フィンランドの児童の思考の特質とそれに関連する環境要因

―小学校における算数授業過程の分析から―

教育内容開発コース　　藤　村　宣　之

Characteristics of Finnish children's thinking and related environmental factors:
From the analyses of processes of mathematics lessons in elementary schools

Nobuyuki FUJIMURA

What factors constrain Finnish children's high level of mathematical literacy? This study examined processes of mathematics lessons in Finland where teachers organize problems and children express their ideas to the problems, based on the analyses of children's and teachers' verbal behaviors in two classrooms. The results showed that teachers presented many problems from various viewpoints including everyday situations in a unit of mathematics lesson. Children presented their ideas briefly or in detail, in a classroom, in pairs or groups, or on their notebook, according to the types of the problems and their teachers' orientation. Most of the problems were routine-type and teachers often asked children to explain their thinking processes and reasons of their judgments in a classroom, in order to construct steps of a solution to the problems. On the other hand, even in the case of non-routine type problems, teachers rarely asked students to explain various solutions to the problems in a classroom, and rarely connected these solutions so as to conclude the lesson.

1　問題

A　日本の子どものリテラシーや学力の特徴

OECDでは2000年から3年おきに，生徒のリテラシーの国際比較調査としてPISA調査が実施されてきている。その調査では，学校で学習した知識や技能を日常場面での問題解決に生かす力が，各国の高校1年生を対象にして測られている。その結果では，日本の生徒の数学や科学に関するリテラシーの水準はまだ上位にはあるものの，その得点には数学的リテラシー，科学的リテラシーの両者で2006年まで低下傾向がみられてきた。2009年調査や，2013年12月に発表された2012年調査の結果では，低下傾向には歯止めがかかり得点は上昇傾向にある（国立教育政策研究所，2010，2013)。一方で，日本の高校生の数学や理科への関心は国際平均よりも低く，学習する内容を日常生活と関連するものとは考えていないという特徴もみられる。

PISAやTIMSS（国際教育到達度評価学会IEAによっ

て実施されている，算数・数学や理科の学力調査）といった国際比較調査の結果や，2007年度から小中学生を対象として国内で実施されている全国学力・学習状況調査などの結果を，問題解決プロセスに着目して心理学的に分析すると日本の子どもの学力やリテラシーの特質が見えてくる（藤村，2012）。

日本の子どもは，解法が一つに決まるような定型的な問題に対して，一定の手続きを適用して正答を導いたり，定義や性質などを暗記して，覚えたとおりに再生したり，選択肢から正答を選んだりする課題に対しては，高い正答率を示す。このような定型的な手続き的知識やスキルを適用する力を「できる学力」と表現する。

一方で，解法や解釈が多様であり，概念的理解を要するような記述形式の問題，すなわち様々な知識を関連づけて考えることが必要な非定型的な問題に対して，判断の理由などを自分のことばや図式で説明したりする問題に対する日本の子どもの正答率は国際的にみても高くない。このような概念的理解やそれに関わる思考プロセスを表現する力を「わかる学力」と表現する。

またそのような「わかる学力」を必要とするような非定型的な記述問題に対して，全く考えを書かない者の割合，すなわち無答率が高いのも日本の子どもの特徴である。日本の子どもの無答率の高さは，同じ東アジアに属する中国やシンガポールなどと比較した場合にもみられる（藤村，2004）。

B　PISA調査にみられるフィンランドの生徒のリテラシーの特徴

PISA調査において，フィンランドは数学的リテラシー，科学的リテラシー，読解力ともに上位を保ってきた。具体的に，数学的リテラシーの得点（国際平均が500点）をみると，2000年が536（日本は556），2003年が544（日本は534），2006年が548（日本は523），2009年が541（日本は529）と，540点前後を維持してきた（なお2012年の得点は519（日本は536）となっている）（国立教育政策研究所，2002，2004，2007，2010，2013）。また，フィンランドでは，PISA2003年調査における身長の問題（問２）のように概念的理解を要する記述型問題で正答率が国際平均より高く，無答率は低い傾向がみられる。

それでは，フィンランドの全般的な成績の高さは何を表し，何によって支えられているのだろうか。また，概念的理解や思考プロセスの表現といった「わかる学力」はフィンランドの生徒には十分に形成されているのだろうか。

フィンランドの全般的な成績の高さの内容を明らかにするために，PISA2003年調査の問題を，解法が一つに定まる定型問題と，解や解法が多様な非定型問題に分類した。PISA調査の問題例としては非定型の問題が紹介されることが多いが，各小問の問題解決プロセスを分析すると，日常的文脈は与えられているが，定型的な手続きで解決可能な定型問題が高い割合（31問中22問：71％）を占めていた。なお，ここでは問題解決プロセスに着目しているため，解答が記述形式であっても，想定される解法が一通りである場合には，定型問題として分類している。

この分類基準をもとに定型問題についてフィンランドと日本を比較すると，小問により正答率の高低の傾向が異なっており，全小問を平均すると一貫した傾向はみられなかった。そこで，定型問題をOECD平均が70％を上回っているかどうかで，低難易度の定型問題（OECD平均正答率70％以上）と，中高難易度の定型問題（OECD平均正答率70％未満）に分類し，非定型の問題とあわせて，３種類の問題タイプで二国の正答率を比較した。その結果をTable 1に示す。

