# 「情報通信の潮流を泳いで 」

2019.5.25

東海大学情報通信学部
通信ネットワーク工学科

石井啓之

# 本日の話の流れ

- 学部について
  - これまでの経緯と現状
- 大学院について
- 自己紹介を兼ねてR&D個人史
- これからの展望
  - 第四次産業革命とSociety5.0
  - 大学における教育と研究の方向
- まとめ

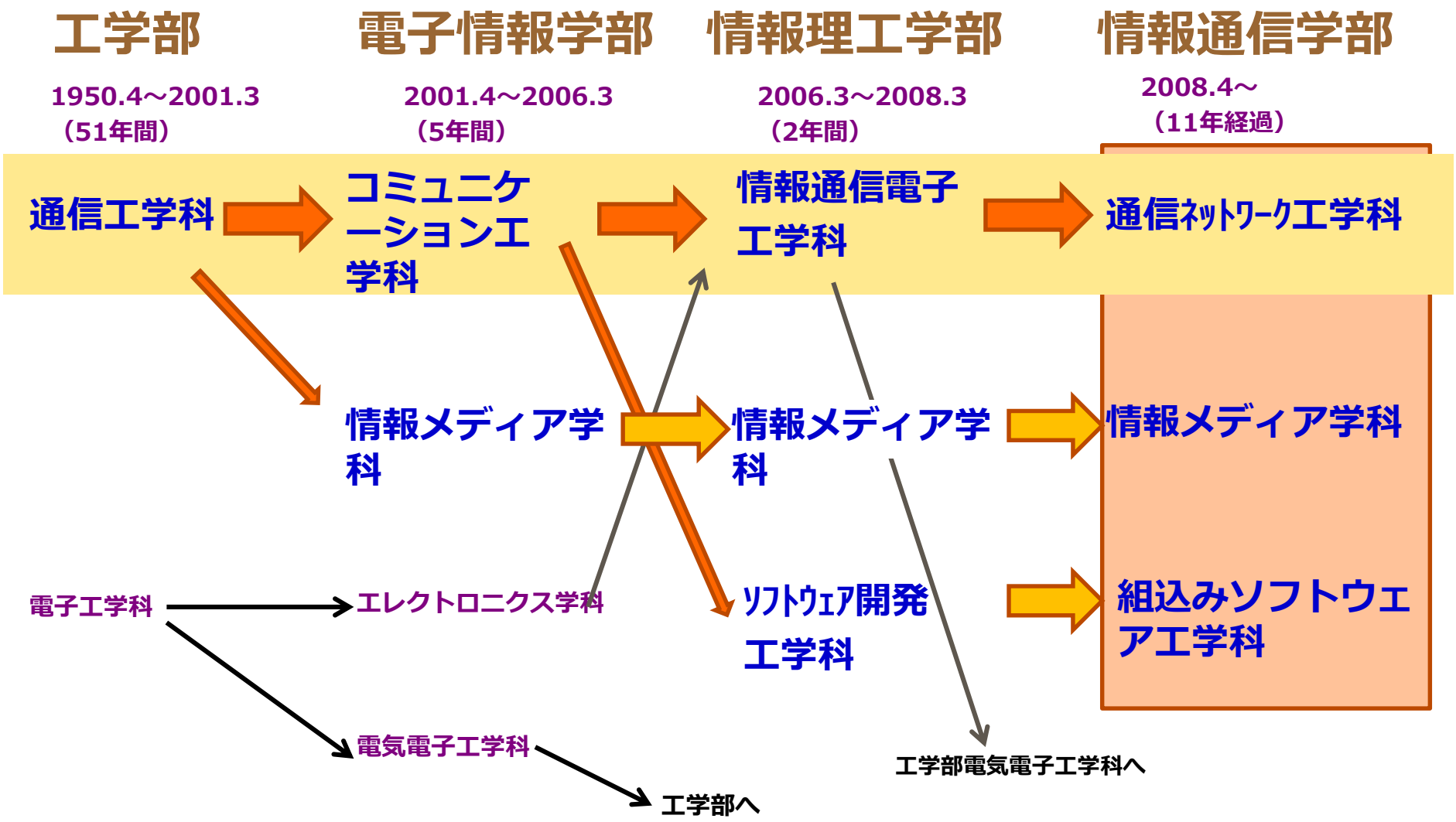
# 情報通信学部について

- 2008年度に発足
  - 高輪から2,000名以上の卒業生が巣立ちました
- 特色
  - IT環境の充実した都心型キャンパス
  - 社会要請に対応した４学科（各々学年定員80名）
    - ◆情報メディア学科＊
    - ◆組込みソフトウェア工学科＊
    - ◆経営システム工学科
    - ◆通信ネットワーク工学科＊

