

## セルロース合成酵素サブユニット D (AxCeSD)の立体構造解析

*Proc Natl Acad Sci.* **107**(42), 17957-61 (2010)

セルロースは地球上で最も多く存在する多糖であり、植物をはじめとする様々な生物によって合成される。セルロース産生生物の細胞膜上には、巨大なセルロース合成酵素複合体

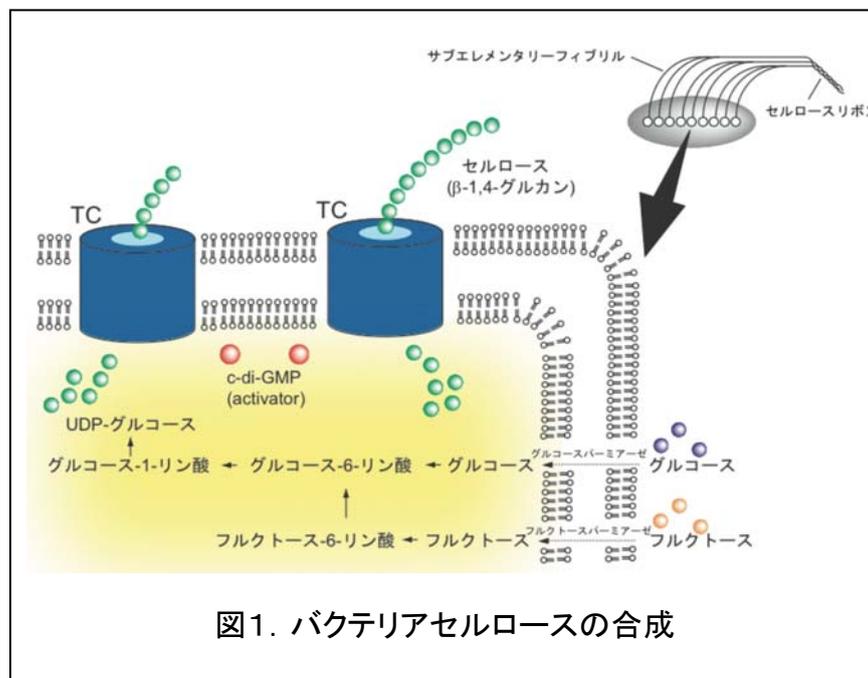


図1. バクテリアセルロースの合成

(ターミナルコンプレックス: TC)が存在する(図1)。セルロース産生細菌の一種である *Acetobacter xylinum* (酢酸菌)の TCには、少なくとも AxCeSA (cellulose synthase subunit A), B, C, D の4種類のタンパク質が含まれており、セルロースの合成と合成されたセルロースの排出は、これらのタンパク質が協調的にはたらくことで行われる。酢酸菌によって合成された複数本のセルロースが集まって形成される繊維状の物質は、高強度、高純度、高保水性などの性質を有するため、これまでに血管接合材料、音響振動板、表示デバイスなど、幅広い分野にわたって産業利用が展開されている。酢酸菌由来 TC の立体構造を解析し、セルロース産生の仕組みを構造生物学的観点から理解することは、酢酸菌由来繊維性セルロースの更なる産業利用の拡大を図る上で重要である。

本研究では、分子の“かたち”とその分子の“はたらき”の間にある関係を探るための方法である X 線結晶構造解析により、酢酸菌由来 TC の構成成分である AxCeSD の立体構造を明らかにし、AxCeSD が合成されたセルロースの排出に関与する可能性を見いだした。本研究は、*Proc. Natl. Acad. Sci.*誌に論文が発表された他、その論文が *Nature Chemical Biology* 誌に紹介された。

## AxCeSD の全体構造

機能性 AxCeSD は、4つの二量体で“八量体円筒構造”を形成する（図2）。この八量体は、円筒の底面の中心を通る軸の周りに90°回転しても、元の形とほぼ一致する。つまり、各二量体は4回回転軸で関係づけられている。特徴的なのは、二量体 AxCeSD は、4回回転軸に水平な方向から約50°傾いて重なった位置関係にあり、隣接する二量体間には、円筒の側面にらせん状の溝が存在することである（図2左）。また、AxCeSD 単量体の N 末端は円筒の内側に、C 末端は外側に向いている（図2右）。

