

分散型コージェネのカーボンニュートラルメタン利用による 再エネ出力変動緩和

第36回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス

2020年1月29日

柴田 善朗

新エネルギーグループ

日本エネルギー経済研究所

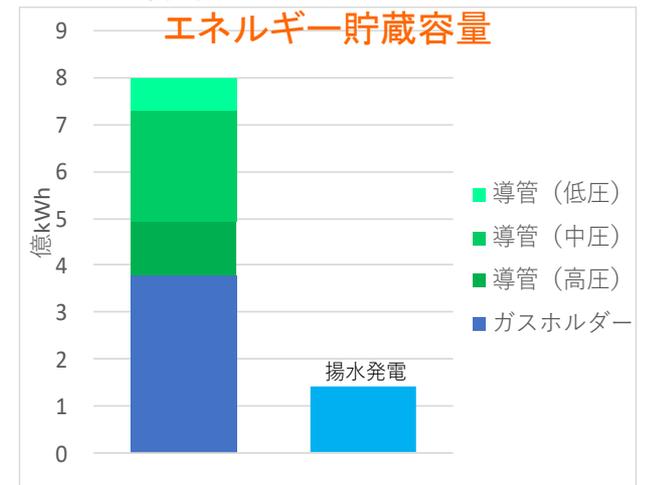
背景・目的

- **カーボンニュートラルメタン (CNメタン)**: 既存都市ガスインフラの活用・都市ガスの低炭素化に寄与
 - **CHP: VPPとして期待** (通常の熱電併給運転と併せてCHP供給余力を活用した出力増加によって出力変動をオフセット)
- そこで、以下の仮説を検証
- CNメタンで都市ガスを低炭素化しつつ、CHPをVPPとして活用すれば低炭素な出力変動緩和が実現でき、また、追加的な導入が必要な蓄電池による出力変動緩和よりも経済性に優れるのではないか (“CNM-CHP”)

CHPを含む既存都市ガスインフラは巨大なエネルギー貯蔵システム



都市ガスネットワークのエネルギー貯蔵容量



- 参考: 地下空洞の貯蔵容量は140億kWh (幾何容積換算)

分析手法

電源構成シミュレーション*

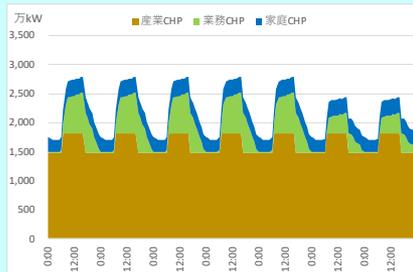
- ✓ 余剰電力
- ✓ 集約的CO₂排出量(時間帯別)
- ✓ CNメタン製造量
- ✓ CHP出力UP運転
- ✓ 蓄電池充放電運転

※費用最小化の最適化モデルではない。
各電源の運転パターンを想定して毎時の余剰電力量を特定するモデル。

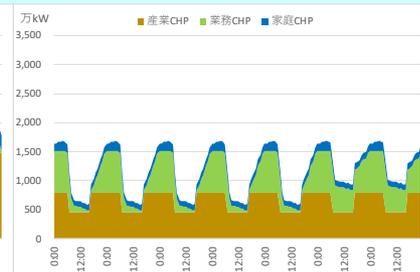
検討ケース

- ✓ **CNM-CHPケース**: CHPで変動緩和
- ✓ **蓄電池ケース**: CHPは通常運転。蓄電池で出力変動緩和

CHP通常運転



供給余力



前提

- ✓ 仮想的に全国を1地域
- ✓ 電力需要は1兆kWh程度
- ✓ 安定電源(原子力以外)は2030年から少し上乗せ
- ✓ 火力は全てLNGと想定
- ✓ PVと風力はシナリオ

その他の前提

CHP	業務・産業用3,000万kW + 家庭用燃料電池(0.7kW) × 530万台 ÷ 0.34億kW 家庭用CHPは全て燃料電池(PEFC:SOFC=1:1)
CHP通常運転パターン	<ul style="list-style-type: none"> • 家庭用: PEFCは既往研究より把握。SOFCは常時定格運転 • 業務用: 既往研究より把握 • 産業用: 専門家ヒアリングにより、昼間は定格の80%、夜間は65%と想定 • 排熱回収効率: 通常運転時は35%、出力UP運転時は25%
CO ₂ 分離回収	<ul style="list-style-type: none"> • 電力消費量は10kWh/t-CO₂ • 熱量は1,800MJ/t-CO₂: 4,436kJ/Nm³-CH₄(ボイラ効率80%)
メタネーション	製造原単位: 18.32kWh/Nm ³ -CH ₄ (CO ₂ 分離回収用電力消費量を加えると18.34kWh)

