

MFS型輸送体 (transporter of the major facilitator super-family): MFSは最大級のメンバーを持つ典型的な輸送体ファミリーで、原核生物、古細菌、真核生物の全てに存在する。代謝産物、薬剤、各種有機物、有機および無機アニオンなどの輸送体がある。促進拡散 (facilitated diffusion) あるいはイオンに共役する能動輸送の形式をとり、シンポートとアンチポートのどちらも存在する。大腸菌の3つの輸送体の3次元構造が解かれているが、それらはよく似ており、 α ヘリックスの12回膜貫通の領域を持ち、6回貫通型の原型が遺伝子重複により2回対称の構造をとるに至ったと考えられる。8個の膜貫通部位により、中心の基質通過・認識の通路が構成されている。一次構造のハイドロパシー解析によると、14回型、24回型もある。なお facilitator という術語は、はじめ促進拡散のファミリーであると考えられたため造語されたが、他では用いられていない。

(笠原道弘 帝京大・医)

TAPペプチド輸送体 (transporter associated with antigen presentation/processing): MHC class I拘束性の抗原提示に関わるペプチド輸送体。小胞体膜上に局在しており、ウイルス感染時に細胞質内でプロテアソームにより分解されたペプチドを小胞体内腔へと運び込み、TAP関連蛋白 tapasin を介してMHC class I分子へと受け渡す。その輸送基質は、主にアミノ酸8-11残基からなる様々なペプチドであるが、長いペプチドが輸送され小胞体内ペプチダーゼで切断されることもある。TAPは、ハーフトタイプのABC輸送体TAP1、TAP2の各サブユニットのヘテロ2量体で構成されている。TAP1、TAP2遺伝子の突然変異は免疫不全症のタイプIベアリンバ球症候群の原因となる例が報告されている。

(大橋綾子 岩手医科大)



Na⁺/H⁺交換輸送タンパク質: 細菌から哺乳類細胞や植物細胞の形質膜や細胞内小胞膜に広く存在する。それぞれの膜を介するH⁺またはNa⁺やK⁺の電気化学的勾配を駆動力に、H⁺とNa⁺(K⁺, Li⁺)を相互に逆方向に輸送する。この機能により、細胞質や細胞内小胞内のpH調節や浸透圧調節に関わる。哺乳類では、SLC9ファミリーを形成しNHE (Na⁺/H⁺ exchanger)とも呼ばれる。9種のファミリーメンバーのうちNHE1-5は形質膜に、またNHE6-9は細胞内小胞膜に存在する。NHE1は、臓器特異性が低く、多くの組織細胞の基底膜に存在しpHや浸透圧調節に関わる。NHE3は腸や尿管上皮細胞の頂端膜に存在し、Na⁺の再吸収に関わる。酵母や細菌形質膜には、Na⁺をH⁺と逆方向に輸送するNha (Na⁺/H⁺ antiporter)が存在する。大腸菌では、NhaA, NhaB, とChaAと呼ばれる3種が存在する。NHEやNhaの多くは12回膜貫通領域を持ち、大腸菌NhaAの結晶構造が解かれている。

(金澤 浩 阪大院・理)

V型ATPase (V-type ATPase): V型ATPaseはATPの加水分解と共役してH⁺を輸送する酵素である。細胞内のオルガネラ (分泌小胞、被覆小胞、リソソーム、エンドソーム等) また尿管の介在細胞や破骨細胞の形質膜に局在し、オルガネラやコンパートメントの内部を酸性にしている。膜内在のV₀部分 (a, c, c', c'', dサブユニット) と表在しているV₁部分 (A, B, C, D, E, F, G, H) からなり、ATP分解活性はAサブユニットが担い、H⁺輸送路はa, c, c', c''サブユニットにより形成されている。近年、化学反応とH⁺輸送の共役に伴い、一部のサブユニットが他に対して連続的回転をすることが明らかになった。また、哺乳動物のサブユニットにはイソフォームが多い。例えば、aに4種 (a₁, a₂, a₃は普遍的に存在する細胞内オルガネラ膜, a₄は腎の介在細胞の形質膜) 存在しており、それぞれの局在部位でどのような機能を持つのかに興味を持たれている。

(中西真弓 岩手医科大)