

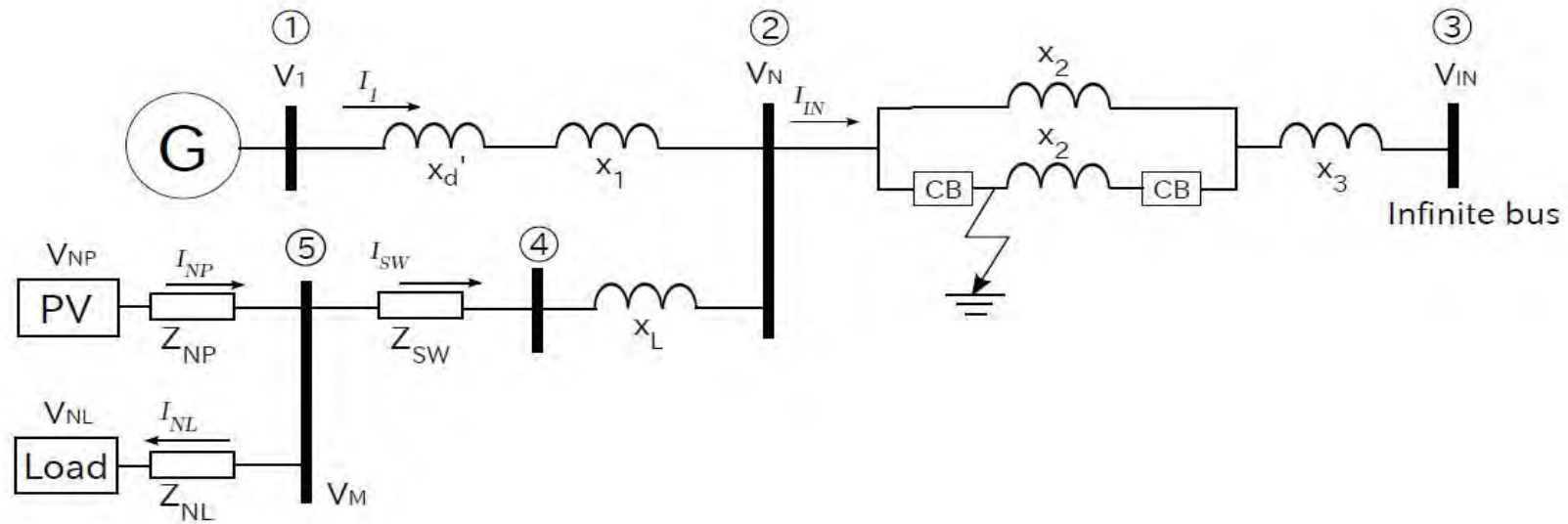
2020.12.16

東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授

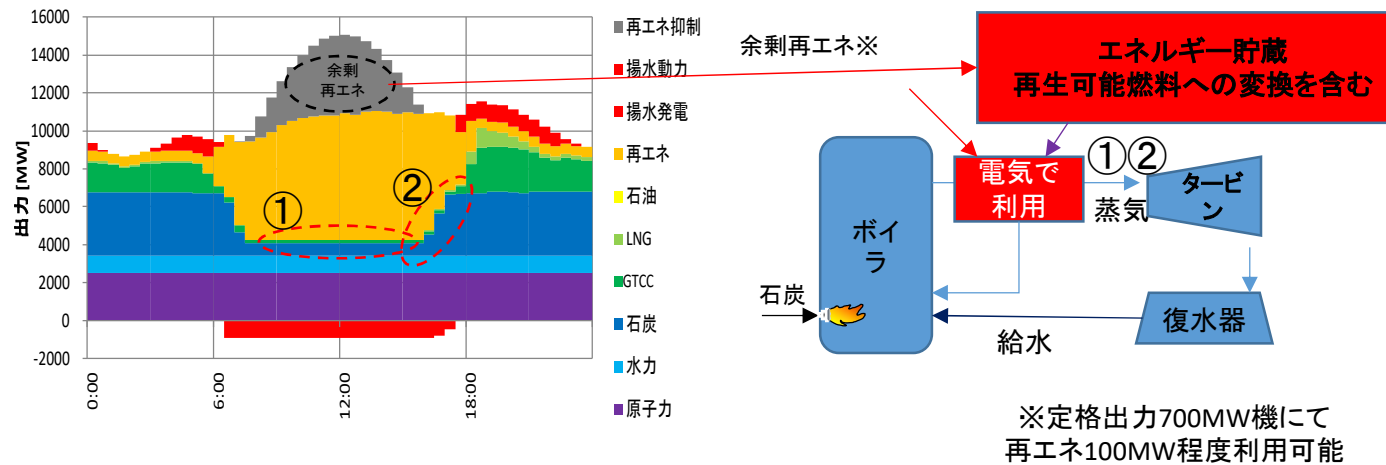
松橋隆治

- 気候変動への対応策  
エネルギー脱炭素化は、今やヨーロッパ諸国のみならず、中東の産油国やオイルメジャーからアフリカ諸国に至るまで世界的な潮流となっており、日本を含め79か国が2050年の脱炭素化を宣言しており、中国も2060年までの脱炭素化を宣言している。ただ、各国や各事業者とも自らの便益を確保しつつ、脱炭素化に貢献するのが基本姿勢である。
- エネルギーの供給安定性  
Energy transitionの成功とは、移行のプロセスを通じて、エネルギー供給安定性、公平性、環境の持続可能性を向上させることである。世界的には脱石炭の方向性が示されているが、日本では供給安定性の観点から重要なエネルギーと位置付けられている。今後とも世界の動向を念頭に置いて、国内の安定確保策を検討する必要がある。
- エネルギー技術の展開  
再生可能電源の大量導入と脱炭素化の潮流の中で、水素エネルギーが必要との認識が高まっている。また、エネルギーシステムのソフト面では、ブロックチェーン等のデジタル化が注目を集めている。

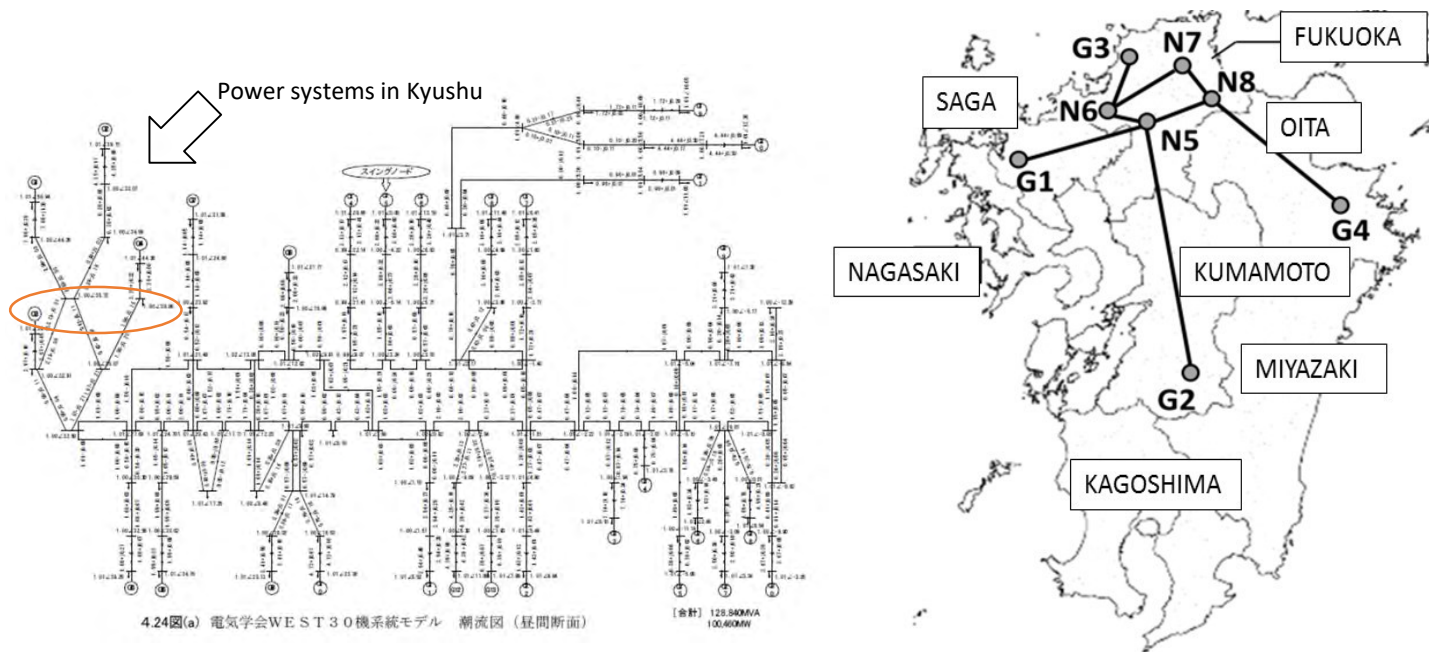
- (1)脱炭素社会実現には、長期(2050年)と短期(近未来)のイノベーションが必要
- (2)特に近未来のイノベーションを成功させるカギは、エネルギー供給側・需要側および両者をつなぐ情報通信技術の共進化
- (3)各分野の技術の共進化により、脱炭素化だけでなく、電力システム安定化、更に地域経済活性化に貢献
- (4)社会実装の実現には、技術革新と制度革新の相乗作用が重要



