

金属支持型などの先進セルスタックの課題と期待

1. 京セラにおけるモビリティ
2. 京セラでのSOC技術
3. 先進セルスタックの課題と期待

2022年3月23日

ものづくり研究所 SOFC開発部
重久 高志

1.1 研究開発とモビリティ



1981年
セラミックエンジン

2018年
カメラなど12の最先端技術搭載

2020年
京セラが考える未来の車

1.2 車載用製品（自動車部品事業）



車載用ヒーター



セラミックグロープラグ



車載用カメラモジュール



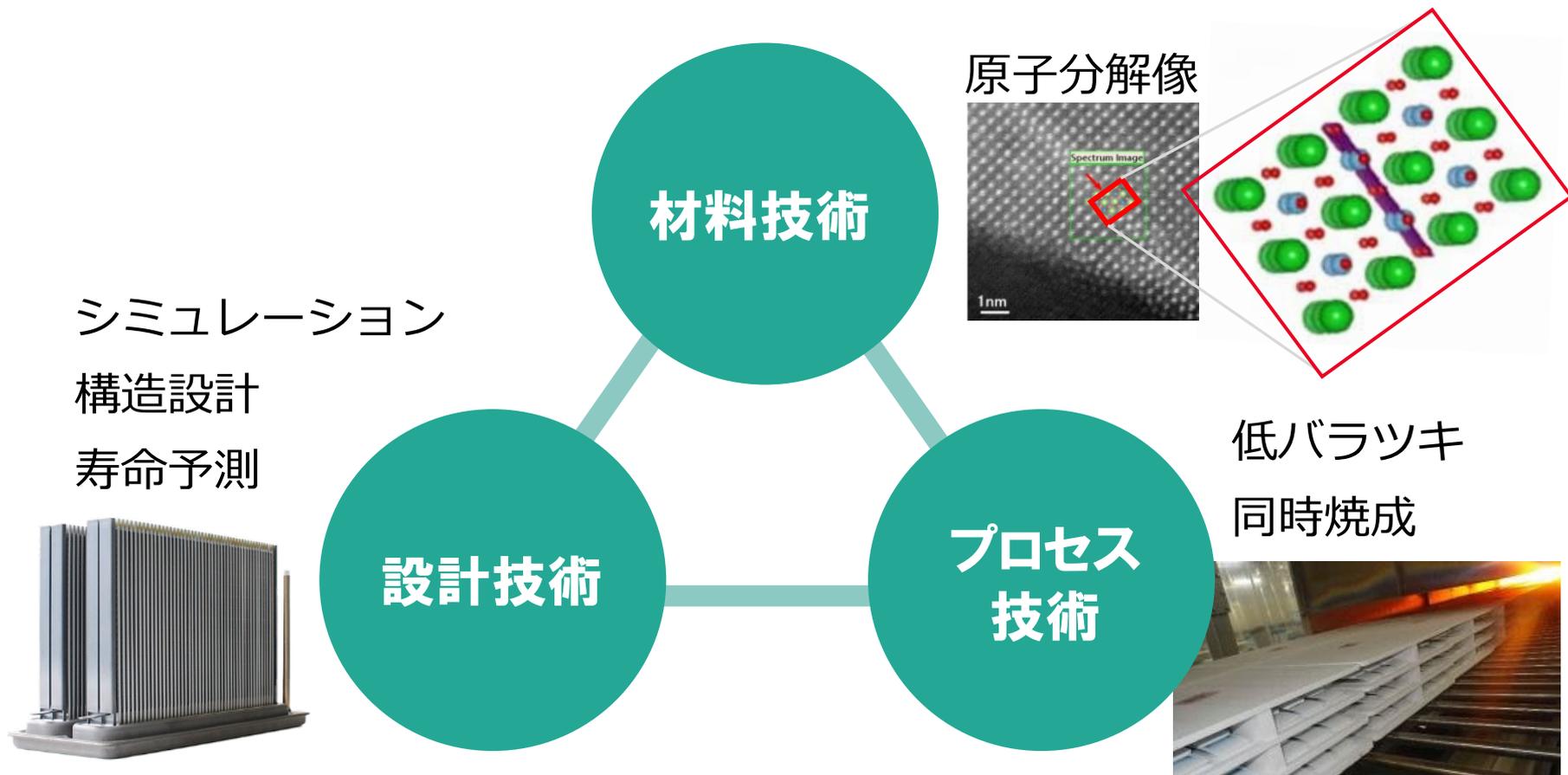
積層型ピエゾ素子



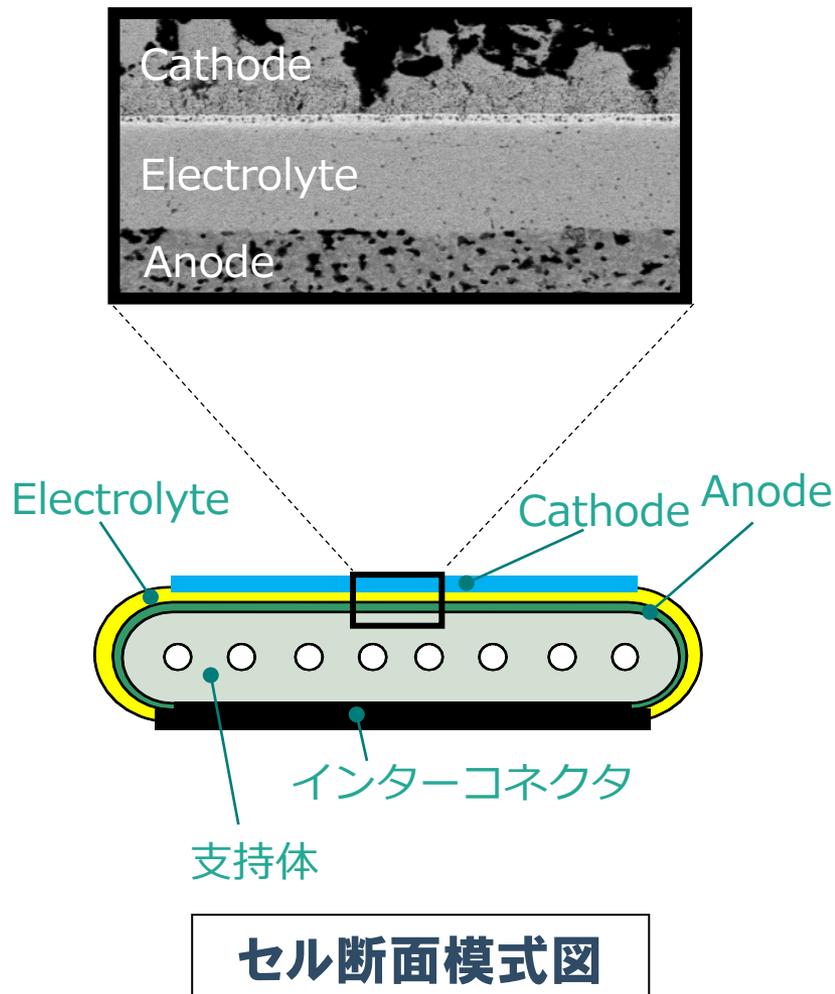
パルチエモジュール



SOFCセルスタック



2.1 材料技術

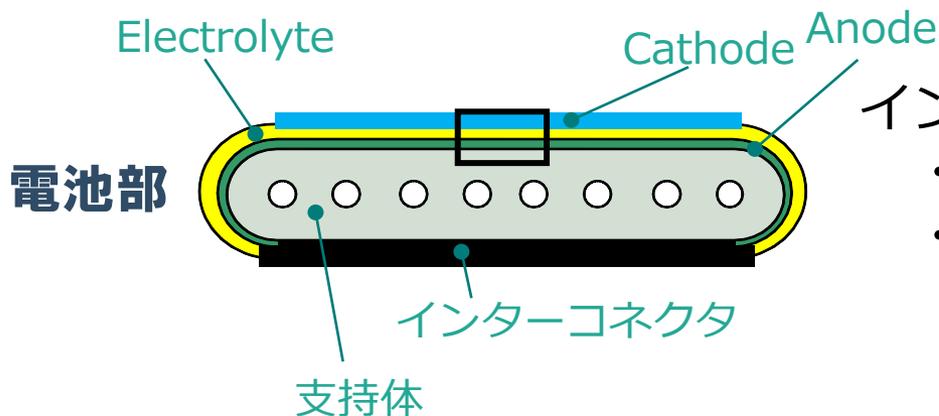


