

アメリカ新数学運動における統合数学カリキュラムの開発 —H. F. フェアの改革構想に着目して—

相田 紘孝

福山平成大学 福祉健康学部
(こども学科)

E-mail: aidadia@heisei-u.ac.jp

【要旨】

本論は、アメリカ新数学運動における統合数学カリキュラムの開発の過程を、その開発に携わった代表的な人物であるH. F. フェアの数学教育改革構想に着目して検討するものである。

結論として3点を得ることができた。1点目として、フェアが当初は「思考の方法」として数学を教える立場を提唱していたこと、その際に、数学教育内容の現代数学に基づく新しい解釈が重要な役割を果たしていたことが明らかになった。2点目として、フェアの構想が1950年代中盤から変容し、科目を統合することと現代数学自体を教えることを改革の目標とするようになっていたことが明らかになった。3点目として、フェアが主導した中等学校数学カリキュラム改善研究 (SSMCIS) によって開発されたカリキュラムは、数学に顕著な才能を持つ生徒を対象として想定し、高校卒業時に大学初年次程度まで到達させることを目的として現代数学自体を教えるためのものであり、初期のフェアの構想とは大きく異なるものであったことが明らかになった。

フェアの改革構想において、現代数学の役割は、数学教育内容に新しい解釈を与えて「思考の方法」として数学を教える立場に根拠を与えることから、科目の統合を実現して高度な内容を教えるためのカリキュラム上の余裕をつくることへと、さらには教育内容そのものへと変容していた。この過程は、新数学運動における統合数学カリキュラムの開発において、現代数学の持っていた数学教育改革の可能性が十分に実現し得なかったことを示唆している。

KEY WORDS: 新数学運動、統合数学カリキュラム、SSMCIS

1. 主題と方法

本論は、アメリカ新数学運動 (new math movement) における統合数学カリキュラム (unified mathematics curriculum) の開発の過程を、その主導者である数学教育研究者 H. F. フェア (Howard Franklin Fehr) の改革構想に着目して検討するものである。

1950年代から1970年代にかけての先進諸国では、冷戦下の科学技術開発競争の影響を受けて、急進的な数学教育改革がほぼ一斉に行われた。アメリカにおける改革は新数学運動、日本における改革は数学教育現代化と呼ばれている。国際的な改革動向の総称としては、数学教育史研究者の G. シュプリング (Gert Schubring) が用いた現代数学運動 (modern mathematics movement) が近年は支持されつつある¹⁾。

現代数学運動という呼称は、この改革が、初等・中等教育段階の数学カリキュラムに現代数学 (modern mathematics) を導入するという共通点を持っていることに由来する。現代数学とは、集合論、現代代数学、非ユークリッド幾何学、数学基礎論などといった、19世紀末から20世紀初頭にかけて興隆した数学の諸分野を総称する用語である²⁾。

現代数学運動において現代数学が担った役割の一つとして、算数・代数・幾何・三角法・微積分などの科目を統合し再組織することを挙げることができる。科目が統合され再組織されたカリキュラムは統合数学カリキュラムと呼ばれ、その開発は現代数学運動における主要な目標の一つであった³⁾。現代数学運動を主導した国際会議として、欧州経済協力機構 (The Organisation for European Economic Co-operation、以下 OEEC) が1959年にフランスのロワイヨモンで開催したセミナー⁴⁾、OEECが改編されて成立した経済協力開発機構 (The Organisation for Economic Co-operation and Development、以下 OECD) が1961年にユーゴスラビアのドゥブロヴニクで開催したセミナー⁵⁾、1964年にギリシャのアテネで開催したセミナー⁶⁾を挙げることができるが、いずれにおいても、統合数学カリキュラムの理論やシラバスが提案されている。

新数学運動における統合数学カリキュラムの開発を代表する事例が、中等学校数学カリキュラム改善研究 (Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study、以下 SSMCIS) である。SSMCIS は、1966年から1976年の12年間にわたって取り組まれたカリキュラム開発プロジェクトである。結成以前

を含む1965年から1969年には連邦教育局 (Federal Office of Education) から、1969年から1976年には全米科学財団 (National Science Foundation) から資金援助を受けていた。成果物として、1968年から1972年にかけて、中等教育段階の第7学年から第12学年の6年間で使用されることを想定した全6課程の教科書『統合現代数学 (Unified Modern Mathematics)』⁷⁾を発行している。