前提条件：経済性分析用

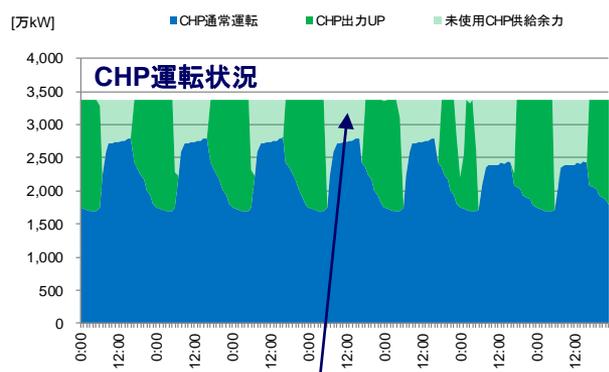
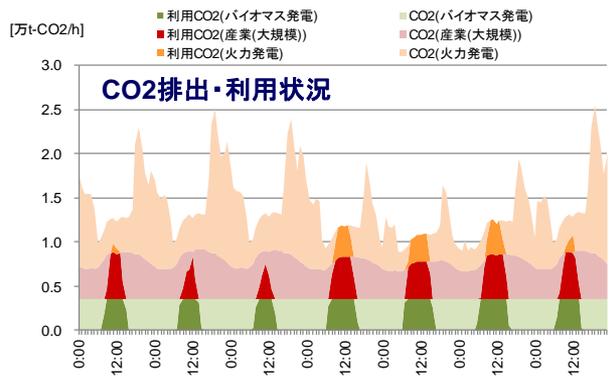
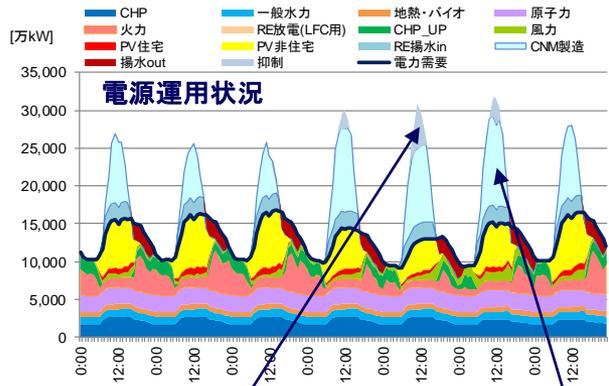
	設備単価
蓄電池PCS	4万円/kW
蓄電池セル	1~2万円/kWh

	設備単価	ユニット数
水電解	21.5万円/(Nm ³ -H ₂ /h)	4
メタネーション	50万円/(Nm ³ -CH ₄ /h)	1
CNメタン製造システム	136万円/(Nm ³ -CH ₄ /h)	1

設備	項目	想定値	
CO ₂ 分離・回収	設備規模	118t-CO ₂ /h	
	設備費	66.67億円	
	年経費 (稼働年数は15年)	設備固定費	6.0億円/年
		吸収液	1.2億円/年
		計	7.2億円/年
	単位分離・回収規模あたりの設備費	0.92億円/(t-CO ₂ /h)	
熱供給用ボイラ	設備規模	127t-CO ₂ /h (蒸気量260t- _S /hに対応)	
	設備費	54.22億円	
	単位分離・回収規模あたりの設備費	0.43億円/(t-CO ₂ /h)	
合計設備費(単位分離・回収規模あたり)		1.34億円/(t-CO ₂ /h)	

運転状況 (PV3億kW+風力1億kWの例)

