

《論 文》

国際調査における日本の子どもたちの 算数・数学に関する結果とその考察

今 井 敏 博

要 約

本稿では、1964年の IEA の国際数学教育調査、その後理科と合同で実施されている国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)、さらに、2000年から OECD により実施されている PISA における日本の子どもたちの算数・数学に関する結果について、認知的学力と非認知的要因の状況を示している。

これらの国際調査の結果から、日本の子どもたち(小学生、中学生)は、数学(算数を含む)の認知的学力は高いが、数学への非認知的要因は世界の中で最低レベルであることが明らかになった。数学への興味、意欲などの非認知的要因が低いにもかかわらず、数学の勉強をがんばっているという日本の子どもたちの姿が国際調査の結果から伺うことができる。

1. 序

算数・数学を扱った国際調査は、国際教育到達度評価委員会(International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 略称 IEA)によって1964(昭和39)年に実施された調査が最初である。1995(平成7)年には、それまで別々に実施されていた算数・数学と理科が合同で、国際数学・理科教育動向調査(Trends in International Mathematics and Science Study, 略称 TIMSS)という名称で実施された。また、2000年からは OECD(経済協力開発機構)により国際的な調査(Programme for International Student Assessment, 略称 PISA)が実施されている。この中では、数学的リテラシーとして扱われている。

本稿では、国立教育政策研究所の報告書をもとに、各調査の結果の要点を示し、算数・数学の認知的学力と非認知的要因に関する日本の子どもたちの状況を考察したい。

2. IEA の国際調査

(1) IEA の国際調査の概要

IEA は International Association for the Evaluation of Achievement の略であり、国際教育到達度評価学会と訳されている。国際的かつ科学的な学力調査を行う計画は、1960(昭和35)年ハンブルグのユネスコ教育研究所に会合した9か国代表の同意によって発足した。その調査計画の正式名称は「国際教育到達度評価計画」(International Project for the Evaluation of Educational Achievement)で、それを IEA と略称され、教科は数学と定められた。これを実行する委員会 は、国際教育到達度評価委員会(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)と名付けられた。これも IEA という略称が用いられることが多い。

(2) 第1回国際数学教育調査

日本では、初級(中学校2年生)、中級(中学校3年生)、上級A(全日制高校3年生で数学Ⅲまたは応用数学を5単位以上履修している生徒)、上級B(上級A以外)として、1964(昭和39)年に調査が実施された。国立教育研究所は第1回国際数学教育調査結果を報告書にまとめている(国立教育研究所 1967)。

参加国すべての12か国が調査を実施した中級(中学校3年生)の数学の到達度の結果では、日本はイスラエルに次いで第2位であった。また、上級A(全日制高校3年生で数学Ⅲまたは応用数学を5単位以上履修している生徒)の結果では、第6位であった。

日本の生徒の数学科に対する興味のもち方に関する項目では、参加国全体の傾向とほぼ等しく、初級、中級、上級Bとなるにつれて低くなっていた。数学を知識、技能が集まったものとして学習しているか、数学を発展的で多様な見方や解法が可能なものとして学習しているかをみる項目では、参加国全体の生徒も、日本の生徒も、やや固定的な見方を、初級から上級までもちつけていた。日本は、参加国全体の平均値よりも低かった。数学の社会における役割に関する項目では、数学を、暇な人のやる無用のものとするか、社会、個人の発展のために不可欠なものとするかをみるための項目であった。日本の生徒は参加国平均値よりも正の方向にあり、一般に数学の価値を高く考えているという結果であった。全体的にみて、日本の生徒は、中学校以後、学年が上がるにしたがって興味が下がっていくが、数学の社会における価値意識は高かった。しかし、数学を発展的にみる態度は、中級、上級A、上級Bのいずれにおいても、他の国よりも極端に低かった。

(3) 第2回国際数学教育調査(1981(昭和56)年)

国立教育研究所は、1981(昭和56)年実施の第2回国際数学教育調査を公表している(国立教育研究所 1991)。中学校1年生と高等学校3年生が調査の対象であった。中学生の平均正答率は、参加20か国中で日本が1番高く、以下オランダ、ハンガリー、フランス、ベルギー(フラマン圏)と続いていた。香港は9番目、イギリスは11番目、アメリカは14番目であった。高校生の平均正答率は、香港が1番高く、日本はそれに続いて2番目であった。以下、イギリス、フィンランド、スウェーデンと続いていた。アメリカは12番目であった。

学校での数学学習については、重要度、難易度、好き嫌い度、不安度などについて、測定のために準備された項目の各々について、肯定的から否定的まで5段階の選択肢に回答者が○をつける形式で測定され、その反応率が出された。重要度については、日本の中学生は国際的にみて上位であり、ナイジェリア、タイ、イスラエルなどと共に肯定的反応率が高かった。難易度については、日本の中学生の反応率は極端に低く、学校での数学の勉強が難しいと感じていた。また、好き嫌いも難易度と同様に肯定的反応率が極端に低かった。日本の中学生は、学校での数学学習は大切であると考えているが、その勉強は難しく、嫌いになっているという結果であった。高校生も、重要度については中学生と同様に比較的高い肯定的反応率を示していた。しかし、難易度や好き嫌いについては、いずれの反応も国際的には極端に悪く、特に好き嫌いについては好きの反応率は参加国中で最下位であった。日本の高校生は数学の学習は大切であ