Table 1にみられるように，低難易度の定型問題に

Table 1　問題タイプ別の平均正答率（PISA2003年調査　数学的リテラシー）

問題タイプ	問題数	平均正答率		
		フィンランド	日本	OECD平均
定型・低難易度 （OECD平均正答率70％以上）	7	86.8	75.3	77.6
定型・中高難易度 （OECD平均正答率70％未満）	15	57.7	65.8	50.7
非定型	9	52.0 (7.8)	47.8 (20.1)	40.0 (19.0)

・非定型問題の括弧内の数値は，平均無答率を示す。

ついては，フィンランドの方が日本より正答率が高く，逆に中高難易度の定型問題については，日本の方がフィンランドより正答率が高いという傾向がみられた。また，非定型の問題についてはフィンランドの方が日本より正答率がやや高いという傾向があり，無答率は逆に日本の方がフィンランドよりも高かった。

以上の結果は，フィンランドにおける総得点としての「数学的リテラシー」の高さは，⑴最も基礎的な知識・スキルが多くの生徒に獲得されていることと，⑵非定型問題に対して何らかの自分の考えを記述する傾向が高いことの二点によって支えられていると推察される。それに対して，日本の生徒は，難易度の高い定型的問題に対する解決能力（できる学力）が高く，東アジアの国としての特徴を示す一方で，非定型の問題に対しては自分の考えを記述する傾向が低く，「わかる学力」が高まっていないことがうかがえる。

以上の分析結果にみられるように,フィンランドは日本や他の国に比べると非定型の問題解決に優れており，無答率も一貫して低い。一方で，フィンランドでも非定型の問題全般に対する正答率は52%にとどまっている。フィンランドで行われている教育によって,「わかる学力」のうちの「思考プロセスの多様な表現」の側面は高められているが,「概念的理解の深化」の側面には向上の余地が残されていると考えられる。

C　フィンランドの算数教科書の分析からみえてくること

それでは，日本に比べて「わかる学力」の一側面としての思考プロセスの表現が豊かであるというフィンランドの児童の特質は，どのような教育によって実現されているのであろうか。PISA2000年調査以来，フィンランドが高い順位を保ってきていることからフィンランドの教育が注目され，教育制度，環境，教育課程などの社会的側面の分析は行われてきている。たとえば，教員が大学院修士課程修了を前提としており「教師の質」が高いこと，カリキュラム編成に関する裁量権が自治体や学校にあること，図書館などの教育をめぐる環境が充実していること，ワークライフバランスがとれており，共働きでも親が家庭にいる時間が長いこと，総合単元が設定されていること，日常生活と関連づけられた内容が扱われていることなどが指摘されてきている（ヘイノネン・佐藤，2007など)。

一方で，フィンランドの教育内容や教育方法についての分析は十分ではない。フィンランドの算数・数学教科書について，難易度の異なる練習問題や宿題用の問題が充実していること，説明，例，練習の順になっていること，日常事象と結びついた問題が多いことなどの特徴は指摘されている(熊倉ほか，2009；山口，2010)。しかしながら,「わかる学力」としてのリテラシーの形成との関連では，具体的にどのような問題解決プロセスが想定されているか（たとえば，定型問題か非定型問題か)，日常事象と結びついた問題がどのような知識やスキルの利用を想定しているかといった認知心理学的視点からの分析が必要と考えられる。

そこで，フィンランドで採択率の高い算数教科書 Laskutaito（１－６年生）の英語版教科書に含まれている各問題（小問）を，問題解決の認知プロセスの観点から分析し，日本の数社の算数教科書と比較を行った。例として，４年生の「折れ線グラフ」に関する単元で両国の教科書を比較した。

「折れ線グラフ」に関して，日本の教科書（東京書籍４年上）では，気温の変わり方についてのグラフの読み取りが２問（３頁)，グラフの表し方が２問（３頁)，発展（折れ線グラフと棒グラフの読みとり）が１問（１頁)，章末の確認問題が３問（１頁）の合計８頁から構成されている。小問のタイプとしては，読み取りでは個々のグラフごとに,「横のじくは何を表していますか」「いちばん高い気温は何度で，それは何月ですか」のような事実的知識や手続き的知識を問う小問が多く，グラフの表し方では，個々の表現スキルが詳細に指示されているという特徴がある。なかには「２つのグラフを見て，気づいたことを話し合いましょう」という，非定型に分類される小問もみられるが，どのような理解を深めたらよいかに関する方針は明示されていない。

一方，フィンランドの教科書（４年A）では,「折れ線グラフ」は２頁の扱いとなっている（以降の単元で，複数学年において，内容を変化させながら繰り返し扱われる)。問題は大きく２問から構成されている。１問目では，提示された折れ線グラフ（ある都市の気温の一週間の変化）をもとに，①気温が最高，②気温が最低，③前日からの気温の増加が最大，④前日からの気温の減少が最大になるのが，それぞれ何曜日かが質問されている。２問目では,「オオカミとクズリの個体数の経年変化」をテーマとして，表から２種類の折れ線グラフを描かせ，それにもとづいて，①２本の差が最小，②２本の差が最大，③前年から減少，④前年からの増加が最大になる年などが問われている。グラフへの表現スキルよりも，気温の変化と動物の生息