■ CHP-CNMケース

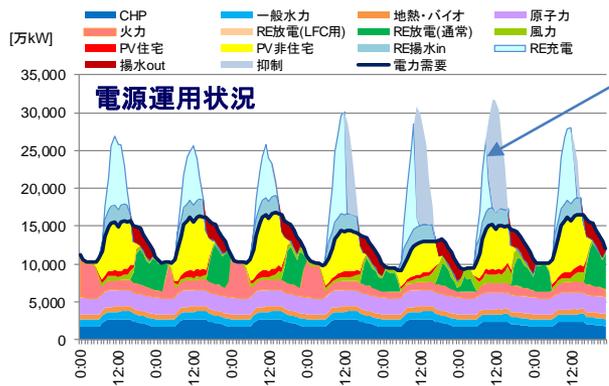


CO2供給制約により余剰電力からCNメタン製造不可の場合は出力抑制

CNメタン製造へ

余剰電力の大量発生や揚水発電からの放電の優先等により、CHP出力UPが不可能

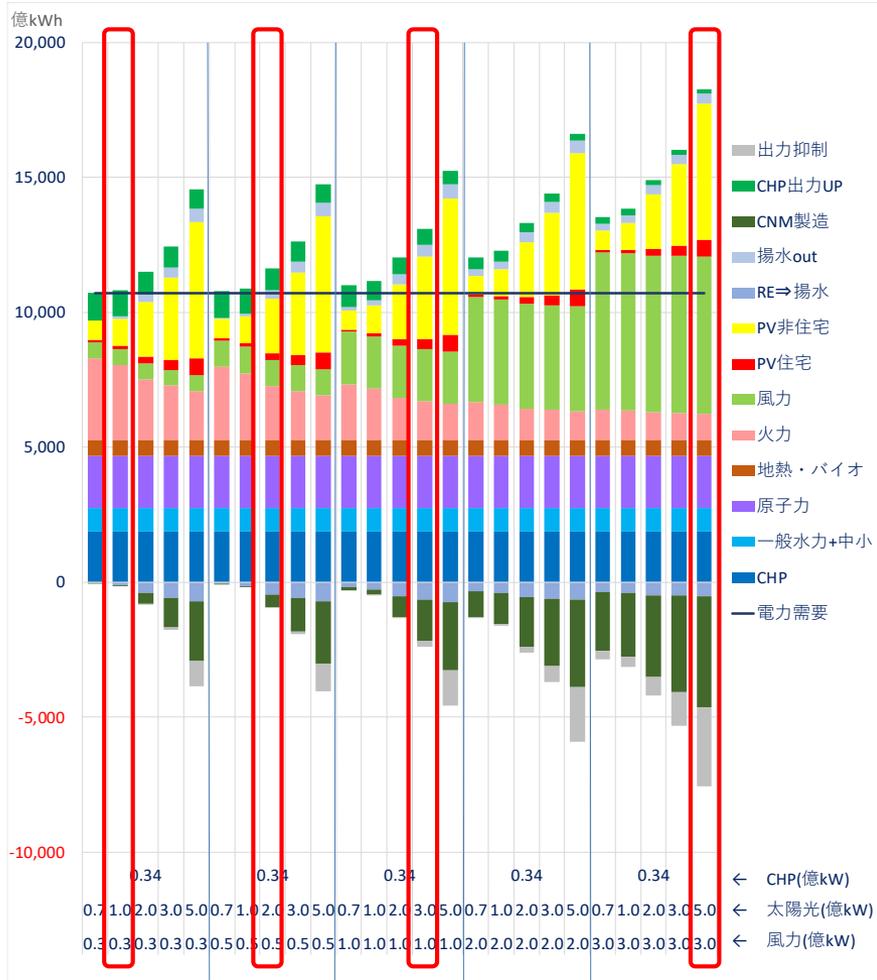
■ 蓄電池ケース



