

日本における数学的リテラシーとその研究の動向：
科学技術リテラシー像策定の展望の中で

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2012-02-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長崎, 栄三, 阿部, 好貴 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/6402

日本における数学的リテラシーとその研究の動向

－科学技術リテラシー像策定の展望の中で－

長崎 栄三

国立教育政策研究所教育課程研究センター

阿部 好貴

広島大学大学院博士課程後期在学

1. はじめに

日本における科学技術リテラシー像を策定するための準備研究が、平成17年度に科学技術振興調整費によって約60名の研究者が参加して行われた（北原編，2006）。この準備研究では、平成18年度以降に実際に日本の科学技術リテラシー像を策定するための基盤整備が行われた。筆者らは、これまでOECD・PISAへの関与や実世界の問題の教材化や環境問題との関わりなどを通して数学的リテラシーに関わってきたが（例えば、長崎,2003;長崎他,2001;2004;長崎・瀬沼,2005;阿部,2004,2005）、この研究においては、科学技術リテラシーの先行研究・基礎文献を調査研究するグループに属し、日本における科学技術リテラシーの研究の動向等进行分析した（長崎編，2006）。本稿は、その研究成果のうちの数学的リテラシーの研究動向の分析結果に焦点を当ててまとめ直したものである。

この研究においては、科学技術リテラシーとは、「成人段階を念頭において、すべての人々に身につけて欲しい科学・数学・技術に関係した知識・技能・物の見方」であり、「科学技術リテラシー像」とは、その科学技術リテラシーをわかりやすく具体化し文章化したものとされている。そして、現在の日本において、このような科学技術リテラシーの意義・必要性について、次の4つが挙げられている。第1は、「科学技術についての判断」、すなわち、環境問題や人口問題、情報技術などに関して科学技術のあり方についての判断の根拠としての必要性である。第2は、「科学技術についての世代間の継承」、すなわち、人々が共通な基盤で考えるための世代間での科学技術についての知識や物の見方を共有としての必要性である。第3は、「学校教育における理科、算数・数学、技術の学習の長期的展望」、すなわち、小中高校における理科、算数・数学、技術の学習の目的について児童・生徒に長期的展望を示すことの必要性である。第4に、「科学技術教育の生涯にわたる目標の俯瞰」、すなわち、生涯学習社会における自己実現のための生涯にわたる科学技術教育全体の目標を俯瞰する必要性である（北原編，2006，pp.21-22）。

科学技術リテラシーの先行研究・基礎文献を調査研究するグループでは、主として、日本の科学技術リテラシーの研究動向、諸外国の科学技術リテラシーの動向、日本の児童・生徒の理科、算数・数学、技術の現状について分析を行った。本稿においては、まず、日本の科学技術リテラシーの研究動向の分析結果の概要を示し、そのあとで、数学的リテラシーに焦点を当ててその研究動向の分析結果をまとめ、最後に数学的リテラシーの研究にとっての今後の課題を挙げる。

2. 分析の方法

我が国における科学技術リテラシーの研究の動向を分析するために、1970年以降の科学技術、理科教育・科学教育、算数・数学教育、技術教育、博物館教育などにかかわる学会誌・専門雑誌の論文等を分析対象とする。分析対象としては、科学技術リテラシーに関する研究論文、展望、意見、学校における実践記録などを幅広く含めるので、「論文等」としている。分析対象の論文等を収集する始点を1970年としたのは、科学技術リテラシーが世界的に大きな話題となるのは1980年代以降だからである。そこで、それ以前を含めて分析するために、その10年前である1970年を論文等の収集の始点とした。

(1) 分析の観点

①科学技術リテラシー研究の時系列的な傾向

科学技術リテラシー研究の1970年以降の時系列的な傾向を把握するために、論文等の発表数を時系列に沿って量的に把握するとともに、独自性が高い主要な論文等についてその特徴を明らかにする。

②科学技術リテラシーに関する個別の視点

今後の科学技術リテラシー研究にとって必要な特質を分析的に把握するために、個別の視点から分析を行う。主な視点としては、次のようなものである。

- 1) リテラシーとは何か、その起源や必要性はどこにあるのか。
- 2) 科学技術リテラシーとは何か。
- 3) 科学技術リテラシーは、なぜ必要なのか。
- 4) 科学技術リテラシーは、各国の固有の文化とどのように関係するのか。
- 5) 科学技術リテラシーは、科学技術の教育課程とどのように違うのか。
- 6) 科学技術リテラシーの内容は、どのような規準によって規定されるのか。
- 7) 科学技術リテラシーの内容は、どのように記述されるのか。
- 8) 科学技術リテラシーは、どのような組織・運動で策定されるのであろうか。
- 9) 科学技術リテラシーを策定した後には、どのようなことが必要か。
- 10) 科学技術リテラシーの策定は、どのようにして評価されるのであろうか。

(2) 分析の対象

本稿で分析対象とした論文等は、次の文献に含まれているものである。なお、数学教育の分析で用いた文献（数学教育関係文献と称する）は、*印で示した15文献である。

【科学技術】

- 『日本学術会議月報』（日本学術会議事務局）1970-1996
- 『学術の動向：JSCニュース』（日本学術協力財団）1996-2005
- 『科学』（岩波書店）1970-2005
- 『日経サイエンス』（日本経済新聞社）1970-2005
- 『S&T ジャーナル，科学技術ジャーナル』（科学技術広報財団）1992-2005
- 『パリティ』（丸善）1985-2005
- 『数学セミナー』（日本評論社）1970-2005（*）
- 『数学のたのしみ』（日本評論社）1997-2002（*）

【理科教育】

- 『理科教育学研究，日本理科教育学会研究紀要』（日本理科教育学会）1978-2005
- 『理科の教育』（日本理科教育学会）1970-2005
- 『科学教育研究』（日本科学教育学会）1977-2005（*）

『日本科学教育学会年会論文集』（日本科学教育学会）1977-2005（*）
『研究報告』（日本科学教育学会）1986-2005（*）
『物理教育』（日本物理教育学会）1970-2005
『化学と教育，化学教育』（日本化学会）1970-2005
『生物教育』（日本生物教育学会）1970-2005
『地学教育』（日本地学教育学会）1978-2005
『環境教育』（日本環境教育学会）1991-2005

【数学教育】

『日本数学教育学会誌・数学教育学論究』（日本数学教育学会）1970—2005（*）
『日本数学教育学会誌・数学教育』（日本数学教育学会）1970—2005（*）
『日本数学教育学会誌・算数教育』（日本数学教育学会）1970—2005（*）
『数学教育論文発表会論文集』（日本数学教育学会）1970—2005（*）
『日本数学教育学会誌・総会特集号』（日本数学教育学会）1970—2005（*）
『全国数学教育学会誌・数学教育学研究』（全国数学教育学会）1995—2005（*）
『数学教室』（数学教育協議会）1970—2005（*）
『教育科学数学教育』（明治図書）1970—2000（*）
『教育科学算数教育』（明治図書）1970—1999（*）
『新しい算数研究』（新算数教育研究会）1970—2005（*）

【技術教育】

『日本産業技術教育学会誌』（日本産業技術教育学会）1970—2005
『産業教育学研究』（日本産業教育学会）1970—2005
『技術教育研究』（技術教育研究会）1972—2005
『技術教室』（産業教育研究連盟）1970—2005
『産業教育』（文部省職業教育課）1970—2001
『教育と情報』（文部省大臣官房情報処理課）1970—2001

【博物館教育】

『博物館学雑誌』（全日本博物館学会）1975—2005
『日本ミュージアム・マネジメント学会研究紀要』（日本ミュージアム・マネジメント学会）1977—2005
『博物館研究』（日本博物館協会）1970—2005

【教育学一般】

『教育学研究』（日本教育学会）1970—2005
『教育』（国土社）1970—2005
『教科教育学会誌』（日本教科教育学会）1970—2005
『現代教育科学』（明治図書）1970—2005

3. 分析の結果

（1）科学技術リテラシーの全体的な傾向

①科学技術リテラシー研究の論文等数

調査対象とした科学技術，理科教育・科学教育，算数・数学教育，技術教育，博物館教育，教育学一般の学会誌・専門雑誌からは，科学技術リテラシーの多様な論が見出された。

科学技術リテラシーを主題とした論文等は，調査対象とした1970年以降では，1981年から見出され，全体では約850件あった。科学技術リテラシーの論文等の数は，学会誌・専門雑誌の分野別に見ると，科学雑誌では約60点，理科教育文献では約300点，数学教育文献では約170点，技術教育文献約では150点，博物館教育文献では約10点，教育学文献では約150点である。全体の論文等数の年毎の変遷をまとめると，図1の通りである。

