

『ミミ号の航海』の教材としての構造と意義について

佐 賀 啓 男

「メディア教材の構造と利用に関する基礎的研究」プロジェクトの目的には2つの側面がある。ひとつは、すぐれた教材の構造をより有意義な形で記述し把握するという側面であり、もうひとつは、教材がより効果的に用いられる利用場面の性格や条件を見い出すという側面である。いいかえれば、第一の側面は、卓越した教材が教材じたいとしてなぜ卓越しているのかを問題にする。しかし、そのような教材が、つねにすぐれた形で利用されるとは限らない。したがって、第二の側面で、効果的な利用法を促進する条件を問題にすることになる。

本稿では、上の第一の側面にかかわって、『ミミ号の航海』と呼ばれるマルチメディア型の教材についての記述と分析を試みる。この教材は、米国ニューヨーク市にあるバンク・ストリート教育大学が、合衆国教育省の補助金を得て1980年代前半の数年をかけて開発した科学教育のための教材である。その対象は初等中等教育であるから、本プロジェクトが研究の対象としている高等教育と直接にかかわるものではないが、その教材としての卓越性は、高等教育向けの教材の開発と利用にも示唆を与えるものである。

メディア教材には、その内容、メディアの別、教材の構造、表現形態、具現されている教授方法などによって多様なものがあるから、それらの観点を構造的に整理し、より有意義な分析カテゴリーと分析概念を提出する必要がある。本稿における教材の記述・分析作業は、まだ試行的な段階にとどまっているが、このような作業を継続することによって、徐々に、有効な分析カテゴリーと分析概念を見い出していきたいと願っている。

1. 『ミミ号の航海』の構造と意義

(1) 『ミミ号の航海』が「古典」であること

連続ドラマ形式の教育テレビ番組を中心とする理科教育のための教材群『ミミ号の航海』が最初に放映されたのは、もう10年以上前の1985年である。現在、この教材群がすでに教育メディア作品の「古典」のひとつになっていると考えるのは、次のような理由による。まず、古典とは「それがあつた構造上の規則に従つてゐるとか、ある定義に則つてゐるとかによるのではなく、ある種の永遠不変の抑えがたい新鮮さがあるからである」(エズラ・パウンド、『詩学入門』)といわれるように、私の限られた観察では、『ミミ号の航海』は、決して少なくない教師と教育メディア関係者によって、見るたびに新鮮であると受けとめられている。

次いで、教育研究上の理由としては、『ミミ号の航海』が、まずもつて文脈のなかの課題を提示していること、現実世界におけるのと同じように、科学の課題を文脈のなかに埋め込んでいることである。それだけではなく、最近の教育研究で強調されている「状況に根ざした学習」「文化への参加による学習」「周延する認知」「知的ツールとのパートナーシップ」というような考え方を、その教材構造のなかに具現しているということもある。また、その教材群は、メディア・ミックスないしマルチ・メディアの構造をなし、教育と学習の目的と内容の方から、

利用するテクノロジーの性格を制約しているということにも重要な意義が含まれている。

一方、教材としての『ミミ号の航海』の内容は、理科と数学である。ニューヨークのバンク・ストリート教育大学でミミの開発研究チームの一員だったローラ・マーチン（文献1）によれば、ミミの開発の背景には、アメリカにおける科学教育の衰退があった。多くの子どもは、早くから科学に興味を失い、教材はしばしば子どもの生活にかかわりがなく、それじたいとしても魅力がない。また、じゅうぶんに準備されている教師も決して多くはない。そこで、科学教育の分野で強調されるようになったのは、問題解決アプローチであり、科学の方法じたいと探索的な学習である。

ところが、そのためのすぐれた教材が少なく、多くの教師は手がかりをつかめないでいる。

『ミミ号の航海』の開発は、このような課題認識のもとに、教材の構造とテクノロジーの利用を統合し、その過程に教師を巻き込んでいくというしかたで進められた。放送局における定常的に近い制作という、多くの教育テレビ番組にみられる制作形態を越えて、教育研究者と教師、教材制作とメディアのプロとが一体となって開発したという意味でも、それは「古典的」である。ちなみに、その開発のためにバンク・ストリート教育大学が連邦政府教育省の補助金を受けたのが、1981年である。最初のテレビ・シリーズの放映が始まったのが1985年であるから、その開発に四年間はかけていることになる。幸運にもその時期に私は、バンク・ストリート大学にほど近いコロンビア大学ティーチャーズ・カレッジにフルブライト研究員として滞在していた。

ここで、ミミの「古典性」をもう一度強調すれば、それを経験するたびの「抑えがたい新鮮さ」は、すぐれた芸術作品が備えているものでもある。それは作品じたいの構造として、作品のなかに埋め込まれている。同じように、『ミミ号の航海』の新鮮さは、その教材じたいの認知的構造のなかに埋め込まれているのである。

(2) その教材としての意義と構造

教育と学習に関する近年の認知主義的な研究では、人間の学習が真空の中で生じるのではなく、ある「状況」の中で特定の「文脈」を伴って生じるから、その生産性も高いのだということが強調されている。この見方は、学習者の学習課題に対する「意義づけ」の意味ともかかわっている。ここでの有力なモデルは、学習場面で、その参加者が当面している課題の意義を認識できるかどうか、その課題に対して参加者がどれだけ注意深く身を入れて取り組むかを左右するというものである。言いかえれば、課題をなぜするのかを「納得」しているかどうか、学習の課題に向かう心的努力の量に影響を及ぼす。教育におけるこのような状況の生起を予想している教材のひとつが、明らかに、『ミミ号の航海』である。

この教材群に基本的な文脈を提供しているのは、帆船ミミ号が鯨の調査を目的に、北大西洋を航海するテレビドラマである。ここでは、科学の課題を、教科書の中に記述された既存の知識を学習者が覚え込む（テレビはそれをわかりやすく絵解きする）ものとしてではなく、ドラマの文脈の中に、学習者によって発見されるべきものとして埋め込んでいる。それによって教室の学習者は、科学的探究が適用される状況と結びついた形で問いを発見していく。対象は、小学校高学年から中学校低学年の教室であり、テレビドラマを主幹メディアとして、テレビの

