

11. ネットワークアーキテクチャに関する知識 I

1. 科目の概要

TCP/IP プロトコルの全体像について解説し、TCP/IP を用いた通信で構成されているインターネットや LAN (Local Area Network) の仕組みと特徴を説明する。また OSI の 7 層モデルと対比しつつ、現代におけるコンピュータネットワークの階層構造について説明する。

2. 習得ポイント

本科目の学習により習得することが期待されるポイントは以下の通り。

習得ポイント	説明	シラバスの対応コマ
I-11-1. ネットワークの構成とOSI7層モデル	IT社会の基盤となる基本的なネットワークの構成と、各構成要素の機能について解説する。またOSIの7階層モデルについて言及し、階層構造を成す意味と、物理層からアプリケーション層まで各層の機能を説明する。	1,2
I-11-2. 通信形態と通信プロトコル	通信の形態と通信プロトコルに関して、その種類、各方式の特徴、通信プロトコルの役割などを解説する。通信プロトコルについては、物理層からトランスポート層まで、各層に対応するプロトコルの種類と特徴を示す。	2
I-11-3. インターネットの構成と特徴	インターネットの通信について、その仕組み、構成要素と特徴を説明する。またインターネット通信を構成する要素として、ネットワークのハードウェアと物理構成、論理構成について解説する。	3
I-11-4. LAN(Local Area Network)の仕組みと特徴	LAN (Local Area Network)について、データリンク層におけるプロトコルの観点からその仕組みと特徴を解説する。CSMA/CDのプロトコルを説明し、コリジョンを回避する方法、スイッチング技術なども紹介する。またVLAN (Virtual LAN)の話題についても触れる。	4,6
I-11-5. 無線ネットワークの種類と特徴	無線通信によるネットワークの仕組みと特徴、有線ネットワークとの違いと留意点などを解説する。具体的には、現在ひろく利用されているIEEE802.11および802.15のプロトコルとその内容について言及する。	5
I-11-6. TCP/IPの仕様とOSI7層モデルとの対応	インターネットにおける通信の概要を説明し、インターネット上におけるアプリケーション間の通信がどのように実現されているかを示す。またTCP/IPの仕様を解説し、TCP/IPとOSIの7層モデルの対応関係を説明する。	6
I-11-7. IP通信の仕組みとデータグラム	IP通信の形態と通信プロトコルの種類、IPの基本機能や通信の仕組み、特徴について解説する。またIPパケット(IPデータグラム)の構造や取扱い方など、IP通信に関連するいくつかのトピックを紹介する。	7
I-11-8. IPアドレスとルーティングの基礎	IPアドレスの構成と、インターネット上に存在するふたつのノード間の通信を実現するために考案されたルーティングの仕組みを説明する。ルータの機能、ルーティングテーブル、デフォルトゲートウェイなど、ルーティングを実現する個々の概念について解説を加える。	8
I-11-9. ルーティングプロトコル	ルーティングプロトコルの種類とその機能について解説する。具体的には、経路制御情報を交換するために利用されるRIP (Routing Information Protocol)やRIPを改良して提案されたOSPF (Open Shortest Path First) プロトコルの仕様と特徴について述べる。	9
I-11-10. TCP通信の仕組みと応用	TCP通信の仕様、役割とその特徴について解説する。アプリケーション通信におけるTCPの役割やTCP通信の制限事項について触れる。また同じトランスポート層の通信プロトコルであるUDP (User Datagram Protocol)と比較し、その特質に関して説明する。	10

【学習ガイダンスの使い方】

- 「習得ポイント」により、当該科目で習得することが期待される概念・知識の全体像を把握する。
- 「シラバス」、「IT 知識体系との対応関係」、「OSS モデルカリキュラム固有知識」をもとに、必要に応じて、従来の IT 教育プログラム等との相違を把握した上で、具体的な講義計画を考案する。
- 習得ポイント毎の「学習の要点」と「解説」を参考にして、講義で使用する教材等を準備する。

3. IT 知識体系との対応関係

「11. ネットワークアーキテクチャに関する知識 I」と IT 知識体系との対応関係は以下の通り。

科目名	基本レベル(I)										応用レベル(II)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11. ネットワークアーキテクチャに関する知識	<オープンネットワークの概念と仕組み>	<通信の形態とプロトコル>	<インターネット通信の仕組み>	<LANネットワークの仕組み>	<無線ネットワークの種類と通信の仕組み>	<オープンネットワークの通信仕様>	<IPネットワークの仕組み>	<ルーティングの仕組み>	<ルーティングプロトコルの仕様>	<TCPの仕組み>	<通信プロトコルの動作確認>	<TCPアプリケーションの仕組み・Web>	<TCPアプリケーションの仕組み・FTP>	<TCPアプリケーションの仕組み・Telnet>	<新しいネットワークアーキテクチャ>

[シラバス : http://www.ipa.go.jp/software/open/ossce/download/Model_Curriculum_05_11.pdf]

<IT 知識体系上の関連部分>

分野	科目名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
情報処理系標準と情報セキュリティ	1	IT-IAS1. 基礎的な知識	IT-IAS2. 情報セキュリティの仕組み(対策)	IT-IAS3. 運用上の問題	IT-IAS4. ポリシー	IT-IAS5. 攻撃	IT-IAS6. 情報セキュリティ(分野)	IT-IAS7. フォレンジック(情報誌)	IT-IAS8. 情報の状態	IT-IAS9. 情報セキュリティサービス	IT-IAS10. 脅威分析モデル	IT-IAS11. 脆弱性				
	2	IT-SP. 社会的な視点とグローバルなコミュニケーションとしての課題	IT-SP1. プロフェッショナルとしてのコミュニケーション	IT-SP2. コンピュータの歴史と社会環境	IT-SP3. コンピュータを取り巻く社会環境	IT-SP4. チームワーク	IT-SP5. 知的財産権	IT-SP6. コンピュータの法的問題	IT-SP7. 組織のIT	IT-SP8. プロフェッショナルとしての倫理的な問題と責任	IT-SP9. プライバシーと個人の自由	IT-SP10. 脅威分析モデル				
応用技術	3	IT-IM. 情報管理の概念と基礎	IT-IM2. データベース関係の概念と基礎	IT-IM3. データアーキテクチャ	IT-IM4. データモデリングとデータベース設計	IT-IM5. データと情報の管理	IT-IM6. データベースの応用分野									
	4	IT-WS. Webシステムとその技術	IT-WS1. Web技術	IT-WS2. 情報アーキテクチャ	IT-WS3. デジタルメディア	IT-WS4. Web開発	IT-WS5. 脆弱性	IT-WS6. ソーシャルソフトウェア								
ソフトウェアの方法と技術	5	IT-PF. プログラミング基礎	IT-PF1. 基本データ型と変数	IT-PF2. プログラミングの基本的構成要素	IT-PF3. オブジェクト指向プログラミング	IT-PF4. アルゴリズムと問題解決	IT-PF5. イベント駆動プログラミング	IT-PF6. 再帰								
	6	IT-PT. 技術を統合するためのプログラミング	IT-PT1. システム間連携	IT-PT2. データ取りまてと交換	IT-PT3. 統合的コーディング	IT-PT4. スクリプトプログラミング	IT-PT5. ソフトウェアセキュリティの確保	IT-PT6. 種々の問題	IT-PT7. プログラミング言語の概要							
	7	IT-SWE. ソフトウェア工学	IT-SWE0. 歴史と概要	IT-SWE1. ソフトウェアプロセス	IT-SWE2. ソフトウェアの要求と仕様	IT-SWE3. ソフトウェアの設計	IT-SWE4. ソフトウェアのテストと検証	IT-SWE5. ソフトウェアの保守	IT-SWE6. ソフトウェアプロジェクト管理	IT-SWE7. ソフトウェアプロジェクト管理	IT-SWE8. 言語翻訳	IT-SWE9. ソフトウェアのフォールトトレランス	IT-SWE10. ソフトウェアの構成管理	IT-SWE11. ソフトウェアの標準化		
	8	IT-SIA. システムインテグレーションとアーキテクチャ	IT-SIA1. 要求仕様	IT-SIA2. 調達/手配	IT-SIA3. インテグレーション	IT-SIA4. プロジェクト管理	IT-SIA5. テストと品質保証	IT-SIA6. 組織の特性	IT-SIA7. アーキテクチャ							
システム基礎	9	IT-NET. ネットワーク	IT-NET1. ネットワークの基礎 [11-1-1, 2, 3, 4, 6]	IT-NET2. ルーティングとスイッチング [11-1-8, 9]	IT-NET3. 物理層 [11-1-2, 5, 6]	IT-NET4. セキュリティ	IT-NET5. アプリケーション分野	IT-NET6. ネットワーク管理 [11-1-5]								
	10	IT-NWK. テレコミュニケーション	IT-NWK0. 歴史と概要 [11-1-1]	IT-NWK1. 通信ネットワークのアーキテクチャ [11-1-2]	IT-NWK2. ネットワークの物理層 [11-1-2, 3, 6, 7, 8, 9, 10]	IT-NWK3. LANとMAN [11-1-4, 6]	IT-NWK4. クライアントサーバコンピュータネットワーク	IT-NWK5. データのセキュリティと整合性	IT-NWK6. ワイヤレスコンピュータネットワーク	IT-NWK7. データ機器向けネットワーク	IT-NWK8. 組み込み機器向けネットワーク	IT-NWK9. 通信技術とネットワーク [11-1-5, 9]	IT-NWK10. 性能評価	IT-NWK11. ネットワーク管理	IT-NWK12. 圧縮と伸張	
	11	IT-PI. プラットフォーム技術	IT-PI1. オペレーティングシステム	IT-PI2. アプリケーションと連携	IT-PI3. コンピュータインフラストラクチャ	IT-PI4. デバイスメントソフトウェア	IT-PI5. ファームウェア	IT-PI6. ハードウェア								
	12	IT-OPS. オペレーティングシステム	IT-OPS0. 歴史と概要	IT-OPS1. 並行性	IT-OPS2. スケジューリングと管理	IT-OPS3. メモリ管理	IT-OPS4. セキュリティと保護	IT-OPS5. ファイル管理	IT-OPS6. リアルタイムOS	IT-OPS7. OSの概要	IT-OPS8. 設計の原則	IT-OPS9. デバイスマネジメント	IT-OPS10. システム性能評価			
ソフトウェア開発	13	IT-CAO. コンピュータアーキテクチャと構成	IT-CAO0. 歴史と概要	IT-CAO1. コンピュータアーキテクチャの基礎	IT-CAO2. メモリシステムの構成とアーキテクチャ	IT-CAO3. インタフェースと通信	IT-CAO4. デバイスサブシステム	IT-CAO5. CPUアーキテクチャ	IT-CAO6. 性能・コスト評価	IT-CAO7. 分散・並列処理	IT-CAO8. コンピュータによる計算	IT-CAO9. 性能向上				
	14	IT-ITF. IT基礎	IT-ITF1. ITの一般的なテーマ	IT-ITF2. 組織の問題	IT-ITF3. ITの歴史	IT-ITF4. IT分野(学科)とそれに関連する分野(学科)	IT-ITF5. 応用領域	IT-ITF6. IT分野における数学と統計学の活用								
複数領域にまたがるもの	15	IT-ESY. 組み込みシステム	IT-ESY0. 歴史と概要	IT-ESY1. 低電力コンピュータの設計	IT-ESY2. 高信頼性システムの設計	IT-ESY3. 組み込み用アーキテクチャ	IT-ESY4. 開発環境	IT-ESY5. ライフサイクル	IT-ESY6. 要件分析	IT-ESY7. 仕様設計	IT-ESY8. 構造設計	IT-ESY9. テスト	IT-ESY10. プロジェクト管理	IT-ESY11. 並行設計(ハードウェア、ソフトウェア)	IT-ESY12. 実装	
			IT-ESY13. リアルタイムシステム	IT-ESY14. 組み込みマイクロコントローラ	IT-ESY15. 組み込みプログラム	IT-ESY16. 設計手法	IT-ESY17. ツールによるサポート	IT-ESY18. ネットワーク監視システム	IT-ESY19. インタフェースシステムと混合信号システム	IT-ESY20. センサ技術	IT-ESY21. デバイスドライバ	IT-ESY22. メンテナンス	IT-ESY23. 専用システム	IT-ESY24. 信頼性とフォールトトレランス		

