

理科教育における物語性指向アプローチとその意味

中村泰輔

1. はじめに

現在の日本の理科教育には様々な問題が提起されている。科学技術創造立国を目指す上での創造力豊かな理科系人材の育成の問題¹⁾、新学習指導要領における内容削減の問題²⁾、また科学技術政策の問題とも連動したいわゆる「理科離れ」の問題もある。これは例えば「第3回国際数学・理科教育調査」の第2段階調査で日本は国際的に高水準の理科到達度を示した一方、理科を好む生徒の割合が国際平均を下回ったことにも象徴される³⁾。また理科教育研究の方面では子どもの自然認識や科学概念形成にまつわる問題に関心が高い⁴⁾。しかし問題はこれだけにとどまらない。これらの問題の背後にある、科学を創出し、科学を正しく理解する上で必要な科学の背景や諸側面が日本の理科教育において捨象されている傾向について検討を要する。これは例えば、西洋近代科学導入期からの科学の思想的背景⁵⁾や人間的側面⁶⁾等である。これまで日本の理科教育では科学的知識や技能の伝達が重視されてきていると言えるが、科学の営みは、科学的知識・技能のみならず、科学の背景や諸側面、科学実践の実際等々から成る複合的な人間活動であり、その全体は科学的知識から直接学べるものではない。

一方欧米ではこのような科学の背景や諸側面、科学における人間性等の教授が提唱され、その一つのアプローチとして、物語性の活用が提案されている。ただし物語性は授業の構成、カリキュラムの構成、教育全般等において注目されており、科学教育における物語性指向アプローチは多様であると言える。

本稿の目的は、科学教育において重視されてきている多様な物語性指向アプローチを、物語性の在り方や構造に着目して類型化し、その基底にある考え方を考察し、理科教育における物語性指向アプローチがどのような意味を持つのかを探ることである。これまで、例えばマーティンとブルーワーは、オーセンティック (authentic) な科学の伝達という考え方を基に科学教育における物語的要素について論じ⁷⁾、スティナーは科学や人間性の探究方法という視点から、「ストーリーラ

イン・アプローチ」として先行研究を整理している⁸⁾。またガッドマンズドットティアは、教育において物語が応用される領域を教授内容と教育研究の二つに大別して先行研究を類型化し「起こったことを他人に話す」という共通性を見出している⁹⁾。しかしマーティンとブルーワーは科学教授の実践に具体的に言及せず、スティナーは物語性の具体的構造に言及していない。またガッドマンズドットティアは科学教授に限定してはいない¹⁰⁾。

本稿では、以下のように論を進める。まず、科学教育において物語 (Story/Narrative) を活用した科学教育のアプローチのねらいとその展開について、物語性の在り方や構造という点、即ち、物語性がどのような所において用いられ、どのように物語として組織化され提示されているかに着目して類型化し、物語性を用いる目的や実現したい機能、及びその根拠を分析する。次に、それらのアプローチの基底にある考え方について考察する。以上を基に、物語性を指向した理科教育アプローチの意味を探っていく。なお、「物語」には、Story と Narrative の両者が対応して用いられるが、文献において特に区別なく用いられている場合は「物語」に統一し、必要な場合のみ、物語 () として、原語を明示した。

2. 理科教育における物語性指向アプローチ

(1) 物語性を指向した科学教材や語り

第一に、科学授業場面に用いられる教材や語りにおける物語性指向アプローチを取り上げる。

① 謎解きの物語

マックレランは、状況に埋め込まれた学習モデルの鍵となる構成要素として八つを挙げ¹¹⁾、これらの中で物語 (ストーリー) を筆頭に挙げている。そして状況に埋め込まれた学習モデルを用いた教授学習の例として、マルチメディアプログラムによる物語、「大太陽系レスキュー」 (“The Great Solar System Rescue”)¹²⁾、【大海洋レスキュー】 (“The Great Ocean Rescue”)¹³⁾を紹介している。例えば【大太陽系レスキュー】において

は、四人のメンバー一人一人が、地質学者、気象学者、天文学者、宇宙歴史学者の役割を担い、専用のマニュアルを手に、それぞれの立場から、失われた探査機を回収するという物語の解明に参加する。これらのプログラムについてマックレランは「反省と協同の両方に重点を置いた、メディアによる、状況に埋め込まれた学習の優れた例の一つ」¹⁴⁾とし、さらに「可能であるような、初期の協同学習活動と補助的デザイン活動の双方は、第一人称的経験の例であり、参加と熱中を促進する」¹⁵⁾と述べている。マルチメディアによる物語の生み出すイメージの奥深さとリアリティが、通常では体験し得ない状況へ生徒を導き、その状況下で相互作用の中から学習をしていくという過程を実現し得る。また、生徒が学者役に扮するという形で参加することにより物語が構築され、生徒が自然を探究する状況へ入り込むことを促すという特徴も見られる。

② 逸話、経験の語り

マーティンとブルーワーは、「授業を活気づけ生気を与えるために教師が使う」逸話について、ある現象を論理的に説明するためには必然的に多くの言葉を費やすことが求められるものの、逸話を通し、注目する対象やその特徴等を学習者にわかりやすくイメージを伴って表現できることを例示している¹⁶⁾。この例とは、回転するメリーゴーラウンドから飛び降りると接線方向へ飛び出したという経験談¹⁷⁾である。加えて、逸話は想像力を巻き込み、反応を喚起し、生徒からの参加を求めるとも主張されている¹⁸⁾。

