

# エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

P R E S E N T A T I O N



2022年2月21日

JFMAエネルギー環境保全マネジメント研究部会



# 部会メンバー

部会長: 横山健児 (NTTアーバンソリューションズ総合研究所)

部会員:

井浦 博 (トキオコーポレーション) 榎本一郎 (新日本空調)

大島一夫 (NTTアーバンソリューションズ総合研究所)

大高宣光 (KENアソシエイト) 小木曾清則 (日本メックス)

川本誠 (新日本空調) 佐藤 正俊 (日本郵政) 嶋津祐美子 (グローブシップ)

棚町正彦 (清水建設) 藤原雅仁 (エネショウ) 三宅 良太 (日本郵政)

宮下昌展 (エムケイ興産) 吉田淳 (ザイマックス不動産総合研究所)

事務局: 白須 公子 (JFMA)

計14名

五十音順





# 2020年度活動方針

## 調査研究領域

### 動向調査

- ・持続可能な開発目標 (SDGs)
- ・気候変動
- ・プラスチック等廃棄物
- ・水銀に関する水俣条約
- ・生物多様性
- ・環境法
- ・BCP

+

### 新技術

- ・再生可能エネルギー
- ・水素
- ・CCS/CCU
- ・ロボティクス
- ・VR/MR/AR技術





# 活動履歴（2020年度）

■ 部会開催： 1回／月程度

■ 講演会開催：

①「自治体主導の地域エネルギー事業による地域経済循環回復シナリオ」

東京工業大学先進エネルギーソリューション研究センター 内野善之氏

②「街づくり」に関する技術開発」

NTTファシリティーズ カスタマーソリューション本部 吉田献一氏

③「都市とセンシング」

NTTファシリティーズ総合研究所 大島一夫部会員

④「持続可能性からみる地球環境の行方 -新型コロナ禍の影響を踏まえて-」

FM秋の夜学校2020 横山健児部会長

■ 訪問調査：

①東京ガス「豊洲エネルギープラント」(11/24)





# 2021年度活動方針

## 調査研究領域

コロナ禍で不確実性が高まる中、経産省から「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020.12.25)が公表された。これを踏まえて、革新的イノベーションを促進する長期的な環境政策や最先端技術に関する調査研究を行う。

### 動向調査

- ・グリーン成長戦略に基づく政策動向
- ・エネルギー政策と第6次エネルギー基本計画
- ・再生可能エネルギー関連事業の動向
- ・廃棄物関連の政策動向

+

### 新技術

- ・省エネ・エネマネ技術
- ・再エネ技術
- ・蓄電池技術
- ・水素活用技術
- ・廃棄物利活用技術





# 活動履歴（2021年度）

- 部会開催： 1回／月程度
- 講演会開催：
  - ①「エネルギー関連の最新動向とNTTアノードエナジーの取組み」  
NTTアノードエナジー スマートエネルギー事業本部 小長野孝之氏
  - ②「蓄電技術の最新動向」  
NTTファシリティーズ総合研究所 バッテリー技術部 荒川正泰 氏
  - ③「省エネを推進する放射空調を導入したテナントオフィスのプロトタイプづくり」  
清水建設(株) 設計本部 設備設計部2部 中本俊一氏
  - ④「廃プラスチックガス化ケミカルリサイクル技術」  
日揮グローバル株式会社 エンジニアリングソリューションセンター  
プロセスエンジニアリング部 山本竜也氏
  - ⑤「カーボンニュートラルに向けた動向」 持寄り勉強会
  - ⑥「エネルギー分野におけるEVの活用」  
東京工業大学 科学技術創成研究院  
先進エネルギーソリューション研究センター 特任教授 小田拓也氏
  - ⑦「呉市スマートシティの推進について」  
呉市企画部 情報統計課長 堀江敏明氏
- 訪問調査： なし





## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会





## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会

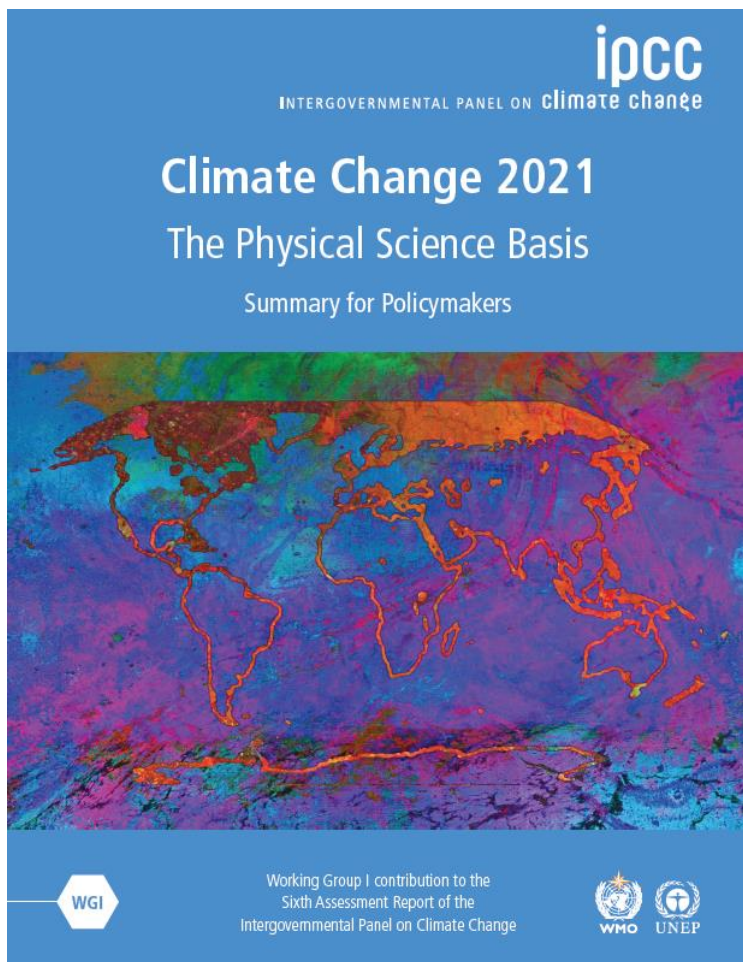






# IPCC 第6次評価報告書 第1作業部会報告書

IPCC第6次評価報告書(AR6)WG1報告書(自然科学的根拠)の政策決定者向け要約(SPM)が承認されるとともに、同報告書の本体等が受諾された(2021年8月9日公表)。



温暖化の原因について、

第1次報告書(1990年):  
人間活動が「気温上昇を生じさせるだろう」



第5次報告書(2013年):  
人間活動である可能性が  
「極めて高い(95%以上)」

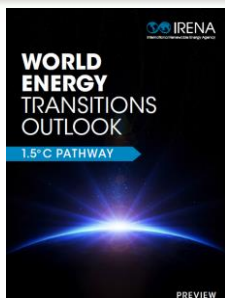


第6次報告書(2021年):  
人間の活動が温暖化を引き起こしていることは  
「疑う余地がない」と初めて明記した





# CO2削減に向けた6つの施策



World Energy Transitions Outlookは、CO2排出削減の6つの主要な要素を特定。

IRENA, WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 1.5° C PATHWAY, 2021

## 1. Renewables

・再生可能エネルギー

## 2. Energy conservation and efficiency

・省エネ・高効率

## 3. Electrification in the end-use sectors

・エンドユーザの電化

## 4. Hydrogen and its derivatives

・水素とその誘導体

## 5. CCS and CCU

・CCS and CCU  
Carbon Capture and Storage  
Carbon Capture and Utilization

## 6. BECCS and other carbon removal measures

・BECCS  
Bioenergy with CCS





# Net-zeroに向けた6つの施策



ネットゼロへの移行には、6つの柱が必要。

Net-Zero America: Potential Pathways, Infrastructure, and Impacts

## 1 End-use energy efficiency and electrification

エンドユーザにおけるエネルギー効率化と電化

## 2 Clean electricity: wind & solar generation, transmission, firm power

クリーン電気：風力&太陽光発電、伝送、安定電源

## 3 Bioenergy and other zero-carbon fuels and feedstocks

バイオエネルギーと他のゼロカーボン燃料と原料

## 4 CO<sub>2</sub> capture, utilization, and storage

CO<sub>2</sub>の捕捉、使用、貯蔵

## 5 Reduced non-CO<sub>2</sub> emissions

CO<sub>2</sub>ではないガス排出量の減少

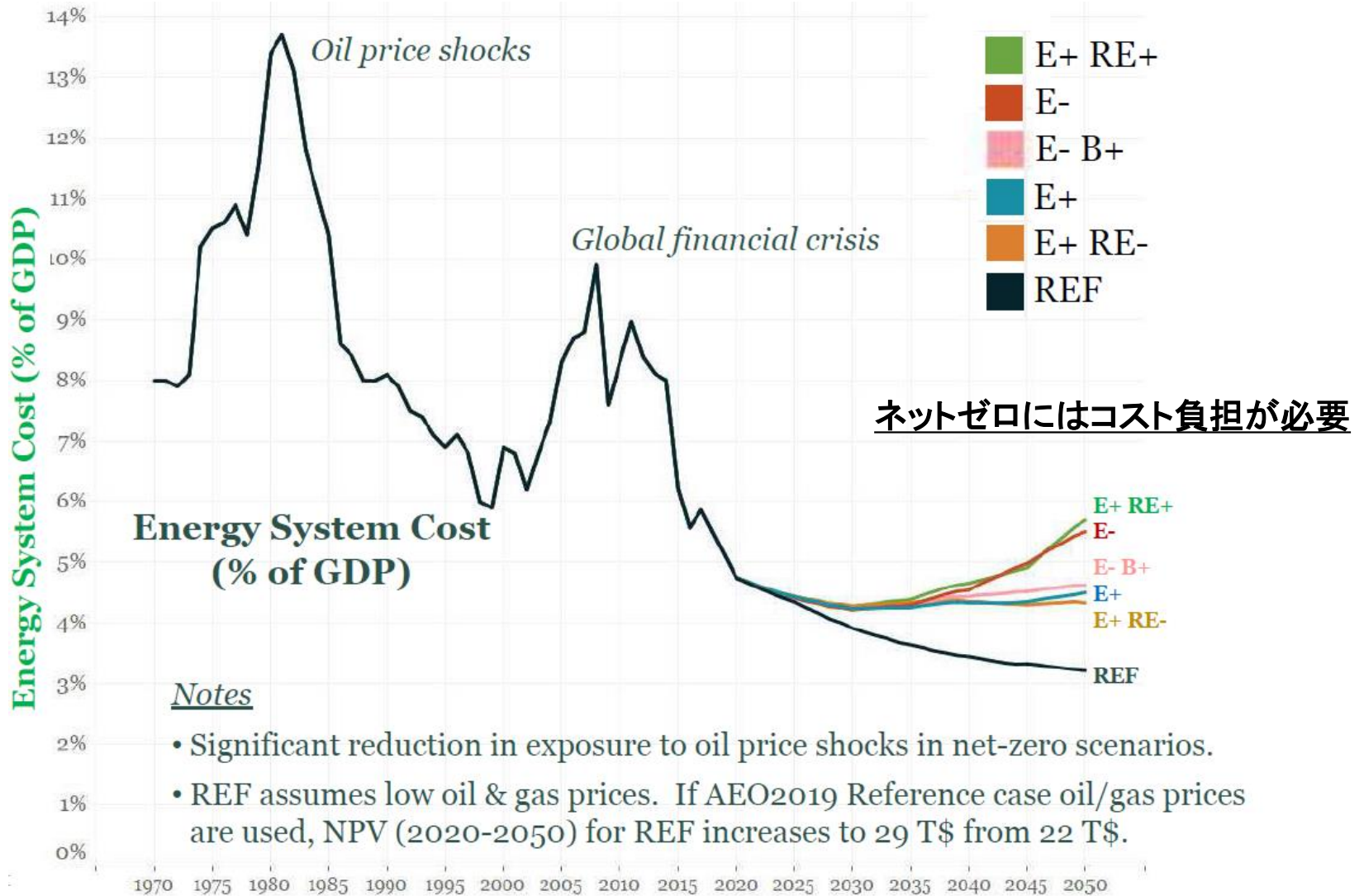
## 6 Enhanced land sinks

地盤吸収の増大





# 対GDP比（％）の年間エネルギーシステムコスト



Net-Zero America: Potential Pathways, Infrastructure, and Impacts





# 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

- 日本は、「2050年カーボンニュートラル」を宣言（2020年10月）
- 「経済と環境の好循環」を作っていく産業政策＝グリーン成長戦略
- 新しい時代をリードしていくチャンスの中、大胆な投資をし、イノベーションを起こすといった民間企業の前向きな挑戦を、全力で応援＝政府の役割
- 2050年カーボンニュートラルを実現するためのエネルギー政策及びエネルギー需給の見通しを、議論を深めて行くに当たっての参考値として示す。
  - こうして導き出された成長が期待される産業（14分野）において、高い目標を設定し、あらゆる政策を総動員。

