

94. RI データ処理に関する研究 (第15報)

コンパートメントシステムの基本モデル
と変換

大阪大学 中央放射線部

木村 和文 西村 恒彦

同 第1内科情報科学研究室

古川 俊之 井上 通敏 北畠 顕

堀 正二 武田 裕 阿部 裕

同 工学部制御電子講座

梶谷 文彦 堀井 道明 山野 芳治

安村 良男 稲田 紘

コンパートメントアナリシスは放射性物質の体内動態の解析に有用な手段であり、モデルの同定、移行係数の推定、モデルの変換などの作業課程を踏むのが一般的である。

ここでは入力部位が1個であり、かつその出力の指数関数がすでに与えられた場合の移行係数の推定ならびにモデルの変換などの検討を加えた。

3コンパートメントシステムでは R. L. Schoenfeld はこの系が5つのパラメータで決定され(1)式で表現されることを示した。ここで $q_i(t)$ は時刻 t における i 番目のコンパートメントの物質の量であり、 $Q_i(s)$ はそのラプラス変換である。

$$\begin{pmatrix} s+a+b & -k\sqrt{\sigma_1\sigma_2} & -\sigma_2 \\ -b & s+\sigma_1 & 0 \\ 0 & -(\sigma_1-k\sqrt{\sigma_1\sigma_2}) & s+\sigma_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} q_1(0) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \dots(1)$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \beta \\ 0 & \omega & (\gamma+\beta\omega)/\alpha \end{pmatrix} \dots(2)$$

(1)式左辺第1マトリクスを λ とし、 λ の変換されたマトリクスを λ' とすると、 $\lambda' = P\lambda P^{-1}$ と表現される。ただし P は(2)式の形をもつ。

モデルの構造および λ_{ij} なる条件を考慮すれば、 α , β , ω , γ は一意的に決定される。ここで $\sigma_2 \leq k\sqrt{\sigma_1\sigma_2} \leq \sigma_1$ の時モデルはマミラリーおよびカテナリーモデルに変換される。 λ_{ij} を j から i 番目のコンパートメントへの移行係数、 λ_{oi} を i 番目のコンパートメントから系外への排出される量とすると、それぞれ次のように決定される。

イ) マミラリーモデル

$$\lambda_{01} = a, \lambda_{12} = \sigma_1$$

$$\lambda_{21} = b(k\sqrt{\sigma_1\sigma_2} - \sigma_2)/(\sigma_1\sigma_2)$$

$$\lambda_{13} = \sigma_2$$

$$\lambda_{31} = b)\sigma_1 - k\sqrt{\sigma_1\sigma_2}/(\sigma_1 - \sigma_2)$$

ロ) カテナリーモデル

$$\lambda_{01} = a, \lambda_{12} = k\sqrt{\sigma_1\sigma_2}, \lambda_{21} = b$$

$$\lambda_{23} = \sigma_1\sigma_2/k\sqrt{\sigma_1\sigma_2}$$

$$\lambda_{32} = (\sigma_1 - k\sqrt{\sigma_1\sigma_2})(k\sqrt{\sigma_1\sigma_2} - \sigma_2)/k\sqrt{\sigma_1\sigma_2}$$