

【解答】

aーコ, bーキ, cーウ, dーエ, eーカ

【解説】

通信ネットワークにおけるデータ転送時のフロー制御の問題である。

通信ネットワークでは、受信側のデータ処理が溢れないように、フロー（流れ）を制御することによって伝送を確実にすることも重要となってくる。この問題では、1

パケットの送信ごとに ACK（応答確認）を待ってから次のパケットを送信する方式では伝送効率が悪いことと、受信バッファを複数パケット分に拡大し、一つ一つの ACK の受信を待たずに連続転送できるようにすると効率が良くなることが説明されている。一見、難しく感じられるかもしれないが、問題文と図の説明に沿って考察すれば解答できる問題である。ただし、パケットのサイズ（1.2k バイト）とデータのサイズ（1k バイト）などの違いに注意して解いていく必要がある。

ちなみに、実際の TCP/IP 通信の TCP（Transmission Control Protocol）でもフロー制御が行われているが、この問題のフロー制御よりも更に高度な方法を採用している。

・空欄 a：データ 1M バイト当たりの転送時間が問われている。

問題文の図 1 に時間を書き加えると、図 A のようになる。

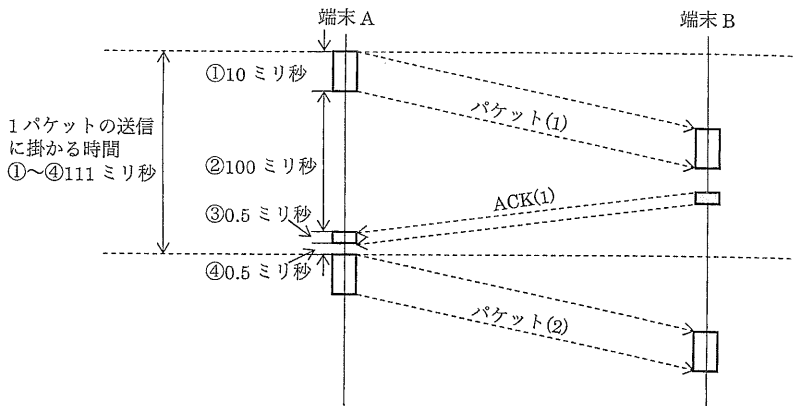


図 A 端末 A と端末 B との間の通信の様子

図 A の①～④は時間であり、列挙すると次のようになる。

- | | |
|------------------------------|---------|
| ① パケット送信に掛かる時間 | 10 ミリ秒 |
| ② パケット送信から ACK を受信するまでに掛かる時間 | 100 ミリ秒 |
| ③ ACK 送信に掛かる時間 | 0.5 ミリ秒 |
| ④ 次のパケットが送信可能になるまでに掛かる時間 | 0.5 ミリ秒 |

図 A に示すように、1 パケットの送信に掛かる時間は①～④の合計となり、111 ミリ秒となる。

ここで、1M バイトのデータを転送する場合に必要なパケット数を考える。

1 パケットのデータは 1k バイトであるから、1M バイトのデータを転送するには、 $1\text{M バイト} \div 1\text{k バイト} = 1,000$ パケットの転送が必要である。よって、1,000 パケットの送信に掛かる時間は、 $111 \text{ ミリ秒} \times 1,000 \text{ パケット} = 111 \text{ 秒}$ となる。したがって、(コ)が正解である。

なお、パケット中のデータの 1k バイトであり、パケット全体の 1.2k バイトではないことに注意する。もし間違えて 1.2k バイトで計算すると、 $1\text{M バイト} \div 1.2\text{k バイト} = 833.33\cdots$ パケットとなる。これで空欄 a の時間を求めると、 $111 \text{ ミリ秒} \times (1\text{M バイト} \div 1.2\text{k バイト}) = 92.5 \text{ 秒}$ となる。更に空欄 a の解答群にも (ク) の 92.5 が用意されている。このように、計算問題の解答群は、計算の前提を間違えて計算した場合の解も誤答として組み込まれている場合が多い。そのため、計算した値が解答群にあったとしても、必ずしも正解とは限らない。また、計算問題が続く場合、このような考え違いをすると芋づる式に誤答してしまい、得点率を大きく下げってしまうことにつながりかねない。計算問題はハイリスク、ハイリターンと心得て、十分に注意していただきたい。

