

---

## 報 告

---

# 気象大学校における科学コミュニケーション教育 — 気象科学館ワークシート作成企画 —

## Learning in Science Communication at Meteorological College — Worksheet Design Project for Meteorological Science Museum —

羽片 俊夫<sup>1</sup>

### 要 旨

気象大学校では大学部学生に対し科学コミュニケーション<sup>2</sup>について学ぶ機会を設けており、前報告<sup>3</sup>ではサイエンスカフェ企画をテーマとしたプロジェクト型学習<sup>4</sup> (Project Based Learning, 以下 PBL) について報告した。今回は新たに気象科学館の展示を活用するワークシート作成を PBL のテーマとして実施した。気象科学館のようにハンズ・オン展示を中心とする科学館では展示の誘引力・保持力が求められるが、ワークシートを加えることで保持力を補強しようと考えた。本稿では広報室の協力のもとに実施したこの PBL について、ワークシートの開発過程と試行の結果を中心に報告する。

### 1. 背景

#### 1.1 科学コミュニケーションの場

前報告で取り上げたサイエンスカフェ企画は、気象大学校の外で一般の参加者を対象に、双方向性を重視した科学コミュニケーションの場を創出しようとしたものだった。しかし対面式の屋内イベント企画であったために、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で開催を目前にして中止とせざるを得なかった。その経験から今回はイベント企画を避け、気象庁が運営する気象科学館の展

示を活用するためのワークシート作成を通して、科学館という場における科学コミュニケーションについて学ぶことを目標とした<sup>5</sup>。サイエンスカフェに代わり気象科学館が今回の PBL における社会との連携点となる。

#### 1.2 気象科学館の概要

東京・虎ノ門に気象庁の広報室が管理・運営する「気象科学館 (Meteorological Science Museum)」がある。気象業務の紹介や防災知識の普及・啓発

---

<sup>1</sup> 気象大学校

<sup>2</sup> 科学に関して専門家と市民 (非専門家) との間で交わされるコミュニケーションであり、気象庁の社会に対する情報提供業務との関わりも小さくない。

<sup>3</sup> 羽片 (2020)。

<sup>4</sup> グループで取り組む課題達成プロジェクトを通じて問題解決力の養成を図る手法。教室内での模擬演習課題にとどまらず、何らかの創造や提案などを伴う実社会の課題をテーマとして取り上げる場合も多い。

<sup>5</sup> 大学における博物館ワークシート作成課題の事例は学芸員養成課程の博物館実習などでみられるが、科学コミュニケーション教育の例は見つからなかった。

(令和 5 年 4 月 19 日発行)

を目的として、1997年6月1日の気象記念日に、当時大手町にあった気象庁本庁舎内に開館した。その後本庁舎の移転に伴い2020年7月1日に現在の場所に移り、港区立みなと科学館と併設されている（気象庁総務部総務課広報室、2020）。

館名として、気象(学)分野に特化した(Meteorological)科学博物館(Science Museum)を掲げていることから、まず博物館としての位置づけを確認しておこう。社会教育法で社会教育機関に位置づけられる博物館は、学校などフォーマルな学習環境に対して、インフォーマルな学習環境<sup>6</sup>のひとつと考えられている。学校とは異なり対象者の年齢層や興味・関心の幅が広く、非均質な集団が対象である。そして館ごとに扱うテーマに多様性があり、博物館にはさまざまなタイプがある。例えば文部科学省の社会教育調査では、総合博物館、科学博物館、歴史博物館、美術博物館、野外博物館、動物園、植物園、動植物園、水族館と9通りに分類している。科学館を名乗る気象科学館は、この分類では科学博物館に該当する。

その科学博物館はさらに以下の3種に分けられる。

- (A) 自然史博物館(Natural History Museum) : 自然物資料(複製資料も含む)を収集・保存・展示。
- (B) 科学技術博物館ないし理工系博物館(Science and Technology Museum) : 科学技術、産業技術に関わる人工物資料を収集・保存・展示。
- (C) 科学館ないしサイエンスセンター(Science Center) : 自然現象・物理現象を再現・説明する装置を展示。

(A)や(B)が具体的な実物資料に価値を置き、その収集・保存や調査・研究を背景に展示を行っているのに対して、(C)は実物資料よりも展示装置を通じて得られる体験や知識を重視しており、「収蔵資料(コレクション)を持たないミュージアム」と呼ばれることもある<sup>7</sup>。気象科学館は、資料の収集・保存・研究よりも展示を中心とする点で(C)の科学館寄りの機関といえる。

先に触れたように、目的として気象科学館が掲げているのは「気象業務の紹介や防災知識の普及・啓発」であるが、ここには機関名に含まれる「科学」の文字がない。一般の科学館が「科学に関する知識の普及及び啓発」<sup>8</sup>などを目的としているのとは異なり、むしろ「防災に関する知識及び技術の向上並びに防災意識の高揚を図る」<sup>9</sup>ことなどを掲げる防災教育機関に近い。科学館を名乗つつも科学リテラシー<sup>10</sup>より防災リテラシー<sup>11</sup>の涵養を前面に出している点に特色がある。

以上のように、気象科学館は実物資料の収集・保存・研究・展示が主たる目的ではなく、体験型の展示装置を通じて、気象庁の業務と関連した防災リテラシーの涵養を目的とする社会教育機関である。一般に実物資料を持たない科学館は、ハンズ・オンないしインタラクティブと形容される参加・体験型コンテンツを中心に展示を構成することで学びの機会を提供しているが、気象科学館も例外ではない。

### 1.3 展示の手法ハンズ・オン

博物館の伝統的な展示では、資料はガラスケースなどに収められ「手を触れないこと(ハンズ・オフ)」が求められたのに対して、ハンズ・オン展

<sup>6</sup> インフォーマルな学習環境とは、「決まったカリキュラムのない自発的な学習。いつでも、どこでも、生涯を通じてできる学習。学校教育などのフォーマルな教育と対比して用いられる。」(コールトン、2000)

<sup>7</sup> 英語表記では Science Museum が実物資料を基盤とする機関であるのに対して、Science Center は参加・体験的な手法を中心に据え、教育普及を主な機能とした機関という使い分けが一般的である(林、2015)。前者の実物資料に対して、後者は無形の知財資料を扱う機関と表現されることもある。

<sup>8</sup> 千葉県科学館設置管理条例より。港区立みなと科学館条例も、区民の科学への関心を高めることを館の目的に掲げ、科学リテラシーの涵養を謳っている。