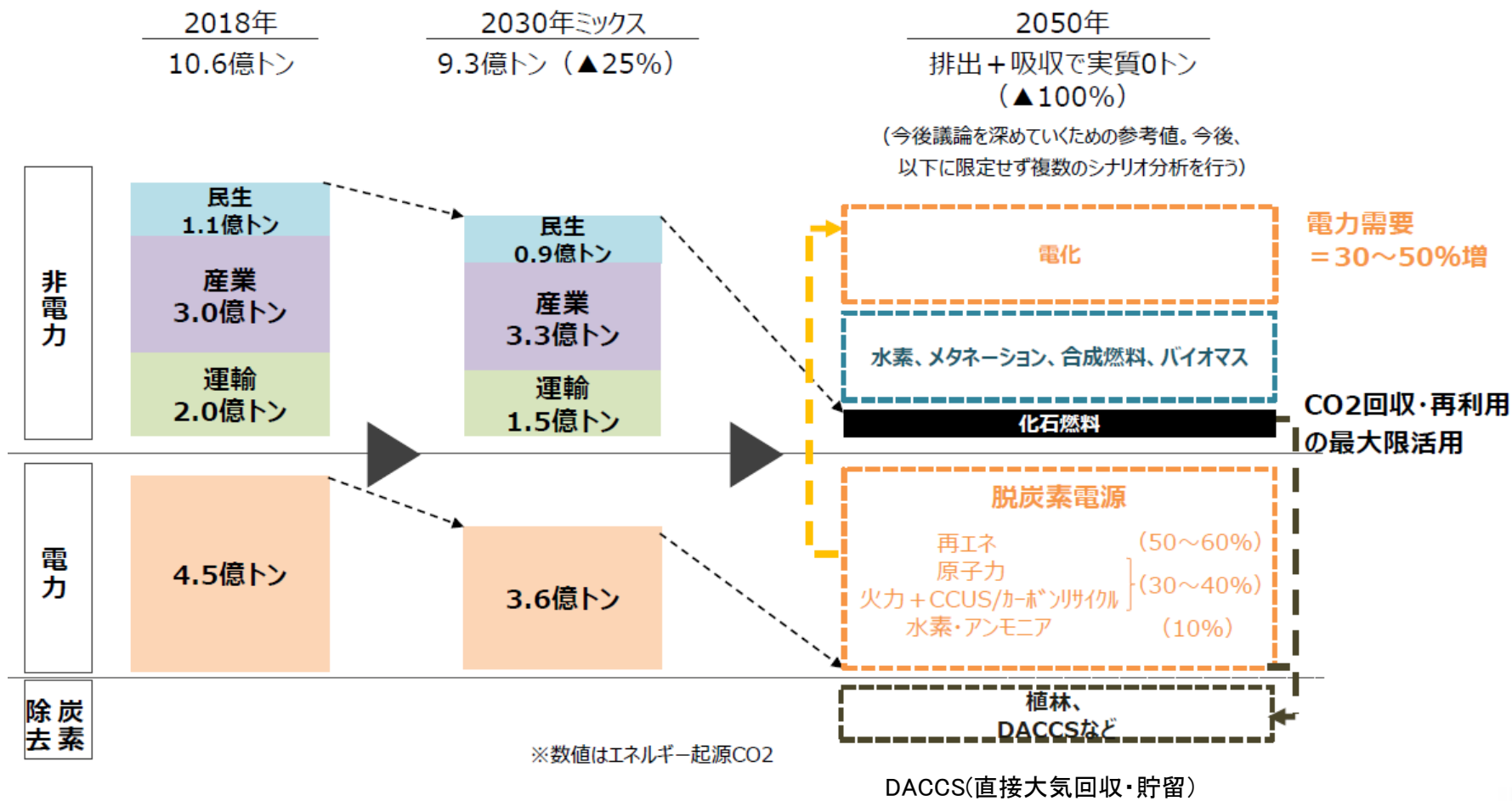
経済産業省ホームページから作成 (<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-1.pdf>)





# グリーン成長戦略の全体像

## 2050年カーボンニュートラルの実現



経済産業省ホームページから抜粋 (<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-1.pdf>)





# エネルギー基本計画（素案）の全体像（2021.7.21）

- **新たなエネルギー基本計画（素案）では、2050年カーボンニュートラル（2020年10月表明）、2030年の46%削減、更に50%の高みを目指して挑戦を続ける新たな削減目標（2021年4月表明）の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示すことが重要テーマ。**
- **世界的な脱炭素に向けた動きの中で、国際的なルール形成を主導することや、これまで培ってきた脱炭素技術、新たな脱炭素に資するイノベーションにより国際的な競争力を高めることが重要。**
- **同時に、日本のエネルギー需給構造が抱える課題の克服が、もう一つの重要なテーマ。安全性の確保を大前提に、気候変動対策を進める中でも、安定供給の確保やエネルギーコストの低減（S+3E）に向けた取組を進める。**
- **エネ基全体は、主として、①東電福島第一の事故後10年の歩み、②2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応、③2050年を見据えた2030年に向けた政策対応のパートから構成。**

経済産業省総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（第46回会合）

[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/046/046\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/046/046_004.pdf)



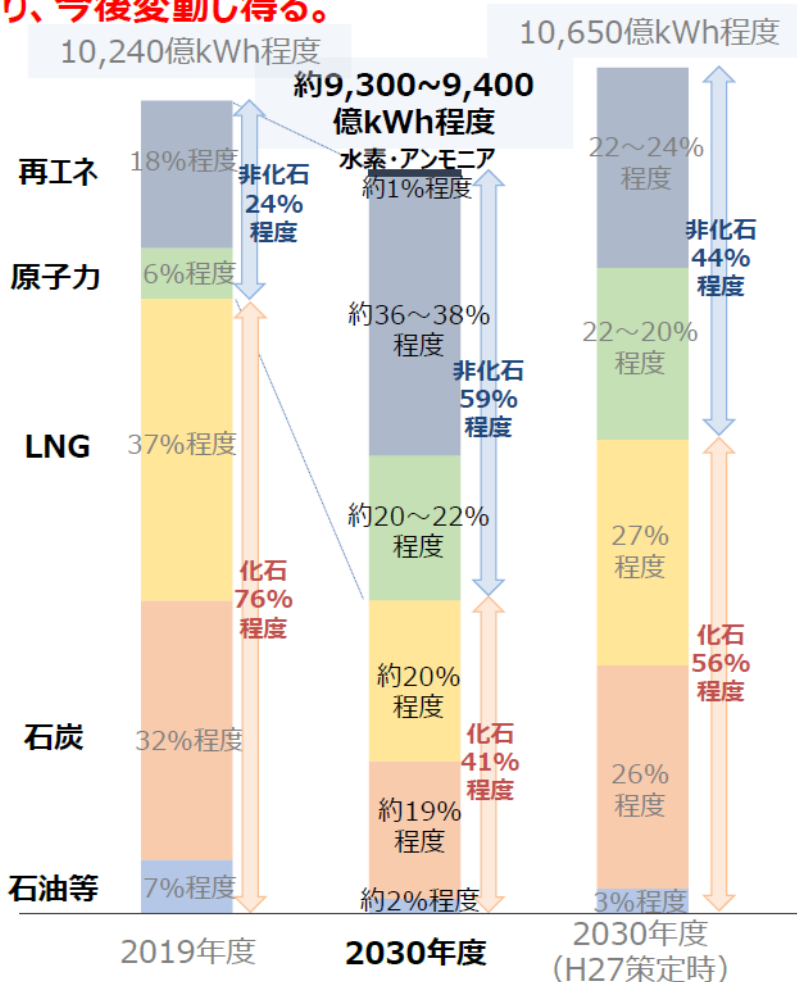
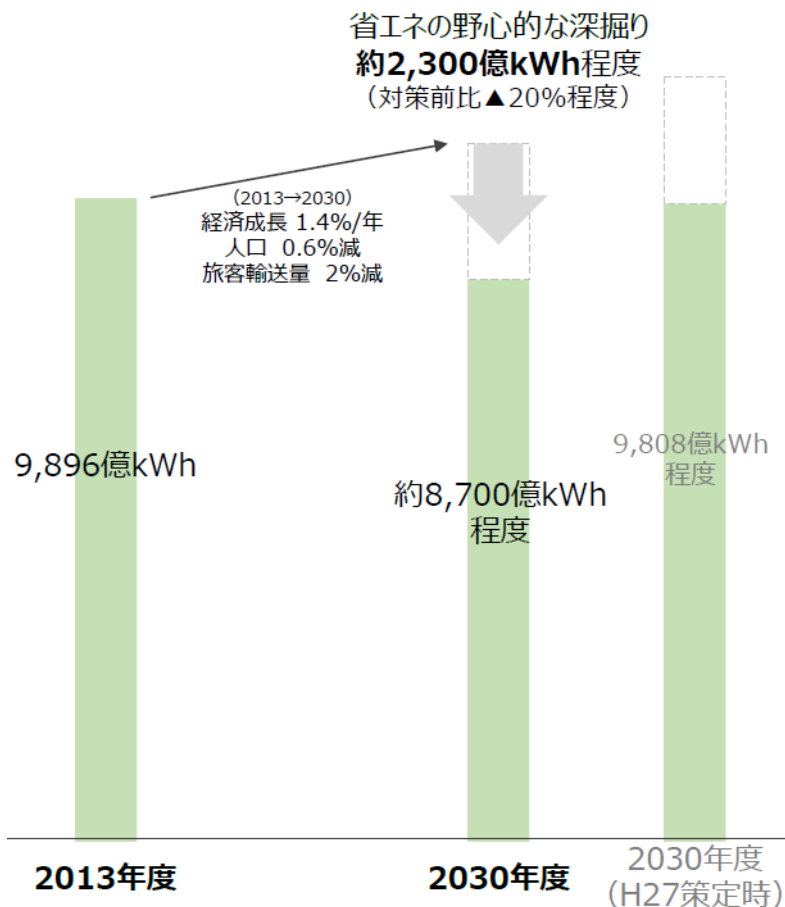


# エネルギー基本計画（素案）における電源構成

## 電力需要

## 電源構成

※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。



経済産業省総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 (第46回会合)

[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/046/046\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/046/046_004.pdf)







# 2030年に向けた政策対応のポイント（抜粋）

## 需要サイド:

- ・徹底した省エネの更なる追求
- ・需要サイドにおけるエネルギー転換を後押しするための省エネ法改正を視野に入れた制度的対応の検討
- ・蓄電池等の分散型エネルギーリソースの有効活用など二次エネルギー構造の高度化

## 再生可能エネルギー:

- ・FIT・FIP制度における入札制度の活用や中長期的な価格目標の設定、発電事業者が市場で自ら売電し市場連動のプレミアムを受け取るFIP制度により再エネの市場への統合に取り組む。
- ・系統制約の克服→連系線等の基幹系統をマスタープランにより「プッシュ型」で増強するとともに、ノンファーム型接続をローカル系統まで拡大。

## 火力:

- ・アンモニア・水素等の脱炭素燃料の混焼やCCUS/カーボンリサイクル等のCO2排出を削減する措置の促進に取り組む。

経済産業省総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第46回会合)

[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/046/046\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/046/046_004.pdf)





# 2030年に向けた政策対応のポイント（抜粋）

## 電力システム改革：

- ・脱炭素化の中での安定供給の実現に向けた電力システムの構築。

## 水素・アンモニア

- ・カーボンニュートラル時代を見据え、水素を新たな資源として位置づけ、社会実装を加速。
- ・長期的に安価な水素・アンモニアを安定的かつ大量に供給するため、海外からの安価の水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立。
- ・需要サイド(発電、運輸、産業、民生部門)における水素利用を拡大。

経済産業省総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第46回会合)

[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/046/046\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/046/046_004.pdf)





# 省エネを推進する放射空調を導入したテナントオフィス



Copyright © 2021 Shimizu

## 建築概要

建物名	秋葉原アイマークビル
所在地	東京都台東区
敷地面積	1,840㎡
建築面積	1,386㎡
延床面積	16,014㎡
構造	RC造・S造一部SRC造 (基礎免震)
階数	地上12階
用途	事務所+店舗
事業主	清水建設株式会社
設計監理	清水建設株式会社
施工	清水建設株式会社
工期	2016年8月～2018年3月

AKIHABARA i-MARK BUILDING  
SHIMIZU CORPORATION  
DESIGN DIVISION

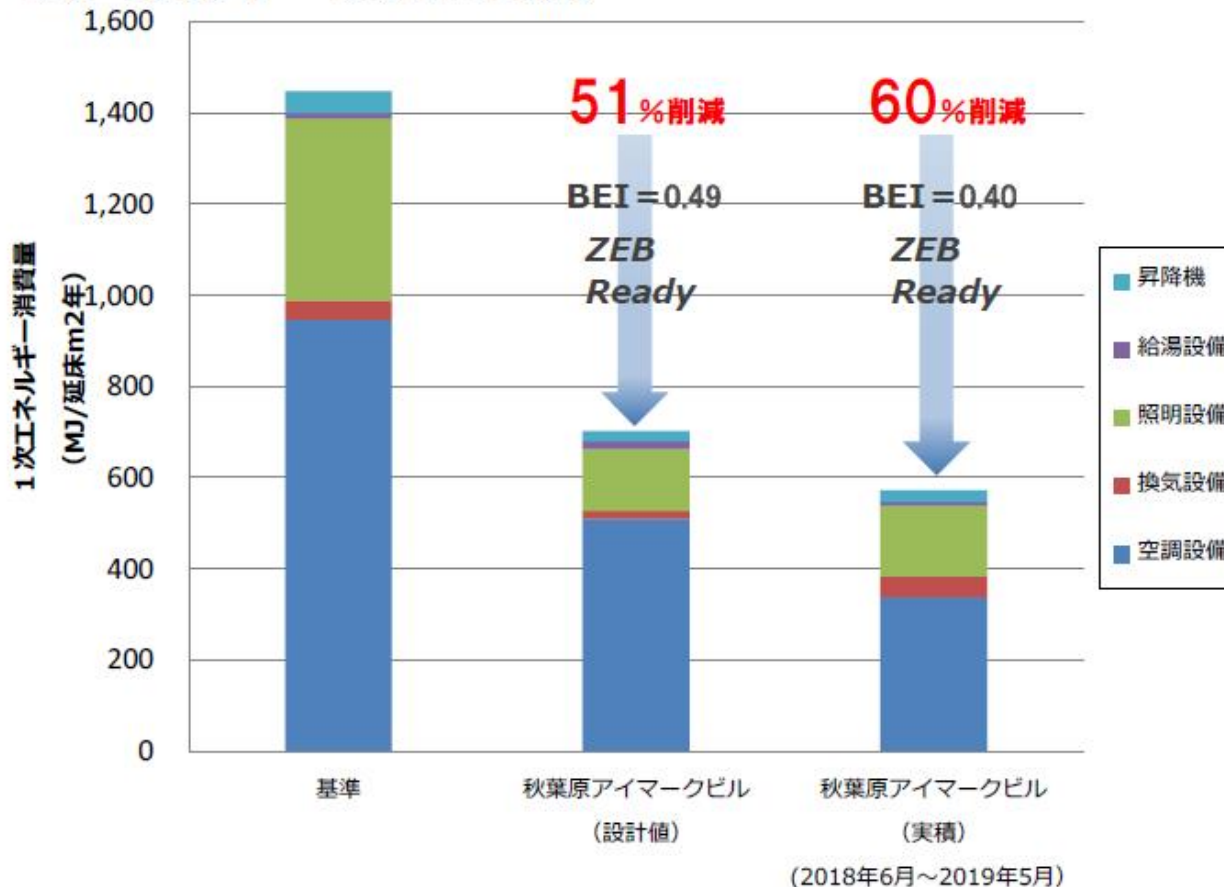
清水建設資料から抜粋





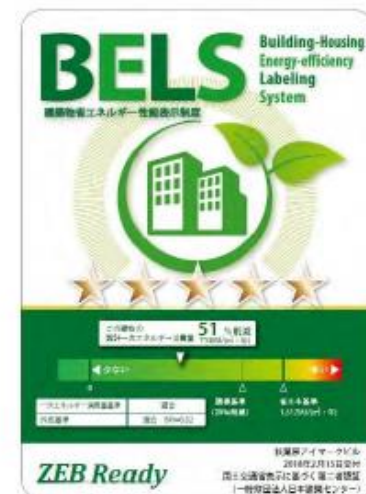
# 省エネルギー性

## ● 一次エネルギー使用量実績



- ・ 本格運用一年間(2018年6月～2019年5月) のエネルギーデータを分析し一次エネルギーを評価した。
- ・ 各テナントのコンセント使用量は含まない値としている。また、基準値と設計値はBEI値であり、Webプログラムで算出した値を示している。

