

シンガポールの初等・中等教育における数学教育：
教育制度と算数・数学のカリキュラムの分析を通して

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-05-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 金井, 弘明, 田開, 伯幸, 大溝, 孝太, 渡部, 和馬, 藤田, 祐之介, 森上, 崇人, 佐野, 弘一, 杉山, 大路, 内田, 大貴, 裕元, 新一郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00010140

シンガポールの初等・中等教育における数学教育

—教育制度と算数・数学のカリキュラムの分析を通して—

金井弘明*, 田開伯幸*, 大溝孝太*, 渡部和馬*, 藤田祐ノ介*,
森上崇人*, 佐野弘一*, 杉山大路*, 内田大貴*, 松元新一郎**

Mathematics Education of Primary and Secondary Education in Singapore

An Analysis of Educational Systems and curriculum

Kanei Hiroaki, Tabiraki Noriyuki, Omizo kota, Watanabe Kazuma, Fujita Yuinosuke,
Morikami Takato, Sano koichi, Sugiyama Daizi, Uchida Daiki, Matsumoto Shinichiro

Abstract

The purpose of this study is to get suggestions for mathematics education in Japan through investigated the characteristics of mathematics education in Singapore. First of all, we reviewed the educational system in Singapore. Next, we analyzed mathematics syllabuses at in primary and secondary level. We got the characteristics of mathematics syllabuses in Singapore as follows;

- 1) The syllabuses are provided corresponding to the streaming system in Singapore,
- 2) The syllabuses are organized by some contents strand and mathematical processes strand,
- 3) Primary foundation mathematics, N (A) -Level syllabus and N (T) -Level syllabus are trying to reduce new contents and to look back on the previous contents,
- 4) Such as time, percentage, speed and ratio, difficult contents to understand for many children are taught for a longer period than Japanese curriculum,
- 5) Contents of calculus and trigonometric function are taught at secondary 3/4 years in O-Level and N (A) -Level additional syllabus.

キーワード： シンガポール 教育制度 カリキュラム 数学教育

1 研究の背景

2016年11月にTIMSS2015の結果が公表され、算数・数学の結果は表1の通りである(I.V.S. Mullis 他, 2012, I.V.S. Mullis 他, 2016). 国際順位をみると、シンガポールは小4・中2とも順位は1位であり、特に中2では、日本よりも低い点数(475点未満)の生徒の割合が低く、高い点数(625点以上)の生徒の割合が高いという特徴は変わっていない。

表1 TIMSS2015の結果(括弧内はTIMSS2011の結果)

		シンガポール	日本
小 4	得点	618点(606点)	593点(585点)
	順位	1位(1位)	5位(5位)
	625点以上	50%(43%)	32%(30%)
	475点未満	7%(6%)	5%(7%)
中 2	得点	621点(611点)	586点(570点)
	順位	1位(2位)	5位(5位)
	625点以上	54%(48%)	34%(27%)
	475点未満	6%(8%)	11%(13%)

※2011年調査は50か国地域、2015年調査は49か国地域が参加。

*静岡大学教育学研究科 学校教育研究専攻
数学教育専修

**静岡大学大学院教育学領域

表2 TIMSS2015における

「算数・数学の学習が好きな児童・生徒の割合」

		シンガ ポール	日本	参加国 平均
小 4	とても好き	39%	26%	46%
	好き	38%	44%	35%
中 2	とても好き	24%	9%	22%
	好き	42%	32%	39%

※Exhibit 10.3, 10.4より引用。

TIMSS2015では、児童・生徒に対する質問紙調査が行われており、その結果の一部は表2の通りである(I.V.S. Mullis 他, 2016). 算数・数学の学習が好きな児童・生徒の割合をみると、小4では肯定的(「とても好き」+「好き」)に回答した児童は、シンガポールの方が参加国平均より低いものの、日本よりも高い。さらに、中2では日本の肯定的な割合が参加国平均よりも大きく下回っているのに対して、シンガポールは参加国平均よりも上回っている。

また、2016年12月にPISA2015の結果が公表され、数学的リテラシーの結果は表3の通りである(OECD, 2014a, OECD, 2015). 国際順位をみると、シンガポールは前回調査と比較して得点は下がったが順

位は1位であり、日本よりも低い点数(レベル1未満)の生徒の割合が低く、高い点数(レベル6以上)の生徒の割合が高いという特徴は変わっていない。

表3 PISA2015の結果(括弧内はPISA2012の結果)

	シンガポール	日本
得点	564点(573点)	532点(536点)
順位	1位(2位)	5位(7位)
レベル6以上	13.1%(19.0%)	5.3%(7.6%)
レベル1未満	2.0%(2.2%)	2.9%(3.2%)

※15歳児対象であり、2012年調査は65か国地域、2015年調査は72か国地域が参加。

表4 PISA2012における「数学における興味・関心や楽しみへの肯定的な割合」

	シンガポール	日本	OECD平均
数学についての本を読むのが好きである	68.1%	16.9%	30.6%
数学の授業が楽しみである	76.8%	33.7%	36.2%
数学を勉強しているのは楽しいからである	72.2%	30.8%	38.1%
数学で学ぶ内容に興味がある	77.1%	37.8%	53.1%

※日本はOECD加盟国であり、シンガポールはOECD非加盟国。

数学的リテラシーを中心として行われたPISA2012では数学に対する質問紙調査が行われており、その結

果の一部は表4の通りである(OECD,2014a)。数学における興味・関心や楽しみに対する4つの質問の肯定的な回答の割合は、どれも日本よりもシンガポールの方が高く、かつ、シンガポールはOECD平均よりも高いことが分かる。

以上のように、算数・数学の到達度を問うTIMSS調査と活用力を問うPISA調査の結果から、小中高を通して、シンガポールは日本と比較して、成績が上位であるだけでなく、数学に対する関心・意欲・態度も高い。以上の背景から、筆者らはシンガポールの数学教育を分析することは価値があると考えた。

