需要側から考えるカーボンニュートラル

2022.9.22

地球環境産業技術研究機構（RITE)
研究所長

下田　吉之

1.

カーボンニュートラル達成のためのエネルギー需要の役割

カーボンニュートラルとは？

- とりあえず、エネルギー起源CO2排出で考える。
- エネルギー使用に伴う二酸化炭素排出をゼロにするためには、カーボンフリーのエネルギーで全てをまかなうことが必要。
- そのため、再生可能エネルギーや原子力などの供給側が注目されがち。
- しかし、カーボンフリーエネルギーが無尽蔵に使えたとしても、
  - 何らかの環境インパクトは生じる
  - 電力システムでは需給バランスの問題がある

解かねばならない２つの方程式

- 年間のエネルギーバランス
（年間合計において）

カーボンフリーエネルギー＝エネルギー需要

- 電力システムの需給バランス

(瞬時において)

カーボンフリー電力の供給＝電力需要

第１の方程式

$$\text{カーボンフリーエネルギー} = \frac{\text{エネルギー需要}}{\text{サービス}} \times \frac{\text{サービス}}{\text{充足度}} \times \frac{\text{充足度}}{\text{人口}} \times \text{人口}$$

再生可能エネルギー

原子力

ブルー／グリーン水素・アンモニア（及びそれらからなる合成燃料）

CCSつき化石燃料火力

右辺第１項：エネルギー効率の逆数

右辺第２項：ライフスタイル効率の逆数

サービス：エネルギー消費機器から産み出される熱・光・情報など

充足度(Sufficiency)：後述

- 現時点で再生可能エネルギー電力の比率20%程度。再生可能エネルギー比率を80%にするとすれば、これを4倍にするよりも、電力需要を50%にして再生可能エネルギー電力を2倍にする方が現実的

Shimoda, et al.: Renewable and Sustainable Energy Reviews 132 (2020), 115792

充足度：Sufficiency とは何か？

- 公平性と環境の限界を意識した上で人間の基本的なニーズが満たされた状態。（Darby & Fawcett: Energy Sufficiency 2018)

- エネルギー需要は「派生需要」。エネルギー需要の大きさと、Sufficiencyの度合いは比例しない。如何に少ないエネルギー消費でサービスを生み出し、サービスを効率的にSufficiencyの向上に繋げることが求められる。

