

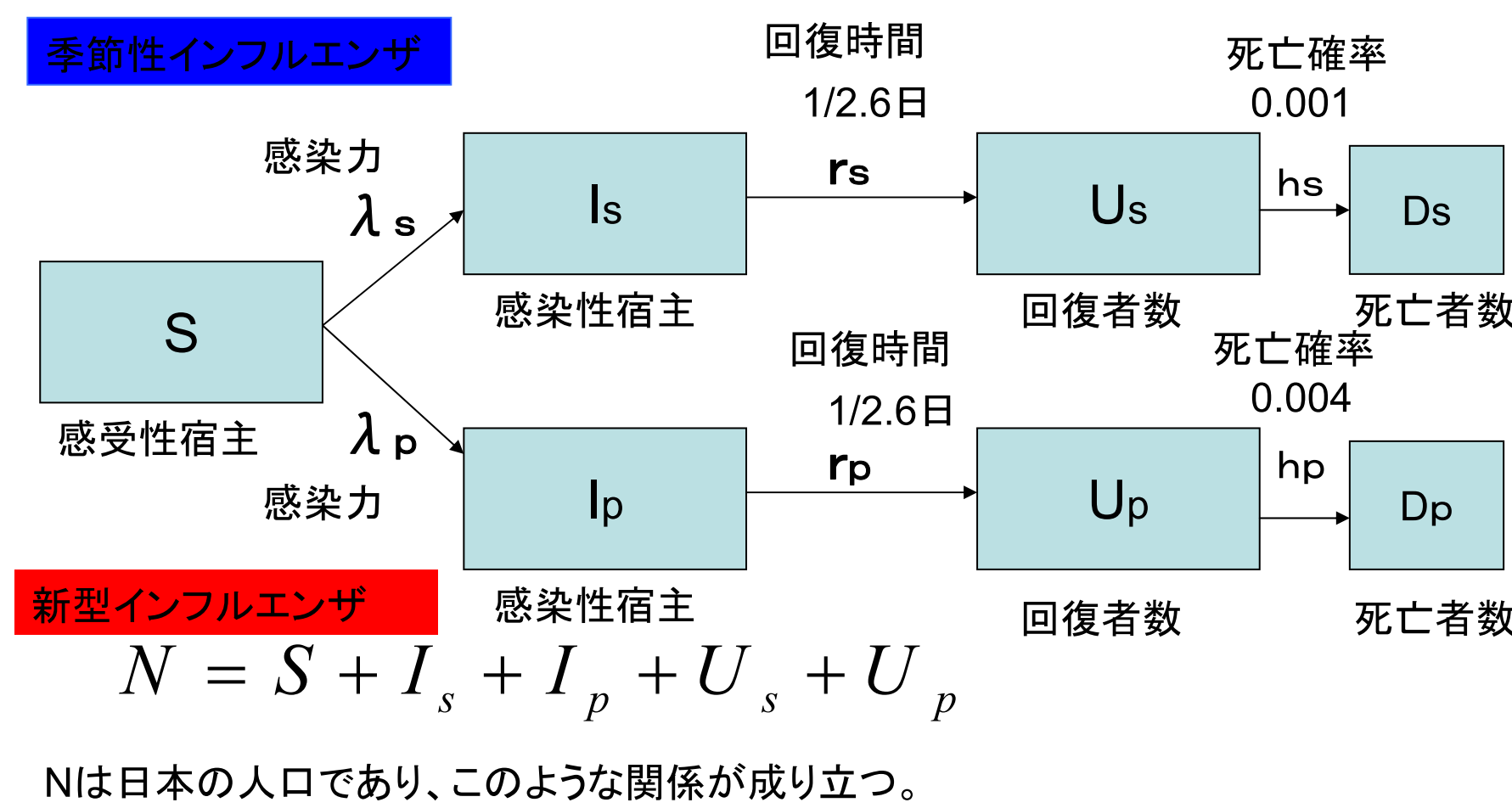
インフルエンザの感染力とワクチン配分の最適化

熊谷 紘甫

目的

- インフルエンザの流行に対するワクチン配分の問題を考える。
- 季節性インフルエンザと新型インフルエンザが同時に流行した場合、限りのあるワクチン生産資源をどのような配分にすると良いか、考察する。
- 西浦博、合原一幸、[生産研究(2009)]のモデルを引用し研究を行った。