先行研究において、SSMCISは、科目の統合を標榜して現代数学を導入していたプロジェクトであり、その想定される対象は数学について高度な才能を持つ生徒であったため、大きな影響力を持つことができなかった、と評価されている⁸⁾。SSMCISへのこの評価は、新数学運動における統合数学カリキュラムの開発への評価として現在まで継承されている。

しかし、現代数学に期待されていた役割は、元々、科目の統合に留まるものではなかった。そのことは、SSMCISの主導者であるフェアの初期の改革構想に示されている。初期のフェアは、「思考の方法 (a way of thinking)」として数学を教える立場を提唱しており、その主張を支えていたのは、数学教育内容の現代数学に基づく解釈であった。しかし、年月を経るにつれてその主張は徐々に後景に退き、科目の統合を行うこと自体が彼の主張の中心を占めていく。

この変容の過程を検討することにより、SSMCISの史的展開を、現代数学の持っていた数学教育改革の可能性が十分に実現し得なかった過程として再解釈することができる。

ここで、フェアの経歴を確認しよう。フェアは、1902年にペンシルベニアで生まれ、1982年5月6日に80歳で死去した数学教育研究者である。彼は、1941年にコロンビア大学にて博士号を取得し、公立学校やニュージャージー州立カレッジでの勤務を経て、1948年にコロンビア大学ティーチャーズ・カレッジに着任している。1955年には大学入学試験協会数学小委員会 (Commission on Mathematics, College Entrance Examination Board、以下 CEEB 数学小委員会) の委員、1956年から1958年には全米数学教師協議会 (National Council of Teachers of Mathematics) の会長、さらに1950年代終盤からは前述の OEEC・OECD 主催のセミナーの議長や報告書の編者代表を歴任している。その後、1966年より SSMCIS の代表者を務めたが、その最中の1967年に教授職を引退している⁹⁾。

フェアの経歴とその主張の変容に基づき、時期区分として、初期、中期、後期の三期を設定する。「思考の方法」を提唱し1955年にCEEB数学小委員会の委員に就任するまでを初期、1955年にCEEB数学小委員会の委員に就任してからSSMCISを結成する1965年までを中期、SSMCISの結成以後を後期とする。

なお、日本において、SSMCISは、新数学運動を代表する、質の高いカリキュラム開発プロジェクトとして紹介されてきた。『統合現代数学』全6課程のうち、第1課程から第3課程までは、日本数学教育学会の手で邦訳され、1976年に出版されている。各課程は、上巻・下巻・解答編の3冊構成となっている。邦訳版の冒頭の「訳者の言葉」には、「内容の集約精選は慎重かつ果敢」、「生徒の発達段階を十分に配慮して教材が展開され」、「全体を通じて現代の数学の精神が脈々と流れて」、「21世紀をめざした数学教育へアプローチする姿がひしひしと感ぜられる」と、SSMCISを絶賛する文言が並んでいる¹⁰⁾。加えて、同時代においては、SSMCISを教材開発の参考にしようとする研究¹¹⁾や、幾何学教育の改革の事例として紹介する研究¹²⁾が見られる。しかしながら、管見の限りでは、その後の日本における研究で、新数学運動における代表的なカリキュラム開発プロジェクトの一つとしてSSMCISに言及するものは存在するものの¹³⁾、その内容や史的展開、あるいはフェアの構想に踏み込んだ検討を行っているものは見当たらない。

2. 初期のフェアの構想

前述したとおり、初期のフェアは、「思考の方法」として数学を教える立場を提唱していた。この構想は、1953年5月に『ティーチャーズ・カレッジ紀要』に発表した「数学教育の再定位」¹⁴⁾に示されている。この論考において、フェアは、後に学ぶ別の内容のための道具 (tool) として教える立場と、実際の生活の場面 (real life situations) を想定し社会的有用性 (social utility) に着目して教える立場の二者を批判し、「思考の方法」として数学を教える立場を提案している。彼の「 $5+4=9$ 」を例とした説明によれば、道具として教える立場に立てば「 $5+4$ 」は単に「 9 」であってそれ以外のなにものでもないが、「思考の方法」として教える立場に立てば、「 $5+4$ 」は「要素の集まり (groups) 二つを単一の集まりにまとめる」¹⁵⁾ことになる。彼は、算数における他のすべての操作も、

