

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/水素利用等高度化先端技術開発/
可逆動作型プロトン伝導セラミック燃料電池の新規な健全性評価・解析技術の開発

団体名：学校法人 日本大学（共同実施先）パナソニックホールディングス株式会社

発表日：2024年7月18日

【2023年度の研究開発の概要】

■ ボタンセルを対象としたPCFCを用いたr-SOCセル健全性評価技術の確立

1-1.パナソニック製PCFC

外部プロジェクトで開発中のセル（改良セル）を対象に燃料極、空気極およびオーミック損の各抵抗成分のガス組成、運転温度に対する依存性を明らかにし、抵抗分離式の導出を行うと共に、改良効果の検証を行う。

1-2.東京ガス製PCFC

温度をパラメータとした健全性試験をPCFC/PCECモードのそれぞれにおいて最大1,000時間程度の耐久試験を実施し、劣化の発生する部位の温度の影響を明らかにする。

■ PXRを用いたボタンセル非破壊検査による内部欠陥の検出技術の開発

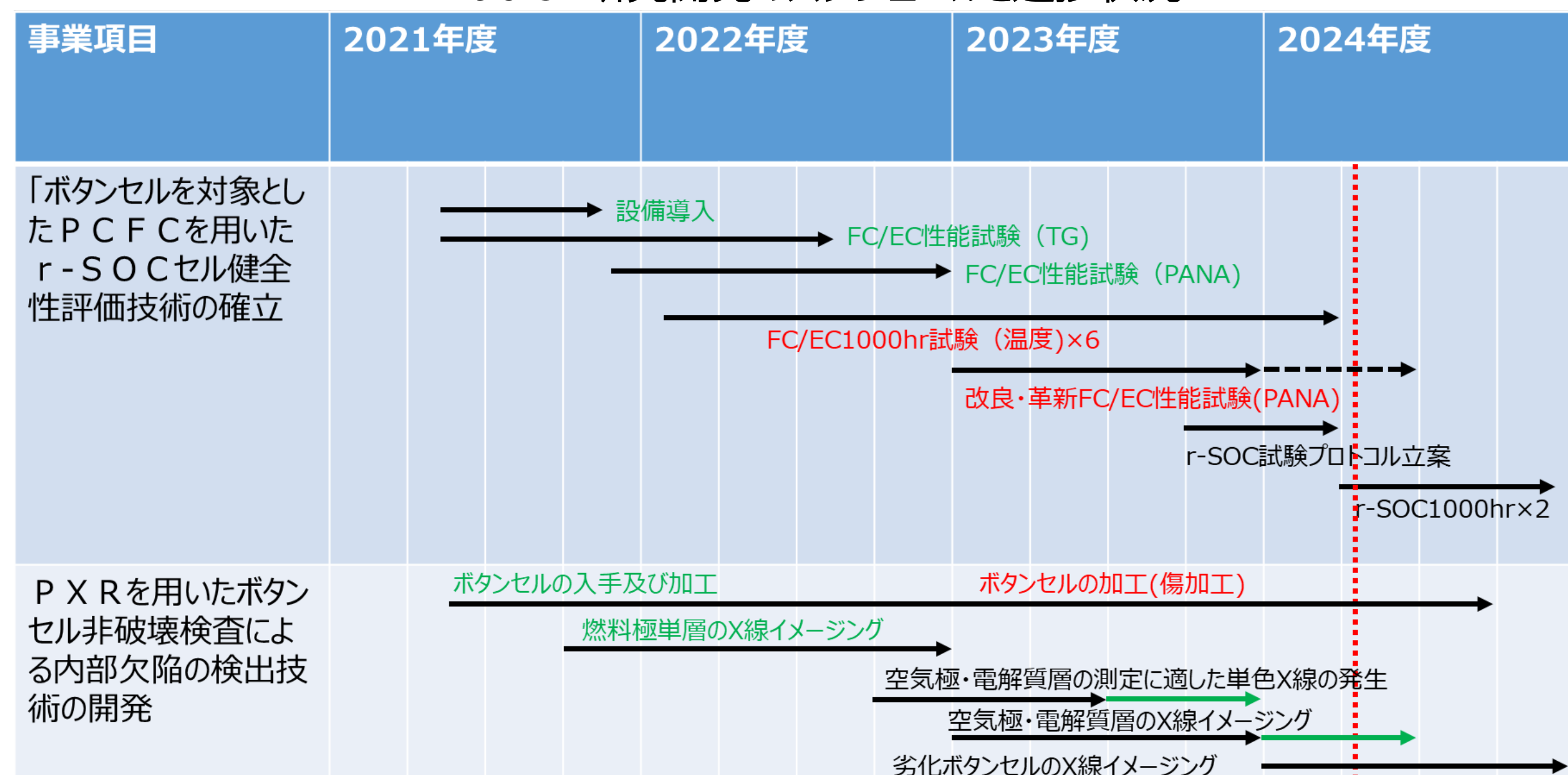
2-1.電解質層及び空気極層の特徴的な元素のK殻吸収端近傍での撮像

X線のエネルギーに関して、空気極層および電解質層それぞれ固有の元素が存在する。PXR線源からその元素のK吸収端にマッチングさせた単色X線を発生させ、X線を照射することで、X線元素イメージングを試みる。

2-2.人為的に損傷を与えた試料に対するDEI測定の有効性の検証

既知の損傷に対するX線像の応答を検証することを目的に、人為的に赤外線レーザーを集光して照射し、損傷を加えた燃料電池セル試料（切削試料）を対象としたDEI測定を行いその有用性を明らかにする。