4. OSS モデルカリキュラム固有の知識

OSS モデルカリキュラム固有の知識は無く、各回の内容は IT 知識体系と共通した内容を扱う。

科目名	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	
11. ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	(1) ネットワークの構成と機能 (2) OSI 7 階層モデルとは	(1) 通信の形態とプロトコル (2) 通信プロトコルの役割	(1) インターネット通信とはどのようなものか (2) インターネット通信の構成	(1) LAN ネットワークの仕組み (2) LAN ネットワークの構成	(1) 無線ネットワークの意義 (2) 無線通信プロトコル	(1) アプリケーション通信の流れ (2) TCP/IP の仕様 (3) OSI 7 階層モデルとTCP/IPの対応	(1) IP 通信の仕組み (2) IP データグラム	(1) IP アドレスの仕組み (2) IP ルーティング	(1) ルーティングプロトコルの種類とその機能 (2) ルーティングテーブルのサイズとCIDR	(1) TCPの通信仕様 (2) アプリケーション通信におけるTCPの役割と制限	

(網掛け部分は IT 知識体系で学習できる知識を示し、それ以外は OSS モデルカリキュラム固有の知識を示している)

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-1. ネットワークの構成と OSI 7 層モデル	
対応する コースウェア	第 1 回 (オープンネットワークの概念と仕組み) 第 2 回 (通信の形態とプロトコル)	

I-11-1. ネットワークの構成と OSI 7 層モデル

IT 社会の基盤となる基本的なネットワークの構成と、各構成要素の機能について解説する。また OSI の 7 階層モデルについて言及し、階層構造を成す意味と、物理層からアプリケーション層まで各層の機能を説明する。

【学習の要点】

- * ネットワークは、情報化社会の基盤をなす存在として日常生活の中に溶け込んでいる。
- * ネットワークを構成する機器には、メーカーや機種により様々なものが製造されているが、これらの異なる機器で通信することができるのは、各機器が同一のプロトコルを利用しているからである。
- * OSI の 7 階層モデルのように、プロトコルを機能によって階層化することで、各層のプロトコルはすぐ下の層のプロトコルのみ考慮することで、通信が可能となる。

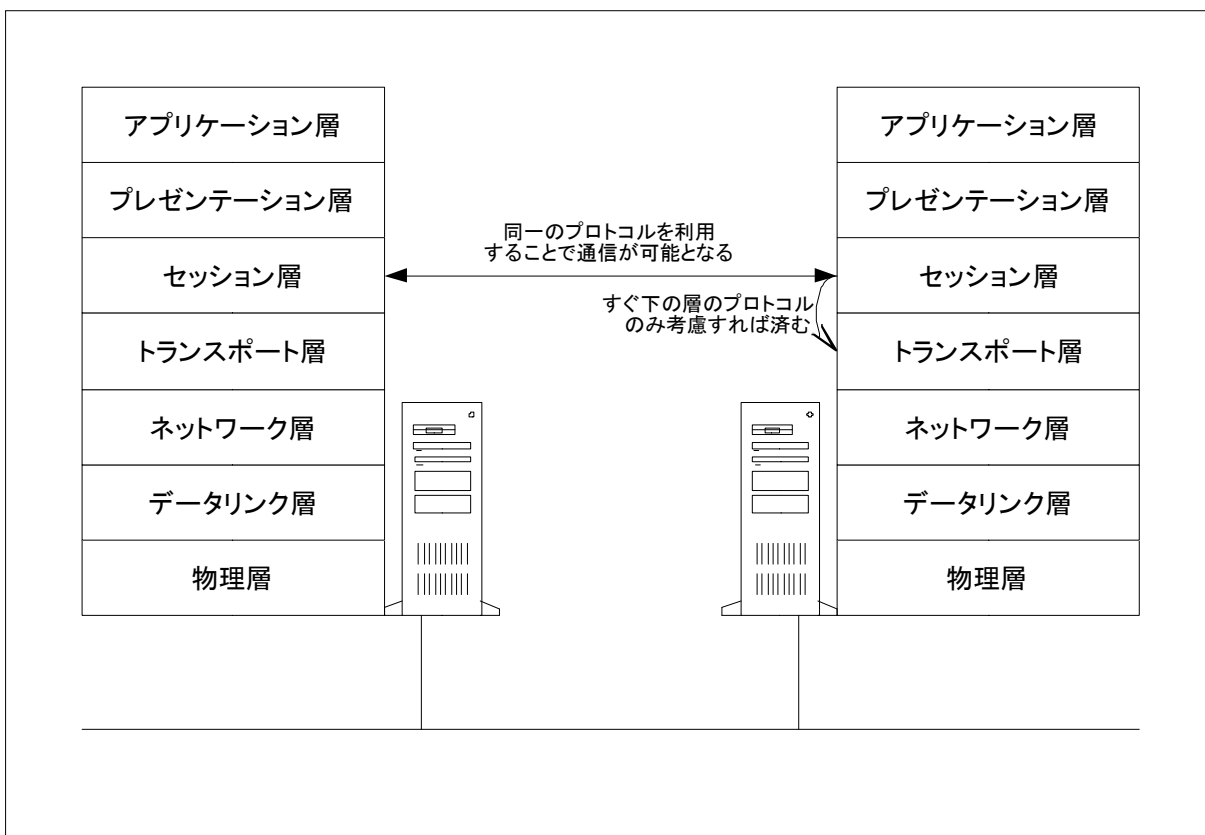


図 I-11-1. OSI 7 層モデルと階層化の概念

【解説】

1) ネットワークの構成要素

- * ノード
コンピュータ、プリンタ等の周辺機器やハブやルータ等のネットワーク機器など、通信の処理を行う機器のこと。
- * エンドポイント（端末）
ノードのうち、通信の中継点ではない、互いに最終的な通信相手となる機器のこと。
- * リンク
ノード間を接続するケーブル。（無線を含む。）
- * PC、NIC、ケーブル、ハブ、スイッチ、ルータ、WAN 回線
- * 通信速度、バッファ長、タイマ値、アドレス

2) プロトコル

各ノードが通信を行う際の形式や手順。同じ信号やデータに対し、各ノードが異なる解釈をしていては通信が成立しない。各ノードが同一のプロトコルで通信する必要がある。

3) OSI の 7 階層モデル (OSI 参照モデル)

プロトコルには、ケーブルのコネクタ形状、通信経路の選択方法、通信の開始/終了手順など、あらかじめ定めおかねばならない多くの項目がある。ISO(国際標準化機構)では、異機種間通信を実現するためのネットワーク設計方針である OSI(開放型システム間相互接続)において、プロトコルを機能により以下の 7 階層(下位の第 1 層から上位の第 7 層まで)に分割したモデルを提唱した。