2 本研究の目的と方法

本研究の目的は、シンガポールの数学教育の特徴を探り、日本の数学教育への示唆を得ることである。

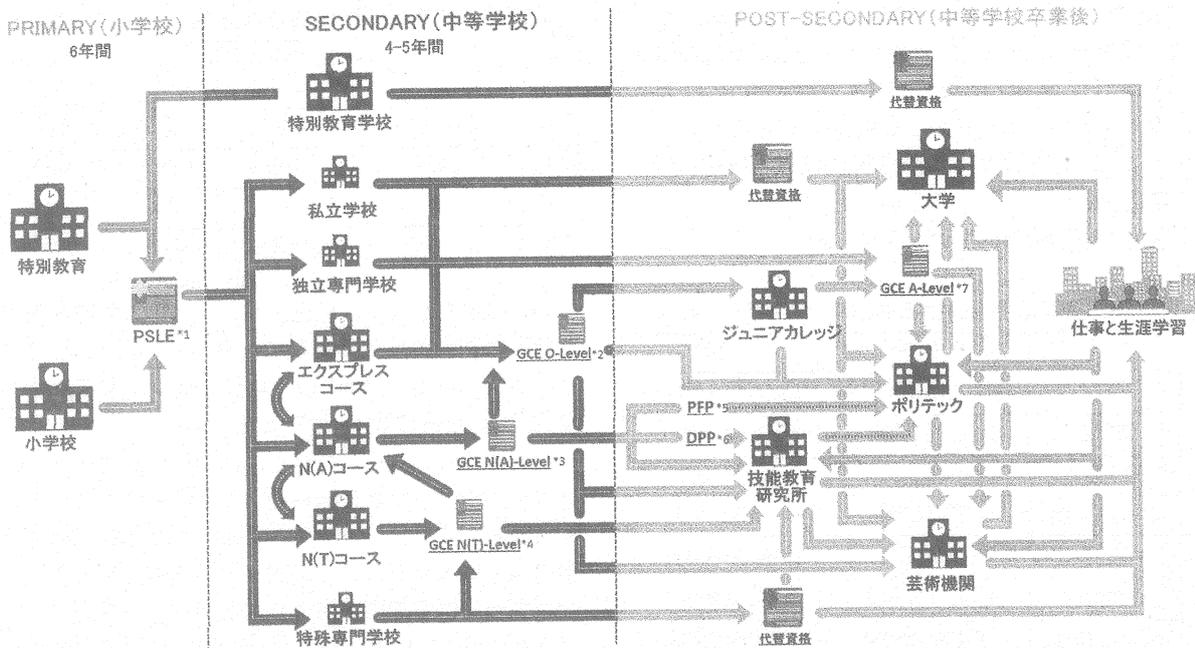
上記の目的のために、本稿では、シンガポールの教育制度を概観した上で、初等・中等教育における算数・数学のカリキュラムを分析し、それらの特徴を明らかにする。

3 シンガポールの教育制度の概要

(1) ストリーム制度

シンガポールの現在の教育制度の特徴は、「個人の能力によって、その適正に合わせた学校やコースを決める教育制度」(ストリーム制度)である。

シンガポールの教育制度の特徴の1つとして「2言語教育」があり、効果的に2言語を習得するため、生徒の能力に応じた言語教育が導入されたことにより、初等教育段階で能力の選別が行われるようになったの



*1 PSLE (Primary School Leaving Examination: 初等教育終了試験)
 *2 GCE O-Level (シンガポール・ケンブリッジ普通教育認定試験)
 *3 GCE N(A)-Level (シンガポール・ケンブリッジ標準教育認定試験)
 *4 GCE N(T)-Level (シンガポール・ケンブリッジ技術教育認定試験)
 *5 PFP (Polytechnic Foundation Programme: ポリテック基礎プログラム)
 *6 DPP (Direct-Entry-Scheme to Polytechnic Programme: ポリテックプログラムへの直接入学制度)
 *7 GCE A-Level (シンガポール・ケンブリッジ上級教育認定試験)

図1 シンガポールの教育体系(教育省,2016a 筆者らが翻訳・一部修正)

が始まりである。1979年から小学校(Primary)・中等学校(Secondary)で始まったストリーム制度は、現在図1の通りである。小学校では2007年まで小3終了時あるいは小4終了時に試験により複数のコースに分けていたが、2008年以降は試験が廃止されてコース分けをせず授業の選択により一人ひとりのレベルに合わせた学習が可能になっている(自治体国際化協会,2015)。

小6終了時に初等教育終了試験(PSLE)が実施される。これは中等学校で学習進度と適性に合ったコースで教育するための学力評価試験であり、生徒の今後のコースが決定される。図1のエキスプレスコースとNormal Academicコース(以下、N(A)コース)、Normal Technicalコース(以下、N(T)コース)はメインストリームと呼ばれ、ほとんどの生徒は、これらのいずれかに進学する(シンガポール統計局,2016)。また、図2のようにメインストリームの中でそれぞれのコースを行き来できる。なお、PSLEの成績が特に優秀な生徒や、スポーツや芸術に秀でた生徒は、スペシャルコース(独立専門学校4校)に進学することができ、その学校からポリテックへ進学することや特別入試を経て美術専門プログラムへ進学することができる。

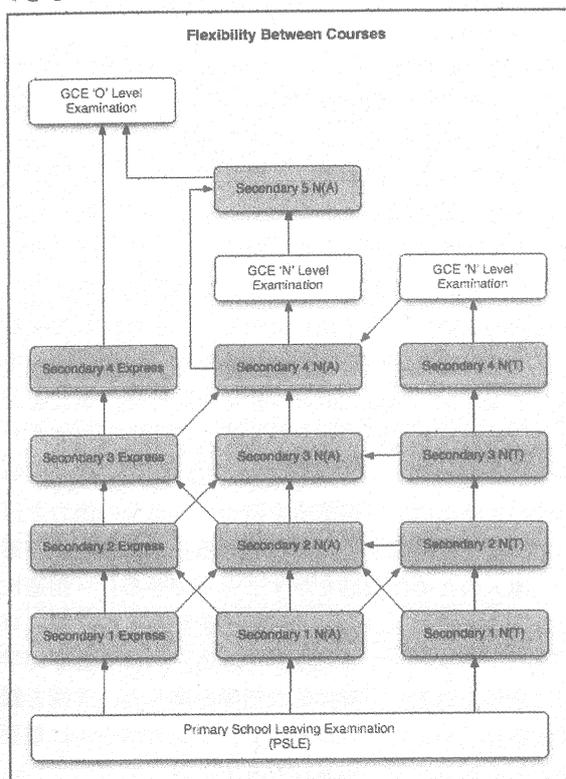


図2 コース間の柔軟性(教育省,2016b)

中等学校では、エキスプレスコースに進む生徒は中等学校卒業時にGCE O-Levelを受験し、その結果によって主にポリテックやジュニアカレッジに進学する。ポリテックでは、技術的、経済的な発展を支援する為

の専門家になるための実践的な学習を、ジュニアカレッジでは、大学進学を見据えた学習を行う。N(A)コースに進む生徒は中等学校卒業時にGCE N(A)-Levelを受験し、その結果によっては、中等学校5年として一年間学習する。その後、GCE O-Levelを受験して大学進学を目指したり、ポリテックに進学したりする。中には技能教育研究所(ITE:Institute of Technical Education)に進学し、それぞれの業界の技術的な知識やスキルを学び、その後ポリテックに進学する生徒もいればそのまま社会にでる生徒もいる。N(T)コースに進む生徒は中等学校卒業時にGCE N(T)-Levelを受験する。その結果によってGCE N(A)-Levelの勉強をしてポリテックやGCE O-Levelの受験を目指す生徒もいれば、技能教育研究所に進学してポリテック進学を目指したり、そのまま社会にでたりする生徒もいる。一方で、メインストリーム以外の進路をとる生徒もおり、国が設置する特殊専門学校という体験・訓練型の学習を主とする学校に進学する生徒もいれば、私立学校に進学する生徒もいる。このような生徒はGCEを受験しないが、GCEの結果に相当する代替資格を取得して、技能教育研究所やポリテックに進学したり、大学に進学したりすることができる(図1参照)。

