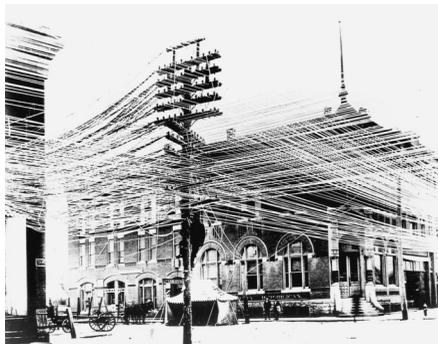


通信ネットワーク技術の 基礎と応用

— 物理ネットワークからアプリケーションまでの ICT の基本を学ぶ —

工学博士 山中直明
博士(工学) 馬場健一 共著
工学博士 浅谷耕一



コロナ社

ま え が き

情報通信技術（ICT）は、いまや社会にとってなくてはならない、空気や水と同じような存在である。ICT とはデジタル通信ネットワークをプラットフォームとして、そのうえで双方向的にさまざまな種類のサービスをいろいろな形（1：1 や放送等）で実現し、日々進化している。

電話は 1876 年に発明されてから約 140 年の歴史を持つ。一方、われわれが日頃からよく使っているインターネットは約 30 年、手から離すこともできないスマートフォンはまだ十数年の歴史であり、この間に加速度的な発展をしている。

ところが、われわれはこのデジタル通信ネットワークの構造や電話のネットワーク、インターネットの基本方式をよく知らないまま利用している。そして、かつては携帯電話で電話だけをしていたのが、いまでは電話はスマートフォンとなり、そのスマートフォンを使って電車の中でニュースや動画を見るようになってきている。そして未来には、自動運転車が走り回るようになるであろうことは疑いの余地もない時代をわれわれは生きている。

一方、デジタル通信ネットワークのベースとなる物理レイヤ部分は、例えば海底ケーブルのように長く使いたい。サービスは新しいものをすぐに使いたい、それらを経済的に行いたい、セキュリティを高いレベルで守ってほしい、といった要求がある。そのため、ネットワークはフレキシビリティと拡張性を持っている。

これからの時代を考えると、通信ネットワークの知識は最も重要な技術の一つとなる。基礎から一通りしっかり学び、将来の研究や開発のみでなく、ビジ

ネスや社会システムを考えるうえでも大きな武器となる。そのため、本書では、できるだけ過去や歴史、経緯にも触れて、特徴や原理を説明した。そのような点で、技術の詳細の説明ではなく、「通信ネットワークの基本技術の背景にあるものの考え方」に焦点を当てることに着眼点を置いた。できあがった仕様（What）ではなく、なぜそのようになっているかの背景（Why）を理解できれば、詳細のスペックはいまや本を読んだり、ネットを見たりすれば、すぐに手に入るからである。

本書は現代のデジタルネットワークの生みの親の一人で、本書の著者でもある浅谷耕一が11年前に執筆した『ネットワーク技術の基礎と応用—ICTの基本からQoS, IP電話, NGNまで—』（2007年, コロナ社）をベースに、仮想化や5Gネットワークを含めた最新の技術を記述し、また大学での講義で質問や疑問の多い部分をアップデートした内容となっている。

情報ネットワークの発展経緯から、テレコム技術分野とコンピュータ技術分野の専門用語は、必ずしも統一されていない。専門用語や略語は、入門者には障壁であるため、用語の背景についても一部説明したが、かえって読みづらい点があるかもしれない。著者の意図を酌んでご寛恕^{かんじょ}いただければ幸いである。

本書は、大学学部・大学院の教科書あるいは参考書として使用できて、かつ一般読者にもある程度理解してもらえることを意図した。特に、通信ネットワークを専門としようという方には入門編として、違う分野を専門としている方にはリベラルアーツ、つまり高い教養となると確信している。