「 $5+4$ 」の場合と同じように、「まず、ものの集まりに対して私たちが何をしているのかについて「考える」ことを通じて概念としてつくりだされる」¹⁶⁾と述べている。そして、私たちは、記号的過程 (symbolic processes) を「これらのものの特定の集まりについての思考を行うことを可能にするために開発している」¹⁷⁾のであり、これらの記号的過程は「私たちの事実」¹⁸⁾、「私たちの計算表 (tables)」¹⁹⁾、「私たちの計算法 (computational algorithms)」²⁰⁾になると語る。さらに、算数は、「関係付けられた概念の全体性 (the totality of related concepts)」²¹⁾であり、「私たちが数について考える方法 (the way we think about number)」²²⁾なのであると述べる。加えて、記号的過程は私たちの思考を記録することならびに操作することなのであり、「思考の方法」としての数学は「数学が使用される様々な社会的状況のかなたに、そしてはるか上に存在する (lies beyond and above the various social situations in which it is used)」²³⁾と主張している。

フェアが「思考の方法」として数学を教える立場を説明する際に採用している論法は、集合論に基づいて加法演算を解釈したものである。現代数学に基づく解釈が、数学的思考の表現として提示されている。

「数学教育の再定位」の別の部分において、フェアは、「思考の方法」としての数学は多様な状況に応用可能であり、他の領域の知識を組織することを先導する役割を果たすことができるので、「状況や他の知識からは独立できる構造を持っていなければならない」²⁴⁾と述べている。そして、応用と先導の両者において貢献するために、数学は、適切に組織された概念と関係と操作の階梯として学ばなければならない、すなわち、「自足した構造 (self-contained structure)」²⁵⁾として学ばなければならないと述べている。

フェアが提示した「自足した構造」という数学観は、現代数学の登場によって人口に膾炙したものである。フェアの、「思考の方法」として数学を教えるという立場は、現代数学以後の数学観に支えられたものであった。

3. フェアの構想の変容

「思考の方法」として数学を教える立場を提示したフェアであったが、彼の構想は、1955年にCEEB数学小委員会の委員に就任した後の中期には、現代数学の導入による科目の統合を目標とするものへと変容していく。

まず、1955年11月25日の講演の記録で、1956年1

月に『学校の科学と数学』に掲載された論考「目標はすべての人のための数学」²⁶⁾を検討しよう。フェアはこの中で、「数学教育の再定位」において提案した、「思考の方法」として数学を教える立場をあらためて提案しているが²⁷⁾、それと同時に、科目を統合し、内容を削減し、現代数学の強力な概念と技能を導入する時間と余裕を作ることも目標として提示している²⁸⁾。概念や意味の理解を強調することと、科目を統合し現代数学を導入することが同時に主張されている。

シカゴ大学で行われたアメリカ高校会議 (the Conference on the American High School) での講演を改稿して1958年2月に『ティーチャーズ・カレッジ紀要』に発表された「未来の高校における数学カリキュラム」²⁹⁾において、フェアは、代数と幾何の教育内容の大幅な刷新を唱え、統合数学カリキュラムの構想を提示している。

フェアの主張は、当時の数学カリキュラムの批判から始まる。論考中の「伝統的なプログラム (The Traditional Program)」という項で、フェアは、第9学年の数学のプログラムとして多くの場合に採用されている初等代数を、「構造を欠いた体系の中の規則に基づいて記号の演算を教えている」³⁰⁾、と批判する。証明も無く、公理の体系も無く、未定義用語も無く、「どうやってやるか (how to do)」がばかり教えられている、と嘆いている³¹⁾。どうやって方程式を解くかは教わるが、方程式が何であるか、どのような操作が許され、そしてそれはなぜ許されるのか、解法が示唆するものは何かを教わることはない、と批判する³²⁾。第10学年および第11学年で学ぶ中等代数についても、状況はあまり変わらず、「どうやって (how)」対象を扱うかを何のヒントも無く行わせている、と同様に批判する³³⁾。幾何についても、第10学年もしくは第11学年において学ぶ平面幾何は単なる暗記であると嘆いている³⁴⁾。第12学年の立体幾何も、数学的構造の理解に何も貢献していないと批判する³⁵⁾。