- ・電池の基本構成は既知材料
「安心して使用できる材料」
⇒多くの研究者にあらゆる特性
を評価していただいている

独自の材料技術

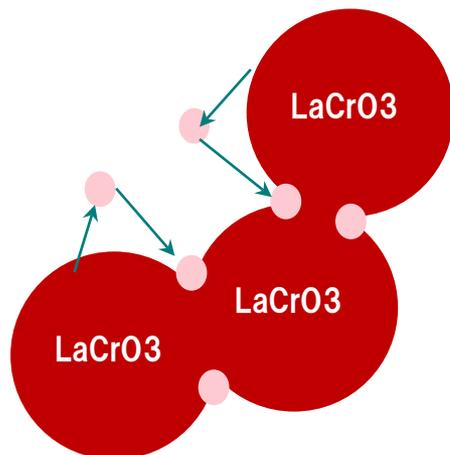
- ・インターコネクタ材料
- ・支持体材料

2.1 材料技術：インターコネクタ



インターコネクタに求められる特性

- ・ 高温、還元雰囲気下で安定
 - ・ 十分な電気伝導性があること
- ⇒ 当時はLaCrO₃系、課題は難焼結性

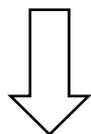


難焼結の要因

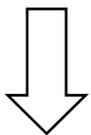
課題に対する要因研究ができていた
「Crの高い蒸気圧により、ネック成長が阻害される」
⇒ 京セラではCr蒸気圧を低減する方法としてAサイト過剰にて対応

