

インターネットコネクティビティ論

Internet Connectivity Principles

2018年7月13日（土）

清洲 正勝

Masakatsu KIYOSU

目次

1. はじめに
2. 用語1
3. 用語2
4. 地球インターネット・宇宙インターネット
5. インターネットバックボーン
6. インターネットサービスプロバイダ相互接続
7. インターネットトラフィック
8. コネクテッド
9. インターネット接続
10. 有線通信
11. 無線通信
12. 移動通信
13. インターネット接続機器
14. 回路
15. マイクロコンピュータ
16. プロトタイピング
17. IoTガイドライン
18. 都市変遷
19. 次世代
20. 惑星間インターネット
21. 身体インターネット
22. まとめ

はじめに

本講演は，インターネットコネクティビティの

巨視から微視を概観する

Macroscopic

Microscopic

インターネットコネクティビティ（接続性）は，電気通信回線網（伝送路）及び役務（サービス）への接続性であり，端末から回線網や役務への接続に関して，さまざまな角度から論じる．

用語1

CPS

Cyber-Physical Systems
U.S.A. NSF, 2010

Industry4.0

Germany Acatech, 2011

Internet+

中国 国務院, 2015

Society5.0

日本国 内閣府, 2016

CI

Connected Industries
経済産業省, 2017

Ubiquitous

Ubiquitous Computing/Network
Mark Weiser, 1991

IoT

Internet of Things
Kevin Ashton, 1999

II

Industrial Internet
General Electric, 2012

IoE

Internet of Everything
Cisco Systems, 2012

HFDS

Highly Functionally Distributed System
Ken Sakamura, 1987

SN

Sensor Network

M2M

Machine to Machine

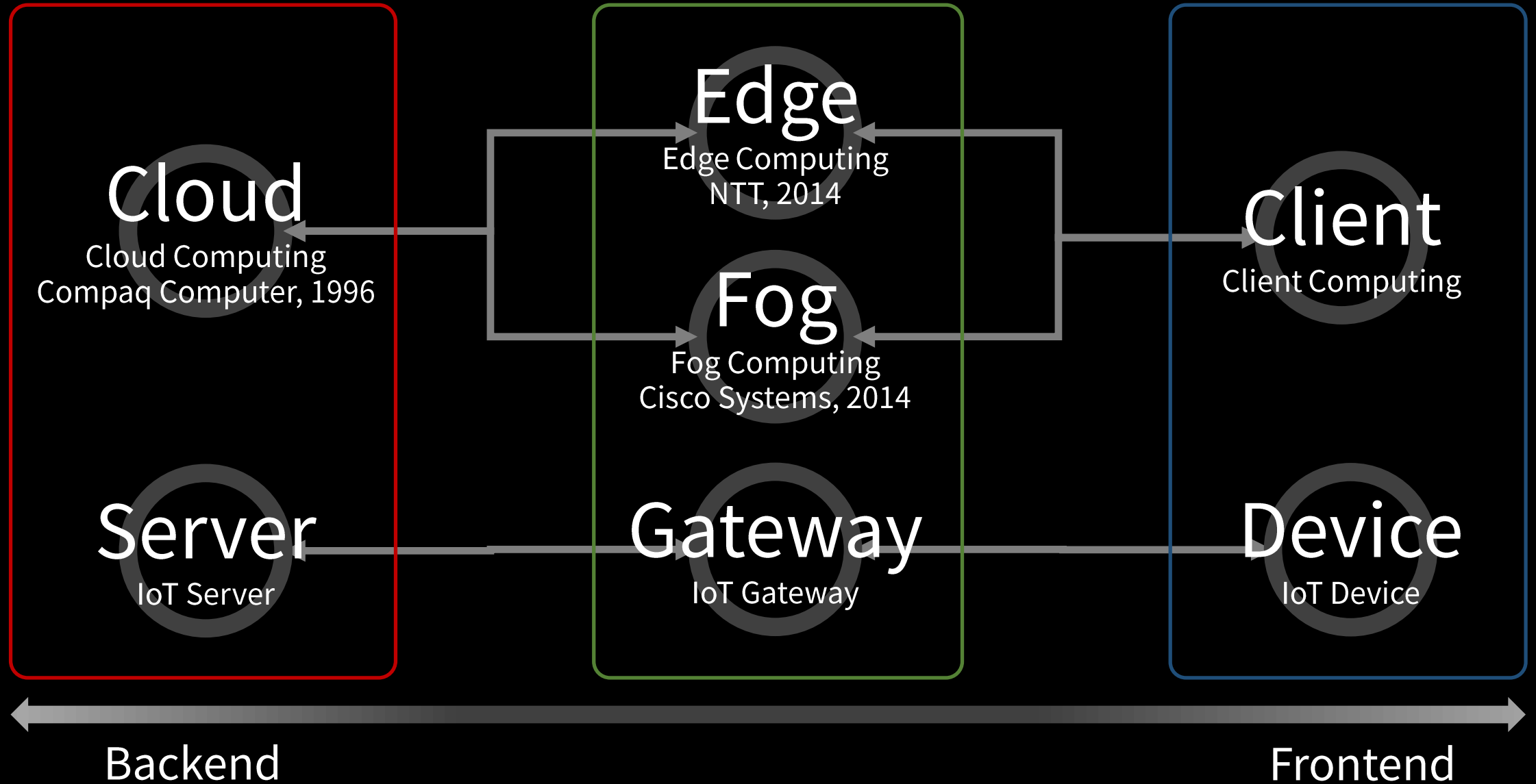
H2H

Human to Human

H2M

Human to Machine

用語2



地球インターネット・宇宙インターネット

通信衛星（宇宙通信）^[2]

1999-06	NTTサテライトコミュニケーションズ株式会社「MegaWave」	下り速度 1Mbps
2002-11	KDDI株式会社「インマルサットサービス」	下り速度 492kbps
2009-04	アイピーススタージャパン株式会社「IPSTAR」	下り速度 2Mbps

海底ケーブル（大陸間有線通信）^[1]

1964-06	KDDI株式会社	日米間の最初の太平洋横断ケーブル「TPC-1」	電話回線