ると考えているが、数学の学習内容は難しいと感じ、数学は好きでないと感じている傾向が顕著であることが示された。数学に対する不安については、5つの項目各々の反応率が示された。日本の中学生は5つの項目のうち3項目で最下位、他の2項目も最下位に近い反応率であった。日本の高校生についても、5つの項目のうち4項目で最下位の反応率であった。日本の中学生も高校生も数学の学習に不安を感じていることが示された。これらの結果から、日本の生徒は、数学学習の重要度を除けば他の国よりも望ましい反応率ではなかったといえる。すなわち、日本の生徒は、数学の学習を大切であると考えているが、その学習の内容は難しいと考え、嫌いになってしまっており、また、不安感を感じているという傾向が強いことが明らかになった。

2. 国際数学・理科教育調査(TIMSS)

1995(平成7)年では、それまで別々に実施されていた算数・数学と理科が合同で実施された。名称が「国際数学・理科教育動向調査」(Trends in International Mathematics and Science Study)となり、これがTIMSSという略称が使われている。なお、数学という用語には、算数・数学の両方を含んでいる。

(1) TIMSS1995(平成7年)

国立教育研究所は結果のまとめを報告書として出している(国立教育研究所 1997)。

日本の小学校3年、4年の算数の得点については、日本は参加26か国(地域を含む)中、シンガポール、韓国に次いで第3位であった。小学校4年のみでは15か国(地域を含む)中シンガポールに次いで第2位であった。日本の中学校1年、2年の数学の得点については、日本は参加41か国(地域を含む)中、シンガポール、チェコに次いで第3位であった。中学校2年のみでは18か国(地域を含む)中シンガポールに次いで第2位であった。このように、算数・数学の認知的学力は、参加国中高い結果であった。

数学の好き嫌いについて、「あなたは、数学をどれくらい好きですか。」の項目について、「大好き」と「好き」の反応率を合わせると、平均的には70%近くの生徒が好きと答えていた。好きと答えた生徒が60%未満の国が8か国あり、日本は53%でその中に入っており、チェコに続いて2番目に低かった。また、数学に対する意識に関する項目として、「数学の勉強は楽しい」、「数学はたいくつだ」、「数学はやさしい教科である」、「数学は生活の中でだれにも大切だ」、「将来、数学を使うことが含まれる仕事がしたい」について、「強くそう思う」、「そう思う」の反応率が示された。数学の勉強が楽しいという意識については、日本は46%で6番目に低かった。数学はたいくつだという意識については、日本は35%で国際的には平均的であった。数学はやさしい教科であるという意識については、日本は13%で最も低かった。数学は生活で大切であるという意識については、日本は71%でこれも最も低かった。数学を使う仕事をしたいという意識は、日本は24%で韓国の18%に次いで2番目に低かった。これらから、日本の中学生には、数学は難しいと思っている生徒が多く、数学は楽しいという意識、生活で大切であるという意識、将来学を使う仕事をしたいという意識は参加国中望ましく結果であることが明らかになった。

(2) TIMSS1999(平成11年)

この調査では、TIMSS1995で小学校第4学年の調査に参加した学年を4年後の第8学年(中学校2年生)で調査し変化を調べることで、1995(平成7)年の第8学年と1999(平成11)年の第8学年を比較すること、1999(平成11)年の第8学年の国際比較を行うことの3点が目的とされた。

国立教育政策研究所の報告(国立教育政策研究所 2000)では、日本の1995(平成7)年の小学校4年生では+50点、4年後の1995年の第8学年では+55点であり、国際平均値を上回っていた。また、日本の1995(平成7)年の第8学年と1999(平成11)年の第8学年の到達度はほとんど違いがなかった。38か国(地域を含む)の比較では、日本はシンガポール、韓国、台湾、香港、に次いで第5位であった。日本は、台湾と香港とは有意な差はなかった。

また、数学が好きか嫌いかの4つの選択肢の設問では、日本は「大好き」「好き」の合計が48%で国際平均値の72%よりも24ポイント下回っており、モルドバの43%に次いで低く、国際的に最低レベルであった。1995(平成7)年は53%であり、「大好き」「好き」の割合は減少していた。

このように、日本の子どもたちは、算数・数学への認知的学力は上位にも関わらず、好き嫌いという非認知的要因は参加国中低く、低下の傾向にあることが明らかになった。

(3) TIMSS2003(平成15年)

