

価値創造ストーリー

The New Wave Begins Here

大真空価値創造ストーリー

目次

私たちの使命	2
大真空の主力事業	3
10年長期経営計画「OCEAN+2戦略」	4
マーケット拡大に伴う課題	5
コアテクノロジーによる価値創造	6
キープロダクトによる価値創造	8
従来品の生産ラインの進化	14
人工水晶の育成日数短縮と育成炉の省エネ化	15
カーボンニュートラルに向けた取り組み	16
価値創造ストーリー	17
あとがき～価値創造への道のり～	18



DAISHINKU CORP.

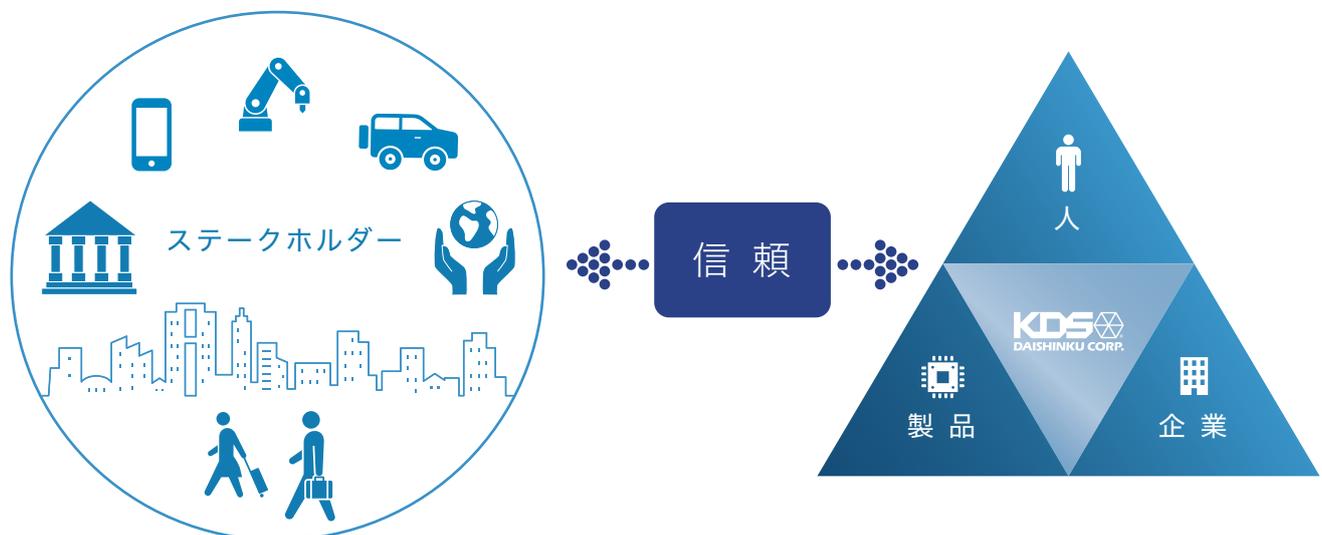
社会に必要不可欠な製品と技術で、 「つながる」に貢献する

私たちの使命

私たちは、デジタル社会に必要不可欠な製品と技術を安定的に提供することにより、お客様をはじめとするすべてのステークホルダーと「信頼」の醸成に努め、

「ヒト」、「モノ」、「コト」、すべてがつながる

より安全で豊かなサステナブル社会の実現に貢献します。



車載分野

産業分野

通信分野

民生分野

大真空の主力事業

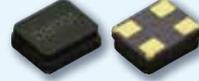
私たち大真空は、水晶を中心とするタイミングデバイスの総合メーカーです。タイミングデバイスは半導体（IC）が必要とする基準信号を作り出しており、スマートフォンやクルマ、医療機器、産業ロボットなど生活に身近なものから産業機器まで幅広く使われています。デジタル社会に必要不可欠であるという例えから「産業の塩」とも呼ばれており、私たちの暮らしを支えています。

主力製品

音叉型水晶振動子



水晶振動子



コアテクノロジー



人工水晶

水晶フィルタ



MEMS発振器



Ark Series



水晶発振器



10年長期経営計画「OCEAN+2戦略」

2019年11月3日の創業60周年を機に、当社では初めてとなる10年長期経営計画「OCEAN+2戦略」を策定し、2020年4月よりスタートさせました。過当競争による「レッドオーシャン」から脱却し、競争優位性に優れた製品開発をベースに新たな市場である「ブルーオーシャン」の開拓と安定的な高利益体質を目指すとともに社会課題の解決にも取り組んでまいります。



「OCEAN+2戦略」7つの基本戦略

One	一社供給
Cost	低コスト域への挑戦
Element	コアテクノロジー：水晶の育成
Alliance	共創
Niche	残存者利益
+1	新たな結晶
+2	新たなデバイス