## ● 環境性能評価



BELS評価書



LEED認定書

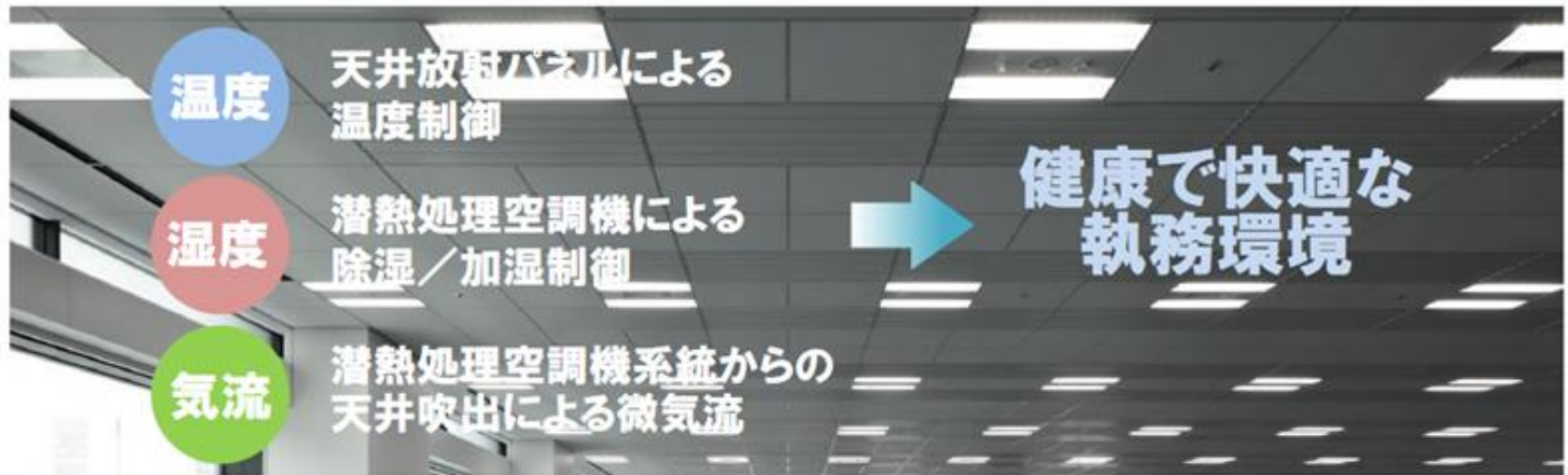
清水建設資料から抜粋





# ①放射空調パネルの作り込み

天井放射空調による潜熱顕熱分離空調方式  
→快適な温度環境を創出する空調システム



温度

天井放射パネルによる  
温度制御

湿度

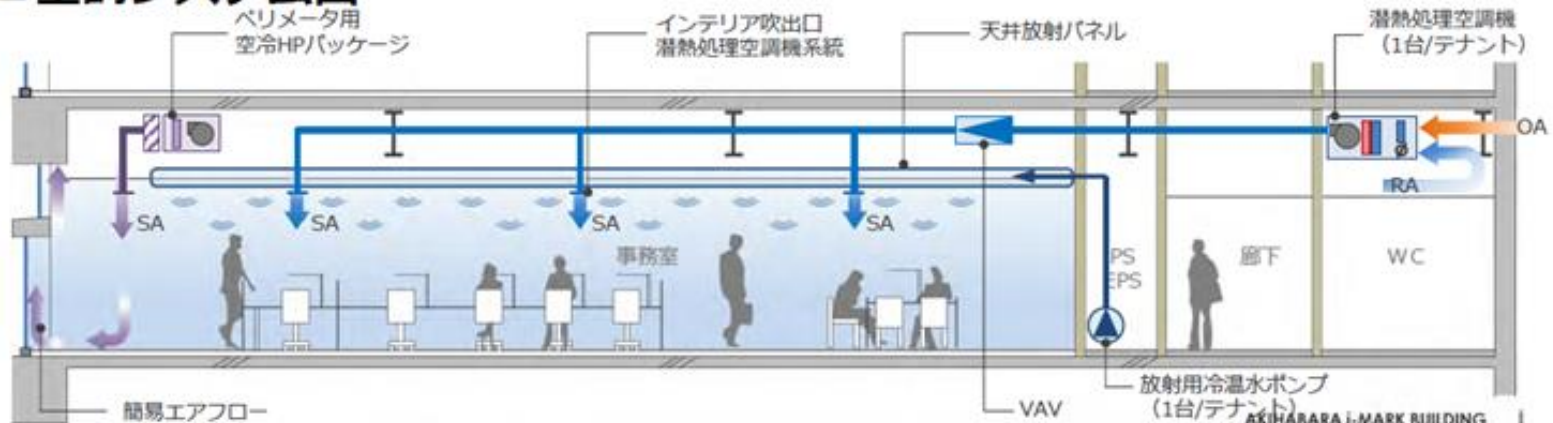
潜熱処理空調機による  
除湿／加湿制御

気流

潜熱処理空調機系統からの  
天井吹出による微気流

健康で快適な  
執務環境

## ■空調システム図



Copyright © 2021 Shimizu Corporation, All Rights Reserved.

清水建設資料から抜粋





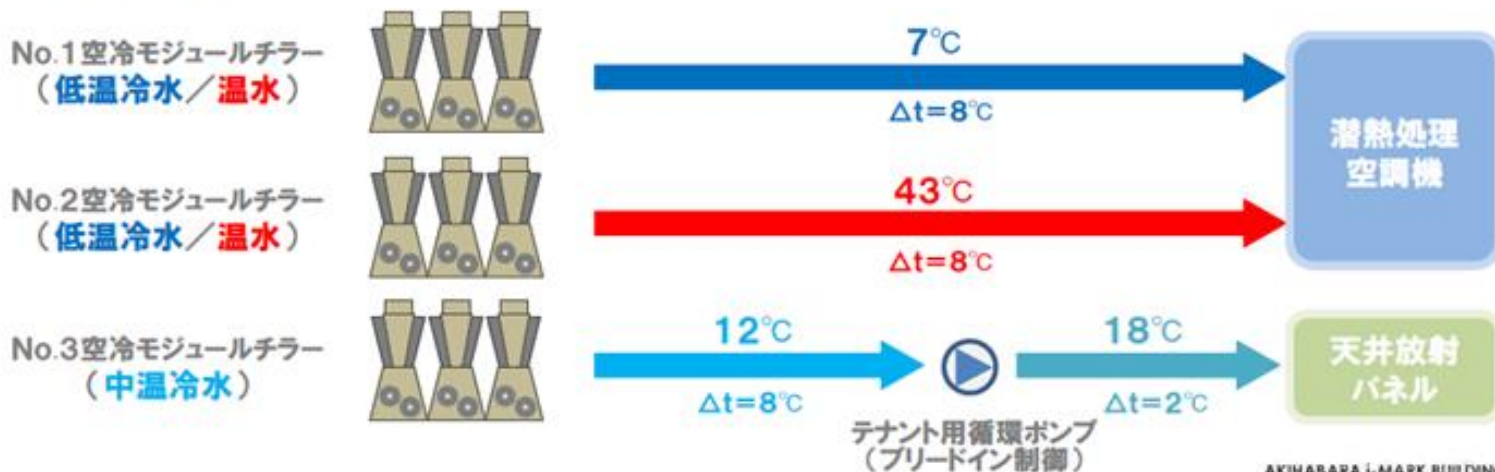
# ②放射空調に適した空調システムの構築

## 放射空調の特性を活かした熱源計画

### 熱源を上手に運転

1. 天井放射パネルシステムは中温冷水供給とし高効率運転を実現
2. テナント毎に循環ポンプのブリードイン制御を導入し、中温冷水システムも大温度差により搬送動力を削減

### 熱源フロー図



AKIHABARA I-MARK BUILDING  
SHIMIZU CORPORATION

清水建設資料から抜粋

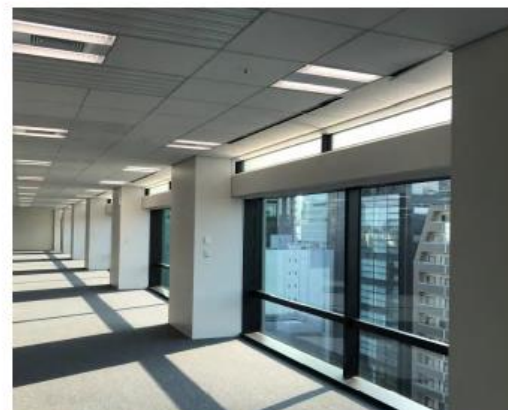
Copyright © 2021 Shimizu Corporation, All Rights Reserved.



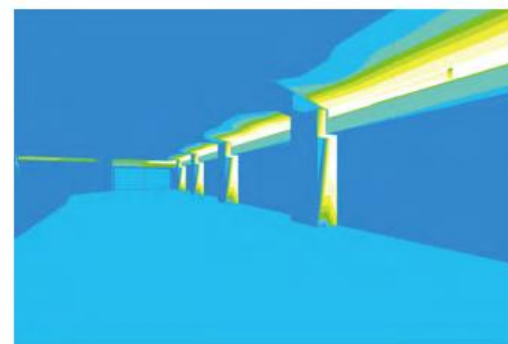


# ③ファサードの作り込み

## 環境装置として機能する外装計画



光を反射、拡散させる機能フィルム貼り



ブラインド全閉時  
窓際机上面照度250lx

### 熱負荷対策

- ・庇による日射遮蔽
- ・日射熱をカットするトリプルLow-Eペアガラス
- ・西日を遮る電動ブラインド
- ・窓際の熱を吸取る簡易エアフロー

### 昼光利用

- ・天井面を明るく照らすライトシェルフ

### BCP

- ・自然換気ホッパー





# 「ZEB」と「快適性」の同時実現

ZEBと快適性は必ずしも「相反する」ものとは考えません。

- 建築的断熱性能を確保したファサードデザイン
- 設備機器容量のダウンサイジング



ZEBでありながら快適性を確保することが可能。



⇔デザイン先行の建物とは異なり、  
ZEBと快適性と安全を実現するために、  
建築×構造×設備が一体となり、  
なおかつ現業の作りやすさにまで配慮した計画



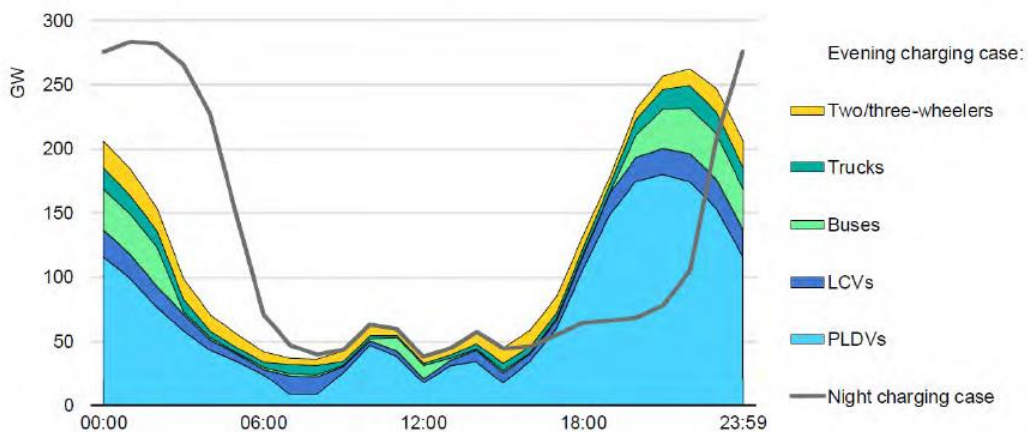




# 電気自動車（EV）が電力系統に与える影響

- ・電気自動車（EV）の充電は主に夕方もしくは夜間に行われる。
- ・V1G（系統側からEVへの単一方向）を制御してピークカットしたり、V2G（EVと系統間の双方向）で需給調整に活用する。

Figure 5.1 Global average weekday load profiles in an evening charging case and a night charging case by vehicle type in the Sustainable Development Scenario, 2030



IEA 2020. All rights reserved.

PLDVs = passenger light-duty vehicles; LCVs = light-commercial vehicles.

