イギリスにおける数学教育改造運動
― 数学教育におけるジョン・ペリーの位置に着目して ―

大下　卓司

1．はじめに

本稿は、近代的な数学教育の原点となった20世紀初頭の数学教育改造運動（以下、改造運動）の意義と限界を再検討することを目的とする。改造運動とは、中等学校の数学科に関数や微分積分学などの近代数学を導入すると同時に、自然科学への応用を目的とした数学教育を構想した運動である[1)]。同運動は1901年、英国学術協会（British Association）のグラスゴー大会におけるイギリスの工学者ジョン・ペリー（J. Perry, 1850-1920）の講演「数学の教育」（'The Teaching of Mathematics'）を直接の契機とし、ドイツ、フランス、アメリカ、日本における国際的な数学教育改革の呼び水となった。

改造運動の震源地であったイギリスにおいて、数学は推論（reasoning）の能力を鍛え、人格の陶冶を目指す、古典の一教科であった。そのため、科学研究が興隆し、研究成果を産業へと応用することが求められていた近代において、生活に必要な数学と中等学校で教えられていた数学の間には大きな溝があった。特に、幾何学では普遍的価値を有するとされたユークリッド（Euclid）の『原論』を範とした教科書が使用され、古典としての性格が顕著に表れていた[2)]。ペリーはこうした数学教育を批判し、改造運動の端緒となる講演を行ったのである。

さて、改造運動は日本では小倉金之助（1885-1962）が検討し、紹介し、今日においてもその理解は彼の研究成果に依拠している[3)]。小倉は、日本において改造運動を推進する過程でペリーの数学教育論を研究し、「彼ノ主張ノ本質ハ、数学ノ実践性ニアツタ。[中略]自然（及ビ社会）現象ノ中カラ、実践ニヨツテ、数学的法則ヲ見出ス所ニ、彼ノ数学ノ意義ガアツタノデアル」[4)]と評価している。ペリーの数学教育論は現実の問題を探究し、数学を発見するように導いた点に意義があると小倉は見出した。これは、当時のイギリスで古典に位置していた数学を、科学を基礎とする数学へと転換するように主張したペリーの数学教育論の核心をついたものであった。

しかしながら、小倉は日本で改造運動を推進する目的のもとで研究したため、先進的なペリーの改革案に依拠し、講演以後の改造運動の展開において「ペリーがなくなってからは、このペリーの直接の影響が、だんだん薄らいできてしまった」[5)]と、ペリーに偏って描いている。実際には、主流派のアカデミックな数学教育の立場から、「1901年英国学術協会はグラスゴーに会し、ペリー教授が学校における数学教育の大半について批判した特徴的な論文を読み上げた」[6)]と言及されるに留まるように、ペリーは常に改革の中心に位置し続けたわけではない。

そこで本稿では、イギリスの改造運動におけるペリーの位置付けに着目することで、改造運

動が同国にもたらした意義と限界を再検討する。ペリーの改造論と既存の数学教育論との相克を描き、数学教育の近代を問い直すことで、今日の数学教育の源流に遡ることができよう。そこで、第一章において、1901年のグラスゴーにおける英国学術協会の年次大会で行われたペリーの講演及び議論で何が論点とされたのかを明らかにする。第二章では、19世紀後半から20世紀初頭にかけて、改造運動がどのような流れの中で生じ、展開されたのかを幾何学に着目して描く。

２．第一章　数学教育改造運動の出発点

（1）講演「数学の教育」におけるペリーの数学教育論

本章では、改造運動の直接の契機となった1901年のグラスゴーにおけるペリーの講演およびそこでの議論を検討する。ペリーは、講演において「すべてのひとが、貧富の別なく、自然科学を学習し、数学を学習することは、我が国にとって最大の重要性を持っている」[7)]のであり、これにより「科学的に考える習慣を作り出し、すべての国民に自分自身で考える能力を与え、またそれによってあらゆる国民に最大の幸福を作り出す」[8)]必要があると論じた。科学的思考を習得することが国家にも個人にも幸福をもたらすとペリーは考えた。科学を学ぶことは、学校教育にとどまらず、国家の発展や人々の生活に直結するとペリーはとらえていた。

しかしながら、科学を学ぶためには、「家政婦以上の高度な数学的方法を知っていなければ、実際には不可能である」[9)]。科学や科学的思考が普及する前提として、基礎となるような数学を学ばなければならない。けれども、19世紀末のイギリスの中等学校において、数学はジェントルマンとしての教養を身に付け、推論の能力を陶冶する教科であった。近代化の最中で科学の基礎として必要とされていた数学教育と、実際に学校で行われていたそれには溝があったのである。

そこで、ペリーは科学普及の前提となる数学教育を実現すべく、「どんな内容を子どもたちに教えなければならないか、またどんな方法で教えなければならないかを決定するものは、有用性である」[10)]と述べ、有用性（usefulness）という基準から、数学教育を再構成することを提案した。数学教育を有用性という観点から見直すと、その有用性とはそもそも何か。ペリーは次の８点を挙げている[11)]。「１．高度な情緒を生じさせ、精神的な喜びを生じさせる」、「2. a.知能を発達させる。b.論理的思考法を取得させる」、「3.自然科学を学ぶ際に数学の武器によって助けが得られる」、「4.試験を通過する」、「5.手足と同じように容易に利用できる思考のツールをもたらす」、「6.自分で考え抜くことの重要さを教え、既存の権威の束縛から自由にし、自身が崇高な存在であると確信させる」、「7.応用科学を専門としている人に、その科学の基本原理や発展の方向性に対する示唆を与える」、「8.哲学的な問題を考える際、論理的な助言を与え、過度に抽象的に思考しないように促す」[12)]。ここで、ペリーは教養の陶冶を意図していたはずの従来の数学教育では4だけが達成され、他は無視されていたと批判した。以上の８点において、ペリーは教養としての価値を認めつつ、科学の基礎となり、科学的思考を促す、有用な数学教育を目指したのである。