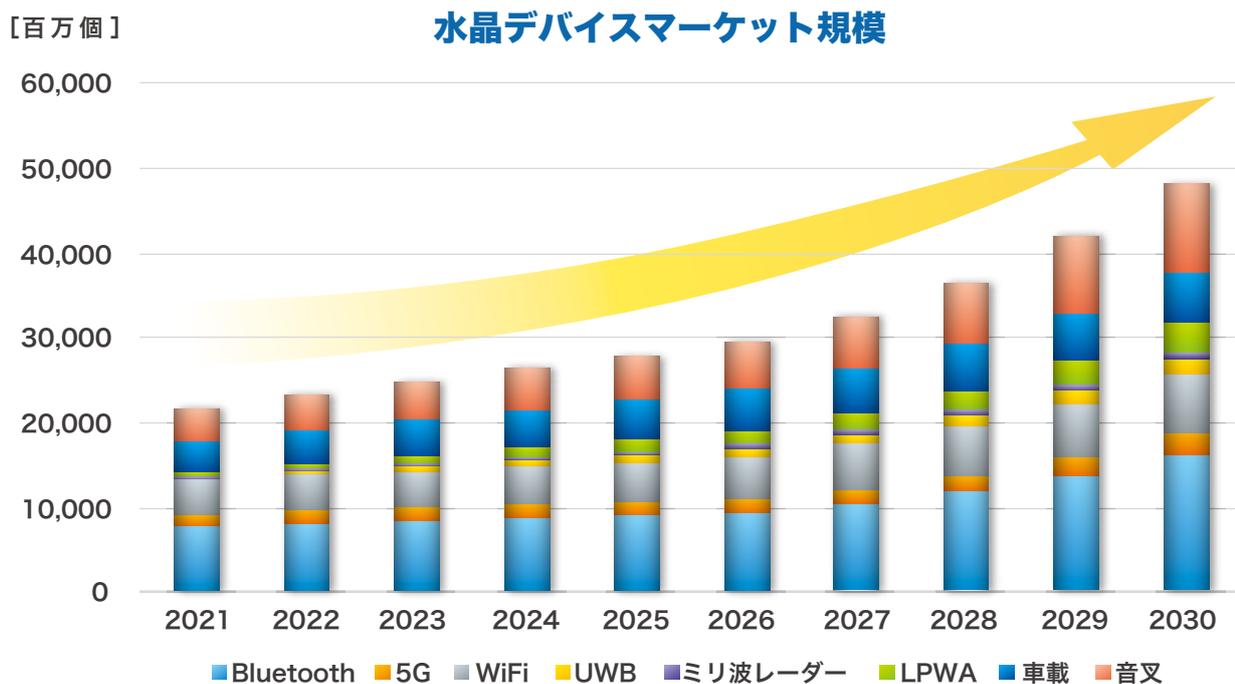
この10年長期経営計画は3つのフェーズ「第一中期 基盤整備」、「第二中期 基盤確立」、「第三中期 成長発展」に分けて考えており、それぞれにマイルストーンを設定しています。従来型の製品展開によって安定的な利益を確保しながら、「OCEAN+2戦略」によって新たな価値と利益を創出する計画です。



