

新しい算数・数学科学習指導要領に関する 比較教育的視座からの考察

山口 武 志*

(2010年10月26日 受理)

A Comparative Study of the New Mathematics Curriculum in Japan

YAMAGUCHI Takeshi

要約

本稿の目的は、諸外国のカリキュラムの動向や特徴を概観した上で、比較教育的視座から新しい算数・数学科学習指導要領を考察し、カリキュラムに関する今後の研究課題を提案することにある。具体的には、2007年に一部改訂されたイギリスの「ナショナル・カリキュラム」、PISAで好成績をあげているフィンランドの「ナショナル・コア・カリキュラム」、アメリカの「学校数学のための原則とスタンダード」を考察し、各カリキュラムの特徴を指摘した。その上で、今後の日本のカリキュラム研究への示唆として、①「内容」と「プロセス」という2つの視座からカリキュラムの充実を図ること、②カリキュラムにおいて達成度規準を具体化すること、③社会生活との関連性という視座から指導内容の選択・配列に関する枠組みを検討すること、の3つを指摘した。

キーワード：内容とプロセス，達成度規準，社会生活との関連性

* 鹿児島大学教育学部 教授

1. 本稿の目的

平成20年から21年にかけて、小学校、中学校、高等学校の算数・数学科学習指導要領が相次いで改訂された(文部科学省, 2008a; 2008b; 2009)。学習指導要領で指摘されている算数・数学教育の主な改善の方向性を筆者なりに整理すれば、次の5点になる(山口, 2008)。

- ①スパイラルによる教育課程の編成
- ②活用力の育成
- ③数学的な思考力や表現力の育成
- ④数学を学ぶ意義や有用性の感得
- ⑤算数・数学的活動の充実

これらの方向性の中でも、特に、算数・数学的活動が「内容」として学習指導要領に具体的に示されるようになったことや、数学的な思考力や表現力、活用力の育成に関する強調は注目される点である。

このような認識の下、本稿の目的は、諸外国の数学科カリキュラムの動向や特徴を概観した上で、新しい算数・数学科学習指導要領を比較教育的視座から考察し、日本のカリキュラムに関する今後の研究課題を提案することにある。具体的には、イギリスの「ナショナル・カリキュラム」とフィンランドの「ナショナル・コア・カリキュラム」、アメリカの「学校数学のための原則とスタンダード」の3つのカリキュラムをとりあげ、各々の特徴を考察する。

これら3つのカリキュラムをとりあげる理由は以下の通りである。まず、イギリスについては、2007年に「主段階3」および「主段階4」に関するカリキュラムの改訂が行われ、新しいカリキュラムの枠組みが示されているからである。フィンランドについては、OECD・PISA調査における好成績(国立教育政策研究所, 2004)をうけて、近年、フィンランドの教育が注目されているからである。また、「学校数学のための原則とスタンダード」については、後述するように、「プロセス」に関するスタンダードを早くから明確に示している点による。

2. イギリスの「ナショナル・カリキュラム」

イギリスでは、1989年に「ナショナル・カリキュラム(National Curriculum)」(以下、NCと略記)が導入され、数度の改訂を経て、現在に至っている。NCでは、5歳から16歳までの義務教育期間を4つの主段階(key stage)(以下、KSと略記)とよばれる学年帯に分け、内容や到達目標を設定している。4つの主段階のうち、KS1(第1, 2学年)とKS2(第3~6学年)が初等教育にあたり、KS3(第7~9学年)とKS4(第10, 11学年)が中等教育にあたる。

最近の動向として、KS3とKS4については、2007年に新しいカリキュラムが示され、部分的に改訂がなされている。そのため、以下では、1999年版NC(DfEE & QCA, 1999)とともに、新しい動向については、2007年版のNC(QCA, 2007a; 2007b)について考察する。

まず、1999年版NCの主な特徴をあげれば、次のNC99-1~NC99-6のようになる。

NC99-1 義務教育期間を4つの主段階（KS1～KS4）に分けている。

NC99-2 各主段階のカリキュラムは、「学習プログラム（programme of study）」と「到達目標（attainment targets）」から構成されている。

NC99-3 内容領域として、「Ma1：数学の利用・応用」, 「Ma2：数・代数」（KS1, KS2 については「数」）, 「Ma3：図形・空間・測定」, 「Ma4：データの取り扱い」の4つがある。

