

# ICT 機器の活用が数学的リテラシーに及ぼす影響

## How the utilization of ICT Devices influences Mathematic Literacy

廣滋 達也

Tatsuya HIROSHIGE

### (要旨)

20世紀末から21世紀初頭にかけてコンピュータとインターネットが急速に発展と普及をした。近年はこれらのテクノロジーを活用したうえで知識やスキルを習得し、活用する力が求められる。

経済協力開発機構 (OECD) が2000年から3年ごとに実施している生徒の学習到達度調査 (PISA) では15歳児の男女を対象に義務教育修了段階で身につけた知識や技能を実社会でどの程度活用できるかを読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3分野を基に調査している。

本論では読解力に関する筆者の先行研究を踏まえながら、PISA2018年調査のデータ分析を数学的リテラシーに焦点を当てたうえで、文部科学省や国立教育政策研究所から報告されたデータを基礎としながら、OECDがPISA2018として公開しているPISAデータを入手し、その統計的分析を独自に行い、数学的リテラシーに及ぼす影響を分析、考察する。

キーワード：PISA2018、ICT活用、数学的リテラシー

## はじめに

本論は、読解力についての筆者の先行研究を踏まえながら、さらに PISA 型学力の数学的リテラシーについて日本とシンガポールとフィンランドのデータの国際比較の分析を行うものである。その際の視点は、先行論文と同じ枠組みを用いるが、読解力ではなく、特に ICT 機器の活用が数学的リテラシーに及ぼす影響を分析・考察する。読解力の論文において筆者は PISA2018 年調査で読解力の平均得点や順位が2015年と比較して低下した原因として、調査形態がコンピュータ使用型調査への全面移行により、テキストを読み取る力に加えて ICT 機器を活用する力が必要になり、学力観が変化したことが関係することを述べた。同研究の結果として ICT 機器の活用や読解力を向上させるにあたって、小学校低学年段階で ICT 機器やインターネットの基本的な操作を指導していくこと、ICT 環境の整備をさせたいうで機器を活用した共同学習や問題解決学習の展開をさせていくことが必要だと明らかにした。

これに対して、数学的リテラシーにおいては読解力以上に ICT 機器の活用状況の差が大きな影響を及ぼす可能性があるというのが、本論の仮説である。

読解力の3カ国比較の分析を踏まえながら、本論でも、数学的リテラシーと ICT 機器の活用との関連を分析、考察するにあたり、シンガポールとフィンランドを対象国として取り上げる。この2カ国を選んだ理由は、シンガポールが数学的リテラシーにおいて数回にわたって上位2位以内にある参加国であり、フィンランドが教育学の領域においても ICT 機器の活用の分野で多くの研究で比較対象とされるからである。

## 1. 数学的リテラシーの定義

### (1) PISA 調査の目的と概要

PISA 調査の目的は、義務教育修了段階の15歳児が持っている知識や技能を、実社会の様々な場面でどれだけ活用できるかを見るものであり、特定の学校カリキュラムをどれだけ習得しているかを見るものではない（国立教育政策研究所、2019）。

PISA 調査は、読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3つのリテラシーの国際比較を、2000年から継続し、3年サイクルで実施している（2000年、2003年、2006年、2009年、2012年、2015年、2018年。2021年調査はコロナ禍の影響で2022年に実施され現在分析段階にある。）。それぞれのサイクルの調査においては、この3つのリテラシーの1つを重点的に取り扱うとともに、時には、デジタル読解力や問題解決力などのトピック的な力の調査と分析を行っている。

筆者は、このうち、読解力について ICT 機器の活用の実態との関連性を先行研究で分析・考察したが、本論では、数学的リテラシーを重点的に考察する。数学的リテラシーについての定義は、開始から2009年までと、それ以後では、相違点が見られる。特に、定義概念の変化をここではまず説明しておきたい。

### (2) 2000年～2009年までの定義

2000年～2009年調査で用いられた数学的リテラシーは「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、建設的に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。」と定義されている。この定義から、数学的リテラシーとは、数学を活用して判断すること、数学を用いてコミュニケーションすること、実社会での起きることを数学的な観点から把握することを意味する（清水、2006）。

実生活の問題に対して数学を用いて解決する問題解決過程を PISA2006 では「数学的なプロセス」と呼んでいる（国立教育政策研究所、2007）。

国立教育政策研究所は数学的なプロセスについて、その過程を以下のように定義している。このプロセスは、2006以降の数学的リテラシーの理論枠組みとして用いられている。

- ①定式化：生徒が現実世界にある問題場面を数学という分野の中での設定に置き換え、現実世界に数学的な構造・表現・特徴を持ち込み、問題における制約や仮定について推論したり、理解したりすること。
- ②活用：生徒が数学的概念・事実・手順・推論を用いて、数学的に構成された問題を解き、数学的な結果を得ること。
- ③解釈：生徒が数学的な解釈や結果を振り返り、それらを現実世界という文脈の中で解釈すること

