

The emergence of the *dynamique* in the Paris academy of sciences

Nobumichi ARIGA*

Introduction

[1] The dictionary of Académie Française, 4th ed. (1762):

DYNAMIQUE. s.f. Signifie proprement la science des forces ou puissances qui meuvent les corps. Il se dit plus particulièrement de la science du mouvement des corps qui agissent les uns sur les autres, soit en se poussant, soit en se tirant d'une manière quelconque.

--> Science of force / Science of motion of bodies in mutual action

[2] D'Alembert on "dynamique":

-“M. Leibnitz[sic] est le premier qui se soit servi de ce terme” (“Dynamique” in *Encyclopédie*)

-[He had chosen “dynamique” for its title] “comme le mot de *Dynamique* est fort usité aujourd'hui parmi les Savans” (preface of *Traité de dynqmiaue*, 1743)

Leibnizian dynamics and its diffusion

[3] Leibniz's classification of “force” in *Specimen dynamicum* (1695):

-“primitive” (metaphysics) / “derivative” (physics)

-“active” (“virtue”) / “passive” (“resistance”)

-“derivative” and “active” force

--> *vis viva* (living force; actual motion) / *vis motrui* (dead force; “solicitation”)

* Part-time lecture, Rikkyo University. MAIL: ariga.nobumichi@gmail.com
Materials in this paper are drawn from my PhD work.

[4] Vis viva controversy, or Leibniz on vis viva:

- How to measure the “force of bodies in motion”
- Leibniz: mass and squared velocity (mv^2)
- Descartes: mass and velocity (mv) or quantity of motion
- Total amount of “force,” or more precisely *vis viva*, being conserved

[5] Christian Wolff on vis viva

- Principia dynamica in Comentarii* of the Petersburg academy (1726)
- Elements of Universal Mathematics (Elementa Matheseos Universae*, 1713)
- Mathematical Lexicon (Mathematisches Lexicon*, 1716)

[6] Histoire (bulletin of the Paris academy of sciences) for 1721:

Dès l'an 1686 M. Leibnitz avoit avancé sa proposition paradoxique dans les Journaux de Leibniz. Comme elle n'avoit été reçûë d'aucun Mathematicien, & que tous, sans y avoir égard, avoient continué d'aller leur chemin ordinaire, on n'en faisoit guere de mention, peut-être par respect pour un aussi grand homme que son Auteur, mais M. Volfus[sic], séduit apparemment malgré ses lumieres par une grande autorité, ayant adopté depuis quelque temps ce principe dans son Cours de Mathematique, M. le chevalier de Louville a cru devoir s'opposer à un mal qui commençoit à gagner, & qui pouvoit acquerir des forces par une nouvelle autorité considerable.

[7] Histoire (bulletin of the Paris academy of sciences) for 1728:

- Detailed account of recent discussion about the measure of force
- Controversy going on within the academy

[8] Johann Bernoulli on vis viva:

- Discours sur les loix de la communication du mouvement* (1727)
- “Cet ouvrage a été l'époque d'une espece de schisme entre les savans sur la mesure des *forces*.” (d'Alembert)

[9] Absence of “dynamique”:

- “[N]ouvelle *Dynamique*, ou Science des forces” in Eloge of Leibniz (1716)
- But “dynamique” was not in circulation through 1720s

Establishment of a new science

[10] Clairaut, “Solution de quelques Problemes de Dynamique” (1736):

- Controversy between Clairaut and Fontaine on *Tractrice* or *Tractoire*: Curve described by one body when another body drew it by a thread (inflexible one)
- Seven problems related to the motion of two bodies connected to each other
 - > Treatise about motion of bodies in mutual action (constrained motion)

[11] Explanations by academy’s secretary in *Histoire* for 1736 and 1741:

- 1736: “Les mouvements d'un ou de plusieurs Corps tirés par des Cordes, sont un des principaux Objets de la *Dynamique* ou Science des Forces”
- 1741: “Le nom de *Dynamique* qui est depuis peu en usage parmi les Géomètres François, & dont M. Leibnitz s'est servi le premier, signifie cette mécanique spéculative & sublime qui traite des forces motrices & actives des Corps”
- “[...] le véritable objet de la Dynamique est, [...] la théorie des Forces actuellement agissantes”
- > “Dynamique” rather faithful to its original Leibnizian meaning

[12] Montigny, “Problèmes de Dynamique” (1741):

- Problem: on a horizontal surface there is a ring available to rotate on a fixed point, through which a bar can move smoothly; to this bar, which is attached with two or more bodies, one gives some motion; then one should determine how these bodies will behave
- Two-body case (problem 1) / Infinite number of bodies (problem 2)
- > Treatise about constrained motion

[13] Explanation by academy's secretary in *Histoire* for 1742:

Les questions de Dynamique ont ordinairement pour objet un système de corps, à l'un ou à plusieurs desquels on imagine qu'il soit donné un mouvement quelconque qui se communique à tous les autres ; après quoi il faut déterminer les vîtesse, les positions, les oscillations de chacun de ces corps, & les différentes courbes qu'ils décrivent sur un ou plusieurs plans fixes ou en mouvement, & dans l'espace absolu & immobile.