NC99-4 各主段階の目標や内容は、NC99-3 で示した内容領域ごとに、「知識、技能、理解」と「学習の広がり（breadth of study）」の2つの視座から、「学習プログラム（programme of study）」として、表1のように構造化されている。

表1 1999年版NCにおける「学習プログラム」の構成

主段階	KS1	KS2	KS3, KS4
内 容	Ma1	Ma1	Ma1
	Ma2	Ma2	Ma2
	Ma3	Ma3	Ma3
		Ma4	Ma4

NC99-5 内容領域ごとに「到達目標」が設定されており、各到達目標には9つの水準（レベル1～8および優れた達成度）がある。そして、到達目標の水準の範囲と、各主段階の終わりにおいて多くの生徒に期待される到達水準とが、主段階ごとに表2のように設定されている。[注：KS4の評価は国家資格試験（national qualification）による。]

表2 各「主段階」の到達目標に関する到達水準

主段階	到達水準の範囲	年齢, 到達水準
KS1	水準1～3	7歳, 水準2
KS2	水準2～5	11歳, 水準4
KS3	水準3～7	14歳, 水準5/6

NC99-6 目標については、NC全体を通じた目標を掲げた上で、その目標に対して数学が担うべき役割を示している。

ここで、上述の主な特徴について、若干の補足をしておきたい。まず、NC99-3とNC99-4の内容領域に関して、「Ma1：数学の利用・応用」は、各主段階において単独で示されているのではなく、Ma2からMa4と関連させながら、「問題解決」、「コミュニケーション」、「推論」の3つの視座から示されている。表1において、Ma1とそれ以外とを点線で区分しているのはそのためである。

また、NC99-4の「学習の広がり」には、知識、技能、理解を指導するための文脈や活動をはじめ、学習や経験の範囲などが記述されている。各内容領域に関係する具体的な活動やICTの利用を強調している点も特徴である。

さらに、NC99-6の目標に関して、NCでは、教科全体を通じて育成すべき目標として、「生徒の精神的、道徳的、社会的、文化的発達を促進すること」、「主要技能の発達を促進すること」などが示されている。例えば、「主要技能(key skills)の発達」について、数学では、「コミュニケーション」、「数の応用」、「情報技術」、「他者との協同」、「自己の学習や行動の改善」、「問題解決」の計6つが示されている。

以上が1999年版NCの主な特徴である。既に述べたように、KS3とKS4のNCについては、2007年に改訂がなされている(QCA,2007a;2007b)。2007年版NCの主要な項目は、以下の通りである。

NC07-1 カリキュラムの目的、数学の重要性

NC07-2 主要概念(key concepts)

NC07-3 主要プロセス(key processes)

NC07-4 領域と内容(range and content)

NC07-5 カリキュラムのための機会

NC07-6 到達目標(attainment targets)

ここでは、KS3を例にしながら、これら6つについて考察してみたい。まず、NC07-1の「カリキュラムの目的」では、数学学習の目的として、次の3つが示されている(下線筆者)。

- ・学習を楽しんだり、進歩や達成を成し遂げることのできる成功的な(successful)学習者になること
- ・安全かつ健康的で、充実した生活を送ることができると自信あふれる(confident)個人になること
- ・社会に対して積極的な貢献を行うことのできる責任ある(responsible)市民になること

このように、「成功的な学習者」や「自信あふれる個人」、「責任ある市民」の3つを数学科カリキュラムの目的として明確に掲げている点が特徴といえる。一方、「数学の重要性」は1999年版NCにおいても記述されていたが、2007年版NCでは、「実世界を理解するための方法としての数学」や、「数学の言語性」などの視座から、数学の重要性を一層強調している。特に、現代社会の特質との関連という視座から、「数学的思考」の重要性を次のように指摘している点が注目される。

《数学的思考は、職場、ビジネスや財政、個人的な意思決定において用いられる思考の習慣として、現代社会のすべての人にとって重要である。また、科学や工学、テクノロジー、経済を理解するための道具を与える点で、数学は国家の繁栄にとって不可欠である。さらに、数学は公的な意思決定においても本質的であるとともに、知識経済(knowledge economy)に

参加する上でも本質的である。》

NC07-2の「主要概念」には、「能力」、「創造性」、「数学の応用と意義」、「クリティカルな理解」の4つが含まれる。例えば、「能力」には、「数学を効果的に伝え合う能力」をはじめ、「ICTを含め、適切な数学的道具や数学的方法を選択する能力」などが示されている。また、「創造性」には、「疑問を設定し、説得力のある議論を展開すること」などがあげられている。

