

2022

情報通信エンジニア

研修テキスト

はじめに

2005年の工事担任者規則で努力義務が制定されてからスタートした情報通信エンジニア認定制度ですが、昨今の情報通信ネットワークの変化に鑑み、情報通信エンジニアの申請対象資格を工事担任者全資格及び電気通信主任技術者資格へ拡大するとともに、ローカル5Gをはじめとする無線接続、無線ネットワークの拡大及び無線従事者の努力義務を踏まえて無線従事者へも拡大することとしました。

また、2021年の研修（テキスト）より、工事担任者スキルアップガイドラインの名称を情報通信エンジニアスキルアップガイドラインとし、委員会名称も情報通信エンジニアスキルアップガイドライン委員会と改めました。

本委員会では、情報通信関連の国家資格を保有し情報通信に携わる技術者の努力義務について議論しています。情報通信分野に関係する技術についてワンストップで対応できることを目標とし、更なるスキルアップの方向性に基づきガイドラインとして示したスキル修得を目指す範囲のうち、情報通信エンジニアが必要最低限修得しなければならない範囲を毎年設定し、その修得が確認できた者を「情報通信エンジニア」として認定します。実施に当たっては、ガイドライン委員会の提言に基づいて日本データ通信協会が資格者証の発行、管理を行っています。

本委員会は、毎年開催され、技術の進展を評価し、ガイドラインに最新の知識及び技術を盛り込むため、要件項目の見直しを行っています。現在、ガイドラインの2021年度版を公表しています。また、本委員会においては、本年も情報通信エンジニアが受講する研修カリキュラムの審議を行い、決定しています。

2022年研修テキストは、基本から最新の知識及び技術を記載し、体系的な学習ができるようにするとともに、これまで作成してきた研修テキストの内容で重要なものについては、繰り返し学習できるように最新版に改訂し、記載しています。本テキストは、以下のような内容で構成されています。

第Ⅰ部 総務省の取組

- ワイヤレス固定電話に関する事業用電気通信設備規則などの改正では、2021年4月に施行された、電気通信事業法及び日本電信電話株式会社等に関する法律の改正の概要等について紹介しています。
- 無線従事者国家試験におけるCBT試験の導入では、2022年度からの本格導入に向けた無線従事者規則の改正に関する取組について紹介しています。

第Ⅱ部 情報通信分野

〈ネットワークの技術〉

- イーサネットのprotocolsでは、LANを支えるネットワーク関連プロトコルとして、初期（1980年頃）のイーサネット、100Mbpsイーサネット、ギガビットイーサネット及び

10ギガビットイーサネットにおけるMACサブレイヤを解説しています。

- 802.11無線LANのプロトコルでは、802.11gまでの基本的な無線LAN方式、QoS制御機能の導入（802.11e）及び802.11n以降の高速化について解説しています。
- 5G技術の最新動向では、5Gの軸である高速・大容量、低遅延、多数端末接続を実現するための主な技術の紹介、5Gのネットワーク構成、U-Plane無線プロトコル及びC-Plane無線プロトコルの解説に加え、ローカル5Gの特徴的な制度について解説しています。
- CATV通信技術の最新動向では、CATV網の基本構成の概要に加え、CATVの高度化技術として、DOCSIS 3.0及び3.1の仕組みや特徴、4K・8K技術の今後の展開について解説しています。

〈端末設備の技術〉

- 無線の基本では、アンテナの基本的な性質、電波伝搬の周波数に対する特性などの電波の振る舞いに加え、近年のMIMO伝送などの無線通信の基本的な考え方を解説しています。
- 5G/IoT等の技術の活用事例では、代表的な事例として、遠隔監視型自動運転、遠隔診療・リハビリ指導、養殖漁場環境分析システムなどの実証実験について解説しています。
- 静電気による電子機器への影響では、静電気の発生メカニズム及び静電気の持つ性質などの概要に加え、静電気対策のポイントを解説しています。
- ブロードバンドネットワークの接続工事の技術では、光ファイバケーブルの構造に加え、光ネットワークの配線技術、OTDR法、光ファイバセンシングの技術動向を解説しています。

第Ⅲ部 サイバーセキュリティ分野

- サイバーセキュリティ対策では、セキュリティ脅威の傾向、ランサムウェア攻撃などの近年顕著化している攻撃手法とその対策、IoT及びテレワークのセキュリティ対策を解説しています。
- サイバーセキュリティの基本では、公開鍵暗号方式で用いられるPKI及びTLS（トランスポートレイヤセキュリティ）の仕組みについて解説しています。
- サイバーセキュリティの最新動向では、近年の金融サービスで使われているフィンテック及びブロックチェーンの仕組みについて解説しています。

第Ⅳ部 設計・施工管理分野

- 施工管理では、施工管理の目的と意義、工程管理の手順、基本事項及び工程計画に加え、原価管理の基礎知識などについて解説しています。

本テキストの内容を十分に学習・理解され、名実ともに「情報通信エンジニア」としてご活躍されることを期待いたします。

目次

第Ⅰ部 総務省の取組 5

1章 ワイヤレス固定電話に関する事業用電気通信設備規則などの改正	6
1.1 背景	6
1.2 情報通信審議会における検討	8
1.3 総務省令などの改正	11
1.4 むすび	12
2章 無線従事者国家試験におけるCBT試験の導入	13
2.1 概要	13
2.2 無線従事者規則の改正	14
2.3 CBT方式を導入予定の対象資格	15
2.4 試行的な試験の実施	15
2.5 その他	15

