

Title	博物館の展示法をめぐる研究-科学・技術館を中心として-
Author(s)	吉田, 健; 菅井, 勝雄
Citation	大阪大学大学院人間科学研究科紀要. 2000, 26, p. 85-105
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/9014
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

博物館の展示法をめぐる研究
—— 科学・技術館を中心として ——

吉 田 健
菅 井 勝 雄

目 次

1. 博物館への教育工学からのアプローチ
2. 科学・技術館における展示法の類型化の試み
3. まとめ

博物館の展示法をめぐる研究 —— 科学・技術館を中心として ——

吉田 健
菅井 勝雄

1. 博物館への教育工学からのアプローチ

これまで筆者らは、博物館の情報化にかかわる研究に携わってきた（前迫，1994、前迫，1998）。今日、そうした研究は重要であるとは言うまでもないが、その一環の研究の中で博物館の展示法をめぐる課題が、筆者らに生じてきた（吉田・菅井，1998）。そこで、本稿でその課題をさらに発展させて論じてみることにしたい。

歴史的に一瞥を与えてみると、近代博物館は1753年の英国における大英博物館の設立に始まるとされる。その後1793年、フランスのルーブル美術館や王立植物園へと続き、各国に及んでいくことになる（千地，1994）。個人のコレクションや、権力者の威信の道具や娯楽の手段ではなく、「国民の意向によって教育や民族意識に貢献することが要望された」（ジロディ&ブイレ，1993）という点が近代博物館とそれ以前のを大きく隔てることになる。近年では、それこそ広く学術分野や美術・芸術分野にわたって、多種多様の博物館が数多く存在するようになり、われわれの一般市民の生涯学習にも貢献するようになってきている。また、新学習指導要領で、いわゆる総合的学習が謳われることになり、学校教育と関連して、生徒の学習環境として博物館が注目されるようになってきた。さらに、大学においてもユニバーシティ・ミュージアムが次々と設置されるに至り、博物館は身近なものになってきたといえる。

このように概観しただけでも、博物館への教育工学からのアプローチが、本格的になされることが必要な時期に差し掛かったといっても過言ではない。

(1) 科学・技術を対象とする博物館

そうした多種多様の博物館のうちでも、科学・技術を対象とする博物館を取り上げることは意義がある。科学・技術を対象とする博物館の歴史から、その意義を見いだすことができる。

科学・技術を最初に対象とした博物館の1つとして大英科学博物館（正式には国立科学産業博物館：National Museum of Science & Industry）がある。ここには設立以来3世紀にわたるコレクションが収集されている。その設立の背景として、館長のニール・

コッソズは、「ひとつには科学教育と技術教育を改善しようという関心が高まっていたこと、そしてもうひとつは科学者や技術者たちの功績を記録し、顕彰したいという願いがあったこと」（佐々木他監修，1998）をあげている。しかし、この「科学・技術の啓蒙と顕彰」という考えは、何も大英科学博物館だけの基本原則ではなく、多くの科学・技術を対象とする博物館の設立の背景にある。

わが国では、現在の国立科学博物館の前身が、すでに1877年（明治10年）に文部省系の博物館として、教育博物館の名称で設置された（国立科学博物館編，ガイドブック，1999）。この教育博物館は、一度は博覧会事務局に統合されたものを、「教育に必要」という見地から政府に分離を強く求めた結果できた「東京博物館」が元になっている。その後、「教育博物館」（1877年：明治10年）になり、1888年（明治21年）には高等師範学校付属東京教育博物館になる。そして、1911年（明治44年）の通俗教育調査委員会官制の公布を受け、通俗教育のために、陳列ではなく観覧者自らが操作・理解するための展示に改めている。1921年（大正10年）の官制改革により「東京博物館」と名称が変わり、同時に「自然科学とその応用」という表現が規則に加わり、「科学博物館」への性格が増すことになる（中村，1999）。このように、内外の科学・技術を対象とする博物館の成り立ちを見れば分かるように、その設立の思想には「国民の教育」ということが強く打ち出された。

その後近代では科学や技術の急速な進歩に伴って、それらは各都市にも普及し、その重要性を増してきている。昨今、「理系離れ」が危惧される中で、なお一層重視されている。

このような、科学・技術を対象とする博物館の歴史や、現在の社会的な状況を、これらの博物館をとくに取り上げる意義があると考えている。

(2) 展示法の類型化による系統的研究

科学・技術を対象とする博物館、すなわち科学・技術館での学習を考える場合、その展示法に注目することが必要となる。この点に関して、次のような指摘がなされている（大塚，1997）。

「博物館において、最も重要な文化情報を発信する場は展示である。博物館の展示は、市民が「もの」を媒介にして、展示する者の意図、つまり博物館側のメッセージを読みとる場である。博物館における市民と館側の主要な接点であり、博物館の顔といってもよい展示は、およそシナリオとディスプレイの二つの手段から構成される。」

このように、かなり一般的に述べられている。この展示をめぐる、また次のようにも述べている。

「日本では全くと言っていいほど着手されていないが、西欧でさかんな、第三者的立場から博物館の展示を評価するという専門的研究分野の確立が急務である。展示を主体とする情報発信を、受け手である来観者がどのように理解したか、そのありかたを

観覧行動をふくめて客観的に分析して展示に生かしていくという研究手法の導入も、急がなくてはならない問題である。」

このような指摘を待つまでもなく、筆者らの一人はすでに、地球の自転を証明するフーコーの振り子にかかわる物理学におけるコリオリの力を、実験的操作により理解できるように工夫された、参加体験型の展示法での学習・評価研究を実施した（吉田，1997）。しかし、この種の研究をさらに発展させていくためには、展示法そのものの中にも踏み込み、それらを類型化することによって、系統的に推進することが必須の作業であることが判明した。

この展示法を考えてみると、それはわれわれの教育方法にも近いように思われる。とりわけ、教育工学においては、何らかの教育システム、たとえばCAI(Computer Assisted Instruction)システムを取り扱うときの手法として、「設計・実施・評価」論が確立している（菅井，1989）。本稿の冒頭に触れた博物館の情報化に関する研究会の折り、博物館の展示システムの開発に携わっている専門家との打ち解けた議論の中で、共にきわめて類似した手法を用いていることが確認できた。そこで、こうした観点から、展示法や展示システムを扱っていくことにする。ここに、筆者らは教育工学からのアプローチの適切性を確信できたからである。