2.1 材料技術：支持体材料

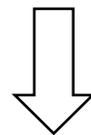
電解質支持
CSZ



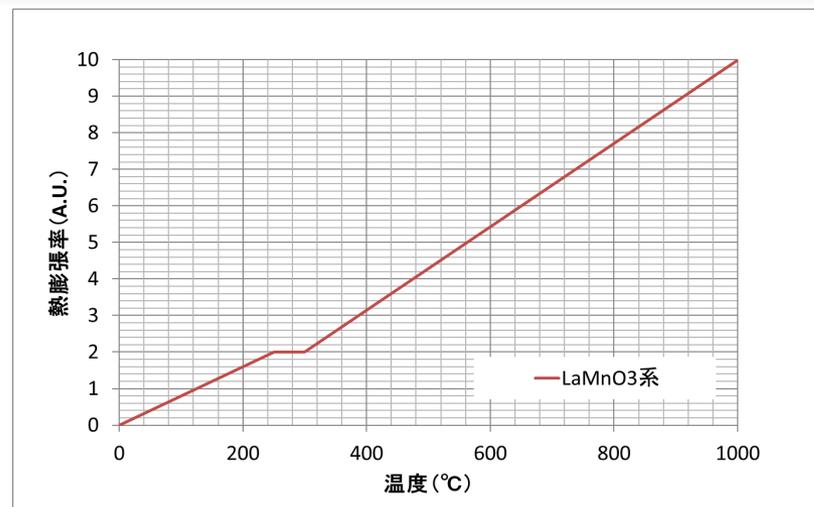
空気極支持
LaMnO3



燃料極支持
Niサーメット



NEXT



空気極支持での経験：

開発品にてセルが壊れる。

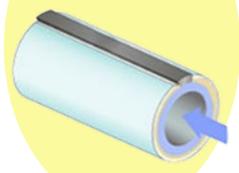
大学の先生に相談し、すぐに要因特定

「熱膨張係数の不連続点から、これはヘッドボール効果により、多孔体が相変態を繰り返し、収縮している」

⇒この経験を活かして、あらゆる環境下で安定した支持体材料を開発

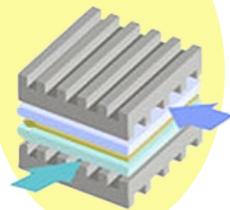
2.2 設計技術

円筒型
電解質 & IC

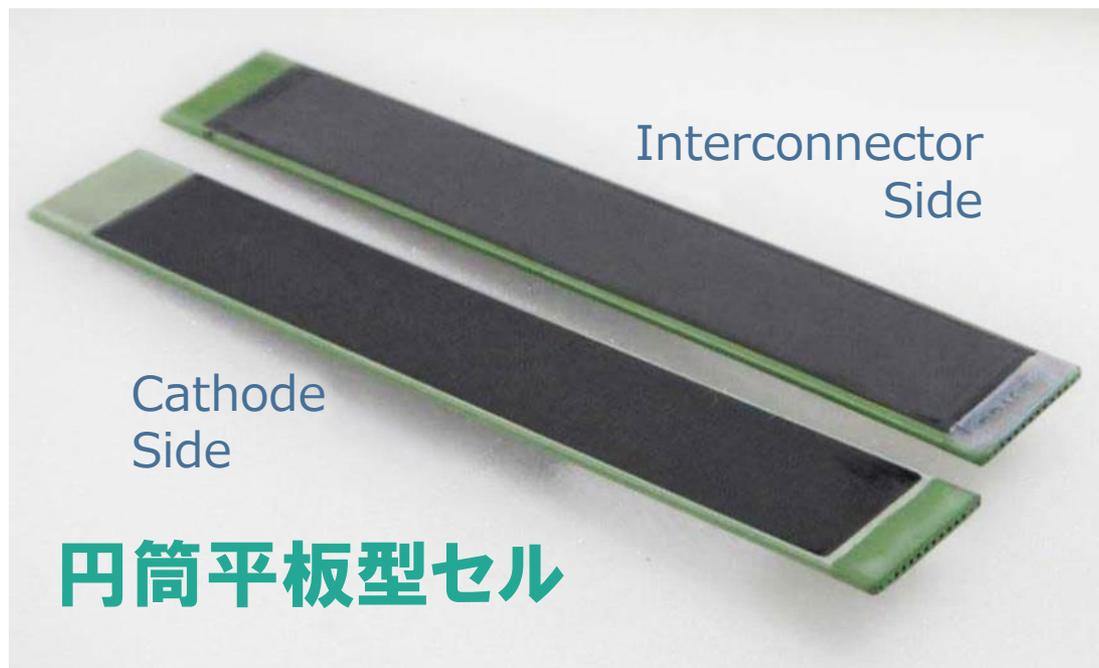


強靱性

平板型
セル形状

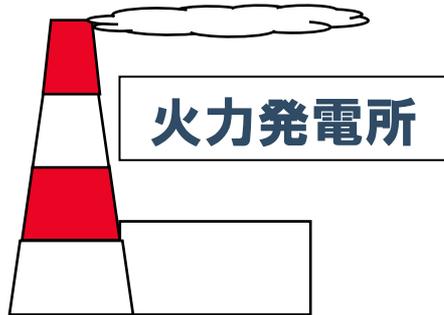


高出力密度

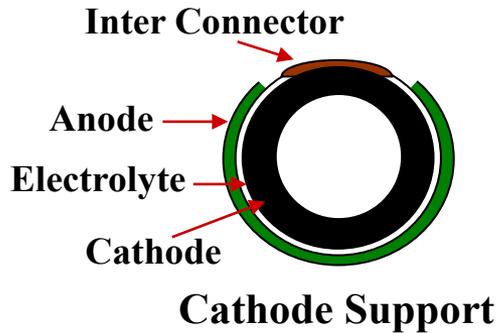


円筒型の強靱性と平板型の高出力密度を合わせたセル形状
(このような自由な設計ができるのもセラミックの特徴)