マーケット拡大に伴う課題

安定供給と環境対応

自動運転に向けた「クルマ」マーケットや無線通信が必要不可欠な「IoT」マーケットを中心に、タイミングデバイスマーケットの拡大に疑いの余地はありません。



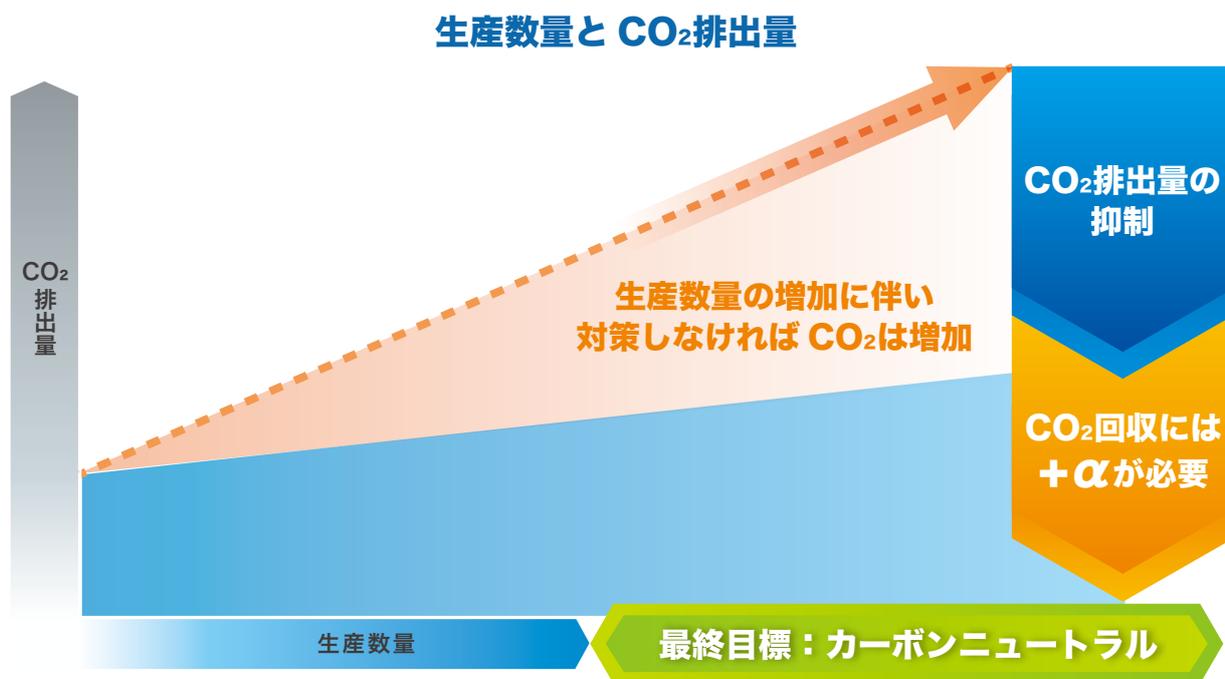
出典：富士カメラ、テクノシステムリサーチより当社推定

2030年のマーケット規模は、2021年に比べ2.2倍以上になると見込んでいますが、タイミングデバイス業界として、これだけのマーケット数量に対応するには莫大な設備投資が必要であり、パッケージなどの部材不足により安定的に供給することが難しくなるといったリスクも考えられます。

当社では、これからの「つながる社会」に必要不可欠なタイミングデバイスを必要なタイミングで必要な数量を提供することが重要な課題の1つと考えています。



また、増え続ける需要に現行ラインの延長線の設備で対応すると、生産数量と共にCO₂排出量が増加します。これはタイミングデバイス業界全体としての課題であると言えますが、当社では生産数量の増加に伴うCO₂の排出量を抑制し、また、CO₂回収に向けた+ α の取り組みを推進することで、「安定供給」と「環境対応」を両立させ、サステナブル企業としての成長を目指します。



コアテクノロジーによる価値創造

ウエハ大判化によるコスト競争力向上と環境対応

エレクトロニクス技術の進展とともに水晶デバイスには小型、高周波、高精度などの価値が求められています。水晶片の加工において、従来の機械加工ではこれらの要求に対応することが難しくなっており、半導体の製造にも使われている微細加工に適したフォトリソ工法（写真を現像する仕組みを応用した技術）を利用する場面が増えていきます。フォトリソ工法では水晶をウエハ状に加工する必要があるため、使用するウエハサイズが大きくなればなるほどウエハ1枚当たりの水晶片の取れ数は増加し、生産性が向上します。



水晶ウエハの製造



人工水晶の育成

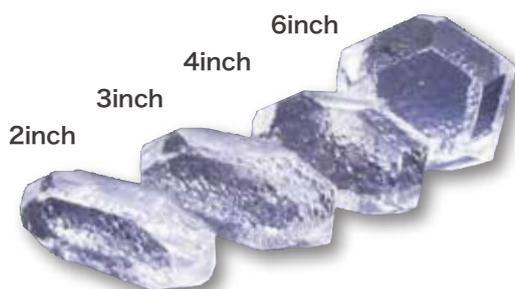
大きなものでは直径 650mm、高さ 14m もあるオートクレーブと呼ばれる育成炉を用いて、高温・高圧下で 2~3 か月から約 6 ヶ月をかけて育成します。



切断・研磨

人工水晶を目的に応じた角度で切断し、目的の厚みに研磨します。

そこで、当社ではフォトリソタイプの製品における競争優位性の確保に向け、10年前からコアテクノロジーとなる水晶原石の大型化とウエハの大判化に取り組んできました。人工水晶は高温・高圧下で溶解した天然の水晶を種水晶と呼ばれる板状の水晶に再結晶させ育成します。水晶は成長スピードが方向によって異なるため、時間を掛ければ大きな原石を育成できる訳ではなく、まずは目的とするサイズの種水晶を開発する必要があります。これまではフォトリソ工法で使用する水晶ウエハは3inchが主流でしたが、4inchウエハへの量産移行を進めています。2022年3月期には徳島事業所に4inchウエハに対応したフォトリソ工程用のクリーンルームを増床し、今回導入した設備は、将来も見据え6inchウエハにも対応可能な仕様となっています。



育成前(種水晶)



育成後(人工水晶)

当社では、6inchウエハ用の水晶原石についてはすでに開発を完了しており、2022年6月には量産の初回ロットを引き上げました。また、8inchウエハ用の種水晶の開発にも数年前から着手しており、着々と準備を進めています。水晶原石の大型化、ウエハの大判化については、技術的／時間的な障壁が高く、今後の競争優位性を確保するためのコアテクノロジーとして非常に重要な取り組みです。