Type	走行区分	特徴	充電時間/場所
PLDVs	通勤。たまに長距離	朝夕にピーク。95%は自宅か勤務先に駐車	夜に自宅で。稀に勤務先も。
LCVs	地域内業務車両	短距離高頻度	夜（業務終了後）
Buses	公共交通	計画運航	深夜
Trucks	貨物	長距離低頻度	深夜
Micro mobility	極短距離ライドシェア	多用途なので分散	同左

出典： Global EV outlook 2020

東工大 小田特任教授資料から抜粋

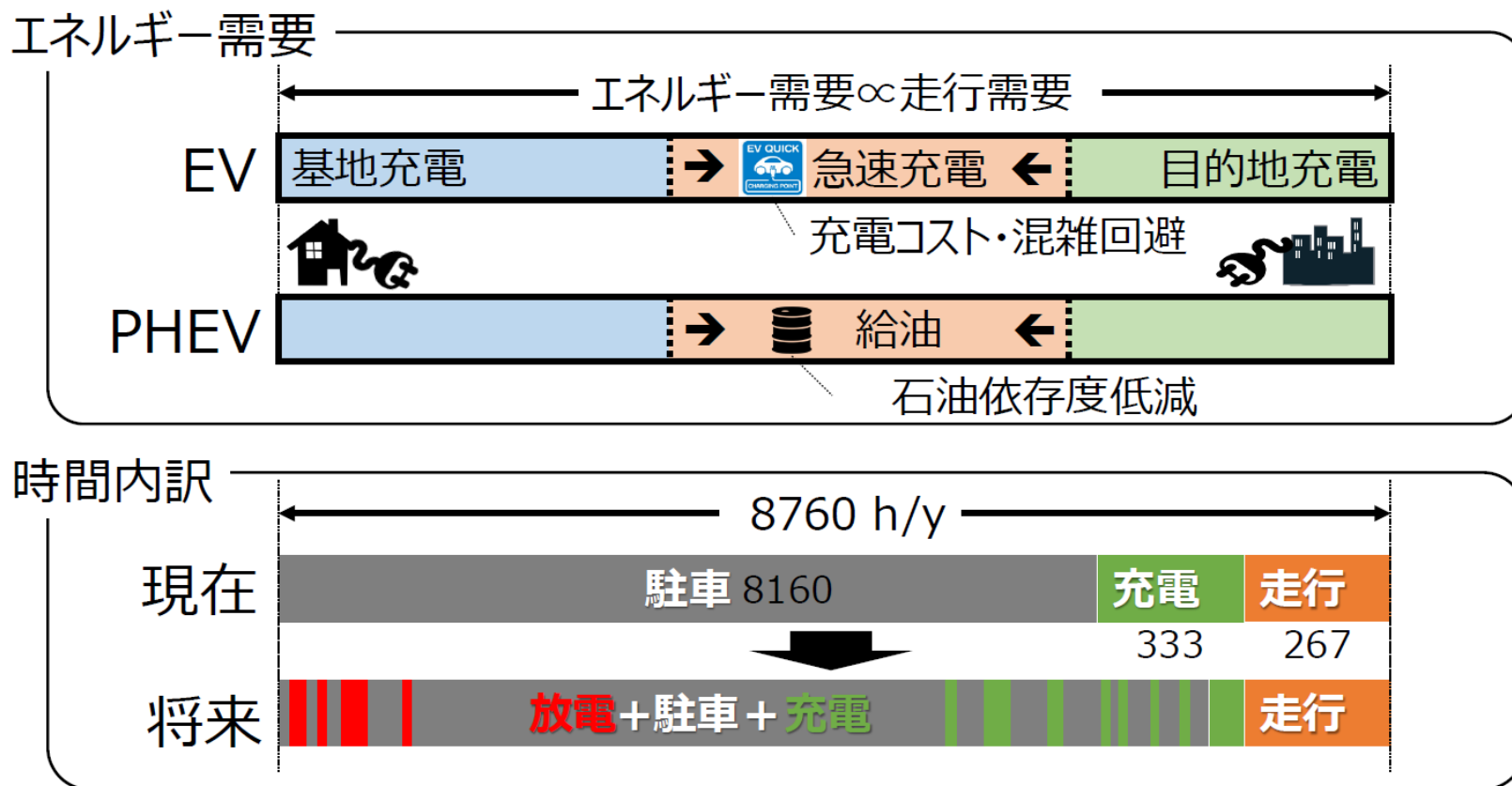




# 電気自動車（EV）の活用方法

エネルギー需要としては、EVではピークカットのため急速充電を減らし、PHEVでは石油依存度低減のため給油を減らしたい。

このために駐車時間帯に放電、充電を分散して行う。



東工大 小田特任教授資料から抜粋





# 電気自動車（EV）の活用方法

災害時にEVを活用する様々な事例がある

## （参考）電動車からの給電の様子@2019年9月



FCVからの給電：地域を巡回し、個人宅で照明、電子レンジ等に使用  
出典：トヨタ自動車株式会社



EVからの給電：避難所等で携帯電話充電、扇風機、冷蔵庫等に使用  
出典：日産自動車株式会社



FCVからの給電：老人ホームでエアコンや小型蓄電池の充電に使用  
出典：本田技研工業株式会社



PHVからの給電：老人ホームで洗濯機・洗濯乾燥機に使用  
出典：三菱自動車工業株式会社

16

出典：経産省・国交省ホームページ





# 広域連系系統のあるべき姿の方向性

## (1) 適切な信頼度の確保への取組

・広域機関により、将来、電源構成等が変化した場合も、広域的な送受電等により各エリアで必要な供給力が確保できるかどうかについて、継続的に確認・評価を行う。

## (2) 電力系統利用の円滑化・低廉化への取組

### ○ 流通設備効率の向上

・電源連系や設備形成の検討に際しての想定潮流の合理化及び精度向上

→  
・想定潮流の合理化  
・日本版コネクト&マネージ

### ○ 電源連系と流通設備形成の最適化

・費用対便益に基づく流通設備増強判断  
・電源と流通設備の総合コストの最小化

→  
・マスタープラン

### ○ 新技術の採用

・技術開発の進展及び新技術の適用

これまでの「電源連系に応じた系統増強」から、「将来の潮流を想定し、経済的評価結果による系統増強」へ

## (3) 電力流通設備の健全性確保への取組

・計画的な更新及び作業平準化  
・設備形成の合理化  
・年間対応能力の維持向上  
・連系線等の経年状況の把握

出典：電力広域的運営推進機関広域系統長期方針抜粋

[https://www.occto.or.jp/kouikikeitou/chokihoushin/files/170330\\_choukihoushin.pdf](https://www.occto.or.jp/kouikikeitou/chokihoushin/files/170330_choukihoushin.pdf)





# 既存システムを最大限に有効活用するための取り組み

取組	想定潮流の合理化	コネクト&マネージ	
		N - 1 電制 (N - 1 故障時瞬時電源制限)	ノンファーム型接続 ( 平常時出力抑制条件付き ) 電源接続
運用制約	原則、マネージなし	N - 1 故障 (電力設備の単一故障) 発生時に電源制限	平常時の運用容量超過で電源抑制
設備形成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接続前に空容量に基づき接続可否を検討</li> <li>・想定潮流が運用容量を超過で増強</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前の空容量に係わらず、新規接続電源の出力抑制を前提に接続</li> <li>・主に費用対便益評価に基づき増強を判断</li> </ul>
取組内容	想定潮流の合理化・精度向上 <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源稼働の蓋然性評価</li> <li>・自然変動電源の出力評価</li> </ul>	N - 1 故障発生時に、リレーシステムにて瞬時に電源制限を行うことで運用容量を拡大	系統制約時の出力抑制に合意した新規発電事業者は設備増強せずに接続
混雑発生	(平常時) なし	(平常時) なし	(平常時) あり
	(故障時) あり ⇒電源抑制※ <sup>1</sup> で対応	(故障時) あり ⇒電源制限※ <sup>2</sup> で対応	(故障時) あり

※1 給電指令による発電出力抑制

※2 リレーシステムによる瞬時の発電出力制限

出典: 電力広域的運営推進機関第26回広域系統整備委員会(2017年9月26日) 資料1(1)

[https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2017/seibi\\_26\\_siryuu.html](https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2017/seibi_26_siryuu.html)

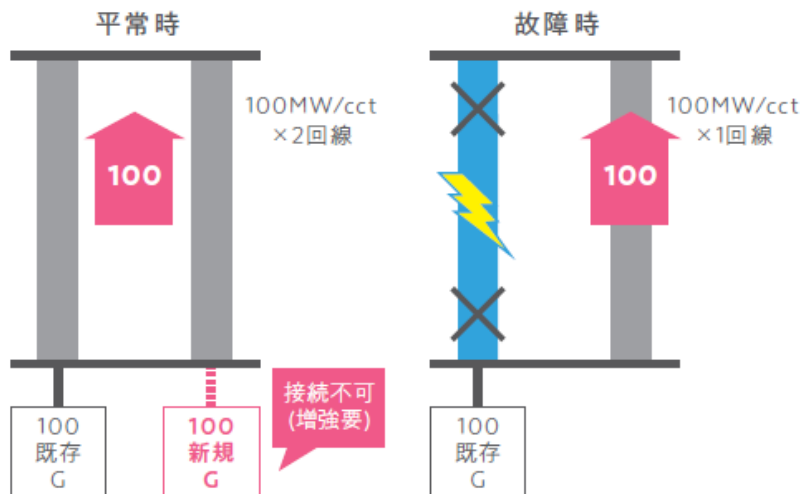




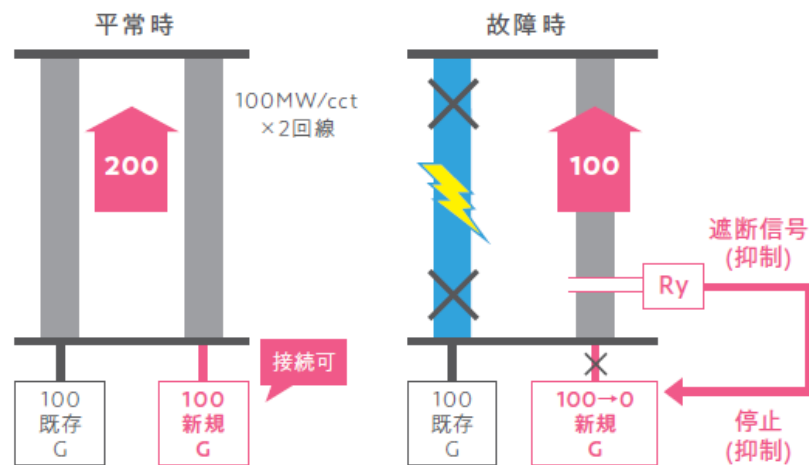
# N-1 電制の概要

- ・もともと、電力系統は、1回線故障(「N-1故障」という)が発生しても、送電可能な信頼性を確保している。
- ・「N-1電制」はN-1故障時に、あらかじめ決められた電源を瞬時に抑制することで、接続可能な電源を増やす仕組み。
- ・送電線故障時は、即時に電源を制御する必要があることから、高い信頼性の専用システムが必要。

### 「N-1電制」なし



### 「N-1電制」適用



出典: 電力広域的運営推進機関ホームページ

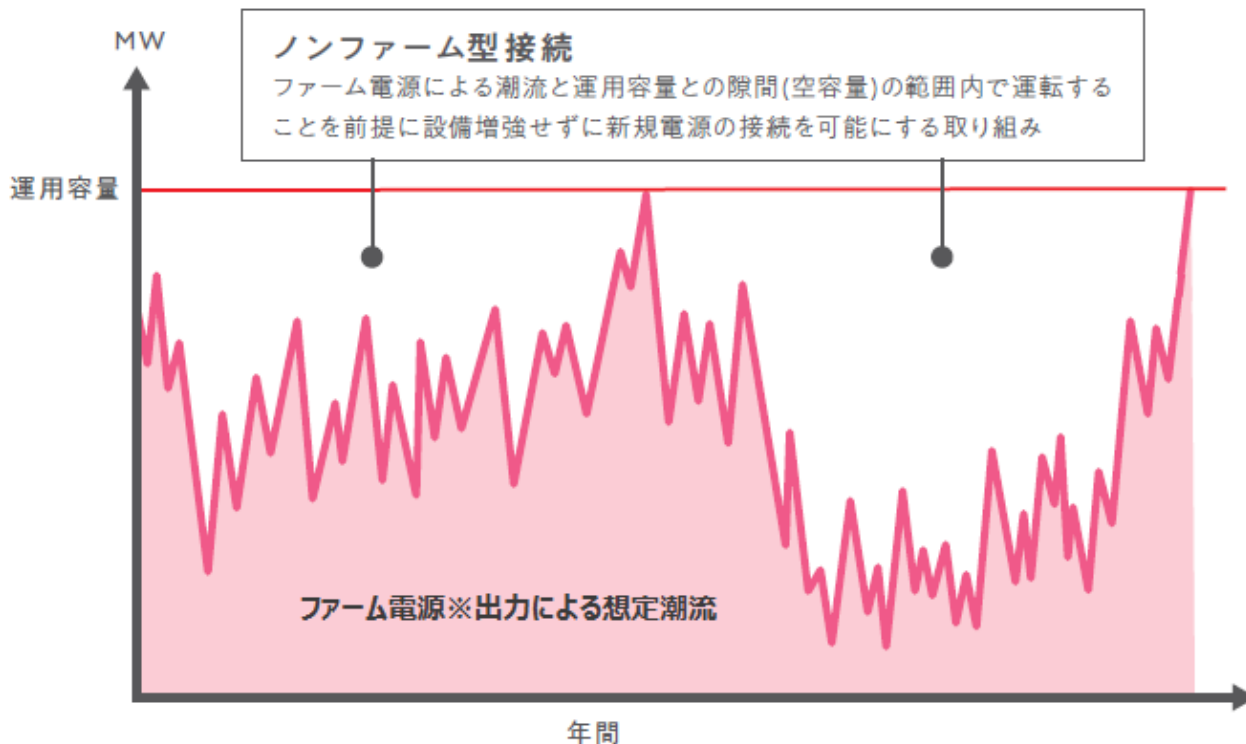
[https://www.occto.or.jp/occto/about\\_occto/riyoukankyouseibi.html](https://www.occto.or.jp/occto/about_occto/riyoukankyouseibi.html)