      ＊の３学科が旧通信工学科の流れをくむ

    - →中心はソフトウェア開発技術者養成

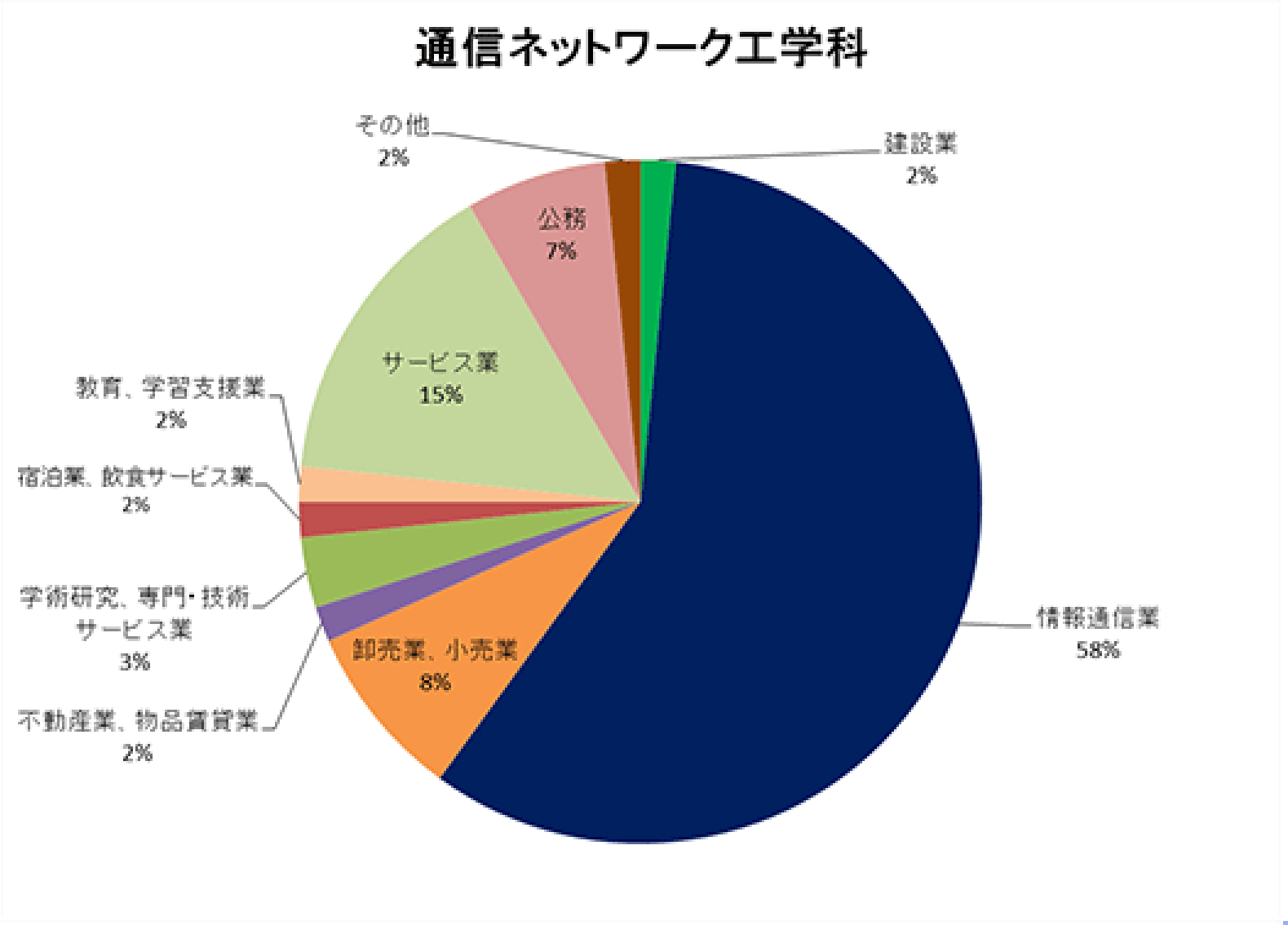
# 通信工学科から通信ネットワーク工学科まで



# 通信ネットワーク工学科（JT）

- 通信ネットワーク工学科では
  - 通信ネットワーク、セキュリティ、IoT、AI、ビッグデータなど、ネットワーク社会のニーズに応える専門技術を実践的に習得（大学のwebより）
- 主な就職先
  - NTTデータ/日本電気/ドコモテクノロジ/ソフトバンク/ニフティ/ラック/KDDI/ミライト/日本コムシス/インテック/ＡＧＳ/ＳＣＣ/東京コンピュータサービス/エヌアイデイ/三井Ｅ＆Ｓシステム技研/三菱電機インフォメーションネットワーク/NTTデータ・フロンティア/ソーバル/ＮＴＴテクノクロスサービス/ＪＢＳテクノロジー/IIJ/NTT-AT ほか
- 偏差値
  - ベネッセ：47-48
  - 旺文社、河合塾など：42.5

# 就職先業種


通信ネットワーク工学科
その他
2%
建設業
2%
公務
7%
サービス業
15%
教育、学習支援業
2%
宿泊業、飲食サービス業
2%
学術研究、専門・技術
サービス業
3%
不動産業、物品賃貸業
2%
卸売業、小売業
8%
情報通信業
58%

# 自己紹介を兼ねてR&D個人史

# 名前・出身・経歴

石井啓之（いしい　ひろし）

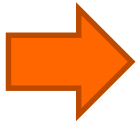
- 1954.10.3 奈良県橿原市生まれ
- 大阪大学工学部通信工学科(1977.3卒)
- 同大学院工学研究科通信工学専攻(1979.3修了)
- 日本電信電話公社入社(1979.4)
  - NTT研究所に所属
- NTT退職(2003.3)

# 名前・出身・経歴

- 東海大学電子情報学部コミュニケーション工学科(DT)配属（2003.4-2006.3)
- 情報理工学部情報通信電子工学科(DJ)（2006.4-2008.3)
- 情報通信学部通信ネットワーク工学科(JT)(2008.4-現在）
  - 2008年からしばらくは、ET(工・通信)、DT、DJ、JTの4学科主任を兼務、加えて専門職大学院も兼務
  - 2012.4-2017.3、大学院情報通信学専攻主任
  - 2017.4から、大学院情報通信学研究科長

# 大学時代：パケットネットワークと出会う

- 卒論：Closed Queueing Networkの解析
  - パケットネットワークの状態を確率的に表現し、その定常状態方程式を解き、種々の特性値を得ようとした。（インターネットが生まれたばかりで、実用性が十分にわかっていない時代でした）
- 修論：パケット通信網の割り込み過程の解析
  - ネットワークに入力された隣り合うパケットが網内を転送される間にどれくらい間隔が離れてしまうかを確率過程を用いて解析



机上の空論？の研究で、実用的なスキルはゼロでした（プログラムもハードウェアも、もちろんオシロやハンダゴテもからきしダメ。それは今に至るまでダメなままです）

# NTT時代　通信網構成法

- 1979年に日本電信電話公社に入社し，研究所の基幹交換研究部に配属
  - DDXパケット交換網（インターネットとは異なるデータ交換網）の構成法（トラヒック交流条件から，コスト最小にするノード数，リンク帯域の算出法）を考案、電話網との設備共用の方法について検討
  - 当時はまだクロスバ交換機の後継のアナログ電子交換機(D10~)の開発に重点が置かれ、通信網構成法も電話網が中心であったため、パケット網はほぼ蚊帳の外扱いでした

