

アドバンテスト IR技術説明会

2018年12月10日

株式会社アドバンテスト

ご注意

◆将来の見通しに関する記述について

本プレゼンテーション資料およびアドバンテスト代表者が口頭にて提供する情報には、当社の現時点における期待、見積りおよび予測に基づく記述が含まれています。

これらの将来の事象に係る記述は、当社における実際の財務状況や活動状況が、当該将来の事象に係る記述によって明示されているもの又は暗示されているものと重要な差異を生じるかもしれないという既知および未知のリスク、不確実性その他の要因が内包されています。

◆本資料の利用について

本プレゼンテーション資料に記載されている情報は、各国の著作権法、特許法、商標法、意匠法等の知的財産権法その他の法律及び各種条約で保護されています。事前に当社の文書による承諾を得ない限り、法律によって明示的に認められる範囲を超えて、これらの情報を使用（改変、複製、転用等）することを禁止します。

アドバンテスト IR技術説明会

「半導体と半導体テスト技術の関わり」

社長室 経営企画統括部
木村 伸一

半導体とは

半導体(はんどうたい、英: semiconductor)とは、電気伝導性の良い金属などの導体(良導体)と電気抵抗率の大きい絶縁体の中間的な抵抗率をもつ物質を言う

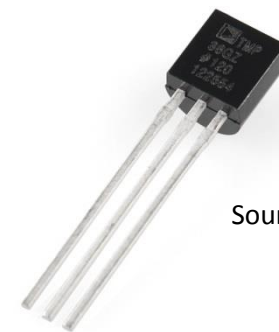
(Source: Wikipedia)

1947年、ベル研究所の理論物理学者ジョン・バーディーンと実験物理学者ウォルター・ブラッテンは、半導体の表面における電子的性質の研究の過程で、高純度のゲルマニウム単結晶に、きわめて近づけて立てた2本の針の片方に電流を流すと、もう片方に大きな電流が流れるという現象を発見した。最初のトランジスタである点接触型トランジスタの発見である。(Source: Wikipedia)



➡ スイッチになる

➡ 増幅できる



Source: Wikipedia

半導体は素材の名前。組み合わせたもの／回路に組んだものを、「半導体デバイス」、「半導体チップ」等と呼ぶ。

Source: Wikipedia

ADVANTEST

半導体とは(2)

元素の周期表
The Periodic Table

周期\族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 水素 Hydrogen 1.00798																		2 He ヘリウム Helium 4.0026
2	3 Li リチウム Lithium 6.968	4 Be ベリリウム Beryllium 9.01218											5 B 硼(ホウ)素 Boron 10.81	6 C 炭素 Carbon 12.0108	7 N 窒素 Nitrogen 14.0069	8 O 酸素 Oxygen 15.9994	9 F 弗(フ)素 Fluorine 18.9984	10 Ne ネオン Neon 20.1797	
3	11 Na ナトリウム Sodium 22.9898	12 Mg マグネシウム Magnesium 24.306											13 Al アルミニウム Aluminum 26.98	14 Si 珪(ケイ)素 Silicon 28.0855	15 P リン Phosphorus 30.9738	16 S 硫黄 Sulfur 32.06	17 Cl 塩素 Chlorine 35.452	18 Ar アルゴン Argon 39.948	
4	19 K カリウム Potassium 39.0983	20 Ca カルシウム Calcium 40.078	21 Sc スカンジウム Scandium 44.9559	22 Ti チタン Titanium 47.867	23 V バナジウム Vanadium 50.9415	24 Cr クロム Chromium 51.9961	25 Mn マンガン Manganese 54.938	26 Fe 鉄 Iron 55.845	27 Co コバルト Cobalt 58.9332	28 Ni ニッケル Nickel 58.6934	29 Cu 銅 Copper 63.546	30 Zn 亜鉛 Zinc 65.38	31 Ga ガリウム Gallium 69.723	32 Ge ゲルマニウム Germanium 72.630	33 As 砒素(リン) Arsenic 74.9216	34 Se セレン Selenium 78.9718	35 Br 臭素 Bromine 79.904	36 Kr クリプトン Krypton 83.798	
5	37 Rb ルビジウム Rubidium 85.4678	38 Sr ストロンチウム Strontium 87.62	39 Y イットリウム Yttrium 88.9058	40 Zr ジルコニウム Zirconium 91.224	41 Nb ニオブ Niobium 92.9064	42 Mo モリブデン Molybdenum 95.95	43 Tc テクネチウム Technetium [99]	44 Ru ルテチウム Ruthenium 101.07	45 Rh ロジウム Rhodium 102.906	46 Pd パラジウム Palladium 106.42	47 Ag 銀 Silver 107.868	48 Cd カドミウム Cadmium 112.414	49 In インジウム Indium 114.818	50 Sn スズ Tin 118.710	51 Sb アンチモン Antimony 121.760	52 Te テルル Tellurium 127.60	53 I ヨウ素 Iodine 126.904	54 Xe キセノン Xenon 131.293	
6	55 Cs セシウム Cesium 132.905	56 Ba バリウム Barium 137.327	※1	72 Hf ハフニウム Hafnium 178.49	73 Ta タンタル Tantalum 180.948	74 W タングステン Tungsten 183.84	75 Re レニウム Rhenium 186.207	76 Os オスmium Osmium 190.23	77 Ir イリジウム Iridium 192.217	78 Pt 白金(プラチナ) Platinum 195.084	79 Au 金 Gold 196.967	80 Hg 水銀 Mercury 200.592	81 Tl タリウム Thallium 204.384	82 Pb 鉛 Lead 207.2	83 Bi ビスマス Bismuth 208.980	84 Po ポロニウム Polonium [210]	85 At アスタチン Astatine [210]	86 Rn ラドン Radon [222]	
7	87 Fr フランシウム Francium [223]	88 Ra ラジウム Radium [226]	※2	104 Rf ラザホージウム Rutherfordium [267]	105 Db ドブニウム Dubnium [268]	106 Sg シーボргиウム Seaborgium [271]	107 Bh ボーリウム Bohrium [272]	108 Hs ハッセルム Hassium [277]	109 Mt マイトネリウム Meitnerium [276]	110 Ds ダームスタチウム Darmstadtium [281]	111 Rg レントゲニウム Roentgenium [280]	112 Cn コペルニシウム Copernicium [285]	113 Nh ニホニウム Nihonium [288]	114 Fl フレロビウム Flerovium [289]	115 Mc モスコビウム Moscovium [289]	116 Lv リバモリウム Livermorium [293]	117 Ts テネシン Tennessine [293]	118 Og オガネソン Oganesson [294]	

Si
シリコン

Ge
ゲルマニウム

ゲルマニウムより安定で、酸化膜作成等の加工が容易なシリコンが多く使われる

※1 ランタノイド系	57 La ランタン Lanthanum 138.905	58 Ce セリウム Cerium 140.116	59 Pr プラセオジウム Praseodymium 140.908	60 Nd ネオジウム Neodymium 144.242	61 Pm プロメチウム Promethium [145]	62 Sm サマリウム Samarium 150.36	63 Eu ユウロピウム Europium 151.964	64 Gd ガドリニウム Gadolinium 157.25	65 Tb テルビウム Terbium 158.925	66 Dy ジスプロシウム Dysprosium 162.50	67 Ho ホルミウム Holmium 164.930	68 Er エルビウム Erbium 167.259	69 Tm ツリウム Thulium 168.934	70 Yb イットルビウム Ytterbium 173.045	71 Lu ルテチウム Lutetium 174.967
※2 アクチノイド系	89 Ac アクチニウム Actinium [227]	88 Th トリウム Thorium 232.038	91 Pa プロトアクチニウム Protactinium 231.036	92 U ウラン Uranium 238.029	93 Np ネプツニウム Neptunium [237]	94 Pu プルトニウム Plutonium [239]	95 Am アメリシウム Americium [243]	96 Cm キュリウム Curium [247]	97 Bk ベルケリウム Berkelium [247]	98 Cf カリホルニウム Californium [251]	99 Es アインスタイニウム Einsteinium [252]	100 Fm フェルミウム Fermium [257]	101 Md メンデルビウム Mendelevium [258]	102 No ノーベリウム Nobelium [259]	103 Lr ローレンシウム Lawrencium [262]

表の見方
セル内の表記

原子番号	元素記号	元素名(日本語)	元素名(英語)	原子量
------	------	----------	---------	-----

セルの色

- 青: 元素は、単体の物質が金属的性質(光沢がある、電気や熱をよく通す、陽イオンになりやすい、など)を持つ。
- 赤: 元素は、単体の物質が非金属的性質を持つ。
- 黄: 元素は、単体の物質がその中間(半導体的、半金属的)性質を持つ、ことを示す。

【元素記号の色】

- 赤字は、単体の物質が常温・常圧(25℃、1気圧)で**気体**。
- 青字は、単体の物質が常温・常圧で**液体**。
- 黒字は、単体の物質が常温・常圧で**固体**である、ことを示す。

参考文献
国立天文台編「理科年表 2018年版」、丸善 ...他

※ 原子量が範囲で示される元素の原子量は、簡単のため、範囲の中間値を記した。
※ 安定同位体がなく、天然で特定の同位体組成を示さない元素については、その元素の放射性同位体の質量数の一例を [] 内に記した。

Source: Wikipedia



半導体とは(3)

1964年

トランジスタ**530**個
ダイオード2300個

世界初のオール
トランジスタ電子
卓上計算機
シャープ
COMPET



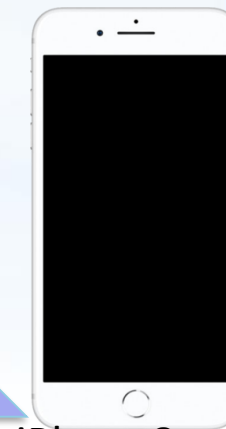
設計・製造技術の進歩

トランジスタ**5**個

1952年 トランジスタラジオ
ソニー TR52



Source: Wikipedia



iPhone8



Source: Wikipedia

A11プロセッサ
搭載トランジスタ数は
4.3B (43億)、サイズは
90平方mm以下

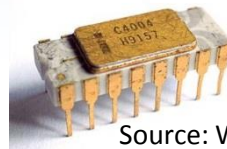


43億トランジスタ

ADVANTEST®

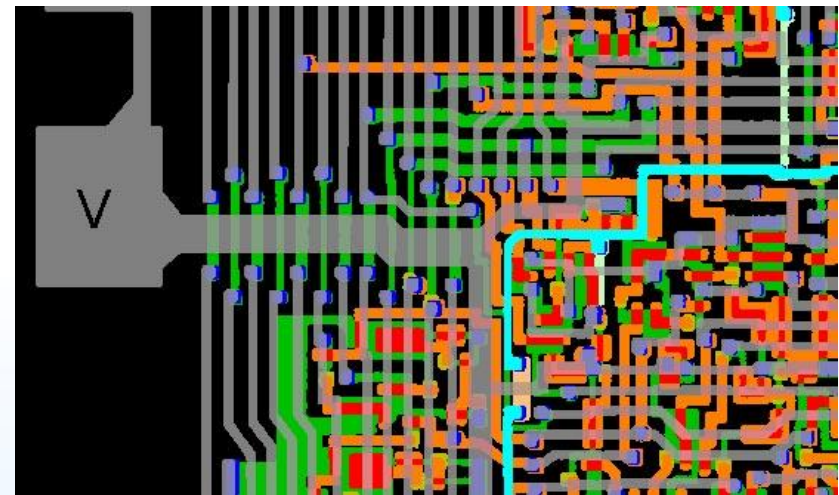
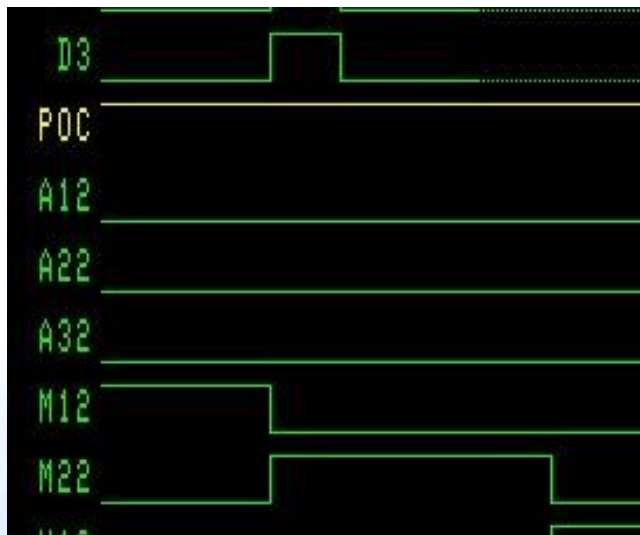
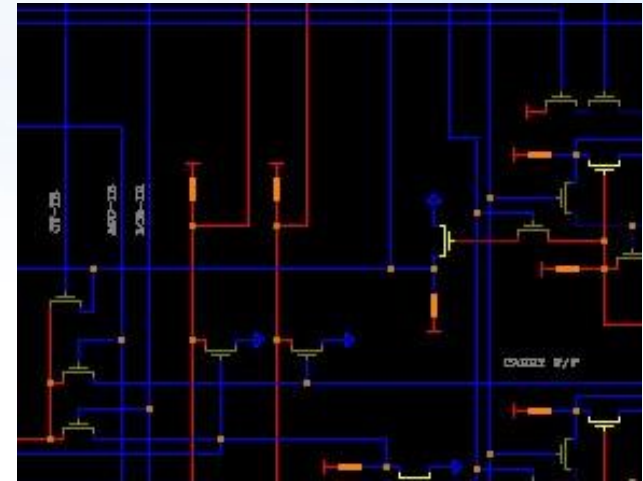
半導体デバイスの設計

```
00: 00  NOP           ;No operation
01: 00  NOP           ;No operation
02: 40  JUN  00B       ;Jump unconditional
03: 0B
04: 50  JMS  007       ;Jump to subroutine
05: 07
06: C1  BBL  1         ;Branch back (return)
07: 50  JMS  00A       ;Jump to subroutine
```