2015年のメインストリームに在籍している中1のコース別生徒数(シンガポール統計局,2016)を基に割合を計算すると、エキスプレスコース約63.3%、N(A)コース約23.6%、N(T)コース約13.0%である。また、N(A)コース4年生から5年生へ進学した割合は、約52.0%である。なお、シンガポール教育省(以下、教育省)が現在の教育システムの中で理想としている中等学校終了後の教育課程への進学バランスは、ジュニアカレッジ(日本の高等学校にあたる)25%、ポリテック40%、ITE25%、民間職業訓練所や就職など教育機関以外へ進む生徒が10%としている(自治体国際化協会,2015)。

(2) 授業日、授業時数、1単位時間の規定

学期ごとの授業の開始日や終了日、祝祭日や長期休暇などの学校暦は全国一律である。1月上旬に新年度が始まる2学期制であり、各学期は10週間ずつの2つの期に分けられている。年間授業週数は40週であり、表5のようにどの学年も総授業時数は日本に比べて約1.5倍あることが分かる。学年ごとの算数の授業時数については、入手できた小1~4でみけると(表6)、時間換算で小1で約2倍、小2~4で約1.7倍の授業時間がある。また、全時間の22%が算数に割り当てられており、日本に比べて算数の授業時間数の割合が多い(勝野他(2013)と小学校及び中学校学習指導要領(文部科学省,2008a,2008b)を基に、表5と表6を作成)。

表5 学年毎の総授業時数の比較

		シンガポール		日本	
		単位時間 ^{※1}	時間換算	単位時間 ^{※2}	時間換算
小学校	1	2000	1000時間	850	637時間
	2	2000	1000時間	910	682時間
	3	2000	1000時間	945	708時間
	4	2000	1000時間	980	735時間
	5	2000	1000時間	980	735時間
	6	2000	1000時間	980	735時間
中等学校	1	2000	1166~1333時間	1015	845時間
	2	2000	1166~1333時間	1015	845時間
	3	2000	1166~1333時間	1015	845時間

※1 小学校：1コマ30分，中等学校：1コマ35～40分

※2 小学校：1コマ45分，中等学校：1コマ50分

※3 時間換算は，整数値にしている。

表6 算数の授業時数の比較

		シンガポール		日本	
		時間換算	算数の占める割合	時間換算	算数の占める割合
小学校	1	220時間	22%	102時間	16%
	2	220時間	22%	131時間	19%
	3	220時間	22%	131時間	19%
	4	220時間	22%	131時間	18%

※1 時間換算は，整数値にしている。

(3) 教科書の位置づけ

シンガポールの教科書の位置づけは、「教科書の使用義務はない。教科書の使用は教師の裁量に任せられている。」となっている。また、教科書を使用する場合は、小学校では「社会科、公民・道徳教育及び母語についてのみ国定であり、その他の教科は教育省の認定」、中等学校では「社会科、シンガポール史、公民・道徳教育及び母語は国定であり、その他の教科は教育省の認定」である。さらに、「国定以外の教科書は、各学校が採択」である(教育再生懇談会,2008)。

教育省は、各学校において教科書を採択するための資料として、毎年8月中旬に「承認された教科書リスト」を作成している。これは、小学校・中等学校における教科書・ワークブックのリストであり(2016年4月現在で、小学校算数の教科書は5種類、中等学校数学の教科書は6種類)、各学校で主に校長、教科や学年の担当主任などが選択するために用いられる(シンガポール教育省,2016a)。

(4) 考察

改良された現在のストリーム制度では小5から自分に適した授業を選択することができるため、授業内容を効率よく理解できるだけでなく、授業についてい

けない、物足りない、といったような学習意欲の低下も回避する効果が考えられる。また、シンガポールでは、全ての児童が小学校卒業段階で能力、適正、進路によってコースが分けられる。勉強が苦手な生徒は、教科教育では主に体験的な学習を行い、日本では主に高等学校段階からしか受けられない職業訓練等も受ける事ができるなど、日本と比べ早い段階で技能を磨く道に進むことができる。現在のストリーム制度は柔軟性が高く、下位コースの生徒も努力次第で上位コースに進むことができる。学力による振り分けを行いながらも生徒に多くの選択肢を提供することで、学習意欲の維持・向上に貢献していると判断できる。

授業時数については、どの学年も総授業時数は日本に比べて約1.5倍あること、学年ごとの算数の授業時数については、日本よりも授業時間数と算数の授業時間数の割合が多いことが分かった。

教科書制度に関しては、「使用義務がない」という点が日本と大きく異なること、算数・数学は教育省の承認教科書であることから、教科書の使用頻度や方法について、実際のインタビューなどを通して実態を明らかにする必要がある。

4 シンガポールの数学カリキュラム

(1) 教育理念

教育省は教育理念を「教育の望ましい成果」「キーステージ成果」「21世紀コンピテンシー」の3つについてまとめている(シンガポール教育省,2016a)。

「教育の望ましい成果」とは、すべてのシンガポール人が公の教育の完了によって、身につけて欲しいと熱望する特性のことであり、教育を受けた人は「自信に満ちた人」「自己志向学習者」「積極的な貢献者」「社会的意識のある市民」になることを目指している。

「キーステージ成果」とは、小学校、中等学校、中等学校後(Post-Secondary)の教育を通じて、生徒をどのように伸ばしていくかを詳しく説明するものであり、各学校段階で8つが示されている。たとえば、中等学校終了時には、「道徳感を持つ」「自分の能力を信じて、変化に適応することができる」「チームで作業し、他人のために共感を示すことができる」「創造性と好奇心を持つ」「多様な考え方を認め、効果的にコミュニケーションすることができる」「自分自身の学習に責任を取る」「身体的な活動を楽しみ、芸術を鑑賞する」「シンガポールを信じ、シンガポールに重要なものを理解する」が挙げられている。

「21世紀コンピテンシー」は、図3に示されているように、中心の価値として「敬意」「責任」「誠実」「思いやり」「弾力性」「調和」を挙げている。また、社会的・感情的コンピテンシーとして「自己認識」「自己管理」「社会意識」「関係管理」「責任ある意思決定」を挙げている。その上で、「21世紀コ