さらに、「クリティカルな理解 (critical understanding)」には、次の2つが含まれる。第1は、「数学が本質的には抽象的であり、状況をモデル化したり、解釈したり、表現するために利用されることを知ること」である。第2は、「モデルや表現の限界及び射程を認識すること」である。数学の特性や有用性を重視する一方で、数学的モデルや数学的表現の限界を認識させることも強調されている。

NC07-3の「主要プロセス」は、数学における本質的な技能やプロセスを意味しており、問題解決やデータ処理のサイクルの様々な段階と関係するものである、と指摘されている。そして、この「主要プロセス」には、「表現すること」、「分析すること」、「解釈したり評価すること」、「コミュニケーションを図ったり振り返ること」の4つが含まれる。

これらのうち、「分析すること」については、「数学的推論を利用すること」と「適切な数学的手続きを適用すること」の2つに大別した上で、各々の具体が示されている。例えば、「数学的推論を利用すること」には、「特別な例や反例を考えながら、推測や一般化を行い、それらを正当化しはじめること」などが含まれている。また、「コミュニケーションを図ったり振り返ること」には、「気づいたことを効果的に伝え合うこと」をはじめ、「ある問題に対する異なるアプローチという視座とともに、同じ構造をもった異なる問題という視座から、類似性を探究すること」などが示されている。このように、数学の内容に関する理解だけではなく、NCの重要な特徴として、「プロセス」に関する能力の育成を新たな項目として設定している点が注目される。

NC07-4については、「数と代数」、「幾何と測定」、「統計」の3つの領域にそって内容が示されている。1999年版と比較した場合、領域の名称が若干変更されている。

NC07-5は、「生徒の学習に必要な不可欠であり、概念やプロセス、内容に関する生徒の取り組みを向上させるような機会」を意味している。具体的には、次の7つの機会が示されている。

- a. 方法や技術の幅を広げる上での自信をもたせる
- b. 同じ数学を困難で見慣れない文脈で利用する課題や、要求に合った数学を同じ文脈で利用する課題に取り組みさせる
- c. 利用すべき数学を生徒たちが選択できるように、様々な現実的な文脈や抽象的な文脈において、オープンな課題やクローズドな課題に取り組みさせる
- d. 他教科や学校外の文脈で生じる問題に取り組みさせる
- e. 数学的な概念やプロセスや内容に関する様々な側面をまとめるような課題に取り組みさせる
- f. 幅広い文脈において、個人のみならず協同で取り組みさせる

g. ICTも含め、生徒たちが適切に選択できるような豊富な資材 (resources) に親しみをもたせる

NC07-6の「到達目標」は、2007年版NCでも大きな特徴の1つになっている。2007年版NCでも、領域ごとに「到達目標」が設定されており、各領域には、それぞれ9つの水準(レベル1～8および優れた達成度)がある。そして、KSごとに「到達目標」の水準の範囲が大局的に示されている。例えば、KS3の「到達目標」は、「数学的プロセスと応用」、「数と代数」、「幾何と測定」、「データ処理」の4つの領域ごとに、「水準4」から「優れた達成度」までの6つの水準が示されている。これら4つの領域のうち、「数学的プロセスと応用」は、1999年版NCのMa1に関する到達目標「数学の利用と応用」に対応するものであり、その名称が2007年版NCでは変更になっている。このように、到達目標においても、「プロセス」重視の方向性を明示している点は特に注目される点である。

以上が2007年版NCの主な特徴である。2007年版NCと1999年版NCとを比較したとき、KSごとに目標や内容、到達目標を示している点は共通しているが、「主要概念」や「主要プロセス」という項目を設け、それらを強調している点は新しい傾向といえる。

3. フィンランドの「ナショナル・コア・カリキュラム」

フィンランドの学校教育制度の概要は、次の通りである (Finnish National Board of Education, 2003; 渡邊, 2009, p.99)。

- ① プレスクール (pre-primary education in schools) : 6歳 [1年間]
- ② 基礎教育 (basic education) : 7歳～15歳 [9年間]
- ③ 高等学校 (general upper secondary schools) または職業訓練学校 (vocational upper secondary education and training) [いずれも3年間]
- ④ 大学 [3年間または5年間] または高等職業専門学校 (polytechnics) [3年間または4年間]

このうち、②の「基礎学校」が義務教育にあたり、日本の小、中学校に相当する。フィンランドには、「ナショナル・コア・カリキュラム (National Core Curriculum)」(以下、NCCと略記)とよばれる国定カリキュラムがあり、基礎学校用のNCCは2004年に、また、高等学校用のNCCは2003年にそれぞれ改訂されている (Finnish National Board of Education, 2003; 2004)。