<sup>9</sup> 安芸市防災センター条例より。地方自治体の防災センターの設置目的はこの種の表現が多い。

<sup>10</sup> 人々が自然や科学技術に対する適切な知識や科学的な見方及び態度を持ち、自然界や人間社会の変化に適切に対応し、合理的な判断と行動ができる総合的な資質・能力(科学リテラシー涵養に関する有識者会議、2010)。

<sup>11</sup> 防災に関する正しい知識をもち、災害に対して適切な行動をとる能力。

示は来館者が手を触れること、あるいは展示に能動的に参加することを前提に設計されている（山本, 2002）<sup>12</sup>。それによって来館者の探究心を誘発し、理解を深めようとする展示手法である。

一口にハンズ・オン展示といっても幅広く、朴・花里（2005）はハンズ・オン手法の展示を大きく体験型と参加型に分けている。前者は五感を用いて自ら体験できるタイプ（能動的展示参加）で、利用者の操作に応じて様々な反応及び結果が生み出される展示手法である。後者は単純にボタンを押したり、映像を見たりするタイプ（半能動的展示参加）で、展示物の反応や結果が予測可能な手法である。これらに対してハンズ・オフ展示は観覧型（受動的展示参加）と呼ばれている。朴らは、ハンズ・オフ展示よりハンズ・オン展示の方が来館者の利用率が高く利用時間も長いが、ハンズ・オン展示の中では参加型よりも体験型の方が利用率は高いという調査結果を報告している。

気象科学館の展示にこの区分を適用すると、大半がハンズ・オン展示であり、なかでもボタン操作で装置を動かしたりタッチパネルでクイズの選択肢を選んだりする参加型に相当するものが最も多い<sup>13</sup>。

ところで展示の利用状況を評価する際の着目点として、しばしば誘引力（attracting power）と保持力（holding power）が取り上げられる（石黒ほか, 2000）。これらの指標に使われるのは、展示に足を止めた観覧者数や展示に費やした時間などである。展示への接し方が受動的になりがちなハンズ・オフ展示に対して、ハンズ・オン展示は年

齢層を問わず誘引力が高い展示手法とされるが（清水ほか, 2007）、その一方で、ボタンを押して動作を確認するだけですぐに次の展示に移ってしまう来館者<sup>14</sup>の存在も指摘されている（保持力が低い）。表面的な操作のみで満足することなく、結果を予想したり、現象について自分なりの解釈をするといった能動的な精神活動を伴うこと（マインズ・オン<sup>15</sup>）がより深い学びにつながると考えると、展示には誘引力に加えて保持力の高さも求められる。今回ワークシートを取り上げることにしたのは、ハンズ・オン展示の保持力を高める手段として有効だと考えたからである<sup>16</sup>。

#### 1.4 ワークシート

博物館の展示解説資料としては、資料の名称や情報を記したキャプション（解説パネル）など固定掲示物に加えて、来館者が携行できる印刷物（リーフレット、解説シート、ワークシートなど）が用意される場合が少なくない<sup>17</sup>。ワークシート（セルフガイドと呼ばれることもある）は後者の例で、来館者が自由に手に取り、参照しながら展示を見るために用意される学習教材である。木下（2009）はワークシートを、「その呼びかけや設問で展示資料に利用者をひきつけ、観察の仕方のヒントを与えることによって、発見のよこびや新たな理解へと導く」ことを目的とした、「楽しんで学ぶことのできる、自主性・参加性を重視するツール」としている。ワークシートに記載された設問に取り組むことによって、来館者と展示とのやりとりが深まり、展示の保持力が高まることが期

<sup>12</sup> 小学館ランダムハウス英和大辞典によると、hands-on は、「実際に参加する、実地の」あるいは「〈展示物が〉直接手で触れる、実体験目的の」などの意味をもつ形容詞。

<sup>13</sup> その内訳は 2023 年 1 月時点で、体験型が 2 件（ミニアメダス、軽石を触ってみよう）、参加型が 8 件（ウェザーミッション、津波シミュレーター、大雨ヒヤリハット、うずのすけ、うずまきシアター、緊急地震速報デモ端末、緊急地震速報トライアル、活火山のすべて、災害ポイントウォッチャー）、観覧型が 4 件（気象庁コレクション、気象庁のしごと、気象ライブラリー）である（ここでは気象庁マスコットキャラクター“はれるん”は除いた）。（<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/kagakukan/exhibition.html>）

<sup>14</sup> 小笠原（2015）はこれをタッチ・アンド・ゴーと表現している。

<sup>15</sup> 藤田（2008）は、利用者が試して考え、発見するという、能動的な心の動きを誘発するものをマインズ・オン展示と呼んでいる。

<sup>16</sup> 美術館の事例であるが、鈴木（2009）は、スタッフが同行するワークシートプログラムによって、展示室平均滞留時間が 2 倍程度長くなったケースについて報告している。

<sup>17</sup> 日本博物館協会（2019）の調査報告によれば、展示室における教育活動のために、理工系博物館の 4 割強が解説シートやワークシートを作成している。

待される。

ワークシートはさまざまな狙いをもって作成される。展示に対する特定の視点や解釈を提示するもの、深く考えながら丁寧に展示を見ることを促すもの（展示を体験することで答えが得られる設問や資料のスケッチを促すものなど）、展示の間口を広げるもの（年齢別に複数のシートを用意したり、多様な来館者やリピーター向けにひとつの展示を異なる切り口から体験可能にしたりするなど）、あるいは館内をくまなく巡回することを促すオリエンテーリング的なものなどがその例である。

今回の PBL で設計・作成しようとするワークシートは、気象科学館のいずれかのハンズ・オン展示を対象として、利用者が観察や考察を深めることを支援するツールとなるものと考えている。そしてこのワークシートの作成を通して、学生に科学館における来館者との科学コミュニケーションについて理解を深めてもらうことが授業の狙いである。

## 2 授業の実際

科学コミュニケーションは大学校の授業科目「科学史」の中で扱っている。この科目は1・2年生対象の選択科目で、今回は履修生が1年生2名であったため、グループワークよりも個別の作業を中心にし、その進捗を共有する形で進めた。教室での対面授業に加えて、授業の記録、資料の共有、課題の提示・提出などにグループウェアを用い、それをポートフォリオ（学習成果物の記録）としても活用した。