またマーティンとブルーワーは「個人的、私的科学」の領域における物語について、個人的経験を伝達することや、生徒達が科学の考え方に対する「オーナーシップ」や参加の感情を抱くよう育成することを目指す物語であると捉えている。この例として、ファインマンの生涯を題材としたドキュメンタリー、「天才の最後の旅」¹⁹⁾が挙げられている²⁰⁾。なお、ここで言う「個人的科学」(personal science)は「私的科学」(private science)とは区別されており、別の論文²¹⁾において、「個人的科学」については、科学者が支持することに対抗するような、科学者自身の実践であり、「私的科学」は、科学者が実践する中での暗中摸索や誤り、意識的な道徳的・倫理的決定、公な吟味から隠されていること等を指すものと捉えられている²²⁾。さらに彼らは「公的科学的」領域における物語について、個人的科学と公的科学的とを関係づけることにより公的科学的への意思疎通を可能にする物語であると、その例にも逸話を挙げている²³⁾。

(2) 物語性を指向した科学のカリキュラム

第二に、科学カリキュラムにおける物語性指向アプローチを取り上げる。前項と異なる点は、科学カリキュラムを対象として、伝達したいことに応じた物語性を付与する、あるいは、カリキュラム自体を物語的に編成するという指向を持つことである。

① 科学に関する史実に重点を置いたカリキュラム

科学の歴史を物語として提示し、人間活動としての科学の営みを伝えようとする試みがある。HOSC(History of Science Cases)、HPP(Harvard Project Physics)等の科学史を活用したカリキュラムはその好例と言える。科学研究の歴史的事例を通して、科学の内容、科学とはどういうものか、科学者とはどういう人間か、研究の進め方、科学者と研究機関・社会との関連、といったことを描くことを目指してコナントは大学一般コース向けにHarvard Case Historyを創設し²⁴⁾、それがHOSCやHPPに多大な影響を及ぼしている²⁵⁾。

HOSCでは主な関心事として、科学者が用いる方法、科学が進歩する手段と科学が隆盛になる条件、国民としての科学者の役割と科学者の個性、科学の進歩と社会的・経済的・技術的および心理的要因との相互作用、正確で得やすい記録、たえず改善される機器、および自由な情報交換の重要性について出来るだけ多くの事例を発見することを掲げている²⁶⁾。HOSCのテキストにおいては、いくつかの事例を取り上げ、それぞれの事例について知見が得られていく過程を歴史的に描いた物語と、それに関連する質問、問題、補充課題から成っている²⁷⁾。

一方HPPは人間性を基調とした物理学のコースを作成することや、物理学入門を履修する学生・生徒数がふえるようにすること、そして科学の学習を左右する要因を解明すること、の三点を当初の目標に掲げている。さらにプロジェクト全体を通じて、物理学世界に関する学習者の理解を増進することに加え、物理の内容を歴史的・文化的な展望のもとに提示し、物理学の考え方には伝統と発展的適応および変革との両面があることを示すことによって、学習者が物理学を多面的な人間の活動として理解すること等²⁸⁾が目指されている。HPPのテキストは、運動、光と電磁気等についてそれらの概念を系統的に取り上げ、その概念の各々に関し、学説の根拠や由来を、史実を用いて説明する形式になっている²⁹⁾。

またマーティンとブルーワーは、「歴史的科学的」領域における物語について、学習者に彼ら自身の考え方を探らせ、他者がかつて似た考え方を持っていたもの

の今は異なった概念を採用していることを見せうる物語であるとしている。「科学の歴史的次元を表面上取り扱うことが、パラディグマティック・モード〔後述〕³⁶⁾を通して達成される一方で、ナラティブ・モード〔後述〕は科学者の情熱と格闘をつかむ効果的な方法を供給する」³⁷⁾と述べられているように、単なる年表的な扱いではなく、科学者、科学者共同体の中で人間に注目することが主張されている。例としては、ハイゼンベルクがアインシュタインとの対話について綴った“*Physics and beyond*”³⁸⁾等が挙げられている³⁹⁾。

リアルに史実を反映するという点では、科学と社会や文化、政治との関係についての物語も挙げられる。マーティンとブルーワーは、「社会的・技術的な科学と、科学のねらい」の領域を伝える物語について、科学と社会との関連、科学者と政治との関係を題材として、科学、社会、技術の間や、文化および価値観の形成の間にある微妙な絡み合いを描き、学習者が広範な文化的文脈の中で科学に対する知覚を探ることを補助する物語であると主張している。その例として、責任と説明責任について描き出した「人民の敵」⁴⁰⁾、ローマ社会における技術革新を描いた「真鍮の蝶」⁴¹⁾、科学と技術における軍事的影響を描いた「物理学者たち」⁴²⁾等の劇を示している⁴³⁾。

以上では、科学に関する史実や出来事をリアルに伝えることにより、その背景にある人間性や、科学の諸側面を描くことが指向されてきていると言える。

② 科学に関する創作的物語

スティナーは、科学的研究の最終成果である明示的な公式化に先立つものは、言語的立論である⁴⁴⁾と力説する。公式や定義によって洗練され体系化された科学を教えることよりも、学習者に対して言語的立論を強調することが重要であることを指摘すると同時に、学習者へ科学の営みを明快に提示することが、明快な科学の体系を示すことと同義ではないと警告している。この立場から、「完全で公式で脱文脈化された科学的知識を、それに対する準備が整っていることを生徒たちが表明するまで、後回しにする」⁴⁵⁾ことを目標とし、科学的知識と「常識」信仰との間にある隔絶を緩やかに安全に廃することへ向けて動かすために、文脈の設定 (Contextual Setting) や科学の物語 (Science Stories)、最近の関心事 (Contemporary Issues) を中心に位置づけるプログラムを薦めている⁴⁶⁾。ここには日常知識と学校知識の乖離を埋めようとする関心がある。これは、子ども達のもつ概念が科学概念と合わない (misconception) ことの解消を目指すことにも通じて

