

背景とコンセプト・研究目標

高耐久性燃料電池セパレーターの低コスト生産を実現する製造プロセス開発

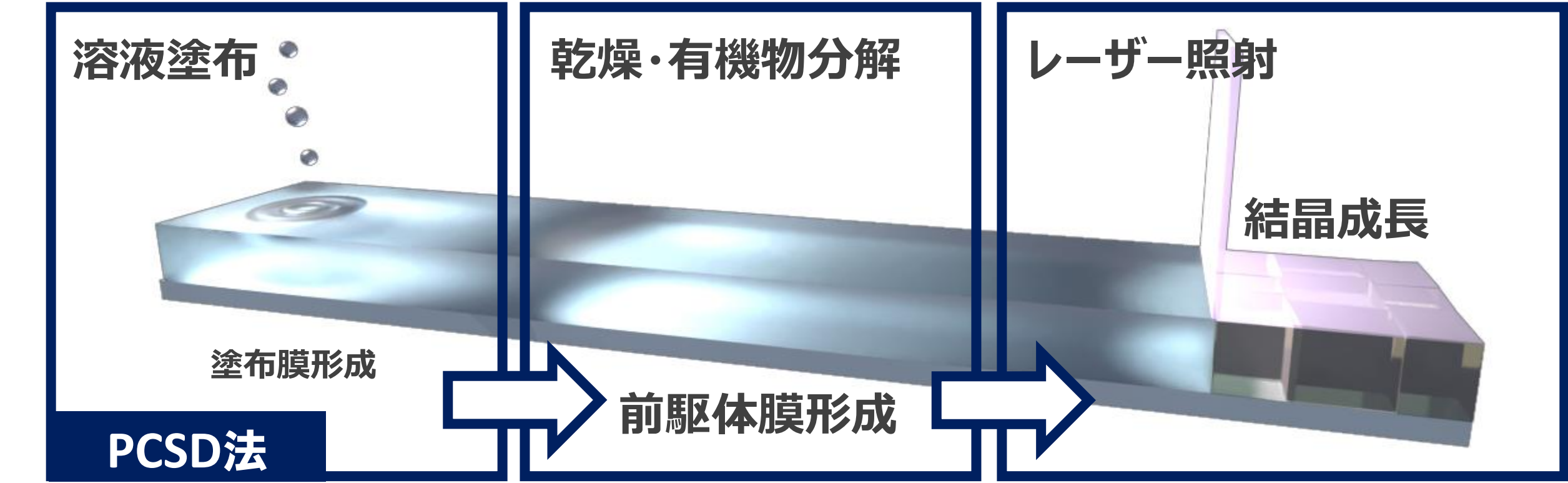
①低接触抵抗・②高耐食性・③低製造コストを実現する、従来の気相真空プロセスに代わる新たなコーティング技術の開発を行う。大気中、低温プロセスである**光反応コーティング**と**低コストインク材料**開発により、低コストなSUS基材上へ**低接触抵抗×高耐久性を実現**する。本目標の達成により、実車で**5万時間の高耐久性**を得る燃料電池セパレーターを実現し、従来技術に比して**大幅なコスト及びプロセスの消費電力の削減**を可能にする。