- * 第 7 層 アプリケーション層
ファイル転送、メール転送など、ユーザに提供されるサービス。
- * 第 6 層 プレゼンテーション層
データの変換。
- * 第 5 層 セッション層
通信状態の確立や解放。
- * 第 4 層 トランスポート層
データ圧縮や誤り訂正、再送制御。
- * 第 3 層 ネットワーク層
通信経路の選択や経路内のアドレスの管理。
- * 第 2 層 データリンク層
通信路の確保や、通信路を流れる信号のエラー検出。
- * 第 1 層 物理層
ケーブルのコネクタ形状や電気的な変換など、ハードウェア面としての規約。

4) OSI 参照モデルの意義

OSI 参照モデルでは、特定の層の機能をすぐ下の層が提供する機能だけで実現できるように階層化されている。よって、通信を行う際、当該層のプロトコルはすぐ下の層のプロトコルのみ考慮すればよく、さらに下位の層や上位層を考慮せずに済む。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-2. 通信形態と通信プロトコル	
対応する コースウェア	第 2 回 (通信の形態とプロトコル)	

I-11-2. 通信形態と通信プロトコル

通信の形態と通信プロトコルに関して、その種類、各方式の特徴、通信プロトコルの役割などを解説する。通信プロトコルについては、物理層からトランスポート層まで、各層に対応するプロトコルの種類と特徴を示す。

【学習の要点】

- * 通信の形態には回線交換とパケット交換の2つに大別される。前者は通信帯域の保証がある一方で利用効率が悪く、後者は利用効率に関して優れるものの伝送遅延が生じる可能性がある。
- * 通信形態の機能の特徴は、OSI 参照モデルの下位層(第 1～4 層)にて端的に現れる。

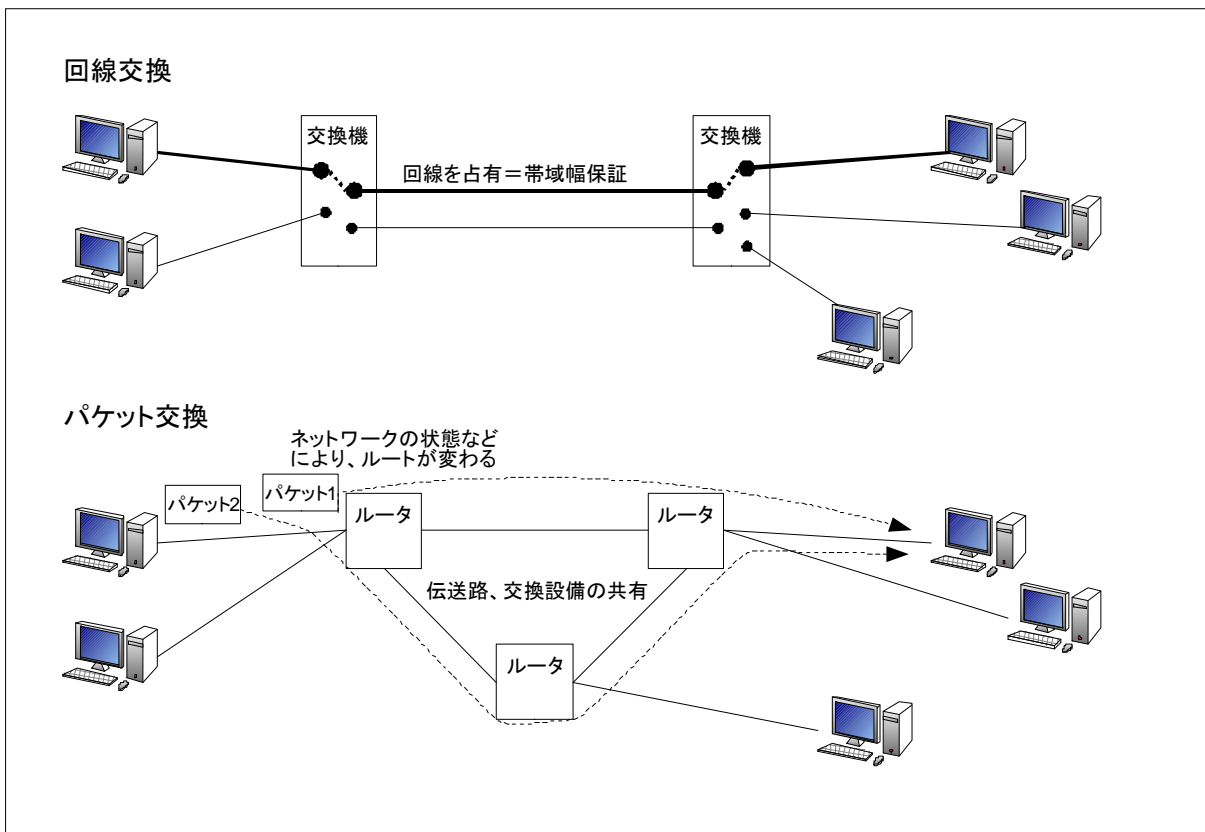


図 I-11-2. 回線交換とパケット交換

【解説】

1) 通信形態

ネットワークの通信形態は、大きく分けて「回線交換」と「パケット交換」の2つがある。

* 回線交換

通信ノード間の回線を、通信中に占有する通信形態である。通信中は他のノードはその回線を利用できない。代表例は、加入電話ネットワークである。一定の帯域幅を常に確保しているので、通信の途切れや遅れは無く品質を保証できるメリットがある。逆に、通信データ量が少ないときも、回線を占有するため回線の利用効率が悪い。

* パケット交換

通信データを「パケット」と呼ばれる小さなかたまりに分割し、一つの回線上で複数の通信を並行して行えるようにする通信形態である。代表例は、インターネットやLANである。各々のパケットには宛先が付けられている。「ルータ」と呼ばれる中継ノードはパケットの宛先をみて、宛先ノードあるいは次の中継ノードにパケットを送る。このように適切な中継ノードにパケットを送ることを「ルーティング(経路制御)」と呼ぶ。パケット交換は、複数の通信を同時並行的に実現できるため回線の利用効率が良い反面、帯域幅の保証が難しく、また途中経路の混雑などによって遅れが発生しやすい。

2) 回線交換のプロトコル

回線交換の代表例は加入電話回線ネットワーク「公衆交換電話網(PSTN)」である。PSTNでは「SS7: Signaling System No.7(共通線信号 No.7)」というプロトコル群が用いられる。SS7は、通信先の呼び出し、課金、経路制御、音声信号伝送などの機能を実現するプロトコルである。なお、SS7では、音声信号を送る回線とは別に、回線制御用の専用回線を必要とする。SS7では主に次のプロトコルが用いられる。

* MTP(メッセージ転送部)

共通線信号網で経路管理を行いデータを送るプロトコル。OSI参照モデルのレイヤー1/2に相当。

* SCCP(信号接続制御部)

共通線信号網での接続に関する付加機能を提供するプロトコル。OSI参照モデルのレイヤー4に相当。

3) パケット交換のプロトコル

パケット交換の代表例はインターネットやLANであり、上位レイヤーではIP/TCPというプロトコルが用いられる。下位レイヤーのプロトコルにはいくつか種類があるが、代表格はイーサネットである。パケット交換では、データを細分化して独立に送るため、パケットの到着順序は保証されず、通信状態によってはパケットが消失してしまうこともある。そこで、上位レイヤーのプロトコルでは、パケットを順番に並べ替えたり、パケットの再送を要求する機能がある。

* イーサネット(Ethernet)

電氣的規格やコネクタ形状などの物理的規格や基本的な通信路の確保などを規定するプロトコル。1本の回線上に複数の機器を接続するバス型と、ハブを中心に機器を接続するスター型がある。OSI参照モデルのレイヤー1/2に相当する。

* IP

通信ノードの番地付け(アドレッシング)や通信経路の制御(ルーティング)を行うプロトコル。OSI参照モデルのレイヤー3に相当。

* TCP

通信開始～終了までのひとまとまり(セッション)を管理する。消失パケットの再送などエラー訂正機能も持つ。OSI参照モデルのレイヤー4に相当。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-3. インターネットの構成と特徴	
対応する コースウェア	第3回（インターネット通信の仕組み）	

I-11-3. インターネットの構成と特徴

インターネットの通信について、その仕組み、構成要素と特徴を説明する。またインターネット通信を構成する要素として、ネットワークのハードウェアと物理構成、論理構成について解説する。