(3) 展示法にかかわる科学観・学習観・メディア技術

科学・技術館での展示法や展示システムを考えると、そこには展示物そのものに関する知識内容ばかりでなく、とくに科学とは何かという科学観などが、まず重視されるであろう。また、展示法の基礎となるのは人間の学習の仕組みや仕方などにかかわる心理学がある。心理学は、1910年代の初頭からの行動主義心理学に始まり、その後大きく二度にわたる認知革命を経て、学習の諸相がそれぞれの心理学のパラダイムごとに明らかにされ、今日に至っている（菅井，1992）。しかし、すでに触れたように、博物館の歴史は、そのような心理学の研究よりも古くから続いている。この点をどう扱うかの問題がある。筆者らは、とくに当時の科学の方法論、科学論との関係があると考え、この点に関しては後に触れる。

人間の学習の研究は、その大筋においてであるが、狭い人工的な実験室から次第により広い自然・社会・文化・歴史の中のフィールドでの学習を取り扱うという方向へと変化し進んできている。こうした動きとまさに並行して、機械論による受動的な学習観から、能動的な学習観、すなわち構成主義や、文脈主義による社会的構成主義に移ってきている。このことは、また、行動主義にみられる「刺激→反応」の一方的ないわば因果的な枠組みから、あるいは対自然から対文化・社会的な相互作用の枠組みへの移行の過程としてみることもできる。こうした学習観の変遷は、展示法の整理に役立つと考えられる。

さらに、展示法や展示システムは、メディアの進歩ともかかわるのは、いうまでもな

い。かつてのペーパーメディアや写真、スライド、映像などの一方向的なメディアから、近年ではコンピュータがらみのマルチメディアなどインタラクティブで双方向なメディアへと変わり、さらにインターネットなど広範囲にわたるネットワークへと発展し進んできており、これも展示法や展示システムに影響を与えているのは、いうまでもない。

ここで注意していただきたいことは、人間の学習観、学習の枠組みとメディアの進歩形態とは奇しくも対応していることである。

2. 科学・技術館における展示法の類型化の試み

それでは準備もできたので、科学・技術館における展示法の類型化を試みてみることにしよう。

(1) 伝達としての展示法

展示によって、情報や知識を伝達することを中心とする方法である。次に示すような種類がある。

① 提示型展示法

博物館が収集したコレクションなどを提示して展示する手法といえる。古くからのものに陳列法がある。博物館の起源を辿れば、その名称に明らかに示されているとおり、博物学にある。博物学においては、広く自然の世界を対象として、例えば地層での岩、石から始まって、化石や恐竜の骨、また生物とかかわって、植物や動物や昆虫などを収集、採集し保存できる形にして収蔵することが目指された。その中から珍しい実物を選び陳列台や陳列ケースを用いて、それにラベルを使って学名や簡単な説明を付けたりして展示したのが博物館の由来といわれる。こうした意味では、原初的で最も古典的な展示法といえる。ただし、陳列という言葉が今や古くなったこともあって、陳列法ともいわれなくなった感があるが、展示法としては今日でも活用されている。月世界探検で月から持ち帰った石や同様に南極大陸の石を展示して、来館者が行列をなしたことが想起される。また、上野の国立博物館では、ミイラやシーラカンス（剥製）が常設展示として、まさに陳列されていることなどに見受けられる（国立科学博物館編，1989）。これらは、いずれも新奇性があり、実物（ないしはそれに近いもの）のみがもつ迫力に訴える展示といえるであろう。

しかし、やがて博物館の展示法として、その手法は科学（技術）の発展や様々な工夫もあって、より広がりを見せていくことになる。例えば、科学の観察や観測の道具である。虫めがねやルーペ、また顕微鏡を用いて、所与の小さな昆虫や化石や微生物などを拡大して見えるように展示することが試みられるようになった。同様に、倍率の高い天体望遠鏡を博物館に装備して、天体の観察や観測を実際にしてみるのに用いるようになる。近年では、半円形ドーム型の大きな天体望遠鏡が、科学館の屋上に大抵みられる

ほどに普及している。

また、何らかの理由で現物が持ち込めない場合には、レプリカ（複製）が用いられたり、実物に近い模型（モデル）が作成され展示されるようになる。マンモスや恐竜の骨のレプリカをはじめ、天体の模型、原子核の模型などから、技術における船や飛行機や宇宙船の模型にいたるまでである。このように、提示型展示法は広がりを見ていくことになる。

② ジオラマ

これは、最初1822年に、フランスにおいて、L. J. M. ダゲールによって作成されたジオラマ（diorama, ダゲールの命名による）を、博物館の展示法として発展させたものである（伊藤, 1996）。ダゲールは、また、金属の銀で被覆した銅板にヨードの蒸気を当てて感光性を与えたフィルム版を暗箱内に装填して写真撮影する、いわゆる銀板写真（ダゲレタイプ、「ダゲール板」の意味）の発明（1837年）でも知られている（中崎訳, 1998）。博物館の展示法としてのジオラマは、こうしたダゲールの仕事に負うところが大きい。

科学館におけるジオラマは、自然環境の復元型といえる。それはすでにダゲールのジオラマにもみられる。年中消えることのないアルプスの雪景や、アフリカの大草原の中での猛獣狩りのテーマのもとに、本物そっくり背景から細部にいたるまでの設定をし、それに臨場感を出すために、スポットライトを照射したりしている。これに写真技術も取り入れられていくのはいうまでもない。ニューヨーク自然史博物館における丹頂鶴の湿原ジオラマなどは世界的にも有名なものである。

わが国の科学館でもよく用いられ、例えば、自然環境の復元の場合であれば、リアリティのある背景の設定のもとに、葉や小枝のある樹木の幹の標本を林立させ、野生動物や鳥の剥製を置き、細部にも注意を払い、そこに住む昆虫の配置をして、光の強さなどを変化させ、立体的に現実感や実物感を出す、という具合である。