ンピテンシー」として「市民リテラシー、グローバル意識、異文化スキル」「批判的・創造的思考」「コミュニケーション、コラボレーション、情報スキル」を挙げている。

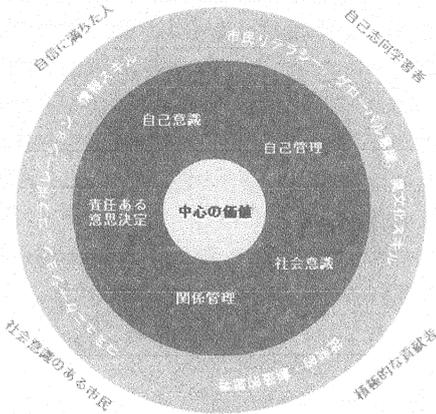


図3 21世紀コンピテンシーの枠組み (教育省,2016a, 筆者らが翻訳)

(2) 算数・数学のシラバスの概要と考察

2016年12月現在において、算数・数学のシラバスは、以下の全9種類が教育省のwebサイトで示されている(小学校と中等学校のシラバスは付録1~7を参照)。これらのシラバスは、下のリストの(2)を除き2012年に発行され、小学校・中等学校とも2013年から、それぞれ学年進行で施行されている。(2)は、2006年発行の旧シラバスで、新シラバスがまだ発表されていない小5~6が対象である。

- <小学校>
- (1) Mathematics Syllabus (Primary 1 to 4)
- (2) 2007 Mathematics (Primary) Syllabus
- <中等学校>
- (3) Mathematics Syllabus Sec 1 to 4 Express & N(A) Course
- (4) Mathematics Syllabus Sec 1 to 4 N(T) Course
- (5) Additional Mathematics Syllabus Sec 3 to 4 Express & N(A) Course
- <大学前>
- (6) Pre-University H1 Mathematics
- (7) Pre-University H2 Mathematics
- (8) Pre-University H2 Further Mathematics
- (9) Pre-University H3 Mathematics

このうち、本稿では、2006年発行の小5~6、及び、2012年発行の小1~4と中等学校のシラバスについて分析する(シンガポール教育省,2006,2012a,2012b,2012c,2012d)。2012年発行のシラバスはそれぞれ4~5章構成になっており、3章まではそれぞれ、1章 Introduction, 2章 Mathematics Framework, 3章 Learning, Teaching and Assessment(中等学校は Learning と Teaching が入れ替わる)で構成されている。4章以降は、それ

ぞれの段階での算数・数学の指導内容が入る。(例: "Mathematics Syllabus Sec 1 to 4 N(T) Course"の第4章は N(T)-Level Mathematics Syllabus)

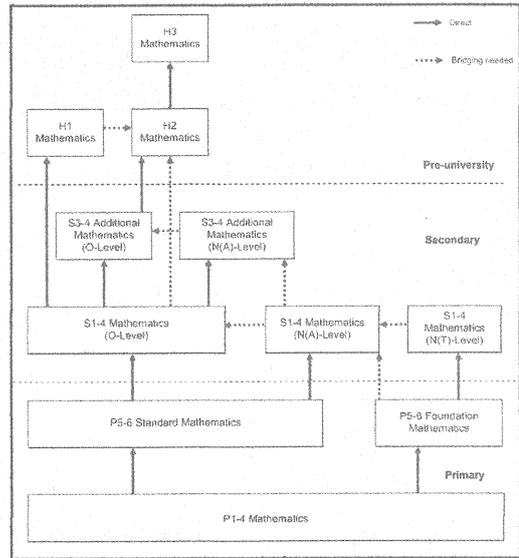


図4 算数・数学のカリキュラムの系統 (教育省,2012b)

次に、2012年発行の現行小学校算数シラバスを基に、第3章までの概要を示す。第1章は、シラバス発行の背景、その目標とねらい、シラバスデザインが示されている。シンガポールシラバスは、国際調査のPISAやTIMSS、国家試験の結果の分析を基に改訂が行われた。今回の改訂では、学習支援のための評価、ICT教育、21世紀スキルの育成などの重要性が述べられている。また、数学教育全体の目標として、数学的な概念や技術を獲得し、応用すること、問題解決への数学的なアプローチを通して認知的、メタ認知的な技術を発達させること、数学に対して積極的な態度を発達させることの3点が挙げられている。シラバスデザインでは、上記シラバスの接続の様子のほかにスパイラル学習についても触れられている。

表7 問題解決の枠組み

枠組み	内容
姿勢・態度	信念、興味、応用、自信、忍耐力
技能	数値計算、代数操作、空間認識、データ解析、測量、数学的ツールの使用、見積もり
概念	数論、代数、幾何、統計、確率、解析
プロセス	推論する力、コミュニケーション力、コネクション力、応用とモデリング、思考力とヒューリスティックス
メタ認知	自己の思考の認知、自己指導

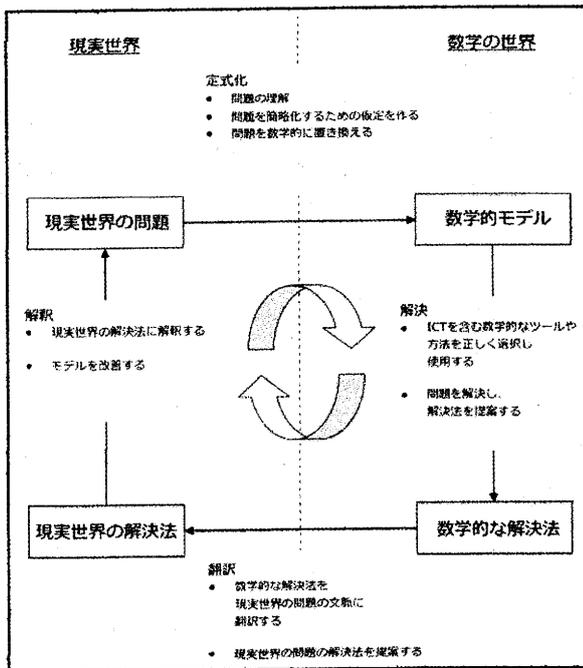


図5 数学的モデリングのプロセス (教育省,2012a,筆者らが翻訳)

表8 学習指導の3原理3局面

原理	
原理1	指導は学習のために；学習は理解のために；理解は理論と適用，究極的には問題を解くためにある
原理2	指導は，生徒の知識を基に進められるべきである；生徒の興味や経験を考慮するべきである；活動的で反省的な学習が約束されるべきである
原理3	指導は，現実世界や ICT ツール，21 世紀コンピテンシーに繋がる学習であるべきである
局面	
局面1	・予備知識 ・動機付けの文脈 ・学習環境
局面2	・活動が基本となる学習 ・教師主導の質問 ・直接的な指導
局面3	・動機付けの課題 ・反省的復習 ・発展的な学習

