

1．背景

アルカリ水電解は電解質である高濃度のアルカリ性水溶液に対する化学的安定性から、陽極材料（触媒、触媒基材など）の選択には大きな制限があり、これまでには主にニッケル系材料が用いられている。しかし、その酸素発生に対する大きな過電圧を低減することが、水素製造コストの削減には不可欠である。また、ニッケル系材料では起動／停止時の逆電解が電極の劣化を早める。このような課題を解決するには、従来の延長線上にはない革新的な電極技術の開発が必要である。

2．目標

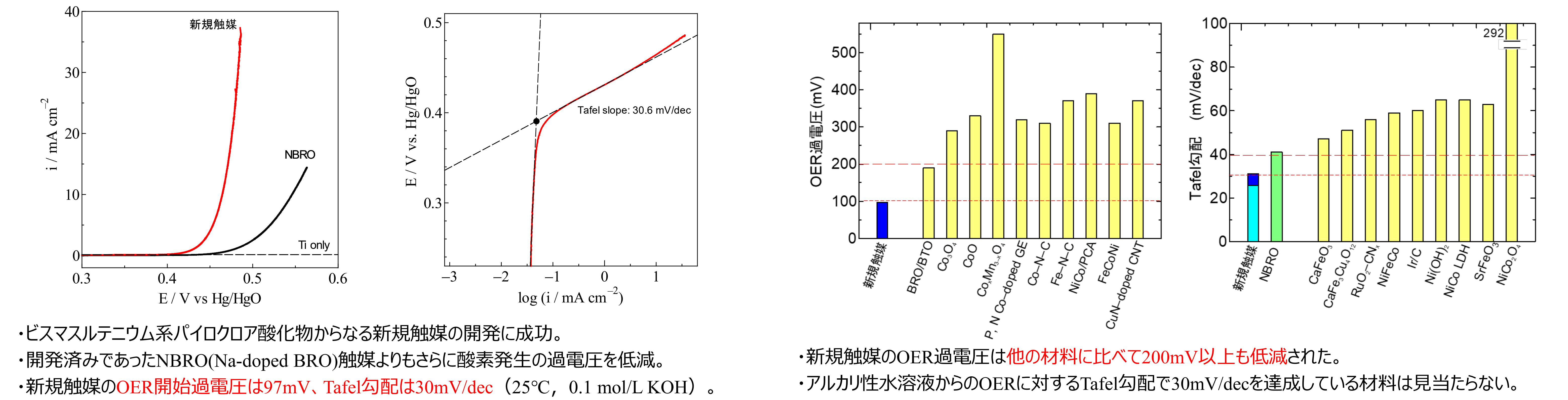
アルカリ水電解(AWE)やアニオン交換膜水電解(AEMWE)を対象とした革新的陽極技術として、酸素発生に対して超高活性でありながら、逆電流耐性にも優れるビスマスルテニウム酸化物系触媒（BRO系触媒）を開発する。また、これを用いた超高活性・高耐久・低コストな陽極技術を開発する。