2.2 設計技術：SOFCで家庭用燃料電池はできない



1990年代のSOC技術
火力代替を目指していた
2000年代の燃料電池ブーム

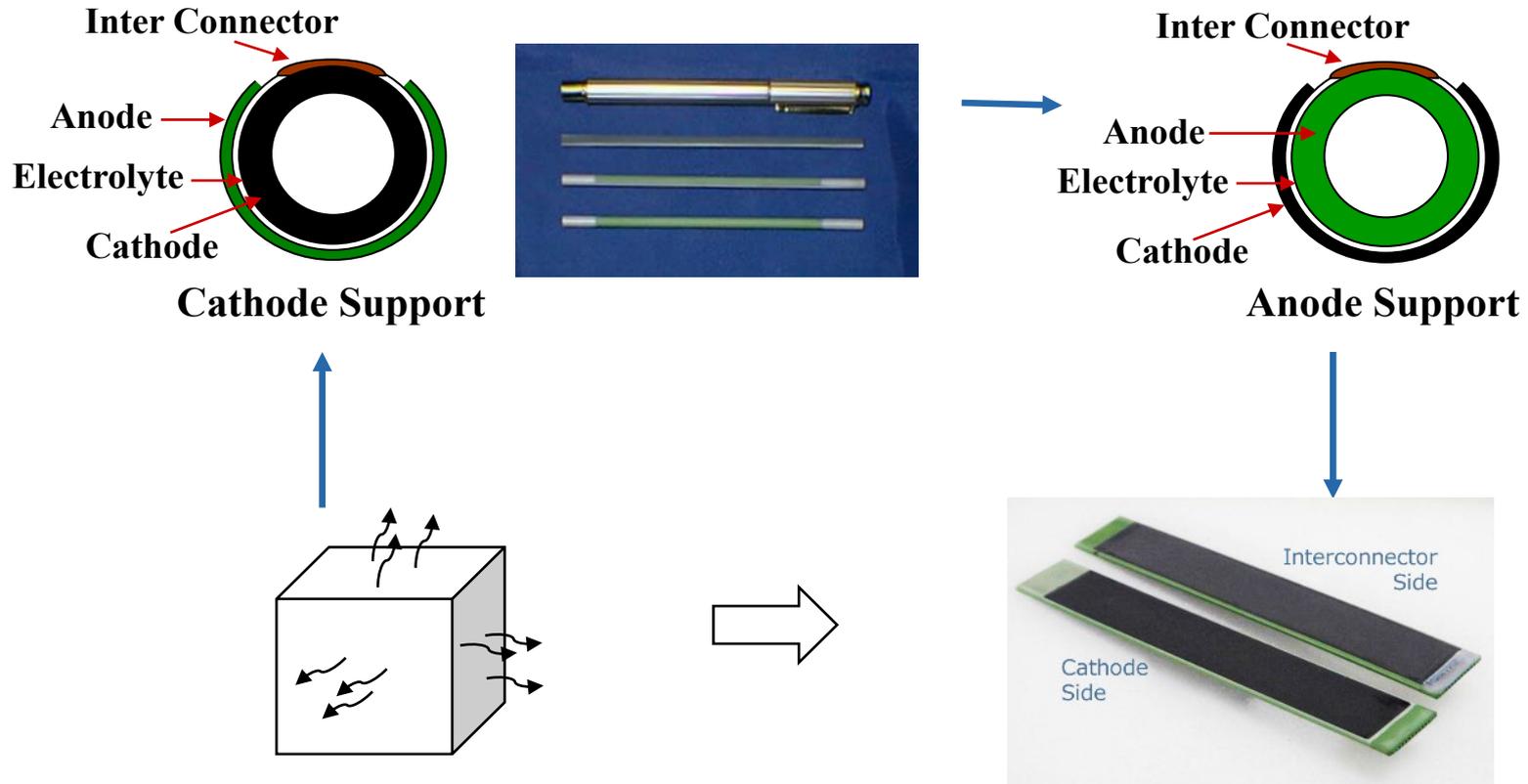


空気極支持の大型のセル、1000°C動作

ご相談した全員から「SOFCで家庭用燃料電池はできない！」

⇒それは、1 kW程度の熱量では熱自立しないから

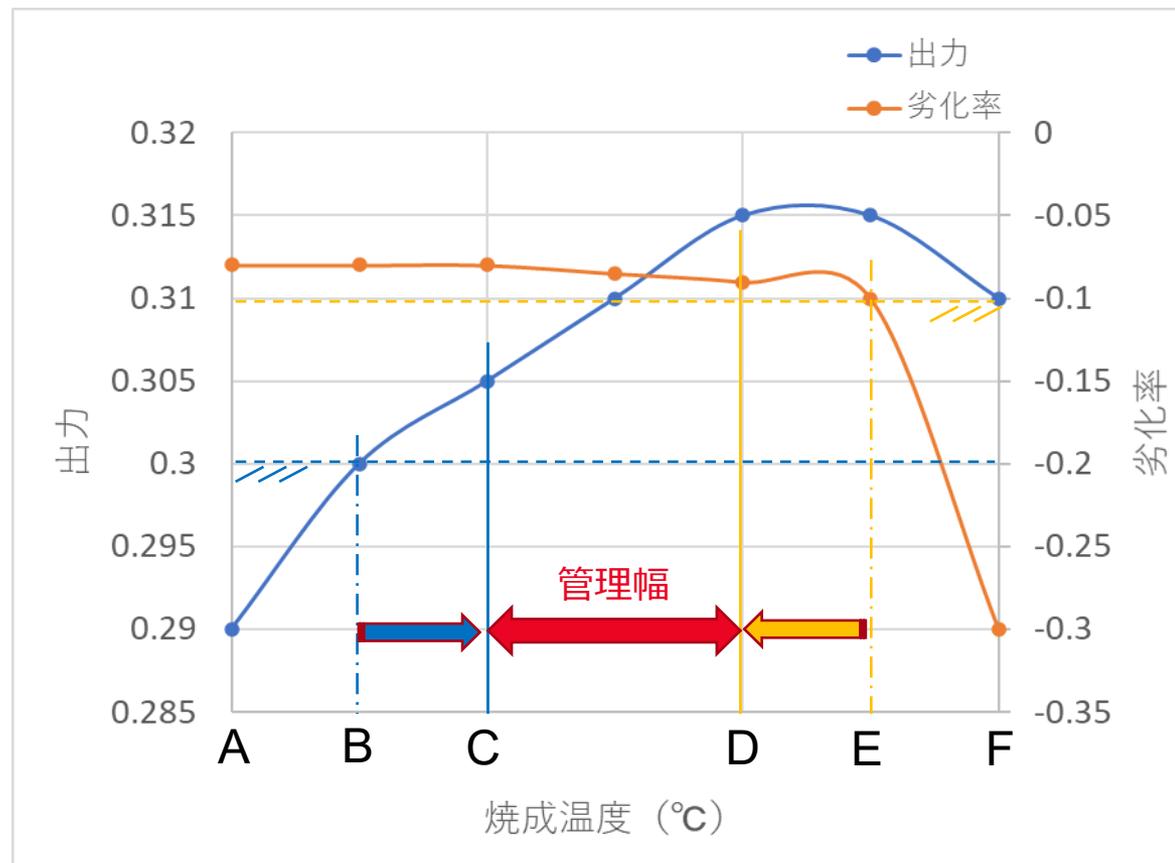
2.2 設計技術：できないことを可能にするためのチャレンジ



- 放熱を抑えるため
表面積を小さく
- 動作温度低下

平板の高出力密度と
円筒の強靱性を併せ持つ構造

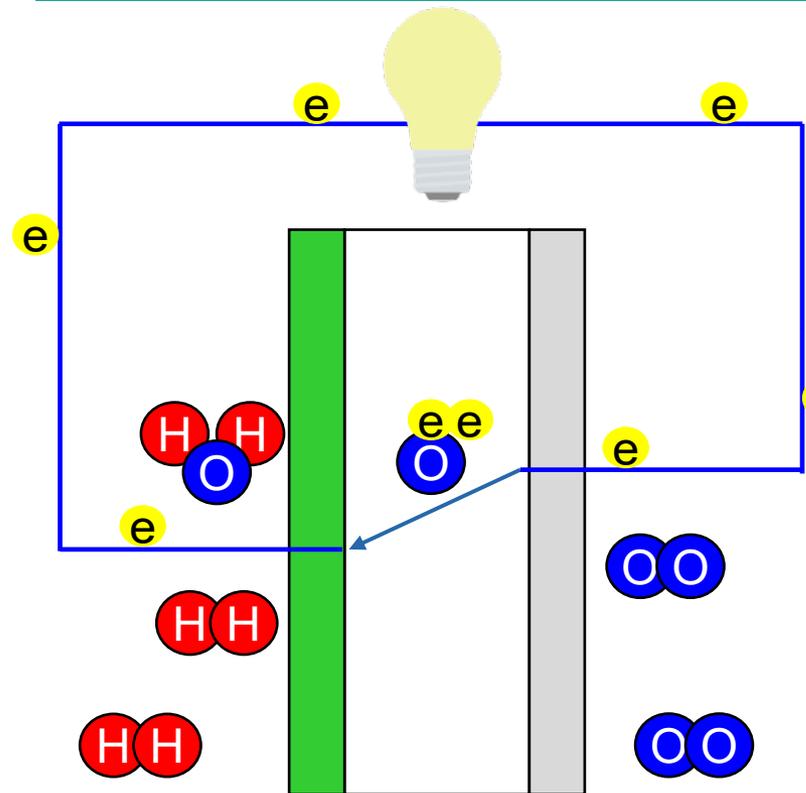
2.3 プロセス技術：仮想データにて考え方の説明



世界に先駆けて量産化技術（プロセス技術）を構築し、現在まで研鑽し続けています（NGデータ必要、OKデータのINのIN）