### 2.1 広報室との事前準備

今回の PBL で気象科学館のワークシート作成を取り上げるために、事前に広報室と相談し、実施について了解を得た。広報室からは、館に関する資料の提供、館の見学、完成前のワークシートの確認、館におけるワークシートの試行、完成したワークシートの設置などの面で協力を得た。このほか広報室には、館の業務に関する経験を背景とした、教員や学生とは異なる視点からのフィー

ドバックも期待した。

### 2.2 PBL の目的

今回の PBL の目的として設定したのは以下の3点である。

- ① 博物館及びそのワークシートという科学コミュニケーションの場と手段について理解を深めること。
- ② 気象科学館の展示の内容及び意図について理解を深めること。
- ③ 初めて取り組む課題を期限内に仕上げるプロジェクト遂行能力（プロジェクト・リテラシー）を身につけること。

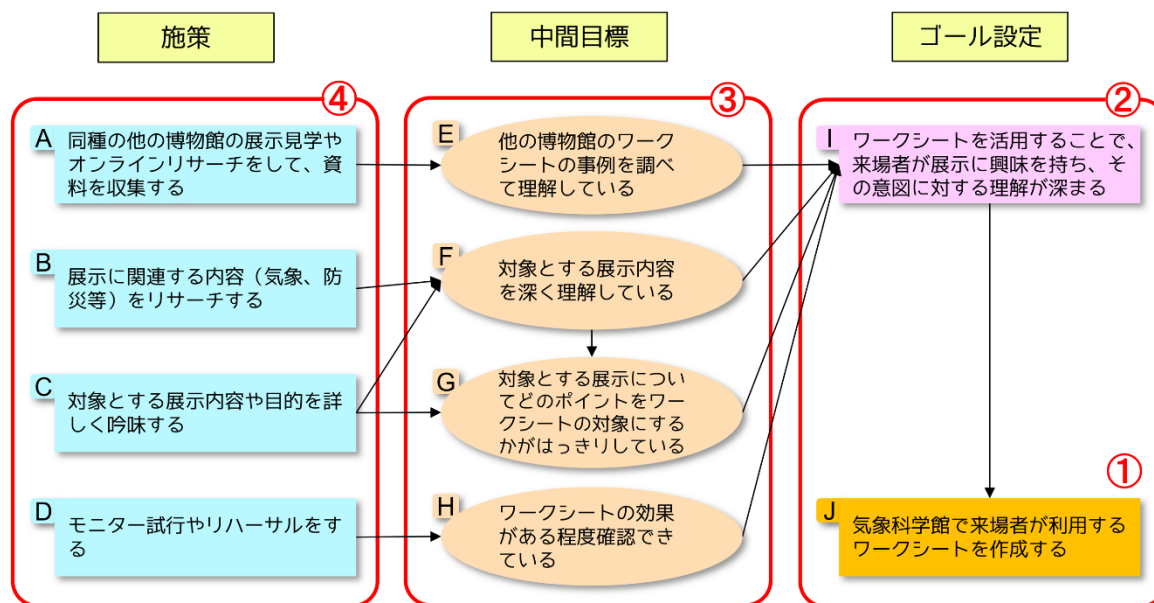
①, ②は今回の PBL のテーマに固有の目的であり, ③は PBL という手法そのものに関連したより汎用性のある目的である。

### 2.3 ワークシートの位置づけと使用場面のイメージ

さまざまな事例がある中で、今回のワークシートをどのような学びの支援ツールとして設計するのか、また来館者のどのような使用場面をイメージするかについて、最初に方向性を整理した。

ワークシートの設計に関しては、木下（2009）を参考にしつつ、「発達の最近接領域（Zone of Proximal Development）」と「足場かけ（Scaffolding）」という学習理論について授業で取り上げた。

「発達の最近接領域」は心理学者のヴィゴツキー（Vygotsky, L.S.）が子どもの発達について提唱した概念で、ひとりでは達成できないが、他者の援助や共同によって達成可能になる領域を指し、この領域への教育的な働きかけが効果的な成長・発達をもたらすと考えられている（ヴィゴツキー, 2001）。「足場かけ」はこの「発達の最近接領域」において、年長者や熟達者が学習者に対して与える支援である（Wood *et al.*, 1976）。保護者から子どもへ、あるいは教師から生徒・学生への支援はもちろん、グループ学習における学習者相互の足場かけもある。



第 1 図 「気象科学館のワークシートを作成する」課題のプロジェクト譜

このような観点からみること、ワークシートは、来館者がそれなしに（独力で）は見過ごす可能性のある展示の意味に気づき、理解を深めることを支援するツールと考えることができる。そこではワークシートの作成者が支援者であり、同伴者や館の解説員がこの支援の輪に加わることもある。

一方、使用場面のイメージに関しては、学びの共同性に注目した。Falk and Dierking (2012) によれば、博物館において子どもたち同士あるいは子どもが両親と協力するときには、一人で考えたり学んだりする場合よりも学びがより促進されることが知られており、同伴者との社会的交流は、彼らが提唱する博物館体験のモデル (Contextual Model of Learning) を構成する社会的文脈の中の重要な要素と考えられている。Gutwill and Allen (2010) も同様に、社会的交流を学びの鍵となる構成要素であると評価しており、多世代の交流による学びの場としての博物館の価値を指摘している。これらを参考にして、展示の前で同伴者と

対話しながらワークシートを活用する場面を典型的な使用イメージとして想定した<sup>18</sup>。

## 2.4 プロジェクトの進め方を考える—プロジェクト譜

PBL で扱うプロジェクトとは、一般に何らかの目的を一定の期限内に達成する活動である。継続的な定常業務とは異なり、期限が設けられ（有期性）、過去に取り組んだことのない要素を含む（新規性・非定型性）。そのため、目的達成に向けて何をどう進めるのか計画を立てるところから着手する必要がある。

そこでまず「気象科学館のワークシートを作成する」という課題の要件を分析し、ゴールに到達するために必要な作業内容の目途をつけた。今回は「プロジェクト譜」<sup>19</sup>の枠組みを借り、以下の順にゴール設定、中間目標、施策を検討した。（第 1 図）

- ① 最初に、プロジェクトの目的 J を記す。
- ② 次に、①の目的に照らしてプロジェクト成

<sup>18</sup> ここでは国立科学博物館の展示室「親子のたんけんひろばコンパス」の「対話促進型展示」という考え方も参考にした（小川ほか，2016；久保晃一，2016；高橋ほか，2021）。