2016-06	KDDI株式会社、日本電気株式会社	日本～米国間光海底ケーブル「FASTER」	60Tbps ^[3]

1. A Division of PriMetrica, Inc., "TeleGeography Submarine Cable Map", <http://submarine-cable-map-2018.telegeography.com/>

2. 鎌田 誠, "Satellite Tracker 3D", <http://stdkmd.com/sat/>

3. KDDI株式会社, 「日米間を結ぶ光海底ケーブル「FASTER」を運用開始」, <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2016/06/29/1887.html>

インターネットバックボーン

国際IPバックボーン^[1]

エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 アジア唯一のグローバルインターネット相互接続グループ 国際Tier1 ISP

国内IPバックボーン^[2]

株式会社インターネットイニシアティブ 国内初の商用ISP 国内Tier1

1. エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社, 「OCN・ネットワークの今」, <http://www.ocn.ne.jp/ocn20th/history/column2/>, 2016
2. 株式会社インターネットイニシアティブ, 「バックボーンネットワーク」, <https://www.ijj.ad.jp/company/backbone/>, 2018

インターネットサービスプロバイダ相互接続

表：国内インターネットエクスチェンジ（IX）一部^[2]

IX	組織
ASSOCIO	SoftBank Corp.
DIX-IE	WIDE Project
JPIX	Japan Internet Exchange Co., Ltd
Equinix Tokyo	Equinix Japan K.K
JPNAP Tokyo 2	Internet Multifeed Co.
JPNAP Tokyo	Internet Multifeed Co.
JPNAP Osaka	Internet Multifeed Co.
BBIX	BBIX, Inc
NSPIXP3	WIDE Project

1. 株式会社インプレス R & D, 「インターネットサービスプロバイダ相互接続マップ」, <https://i.impressrd.jp/e2007073019>, 2007

2. 一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター, 「Internet Exchange Point(IX; 相互接続点)とは」, <https://www.nic.ad.jp/ja/basics/terms/ix.html>, 2010

インターネットトラフィック

インターネットマップ^[1]