# ノンファーム型接続

平常時、運用容量超過が予想される場合には出力抑制することを前提に、設備増強をせずに新規電源を系統に接続し、空容量の範囲内で運転できるようにする取り組み。広域機関では、「ノンファーム型接続」の早期実現を目指し検討を行っている。



※「ファーム電源」: 平常時の出力抑制がないように、十分な設備形成をした上で系統に接続した電源

出典: 電力広域的運営推進機関広域系統長期方針抜粋

[https://www.occto.or.jp/kouikikeitou/chokihoushin/files/170330\\_choukihoushin.pdf](https://www.occto.or.jp/kouikikeitou/chokihoushin/files/170330_choukihoushin.pdf)

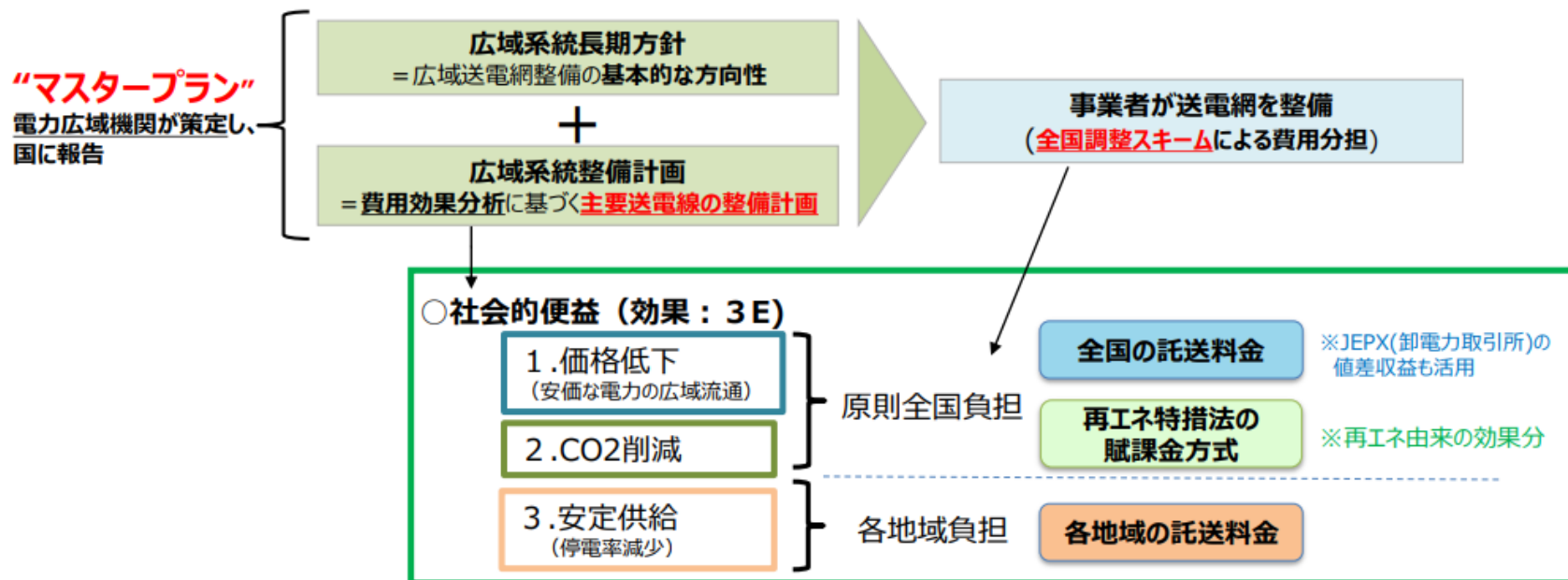




# マスタープラン（2022年春頃）

地域間連系線等を増強する費用は、安定供給上の便益などから、その多くは両端のエリアが負担しており、再エネのポテンシャルが多く存在するエリアほどその増強の負担が大きくなるという構造となっていた。

このため、地域間連系線等を増強することによる再エネ拡大の便益は全国で発生することに着目し、将来の電源ポテンシャルを踏まえたプッシュ型のマスタープランを策定した上で、その増強費用を全国で支える仕組みとする。



出典：総合資源エネルギー調査会基本政策分科会持続可能な電力システム構築小委員会（第5回）（2020.7.20）資料1  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/system\\_kouchiku/005/pdf/005\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/system_kouchiku/005/pdf/005_004.pdf)







## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会





# 循環型社会形成推進基本法（2000.6.2公布・施行）

1. 形成すべき「循環型社会」の姿を明確に提示  
 「循環型社会」とは、[1]廃棄物等の発生抑制、[2]循環資源の循環的な利用及び[3]適正な処分が確保されることによって、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会。

2. 法の対象となる廃棄物等のうち有用なものを「循環資源」と定義  
 法の対象となる物を有価・無価を問わず「廃棄物等」とし、**廃棄物等のうち有用なものを「循環資源」と位置づけ**、その循環的な利用を促進。

3. 処理の「優先順位」を初めて法定化  
**[1]発生抑制、[2]再使用、[3]再生利用、[4]熱回収、[5]適正処分との優先順位。**  
 4. 国、地方公共団体、事業者及び国民の役割分担を明確化

循環型社会の形成に向け、国、地方公共団体、事業者及び国民が全体で取り組んでいくため、これらの主体の責務を明確にする。特に、  
 [1] 事業者・国民の「**排出者責任**」を明確化。

[2] 生産者が、自ら生産する製品等について使用され廃棄物となった後まで一定の責任を負う「**拡大生産者責任**」の一般原則を確立。  
 5. 政府が「循環型社会形成推進基本計画」を策定

循環型社会の形成を総合的・計画的に進めるため、政府は「循環型社会形成推進基本計画」を次のような仕組みで策定。  
 [1] 原案は、中央環境審議会が意見を述べる指針に即して、環境大臣が策定。  
 [2] 計画の策定に当たっては、中央環境審議会の意見を聴取。

[3] 計画は、政府一丸となった取組を確保するため、関係大臣と協議し、閣議決定により策定。  
 [4] 計画の閣議決定があったときは、これを国会に報告。  
 [5] 計画の策定期限、5年ごとの見直しを明記。

[6] 国の他の計画は、循環型社会形成推進基本計画を基本とする。

6. 循環型社会の形成のための国の施策を明示  
 廃棄物等の発生抑制のための措置  
 「排出者責任」の徹底のための規制等の措置  
 「拡大生産者責任」を踏まえた措置（製品等の引取り・循環的な利用の実施、製品等に関する事前評価）

再生品の使用の促進  
 環境の保全上の支障が生じる場合、原因事業者によるその原状回復等の費用を負担させる措置

## 第四次循環型社会形成推進基本計画（2018年6月19日閣議決定）

持続可能な社会づくりの統合的な取組

- 誰もが、持続可能な形で資源を利用でき、環境への負荷が地球の環境容量内に抑制され、健康で安全な生活と豊かな生態系が確保された世界
- 環境、経済、社会的側面を統合的に向上

地域循環共生圏形成による地域活性化	ライフサイクル全体での徹底的な資源循環	適正処理の推進と環境再生	災害廃棄物処理体制の構築	適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開
<ul style="list-style-type: none"> <li>地域の資源生産性向上</li> <li>生物多様性の確保</li> <li>低炭素化</li> <li>地域の活性化</li> <li>災害に強いコンパクトで強靱なまちづくり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>第四次産業革命により、「必要なモノ・サービスを、必要な時に、必要なだけ提供する」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物の適正処理（システム、体制、技術の適切な整備）</li> <li>地域環境の再生（海洋ごみ、不法投棄、空き家等）</li> <li>震災被災地の環境再生、未来志向の復興創生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害廃棄物の適正・迅速な処理（平時より重層的な廃棄物処理システムを強靱化）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源効率性が高く、現在および将来世代の健康で安全な生活と豊かな生態系が確保された世界</li> </ul>

循環分野における基盤整備

- 情報基盤の整備・更新、必要な技術の継続的な開発、人材育成
- 多様な主体が循環型社会づくりの担い手であることを自覚して行動する社会

目標値

	2000年度	2015年度	2025年度目標
資源生産性（万円/トン）	24	38	49（+102%）
入口側の循環利用率（%）	10	16	18（+8ポイント）
出口側の循環利用率（%）	36	44	47（+11ポイント）
最終処分量（百万トン）	57	14	13（▲77%）

（ ）内は2000年度比

持続可能な社会づくりの統合的な取組

- 地域循環共生圏の形成
- シェアリング等の2 Rビジネスの促進、評価
- 家庭系食品ロス半減に向けた国民運動
- 高付加価値に対応した廃棄物処理体制
- 未利用伐材等のエネルギー源としての活用
- 廃棄物エネルギーの徹底活用
- マイクロプラスチックを含む海洋ごみ対策
- 災害廃棄物処理事業の円滑化・効率化の推進
- 廃棄物リサイクル分野のインフラの国際展開

地域循環共生圏形成による地域活性化	ライフサイクル全体での徹底的な資源循環	適正処理の推進と環境再生	災害廃棄物処理体制の構築	適正な国際資源循環体制の構築と循環産業の海外展開
<ul style="list-style-type: none"> <li>○地域循環共生圏の形成</li> <li>・調整の促進</li> <li>・表現可能な経路への支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○開発設計段階での省資源化等の普及促進</li> <li>○シェアリング等の2 Rビジネスの促進、評価</li> <li>○素材別の取組等</li> <li>・プラスチック戦略</li> <li>・バイオマス</li> <li>・金属（都市鉱山の活用）</li> <li>・土石・建設材料</li> <li>・木質バイオエネルギー</li> <li>・おむつリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○適正処理</li> <li>・安定かつ効率的な処理体制</li> <li>・地域での新たな価値創出に資する処理施設</li> <li>・循環型産業全体の健全化・振興</li> <li>○環境再生</li> <li>・マイクロプラスチックを含む海洋ごみ対策</li> <li>・空き家・空き店舗対策</li> <li>○東日本大震災からの環境再生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○自治体</li> <li>・災害廃棄物処理計画</li> <li>・国民への啓発・コミュニケーション</li> <li>○地域</li> <li>・地域プロダクトの活用</li> <li>・技術交流、人材交流の場、セミナーの開催</li> <li>○全国</li> <li>・D.Waste-Netの体制強化</li> <li>・災害時に拠点となる廃棄物処理施設</li> <li>・IT等最新技術の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○国際資源循環</li> <li>・国内外で発生した二次資源を日本の環境先進技術を活かして適正にリサイクル</li> <li>・アジア、太平洋3R推進フォーラム等を通じて、情報共有等を促進</li> <li>○海外展開</li> <li>・我が国の高い環境インフラを制度・システムとして海外展開</li> <li>・災害廃棄物対策ノウハウの提供、被災支援</li> </ul>

循環分野における基盤整備

- 電子 manifests を含む情報の活用
- ・技術開発・人材育成
- 人材育成、普及啓発等（Re-Styleキャンペーン）

環境省ホームページから作成 (<https://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku.html>)



# プラスチックごみの輸出停止

## 中国の固形廃棄物輸入規制(実質禁止)

- ・2017年7月、中国政府はWTOに固形廃棄物の輸入規制を行うことを通告
- ・2018年1月に廃プラスチック、2021年1月に古紙類が全面輸入禁止。
- ・この影響で輸出が急増したタイ、ベトナム、マレーシア諸国も廃プラスチックの全面禁止を検討。

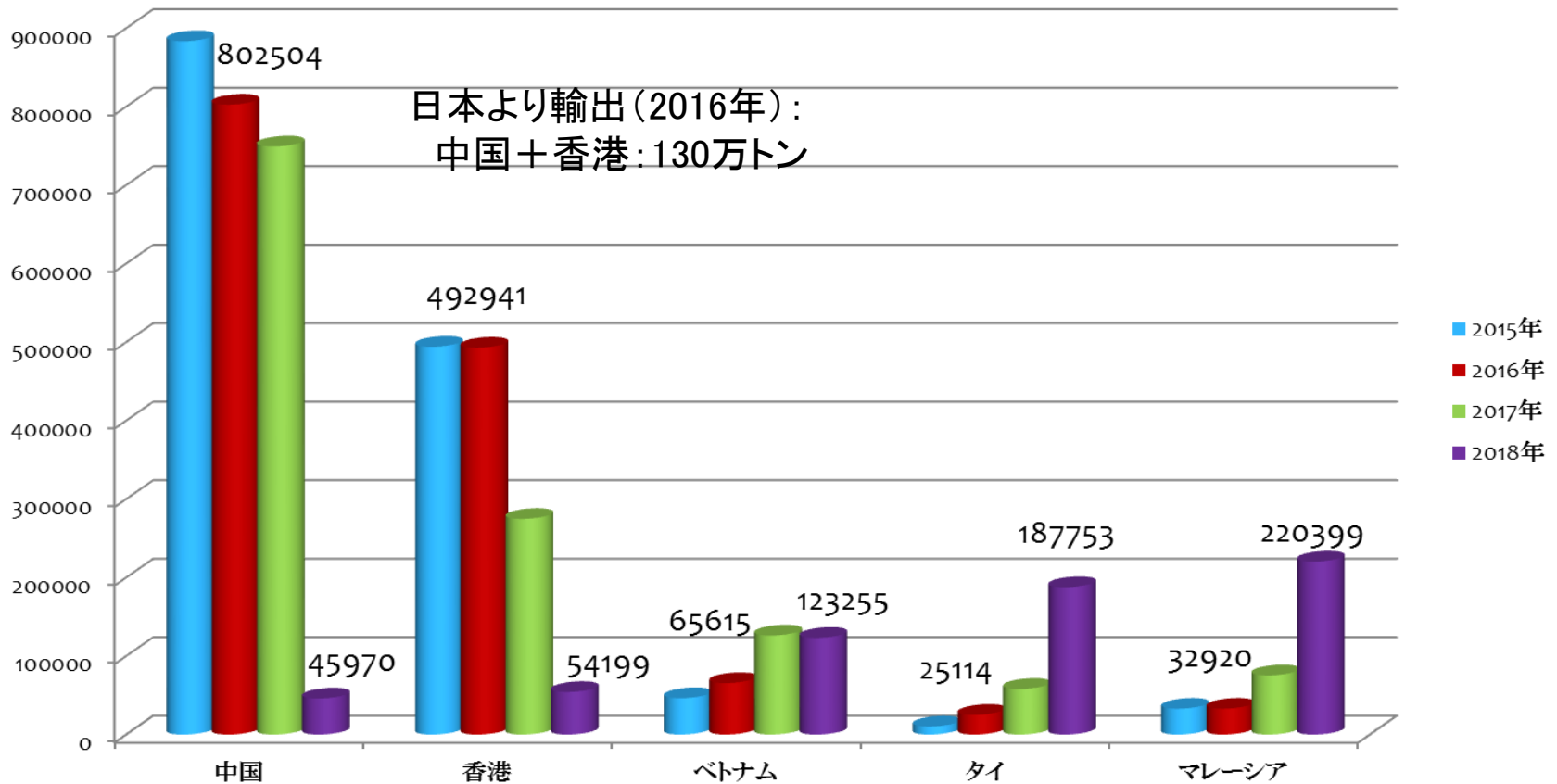
## 改正バーゼル条約

- ・2021年1月より、改正バーゼル条約附属書の発効に伴い、バーゼル条約の国内担保法であるバーゼル法においても、リサイクルに適さない汚れたプラスチック等が新たに規制対象となった。