高度情報化社会の一翼を担う学生諸君や技術者諸君が、通信ネットワーク技術に興味を持つきっかけになれば幸いである。

2018年8月

山中 直明

目 次

1. 情報通信ネットワークの基礎

1.1 ネットワーク発展の経緯	1
1.2 ネットワーク要素と基本機能	10
1.3 プロトコルと OSI 階層モデル	11
1.4 ネットワークアーキテクチャ	18

2. ネットワークの機能と形態

2.1 サーバ-クライアント型ネットワークと ピアツーピアネットワーク	19
2.2 コネクション型ネットワークとコネクションレス型ネットワーク	21
2.3 トランスポート層におけるコネクション	29
2.4 ネットワークの構造と形態	35
2.5 メディア共有型トポロジー	36
2.6 物理リンクと論理リンク	37
2.7 伝送媒体ネットワーク, パスネットワーク, 回線ネットワーク	38

3. 情報メディアのデジタル符号化

3.1 情報源の符号化	43
3.2 ナイキストの定理	45
3.3 音声符号化	46
3.4 オーディオ情報符号化	52
3.5 画像符号化	52

4. アクセスネットワーク技術

4.1	アクセスネットワークとコアネットワーク	62
4.2	xDSL	64
4.3	光アクセス	68
4.4	ケーブルアクセス	76
4.5	ISDNアクセス	78
4.6	無線アクセス	80
4.7	携帯電話	87

5. 物理レイヤとデータリンクレイヤ

5.1	アナログ伝送とデジタル伝送	91
5.2	伝送媒体	93
5.3	デジタル変調	99
5.4	デジタル中継伝送	100
5.5	多重化方式	103
5.6	ラベル多重方式と時間位置多重方式	105
5.7	非同期多重方式と同期多重方式	106
5.8	ビット同期とオクテット同期	107
5.9	伝送ハイアラキ	109

6. マルチアクセスとLANの技術

6.1	ペイロード，スループット，ネットワーク負荷率	113
6.2	共有メディアとマルチアクセス制御	115
6.3	ランダムアクセス型プロトコル	120
6.4	送信権巡回型プロトコル	124
6.5	チャネル割当て型プロトコル	129

7. 電話のネットワークと技術

7.1	番号とハイアラーキ	130
7.2	静的経路制御と動的経路制御	132
7.3	電話ネットワークの経路制御	133
7.4	電話交換の原理	135
7.5	輻輳制御機能	137

8. インターネットのネットワーク層プロトコル

8.1	インターネット	138
8.2	IP アドレス	145
8.3	IP ネットワークの経路制御	150

9. インターネットのトランスポート層とフロー制御

9.1	インターネットにおけるトランスポート層	153
9.2	UDP	155
9.3	TCP	157
9.4	TCP 転送ポリシーと輻輳制御	161
9.5	輻輳ウィンドウとスロースタート	162

10. トラヒックエンジニアリング

10.1	トラヒック設計	164
10.2	通信トラヒックと呼量	166
10.3	通信トラヒックモデル	167
10.4	回線交換ネットワークにおける交換機出回線数	170
10.5	パケット通信のトラヒック設計	171
10.6	大群化効果と分割損	173

11. VoIP と次世代ネットワーク NGN

11.1 IP 電 話	175
11.2 電話番号計画と IP アドレス	176
11.3 IP 電話番号と IP アドレス変換	177
11.4 IP 電話の基本構成	179
11.5 プロトコルモデル	180
11.6 H.323 制御プロトコル	181
11.7 SIP	185
11.8 NGN の背景と狙い	188
11.9 NGN の概要と基本構造	191
11.10 NGN アーキテクチャ	193
11.11 NGN の構成例	196

12. 将来のネットワーク

12.1 データセンタネットワークと SDN	198
12.2 サービスチューニング	205
12.3 データセントリックネットワーク	207
12.4 IoT ネットワーク	220
12.5 電力制御とスマートグリッド	222
引用・参考文献	226
索 引	231

1章

情報通信ネットワークの基礎

1.1 ネットワーク発展の経緯

情報通信ネットワークのおもなものには、電話ネットワーク、コンピュータネットワーク、インターネットがある。それぞれのネットワークは、異なる目的のためのネットワークとして独自に発展してきた。