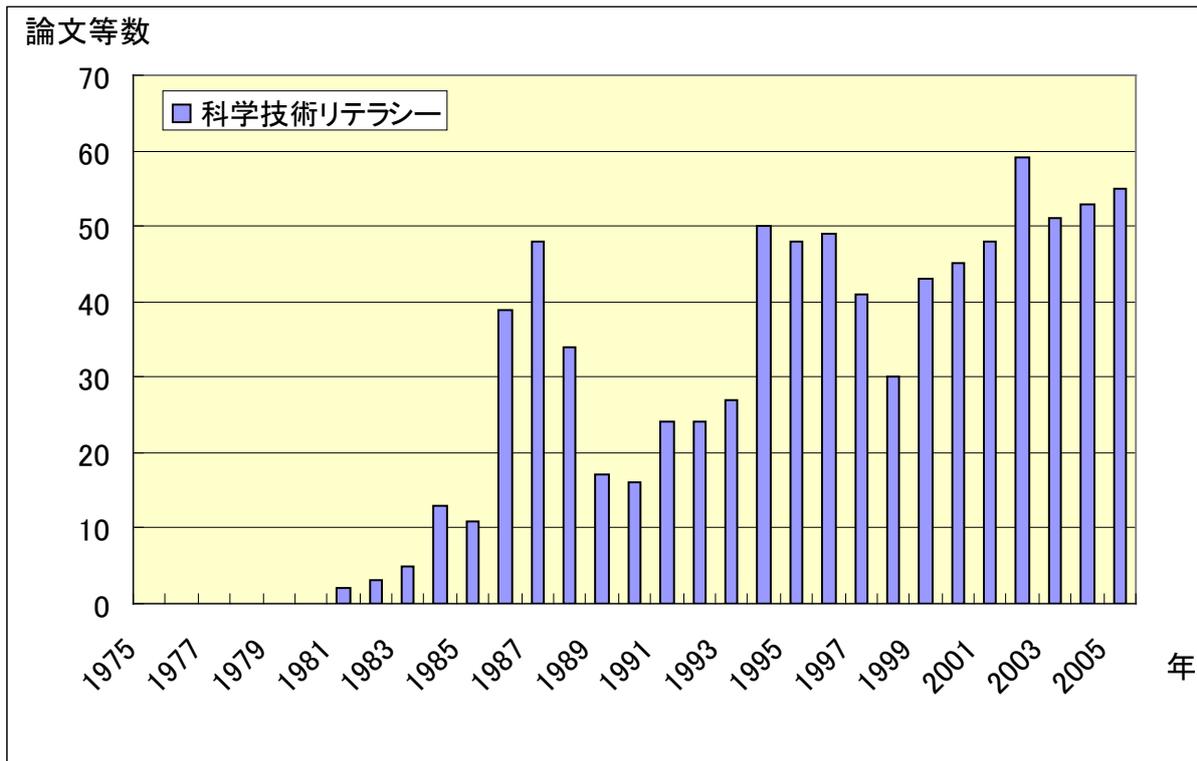


図1 我が国の科学技術リテラシーの論文等数の変遷

全体的に見ると、科学技術リテラシー研究の盛んな時期については、1980年代末に第1の山があり、1990年代後半に第2の山があり、そして、2001年に第3の山となり、その高原状態が現在まで続いている。

科学技術リテラシーの動向をさらに詳しく見るために、それぞれの文献の分野ごとの論文等数の変遷をまとめると、図2の通りである。

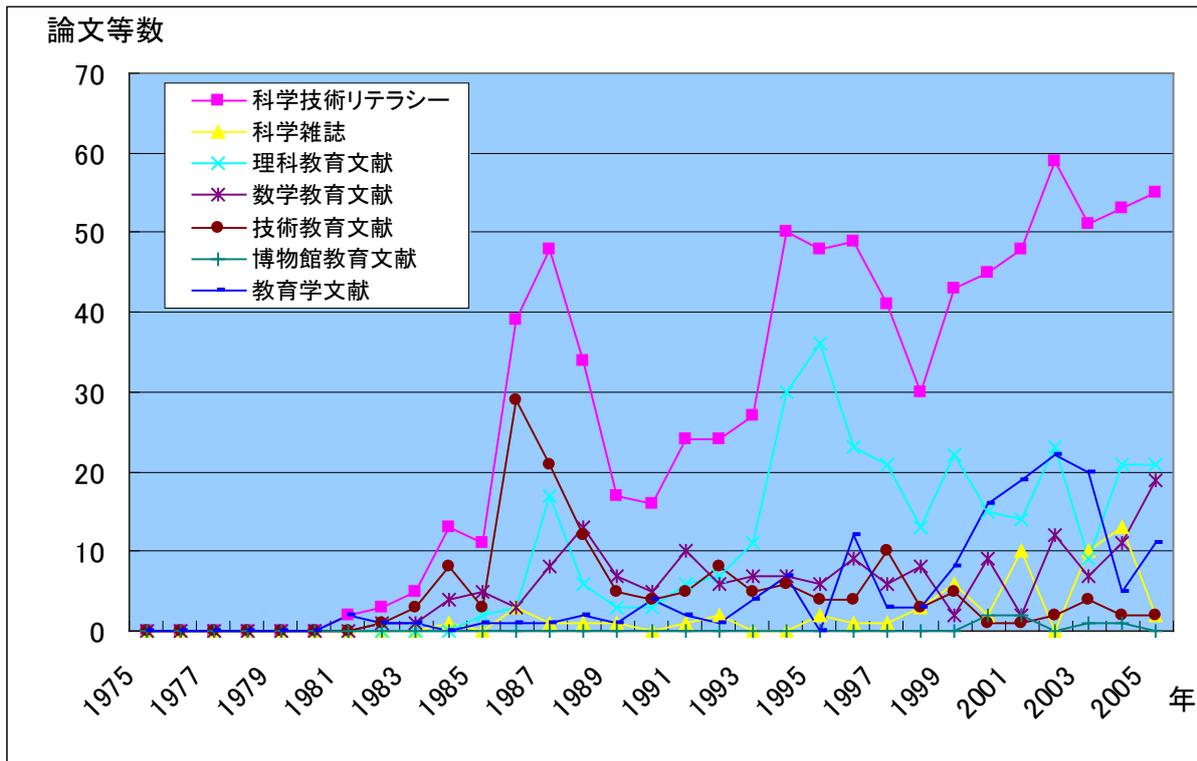


図2 我が国の科学技術リテラシーの分野ごとの論文数等の変遷

分析対象とした分野別に見ると、本研究で対象とした文献で、1970年以降、最初にリテラシーが論文等中に登場したのは、1981年に教育学文献にまず現れ、次に、1982年には数学教育文献と技術教育文献に現れ、1984年には科学技術文献に現れ、1985年には理科教育文献に現れている。博物館教育文献に現れるのは2000年になってからである。

リテラシー研究の盛んな時期は、そのリテラシーの内容に違いがある。第1の山である1980年代末は技術教育の分野でコンピュタリテラシーであり、第2の山である1990年代後半は理科教育の分野で科学的リテラシーであり、第3の山である2001年は教育学の分野でOECDの生徒の学習到達度調査(PISA)のリテラシーある。

②科学技術リテラシーの内容

分析対象論文等において、それぞれのリテラシーに関わる主たる科学技術の概念に着目したところ、次の15のリテラシーに分類できた。

なお、これらの分類においては、「リテラシー」と「リテラシィ」は区別せず「リテラシー」とし、「教養」、「素養」は「リテラシー」と読み替えており、英語のままの語は、原則として、その直訳語のところに分類している。なお、「科学的」(scientific)と「科学」(science)を分けたことについては、最近の我が国の科学技術リテラシーに関する論議の中で一部にこれらを峻別する意見があると言われていたので試論的に分けたものである。

- 1) 「科学技術」：科学技術リテラシー，科学・技術リテラシー，サイエンティフィック・テクノロジー・リテラシー
- 2) 「科学」：科学リテラシー，サイエンスリテラシー，サイエンス・リテラシー，自然科学リテラシー，グローバル・サイエンス・リテラシー
- 3) 「科学的」：科学的リテラシー，科学的リテラシィ，市民科学リテラシー，サイエンティフィッ