2011年時点の

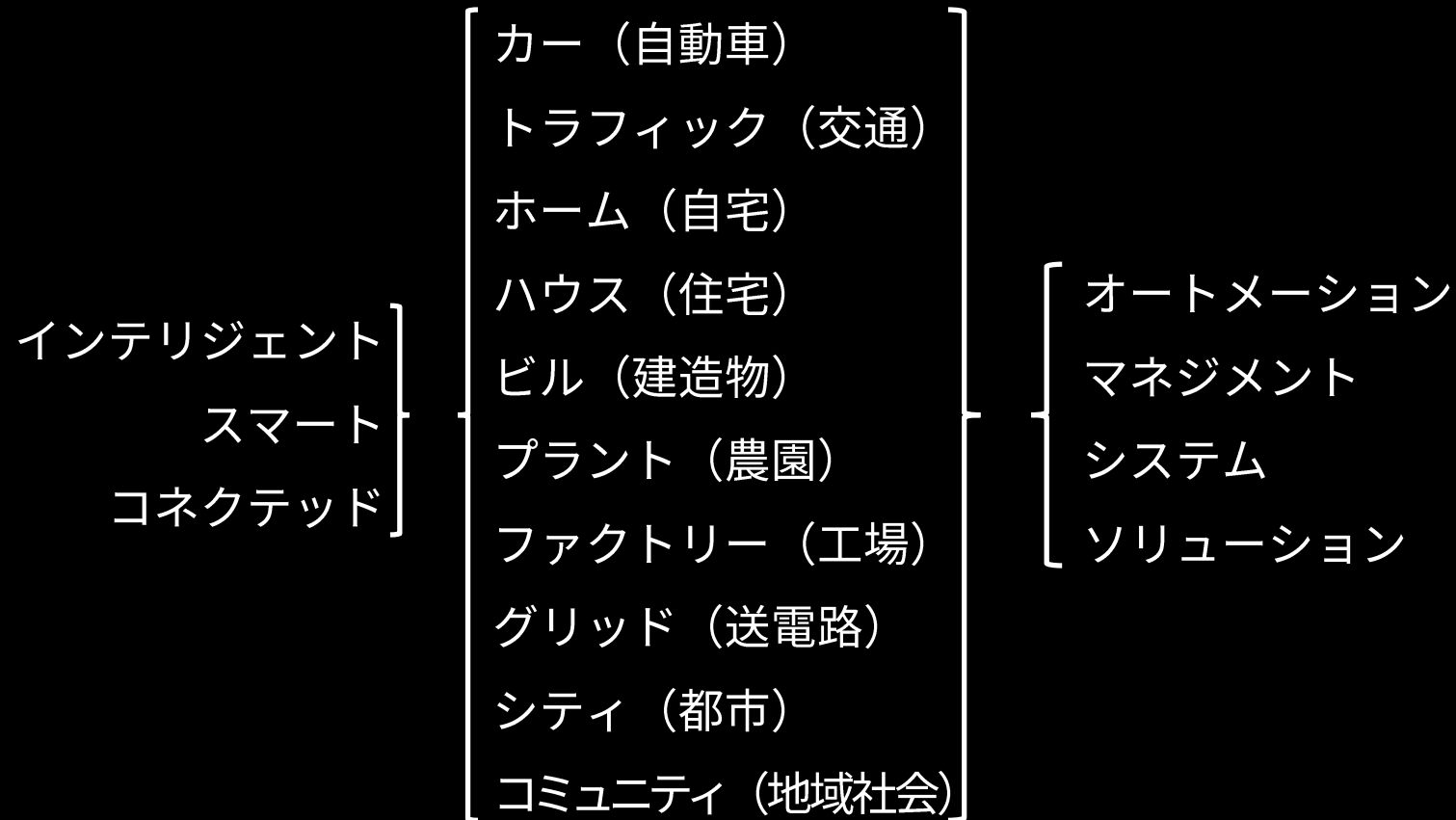
- 196の国と地域
- 35万ウェブサイト
- 200万リンク
- トラフィック
(伝送データ量)

によるデータの可視化。

1. Ruslan Enikeev, "The Internet Map", <https://internet-map.net/>, 2011

コネクテッド

広範囲に接続した機械・機器を電気通信制御化する



が進んでいる。

1. 資源エネルギー庁, 「スマートグリッド・スマートコミュニティとは」, http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/smart_community/, 2013-02-07.