# 日本の廃プラスチックの輸出量



出典：財務省貿易統計





# 廃プラスチックの総排出量と有効利用

- ・ごみ全体の排出量(2016年):432百万t (産業廃棄物391百万t、一般廃棄物41百万t)
- ・廃プラスチックの総量(2016年):899万t
- ・廃プラスチックの有効利用率は84%にのぼるが、サーマルリサイクルが57%を占める。



出典:プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」(2017年12月)





# プラスチックリサイクルの手法

分類(日本)	リサイクルの手法	ISO 15270
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	再生利用 ・プラ原料化 ・プラ製品化	Mechanical Recycle (メカニカルリサイクル)
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化	Feedstock Recycle (フィードストックリサイクル)
	高炉還元剤	
	コークス炉化学原料化	
	ガス化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	油化	燃 料
	セメント原・燃料化 ごみ発電 RPF*1    RDF*2	Energy Recovery (エネルギーリカバリー)

\* 1 : Refuse Paper & Plastic Fuel (マテリアルリサイクルが困難な古紙と廃プラスチック類を原料とした高カロリーの高固形燃料)

\* 2 : Refuse Derived Fuel (生ごみや可燃ごみや廃プラスチックなどからつくられる固形燃料)

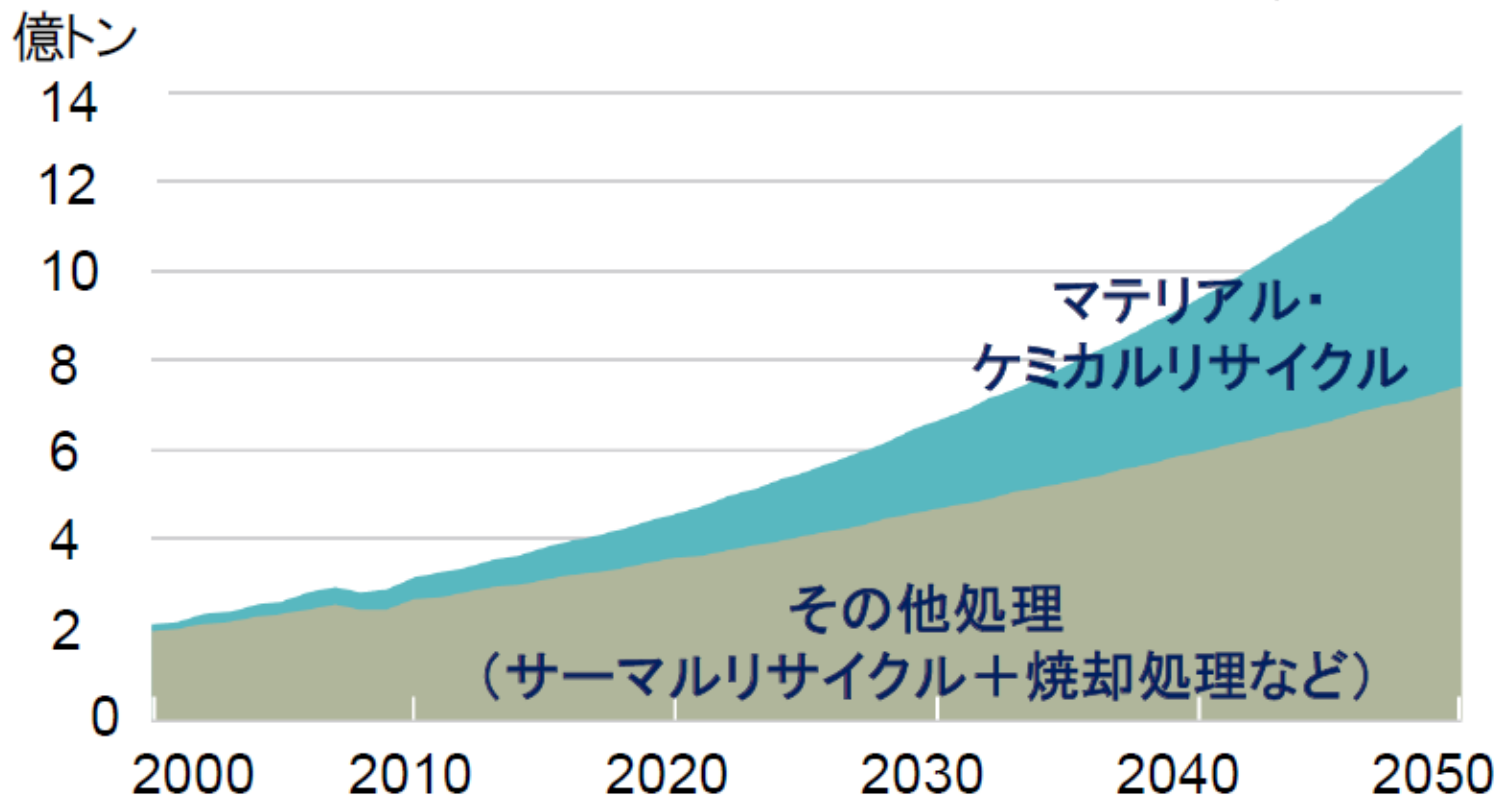
出典: プラスチック循環利用協会「プラスチックリサイクルの基礎知識」(2018)





# プラスチックリサイクルの展望

マテリアルリサイクルを最大限利用しつつ“混合プラ”や“不純物を含むプラスチック”などリサイクルが困難な廃プラスチックにも適用可能なケミカルリサイクルの推進が求められている