# NTT時代　信号方式

- ISDNの前身の加入者線信号方式を検討
  - ISDNの前段階のNTT特有INSモデルシステム検討が本格化しつつある時代に通信網設計チームから信号方式（通信プロトコル）チームに異動
  - 既存のアナログ加入者線上にデジタルデータを重畳する方式（ハイブリッドチャネル）の加入者線信号方式（プロトコル）を検討

# NTT時代　信号方式

- 検討の結果
  - お蔵入りとなった（やはりデジタルはISDNで、と言うのが社（日本）の方針）
  - この後はISDN一色となる
- しかし
  - 後に方式は異なるが、ADSL方式としてソフトバンク社によって復活させられる
  - このADSLは、音声を中心としたデジタル通信網の青写真（NTT肝いりで進めてきたISDN）を、データ中心のインターネットアクセス手段としての競争に持ち込み、結果としてISDNを葬り去る尖兵となった

→　ネットワーク中華思想の崩壊の兆し

# ＮＴＴ時代　ISDN標準化

- 1980年代はISDNの研究と国際標準化
  - 電話以外のマルチメディア端末を同じ電話線につなげて便利なディジタル社会を実現しようと，電話を主体としたISDN（サービス総合ディジタル網）の研究に従事
  - 年に３，４回，海外出張し，諸外国と議論しながら国際標準を決める活動を行った
  - 成果はCCITT勧告Q.920/921として結実

# 標準化生活

- 英語がよくできないまま，放り込まれて，NTTの主張（郵政のお墨付きの日本案）を通して来いと言われる
  - OJT (On the Job Training)そのもの．ちゃんと英語やってなくて大変苦労しました
- めしものどを通らない緊張感，mid-night sessionなどのつらい生活でした

# 標準化の中身

- ISDNユーザ・網インタフェースのレイヤ２プロトコルの標準化
  - ネットワークと端末との間で，レイヤ２アドレスを付与し，複数端末の識別を行って，確実に情報を送り届ける役目をHDLCをベースに検討し，明確化
    - 多重LAP、放送形式転送、自動TEI割当の3機能
  - 故障管理などのプロトコル標準の基本部の検討

# ＮＴＴ時代　TINA標準化

- 90年代には，
  - ATM交換装置開発チームで，ユーザ・網インタフェース仕様の策定

    *ドコモの3Gネットワークに使われていました*

  - 通信情報ネットワーキングアーキテクチャ(TINA)の研究に従事し，分散処理を前提としたネットワークソフトウェアアーキテクチャ仕様の開発・検証を行う（華やいだバブリーな時代）

# TINA

- TINAの中身
  - パソコンがどんどんupdateしていくように，ネットワークも，ソフトウェアを自由に配備し，updateしていける仕組みを作ろう
  - ネットワーク上に仮想的なOSを分散配置し，その上にアプリケーションを分散して置き，網全体でひとつの大きなPCのような役割を果たそうとした
- まだネットワーク中華思想

# TINA

- 実験室レベルではかなりの成果を上げた
  - ジュネーブの国際電気通信展示会で成果を展示し，大好評
- 実用では，予想以上のインターネットの進展で，ネットワーク本体への機能追加ではなく、ネットワークの外側のシステムで同じような発想での分散処理が主流となった
  - ネットワークは土管扱いとなっていく

# ＮＴＴ時代　終末期

- 90年代後半から，IPネットワーク制御システム(GMN-CL)の開発（村山先生考案）
  - インターネットの進展を受けて，専用線からIPベースのVPNへ世の中が変わってきた
  - IP-VPN(プロバイダエッジベース）の潮流の先頭を切って実用システムを開発し，事業会社に導入をめざした
    - 研究所が開発し、それを事業側が必ず使う、という長年の常識が雲散霧消し、事業会社からお金をもらえる研究開発へシフト（研究所中華思想も消える）

# 東海大学にて

- 2003年4月、当時の電子情報学部コミュニケーション工学科教授として採用いただく
  - セキュリティ、通信工学、基礎実験、通信工学実験などを担当
- 学科にはネットワーク系の先生がおられず、卒研の希望者が多く来てくれました。

# 石井研究室の紹介

- 発足（2003年度）
  - 石井のNTT研究所から東海大学への転身に伴いコミュニケーション工学科第13研究室として「通信・情報ネットワーキング環境」の研究開始
- 立ち上げ時期(2004-2005年度)
  - NTT研究所との共同研究など
- 国等からの大型委託研究の時期(2006-2012年度)
  - 総務省SCOPE-R(アドホックユビキタス通信環境)
  - 科学技術振興機構 CREST(超低消費電力化システム）
- 安定期（2014年度-）
  - 学術振興会科研費
- 終末期（今）

# 石井研究室の紹介

- 8年間(2004-2019)の卒業生
  - 学士：約140名（中国、サウジ、UAEを含む）
  - 修士：21名（ｶｻﾞﾌ、中国、タイを含む）
  - 博士：3名（ﾏﾚｰｼｱ、ﾗｵｽを含む）
- 就職先
  - キャリア：KDDI、NTT西、ｿﾌﾄﾊﾞﾝｸBB、ﾆﾌﾃｨ
  - メーカ：沖電気工業、NEC
  - IT系：NTTデータ、日本IBM、NTTﾄﾞｺﾓｼｽﾃﾑｽﾞ、日本ｺﾑｼｽ、ｺﾐｭｰﾁｭｱ、協和ｴｸｼｵ、伊藤忠ﾃｸﾉｿﾘｭｰｼｮﾝｽﾞ・・・・・

# 石井研究室の紹介

- ネットワークレイヤの研究を中心に
  - 無線アドホックネットワークにおける効率的画像情報転送方式
  - 放送型情報転送網における転送効率の向上
  - 位置情報にもとづく経路選択手法
  - 低遅延ネットワークサーバ選択指標
  - インターネット遅延分布の解析
  - 不正アクセスの地理的時間分布の解析
  - 仮想サーバの最適配置法

  などの研究テーマを扱いました

# 石井研究室の紹介

- 研究業績（16年間）
  - 査読付きジャーナル論文：３３
  - 査読付き国際会議論文：９９
  - 東海大学紀要：９
  - その他研究会や全国大会発表：８５