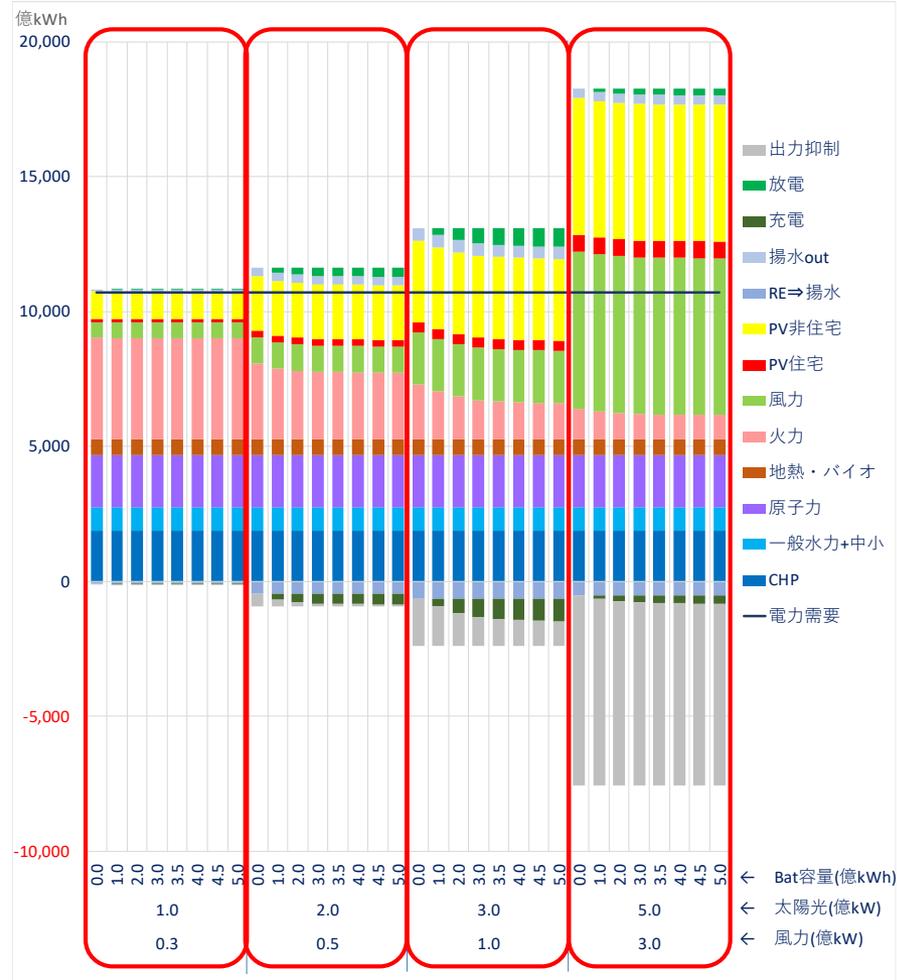
蓄電池容量 (kWh) 制約により出力抑制

注: 分析結果に基づく蓄電池の規模 (3.9億kWh・1.5億kW) の例

CNM-CHPケース



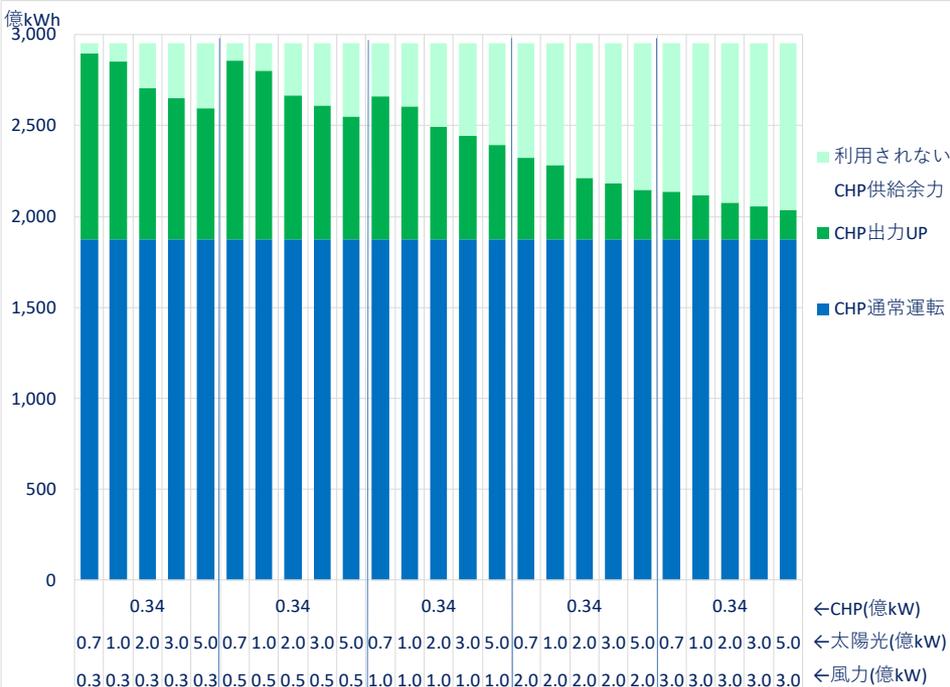
蓄電池ケース



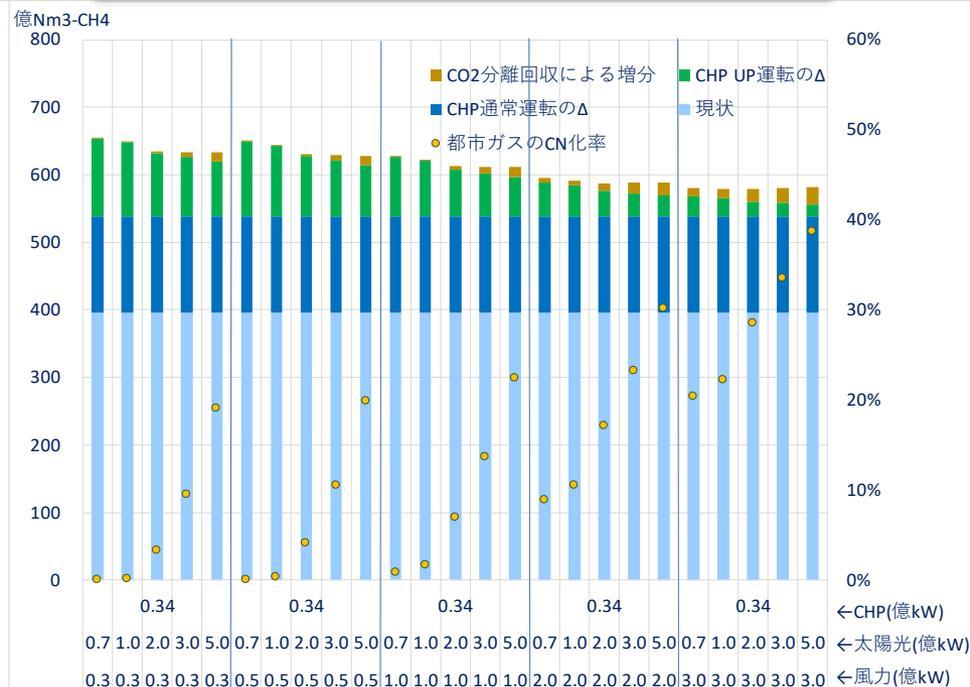
CHP供給余力利用状況、都市ガスCN化率

- 再エネが小規模の場合はCHP出力UPが大きく都市ガス需要も大きい、CNメタン製造量が少ない。再エネが大規模になるとCHP出力UPは小さくなるがCNメタン製造量が多い。
- 太陽光3億kW＋風力1億kWでCNメタン製造量は84億Nm³-CH₄（2016年度の都市ガス消費量のメタン熱量換算値397億Nm³-CH₄の21%に相当）

