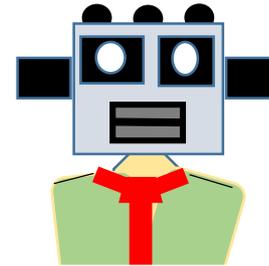


エレクトロニクス

過去

現在

未来



Part-2

2017年4月9日
厚木エレクトロニクス 加藤俊夫

PART-1

電子部品関係

1. MEMS・センサー
2. 太陽光発電
3. 電気を蓄える
4. ディ스플레이
5. 有機半導体と
注目材料カーボン
6. 3Dプリンター

Part-2

電子機器

1. 家電機器、テレビ
2. 自動車
3. ロボットとドローン
4. スマホ、通信
5. IoTと人工知能
6. バイオ、メディカル
7. 未来の社会

1. 家電機器、テレビ

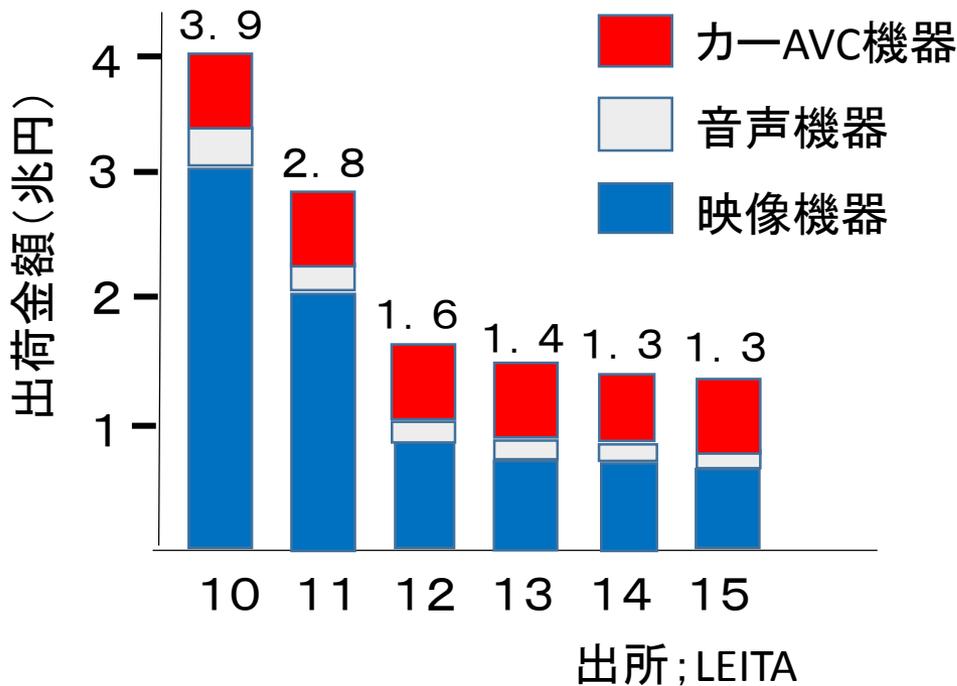
テレビ業界の復活なるか？

左のグラフを見せられては、言うこと無し。テレビ業界は壊滅した。

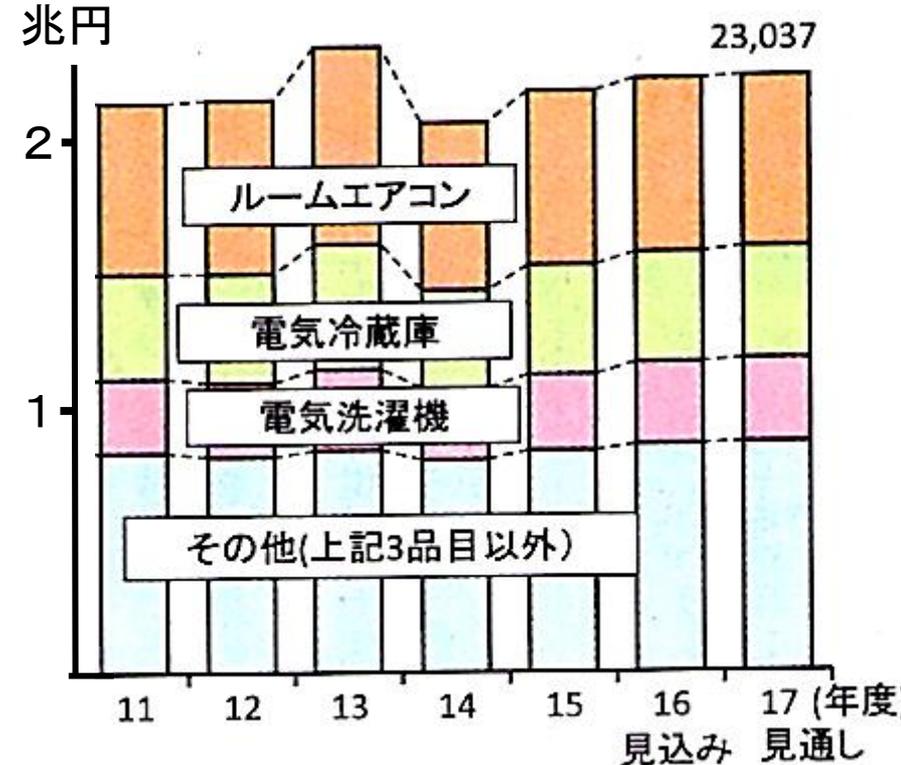
4Kテレビに期待すると言うが...

白物家電(冷蔵庫、洗濯機、エアコン、オーブン、電気釜)は、案外しっかり堅調である。

民生用電子機器国内出荷金額



白物家電の日本国内出荷額

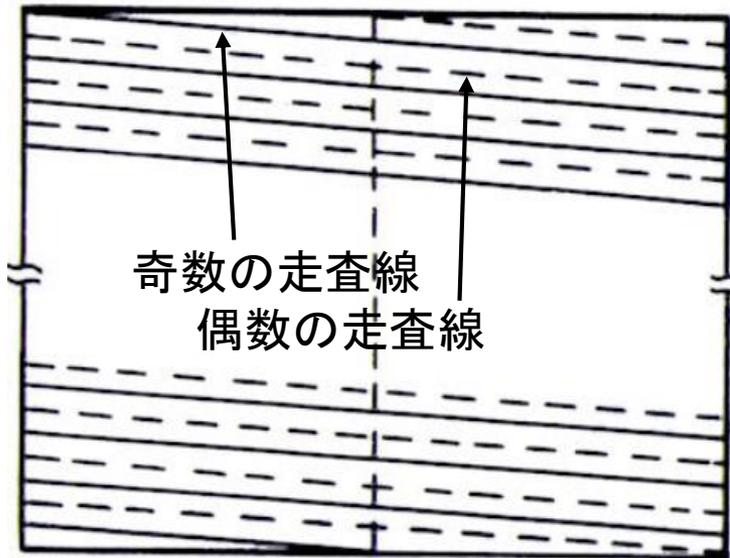


1. 家電機器、テレビ

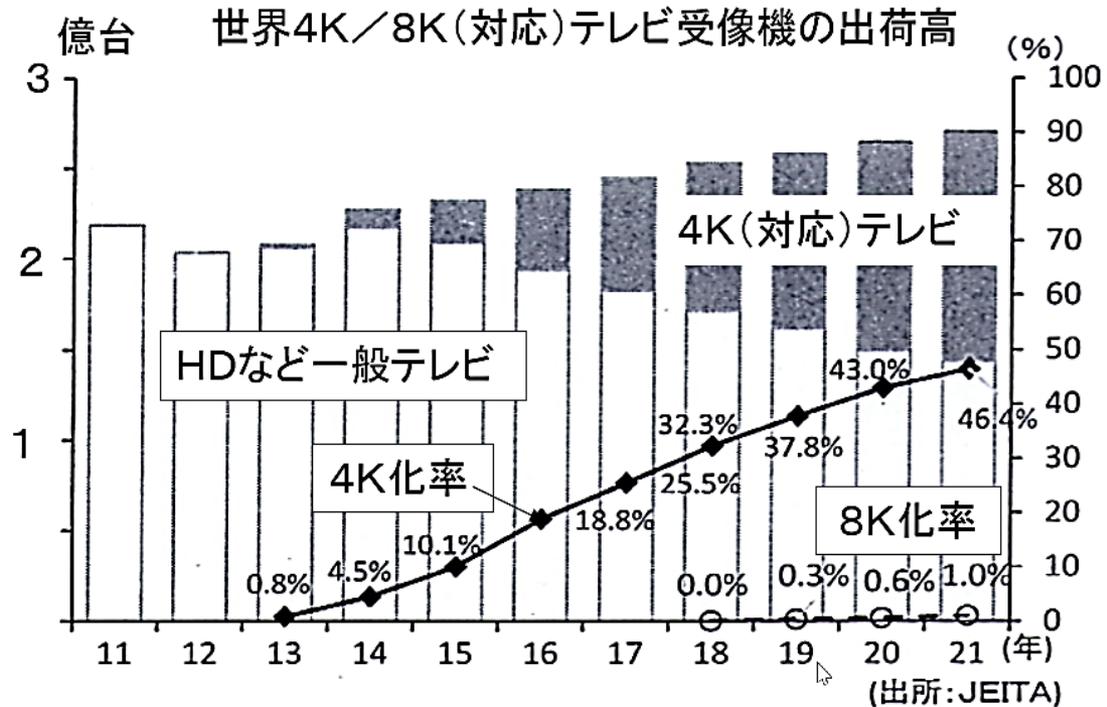
4Kテレビに期待、ついで8Kか？

テレビでは、4Kとか8Kとか言っているが何を意味するのでしょうか？ 既知の通り走査線の数のことです。テレビのパネルが大型になると、解像度を良くするためには走査線の数を増やす必要がある。

テレビ放送では、1枚の絵を2度に分けて送っている。下図左のようにまず奇数の走査線の絵を送り、次いで偶数を送り。1秒間に30枚の絵を送る場合、半分の走査線の絵を60枚送る。これをインターレースと言ひ、動きのある絵をスムーズに送れる。



インターレース走査の図

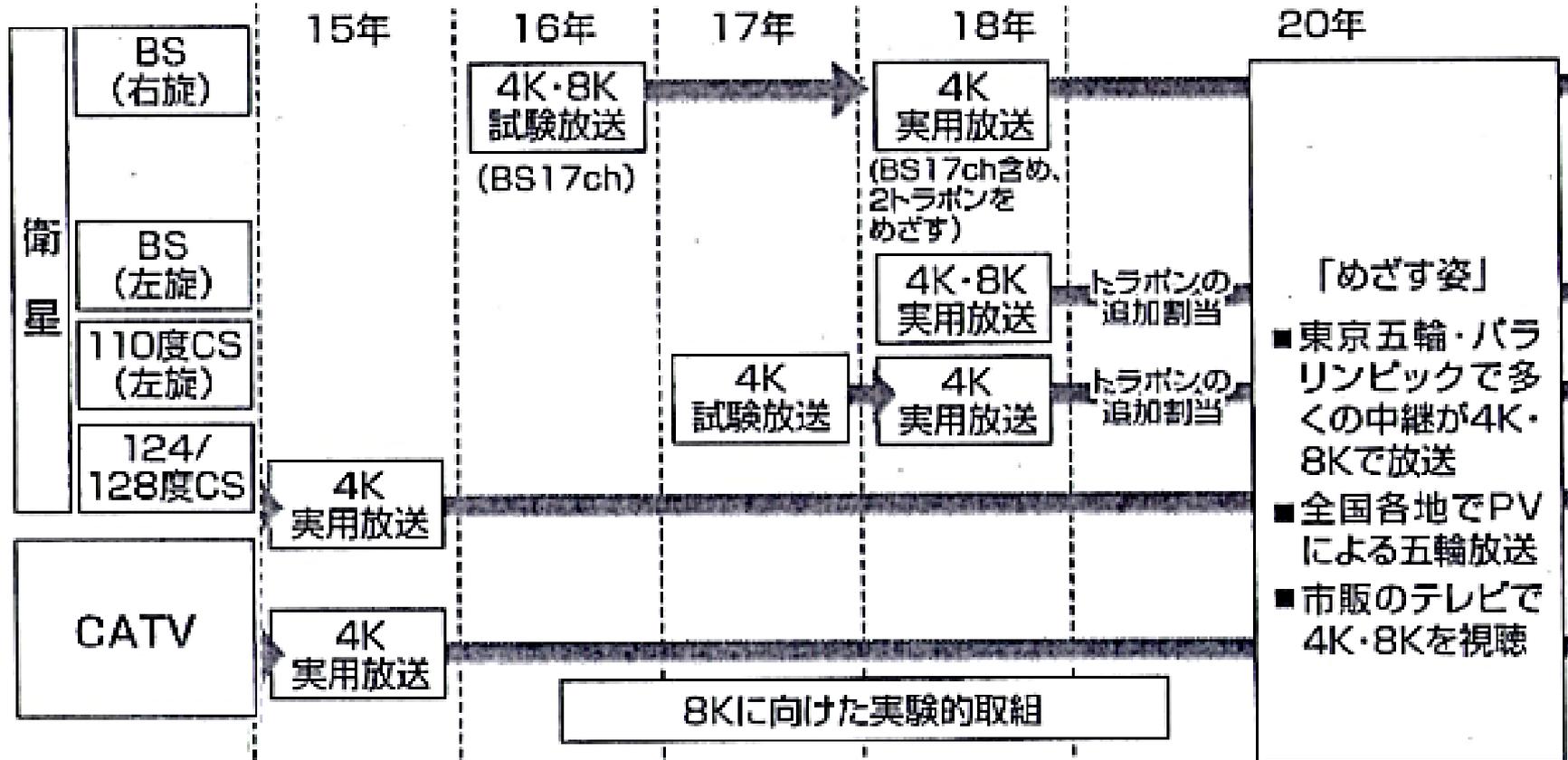


1. 家電機器、テレビ

4K／8K放送推進のロードマップ

4Kの実用放送は来年始まり、8Kの試験放送が東京オリンピックの2020年に始まると計画されている。8Kまで解像度を上げる必要があるのか大いに疑問であるが、実際に8Kの画面を見ると、まるで立体画のように見えたのに驚いたことがある。

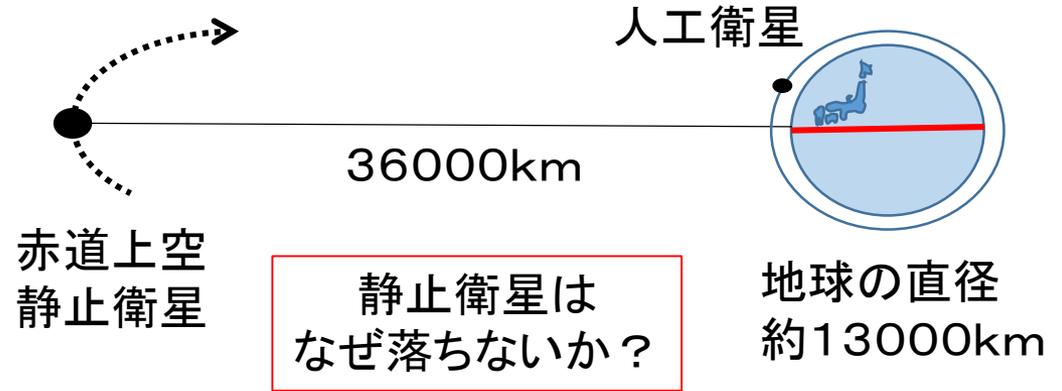
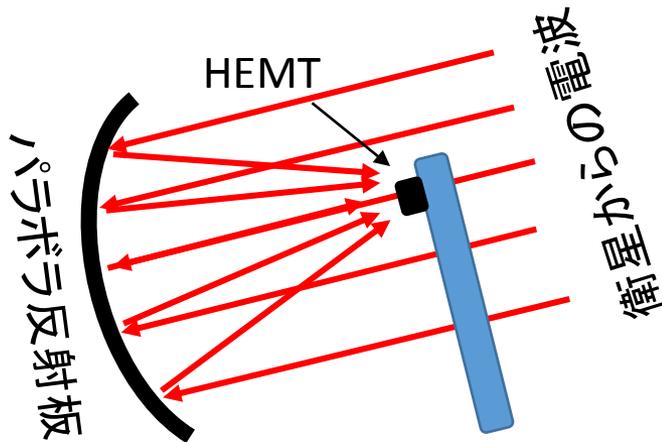
	解像度(画素数)
2K	1920×1080
4K	3840×2160
8K	7680×4320



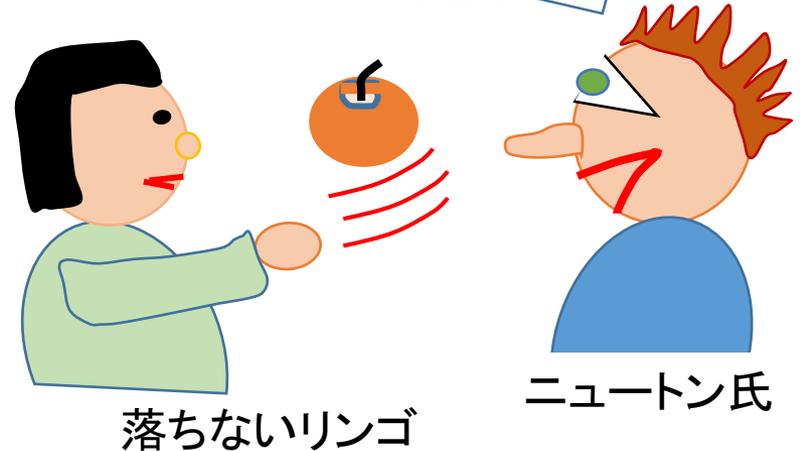
1. 家電機器、テレビ

衛星放送の仕組み

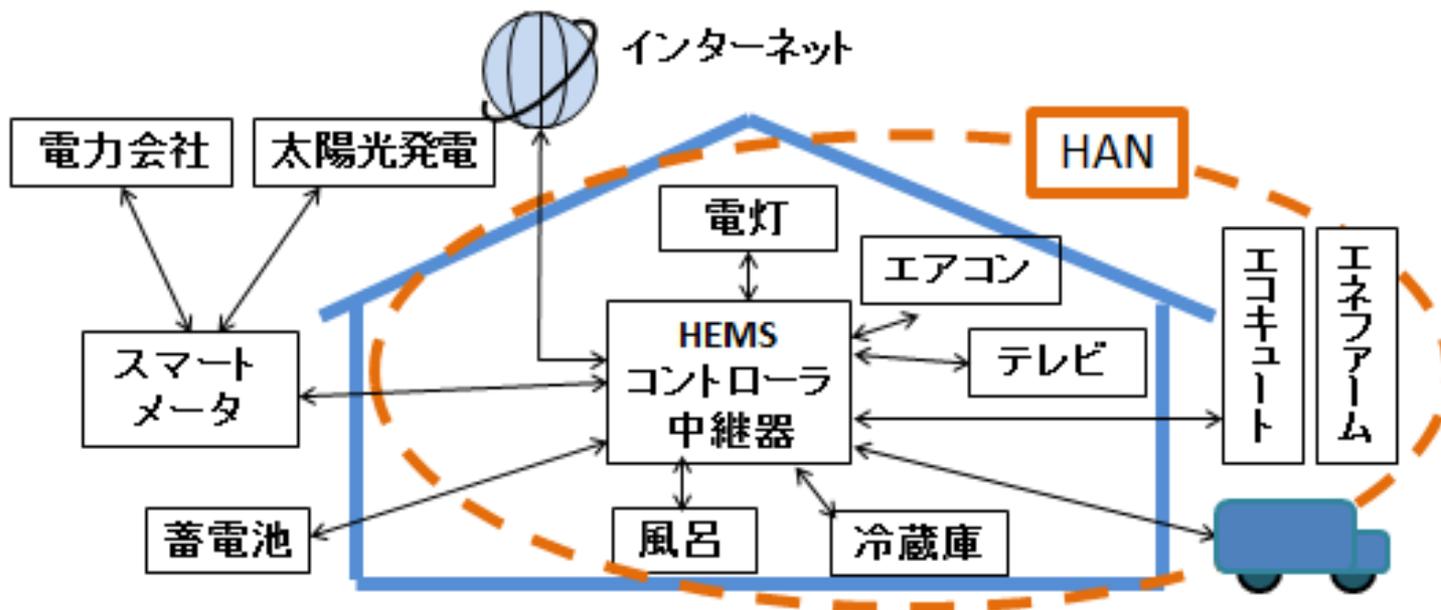
赤道上空3万6千kmにある静止衛星へ、地上から電波を送り、12GHzと言う高周波に変換されて、日本の各家庭に送り返されてくる。12GHzは、光に近い性質なので、パラボラアンテナで受信し、焦点の位置に高周波に感度のある化合物半導体のHEMTトランジスタなどで受信する。因みに、ラジオは低周波なので、家の中まで回折して入ってくる。



え！
万有引力が無い？



省エネや生活の利便性を向上させるため、HEMS(Home Energy Management System)が注目されている。スマートメーターの普及が進められているが、人手で検針していたのを自動化すると言った消極的な意味だけでなく、家庭での電力使用量を下げることの道具として大きな意味がある。太陽光発電は自然現象が相手なので発電量が不安定であり、売電か買電かの制御もスマートメーターの重要な役割となる。更に電力の平準的な使用も行える。

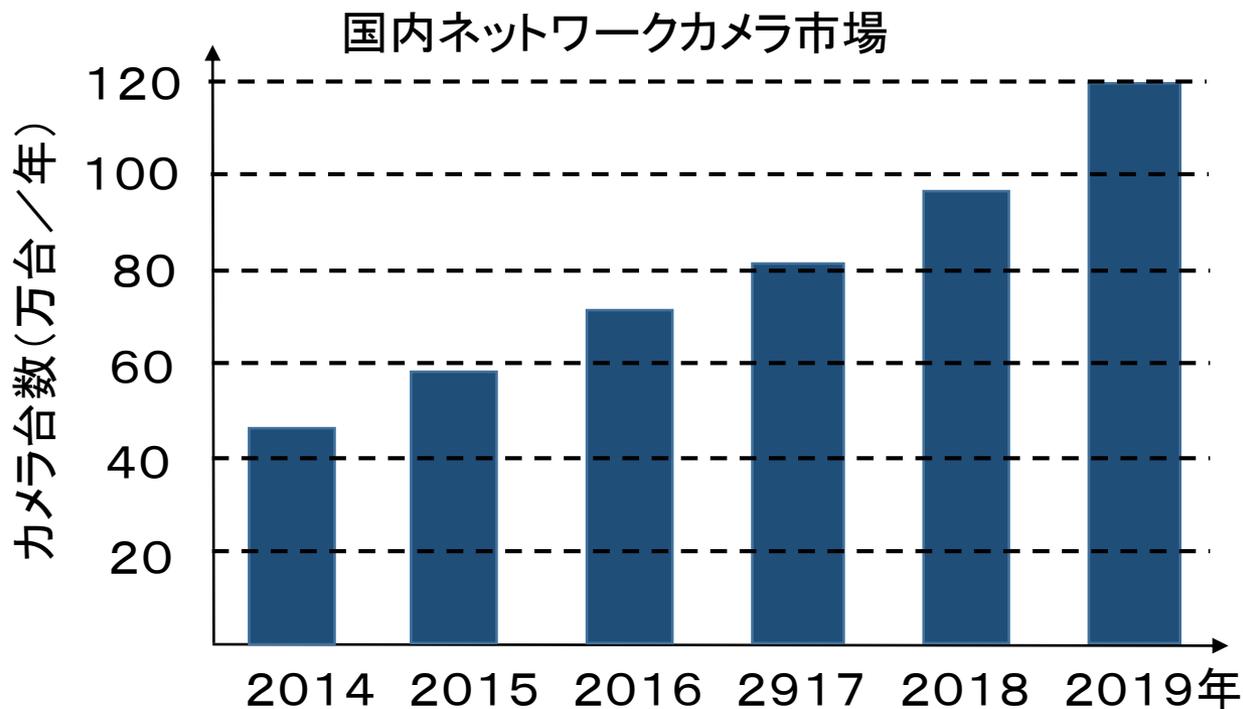


Smart Meter、HEMSコントローラー、HAN(Home Area Network)などの図

監視カメラの市場も伸びる

監視カメラは、撮る機能だけでは価格競争が避けられない。国内各社は、画像認識や映像解析とのソリューション連携による差別化を進めている。国内の監視カメラ市場は、デジタルがアナログを上回り、ネットワーク上で音声や映像を遠隔地に伝送できるIP監視カメラが中心となってきた。

2020年の東京オリンピック・パラリンピックで、国内外から多くの人が集まるとテロや犯罪の危険性も高まり、監視カメラの導入が増える。また、コンビニエンスストアや多店舗展開している企業では各拠点にカメラを設置し、その映像をクラウド上に集めて一括管理し、経営の効率化を図る動きが広がっている。



テクノ・システム・リサーチ社の資料より

2. 自動車

自動運転車は実用化されるか？

自動運転のレベルは、4段階設定されていたが、最近は下表のように5段階が設定されている。レベル2または3は、ADAS(Advanced Driver Assist System)と呼ばれ、既に実用化され、事故の防止に役立っている。レベル5の完全自動は、2025年頃の実用化と言われているが、一部の自動車メーカーでは2020年に発売すると発表しており、既に公道でも実験が行われている。多くの電子部品が使われ、AI(人工知能)の粋を集めた、まさに走る電気製品と言える。人が運転しないなら、ビール飲んで100キロ出しても結構。