いると言える。

スティナーは、言語的立論を先立たせる科学教授の具体策について、指針を提示している⁴⁷⁾。

- i. 科学において重要視されており、生徒の想像力をかき立てるような、統合的中心的な考え方を含む文脈を綿密に計画すること。
- ii. 生徒の日常的な世界に関係すると同時に科学者の科学により明快に、効果的に説明される経験を生徒たちに供給すること。
- iii. 主となる考えを脚色し照らし出すような「話の筋」を発明すること。
- iv. トピックの主たる考え、概念、問題を確保すること。ただし文脈によって自然に生成されたトピックであること。
- v. 伝奇的空想的な物語から、正確化、一般化への道を確保すること。問題となる状況が文脈から作られ、本質的におもしろいこと、伝えようとする概念が、物語の設定の中および、現在の科学技術と多様につながりをもっていること、考え方や問題、結論を個人的に敷衍・一般化する余地の存在を示すこと、等によって良く達成される。
- vi. 生徒と協力して文脈を計画し設定すること。

スティナーはこれらの指針を基に「人間的な科学のプログラム」を提示し、年齢段階別に物語の利用を提案している⁴⁸⁾。初等教育段階(10歳まで)は、想像力に基づく科学の物語、歴史に基づく科学の物語、生徒の経験に基づく文脈設定を用い、中等教育段階前期(11~14歳)では、歴史に基づく科学の物語、生徒の経験に基づく文脈設定、最近の関心事に基づく文脈設定を用いる。さらに中等教育段階後期(15~18歳)では、大文脈問題(Large Context Problem)、テーマ問題、人気のある科学の読み物を用いる。またスティナーは「科学の物語」について、科学史からの事例や、最近の科学読み物をも取り上げるなど幅広いものと捉えており、読み手となる学習者の興味を喚起するという視点を重視している。

スティナー以外にも、年齢段階に応じた物語の活用が主張されている。成人向けの物理の物語である「不思議宇宙のトムキンス」⁴⁹⁾は、現代物理学に関心を持つ銀行員トムキンス氏が、現代物理学の講演や、講演をした教授およびその娘との対話を通して、現代物理学への理解を深めていく物語である。また幼児向けの科学の物語である「研究室の猫」⁵⁰⁾シリーズは、猫の教授と生徒たちが、物質の三態、音や光、電気、運動について、簡単な実験を通して知見を得ていくという絵本

である。ここには、科学的知識自体の理解の難しさを和らげることへの関心がある。そして、成人や幼児といった読者層を想定した上で、わかりやすい文脈で科学的思考や科学の探究へと導くために物語性が活用されている。

またマーティンとブルーナーは、科学の「認識論的に考えさせる」領域における物語を、科学における認識の限界、科学的知識の性質とその限界をあらわにする物語であると述べており、例として『パロマー』⁴⁶⁾を挙げる。これは、主人公パロマー氏が自然を観察し、そこから人間の認識、宇宙、自分自身の心理について自問自答していく物語である。カルヴィーノは『パロマー』において、自然の形態を主題とした視覚的な経験や、人類学的・文化的要素の絡んだ、言語・意味・象徴を含む経験、そして宇宙・時間・無限、自我と世界との関係についての思索的経験を人物として、パロマー氏を描いている⁴⁷⁾。

以上においては、創作された物語を通じ、年齢段階や読者（学習者）層に応じて、科学に関する知見や科学の諸側面を伝えることが指向されている。

③ 「物語形式」

イーガンは、目標を置きそれに向けて過程を構築していく、という教授モデルを批判している⁴⁸⁾。その上で、複雑なリアリティを持つ世界像や経験像を学習者の中に再構築し、学習者がカリキュラム内容により入りやすくするために、物語の形、すなわち「物語形式」(Story Form)による教授モデルの構築を提言している⁴⁹⁾。物語を語ることは認知的、情緒的な意味を確立すると主張しており⁴⁹⁾、さらに科学に関しては、1960年代のS-APA (Science-A process Approach)やESS (Elementary Science Study)、ナフィールド物理等への失望があることを指摘し、科学のカリキュラムと、科学的方法や思考とのバランスを取ることを重視している⁵⁰⁾。

「物語形式」の編成過程は、トピックについての重要性の発見、一対の相対するもの (Binary Opposites) の決定、「物語形式」への組織化、結論、評価、の五段階から成る。「物語形式」は様々な教科において使用が想定されているが、初等教育における科学教授に関連したものとしては、「熱 (heat)」というトピックを「物語形式」に組む手続きを例示している。この要旨を下に示す⁵¹⁾。

i. トピックについての重要性を発見する

熱は生活を高める力である。快適な暮らし、金属加工、機械の駆動等を可能にする。

ii. 一対の相対するものを見出す

「熱い」と「冷たい」の対や、「援助者としての熱」と「破壊者としての熱」の対を取り上げる。熱の制御やそれにまつわる人間の格闘に焦点を当てる。

iii. 「物語形式」への組織化

(i) トピックへの通路を提供するため、最も動的に

「一対の相対するもの」を表現する内容は何か？

プロメテウスが火を盗んだ神話、ソル神とその息子の神話、ヘーパイストスの神話 (火山の神話) 等の、熱の神の物語 (神話) から始める。それを制御し人間の利益のために使うこともできるが、ものを作ることもしくは壊すこともできる。ワットの物語を加えても良い。

