

エコール・ポリテクニクの設立と技術知の再定義

- 画法幾何学の成立をめぐる -

中村 征樹

東京大学 大学院生

エコール・ポリテクニクの設立とは、アンシャン・レジーム下において整備されることとなった諸技師学校を再編しようとする企てであった。それは、革命において国家の社团的編成の解体が追求されるなかで、旧来の技師養成機構がその制度的枠組みにおいて非常に非効率的なものとなっているという認識を背景に、旧来の諸技師学校を統合・再編することにおいて遂行されたのだった。1794年12月、公共事業中央学校(École centrale des Travaux publics)という名称でその活動を開始する同校は、公安委員会の介入によって、設立準備の過程でモンジュ(Gaspard Monge, 1746-1818)らがその主導権を掌握することとなる。そして、同校の設立を謳ったフルクロアの国民公会報告では、旧来の諸技師学校との断絶が強調された。同校は、土木学校や工兵学校・鉱山学校といった旧来からの諸技師学校を廃止し、それらに取って代わるものとなることが宣言された。そこでは革命の理念にかなり忠実に従った形で、技師養成機構を作りかえることが追求されたのであった¹。

しかしそこで追求されたのは、技師養成機構の制度的な枠組みの転換のみではなかった。それに相即するものとして、技師養成の有り様そのものを大きく転換させることが企てられたのもあった。そしてそのような企ての背後には、技師の養成をめぐるある種の理念が控えていた。それはとりわけ、エコール・ポリテクニクの設立に中心的な役割を担ったモンジュによって構想され、そして同校の教育カリキュラムへと結晶した。エコール・ポリテクニクが公共事業中央学校という名称のもとに設立され、過去の技師養成機構との断絶が強く主張されたとき、それは、新たな原理において技師を養成しようという意思の表明でもあったのである。

だとするならば、それは具体的にはいかなるものだったのか。技師の養成をいかにして成し遂げようとし、それはどのような教育カリキュラムとして表現されたのか。本稿は、以上の点を明らかにすることによって、エコール・ポリテクニクの設立という事態に技師養成という側面から光を当てようとするものである。

エコール・ポリテクニクの学科編成

設立期のエコール・ポリテクニクにおける教育内容は、フルクロアの設立報告に基づいて、おそらくはモンジュによって作成されたと推測される『公共事業中央学校の教育詳説』(以下、『詳説』)²によってその原型を与えられた。本節ではまず、『詳説』に提示されている学科編成の特徴を検討することによって、技師の養成にあたって追求された目的を探り、さらにそれを背後から支えている教育原理を確認しよう。

『詳説』は、エコール・ポリテクニクにおける教育の目的を言明するところから始まる。

「公共事業中央学校設立の目的は、才能と知性を示した若者達に、一般の利益のために指図され、共和国の費用において実行されるような、あらゆる領域における工事を命令し、指揮し、管理するのに必要なすべての確実な知識を提示することにあるのでなければならない」³。

ここで押さえるべきは、二点ある。第一に、工事を「命令し、指揮し、管理する」のに必要な知識を提

示ることが教育の目的とされた。工事の統率者としての任務を担うために必要な知識が、エコール・ポリテクニクでは教授されるのである。ここには、同校が養成を期待された技師が、まさにそのような任務を担う職能であることが反映されている。そして第二に、そのために必要とされる「あらゆる確実な知識」が提示されることが要請されている。それらの知識は、任務に必要とされる限りで網羅的なものでなければならず、さらに確実なものでなければならない。