光反応コーティング（PCSD）

* 塗布原料がMOD溶液の場合、光MOD法と呼称

Photo-assisted Chemical Solution Deposition

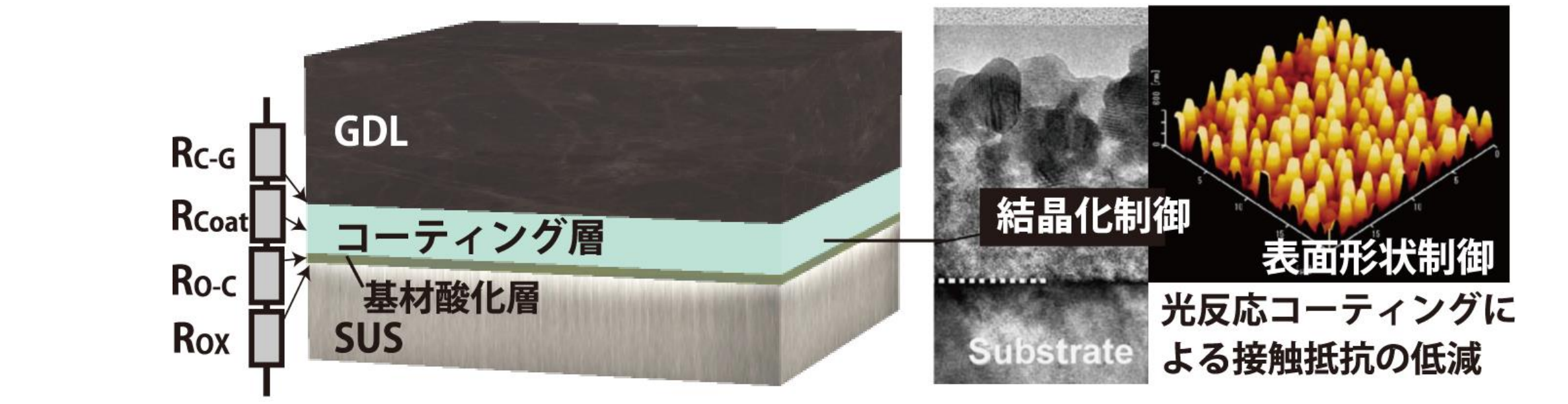
化学溶液塗布と光結晶成長法によって基材を選ばず、大気中低温でセラミックス膜を製膜可能。大面積膜、パターニング膜なども塗布手法の選択によって作り分けられるオンデマンド性を有す。光源の選択と原料組成の選択により高速に結晶成長を進行させられる特徴を持つ。