③ プラネタリウム

続いて、20世紀になって登場するのは、天体の観察を復元する展示法である。そのプラネタリウム（planetarium）は、1923年にドイツの天文台長 M. ヴォルフの考案とミュンヘンのドイツ科学博物館の O. ミラーや光学機器メーカーのツァイス社の協力によって制作された（石田, 1988）。それは、本物通りの星空を、工学的にドーム内の丸い天井に投影し、表示することを目指すもので、プラネタリウムとして大型機であった。この型のものは、ドイツの各地ばかりでなく、欧米を中心とする諸外国にも普及するが、わが国へは1937年に大阪の電気科学館に、やがて東京の天文館に設置されることになった。

プラネタリウムは、プラネット（planet：惑星）からその名称が由来しており、惑星儀などとも訳されることもあったが、単に惑星の運動の表示のみを目指すものでないのは、いうまでもない。星座図にみられるような規則的な恒星や彗星の動きの投影表示を含むのである。場合によっては、これらに特定の流星や人工衛星などの動きの投影を試

みるものもある。

そこで、プラネタリウムの投影表示システムは、通常、太陽を中心とし複雑な動きを示す惑星や月などの太陽系を扱う主要部と、数多くの恒星を扱う星座部、それに随時的な提示を扱う特殊部などからなる。

その後、プラネタリウムは、アメリカや日本でも作成されるようになり、今日では世界的にも普及をみている。

④ 説明型展示法

図とか絵、それに表などとともにパネルに示された文章を用いて、資料を説明し解説する展示法である。その際、とくに研究成果や学説、及び原理やしくみなど来館者に理解し学習しやすくするように展示される。その後、写真やスライドなども用いられるようになってきたが、近年ではVTRを用いて映像と音声による展示もなされるようになってきている。

以上、大きく「伝達としての展示法」に分類される4種類の展示システム、展示法を概観してみた。これらは、いずれも展示という情報発信によって、来館者(visitor)に情報や知識を伝達し、学習や理解に導くことを目指す展示法であると位置づけられる。

こうした科学博物論において、古くから用いられ発展してきている展示法には、まず第一番目として、近代に成立しその後長く続いた科学論、科学方法論の影響が色濃く見受けられるように思われる。それは、自然を理解するためには、先入観や偏見を捨てて自然をよく観察しなくてはならないという経験論的立場に立つ、F. Bacon(1561~1626)の提出による科学の帰納法である。この帰納法は、博物学や博物館の登場にも貢献したといえる。帰納法では、通常、特殊から一般へといわれるように、特殊な事例から出発し、そこから一般に成立する法則を導き出すとされる。そこで、いわゆる博物学や自然誌学(自然史学)を構成することになる動物学、植物学、地質学、鉱物学などでは、ともかくそれらの分野が対象とする事例をできる限り数多く集め、それらを記載し、相互に比較し整理し、分類する作業がなされることになったからである。例えば、植物学におけるリンネの植物分類の場合では、リンネ学派の人々が、珍しい新たな植物を求めて、いわば世界的規模で各地に手分けして出向き、それらの採集に努めたといわれる。

ともかく、その科学の方法では、観察において先入観を排除するところに特徴があるといえる。そこで、現物や事実をありのままに無垢の目で見ること、つまり、目などの感覚による観察を重視して、必要ならば実験などもして観察することを積み重ねれば、そこから帰納的に、自然の中にひそむ何らかの法則や規則、秩序性を見いだすことができるとする。

このような科学の立場は、これまですでに眺めてきた(1)「伝達としての展示法」に分類した、実物や現物の陳列から始まった①「提示型展示法」にも、また自然環境の復元型として1822年に登場した②「ジオラマ」にも、整合的に対応する。それでは続く1923

年に天体の観察復元型として登場した③「プラネタリウム」の場合は、どうであろうか。

この点に関して、次のような見解がある（都城，1998）。

「常識的な考えによれば、科学は先入観のない観察や実験に基づいた確実な知識である。新しい観察や実験が加わると、知識が増加し、科学は次第に進歩する。1950年頃までの科学哲学は、この常識的科学観に基づいていた。」

すなわち、ここでは科学の帰納法的な考えは、常識的な科学観を形成し、それは1950年頃まで普及していたことを指摘しているのである。たしかに、こうした考えは当時の理科の教育にもみられる。そうだとすれば、この「プラネタリウム」の場合も、問題はなく、同様にその科学論と対応する展示法として位置づけられることになる。もちろん、1922年といえば、すでに心理学においては、行動主義の学習理論が1912年にスタートしており、その影響も見過ごせないであろう。

その行動主義では、「刺激→反応（行動）」の学習の枠組み（パラダイム）のもとに、適切な刺激と反応（行動）とのいわば一方向的な因果関係的な結びつきによって学習が成立すると見る立場であり、その際学習は受動的になされる。そこで、その立場からは、実験室の場合と同じように、所与の環境（展示システム）を適切に設計・制御してやれば、来館者の学習反応（行動）を縦横に駆使できることが展望されることになる。

このように、ここで取り上げている展示法には、科学方法論・科学観ばかりでなく、続く第二番目として心理学における学習観などもかかわっていることが分かる。

さらに、第三番目としてメディア技術との関係をみておくことにする。これも博物館やその展示法を考える場合、歴史的にも無視できないほどに密接な関わりがあるといえる。それは、視聴覚教育との関係である。その視聴覚教育は、教育方法史上 J. A. Comenius による1658年の「世界図絵（Orebis pictus）」の刊行に始まるとされる（細谷，1965）。これは、当時登場して間もないメディア技術としての活字印刷技術を用いた、世界最初の絵入り言語教科書である。その各頁の中央上部には、図とか絵を挿入し、その下に母国語と学問の言葉であるラテン語を二列に配列する構成になっている。そこで、学習者は、その図絵を目で見て、それに言語による説明や解説を耳で聞くことによって、言語や世界を学習することになる。このようにして、デカルトやガリレオによって近代科学が誕生するのに並行して登場した、やはり科学の帰納法に当時注目して、目や耳などの感覚を重視する感覚論から視聴覚教育が提唱されたのである。ここでの「伝達としての展示法」のうち、とくに図表や絵などととも言語による説明や解説を加える④「説明型展示法」は、まさに直接的にこの視聴覚教育の発端となった「世界図絵」の延長上に位置づくものと見なせる。その後、視聴覚教育は、図や絵に代わって写真技術が出現するとそれを本に取り込みさらにさまざまなメディア技術が進歩すると、より広く発展し今日に至っている。今日に至るまで、大学における博物館の学芸員の資格取得に、視聴覚教育に関する科目が必要とされているのは、まさに当然といえる。

