3PD033

寿命と老化関数

河野臨臨床医学研究所、末松 和実

推計学からの誘導により、老化度 $\mathcal{A}$ が生存確率 P と次の関係で結ばれる事を示した (Suematsu, 1995)。

$$\mathcal{A} = -k \log P. \quad (A)$$

(A) 式は、また次のようにも書ける： $P = e^{-\beta \mathcal{A}}$ 。老化に関する確率分布関数は、 t を年齢として、 $-\frac{dP}{dt}$ である。即ち $-\frac{dP}{dt}$ は規格化されている：

$$\int_0^{\infty} \left(-\frac{dP}{dt}\right) dt = 1. \quad (B)$$

(A), (B)より老化度の m 次モーメントは次のように計算される。

$$\overline{\mathcal{A}^m} = \int_0^{\infty} \mathcal{A}^m \left(-\frac{dP}{dt}\right) dt = \beta \int_0^{\infty} \mathcal{A}^m e^{-\beta \mathcal{A}} d\mathcal{A} = \frac{m!}{\beta^m}. \quad (C)$$

$m=1$ の場合、特別に興味ある結果を提供する。

$$\overline{\mathcal{A}} = \frac{1}{\beta} = k. \quad (D)$$

(D)の結果は、生涯を通じての全老化度はその平均において一定であり、病気を免れても生命は無限には生きられないことを示すものと解釈することも出来る。 $\bar{t}$ を老化度0 (年齢 t_0 歳)からの平均寿命として(D)を変形すると、

$$\bar{t} \cdot \left(\frac{\overline{\mathcal{A}}}{\bar{t}}\right) = k \quad (k = \text{const.}). \quad (E)$$

(E)の左辺第二項は、平均の比、即ち、全生涯を通じての平均の老化進行速度を表わしている。

(E)の物理的解釈は次のとおりである：寿命と老化進行速度の積は(その平均において)一定である。長寿を獲得する可能な方策が、老化の進行速度を遅らせることであるという、日常の直感によく調和した自然な結論を提示する。基本方程式

(A)の導出に関して我々はいかなる仮定も置いていないが、上記の解釈が、生存確率が年々幾何級数的に増大しつつある日本のような非常社会に対して、同様に適用できる一般性を持つかどうかについては、なお慎重な考察が必要である。(図1に1872年から1898年までに生まれた日本人コーホートの100歳及び105歳到達確率を示した。北欧民族との違いは、これらの物理量が定常状態にないこと、及びそれぞれの確率が1を目指しているように見えることである)

図1

Kazumi Suematsu
Longevity and Mathematical Theory of Aging

3PD034

設計情報密度と生産技術 ～生物と工学の比較～

三宅淳、○永田桃子、楠見敏則 (工技院融合研)

生産過程においてどれだけの情報が用いられるか、工業技術と生物の方法を比較解析する。生物は大量の情報を遺伝子の形で有し、細胞内の生産を制御している。情報密度が部品サイズの空間を十分制御できるほど高ければ、目的物が効率よく組み立てられ、生産エネルギーも抑えられる。情報投入を増大することによる生産効率の向上、それによるエネルギーの質・量の減少、またそれによるエントロピー増大の低減が可能と考えられる。

3PD035

誘電泳動とインピーダンス計測による水中微生物の濃度測定

○末廣 純也*、八浪 竜一**、濱田 了*、原 雅則*

(*九州大学大学院システム情報科学研究科、**九州松下電器(株)開発研究所)

1. はじめに 水道水中などに有害微生物が発生・混入すると、摂取者の健康を損なうことが危惧される。従来の水質検査は、専門家による長時間の作業を必要とし、リアルタイムでの検査が困難な場合もあった。本研究は、誘電泳動現象を利用して液体中に懸濁された微生物の濃縮と、その濃度を電気的に測定する技術を開発することを目的とする。
2. 実験装置と方法 フォトリソグラフィによって作製した微小電極チャンパー (電極間ギャップ5 μm 、図1参照) に大腸菌懸濁液を流す。これと同時に電極系に100kHzの高周波電圧を印加し、誘電泳動力によって菌を電極系に捕集する。菌の捕集過程を観測しながら、測定回路の電圧対電流特性から電極間インピーダンスの変化を検出した。
3. 結果と考察 電極間コンダクタンスの過渡特性の例を図2に示す。電極間キャパシタンスについても同様の結果が得られた。同図より、時間経過と共に電極間に捕集される菌数が増加するに伴い、電極間コンダクタンスも増大し、その増加割合は菌懸濁濃度に依存することがわかる。更に、同特性に基づき菌濃度を定量的に推定する手法を開発した。詳細は講演に譲る。
4. むすび 提案した測定法は、従来の寒天培養法などに代わる微生物の高速検出法になり得るものと期待される。今後は検出感度の更なる向上を目指す。

図1 微小電極チャンパー

図2 電極間コンダクタンス特性

J. Suehiro, R. Yatsunami, R. Hamada and M. Hara : Cell concentration determination using dielectrophoretic impedance measurement

3PD036

DNA 分子コンピュータによる NP 完全問題の解法

○中島隆夫、吉田寛、酒井洋子、陶山明

(東大院・総文・生命)

DNA コンピュータは DNA の分子反応を利用した計算機である。超並列処理が可能であるため、NP 完全問題の解法に適している。DNA コンピュータで NP 完全問題を解く基本的な方法では、最初に解の候補を表現する DNA 分子をすべて生成し、次にそれらの中から解の条件を満たす DNA 分子を分離・抽出して調べる。しかし、この brute force な方法では、解の候補の生成に必要な DNA 分子の数が問題のサイズに対して指数関数的に増大するため、大きな問題を解くことは事実上不可能である。我々はこの問題点を解決するために、代表的な NP 完全問題である充足可能性判定問題 (3SAT) やハミルトン経路問題 (HPP) をダイナミックプログラミングに基づくアルゴリズムを用いた DNA 計算により解く方法を考案した。この方法を用いると、計算に必要な DNA 分子の数を大幅に減らすことができる。たとえば、100 変数の 3SAT を解く場合、従来の brute force な方法では数百万トンもの DNA が必要であるのに対して、この方法では実現可能な量である数 mg の DNA で計算を行うことができる。4 変数 10 節の 3SAT と 7 都市の HPP を実際に DNA 分子を用いて解くことにより計算の効率と精度を評価した結果、計算を繰り返すことにより、さらに大きなサイズの問題を解くことが可能であることが示された。

T. Nakajima, H. Yoshida, Y. Sakai, A. Suyama: Solution of NP-complete problems on DNA computer.