ドキュメンタリー編や印刷テキスト、コンピュータソフトを含む多様な教材群を組み合わせている。

テレビドラマは、15分番組13回からなり、各回のタイトルをあげれば次のとおりである。

-
- ①全員乗船、②帆をあげて出発、③浅瀬にて、④鯨を数える、⑤魚釣り、⑥映画を見る、⑦しっかりつかんで、⑧鯨を追って、⑨無人島に難船、⑩露を集める、⑪祝宴、⑫帰路へ、⑬別々の道。
-

帆船ミミに乗り組むのは、おじいさんの船長、二人の女性科学者、青年の科学者、黒人の男子高校生アーサー、中学生の女の子レイチェル、そして、主人公の男の子、小学生のC. T. である。この冒険物語りの中に、科学や数学の豊富な課題が埋め込まれており、それらが現実にありうる文脈の中で提示される。教室の子どもたちは、ドラマの主人公、C. T. やレイチェルになったつもりで科学的な問いを発見していく。科学の課題は、実際、現実の諸事象の中に埋め込まれている。その意味で、科学教材にドラマを採用した「ミミ号の航海」の意義は大きい。

テレビ番組には「ドキュメンタリー編」もあり、ドラマの内容に対応して、登場人物が博物館や研究所などに専門家を訪ね、科学の研究現場を実体験する。たとえば、ドラマの第11回目は、無人島の植物・動物の生態系がテーマになっているが、これに対応して、ドキュメンタリー編では、番組のなかの高校生アーサーが、有機農法の実験農場を訪ねる。また、教室の子ども用に「ミミの航海：ザ・ブック」という教科書がある。これはドラマとドキュメンタリーの内容を全部含み、魅力的な絵と写真、教室での課題も添えられている。教師用にはミミの全体や課題ごとの手引書も準備され、教室で使う海図の壁掛けチャートもある。

さらに、「学習モジュール」として提供されるコンピュータ・ソフト。これには、「海図と航海術」、「鯨とその環境」（音と温度の実験センサー付き）、「生態系シュミレーション」、「コンピュータ入門」が含まれる。テレビでミミの世界の文脈が提示されているので、コンピュータを使う学習の意義が、子どもたちに自然に納得されるように仕組まれている。また、これらのソフトウェアは、教室の中で子どもたちが共同で用いるように構成されている。「ミミ号の航海」は、全国の公共テレビ局をつうじて放送され、同時に教材パッケージが市販された。また、その利用を支援するために教師と生徒、研究者たちの間でパソコン通信が使われた。

テレビドラマは物語であるから、最初にビデオ撮影があって後から台本ができるという作り方ではなく、まず脚本があって、それに基づいて撮影が行われた。撮影はビデオではなくてフィルムである。ドラマの第1回は、まるで「映画」の始まりのようである。この冒険物語りの中に、科学や数学の豊富な課題が埋め込まれている。科学で扱われるさまざまな課題が、生きている人間がやっていることとして、現実にありうる文脈のなかで提示される。教室の子どもたちは、その物語のなかから、教師と一緒に科学的な「問い」を発見し、その問いに対して、他のメディアによって供給される方法を使いながら、現実の科学者が遂行するのと同じような方法で、その解決を求めていく。教室におけるこのような学習の性格を私なりに図示したのが別図である。ドラマは、冒険や葛藤や友情に満ちているが、全体として落ち着いた雰囲気

をもち、映像は美しく、音楽もうるさくなく魅力的。他の教材も含む『ミミ号の航海』という世界の基本的な環境を、このドラマが提供している。ドラマは毎回「つづく」で終り、最終回が「完」である。

なお、この後、バンクストリート教育大学は、「第二のミミ号の航海」を開発した。この教材群は、場所をメキシコのユカタン半島に移し、題材を考古学とその科学的検証に求めている。教材群の構造は第一のミミ号と同様であるが、それに加えて、「バレンケ」と呼ばれるデジタル・ビデオ・インタラクティブ（DVI）も開発した。バレンケとは古代マヤ文明の都市遺跡である。この遺跡を映像や文字、音声の統合的な情報によって自由に探索するソフトウェアを、パソコンでCD-ROMを制御する技術を用いて開発した。また「第三のミミ号」は、アメリカの大河、ミシシッピ川をさかのぼる計画であったが、この制作はまだ実現していないようである。

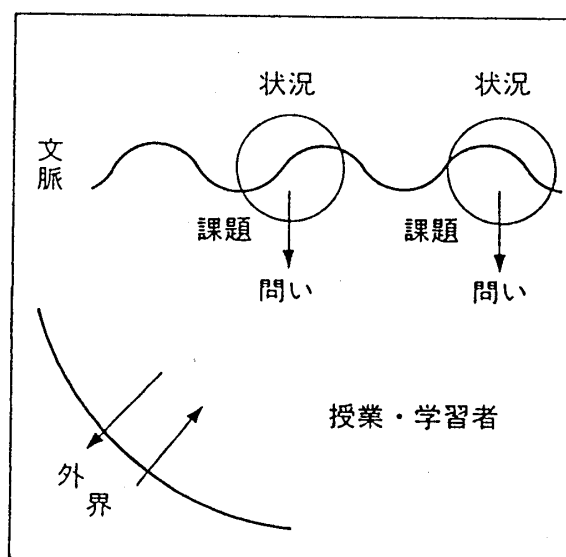


図1 『ミミ号の航海』での学習構造

(3) 教師はミミをどう受けとめたか

次いで、『ミミ号の航海』を教室で使った教師が、ミミについてどう考えたか、そのごく一部を紹介してみよう。その観察研究を行ったのは、ハーバード大学の教育工学センターである(文献2)。

① 教師の役割について

○私の教師としての役割は変化しています。私は促進者であって、教えるということなしに、彼らが興味をもったことに入り込んでいくのを助けるのです。それまでは、必ず教科書と実験とテスト。きっちりと決まっていたのです。○教師は補助者であり、助言者になることがわかります。教師は他のすべての手だてを探そうとする道具になるのです。私は、教室における援助の源です。かれらは私の所に来ます。かれらの前に立って、かれらの頭に注ぎ込むことではないのです。この教材は、授業を促進します。○これは、子どもたちが、教室のなかで進行していることについて自分のことばで発言するのを促し

ます。○他の理科の授業よりも、もっと参加があり、活動に巻き込まれます。教師と生徒の間に、より親和的なやりとりが増えます。

② 教師にとっての魅力

○私は、このようなアプローチが好きです。そして、これが直接的活動だということも好きです。いまの理科の授業は、教科書に頼っています。直接活動はあるけれども、私が考える理科の教え方を本当に満足させるような教材を学校は提供してくれなかった。○クラスの子どもたちは、ビデオを見るのを待てないのです。パッケージのすべてが、かれらにとって興奮に満ちていました。これは、新しくワクワクするような学び方です。それに、私にとってもそうなのです。○とっても興奮しました。私はビデオテープを家にもって返って夫に見せました。それはとてもすばらしいので、巻き込まれたいと思わないわけにいかないのです。○長い間のなかで初めて、私はそこに本当に浸りたいものを見つけました。これは、18年間教師をやってきて、最高のものだと思います。その可能性はきわめて大きい。

文 献

- 1 Pea, R.D. & Sheingold, k. (Eds.) (1987) Mirrors of Minds : Patterns of Experience in Educational Computing, Ablex Publishing.
- 2 Storey, K. S. and Julyan, C. L. (1985). The Integrated Design and Use of Computers and Television in Education. Technical Research Report, Educational Technology Center, Harvard Graduated School of Education.

