

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 16 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22402055

研究課題名（和文）数学的リテラシー育成を視野に入れたフィンランドの数学教育に関する調査研究

研究課題名（英文）Research of Mathematics Education in Finland with the Aim of Development of Mathematical Literacy.

## 研究代表者

熊倉 啓之（KUMAKURA HIROYUKI）

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：00377706

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、フィンランドの数学教育に焦点を当て、授業、教材、教員養成等の観点から総合的に調査を行い、数学的リテラシーを育成するという視点から、日本の算数・数学教育への示唆を得ることである。文献調査および4回のフィンランドへの視察調査の結果から、教科書には日常事象と関連付けた問題が多かったこと等の特徴を明らかにした。それらを踏まえ、例えば教員養成においては、教育実習を研究と関連付けるなどして充実させることが重要である等の示唆を得た。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to research on mathematics education in Finland comprehensively focusing on lessons, materials and teacher education, and to get some suggestions to Japanese mathematics education from a viewpoint of development mathematical literacy. Through research of many documents and visit to Finland four times, it was cleared that there were many problems relevant to everyday life in the textbook and so on. Based on these features, we got some suggestions, for example, it is important to enhance teaching practices by relating to research for own thesis in the case of teacher education.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2011年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2012年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	5,900,000	1,770,000	7,670,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：数学教育，フィンランド，授業，教材，教員養成

## 1. 研究開始当初の背景

過去3回のPISA調査（OECD実施）において、フィンランドは「数学的リテラシー」，「科学的リテラシー」，「読解

力」いずれの分野においても、好成績を挙げている。2006年調査によれば、国際順位は2位，1位，2位であった。これらの結果から、日本においてもフィンラン

ドの教育が注目を浴び、フィンランドの教育に関する多くの著作物も出版されている（例えば、「フィンランドに学ぶ教育と学力」明石書店、「フィンランド国語教科書」経済界、ほか多数）。しかし、そのほとんどは、教育全般に関わること、および特に国語教育（読解力育成）に関するものであり、算数・数学教育に焦点を当てた分析は、ほとんどなされていない。

そこで、本研究を通して、多くの授業を観察するとともに、教科書を始めとする教材についても分析を加え、さらには数学教師の教員養成の実態を調査し、フィンランドの数学教育について総合的に調査を行って、その特徴を詳細に分析することとした。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、フィンランドの数学教育に焦点を当て、授業、教材、教員養成等の観点から総合的に調査を行ってその特徴を明らかにし、数学的リテラシーを育成するという視点から、日本の算数・数学教育への示唆を得ることである。

## 3. 研究の方法

以下の手順に従い、研究を進めた。

- (1) フィンランドの算数・数学の授業を観察し、指導方法についてその特徴を明らかにする。
- (2) フィンランドの算数・数学に関わる国家カリキュラム、算数・数学の教科書、その他の教材を手に入れ、それらの内容を分析する。また、それらの作成者とのインタビューを通して、作成理念や作成方法について調査する。それらをもとに、指導内容についてその特徴を明らかにする。
- (3) フィンランドの算数・数学教育に関わる教員養成について、教員養成に関わる大学教員とのインタビューや、教育実習生の授業観察を通して、教員養成についてその特徴を明らかにする。
- (4) (1)～(3)の結果を踏まえて、フィンランドの数学教育について総合的に考察し、日本の算数・数学教育への示唆を得る。

## 4. 研究成果

### (1) 算数・数学の授業の特徴

事前の予備調査も含めて、合計で24件（小学校9件、中学校7件、高等学校8件）の授業を観察した。これらの観察結果から、授業の特徴として次の点を明らかにした。

① いずれの授業も、教科書に沿った展開が多い。概ね、授業の前半は「授業者による内容や解法の説明」が、後半は「個人による問題演習」が行われている。

② いずれの授業も、教科書に載っている問題をすべて扱うのではなく、授業者が取捨選択して生徒に提示している。中学校や高等学校の授業では、レベル別に問題を選び出して提示することもある。

③ いずれの授業も、宿題が必ず出される。そのほとんどが教科書に載っている問題であり、宿題の答え合わせは、次の授業の初めに行う。

④ ほとんどの授業では、授業後半に取り組む問題の答え合わせを全体の場で行わずに、教科書の巻末に載っている解答ページや、授業者が教室前あるいは後ろにおいたプリント等を使って、各自が行っている（写真1）。

