

通信とネットワーク 中間試験

問1. 本講義の内容に関して、次の文章(表)の空欄 (a) ~ (y) を埋めよ。(2点×25)

- ネットワークプロトコルのOSIの基本参照モデルは次の表のとおりである。

階層	名前	役割	例
7	アプリケーション層	各アプリケーションの制御	
6	プレゼンテーション層	情報表現, フォーマット	
5	セッション層	アプリケーションごとのコネクションの制御	
4	(a) 層	(e)	TCP, (i)
3	(b) 層	(f)	(j)
2	(c) 層	(g)	(k)
1	(d) 層	(h)	Ethernet, RS-232C

- 回線交換とは、(l) であり、パケット交換とは、(m) して、多数の通信が回線を共有して通信を行う方式である。
- TCP では、(n) bit の 2 進数からなるポート番号により、送信元とあて先のアプリケーションを記述する。たとえば、HTTP サーバに接続したい時には、通常はポート番号 (o) 番で接続する。
- MAC アドレスは、イーサネットプロトコルにおいて機器を特定するための番号である。その総 bit 数は 48 bit であり、上位 24bit で (p) を識別することができる。
- DHCP は、(q) ためのプロトコルである。
- IP アドレス 225.163.86.138, ネットマスク 255.255.240.0 のホスト接続されているネットワークを考える。このネットワークでは、IP アドレスの上位 (r) bit で (s) を表すので、(s) アドレスは (t) となる。また、下位 (u) bit で (s) 内の (v) を表す。ブロードキャストアドレスとは、(w) ためのアドレスであり、このネットワークの場合、通常は (x) である。従ってこのネットワークで、一般のホストとして割り当てることができる IP アドレスの総数は、(y) 個である。

問2. アナログ変調方式に関して、搬送波の周波数を f_c , 変調する信号を $s(t)$ とするとき、AM 変調方式, FM 変調方式, PM 変調方式で変調された信号を式で表せ。このとき、パラメータなどは各自が設定すること。(3点×3)

問3 . (8点×2)

研究室のローカルネットワークは、プライベートアドレスで運用されており、IP アドレス 192.168.10.5 と 192.168.10.6 のマシンが存在するとする。そして両マシンでデフォルトゲートウェイとして設定されているゲートウェイが、プライベートアドレス 192.168.10.1 で研究室のネットワークに、グローバルアドレス 131.112.80.68 で外部とのネットワークに接続されているとする。このとき次の問いに答えよ。また、解答に指定されていない値が必要な場合は各自定めよ。

- (1) ゲートウェイが NAT 機能を持っているとき、192.168.10.5 のマシンから外部の 225.163.86.138 のマシンと通信する時の手順を述べよ。
- (2) ゲートウェイが IP マスカレード機能を持っているとき、192.168.10.5 と 192.168.10.6 のマシンから外部の 225.163.86.138 のマシンの HTTPS(ポート番号 443) と通信する時の手順を述べよ。(8点)

問4 . (5点+5点+5点+5点+5点)

処理するコンピュータが2台、処理を待つために3つのジョブが格納できる待ち行列が存在するシステムを考える。ジョブは平均 λ のポアソン分布で到着するものとする。ジョブの処理時間は、平均 $1/\mu$ の指数分布で表せるものとする。このシステムの状態に関する確率変数 $S(t)$ を考え、 $S(t) = 0$ が「処理中のジョブが0個、待ち行列にあるジョブが0個」、 $S(t) = 1$ が「処理中のジョブが1個、待ち行列にあるジョブが0個」、 $S(t) = 2$ が「処理中のジョブが2個、待ち行列にあるジョブが0個」、 $S(t) = 3$ が「処理中のジョブが2個、待ち行列にあるジョブが1個」、 $S(t) = 4$ が「処理中のジョブが2個、待ち行列にあるジョブが2個」、 $S(t) = 5$ が「処理中のジョブが2個、待ち行列にあるジョブが3個」という状態を表すものとする。時刻 t において状態が $S(t) = i$ ($i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$)である確率を $p_i(t)$ で表し、このとき、微小時間 $\Delta\tau$ における変化を考え、 $p_0(t + \Delta\tau), p_1(t + \Delta\tau), p_2(t + \Delta\tau), p_3(t + \Delta\tau), p_4(t + \Delta\tau), p_5(t + \Delta\tau)$ を $p_0(t), p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t), p_5(t)$ を用いて表せ($\Delta\tau$ の1次近似)。また、求めた式から微分方程式を求め、定常解 $p_0^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, p_4^*, p_5^*$ を求めよ。このとき、 $\rho = \lambda/\mu$ を用いて、添字に変数を用いずに $p_0(t), p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t), p_5(t)$ や $p_0^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, p_4^*, p_5^*$ を用いて書き下すこと。さらに、定常時のシステム内の平均のジョブ数と平均システム遅延(ジョブが受け付けられたときに、ジョブを投入してから終了するまでの平均の時間)を、 $\lambda, \mu, p_0^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, p_4^*, p_5^*$ を使って記せ(全部使わなくても良い。式は簡単化しなくても良い)。

注意：配点は変更することがある。

解答用紙

学科・類：

学籍番号：

名前：

問 1 .