(ii) トピックを、発展する物語形式へと最も良く組織化する内容は何か？

水を蒸気に変える熱とその制御によるエンジン開発、蒸気エンジンの発展と関連のエピソード、巨大な核エンジンとしての太陽、およびその恵みと脅威等。熱の制御と使用に関する苦闘。

iv. 結論

核エネルギーの大きさとその制御、制御を失った際の危険性、放射性廃棄物の問題等。

v. 評価

「彼らが熱を知るようになり、プロメテウスの格闘の文脈の中で人間による熱の利用について知るようになる、その程度は、正確な測定にあまり従わない。しかし、より気楽な評価が、これに取って代わるべきではない。」

ここでは「トピックへの通路」の例として神話が登場する。神話は科学概念という観点から見れば必ずしも正確とは言えないが、人間の自然への見方の一つとしては十分に含まれ、またトピックへの通路の提供という目的に照らせば、神話の利用も妥当性が出てくる。そして神話が学習者に受け入れられやすいことも、この選定に影響していると考えられる。

3. 理科教育における物語性指向アプローチの基底

以上では様々な物語性指向アプローチを類型化し考察してきたが、そもそもこのように物語性が活用される基本的な考え方について論じる必要があろう。ここでは、人間生活にとって、また人間の所産である科学にとって、物語性はどのように結びつけられているのかを考察する。

(1) 物語としての思考や心理

ブルーナーは人間の思考様式について二つの認知作用、すなわち二つの思考様式が存在するとし、一方を

パラディグマティック・モード(Paradigmatic Mode)、他方をナラティブ・モード(Narrative Mode)と呼ぶ。そしてこれらは、「(相補的ではあるけれども)、おたがいに還元されえない」ものとして、並置されるべき思考様式だと捉えている。パラディグマティック・モードは、論理—科学的な思考様式であるのに対し⁵²⁾、ナラティブ・モードは人間ないしは人間風の意図・行為、そしてそれらの成りゆきを示す変転や帰結を問題にする⁵³⁾。思考には、論理のみで構成された思考と物語的に構成された思考が混在する。つまり、人間にとって論理のみでの思考は不可能であり、論理的思考と物語的思考の双方が揃って初めて、人間の思考となることが主張されている。

また浜田は人間の心理について「主体—客体」という人間の構図を基に人間の心理を描くという教科書的な描写に対して、小説等は主体同士が関係し合う「能動—受動」という人間の構図を基に人間の心理を描写していると指摘する⁵⁴⁾。その上で、人間の心理を物語として捉えることを提案し⁵⁵⁾、物語性を成り立たせる要素として、二つの脈絡を挙げている。一つは、意味の脈絡である。即ち、物語においては、主体の行動・意識の流れの中で意味が成立し、その意味が流れて展開する、そうした脈絡のことである。二つは、人どうしの織りなす意味の脈絡である。即ち、物語に、二人以上の人間が織りなす意味の脈絡がある。能動—受動の関係は人間の関係のあらゆる部分に通底し、また人間は自らを主人公とし生活世界を「二人以上の人間が織りなす意味の脈絡」として生きている⁵⁶⁾。浜田が意味のことを「主体の事物に対する態度」⁵⁷⁾と定義しているように、意味の脈絡は、人間の心理、そして人間の認識や、ものの見方・考え方を構築する際には不可避であると言える。そして、人どうしの織りなす意味の脈絡については、主体と他者・人間世界の相互作用が、主体の行動を決定づけることを示している。

人間の思考や心理は複雑であり、それゆえ論理だけでは捉えきれないということが、上記の主張の基となっていると言える。また、物語性を伴った思考や心理の伝達が人間の思考や心理をより包括的に、そして密に伝達することもまた示唆している。

(2) 経験や状況を伝える物語

マーティンとブルーワーは、物語を通して個々人は自ら有する世界を他人と共有できると主張し、さらに、教育における物語の影響を評価する際、妥当性、信頼性、一般性といった伝統的な規準(criteria)よりも、迫真性、転移性といった規準でなければならない⁵⁸⁾と述

べている。以上をふまえ、「多くの物語は、生徒の学習と経験との間にあるギャップを橋渡しすることを助ける。それらは、学校で学ぶ科学において本当に大事なことを、学校外のリアリティと結びつけることによって強調している」⁵⁹⁾と主張し、科学的知識にとどまらず、科学のリアリティをも合わせて教授し得るという視角から、物語の必要性を訴えている。さらに、「物語はまた、語り手(普通は教師)、聞き手(生徒)を引き寄せ、双方を共通の学習共同体に統合することを助ける傾向にある」⁶⁰⁾として、教師と生徒の持つ世界の統合や双方の世界の橋渡しをするという点からも物語の重要性を訴えている。このように、生徒が日常生活等において得た経験に訴えること、経験を伝え合うこと、科学的知識・技能と日常経験との乖離を解消すること、等を目指して、物語が活用されていると言える。

また野家は、人間を「物語る動物」すなわち「物語る欲望」に取り憑かれた動物と捉え、「物語る」ことを、人間が得た経験の整序と伝達、そして共有に至る過程を実現する言語行為であると定義している。「物語行為」とは、出来事、コンテキスト、時間系列という要件を備えた言語行為であり、その「出来事」とは、物語行為を通じた知覚的体験の「解釈学的変形」により、想起のコンテキストの中に再現されたものである⁶¹⁾。また「物語」を、経験を伝承し共同化する言語装置⁶²⁾と説く。経験は物語行為から離れられないどころか、「物語」こそが経験を構成することが示唆されている。つまり人間の経験は人間により知覚され、一つの物語として記憶・想起される。そして経験としての物語を語ること、もしくはその物語を再現・再解釈することが、経験を語り受け継ぐことや経験を活かすことそのものなのである。