<sup>19</sup> 「プロジェクト譜」は、プロジェクトの全体像を可視化するための簡潔な記述方式（前田・後藤，2020）。

功の判断基準 I を決める。

- ③ 続いて、中間目標として②を達成するためにあるべき状態 E~H を挙げる。
- ④ さらに、③の各中間目標を実現するための具体的な施策 A~D を考える。

上記④の施策 A~D が実行すべき具体的行動なので、この中から先行して着手すべき項目として、他の博物館で使用されているワークシートのリサーチ（第 2.5 節）と、気象科学館の展示の内容や目的の確認（第 2.6 節）から始めることにした。その後、ワークシートのプロトタイプを作成し（第 2.7 節）、それを段階的に改良していく（第 2.9 節）。

## 2.5 博物館ワークシートのリサーチ

まず博物館のワークシートとはどのようなものかを知るために、小笠原（2006）や木下（2009）などワークシートの事例と作成について詳しく取り上げた資料を参照した（施策 A）。また、ウェブ上で公開されている他館のワークシートも広く参照した。これらにより、ワークシートのタイプや用いることができる手法のレパートリーに対する理解を深めることができた（中間目標 E）。

その一方で、利用者としてのワークシート体験も不可欠と考え、科学館におけるワークシートの試用報告を学生の夏期レポート課題とした（施策 A）。学生たちはハンズ・オン展示を中心とする千葉県科学館を体験場所に選んだ。この課題は、展示の説明を補足しながら発見や気づきを促す着眼点を提供するワークシートの役割について、体験し分析する機会となった（中間目標 E）。

## 2.6 気象科学館の展示を知る

また、ワークシートを作成するためには、気象科学館の展示内容について十分に理解しておく必要がある（施策 C）。そのためにウェブに掲載されている館の展示内容に関する資料のほか、広報室からも説明資料の提供を受け参照した。その上で展示を実際に体験するために 2021 年 6 月 18 日に学生と館を訪れた。この見学では、展示室の雰囲気や来館者の様子を観察しつつ、全展示につい

て内容、目的、対象者、ワークシートで取り上げられそうなポイントの 4 点に着目して分析し、後にワークシート候補として何点か展示を選ぶ材料とした（中間目標 F）。

## 2.7 試作（プロトタイプ）

次に博物館におけるワークシートの開発事例（渡邊，2020）を参考にした下記の手順に従い、先に選んだ展示候補の中から各自 1 点ずつワークシートを試作した（プロトタイプのため手順⑤までの範囲で作成）。

- ① 目的設定
- ② ターゲット（利用者像）設定
- ③ 使用形態（配布場所，利用時フォロー，事前・事後の指導の有無）設定
- ④ 内容作成
- ⑤ 表現のレベル設定（利用者の認知発達段階にあわせる）
- ⑥ 形状（サイズ，ページ構成）設定
- ⑦ 検証（利用者の反応を見ながら改良）

①の目的については、館の目的である防災リテラシーの涵養を念頭に置きながら、選択した展示の内容・目的を考え、どのような支援が展示に対する理解を深めることにつながるかを考えた。

②のターゲットに関しては、館の中心的な来館者層を重視した。入館者を共有する港区立みなと科学館は小学校低学年や未就学児とその保護者のグループの来館が多く、実際に気象科学館を視察した際の様子も同様だった。そのため最初に想定したターゲットは小学生以下の子どもと保護者であり、⑤の表現レベルもこの年齢層を前提とした。

的場（2006）の調査によれば、首都圏の育児世代がよく行く美術館・博物館の筆頭は科学博物館であり、「子どもでも楽しめる」や「子どもの教育のためになる」がその理由の上位を占める。つまりこのターゲット層からは、「娯楽と教育を兼ねたインフォーマルな環境での学習」（コールトン，2000）が期待されている。そこでワークシートでは、遊び（娯楽）と学びの両立や、親子での体験の共有を意識した。

また③の使用形態は、解説員による指導なしで使えるように、利用者が館内で入手して展示を見ながら使用し、解説や回答欄を参照して自己採点が可能な形を選択した。

## 2.8 追加リサーチ

最初のプロトタイプは、「うずのすけ」と「津波シミュレーター」<sup>20</sup>を対象として、話し言葉の使用やクイズ形式の導入などにより取組の楽しさに配慮したものであった。○×式のクイズ（クローズド・クエスチョン）だけでなく、来館者自身の見方や考え方を整理して表現することを求める「開かれた問い（オープン・クエスチョン）」も含めた。

対象とする展示の候補が絞られたところで、各展示内容に関連する情報（気象・防災）について更に調べ、他施設の類似の装置をリサーチしてどのような観点から取り上げているかを検討した（施策 B）。

この種のシミュレーターはさまざまな規模のものが各所に設置されている。竜巻ではライトア

ップなどショー的演出のある装置があり、台風では発生させた雲の渦の中に入って体験できる装置があった。しかしながら竜巻と台風の両方に対応しているものは少ない。また津波では発生機構やエネルギーの大きさに注目させる装置が多いが、こちらも津波と波浪の両方を発生させて比較できるものは少ない。気象科学館の装置はいずれも2種類の現象（竜巻と台風、津波と波浪）に対応しているため、ワークシートも2種類の現象の比較という観点を意識して制作した（中間目標 G）。（第1表）

## 2.9 作成途中での内容確認（形成的評価）と改善

プロトタイプから完成に至るまでに、3段階の形成的評価（他者からのフィードバックに基づく確認）を実施した。大学校教官による確認、広報室スタッフによる確認、そして気象科学館の来館者による試用（トライアル）である。これら立場の異なる3者とのコミュニケーション活動は、学生の対人スキルの向上を図る意図をあわせもつ。

第1表 各ワークシートの目的と構成

うずのすけ	目的	台風と竜巻の仕組みについてより詳しく理解する
	構成	[表面] 1. 装置を動かす前に、台風と竜巻に関する既有知識を問うクイズ 2. 装置を動かして観察し、現象の特徴をスケッチや言葉で表現する [裏面] クイズの答えと解説
津波シミュレーター	目的	津波と波浪の違いをわかりやすく伝え、両方の危険性を適切に伝える
	構成	[表面] 1. 装置の動作を観察し、津波と波浪の違いについて考える問い（クイズを含む2問） 2. 避難行動について考える問い [裏面] クイズの答えと大人向け解説文

