

カーボンニュートラル移行の加速に向けた  
総合知に基づく社会シナリオ：技術シナリオ評価G

「技術経済性分析とシナリオ連携」  
—水素製造を事例として—

東京科学大学 環境・社会理工学院 大友 順一郎

# 本日の発表

カーボンニュートラル社会に向けた技術イノベーションを社会導入に結びつけていくにはどのようなアプローチがあるのでしょうか。

我々は、**技術経済性分析**や**ライフサイクルアセスメント**のモデルと社会経済シナリオのモデルの連携を模索しています。

本講演では、水素製造などを事例に、技術経済性分析のモデルを紹介し、社会経済シナリオとの連携について議論します。

本日の論点：

我々の技術評価・技術シナリオと社会シナリオをどのように結びつけるのか？

## 社会 Society

- ・電源構成・Energy mix
- ・エネルギー市場・Energy market
- ・産業・Industry
- ・日々の暮らし・Daily life

## エネルギーネットワーク

Energy network and smart grid (ICT)

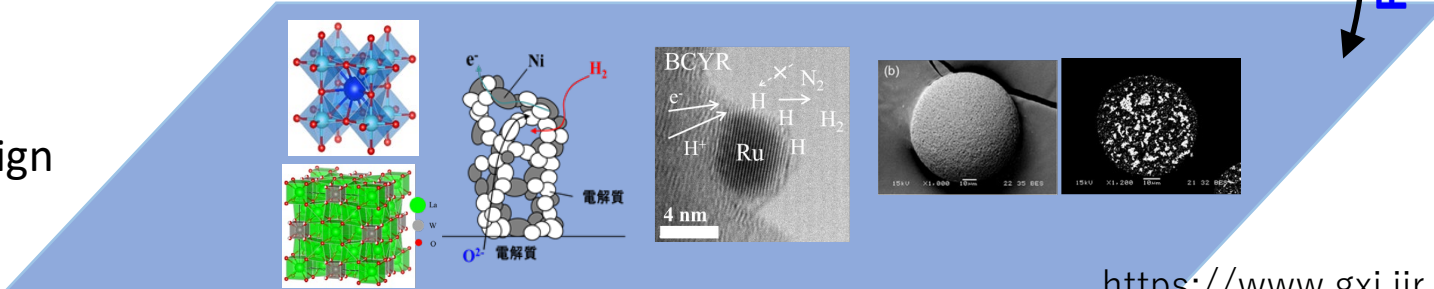
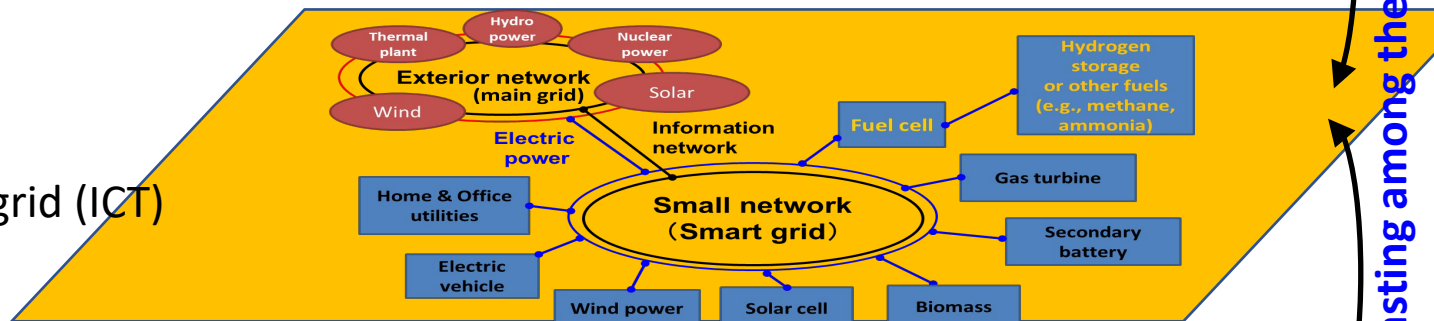
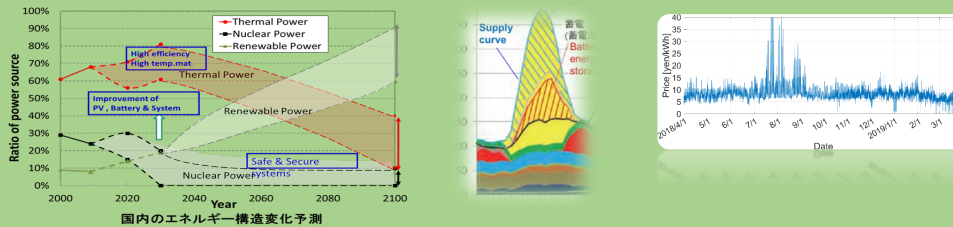
## デバイス・システム設計

