

マウスに対する放射線の寿命短縮の解析

衣川 哲弘¹、真鍋 勇一郎¹、和田 隆宏²、坂東 昌子³

大阪大学 工学研究科¹、 関西大学²、 京都大学 基礎物理学研究所³

1. 概要

環境科学技術研究所(青森県、六ヶ所村)で行われた
メスマウスに対する連続γ線照射実験

I. B. Tanaka, III et al. (2017) *Radiat. Res.* 187(3),

実験手順

2種類の実験:

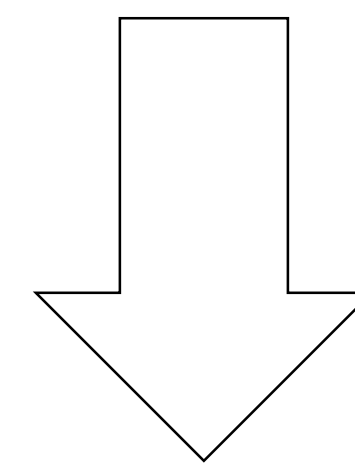
- 100日毎に解剖し、罹患しているがんを調査
- 死ぬまで飼育、生存率の時間変化を調査



死因調査

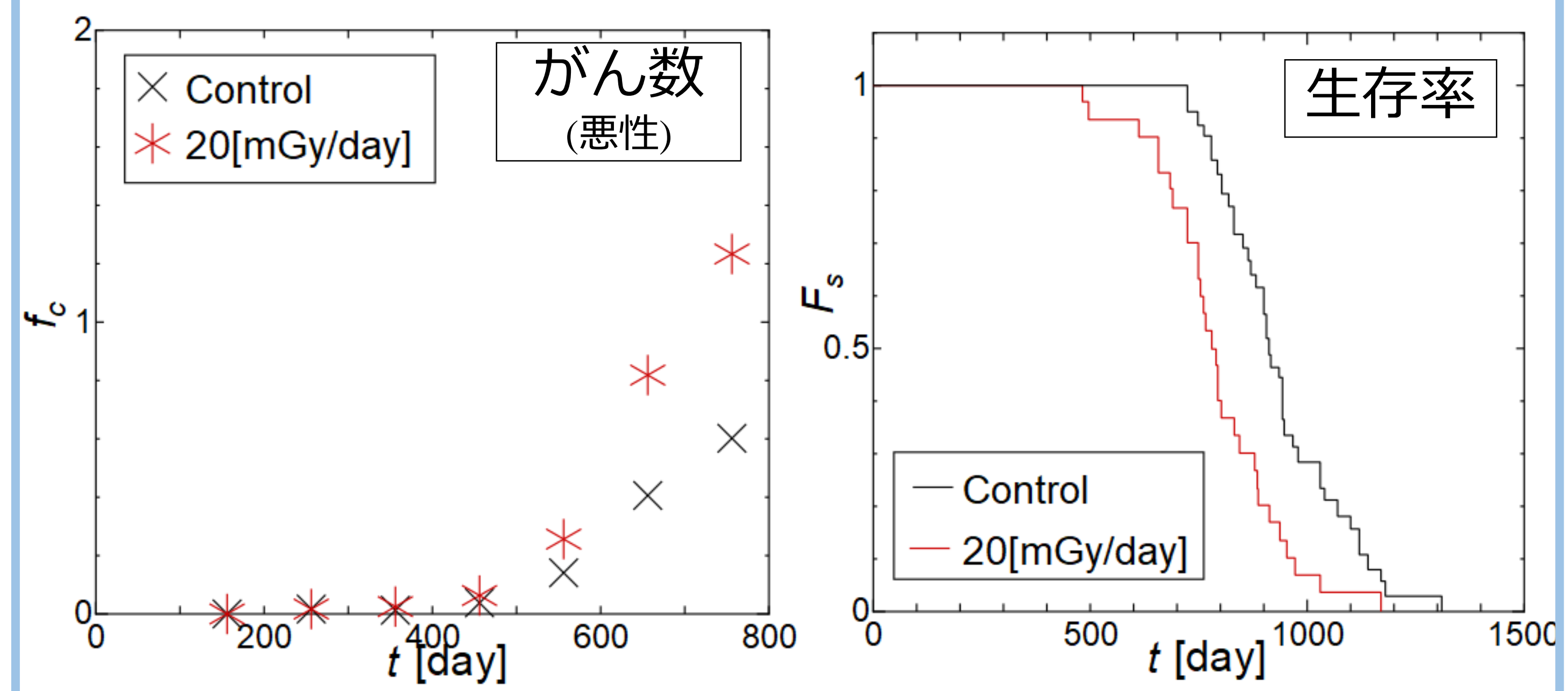
I. B. Tanaka III et al. (2007). *Radiat. Res.* 167(4), 417-437.