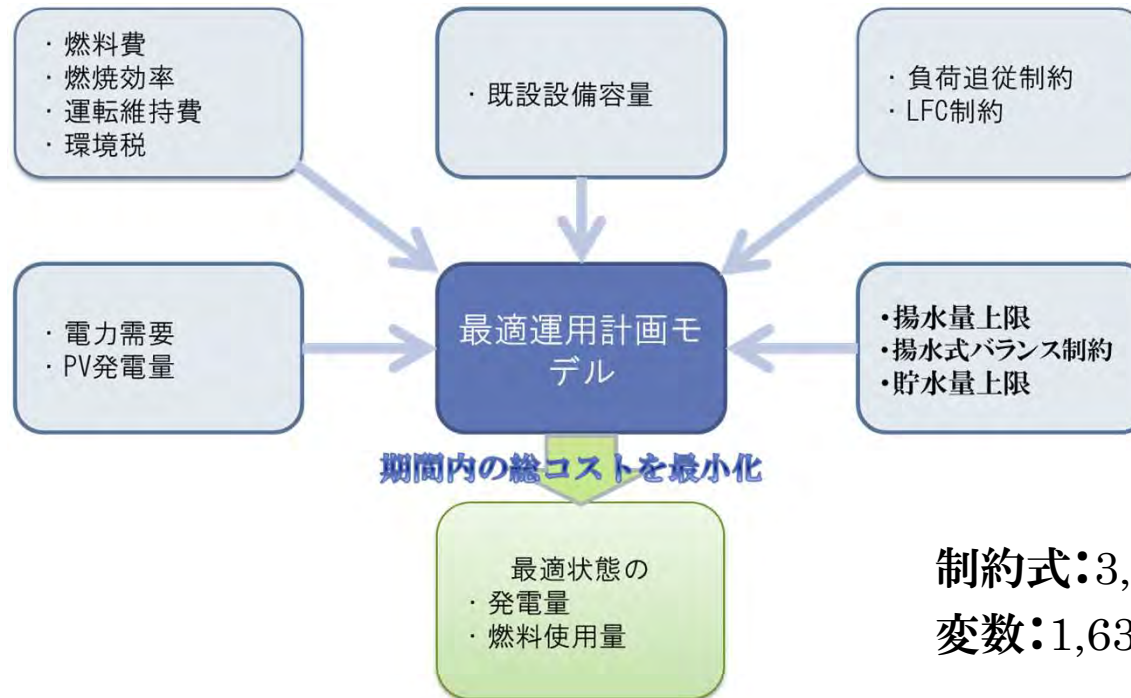
- 極低負荷運転に安価な余剰再エネ電力を活用(～送電端出力0MW)
- 石炭燃料の代替に余剰再エネを利用



- ①最低負荷の引き下げ(極低負荷:～送電端出力0MW)に余剰再エネを活用
- ②スムーズな出力上昇により安定した供給力を確保(DSS運用を回避)  
⇒慣性力、無効電力、調整力の価値を再エネを利用しながら供給



- 2030年以降の電源構成を考慮し、資本設備の固定費と燃料費の和を最小化する電源構成を求めると共に1年間の最適運用を明らかにする。
- 負荷曲線やLFCの調整が不可能な場合太陽光発電を抑制して最適解となる場合太陽光発電は抑制され、その電力量は例えば電気分解装置を用いて水素エネルギーに変換することが可能となっている。



制約式: 3,413,699本  
変数: 1,638,443個

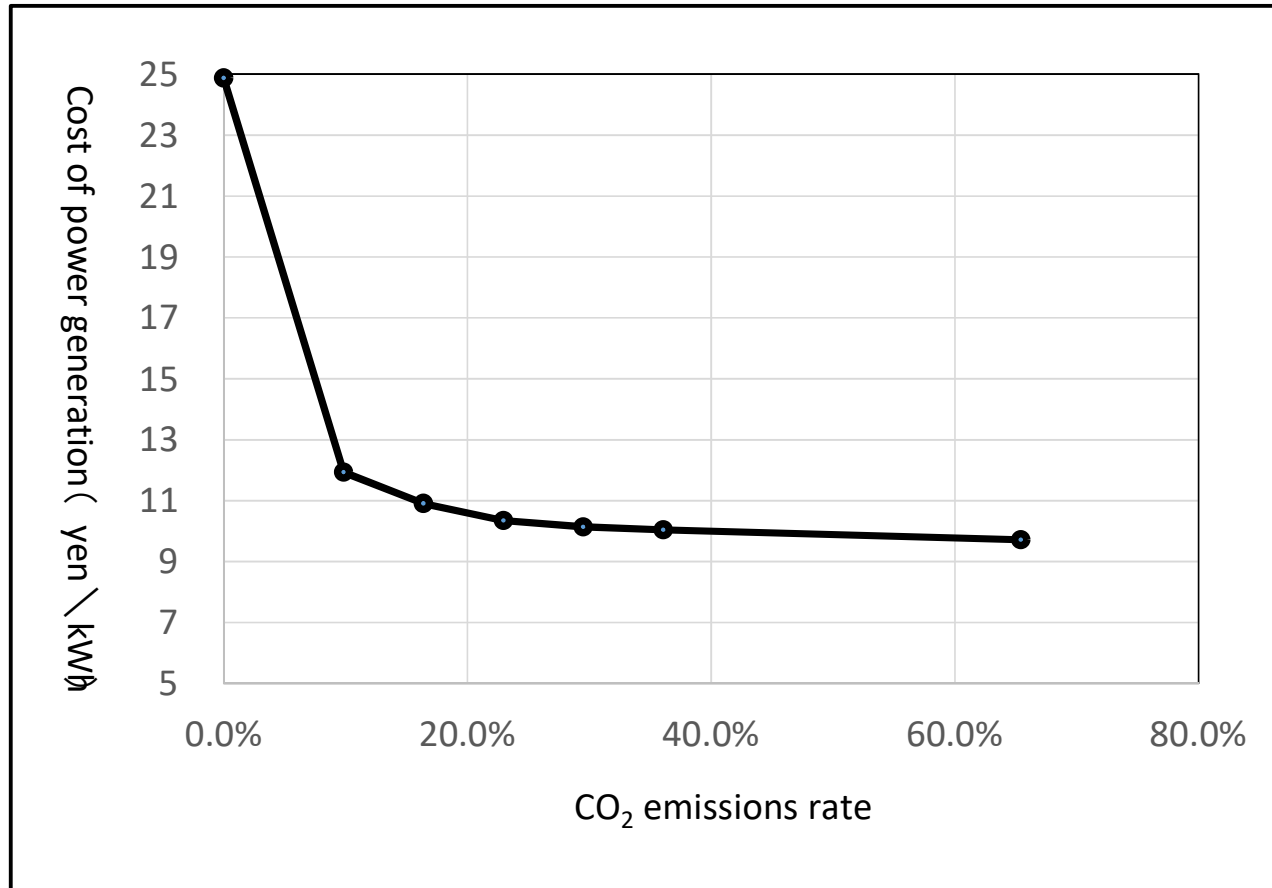


図. CO<sub>2</sub>排出量制約と発電コストの関係



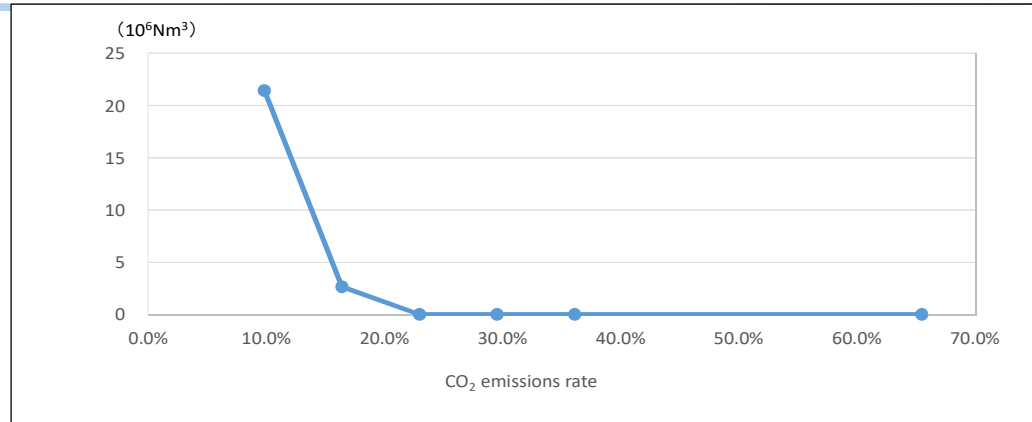


図. CO<sub>2</sub>排出量制約と水素貯蔵容量の関係 (CO<sub>2</sub>排出量制約が10%以上の場合)