CHP供給余力利用状況

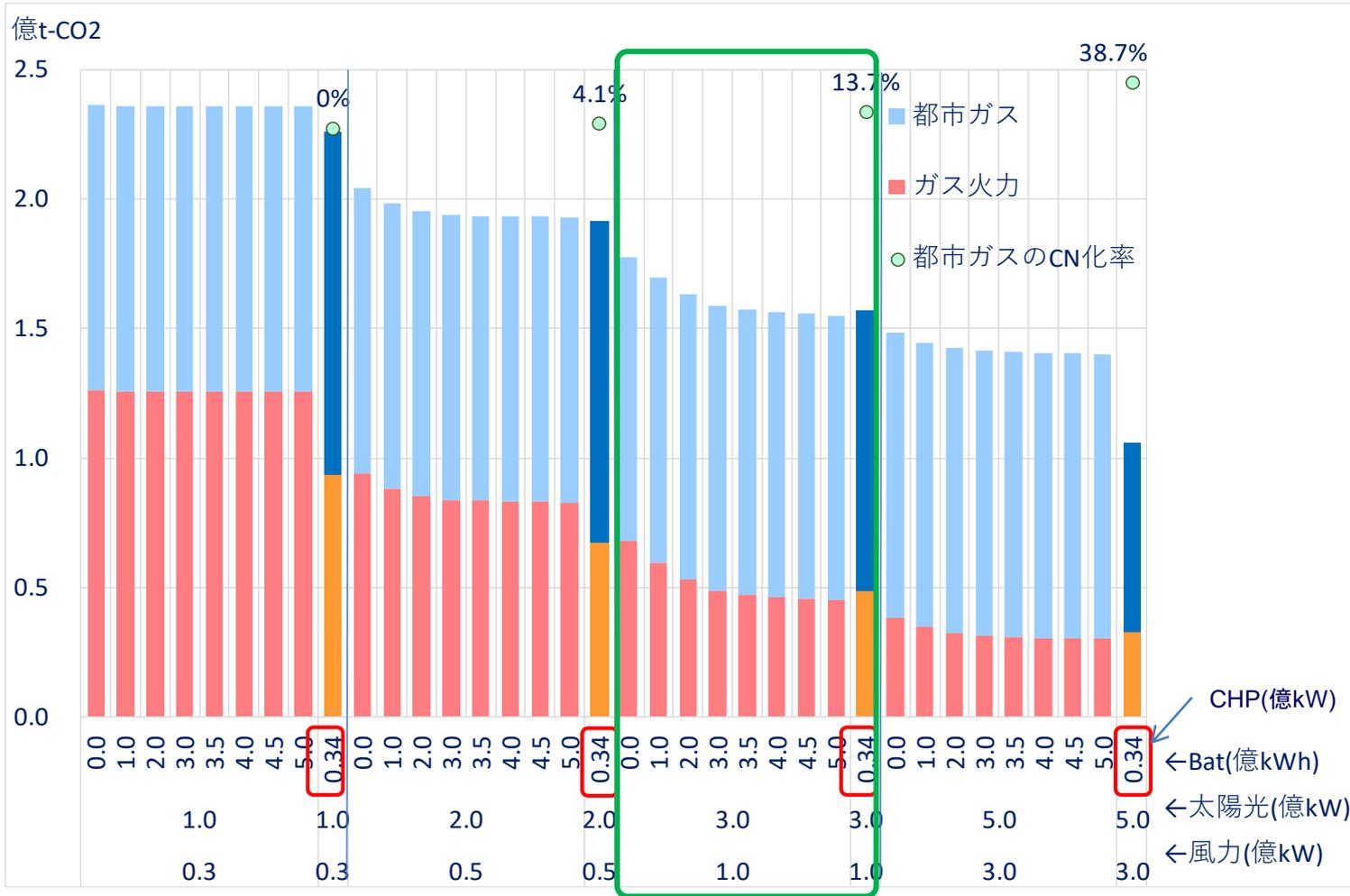


都市ガスのCN化率



CO₂排出量比較(発電部門+都市ガス部門)

- PV3億kW+風力1億kWのケースで、“CNM-CHPケース”と“蓄電池ケース”が競合
- 再エネ大規模⇒蓄電池と同様CHP出力UPは限定的だが、都市ガスの低炭素化のメリット



経済性比較

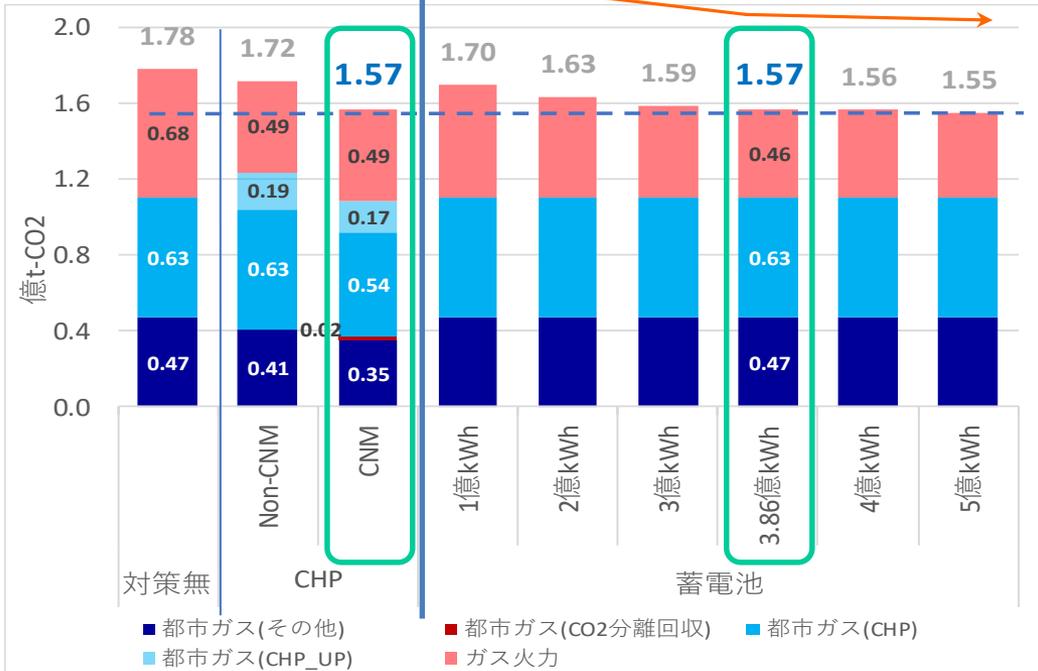
- 蓄電池利用による出力変動緩和と同等レベルの経済性
- PtGである“CNM-CHP”には、蓄電池特有のPtPに由来する限界を回避できるメリット