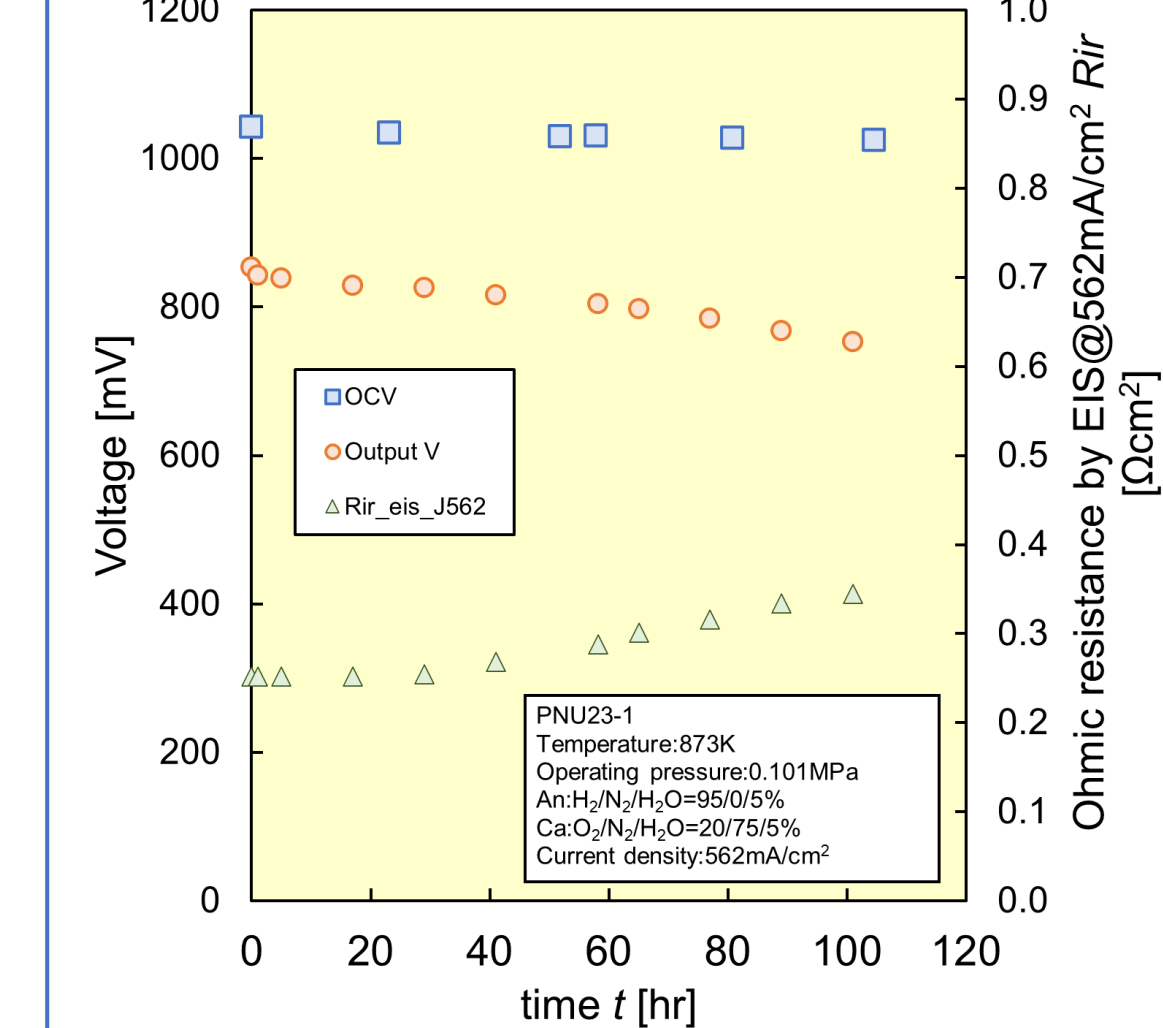
Table 研究開発のスケジュールと進捗状況



■ ボタンセルを対象としたPCFCを用いたr-SOCセル健全性評価技術の確立

1-1.パナソニック製PCFC

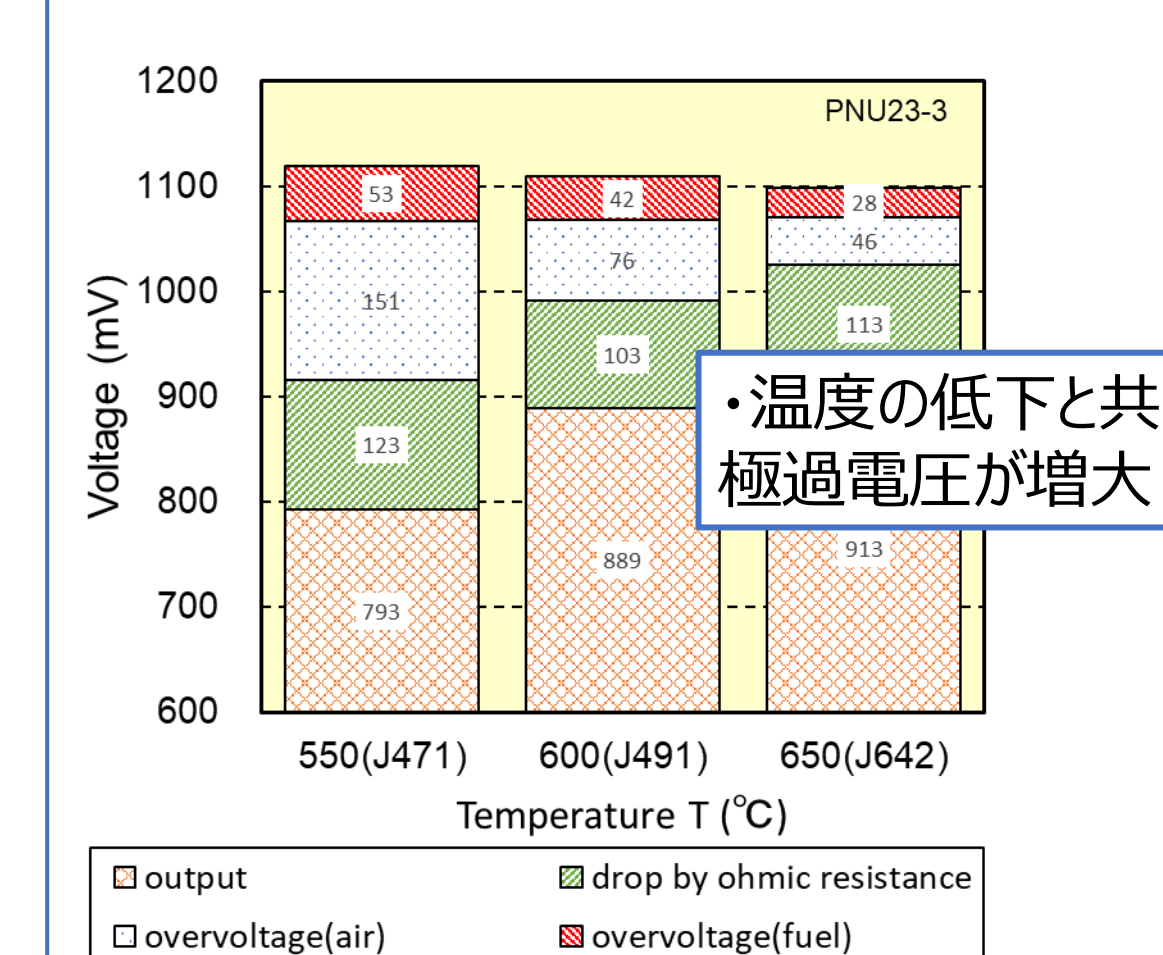
● FCmode:発電初期～100hの特性(600℃)



	従来仕様 (Φ20mm)	改良仕様 (Φ20mm)
燃料極	BZYb-NiO	BZYb-NiO
電解質	BZYb	BCZYb(緻密)/BZYb
空気極	LSCF	LSC
電流密度	200mA/cm ²	280mA/cm ²

