

図1 セリン(Ser)、シスチン(Cys)、セレノシスチン(Sec)の構造式

Secは、Serの酸素(O)またはCysの硫黄(S)がセレン(Se)に置き換わったアミノ酸である。

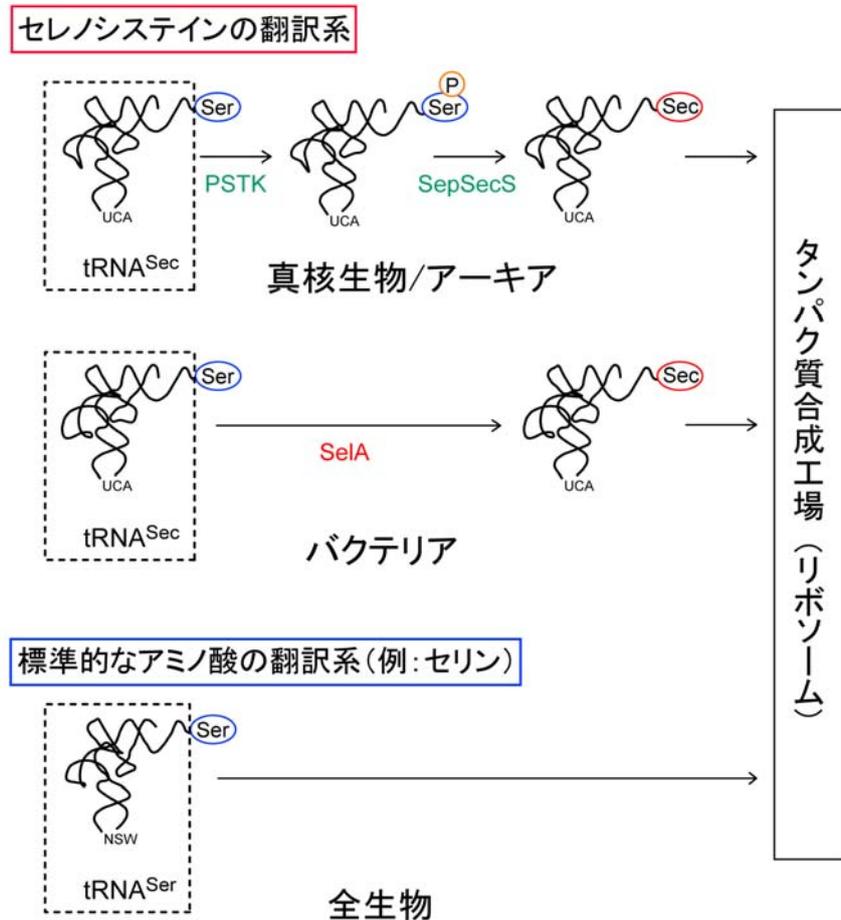


図2 セレノシスチン(Sec)と標準的なアミノ酸の翻訳系

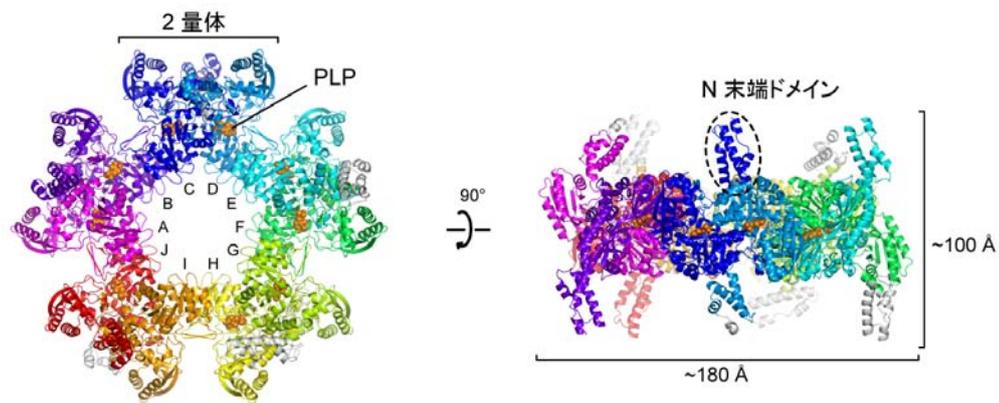
上：真核生物/アーキアの Sec の翻訳系

2つの酵素「PSTK」と「SepSecS」によって、2段階で Ser から Sec へと変換される。まず、PSTKが Ser-tRNA^{Sec}を識別し、Serにリン酸基(P)を転移して目印とする。次に、SepSecSが目印のある Serだけを Secに変換する。

