

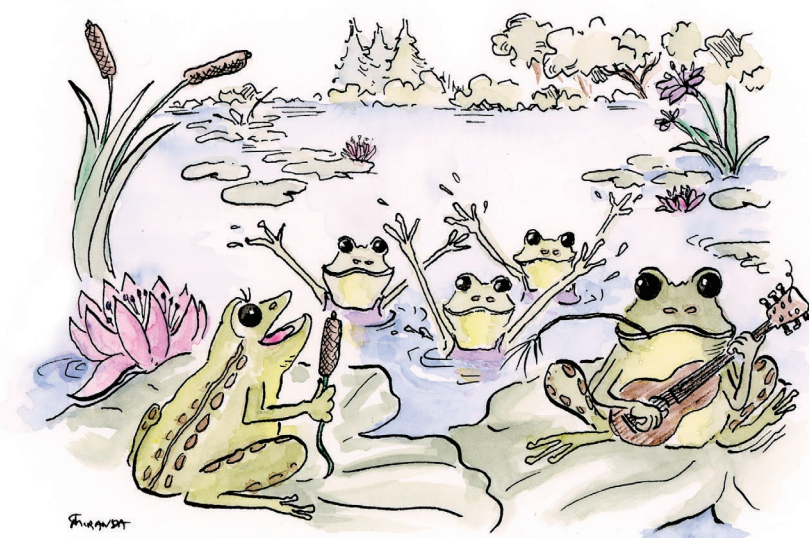
我々の宇宙の運命を決める根源的な数に、「宇宙定数 Λ (ラムダ)」がある。大きすぎれば宇宙の膨張が急激となり、銀河が形成されず観測者は存在できない。逆に小さければ膨張は緩やかで、星や銀河の世代交代が長く続き、観測者が誕生できる環境が整う。つまり Λ は宇宙の構造や生命の存在可能性を左右する重要な定数であり、超新星の観測や宇宙マイクロ波背景放射の解析など、複数の観測結果からその値が決定されている。

この宇宙定数を理論的に導こうとする究極の目標に対して、有力な候補が超ひも理論である。しかし、この理

NP困難問題は、ミレニアム問題の一つである「 $P \neq NP$ 予想」が正しい限り、効率的な解法はなく総当たりで頼らざるを得ない。だが現実の計算資源では到底追いつかない。例えば、現在のスーパーコンピュータで毎秒10の18乗回の計算をし、宇宙年齢（約140億年、10の17乗秒）フル稼働させても10の42乗回にとどまる。一方、探索空間は10の150乗に近く、100桁以上の差があるため、通常の計算機による総当たりはまったく不可能である。量子コンピュータが実用化しても、あるいは極端な仮定として、宇宙全体の素粒子を素子とする究極

数 | 理 | の | 窓

宇宙解明までの計算量



論が許す解は一意ではなく、候補の総数は粗い見積もりでも2の500乗という天文学的な桁数に達する。すなわち、導かれる Λ の可能性も膨大である。その背景には「フラックス」と呼ばれる余剰次元を貫く場の構造があり、およそ500程度のパラメータが存在することに起因している。こうした膨大な候補の中から、観測に合う「真の解」を見つけ出す課題が、ランドスケープ問題である。

驚くことに、この難問は初等的な数学の問題とつながる。観測された Λ に対して、500個のパラメータをオン・オフのように設定して理論上の Λ を一致させる作業は、与えられた数の組み合わせからある合計値を作るかを問う「部分和問題」と同型である。これは典型的なNP困難問題であり、候補数が増えると膨大な計算量となる。

の並列計算機を想定しても、宇宙の寿命内でこの探索が終わるか分からない。

では、今後どのような展開があり得るだろうか。大方の予想に反して $P = NP$ が証明され、解が多項式時間で見つかる楽観シナリオ。理論的進展もなく、探索は永遠に終わらない悲観シナリオ。あるいは、超ひも理論のランドスケープに新しい幾何学的構造が見つかり、解の範囲が大幅に狭まり、量子計算の助けも借りて人類が手を届かせるシナリオ。最後は、宇宙定数 Λ そのものが「観測者に十分なタイムバジェットを与える」ように設定され、知性に挑戦の舞台を提供しているのかもしれないという期待である。

(外園 康智)