低コスト原料、非真空プロセス、低温プロセス

研究課題と目標値

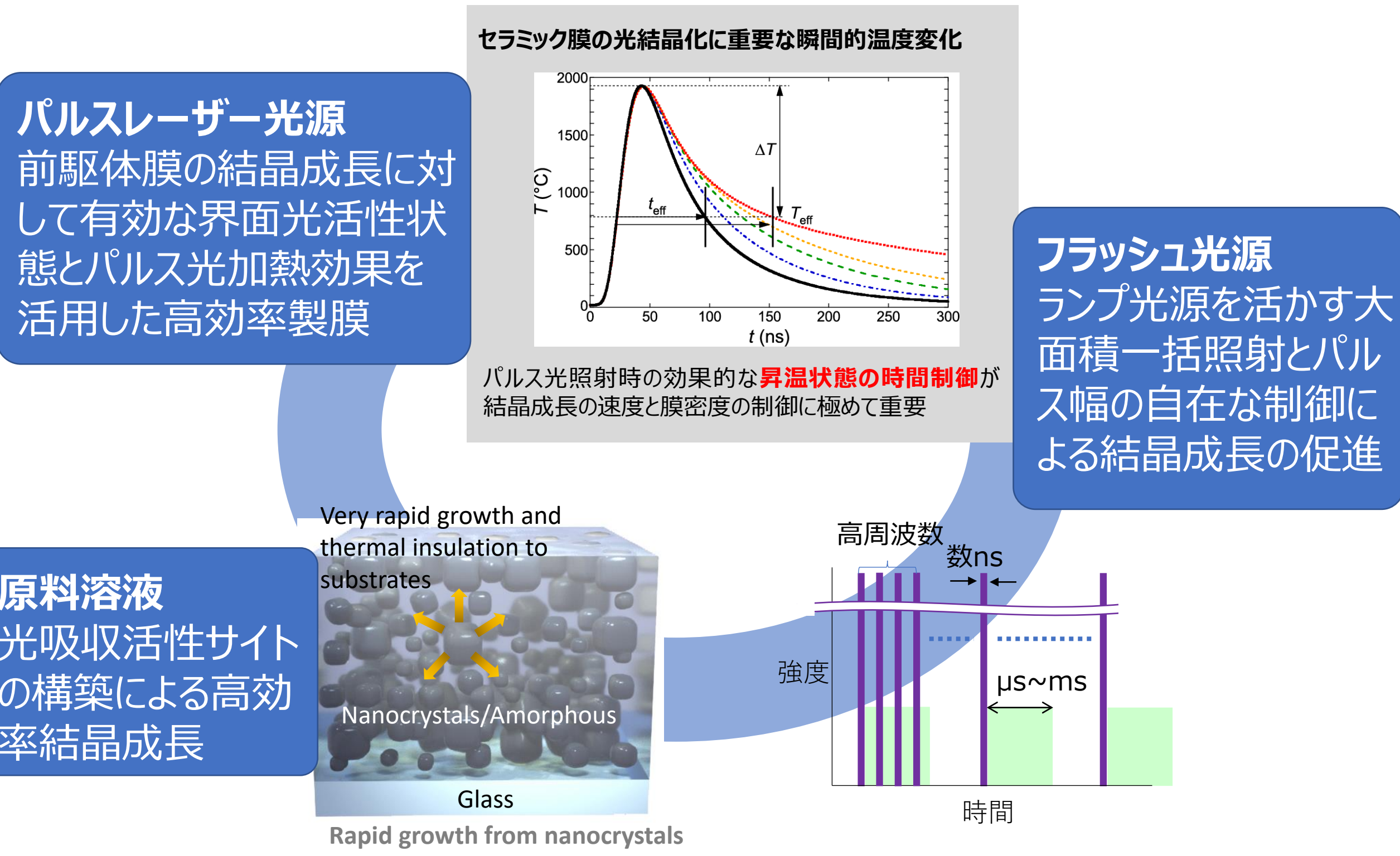
(1)低接触抵抗 (2) 耐食性



- ◆ 低接触抵抗（目標値：3 mΩcm²(2024年度末)）
1. 基材酸化膜の除去
2. コーティング膜の低抵抗化
3. コーティング膜とガス拡散層(GDL)の接触抵抗の低減
→ 接触面積と接点材料の抵抗率に依存
- ◆ 耐食性（目標値：低電位溶出試験後鉄溶出量 0.5x10⁻¹⁰mol/cm²/h(2024年度末)）
- ・ピンホール、クラックの抑制