この調査は小学校4年生と中学校2年生が対象であった。国立教育政策研究所は結果を報告書として出版している(国立教育政策研究所 2005)。そこでは、小学校4年の算数の得点については、日本は参加25か国(地域を含む)中、シンガポール、香港の次に高く、台湾と有意差はなく、ベルギー(ブラマン語圏)、オランダ以下のすべての国より有意に高かった。平成7(1995)年の調査との比較においては、日本の算数の得点は有意差がなかったと報告されている。中学校2年の数学の得点については、日本は参加国46か国(地域を含む)、シンガポール、韓国、香港、台湾の次に高く、ベルギー(ブラマン語圏)以下のすべての国より有意に高く、平成7(1995)年および平成11(1999)年の調査との比較では、TIMSS2003の日本の中学生の数学の得点はTIMSS1995、TIMSS1999より有意に低かったと報告されている。また、今回算出された男女差については、日本の小学生、中学生とも有意差はなかったと報告されている。

算数・数学の勉強の楽しさについては、小学校4年の児童、中学校2年の生徒とも、日本は「強く思う」割合がそれぞれ29%、9%であり国際平均値より20ポイント程度低かった。しかし、TIMSS1999よりは「強く思う」割合が増えていた。希望の職業につくために数学で良い成績を取る必要があるかについては、日本の中学校2年の生徒は「強く思う」「そう思う」割合が47%で国際平均値より26ポイント低く、国際的にみて低いレベルであった。数学の勉強への積極性については、日本の中学校2年の生徒は、積極性が高いレベルの割合が17%と国際平均値より38ポイント低く、国際的にみて下位であった。数学は得意な教科ではないについては、日本の中学校2年の生徒は、「強く思わない」「思わない」割合が39%と、国際平均値よりも15ポイント低く、国際的にみて低いレベルにあった。算数・数学の勉強に対する自信については、日本の小学校4年の児童、中学校2年の生徒とも、自信が低

いレベルの割合が国際的にみて最も高かった。

全体的にみて、小学校4年の算数、中学校2年の数学とも、認知的学力としての得点は世界の上位に位置していた。しかし、非認知的要因としての算数・数学の勉強の楽しさ、算数・数学の勉強に対する自信は小学生、中学生ともに日本は国際的に低いレベルであった。また、将来の職業に数学の必要性、数学の勉強への積極性については、日本の中学生は国際的にみて低いレベルであることが明らかになった。

(4) TIMSS2007(平成19年)

国立教育政策研究所の報告(国立教育政策研究所 2009)では、小学校4年生の算数の得点については、日本は36か国(地域を含む)中、香港、シンガポール、台湾の次に高く、日本はこれらの4か国(地域を含む)のいずれとも統計的に有意差があった。中学校2年生の数学の得点については、日本は参加49か国(地域を含む)中、台湾、韓国、シンガポール、香港の次に高く、第5位であった。日本は、台湾、韓国、シンガポールより統計的に有意に低く、香港とは有意差がなかった。

小学校4年生に算数の勉強が楽しいかの4つの選択肢(「強くそう思う」、「そう思う」、「そう思わない」、「そう思う」)の設問の結果、日本の児童は「強くそう思う」と答えた割合が34%であり、国際平均値の55%よりも21ポイント下回っており、台湾、オランダ、香港、デンマークに次いで低かった。中学校2年生への数学の勉強が楽しいかの4つの選択肢での設問について、「強くそう思う」と答えた生徒の割合が9%であり、国際平均値の35%よりも26ポイント下回っており、スロベニア、韓国に次いで低かった。

中学校2年生に対する数学を学習する重要性の意識に関する設問としては、「数学を勉強すると日常生活に役立つ」、「他教科を勉強するために数学が必要だ」、「自分が行きたい大学に入るために数学で良い成績をとる必要がある」、「将来、自分が望む仕事に就くために、数学で良い成績をとる必要がある」の4項目で実施された。「数学を勉強すると日常生活に役立つ」については、肯定の「強くそう思う」「そう思う」が71%と、国際平均値の90%よりも19ポイント下回り、韓国について低かった。「他教科を勉強するために数学が必要だ」は、日本の「強くそう思う」「そう思う」という肯定的回答が59%と、国際平均値の81%よりも22ポイント下回り、49か国中最下位であった。「自分が行きたい大学に入るために数学で良い成績をとる必要がある」については、日本の「強くそう思う」「そう思う」という肯定的回答は69%であり、国際平均値の85%よりも16ポイント下回り、アルメニア、台湾に次いで低かった。「将来、自分が望む仕事に就くために、数学で良い成績をとる必要がある」については、「強くそう思う」「そう思う」という肯定的回答は57%であり、国際平均値の82%よりも25ポイント下回り、台湾に次いで低かった。

小学校4年生の算数の勉強に対する自信に関する設問では、日本は、自信があるという肯定的回答の割合が45%で国際平均値の57%よりも12ポイント下回っていた。中学校2年生の数学の勉強に対する自信に関する設問では、日本は、自信があるという肯定的回答の割合が17%で国際平均値の43%よりも26%下回り、参加国中最低であった。