<sup>20</sup> 「うずのすけ」は台風や竜巻を模した渦を発生させその様子を観察できる装置。「津波シミュレーター」は波浪や津波を模擬的に発生させ違いを観察できる装置。どちらも模擬的とはいえ実際に物理現象が目の前で展開される。

### 2.9.1 大学校教官による確認

まずワークシートの原案ができた段階で、学生自ら該当分野に詳しい大学校教官を訪ね、内容、表現、そして方針の妥当性に関して、専門的な見地からの助言を依頼した。教官には、授業の一環で気象科学館用のワークシートを作成していること、対象展示の概要、ワークシートの狙いと対象者層を説明したうえで目を通してもらった。

教官の助言をもとに行った主な修正は、「うずのすけ」では、渦の回転方向に関する記述の明確化と子どもに分かり易い説明方法への手直しであり、「津波シミュレーター」では、設問を津波関連の事柄に絞り、高潮や波浪による危険はその他の部分で説明する構成への変更であった。

### 2.9.2 広報室による確認

次に気象科学館をあずかる広報室の目で確認してもらった。ユーザー（ワークシート提供者）によるレビューという性格を持つ。指摘内容は事前に文書で受け取ったうえで、オンライン会議システムを通じて授業にゲスト参加してもらい、詳細を確認する機会を設けた（2022年1月17日）。

実際に来館者と接する立場の広報室からは、以下の指摘を受けた。

- ① 冒頭に「目的」を記し、このワークシートで何を不得欲しいのかを明示すること。

- ② 行動の「動線」（ワークシートが想定する一連の行動の流れ）を示すこと。

- ③ ターゲット年齢層を限定せず、年代に関係なく誰もが学べる形とすること。

①、②が求めているのは、来館者が「このワークシートでは何を行い、何が得られるのか」を一目で把握可能にすることである。利用意欲の喚起という観点からも有効であり、この方針に沿って書き改めた。③のターゲットの拡大に関しては、当初の仮名中心の表記から漢字にふりがなを加えた形に変更し、あわせて文体も調整した。

このほか解説文の量についても、2種のワークシートの量的なバランスを考慮しつつ過不足を整えた。また、それぞれの設置（掲示）場所の寸法の制約に合うように、「うずのすけ」はA4判タテ、「津波シミュレーター」はA4判ヨコの紙面レイアウトとした。

広報室からのフィードバックをもとに改訂し、来館者による試行に向けて親しみやすいデザインを施したものを作成した（第2図、第3図）。館のロゴマークと“はれるん”（気象科学館館長という設定）のイラストを取り入れたが、前者は館のオフィシャルなワークシートであることを示し、後者はワークシート作成者のアバター（分身）の役割をもつ。紙面の色づかいも展示室や館内案内図のそれと調和するものを選択した。



気象科学館  
Meteorological Science Museum

## 台風と竜巻の違いを知ろう！

ワークシートの流れ  
Q1を解く→「うずのすけ」を動かしてみる→Q2を解く→

お家でも身のまわりの「うず」を探してみよう！

**Q1** 台風と竜巻の違いはなんだろうか？  
下の5つから正しいものを2つ選んでみよう！

- ① 台風は海上で、竜巻は陸上でできるものである。
- ② 台風のとときは大雨が降るが、竜巻のとときは雨が降らない。
- ③ 台風の方が竜巻に比べて、大きざやエネルギーが大きい。
- ④ 台風は平べったい渦で、竜巻は細長い渦である。
- ⑤ 台風と竜巻では渦の向きが逆である。

**Q2** 「うずのすけ」のボタンを押して、台風と竜巻を観察してみよう！  
観察した特徴をスケッチに書き込んでみよう！

台風	竜巻

第2図 (a) 「うずのすけ」ワークシート (表面)


気象科学館  
Meteorological Science Museum

## 【解説編】

Q1 クイズの答え…③, ④


- ① ×…台風は海上での上昇気流によってできるよ！竜巻は回転する風が上昇気流に乗って渦になるもので海でも陸でもできるよ！
- ② ×…台風は上昇気流でできた積乱雲が大雨を降らせることが多いけど、竜巻のとときは雨が降るときと降らないときがあるよ！
- ③ ○…台風はとても大きなエネルギーを持ち、大型のものは半径約500キロメートルもある！竜巻は大きなものでも、半径数百メートルくらいしかないよ！
- ④ ○…台風は半径が数百キロメートルもあるのに対して高さが15km程度で、平べったい見える。竜巻は渦巻きが上昇気流で引き伸ばされて、回転のスピードが速くなり細長くなるよ！
- ⑤ ×…台風は北半球では地球の自転の影響を受けて反時計回りの渦になる。それに対して、竜巻は規模が小さく自転の影響をあまり受けないので、渦の向きは定まらないよ！

**Q2** 台風



台風はとても大きな渦で半径に比べて高さがとても低いよ！反時計回りの渦で、内側の方が回転のスピードが速くなっていることもわかる！  
台風は積乱雲が集まってできた熱帯低気圧が発達したもので、海の上でできる巨大な雲の渦だ！

竜巻



竜巻は細長い渦を作っていることが分かるね！竜巻は上空の雲の上昇気流が渦を引き伸ばしてできるよ！  
回転半径が小さくなると回転のスピードが速くなることがわかるよ！この仕組みはフィギュアスケートのスピンのにも用いられているよ！

上に書いてある特徴に注目してもう一度動かしてみよう！

第2図 (b) 「うずのすけ」ワークシート (裏面)

気象科学館  
Meteorological Science Museum

## 津波と波浪の違いと、とるべき避難行動を知ろう！

Q2 ヒント 浅いとこごとと深いところの球の動きの違いに注目してみよう！

下の問いを一度読んでから、津波シミュレーターを動かし、波の動きを観察してみましょう！

**Q1** 津波と波浪 (普通の波) のどちらが、陸地の奥まで押し寄せましたか？

1. 津波
2. 波浪 (普通の波)

**Q2** 水の動き観察ポイントにある球の動きを比べてみましょう！ (文章でも、イラストでも)


津波	波浪

**Q3** ヒント 津波シミュレーターで津波が届かなかった場所の特徴を考えてみましょう！

津波は、底から海水面まで、全ての海水が大きく動くため、非常に大きな力を持っているのです。では、津波シミュレーターの観察も踏まえて、いざという時の行動を考えてみましょう！