以上、「伝達としての展示法」として、①「提示型展示法」、②「ジオラマ」、③「プラ

ネタリウム」、④「説明型展示法」を示して、それぞれの概要を眺めてみた。そして、科学博物館において、古くからのこうした展示法には、科学観、学習観、メディア技術が密接に関連し対応していることが判明した。

そして、このような展示法は、さらに近年では発展し変化も見せている。

例えば、自然環境復元型のジオラマでは、近年の認知心理学の知見に基づき、自由な環境内の探索活動を許し、そこでの宝探しの発見によって知的好奇心を喚起させるシステム、また動く自然史展示として、登場人物が動くジオラマ、あるいはジオラマそのものが次々に入れ替わるコンピュータを展示に組み込んだシステムが登場している（国立科学博物館編，1999）。

続いて、プラネタリウムでは、やはりコンピュータ制御によるわが国の制作のものの中には、地上でみられる天体现象ばかりでなく、来館者が宇宙空間や他の天体に移動した場合の状況なども復元して見せるシステムがある。

最後になるが、「提示型展示法」や「説明型展示法」の中には、精巧なコンピュータ・グラフィックス（CG）やマルチメディア型コンピュータを用いて、それらの特性を活かして展示物を回転させて見せたり、飽きさせずに説明や解説を加えるシステムなども最近では出回るようになってきた。

(2) 「体験する環境」としての展示法

近年、科学・技術を中心とする博物館の展示法は、ひとことで言えば「体験する環境」としての展示法と呼べそうな、楽しく学習できるシステムに、大きく転換し、しかも多種多様になってきた。そこには、科学観、学習観、メディア技術などが変化し発展したことが考えられる。そこで、ここではまず、それらを簡単に眺めてみることから入ることにしよう。

最初に、科学観にかかわる科学論であるが、それはおよそ1920年代から1950年代までの論理実証主義（論理経験主義とも呼ばれる）、また、それより少し遅れて並行して展開される K. Popper による批判的合理主義が続く。そして、1960年代に入ると T. S. Kuhn の「科学革命の構造」の刊行によって、いわゆる新科学哲学へと移り、科学観は大きく変わるといってよい（Kuhn, T. S., 1962）。

論理実証主義（論理経験主義）では、B. Russell の記号論理学の成立のもとに、物理学（数学に基づく）を科学の理想とし、科学理論を形成する科学的言明を取り上げ問題とするところがある。その際、その科学的言明は、経験的方法によって検証できるし、またそれが経験的方法によって検証される可能性があるときだけ、その言明には意味があると看做する。ここにみられる科学的概念は全て経験的観察（感覚的経験）が基礎になっていて、その基礎にまで分析していけるという考えに関して、次のような指摘がなされている。

「感覚的な経験、ことに直接的な観察を絶対的に信頼し、それを科学の基礎にすれば、

科学は確実であると考える点で、常識的な科学観をそのまま受け入れたものである。」(都城, 1998)。

まさに、こうした指摘の中に、論理実証主義が登場しても、長く常識的な科学観が存続し得た理由が認められる。この論理実証主義は、心理学では新行動主義に影響を与えた。

このように、論理実証主義が、帰納法を受け入れる点がみられるのに対して、Popperは反証主義の立場から、これを批判する。すなわち、多くの白鳥を観察することによって、「白鳥は白い」という言明による法則を帰納的に導出したとしても、続いて黒い色のものを見いだせば、それはすぐに成立しなくなるからである。このように、論理的に、反証による否定と証明とは対照的でないことを論拠に、Popperは帰納法の考えを退けることになる。ここに帰納法的な常識的な科学観は、理論上払拭されることになる。そこで、Popperは反証主義の科学観を採用し、仮説演繹法を重視することになる。つまり、研究において問題に対峙したとき、仮説を提示しそれをテストするような観察や観測や実験をする。その結果、その仮説がテストに合うか反証されることになる。こうした仮説→テスト(検証)の繰り返しによって、科学は、常識的科学観にみられるように蓄積的・直線的に進むのではなく、断続的に進むことになる。

また、H. Reichenbachは、科学の研究の過程を、仮説を発見する手続きと、その仮説を正当化(証明や確認)する手続きに分けた(市井訳, 1951)。こうしたPopperやReichenbachの仕事の影響のもとに、認知論心理学者のJ. S. Brunerは直感的思考による仮説の提起と、分析的思考による実験(理科)、証明(数学)による仮説の検証に基づき、科学の方法を学習していく発見学習を1950年代に提案している(佐藤・鈴木訳, 1961)。

そこで、いよいよ新科学哲学が登場し、隆盛となる。それは、Kuhnのパラダイム論に見られるように、科学史に基づく科学論である。その科学観では、無垢な観察ではなく、むしろ観察の「理論負荷性(theory ladenness)」(Hanson, N. R, 1958)の主張に見られるように、観察における先入観を重視する立場をとるといえる。Kuhnの場合、科学者(集団)はパラダイム(観察とかかわるレベルでは、「ものの見方や枠組み」で、メタファ、モデル、アナロジーを含む)を共有し、そのパラダイムが先行し、観察を導いていくことになる。また、科学理論とは、数学などを用いた演繹的理論よりも、モデルやアナロジーなどとかかわるメタファを用いる理論が、むしろ本質的であってこれによって、静止した完成した構造としてではなく、拡張し発展する動的な構造として成立させようののだとする、科学のメタファ説の提唱もみられる(Hesse, M, 1966)。

このように、観察と理論の両方にわたって、メタファ、モデル、アナロジー、パラダイムなどの重要な役割を認める。

このように、現代の科学論は、論理実証主義にみられる観察とは感覚と件の単なる重要であるとするのと大いに異なるといえる。こうした科学論は、心理学にも多大な影響を及ぼしてきているのは、言うまでもない。また、展示法にも影響を与えている。例え

ば、精神世界の博物館として知られる富山県立立山博物館では、まさに多種多様のメタファが用いられているのを、筆者らは観覧して確認することができた。本稿が対象とする科学の世界に劣らず、精神世界ではメタファが用いられるようである。

