

## 「サイエンスコミュニケーターとしての天体解説員」

- 日本公開天文台協会(JAPOS) 第7回九州研修会 -

「公開プログラム WG」

「次世代型公開天文台検討 WG」

担当 宮本孝志 (南阿蘇ルナ天文台)

### 【序】

#### 「公開天文台の役割と天体観察会の目的」

公開天文台が担っている役割とは、広義の意味では、古より人間が得てきた多くの知見を基に、天体観察会の参加者たちに宇宙や天体についての学びや理解の機会を提供することです。

私たちが住むこの世界や宇宙についての人間の理解には、先人たちによる様々な方法や歴史的な過程があり、その中から、神話や宗教、文芸、美術、そして、人文科学や自然科学など、多岐にわたる領域が誕生しました。

なかでも、自然科学のひとつである天文学や宇宙物理学は、宇宙を紐解くための学問として、最も大きく発展してきた分野であり、人間の長い探究の歴史の知恵と努力の結晶といえます。

公開天文台では、この自然科学としての天文学や関連の諸科学によって得られた知識、また、そこに至るまでの探求の過程を、実際に天体観察を行ないながら紹介し、市民・参加者が科学的に宇宙を理解できる体験を提供し、自発的な学びの機会とすることを目的としています。

#### 「科学的な宇宙の理解と分かりやすい天体観察会」

しかしながら、天文学や物理学などの自然科学的方法による学びは、学習過程が非常に精緻で厳格な分野です。長い時間と努力により、ひとつずつステップを踏みながら積み上げることで、理解が可能となる領域であり、専門知識を持たない一般市民が理解する事は容易ではありません。ことに天体観察会の短い時間内では、対象天体を眺めながらの、単なる結果とし

ての知識の紹介と暗記のみに終わってしまいがちです。しかしながらそれでは、目的としている「科学的な宇宙の理解」には十分ではありません。

そこで、市民・参加者が科学としての宇宙探究の方法や知識について、みずから関心や興味を持って学び、その学びを生活のなかで活かすために、公開天文台における天体観察会を、どのように構成し、且つ、楽しく分かりやすく実行すれば良いのか、具体的な方法について、科学を伝える手法である“サイエンスコミュニケーション”の視点から、改めてとらえ直したいと思います。

#### 「サイエンスコミュニケーションの構造」

“サイエンスコミュニケーション”とは、サイエンス(科学)、コミュニケーション(対話・伝え合うこと)の2つの言葉で成り立っており、そこでは、以下のことが前提となっています。

- 1)サイエンス(科学) = 伝えあう内容
- 2)コミュニケーション(対話・伝え合うこと)
  - a) 対話の主体(私・私たち)
  - b) 対話の相手(あなた、あなたたち)
  - c) 伝え方

すなわち、「誰が、誰と、何を、どのように伝え合おうとしているのか」という意味を示しています。

そこで、サイエンスコミュニケーションという視点から、公開天文台の天体観察会をとらえてみると、以下のような表現が可能となり、ま

た、すべきことが明確になります。

- 1) 伝え合う内容である「天文学・科学（論理的  
理解と観測などの検証方法）」とは何か
- 2) 「対話の主体（自分・天体解説員）と「相手  
（市民・参加者）」とは誰なのか
- 3) どのようにしたらコミュニケーションが可  
能になるのか、伝え、分かり合えるのか

なお本稿では、天体観察会や施設展示などを  
中心とした、公開天文台でのコミュニケーション  
について話を進めています。そのため、サイ  
エンスコミュニケーションは本来、多様な  
人々・機関を対象として行われるものでは  
ありますが、ここでは観察会への参加者、施設への入館者な  
どを想定して話を進めていきます。

## 【1】伝えるべき「科学・サイエンス」とは何か

### 「解説員は一生懸命」

解説員は、天体観察会の現場において、一生  
懸命に天体の説明を行ないます。例えば、ご家  
族連れやカップル、団体のみなさんに対し、な  
かなかはっきりと大きく見せることが難しい  
火星を示して「今回はこんな模様が見ている  
んですよ！」と力説したり、「お月さんには“X”  
や“V”、“LOVE”があるんですよ」と、参加者  
が関心を抱きそうな話題をしてみたり…。どう  
したら宇宙や天体の素晴らしさを参加者たち  
に知ってもらい、天文学の知識や最新の知見を  
得ていただけるのか、さまざまに工夫をこらし  
て奮闘しているのです。

### 「科学的な考え方や手法」

ところで、解説員がそうして伝えようとして  
いる天文学、また、天文学を含む“科学”とは  
そもそも何なのでしょう。

『サイエンスコミュニケーションのはじめか  
た』（小川義和 国立科学博物館編）には、「サイ  
エンスとは、自然科学だけではなく、人文科

学や技術なども含み、科学的な考え方や手法に  
より世界を理解したり、社会に変革をもたらし  
たりする行為」と記されています。

つまり、世界を理解したり、社会に変革をも  
たらしたりする行為は、他にも、神話や宗教、  
文芸や美術などが存在しますが、“科学的な考  
え方や手法”こそが、「サイエンス＝科学を他  
から区別している。」という訳です。

### 「近代科学」

それでは、“科学的な考え方や手法”とは、  
どのようなものなのでしょうか。

まず、この場合の科学というのは、ガリレオ  
やデカルト、ニュートンなどの活躍により、17  
世紀の西欧で始まった“近代科学”という意味  
です。それは18世紀の産業革命に繋がり、近  
代文明を作り上げる基盤となりました。

### 「ガリレオ・ガリレイ」

ガリレオ・ガリレイ（1564-1642）は、天体  
を望遠鏡で初めて観察した科学者で、天文学の  
父と呼ばれています。月のクレーターや木星の  
4大衛星（ガリレオ衛星）を発見して『星界の  
報告』を著し、ガリレオ衛星の移動や金星の満  
ち欠け、太陽黒点の観測結果などから、コペル  
ニクス（1473-1543）の地動説の正しさを確信  
するようになります。

また、物体の落下を観察し、アリストテレス  
（前384-322）が信じていたように、落下速度  
はその重さに比例するのではなく、重さに関わ  
らず一定であることを、実験によって証明しま  
した。ガリレオは、石の落ちる時間や距離や速  
さを計測し、一秒ごとの速さの変化を数字で表  
わし、それが変わらないことを見出したのです。  
このガリレオの実験の歴史的な意味合いとは、  
目の前で起きている現象について、それがなぜ  
起きているのかという目的を、思弁的に説明す  
るのではなく、現象そのものを定量的に計測し  
て表現したことにあります。さらに、原因と結

果を数式で表わすことで、経時的変化を予測することも可能になったのです。すなわち、

- 1) 観測や実験によって、現象を量的に測定し、その関係を数式で表現する。
- 2) 原因と結果の関係を明らかにし、結果を予測する。

これが、近代科学の基礎となり、ガリレオは“近代科学の父”とも呼ばれることになりました。

#### 「ルネ・デカルト」

さらに、フランスの数学者・哲学者ルネ・デカルト（1596-1650）は、著書『方法序説』によって、以下の基本的考え方を確立しました。

- 1) 先入観なしに、すべての事を疑う
- 2) 現象を小さな要素に分解することで分析・理解し、その特性を全体に適応し総合する。

これは健全な懐疑主義となって科学の考え方の基礎となり、また帰納や演繹などの手法を使い、現象を原因と結果によって説明する機械論的世界観を確立しました。数学者であったデカルトは、自然の世界の本質を数学的方法によって理解をすることを試み、この理念を方法論として確立しようとしたのです。

#### 「アイザック・ニュートン」

そして、これらの先人たちの成果を受けて、アイザック・ニュートン（1642-1727）は、以下の偉業を成し遂げました。

- 1) 質量、力、加速度、運動量などといった、さまざまな「量」の概念で、万有引力の法則や、力学の法則を発見。
- 2) さらに微分・積分によって、「量」と「量」の関係性を関数によって表現。

#### 「科学革命と今日の科学」

こうした“科学革命”とも称される、一連の論理的な考え方や手法に基づく発見を経て、近代科学の基盤が誕生しました。

その基盤の上に、天文学も科学・技術も大きく発展し、多くの発見や成果を挙げ、今日の近代文明が成立していったのです。

今日において“科学”とは、観察を通して自然現象の根底にある法則を見つけ出し、そこから論理的な推論によって予測を導き出し、それを実験や観測などによって検証することを目的としている活動だと理解されています。そのために、仮説演繹法や反証法など、仮説を立てて結果を検証する方法が取られています。このような考え方や手法、それらによって得られた知識の上に組織された科学・技術の体系が、今の私たちの暮らしと文明を支えているのです。

参考として、その方法のいくつかを以下に紹介します。

#### 〔仮説演繹法〕

仮説演繹法とは、ある現象を説明する理論や法則を構築するための代表的な科学的研究方法のひとつです。19世紀にはこれこそが科学的方法だとされていました。帰納法によって仮説を立て、演繹法と帰納法を組み合わせることで仮説を検証する方法です。

まず観察などによって収集したデータを元に帰納法を用いて、現象をうまく説明できそうな仮説を立てます。なお、この仮説は法則を表す命題や公式の形をとります。

次に、立てた仮説を検証するため、演繹法を用いてこの仮説を具体的事例に当てはめ、「仮説が正しいければこうなるはずだ」といった結果を予測します。

その後、実際に実験や観察を行い、予測を裏づけるデータが得られれば仮説は正しいとされるのです。この時、仮説が完全に真であると

なれば「検証された」と言い、より真に近づき確からしくなったとみなされれば「確認された」と言います。また、仮説に反する結果が出れば仮説は間違いであると分かるので「反証された」と言います。