さらにこのこととも関連するが、学習の側面からの物語性へのアプローチもある。レイヴとウェンガーは、抽象的表現が手近な状況に特定化されない限り意味をなさないこと、抽象的原理の形成や獲得はそれ自体が特殊な状況での特殊な出来事であることを挙げ、「抽象性の力」というのは全く状況に埋め込まれたものであり、人々の生活の中であって、それを可能ならしめる文化の中にあると述べている⁶³⁾。他方世界は、特殊性が常に一般性を意味するという独自の構造を持っているために、物語(ストーリー)は考え方を伝えるのに効果的であり、考え方そのものをことばでいうよりも効果的ですからと主張している。一般性は抽象性や脱文脈性と同一視するべきではなく、「抽象」はある状況の中に当てはめてこそ成り立つことを彼らは指摘して

いる。また、ある状況についての物語は特殊な状況での特殊な出来事が綴られるが、その物語により抽象性が獲得されていくことが主張されている。またマックレランは、物語が情報や発見の伝達において極めて重要な役割を果たし、そして物語は、習ったことを覚えておくための有意義な構造を提供して、彼らの発見をたどることを助けると主張している⁶⁴。「状況に埋め込まれた学習モデル」の提唱をふまえると、学習者が状況の中で意味を取り決め、社会的に構成された理解を生み出していく過程において、問題を解決する、あるいは学習する状況を創出・提供することに加え、学習者をそのような状況の中へと導く上で、物語性はその特性上、極めて重要な役割を果たすと言える。また物語性は、情報の伝達や発見の伝達、経験の記憶等を促進し得るという面においても、有用なものとして前面に押し出されていると言える。

以上より、人間が状況の中で考えることや、人間が自らの経験を物語として整理・伝達・共有することが注目されていると言えるが、物語の役割への強調はそれだけにとどまらない。経験がいかなる意味を持つものかを、自己・他者が共に解釈し理解するためのものとしても、物語性は不可欠なのである。そして物語は、人間が経験したことや学んだことを、包括的に、効果的に伝達するものと言える。

(3) 科学実践の実際を伝える物語

マーティンとブルーワーは、美や価値に対する暗黙の感覚や、論理では捉えきれない側面を伝達できるといふ、物語の有効性に注目し、学習者が知り、考えることを広く捉え、知ることの美的モード(aesthetic mode)をも包含した教授として、ナラティブ・モードを活用した科学教授を提言する⁶⁵。「表現形式を作り上げる」という点に芸術と科学との共通性を見出したアイスナーの主張を基盤として⁶⁶、知ることの美的モードは「生徒自身の個人的科学からわき出るもの」であり、「生徒たちは、科学における考え方に潜入することによって、科学に美的に目覚めるようになる」⁶⁷と主張している。

それに加えマーティンとブルーワーは、先に述べてきたように、様々な物語が科学の諸側面を伝え得ることを強調している⁶⁸。ここでいう科学の諸側面とは、彼らの捉えている「オーセンティックな科学」における、9点の「科学の多くの様相」が基盤となっている⁶⁹。マーティンらは、これらの側面が完全でないことを認めつつも、「オーセンティックな科学」の定義を試みる際の困難さを強調することや、科学の豊かな多様性を強調することに役立つと論じている。また、科学教育は

「オーセンティックな科学」という目標に到達するために、伝統的な、科学の理論的側面のみならず、科学の外側やメタ科学の側面にも注目しなければならず、これらの側面のいずれかへ収束させようとするれば、科学という文化的現象の中に作用している立場が複数あることに直面すると指摘している⁷⁰。マーティンとブルーワーの主張は、物語によって彼らの指向する「オーセンティックな科学」すなわち、特定の一面からだけではない、より全体的包括的な科学の伝達を指向している。そして、知のナラティブ・モードを通して、科学への疑い、科学に対する人間の苦闘、勝利を身につけることや、科学が厳密には合理的、中立的、客観的ではないこと、しかし探究している個人は探究の一部分であるということも強調されている⁷¹。

また、マックレランはマルチメディアを活用して、そしてHOSCやHPPは科学史を活用して、いずれも科学を実践する状況に身を置くことを目指している。このような指向は、先にも述べたように、マーティンとブルーワーが唱えた「方法論的側面」「認識論的考察」「歴史的科学」「社会的・技術的な科学と科学のねらい」の領域における物語にも見られる。科学実践の実際を見せることにより、学習者が社会的、歴史的、文化的な面をも含め、科学に対する理解を深めることが指向されていると言えよう。

(4) 物語としての科学

以上をふまえると、科学を物語として捉える見方も登場してくると考えられる。この前段の一つには、知の方法としての科学的方法への懐疑がある。例えば佐伯は科学に関し、「[[文学作品の解釈と同様に]科学も根底には「わりきれない」ところをいっぱい背負っていて、矛盾やパラドックスを抱えている」⁷²と述べ、さらに科学の探究について、「一方で当面の前提から導ける「その先」を追究すると同時に、他方で当面の前提や基盤そのものを問い直し、吟味にかけて、そこに内在しているパラドックスを暴き出す、という両方の営みの相互の緊張関係を含んでいると思われる。ところがこの「前提や基盤を問い直す」というときにベースとなるのは、当然のことながら「その科学の論理」だけではだめである。そのときには、私たちは「棒を越えてものごとを問い直す」ことができなければならない」と主張している⁷³。そしてこのような科学のありよう、即ち科学の「循環性(何度も原点に立ち返って再構築するいとなみ)」⁷⁴を佐伯は力説する。佐伯の科学の「循環性」の主張の根底には、科学的方法の無矛盾性に対する懐疑が存在している。科学の論理は矛盾がないと