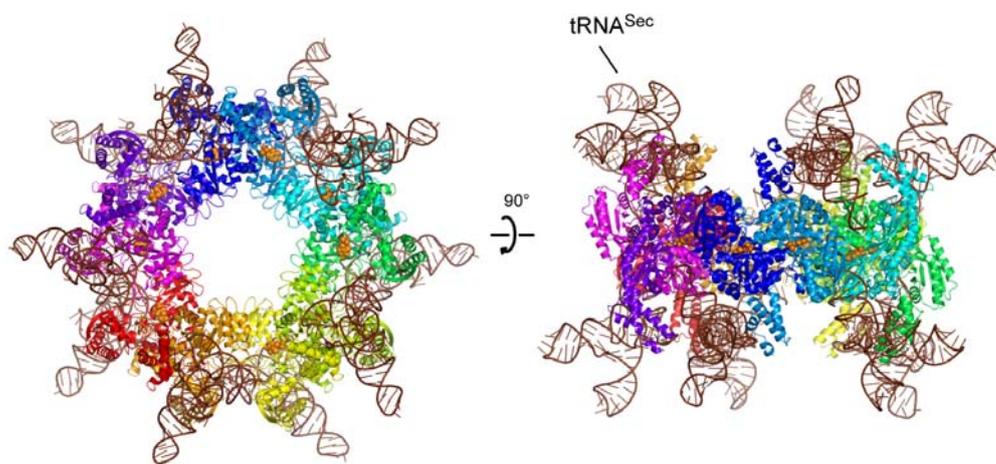
中：バクテリアの Sec の翻訳系

1つの酵素「SelA」によって、1段階で Serを Secに変換する。

下：標準的なアミノ酸の翻訳系



SelA 単体



SelA と tRNA^{Sec} の複合体

図3 SelA 単体および SelA と tRNA^{Sec} の複合体の全体構造

上 : SelA 単体

星型の正面（左）と側面（右）から見た図で、N末端ドメインが星型の板状構造から突き出している。10個のサブユニットが環状に配置した星型の構造で、10個ある触媒ポケットには、酵素の働きを助ける補酵素の1種「ピリドキサルリン酸 (PLP)」が結合している。PLPはビタミンB₆が体内で形を変えたもので、SelAの他、様々な酵素の活性を担う。

下 : SelA と tRNA^{Sec} の複合体

星型の正面（左）と側面（右）から見た図。
合計10個の tRNA^{Sec}が SelA に結合している。

(YouTube : SelA と tRNA^{Sec} の複合体の全体構造動画)

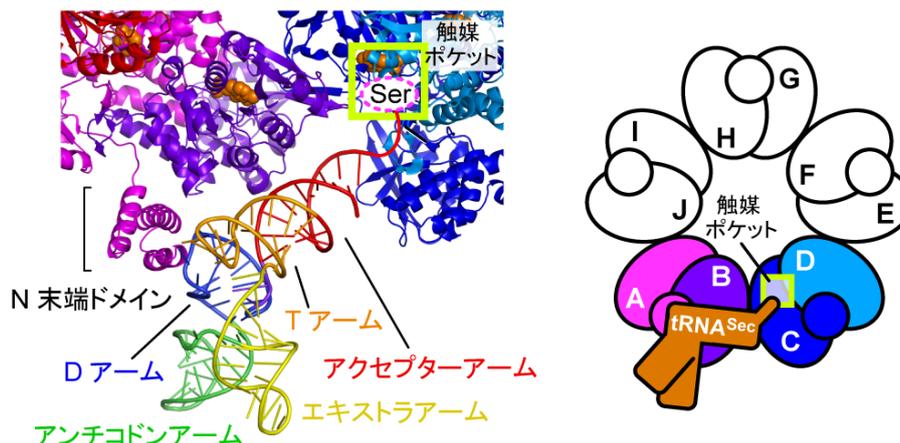
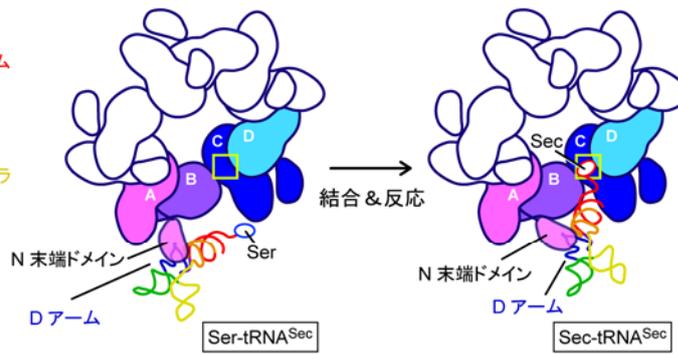
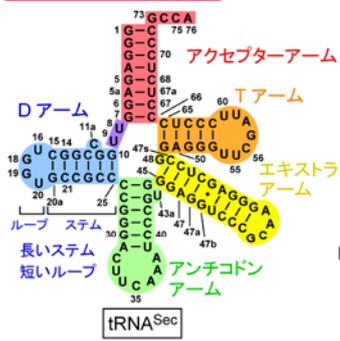