では、どのような数学カリキュラムが構想されたのだろうか。ペリーは教員養成系や技術系

のカレジで実践したシラバスを配布し、その具体像を示した[13)]。ここで、ペリーは「数学の初歩の部分を大いに省いたり、飛ばしたりする」[14)]という方針を示し、従来と「同じ知的訓練で、もっと多くの知識を学生に与える」[15)]ことを目指した。内容を精選し、新たな内容を加えることで、従来から教えられていた算術・代数学・幾何学に加え、測量（mensuration）・方眼紙の使用という５つの科目を併置する改革案を示した[16)]。

本稿では従来の幾何学に相当した内容に焦点を絞って彼の改革論の概要を掴もう。ペリーは幾何学がそもそも古代エジプトの土地の測量から始まった学問であると数学史を遡り、幾何学の基礎として実測が不可欠であると考えた。そのため、従来の幾何学で教えられていた内容は、この測量と幾何学から再編成された。測量を幾何学の基礎とするため、幾何学では次の２点が変更された。第一に、定規は作図だけでなく、測定するための道具としても捉え直され、コンパス以外にも分度器など他の測定器具も導入された。実証による証明も有効であるとされ、これら測定器具は実測や作図による実証のために利用された。第二に、「作図と算数的な計算の融合は、命題が真であることを証明するとき自由に用いられる」[17)]とペリーは述べた。論理的な整合性を保つべく、内容上の連絡がないように、これまで科目別に孤立して教えられていた数学科を改め、ペリーは算術、代数の計算を幾何学に取り入れることで科目間の融合を促した。

では、従来の幾何学で教えられていた『原論』の内容はどう変更されたのか。表１のとおり、従来イギリスの中等学校で教えられていた第Ⅰ巻から第Ⅵ巻までの内容のうち、第Ⅱ巻や第Ⅴ巻を代数学として教え、実測による実証を導入することで、抽象的な論証を大幅に削減した。こうして量に基礎を置き、精選を図ることで、第一に線分や比例、三角形などの『原論』第Ⅰ巻からⅥ巻にも含まれていた内容、第二に角や角度とそれに関連する三角法の内容、第三に高等数学で教えられていた空間図形の内容、第四に当時発見されたベクトルに関する内容、という４つの内容から再構成された[18)]。

【表１　『原論』とペリーの改革案対照表】

巻	概要	命題1	ペリーの改革案
Ⅰ	三角形の合同、平行線、平行四辺形、ピタゴラスの定理	与えられた線分上に正三角形をつくる	角の測定、図形の作図を通じて命題を実証する。相似な図形が比例することを確認する（第Ⅵ巻）。直角三角形を利用して、三角法を理解する
Ⅱ	面積の変形、展開公式	もし2線分があり、その一方が任意個の部分に分けられるならば、2線分に囲まれた矩形は、わけられていない線分とわけられた部分のおのおのとにかこまれた矩形の和に等しい（a, b, c, d,を線分とするとき、a(b + c + d) = ab + ac + adである）	命題1から10は初等的な代数で示す。命題11「与えられた線分を2分し、全体と一つの部分に囲まれた長方形の残りの部分の上の正方形に等しくする」はある数nをxとx−nに分割するとき、n(n−x)=x2という命題と言い換えられるので、代数学として教える
Ⅲ	円、円の弦や接線、円周角	与えられた円の中心を見いだす	命題1から19は作図し、証明は不要 。命題20以降は、測定による実証とわずかな推論による。
Ⅳ	三角形、正多角形を円に内接・外接、正五角形の作図	与えられた円に円の直径より大きくない与えられた線分に等しい線分を挿入する	第Ⅳ巻の命題は公理と見なし、三角形の内接円の描き方に限定して教える
Ⅴ	比例論。比と比例に関する基本定理	もし任意個の量があり、それと同数の他の任意個の量のそれぞれの同数倍であるならば、それらの量の一つが一つの何倍であろうと、全体も全体の同じ倍数であろう。（Ma + Mb + Mc +…＝M(a + b + c +…)、Mは自然数）	初等的な代数学と同様の内容に置き換える 。第Ⅴ巻では、比の最も一般的なもの、もし、a/b = c/dならば、(ma + nb)/(pa + qb) = (mc + nd)/(pc + qd)であるに限定して教える
Ⅵ	比例論の幾何学への応用。三角形の相似、相似図形	同じ高さの三角形と平行四辺形とは互いに底辺に比例する	第Ⅰ巻の内容に含めて教える

（中村幸四郎ら訳・解説『ユークリッド原論　縮刷版』共立出版、2009年、及び、Perry, J., *Practical Mechanics*, fifth edition, Cassel, 1891、Perry, J., ‘The Teaching of Mathematics’, *Discussion on the Teaching of Mathematics*, Macmillan and Co., 1901より作成）

他方、測量では、実験を通じた円周や不定型を含む図形の面積や体積の測定が主な内容とされた。導入部では、円周の測定が教えられ、円筒や円盤に糸をまく、円盤や球を転がす、といった実験を通じて、円周の公式が確かめられる。面積の測定では公式の確認が行われ、方眼紙を用いた近似法による不定型の測定が指導される。このように、測量の過程で学習者は実生活で見られる量に遭遇し、その扱いに熟達することで、正確な測定を習得する基礎を養うことが目指された。