いう考え方には、論理を適用する際の前提や基盤自体を問うことが欠落しているのである。

科学的方法に対する懐疑は、科学そのものをどう捉えるか、ということにも発展している。例えばウォーレスは物語と科学の関係の説明する一つの選択肢としての方略は、物語と科学との違いを論議することだと述べ、さらにそれは科学をまさに一つの物語なのだと言論することだと主張している。その上で19～20世紀において、物語に優る知る方法と考えられていた科学への懐疑を取り上げ、「メタ物語(物語を語る物語)としての科学」という観点の出現を示している⁷⁶⁾。その他にも、野家は歴史と物語、科学と物語についての議論を展開し⁷⁷⁾、またロズベリーらは、科学における物語を語るという談話を、理論化する談話として特徴づけ、それは最低限、推測、証拠、観察、実験、説明を含む力強く批判的に反復的な過程から育つと述べている⁷⁸⁾。

このように実際、科学論においても、物語としての科学という主張がなされ、その捉え方も、物語性指向アプローチに影響していることが考えられる。

4. 理科教育における物語性指向アプローチの意味

物語性への注目とは、人間活動の複雑性や多様性に基盤をおくものであり、また、人間のコミュニケーションにおいて力を発揮することや、文脈や状況を伝えること、さらには文脈や状況を創出できること等を背景としたものである。とりわけ科学教育における物語性への注目には、これまで科学教育の中心的内容である科学が全体を分割し個別的に取り扱われてきたことにより、科学の営み全体の織りなす物語性が失われてきているという見方、そして、科学の営み全体の織りなす物語の中にこそ科学教育が学習者へ伝達していくもの、例えば科学における論理で捉えきれない側面といったものが存在するという見方がある。このように、科学教育における物語性重視への背景には、まず大きな流れとして、科学の断片的伝達から包括的伝達へ、脱文脈的伝達から文脈を伴う伝達へ、という二つの傾向が見られる。また、人間の思考が論理のみで構成されているものではない以上、人間活動の産物である科学もまた、科学的論理体系を捉えるのみで語り尽くし得ない。理科教育において、人間活動としての科学の営み全体に潜む、論理では語り尽くせない部分、換言すれば、ナラティブ・モードを用いた思考を要する部分を把握すること、そして、学習者がパラディグマティック・モードのみならずナラティブ・モードによって思考していることをふまえた上で、理科内容を教授

していくことが肝要なのである。そして、マーティンとブルーワーの議論にも見られるように、物語性アプローチの活用にあたっては、学習者の持つ考えの伝達、学習者の積極的な参加、学習における迫真性の実現等々も意図されていると言える。

理科教育における物語性指向アプローチは、知識や技能のスムーズな教授に加え、経験や状況の伝達や、知識や技能を教えるだけでは伝え得ないものの伝達を実現する一つのアプローチである。特に科学実践や日常現象等と学習者とをつなげ得る点は特筆すべきである。また、科学探究の文脈や科学実践の包括的な伝達、そして人間の経験として学ばれている事柄の顕在化においても、理科教育における物語性指向アプローチは極めて重要な役割を果たし得る。

以上より、理科教育における物語性指向アプローチの持つ主たる意味は次の三点に集約される。第一に、文脈や状況を創出し、知識やカリキュラムを一定の文脈や状況の上に配列し結合すること、第二に、科学のリアリティやオーセンティシティ、論理で捉えきれないものを伝えること、そして第三に、科学に関連する人間の経験を整理・伝達・共有し、さらにそれを再解釈し理解することである。

5. おわりに

物語性を導入する際、そこに埋め込まれるものは、伝達したい事柄やメッセージ等である。科学教育において物語性の在りや構造、およびその内容は多様であり、科学の何を伝えるか、科学をどう伝えるかに応じて物語性が変化していくと考えられる。それらを最も効率的に伝達するには、物語にいかなる構造を持たせるのかを探ることが重要であり、それを看過すれば物語性の機能は結局実現できないものになってしまう。さらに物語の筋だけではなく、内容の配列、教師の語り口、教授が行われている状況等様々な要因を勘案した上で、授業で伝達したいことに対し、適切な物語の構造を提示する必要がある。「はじめに」で述べたように、日本の理科教育においては、科学を創り出し、科学を正しく理解する上で必要な科学の背景や諸側面が捨象されている傾向について検討を要する。その解決を図るために、日本の理科教育が科学のリアリティやオーセンティシティを確保した科学の全体像の伝達、科学を創り出し得る人材や科学を正しく理解する市民の育成、さらにはその人材や市民による科学の再生産までも視野に入れた教育を目指すならば、そのアプローチの有力な一つとして、物語性の活用が考えられ

