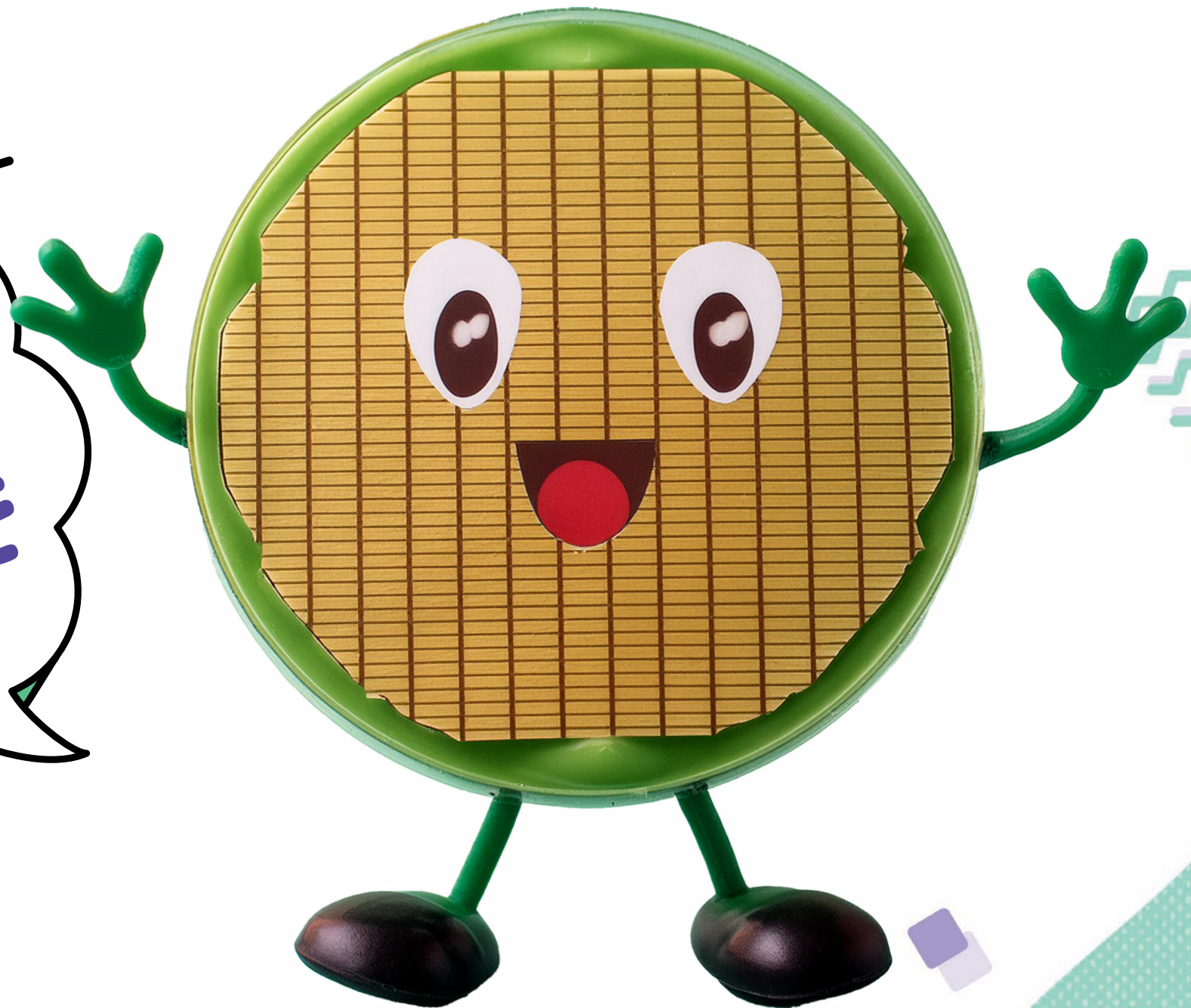


⚡ HAN!DO!TAI! ⚡

半導体と
三重県の
半導体産業を
知ろう!!



半導体って、そもそも何？

地球に存在する物体・物質は、電気が流れるものと流れないものに分けられるんだ。
半導体は、そのままだと電気が流れないけど、ちょっと工夫すると流れるようになる不思議なものなんだ！

●電気が流れるもの(導体)

→銅(どう)や鉄(てつ)などの金属(電気がスイスイ通る)

●電気が流れないもの(絶縁体)

→ゴムや木(電気がまったく通らない)

半導体の原料



半導体の最も一般的な原料 **シリコン(ケイ素)**

半導体の主な原料は、地球にある物質のなかで酸素に次いで2番目に多いシリコンです。加工もしやすく手に入りやすいため、多くの半導体に使用されています。その他には窒化(ちっか)ガリウムや炭化ケイ素といったものがあります。