- | | |
|-----|-----|
| (a) | (b) |
| (c) | (d) |
| (e) | (f) |
| (g) | (h) |
| (i) | (j) |
| (k) | (l) |
| (m) | (n) |
| (o) | (p) |
| (q) | (r) |
| (s) | (t) |
| (u) | (v) |
| (w) | (x) |
| (y) | |

問 2 .

AM

FM

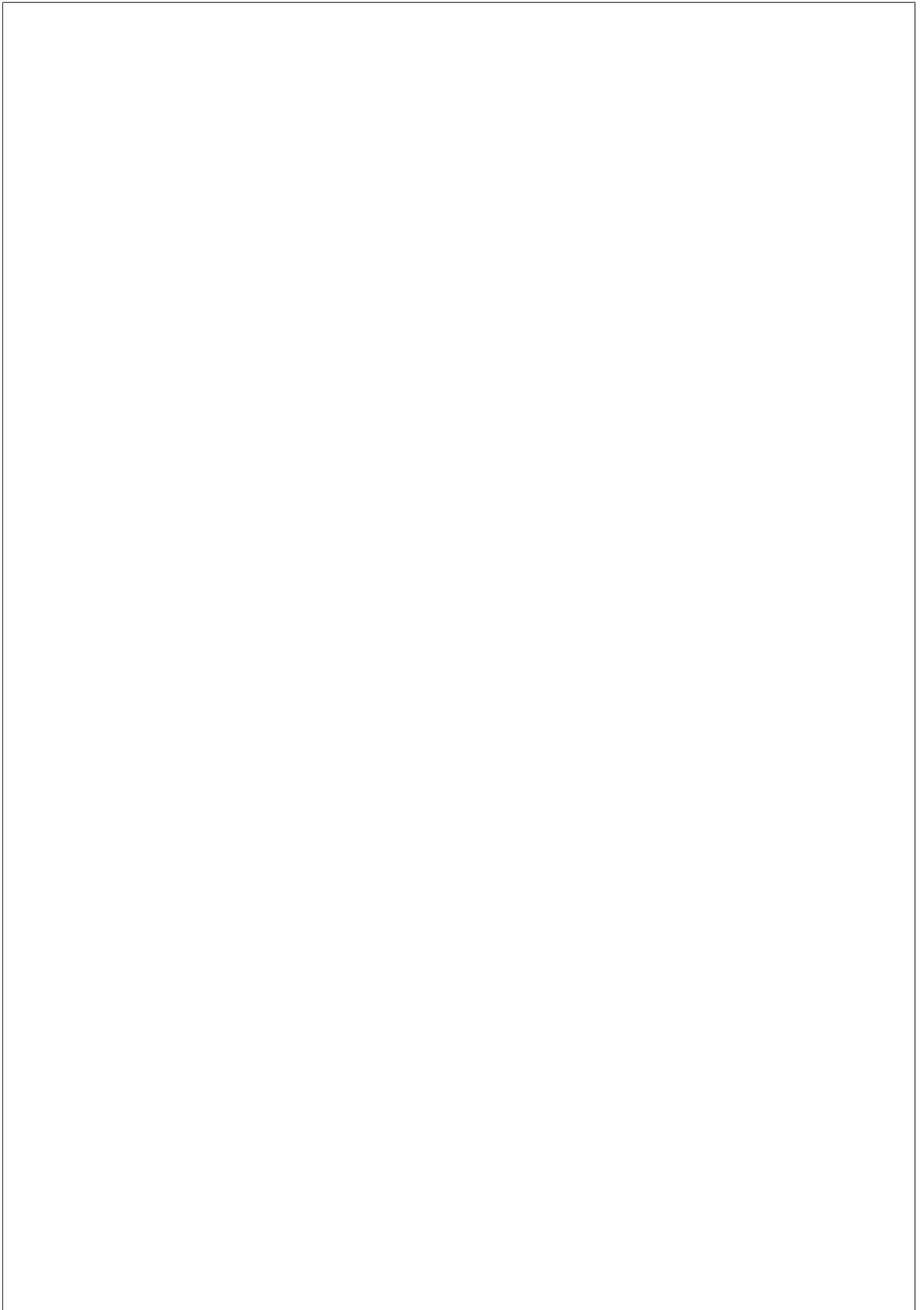
PM

問3 .

(1)

(2)

問4 .