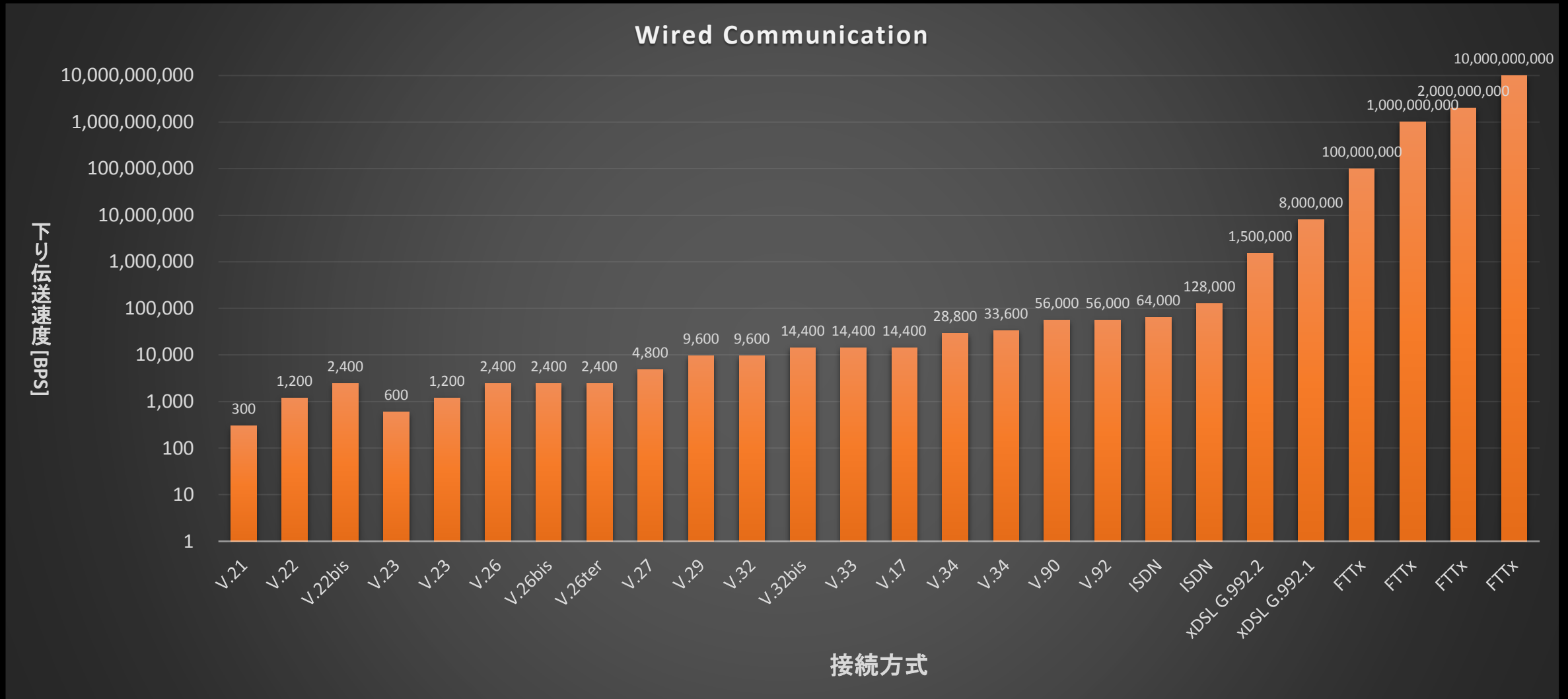
インターネット接続

表：インターネット接続例

接続	機器	下り速度例
DUN (Dial Up Network)	アナログモデム	56kbps
ISDN (Integrated Services Digital Network)	デジタル回線終端装置 (DSU) + ターミナルアダプタ (TA)	128kbps
xDSL (x Digital Subscriber Line)	スプリッタ + ADSLモデム	50Mbps
FTTx (Fiber To The x)	メディアコンバータ (MC) + ブロードバンドルータ	10Gbps
	光回線終端装置 (ONU) + ブロードバンドルータ	

1. 日本電気, 「国際標準規格に対応したデュアルモード・モデムの発売について」, <http://www.nec.co.jp/press/ja/9807/1601.html>, 1998-07-16
2. NTT東日本, 「INSメイトD-4」, http://web116.jp/shop/netki/d4/d4_00.html
3. NTT東日本, 「ADSLモデム-MNII」, http://web116.jp/shop/netki/adsl-mn2/adsl-mn2_00.html
4. NTT西日本, 「フレッツ・テレビ 新築戸建て情報 各種機器」, <https://flets-w.com/opt/ftv/kodate/kiki/onu.html>
5. 日本電気, 「Aterm WG2600HP3」, <http://www.aterm.jp/product/atermstation/product/warpstar/wg2600hp3/>

