

【学術変革領域研究 (A)】

機動性DNAエレメントと宿主がおりなす生物多様性創出：宿主対応と継世代伝播

研究代表者	熊本大学・発生医学研究所・教授	
	石黒 啓一郎 (いしくろ けいいちろう)	研究者番号：30508114
研究課題情報	課題番号：25A301	研究期間：2025年度～2029年度
	キーワード：トランスポゾン、生殖、進化、ゲノム、生物多様性	

なぜこの研究を行おうと思ったのか (研究の背景・目的)

●研究の全体像

●機動性DNAエレメントとは？

ヒトゲノム情報のうち、タンパク質をコードする遺伝子の領域は僅か2%に過ぎず、残りの98%の多くは、トランスポゾンと呼ばれるDNA配列 (機動性DNAエレメントと総称する) で占められている。生物種によってゲノムに占める割合には幅があるものの、ほとんどの生物のゲノムには機動性DNAエレメントが多く含まれる。機動性DNAエレメントには宿主生物のゲノム内を移動して、他の場所に挿入する転移・増幅能があるため、ゲノムの塩基配列に変異を導入する場合がある。その結果、宿主生物のゲノムの不安定性や染色体分配異常を誘発し、がんなどの疾患の発症や種の破綻に繋がる脅威として捉えられている。そこで宿主は、進化の過程で機動性DNAエレメントを封じ込める対応方法を獲得し“自身”や“世代継承”を守り共存してきた。

●機動性DNAエレメントの持つ「正の側面」

一方、機動性DNAエレメントによってもたらされるゲノム構造の変化は、宿主生物の新しい遺伝子機能の獲得や表現型の多様化に寄与することも知られるようになった。機動性DNAエレメントは、宿主に対して「有害」なだけでなく、「正の効果」を発揮する潜在性を持っているといえる。このことは、大腸菌からヒトに至るまで、多岐にわたる生物が、進化の過程で今なお機動性DNAエレメントを自らのゲノムから排除することなく保持し続けている事実と一致する。「機動性DNAエレメント」と「宿主」は長い年月をかけて“攻防戦”を繰り返し、今日のような共存関係を築いてきたと考えられるが、推測の域を出ていない(図1)。

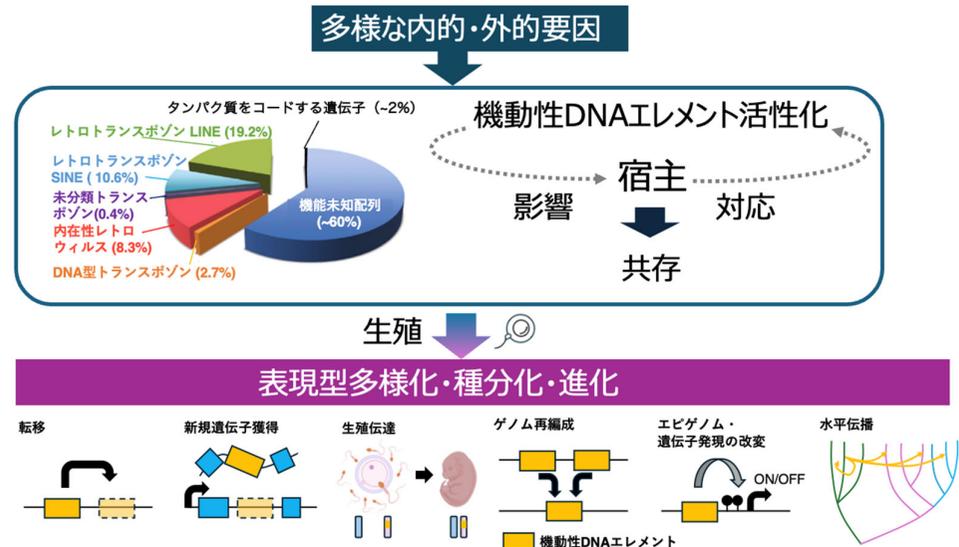


図1 機動性DNAエレメントが生物に及ぼす影響・効果

●機動性DNAエレメントが個体差・種分化・進化に果たす役割

機動性DNAエレメントの持つ「正の側面」を深掘りすることが、個体差、種分化や多様な生物種の進化の理解に必要であると考えられる(図1)。そこで本領域では、機動性DNAエレメントと宿主のこれまでと現在の共存・相互関係を理解し、新たな形質獲得や種分化への寄与への可能性を解き明かすことを目指す。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