しかし、仮説演繹法では、予測を検証するプロセスが必ずしも妥当な演繹となっていないために、帰納法であるとみなされます。なぜなら、これまでのデータがそうであったから、次のデータもそうなるであるだろうという推論では帰納になってしまい、その結果を論理的に正当化する事ができないからです。ですので、例えば検証結果が予測通りであったとしても「検証された」ことにならず、今日では「仮説は確からしいというレベルに留まる」とされているのです。

#### 〔反証可能性〕

カール・ポパー（1902-1994）が提唱したもので、科学理論の客観性を保証するためには、その仮説が実験や観察によって反証される可能性がなければならないというものです。つまり「ある時点でなにか証明されても、後に反証がなされ得る」余地がかならずある、ということ。もしくは「ある仮説をもとに成り立つ証明がその後反証されたら、その仮説が正しくなかったと証明されたことになる」という可能性を常に持つ、という事です。

なぜなら、もし仮説を帰納的に検証する事が論理的に出来ないのであれば、科学的に妥当な推論は演繹だけになり、したがって実験によって直接的に仮説を検証する事はできません。出来るのは反証の検証だけになるからです。

この意味は、何かの現象を説明する理論は、厳密には100%はあり得ない、確からしいというレベルに留まることを示しています。

このように、これまでに確立された科学的手法では、仮説が必ず真であるという証明はできず、蓋然的なままでとどまります。そこで、確

からしいとされる仮説が、幾多の反証の挑戦に耐えて、他と矛盾せず、予測が実際に使われていて有用であるなどの条件と合わせて、今日では定説とされているのです。

#### 「反科学・非科学・疑似科学」

また、「科学的」であるということは、反科学ではなく、非科学や疑似科学でもない、ということの確認作業でもあります。

科学的立場は、UFO や宇宙人を見たという事をそのまま信じるという事と、どこが違うのか。飛躍した論理やもっともらしく科学を装った立場と、本来の科学を目指す立場とはどこが違うのかを、分かりやすく説明をすることでもあるのです。

反科学とは、論理的な思考以外によって現象を説明しようとする立場です。そこには宗教的な神秘主義や、合理主義に反対するロマン主義などが含まれています。

非科学には、アメリカで根強い、進化論を否定する創造主義などがあります。強い信念や信仰などに裏打ちされると、同じ事実であっても科学的に受取られない場合があります。

疑似科学は、先に述べた反証条件を明確に示さないことによって、あたかも正しいかのように確かさを強調する事が多くあります。反証されることを免れようとするのは疑似科学である可能性が高いのです。反対に、科学の立場は、健全な懐疑主義によって、反証される事を受け入れる立場になります。

#### 「科学の3つの伝え方」

さて、私たち解説員は、天体観察会やサイエンスコミュニケーションの中で、「天文学・科学を伝える、伝え合う」という場面において、こうした“科学”の何を伝えようとしているのでしょうか。

それは、以下の3つが想定されます。

- 1) 科学そのもの
- 2) 科学について
- 3) 科学を行う

1つ目は、「科学そのもの」を学ぶ、つまり学校の授業のように、科学の法則や概念の体系を学ぶという事があります。しかし、それには、学校教育現場のように、非常に精緻で厳格な過程と長い時間と努力によって、理解を積み上げていかなければなりません。到底、短時間のプログラムで習得できることではありません。

2つ目は、天体観察中に、天文学の成果としての知識も交えながら、結果を生み出した人間の歴史や発展を紹介しつつ「科学について」伝える。つまり、「科学の考え方や手法」に関する理解を深めていくことがあります。

もしも、こうした科学の本質的な考え方や手法の基礎を、自身の体験によって少しでも学ぶことができれば、単に結果や答えとしての知識を暗記するのとは違い、その後の自分の疑問や関心に沿って、自分で考え自分で探求したりする姿勢を育む可能性が生まれます。また、日常生活に応用することで、単に既成事実や知識を当たり前なものだと思わずに、改善や改良を考えたり試したりできるようにもなるでしょう。

そして3つめは、こうした学びを通して、研究者として「科学を行ない、推し進める」立場に進む方もあるでしょう。しかしながら、一般を対象とした天体観察会の場は、研究や観測の場ではありません。そのことを前提として、ここでは、天文学を通して科学に親しみ、その考え方や手法について伝え合うということが重要であるといえます。

#### 「天体観察会の第1世代」

そもそも天体観察会は、実際の天体の姿を天体望遠鏡などで見て、それに関する知識を解説者から聞くという形が始まりでした。それは一方向的な、教え・教えられる関係での伝統的な

学びであり、そこで伝えられるのは天体や天文に関する知識です。

こうした方法は、欠如している参加者の「科学についての知識」を、どうしたら転移することができるのか、ということが問題意識であり、目的・目標でした。そのため解説者は、実物としての天体を参加者に見せて、「結果としての知識や法則を覚えさせる」というアプローチを取ります。そのためには解説者自身が、天体を見せるための実技を身につけ、天文の知識や法則を学んでいなくてはなりません。

「どうして理解してもらえないのか？」

実際の天体観察会の場に立っていると、「この方（参加者）たちは、関心をもって何かを学びに来られているのだろうか？」と思ったことは、どんな解説者でも経験があるのではないのでしょうか。というのも、解説を聞いているのかいないのか、参加者の話題となるのは、怪しげなテレビ番組の得意げな受売りだったりUFOを見たことが有るとか無いとかだったり…。

何故、解説者が一生懸命に科学や天文学を順序立てて解説しようとしているにも関わらず、参加者にきちんと聞いて理解してもらえないことがあるのでしょうか。

どうも、理屈を理解してくれと言われても、説明の途中で興味を失い退屈してしまったり、仮に論理的な仕組みを理解したとしても、それだけではなかなか納得しなかったりというのが、人間というものの性質のようです。

そのことを念頭に置きながら、コミュニケーションとは何か、そして分かり合うとはどういうことなのか、相手の言うことを「理解する」、そして「納得する」とはどういうことなのか、次から詳しく見ていくことにしましょう。

## 【2】対話する存在 人間の脳と認知機能について

## 「赤ちゃんの意識の発達」

はじめに、ものごとを「理解する・分かる」という事象は、人が誕生した瞬間、あるいは誕生する前からすでに始まっているということがあります。生まれて間もない赤ちゃんには、自分と世界の区別がつきません。例えば、手や足が自分のものなのか、外部のものなのかを、区別することができないのです。

自己意識の発達は、次のように進むとされています。

1. 脳が発達し徐々に意識が獲得され始める。
2. 意識対象の観察が始まる。
3. 自分の肉体環境と外部環境が観察され始める。
4. 自分の肉体環境と外部環境情報を集めて自己のイメージと世界との関係を把握し、自分の生存に必要な情報を組立てていく。
5. 外部環境に対して、自己の行動がどのような結果になるのかを試し、結果を予想するようになる。

例) 自分の手をながめながら、動かしてみたりしゃぶってみたり、またその手を何かに伸ばして触ってみたりする。これは、後には科学の仮説演繹法といった手法にも繋がる一連の実験の萌芽でもある。

こうして、自他を認識し、自己と外部環境との境目を知ることによって、自己と外部環境とのやりとりが始まります。人間としての長いコミュニケーションの旅が始まり、意識が発達していくのです。

## 「生命の基本 情報と物質のやりとり」

以上のような意識やコミュニケーションの発生の根源は、生命そのものの始まりにあります。生物の最小単位である細胞は、細胞膜によって外部環境から隔てられた一つのシステム

であり、分けられた内部と外部との間の物質のやり取りによって生命活動を維持しています。生命活動を維持するために、障壁を設けて外部環境から自己というシステムを分け、自らを守ります。一方で、そのシステムを維持するために、外部情報を取得して反応し、代謝と呼ばれる物質のやりとりを行いません。自己の保全にとって都合の良い情報は「安全・良い・好き」になり、都合の悪い情報は「危険・悪い・嫌い」情報として受容します。

生物は、初期の生命である原子細胞に始まり、複雑に進化・発展して現在の人間の姿に至りますが、生命の基本は生物の始まりの時から少しも変わってはいないのです。

## 「脳と知覚 分かることの第一歩」

さて、高度に進化した生物である人間は、自己と外部環境との間に、他の生物種にはない、複雑な脳という中央情報処理システムを発達させました。

人間は外部環境からの情報として、まず温度や圧力、光や音の強さなどを察知する感覚細胞によって、新しい情報として取り入れられます。そしてその情報が脳にやって来ると、情報処理が行われ、視覚・聴覚・嗅覚・味覚・体性感覚（触覚など）という五感となって、自己に知覚されるのです。

感覚はそれぞれに専門化しており、その一番の役目は区別することです。視覚であれば、明るい・暗い、赤い・青いなど、同じ視覚情報の基本的要素を分別します。これが分かる＝分ける、ということの第1歩となります。

## 「ニューロンネットワーク」

このようにそれぞれの感覚情報が脳に集められ、特定の「ニューロン」という神経細胞を刺激します。ニューロンは脳全体で1兆個ほどあるといわれています。ニューロンからは、情報を送り出す軸索と情報を受け取る樹状突

起という触手が伸びて、他のニューロンと繋がっていきます。

このニューロン接続は、赤ちゃんの時には未発達ですが、乳幼児期に急速に発達し、6歳ごろに最大になります。1個のニューロンはそれぞれに、周囲の1万個ものニューロンと接続して、情報をやり取りするために、気が遠くなるほどに複雑な神経系というネットワークを作っていくのです。