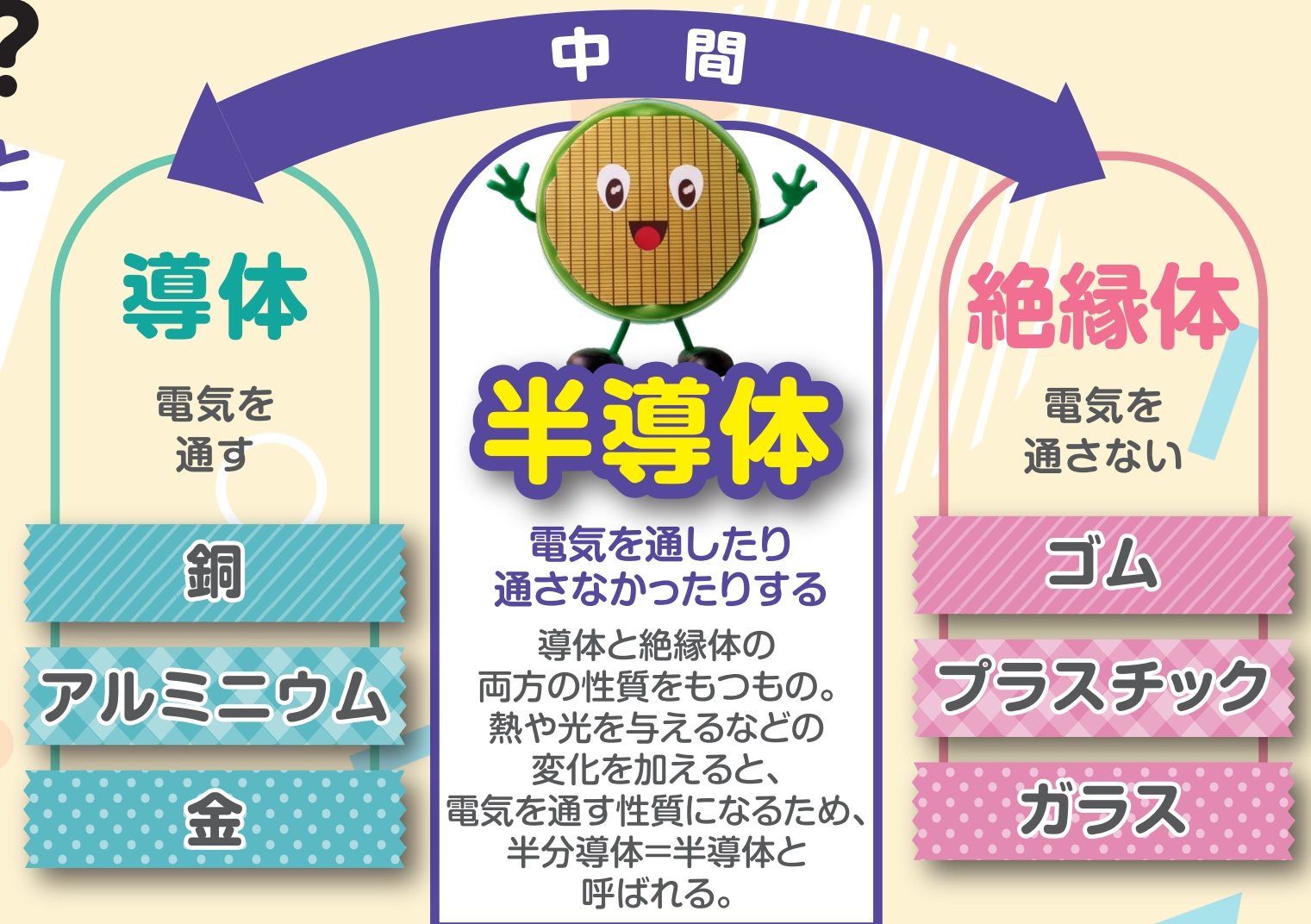
半導体の性質を活かして何ができるか？

人間の頭脳に代わって、いろいろな機械や電化製品を動かしています

半導体は、人と同じように情報を記憶したり処理したりといった機能を持っています。
この機能をつかって、これまで人間が行ってきた情報処理や機械に対する命令を、自動で行えるようになりました。



あらゆる電化製品などには、半導体で作られたチップが入っており、機械を動かしている。

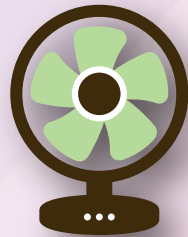


半導体は何に使われているの？

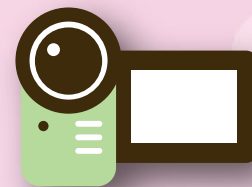
スマートフォン



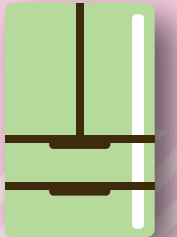
扇風機



デジタルカメラ



冷蔵庫



新幹線



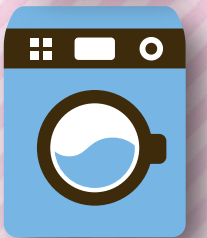
船



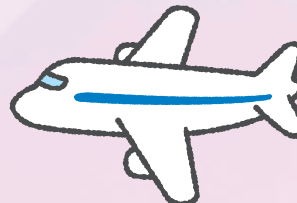
ヘアードライヤー



洗濯機



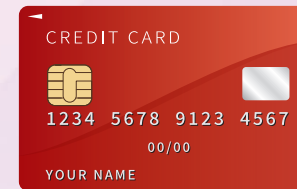
飛行機



自動車



キャッシュカード



体温計



半導体がなくなったら
どうになってしまうのか？

今の便利な生活が
一変してしまうよ！

パソコン、タブレット、スマートフォン、ゲーム機、テレビ、冷蔵庫、自動車、船、航空機、医療機器に至るまで、私たちの生活を便利にする様々なものに使われています。今では、半導体が使われていないものを探し出す方が大変かもしれません。

コラム「1ミリの奇跡」

決勝点をアシストしたのは、半導体を内蔵した
サッカーボールのおかげでした。

日本の勝利に繋がった三苫(みとま)選手のラストパスは、テレビ中継の映像ではゴールラインの外に出てしまっていたように見えた…現地時間2022年12月1日に行われた、サッカーワールドカップ(W杯)での日本対スペイン戦。この三苫選手のパスを、ゴールに繋がれたパスとして認めていいのか、人の目だけでは判断できない絶妙な状況だった。

そんな中、奇跡の決勝点をアシストしたのは「VAR(ビデオ・アシスタント・レフリー)」に使用された「半導体を内蔵したボール」。半導体のおかげで正確なボールの位置が分かり、三苫選手のパスは「1ミリ」ゴールラインにかかっていたと判断され勝利に繋がった。