●機動性DNAエレメントの特性を理解するための異分野融合型の連携研究

従来の塩基配列解読技術では、機動性DNAエレメントを正確に把握することすらできず、殆ど全ての生物種において、その実態を俯瞰することはできていなかった。さらに、「進化の過程」を再構築することの難しさを克服する必要もある。そこで本領域では、多様な分野で活躍する研究者が学際的な交流を通じて、[1]実験科学とゲノム情報科学を融合させることで、自然界のタイムスケールを人為的に短縮して種間DNA配列比較では解決できない問題に対応できる実験科学的方法論の構築、[2]多様な生物種を対象にして、最新技術を積極的に取り入れた領域内外の共同研究体制の構築を目指す(図2)。

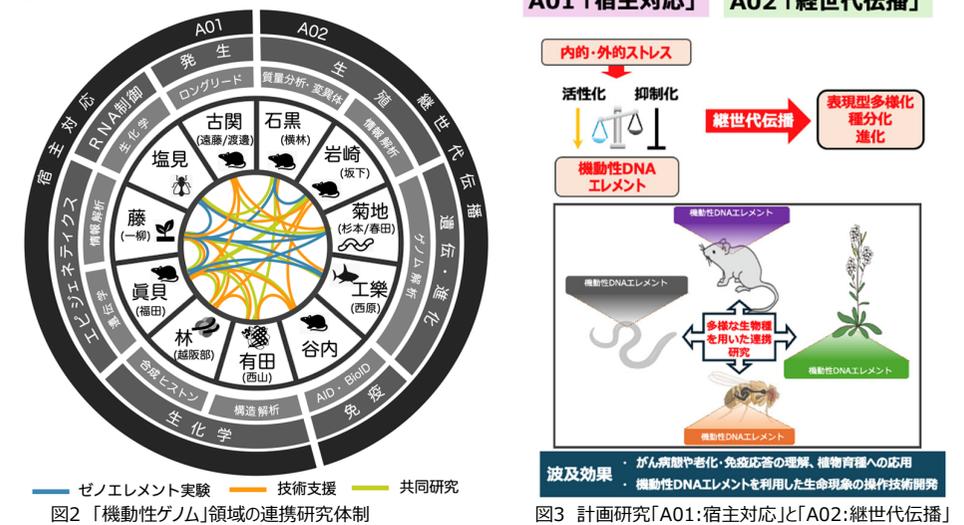
「A01:宿主対応」と「A02:継世代伝播」の二つの計画研究から、個別研究では達成できない異分野融合型の連携研究体制を構築する(図3)。これにより、がん病態や老化・免疫応答の理解、植物育種への応用や機動性DNAエレメントの特性を利用した生命現象の操作技術開発などへの波及効果が期待される。さらに、メンデル遺伝では説明が難しかった生命現象に切り込む。

●「A01:宿主対応」内外的要因が誘発する宿主-エレメント間の相互作用の実体と機序解明

計画研究A01では、気温上昇やウイルス感染など、様々な内・外的要因が機動性DNAエレメントの機能を誘発する仕組みや、機動性DNAエレメントが内在性システムとの相互作用を通じて、宿主クロマチンや遺伝子発現、ひいては形質に及ぼす影響とその分子機序に焦点を当てる。

●「A02:継世代伝播」宿主-エレメント間の相互作用の生殖サイクルにおける機能解明と継世代伝播の実体

計画研究A02では、機動性DNAエレメントに対する宿主応答がいに種の生存や多様化に寄与しているかを理解するために、特に生殖サイクルや継世代伝播における研究を実施する。また、宿主-エレメント連関が伝播されるのであれば、それがどのように個体差・多様化・種分化さらに進化に寄与するのか、という命題に取り組む。



ホームページ等 <https://mobilegenome.k.u-tokyo.ac.jp/>