数の変化という２つの日常的テーマに限定し，多様な視点でのグラフの表す内容の読み取り（解釈）を重視している点に特徴がある。

テーマ性を重視した構成は，フィンランドの５,６年生の教科書にみられるOptional Themes（発展的なテーマ）において，より顕著にみられる。たとえば，５年B「多島海の環状道路」では，いくつかの町と町の間の距離を示した地図が示され，１）２つの町の間の道のり（２種類），２）２つの町の間の道のりの比較：陸路の場合と途中で船を使う場合の比較，３）自転車の平均時速（A市からB市までの所要時間：２時間45分，途中のフェリー：５分，途中の休憩：10分×４回という条件）が順に質問されている。これらの小問では，既に学習した内容のほか，単元として明確な形では学習されていない内容も含めて，多様な知識を利用して解決することが求められている。一つのテーマに対する多視点で複合的な問いがなされているが，一方で，各小問の解決プロセスは定型的である点に特徴がある。

フィンランドの教科書の問題構成の特徴としては，以上のように，①日常性（日常的な事柄との関連づけ），②テーマ性（同一テーマについての一連の問題），③設定された多視点による定型的問題，④緩やかなスパイラル（問題間の関連）といった特徴がみられた。①は先行研究（熊倉ほか，2009）でも指摘されていた点であるが，フィンランドの子どものリテラシーの特徴をもたらす要因を考えるうえでは，日常性に加えて，②③④も考慮すべきであると考えられる。それらの教科書にみられる特徴が，フィンランドにおける実際の算数授業過程における教師の発問や児童の言動に反映されているかを分析することが本稿の目的の一つである。

2　目的と方法

A　目的

本研究の目的は，フィンランドにおける算数授業場面の児童と教師の発話，授業全体の構造を分析することにより，フィンランドの児童の思考や信念の特質やそれに影響を及ぼす要因について明らかにすることである。

B　方法

フィンランド国ヘルシンキ近郊の３都市における４つの公立小学校において，各校で実施されている算数を中心とした授業の観察調査を行った。そのうち，算数に関して観察対象とした授業は，４つの小学校における12時間の授業である。観察は2012年３月12-16日に実施した。授業場面は各授業の開始時から終了時までをビデオカメラおよびICレコーダー（実施校の許可の状況によってはICレコーダーのみ）を用いて，研究補助者（数学教育を専門とする日本人の大学院生）により録画･録音が行われた。

授業場面の教師と児童の発話については，通訳者による同時通訳を行った（通訳の内容もICレコーダーで記録した）。通訳は，フィンランドに居住して10年以上にわたりフィンランドの教育現場における同時通訳を行ってきており，フィンランドの地域研究を行っている研究者からも翻訳や通訳の信頼度において高く評価されている通訳者に依頼した。教師や児童の発話に関する不明確な箇所については，授業後に録画･録音記録等にもとづいて，筆者，上記研究補助者，上記通訳者の３名で協議を行い，発話内容を同定した。

12時間の算数授業のうち，本稿では，授業時間内に

Table 2　カテゴリー別の発話数（小学校１年生　算数授業）

	教師			児童
学習内容＼発話カテゴリー	a) 定型的発問	b) 非定型的発問	c) 活動の指示	d) 非定型的発問に対する説明
①復習（●△を求める加減法）	4	2	0	2
②繰り下がりのある減法の導入（卵パック）３問	12	8	0	8
③暗算（減法文章題４問）	8	0	0	0
④個別演習（減法計算→絵で数を表す減法）	0	0	1	0

相対的に多様なタイプの発問がみられること，日常的事物との関連づけが行われていることなどの点から２つの算数授業を分析対象とすることとした。一つは１年生を対象とした算数授業であり，児童数は22名で，20年以上の教育経験をもつ50代の男性教員によって2012年３月15日に実施された（以下の3Aで詳述）。もう一つは，別の小学校の５・６年生を対象とした複式学級の算数授業であり，児童数は17名（５年生11名，６年生６名）で，20年以上の教育経験をもつ50代の女性教員によって2012年３月16日に実施された（以下の3Bで詳述）。

３　結果と考察

各授業の発話分析にあたっては，まず，教師の発話のうち，ａ）定型的発問（解や解法，表現形式が一つに決まるもの，あるいは複数の解が可能であっても短答で答えられるもの），ｂ）非定型的発問（解や解法が多様であり，思考プロセスや判断理由などの説明が必要であるもの），ｃ）児童に対する活動の指示，の３カテゴリーにあたる発話を分類して同定した。次に，教師の発問ｂ）が児童の思考プロセスの表現を求める発問であることから，児童の発話のうち，ｄ）教師の非定型的発問に対する児童の説明というカテゴリーに焦点化し，それに対応する発話を同定した。

Ａ　小学校１年生を対象とした算数授業

１．テーマと授業の構成

テーマは，20までの減法である。補助教材として算数教科書（Mattika 1B，WSOY社）が用いられ，また教具として，ひもで連結された二色の玉（10個×２）が用いられていた。