半導体って、どんなしくみなの？

半導体のはたらき

スイッチ
電流を流す
止める

変換
アナログ信号
↓
デジタル信号

増幅
電圧・電流を
大きくする

計算
計算処理

記憶
データの保存

スイッチの働きを、ゲームを例に見てみよう！

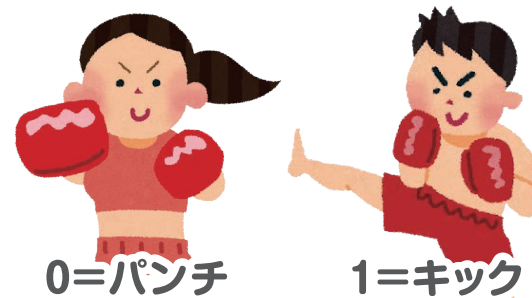
いろんな動きができたり、キャラクターを増やしたりできるイメージです。

半導体 と「0」「1」

- 1. コンピュータの言葉は「0」と「1」**
コンピュータは人間のように「日本語」や「英語」を話すことはできません。その代わりに、「0」と「1」だけを使って考えたり、動いたりしています！
たとえば、ゲームのキャラクターが動くのも、アニメが再生されるのも、ぜんぶ「0」と「1」が組み合わさっているからです。
- 2. 電気のスイッチみたいなもの！**
半導体の「0」と「1」は、電気のスイッチに似ています。このON「1」とOFF「0」を使って、コンピュータは計算したり、文字や画像を記録したりしています。
- 3. 半導体チップの中で「0」と「1」を作るしくみ**
みんなが使っているスマホやパソコンの中には、「半導体チップ」と呼ばれる小さな部品が入っています。このチップの中には、小さなスイッチ（トランジスタ）がたくさん並んでいて、電気を流したり止めたりして、「0」と「1」を作っています。

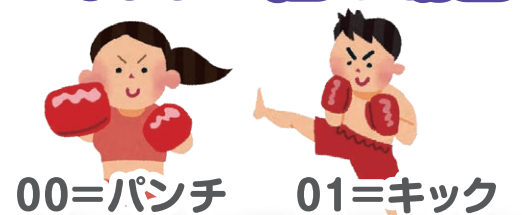
スイッチ1個の場合

スイッチON=1、
スイッチOFF=0とすると…



2パターンの指示ができる

スイッチ2個の場合



4パターンの指示ができる



スイッチの数を増やすと

最新のスマホには100億個以上の半導体スイッチが入っています

最新のスマホには100億個以上の半導体スイッチが入っており、たくさんの情報を高速で処理できます。これにより、複雑なアプリの動作や高画質な動画再生、AIを活用した機能などがスムーズに実行されます。

半導体のできるまで

Semiconductor Manufacturing Process

前工程

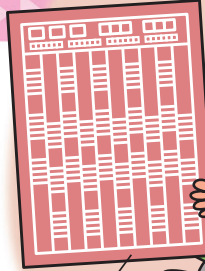
SEAJ 一般社団法人 日本半導体製造装置協会
2017.02

回路設計・パターン設計



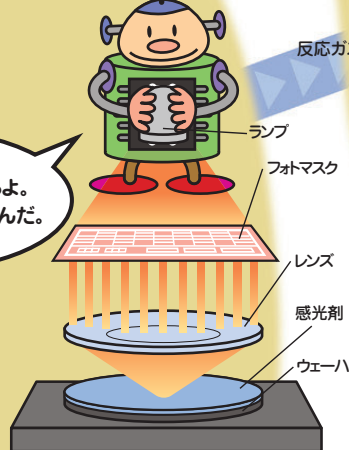
小さなチップの中に、どのような回路を、いかに効率よく配置するかなど、回路図を作り検討を重ねます。

フォトマスク作成



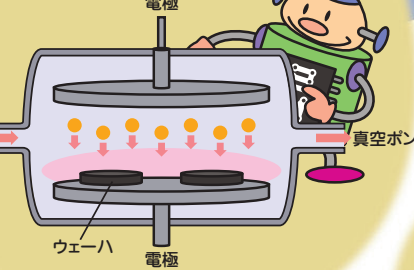
ICのパターンをウェーハに焼付けするためのガラスのネガのようなもので、1チップ分ずつガラス上に焼付けていきます。

ウェーハ表面にパターン形成



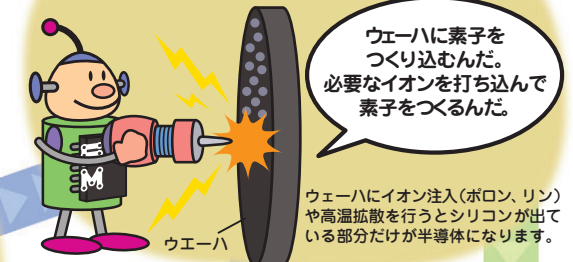
位置合わせ
フォトマスクを介し、露光してマスクのパターンを焼き付けた後、現像します。

エッチング



エッチングして部分的に酸化膜を除去します。その後、不要なレジストも取り除きます。

酸化・拡散・CVD・イオン注入



ウェーハにイオン注入(ボロン、リン)や高温拡散を行うとシリコンが出ている部分だけが半導体になります。

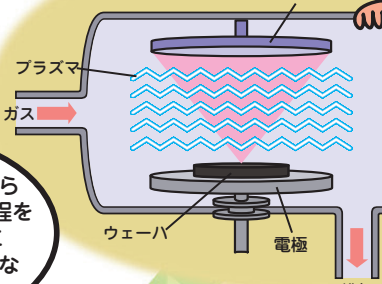
平坦化(CMP)



さあ、ウェーハの表面をきれいにするぞ!