解答用紙

学科・類：

学籍番号：

名前：

問 1 .

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| (a) トランスポート | (b) ネットワーク |
| (c) データリンク | (d) 物理 |
| (e) プログラム間の通信を提供する規約 | (f) 多数の機器を経由した通信の制御の規約 |
| (g) 直接接続された機器間の制御の規約 | (h) 電氣的信号，コネクタの形状などの規約 |
| (i) UDP | (j) インターネットプロトコル |
| (k) Ethernet | (l) 通信経路を占有して通信を行う |
| (m) データをある一定長の以下のパケットに分割 | (n) 16bit |
| (o) 80 | (p) ベンダー |
| (q) IP で通信するために必要な設定を自動的に行う | (r) 20 |
| (s) ネットワーク | (t) 225.163.80.0 |
| (u) 12 | (v) ホスト |
| (w) ネットワーク内のすべてのマシンに向けて送信する | (x) 225.163.95.255 |
| (y) $4094(=2^{12} - 2)$ | |

問 2 .

AM

$$A(\alpha s(t) + 1) \cos 2\pi f_c t$$

ただし， A は搬送波の振幅， α を変調度

FM

$$A \cos 2\pi \left(f_c t + \alpha \int^t s(\tau) d\tau \right)$$

ただし， A は搬送波の振幅， α を変調度

PM

$$A \cos 2\pi (f_c t + \alpha s(\tau))$$

ただし， A は搬送波の振幅， α を変調度

問3 .

(1)

192.168.10.5 から宛先 225.163.86.138 , 発信元の 192.168.10.5 のパケットは , ゲートウェイ 192.168.10.1 に送られる。ゲートウェイは発信元を 131.112.80.68 に書き換えたパケットを外部のネットワークに送るとともに , 225.163.86.138 へ送ったパケットは 192.168.10.5 からのものであることを記憶しておく。225.163.86.138 から 131.112.80.68 への返信があると , その記憶から宛先を 192.168.10.5 に書き換え , 内部のネットワークに送り出す。そして , そのパケットが 192.168.10.5 に到着することによって , 192.168.10.5 と 225.163.86.138 が通信を行うことができる。

(2)

192.168.10.5 から発信する宛先 IP アドレス 225.163.86.138 , 宛先ポート番号 443 , 発信元 IP アドレス 192.168.10.5 のパケットの発信元ポート番号を 1000 とし , 192.168.10.6 から発信する宛先 IP アドレス 225.163.86.138 , 宛先ポート番号 443 , 発信元 IP アドレス 192.168.10.6 のパケットの発信元ポート番号も 1000 とする。両方のパケットは , 131.112.80.68 に到着する。前者のパケットは , 発信元 IP アドレスを 131.112.80.68 に書き換え , 発信元ポート番号を例えば 2000 に書き換え , 後者のパケットは , 発信元 IP アドレスを 131.112.80.68 に書き換え , 発信元ポート番号を例えば 3000 に書き換える。そして , 発信元ポート番号を 2000 に書き換え 131.112.80.68 へ送ったパケットは 192.168.10.5 からのパケットであること , 発信元ポート番号を 3000 に書き換え 131.112.80.68 へ送ったパケットは 192.168.10.6 からのパケットであることを記憶しておく。225.163.86.138 から 131.112.80.68 への返信があると , その宛先ポート番号が 2000 ならば , それは 192.168.10.5 からのパケットの返信であることがわかるので , 宛先 IP アドレスを 192.168.10.5 に , 宛先ポート番号を 1000 に書き換え内部のネットワークに送り出す。その宛先ポート番号が 3000 ならば , その宛先ポート番号が 3000 ならば , それは 192.168.10.6 からのパケットの返信であることがわかるので , 宛先 IP アドレスを 192.168.10.6 に , 宛先ポート番号を 1000 に書き換え , 内部のネットワークに送り出す。このようにすることによって , 192.168.10.5 と 192.168.10.6 が混信することなく , 225.163.86.138 と通信することができる。

問4 .

微小時間の関係式は ,

$$\begin{aligned}
 p_0(t + \Delta\tau) &= (1 - \lambda\Delta\tau)p_0(t) + \mu\Delta\tau p_1(t) \\
 p_1(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_0(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - \mu\Delta\tau)p_1(t) + 2\mu\Delta\tau p_2(t) \\
 p_2(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_1(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_2(t) + 2\mu\Delta\tau p_3(t) \\
 p_3(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_2(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_3(t) + 2\mu\Delta\tau p_4(t) \\
 p_4(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_3(t) + (1 - \lambda\Delta\tau - 2\mu\Delta\tau)p_4(t) + 2\mu\Delta\tau p_5(t) \\
 p_5(t + \Delta\tau) &= \lambda\Delta\tau p_4(t) + (1 - 2\mu\Delta\tau)p_5(t)
 \end{aligned}$$