次に、心理学に目を移すことにする。「体験する環境」としての展示法には、心理学からみた場合、認知心理学における学習や発達の研究が進み、能動的学習の諸相についての多くの知見が得られるようになったことによる。その中でも、その展示法に大きな影響を与えたと思われる2つの理論を、ここでは見ておくことにしたい。

まず、J. Piaget の認知発達理論である (Boden, M. A., 1978)。この理論は、1930年前後から理論構築が試みられ一貫して発展してきた。1950年代にはアメリカでも取り上げられることになり、科学・技術への教育の対応を図る時代文脈の中で、広く世界の教育界へ普及を見てきた。それは、その理論が、科学（理科）や数学にかかわる知的発達を中心に扱っていることによる。その理論の枠組み（パラダイム）は、図1に示すようになる（図1参照）。

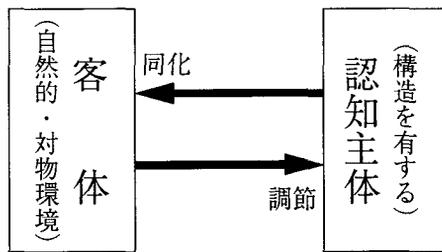


図1 Piaget 理論の枠組み

Piaget は、生物学者から出発したこともあり、生物学的な研究枠組みと概念を用いることにその特徴があるといつてよい。そこで、図1のように、認知主体と客体（自然的・対物環境）との相互作用（インタラクション）を取り扱う。そして、認知主体は、生物学的構造を有するように、心理学にかかわる、認知（認識）のレベルでも一種の構造を有するとして、それを認知構造（知識構造）と呼ぶ。認知主体は、こうした認知構造をもって客体と対峙することになる。その結果、認知は能動的となり、認知構造は客体である環境を変化させてでもそれを取り込むことになるが、これを同化と呼ぶ。同時に、そうした作用の反作用を受けて、逆に認知構造が変化するが、これを調節と呼ぶ。こうした同化と調節の機能によって、認知主体は客体である環境に適応する。そこで、基本的にはこの同化と調節の繰り返しによって、その認知構造は変換し構成されていくことになる。すなわち、知識の能動的な構成を主張するわけで、構成主義といわれる。「知識は伝達されるのではなく能動的に構成される」とする立場である。とくに、個人である認知主体と客体との相互作用を扱うので、近年では個人的構成主義ともいわれるようになってきた。

その際、ダイナミックな同化と調節の反復により、認知構造が量的に変化するのを学習とし、質的に大きく転換するのを発達段階とする。とりわけ、Piaget 理論では、操作を重視する。目や耳などの感覚器官や手と足などの運動器官を駆使して、環境を探索し、知能を発達させていく幼児期から、まさに事物に働きかけて、それらを変形し操作して学習し理解していくプロセスとして、発達段階が記述される。はじめは、活動の外化によるが、次第に心の中へという内面化へと進み、最終段階では論理学に見られるような記号やシンボルの内的操作へといたるといえるという具合にである。

こうした Piaget の認知発達段階論は、すでに触れたように、広く教育界で用いられたが、また NHK の学校放送番組の制作、とくに理科や算数でよく活用されたといわれる。

次に、Piaget 理論の枠組みを少し広げた「応答する環境 (responsive environment)」理論を見ておきたい。これは Piaget 理論がアメリカに導入され、その後子供の発達研究が急速に進み、いわゆる1960年代のヘッド・スタート・プロジェクトの一環として登場した理論である。同様に図式化して示せば、図2のようになる(図2参照)。

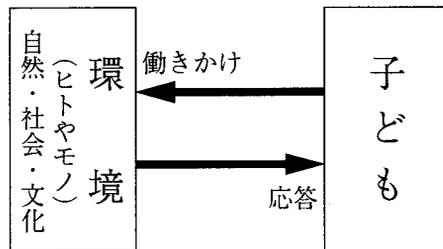


図2 応答する環境の枠組み

応答する環境とは、幼児や子供がその周囲の環境である人や事物(社会・自然・文化)に能動的に働きかけたとき、それらから適切な応答があると、手応え感や効力感がえられて知的的好奇心が喚起されて、学習や発達上好ましいとする知見に基づいている。

その場合、事物そのものが自然に子供の働きかけに応じて、適切に応答してくることもある。例えば、砂場で子供が砂遊びをするときなど、砂を一握りすればその手触り感が味わえるし、砂の城を造ろうとしてショベルを入れれば、ザクという音が聞こえ、砂の色が変わるのが見えるという調子で、砂場はきわめて応答性の高い環境である。

また、言語習得期の子供が、母親などに事物を指さしながら「これなあに」「あれなあに」と働きかけてきたときに、その一つ一つに応答してやれば、子供の語彙の習得は急速に進むことが知られている。こうした知見は、知識をトップ・ダウン的に伝達するよりも、むしろ子どもを自由な探索の場において、環境と応答との関係を発見させるなどして、ボトム・アップ的に知識の構成に導こうとするとする試みを登場させることになったといえる。

この応答する環境の理論によって、子どもの玩具も、視覚的・聴覚的・触覚的にも応

答する応答性の高いものが出回るようになった。また、コンピュータと連動させたトーキング・タイプライター（音声と文字や絵のする）を用いた「応答する環境」の研究がなされた（Moore, O. K et al., 1968）。

さらに、わが国でも子どもの総合的な知的発達の支援をめざして、コンピュータを用いた「応答する学習環境室」の研究が比較的長期間にわたってなされ、有効性を示した（菅井, 1989）。

こうした応答する環境は、単に子どもばかりでなく、「自分が動けば、世界（環境）も変わる」という、「環境変化の自己原因性の認識」などともかかわるところがあり、成人にもかなり適用できる理論と考えられる。

以上、「体験する環境」としての展示法にかかわって、心理学における Piaget の認知発達理論と応答する環境の理論を、とくに取り上げ眺めてみた。それらの理論に共通なのは、「相互作用(インタラクション)」の枠組みである。このことは、最後のコンピュータを中心とするメディア技術と関連する。コンピュータと VTR を結合させれば、インタラクティブ・ビデオになるなど、インタラクティブ性（相互作用性）をメディア技術にもたせることができるのである。すでに「応答する環境」におけるこうした利用については言及した。この点で、Piaget 理論でもこの種の利用があるのはいうまでもない。それは Logo-Turtle である（Paoert, S., 1980）。Piaget 理論では、子どもの操作が重視されることはすでに述べた。そこで子どもは動的なモデルとしての turtle（亀）を操作することになるが、それは子供向きに開発された Logo 言語というコンピュータ言語を用いてなされる。そこで主体としての子どもは、命令をプログラミングし、亀を縦横に操作し、三角形や円を描いて歩かせる。これによって、子どもは操作という観点から多種多様な幾何学図形を学習し理解する。