繰り返し

電極形成



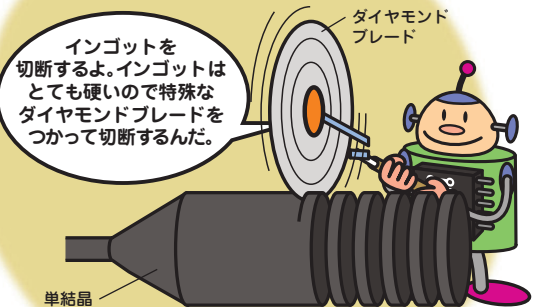
不活性ガスプラズマによりアルミターゲットをスパッタリングし、ウェーハ表面に電極配線用のアルミ金属膜を形成します。

インゴットの引き上げ



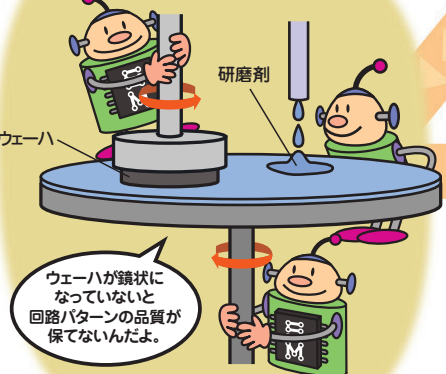
多結晶をドーパントと共に石英ルツボの中で溶かし、種結晶棒を回転させながら徐々に引き上げ必要な太さの単結晶棒(インゴット)をつくります。

インゴットの切断



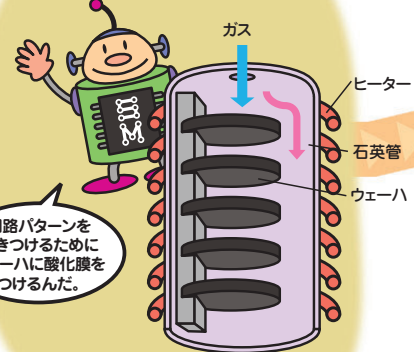
インゴットをダイヤモンドブレードで所定の厚さに切断し、ウェーハをつくります。

ウェーハの研磨



ウェーハの表面を鏡面状に研磨します。

ウェーハの酸化



ウェーハを高温の拡散炉(900℃~1,100℃)の中で酸化性雰囲気(酸素)にさらし、表面に酸化膜を成長させます。

フォトリソグスト塗布



フォトリソグストを極めて薄く均一に塗布して、ウェーハに感光性を持たせます。

ウェーハ検査



ウェーハをチップごとに試験し、良品・不良品の判定をし、不良品にはマークをつけます。

ここまでがICチップの製造工程になるんだ。

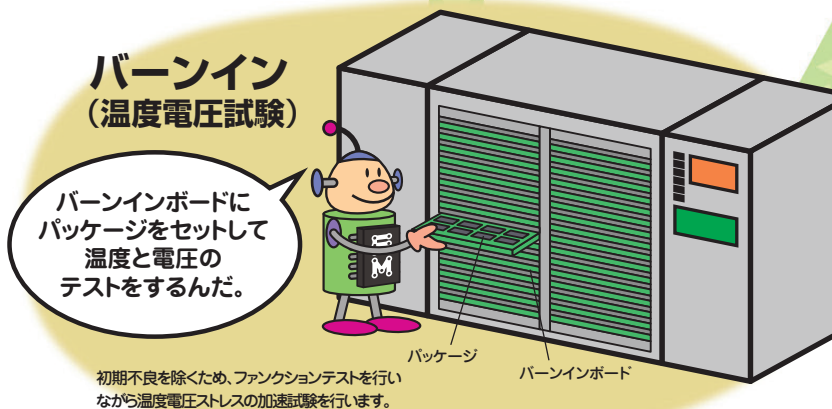
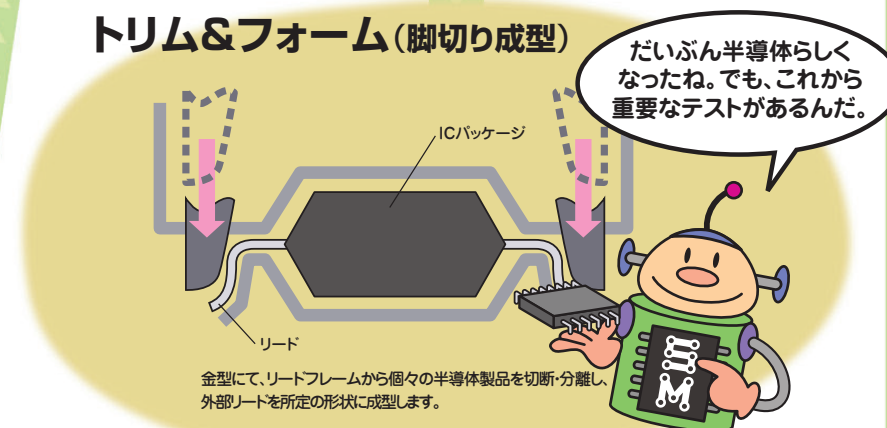
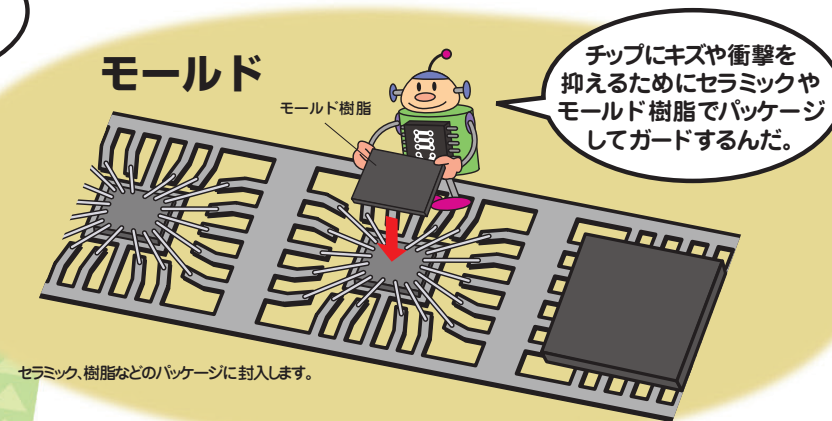
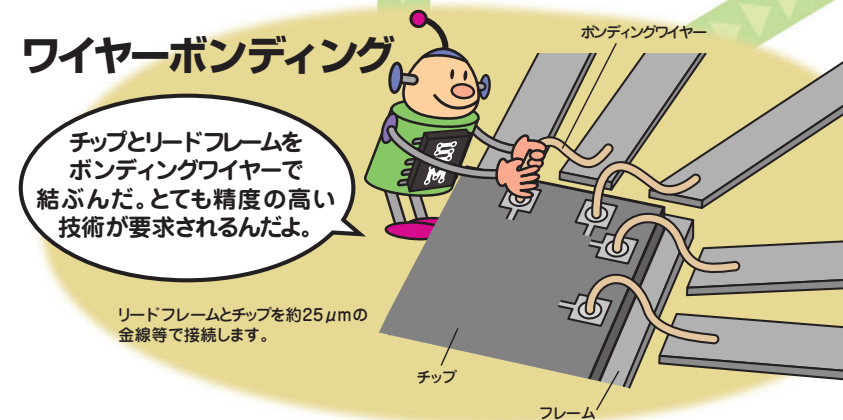
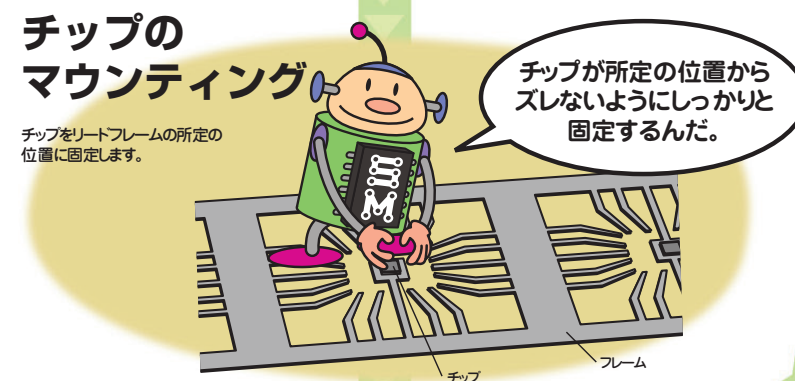
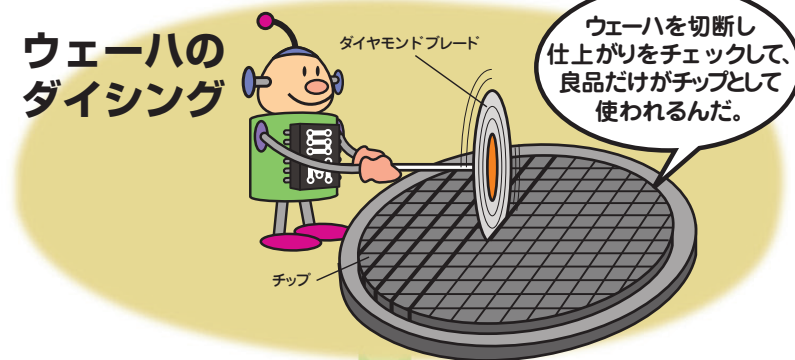
※ウェーハとウエハーは同じものを言っています。