となる。微分方程式は ,

$$\begin{aligned}
 \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda p_0(t) + \mu p_1(t) \\
 \frac{dp_1}{dt} &= \lambda p_0(t) - (\lambda + \mu)p_1(t) + 2\mu p_2(t) \\
 \frac{dp_2}{dt} &= \lambda p_1(t) - (\lambda + 2\mu)p_2(t) + 2\mu p_3(t) \\
 \frac{dp_3}{dt} &= \lambda p_2(t) - (\lambda + 2\mu)p_3(t) + 2\mu p_4(t) \\
 \frac{dp_4}{dt} &= \lambda p_3(t) - (\lambda + 2\mu)p_4(t) + 2\mu p_5(t) \\
 \frac{dp_5}{dt} &= \lambda p_4(t) - 2\mu p_5(t)
 \end{aligned}$$

となる。定常解の方程式は ,

$$\begin{aligned}
 -\lambda p_0^* + \mu p_1^* &= 0 \\
 \lambda p_0^* - (\lambda + \mu)p_1^* + 2\mu p_2^* &= 0 \\
 \lambda p_1^* - (\lambda + 2\mu)p_2^* + 2\mu p_3^* &= 0 \\
 \lambda p_2^* - (\lambda + 2\mu)p_3^* + 2\mu p_4^* &= 0 \\
 \lambda p_3^* - (\lambda + 2\mu)p_4^* + 2\mu p_5^* &= 0 \\
 \lambda p_4^* - 2\mu p_5^* &= 0
 \end{aligned}$$

である。 $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ とおけば ,

$$\begin{aligned}
 p_1^* - \rho p_0^* &= 0 \\
 p_2^* - \frac{\rho}{2} p_1^* &= \frac{1}{2} (p_1^* - \rho p_0^*) \\
 p_3^* - \frac{\rho}{2} p_2^* &= p_2^* - \frac{\rho}{2} p_1^* \\
 p_4^* - \frac{\rho}{2} p_3^* &= p_3^* - \frac{\rho}{2} p_2^* \\
 p_5^* - \frac{\rho}{2} p_4^* &= p_4^* - \frac{\rho}{2} p_3^* \\
 p_5^* - \frac{\rho}{2} p_4^* &= 0
 \end{aligned}$$

となるので ,

$$p_1^* = \rho p_0^*, \quad p_2^* = \frac{1}{2} \rho p_1^*, \quad p_3^* = \frac{1}{2} \rho p_2^*, \quad p_4^* = \frac{1}{2} \rho p_3^*, \quad p_5^* = \frac{1}{2} \rho p_4^*$$

となる。従って、

$$p_1^* = \rho p_0^*, \quad p_2^* = \frac{1}{2} \rho^2 p_0^*, \quad p_3^* = \frac{1}{4} \rho^3 p_0^*, \quad p_4^* = \frac{1}{8} \rho^4 p_0^*, \quad p_5^* = \frac{1}{16} \rho^5 p_0^*$$

となる。

$$p_0^* + p_1^* + p_2^* + p_3^* + p_4^* + p_5^* = 1$$

であるから、

$$\begin{aligned} p_0^* &= \frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16}} \\ p_1^* &= \frac{\rho}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16}} \\ p_2^* &= \frac{\rho^2}{2(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16})} \\ p_3^* &= \frac{\rho^3}{4(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16})} \\ p_4^* &= \frac{\rho^4}{8(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16})} \\ p_5^* &= \frac{\rho^5}{16(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{4} + \frac{\rho^4}{8} + \frac{\rho^5}{16})} \end{aligned}$$

となる。

定常時の平均のシステム内のジョブ数は、次のようになる。

$$p_1^* + 2p_2^* + 3p_3^* + 4p_4^* + 5p_5^*$$

ジョブが受け付けられた時に、ジョブが投入されてから終了するまでの時間平均システム遅延を考える。受け付けられる確率は $(1 - p_5^*)$ また、自分のジョブを投入したときにシステムに存在するジョブが 0 個から 1 個の場合は、直接処理されるため平均システム遅延は $1/\mu$ となる。2 個以上の場合は、システムにあったジョブは平均 $1/(2\mu)$ の時間で 1 つ減少し、計算機が 1 台空いてから自分のジョブが投入され、平均 $1/\mu$ の時間で終了するので、

$$\frac{p_0^* + p_1^* + \frac{3}{2}p_2^* + 2p_3^* + \frac{5}{2}p_4^*}{\mu(1 - p_5^*)}$$

となる。または、リトルの公式を使って、

$$\frac{p_1^* + 2p_2^* + 3p_3^* + 4p_4^* + 5p_5^*}{\lambda(1 - p_5^*)}$$

としても良い。