

アメリカの科学教育文献に見る科学的リテラシーの特徴

Brief Summary of the characteristics of Scientific Literacy ; Based on some research papers in the United States

人見 久城

HITOMI Hisaki

宇都宮大学教育学部

Utsunomiya University

[要約] 本稿では、アメリカの科学教育の目的と科学的リテラシーの関係について、次のことを指摘した。(1)アメリカの科学教育の目的は、社会的事情に影響を受け、変化してきている。科学教育への社会的な課題の導入を指摘され、1990年代後半以降、誰もがより良い市民となるための準備としての科学教育のあり方が提言されている。(2)内容面では、自然科学領域の枠組みを踏襲しながらも、社会との関連や科学史、探究としての科学などの視点にも配慮したカリキュラムが提案されるようになっている。(3)以上の変遷は、科学的リテラシーを特徴づける側面とも重なっており、科学教育の目的と科学的リテラシーとは表裏の関係にあるといえる。

1. はじめに

アメリカの科学教育の目的と科学的リテラシーの関係は、どのようになっているのであろうか。また、それらは不変なものなのであろうか、あるいは時代とともに変わってきているのであろうか。本稿では、これらの問いに答えるために、アメリカの科学教育カリキュラム研究に関するいくつかの文献をもとに、科学リテラシーの定義や特徴を整理する。

2. 科学的リテラシーをめぐる整理

Trowbridge & Bybee (1996)をもとに、科学的リテラシーの背景、領域、次元について整理する。

2-1. 科学的リテラシーの背景 (Background)

Trowbridge & Bybee は、科学的リテラシーを定義するために、「1人の市民として、科学的技術的な素養をもった人は、科学や技術の何を知り、何に価値を見いだし、何をすることができればよいだろうか」という質問から考えている。そして、この質問に答える上で、①この質問には、科学と技術の両方が含まれている、②知識、価値、スキルが含まれている、③市民という側面から質問に答える、ということに留意する必要がある、ことなどを考えなければならないとしている。さらに、科学的リテラシーの特徴をさぐるために、1960年代以降の文献レビューをし、年代ごとのとらえ方をまとめている(表1~4)。

表 1. 科学的リテラシーの特徴：1960 年代

NSTA(National Science Teachers Association), Theory into Practice (1964) 概念的なスキーマ	NSTA(National Science Teachers Association), Theory into Practice (1964) 科学の過程	Milton Pella (1966)
<p>(1) すべての物質は素粒子と呼ばれる単位から構成されている。ある条件下では、これらの分子はエネルギーに変換され、また、この逆も起こりうる。</p> <p>(2) 物質は、有機的水準の階層に分類することができる単位の形式で存在する。</p> <p>(3) 宇宙の物質の振る舞いは、統計的な基盤で記述することができる。</p> <p>(4) 物質の単位は、互いに影響し合う。すべての普通の相互作用の基礎は、電磁気力、引力、核力である。</p> <p>(5) 物質のすべての相互作用をする単位は、平衡状態に向かう傾向がある。そこでは、エネルギー容量（エンタルピー）が最小で、エネルギー分布（エントロピー）が最もランダムになっている。平衡に達する過程で、エネルギー変換または物質変換が起こる。それにもかかわらず、宇宙のエネルギーと物質の総計は変わらないままである。</p> <p>(6) エネルギーの一つの形態は、物質の単位の運動である。そのような運動は、熱や温度に原因があり、固体、液体、気体という物質の状態に原因がある。</p> <p>(7) すべての物体は、時間と空間の中に存在し、相互作用はその単位の間で起こるので、物体はある程度、時間ともに変化を受けやすい。そのような変化は、様々な割合で、様々なパターンで起こるであろう。</p>	<p>(1) 科学は、何世紀にもわたる経験に基づいた、宇宙は急変することはないという仮定の上で進む。</p> <p>(2) 科学的な知識は、純粹に私的な視察に対比して、公的な調査が可能な物体の標本の観察に基づいている。</p> <p>(3) 科学は、少しずつ進む。たとえ科学は、自然の様々な部分や側面の体系的で総合的な理解を達成しようと目指していても、である。</p> <p>(4) 科学は、完結した営為ではないし、多分決してそうではないであろう。宇宙の事物がどのように振る舞い、それらが互いにどのように関係するかということについて発見されるであろう、ずっと多くのことが残っている。</p> <p>(5) 測定は、現代科学のほとんどの分野の重要な特徴である。なぜなら、法則の確立と同様に法則の定式化は、量的な区別の発展を通して促進されるからである。</p>	<p>(1) 科学と社会の相互関係</p> <p>(2) 科学の倫理</p> <p>(3) 科学の本質</p> <p>(4) 概念的知識</p> <p>(5) 科学と技術</p> <p>(6) 人文科学における科学</p>