ウエハサイズと水晶片の取れ数



例えば 6inch サイズのウエハにおける水晶片の取れ数は 2inch サイズのウエハと比較すると約 9 倍にもなります。

当社は、水晶ウエハの大判化によりコスト競争力を高め、特にアジアの競合メーカーの台頭に対し、技術面においてもコスト面においても競争優位性を確保してまいります。

キープロダクトによる価値創造

「安定供給」と「環境対応」に最適なデバイス

デバイスを構成する部品点数の少ない電子部品において、CO₂の排出抑制などの環境対応には製品設計と生産方式が重要であり、当社では理想的な条件を次のように考えています。

- ・ 外部からの調達比率を抑える
- ・ 単位面積当たりのアウトプットを多くする
- ・ 完全フルオート生産を可能にする
- ・ 製品サイズを小さく／軽くする
- ・ お客様が使用する他の部品に内蔵する

これらの条件を満たす製品が当社オリジナル製品の「Arkシリーズ」であり、「安定供給」と「環境対応」を両立できるキープロダクトです。

「Ark Series」について

当社は、水晶デバイスの第1世代をリードタイプ、第2世代を現在主流であるセラミックパッケージを使用した表面実装型の製品と定義しています。そして、第3世代として新たに開発されたのが、これまでにない新たな構造を持つ「Ark.3G」をベースとした「Ark Series」です。

第1世代



リードタイプ

第2世代



表面実装型

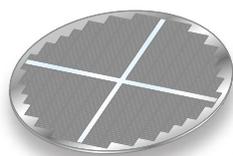
第3世代



Ark Series

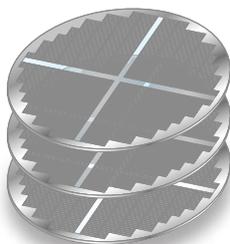
セラミックパッケージに導電性接着剤を用いて水晶片を保持するという従来の構造とは異なり、「Ark.3G」は3層の水晶をウエハ状のまま貼り合わせるWLP（ウエハレベルパッケージ）技術を採用しています。WLPでは、ウエハ洗浄から貼り合わせまでを外気に触れることなく真空雰囲気下で行うため、異物が混入するリスクを抑えることが可能となり、品質リスクを極限まで減らすことができます。また、従来品の半分の厚みを実現しており、特に薄型化において圧倒的に優位な当社オリジナルの製品です。この「Ark Series」の技術を用いて、当社は新たな価値の創造に取り組んでまいります。