その上で『詳説』では、エコール・ポリテクニクにおける諸学科がどのような原理に基づいて編成されるかが言明される。それを表にまとめると、次のようになる。

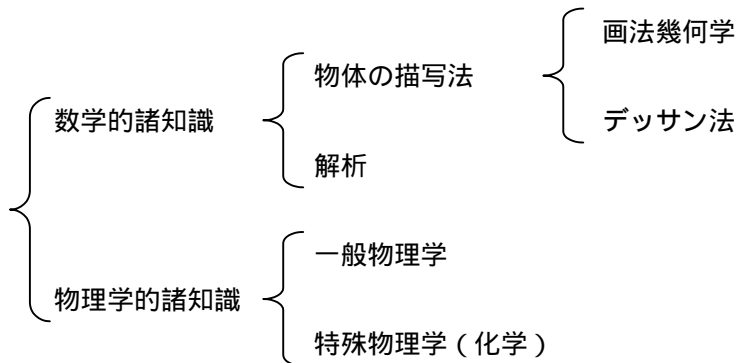


表1 エコール・ポリテクニクにおける諸学科の編成

物理学的諸知識は、物体の構成そのものや物体を構成する分子の諸性質に関わる知識であって、実験室や作業場での実験・経験によって獲得されるものであり、それに対して数学的知識は、物体の形状と運動についての知識であり、計算の利用や定規・コンパスの使用を必要とし、論理(raisonnement)によって獲得されるものとされる。さらに数学的諸知識は、物体の形状と位置を描写する技法と、物体を運動系において捉える解析とに分類される。ここで、「物体の形状と位置を描写する技法とは、2次元の図面上に完全に3次元の物体を表現するものである」⁴とされ、この時、形状が厳密に規定できる物体を対象とするものとして、画法幾何学(géométrie descriptive)が構成される。そして画法幾何学において対象を描写する手順は、確実な諸規則に従うものとされるのである。一方で、人物や植物といったその形状を厳密に規定することができないような物体を対象にすると、諸規則に則った模倣によって描写することとなり、その技法がデッサン法(art du dessin)と呼ばれるのである。

以上のような分類によって、エコール・ポリテクニクでは、技師の任務に必要とされる「あらゆる確実な知識」が提示されるものとされるのである。だとすれば、そのような知識は、上の分類のどこかに例外なく位置づけられねばならない。すなわちエコール・ポリテクニクにおいて、技師の任務に必要とされる技術知は、少なくとも原理的には、上で見てきた分類枠組みのもとへと再編成され、再組織化された。技師にとっての技術知は、少なくとも『詳説』を執筆したとされるモンジュの構想にあっては、以上のような学科分類のもとに整合的に編入され、包摂されるものとされたのである。

そして、以上の学科編成において中心的な位置を占めたのは、画法幾何学であった。第一に、設立期のカリキュラムにおいて、ほぼ半分の時間が画法幾何学に割かれた⁵。そして第二に、画法幾何学を基準に諸学科が分類されるのであり、サカロヴィッチが表現しているように、それは学科編成上の「ちょうつがい」としての位置をも占めていた⁶。すなわち、時間的にも学科編成の原理においても、画法幾何学が同校における教育の中心をなしていたのだった。

学科編成の構造

ここで、デッサン法および解析と画法幾何学との関係をそれぞれより詳細に見ていくことによって、学科編成の構造的な特質を検討しよう。まず画法幾何学の特質は、簡単に次のようにまとめられる。

「画法幾何学は、3次元でかつ厳密に規定できる物体を2次元の製図用紙上に表現する技法であり、また、物体の形状とそれらの位置から必然的に帰結するすべてのものを、その正確な表象から導き出す技法である」⁷。すなわち、画法幾何学においては、3次元の物体とその平面上における描写とが完全に対応することになる。そしてそのためには、先に確認したように、画法幾何学の対象は厳密で正確な形状・大きさを持ったものでなければならず、さらに画法幾何学における対象の描写の手順は確実な諸法則に従う必要があるのだった。

一方でデッサン法は、形状や大きさが厳密に規定できない物体を対象とする。『詳説』によれば、そのような対象は模倣することによってのみ、その形状を検討することができる。そしてその練習は、生徒に二つの利点をもたらすという。一つは、先に確認したように、デッサンによって彼らが着想したすべてのものを表現できるようになることであり、これは画法幾何学を対象領域の側面において補完するものとなる。そして二点目は、「形状に注意深くなり、美しさを学び、ふさわしさの観念(*convenance*)を身につけ、公共事業のなかでもっとも有利にそれを利用できるようになるという利点」⁸である。すなわちデッサン法は、厳密には規定できない対象において画法幾何学を補完するのみならず、画法幾何学が養うのとは別種のセンスを生徒に習得させるという役割をも担うことが強調されている。しかしながらここで、デッサン法の教師であったヌヴォウ(*François-Marie Neveu, 1756-1808*)は、画家や彫刻家・建築家によって利用されてきたデッサン法を、技師の養成を目的とする同校において教育することを擁護するべく、次のように言及している。デッサン法を身に付けることによって技師は、「橋や道路、建造物を、堅固でしっかりと作られているのみならず、装飾されセンスもすぐれたものとすることができる」⁹。しかし、デッサン法の教育を擁護するこのような言及は、逆に、エコール・ポリテクニクにおける教育の中心的な位置を占めるのは画法幾何学であり、デッサン法はそれを、少なくとも技術的な内実においては二次的な位置から補完するにすぎないことを示しているといえよう。

