

## 遺伝子の小さな共生システムとしての可動性遺伝因子

小島健司

生物のゲノムは無数の遺伝子が互いに依存し合いながら増殖のチャンスを最大にしていく、いわば遺伝子の共生システムです。ウイルスや転移因子などの可動性遺伝因子は共生システムとしてのゲノムにとっては寄生者ですが、その内部では小さな単位ではありながら共生が認められます。可動性遺伝因子にとって細胞内の酵素や RNA は生育環境であり、その他に自身の増殖に有利なものを自身でコードしています。

non-LTR retrotransposon は自身の増殖に必須のものとして、逆転写酵素とエンドヌクレアーゼの2つの酵素をコードしています。逆転写酵素は祖先から受け継いで維持していますが、エンドヌクレアーゼについては、系統上早くに分岐したものは制限酵素様のエンドヌクレアーゼ (RLE) を、新しく進化したものは apurinic/apyrimidinic endonuclease に似たエンドヌクレアーゼ (APE) をコードしています。私はこの両者の中間段階として、両方ともをコードした新しい non-LTR retrotransposon を発見し、Dualen (dual endonucleases) と名付けました(5)。Dualen のエンドヌクレアーゼはどちらも典型的な配列から少し異なっており、機能が弱まっていることが示唆されました。つまり non-LTR retrotransposon の進化においてある時点で APE が RLE に取って代わらんとし、たまたまどちらの機能が欠けても生存に不利になるために Dualen の特異な構造が維持されたと考えられます。一方で見方を変えれば、元々 non-LTR retrotransposon のエンドヌクレアーゼというニッチを維持していた RLE が、新たにやってきた APE によってニッチを奪われたと見る事もできます。ちなみに別系統の retrotransposon である Penelope-like elements (PLE) では別のエンドヌクレアーゼ GIY-YIG endonuclease が同じ機能を担っています。異なる機能を持つ遺伝子同士が共生し、似た機能を持つ遺伝子同士が競合するという、ゲノムと同じ共生システムとしての可動性遺伝因子の姿を見る事ができます。

原核生物では逆転写酵素をコードする可動性遺伝因子「レトロエレメント」は全く異なった様相をしています。遺伝子の組み合わせ（共生）を指標とした解析により私は新規のレトロエレメントを原核生物から多数同定しました(10)。中には、DNA polymerase と共生したもの、amidohydrolase と共生したもの、DNA primase と共生したものなどが認められました。それぞれはゲノム中にシングルコピーで見られる事、近縁種でも見つかるものと見つからないものがあることから、原核生物のレトロエレメントは主に染色体外因子として存在していることが示唆されました。興味深いのは CRISPR-Cas system という外来遺伝子を排除する一種の免疫系に見られる逆転写酵素で、これは他の外来性の可動性遺伝因子を排除する役割の一端を担っている

と思われます。以上のように原核生物の逆転写酵素は真核生物の逆転写酵素とは全く異なった環境に適応するために異なった遺伝子と共生していることがわかります。

**5 Kojima KK, and Fujiwara H.**

An extraordinary retrotransposon family encoding dual endonucleases

Genome Research, 2005; 15 (8): 1106-1117

**10 Kojima KK, and Kanehisa M.**

Systematic survey for novel types of prokaryotic retroelements based on gene neighborhood and protein architecture.

Molecular Biology and Evolution, 2008; 25 (7): 1395-1404