

S1

第7回寸法と規模の計画5

同時使用者数の観測分布と理論分布

- 前回のクラス実験で観測された同時使用者数の頻度分布によく似た数学的な分布型を探すと
- 「ポアソン分布」という名前があがる。その式は、下記のようなものである。

$$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

この式のグラフの形と性質を理解することが本日のキモの一つである。

S1 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無いー見ればある 河井寛次郎

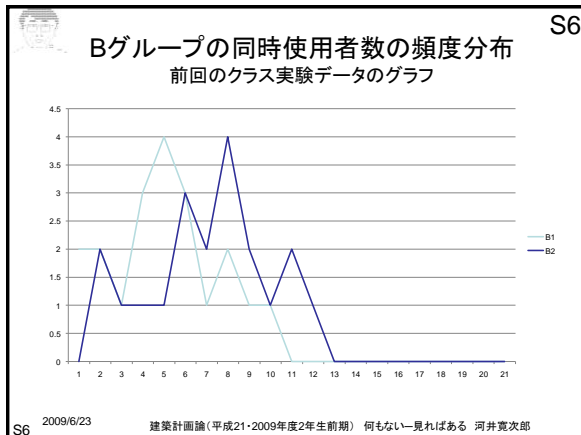
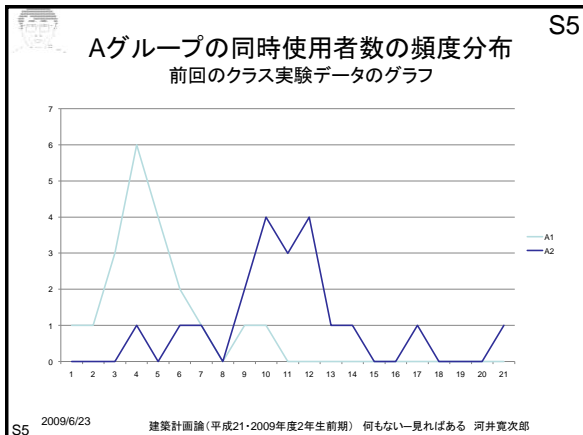
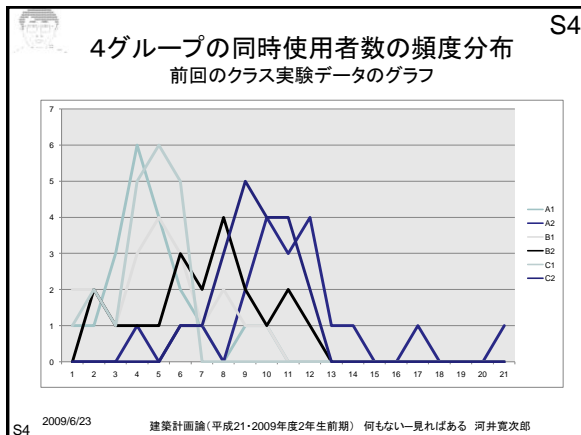
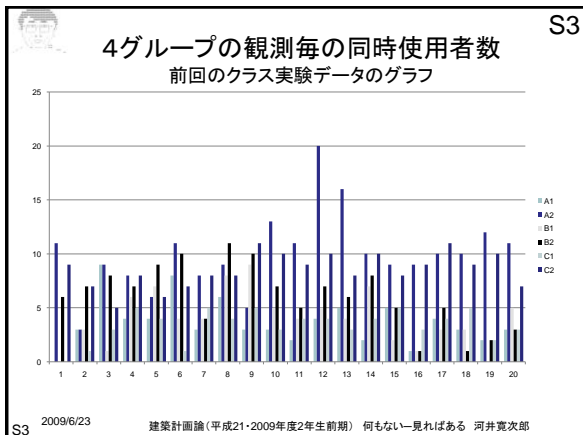
S2

