

DNA の電気伝導特性：特異な電子物性

(H. Mayama, T. Hiroya, K. Inagaki, S. Tanda and K. Yoshikawa,
Chem. Phys. Lett., **397**, 101-105 (2004).)

DNA の二重らせん構造の内部に塩基対層 (π 電子軌道の重なり ; π way) を有することから、ナノテクノロジーにおける分子導線としての可能性に大変興味もたれてきた。しかしながら、最近の分子導線の研究から DNA は絶縁体であることが明らかになってきている。そのため、DNA を化学的に修飾して電気的性質を制御しようという試みが行われている。我々は世界に先駆けて銀イオンを塩基対層にドーピングすることで電気的性質を制御することに成功し、電気伝導度の銀ドーピング量依存性を見出した。ドーピング量依存性の観点から、以下の点を明らかにした。

- X線吸収微細構造解析 (EXAFS) により、Ag は塩基対と結合し、Ag-DNA 複合体を形成する (図1 参照)。
- DNA の電気伝導度 σ は $8 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ であり、絶縁体に近い半導体である (世界で初めて正確な電気伝導度を決定)。
- 銀ドーピングにより σ は半導体領域まで変化する (図2 参照)。
- σ の銀ドーピング量依存性は $\sigma \propto n^{0.5}$ (図2 参照)。
- このドーピング量依存性は $\sigma \propto n^\alpha$ ($\alpha \geq 1$) を示す半導体 (金属-絶縁体転移含む)、電解質、超イオン導電体および通常の有機伝導体とは明らかに異なる。

DNA の電気伝導性を理解するためには、長距離相関のある無秩序を含むランダムポテンシャル系 (生物の進化に伴って生じた塩基配列の乱雑さ) の側面を考慮しなければならない。

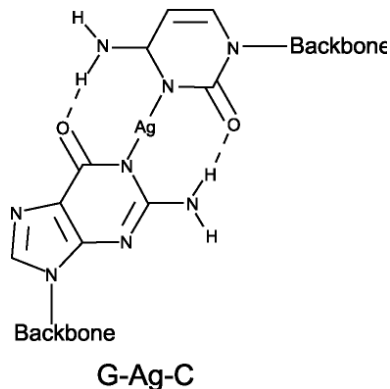


図1 EXAFSにより決定された複合体の構造。

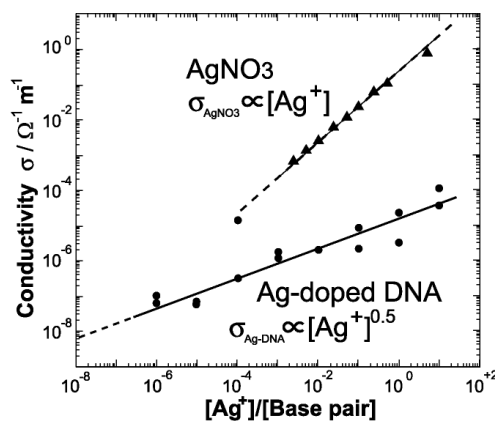


図2 電気伝導度 σ のドーピング量依存性。
比較のために硝酸銀水溶液の依存性も示した。