フェアは論考の中程の「新しい視点 (New Point of View)」という項において、代数と幾何それぞれにおける新しい数学の展開を述べている。代数については、群 (group)、環 (ring)、体 (field) といった現代代数学の概念を、代数の演算的側面よりも構造的側面を扱う新しい概念として紹介している³⁶⁾。さらに、代数学のこのような側面が研究における思考の形式をつくり変えたと述べている³⁷⁾。また、集合論が、どのような分野の

専門書であってもその導入部分を占めており、数学の領域に入るための「最新の統合概念 (the newest unifying concept)」となっていると語る³⁸⁾。さらに、集合の概念に修正を加えれば、高校の数学のすべての要素に適用することができるだろうと述べる³⁹⁾。幾何についても、非ユークリッド幾何の登場によってユークリッド幾何の公理的基礎が検討の対象となったこと、そして射影幾何、アフィン幾何、トポロジーなどの新しい幾何学が登場したことが指摘されている⁴⁰⁾。

フェアは、「未来のカリキュラム (The Curriculum of the Future)」という項において、第7学年から第12学年までのカリキュラムのモデルを提案している⁴¹⁾。

第7学年と第8学年は、直観的で非定型的な学習に費やされる。その後の代数の学習は、これまでのものとはほぼ同じ内容であるが視点が異なるものである。具体的には、まず数システムの性質を学び、次に変数の概念、加法と乗法、交換法則、結合法則、そして分配法則を学ぶ。これらの法則を、多様な代数系に対して適用し、条件を表す方程式や不等式の意味、その解集合の概念を学ぶ。集合論はカリキュラム全体で用いられ、経験に近い概念として、さらにはすべての数学を統合し一般化する概念の一つとして位置付けられている。

フェアの主張の中心を占めているのは、現代数学の導入によって科目を統合することであった。初期のフェアが提唱していた「思考の方法」として数学を教える立場は、継承されてはいるものの、統合数学カリキュラムが実現された結果として達成されるものとして、統合数学カリキュラムの構想と一体となっている。

「未来の高校における数学カリキュラム」における主張は、1958年4月の『全米中等学校校長協会紀要』に掲載された「20世紀後半の高校数学」⁴²⁾にも引き継がれている。フェアはこの論考において、20世紀後半の中等学校数学教育は、単に現代の抽象理論を導入しただけのプログラムであってはならず、各分野の基本的な概念についての現代的な視点に基づいた、現在のプログラムの改良であるべきだと語っている⁴³⁾。

1960年代に入ると、フェアの構想は、それ以前にも増して、科目の統合を前面に押し出したもの、現代数学自体を教えることを目的としたものになっていく。1961年に『ティーチャーズ・カレッジ紀要』に発表された「数学教育：いくつかの新しい考え方」⁴⁴⁾を見てみよう。この論考の「数学における新しいアイデア」という項において、フェアは、微積分 (calculus) と解析

幾何 (analytic geometry) で占められていた大学の数学が、解析に変化が起きたことと、トポロジーと現代代数からの影響を受けたことによって、コンパクトで簡潔で統合されたものになった、と語っている⁴⁵⁾。その上で、新しい概念と新しい用語は中等教育の教師たちには拒否されているが、より統合された高校数学プログラムを導入することによって、この問題が解決され、幾何と代数の差異は消え去ると述べている⁴⁶⁾。

1955年から始まるフェアの各種委員などへの就任は、彼の数学教育改革構想を、現代数学を教えること自体を目的とする統合数学カリキュラムの開発へと押しやっていった。「思考の方法」として数学を教える立場は、年々後景に退いていった。

4. 統合数学カリキュラムの開発

フェアの構想は、SSMCISにおいて、カリキュラムとして具体化される。彼の構想の到達点は、SSMCISの最終報告書『中等学校のための統合数学カリキュラムに向かって：統合数学の起源、活動、そして開発の報告』⁴⁷⁾から読み取ることができる。