第２の方程式

カーボンフリー電力の供給＝電力需要

変動性再生可能電力（太陽光・風力）

原子力

調整可能再生可能電力（水力・バイオマス）

ブルー／グリーン水素・アンモニア火力

CCSつき化石燃料火力

→

蓄電・

蓄熱・

DR

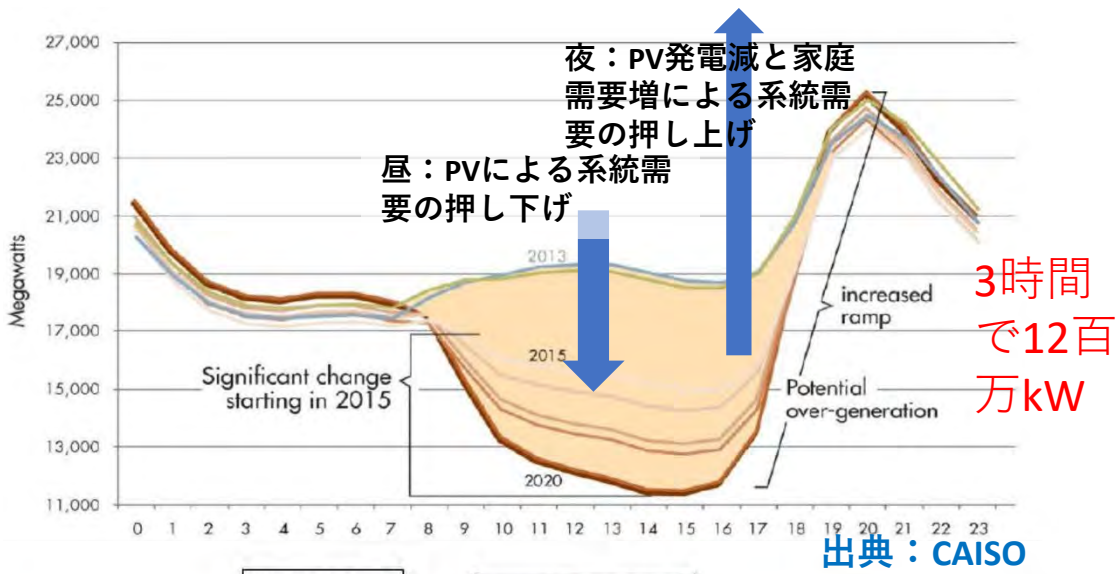
→

時間変動性の大きな需要（建築・住宅）

時間変動性の小さな需要（多くの工場・データセンター）

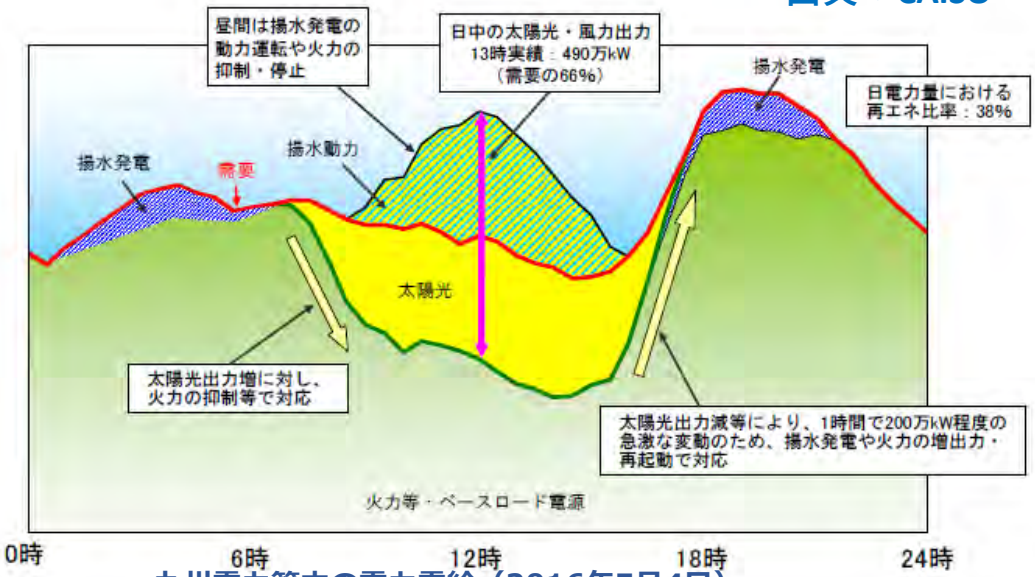
パルス状の需要（電気自動車の充電）

太陽光発電急拡大の影響



出典：CAISO

カリフォルニアのダックカーブ(CA ISO)　夕方の急激な系統発電要求上昇に対応するため、火力発電を準備する必要。**2020年8月にはこの時間帯に計画停電実施。EVの普及と、夕方の充電はこの変動を加速する。**