現行のNCCの主な特徴をあげれば、次のNCC-1～NCC-4のようになる。

NCC-1「基礎教育」については、「第1学年～第2学年」、「第3学年～第5学年」、「第6学年～第9学年」の3つの学年帯に分けられている。そして、各学年帯のカリキュラムは、「目標」、「核となる (core) 内容」、「到達度規準」の3つの項目によって構成されている。さらに、各学年帯の内容は、表3のような領域ごとに示されている。

表3 「基礎教育」における内容領域

学年帯	内容領域
第1～2学年	「数と計算」, 「代数」, 「幾何」, 「測定」, 「データ処理と統計」
第3～5学年	「数と計算」, 「代数」, 「幾何」, 「データ処理」, 「統計」, 「確率」
第6～9学年	「思考技能と方法」, 「数と計算」, 「代数」, 「関数」, 「幾何」, 「確率と統計」

NCC-2 「基礎教育」の「目標」では、基礎的な知識・技能の習得をはじめ、問題解決能力や数学的表現力、数学的活用力などに関する能力の育成が謳われている。

NCC-3 「高等学校」については、「advanced syllabus」と「basic syllabus」という2つのカリキュラムがある。「advanced syllabus」は、一般に、「長い数学」とよばれる理系用のカリキュラムである。一方、「basic syllabus」は、「短い数学」とよばれる文系用のカリキュラムである。2つのカリキュラムとも、「必修」と「選択」から構成されており、それぞれの科目は、表4の通りである。

表4 フィンランドの高等学校数学科における科目群

長い数学	必修	関数と方程式、多項式関数、幾何、解析幾何、ベクトル、確率と統計、微分、無理関数と対数関数、三角関数と数列、積分
	選択	数論と論理、数的方法と代数的方法、より進んだ微分・積分
短い数学	必修	式と方程式、幾何、数学的モデルⅠ、数学的解析、統計と確率、数学的モデルⅡ
	選択	経済数学、数学的モデルⅢ

NCC-4 「基礎教育」においては、「各学年帯の最終段階において期待される達成度」という「到達度規準」が示されている。「高等学校」にはそのような到達度規準は示されていないが、高等学校修了試験があり、その試験が実質的な評価規準としての役割を果たしている。

ここで、NCC-1～NCC-4の主な特徴について、若干の補足をしておきたい。

NCC-1について、例えば、「第3学年～第5学年」の学年帯全体の「目標」や、「数と計算」に関する「核となる内容」とその「到達度規準」は、表5のように示されている（Finnish National Board of Education, 2004）。

表5 「第3学年～第5学年」の「目標」と
「数と計算」領域に関する「核となる内容」および「到達度規準」

第3学年から第5学年における数学指導の核となる課題は、以下の通りである。第1は、数学的思考を発達させることである。第2は、数学的な思考のモデルに関する学習を導入することである。第3は、基礎的な計算や数概念を深めることである。第4は、数学の概念や構造を理解するための基礎となる経験を提供することである。

[目標]

- ・子どもたちは、数学にかかわる成功体験を得るであろう。
- ・子どもたちは、探求や観察を通じて、数学的概念や概念体系を定式化することを学習するであろう。
- ・子どもたちは、数学的概念を利用することを学習するであろう。
- ・子どもたちは、基礎的な計算技能を学習するとともに、数学的問題を解決することを学習するであろう。
- ・子どもたちは、現象間の類似性や、相違、規則性、因果関係を見出すであろう。
- ・子どもたちは、自分自身の行動や結論を正当化したり、自分自身の解法を他者に提案するであろう。
- ・子どもたちは、観察に基づいて、疑問や結論を提案するであろう。
- ・子どもたちは、規則を利用することや指示に従うことを学習するであろう。
- ・子どもたちは、持続的かつ目的意識のある作業を行ったり、グループで取り組むことを学習するであろう。

[核となる内容]

数と計算

- ・十進の原理に関する概念を深めることや、時計に基づいて60進法を導入すること
- ・数の分類と組織化
- ・乗法
- ・等分除、包含除、整除性
- ・アルゴリズムと暗算
- ・分数の概念、分数に関する換算
- ・小数の概念
- ・分数と小数と百分率の相互関係
- ・分数や小数に関する加法と減法、分数や小数に自然数をかける乗法、分数や小数を自然数でわる除法
- ・計算結果の評価、確認、丸め (rounding)