WLP 技術



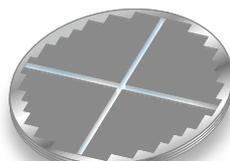
水晶ウエハの加工

水晶ウエハにフォトリソ技術を用いて、外形・電極を形成します。



気密接合

真空雰囲気下で周波数調整を行った後、三枚の水晶ウエハを貼り合わせ封止し、個片化します。

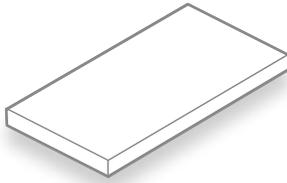


気密接合後



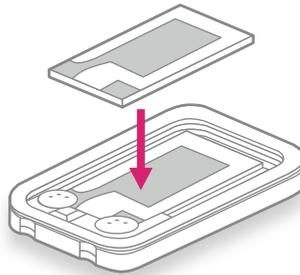
個片化後

従来品



水晶片の加工

人工水晶を目的に応じた角度で切断し、目的の厚みに研磨します。



水晶片の接着

水晶片に電極を形成後、温度や時間などを厳密に管理している導電性接着剤を使ってセラミックなどのパッケージに固定します。

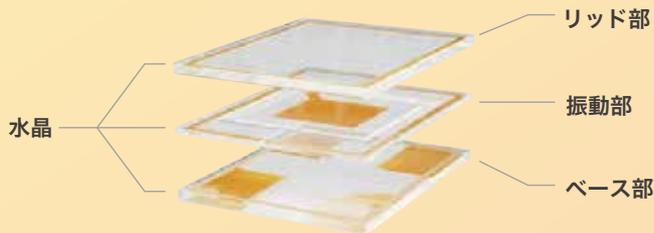


封止



Ark.3G

Ark.3Gの構造



「Ark」の由来

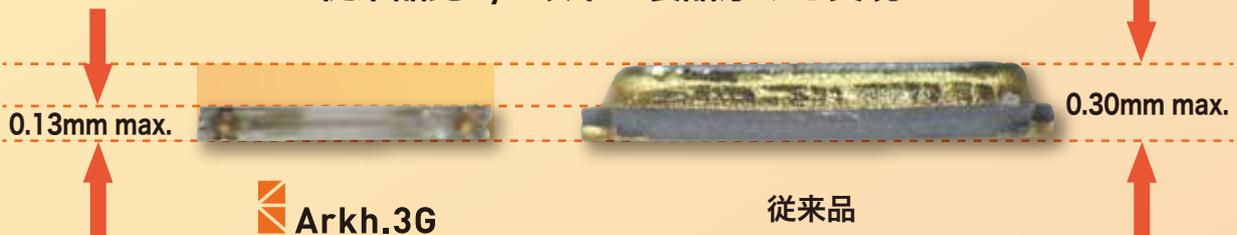
「全く新しい構造をもつ水晶デバイスの原点」ということをより強調したいという思いから「構造」を意味する英語「Architecture」の語源(原点)となるギリシャ語

「Arkhitokton(アルキテクトン)」から引用しています。

※Ark.3Gは2019年度グッドデザイン賞を受賞しています。

Arkシリーズと従来品の断面比較

従来品比1/2以下の製品厚みを実現



Ark.3G

従来品

①単位面積当たり「Out-put 7倍」への挑戦

Ark SeriesにおけるWLP技術の採用は、現在取り組んでいる水晶ウエハ大判化のメリットを最大限に活かすことが可能であると考えています。従来品はセラミックパッケージに水晶片を一つひとつ搭載して組み立てるため、生産能力は組み立て設備に依存します。一方、WLP技術はウエハ状のまま組み立てるため、一度の組み立てで生産できる水晶デバイスの数はウエハのサイズに比例します。つまり、より大きな水晶ウエハを使用することによって単位面積当たりのアウトプットを増やすことが可能になります。

また、従来設備とは異なり、工程ごとに一つひとつの製品を移し替える必要がなくなるため、設備の設置面積を大幅に削減することができます。

当社は、これら設備の設置面積削減やWLP技術により、単位面積当たりの生産能力を現行の7倍に増やし、安定した供給に対応しながら、工場や設備の増産を抑えることでCO₂の排出抑制にチャレンジしています。



②完全フルオート生産

WLP技術に代表されるArk Series独自の生産技術により、新たな生産ラインの構築に取り組めるようになりました。

Ark.3Gは水晶ウエハの投入後、製品が完成するまで人の手に触れることなく真空雰囲気下での組み立てが可能です。当社は、この生産ラインをさらに進化させ、完全フルオート生産にチャレンジしています。



③外部調達比率の低減

Ark Seriesは自社で調達できる水晶をパッケージに使用しているため、パッケージ部材などを外部調達する必要がなく、新型コロナウイルス感染症などのパンデミックによるサプライチェーンの混乱に左右されず、安定した調達が可能な製品です。

当社は、BCP（事業継続計画）の観点からも安定供給にチャレンジしています。



④樹脂モールド化

パッケージングの歴史を振り返ると、ICはセラミックパッケージから現在主流の樹脂モールドパッケージに変化してきましたが、水晶デバイスは機械的に振動するため物理的な空間が必要であり、小型品での樹脂モールド化は実現していませんでした。しかし、水晶片の代わりにArk Seriesを内蔵することで樹脂モールド化が可能となり、パッケージングにおける課題を解決することができました。セラミックパッケージはさまざまなセンサのパッケージング材料としても使用されており、需要の増加に伴う供給不足が懸念されています。特に大型のセラミックパッケージについては、一枚のシートからの取れ数が少なくなるため安定供給が難しくなります。当社は、セラミックパッケージに代わりモールドパッケージも選択できる独自技術を有しており、お客様が要望するさまざまなサイズの製品の安定供給にチャレンジしています。

樹脂モールド製品



⑤環境負荷低減製品の開発

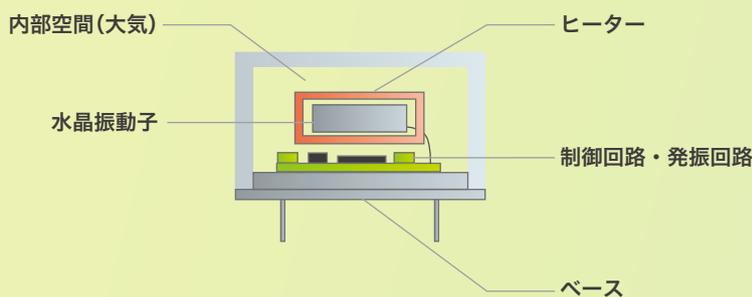
Arkhシリーズの技術は環境負荷の低減に配慮した製品の開発にもつながっています。携帯電話の基地局などには、OCXOと呼ばれる超高精度の水晶発振器が基準信号源として使用されています。このOCXOは外部の温度変化の影響を受けにくくするため、内部の環境を一定に保つオープン機能が搭載されています。そのため消費電力が高く、構造の複雑さや部品点数の多さから、人作業による組み立てが必要となり、高コストで大量生産に向かないという課題がありました。