⑤ 多くの授業で、実物投影機や電卓を活用した授業を行っている（写真2）。実物投影機では、主に教科書や生徒のノートを映す。

⑥ 生徒同士で議論したり議論を促したりする場面が見られた授業はわずかである。

⑦ 特に高等学校の授業では、授業時間全体を通して、生徒が真剣に取り組む姿が目立つ。大学入学資格試験の影響もあり、生徒の数学学習への意欲は高い。



写真1 答え合わせ

写真2 電卓の活用

### (2) 国家カリキュラムの特徴

国家カリキュラムとして、基礎教育（9年間）、後期中等教育（3年間）のそれぞれの算数・数学に関わる内容について分析した。また、国家教育委員会の教科調査官とのインタビューを行い、国家カリキュラム作成の理念や作成方法について調査した。その結果、国家カリキュラムの特徴として次の点を明らかにした。

① 小・中学校の国家カリキュラムは、1～2学年、3～5学年、6～9学年ごとに記載されていて、学年ごとの細かい指導内容は明文化されていない。日本に比べると大綱的な記述になっている。

② 小・中学校の国家カリキュラムは、到達目標が明示されている点に特徴がある。特に、6～9学年には、最終評価規準が規定されている。

③ 小・中学校の数学カリキュラムの6～9学年の内容領域には、「思考スキルとメソッド」がある点が特徴的である。数学学習を通して育てたい一般的な能力の育成を重視していることが読み取れる（表1）。

表1 6-9学年 思考スキルとメソッド

指導内容
例えば、分類、比較、構成、測定、作図、モデル化、法則や関係を探し表現するなど、論理的思考を必要とする働き
比較や相互関係を表現するのに必要な概念の理解と活用
数学的な文章の解釈と作成
証明の導入：根拠のある推測や実験，系統だった試行錯誤，反例を示すこと，直接的な証明
総合的な問題を多様な方法で解決すること 思考を支援する道具や図の活用
数学史

④ 高等学校の数学カリキュラムは、日本の場合と異なり、「長い数学」「短い数学」の2つの複線カリキュラムとなっている。

⑤ 高等学校の「長い数学」の内容は、ほぼ日本の理系コースで扱う内容と同じであるが、日本では扱わない「広義積分」なども選択科目の中に含まれている。

⑥ 高等学校の「短い数学」の科目の中に、日本には見られない「数学的モデルⅠ」～「数学的モデルⅢ」がある。それらの内容は、「長い数学」で扱う関数や方程式、ベクトルの一部であるが、日常事象との結びつきが強い。

⑦ 国家カリキュラムの作成方法は、日本の場合と類似している点が多い。一方で、作成の構成メンバーは、大学研究者に比べて学校の教員が多く、教科書出版社の代表者も参加する。

⑧ 国家カリキュラム作成の理念は、次の2点に整理される。

ア 問題解決能力の育成と将来の進路に備えるために、目標や内容を定める。

イ 国による縛りを減らし、各学校、教員の自由度を増すようなカリキュラムを作る。

(3) 算数・数学の教科書の特徴

教科書会社は、WSOY社、OTAVA社などがあるが、WSOY社の小学校算数、中学校数学、高等学校数学（長い数学、短い数学）を手に入れ、内容を分析した。また、OTAVA社の編集者とのインタビューを通して、教科書作りの理念や方法について調査した。その結果、教科書の特徴として次の点を明らかにした。

① 小学校、中学校の教科書は、定理・公式や性質が成り立つ理由を1つの方法でしか示していない等、日本の教科書に比べて説明があっさりしている（図1）。

異分母分数の加減の場合は、そのまま足したり引いたりする前に、分母が同じになるように通分する。

$$(例1) \frac{7}{8} - \frac{5}{6} = \frac{21}{24} - \frac{20}{24} = \frac{1}{24}$$

$$(例2) \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{6}{12} + \frac{4}{12} + \frac{3}{12} = \frac{13}{12} = 1\frac{1}{12}$$

図1 異分母分数の加減の導入 (WSOY, 小6)

② 小学校、中学校の教科書は、日本の教科書に比べて、補充問題や宿題問題など、掲載されている問題数が大変多い（表2）。

表2 中学校教科書の宿題・補充問題

	問題数	頁数 (総頁数)	割合 (%)
中1	782	100 (300)	33.3
中2	729	91 (296)	30.7
中3	623	83 (285)	29.1