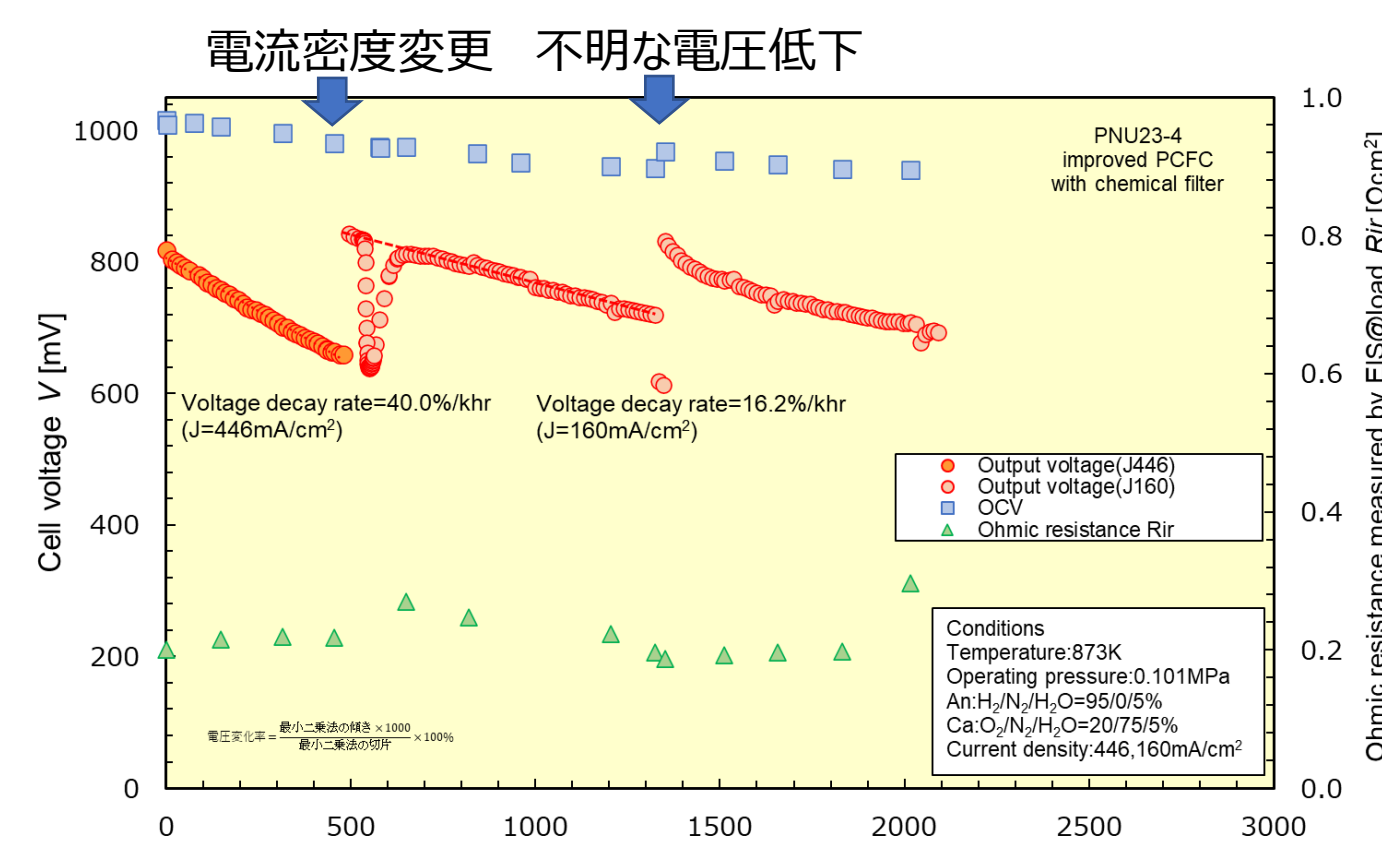
- 改良セルは高い発電性能(J=562mA/cm²@0.85V)
- 100時間後には大きな電圧低下
- オーミック損の増大が電圧低下の主要因

● FCmode:100～200hの特性解析



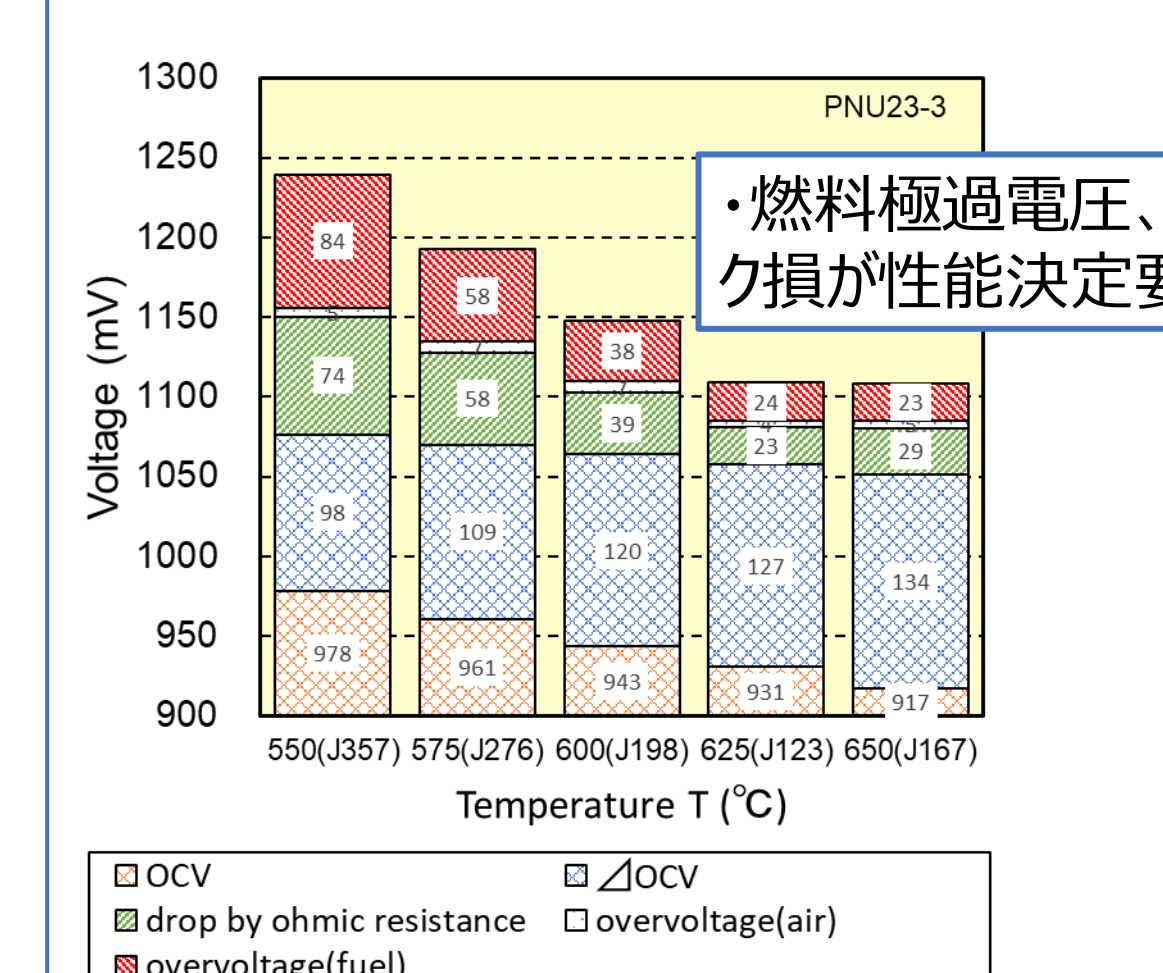
温度の低下と共に空気極過電圧が増大

● FCmode:2000h耐久試験(600℃)