この幾何学・測量に代表されるように、ペリーは基礎を問い直し、応用や有用な内容を新たに基礎と見なしている。他の科目に対しても、算術では初期から小数を指導し、測定の素地を培うことが提案された。また、指数や対数も初等的な段階から導入される。代数学では数値計算をすることで算術との関係性が強化された。方眼紙の使用では、方眼紙を用いて価格や気温の変動など現実のグラフを理解することや、初等的な関数を描くことが提案された。

科学という新たな枠組みから数学科を再構成することで、そのカリキュラムは学習者の理解や興味に基づいて再検討され、学問の進展とともに更新されるものとなった。以上が、改造運動におけるペリーの数学教育論の概要である。このような改革論を主張することで、ペリーは古典の一教科としての数学を脱却し、科学の基礎となる数学教育を主張したのである。

（2） 講演「数学の教育」後の議論

この講演に続いて、議論の場が設けられた。工学者という数学教育のいわば外部からの提起に対し、反対・賛成を含む多様な意見が出席者から寄せられた。本講演と議論は17名の出席者からの意見も合わせて、大会の記録として出版された。また、出席できなかった者に対して、ペリーは講演の内容とシラバスを送って議論を持ちかけ、返事を得た14名からの意見もこれに掲載した。この記録を手掛かりに代表的な意見を検討し、何が争点とされたのかを浮き彫りにしよう。

当時ケンブリッジ大学の数学科の学科長であった、数学者フォーサイス (A. R. Forsyth) はペリーの改造案に反対した。批判の要点は、第一に最新の知識を学ぶには大きな困難がある点、第二に有用性は数学や科学の発展の唯一の基準ではない点、第三に労働者や技術者が数学を応用するのは困難である点、という三点に集約される。ここでは第一と、第二の批判を検討しよう[19)]。

第一の批判では、最新の内容が教えられるカリキュラムが提案されたことに対して、「ケンブリッジ大学の優秀な学生でも、知識相互を関連付けることは容易ではない」[20)]として、既習事項と関連付けながら、最新の知識を理解することには大きな困難がある点を指摘した。最新の内容は膨大な知識の蓄積の上に成り立っているのであり、「現在の最先端の知識の関係を人々に理解させることは可能となるのか」[21)]と、学問の系統性が軽視されているとフォーサイスは批判した。

第二に、科学は「有用性という直線上で必ずしも進歩していない」[22)]と、ペリーの科学史観を批判した。フォーサイスはエックス線の発見を例にとりながら、現実の問題があるからといって、それに向けて単純に科学的な発見がされるということは、科学史的に見ても、自明ではないと批判した。だからこそ、有用性を基準とすることは「数学の研究においても教授において

も反対しなければならない」[23]とフォーサイスは明確に反対の意を示した。

そのうえで、フォーサイスは初等段階においては平易に興味を引き出すように教授法を改良し、線画によって算数と幾何学を並進させる修正案を提案した。ケンブリッジ大学の数学科の教授として、従来型の数学教育を代表するフォーサイスは、既存の数学教育を根底から問い直すペリーの改革論に対して危機感を露わにしたのである。

他方で、賛成の側の意見を見ると、パブリック・スクールであるイートン校で、当時数学や物理学の教師をしていたエガー（W. D. Egger）は書面でペリーに応えた。彼は不等式の内容が不足しているなどの部分的な反対はあるものの、「ペリーのシラバスのねらいに全体的に賛成する」[24]と表明した。しかし、ペリーの改革案を実現するような優秀な教師、適当な教科書を用意するには時間がかかるため、混乱が伴う急進的な改革ではなく、「従来の制度における利点の損失を最小限に抑えた改革」[25]を提案した。具体的には、方眼紙などの教具を利用して現実に即して教えること、連立方程式は方眼紙を利用して図形的に示すこと、作図を織り交ぜながら指導することといった、カリキュラムの部分的な改革や、教授法の改良案をエガーは提案した[26]。

エガーはケンブリッジ大学出身で、伝統的な中等学校の教師であった。本来彼は保守派に共通する性格を備えていたものの、理科系の教科においても教鞭をとっていた経歴からペリーの改革論に理解を示した。しかしながら、抜本的な改革ではなく、現実的な修正路線を求めていたといえよう。

上述の２例に代表されるように、講演後の議論では既存の数学教育の修正に参加者の意見が集中した。フォーサイスの他マクマホン（P. MacMahon）の２名を除いて、ペリーが主張するように、数学教育に何らかの改革が必要であると考える点では一致していた。しかしながら、数学教育そのものを問い直す抜本的な改造には議論が向かわなかった。

３．第二章　19 世紀後半から 20 世紀初頭における数学教育の潮流

（１）　数学教育改造運動に至る幾何学教育の流れ

第一章で見たように、ペリーの数学教育論は従来の数学教育を根底から覆すものであった。しかしながら、講演後、既存の数学教育をいかに修正するかという方向で論争が進められた。この齟齬はどのようにして生まれたのだろうか。本章では、改造運動におけるペリーの位置に着目することで、この齟齬を読み解こう。

はじめにで述べた通り、中等学校においては、19 世紀半ばに至ってようやく数学科が正規の教科として確立された。当時、グラマー・スクールやパブリック・スクールといった中等学校において教養を身に付けることが主眼とされ、古典人文学を教材とした人格の陶冶を目指す一般教育が施されていた。それ故、数学科も古典の一教科と認識されていた。この場合、学習者の外部に普遍的なものとしてカリキュラムが存在し、形式陶冶を行い、推論（reasoning）の能力を鍛えることが教科の目標とされていた。こうした性格はユークリッドの『原論』に基づいて証明と推論を繰り返す教育が行われていた幾何学に顕著に表れていた。