さて、これまで、「体験する環境」としての展示法にはいる前の準備として、科学観、学習観、メディア技術を概観してきた。それらは相互に密接にかかわる部分もみられ、いわば三拍子そろった感がある。それでは、次にその展示法をみていくことにしたい。

① 触れる体験型展示法

固定した陳列棚や陳列ケース、また囲いなどを取り払って、実物や本物を直接来館者に触れさせ、さわらせる体験の機会を与える展示法である。化石・隕石などから、生きた魚・ザリガニ・昆虫・動物、また歴史的になった蒸気機関車などにまで及ぶものである。各地の地学館・水族館・昆虫館・技術館などに、近年ではしばしば見かけられるようになった。この展示法の理論上の基礎には、Piaget の認知発達理論や応答する環境理論があるのは、いうまでもないであろう。

② 演示・参加体験型展示法

演示者がおり、科学的・技術的な説明を加えたりしながら、その対象となる事物の取り扱い方を演示し、来館者はそれに参加したり体験する展示法である。例えば、三木本真珠館では、真珠の養殖にあたって、あこや貝の中に真珠の核となるものを入れ込む演

示をしている。来館者からのさまざまな質問がなされるのに対して、それらに適切に応答し納得させ領かせていた。これなどは、人を介した応答する環境といえるであろう。

また、紙の博物館では、演示者は和紙を漉く演示をしてみせる。来館者はその演示者をモデルとして、実際に和紙を漉く作業を体験してみる。これなどは、学習理論上、モデリングが基礎になっていると考えられる。

③ 動的モデル操作型展示法

展示として、動的なモデル（模型）を作成し、来館者はそれを操作することによって、科学の原理や技術の原理を体験的に学習する展示法である。近年、科学館や技術館でよく用いられる展示法であるといえる。

その中で代表的なものに、東京上野の国立科学博物館における「プレート・テクトニクス地球儀」がある（国立科学博物館編，1989）。これは、地球物理学における「静的地球観から動的地球観へのパラダイム転換」ともいわれる大きな科学革命として、1960年代に成立するプレート・テクトニクス理論（都城，1998）を操作型展示法によって試み、来館者に理解しやすく学習してもらえるように設計した大がかりなプロジェクトのもとに登場した。このプレート・テクトニクス理論は、A. L. Wegener の大陸移動説および、その後の海洋底拡大説の実証などによって成立したことにみられるように、理論自体まさに動的なモデルに基づいている。すなわち、プレート・テクトニクスの名称に示されているように、地球規模のさまざまな地学現象は、地球表層部を覆っている岩盤（プレート）から構成されており、それらが動くために起こるという考えに基づくのである。

そこで、その展示にあたって、直径3メートルの特別に工夫された大きな地球儀が設置された。プレート・テクトニクス理論では、海底が拡大し大陸が移動したり、海底が大陸の下に沈み込んで火山噴火や地震を起こすなどが、基本的であるが、この動的モデル（模型）としての地球儀では、とりわけそうしたことと密接に関連して生ずる「インドがユーラシア大陸に衝突して、ヒマラヤ山脈ができる」様子をダイナミックに表示してみせる。その際、来館者は近くにあるボタン・スイッチを押すなどの操作をすれば、その大きな地球儀が動き始めるのである。それは、目を見張るものがあり、来館者から思わず喚声上がるほどであった。

科学論上は、プレート・テクトニクス理論は、岩盤はプレート（板）であるというメタファを採用しているが、その大きな地球儀にも海洋の中央海嶺と思われる所を中心に、プレートを描くなど工夫が施されている。

また、その他にも歯車やピストン、クランク機構などを組み合わせ、動力の伝達を学習する展示なども、現実の機械のしくみを動的なモデルを用いて体験する展示である。

心理学上は、操作をすると応答して動き出すなど、Piaget 理論や応答する環境の考え方に通じるであろう。また、現実世界のモデルを構成して、学習に導くという観点からは、広義のモデル学習やシミュレーションの側面も認められる。

④ 実験参加型展示法

科学の基礎的な原理や原則を発見・検証できる実験を、来館者が博物館の展示装置を用いて行うことができる展示法である。このような展示法の最初の試みはフランスで1937年に行われた博覧会で創設された発明宮（パレ・デラ・デクベルテ）であるといわれている（青木，1991）。そして、この発明宮で始めてみられた実験装置を来館者が操作するという展示法を現在のような形にしたのが、1960年代末に誕生したカナダのオンタリオ・サイエンスセンターであり、アメリカサンフランシスコのエクスポラトリウムである。両館は発明宮と同様に科学の基本的な原理の実験装置を、それぞれの博物館独自のアイデアとデザインを盛り込んだ色鮮やかな展示装置として次々と生み出している。両館では科学の原理を実験装置を実際に操作する事、つまり体験する事を重要視しており、その根拠が「教育学に基づいている」とオンタリオ・サイエンスセンターのジム・パールは述べている（日本博物館協会誌，1992）。