〔1〕 電話ネットワーク

電話ネットワークは、電話サービスをおもに提供する。テレコムネットワークあるいは電気通信ネットワークともいう。

電話ネットワークは公衆通信サービスの提供が主目的であり、あまねく通信サービスを提供することに主眼が置かれていた。ほとんどの国では、郵電省あるいはPTTなどの国の機関が直営していたか、あるいは、1985年の電気通信市場開放以前の日本のように日本電信電話公社（現NTT）や国際電信電話株式会社（現KDDI）のような公的な機関が独占運営していた。例外として、米国やフィリピンなどのように、当初から複数の民間会社が運営している少数の国もある。

公的機関あるいは民間企業のいずれによって事業運営されている場合も、基本的な電話サービスは社会基盤として位置付けられており規制対象である。

〔2〕 コンピュータ通信ネットワーク

コンピュータが貴重資源であった時代にコンピュータを複数ユーザで共有するために構築されたのが、コンピュータ通信ネットワークの始まりである。大

2 1. 情報通信ネットワークの基礎

学の計算機センタ間、あるいは、大型計算機とクライアント端末との間の相互接続のためのネットワークとして構築された。日本では、1981年に構築された大学間コンピュータネットワークが代表例である^{1)†}。

〔3〕 パソコン通信

一般ユーザを対象にしたコンピュータ通信サービスは、1987年から1990年にかけてパソコン通信サービスとして提供が開始された。これらは、電話ネットワークを利用したモデムによるデータ通信であり、ダイヤルアップにより、無手順アクセスを用いたサーバへの接続サービスである。サーバ-クライアント型ネットワーク上で、チャットサービス、情報検索サービスなどを提供した。1995年頃からのインターネットの急速な普及を背景に、逐次TCP/IP (transmission control protocol/Internet protocol) を採用し、これらのサービスは、インターネット接続サービスと統合された。現在では、パソコン通信サービスはインターネット接続サービスのメニューの一部として提供されている。

〔4〕 インターネット

ネットワークの一部に障害が生じても通信途絶とならない軍事用ネットワークとして、米国防総省高等研究計画局 ARPA (Advanced Reserach Project Agency) が開発した実験ネットワーク ARPAnet (1969年) が原型である。その後、米国政府機関・大学などの研究機関が開発と運用を引き継ぎ、1980年代に現在のTCP/IPを正式に採用し、1990年に商用化された後は民間主導で発展してきた。ちなみに、日本では1993年に最初の商用インターネット接続サービスが開始された。

コンピュータ通信ネットワークとインターネットは、当初は、以上のような経緯から専門知識を持つユーザやコンピュータの専門家を対象にしていた。

〔5〕 ネットワークとアプリケーションの発展

これらの情報通信ネットワークは、開発の目的が異なり、ユーザ層が異なり、また、ネットワーク事業者も通信機器ベンダも異なっていた。

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献番号を表す。

デジタル技術の発展によって、通信・放送・コンピュータの技術の境界が明確でなくなり、技術統合が進んでいる。すなわち、電話ネットワークであっても電話サービスのみならずデータ通信サービスやインターネットアクセスを提供している。

1995年代以降にインターネットが広範に普及すると、無手順などの独自のプロトコルを採用していたパソコン通信ネットワークが、TCP/IPを採用し、インターネットとの接続サービスの提供も併せて開始するなど、これらのパソコン通信ネットワークとインターネットとの差が明確でなくなった。

インターネットにおいても、ADSL (asymmetric digital subscriber line, 非対称デジタル加入者線)、FTTH (fiber to the home)、ケーブルテレビによるブロードバンドアクセスの普及により、IP (Internet protocol) 電話 (インターネット電話) サービスやインターネットファックスなどの、従来の電話サービスやファクシミリサービスとほぼ同等のサービスを提供している。さらに、インターネットによるテレビ配信を行うIPテレビの開発も進められている。