第Ⅱ部 情報通信分野 17

<ネットワークの技術>

1章 イーサネットのプロトコル	18
1.1 LANにおけるサブレイヤ構成	18
1.2 初期のイーサネット	18
1.3 100Mbpsイーサネット	22
1.4 ギガビットイーサネット	28
1.5 10ギガビットイーサネット	32
2章 802.11無線LANのプロトコル	38
2.1 概要	38
2.2 基本的な無線LANの通信プロトコル	40
2.3 QoS制御機能の導入	47
2.4 11n・11acにおける高速化のアプローチ	51
2.5 11axの導入	56
3章 5G技術の最新動向	57
3.1 5G (Fifth Generation) 技術	57
3.2 ローカル5G	68
4章 CATV通信技術の最新動向	73
4.1 CATV網の構成と特徴	73
4.2 CATVの高度化技術	78
4.3 CATVの高度化に向けた今後の展開	82

<端末設備の技術>

5章 無線の基本	86
5.1 電波の周波数と免許	86
5.2 アンテナ	87

5.3	電波伝搬	90
5.4	無線通信方式	94
6章	5G/IoT等の技術の活用事例	97
6.1	5G等を活用した遠隔監視型自動運転の実証実験	97
6.2	5Gの特徴を活かしたへき地診療所における遠隔診療・リハビリ指導等の実証実験	101
6.3	ローカル5Gの特徴を活かした実用実例	106
7章	静電気による電子機器への影響	111
7.1	静電気とは	111
7.2	静電気の発生パターン	112
7.3	静電気の性質	113
7.4	電子機器への影響	114
7.5	静電気対策	115
8章	ブロードバンドネットワークの接続工事の技術	119
8.1	光ファイバケーブル	119
8.2	光ネットワークの配線技術	121
8.3	OTDR法	127
8.4	光ファイバセンシングの技術動向	129

第Ⅲ部 サイバーセキュリティ分野

131

1章	サイバーセキュリティ対策	132
1.1	セキュリティ脅威の傾向	132
1.2	サイバー攻撃事例	134
1.3	セキュリティ対策	141
2章	サイバーセキュリティの基本	149
2.1	PKI	149
2.2	TLS	157
3章	サイバーセキュリティの最新動向	164
3.1	フィンテック	164
3.2	ブロックチェーン	166

第Ⅳ部 設計・施工管理分野

175

1章	施工管理	176
1.1	施工管理の目的と意義	176
1.2	工程管理の手順と内容	176
1.3	工程管理の基本事項	177
1.4	工程計画	177
1.5	原価管理の基礎知識	180
1.6	生産性に関する付加価値と労働分配率	182
1.7	今後の施工管理体制	183

第I部 総務省の取組

1章 ワイヤレス固定電話に関する事業用電気通信設備規則などの改正… 6

2章 無線従事者国家試験におけるCBT試験の導入 …… 13

1章 ワイヤレス固定電話に関する 事業用電気通信設備規則などの改正

2021年4月1日、電気通信事業法及び日本電信電話株式会社等に関する法律の一部を改正する法律(令和2年法律第30号)が施行された。本法律は、電気通信市場のグローバル化、人口減少などの社会構造の変化などに対応し、電気通信サービスに係る利用者利益などを確保するため、東日本電信電話株式会社及び西日本電信電話株式会社(以下「NTT東西」という。)による他の電気通信事業者の電気通信設備(以下「他者設備」という。)を用いた電話の役務の提供を可能とするための制度整備などを行ったものである。本章では、本法律の背景や、他者設備の利用、特にメタル回線の代替手段として、図1.1のようにアクセス区間の一部を携帯電話網などの無線により提供する電話(以下「ワイヤレス固定電話」という。)の技術基準を含む、事業用電気通信設備規則(昭和60年郵政省令第30号)などの関連法令の改正などについて説明する。

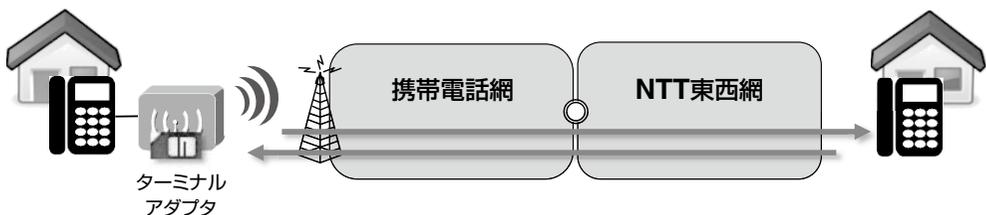


図1.1 ワイヤレス固定電話のイメージ

1.1 背景

1.1.1 電気通信事業分野における競争ルール等の包括的検証

社会・市場・技術を巡り相互に関連する構造変化や課題に着実に対応するため、2030年頃の社会イメージを見据えた電気通信事業分野における総合的な検討が必要とされていることなどを踏まえ、2018年8月に「電気通信事業分野における競争ルール等の包括的検証」について情報通信審議会に諮問され、2019年12月に最終答申を得た^[1]。

