

なぜ計算情報科学・技術を学ぶか？

UNIX (Linux) / Internet の歴史と 学問の情報化への展開を踏まえて

石渡正樹・倉本圭・鎌田俊一・高木聖子
北海道大学 大学院理学研究院・理学院宇宙理学専攻

林 祥介・高橋芳幸・檜村博基・松嶋俊樹
神戸大学 大学院理学研究科・惑星学専攻

はしもとじょーじ
岡山大学 大学院自然科学研究科・地球科学専攻

2023年8月4日

目次

- 目標
- 計算機・ネットワークの歴史
 - 電子計算機の発展(1):汎用計算機
 - 電子計算機の発展(2):情報処理装置へ
 - Unix
 - X Window System
 - Internet
 - 情報革命(個人環境の変遷)

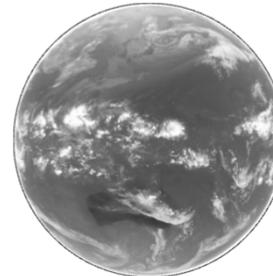
目標

というよりは「願い」かな？

惑星学的背景=総合科学

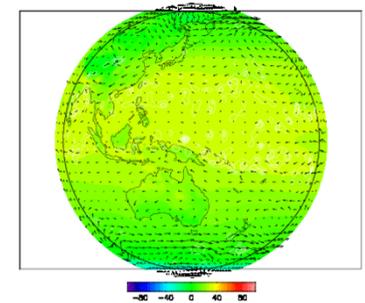
- 多様な「知識」の利用・統合
 - 様々な分野の知見
- 多様な手法とそれによるデータの利用・統合
 - 観測, 実験, 数値計算
 - 衛星データ, 地震波データ, 惑星探査データ, etc.
 - データ同化:
手法間のデータの融合
- 多様な情報交換方法とその活用
 - ネットワーク上で意見交換(国内、国外)、成果を公開

衛星観測



http://www.jma-net.go.jp/sat/data/web89/himawari8_first_image.html

数値計算

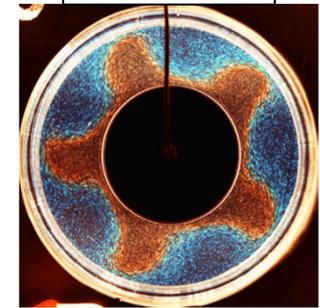


すばる望遠鏡



http://www.naoj.org/photo/enclosure_300.jpg

流体実験



https://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/exp_j/

→ 計算機・ネットワーク技術は不可欠

まずは

自分の計算情報環境を自分で構築・維持することへ (の入門)

- そのための技術的知識と社会的知識(運用諸作法)
 - スマホに慣れてると思いもよらないかもしれないが車を運転するようなもの
- **計算情報環境の技術的基本(古典)の実体験**
 - 計算機(パソコン)の構造(CPU・メモリ・etc.)
 - Unix(Linux)・Internet・X Window System
- **自分の置かれているネットワーク環境がどのように維持管理されているかを思いを馳せる**
 - ネットワーク社会人としての常識・作法
 - 安全性, 安定性への理解
 - ネット社会で迷惑をかけない大人になる

高い理想

- 計算機・ネットワークに関する高いスキル
(技術と倫理)を身につけ, 情報の発信者へ
 - 各研究室で活躍
 - 研究教育機関で/企業で / 個人事業者として活躍
- 惑星学の情報化へ貢献できる人材が(勝手に)生まれる
 - 情報利用者から情報提供者へ, そして科学の情報基盤(情報インフラ)のデザイナーへ

計算機・ネットワークの 歴史

計算する機械から
情報を処理する機械、
通信する機械へ

(さらに、今や、考える機械へ？ここでは触れない)

なぜ歴史を知る必要があるのか

- 歴史を知るのは物事を理解する基本手順
 - 計算機ネットワークの理解に
 - 技術的背景
 - 計算機・ネットワークはどのようにして今の姿を持つに至ったのか、今ある環境が形成された過程を知る
 - 文化的背景
 - 計算機・ネットワークの発展をもたらした背景は何だったのか(良くも悪しくも米国文化)
 - これから進むべき道を模索するための素養に

電子計算機の発展(1)

汎用計算機

(電子)計算機のはじまり:原理

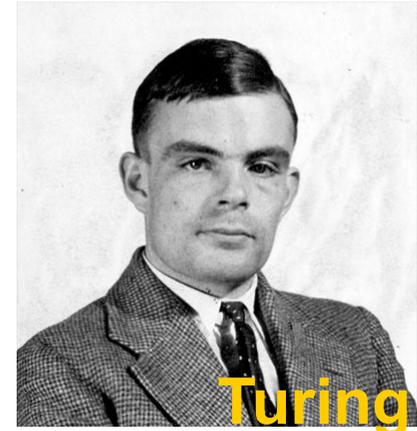
- **計算機の原理・情報理論**

- **Alan Turing (1936, 1938)**

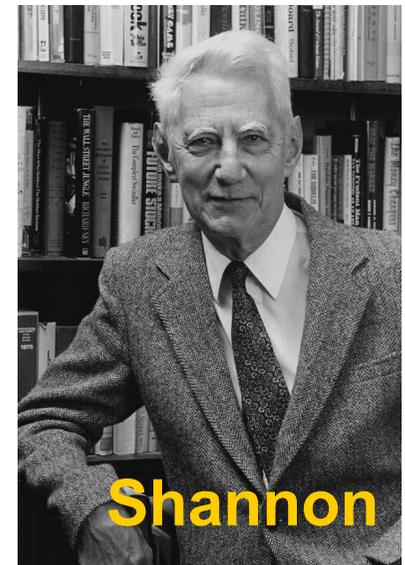
- エニグマの解読で有名
(参考:イミテーションゲーム)
 - Turing Machine を提案
 - 計算機の計算手順をモデル化
 - あらゆる計算機械の動作は Turing Machine の動作に還元できる

- **Claud Elwood Shannon (1948)**

- 全ての情報は「ビット」にコード化できる
 - ビット: binary digit (2進数字)の略



<https://www.princeton.edu/turing/alan/photos/>



<http://www.research.att.com/~njas/doc/ces5.html>
95-3510XclaudexshannonXolderXphoto.jpg

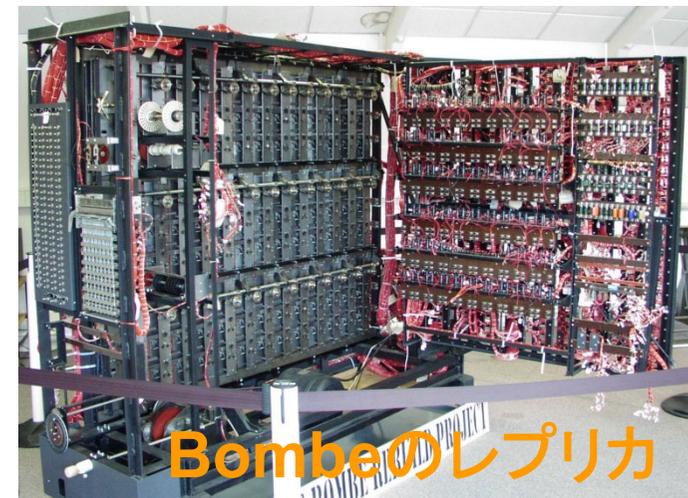
電子計算機の実駆け

- **Atanasoff Berry Computer(ABC machine)**
 - Atanasoff & Berry (1939)
 - 連立方程式の求解専用
 - 「特許訴訟」では世界初の計算機として認定



<http://science.slc.edu/~jmarshall/courses/2003/spring/cs10/lectures/week01/HistoryOfComputing.html>

- **Bombe**
 - Turing(1940)
 - ドイツ軍暗号Enigmaの解読
 - 1970年代まで秘密



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Bombe-rebuild.jpg>

プログラムできる計算機: ENIAC

(Electronic Numerical Integrator And Calculator)