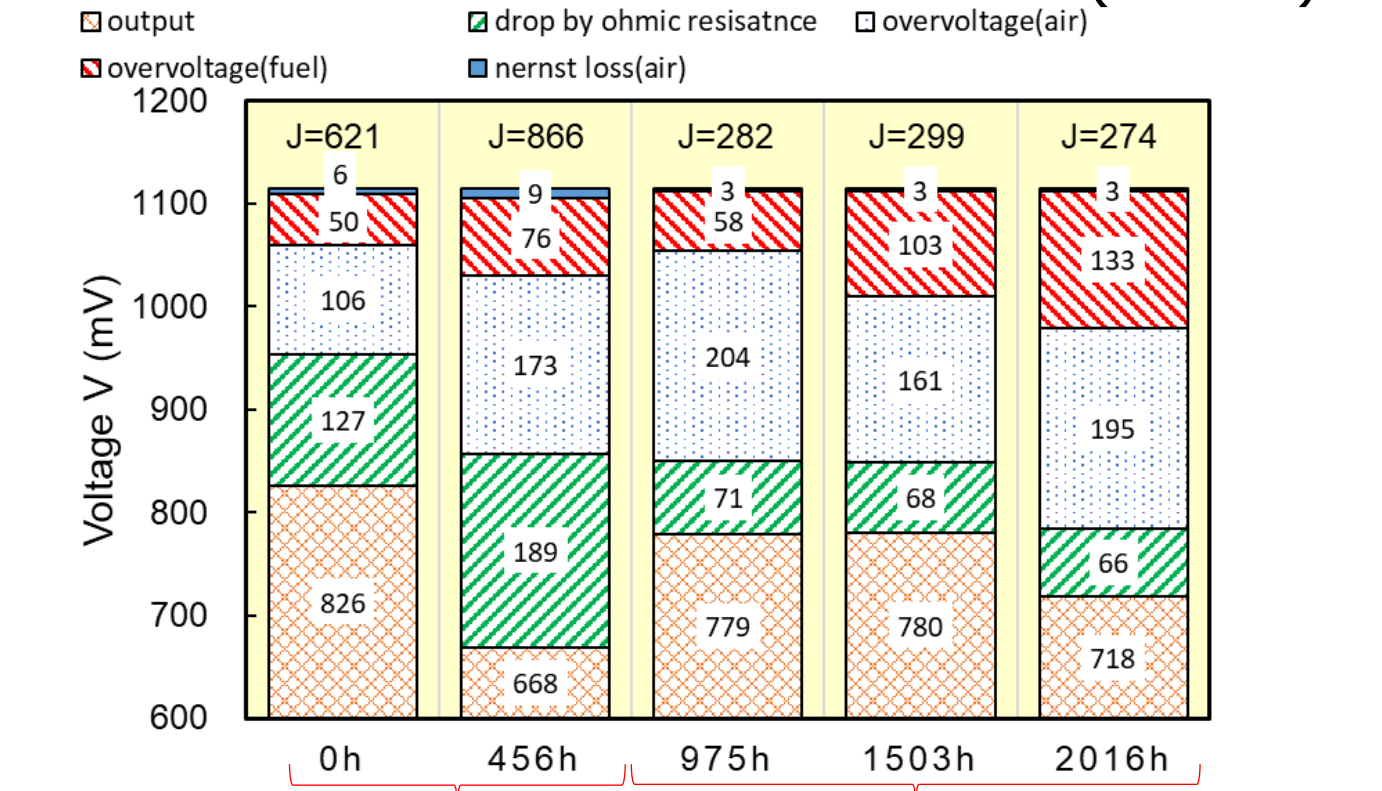
- 初期の高出力化を確認したが耐久性向上は確認できず
- 電圧低下率は電流密度にほぼ比例

● ECmode:200h以降の特性解析



燃料極過電圧、オーミック損が性能決定要因

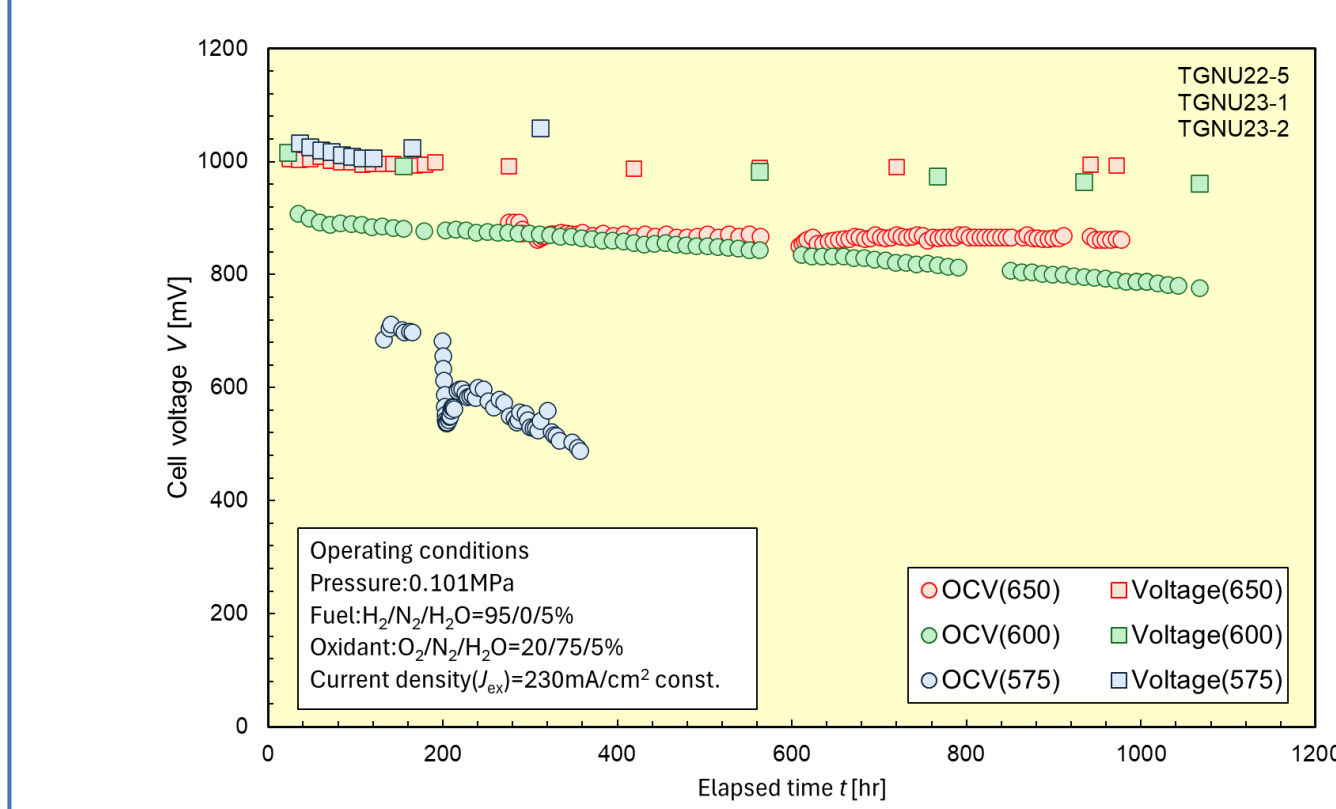
● FCmode:2000hの特性解析結果(600℃)