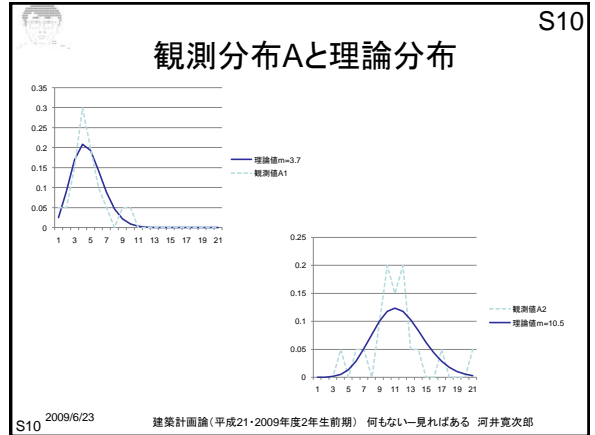
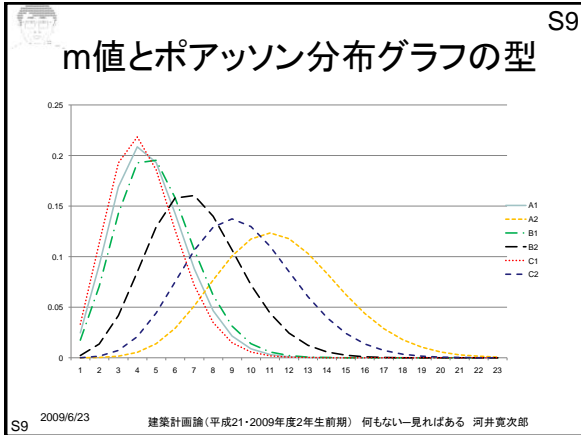
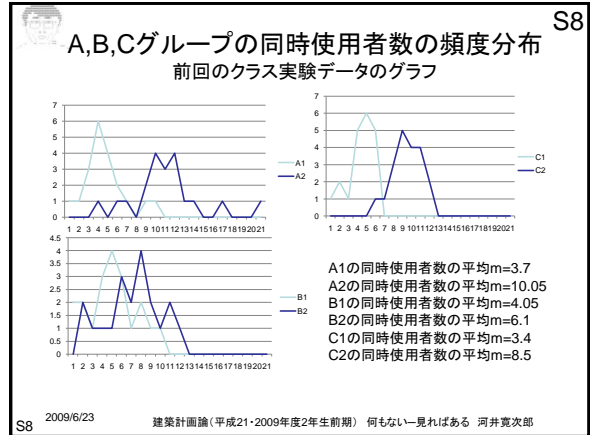
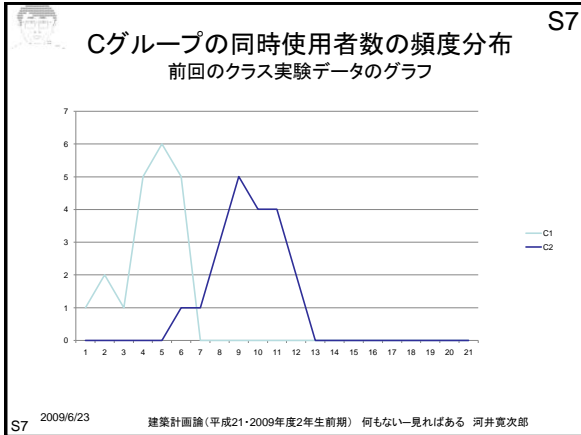
ポアソン分布のグラフの型 (mの値に依存する)

$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$

ただしx: 同時使用者数, m: 同時使用者数の平均、!: 階乗
 $e=2.7182\dots$: ネピアの定数(自然対数の底)
 e の覚え方=鮎(ふな)いやに早いな

S2 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無いー見ればある 河井寛次郎





施設使用の要因間の関係

観測したときに手を上げている人数 = $\frac{\text{実験参加者総数} \times \text{占有時間の平均}}{\text{平均使用間隔}}$

実験参加者総数	29.0
占有時間の平均	5.0
平均使用間隔	18.6
観測したときに手を上げている人の数 同時使用者数 =	7.8
A1平均 =	3.7
A2平均 =	10.1
(A1+A2)/2 =	6.9

S11

2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い—見ればある 河井寛次郎

施設使用の要因間の関係2 結論

同時使用者数を観測する
ことが一番やり易い

S12

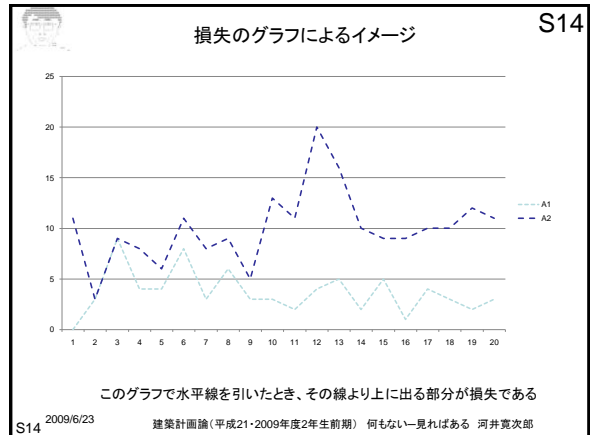
2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い—見ればある 河井寛次郎