授業は，①復習（●△を求める加減法），②繰り下がりのある減法の導入（卵パック）３問，③暗算（減法４問），④個別演習（減法計算および，絵で数を表す減法）の順に展開された。

２．児童の思考と信念の形成に関連すると考えられる授業の特質

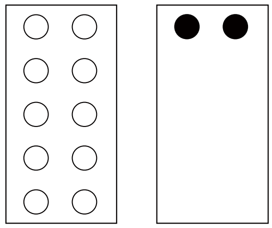
日常的題材（ケーキを作るのに卵を使う）を用いた展開の速い授業という特質がみられる。特に授業過程の①②は「わかる学力」育成を志向しているのに対して，③④は「できる学力」の育成をめざしていると考えられる。授業過程（学習内容）およびカテゴリー別の発話数をTable2に示す。また以下では，特徴的な発話の展開について説明する。

⑴非定型的な発問と定型的な発問を組み合わせた展開の例（授業過程②の第１問）（Table3-1参照）

定型的な発問で状況を確認した後に，非定型的な発問で思考プロセスを尋ね，その細部は定型的な発問で質問するという展開となっている。教科書などには依拠せずに，教師が独自に考案した問題と考えられる。同様の展開が，授業過程①や，授業過程②の他の１問にもみられた。

Table3-1　日常的事物に関する非定型的・定型的発問による展開（１年生算数）

Ｔ：次は，冷蔵庫と誕生日のバースデーケーキです。冷蔵庫の中にはみんながよく知っている卵がありますね。出てきた，出てきた。何個の卵がありますか？
（具体物と黒板の図を提示）



Ｃ：12です。
Ｔ：誕生日のケーキに，作るのに５個卵が必要かもしれない。どうやって計算しますか？計算の式を考えてみましょう。
Ｃ：12－５。
Ｔ：じゃあ答えは？・・・実際に作ってみよう。何をどうする？
(児童が黒板の図をもとに説明)
Ｃ：私，まずここ（右側の２個）から２つ取って，そして。
Ｔ：ん，どうしてそっちから２つ取ったの？
Ｃ：というのは・・・少なくしておかなくちゃいけない。
Ｔ：少なくしていかなきゃいけないけど？
Ｃ：これを取って，取った後に10残るんですね。10残った中から今度はそっち（左側の10個）から取っていきます。
Ｔ：どうなったか見ていきましょう。ありがとう。まず最初に12から２を取ったんですね，オーナちゃんは。その後は10個残っています。でもまだ５には十分ではないですね。<児童の説明の確認>あと何個取ったら５になるかな？５引かなくちゃいけなかったんですね。
Ｃ：５
Ｃ：全部で５なんだよ。
Ｔ：あと10個のグループから何個取ったかな？
Ｃ：３です。
Ｔ：プラスのマークかマイナスのマークか，どっちだと思う？
Ｔ：また取ったから，またマイナスなんですよ。そしたら，ここを別々に計算してみましょう。
【　12－５
　↙　↘
12－２　－３　】（板書）
Ｔ：いくつになるかな？
Ｃ：10です。
Ｔ：じゃあ最後，最終の解答は？
Ｃ：７

＜教師の発問・指示と児童の説明の分類（以降の展開例についても表記は同様である）＞
ａ）教師の定型的発問　下線（＿＿＿）
ｂ）教師の非定型的発問　二重下線（＿＿＿）
ｃ）教師の活動指示　点線（……）
ｄ）非定型的発問に対する児童の説明　波線（～～～）

⑵非定型的発問で多様な考えを表現させる展開の例（授業過程②の第３問）（Table3-2参照）

児童の多様な考えを非定型的発問によって発表させる展開となっている。解法（問題解決方略）よりは，解決手段を答えることを求めている。このような多様な発想を求める場面は他にはみられなかった。

Table3-2　非定型的発問で多様な考えを求める展開（１年生算数）

Ｔ：この計算をするのに，どんな方法を使うことができるかな。どういう方法を使うといい？例えば，14－５だったら？エルトン君はどうやって考えるかな。
【　14－５　＝　】（板書）
Ｃ：５をこれ⒁から数えていきます。14から・・・
Ｃ：13,12,11,10,９。＜14から数え引き＞
Ｔ：それ以外にどんなふうにして考えることができますか？
Ｃ：頭の中で計算します。
Ｔ：うん，暗算が出来ればいいね。それ以外には？
Ｃ：・・・
Ｔ：同じ14から，14－5っていうときにアートン君は頭で，エルトン君は手を使って数える。で，アートン君は「暗算だ」って言ってました。あとは，何を使うか。例えば，真珠の玉の数珠のような道具があります。それから，あとはバー（数の並び）もあります。バーの数字を使って数えるというのもありますね。＜教師が多様な方法（問題解決のための手段）を説明＞

⑶定型的発問で答えのみを求める展開の例（授業過程③の第２問）（Table3-3参照）

定型的発問を暗唱の形で提示し，答えのみを求める展開である。本問のほか，授業過程③の他の３問にも同様の展開がみられた。

Table3-3　定型的発問による展開（１年生算数）

Ｔ：（Ｑ２）ラスムス君の本には12ページあります。寝る前にですね，寝る前に３ページ読んだんですね。まだ読んでないページは何ページでしょうか？今，夜寝る前にすでに読んでしまったページが３ページ。ラスムスの本は12ページ。夜寝る前に３ページ読みました。あと何ページ残ってますか？
（中略）
Ｔ：ラスムス君は，ラスムス君の本には12ページ。３ページ読んだんですね。あと何ページ残っているかな？
Ｃ：９