Source: Wikipedia

世界最初のプロセッサ
Intel社i4004
トランジスタゲート数2300



ADVANTEST

設計から製造

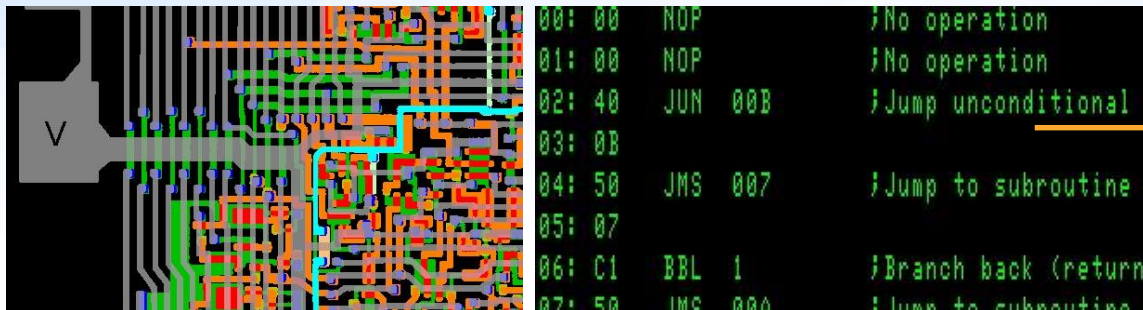
Role	光学測定	電気測定
シリコンウェハ	異物検査	
洗淨		
酸化膜形成		
薄膜形成		
露光		
現像	欠陥検査	
	寸法計測	
エッチング	寸法計測	
イオン注入		
薄膜形成		
平滑化	欠陥検査	テスト
ダイシング		
マウンティング		
ボンディング	外観検査	
パッケージング		テスト

Electrodes are formed → Wafer test → Complete

Test systems

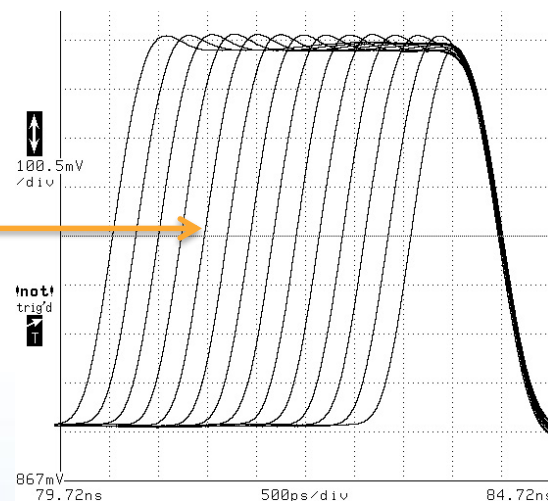
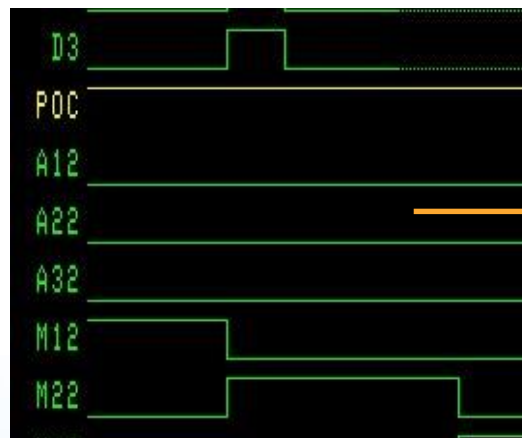
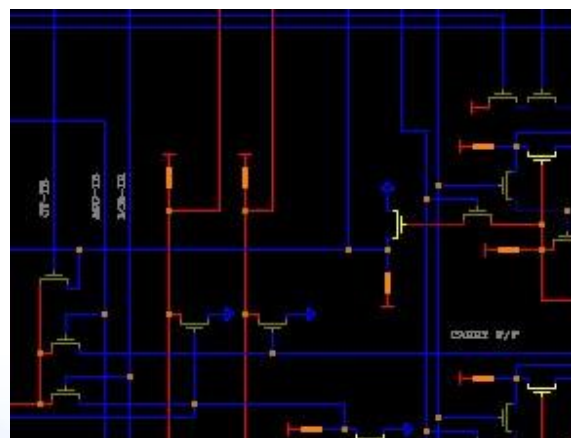
テストは、完成した半導体が正しく設計され、正しく製造されているか電氣的に確認する唯一の装置

設計から製造(2)



設計者それぞれが持つ設計環境(各社互換性が無い)に対応し、確認したいデータを取り込む

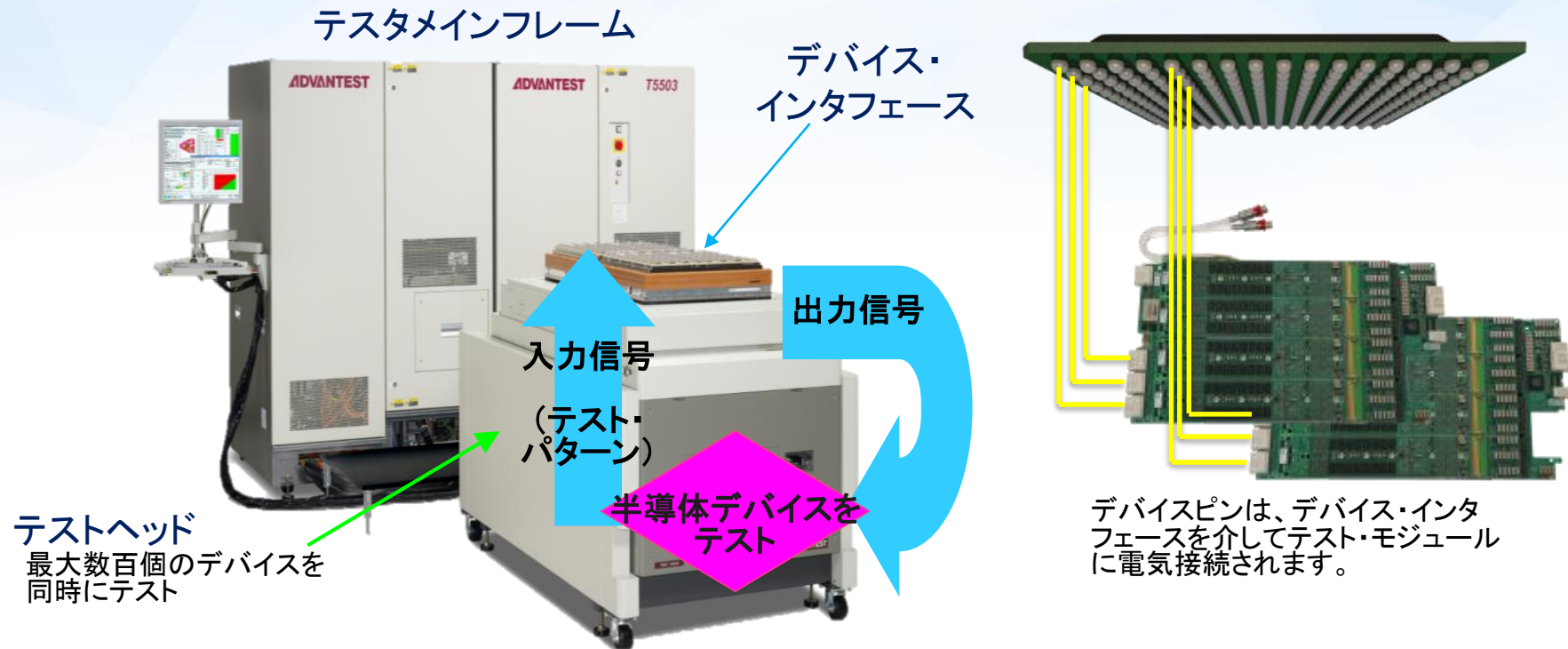
理論上の理想物理現象に近づける



実際に電気信号を入れ、理想通りに設計・製造されている事を確認

ADVANTEST®

テスト・システムの役割



テスト・システムは、半導体の出力信号を基準データと比較し、欠陥のあるデバイスを峻別します。半導体の種類に応じて最適なテスト・システムが使い分けられています。

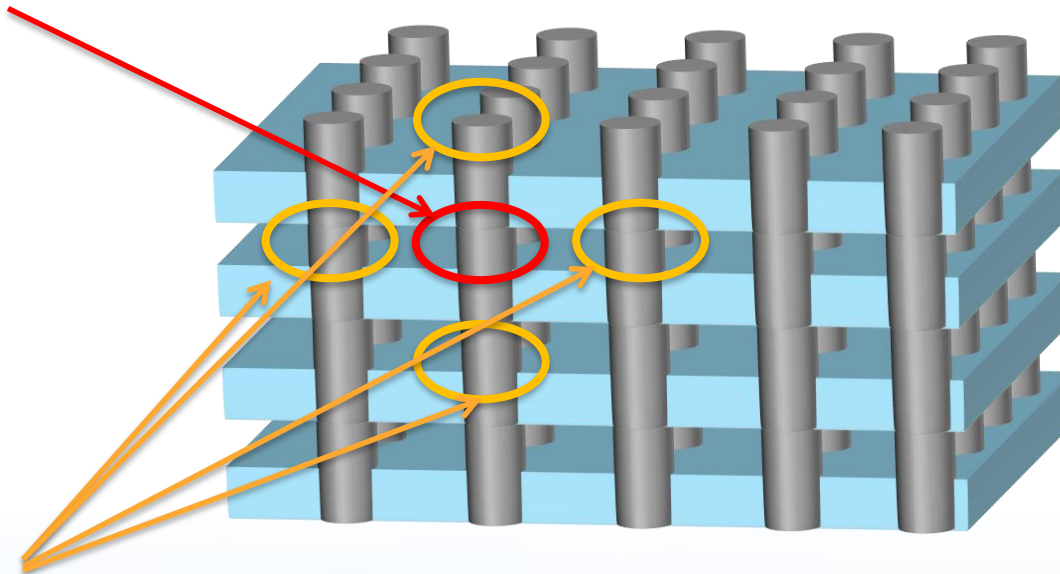
- メモリ・テスト・システム: DRAM、NANDフラッシュなどのメモリ半導体用
- SoCテスト・システム: サーバーやスマホのプロセッサからアナログIC、センサーまで
- ディスプレイ・ドライバ・テスト・システム: 液晶/OLEDディスプレイドライバIC専用