2. 『ミミ号の航海』開発の背景

(1) ところを映す鏡

『ミミ号の航海』を開発中のバンク・ストリート教育大学にいたロイ・ピー（現在、ノースウェスタン大学教授）は、その第一シリーズが放送されてからしばらく後、同僚と一緒に一冊のすぐれた本を出版した。同大学のCCT（子どもとテクノロジーのためのセンター）が、めざましい研究成果をあげていた時期でもあり、『ミミ号の航海』の主人公、少年C. T. の名は、そこに由来するのかもしれない。その有力メンバーであったロイ・ピーとカレン・シェインゴールド編（1987）『心を映す鏡：教育でのコンピュータ利用における経験の諸形態』は、それまでのCCTの成果を集大成したものであり、近年の教育メディア研究のなかで、きわめて有意義かつ特異な価値を示している [Pea, R.D. & Sheingold, K. (Eds.) Mirrors of Minds : Patterns of Experience in Educational Computing, Ablex Publishing, Chestnut ; N. J., 1987]。

編者のピーとシェインゴールドの序文によれば、教育におけるテクノロジーの役割に関しては、あまりにもしばしばコンピュータが議論の出発点になる。コンピュータと情報技術の発展がこうだから、教育は云々という形で語られすぎている。しかし、編者らの信念は、教育と学習者の側からテクノロジーの利用を考えることであって、本書は、そのようにして遂行された研究の成果を集めたものである。

もっとも重要なのは、社会的文脈と人間の文化が、テクノロジーを用いる学習に深くかかわ

るという点である。教育におけるテクノロジーは、それじたい、文化と人間の心の中であって、それらを映し出す鏡としてはたらく。個人や教室の特定の在り方の中で、テクノロジーの利用が生じるのである。この観点をもっともよく反映しているのが、本書の第1部「文脈の中でテクノロジーを使う」であって、次の5論文から成っている。

- ① LOGO使用の現実の解釈：J・ホーキンス
- ② 理科と数学教育のためのマルチメディア技術を教師はいかに採り入れるか：L・マーチン
- ③ 教育におけるマイクロコンピュータのための機能的環境：D・ニューマン
- ④ 都市部の教師たちのために技術的将来に備える：K・シェインゴールド、L・マーチン、M・エンデゥルワイト
- ⑤ 基礎技能を越えて：少数グループ地区の学校のためのリテラシーとテクノロジー：W・サイモンズ

これらの著者たちは、コンピュータを含む文化的道具が、特定の文脈の中でそれらが使用されることによって、いかに形づくられ変化させられるかを考察している。その意味で、コンピュータ技術の利用は、それらを使う教室や学校や地域の性格を映し出すのである。人の心だけでなく、社会的関係や文化的価値も、そこに現われる。

しかし、そのようにして映し出される人間的要素が、それじたい、テクノロジーの性格に反映している。コンピュータは、どのような文脈でそれを利用するかという解釈が、何よりも重要となる道具である。教育の場面で、何のためにそれを使うかということが、もっとも大切な問いとなり、それは、教育の目的をどう考えるかという私たちの思考と態度にかかわってくる。

『ミミ号の航海』は、小学校高学年から中学校低学年を対象にした教材として、これらの問題を考えるのに格好の例である。ローラ・マーチンの論文「理科と数学教育のためのマルチメディア技術を教師はいかに採り入れるか」が、それを直接に扱っている。本書には、これ以外にも、第Ⅲ部「テクノロジーの性格を形成する」の中に、『ミミ号の航海』の開発と利用について論じている次の2つの論文がある。

- ⑪ コースの道筋をつくる：『ミミ号の航海』の形成的研究とデザインに教師を巻き込む：C・チャー、J・ホーキンス
- ⑫ 子どもの学習のためのインタラクティブ・ビデオディスク：C・チャー、D・ニューマン、W・タリー

ここで、かいつまんで振り返れば、『ミミ号の航海』は、小学校高学年～中学校低学年を対象にした科学教育の教材群である。この教材群に基本的な文脈を与えているのは、帆船ミミ号が鯨の調査を目的に、北大西洋を航海するテレビドラマである。この連続ドラマは、乗組員が集ってミミ号が出港し、鯨の調査をおこないながら、船が浅瀬に乗りあげそうになったり、嵐に会って無人島に難船し、みなで協力しながら生き延びて、無事に港に帰りつくまでを描いている。この物語の中に、理科や数学の豊富な課題が埋め込まれている。

(2) 多重の入口と埋め込まれた文脈

○課題への多重の入口

その際、とくに強調された2つの考え方がある。ひとつは、学習者と教師の多様なニーズに対応するように、テクノロジーの性格をデザインすることである。つまり、テクノロジーを用いる教師と生徒に、同一の活動を達成するのに、レベルの異なった多重の道筋を用意しようとすることである。多様なメディアの構造と組み合わせを工夫することによって、学習課題への「入口の多重レベル」を確保することである。そのために、『ミミ号の航海』では、テレビ・ドラマ、テレビ・ドキュメンタリー、本、測定用具付きのコンピュータ・ソフト、ワーク・ブック、掛図、教師用手引書などが開発された。

○埋め込まれた学習の文脈

もうひとつは、学習者と教師とテクノロジーが、その中で機能する広くて複雑な文脈に注目することである。教室の中のできごとは、単に課題を教え学ぶという抽象的な過程ではない。むしろ、教室における学習課題は、教室の外の文化や価値観も含めて、埋め込まれたいくつもの文脈の中で、それらが相互に課題の遂行に影響するような形で生ずるものとみなされる。ここで、教室の中での学習に関しては、教材の文脈性と学習場面の状況性が問題になる。一方で、特定の教材やテクノロジーをどう採用し、どう利用するかについては、教室の外の諸文脈がより重要になる。