 利点：今後、SOECの実験に必要な数MWのセルをひと月で準備可能

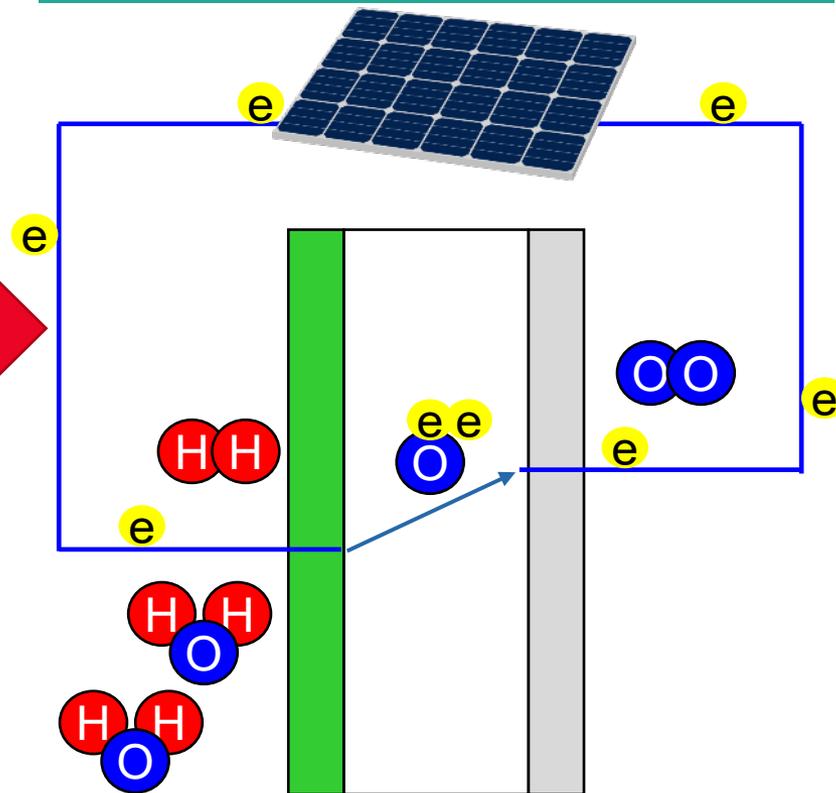
3. 先進セルスタックの課題と期待

SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)



酸素濃度の異なるガス間の電解質中を酸素イオンが流れることで発電

SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell)



水蒸気から酸素を引き抜くことで水素を生成、CO₂→COも可能

3.1 発電でのSOC技術：ある家庭でのエネルギー消費

鹿児島在住の4人家族（妻一人、娘二人）、2020～2021年平均カーボンニュートラルは、エネルギー消費とも密接に関わっているため身近な例で、単位を合わせて比べてみました。