表 2. 科学的リテラシーの特徴：1970 年代

Michael Agin (1974):	Victor Showalter (1974)	Benjamin Shen (1974)
(1) 科学と社会	(1) 科学の本質	(1) 実用的な科学リテラシー
(2) 科学の倫理	(2) 科学の概念	(2) 市民的な科学リテラシー
(3) 科学の本質	(3) 科学の過程	(3) 文化的な科学リテラシー

(4) 科学の概念の知識 (5) 科学と技術 (6) 科学と人文科学	(4) 科学の価値 (5) 科学と社会 (6) 科学への関心 (7) 科学に関連した技能	
--	---	--

表3. 科学リテラシーの特徴：1980年代

NSTA(1982): Science- Technology- Society Education 1980s	NCEE(1983): A Nation at Risk.	Murman & Raizen (eds.) (1988): Improving Indicators of the Quality of Science and Mathematics Educa- tion in Grades K-12	AAAS (1989): Science for All Americans.
(1) 科学的・技術的な過程と探 究的技能 (2) 科学的・技術的な知識 (3) 個人的・社会的な決定にお ける科学的・技術的な技能 や知識 (4) 科学・技術の態度、価値、 よさの認識 (5) 科学に関連した社会的問 題による科学・技術・社会 の間の相互作用	(1) 物理学・生命科学の概 念・法則・過程 (2) 科学的な探究や推論の方 法 (3) 日常生活への知識の応用 (4) 科学的・技術的な発展の 社会的・環境的な意味合い	(1) 科学的な世界観の 本質 (2) 科学的営為の本質 (3) 科学的な思考の習 慣 (4) 科学と人間社会の 諸事	(1) 科学の本質 (2) 数学の本質 (3) 技術の本質 (4) 物理的背景 (5) 生命環境 (6) 人間 (ヒト) (7) 人間社会 (8) 設計された世界 (9) 数学的世界 (10) 歴史的観点 (11) 共通の主題 (12) 思考の習慣

表4. 全米科学教育スタンダードとプロジェクト2061のベンチマークの内容の概要

全米科学教育スタンダード	プロジェクト2061のベンチマーク
(1) 統合概念と過程 (2) 探究としての科学 (3) 物理学 (4) 生命科学 (5) 地球・宇宙科学 (6) 科学と技術 (7) 個人的・社会的な展望における科学 (8) 科学の歴史と本質	(1) 科学の本質 (2) 数学の本質 (3) 技術の本質 (4) 物理的背景 (5) 生命環境 (6) 人間 (ヒト) (7) 人間社会 (8) 設計された世界 (9) 数学的世界 (10) 歴史的観点 (11) 共通の主題 (12) 思考の習慣

2-2. 科学リテラシーの領域 (Domain)

Mortimer 他(1982)、National Research Council (1995)、および AAAS (1993)をもとにして、科学リテラシーの領域は、表5のように整理されている。

表5. 科学リテラシーの内容についての枠組み

目標	体系化された知識の習得	知的・操作的技能の育成	考えと価値についての拡張した理解
内容の領域	次の分野の中で： 教科 物理学 生命科学 地球科学 統合概念 科学や技術の本質	次の過程の中で： 科学的探究 技術的デザイン	次の分野の中で： 個人的な事柄 社会的な挑戦 歴史的な展望 文化的な展望

2-3. 科学リテラシーの次元(Dimension)

科学リテラシーの次元は、以下のように分けられている。ただし、これらは学習の流れを示すものではないことに注意する必要がある。

①科学的な素養のない次元 (Scientific Illiteracy)

- ・ 科学に関する質問に答えられない。
- ・ 科学的な用語、概念、内容を獲得していない。

②ごくわずかな(見かけ上の)科学的素養がある次元 (Nominal Scientific Literacy)

- ・ 科学的な用語、質問は理解できるが、知っているトピックは適切ではない。
- ・ 科学概念やプロセスに関して誤った考えをもっている。
- ・ 科学的な現象に対する説明が適切ではない。
- ・ 科学に対するとらえ方は弱い

③使える程度の科学的素養がある次元 (Functional Scientific Literacy)