**Q3** 海の近くにいた時に大きな揺れを感じたら、どのような行動をとりますか？ (避難を始めるタイミング・避難する場所など)

あなたがとる行動・そのように考えた理由



他にも台風が来ていたり、風が強い日は波が高くなり危険です。台風がまだ遠くにあっても、波が高くなることもあります。予報を見て、波の高い日の海にはむやみに近づかないようにしましょう！

答えは裏面 ➡

第3図 (a) 「津波シミュレーター」ワークシート (表面)

**津波と波浪について、知っておいて欲しいこと**

**津波と波浪の違いと、それぞれの特徴**

津波は、地震などにより海底地形が動くことで発生するため海底から海面まで、海水全体が動きます。一方で波浪は、海上を吹く風が海面近くの海水を動かすことで生じるため、海の表面近くのみが動きます。

左図のように、波長（1つの波の長さ）が大きく異なるため、そのエネルギーも大きく異なります。

**津波の仕組み**

津波は、沿岸平野部の広い地域にやってきます。また、震源が近いと、発生後数分で津波が到達することもあります。他にも、入り江の奥や岬の先端などでは、波が周囲より高くなります。

津波は、非常に速く、遠くまで伝わることも特徴です。水深が深いほど速くなり、遠洋ではジェット機並みの速度で、沿岸でも自動車並みの速度で伝わります。

**波浪は、風浪とうねりの2つに分けられます。風浪は、発達過程の波で、吹く風が強くと、長く吹き続けるほど、高くなります。うねりは、風が止んだ後の残ったつづなわる波を指します。波が高い場合は、時に堤防を越えて波が襲ってくることもあります。**

**津波から避難する際のポイント**

できるだけ高いところに、できるだけ早く避難することが大切です。海から離れていても、標高が低い場所は危険です。避難の際は右下の標識などが目印になります。津波警報の発表が津波の到達に間に合わない時もあります。海の近くで大きな揺れを感じたら津波警報を待たず、

たたちに避難を开始しましょう。津波は繰り返し押し寄せてくるうえ、最初の波が最大であるとは限りません。警報、注意報の解除までは避難を続けるようにしましょう。

**高潮とは？**

津波とよく同列に扱われる災害として、高潮が挙げられます。高潮は、台風などが近づいた時に、様々な原因（右図参照）を原因とした海水面上昇により、陸地に大量の海水が押し寄せる現象です。高潮が予想される際も、高いところに避難しましょう。

**クイズの答え**

01: 正解は1番。津波の方が内陸部まで水が届きます。  
 02: 津波は3つの球が全て大きく動きますが、波浪の場合、深い場所にある球の動きは浅い場所にある球に比べて小さくなります。  
 03: 地震によっては、揺れてから数分で津波が陸に来ることもあります。津波警報を聞いてからでは避難が間に合わないこともあります。すぐにできるだけ高い建物や山に避難しましょう！（あらかじめハザードマップも確認しましょう！）

※身のまわりの災害リスクを調べるには、「ハザードマップポータルサイト」が役立ちます。https://disaportal.gsi.go.jp/

第3図 (b) 「津波シミュレーター」ワークシート (裏面)

### 2.9.3 現場での試行 (トライアル)

これらのワークシートを用いて、実際に気象科学館で来館者の意見を聞くトライアルを行なった (2022年1月29日土曜午後)。当日は広報室のスタッフから来館者対応について助言を受けたうえで、館内で来館者に声をかけ協力を依頼した。2時間余りの間に「うずのすけ」は8名、「津波シミュレーター」は9名に試してもらった (施策D)。

実施後のアンケートはそれぞれ5件と8件の協力を得たが、子どもと保護者のペアは予想より少なく全体で5組にとどまった。協力者の来館歴は、初回が10件、5回目と8回目が各1件、未記入が1件と、8割近くが新規来館者で、リピーターはともに親子連れであった。新規来館者が多いのは開館 (リニューアルオープン) からまだ1年半という時期であったことも関係していると思われる<sup>21</sup>。

アンケートの回答によると、説明や操作法でわかりにくい箇所はなかったが、「うずのすけ」のクイズが難しかったとの指摘が3件あった。クイズの選択肢に既知と未知の内容が混在していたとすれば、解説とあわせた学びの機会としては妥当なレベルと考えられるが、科学館を楽しみたい来

館者の心理としては、すべて正解という満足感を期待しているのであろう。「津波シミュレーター」でもクイズのヒントを求めるコメントがあったので、余白に着目点を追記した (足場かけ)。必要に応じてヒントを参照することで最終的には正答にたどり着ける程度が、好ましいレベルと考えられる。

保持力に関連する点では、体験者はおおむね5~10分程度ワークシートに取り組んでいた。館のホームページに記載されている展示の所要時間の目安が、「うずのすけ」で1分、「津波シミュレーター」で3分であることを考えると、ワークシートにより展示に取り組む時間が長くなり、保持力が高まっていることを示唆している (中間目標H)。この所要時間 (ワークシートの内容の量) に関してアンケートでは、「津波シミュレーター」について「時間が長くかかる」、「もっと多くても楽しめる」と対照的なコメントが1件ずつあった以外は、「普通」、「ちょうどよい」などでおおむね適量と受け止められていた。

保護者と子どもの会話については、「津波シミュレーター」のアンケートで、「話を聴いてくれないくらいに夢中になっていた」 (40代女親・4歳女

<sup>21</sup> 鈴木・小幡 (2015) のミュージアムパーク茨城県自然博物館の例では、新規来館者の比率は開館後10年間ほど徐々に減少を続け、その後一定の幅で推移している。

子),「防災に関する話をした」(30代男親・保育園男子),「波の大きさについて話した/4才には避難について教えるのは難しかった」(40代男親・4歳男子)など,対話しながらワークシートに取り組んでいる様子が確認できた。実際,未就学児も保護者の誘導を手がかりにしながら正答を選んでいった。保護者の支援(足場かけ)によって利用対象年齢が広がる可能性と同時に,最後のコメントのように保護者の支援があっても理解が難しいケースがあることも確認した。

このほか「うずのすけ」について特徴的だったのは,「竜巻は見るぶんにはかっこいい」,「竜巻の方がすごかった」など,視覚的な印象の強さが感想に表れていたことである。この展示の誘引力の高さを物語っている。