ガソリン

最大出力: 130kW
月消費量: 510kWh



電気

最大出力: 4kW
月消費量: 540kWh

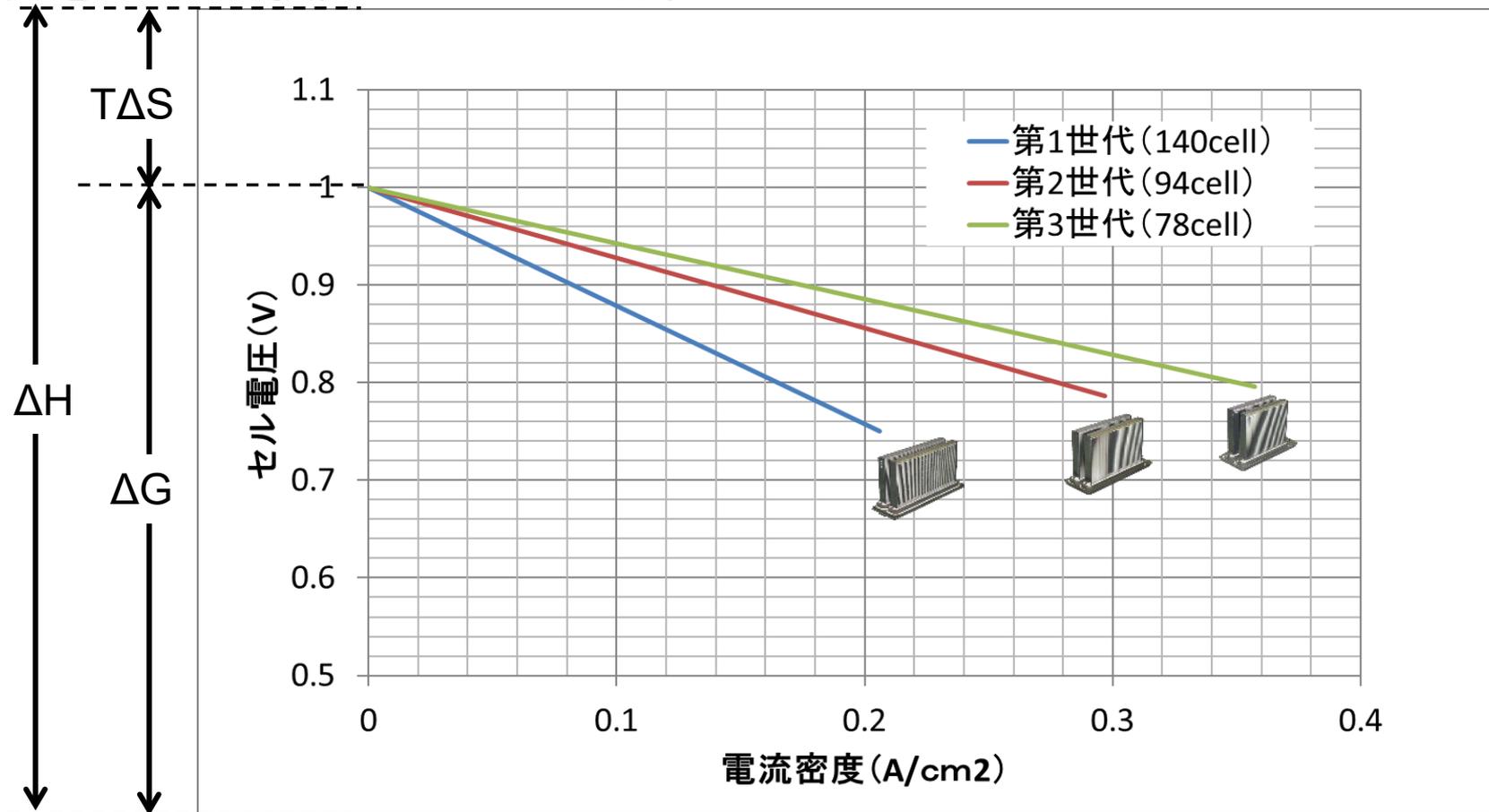


都市ガス

最大出力: 48kW
月消費量: 520kWh

自動車に代表されるように、これからはいろいろなものが電化されてきます。しかしこの例でいくと今の約3倍もの電力が必要になります。発電方式にもSOC技術を含め多様性が求められています。

3.1 発電でのSOC技術：これまでの期待とこれからも

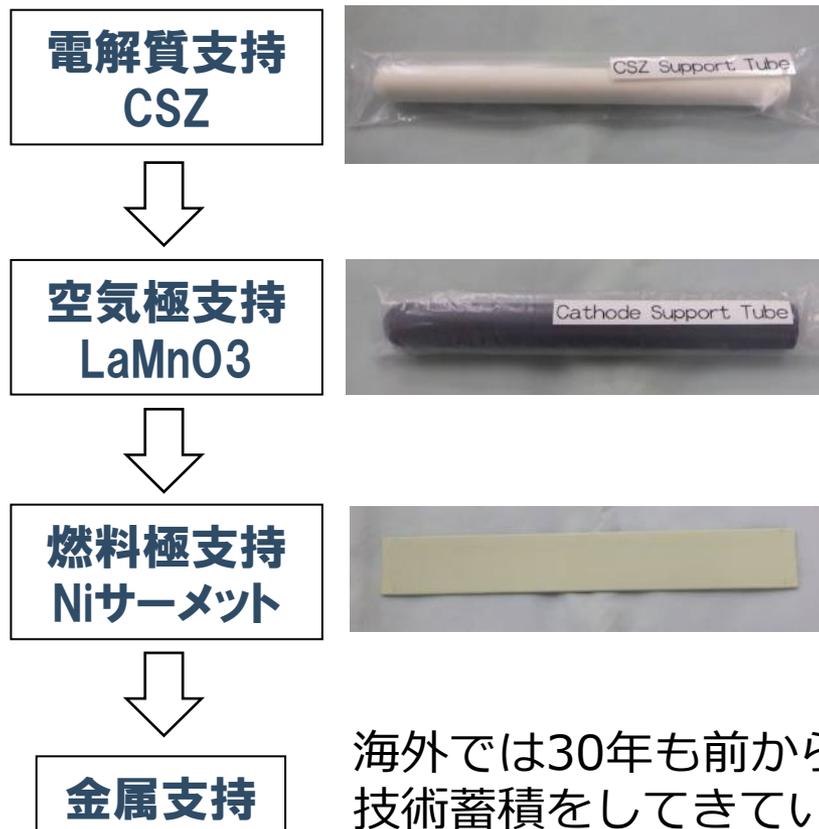


縦軸：定格電圧をあげると発電効率があがる
 横軸：電流密度をあげるとコストが下がる
 性能をあげること（材料、設計）は継続して取り組むべきこと

3.1 発電でのSOC技術：車載への挑戦



前提条件：その環境下で使えること
SOC技術におけるモビリティの最大の課題は耐衝撃性



海外では30年も前から
技術蓄積をしてきている。
日本ではできなかった。

SOC技術の車載化はまた
「できない」
と言われるかもしれませんが。
カーボンニュートラルという
人類未曾有の問題には、全世
界の技術者がそれぞれの技術
の多様性を活かして解いてい
くことだと考えています。

**次にやりたいことは、
私たちには決してできないと人から言われたものだ。**

What we like to do next is what people tell us we can never do.