NTT東西では、これまで、日本電信電話株式会社等に関する法律(昭和59年法律第85号)に基づき、電話の提供に当たってはすべての電気通信設備を自ら設置することが義務づけられていたことから、辺地などにおいて、電話の提供に用いられるメタル回線の維持が極めて不経済となり、将来的に電話の全国あまねく提供に支障が生ずるおそれが想定されていた。本最終答申では、こうした課題を踏まえ、電話サービスの持続可能性の確保のために、NTT東西に対し、携帯電話網を含む他者設備を利用し

2章 無線従事者国家試験における CBT試験の導入

2.1 概要

公益財団法人日本無線協会では、デジタル化の進展などを踏まえ、無線従事者国家試験を受験される方の利便性向上の取組として、試験日程や試験会場を大幅に拡大することのできるCBT（Computer Based Testing）方式による試験の導入を予定しており、2022年度からの本格導入に先立ち、2021年度においては、試行的に一部資格に限定した試験を実施した。

この試験は、同協会が電波法に基づく無線従事者国家試験として実施するものであり、試験会場・システムの運営などの事務の一部については民間事業者に委託して実施する予定である（図2.1、図2.2）。

● CBT方式による試験会場イメージ

試験会場では、受付で本人確認を行い、手荷物は全て指定のロッカーに預けてから試験室に入室する。試験中は、認定試験官が受験者の監視を行う。



（提供：(株)CBTソリューションズ⁽¹⁾）

図2.1 CBT方式による試験会場イメージ

第Ⅱ部

情報通信分野

<ネットワークの技術>

- 1章 イーサネットのプロトコル 18
- 2章 802.11 無線LANのプロトコル 38
- 3章 5G 技術の最新動向 57
- 4章 CATV 通信技術の最新動向 73

<端末設備の技術>

- 5章 無線の基本 86
- 6章 5G/IoT等の技術の活用事例 97
- 7章 静電気による電子機器への影響 111
- 8章 ブロードバンドネットワークの接続工事の技術 119

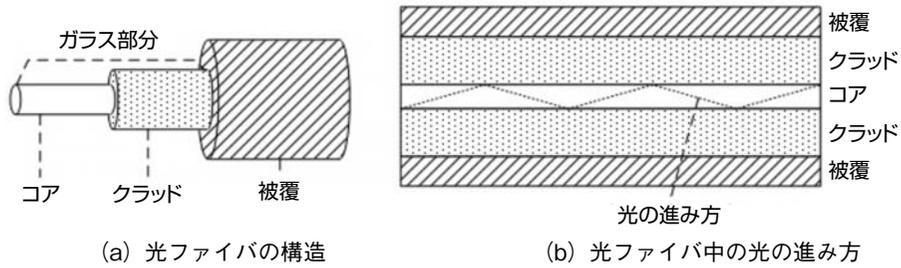


図 1.9 光ファイバ

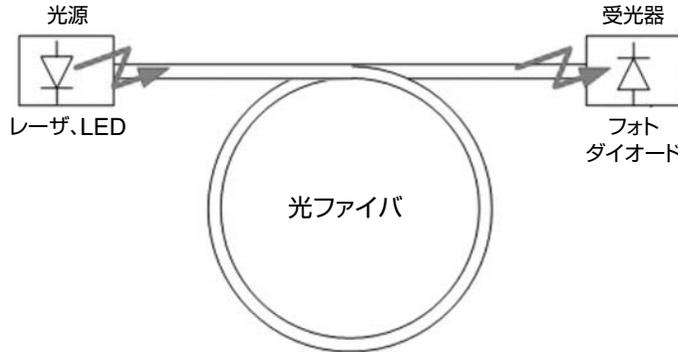
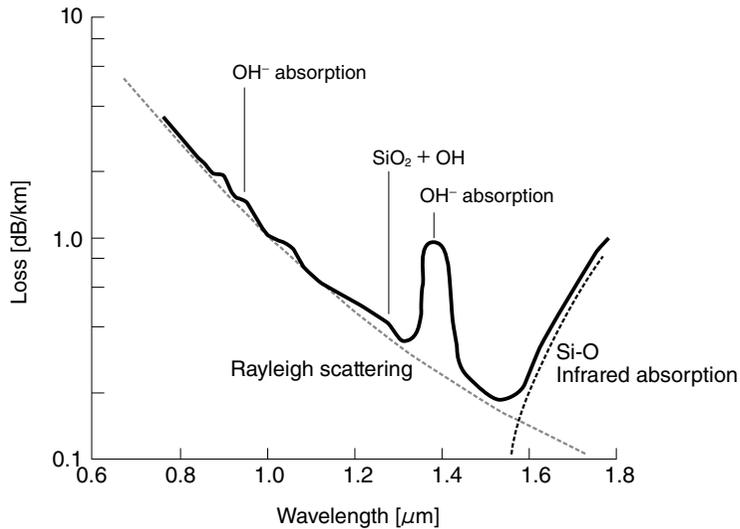


図 1.10 光ファイバ通信システム



(出典：光響^[1])