## 2.10 ワークシート最終版の公開

トライアルは,来館者に直に接して科学コミュニケーションの実感を得ることができる貴重な機会となった。この試行の結果を反映したものをワークシートの最終版とした。

トライアルのアンケートでは,「興味深かった」,「今度は子どもを連れてきたい」,「子どもが大きくなったら感想も異なってくると思うのでまた来ます」など,展示に対する興味を反映したコメントがみられた。また津波シミュレーターのワークシートでは,海の近くで大きなゆれを感じた場合の行動に関する問いに対し,「直ちに,高台に避難する」など,展示の意図に対する理解が確認できた。これらのことから,プロジェクト譜の成功の判断条件Iで掲げた「ワークシートを活用することで,来場者が展示に興味を持ち,その意図に対する理解が深まる」に関して,一定の成果が得られたと考えている。後日,広報室によりワークシートが実際に提供されるようになったこととあわせて,プロジェクトの目標は達成されたといえる。なお,ワークシートは携行用としてではなく,展示装置に掲示して参照する形で設置されている(2023年1月現在)。

## 2.11 PBLの評価

ワークシート作成段階の形成的評価については第2.9節にまとめたので,ここではPBLに関して,学生の学びの評価と,第2.2節で掲げた目的についての評価を取り上げる。

### 2.11.1 学生の学びの評価

学生には授業終了後のアンケートで,PBLを通して「習得した力」と今後「更に身につけたい力」について振り返ってもらった(学生自身による間接評価<sup>22</sup>)。前者については,汎用的なスキルとしてプロジェクト・リテラシー「一から何かをつくる力」と対人スキル「初対面の人とのコミュニケーション力」が挙げられ,科学コミュニケーションに関わる「科学的な事柄を分かりやすく伝える方法について考える力」も挙げられた。プロジェクト・リテラシーは,サイエンスカフェをテーマ(プロジェクト課題)とした前回のPBLでも挙げられていたことから,テーマによらずPBLという手法そのものによって身につく力と考えてよいだろう。

一方,「更に身につけたい力」に関しては,「気象科学館の展示現場での経験を積んだうえで,より実態に適したワークシートづくりを行いたい」という記載があった。広報室スタッフや展示現場での来館者との対応を振り返ったうえで,館における学びの文脈を理解するためには一層の経験が必要と感じたことが,新たな動機づけになっている。

### 2.11.2 PBLの目的についての評価

次に第2.2節で掲げたPBLの3つの目的についての評価をまとめる。①は博物館とそのワークシート全般について,②は気象科学館とその展示について,それぞれ科学コミュニケーションの観点から理解を深めることを目的に掲げた。また③はプロジェクト・リテラシーの習得であった。

①については,多様な事例に触れるために文献

<sup>22</sup> ここでいう間接評価とは,学生の学習行動や自己認識を通じて学生の学習成果を間接的に評価すること(松下,2012)。

とウェブ上のリサーチを行い、実際のハンズ・オン展示やワークシートは気象科学館と千葉市科学館の現場を体験した。後者は学生が選んだ体験現場であるが、新型コロナウイルス感染症対策<sup>23</sup>で資料配布や接触を伴うハンズ・オン展示を制限する施設も存在した中で、好適な選択であったと考えている。今回の PBL を通して、他の博物館を訪問する場合でも、科学コミュニケーションの観点から展示や活動の狙いを理解するための素地が培われたといえる。

②については、気象科学館の展示に関する資料と二度の実地体験（見学とトライアル）を通して理解を深めた。特に各自がワークシートで取り上げた展示については、不足している知識を補うために資料を調べ、他館の類似展示と比較するなどして得た成果をワークシートに反映させた。トライアルはワークシートの改善を目的に行ったが、来館者が実際に取り組む様子を観察することで得られる情報は予想以上に豊富で、想像していた使用イメージに関して経験的な裏付けを得ることができた。現場での試行は今回のような企画において欠かすことができない要素と認識した。

③のプロジェクト・リテラシーの習得について、PBL では一連の実践を通して、取り組むべき課題を分析し、必要な知識を身につけ、適切と考えられる方法で解決していく力を身につけていく。学生は、今回のワークシート作成を通してこれらを体験し、ゴールに到達したことで、上記の間接評価が示すように習得の実感を得ることができた。

## 2.12 次回に向けて

今回のワークシート企画の経験から気づいた、次の機会に向けての改善策に触れておく。ひとつは、ワークシート改良の過程で行った作業をもとに、検討すべき項目のチェックリストないしルーブリック<sup>24</sup>を用意することである。それによりワークシート作成の初期段階でセルフチェックが可能になる。また、今回は完成前のワークシート

のトライアルを実施したが、完成後にも来館者に使用してもらう機会を用意して、ワークシートの効果を確認する方法も検討したい。その結果をみて更に改良を加えることも可能になる。

## 3 おわりに

学生にとって、今回のように学びの中で社会との接点を持つことには相応の責任が伴い、それゆえに緊張を強いられる場面も含まれるが、教室だけの授業では得られない刺激によって学びに対するモチベーションが高められる効果も大きい。最終的にワークシートが気象科学館で採用されたことにより活動の価値が認められ、達成感を感じることができたと思われる。このような学生自身のアイデンティティの変容（成長）も学びの一側面である。

また社会連携型の PBL では珍しいことではないが、今回のテーマに関して教員も気象科学館の展示や来館者対応について経験の蓄積があるわけではなかった。それゆえ学生との関係も学校に典型的な「教える側」対「教わる側」というよりも、同じゴールを目指す伴走者の立場に近いものであった。その意味でも広報室スタッフの気象科学館に関する知見に基づくフィードバックにはユニークな価値があった。さまざまな面で協力いただいた広報室スタッフには謝意を表したい。

今回は、一般の来館者が防災リテラシーを身につけるために用意された気象科学館という場を、学生の科学コミュニケーションの学びの場として活用した。気象庁内にこのような科学コミュニケーションの現場があるメリットを、今後も大学学校教育の中で積極的に活かしたいと考えている。

## 参考文献

コールトン, T (染川香澄 ほか訳) (2000): ハンズ・オンとこれからの博物館—インタラクティブ系博物館・科学館に学ぶ理念と経営。東海大学出版会, 256pp.