### 「心像 思考の単位」

以上のように、外界からのさまざまな感覚情報が知覚となって脳に届き、それらが意識化されるものと意識化されずに無意識に残るものにとり分けられます。その結果として、脳に取り込まれて、自己に意識されるすべての心理現象を「心像」といいます。意識化されて心の中かで再構成されるものだけがひとつの心像となり、この心像が私たちの思考の単位となります。

すなわち私たちは、心像を形成するという方法で外部環境の世界を読み取り、自己の意識世界の中で再構成して見ている、見えている世界が、そのまま外部の世界というわけではないのです。

### 「知覚心像」

心像のうち、外界からの刺激を知覚して現在作られている心像を、「知覚心像」といいます。神経系に新しい情報が入って情報が処理されると、神経系の状態がそれまでとは変化し、新しいニューロンの繋がりができたり、いままであった繋がりの新しい活動部分だけが強化されたりします。

例えば、目で見て光が見えているからモノが見えるわけではないのです。目から入ってきた神経情報が、繰り返される経験によって知覚心像の形成基盤である視覚神経ネットワークを

つくり、知覚心像を形成するため、対象がモノとなって見えるのです。

このように、ひとつのニューロンが受けた刺激によってたくさんのニューロンが次々に活動し、複雑でまとまりのある活動が発生することで、これらが「感覚」、「思考」、「認知」となるのです。

### 「記憶心像」

この知覚心像に対して、過去に知覚されて、現在は脳に記録として記憶されている心像を「記憶心像」といいます。

神経系に同じような情報が幾度ももたらされ、活動が繰り返されると、共通する入力情報に共通に反応する広範囲のニューロンの物理的ネットワークが構成され、消えずに残るようになります。このパターンは、他の大きなニューロングループで起こっている活動と繋がったり、別の活動を誘発したりしていきます。この活動の心理的な現象が記憶心像で、「記憶」となったり「新しい概念」となったりするのです。

### 「脳 情報処理システム」

こうして脳は、外部環境との間でフィードバックシステムを作り出し、外部に何も起こってなくても、何かのきっかけで脳の内部で処理が活性化して、再現がされたり再処理されたりする、とても優秀な中央情報処理システムを作ってきたのです。

これは、生命体として生き残るため、役に立つ情報処理パターンを残し、役立たない情報処理パターンは捨てていくという適応の上に成立し、進化してきたものでもあります。

### 「理解する・分かるということの基本」

さて、たったひとつの知覚心像だけでは、知覚対象が分かっただけで、その「意味」はまだ生まれていません。知覚心像が、別の感覚情報

からなる知覚心像や、心の内にある過去の体験である記憶心像と照合、比較、同定、分類、関係づけられることによって初めて、現在、知覚がされていることの意味が生まれてくるのです。

そして、目の前に見える光や影、色のパターンを、形のあるモノとして認識して知覚心像が形成できるようになり、それを前にも見たことのある記憶心像と比較して、“リンゴなのだな”と認識できるようになるのです。

これが「理解する」ということ、「分かる」という事の基本です。

#### 「言葉とコミュニケーションの誕生」

ところで、私たちは「言葉」によってコミュニケーションを行ないます。

言葉によるコミュニケーションとは、「意味や概念を交換し合う」ことであり、そのやりとりする基本単位が心像なのです。

ここで、目の前にある、あるモノについて、相手と話をするとします。相手もそのモノが何であるかを知っているのです、共通の名前で呼ぶことになります。その結果、「ここにあるリンゴをあげよう」、「おいしそうなリンゴをありがとう」という会話が成立することになります。すなわち、お互いの心の中にある「共通の記憶心像＝意味・概念」があって、それに名前という記号を付けてやりとりするようになり、言葉が誕生しコミュニケーションが成立するのです。

このように、分かり・分かり合うためには、自分と相手とが同じ心像を心の中に喚起する必要があります。相手の中に自分と同じ記憶心像がなければ、自分が思うようには、相手は分からないのです。また、たとえ同じ名前をつけて呼び合っていたとしても、双方の心の中で別の記憶心像＝意味があれば、そこに誤解や解釈違いが生じる事になってしまうのです。

#### 「記憶のいろいろ」

記憶の種類は多種存在しますが、生まれながらに持っている遺伝的な記憶もあります。

たとえば、熱いものに触った時にとっさに手を引っ込めるような「反射」や、悲しくなると泣いたり、愉快になると笑ったりする「情動反応」もそのひとつです。これらは、お腹の中から生まれた後に覚えたものではなく、神経系が進化する過程で、生物が身を守るために必要な行動として獲得され、神経系に記憶として残されてきたものです。こうした「先天的な記憶」の上に、生まれてからの経験によって、「後天的な記憶」が積み上げられていくのです。

この後天的な記憶も、大きくふたつの記憶に分ける事ができます。ひとつは、意識的に呼び出しやすく心像化できる「陳述性記憶」で、もうひとつは、自転車の乗り方のように体で覚えていても心像化をして説明することがむずかしい「手続き記憶」です。

また、この意識化しやすい陳述性記憶は、さらに二つに分けられます。「エピソード記憶（出来事の記憶）」と「意味の記憶」です。

#### 「エピソード記憶」

「エピソード記憶（出来事の記憶）」は、文字通り、自分の経験した出来事の記憶です。いつ、どこで、誰と、何をしたのかという出来事そのもの、そして、その時の自分の体験した感情や気分や考えなどが一体となって、出来事の記憶になっています。

大脳生理学者のロジャー・ペンフィールド（1891-1976）はとても興味深い実験を行ないました。被験者の大脳の一部に刺激を与えると、過去のある出来事の場面や感情などが、映画のようにありありと思い出されたのです。つまり脳には、さまざまな部分に分散されて蓄えられている色々な種類の記憶を、一連の出来事にまとめて心像化する機能があるのです。

このエピソード記憶には、感情が強く結びつ

けられるという性質があり、また、心に残る記憶には、必ずその時の感じた気持ちや感情が強く残るとされています。例えば、何かを学ぶときに、無味乾燥で単純な記憶学習よりも、楽しかったり体験学習をしたりするなどで感情が伴った方が、より鮮明に残ります。また、誰かと喜んだり悲しんだりするなどの強い印象を受けた出来事の記憶は、後々まで心に残り易くなるのです。

#### 「意味の記憶」

一方、「意味の記憶」は、出来事のように動的に変化するものではなく、固定されたさまざまな概念の記憶です。出来事の記憶が繰り返されるうちに、そのパターンが神経系の中の回路として形成・固定化されていきます。そして、重なり合う共通のものだけが残り、ひとつの心像となっていくのです。

こうして学習されたひとまとまりの「知識」・「イメージ」が、意味の記憶となります。

#### 「脳の構造」

さて、脳の全体構造を見てみると、脳は進化と共に発達してきた三層構造になっていることが分かります。もっとも中心にあるのは「脳幹」です。脳幹は、脊髄の末端が肥大化してできたもので、進化の歴史上一番古く、5億年以上も前に発生していて、別名「爬虫類脳」とも呼ばれています。体と脳の間の情報交換をする部分で、呼吸や脈拍などの生命維持装置である「小脳」や、嗅覚や視覚などの感覚モジュールで出来ています。

そして、その周りにある小器官の集まりが「大脳辺縁系」です。「哺乳類脳」とも呼ばれていて、脳幹よりも後に発達しました。大脳辺縁系は、無意識のさまざまな欲求や情動が生まれる部分で、感覚情報の中継ステーションである「視床」、刺激に反応し身体を外部環境に適応させる「視床下部」、新しい記憶を一定期間

蓄え記憶や認識を司る「海馬」、逃避や逃走など生存のための反応や情動を生み出す「扁桃体」などで構成されています。

#### 「海馬と扁桃体」

海馬と扁桃体は互いに強く結ばれており、扁桃体が入力情報に対する反応として喜怒哀楽などの感情を強く引き起こした時には、海馬はそれを重要なものとして記憶の中にしっかりと留めようとします。

また、海馬は一時的に記憶を蓄えるところですが、ここで何度も繰り返し再生された記憶は、3年ほど経過すると、大脳皮質の方へ定着されていきます。これらの手順や仕組みは、生命進化の中で獲得された生き残るための反応が、パターンとなり、記憶となって残ったものであると考えられます。

#### 「大脳皮質」

人間の脳の表面にあるのが「大脳皮質」です。今から約150万年前に爆発的に発達して、脳を覆うようになり、今日においては、人間の脳の大部分を占めています。大脳皮質がさまざまな記憶の断片を定着・統合して、人間の意識を生み出す部分となり、思考・言葉・計画・組織化・コミュニケーションなどを行なっています。

このように脳は、特定の部分がひとつの機能を持っているのではなく、たくさんのニューロンネットワークが分散して並列処理を行っており、それらが互いに反応し合いながら統合されていく仕組みを持っているのです。

#### 「感情」

その他にも「感情」という機能があります。例えば、「黒くて大きなものが近づいてくる」という外部からの情報が脳に入って来るとします。するとそれが引き金となって、近づく、逃げる、戦う、服従といった、扁桃体の無意識

の4種の基本的情動反応が引き起こされます。すると、それに対応してドキドキしたり手に汗をかいたりという体の変化が起こります。その変化に対して意識的な脳の部分である大脳皮質が注目し、「怖がっているのだろう」と、予測を交えた解釈することによって、「恐怖」や「対抗心」、「勇気」などの、さまざまな組み合わせからなる微妙な感情に変わっていきます。