九州電力管内の電力需給（2016年5月4日）

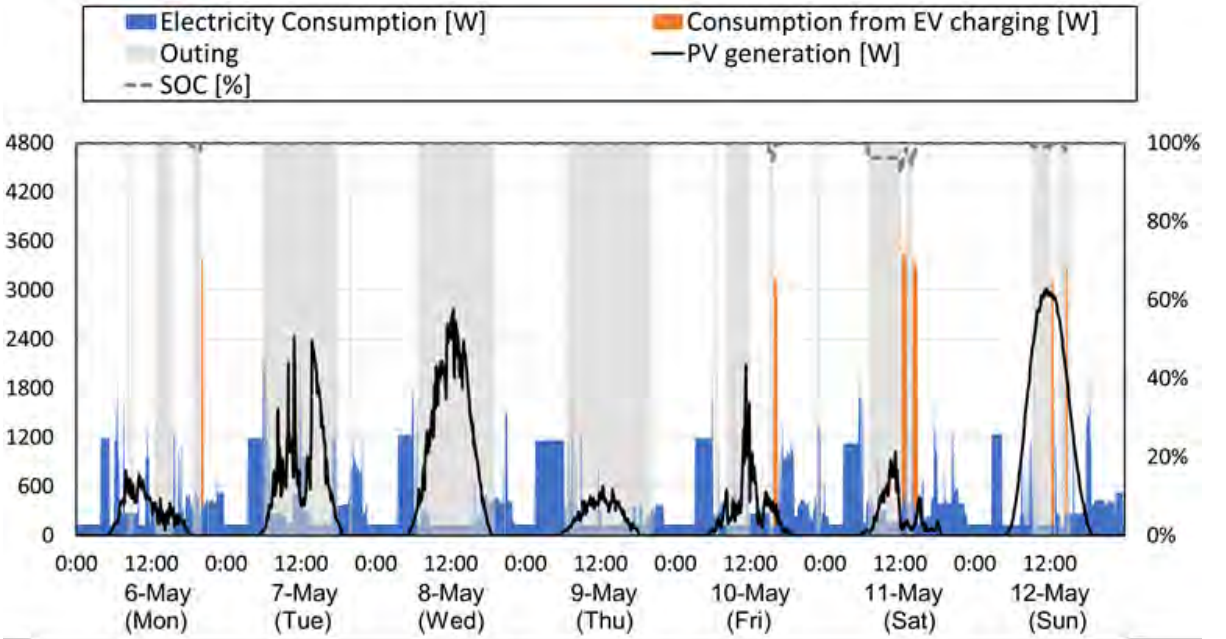
出典：九州電力資料（2016年7月）

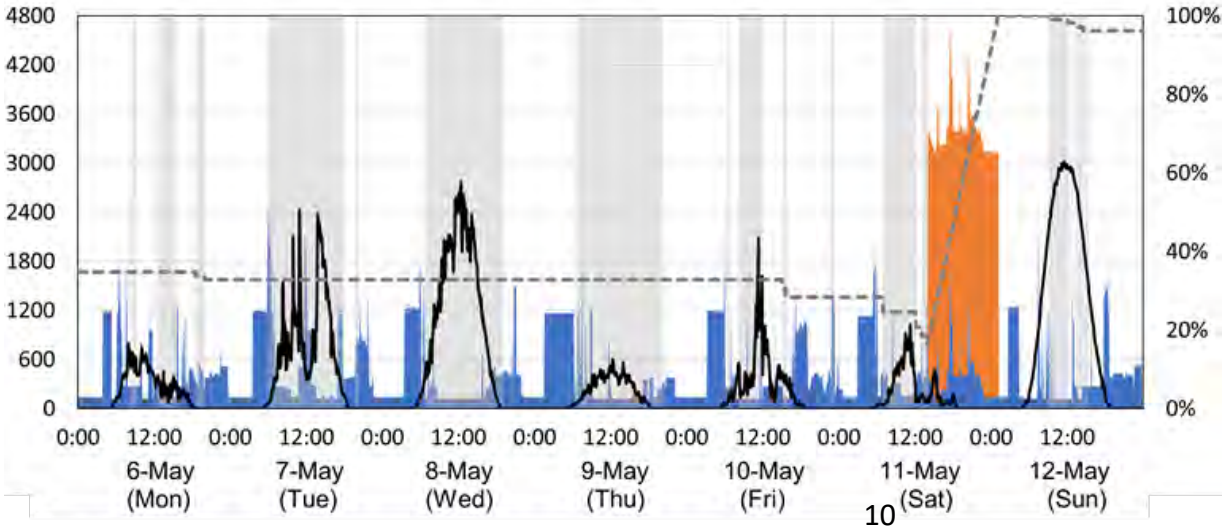
昼間の余剰の自己消費(ヒートポンプ給湯機)
デマンドレスポンスによる夕方の需要急上昇の緩和
蓄電、蓄熱、駆体蓄熱
EVのスマートチャージ
バイオマス・太陽熱の利用。

電気自動車への転換の課題

- 充電時間が長い。電池64kWhの場合
  - 普通充電　　200V 3kW　満充電24.5時間程度
  - 急速充電3相200V50kW 80％充電60分程度
- 家の普通充電3kW,6kWは一般家庭のピーク電力1kW程度に比べて大きい。（集合住宅は充電できる？）
- 商用車の仕事終わりの充電、帰宅後の充電が重なると、ダックカーブの電力急上昇を助長する。
  - 「晴れた初夏の休日、家族で出かけて帰宅して夕方に充電」が最悪のパターン
- できるだけPV電力が余剰になる昼間に出先(業務建物）で充電させる。米国では自家用車を通勤に使うことが多いので勤務地での充電が増えている。
- 住宅地ではEV充電が分散し、かつPV余剰電力を充電するようなスケジュール制御

自家用自動車の充電パターン





研究室のシミュレーション結果
出典：Gondkusuma, Shimodea et al., Usim2020

上：使用の都度充電
下：電池残量20％以下で充電

ほとんどの充電が夕方に集中→太陽電池の発電が利用しにくい。
ダックカーブを助長の恐れ。

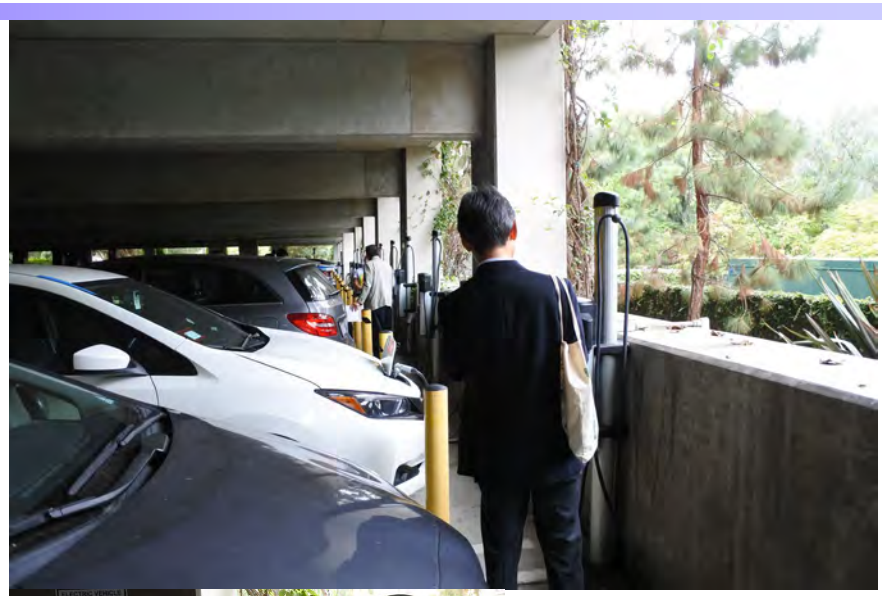
米国での対応策

カリフォルニアの事例

家庭のピーク電力が5kWを超えると電力料金を上げる(サクラメント)