Device and system design

## 材料・反応設計

Materials and reaction design

### Developing evolutionary layers for energy and social transition



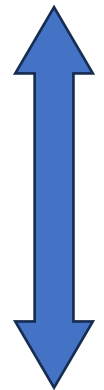
Forecasting/backcasting among the layers

Vertical integration

Integration with the aid of informatics and data science

社会シナリオ

技術シナリオ

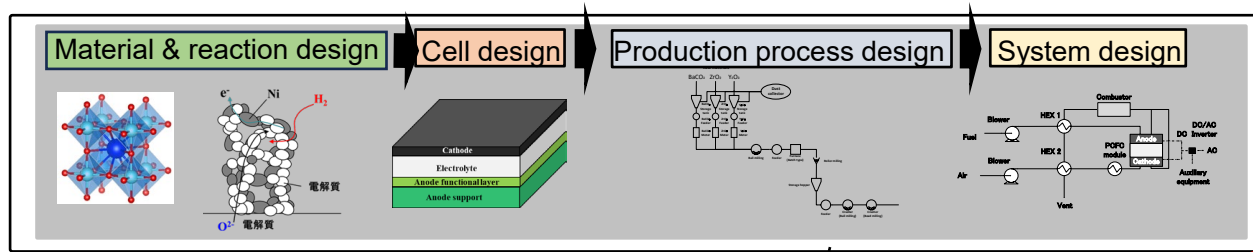


# 技術経済性分析(Techno-economic analysis, TEA)と技術・社会シナリオの連携について

## ◆ TEAとシナリオ分析による分析手法

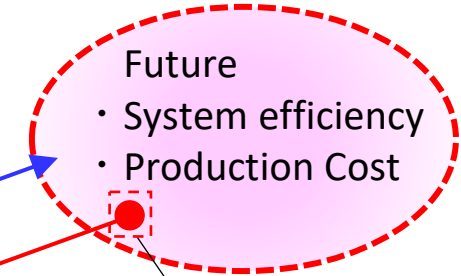
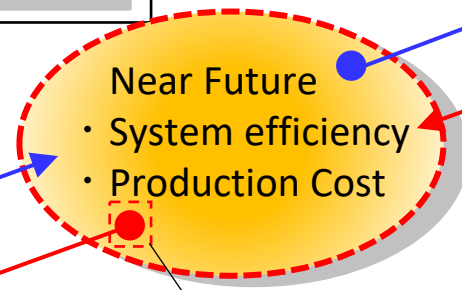
### バックキャスト手法