一方、回線ネットワークとして構築された電話ネットワークのIP化が主流になりつつある。将来的には、すべてをIP化する全IPネットワークとして従来のすべての情報通信サービスを提供する次世代ネットワーク (NGN: next generation network) へ移行が進められている。

ネットワークインフラストラクチャのデジタル化、移動通信、ISDN (integrated services digital network) とインターネットなどの情報通信ネットワークの展開を図1.1に示す。

ネットワークとアプリケーションが、たがいに影響を与えつつ発展して、NGNへと統合可能となった背景の一つに、ネットワークアーキテクチャの確立が挙げられる。

ネットワークアーキテクチャの確立により、ネットワークの転送機能とアプリケーション提供機能が明確に定義され、それぞれがそれぞれの内在的な発展シナリオに従い、かつ、外部からの要求条件に対応して機能の高度化を可能とした。すなわち、ネットワークはネットワーク技術の発展を取り込みつつ高度

4 1. 情報通信ネットワークの基礎

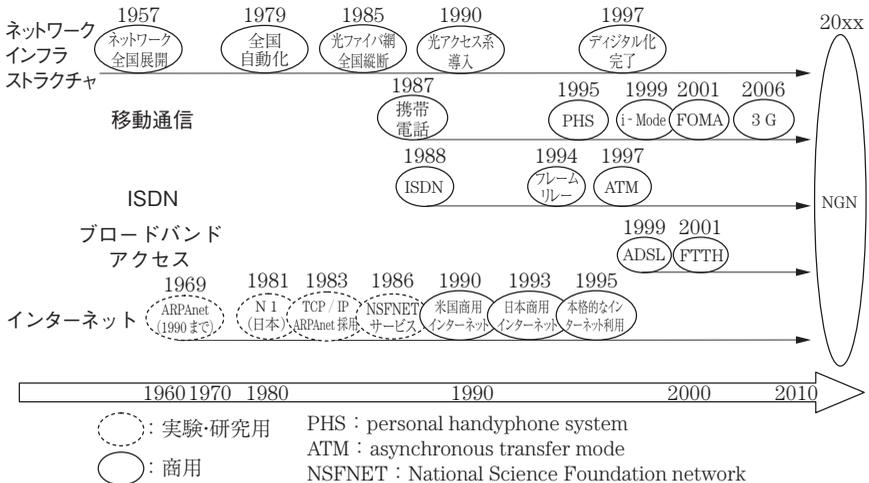


図 1.1 情報通信ネットワークの展開

なネットワークへと発展し、アプリケーションはネットワークの発展とは独立に進化した。

ネットワークにとってアプリケーションへ提供する機能が「サービス」（厳密に言えば「伝達サービス」）であり、アプリケーションにとってはエンドホストや通信端末を通してユーザに提供するものが「サービス」である。このように、「サービス」の普遍的な概念は、OSI (open systems interconnection) の階層モデルとして確立された。

ネットワークアーキテクチャが確立される以前には、情報通信ネットワークは、特定のサービス専用ネットワークとして開発された。例えば、テレックス網や、データ通信網などがこのような例である。電話ネットワークも当初は電話サービスに専用のネットワークであった。このようなネットワークはサービス個別ネットワーク (service dedicated network) と呼ばれる。

サービス個別ネットワークでは、ネットワークとアプリケーションは一体のものとして設計された。アプリケーションが固定であれば一体設計が最も経済的である。しかし、アプリケーションのバージョンアップとそれに必要なネットワークの機能向上は、同時に行う必要がある。

ネットワークアーキテクチャに従ったネットワーク転送機能レイヤ（下位階層機能）と高機能レイヤ（上位階層機能）との分離により、ネットワークは情報転送に専念する。この情報転送機能がアプリケーション（上位階層）機能とのインタフェース条件を満足する限り、アプリケーションは独自の発展が可能となった。

〔6〕 ネットワーク効果と情報通信に関わる諸法則

ハードウェアとソフトウェア技術の進歩によって情報通信技術（ICT: information and communications technology）は、加速度的に発展している。この発展に関わるいくつかの経験的法則が知られている。