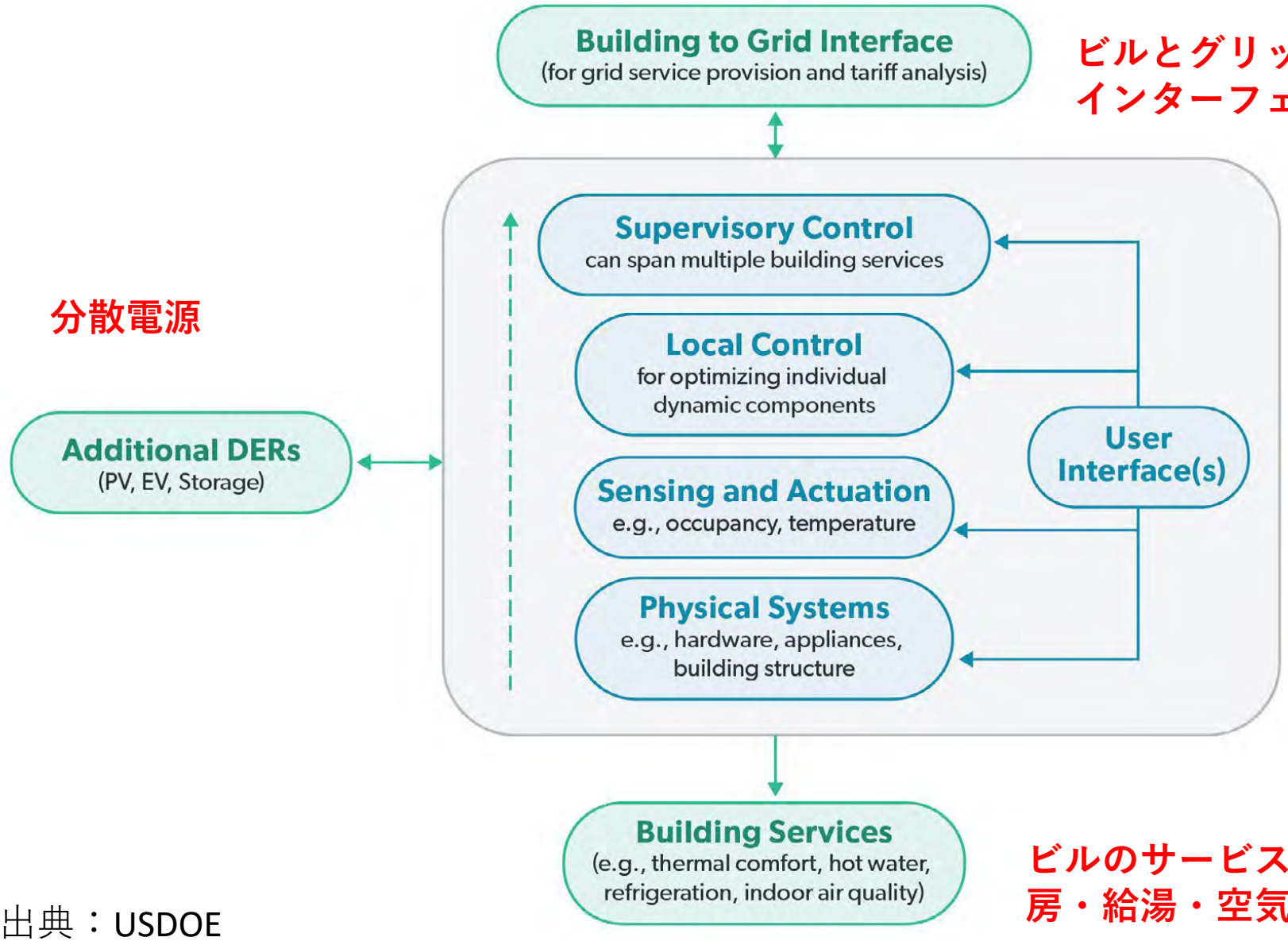
一般的に昼間・出先での充電を推奨している。（アメリカは自動車通勤が多い）

UC-Davisの駐車場(充電器付き)



UC-Irvineの職員駐車場充電ステーション

Grid-interactive efficient buildings



出典：USDOE

2.