ADVANTEST®

メモリ試験の複雑化

容量の増加はもちろん、微細化・多層化により、測定したい場所以外の影響も考えないといけなくなった

正常動作しているか
確認したい

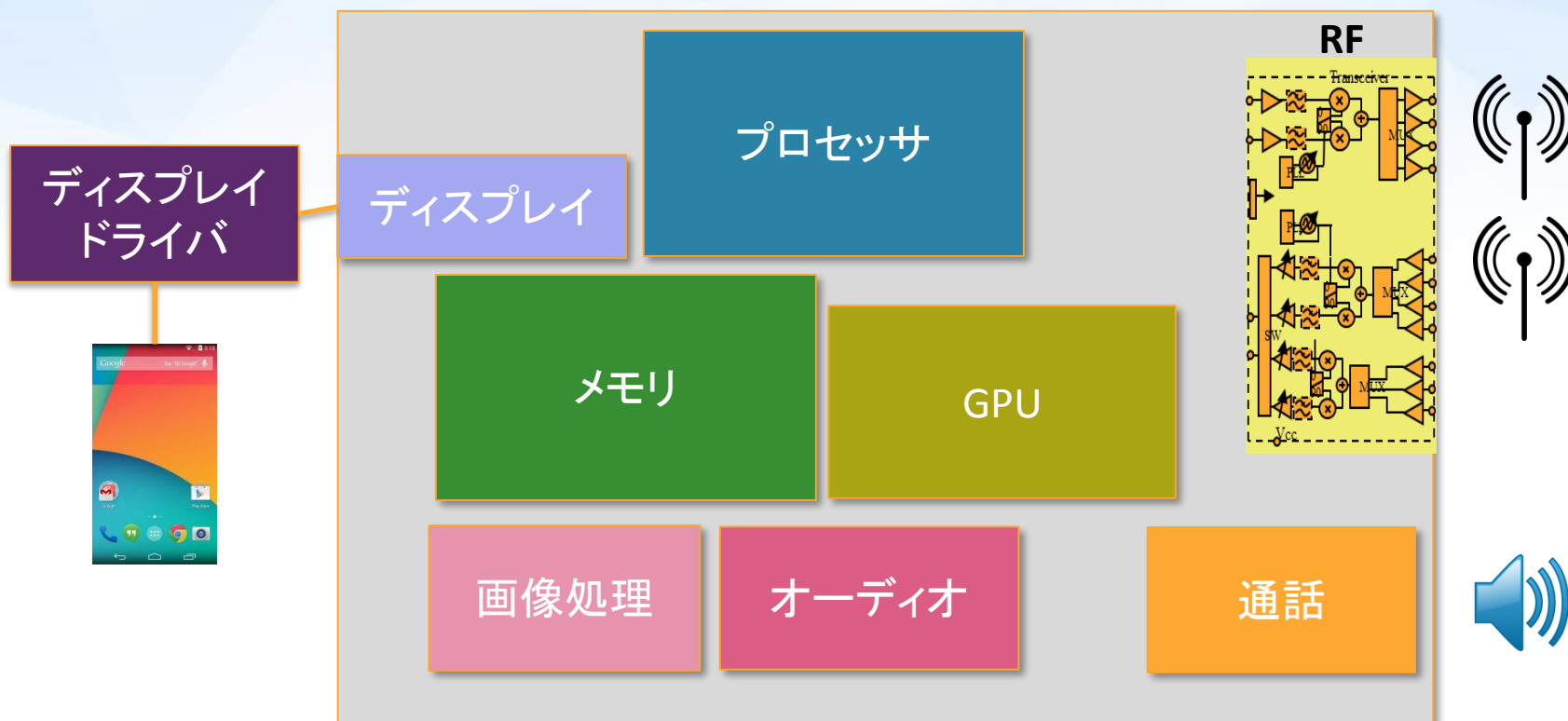


壁の薄いマンションのように、周辺の影響を受ける場合がある

チェックの複雑化 → テスト時間の増大

ADVANTEST®

APU(アプリケーション・プロセッサ)



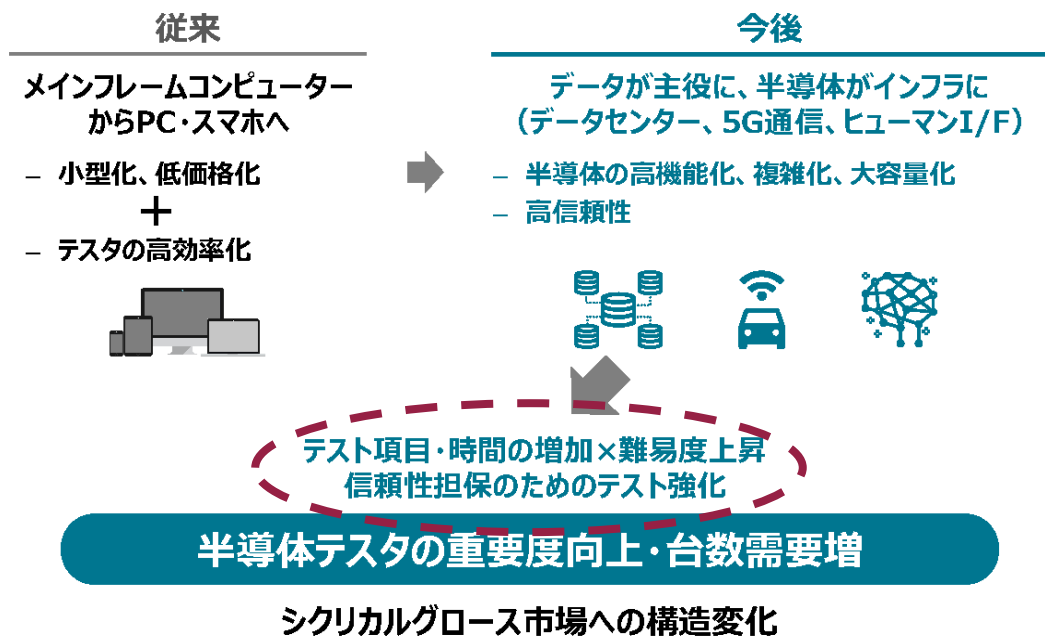
APUは、スマートフォン等が要求する多数の異なった処理を、1つのチップで可能とするプロセッサ。

Qualcomm社のSnapdragon、Samsung社のExynos、Apple社のA1x、HiSilicon社のKirin等が代表。

テスト事業の環境変化（再掲）

半導体の需要変化に伴うテスト事業の環境変化

● 半導体需要の変化



All Rights Reserved - ADVANTEST CORPORATION

ADVANTEST

9

Source: アドバンテスト 中長期経営方針資料(2018年4月)

ADVANTEST

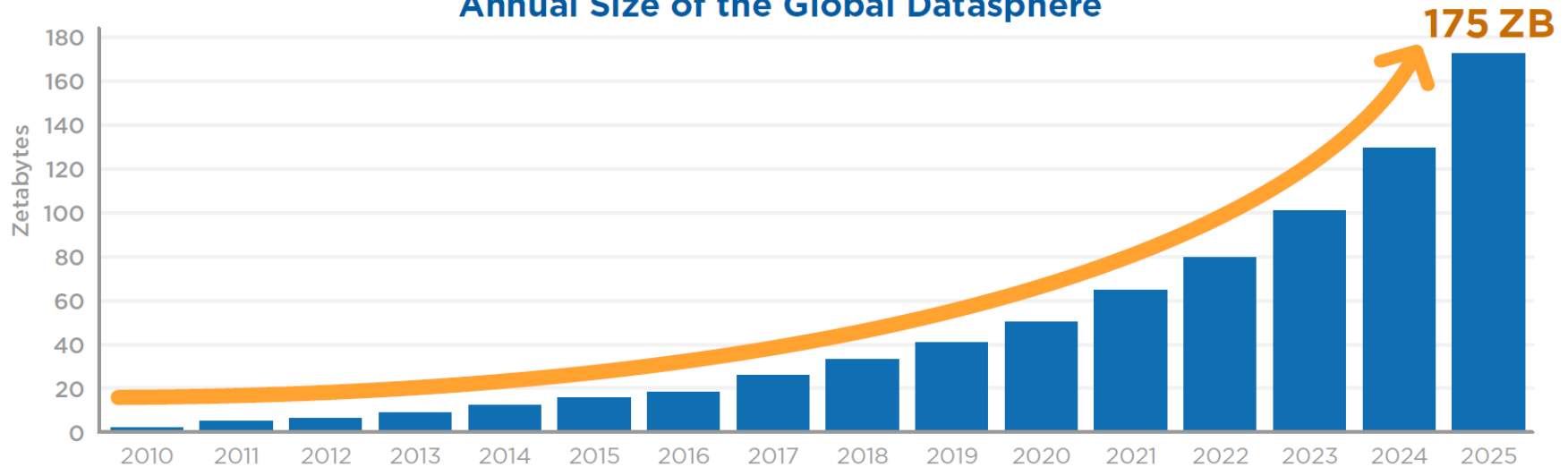
デジタル革命がデータ爆発を促す

ゼタ・データの時代

Global Datasphere Expansion is Never-ending

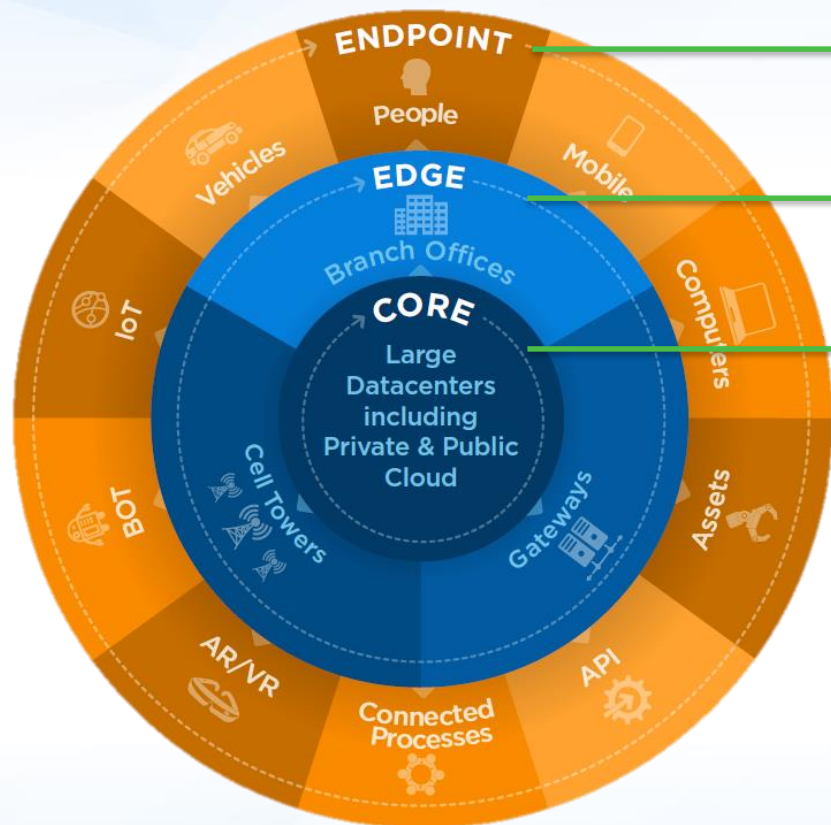
175 Zettabytes by 2025

Annual Size of the Global Datasphere



Source: IDC White Paper, sponsored by Seagate, The Digitization of the World from Edge to Core, November 2018

データ増トレンドに応えた技術進化



データセンターから最終セットまで、あらゆる電子機器にデータ生成・伝送・処理能力強化が求められる

深層学習
処理能力強化

データ伝送
高速化

センシング
能力強化

ストレージ
大容量化

演算処理能力
向上

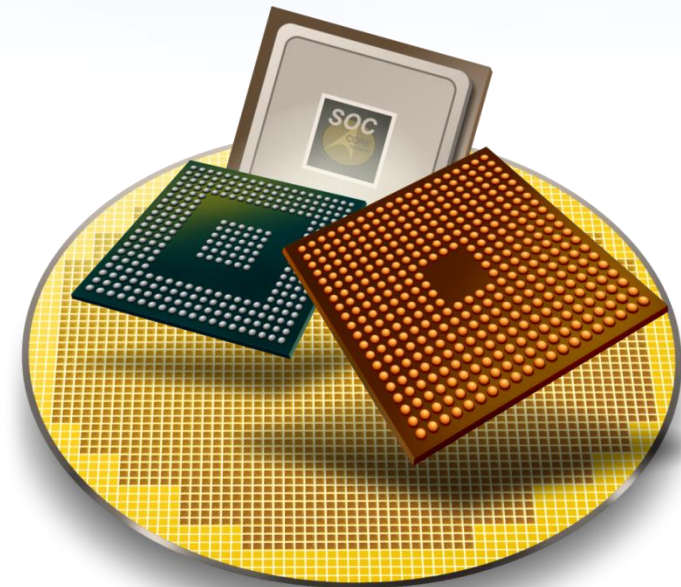
搭載半導体の性能強化へ

Source: IDC White Paper, sponsored by Seagate, The Digitization of the World from Edge to Core, November 2018