【学習の要点】

- * インターネットはネットワーク同士をルータで接続することで実現される。
- * 「自律と協調」がインターネットの特徴である。

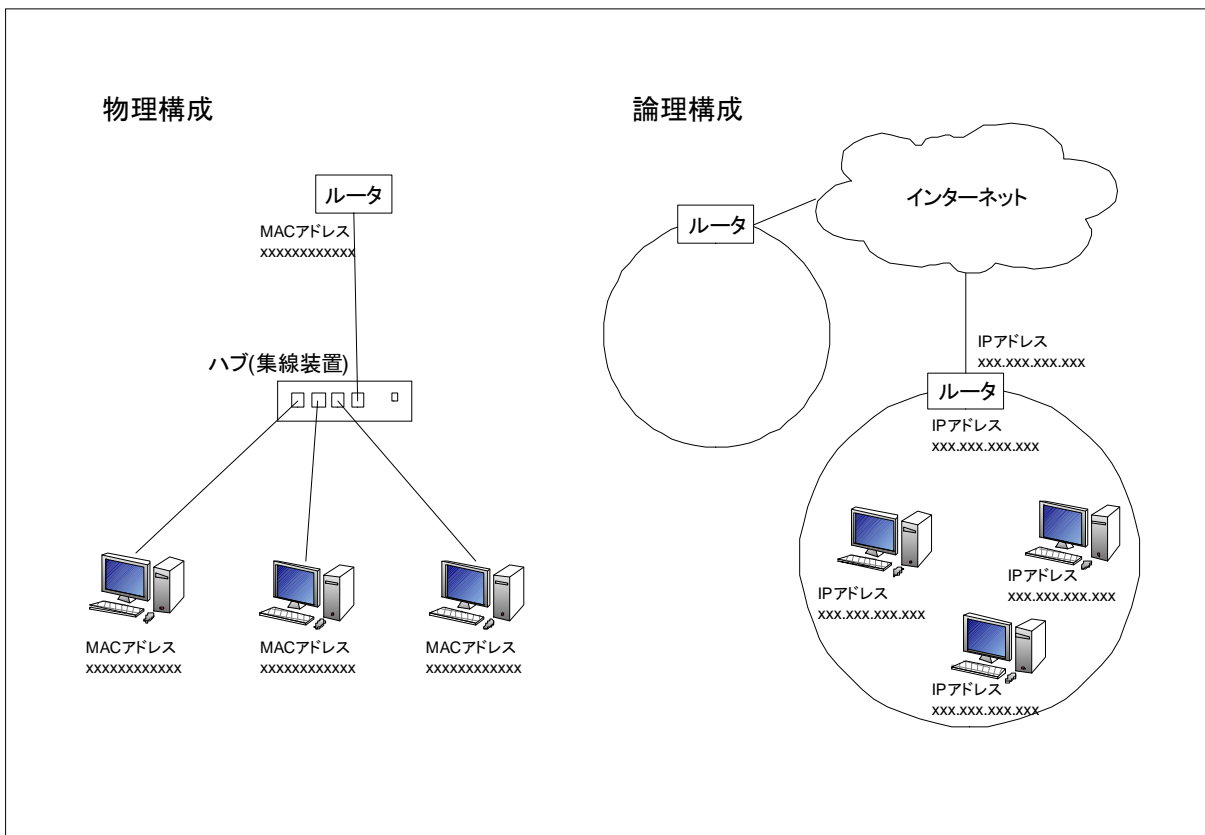


図 I-11-3. ネットワークの物理構成と論理構成

【解説】

1) インターネットの仕組み

現代のコンピュータネットワークの中心であるインターネットは、世界中のネットワークを相互接続したネットワークである。パケット交換方式の TCP/IP プロトコルを採用することによって、速度も信頼性も異なる様々なネットワークの差異を吸収し、相互接続を実現した。インターネットに接続する通信機器には、4 バイトの IP アドレスが付与される。IP アドレスは国際団体によって管理され、各通信機器は世界で唯一の IP アドレスを持つ。通信を中継するルータは、IP アドレスの管理情報を格納し、どの IP アドレスがどのネットワークに属するかを調べて、世界中どこにありとも適切な経路に通信を振り分けることができる。

2) インターネットの構成と特徴

インターネットに接続する企業や家庭内のネットワーク (LAN) は、まず ISP (インターネット接続業者) に接続する。ISP 同士は、IX (インターネットエクスチェンジ) と呼ばれる相互接続ポイントを介して接続されている。有名検索サービスなど通信量が多い ISP に対しては、IX を介さず ISP 同士が直接相互接続する場合もある。さらに各国の IX は海底ケーブルなどの国際回線を通じて相互接続されている。

インターネットの最大の特徴は自律と協調である。各ネットワークは他のネットワークとの接続が切れても、単独でネットワークとして機能する自律性を有する。一方、各ネットワークは他のネットワーク間の通信を中継するという意味で協調して動作する。また、あるネットワークが混雑した場合には、他のネットワークに中継を振り向けて、通信が円滑に行えるようにも協調することができる。

3) 物理構成と論理構成

一般に、ネットワークの物理構成は、OSI 参照モデルの第 1～2 層を基準とした構成を指し、論理構成は、第 3～4 層を基準とした構成を指す。図 I-11-3 にインターネットの物理構成と論理構成を示す。物理的には、それぞれの機器は機器固有の物理アドレスである MAC アドレスを有し、ハブを介して LAN 内のルータに接続し、そこからインターネットに接続する。論理的には、各機器は IP アドレスで識別され、その IP アドレスは世界的に管理されている。したがって、インターネットの構成を考える際には、通常 IP アドレスをベースとした論理構成を用いる。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-4. LAN(Local Area Network)の仕組みと特徴	
対応する コースウェア	第 4 回 (LAN ネットワークの仕組み) 第 6 回 (オープンネットワークの通信仕様)	

I-11-4. LAN(Local Area Network)の仕組みと特徴

LAN (Local Area Network)について、データリンク層におけるプロトコルの観点からそのしくみと特徴を解説する。CSMA/CD のプロトコルを説明し、コリジョンを回避する方法、スイッチング技術なども紹介する。また VLAN (Virtual LAN)の話題についても触れる。

【学習の要点】

- * ほとんどの LAN においては Ethernet 規格が採用されており、CSMA/CD という方式で通信制御が行われている。
- * スwitching 技術は、ギガビットスイッチのような高速な通信機器を支える技術である。
- * VLAN により、物理的に同一のネットワークを論理的に複数にすることが可能である。

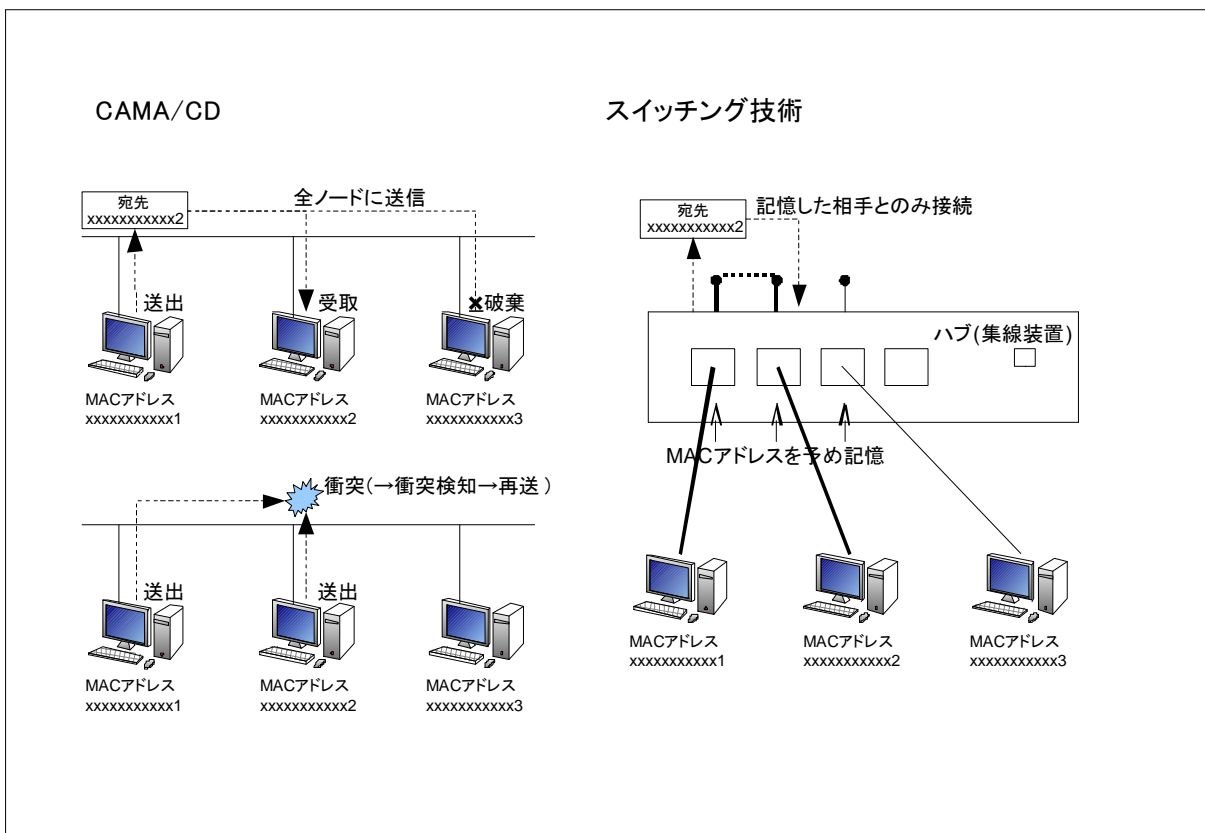


図 I-11-4. CSMA/CD とスイッチング技術

【解説】

1) LAN とイーサネット

有線 LAN (Local Area Network)の多くはイーサネットを利用して構築されている。イーサネットでは、物理的な形状など(OSI 参照モデルの第 1 層に相当)の規格はバリエーションがあるが、OSI 参照モデルの第 2 層に相当する基本的な通信方式は共通しており、以下のような特徴がある。

- * MAC アドレス

ノードとリンクの結合部分である NIC(Network Interface Card)に対して一意に割り当てられるアドレス。

- * CSMA/CD

イーサネットにおけるアクセス制御方式を定めたプロトコル。

2) CSMA/CD (キャリア検知多重アクセス/コリジョン検出)