クリテラシー

- 4) 「STS」：STS リテラシー
- 5) 「環境」：環境リテラシー，環境科学リテラシー
- 6) 「地学」：地学リテラシー，アースリテラシー
- 7) 「数学」：数学的リテラシー，ニューメラシー，マテラシー，Mathemacy
- 8) 「統計」：統計的リテラシー
- 9) 「技術」：技術リテラシー，テクノロジーリテラシー
- 10) 「コンピュータ」：コンピュータリテラシー，コンピュータ・リテラシー
- 11) 「情報」：情報リテラシー，インフォメーション・リテラシー
- 12) 「メディア」：メディアリテラシー，メディア・リテラシー，マルチメディアリテラシー
- 13) 「ミュージアム」：ミュージアム・リテラシー
- 14) 一般的：リテラシー
- 15) その他

なお、それぞれのリテラシーを詳しく見ると、同名のリテラシーでもその規定は非常に多様であることが分かる（長崎編，2006，pp. 103-125 の「科学技術リテラシーに関する定義一覧」参照）。

（２）数学教育関係文献におけるリテラシーの年代別傾向

①数学教育関係文献におけるリテラシーの議論の全体的な傾向

数学教育関係文献の 15 文献において、リテラシーに関する論文等は、総数で 187 点であった。それらの論文等数の年代別の推移をグラフに表すと、図 3 の通りである。

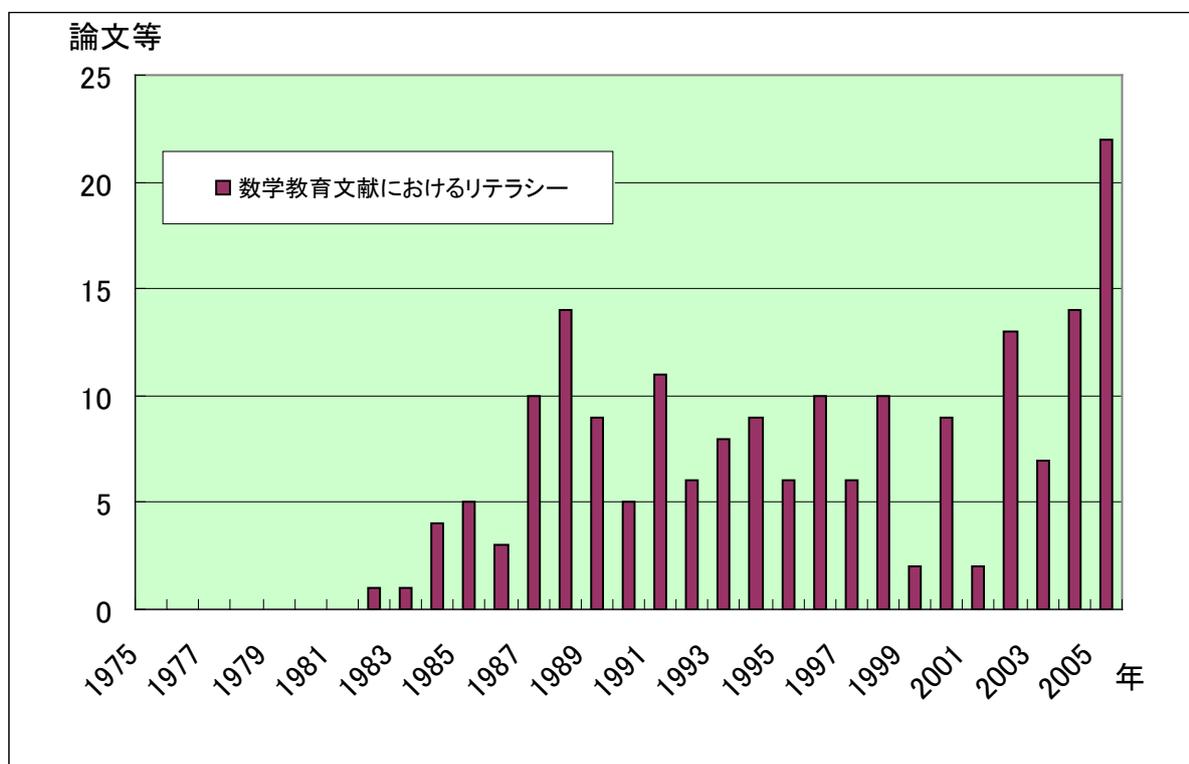


図 3 日本の数学教育関係文献におけるリテラシーに関する論文等数の推移

日本の数学教育関係文献におけるリテラシーに関する論文等数の推移を見ると、1980年代後半に1つの頂点があり、その後2000年代に入り、また増加している。

数学教育関係文献におけるリテラシーに関する論文等数の推移の傾向をさらに詳しく見るために、それぞれの論文等で述べられているリテラシーを分類し、その上で分類されたカテゴリーごとの論文等数の推移を調べた。

数学教育関係文献におけるリテラシーを分類したところ、大きく次の12のカテゴリーになった。数学的リテラシー、ニューメラシー、マテラシー、**mathemacy**、(数)量的リテラシー、統計的リテラシー、コンピュータリテラシー、情報リテラシー、リテラシー、ビジュアルリテラシー、メディアリテラシー、その他。これらの12のカテゴリー別・年代別の論文等数の推移をグラフに表すと、図4の通りである。

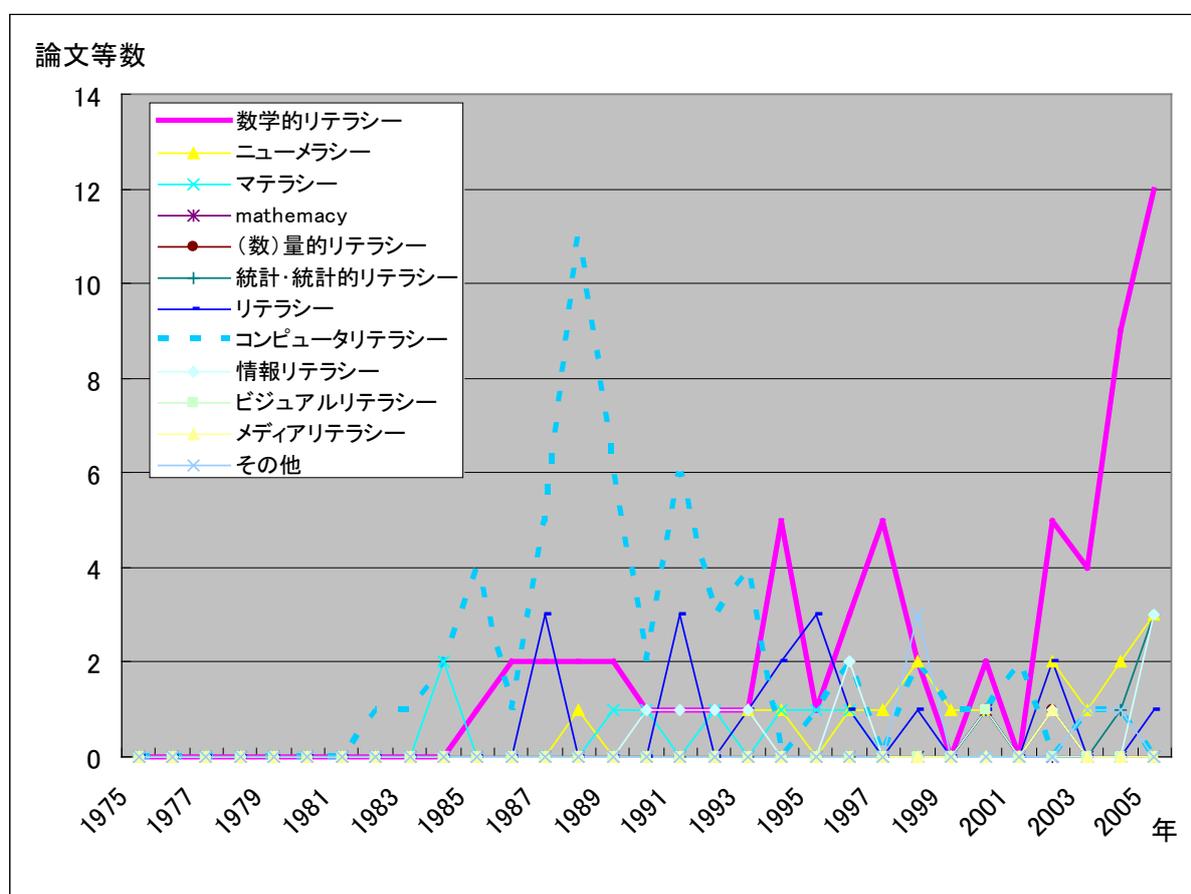


図4 日本の数学教育関係文献におけるリテラシーの論文等の分類・年度別の推移

数学教育関係文献におけるリテラシーの議論は、全体的に見ると、1980年代はコンピュータリテラシーなどについてであったが、1990年代半ばから次第に現在の数学的リテラシーへと移っている。これらのうち、1980年から1990年代半ばまでの議論の中心を占めていたのは、コンピュータリテラシー、情報リテラシー、ビジュアルリテラシー、メディアリテラシーという数学教育が直接には関わらないリテラシーに関する論文等であり、その数は74点に上っていた。