AIシステムを搭載した自動運転のレベル

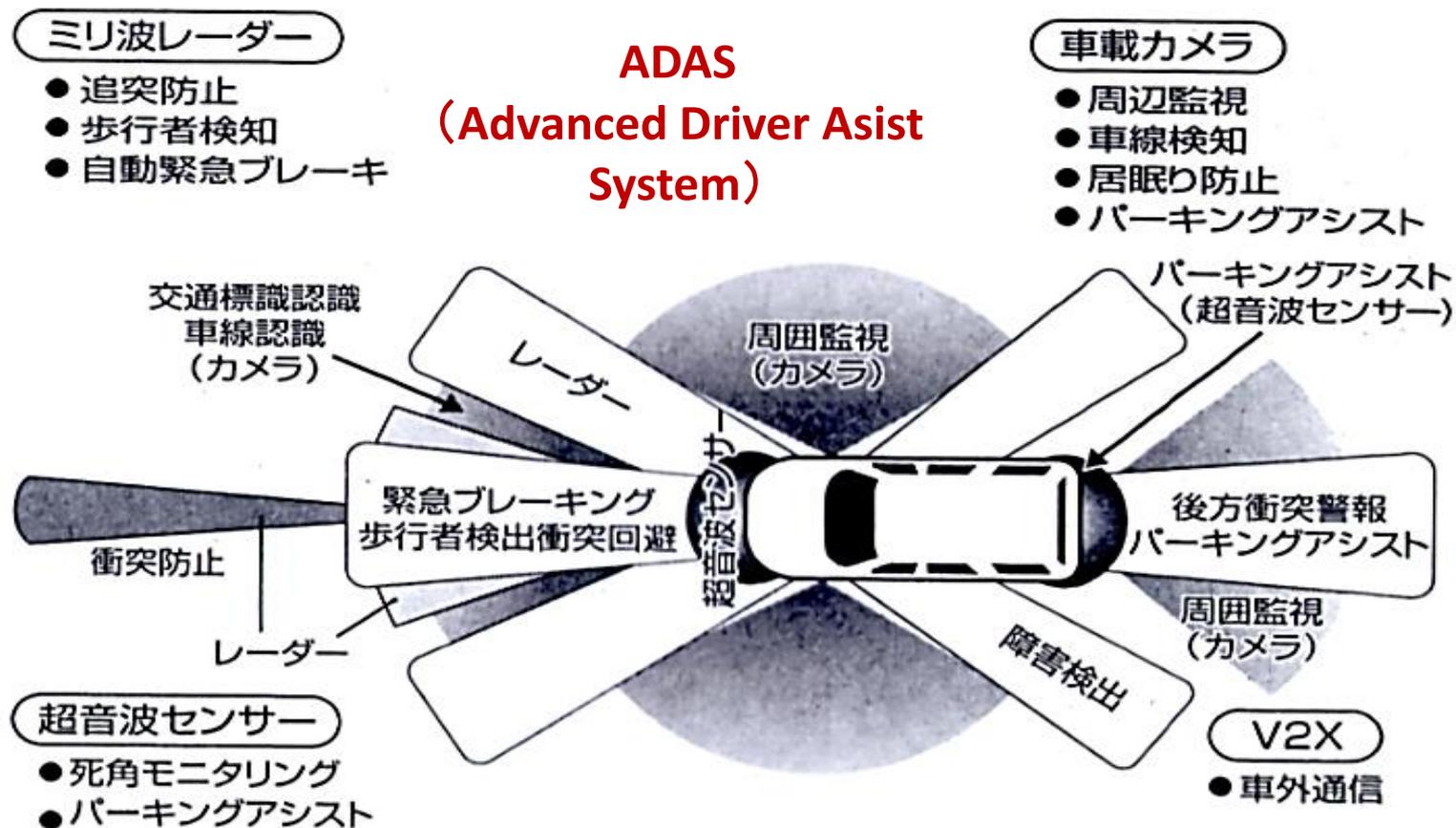
レベル			操 作	監 視	緊急時
1	補 助	システムがハンドル、加減速のいずれかを、運転手がその他を操作	人+システム	人	人
2	部分的な自動化	システムがハンドルと加減速を、運転手がその他を操作	システム	人	人
3	条件付き自動化	要請があれば運転手が操作する条件で、システムが特定のモードで運転を操作	システム	システム	人
4	高度な自動化	要請に運転手が応じない場合でも、システムが特定のモードで運転を操作	システム	システム	システム
5	完全自動化	システムが常時、いかなる条件でも運転を操作する	システム	システム	システム

(注)米自動車技術者協会の定義

ADAS用の各種のセンサー

ADAS用の走行に必要な道路情報を得るセンサーとしては、画像を得るのにカメラ、距離を測定するのにミリ波レーダー、赤外線レーザー、超音波センサー、車車間や車物間の通信用機器などがある。

高度化する安全支援システム



レベル3を実現するための武器

キーデバイスの主導権争いも

GPS



センサー情報と合わせ正確な位置情報を導き出す能力が必要

ライダー



赤外線線の反射から障害物を把握。小型化済み搭載場所も多様に

ECU



車を電子的に操作。動作記録や制御プログラムの更新にも利用

車載カメラ



映像から車両・車線を識別。レンズを複数使い精度を高めた製品も

ミリ波レーダー



電波の反射から障害物を把握。緊急ブレーキなどに使われている

(注)製品写真はコンチネンタル

国土交通省によると、国内で生産された車の16%(70.5万台)が、既に自動ブレーキを搭載している。

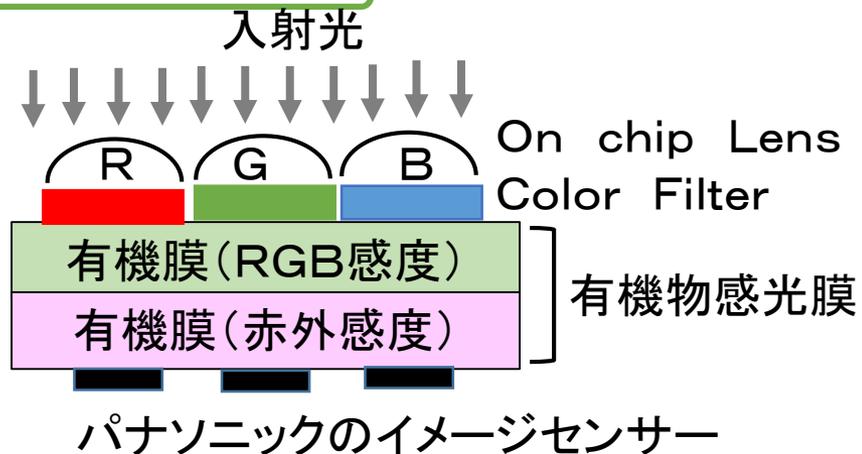
赤外線レーザーを使ったライダーに注目が集まっている。赤外光を照射し、物体に当たって反射してきた光を測定して、掛かった時間から距離を測定する方法で、ToF(Time of Flight)と呼ばれる。

日経産業新聞
2017. 1. 18

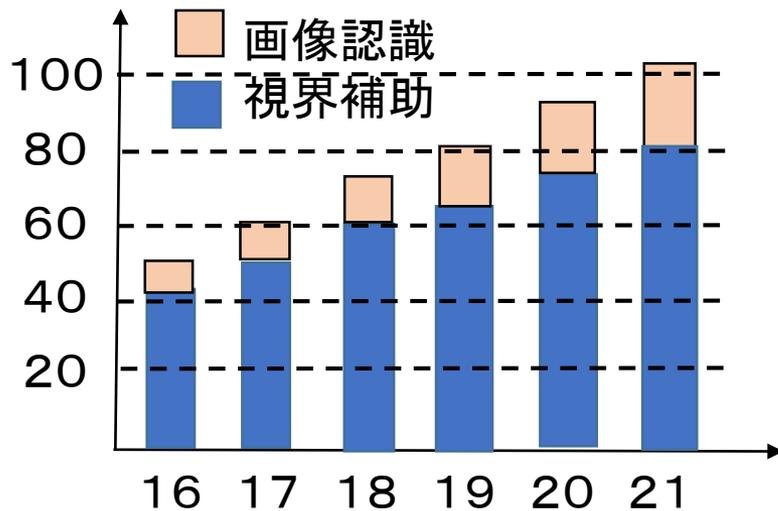
2. 自動車

闇夜でも見えるカメラ

自動運転には闇夜でも感度がある高感度カメラが欲しい。ソニーから0.0005luxで撮像できるイメージセンサーが発表され、パナソニックは高感度フォト膜を積層したイメージセンサーを発表している。車載カメラ業界は、オンセミコンダクター社が50%以上のシェアを持っているが、ソニーなど日本勢が挑戦している。



車載カメラ市場



IHSテクノロジーの資料を抜粋

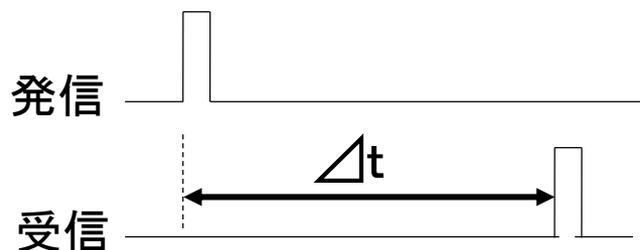
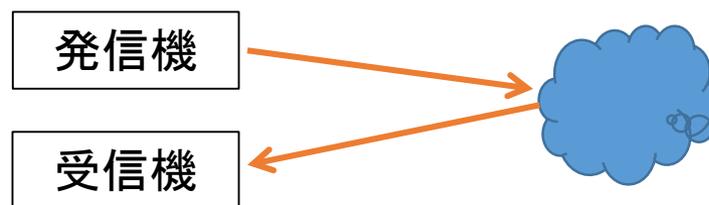


赤外線サーマルカメラの画像

サーマルカメラは、物体から放射される赤外線イメージセンサーで検出し、受光量を温度分布として画像に変換する。可視光線と比べて解像度が劣る。

当たり前前の技術になったToF

離れている物体の距離を測るには、レーザ、超音波、ミリ波などの方法があり、いずれも被測定物に反射して返ってくるまでの時間を測定することにより、距離を知る。TOF (Time of Flight) と呼ばれる。光速は30万km/秒なので、光が3m進むのに要する時間は10nsであり、この程度なら、現在の高速回路で測定可能である。



Δt に光速を掛けると距離となる

レーザ光は、近赤外 ($\lambda=785\text{nm}$) が良く使われる。(水中では、近赤外は減衰が大きいいため、緑色レーザが用いられる)。

レーザ光は、霧や煙のある環境では正確な計測が出来ない。ミリ波や超音波なら測定できる。

レーザ光では、鏡やプリズムを用いて光路を変更することが出来るので、2次元や3次元の形状も測定できる。

距離の測定にはミリ波

青虫と蝶々が同じ動物だなんて信じられます？

実は、電波と光は同じものなのです。そんなこと常識で知っているって！

下に表は、電波と光の関係を示したものがある。ラジオの放送は500～1000kHzの電波が使われているが、波長で言えば1cm程度となる。可視光は、400～700nmなので周波数で言えば 10^{15} 即ち1000兆Hzである。

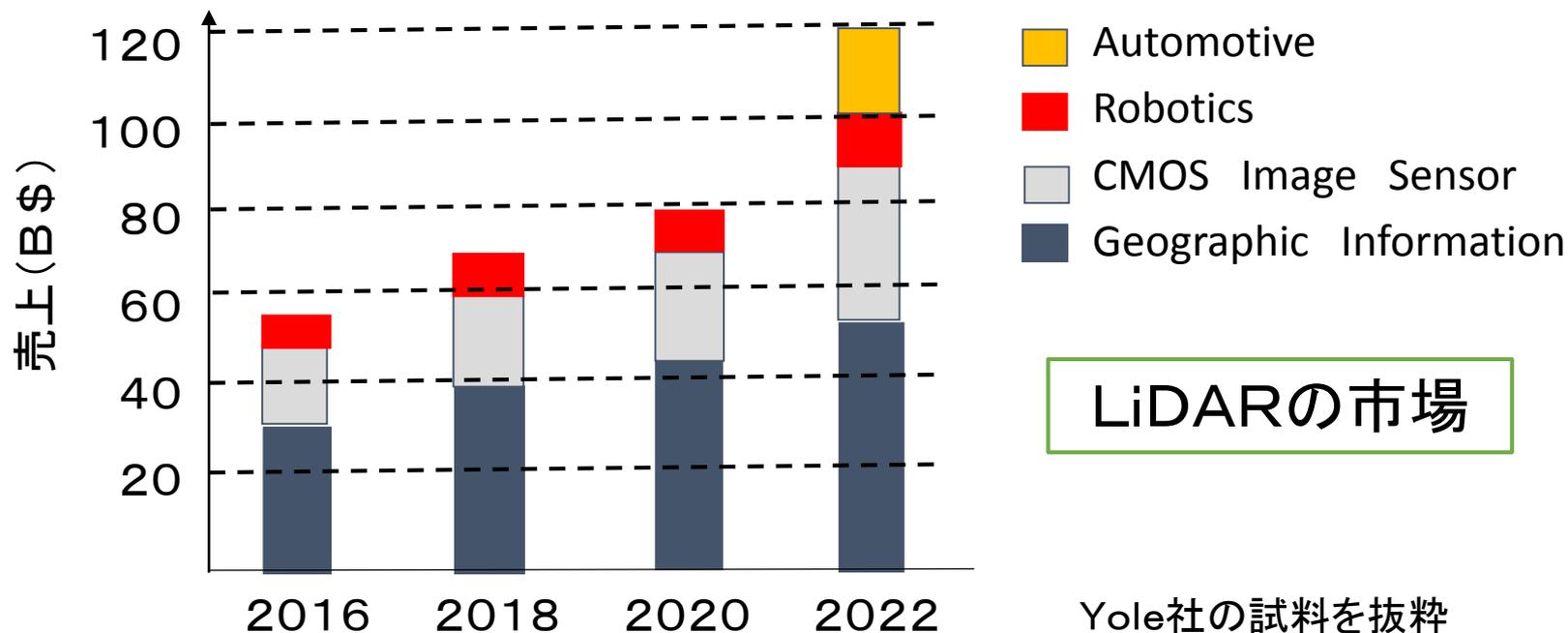
ADASでは、障害物までの距離を正確に測定する必要があり、77GHzのミリ波レーダーが用いられ、250m先までの距離を検出でき、主に先行車追従用に多用される。24GHzの準ミリ波も用いられることがあり、見通しの悪い死角用に用いられる。距離の測定は、Time of Flightである。

周波数 (Hz)	10^6	10^{10}	10^{11}		10^{15}	10^{17}	10^{19}			
	10^2	10^{-2}	10^{-3}		10^{-7}	10^{-9}	10^{-11}	波長 (m)		
	長波	中波	短波	センチ波	ミリ波	赤外線	可視光	紫外線	X線	ガンマ線

電波と光の関係

ライダー (LiDAR) にも用いられる

ライダー (LiDAR) は、Light Detection and Ranging (光検出と測距離)、または、Laser Imaging Detection and Ranging (レーザー画像検出と測距離) の略。パルス状に発光するレーザー照射に対する散乱光を測定し、遠距離にある対象までの距離を測定するが、対象物の性質を分析することもできる。ライダーは気象観測や地形の測定などで用いられているが、自動車のADASや自動運転に用いることが検討されている。レーザー光は目にはいると危険なので、安全な赤外線を用いる。

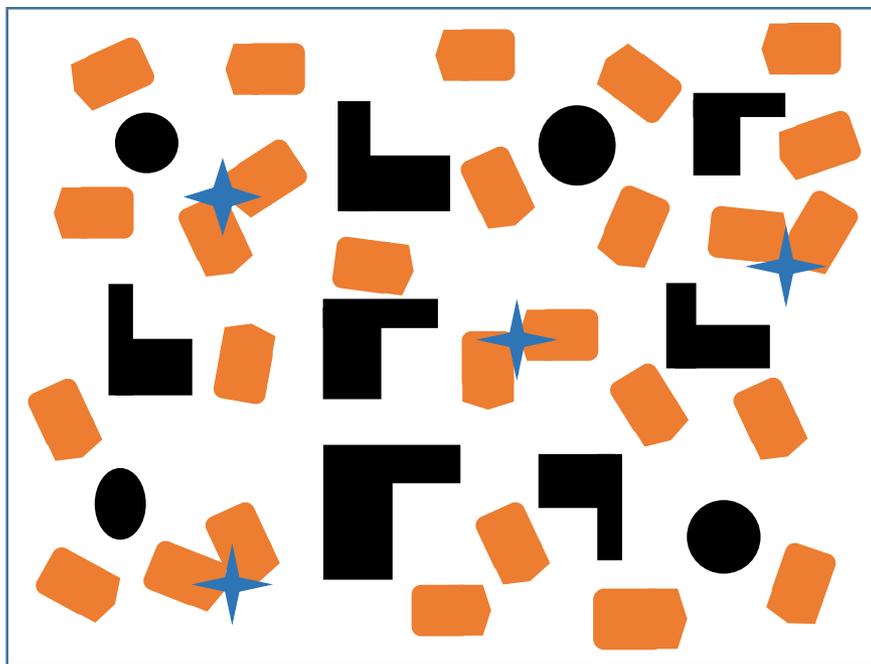


2. 自動車

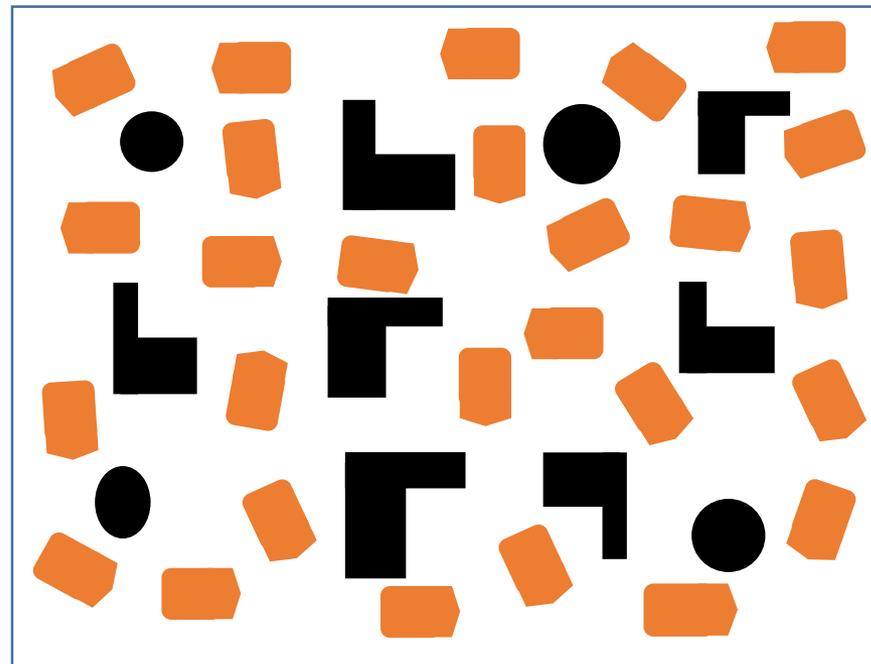
ディープラーニングによる実験

トヨタが、2016年のCEATECで面白い展示をしていた。

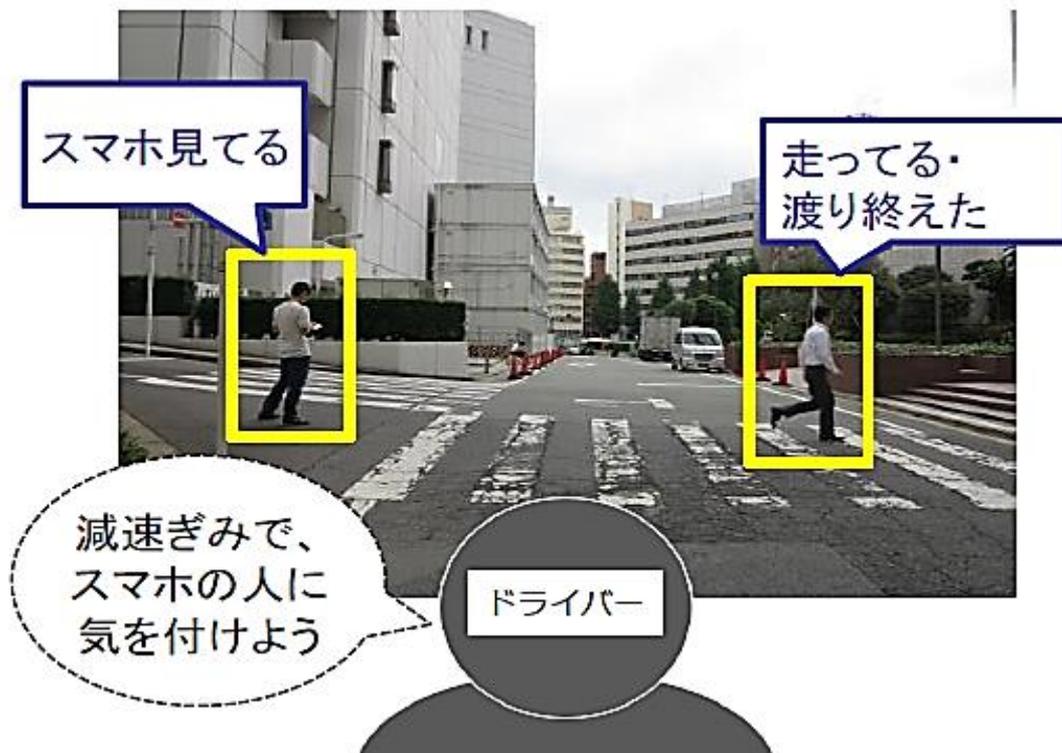
下図左のような、障害物のある狭い場所で多くの自動車を走らせると、やたらに衝突を繰り返す。衝突するとバツ、しなければマルという評価を与えて非常の多くの場合を学習させると、数分後には全く衝突しないで動くことができるようになった。



初期の状態、やたらに衝突している



ディープラーニングで学習後



左の絵から想起できることは？

単に人が居る、居ないの区別ではなく、人が何をしているか、その後どんな行動を取るかを予測して、危険を未然に防がなければならない。このためには人工知能の助けは必須で、特にディープラーニングが用いられる。

ピクセルの処理により、この人
(特徴抽出)



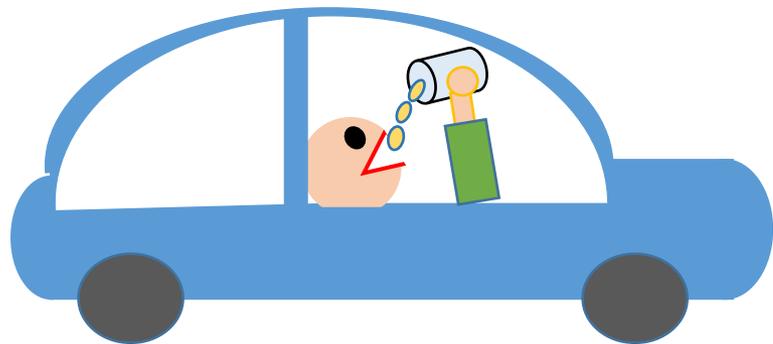
と、この人



を区別する

2. 自動車

レベル4(完全自動運転)は実現するか？



中には、そもそもハンドルがない車を考えているメーカーもあるとか。勿論、ビール飲んでも走っても良い。

一般の道路では、路地のような細い道や車庫のない家に来た時など、どこへ駐車するのか迷ってしまう。その点、いつも同じルートを走るバスは実用化が速いかも知れない。

右の写真は、本年のCeBITで展示されていた自動運転バスである。

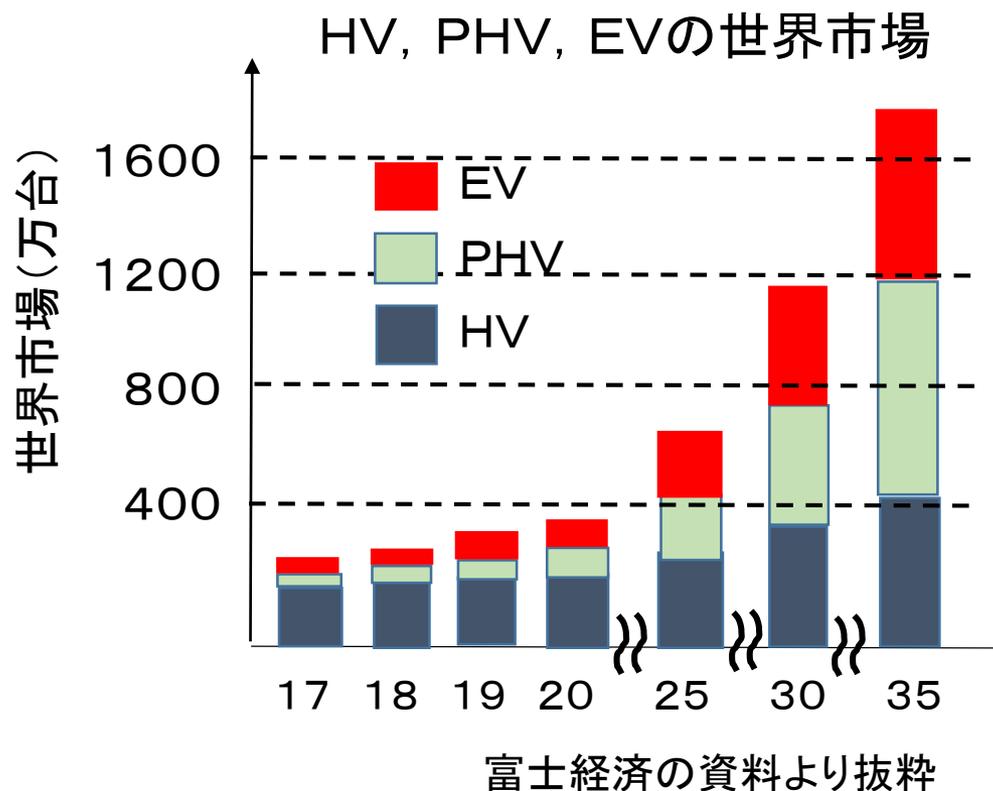
現在、無人運転の実験車は、かなり走っている。アメリカの例では、数百キロも無人で走ったことが報告されている。自動車メーカーによっては、2020年に発売すると言っている。大方の意見では、2025年には各社から発売されると言われている。