イーサネットでは、各ノードが自由に信号を送出できるようになっており通信の自由度が高い。そのため、データ送信時の衝突(コリジョン)が起こることもあり、それを防ぐための工夫が考えられた。具体的には以下のような制御を行い、問題を防いでいる。

- * キャリア検知

ノードはデータを送出する際、すでに他のノードが送出したデータが流れているかどうかを検知する。流れている場合にはそのデータが無くなるまで送出を待機する。

- * 多重アクセス

ノードから送出されたデータはセグメント(ネットワーク内の定められた範囲)内のすべてのノードに到達する。各ノードは、到達したデータの宛先にある MAC アドレスが自分と一致する場合は受け取り、一致しない場合は破棄する。

- * コリジョン検出

3) スイッチング

複数のリンクをまとめて接続できる中継装置としてハブがあるが、現在のハブはスイッチング機能を持つものが主流である。スイッチングとは、受け取ったデータの MAC アドレスを確認し、該当するノードとのみ接続を確立する機能である。この機能により、CSMA/CD の欠点であるコリジョンを避け、異なる相手同士で同時に複数のデータを流すことができ、通信の効率化/高速化が図られる。スイッチング技術によって、ギガビットスイッチのような高速な機器が生まれることとなった。

4) VLAN (Virtual LAN)

ハブには VLAN といい、仮想的に複数のセグメントを実現する機能を持つものがある。VLAN には、ハブとケーブルとの接続端子(ポート)をグループ分けして複数セグメントとするポート VLAN という方式や、データにタグという識別子を付与してどのセグメントかを判別するタグ VLAN という方式がある。送出されたデータはセグメントを越えて流れないので、VLAN によっても通信の効率化/高速化を実現することが可能である。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-5. 無線ネットワークの種類と特徴	
対応する コースウェア	第 5 回（無線ネットワークの種類と通信の仕組み）	

I-11-5. 無線ネットワークの種類と特徴

無線通信によるネットワークの仕組みと特徴、有線ネットワークとの違いと留意点などを解説する。具体的には、現在ひろく利用されている IEEE802.11 および 802.15 のプロトコルとその内容について言及する。

【学習の要点】

- * 無線ネットワークには、電波方式、赤外線方式といった種類がある。
- * 無線ネットワークには有線ネットワークには無い便利な点があり、IEEE802.11 および 802.15 の規格を中心に発展してきた。
- * 無線ネットワークは便利な反面、セキュリティや電波干渉などについては有線ネットワークよりも慎重になる必要がある。

	有線ネットワーク	無線ネットワーク
ケーブル敷設	必要	不要
モバイルでの利用	不適	適
通信速度	概ね高	概ね低
免許	不要	場合により必要
電磁波の影響	ほとんど無し	注意を要する
セキュリティ	比較的安全	注意を要する

図 I-11-5. 有線ネットワークと無線ネットワークとの比較

【解説】

1) 無線ネットワークの規格

無線ネットワークの規格には主に以下のものがある。

* IEEE 802.11

IEEE(電気電子学会)のワーキンググループが策定している無線 LAN の規格群。2.4GHz 周波数帯で伝送速度最大 2Mbps の通信を行う規格となっている。現在は、本規格を拡張した以下のような規格が主流である。

- IEEE 802.11a 5GHz 周波数帯で伝送速度最大 54Mbps の通信を行う規格。
- IEEE 802.11b 2.4GHz 周波数帯で伝送速度最大 11Mbps の通信を行う規格。
- IEEE 802.11g 2.4GHz 周波数帯で伝送速度最大 54Mbps の通信を行う規格。

* IEEE 802.15

IEEE のワーキンググループが策定している WPAN (Wireless Personal Area Network)の規格群。WPAN とは、コンピュータと周辺機器との無線通信など、無線 LAN よりも狭い範囲で使う無線ネットワークを呼ぶ。身近なものとしては、Bluetooth 互換の規格 IEEE 802.15.1 がある。(Bluetooth は Bluetooth SIG Inc. の登録商標) IEEE 802.15.1 は 2.4GHz 帯の周波数帯を使用する。

2) CSMA/CA (キャリア検知多重アクセス/コリジョン回避)

IEEE 802.11 に用いられている通信制御方式で、CSMA/CD と類似しているが、無線 LAN ではコリジョンを検出するための信頼できる手段が無いため、相手からの応答の有無によって、通信の成功/失敗を判別する。相手からの応答がない場合は、ランダムな時間待機した後にデータを再送する。この方式をコリジョン回避と呼ぶ。

3) 赤外線方式

無線ネットワークの種類には、上記のような電波によるものの他に赤外線によるものなどがある。赤外線は数 m 程度の狭い範囲でしか使用できないが、有線 LAN と同等の伝送速度で通信することができる。

4) 無線ネットワークの特徴と留意点

- * ケーブルの敷設が不要であり、ケーブル敷設が困難な場所でも利用できる。
- * 異なるネットワークに接続する場合、ケーブルをつなぎかえる手間が無い。
- * 有線ネットワークと比べ、経路盗聴が比較的容易であり、セキュリティの確保に注意を要する。
- * 通信制御の方式の制約上、有線ネットワークと比べて全般的に低速である。
- * 壁などの電波遮蔽物の影響を受ける。
- * 複数の無線ネットワークで同一の周波数帯を使用する場合、電波干渉の影響がある。
- * 2.4GHz 周波数帯を使用する場合、同じ周波数帯を、電子レンジや医療用機器などが使用しているため、注意が必要である。
- * 5GHz 帯の周波数帯の一部は、移動体衛星通信システムにも利用されており、屋外での使用は免許制となっている。
- * その他電磁波の影響について、有線ネットワークよりも気をつけなければならない。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-6. TCP/IP の仕様と OSI7層モデルとの対応	
対応する コースウェア	第 6 回 (オープンネットワークの通信仕様)	

I-11-6. TCP/IP の仕様と OSI7層モデルとの対応

インターネットにおける通信の概要を説明し、インターネット上におけるアプリケーション間の通信がどのように実現されているかを示す。また TCP/IP の仕様を解説し、TCP/IP と OSI の 7 層モデルの対応関係を説明する。

【学習の要点】

- * TCP/IP は LAN やインターネットなど、IP ネットワークで広く使われている通信プロトコルである。
- * インターネットを構成するネットワークを管理する上で、TCP/IP の理解は必須となる。
- * TCP/IP のプロトコル群は、OSI 参照モデルと厳密には対応付かないが、プロトコルの階層化という設計思想は共通している。

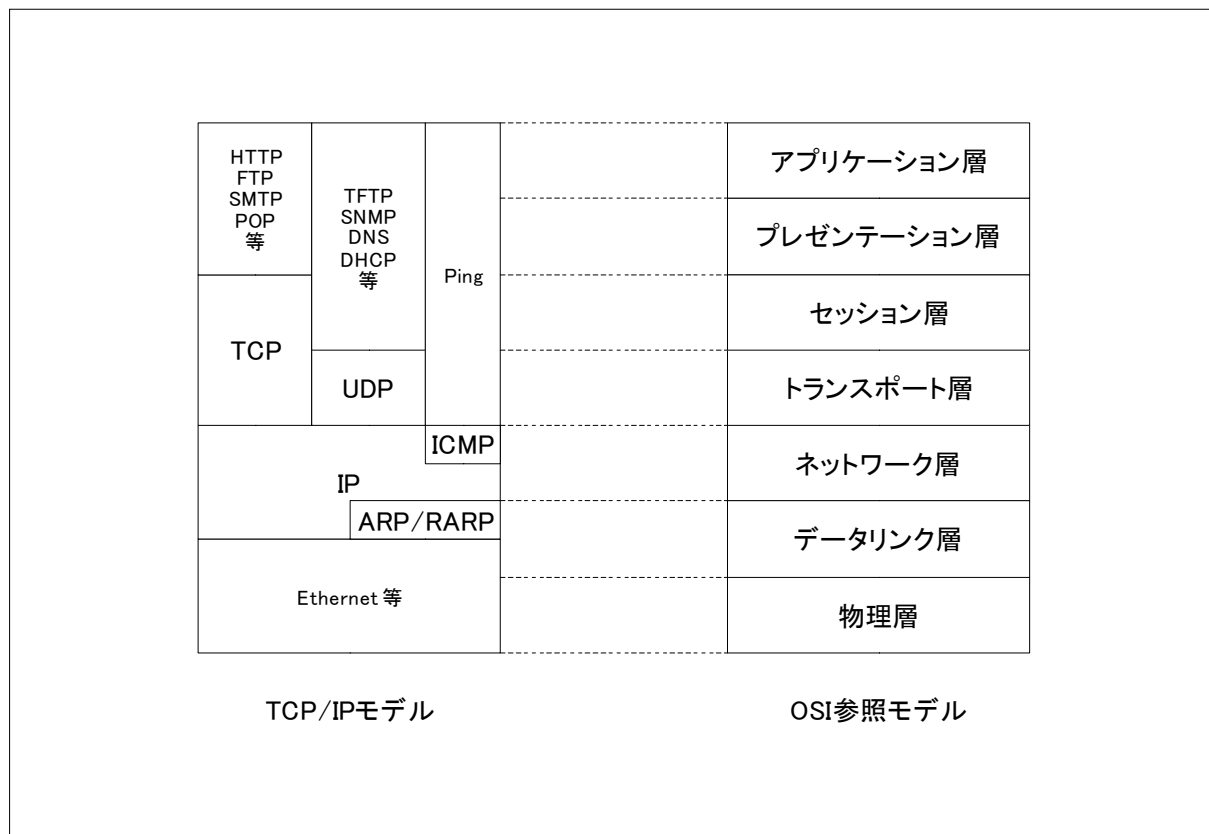


図 I-11-6. TCP/IP と OSI 参照モデルとの対応

【解説】

1) インターネットにおける通信

インターネットでは、TCP/IP プロトコルが利用されており、TCP/IP の上位層のプロトコルによって、アプリケーション間の通信が行われる。例えば WWW(World Wide Web)で利用される HTTP プロトコル、ファイル転送で利用される FTP プロトコルなどは、TCP/IP の上位のプロトコルである。