- 初期～500h:オーミック損や空気極過電圧の増大
- 500h以降:燃料極過電圧の増大も顕著

1-2.東京ガス製PCFC

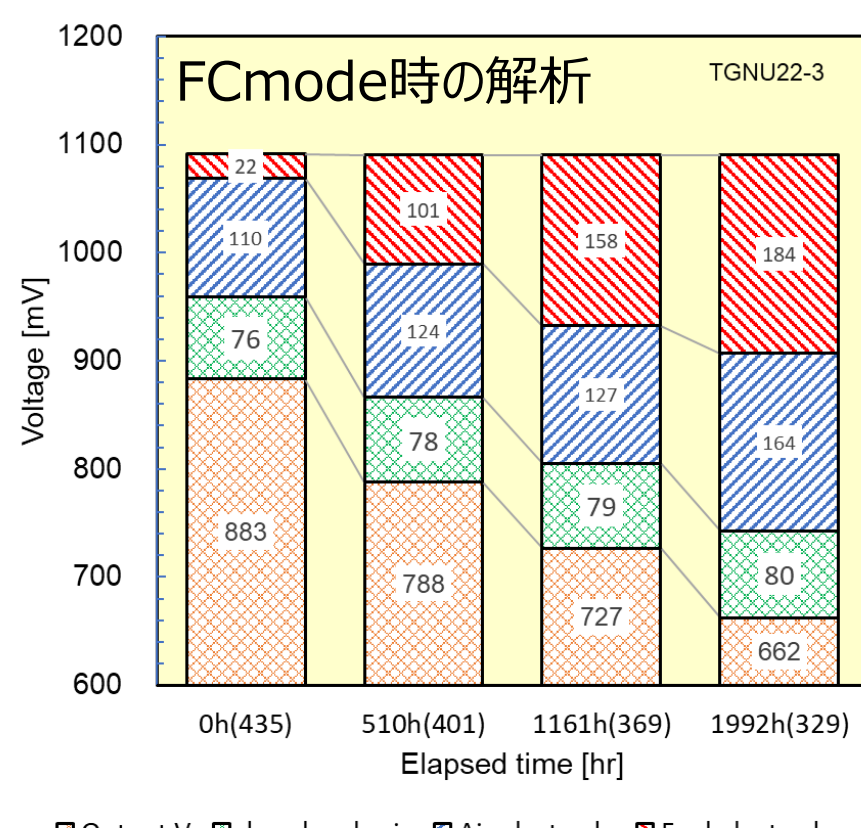
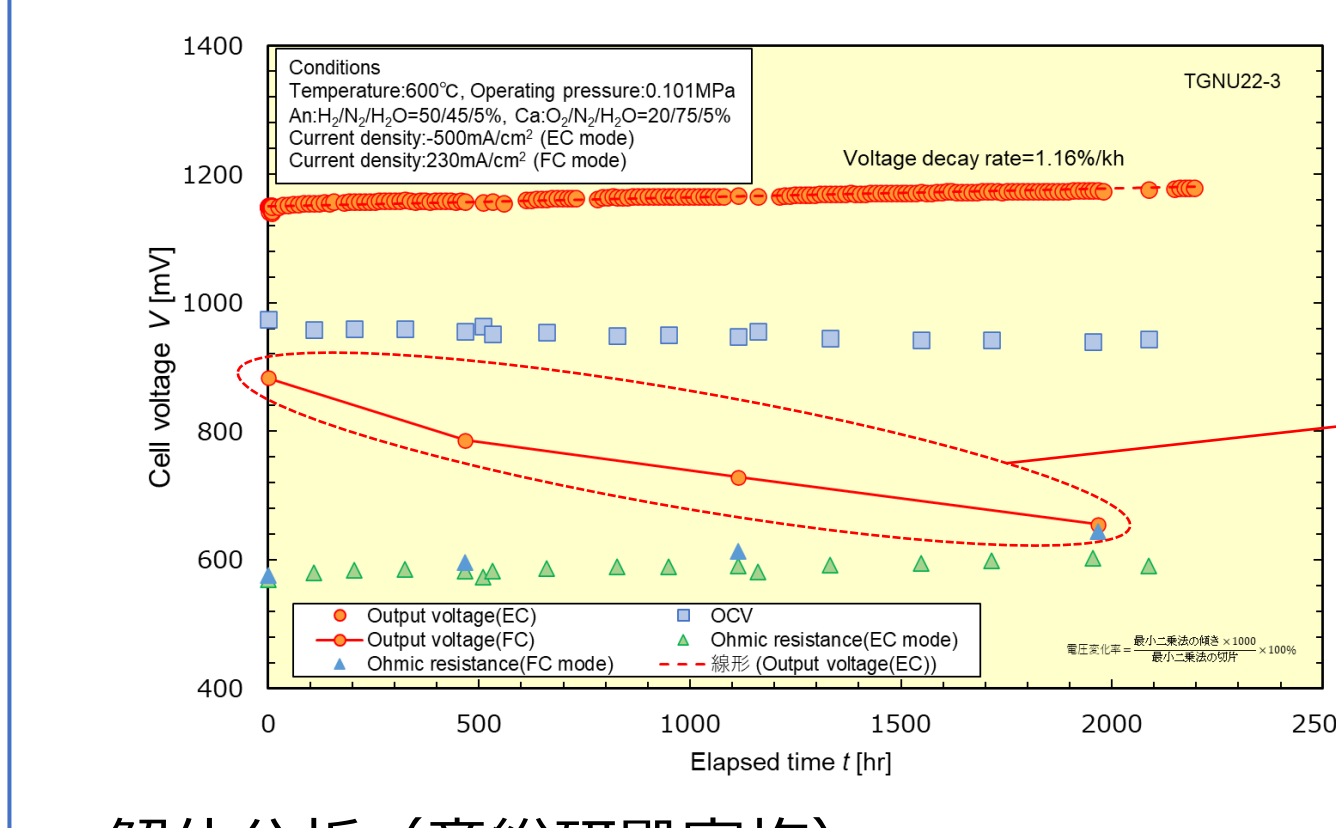
● FCmode:575℃、600℃、650℃耐久試験