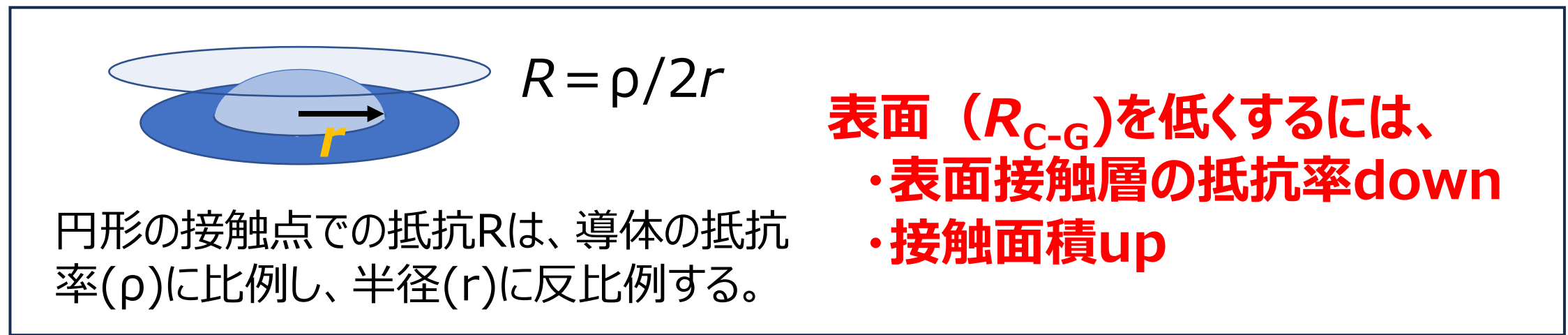
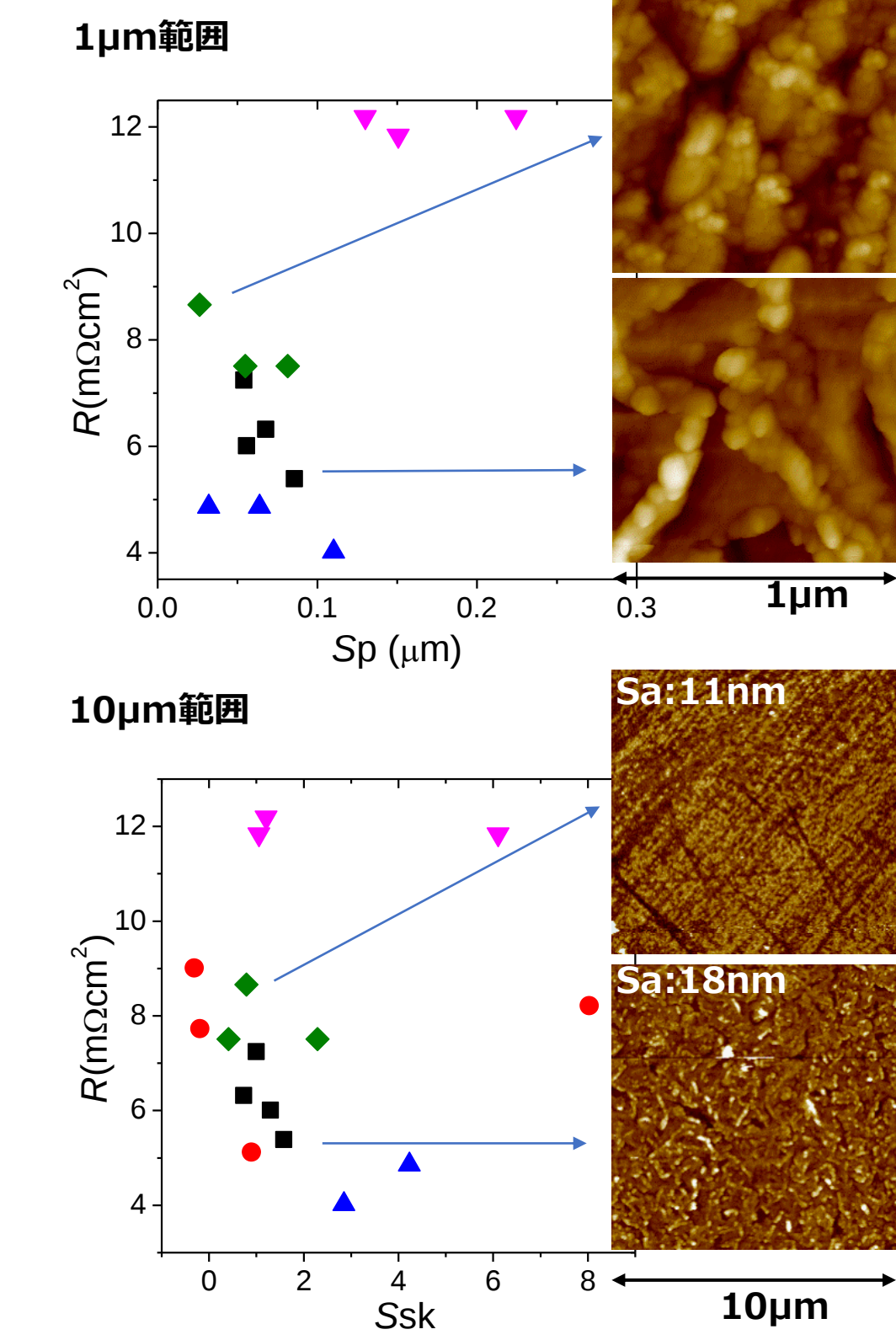
(3)生産性向上

