

# SEIQCRVmモデル

## 1. モデル

変数はすべてベクトルで、各要素が年齢層ごとの人口を表す。年齢層×株の行列にすることができるが、実行していないので上手くいかないと思われる。

従来のSIRモデル:

- $S$ : 免疫を持たない者
- $I$ : 感染性を持ち、隔離されていない。中等症以下で推移した場合、排菌は10日程度とされる。
- $R$ : 快復または死亡し、再び感染しない者

これに加え、次の変数を追加した。:

- $E$ : 潜伏期間中(感染性を持たない)。5.6日程度
- $Q$ : 隔離済み。感染性を持つが、他社との接触がなく、実質的には感染性がない
- $C$ : 重傷者。全数が隔離済みであるとする。同上。排菌は感染から20日程度といわれている。
- $V$ : ワクチンを接種され、感染しない者。今のところ、ワクチンの効果で100%感染を防ぐものとしている。
- $N$ : 全人口。死者をRに含める(死亡を治癒と同一視する)ので  $N = S + E + I + Q + C + R + V = const.$  が成り立つ。

$$\circ \text{ また } dS + dE + dI + dQ + dC + dR + dV = 0.$$

- $dS(t) = -\beta S(t)I(t) - N\epsilon$  (ただし、 $S_i(t)$  がゼロ以下の時は  $\epsilon_i = 0$ )
- $dE(t) = \beta S(t)I(t) - \gamma E(t)$
- $dI(t) = \gamma E(t) - \gamma I(t) - \gamma Q(t) - \gamma C(t)$
- $dQ(t) = \gamma I(t) - \gamma Q(t) - \gamma C(t)$
- $dC(t) = \gamma I(t) + \gamma Q(t) - \gamma C(t)$
- $dR(t) = \gamma E(t)$
- $dV(t) = N\epsilon$
- $S(t+1) = S(t) + dS(t)$
- $E(t+1) = E(t) + dE(t)$
- $I(t+1) = I(t) + dI(t)$
- $Q(t+1) = Q(t) + dQ(t)$
- $C(t+1) = C(t) + dC(t)$
- $R(t+1) = R(t) + dR(t)$
- $V(t+1) = V(t) + dV(t)$

## 2. パラメーター

- 主なパラメーター:

- $R_0$ : 基本再生産数. 時間によらず変動しない. SIRでは $R_0 := \beta N / \gamma$ .
- $\gamma = 1/\tau$ : 治癒率. 1人が発症後, その2次感染者が発症するまでの期間(世代時間) $\tau$ で指定すること多い.  $(I + Q)\gamma$ は1日の治癒数.
- $m$ : 人流変動率. Google モビリティレポートのレクリエーションの項を元に, 平均, 分散, 分布を整えた値.  $\beta$ の変動として取り入れる:  $\beta = m * R_0 \gamma / N$
- 従属的なパラメーター
  - $\beta$ :  $\beta SI$ が1日の感染を表す.  $\beta = \alpha R_0 \gamma / N$ .
  - $R_e(t)$ : 実効再生産数.  $R_e(t) = R_0 \frac{S(t)}{N}$ .  $S/N$ の比率が下がることにより, 感染が収まる.
  - $\epsilon$
  - $\alpha$ : 過去に感染を経験した数.

### 3. 参考文献

- 緊急事態宣言対象地域の実効再生産数（推定感染日毎）：2月10日作成:  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000737685.pdf>(p.4)