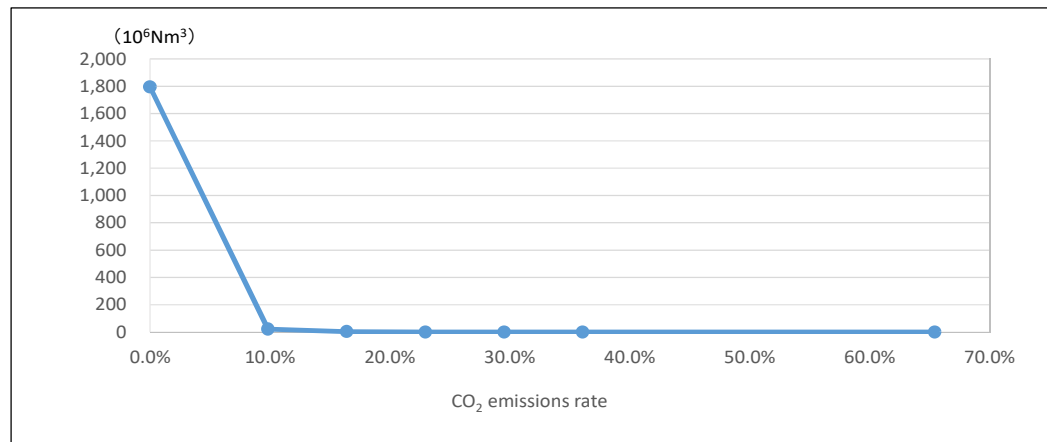


図. CO<sub>2</sub>排出量制約と水素貯蔵容量の関係 (CO<sub>2</sub>排出量制約が0%以上の場合)

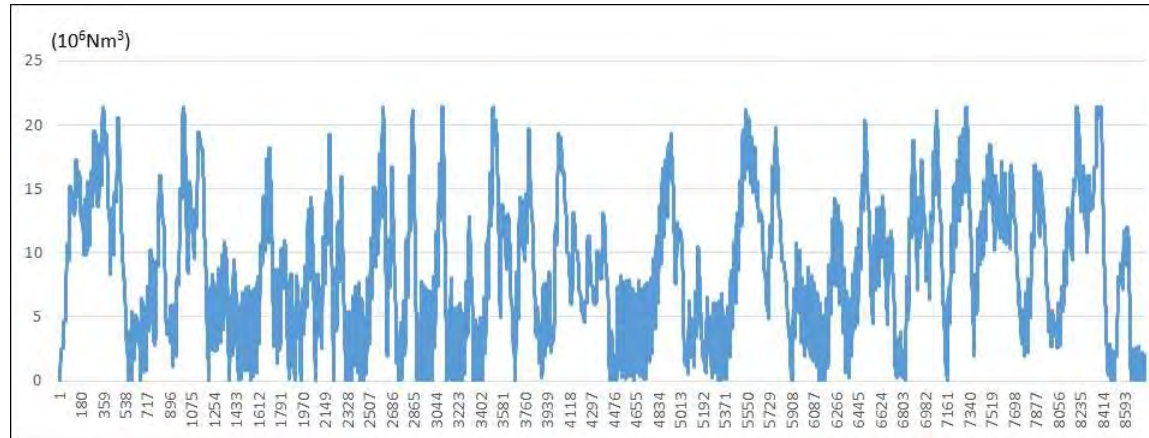


図. 1年間の水素貯蔵量の推移 (CO<sub>2</sub>排出量90%削減のケース)

CO<sub>2</sub>を90%削減時の当該地域の  
発電用の水素

⇒

水素貯蔵容量: 1910t

水素消費量 : 14万8千t/年

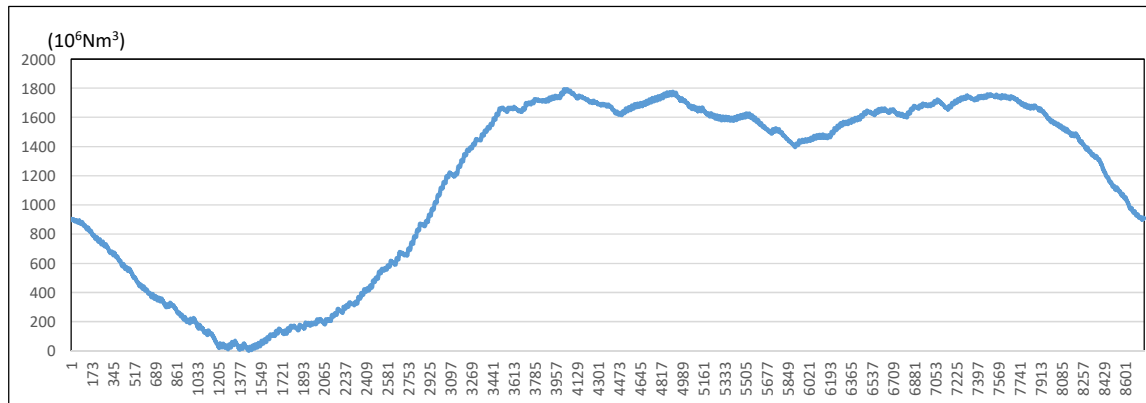


図. 1年間の水素貯蔵量の推移 (CO<sub>2</sub>排出量100%削減のケース)

CO<sub>2</sub>を100%削減時の当該地域の  
発電用の水素

⇒

水素貯蔵容量: 16.0万t

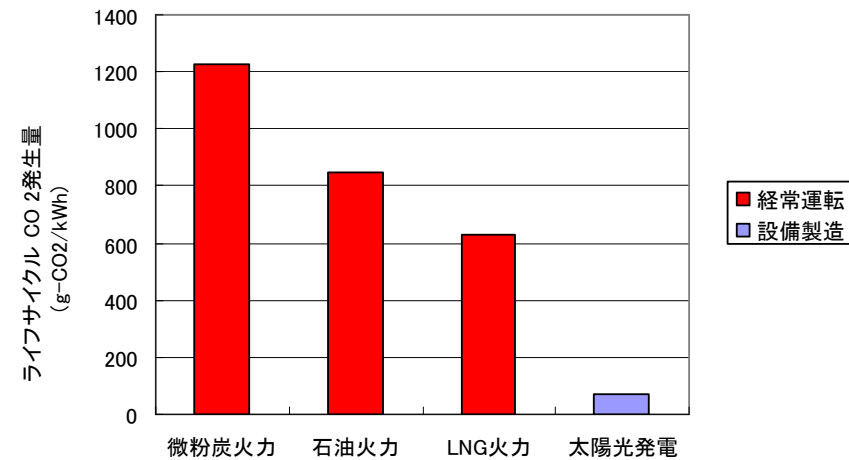
水素消費量 : 65万8千t/年

⇒

水素消費量に関する政府目標値である  
30万t(2030年), 500万t~1000万t(2050年)と  
比較する必要がある。  
ただし、モデルの数値は当該地域内で発電用  
のみであることに留意

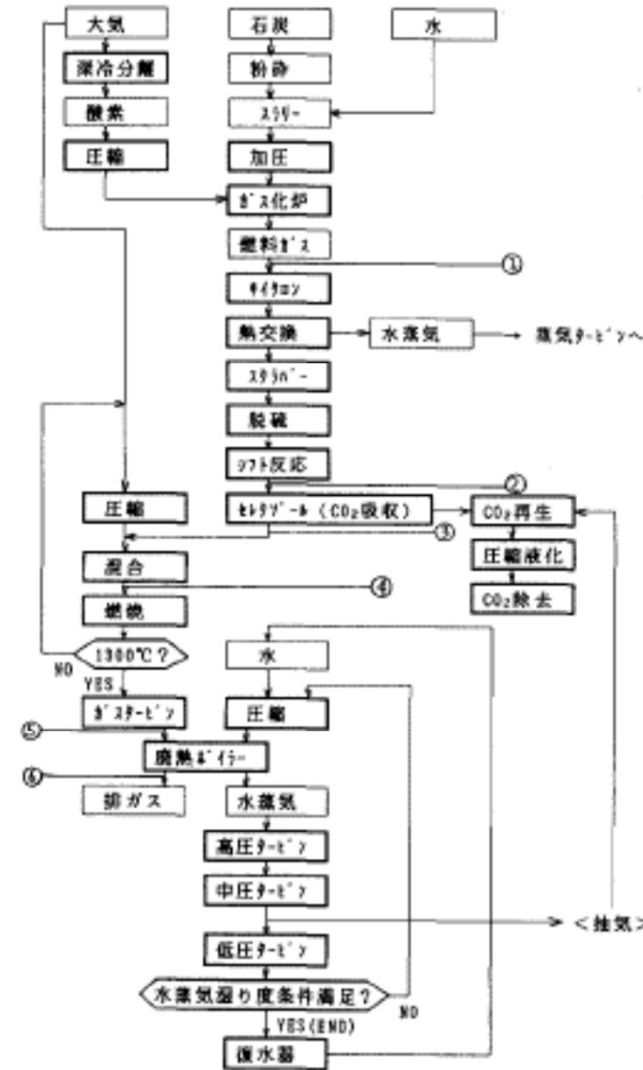
表1. シリコンウエハ製造に要する各種原材料（10MW規模）

			投入量	単位
高純度シリカの製造	原料	ガラス用珪砂	462	t
	水ガラス化	炭酸ナトリウム	272	t
		原油	172.8	k l
	析出・精製	鉍酸	1051.1	t
		石灰石	959.7	t
		電力	525.6	MWh
		上水	22987.1	k l
	カーボンペレット製造	アセチレンブラック	161	t
		レゾール	97	t
		電力	4028	MWh
		塩素	36.6	t
		水酸化ナトリウム	22	t
	太陽電池シリコン製造	シリカ還元	アルゴン	16.4
黒鉛ノズル			1.8	t
黒鉛電極			9.1	t
電力			2548	MWh
ろ過脱炭・酸化脱炭		電力	309.4	MWh
一方向凝固		煉瓦	4830	k g
		電力	528	MWh
多結晶Siの基板化		シリコンカーハート砥粒	231	t
		切断用ピアノ線	37	t
		電力	3305.4	MWh



