

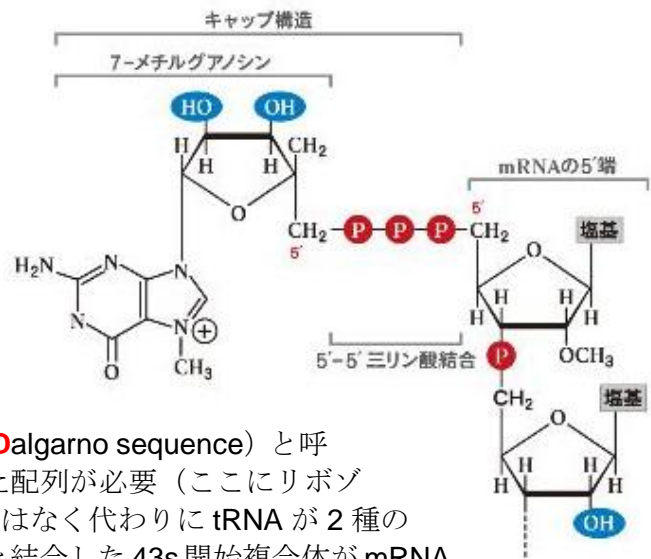
mRNA の CAP 構造と CAP 依存エンドヌクレアーゼ阻害剤

<https://l-hospitalier.github.io>

2018.4

【キャップ転用】細菌は栄養だけを宿主細胞に依存するが、多くのウイルスは宿主細胞の転写や翻訳を操作する蛋白質を作り、宿主自身の蛋白ではなく、ウイルスの蛋白を合成させる。全てのウイルスは自身の蛋白生産を宿主のリボゾームに行わせる（ウイルスの中には自身の遺伝子の複製、転写も宿主に行わせるものもある）。原核生物（細菌）では翻訳開始は開始コドン（AUG）^{*1}とその数塩基上流にある、発見者の名前をとったシ

ヤイン-ダルガルノ配列（SD 配列、Shine-Dalgarno sequence）と呼ばれる 7 塩基（AGGAGGU）の保存された配列が必要（ここにリボゾームが結合する）。真核生物では SD 配列はなく代わりに tRNA が 2 種の開始因子（eukaryotic initiation factor, eIF）と結合した 43s 開始複合体が mRNA の末端にあるメチルグアノシンの 5'CAP 構造（上図）と結合し、AUG の開始コドンを探してスキャンを始める。リボゾームは AUG に到達すると活性化されて完全な 80S リボゾームになり蛋白を合成開始。ウイルスには宿主の 5'キャップを切断するエンドヌクレアーゼを持ち、さらに遊離した 5'CAP をウイルスの mRNA 合成のプライマーとして使うものもあり、これを「キャップ転用（cap snatching）」^{*2}と呼ぶ。CAP 依存性エンドヌクレアーゼ阻害剤^{*3}はこれを阻害。【5'キャップ】とは真核生物の細胞質 mRNA などの 5'末端に見られる修飾構造のことで、成熟 mRNA の分解を防ぎ安定性と翻訳開始などに関与する。ミトコンドリアや葉緑体の mRNA にはキャップ構造は存在しない。mRNA の 5'にメチル化されたグアノシンの 5'を 3 リン酸で結合した mRNA を酵素による分解から保護するキャップのような働きを持つ構造として 1975 年東大の古市と三浦により発見された（Nature 253:374-375,1975）。【ウイルスの増殖】は多様だが大方次の過程を経る。①感染ウイルス粒子の解体 ②ウイルス・ゲノムの複製 ③宿主細胞の翻訳装置によるウイルス蛋白の合成 ④これらの成分を集合させ、子孫のウイルスの組立てを経て宿主細胞に感染した 1 個のウイルス粒子（ビリオン virion）は数千個のウイルスになる。この急激なウイルスの増殖がしばしば宿主細胞死をもたらす。宿主細胞は壊れ（溶解）子孫ウイルスは近傍細胞に感染する。ウイルス感染で見られる臨床症状の多くはこのウイルスの細胞溶解作用（cytolytic effect）による。Herpes の水泡も皮膚の感染表皮細胞が死んだ結果。【ウイルスの構造】ウイルスのゲノムは蛋白の規則正しい層構造のキャプシッド（capsid）でかこまれている。エンベロープのあるウイルス（enveloped virus）では宿主細胞から離れる時にキャプシッドが宿主の細胞膜の脂質 2 重層で包まれる。エンベロープウイルス（インフルなど）は宿主細胞を殺さずに出芽によって外に出るので慢性感染を起こしたり癌化を助けたりするが、エンベロープのないウイルスは感染した宿主細胞を溶解して外に出る。これらのウイルス・ゲノムに共通して書き込まれている蛋白は 3 種類で、①ゲノム複製のための蛋白 ②ゲノムを包む蛋白 ③ウイルスに都合が良いように宿主細胞の機能や構造を変化させる蛋白の 3 種。【ウイルスに対する宿主の免疫】ウイルス表面には病原体関連分子配列（pathogen associated molecular patterns, PAMPs^{*4}）はない（ウイルスの蛋白は宿主のリボゾームで作られ、エンベロープは宿主の細胞膜）。2 本鎖 RNA（dsRNA, double-stranded RNA）はウイルス特有の分子配列で、宿主細胞は RNA 干渉^{*5}（RNA interference, RNAi）を利用して免疫を実現。ヒトは 2 本鎖 RNA 合成酵素を持つ^{*6}。



^{*1}A: アデニン G: グアニン C: シトシン T: チミン RNA はチミンではなく U: ウラシル。 ^{*2}Bruce Alberts 他: THE CELL 4 版 1449p。 ^{*3}ゾフルーザ ^{*4}Charles Janeway ^{*5}dsRNA は細胞の正常な遺伝活動では産生されず、20-25 塩基対の 2 重鎖 RNA である small interfering RNA (siRNA) は自分と相補的配列の RNA の特異的な切断を誘導する (Fire & Mello 1998, 2006 年ノーベル賞)。 ^{*6}ヒトの 2 本鎖 RNA 合成酵素は増富らが発見 (Nature, 461:230-235, 2009)。