小学校4年生に対して算数は苦手かどうかを問う設問について、「まったくそう思わない」「そう思わない」と回答した児童の割合は、日本は64%であり、国際平均値の62%よりも2ポイント上回っていた。中学校2年生に対して数学は得意な教科ではないということの設問では、「まったくそう思わない」「そう思わない」と回答した生徒の割合は37%で、国際平均値の49%よりも12ポイント下回っていた。

このように、小学生、中学生とも日本の子どもたちは、算数・数学に関する非認知的要因が国際的に低いことがこの調査についても明らかにされている。

(5) TIMSS2011(平成23年)

国立教育政策研究所は、この調査結果を報告書として出版している(国立教育政策研究所2013)。そこでは、小学校4年生の算数の得点については、日本は50か国(地域を含む)中、シンガポール、韓国、香港、台湾の次に高く、これらの4か国(地域を含む)のいずれとも統計的に有意差があった。平成19(2007)年のTIMSS2007と比較した場合、TIMSS2011の日本の算数の得点はTIMSS2007よりも有意に高かった。中学校2年生の数学の得点については、日本は参加42か国(地域を含む)中、韓国、シンガポール、台湾、香港の次に高く、これら4か国(地域を含む)のいずれとも統計的な有意差があった。平成19(2007)年のTIMSS2007と比較した場合、TIMSS2011の日本の数学の得点はTIMSS2007と統計的に有意差はなかった。

算数・数学の得点の男女差については、日本は小学校4年生及び中学校2年生ともに男女差はなかった。また、算数・数学の内容領域ごとの得点について、日本はいずれの内容領域においても高く上位であった。算数の問題については、日本の小学校4年生の正答率が国際平均値を10ポイント以上上回る問題は、175題中153題であり、8割を超えていた。数学の問題については、日本の中学校2年生の正答率が国際平均値を10ポイント以上上回る問題は、217題中189題であり、こちらも8割を超えていた。

小学校4年生について、「算数が好きな程度」の尺度への回答は、「算数が好き」、「やや算数が好き」、「算数が好きではない」に分類された。国際平均値との比較では、日本は「算数が好き」に分類された児童の割合が低く、「やや算数が好き」「算数が好きではない」に分類された児童の割合が比較的高かった。国際平均値と同様に、日本は算数の平均得点が高い順に「算数が好き」「やや算数が好き」「算数が好きではない」の順であった。中学校2年生の「数学が好きな程度」の尺度への回答は、「数学が好き」、「やや数学が好き」、「数学が好きではない」に分類された。国際平均値との比較では、日本は「数学が好き」、「やや数学が好き」に分類された生徒の割合は低く、「数学が好きではない」に分類された生徒の割合が比較的高かった。国際平均値と同様に、日本は数学の平均得点が高い順に「数学が好き」「やや数学が好き」「数学が好きではない」であった。

中学校2年生の「数学に価値を置く程度」の尺度への回答は、「数学に価値を置く」、「数学にやや価値を置く」、「数学に価値を置かない」に分類された。国際平均値と比較すると、日本は「数学に価値を置く」に分類された生徒の割合が低く、「数学にやや価値を置く」「数学に価値を置かない」に分類された生徒の割合が比較的高かった。国際平均値と同様に、日本は数学

の平均得点が高い順に「数学に価値を置く」「数学にやや価値を置く」「数学に価値を置かない」の順であった。

(6) TIMSS2015

国立教育政策研究所は、この調査結果を報告書として出版している(国立教育政策研究所 2016)。この調査は57か国/地域で実施され、約1万校の小学生と約27万人の児童、約8千校の中学校と約25万人の生徒が参加した。日本では、148校の小学校4年生約4,400名及び147校の中学校2年生約4,700名が参加して、2015年3月に実施された。

小学校4年生算数の平均得点については、日本は参加49か国/地域中5番目で、上位はシンガポール、香港、韓国、台湾、日本、北アイルランド、ロシアの順であった。日本の平均得点は、シンガポール、香港、韓国の得点より有意に低く、北アイルランドの得点より有意に高かった。また、日本の小学生算数の平均得点はTIMSS2011、TIMSS2007、TIMSS2003、TIMSS1995の日本の平均得点のいずれよりも有意に高かった。

中学校2年生数学の平均得点については、日本は参加39か国/地域中5番目で、上位はシンガポール、韓国、台湾、香港、日本、ロシア、カザフスタンの順であった。日本の平均得点は、シンガポール、韓国、台湾の得点より有意に低く、ロシアの得点より有意に高かった。日本の中学生数学の平均得点は、TIMSS2011、TIMSS2007、TIMSS2003、TIMSS1999のいずれよりも有意に高かった。