図 1.11 光ファイバの波長による損失特性

やLEDなどの光源を用いて光パルスを光ファイバに送り込む。一方受信側では、フォトダイオードなどの受光器によりパルスを検出する。

光ファイバ通信システムの性能（通信可能距離やパルス時間間隔など）を決める2つの要素がある。一つは使用する光の波長である。石英ガラスファイバの波長による光の減衰率を図1.11に示す。光の減衰の主な原因はレイリー散乱（Rayleigh Scattering）と赤外吸収（Infrared Absorption）である。波長が0.6マイクロメートル（ μm ）

2章 802.11 無線LANのプロトコル

2.1 概要

無線LANは、ケーブルなどの物理メディアを用いずに、電波によりデータ転送を行うLANである。無線LANの通信プロトコルは、IEEEの802委員会のワーキンググループ11やWi-Fiアライアンスと呼ぶ業界団体により仕様検討が行われている。無線LANは、無線局免許のいらない無線帯域である2.4ギガヘルツ（GHz）帯（電子レンジなどの家庭電化製品が使用する電波の帯域、ISM（Industry-Science-Medical）バンドと呼ばれる）や5 GHz帯を使用する。

2.1.1 ネットワーク構成

無線LANでは、図2.1に示すように、アクセスポイントと呼ばれる機器がイーサネットにおけるハブの役割を果たし、PCやサーバなどの端末は、アクセスポイントとの間で無線によりデータ転送を行う。アクセスポイントを使用する方式をインフラストラクチャモードと呼ぶ。なお、端末同士が直接通信するアドホックモードと呼ばれる方式も用意されており、車車間ネットワークやセンサネットワークなどでの利用が検討されている。

アクセスポイントはイーサネットに接続される場合もあり、さらに複数のアクセスポイントが使用される場合もある。この場合、イーサネット、複数のアクセスポイント、その配下の端末の全体が、一つのLANを構成する。無線により直接通信できる範囲をBSS（Basic Service Set）、イーサネットのようなBSSを相互に接続するものをDS（Distribution System）、全体のLANをESS（Extended Service Set）と呼ぶ。

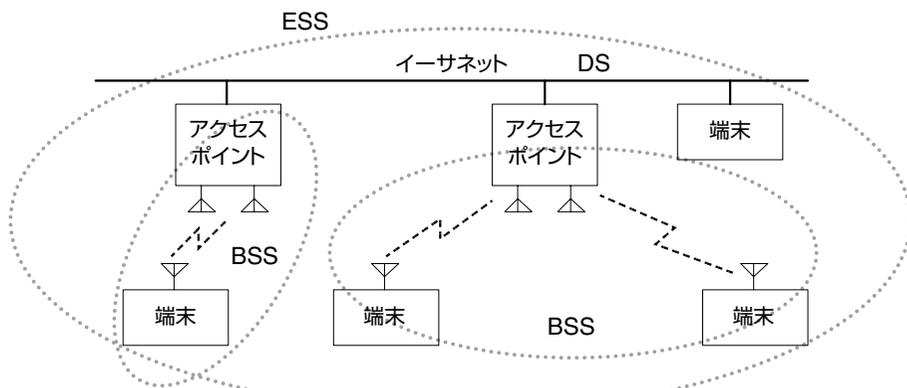


図2.1 無線LANの構成

3章 5G技術の最新動向

3.1 5G (Fifth Generation) 技術

3.1.1 5Gの概要

2020年以降の社会・市場動向により移動通信に求められる要求条件を考慮し、次世代の移動通信システムとして第5世代移動通信システム（5G: Fifth Generation）の検討が進められ、国内においては2020年3月に商用サービスが開始された。これまで1Gから4G（LTE）に至るまで主に通信速度の向上が進められてきたが、5Gは「超高速」のみならず「超低遅延」、「多数同時接続」といった特徴を持っている（図3.1）。LTEまでが人と人とのコミュニケーションを行うツールとして発展してきたのに対し、5Gはあらゆるモノ・人などが繋がるIoT（Internet of Things）の基盤としての活用や新たな付加価値を創造するための基盤としての活用が見込まれており、産業・社会基盤への進化により経済成長や社会問題の解決などへの貢献が期待されている。

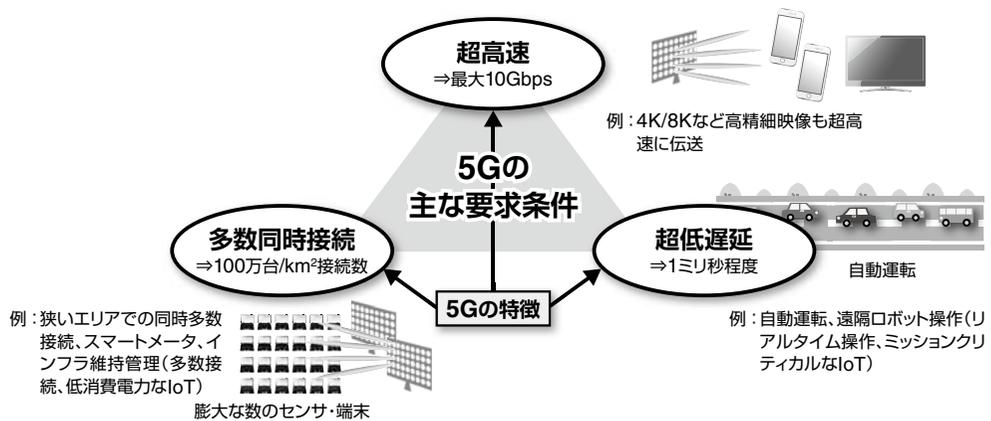


図3.1 5Gの主な特徴

3.1.2 5Gの技術的概要

5Gの軸である高速・大容量、低遅延、多数端末接続を実現するための主な技術について紹介する。

(1) 高速・大容量化を実現する技術

高速・大容量化の技術として期待されているのが、高周波数帯を利用した超広帯域伝送とMassive MIMO（Massive Multiple Input Multiple Output）に代表されるアンテナ技術である。