ある目標値設定に基づき、それを達成し得る技術提案を行う



### Forecasting approach

Novel cell designs  
production processes



### Backcasting approach

Constrains for target values  
Technological requirements

Time  
Scale (capacity)  
Impact

### フォアキャスト手法

現存技術を始点として、到達可能な  
将来性能を予測する

TEAとシナリオ分析を組み合わせた分析手法を開発

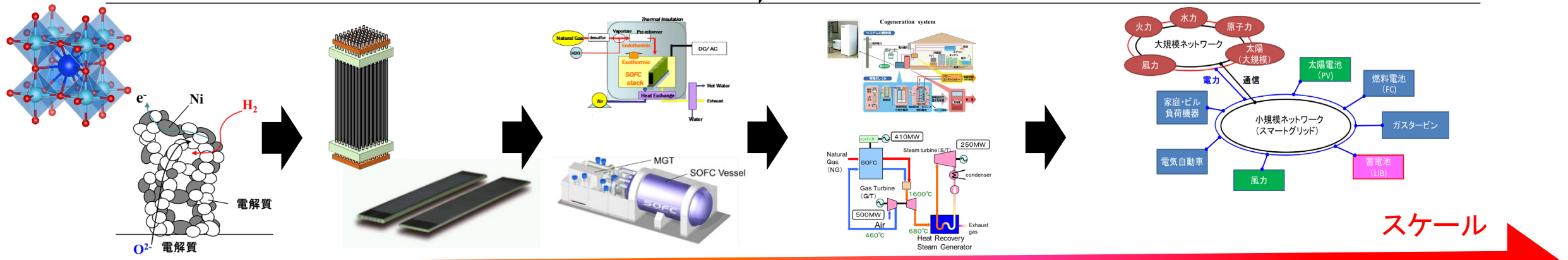
➡ デバイス・システム設計に適用

# 予測的・先行的TEA: コストエンジニアリング (CE)

## 技術導入・普及にむけた技術経済性分析(Techno-economic analysis: TEA)とシナリオ構築



材料物性 → セルデザイン → システムデザイン (モジュール) → システムデザイン (発電システム) → エネルギーシステム/電源構成



スケール (Scale)



各種パラメータ(モジュール化・粗視化) (Various parameters (modularization/coarse visualization))

技術導入シナリオを各種パラメータで構築 (Constructing technology introduction scenarios with various parameters)

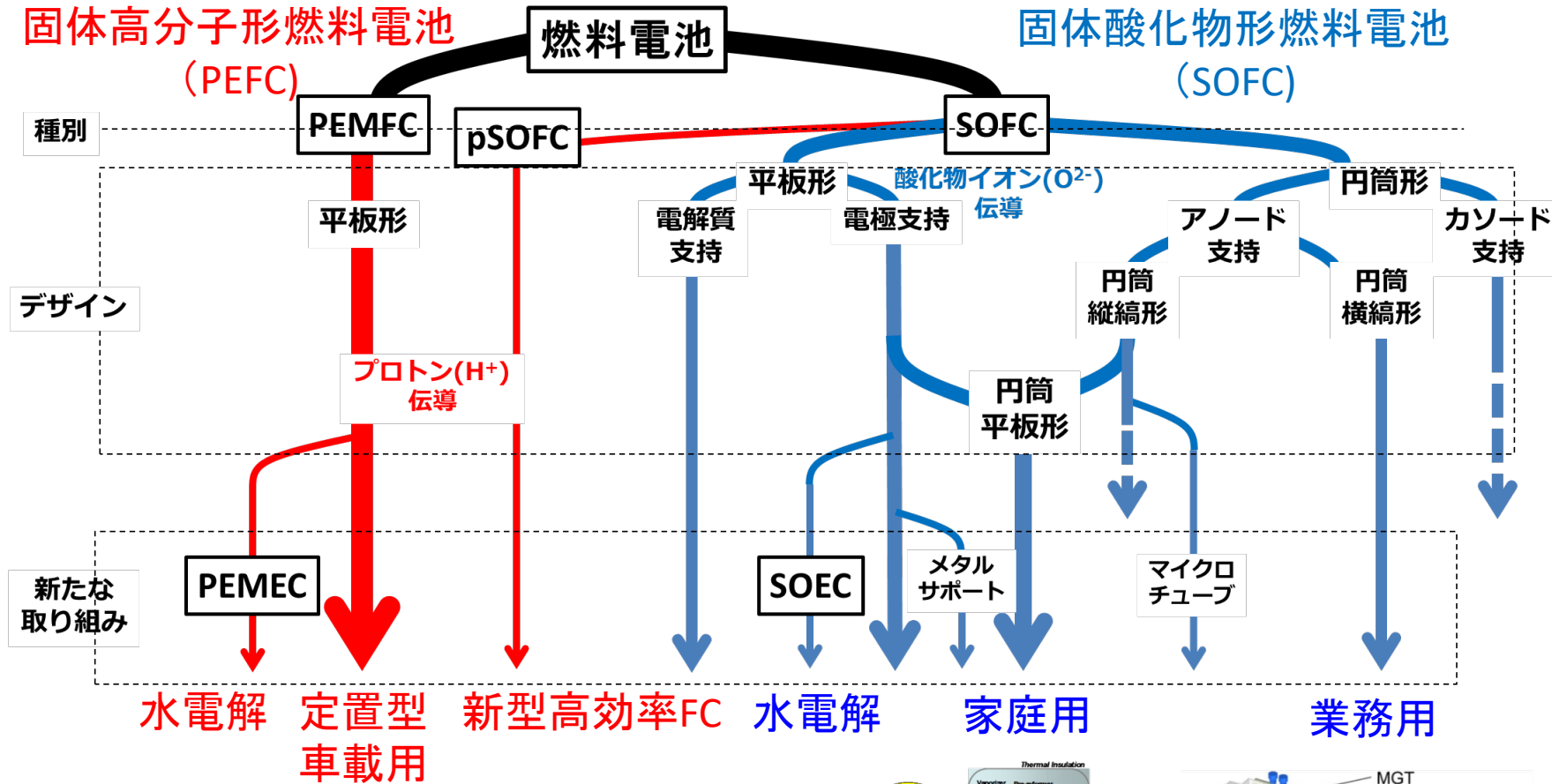
### 技術革新・イノベーション (Technology innovation/Innovation)