- ・括弧の使用
- ・負の数の概念
- ・異なる代わりとなる数を探求すること

[第5学年修了時に望まれる達成度]

数, 計算, 代数

- ・子どもたちは、小数を学習することによって、十進法を理解するであろうし、自信をもって十進法の使い方を知るであろう。また、子どもたちは、負の数や分数の概念を理解し、様々な方法で、負の数や分数を示すことができるようになるだろう。
- ・子どもたちは、筆記形式あるいは口頭で計算を示す方法を知り、様々な計算の相互関係を知るだろう。また、計算結果の大きさを予め見積る方法を知り、問題が解決された後に、その計算過程を確認し、その解の妥当性を検証するであろう。
- ・子どもたちは、数列を定式化する方法や、その数列の続きを考える方法を知るであろうし、数どうしの関係を示すであろう。

「基礎教育」のカリキュラムの場合、「第1学年～第2学年」と「第3学年～第5学年」の「核となる内容」は、「数と計算」や「幾何」といった数学の内容のみで構成されているが、「第6学年～第9学年」では、数学の内容に加えて、「思考技能と方法 (thinking skills and methods)」が追加されている。具体的には、表6に示すような「思考技能と方法」が示されており、「プロセス」に関する項目を「核となる内容」に位置づけている点は注目される。

表6 「第6学年～第9学年」における「思考技能と方法」に関する「核となる内容」

- ・分類や、比較、組織化、測定、構成、モデル化、規則や関係の探究や提示のように、論理的な思考に必要となる機能
- ・比較や関係を導く際に必要となる概念の解釈や利用
- ・数学的なテキストの解釈や作成
- ・証明の導入、つまり、正当化された推測や実験、組織的な試行錯誤法、誤りの例証、直接証明
- ・様々な方法によって複雑な問題を解決すること
- ・思考を支援するような道具や図の利用
- ・数学史

NCC-2の目標について、例えば、「基礎教育」用のNCCでは、「前文」の冒頭において、数学教育の概括的目標が次のように示されている。

《数学教育の課題は、数学的思考の発達のための機会を提供することであるとともに、数学的概念の学習、最も幅広く利用されている問題解決の方法の学習のための機会を提供することである。数学教育は、子どもの創造的で正確な思考を発達させるものであるとともに、子どもによる問題の発見や定式化を導いたり、その問題に対する解の探求を導くものでなければならない。また、数学の重要性が幅広く認識されなければならない。つまり、数学は子どもたちの知的発達に影響を与え、合目的な活動や子どもどうしの社会的相互作用を発展させるものである。》

数学指導は系統的に進められなければならないし、数学的概念や数学的構造の同化のための永続的基盤を創造しなければならない。(数学という)学問の具体的特質は、生徒の経験と、抽象的な数学の体系を伴った思考の体系とをまとめる上で、重要な支援として役立つ。日常の状況で生じる問題や、数学的思考あるいは数学的操作を使うことによって解決される問題が、効果的に利用されるべきである。ICTが、生徒たちの学習過程を支援するために利用されるべきである。》(括弧内筆者)

目標の冒頭にもあるように、NCCでは、数学的思考の発達や問題解決能力の育成、数学の重要性の認識などが重視されている。一方、表5にも示したように、各学年帯の目標は箇条書きで示されており、基礎的な知識・技能の習得のみならず、陶冶的目標も強調されている。

NCC-3については、数学と社会生活との関連性を重視した「内容」の選択という特徴が注目に値する。例えば、表4にも示したように、高等学校の「短い数学」の内容には、「数学的モデル」や「経済数学」が含まれている。同様の傾向は基礎教育にもみられる。例えば、フィンランドでは、「負の数」を「第3～5学年」で導入するが、その加減は「 $4-7$ 」や「 $(-3)+5$ 」といった社会生活に必要な加減に限定されており、「負の数をたす加法」や「負の数をひく減法」は「第6学年～第9学年」で扱われる(山口, 2009, p.158)。このように、社会生活との関連性を軸としたスパイラルな内容の選択・配列がNCCの特徴の1つとなっている。

NCC-4で指摘した基礎教育における「到達度基準」については、表5にも示したように、各学年帯の修了時における達成度が内容領域ごとに設定されている。特に注目される点は、「思考技能と作業技能(thinking and working skills)」に関する到達度規準が3つの学年帯すべてにおいて設けられている点である。例えば、「第3学年～第5学年」の場合、「第5学年修了時における望ましい達成度に関する記述」として、表7のような計6項目にわたる規準が示されている。

