

問3 インターネットプロトコルのアドレス表記 (ネットワーク) (H25秋・FE 午後問3)

【解答】

【設問1】 aーイ, bーウ, cーオ
【設問2】 dーウ, eーク, fーウ

【解説】

IPv6のアドレス表記に関する問題であるが、IPv6や、IPv4でIPv6をカプセル化して伝送する技術である 6to4 の知識がなくとも、問題文中の説明を読めば解答できる問題である。

設問1では、6to4 で使用する IPv6 アドレスが問われているが、問題文にアドレス仕様の説明があり、それに従えば解答できる。設問2では、IPv6 アドレスの圧縮表記が問われている。これも、問題文に圧縮表記の説明があるので、それに従えば解答できる。IPv6 と聞くとし難しく感じられるかもしれないが、問題文の説明以外に必要な前提知識はなく、全体的に解きやすい問題といえる。

最初、IPv6のアドレスについて解説したい。現在広く使用されている IP バージョン 4 (IPv4) は、32 ビットのアドレス空間、つまりアドレスを 32 ビットの値として表現するものであり、 2^{32} 与約 43 億個のアドレスを使用できる。しかし、世界の人口が問題文にもあるように、約 70 億人であるので、一人一人に 1 個ずつのアドレスを割り当てられない計算になり、アドレスの不足が懸念されている。これは、IPv4 アドレスの枯渇問題と知られており、対応策として、128 ビットのアドレス空間をもつ IP バージョン 6 (IPv6) が提案されている。

IPv6 アドレスも IPv4 アドレスと同様に、ネットワークを表す部分 (ネットワーク部) とホストを表す部分 (ホスト部) から構成される。IPv4 アドレスの場合、ネットワーク部を示すためにサブネットワークと呼ぶ 32 ビットの値を用いる方法や、ネットワーク部のビット長を表現する方法が採られている。例えば、よく使用されるブライベート IPv4 のアドレスである 192.168.0.1 (クラス C 相当) のサブネットワークは、255.255.255.0 である。このように IPv4 アドレスの場合、ネットワーク部を 8 ビットごとに区切った 10 進数で表現する。これは、IPv4 のアドレス値の表記法と同じである。

IPv6 アドレスの場合、アドレス長が 128 ビットと長いので、ネットワーク部を IPv4 と同じようにサブネットワークとマスク値として表記する方法では、長くなり不便である。そこで、IPv6 では、ネットワーク部のビット長をプレフィックス長と呼ばれる値を使用して表現する (プレフィックスはサブネットワークプレフィックスと呼ぶ場合もある)。プレフィックス長とは、ネットワーク部の先頭からのビットを数えたもので、アドレスの後にスラッシュ (/) で区切り、10 進数で表現する。

例えば、2001:db8:abcd:12::/64 の場合、プレフィックス長は 64 であり、先頭から 64 ビットがネットワークアドレス部であることを表している。これを図示すると図 A のようになる。