- Eckert & Mauchly (1946)
- 多くの問題の計算が可能。ただし問題に応じて配線を変更する

– 水爆開発

- 最初のプログラム

– 弾道計算

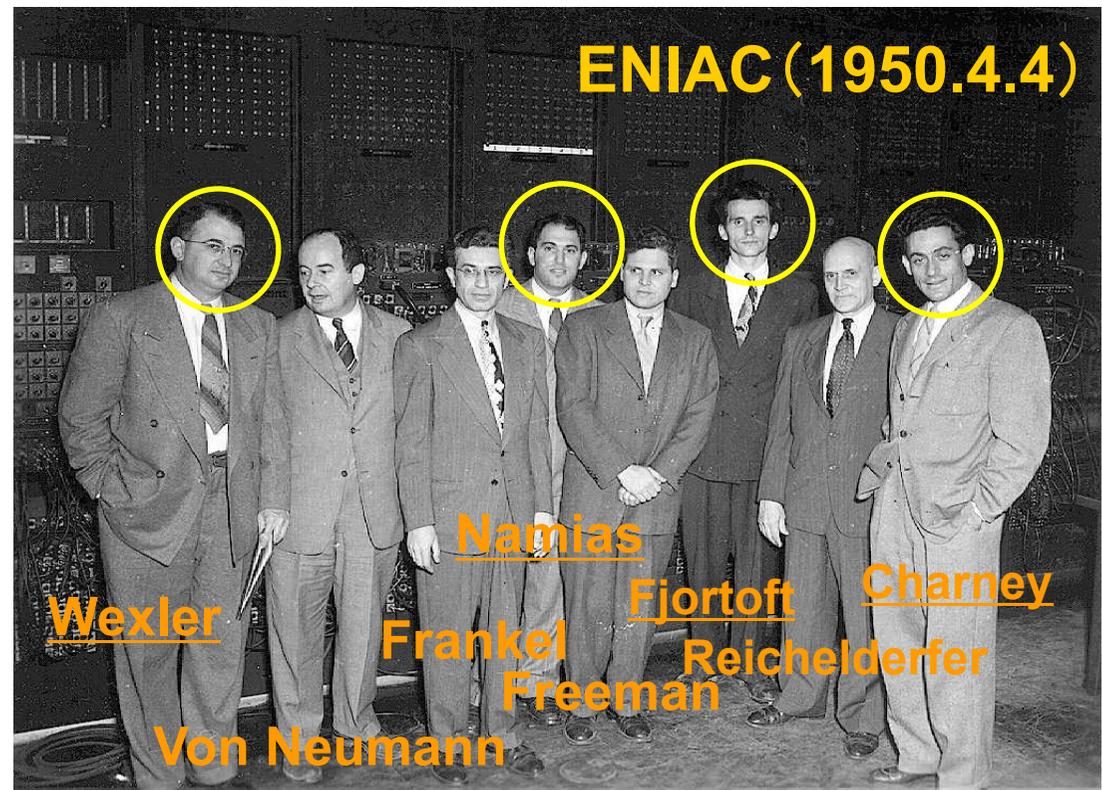
– 気象計算

- 順圧非発散2次元渦度方程式
- 気象関係者が多数協力。

1952-1954岸保勘三郎

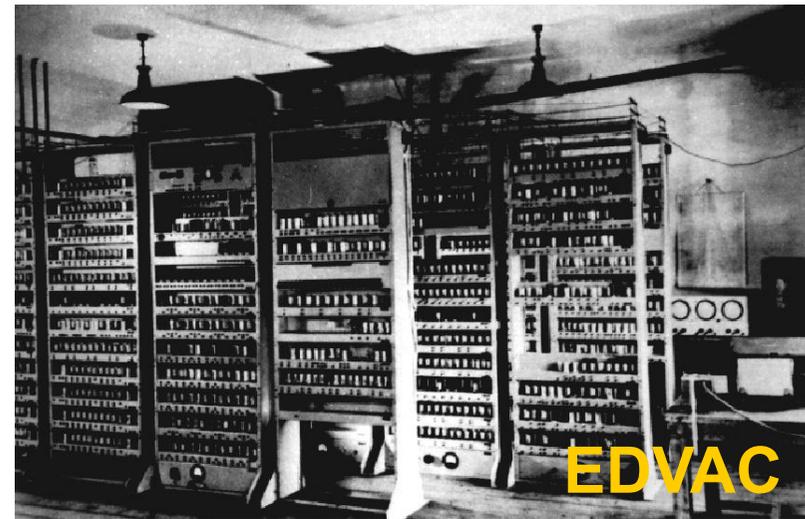
(その後真鍋淑郎他GFDL) UCSD ECPC(Experimental Climate Prediction Center) 写真集より

<http://ecpc.ucsd.edu/general/pics/eniac-50.html>



ノイマン型計算機

- プログラム内蔵型計算機
 - プログラムをメモリに格納し色々な計算を行う
 - 理論的な提案は Neumann (1945)
 - First draft of a report on the EDVAC
- 初期のノイマン型計算機
 - EDSAC
 - Wilkes, 1949
 - EDVAC
 - Eckert , Mauchly , Neumann, 1950



<http://www.afn.org/~cybrcent/chapt01/edvac.jpg>

汎用(大型(mainframe))計算機

- 研究(軍事)機器から商用計算機(実用的な機器)へ
いろいろな用途(帳票処理・科学技術計算)に使える計算機
 - メインフレームとも呼ばれる
mainframe = 周辺部に対する計算機の本体
プログラム内蔵型(ノイマン型)計算機が発展に寄与
 - **UNIVAC-1**(1950)
世界初の商用計算機→米国国勢調査局に納入
開発したのは Eckert と Mauchly の会社
 - **IBM704**(1954)
以後の汎用計算機の基本
気象庁最初の数値予報用
計算機(1959)

IBM704



高級プログラム言語の登場(1950')

- プログラム内蔵型計算機の本領発揮
コンパイラ(compiler)によって機械語に翻訳する
(人間が読んでわかる文字列から計算機で実行できる符号列に変換する)

- **FORTRAN**: 数値計算

FORmula TRANslator system(J. Backus, IBM, 1954)

- **COBOL**: 事務処理(帳簿)計算

COmmon Business Oriented Language

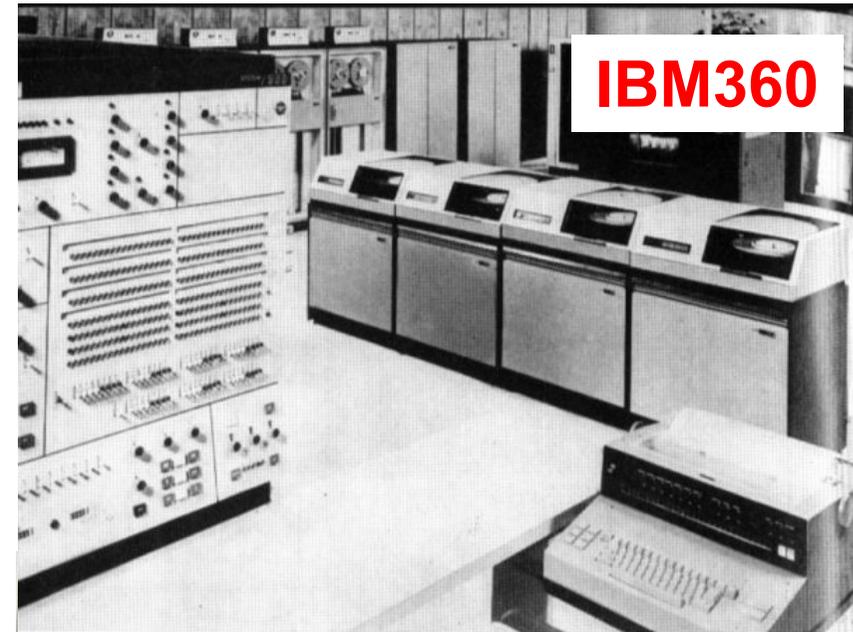
(The Conference on Data System Languages [CODASYL], 1959)

→ 計算機はさまざまな企業に普及しはじめる

汎用(大型)計算機の発達:標準化

• IBM360(1964)

- **OS**(Operating System)の導入
- **1byte = 8bit**
 - それまでは6~7 bit
- バッチシステム(batch systems)
 - 計算作業の順番待ちを自動化
- **I/O(Input/output)の標準化**
 - デバイスドライバ(device driver)
 - 計算機ハードウェア構成の基本形、その後の各種仕様に大きく影響
- プログラムとその資源化
 - 360° どの方向(分野)でも
 - 後継機でも同じプログラムが使える(互換性の端緒)
- 世界的な大ヒット
 - ビッグブルー= IBM は計算機の代名詞 (2001年宇宙の旅のHAL9000)



その後の展開: OSの発展(後述)

- バッチシステムからタイムシェアリングシステムへ
 - 「順番待ちして使う」から「同時に使う」へ
 - Unix(1969)
 - 「一人で使う」ためのOS(パソコンのOS)は別途発展
 - Apple II と Apple DOS(1977)
 - MS-DOS(1982), Windows3.1(1993)

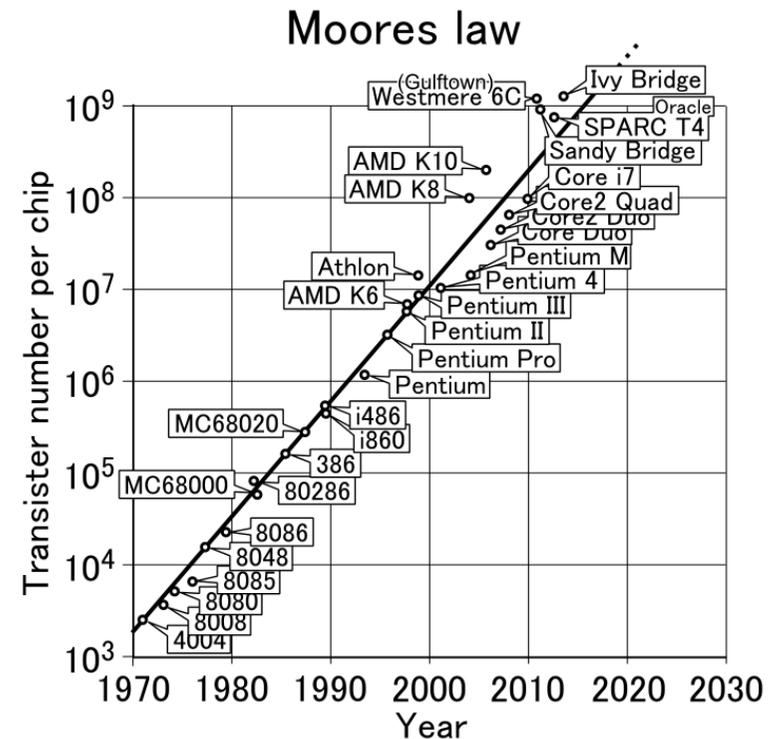
その後の展開:ハードウェアの発展0

• ムーアの法則

– Moore, Gordon E. (1965-04-19)

The complexity for minimum component costs has increased at a rate of roughly a factor of two per year. Certainly over the short term this rate can be expected to continue, if not to increase. Over the longer term, the rate of increase is a bit more uncertain, although there is no reason to believe it will not remain nearly constant for at least 10 years.