⑷個別演習の指示と各児童の取り組みへの個別支援の例（授業過程④の冒頭）（Table3-4参照）

特に教具の用い方などに関して，児童個別の活動について，教師とアシスタントがそれぞれ支援を行っていた。④の場面では，おおよそ以上のような取り組みがクラスの各所で展開されていた。

Table3-4　個別演習の展開（１年生算数）

Ｔ：教科書の前のページ（50ページ）を見てみてください。５から10，番号があるよ。ページ50ページ。はい，指を使ったり，「バー」（教科書の上部に示されている１から20までの数字のついた箱の並び）を使ったり，暗算したり，あとはこれ（10個ずつの２色の玉20個が通された数珠）ですね，これを使ったりして。ではやりましょう。
（各児童は，教科書50ページの練習問題（13-5，13-8，13-4-2など18問）に個別に取り組む）
（教師とアシスタントが机間指導し，答えが合っていたらチェックの印をノートに記入する）
Ｔ：できたね。（指を使って６を答えとして導いた子どもにチェックを行う）
Ｔ：はいよくできたよ。そこできた，じゃあ次やってもいいよ。
（指を使ったり，「バー」を使ったり，各児童は自分なりの方法で取り組む）
Ｔ：はい全部のページができました。次もやってごらん。
Ｃ：先生，僕もうできたから，見に来てください。
（一人の児童が挙手する）
Ｔ：こっちはどうかな？・・・うん，あってる，あってる，あってる。全部できた。これもＯＫですね。それもできたね。全部できたよ。
（教師が一つ誤りを発見する）
Ｔ：ちょっと間違いだよ。もう一回やってごらん。この定規を使って，バー（数の並び）を使ってやってもらおう。引いていくってことは，戻るんですけど，何個戻ったらいいかな？
Ｔ：７つ元に戻ってごらん。戻るところ，最初のスタートはここですよ。そこから，ここから１，・・・・７，７戻ったらいくつになったかな？・・・もう一つ間違ってるのがあった。
Ｔ：ゆっくり考えてごらん，最初の数字はどこかな？
Ｔ：他はあってるけど，１，２，３と引いていくところ，スタート地点を間違えないようにしましょう。〇〇君，終わったかな？
Ｃ：全部できたもんね。

⑸ 考察

「わかる学力」を育成するという観点では，授業過程②で児童が具体物を操作しながら説明している点（Table3-1），教師が多様な解法を求めている点（Table3-2），授業過程④で教師が最低限の言葉かけにとどめて児童に考える余地を残している点（Table3-4）が，児童の数学的思考の構成に寄与していると推察される。また，教具の操作可能性と同型性も有効であると考えられる。全般的に，授業過程②③④は思考プロセスの構成に関して，工夫された構成となっている。

一方で，「わかる学力」に関して，概念的理解を深めさせるためには，授業過程②で操作理由の説明（なぜ２回目に２個とったかなど，減々法の理解につながる説明）と多様な解法の比較検討を行わせること，教師が示した図式（サクランボの形で数を２分割する形式）を個別に記入させること，授業過程③で思考過程を児童に説明させることなどに改善の余地があると考えられる。

Ｂ 小学校５・６年生を対象とした算数授業

１．テーマと授業の構成

テーマは平面と立体の構成である。教科書は用いられず，具体物（教具）として，画用紙と鉛筆，豆と串が用いられている。復習のための小単元という位置づけである。

授業の構成としては，①垂直・平行の作図，②三角形の作図＆分類・正三角形の性質，③四角形の作図・分類，④穴あき四角形の周長・面積，⑤「ピラミッド」の構成の順に授業が展開されていた。

２．児童の思考と信念の形成に関連すると考えられる授業の特質

授業全般の特徴としては，扱われている学習内容が豊富で，話題の切り替えと各展開が速い授業という特質がみられる。すべての内容に各児童が積極的に参加しているというわけではなく，どこかの話題で複数学年の各児童が主体的に参加している。創造的な構成を特徴としている。

授業過程（学習内容）およびカテゴリー別の発話数をTable4に示す。また以下では，特徴的な発話の展開について説明する。

⑴ 非定型的発問と児童による説明の例（授業過程②）（Table5-1参照）

正三角形で頂点から垂線を下ろすとどのようになるかを発問し，垂線の足が対辺を二等分することや１点（重心）で交わることを児童が発見し，自分のことばで説明している。また，児童の「どうして定規だけで正三角形を作図することが難しいか」という疑問をクラス全体の非定型的発問として提示し，２名の児童がその理由を自身の作図プロセスと関連させて述べている。同様の発話過程は三角形の分類（授業過程②）についてもみられた。