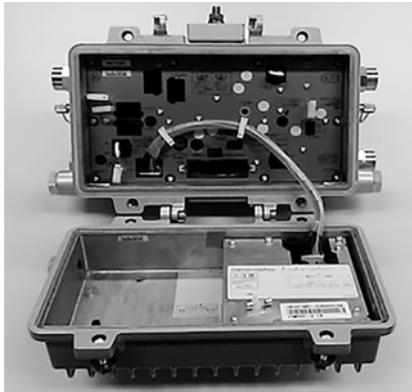


図4.5 同軸アンプ
(ブロードネットマックス社製 EA)



図4.6 タップオフ
(ブロードネットマックス社製 8分岐器)

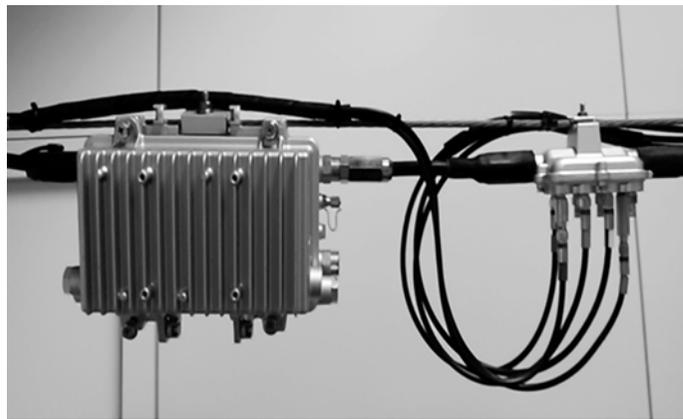


図4.7 同軸アンプとタップオフの設置例

ノードアンプや同軸アンプで使用される電力は、別に設置している電源装置（パワーサプライ 図4.8参照）から同軸ケーブルに重畳させて給電している。重畳する電源には、日本では交流60Vが一般的である。なお、重畳した電源電圧が加入者宅へ届かないよう、タップオフには絶縁機能がある。

パワーサプライは、多くの場合自立柱に取り付けられている。

右の写真は2基設置のもの。

一番下の小さい箱は電力会社の電力計とブレーカが格納されている。

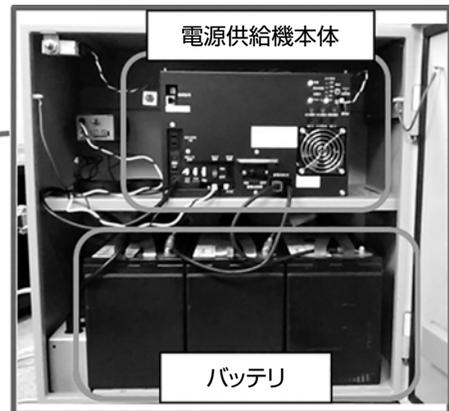


図4.8 電源装置の設置例と装置本体

6章 5G/IoT等の技術の活用事例

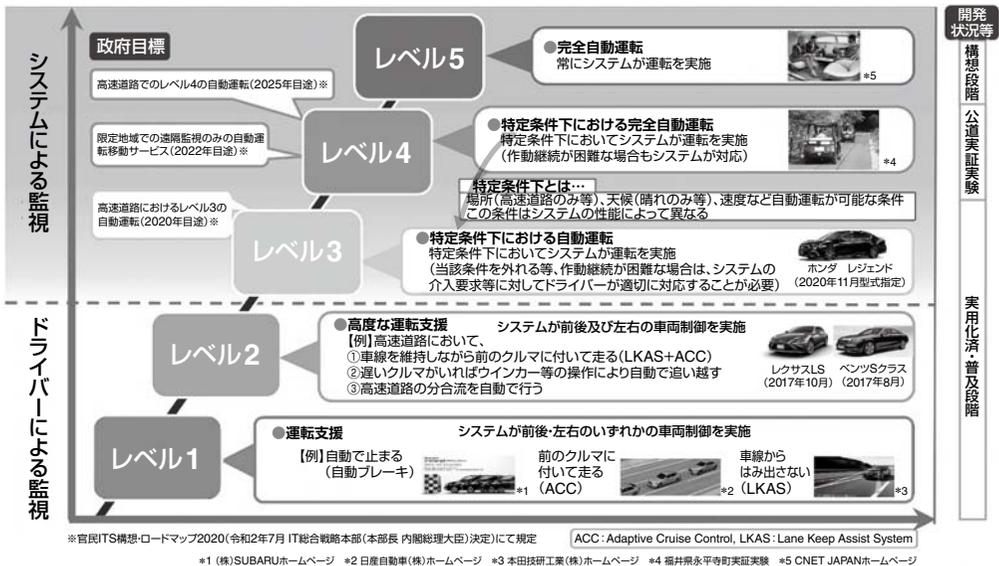
6.1 5G等を活用した遠隔監視型自動運転の実証実験

6.1.1 遠隔監視型自動運転の必要性

本格的な人口減少と少子高齢化を迎え、高齢運転者の増加、移手段の減少、運転手の不足等、将来、各地域での交通不便が起こることが予想されており、自動運転への期待が高まっている。