そこで当社では、OCXOのコア部にArkh.3Gを内蔵し、コア部の体積を小さくするとともに真空雰囲気下にするすることで、温度変化による補正をできるだけ抑えることが可能なOCXO「Arkh.5G」を開発し、超小型／低消費電力化を実現しました。

Arkh.5G



従来品



今後、必要になると考えられる5G基地局向けのOCXOをすべて「Arkh.5G」に置き替えると仮定した場合、当社従来品に比べ東京ドーム約4,000個分の森林が1年間に吸収するCO₂の削減につながります。

また、「Arkh.5G」はシンプルな構造で全自動ラインでの組み立てを容易にする設計となっており、安定供給の側面からも従来のOCXOとは一線を画しています。当社は、このような環境負荷を低減した製品開発にチャレンジしています。

従来品の生産ラインの進化

フレキシブルラインの構築

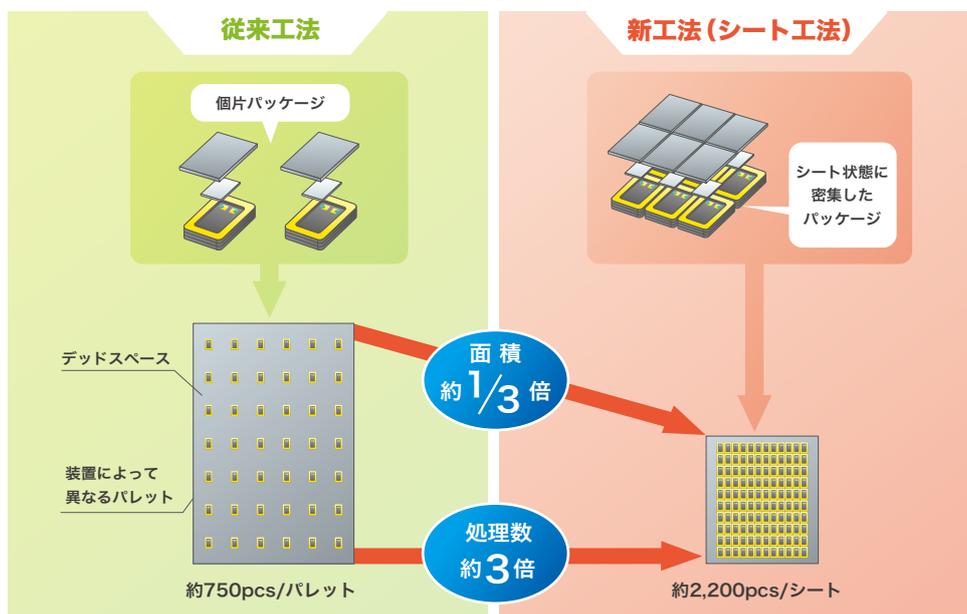
現在、当社の生産ラインは機種ごとに設備が異なるため、機種や拠点の変更は容易ではありません。現状の生産ラインでは工程ごとに製品を一つひとつ装置に寄せ替えるため、複雑な製品の移載が必要となり、生産ラインは大きくなる傾向にあります。また、製品を搬送する際に使用する入れ物（パレット）のサイズも機種ごとに異なるため、専用設備が多くなり、機種が増えるたびに生産設備も増えてしまいます。

そこで当社は、Arkシリーズで培った技術を応用し、パッケージをシート状のまま使用することで、工程ごとに製品を載せ替えずに組み立てが可能な設備の開発を進めています。

これにより、デッドスペースや搬送機器を削減するとともに、多数個同時処理が可能な生産ラインを構築し、最終的には設置面積：1/2倍、設備能力：2.5倍を目標とし、単位面積当たりのアウトプット5倍にチャレンジしています。機種を問わず生産可能なフレキシブルラインの構築は、地政学リスクも回避できBCPの観点からも有効であると考えています。

	手 段	メリット
設置面積 1/2 倍	パレットを使用しない新工法(シート工法)	より小さな面積でより多くの製品を搬送可能
		無駄なスペースがないため装置の小型化が可能
		パレット間の移載がなく機構の簡易化が可能
設備能力 2.5 倍	多数個同時処理	1つの装置内に複数のヘッドをつけることにより、同時に処理できる数をアップさせ、生産能力の向上が可能

従来工法と新工法(シート工法)の比較イメージ



人工水晶の育成日数短縮と育成炉の省エネ化

人工水晶は、オートクレーブと呼ばれる育成炉の中で、長い時間をかけて高温・高圧下で育成されるため、原価の約70%は電気代が占めており、電力量を抑えることがCO₂の削減に繋がります。その取り組みとして、育成炉自体の省エネ化を推進し、断熱材の補強や補修を行うことで、対策前と比べ1日当たりの電力使用量約20%削減を達成しました。また、育成条件を見直すことで育成日数の短縮にも取り組んでおり、育成1回当たり30%以上の電力使用量削減も達成しました。これらの結果、人工水晶の育成に使用するエネルギー消費量を約50%削減するとともに、同一設備での生産能力を1.5倍に増やすことが可能となりました。