③ 高等学校の教科書は、日本の教科書に比べて、説明や例が丁寧に記述されている。

④ 小学校、中学校の教科書には、パズルのような問題がある（図2、図3）。

【問題】分数を表す図1, 2, 3は, A, B, Cのいずれの図になるか。

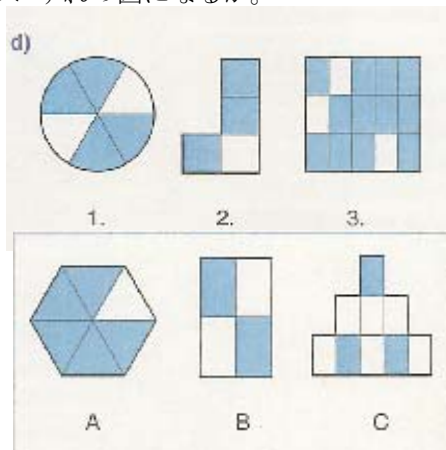


図2 問題例 (WSOY, 小6b, p. 27)

【問題】どの縦, 横, 2x2の箱にも, 1~4が入るように数を入れよ。

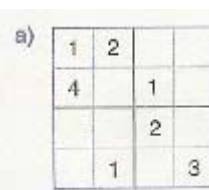


図3 問題例 (WSOY, 小6b, p. 83)

⑤ 小学校、中学校、高等学校（特に、「短い数学」用）のいずれにおいても、日常事象と関連付けた問題が多い（図4、図5）。

【例題】ヘルシンキは、北緯  $60^\circ$ 、東経  $25^\circ$  である。赤道からヘルシンキまでの距離を求めよ。ただし、地球の半径を  $6367\text{m}$  とする。

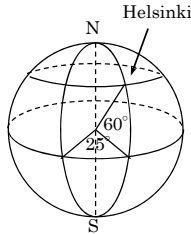


図4 問題例 (WSOY, 中3, p. 50)

【練習】ある橋の構造は、2本の放物線の間に、 $10\text{m}$ 間隔で、垂直な7本の支柱と、6本の斜めの支柱が配置されている。

- a) 垂直な支柱の長さの合計はどれほどか。
- b) 垂直な支柱と斜めの支柱の長さの合計はどれほどか。

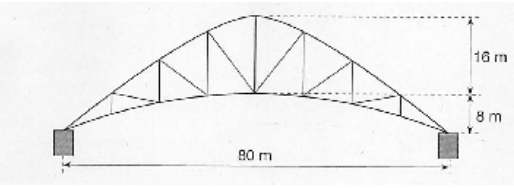


図5 問題例 (WSOY, 高校・解析幾何, p. 128)

⑥ 問題に出ている数値は、大きな数値であったり、小数であったりして、電卓で計算することを前提とした問題が多い（図6）。

求める距離を  $b$  とすると、

$$b = \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 6367 \text{ km} = 6667.5 \dots \text{ km}$$

$$\approx 6700 \text{ km}$$

図6 図4の例題の解答 (WSOY, 中3, p. 50)

⑦ 教科書の執筆は、小学校・中学校の場合は学校の教員のみ、高等学校の場合は、学校の教員が中心に行っている。

⑧ 教科書会社は、執筆者を選定するのに、面接や小論文を書かせるなど、かなりの時間と労力をかけている。

⑨ 学校現場の意見を積極的に取り上げ、反映させる教科書づくりを行っている。

(4) 算数・数学教育に関わる教員養成の特徴  
教員養成を行っているタンペレ大学教育学部とユバスキュラ大学教育学部を訪問して担当大学教員へのインタビューを行い、教員養成の制度を調査した。また、教育実習生の授業観察、附属教員の実習生への指導場面の観察、教育実習生とのインタビュー調査等を行った。それらの結果から、教員養成の特徴として次の点を明らかにした。

① 小学校教員養成における「算数科教育法」の授業は、日本の場合と異なり教科としての科目「数学」の中に位置づけられている。

② 小学校教員養成における科目「数学」は、日本の場合と異なり必修である。一方で、その内容は、日本に比べて易しく、算数に関する内容を中心に行われる。

③ 教育実習の単位数は、小学校、中学校・高等学校いずれの場合も、日本に比べて長い。また、小学校教員養成の場合は、特に国語と算数の実習を義務付けている（表3、表4）。

表3 タンペレ大学小学校教員養成教育実習

期	単位数	場所	週期間	内容
I	3	附属小	2~3	観察
II	11	附属小	6	国, 算
III	8	公立小	4	全教科
IV	10	附属小 公立小	4~5	担任 論文研究

表4 ユバスキュラ大学中学校教員養成教育実習

期	単位数	場所	時期	内容
I	5	附属中	3年春	観察, 指導
II	5	附属中	4年秋	観察, 指導
III	7	附属中	4年春	指導
IV	3	公立中	4年春	指導, 観察

④ 小学校、中学校・高等学校のいずれでも、「研究者としての教師」の養成を目指している。特に、教育実習の後半を研究と関連付けている。

⑤ 中学校・高等学校の数学科の免許取得プログラムを受けるには、そのための試験に合格する必要がある。日本のような都道府県が実施する教員採用試験がない代わりに、大学で免許を取得する条件をより厳しくしているということができる。

