

# 非線形微分方程式によるバクテリアの初期成長過程の解析

中大理工

本田良二郎, 脇田順一, 香取眞理

Analysis of initial growth process of bacteria  
by nonlinear systems of differential equations

Chuo University

R.Honda, J.Wakita, M.Katori

寒天培地上に接種したバクテリアは、その集団的振る舞いにより多様なパターンを形成することが知られているが、希薄菌液を用いると局所的に菌が単体から成長する様子が観察された。初期成長過程では、菌は一様に一次的にひも状に伸びていくが、途中から自らを折り畳みながら二次元的に広がっていく。この成長を特徴付けるために非線形微分方程式系を導入して解析を試みた。

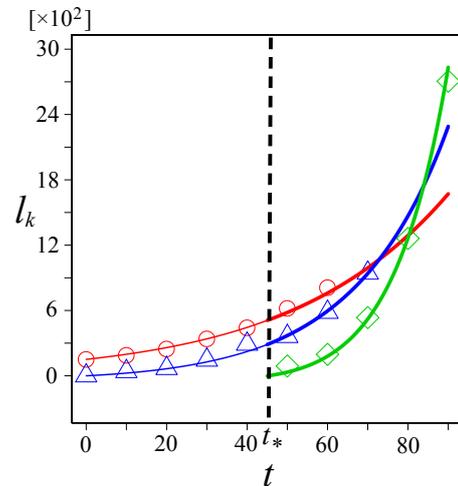
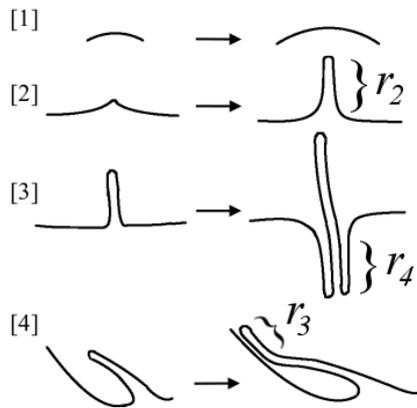


図1 バクテリアの初期成長段階にみられる素過程

図2 非線形微分方程式系のフィッティング結果

解析では、バクテリアの初期成長過程を分類し (図1), 次の微分方程式系を導入した。

$$\begin{aligned}
 L(t) &= l_1(t) + l_2(t) + l_{3+}(t), \\
 \frac{d}{dt}l_1(t) &= \alpha(1 - \beta)l_1(t) - \delta_1 l_1(t)l_2(t), \\
 \frac{d}{dt}l_2(t) &= \alpha(1 - \gamma)l_2(t) + \alpha\beta l_1(t) - \delta_2 l_1(t)l_2(t), \\
 \frac{d}{dt}l_{3+}(t) &= \alpha l_{3+}(t) + \alpha\gamma l_2(t) + (\delta_1 + \delta_2)l_1(t)l_2(t), \quad t \geq t_*.
 \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、 $L(t), l_1(t), l_2(t), l_{3+}(t), \alpha, \beta, \gamma$  はそれぞれバクテリアの全長, 1重部分の長さ, 2重部分の長さ, 3重以上の長さ, 増加率, 1重から2重への遷移率, 2重から4重への遷移率を表している。そして  $\delta_1, \delta_2$  を微小係数として、摂動により近似解を求めた。発表では、実験結果が (1) 式を満たす事を示し、非線形項が重要な役割を果たしていることを説明する。

[1]R.Honda, J.Wakita, M.Katori: Self-elongation with sequential folding of a filament of bacterial cells, arXiv: cond-mat.soft/1507.00481