したがって、『ミミ号の航海』の開発にあたっては、それを利用することになる教師や学校、学校区の態度、経験、組織の性格も分析の対象となった。それはたとえば、コンピュータの教室での利用が、しばしば、特定の教師の先導によって始められたり、また、その利用形態は、学校区の組織の方針によって影響されたりすることがあるからである。その際、重要なのは、教師の研修であり、『ミミ号の航海』では、その開発過程に教師の研修を組み込むこととした。

ローラ・マーチン自身の研究スタイルも教師の役割を重視したものである。彼女は、あるインタビューに答えて次のように言っている。

「バンク・ストリートから離れていた間に、教師がどのように教え、子どもがどのように学ぶかについての多くの仕事をしました。そこから生じてきた関心のひとつは、教師がテクノロジーを、教室の中だけでなく、リソース・ツールとしても、いかに有効に使うかということです。子どもとコンピュータについてはとても注目され、多くの研究がなされているのですが、教師とコンピュータがいかにインタラクティブになれるか、そして、その関係を援助する研究というのは、それほどなされていないのです。」(McCarthy, R. "Behind the Scenes at Bank Street College." *Electronic Learning*, October /1989, 30-34.)

(3) 教材群の構造と性格

『ミミ号の航海』開発の主要な方法は、多様なメディアを統合して教材群をつくるということと、主幹メディアとしてテレビドラマを用いたということである。このことの意義を確認するために、まず、『ミミ号の航海』パッケージに含まれる「教師のための概要ガイド」から、その「導入」部分を抄訳してみよう。

○『ミミ号の航海』の教師への案内

『ミミ号の航海』の世界ようこそ！このことばで、あなたが、ある特別な場所に入ってしまったという印象を受けても、それはまちがいでありません。これから述べる「ミミ」の構成要素は、多くの点で、あなたの学級で、今、ひろげられようとしている世界の基本的要素なのです。

まず、13回のテレビドラマ・シリーズは、この世界に「ミミ」という名前を与えているものです。それは、この世界の環境そのものであり、それを特徴づける雰囲気と操作的な原理を提供する統一的な文脈を備えています。

この環境的な枠組みのなかで、教師のための概要ガイド、生徒用の本（ミミの本）、学習モジュール（コンピュータ・ソフトと実験器具）、ワークブック、壁かけチャート、そして、学習活動とプロジェクトが、あなたの学級の特有の条件に合うように組み立てられるのです。

『ミミ号の航海』の世界は、好奇心と不思議を感じる心が栄える世界、科学が、固定された答のあつまりを貯蔵する静的な戒律ではなく、問いにもとづくダイナミックな仕事として理解される世界です。そして、これはあなたが積極的に参加する領域であり、あなたじしんが、生徒と一緒に学んでいく世界です。

生徒を成功に導く動因としての教師の役割は、科学のカリキュラムを提示するときに、きわめて重要です。科学の内容に不思議と驚きの心をもって接する教師は、内容に沿って不思議そのものと交流します。科学が人間的価値のための人間による活動であり、他の人間的関心とかかわりを持ち、科学者が私たちと同じように人間であることを強調する教師は、子どもたちが、生涯の選択のなかで、何らかの形で、科学にかかわり続けるように励ますことができるでしょう。もっとも大切なのは、可能な場合いつでも、教師が「それはすごい質問だ。わたしも答はわからない。わかるかどうかみんなでやってみよう」と言うことが、生徒たちに科学の精神を伝えるだろうということです。

科学の仕事の成果は、まず、良い問いの組み立てによるのです。そのために、問いは、生徒たちとあなたによって、みつけられなければなりません。教室いっぱいの生徒に向かって「私は知りません。」と言うのは、ほうとうに勇気のいる行為です。それは教室の政治を劇的に変えます。すべてを知っている教師が、空の容器である生徒に知識を注ぎ込むかわりに、生徒と教師は共同者であり、一緒になって共有できる知識を増やすのです。

教室いっぱいの生徒に向かって「私は知りません。」と言うのは、ほうとうに勇気のいる行為です。それは教室の政治を劇的に変えます。すべてを知っている教師が、空の容器である生徒に知識を注ぎ込むかわりに、生徒と教師は共同者であり、一緒になって共有できる知識を増やすのです。

「みんなでやってみよう。」ということに結びついた落とし穴もあります。多くの科学カリキュラムは、直接体験の実験をとおして科学的概念を発見させることを強調しています。生徒と教師は、これらの実験室の作業を、しばしば、「正しい」データと「正しい」結論に到達するうえでの生徒の技能のテストであるとみなします。実際、うまくいかなかった実験室作業は、予期しなかった結果をもたらしたものが何であるかを明らかにする機会を与えてくれます。そしてこの経験が、教科書どおりの完全な実験作業よりも、もっと有用な学習機会をもたらして

くれるでしょう。』

以上のことを、ローラ・マーチンの論文に戻って再確認してみれば、『ミミ号の航海』の開発にあたっては、学校で何が科学の学習に変化をもたらすかという問題にかかわるいくつかの概念的前提があった。それは、①具体的で情意的な経験から始めること、②科学をすることの社会性を強調すること、③科学の実践への教師の参加を促進すること、という3点にまとめられる。

○具体的で情意的な経験から始める

開発チームは、子どもたちに、まず具体的で情意的な経験を与え、それから、より抽象的な活動に移るという道筋を企画した。それは、具体から抽象へという伝統的な考えからだけでなく、学習が文脈のなかで生起するという最近の研究成果にももとづいている。その結果、『ミミ号の航海』の基幹部分は、若い科学者たちがニューイングランドの沖で鯨の調査を行うという冒険物語を描いた連続テレビドラマとなった。このドラマが進行するなかで、教室の子どもたちは、ミミ号の乗組員がさまざまな科学的「実験」を行うのを見る。ドラマの各回には、その内容に対応したドキュメンタリー編もつくられ、ドラマの登場人物が博物館や研究所などに専門家を訪ねて、ドラマのなかの課題が科学の現場で実際にどう研究されているかを伝える。