	仕様 (Φ18mm)
燃料極	BZYb-NiO
電解質	BCZYb/BZYb
空気極	BSCF
電流密度	230mA/cm ²

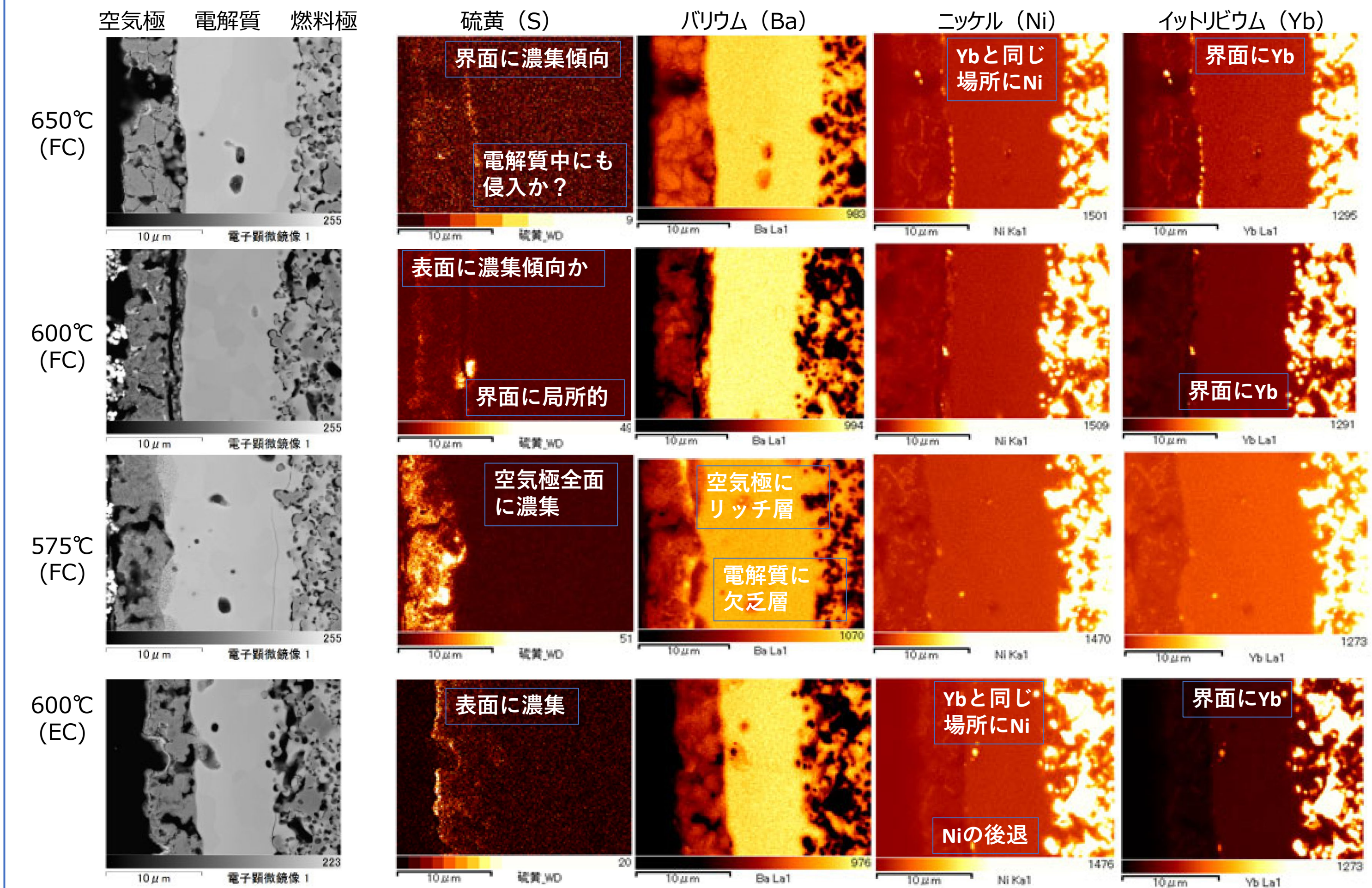
- 650℃が最も安定発電が可能(-1.8%/kh)
- 600℃の電圧低下率-13%/kh
- 575℃では初期から電圧不安定かつ急激な電圧低下⇒低温ほど劣化が加速される傾向