Table5-1 理由を尋ねる非定型的発問による展開（５・６年生算数）

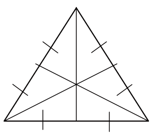
Ｔ：では，正三角形を描いてみて。
Ｃ：でもそんなの作れない，さっき描いたけれどもぴったり同じ辺の長さにならなかった。
Ｔ：うん，簡単じゃない，簡単じゃないです。この定規だけでそれを作るのは難しい，それは分かるけれども，でも不可能じゃないよ。どうしてこれ難しいんでしょうか。定規だけで正三角形を作ることがどうしてそんなに難しいんだろう？
Ｃ：あっ，できた。（５，５，５の正三角形を描く）
Ｔ：同じ角からですね，二等辺三角形と同じように垂線を下ろしてくるとまた同じ現象に気がつくと思います。

Table ４ 学習内容・カテゴリー別の発話数（小学校５・６年生 算数授業）

	教師			児童
学習内容＼発話カテゴリー	a) 定型的発問	b) 非定型的発問	c) 活動の指示	d) 非定型的発問に対する説明
①垂直・平行の作図	6	0	4	0
②三角形の作図＆分類，正三角形の性質	7	10	5	7
③四角形の作図・分類	8	1	2	3
④穴あき四角形の周長・面積	2	0	2	0
⑤「ピラミッド」の構成	1	0	1	0

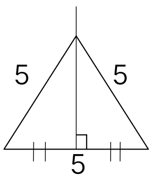
どうなるかな？辺の長さが同じになると。やってみてください。
C：あっ，私もできました。
T：もしそれができたとしたら，テストしてみてください。もしできたとしたら同じように，このようにして，それぞれの角から線を下ろしていきます。そうするとそれぞれが90度になりますね。その線からの両側が同じ長さになります。できたかしら，そういうふうにしてみてチェックしてみてください。
C：できました。両端が全く同じ辺になって，線が中心で交わりました。

（児童が板書）



T：できたね。さっきの質問です。何でこんなに難しかったんだろう。定規だけで作るっていうのは，なぜ？
C：僕はできました。
T：なぜ？なぜ？というのは，角を測ることができなかったからです，定規では。
C：５cm５cmで僕は作りました。でも５cm５cmを引いた時に角度がどれだけになるかってことをきちんと合わせないと，３番目の辺も５cmにならない。＜思考プロセスを説明＞
T：ラッセがまず５cm一辺引きました。それから次も５cm引いたんだけれど，さっき彼が言ったのは，５cm５cm引いて，だいたい同じような長さになると目で見て残りの３本目も引いたんだけれど，やっぱり合わなかった。
C：でも，僕は５cm引いて，その真ん中に点を打って，そこから90度で上にもっていきました。そこに中心の線に合わせて両方から５cm５cm引いた。

（児童が板書）



T：三角形の角度の合計が180度になるってことはみんな覚えてるよね。
C：なぜ180度なの？
T：うんいい質問だね。180度，じゃあ合計が180度だと信じましょう。そうしたら正三角形のそれぞれは何度ずつになりますか。
C：60
T：同じ？
C：僕も同じです。
C：60，60
T：ということは，もし分度器があったらこれを最初からチェックして引くことが簡単だったんですね。それがなかったから定規だけでやるのは大変でした。

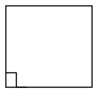
⑵　非定型的発問を提示し，児童の行った説明や児童の反応をもとに定型的発問や教師による説明に切り替える例（授業過程②③）（Table5-2および5-3参照）

次に示す発話例（Table5-2）では，非定型的発問に対する児童の説明をもとに，より焦点化した定型的発問をクラス全体に投げかけることで，図形に対する概念をより明確にしている。

Table5-2　非定型的発問に対する児童の説明にもとづいて概念化をはかる展開（５・６年生算数，授業過程③）

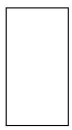
T：はい四角形を作ってみてください。四角形，いろんな形の四角形を描いて。描いていいよ。いくつか描いてください。違う形の四角形，どんな四角形があるかな？いくつかできたかな？はい，どんな四角形を描いたか見てください。何か違う特徴がある？説明してみて。
C：すべての辺の長さが同じになりました。
T：正方形です。そうすると角度はいくつ？
C：分かりません。
T：各辺の長さが全く同じ，これはなんていいますか？

（教師が板書）



C：四角形
T：それで，何度？
C：90度
C：正方形。

C：２つが同じ長さ，２つの辺が同じ長さで２つが同じ，向かい合った辺の長さが同じです。
T：そうです。これはなんていいますか？
（教師が板書）



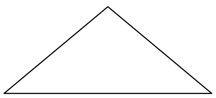
T：今，長さをチェックしてるのね。この角度はどうですか？みんな同じ？４つ同じですか？
C：うん全部が90度
C：そうだよ。
T：はい，じゃあ全部が90度だったらなんていう四角形ですか？
C：長方形です。

また，別の発話例（Table5-3）では，非定型的発問を行うが児童の反応があまりみられないことで，より焦点化した定型的発問に切り替え，最終的には教師が説明を行っていた。

Table5-3　非定型的発問を児童の反応から定型的発問に切り替える展開（５・６年生算数，授業過程②）

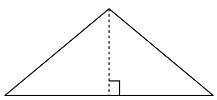
T：できましたか？じゃあ次，鋭角の中でも２種類あります。３辺の長さがそれぞれみんな違う長さっていうのもありますね。自分の描いた三角形でみんな違う辺の長さっていうのありますか?ちゃんとチェックしてみてください。ちゃんと測らないと駄目です。もし３辺の長さがみんな違っていなかったら？
C：・・・(児童による回答なし)
T：２つの辺が同じ長さでした。こういうのは？これはなんていうふうにいいますか？