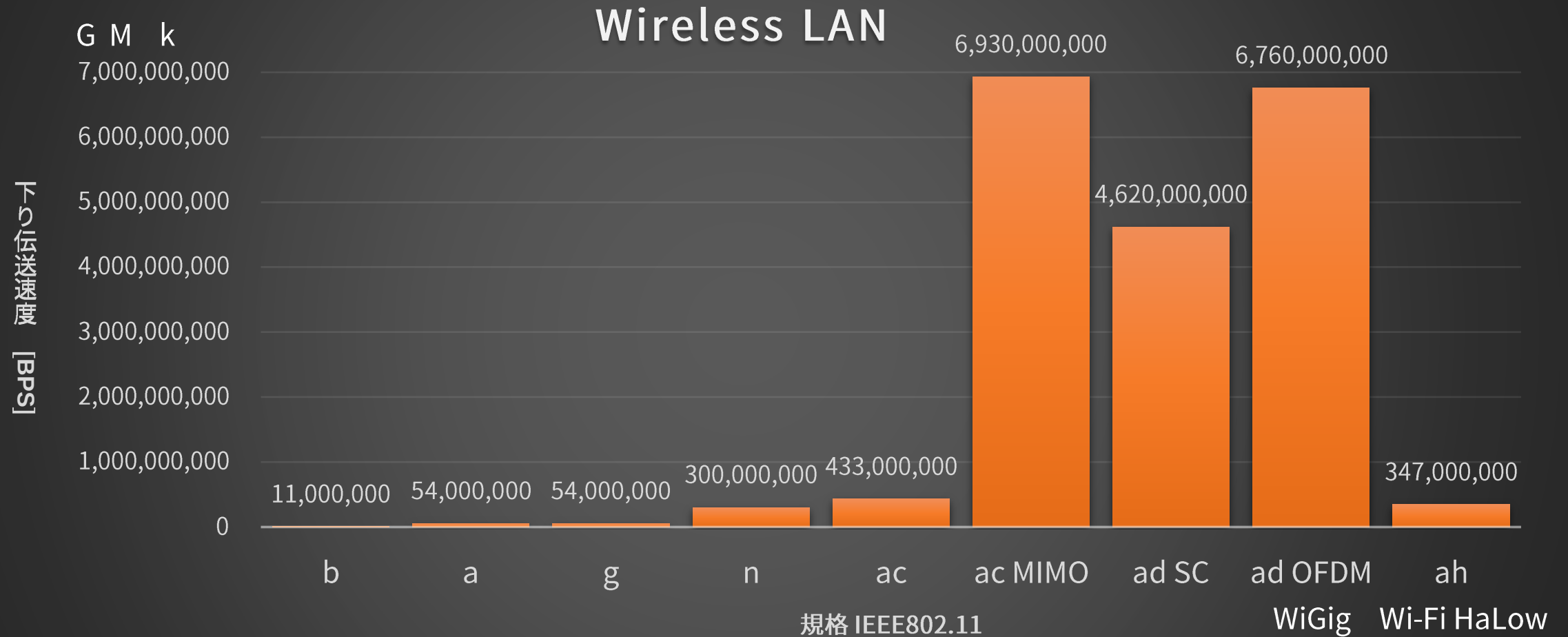
有線通信



図：有線通信 伝送速度^{[1][2]}

1. ITU, "Data communication over the telephone network", <https://www.itu.int/rec/T-REC-V/en>
2. ITU, "Recommendation G.987", <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.987/en>