また、「学習モジュール」として提供される4種類のコンピュータ・ソフト及び生徒用ワークブックも開発された。それは、「海図と航海術」「鯨とその環境」「生態系シュミレーション」「コンピュータ入門」である。テレビドラマの文脈を背景にすることによって、コンピュータを使う学習の意義が、子どもたちに自然に納得されるように仕組みられている。また、これらのソフトの利用によって、課題の具体的な次元と抽象的な次元を結びつける経験を子どもに与えることを期待している。たとえば、「鯨とその環境」のモジュールには、光、音、温度を測定する実験用のセンサーが付けられている。教室では、これらの道具を使って実際に測定を行い、その直接的な経験を、ソフトを使って表象の次元で吟味する。それによって、グラフ用紙と温度計だけではできなかったような、現実の科学者の仕事にとっても近い実践をすることができる。

『ミミ号の航海』の教材群のなかには、ドラマとドキュメンタリーの内容を全部含んで、関連する情報と教室でする課題についても提示している教科書がある。また、コンピュータの学習モジュールと一緒に使うワークブックもあり、それには、モジュールの内容説明、コンピュータを使った活動を助けるためのガイド、作業用の図、記録用のスペースも含まれている。このように、印刷教材は、テレビ番組やコンピュータから得られる情報を、べつの表現（シンボル）形態で繰り返し経験することを可能にし、文字で表現する方が適している関連知識や科学における記号法の説明も含んでいて、科学における抽象的思考への橋渡しという役割も担っている。

○科学をすることの社会性

第二に、『ミミ号の航海』の開発者たちは、科学をすることには社会的な性格が伴うことを、子どもたちに示すことが重要であると信じていた。事実、科学の仕事は社会のなかで、人間の価値や文化とかかわる形でなされている。そのために、ドラマではミミ号の乗組員が共同で仕事をしていることを示し、印刷教材は、教室で共同でできる課題を示唆し、コンピュータの学習モジュールは、実際、子どもたちが協力して取り組むよう設計されている。問いと興味を共

有ることが、子どもたちの探索活動を促進するものと期待された。

○科学の実践への教師の参加

第三に、ミミの教材群は、科学の実践に教師が参加するということを考慮した。それは、教材群をいかに利用し、教室での活動を展開していくかという判断を、教師自身に大きくゆだねるということを意味する。そのために、『ミミ号の航海』は、通常のカリキュラムを補助するものとして企画され、教授目標の系列というものは示しておらず、むしろオープン・エンドの問いを、その環境のなかに埋め込んでいる。しかし、同時に、教師による判断を援助するために、教室での課題や活動に関する提案を示しているのである。『ミミ号の航海』は、図らずも、科学がどのように社会とかわり、技術がどのような文脈で使われるべきかという重要な問題を問うてもある。

資料1：ドラマ編第3回「浅瀬にて」(抄訳)

グロセスター港を出て2日目、ミミ号はジョージ・バンクに向かって航海を続けた。そこは、メイン湾の中でザトウ鯨が餌をとる主な場所である。サリー・ルースはアーサーに、船の舵のとりかたを教えていた。レイチェルは、鯨を探すのにマスト台の中にいた。

「鯨がぜんぜん見えないってほんとうかい？」C. T. はデッキからレイチェルに叫んだ。「心配しないで、C. T.」彼女は答えた。「鯨が見えたら、まず、あなたに知らせるから。」ラモーンが、みんなを朝食に呼ぶためにデッキに上がってきた。「オッオー」、と彼はアーサーが舵を操っているのを見て言った。「君は、運転免許証もってるのかい？」「関係ないよ。」とアーサーが言った。「まるで大きなビデオ・ゲームみたいだ。」サリー・ルースが彼の肩をたたいて、羅針儀箱を指差した。アーサーは、ラモーンと冗談をいっているうちに、ミミ号の航路をはずしてしまった。

「それを1-2-0に合わせて。」とサリー・ルースはアーサーに指示した。

船室ではキャプテンがアンに航路の説明をしており、そこにC. T. も加わった。

「われわれはここにいる。」と、航海図を指しながらグランビル船長が言った。

「1-2-0に向けた航路を進んでいる。ジョージ・バンクの北西の角に着くまで、このコースをたどる。この辺の浅瀬のほんの手前・・・」

「ぼく、浅瀬が何か知っているよ。」C. T. が割り込んで言った。「水深が浅いことだ。」

「この辺の、水深が浅い所のすぐ手前で、」船長が続けた。「航路を変えて、この海峡を通る。」

「なるほど、」アンが同意した。「ザトウ鯨は、この海岸線のどこでも餌を食べられるわ。浅瀬に着くまでにどれくらいかかりますか？」

船長は海図の上で距離を測るために分割器 (divider) を使った。「ちょうど50マイルだ。」と彼は言った。それから彼は、速度を計算するために、ノット・メーターを見た。「ちょっとおかしいな。」と彼は言った。「もっと早く進んでいると思っていたが。とにかく、5ノットの定速で、浅瀬に着くまであと10時間だ。」

「ノットって何？」C. T. はきいた。

アンが説明した。「ノットは、速さの単位よ、C. T.。1ノットは、1時間に海の1マイ

ルの速さ。]

グランビル船長は、ノット・メーターをたたいた。

「何か問題があるんですか？」アンがきいた。

「あそこの浅瀬は、ほんとうにやっかいなんだ。」船長が答えた。「暗くなる前に、あの海峡に入り込みたい。」

船長はデッキに上がっていき、C. T. は海図を眺め込んだ。「たいへんだ、」彼はジョージ・バンクのある地点を指しながら叫んだ。「不発の水中爆雷があると書いてある。それにぶつかったらどうしよう。」彼はレイモンにきいた。

「それはないだろう。」ラモンは、海図を見ながら答えた。「ここに深さが示してある。爆雷は、海中126ひろの深さにある。1ひろは6フィートだ。だから・・・」「756フィートのゆれ動いている水。」アーサーはうめきながら言った。彼は船酔いにかかったのだ。