- 発足以来獲得した外部資金
  - 研究直接費：約8,000万円
  - 間接費として大学に約2,500万円をもたらす

# 石井研究室の紹介

- 表彰
  - 論文賞10件
    - ◆電子情報通信学会通信ソサイエティ論文賞（優秀論文賞）
    - ◆PDPTA best paper award　数回
    - ◆電気学会研究会奨励賞／Outstanding student presentation award　ほか
  - 業績賞
    - ◆2009年度松前重義賞（学術部門）:石井啓之
    - ◆2010年度松前重義賞(文化部門奨励賞）：宇津圭祐（博士課程学生）
    - ◆Worlcomp2010 Outstanding Achievement Award　数回
  - その他
    - ◆平成22年度学術振興会特別研究員に採用：宇津圭祐

# これから（いくつかのキーワード）

- 第四次産業革命とSociety5.0
- ICT
- これからの大学教育と研究
- 改組の話

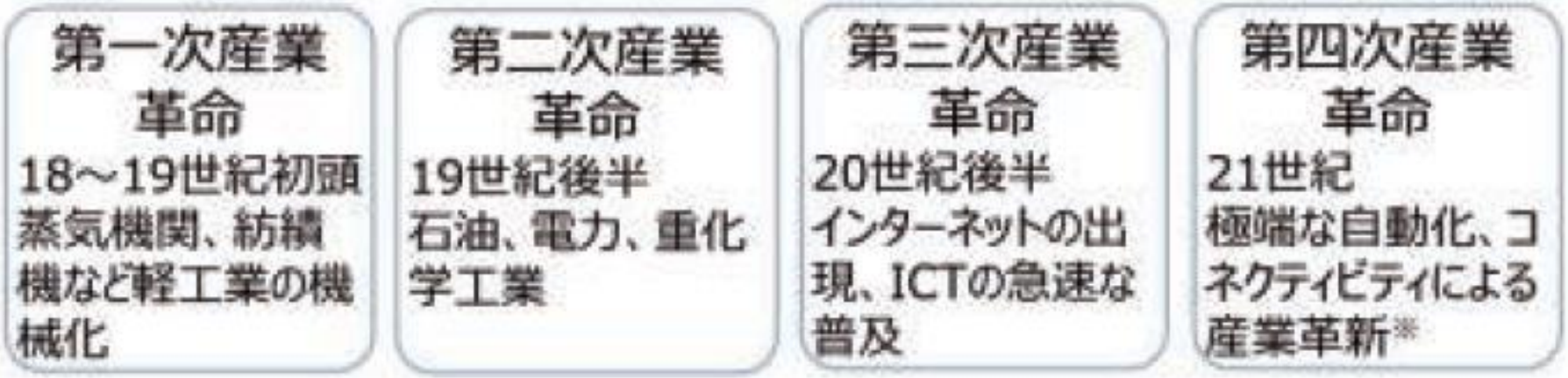
# 通信ネットワークの位置付け

- 電信電話による情報伝達は遠い過去
  - 端末は簡易であることを前提に、それら相互の接続には高度なネットワーク機能が必要
  - サービスの追加もネットワーク側で行う
  - サービスのメニューもネットワーク側で取り揃える
  - インフラ設備産業として、莫大なコストをかけて研究開発実用化を行い、産業の米として位置づけられた

# 通信ネットワークの位置付け

- 今やネットワークは針金（土管）
  - 機能、サービスは網外にある高機能なコンピュータ群で実現
- さらに、ネットワーク、ハードウェア、ソフトウェア、アプリは、すべて「サービス」として「仮想化」
  - ネットワーク技術のコモディティ化進展