表7 「第3学年～第5学年」における「思考技能と作業技能」に関する到達度規準

・子どもたちは、問題解決に数学を活用することによって、また、道具、記号、言葉、数、図

といった多様な方法で数学を表現することによって、数学の概念的理解を示すであろう。

- ・子どもたちは、観察を行う際、自分自身の注意を意識的に焦点化しようとするであろう。つまり、子どもたちは、行動したり、話したり、書いたり、記号を用いるといった多様な方法で、自分自身の観察や思考を伝えることができる。
- ・比較や分類、組織化、構成、モデル化によって、現実場面や現象を数学的に予測する方法を知ること。
- ・子どもたちは、与えられた基準または選択した基準に基づいて、まとめたり分類する方法を知るであろう。また、共通する性質を探る方法や、量的属性と質的属性を区別する方法、事項や対象に関する真の命題と偽の命題を示しながら、事項や対象の集まりを記述する方法を知るであろう。
- ・子どもたちは、新しい形式で数学的問題を示す方法を知るであろう。つまり、子どもたちは、簡単な文章や図、事例で解釈することができたり、問題を解決するための計画を立案することができるであろう。
- ・子どもたちは、規則に従う方法を知るであろう。

以上が、NCCの概要および主な特徴である。NCCの注目すべき点としては、論理的な思考力や数学的表現力、数学的モデル化などの「プロセス」を重視している点をはじめ、社会生活との関連性を視座とした内容の選択・配列などがあげられる。

4. アメリカ・NCTMの「スタンダード」

アメリカには、日本やイギリス、フィンランドのように国定カリキュラムはなく、州ごとにカリキュラムが異なる。しかし、数学科カリキュラムについては、全米数学教師協議会(National Council of Teachers of Mathematics；通称NCTM)がカリキュラムを提案しており、実質的には、カリキュラムの方向性や改善に与えるNCTMの影響力は大きいといわれている。

NCTMは、1989年に『学校数学のためのカリキュラムと評価のスタンダード』(NCTM,1989；以下、「1989年版スタンダード」と略記)を刊行した。「1989年版スタンダード」は法的な根拠を有するものではないが、統一カリキュラムのないアメリカにおいては画期的なものであった。「1989年版スタンダード」の刊行を起点として、NCTMは関連する下記のような出版物を次々に刊行している。

- ① 1989年：『学校数学のためのカリキュラムと評価のスタンダード (Curriculum and evaluation standards for school mathematics)』
- ② 1991年：『数学指導のための専門職スタンダード (Professional standards for teaching mathematics)』
- ③ 1995年：『学校数学のための評価スタンダード (Assessment standards for school mathematics)』

- ④ 2000年：『学校数学のための原則とスタンダード (Principles and standards for school mathematics)』
 ⑤ 2006年：『就学前から第8学年までの数学のためのカリキュラムの焦点：首尾一貫性の探究 (Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence)』

②は、①の「1989年版スタンダード」に基づく指導に関する教師用スタンダードである。また、③も、①に基づく評価に関するスタンダードである。このように、NCTMは、①の「1989年版スタンダード」のカリキュラムだけでなく、そのカリキュラムに基づいて、教師の具体的な指導や評価のあり方に関するスタンダードもあわせて刊行している。

一方、④の『学校数学のための原則とスタンダード』(以下、「スタンダード2000」と略記)は、「1989年版スタンダード」の改訂版にあたる。また、「スタンダード2000」に関連して、2006年には、⑤『就学前から第8学年までの数学のためのカリキュラムの焦点：首尾一貫性の探究』が示されている。後述するように、「スタンダード2000」では、もともと、「内容スタンダード」に関する各内容領域の強調の度合いが学年帯ごとに示されており(NCTM, 2000, p.30)、⑤はそれらをさらに具体化したものである。

「スタンダード2000」が「1989年版スタンダード」の改訂版であることをふまえ、以下では、「スタンダード2000」の特徴を考察してみたい。「スタンダード2000」の主な特徴をあげれば、次のS1からS3のようになる。

S-1 「スタンダード2000」では、まず、質の高い数学教育を達成するための基本的な原則(principles)として、「公平性(equity)」、「カリキュラム」、「指導」、「学習」、「評価」、「テクノロジー」の6つが示されている。