人工水晶の育成において原価の約70%が電気代

育成炉の省エネ化(断熱材の補強等)で約**20%**減

さらに

育成日数を 150 日 → 100 日で約**30%**減

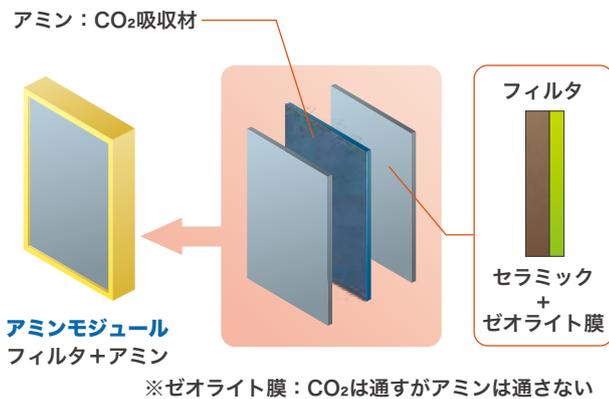
エネルギー消費 約**50%**減
生産能力(育成炉) 1.5 倍



カーボンニュートラルに向けた取り組み

CO₂回収へのチャレンジ

アミンモジュール



当社はCO₂排出を抑制するだけでなく、回収に向けた取り組みにもチャレンジしています。

OCEAN+2戦略における「+1 新たな結晶」の開発過程で生まれた「ゼオライト」とCO₂吸収材の「アミン」を利用した「CO₂回収モジュール」の開発に着手しており、将来的にはスコープ1*とスコープ2*で発生するCO₂（年間：約8万トン）の回収に繋がりたいと考えています。

*スコープ1=自社の燃料使用や工業プロセスからの直接排出

*スコープ2=自社が購入した熱・電力の使用による間接排出

なお、CO₂回収モジュールのフィルタに使用するゼオライトは人工水晶を育成する際に出る廃液を利用して精製するため、サステナブルな素材です。現時点では、アミンを利用したCO₂の回収は大型プラントによるものが主流です。しかし、当社は持ち運び可能な小型のモジュールによるシステムを開発することで、誰もが簡単にカーボンニュートラルへの取り組みに参加できる、そんな世界の実現にチャレンジしています。

アミンモジュール

プロトタイプ



実験風景



価値創造ストーリー

取り組み

コアテクノロジー

水晶原石大型化

ウエハ大判化



Ark Series

完全フルオート生産

Ark.3G



樹脂モールド化

IC 内蔵

Ark.5G



Output
7倍

コラボ製品

従来品

New 生産ライン



Output
5倍

「安定供給」と「環境対応」へのチャレンジ

生産性の向上

環境負荷の低減

カーボンニュートラル

CO₂の排出抑制
コスト競争力の強化

外部調達比率の低減
省エネ化

誰もが参加できる
CO₂の回収

あとがき

~価値創造への道のり~

我々日本の水晶メーカーは過去に大きな失敗をしています。表面実装型デバイスへの変遷後、単なる小型化だけを追いかけ、真のデバイス進化を考えなかったことにより、価格戦略しか描けませんでした。結果として海外メーカーにキャッチアップされ、企業競争力を失いました。大真空が2019年に発表しました長期経営計画「OCEAN+2戦略」はレッドオーシャンから脱却するためにはどうすべきかを基本に立案しています。今回、ご説明しました価値創造ストーリーは、長期経営計画に必要であったストーリーを抽出したものです。

当初より、長期経営計画において必要なものはストーリーであり、その内容は全社員が共感できるものでなければならないと考えていました。物事が流れが明確になっていれば、先手を打ちやすい、準備がしやすいからです。長期経営計画にストーリー性があるからこそ、第一次～第三次で構成される中期計画は具体的な数値目標を伴った立案が可能になり、その内容は短期計画を100%達成するための準備となります。完全な準備ができていれば、制御不可能な阻害要因がない限り、短期計画は100%達成することが可能です。しかし、計画立案時に想定しきれないリスクは、たくさんあるのが現状です。これらに対応するには余裕が必要であり、長期、中期と先を見据えることで余裕を創り出すようにしています。