第2章は，問題解決の枠組みが示されている。問題解決は，姿勢・態度，技能，概念，プロセス，メタ認知の5つの枠組みで構成されている(表7)。

日本との特徴的な違いとして，プロセスとメタ認知が挙げられる。プロセスについては，日本の学習指導要領では，算数・数学的活動に似通った表現が存在するが，ヒューリスティクスやモデリングのような課題解決方略についての詳細な記述はない。また，図5

のように，数学的モデリングの図が小学校・中等学校のシラバスに示されており，現実事象の問題を自ら定式化し，解決をし，解釈を行うことを求めている。日本の学習指導要領解説でも，「日常生活や社会における事象を数学的に定式化し，数学の手法によって処理し，その結果を現実に照らして解釈する」(文部科学省, 2008b)という文言はあるが，数学的モデリングの図は高等学校のみである(文部科学省, 2009)。

第3章は，学習活動やその指導，評価について示されている。学習活動については，本稿4(1)で示した21世紀コンピテンシーの獲得・育成を目標とした手立てを具体的に示している。また，その指導では，その指導場面を3原理3局面によって分類し，それぞれの指導について示している(表8)。

(3) 領域ごとの分析と考察

① 算数・数学の領域の構造

2012年発行のシラバスは，小学校・中学校とも内容領域とプロセス領域で構成されている。小学校では，表9のように，3つの内容領域にまたがるように数学のプロセスが示されている(付録1,3~7参照)。

表9 算数の領域の構造 (教育省,2012)

3つの内容領域と1つのプロセス領域		
数と代数	測定と幾何	統計
数学的プロセス		

② 小学校

2012年発行のシラバスを分析するが，各領域の指導内容は，4(2)で示したように，小1~4は2012年発行，小5~6は2006年発行のシラバスを分析する(シンガポール教育省,2006,2012a)，なお，2006年発行と2012年発行のシラバスのうち，小1~4の指導内容を比較してみると，小4にあった「しきつめ」が削除されたこと以外は，大きな違いは見られない(2006年発行シラバスは，領域が示されていない)。

ア. 目標・シラバスの構成・数学的プロセス

<目標>

- ・日常で使うことや数学を学び続けるために数学の概念や技術を獲得すること
- ・問題解決のための数学的なプロセスを通して考えること，推論すること，コミュニケーション，適用することやメタ認知的な技術を発達させること
- ・自信を付けることや数学への興味・育成をすること

<シラバスの構成>

シラバスは，先述の通り，3つの領域(数と代数，測定と幾何，統計)と，この3つの領域にまたがる「数学的プロセス」で構成されている。

<数学的プロセス>

これは数学の知識を獲得することや応用する手順で

必要とされるプロセスの技能のことであり、「推論・コミュニケーション・つながり」「応用」「思考力・ヒューリスティックス」の3つから構成されている。
 <各領域の指導内容>

各学年の指導内容は付録1, 2の通りであり、テクノロジーを使用する指導内容にはその使用について明示的に記述されている。

イ. 小1~4の指導内容の特徴

領域毎の特徴及び、次のA~Dに対応する項目を、平成20年21年告示の小中高の学習指導要領を基準としていくつか取り上げて考察を加える(松元・青山, 2013)。

- | |
|--|
| <p>A シンガポールでは指導しているが、日本では指導しない内容(数学I・Aまで)</p> <p>B 日本では指導している(数学I・Aまで)がシンガポールでは指導していない内容</p> <p>C 日本よりも指導学年が早い内容</p> <p>D 日本よりも指導学年が遅い内容</p> |
|--|

<数と代数>

「数と代数」領域では、「小数」は小4からと遅いが、計算については小1から加法・減法だけでなく乗法・除法も始まることに特徴がある。

Aは「お金を単元として学習すること(小1~3)」「Hundred chart, Number disc, Place value cardといった道具を使うこと」、Bは「そろばん」「ブレースホルダー型の式表現」「素数」、Cは「暗算の概念(小1)」「除法の概念(÷の記号は指導しない)(小1)」「分数の加法・減法(小2)」「奇数と偶数(小2)」「自然数の倍数(小3)」「簡単な比例の関係(小3)」、Dは「6~9の段の九九乗算(小3)」などが挙げられる。

<測定と幾何>

「測定と幾何」領域では、「時間と時刻」が小1~4にかけて指導されている。「線対称」は小4と早いですが、日本のように点対称と一緒に指導しない。平面図形・空間図形の名称・性質などの学習は、日本と異なり小1~2でまとめて学習していることに特徴がある。

Aは「平面図形や空間図形を横一列に並べてパターンを作る/完成する(小1~2)」、Bは「dL(デシリットル)、ha(ヘクタール)、a(アール)」、Cは「円、球、立方体、直方体、錐体(小2)」「多角形の周囲の長さ(小3)」「直線の垂直、平行(小3)」「∠の表記法(小4)」、Dは「時間と時刻:秒(小4)」などが挙げられる。

<統計>

「統計」領域では、小1~4まで絵グラフ、尺度付き絵グラフ、棒グラフ、折れ線グラフの順に学習していく。また、「Excelを用いてグラフを作成する」といった特定ソフトウェアを用いた内容がシラバスに記載されていることに特徴がある。

Aは「絵グラフの情報からお話しを作る(小1~

2)」「絵グラフに1対1ではない目盛りが使用されている理由を説明する(小2)」「新聞等からグラフで示された現実世界のデータを収集して議論する(小4)」などが挙げられ、グラフからの情報を読み取る能力の育成に特徴がみられる。Cは「インターネットの情報を使用して絵グラフを作成する(小2)」「どのようにすればデータを収集できるかを議論する(小3)」などが挙げられ、BとDはなかった。

ウ. 小5~6の指導内容の特徴

3(1)のストリーム制度で述べた「2008年以降はコース分けをせず授業の選択によって一人ひとりのレベルに合わせた学習が可能」に対応して、2つのコース(標準と基礎)がカリキュラムに設定されているため、その違いについて示して考察する。

標準コースでは指導しているが、基礎コースでは指導していない内容は、「比(小5~6)」「道のり・時間・速さ(小6)」「1変数の代数表現(小6)」「展開図(小6)」「円の面積・円周(小6)」「平行四辺形・台形・ひし形の定義と性質(小5)」などが挙げられる。

基礎コースでは指導しているが、標準コースでは指導していない内容のうち、新規の指導項目はない。既習事項を再び指導している項目は、小5では、「暗算(小2)」「同値分数(小3)」などが挙げられる。

また、小数の学習は小4で完了するが、標準コースでは小5でその復習を行い、基礎コースでは小5、小6の2学年に分けて復習を行う。以上のことから、基礎コースでは新たな指導内容を減らした分、既習事項を振り返って定着を図る意図が読み取れる。

③ 中等学校

ア. シラバスの構成

中等学校の数学のカリキュラムは、図4で示したように、以下の5コースとこれらに対応したシラバスがあり(シンガポール教育省, 2012b, 2012c, 2012d), O-Level, N(A)-Level, N(T)-Levelは中等学校1~4年、O-Levelの追加シラバスとN(A)-Levelの追加シラバスは中等学校3~4年に対応しており、ストリーム制度に対応したシラバスが用意されていることが分かる(付録3~7参照)。