半導体のできるまで

Semiconductor Manufacturing

後工程

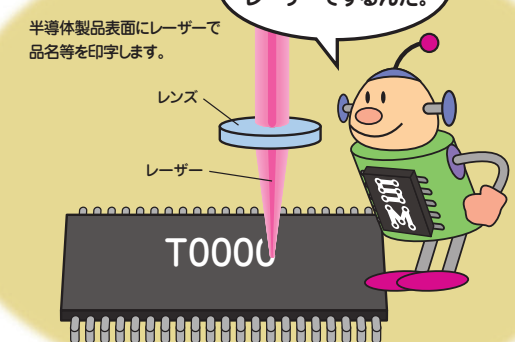
SEAJ 一般社団法人 日本半導体製造装置協会
2017.02



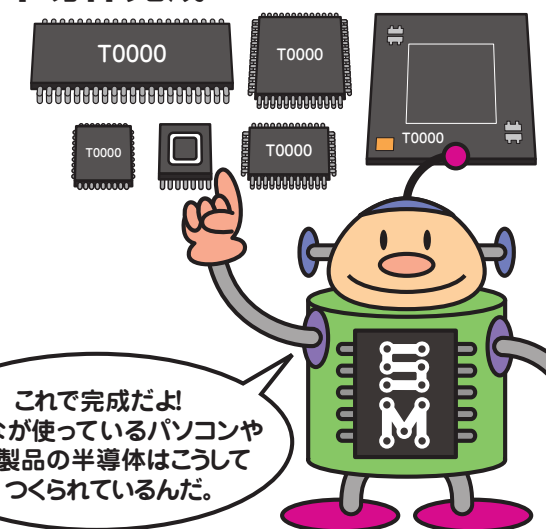
製品検査・信頼性試験



マーキング



半導体完成



髪の毛の2万分の1サイズのモノづくり

最先端の半導体の回路の製造には、3nmの加工をする技術が必要です。

1nm(ナノメートル)は0.0000000001(10億分の1)m



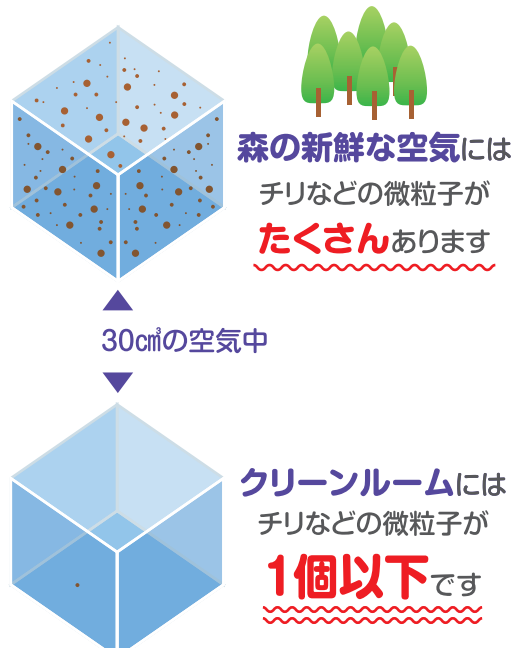
最新の技術によってはるかに小さなサイズで作られています。

半導体は、極めて細かな構造で作られているため、小さなゴミやほこりが付着するだけで回路がふさがれてしまい、正常に動作しなくなることがあります。そのため、わずかなチリや人の皮脂などの混入を防ぐため、半導体の製造工程ではクリーンルームと呼ばれる極めて綺麗な環境で作業が行われ、作業する人も汚れを持ち込まないよう、全身をクリーンスーツという特殊な服で覆うようにしています。

なぜ??
厳しい基準に
なっ
ているのか?

マメ知識

世界最大級のフラッシュメモリ工場であるキオクシア四日市工場では、超高性能フィルターで異物の侵入を防ぎ、さらに空気循環で異物を取り除く、クリーンルームで半導体を製造。シリコンウエハーを収納する容器の中は、30cm³の中に0.1マイクロメートルのチリが1個以下という厳しい基準を設けています。



半導体の製造には、どんな会社関わっているの？

材料を作る会社

シリコン
ガス
洗浄液
研磨剤など

装置を作る会社

製造装置
搬送装置
装置に使われる
金属や
プラスチック部品

工場を動かす会社

建物、クリーン
ルームなどの建設
機械のメンテナンス
点検、電気や
水の供給

半導体を作る会社

半導体チップ
(フラッシュメモリー
LED
カメラのセンサー
など)



半導体生産の一連の流れ(サプライチェーン)を支える、さまざまな企業が三重県に集結

三重県内には、たくさんの半導体関連企業があります。
キオクシアやUSJCなどの半導体製品を作る会社だけでなく、
製造時に使用されるガスや薬剤、製造装置を作る会社なども集まっています。