燃焼前のCO<sub>2</sub>回収装置を備えた石炭ガス化複合発電の発電効率算定結果  
(プラントBが該当)

プラント名	CO <sub>2</sub> の回収について	発電効率(%)
プラント A	CO <sub>2</sub> 未回収	42.1
プラント B	燃焼前回収(SELEXOL)	39.2
プラント C	燃焼後回収(FT-1)	36.6



燃焼前のCO<sub>2</sub>回収装置を備えた石炭ガス化複合発電の発電効率算定フロー

# エネルギーシステム脱炭素化の要点 (広域エネルギーシステムの検討)

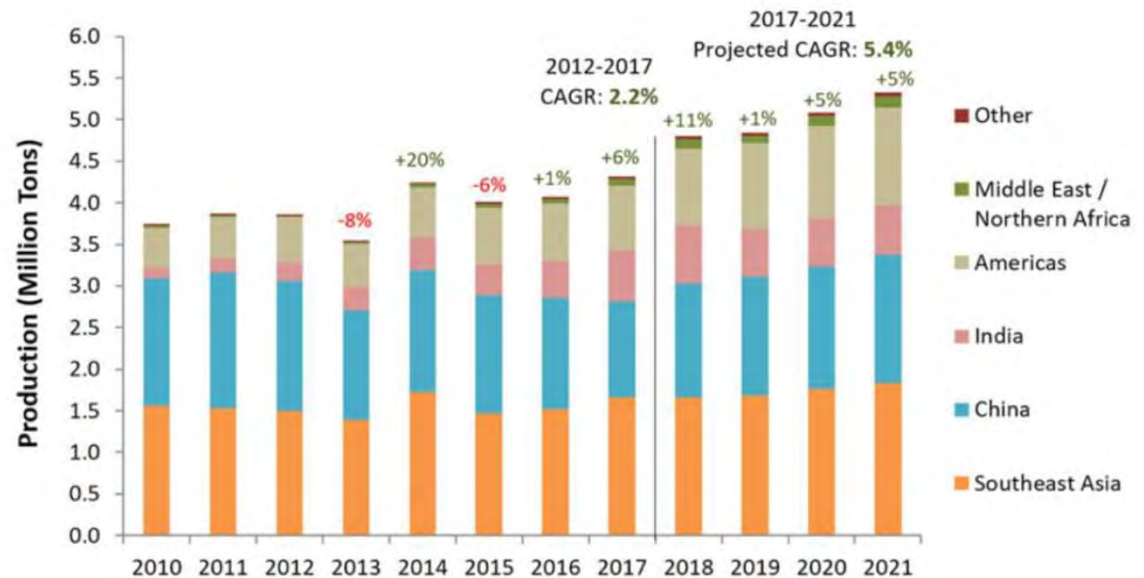
- (1) モデル分析の結果から分かるように、低炭素システム(90%CO<sub>2</sub>削減)から脱炭素システム(100%CO<sub>2</sub>削減)に至るところで急激なコスト上昇が起きており、低炭素化と脱炭素化は抜本的に異なる。従って、エネルギー脱炭素化を実現するには抜本的な技術革新が必要である。
- (2) エネルギーシステムの脱炭素化のシステム設計はここで示したものだけではない。例えば、CCSを備えたIGCCの技術を応用すれば、化石燃料からでもCO<sub>2</sub>排出の極めて少ない水素を生産できる。これは、再生可能起源の水素と統合することも可能である。更にバイオマスとCCSの組み合わせによるCO<sub>2</sub>排出がマイナスとなる技術など、多様な可能性があり、エネルギーシステムのバリエーションは広い。
- (3) エネルギー脱炭素化を目指すには長期的にはライフサイクル評価ベースで考える必要がある。太陽光発電システムのLCCO<sub>2</sub>でも、製造過程でのCO<sub>2</sub>排出がある。こうした製造過程でのCO<sub>2</sub>排出低減を考えることによる、更なるイノベーションのきっかけとすることができる。

### Shrimp production around the world

- Gradual increase
- Large production in Asia

### Shrimp production in Asia

- Steady growth
- Stronger growth (Vietnam and China)



Source: Anderson, J. L., D. Valderrama, and D. E. Jory. "GOAL 2019: Global shrimp production review." In *Glob. Aquac. Advocate*, 2019.

- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, *Renewable Energy*, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, *IEEE Access*, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

Shrimp industry in Vietnam in 2017:

- Area: 706,000 ha
- Revenue: \$4,000 million (50%)

Area in 2020: 900,000 ha

Problems:

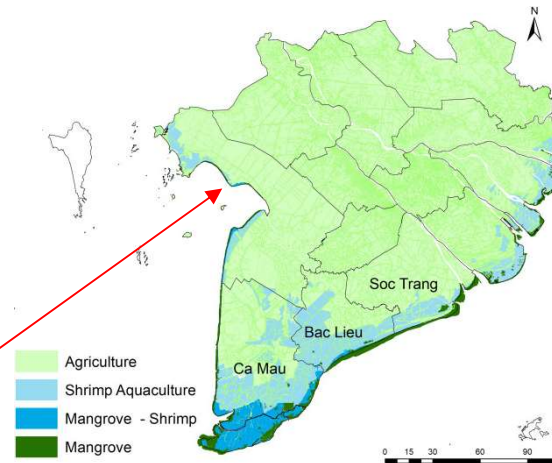
- High energy consumption
- Environmental problems

→ **Solution???**



- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

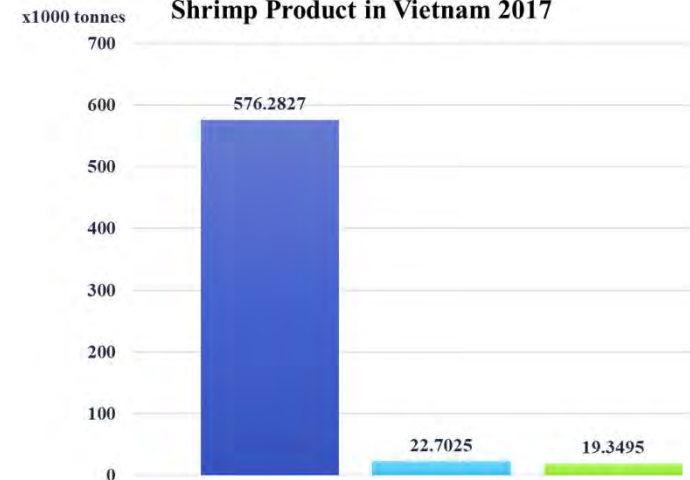
## • Shrimp Farms in the Mekong Delta



Shrimp Farming Area in Vietnam 2017



Shrimp Product in Vietnam 2017



- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.



カントー大学にて(2019.12.16)



## メコンデルタ養殖池地域にて(2019.12.18)



養殖池における空気送入の様子



空気送入の為 池底に設置する器具



停電時に稼働する発電機

Aerators are:

- mechanical
- electrical



**Diffused-air System**



**Propeller-aspirator-pump**



**Vertical Pump**



**Paddlewheel**

- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi and Tran Thi Bich Chau, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, *Renewable Energy*, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, *IEEE Access*, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

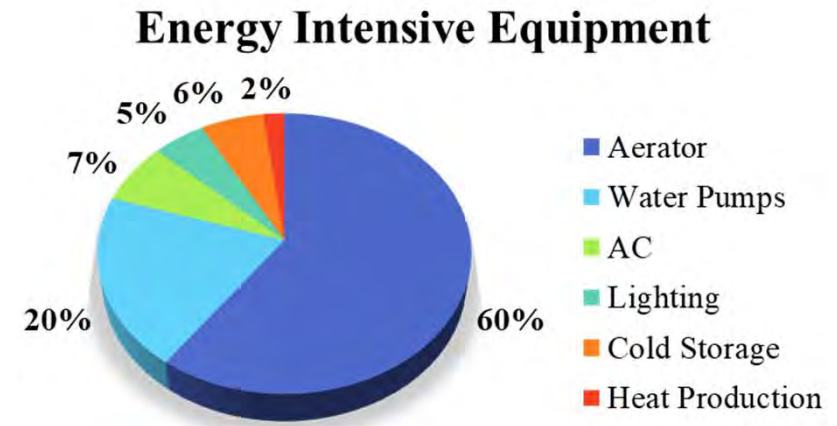
Power via 22 kV distribution line (EVN)

Electricity tariff:

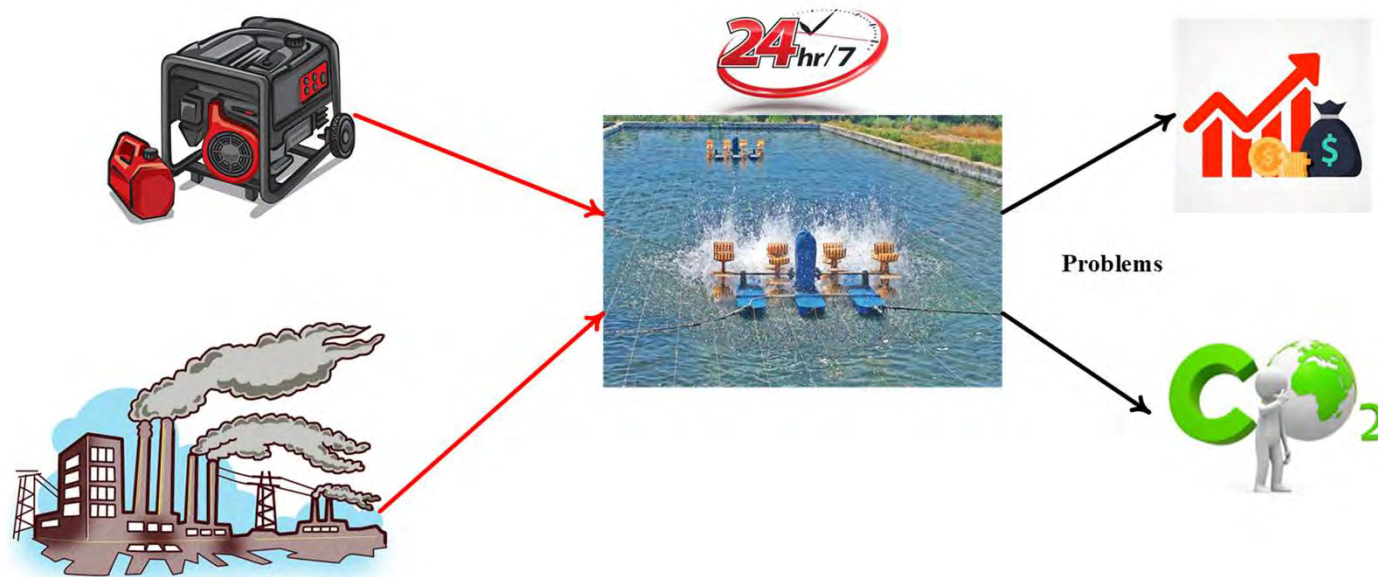
- Normal hours: 6 USct/kWh
- Peak hours: 11 USct/kWh

Energy consumption of aerators = 60%

Annual energy consumption = 2280 MWh (2016)



- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

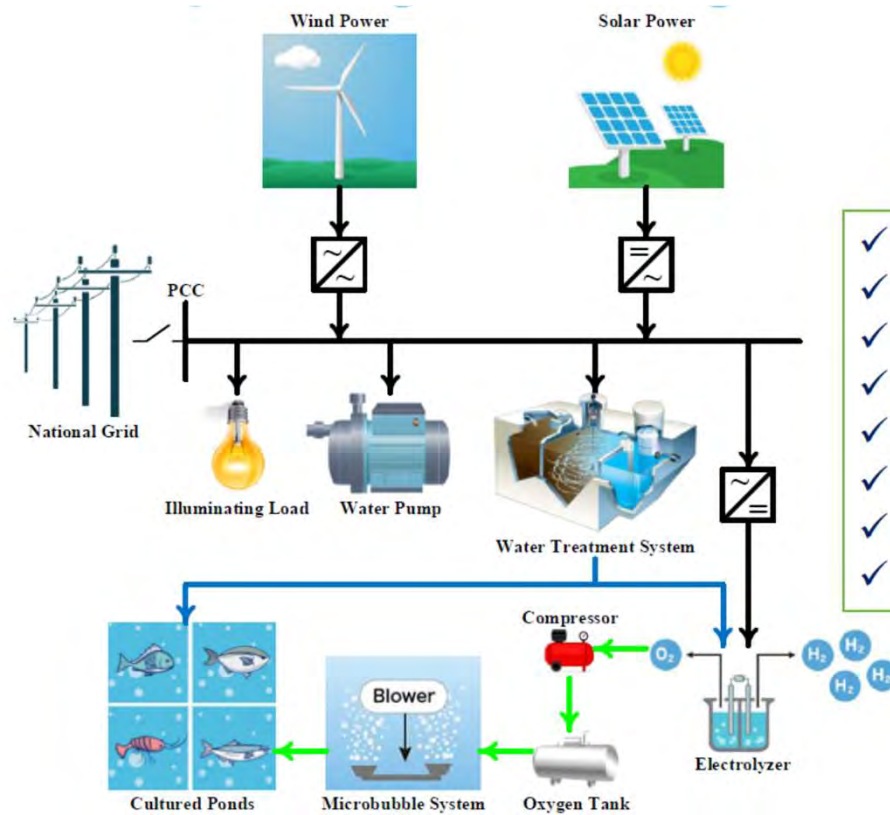


## Solution

→ Renewable energy application, advanced aeration and hydrogen technology

- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

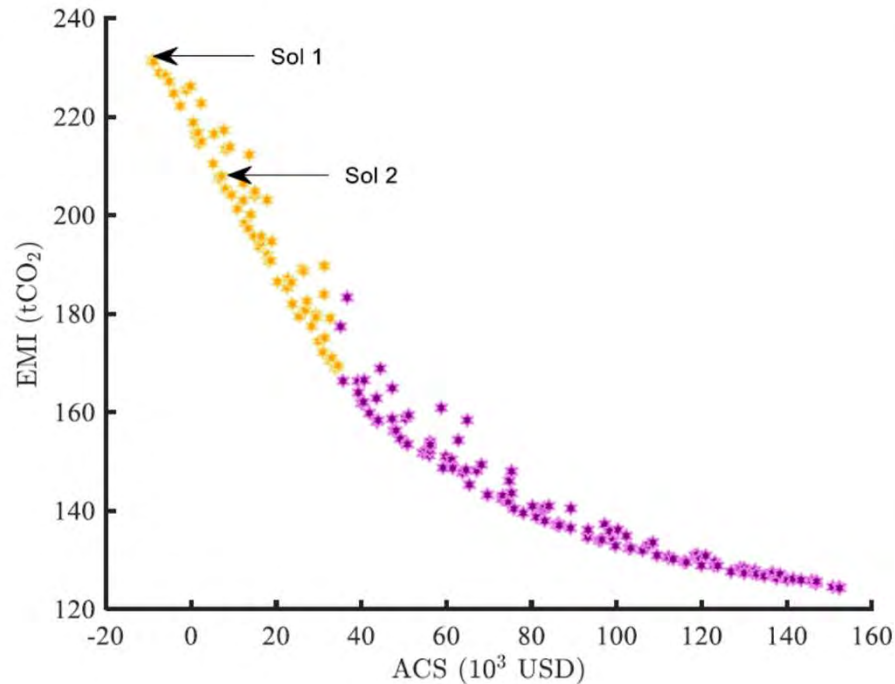
# 養殖業のエネルギーシステムと脱炭素化 提案システムの概念図



## Attractive features

- ✓ Pure oxygen in situ with high absorption efficiency above 90%.
- ✓ Great volumes of nitrogen eluded
- ✓ Curtailing gas injected to shrimp ponds
- ✓ Reducing energy requirement for compressors by 1/5
- ✓ Controlling electrolyzer according to DO demand
- ✓ Low energy demand and operation costs
- ✓ Selling surplus electricity to national grid
- ✓ By-product hydrogen used for different applications

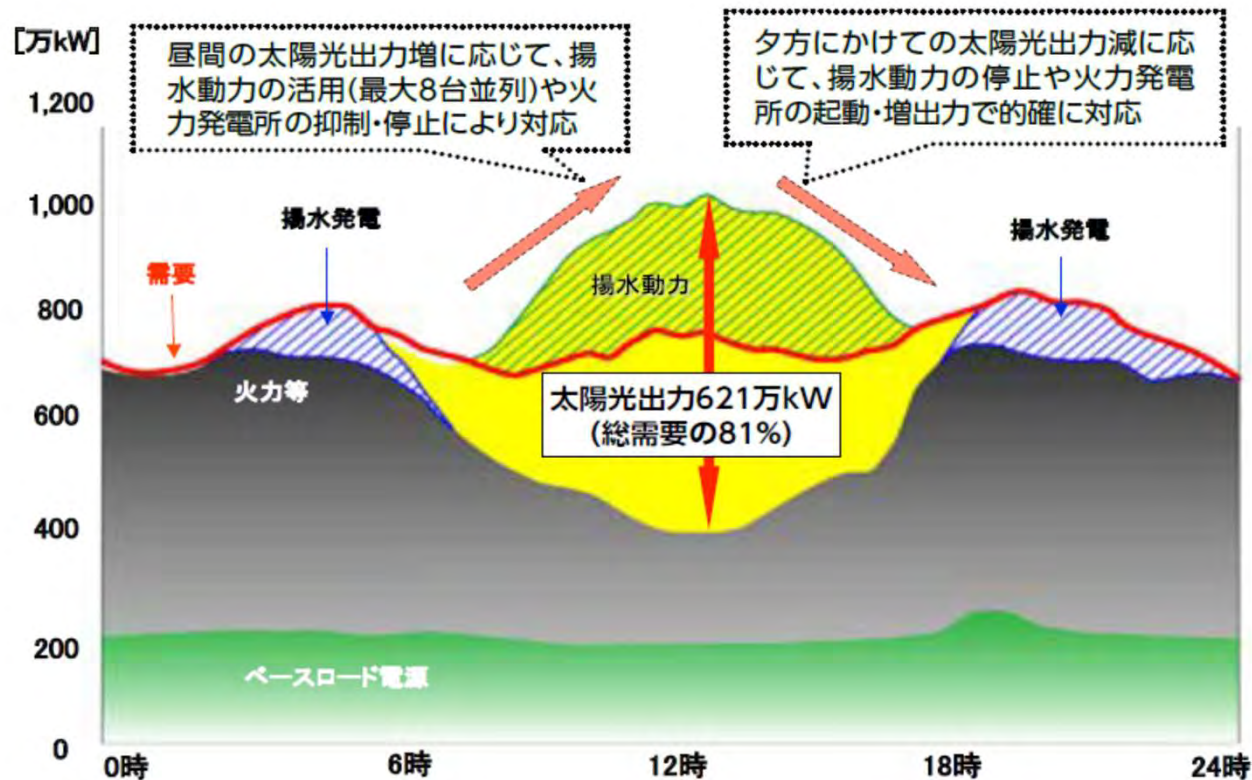
- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.