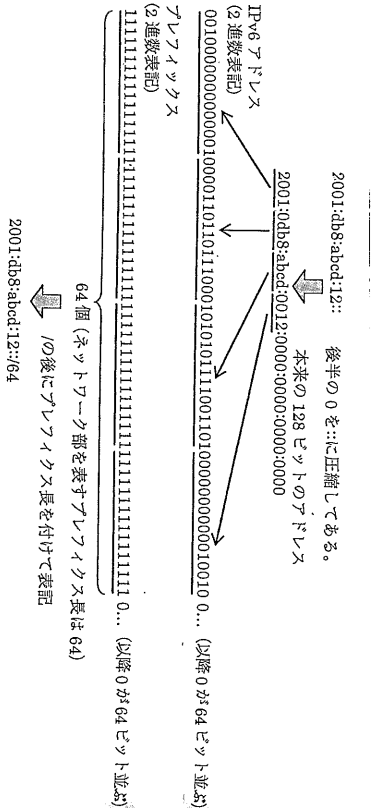


図 A IPv6 のプレフィックス長

- 【設問1】
- 空欄 a: IPv6 は 2^{128} 与約 3.4×10^{38} 個のアドレスを使用できる。前述のように世界の人口が約 70 億人 (70×10^9) であるので、一人一人に 1 個ずつのアドレスを割り当てると、
 $\text{約 } 3.4 \times 10^{38} \text{ 個} \div 70 \times 10^9 \text{ 人}$
 $= 0.0485 \dots \times 10^{29} \text{ (個/人)}$
 $= 4.85 \dots \times 10^{28} \text{ (個/人)}$ となる。

選択肢の中で一番近いのは、(イ) の 4.9×10^{28} となる。したがって、(イ) が正解である。

- 空欄 b, c: 6to4 は、IPv6 パケットを、IPv4 を使って伝送するときに使用するトンネル技術の一つであり、IPv4 しか接続性がないアクセス回線を使って IPv6 のホストに接続するときに使用する。その例を図 B 及び図 C を使って説明を行う。

