



コロナウイルスの mRNA ワクチン

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

2021.5



Marylin Kozak, PhD

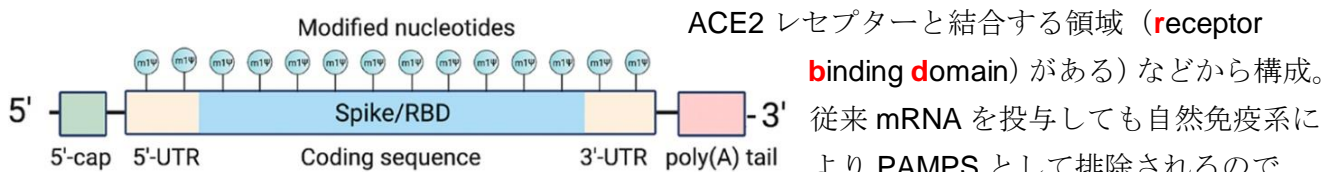


Katalin Kariko, PhD

感染対策の基礎知識

#287

大部分の真核細胞と真核細胞に感染するウイルスの mRNA は【モノシストロン性 mRNA】で mRNA の塩基配列と蛋白のアミノ酸配列コードが 1 対 1 に対応。 mRNA の読み取り方（起点と終点、読み取り枠 open reading frame）が一意（unique）に定まる。一方原核生物の細菌やファージ（細菌に感染するウイルス）は【ポリシストロン性 mRNA】で開始点と終止点を複数持つ。1 つの mRNA が複数のアミノ酸配列コード領域を持つ場合は一連の代謝酵素系が多く、代謝系に極端な律速段階を作らないことにつながる。読み取り領域がオーバーラップして 1 つの塩基配列から読み取り開始点と終止点（open reading frame）をずらして機能的に複数のアミノ酸配列に対応する場合もある。原核生物では開始コドン（AUG）のさらに数塩基上流にシャイン・ダルガノ（SD）配列（AGGAGGU の 7 塩基）を持ち、これにリボゾームが結合（#164 参照）。真核生物では SD 配列の代わりに AUG の開始コドンを含むコザック共通配列^{*1}（Kozak's consensus sequence: 5'-RNAUGG-3'）が翻訳開始点となる（Kozak 共通配列はリボゾーム結合部位ではなく翻訳開始点。tRNA は古市泰宏が発見した 5'-CAP 構造^{*2}と真核開始因子（eukaryotic initiation factor）に結合して AUG 開始コドンの検索を始める。【mRNA ワクチン】ワクチンは病原体のエピトープを抽出、病原性をなくす処理をして宿主に投与、抗体を作らせる。通常は蛋白を使うが^{*3}、病原体の mRNA を膜に包み、或いはウイルスに組み込んで宿主体内に入れ、宿主リボゾームを使って病原体蛋白を産生させるのが mRNA ワクチン。ファイザー・ビオンテック（Pfizer・BioNtech）やモデルナは mRNA ワクチンでシノバック（中国）やスプートニク V（ロシア）は遺伝子組み換えで作成した蛋白にアジュバントを加えた従来型。古市氏によるとコロナ用 mRNA ワクチンは左図の構造で、5'-CAP、蛋白に翻訳されない 5'-UTR、Spike/RDB（ウイルス表面のスパイク蛋白のアミノ酸配列で中にコロナの



mRNA ワクチンは成立しないと考えられていた。ハンガリーのカリコー・カタリン（Katalin Kariko）は渡米後ウリジンを 1-メチル・シュードウリジン ψ （m1 ψ ）で置換した modified-mRNA は実験動物の自然免疫で排除されず細胞内に入り、ウリジンとして読まれてアデニンと対になり水素結合、有効な蛋白合成能があるのを発見^{*4}（2008）。これによりコロナ mRNA ワクチンが成立（彼女は現在 BioNtech の副 CEO）。mRNA を脂肪微粒子（LNP:lipid nano particle）で包み、宿主体内に入れると mRNA は細胞内でスパイク蛋白を合成。このスパイクが細胞表面に配置されて抗原提示細胞になりリンパ節でナイーブ T 細胞を活性化（#283 参照）。

<ワクチンRNA作成レシピ>

10X転写反応液（DNase・RNaseフリー中性緩衝液）、Mg、塩少々
ATP、GTP、CTP 各5 mM（終濃度）
 ψ TP（あるいはN1m ψ TP）5 mM
キャッププライマー-m7GpppGpAmpG（TriLink社製CleanCap®）4 mM
直鎖状にしたプラスミド DNA template 25~50 μ g
Murine RNase inhibitor 25 Units
Yeast inorganic pyrophosphatase 0.04 Unit
T7 RNA ポリメラーゼ 1,280 Units
これらに蒸留水を加えて、全量1 mlとし、数時間加温してキャップ mRNAの酵素反応合成を進める。

^{*1}Marylin Kozak ^{*2}mRNA の 5'に結合する CAP 構造（7 メチルグアニル酸）はミトコンドリアの mRNA にはない。CAP は mRNA をエキソヌクレアーゼ分解から保護。1975 年東大の古市泰弘と三浦謹一郎。 ^{*3} ウイルスの遺伝子を組み換えスパイク蛋白を作らせる方法もあるが副反応が強い ^{*4}阪大、審良静男、ペンシルバニア大 Wessmann と共同研究。