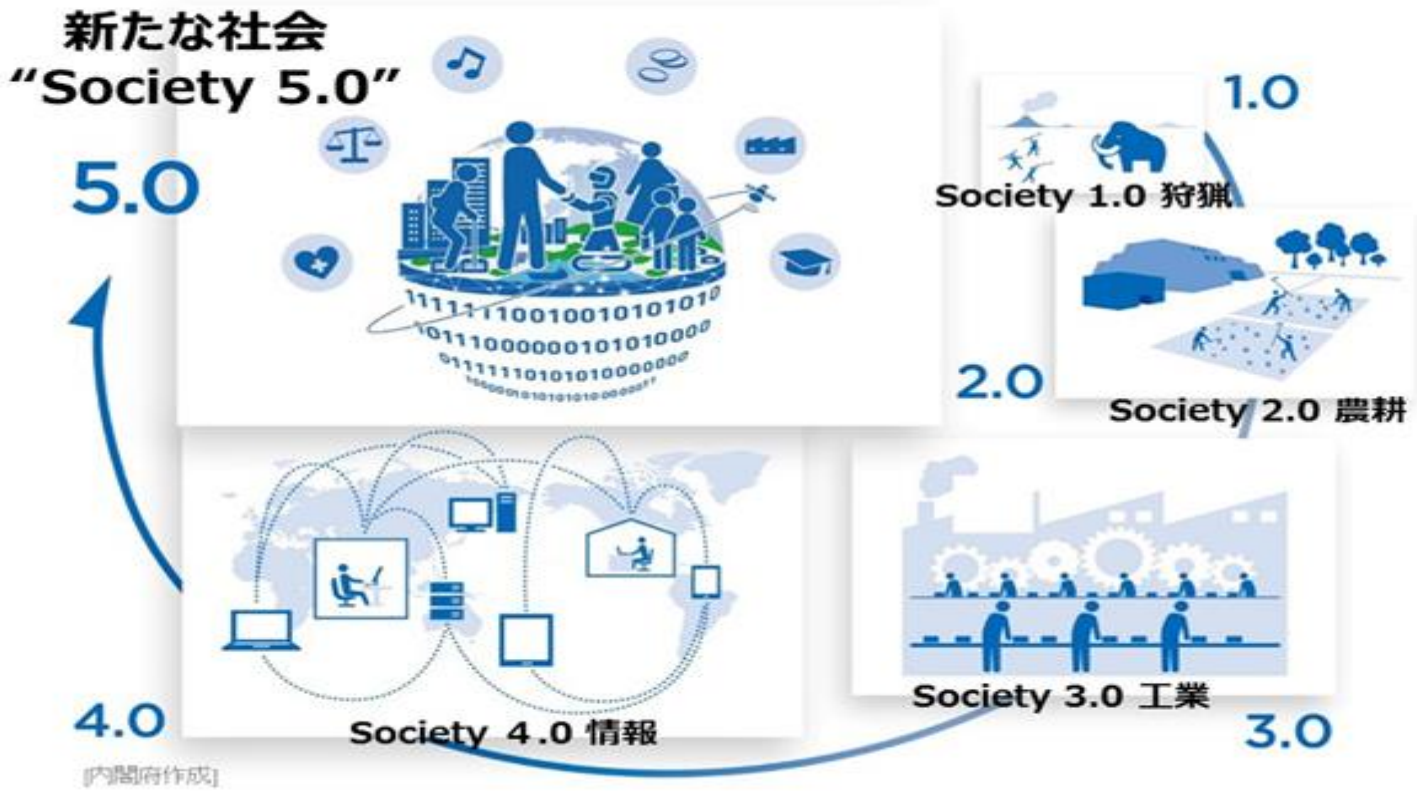
# 第四次産業革命




| | | | |
|---|---|---|---|
| 機械化 | 大量生産 | コンピュータによる自動化 | IoT,AI<br>「つながる」 |

ドイツがインダストリー4.0という構想を発表したことに影響を受けているらしいです

# ソサエティ5.0




第四次産業革命は、ICT、IoTによる製造業の革新や生産性の向上に焦点
Society 5.0は、ICT、IoTなどのデジタル革新により「社会のありよう」を変えて、社会が抱える様々な課題を解決する、包括的なコンセプト

# ソサエティ5.0

- 現在（Society 4.0）
  - 情報があふれて必要な情報を見つけて分析・共有することが困難
  - 少子高齢化や地方の過疎化で人的負担も大
- Society5.0
  - 「日本政府」が、IoTやAI、クラウド、ドローン、自動走行車・無人ロボットなどの活用を推進しましょうと言い出す
  - これら最新テクノロジーの活用により、少子高齢化・地域格差・貧富の差などの課題を解決し、一人ひとりが快適に暮らせる社会を実現しましょう