ADVANTEST

半導体テストの価値

- ✓ 半導体テストは電気信号解析により、顧客の製品品質の維持・向上、性能の測定・改善、市場投入時間の短縮および生産歩留まりの向上を支えています。
- ✓ ロジック、RF、アナログ、パワー、ミクスドシグナル、メモリといったあらゆる半導体に試験は必要です。
- ✓ 一般的に、テストされる半導体デバイスの性能や設計の複雑度が高いほど、より試験を必要とします。
- ✓ 半導体テストの顧客は、垂直統合型デバイスメーカー (IDM)、ファブレスICデザイン会社、ファウンドリ、OSAT企業 (Outsourced Semiconductor Assembly and Test) となります。



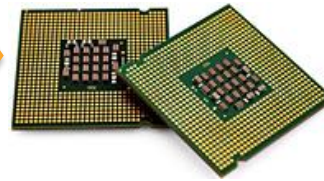
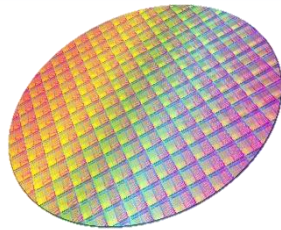
半導体サプライチェーン

<テストプロバイダー>

ADVANTEST®



<半導体メーカー>



<最終製品メーカー>



- ✓ IDMやファブレスといった上流工程の半導体企業は、各社のテスト(品質)ポリシー、各デバイスの電氣的仕様や設備投資効率に基づき、テストフローや試験手法、テストのモジュール構成を決定します。
- ✓ ファウンドリやOSATなどの下流工程の企業は、基本的に、IDMやファブレス企業が推奨するテストを購入します。

ADVANTEST®

半導体テストは先端技術をサポート

半導体
設計・開発工程

半導体
量産工程

回路設計

試作評価

ウエハ試験・パッケージ試験

<テスト仕様の決定>

- ✓ 顧客/個別の品種ごとのテスト・ポリシー、半導体の用途、生産予定数量に沿って、最適なテスト手法とテストを選定
- ✓ 半導体回路データ(EDA連携)、ピン(電極)配置と機能割り当て、パッケージ種別から、テスト・プログラムとテスト・インタフェースを個別に準備

故障
検出

機能
試験

バーイン
試験

構造化
試験

電気
特性
チェック

@スピー
ド試験

テスト結果を元にした
グレーディング

テストデータを元にした
回路リペア

不良傾向の特定
→設計・製造プロセス
フィードバック

完全なテストのため、テストは半導体に日々追加される新機能全てをカバーする必要がある

ADVANTEST®

半導体テストは先端技術をサポート

北米時間2018年11月4日、Intel社からのデータセンター向け新型Xeonプロセッサアナウンス

What's New: Intel today announced two new members of its Intel® Xeon® processor portfolio: Cascade Lake advanced performance (expected to be released the first half of 2019) and the Intel Xeon E-2100 processor for entry-level servers (general availability today). These two new product families build upon Intel's foundation of 20 years of Intel Xeon platform leadership and give customers even more flexibility to pick the right solution for their needs.

How Cascade Lake Performs: Cascade Lake advanced performance represents a new class of Intel Xeon Scalable processors designed for the most demanding high-performance computing (HPC), artificial intelligence (AI) and infrastructure-as-a-service (IaaS) workloads. The processor incorporates a performance optimized multi-chip package to deliver up to 48 cores per CPU and 12 DDR4 memory channels per socket. Intel shared initial details of the processor in advance of the Supercomputing 2018 conference to provide further insight to the company's extended innovations in workload types.

Cascade Lake advanced performance processors are expected to continue Intel's focus on offering workload-optimized performance leadership by delivering both core CPU performance gains¹ and leadership in memory bandwidth constrained workloads. Performance estimations include:

- Linpack up to 1.21x versus Intel Xeon Scalable 8180 processor and 3.4x² versus AMD* EPYC* 7601
- Stream Triad up to 1.83x versus Intel Scalable 8180 processor and 1.3x² versus AMD EPYC 7601
- AI/Deep Learning Inference (深層学習向け機能) up to 17x(17倍) images-per-second² versus Intel Xeon Platinum processor at launch.

完全なテストのため、テストは半導体に日々追加される新機能全てをカバーする必要がある

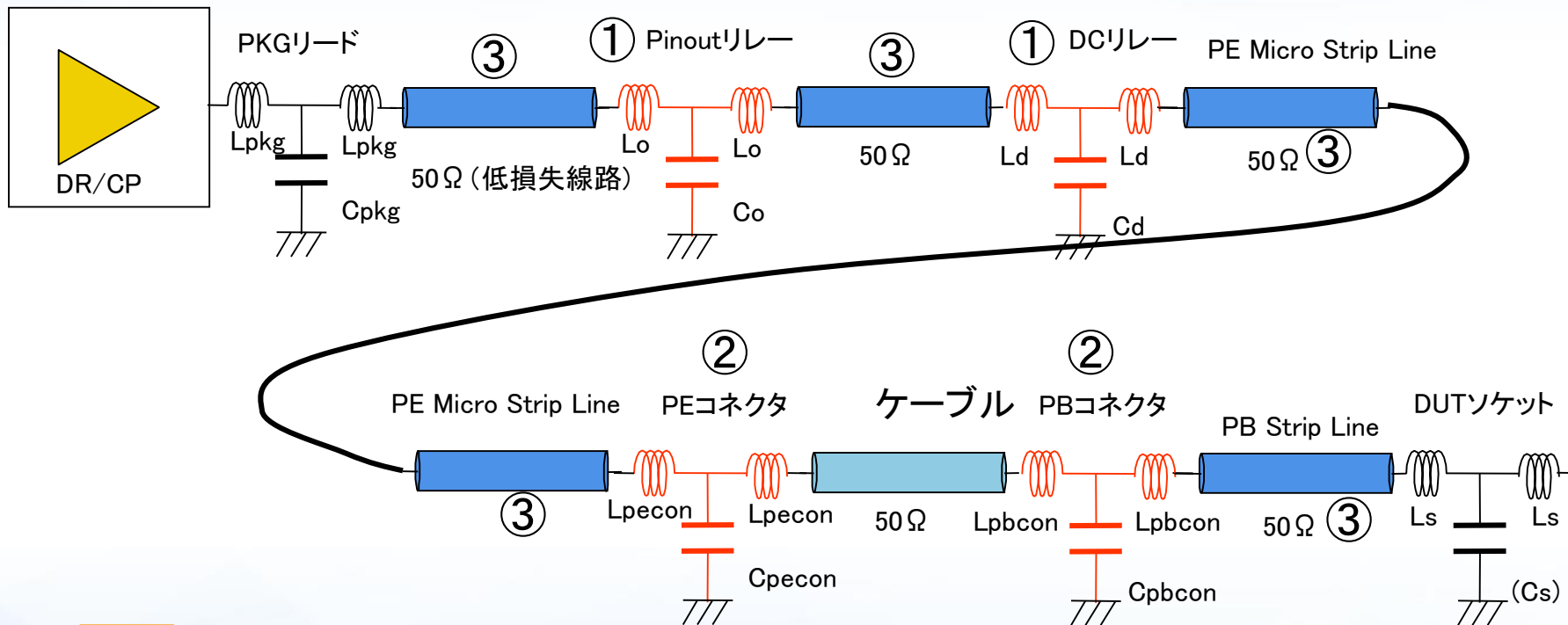
Intel社リリースに
アドバンテスト追記

ADVANTEST®

参考資料

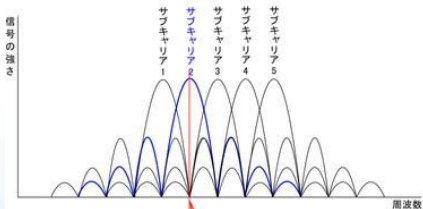
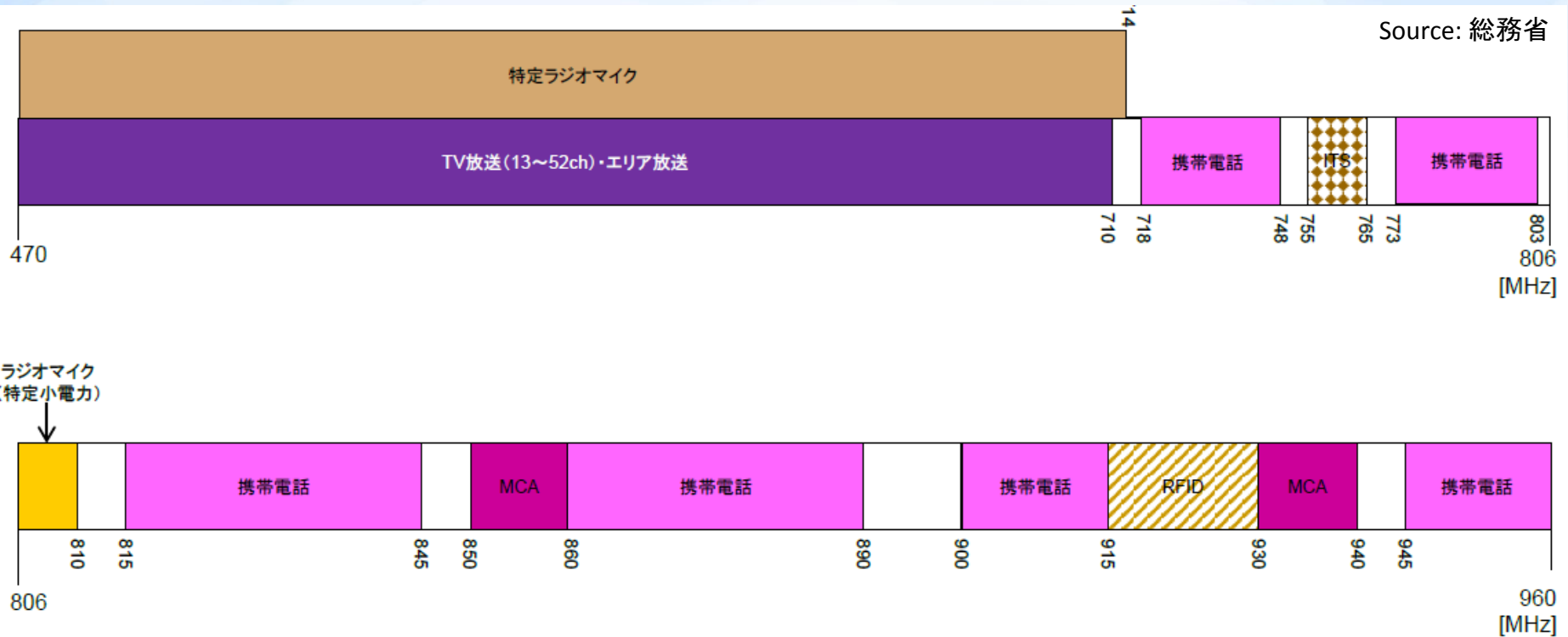
テストの出力を劣化させない取り組み

- ① 超低誘導、低容量リレー
- ② 同軸型LiFコネクタ
- ③ 低損失プリント配線基板



日本での無線周波数割り当て(470MHz~960MHz)