資料2：ドラマ編第11回「祝宴」(全訳) (C) 1985 Bank Street College of Education

次の朝、レイチェルとアーサーは、水がどれだけ溜まったかをチェックし、それが上々なのを発見した。大きな問題がひとつ解決した。

「それに、蒸留器が、わたしたちが生き延びるのに十分な水をつくってくれるかどうかも心配してたのよ。」レイチェルがしかめ面で言った。

「きのうの夜、雨がふるなんて、知らなかったもんね。」アーサーが答えた。

レイチェルは笑った。「蒸留器は、もう貯水池だわ。」

朝食ができて、ラモンが叫んだ。「こっちに來いよ。食べよう。！」

いちばん遅れて来たのはC. T. だった。「君が朝食を食べそこなうなんて思わなかったけどね。」ラモンが少年に言った。「どこに行ってたの？」

C. T. は振り返って、朝一番にした仕事を誇らしげに指差した。林のはずれの木に、アメリカ国旗がさかさまにかけられていた。

グランビル船長は、孫にむかってほほえんだ。「よくできたよ。」と船長は言った。

でも、アーサーは不思議に思った。「旗がさかさまじゃないか、C. T.」

「旗をさかさにかけるのは、遭難のしるしなんだ。おじいちゃんがぼくに教えてくれた。」

朝食のメニューには、誰も満足しなかった。

「ふたくち嘔むだけで、朝食がおわりだ。」アーサーがためいきをついた。

「ぼくらは切り詰めなきゃならないよ。」ラモンが説明した。「五日分だけの食料で、港を出たんだから。」

「だから、はっきりしているのはね、」アンが結論を言った。「わたしたちは、何とかして、自分たちで食料を探さなければならないということね。」

アーサーは、疑問に思った。「この岩の上で？ 飢えの町だぜ、ここは。」

「いつだって海があるでしょう。」サリー・ルースが指差した。

ラモーンが喜んだ。「そのとおりだ。魚釣りをすべきなんだ。」

「ラモーン、あなたの釣りをあてにするくらいだったら、昼食までに助けがきたほうがましょ。」レイチェルがにやっと笑って言った。

「潮が引いている間に、浜辺でいろいろ採れるでしょう。」サリー・ルースが提案した。

C. T. は、手にいっぱい野いちごを出した。「ほら、いいでしょう。ほくがみつけたんだ。」

乗組員のみんなは、この無人の「岩」からの収穫を集めに、散り散りになっていった。

アーサーとC. T. は、植物といちごを集めた。C. T. は何を探したらいいかを知っていた。

「浜豆だ。畑の豆のように料理することができる。」彼はアーサーに言った。

「ミルクウィードだ。ブロッコリーのような味がするよ。」

「どうしてそんなに知っているだい？」アーサーは驚いてたずねた。

「ママが教えてくれたのさ。」C. T. が答えた。

「ママは食べられる野草について何でも知っているんだ。でも、気をつけなきゃいけないよ。」彼は、紫色の花を指して注意した。「食べられる草もあるけど、アイリスの種類は、ぜんぶ毒なんだ。」

「ヘイ、これはどうだい？」アーサーは、きのこを指して叫んだ。

「触るな。」C. T. は言った。「それが毒かどうか知らないんだ。でも、ルールはね、それが何かははっきりわからないときは、触ってもいけないし食べてもいけないということ。」

そうしているうちに、他の人は、浜辺と潮だまりで探しまわっていた。

レイチェルは、サリー・ルースとラモーンに収穫物を見せた。「イガイとハマグリよ。私たち、ごちそうが食べられるわ。」彼女は叫んだ。

「うーん、それはすごいな、レイチェル。」ラモーンは、がっかりしたように言った。「でも、残念だけど、それは食べられないよ。」

「赤潮よ。」サリー・ルースが付け加えた。「その貝は毒かも知れないの。」

レイチェルは理解できなかった。「ここの水は赤くないわ。それに、わたし、何回も自分で貝をとって、食べたことがあるし、いつも何ともなかったのよ。」

「それは、君が貝をとった浜が、検査済みだったからだよ。」ラモーンが説明した。

「それに、海が赤く見えないときもあるの。」サリー・ルースが付け加えた。

ラモーンが続けて言った。「それが赤潮と呼ばれるのは、ときに、いつでもではないけど、海水が赤っぽく見えるからだよ。赤潮は、微生物で、ハマグリやイガイやカキがそれを食べるんだ。それは貝には何でもないんだけど、その貝を人間が食べると死ぬこともある。赤潮は、春と夏に起こりやすいんだ。この辺の海水に微生物がいるかどうかわからないだろう。」

レイチェルはうなずいた。「せっかくのチャンスがなくなっちゃった。」彼女はためいきをつけて、バケツいっぱいの貝を捨てた。「漁師の気持ちがわかるだろう。」とラモーンがなぐさめた。

そして間もなく、サリー・ルースがそれを取り返すようなものをみつけた。彼女はそれを高くもち上げた。

「ロブスターだ！」ラモーンが叫んだ。

「あれは食べてもだいじょうぶ？」レイチェルがたずねた。

「だいじょうぶ。ロブスターは危険な微生物を食べない。」とラモーンが答えた。

その間、C. T. は森のなかで食物を探しつづけていた。一緒にいたアーサーは、テントにもどって、通信装置の故障を直そうとしていた。

「アーサー、あなたのラジカセを分解してるの？」レイチェルがきいた。

「そうさ。」アーサーが悲しげに答えた。「VHFの送信機を直すのに、使える部品がないかどうか調べなきゃね。」

C. T. は、ナップサックにいっぱいの食物を入れてキャンプに帰ってきた。彼がとってきたのは、ウシボウフウ、トナカイゴケ、アカクローバー、タンポポ・グリーン、そして、肉。

「それは何。それは何だったの？」アーサーがきいた。

「ウサギさ。」C. T. は答えた。「わなをしかけてつかまえたんだ。すごくおいしいよ。」レイチェル以外は、みんな感心した。「おー、ひどいわ。」彼女は叫んだ。

「C. T.、ほかの食物をみんな見てごらんささいよ。かわいそうなウサギを殺すことなんてなかったわ。！」

「へい、みんながこんなにたくさん探したなんて知らなかったよ。」C. T. は反論した。「ぼくが知っていたのは、ぼくらが食物をとっても必要だということだけだった。だから、ぼくも探したのさ。ウサギの肉は食物だ。」

レイチェルは納得しなかった。「ウサギは考えることができるのよ。人間はウサギをペットとして飼うけど。ペットのロブスターなんかいないでしょ！」

アーサーが口をはさんだ。「レイチェル、僕が知っているブルックリンのやつだけど、カタツムリをペットにしてるぜ。そいつをジョン・トラボルタなんて叫んでさ。かわっているやつだけどね。」

