

無限小解析の発想

——18世紀の微積分を使うには——

有賀暢迪（ありが・のぶみち）*

▼内容

- なぜ無限小解析か？——力学史研究の立場から
- 無限小解析の始まりと普及
- 関数ではなく、量——無限小解析の発想（1）
- 幾何学的、あるいは代数的——無限小解析の発想（2）
- 二階の微分をめぐる

▼資料

1. オイラーの“運動方程式”（1750年）

$$\text{I. } 2Mddx=Pdt^2,$$

$$\text{II. } 2Mddy=Qdt^2,$$

$$\text{III. } 2Mddz=Rdt^2$$

2. ロピタル『無限小解析』（1696年）の基礎

第1節

定義1：変量と定量

定義2：変量の微分：「変量とその分だけ連続的に増減する微小部分」（ x に対して dx ）

要請1：無限小量だけしか変わらない2つの量は同一視される

要請2：曲線は無限小の長さの辺を持つ多角形と見なされる

規則1：和・差の微分 ex. $a + x + y - z \rightarrow dx + dy - dz$

規則2：積の微分 ex. $xy \rightarrow ydx + xdy$

規則3：商の微分 ex. $x/y \rightarrow (ydx - xdy)/y^2$

規則4：冪の微分 ex. $x^m \rightarrow mx^{m-1} dx$ ※ m は有理数

第4節

定義1：高次の微分（ ddx , ddd , etc.）

系1： n 次の微分を得るには、 n 個の（一次）微分を考え、そのうち一つを一定とする

命題1：「任意の微分から構成される量の微分を取ることに」

$$\text{ex. } ydy/dx \rightarrow (dy^2 + yddy)/dx \quad (dx \text{ 一定})$$

$$\rightarrow (dxdy^2 - ydyddx)/dx^2 \quad (dy \text{ 一定})$$

* 1982年生まれ。京都大学大学院文学研究科博士後期課程（科学哲学科学史専修）研究指導認定退学。現在、電気通信大学協力研究員および同大学非常勤講師。主な研究領域は物理学史・数理科学史および18世紀西洋科学史。

Webサイト『科学史への小窓』 <http://www.ariga-kagakushi.info>

E-mail: mail@ariga-kagakushi.info

▼関連年表

1684	ライプニッツ、微積分に関する最初の論文
1687	ニュートン『自然哲学の数学的諸原理（プリンキピア）』
1696	ロピタル『無限小解析：曲線の理解のために』（第二版 1716）
1704	ニュートン『曲線の求積について』（『光学』付録）
1727	フォントネル『無限幾何学原論』
1736	ニュートン『流率法と無限級数についての論考』（死後出版；仏訳 1740）
1742	マクローリン『流率論』（仏訳 1749）
1742	ヨハン・ベルヌーイ、積分法に関する講義録（『全集』第3巻所収）
1748	アニェーシ『解析教程』
1748	オイラー『無限解析序説』
1754	ダランベール『微分』（『百科全書』項目）
1754-56	ブーガンヴィル『積分計算論：ロピタル侯の無限小解析の続編として』
1755	オイラー『微分計算教程』
1756-59頃	ラグランジュ『高等解析の諸原理』（講義ノート）
1768-70	オイラー『積分計算教程』

▼主な参考文献

- H. J. M. Bos, "Differentials, higher-order differentials and the derivative in the Leibnizian calculus," *Archive for the History of Exact Sciences*, vol. 14 (1974), pp. 1–90.
- Giovanni Ferraro, "Analytical symbols and geometric figures in eighteenth-century calculus," *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 32 (2001), pp. 535–555.
- Victor Katz『カッツ 数学の歴史』上野健爾・三浦伸夫監訳、中根美知代ほか訳。東京：共立出版、2005年。
- 有賀暢迪「若きラグランジュと数学の「形而上学」：フランスにおける無限小論争を背景として」『科学哲学科学史研究』第4号（2010年）、21-43頁。[京都大学学術リポジトリにて無償公開]
- 高瀬正仁『無限解析のはじまり：わたしのオイラー』ちくま学芸文庫、東京：筑摩書房、2009年。