- ・O-Levelシラバス: 標準コースのシラバスである。
- ・N(A)-Levelシラバス: O-Levelの何箇所かの復習は除いてO-Levelシラバスの部分集合である。
- ・N(T)-Levelシラバス: 基礎コースであり、後期中等教育段階で職業教育に進学する生徒が対象。
- ・O-Levelの追加シラバス: O-Levelシラバスの知識は満足にあると想定し、より高度な内容を含んでいる。O-LevelシラバスとO-Levelの追加シラバスは、大学前レベルにおけるH2数学で要求される欠くことのできない知識である。

・N(A)-Level の追加シラバス：O レベルの追加シラバスの部分集合である。

本稿では、第一に、標準コースである O-Level シラバスについて、小 1~4 の考察と同様に、領域毎の特徴及び、A~D に対応する項目を考察する。第二に、N(A)-Level シラバスは O-Level との違い、N(T)-Level シラバスは N(A)-Level との違いを示し考察する。第三に、O-Level の追加シラバスを概観した上で、N(A)-Level の追加シラバスとの違いを示し考察する。

イ. O-Level シラバス

3 つの内容領域（数と代数・測定と幾何・統計と確率）と 1 つのプロセス領域で構成されており、中 3 と中 4 は一括して内容が示されている。

〈数と代数〉

「数と代数」領域では、関数がこの領域に示されていること、比・百分率・割合・速さが小学校に引き続いて中等学校でもスパイラルに扱われていること、4 学年とも現実事象の文脈の問題が単元として位置づけられていること、多くの単元でシンガポール教育省推奨の AlgeTools ソフトウェア・Excel・グラフソフトウェアの利用が示されていること、日本よりも数式の指導学年が前倒しになっていること等に特徴がある。

A は「行列(中 3/4)」、B は「文字式による説明」、C は「素因数分解(中 1)」「平方根と立方根(中 1)」「一次不等式(中 1)」「分母に 1 次式・2 次式の文字を含む分数(分数式)の加法・減法(中 2)」「展開と因数分解(中 2)」「二次関数 $y = ax^2 + bx + c$ とそのグラフ(中 2)」「指数法則を用いた乗法・除法(中 3/4)」「指数関数(中 3/4)」等が挙げられる。D はなかった。

〈測定と幾何〉

「測定と幾何」領域では、「合同と相似」を一括りにし、中 2 においてその概念・性質の学習、中 3/4 において合同や相似であるための条件を用いて合同や相似かどうかを決定することの学習を行っている点が日本と異なる。また、4 学年とも現実事象の文脈の問題が単元として位置づけられていること、図形の性質を探究するために、随所で動的幾何ソフトの使用が推奨されていること等にも特徴がある。

A は「立体複合図形の体積・表面積(中 1)」、B は「投影図」「空間における直線や平面の位置関係」、C は「対頂角、平行線の同位角・錯角、多角形の内角・外角の和(中 1)」「三平方の定理と三角比(中 2)」「弧度法(中 3/4)」「ベクトル(中 3/4)」、D は「錐体の体積(中 2)」「平行四辺形と台形の面積(中 1)」などが挙げられる。

〈統計と確率〉

「統計と確率」領域では、中 1~4 で統計を、中 2~4 で確率を学習する、小学校で学習した内容を再度

まとめて学習しており、複数の統計表現を関連付けるカリキュラムになっていることが特徴的である。

A は「既存の統計の図表がデータの誤解を生む理由を説明すること(中 2)」「外れ値(中 2)」「幹葉図(中 2)」「コンピュータシミュレーションを用いた確率の学習(中 2)」「パーセンタイル(中 3/4)」など、B は「標本調査」「誤差や近似値」など、D は「ヒストグラム(中 2)」「代表値(中 2)」などが挙げられ、C はなかった。

ウ. N(A)-Level シラバスと N(T)-Level シラバス

N(A)-Level は O-Level の領域構成と同じであり、2 つのシラバスの違いは、全体として、ソフトウェアの利用が O-Level に比べて少ないこと、実生活との関連を O-Level より重視していること等が挙げられる。O-Level で扱っているが N(A)-Level で扱っていない内容は、「平方完成や因数分解された 2 次関数のグラフ」「集合言語と標記法」「行列」「合同と相似の証明」「ベクトル」などである。N(A)-Level で O-Level よりも指導の遅い内容は、「分母に 1 次式・2 次式の文字を含む分数の加法・減法」「1 次関数・2 次関数の性質」「多角形の性質」などである。N(A)-Level で扱っているが O-Level で扱っていない内容は、「距離と時間と速さの関係」「比と分数の関係」など、小学校の既習事項の復習である。

N(T)-Level は N(A)-Level や O-Level の領域構成とは異なり、4 つの内容領域（数と代数・測定と幾何・統計と確率・現実世界の文脈）と 1 つのプロセス領域で構成されている。全体として、ソフトウェアの利用が N(A)-Level に比べて多いこと、実生活との関連を N(A)-Level より重視していること等が挙げられる。N(A)-Level で扱っているが N(T)-Level で扱っていない内容は、「不等式」「多角形」「座標幾何」「弧度法」「幹葉図」「箱ひげ図」などである。N(T)-Level で N(A)-Level よりも指導の遅い内容は、「速さ」「方程式」「体積と表面積」「三角法」などである。N(T)-Level で扱っているが N(A)-Level で扱っていない内容は、「線対称・点対称」「三角形の面積」「直方体と立方体の展開図」など、小学校の既習事項の復習である。

エ. O-Level の追加シラバスと N(A)レベルの追加シラバス

2 つの追加シラバスは、3 つの内容領域（代数・幾何と三角法・微分積分）と 1 つのプロセス領域で構成されており、統計と確率の内容はなく、各内容について学年の指定はない。

O-Level の追加シラバスの内容を中等学校 3/4 年で指導することを考えると、日本よりも指導学年が早い内容は「べき関数・指数関数・対数関数」「三角関数」「円の方程式」「微分積分(べき関数・指数関数・対数関数・三角関数含む)」などであり、日本よ

りも指導学年が違い内容は「平面幾何学の証明(合同, 相似, 中点連結定理, 接弦定理)」などである。

N(A)レベルの追加シラバスは O-Level の追加シラバスの内容の一部であり, N(A)レベルの追加シラバスで扱っていない内容は, 「べき関数, 指数関数, 対数関数, 絶対値を含む関数とその微分積分」「平面幾何学の証明」などである。

