

ナノ光学・流体・学を基盤としたコンピューティング機能の物理実装

Implementation of Computing Functionality Based on Nano Optics and Nano Fluidics

慶大理工¹, 産総研² ○齋木 敏治¹, 木原 雄也¹, 中村 政輝¹, 山口 慧¹, シリル デブレ¹

比留川 悠介¹, 桑原 正史²

Keio Univ.¹ and AIST² ○Toshiharu Saiki¹, Yuya Kihara¹, Masaki Nakamura¹, Kei Yamaguchi¹,
Cyrille Debray¹, Yusuke Hirukawa¹, and Masashi Kuwahara²

E-mail: saiki@elec.keio.ac.jp

ディープラーニングに先導される第3次人工知能ブーム、脳機能を模倣したチップ開発、最適化問題専用マシンとしての量子シミュレータの出現など、近年ビッグデータの活用や既存の計算機の限界打破を目指して、新たなコンピューティングの潮流が急速に生まれつつある。メモリとプロセッサが物理的に一体化し、ハードウェアとアルゴリズムが不可分の関係となり、さらにコンピューティングそのものがヘテロ化へ向かうという、これまでとは全く異質の変化が起きようとしている。まさにその出発点にいる現在、生物や自然現象が実現している発見的解法を何らかの物理系に実装するための設計論が求められている。その本質は「並列的・局所的な記憶・演算に基づく大域的機能発現」であり、記憶機能と演算機能を兼ね備えた素子が時間・空間的に相関を形成することにより、全体を見ながら自らが学習・修復・最適化する能力を具現化することにある。

われわれは多彩な光学応答が可能な金属ナノ構造(プラズモン粒子)集合体やマイクロ共振器構造に対して、高コントラストな誘電率・導電率変化を特徴とする相変化材料を導入し、上記の機能創出に取り組んでいる。とりわけ、相変化の閾値性と可塑性をそれぞれ演算機能、記憶機能ととらえ、ナノ粒子系の空間コヒーレンス(空間相関形成)や共振器モードの変調と組み合わせたコンピューティング機能の発現を目指している。

また並行して、ナノ流体工学の活用も検討している。例えば液滴構造は、環境である周囲の固体と相互作用しながら、表面自由エネルギーが最小になるように柔軟にその形を変える。すなわち全体を見渡しながら何らかの最適化を遂行する能力を備えている。ブラウン運動による揺らぎの導入や動的秩序形成の実装においても流体は有用である。

本講演では最適化問題の具体例として、ナノ光学によるスピングラス類似問題の解探索、ナノ流体工学による巡回セールスマン問題の解探索などを取り上げ、最後にスウォーム・インテリジェンスの実装の可能性を議論したい。