C. T. の気分は傷ついた。「ぼくは、みんなのためにこれをつかまえた。簡単じゃなかったよ。」

「いいわよ。」レイチェルが言い返した。「でも、わたしはそれ食べない。」

「きみは、ハンバーガー食べるだろう？」C. T. はきいた。「ホット・ドッグは？ フライド・チキンは？ ステーキは？ ポーク・チョップは？」

「オーケー、オーケー。」レイチェルは認めた。「でも、わたしは、そういう食物になる動物を外で殺したりしないわ。」

「誰かがしなきゃならない。」アーサーが静かに指摘した。「どんな生き物だって、ほかの生き物を殺して生きなきゃならない。」

レイチェルはためらった。「わたし... 知らないわ。このこと、考えなきゃいけない。」と彼女は言った。

「さあ、あなた、からっぽのおなかで考えたくないでしょう。」アンがほほえみながら言った。「料理をしましょう。！」

みんなが、祝宴を準備するためにおお忙しで働いた。準備がおわり、みんなはテーブルを囲んだ。彼らの前に並べられた食物をながめて、アンが深くうなづいた。「考えてみてよ。ここにあるどんな小さなものも私たちの手で集めたのよ。」

彼らはみな、いきおいよく食べた。海草を食べ、イチゴを噛み、サラダの草をムシャムシャ食べた。彼らは、ロブスターとウサギの味を比べた。

レイチェルは、他のみんながウサギの肉を味わっているのを見ていた。ついに、彼女は言いだした。「きいて、C. T.。」彼女はやわらかく言った。「ごめんね。さっきは、あの姿に驚いてしまったの。あなたがあれをつかまえたのはすごいわ。」

「いいんだよ。」彼ははずかしそうに言った。「ありがとう。」

船長が、食べるのをいったんやめた。

「みんなに言いたいことがある。」彼は言いはじめた。「これは、すばらしい食事だ。そして、みんながいなかったら、私はここで食事を楽しむことはできなかった。君たちは、私の命を救い、私の船を救ってくれた。どれだけ感謝していいかわからないくらいだ。」

かれは、乾杯しようとしてグラスをあげた。「君たちは、私がこれまで一緒に海に出たなかでもっともすばらしく勇気のある乗組員だ。」

船長のことばをみんなが味わっている間、ほんの少し沈黙の時間が流れた。それから、レイモンが言った。「あなたが困難を切り抜けられて、みんな嬉しいです、船長。」みんなの方を向いて、彼は叫んだ。「みんなで頑張って、みんな嬉しい。」

「グランビル船長のために。」アンが言った。彼らは、グラスをもちあげ、乾杯した。

こうして祝宴は続けられ、午後の太陽がゆっくりと水平線のむこうに沈もうとしていた。漂流者たちにとって、障害はまだ残っていた。しかし、彼らは今、乗組員であるとともに、家族であると感じていた。

資料3：利用教師の証言（抄） 出典；

Storey, K. S. and Julyan, C. L. (1985). The Integrated Design and Use of Computers and Television in Education. Technical Research Report, Educational Technology Center, Harvard Graduated School of Education).

I. 教師の役割について

- 1) 校内のビデオの数が少なく、私はミミを週に2日しか使えませんでした。私は、毎日一定の時間をとって学習活動を進めたかったです。
- 2) ふだん私がクラスを教えるやり方は、もっと講義ふうのものです。ミミはそのやり方を変えます。私は黒板に向かっているのではない。
- 3) 私の教師としての役割は変化しています。私は促進者であって、教えるということなしに、彼らが興味をもったことに入り込んでいくのを助けるのです。それまでは、必ず教科書、実

験、2週間ごとのテスト。もっときっちりと決まっていたのです。

- 4) 私は教師は補助者であり、助言者になることがわかります。教師は他のすべての手だてを探そうとすることの道具になるのです。私は、教室における援助の源です。かれらは私の所にきます。かれらの前に立って、かれらの頭に注ぎ込むことではないのです。このパッケージは、授業を促進します。
- 5) これは、子どもたちが、教室のなかで進行していることについて自分のことばで発言するのを促すように思います。
- 6) 他の理科の授業よりも、もっと参加があり、活動に巻き込まれます。教師と生徒の間に、より親和的なやりとりが増えるのです。

II. 利用時間について

- 7) (ミミを2週間毎日使った教師) 私は、それぞれのユニットでいいと思うものを使うよう計画します。教師用ガイドには、多くのことがあり過ぎる気がします。可能性のすべてが盛り込まれている。実際、時間が足りないのです。。。だから、私は、いちばんいいと思うことを選択するのです。
- 8) (その教師が、使った時間が適切な長さだったかという問に対して) いいえ、私はパッケージのすべてをやってみようと思いました。2週間とちょっとかけました。それでも、もっと討論したかったのに、できなかったことがたくさんあるのです。もう少し、深いところまでやりたかった。時間が足りなかったのです。次にやるときには、もっと時間をかけたいと思います。
- 9) (10月から2月まで毎日45分使った教師) 週に2~3回だけこれを使う教師なんて想像できません。何か発展的な課題をやろうと思ったら、完全に時間をかけなければならないプログラムです。
- 10) これが意図されたとおりに使おうと思ったら、分断できないですよ。本当に構成されているんです。だから、私は、これを正当に使おうと思ったらカットできないという結論に達したのです。
- 11) 子どもたちの興味は、ユニットの終わりに近くなって落ちてきたようでした。おそらく、かれらはひとつの単元にこんなに長く取り組んだことがなかったためでしょう。これはものすごい単元で、終わりになるまで子どもたちの否定的な感想は聞きませんでした。かれらは、そのときまでに満たされてしまったのだと思います。

III. 教師にとっての魅力

- 12) 私は、このようなミックスされたアプローチが好きです。そして、これが直接的活動だというのも好きです。いまの理科の授業は、教科書に頼っています。直接活動はあるけれども、私が考える理科の教え方を本当に満足させるような教材を学校は提供してくれなかったのです。
- 13) 私のクラスの子どもたちは、ビデオ・テープを見るのを待てないのです。パッケージのすべてが、かれらにとって興奮に満ちていました。これは、新しくわくわくするような学び方です。ビデオとコンピュータを統合して。両方とも子どもたちは使うのが本当に好きなのです。教科書をただ読んでいるのではない。これは、かれらにとって、学習への新しくわくわ