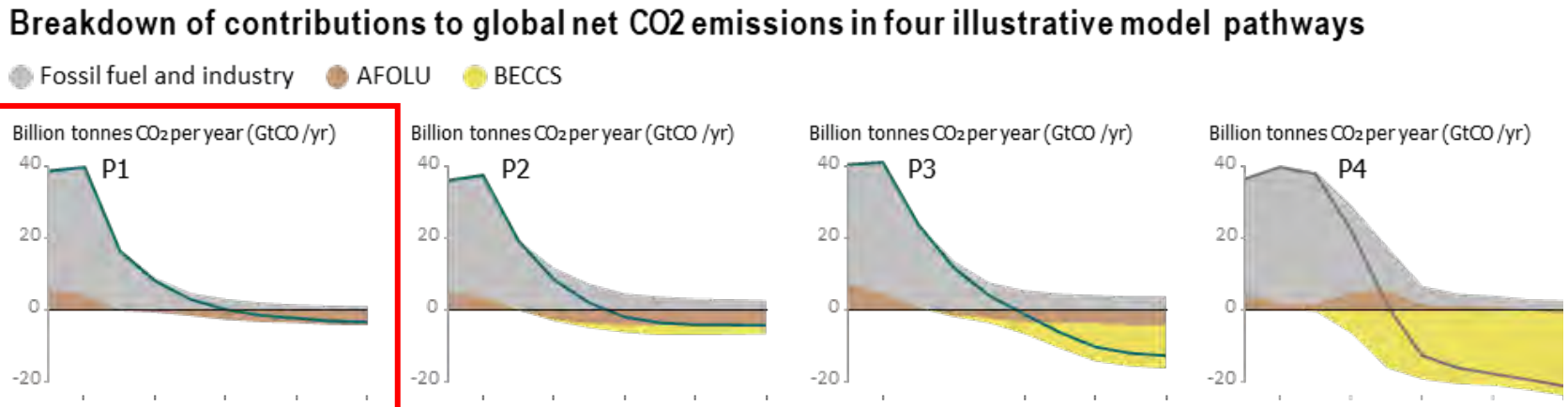
カーボンニュートラルを巡る国際動向とEDITS事業

カーボンニュートラルを巡る動き（青:世界 黒:日本）

- **2014年　IPCC第５次報告書（1.5℃を達成するシナリオの「研究成果は限られる」）**
- **2015年　COP21 パリ協定採択「2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする」**
- 2016年　（旧）地球温暖化対策計画　2013年比2030年26％削減、「2050年までに80％の温室効果ガスの排出削減を目指す」
  - （実現可能な対策を積み上げた**「ボトムアップの目標」**）
- **2018年　IPCC1.5℃特別報告書（初めて1.5℃シナリオを提示）**
- 2020年10月26日　2050年カーボンニュートラル宣言
- 2021年4月22日　2030年目標を46％に引き上げることを宣言
- 2021年10月22日　「エネルギー基本計画」「地球温暖化対策計画」「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」閣議決定
  - **(1.5℃目標から導いた「トップダウンの目標」**）
- **2021年10月31日～11月13日　COP26**
- クリーンエネルギー戦略の立案へ

IPCC 1.5℃特別報告書

- 1.5℃目標を達成する4つのシナリオ類型



需要32%減、RE 77%BECCS無し

LEDシナリオ (Low Energy Demand)

需要2%増、RE 81%, BECCS 151Gt

需要21%増、RE 63%, BECCS 414Gt

需要44%増、RE 70% BECCS 1191Gt

残りのシナリオではネガティブエミッション技術を利用

出典：IPCC 1.5℃特別報告書政策決定者向け要約

LEDシナリオについて

- IIASAのLED(Low Energy Demand)シナリオ（Grubler et al. Nature energy, 2018）
- Quality of Lifeの充実，都市化，革新的なエネルギーサービス，最終需要家の役割の変容，情報革新の5つのドライバーにより変化がもたらされる。
- 最終需要とエネルギーサービス(エネルギーを使って何を求めているのか？）に着目
- 徹底的な省エネルギーが情報化（デジタル化、テレワークなど）、シェアリングエコノミー、電化によりもたらされる。

LEDシナリオが設定する2050年のサービス

最終サービス需要	活動レベル（Global North)	エネルギー密度
熱的快適性（冷暖房サービス）	ほぼ現在のGlobal Northと同様で全世界が30㎡/人に	75%削減されて160-170MJ/㎡
消費財	2倍に増加して42機器/人（調理や農業で増加）	照明と機器の省エネで93→82kWh/機器へ
モビリティ	陸上交通の減少で20％減少（鉄道・航空は増加）	主に陸上交通の電化、シェアリング、公共交通等で70%減少。
食品	栄養の転換に併せて70～100%増加(全世界)	未定量化
商業・公共建築	43％増加して23㎡/人	76％減少して139MJ/㎡
産業	脱物質化と物質効率改善で素材需要が15％減少し6.4Gt(全世界)	1/5減少して16.7GJ/t
貨物輸送	20％伸びて64×10^{12}tkm	トラック10％減で0.5-0.7 MJ /tkm、鉄道10％減で0.2MJ/tkm^{-1}