S13

施設の損失(ロス)とは

- 施設が、いつも空いているのは、施設(初期設備投資)がもったいない
- 満席のとき、客が立ったり、去っていくならば損失(loss)の発生
- また、待つ客がいると、どの程度待てるか、待たせるかを考えねばならない

S13 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎



S15

損失の型

- 損失(ロス)の定義: 同時使用者数 x は、ある分布法則にしたがって平均値 m のまわりに変動分布するが、同時使用者数が、用意した施設数を越えると、越えた分を損失という
 - 同時使用者数の分布法則としてポアソン分布のみを考える
 - 損失の発生時点の使用者の行動として三つの型がある
- 第1種損失型(損失量グラフ:p1)
 - x -Tグラフ(使用者-時刻曲線)が損失の実害がない
- 第2種損失型(損失量グラフ:p2)
 - 定員のある施設で、使用者が定員を越え、あふれた使用者は、あきらめるか、よその施設を利用するので損失の実害が出る
 - 施設数を超えない間は、損失が発生しない
- 待ち合わせ型(第3種損失型)(損失量グラフ:p3)
 - x -Tグラフ(使用者-時刻曲線)が損失の影響を受けると考える場合
 - この場合、待つ時間が問題となる

S15 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S16

第1種損失型の損失量

- 各種の定員のある施設で、使用者が定員を越えると損失が発生する。
- しかし、使用者は、その施設に留まる場合
- 記号の定義
 - m : 使用者数の平均
 - n : 施設数
 - $E(n)$: 損失の発生量、つまり定員を越える使用者
 - x : 同時使用者数 (注意 m : 同時使用者数の平均)
- $$E(n) = \sum_{x=n+1}^{\infty} (x-n)P(x)$$

S16 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S17

第1種損失型の損失量の大小の評価

- 評価の方針として、損失量は、同時使用者数の平均に比べてどの程度多いだろうかを考える
- 準備として、損失量の計算式を少し変形する

$$E(n) = mP(n-1) + m\left(1 - \frac{n}{m}\right) \sum_n^{\infty} P(x)$$

S17 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S18

第1種損失型の損失量の評価(続)

- 損失量 $E(n)$ の多さをみるため、損失量を同時使用者数の平均で割り、ある値 α より小さければ良しとする
- この α を、「あふれ率」と名付ける

$$p_1: \frac{E(n)}{m} = P(n-1) + \left(1 - \frac{n}{m}\right) \sum_n^{\infty} P(x) < \alpha$$

S18 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S19

第1種損失型の近似式

- n=1,2の場合は下記のようになる(誘導省略)

$$p_1 = m \left(\frac{1}{2} - \frac{m}{6} + \frac{m^2}{24} \right)$$

S19 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S20

規模計画例題 事務所の便器の個数

- 事務所では一般に便所に行く時間は制約されていないので、便所に行く要求の発生は、ランダムとみなせる
- 事務所の有効面積1500㎡、男女比4:1、事務所密度10㎡/人
- 判断基準
 - 一般の事務所では、その階の便所が満員であれば他の階に行ったりして、行列をつくることはほとんどない
 - あふれる人数の平均が、同時使用者の平均の1/1000以下になるように規模を設定する
 - この数値1/1000(=0.001)の類を「あふれ率(α)」とよぶ

S20 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S21

事務所の便器の個数(続)

- 規模決定のモデル化
 - 使用予測人口 1500/10=150人(男 120人、女 30人)
 - 便所使用発生の相対頻度(同時使用者数の割合)P(x)は、ポアソン分布であるとする。同時使用者数の平均mとすると、

$$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$
 - mは、観測値の代わりに、次の式を使う。すなわち、
 - 便所の使用可能総人数v、使用可能時間の平均μ、使用時間の平均τとすると、

$$m = \frac{v \times \tau}{\mu}$$

S21 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S22

事務所の便器の個数(続々)

- 使用時間の平均を
 - 男子小便器 30秒
 - 男子大便器 400秒
 - 女子便器 90秒
- 使用間隔の平均を、経験値にもとづいて
 - 150分
 - 3000分
 - 210分