# 内閣府地方創生会議資料
# 「Society5.0と第4次産業革命について」より

・実社会のあらゆる事業・情報が、データ化・ネットワークを通じて自由にやりとり可能に（IoT）

・集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（ビッグデータ）

・機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（人工知能（AI））

・多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に（ロボット）

**→これまで実現不可能と思われていた社会の実現が可能に。**

**これに伴い、産業構造や就業構造が劇的に変わる可能性。**

**データ量の増加**

世界のデータ量は

**2年ごとに倍増。**

**処理性能の向上**

ハードウェアの性能は

**指数関数的に進化。**

**AIの非連続的進化**

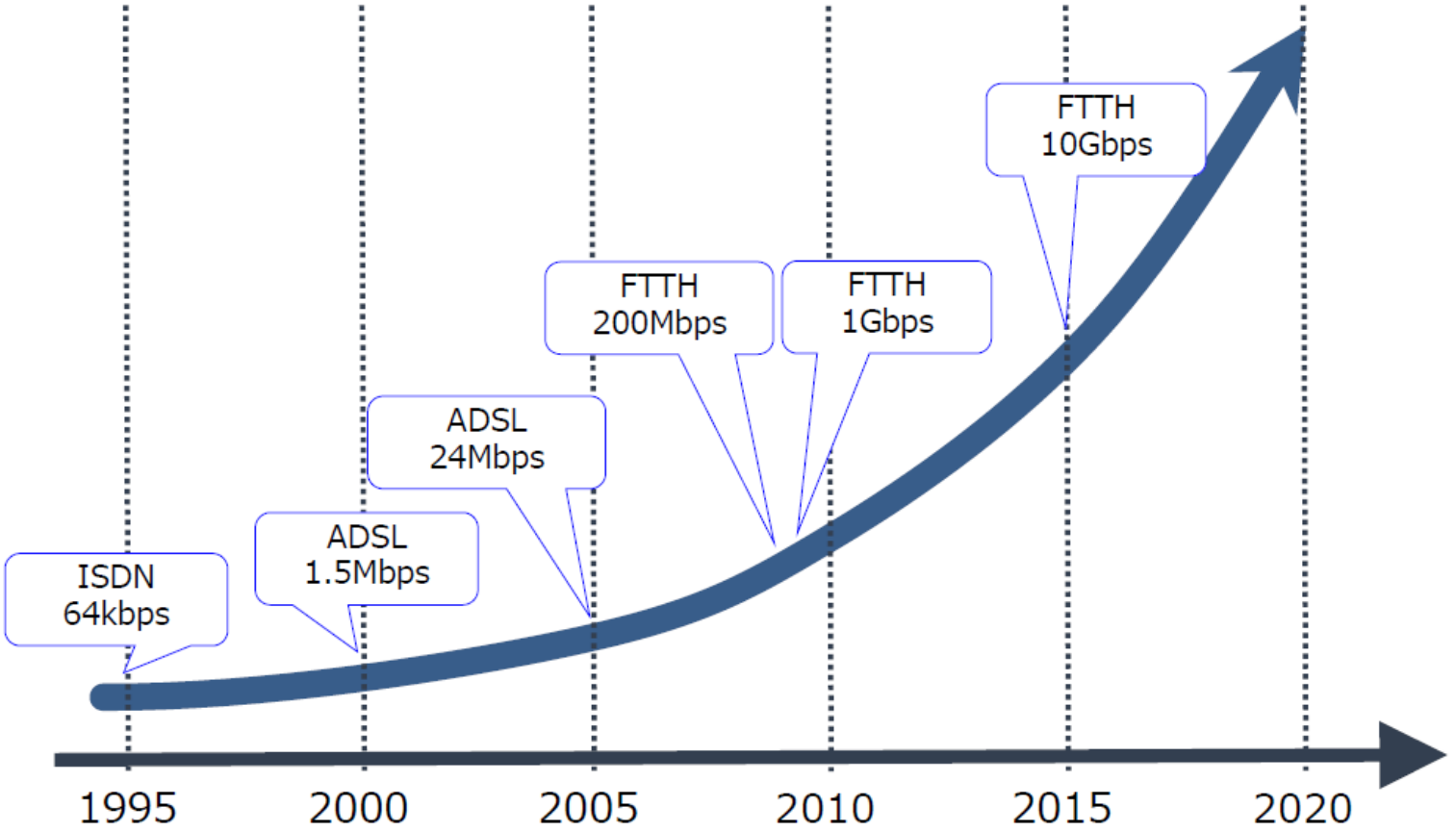
ディープラーニング等
によりAI技術が
**非連続的に発展。**

「新産業構造ビジョン」（平成29年5月30日経済産業省（産業構造審議会新産業構造部会）より

# 通信速度（有線）

内閣府地方創生会議資料
「Society5.0と第4次産業革命について」より

有線のスピードは20年で約156万倍に。

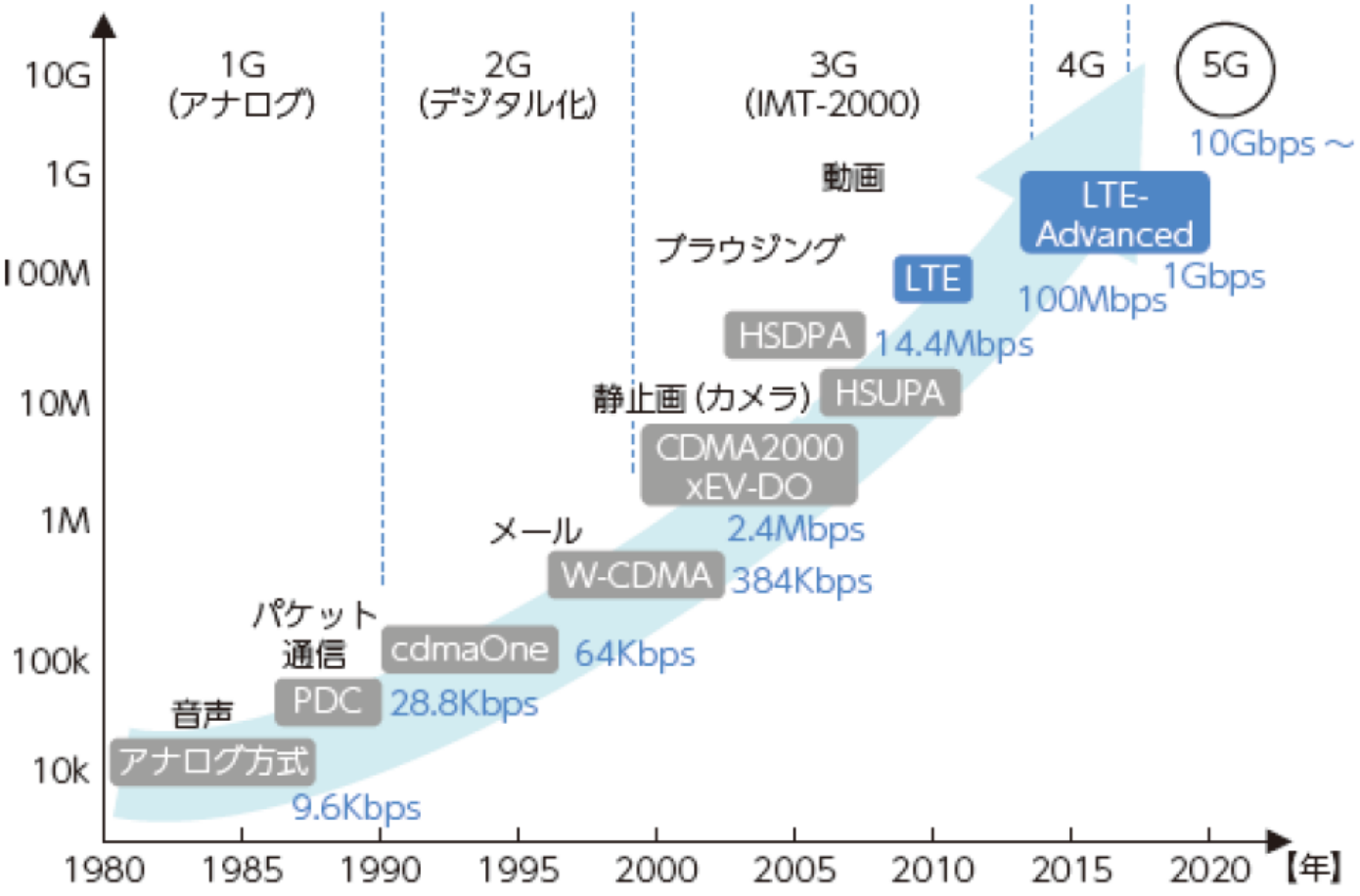



総務省「平成26年版情報通信白書」等から総務省作成