ただし、当初は高速道路に限られる可能性が高いだろう。交差点がない、人が歩いていない、自転車もないなど、危険が少ない。



地道に伸びる電気自動車

電気自動車は、充電後の走行可能距離が不足で今一つ売り上げが伸びなかったが、リチウムイオン電池の性能向上もあって、ようやく売り上げが伸びそうである。自動車の総販売数(約1億台/年)に比べれば、まだまだ少ない。テスラ社と電池を供給するパナソニックが市場を牽引してきたが、ヨーロッパ勢が関心を持ちはじめたと伝えられている。



カリフォルニアを初めとして、多くの国でもZEV(Zero Emission Vehicle)規制が実施される。中国も大気汚染対策が急務である。

半導体では、リニアテクノロジー、インフィニオン、サイリンクスなどが積極的である。

ワイドギャップ半導体(SiCやGaN)のパワーデバイスは、モーターの効率アップや車の軽量化に有利なので採用されるであろう。

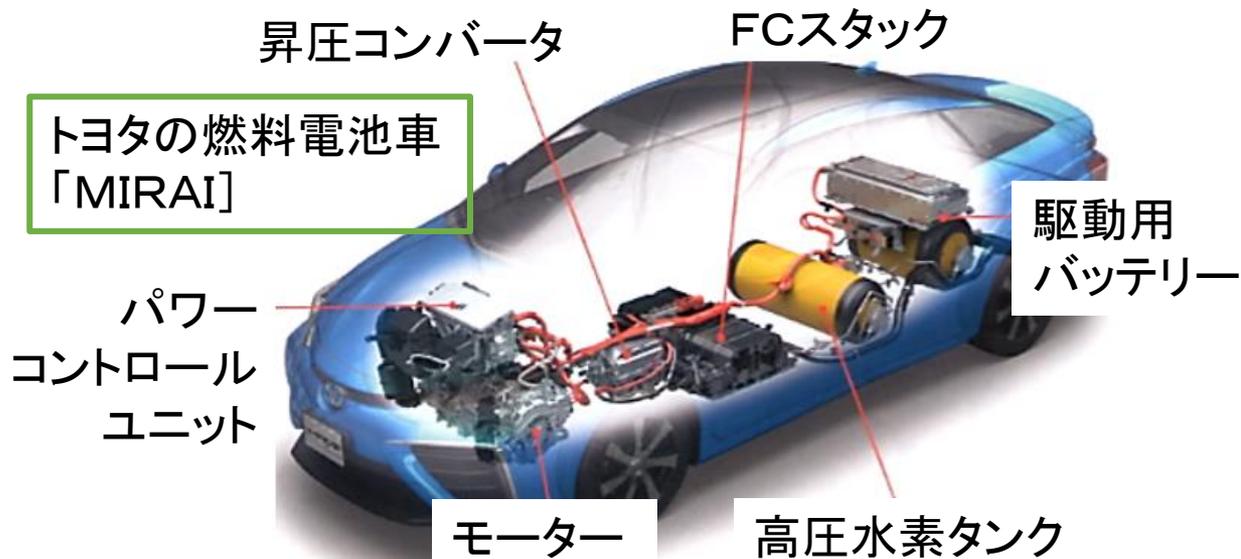
2. 自動車

燃料電池自動車は、エコカーと言うが

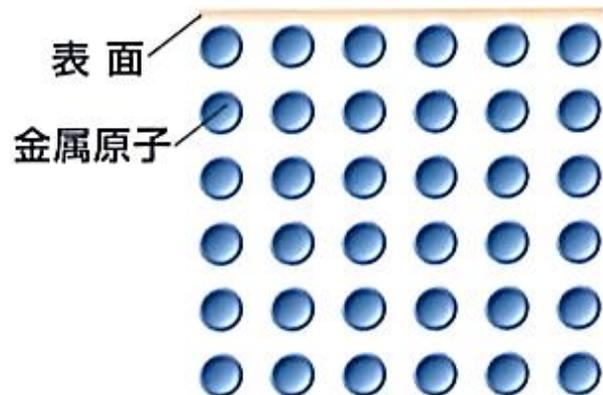
水素を燃料にして発電すると、水ができるだけなので地球環境に優しい。

ただ、現在は化石燃料から水素を得ているので、優しいとは言えない。

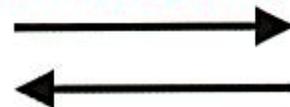
自然エネルギーやバイオマスから水素が得られる時代が望まれている。



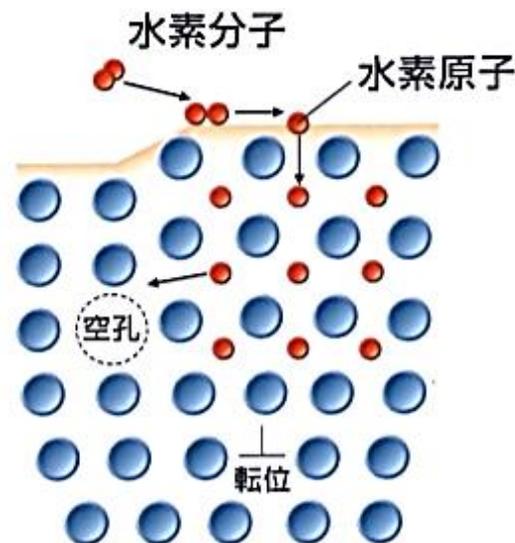
70MPa(700気圧)もの高圧水素タンクより、水素吸蔵合金なら10気圧以下である。



水素吸蔵(発熱)



水素放出(吸熱)



車載用の半導体LSIは、他の電機製品用とはやや異なって趣きがある。微細化LSIは車用には余り必要でなく、2世代ほど遅れた設計ルールでも信頼性の良いLSIが望まれる。ただ、ADASや自動運転に対応するLSIは、処理性能がハイレベルになる。昨年 of 車載用ICメーカーの売上ランクは下表の通りで、2020年代には大きく変化するものと予想している。現在、次の3社が注目されている。

順位 メーカー 市場シェア(%)

1	NXP Semiconductor	14
2	Infineon Technologies	10.7
3	ルネサス エレクトロニクス	9.6
4	STMicroelectronics	7.6
5	Texas Instruments	6.9
6	Robert Bosch	5.9
7	ON Semiconductor	4.4
8	Microchip Technology	2.9
9	東芝	2.6
10	ローム	2.5

2016年、車載用ICメーカーの売上ランク

①NVIDIA; GPU (GraphicsのCPU)のメーカーで、数千個のデータ処理を同時に行えるので、瞬時に多数のデータが集まり、運転の行動を決めるのに適している。

②Intel; これまでパソコンやデータセンター向けのCPUをビジネスにしてきたが、今後は自動車に注力する。実力があるメーカーなので期待が大きい。

③Qualcom; 自動運転には、車外との通信が重要になると考えられ、通信技術を得意とするQ社がNXPを買収しこの分野に注力している。

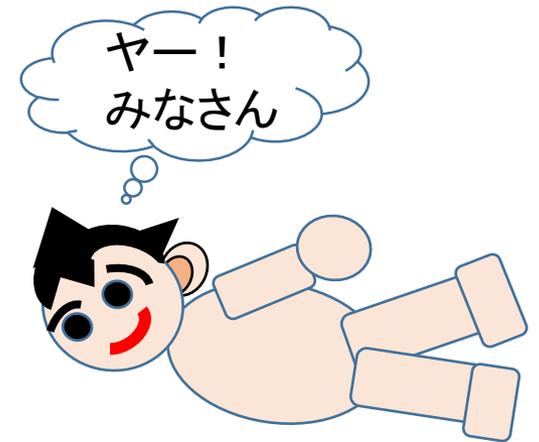
* XilinxのFPGAも注目すべきかも。

* ルネサスも頑張っ欲しい。

3. ロボットとドローン

ロボット時代が来た！

アニメで描かれたロボットが現実になるのか？
取り敢えずは、工場の作業をロボットが行うのが当たり前になり、更に人工知能を抱いて、ホテルの接客をロボットが行う時代になってきた。先々は、人の仕事がロボットに奪われると言う意見もある。
ロボットについて、文献など集めてみたら、下表のように色々面白そうな話題が満載である。

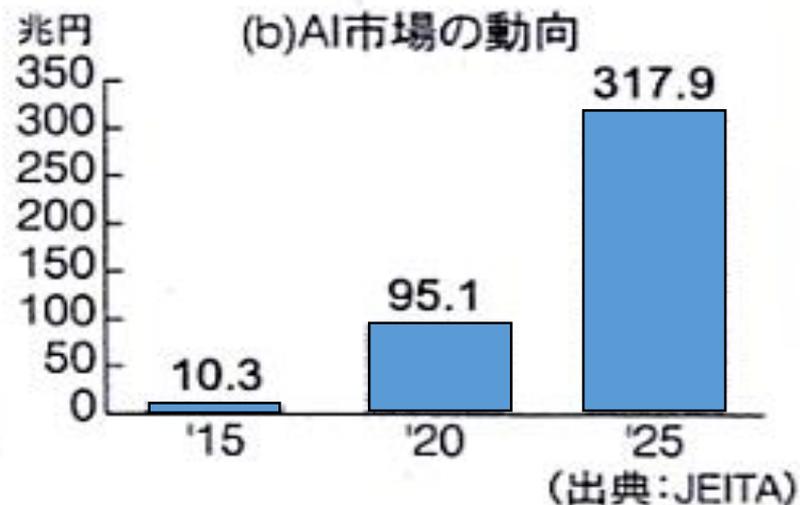
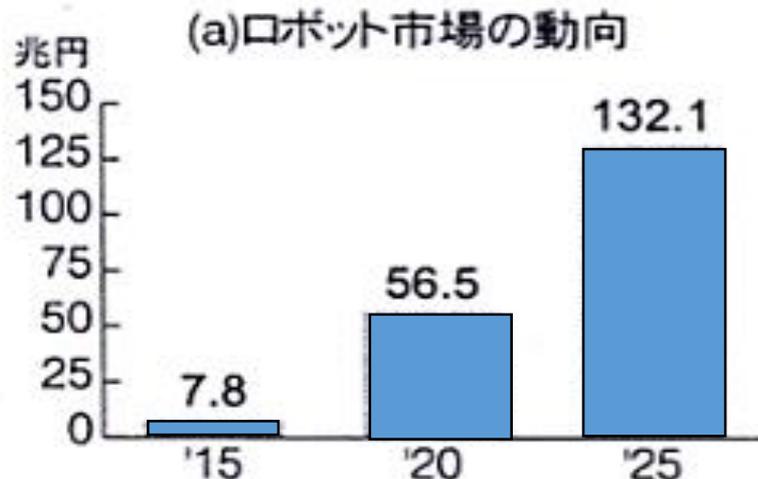


- ①何でも掴めるロボット
- ②多能工型ロボット
- ③介護・医療をアシスト
- ④ロボット楽団
- ⑤盲導犬ロボット
- ⑥雪かきロボット
- ⑦凝ったオモチャ
- ⑧電力線通信で省配線
- ⑨遠隔操作で動くロボット

- ⑩無人運転自動車
- ⑪魚ロボット
- ⑫ゴキブリやノミのロボットも
- ⑬飛行ロボット
- ⑭高所作業用ロボット
- ⑮人工衛星用ロボット
- ⑯農業に革命を起こす
- ⑰精密作業用ロボット
- ⑱手術用ロボット

ロボットだらけになるかも

ロボットとAIの世界市場見通し

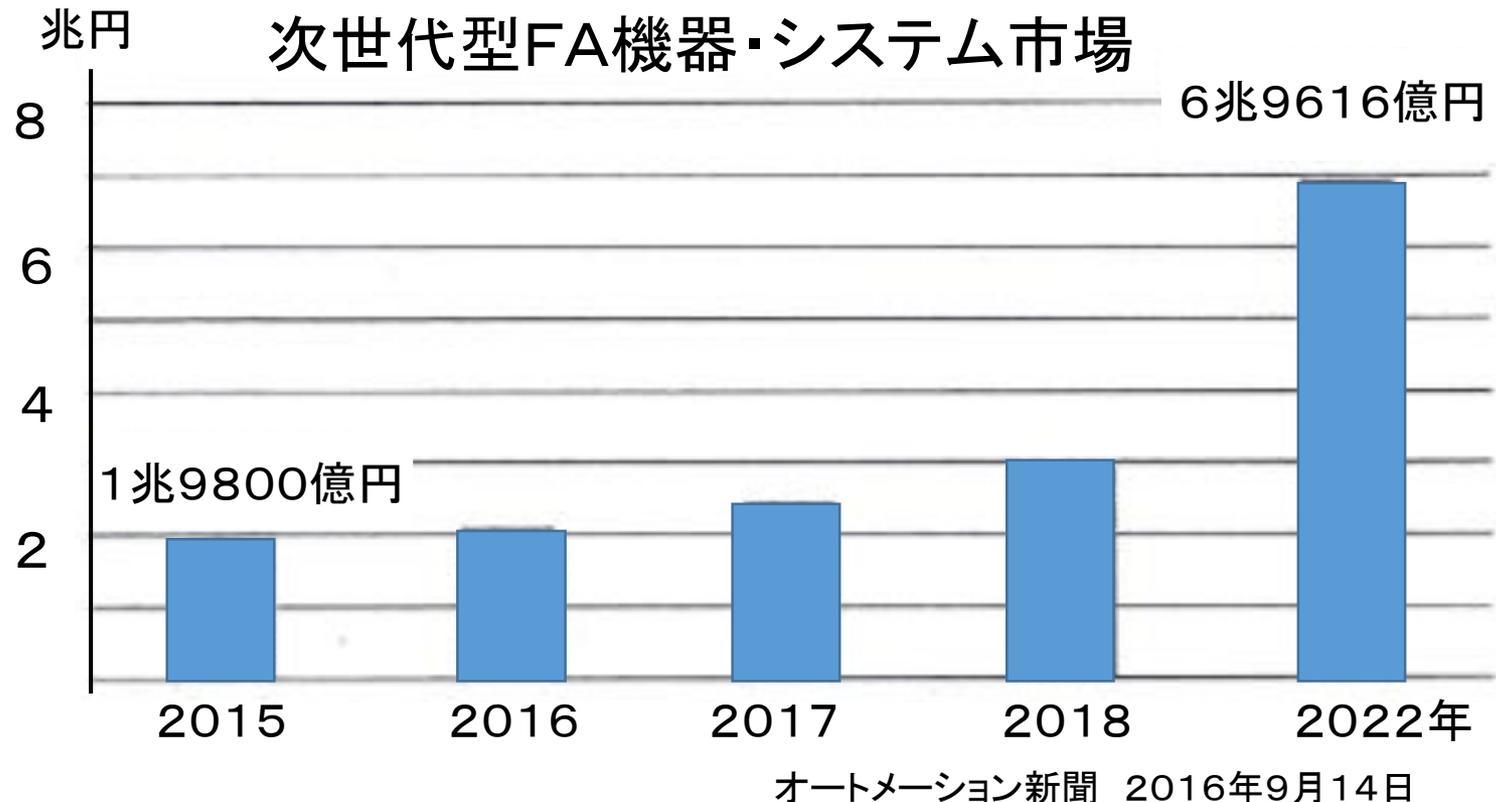


JEITAの調査では、ロボットが市場の現状の8兆円が2025年には132兆円に成長し、人工知能は、現状の10兆円は2025年には318兆円になる。**ホント？**

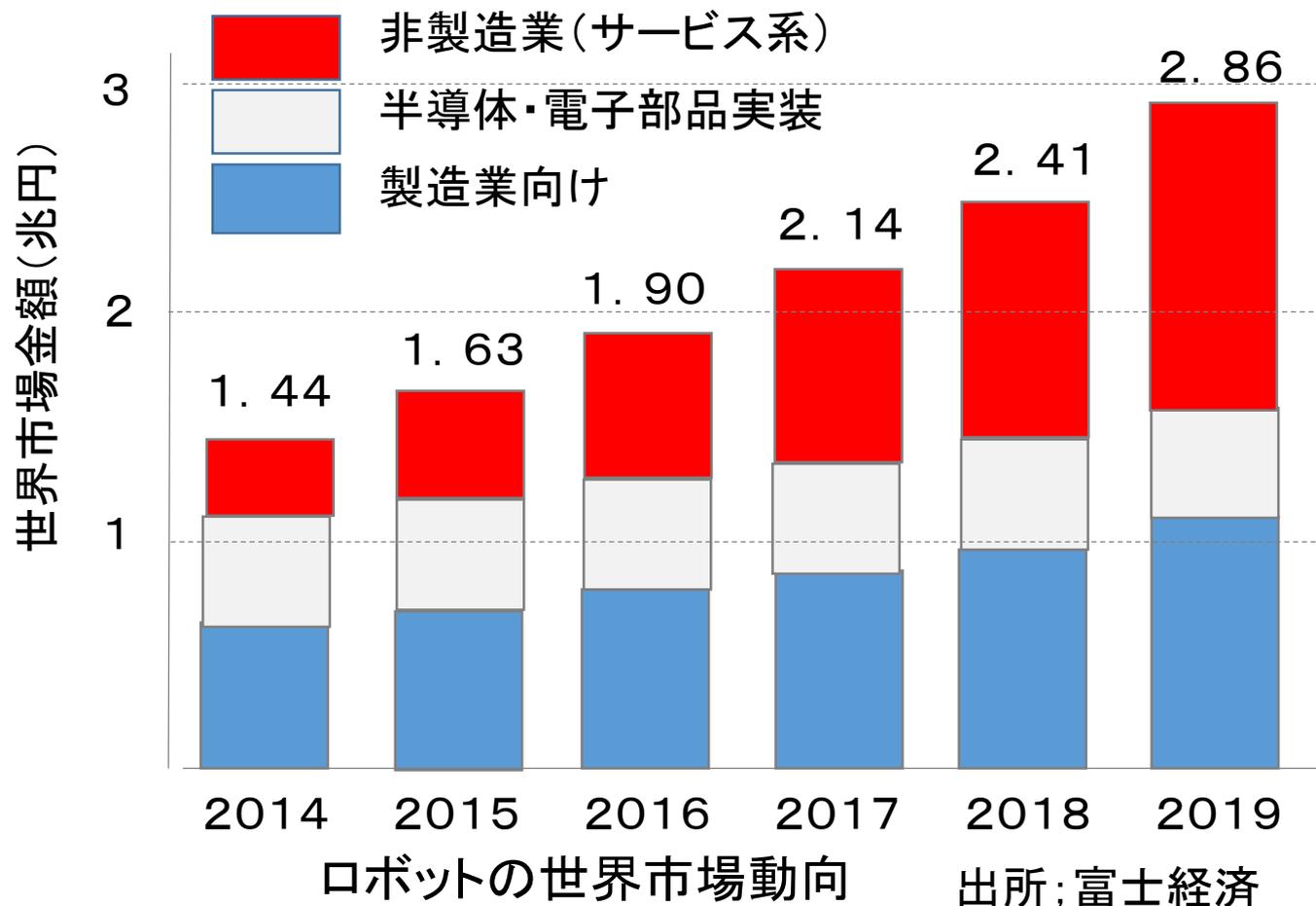
ロボットの中には、自動運転やドローンも含まれており、これらの市場は2025年に93兆円を占めている。通常のロボットと考えるものは38兆円である。

AIについては、どこまでをAIとカウントしたのか不明。従来からある機器にAIを積んだ場合、その機器を全てAIとカウントしているのかも。

自動車工場のベルトコンベヤ作業や、半導体の全自動ラインなど、これまでもロボットの導入が進められてきたが、人に出来ない重量物や危険物を扱う作業や、日本だけでなく世界的な高齢化に対処するため、産業用ロボットの導入が進み、現在の2兆円規模が5年後には7兆円になると予想されている。特に中国の導入が急激である。



製造業向けのロボットは、着実に増加するようである。(現在は中国向けが多いが、今後は他の国へも広がる)。非製造業向けでは、介護、作業アシスト、情報案内、会話などが考えられているが、果たしてこのグラフほどに伸びるか？
電波新聞 2016. 10. 27



産業用ロボットの一例

ビールビン20本の入った箱を9個、軽々と持ち上げて運んでいたロボットアーム。
展示会の会場で実演していたので撮影したが、この程度で驚いていては実際の現場では
桁が違う。(船を持ち上げるクレーンもある)



WINDSネットワークと言う1000フレーム／秒の超高速イメージセンサーをテーマにする団体があり、自動車、ロボット、産業機器、医療など、幅広い分野からのメンバーが参加している。

高速イメージセンサーに対する技術的な検討項目として、①撮像時間の短縮によるSN比の低下、②高速化による消費電力の増大、③インターフェースのデータ速度、④センシング処理の負荷増大などがあって簡単ではない。

今年のISSCCでイメージセンサー一部とロジック回路の間にDRAMを挟み、DRAMに一時画像データをストアする構造をソニーが発表して話題になっている。

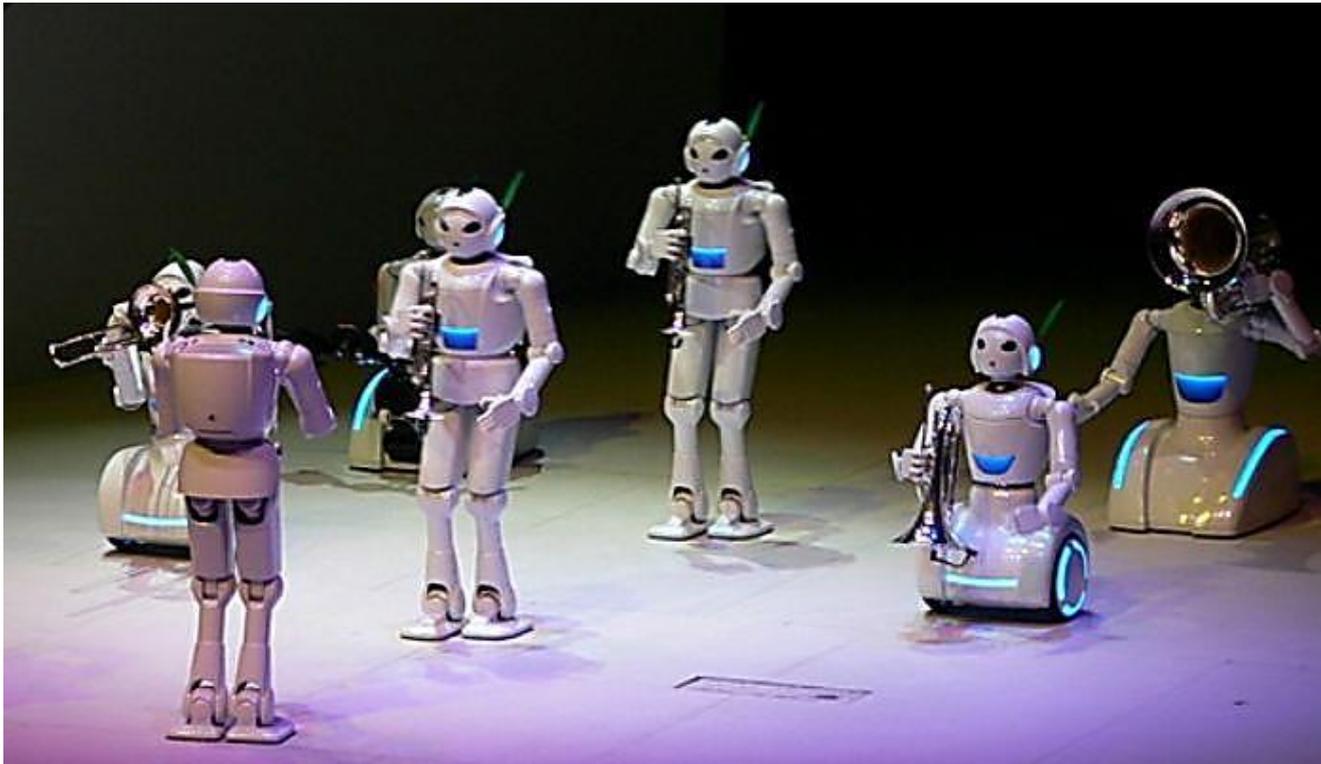
ロボットに用いると、微妙な動きを高速に修正できるので、ミクロン単位の精密な動きが実現できる。



ISSCC2017年2月で、ソニーが発表したイメージセンサーの断面写真を、筆者が一部加工した。

芸術の世界にもロボットは来た！

「このスピードについてこれるか！」——ロボットギタリストが“超”速弾きを披露し、人間ではとても出せない音を披露した。新しい音楽ジャンルが開発される可能性が。その内に絵画、俳句、小説なども人工知能が作ることになるのだろうか？ 筆者はそんな時代になっても面白いと思うのだが、皆さんはどう？



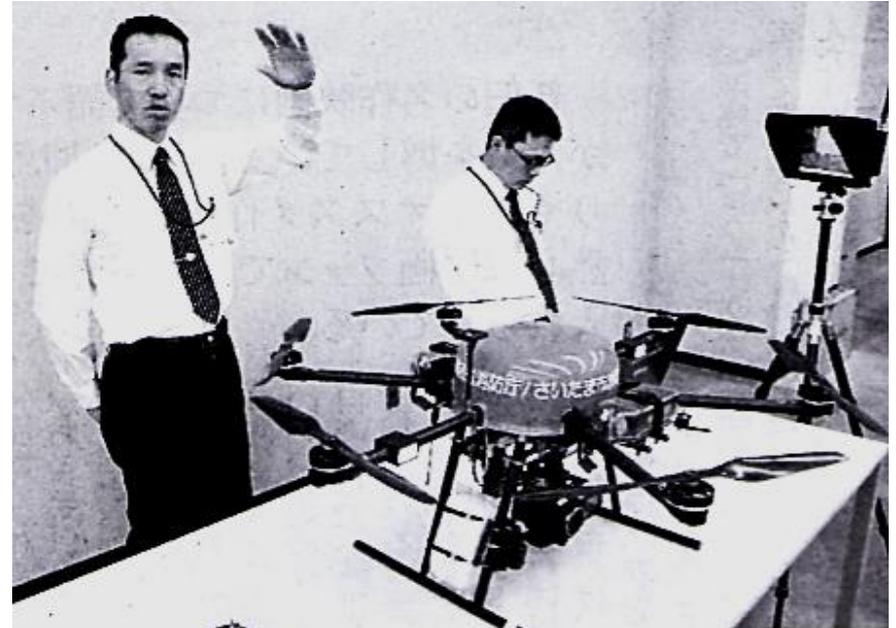
愛知万博でのトヨタグループ館で披露されたロボットによる楽器の演奏

その後、北京博でのバイオリンの演奏で大人気を博した。

昨年の糸魚川の大火災では、上空からドローンが現場を撮影して活躍した。



糸魚川市街地(高橋氏がドローンで撮影)