新材料 新原理 界面構造 システム エネルギー 技術共生・エネルギー市場  
 最適化技術 貯蔵技術 IoT・アグリゲーター

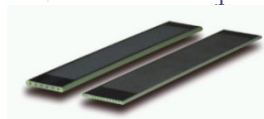
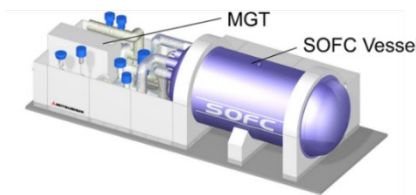
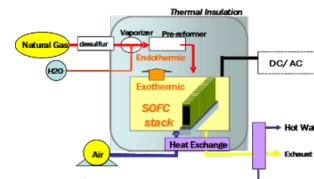
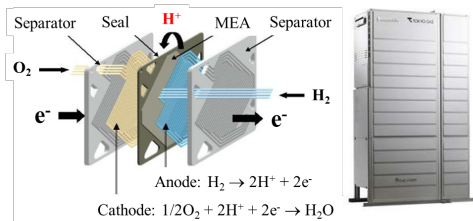


# (事例紹介)

## 燃料電池・水素製造・利用技術のコストエンジニアリング

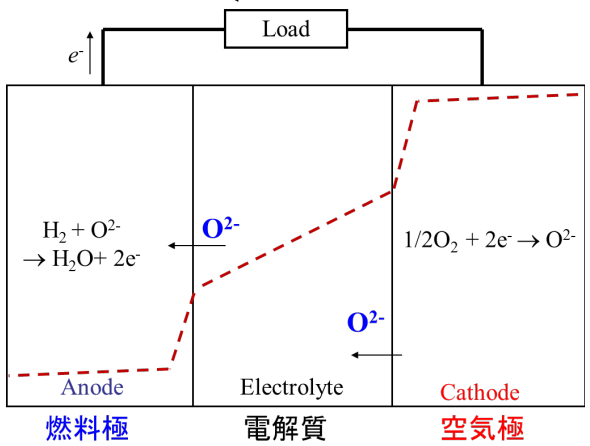