トドハンター（I. Todhunter）による当時の代表的な幾何学の教科書 *The Elements of*

Euclid for the Use of School and Colleges を手掛かりに、当時の数学科の様相を明らかにしよう[27]。書名にもある通り、同書はユーグリッドの『原論』を範とし、中等学校や中等程度の専門教育を施すカレジの生徒を対象として書かれた教科書である。

どの学校でも教えられていた『原論』第Ⅰ巻の内容に着目すると、ここでは「線とは幅をもたない長さである」などの点や線の定義や公理から始まり、それらを使った命題が順に証明される。すでに証明された命題も利用しながら、順番に証明を繰り返し、三角形の合同条件、平行線の性質、平行四辺形、そして最終的にピタゴラスの定理が、証明される構成になっている。

6　　EUCLID'S ELEMENTS

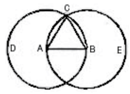
公理

1. 同じものに等しいものは互いに等しい。
2. 等しいものに等しいものが加えられれば全体は等しい。
3. 等しいものから等しいものを引いても残りは等しい。
4. 等しいものに等しくないものを加えると全体は等しくない。
5. 等しいものから等しくないものを引いたら全体は等しくない。
6. 等しいものの二倍は互いに等しい。
7. 等しいものの半分は互いに等しい。
8. 互いに等しい大きい数、同じ面積を占める大きいものは互いに等しい。
9. 全体は部分より大きい。
10. 2つの線分は面積を囲まない。
11. 直角は互いに等しい。
12. 直線が2直線に交わり同じ側の内角の和を2直角より小さくするならば、2直線は限りなく延長されると2直線より小さい角がある側で交わる。

命題1　問題

与えられた線分の上に等辺三角形をつくる。

ABを与えられた線分とする。線分AB上に等辺三角形を作る。



中心をAとし、距離ABを半径とする円BCDを描く。　公準3

中心をBとし、距離BAを半径とする円ACEを通る。　公準3

点Cを円の交点とし、線分CAとCBを点A、Bに対して描く。ABCは等辺三角形になる。　公準1

なぜなら、点Aは円BCDの中心であり、ACはABと等しい。

また、点Bは円ACEの中心であり、BCはBAと等しい。　定義15

したがってCAはABと等しいと言うことが示された。

それゆえ、CAとCBは互いにABに等しい。

等しいものは互いに等しい。　公理1

ゆえにCAはCBと等しい。よってCA、AB、BCは等しい。　定義24

三角形ABCは等辺三角形であり、AB上に描かれた。　Q. E. F.

図1　トドハンターの教科書　（Todhunter, I., *The Elements of Euclid for the Use of School and Colleges*, Macmilan and Co., 1862, pp.6-7. より訳出）

この教科書において、これらの命題は『原論』と全く同様の順番で配置されていた。図1に示した通り、一連の公理や定義を掲載したのち、内容は『原論』第Ⅰ巻の命題1「与えられた有限な直線の上に等辺三角形をつくること」から順番に配列されている。中等学校においては、『原論』がほぼ原文通りに教えられていたのである。

このような幾何学が教えられていた背景には、第一に『原論』が数学者の皆が一度は学ぶ古典的なテキストであるということ、第二に、各学校が独立して運営されていた当時の中等教育において、試験に必要な一定の共通性を保持するスタンダードとしての機能が求められていたことがあげられる[28]。ここでは、学問上の伝統や教育制度上の必要性から教育内容が決定され、学習者の興味関心や発達段階は考慮されていないことがわかる。

しかしながら、『原論』は紀元前3世紀までの数学の発見を集成した専門書であり、学問として数学を体系化することを主眼としていた。元来、中等教育段階の子どもを対象とした教科書ではなかったのである。それゆえ、教科書としては極端に抽象的で、生徒にとって内容を理

解できない難解な科目だった。幾何学は推論の能力を鍛える教科ではなく、試験をパスするための暗記教科に堕していた。

このように幾何学が教育効果を上げていないことに対して、数学者や数学教師から改革を求める声が上がった。そこで 1871 年に、幾何学の教育を改良するべく、ロンドン大学の教授ハースト（T. A. Hirst）らにより幾何学教育改良協会（Association for the Improvement of Geometrical Teaching, 以下 AIGT と記す）が設立された[29]。同会は中等学校の教師、数学者や視学官により構成され、幾何学教育の全般的な改良を目的とする団体であった。同会により、試験制度改革や、教科書の執筆が行われ、幾何学のカリキュラムが改革された。

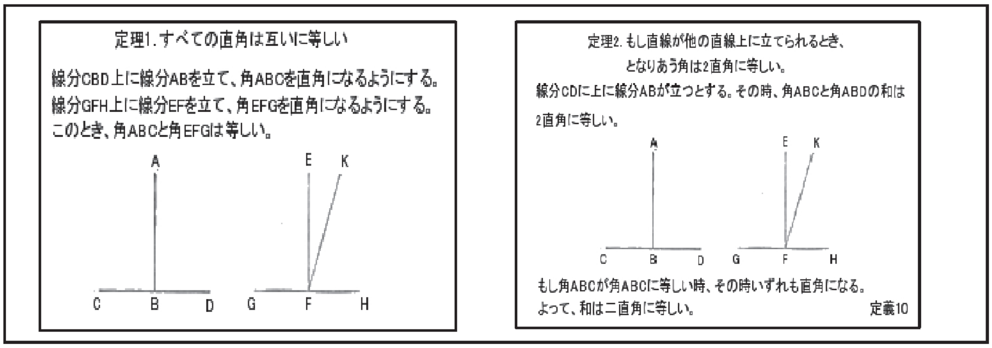


図２　AIGT の教科書　定理１（左）、定理２（右）（Association for the Improvement of Geometrical Teaching, *The elements of plane geometry Part I*, W. Swan Sonnenschein, 1884, p.18, 21 より訳出）