LEDシナリオ：Digital Convergence

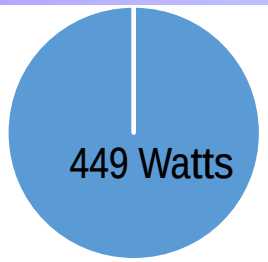
5 Watts

2.5 Watts

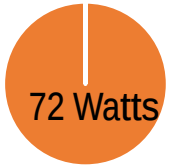
=

75 kWh

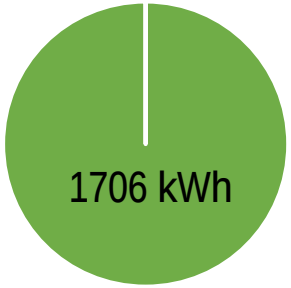
0.1 kg



Power



Stand-by energy use



Embodied energy

Weight

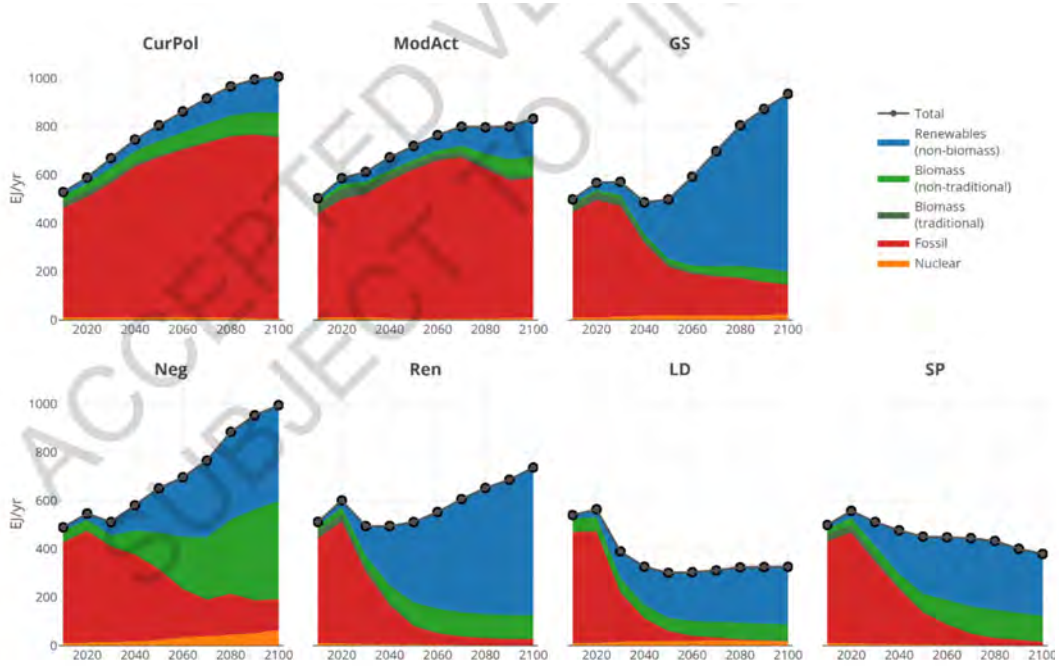
出典：IIASA

Digital Convergence について

- スマートフォンは省エネのために機能を拡張したのではない。デジタル技術の進展を背景に、機器の持つサービスを拡張したことが、結果としてエネルギー消費を低減させる。
- 機器の消費するエネルギー削減の一方で以下の点が課題。
  - GPS, カーナビゲーション機能など多くのサービスは遠隔のデータセンターが情報を処理している。そのエネルギー消費を考慮したときに本当に省エネルギーになっているか？
  - 統合される以前の各機器はスマートフォンより寿命が長い。従って機能統合によって機器の寿命は短くなり、使用時消費エネルギーに対するEmbodied（機器に内包された）エネルギーの比率は高くなり、機器の環境設計やリサイクルが重要になる。
- テレワーク、テレショッピングは住宅に「オフィス」「小売店」を統合した一種の機能統合?ただし、省エネルギー効果を得るためにはオフィスや小売店の床面積を滞在者の減少に応じて下げる必要がある。また、テレワークには住宅改善の必要がある。
- その他には？カーシェアリング、乗り合い、車（バッテリー）と建物との統合。

第6次報告書における低エネルギーシナリオ

- 世界で研究されている2500を超える緩和経路から5つの代表的な経路に類型化して提示
  - 漸進的な緩和対策の強化(IMP-GS)
  - エネルギー・産業分野でのCO2除去技術(CDR)の活用(IMP-Neg)
  - 再生可能エネルギーへの強い依存(IMP-Ren)
  - エネルギー需要低減に重点(IMP-LD)
  - 広範な持続可能な成長へのシフト(IMP-SP)