＜アクスルの火災で活躍＞

2017年2月に起こり、5日間も燃え続いたアクスル社の倉庫火災では、ドローンが上空30～50mで撮影して、地上からは状況が把握できない場所の画像を送ることに成功した。

人が乗れる自動飛行ドローン

中国EHang(億航)社は2017年2月12～14日、ドバイで開催された「第5回ワールド・ガバメント・サミット」において、自動飛行ドローンのプロモーションをドバイ道路交通局と共同で実施した。8枚のプロペラを持つ1人乗りのドローンで、自動飛行機能と指令センターからの指示に基づいて飛行し、乗客が操作することはできない。世界初の「人を運べるドローンとして「CES 2016」に出展され注目を集めた。



テスト飛行の様子



出展された一人乗りドローン

農機の自動化はハイテクによる

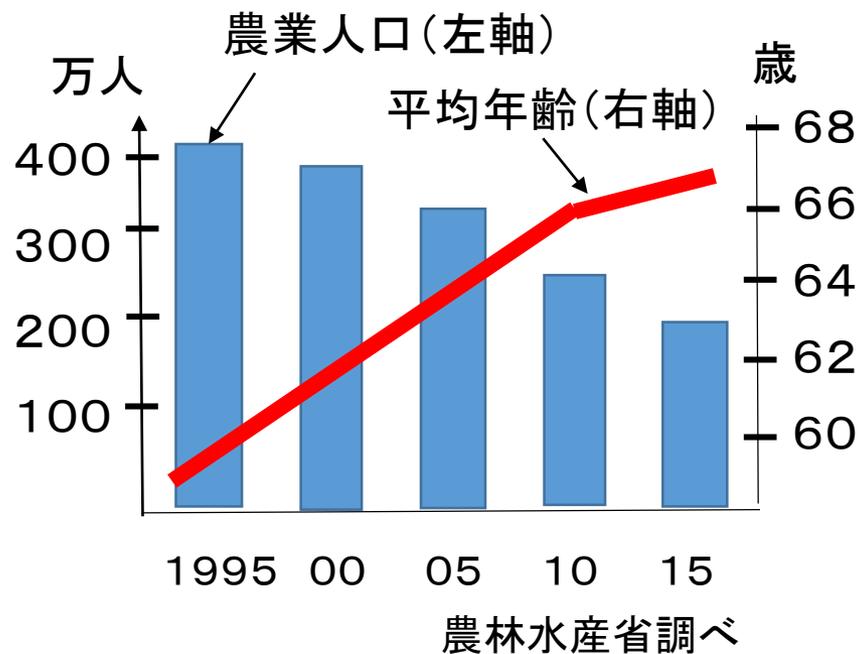
農機の自動化では、田植機がある。田畑は道路のようにガイドとなる中央線や外側線もなく、舗装路と違い凸凹の悪路で、農機は真っすぐ正確に走らなければならない。許容できるのは数cmの誤差で、GPSを使うなどハイテクを活用している。

生育状況や生育環境をセンサーで管理するIoTや、ドローンからの除草剤の空中散布など、農業に対してエレクトロニクスが活躍する場が増えている。

リモコン操作によって農薬の空中散布が自在に行う。搭載能力は最大10kg一度に最大1ヘクタール分の農薬散布が可能である。



減る一方の農業の担い手



3. ロボットとドローン

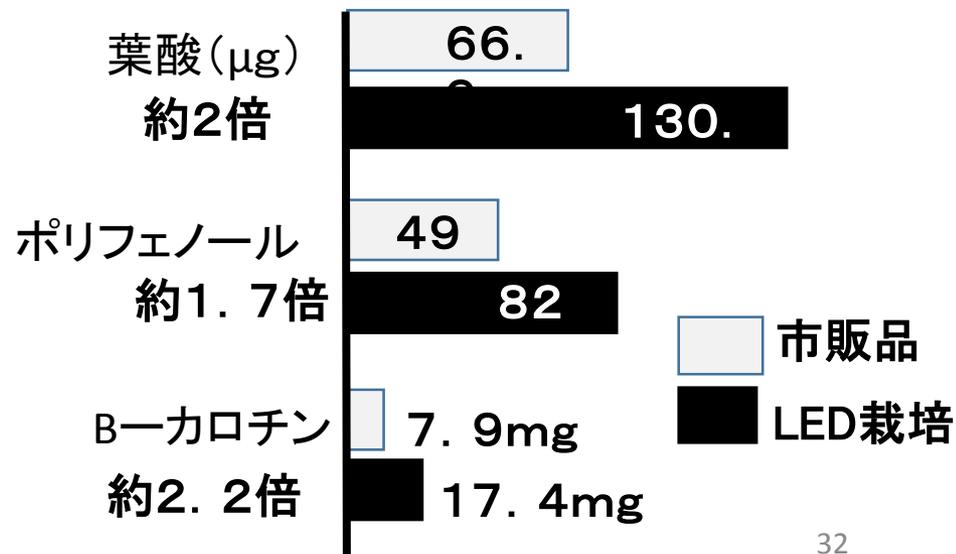
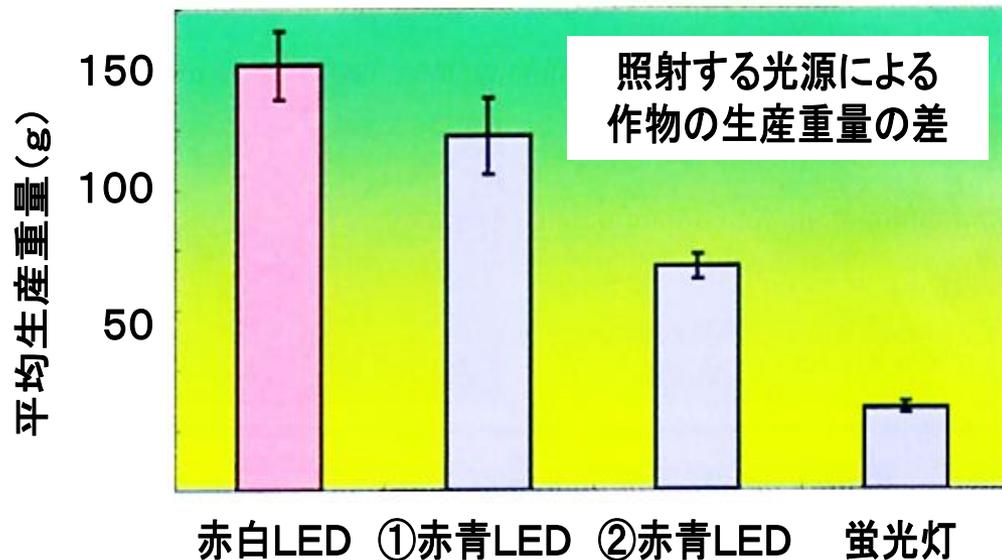
面白そうだが、室内野菜栽培

ついでに農業の話

植物の成長に重要なのは、660nm付近の波長の赤い光なので、LEDを用いた植物工場が各地に建設されている。室内でも簡単に栽培できる。赤以外の光も微妙な役割があるらしく、収穫直前の育て方で栄養素が異なる。



パナソニック社のLED照明の野菜工場。9段の棚がある。



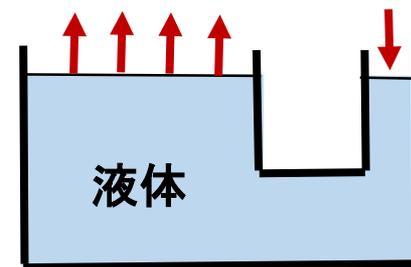
3. ロボットとドローン



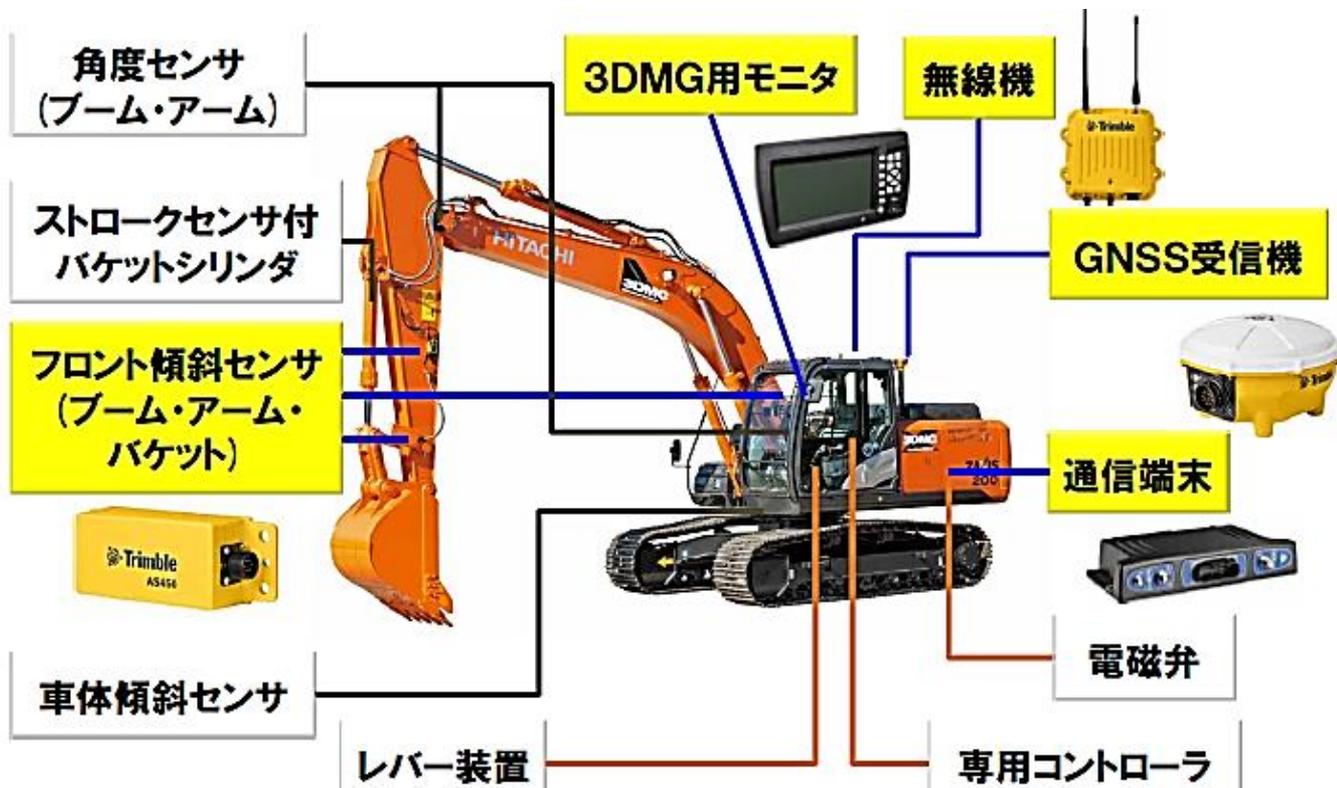
22世紀の
ショベルカーは？

ショベルカーはかなりハイテク

ショベルカーは、地面を掘るだけでなく、建造物の破壊などでも活躍している。GNSSで自分の位置を正確に知り、作業内容とともに本部へ送信して、以前からIoTを実践している。



油圧の原理
押す力を4倍にする



垂直に走行するエレベータ

高速エレベータ駆動システム

Drive Systems for Hi-Speed Elevators

高速走行での快適な乗り心地を実現
エレベータの価値を高めます

■ 概要

- 15T、13Tのシリーズ化で中高速レンジをカバー
- PM15T巻上機: 積載荷重2000kg 昇降速度 240m/min
- PM13T巻上機: 積載荷重1600kg 昇降速度 240m/min
- 電源回生機能付きインバータ THYFREC VT850Hとセットで提供



PM13T巻上機



展示会ブースのパネルより

50階を一気に上昇・下降するエレベータ。その速度は自動車並の場合もあると聞く。下降の速度を制御するのが、特に重要だと聞いた。

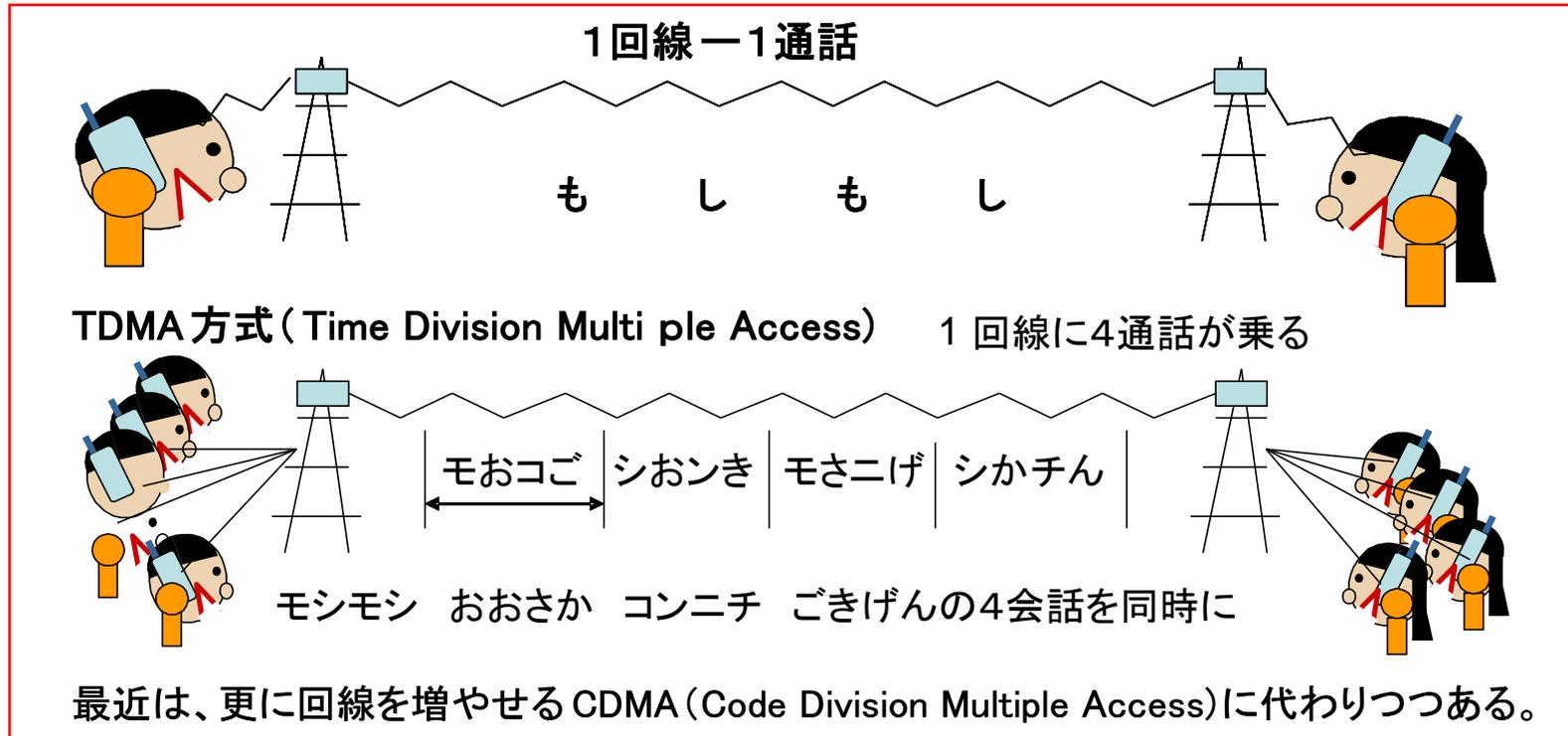
下図は、展示会で見た巨大なモーター。



エレベータ業界も日本が頑張っている。

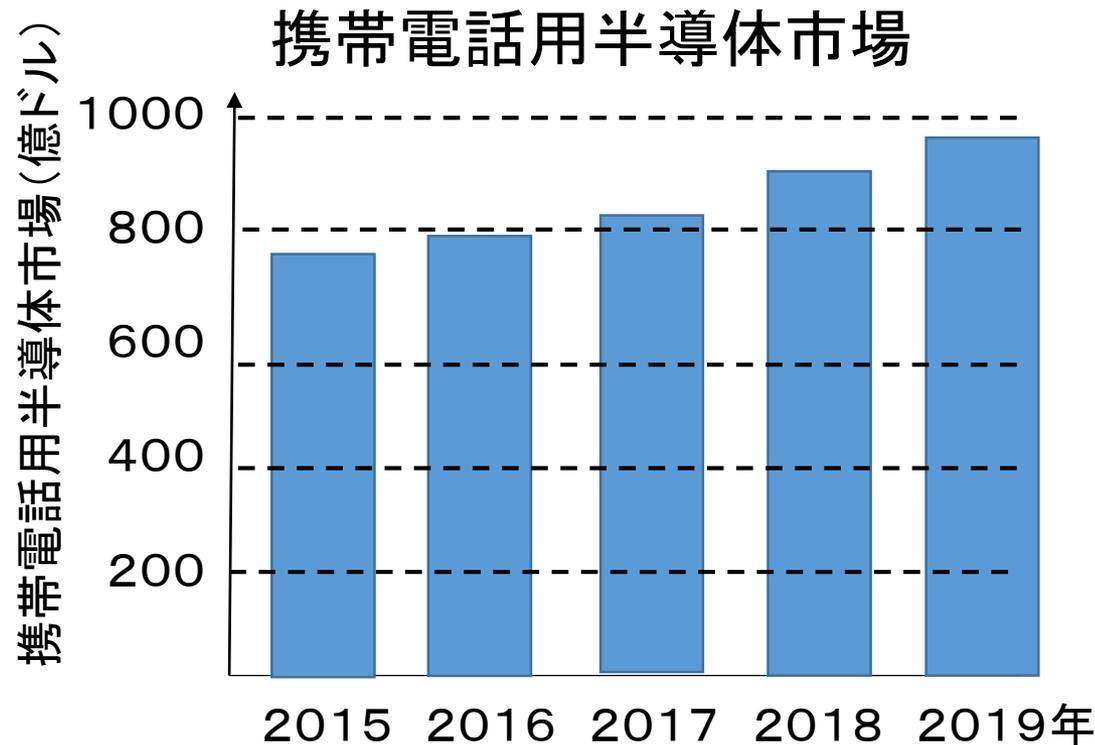
4. スマホ、通信

携帯電話の通信方式の変遷



CDMA (Code Division Multiple Access) は符号分割多元接続と訳され、スペクトラム拡散を基盤技術とした、同じ周波数帯の電波を複数のユーザで効率的に共用する多元接続方式の一つである。送信側と受信側で一定の規則を規定し、それに従って一定の通信帯域の中で高速に通信周波数を切り替えて通信を行う。ノイズに強く干渉波や妨害波の影響を受けにくい。また、通信を傍受しにくいいため、秘匿性にも優れている。Qualcom社が熱心に普及に努め、今や世界の主流方式となっている。

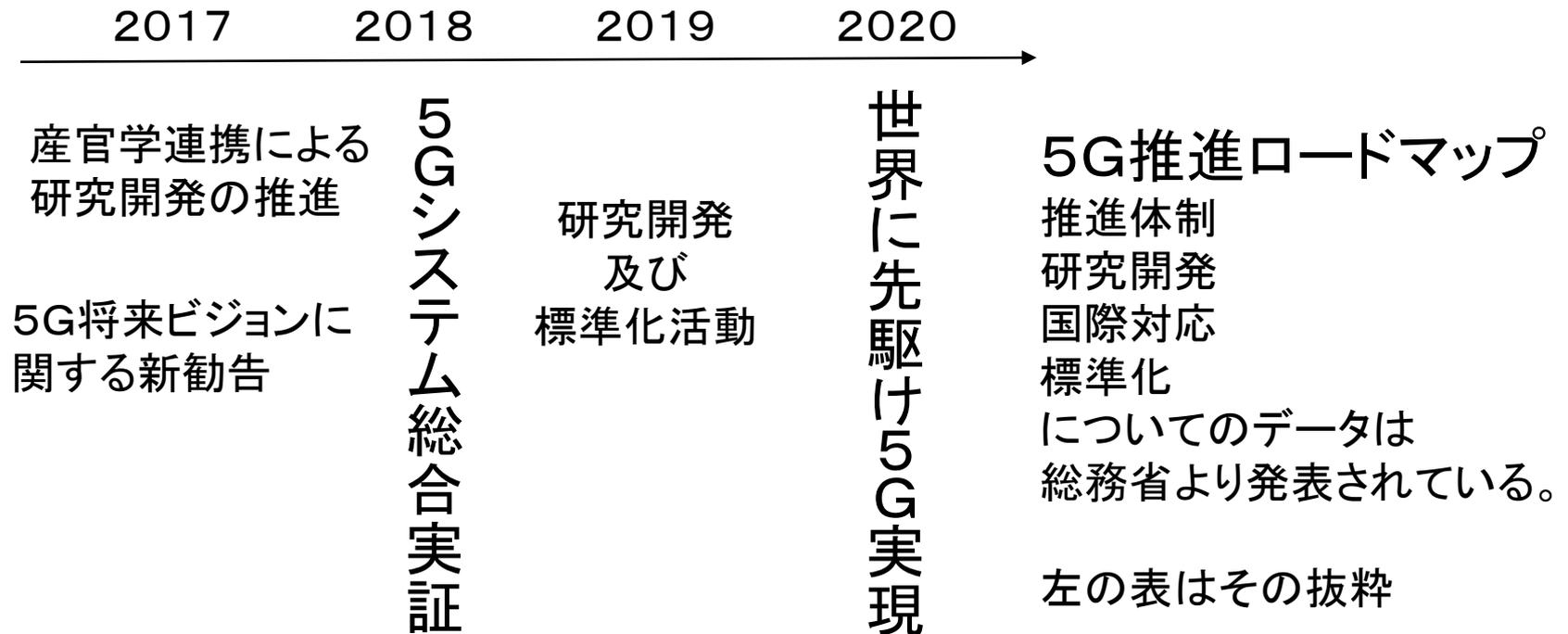
携帯電話からスマートフォンへの移行に伴い、半導体の売上也グラフのように伸びている。今後もスマートフォンの機能アップなどで半導体市場の伸びが予測されている。1台当たりの価格では、MPUが\$9.92、ロジックICが\$8.55、アナログICが\$6.64で、全半導体の金額は\$38.78であった。



ICインサイトの資料から抜粋

5Gの開発が加速されている

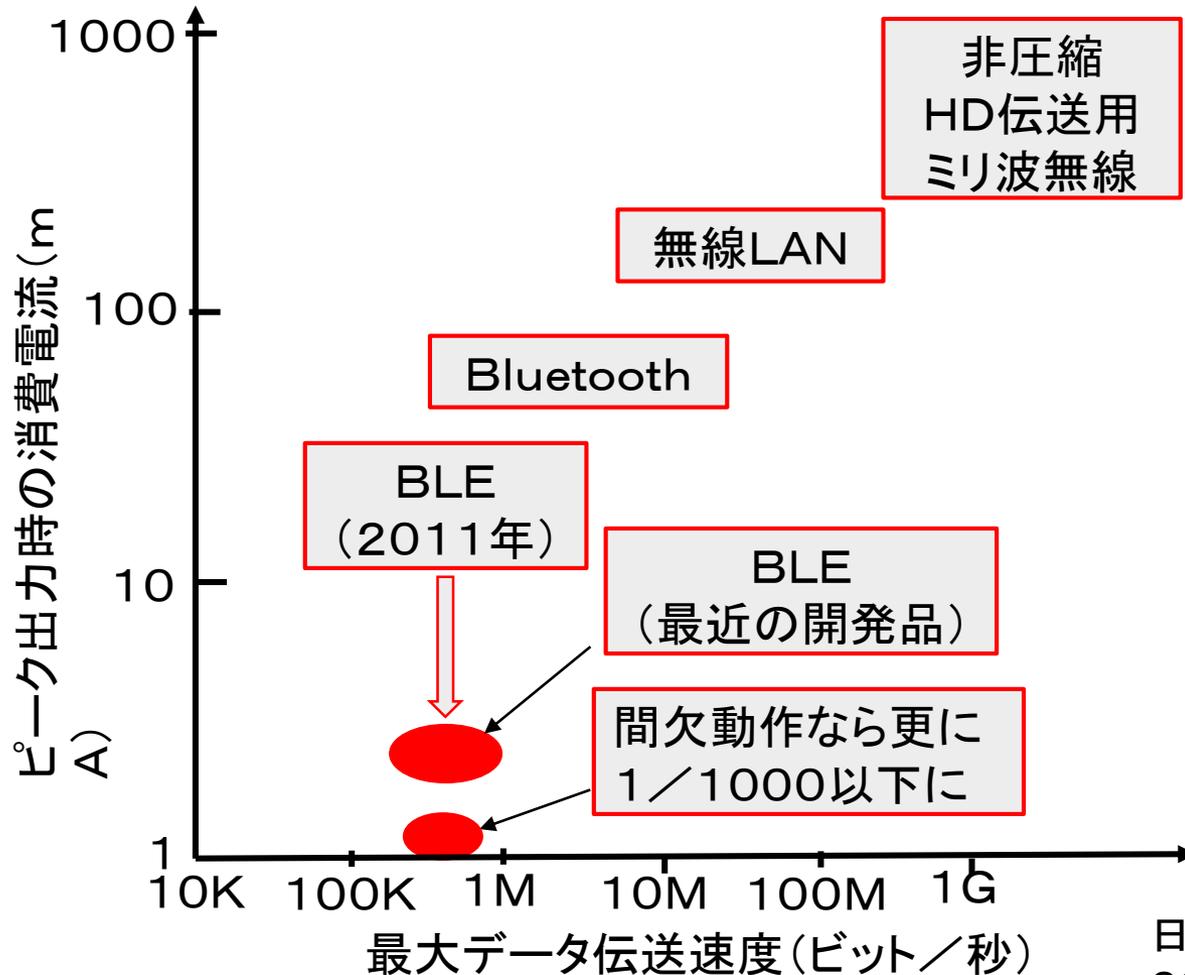
IoTが普及すると、多くのセンサーから膨大なデータがクラウドに送られると予想され、通信回線がパンクする。この対策として通信容量1000倍、伝送速度10ギガbps、低消費電力の5G(第5世代通信)の開発が進められている。2020年頃の実用化が期待されている。