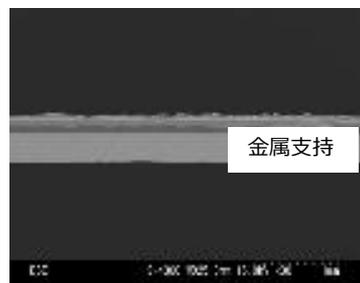
名誉会長 稲盛和夫
デビッド・ハルバースタムとの「ネクスト・センチュリー」
のためのインタビューにおいて（1990年ごろ）



3.1 発電でのSOC技術：車載への挑戦（金属支持）

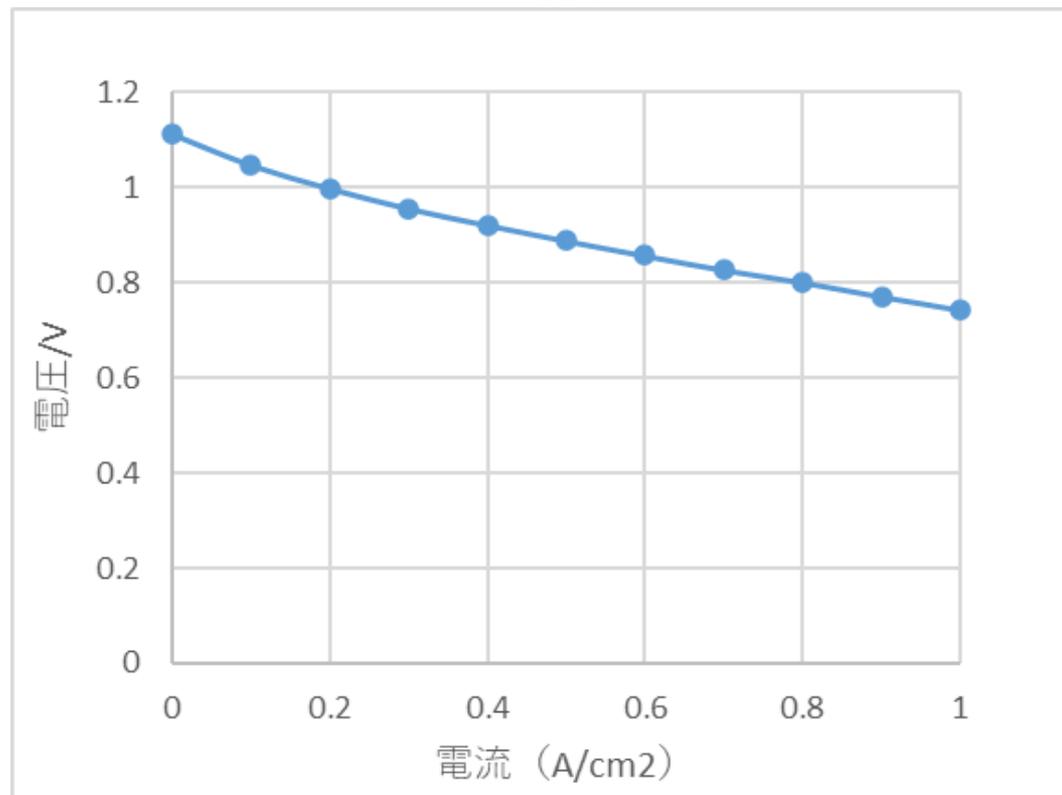


外観写真



断面写真

I-V特性

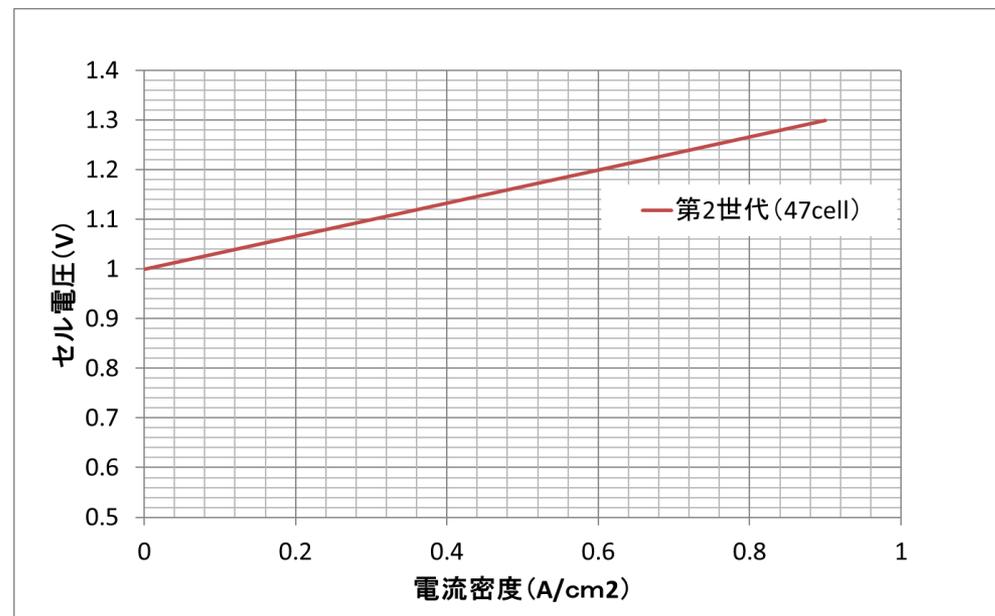


ペレット形状ではあるが、金属支持という技術はできつつある。しかし、SOC技術を車に搭載するためには、PEFCと同じく、さらに4倍程度の電流密度が必要と考えています。