そのような状況の中、官民ITS(Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム)構想・ロードマップ2020(2020年7月IT総合戦略本部(本部長 内閣総理大臣)決定)で運転自動化レベルを図6.1のとおり規定した。そして、先進安全自動車推進計画として、自動運転の実現に当たっては情報通信インフラの高度化が不可欠と結論付けられた。そのため、自動運転車やコネクテッドカーに対して5Gを活用する民間企業の動きが活発化しており、遠隔監視型自動運転の研究や実証実験が行われている。

高度運転自動化(レベル4)における自動運転では運転席が無人的になることから、急な気象の変化や機器故障、事故や想定外の道路工事の発生等、車両搭載システムで制御できない事象や危険が発生した際には同乗者が操作する必要がある。しかし、タクシーやバス等の公共交通機関では、同乗者が運転免許を有していないなど、運転を



(出典：国土交通省及び福井運輸支局 [1])

図6.1 運転自動化レベルの規定

7章 静電気による電子機器への影響

冬場に衣服を脱いだとき、自動車のドアノブを触ったときなどに、音や痛みを感じることがある。この原因は静電気である。静電気は電子機器の動作に影響を与えることもある。この章では静電気について発生メカニズム等の概要を説明するとともに、対策方法についても説明する。

7.1 静電気とは

静電気は、プラスチック製の下敷きを洋服などに擦り合わせることで発生させることができる。この状態を電氣的な観点からミクロな状態を見てみよう。プラスチック製の下敷きや洋服などは、そのままの状態であればプラスとマイナスの電荷が同じ数だけ存在し、電氣的にバランスが取れた状態となっている。バランスが取れた状態の物質を擦り合わせると、物質間でマイナスの電荷の移動が発生し、一方はプラスの電荷が多い状態に、もう一方はマイナスの電荷が多い状態に変化する。このようなプラスとマイナスの電荷が不均衡になった電氣的な状態のことを帯電するといい、この現象を静電気と呼んでいる。

その結果、帯電している状態の物質が、金属等の帯電していないものや反対の極性の電荷が帯電しているものに触れることで、帯電した状態を解消しようとしてマイナスの電荷が流れ込む状態（放電）が起こる（図7.1参照）。

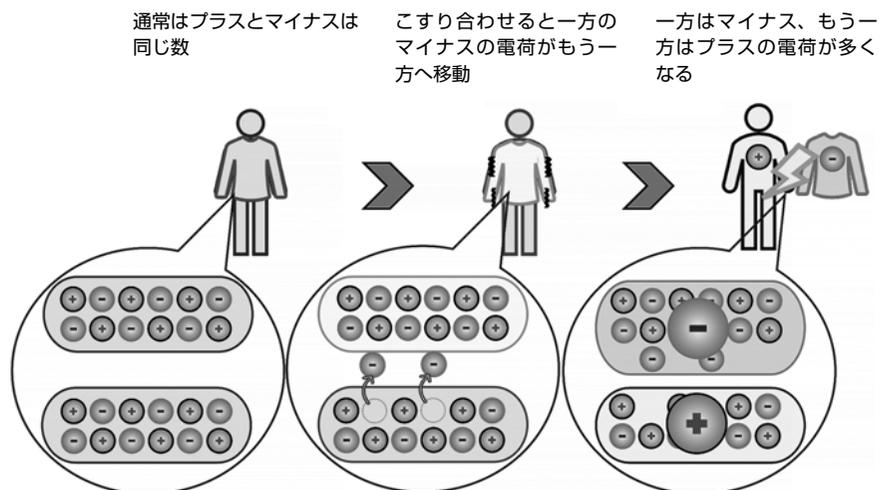


図7.1 静電気

第Ⅲ部

サイバーセキュリティ分野

1章	サイバーセキュリティ対策	132
2章	サイバーセキュリティの基本	149
3章	サイバーセキュリティの最新動向	164

2章 サイバーセキュリティの基本

2.1 PKI

2.1.1 PKIのモデル

公開鍵暗号方式では、公開鍵の正当性を保証するためにPKI (Public Key Infrastructure) が用いられる。より正確には、PKIの定める証明書は、サーバ（またはクライアント）の公開鍵だけではなく、サーバの名前などを含めたサーバに関する情報の正当性を保証する仕組みである。ここでは、現在広く用いられる RFC 5280^[1]に従って解説する。PKIの原型はITU-T（国際電気通信連合、電気通信標準化部門）の定めるディレクトリサービス（X.500シリーズ）の中のX.509と呼ぶ勧告で規定された。