(教師が板書)



C：二等辺三角形
T：この２つは例えば同じ長さなんですね。で，この角のてっぺんから真っ直ぐ下ろしてくると，底辺に。これやってみて。だれかそういうの描いたのね。じゃあやってみてください。これ真っ直ぐ下に下ろしてくると，どういうことを発見できますか？やってみて。真っ直ぐ底辺の方に向かって引いてみる。こんな感じです。測ってみてください。この２つの辺。両方が６，６っていうことは二等辺三角形。線を下ろしたらどういうことが発見できますか？

(教師が板書)



C：・・・(児童による回答なし)
T：底辺の両端の２つに分かれた辺を測ってごらんなさい。何が発見できますか？二等辺三角形をちゃんと描いていたとして，真っ直ぐ下に下ろしたとする。で，その両側を今測ってくれたと思うんですけど，両方の辺の長さが同じになると思います。
C：僕もそうなりました。

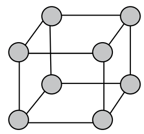
⑶個別活動の指示とそこでの製作物（平面図形や立体図形）に対する定型的発問の例（授業過程⑤）（Table5-4参照）

材料を与えて各児童に自由に立体を構成させた後，典型的な立体をとりあげて，クラス全体に対して定型的発問を行い，理解を確認していた。同様の展開は，授業過程①や授業過程④にもみられた。各児童が一定の条件のもとで自由に構成を行い，それにもとづいて焦点化する問い（定型的発問）を実施するという特徴がみられる。

Table5-4　児童の構成物に対して定型的発問を行う展開（5-6年生算数）

(教師が柔らかな豆と爪楊枝を多数用意)
T：例えば，豆と爪楊枝を使ってピラミッドや四角柱を作ってみましょう。
(各児童が，周りの児童と相談しながら個別に立体製作に取り組む)
T：はい，これで，まず四角柱はできました。

(教師が児童の製作物をクラスに示す)



T：これからまたさらにどういう形ができるでしょうか？はい四角柱はできましたね。だれかもうピラミッド作ったんでしょうか？
C：まだ途中です。
T：できますね，直方体。・・・はいできました，例えばここ一つはできました。
C：またもう一つ作る。
(児童は，ピラミッド（四角錐），三角錐，四角柱，屋根の形（横にした三角柱）などを作る)
T：これはピラミッドじゃないわね。なに作ったのかしら？五角形から作ろうとしている子はいるかしら？
(五角柱，三角柱を作る児童もみられる)。
T：レアちゃんが作ったのを見てください（正八面体をクラスに提示)。三角形がいくつありますか？１，２，３，４，５，６，７，８。これも正多面体の一つです。これ（正八面体の上半分と下半分）が二つ同じシステムで，４辺と４面があって，（上半分と下半分を）あわせて８面。
C：私はこんなのを作りました。こんなのを作りました。

⑷考察

「わかる学力」の育成という観点では，非定型的発問や，日常的事物を利用した教材（Table5-4参照）に工夫がみられる。また，随所に理由を問う「なぜ」の問いや，図形の性質を発見させる発問（Table5-1, 5-2, 5-3）があることが有効性をもつと推察される。さらに児童・児童間，児童・教師間の自発的発言が多く見られることも知識を関連づける点で特徴的である。

教材の本質に迫る発問（例えばTable5-1の重心に関する発問）もなされているが，一方で，発問の直後に児童が答えるか教師が説明する場面も多い。一人一人の児童が概念的理解を深めるには，個別探究や多様な考えの比較検討を通じて，さらに多様な知識を関連づけていくことが必要ではないかと考えられる。

4　総合考察

A　算数授業にみられるフィンランドの児童の思考と信念の特質およびそれらに影響する要因

２つの授業の認知心理学的視点からの分析により，１単位時間の中に多様な学習内容が組み込まれ，それらの内容の多くが教師が提示する，多視点からの定型的な問題（定型的発問）によって構成されている特徴がみられる。また，教材が日常的事象と関連づけられて精緻に構成されており，児童の思考を展開させるきっかけを与えることにつながっていると推察される。教師による発問では思考のプロセスや理由を問う発問もなされており，それに対応して児童が説明を行っていることから，「思考プロセスの表現」という側面での「わかる学力」を高める授業となっている可能性をうかがわせる。

また，ペアやクラス単位での話し合いの場面もみられたが，それらは発問の特質や教師の方向付けによって生起が左右されていた。熊倉ほか（2011）では，熊倉ほか（2009）が指摘したフィンランドの算数・数学授業の一般的展開（教師による説明→個人による演習）に加えて，計算についてのペア学習やグラフ作成に関するグループ活動が教師の判断でフィンランドの算数授業に適宜，取り入れられていることが指摘されており，本研究で観察された事例も，それに関連する知見を示している。