感情とは、情動そのものではなく、情動が複雑に意識化されたものなのです。「悲しいから泣くのではなく、泣くから悲しいのだ」というひとつの学説が存在するほどです。

#### 「無意識的情動と意識的コントロール」

こうした脳の回路においては、大脳辺縁系の情動中枢から、大脳皮質へと送られる情報の方が格段に多く、その逆よりも強くなるように作られています。つまり意識的・合理的に判断する部分よりも、無意識な情動を司る部分の方が、行動への影響力がはるかに強いのです。そのため、無意識の感覚によって動かされる情動を、思考の力によって意識的にコントロールしようとするのは、とても難しいことなのです。

### 【3】理解と納得の構造

#### 「科学はひとつのシステムだ」

先述のように、天文学や科学の世界は、科学的な考え方や手法によってもたらされた知識によって構成されています。それはまるで、ピラミッドのように精緻、且つ精巧に組み上げられた構造で、ひとつの体系・システムを作っていることをお伝えしてきました。

#### 「同じシステム同士でないと、意味は伝わらない」

ここでひとつ、天体観測会の場合において、解説者(=伝える側)と参加者(=受け入れる側)の間に起こり得る事例を使って説明します。

解説者は過去に、大小さまざまな種類の天文

学に関する概念や論理、知識などを習得しており、それらを一つひとつレンガのように積み上げて、まるで大きなピラミッドのような理解のシステムを構築しています。

ところが、自分の中にある理解のシステムの特定の部分(考え方・方法の概念・知識など)だけをその場にいる参加者に伝えても、天体観測会は上手くはいきません。なぜならば、受け入れる側(=参加者)の中には、伝える側(解説者)と同じような理解のシステムが積み上げられていないため、それらの情報を転移させ、受け入れ、意味として理解することが困難だからです。その結果として参加者は、実際に解説者が伝えたかった意味を読み取れず、訳も分からぬままに、天文の情報を単なる知識として丸暗記するしかないという状況が起きてしまうのです。

#### 「欠如モデルと第1世代」

このような一方的な伝え方、教え方の姿勢の背景には、“一般大衆は科学に対する知識・理解が足りないので、知っている自分たちが教えるなければならないのだ”という解説者側の思考、サイエンスコミュニケーション用語で「欠如モデル」といわれている考え方がある事が示唆されます。

また、学習理論でいえば、“どうしたら知識を効率よく覚えさせることが出来るか”という均一的な訓練を想定する「刺激反応理論」が影響していると考えられます。

そしてこれらは、天体観測会の世代においては、「第1世代」の“資料陳列型”に該当する方法論であるといえます。

#### 「同じ概念を用意する」

これらの事例などからも分かるように、コミュニケーションの基本として、伝え合い理解し合うためには、以下の1) - 3)を意識した上で、伝える側(=自分)と受け取る側(=相手)

の中に同じ概念を持つ事が必要です。

- 1) もし相手の中に同じ概念がなければ、新しい概念としてそれを教え、作らなければなりません。
- 2) 相手の概念が不明確であやふやであれば、それを明確に定義しなければなりません。
- 3) 互いが同じ名前で違う概念を持っていたら、それを比較してどちらか一方にするか、統合しなければなりません。

このような段階を踏むことで、両者の中に同じ概念を持つ事ができるようになります。

#### 「同じ概念構造を組み立てる」

しかし、たとえ両者が同じ概念を持っていたとしても、他のさまざまな概念や知識と繋がってひとつの意味を作る場合、その繋げ方や組み合わせ方を同じにする必要があります。例えば、4つの概念でひとつの意味を作るとき、その組み合わせ方で出来る結晶のような構造を、互いの中で同じように概念を組み立てるという作業が必要になります。

この作業は、論理的に概念同士を組み立てていく「科学そのものを学ぶ方法」です。また、その組み立てる過程の中で「科学に関する考え方や手法を学ぶ方法」でもあります。

解説の中で、この概念構造を参加者の中に移築するために有効な方法が、テーマ解説やテーマ展示です。参加者に素材となる知識や概念を与えつつ、それが意味するところへ筋道を立て組み立て、最後に結論に繋がります。

この構造は、基本的には筋道を立てる論文やストーリーテリングの構造と同じです。解説者の意図通りに首尾よくいろいろな概念や知識の素材が組み合わせ、ひとつの理解の構造が出来あがれば、最後に答えとなる意味が用意されているという訳です。

伝えるべき意味や、理解し合うべき知識や概念が、最初から決まっているのであれば、こうして理解に至る構造を組み立て、実行していく事が最善の方法のほうです。この方法は、教育学の中で「解説的教育理論」と呼ばれ、学校教育で一般的に行われています。

これは、天体観察会の世代では、「第2世代」の“テーマ解説型”に該当する考え方であるといえます。

しかし現実には、このような段階的な組立てをしても、意図したようには相手に伝わらないという状態が発生します。それは、論理的な意識の下にある何かが、まだ互いに共有されたり結びついたりしていないために起こり、「理屈は分かって、なんだか今一つ納得できない」といった、“腑に落ちない”という感情を生み出します。

転移された知識や移築された構造というのは、自ら得たものではなく、他者からの作用によって人為的に作られた、いわば借り物です。それは意識に上るような論理的な材料だけで作られたもので、意識下の情動の部分まで含む、すそ野の広い自分の意味心像とは異なることから、理解の消化不良が起こるのです。

#### 「心の底からの理解 エウレカ！」

この段階的な組立てとは違う方法として、参加者が解説者から必要になる素材の概念を転移したり、システムの組み立て方のヒントを得たりしつつも、参加者自身がその筋道や方法を自ら作り出し、自分のストーリーを組み上げるという方法があります。参加者は、自身の意識・無意識のライブラリーの中で、意味心像や記憶心像を検索し、自力で意味や概念のピラミッドのレンガを積み上げ、システムを構築することで、全体理解に到達します。この方法は、「発見学習論」を基にしたアプローチ法で、このステップによって得た理解は、強烈な感情を

伴います。また、単に論理的に理解するだけではなく、無意識を含めた新たな理解ピラミッドがカチッと出来上がった瞬間に、心の底から納得し、「あっ、分かった！」という「心の声」を発するのです。

このように、たくさんの概念や情報が集まって、これまでとは全く違った質と意味を持つシステムを作り上げる「創発」の現象が、意識の世界で起こることを、本研修会では、「エウレカ！」と呼んでいます。“なぜだか分からないが急に分かった”、というような時、それは直感的な理解となって意識されますが、決して論理の飛躍が起きたり、天から啓示が降りてきたりしたわけではありません。潜在的な無意識の中では、“分かりたい”という欲求圧力の下で、さまざまな意味心像や記憶心像を組み立てる作業が継続的に行われ、その結果、突如としてひとつのシステムが構築され、理解したということに繋がるのです。

そのため、そのプロセスを論理立てて説明することは不可能ですが、結果としての論理は、言葉に直して説明することが可能です。

こうして得た理解は、一連の記憶として、エピソード記憶となり、強い感情の記憶と共にやがて大脳皮質に刻まれ、長く記憶されることになるのです。

そして、以上のようなコミュニケーションと理解の構造は、教育論でいえば「発見学習論」であり、天体観察会の世代に照らし合わせると、「第2.5世代」に該当すると考えられます。

#### 「一人ひとりの物語 ナラティブ」

さてここまで、「理解するとはどういうことか」ということに沿って、学びや気づき、コミュニケーションの構造の成り立ちなどをみてきました。そうするとここに、他者が想定・準備をした答えではなく、自分の人生の中で得た経験と素材によって、他に二つとは存在しない自分だけの答えや理解、知識を作ることが出来

るのではないかと、という想定が生まれます。

この考えは、これまでの科学的な思考や方法の枠を、少々広げることにもなるかも知れません。なぜならば、科学は誰もが、客観的に観察すること、論理的に説明すること、同じ条件であれば必ず再現できる現象であることを前提としています。逆にそうでなければ、科学的な検証は出来ません。

ところが、人の人生は繰り返すことのない、一度きりの出来ごとであり、また、再現をして検証したり予測したりすることの出来ない、“偶然の経験の積み重ね”です。それは他者の客観的な経験ではなく、自分だけの主観的な経験なのです。誰もが自分にしか語ることの出来ない「自分物語＝ナラティブ」を生きており、その中にはもちろん論理的で意識的な経験知や予測も少なからず入っていますが、それ以上に、無意識の広大な領域まで含めて「生きる作業」を続けてきた膨大なデータが蓄えられています。そしてそこには、豊かな生きる知恵があり、言葉にできない暗黙知がその構造を支えているのです。

#### 「構成主義 第3世代」

このように、外部環境や社会の人たちとの相互作用を通して、人間の中に元々備わっている理解の構造が次第に成長し再構成され、その人自身の学びや理解が能動的に作られていく、という考え方を「構成主義」といいます。それは、「自分というひとつの物語」が、人や社会という「他の物語」と出会い、「新しい物語」が作られていく、「物語と物語の出会い」の過程であり、また、自分というシステムの中で起こる「創発」や「パラダイムシフト」として出現する過程ともいい換えることが可能です。

こうした場をつくる過程は、天体観察会の世代では、「第3世代」に該当するということが出来ます。

#### 【4】「論理的理解」と「物語的理解」そして 「物語どうしの出会い」へ

##### 「コミュニケーション メッセージの交換」

さて、天体観察会で解説者が天文学や科学を参加者に伝えようとする時、それが単に論理的な考え方や結果としての知識を伝えるだけの場であったとしたら、参加者は退屈したり、関心を失ったり、挙句には聞くことを止めて、周囲の人と関係ないおしゃべりを始めてしまう可能性が高いということが、経験的な事例からも明らかです。