### (3) 2012年～2018年で用いられた定義

数学的リテラシーが2度目の中心分野に設定された2012年調査では定義が変更され、「様々な文脈の中で数学的に定式化し、数学を活用し、解釈する個人の能力。それには、数学的に推論することや、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、予測することを含む。この能力は、個人が現実世界において数学が果たす役割を認識したり、建設的で積極的、思慮深い市民に求められる、十分な根拠に基づく判断や意思決定をしたりする助けとなるもの」と定義されている（国立教育政策研究所、2019）。

2012年調査から用いられた定義では、数学的リテラシーとは、実社会に存在する数学と関わりのある問題を定式化し、定式化した問題を数学の事象などを用いて解決し、現実の解へと解釈し直す能力を意味する（山本、2014）。以降、本論では、2012年以降の定義を用いる。

## 2. 数学的リテラシーをめぐる先行研究

### (1) 日本における類似概念の整理

PISA の定義を前提にしながら、これまで、日本では、数学的リテラシーの類似概念として、次のようなものが提唱されてきた。

第1に、後に TIMMS の研究にも関わってきた銀島文は、「数感覚」という概念を1990年代に提唱している（銀島、1995）。その概念では、

- 1) 子どもの活動から、「場面」「目的」「対象」「方法」「妥当化」という5つの観点をもとに、それぞれに該当する活動を抽出
- 2) 「方法」という観点により子どもの活動から抽出される事柄を数学的なよさ、およびそ

の状況において「目的」となっている事柄に対する適切さという2つの観点により吟味

- 3) 「妥当化」という観点により子どもの活動から抽出される事柄を数学的なよさ、およびその状況において「目的」となっている事柄に対する適切さという2つの視点により吟味。

この5つの観点から、数学的な力を検討している。

銀島は、さらに、他の研究者とともに、数感覚という概念について議論している。たとえば、多鹿らは、この概念をめぐる他の概念を紹介している。

- 1) 数感覚とは多様な意味を持ち、人が数や演算に関して考える際のある種の「思考の方法」と捉える研究が多いこと。
- 2) 数感覚の獲得には、4則演算手続きの機械的な反復練習だけでなく、演算方法や演算のもつ意味の論理的な理解を必要とすること。
- 3) 数感覚を育成する場合、子どものもつインフォーマルな知識を考慮することの必要性。
- 4) 数感覚の発達を知るためにも、数感覚の発達に関する国際比較の必要性。

また、山本らは、「数学的リテラシーを育む教育開発」において、PISAの数学的リテラシーの観点を示している（山本ら、2014）。

PISAが示す数学的リテラシーを育むにあたって山本ら（2014）の研究では、①判断や主張をするようにする、②解決の必要性を持たせる、③現実性を大切にする、④数学的解答と現実世界の解が一致することを確認するという4つの視点を示している。

さらに、渡辺らは、数学的リテラシーと科学的リテラシーの関係性に考察している（渡辺、高坂、2021）。

2018年に改訂された高等学校学習指導要領では、数学と理科を関連付け、探究を行う科目として「理数探究基礎」と「理数探究」が新設された。この科目では、様々な事象に関わり、数学と理科の見方、考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を育むことを目標に掲げられている。

数学と理科を関連づけて指導することによって、豊富に関連付けられた知識構造を構築でき、学習した知識を活用することができる。例えば、理科と関連づけて数学を指導することで、抽象的な数学の概念を促す例を提供でき、数学と関連付けて理科を指導することによって、自然現象を定量化し、分析するための道具を提供することができる。

数学と理科の関連付けの核には関数領域が位置付くとされ、教科の数学と理科における関数的な考え方の対応を検討し、数学における関数的な考え方のキーワードとして、「変化と対応」、「表現」、「規則性」、「活用」、理科では「変数を確認する」、「データを表にまとめる」、「グラフを作成する」、「変数の関係を説明する」ことが挙げられる。

この渡辺らの科学的リテラシーとの関連づけについては、読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3つの概念を比較検討し、統合していく視点から、別稿でさらに検討していくことにしたい。

## (2) 数学的リテラシーの分析枠組

これらの数学的リテラシーをめぐる日本の概念に対し、PISA では、数学的リテラシーに関して、さらに次のような分析概念が加えられている。

数学化サイクル（国立教育政策研究所2004）「PISA2003 調査、評価の枠組」によれば、数学化サイクルとは、現実には位置づけられた問題から開始し、数学的概念に即して問題を構成し、関連する数学を特性し仮説の設定、一般化、定式化などのプロセスを通じて、次第に現実を整理したのち、数学の問題を解く。その後、数学的な解答を現実の状況を照らして解釈するプロセスを示したモデルであり、PISA が示す数学的リテラシーを支えるモデルでもある。