- ・ 科学的な語彙を使える。
- ・ 科学的な用語を正しく定義できる。
- ・ 専門用語を暗記している。

④概念や手続き的な科学的素養がある次元 (Conceptual and Procedural Scientific Literacy)

- ・ 科学概念上のスキーマを理解している。
- ・ 科学的知識やスキルを手続きを通して理解している。
- ・ 科学の学問領域のつながりや領域における構造を理解している。
- ・ 科学の原理やプロセスを理解している。

⑤多次元的な科学的素養がある次元 (Multidimensional Scientific Literacy)

- ・ 科学の独特の性質を理解している。
- ・ 科学と他の学問の違いを理解している。
- ・ 科学の歴史や科学の本質を知っている。
- ・ 社会的な文脈での科学について理解している。

3. Hurd (1998)による科学リテラシーに関する整理

Hurd(1998)では、科学リテラシーの概念に至るまでの流れを概括されるとともに、個人的・社会的な文脈で生徒に習得が求められるものの事例が豊富に例示されている(表6)。また、科学リテラシーを持った人とはどのような人かについて、その特徴も合わせて例示している(表7)。

これらは、科学的リテラシーを学習内容の側面から検討していく際に参考になるとと思われる。

表 6. 個人的・社会的な文脈で生徒に習得が求められるものの事例

-
- ・ 健康（生物学的、行動科学的、社会的、環境面）
 - ・ 心身の快適（健康と安全、生活を楽しむ）
 - ・ 自分自身に関する知識（人間の本質、アイデンティティ）
 - ・ 環境（生態学的、環境的な防御）
 - ・ コミュニケーション（情報源、プロセス、情報の活用）
 - ・ 科学（技術、社会、文化的な交流）
 - ・ 成長と発達（誕生から老年まで）
 - ・ 学び方の学習（自己学習、プロセスの習得）
 - ・ 人間の社会的な交流、社会的な問題の解決に向けた共同
 - ・ 人類の多様性（個人、文化、価値）
 - ・ 生活の質（基準、社会的、生物学的、審美的、肉体的な要素）
 - ・ 実生活での問題解決（意思決定、実践的思考、判断、行動）
 - ・ 科学のイメージ（過去、現在、未来の視座）
 - ・ 社会と技術に関する未解決の問題
 - ・ 現在の科学と公共的政策
 - ・ 食糧と農業（バイオテクノロジー、遺伝子組み替え技術）
 - ・ 日常生活におけるスキル（個人的・社会的な判断）
 - ・ 健全な生活（違法な薬物、流行性疾患の制御、癌、性感染症）
 - ・ 人口問題（人口爆発）
 - ・ 生態系における多様性（絶滅種）
 - ・ エネルギー（資源と管理）
 - ・ 科学と技術に起因した問題に関する価値と道徳
 - ・ 地域における行動への参加（リサイクル、都市交通の緩和、衛生）
 - ・ 人類や動植物の繁栄（バイオテクノロジー）
 - ・ 社会的な問題や生活の質に関連した科学と技術に関する戦略的な研究
 - ・ 人類や社会の繁栄に関係した行動
-

表 7. 科学的リテラシーのある人についての特徴の例示

-
- ・ 専門家と情報をもたない人を区別する。
 - ・ 社会的な文脈での科学は、政治、裁判、倫理や道徳的な側面の次元をもつことを知っている。
 - ・ 科学的研究の進め方とそれがいかに承認されたかについて理解している。
 - ・ 日常生活や社会的な決定、判断、問題解決、行動に対して、科学的知識を使う。
 - ・ 占星術、いんちき療法、オカルト、超能力のような擬似科学と科学を区別して考えることができる。
 - ・ 「人類にとって際限のない活動」として科学の本質を理解している。