（目標値：セパレータ1枚(40x25cm)の処理時間産業用レーザーで30秒以下相当(2024年度末)）



成果と課題

(1)接触抵抗



表面粗さパラメータと接触抵抗の相関を検討
低抵抗領域(〜10mΩcm²以下) で、Saが低く、かつ最大山高さ (S_p) スキューネス(偏り度,S_{sk}) に負の相関



光プロセス(PCSD)法を用いて**表面形状付与**を行い、**接触抵抗4.0mΩcm²**を実現(中間目標値達成)

SnO₂,RuO₂混合による低コスト化

高コスト原料低減による低コスト化と良接触抵抗特性の両立

	耐酸性	抵抗	コスト
SnO ₂	○	○	○
RuO ₂ (Ru)	○	◎	△

積層型

RuO₂

SnO₂

RuO₂

SUS

表面抵抗の低減（最表面のストラクチャリング）

高耐久性・低コスト材料

界面抵抗の低減

SnO₂単層

86.0mΩcm²

RuO₂単層

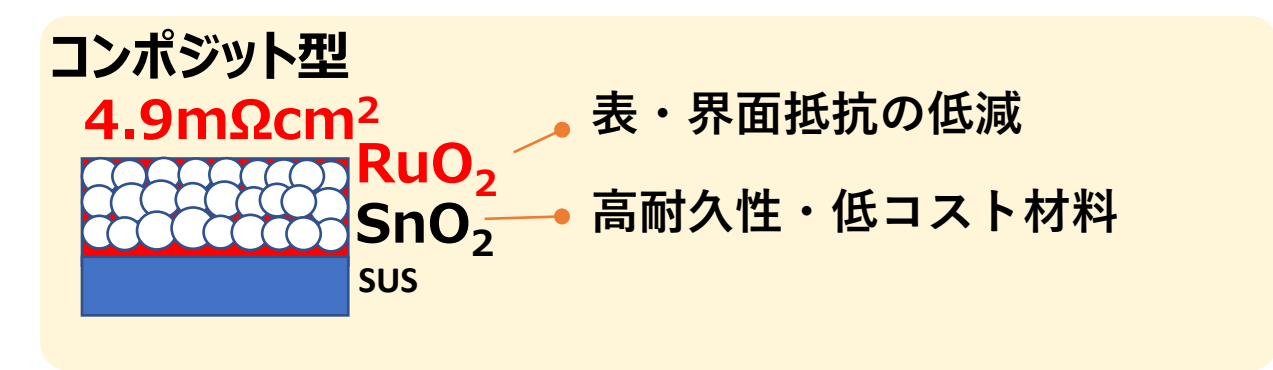
4.0mΩcm²

SnO₂-RuO₂積層型

20.0mΩcm²

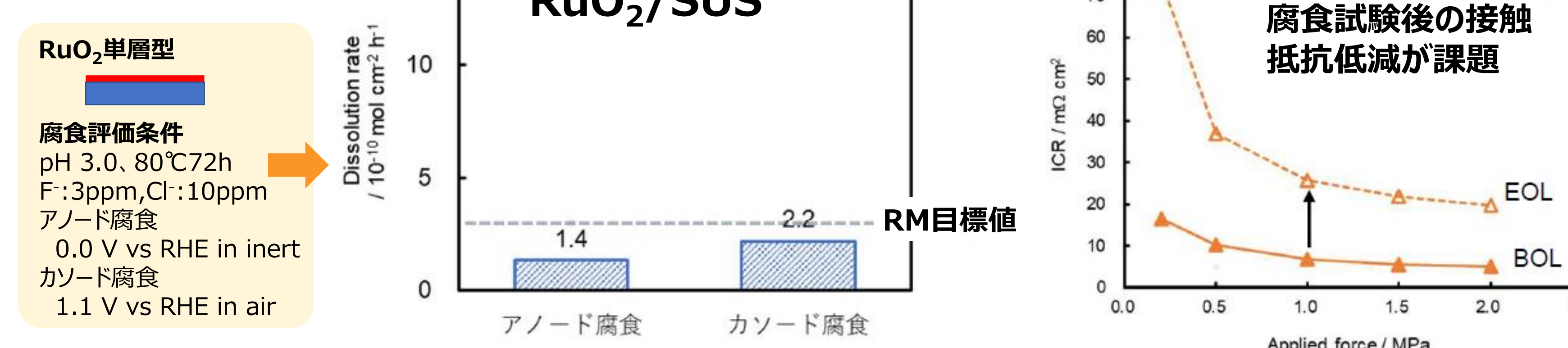
10.5mΩcm²

6.0mΩcm²



Ru量を1/10 → 材料コスト1/8程度へ低減(現在の原材料コストベース)
SnO₂,RuO₂混合で、接触抵抗4.9mΩcm²を実現(中間目標値達成)