CO₂排出削減効果

(PV3億kW+風力1億kW+CHP0.34億kWのケース)

CNメタンを製造しつつ、CHPで出力変動緩和

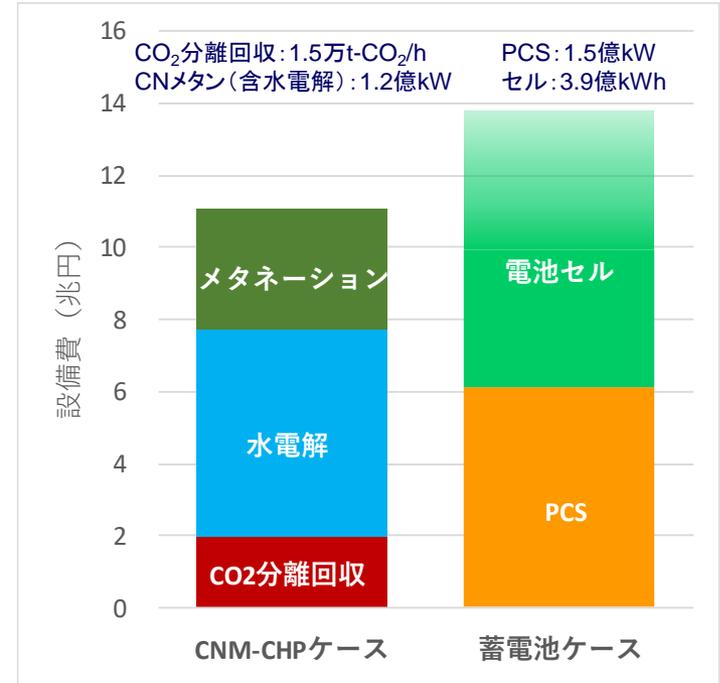
蓄電池容量増大によるCO₂排出削減効果の漸減



蓄電池とCNM-CHPの設備費比較

(PV3億kW+風力1億kW+CHP0.34億kWのケース)

CNM-CHPケースと蓄電池ケースで同等のCO₂排出量(電力+都市ガス)となる設備規模を特定し比較



注: 火力はLNG火力を想定。現在の都市ガスからのCO₂排出量は0.8億t-CO₂。CHP0.34億kWの場合は1.1億t-CO₂

まとめ

- 再エネ導入規模拡大に伴いCHP出力UPの余地が小さくなるが、CNメタン製造量が増加するというトレードオフの関係が生じる。しかしながら、CNメタンはCHP以外の他の都市ガス用途にも利用できるというメリット
- CNメタンを製造しつつ既導入CHPを用いた再エネ出力変動緩和は、新たに導入しなければならない蓄電池と同等の経済性
- 現在の都市ガスインフラには、ガスパイプライン、サテライト基地、ガス製造所という巨大なエネルギー貯蔵施設、並びにCHPという放電設備が既に備わっており、再エネ充電設備として機能するCNメタン製造システムのみを追加すれば、電力のみならず都市ガス全体の低炭素化を図るとともに、低炭素な再エネ出力変動緩和に資することもできる
- Power to Powerの閉鎖系ではなく、Sector Coupling(Integration) を目指すことでエネルギーシステム全体の低炭素化を図ることができる
- 都市ガスネットワークという既存インフラを低炭素化や柔軟性に用いることは検討の価値がある

ありがとうございました。