小学校4年生の「算数が好きな程度」の尺度への回答は、「算数がとても好き」、「算数が好き」、「算数が好きでない」に分類された。国際平均値との比較において、日本は「算数がとても好き」と回答した児童の割合が低く、「算数が好き」「算数が好きでない」と回答した児童の割合が高かった。小学校4年生の「算数への自信の程度」の尺度への回答は、「算数にとっても自信がある」、「算数に自信がある」、「算数に自信がない」に分類された。国際平均値との比較において、日本は「算数にとっても自信がある」と回答した割合が低く、「算数に自信がある」「算数に自信がない」と回答した割合が高かった。

中学校2年生の「数学が好きな程度」の尺度への回答は、「数学がとても好き」、「数学が好き」、「数学が好きではない」に分類された。国際平均値との比較において、日本は「数学がとても好き」「数学が好き」と回答した割合が低く、「数学が好きでない」と回答した割合が高かった。日本の児童・生徒は算数から数学への移行に伴って好きから嫌いになる割合が増えていることが伺える。中学校2年生の「数学への自信の程度」の尺度への回答は、「数学にとっても自信がある」、「数学に自信がある」、「数学に自信がない」に分類された。国際平均値との比較において、日本は「数学にとっても自信がある」「数学に自信がある」と回答した割合が低く、「数学に自信がない」と回答した割合が高かった。中学校2年生の「数学に価値を置く程度」の尺度への回答は、「数学に強く価値を置く」、「数学に価値を置く」、「数学に価値を置かない」に分類された。国際平均値との比較において、日本は「数学に強く価値を置く」と回答した割合が低く、「数学に価値を置く」「数学に価値を置かない」に回答した割合が高かった。

このように、日本の子どもたちの算数・数学に関する非認知的要因は、いずれも参加国の国

際平均値に比べて低く、望ましい結果とはいえないと思われる。

3. OECD の生徒の学習到達度調査(PISA)

(1) PISA 調査の概要

OECD(経済協力開発機構)の実施する国際的な調査で、PISAはProgramme for International Student Assessmentの略称である。21世紀に必要とされる知識を生涯にわたり獲得し、それを仕事や地域社会、個人の生活等で活用していく能力・技能を身に付けることは、知識基盤社会に対応する上で鍵となるという考え方が21世紀を迎えるにあたって国際的な共通認識となった。各国はこのような中、教育改革に取り組むにあたって、それぞれがどのような長所を伸ばしていくのか、どのような点を改善するのかという点について示唆を与えてくれる客観的な信頼性のあるデータ・情報が必要であることから、この調査が始められることになった。2000年に実施された調査が初回である。各国政府、専門家、マスコミ、学校関係者、保護者等に注目を集めるようになり、OECD非加盟国や地域の参加をも含めて世界規模の事業となっている。多くの国で義務教育修了段階にあたる15歳児を対象に、それまで学校や様々な生活場面で学んできたことを、将来、社会生活で直面する様々な課題に活用する力がどの程度身に付いているかを測定することがねらいとされている。読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーといった概念によって、新しい能力・技能を見ることが特徴である。3年ごとに実施され、調査時間の3分の2を費やす中心分野が重点的に調べられ、他の2つの分野は概括的な状況が調べられている。中心分野は、2000(平成12)年が読解力、2003(平成15)年が数学的リテラシー、2006(平成18)年が科学的リテラシーであり、以後この順に繰り返されている。調査対象の生徒は、ペーパーテストにそれぞれ2時間の調査問題に取り組む。問題は、多肢選択式の問題及び自らの解答を記述する問題から構成され、実生活で遭遇するような状況に関する課題文・図表をもとに作成されている。調査対象の生徒は、調査問題のほか、生徒自身に関する情報を収集するための生徒質問紙及び学校に関する情報を収集するための学校質問紙にも回答する。結果は、OECD加盟国の生徒の平均得点が500点、約3分の2の生徒が400点から600点の間に入るように換算(OECD加盟国の平均が500点、標準偏差が100点)されている。国際的な調査の実施・調整は、オーストラリア教育研究所を中心とした国際コンソーシアムが行っている。日本では、国際コンソーシアムのメンバーである国立教育政策研究所が中心となり、文部科学省、東京工業大学教育工学開発センターとの連携・協力のもとに実施されている。

なお、2000(平成12)年調査は、参加国が32か国(OECD加盟国28か国、非加盟国4か国)、2003(平成15)年調査は、参加国が41か国・地域(OECD加盟国30か国、非加盟国11か国・地域)、2006(平成18)年調査は、参加国が57か国・地域(OECD加盟国30か国、非加盟国27か国・地域)、2009(平成21)年調査は、参加国が65か国・地域(OECD加盟国34か国、非加盟国31か国・地域)、2012(平成24)年調査は、参加国が65か国・地域(OECD加盟国34か国、非加盟国31か国・地域)であった。

数学的リテラシーが中心分野であった2003(平成15)年調査と2012(平成24)年調査の結果をみることにする。

(2) 2003(平成15)年調査の数学的リテラシーの結果

国立教育政策研究所は2003(平成15)年調査の結果のまとめを出版している(国立教育政策研究所 2004)。そこでは、数学的リテラシーは、次のように定義されている。