- 死因の約90%はがん
- 悪性リンパ腫が最多(55.0%)
- アデノーマは増加するが、死因となるケースは少ない



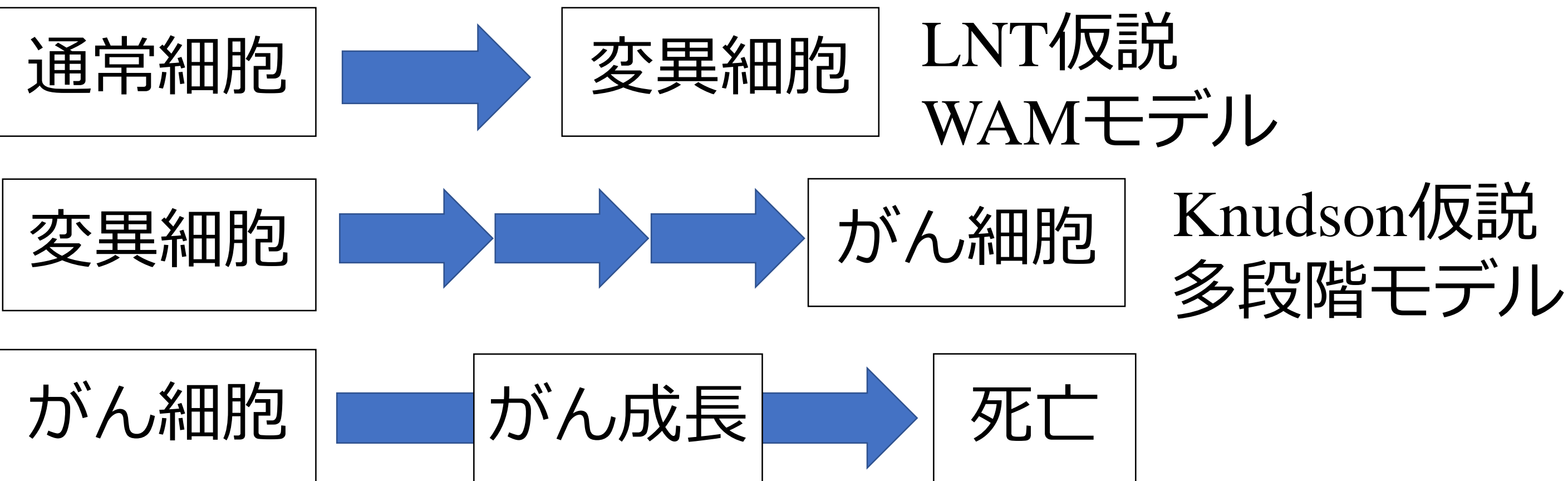
がんと死亡の関係を
生存率とがんの個数より考える

モデル化データ



がんの個数：罹患率より推定
良性腫瘍を除く

遺伝子変異からがんによる死亡の過程



2. 寿命モデル

寿命モデル：がん発生と死亡を結びつけるモデル

がん発生

$F_{NC}(t)$: 時刻 t にがんをもたないマウスの割合

$$\frac{dF_{NC}}{dt}(t) = -\lambda(t)F_{NC}(t) \quad F_{NC}(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(t') dt'\right)$$

$\lambda(t)$: 時刻 t のがん増加率 (実験1の結果より算出)