2) TCP/IP

TCP/IP は、インターネットなどで使われている基本的な通信プロトコルである、TCP、IP、およびそれらの周辺のプロトコルの総称である。TCP/IP に含まれるプロトコルに明確な定義は無いが、主に以下のようなものがある。

* IP (インターネットプロトコル)

インターネットの基本的な通信を担うプロトコル。コンピュータやルータ等の機器とリンクとの接点に付与された IP アドレスによって、エンドポイント同士の直接の通信や、ルータ経由での通信を実現する。

* TCP (伝送制御プロトコル)

セッションという形で 1 対 1 の通信を実現し、送達確認、パケット順のチェック、欠損パケットの再送といったエラー訂正などの機能を持つ。信頼性の必要な通信でよく使用される。

* UDP (ユーザデータグラムプロトコル)

送達確認などを行わない比較的単純なプロトコル。通信中のデータ異常への対処等は上位のプロトコル(アプリケーション)で行う必要がある。信頼性を重視する必要がなく速度を重視する通信でよく使用される。

* ARP (アドレス解決プロトコル)

IP アドレスから MAC アドレスを取得する機能を有する、IP の補助的なプロトコル。

* RARP (逆アドレス解決プロトコル)

MAC アドレスから IP アドレスを取得する機能を有する、IP の補助的なプロトコル。

* ICMP (インターネット制御通知プロトコル)

IP におけるエラーや通信情報などの通知の機能を有する、IP の補助的なプロトコル。

3) TCP/IP と OSI 参照モデルとの対応

TCP/IP は、OSI 参照モデルよりも歴史が古く、OSI 参照モデルに基づいて作られているわけではない。しかし、OSI 参照モデルと同様、プロトコルの階層化という設計思想がとりこまれている。おおまかに、IP は OSI 参照モデルの第 3 層、TCP は OSI 参照モデルの第 4~5 層に対応する。TCP/IP のプロトコル群と OSI 参照モデルとの対応は、おおよそ図 I-11-6 のようになる。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-7. IP 通信の仕組みとデータグラム	
対応する コースウェア	第 7 回 (IP ネットワークの仕組み)	

I-11-7. IP 通信の仕組みとデータグラム

IP 通信の形態と通信プロトコルの種類、IP の基本機能や通信の仕組み、特徴について解説する。また IP パケット(IP データグラム)の構造や取扱い方など、IP 通信に関連するいくつかのトピックを紹介する。

【学習の要点】

- * IP 通信では、上位プロトコル、下位プロトコルの間で、IP ヘッダの付与や取り外しを行う。
- * IP 通信に必要な情報は IP ヘッダに凝縮されており、IP パケットの構造を把握することで、IP 通信の理解が深まる。

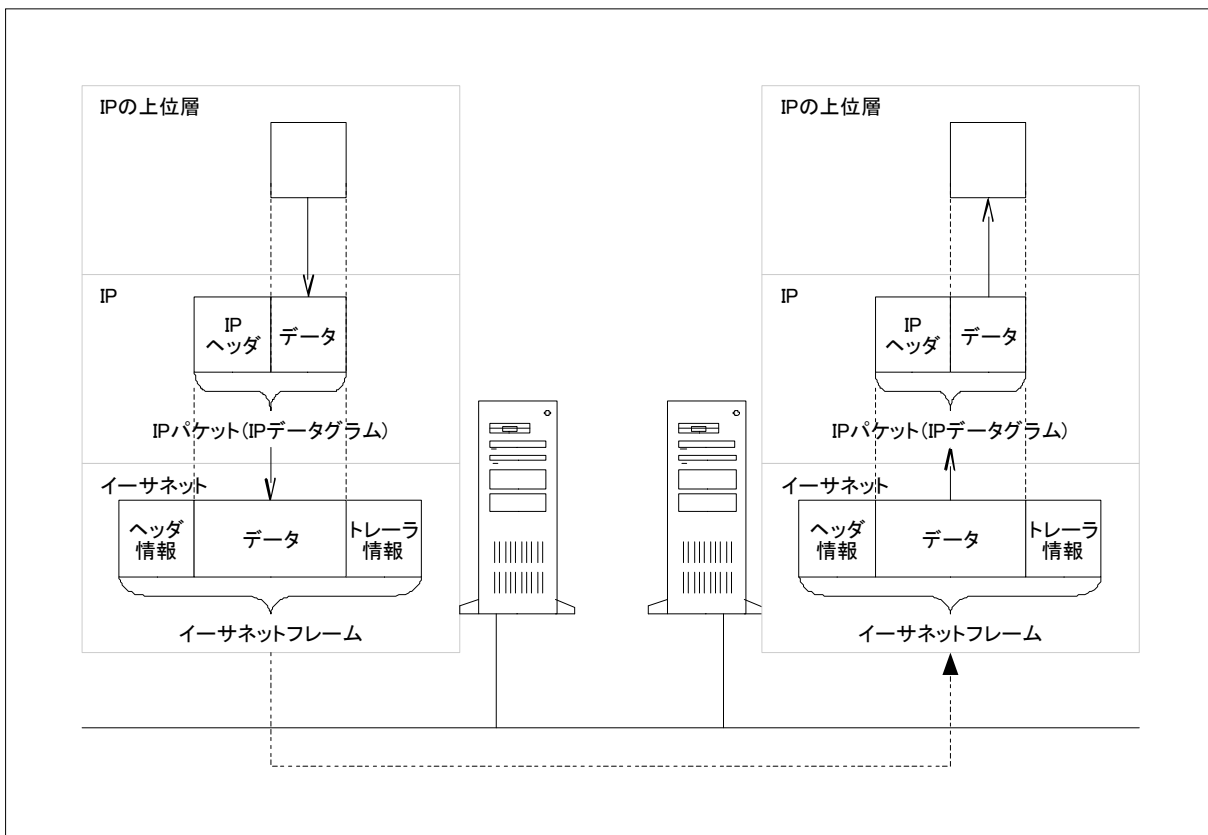


図 I-11-7. IP パケットの流れ

【解説】

1) IP 通信の仕組みと IP パケットの取り扱い

送信側の機器では、IP の上位層のプロトコルで作成されたパケットデータに対し、IP ヘッダ(IP 独自のヘッダ情報)を付加する。IP ヘッダの付加されたパケットを IP パケット、または IP データグラムという。IP パケットは、IP の下位層のプロトコルに渡される。例えばイーサネットの場合、IP パケットに対し、イーサネット独自のヘッダ情報およびトレーラ情報を付加したイーサネットフレームを作成し、イーサネットフレーム単位で、ネットワーク上に送出される。受信側の機器では、イーサネットフレームからヘッダ情報およびトレーラ情報を取り外し、上位層である IP に渡す。IP では IP ヘッダを取り外し、IP の上位層に渡す。

2) IP パケットの構造

IP パケットは、IP の上位層のプロトコルで作成されたパケットデータの前に、IP ヘッダを付加したものととなる。IP プロトコルバージョン 4 の場合、IP ヘッダは以下のような構造をとる。

- * IP プロトコルのバージョン (4 ビット)
- * IP ヘッダの長さ (4 ビット)
- * サービスタイプ (8 ビット)
優先度、伝送遅延、伝送量、信頼性などの品質を定める部分。ほとんど利用されない。
- * ヘッダを含めた IP パケットの長さ (16 ビット)
- * 分割されたパケットを再構成するための識別子 (16 ビット)
- * パケットの分割の際に用いるフラグ (3 ビット)
- * 分割されたパケットの元の位置 (13 ビット)
- * TTL (8 ビット)
送信経路中でルータ等を通るたびに、この TTL(Time To Live)値を 1 ずつ減らす。TTL が 0 になると、そのパケットは破棄される。パケットがネットワーク上を無限に循環するのを防ぐための仕組み。
- * IP の上位層のプロトコルを表す番号 (8 ビット)
- * チェックサム (16 ビット)
IP ヘッダの誤り検出のための検査値。
- * 送信元の IP アドレス (32 ビット)
- * 宛先の IP アドレス (32 ビット)
- * オプション (可変長)
あまり利用されない。
- * パディング (可変長)
IP ヘッダの長さを 32bit 単位にするために、「0」で埋められる。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-8. IP アドレスとルーティングの基礎	
対応する コースウェア	第 8 回 (ルーティングの仕組み)	

I-11-8. IP アドレスとルーティングの基礎

IP アドレスの構成と、インターネット上に存在するふたつのノード間の通信を実現するために考案されたルーティングの仕組みを説明する。ルータの機能、ルーティングテーブル、デフォルトゲートウェイなど、ルーティングを実現する個々の概念について解説を加える。

【学習の要点】

- * IP 通信においては、宛先の IP アドレスによって、通信経路が選択される。
- * ルータでは、ルーティングテーブルによって、宛先の IP アドレスと通信経路を管理する。