「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力」

2003(平成15)年調査には、41か国・地域(OECD加盟国30か国、非加盟国11か国・地域、ただし、イギリスの学校実施率が国際基準を満たさなかったため、分析から除外された)が参加した。

習熟度(成績)の結果は、総合得点が示されるとともに、総得点の高い方から低い方へ、レベル6、レベル5、レベル4、レベル3、レベル2、レベル1、レベル1未満の7段階に分けられ、各レベルの生徒の割合も示された。数学的リテラシー全体については、レベル6及びレベル5の生徒の割合が最も多いのはともに香港で、それぞれ11%、20%である。日本はそれぞれ8%、16%であり、上位の習熟度レベルに位置する生徒の割合が多かった。レベル2以上の生徒の割合が最も多いのはフィンランドで93%であった。日本は87%であり、OECD平均の79%よりも多かった。「量」、「空間と形」「変化と関係」「不確実性」の4つの領域分けて集計された。レベル5以上の生徒の割合が最も多いのは、「量」「空間と形」「不確実性」領域では香港であり、「変化と関係」領域ではオランダであった。レベル2以上の生徒の割合が最も多いのは、「量」「空間と形」「不確実性」領域ではフィンランドであり、「変化と関係」「空間と形」「不確実性」領域ではフィンランドであり、「変化と関係」領域ではオランダであった。日本はいずれの領域においてもレベル5以上、レベル2以上の割合は多い方であるが、特に「空間と形」領域が多かった。

数学的リテラシー得点の国際比較の結果は次のようであった。各国の数学的リテラシー全体の平均得点は534点で、香港、フィンランド、韓国、オランダ、リヒテンシュタインに次いで日本は第6位であった。それらの国々と統計的な有意差がなかったため、1位グループであったといえる。「量」「空間と形」「変化と関係」「不確実性」の4領域について、日本は「空間と形」は第2位、「変化と関係」は第7位で日本より上位国と統計的に有意差がなかったことから1位グループであった。「量」は第11位、「不確実性」は第9位で統計的な有意差から2位グループであった。数学的リテラシー全体の得点の国別分布において、その国の上位5%に位置する生徒の得点が最も高い国はベルギーであり、以下、韓国、日本と続いていた。日本は3番目に高かったが、日本の得点とこれらの国の得点とに統計的な有意差はなかった。領域別に上位5%に位置する生徒の得点が最も高い国は、「量」「変化と関係」ではベルギー、「空間と形」領域では韓国、「不確実性」領域ではニュージーランドであり、日本はそれぞれ5番目、2番目、2番目、8番目に高かった。日本の得点とこれらの国々と統計的に有意差はなかった。数学的リテラシーの男女差が最も大きいのはリヒテンシュタインで、男子が女子より29点高かった。女子が男子より高い国はアイスランドのみであった。日本は男子が女子よりも8点高かったが、統計的な有意差はなかった。

質問紙の結果は次のようであった。数学への興味・関心や数学の楽しさに関する4つの質問

項目、①「数学についての本を読むのが好きである」、②「数学の授業が楽しみである」、③「数学を勉強しているのが楽しいからである」、④「数学で学ぶ内容に興味がある」に対して、肯定的に回答した日本の生徒の割合はそれぞれ13%、26%、26%、33%であり、いずれもOECD平均(それぞれ31%、32%、39%、53%)よりも小さいかった。数学における道具的動機付けに関する4つの質問項目、①「将来就きたい仕事に役立ちそうだから、数学はがんばる価値がある」、②「将来の仕事の可能性を広げてくれるから、数学は学びがいがあある」、③「自分にとって数学が重要な科目なのは、これから勉強したいことに必要だからである」、④「これから数学でたくさんのことを学んで、仕事につく時に役立てたい」に対して、肯定的に回答した日本の生徒の割合はそれぞれ49%、43%、41%、47%であり、いずれもOECD平均(それぞれ75%、78%、66%、71%)よりも小さかった。数学における自己概念に関する5つの質問項目、①「数学はまったく得意でない」、②「数学では良い成績をとっている」、③「数学はすぐわかる」、④「数学は得意科目の一つだとも思う」、⑤「数学の授業ではどんな難しい問題でも理解できる」に対して、肯定的に回答した日本の生徒の割合はそれぞれ53%、28%、24%、27%、10%であり、OECD平均(それぞれ42%、57%、51%、35%、33%)よりも①以外は小さかった。①については、日本の生徒は、数学が得意でないという傾向を示す数値であった。数学における自己効力感に関する質問項目は、次の8項目であり、各々について選択肢「かなり自信がある」「自信がある」「自信がない」「全然自信がない」に回答した。8項目は、①列車の時刻表をみて、ある場所から別の場所までどのくらい時間がかかるか計算する、②あるテレビが30%引きになったとしてそれが、元の値段よりいくら安くなったかを計算する、③床にタイルを張るには、何平方メートル分のタイルが必要か、④新聞に掲載されたグラフを理解する、⑤ $3x+5=17$ という方程式を解く、⑥縮尺10000分の1の地図上にある2点間の距離を計算する、⑦ $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ という方程式を解く、⑧自動車のガソリンの燃費を計算する、であった。参加国・地域41か国中、イギリスを除いた40か国・地域の中で指標が最もよいのがリヒテンシュタインで最もよくないのが日本であった。数学における不安に関する5つの質問項目は、①「数学の授業についていけないのではないかとよく心配になる」、②「数学の宿題をやるとなるととても気が重くなる」、③「数学の問題をやっているといらいらする」、④「数学の問題を解くとき、手も足も出ないと感じる」、⑤「数学でひどい成績をとるのではないかと心配になる」に対して、肯定的に回答した日本の生徒の割合はそれぞれ69%、52%、42%、35%、66%であり、OECD平均(それぞれ57%、29%、29%、29%、59%)よりも大きかった。