(4) 考察

算数・数学の領域は内容と数学のプロセスで構成されていることに特徴があり, 数学のプロセスは教育省が示している 21 世紀コンピテンシーの枠組み(図 3)と関連づけられ, カリキュラムの構成原理の参考になる。また, ストリーム制度に対応した算数・数学のシラバスが提供されており, 小中ともに指導時間数が日本に比べて多い分, 指導内容も日本に比べて代数・関数・測定・幾何の内容が早い学年に位置づけられている。このような内容に対して, 理解が遅かったり不十分であったりした児童・生徒の受け皿として, 小 5~6 では基礎コース, 中等学校では N(A)-Level シラバスと N(T)-Level シラバスが用意され, 新たな指導内容を減らした分, 既習事項を振り返って定着を図ろうとしている。特に, 時間と時刻, 割合と速さ, 比など多くの児童・生徒が理解の困難な内容は, 日本と比べて長期にわたって指導するようになっており, 参考になると考える。その逆に, 理解の早い子どもに対しては, O-Level の追加シラバスと N(A)レベルの追加シラバスが用意され, 中 3/4 では日本の数学Ⅲの微分積分や数学Ⅱの三角関数の内容等が位置づけられ, 卓越性(猿田, 2013)を持つ生徒に対する数学教育のあり方に対してのカリキュラム例を示している。

5 今後の課題

シンガポールの数学教育の特徴を探り, 日本の数学教育への示唆を得ることを目的として, 教育制度を概観した上で, 初等・中等教育における算数・数学カリキュラムを分析し, それらの特徴を明らかにした。今後の課題として, 以下の点を挙げる。

- ・ 教育省で承認している小学校及び中等学校における算数・数学教科書を分析すること。
- ・ PSLE や GCE など児童・生徒が受験する国家試験における算数・数学の問題を調査すること。
- ・ 算数・数学シラバスにおいては, Applet や Excel などを用いて学習するといった記述があり, 具体的なソフト名を挙げて示されていることから, PC を含めた ICT 環境の設備が国内でどの程度整っているか調査を行うこと。
- ・ 授業観察やインタビューを行い, 使用義務のない教科書の位置づけ, 授業の構成などを明らかにすること。

引用・参考文献

- Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Pierre Foy, Alka Arora (2012), *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*, TIMSS & PIRLS International Study Center, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), p.40, p.42, p.90, p.114.
- Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Pierre Foy, Martin Hooper (2016), *TIMSS 2015 International Results in Mathematics, Performance at the International Benchmarks of Mathematics Achievement*, <http://timss2015.org/download-center/>
- 自治体国際化協会(2015)「シンガポールの教育制度改革について」CLAIR REPORT No.420.
- 勝野頼彦他(2013)「教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書 4 諸外国における教育課程の基準—近年の動向を踏まえて—」pp.1-5, 18-19, 131-145.
- 川上昭吾・森本弘一・劉卿美・橋本健夫(2011)「シンガポールの教育 特に、ストリームについて」愛知教育大学教育創造開発機構紀要 1, pp.39-45.
- 教育再生懇談会(2008)「教科書の充実に関する提言(第二次報告)」p.5.
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku_kondan/houkoku/kyokasyo-teigen.pdf
- 松元新一郎・青山和裕(2013)「オーストラリアの教育課程改革の動向に関する考察—州カリキュラムから国家カリキュラムへ—」日本数学教育学会誌, 95(3), pp.4-16.
- 文部科学省(2008a), 「小学校学習指導要領解説算数編」東洋館, p.194.
- 文部科学省(2008b), 「中学校学習指導要領解説数学編」教育出版, p.16, pp.108-116, p.148.
- 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, p.68.
- 文部科学省・国立教育政策研究所(2016), 「OECD 生徒の学習到達度調査～ 2015 年調査国際結果の要約～」.
http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/03_result.pdf
- 文部科学省・国立教育政策研究所(2013), 「OECD 生徒の学習到達度調査～ 2012 年調査国際結果の要約～」.
http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_result_outline.pdf
- OECD (2014a), *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014)*, p.298, p.305.
- OECD (2014b), *PISA 2012 Results: Ready to Learn Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs*

Volume III(Revised version, April 2014),p.282.
 OECD (2016), *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, p.386, p.390.
 猿田祐嗣他(2013),「自然科学分野における才能教育の動向と可能性(3)ーシンガポールにおける学力格差と才能教育プログラム(GEM)についてー」日本科学教育学会年会論文集,37,pp.54-57.
 シンガポール教育省(2006),*Mathematics Syllabus Primary*,
<https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences>
 シンガポール教育省(2012a), *MATHEMATICS SYLLABUS Primary One to Four*,
<https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences>
 シンガポール教育省(2012b), *MATHEMATICS SYLLABUS Secondary One to Four Express Course Normal(Academic) Course*
<https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences>
 シンガポール教育省(2012c), *MATHEMATICS SYLLABUS Secondary One to Four*

Normal(Technical) Course
<https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences>
 シンガポール教育省(2012d),*ADDITIONAL MATHEMATICS SYLLABUS Secondary Three to Four Express Course Normal(Academic) Course*
<https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences>
 シンガポール教育省(2016a),*Education System*
<https://www.moe.gov.sg/education/education-system>
 シンガポール教育省(2016b), *Secondary School Courses*
<https://www.moe.gov.sg/education/secondary/secondary-school-courses>
 シンガポール統計局(2016),*YEARBOOK OF STATISTICS SINGAPORE, 2016*,pp.280-281.
http://www.singstat.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/publications/publications_and_papers/reference/yearbook_2016/yos2016a.pdf
 (URLは、平成28年12月31日現在)

付録1 国家カリキュラムの内容(小学校第1~4学年2012年版)

	数と代数	測定と幾何	統計
第1学年	1. 整数 100までの数, 加法と減法, 乗法と除法 2. お金 お金	1. 測定 長さ, 時間と時刻 2. 幾何 平面図形	1. データ表現と解釈 絵グラフ
第2学年	1. 整数 1000までの数, 加法と減法 ^テ , 乗法と除法 ^テ 2. 分数 全体のうちの分数, 加法と減法 3. お金 お金	1. 測定 長さ(m,cm)・重さ(kg,g)・かさ(L), 時間と時刻 2. 幾何 2次元の形, 3次元の形	1. データ表現と解釈 目盛り付き絵グラフ
第3学年	1. 整数 10000までの数, 加法と減法 ^テ , 乗法と除法 2. 分数 同値分数, 加法と減法 3. お金 お金	1. 測定 長さ(km)・重さ・かさ(mL), 時間と時刻 2. 面積と体積 面積と周の長さ 3. 幾何 角, 垂直と平行	1. データ表現と解釈 棒グラフ ^テ
第4学年	1. 整数 100000までの数, 因数と積, 四則演算 2. 分数 帯分数と仮分数, 事象の中の分数, 加法と減法 3. 小数 小数第3位までの小数, 加法と減法(小数第2位まで), 乗法と除法(小数第2位×1位数, 小数第2位÷1位数)	1. 測定 時間と時刻(秒, 24時間制とこれを含む文章題) 2. 面積と体積 面積と周の長さ 3. 幾何 角, 長方形と正方形, 線対称	1. データ表現と解釈 表と折れ線グラフ ^テ
数学的プロセス			
推論・コミュニケーション・つながり		応用	思考力・ヒューリスティクス