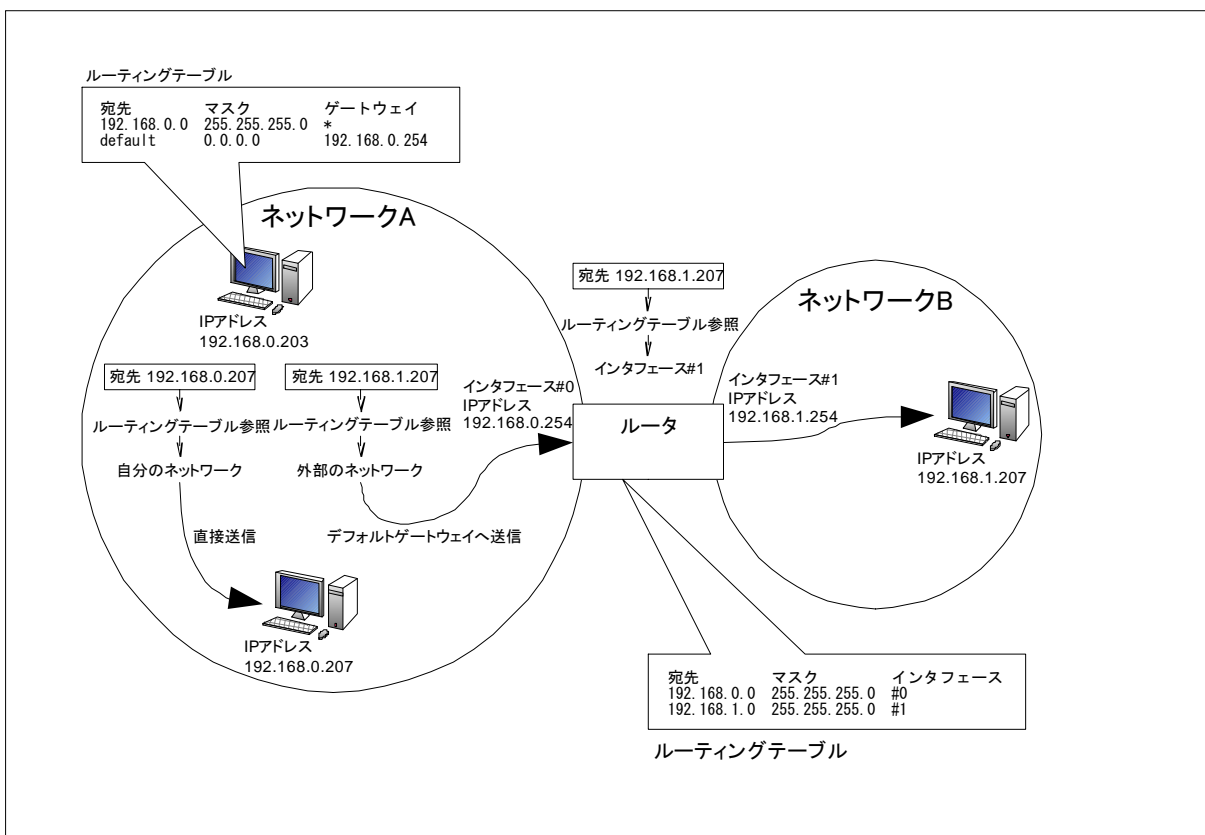


図 I-11-8. IP アドレスとルーティング

【解説】

1) IP アドレス

IPアドレスは、(現在最も利用されているIPプロトコルバージョン4の場合) 32ビットで表現されるが、IPアドレスの表記の際は、一般に、可読性を考えて8ビットずつ4つに分け、それぞれを10進数に変換したものを「.」でつなげる。例えば、「110000001010100000000000111001000」というアドレスの場合、「11000000」「10101000」「00000001」「11001000」の4つに分け、それぞれを10進数「192」「168」「1」「200」に変換し、「.」でつなげて「192.168.1.200」と表記する。

2) サブネットアドレス

インターネットを構成する個々のネットワーク内においては、IPアドレスの上位何ビットかを共通のものとし、残りの下位ビットをホスト(ネットワーク上の機器)に割り当てる。このとき下位ビットをすべて「0」で埋めたものをサブネットアドレスという。例えば、上位24ビット「110000001010100000000001」を共通にする場合、サブネットアドレスは、「110000001010100000000000100000000」すなわち「192.168.1.0」となる。また、上位24ビットをサブネットアドレスの単位としていることを示すために、ホストのIPアドレスのあとに「/」で区切って、「192.168.1.200/24」のように表現する。

3) サブネットマスク

サブネットマスクとは、個々のネットワーク内で共通に用いる上位ビットを「1」、ホストに割り当てる下位ビットを「0」としたものである。例えば上位24ビットを共通にする場合、サブネットマスクは「11111111111111111111111100000000」、すなわち「255.255.255.0」となる。ホストのIPアドレスとサブネットアドレスとでビット演算ANDを行うことにより、サブネットアドレスが導出される。

4) デフォルトゲートウェイ

ホスト間の通信では、送信元は、自分のIPアドレスとサブネットマスクから、宛先IPアドレスがネットワークの内部か外部かを判別できる。内部の場合は直接通信できるが、外部の場合はルータを経由する必要がある。そこで、宛先IPアドレスが外部ネットワークの場合に經由するデフォルトのルータを決めておく。このルータをデフォルトゲートウェイという。IP通信を行う各ホストでネットワーク設定を行う場合、自分のIPアドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイのIPアドレスに関する情報が必要である。

5) ルータの基本機能とルーティングテーブル

ルータ(IPルータ)は、IP通信における中継機器で、複数のネットワークを接続し、経路制御を行う。ホストから送られてきたIPパケットのヘッダを確認し、宛先IPアドレスによって経路を選択し、IPヘッダを再構成して送信する。宛先IPアドレスが、ルータに直接接続されているネットワークなのか、それとも隣接するルータを経由して送信するのかといった情報をテーブルで管理している。このテーブルをルーティングテーブルという。

6) ルーティングテーブルの管理

ルーティングテーブルの情報は、ネットワークの管理者が手動で登録する方法と、それぞれのルータが互いに情報交換して自動で登録する方法とがある。前者を静的ルーティング(スタティックルーティング)、後者を動的ルーティング(ダイナミックルーティング)という。動的ルーティングの際はルータに共通のプロトコルが必要となり、これをルーティングプロトコルという。

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-9. ルーティングプロトコル	
対応する コースウェア	第 9 回 (ルーティングプロトコルの仕様)	

I-11-9. ルーティングプロトコル

ルーティングプロトコルの種類とその機能について解説する。具体的には、経路制御情報を交換するために利用される RIP (Routing Information Protocol) や RIP を改良して提案された OSPF (Open Shortest Path First) プロトコルの仕様と特徴について述べる。

【学習の要点】

- * インターネットでは、IGP と EGP とが独立に機能して、ルーティング情報を交換している。
- * IGP では小規模ネットワークに適した RIP、中～大規模ネットワークに適した OSPF が主流となっている。

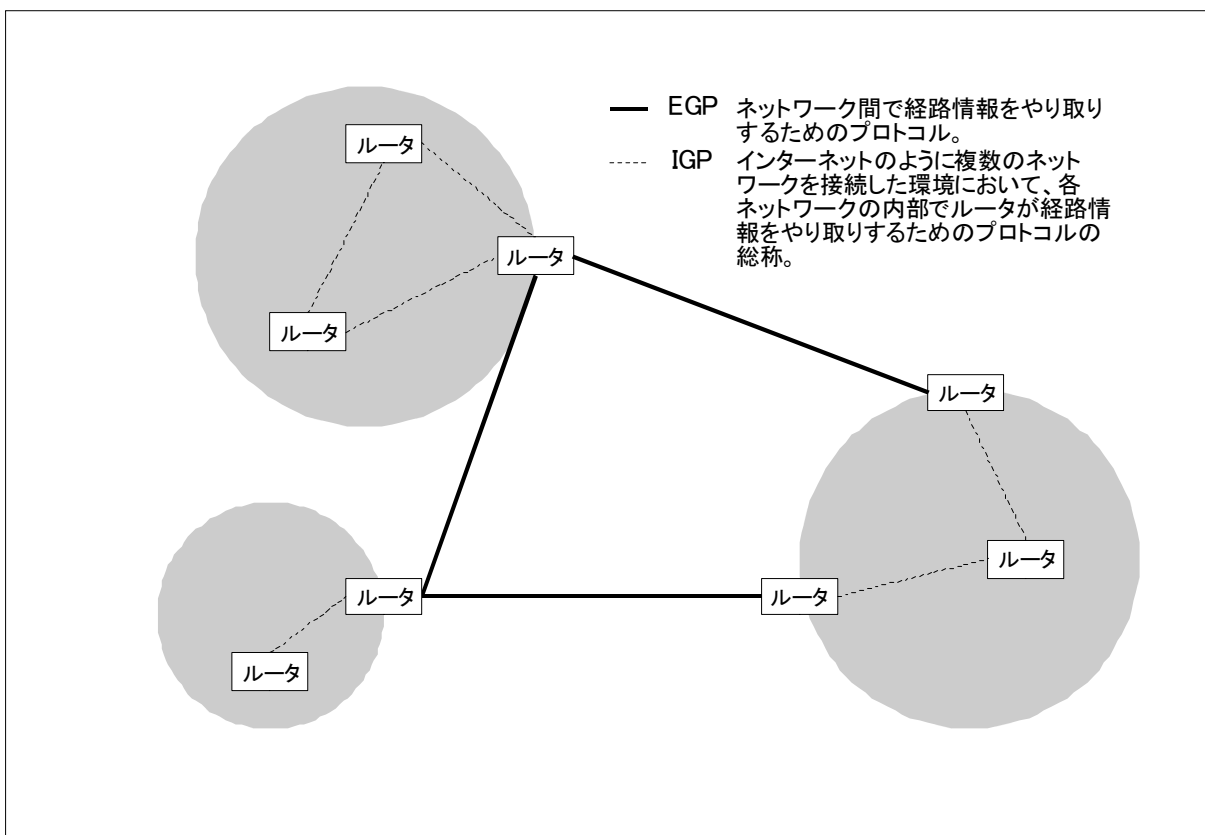


図 I-11-9. IGP と EGP

【解説】

1) IGP と EGP

インターネットではさまざまなルーティングプロトコルが用いられているが、扱うネットワークの規模に着目すると、IGP と EGP というグループに分類できる。

* IGP (Interior Gateway Protocol)