国際的な連携をとりつつ、標準化活動

Bluetooth Low Energyで省電力

近距離無線技術のBluetoothで、Low Energy (BLEと略記) が注目されている。



左図のようにデータの伝送速度は遅いが、消費電力が桁違いに小さい。センサーからエッジへデータを送るIoTなどでは、必ずしも高速伝送の必要がないのでBLEは有利である。

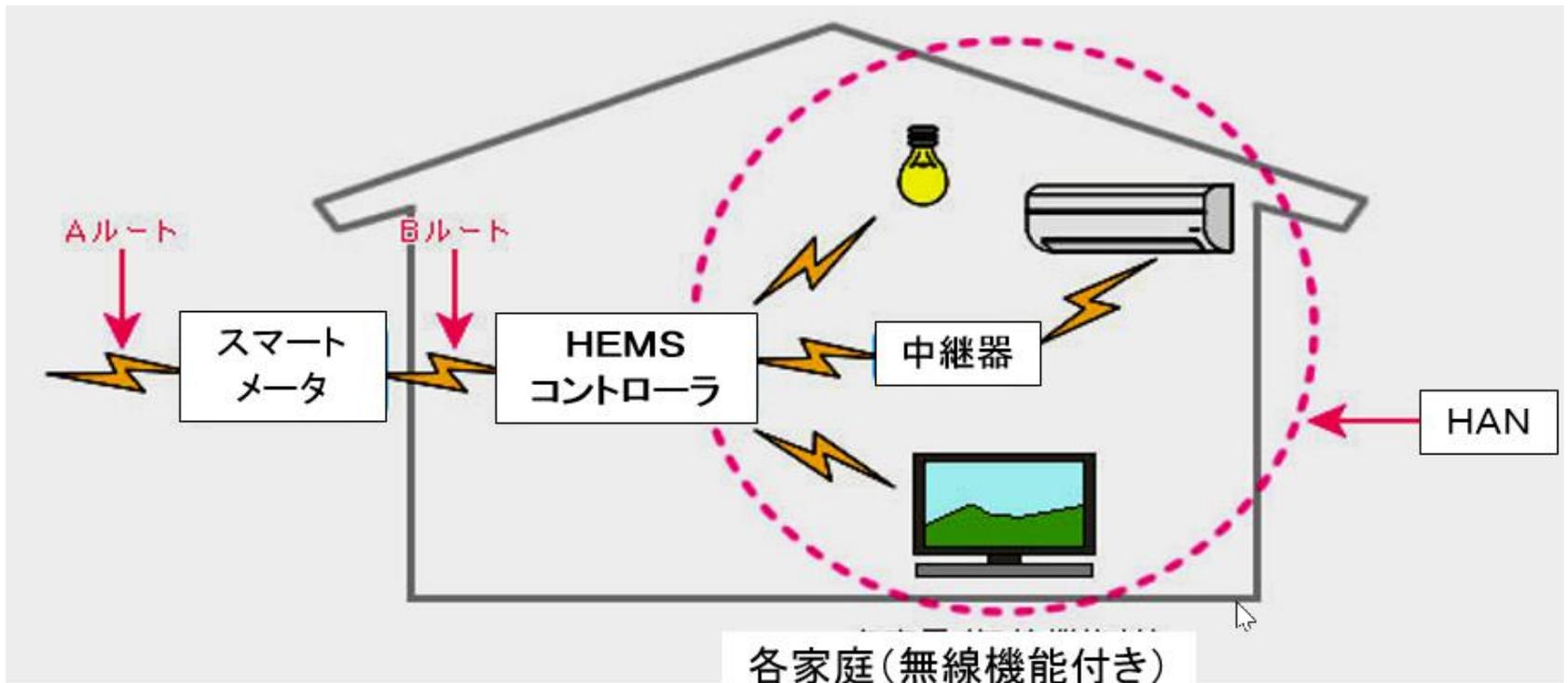
使われ方としては、1V以下の低電圧で低消費電力を狙う。電圧は3Vで低電流を狙う。などがある。

4. スマホ、通信

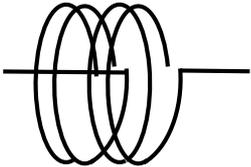
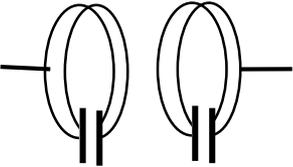
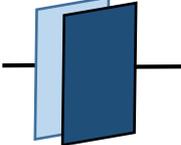
日本発の無線規格「Wi-SUN」

HEMS; Home Electronics Management System

HEMSコントローラとスマートメータを結ぶ無線通信がWi-SUNである。東京電力は2700万世帯に2020年までにスマートメータを整備する予定で、他の電力9社も合意しており、急ピッチで普及が始まりそうである。HEMSコントローラと各家電間のネットワークについてHAN(Home Area Network)の実証実験で動作確認に成功している。Wi-SUNの特長は、乾電池で10年間の駆動が可能、ノイズに強く、1キロメートルの長距離通信が可能な点だ。



電力を伝えるのは電線であったが、無線を利用するアイデアが実現されている。電気自動車へのワイアレス給電の実用化が、18～20年に行われる。コイルやコンデンサに新市場が発生し、半導体ではセンシング技術が重要になる。自動車用には、磁界共鳴方式が有力である。

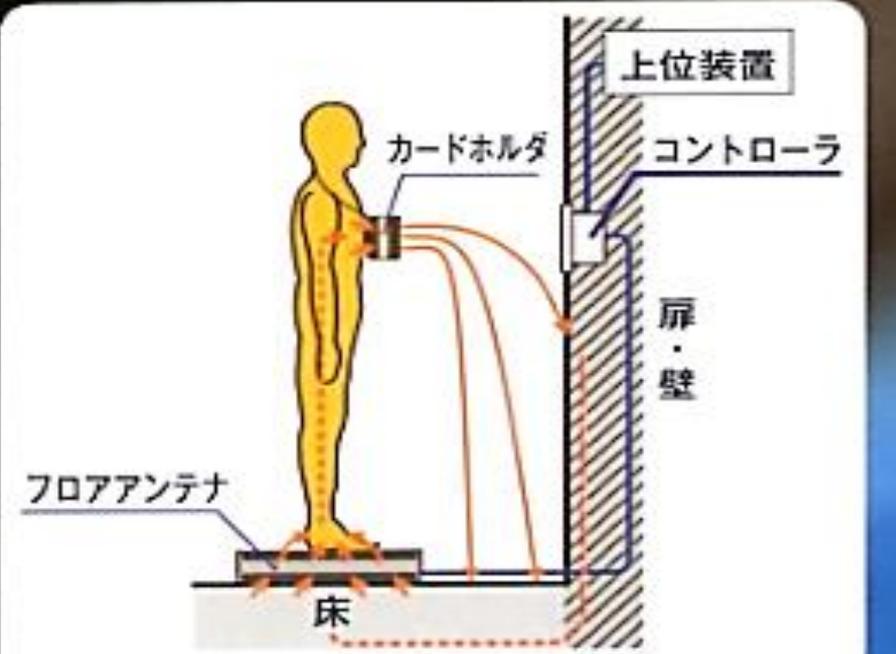
電力伝送方式	用途	特徴など
電磁誘導方式 	携帯電話 スマートフォン	送電側コイルに電流が流れると磁界が発生する その磁界を受電コイルが受け取り磁束が発生し 受電コイルに電流が流れる
磁界共鳴方式 	自動車	原理は電磁誘導方式と同じだが、送・受信コイルに コンデンサを組み込み、コイルとコンデンサが共鳴 して電流量が増える
電界結合方式 	家庭内給電	コンデンサで結合し、電圧で送電する。

ちょっと珍しい通信方式

フロアアンテナの上に立つと、送信機からの発信によって人体が電極となって電界が生じ、この電界の変化を受信機で検知する。送受信機と人体が触れている必要がないので、ICカードをタッチする手間が不要のハンズフリーが実現できるなどの用途が考えられているが、もっと面白いアイデアもありそう。

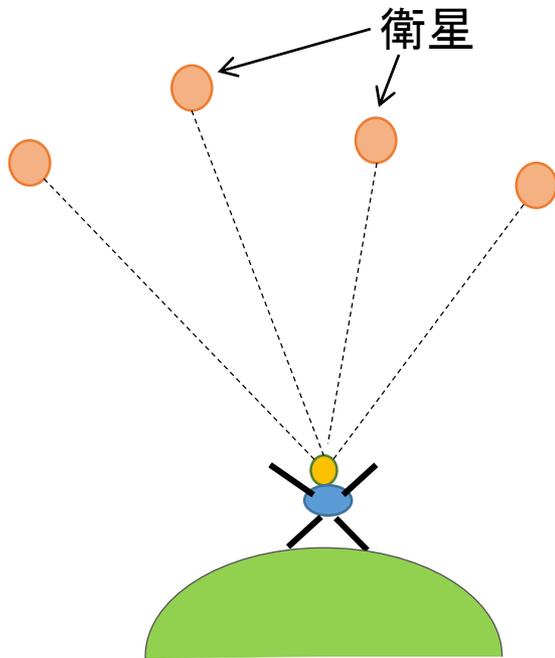
《人体通信の原理》

◎電界方式：絶縁しても使える
送信機側の発振によって人体に電界を生じさせるもので、この電界の変化を受信機で検知します。送受信機の電極と人体が直接接触していなくても通信できます。



日本信号(株)の資料より

GPS (Global Positioning System) は、アメリカが軍用に打ち上げた衛星測位システムで、近年は同じようなシステムが多く、GNSS (Global Navigation Satellite System) と総称されている。



衛星4個で3次元位置の計測ができる。

GPSは、高精度の制御された衛星群からの電波到達時間により、衛星と受信間の距離を知り、受信位置を知るものである。移動物体のナビゲーションに活用されている。一般に測定精度は、数mである。衛星には原子時計があって正確な時間を得ている。

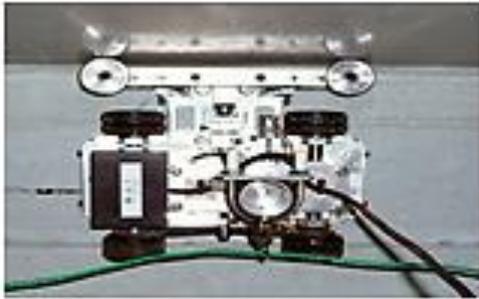
RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS) で、数cmの測位精度が得られると言う報告もある。

1台の受信機に数個のアンテナを付け、アンテナ間の相対的变化から、3次元制御、方向制御、船体動揺など測定する方法もある。

GNSS (Global Navigation Satellite System) は、旧ソ連とそれを継いだロシアによって24機の衛星が打ち上げられて実用化されている。GPSと併用することにより、精度の良い測定ができる。

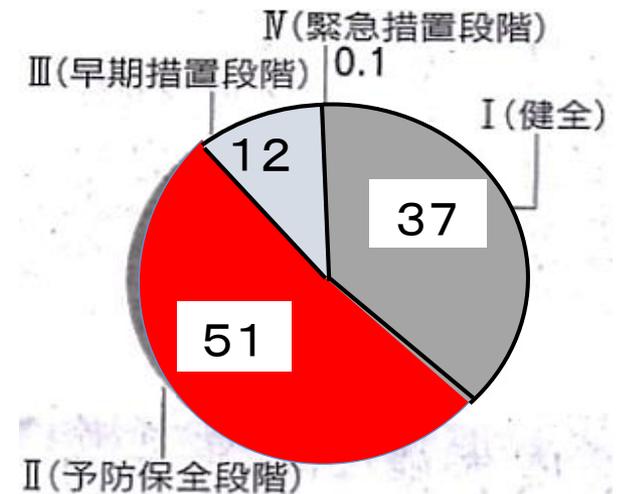
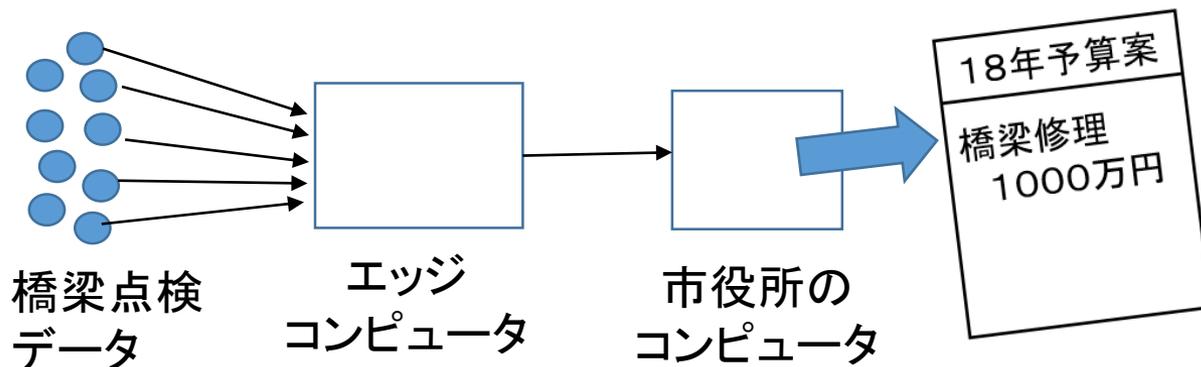
5. IoTとAI

IoTで社会インフラを整備



IoT (Internet of Things、もののインターネット)が、流行語となっている。**IoTによって800兆円のビジネスが生まれると言う人もいるが本当かな?** (全世界のエレクトロニクスの売上が300兆円なので、その2倍以上である)。

橋、トンネル、上下水道などのインフラは、設置以来数十年を経ているものが多い。写真は橋梁とその下を点検するロボットである。ロボットから多くのデータがエッジコンピュータに送られ、橋梁に異常が発生していないか判定し、異常があれば市役所のコンピュータに通報し、市役所のコンピュータは、どのような修理を行うかを決定して、それに必要な次年度の予算を決める。この操作は全てコンピュータ(もの)が行っているのでまさにIoTである。

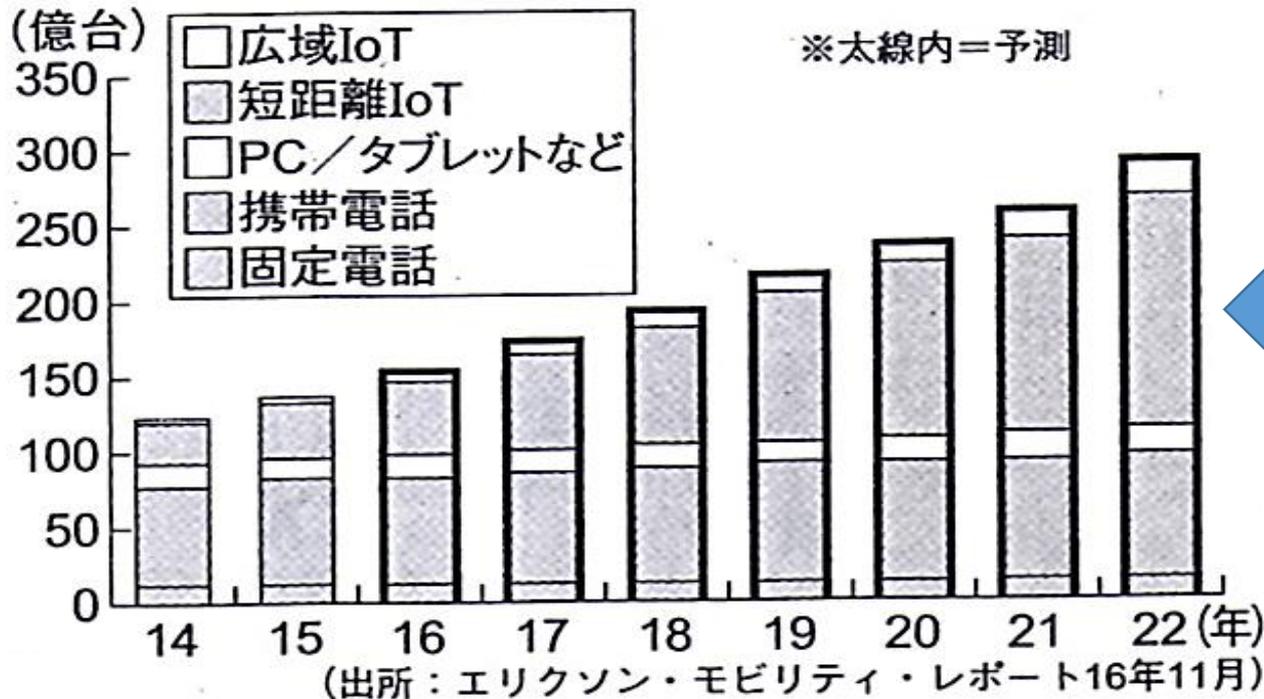


Internetを介さないIoTが増加

現在は携帯電話に接続される機器が多いが、今後は短距離接続のIoT機器が伸びる。Wi-Fi、Bluetooth、ZigBeeなど、100m以内の接続。センサーからのデータは、短距離通信でエッジ端末へ送られ、そこでコンピュータ処理を行う場合と、クラウドへ送る場合に分かれる。

Internetを介さないでも、IoTと言うのかな？

機器の接続台数



短距離接続のIoTが非常に増加する。

IoTが追い風の近距離無線技術

IoTでは、ビルの中や工場内の比較的近距離からのデータを集める場合が多い。そのため、近距離通信が重要さを増している。また、データは瞬時に伝える必要がない場合も多いので通信速度は遅くても差し支えない場合が多い。一般に通信速度と消費電力は反比例の関係にあるので、必要以上に速度を早くしないようが消費電力の点で有利である。代表的な近距離通信の方式を下表に示す。

方式	周波数 (MHz)	通信速度 (Kbps)	通信距離 (m)	用途
WiFi	2.4～60GHz	7Gbps	10	PC、スマホ、プリンタ、自動車
Bluetooth	2400	24000	1～10	ヘッドフォン、スマホ、自動車
BLE	2400	1000	数m	ウェアラブル、ヘルスケア
ZigBee	2400	250	50	RFリモコン、ヘルスケア
Wi-Sun	800～920	100	500	HEMS、スマートメーター
RFID	135～2.45GHz	5～30	数m	鉄道改札、物流管理

IoTで生産現場を革新

現在、国内のIoT用途の多くは、「製造業」「運輸／運輸サービス」「官公庁」「公共／公益」などにIoTが導入され、産業が革新されることが期待される。

工場現場で期待される革新

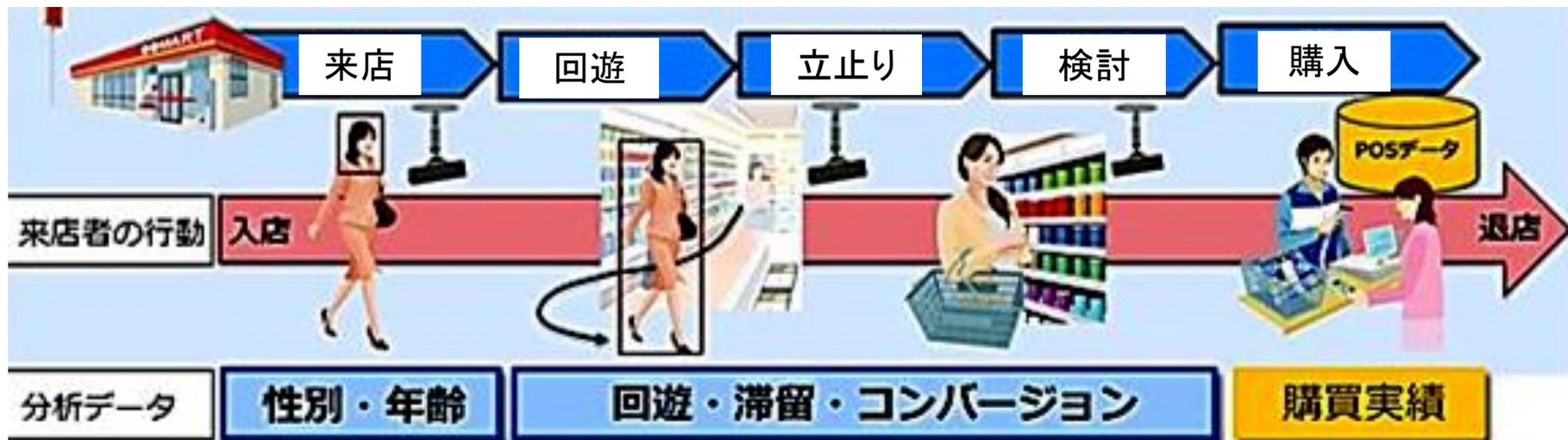
- * 「チョコ停」の要因解析を支援するアプリケーションパッケージ
- * IoT技術で見える化—不具合原因特定の効率化や輸送コスト削減に貢献
- * 屋内の人・モノの位置情報を活用し業務効率改善を支援するソリューション
- * ベテラン技術者の耳で判断していた異音を検知！異音の見える化ソリューション

日本のIoT関連の市場



IoTで顧客データを得る。プライバシーは？

カメラの映像から人物・顔を検出して性別年齢などを推定する「性別・年齢自動推定技術」。複数カメラで人物を検出、追跡、来店者の性別や年代、移動、滞留状況などを把握し、来客の行動を分析する。時間帯別の来店者の傾向、滞留状況、人気棚や課題発見などにより、効果的な店舗レイアウト、機会損失の削減や新規顧客の取り込みが可能となる。



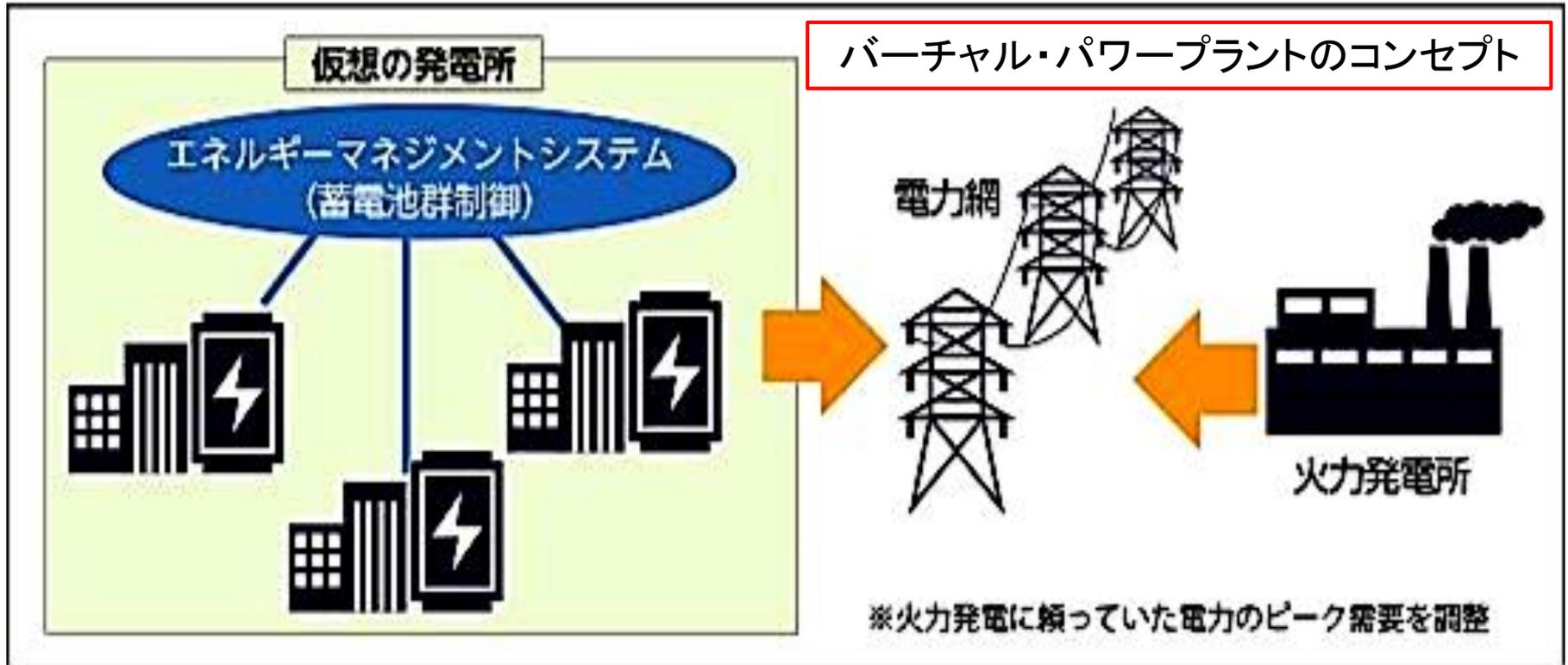
今まで見えなかった
「**購買までの顧客行動**」
を見える化し、分析が可能！



売上向上施策

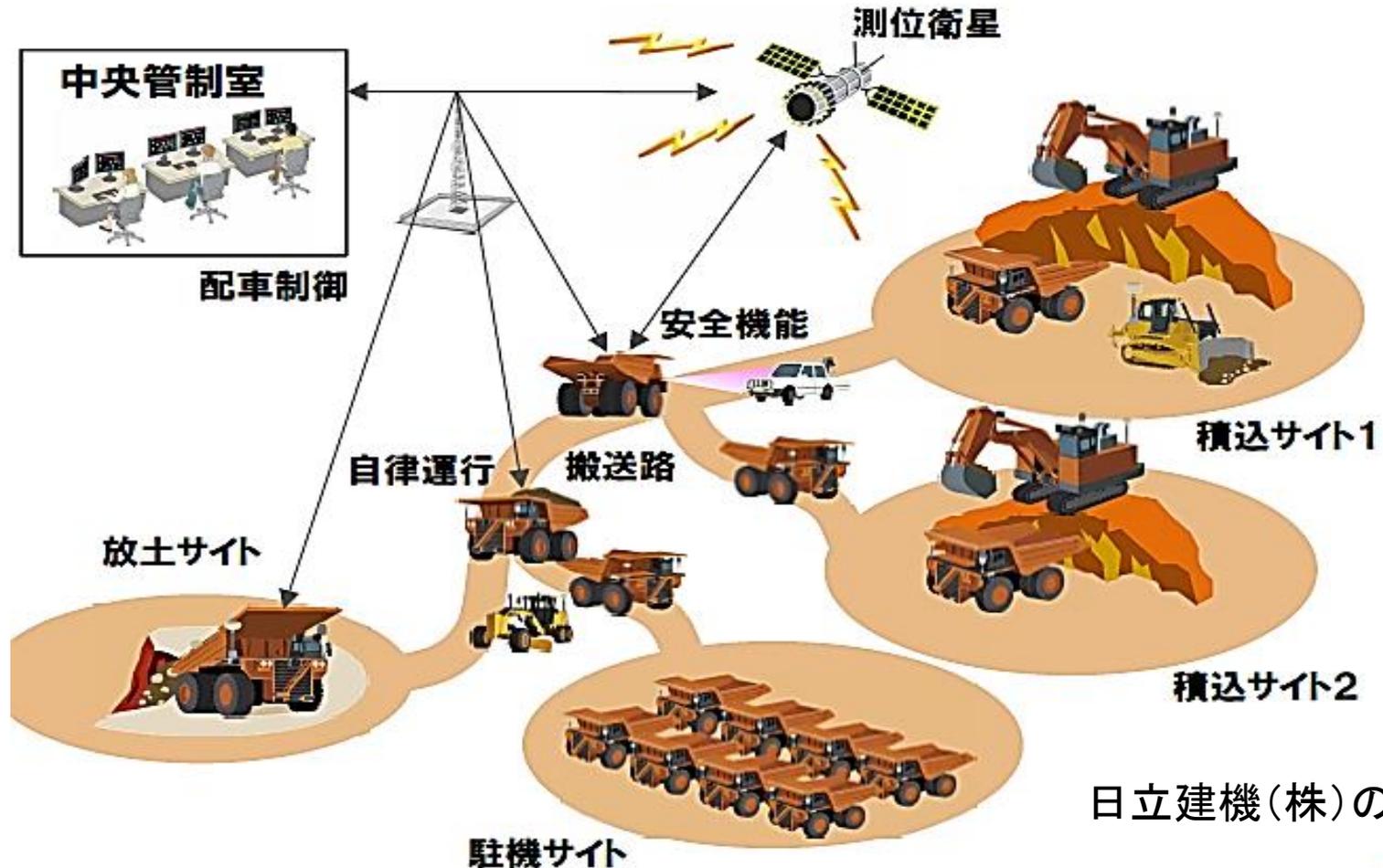
- ・商品拡充・入れ替え
- ・キャンペーンの実施
- ・新商品のテストマーケティング
- ・POPの掲示
- ・レイアウト変更
- ・各施策の効果検証 . . .

