

Y字型 DNA 単分子の電気伝導特性の解明

Electron Transport Property of a Single Molecule of Y-shaped DNA

東工大理, (M2)張月嬋, 西野 智昭

Tokyo Tech., ○Yuechan Zhang, Tomoaki Nishino

Email: zhang.y.an@m.titech.ac.jp

[緒言]

近年、単分子を用いた微小電子デバイスを実現するために、電極と連結した単分子接合が注目を集めており、伝導特性に関する研究が盛んに行われている。これまで分子ワイヤー、スイッチやダイオードなどの機能を示す単分子素子が多く開発されている。その多くは二端子デバイスであるが、単分子デバイスのさらなる高機能化のために、二端子でなく、三端子デバイスが求められている。

我々は、DNA の優れた電気伝導特性に着目し、DNA を用いた単分子デバイスを開発している。そして、DNA は構造が容易に制御できる利点を有している。そこで、本研究では、三端子単分子デバイスの開発を目指し、Y字型 DNA 単分子の伝導特性を明らかにすることを目的とした。

[実験]

試料は、3'末端にスルフィド基を含むチミンで修飾したY字型 DNA (TWJ)と直鎖状DNA(linDNA)を用いた(Figure 1)。DNA 単分子の電気伝導度は、走査型トンネル顕微鏡 (STM)を利用したブレイクジャンクション(BJ)法により、大気中または PBS 溶液中で測定した。

[結果と考察]

TWJおよびTWJの伝導経路の塩基配列のみを抜き出した linDNA の単分子電気伝導度を STM-BJ 法により計測した。大気中の測定では、両者の伝導度は良い一致を示した (Figure 2)。TWJ と linDNA の $I-V$ 特性を測定した結果、両者の伝導軌道のエネルギー準位が等しいことがわかった。いずれの DNA においても同一の経路を介した伝導が生じていることを示している。一方、水溶液中では、linDNA の伝導度は TWJ の 2.5 倍だった。TWJ は水溶液中では、3つの DNA 鎖が交差する中央部では塩基対の結合距離が長くなることが知られている。DNA の電気伝導は塩基対の積層構造を介して生じるが、このような構造変化は積層構造の乱れにつながり、伝導度が低下したと考えられる。次に、linDNA の長さを増加させ、伝導度を測定することで伝導機構について検討した。伝導度は、DNA の長さに対して直線的に減少し、抵抗は DNA の長さに比例していることが分かった (Figure 3)。さらに、電気伝導度の温度依存性を評価し、電気伝導はホッピング機構によることが示唆された。

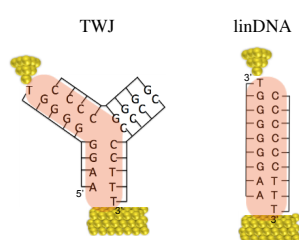


Figure 1. Three way junction and linear DNA in experiment

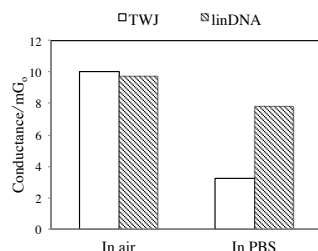


Figure 2. Conductance of TWJ and linDNA in air and conductance

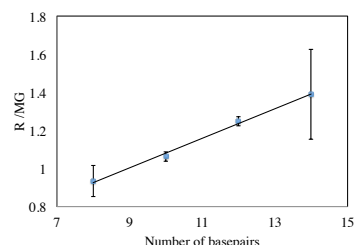


Figure 3. Relationship of basepair numbers and resistance of linDNA