くする接近法です。それに、私にとってもそうなのです。

- 14) 本と活字で仕事をしている教師は、いつもテレビやビデオ、コンピュータと競争をしているのです。私のクラスの子どもの多くは、自分のコンピュータをもって、視覚的世界に慣れています。学校に来て本を読むのはたいくつなのです。それはやる気を起こさせるには十分ではないし、動機づけを与えるには、われわれはたくさんをしなければなりません。これは、コンピュータとテレビを肯定的なしかたで、学習体験として、教室に持ち込みます。もはやそれらと競争しているのではない。われわれはそれらを使っているのです。私が好きなのはその点です。
- 15) とっても興奮しました。私はビデオテープを家にもって返って夫に見せました。。。それはとても素晴らしいので、巻き込まれたいと思わないわけにいかないのです。
- 16) それは、こんなに長く（11年）教師をしている私を新鮮な気持ちにさせたのです。しばらくすると圧倒されて、これは新しい対象であり、いままで試みられなかったことです。これらの教材に向かっていき、考えを発展させるのは刺激に満ちています。
- 17) 長い間のなかで初めて、私はそこに本当に浸りたいものを見つけました。。これは、18年間教師をやってきて、最高のものだと思います。その可能性はきわめて大きい。

IV. 子どもたちの反応

- 18) 私は、こんな反応を見たことがありません。かれらは、やってきて、夢中になるのです。
- 19) 興奮の水準は、とてもとても高く、グループとしては、いままでで最高とは言わないまでも、それと同じくらいです。
- 20) そこには協同ということがもっとありました。コンピュータや学習活動は、子どもたちが一緒にやることを要求したのです。コンピュータ活動は、すべて、スクリーンの上の情報を記録したりするのに、複数の子どもを必要としたのです。かれらは、次に何をするかを決めるのに一緒にはたらし、学習を進めるのに意見を一致させなければなりませんでした。
- 21) 「救助隊」（「地図と航海術」モジュールのコンピュータ・ソフト）を始めた最初の日から最後の日になるまでに、かれらの協力のしかたには大きな変化が見られました。最初は、かれらは、にわとりのように走り回って、スクリーンから情報が早く消えすぎてしまうと、それこそパニックでした。かれらは、仲間の乗組員と一緒に叫び回っていたのです。終わりになるにしたがって、かれらの作業は、とてもスムーズに静かになり、もっと構成され協力することが多くなりました。
- 22) プロジェクトのひとつは、ミミ号のコピーをつくることでした。絵をなぞっただけの子どももいましたが、4人は実際にミミ号の模型をつくりました。素晴らしいことだと思いました。とても多くの子どもが本当に注意深い学習をして、ミミをめぐるプロジェクトは、私が経験したなかでいちばんいいものだったと思います。

V. 学習の機会について

- 23) すべての体験をしたい子どもがいます。かれらは、読むだけでなく、見て、読んで、体験したいのです。ほとんどの子どもは、何に対しても、一種類の提示だけでは足りません。
- 24) これをしているすべての時間に、子どもたちは興味をもち、だから、十分にはできないほどでした。それまで、かれらは退屈することが余りにも多かったのですから、これはすてき

なことです。3つの異なった形式で提示されるという力動的な構造があります。これは、かなりのことだと思います。

- 25) 毎日ちがったアプローチがあったために、子どもたちは、より少ない時間でより多くの情報を得、おそらくより多く習得しました。異なったアプローチが、違ったしかたでかれらの想像力に火をつけ、私ができることよりも多くを与えたのだと思います。
- 26) すべての構成要素がとてもいいので、より多くの要素を体験するほど、よりうまくいくと思います。実際、私がとてもおもしろいと思ったことのひとつは、テレビが本を強化し、本がテレビを強化することです。うまい再強調がそこにはあり、討論が活発になります。
- 27) 私が子どもの前に立って、同じことを5回言うのではなく、かれらはそれを本で読めるし、テープで見られるし、外でリサーチもできるのです。
- 28) かれらの注意の持続時間はそう長くないのですが、ここでは、ビデオを15分、コンピュータを15分、印刷教材を15分やったあとに討論を15分やる。同じ教材を4つか5つの異なった方法でやって、かれらは退屈しないのです。なおかつ、その教材を繰り返し繰り返しやることもできる。かれらはそれと知らずのうちに、教材を強化することが本当にできるのです。
- 29) 遅れがちの子が、以前よりももっとよく反応を返してくれるように思えます。
- 30) 小学校で理科と社会科の学習が、わかることを目的とした読みの活動以上のものではないことに終止符を打ちます。これは科学を、そのような形態から自由にするのです。読むことが苦手な子どもも、この教材パッケージをとおして理科の学習に成功することができます。ここには、読みの要素も含まれますが、ビデオテープや他の活動が、そのような子どもにも科学を楽しむチャンスを与えます。

Ⅵ. パッケージの構成要素について

A. テレビ

- 31) (テレビを使うことに対しての) 不満に、子どもたちはただ座ってテレビを見ているだけだというのがありますが、私はそうは思いません。確かにかれらは座って見っていますが、技法がちがうのです。とてもしばしば、私にかれらにビデオを2度見せました。最初は楽しむため、2度目は特定のものを探しだすためです。
- 32) 物語りをドラマ化したという考えが、私はとても好きです。子どもたちは、それを本当に楽しみました。教育的な物語りをフィクションの文脈に混ぜ合わせて、授業にそれを使うことができる、ということが私にとってはっきりしました。
- 33) ビデオはとても興味をそそります。制作者たちは、ビデオを、私のような教師がいくつもの方法で使うことができるように、たくさんのひっかけがあるように設計したのです。
- 34) 時間の関係で、私は探訪編かドラマ編のどちらかをカットしようかとも思いました。でも、このプログラムをそれが意図されたように使いたかったら、それはできないことに気づいたのです。これらは、本当にジョイント継ぎ手のように、互いに関連づけられて作られています。私はとうとう、これを正当に使おうと思ったら、カットできないという結論に達したのです。

D. 教師用手引き

- 43) この手引きがなかったら、このプログラムを正当に使うことはできないでしょう。このガ

イドはとても注意深く編集されています。反対できるところはありません。制作に携わった人たちは、子どもを知っていました。ものごとをどのように一緒にしたらよいか、考えの開発について知っていました。

- 44) (手引きの中では) 私たちが自分でリサーチにたくさんの時間を使わなくてもいいように、質問と若干の背景が示されています。主題についてもうちよつとよく理解し、うちよつと知識をもって話すのにとっても役立ちます。