-“système”: assemblage of bodies connected by any mutual actions whatever, including the solar “system” and “system” of planet and satellite

-“[...] l'on peut dire que M. Newton a résolu plusieurs Problèmes de Dynamique dans son Livre des Principes [...]”

--> Leibnizian connotations erased

[14] *Histoire* for 1743:

-Short review of d'Alembert's *Traité de dynamique*

-“Problème de Dynamique” by d'Arcy: when one body descends along a curve set on another body which can smoothly slide on a surface, to determine their motions due to their mutual action

Bernoullian connection and the conservation of *vis viva*

[15] Employment of the principle of “Conservation des Forces vives”:

-“[Ce principe] a été traité avec tant d'élégance par les célèbres M^{rs} Bernoulli Pere & Fils [i.e. Johann and Daniel Bernoulli]” (Clairaut 1736)

-Sum of mass multiplied by squared velocity ($\sum mv^2$) being always constant

-Employed by Clairaut and Montigny

[16] *Procès-Verbaux* (minutes of the academy) for 1735:

Apr. 30: “M^r Clairaut a commencé à lire un Ecrit sur les Mouvements des Corps ensemble[sic].” (lacking the word “dynamique”)

May 4: “Mr Clairaut a continué sa Lecture.”

“Et Mr de Maupertuis a lû Le Problème suivant par rapport au même sujet.”

“Problème Dynamique proposé par Mr Koënic.”

[17] Maupertuis and Bernoulli:

-Maupertuis: representative “Newtonian” (?)

-Visited Johann Bernoulli (1729-30)

-Acknowledged supporter for *vis viva* (according to Terrall)

[18] König to Maupertuis (Jan. 1739):

-Enclosed with “une petite pièce sur la mesure des forces vives,” writing that:

Comme la démonstration paroît simple et point exposée aux objections, même facilement à vérifier par l'expérience, j'ai cru, Monsieur, que vous ne seriez pas fâché de l'avoir, peut-être en pourrez-vous faire quelque usage auprès de quelqu'un de ces Messieurs prévenus encore pour l'ancienne hypothèse.

[19] Maupertuis and König in 1735:

-Maupertuis met König in Basel, studied under Bernoulli

-May 4: Maupertuis read “Problème Dynamique proposé par Mr Koënic”

-May 1: König sent to Maupertuis “une demi douzaine” of problems, requesting “de recommander ces problèmes aux jeunes géomètres de votre connoissance”

--> Supposed route through which the *dynamique* was brought into the academy

[20] Maupertuis on “Problème Dynamique”

-When two bodies are connected to the ends of a thread on a horizontal plane, given any velocity to one body, what sort of curve will another body describe?

-Solution by the conservation of *vis viva*

[21] Maupertuis and “dynamique”

- It is plausible that Maupertuis effectively defined “dynamique” in the academy
- Maupertuis mentions to “dynamique” without explanation and refers to the conservation of *vis viva* in his another article (1740)

Conclusions: From methaphysical to mathematical mechanics

[22] Conservation of *vis viva* just for solving mathematical problems:

- The principle was “reconnu vrai de tous les Sçavants, malgré les disputes qu'ont causées la théorie des Forces vives” (Clairaut)
- It was “souvent employé par d'autres Géomètres fameux qui rejettent formellement les Forces vives, ou qui n'ont point voulu entrer dans la discussion de cette célèbre dispute, dont il peut être aisément séparé” (Secretary)

[23] D'Alembert's *Traité de dynamique* contextualized:

- D'Alembert banished “force”, calling “êtres obscurs & Métaphysiques, qui ne sont capables que de répandre les ténèbres sur une Science claire par elle-même.”
- Not so peculiar if contextualized in the emergence of the *dynamique*.
- General trend of mechanics in eighteenth century:
From metaphysical to mathematical science /
From one branch of natural philosophy to an autonomous science of mechanics