そこで、本稿で以下に扱う論文等は、数学教育に直接関わるリテラシー、すなわち、数学的リテラシー、ニューメラシー、マテラシー、**mathemacy**、(数)量的リテラシー、統計的リテラシー、リテラ

シーに関する論文等のみを取り扱い、分析の対象とする。すなわち、コンピュータリテラシー、情報リテラシー、ビジュアルリテラシー、メディアリテラシーなどは除くことにする。今後、このような数学教育に直接関わるリテラシーを「数学教育におけるリテラシー」とする。

②数学教育におけるリテラシーの傾向

数学教育関係文献において、数学教育におけるリテラシーの論文等数は、総数で113点であった。それらの論文等数の年代別の推移をグラフに表すと、図5の通りである。

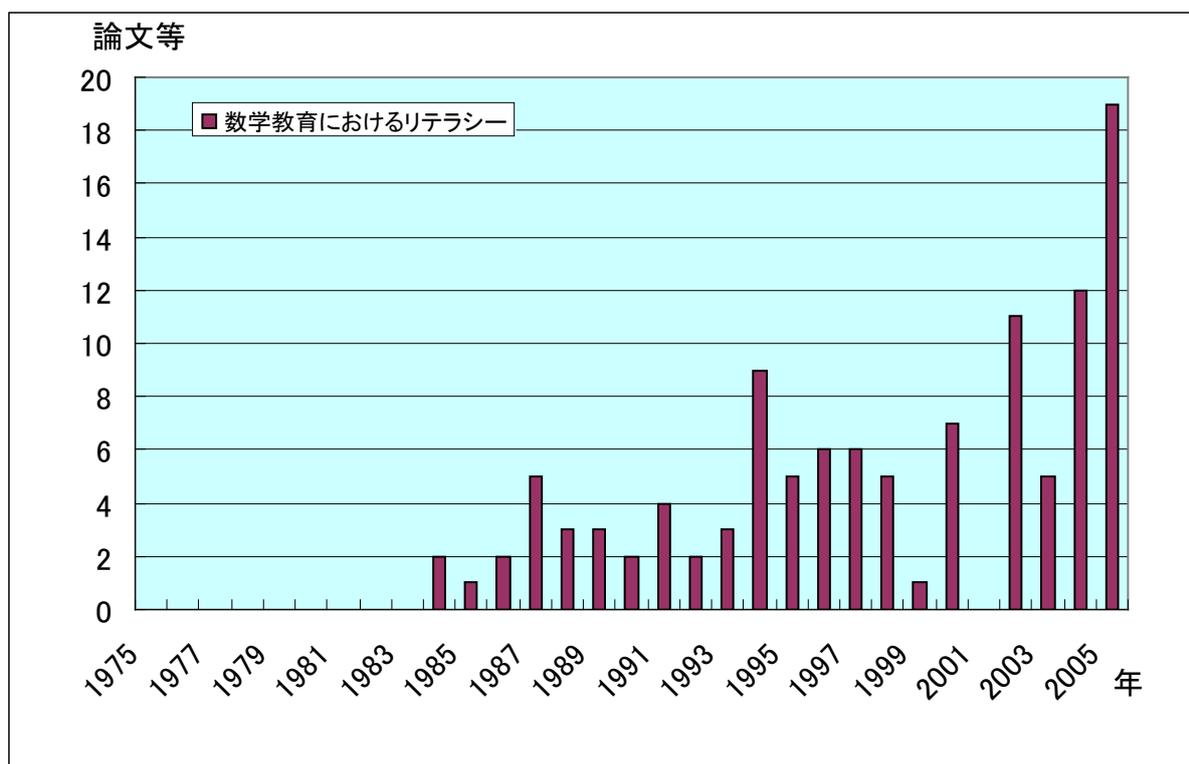


図5 日本の数学教育におけるリテラシーに関する論文等数の推移

数学教育におけるリテラシーに関する議論がなされ始めたのは1984年であり、議論の盛り上がりとしては、第1期として80年代後半、第2期として90年代半ば、第3期として2000年初頭から現在にかけての大きく3期ある。そして、全体としてみると数学教育におけるリテラシーの議論は増加傾向にある。なお、1984年の2点は、1983年に東京で開催されたICMI-日数教・数学教育国際会議での川口延日本数学教育学会会長の記念講演での「マテラシー」の紹介である。

数学教育におけるリテラシーの研究の動向をさらに詳しく見るために、それらの論文等をカテゴリーに分類し、それぞれのカテゴリーごとの論文等数の推移を調べることにした。数学教育におけるリテラシーに関する論文等は、大きく次の10のカテゴリーに分類できた。数学的リテラシー(OECD: 経済開発協力機構)、数学的リテラシー(NCTM: 全米数学教師協議会)、数学的リテラシー(藤田・茂木論)、数学的リテラシー(日数教・植竹論)、数学的リテラシー・リテラシー(その他)、ニューメラシー、マテラシー(川口論)、mathemacy、(数)量的リテラシー、統計的リテラシー。これらの10のカテゴリー別・年代別の論文等数の推移をグラフで表すと、図6の通りである。

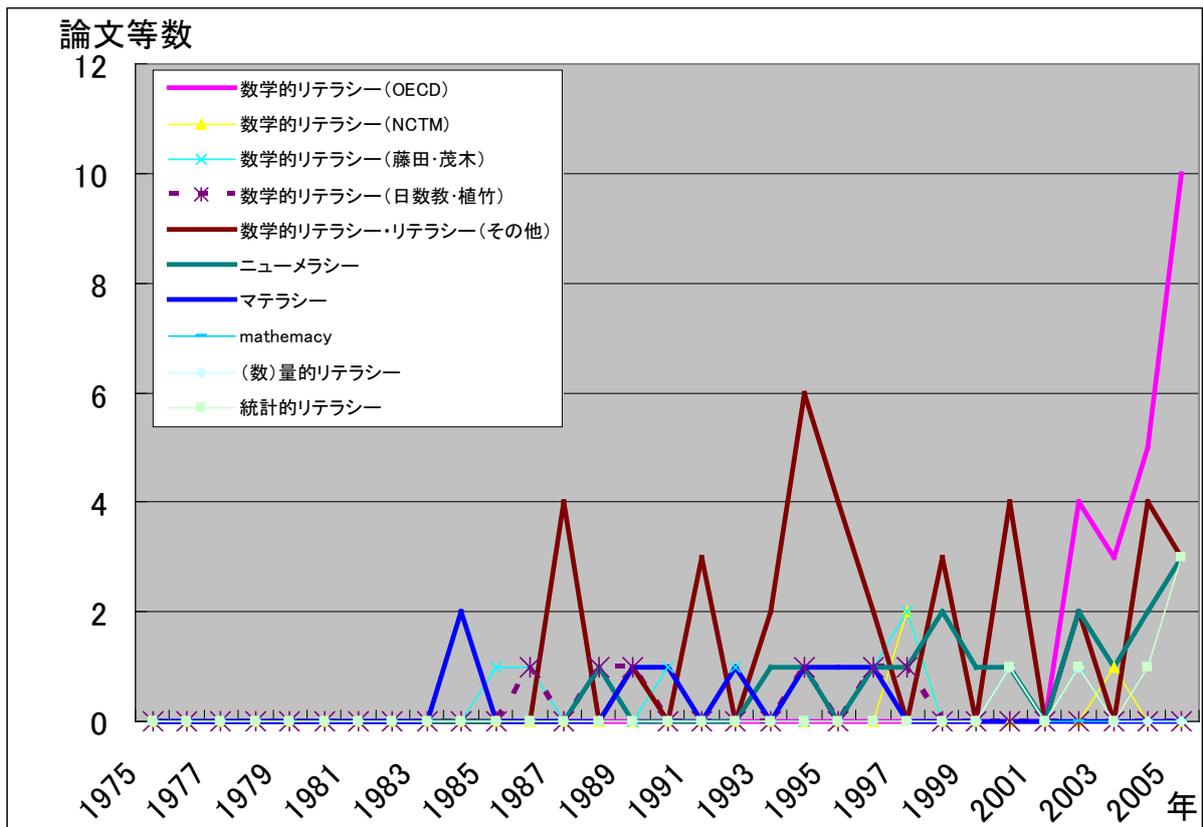


図6 数学教育におけるリテラシーの論文等数のカテゴリー別・年度別の推移

数学教育におけるリテラシーの議論の盛り上がりの第1期である80年代後半は、まず、1984年にマテラシー（川口論）が論じられ、その後、1985年に数学的リテラシー（藤田・茂木論）、1986年に数学的リテラシー（日数教・植竹論）が論じられた。1987年には、その他として、日数教・植竹論の影響と思われるコンピュータに関連した数学教育リテラシー論が増えている。