- ・ 科学研究者を知識の生産者として、市民を科学的知識の活用者としてとらえる。
- ・ 科学や技術の知識が関係した意思決定において、論理の飛躍、危険性、限界、確率を理解している。
- ・ 事実から知識が導かれる過程を知っている。
- ・ 科学的概念、法則、理論は不変ではなく発展し、今日学校で教えられる事項が将来も同じ意味をもつとは限らないことを知っている。
- ・ 個人的・社会的な文脈での科学的な解答は、ひとつの正しい解答のみとは限らないことを知っている。
- ・ 原因と結果の関係が成り立たない場合があることに気づいている。
- ・ 世界経済は、科学と技術の発達に大きく影響を受けていることに気づいている。
- ・ 文化的、倫理的、道徳的な問題は、科学的かつ社会的な問題に含まれることに気づいている。
- ・ 合理的な判断や信頼できる判定をするために十分な根拠を持つことは誰もできないことを知っている。
- ・ 宣伝と事実、仮想と現実、無意味なことと良識、意見と知識を、区別して考えることができる。
- ・ 自然科学や社会科学などの異なる分野からの知識を統合するような場合に、科学的/社会的、個人的/公共的な視点を持っている。
- ・ 科学の領域でまだわかっていないことが多くあることや、偉大な発見が将来起こる可能性について気づいている。
- ・ 科学的リテラシーとは、人類や日常生活の文脈において、科学と技術を活用したり、分析、統合、分類、評価したりすることであることを理解している。
- ・ 科学と技術、科学と技術と人類の問題の関係を理解している。
- ・ 科学的/社会的な問題への性急な解決策は、別の問題を引き起こすことを理解している。

4. 科学リテラシーと言語活用能力の関係

Their & Daviss (2002) は、その著書「New Science Literacy」でリテラシーについて論じている。科学についての学習と言語活用能力とを結びつけるという意味で「新しい」という表現をしているが、科学リテラシーの定義に関して新しい内容を提案してはいない。

全米科学教育スタンダードに、探究に関する説明がある。すなわち、探究は、観察、仮説の設定、既知情報に関する先行文献調べ、観察や実験の計画、結果からわかることの特長、情報集積や分析、データの解釈、仮説への解答、他の事象への適用、コミュニケーション活動などを含む複合的なものとされている。Their & Daviss はこの考え方に立ち、言語と科学を融合させた学習の必要性とそのあり方について述べている。そして、第4～10学年における実践例を引用しながら、学習のあり方を具体的に検討し、その学習を進める上で必要な実践的資料も提供している。

著者によるおもな結論は、次のとおりである。

- ① 国語と科学は相互に依存しているので、両教科を連携させた学習は、生徒の知識とスキルを高めることに役立つ。
- ② 国語と科学を融合させた学習は、2つの領域を結びつけるだけでなく、特に探究という文脈において有効である。

- ③ 国語と科学の融合を図るために、教師のための指導方略や手法と、生徒に習得が期待される成果を示す。
- ④ 科学を教える教師と生徒のための学習スキルを拡張する。もし、生徒が科学的に考え、効果的に表現するようになれば、生徒は多くの分野での学習でその能力を発揮するだろう。

生徒に習得が求められる科学的な技能として、「詳細な記述、比較と対比、予測、事象を連続したものとしてとらえる、原因と結果を結びつける、事実と意見を区別する、精確な意味の言葉を選ぶ、推測する、結論を導く」などを挙げている。1960年代に提案されたいわゆる「科学の方法」に類似するものもいくつか見られるが、言語活用の側面から捉える技能もあり、興味深い。

また、生徒に習得が期待されるパフォーマンスとして、

(1) 読解

読解で生徒に習得が求められる能力、相補的な読み方、事実の探索、科学の読み書き、他

(2) 記述

記述で求められる能力、科学実験ノートの記述、発表のしかた、ノートの取り方、記述に関するチェックリスト（生徒、教師）、グループ学習のしかた、他

(3) 話し方、聞き方

発表のしかた、グループ学習、記録のとり方、探究的な議論、

(4) メディア利用

などが挙げられ、それぞれチェックリストとともに提案されている。ここでは、読解力に関するパフォーマンスの例とそれを深めるための手がかり（生徒用チェックリスト）、文章の読解をもとにした議論を進めるためのルールを、それぞれ表8～10に示す。

表8. 生徒に習得が期待されるパフォーマンス「読解力」

- 文章から、解釈、推論、結論、実生活との関係を正確に読み取る。
- 文章の解釈、個人的な文脈による理解、確かな根拠などを区別する。
- 解釈するために根拠を明確にし、考え方を適用する。
- 主題と考えを比較し、区別する。
- 文章を読む際に、理にかなった関係づけをする。
- 著者の視点を把握するために、文章表現の手法を理解する。

表9. 「読解力」を深めるための手がかり（生徒用チェックリスト）

○予測

- ・何について書かれた文章なのだろうか。（タイトルから予測する）
- ・次に何が述べられるのか。（友人と話し合ってみる）

○読む前に考えてみる

- ・なぜ、この文章を読むのだろうか。
- ・なぜ、この著者による文章を読もうと思ったのだろうか。
- ・この文章から、自分は何を得ようとしているのだろうか。
- ・自分の生活とどのように関係しているだろうか。
- ・このトピックから、自分は真に何を得ようとしているのだろうか。