Source: 総務省



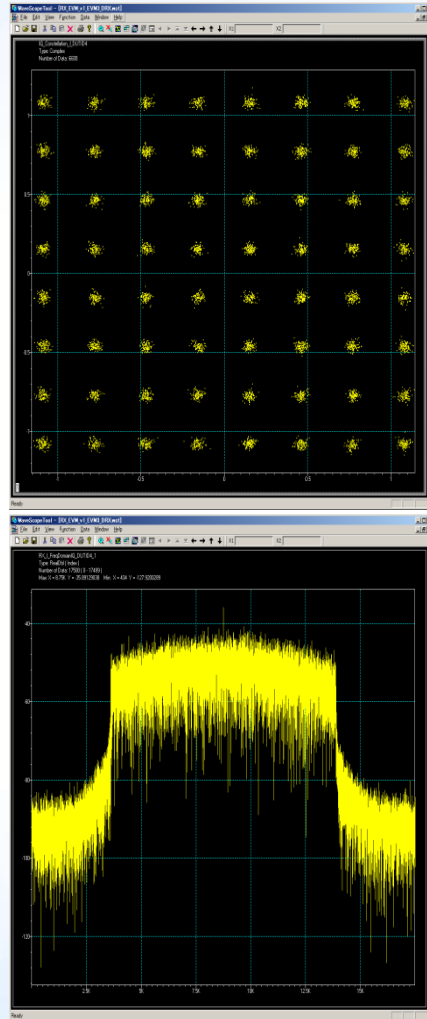
周波数有効利用技術のひとつ
直交周波数分割多重: OFDM

- ・ 他の周波数帯への漏洩は絶対に許されない
- ・ 各国で周波数割り当てが異なる
- ・ 各国で電波を送受信するための技術規格が異なる

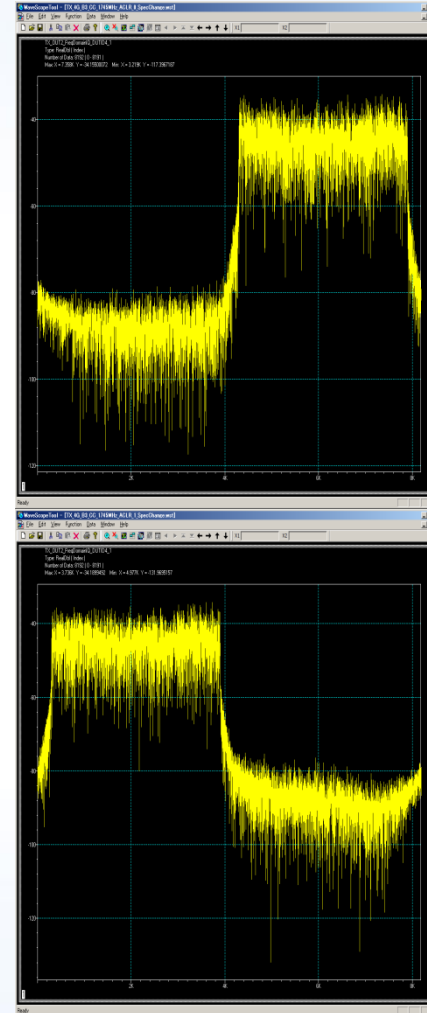
ADVANTEST®

RF(ラジオ周波数) 試験波形例

EVM Measurement Result sample



ACLR Measurement - Spectrum sample

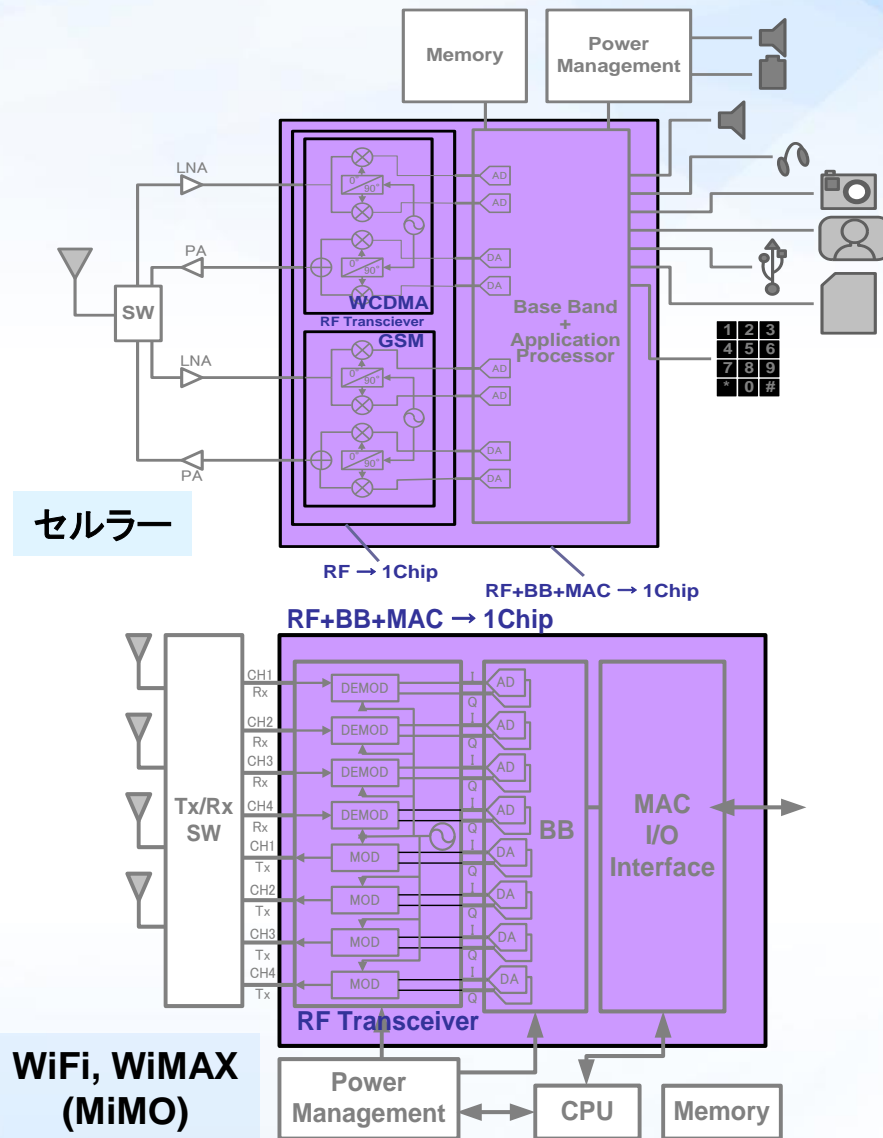


RFテスト要求

各種変調解析/発生のサポート

無線規格	変調方式
GSM/GPRS/EDGE	GMSK/8PSK
W-CDMA	HPSK/QPSK/16QAM
HSDPA/HSUPA	
cdma2000	QPSK/HPSK
1xEV-DO/1xEV-DV	8PSK/16QAM
WiFi 802.11a/b/g/n	OFDM
WiMAX 802.16e	OFDM
DTV, BT...others	

十分なRFリソースとスケーラブルRFポート




ADVANTEST



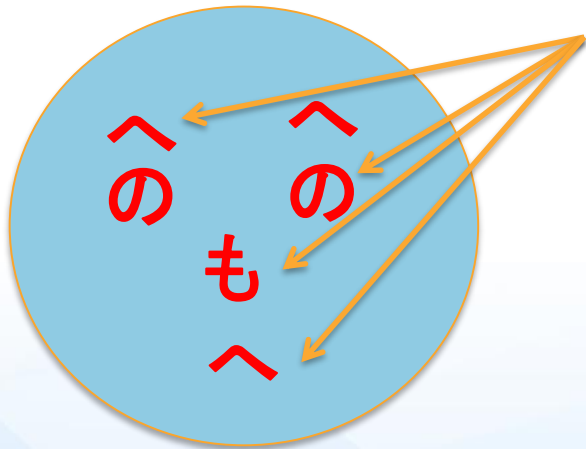
GPU(グラフィック・プロセッシング・ユニット)

CPU


$$1+2+3+4+5+6 =$$

CPUは記憶装置上にあるプログラムと呼ばれる命令列を**順に読み込んで**解釈・実行することで情報の加工を行う。(Wikipedia)

GPU(グラフィック・プロセッシング・ユニット)



それぞれの描画を同時に行っても問題にならない。
むしろ同時に行えた方が効率的。

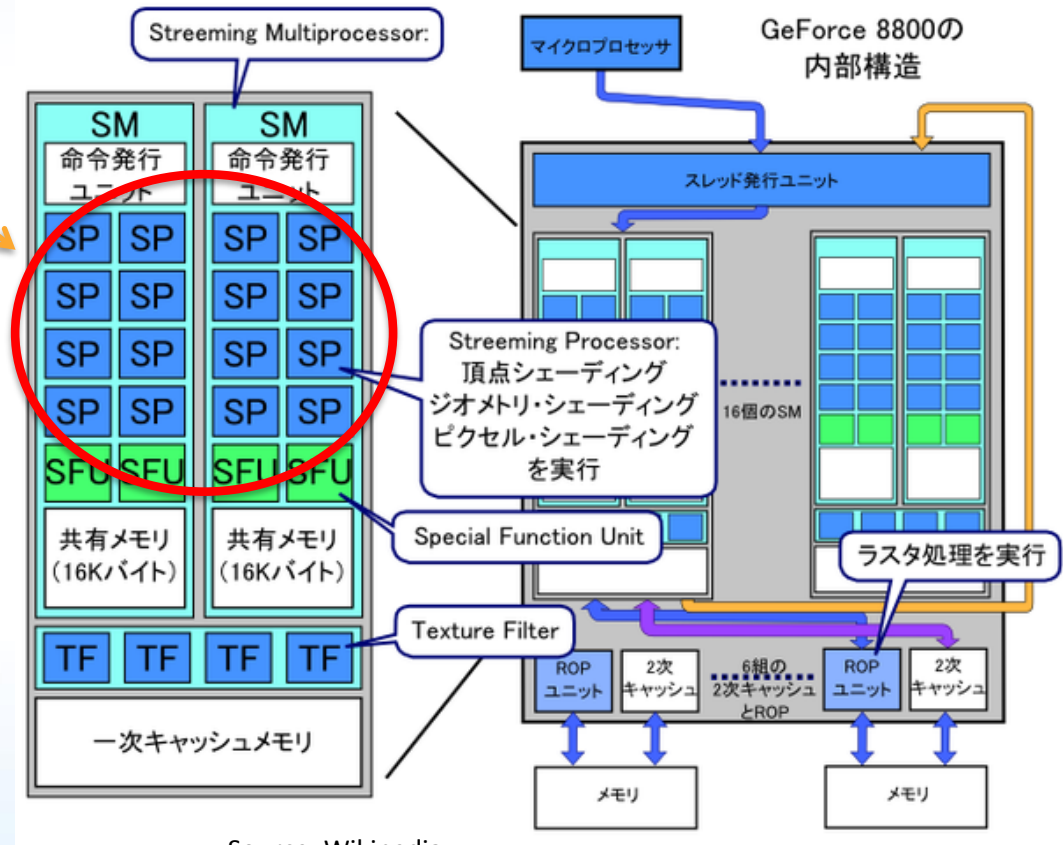
独立に動く処理機能を、多数用意する

GPU(グラフィック・プロセッシング・ユニット)