太陽光、風力のような自然現象に左右される発電は、安定して利用し難い。これらを束ねて1つの仮想的な発電所として機能させる「バーチャルパワープラント(仮想発電所)」の実証実験が横浜市でスタートした。IoT技術を活用した分散型蓄電池の群制御、電力の抑制を需要家に要請するデマンドレスポンス、節電分を経済的インセンティブに換えるネガワット取引など、電力の新時代に向けたさまざまな取り組みが進められている。



販売後もIoTで管理・追跡

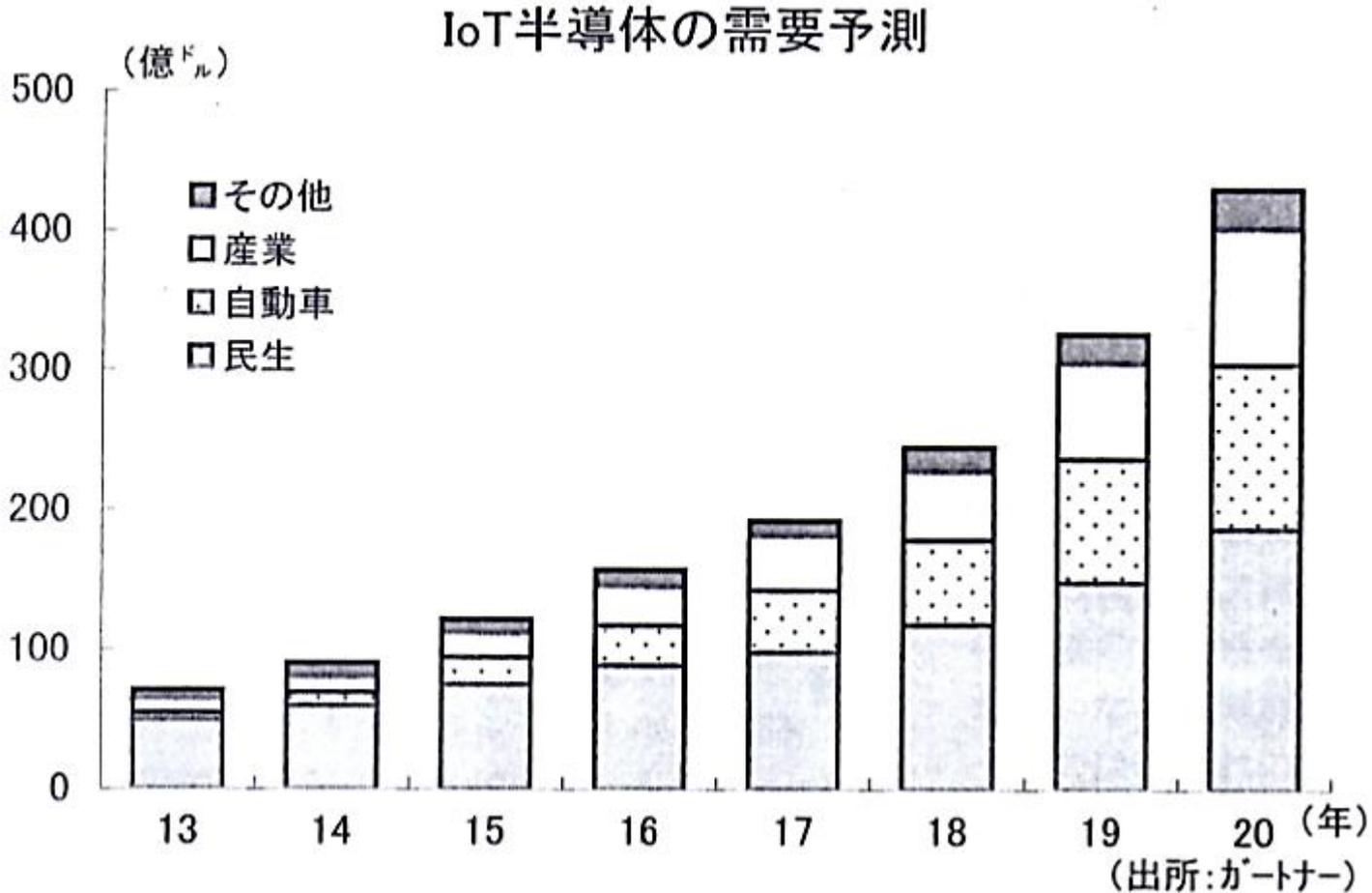
建設機械のメーカーでは、クボタが従来からIoTを実践していることで知られている。販売した建機の使われ方、どこにあるか、使われた時間、故障などのデータを大量に集め、顧客へのサービスとともに、今後の経営の指標を得ている。



日立建機(株)の資料

IoTの半導体業界へのインパクト

2015年の集計では、半導体全体の市場は5.7%の増だったのに対して、IoT用は36%の伸びであった。センサー、エッジ・コンピュータ、クラウドのコンピュータ容量が増大、インターネットの回線など、ハードウェアは全て半導体技術が主役である。



クラウドとは、ピザの配達？

インターネットでは、「クラウドにつながる」と言うが、クラウドとはCloudで雲のことだが、雲って何だろう？ ピザの配達だと言う解説があったので紹介しよう。ピザの大安売りの広告を見て、今夜はピザにしようと思電話をする。暫くするとピザが配達されてくる。どこから来たのだろうか？ 我々はピザ屋がどこにあって、どんな店なのか、誰が作っているのか、全く知らなくてもピザは届く。

クラウドサービスもこれと似たようなもので、コンピュータ（サーバー）がどこにあるのか知らないまま使っている訳である。

クラウドサービスの代表的な例にはWebメールがある。「Gmail」や「Yahoo!メール」など、これらのサービスは、ユーザー登録だけすれば、「サーバーがどこにあるかは分からないが、どこかにあるだろうサーバーとメールソフト」を使って、メールの受送信や閲覧ができる。



「クラウド」という言葉は、Google社 エリック・シュミットCEOの発言による。エンジニアがネットワーク図を作成する際に、ネット上のどこかにあるものを雲の絵を使って表わしたから。

今や、人工知能と言うよりAIと言う単語が溢れている。またディープラーニングもよく見掛ける。囲碁や将棋の名人がコンピュータに負け、ディープラーニングの勝利と言われている。

AI(人工知能)、ML(機械学習)、DL(深層学習)とはどんな関係なのか考察する。

AI; 知的な情報処理をするもの、その技術。
要するに人では出来ない大量のデータを解析し
有用な情報を提供してくれるもの。

ML; プログラムを人が作らなくても、機械自身が勝手に学習してモデルを作る。機械の中で、入力に対して正しい答が出るようなモデルが作られる。人間の赤ん坊に対して親が論理的なプログラムを示さなくても、必要な知能を学習して行くようなものである。

DL; ディープラーニングも機械学習の一種である。入力がaなら出力がAと言うような簡単なものでなく、 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ と計算処理を何段にも重ねて行い出力を得る。入力と出力に膨大な処理が必要だが、LSIの進歩により可能となり、今やAIの主流技術となってきた。

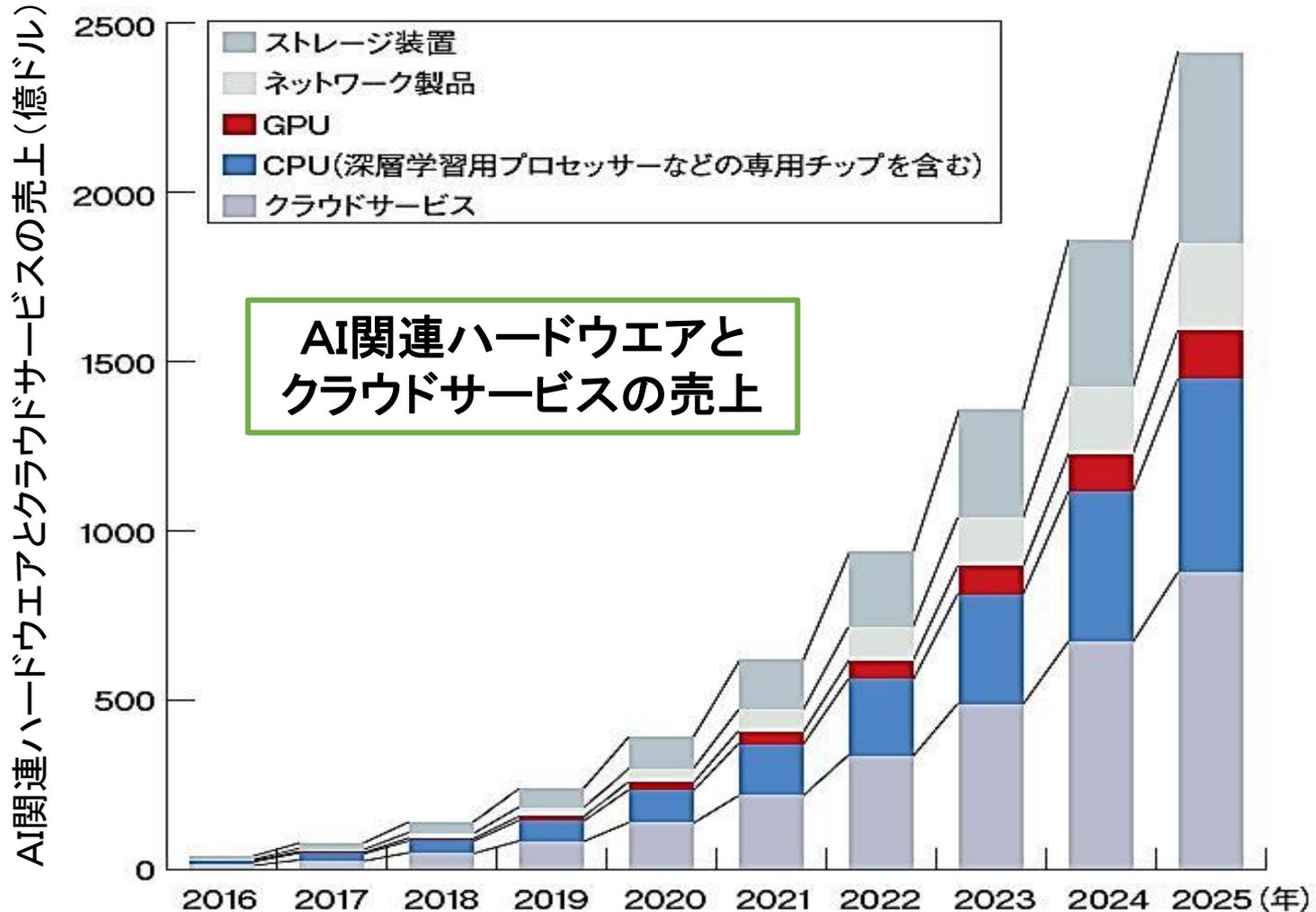
人工知能
AI; Artificial Intelligence

機械学習
ML; Machine Learning

深層学習
DL; Deep Learning

膨らむAI関連の巨大市場

米Tractica社の予測によると、深層学習を含むAI技術が牽引するハードウェアとクラウドサービスの市場は、2025年に合計2400億米ドル(1米ドル=114円で約27兆円)を超える。

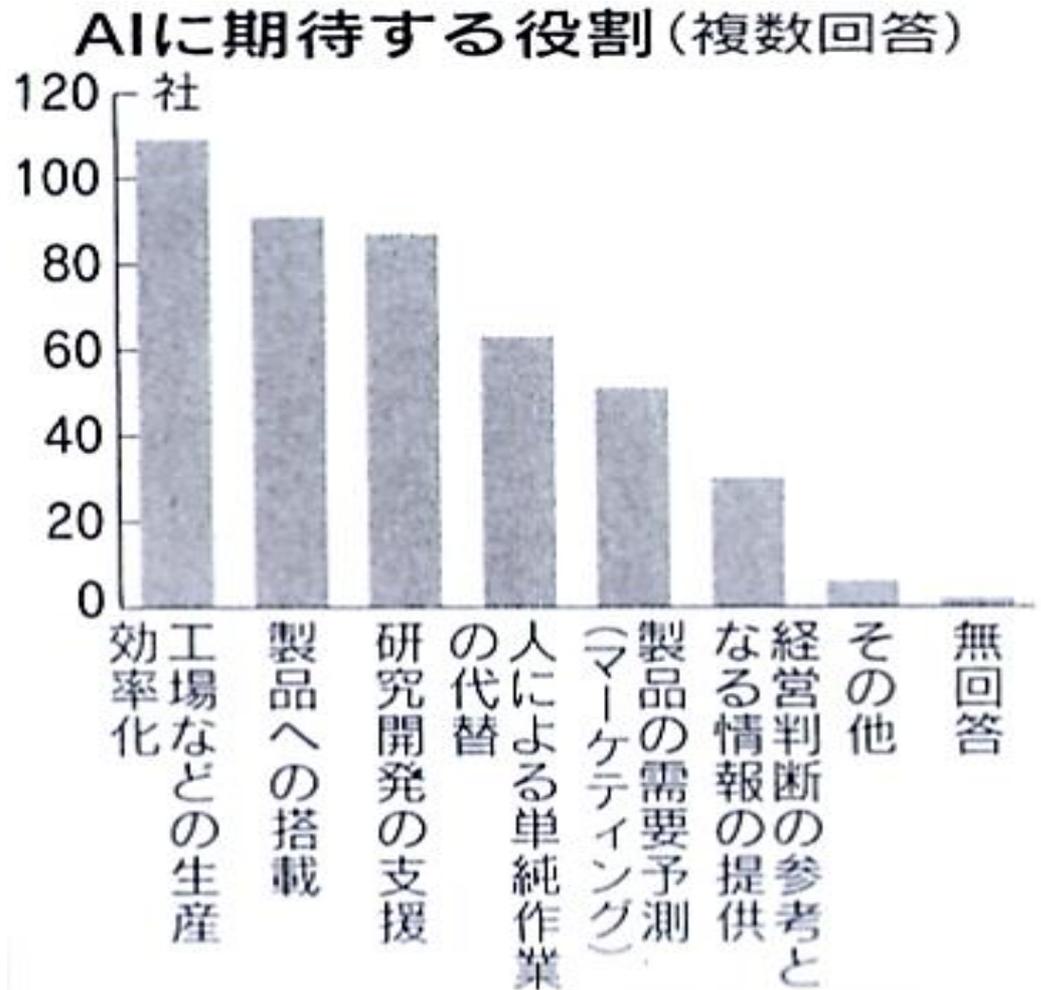


AIは、何の役に立つのか？

AI(人工知能)ブームであるか、社会にどのように役立つのか？日本経済新聞が、日本企業にアンケート調査した結果が、右のグラフである。

機械、自動車関連、造船、素材、食品、医療、食品など、ほとんどの産業が関心を示している。

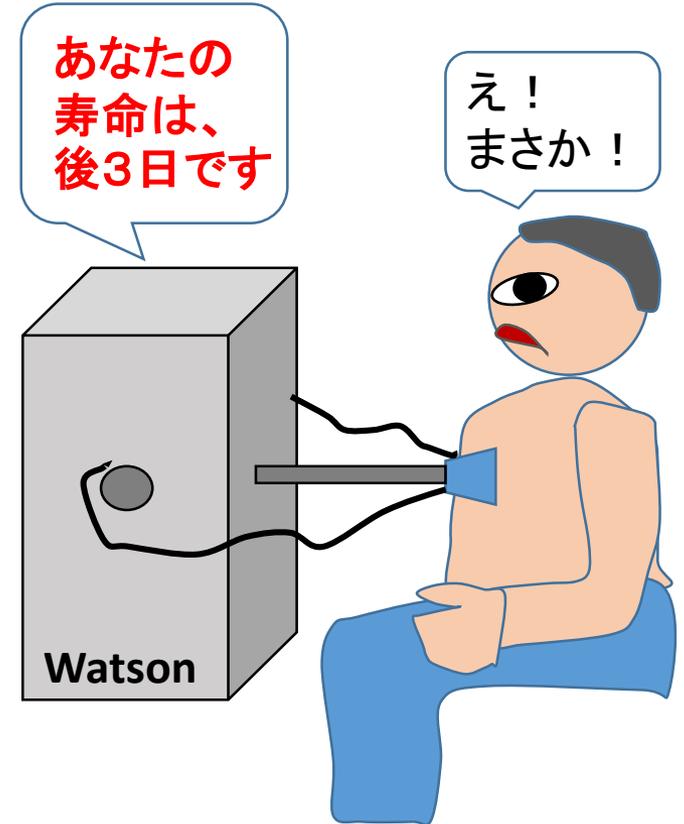
工場の生産効率化では、IoTと関連して多くの生産上のデータをコンピュータ処理することが考えられている。



活躍するAI; IBMのWatson

AIを大きなビジネスに展開しているのがIBM。
Watsonは、アメリカのクイズ王に挑戦して圧勝し、
一躍有名になったが、実社会でも活躍を始めた。

まず、医療用への活用が伝えられている。
診療所へ訪れた患者を医師が診て病名や処方箋を
決めるが、医師の持っている知識は世界中で発表さ
れている情報の20%しかない。Watsonなら100%
知っているので、極めて正確である。
また、製薬業で、新薬の効果検証に数人の専門家
が半年掛かったのが、Watsonなら1日のできる。
Watsonは、商業、製造業、建築、教育、保険・金融、
気象データ活用など多方面に活用されている。



Watsonは、法律用語にも精通している。
人が数時間かかった法律に関する質問に数秒で答えられる。しかし

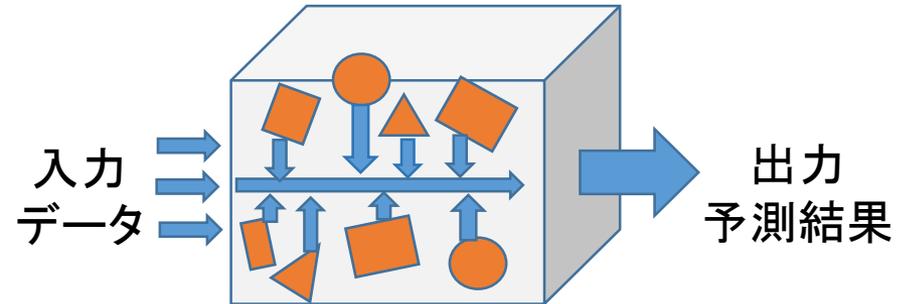
Watsonの判決;「あなたは罪を犯しました。死刑です」

ディープラーニングの欠点

ディープラーニングは高精度な予測が行えるが、その処理内容は、人には理解しがたい。商品の需要予測を行う時、天候、温度、時間、過去のデータなどを基に売れる商品の数は予測されるが、その予測の根拠は分からない。NECが開発した「異種混合学習技術」は、人の思考と同じような多くの規則性を基にするので、その考え方が理解できる。

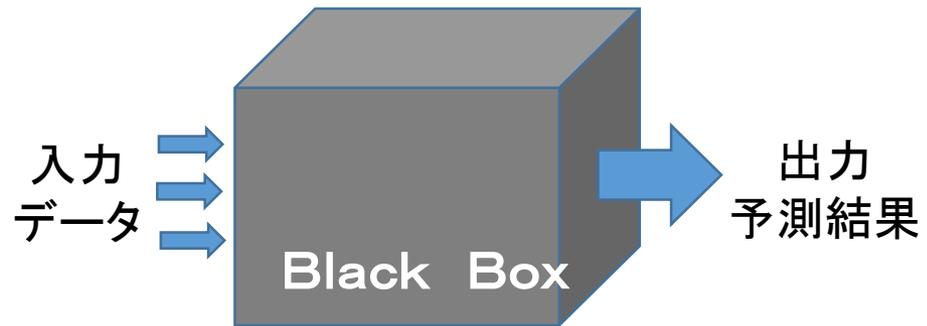
NECの異種混合学習

予測の算出根拠が明らかなので、予測に基づく判断や計画が行い易い



ディープラーニング

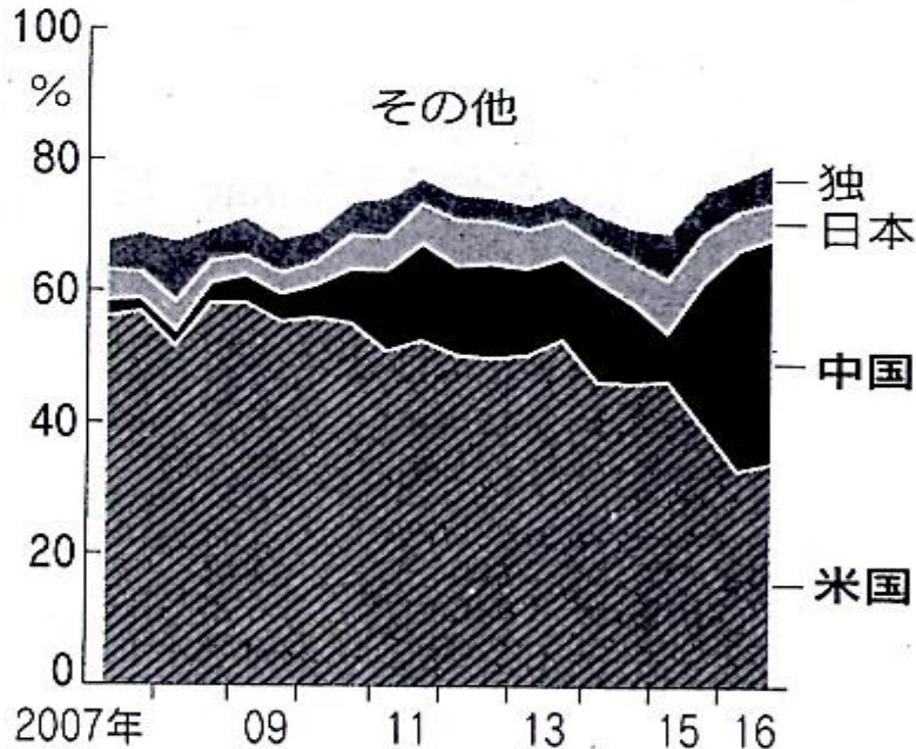
精度の高い予測はできるが、予測の算出根拠が人に理解できない



ノベル賞の受賞者が最も多い国は、銃の乱射事件の多い国である。
間違っていないが！？！

中国の技術、恐るべし

スーパーコンピューターの国別シェア



(注)「トップ500」のデータより作成

世界のトップ500台のスーパーコンピューターの34%が中国にあるそうで、科学技術全般に中国が実力をつけてきて、台数では日本をはるかに追い抜いている。

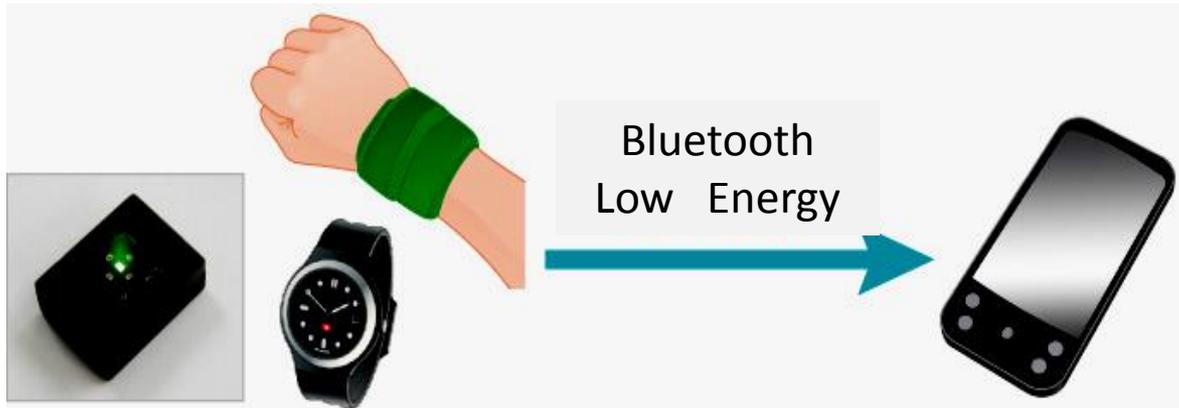
中国で生産されるスーパーコンピューターに使われるCPUはインテル製を用いていたが、アメリカが輸出を禁止したので、中国は自国で開発し、2016年には世界一のスーパーコンピューターを製作した。