るのではなからうか。その観点に立てば、科学のオーセンティシティを伝えるための物語性のあり方について、検討および実証的解明が必要であると言える。

注

- 1) 文部省編,『平成12年度 我が国の文教施策』,大蔵省印刷局,2000年,192,226頁。
- 2) 例えば,理数系学会教育問題連絡会編,『岐路に立つ日本の科学教育 21世紀の数学・理科教育はいかにあるべきか』,学会センター関西/学会出版センター,2001年。
- 3) 日本の中学二年生で理科を「好き」「大好き」と答えた生徒は55%で,国際平均は79%であった。国立教育政策研究所,『数学教育・理科教育の国際比較 第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査報告書一』,ぎょうせい,2001年,i,80-81,123頁。
- 4) 例えば,R.オズボーン,P.フライバーグ(森本信也,堀哲夫訳),『子ども達はいかに科学理論を構成するかー理科の学習論一』,東洋館出版社,1988年。R.ドライヴァー他編(内田正男監訳),『子ども達の自然理解と理科授業』,東洋館出版社,1993年。ウェスト,パインズ(進藤公夫監訳),『認知構造と概念転換』,東洋館出版社,1994年。
- 5) 例えば村上は,西洋における科学の発展が哲学と並立していたこととは対照的に,日本では明治期以降,科学はツールとして導入された上に,思想としての科学を意識的に遠ざけ,自然科学の応用としての技術的側面を重視する傾向にあったことを指摘している。また渡辺は,欧米の大学において設置が遅れがちであった理工系の学部が,日本では最初から設置されたことに言及し,専門分野で欧米に追いつくには効果的であったことを認めつつも,東西の伝統的な思想・文化との関連や国際社会への理解を欠いた,視野の狭い専門家を養成することにもなりかねなかったと指摘し,さらにこの点は現在にもなお影響を残していることを示唆している。村上陽一郎,『日本近代科学の歩み』,三省堂,1977年,124,157頁。渡辺正雄,『文化としての近代科学 歴史的・学際的視点から』,講談社,2000年,381頁。
- 6) 人間の存在が科学のあり方自体を規定していることは,「観察の理論負荷性」の主張や,「パラダイム」に関する言説において指摘されている。科学における観察に際しては人間の持つ知識・経験・理論を通してものを見るのでありそれらがなければ観察は成り立たないことや,人間が科学的発見や理論を支持

- しその中で研究に取り組み科学を創っていくことが前提にあること等が指摘されている。また科学は自然というテキストを解釈していると考え,科学を人間の存在を前提とした解釈の集合体として捉える主張もある。しかし,このような「観察の理論負荷性」や「パラダイム」,自然の解釈といった側面に,日本の理科教育が重点を置いているわけではない。N. R. ハンソン(村上陽一郎訳),『科学理論はいかにして生まれるか 一事実から原理へ一』,講談社,1971年,14-58頁。T. クーン(中山茂訳),『科学革命の構造』,みすず書房,1971年,12-13,25頁。野家啓一,『科学の解釈学』,新曜社,1993年,4-9頁。
- 7) Martin, B. E., & Brouwer, W., The Sharing of Personal Science and the Narrative Element in Science Education, in: *Science Education*, 75 (6), 1991, pp.707-722.
 - 8) Stinner, A., Contextual Settings, Science Stories, and Large Context Problems: Toward a More Humanistic Science Education, in: *Science Education*, 79, 1995, pp.561-564.
 - 9) Gudmundsdottir, S., The Narrative Nature of Pedagogical Content Knowledge, in: McEwan, H. et al., *Narrative in Teaching, Learning & Research*, Teachers College Press, 1995, pp.25-26.
 - 10) ガッドマンズドットティアは,教師の経験を物語として把握することの重要性を唱える。
 - 11) McLellan, H., Situated Learning: Multiple Perspectives, in: McLellan, H. (Ed.), *Situated learning perspectives*, Educational Technology Publications, 1996, p.7. 物語(story), 反省, 認知的徒弟制, 協働(collaboration), コーチング, 多数の実践(multiple practice), 学習技能のアーティキュレーション(articulation), テクノロジーの8つ。
 - 12) Tom Snyder Production, *The Great Solar System Rescue*, Tom Snyder Productions, 1997.
 - 13) Tom Snyder Production, *The Great Ocean Rescue*, Tom Snyder Productions, 1997.
 - 14) McLellan, H., *op. cit.*, p.13.
 - 15) *Ibid.*
 - 16) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.708.
 - 17) この例の原典は以下の論文である。Berg, T., & Brouwer, W., Teacher awareness about student alternate conceptions, in: *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 1991, pp.3-18.
 - 18) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.719.