# 通信速度（無線）

内閣府地方創生会議資料
「Society5.0と第4次産業革命について」より

無線のスピードは40年で約100万倍に。




今後の本格的なIoT時代に向け、新しい技術LPWA(Low Power Wide Area)の開発も。

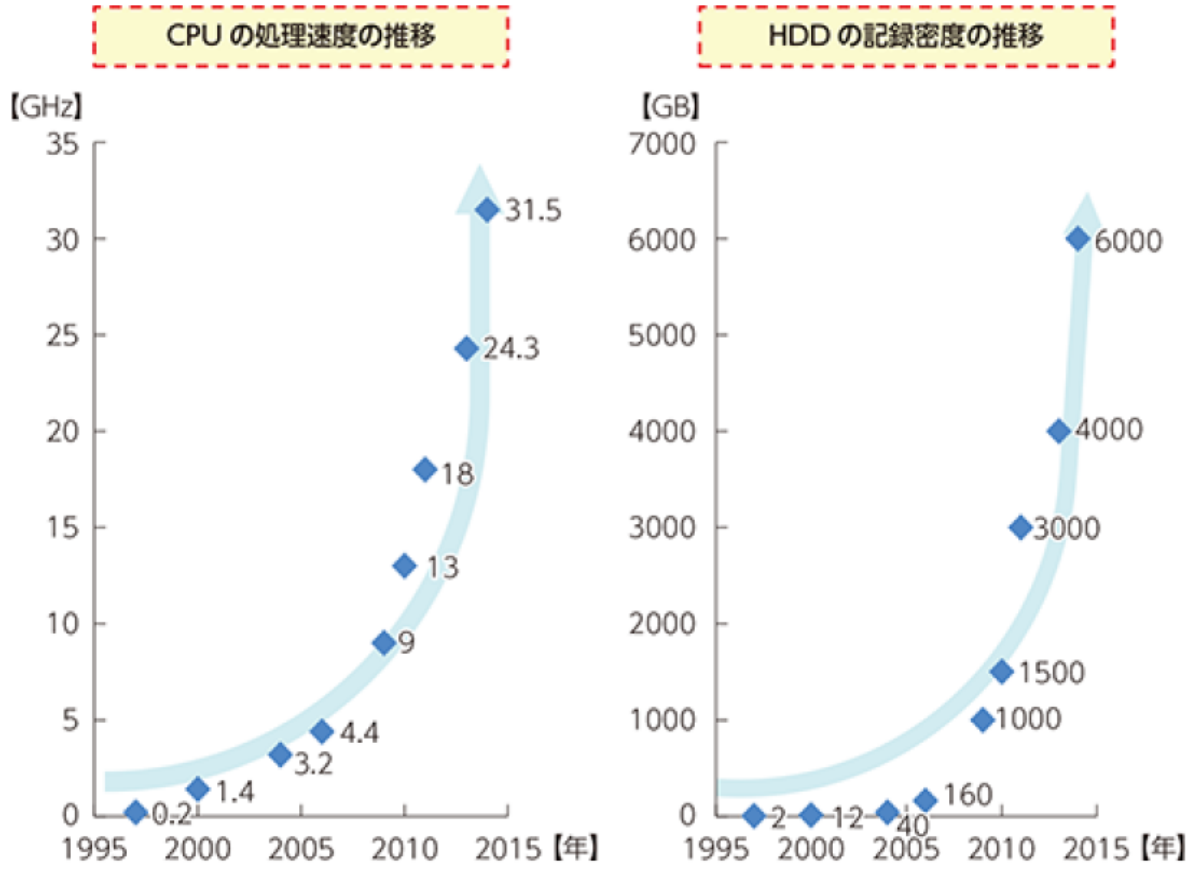
- 送受信速度を抑えて消費電力を抑制（単三電池２本で10年以上）
- 免許不要

出典：総務省 平成27年版 情報通信白書

# 処理速度

内閣府地方創生会議資料
「Society5.0と第4次産業革命について」より

コンピューティング分野は、ムーアの法則に従い、CPU（中央演算処理装置）等の計算能力が指数関数的に向上するとともに、データを蓄積するストレージの大容量化も進んできた。




出典：総務省「通信自由化以降の通信政策の評価とICT社会の未来像等に関する調査研究」（平成27年）

# AIの進化

内閣府地方創生会議資料
「Society5.0と第4次産業革命について」より

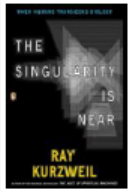
人工知能は、ディープラーニングの開発を契機に、飛躍的な進化を遂げている。
レイ・カーツワイル氏は、2045年にシンギュラリティ（AIが人類の知性を上回ること）の実現を予測している。

囲碁ソフトAlpha Go が
韓国トッププロに勝利

棋譜なしに人間を超える能力を持つ
囲碁ソフトAlpha Go Zero の実現

2045年

SINGURALITY
（技術的特異点）




カーツワイルの予測
(Google社技術責任者)