感染症流行の数理モデル(1)



感染症流行の数理モデル(2)

感染率 λ : $1 / \text{回復時間} * \text{再生産数} * \text{感染性宿主} / \text{日本の人口}$
 Rは再生産数。再生産数とは、1人の感染者が生み出す2次感染者数の平均値。

$$\lambda_s = r_s R_s \frac{I_s}{N}$$

 再生産数R: 季節性の場合... $R_s = 1.3$ に固定。
 新型の場合... $R_p = R_s * \alpha$ (α は1.2)。
 R=1.3は温帯地域の季節性インフルエンザに共通する推定値として知られている。

感染症流行の数理モデル(3)

感染性宿主I: $\text{感染力} * \text{感受性宿主} - 1 / \text{回復時間} * \text{感染性宿主}$

$$\frac{dI_s}{dt} = \lambda_s S - r_s I_s$$

 回復者数U: $1 / \text{回復時間} * \text{感染性宿主}$

$$\frac{dU_s}{dt} = r_s I_s$$

 死亡者数D: $\text{回復者数} * \text{死亡率}$

$$D_s = U_s * h_s$$

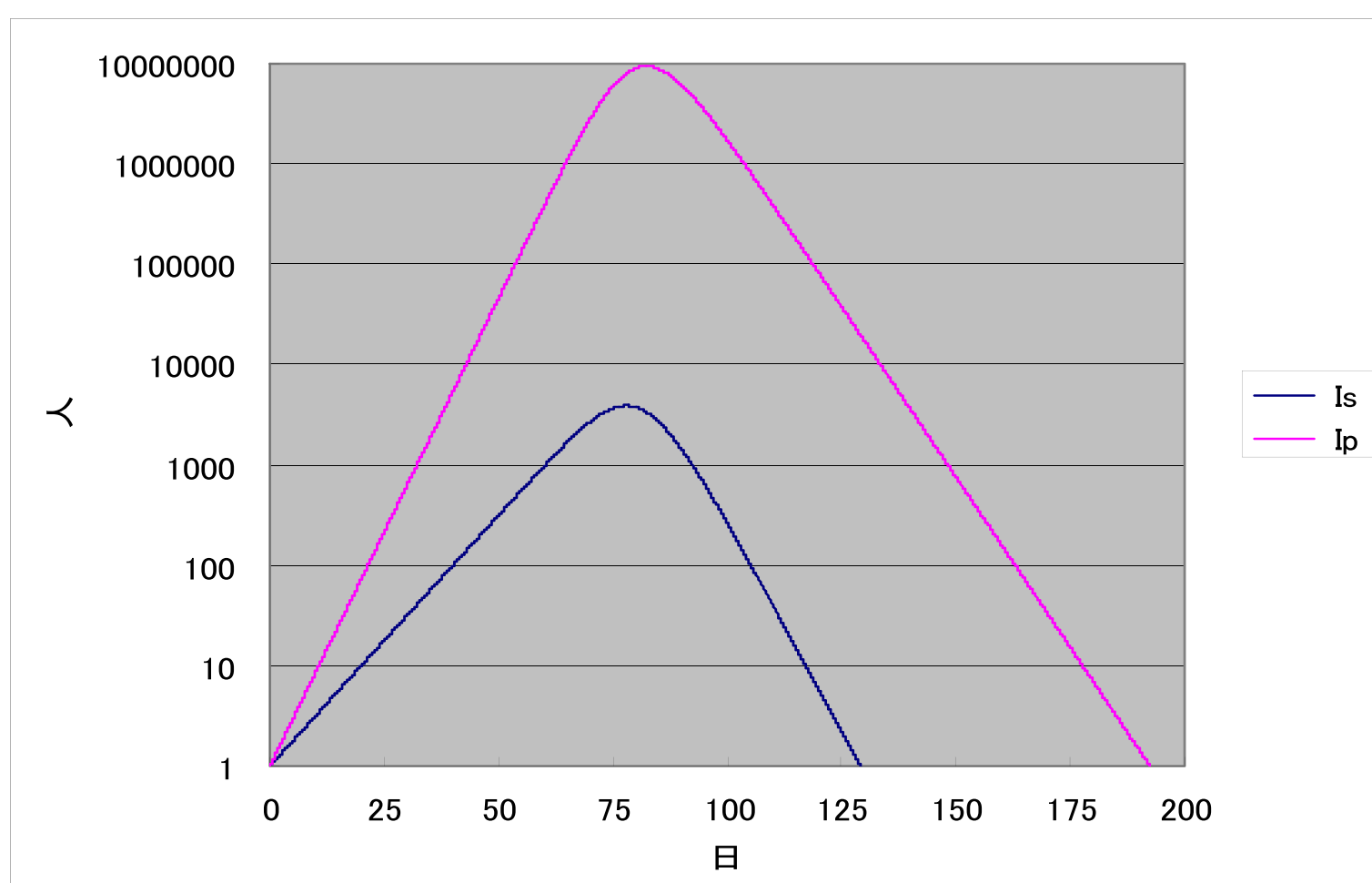
感染症流行の数理モデル(4)