- 19) Sykes, C., *The Last journey of a genius*. Program produced for NOVA, Public Broadcasting System, 1989.
- 20) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.719.
- 21) Martin, B. E., Kass, H., & Brouwer, W., *Authentic Science: A Diversity of Meanings*, in: *Science Education*, 74(5), 1990, pp.541-554.
- 22) *Ibid.*, pp.545-546.
- 23) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.716.
- 24) L. E. クロツパー (渡辺正雄訳), 『HOSC 物理』, 講談社, 1976年, 3頁。
- 25) 鶴岡義彦, 「科学教育における科学事例史法(1) —J. B. コナントによる『科学事例史法』(case history method) 創案の目的—」, 『日本理科教育学会研究紀要』, 24巻, 2号, 1983年, 68頁。
- 26) L. E. クロツパー (渡辺正雄訳), 前掲書, 5頁。
- 27) 同上書。
- 28) G. ホルトン他 (渡邊正雄, 石川孝夫, 笠耐訳), 『プロジェクト物理 4 光と電磁気』, コロナ社, 1982年, ii-iii頁。
- 29) 同上書。
- 30) []は筆者による補足である。以下同様。
- 31) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.716.
- 32) Heisenberg, W., *Physics and Beyond*, Harper and Row, 1972.
- 33) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, pp.716-717.
- 34) Ibsen, H., *An Enemy of the people*, in: Ibsen, H., *The Complete major prose plays*. Times Mirror, 1978.
- 35) Golding, W., *The brass butterfly*, Faber & Faber, 1958.
- 36) Durrenmatt, F., *The Physicists*, Grove, 1964.
- 37) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, pp.708-710.
- 38) Stinner, A., *op. cit.*, p.564.
- 39) *Ibid.*, p.561.
- 40) *Ibid.*, p.555.
- 41) *Ibid.*, p.562.
- 42) *Ibid.*, p.574.
- 43) Gamow, G., & Stannard, R., *The New World of Mr Tompkins*, Cambridge University Press, 1999. 訳書, G. ガモフ, R. スタナード (青木薫訳), 『不思議宇宙のトムキンス』, 白揚社, 2001年。
- 44) Stannard, R., *Lab Cats Get Up Steam*, Marshall Editions, 2001. Stannard, R., *Lab Cats See the Light*, Marshall Editions, 2001. Stannard, R., *Lab Cats Switch On*, Marshall Editions, 2001. Stannard, R., *Lab Cats On the Move*, Marshall Editions, 2001.
- 45) Calvino, I., *Mr. Palomar*, Lester & Orpen Dennys, 1985. 訳書, カルヴィーノ (和田忠彦訳), 『パロマー』, 岩波書店, 2001年。
- 46) 同上訳書, 7頁。
- 47) Egan, K., *Metaphors in Collision: Objectives, Assembly Lines, and Stories*, in: *Curriculum Inquiry*, 18(1), 1988, pp.67-68.
- 48) *Ibid.*, pp.78-79.
- 49) Egan, K., *Teaching as Story Telling: An Alternative Approach to Teaching and Curriculum in the Elementary School*, The Univ. of Chicago Press, 1986, p.37.
- 50) *Ibid.*, pp.96-97.
- 51) *Ibid.*, pp.98-101.
- 52) J. S. ブルーナー (田中一彦訳), 『可能世界の心理』, みすず書房, 1997年, 18頁。
- 53) 同上書, 19-20頁。
- 54) 浜田寿美男, 『発達心理学再考のための序説』, ミネルヴァ書房, 1993年, 141頁。
- 55) 同上書, 145-151頁。
- 56) 同上書, 163-175頁。
- 57) 同上書, 168頁。
- 58) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, pp.708-709.
- 59) *Ibid.*, p.720.
- 60) *Ibid.*
- 61) 野家啓一, 『物語の哲学—柳田國男と歴史の発見』, 岩波書店, 1996年, 17-18頁。
- 62) 同上書, 78頁。
- 63) Lave, J., & Wenger, E., *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, 1991. 訳書, J. レイヴ, E. ウェンガー (佐伯胖訳), 『状況に埋め込まれた学習 —正統的周辺参加—』, 産業図書, 1993年, 7-8頁。ただし原文を基に一部改訳した。
- 64) McLellan, H., *op. cit.*, p.7.
- 65) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, pp.708-710.
- 66) Eisner, E., *Aesthetic Modes of Knowing*, in: Eisner, E. (Ed.), *Learning and teaching the ways*

- of Knowing by the yearbook committee and associated contributors*, National Society for the Study of Education, 1985, pp.23-26.
- 67) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.710.
- 68) *Ibid.*, pp.712-719.
- 69) Martin, B. E., Kass, H., & Brouwer, W., *op. cit.*, pp.542-550. 方法論的信頼性, 認識論的な考察, 個人的科学, 私的科学, 公的科学, 歴史的科学, 社会的科学, 技術的科学, 科学の目標, の9つである。
- 70) *Ibid.*, p.550.
- 71) Martin, B. E., & Brouwer, W., *op. cit.*, p.719.
- 72) 佐伯胖, 「『科学を教える』ということ」, 佐伯胖他編, 『科学する文化』, 東京大学出版会, 1995年, 234頁。
- 73) 同上書, 237頁。
- 74) 同上書, 238頁。
- 75) Wallace, J., Stories and Science, in: Wallace, J. & Louden, W., *Teacher's Learning: Stories of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, 2000, pp.3-6. なおウォーレスはこの主張を基に, 教師研究における物語の活用を唱える。
- 76) 野家啓一, 前掲, 『物語の哲学—柳田國男と歴史の発見』。
- 77) Rosebery, A., et al., Appropriating Scientific Discourse: Findings From Language Minority Classrooms, in: *The Journal of the Learning Sciences*, 2(1), 1992, pp.66-67.

Narrative-oriented Approach and Its Meaning in Science Education

Taisuke Nakamura

The author analyzed the narrative-oriented approaches in science education and classified them by the use and structure of narratives. As a result, the narrative-oriented approaches in science education were classified into two types. One was the narrative-oriented approaches taken in science classroom. Examples of those approaches were multimedia programs, such as "*The Great Solar System Rescue*" and "*The Great Ocean Rescue*" (Tom Snyder Production, 1997), anecdotes and narratives of one's experience. Another was the narrative-oriented approaches taken in science curriculum. Examples of those approaches were (1) science curriculum based on the history of science such as HOSC (History Of Science Cases) and HPP (Harvard Project Physics), aiming at the humanistic science education, (2) science curriculum consisted mainly from fiction, such as "Humanistic Science Program," which including storylike context in an attempt to move toward an abolition of gulf between scientific knowledge and "common sense" belief (Stinner, 1995), Gamow's "*The New world of Mr Tompkins*" for adults and Stannard's "*The Lab Cats*" series for children, and (3) "the story form," suggested as the "conveyor" of the most important truths about the world and experience (Egan, 1986).

The ideas underlying these approaches were "psychology and thinking as narratives" and "narratives as a medium which tells experiences and situations." In addition, the changes of the perspective on the characteristics of scientific inquiry and practice have affected the approaches, symbolized by the claim for "authentic science" in science education (Martin et al., 1990). Moreover, the author believed that the idea of "science as narratives" has also impacted on these approaches.

Finally, the author asserted the meaning of the narrative-oriented approaches in science education as follows. (1) The approaches created and provided contexts and situations of scientific practice, and in the approaches, scientific knowledge and contents of science curriculum were sequenced on and connected with the contexts and the situations. (2) The approaches introduced the reality and authenticity of science and the aspects of science that could not well-understand logically. (3) By taking the approaches, the experiences about science were classified, communicated, shared with others, and reinterpreted and understood. It was very important for the narrative structure, which teachers or the curriculum developers used, to be determined and to be presented appropriately, according to what they wanted to communicate to students.