## 3. 数学的リテラシーの経年変化

### (1) 数学的リテラシーの経年変化

まず、PISA 調査の結果について、数学的リテラシーの経年変化をみていくことにしたい。

シンガポールは、数学的リテラシーだけではなく、他のリテラシーにおいても、ほぼ毎回トップの地位にある。他方、フィンランドは、日本より若干低いものの、高いPISA 型学力をもつ国として、評価され続けている。この三カ国の数学的リテラシーの経年変化を表に示した。

表1 平均得点の変化

	日本	シンガポール	フィンランド
2000	557	なし	536
2003	534	なし	544
2006	523	なし	548
2009	529	562	541
2012	536	573	519
2015	532	564	511
2018	527	569	507

3カ国における調査年ごとの数学的リテラシーの平均得点を明らかにした結果、シンガポールは2000年から2006年までの3回は同調査に参加していないため点数が出ていない。2000年調査における日本の平均得点は557点で、順位においても参加国中1位だったものの、2003年調査では平均得点が534点で6位に、2006年調査では523点で10位に下がった。この2回の調査では、数学的リテラシーに限らず、読解力と科学的リテラシーにおいても同じように下がっている。

この全体的な得点の低下は、PISA ショックと呼ばれ、文部科学省は、2003年及び2006年調査の結果を踏まえて、言語活動の充実が小学校や中学校で国語に留まらず、各教科で展開する必要があるとされ、学習指導要領の改訂が実施された。言語活動の充実に重点がお

かれたのは、数学的リテラシーと科学的リテラシーの問題理解に言語活動が影響していると考えられたが、同時に、数学や理科の授業時数の増加という施策もとられることとなった。PISA 型学力が従来の学力と異なる点が重視され、新しい学習指導要領の形成においては、「新しい学力」としての指導が国語、数学、理科においても重視されていった。

さらに、各教科で「観察・実験や社会見学のレポートにおいて、視点を明確にして、観察や見学した事象の差異や共通点をとらえて観察すること（理科、社会等）」、「仮説を立てて観察・実験を行い、その結果を評価し、まとめて表現する（理科等）」、「表現する（理科等）」、「比較や分類、関連付けといった考察するための技法、機能的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明する（算数・数学、理科等）」といったそれぞれの教科での知識・技能を活用する学習活動への応用が重視されたものの、2009年調査における平均得点は529点で順位も9位と大きな差はなかった（国立教育政策研究所、2009）。

数学的リテラシーが中心分野に設定された2012年調査では平均得点が536点で順位も7位に上がった。しかし、コンピュータ使用型調査に完全移行した2015年調査では順位は5位になったものの、平均得点が532点に低下。前回調査の2018年においても527点とわずかに低下している。

2015年及び2018年調査における平均得点はわずかに低下の傾向にあるが、国際的な順位においては変化がみられないので、この低下は調査形態の変更（コンピュータ使用型調査への変化）による影響があると推測される。

## (2) PISA2018 における数学的リテラシー調査結果の概要

コンピュータ使用型調査に全面移行して初めて読解力が中心分野となった2018年調査では、79か国・地域（OECD 加盟37か国、非加盟42か国・地域）、約60万人の生徒を対象に調査が実施された。この調査は、日本で2018年6月～8月に実施され、全国の183校、約6100人の生徒が参加した。

この調査では、中心分野の読解力について、既存の問題72問にコンピュータ使用型調査用に開発された新規の問題173問を加えた245問が用いられ、全ての生徒が前半あるいは後半の1時間を用いて回答する形式となった。残りの1時間は他の2分野（数学的リテラシー、科学的リテラシー）から1つか2つの分野が出題された。

さらに、コンピュータ使用型調査であることを利用して、能力の高い生徒と低い生徒の能力を詳細に測るために「読みの流ちょう性課題」が導入された。

数学的リテラシーにおいては、既存の70問の問題が出題され、日本の正答率は53%であった。

本研究では、2018年調査で実施された生徒の背景に関する質問紙調査及びICT 利用に関する質問紙調査の集計結果と、デジタル型読解力として測定された習熟度の関係を明らかにするために以下の分析を行う。特に、本論は、2018年調査の結果として、文部科学省や国立教育政策研究所から報告されたデータを基礎としながら、OECD がPISA2018として公開しているPISA データを入手し、その統計的分析を独自に行う。その際、明らかとなった結果は図表にしている。

PISA 調査の結果、特に数学的リテラシーを中心にして、読解力への ICT 機器の利用の影響について、全体的な利用状況、学校外での利用状況、学校での利用状況の点から分析を行うことにする。