この展示法の大きなアドバンテージは抽象的な科学の概念を具体化できることである。筆者の1人が行った研究で対象としたのは「コリオリの力」の展示であった（吉田，1997）。「コリオリの力」とは実際に働く力ではなく「見かけの（働いているように見える）力」である。ところが、「コリオリの力」が「見かけの力」であることは教科者などの解説を読んでも難解であり、また、検証することは学校や日常生活の中ではたやすくできることではない。その検証を科学館では大がかりな実験装置を用いることで行うことができる。八王子市子ども科学館では「まわる広場」という展示がそうである。「まわる広場」は直径3メートルほどの反時計回りのターンテーブルである。観覧者はそのターンテーブルの上で次のような実験を行うことで「コリオリの力」について検証できる。まずボールをターンテーブルの外から中心に向けて転がす。このときにボールの軌跡を2つの場所から見比べる。まずターンテーブルの外からボールの軌跡を見てみる。するとボールはまっすぐ中心に向けて転がる。しかし、ターンテーブルに乗ってボールの軌跡を見てみる。するとボールは緩やかに右に曲がって見える。先ほどと同じようにまっすぐ転がしたのに、ボールは曲がる。まるで右に曲げる力がかかったかのように。これが「コリオリの力」である。このように実験参加型展示で自らの体験を持って抽象的な概念を理解することができるのである。この実験参加型展示法はとくに物理学の基礎原理を表すのに適しており、数多くの科学・技術館で採用されている。しかし、化学薬品や液体窒素といった危険物を扱うような化学実験は、同じ実験と称されていても、前述の「演示・参加体験型展示法」で紹介されることが多い。

⑤ 体験型映像展示

映像は一方向的に伝達するメディアである。視聴者はその映像がひとたび流れると、その内容や構成をかえることはできないものであった。従って、はじめて映像を展示に応用したとき（1970年代初頭）には説明型展示法の一つとして用いられた。VTRの登場により、視聴者が任意に映像を流したり止めたり、巻き戻したり早送りしたり、という

操作はできるようになったが、依然として「体験する環境」とは言い難いものであった。しかし、映像技術は日進月歩の変化を遂げる。時代時代の最新の技術が紹介される博覧会を振り返るとその歴史が明らかになる（青木，1997）。1970年の大阪万国博覧会では映像展示の基礎となる機種が全て網羅されていたが、その機能は一方的に伝達するものであった。しかし15年後の1985年に開かれた国際科学技術博覧会（通称つくば博）では映像がもはや視聴覚に一方的に流れ込むだけのものではなくなったことをわれわれは知ることになる。そして発展した映像はすぐに博物館の展示へと応用されることになった。

その一つがインタラクティブな映像を用いた展示である。これは「映像は一方向」という従来の常識を覆し、観覧者が映像に参加できるものである。その参加にもいくつかの方法がある。

まず最も簡単な参加の仕方が映像の選択をするタイプである。例えばQ&A形式の映像提示装置。観覧者は出題された問題の答えを選び、その正誤に応じて解説の映像を視聴するような方式である。他にもコンピュータを用いた情報検索装置がこのタイプといえる。

次に観覧者が映像の世界に参加するタイプ。例えば、モニターの中のワイン工場を観覧者は自由に徘徊し、倉庫や醸造庫でそれぞれの説明の映像を見るものや、3DCGで再現された原子炉をいろいろな角度から見るといったものなどがある。

さらに身体性を高め、疑似体験をもたらすものもある。フライトシミュレーターはその好例であろう。元々は訓練のために開発されたものだけに、観覧者の操作にあわせて映像が変化の様は、まさに現実に飛行機を操縦しているようである。この疑似体験は現実だけでなく、未来の宇宙旅行のシミュレーターなどもあり、さまざまな体験ができる。さらに、実物大ジオラマに映像を組み合わせたものもあり、潜水艦に乗って海中に潜ると、窓の外に深海魚が泳いでいるというような演出も可能になっている。

1985年の博覧会で示されたもう一つの映像の進化は大型の映像装置であった。大型なために一人一人の視聴者の行動に対する応答性は無理だが、視聴者全ての感覚に訴えるような疑似体験を提供しようというようなものになっている。

アイマックスとその姉妹版のオムニマックスはカナダで誕生した映像装置である。これはプラネタリウムのようなほぼ360度をカバーするスクリーンに映像を映し出す。また、スクリーンの後ろにはスピーカーも配置されており、視聴者は従来の映画と違い、どこを向いても映像の世界に取り囲まれるのである。また、3D映像を映すこともでき、さらに臨場感を高めることができる。

スクリーンの進歩による視覚のみの変化だけではない。他の感覚への訴えかけもある。それがシミュレーション・シアターと呼ばれるものである。この装置ではスクリーンの中の動きにあわせて、コンピュータ制御による油圧装置などにより客席を動かすものである。例えば、帆船による航海の映像では、嵐の時には客席が大きく上下左右に動かし、穏やかな海の場面では心地よい揺れになるという具合である。

このように体験型映像展示法では、従来のように「映像を見る」というだけでなく、さまざまな「体験」を映像を中心とする技術を駆使して来館者に提供している。このようなことが可能になったのはいうまでもなく、コンピュータをはじめとする技術の進歩が大きい。

⑥ 現実体験型展示法

前項の「体験型映像展示法」が疑似体験を提供するのに対して、この展示法は実際に体験してもらう展示法である。例えば大阪のキッズプラザでは展示フロアの一角に砂利道や段差、自動販売機などを設置し、観覧者はそのような街の中を車椅子で移動することができる。また、常設の展示ではないが、田植えのワークショップや、縄文時代の料理をするワークショップなどもこの展示法の一つとして考えていだろう。近年、心理学でも日常認知や状況認知に見られるように日常生活の重視が見られ、この流れとも結びついているようにも見える。

このように、「体験する環境」としての展示法として、①「触れる体験型展示法」②「演示・参加体験型展示法」③「動的モデル操作型展示法」④「実験・参加型展示法」⑤「体験型映像展示法」⑥「現実体験型展示法」があげられる。そして、これらの展示法が新しくでてきた科学観・学習観のパラダイムの影響を受け、進歩するメディアに支えられて生み出されていくことも明らかになった。

3. まとめ

以上のように、現在の博物館の展示法・展示システムを、科学・技術館を中心として類型化することを試みた。その結果、大きく二つの系統に分かれることを示すことができた。その二つとは(1)伝達としての展示法、と(2)「体験する環境」としての展示法、である。

この二つの系統を分かち背景には、科学とはいかなるものかという科学観、心理学をベースにした学習観があり、その具現化を可能にするメディア技術の進歩があった。(1)伝達としての展示法が誕生し、精練される際の背景には、「特殊から一般へ」という帰納法的な科学観があり、一方向的な因果関係の結びつきによる学習を前提とする行動主義的な学習観があった。また、メディアも伝統的なペーパーメディアや図・写真が利用できたにすぎなかった。