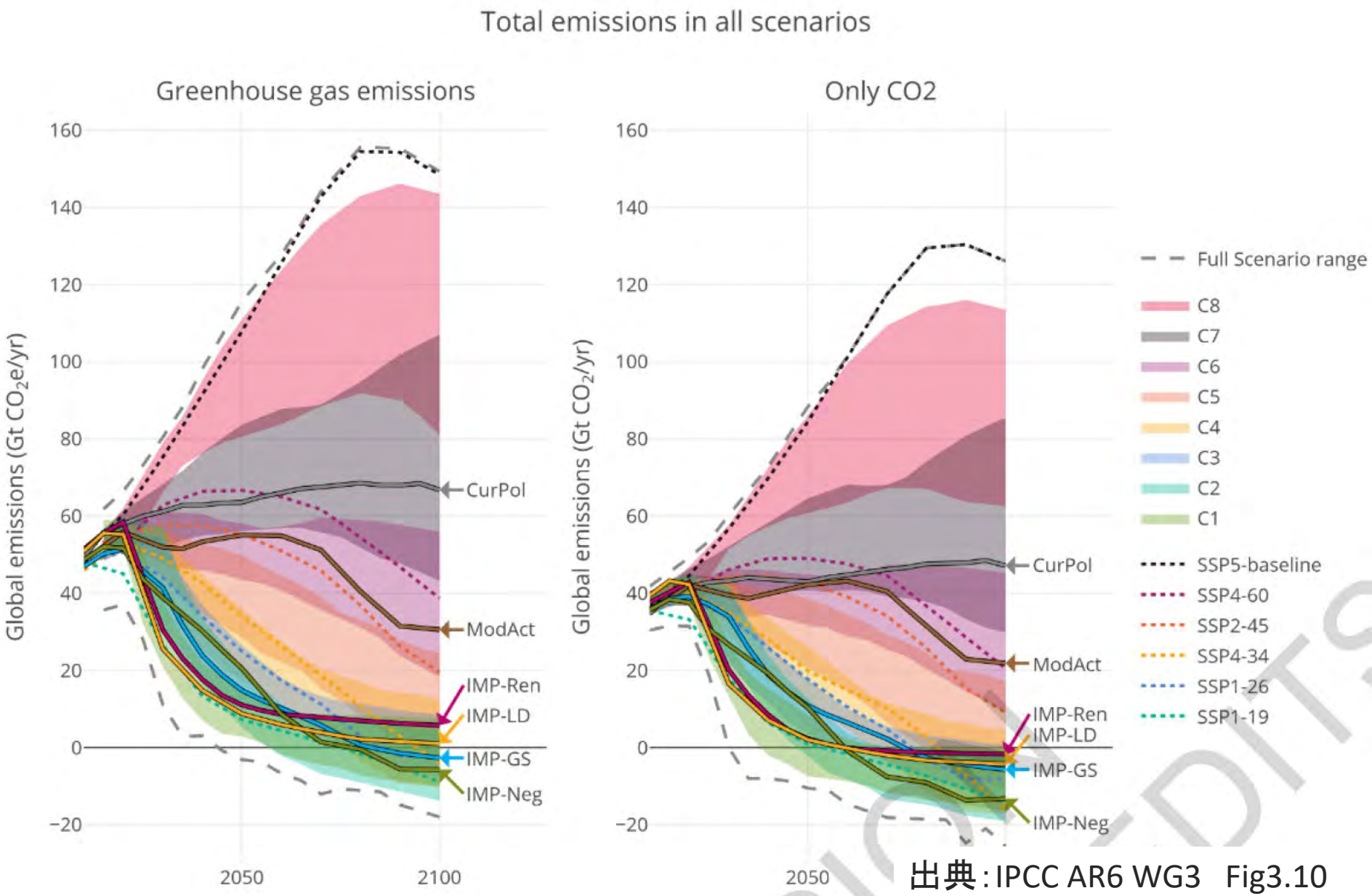


CurPol:現状政策のみ
ModAct:穏健な排出削減行動

各経路の供給エネルギーの内訳
青：バイオマス以外の再生可能
薄緑：non-traditional バイオマス
濃緑：traditional バイオマス
赤：化石燃料
オレンジ：原子力