Description	Sol 1	Sol 2	CAS
PV capacity (kW <sub>p</sub> )	998.65	998.62	-
Wind turbine capacity (kW <sub>r</sub> )	999.09	998.96	-
Fuel cell capacity (kW)	0.06	12.30	-
Hydrogen tank capacity (kg)	0.51	12.25	-
ACS (USD)	-9,112	7,160	35,090
EMI (tCO <sub>2</sub> )	231.35	208.01	261.96

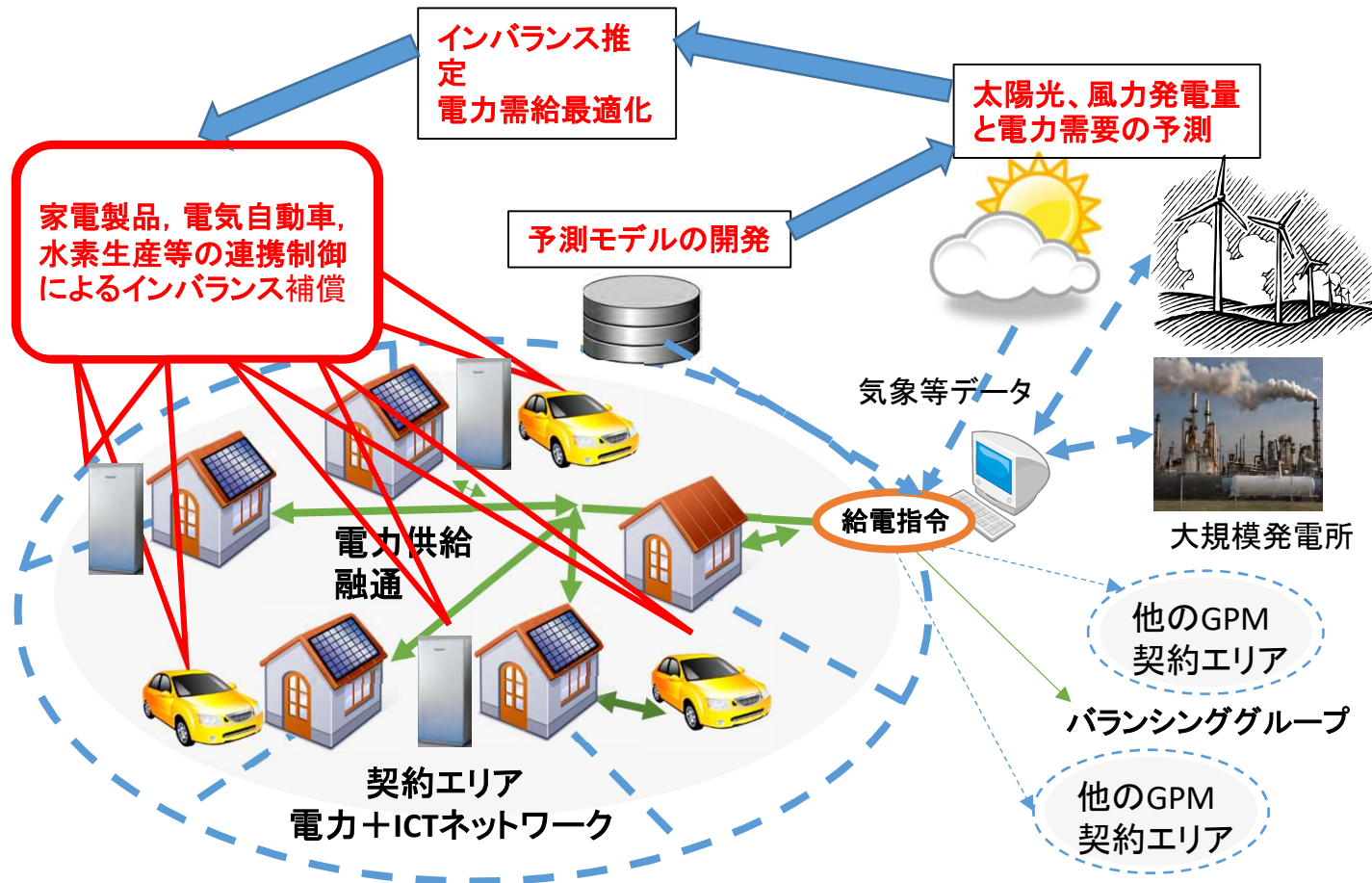
- 1) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashia and Tran Thi Bich ChauVoc, A design on sustainable hybrid energy systems by multi-objective optimization for aquaculture industry, Renewable Energy, Volume 163, January 2021, Pages 1878-1894, 2020.
- 2) Nhut Tien Nguyen, Ryuji Matsuhashi, An Optimal Design on Sustainable Energy Systems for Shrimp Farms, IEEE Access, vol. 7, pp. 165543-165558, 2019.

- 再エネ電源が大量連系した電力供給エリアでは、系統運用上の課題が顕在化している。



Supply and demand in Kyushu Electric Power Company, (May 3<sup>rd</sup>, 2018)





## EVの普及目標

✓ 次世代自動車戦略2010(経済産業省) <ul style="list-style-type: none"> <li>販売：15~20%(2020年) 20~30%(2030年)</li> </ul> ✓ 次世代自動車振興センター <ul style="list-style-type: none"> <li>保有：3%(2020年), 9%(2030年)</li> </ul>	✓ 現状 <ul style="list-style-type: none"> <li>販売：0.19%(2013年時)</li> <li>保有：0.19%(2014年時)</li> </ul>
---	---

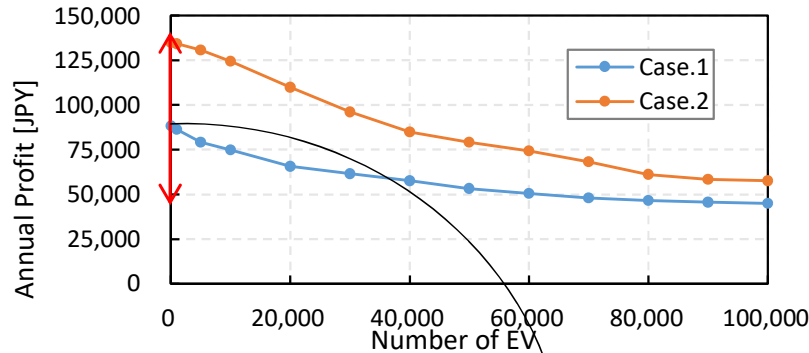
## 需要家側資源としてのEV

### Vehicle to Grid (V2G)

- 制御指令に対する応答が速い
- 一方向制御はSOCに影響大で不向き

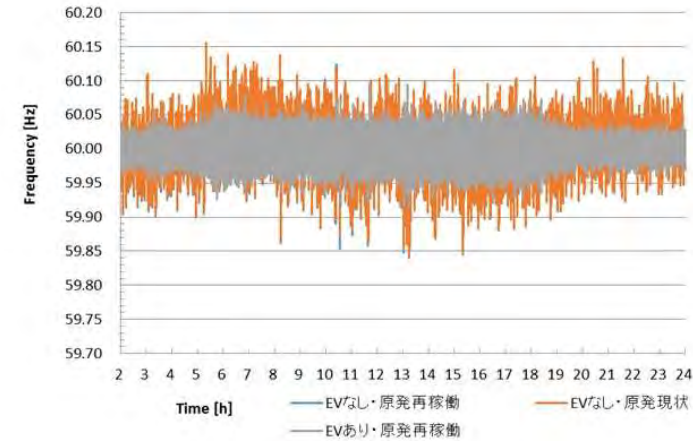


EV所有により市場から報酬獲得 → EV普及のインセンティブとなる可能性



年間獲得報酬：約5万~13万円

## 電気自動車(EV)を用いた周波数調整市場への参入<sup>1)</sup>



## 電気自動車(EV)を用いた周波数調整市場への参入及びその実証実験<sup>2)</sup>

### 【これまでの進捗】

- EVを用いた周波数調整市場の取引シミュレーション<sup>1)</sup>
- 電力系統安定化の為の周波数制御実験の開始<sup>2)</sup>

### 【今後の課題、達成への道筋】

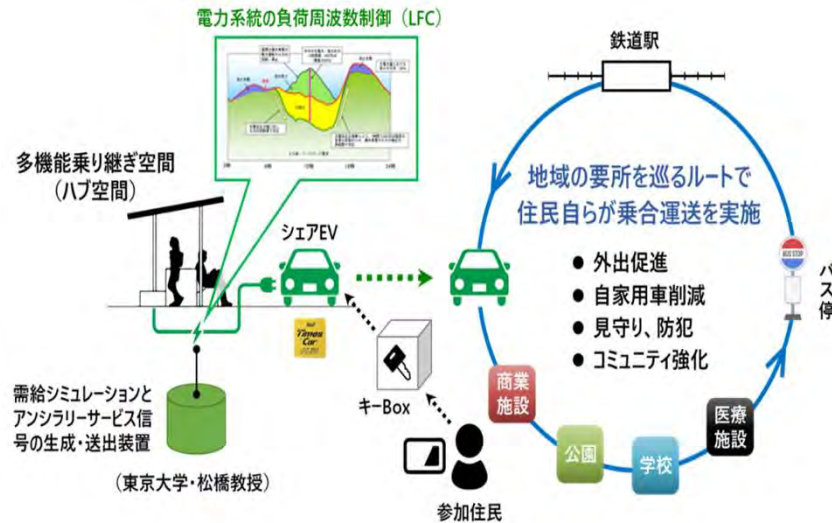
- EVによる周波数調整やインバランス補償の実証実験

### 【新たに創出される価値】

- 周波数制御やインバランス補償に電気自動車が参画することによる新たな自動車の価値の創出

1) 山本 有途, 松橋 隆治, 電気自動車を用いた電力系統の負荷周波数制御の分析とその経済性評価, 第32回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, エネルギー資源学会, 東京都, 2016年2月2日