男子小便器	$m = 120 \times \frac{30}{60} \times \frac{1}{150} = 0.40$
男子大便器	$m = 120 \times \frac{400}{60} \times \frac{1}{3000} = 0.07$
女子便器	$m = 30 \times \frac{90}{60} \times \frac{1}{210} = 0.21$

S22 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S23

事務所の便器の個数 モデル操作

- あふれ率αを0.001以下の場合、図によると、男子小便器は、4個、男子大便器は2個、女子便器は、2個となる
- 大規模な貸し事務所などでは、あふれ率は、0.001以下にするのがよいとされる
- 女子の場合は、グループをつかって便所を利用する傾向があり、ポアソン分布よりもすが長くなるが知られているが、あふれ率αを0.001程度にしておけば一時的な待ちが起ころうとも短時間に解消する

図9.8 あふれ率(ポアソン分布の場合)

S23 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎

S24

第1種損失型、第2種損失型、待ち合わせ型の近似式

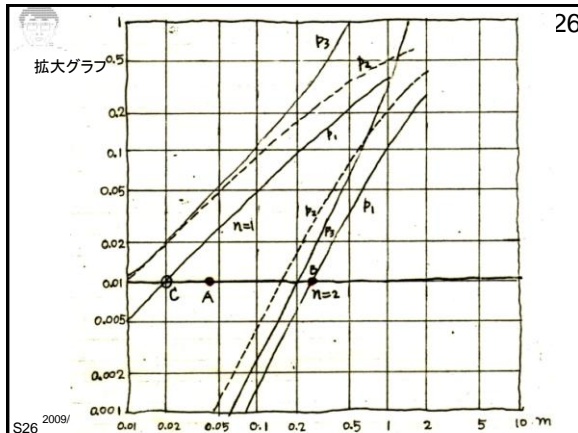
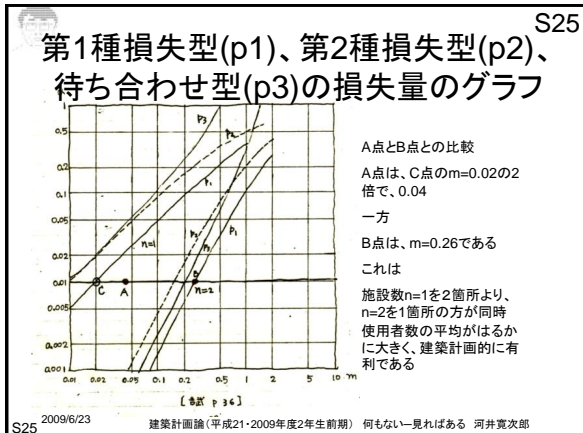
- n=1,2、また実用上α=0.01付近を問題にする
- 第1種損失型

$$p_1 = m \left(\frac{1}{2} - \frac{m}{6} + \frac{m^2}{24} \right)$$
- 第2種損失型

$$p_2 = m(1 - m + m^2)$$
- 待ち合わせ型

$$p_3 = m \left(\frac{1}{1 - m} \right)$$

S24 2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い一見ればある 河井寛次郎



S27

ポアソン分布の性質

- 使用率 p が小さい場合すなわち、
 - > $v \gg 1$
 - > 同時使用者数 x の平均 $v \ll 1$
 - > $vp = m < 20$: m は、同時使用者数の平均

1. 同時使用者数 m だけがわかっておれば、 v 、 p が不明でも確率密度の分布が定まる
2. 特に、 m が小さい(5程度以下)の場合、現実の分布が、理論分布と非常によく一致する
3. しかも、その分布が m よりは、(常識で考えられないほど)ずっと大きい方へ広がっている
 - *日常生活における注意: 減多に車が来ないと思っても、続けてくることがあるので気をつけよう!*

2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い—見ればある 河井寛次郎

S28

学番 _____ 名前 _____

- 規則①隣の人とは無関係に手を挙げる
- 規則②5秒測って、手を下ろす
- 規則③手を下ろした人は、10~30秒を測って、再び手を挙げ、5秒測って手を下ろす

というクラス実験を行ったが、規則①、②、③は、施設使用の何に対応するか、奥田食堂で食事をする場合を想定して説明せよ

2009/6/23 建築計画論(平成21・2009年度2年生前期) 何も無い—見ればある 河井寛次郎