– 俗に言う、トランジスタ集積数は1.5年で倍

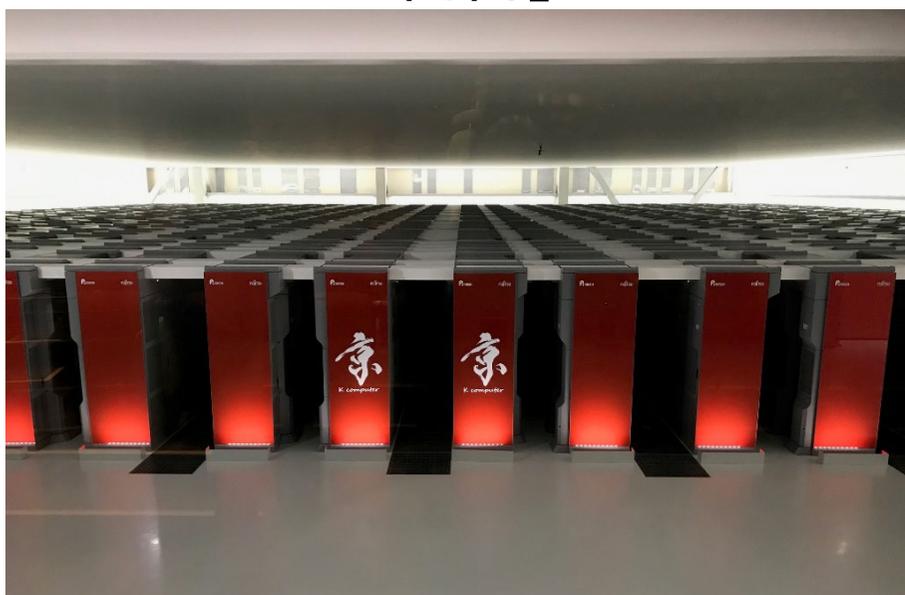


その後の展開:ハードウェアの発展1

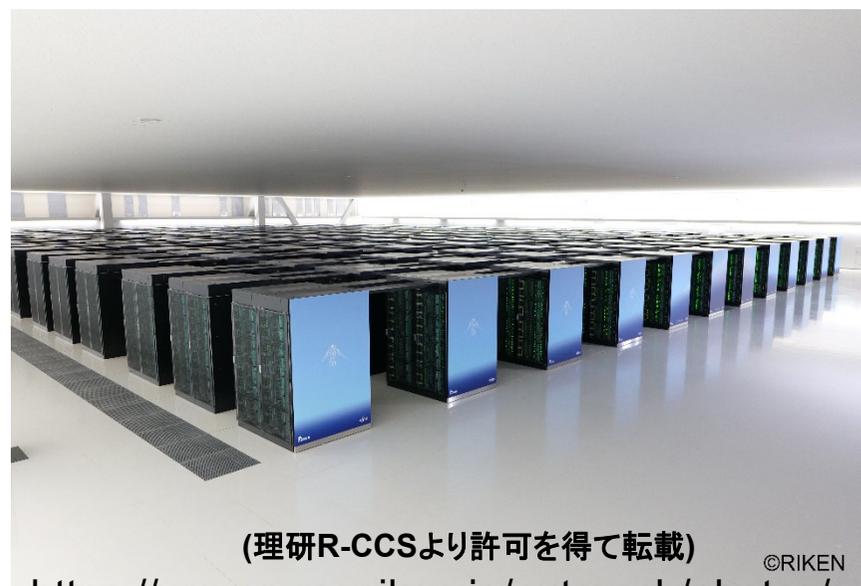
- 技術用計算機は汎用機からスパコン(汎用数値計算機)へ
 - 汎用機の開発の進展
 - 日本では政策的にメーカーを束ねるM計画(1970年代後半)IBMに追いつけ追い越せ
 - 大規模処理への対応(スパコン, 並列化)
 - 1980' :ベクトルプロセッサの開発(パイプライン、プロセッサ内並列)
 - いわゆるスパコン=ベクトルプロセッサで世界をリードした日本製
 - » Cray-1 1976 160MFlops
1976 Los Alamos National Laboratory
 - » VP-100/200 1982発表 250/500MFlops
1984年1月名古屋大学プラズマ研究所
 - » S-810 1982発表 630MFlops
1983年10月東京大学大型計算機センター
 - » SX-1/2 1983発表 1.3GFlops
1985年 ?
 - 1990' :スカラー並列機の登場

その後の展開:ハードウェアの発展1(続き)

- 大規模処理への対応(スパコン, 並列化)
 - 1980' :ベクトルプロセッサの開発(プロセッサ内並列)
 - 1990' :スカラー並列機の登場
 - 2002:地球シミュレータ(ベクトル並列)
 - 2012:「京」
 - 2021:「富岳」



(石渡撮影, 2019/03)



(理研R-CCSより許可を得て転載)

©RIKEN

<https://www.r-ccs.riken.jp/outreach/photos/>
スーパーコンピュータ「富岳」

その後の展開:ハードウェアの発展2

• ダウンサイジング

- 1970' : **マイクロプロセッサ**の登場
 - CPU(計算機の心臓部)が真空管・トランジスタ・集積回路の組み合わせから単一の集積回路へ
- 1980' ~1990' 前半:
ワークステーションへ
 - X Window System (後述)の主要なプラットフォーム
- 1980' ~1990' :
パソコン(Mac, AT互換機)へ、ゲーム機へ
 - 日本語DOS(Disk Operating System 機種依存・言語依存だった)
 - DOS V から Windows へ
 - RISC(reduced instruction set computer) ARM2 1986、HITACHISH-1 1992 とか
 - CISC(complex instruction set computer) Intel

Intel4004



https://ja.wikipedia.org/wiki/Intel_4004

電卓用チップを目論んだ
ビジコン社(日本)と
チップ受注したIntel社の
共同開発(1971)

その後の展開:ハードウェアの発展

- **ダウンサイジング(続)**

- 1990': **携帯電話へ**

- ARM

- **携帯電話とパソコンの融合**

- 情報生産する計算機から
情報検索する計算機へ
- 計算・文字処理のための計算機から
コミュニケーションのための計算機へ

- **スマートフォン、タブレット**

- 2008: iPhone
- 2010: iPad
- 日本ではともに2010年以降普及



<http://itstrike.biz/wp-content/uploads/Steve-Jobs-holding-original-iPhone.jpg>

電子計算機の発展：年表1

- 1938: 万能計算機の理論的可能性を指摘
- 1939: 世界初の電子計算機(ABC計算機)
- 1946: 配線型電子計算機(ENIAC)の登場
- 1946: ノイマン型(プログラム内蔵型)計算機の提唱
- 1948: 情報のビットコード化についての考察
- 1949: 最初のノイマン型計算機(EDSAC)
- 1950: 最初の商用計算機(UNIVAC-1)
- 1950': 高級言語の登場(FORTRAN, COBOL)
- 1954: IBM704(以後の汎用機の基本)
- 1960': Multics の開発開始
- 1964: IBM360(OS, バッチシステム, I/O標準化, 1byte=8bit)
- 1970': マイクロプロセッサ(Intel 4004)の登場
- 1977: パソコンの登場(Apple II, Apple DOS)
- 1980': ワークステーションの登場、ベクトルプロセッサの開発
- 1982: MS-DOS、PC9801
- 1983: 任天堂ファミコン
- 1984: Apple Macintosh、IBM PC AT (IBM 5170)
- 1993: Windows3.1

電子計算機の発展(2) 情報処理装置・通信装置



UNIX, X window system,
(そしてInternet)

Unix

なぜ Unix なのか

- **科学技術用計算機のOSとして広く普及**
 - パソコンから大型計算機まで
- **フリーウェア文化, オープン開発文化が発祥した環境**
 - 使う人が作る人、大学の精神を体現
- **今日のICTに至る基本**
 - インターネットの発展と不可分
 - 表示形式 (X window system から)
- **しくみを理解するのに適している**
 - 基本であるのみならず、古くからの「教科書」