2) Kenshi Takeda, Masaru Okazaki, Ghuen Tien Nhut, Ryuji Matsuhashi, Ryo Ariyoshi and Fumihiko Nakamura, "A Study on Using Electric Vehicles for Load Frequency Control in Power Systems," GRAND RENEWABLE ENERGY 2018 Proceedings, Pacifico Yokohama, Japan. June 17-22, 2018.



## 横浜国大中村教授、有吉准教授のカーシェアリング事業とエネルギーサービスの連携

- Case1: EV駐車中、充電
- Case2: EV駐車中、JEPX価格の安い時に充電
- Case3: EV駐車中、JEPX価格の安い時に充電、高い時に放電

	Case1	Case2	Case3
総費用[円]	12172	10200	8641

- 充電タイミングの制御により16%コスト削減
- 充放電タイミングの制御により29%コスト削減

- 1) Sinan Cai and Ryuji Matsuhashi, "A Control Method for Compensating Communication Delays in Load Frequency Control with Electric Vehicle Aggregators", Journal of Society for Energy and Resources, Vol. 41, No. 1, pp. 1-10, 2020.
- 2) 米田琢見, 有吉亮, 松橋隆治, 電気自動車を活用したカーシェアリングシステムと充放電エネルギー管理システムの設計に関する研究, 電気学会 令和2年電力・エネルギー部門大会, 2020.9.11

## カーシェアリングサービスに関する多項ロジットモデルを開発

ガンベル分布  
確率分布関数は以下の通り  
 $F(x) = \exp\{-\exp(-x)\}$   
確率密度関数は以下の通り  
 $f(x) = \exp(-x) \cdot \exp\{-\exp(-x)\}$

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

Determinant      Probability term

$$V_i = \beta_1 \cdot x_{CarVolume} + \beta_2 \cdot x_{UsageFee} + \beta_3 \cdot x_{CarType}$$

$$P_i = \frac{\exp(U_i)}{\sum_j \exp(U_j)}$$

User

## カーシェアリング事業とエネルギーサービス連携のための市場選好モデルの開発<sup>2)</sup>

### 【脱炭素と系統安定化・2020年度進捗】

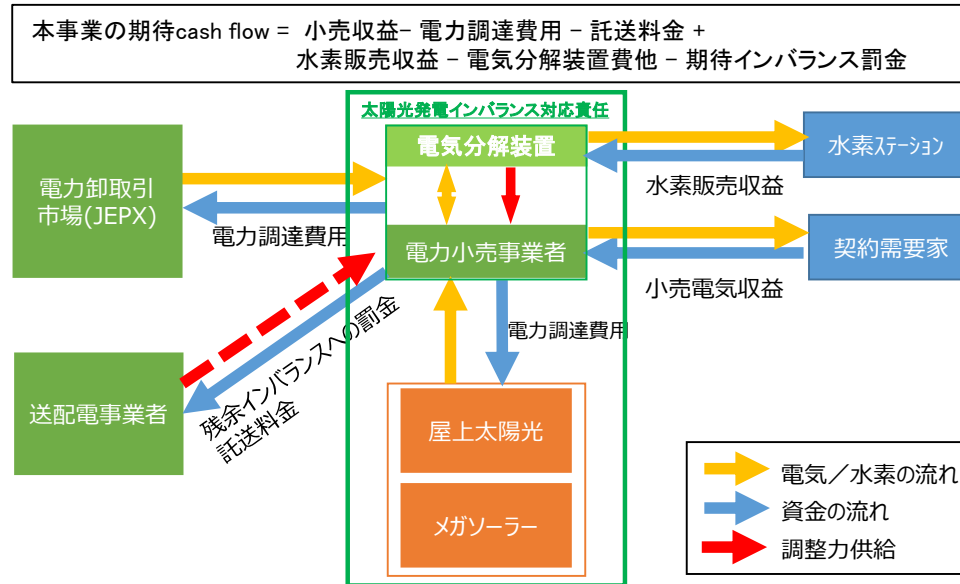
- 周波数制御における制御信号の遅延を補償するシステムの開発と特許申請<sup>1)</sup>
- カーシェアリング事業とエネルギーサービス連携のための市場選好モデルの開発と充放電制御システム開発<sup>2)</sup>

### 【今後の課題、達成への道筋】

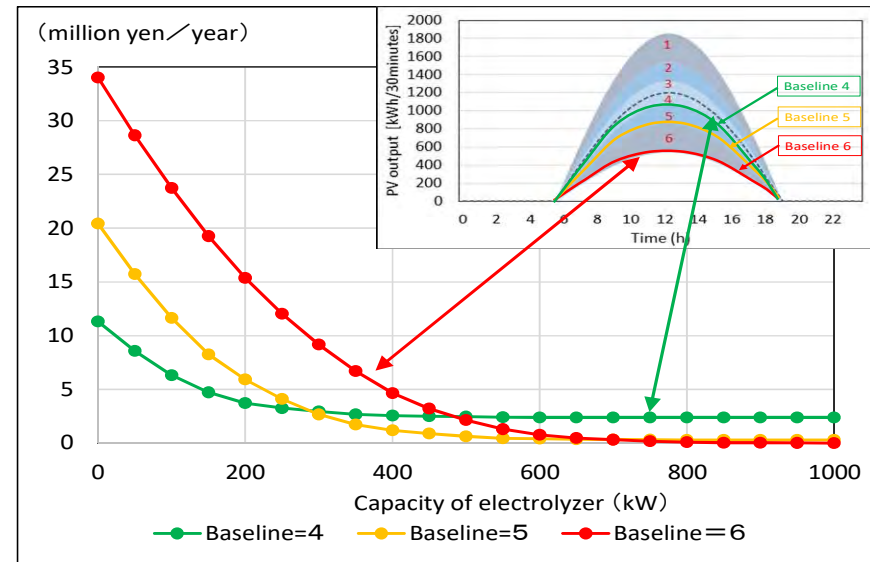
- EVによるエネルギーサービスとモビリティとの共進化により、社会実装へと展開する事

## 【過去の進捗】

- 太陽光発電等再生可能電源の予測誤差を考慮に入れ、電気／水素コプロダクションによるインバランス補償の最適化モデルを開発し、英文論文を発表し、実現可能性を明らかにした。<sup>1)</sup>



電気／水素コプロダクションの事業スキーム



電気／水素コプロダクション事業における電気分解装置容量とインバランスコストの関係<sup>1)</sup>

## 【今後の課題、達成への道筋】

- 電気・水素コプロダクション事業の詳細な事業性を明らかにし、2019年度中に適地を選定する。
- 2020年度に実証事業を実施し、社会実装へと展開する。

## 【新たに創出される価値】

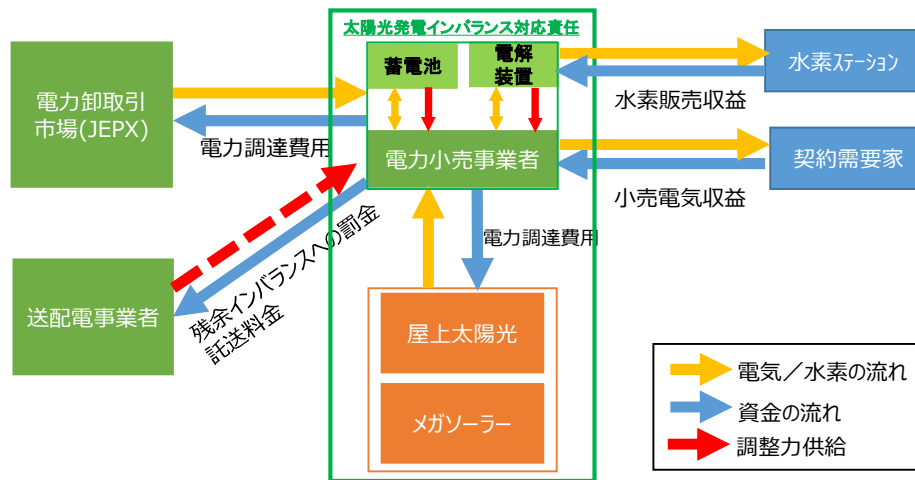
- 本事業を全国に展開することで、脱炭素社会の構築と地方創生、更には水素のバリューチェーン構築に貢献する。