ICT 機器の活用状況として、本稿では、① ICT 機器やインターネットを初めて利用した年齢、②学校内外におけるインターネットの利用時間、③数学の授業における ICT 機器の利用時間、④利用者の内訳（生徒のみ、教師のみ、生徒と教師、どちらも利用しない）の4つの変数を独立変数として捉える。従属変数として、数学的リテラシーを設定する。

以下3カ国のそれぞれについて、4つの変数の影響を見ていくことにしたい。

#### 4. 3カ国における ICT 機器の活用状況

この活用状況については、筆者が読解力の研究で述べたため、ここでは、その主な結果のみについてまとめておくことにしたい。

##### (1) 全体的な利用状況

ICT 機器を初めて使った年齢において、日本とシンガポールは初等教育段階の7～9歳の時期に初めて利用した生徒が多いものの、フィンランドは就学前の4～6歳が多い。

インターネットを初めて利用した年齢の割合が異なるのは、次のことが考えられる。シンガポールでは ICT 教育マスタープランに伴い ICT 機器を活用した学習が充実し、フィンランドでは2010年代初頭から初等教育段階に

における基礎学校でタブレット端末を配布する学校の増加、edison (岩竹、2020) というクラウドサービスが学習に活用されているからである。

インターネットを初めて使った年齢を見ると、日本では10～12歳に初めて利用した生徒が最も多い。一方、シンガポールとフィンランドでは7～9歳に初めて利用した生徒が多く見られる。

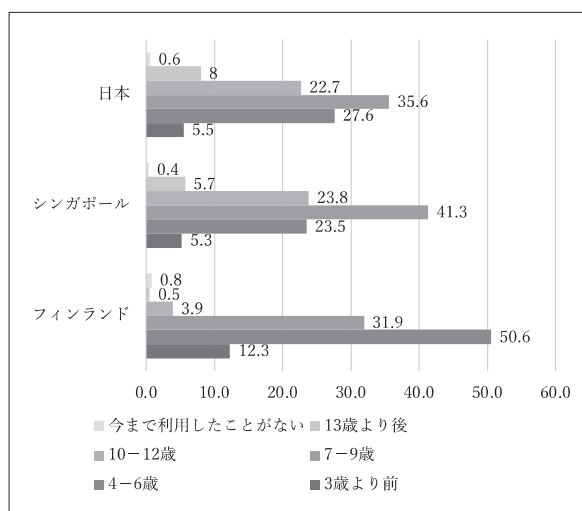


図1 ICT 機器を初めて使った年齢

##### (2) 学校外及び家庭での利用状況

インターネットとスマートフォンの普及に伴い、家庭で利用できる ICT 機器及び周辺機器の質問項目では共通してインターネット接続環境とインターネット接続が可能な携帯電話の使用率が高い。しかし、ノートパソコンは日本が35%程度しか利用していないものの、シンガポールとフィンランドでは75%程度の生徒が利用している。

使用率が最も高かったインターネット接続が可能な携帯電話を利用している生徒が学習に活用する利用目的と頻度を明らかにした結果、インターネットやスマートフォンそして

SNS の普及に伴って、LINE 等で他の生徒と課題について連絡をとる生徒が共通して多い。学校の勉強にインターネットを利用する頻度では、日本は38.2%の生徒がまったくかほとんどないと回答している。しかし、諸外国では政策によって ICT 機器を活用した学習活動が展開されていることで、学校の勉強のためにまったくかほとんどインターネットを利用しない生徒は10%程度に留まっている。

### (3) 学校での ICT 機器利用

表2 学校での ICT 機器及び周辺機器の利用状況

	使っている			ない		
	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド
デスクトップパソコン	48.2%	54.4%	61.4%	32.9%	21.6%	21.6%
ノートパソコン	14.2%	60.7%	76.9%	69.1%	19.4%	19.4%
タブレット端末	13.0%	35.8%	58.7%	74.0%	37.5%	37.5%
インターネットを介したコンピュータ	60.9%	79.1%	85.3%	20.0%	3.6%	3.6%
無線 LAN	23.0%	80.1%	70.7%	61.5%	6.3%	6.3%
自分の文書を保存するフォルダー	46.4%	55.8%	72.3%	38.3%	24.4%	24.4%
USB メモリ	14.7%	31.5%	26.2%	65.3%	49.5%	49.5%
電子書籍	3.9%	7.5%	9.1%	85.4%	80.7%	80.7%
プロジェクター	25.2%	68.1%	60.9%	46.2%	12.0%	12.0%
電子黒板	13.3%	20.1%	35.9%	72.0%	63.2%	63.2%