一方で，本稿では観察した12の算数授業のうち，相対的に多様な発問形態が含まれる２つの授業を分析対象としたが，それでも多様な解法や解が可能な非定型的な問題の提示（非定型的発問）の頻度は相対的に低く，それらは教師自身によって（教科書に依らずに）発案され実施されたものであった。またそれらの問題が提示されたとしても，複数の解法が発表されたり，それらの解法を関連づける討論がクラスでなされたりする場面はほとんどみられなかった。「わかる学力」のうちの「概念的理解の深化」という側面を促進するには，同一の非定型的問題に対して複数の解法が発表されて関連づけられるような，異なるタイプの授業過程（藤村・太田，2002；Fujimura, 2007参照）を組織することが有効性を持つ可能性も推察される。

B　フィンランドから学べること，日本が独自に考えるべきこと

「わかる学力」としてのリテラシーの育成には，学習内容として，1Cで指摘した①日常性と②テーマ性は，多様な日常的知識を活性化できる点で有用であると考えられる。一方で，③設定された多視点による定型的問題については，子ども自身による知識構成という点では，子ども自身が視点の関連づけや構造化を授業場面で個別・協同で探究できる非定型的問題の方が望ましいのではないかと考えられる。また，③や④緩やかなスパイラルは，場合によっては問題量の増加をもたらし，個別学習や家庭学習に依存する割合が高まることで，日本においては個人差を拡大する可能性もある。

日常的事象と関連づけたテーマ性のある学習は，日本の数学教育でも最近，試みられてきている方向性でもある（新井，2006; 清水，2006，2007など）。一方で，知識の自発的構成による「深い理解」を促すには，多様な視点を教師や教科書編集者側が設定することよりも，非定型的問題を設定したうえで，子ども自身が個別探究や協同探究を通じて多様な視点を提案し，関連づけることが有効ではないかと考えられる。学習方法にも関わることであるが，子どもの多様な既有知識に依拠した非定型の問題を設定し，個別場面や協同場面で探究を行わせることが，概念的理解の深化も含めた「わかる学力」としてのリテラシーの育成には有効であろう。

一方で，「できる学力」も学力の両輪の一つとして必要であり，フィンランドにおける中高難易度の定型的問題に対する手続き的知識獲得の不十分さは課題であろう。「できる学力」の形成には「手続き構成・適用型学習」（藤村，2012）のように，一連の定型的手続きを教師と子どもがクラス場面で対話的に構成した後，個人が類似の複数の問題に適用することを特徴とするような，系統性のある学習が有効であると考えられる。

以上をまとめると，日本において，概念的理解の側面も含めた「わかる学力」を高めるためには，アジアの特徴としての「できる学力」は手続き構成・適用型学習のような従来型の学習で一定水準を保ちながら，⑴「学習内容」としてはフィンランドの教科書等を参考に「テーマ性のある学習内容」を構成すること，⑵「学習方法」としては多様な既有知識を利用して解決可能な非定型的問題について個別場面およびクラス全体の協同場面で探究する学習（「協同的探究学習」（藤村，2012））を組織することが有効ではないかと考えられる。

付記

本稿は，科学研究費補助金（基盤研究（B））「フィンランドの児童の思考と信念の特質と環境要因に関する心理学的研究」（研究代表者：藤村宣之，課題番号：23402055）による研究成果の一部である。

引用文献

新井　仁 2006. スギ花粉飛散量予測を題材とした関数領域の指導について　日本数学教育学会誌, 88(11), 11-18.

藤村宣之　2004　児童の数学的思考に関する日中比較研究　教育心理学研究, 52(4), 370-381.

Fujimura, N. 2007 How concept-based instruction facilitates students' mathematical development: A psychological approach toward improvement of Japanese mathematics education. *Nagoya Journal of Education and Human Development*, 3. 17-23

藤村宣之　2012　数学的･科学的リテラシーの心理学：子どもの学力はどう高まるか　有斐閣

藤村宣之・太田慶司　2002　算数授業は児童の方略をどのように変化させるか：数学的概念に関する方略変化のプロセス．教育心理学研究, 50, 33-42.

ヘイノネン･オッリペッカ・佐藤学　2007「学力世界一」がもたらすもの　日本放送出版協会

国立教育政策研究所（編）2002. 生きるための知識と技能　OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2000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）2004. 生きるための　知識と技能 2　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）　2007. 生きるための知識と技能 3　OECD生徒の学習到達度　調査（PISA）2006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）2010. 生きるための知識と技能 4　OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2009年調査国際結果報告書　明石書店

国立教育政策研究所（編）2013　生きるための知識と技能 5　OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2012年調査国際結果報告書 明石書店

熊倉啓之・國宗進・吉田明史・相馬一彦・柗元新一郎・松島充　2011. 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, 93（10), 18-23.

熊倉啓之・吉田明史・長尾篤志・國宗進・川合公孝　2009. 教科書と授業からみるフィンランドの数学教育　日本数学教育学会誌, 91(7), 36-45.

清水宏幸　2006. 日常の場面で 1 次関数を活用させる指導―ガス料金について考えさせる指導―日本数学教育学会誌, 88(7), 10-18.

清水宏幸　2007. 日常の場面で関数を活用させる指導―売上金額の一番多いTシャツの値段を設定しよう―日本数学教育学会誌, 89(11), 2-9.

山口武志　2010. フィンランドの算数・数学教科書　日本数学教育学会誌, 92(6), 4-8.