① メトカーフの法則（Metcalfe's law） ネットワーク効果（network effect）あるいはネットワーク外部性（network externality）は、経済学の分野では、「財・サービスの消費者が多ければ多いほどその財・サービスから得られる効用が高まる効果」として知られている²⁾。ネットワーク効果は、情報通信分野では、メトカーフの法則と呼ばれている。メトカーフの法則によるとネットワークの効用は、ユーザ数を n として次式で与えられる。

$$\text{ネットワークの効用} = \frac{n(n-1)}{2}$$

すなわち、ネットワークの効用は接続可能な通信相手の組合せ数に比例しているとするものである（図 1.2 参照）。

ファクシミリや電話機は 1 台だけでは役に立たない。すなわちネットワーク

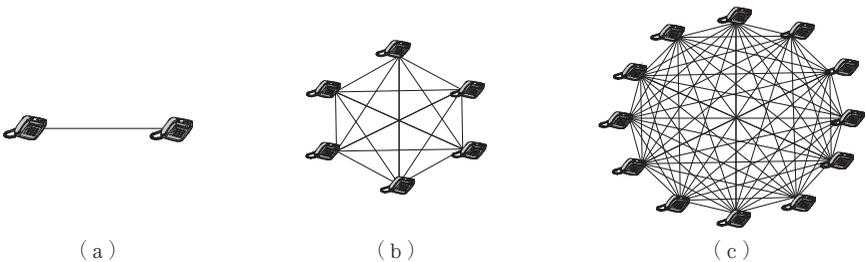


図 1.2 ネットワーク効果

索引

【い】		接続指向型ネットワーク		衝突検出型搬送波検知多重	
インターネット	2	ワーク	24	アクセス方式	122
インタフェース	17	接続設定	21	消費源	222
インテリジェントネットワーク		接続レス型	157	自律システム	138
ワーク	192	呼量	166	振幅	82
		コンピュータ通信ネットワーク			
		ワーク	1	【す】	
【う】		【さ】		スタッフ多重方式	106
ウェアスの法則	9	最大転送単位	139	スチュービッドネットワーク	
ウィンドウサイズ	35	最繁時間	167	ワーク	31
ウィンドウ制御	35	サービス	17	スマートグリッド	222
		サービスアクセスポイント		スループット	114
【お】		サービス個別ネットワーク	17	スロースタート	162
オクテット	108		4,79	スロット ALOHA 方式	121
		サービス時間	168	【せ】	
【か】		サービスストラタム	192	静的経路制御	133
回線設定	21	サービス総合ネットワーク	79	セル	86
仮想回線設定	21	サービスチューニング	205	前方誤り訂正	49
仮想化技術	198	サービスノード	11	【そ】	
仮想コネクション設定	21	サービスプリミティブ	17	即時系	167
完全線群	167	3R 機能	101	ゾーン	86
		【し】		【た】	
【く】		時間スイッチ	136	大群化効果	173
クライダーの法則	9	識別再生	101	待時系	167
		ジグザグスキャン	60	タイミング再生	101
【け】		シーケンス番号	154	タイムアウト	157,163
経路制御表	139,150	時分割多重	135	タイムスロット順序完全性	112
ケンドール表現	168	時分割マルチアクセス	129	多重化方式	104
		周波数分割多重	82	多重分離回路	136
【こ】		周波数分割マルチアクセス	129	【ち】	
呼	21	衝突回避型搬送波検知多重		直交周波数分割多重	83
高位レイヤ	14	アクセス方式	122	直交振幅変調	82
高機能レイヤ	14				
呼受付制御	28				
呼生起率	170				
呼損率	167				
コーデック	43				