2017年

2016年

2012年

2006年

ディープラーニングでAI
自らが「猫」の特徴を識
別する機能を飛躍的に
高めた

人工知能、遺伝子工学、ナノテクによる新素材の開発
等の発展に伴う「生命と融合した人工知能」の実現

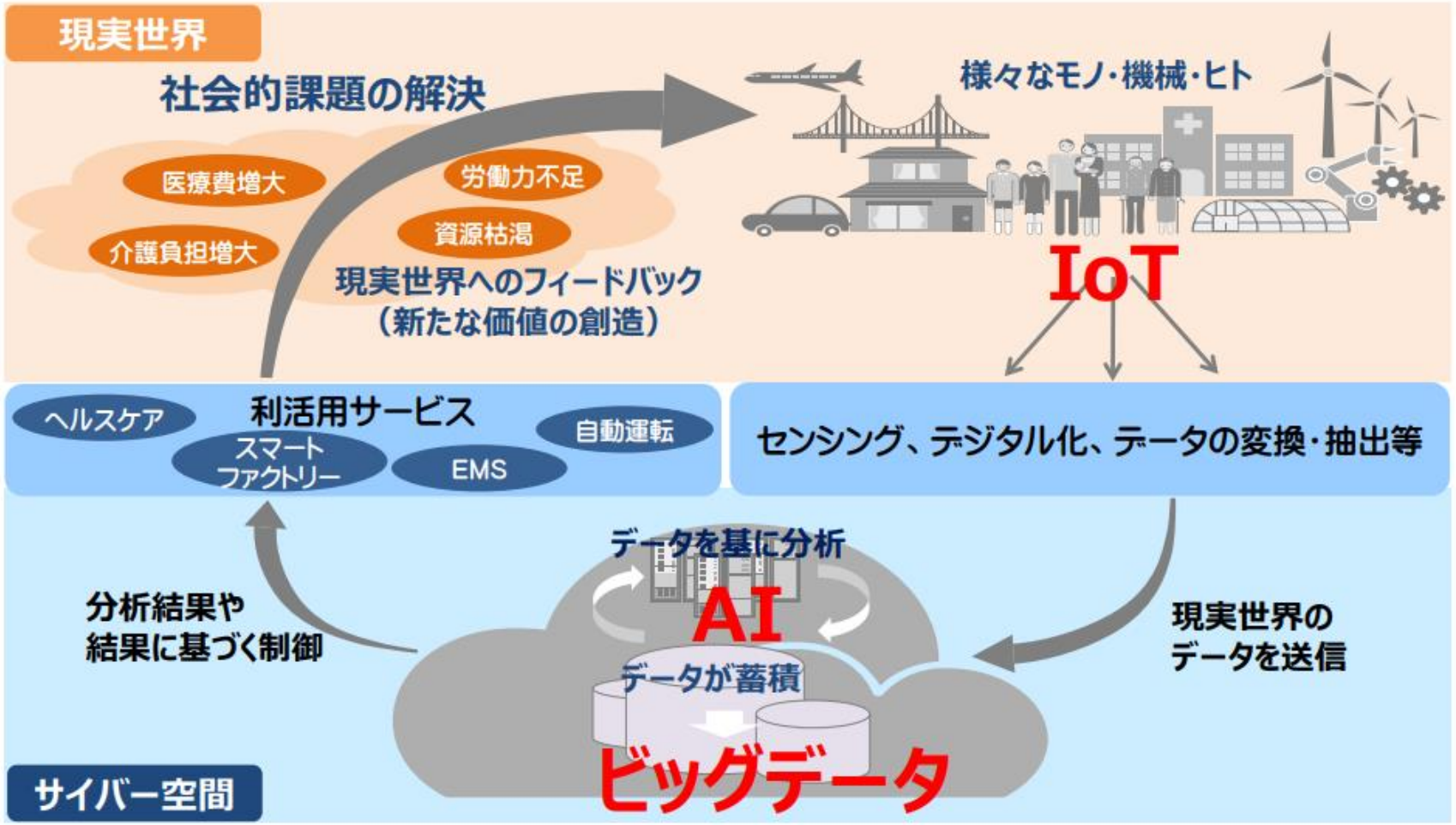
ヒントンらが
ディープラーニングを
考察

・ 計算機性能の飛躍的向上
(GPGPU(※)など)
・ 絶え間ない技術革新
⇒学習によりパターン認識向上

(※) GPGPU（General-Purpose computing on
Graphics Processing Units）
：GPU（画像処理に特化した並列処理装置）を
画像処理以外でも利用可能にした演算装置。

# CPS（Cyber-Physical System）

センサのデータなど現実世界の情報を集め、サイバー空間で分析して
また現実の世界に結果を反映する



# どうなっていくのか？ →ICT

- Inclusive
  - 年齢・性別・障害の有無・国籍・所得等に関わりなく、誰もが多様な価値観やライフスタイルを持ちつつ、豊かな人生を享受できる「インクルーシブ（包摂）」の社会
    - ◆職場スイッチ：スイッチひとつでどこにいても複数の仕事場をバーチャルに切り替える
    - ◆高齢者サポート：補助ロボットの活用
    - ◆翻訳の高度化
    - ◆おせっかいロボット

# どうなっていくのか？ →ICT

- Connected
  - 地域資源を集約・活用したコンパクト化と遠隔利用が可能なネットワーク化により、人口減でも繋がったコミュニティを維持し、新たな絆を創る「コネクティッド（連結）」の社会
    - 自治体：ロボット受付で24時間
    - 健康：端末センサーで健康管理、AI診断
    - 自動運転
    - 防災

# どうなっていくのか？

- Transform
  - 設計の変更を前提とした柔軟・即応のアプローチにより、技術革新や市場環境の変化に順応して発展する「トランスフォーム（変容）」の社会
    - キャッシュレス化：家計管理まで
    - 全自動農村
    - AIによるサービスの高度化

# 大学教育研究として

- Society5.0的な将来構想への積極的関与
  - ■キーワード：AI, IoT, BigData
  - ■今の当学科の専門教育：プログラミング、ネットワークソフトウェア、セキュリティ、通信工学、ネットワーク工学　など　アプリケーション指向・ソフトウェア指向の教育　は方向性として合っている

→本学科の研究教育内容はさらに重要となってくると思われます。

→レイヤ３以下のインフラ系は最小限にしてより、サイバー技術に長けるスタッフが必要

# 大学教育研究として

- CPSの構築のためのエンジニアの養成が急務

- 社会科学系との同口ケ改組の機会をとらえて
  - ■情報通信技術スペシャリスト
  - ■文理融合的なジェネラリスト

  の両方の軸を持った学部大学院構成が望まれる（かもしれない）

# 大学教育研究として

- 泥臭いところでは：時代の要請に応え、信頼を得、結果として生き残っていく必要があります
  - ■学生数の確保
    - ◆リカレント教育
    - ◆留学生、グローバル化（アウトバウンド）
  - ■総合力の確保、文理融合の推進
    - ◆多様な教員
    - ◆純粋理系＋α の研究教育
    - ◆たこつぼからの脱却
  - ■教育の質の保証
    - ◆出口（就職）の質改善による入り口の改善
    - ◆大学院教育の充実

# 2022年度改組について

- 社会科学系の底上げのため都心キャンパスに拠点を置きたい
  - →東京キャンパス（高輪＋代々木）
- 代々木と高輪に社会科学系学部を配置したい
- 情報通信学部の改編（公開情報）
  - 4学科を１学科（情報通信学科）とする
  - 定員は320から240に

# 公表されている改組情報

■2022年度の都内のキャンパス改組改編案（計画中）

高輪キャンパス（収容定員1.740名）

| 学部 | 学科 | 入学定員 |
|---|---|---|
| 情報通信学部 | 情報通信学科 | 240名 |
| 観光学部 | 観光学科 | 200名 |
| 経営学部 | 経営学科 | 230名 |
| 国際学部 | 国際学科 | 200名 |

合計 870名/学年

代々木キャンパス（収容定員1.500名）

| 学部 | 学科 | 入学定員 |
|---|---|---|
| 政治経済学部 | 政治学科 | 200名 |
| | 経済学科 | 200名 |
| 法学部 | 法律学科 | 350名 |

※両キャンパスともに1･2年次は湘南キャンパスで履修

# おわりに

- 2003年から2019年まで16年間東海大学でお世話になりました
  - 2003年当時、インターネットに関わる先生は学科にはほぼおられませんでした
  - 今や、すべての先生が関係しておられます
  - 一番上のレイヤにいたつもりが今は一番下のレイヤとなってしまいました。
  - 総合力と専門力を生かして情報通信学部情報通信学科（仮）からの次代を担う若者の輩出を強く期待します