指標分析とその多次元プロットによる複雑ネットワーク特性の分類

Classification of complex network topology by centrality indices and their 2D plots

○酒井　道[1]、松山　真吾[1]、小柴　昌隆[1]、水井　康公[1]、宮城　茂幸[1]（1. 滋賀県立大工）

○Osamu Sakai[1], Shingo Matsuyama[1], Masataka Koshiba[1], Yasutaka Mizui[1], Shigeyuki Miyagi[1]

(1. Univ. Shiga Pref.)　E-mail: sakai.o@usp.ac.jp

1. はじめに

種々の物質やその形成過程・現象においては、多くの変数や要素間の関係が絡み合って特性が現れたり結果を生じたりするが、その相互作用の過程の分析は通常は極めて困難となる。複雑系科学の一分野である複雑ネットワークの研究は、要素間の複雑な関係とその統計性について明らかにしてきたが、その要素間のシナジー効果の評価については十分でなかった。また、最近盛んに活用されている、いわゆる機械学習等においては、入力と出力の間の多様な関係を表現可能としているが、現象そのものに内在する実プロセスを明らかにする検討は発展途上である。そこで、本研究では、多種の要素の組み合わせで実現する現象において、要素間のシナジー効果の分類を指標分析とその可視化により行い、現象の出力に至るプロセス・原因を明らかにする手法を示す。

2. 分析手法と結果

我々は、全体構造を構成する多数（数 10～数 100）の要素を頂点、要素間の関係を枝で表したグラフ（ネットワーク）構造を構成し、全頂点の中心性指標値を複数計算し[1]、各指標値を軸とした多次元（通常２次元）プロットの形状から構造全体が表す特性の推定を試みた[2-4]。弱電離プラズマ中の化学反応中の粒子種分析の場合、反応物・中間体・生成物の分類およびナノ粒子生成経路が可視化できた（図 1 (a)）[2, 3]。また、フラクタル状の銀ナノ粒子凝集体の構造分析の場合、フラクタル特性の同定と光メタマテリアル効果の起源箇所の推定を行った（図 1 (b)）[4]。その他、人間行動分析への適用も検討中であり、汎用性のある手法として活用を目指している。

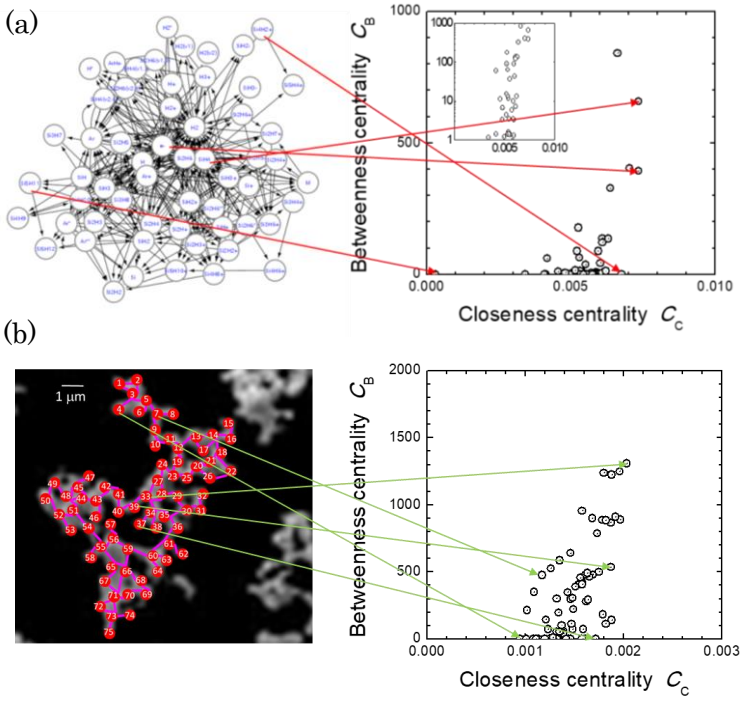

Fig. 1. Network topology (left) and two-dimensional diagram with two centrality indices (right). (a) SiH_4 plasma chemistry [2, 3], and (b) Ag nano-particle aggregates [4].

参考文献 [1] E. D. Kolaczyk, *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models* (Springer, Berlin, Germany, 2009). [2] Y. Mizui *et al.*, Symmetry **9**, 309 (2017). [3] Y. Mizui *et al.*, *Complex Networks VIII* (Springer International Publishing, Cham, 2016), pp. 135-140. [4] N. Kihara and O. Sakai, Appl. Sci. **8**, 1310 (2018).

© 2019年 応用物理学会