Unix前夜

- 「順番待ちして使う」バッチシステムから
「同時に使う」タイムシェアリングシステム
(TSS: time sharing system)
 - 複数の仕事 (job, task) が「同時」にできる
- TSSを実現する
「大型計算機を複数の人間で共有したい」
 - Multics (1960')

Unix 前夜 : Multics

- 複数のユーザによる計算機の共有 Multics
 - ARPA プロジェクトの Multics (1960’)
 - ARPA: Advanced Research Projects Agency 高等研究計画局 (後述)
 - 米国電信電話会社(AT&T)ベル研究所、ゼネラル・エレクトリック(GE), MITの共同開発
 - 「複数人が同時に、かつ、パーソナルに使いやすい」計算機を実現するOS
 - 強固なセキュリティ機能を持つ
 - 安全性と利便性のバランスが悪かった
 - 速度が遅くすぎて使い物にならない
 - 思想や機能はUnixへ



AT&T ベル研究所

Unix とは

- Thompson & Ritchie がベル研究所でお古になっていたDEC 社 PDP-7 で遊んだのが始まり
- **1969年: Multics に対する Unix**
 - Uniplexed Information and Computing System
 - 所内のプログラム開発・計算環境として広まる



<https://ja.wikipedia.org/wiki/PDP-7>



http://en.wikipedia.org/wiki/Ken_Thompson

Unix の画期的な側面：情報処理

- 文字, 更にあらゆる情報を処理する
(情報を統べる) 計算機に
 - プログラムを書く人に幸せな環境
 - 文字(アルファベット)を処理させる
 - 文字処理: 1 byte (= 8 bit) 単位の処理
 - 数値処理: 1 word (= 4 byte) 単位の処理
 - プログラム開発環境
 - エディタ(文字・ファイルの処理をする)の登場
 - プログラムのドキュメンテーション(解説文書作成)環境
 - roff とオンラインマニュアル
 - 文字処理を得意とするプログラム言語: **C 言語**



Digital's VT100 video terminal (1978)
<http://vt100.net/>

Unix の普及

- 情報科学研究者に便利なプログラミング環境
 - ソースコードを無料で公開, 改変, 再配布することを許容
 - 自分達に都合よく改変可能
 - 使う人が作る人 (/usr)
お互いに資源を出しあい, 使いあい, 修正改良しあう
 - 米国の情報科学科でソースコードが教科書として利用され広まる
 - Internet, Linux へ続くフリーウェア文化,
オープン開発文化の発祥

Unix の一般研究業界への普及

- (計算機を使う) 科学者の研究用環境として普及
 - 計算機から情報処理環境(=文房具)へ
 - プログラム開発環境 + ドキュメント処理機能
 - 米国の大学では1970' 後半に Unix が普及
 - ソフトウェアが作りやすい
 - 計算ができる(そもそも計算機)
 - マニュアル作成ユーティリティーを使えば文章(論文)が清書できる
 - その整理(情報処理)ができる(ただし英語だけ)
 - 科学技術用計算機が Unix(Linux) を OS とするようになったルーツ
 - 米国での科学諸分野と情報科学分野とが交流する土台
 - 情報科学が目指していることが他分野にも流れ出しそれぞれの分野での情報化を促す
 - 今日の科学の情報化に結びつく基盤, グローバリゼーションの土台

Unix 普及の背景: 軍の支援

- 米国での諸々の活動のスポンサーは軍
 - ソースコードが公開されていることは軍にとっても望ましい
 - 特定企業に国防「情報」が支配されてはいけない
- よって大学に委託
 - 軍がオープン開発を支援
 - カリフォルニア大学バークレー校 (UCB), MIT, カーネギーメロン (CMU), スタンフォード大学 (SU), etc.
 - 1970'~1980' に Unix は米国の大学で大きく発展
 - 1980'後半には研究環境といえば Unix
 - その後は Internet の歴史と不可分

日本では Unix はなかなか流行らなかった

- Unix が輸入されたのは1970'後半(東大和田研など)だが、情報科学研究者以外は使わない・使えない
 - Unix は英語しか喋らない
 - ワープロ(1978年:東芝JW-10)、パソコン(1983年:ジャストシステムJS-WORD)の方が先に日本語対応
 - 貧乏
 - Unix が動く米国製計算機(DEC VAX)は高くて買えない
 - 拠点大学には全国共同利用大型計算機センターが設置され、良質な計算機環境を提供
 - 情報科学者と科学計算ユーザとの分離、科学の情報化の遅れ
- 1980'後半のワークステーション時代によりやく普及
 - X Window System による日本語表示(後述)

X Window System

**UNIXにおける標準的な
ユーザインターフェース環境**

今日的なインターフェース(画面表示)
のルーツ

文字を書く計算機から絵を書く計算機へ

- **ビットマップディスプレイ:文字と絵を同時に扱える**
 - それまでは**キャラクターディスプレイ**と**グラフィックディスプレイ**は別
注:NECPC98 など日本の16bit パソコンは最初から両立=漢字表記・ゲームで画期的
 - **マルチウィンドウ**:窓を複数持っている=ディスプレイを複数持っているのと同じ
- **X Window System**
 - MIT, DEC, IBM の共同研究 (Project Athena, 1983年)
- **ワークステーション(科学者・エンジニアが個人で使う計算機)**
 - Unix, TCP/IP(後述), X Window System を備えた卓上サイズ計算機

X Window System のデスクトップ



SUN3 宣伝 1986

<http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/218/619>



ワークステーション(SUN SS20)

X Window Systemの偉大な点

- **規格化(標準化)とサーバー・クライアント**
 - 個々の命令セットが体系化され標準規約化: Athena Widget
 - ディスプレー, マウス, キーボード, スピーカーなどの人間機械インターフェースをサーバで制御
 - 文字の表示, 絵の表示, 音の発生等々は個々のソフトウェア(クライアント)が担当
- **ネットワーク透過(network transparent)**
 - 遠方の資源を仮想資源として利用, 「ウインドウを飛ばす」
 - ネットワークを介した作業が当たり前
- **日本語が表示できるようになった(多言語対応)**
 - 1985年: Unix 拡張コード(Extended Unix Code)の制定
 - ようやく日本でも**計算機から情報処理環境**(文房具)へ
 - それまでは文字処理と数値処理はまったくの別物
- **Unix, Xのアイデア・技術は他のOSの発展にもつながる**
 - 要すれば今のパソコン等がほぼ普通にできることのルーツ

Internet

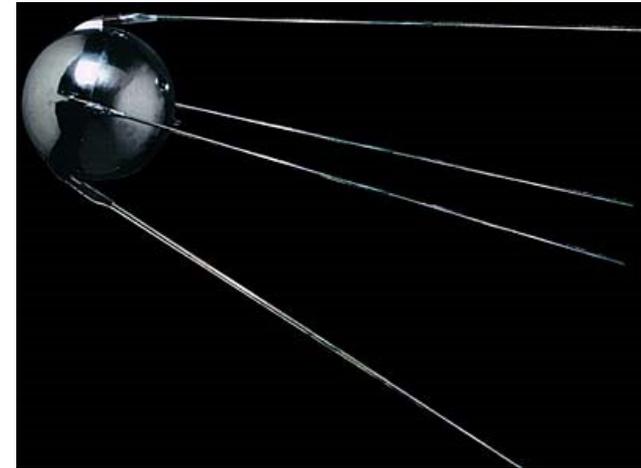
ARPAnet

- **背景：冷戦と米国の危機感**

- 1957年：スプートニクショック
- 1961年：電話中継基地爆破テロ
- 1962年：キューバ危機

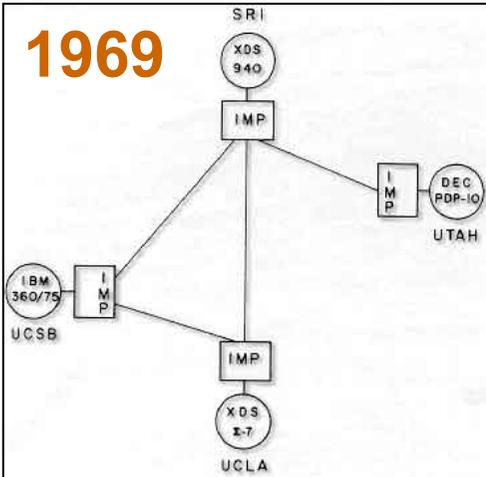
- **1958年：ARPA設立**

- Advanced Research Projects Agency
- 核戦略・防衛兵器のための基礎研究を推進
- 1960'から**核攻撃を受けても停止しない分散型通信システム**の研究を開始
 - スタンフォード研究所(SRI), カリフォルニア大学(UCLA), ユタ大学
- 1967年：UCLA と SRI で最初のデータ通信 (**ARPAnet**)
- 1983年：研究目的ネットワークとして独立