3．内容

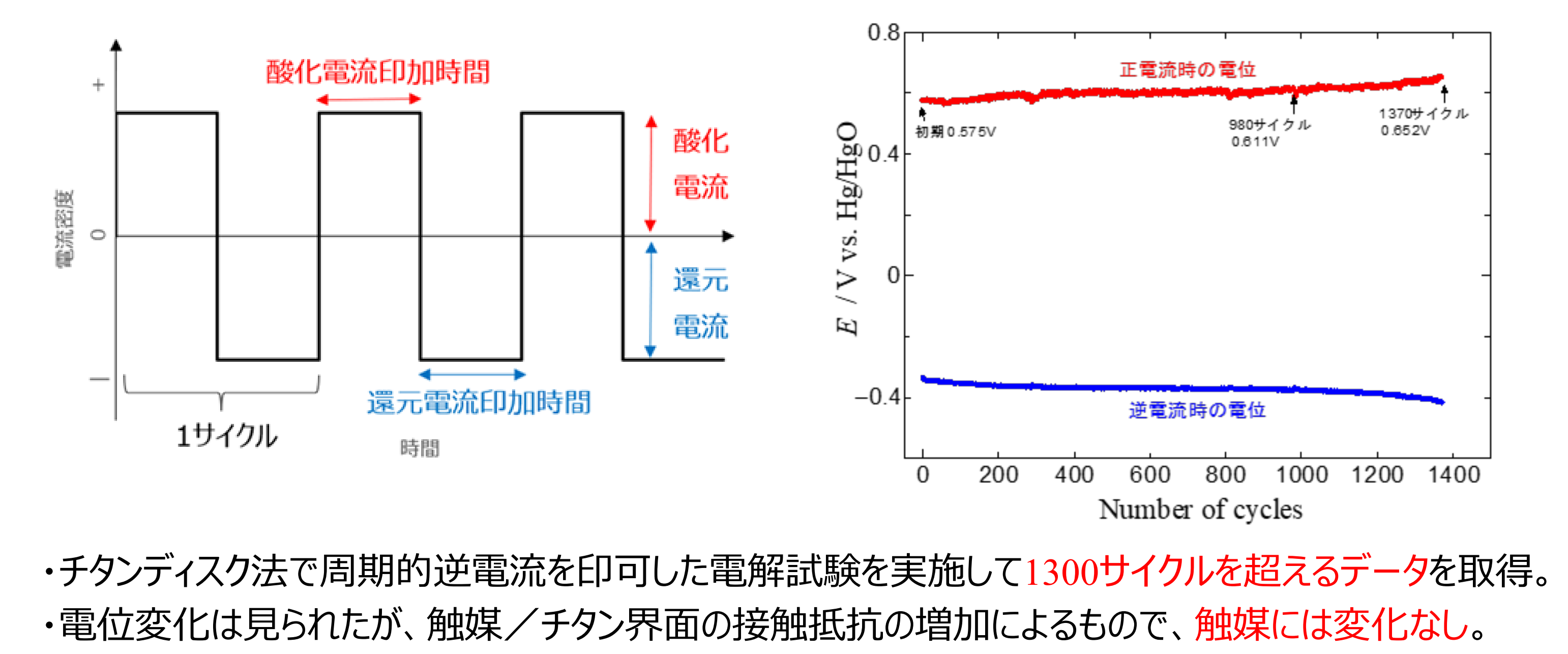
OERに超高活性で、ORRへの触媒活性も有するBRO系酸素触媒とOER電極の分極特性、逆電解耐性などを評価した。また、多孔質電極からのO₂バブルの挙動をオペランド観察できるセルを開発した。さらに、BRO系触媒の結晶構造・電子状態を解析し、触媒活性の支配因子と速度論的パラメータとの相関性を検討した。

4．事業成果

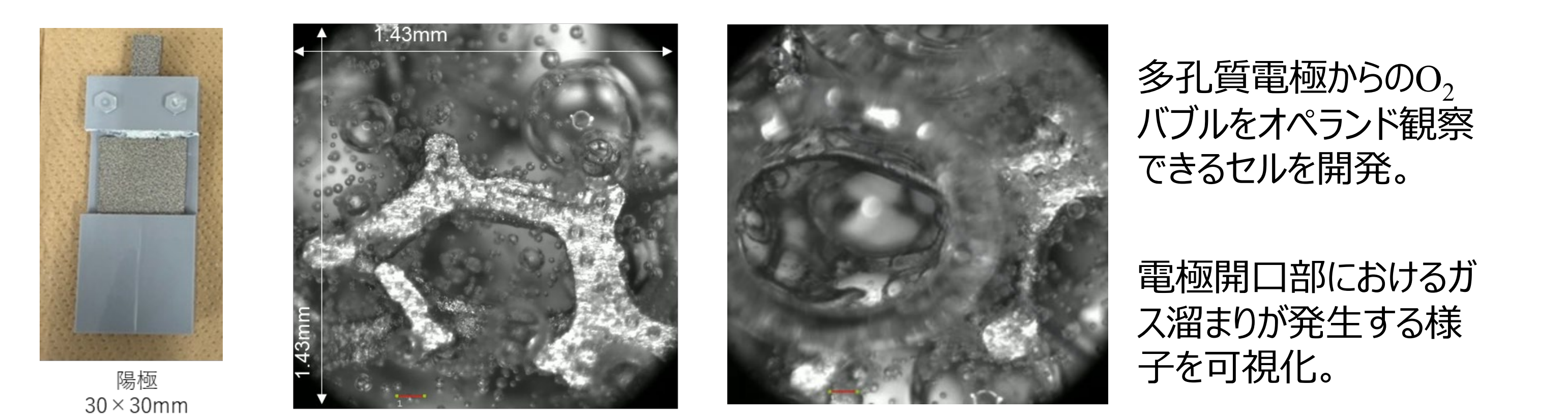
4．1 超低過電圧の新規触媒を開発：OER開始過電圧が100mV以下となる酸素触媒の開発に成功