AIGT による教科書 *The Elements of Plane Geometry* を先のトドハンターの教科書と比較し、19 世紀後半に幾何学がどのように展開されようとしたのかを見てみよう。同会から 1884 年と 1888 年に２冊の教科書が出版され、教科書の第一部で『原論』の第Ⅰ、Ⅱ巻の内容が、第二部では第Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ巻（部分的に第Ⅲ巻）の内容が扱われた。この教科書において、作図には定規とコンパスを使用するという原則、定義から出発し命題を順に証明する教授法は引き継がれた。

他方で、命題の配列、すなわちカリキュラムが変更された点が大きく異なっている。トドハンターの教科書では点や直線といった概念の定義が述べられると、最初に教えられる命題１から『原論』と全く同様に「与えられた有限な直線の上に等辺三角形を作る」とされ、証明に線や角、三角形や円といった複数の概念が使用された。これに対し、AIGT 版では図２に示した通り、最初に教えられる定理１は「すべての直角は互いに等しい」という命題であり、証明に利用される概念は直線と角に限定されている。定理２は「もし直線が他の直線上に立てられるとき、となりあう角は２直角に等しい」という定理である。この２つの定理は、『原論』第Ⅰ巻の命題 13「もし直線が直線の上に立てられて２つの角をつくるならば、２つの直角か、またはその和が２直角に等しい角をつくるであろう」に相当する命題である。生徒が単純な概念から学習できるように、命題の配列が変更されている。

このような変更は教科書の全体に見られ、『原論』第Ⅰ巻に相当する内容は、「1. 点における角」、「2. 三角形」、「3. 平行線と平行四辺形」、「4. 問題」、「5. 位置」と領域別に命題の順番が変えられた。生徒が単純な概念から学習できるように、カリキュラムを再編成している。AIGTは幾何学の枠組みを保持しながら、原典主義の教育から脱却し、幾何学のわかりやすい教授を試みたといえよう。学問の系統から教育の系統に沿ったカリキュラムへの転換を見てとることができる。

しかし、幾何教育改良運動は、何のために数学を教えるのかという、目的自体を問う根本的な議論を欠いていた。その結果、AIGTによる改革は表層に留まり、その影響にも限界があった。

このように、19世紀後半のイギリスの中等教育において、全国的な改革運動が行われた幾何学においても、古典という枠組みの中でいかに教えるのかという方法論に関心が集中していたといえよう。このように考えると、科学の基礎として数学を教えるというペリーの数学教育論がいかに特異なものであったかということがわかるだろう。

また、工学者というキャリアもペリーを数学教育の周辺部に位置づかせた。幾何教育改良運動にも見られたように、当時数学教育をけん引していたのは、ケンブリッジ大学の数学科を頂点とした、名門大学の数学者、及び有力な中等学校の数学教師であった。前述のトドハンターやフォーサイスも、ケンブリッジ大学の数学科の教授であったし、エガーもケンブリッジ大学出身の中等学校教師であった。彼らは、同質の文化を共有する安定した集団として、研究、教育、教科書の執筆などを通じて、包括的に数学教育に影響を及ぼしていた。

これに対しペリーは、初等教育を受けた後は、模型製作の専門学校に通い、鋳造工場の徒弟として育った後、1870年にクイーンズ・カレジを卒業して工学者となった。教師としてクリフトン・カレジで数学や物理学の教鞭をとったのち、日本の工部大学校では土木工学を教えた。帰国後は工場のコンサルタントとして製造業に従事した後、フィンスブリー・テクニカル・カレジ、王立科学カレジにて数学や工学を教えた。このように、ペリーは製造現場やそこでの労働者の生活を知る工学者、教師としてキャリアを積んだ。

しかしながら、この経験がペリーを科学教育の普及へと駆り立てた。産業革命を契機に製造業の現場において科学的な知識及び思考に基づく知的労働に対する需要が高まり、公教育の整備が進められた。さらに時を同じくして、1861年のパリ万国博覧会において明らかになった「世界の工場」であったイギリスの技術力の低迷を契機に科学教育の必要性が叫ばれ、大学の相次ぐ新設や専門教育の拡充などによる科学革命が起きた。こうした情勢にもかかわらず、有力な中等学校は依然として人格の陶冶を目指す旧来の教育を保持し、理科系の教科を週に1時間程度行うなど科学教育を軽視した。その結果、社会の支配階級をなす上層部には科学が浸透せず、上述のように数学も科学の基礎としてではなく、思考力の陶冶を目指す教科とされ続けた[30)]。そのため、低い立場にあった専門教育機関において、一般教育の二番煎じともいうべき数学教育がおこなわれ、科学の基礎を数学が与えることはなかった。科学の基礎としてその普及を推進するはずの数学が足かせとなり、科学普及は阻まれていた。こうした数学教育の現状、科学普及の低迷を問題視し、ペリーは講演に至ったのである。

以上から、19世紀後半の数学教育の潮流において、既存の枠組みの中で、数学をいかに教えるのかという方法論に議論が集中していたことが分かる。こうした中で、ペリーは数学教育