しかし、科学観が Kuhn に代表されるような新科学哲学に移り、帰納法が払拭され、また、学習観も受動的なものから、能動的な構成であると変化した。さらに、メディア技術の進歩も著しく、映像の進歩やそれを制御するコンピュータの劇的な発展があった。このような流れを受け、(2)「体験する環境」としての展示法が成立したのである。新しい科学論が隆盛になったのが1960年代。Piaget がアメリカに紹介され、「応答する環境」

理論が生まれたのも1960年代。さらに、世界初の映像システムが登場したモンテリオール万博が1967年。一方の博物館の世界で、オンタリオ・サイエンスセンターやエクスプロラトリウムという新しい展示体系をもつ博物館の誕生が、やはり1960年代末というのは偶然ではないだろう。博物館の展示は科学観・学習観・メディア技術といったわれわれの社会や文化の流れと決して無関係ではいられない、むしろそれらの影響を強く受けるものであるといえる。

つまり、展示法や展示システムも社会や文化同様、時代とともに変化・進歩するものであるといえる。すでに本稿における類型に当てはまらない展示物なども当然存在する。またいくつかのタイプをミックスしたようなものもある。さらに新しい世紀を迎えるにあたり、社会も大きく変容しており、それを受けて全く新しいタイプの展示法も誕生するに違いない。しかし、いずれにせよ、科学観・学習観・メディア技術といった周りを取り巻く社会や文化を注視することで、展示法の変化にも対応できると考えている。

参考・引用文献

- 青木国夫 (1991) 「科学博物館に個性を求めて～欧米の科学博物館に学ぶ」 博物館研究 Vol.26 No.10 pp 4-8
- 青木 豊 (1997) 博物館映像展示論～視聴覚メディアをめぐる 雄山閣
- Boden, M. A (1978) Piaget Fountana paperbacks 波多野完治訳 (1980) M. A. ボーデン著 ピアジェ 岩波書店
- 千地万造 (1994) 博物館の楽しみ方 講談社
- 松岡智子訳 (1993) ダニエル・ジロディ アンリ・ブイレ著 高階秀爾監修 美術館とは何か～ミュージアム&ミセオロジー 鹿島出版会
- Hesse, M. B (1966) Models and Analogies in Science University of Notre Dame Press 高田紀代志訳 (1986) M. ヘッセ著 科学・モデル・アナロジー 培風館
- 細谷俊夫 (1965) 教育方法 岩波書店
- 市井三郎訳 (1951) H. ライヘンバッハ著 科学哲学の形成 みすず書房
- 石田五郎 (1988) 日本大百科全書 20 pp 546-547 小学館
- 伊藤俊治 (1996) ジオラマ論～「博物館」から「南島」へ 筑摩書房
- 国立科学博物館編 (1989) 国立科学博物館物語 さ・え・ら書房
- 国立科学博物館編 (1999) たんけん広場 (財科学博物館後援会)
- 国立科学博物館編 (1999) 国立科学博物館・ガイドブック (財科学博物館後援会)
- Kuhn, T. S (1962) The structure of scientific revolutions The University of Chicago Press. 中山茂訳 (1971) 科学革命の構造 みすず書房
- 前迫孝憲 (1994) 科学館における展示手法の分析および効果測定に関する一研究 H.4～H.5 科学研究費補助金 総合研究(A) 研究成果報告書
- 前迫孝憲 (1998) 科学観データベースの構成とネットワーク化に関する一研究 H.7～H.9 科学研究費補助金 基盤研究(B)(1) 研究成果報告書
- 都城秋穂 (1998) 科学革命とは何か 岩波書店

- 中村圭子他編 (1997) 子供のための博物館～キッズプラザ大阪 (財大阪市教育振興公社, 小学館)
- 中村浩著 (1999) 博物館学で何がわかるか 芙蓉書房出版
- 中崎昌雄訳 (1998) L. J. M. ダゲール著 ダゲレオタイプ教本～銀板写真の歴史と操作法 朝日ソノラマ社
- 日本博物館協会翻訳・文責 (1992) ジム・パール「科学博物館～Fact (実態) か Idea (論理) か」博物館研究 Vol.27 No.12 pp 71-73
- Moore, O. K., and A. R. Anderson (1968) The Responsive Environments Projects In Hess, R. D. (Ed) Early Education, 大塚和義 (1995) 博物館学Ⅱ～現代社会と博物館 (財放送大学教育振興会)
- 佐々木勝浩他監修 (1998) ニール・コッソング 大英科学博物館展カタログ 読売新聞社
- 佐藤三郎, 鈴木祥三訳 (1961) J. S. ブルーナー著 教育の過程 岩波書店
- 菅井勝雄 (1989) CAIへの招待, 理論編, 教育工学のパラダイム変換 同文書院
- 菅井勝雄 (1992) 知る～心の内と外をめぐって 中島義明・井上俊・友田恭正編 人間科学への招待 有斐閣
- 宇田川悟 (1997) ヨーロッパの面白い博物館 リプロポート
- 吉田健 (1997) 科学館における展示評価に関する研究－再生刺激法と心拍呼吸性変動を利用して－ 大阪大学 人間科学部 修士論文
- 吉田健・菅井勝雄 (1998) 博物館の展示法と学習・理解の枠組みの検討－科学・技術館を中心として－ 日本教育工学会 第14回全国大会講演論文集 pp 39-40

Discussion on Exhibition Method of Science and Technology Museum

Ken YOSHIDA and Katsuo SUGAI

Museums make a various contribution to the public. Particularly, the museum of science and technology consider the importance of education. When we think about education aspect in those museums, it is important for us to pay attention about exhibition methods. This study tried to divide exhibition methods into several types by educational technology approach.

Exhibition methods was divided into two categories, and each category was divided into several types. First category is "exhibit method as a means of communication". In this category, there are four types of exhibit method, ① "presentation", ② "diorama", ③ "planetarium", ④ "explanation". This category is supported by idea of empiricism, inductive scientific theory and behaviorism.

Second category is "exhibit method as a means of experience". In this category, there are six types of exhibit method, ① "experience by touch", ② "experience by showing", ③ "experience by moving models", ④ "experience by scientific experiment", ⑤ "experience by images", ⑥ "everyday experience". This category is supported by the idea of new philosophy of science after T. S. Kuhn and constructionism. The remarkable progress of information technology such as computer will be also one of indispensable factor for this category's exhibition methods.