この調査結果から、日本の生徒は、得点(習熟度)は、国際的に高い順位であるが、数学への興味・関心や数学の楽しさ、数学に対する道具的動機付け、数学における自己概念、数学における不安などの非認知的要因については、OECD平均より望ましくない結果であることが明らかになった。

(3) 2012年調査の数学的リテラシーの結果

国立教育政策研究所は2012(平成24)年の調査結果のまとめを報告書として出している(国立教育政策研究所 2013)。

2012(平成24)年の調査には、65か国・地域(OECD加盟28か国、非加盟31か国・地域)が参加し、約51万人の生徒が調査対象となった。日本は、高等学校191校(学科)、1年生約6400人の生徒が参加した。2012(平成24)年調査では、2時間の筆記型調査と約30分間の生徒質問紙の実施後、国際オプションである40分のコンピュータ使用型調査も実施された。問題は、多肢選択式及び自由記述式等で構成されている。生徒は、13種類のブックレット(問題冊子)が準備され、各生徒は1種類のブックレットに、2時間かけて解答した。コンピュータ型調査では、問題の組合せによって24種類のフォームが準備され、生徒はそのうち1種類に40分かけて解答した。また、質問紙についての回答時間は30分程度であった。OECD加盟国の生徒の平均得点が500点、約3分の2の生徒が400点から600点の間に入るように換算(平均が500点、標準偏差が100点)することは従来通りであるが、平均得点については、2000年調査以降トルコ、スロバキアが、2010年にはチリ、エストニア、イスラエル、スロベニアがOECDに加盟したため、これらをOECD加盟国として分析に入ったことから必ずしも平均が500点になっていない。数学的リテラシーでは7段階(レベル6以上、レベル5、レベル4、レベル3、レベル2、レベル1、レベル1未満)の習熟度レベルに分けられている。数学的リテラシーについては次のように定義・説明されている。

「様々な文脈の中で定式化し、数学を適用し、解釈する個人の能力であり、数学的に推論し、数学的な概念・手順・事実・ツールを使って事象を記述し、説明し、予測する力を含む。これは、個人が世界において数学が果たす役割を認識し、建設的で積極的、思慮深い市民に必要な確固たる基礎に基づく判断と決定を下す助けとなるものである。」

数学的リテラシーにおいて、習熟度レベル5以上の生徒の割合が多い国・地域は、その順に上海、シンガポール、台湾、香港、韓国、リヒテンシュタイン、マカオ、日本と続いていた。また、その中で、レベル1以下の生徒の割合が比較的少ないのは上海、シンガポール、香港、韓国、マカオ、日本である。日本の男子の方が上位の習熟度レベルの割合が多く、女子の方が下位の習熟度レベルの割合が多いが、この傾向はOECD平均と同様であった。数学的プロセスの3つのカテゴリー(「定式化」「適用」「解釈」)、及び数学的な内容の4つのカテゴリー(「空間と形」「変化と関係」「量」「不確実性とデータ」)のいずれにおいても、習熟度レベル5以上の生徒の割合が多く、レベル1以下の生徒の割合が少ないのは、上海、シンガポール、香港、韓国であった。日本は、数学的プロセスの「定式化」と数学的な内容の「空間と形」で同様な傾向であった。日本の「空間と形」の下位層の割合は、65か国中少ない方から2番目であるのに対して、「量」については、日本は、他のカテゴリー(「空間と形」「変化と関係」「不確実性」)より特に上位層の割合が少なく、下位層の割合が多かった。平均得点の国別比較では、上海、シンガポール、香港、台湾、韓国、マカオ、日本という順であり、第7位であった。OECD平均が494点に対して日本は536点であった。PISA調査は2000(平成12)年から実施されている。2000(平成12)年から2012(平成24)年までの数学的リテラシーの①全参加国中の順位、②日本の平均得点、③OECD平均は、次のようである。2000(平成12)年調査：①1位/32か国、②557点、③500点、2003調査：①6位/41か国、②534点、③500点、2006年調査：①10位/57か国中、②523点、③498点、2009年調査：①9位/65か国、②529点、③496点、2012(平成24)年調査：①7位