図4 SelA と tRNA^{Sec} の相互作用の拡大図と模式図

SelA のサブユニット A と B に結合した tRNA^{Sec} を拡大した図。サブユニット A の N 末端ドメインが tRNA^{Sec} の特徴的な D アームと結合して tRNA^{Sec} を識別している。4 つのサブユニット (A~D) は、1 つの Ser-tRNA^{Sec} に対し、協力して 4 つの異なる作業を担う。サブユニット A が①「Ser-tRNA^{Sec} を識別し」、サブユニット A と B が②「Ser-tRNA^{Sec} を固定し」、サブユニット C が③「Ser-tRNA^{Sec} の先端を捕まえ」、サブユニット C と D が④「その先端にある Ser を Sec へと変換し」、1 段階で Ser を Sec に変換する。

なお、サブユニットは全て同じ構造であるため、隣の Ser-tRNA^{Sec} に対しては、サブユニット C が①を、サブユニット C と D が②を、サブユニット E が③を、サブユニット E と F が④を担う。また、向かい合う Ser-tRNA^{Sec} に対しては、サブユニット D が①を、サブユニット D と C が②を、サブユニット B が③を、サブユニット B と A が④を担う、というように、各サブユニットは 4 つの作業を全て担うことができる。

セレノシステイン



セリン

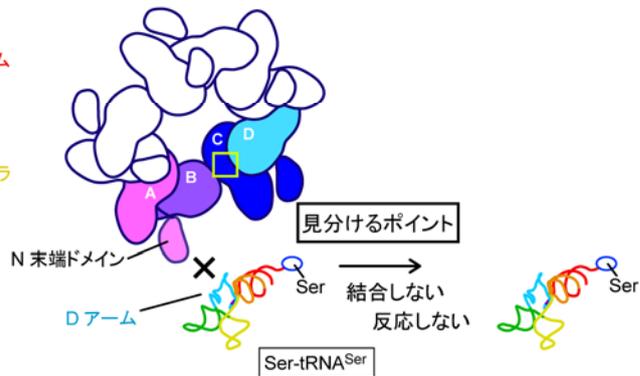
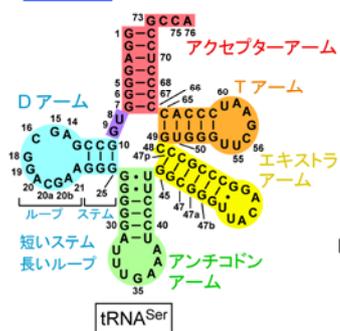


図5 tRNA^{Sec}とtRNA^{Ser}の識別メカニズム

上：セレノシステインの tRNA^{Sec} の識別メカニズム

SelA の N 末端ドメインは、tRNA^{Sec} が固有に持つ D アームの構造と結合し、tRNA^{Sec} 上の Ser を Sec に変換する。D アームはステムとループから成っており、tRNA^{Sec} の D アームはステムが長く、ループが短い特徴を持つ。

下：セリンの tRNA^{Ser} の識別メカニズム

tRNA^{Ser} を含む標準的なアミノ酸に対応する tRNA の D アームはステムが短く、ループが長い。このため tRNA^{Ser} の D アームは SelA と結合できず、tRNA^{Ser} に付いた Ser が Sec に変換されることはない。