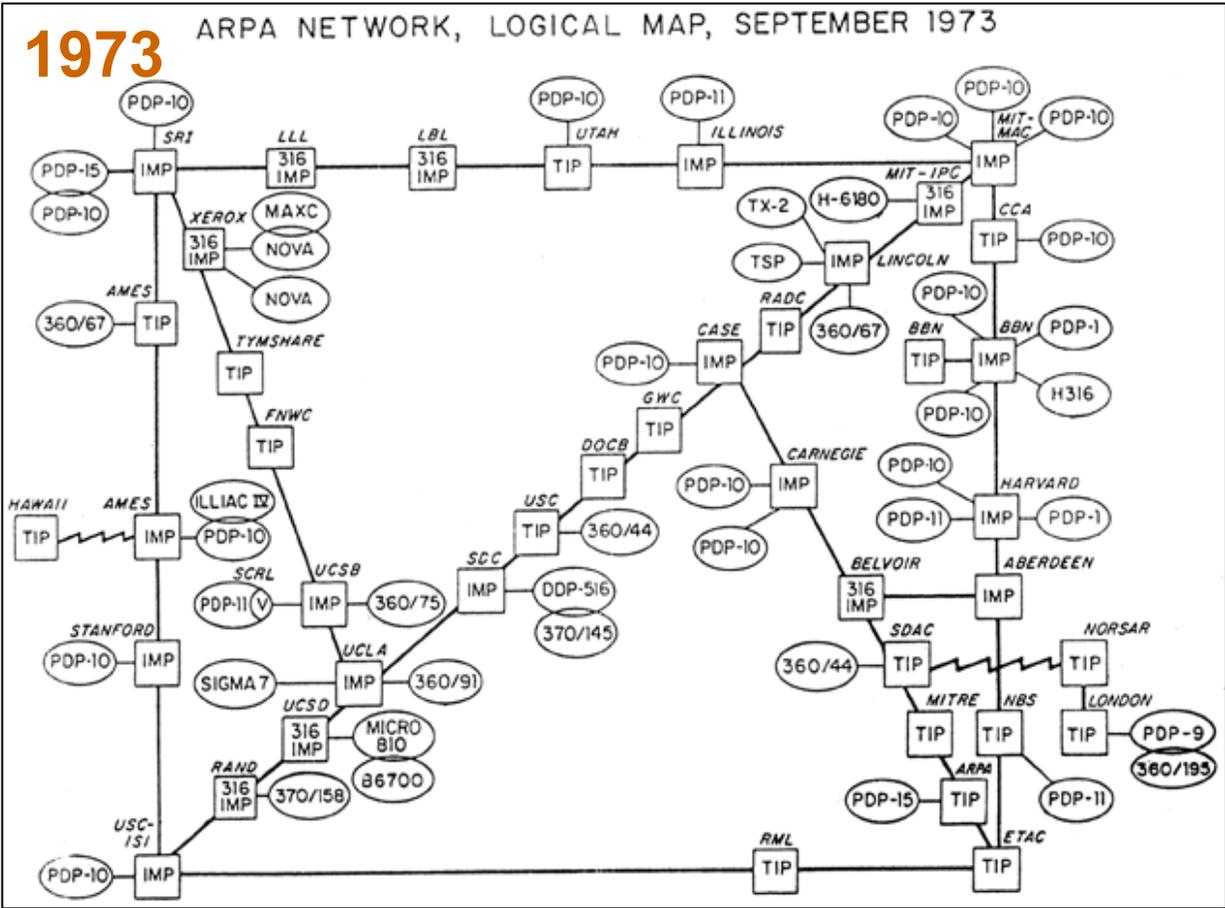


[http://www.educ.cc.keio.ac.jp/~te04811/page1-1-5-5\(2\).htm](http://www.educ.cc.keio.ac.jp/~te04811/page1-1-5-5(2).htm)
SPUTNIK1.JPG

ARPAnet 初期の接続経路



http://www.netvalley.com/httpdocs/intval/07262/content/img/fournode-2_lowres.jpg



http://www.cybergeography.org/atlas/arpnet_sept1973_large.gif

ARPAnet の基本設計

- 中心のない分散型通信システム
 - どのホストコンピュータが核攻撃によって蒸発してもどこかのコンピュータが生き残りネットワーク全体としては機能が維持される
 - Paul Baran (1962)
- パケットによる通信
 - 回線の「占有」から「共有」へ
- プロトコル(通信規約)の標準化
 - **TCP/IP** (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)
- これらによりネットワークの基本概念が確率



<http://www.zdnet.fr/u/017/091/4ec78a394eb4e4ec.jpg>

ARPAnet のプロトコルの標準化

- **国防総省 ARPA が OS としてバークレー版 Unix (BSD:Barkley Software Distribution)を採用**
 - ソースコードが公開されていることは軍にとっても望ましい
- **Unix と ARPAnet の諸々の技術が結合, TCP/IP が事実上の標準に**
 - 1982年, バークレー版 Unix(BSD)がTCP/IP を実装
 - Unix は米国の研究高等教育機関現場にすでにある程度普及していたので, TCP/IP は米国研究教育業界での通信プロトコルの事実上の標準 (de facto standard) となった

インターネットへ

- TCP/IP で接続されたネットワークが次々と ARPAnet につながり, **インターネット(Internet)** へ
 - 複数のネットワークを相互につないだもの, という意味
 - 米国では州間高速道路網を interstate という, そのもじり
 - 特異的な社会基盤＝国際的な共同運営団体に加盟し, 整合性を保ったアドレス管理, 経路制御がなされている
- 利用者からはインターネットはあたかも一つのネットワークのごとく見える
 - TCP/IP 接続の特徴
 - 複数のネットワークが接続されてできていることを全く意識しないで良い.

日本のインターネットは(も)大学から

• Internet の黎明: ネットワーク接続研究

- 日本の Internet は大学のネットワーク研究活動に端を発し, 科学一般の研究室がワークステーションを使いだした時代に急速に広まった
- 文化的背景: Unix 文化の継承 = 基本的に古きよき大学の精神
 - 自分で自分の環境を構築できる. 自分の責任において何をやっても良い
 - 相互扶助(ボランティア)
 - 自力更生(自分のことは自分でやる)
 - 無保証
- 研究室から学科, 学部, 大学, 研究所, そしてそれら相互のネットワークを接続し, 自分のネットワーク上を他人の packets が通過することを許容することにより, 総体として Internet を作っていった

日本におけるインターネットの黎明

• Internet の黎明: 研究としての接続実験の時代

– WIDE (1988年～現在, 村井純)

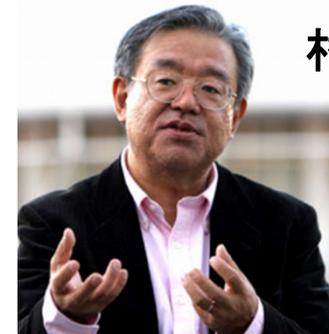
- ネットワーク接続実験
- <http://www.wide.ad.jp>

– TISN (1989年～1996年, 釜江常好)

- 日本のインターネットは高エネルギー物理学がリードして拡大(お金持ちで DEC 持ち)
- 東京大学国際理学ネットワーク
 - 最初の日米回線(つまり Internet)
 - KDD の海底ケーブルを利用させてもらう
- TISN の開通には地球惑星科学者も参加, 計算/観測データ流通のため

• 科学一般の研究室が

ワークステーションを使いだした時代に急速に普及



村井純

<http://biography.sophia-it.com/imgb/bimu001.png>



釜江常好

<http://www.slac.stanford.edu/slac/faculty/hepfaculty/kamae.html>

日本における Internet の発展:プロバイダへ

- **プロバイダ:Internet 接続サービスの提供「組織」**
- **SINET(1991 年末):大学・研究機関**
 - 1987年に始動, 本格的に整備されたのは 1994 年春あたり
 - 文部省(現:文部科学省)による研究組織間接続のための基幹ネットワーク
 - 学術情報センター(現在の情報学研究所)が管理運営
 - **SINET の下に各大学が独自のキャンパスネットを運営**
 - HINES, UTnet, Kuins, KHAN(Kobe University Hyper Academic Network), ...
- **ISP (Internet Service Provider):個人や企業**
 - **IIJ が1992 年末, 開業**
 - 研究とは関わりのない業務で Internet に参加し通信できるようになった
 - **1995 年は Internet 元年と日本では呼ばれている**
 - プロバイダにより, 個々人や企業などが契約さえすれば Internet アクセスサービスを実質的に受けられるようになったから
 - web とブラウザの普及により一般に見えるようになった

日本の大学におけるネットワーク環境

- **日本における Internet の発展に, 大学や研究者個々人の活動は触媒として有効に機能した**
 - WIDE プロジェクトの役割が非常に大きい
 - Unix の普及と同時にネットワークの利用が広まる / ネットワーク接続のために Unix を導入するようになる
 - 日本の大学の触媒機能
 - 情報科学の発展に対してはいまいち(各業界との交流があまり生まれなかった)
 - 大型計算機・スーパーコンピュータの発展には大きく寄与
 - Internet の発展には本質的に寄与
- **一方で, 大学におけるネットワークの維持運用は困難であった**
 - 使う人が作る人
(利用者は高いモラルと技術知識を持っていることが前提)であった
 - 予算がつきにくい: 研究基盤としての認識が遅れていた