3.2 電解でのSOC技術：SOECモードでの性能



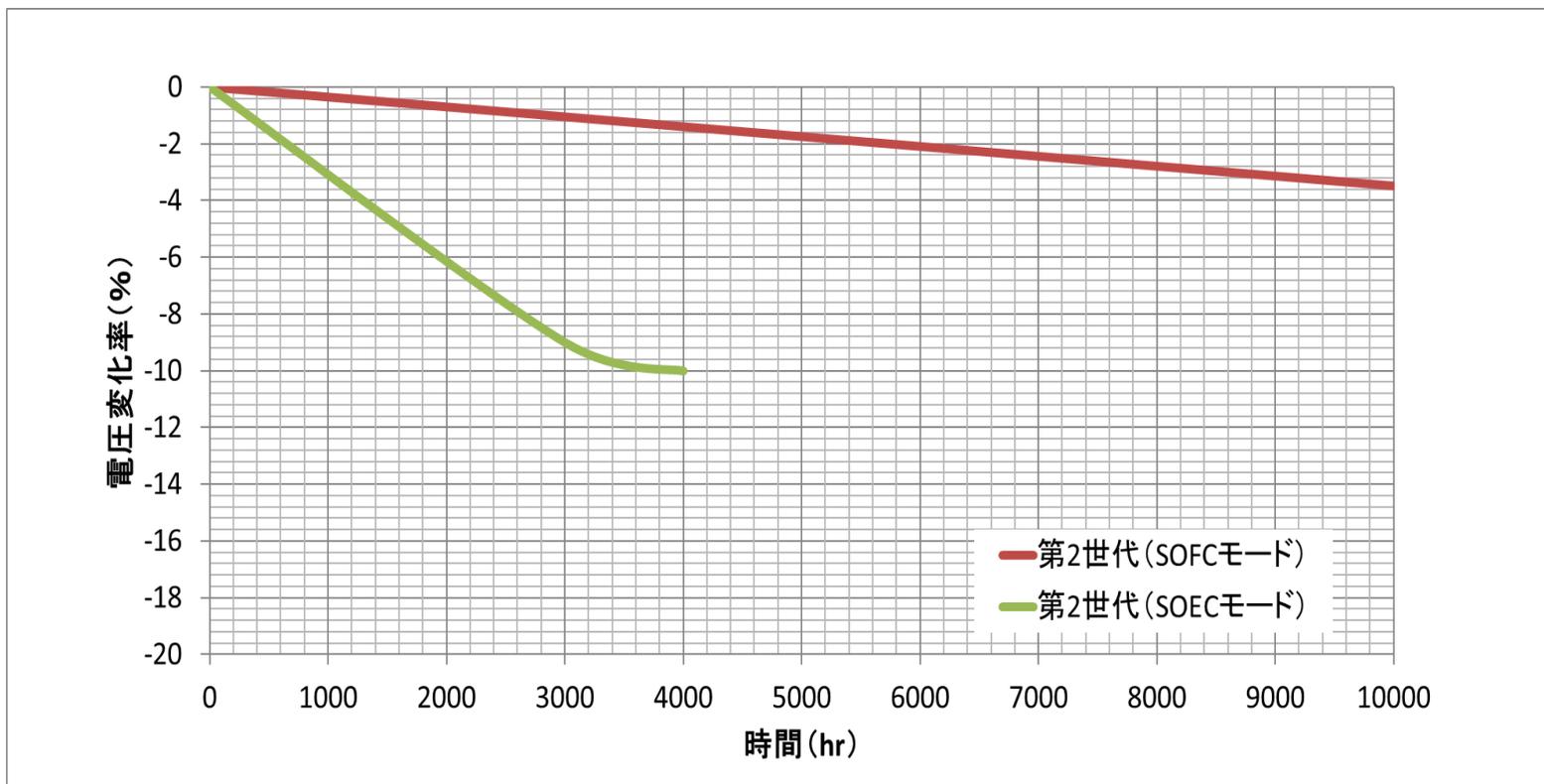
SOEC外観



I-V特性

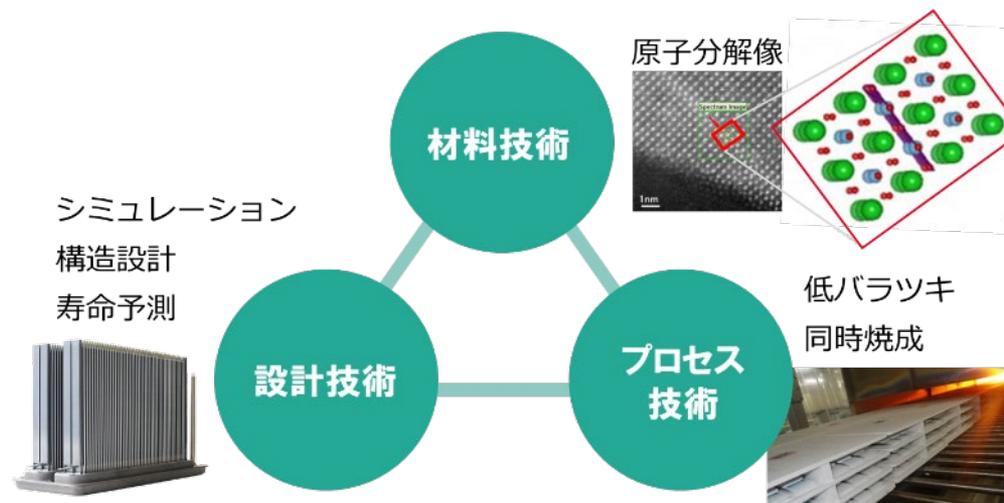
第2世代のセルスタックを無理やりシール構造にして性能評価
SOFCから想定されうる素直な電解性能を示す。

3.2 電解でのSOC技術：SOECモードでの耐久性



SOECモードは単セルでの評価ですが、SOFCよりも短時間で10%の劣化に達する。
⇒両モードに使用できる材料開発が必要と考えてます。

3.3 まとめ



- 性能UPや耐久性向上につながる材料開発をもっと活性化したい（その環境下で使えること前提）
- カーボンニュートラルという新しい用途に対応したセルスタック設計が必要なため、協力いただきたい
- NGデータも、貴重なデータなので成果主義だけにとらわれない幅のある研究開発の環境を作っていきたい
- 技術の多様性（幅広く性質の異なる技術群が存在すること）がカーボンニュートラルを解く鍵だと思っています。

THE NEW VALUE FRONTIER



京セラ株式会社