また、科学技術のレベルを図る指標として、引用回数が多い科学論文数が用いられるが、首位は米国50.3%について、中国15.7%と2位で、日本は5.3%で12位である。

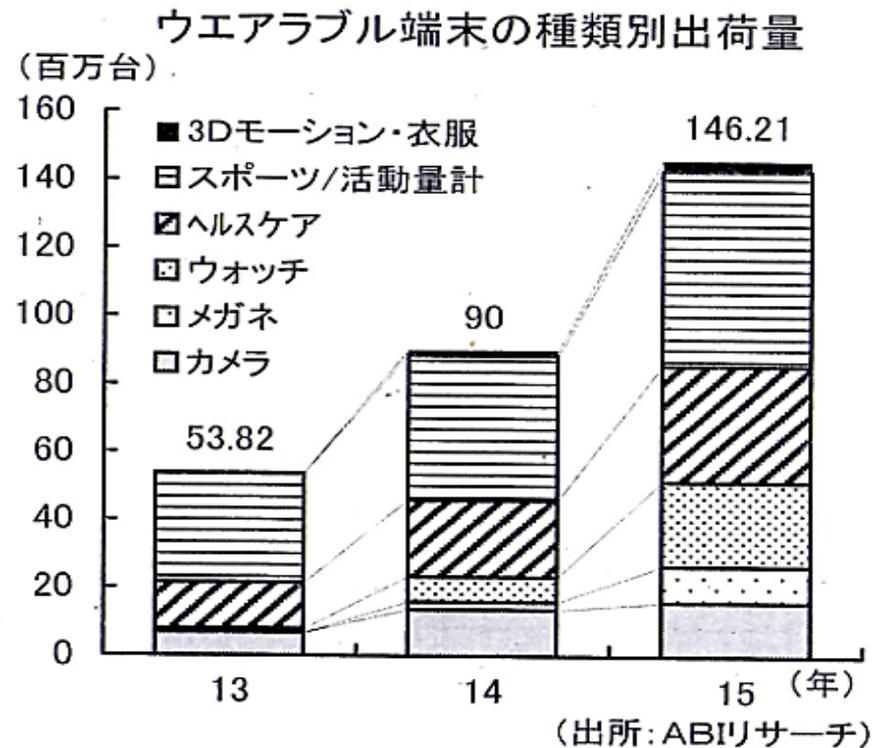
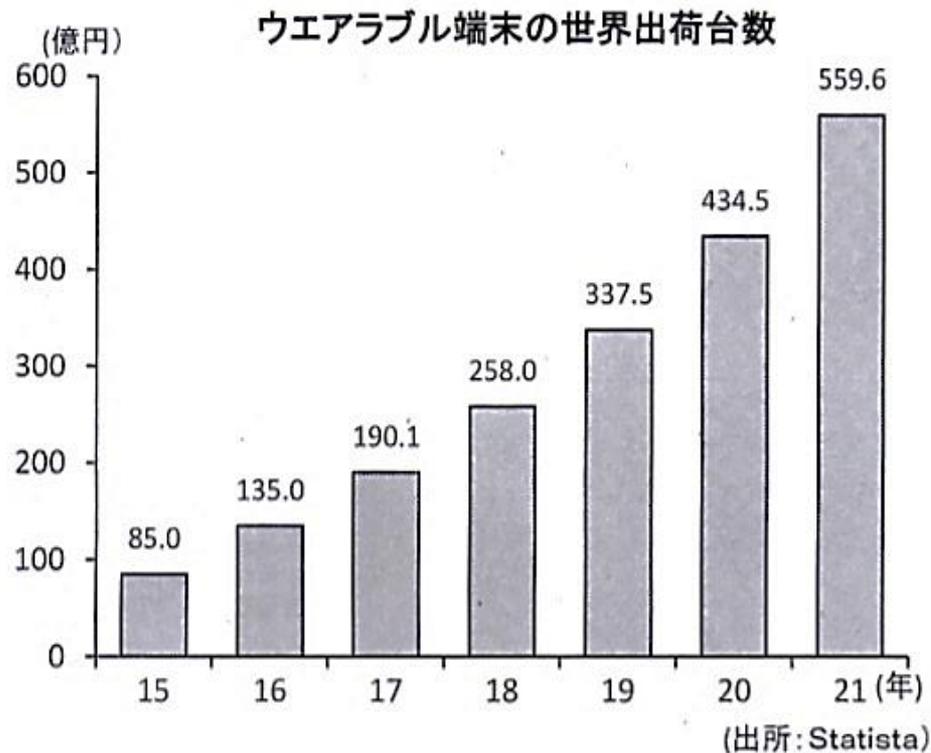
日経(朝刊) 2016. 12. 5

6. バイオ、メディカル

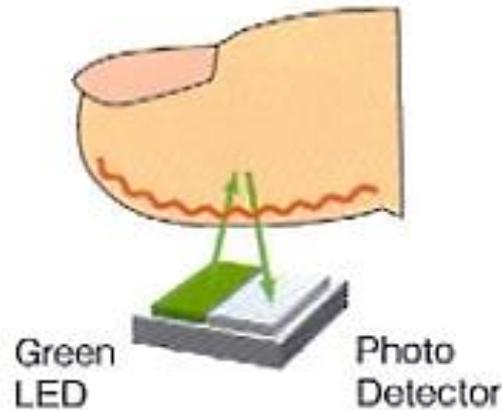
ウェアラブルで健康管理



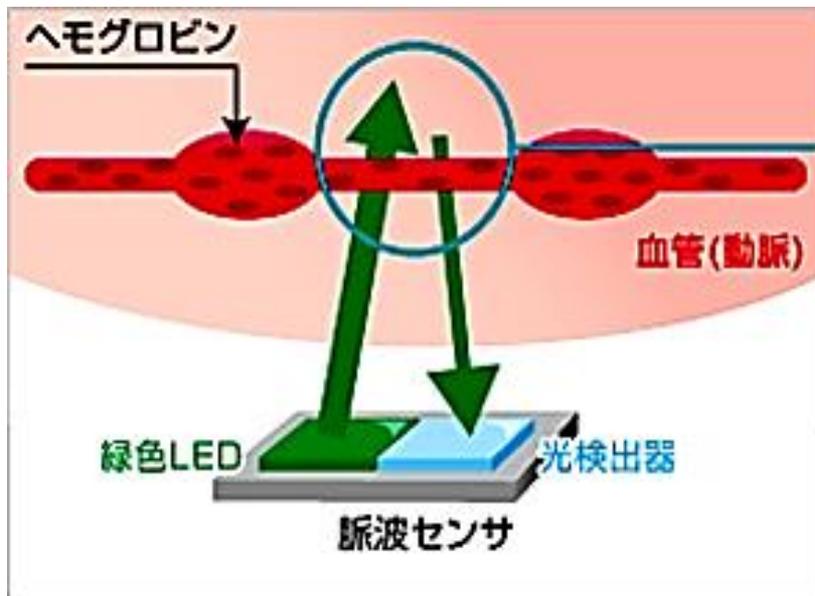
「ウェアラブル」という言葉が流行りだした。昔から腕時計はウェアラブルで馴染みが深いが、これにコンピュータ並みの性能を持たせる！？



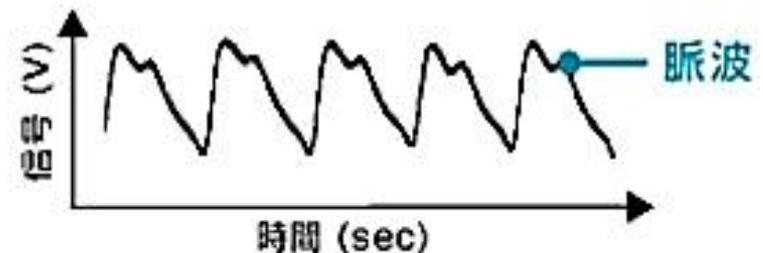
ウェアラブルで健康管理



光学式脈波センサー
下図のように緑色LEDを血管に照射し
反射光が血管中のヘモグロビンにより
減衰するので、反射光量を測ること
により脈波が分かる。
耳や指先でも測定できる。



血管の容積変化に伴い、
光の吸収量に変化し下記の
図のような波形が得られます。



手術に福音もたらしたダ・ヴィンチ

ダ・ヴィンチは米国インチュイティブ サージカル社が開発した、身体を切らずに小さな孔を開けてロボットハンドを挿入して行う外科手術の装置である。医師は、直接患部を見ることなくカメラで撮影した像を見ながら、ロボットハンドを動かして手術を行う。立体画像が用いられ、15倍に視野を拡大して微細な作業ができる。小さな孔は1日あれば塞がるので、傷口が少なく、患者は早々に退院できるし、出血も少なく、合併症のリスクも少ない。現在、世界で数千台のダ・ヴィンチが使用されている。



ロボットハンドの
先端の器具

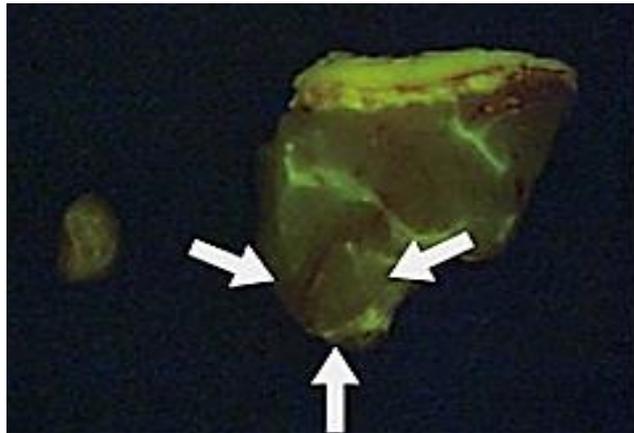
現在のダ・ヴィンチは、ロボットハンドと称しているが、操作は医師が行うのでロボットとは言えない。それに対して、完全無人の手術を行うロボットの開発も行われている。

癌を光らせるスプレー

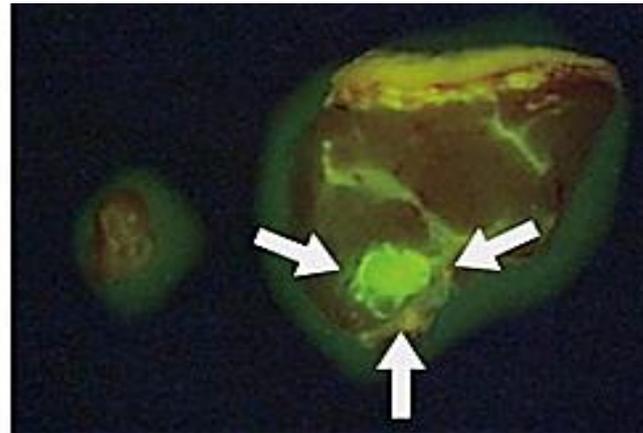
ダ・ヴィンチの成功の確率向上

外科手術で摘出した乳癌組織に、無色の液体試薬を散布。するとわずか1～2分のうちに、癌だと疑われた箇所が緑色の蛍光を放ち始めた(写真1)。観察には簡易型の装置を使ったが、蛍光は肉眼でも分かるほどの明るさ。光った箇所を病理診断に出したところ、確かに癌細胞が存在していた。

済生会福岡総合病院外科医長/乳腺外科の上尾裕紀氏の研究



蛍光プローブを散布する前



蛍光プローブを散布して3分30秒後

乳癌の手術検体に蛍光プローブを散布すると、数分で癌が明るく光った

日経デジタルヘルス 2017. 3. 22より

カプセルで内臓の検査が簡単に



小腸用カプセル内視鏡
直径11mm×長さ26mm



カプセル内視鏡向け
受信装置

胃カメラを飲んだことは？

慣れれば別に難しいこともない胃カメラだが、カプセルを飲むだけで検査できるなら、それに越したことはない。

胃だけでなく、十二指腸、小腸、大腸も順に検査できる。

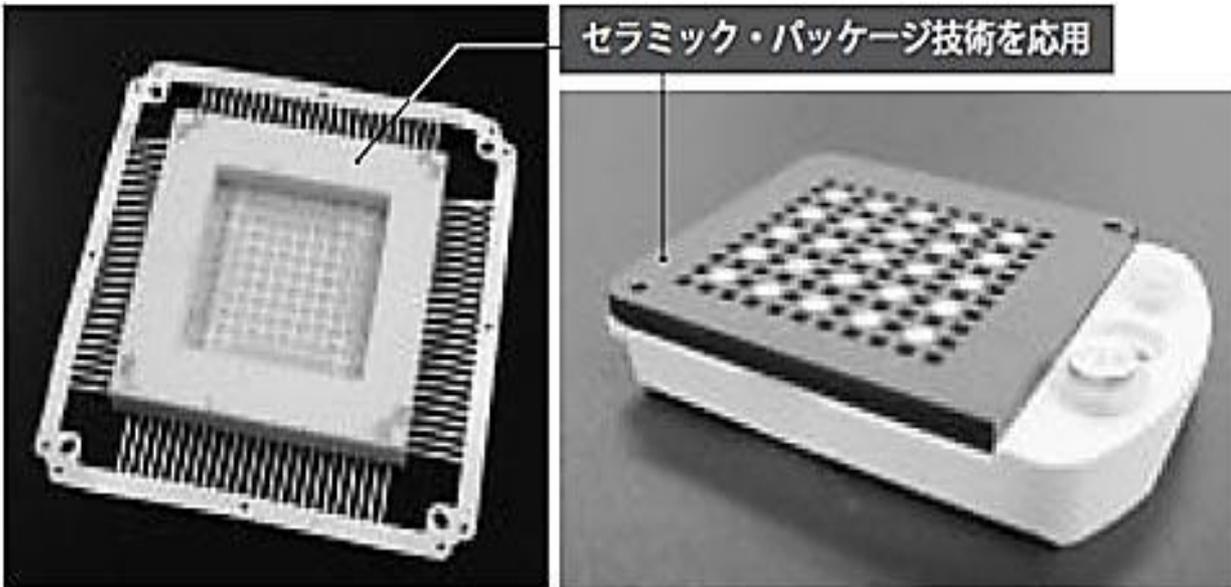
内視鏡は、小型カメラや照明を内蔵した錠剤大のカプセルで、飲むと消化管の動きによって移動しながら1秒間に2枚の画像を撮影する。検査時間は約8時間なので合計約6万枚の画像を撮影する。撮影した画像は、カプセル内視鏡から患者が身に付けたアンテナユニットに無線で送信され、順次受信装置に蓄積される。撮影終了後、医師が受信装置からの画像を見て診断を行う仕組みである。

DDS(Drag Delivery System)にも注目

内視鏡より更に微少なDDSも注目される。微少なDDSカプセルを患部へ送り、そこでカプセルを開いて薬を注入する。薬が必要な患部のみに注入され、飲み薬や注射のように全身に薬が回らないので、副作用が少なくなると期待される。

バイオ・チップ市場の中心であるDNAチップは、スライドガラスの上に、合成した遺伝子を張り付けたもので、このチップと試料を反応させることで、遺伝子を解析する。張り付けた遺伝子の塩基配列に対応する遺伝子が試料中にあれば、その遺伝子同士が2本鎖を形成するため、DNAチップ上に捕そくされる。DNAチップには、あらかじめ試料中の遺伝子に蛍光物質を付けておき、それを目印にしてレーザー光を照射し蛍光を確認する。DNAチップに張り付けた遺伝子の塩基配列に対応する遺伝子が試料中にあれば、DNAチップ上に捕そくされるため、蛍光が生じるわけである。

セラミック・パッケージ技術を応用



第2世代では、遺伝子を張り付けたチップの電極と対向電極の間に電圧を印加し、遺伝子を通して電極間を流れる電流を検出する。

半導体素子(多分、MOSトランジスタ)が用いられる。

高齢化社会になって、介護の重要性は益々高まっている。しかし、人を介護するのは容易な仕事ではなく、介護要員の不足し、海外から人を募集するなど大きな社会問題になっている。しかし、日本が先頭を切っているとは言え、世界中の多くの国が高齢化に向かっている。



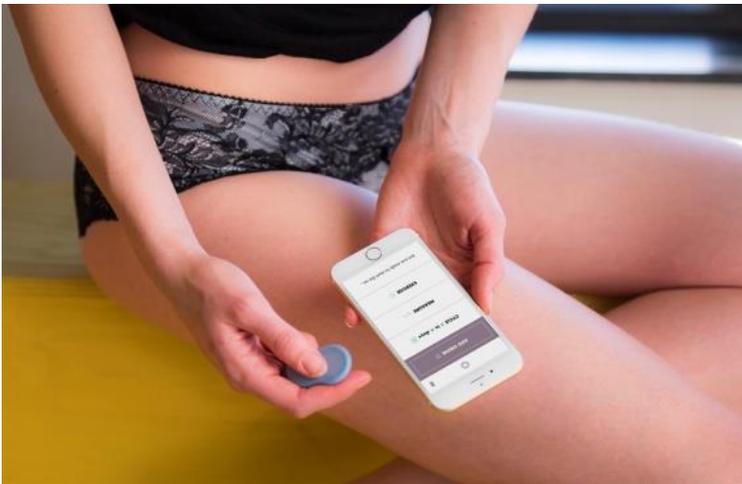
介護問題の解決にはエレクトロニクスを活用したい。写真は、パワースーツなどと呼ばれている装置で、5kgのものを1kg程度の力で持ち上げることができる。介護で人を持ち上げる時など、腰痛になる介護担当者が多い。その解決に大いに役立つと思われる。

パワースーツは、介護以外にも重いものを扱う職場で用いられる。工場、物流業、農業などで、直ぐに欲しい職場もあると思われる。パワーを増加するには油圧によっているが、全体の構成がやや大きいので、更に装着し易いことが望まれる。

漏れた尿で発電するおむつ

おむつに漏れた尿で発電し、その電力を無線通信に利用しておむつ交換のタイミングを介護者に通知する。立命館大学の道関隆国氏は、開発しプロトタイプを発表した。

「ワイヤレス尿失禁センサシステム」と呼ぶこのシステムは、紙おむつの肌に当たらない箇所（吸収剤と防水シートの間）にアルミニウムと活性炭の電極を挟み込み、無線通信回路などを含む電子回路（センサー部）を外付けした。この紙おむつを装着した高齢者が尿を漏らすと電力が発生し、尿の量に応じてその発電量が増える仕組みだ。



ウェアラブルセンサーと専用下着、
（提供：ライフセンスグループジャパン）



ワイヤレス尿失禁センサシステム。
前に出ている基板がセンサー部

BMIの進歩は素晴らしい

脳障害で運動機能を失った人や言葉を発することができない人を支援するBMI (Brain Machine Interface)の研究を行っている。脳波を計るには、導電性ペーストを頭につける必要があり、使用後には洗髪が必要とされていた。今回ペースト不要の脳波計を開発し、コードレスでPCにデータが送れる。

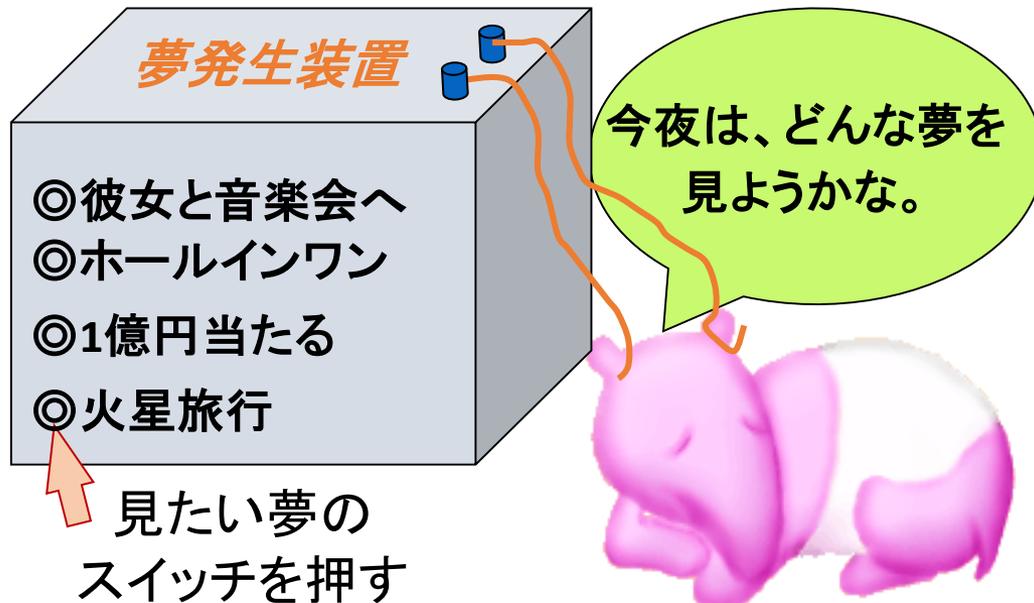


手足の運動機能を失った人が「コーヒーが飲みたい」と思えばその脳波をコンピュータが読み取ってロボットの命令すると、ロボットがコーヒーを持ってきてくれる。そのようなBMI技術が出来つつある。

BMI技術で活用

多くの人のQuality of Lifeの向上に貢献

BMI(Brain Machine Interface)は、今ホットな話題である。脳波計で脳波を検出し、ワイアレスでコンピュータへ電送し、脳波の意味を解析してロボットに送ると、ロボットは脳が希望した通りの動作を行う。



手足が不自由な要介護者が、自分の意思を簡単に表現できるようになれば良い。
電極は頭に張り付ける非侵襲的であることが望ましい。

左図は、ロボットではないが、BMI技術が進歩すると、その技術の応用として、好きな夢を望んだ時間に見る装置も出来るのではないか。
Dream Generatorの開発が待たれる。

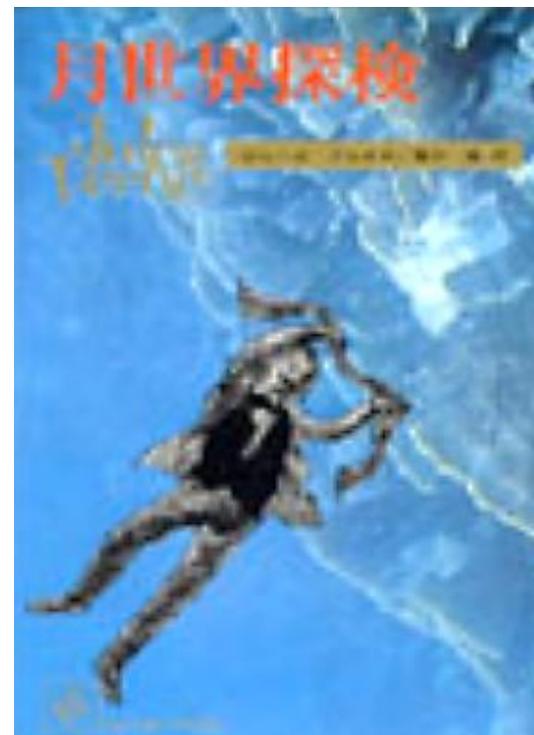
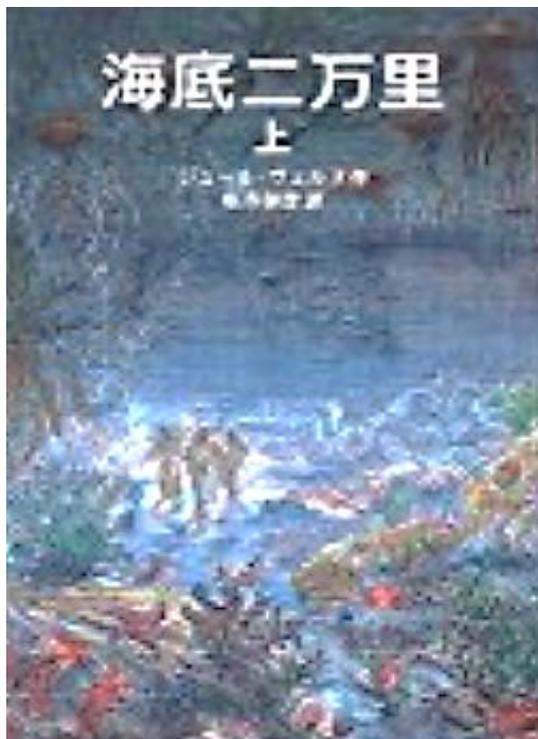
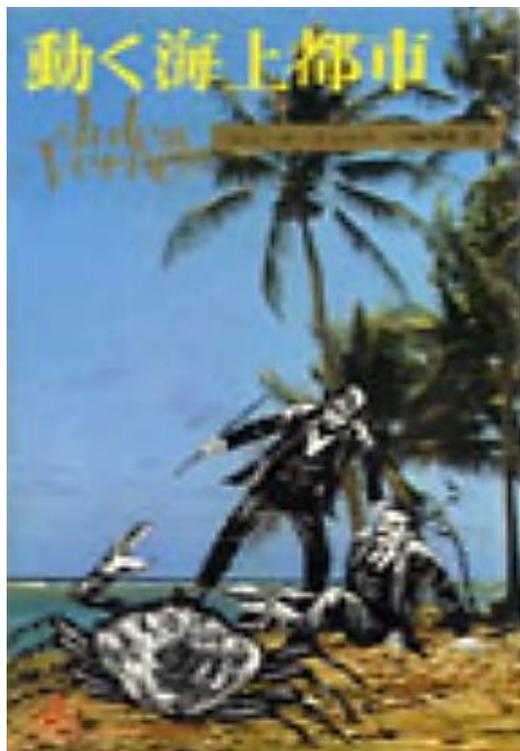
好きな時に好きな夢が見られる
夢発生装置 (Dream Generator)