PKIを構成する要素（エンティティ）とその関係を図2.1に示す。各要素の概要は以下のとおりである。

- **エンドエンティティ**: PKIの証明書の利用者（ユーザ）や、証明書の対象となるサーバ。なおPKIでは証明書の対象（公開鍵の所有者）をサブジェクト（Subject）と呼んでいる。
- **認証局（Certification Authority : CA）**: サブジェクトの公開鍵の証明書の発行と、発行した証明書の失効状態の管理を行う。
- **登録局（Registration Authority : RA）**: 証明書の申請などの一部の機能をCAから請け負う。PKIの仕組みを大規模化するために使用されるオプションの要素である。
- **CRL発行者**: サーバの秘密鍵が漏えいしたなどの理由で失効した証明書の失効リスト（Certificate Revocation List : CRL）の作成を行う。
- **レポジトリ**: 証明書やCRLを格納し、エンドエンティティに公開する機能を提供する。

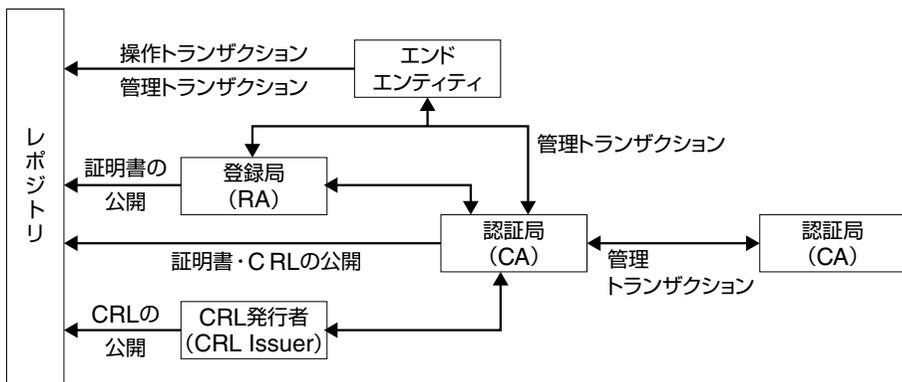


図2.1 PKIの構成要素

3章 サイバーセキュリティの最新動向

3.1 フィンテック

3.1.1 背景

フィンテック (Fintech) は、金融 (Finance) と技術 (Technology) を組み合わせた造語であり、ブロックチェーン、ビッグデータ、AI (人工知能) のような技術を用いるこれまでにはない金融サービスの総称である。金融システムはこれまで高信頼のネットワークシステムで実現されており、ユーザは金融機関まで行ってサービスを受ける必要があった。近年、携帯端末の小型化・高性能化と高速・高信頼のモバイルネットワークの普及によりユーザがどこでもネットワークサービスを受けられるようになり、スマートフォンのアプリケーションとクラウドをサービス基盤に用いることで機動的にフィンテックサービスの展開が可能となっている。

フィンテックにより、お金がキャッシュレス化・電子化することですべてのお金がデジタル情報になり、クラウドに集めた取引データや資産情報に対してAI・ビッグデータ解析をすることで、生活がより便利で質の高いものになる。フィンテックはブロックチェーン、API (Application Program Interface) などの技術とも組み合わせることにより実現され、これまでの金融機関だけでなく、非金融企業やベンチャー企業の参入によるイノベーションの創出が期待されている^[1]。

3.1.2 フィンテックサービス

図3.1に代表的なフィンテックサービスを示す。ユーザはフィンテックのアプリケーションをスマートフォンにインストールし、クラウド上に展開されるフィンテックサービスにアクセスをしてサービスを受ける。フィンテックサービスの事業者はベンチャー企業が担うことが多く、既存の企業がAPIを通して公開している情報を複数の業種から入手し付加価値をつけてサービスを提供するモデルとなっている。以下に代表的なフィンテックサービスの概要を述べる^[2]。

- **融資**: Web上で貸し手と借り手を募集し、格付けなどをした後に融資を仲介するサービス。ソーシャルレンディングとも呼ばれる。
- **決済**: スマートフォンなどの近距離無線通信やQRコードを用いてキャッシュレス決済を実現するサービス。
- **送金**: インターネットを通じて海外にも送金ができるサービス。仮想通貨を用いることで送金先に銀行口座がない場合でも送金可能であり、取引所を介して法定通貨との交換も可能。

取引を分散管理しても改竄^{ざん}が困難な仕組みと高い可用性をもつため、異なる組織間で柔軟なシステムを安価に構築することでも期待されている。

3.2 ブロックチェーン

3.2.1 概要

図3.2に示すように、これまでのネットワーク上の支払いのシステムは銀行などの第三者機関が取引履歴を管理して信用を担保してきた。仮想通貨の先駆けであるBitcoinの中核技術であるブロックチェーンでは、すべての取引履歴を当事者がそれぞれ持つことで取引記録の信用を第三者機関不在で実現している。つまり、これまでの金融システムでの取引記録の信用は監督官庁の免許、許可、監視による中央管理の仕組みにより担保されていたものが、ブロックチェーンでは取引履歴を公開することにより取引に関わる参加者だけで取引内容の信用を作り出す分散型の信用基盤を実現している^[3]。