第2期である90年代半ばでは、マテラシー（川口論）、ニューメラシー、数学的リテラシーなど、様々なリテラシー論が混在している。なお、1994年には、その他として、教師のリテラシー、リテラシー・基礎学力論などが論じられているが、これは理科教育での科学的リテラシー論の高まりの中で数学教育の立場から述べられたものであった。

第3期である2000年初頭から現在にかけては、主としてOECD・PISAに関する数学的リテラシーによるもので占められている。また、ニューメラシーに関する議論もなされている。

全体的に見ると、1980年代から90年代にかけては、マテラシー（川口論）、数学的リテラシー（日数教・植竹論）、数学的リテラシー（藤田・茂木論）など数学教育におけるリテラシーに関する独自の定義に基づくものが点在していたが、近年ではOECD・PISAにおける数学的リテラシー論に依る傾向にある。なお、全体としては、数学的リテラシーまたはリテラシーとして、明確な定義がなされずに論じられているものが多い。

(3) 数学教育におけるリテラシーの観点ごとの分析

① 数学教育におけるリテラシーの捉え方

数学教育におけるリテラシーとは何かについて、ここでは日本において比較的独自性が高く代表的であると思われる、マテラシー（川口論）、数学的リテラシー（藤田・茂木論）、数学的リテラシー（日数教・植竹論）を取り上げる。なお、国際的なまたは諸外国の数学教育におけるリテラシー論については、本プロジェクトの別の研究成果として、OECD・PISAの数学的リテラシー（清水，2006）、アメリカを中心としたNCTMスタンダードの考え方や（数）量的リテラシーなど（重松・二宮，2006）、イギリスのニューメラシー（国宗，2006）が論じられている。

1) マテラシー

1983年、当時の日本数学教育学会会長であった川口廷は、数学的リテラシーを持った生徒を育成するという意味でマテラシーを提唱した。フィッシャーによれば、「それは（確かな方法で）生徒を数学的リテラシーをもつ人間にすることを目的とする教育という意味での数学教育の基本的内容、基本的態度と目的を特徴づけるために、概念的には「リテラシー」という英語に由来し、またそのアナロジーである「マテラシー」という用語を作った」（フィッシャー，1996）。マテラシーは、カリキュラム構成の理念であり、方法として数学的認知活動に基礎を置き、数学的内容を、対象、活動、「推論」、「それらを総合する活動としての問題解決」という4つのカテゴリーでまとめたものであった（川口，1991）。川口は、戦後の早い時期から問題解決学習の研究に取り組んでおり（例えば、「問題解決の事例を通して考察した帰納推論の展開の様相と要因について」『数学教育学論究』，Vol.1，1961），一方で、当時、1982年にイギリスで『Mathematics Counts』が公表され、数学的リテラシーが世界的な話題となっており（国宗，2006），東京での国際会議の機会を捕らえて両者を結びつけた数学教育論を展開したと思われる。しかしながら、マテラシーは、カリキュラム構成の理念であり、③1)で述べるように課題学習を教育課程の中心に置くという教育課程上の提言はなされたが、リテラシー自体への深い言及はなされなかった。

2) マジョリティの生徒の知的育成のための数学（数学的リテラシー（藤田・茂木論））

1970年代後半になると高等学校への進学率の上昇から高等学校の数学教育のあり方が問われ始め、そこでは「マジョリティのための数学」が論じ始められた（大塚，1978）。そして、中等教育では進学者・非進学者を問わず生徒の数学的理性あるいは数学的知性の涵養が重要であり、その数学的知性の構成要素は、数学的リテラシー、および、数学的思考から成ると考えられた（茂木，1985；藤田，1987；1991；1992）。数学的リテラシーとは「マジョリティの生徒の知的育成のための数学」、「市民としての教養・素養」であり、数学的思考とは「生徒の将来の専門分野における発展」とされた。数学的リテラシーの具体的な内容としては、「数学の確かさを知ること」、「数学的な論理の明快さを知ること」、「市民のレベルにおける科学的言語活動に数学の概念を用いること」などが、「最低限に必要な数学の基本的知識・技能」と並んで構成要素とされた。その後、このような数学的リテラシーの考え方は、日本数学会などからの声明（1994，1995）に引き継がれた。ただし、数学的リテラシーの具体的な外延については言及されなかった。

3) 情報化社会における一般市民の広義の読み書き能力（数学的リテラシー（日数教・植竹論））

日本数学教育学会特別委員会（委員長：植竹恒男）は、1987年に、「高度情報化社会において一般市民が身につけるべき数学的リテラシー（広義の読み書き能力）は何か」を問題視し、「社会の変動に関係なく保持すべき能力は何か」、「新たに開発すべき能力、伸ばすべき能力は何か」、「高度情報化社会とともに増大しつつあるブラックボックスの中身についてどこまで学習すべきか」という3つの

観点から報告書を発表している。ここでは、数学的リテラシーとコンピュータリテラシーが論じられているが、数学的リテラシーの議論が、高度情報化社会に対応するものとしてのコンピュータリテラシーへと移っている。なお、報告書によると、これらの議論の背景については ICME5 (1984) における「J. T. フェイ教授を中心とする課題グループ「Technology と中等数学のカリキュラム」における討論に負うところが大きい」と述べられている。

②数学教育におけるリテラシーの必要性

数学教育におけるリテラシーの必要性は、全部で 10 のカテゴリーに分類され、さらにそれらは大きく、学習者からみた必要性、社会からみた必要性、育成目標からみた必要性、数学教育における問題からみた必要性、の 4 つにまとめられた。

1) 学習者からみた必要性

リテラシーの対象とする学習者の特性から見たものであり、大多数の生徒のため、すべての生徒のため、市民のために、分けられる。

ア) 大多数の生徒のため

大多数 (マジョリティー) の生徒のための数学的リテラシーの育成に関するものであり、数学を将来専門的に用いない生徒のための数学の必要性に由来する。例えば、「ML (数学的リテラシー) に重きを置く数学はユーザーの数学であり、マジョリティーの生徒の知的育成のための数学である。これに対し、MT (数学的思考) に重きを置く数学は生徒の将来の専門分野における発展を支える強力な思考能力の育成のためのものである」とされている (藤田・神長, 1986)。

イ) すべての生徒のため

リテラシーをすべての生徒が身につけておくべきものとして捉えるものである。例えば、すべての子どもが習得すべきものとして、「数学を面白いと感ずる心、知的好奇心、何とか解決したいという欲求を子どもたちから引き出し、解決のための言語や道具、コミュニケーション能力、問題解決のリテラシー」があげられている (井上, 1998)。

ウ) 市民のため

リテラシーは市民にとって必要でとするものである。例えば、「高校での ML は、これからの時代の知的市民の数学の素養であり、大学での ML は学生が志向する専門分野で必要とされるユーザー的な数学の素養である」とされている (藤田, 1996)。

2) 社会からみた必要性

リテラシーが必要となる社会の特性から見たものであり、社会の変容に対応した諸能力、社会の変容に対応した教育課程編成、数学の普遍的な社会的価値、民主化の手がかり、に分けられる。

ア) 社会の変容に対応した諸能力

社会の変容に対応した数学教育の在り方に関して、数学教育の目標の 1 つとしての数学教育におけるリテラシーに触れるものである。例えば、高度情報化社会における数学教育のあり方として、現在の取り組みを科学技術偏重であると問題視し、「社会的存在としての人間と数学教育との関連」をもっと深く考察するとし、その際の 1 つの視点として、「数学的思考法と法的思考」が提案されている (吉田, 1997)。この他に、社会の変容への対応として、情報処理能力、統計的な見方・考え方、関数的な見方・考え方などがあげられている。

イ) 社会の変容に対応した教育課程編成

社会の変容に対応してリテラシーに基づいて教育課程を再編するというものである。例えば、教育の基礎・基本としての識字の意味が、機能的な色彩から教養的な色彩に変わっていくとし、さらに、

社会的な変化を受け、この教養は伝統や歴史を国際に変えることによって活力が与えられるとし、このためには、リテラシーの下で、「教科の再編がなされなければ、健全な世界理解は成立しえない」とされている（岩崎，2005）。