7. 未来の社会

未来はどんな社会？

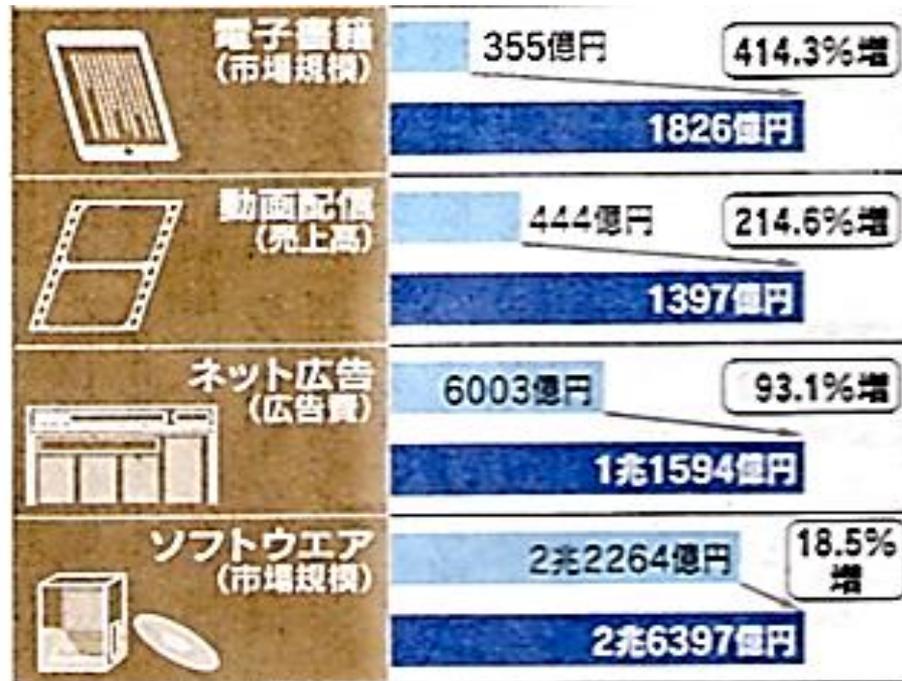
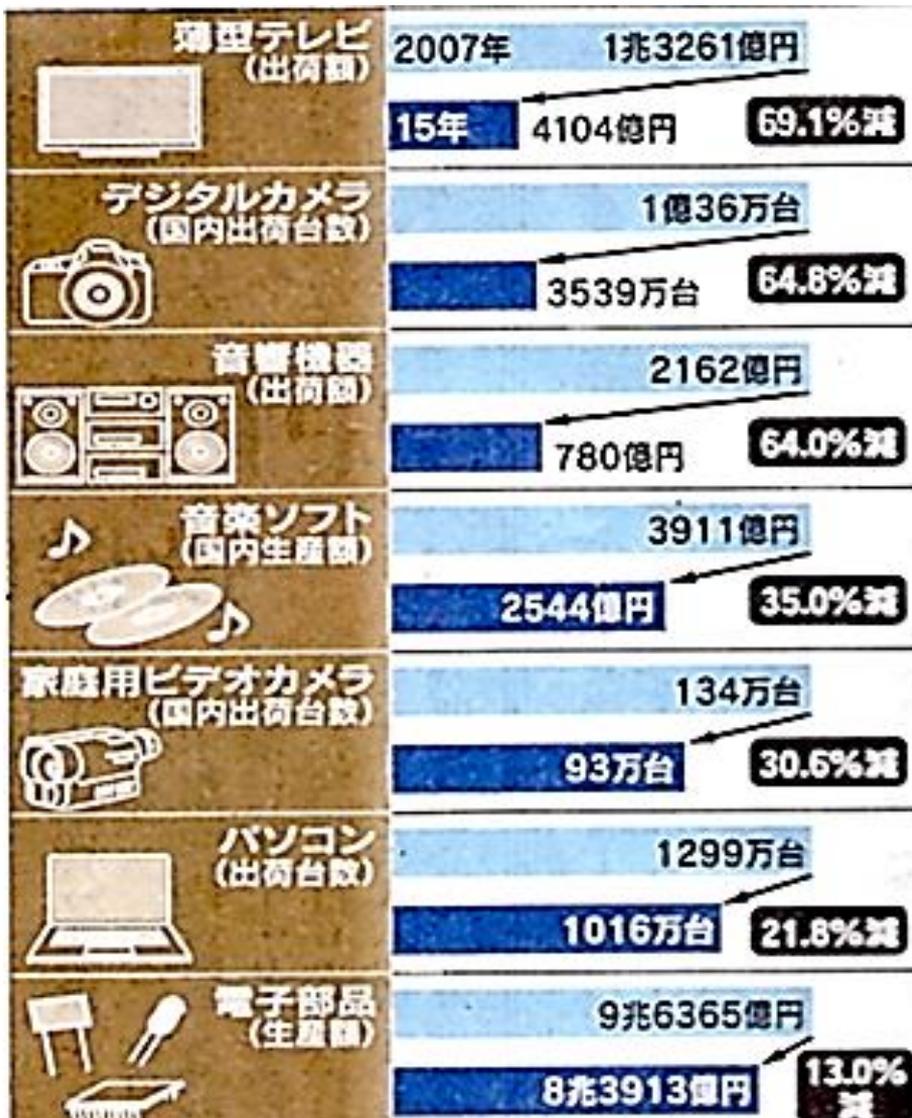
19世紀に活躍したジュール・ヴェルヌは、当時の人が思いもよらぬ数々の奇抜な小説を
発表した。その内の幾つかはその後の科学技術の進歩により実現された。
海上都市や海底都市は実現していないが、月や火星に住むよりは実現性があるのかも。

そんな夢物語ではなく、ここ10～20年の「現在の未来」を展望してみよう。



7. 未来の社会

スマートフォン、10年のインパクト



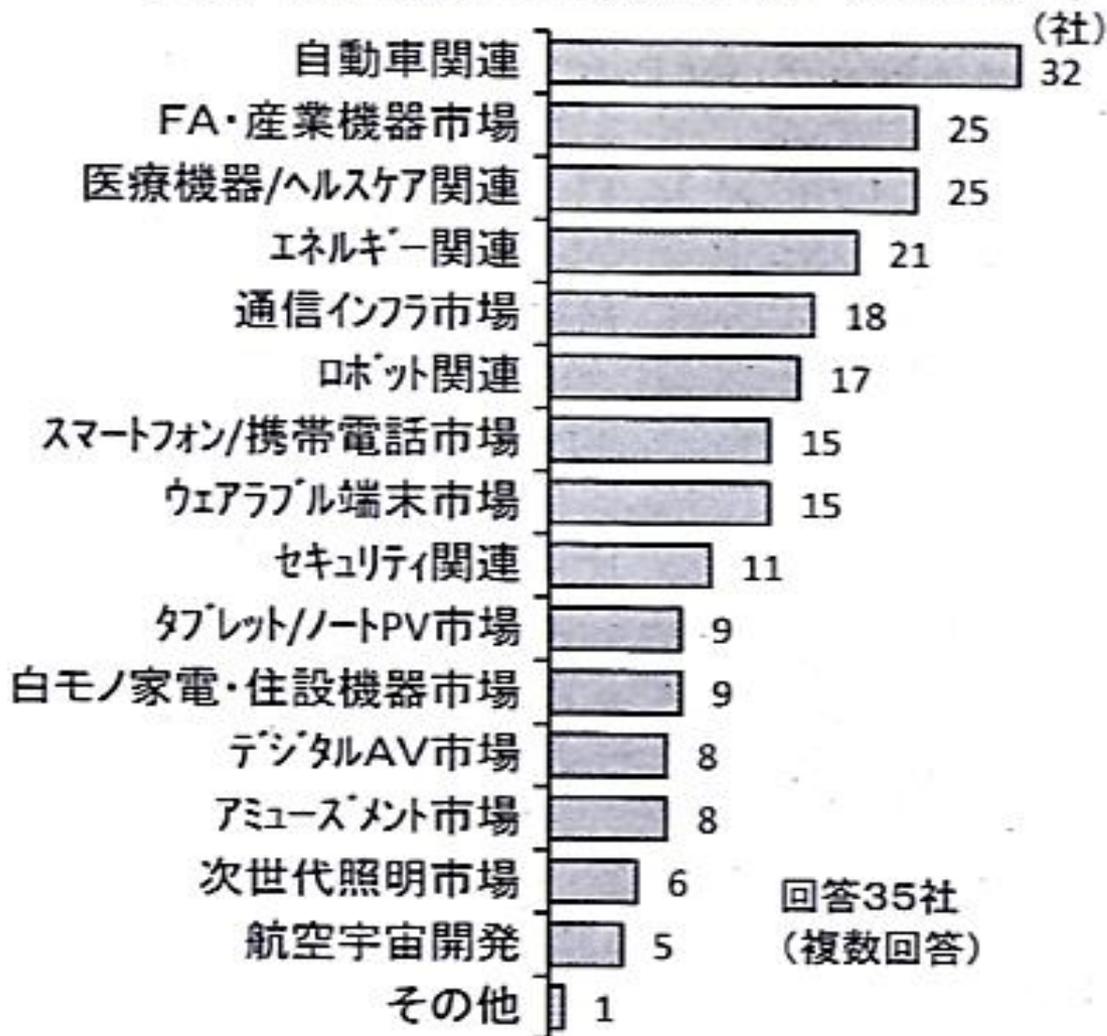
スマホ普及による栄枯盛衰

左の欄は、スマホが流行した10年間で市場が激減した機器。

右側は、増えた機器。

日経産業新聞 2017. 1. 4

17年度に技術開発で力を入れていく市場・分野



電波新聞は、2016年末に電子部品メーカー36社にアンケート調査を行い26社から回答を得た。

2017年は利益が10%以上増と答えた企業が多い。技術開発では、自動車関連、FA産機、医療・ヘルスケアの回答が多く、次いでエネルギー、通信、ロボットとなっている。色々な分野があるので、どこに注力するか各社とも迷うところ。

電波新聞 2017. 1. 1

7. 未来の社会

ITRSからIRDSへ

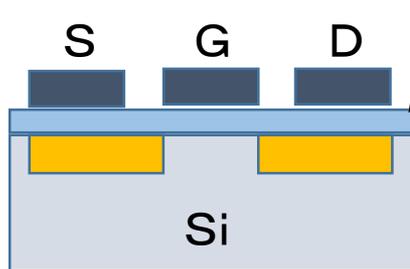
親しまれてきたITRS(International Technology Roadmap for Semiconductor)が一昨年で終了となり、本年からIRDS(International Roadmap for Devices and Systems)が作成されることになった。

ここ10年間のLSIの変遷は、右表のように考えられているようで、微細化競争は2024年には終焉するらしい。

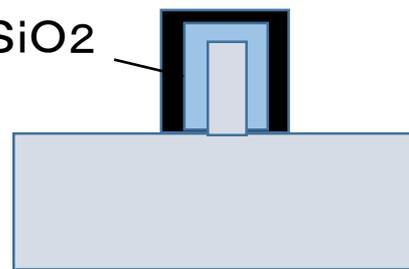
ただし、トランジスタ構造は下図のように次々に新タイプが現れ、材料もSiから更に移動度の高い材料へ移行する可能性が議論されている。

(GAAは、Gate All Aroundの略でナノワイアの回りをゲートが囲んでいる)

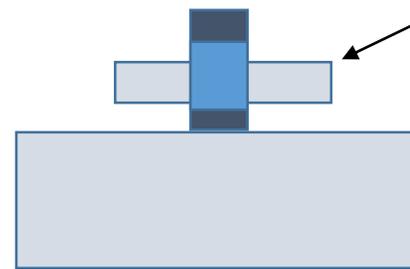
年	最先端の生産LSI
2017年	10nmノードのFinFET
2019年	Horizontal GAA
2021年	Vertical GAA
2024年	パターン微細化技術の終焉
??年	SiからGe, GaAsなどへ変わる



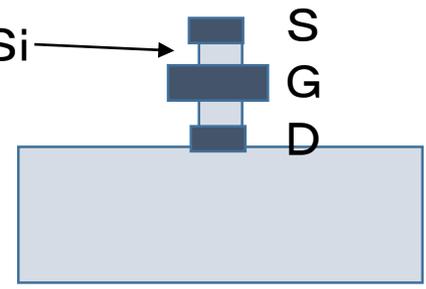
2D-MOS



FinFET



Lateral GAA

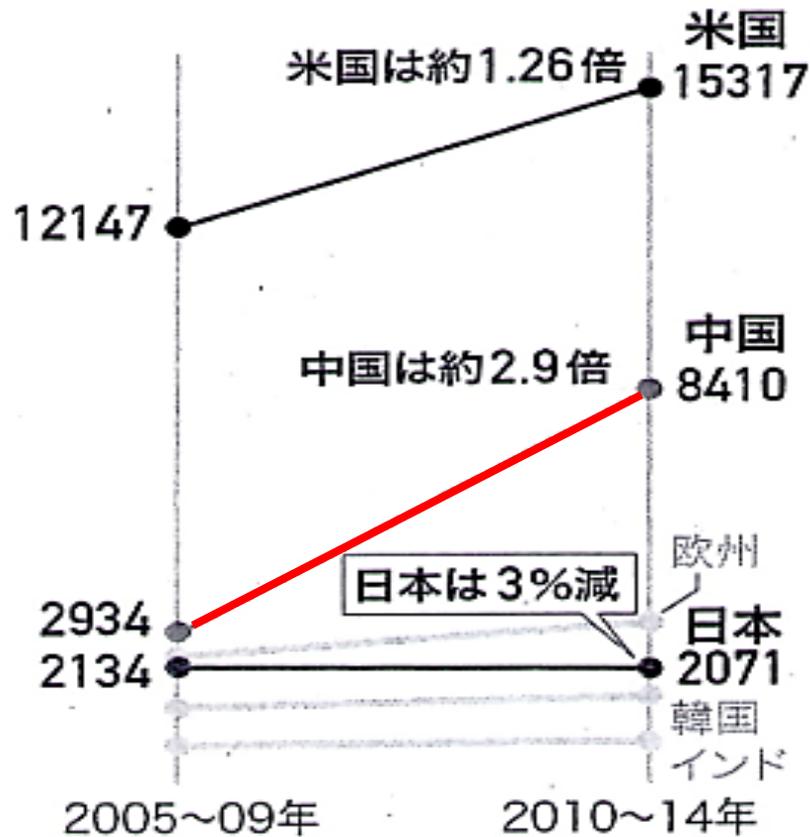


Vertical GAA

21世紀は中国の時代か？

AI特許出願数で中国の躍進が著しいが、NEDOの新領域・融合ユニットの平井成興氏の見解では、深層学習などホットな分野でも中国の躍進が著しく、決して数が多いだけではない。

AI特許出願数の伸び



世界の注目論文シェアで中国が伸びている

国名	2001~03年の平均		2011~13年の平均
米国	57.8	↘	50.3
中国	3.4	↗	15.7
英国	12.7	↗	15.7
ドイツ	10.2	↗	13.5
フランス	6.7	↗	9.0
日本	6.4	↘	5.5

(注)単位%。文部科学省「科学研究のベンチマーキング2015」より作成

日経産業新聞 2017. 2. 1

ドイツ Industrie 4.0

- 第1次 蒸気機関
- 第2次 電気
- 第3次 コンピュータ
- 第4次 産業用IoT**

少量多品種の生産に対応するためドイツは政府と産業界を上げて一丸となってIndustrie4.0を推進している。

中心となる技術はIoTで、顧客情報、工場の情報、諸外国や世間の情報、技術の進展情報など、ビッグデータを集めて企業経営に生かす。

日本 科学技術基本計画

Society 5.0

- 狩猟社会
- 農耕社会
- 工業社会
- 情報社会

超スマート社会

サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した社会を目指す。



日本では、産官学が一体となって推進する機運になっていない。
CSP(Cyber Physical Systems)という言葉もまだ一人前とは言えない。

2030年に向けた規制改革の方向性

戦略分野	規制改革の具体策	2030年の目標
健康・医療・介護 	<ul style="list-style-type: none"> AIによる診断補助を医師法で認める 介護ロボットを保険の対象に加える 	健康でいられる年齢を10年延ばし、介護の地域間格差を無くす
自動車 	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転に対応した道路関連法制の改正 ドローンを飛ばす際の許認可の緩和 	完全自動走行の普及で、移動弱者や交通渋滞の解消
ものづくり 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットとの共同作業を前提とした労働安全衛生法の改正 スマート工場に合わせた保安規制の見直し 	スマート工場の普及で、一人ひとりの需要に応じたものづくり
暮らし 	<ul style="list-style-type: none"> 暮らしのデータを活用するための情報法制の改正 家庭間の電力融通を見据えた電力システム改革 	一家に1台のサービスロボットが普及し、需要に応じた発電や高齢者の常時見守りが可能に

昨年、政府は左表のような規制改革を発表した。2030年まで改革しないのだろうか？

例えば、医療に関する新技術は安全性が100%確認できるまで認可されない。米国で5年間実施された結果を見て認可することになる。役人は「国民の安全を守っている」と言うわけ。しかし、このため新技術の採用が常に5年遅れることになる。

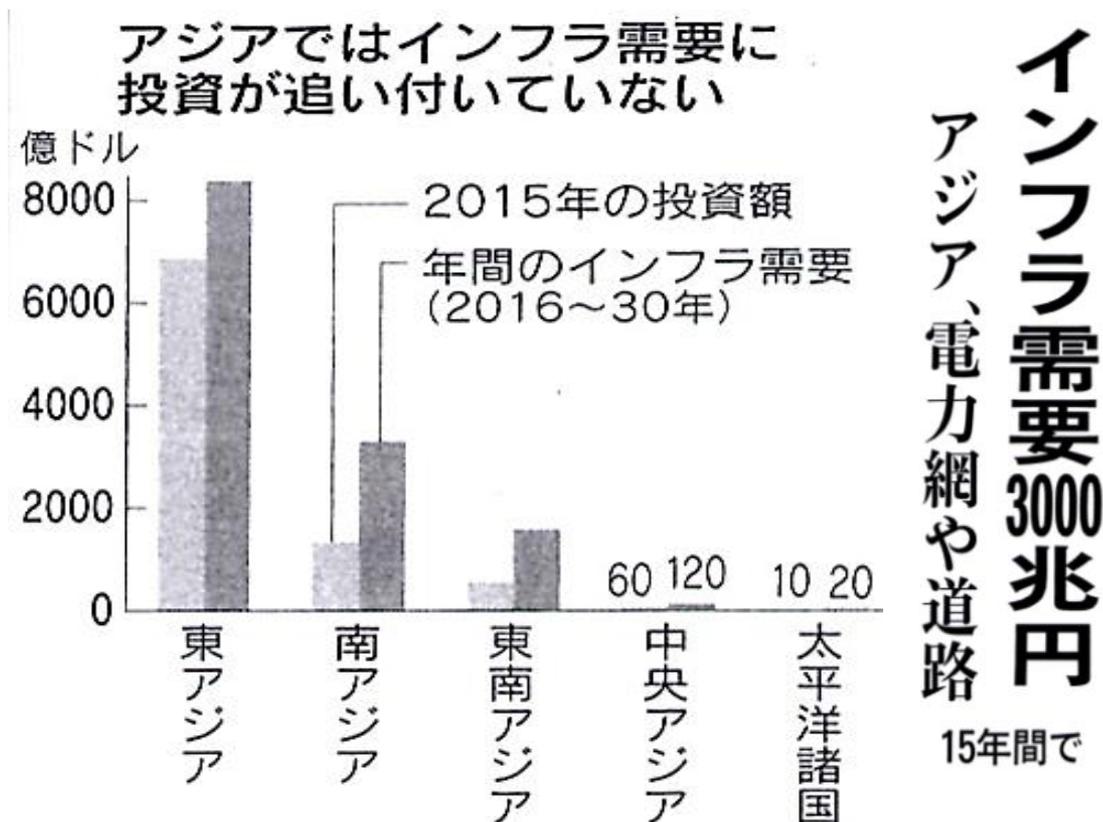
自動運転に関する道路交通法の改正も急ぐべき。

ドローンはテロリストに格好の道具。どんな規制をするか！

電力、道路、鉄道、上下水道、電話網、災害対策、大気汚染対策、地球温暖化対策など、人々の生活が快適で安定した社会を建設したい。そのためにはインフラ整備にエレクトロニクスが果たすべき役割は大きい。

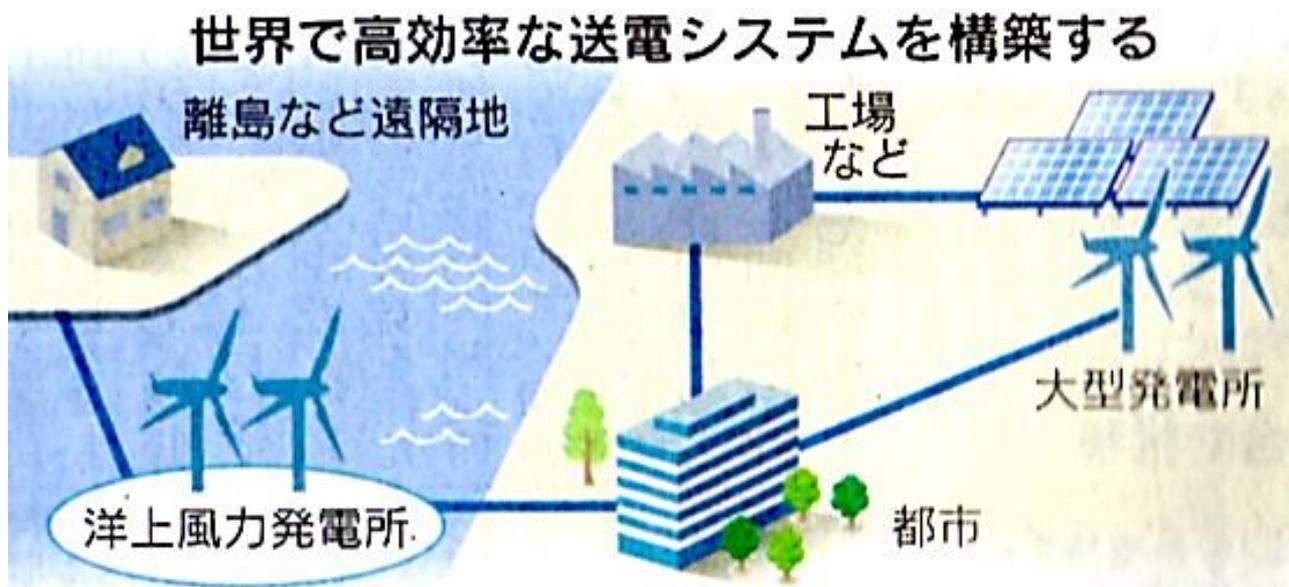
日本国内でも、インフラ整備でやるべき仕事は山積しているが、アジア諸国では日本以上にインフラ整備が遅れている。人口が爆発的に増加し、都市化が進むのに対してインフラ整備が追いつかないかも知れない。

日本企業の技術で貢献できることは多いし、大きなビジネスチャンスでもある。

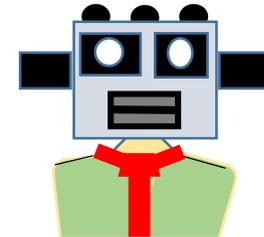


(注) アジア開発銀行まとめ、対象は主要25カ国

世界の人口が100億人に近くなり、全ての国が豊かになると、食料、水など生活に必須の物資の調達が困難になる恐れがあり、この対策を今から心配しておかねばならない。また、あらゆる活動にはエネルギーが必要で、このための電力網も検討されている。例えば、ゴビ砂漠で太陽光発電が可能な電力は、全世界の消費電力を賄う量になるらしいが、それを必要な国に送電するべく、巨大な送電網が必要とされる。或いは、水素エネルギーに姿を変えて運搬することも考えられる。

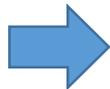


過去・現在・未来、勝ち企業は？

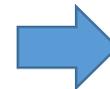


世界

Western Electric
RCA
Kodak
IBM
Philips



Google
Microsoft
Intel
Samsung



Google
Qualcom
NVIDIA
Tesla
中国企業

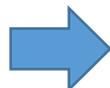
ソフトバンク



？

日本

東芝
日立
松下
三菱



(東芝)
日立
パナソニック
ソニー



プリファード・ネットワーク
ZMP
現在、存在しない会社