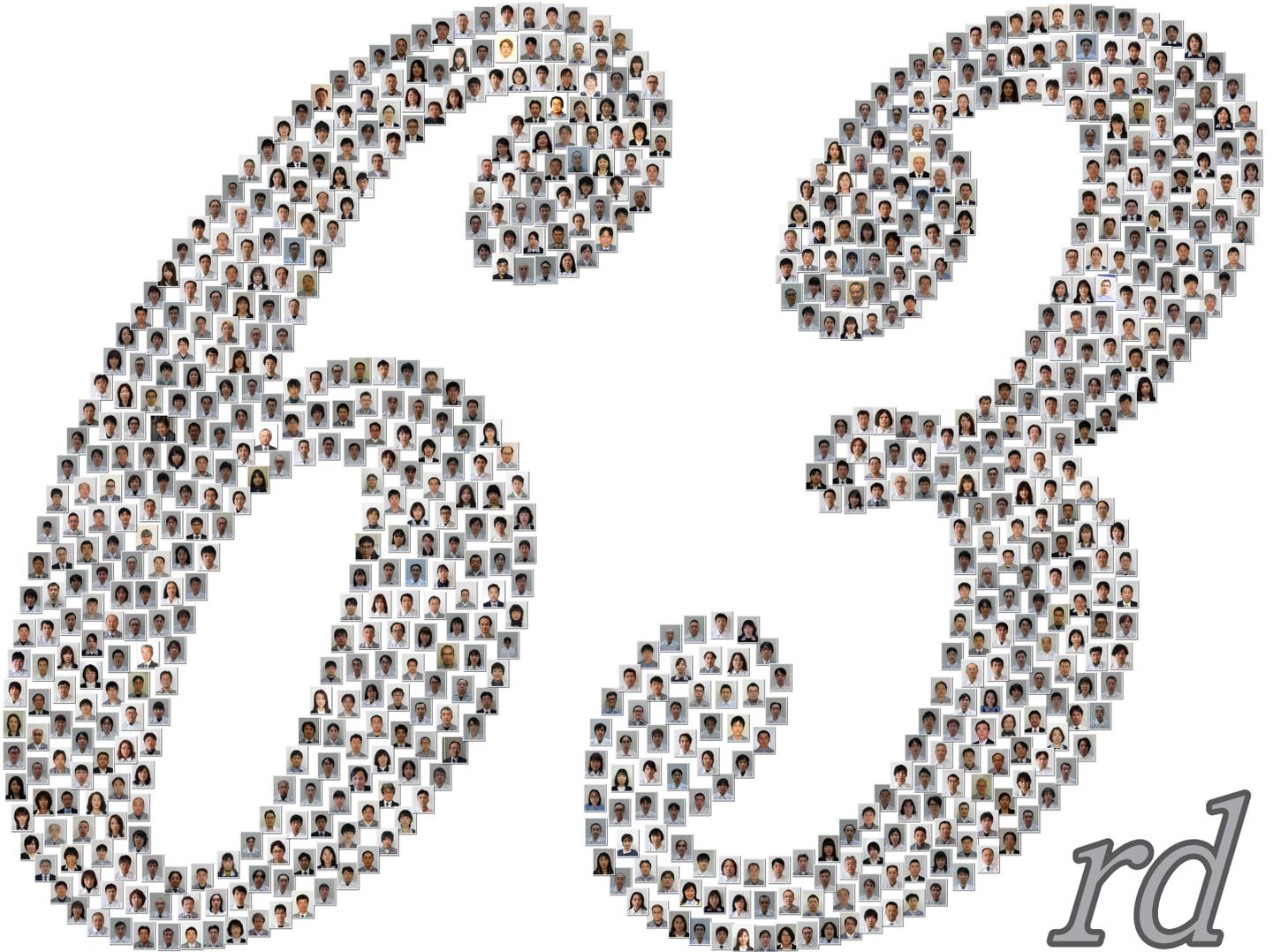
過去の水晶業界は基本的にクローズ戦略をとられているメーカーが多く、大真空も例外ではありませんでした。しかし、昨今の市場環境における変化のスピードを踏まえると、二度と同じ失敗を繰り返さないためにはオープン戦略の方が良いのではないかと考えています。これまでご説明しました価値創造ストーリーにおいて協業できる部分はたくさんあります。協業、アライアンスを組むことにより、結果として世界中の皆さまに安定した製品供給が可能となり、便利な世の中への進化につながると考えております。また環境対応はサステナブル社会の実現に向けて必ず実行しなければいけないことですが、大真空の企業規模でできることは限られます。だからこそ、我々でもチャレンジできることはないか、限られた企業だけではなく、もっとたくさんの企業、自治体が参加できることはないかと考えたものがCO₂回収モジュール構想です。本当にこの構想が良いのかどうかはまだわかりませんが、大真空はカーボンニュートラルに向けてチャレンジしていきたいと思っております。

最後に今回の大真空価値創造ストーリーは第一章の位置付けです。今後、世の中の変化により当初の内容から少し変わるかもしれませんが、第二章へ確実につなげられるように努力し、世界のために、日本のために、水晶業界のために「真摯」に取り組んでまいります。



代表取締役社長

飯塚 実



DAISHINKU CORP.

<https://www.kds.info>