学校内で生徒が利用できる ICT 機器と周辺機器に関する質問項目の分析をした結果、インターネットを介したコンピュータの使用率が最も高い。さらに、教室での利用や持ち運びが容易にできるノートパソコンの使用率を見ると、日本は69.1%の生徒が使っていないものの、政策によって ICT 環境の整備が整っている諸外国では、シンガポールで60.7%の生徒が、フィンランドで76.9%の生徒が学校でノートパソコンを使用している。

教室及び学校でインターネットを容易に接続するために必要な無線 LAN の使用率については、日本は61.5%の生徒しか利用していない。しかし、シンガポールでは80.1%、フィンランドでは70.7%の生徒が利用している。

学校でインターネットを介したコンピュータを利用している生徒が学校で1日にインターネットを利用する時間について見ていく。ICT 環境の整備があまり進んでいない日本では、およそ40%近くの生徒が利用していない。しかし、政策に伴って ICT 環境の整備や機器を活用した学習活動が具体的に展開されている諸外国の結果を見ると、シンガポールでは90%近くの生徒が利用している。さらに、フィンランドの結果を見るとほぼ全ての生徒が学校でインターネットを利用していることが明らかとなった。

授業で ICT 機器を1週間に利用する時間の分析を行い、そのなかで利用しないと回答した5科目の平均を出した。その結果、シンガポールでは64.3%の生徒が、フィンランド



表3 授業でICT機器を利用する時間

	利用しない			週に1～30分			週に30分より長い		
	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド
国語	85.1%	58.1%	33.9%	8.7%	25.3%	41.2%	5.5%	16.5%	24.3%
数学	91.2%	74.2%	50.1%	3.3%	15.8%	32.9%	4.7%	9.9%	16.6%
理科	78.5%	65.9%	44.3%	7.4%	18.9%	35.3%	11.7%	14.7%	19.3%
外国語	69.2%	61.3%	37.3%	14.4%	21.1%	41.0%	15.5%	15.1%	20.9%
社会科	77.2%	62.1%	42.0%	7.2%	18.7%	34.4%	14.2%	16.5%	20.5%

表4 授業でICT機器を利用する者(%)

	生徒と教師			生徒のみ			教師のみ			どちらも利用していない		
	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド	日本	シンガポール	フィンランド
国語	12.3	39.6	58.6	4.9	10.2	13.9	9.4	29.4	16.8	72.0	20.3	9.9
数学	10.9	22.9	33.2	1.2	7.8	11.7	9.0	35.3	31.0	77.5	33.5	23.3
理科	10.8	30.0	41.1	1.5	8.1	12.7	21.7	36.7	28.6	62.7	24.2	15.5
外国語	15.0	29.2	47.3	5.8	9.2	12.3	24.0	32.1	25.5	53.6	25.9	13.7
社会科	13.3	29.8	43.1	2.3	8.1	12.0	20.3	33.2	24.9	61.7	25.1	15

では41.5%の生徒が利用していない。一方、日本では80.2%とほとんどの生徒が利用していない状況にある。

さらに、授業でICT機器を利用する者についての分析も行なった結果、日本では65.5%が生徒および教師のどちらも利用していない。しかし、シンガポールでは教師のみが利用している割合が高く、フィンランドは教師と生徒のどちらもが利用している割合が高い傾向にある。

日本の学校における授業でICT機器の活用が低い要因として、教員の利用状況を具体的にするために、教員および、校長の勤務環境や学校の学習環境に焦点を当て、2018年に調査が実施された国際調査(TALIS)第3回調査の結果について触れることにする。

同調査では、中学校(中央教育学校前期課程及び義務教育課程を含む)及び小学校(義務教育学校前期課程を含む)の校長、前期中等教育段階200校、初等教育段階200校1校につき非正規教員を含めた20名の抽出された教員が調査の対象となった。

ICT機器の活用について、単に情報の伝達のために使うだけではなく、ICT機器の活用によって、共同的な学習が進んだり、教科の内容理解が深まったり、学習の意義が明確になるなど、児童生徒の学習を深めることが大切である。しかし、同調査の教員質問紙では、「活用(use)」の定義はされていない。

ICT機器の利用によって生徒の学習を支援する指導では、勤務年数5年を超える中学校教員が「かなりできている」または「非常によくできている」と回答した割合は、勤務年数5年以下の教員と比較して20.6ポイント低く、教員の年齢によってICT機器を利用する技能に差が生じている。

中学校教員の17.9%は生徒に課題や学級での活動にICT機器を活用させることを「しば

しば] または「いつも」行くと回答している。しかし、31か国の平均（中学校）では52.7%の教員がICT機器を活用させていると回答し、ICT環境の整備があまり進んでいないことや、機器を用いた学習活動が具体的に展開されていないことによって、平均よりも大きく差がある。