1) Matsuhashi Ryuji and Yoshioka Tsuyoshi, "Optimal design of a coproduction system of electricity and hydrogen to manage imbalances resulting from forecast errors in photovoltaic outputs", E3S Web Conf. Volume 64, 2018, 2018 3rd International Conference on Power and Renewable Energy, 27, 2018

## 【今年度進捗】

- ポートフォリオ理論の導入により、電気／水素コプロダクション事業がリスクの低下に有効であることを示した。<sup>1)</sup>
- JEPXの価格の変動を利用して、電気分解装置の稼働率を向上させ、本事業の経済性向上を定量的に示した。<sup>2)</sup>

本事業のcash flow= 小売収益- 電力調達費用 - 託送料金 + 水素販売収益-(電解装置+蓄電池費用)-インバランス罰金

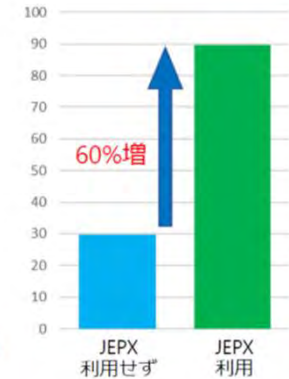


電気／水素コプロダクション改良事業のデザイン

## 蓄電設備の年間設備利用率

水素売却単価50 円/Nm3では

- 蓄電池 : 32.9%
  - 計画に基づく充電 : 5.5%
  - 計画に基づく放電 : 14.7%
  - インバランス補償 : 12.6%
- 水電解装置 : 89.6%
  - 計画に基づく運転 : 61.6% (JEPXからの電力利用分)
  - インバランス補償 : 27.9%



JEPXの利用により、水電解装置の設備利用率が高くなった  
(約30% → 約90%)

電気／水素コプロダクション改良事業における  
電気分解装置稼働率の向上<sup>2)</sup>

## 【今後の課題、達成への道筋】

- 電気・水素コプロダクション事業の詳細な事業性を明らかにし、2021年度中に実証実験を実施する。
- 実証の結果を踏まえ、2021年度以降に社会実装へと展開する。

1) 小野田貴亮, 吉岡剛, 松橋隆治, 水素製造を考慮した地域新電力の経営リスク管理に関する研究, 電気学会 令和2年電力・エネルギー部門大会, 2020.9.11

2) 松原雅, 吉岡剛, 松橋隆治, 小売事業者における蓄電池と水電解装置の協調運転に関する研究, 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 2021.1.26 発表予定

## 【2019年度の取り組み】

### コストエンジニアリングの実践:

新デバイス・システム設計、企業連携による実用化へのコストエンジニアリング手法の取り込み・活用

## 【2019年度の達成成果】

### (1) コストエンジニアリングによる低炭素・脱炭素システム

#### (1-1) 化学ループ型バイオマス発電: 従来法より17%のCO<sub>2</sub>削減

→ 国際学術誌に成果出版

**企業連携へ: ポストCOI(1)** → バイオマス水素製造

#### (1-2) 化学ループ型メタン分解水素製造:

→ 高速メタン熱分解触媒を開発 (**東ガス連携**)

(国際学術誌に成果出版 (2020年))

#### (2) 包括的な技術革新評価システムの開発

→ 水素製造コスト評価 (水電解システム評価)

#### (3) エネルギー・低炭素化に関する革新技術の開発

→ 高効率新型燃料電池の設計・開発 (**国際連携**)

→ **企業連携へ: ポストCOI(2)**、国際学術誌に成果出版

## 【2020年度の取り組み】

### 包括的な技術革新評価システムの汎用化: 水素・燃料電池

### コストエンジニアリング手法の実践と企業連携:

→ 水素製造コスト評価 (**九大連携: 高性能・低コスト電極**)

### ポストCOI:

#### (1) 化学ループ型ポリジェネレーション水素製造: H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>

#### (2) 高効率新型燃料電池の開発とコスト評価

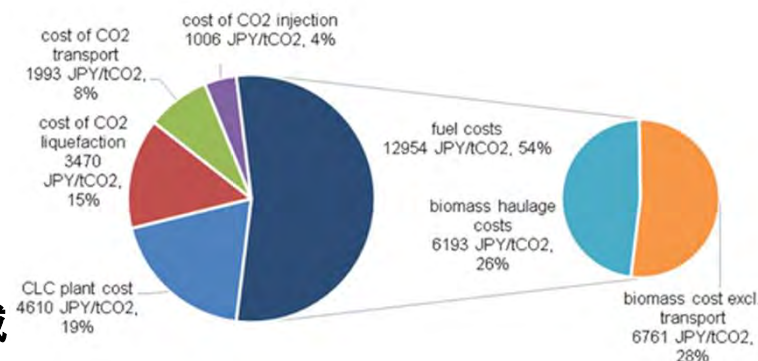


図1 木質バイオマス発電およびCCSに基づくCO<sub>2</sub>排出削減のコスト構造

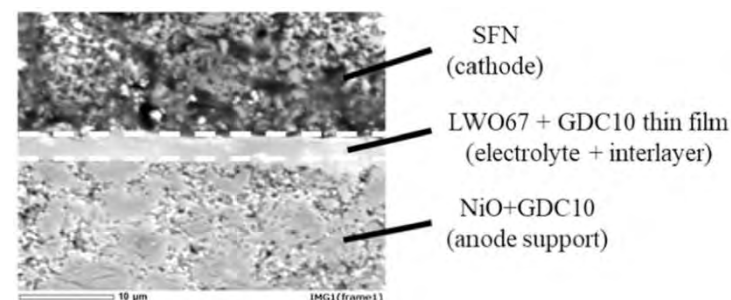


図2 高効率新型燃料電池の開発 (セル断面写真)

### COI論文成果:

S. Hikima et al., *Chem. Eng. J.*, in press

M. Keller et al., *Int. J. Greenhouse Gas Control* 83 (2019) 69–82.

G. Kojo et al., *Solid State Ionics* 337 (2019) 132–139.

H. Matsuo et al., *ECS Trans.* 91(1), 1019-1028 (2019).

- (1) 脱炭素社会の実現には、長期的(数十年)で抜本的なイノベーションと、近未来(数年)に実現するイノベーションの両方が必要である。ここでは、その両者について簡単に説明した。
- (2)(1)で説明した中で、特に近未来のイノベーションを成功させる一つのキは、エネルギー供給技術・エネルギー需要側の技術(自動車・家電等)、および両者をつなぐ情報通信技術の共進化(各分野の整合性ある技術革新の相乗作用)である。
- (3)(2)で述べた各分野の技術の共進化により、エネルギーの脱炭素化の推進だけでなく、本分野の課題である電力システムの安定化が促進され、更に地域経済の活性化にもつながる。電気自動車や家電製品を用いたインバランス補償等はその好例であり、今後の社会実装が大いに期待される。
- (4)(3)で述べた社会実装の実現には、技術革新と制度革新の相乗作用が重要である。すなわち、エネルギー工学上の技術革新と需給調整市場などの経済制度の革新が、相乗作用を起こすようにシステムを設計する必要がある。

## (参考) 需給調整市場における商品区分

2018年11月第7回需給調整市場小委員会資料

### 商品の要件 (変更後)

32

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②
英呼称	Frequency Containment Reserve (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserve (S-FRR)	Frequency Restoration Reserve (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve-for FIT (RR-FIT)
指令・制御	オフライン (自端制御)	オンライン (LFC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン
監視	オンライン (一部オフラインも可※2)	オンライン	オンライン	オンライン	専用線：オンライン 簡易指令システム：オフライン※2,5
回線	専用線※1 (監視がオフラインの場合は不要)	専用線※1	専用線※1	専用線※1	専用線 または 簡易指令システム
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内※3	45分以内
継続時間	5分以上※3	30分以上	30分以上	商品ブロック時間(3時間)	商品ブロック時間(3時間)
並列要否	必須	必須	任意	任意	任意
指令間隔	- (自端制御)	0.5～数十秒※4	1～数分※4	1～数分※4	30分
監視間隔	1～数秒※2	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	未定※2,5
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のGF幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のLFC幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	15分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	45分以内に 出力変化可能な量 (オンライン(簡易指令 システムも含む)で調整 可能な幅を上限)
最低入札量	5MW (監視がオフラインの場合は1MW)	5MW※1,4	5MW※1,4	5MW※1,4	専用線：5MW 簡易指令システム：1MW
刻み幅 (入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
上げ下げ区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

※1 簡易指令システムと中給システムの接続可否について、サイバーセキュリティの観点から国で検討中のため、これを踏まえて改めて検討。

※2 事後に数値データを提供する必要有り (データの取得方法、提供方法等については今後検討)。

※3 沖縄エリアはエリア固有事情を踏まえて個別に設定。

※4 中給システムと簡易指令システムの接続が可能となった場合においても、監視の通信プロトコルや監視間隔等については、別途検討が必要。

※5 簡易指令システムには上り情報を送受信する機能は実装されていない。現時点ではDRの参入がその大半を占めることが想定され、エリア需要値の算定に影響は生じないが、今後、VPP等の発電系が接続することでエリア需要の算定精度が低下することが考えられるため、上り情報が不要な接続容量の上限を設ける等の対応策を検討。