日揮グローバル社資料から抜粋



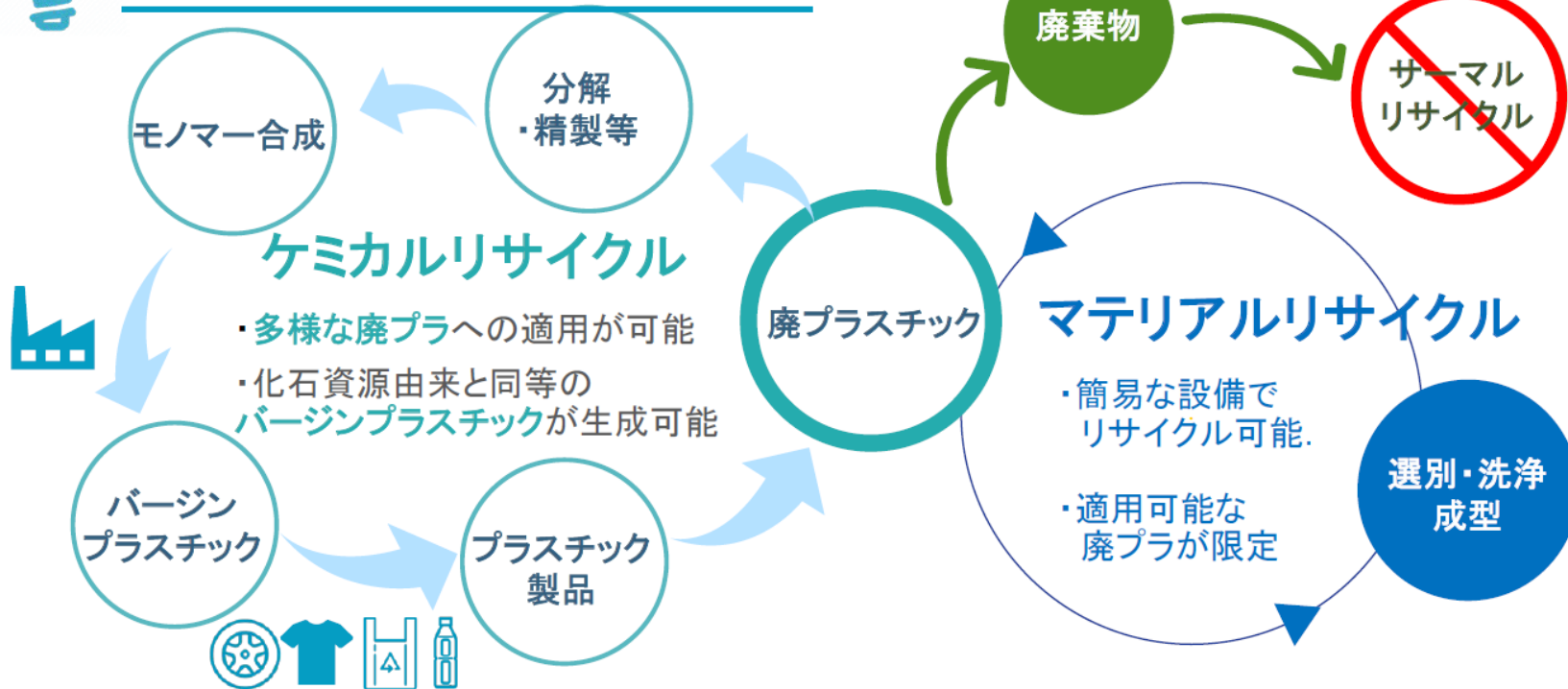


# アップサイクルの実現

廃プラスチックがバージンプラスチックに生まれ変わる



## 廃プラを排出しないアップサイクル



日揮グローバル社資料から抜粋

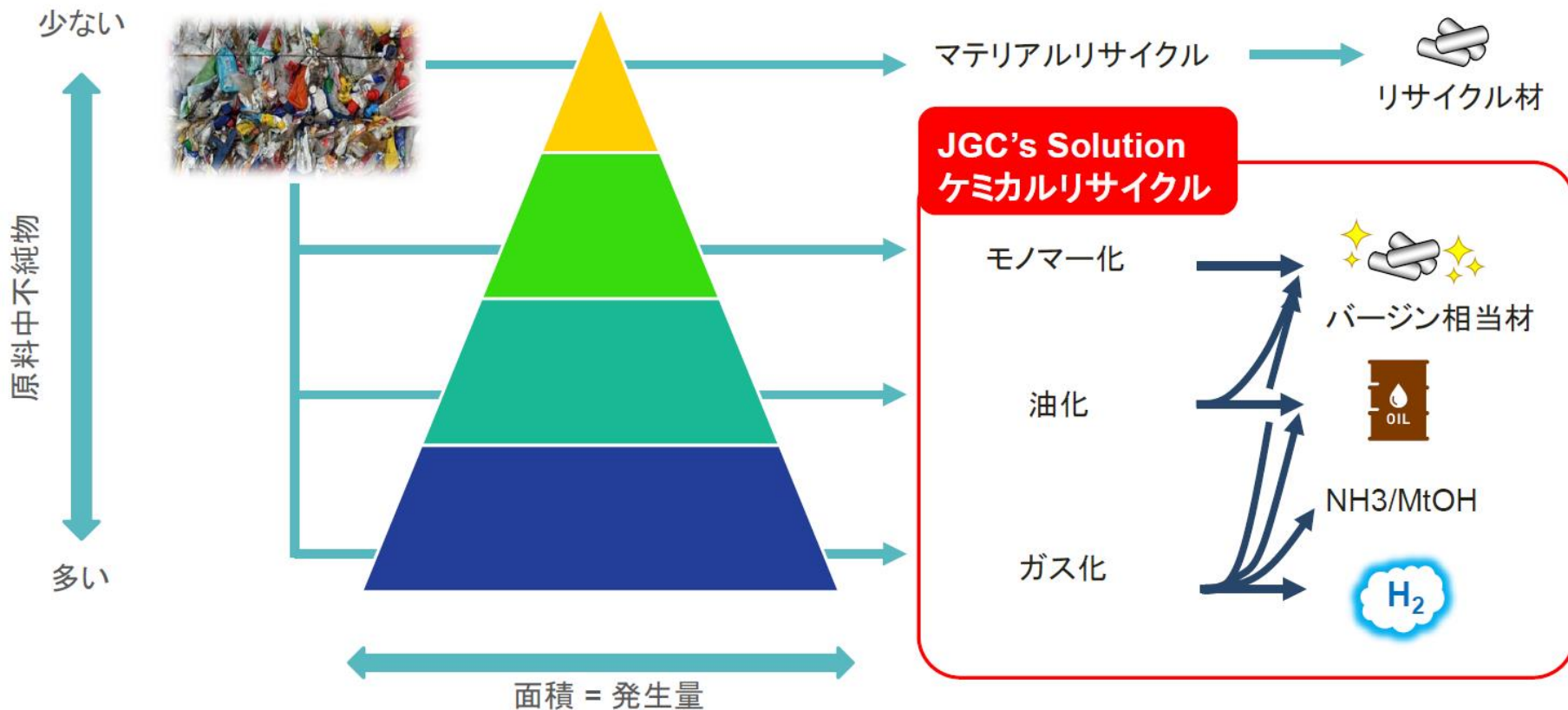






# 適材適所のリサイクル技術

不純物が多い廃プラスチックもリサイクル可能なケミカルリサイクル技術



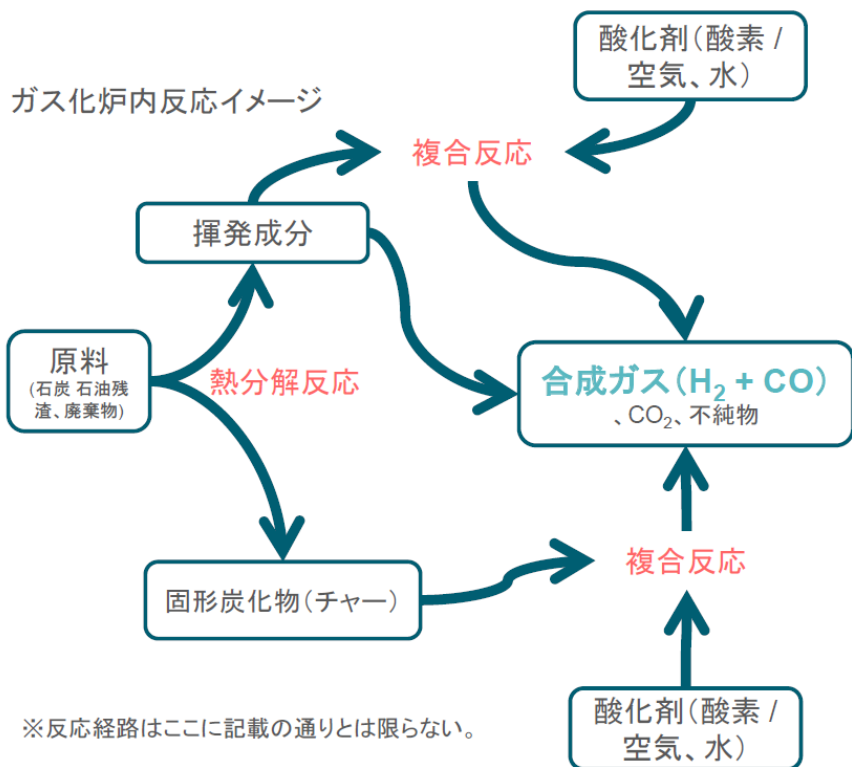
日揮グローバル社資料から抜粋



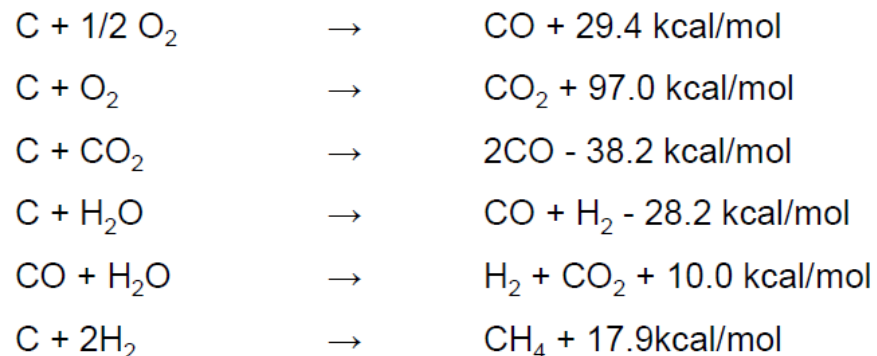


# ガス化技術

投入された原料は直接合成ガスに転化するのではなく始めにガス化炉内の熱によって熱分解が進行する。揮発したガスと酸素/空気の反応や固体として生成されたチャーの酸化反応などの複数の反応が複合的に起こることによって合成ガスを生成する。



## 主要反応式

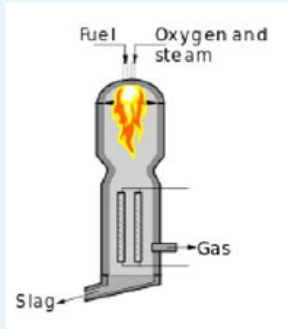
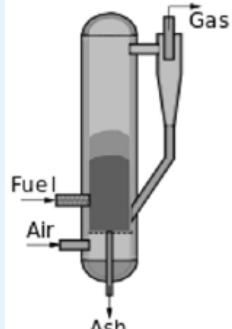
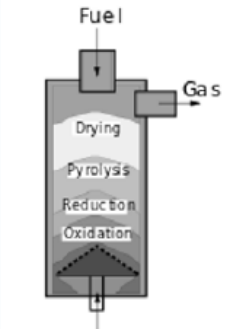
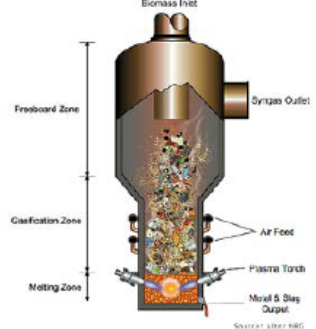


日揮グローバル社資料から抜粋





# ガス化プロセスのタイプ

タイプ	自己熱型			外部入熱型
	噴流床	流動床	固定床	
	 <p>出典:Wikipedia</p>	 <p>出典:Wikipedia</p>	 <p>出典:Wikipedia</p>	 <p>出典:Stopping ClimateChange.com HP</p>
炉内温度	1400°C ~ 1600°C	900°C ~ 1050°C	600°C ~ 1000°C	プロセスによる
実績	多	少	多	少
スラグ、灰分	スラグ化	ノンスラグ	ノンスラグ	プロセスによる
炭素転化率	高	中	低	プロセスによる
冷ガス効率 (生成ガス熱量 / 原料熱量)	中 (HC少)	高 (CH4多)	高 (Tar生成)	プロセスによる

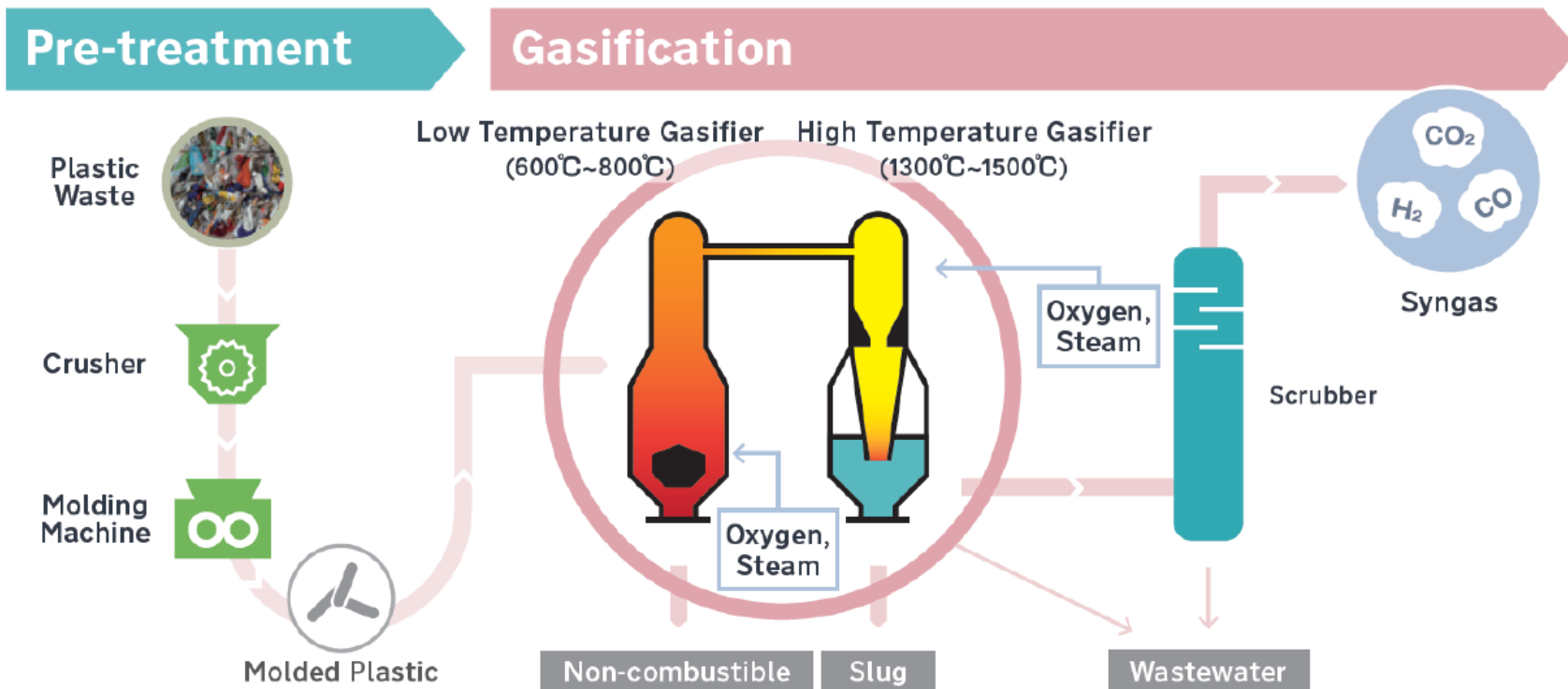
日揮グローバル社資料から抜粋





# EUP : ガス化ケミカルリサイクル技術

日揮グループはEUP (Ebara Ube Process) ライセンスの再実施許諾権契約を締結致しました (2020/10/06ニュースリリースより抜粋)



## EUPの 特徴

- 加圧二段ガス化炉を採用
- 高圧運転のため、化学合成時に省エネ

日揮グローバル社資料から抜粋





## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会





# 国土交通省の取組

## Society 5.0とスマートシティ

- スマートシティはSociety 5.0 の総合的なショーケース
- エネルギーを始めとした「個別分野特化型」の取組から、官民データ、ICT、AIを活用し、交通、観光、防災、健康・医療、エネルギー・環境等、複数分野にわたる「分野横断型」の取組みへ
- モデル事業で取組みを加速。将来的に全国の都市に標準装備として展開することを目指す

都市・地域におけるインフラデータはじめ、官民の様々なデータを収集・見える化



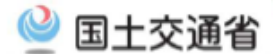
[https://www.mlit.go.jp/toshi/city\\_plan/content/001349561.pdf](https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001349561.pdf)





# 国土交通省の取組

## 都市インフラ・まちづくりのDX（デジタルトランスフォーメーション）



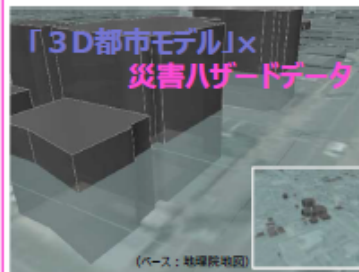
（世界水準の「3Dデジタルマップ」に基づく、全体最適、市民参加型の機動的な都市インフラ開発・まちづくり）

### 「3D都市モデル」の構築：まちづくりのデジタル基盤



- あらゆる都市データの基盤として、2次元地図から「3D都市モデル」を構築
- まずは、全国数十都市において先行モデルを製作
  - ・必要なデータ収集（調査、航空測量等）
  - ・都市計画基礎調査情報の充実（建物・地盤の高さ、属性(木造/RC造/鉄骨造)等）
  - ・データ変換（GIS化、3D表示化）等
- 全国共通の仕様で作成し、データをオープン化
  - ⇒行政、民間事業者、住民が用途に合わせて活用

### 「3D都市モデル」×都市活動データ（防災、環境・エネルギー、交通等）



「3D都市モデル」×  
災害ハザードデータ

#### 【活用例】

- デジタル上の3Dマップに、課題に応じて関連データ（浸水想定、気温、CO2排出量、人流・物流等）を挿入
- 各課題について、より現実に近い形で、具体的・精緻に構想・シミュレーション等を展開（＝デジタルツイン）

（ベース：地理院地図）

イメージ

### 「3D都市モデル」×BIM/CIMデータ（施設の詳細情報等）



「3D都市モデル」×BIMデータ

BIMデータ

#### 【活用例】

- 基盤となる「3D都市モデル」に構造や大きさ・高さ、ガラス透過率、壁面素材といったBIMデータを追加
- 日影や風、光環境（光の吸収や反射）をはじめとしたまちの環境への影響などを詳細に解析し、一連のまちづくりに係るシミュレーションを実現

イメージ

## “City as a Service” の実現

### 全体最適・持続可能なまちづくり

- ・防災、環境、交通等の個別課題毎でなく、分野横断・一体的なシミュレーションに基づいた、全体最適の構想・計画により持続可能なまちづくりを推進

### 人間中心・市民参加型のまちづくり

- ・立体モデルの具体的な精緻なまちの現状・将来パターンを、一部の専門家だけでなく市民レベルに共有
- ・課題を市民目線に落とし込み、多様な主体の知恵・思いを詰め込んだ参加型、実験型のまちづくり

### 機動的で機敏なまちづくり

- ・年度毎等のまちの静的なデータに、人の流れなどの動的なデータを補完することにより、都市活動の状況をより精緻に再現・予測。
- ・最新技術も活用し、機敏なまちづくりを実現

[https://www.mlit.go.jp/toshi/city\\_plan/content/001349561.pdf](https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001349561.pdf)