電子計算機の発展：年表2

- 1957: スプートニクショック
- 1958: ARPA 設立
- 1960': Multics の開発開始(ベル研)、分散型通信システム(ARPAnet)の開発
- 1967: ARPAnet による最初の通信
- 1969: UNIX の登場、C言語
- 1970': UNIX の研究現場への普及
- 1982: BSD UNIX に TCP/IP が実装される
- 1983: X の開発開始(Project Athena)
 - ビットマップディスプレイ、日本語の表示、UNIX への実装
- 1983: ARPAnet が研究ネットワークとして独立
- 1988: WIDE プロジェクト開始
- 1989: TISN の開通
- 1991: SINET(大学間プロバイダ)の整備
- 1992: IIJ(最初の商用プロバイダ)営業開始
- 1995: 日本における「インターネット元年」
 - プロバイダ、Windows95、ブラウザ

情報革命

個人の情報環境

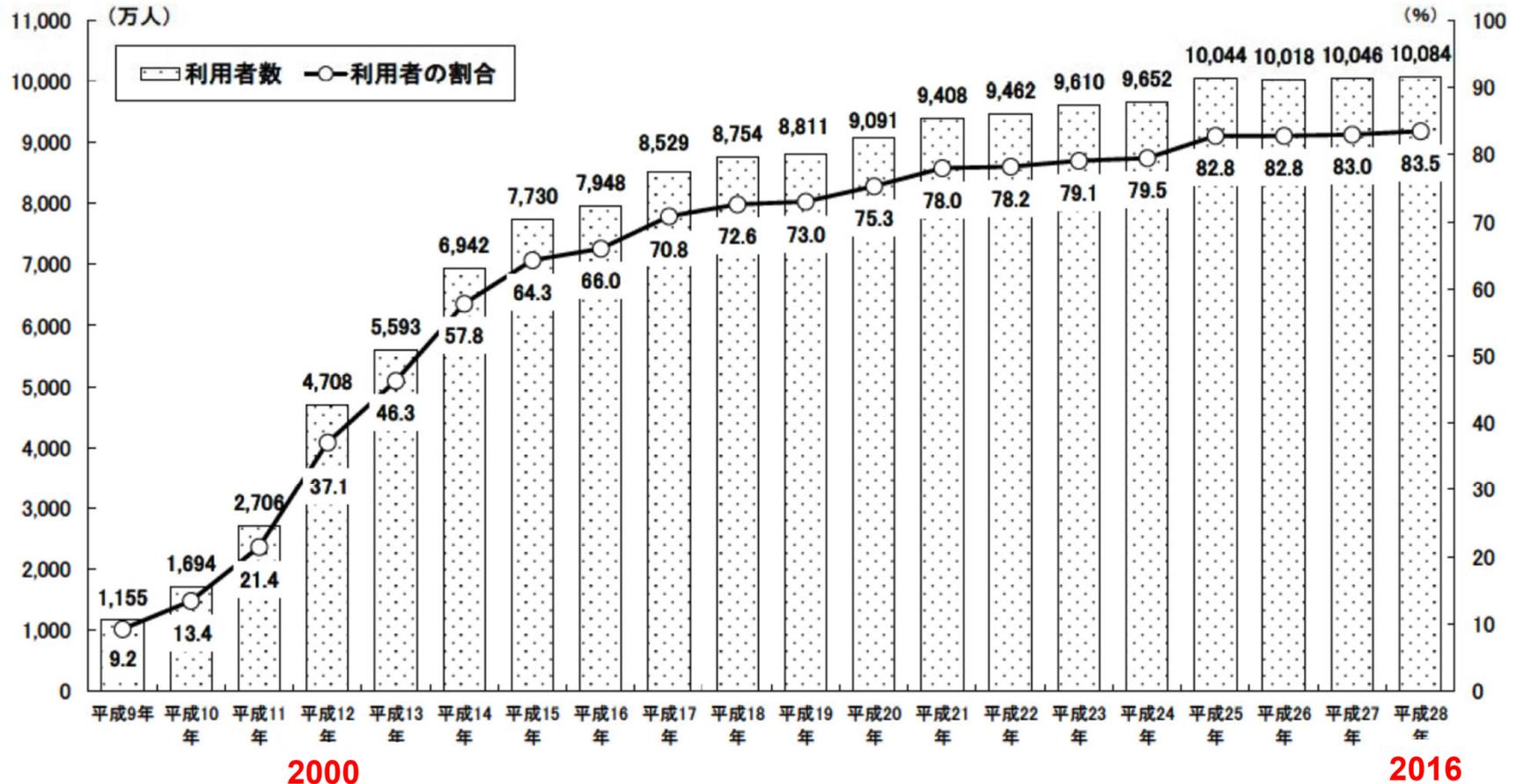
- 普通の個々人が自分の計算機(?)を持つ時代の到来
 - パソコンの登場は1970
 - Apple II と Mac OS (1976) (発売は1977)
 - パーソナルユース目的の市場を開拓
 - 1982年: NEC PC98
 - 漢字変換が難問
 - » ワープロ専用機(1978 TOSWORD/RUPO)とゲーム用パソコンとは当初独立に進化
 - MS-DOSとワープロソフト(一太郎など)の登場.
日本語空間での実務で(も)本格的に使用
 - 最初っから画像ディスプレイ!
 - GUIベースのOS, マルチウインドウ
 - Macintosh (1984年、日本語版は1986年)
 - Windows3.1 (1993)
 - 2000年ごろにはハードとしてのワークステーションを駆逐
 - Intel CPUの勝利(開発費は同じ→たくさん作れば安い)
 - スパコンvsプレステ
 - パソコンにUnix(Linux) OSを乗せる

Internetの大発展をもたらした 1990年代の二大道具

- 下地
 - Windows と AT 互換機 (MS-Intel 帝国) の普及
 - Internet の民営化 (ISP の登場, 日本では 1992)
- **WWW (サーバ) と ブラウザ (クライアント)**
 - CERNの研究者が情報交換のために解発
 - CERN HTTPd (1990) → Apache
 - NCSA mosaic (1993) → Netscape
 - WWW = W3 = World Wide Web
 - html (hypertext markup language)
 - プラットフォーム (OS) によらず閲覧
 - 「ハイパーリンク」による知識の統合
- **検索エンジン**
 - Yahoo: 1995年、Google: 1998年
- 日本では1995年は「インターネット元年」と呼ばれた

インターネットの普及

図表 5-2 インターネット利用者数及び利用者の割合の推移



平成28年通信利用動向調査(世帯編)図表5-2

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/pdf/HR201600_001.pdf

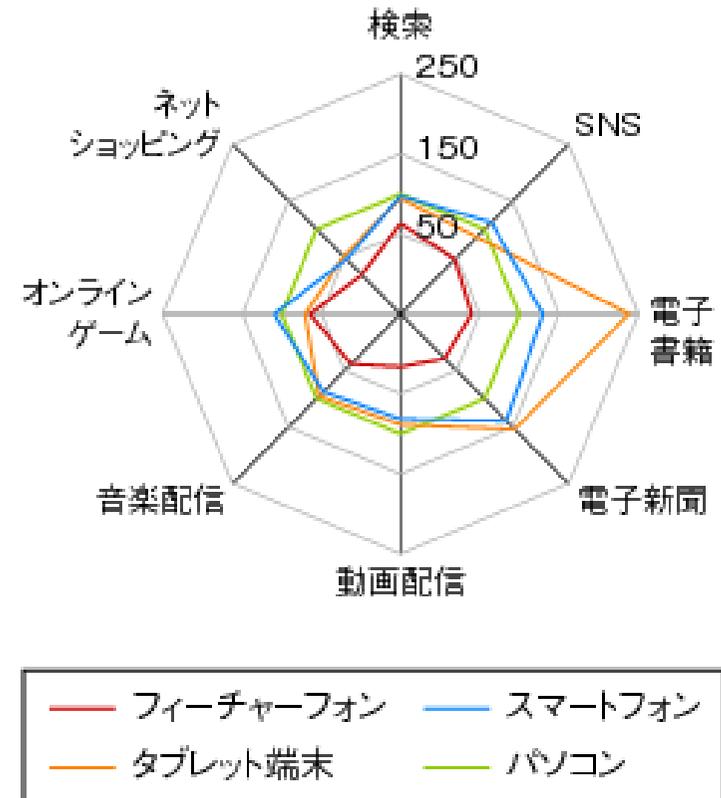
個人の情報環境

電話との融合進化・常時接続

- 個々人が計算機(?)を持ち歩く時代の到来
 - 携帯情報端末(PDA、Personal Data Assistance)
 - 電卓から進化
 - 1980年 シャープ ポケットコンピュータ「PC-1210/1211」
 - 1983年 カシオ、電子手帳PFシリーズの初代機「PF-3000」
 - 1987年 シャープ、電子手帳PAシリーズ初代「PA-7000」
 - 日本では電話会社が機器使用を支配していたので電子手帳の自然な進化(電話化・ネット機器化)は阻まれた？
 - 1999年 i-Mode
 - 2007年 iPhone → 2010' スマホ時代へ
 - 常時接続
 - クラウド化
 - データをネット上にあづけておく
 - 昔に戻った、ただし、「名無し」サーバ