S-2 これら6つの原則の下、「就学前～第2学年」、「第3～5学年」、「第6～8学年」、「第9～12学年」の4つの学年帯ごとに「内容スタンダード」と「プロセススタンダード」が示されている。また、「内容スタンダード」と「プロセススタンダード」は、それぞれ表8のような項目から構成されており、すべての学年帯において共通している。

表8 「スタンダード2000」における「内容スタンダード」と「プロセススタンダード」

内容スタンダード	「数と演算」、「代数」、「幾何」、「測定」、「データ分析と確率」
プロセススタンダード	「問題解決」、「推論と証明」、「コミュニケーション」、「関連づけ」、「表現」

S-3 各スタンダードの「達成度」は、「期待(expectations)」という形で、本文や巻末の付録に示されている。特に、内容スタンダードについては、学年帯ごとに「期待」が詳細に示されている。

ここで、S-1からS-3までの主な特徴について、若干の補足をしておきたい。

S-1について、「スタンダード2000」では、その冒頭において、「学校数学のためのビジョン」

を示している。その中では、《日常生活や職場において数学を理解し、数学を利用できるようになることの必要性は、今までにないほど増大しており、今後も増え続けるであろう》(NCTM, 2000, p.4)と指摘した上で、その一例として、「生活のための数学」や「文化的遺産の一部としての数学」、「職場のための数学」、「科学的共同体や技術的共同体のための数学」といった各側面における数学の重要性、必要性を説明している。こうした認識の下で、学校数学において重視すべき点として、前述の6つの原則を示している(NCTM, 2000, pp.11-27)。6つの原則の詳細は下記の通りであるが、中でも、「公平性」や「テクノロジー」を強調している点が注目される。

- ・公平性：優れた数学教育には、公平性—つまり、すべての生徒に対する高い期待と強力な支援—が必要不可欠である。
- ・カリキュラム：カリキュラムは、活動の単なる集まりではなく、それ以上のものである。つまり、カリキュラムは、首尾一貫しており、重要な数学に焦点化されたものであり、各学年にわたって十分に構造化されたものでなければならない。
- ・指導：効果的な数学指導には、生徒たちが知っていることや学習する必要のあることを教師が理解することが必要不可欠である。また、生徒たちが十分に学習することができるように、教師が挑戦したり支援することも必要不可欠である。
- ・学習：経験や既習の知識に基づいて新しい知識を能動的につくることによって、生徒たちは理解を伴いながら数学を学習しなければならない。
- ・評価：評価は、重要な数学の学習を支援するとともに、教師と生徒の両方に対して、有益な情報を提供すべきである。
- ・テクノロジー：テクノロジーは、数学の指導と学習において必要不可欠である。つまり、テクノロジーは、指導される数学に影響を及ぼすとともに、生徒の学習を向上させる。

S-2について、「内容スタンダード」と「プロセススタンダード」という2つの視座からカリキュラムを設計するというカリキュラム構成原理は、「1989年版スタンダード」において既に示されており、その原理は「スタンダード2000」においても堅持されている。特に、数学の内容だけではなく、各学年帯において学習すべき「プロセス」を明示した点は、NCTMによる「スタンダード」の最大の特徴であり、示唆に富む点といえる。

5. 今後のカリキュラム研究への示唆

イギリスのNC、フィンランドのNCC、アメリカの「スタンダード2000」の特徴をふまえ、今後、わが国では、次の各視座からカリキュラムを検討することが重要であると考えられる。

- ①「内容」と「プロセス」という2つの視座から、カリキュラムの充実を図ること。
- ②カリキュラムにおいて達成度規準を具体化すること。
- ③社会生活との関連性という視座から、指導内容の選択・配列に関する枠組みを検討すること。
- ①について、3つの国に共通するカリキュラム構成原理として、「数学の内容領域」と「プロ

セス」の2つから、「目標」や「内容」を構造的に設定している点があげられる。平成20年に告示された小学校算数科学習指導要領や中学校数学科学習指導要領でも、「算数的活動」や「数学的活動」が内容として位置づけられ、具体的に記述されることとなった。また、平成21年に告示された高等学校数学科学習指導要領においても、数学的活動に基づく授業づくりが強調されている。例えば、中学校第2,3学年では、「数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし筋道立てて説明し伝え合う活動」という数学的活動が位置づけられている。これは、「表現」や「推論」、「コミュニケーション」と深く関連する数学的活動である。