次に、画法幾何学と解析の関係を検討しよう。学科編成上では、画法幾何学、力学、水力学への応用も含んだ形で、「解析」という学科が成立している。そして解析は、画法幾何学が対象の形状や位置を描写するのに対して、釣り合い状態や運動状態にある物体を考察したり、人間や動物の力をもっとも有効な方法で利用したり、あるいは自然に由来する運動を社会の利益になるように変化させたり方向を変えたりするために援用される。かくして解析は、対象を運動系において捉えることによって、対象を静止系において取り扱う画法幾何学を補完することになる¹⁰。

ただし、解析と画法幾何学との関係は、デッサン法と画法幾何学との関係とは大きく異なっている。モンジュは、画法幾何学上の作図と解析的な操作が互いに翻訳可能であることを強調する。その上で、「もっとも複雑である解析的操作に、画法幾何学はその特徴である明証性をもたらし、また反対に画法幾何学には、解析がそれに固有の一般性をもたらすであろう(ことが望まれる)」¹¹という。かくして両者は一体となって、技師の任務にとって中心的な役割を果たす技術知を提供することになるのである。

画法幾何学という「言語」

では、解析ではなく画法幾何学が教育の中心に据えられる根拠はどこにあるのか。それは、19世紀に入

ると両者の関係が逆転し、解析が教育カリキュラム上の優位を占めていくようになるだけに、非常に興味深い点である。この点に関してモンジュは次のように言っている。モンジュによれば、精密さを必要とする諸技術において画法幾何学が利用されているのは、非常に異なる二つの観点においてである。

「第一の観点において、職人たち(artistes)は対象についての知識を互いに交換するために画法幾何学を利用する。それが提供する方法によって、幾何学的地図・地形図・建物や機械の図面・建築デザイン・時計・劇場装飾などが作成されるのであって、この意味において、画法幾何学は物体の形状や各位置を検討し描写する最良の方法なのである。(…)

第二の観点において画法幾何学は、厳密に規定される物体の形状や各位置から必然的に帰結するすべてをそれによって見出しうるような、探求の手段である。画法幾何学の方法によって、石工頭・大工・造船建造者・木工職人・錠前師らは、彼らが製作しようとしている主要な物体の各部のすべての寸法を見出すのである。ここでそれらの寸法は、直接には与えられていないが、その物体の完全な規定から必然的に帰結する」¹²。

すなわち画法幾何学は、第一に、対象についての知識を職人の間でやり取りするための「言語」であり、第二に、それぞれの職人が対象の諸寸法を探求するための手段であるとされる。そして言明は、次のように続けられる。

「主に第一の観点から、公共事業(中央)学校において画法幾何学が利用される」¹³。

かくして画法幾何学は、それが技術的なコミュニケーションにおける「言語」としての役割を担うがゆえに、エコール・ポリテクニクにおける教育の中心に据えられたのである。前節で指摘したように、エコール・ポリテクニクの教育とは工事を「命令し、指揮し、管理する」ような統率者としての技師を養成するものであったということ踏まえるならば、画法幾何学は技術的な指示を提示するにあたっての「言語」としての役割ゆえに教育の中心を占めたということになる。

しかし、言語としての役割は、職人や労働者との関係のみにとどまらない。画法幾何学は、エコール・ポリテクニクにおける教育上の「言語」でもあった。画法幾何学のカリキュラムは、截石法(stéréotomie; 第1学年)、建築術(第2学年)、築城術(第3学年)から成立していた。すなわち、技師の任務に中心的な位置を占める建設や建築に必要な技術知を体系的に教育するものとして画法幾何学は構想されたのであり、はじめに画法幾何学の一般的方法として提示されたものを個別的事例へと応用することによって、3年間にわたる教育は構想されたのである。

