



# モーペルテュイの最小作用の原理

日本科学史学会 第55回年会  
(2008年5月25日 電気通信大学)

京都大学大学院文学研究科 博士後期課程  
有賀暢迪

# はじめに(1)

- Mach 『力学』 (2006[1933])

- 「この原理が載っている論文の中で、しかもそれは非常に漠然とした形式においてなのであるが、そしてまたモーペルテュイはそこで数学的鋭さの決定的欠如を示しているのだが、…」

- 山本 『古典力学の形成』 (1997)

- 「…より本質的なことは、Maupertuisの語る原理なるものが、自然科学・数理科学の法則としての必要最小限要求される概念規定の一義性・厳密性を欠いていることである」

# はじめに (2)

- **本発表の趣旨**

- モーペルテュイの業績そのものではなく、その背景に目を向ける
- 最小作用の原理に関するモーペルテュイの著作を、当時の力学・自然学の状況を映し出す鏡として利用する

# 本発表の主張

- 2つの論点

- モーペルテュイの最小作用の原理は、  
「**合理力学**」への**アンチテーゼ**であり、  
自然学の新しい研究方法の提唱である
  - 数学と形而上学を結び付ける
- モーペルテュイの最小作用の原理は、  
**機械論的自然観**の枠内で主張されている
  - 自然現象は粒子の運動（衝突）に還元される

# モーペルテュイ年譜

- 1698: サン-マロに生まれる
- 1714: パリのコレージュ入学
- 1723: パリ科学アカデミー会員
- 1736-8: ラップランド測量探検

1744: 最小作用の原理の第1論文

1745: ベルリン・アカデミー総裁就任

1746: 最小作用の原理の第2論文

1756: 最小作用の原理の第3論文

1759: バーゼルにて没



Pierre-Louis Moreau  
de Maupertuis  
(1698-1759)

→ Terrallによる伝記(2002)

# 第1論文(1)

「これまで相容れないと思われていた  
様々な自然法則の合致」 (1744)

- **光の直進・反射・屈折を説明する新原理**
  - 「自然はその効果を生み出す際、常に最も単純な方法で作用する」
    - 形而上学的な原理
  - 「最も単純な方法」 = 「作用の量」が最小
    - 「作用の量」は、速度と通過距離の積で測られる

# 第1論文(2)

- **自然科学研究の2つの方法**
  - **数学的方法**
    - 物体の性質の計算
    - 「我々を非常に遠くまでは導いてくれない」
  - **形而上学的方法**
    - 神の意図（「最も単純な方法」）の探究
    - 「意図」の具体的な内容が不明
  - **2つの方法を併用すべき**
    - 「我々の探究において確実さ (sûreté) に広がり (étendue) を付け加えるために」

# 第1論文(3)

- Cf. 「合理力学」 (rational mechanics)
  - 18世紀の「数学的」力学を指す表現  
(Truesdell 1968)
  - 明晰判明な概念と数学的演繹のみによって、  
確実な真理に到達できる
    - 力学法則は物体の概念（延長など）から導出される
  - 18世紀前半のフランスで顕著
    - マルブランシュからダランベールに至る流れ  
(Hankins 1967;1970)
    - オイラーなどにもその傾向が見られる



# 第1論文(4)

- **最小作用の原理 vs 「合理力学」**
  - モーペルテュイは、純粹に数学的な「**合理力学**」の限界を感じていた
    - ・ 合理力学の追求する「**確実さ**」だけでは不十分
    - ・ 「**広がり**」を付け加えるには形而上学が必要
  - → 数学と形而上学を結び付ける

# 第2論文(1)

## 「形而上学的原理から導かれた運動と 静止の諸法則」 (1746)

### ○ 神の存在証明

- 最小作用の原理から、あらゆる自然現象の基礎にある「運動の法則」が導かれる
  - 「それは、神が存在することと、彼がこうした法則の起草者であることの最も強力な証明ではないか？」