# 都市のセンシング事例の最新動向

- 直接関係ないデータから状況を推定
- 個々人のデータから都市問題を推定

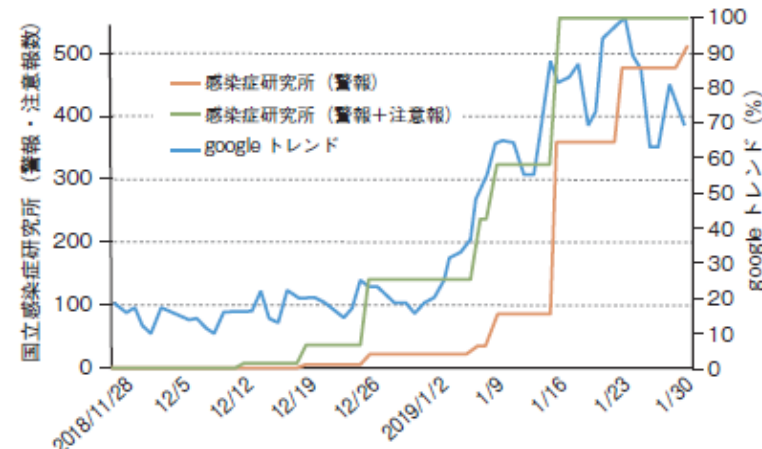






# 直接関係ないデータから状況を推定

- ・ショッピングセンターに併設された30万カ所の駐車場を人工衛星でセンシング  
→ 小売業界の売上高分析に活用
- ・訪日外国人の携帯位置情報をセンシング  
→ 訪日外国人の訪問都市分析に活用
- ・Googleトレンドでインフルエンザと検索された回数の割合を算出  
→ インフルエンザの国内流行レベルを推定
- ・原油タンクの「浮き屋根」をセンシング  
→ 世界および地域の原油量を推定



国立感染症研究所警報：同研究所インフルエンザ流行レベルマップを基に作成  
インフルエンザの国内流行レベル  
国立感染症研究所の警報とGoogleトレンドの比較

NTTファシリティーズ社資料から抜粋





# 個々人のデータから都市問題を推定

- ・スマートフォンを使った『Mimi 聴力テスト』で個人の聴力データを収集
  - 都市の騒音と難聴は64%の正の相関があることから、騒音場所を推定
- ・City Nature Challengeとして、スマートフォンを用いて、一斉にその都市の動植物の写真を撮影
  - 動植物の生息状況を知って人の住む環境変化を推定
- ・車のETC2.0で集められた平日・休日別の立ち寄り場所・時刻、滞在時間、周遊ルートに関するデータを収集
  - 騒音や大気汚染の状況を推定

NTTファシリティーズ社資料から抜粋





## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会



# 呉市スマートシティ研究会

## (現状と課題)

### スマートシティ実現に向けて進むべき方向性

#### 技術オリエンテッドから課題オリエンテッドへ

解決すべき課題の設定が曖昧なままに、技術を使うことを優先していた「技術オリエンテッド」から、「どの課題を解決するのか」、「何のために技術を使うのか」について明確なビジョンを持って取り組む「課題オリエンテッド」へ

#### 個別最適から全体最適へ

一つの分野、一つの主体にとっての最適解を追求する「個別最適」から、都市全体の観点からの最適化を追求する「全体最適」へ

分野横断的な全体最適



※図出典：国土交通省「スマートシティの構築に向けて（中間とりまとめ）」図「個別最適から全体最適へ」

#### 公共主体から公民連携へ

自治体発で取組を主導する「公共主体」から、民間企業の技術が常に課題に向き合える体制を構築して取り組む「公民連携」へ

### 取組を加速するに当たってのハードル



- 民間事業者が有する先進技術にどのようなものがあるのか、自治体担当者には専門的な知見がない。
- その先進技術が、課題のどの部分を解決し得るのか、深掘りするための意見交換の場がない。
- 委託発注した後にアンマッチが生じる可能性や、より課題解決に資する良質な提案の採用機会を失っている可能性がある。

事業化の前段階で、自治体と民間事業者の“ゆるやかな”勉強会の場が必要

呉市資料から抜粋

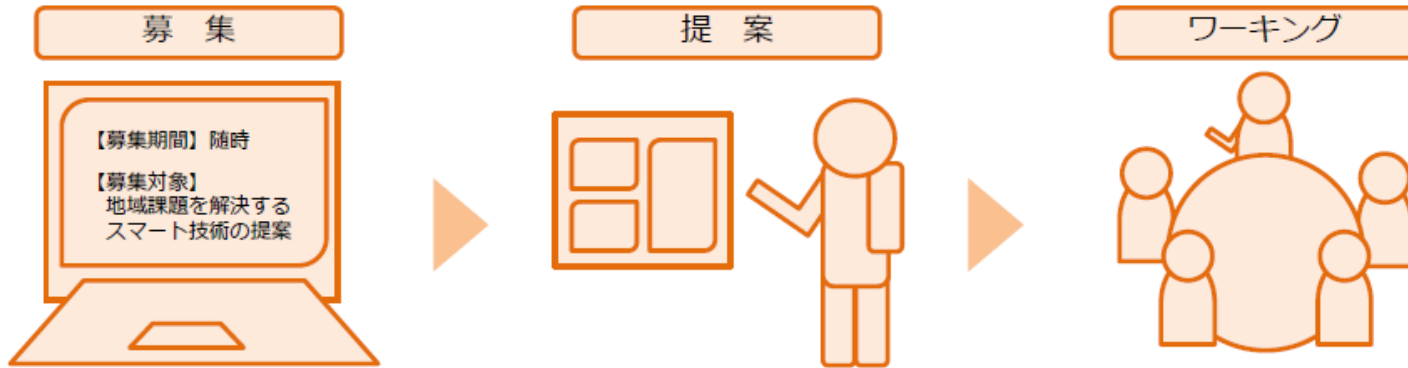




# ニーズに対するシーズを民間事業者等から募集

## ① シーズ調査

- ・ 呉市の課題（ニーズ）の解決に資する先端技術（シーズ）の提案を，民間事業者等から募集
- ・ ニーズとシーズが適合する場合はワーキングを実施し，実証実験や実装に向けて意見交換を行う



## ② 調査結果の活用

- ・ 有望な提案をニーズ調査票に反映して公表。
- ・ 更なる提案の連鎖を誘導しながら，より洗練されたものに改良。
- ・ 熟度が高まったものから事業化。実証実験，実装を進める。



呉市資料から抜粋





# スマートチャレンジくれ

## 「スマートチャレンジくれ」ニーズ一覧

分野	ニーズ番号	ニーズ名
子育て	A-01	子どもたちが自由に遊べることができる放課後の確保
	A-02	子育て情報の発信とニーズ調査の効率的な手法
	A-03	地域地味を維持するための保育所給食における食料調達
福祉保健	B-01	難病における医療・介護サービスの確保
	B-02	市民の健康づくり、生活習慣の改善支援
	B-03	障害者の生活支援や経済支援の充実
	B-04	移動が困難な高齢者等の日常生活支援
	B-05	高齢者等緊急支援の安全・安心の確保
市民生活・防災	C-01	市役所が実施する情報等の多言語化・やさしい日本語化
	C-02	スマートシティの実現に向けた市民参加の促進（講演会・IT教室の実施）
	C-03	前後会等各種団体の抱、呼の確保と負担軽減
	C-04	消防車・救急車の緊急走行時におけるさらさらな通行確保
	C-05	駅前広場の整備を促す「本来への継承」
	C-06	避難情報などを全市域に迅速かつ確実に伝達することの確保
	C-07	災害時における早期の避難指示や迅速な対応
スポーツ・文化	D-01	多様な市民ニーズに対応した学習機会の提供
	D-02	文化・芸術の新しい鑑賞方法
	D-03	電子図書館サービスの機能充実
	D-04	ニューノーマル時代の大型ユーティリティ展示解説
	D-05	観光産業における地域マーケティングマネジメント
産業	E-01	観光産業における地域マーケティングマネジメント
	E-02	スマート新幹線の活用による観光振興活性化
	E-03	柑橘の収穫作業の省力化
	E-04	規格外品や余剰となった農産物の活用
	E-05	ICT等を活用したインシデンリアリティへの対策
都市基盤	F-01	持続可能な地域公共交通サービスの提供
	F-02	迅速かつ的確な対応につながる通報システムの構築
	F-03	ゾーン30規制区域情報の効率的な伝達確保
	F-04	公共施設における維持管理の効率化
	F-05	管理区域内における「シェアード」等の保留許可
	F-06	情報の新しい水質基準
	F-07	劣化予測による水道管更新等の最適化
	F-08	低コストかつ高精度な漏水診断手続
	F-09	水道使用量データの活用による漏水の早期発見
	F-10	配水池異常検出を原因とする早期対応
	F-11	スマートシティ推進のためのデータプラットフォームの構築
民間施設	F-12	3D都市モデルの活用によるデジタルトランスフォーメーションの推進
	G-01	民間交通ターミナルの機能拡充に向けた次世代モビリティの集積及び付加価値の創出
	G-02	民間交通ターミナルの機能拡充に向けた防災機能の強化
	G-03	民間交通ターミナルの機能拡充に向けた情報発信機能の強化
	G-04	運送内務の利便性に向けた民間施設地域の居住性向上支援
環境	G-05	運送内務の利便性に向けた民間施設地域における賑わいの創出
	H-01	森林の荒廃防止、登山安全の取組
行政経営	H-02	循環型社会の形成に資するCO2削減化への分別の徹底と食品ロス削減の推進
	I-01	公文書の保存方法について
	I-02	新技術等の導入による庁内業務の改善（事務の省力化とコスト削減）
	I-03	検査・経営・仕分業務等の効率化（地方調達推進、商品等の紹介・検査事務）
	I-04	予算編成事務の効率化
I-05	利便性を確保しながら自治体セキュリティの確保推進	

計 50 件

## 「スマートチャレンジくれ」始動 ～質の高い生活が実現されるスマートシティ「くれ」～

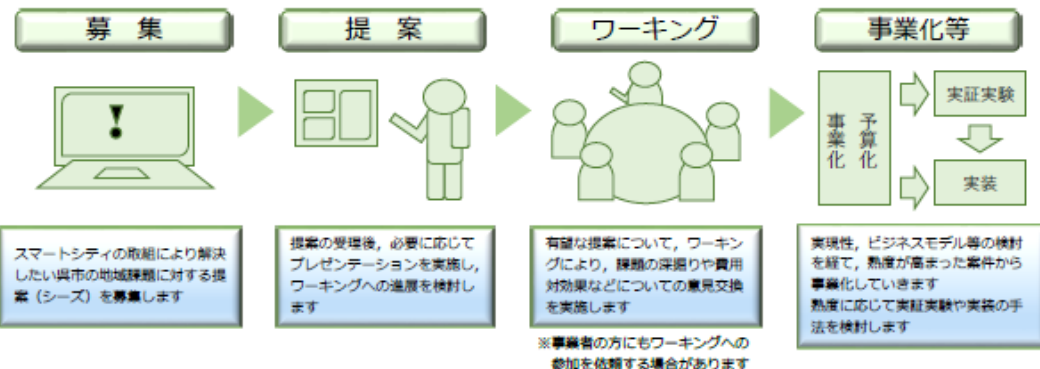
スマートチャレンジくれ

呉市では、スマートシティの実現に向けて、事業化の前段階から民間事業者や大学等高等教育機関の皆様との意見交換を行う産学官連携の取組をスタートします。

この取組を「スマートチャレンジくれ」と称し、呉市の地域課題（＝ニーズ）の解決に向けて、事業者の皆様から先端技術（＝シーズ）の提案を募集します。

今回、「スマートチャレンジくれ」第1回募集分として50項目のニーズを公表しましたので、幅広いシーズのご提案をお願いします。

皆様からご提案いただいたシーズとニーズのマッチングを図り、意見交換やワーキングで課題の深掘りを行いながら、実証実験や実装を目指します。



呉市資料から抜粋



# シーズ提案状況

## 「スマートチャレンジくれ」シーズ提案状況について

呉市では、地域課題（ニーズ）に対して、先端技術で解決する提案（シーズ）を民間事業者等から募集し、産学官で意見交換を行いながら社会実装につなげていく「スマートチャレンジくれ」に取り組んでいます。

このたび、50項目の公表ニーズに対し、91社から340件の提案意思表示があり、提出期限の8月31日までに次のとおりシーズ提案書が寄せられましたので、受付状況をお知らせします。

### 《シーズ提案状況》

提案件数 299件（84社）

### 分野別の提案状況

分野別	提案件数
子育て・教育分野	18件
福祉保健分野	45件
市民生活・防災分野	72件
文化・スポーツ分野	18件
産業分野	32件

分野別	提案件数
都市基盤分野	75件
都市基盤（呉駅周辺）分野	11件
環境分野	8件
行政経営分野	20件
<b>合計</b>	<b>299件</b>

呉市資料から抜粋





# スマートチャレンジくれの今後の進め方

## 1 スマートシティ推進会議としての取組

スマートシティ推進会議委員によって、提案の中から分野横断的に実施していくための×有望な案件を抽出し、必要に応じて実証実験を行い、実現可能性を検討します。

## 2 個別対応（事業担当課）において独自に実施を検討

すでに実用化されたソリューションや商品の購入など、担当課を中心として個別に検討することが可能な内容については、スマートシティ推進会議とは切り離して個別に対応

呉市資料から抜粋







## エネルギーと廃棄物問題に求められる コスト負担と協調性

1. エネルギー問題の動向と解決に向けた施策
2. 廃棄物問題の動向と解決に向けた施策
3. 環境問題の解決に向けたICTの活用
4. 街づくりにおける協調性
5. 今後のエネルギー環境保全マネジメント研究部会



# 今後の活動方針とみなさまへのお願い

## 今後の調査研究領域

### 動向調査

- ・持続可能な開発目標(SDGs)
- ・気候変動
- ・カーボンニュートラル
- ・エネルギー基本計画
- ・プラスチック等廃棄物
- ・生物多様性
- ・データドリブン型環境社会

+

### 新技術

- ・省エネ
- ・再生可能エネルギー
- ・水素
- ・CCS/CCU
- ・ICT活用
- ・ロボティクス

現在、エネルギー環境保全分野はホットです。  
是非、研究部会にご参加ください！！



ご清聴ありがとうございました

P R E S E N T A T I O N

JFMAエネルギー環境保全マネジメント研究部会