従来、学習指導要領は、数学の内容領域を中心に記述される傾向にあった。しかし、「算数・数学的活動」が明示されたことは大きな改善である、といえる。ただし、小学校および中学校では、算数・数学的活動が内容領域と同様に、1つの領域として示されているわけではない。また、高等学校の場合にも、数学的活動の充実という視座から、数学Iと数学Aに「課題学習」が新たに設けられたが、各科目における内容項目の位置づけとは異なっている。NCやNCC、「スタンダード2000」のように、学習指導要領において、算数・数学的活動に基づく「プロセス」に関する能力の育成をどのように明確に位置づけるかについては、検討の余地があると考ええる。

②について、NCの「到達目標」や、「基礎教育」用NCCの「各学年帯の最終段階において期待される達成度」、「スタンダード2000」における「期待 (expectations)」のように、考察した3つのカリキュラムでは、目標や内容とともに、達成度規準がカリキュラムに位置づけられている。わが国でも、観点別学習状況評価をはじめ、評価規準・評価基準の開発がなされているが、評価の重要性に鑑みつつ、カリキュラムの一部として、達成度規準を位置づけることも重要であると考ええる。

③について、例えば、フィンランドのNCCでは、前述の「負の数」の事例のように、社会生活という視座からのスパイラルな内容の選択・配列がみられる。また、高等学校では、社会生活における数学の有用性という視座から、「短い数学」において、数学的モデル化や経済数学に関する内容が含まれている。さらに、フィンランドの教科書では、社会生活や自然現象に内在する数理認識が題材として数多く扱われており、数学的知識と社会生活等との関連が強調されている。わが国でも、特に、高等学校段階においては、社会生活との関連性という視座から、指導内容の選択・配列の枠組みを検討することが重要であると考ええる。

6. 結語

本稿では、諸外国における算数・数学科カリキュラムの動向として、イギリスのNC、フィンランドのNCC、アメリカの「スタンダード2000」をとりあげ、その特徴を考察した。その結果、①「数学的内容」と「プロセス」という2つの視座に基づくカリキュラム構成、②カリキュラムにおける達成度規準の明確化・具体化、③社会生活との関連性という視座に基づく指導内容の選択・配列、の3つの共通する特徴を指摘した。その上で、こうした諸外国におけるカリキュラム

の特徴を視座としながら、平成 20 年あるいは平成 21 年に告示された算数・数学科学習指導要領を検討し、今後のわが国におけるカリキュラム研究への示唆を指摘した。ただし、本稿における考察は、改善のための指針を概略的に示すにとどまるものである。本稿で指摘した改善の指針に基づきながら、算数・数学科カリキュラムに関する具体的な改善案を検討することは今後の課題になる。

[付記]

本稿は、日本数学教育学会「第 42 回数学教育論文発表会・課題別分科会（教育課程分科会）」（2009 年 11 月 7 日・8 日、静岡大学）における提案資料を加筆修正したものである。

[引用・参考文献]

- DfEE & QCA (1999), *Mathematics: The national curriculum for England*.
- Finnish National Board of Education (2003), *National core curriculum for upper secondary schools*.
- Finnish National Board of Education (2004), *National core curriculum for basic education*.
- NCTM (1989), *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*.
- NCTM (1991), *Professional standards for teaching mathematics*.
- NCTM (1995), *Assessment standards for school mathematics*.
- NCTM (2000), *Principles and standards for school mathematics*.
- NCTM (2006), *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*.
- QCA (2007a), *Mathematics: Programme of study for key stage 3 and attainment targets*.
- QCA (2007b), *Mathematics: Programme of study for key stage 4*.
- 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.
- 文部科学省 (2008a), 『小学校学習指導要領解説・算数編』, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2008b), 『中学校学習指導要領解説・数学編』, 教育出版.
- 文部科学省 (2009), 『高等学校学習指導要領解説・数学編, 理数編』, 実教出版.
- 山口武志 (2008), 「知識基盤社会において求められる学力と新教育課程－新しい数学科学習指導要領の検討－」, 日本数学教育学会, 『日本数学教育学会誌・数学教育』, 第 90 巻・第 5 号, pp.29-36.
- 山口武志 (2009), 「Ⅲ. 算数・数学の教科書:8. フィンランド」, 『第 3 期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究』, 国立教育政策研究所, pp.150-161.
- 渡邊あや (2009), 「フィンランドー生涯にわたる学びのビジョン・世界の学力論議をリードー」, 佐藤学・澤野由紀子・北村友人編著, 『揺れる世界の学力マップ』, 明石書店, pp.79-99.