○読んだ後に考えてみる

- ・まだ理解できていないことは何だろうか。
- ・さらに知りたいと思うことは何だろうか。
- ・このトピックに関して疑問に思っていることは何だろうか。

○評価

- ・この著者が述べた最も重要な考えとは何だっただろうか。
- ・もし自分が著者であったとしたら、何を最も重要な考えとして述べたであろうか。

○言い換え・翻訳

- ・この文章のテーマは何か。
- ・友人やグループのメンバーに、自分の言葉で、自分が読んだ内容を説明できるであろうか。

○要約

- ・読んだ文章から、鍵となる概念を特定できるだろうか。また、それらを使って、要約文を書けるだろうか。

○用語や意味の理解

- ・用語や文章の意味はつかめたか。
- ・自分が理解する上で手がかりとなったことは何だっただろうか。
- ・意味のわからない用語はあっただろうか。その意味を推定するような表現はあっただろうか。

○読解に関する振り返り

- ・もしこの文章を再び読むとしたら、今回理解していることと違うことを知るために何をしようか。
- ・読み終えて、分からなかったことや混乱していたことが整理されたのは、何が原因だろうか。
- ・読み終えて、他に思ったことは何だろうか。

表 10. 文章をもとにした議論を進めるためのルール

- 教師は、一緒に考える仲間であり、指導者ではない。教師は、自分の考えを表明しないし、生徒の意見を評価したりしない。
 - 教師や議論の司会者は、いくつもの正しい答えが出てくるような具体的な質問を投げかける。
 - 文章を予め読み、トピックに関する基礎的情報を持っている者だけが、議論に参加できる。
 - 司会者は、なるべく質問を投げかけるようにし、無理に答えさせるようなことは控える。
 - 生徒は互いの顔が見えるように座り、直接話すようにする。
 - 発表者は、自分の意見を指示するような文章中の表現を含んで話すようにする。
 - 文章の著者が引用している場合を除き、第3者の考え（例えば、アインシュタインはかつて、◇◇と述べているが・・・などのように）を引用して自分の考えを述べてはいけない。
 - 教師や司会者は、生徒が自分の考えを自信をもって言えるような訊き方をするようにする。
 - 生徒は、議論が終わるまでは、個人の意見を述べないようにする。
 - 質問されたとき、ときには「パス（次の人へ）」を言ってもよいが、頻繁にならないようにする。
-

科学の学習は自然界の事象を理解することをおもなねらいとしている。Their & Daviss は、このねらいが保証されるためには、自然界を説明するために使われる用語や意味を正確に解釈し、他人に伝えるスキルを習得することが重要であるとする。つまり、科学の学習は、言語活用スキルの習

得に依存していると理解される。このことを説明するために、著者らは興味深い事例を挙げる。例えば、「湖は汚れているか？」という問題を考えるのである。この問題は何を意味するのであろうか。誰もがまず、「湖の水は有害な物質を含んでいるか」と言い換えることができる。しかし、この言い換えは、さらに多くの問いを含んでいることに気づかされる。すなわち、「有害な物質とは何をさすのであろうか」「どの程度の濃度が検出されたのであろうか」「その濃度は、私たちの健康に有害なレベルなのであろうか」「有害であるかどうかについては、どのような研究がされているのだろうか」「誰が研究したのか」「研究成果は偏りのない方法で検証されているものか」「水の汚れの度合いは、国が決めた汚染物質に関する許容量（基準）を超えているのだろうか」「そのような許容量は適切なレベルだろうか」などのような具体的な問いや、探究の手がかりとなる設問が、連続的に派生するのである。

著者は、さらに次のように続ける。「科学技術の発展が著しい時代に生きる私たちは、以上のような問題に対して、一人の市民として答えを考えていかななくてはならない。これを考えるためには、科学的事実やプロセスを理解したり、科学的な情報を互いにやりとりする上で有効な言語表現を用いなければならない。科学的根拠に基づいた意志決定ができる市民を育てるために、学校でそのような教育を行うことが重要となる。科学の学習と言語活用に関する学習とを融合する必要性は、ここにある。」 科学リテラシーを市民として備える資質として捉え、さらに言語活用能力の育成と融合させることに、著者の主張があることが読み取れる。

それでは、どのような学習方法がよいのであろうか。著者は、3つの側面を指摘する。すなわち、(1) 生徒に習得が期待される言語活用に関するパフォーマンスの明示、(2) 科学と言語活用とを結びつけるための学習方法の検討、(3) メタ認知的な視点の検討、である。