この報告書において、フェアは、統合数学カリキュラムの開発の意義を、数学史と国際的動向によって担保している。報告書の第1章「数学における統合概念を導く重大な発展」では、古代エジプトおよびギリシャから20世紀中盤までの数学の歴史が代数と幾何に分けて描かれている⁴⁸⁾。それを受けて現代数学の発展の歴史が描かれ、集合や関係、写像などの概念と構造への着目によって数学の統合が達成されることが歴史の帰結として位置付けられている⁴⁹⁾。続く第2章「中等教育学校数学における重大な改革の努力」では、数学教育の歴史が13世紀や14世紀にさかのぼって描かれている⁵⁰⁾。そして、20世紀において科目が分化して伝統的な数学カリキュラムが確立したこと⁵¹⁾、さらにこの伝統的なカリキュラムへの批判として、イリノイ大学学校数学委員会 (University of Illinois Committee on School Mathematics) や学校数学研究グループ (School Mathematics Study Group, 以下SMSG) などといった新数学運動における代表的なカリキュラム開発プロジェクトが登場したことを紹介している⁵²⁾。また、OEEC・OECD主催の一連のセミナーの報告書の概要を紹介し、統合数学カリキュラムの開発と導入が世界的な潮流となっていると主張している⁵³⁾。

現代数学の導入と統合数学カリキュラムの意義は、数

学史と国際的動向の反映として語られている。一方で、「思考の方法」として数学を教える立場への言及は見当たらない。

このような構想の下で、SSMCISによる統合数学カリキュラムの開発は行われた。

SSMCISの目標は、整理すれば2点である⁵⁴⁾。1点目は、数学に顕著な才能を持つ生徒を対象にしたカリキュラムを開発することである。具体的には、認知能力において同年代の上位15%から20%を占める中等教育段階の生徒を対象にしていた。大学進学後は科学を専攻すると予想される彼らに対して、当時の大学初年次段階程度の学習内容を高校在学時に学習させるカリキュラムが構想された。2点目は、数学における各科目の区分を取り払って統合することである。具体的には、集合、関係、写像、関数といった現代数学の概念を用いて、群、環、体、ベクトル空間などの基本的な構造を確立することが目指された。

SSMCISの成果物である『統合現代数学』の目次を列挙したものが、表1である。

表1 『統合現代数学』全6課程の目次 (訳語は筆者による)

第1課程第1部	第1章 有限な数の体系
	第2章 集合と演算
	第3章 数学的写像
	第4章 整数と加法
	第5章 確率と統計
	第6章 整数の乗法
	第7章 平面上の格子点
第1課程第2部	第8章 集合と関係
	第9章 平面の変換
	第10章 線分、角、等長写像
	第11章 初等的な数論
	第12章 有理数
	第13章 有理数の応用
	第14章 アルゴリズムとそのグラフ
第2課程第1部	第1章 数学的用語と証明
	第2章 群
	第3章 公理的アフィン幾何入門
	第4章 体

第5章	実数の体系
第6章	座標幾何
第2課程第2部	
第7章	実関数
第8章	記述統計
第9章	平面上の変換：等長変換
第10章	長さ、面積、体積
第11章	組合せ
補章A	質点
第3課程第1部	
第1章	行列入門
第2章	線形方程式と行列
第3章	行列の代数
第4章	グラフと幾何
第5章	組合せ
第3課程第2部	
第6章	確率
第7章	多項式と有理関数
第8章	円関数
第9章	非定型な空間幾何
第4課程第1部	
第1章	BASICによるプログラミング
第2章	二次方程式と複素数
第3章	円関数
第4章	確率：条件付確率と確率変数
第4課程第2部	
第5章	ベクトルの代数
第6章	線形計画法
第7章	数列と級数
第8章	指数関数と対数関数
第9章	ベクトル空間と部分空間
第5課程	
第1章	連続性入門
第2章	より詳しい連続性
第3章	極限
第4章	線形近似と導関数
第5章	導関数の性質
第6章	導関数の発展的な研究
第7章	線形写像と線形計画法
第8章	確率：期待値とマルコフ連鎖
第9章	積分
第6課程	
第1章	無限

第2章	円錐曲線
第3章	円関数—解析的性質
第4章	指数関数と対数関数—解析的性質
第5章	積分の技術と応用
第6章	確率：無限結果集合と応用
第7章	問題解決の戦略と教材