「スマート革命」

- スマートフォンの普及によるユビキタスネットワーク環境の発展
 - 広帯域ネットワーク
 - クラウドコンピューティング
 - ソーシャルネットワーク

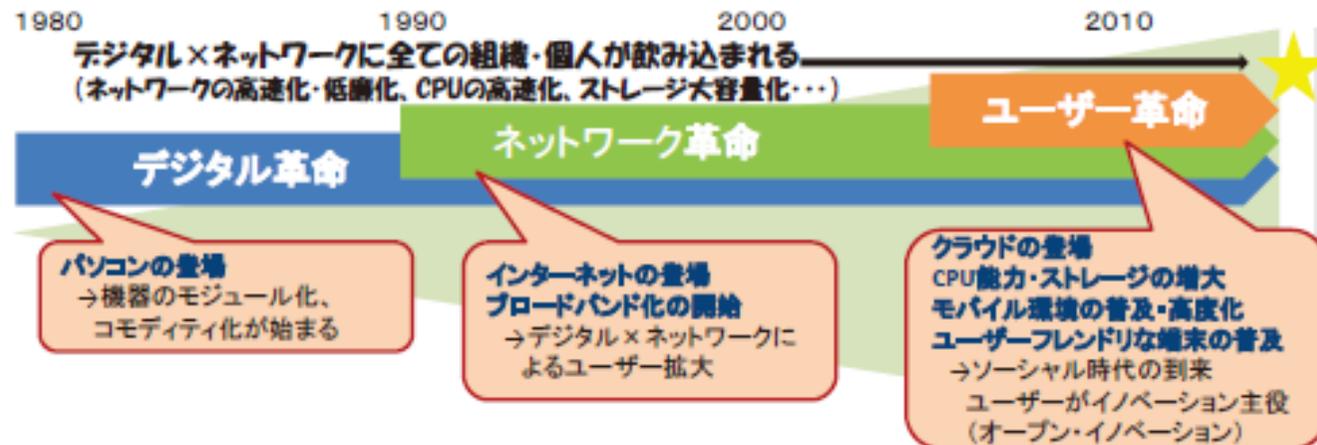


パソコンユーザーの利用率を100とした場合の
他の端末 ユーザーの各サービス利用率
(平成24年版情報通信白書)

ICT

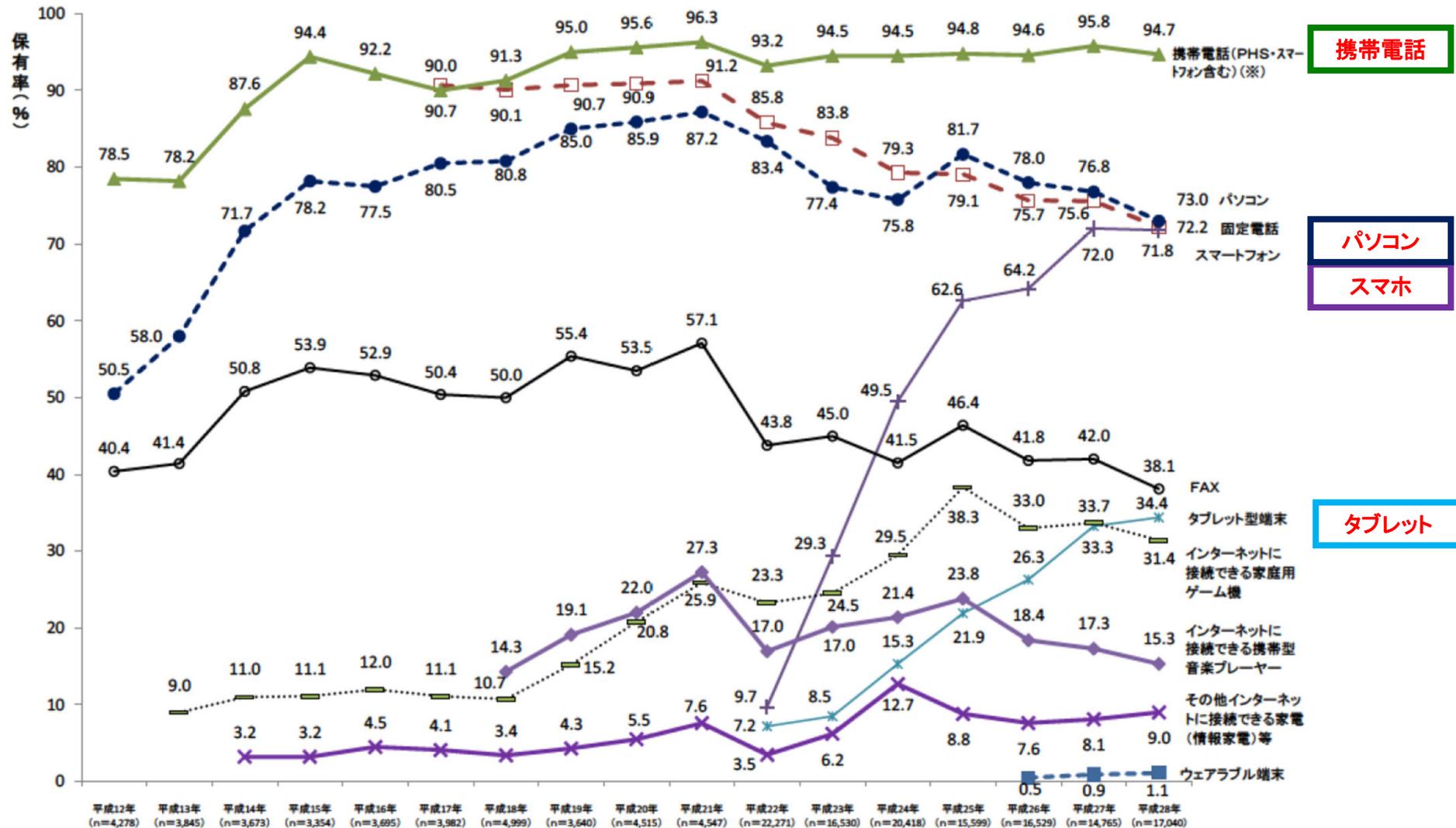
(ICT: Information and Communication Technology)

- ユーザ環境の変化
 - スマートフォン、タブレット端末の普及
 - クラウドコンピューティングの利用
 - ソーシャルネットワークの普及
- 基盤となる技術・概念は基本的に不変
 - **TCP/IP, サーバ・クライアント, CPU, OS**



計算情報環境の普及

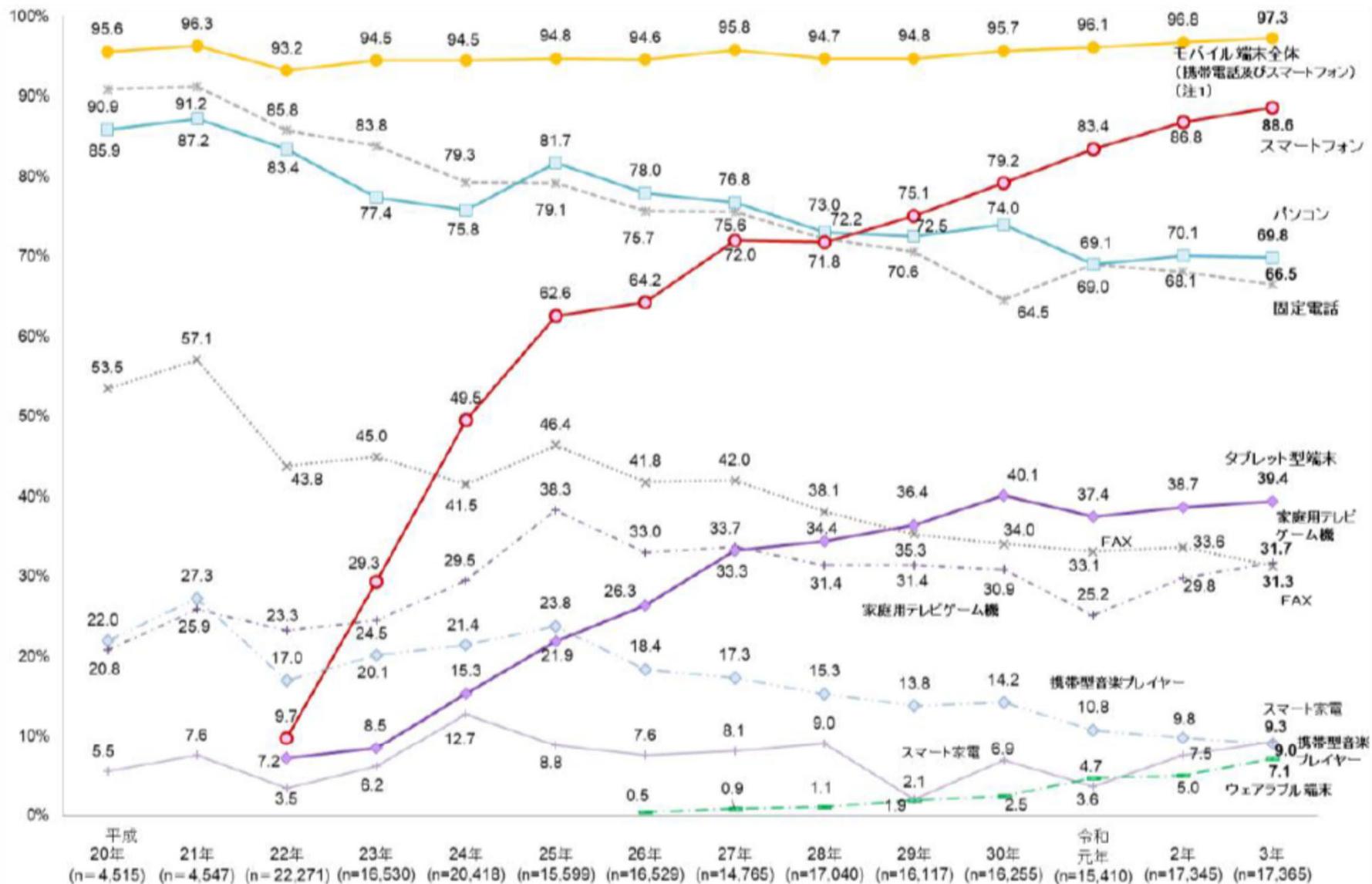
図表1-1 主な情報通信機器の普及状況の推移(世帯)