独立して処理を行うユニットを多数並べる



Source: Wikipedia



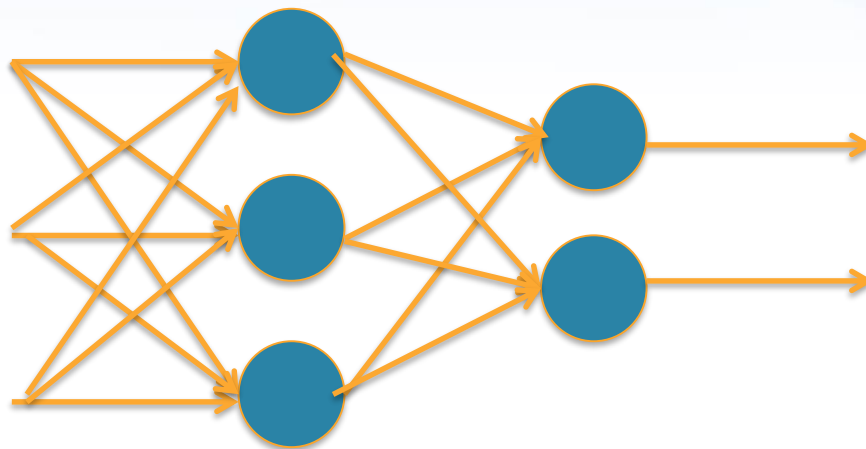
Source: Wikipedia

nVIDIA社GeForce RTX 2080 Ti
のトランジスタ数は**186億**。
Apple A11プロセッサの4倍以上。

GPUは深層学習・機械学習に向いている



ニューラルネット



特徴抽出

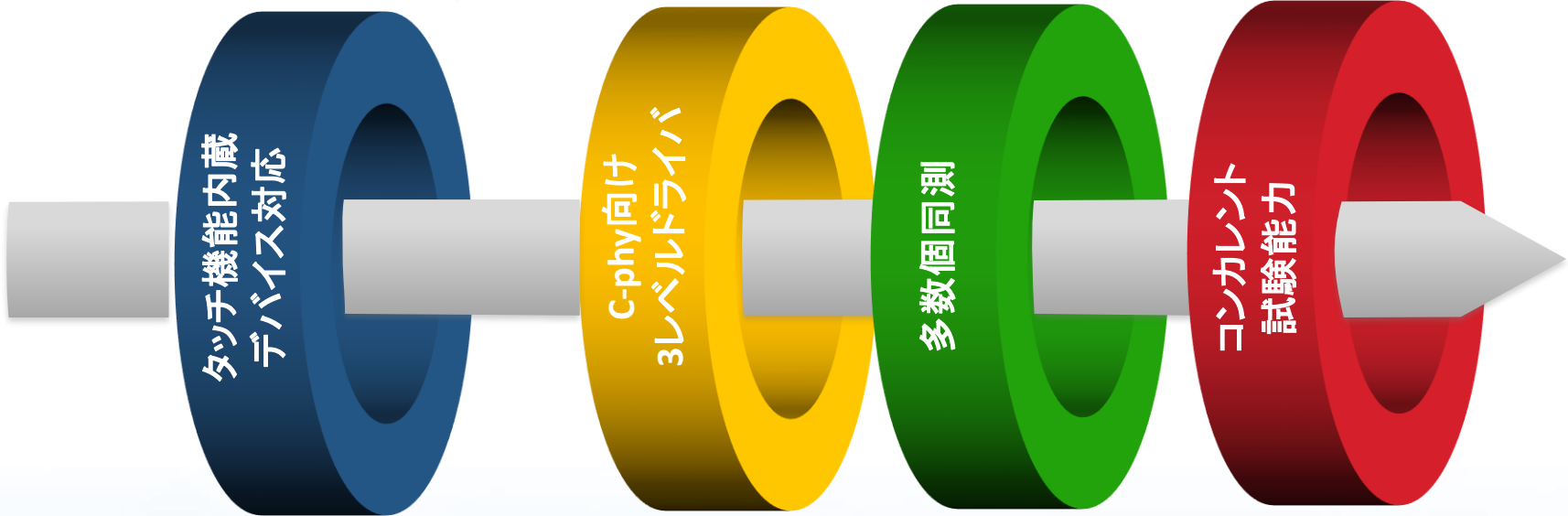
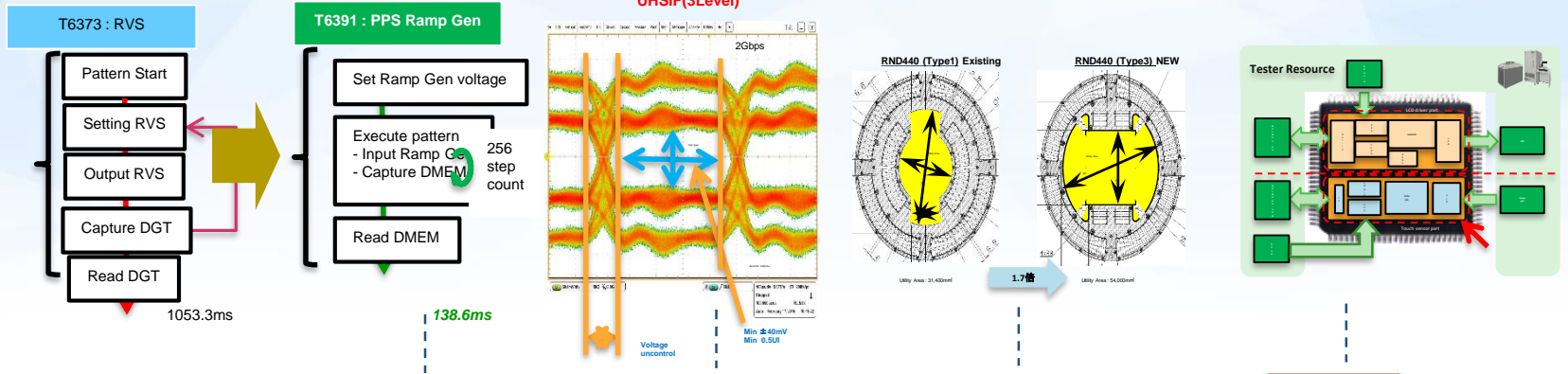
特徴抽出



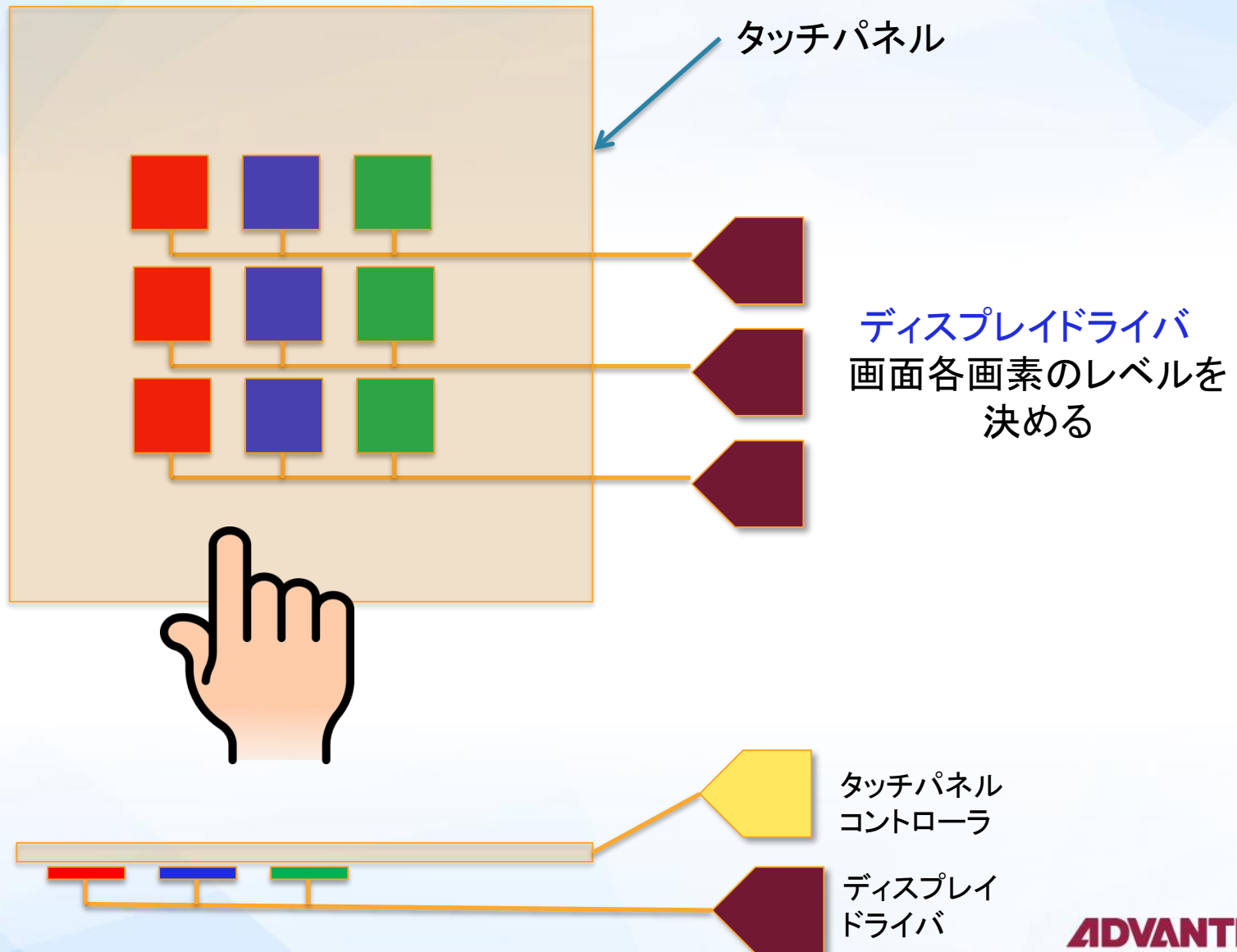
なんとなく丸くて、
中央付近が盛り上がり、

独立した演算ユニットを用い、描画を逆に行うような特徴抽出を行う

ディスプレイドライバ・テストシステムT6391の機能



ディスプレイドライバにタッチパネル機能が内蔵されてきた



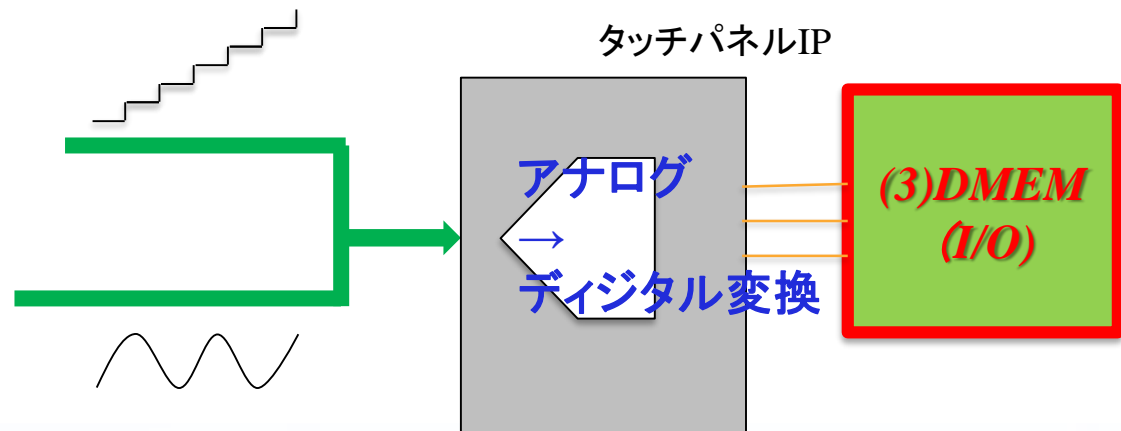
タッチパネル機能内蔵ディスプレイドライバ対応

T6391の新機能

- (1) Ramp Generator(PPS) : 波形発生
- (2) ATSG : 波形発生
- (3) DMEM(I/O) : データ取り込み



静的直線性試験: 指の動きに対する変化が直線的



動的特性試験
: 指への追従性が良い



アドバンテスト IR技術説明会

“5G Networks of Tomorrow”

営業本部 Marketing and Business Development統括部
93000 Marketing and Business Development部
部長 伊藤 健一

Mobile network - past, present

Evolution

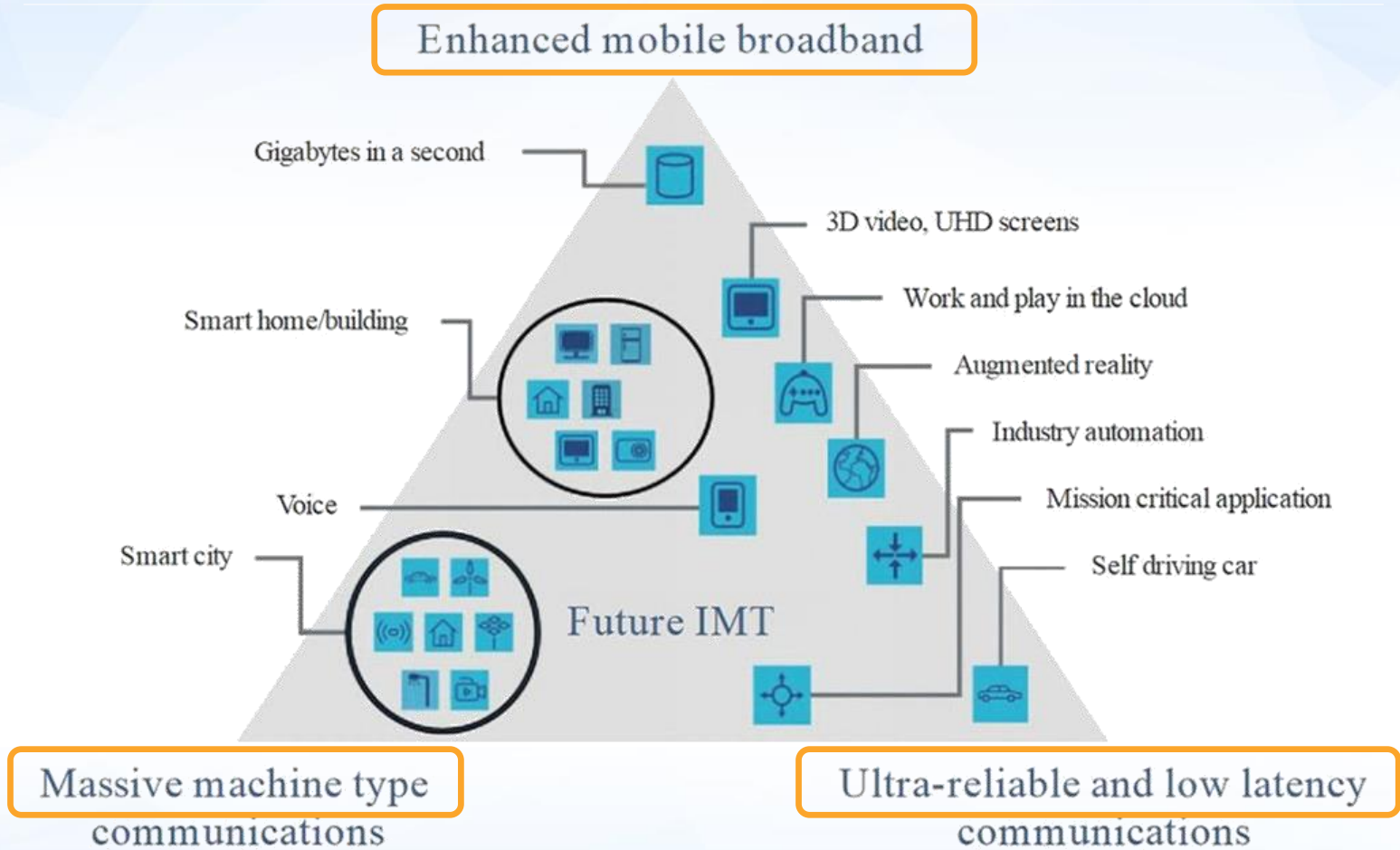
Mobile network - past, present and future