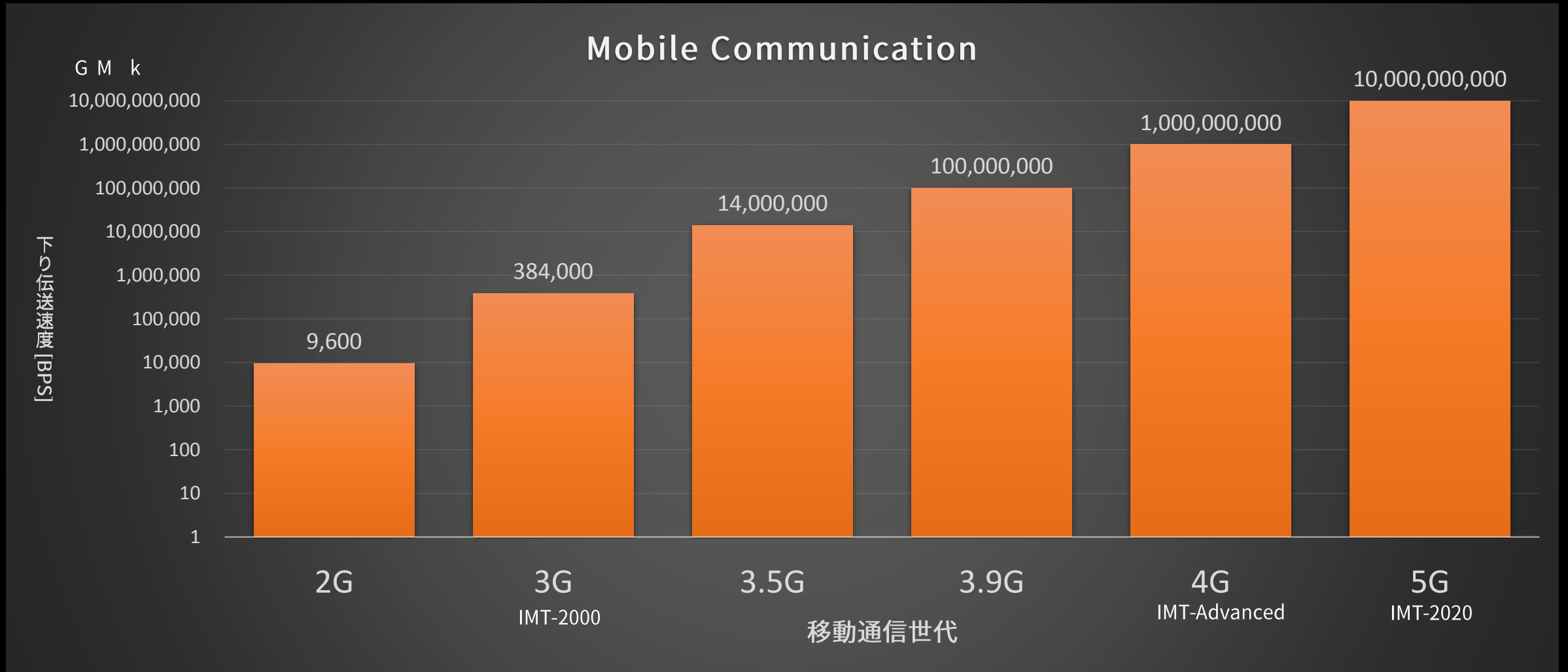
無線通信



図：無線通信 伝送速度^[1]