ゆえに、このような意識的で論理的メッセージの伝達には、無意識も含めた自発的な意味心像に転換した上で、互いにやり取りする方法が必要なのです。

そこで、これらを実現するために大変有用であると思われる事項や技法を、以下に3つあげてみましょう。

まず最初に、何よりも伝える側と受け取る側のコミュニケーションの場をつくり、互いのメッセージをきちんと受け取れるようにする必要があります。学ぶという行為は、外部からの情報を受け取ることによって、自分の認識の構造が変わることを意味します。コミュニケーションを通じてメッセージを受け取らなければ、そもそも学習は起きません。

##### [A. ファシリテーション コミュニケーションの技法]

##### 「場は共感と安心の関係で作られる」

良好なコミュニケーションの場は、自分と相手が共感、安心し合える関係で作られます。なぜならば、理解し合える共通の場でこそ、安心してメッセージのやり取りが出来るからです。共感と安心により、相手を拒む感情がなくなれば、相手のメッセージを受け入れ、より良好な

学習が可能になります。

生命発生の太古の昔から、あるシステムが外部の情報を受け入れるには、それ相当の障壁を突破しなければならず、それはシステムの安全を保証するものでなければなりません。

##### 「強力な無意識の情報」

しかし人間の理解とは、決して論理的な思考だけで出来ているではありません。たとえ、ものごとを因果関係だけで見たいと思ったとしても、人間の思考は、そのようにきっぱりと割り切れないのです。一体、それはなぜなのでしょう。

その理由は、人間の脳の処理方法に関係があります。人間の脳は、一連の論理的演算を直線的に実行するコンピュータのような方法ではなく、たくさんの情報を並列的に処理する方法で情報を管理しています。これは、生物としての“生存”を目的に作られて発達してきた脳が、外部環境を把握すると同時に素早く反応し、ものごとが手遅れにならないうちに、たくさんの情報を一度に処理し、決定・行動するような“統合管制システム”として出来ているためです。

またこのシステムは、生体的・無意識的な基盤構造の上に意識的な層が成り立っているため、意識的な論理メッセージに対して、より強力な基盤構造からの情報や指示が優先されてしまうという性質があります。

##### 「意識的 & 無意識的な情報交換」

このような情報処理方法をもつ脳において、意識的な論理をメッセージとしてやりとりし、そこに理解を生むためには、まず下層構造での、協調＝納得が伴わなければなりません。アメリカの心理学者アルバート・メラビアンの実験結果は良く知られていますが、人間の対面でのコミュニケーションのうち、言葉の内容で交わされているのは全体の7%でしかなく、その38%は口調や話し方、そして55%は身体的な視覚情

報だとされています。すなわち、論理的な内容で説得しようとしても、無意識領域での情報交換ができていないと、人間は意思疎通ができないのです。

このようなことから、意識的なメッセージを、無意識も含めた意味心像の交換に乗せてやり取りし、論理的理解を構築していくコミュニケーションの方法が必要になってくるのです。

#### 「ファシリテーション」

このようなコミュニケーションの手法のひとつとして、特に“ファシリテーション”の技法が有効です。ファシリテーションは、少人数のワークショップなどに活用される事が多く、同じ目的をもつ参加者同士で協力し合い、対話や作業などのグループワークを行ないます。この工程を通して、問題解決やアイデア創造、合意形成、教育・学習、変革、そして自己表現・成長など、一人ではできない成果を挙げていきます。

ファシリテーションでは、人の能力も働きも、環境や周囲の人々に応じて変化するものとしてとらえ、人々が協働する「場」を重視します。そのような場のためのマネジメントの実践的スキルが、ファシリテーションなのです。

#### 「ファシリテーションの技法」

ファシリテーションは、次の4つのスキルに大別されます。これにより、場を創り、保持し、動かす、収束へと導いていきます。

##### 1) 場のデザイン

###### ・チームビルディング

目的、参加者、やり方、目標の共有、協働意欲の醸成など

###### ・活動プロセス設計

基本となるパターンの応用、個別アクティビティの組立

##### 2) 対人関係のスキル

- ・発散、語り合い、仮説引き出し
  - ・メッセージの受止め、意味や思いの引出し
  - ・傾聴、復唱、質問、主張、非言語メッセージの解読
  - ・コミュニケーション系のスキル
- #### 3) 構造化のスキル
- ・収束
  - ・論理的まとめ、全体像整理、論点絞り込み
  - ・グラフィックなど構造化のツール
  - ・ロジカル・シンキングなど思考系スキル
- #### 4) 合意形成のスキル
- ・意思決定のステップ
  - ・創造的なコンセンサス
  - ・コンフリクト・マネジメントのスキル
  - ・振り返りと次に向けて
  - ・体験を学習へ、学習を行動へと向ける技術

#### [B. ストーリーテリング＝物語的理解]

##### 「物語的理解」

これまでに述べてきたように、人間の脳は情報を総合するように出来ています。それは、脳という器官の目的が、もともと分析的に世界をとらえることではなく、外部環境からの刺激や情報に反応して、生体全体としてどう対処すればよいのかを判断することだったからです。

そして、脳が情報を受け入れて取り込みやすくするためには、複雑なものを複雑な形で伝えるのではなく、簡潔な一定の形に情報をまとめ、分かりやすいものにするという作業が不可欠となります。

ところで、人間の歴史の中で、科学が生まれるはるか以前から、たくさんの情報をひとまとまりの形にして伝える素晴らしい方法が生まれ、現在まで継承されてきています。それが、「物語」です。物語とは、情報を「ストーリー

テリング＝物語的理解」という形式に変えて伝える方法なのです。

それでは、天体観察会も、ひとつの「物語」に成り得るのでしょうか。

「科学の考え方や手法」は、たしかにひとつの物語構造を持っていますが、それは、論理的構造であり、天体観測会で使う物語構造としては、それだけでは、参加者の理解・納得には十分ではありません。

#### 「物語の基本構造」

我々の先人たちは、この世界ではものごとがどのような原因で起こり、どのような経過を辿り、どのような結果になるのか、そしてそれは、どのような意味があるのか。そういったことを昔話やおとぎ話、神話や伝説などの物語の形で語り継ぎ、伝えてきました。

日本神話の「イザナギ・イザナミ」の黄泉の国の話とギリシャ神話の「オルフェウスとエウリディケ」の冥界の話がとても似ているように、古代の神話にも物語が成立していく原型があり、これらは人類が世界中に広がるとともに伝播していきました。

その構造の基本の中の基本が、「始まり」があり「展開」があり「結果」があるという典型的な三幕構成の物語であり、その形で伝えると、人間の脳が抵抗なく受け入れやすいという、基本的な構造がそこに存在しています。今日でも、あらゆる演劇やドラマ、小説、映画などで頻繁に使われており、それは科学論文も例外ではありません。

そして、この基本構造にプラスするかたちで、ユーモア、巧みな比喻、話の山や谷や見せ場、エピソード、メタファー、適切な仮説や上手な論証など、各々の部分の作りこみ方や技術があり、それを専門に行っている脚本家や小説家、コラムニストや論文執筆者がいるわけなのです。

#### 「物語：A B T構造 & 論文：I M R A D構造」

この物語構造を踏まえて情報を伝えると、ものごとが順調に流れやすくなるのです。そこで、物語を繋げる接続詞の選択が重要になります。

例えば、「そして= And」という接続詞で繋ぐと話がスムーズに流れ、「しかし= But」で繋ぐとそこには否定や打消し、緊張や対立が生まれ、展開が進みます。そして物語の最後を「したがって = Therefore」で結ぶと、話の結末へと物語が一気に進んでいきます。

この3つの接続詞を順番に繋ぐ、物語の基本構造を「A B T構造」といいます。これは、日本の4コマ漫画の「起承転結」も同じ基本構造で、「起」→ そして And「承」→ しかし But「転」→ したがって Therefore「結」と繋がっていきます。

また、論文の基本構造も同様に、Introduction「序論」、Methods「手法」、Result「結果」、And、Discussion「考察」というI M R A D形式をしています。これも「始まり」「展開」「結果」という形式を持った基本構造のひとつだということが分かります。

#### 「物語としてみた時の天体観察会」

さて、天体観察会の第2世代（テーマ解説型）を改めて見てみると、第2世代も同様に、テーマをめぐる物語構造になっていることが分かります。最初の天体紹介から始まり、いくつかの天体を順に観察をしながら話が展開し、それらがひとつのまとまり（テーマ）のある話になって、最後にまとめとして結果や振り返りがあるといった構造です。

これはまさに、物語の3部構成と同じであり、博物館のテーマ展示、論文のI M R A D形式などとも同じ構造です。しかも、複数天体の解説を行う場合も、各々の天体の解説がそれぞれその天体にまつわる物語や小話になっている複層の物語構造になっているのです。

つまり観察会には、いくつもの縮小された構

造があり、それらが組み合わさって、大きな観察会の構造をかたちづくる、入れ子(同じ形状の小さなものを、より大きなもので囲い、それを繰り返す)構造になっているのです。

#### 「観察会の不十分な構造」

それでは、話を分かりやすくするために、不十分な解説の事例を見て行きましょう。

例えば、「なぜこの話が始まったのか」という「始まり＝序」にあたる説明が無いまま解説がスタートした場合は、参加者は、なぜ自分がこの場にいるのかの理由付けが分からず、たいへん居心地の悪い思いをすることになります。そして、いろんな説明や事例の紹介がなされる「展開」の部分でも、もし「そして And」、「そして And」、「そして And」と果てしなく続き、新たな話の展開がないまま進んでいくと、とても退屈な話に感じてしまいます。逆に、「しかし But」や「でも But」ばかりで話がが続いた場合にも、話の筋が複雑で分かりにくく、その話について行くのは大変です。