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。

付録2 国家カリキュラムの内容 (小学校5~6学年 2006年版)

	基礎コース	標準コース
第5学年	1. 整数 1000万までの数, 四則演算, 暗算, 因数と倍数, 計算順序 2. 分数 分数概念, 同値分数, 帯分数と仮分数, 四則演算 3. 小数 小数第3位までの小数, 加法と減法 4. 測定 長さ・重さ・かさ, 時間と時刻, 面積と周の長さ, 立方体と直方体の体積 5. 幾何 垂直と平行, 角, 三角形, 長方形と正方形 6. データの分析 表・棒グラフ・折れ線グラフ, データの平均値	1. 整数 1000万までの数, 四則演算, 計算順序 2. 分数 除法としての分数概念, 四則演算 3. 小数 四則演算 4. 百分率 百分率 5. 比 比 6. 測定 長さ・重さ・かさ, 三角形の面積, 立方体と直方体の体積 7. 幾何 角, 三角形, 平行四辺形・ひし形・台形 8. データの分析 データの平均値
第6学年	1. 分数 除法としての分数概念, 除法 2. 小数 乗法と除法 3. 百分率 百分率 4. 測定 三角形の面積, 複合図形の面積と周の長さ, 立方体と直方体の体積 5. 幾何 三角形, 幾何図形 6. データの分析 円グラフ	1. 分数 四則演算 2. 百分率 百分率 3. 比 比 4. 速さ 道のり・時間・速さ 5. 測定 円の面積と円周, 複合図形の面積と周の長さ, 立方体と直方体の体積 6. 幾何 幾何学図形, 展開図 7. データの分析 円グラフ 8. 代数 1変数の代数表現

※ 特に明記がない限り電卓の使用が許可される。

付録3 国家カリキュラムの内容 (中等学校 N(T)-Level シラバス)

	数と代数	幾何と測定	統計と確率	現実世界の文脈
第1学年	N1 数と演算 ^テ , N2 比と比の値 ^テ , N3 百分率, N5 文字表現と式 ^テ	G1 角・三角形・四角形 ^テ , G2 対称, G4 求積 ^テ	S1 データの分析 ^テ	R1 現実世界から派生した問題
第2学年	N2 比と比の値, N4 割合と速さ N5 文字表現と式 ^テ , N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式の解決 ^テ	G1 角・三角形・四角形 ^テ , G2 合同と相似 ^テ , G3 ピタゴラスの定理 ^テ , G4 求積	S1 データの分析 ^テ , S2 確率	R1 現実世界から派生した問題
第3/4学年	N1 数と演算, N2 比と比の値, N5 文字表現と式 ^テ , N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式の解決 ^テ	G3 三角法, G4 求積	S1 データの分析 ^テ	R1 現実世界から派生した問題
数学的プロセス				
推論・コミュニケーション・つながり		応用・モデリング	思考力・ヒューリスティックス	

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。

付録4 国家カリキュラムの内容 (中等学校 N(A)-Level シラバス)

	数と代数	幾何と測定	統計と確率
第1学年	N1 数と演算 ^テ , N2 比と比の値, N3 百分率, N4 割合と速さ, N5 文字表現と式 ^テ , N7 方程式と不等式 ^テ , N8 現実世界の文脈の問題	G1 角・三角形・多角形, G5 求積, G7 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析 ^テ

第2学年	N2 比と比の値, N5 文字表現と式 ^テ , N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式と不等式 ^テ , N10 現実世界の文脈の問題	G1 角・三角形・多角形 ^テ , G2 合同と相似, G4 ピタゴラスの定理と三角法, G5 求積, G7 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析, S2 確率 ^テ
第3/4学年	N1 数と演算, N5 文字表現と式, N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式と不等式, N8 現実世界の文脈の問題	G2 合同と相似, G3 円の性質 ^テ , G4 ピタゴラスの定理と三角法, G5 求積, G6 座標幾何 ^テ , G7 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析, S2 確率
数学的プロセス			
推論・コミュニケーション・つながり		応用・モデリング	思考力・ヒューリスティックス

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。

付録5 国家カリキュラムの内容 (中等学校 O-Level シラバス)

	数と代数	幾何と測定	統計と確率
第1学年	N1 数と演算 ^テ , N2 比と比の値 ^テ , N3 百分率 ^テ , N4 割合と速さ, N5 文字表現と式 ^テ , N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式と不等式 ^テ , N10 現実世界の文脈の問題	G1 角・三角形・多角形 ^テ , G5 求積, G8 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析 ^テ
第2学年	N2 比と比の値, N5 文字表現と式 ^テ , N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式と不等式 ^テ , N10 現実世界の文脈の問題	G2 合同と相似, G4 ピタゴラスの定理と三角法, G5 求積, G8 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析, S2 確率 ^テ
第3/4学年	N1 数と演算, N6 関数とグラフ ^テ , N7 方程式と不等式, N8 集合言語と表記法, N9 行列, N10 現実世界の文脈の問題	G2 合同と相似, G3 円の性質 ^テ , G4 ピタゴラスの定理と三角法, G5 求積, G6 座標幾何 ^テ , G7 二次元ベクトル, G8 現実世界の文脈の問題	S1 データの分析, S2 確率
数学的プロセス			
推論・コミュニケーション・つながり		応用・モデリング	思考力・ヒューリスティックス

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。

付録6 国家カリキュラムの内容 (中等学校 A-Level 追加シラバス 第3/4学年)

代数	幾何と三角法	微分積分
A1 方程式と不等式 ^テ , A2 指数と無理数, A3 多項式 ^テ , A4 二項展開	G1 三角比の関数・恒等式・方程式 ^テ , G2 二次元座標幾何 ^テ	C1 微分と積分
数学的プロセス		
推論・コミュニケーション・つながり	応用・モデリング	思考力・ヒューリスティックス

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。

付録7 国家カリキュラムの内容 (中等学校 O-Level 追加シラバス 第3/4学年)

代数	幾何と三角法	微分積分
A1 方程式と不等式 ^テ , A2 指数と無理数, A3 多項式と部分関数 ^テ , A4 二項展開, A5 べき関数・指数関数・対数関数・絶対値関数 ^テ	G1 三角比の関数・恒等式・方程式 ^テ , G2 二次元座標幾何 ^テ , G3 平面図形の証明	C1 微分と積分
数学的プロセス		
推論・コミュニケーション・つながり	応用・モデリング	思考力・ヒューリスティックス

※ ^テはテクノロジー利用の例示がある内容。