インターネットのように複数のネットワークを接続した環境において、各ネットワークの内部でルータが経路情報をやり取りするためのプロトコルの総称。具体的には RIP や OSPF が IGP として用いられる。

* EGP (Exterior Gateway Protocol)

ネットワーク間で経路情報をやり取りするためのプロトコル。IGP とは独立して動作する。ネットワーク間で経路情報をやり取りするためのプロトコルの総称として EGP という表記もあるが、「EGP」という用語が EGP の意味で用いられることもある。現在は EGP を改良した BGP (Border gateway protocol) が主流となっている。インターネットでは、大部分の ISP は他の ISP とのルーティングに BGP を利用している。最近では、IP-VPN サービスなど、一般のユーザが BGP を使用するケースが増えている。

2) RIP (Routing Information Protocol)

RIP は、大規模で複雑なネットワークでの利用には向いていないが、シンプルのため、多くの企業で利用されている。

- * 隣接するルータ同士は 30 秒ごとに更新メッセージを交換し、ルーティングテーブルを更新する。
- * 複数の経路が存在する場合は、経由するルータの数が最小となるような経路が選択される。
- * 経由するルータの数が 15 を超える場合は到達不能とみなされる。
- * あるルータから 180 秒間更新メッセージなどを受信しなかった場合、そのルータまたは接続されたネットワークにおいて障害が発生しているの見なし、該当経路が無効化される。
- * 無効化された経路がさらに 120 秒間を経過した場合、その経路はルーティングテーブルから削除される。

3) OSPF (Open Shortest Path First protocol)

RIP では考慮されない、経由するネットワークの通信速度などを考慮し、より効率的な経路選択ができるようになっている。OSPF では、すべてのルータから情報を集め、その情報をもとに、ルータの隣接関係等のネットワーク構成を把握し、ルーティングテーブルを作成する。OSPF は、RIP と比較して、以下の特徴があり、規模の大きいネットワークに適している。

- * ルーティングループ(選択された経路がループしてしまう状態)が起こりにくい
- * コンバージェンス(全ルータがルーティングテーブルを更新し終えること)が高速
- * 経由するルータの数ではなく、帯域幅を基準に経路が選択される

スキル区分	OSS モデルカリキュラムの科目	レベル
ネットワーク分野	11 ネットワークアーキテクチャに関する知識 I	基本
習得ポイント	I-11-10. TCP 通信の仕組みと応用	
対応する コースウェア	第 10 回 (TCP の仕組み)	

I-11-10. TCP 通信の仕組みと応用

TCP 通信の仕様、役割と特徴について解説する。アプリケーション通信における TCP の役割や TCP 通信の制限事項について触れる。また同じトランスポート層の通信プロトコルである UDP (User Datagram Protocol)と比較し、その得失に関して説明する。

【学習の要点】

- * TCP は、IP によるパケット通信の欠点を補うプロトコルである。
- * TCP(および UDP)では、ポート番号を用いて上位アプリケーションとやり取りする。
- * TCP と UDP との違いは、セッション層に相当する機能の有無に象徴される。

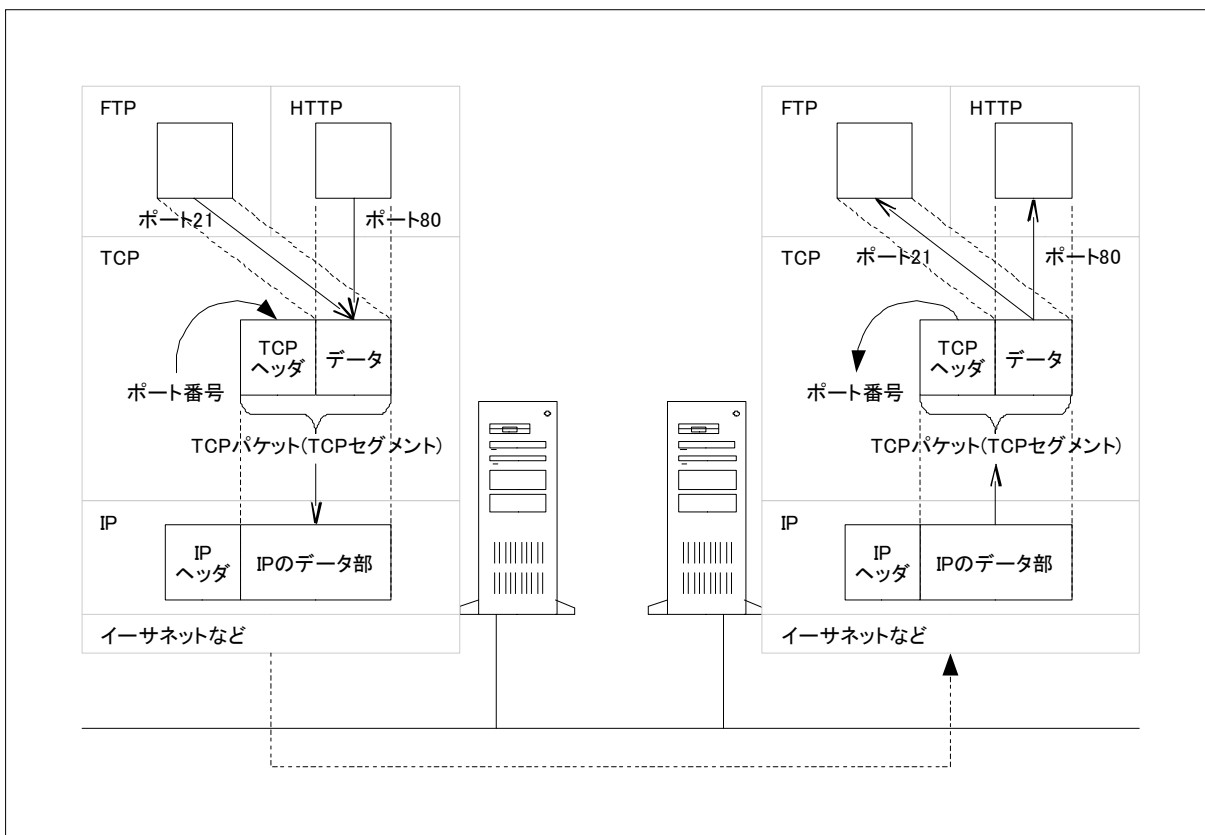


図 I-11-10. TCP パケットの流れ

【解説】

1) TCP の基本仕様

TCP プロトコルは IP プロトコルの上位で機能する。送信側の機器では、TCP の上位層のプロトコル(アプリケーションなど)で作成されたデータをパケットに分割し、それぞれに TCP ヘッダ(TCP 独自のヘッダ情報)を付加する。TCP ヘッダの付加されたパケットを TCP パケット、または TCP セグメントという。TCP パケットは、TCP の下位層である IP に渡される。受信側の機器では、IP から TCP パケットを受け取り、TCP ヘッダを取り外し、TCP の上位層に渡す。

2) TCP の機能

IP では、パケットが順序通り届かなかつたり、破損したり破棄されたりする場合がある。TCP はこのような IP の欠点を補うものであり、以下のような機能がある。

* 順序制御

送信側で各パケットに順序番号を付与する。受信側ではその番号に基づいてバラバラに到着したパケットを正しい順序に組み換える。

* 誤り検出

パケットの抜けやデータの異常をチェックサムの計算によって確認し、誤りを検出する。

* 送達確認

送出したデータの到着を表すパケットを、受信側から送信側に送り返す。

* フロー制御

送信側と受信側とで、通信速度の同期をとる。

* 輻輳制御

ネットワークトラフィックに応じて通信速度を調整する。

3) TCP とアプリケーション

TCP の上位で複数のプロトコル(アプリケーション)が通信を行う場合、IP アドレスだけでは、どのアプリケーションとデータをやり取りするのか定められない。そこで TCP ヘッダには、「ポート番号」というアプリケーションを一意に特定するための番号を格納するようになっている。アプリケーション(サービス)を利用する側(クライアント)は、そのサービスがどのポート番号に割り当てられているか、あらかじめ知っておく必要がある。

4) TCP と UDP の違い

ポート番号でアプリケーションを識別するという機能は、UDP においても、TCP と同様である。大きな違いは、OSI 参照モデルのセッション層相当の機能が UDP にはない、という点である。UDP ではフロー制御や誤り制御を行わず、データは送りっぱなしとなるが、手順が TCP よりシンプルで比較的高速な通信が可能となる。TCP は、高信頼で安定した通信が必要なファイル転送などに適している。UDP は、多少データが飛んでも大きな影響のない、音声や動画などのストリーミング送信などに適している。