ウ) 数学の普遍的な社会的価値

社会的に要求されている数学的リテラシーとして数学の社会的価値に言及するものである。例えば、数学教育の核心を「数学は個別の問題解決に役立つだけでなく、抽象的形式的であるがゆえに文脈から自由な有用性を持ち、世界をより深く構造的に理解するために有用であるという信念を育むことができる」ことであるとして、その上で、課題選択の視点の1つとして社会的価値としての数学的リテラシーをあげている（小寺，2004）。

エ) 民主化の手がかり

社会の民社化の手がかりとしてリテラシーに言及するものである。例えば、非民主的な数学教育の現状に対し、主としてアラン・ビショップの数学の価値という視座からリテラシーを民主化への手がかりとして求めている（中西，2000）。

3) 育成目標からみた必要性

リテラシーを数学教育の育成目標から見たものであり、基礎教養、問題解決能力、ライティング能力、に分けられる。ただし、問題解決能力としてあるのは、問題解決に必要なリテラシーとして言及されているものではあるが、あまり明確ではない。

ア) 基礎教養

リテラシーを主として教養と捉え、教養としての数学に言及するものである。例えば、世界に類をみない日本の企業の発展を支えて、今日の日本社会を作り上げてきたのは、国民一人一人の読み・書き・算盤の「基礎教養」と、企業を支えた中堅技術者の「数学的素養」であるとしている（渡辺，1996）。

イ) ライティング能力

コミュニケーション能力の1つとしてのライティング能力に言及している。例えば、リテラシーの具体案としてライティング活動が着目されている（二宮，2002）。

4) 数学教育における問題からみた必要性

ア) 数学離れ

「数学離れ」という問題への対応策として、数学教育におけるリテラシーの育成を提唱している。

③数学教育におけるリテラシーと教育課程との関係

数学教育におけるリテラシーと教育課程との関係については、リテラシー育成のために課題学習を教育課程の中心に置くこと、高校数学でのリテラシーの育成、諸外国からの示唆、の3つに分かれる。

1) リテラシー育成のために課題学習を教育課程の中心に置く

数学教育におけるリテラシーとしてのマテラシーの育成が課題学習でなされるものであるとし、その課題学習を教育課程の中心へと移行するというものである（川口，1989；1990；1994；1995）。

「課題学習の要件」として以下の7つの項目をあげ、それをマテラシーの構造に沿うものであるとしている。

- a. 生徒の主体的な学習を強く刺激する要因・形式をもつこと
- b. 多様な数学的思考や創意工夫を誘発する要因・形式を持つこと
- c. 解決の必要に迫られて、蓄積されている数学的知識・技能が動員され、これによって、その知識・技能に磨きかけられるような課題
- d. 動員された知識・技能が総合されて、総合的な機能が発揮されること

- e. 問題が次の問題を生んで、学習が連続的・追求的に展開することが可能なこと
- f. 閉鎖的な性格のものではなく、解決の過程や結果が、問題の一般化や包括的な規則性の発見の成果に至るような課題学習
- g. 解決の結果が何であるかとの魅力が、生徒を主体学習に引込む牽引力となる課題。そのためには、ゴールの隠匿度と距離が生徒の能力とバランスがとれていて、解決の達成感・成熟感が味わえるようなもの

そして、これらの要件を満たす課題学習のモデルを提案している。

2) 高校数学でのリテラシーの育成

ア) リテラシーの育成を高校数学の科目構成の基本方針とする

高校数学におけるリテラシーの育成を教育課程の科目構成の基本方針とすべきであるというものである。例えば、高等学校進学者が 90%以上に達し、「志向や能力・適性において余りにも幅の広がっている現在、同一の単純な基準で考えるのは非現実的である」とし、「多数の市民の教養としての数学的リテラシーのコースと、数学を将来必要とし、また、能力・適性のある生徒が学ぶコースとは、内容的な構成と考え方を変えて編成し、それぞれに一つの流れのある構成にすべきである」とされている(茂木, 1985)。さらに、このような考え方に基づいて教育課程の編成についていくつかの提案もなされている(白石, 1997)。

イ) リテラシーの育成からみた教育課程の問題点

リテラシーの育成からみて高校数学の教育課程の問題が指摘されている。例えば、「コア・オプション方式の「オプション」には、将来数学が必要になる生徒が学ぶ内容(MT)と、一般市民が持つべき教養としての内容(ML)があるとされた。しかし、実際の科目構成で、そのねらいは実現されたのであろうか。」として、平成 11 年告示の高等学校学習指導要領において数学的リテラシーがねらいとされているものの、その実現に対して問題視されている(大西, 2004)。

3) リテラシーと教育課程との関連に関する諸外国からの示唆

これまでの日本の教育課程を、諸外国におけるリテラシー的な観点から振り返り、今後の教育課程のあり方について論じている。例えば、アメリカの NCTM スタンダードでは、社会の変化に対応し、その社会において生徒に必要とされる数学的素養としての「数学的リテラシー」とは何かを明確にし、それを実現するための学校数学カリキュラムと評価のあり方についてのガイドラインとしての基準を明示しようとしているとし、算数・数学教育の目標を社会の要求と生徒の要求という 2 つの側面から再検討していることが指摘されている(小山, 1997)。また、OECD・PISA の数学的リテラシーや米・英・仏・独・スイス・韓国・台湾のカリキュラムをもとに、国際的にも、数学の世界内にとどまらない数学的活動、すなわち、現実世界の問題を数学化し、数学的に処理し、解決することが求められていると述べられている(西村・植野・裕元ほか, 2005)。さらに、イギリスのニューメラシー・ストラテジーをもとにした言及もある(長崎, 1999 ; 清水, 2000 ; 2002 ; 2004)。

④ 数学教育におけるリテラシーを育成するのに適した内容

数学教育におけるリテラシーの育成に適した内容に関しては、環境問題、数学的モデル化の問題、の 2 つに分かれる。

1) 環境問題

数学教育におけるリテラシーの育成のための内容として環境問題が扱われている。例えば、数学的リテラシーを、「数学の概念を思考・記述に取り入れ、数学的な関係の把握と論理の明快さを判断及び表現に活かす能力」とし、「数学的リテラシーは生活や現実の課題を考える際に数学が役に立つという

信念があって始めて生き生きと働く力」と考え、そのための題材として環境問題を設定し、実際に行った授業が検討されている（小寺，2002）。

2) 数学的モデル化の問題

数学教育におけるリテラシー育成のために数学的モデル化の問題が提案されている。例えば、OECD・PISA の問題が数学的モデル化活動に適しているという指摘（池田，2004；阿部，2004）や実世界の問題での数学的モデル化活動の授業実践（小寺，2004）がなされている。

⑤数学教育におけるリテラシーの評価

数学教育におけるリテラシーの評価に関しては、PISA を用いた評価、「数学と社会をつなげる力」に関する調査、の2つに分けられる。

1) PISA を用いた評価

数学的リテラシーの評価として OECD・PISA の調査結果がまとめられ、日本の算数・数学教育の現状と課題が数学的リテラシーの立場からまとめられている（瀬沼，2002；長崎・瀬沼，2005）。

2) 「数学と社会をつなげる力」に関する調査として

「数学と社会をつなげる力」が OECD の数学的リテラシーの構成要素に相当しているとし、「数学と社会をつなげる力」に関する実態調査の結果についてまとめられている（長崎ら，2004）。

4. 考察

(1) 日本における数学的リテラシーとその研究動向のまとめ

日本における数学教育関係文献におけるリテラシーの議論の全体的な傾向としては、1980年代初頭のコンピュータリテラシーの議論から、次第に数学教育におけるリテラシーの議論へと発展している。その過程において、それぞれの論者の理論的背景に拠るリテラシー論が展開されているが、近年では OECD・PISA における数学的リテラシーに拠る文献が多数を占める。

数学教育におけるリテラシーに関しては、1980年代から1990年代にかけての日本固有の3つの大きな立場として、第1に、数学的リテラシーを持った生徒を育成するためのカリキュラム構成原理としてのマテラシー（川口論）、第2に、大多数の高校生のための数学的リテラシー（藤田・茂木論）、第3に、高度情報化社会に対応するコンピュータリテラシー（日数教・植竹論）、が同定できた。

このような日本の数学教育におけるリテラシーの研究の特徴を挙げると次の通りである。

第1に、日本の数学教育におけるリテラシー研究については、個人による研究がほとんどである。一方、学会として日本数学会、日本数学教育学会がそれぞれ数学的リテラシーを提言したことはあっても、それらは大きな流れとはなっていなかった。リテラシー論は、個人の研究と学会等の社会的に認知された集団による議論の両者があって、教育の目標論として社会の認知を受けていくと思われる。