そしてその際、基底的な位置を占めたのが、射影(projection)という方法であった。すべての物体の表面は点からなると考えられ、そして空間内の点の位置は、垂直に交わる2平面に降ろした垂線の足を与えてやることによって一義的に決定される。そしてこの垂線の足が、点の平面への射影として定義される¹⁴。そのような定義が与えられて以降、すべての問題とその解答は射影によって表現されるか、あるいは射影を介して解決されるものとされた。そのことによって射影は、3年間にわたる画法幾何学の教育に基底的な方法を提供し、かくして画法幾何学はエコール・ポリテクニクにおける教育のための「言語」となったのである。

画法幾何学による技術知の再定義とその射程

ではここで、画法幾何学が教育における「言語」となったということは、技師養成機構の転換という側面から見たとき、どのような意味を持っているのだろうか。

エコール・ポリテクニクの前身たる土木学校や工兵学校では、実地・演習における教育がその中心をなし

ていた。土木学校において生徒は、道路地図の製図や地方の技師から送付されてきた見積り・明細の審査にあたりながら、実地でその能力を養成した。そして理論的な知識は、数名の優秀な生徒が他の生徒に教育を行うという相互教育法や、あるいは学外の公開講義へと通うことによって補われたのであった。一方で、工兵学校もまた、その教育は徒弟的な性格を色濃く帯びていた。同校における製図の教育は、講義によってではなく、教師や優秀な生徒の指導を仰ぎながら、適切に選択された手本をもとにみずから演習を重ねるといったものだった。同校の教師として1768年から84年にかけて在任したモンジュの影響下、製図法の教育を一新し、理論的な教育を導入しようという試みも、工兵技師団の側からの強い反発もあって、ほとんど実現されなかった。そのような形で、アンシャン・レジーム期の技師養成機構は、実地や演習を中心とした徒弟的性格を色濃く帯びたものだった。さらに、その教育方法も各技師学校によって大きく異なり、したがって、様々な技師団のあいだで技術的实践は互いに異なった原理に基づいて編成されていたのだった¹⁵。

そして画法幾何学とはまさに、そのような形で教育されてきた諸技法を、再編成し体系化することによって提示するものだったのである。それらの技術知は、多様な技師の養成を目的とする包括的な教育プログラムのもと、実地や演習による伝授によってではなく、講義と演習を通じた系統的な教育によって伝達されるものとなった。

エコール・ポリテクニクは、土木学校や工兵学校に取って代わるものとして構想された。そのことによって同校は、土木技師や工兵技師をはじめとした各種の技師を養成するのに必要にして充分な教育を与えるものとされた。そのために必要とされる「あらゆる確実な知識」を提示することが同校には求められたのである。そのような知識を系統的に分類し編成するものとして、先に検討した学科編成が作成され、そしてその中でも技師の任務の中心をなす建設や建築に関わる技術知を系統的に提示するものとして、画法幾何学が構想された。そこでは、アンシャン・レジーム期に教えられていた多様な諸技法が、画法幾何学という「言語」によって編みかえられ、体系化されたのである。かくして、射影を基軸に据えることによって、技師の任務に必要とされる多様な技術知が再定義された。以降、エコール・ポリテクニクでは、射影を統一的な視座として、明確な時間編成のもと、周到に準備されたカリキュラムに則って、技術知が系統的に教育されることとなるだろう。

さらにそれは、様々な技師に対して共通の「言語」を提供するものでもあった。技師養成機構の転換とはそもそも、アンシャン・レジーム期における諸技師学校間の対立を批判し、共通の原理に基づいてそれらを再編・統合しようとするものであった。ここで、諸技師団間の対立の背後には、各技師団に固有な集合的心性が控えていたとするならば、技師団によって別個に整備された諸技師養成機関はそれを拡大再生産する。エコール・ポリテクニクの設立とは、そのような構造を根本から書き換え、多様な技師の技術的実践に共通の「言語」を提供することによって、諸技師団間の対立をその根本から解消しようとするものであった。かくして画法幾何学は、諸技師団を統一的な視点から「合理的に」再編成するための基盤を提供するものでもあったのである。