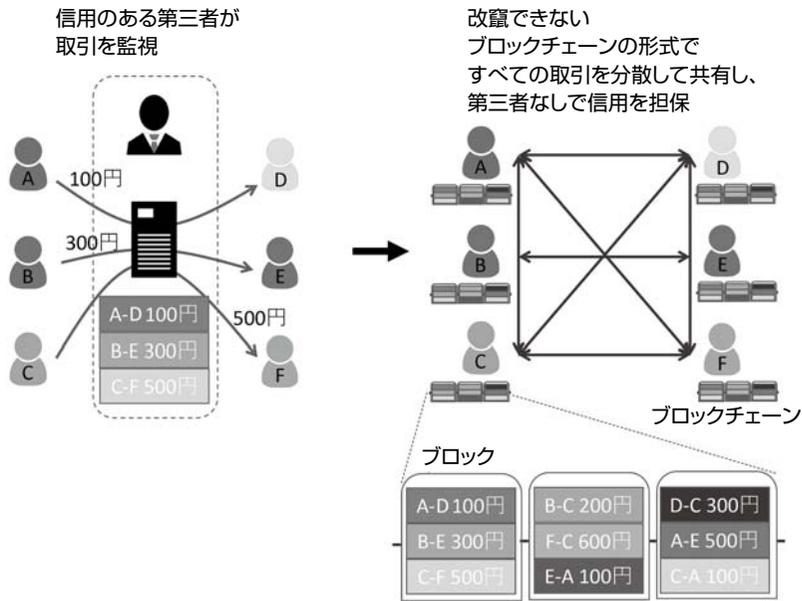


図3.2 ブロックチェーンによる分散型取引基盤

このためには、確定した取引内容が改竄されたり、通貨が二重に支払われたりすることを防ぐ仕組みが必要となる。ブロックチェーンでは、確定した取引内容をブロックという単位でまとめ、そのハッシュ値を、次のブロックに含めることで、途中の取引データを変更するとその後のブロックをすべて変更する必要がある構造にして記録することで改竄を難しくしている。さらに、確定した取引をチェーン状のブロックにしてすべてのノードが分散して持つためには、分散環境で取引を確定させる判断をする必要がある。このため、取引内容の改竄、ブロック取得の遅延、ブロックチェーン

第Ⅳ部

設計・施工管理分野

1章 施工管理 176

たは進捗率を、横軸に日数を取り、部分工事ごとの工程を曲線または斜線で表すものである。この工程表は、直観的に各部分工事の予定と実施とを対比することができ、将来の見通しも容易に立てることができる。

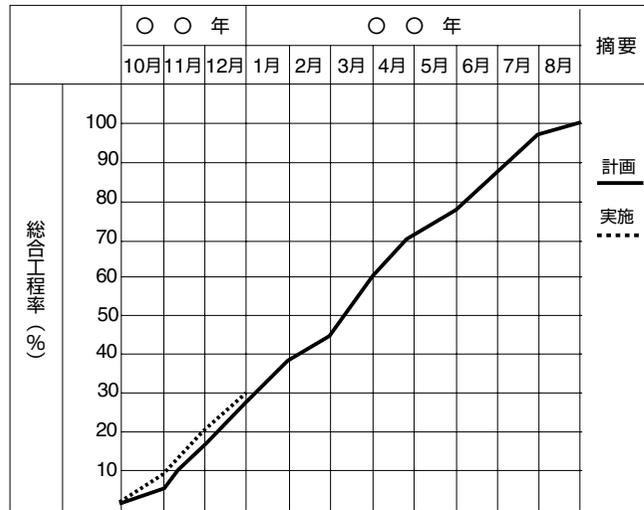
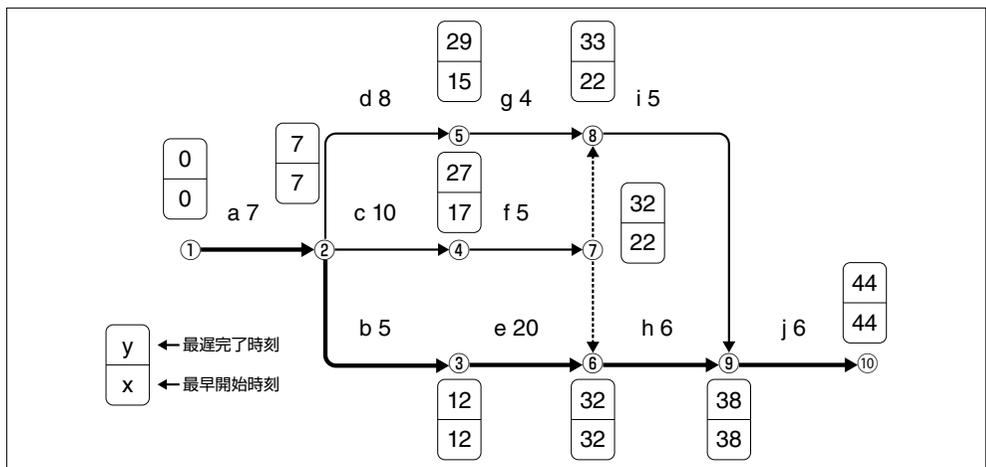


図1.2 グラフ式工程表の例

③ネットワーク式工程表 (PERT 図、CPM)

最近の建設工事は、工事エリアの拡大と工期短縮の傾向にある。したがって工程管理は非常に煩雑になってきていることから、管理の面において科学的手法を取り入れたのが「ネットワーク」による工程表である。以下の2つが代表例である。

● PERT 図 (Program Evaluation and Review Technique)



○: イベント (結合点) : アクティビティ (矢線)
 —▶: クリティカルパス (太矢線=余裕のない作業経路)
 - - -▶: ダミー、a~j: 作業 数字: 作業日数

図1.3 ネットワーク式工程表の例