● ECmode:600℃耐久試験



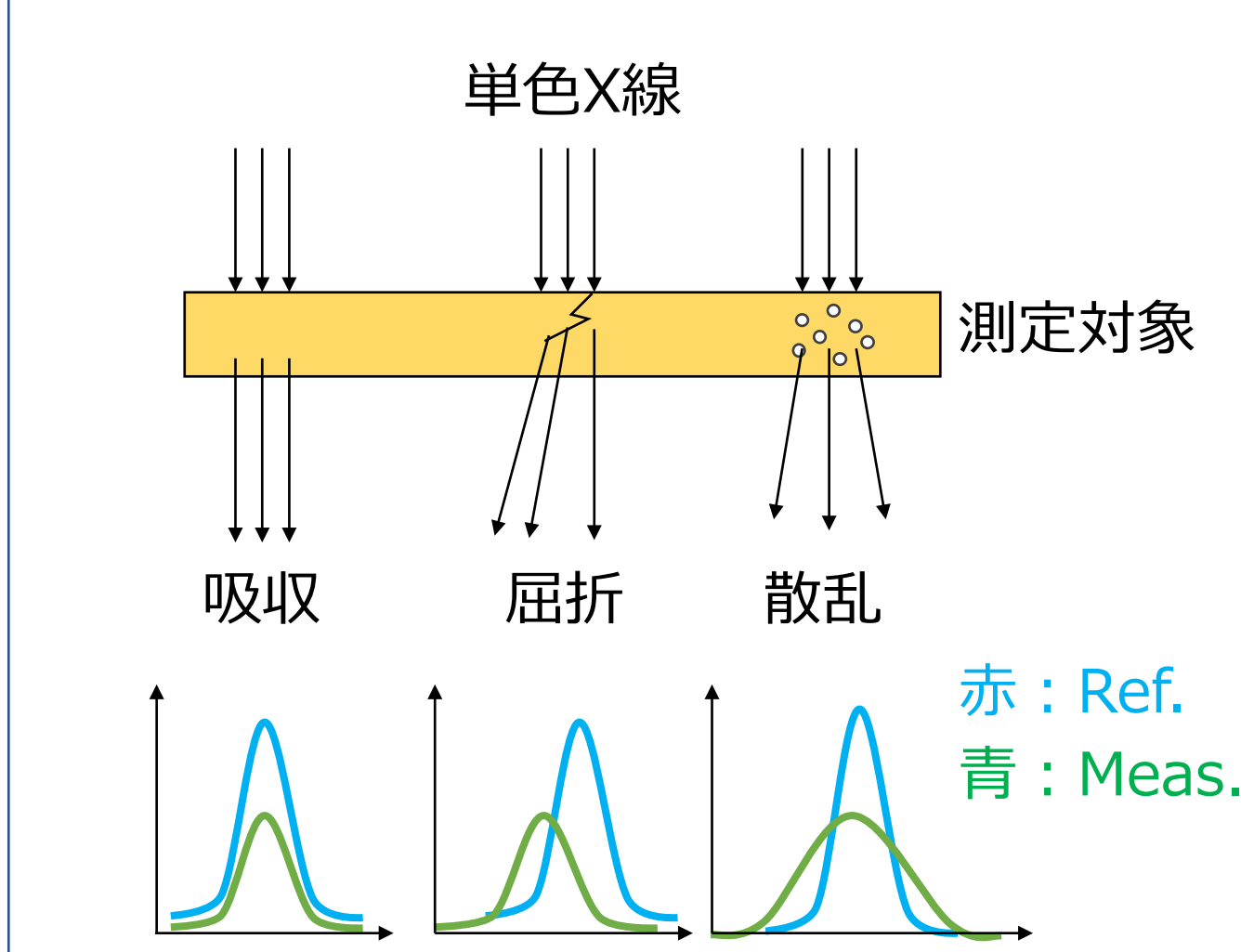
劣化要因は燃料極>空気極の順

● 解体分析 (産総研殿実施)