なぜ三重県で半導体産業が盛んなの？

1

地震が少なく
安全な場所が多い

2

水や電気を
たくさん
使える

3

交通が
便利

4

昔から
ものづくりが
盛ん

水が豊富な三重県

半導体を製造する中では、小さなごみや汚れが付かないようにするため、水やガス、薬品などで何回も洗います。

例えば、半導体の材料のウエハーの表面には、何千もの加工を行います。

ここで小さなごみや汚れがついてしまうと、

できあがった半導体チップ(製品)は、動かなくなってしまいます。

そのため、たくさんの水などをつかって、何回も何回も洗い、

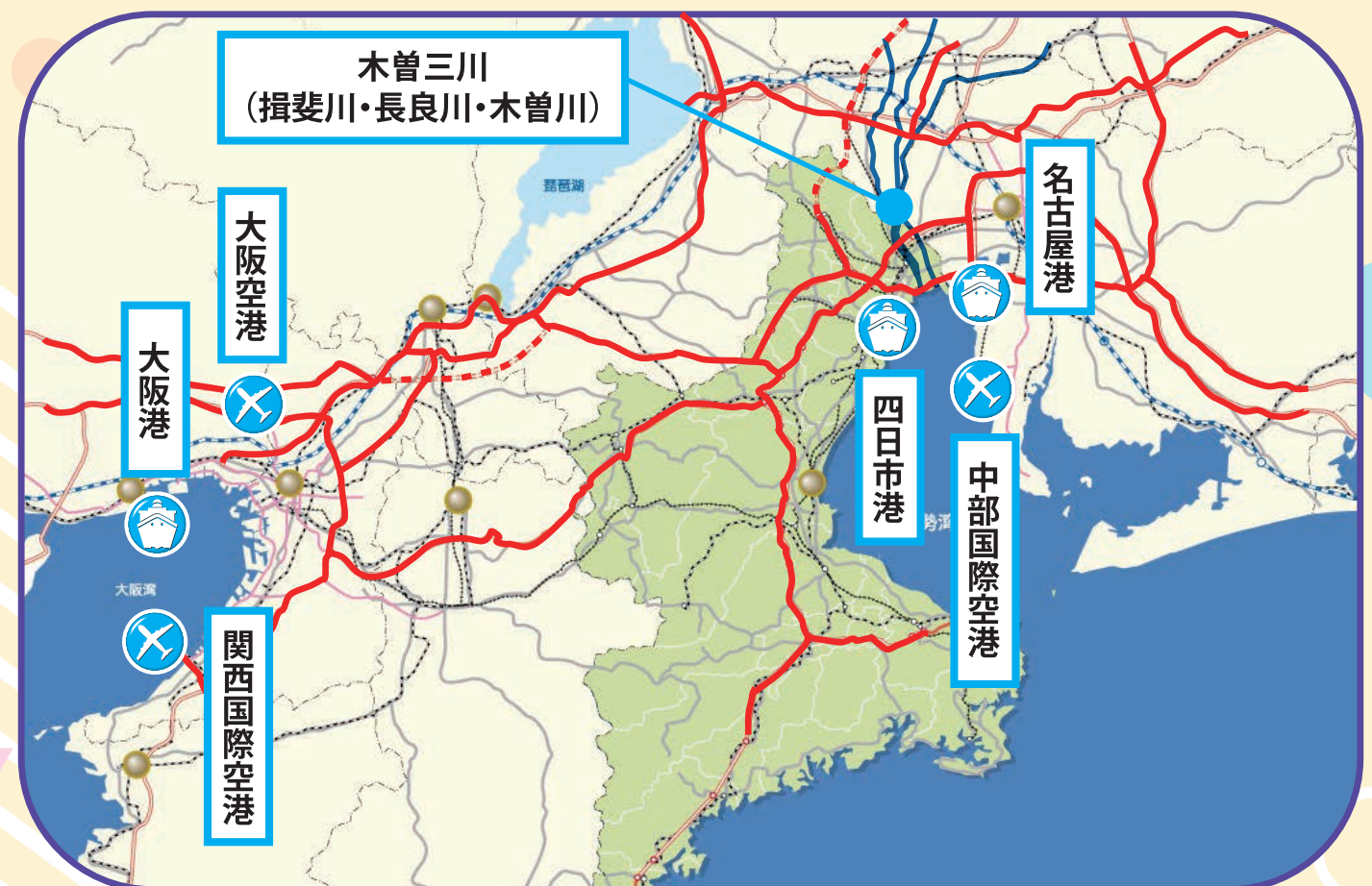
小さなゴミや汚れを洗い落とします。

この水も、「超純水(ちょうじゅんすい)」という

とてもきれいな特別な水を使っています。

三重県は「木曽三川」と呼ばれる3つの大きな川があることなどから、

大量に水を使う半導体工場にも安定した水を供給できます。



三重県の半導体産業は、どれぐらいすごいのか？

半導体は、様々な化学薬品や機械を使って製造されているため、化学メーカーや機械部品メーカー・メンテナンス企業など色々な業種の製造業が集まっていることで、半導体をたくさん作れる！