の周辺部に位置し、そこからグラスゴーにおける大会に臨んだのである。

（2） 数学教育改造運動の展開

しかしながら、周辺に位置づいていたからこそ、ペリーの改革論は既存の数学教育を根底から問い直す契機となった。第一章で述べた議論は、フォーサイスを議長とし、ペリーを書記官とする、中等学校の数学教育を改革する委員会の設立に寄与した[31)]。従来型の数学教育の主導者フォーサイスと改革者ペリーが同じ委員会で、共に改革の道を模索することになった。

同委員会では、「初等数学の教育に取り組み、数学教育に影響を与えうる改善について効果があると考えられる方法について報告する」[32)]ことが目的とされ、改革に向けて会議が重ねられた。同委員会は1902年に英国学術協会のベルファスト大会において、数学教育改革の報告書‘Teaching of Elementary Mathematics.— Report of the Committee’と、その付録としてペリーとエガーによる改革案に沿った計画案（schedule）の提出をもってその役割を果たした[33)]。

報告書では、従来の指導を唯一のものとせず、教師の創意や生徒のニーズや実態に照らして、多様な指導を認めるという基本方針が提案された[34)]。その結果、一般教育では古典に基づく数学が、専門教育では科学のための数学が指導されることになった[35)]。ペリーが求めていたように、一般教育・専門教育の両教育において、科学の基礎として数学を学ぶという方針は認められなかったものの、学校種の違いに応じて、数学を指導することが可能となった。学習者のニーズが考慮されるようになった点で、一定の前進が見られるといえよう。

幾何学に着目すると、報告書において「論証幾何学は、正確な作図や測定を伴った実際的な幾何学に先行されなければならない」[36)]とされた。論証幾何学を学ぶ前提として、実験などを通じた学習を行い、実感を伴って幾何学を理解することが目指された。わかるように教えようとしている点、現実世界との関係の中で数学が教えられている点に、ペリーの改革論の影響を見ることができる[37)]。

加えて、委員であった先のエガーと書記官ペリーのそれぞれによる計画案が添えられ、新しい数学教育に向けた道筋が示された。エガーの計画案では、初等的な段階の教授方法に関して提案された。ここでは、正確な測定や作図などの直観的な活動を理論的な理解に先行させることが強調された。内容は『原論』と同様の順で配列され、従来通りに授業を展開したとしても、実験的な教授法を取り入れられるように提案されている。例えば、第Ⅱ巻の内容である円周は、インクをつけたコインを紙の上で回転させる、円筒にきつく巻きつけた紙の長さを測定する、といった実験を行うことで、理解を促すよう提案された。他方、ペリーは講演において配布したシラバスとほぼ同様の内容を提案し、カリキュラムの大規模な改革論を改めて提起した。

この報告書から、幾何学において『原論』に基づくカリキュラムを唯一のものとせず、多様化されたことを読み取ることができる。エガーとペリーにより2種類の改革案が示され、現場の教師はこれらを参照しつつ各自の判断で数学を教えることが認められた。数学教育の周辺部におかれていたペリーは、こうして改革の中心を担ったのである。

その後、改造運動を通じて算数や代数学、幾何学の初等的な段階に実験的な方法を取り入れる教授法は普及し、教育改革が進められた。しかし、改革はペリーが望んだようには進まなかった。すでに1908年の時点で、ペリーは改革を「信じていない教師、無視をする教師、あるい

は濫用する教師」が「改革を形骸化させてしまう」のではないかという懸念を抱いていた[38]。既存の数学教育を修正するという大きな流れの中で、実験を取り入れた教授方法は、学習者にわかりすく教えるためだけに用いられた。科学の基礎教科として数学を教えるという、教科観の転換には至らなかった。

さらに、1913年、王立科学カレジで非数学者を数学の講義に起用することの是非を巡る議論において、従来通り数学者を起用すべきとの意見を堅持したホワイト（W. White）にペリーは敗れ、教授職を追われることとなった。こうした経緯から、再び数学教育改革の周辺部へと追いやられていったのである。

では、イギリスで改造運動はどのように展開したのか。グラスゴーにおける大会以降、主流派の数学者や数学教師にも積極的な動きが見られた。1897年、AIGTは数学協会（Mathematical Association）へと改称され、幾何学にとどまらず数学全体を対象とするようになった。その中で、数学者ゴドフレー（C. Godfrey）は数学教育の改革に寄与した。彼は中等学校や大学において教鞭をとる傍ら、数学教育改革を実現すべく数学協会において報告書や中等学校向けの教科書の執筆を精力的に行った。

1901年の講演の直前にも、ペリーの改革論の影響を懸念したフォーサイスの指示を受け、ゴドフレーはイートン校、ハロー校など有力なパブリック・スクールの校長や数学教師ら22名に手紙を送り、数学教育の改革を提案した[39]。ここでは、作図や測定など実際的な活動を幾何学に取り入れること、算数を簡略化することなど現実的な修正路線を示し、校長らの同意を取り付けた[40]。講演後も、彼はシドンズ（A. W. Siddons）とともに数多くの教科書の執筆を手掛けた。ゴドフレーをはじめとする数学者や数学教師は何らかの改革が数学教育において必要である点ではペリーと共有しつつも、その改革の方向は、既存のアカデミックな数学教育観・数学文化を保持する数学教育を目指したものだった。その結果、数学科は科学の基礎とはなり得なかったものの、ユークリッドの『原論』に基づく数学教育からの脱却が進められていった[41]。