そして、「結果 Therefore」がなく、尻切れトンボで話が終わってしまった場合、そこまで我慢して聞いてきた参加者は、「一体これは、何の話だったんだ…、最後まで話に付き合わされて時間の無駄だった！」と腹を立てるかも知れません。

物語やストーリーは、「始まり・問題」に対する「結果・解決」を探し求め、「終わり・答」に辿りつくための一連のできごとで成り立っているため、その前提となる決まりを破ると、人間の脳や心は落ち着かなくなってしまうのです。

以上のように、ストーリーテリングは、相手に対して、ものごとを誤解の無いように分かりやすく話を進めていくために、とても有効な方法だということが分かります。

#### 「感情のこもったエピソード記憶へ」

加えて、ストーリーテリングの手法で大切なことは、情感を込めて心に訴えることです。

人間は倫理や理屈だけでは納得しないということを述べましたが、物語の中で、ハラハラしたり、ドキドキしたり、喜んだり、悲しんだり、感情の共感や価値観の共有が進むようにコミュニケーションの前提となる場づくりをすることが重要となってきます。

たとえ、学術論文自体には感情や感情の起伏などが無くとも、いざ学会でプレゼンテーションをする際に、とたんに話のツカミやユーモアなどが必要になると似ています。

天体の解説も同じで、ただ知識や理由などを並べ立てるだけでは、無味乾燥になってしまうため、共感や価値観の確認などを織り交ぜながら、気持ちを和らげたり関心をひきつけたりすることがとても大切なのです。

そして、情感がこめられたコミュニケーションに共感すると、その体験は感情のこもった「エピソード記憶」となって脳の脳皮質に記憶され、知識として長く定着されていく事になります。

#### 「物語構造にのせたメッセージと意味心像」

このように見ていくと、物語構造やストーリーテリングの構造や手法を使うことで、意識的メッセージを、無意識も含めた意味心像の交換にのせてやり取りすることが可能となるのですが、理解できるのではないのでしょうか。

今回のワークショップとしての研修会も、全体が物語構造で構成されていて、「ログラインメーカー」というプロット作成の手法を使って組み立てられています。

#### 【C. ナラティブ 物語と物語が会う】

##### 「ナラティブ＝自分物語」

さて、繰り返しになりますが、人はそれぞれ自分自身の物語を生きています。しかし、映画

や神話のような物語は、所詮は自分のものではない「他の誰かの物語」です。

それに対して、自分が自分の事を語ることを「ナラティブ＝自分物語」といいます。

自分を物語るときに、これまでの人生の時間的な経緯が、どのように現在の自分に繋がっているのかを語ります。自分の過去をどうとらえているのか、その後の経過をどう見ているのか、そして結果として現在の自分をどう意味づけているのか、示されるのです。

「語られることで作られるナラティブ」

こうした語りは、誰に対して語られるかによっても変わります。親としての自分や、職場での誰かの部下としての自分など、違う相手に対しては違うように語られ、また語る内容も違ってきます。色々な「ナラティブ＝自分物語」を語ることによってさまざまな意味が生まれ、ナラティブが作られていくのです。

逆に、現在に繋がらない過去や経験は、語られず、省略されたり、無視されたりします。そのようにして、自分物語を編集しているのです。

「それぞれのナラティブ」

また語りを聞いている相手側も、語り手の話を聞きながら、自分の物語の中で語り手に反応して返答し、それに語り手側がまた応答するというように、互いの「自分物語」と「自分物語」とがやり取りをする中で、それぞれの物語がさらに書き換えられ、書き加えられていきます。双方向のやりとりがコミュニケーションであり、ナラティブ自体もそうして作られていきます。

「天体解説員のナラティブ？」

さて、「自分物語」としての「天体解説員という仕事」の意味を見てみると、以下のようにとらえることができます。

- 1) 「天文台や科学館などで、天文や天体観察の解説をする人」という文字通りの意味。
- 2) 一般の方から見た時、博物館や美術館の学芸員と同じような科学や文化の専門家で、時々テレビなどに出てくるような一般の人にくわしく説明をしてくれる役割を持っており、子どもたちや興味関心を持つ人たちにとっては一種のあこがれの仕事をしている人たち、というような社会・文化的な意味。
- 3) この仕事に就くようになったきっかけやそこに至る努力や失敗など、自分自身の個人的経験にもとづいて形作られる意味。
- 4) 職場の同僚や、家族の言葉、知人との会話など、自分の仕事を説明しようとする時に作られる意味。

こうした意味が重なり合い、自分にとっての天体解説員という意味が形作られていきます。そして、いったん出来上がったイメージに、その後のできごとや経験が結び合い、自分が天体解説員であるという「自己物語」がさらに大きく強化されていくのでしょうか。

「学び 出会いによって物語が変わる」

観察会の参加者が、何かを学び、学習するという事は、参加者の中の知識構造・概念構造が変わることを意味します。それを受け入れるということは、「ナラティブ」が変わることであり、そこでは、解説者の「ナラティブ」と自分の「ナラティブ」とが出会い、「お互いに影響を与え合うことを受け入れる」というやり取りが生まれているのです。

「ナラティブ 第3世代」

特に、第3世代の天体観察会においては、参加者の要望によって観察会の流れが変わるため、参加者がどのような意図や関心を持っているのか、期待の出口はどこか、というような情

報が不可欠です。つまり、参加者の「ナラティブ＝自分物語」をある程度把握しておく必要があるのです。

第3世代の観察会とは、「自分というひとつの物語」が、人や社会という「他の物語」と出会って「新しい物語」が創られていき、「創発」や「パラダイムシフト」として現れ出てくる過程でもあります。

#### 「社会のナラティブとドミナントストーリー」

社会においても、ある社会の中で人々によって語られる「社会のナラティブ」があります。社会のナラティブにおいても、それによって個人の「自分のナラティブ」が大きく影響を受け、規定されていくことも見えてきます。この「社会のナラティブ」の中でも、多くの人たちに共有されている支配的な物語のことを、「ドミナントストーリー」と呼びます。

例えば、西欧においては、近代化による科学技術の発展に伴い、自分たちの進んだ文明が、西欧以外の文明が遅れている地域を支配し植民地化すること、「教化し、文明化し、発展させる」ことが世界の近代化の近道であり、相手の文化にとって一番幸せである、というような大きな社会の物語が、ドミナントストーリーとして作られました。そもそも博物館の第1世代は、そのようなストーリーに沿って設立されたのです。

#### 「科学的立場 理想的な天体解説員」

科学の立場は、“原因結果の因果律で世界を説明する”ことを前提としています。しかしその一方で、各人は自由に自分の世界を解釈しながら生きているため、多様な世界の解釈があります。

そんな中、私たちが生きる近代文明では、科学的・論理的で、且つ、効率的・生産的であることを求められ、理屈に合わないこと、非効率・非生産的なことは正しくないとする考え方

が、この社会のドミナントストーリー＝支配的物語になってしまっているのかもしれない。

そうした大きな社会のナラティブに影響されている私たちは、それによって必然的に自分たちを評価し、それに合わせて自分のナラティブを作ろうとします。

そして、私たちの身近な例をあげれば、もし「目指すべき理想の天体解説員」などという、天文関係者の誰しもが納得する物語があったとしたら、知らず知らずのうちに、私たちがその物語を参照し、比較をして自分を評価しながら「ナラティブ」を語ろうとするかもしれません。

良し悪しに関わらず、天体解説員やサイエンスコミュニケーターにとって、科学・天文のコミュニティの中での立派な解説者という物語は、ひとつのドミナントストーリーとして作用を及ぼしているといえるのではないのでしょうか。

#### 「作られ、規定され、制約するナラティブ」

このようにさまざまな物語と出会い、それによって各々が自分の新たなイメージを持ちながら「ナラティブ」を作っていくこと、さらには、そこから自分自身の意味や役割を規定し、その一方では自分自身のあり方が制約されていく、といった“ナラティブにまつわる関係”がここから見えてきます。

#### 「説明モデル」

そこで、ナラティブ＝自分物語を、自分自身がどのように把握しているかを明らかにするために作成された「説明モデル」というものがあります。

- ①自分物語を継続・実現するにあたって、何か問題・課題はあるか？
- ②その原因は何か？
- ③上記の①と②は、自分の目標にどのような影響を与えるか？

④これらの問題で引き起こされて一番困ることは何か？

⑤これを解決するにあたってどんなことを望むか？

以上の①から⑤の質問に答えることにより、自分自身のナラティブが語られることとなります。

#### 「教える立場 教えられる立場」

さて、専門家は多くの場合、自分は専門的な知識を知っているという立場に立って、専門用語を使用して、その内容を参加者に解説しようとしています。そこには、教える（伝えたい・分からせたい）立場と、教えられる（分かりたい）立場が前提として存在しています。

教える側には、因果律に基づく説明モデル（科学的世界観）があり、何かしらの現象が起きた時、その現象が起きた原因が存在し、そこから論理的に現象結果を説明できると思っています。

しかし、教えられる（分かりたい）側は、必ずしも自分には馴染みのない説明モデル（例えば科学的世界観）を聞きたいわけでもなく、また自分が変わることを求めているわけではないかもしれません。

もしかすると、なぜ自分が興味を持っているのか、なぜ知りたいと思うのかを、自分でも分からずにいて、そんな自分自身の状況（自分の説明モデル）を、専門家に聞いてもらいたい、理解してもらいたい、また自分自身でもそれを理解したいと思っているのかもしれないのです。