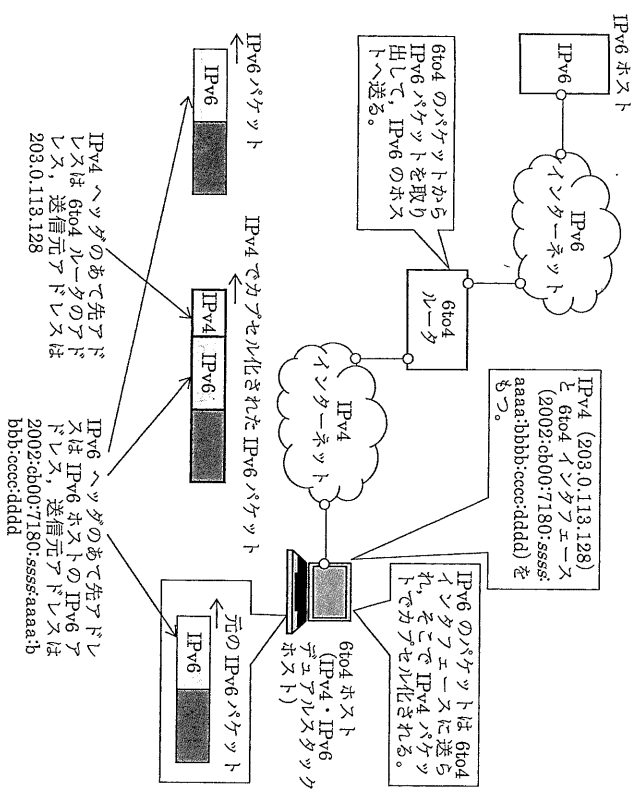


図 B 6to4 インタフェースをもつホストから IPv6 ホストへの伝送

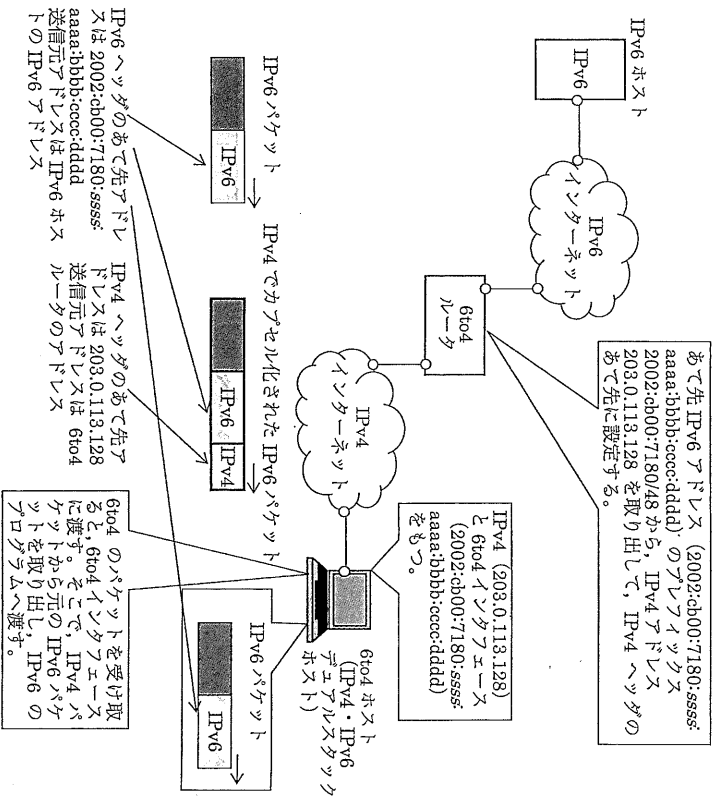


図 C IPv6 ホストから 6to4 インタフェースをもつホストへの伝送

右側のパソコンは 6to4 インタフェースをもつホスト (以下、6to4 ホストという) であり、IPv4 と IPv6 の両方を実装したデュアルスタックホストである。6to4 ホストのネットワークインタフェースには IPv4 のグローバル IP アドレス (203.0.113.128) が割り付けられている。しかし、インターネット接続回線は IPv4 だけに対応しており、IPv6 のグローバル IP アドレスは割り付けられていない。代わりに 6to4 インタフェースが有効になっており、IPv6 への接続は 6to4 インタフェースを介して行う設定になっている。問題文にも解説があるように、6to4 インタフェースで使用する IPv6 アドレスの場合、最初の 16 ビットは 2002 と決まっており、その後に IPv4 のグローバル IP アドレス (ここでは 203.0.113.128) を 16 進数の表記に変換すると 0b007180 となり、16 ビットごとに区切ると 0b00:7180 となる。これを最初の 16 ビットの 2002 の後に加えると、

問3 インターネットプロトコルのアドレス表記 (ネットワーク) (H25秋・FE 午後問3)

【解答】

【設問1】 aーイ, bーウ, cーオ
【設問2】 dーウ, eーク, fーウ

【解説】

IPv6のアドレス表記に関する問題であるが、IPv6や、IPv4でIPv6をカプセル化して伝送する技術である 6to4 の知識がなくとも、問題文中の説明を読めば解答できる問題である。

設問1では、6to4 で使用する IPv6 アドレスが問われているが、問題文にアドレス仕様の説明があり、それに従えば解答できる。設問2では、IPv6 アドレスの圧縮表記が問われている。これも、問題文に圧縮表記の説明があるので、それに従えば解答できる。IPv6 と聞くとし難しく感じられるかもしれないが、問題文の説明以外に必要な前提知識はなく、全体的に解きやすい問題といえる。

最初、IPv6のアドレスについて解説したい。現在広く使用されている IP バージョン 4 (IPv4) は、32 ビットのアドレス空間、つまりアドレスを 32 ビットの値として表現するものであり、 2^{32} 与約 43 億個のアドレスを使用できる。しかし、世界の人口が問題文にもあるように、約 70 億人であるので、一人一人に 1 個ずつのアドレスを割り当てられない計算になり、アドレスの不足が懸念されている。これは、IPv4 アドレスの枯渇問題と知られており、対応策として、128 ビットのアドレス空間をもつ IP バージョン 6 (IPv6) が提案されている。

IPv6 アドレスも IPv4 アドレスと同様に、ネットワークを表す部分 (ネットワーク部) とホストを表す部分 (ホスト部) から構成される。IPv4 アドレスの場合、ネットワーク部を示すためにサブネットワークと呼ぶ 32 ビットの値を用いる方法や、ネットワーク部のビット長を表現する方法が採られている。例えば、よく使用されるプライベート IPv4 のアドレスである 192.168.0.1 (クラス C 相当) のサブネットワークは、255.255.255.0 である。このように IPv4 アドレスの場合、ネットワーク部を 8 ビットごとに区切った 10 進数で表現する。これは、IPv4 のアドレス値の表記法と同じである。