<sup>23</sup> 石川ほか (2021) に子ども向け科学館の対策事例がまとめられている。公益財団法人日本博物館協会 (2021) も参照のこと。

<sup>24</sup> ルーブリック (rubric) とは、複数の基準とレベル、それを説明する記述語からなる評価基準表 (松下, 2012)。

- 独立行政法人国立科学博物館 科学リテラシー涵養に関する有識者会議 (2010): 「科学リテラシー涵養活動」を創る～世代に応じたプログラム開発のために～。  
( [https://www.kahaku.go.jp/learning/researcher/pdf/literacy\\_final.pdf](https://www.kahaku.go.jp/learning/researcher/pdf/literacy_final.pdf), 2023年1月30日参照)
- Falk, J. H. and L. D. Dierking (2012): *The Museum Experience Revisited*. Routledge, London, 416pp.
- 藤田茂 (2008): 教育展示におけるアフォーダンスー「マインズ・オン」展示をめぐって, 教育学雑誌, **43**, 83-96.
- Gutwill, J. P. and S. Allen (2017): *Group Inquiry at Science Museum Exhibits: Getting Visitors to Ask Juicy Questions*. Routledge, London, 102pp.
- 羽片俊夫 (2020): 気象大学校における科学コミュニケーション教育ーサイエンスカフェ企画ー. 測候時報, **87**, 33-45.
- 林浩二 (2015): 科学館は博物館ですか? .  
( [https://www.shiminkagaku.org/wp/wp-content/uploads/csijnewsletter\\_30\\_khayashi\\_20150601.pdf](https://www.shiminkagaku.org/wp/wp-content/uploads/csijnewsletter_30_khayashi_20150601.pdf), 2023年1月30日参照)
- 石黒広昭・岩館美枝・児玉奈美 (2000): 科学博物館はどのように利用されるのか 仙台市科学館入館者観覧行動調査報告. 日本認知科学会テクニカルレポート.  
( [https://www.rikkyo.ne.jp/~ishiguro/Cognitive%20Science%20\(Technical%20Report2000\).pdf](https://www.rikkyo.ne.jp/~ishiguro/Cognitive%20Science%20(Technical%20Report2000).pdf), 2023年1月30日参照)
- 石川奈保子・城綾実・牧野遼作・宗政由桐 (2021): コロナ禍における子ども向け科学館の来館者対応. 日本教育工学会研究報告集, (3), 64-71.
- 木下周一 (2009): ミュージアムの学びをデザインするー展示グラフィック&学習ツール制作読本. ぎょうせい, 東京, 228pp.
- 気象庁総務部総務課広報室 (2020): 気象業務の窓 気象科学館がリニューアルオープンしました!. 天気, **67** (11), 48-49.
- 公益財団法人日本博物館協会 (2021): 博物館における新型コロナウイルス感染拡大予防ガイドライン. 12pp.  
( [https://www.j-muse.or.jp/02program/pdf/jam\\_covid\\_guideline\\_20211014.pdf](https://www.j-muse.or.jp/02program/pdf/jam_covid_guideline_20211014.pdf), 2023年1月30日参照)
- 久保晃一 (2016): 科学系博物館における科学リテラシー涵養のための取り組み. 化学と教育, **64** (9), 440-443.
- 前田考歩・後藤洋平 (2020): 紙1枚に書くだけでうまくいく プロジェクト進行の技術が身につく本. 翔泳社, 東京, 192pp.
- 的場康子 (2006): 育児世代の美術館・博物館の利用実態. ライフデザインレポート, **176**, 4-15.  
( <https://www.dlri.co.jp/pdf/ld/01-14/rp0611.pdf>, 2023年1月30日参照)
- 松下佳代 (2012): パフォーマンス評価による学習の質の評価: 学習評価の構図の分析にもとづいて. 京都大学高等教育研究, **18**, 75-114.
- 日本博物館協会 (2019): 令和元年度 日本の博物館総合調査報告書.  
( <https://www.j-muse.or.jp/02program/pdf/R2sougoutyousa.pdf>, 2023年1月30日参照)
- 小笠原喜康 (2006): 博物館の学びをつくりだすーその実践へのアドバイス. ぎょうせい, 東京, 199pp.
- 小笠原喜康 (2015): ハンズオン考 博物館教育認識論. 東京堂出版, 東京, 352pp.
- 小川義和・神島智美・小川達也・渡邊百合子・赤尾萌・茂田由紀子 (2016): 未就学世代の科学リテラシー涵養を目的とした対話促進型展示における手法とその効果について. 日本ミュージアム・マネジメント学会会報, **21** (1), 別冊 Web 版, 27-28.  
( <https://www.jmma-net.org/file/129>, 2023年1月30日参照)
- 朴鍾来・花里俊廣 (2005): 科学系博物館における展示手法と利用者の行動特徴からみた展示の分析. 日本建築学会計画系論文集, **70** (593), 57-63.

清水麻記・今井寛・渡辺政隆・佐藤真輔（2007）：  
科学館・博物館の特色ある取組みに関する  
調査－大人の興味や地元意識に訴える展示  
及びプログラム－。

（[https://nistep.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=4655&item\\_no=1&attribute\\_id=13&file\\_no=1](https://nistep.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=4655&item_no=1&attribute_id=13&file_no=1),  
2023年1月30日参照）

鈴木肇・小幡和男（2015）：ミュージアムパーク茨  
城県自然博物館の来館者の意識と動向－ア  
ンケート調査からみる 20 年の軌跡－。茨  
城県自然博物館研究報告，（18），119-125.

鈴木有紀（2009）：「対話」に基づくワークシート  
プログラムの改善と実践について（報告）。  
愛媛県美術館年報・研究紀要，（8），1-16.

高橋あおい・山口悦司・稲垣成哲（2021）：国立科  
学博物館の展示室「親と子のたんけんひろ  
ばコンパス」の理念。科学教育研究，**45**（1），  
57-75.

ヴィゴツキー L. S., (柴田義松 訳) (2001) : 思考  
と言語 : 新訳版. 新読書社, 東京, 471pp.

渡邊智大（2020）：さきたま体験工房「まが玉づく  
り」事業におけるワークシートの開発。紀  
要 - 埼玉県立さきたま史跡の博物館，**11**，  
143-150.

Wood D., J. S. Bruner and G. Ross (1976) : The role  
of tutoring in problem solving. *Journal of Child  
Psychology and Psychiatry*, **17** (2) , 89-100.

山本哲也（2002）：ハンズ・オンの解釈をめぐって。  
博物館学雑誌，**27**（2），19-27.