おわりに

しかしそのような企ての前には、幾多の障害が待ち構えていた。そもそもエコール・ポリテクニクが、テルミドール以降の革命の終結へとむけた動きのなかで、設立翌年には修正を余儀なくされる。諸技師学校が応用学校として技師養成機構のなかに再度据えられることによって、同校はそれらの技師学校に進むための準備的教育機関としての性格をももつこととなった。以降、エコール・ポリテクニクは、土木学校

や工兵学校との間で、その教育理念や教育プログラムをめぐる幾多の衝突を重ねていくこととなる。そのような衝突の背後には、教育理念や教育方法をめぐる対立が控えていた。そこではまさに、本稿で確認してきたような技師の養成をめぐる理念こそが争点となったのである。さらに、諸応用学校の内部も一枚岩ではなかったし、それはエコール・ポリテクニクにおいても同様だった。そしてそこでの対立・衝突が、フランスにおける技師養成機構の展開において大きな位置を占めてくるのである。

だとするならば、技師の養成をめぐる多様な観点の特徴とその相違を確認した上で、それらを背後に据えて繰り広げられた様々な論争・衝突をつぶさに検証していく作業が開始されねばならないだろう。さらに、フランスでは19世紀を通して、ポリテクニシャンを頂点に据えた階層的な技術者コミュニティの構造というものが形成されていくことを考えたとき、そのような作業は技師のみならず職人や民間技術者をも視野に入れて展開する必要があるだろう。実をいえば画法幾何学もまた、技師のみならず職人の技術知をも再定義しようという射程を持っていたのだが、紙幅の関係から、その点は別稿に委ねたい。

註

- 1 以上の点については、拙稿「フランス革命期における社団的国家構造の解体 - エコール・ポリテクニクの設立と技師養成機構の転換 - 」『日仏教育学会年報』4号（1998年）、52-67ページを参照のこと。
- 2 *Développemens sur l'enseignement adopté pour l'École centrale des Travaux publics*, reproduit dans Janis Langins, *La République avait besoin de savants: Les début de l'École polytechnique: l'École centrale des travaux publics et les cour révolutionnaires de l'an* (Paris: Belin, 1987), pp. 226-269; cf. 堀内達夫『フランス技術教育成立史の研究 - エコール・ポリテクニクと技術者養成 - 』（多賀出版、1997年）、82-101ページ。
- 3 *Ibid.*, pp. 227-228.
- 4 *Ibid.*, p. 229; 強調は引用者。
- 5 通常授業が開始された1795年における各学科間の時間配分は、画法幾何学48%、解析9.3%、デッサン16%、一般物理学2.7%、特殊物理学24%であった。J.Langins, *op. cit.*, p. 28.
- 6 Joël Sakarovitch, "La géométrie descriptive, une reine déçue," dans Bruno Belhoste, Amy Dahan Dalmedico et Antoine Picon eds., *La formation polytechnicienne 1794-1994*(Paris: Dunod, 1994), p. 79.
- 7 *Programmes de l'enseignement polytechnique de l'École centrale des travaux publics* (Paris, pluviôse, an : 1794/95), reproduit dans J. Langins, *op. cit.*, p. 142.
- 8 *Développemens ...*, p. 245.
- 9 Neveu, "Dessin," dans *Journal polytechnique, ou bulletin du travail fait à l'École centrale des travaux publics*, 1^{er} cahier(germinal, an : 1795), p. 80.
- 10 *Développemens ...*, pp. 247-248.
- 11 Gaspard Monge, *Géométrie descriptive: Leçon données aux Écoles normales, l'an 3 de la République* (Paris, an VII: 1799), p. 16.
- 12 G.Monge, "Stéréotomie," dans *Journal polytechnique*, 1^{er} cahier, p. 1.
- 13 *Ibid.*, p 2; 強調は引用者。
- 14 G.Monge, *Géométrie descriptive*, pp. 5-11.
- 15 Bruno Belhoste, Antoine Picon et Joël Sakarovitch, "Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous

l'ancien régime et la Révolution," *Histoire de l'éducation*, **46**(mai, 1990), pp. 53-90.