※「携帯電話」には、平成21年以降は携帯情報端末(PDA)、平成22年以降はスマートフォンも含む。

2000

2016



(注1)「モバイル端末全体」には、平成21年から平成24年までは携帯情報端末(PDA)、平成22年以降はスマートフォン、令和2年まではPHSを含む。

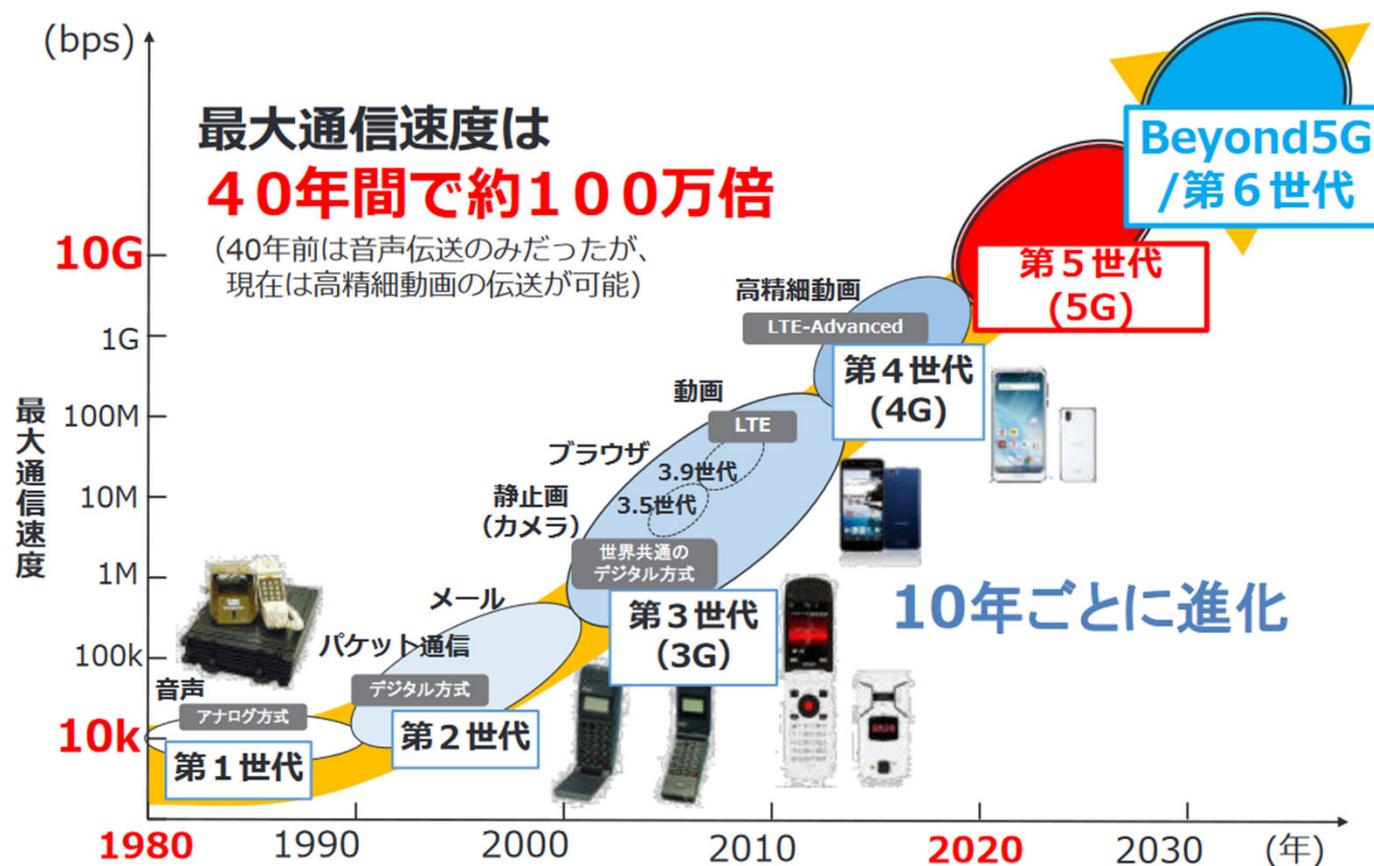
(注2)経年比較のため、この図表は無回答を含む形で集計。

令和3年度通信利用動向調査の結果 情報機器の保有状況の推移(世帯編)図表1-1

https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/220527_1.pdf

移動通信の普及・発展

図表 1-1-2-1 移動通信システムの進化



1979 年第 1 世代サービス開始

(出典) 総務省作成資料

令和5年版情報通信白書

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/pdf/n1100000.pdf>

知の爆発と 情報化時代の科学

(最終回に続く)

まとめ

- **情報実習の目標**

- **情報環境の技術的基本概念**を実体験し,
自分の情報環境は自分で維持できるようになる**素養**
 - Unix 文化(大学の精神)の継承, 自力更生と相互扶助

- **情報環境発展の歴史**

- 「計算のための」計算機から「情報を統べる」機械へ
 - 汎用機からパソコンへ, Unix とインターネットの共進化

参考書, 参考文献

- Bush, V., 1945: As we may think. Atlantic Monthly, 1945 July, 101-108.
<http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/3881/>
- 朝日ジャーナル編1989: 世界経済三国志: 覇権の150年, 42節, 朝日新聞社
- 村井純, 1995: インターネット, 岩波新書 新赤 416, 岩波書店.
- 村井純, 1998: インターネット, 岩波新書 新赤 571, 岩波書店.
- 村井純, 2010: インターネット新時代, 岩波新書 新赤 1227, 岩波書店.
- 歌田明弘, 2000: 本の未来はどうか 新しい記憶技術の時代へ, 中公新書 1562, 中央公論新社
- D. Libes & S. Ressler 著, 坂本文 訳, 1990: Life with UNIX, アスキー.
- 坂村健, 2002: 痛快! コンピュータ学, 集英社文庫.
- 総務省, 2021: 通信利用動向調査令和2年調査(令和04.05.27公表)
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>
- 総務省, 2012: 平成24年版情報通信白書
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/pdf/index.html>
- 情報処理学会 2003: IPSJ コンピュータ博物館
<http://museum.ipsj.or.jp/>
- 情報処理学会編 2010: 日本のコンピュータ史, オーム社

参考書, 参考文献

- Tom Van Vleck ed. 1994: The Multicians web site
<http://www.multicians.org/>
- 佐塚秀人, 2012: 計算機アーキテクチャ2012,
<https://sites.google.com/a/sazuka.net/arch2012/home>
- 福井健策, 2014: 誰が「知」を独占するのか -デジタルアーカイブ戦争-, 集英社新書
0756A, 集英社
- 西垣透, 2015: 集合知とは何か, 中公新書2203, 中央公論社
- 野口悠紀雄, 2016: 知の進化論, 百科全書・グーグル・人工知能, 朝日新書590, 朝日新聞
出版
- 西垣透, 2016: ビッグデータと人工知能, 中公新書2384, 中央公論社
- 来夢来人: フリーイラスト素材の来夢来人
<http://www.civillink.net/esoza/>
- ビジネスアイコン無料素材, <https://business-icon.com/>
- GATAG: フリーイラスト素材集 (閉鎖)