⑥ 教員を目指す学生は、教員に対する自分の考えを明確に持っていて、それをより良くしていこうとする意欲や姿勢の強さ、厳しい入試を通り抜けた学生としての誇りを持っている。

(5) 日本の算数・数学教育への示唆

(1)~(4)で明らかにした特徴を踏まえて考察した結果、次のような日本の算数・数学教育への示唆を得ることができた。

① 授業に関わって

ア 宿題をもう少し多く出すようにする。

日本でも、算数・数学の授業において宿題を出す授業者はいるが、フィンランドほど多くはない。フィンランドと比べると、日本の子ども達は、塾や習い事、部活動で忙しい、という実態があることも要因の1つであろう。それでも、もう少し多く宿題を出すことによって、家庭での学習習慣が身に付き、また自分で勉強する態度を身に付けることが期待できる。

イ 問題の答え合わせを、ときには各自で行う。

日本の場合、問題を解いた後には、ほとんどの場合、全体あるいはペアで答え合わせを行う。しかしながら、フィンランドのいくつかの小学校の授業で見られたように、ときには、各自で答え合わせを行う活動を取り入れてもよいであろう。このような活動を通して、「自分で学習する」という自覚と習慣を身に付けさせることが期待できる。

ウ 実物投影機を日常的に活用する。

日本でも、実物投影機を活用した授業を見ることがあるが、その数は決して多くはない。また最近では、電子黒板を活用した授業も見られるようになってきたが、まだまだその数は少ない。しかし、フィンランドの授業のように、実物投影機を日常的に活用することで、教科書の内容を授業者が板書したり、生徒のノートやワークシートを黒板に板書する手間が省けたりしてよいであろう。

エ 現実事象に関連付けた問題を扱い、数学の学習意欲を向上させる。

特に高等学校において、フィンランドの生徒たちのように授業に真剣に取り組ませるためには、数学学習への意欲を高めることが大切である。そのためには、現実事象と関連付けた問題を多く授業で扱うことで、数学と社会とのつながりを実感させることが期待できる。

オ 電卓や公式集を積極的に活用する。

日本では、数学の授業の中で、電卓を日常的に使用したり公式集を利用したりして問題を解決する活動があまり見られない。しかし、フィンランドの授業のように、電卓を活用することで、筆算ができる範囲の数値に限定されずに、現実的な数値設定にした問題を扱うことが可能になる。

また、試験も含めて公式集を利用することで、公式を覚えることよりも、その活用の仕方を身に付けることを強調した指導ができるであろう。

② 国家カリキュラムに関わって

ア 数学学習を通して育てたい一般的な能力の育成を重視する。

昨今、日本の学習指導要領においても、「思考力・判断力・表現力の育成」が掲げられているが、算数・数学の内容の中には明確に記

述されていない。フィンランドの「思考スキルとメソッド」のように、数学学習を通して育てたい一般的な能力の育成を、カリキュラムの中に位置づけることを検討してもよいであろう。

イ 高等学校数学のカリキュラムは複線カリキュラムを検討する。

日本の高等学校進学率は95%を超えていて、生徒の学力は多様化している。このような実態を踏まえると、フィンランドのように、「長い数学」、「短い数学」のような複線カリキュラムについて、1つの可能性として検討してもよいであろう。

ウ カリキュラムを評価して次期カリキュラム改訂にいかす。

これまで日本でも、様々な調査が実施されてきた。その評価は、子どもの実態を評価し、また教師の指導の改善につながっているが、カリキュラムを評価する観点は弱いように筆者は感じている。フィンランドのように、様々な調査結果を評価して、次期カリキュラムの改訂にいかすようにできるとよい。

③ 教科書に関わって

ア 現実事象と関連付けた問題を設ける。

現実事象と関連付けた問題を、もっと多く設けたい。そのような問題を扱うことは、生徒の数学学習への動機づけとなり、数学の有用性を実感させることが期待できる。

イ パズル形式の問題を設ける。

パズル形式の問題を、もっと多く設けてもよい。そのような問題を扱うことで、生徒に数学学習に対する学習意欲を持たせることが期待できる。

ウ 現実にある値を、電卓を使って解く問題を設ける。

大きな値や小数の値であっても、現実にある値を、電卓を使って計算するような問題をもっと多く設けてもよい。そのような問題を扱うことで、生徒に数学の有用性を実感させることが期待できる。