**5G is not just Mobile network, is the broad Network
... changing Society
... re-defining your life**

ADVANTEST®

What's 5G?

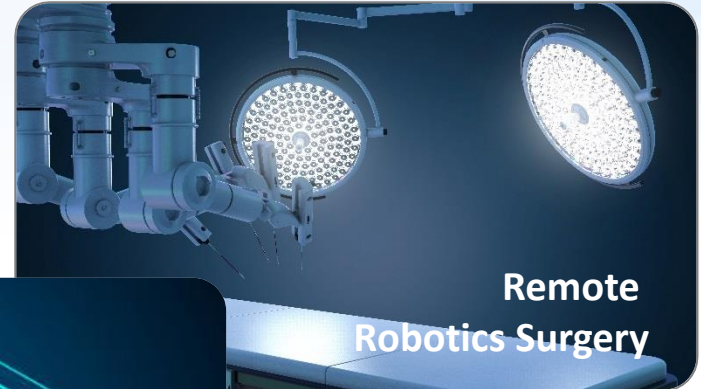


IMT Vision - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond
(Recommendation ITU-R M.2083-0)

What's coming?



Source: Ericsson



What's different between 4G and 5G?

High data rate, Everywhere
x 20 (1Gbps > 20Gbps)

Lower energy consumption,
High energy efficiency
x 100



High-speed mobility
x 1.4 (350km/h > 500km/h)



Lower latency
x 10 (10ms:LTE-A > 1ms)



High reliability and availability,
Area traffic
> x 1000 (/km²)

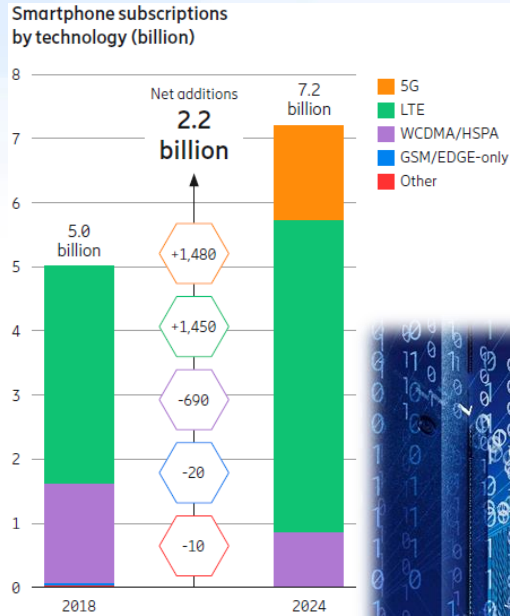


Connective density, More devices
x 10 - 100

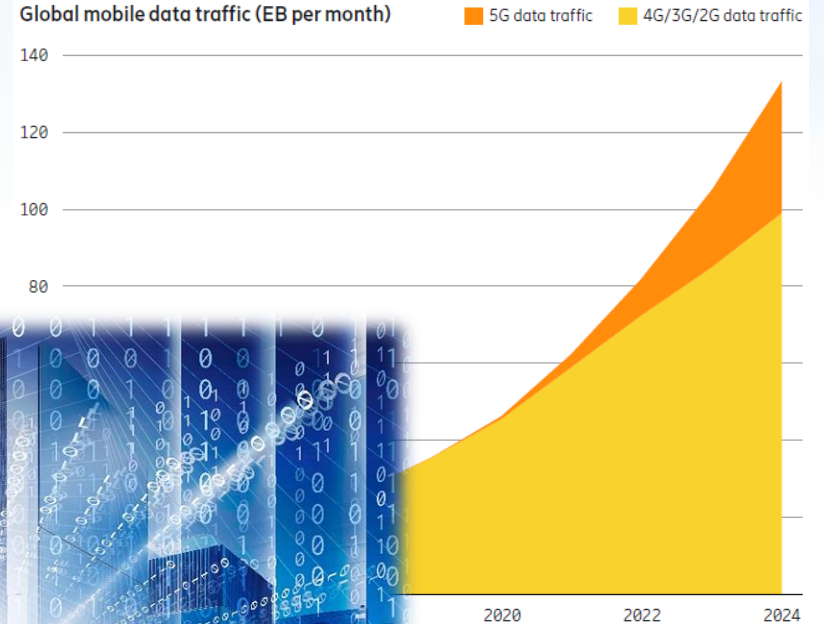
5G

ADVANTEST

So ... what is the big things from 5G?