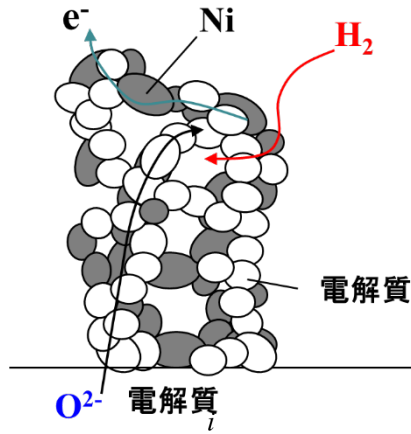
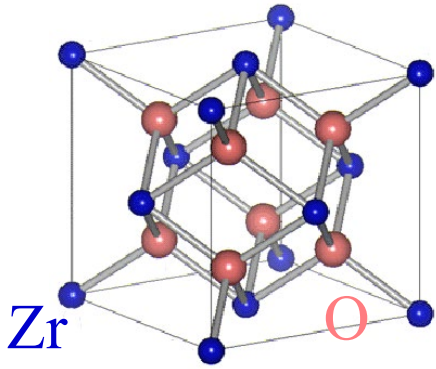


水素ステーション





# 例：燃料電池・水電解のセルデザインの主要パラメータ



$\sigma$  イオン伝導率 ( $S m^{-1}$ )

$t_i$  イオン・電子・正孔輸率 ( $S m^{-1}$ )

➡ イオン・電子輸送物性がセルの基本性能を支配

$i_0$  交換電流密度 ( $A m^{-2}$ )

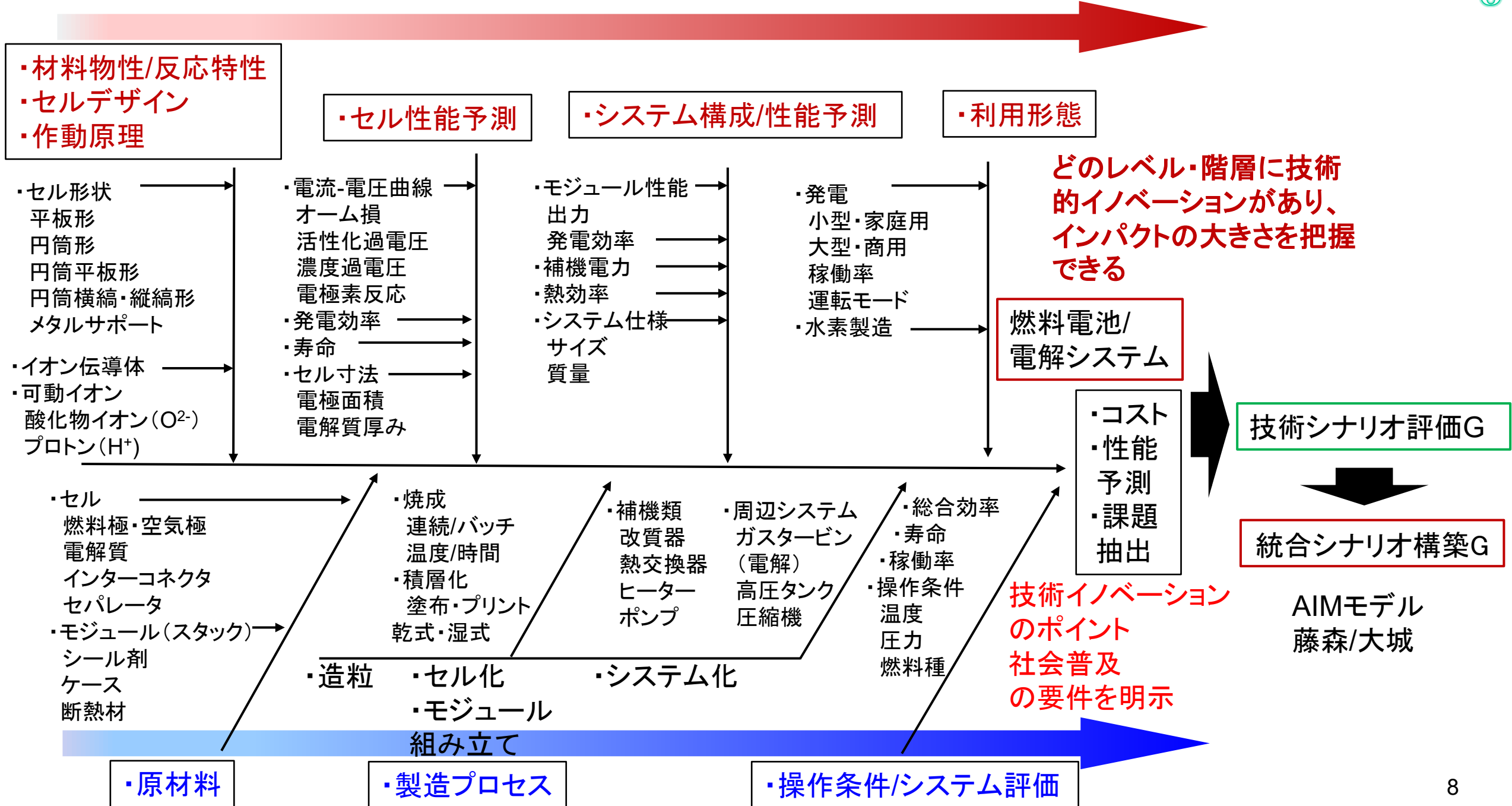
(素反応速度定数 $k_i$ , 電極構造(三相界面)などの複雑な情報を含む)