(2)耐腐食

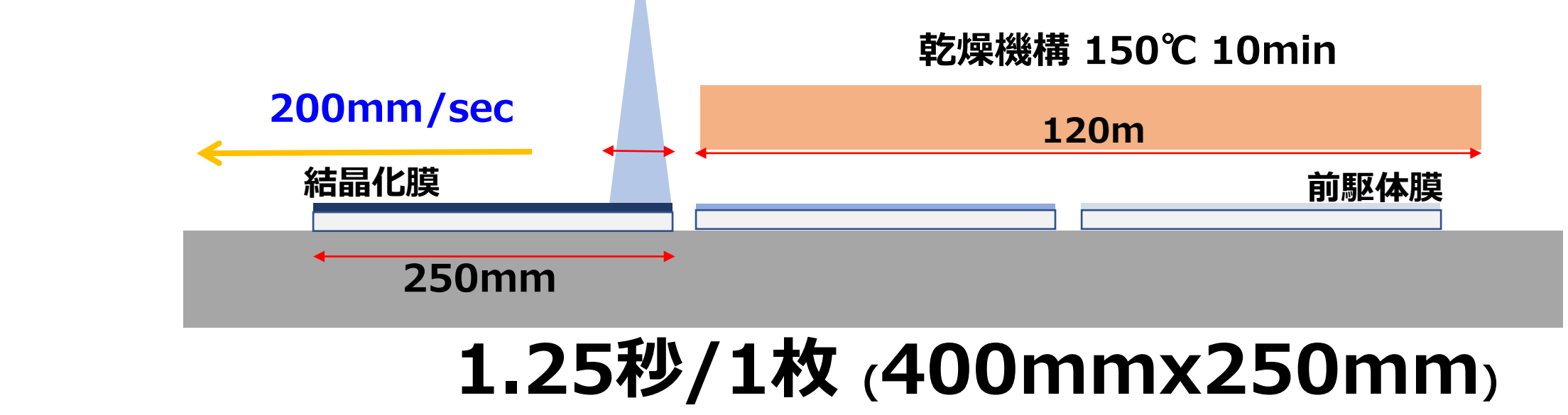


鉄溶出量：2.2×10⁻¹⁰mol/cm²/h（中間目標、ロードマップ（FCV）目標値を達成）

(3)生産性向上

(従来)パルスレーザー照射 500pulse@50Hz

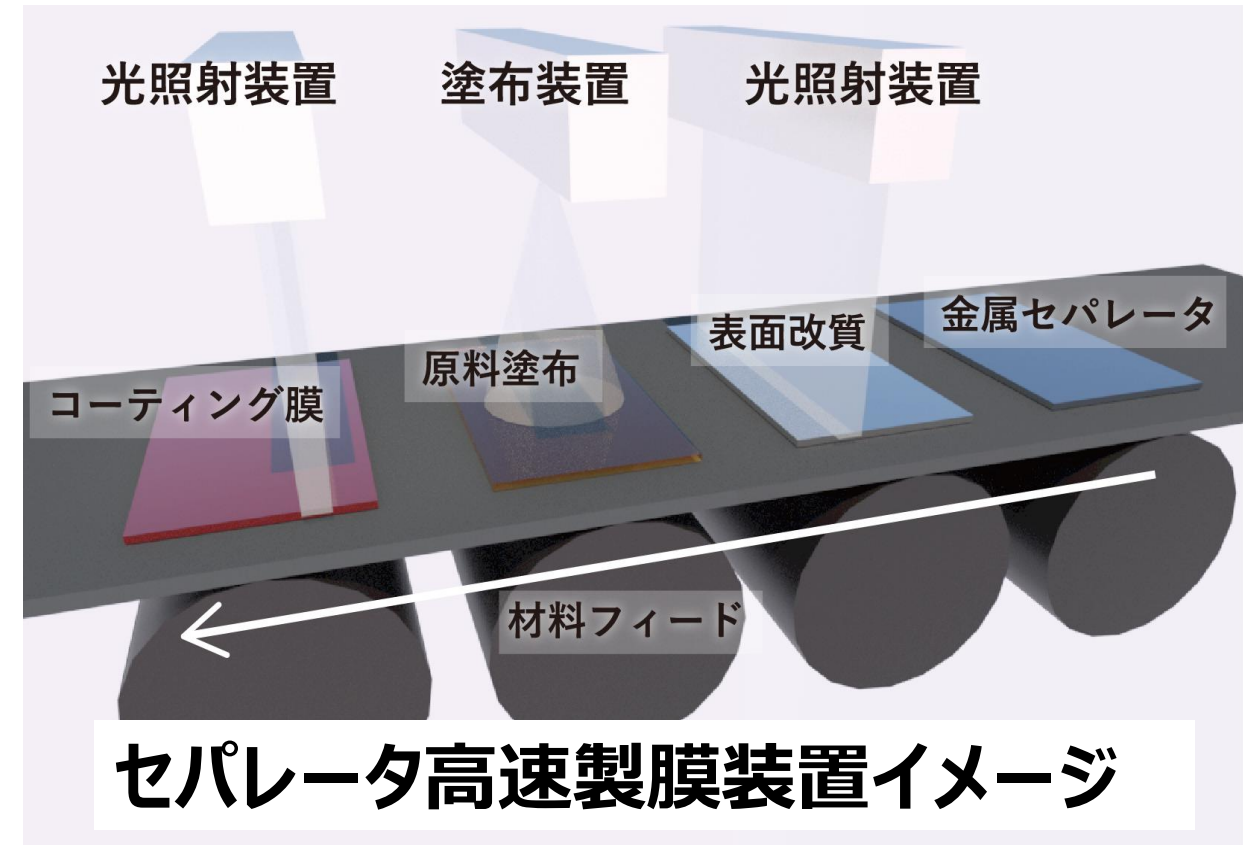
パルスレーザー照射 50pulse@500Hz



高速化原料分散液(溶媒の調整)、ランプ照射による**乾燥時間の短縮**へ高繰り返し周波数レーザーにより**低抵抗化（現状6mΩcm²）**

実用化へ向けた展望

- ✓ ち密化による耐腐食試験後の接触抵抗向上
- ✓ 耐酸性SnO₂系コーティングを基に表面界面制御から接触抵抗の低減と耐腐食性の両立
- ✓ 使用Ru減量によるさらなる低コスト化
- ✓ 両面製膜、曲面製膜への展開



パルス数1/10で製膜可
⇒**1/100に時間短縮**