1. IEEE, "IEEE 802.11TM WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS", <http://www.ieee802.org/11/>

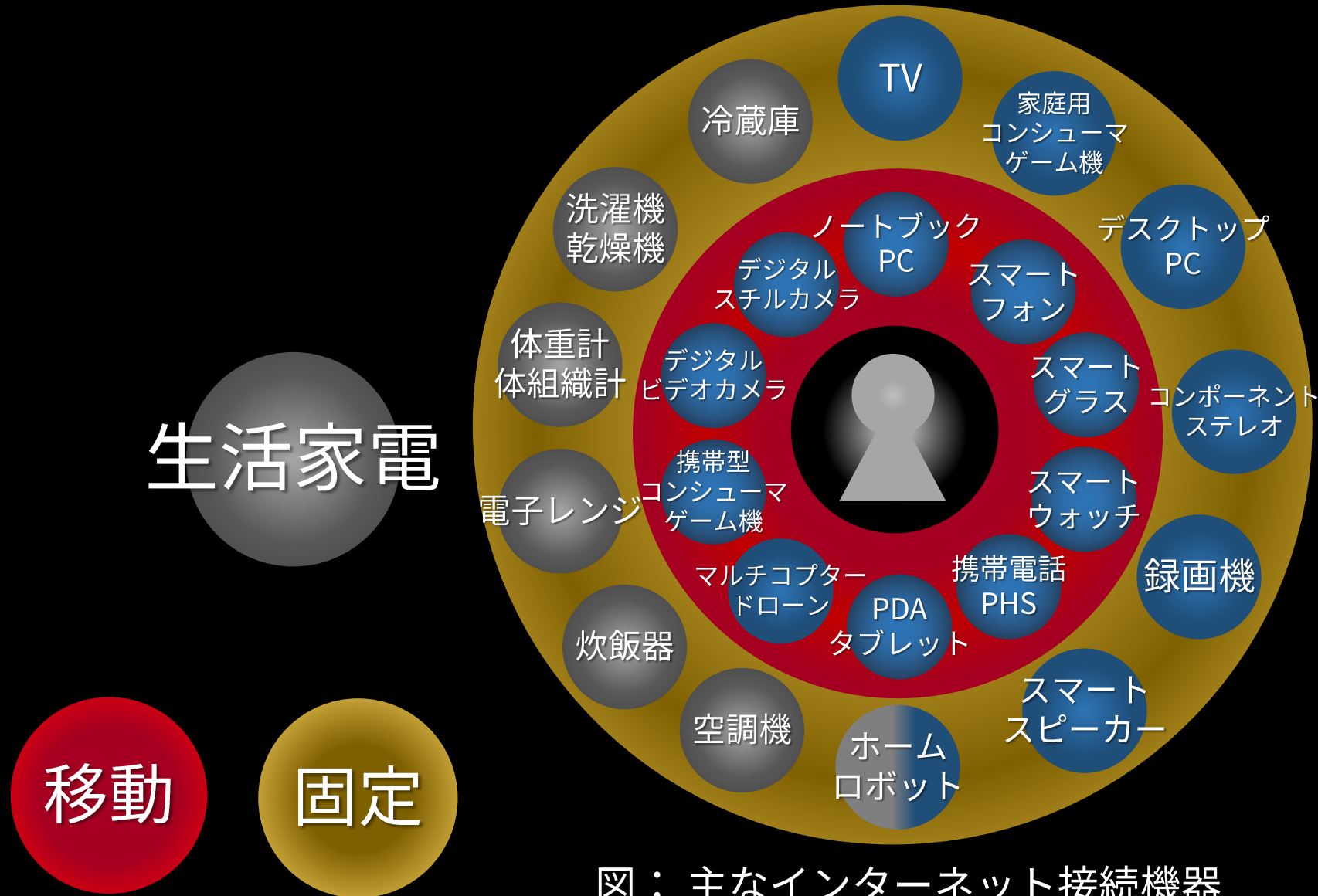
移動通信



図： 移動通信 伝送速度^{[1][2]}

1. 総務省, 「第4世代移動通信システムについて」, http://www.soumu.go.jp/main_content/000270523.pdf, 2014-01-23
2. ITU, "Focus Group on IMT-2020", <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/imt-2020/Pages/default.aspx>

インターネット接続機器



図：主なインターネット接続機器

回路

通信回線より距離の短い電子回路

通信機器、計測機器、計算機、家電製品などに組み込まれている。回路の配線・導線は電気伝導体の物質が利用されている。

Motherboard	}	cm mm
Expansion Card		
Memory Card		
IC	}	μ m nm
• SSI		
• MSI		
• LSI		
• VLSI		
• ULSI		
CPU		
• PDL		
• CPDL		
• FPGA		
• ASIC		
ROM		
• Mask ROM		
• PROM		
• EPROM		
• EEPROM		
RAM		
• DRAM		
• SRAM		
GPU		

マイクロコンピュータ

表：主な開発用マイクロコンピュータ

組織	製品	国	発売
Arm Holdings plc	mbed	イギリス	2005
Arduino LLC	Arduino	イタリア	2005
Raspberry Pi Foundation	Raspberry Pi	イギリス	2013
Intel Corporation	Intel Edison	アメリカ	2014
NVIDIA Corporation	Jetson	アメリカ	2014
Sony Corporation	SPRESENSE	日本	2018
Google LLC	Coral	アメリカ	2019

1. Arm Holdings plc, "mbed", <https://www.mbed.com/en/>
2. Arduino LLC, "Arduino", <https://www.arduino.cc/>
3. Raspberry Pi Foundation, "Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi", <https://www.raspberrypi.org/>
4. Intel Corporation, "Discontinued Maker & Innovator Products", <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/discontinued>
5. Nvidia Corporation, 「組み込みシステムの開発者キットとモジュール」, <https://www.nvidia.com/ja-jp/autonomous-machines/embedded-systems/>
6. Google LLC, "Coral Beta", <https://coral.withgoogle.com/>

プロトタイピング

教育研究、研究開発機関等多くの組織、地域や街の中心地等の場所に、

- 大画面ディスプレイモニタ
- 設計・開発用コンピュータ
- 開発用回路基盤・電子部品
- 計測機器
- 電気ドライバー
- 3Dプリンター
- 3Dスキャナー
- レーザーカッター（切断）
- 旋盤（切削）・ボール盤（穴空）
- グラインダー（研磨）
- エアブラシ・スプレーガン（塗装）

等の設備・道具を使い製品のプロトタイプをトライアンドエラーでリー
ンに開発する

メイカーズ	{	ラボ
ファブリケーション		ファクトリー
イノベーション		スタジオ

の開設が進んでいる。

1. 電気通信大学, 「高度ICT試作実験公開工房」, <http://www.pict-lab.uec.ac.jp/>

IoTガイドライン

表：IoTガイドライン一覧

組織	ガイドライン	発行
国際電気通信連合（ITU-T SG20）	IoTとスマートシティ・コミュニティ（IoT/SC&C） ^[1]	2013
GSMアソシエーション（GSMA）	IoTセキュリティガイドライン ^[2]	2016-02
独立行政法人情報処理推進機構（IPA）	IoT開発におけるセキュリティ設計の手引き ^[3]	2016-05-02
IoT推進コンソーシアム、総務省、経済産業省	IoTセキュリティガイドライン ver1.0 ^[4]	2016-07-05
日本スマートフォンセキュリティ協会（JSSEC）	IoTセキュリティチェックシート ^[5]	2018-03-08
日本ネットワークセキュリティ協会（JNSA）	IoTセキュリティガイド 標準/ガイドライン ハンドブック 2017年度版 ^[6]	2018-05-08
特許庁	IoT関連技術の審査基準等について ^[7]	2018-06