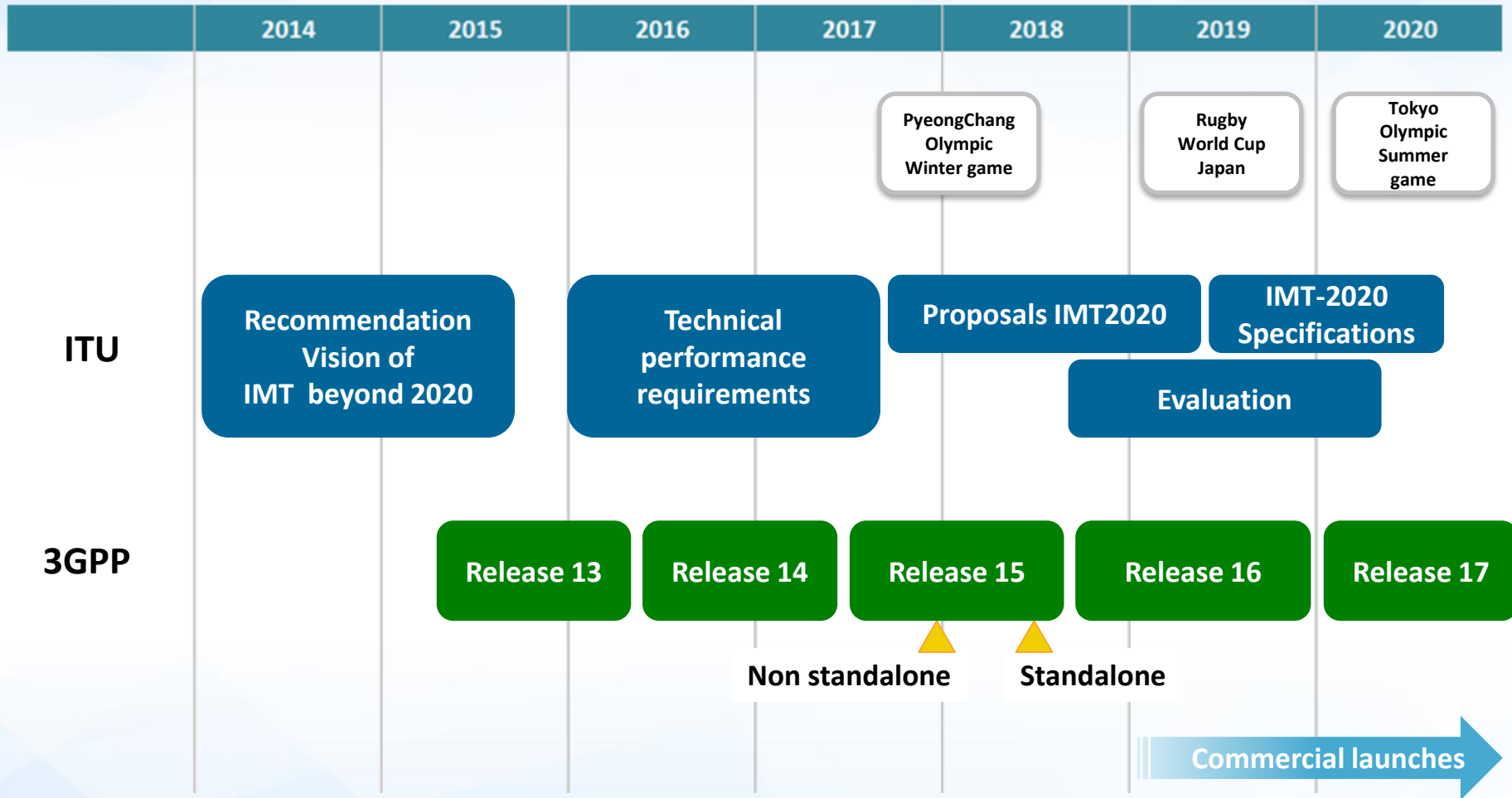


Source: Ericsson Monthly report, November 2018

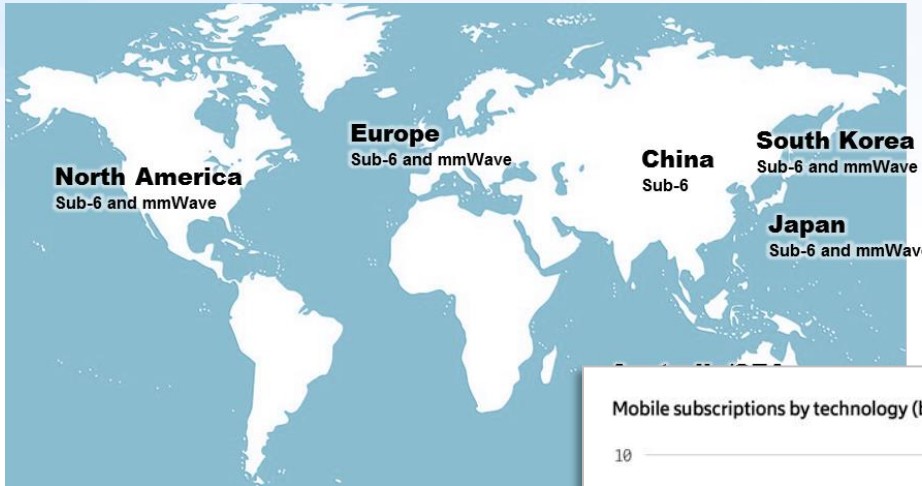


Exponentially
Increasing the nu

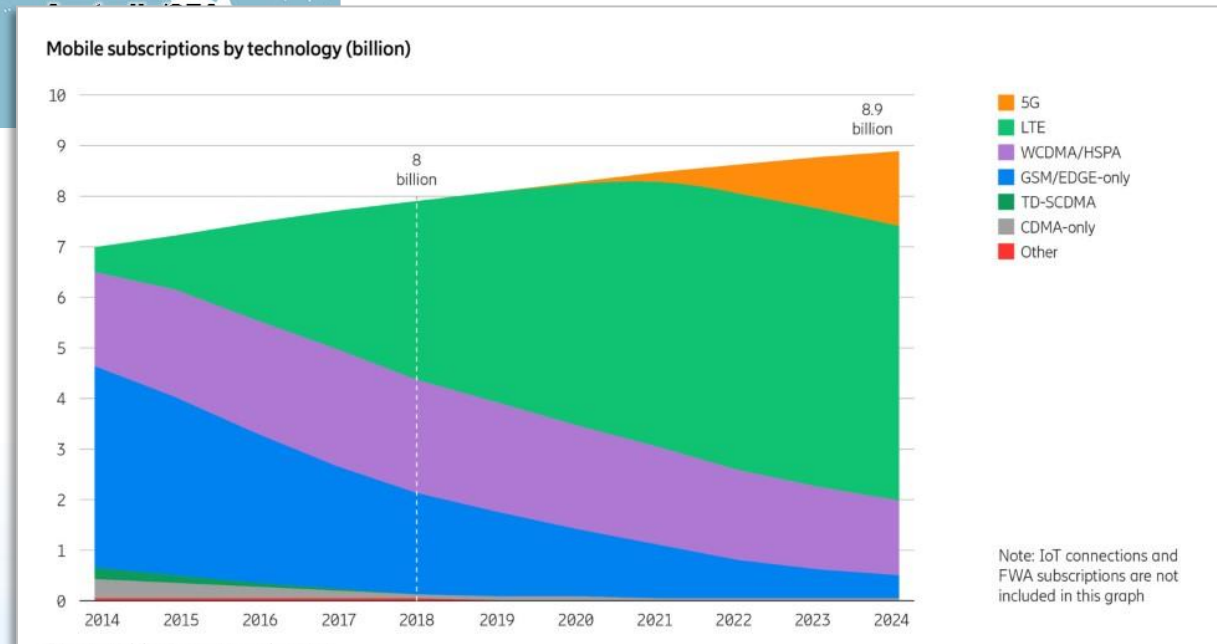
Process and Timeline for IMT2020



5G Wave is coming in 2019

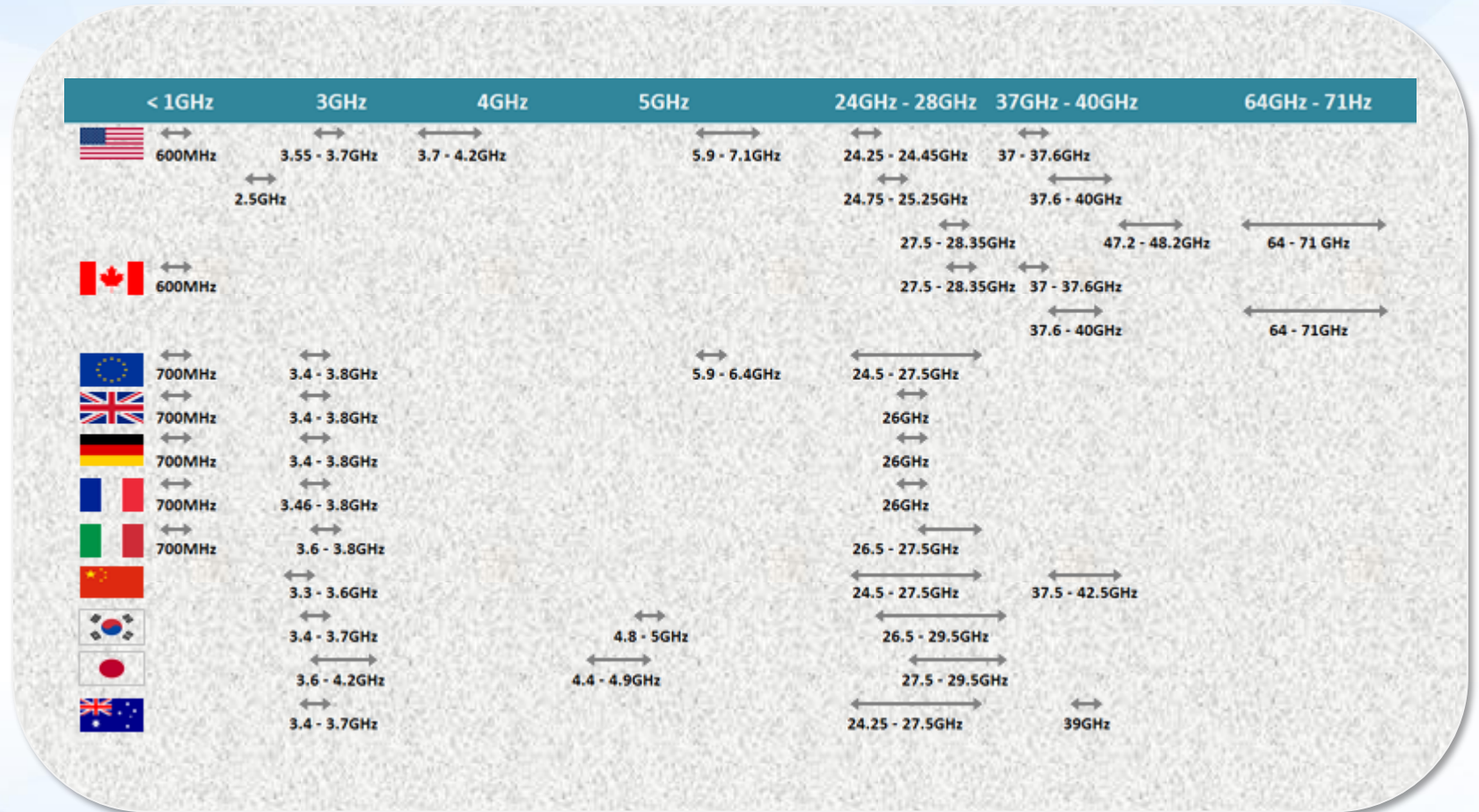


2019 will be the year 5G takes off



Source: Ericsson Monthly report, November 2018

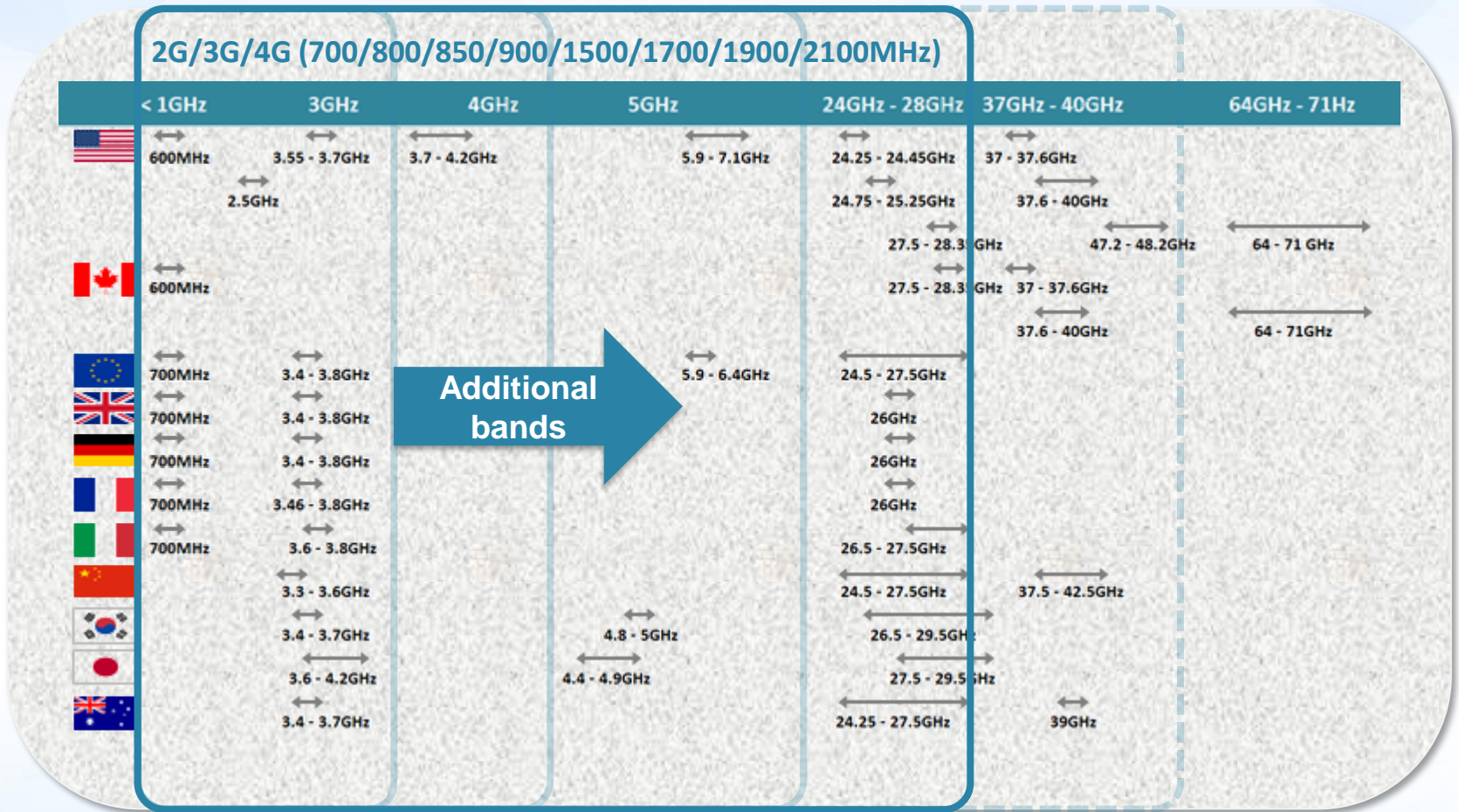
Global 5G spectrum allocations



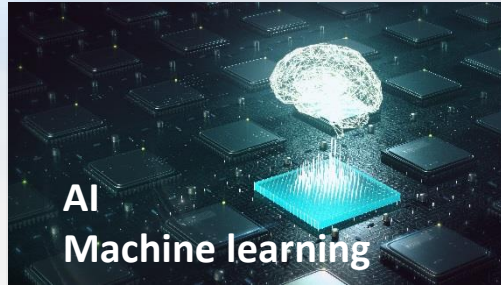
Spectrum allocation – 2G/3G/4G



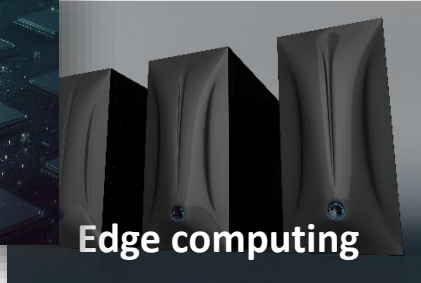
Spectrum allocation – 5G (Non standalone)



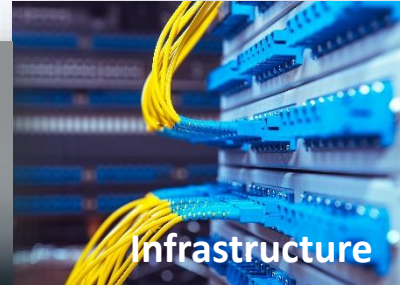
Technology leading to the new world



AI
Machine learning



Edge computing



Infrastructure



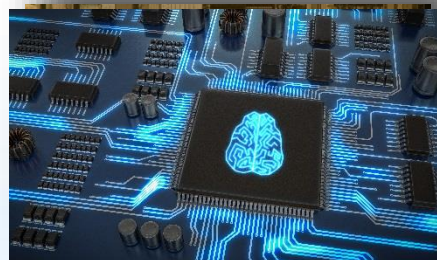
Data center
Network server
Storage server



High performance computing technology



Ultra-high speed networking technology



Leading edge process technology
7nm, 5nm (2019), 4/3nm (2020+)

ADVANTEST®

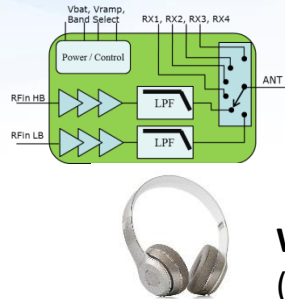
Solution roadmap toward 5G Network

RF PA / FEM & LNA
China IoT

RF transceiver , RF combo
Internet of things (IoT)

Application / baseband
Processor with integrated RF

5G & Wi-Fi (> 6 GHz)
17.5 GHz, 24..40 GHz, 57..66 GHz



5G

Wi-Fi 4/Wi-Fi 5
(IEEE 802.11n/ac)

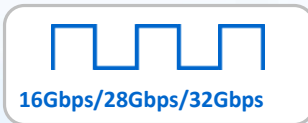
Wi-Fi 6(IEEE 802.11ax)



Wave Scale
RF card



High speed serial interface solution module



ADVANTEST



Time to CHANGE

ADVANTEST®