- このように感染率を求め、感染性宿主と回復者数、死亡者数を求める。季節性のものの式を表したが、新型の場合も添え字をsからpにしたものを使用する。
- また回復者数の中に死亡者数を含んでいる。

インフルエンザ患者数の時間変化(1)

- モデルの設定
- $\alpha = 1.2$ と固定したとき
 時刻0で日本にそれぞれのインフルエンザ感染者が一名ずつ侵入したときの日にち間隔での感染性宿主の増減である。
 1つの同じ流行シーズンのうちに再感染せず、また2つの病原体の混合感染も起こらないものとする。
 また、全員がワクチンを接種していないものとする。

インフルエンザ患者数の時間変化(2)



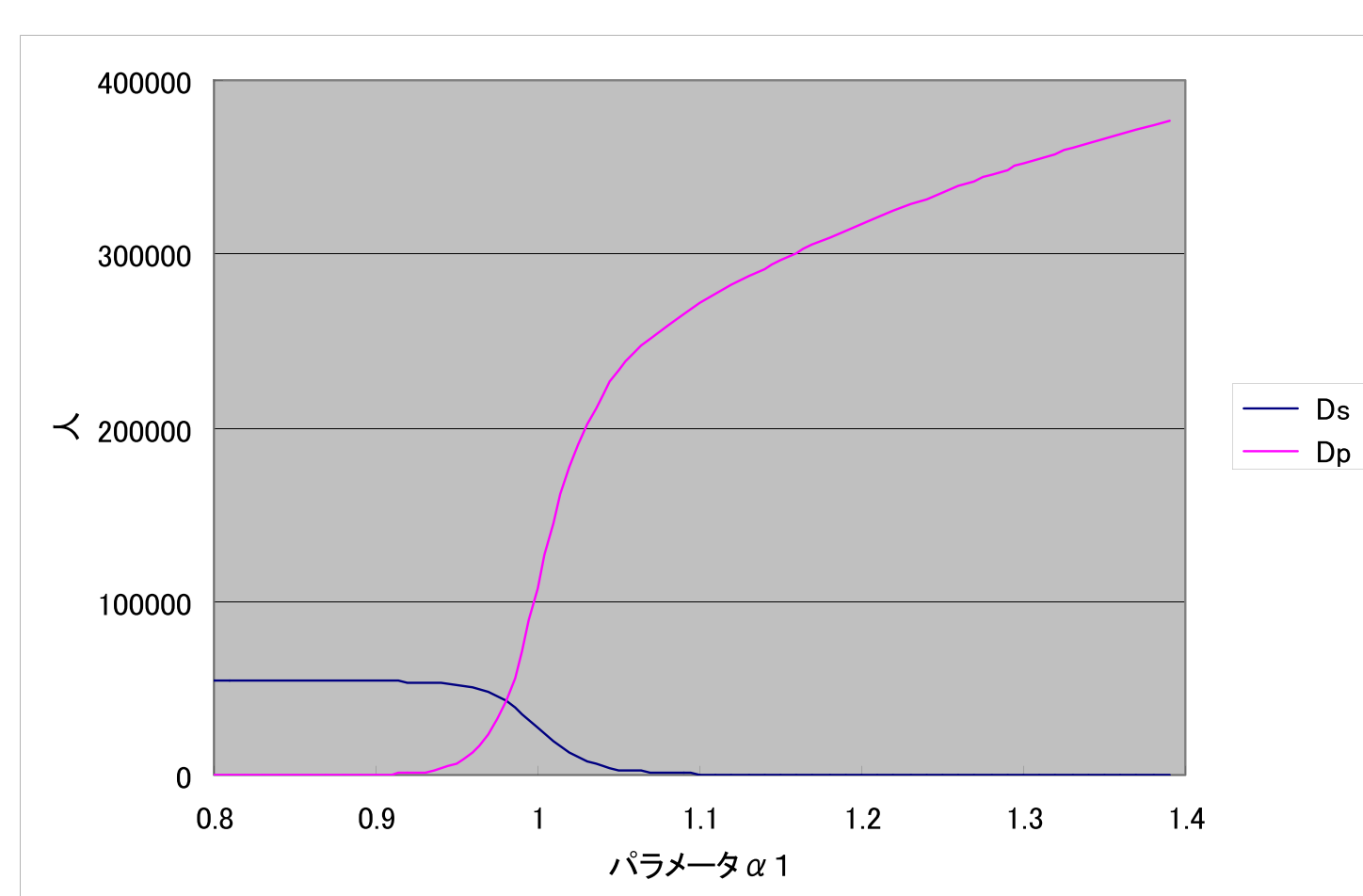
インフルエンザ患者数の時間変化(3)

- わかったこと
 新型インフルエンザが7930万人、季節性インフルエンザが3.7万人が感染すると予想される。
 季節性より感染率の強い新型の方が流行している期間が長い。
 季節性の感染者ピークが77日目で感染者数3905人、新型が感染者ピークが82日目で感染者数94.5万人である。

新型インフルエンザの感染率と死亡者数(1)

- モデルの設定
- α を変化させたとき
 死亡者数の求め方は、新型(回復者数 * 0.004)と季節(回復者数 * 0.001)でもとめる。
 新型の再生産数 $R_s * \alpha$ のパラメータ α を0.8から1.4まで変化させている。
 そのほかの設定は、時間におけるインフルエンザ患者数の増減と同じものとする。

新型インフルエンザの感染率と死亡者数(2)



新型インフルエンザの感染率と死亡者数(3)

- わかったこと
 死亡者数がおおよそ同じになるのは α が0.98のとき D_s が42573人で D_p が42808人である。
 $\alpha = 0.8$ の場合 D_s が53902人、 D_p が0.74人になる。
 $\alpha = 1.4$ の場合 D_s が2.4人、 D_p が37.9万人になる。

今後の課題

- 西浦-合原によるモデルをある程度再現することができた。今後はモデルをさらに改良する。
- ワクチンによる治癒率を入れて、西浦-合原モデルを再現する。
- 同一人物が2種類のインフルエンザにかかる場合、ワクチンが提供される時期の影響などを行う。
- また感染者の広がりを地図上でシミュレーションする。