## 5. ICT 機器活用と数学的リテラシーの関連性の比較考察

### (1) 初めての使用年齢と数学的リテラシーの平均得点

初めて使った年齢と平均得点の関係を明らかにした結果、共通して就学前の4～6歳に初めて利用した生徒の平均得点が高い。また、シンガポールでは3歳より前に利用した生徒の平均得点も同じ結果である。

表5 ICT 機器を初めて使った年齢と平均得点の関係

	日本	シンガポール	フィンランド
3歳より前	537	590	514
4～6歳	541	590	520
7～9歳	535	575	505
10～12歳	513	549	477
13歳より後	487	510	なし
今まで利用したことがない	431	なし	451

表6 インターネットを初めて使った年齢と平均得点の関係

	日本	シンガポール	フィンランド
3歳より前	518	583	498
4～6歳	531	586	513
7～9歳	536	577	515
10～12歳	528	555	506
13歳より後	503	508	455

ICT機器及びインターネットを初めて利用した年齢と平均得点の関係を明らかにした結果、どちらも読解力の平均得点と同様に、機器への慣れ親しみの影響によって、3国共通して4～6歳に初めて利用した生徒の平均得点が高い。

### (2) 学校外のICT利用と数学的リテラシーの平均得点

インターネットを接続していると回答した生徒の平均得点を明らかにした結果、日本530点、シンガポール572点、フィンランド513点であった。一方で利用していない生徒の平均得点は、日本とシンガポール共通して490点とPISA2018年調査における平均得点程度であった。またフィンランドでは利用していないと回答した生徒は読解力同様に評価不能である。

ノートパソコンをしていると回答した生徒の平均得点を明らかにした結果、日本533点、

シンガポール577点、フィンランド512点と読解力同様に3国共通してPISA2018年調査における数学的リテラシーのOECD平均得点を上回っている。利用していない生徒の平均得点では、日本514点、シンガポール534点、フィンランド497点と利用している場合と比較して平均得点が低く多少の差はあるものの、利用していない生徒でも、読解力とは異なってOECDの平均得点より高いことが明らかとなった。

インターネット接続が可能な携帯電話を使用している生徒と平均得点の関係では、日本528点、シンガポール572点、フィンランド513点であったものの、利用していない生徒の平均得点は、日本511点、シンガポール521点と、この2国は利用していなくてもOECDの平均得点を上回っている。しかし、フィンランドのみ449点と大きく下回っている。

表7 平日にインターネットを利用する時間と平均得点の関係

	日本	シンガポール	フィンランド
利用しない	495	493	‡
1～30分	535	517	492
31～60分	542	545	508
1～2時間	542	589	526
2～4時間	533	589	523
4～6時間	509	571	508
6時間以上	482	542	481

表8 休日にインターネットを利用する時間と平均得点

	日本	シンガポール	フィンランド
利用しない	495	488	‡
1～30分	532	496	478
31～60分	530	517	498
1～2時間	534	560	516
2～4時間	541	586	526
4～6時間	530	583	514
6時間以上	506	566	498

平日に学校以外でインターネットを利用する時間と平均得点の関係をみると、共通して1～2時間利用している生徒の得点が3カ国に共通して高くなっている。休日の場合は、2～4時間の利用者の得点が高い。

インターネットの利用時間が数学的リテラシーの平均得点及ぼす影響として、平日では日本の場合、1日当たり31～60分、1～2時間利用している生徒の平均得点が最も高い。ICT機器を活用した学習活動が具体的に展開されているシンガポールとフィンランドは、読解力の場合は1日に2～4時間利用している生徒の平均得点が最も高かったものの、数学的リテラシーでは、日本と共通して1～2時間利用している生徒の平均得点が最も高いことが明らかとなった。

休日における利用時間と平均得点の関係を見ると、共通して読解力同様に1日に2～4時間利用する生徒の平均得点が高いものの、6時間以上利用している生徒は平日、休日問わず共通して平均得点が高い。インターネットを1日に長時間利用した場合に平均得点が高くなる要因として、動画サイトの閲覧やゲーム等で時間を消費することによって学習時間の減少、学習意欲や生産性の低下が関係する。したがって、インターネットの利用と学習のバランスを保つにあたっては家庭でインターネットの利用時間や利用目的の制限を設ける等、状況に応じていく必要がある。

### (3) 学校での活用状況と数学的リテラシーの得点の関係

学校で使用できる機器と平均得点の関係について明らかにした結果、インターネットを介したコンピュータの項目では、読解力では日本とシンガポールでは大きな差はなかった。しかし、数学的リテラシーでは日本530点、シンガポール569点、フィンランド516点と、日本とシンガポールを比較すると39点近くの差がある。使っていない生徒の平均得点は、日本512点、シンガポール538点、フィンランド504点という結果であった。この項目において、読解力では使っている生徒とそうでない生徒では大きな差が開いていたものの、数学的リテラシーでは大きな差がない。