#### 「説明モデルのすれ違い」

観察会の場面で起きる、解説を聞いてもらえない状況というのは、解説者の側が参加者の側に一方的に自分の説明モデルを押し付けようとし、参加者の側にも説明モデルがあることを

りかいしようとしていないことに原因がある可能性があります。そこでは、互いの説明モデルがすれ違っているために、互いに分かり合えない状況に陥っているのです。

このようなすれ違いを防ぐには、互いにまずは相手の説明モデルを教えてもらい、その上でこちらの説明モデルを話す、という場づくりが必要です。このように共存の場で、共通の理解を共同で作らだし、従来のような「理解させよう、伝えよう、伝えなければ」という姿勢を捨てることによって、逆に、共に楽しみ、学び、探索する場が生まれるのです。

#### 「機械モデルとテキスト・モデル」

近代科学の出発点として、デカルトが考えたように、世界は機械仕掛けのように因果律で動いているとする「機械モデル」というものがあります。世界がそのような「機械モデル」であるならば、世界で起こるあらゆる現象は、原因や結果によって説明され解明されるべき対象となります。

しかし、科学の探究においては、いったい世界を論理的にどこまで説明できるのか、それ自体が大きな課題でもあり、その証拠に、不確定性原理や、無の中から量子のゆらぎによって宇宙が誕生したのではないかとといった宇宙論など、人間の通常の論理的認識能力だけでは説明や理解が難しい現象は、どうやら少なからずありそうです。

そこで、世界を、機械モデルが想定する問題解決や課題解明のストーリーとしてではなく、それに代わる別の物語としてとらえることができれば、現象やものごとを別の枠組で考えることができるのではないかと、という別のアプローチ方法も現れてきます。この方法は、従来の科学観からすると、一見論理的ではない非科学的なとらえ方であるようにも思えます。しかし、人間の持つ認識の仕方が、論理的処理能力も含め、総合的にものごとをとらえる能力に依って

いることを考えると、科学的認識の枠組をより広げようとしているとも考えられるのです。

そのようにして「機械的モデル」に対して、「テキスト・モデル」という考え方が提唱されました。テキスト・モデルとは、人間は人生の経験というテキストを素材に、それぞれがさまざまなストーリーを作り上げながら生きている、と考えるモデルです。それは、素材の組み合わせによって違う構造(文脈)が作られれば、意味や価値も異なってくるように、世界は論理的に説明されることによって解明される対象であるだけでなく、その中で生きる事によってはじめて、一人ひとりにその意味が生まれてくる場所でもある、という意味を持っています。

当然、その意味は一人ひとり違い、客観的ではなく主観的なため、それぞれの物語の中で理解する必要が出てくるのです。

#### 「無知の姿勢」

そうした一人ひとり違った物語を理解する方法として、「無知の姿勢」と呼ばれる態度があります。コミュニケーションにおいて、相手の言うことを否定も肯定もせず、きちんと向き合っただけ、ただ、相手の言葉のままに、相手の説明モデルを理解しようとする姿勢のことです。これが、技法や手法ではなく、姿勢と呼ばれているのは、純粹に相手の事を分かりたいという気持ちを持って、その世界理解の文脈を教えてもらおうとしているためです。教える立場や客観的であろうとする構えを一旦横において、ただ自分も相手と同じ対等な立場で、互いの説明モデルを分かり合おうとします。

すると、教える側が教えてもらおう側になり、教えられる側が教える側になる、そういう新しい関係が生まれます。教えても分からない、互いの気持ちや理屈が分かり合えないと思っていたこと、問題だと思っていた状況が、以前とは違った状況として見え、問題を問題にしまっていた構造が見えてくる、と言ってもいい

かも知れません。

「“分からないこと”は、問題ではなかった」

そもそも、聞いてもらえない、分かってもらえない(と思い込んでいる)ことが問題ではないのです。互いに何かを分かりたいと思っていることがそこに事実としてあることをきちんと理解し、そのためのコミュニケーション上の必要な対処をすれば良いだけなのです。すなわち、分かりたいというそれぞれの気持ちに向き合い、どうしたら自分から分かるようになれるのか、それぞれの学びへの姿勢や認識の構造を伝え合うことで、この場でそれが可能となる方法を共につくっていけば良いのです。

すると、「いくら教えても相手に分かってももらえない自分」や、「いくら教えてもらっても、少しも理解できない自分」というような、一見すると問題や課題だと思われていたナラティブはその意味を失い、共に何かを自ら学んでいこうとする新しいナラティブがその場に創られていくこととなります。

#### 【5】天体観察会の世代の進展

「現在完了形と現在進行形」

先に見てきた第2.5世代までの理解の構造は、解説者の働きかけによって、参加者の心に概念と概念との新しい結びつきが生まれ、「分かった!」という新しい理解をもたらす現在完了形の結果を想定するものでした。

しかし第3世代で重要になってくる「無知の姿勢」では、解説者も参加者も、互いに相手については自分は無知であることを前提に、相手に教えてもらい、オープンエンドの現在進行形で答えの状態を維持する事を意味しています。オープンエンドには、ここが「分かった」という終わりはないのです。

「目指している方向性」

第3世代の構成型の考え方では、第1世代型のように欠如した知識を埋めようとする発想はなく、また第2世代のような望ましい方向性も形ありません。目指しているのは答えではなく、新しい物語・ナラティブであり、新しいスキーマ・世界観なのです。

#### 「完結する物語、しない物語」

第2世代の「ストーリーテリング」は、「めでたし、めでたし!」として完結する物語ですが、第3世代の「ナラティブ・アプローチ」では結末のないまま物語は変わり続けていき、それぞれの物語としてオープンエンドのままに続いていきます。

#### 「パラダイムシフト 創発」

物語が変われば課題や問題も変わり、あるいは解消されてしまうのです。文脈が変われば、意味も変わり、説明モデルやスキーマが変われば、価値も変わってきます。正（テーゼ）と反（アンチテーゼ）が対立しあう関係のままではなく、新たなナラティブ・枠組みの中で、新たな意味構造を作る合（ジンテーゼ）の状態になるのです。

こうしたアプローチの仕方は、問題や目標がある事を前提とした問題解決・目標達成型ではなく、実は、問題や目標が変わったり解消したりしてしまうパラダイムシフト、創発の形なのです。

#### 「第3世代の見分け方：原因 問題 解決 目標」

第3世代見分け方の基準は、問題解決や目標を設定していない事、解説プロセスの途中で何かに対する原因や問題を作り出してしまっていない事です。そもそも問題や目標はなかったのかもしれないし、文脈が変われば問題ではなくなってしまうようなものかも知れません。

#### 「科学のナラティブ」

科学は仮定とその検証の不断のプロセスであり、どんな結論や発見も、現時点での最新・最良の説明でしかありません。最新の科学的知見を科学者や社会が更新し続ける事が、科学的であることの本当の意味であり、それが「科学のナラティブ＝科学が続いていく物語」ということなのでしょう。

コミュニケーターやインタプリターなど、科学と市民の間にたって媒介しようとする立場の方の中には、科学ありき、科学絶対の思い込みで、科学の無謬性を信じ、現在広く認められている最新の仮説を、まるで絶対的な真実のように語る場合があります。

子どもたちの図鑑を見れば、宇宙の年齢はかつては200億歳であり、それが100億歳になり、150億歳になり、そして137億歳から138億歳になりました。子どもたちは答案用紙に書く答えが変わるたびに科学に不信を抱きます。

こうした伝え方は科学的な態度とは言えません。知識を信じろと言わんばかりの態度は、17世紀以前の宗教社会のものなのです。

健全な懐疑主義や批判を受け入れる事が科学であり、そうした態度を科学コミュニケーションの現場で参加者が学んでいくことこそが、サイエンスを伝えることなのです。

#### 「創発の物語は続く」

人間は、ものごとを一連のつながりの中で理解し判断し決断します。世界をそうした物語として紡ぎだし、認識します。

いずれの物語の中にも、新しい情報を新しい概念として取り込み、概念同士の組み合わせを行って新しいネットワーク構造＝創発を生み出す仕組みがあるのです。

同様に、物質界や生物界にも、複雑性が新たなネットワーク構造を生む創発があり、生命もそのようにして誕生し、進化してきました。脳もそのようにして意識を生み出したのです。

創発には、局所的で小規模のものから、構造全体を組み替える大規模な創発まであります。心で言えば納得や気づき（エウレカ！）であり、科学で言えば発明や発見であり、社会であれば改革や革命となります。

そして物語自身も、他の物語との出会いによって、創発＝新たな物語を生み出し、新たな世界で新たな旅の物語が始まるのです。

「物語が出会う場 サイエンスコミュニケーション」

こうした観点から見てくると、サイエンスコミュニケーションは、科学の物語、解説する人の物語、観察会に参加する人の物語、それを提供している天文台や科学館などの物語、社会の物語など、さまざまな物語が出会う場で成り立っていることが理解されます。

「コミュニケーションの目的と方法の進展」

サイエンスコミュニケーションとしての天体観察会は、「科学についての考え方や手法」を伝え、その成果としての「科学的な知識」を学ぶ場を提供することを目的としています。科学についての基本的な考え方とは、厳密な論理であり、手法として、観察による仮説を観測や実験によって検証することを目指します。