# 第2論文(2)

- 「運動の法則」の実際
  - 2つの衝突の法則
    - 「硬い」物体の衝突 [完全非弾性衝突]
    - 「弾性的な」物体の衝突 [完全弾性衝突]
  - 最小作用の原理は2つの法則を統一する
    - 「硬い物体論争」を解決する試み  
(Scott 1970)

## 第2論文(3)

- 「**神の存在証明**」の背後にある**自然観**
  - 「自然の最も偉大な現象、最も驚嘆すべきものは運動である [...] 行為や生命はいたるところで、それにこそ支えられている」(1768)
  - 「神が自然に課した基本的な法則」すなわち「運動が保存され、分配され、打ち消される、かの普遍的な規則」(1746) i. e. 衝突の法則
- **モーペルテュイは、自然現象は粒子の運動（衝突）に還元されると考えている（機械論的自然観）**

# 第3論文：まとめに代えて

## 「神の存在証明の哲学的吟味」 (1756)

- 様々な「運動の法則」を考察
  - 物体の概念（延長、不可入性、慣性など）から「運動の法則」は導けない
  - 「合理力学」へのアンチテーゼ
- 6つの「運動の法則」を提示
  - いずれも衝突の法則
  - 第6法則：最小作用の原理
  - 機械論的自然観

# おわりに

- **最小作用の原理が映し出すもの**
  - モーペルテュイは**機械論的自然観**に立ち、「**合理力学**」の批判を行う
    - 衝突の法則を重視する姿勢はマルブランシュ、ダランベールらと共通
  - **18世紀前半のフランスにおける力学 = 機械論的合理力学？**
    - 機械論的：衝突の法則が最も重要
    - 合理力学：自明な概念と数学的演繹のみ

# 参考文献 モーペルテュイの著作

Maupertuis, Pierre-Louis Moreau de. 1744. "Accord de différentes loix de la nature qui avoient jusqu'ici paru incompatibles," *Mémoires de l'académie royale des sciences de Paris* : 417-426.

----. 1746. "Les Loix du Mouvement et du Repos déduites d'un Principe Metaphysique," *Mémoires de l'académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin* : 267-294.

※以上2つはオイラー全集にも収録 (*Leonhardi Euleri Opera omnia*, II-V)

----. 1756. "Examen philosophique de la preuve de l'existence de Dieu employée dans l'Essai de Cosmologie," *Mémoires de l'académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin* : 389-424.

----. 1768. "Essai de Cosmologie," in *Œuvres de Maupertuis*, Lyon: Jean-Marie Bruyset, t. I, ix-xxxvi & 1-78.

※以上2つはモーペルテュイ著作集 (*Oeuvres [...]*, Hildesheim; New York: Georg Olms Verlag, 1965-1974) にリプリントあり

# 参考文献 その他の著作

- Hankins, Thomas L. 1967. "The Influence of Malebranche on the Science of Mechanics during the Eighteenth Century," *Journal of History of Ideas*, 28: 193–210.
- . 1970. *Jean d'Alembert: Science and the Enlightenment*, Oxford: Clarendon Press.
- Mach, Ernst. 2006年[原書1933年(第9版)]. 『マッハ力学史: 古典力学の発展と批判』上下, 岩野秀明訳, ちくま学芸文庫, 東京: 筑摩書房.
- Scott, Wilson L. 1970. *The Conflict between Atomism and Conservation Theory, 1644–1860*, London: Macdonald & Co.; New York: Elsevier.
- Terrall, Mary. 2002. *The Man Who Flattened the Earth: Maupertuis and the Sciences in the Enlightenment*, Chicago: University of Chicago Press.
- Truesdell, C. 1968. "A Program toward Rediscovering the Rational Mechanics of the Age of Reason," in *Essays in the History of Mechanics*, Berlin; New York: Springer-Verlag, 85–137.
- 山本義隆. 1997年. 『古典力学の形成: ニュートンからラグランジュへ』東京: 日本評論社.