中等教育段階の第7学年での使用が想定される第1課程において、既に集合論と抽象代数学が登場している。全体の内容配当については、第9学年で代数、第10学年で幾何、といった、アメリカにおいて伝統的な内容配当の方針は採用されておらず、各学年において代数・幾何・確率などの内容が混在して盛り込まれている。一方で、その配列は、第1課程で登場する集合論や抽象代数学を基礎として発展しているとは言えず、雑多な集まりとなっている。科目の統合をめざしたSSMCISであったが、教育内容を混合することまでは到達できていたものの、集合論や抽象代数学を基礎としてカリキュラムを再構築することにまで至ることはできていなかった。

5. 結論と残された課題

本論の主題は、新数学運動における統合数学カリキュラムの開発の過程を、フェアの改革構想に着目して検討することであった。

結論として3点を得ることができた。1点目として、初期のフェアが、「思考の方法」として数学を教える立場を提唱していたこと、その際に、数学教育内容の現代数学に基づく新しい解釈が重要な役割を果たしていたことが明らかになった。2点目として、フェアの構想はその中期から変容し、科目を統合することと現代数学自体を教えることを改革の目標とするようになっていたことが明らかになった。3点目として、後期のフェアが主導したSSMCISによって開発されたカリキュラムは、数学に顕著な才能を持つ生徒を対象として想定し、高校卒業時に大学初年次程度まで到達させることを目的として現代数学自体を教えるためのものであり、初期のフェアの構想とは大きく異なるものであったことが明らかになった。

フェアの改革構想において、現代数学の役割は、数学教育内容に新しい解釈を与えて「思考の方法」として数学を教える立場に根拠を与えることから、科目の統合を実現して高度な内容を教えるためのカリキュラム上の余裕をつくることへと、さらには教育内容そのものへと変

容していた。この結論は、新数学運動における統合数学カリキュラムの開発において、現代数学の持っていた数学教育改革の可能性が十分に実現し得なかったことを示唆している。

残された課題として、2点を挙げる事ができる。1点目は、新数学運動に限るのではなく、現代数学運動という国際的な枠組みで、統合数学カリキュラム開発プロジェクトの事例の収集と検討を行うことである。本論では検討の対象をフェアおよびSSMCISという一事例に限定したが、前述したとおり、統合数学カリキュラムの開発は国際的に展開されたものである。その展開とフェアおよびSSMCISの展開を比較することによって、新数学運動の特徴はより明確になるであろう。

2点目は、現代数学運動において現代数学が果たした役割として、科目の統合とは異なるものを示すことである。この点については、J. ピアジェ (Jean Piaget) の発生的認識論 (épistémologie génétique) に影響を受けたカリキュラム開発プロジェクトにその可能性を見出すことができる。ピアジェは、1950年にヨーロッパで結成された「数学教育の研究と改善のための国際委員会 (La Commission Internationale pour l'Etude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques, 以下CIEAEM)」に結成当初から参加し、CIEAEMが1955年に出版した数学教育に関する論集『数学の教育』⁵⁵⁾に論考を発表していた。ピアジェの発生的認識論に影響を受けたカリキュラム開発プロジェクトは、現代数学に対して、統合数学カリキュラム開発プロジェクトにおける役割とは異なるものを与えていたと考えられる。今後の課題としたい。

註

- 1) Schubring, Gert (2006). Researching into the History of Teaching and Learning Mathematics: the State of the Art. *Paedagogica Historica*, 42 (4/5), 665-677.
- 2) この時期の数学がギリシャ以来の数学の歴史の中で特異な性格を帯びていることは、数学史研究者のJ. グレイ (Jeremy Gray) などによって指摘されている。Gray, Jeremy (2008). *Plato's Ghost: The Modernist Transformation of Mathematics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- 3) 現代数学の導入によって科目を統合するという発

想は、数学者集団ブルバキ (Bourbaki) の思想に由来する。ブルバキは、現代数学を用いて数学的構造 (mathematical structure) を記号化し表現することによって、細分化された数学の諸分野の統合が可能になると考えていた。Bourbaki, Nicholas (1948). *L'architecture des mathématiques*. In Francois Le Lionnais (Ed.), *Les grands courants de la pensée mathématique* (pp. 35-47). Marseille: Cahier du Sud. (Dresden, Arnold (trans.). (1950). *The Architecture of Mathematics*. *The American Mathematical Monthly*, 57(4), Apr., 221-232. 銀林浩 (訳) (1974). 「数学の建築術」村田全 (監訳) 『数学思想の流れ 1』東京図書、31-48頁)