しかし、時代が進むにつれて、論理とは何か、観察とは何か、観測や実験とは何か、そして実証するとは何かという事が、議論されながらより深い意味を持つようになりました。

そのような事を踏まえながら、ここまで科学を伝えるためのコミュニケーションとして、どのような方法があるのかを順次見てきました。

これを、天体観察会の世代ごとに見ていくと、コミュニケーションの目的や方法は以下のようになります。

#### 1) 第1世代

参加者に、科学についての欠如している「知識」をどうしたら転移できるのか、という事がコミュニケーションの問題意識であり、目的・目標でした。

そこで、実物としての天体を見せ、「結果としての知識や法則」を覚えさせるという刺激反応論的なアプローチを取ります。

そのためには、解説者は天体を見せるための実技や、天文の知識や法則を学んでいなくてはなりません。

#### 2) 第2世代

テーマとなる「意味」を伝えることがコミュニケーションの目的となります。意味の背景にある「科学の考え方と手法」とをよく理解させる事が必要です。仮説や仮定をおき、論理的に演繹したり帰納したりしながら科学的な結論を導いた結果としての意味がここにあるのです。

その事を理解させるために、解説的教育論的に資料を並べたり解説したりすることになります。いくつかの天体を順番に見せていき、ひとつのまとまりある説明構造を作り、分かりやすく説明していきます。

この時、物語構造にのせて説明する「ストーリーテリング」の考え方や手法が役に立ちます。また実際のコミュニケーションスキルとしては、協働する場を創り、保持し、動かし、収束へと導いていく「ファシリテーション」の技術が役に立ちます。

#### 3) 第2.5世代

参加者自身が自分自身の心の内で試行錯誤のプロセスを進行させ、意識・無意識の概念構造を組立てて、失敗を恐れず、自ら「発見＝エウレカ！」にたどり着けるように、解説者がコミュニケーションを通してサポートすることを目指します。

足りない知識や概念を、参加者の心の中できちんと組立てられるように、発見学習論的に綿密に自立支援をしていくのです。

ここでは、「認知」や「コミュニケーション」の仕組みをよく理解し、操作的ではなく、あくまで支援として適切に使うことが不可欠です。主体は参加者自身であり、解説者は創造的な発見の場を創るファシリテーターとなり、知識を産み出すお手伝いをする助産師となるのです。

#### 4) 第3世代

結論や答えを得ることではなく、「探求」を進めていく事、新しい物語・ナラティブを共に創っていくことがコミュニケーションの目標となります。

解説する側とされる側の分断を埋めて互いの制約を取り払い、主観・客観という筋書きから自由になり、新しい探究の冒険の旅に共に手を取り合って出かける、天体観察会はそのような場としてサポートされているということでもあるのです。

そこには結末や終わりはなく、外界である世界・宇宙や、自己自身の人生の意味を見出す作業は、オープンエンドに続いていきます。観察会が終わった後でも、生涯を通して、また社会全体で、学びが続き発展していけるような「ナラティブ」をいっしょに創っていきます。

宇宙や天体を扱う天体観察会は、そのための不断の創発の場となるのです。

#### 「第3世代までの天体観察会の実施」

公開天文台の役割は、広い意味では、これまで人間が得てきた多くの知見を基に、宇宙や天体について、参加者自身が学び・理解を得るための機会を提供することです。

そこで、公開天文台では、実際に天体を観察しながら、天文学や関連の諸科学によって得られた知識や、そこに至る探求の過程を紹介する事によって、科学の考え方や手法を学び、科学的に宇宙を理解できる体験の場を作ろうとしています。

そこで今回、科学としての宇宙探究の方法や知識を、市民・参加者が自ら関心や興味を持つ

て学び、生活のなかで活かしていただくために、公開天文台における天体観察会を、どのように構成し楽しく分かりやすく実行していったら良いのかを、さまざまな具体的方法を考えながら、サイエンスコミュニケーションの視点から見てきました。

それぞれの観察会の場面では、その目的や参加者によって、どのような観察会の組み立てや進め方が必要になるのかを判断し、それによって必要な技術や知識やノウハウを使いながら、実際の観察会を行っていくのです。

#### 「第4世代の公開天文台とは」

こうして天体観察会の世代の進展を見てきましたが、それは天文台の世代ともそのまま重なっていました。

そして今後の天文体験は、リアルとデジタルの融合になり、ネットを通して体験されるような第4世代型天文台で行われるようになるのは間違いないでしょう。

現在存在している天文体験としては 実際にはリアルな天体を自分の目で見る公開天文台、宇宙を現実空間で投影しシミュレートするプラネタリウム、それを仮想現実で行う(VR)アプリケーションソフトです。

そして近い将来、リアルとヴァーチャルを重ねて体験する人工現実(AR)天文台が登場するでしょう。

近未来には、こうした空間を融合した複合現実(MR)の中で、人工知能(AI)を駆使してネット上の世界中のさまざまなデータを重ね合わせながら、人間の感覚能力を拡張した(IoA)解説を行うサイバー空間天文台が主流となるでしょう。

#### 「次世代の天体解説技術」

こうした近未来の天文台や天体観察会でのヴァーチャルな世界での天体解説はどうなるのでしょうか。

まず、そもそもリアルな天体の姿を生身の人間に解説できる高度な技術を習得している必要があります。そうでないと、他にも無数に存在するエンターテインメントやヴァーチャルゲームのひとつになってしまい、天文台や天体観察会はその存在意義を失って、いずれはなくなってしまふ可能性があります。第3世代までの天体解説技術の習得が、AIにはできないパフォーマンスとして、何より必須のベースとなってくるのです。

サイバー天文台の中でも最も初歩的な「インターネット電子観察会」においては、個別の天体をひとつずつディスプレイ上に映しながら解説を行う「第1世代型観察会」や、複数の天体をいっしょに観察していきながら、そこに理解すべきテーマを設定し解説を行うツアーガイドとして、「第2世代型の天体観察会」を行う事ができるでしょう。

次の「AR天文台」になると、共通空間で複数の人々といっしょに観察しながら楽しみ学ぶ事が普通になります。そこでは、それぞれの参加者が自分自身のあらたな学びと気づき（エウレカ）を獲得していくための共通の「場」をつくり、「第2.5世代」以降の天体観察会を行えるようになる事が、より容易に行えるようになることでしょう。

もっと進んだ「MR天文台」になると、世界中のあらゆるリアル映像や蓄積された映像・データを駆使し、時空を超え天文の世界をも超えて、深海の底からエベレストの頂上まで、また宇宙開闢の瞬間から観測できる宇宙の果てをも超えて、多元宇宙のあらゆる時間と場所を旅する事が可能となります。

そこでは、解説員は天文知識を持つただのガイドではなく、宇宙・世界にたいする新たな発見や気づきをもたらすために、自由自在な創発フォーラムである「第3世代型天体観察会」を、ファシリテートしキュレーションしていく存在となる事でしょう。

こうしたサイバー上の「第4世代型公開天文台」で展開される「第4世代型解説技術」が、今後開発されていくことになるのです。

## 参考文献

- 国立科学博物館編(2017)『科学を伝え、社会とつなぐ サイエンスコミュニケーションのはじめかた』丸善出版.
- ジョン・K・ギルバート, スーザン・ストックルマイヤー編(2015)『現代の事例から学ぶサイエンスコミュニケーション—科学技術と社会とのかかわり, その課題とジレンマ—』工藤充・中矢史雄・高梨直紘・田中幹人・赤坂亮太・北原和夫・都築章子・渡辺千秋・西森年寿・標葉隆馬・東島仁・吉田実久・川本思心訳, 慶応義塾大学出版会.
- 岸田一隆(2011)『科学コミュニケーション 理科の〈考え方〉をひらく』平凡社.
- ジョーン・E・ハイン(2010)『博物館で学ぶ』鷹野光行訳, 同成社.
- 戸田山和久(2011)『「科学的思考」のレッスン 学校で教えてくれないサイエンス』NHK 出版.
- 戸田山和久(2005)『科学哲学の冒険 サイエンスの目的と方法をさぐる』NHK 出版.
- 市川伸一(1997)『考えることの科学』中央公論新社.
- 内井惣七(1995)『科学哲学入門—科学の方法・科学の目的—』世界思想社.
- 安西祐一郎(2011)『心と脳—認知科学入門』岩波書店.
- リタ・カーター(2012)『ビジュアル版 新脳と心の地形図 思考・感情・意識の深淵に向かって』藤井留美訳, 原書房.
- 高野陽太郎(2013)『認知心理学』放送大学教育振興会.
- 山下富美代編(2010)『発達心理学』ナツメ社.
- 山鳥重(2018)『「気づく」とはどういうことか—こころと神経の科学』筑摩書房.
- 山鳥重(2002)『「わかる」とはどういうことか—認識の脳科学』筑摩書房.
- 佐伯胖(2004)『「わかり方」の探求—思索と行動の原点—』小学館.
- ランディ・オルソン(2018)『なぜ科学はストーリーを必要としているのか ハリウッドに学んだ伝え方の技術』坪子理美訳, 慶応義塾大学出版会.
- 堀公俊(2004)『ファシリテーション入門』日本経済新聞出版社.
- 堀公俊(2008)『ワークショップ入門』日本経済新聞出版社.
- ブライアン・スウィム(1988)『宇宙はグリーン・ドラゴン—ビッグバンは地球に何をたくしたか』田中三彦訳, ティビーエス・ブリタニカ.
- 野口祐二(2002)『物語としてのケア—ナラティブ・アプローチの世界へ』医学書院.
- 野村直樹(2010)『ナラティブ・時間・コミュニケーション』遠見書房.
- 斎藤環(2015)『オープンダイアログとは何か』医学書院

井庭崇・長井雅史(2018)『対話の言葉 オープンダイアログに学ぶ問題解消のための対話の心得』丸善出版.