『地理歴史科』との関係も、例えば、「地学」と「自然地理」とを眺めてみれば理解し易いが、本来、教科・科目等で分断できるものではない<sup>19)</sup>。次期学習指導要領の実施に向けて、カリキュラム・マネジメントの視点も重要視されている<sup>5, 6)</sup> ことから、特に、中学校、高等学校での教育にて、少しでも教科・科目の壁を低くしていく努力を今まで以上に行っていく必要がある。そのヒントの一つとして、『理科』も『社会科』、『地理歴史科』も、資料や（観測）データ等を数多く用いた探究活動を行い易い教科である点に注目したい。

また、高校入試問題や大学入試問題に対して、適切な問題であるのか、常に各教員が目を光らせ、不適切である問題を見付けた場合は、教科・科目にとらわれず、教科・科目の壁を越えて声を上げることが必要であろう。不適切な問題に迎合し、科学的思考力等の育成が本来の教育目標からかけ離れていくことが無いように、各教員が努めていきたい。

以上から、科学的思考力等を測る問題を作成する際には、問題文中にて与えた条件だけから推論にて解答を導き出す問題となっていないかに細心の注意を払い、科学的思考力等を測る問題となっている確認を怠らないことが求められるといえる。どのような問題が科学的思考力等を測る問題として良問となるのか、著者等も含め、各教員に課された今後の課題である。

## 謝辞

本論で紹介した二つの問題に対して、多くの学校教員、大学教員と議論を行いました。特に、地球惑星科学教育用語検討グループ有志の皆様（藤原 靖 氏（神奈川県立向の岡工業高等学校）、川手新一 氏（武蔵高等学校中学校）、小林則彦氏（西武学園文理中学・高等学校）、南島正重氏（東京都立両国高等学校）、田口康博 氏（千葉県立銚子高等学校））との議論は有益でした。ここに記して深謝します。

## 参考文献

- 1) 文部科学省、平成29年3月公示小学校学習指導要領、中学校学習指導要領
- 2) 文部科学省、平成30年3月公示高等学校学習指導要領
- 3) 文部科学省、平成20年3月公示小学校学習指導要領、中学校学習指導要領
- 4) 文部科学省、平成21年3月公示高等学校学習指導要領
- 5) 文部科学省、幼稚園教育要領、小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント  
〈[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662_2.pdf) (2018年7月21日参照)〉
- 6) 文部科学省、高等学校学習指導要領の改訂のポイント  
〈[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2018/04/18/1384662\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2018/04/18/1384662_3.pdf) (2018年7月21日参照)〉
- 7) 例えば、南島正重、時空間を楽しむ地学教育へ、地学教育、70、1、45-46、2017
- 8) 東京都教育庁都立学校教育部高等学校教育課入学選抜担当、平成28年度都立高校入学者選抜学力検査問題理科 大問3  
〈[http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/admission/high\\_school/ability\\_test/problem\\_and\\_answer/files/science\\_question3/28mondai.pdf](http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/admission/high_school/ability_test/problem_and_answer/files/science_question3/28mondai.pdf) (2018年7月21日参照)〉
- 9) 日本経済新聞、金星の位置、実際とズレ、都立高入試の解答、点数調整は実施せず、2016年3月4日朝刊社会面、P.39
- 10) 朝日新聞、不適切な解説、都教委撤回 都立高入試、理科の天体問題、2016年3月19日朝刊東京四域・1地方、P.29
- 11) 東京都教育庁都立学校教育部高等学校教育課入学選抜担当、平成28年度東京都立高等学校入学者選抜学力検査問題（理科）に関する見解  
〈[http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/admission/high\\_school/ability\\_test/problem\\_and\\_answer/science\\_question3.html](http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/admission/high_school/ability_test/problem_and_answer/science_question3.html) (2018年7月21日参照)〉
- 12) 例えば、岡崎 彰、天文現象を実感できるモデル教材についての一考察、群馬大学教育実践研究、29、31-36、2012
- 13) 大学入試センター、センター試験平成30年度本試験「地理B」  
〈<http://www.dnc.ac.jp/albums/abm.php?f=abm00033448.pdf&n=h30+chireki+06chiriB.pdf> (2018年7月21日参照)〉
- 14) 例えば、朝日新聞、それは難問だ ムーミンとピッケ、舞台は——？ センター試験、2018年1月16日朝刊第2社会面、P.38
- 15) 例えば、朝日新聞、ムーミンの設問「支障ない」大学入試センター、2018年1月17日朝刊第1社会面、P.39
- 16) 朝日新聞、ムーミンの設問、良問？根拠弱い？大学入試センター試験、議論続く、2018年1月27日朝刊教育面、P.27
- 17) 毎日新聞、大学入試：センター試験「フィンランドの根拠示せ」続々 論争の森、迷うムーミン 受験生は「意外に冷静」、2018年1月21日朝刊社会面、P.31
- 18) 尾方隆幸、「境界の魅力」－インドシナ半島シームレス巡検－、E-journal GEO、13、1、338-346、2018
- 19) 山本 政一郎・尾方隆幸、高等学校の地理教育・地学教育における教科書用語の問題点－用語問題の類型化と学術的整合性、E-journal GEO、13、1、68-83、2018

### NEMOTO, Hiroo Profile

中・高等学校教員、大阪市立大学大学院理学研究科（専任）講師などを経て、現在は桜美林大学リベラルアーツ学群（地球科学専攻プログラム）（自然科学系）准教授（博士（理学）京都大学）、（公社）日本地震学会（SSJ）学校教育担当理事。SSJ主催の教員免許状更新講習講師なども務めている。本務校では、地球物理学I・II、中等理科教育法I・IIなどを担当し、東京理科大学理学部では非常勤講師として地球物理学を担当している。

### YAMAMOTO, Seichiro Profile

高等学校教諭（博士（環境学）東京大学）。現在、福井県立福井商業高等学校勤務。国際地理オリンピック日本委員会実行委員。生徒が科学的に適切な手法で情報を入手し、再構築し、発表等の出力を行うための教材開発を進めている。最近の研究内容は、高等学校の検定済教科書の用語の比較検討。