世界的にIoT関連団体の設立が続いており、上記以外にも多くのガイドライン、ドキュメントが存在する。製品化には電気や通信分野の適合を受ける必要がある場合がある。「IoTセキュリティガイドライン ver1.0」は、ISO/IECの国際標準規格に提案。

1. ITU-T SG20, 「IoTとスマートシティ・コミュニティ」, <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/20/Pages/default.aspx>
2. GSMA, 「IoTセキュリティガイドライン」, <https://www.gsma.com/iot/future-iot-networks/iot-security-guidelines/>
3. 独立行政法人情報処理推進機構, 「IoT開発におけるセキュリティ設計の手引き」を公開, <https://www.ipa.go.jp/security/iot/iotguide.html>
4. IoT推進コンソーシアム, 「IoTセキュリティWG」, <http://www.iotac.jp/wg/security/>
5. 一般社団法人日本スマートフォンセキュリティ協会, 「JSSEC, 『IoTセキュリティチェックシート』を公開」, <https://www.jssec.org/report/20180308-1.html>
6. 特定非営利活動法人日本ネットワークセキュリティ協会, 「IoTセキュリティガイド 標準/ガイドライン ハンドブック 2017年度版」, <http://www.jnsa.org/result/iot/2018.html>
7. 特許庁, 「IoT関連技術の審査基準等について」, https://www.jpo.go.jp/shiryou/kijun/kijun2/iot_shinsa_161101.htm

次世代

現在より

100年後

2118年

惑星間インターネット

惑星間インターネット（Interplanetary Internet）とは、遅延耐性ネットワーク（Delay Tolerant Networking: DTN）と、バンドルプロトコル（Bundle Protocol: BP）によって惑星間を無線で繋ぐネットワーク。

アメリカ航空宇宙局（NASA）では、1998年、インターネットの起源である国防総省高等研究計画局ネットワーク（ARPANET）の生みの親、GoogleのVint Cerfが研究を開始している。TCP/IPを使うと、地球-火星間は3年半かかる。^[2]

インターネット協会（ISOC）では惑星間インターネット研究会（IPNSIG）が設置され、標準化の議論が進められている。^[3]

1. NASA, "Disruption Tolerant Networking", <https://www.nasa.gov/content/dtn>

2. NASA, "New Solar System Internet Technology Debuts on the International Space Station", <https://www.nasa.gov/feature/new-solar-system-internet-technology-debuts-on-the-international-space-station, 2016-05-22>

3. ISOC IPNSIG, <http://ipnsig.org/>

身体インターネット

身体インターネット（Internet of Bodies：IoB）とは、ボディエリアネットワークを通して身体の様々なデータを取得し活用すること。

ノースイースタン大学のAndrea M. Matwyshyn教授によると、IoBは「定量化」、「体内化」、「ウェットウェア」の3段階ある。^[3]

ボディエリアネットワーク（Body Area Network: BAN）の無線の標準規格（IEEE 802.15.6）が策定されており、身体への影響が極小で省電力であることが規定され、医療や健康分野での活用が前提となっている。^[4]

イリノイ大学のJhon A. Rogers教授は、直接肌に貼る電子回路”Biostamp”を発表した。皮膚が入れ替わるまで持続し、24時間健康状態のモニタリングが可能^[5]

1. 日経デジタルヘルス, 「人体周辺の近距離無線ネットワーク「BAN（IEEE 802.15.6）」が正式承認（日経エレクトロニクス2011年6月27日号から）」, <http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/article/NEWS/20120309/208191/>, 2012-03-09
2. Future Health System, "Biostamp", <http://cargocollective.com/futurehealth/BioStamp>, 2013
3. Atlantic Council, Andrea Matwyshyn, "Cyber Risk Wednesday: Internet of Bodies", <http://www.atlanticcouncil.org/events/past-events/cyber-risk-wednesday-internet-of-bodies>, 2017-09-21
4. IEEE, "IEEE Std 802.15.6-2012 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 15.6: Wireless Body Area Networks", <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.6-2012.html>, 2012
5. John A. Rogers, "Biostamp", <http://rogersgroup.northwestern.edu/>, 2013

まとめ

『インターネットコネクティビティ論』

人類が豊かな生活を送ることができるように、法律^[1]に記載されているインターネット・オブ・シングスの実現（インターネットに多様かつ多数の物が接続され、及びそれらの物から送信され、又はそれらの物に送信される大量の情報の円滑な流通が国民生活及び経済活動の基盤となる社会の実現をいう。）を産学官で推進することが重要。

1. 電子政府, 「特定通信・放送開発事業実施円滑化法 附則 第5条 2-1」, http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=402AC0000000035&openerCode=1, 2016-05-31