➡ 素反応・構造を縮約したパラメータ

$\eta$  電気化学ポテンシャル ( $J/mol$ )

➡  $\eta$ の勾配がセル全体性能・発電効率を支配

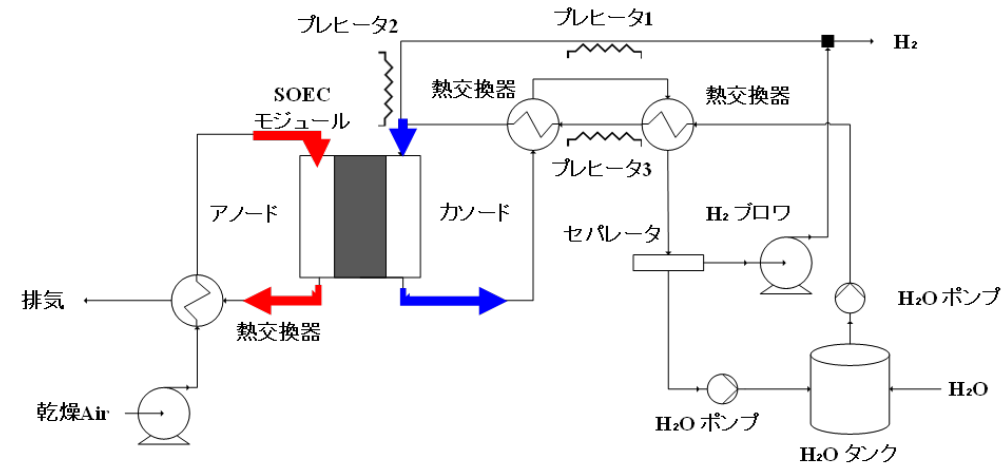
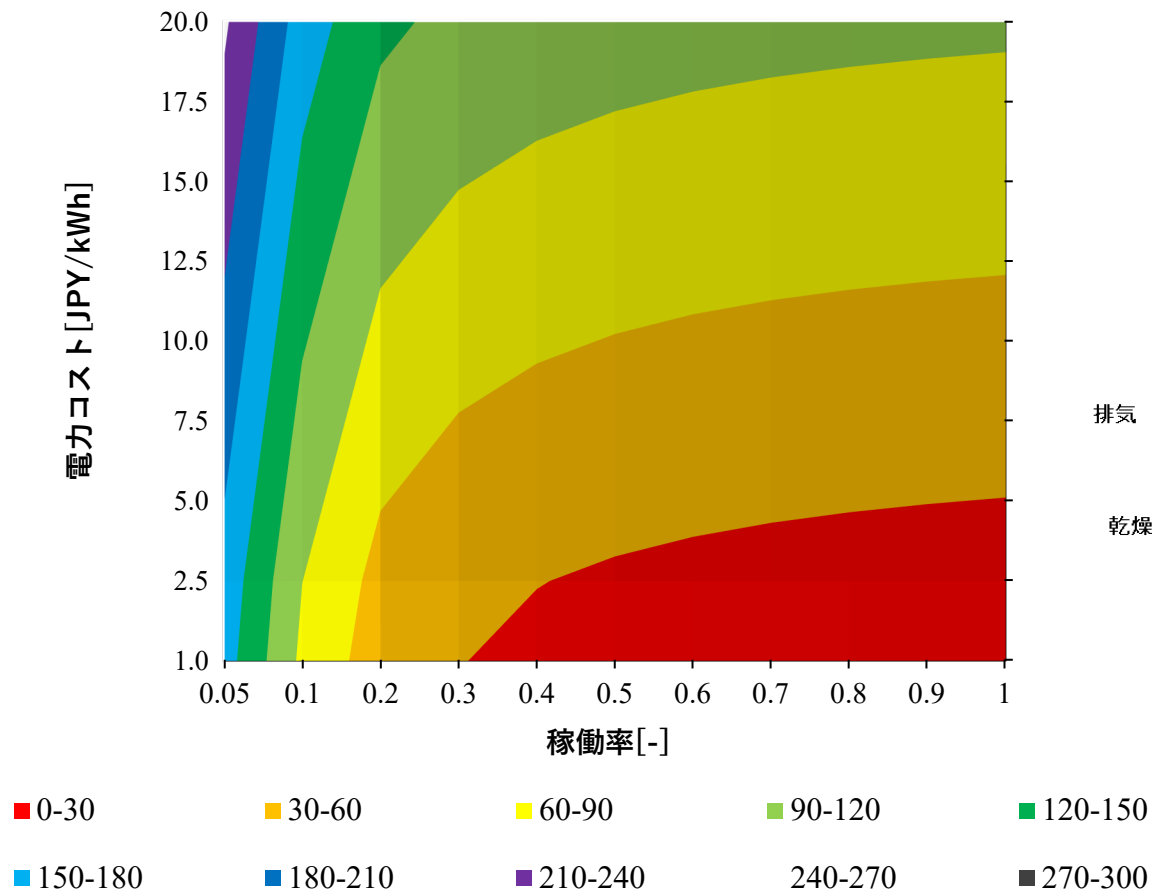
# 燃料電池の技術イノベーションの構造化（技術評価・予測手法の一般化・汎用化）





# SOEC水素製造コスト評価

SOECシステム 水素製造コスト  
[円/Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>]



SOECを用いた水素製造システム

**SOECシステム**  
 モジュール寿命：5年 システム寿命：15年  
 タンク容量：8h分(300Nm<sup>3</sup>/h×8h)  
 水素製造原単位(圧縮原単位を含む)：4.3 kWh/Nm<sup>3</sup>

SOEC ケーススタディの例

# まとめ

**脱炭素に向けた技術イノベーションを社会導入に結びつける**ことを念頭に、予測的・先行的な技術経済性分析（TEA）の手法について解説した。

本手法は**ボトムアップとトップダウンの分析の両者に対応**が可能である。予測的TEAでは、各階層のパラメータに技術イノベーションが取り込まれるが、社会経済シナリオ（統合シナリオ）に引き渡す時点でパラメータに含まれる情報が圧縮される。

パラメータの解釈や意義は、技術シナリオと社会シナリオの両者で異なることが予想されるため、両者の対話と理解が求められる。

今後に向けて：

我々の技術評価・技術シナリオと社会シナリオを有機的に結びつけ、活用するためのコミュニケーションをより活性化させる。

また、だれにどの立場で参加してもらうか、あるいは誰に対して成果を発信すべきかについても対話を進める予定である。