④ 教員養成に関わって

ア 小学校教員養成における教科としての「算数」の内容・方法を改善する。

日本では選択として位置づけられている教科としての「算数」は、タンペレ大学では必修化されている。日本でもその内容・方法を十分に検討した上で、そのようにすることが好ましいと考える。

両国における中等教育段階での数学科における学習内容を比較すれば明らかのように、日本の学生達は、フィンランドよりも多くの、そして高度な数学の内容を学習している。だが国際調査の結果が示しているように、日本の子ども達は学校での数学学習を楽しんでいないし、数学の有用性に関する意識も低い。教員養成学部に在籍する学生の多くは、数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学A、数学Bを学習し、



それを受験して入学し、小学校教員を目指していながら、初めから数学に背を向けがちな学生も少なくない。それだけに、教科としての「算数」の授業の内容・方法を、教員養成という視点から捉え直し、学生の算数・数学学習観をより適切なものにするに資する授業を用意することが重要である。

#### イ 教育実習を教育研究と関連付ける。

タンペレ大学のように、学生自身の大学での研究テーマと関連させた教育実習を計画的に設定することが考えられる。それによって、実践と理論とを有機的に関連付けるとともに、教員になってからも研究という視点をもって実践を続けることができるであろう。それは教育の質の向上に多大な貢献をする。

#### ウ 教員免許取得のための条件をつける。

ユバスキュラ大学の中学校・高等学校の教員養成のように、教員免許の取得を希望する学生に対して、事前に教育に関する小論文を課すなど、免許取得に際して条件を付けることが考えられる。それによって、学生の教育に対する意識や教職へのモチベーションを高めることが期待できるであろう。

#### <訪問機関>

研究代表者らが、2010～2012年に訪問した教育関連機関は次の通りである。

##### (1) 教育行政機関

国家教育委員会 (2010.9)

タンペレ市教育委員会 (2012.11)

##### (2) 小学校・中学校・高等学校

ハメソリナ市立 Kirkonkulman 小学校

(2010.9)

ハメソリナ市立 Nummen 小学校 (2010.9)

タンペレ市立 Kaukajärven 総合制学校

(2012.11)

タンペレ大学附属小学校 (2011.12)

タンペレ大学附属中・高等学校 (2011.3)

ユバスキュラ大学附属中・高等学校

(2011.11)

※上記以外に、予備調査 (2010年以前) で4校訪問した。

##### (3) 大学

タンペレ大学教育学部

(2010.9/2011.11/2012.11)

ユバスキュラ大学教育学部 (2011.11)

##### (4) 教科書会社

OTAVA 社 (2012.11)

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ・熊倉啓之「フィンランドの統計教育—高等学校の統計指導に焦点をあてて—」科学研究費補助金 (21530923) 初等・中等教育に

おける統計教育の改善に関する研究最終報告書 (代表・松元新一郎), 査読無, 2012, pp.31-37

- ・熊倉啓之・國宗進・吉田明史・相馬一彦・松元新一郎・松島充「フィンランドの算数教育—フィンランドの教員養成—」日本数学教育学会誌, 査読有, 第93巻第12号, 2011, pp.19-21

- ・熊倉啓之・國宗進・吉田明史・相馬一彦・松元新一郎・松島充「フィンランドの算数教育—フィンランドの算数授業—」日本数学教育学会誌, 査読有, 第93巻第10号, 2011, pp.18-23

- ・熊倉啓之・國宗進・吉田明史・相馬一彦・松元新一郎・松島充「フィンランドの算数教育—フィンランドの教育制度—」日本数学教育学会誌, 査読有, 第93巻第8号, 2011, pp.20-23

- ・熊倉啓之「フィンランドの統計教育—国家カリキュラム, 教科書の分析を通して—」科学研究費補助金 (21530923) 初等・中等教育における統計教育の改善に関する研究中間報告書 (代表・松元新一郎), 査読無, 2011, pp.21-28

[図書] (計1件)

- ・熊倉啓之 (編著)・國宗進・近藤裕・松元新一郎・吉田明史, 明石書店「フィンランドの算数・数学教育」, 2013 (印刷中)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

熊倉 啓之 (KUMAKURA HIROYUKI)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号: 00377706

##### (2) 研究分担者

國宗 進 (KUNIMUNE SUSUMU)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号: 50214979

松元新一郎 (MATSUMOTO SHINICHIRO)

静岡大学・教育学部・准教授

研究者番号: 40447660

##### (3) 連携研究者

近藤裕 (Kondo Yutaka)

奈良教育大学・准教授

研究者番号: 80551035

吉田明史 (Yoshida Akeshi)

奈良県立法隆寺国際高等学校・校長

研究者番号: 30444615