IPv6 アドレスの場合、アドレス長が 128 ビットと長いので、ネットワーク部を IPv4 と同じようにサブネットワークとマスク値として表記する方法では、長くなり不便である。そこで、IPv6 では、ネットワーク部のビット長をプレフィックス長と呼ばれる値を使用して表現する (プレフィックスはサブネットワークプレフィックスと呼ぶ場合もある)。プレフィックス長とは、ネットワーク部の先頭からのビットを数えたもので、アドレスの後にスラッシュ (/) で区切り、10 進数で表現する。

例えば、2001:db8:abcd:12::/64 の場合、プレフィックス長は 64 であり、先頭から 64 ビットがネットワークアドレス部であることを表している。これを図示すると図 A のようになる。

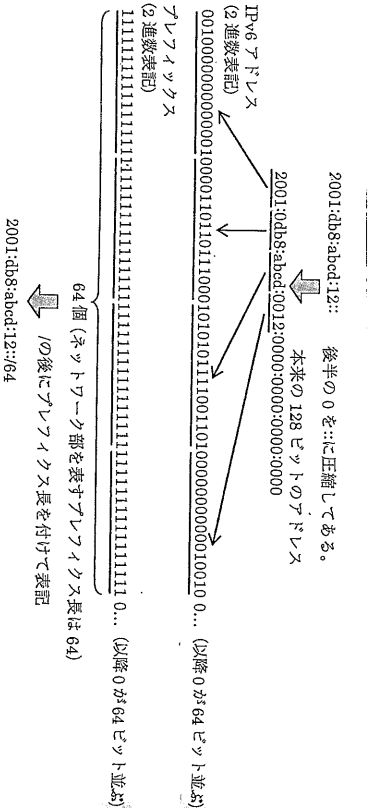


図 A IPv6 のプレフィックス長

【設問1】

・空欄 a: IPv6 は 2^{128} 与約 3.4×10^{38} 個のアドレスを使用できる。前述のように世界の人口が約 70 億人 (70×10^9) であるので、一人一人に 1 個ずつのアドレスを割り当てると、

$$\begin{aligned} &\text{約 } 3.4 \times 10^{38} \text{ 個} \div 70 \times 10^9 \text{ 人} \\ &= 0.0485 \dots \times 10^{29} (\text{個/人}) \\ &= 4.85 \dots \times 10^{28} (\text{個/人}) \end{aligned}$$

となる。

選択肢の中で一番近いのは、(イ) の 4.9×10^{28} となる。したがって、(イ) が正解である。

・空欄 b, c: 6to4 は、IPv6 パケットを、IPv4 を使って伝送するときに使用するトンネル技術の一つであり、IPv4 しか接続性がないアクセス回線を使って IPv6 のホストに接続するときに使用する。その例を図 B 及び図 C を使って説明を行う。