- 4) The Organisation for Economic Co-operation and Development (1961). *New Thinking in Mathematics*. Paris, France: OECD Publications Office.
- 5) The Organisation for Economic Co-Operation and Development (1961). *Synopses for Modern Secondary School Mathematics*. Paris, France: OECD Publications Office.
- 6) Fehr, Howard F. (Ed.) (1964). *Mathematics To-day: A Guide for Teachers: Proceedings of an International Working Session on New Teaching Methods for School Mathematics - Athens, 17th - 23rd November 1963*. Paris: OECD Publications.
- 7) Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1968a). *Unified Modern Mathematics, Course 1, Part 1*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. <http://eric.ed.gov/?id=ED046771>より取得。(日本数学教育学会 (編訳) (1976a). 『現代の統合数学 第1巻上』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1968b). *Unified Modern Mathematics, Course 1, Part 2*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. <http://eric.ed.gov/?id=ED046772>より取得。(日本数学教育学会 (編訳) (1976b). 『現代の統合数学 第1巻下』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1970a). *Unified Modern Mathematics, Course 1, Teachers Commentary*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.

- http://eric.ed.gov/?id=ED046770より取得。(新数社編集部(編)(1976a).『現代の統合数学 第1巻 解答編』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1969a). *Unified Modern Mathematics, Course 2, Part 1*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046774より取得。(日本数学教育学会(編訳)(1976c).『現代の統合数学 第2巻上』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1969b). *Unified Modern Mathematics, Course 2, Part 2*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046775より取得。(日本数学教育学会(編訳)(1976d).『現代の統合数学 第2巻下』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1970b). *Unified Modern Mathematics, Course 2, Teachers Commentary*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046773より取得。(新数社編集部(編)(1976b).『現代の統合数学 第2巻 解答編』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1970c). *Unified Modern Mathematics, Course 3, Part 1*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046777より取得。(日本数学教育学会(編訳)(1976e).『現代の統合数学 第3巻上』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1970d). *Unified Modern Mathematics, Course 3, Part 2*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046778より取得。(日本数学教育学会(編訳)(1976f).『現代の統合数学 第3巻下』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1970e). *Unified Modern Mathematics, Course 3, Teachers Commentary*. New York, NY: Teachers College, Columbia University. http://eric.ed.gov/?id=ED046776より取得。(新数社編集部(編)(1976c).『現代の統合数学 第3巻 解答編』新数社)
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1971a). *Unified Modern Mathematics, Course 4, Part 1*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1971b). *Unified Modern Mathematics, Course 4, Part 2*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1972a). *Unified Modern Mathematics, Course 5*. New York, NY: Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (1972b). *Unified Modern Mathematics, Course 6*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- 8) Hayden, Robert W. (1981). A History of the "New Math" Movement in the United States. doctoral dissertation. Iowa State University.
- Barlage, Elisabeth (1982). *The New Math: An Historical Account of the Reform of Mathematics Instruction in the United States of America*. ERIC No. ED224703.
- 9) Waggoner, Walter H. (1982). Dr. Howard F. Fehr; Author Helped Start System of New Math. *New York Times, Late City Final Edition; May 7, 1982; Section D, Page 19, Column 5, 425 words*. ProQuest Historical Newspapers New York Times (1851-2006)より取得。
- 10) 日本数学教育学会(編訳)(1976a). 前掲書, 3-4頁
- 11) 猫田信廣(1979). 「SSMCISカリキュラムと新学習指導要領との比較検討」『日本数学教育学会誌 数学教育』第61巻第5号, 101-107頁
- 12) 峰節子・橋本是浩(1978). 「幾何教育の復権」『大阪教育大学紀要 第V部門』第27巻第1号, 37-52頁
- 13) 今井敏博(2018). 「戦後日本の数学教育政策に影響を及ぼしたアメリカの数学教育の動向」『同志社女子大学 現代社会学会 現代社会フォーラム』第14号, 14-28頁

