

氏名(本籍)	ほり 掘	ゆう 祐	ぞう 三	(愛知県)
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博乙第1805号			
学位授与年月日	平成14年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当			
審査研究科	工学研究科			
学位論文題目	光STM電流の電圧依存性により電子伝達蛋白質の再配置エネルギーを直接測定する方法の提案			
主査	筑波大学教授	理学博士	住	齊
副査	筑波大学教授	理学博士	中尾	憲司
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	鈴木	博章
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	小林	正美
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	重川	秀実

論文の内容の要旨

電子伝達は細胞呼吸や光合成において重要な役割を演ずる。前者においては、幾つかの生体膜貫通型蛋白質における反応の連鎖の結果として、肺呼吸によって得た酸素の酸化力を使って食物から高エネルギー電子を引き抜き、その電子のエネルギーを使って、プロトンを生体膜電位差に逆らってポンプすることが行われるが、連続した反応をつなげるためには電子の伝達が必須だからである。また後者においては、同じく幾つかの生体膜貫通型蛋白質における反応の連鎖の結果として、太陽光捕獲によって作られた励起状態色素のエネルギーを使って水から高エネルギー電子を引き抜き、その電子のエネルギーを使って、2酸化炭素を還元し炭水化物を生成するが、同じく連続した反応をつなげるためには電子の伝達が必須だからである。

細胞内はほぼ水で満たされているが、電子は水中では単独では存在することができない。従って上記の電子伝達においては、電子はいわばカプセルに入れられて運ばれる。それが電子伝達蛋白質である。電子伝達蛋白質には電子を収容するための活性中心分子が組み込まれており、一般に補欠属と呼ばれている。ヘムはその代表的なものの一つである。電子伝達蛋白質は、生体膜貫通型蛋白質から電子を受け取り、それを細胞中で運び、他の生体膜貫通型蛋白質に電子を渡す役割を行う。これら3つの過程の効率は細胞呼吸や光合成全体の効率に深く関係するため、電子伝達蛋白質は非常に活発な研究対象となっている。

活性中心分子が電子を受け取ったり放出したりするに連れて、分子内原子および分子を囲む蛋白質アミノ酸残基集団の配置が変化する。この変化に伴うエネルギー再配置エネルギーであり、この値は電子伝達蛋白質による電子伝達速度を知る上で必要な物理量である。しかしこの値には非常に多くの原子の変位が関係しているため、理論計算によって信頼ある値を得ることが絶望的な量でもある。

活性中心分子は一般に色素であり、従って強い光吸収帯を持つ。当該論文はこのことに注目し、走査型トンネル顕微鏡 (STM) の深針・基盤間に電子伝達蛋白質を挟み、それを通ずる電流の立ち上がり電圧閾値を光照射下で観測することを提案した。光照射が無いときに殆ど電流が流れない電圧領域においても、光照射下では電流が急に立ち上がることを見いだした。この新しい立ち上がり電圧閾値と光照射が無いときのそれとの差を観測することは、再配置エネルギーの直接観測に当たることを指摘した。実際に電流・電圧特性を数値計算しこれを示した。

審査の結果の要旨

再配置エネルギーは、理論計算によって信頼ある値を得ることが絶望的な量である。従って実験によって信頼ある値を決める必要があるが、今までそれを可能ならしめる方法は知られていなかった。本論文はその方法を初めて指摘した。今後、本論文が提案した方法によって種々の電子伝達蛋白質の再配置エネルギーが次々に求められ、テーブル化され、電子伝達蛋白質研究の一大転機が訪れる予感を抱かせるに十分である。本論文はその契機を与えるものであり、価値が高い。また、今世紀生体機能工学が大発展すると広く予測されていることに思い至るとき、本論文における研究は工学的価値も非常に高いとすることができる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。