第2に、日本の数学教育におけるリテラシー研究は、ほとんどが外国の動向が研究の動機となっている。それはコンピュータであり、OECD・PISA であった。高等学校の大衆化によるリテラシー論（藤田・茂木論）は、世界的な潮流とはいえ、我が国固有の問題を解決する好機ではあったが、それが実を結んだとは言えないであろう。現在でも、高等学校の数学教育の目標が入学試験に偏りその本質が見失われがちであり、さらに成人段階でどの程度の数学的リテラシー（現在では未定義ではあるが）も怪しい現状を考えると、数学的リテラシーを考える必要性はより高まっていると思われるのであるが。

第3に、日本の数学教育におけるリテラシー研究では、リテラシーの多様な定義がなされている。しかしながら、数学教育におけるリテラシーの概念についての外延の議論は見られなく、さらに、本分析の視点である「数学教育におけるリテラシーは、各国の固有の文化にどのような影響を受けるの

か」,「数学教育におけるリテラシーの内容は,どのような規準によって規定されるのか」という視点からも議論はなされてはいなかった。つまり,日本の数学教育におけるリテラシーの研究は,リテラシーの構造や外延,リテラシーと教育課程の関係などについての議論がなされないままに進んできたと言えよう。

第4に,日本の数学教育におけるリテラシー研究は,教育に傾きがちである。日本の研究では,一般的に,数学教育におけるリテラシーの必要性を述べ,そして,リテラシーの定義を抽象的に述べた上で,リテラシーの育成に関して,教育課程,育成に適した内容,評価に関する議論がなされている。リテラシーの議論,そして,リテラシーから教育をどのように考えるのか議論が少ないようである。

(2) 日本における数学的リテラシーの研究の今後の課題

日本の数学教育におけるリテラシーの研究動向を踏まえ,今後の課題を論じるに当たり,まず,本研究における,科学技術リテラシーを明らかにしておく。本研究では,科学技術リテラシーとは,「成人段階を念頭において,すべての人々に身につけて欲しい科学・数学・技術に関係した知識・技能・物の見方」(北原,2006)とされている。つまり,それは,第1に,成人段階を考えたものであり,第2に,科学,数学,技術の中で数学を捉えており,第3に,物の見方までをも含んだものであるということである。そこで,数学的リテラシーを考える際には,第1のことからは,数学的リテラシーは学校段階だけではなく人間にとっての生涯を考えたものであること,第2のことからは,数学的リテラシーはより広い科学技術,さらには現代社会において捉える必要があること,第3のことからは,数学的リテラシーは算数・数学の知識・技能だけではなく見方や考え方や態度までもが含まれるということである。このようなことを念頭に置いて,今後の数学的リテラシー研究の課題について論じることとする。

第1に,数学的リテラシーの概念として,その内包と外延を明らかにすることである。さらに,できるだけ多くの人々がそれを共通理解として受け入れるために,そのリテラシーを作る基準やリテラシーの構成内容についての指針を明確にすることが必要であろう。

このような基準や指針を考える上では,アメリカの全米科学振興協会による科学技術リテラシー策定の動きが参考になるであろう(全米科学振興協会,2005;丹沢他,2006)。1989年にアメリカの全米科学振興協会(AAAS)が『すべてのアメリカ人のための科学』において数学的リテラシーを作ったときには,第1案は,約10名の数学者が原案を作っている。この際に重要なことは,リテラシーを作るために,次のような基準を明らかにしていることである。「科学としての意義を問う」,「人類にとっての意味を考える」,「白紙状態から考え,先入観を入れない」,「現在の教育の限界を考えず,理想型を求める」,「本質的な知識と技能の中核部分だけを明示する」,「対象としてすべての生徒を考える」。そして,そこでの数学的リテラシーには,数学の本質,数学の内容,数学の共通な考え方,歴史的な把握などが含まれていた。

第2に,数学と数学教育学における数学的リテラシーの位置付けを確認し,数学的リテラシーをいかにして数学教育の指導内容とするかの方法論を論じる必要がある。

数学的リテラシーは,第1で述べたように,数学の本質,数学の内容,共通な考え方,歴史的な把握などから構成されると想定される。それはあくまでも,数学,または,数学と文化や人間との関係である。そこには,教育は想定されていないであろう。そこで,その数学的リテラシーを身に付けることを目指してどのような教育を行うかは新たな別の問題となる。数学をどのように数学教育の対象とするかは古くて新しい問題である。それは教育学理論における文化財と陶冶財の問題である(例え

ば、篠原, 1949), 数学的リテラシーは文化財であり, それを陶冶財にすることが数学教育に課せられる。さらにまた, 最近の言葉で言えば, 教授学的変換ともかかわってくるであろう。

全米科学振興協会は、『すべてのアメリカ人のための科学』において, その科学技術リテラシーを「goal」と位置づけ, 教育課程ではないとしている。そして, 科学技術リテラシーに続いて, 内容を具体的に構造化したものや資料集など多様な研究物を発刊している。そこで, 数学的リテラシーの数学と数学教育における位置付けを確認するとともに, それをいかに変換して数学教育の指導内容とするかの方法論を論じる必要がある。

第3に, 数学的リテラシーを数学教育で論じる際には, 成人において身に付けているということ視野に置いて, 目的, 内容, 教材を考える必要がある。具体的には, 次の点が課題となるであろう。

(1) 数学教育の目的を, 人間形成, 実用性, 文化性の3点に置く(中原・小山, 2005)。すなわち, 数学教育の目的を近視眼的に受験だけにせず, 生涯を通した目的となるようにする。このような目的観は, 数学教育にとって本質ではあるが, 成人段階のリテラシーを考える場合にはより一層重要な視点となるであろう。

(2) 数学教育の指導内容の重点化を意識する。成人段階を考え, 本当に身に付けて欲しいものを何かを明確にする。言い換えれば, 学校を出てからも学び続けるには, 何を教育すればよいのかを考える必要がある。数学教育の指導内容においては, 数学の内容とともに数学の方法・考え方が重要なものとなる。数学の本質や見方を把握するには, どのような内容や方法を取り上げるかの議論が必要であろう。

(3) 数学教育の教材として実生活に即したものを積極的に扱う。成人になっても使えるようなことを考えると, 現在, または, 将来の社会における問題を学校で積極的に扱っておく必要がある。文脈に沿った数学問題, 職業における数学問題, 地球の危機のような環境問題など。このことは, 学校教育で数学の理論を学んでも, 社会に出て数学を応用することはできないとの考えに基づいている。リテラシーを身につけるには, 数学の理論とともに数学の応用の仕方を, しかも, 実際の場面に即して学ぶ必要がある。

第4に, 数学的リテラシーを数学教育学の哲学の中に位置付けるようにする必要がある。リテラシーの議論を単なる教育内容論や方法論に押し込めず, 社会・文化における数学教育の在り様を問い直す機会としたい。

エバ・ヤブロンカは, 数学的リテラシーを, 人的資本の開発のための数学的リテラシー, 文化的アイデンティティのための数学的リテラシー, 社会変化のための数学的リテラシー, 環境についての意識のための数学的リテラシー, 数学を評価するための数学的リテラシーの5つにまとめている(阿部, 2006)。最近の日本の数学教育はこのような視点から見るとどのように位置付けられるのであろうか。数学的リテラシーの議論は, より広い文脈で数学教育とはということを考え直すものとなる。

【付記】

本研究は, 平成17年度我が国の科学技術政策の展開に関する調査(科学技術振興調整費)「科学技術リテラシー構築のための調整研究」(研究代表者: 国際基督教大学・北原和夫, 研究期間: 平成17年7月～平成18年3月)における「サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する先行研究・基礎文献等に関する調査」(研究代表者: 国立教育政策研究所・長崎栄三)の研究成果の一部である。

本稿の作成において, 筆者らのほか, 斉藤萌木(東京大学大学院生: 教育・技術教育), 勝呂創太(東京学芸大学大学院生: 科学・理科教育)が関わっている。また, 本稿の作成を進めるに当たり, 本研

究に参画した理科教育，数学教育，技術教育の研究者の方々のご助言を受けた。数学教育学者で参画したのは次の方々である。岩崎秀樹（広島大学大学院），国宗進（静岡大学），重松敬一（奈良教育大学），清水静海（筑波大学），清水美憲（筑波大学），鈴木康志（文部科学省），相馬一彦（北海道教育大学旭川校），二宮裕之（愛媛大学）。皆様方に心より感謝申し上げます。