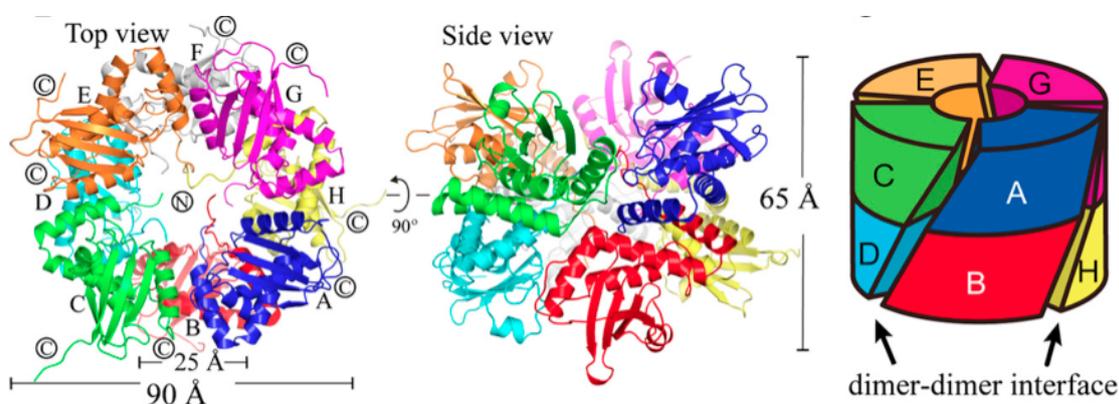


図2. AxCeSD の八量体円筒構造とモデル図

## AxCeSD—セロペンタオース複合体の立体構造

円筒状 AxCeSD の内側は、各単量体の N 末端の数残基によって4カ所の空間に仕切られており、いずれの箇所でもセロペンタオース（CPT）の結合が確認された（図3右）。このことから、AxCeSD の内側に形成された4カ所の空間は、合成されたセルロースの通過孔であり、AxCeSD がセルロースの排出に関与することが示唆される。また、CPT は隣接する二量体の境界に沿うように結合するため（図3左）、それぞれの CPT はお互いに円筒方向、すなわちセルロースの排出方向に対してねじれの位置に存在する（図3中央）。AxCeSD は、セルロースの排出に関わるだけでなく、菌体外に排出されたセルロースが集まることと関係があるのかもしれない。

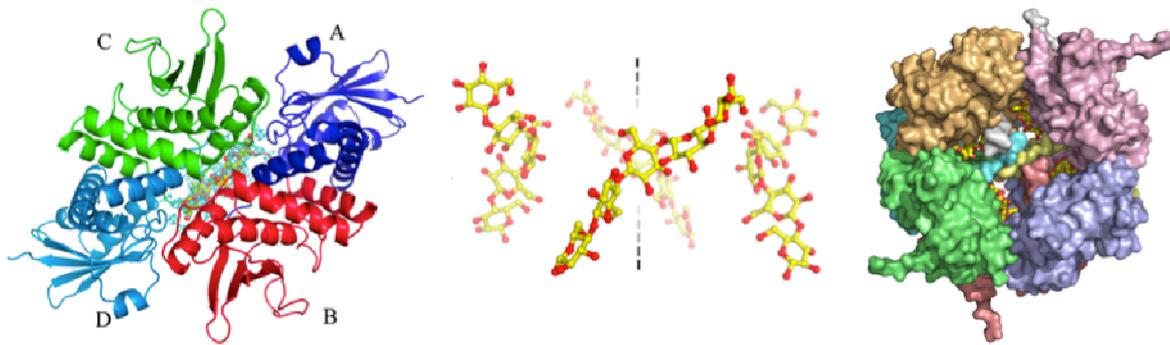


図 3. AxCeSD セロペンタオース複合体の立体構造

### Reference

- [1] Cellulose squeezes through. A. Endler, C. Sanchez-Rodriguez, S. Persson.  
*Nature Chemical Biology*, **6**(12), 883-884 (2010)