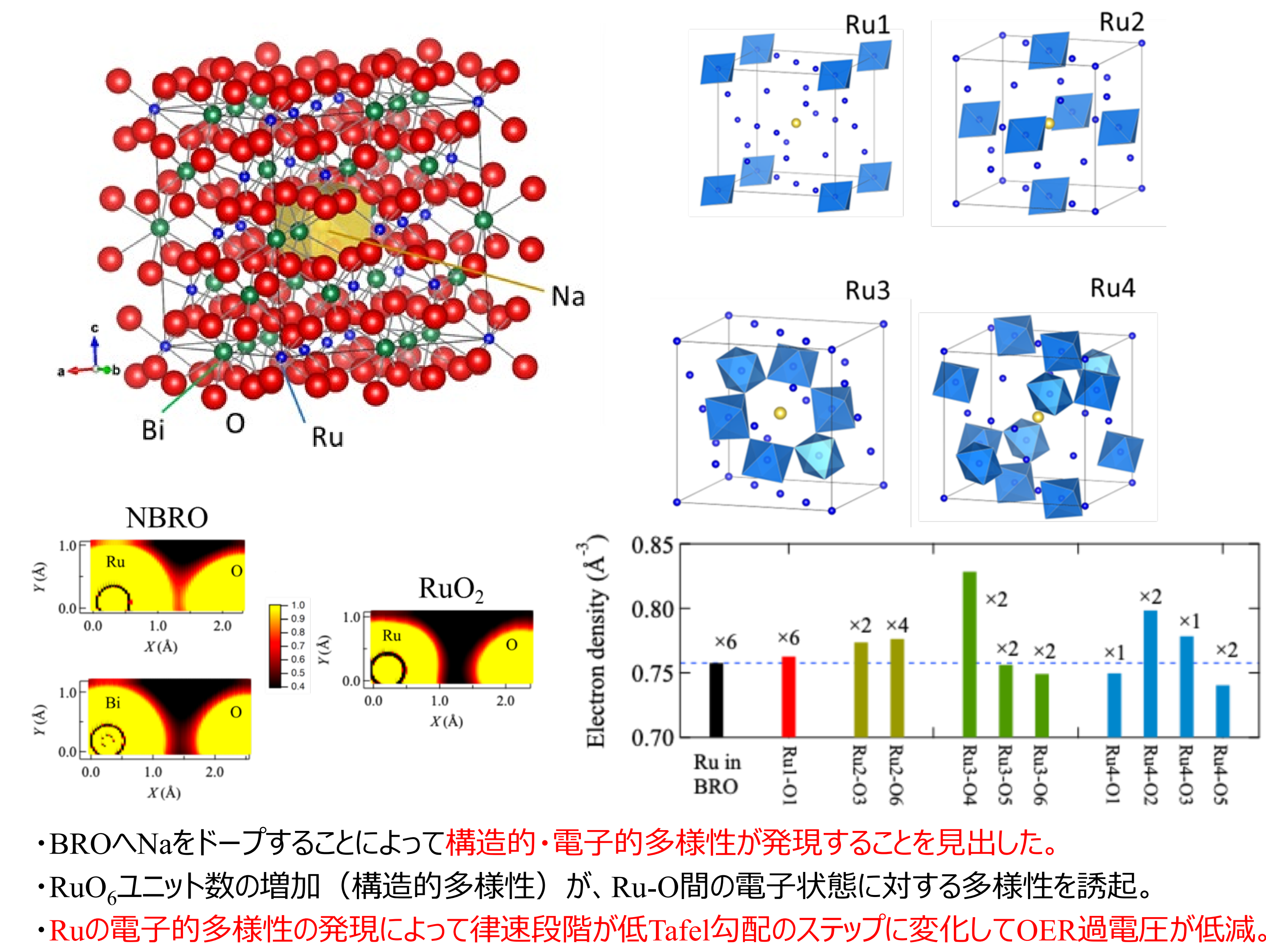
4．2 優れた逆電解耐性



4．3 多孔質電極でのO₂バブルのオペランド観察



4．4 触媒活性の支配因子：構造的・電子的多様性



- 5．成果のまとめ
- 1) 超高活性な新規BRO系酸素触媒を開発し、反応開始過電圧100mV以下を達成→100mV以下は他のOER触媒では報告例がない「革新的技術」
- 2) 超高活性電極材料を開発→Ni系触媒よりも200mV以上も過電圧を低減→Ni系触媒に対して15%程度の電解電圧削減の可能性
- 3) BRO、NBRO、MBROの構造モデルで最適化に成功し、構造パラメータと電子状態を解析→ドーピングによる構造歪で構造的・電子的多様性が発現
- 4) 触媒活性の新たな支配因子を提案→構造的・電子的多様性の発現でRuサイトの電子状態が多様化し、律速段階が変化してターフェル勾配が低下
- 6．成果の活用・展開
- 1) 水電解用陽極の開発に向けたBRO系酸素触媒のサンプル提供を開始：AWEおよびAEMWEの用途で触媒ナノ粒子を提供
- 2) 基材にBRO系酸素触媒を直接形成した電極の開発を開始：触媒ナノ粒子と同等の分極特性を確認済
- 3) 触媒活性の支配因子に関する定量的指標として構造的・電子的多様度を定義し、ターフェル勾配、交換電流密度との相関性を解析中→BRO系新規触媒よりもさらに触媒活性が高い「究極の酸素触媒」の開発を目指す