- がん発生と死亡に時間差 $\Rightarrow \frac{dP_D}{dt}(t, t')$ を定義
- 時間差にばらつき

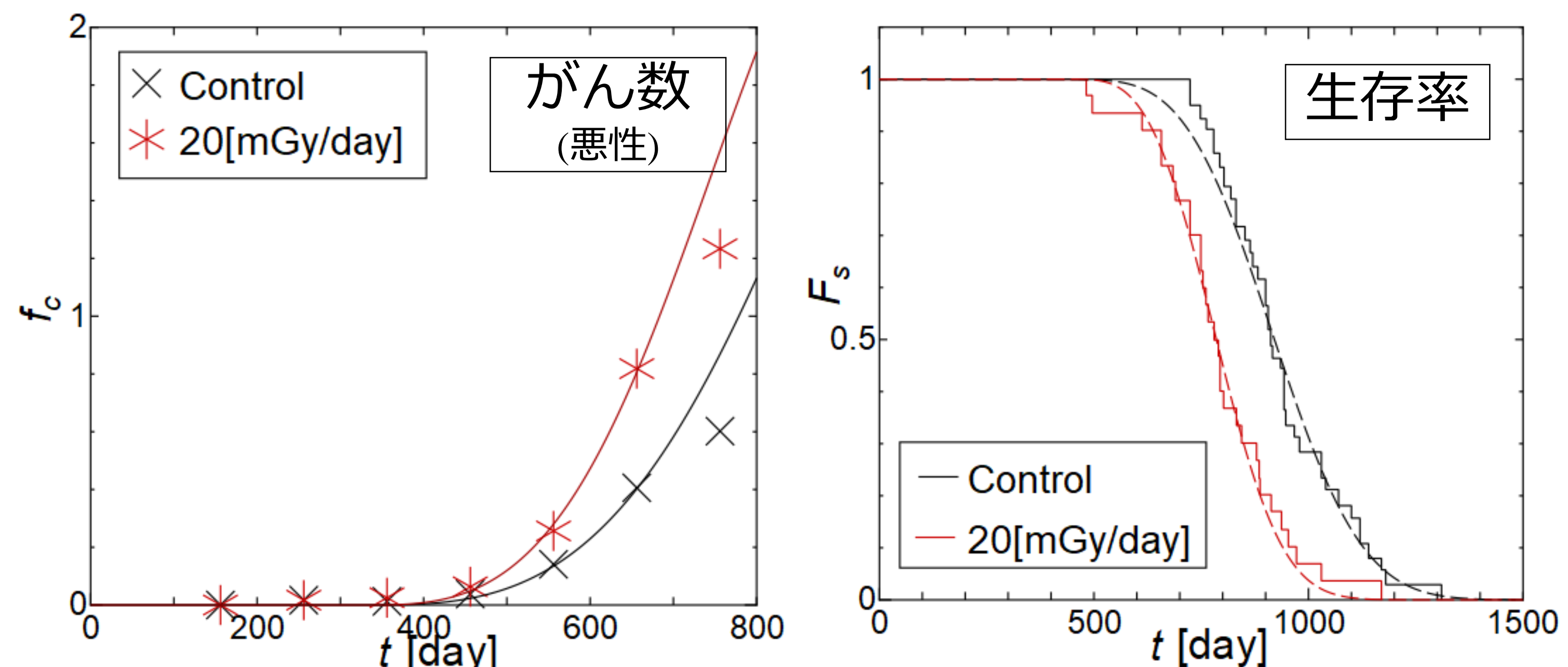
$\frac{dP_D}{dt}(t, t')$: 時刻 t' にがんができたマウスが
時刻 t に死ぬ確率

生存率

$F_S(t)$: 時刻 t における生存率

$$F_S(t) = 1 - \int_0^t P_D(t, t') \left(-\frac{dF_{NC}}{dt}(t')\right) dt'$$

3. 計算結果



$\lambda(t) = a(t - t_0)^2$ $\frac{dP_D}{dt}(t, t')$: 対数正規分布を仮定

$$\frac{dP_D}{dt}(t, t') = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma(t-t')}} \exp\left(-\frac{(\log(t-t') - \log T)^2}{2\sigma^2}\right)$$

パラメータ

$$\text{mean} = Te^{\frac{1}{2}\sigma^2}$$

$$\text{variance} = (Te^{\frac{1}{2}\sigma^2})^2(e^{\sigma^2} - 1)$$

	a	t_0	T	σ	mean	variance
control	3.5×10^{-8}	330	210	0.14	210	30^2
20 [mGy/day]	7.3×10^{-8}	330	150	0.20	150	30^2

4. まとめ

1. 寿命モデルはがんと死亡の関係を記述
2. 本計算において、死因となるがんを選別(良性腫瘍は除いた)
3. がん種による違い(死亡率や成長の速さ等)は考慮していない
4. モデルの妥当性、改良すべき点等を議論したい