電子部品・デバイス
電子回路製造業の出荷額

19年連続1位！

半導体を含む電子部品・デバイス・電子回路

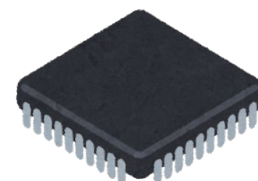
自動車



輸送用機械器具出荷額

全国第7位

半導体



電子デバイス・電気機械
情報通信機械関連出荷額

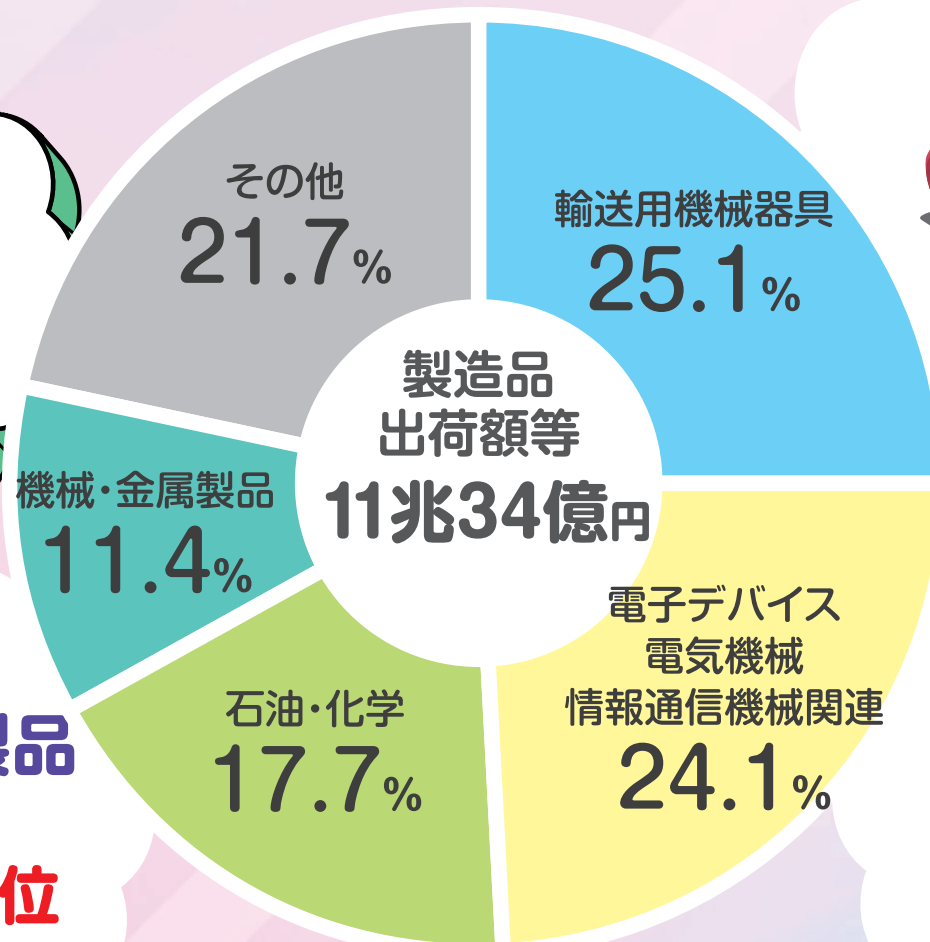
全国第1位

様々な
企業が
集まっ
ています！

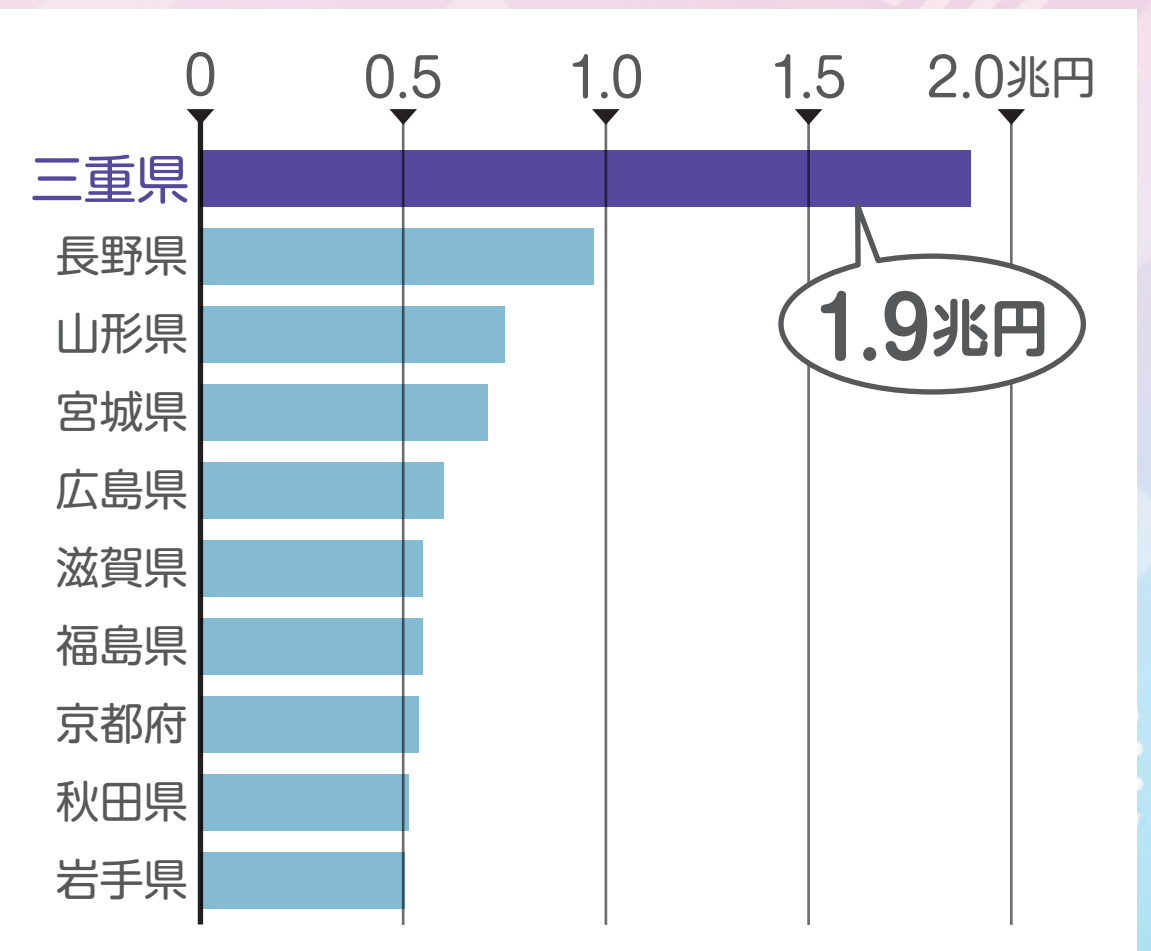
化学工業製品

化学工業出荷額

全国第10位



三重県内の業種別製造品出荷額
(出典：経済産業省「2023年経済構造実態調査」)



電子部品・デバイス・電子回路(上位10府県2022年)

1. なぜ半導体産業が注目されているのか？

自分の国で作れることが大事！

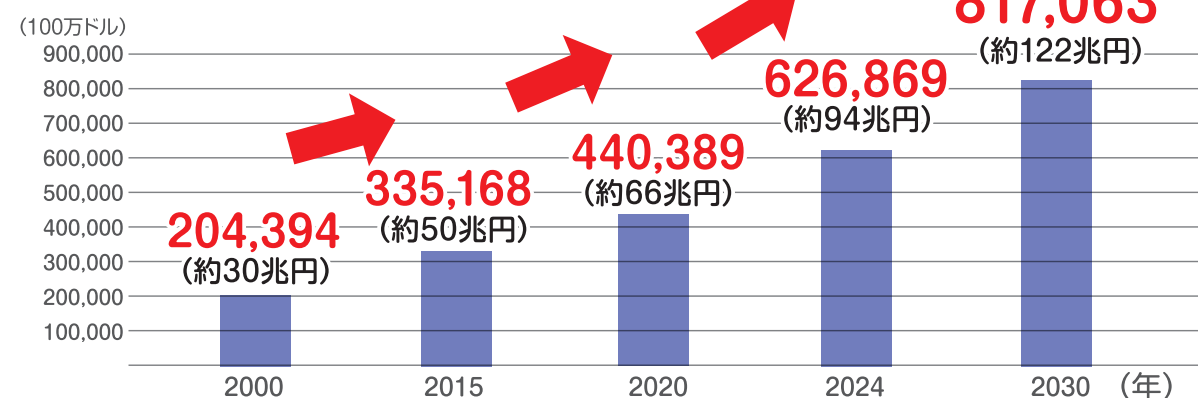
日本はできるだけ自分の国で半導体を作れるようにしようとしているんだ！
そうすれば、外国で何かが起こった時でも、自分たちで大事なものを
作り続けることができるんだ！

もし半導体が外国から手に入らなくなったら、日本は半導体が使われている
様々な製品が作れなくなってしまい、みんなの生活や経済が大きな影響を
受ける可能性があるんだ。

だから、半導体を自分の国で安定して作ることは、とても大事なんだよ！

2. これから半導体産業は どうなるの？

半導体世界市場予測



※縦軸の単位は100万ドル ※日本円の数値は、1ドル=150円の場合で計算しています。
出典：世界半導体市場統計 (WsTs)、2030年は産業タイムズ社予測

3. 半導体の成長によって暮らしはどう変わるのか？

電子機器の 進化



スマートフォン、テレビなどの性能が上がる。

自動運転や 交通の発展



自動運転技術がどんどん賢く、安全に進化する。

医療技術の 向上



診断装置が高精度になり、遠隔医療も発展。

スマートホーム・ IoTの普及



家のいろいろな電化製品がスマートフォンなどで操作でき
生活がどんどん便利に。

AI・ロボット の進化



AIやロボットが進化することで、人手不足を解消。
自動化が進み、仕事の負担が減る。