他方で、ペリーの講演は国外にも波紋を広げた。1910年代以降、国際数学者会議（International Congress of Mathematicians）の数学教育に関する国際委員会（International Commission on the Teaching of Mathematics）において、ペリーが主張したように、直観と実験を取りいれた教授法や、グラフや関数の導入などが議論された[42]。この委員会には、英国からは、先のゴドフレーが代表者の一人として出席した[43]。ゴドフレーは、同会議で諸外国の改革動向を本国に報告する一方で、本国で進められていた数学教育の改革を報告し、改革の共有を図った。こうして数学教育改造運動により、イギリス国内外に数学教育の近代化がもたらされた。

４．おわりに

本稿は、近代的な数学教育の出発点となった20世紀初頭の改造運動の意義と限界を、数学教育論におけるペリーの立ち位置に着目して再検討した。彼はグラスゴーでの講演において、古典の一教科とされていた従来の数学教育の問い直し、数学を科学の基礎教科とする改革論を提唱した。しかし、その後の議論では既存の数学教育の部分的な修正に意見が集中した。

こうした齟齬が生まれた背景を探るべく、19世紀後半のイギリスの数学教育を幾何学に着

目して概観した。ここでは、ユーグリッドの『原論』を範にとり、人格の陶冶を目指す一般教育が行われていた。1870年代以降に幾何教育改良運動が起こったものの、カリキュラムや教授法の部分的な修正が行われるに留まっていた。工学者であったペリーは、科学の普及を目指し、その基礎を与えるはずが、足かせとなっていた数学教育の改革に着手した。

しかしながら、周辺部に位置していたが故に、ペリーは既存の数学教育を脱却した改革論を提唱できた。ペリーの提起は、数学教育改革を主導する委員会の設立に寄与し、彼は一躍数学教育の中心に躍り出た。報告書において、彼の改革論は数学のカリキュラムの一案として示された。しかし、既存の教育の修正という大きな潮流の中では、教師の協力が十分に得られないまま、再び周辺部へとペリーは追いやられた。他方で、ペリーの改革論の影響は同様の課題を抱えていた諸外国へと広まり、数学教育の近代化が各地で進められた。

本稿では、ペリーの位置づけから改造運動を検討したことで、ペリーと主流派の間で議論された数学教育論を巡る相克の過程が明らかになった。ペリーは科学の普及を目指し、数学教育の周辺部から教育観や内容、指導法を根底から問い直した。論争は内容や指導法のレベルにとどまっていたものの、ゴドフレーをはじめとする数学者や数学教師による改革へと改造運動が転換したことで、既存の数学教育観と融合しながら実現されていった。こうした改造運動の意義は、既存の数学教育観が問い直され、古典の一教科からの脱却を果たした点にあるといえよう。他方で、その限界は周辺部に位置していたペリーの改革論が十分に吟味されていない点にあろう。以上のように、確かにペリーは改造運動の中心に位置し続けたわけではない。しかし、周辺部から問い直したが故に、既存の数学教育観の転換を促し、国際的な数学教育改革の契機となったといえよう。彼の講演に端を発して起こった数学教育の近代化は今日の数学教育の源流をなしている。

今後、ペリーの数学教育論を足がかりに、数学協会を中心に主流派の側の数学教育論を精査し、数学教育の近代化の原点となったイギリスの改造運動を包括的に検討することが課題となろう。近代化を起点に、現代化、そしてナショナル・カリキュラムに至る数学教育史の展開の過程を描くことで、日本の数学教育史の展開を描く上での比較軸が得られる。これより、今日の日本の数学教育を再検討する契機が得られよう。

注

1）改造運動は、広義には“reform of mathematics”、イギリスの運動をさす場合“Perry movement”、ドイツなど大陸に広まったものをさす場合“Perryism”とされる。尚本稿ではイギリスとはイングランドを意味する。United Kingdom をさす場合は、英国とする。中等学校とは、グラマー・スクール、パブリック・スクールを指し、中等程度の学校には、中等学校のほか技術カレジなどの初等教育を経て入学できる専門教育機関を含む。

2）Howson. A. G., *A History of Mathematics Education in England*, Cambridge, 1982, p.131. ここで『原論』について説明すると、紀元前3世紀までの数学の発見を集成したものであり、ユークリッドにより書かれた書物であるとされる。全13巻から構成され、第Ⅰ巻からⅥ巻までは、平面幾何学であり、第Ⅶから Ⅸ巻は整数論、第Ⅹ巻は非共測量、第ＸⅠ、ＸⅡ巻は立体幾何学及び二重帰謬法、第ＸⅢ巻は正多面体論となる。各々において、一見自明なことから厳密な証明を積み重ねて演繹するという、数学の基本的なスタイルで書かれている点にその特徴がある。尚、本稿で参照した版は、中村幸四郎・寺沢秀孝・伊藤俊太郎・池田美恵訳・解説『ユークリッド原論　縮刷版』共立出版、2009年（縮刷版第10刷、縮刷版1版1996年、初版1971年）である。

3）尚、小倉以降、ペリーの伝記を書いた板倉聖宣、数学者の立場から論じた公田蔵の研究があげられる。板倉の研究において、工部大学校に関する研究等で別に論じられていたペリーのお雇い外国人教師としての教育実践とこれまでのペリー研究が一つにまとめ上げられた点に意義がある。しかし、改造運動におけるペリーの数学教育論に関しては、彼の論を引用して紹介するにとどまり、小倉の研究を全面的に乗り越えるものではない。公田の研究ではペリーの教育実践や教育論が日本に与えた影響に重きが置かれ、ペリー自体の研究については小倉に依拠している。

4）ジョン・ペリー著、新宮恒次郎訳『初等実用数学』山海堂、1930年、小倉序、pp. ii-iii。

5）小倉金之助『現代数学教育史』大日本図書、1957年、p.130。

6）Siddons, A. W., 'Presidential Address to the Mathematical Association January 1936', *Mathematical Gazette*, 1936, pp.7-26.

