

MIS024-16

会場:301B

時間:5月25日 18:15-18:30

散逸構造の形成とエントロピー生成率の最大化 (MEP)... 気候システムへの適用 Emergence of dissipative structures and Maximum Entropy Production (MEP)... Application to climatic system

芹澤 浩^{1*}, 雨宮隆¹, 伊藤 公紀²

Hiroshi Serizawa^{1*}, Takashi Amemiya¹, Kiminori Itoh²

¹ 横浜国立大学環境情報研究院, ² 横浜国立大学工学研究院

¹Yokohama National University, ²Yokohama National University

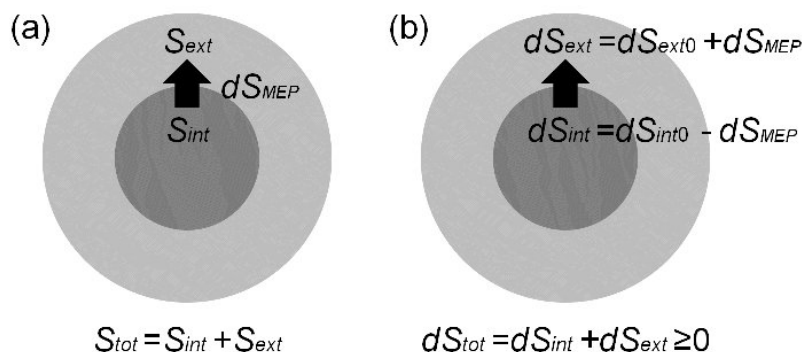
熱平衡から遠く離れた開放系において、散逸構造と呼ばれる低エントロピー状態が出現することは以前からよく知られている。しかし、具体的にどのような状態で安定化するかという最適化理論について、これまであまり研究がなされてこなかった。近年、この分野において、Kleidon によるエントロピー生成率最大化 (MEP) の原理 [1]、および Bejan によるコンストラクタル (Constructal) 理論 [2] という 2 つの大きな潮流が現われた。昨年ごろからはどちらがより本質的かを巡って、両理論の間で白熱した論争も交わされるようになり [3],[4]、そうした切磋琢磨を通して、両理論のさらなる発展が期待されている。散逸構造の形成において、散逸構造自体の低エントロピー性とエントロピー生成率の最大化という、一見、相反するような状況をいかに両立させるかが課題になる。本発表では、まず熱帯地域から極地域への熱移送モデルを用いて、2 つの最適化理論を概観する。続いて主に MEP 理論を参照しながら、散逸構造をシステムの内部、それを取り巻く環境をシステムの外部とする 2 階層モデルを提示し、MEP を前者から後者へのエントロピー放出の最大化と解釈することによって、上記のジレンマの解決を目指す。我々が想定する外部環境には、太陽のような散逸構造を駆動する熱源、エネルギー源も含まれる。こうするとシステム全体を近似的に閉鎖系と見なすことができるようになり、より普遍的な熱力学の第 2 法則 (エントロピー増大の法則) との整合性も保障される。地球上には大気循環などの気象現象以外にも、多様な生命体や人間社会など、低エントロピー性を特徴とする散逸構造は数多く存在する。最後に本発表で紹介した最適化理論について、生物学、社会学、経済学など、他領域への適用可能性について展望する。なお付図において、中心部の濃い灰色の円は散逸構造を、周囲の淡い灰色の円環は外部環境を、また黒い矢印は MEP によるエントロピー生成を表す。

[1] Kleidon, A., Lorenz, R.D. (2004). Non-equilibrium thermodynamics and the production of entropy: life, Earth, and beyond. Springer Verlag, Heidelberg.

[2] Bejan, A., Reis, A.H. (2005). Thermodynamic optimization of global circulation and climate. International Journal of Energy Research 29:303-316.

[3] Kleidon, A. (2010). Non-equilibrium thermodynamics, maximum entropy production and Earth-system evolution. Philosophical Transactions of the Royal Society A 368:181-196.

[4] Bejan, A. (2010). Design in nature, thermodynamics, and the constructal law. Comment on " Life, hierarchy, and the thermodynamic machinery of planet Earth " by Kleidon. Physics of Life Reviews 7:467-470.



キーワード: エントロピー生成率最大化 (MEP) の原理, 開放系, コンストラクタル理論, 散逸構造, 熱平衡から遠く離れて, 非平衡熱力学

Keywords: Principle of Maximum Entropy Production (MEP), Open system, Constructal theory, Dissipative structure, Far from equilibrium, Non-equilibrium thermodynamics