ノートパソコンの場合、日本は使っている生徒の平均得点が512点であるものの、使っていない生徒の平均得点は533点という結果で、読解力と共通して使っていない生徒の平均得点の方が高い。シンガポールは使っている場合もそうでない場合も平均得点が569点で全く変わらないことが明らかとなった。続いてフィンランドにおいては、使っている生徒の平均得点は516点、使っていない場合は512点と、同国も読解力と共通して、制作によってICT機器を活用した生徒の平均得点が高い傾向にあるものの、大きな差がない。

学校で使用する機器と読解力の関係で日本が最も平均得点が高かったのが、自分の文章を保存するフォルダを使っている場合の519点であった。数学的リテラシーでは、使っている場合は534点、使っていない場合が520点という結果である。読解力では、使っていない生徒の平均得点は489点と、使っている場合とそうでない場合を比較して、大きな差があった。数学的においても、使っている生徒の平均得点は高いものの、使っていない生徒と比較して大きな差は見られなかった。

表9 学校でインターネットを利用する時間と平均得点

	日本	シンガポール	フィンランド
利用しない	540	573	501
1～30分	542	581	530
31～60分	519	578	528
1～2時間	504	573	514
2～4時間	486	558	496
4～6時間	472	546	469
6時間以上	428	504	446

学校でインターネットを利用する時間と数学的リテラシーの関係について説明をする。最も平均得点が高いのが読解力同様に共通して1-30分利用する場合で、日本が542点、シンガポールが556点、フィンランドが530点である。一方、6時間以上利用している生徒の平均得点は日本が428点、シンガポールが504点、フィンランドが446点とシンガポールを除いた2国はOECDの平均得点を下回っている。学校でインターネットを6時間以上利用する生徒の平均得点が低い原因には、学校外で利用する場合と同様に、動画サイトの閲覧や、ゲーム、チャットツールの利用といった学習以外の目的でインターネットを利用することで学習意欲の低下をもたらしていることが推測できる。このことから、学校でインターネットを利用する際にも、学校で利用する目的を必要に応じて制限する必要があるだろう。

表10 数学の授業で1週間にICT機器を利用する時間と平均得点

	利用しない	1-30分	31-60分	1時間以上
日本	529	528	506	556
シンガポール	574	563	545	574
フィンランド	521	504	509	517

表11 数学の授業におけるICT機器の利用者

	生徒と教師の両方	生徒のみ	教師のみ	どちらも利用していない
日本	510	495	550	531
シンガポール	573	510	594	558
フィンランド	518	478	533	507

数学の授業で1週間にICT機器を利用する時間及び、ICT機器の利用している者の平均得点について見ていく。

数学の授業で利用する時間の項目において、日本は1時間以上利用している生徒の平均得点が最も高く、シンガポールでは1時間以上利用している生徒と利用していない生徒の平均得点と同じことに加えて最も高かった。一方、フィンランドは利用していない生徒の521点が最も高かったものの、1時間以上利用している生徒と比較して大きな差はない。

次に数学の授業でICT機器を利用する者と数学的リテラシーの平均得点について見ていく。共通して平均得点が最も高い項目が、読解力と同じく教師のみ利用している場合であった。その要因として、プロジェクターや電子黒板に教科書のページや、図表などを投影することで、生徒に指示や説明が伝わりやすくなっていることが考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、ICTやインターネットの普及に伴い、これらのテクノロジーを活用して知識やスキルの習得の中心となる前回の読解力の研究を踏まえながら、OECDが実施している生徒の学習到達度調査(PISA2018)のデータ分析を独自に行い、ICT機器の活用状況が数学的リテラシーに及ぼす影響について明らかにした。

第1に、ICT機器やインターネットを初めて使った年齢と平均得点の関係性を明らかに

したところ、読解力と共通して就学前の6歳より前または小学校低学年段階の7-9歳に初めて利用した生徒の平均得点が高い。また、初めて使った年齢が10歳より後になるに連れて低くなる傾向にある。この点では、読解力と数学的リテラシーの間に大きな相違はみられない。

第2に、家庭を含めた学校外における利用状況では、インターネットやスマートフォンの普及の伴い、共通してインターネット接続が可能な携帯電話とインターネット環境を90%以上の生徒が使用している。しかし、コンピュータの使用率は、ICT機器を活用した学習活動が充実した諸外国ではおよそ75%の生徒が使用しているものの、日本ではおよそ31%の生徒しか使用していない。

インターネットを1日に利用する時間において、平日は学校以外の場所で1日に2-4時間利用している生徒が多く、休日は平日と比較して日本も諸外国も共通して利用時間が長い。また、学校内におけるインターネットの利用時間では、日本は40%近くの生徒が利用していないものの、諸外国では90%以上の生徒が利用している。インターネットの利用時間が数学的リテラシーに及ぼす影響として、学校以外の場所で平日は1-2時間程度利用している生徒が高く、休日においては2-4時間利用している場合の平均得点が最も高い。一方、6時間以上利用している場合、読解力では短時間しか利用していない生徒と比較して低かった。