【つ】		パソコン通信	2	【め, も】	
ツイストペアケーブル	91	発電源	222	メディアアクセス制御	118
【て】		パブリッシュヤ/サブスクライバ (パブ/サブ) モデル	211	メトカーフの法則	5
低位レイヤ	14	搬送波検知多重アクセス方式	122	モデム	43
データグラム	29,153	【ひ】		【ゆ】	
データセンタ	198	光アクセス	69	ユニフォームリソース識別子	177
伝送パス	40	光回線終端装置	69	【よ】	
伝達レイヤ	14	光収容ビル装置	69	呼出音	22
【と】		光ファイバケーブル	91	【ら】	
等化増幅	101	ビット透過性	111	ライザの法則	9
同期デジタル		【ふ】		ランダム呼	167
ハイアラキー	40,110	輻輳回避	163	ランデブー型通信	215
同軸ケーブル	91	符号化	44	【り, る】	
到着率	170	符号分割マルチアクセス	129	離散コサイン変換	59
動的経路制御	133	ブレードグラム	218	リトルの公式	171
独立同期デジタル		プロトコル	12	量子化ひずみ	44
ハイアラキー	110	【へ】		ルーチングテーブル	139
トークンバス	125	ペイロード	113	【れ, ろ】	
トークンパッシング方式	124	ベストエフォート型転送サービス	153	レイヤ7スイッチ	16
トークンリング	125	ベストエフォート方式	29	ロックの法則	9
トラヒック量	113	【ほ】		ローミング	189
トランスポートストラタム	192	ボアソン呼	167	論理チャネル	24
【ね】		保留時間	168	【わ】	
ネットワーク外部性	5	ポーリング	128	話中音	22
ネットワーク効果	5	【ま, む】			
ネットワーク負荷率	113	マーフィーの法則	9		
【は】		ムーアの法則	6		
バイト	108				
パケット再組立て	140				
パケット分割	139				

【A】		interface	193	【B】	
ADSL	3,64,65	application program interface		bit sequence independency	111
ALOHA 方式	120	face	201	B-PON	70
amplitude shift keying	81	AS	138	breadcrumb	218
ANI	193	ASK	81,82	BSI	111
API	201	ATM	24	busy hour	167
application network		ATM-PON	72		
		autonomous system	138		

【C】		【F】		JPEG2000	58
CAC	28	FDMA	82,129	justification multiplexing	106
call	21	FEC	49	【K】	
call admission control	28	FMC	189	Kryder's law	9
carrier sense multiple access	122	forward error correction	49	【L】	
carrier sense multiple access with collision avoidance	122	frequency division multiple access	82,129	link state data base	152
carrier sense multiple access with collision detection	122	frequency shift keying	81	location ID	208
CDMA	129	FSK	81	logical channel	24
CDN	209	FTTH	69	LSDB	152
CloudStack	201	【G】		【M】	
code division multiple access	129	G-PON	72	M2M	89
codec	43	G-PON encapsulation method	72	MAC プロトコル	118
connection-oriented networks	24	GE-PON	73	machine to machine	89
consumer	222	GEM	72	MAN	117
content delivery network	209	GEM	72	massive machine type communications	89
CSMA	122	gigabit Ethernet PON	73	maximum transfer unit	139
CSMA/CA	122	graphical user interface	201	media access control	118
CSMA/CD	122	GUI	201	Metcalfe's law	5
【D】		【H】		metropolitan area network	117
datagram	29	H.264	53	MIMO	85
data over cable service interface specification	77	HEMS	225	MJPEG	57
DCT	59	home electronics management system	225	MJPEG2000	58
DOCSIS	77	【I】		M/M/S モデル	171
【E】		IaaS	201	mMTC	89
EFM	74	IMS	196	modem	43
eMBB	89	IN	192	Moore's law	6
encoding/coding	44	infrastructure as a service	201	Motion JPEG	57
enhanced mobile broadband	89	intelligent network	192	MPEG-1	53
E-PON	74	IoT	89,220	MPEG-2	53
Ethernet in the first mile	74	IP アドレス	145	MPEG-4	53
Ethernet over PON	73	IP multimedia subsystem	196	MTU	139
		IPv4	138	multiple-input and multiple-output	85
		IPv6	143	Murphy's law	9
		【J】		【N】	
		Joint Photographic Experts Group	58	network functions virtualization	203
		JPEG	58	network to network interface	193
				NFV	203