「言語活用に関するパフォーマンス」とは、科学的な事実、概念、スキルに関する生徒の理解を促進させ、習得の度合いを教師が知ることはそれらの評価につながるという。具体的には、①読解、②記述、③話し方・聞き方、④メディア利用などにおけるスキルの習得、に分けられている。

また、「科学と言語活用とを結びつける学習方法」については、探究的な学習を進める上で特に効果を示すと説明されている。理由は、「自然の事象を理解するための豊かな体験は、多くの用語や表現を使うことを必要とする」からとされる。そして、科学的な探究の過程において、生徒の関心を言語や表現に向けさせることに若干の注意を払えばよいことが、学習上の留意点として述べられている。

最後に、どのような科学用語をどのように使うかについて生徒に気づかせることは、まさに「メタ認知的な側面」であるとし、そのような点に気づくことを生徒が思考の習慣として習得することが重要であるとしている。

5. おわりに

アメリカの科学教育の目的は、社会的事情に影響を受け、変化してきている。20世紀のそれらを俯瞰して、Bybee and DeBoer (1994)は、思考の訓練、社会的な問題への問題解決法の適用、冷戦時代の国家安全保障などを挙げている。また、環境問題や感染疾病、人口問題なども、科学が社会的な課題に対応すべき側面をもつ例として指摘している。Hofstein and Yager (1982)は、科学教育への社会的な課題の導入を指摘し、その後、科学教育におけるS T S (Science, Technology, & Society) アプローチを展開した。1990年代後半になり、AAAS (1989)による Science for All Americans と、National Research Council(1996)の全米科学教育スタンダードが発表された。両

者では「すべての人のための科学」という点が強調され、誰もがより良い市民となるための準備としての科学教育のあり方が提言されている。また内容を見ると、自然科学の領域（いわゆる物理・化学・生物・地球宇宙科学）の枠組みを踏襲しながらも、社会との関連や科学史、探究としての科学などの視点にも配慮したカリキュラムが提案されている。以上のような変遷は、表1～4に示された科学的リテラシーの特徴とも重なるところである。科学的リテラシーの定義を、学習によって習得させる資質や能力という立場で議論している以上、科学教育の目的と科学的リテラシーとは表裏の関係にあるといえる。

科学リテラシーの内容と学習方法に関する議論は広範囲にわたっているが、本稿では最近の事例として Their & Daviss(2002)を例示した。科学リテラシーの習得を、探究的な学習の深化や言語活用能力の向上と融合させながら促進させていこうとする提案は、興味深いものである。今後の研究の進展が期待される。

文献

- American Association for the Advancement of Science (1989): *Science for All Americans*, Oxford University Press.
- Bybee, R.W. and DeBoer, G.E. (1994): Research on Goals for the Science Curriculum. In D.L.Gabel (Ed.): *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Macmillan, 357-387.
- Hofstein, A. and Yager, R. (1982): Social Issues as Organizers for Science Education in the 80s, *School Science and Mathematics*, 82,539-547.
- Hurd, P. D. (1998): Scientific Literacy -New Minds for a Changing World-, *Science Education*, 82,407-416.
- Their, M. & Daviss, B. (2002): *The New Science Literacy -Using Language Skills to Help Students Learn Science-*, Heinemann.
- Trowbridge, L.W. & Bybee, R.W. (eds.)(1996); *Teaching Secondary School Science -Strategies for Developing Scientific Literacy-*, 6th Edition, Merrill, and Imprint of Prentice Hall.

表1～4で引用されているおもな文献名は次のとおり。

- NSTA(National Science Teachers Association), *Theory into Practice* (1964).
- Milton Pella (1966): Referents to Scientific Literacy, *Journal of Research in Science Teaching*, 4,199-208.
- Michael Agin (1974): Education for Scientific Literacy; A Conceptual Frame of Reference and Some Applications, *Science Education*, 58,3.
- Victor Showalter (1974): What Is Unified Science Education?, *Program Objectives and Scientific Literacy*, Prism II, 2,1-6.
- Benjamin Shen (1974): 表記なし。
- NSTA(1982): *Science-Technology-Society Education 1980s*.
- NCEE(1983): *A Nation at Risk*.
- Murnane & Raizen (eds.) (1988): *Improving Indicators of the Quality of Science and Mathematics Education in Grades K-12*, National Academy Press.

- American Association for the Advancement of Science (1989): Science for All Americans.