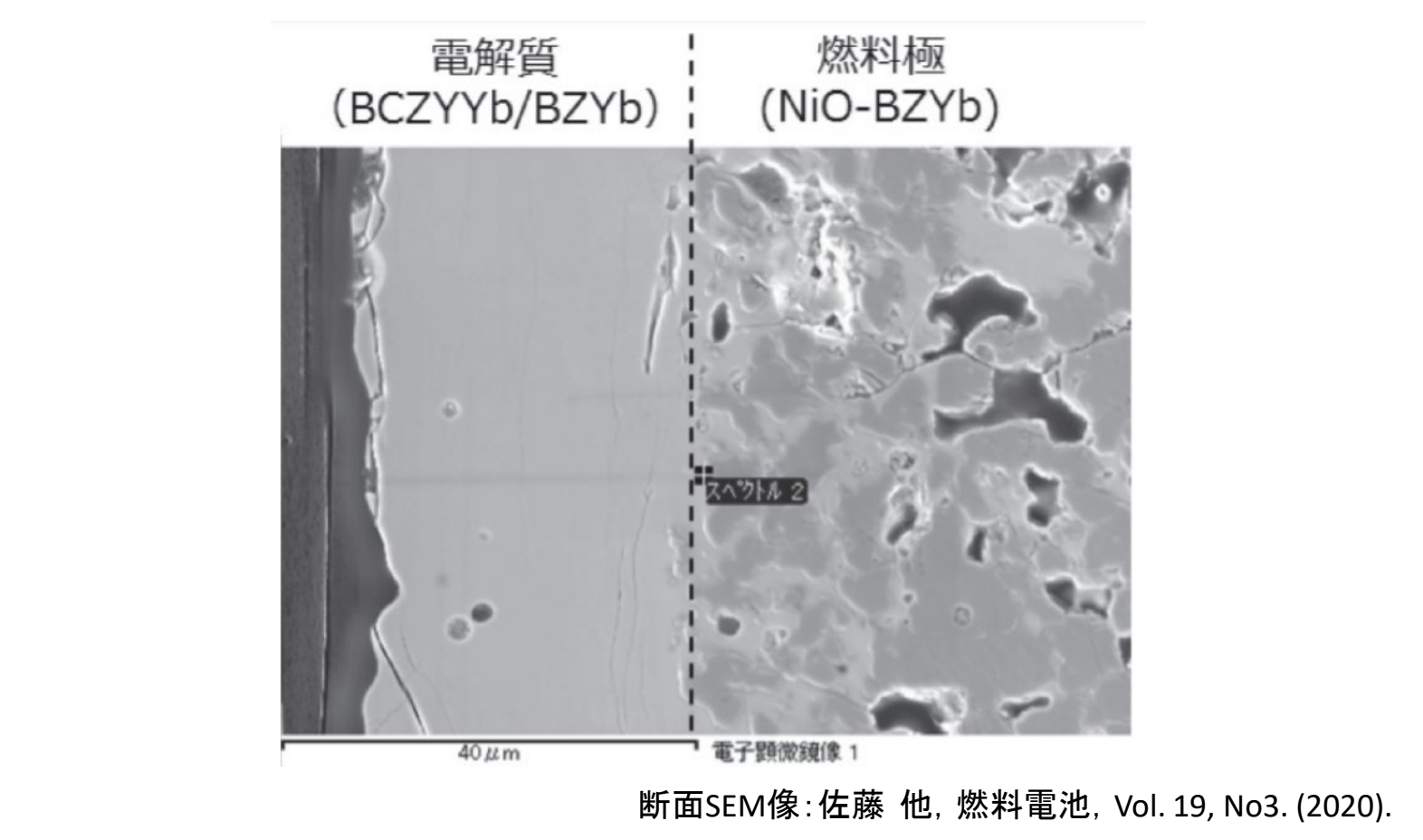
■ PXRを用いたボタンセル非破壊検査による内部欠陥検出技術の開発

● 単色X線の透過



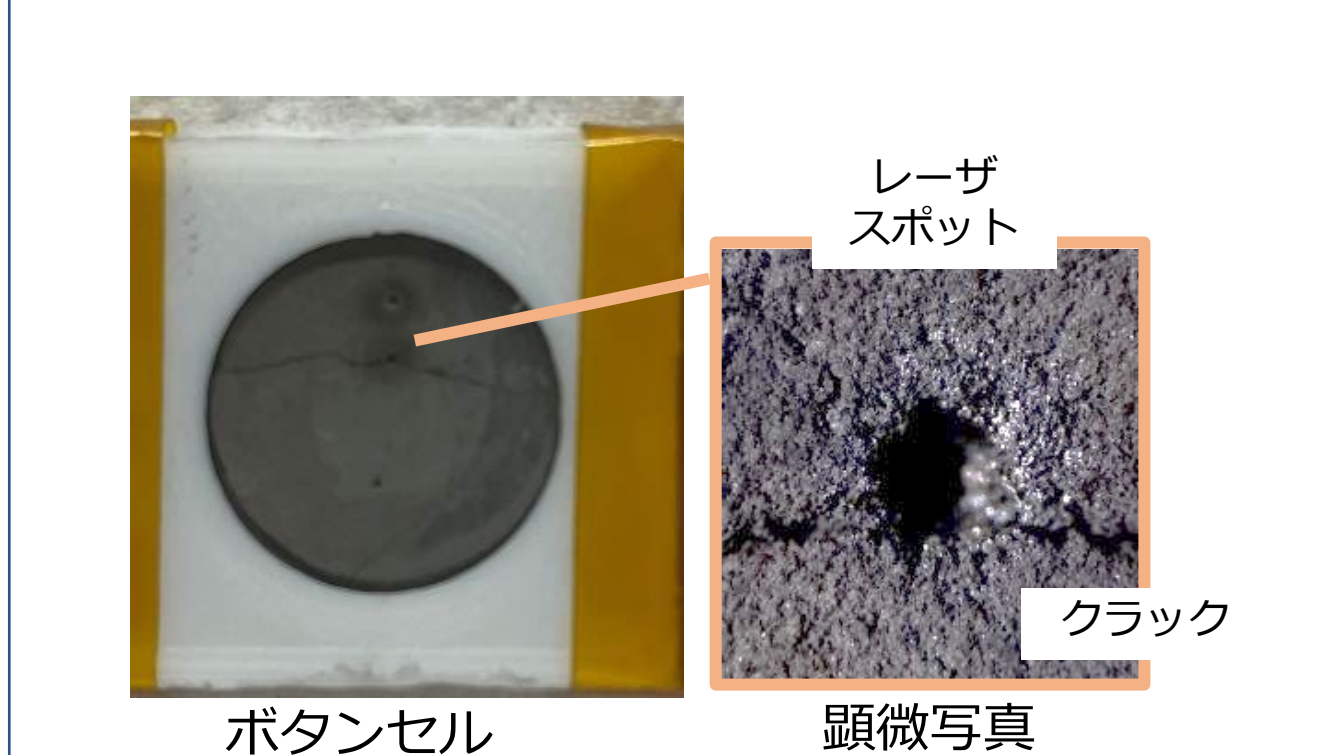
単色X線を試料に照射すると、試料の内部状態によってX線の吸収、屈折、散乱が生じる

● ボタンセルの断面構造と期待される透過X線

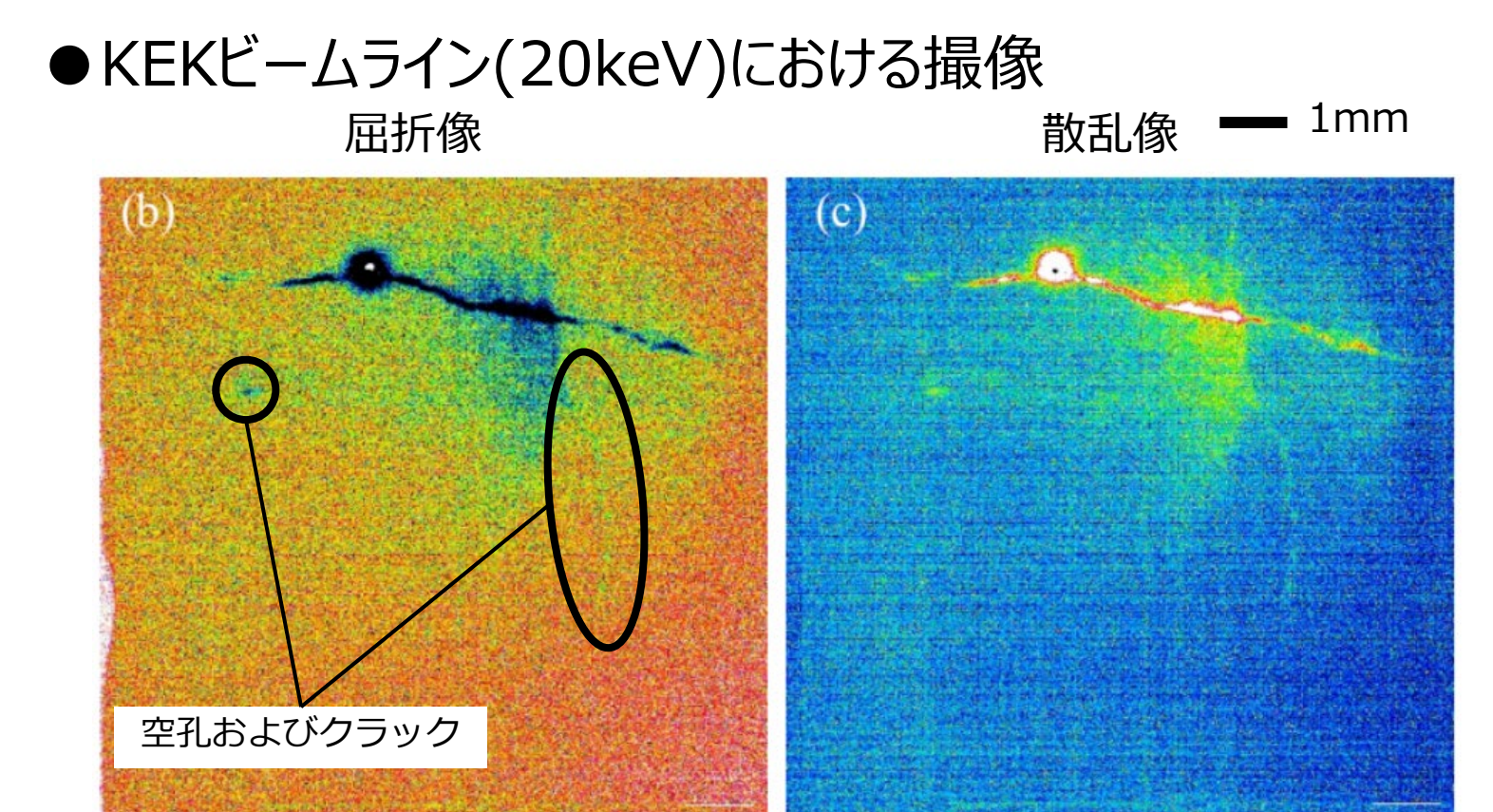


本研究で使用する燃料電池ボタンセルについて、クラックや剥離などの欠陥に対して、単色X線が通過すると屈折や散乱が発生すると想定これを情報源としてX線像を得る

● 人為的に欠陥を加えたボタンセルの準備



劣化後のボタンセルについて燃料極を削りこみ、さらにレーザーを照射し人為的に欠陥を与える



X線の屈折や散乱の情報をコントラストとしてマッピングし目視できない内部欠陥と思われる構造を検出(有用性を確認)→PXR-DEI法ではさらなる鮮明化が期待できる

● パラメトリックX線源 (PXR) を用いたエネルギー可変単色X線の発生



ボタンセルの構成元素Ce (40.4keV)とLa (38.9keV)にフォーカスして元素の不均一性について検証中