/65か国, ②536点, ③494点。これらから, 2003年以降, 数学的リテラシーの日本の平均得点はほぼ同様である。日本の数学的リテラシーの平均得点の参加国中の順位は, 2000年調査では1位であったが, 2003年以後, 6位, 10位, 7位であることはマスコミで報道されている。ちなみに読解力の順位は, 8位, 14位, 15位, 8位, 4位であり, 科学的リテラシーの順位は, 2位, 2位, 6位, 5位, 4位であった。

生徒質問紙において, ①数学における興味・関心や楽しみ, ②数学における道具的動機付け, ③数学における自己効力感, ④数学における自己概念, ⑤数学に対する不安, の5つの要因であった。日本の生徒の肯定的な回答の割合は OECD 平均よりも小さく, 参加65か国・地域の中で極めて低かった。2003(平成15)年と2012(平成24)年との比較では, 「数学における興味・関心や楽しみ」に関する全4項目, 「数学における道具的動機付け」に関する全4項目, 「数学における自己効力感」に関する全8項目中6項目で, 肯定的な割合が増え, 統計的に有意であった。これらから, 数学に対する非認知的要因が2012(平成24)年は2003(平成15)年よりも改善傾向にあることがわかるが, 日本は国際的にみて低位である。日本の子どもたちは数学の習熟度は高い順位である。しかし, 数学への興味, 関心などの非認知的要因は依然として国際的に低いことが PISA 調査からも伺える。

4. 結 語

本稿では, 1960年代から IEA により実施された国際数学教育調査, 2000年代になって理科との合同で実施された TIMSS, 2000年代になって OECD により実施された PISA の結果から, 日本の子どもたちの数学の認知的学力と数学への非認知的要因の状況を述べた。

IEA の国際数学教育調査, TIMSS は, 諸外国で共通に学習されている内容の習得に関する調査であり, 基礎・基本の内容の達成度や到達度をみる調査である。日本の子どもたちは, いずれにおいても上位に位置していた。しかし, 数学への非認知的要因に関する項目はいずれにおいても低位で, 参加国中で最低の場合もあった。

OECD の PISA は, 社会の事象への活用力をみる調査問題により実施されている。日本の子どもたちは, TIMSS の基礎・基本の到達度に比べて, 順位がやや劣るものの上位国の中で順位が多少上下しているに過ぎない。一方数学への非認知的要因に関する項目は, いずれの調査においても参加国中で低位であり, 望ましくない結果が続いているといえる。

このように, 日本の小学生, 中学生は, 数学(算数を含む)の認知的学力は高いが, 数学への非認知的要因は世界の中で最低レベルであることが国際的な調査結果から明らかである。数学への興味, 意欲などの非認知的要因が低いにもかかわらず, 数学の勉強をがんばっているという日本の子どもたちの姿を国際調査の結果から伺うことができる。学習指導要領において, 非認知的要因を強調するなど, 教育実践に変化をもたらす教育政策が必要であると考えられる。

引用・参考文献

- 国立教育研究所(編)(1967)『国際数学教育調査 IEA 日本国内委員会報告書』国立教育研究所。
 国立教育研究所(編)(1991)『数学教育の国際比較』第一法規。

- 国立教育研究所(編)(1997)『中学校の数学教育・理科教育の国際比較』東洋館出版社。
- 国立教育政策研究所(編)(2000)「第3回国際数学・理科教育調査第2段階調査(TIMSS-R)」国立教育政策研究所ホームページ(2016年4月9日取得, <http://www.mext.go.jp>)。
- 国立教育政策研究所(編)(2004)『生きるための知識と技能 OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2003年調査国際結果報告書』ぎょうせい。
- 国立教育政策研究所(編)(2005)『TIMSS2003 算数・数学教育の国際比較』ぎょうせい。
- 国立教育政策研究所(編)(2009)「TIMSS2007 算数・数学教育の国際比較 ―国際数学・理科教育動向調査の2007調査報告書」国立教育政策研究所ホームページ(2016年4月9日取得, <http://www.mext.go.jp>)。
- 国立教育政策研究所(編)(2013)『TIMSS2011算数・数学教育の国際比較国際数学・理科教育動向調査の2011年調査報告書』明石書店。
- 国立教育政策研究所(編)(2013)「OECD 生徒の学習到達度調査～2012年調査国際結果の要約～」国際教育政策研究所ホームページ(2014年5月8日取得, <http://www.mext.go.jp>)。
- 国立教育政策研究所(編)(2017)『TIMSS2015算数・数学教育の国際比較国際数学・理科教育動向調査の2015年調査報告書』明石書店。

Keywords : 国際調査, 算数, 数学, 認知的学力, 非認知的要因