・空欄 b：受信バッファを 2.4k バイトに拡大し、連続して 2 個のパケットを送信できるようになった場合における、データ 1M バイト当たりの転送時間が問われている。前述のように 1 パケットの送信に掛かる時間は 111 ミリ秒であるが、図 2 を見ると、111 ミリ秒中に 2 個のパケットを連続送信しているから、転送する (2 個 1 組の) パケットの組は、 $1,000 \text{ パケット} \div 2 \text{ パケット} = 500 \text{ (組)}$ として計算する必要がある。よって、 $111 \text{ ミリ秒} \times 500 = 55,500 \text{ ミリ秒} = 55.5 \text{ 秒}$ となる。したがって、(キ)が正解である。

なお、ここでは 1 組の ACK のうち、後から送られる ACK を端末 A が受信し終わるタイミングは、見事に端末 A からの 2 組目の先頭パケットの転送終了時と同じとなる点に注意が必要である。

・空欄 c：端末 B の受信バッファにパケット 1 個分以上の空きがある場合の、(送信済みのパケット数－受信済みの ACK 数) が問われている。図 2 (n=2) の場合における (送信済みのパケット数－受信済みの ACK 数) と通信の様子は、図 B のとおりである。

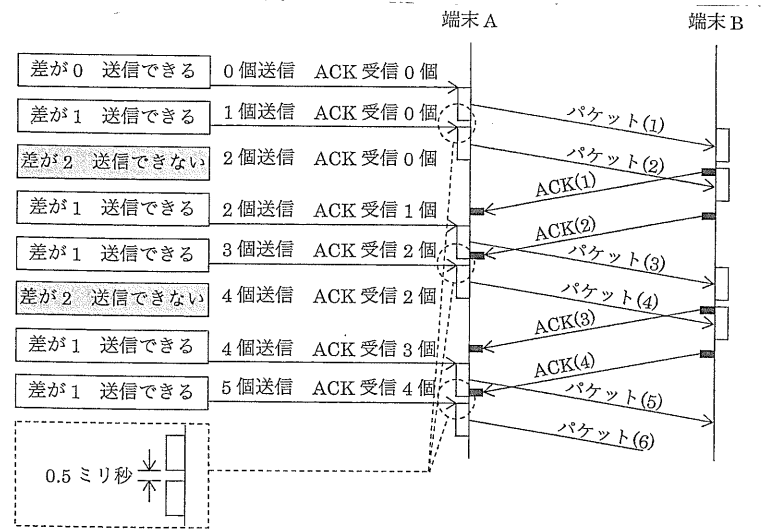


図 B n=2 の場合における送信済みのパケット数－受信済みの ACK 数と通信の様子

このように、(送信済みのパケット数－受信済みの ACK 数) が 0、又は 1 の場合、端末 A はパケットを送信しているが、2 のときは送信していない (端末 B の受信バッファに空きがない)。すなわち、(送信済みのパケット数－受信済みの ACK 数) が 2 未満の場合、端末 A は端末 B の受信バッファにパケット 1 個分以上の空きがあることが分かるので、次のパケットを送信することができる。これを n を使って一般化すると、n 未満という表現になる。したがって、(ウ)が正解である。

・空欄 d：受信バッファを更に拡大した場合のデータ 1M バイト分の転送時間が問われている。最初のパケットの送信開始から次のパケットの送信開始までの時間は、パケット送信に掛かる時間 (10 ミリ秒) + パケット 1 個の送信を完了してから次のパケットが送信可能になるまでに掛かる時間 (0.5 ミリ秒) であるから、10.5 ミリ秒となる。

受信バッファに空きがあり、理想的に連続転送できる場合、1M バイト分の 1,000 パケットを続けて転送すると、必要な時間は $10.5 \text{ ミリ秒} \times 1,000 \text{ パケット} = 10.5 \text{ 秒}$ となる。したがって、(エ)が正解である。

・空欄 e：最小の受信バッファの大きさが問われている。

1 パケット送信をしてから次の 1 パケットを送信するまでの時間は 10.5 ミリ秒であるから、111 ミリの時間に送信可能なパケット数は、 $111 \text{ ミリ} \div 10.5 \text{ ミリ秒} = 10.57$ となる。これを切り上げると 11 となる (パケットの場合、1 個、2 個と数えるので、端数が出た場合は切り上げる必要がある。切り下げると端数分のバッファが不足してしまう)。よって、最小の受信バッファの大きさは、 $11 \times 1.2\text{k バイト} = 13.2\text{k バイト}$ となる。したがって、(カ)が正解である。