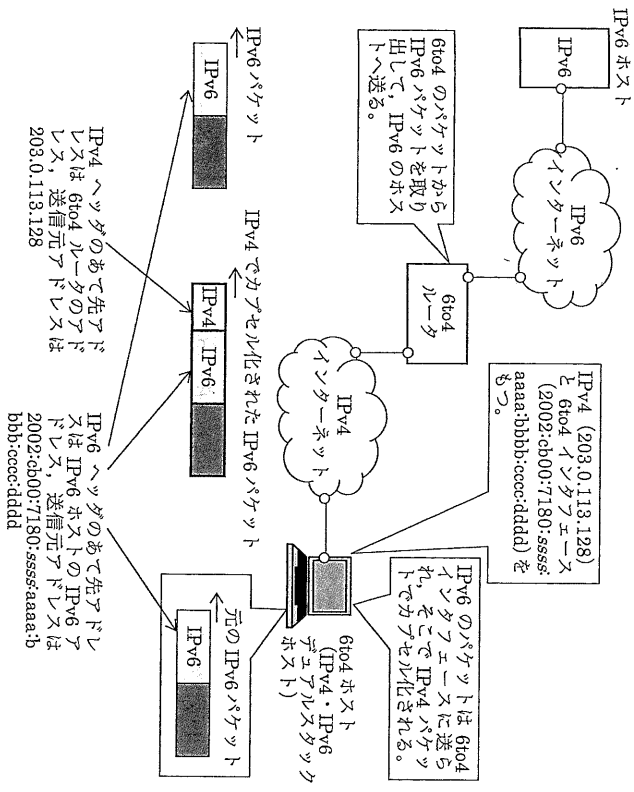


図 B 6to4 インタフェースをもつホストから IPv6 ホストへの伝送

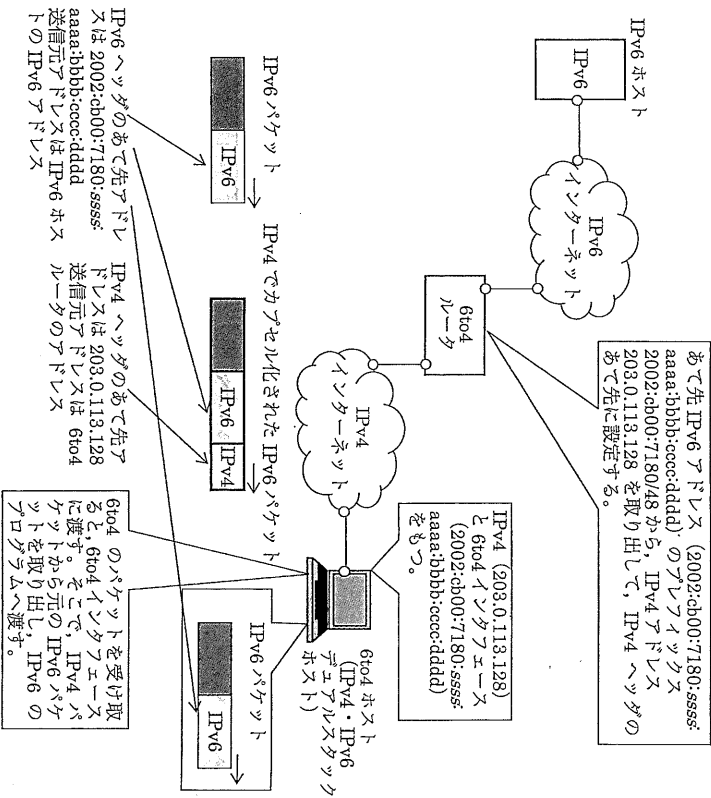


図 C IPv6 ホストから 6to4 インタフェースをもつホストへの伝送

右側のパソコンは 6to4 インタフェースをもつホスト (以下、6to4 ホストという) であり、IPv4 と IPv6 の両方を実装したデュアルスタックホストである。6to4 ホストのネットワークインタフェースには IPv4 のグローバル IP アドレス (203.0.113.128) が割り付けられている。しかし、インターネット接続回線は IPv4 だけに対応しており、IPv6 のグローバル IP アドレスは割り付けられていない。代わりに 6to4 インタフェースが有効になっており、IPv6 への接続は 6to4 インタフェースを介して行う設定になっている。問題文にも解説があるように、6to4 インタフェースで使用する IPv6 アドレスの場合、最初の 16 ビットは 2002 と決まっており、その後に IPv4 のグローバル IP アドレス (ここでは 203.0.113.128) を 16 進数の表記に変換すると 0b007180 となり、16 ビットごとに区切ると 0b00:7180 となる。これを最初の 16 ビットの 2002 の後に加えると、