読解力の場合とは異なり、学校外の利用の有無にかかわらず、数学的リテラシーの平均得点は高い結果となっている。

数学的リテラシーにおいても、日本とフィンランドは平日に学校及び学校以外で6時間以上利用している生徒の平均得点（日本482点、フィンランド481点）は短時間利用している生徒（日本532点、フィンランド492点）と比較して低い。

ところが、シンガポールの場合、学校以外でインターネットを利用する場合のみ、平日、休日共通して長時間利用する生徒（566点）の平均得点が短時間利用している生徒（496点）より高くなっており、まったく逆の現象がみられる。

第3に、学校における利用状況では、日本で最も使用している割合が高い項目がインターネットを介したコンピュータであるものの、60.9%と半数程度に過ぎない。しかし、諸外国では8割程度の生徒が使用している。インターネットを学校の様々な場所で接続が容易にできる無線LANの使用率では、日本は23%の生徒しか使用していない。しかし、諸外国では政策によってICT機器を活用した学習活動の充実が図られていることで、70%以上の生徒が使用している。

授業でICT機器を利用する時間において、シンガポール（35.7%）やフィンランド（58.5%）の生徒が利用している。しかし、日本はほとんどの生徒（80.2%）が利用していない。

数学の授業での利用時間では、日本は1週間に1時間以上利用している生徒の平均得点が最も高く、シンガポールは利用時間の長さにかかわらず高得点を得ている。一方、フィンランドは利用の有無と生徒の得点に大きな差はない。ただし、3カ国ともに、教師が利用する場合に生徒の得点は高い結果となっている。また、シンガポールの場合、生徒と教師のいずれもが利用する場合も高くなっている（573点）。この結果は、ICTの活用を、教

師だけでなく、生徒も利用できることで数学的リテラシーの向上を図ることができるというを示している。

数学の授業で ICT 機器を利用することのメリットは、プロジェクターや電子黒板に教科書のページや、図表などを投影することで、生徒に指示や説明が伝わりやすくなっていることが考えられる。教師の ICT 活用能力は、数学的リテラシーにも大きく影響している。

読解力と比較して、数学的リテラシーは、より文化的、社会的な背景の差異の影響が少なくなる可能性がある。基本的に PISA は、そのような文化的差異がないことを前提にしてテストが作成されている。しかし、この2つのリテラシーについて、ICT 活用の影響もたらす相違をみる限り、そうした各国間の文化的な相違だけではなく、読解力と数学的リテラシーによって測定される内容について、再度検討する必要があると考える。

#### 参考文献

1. 岩竹美加子 (2020) 「フィンランドの教育、日本の教育」 南山大学ヨーロッパ研究センター報、第26号、3 - 5 頁
2. OECD 編著 (2019) 『生きるための知識と技能7 : OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)』 国立教育政策研究所編集、明石書店
3. 銀島文 (1995) 「数感覚に冠する記述枠組の有効性」 日本科学教育学会年会論文集19(0), pp.175-176
4. 国立教育政策研究所 (2007) 『PISA2006 年調査、評価の枠組み、OECD 生徒の学習到達度調査』、ぎょうせい
5. 国立教育政策研究所 (2022/11/28閲覧) (2006) 「PISA206 の結果を受けた今後の取組」  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813/08012902.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813/08012902.pdf)
6. 清水美憲 (2006) 「OECD・PISA の『数学的リテラシー』論からみた日本の算数・数学教育」 日本数学教育学会誌88巻3号、p44~53
7. 多鹿秀継、岡本ゆかり、東原文子、銀島文、丸野俊一、日野圭子 (2000) 「子どもの数感覚を育む」  
The Annual Report of Educational Psychology in Japan 39(0), pp.24-28
8. 文部科学省、国立教育政策研究所 (2022/01/24閲覧) (2009) 「OECD 生徒の学習到達度調査、2009年デジタル型読解力調査、国際結果の概要」  
[https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2009\\_Result\\_Outline.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2009_Result_Outline.pdf) (online)
9. 山本一海、野澤拓人、宮下奈央、伊禮三之、櫻本篤司、西村保三 (2014) 「数学的リテラシーを育む教育開発」 福井大学教育実践研究38巻、pp.79-90
10. 渡邊耕二、高阪将人 (2021) 「PISA 数学的リテラシーと科学的リテラシーの関連性に関する研究—「数学的な内容」の4つの領域に着目した PISA2012 の二次分析から」 宮崎国際大学教育学部紀要教育科学論集8巻、pp.124-135