参考文献

1. 「科学技術リテラシー構築のための調整研究」関係の報告書・論文

[報告書]

北原和夫（研究代表者）（2006）『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」調査研究報告書』平成17年度科学技術振興調整費調査研究報告書。国際基督教大学。

長崎栄三（研究代表者）（2006）『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』平成17年度科学技術振興調整費調査研究報告書。国立教育政策研究所。

[論文]

阿部好貴（2006）「諸外国の数学教育文献に見る数学的リテラシー」『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.240-246。

国宗進（2006）「イギリスにおけるニューメラシーと数学的リテラシー」『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.196-214。

重松敬一・二宮裕之（2006）「アメリカ・数学教育における科学技術リテラシー（数学的リテラシー）」『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.196-214。

清水美憲（2006）「国際機関によって提示された「数学的リテラシー」の概念規定」『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.196-214。

丹沢哲郎・長崎栄三・斉藤萌木・阿部好貴・勝呂創太（2006）『「すべてのアメリカ人のための科学」の分析』『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.375-401。

長崎栄三・阿部好貴・斉藤萌木・勝呂創太（2006）「我が国における科学技術リテラシー研究の分析」『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』，pp.1-129。

2. 分析対象の数学教育関係文献における論文等

阿部好貴（2004）「数学的リテラシーの育成に関する研究（Ⅲ）－教材の開発と学習の提案－」，『第37回数学教育論文発表会論文集』，pp.211-216。

阿部好貴（2005）「数学教育におけるリテラシーの育成に関する研究(3)－環境教育へのアプローチへ向けて－」『第38回数学教育論文発表会論文集』，pp.679-684。

池田敏和（2004），「数学的モデリング・応用の指導で取り扱う問題の現実性を捉える枠組みと今後の課題」，『第37回数学教育論文発表会論文集』，pp.607-612。

井上正充（1998），「算数・数学と「生きる力」の関係・・・？」，『数学教室』，No.554，pp.8-12。

岩崎秀樹（2005），「リテラシーを考える－教育の基礎・基本－」，『日本数学教育学会誌・算数教育』，第87巻 第4号，p.1。

- 大西俊弘 (2004), 「旧学習指導要領の検証・総括について一次期改訂を科学的に進めるために」, 『第 37 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 79-84.
- 川口廷 (1989), 「ある問題解決過程を通しての Matheracy 的活動のパターンについて—問題解決心理の誘発方法についての示唆—」, 『第 22 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 55-60.
- 川口廷 (1990), 「ある問題解決過程を通しての Matheracy 的活動のパターンについて—問題解決心理の誘発方法についての示唆」, 『日本数学教育学会誌・数学教育学論究』, Vol.54, pp. 3-11.
- 川口廷 (1994), 「算数科高学年及び中学校数学科低学年に課題学習導入の試み—対応や関数的考えによる Matheracy 的問題解決活動モデル—」, 『第 27 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 341-346.
- 川口廷 (1995), 「算数科中・高学年に課題学習導入の試み—数遊びの題材を用いての Matheracy 的問題解決活動のモデル例—」, 『第 28 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 353-358.
- 小寺隆幸 (2002), 「環境問題の文脈における数学的リテラシーの考察—中学生は二変量の課題をどう考えたか—」, 『第 35 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 319-324.
- 小寺隆幸 (2004), 「現実事象から数学を創る教材の開発—タンチョウの固体数変化から差分方程式へ—」, 『第 37 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 637-642.
- 小山正孝 (1997), 「算数・数学科カリキュラムの再検討の視点—アメリカの『スタンダード』の分析による抽出—」, 『第 30 回数学教育論文発表会論文集 (課題別分科会)』, pp. 171-178 .
- 清水美憲 (2000), 「数についての素養を高める「口頭の算数」—イギリスにおける計算指導見直しの気運—」, 『新しい算数研究』, No.356, pp. 54--55.
- 清水美憲 (2002), 「算数の基礎学力を身につけさせるために—イギリスの算数教育改革における学習活動例—」, 『新しい算数研究』, No.380, pp. 34-35.
- 清水美憲 (2004), 「今, イギリスの教室で—国家的教育改革の成果と課題—」, 『新しい算数研究』, No.404, pp. 36-3
- 白石和夫 (1997), 「高等学校数学科の新しい教育課程の提案と論点の提示—理念を実現するための具体案の作成を通して—」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 79 卷 第 9 号, pp. 11-16.
- 篠原助市『改訂 理論的教育学』協同出版. 1949.
- 瀬沼花子 (2002), 「国際調査から見たわが国の算数・数学教育の現状と課題—IEA/TIMSS, OECD・PISA 調査等をもとに—」, 『第 35 回数学教育論文発表会論文集 (課題別分科会)』, pp. 6-12.
- 中西隆 (2000), 「数学教育における価値について—数学教育の民主化に向けて—」, 『第 33 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 619-622.
- 長崎栄三 (2003) 「算数・数学の学力と数学的リテラシー」『教育学研究』 70 (3), pp.302-313.
- 長崎栄三 (1999), 「21 世紀に向かうイギリスの算数・数学教育改革」, 『日本数学教育学会誌・算数教育』, 第 81 卷 第 10 号, pp. 20-29.
- 長崎栄三・瀬沼花子 (2005), 「OECD 生徒の学習到達度調査 2003 年調査の国際結果—15 歳児の数学的リテラシー—」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 87 卷 第 1 号, pp. 17-26.
- 長崎栄三・西村圭一・五十嵐一博・牛場正則・久保良宏・久永靖史・ 松元新一(2004), 「数学と社会をつなげる力に関する研究—中学校・高等学校を中心に—」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 86 卷 第 11 号, pp. 2-11.
- 西村圭一・植野美穂・ 松元新一郎・他 6 名 (2005), 「中等教育段階の数学カリキュラム開発に関する基礎的研究—米国の Core-Plus Mathematics Project の分析を通して—」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 87 卷 第 3 号, pp. 2-11.
- 二宮裕之 (2002), 「数学教育における相互構成的記述表現活動に関する研究—内省的記述表現の規定と内省的記述活用学習の事例的分析—」, 『全国数学教育学会誌・数学教育学研究』, 第 8 卷, pp. 139-151.
- フィッシャー, W. L. (1996), 「川口廷名誉会長の逝去を知って Prof. Dr. W. F. Fischer からの手紙」, 『日本数学教育学会誌・

数学教育』, 第 78 卷 第 5 号, p. 36.

藤田宏 (1987), 「日本も数学オリンピックへ」, 『数学セミナー』, 1987 (7), p. 1.

藤田宏 (1991), 「数学の知的な活用と思考力」, 『数学セミナー』, 1991 (8), pp. 68-71.

藤田宏 (1992), 「油断大敵; かげりはじめた数学教育」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 74 卷 第 5 号, p. 1.

藤田宏 (1996), 「ICME-9 招致と数学教育における日本の国際的役割」, 『日本数学教育学会誌・算数教育』, 第 78 卷 第 10 号, pp. 2-6.

藤田宏・神長幾子(1986), 「学校数学における電卓使用の理念と方法」, 『第 19 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 73-76.

吉田稔 (1997), 「高度情報化社会における数学教育と民主主義についての一考察—数学的思考と法的思考との関連に焦点をあてて—」, 『第 30 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 675-676.

茂木勇 (1985), 「「教育課程審議会」発足の機会に」, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 67 卷 第 11 号, p. 1.

渡辺信 (1996), 「グラフ電卓を用いた発見学習」, 『第 29 回数学教育論文発表会論文集』, pp. 523-528.

3. その他の文献

大塚明朗編 (1978) 『Majority の数学』, 科学研究費総合研究 (A) 報告書.

川口延 (1991), 『教育・数学・文化—これらを一貫し通す唯一筋の道を求めて—』, 川口延自省選集第 1 巻

長崎栄三編著 (2001) 『算数・数学と社会・文化のつながり』 明治図書出版.

中原忠男・小山正孝 (2005) 「21 世紀型の教科教育課程の開発研究 (1)」 日本教科教育学会第 31 回全国大会発表資料.

日本数学会ほか (1994), 「数学教育の危機を訴える」

日本数学会ほか (1995), 「次期教育課程に向けての要望 特に数学教育について」

日本数学教育学会特別委員会 (1987), 『高度情報化社会に向けて算数・数学教育はいかに在るべきか』

米国科学振興協会著, 日米理数教育比較研究会訳 (2005), 『すべてのアメリカ人のための科学』, 科学, 数学, 技術におけるリテラシー目標に関するプロジェクト 2061 の報告書.