7）Perry, J.(ed), 'The Teaching of Mathematics', *Discussion on the Teaching of Mathematics*, Macmillan, 1901, p.15.

8）Ibid., p.15-16.

9）Ibid., p.14.

10）Ibid., p.2.

11）Ibid., pp.4-5.

12）実験を伴い、具体的に思考する科学を重視していたペリーにとって、現実を伴わない純粋に抽象的な哲学的問答は無意味なものであったため、この点を批判した。

13）このシラバスは、1900年の論文'The Teaching of Mathematics'において基本コースが示され、論文集*England's Neglect of Science*において、論文が再掲される際に発展コースまで示された。

14）Perry, *Discussion on the Teaching of Mathematics*, p.28.

15）Ibid.

16）Ibid., pp.27-29.　尚、この5つの科目に関して、厳密にシラバスを作ると教師の創意工夫を損ねてしまうとして、科目間の関係性を明示することなく、重要な内容を列挙し、注意点を指摘するにとどめている。他科目を前提とせずに、独立して教えられるように計画されているが、相互に補完しあう内容と配列になっている。

17）Ibid., p.28.

18）Ibid.

19）尚、第三の批判に関しては、ペリー同様、フォーサイスも労働者向けに数学や科学の応用についての講座を開いていた。このとき労働者は学んだ内容を何にでも応用していたため、理論の限界を理解せず、誤った結果に至っていた。その結果、学習した内容に確信を持てず、新たな知識を獲得することはなくなった。有用な内容だけを教えればよいのではなく、基礎から出発して、思考法を習得させねば結局は役に立たないとの批判が展開された。(Ibid., p.36.)

20）Ibid., p.35.

21）Ibid.

22）Ibid.

23）Ibid., p.36.

24）Ibid., p.79.

25）Ibid., p.81.

26）Ibid., pp.80-81.

27）同書はシムソン（R. Simson）の教科書*The Elements of Euclid: viz. the first six books, together with the eleventh and twelfth, 1756*に改定を加えながら書かれた教科書である。

28）ハウスンによると、『原論』がこのように教科書として採用された背景として、思考力の陶冶が学校教育で求められていた点のほかに、英国の数学界をけん引してきたケンブリッジ大学で『原論』に基づく幾何学が重視されていた伝統があった点、教員養成学校で使用されていた点が挙げられている。(Howson, op. cit., pp.127, 131.)

29）*Nature*, 1871, p.248. 尚、設立のきっかけは、ゴドフレーの恩師である中等学校における数学教師レベット（R. Levett）の *Nature* 誌への『原論』に基づく幾何学教育を批判した投書だった。(Levett, R., ‘Euclid as a Text-book’, *Nature*, 1870, pp.65-66.)

30）当時の一般教育を経た有力者が科学に関して無知であることに対して、ペリーは「科学の原理について無知であるばかりか、実験的で観察的な科学の訓練に起因する考え方、思考を働かせる方法の類すべてに無知」であり、こうした「有力者の無知が将来の指導者の無知を生み出す」教育システムが生み出され、構造的に科学は軽視されていたと批判している。容易には科学は普及しなかったのである。(Perry, J., ‘England’s Neglect of Science’, *Nature*, No.1601, Vol. 62, July 5, 1900, p.221.)

31）Perry, J.(ed), *Discussion on the Teaching of Mathematics*, 2nd.ed, Macmillan, 1902, p. ix.

32）Ibid.

33）Ibid., pp.112-123.

34）Ibid., p.114.

35）Ibid.

36）Ibid., p.114.

37）Ibid., p.116.

38）Perry, J., ‘The Correlation of the Teaching of Mathematics and Science’, *The School World*, 1908, p.464.

39）Siddons, A. W., ‘Presidential Address to the Mathematical Association’, *Mathematical Gazette*, 1936, p.19.

40）Godfrey, C., ‘The Public Schools and the Question’, *Mathematical Gazette*, 1902, pp.143-146.

41）Godfrey, C., ‘The Teaching of Mathematics in English Public Schools for Boys’, *Mathematical Gazette*, 1908, pp.250-259.

42）Godfrey, C., ‘On the Work of the International Commission on Mathematical Teaching’, *Mathematical Gazette*, 1908, pp.243-246.

43）Siddons, A. W., ‘Charles Godfrey, M. V. O., M. A.’, *Mathematical Gazette*, 1924, p.137.

（教育方法学講座 博士後期課程１回生）

（受稿2010年9月6日、改稿2010年11月26日、受理2010年12月9日）

京都大学大学院教育学研究科紀要　第57号　2011

The Perry Movement in England: Focusing on Perry's Standing Point in Mathematics Education

OSHITA Takuji

In the latter half of the nineteenth century, school mathematics, which included arithmetic, algebra, and geometry, was regarded as a mental discipline. Mathematics teachers and mathematicians considered deductive geometry, based on Euclid, the most effective for reasoning. However, most students found deductive geometry too logical and abstract. In a British association meeting at Glasgow, 1901, John Perry (1850 − 1920), an engineer and mathematics and physics teacher, criticized such school mathematics. In his address, 'The Teaching of Mathematics', he proposed a new scheme of elementary practical mathematics. This included modern mathematics such as functions and calculus. He said that usefulness should determine what subjects are taught to children. In the discussion that followed his address, the mathematics teachers and mathematicians present looked not for the reform but for the modification of school mathematics. This gap stemmed from the trend in teaching mathematics and Perry's career as an engineer. However, Perry's criticisms were to be echoed by foreign reformers of school mathematics. Finally, school mathematics became the basis for modern mathematics.