

ハイブリッド力学系理論とその応用

東京大学・生産技術研究所 合原 一幸 (Kazuyuki Aihara)
Institute of Industrial Science
University of Tokyo

天体の運行をはじめとして、この世の中は様々なダイナミクスに満ちている。このようなダイナミクスを理論的に研究する主な学問分野として、数学における力学系理論と工学における制御理論がある。興味深いことに、この力学系理論と制御理論は、ほぼ独立に互いにあまり交流もなく、各々大きく発展してきている (図 1)。力学系理論は主として非線形、不安定、自律系を、そして制御理論は主として線形、安定、非自律系を対象とする。この意味で相補的であるため、これらを融合することにより、強力な最先端制御理論が構築できる可能性がある。

現在筆者らは、特にハイブリッド力学系に着目して、この融合に関する取り組みを進めている [1]。ハイブリッド力学系は、連続値変数と離散値変数が共存する力学系のことであり、ハイブリッドカーをはじめとして応用上も重要である。

特に、生命システムや医学システムには、様々なハイブリッド力学系が存在する [1]。たとえば、筆者らが研究している前立腺がんの間欠的ホルモン療法も、ハイブリッド力学系として記述される [2]-[8]。さらには、細胞内の遺伝子・タンパク質ネットワークや細胞間の非線形ダイナミクスの数理モデリングにおいても、ハイブリッド力学系はたいへん重要な概念となる [1], [9]。

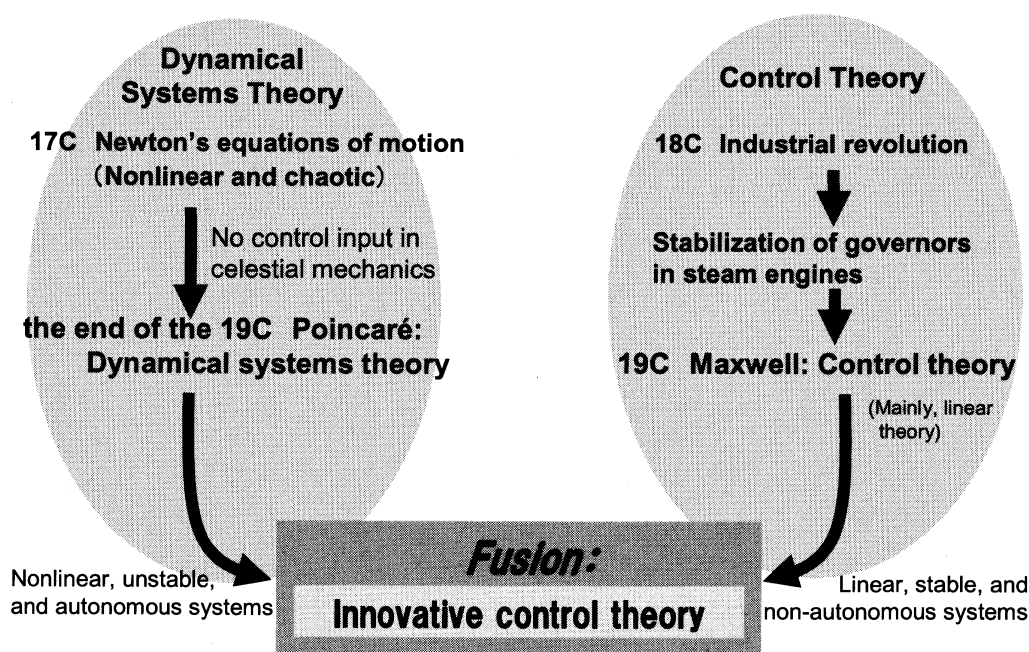


図 1 : Toward fusion of dynamical systems theory and control theory.

【参考文献】

- [1] Kazuyuki Aihara (Ed.): Theme Issue "Theory of Hybrid Dynamical Systems and its Applications to Biological and Medical Systems," Philosophical Transactions of the Royal Society A, Vol.368, No.1930 (2010).
- [2] A.M. Ideta, G. Tanaka, T. Takeuchi, and K. Aihara: "A Mathematical Model of Intermittent Androgen Suppression for Prostate Cancer," J. Nonlinear Science, 18(6) 593-614 (2008).
- [3] G. Tanaka, K. Tsumoto, S. Tsuji, K. Aihara: "Bifurcation Analysis on a Hybrid Systems Model of Intermittent Hormonal Therapy for Prostate Cancer," Physica D, 237(20) 2616-2627 (2008).
- [4] T. Shimada and K. Aihara: "A Nonlinear Model with Competition between Prostate Tumor Cells and its Application to Intermittent Androgen Suppression Therapy of Prostate Cancer," Math. Biosci., 213(1) 134-139 (2008).
- [5] Q. Guo, Y. Tao, K. Aihara: "Mathematical Modelling of Prostate Tumor Growth under Intermittent Androgen Suppression with Partial Differential Equations," Int. J. Bifurcation and Chaos, 18(12), 3789- 3797 (2008).
- [6] Y. Tao, Q. Guo, and K. Aihara: "A Model at the Macroscopic Scale of Prostate Tumor Growth under Intermittent Androgen Suppression," Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Vol.19, No.12, pp.2177-2201 (2009).
- [7] Y. Hirata, N. Bruchovsky, and K. Aihara: "Development of a Mathematical Model that Predicts the Outcome of Hormone Therapy for Prostate Cancer," J. Theoretical Biology, Vol.264, pp.517-527 (2010).
- [8] Y. Tao, Qian Guo and Kazuyuki Aihara: "A Mathematical Model of Prostate Tumor Growth Under Hormone Therapy with Mutation Inhibitor," J. Nonlinear Science, Vol.20, No.2, pp.131-275 (2010).
- [9] L. Chen, R. Wang, C. Li, and K. Aihara: "Modeling Biomolecular Networks in Cells: Structures and Dynamics," Springer, London (2010).