- 14) Fehr, Howard F. (1953). Reorientation in Mathematics Education. *Teachers College Record*. 54 (8), 430-439.
- 15) *Ibid.*, 431.
- 16) *Ibid.*, 431.
- 17) *Ibid.*, 431.
- 18) *Ibid.*, 431.
- 19) *Ibid.*, 431.
- 20) *Ibid.*, 431.
- 21) *Ibid.*, 431.
- 22) *Ibid.*, 431.
- 23) *Ibid.*, 431.
- 24) *Ibid.*, 432.
- 25) *Ibid.*, 432.
- 26) Fehr, Howard F. (1956). The Goal is Mathematics for All. *School Science and Mathematics*. 56 (489), 109-120.
- 27) *Ibid.*, 111-114.
- 28) *Ibid.*, 120.
- 29) Fehr, Howard F. (1958). The Mathematics Curriculum for the High School of the Future. *Teachers College Record*. 59 (5), 258-267.
- 30) *Ibid.*, 258.
- 31) *Ibid.*, 258.
- 32) *Ibid.*, 258.
- 33) *Ibid.*, 258-259.
- 34) *Ibid.*, 259.
- 35) *Ibid.*, 259.
- 36) *Ibid.*, 260.
- 37) *Ibid.*, 260.
- 38) *Ibid.*, 260.
- 39) *Ibid.*, 260.
- 40) *Ibid.*, 260-261.
- 41) *Ibid.*, 261-266.
- 42) Fehr, Howard F. (1958). High-School Mathematics for the Second Half of the 20th Century. *NASSP Bulletin*. 42 (237), 318-324.
- 43) *Ibid.*, 318.
- 44) Fehr, Howard F. (1961). Mathematics Education: Some New Thinking. *Teachers College Record*. 62 (6), 456-464.
- 45) *Ibid.*, 456.
- 46) *Ibid.*, 456-457.
- 47) Fehr, Howard F. (1976). *Toward a Unified Mathematics Curriculum for the Secondary School. A Report of the Origin, Work and Development of Unified Mathematics*. <http://eric.ed.gov/?id=ED129630> より取得。
- 48) *Ibid.*, 7-38.
- 49) *Ibid.*, 38-41.
- 50) *Ibid.*, 45-47.
- 51) *Ibid.*, 47.
- 52) *Ibid.*, 49-50.
- 53) *Ibid.*, 51-54.
- 54) *Ibid.*, 89-91.
- 55) Piaget, J., Beth, E. W., Dieudonné, J., Lichnerowicz, A., Choquet, G., & Gattegno, C. (1955). *L'enseignement des mathématiques*. Neuchâtel, Switzerland: Delachaux & Niestlé.

The Development of Unified Mathematics Curriculum
in the New Math Movement in the United States:
Focusing on Howard Franklin Fehr's Reform Conception.

Hiroataka AIDA

Department of Childhood Education,
Faculty of Welfare and Health Science,
Fukuyama Heisei University

Abstract

This paper examines the process of the development of unified mathematics curriculum in the new math movement in the United States, by focusing on the historical change of the reform conception of Howard Franklin Fehr, the project leader of the Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study (SSMCIS). The SSMCIS was the representative of unified mathematics curriculum in the new math movement.

Three conclusions can be made. Firstly, in his early period, Fehr proposed the view of teaching mathematics as "a way of thinking", and it was based on the new interpretation of contents in mathematics education with modern mathematics. Secondly, his viewpoint changed in the middle of the 1950s, and he placed his goal of curriculum reform to unify divided subjects of mathematics curriculum and to introduce modern mathematics as worth-learning contents. Thirdly, the SSMCIS developed a unique mathematics curriculum, but its purpose was to teach modern mathematics for mathematically talented students and its aim was to let their mathematical competence achieve to the university first year level before their graduation of high school.

In Fehr's reform conception, the role of modern mathematics changed from giving new interpretation of the contents of mathematics education to unifying subjects of mathematics curriculum, and finally to being mere contents. This process suggests that the potential of modern mathematics for an innovative mathematics education was not achieved enough in the development of unified mathematics curriculum in the new math movement.

KEY WORDS : the new math movement, unified mathematics curriculum, the SSMCIS