NNI	193	modulation	82	time to live	141
NTSC 方式テレビジョン 信号	53	quantization distortion	44	transmission control proto- col	153
【O】		【R】		TSSI	112
OFDM	83	RACF	195	TTL	141
OLT	69	radio-frequency identification	221	【U】	
ONU	69	random call	167	UDP	153,155
open shortest path first	151	Reiser's law	9	uGRID	206
optical line terminal	69	resource and admission control function	195	ultra-reliable and low la- tency communications	89
optical network unit	69	RFID	221	uniform resource identifier	177
orthogonal frequency divi- sion multiplexing	83	RIP	151	uniform resource locator	178
OSI の 7 階層モデル	12	Rock's law	9	universal GRID network- ing	206
OSPF	151	routing information protocol	151	URI	177
【P】		【S】		URL	178
PaaS	202	SaaS	202	URLLC	89
packet defragmentation	140	SAP	17	user date protol	153
packet fragmentation	139	SDH	40,110	【V】	
p-ALOHA	120	SDN	202	virtual machine	199
passive double star	63	service dedicated network	4	VM	199
passive optical network	63	single star	69	【W】	
PDH	110	software as a service	202	WAN	117
PDS	63	software defined network- ing	202	wavelength division multi- plexing	69
PHS	87	SS	69	WDM	69
platform as a service	202	stuff multiplexing	106	wide area network	117
plesiochronous digital hierarchy	110	synchronous digital hierarchy	40,110	Wirth's law	9
point-to-point	69	【T】		【その他】	
Poisson call	167	TCP	153,155	μ -law	48
PON	63	TCP Tahoe	162	μ 則	48
PON 光アクセス	70	TDMA	129	~~~~~	
portable handy system	87	the Internet of Things	220	16QAM	82
PP	69	time division multiple access	129	64QAM	82
PP 光アクセス	69	time slot sequence integrity	112		
producer	222				
【Q】					
QAM	82				
quadrature amplitude					

山中 直明 (やまなか なおあき)

1981年 慶應義塾大学工学部計測工学科卒業
1983年 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士
課程修了(計測工学専攻)
1983年 日本電信電話公社(現NTT)
1991年 工学博士(慶應義塾大学)
2004年 慶應義塾大学教授
現在に至る

馬場 健一 (ばば けんいち)

1990年 大阪大学基礎工学部情報工学科卒業
1992年 大阪大学大学院基礎工学研究科修士課
程修了(物理学専攻(情報工学分野))
1995年 博士(工学)(大阪大学)
1997年 高知工科大学講師
1998年 大阪大学助教授
2014年 工学院大学教授
現在に至る

浅谷 耕一 (あさたに こういち)

1969年 京都大学工学部電気工学Ⅱ学科卒業
1974年 京都大学大学院博士課程修了, 工学博士
1974年 NTT電気通信研究所入所 (FTTH, ブロードバンドネットワーク, サービス品質の研究に従事)
1997年 工学院大学教授
1999年~2014年 早稲田大学大学院国際情報通信研究科客員教授
2014年 工学院大学名誉教授
2014年 南開大学(中国・天津市)講座教授
現在に至る

電子情報通信学会フェロー, IEEE フェロー, 総務大臣情報通信技術賞受賞

主要著書: 「通信ネットワークの品質設計」(電子情報通信学会), 「Introduction to ATM Networks and B-ISDN」(John Wiley), 「情報通信と標準化」(電気通信振興会) など
少林寺流空手道連盟八修会会長・宗家・八段範士

通信ネットワーク技術の基礎と応用

—物理ネットワークからアプリケーションまでのICTの基本を学ぶ—

Fundamentals and Applications of Communication Network Technology

—From Physical Network to Applications—

© Yamanaka, Baba, Asatani 2018

2018年10月31日 初版第1刷発行



検印省略

著者 山中 直明
馬場 健一
浅谷 耕一
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来 真也
印刷所 三美印刷株式会社
製本所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10
発行所 株式会社 コロナ社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.
Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-00915-6 C3055 Printed in Japan

(横尾)



©JCOPY <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構(電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。