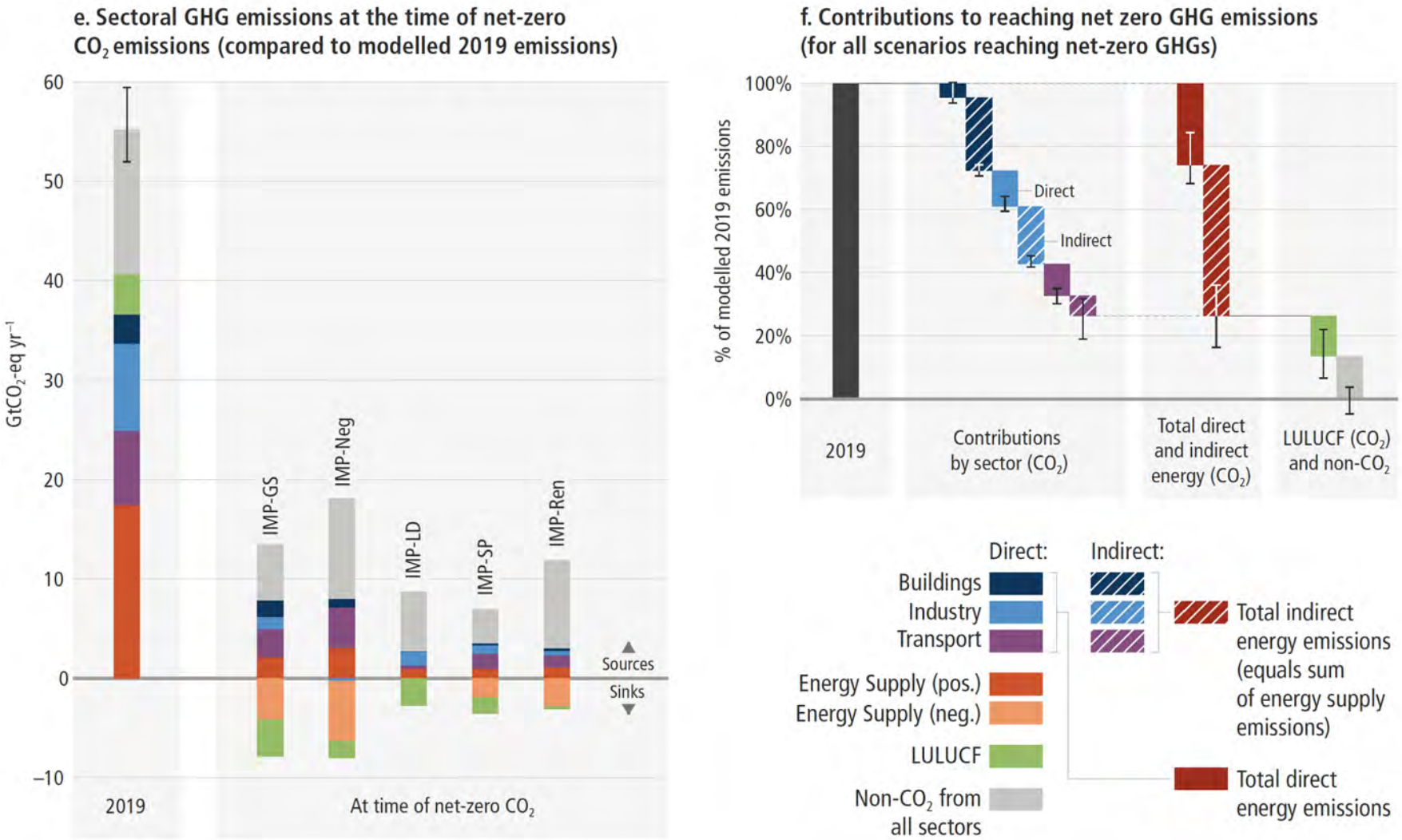
出典：IPCC AR6 WG3　Fig3.8

各シナリオの排出経路



出典：IPCC AR6 WG3　Fig3.10

各シナリオのセクター別排出割合



出典：IPCC AR6 WG3 FigSPM.5

第6次報告書第5章　需要、サービス、緩和の社会的側面

- 需要側の緩和と、新しい形のサービス提供が、最終サービス需要のavoid-shift-improveを遂行する。
- 全セクターにわたる需要側の緩和策は40-70%のポテンシャルを有する。
- 行動、技術、市場のイノベーションによる最終需要サービス供給の改善は上流の資源消費を劇的に減らす。
- サービス供給の改善すなわちデジタル化、シェアリングエコノミー、循環経済による緩和への貢献はこれまでは限定的。（ポテンシャルは大きい）
- Decent Living Standards (適切な生活水準、DLS)、全ての人々に対するwell-being（幸福）は高効率な低エネルギー需要緩和経路で実現することができる。
- 小さな技術、分散型技術は普及が早くlock-inを回避できる。

Avoid-Shift-Improve フレームワーク

サービス	Avoid	Shift	Improve
モビリティ（人の移動）	人キロを減らすイノベーティブなモビリティ（土地利用との統合、スマートロジスティクス、テレワーク、コンパクトシティ、長距離飛行の回避）	人キロあたりエネルギーを減らすオプションを増やす（モーダルシフト、自転車利用、歩行、公共交通、飛行機から高速鉄道へ）	機器のイノベーション（軽量自動車、水素自動車、電気自動車、エコドライブ）
シェルター(住宅駆体)	床面積をできるだけ削減するデザイン	物質効率のい住宅（物質密度の低い住宅デザイン）	低排出住宅デザイン(木材など排出量の少ない材料の利用)
熱的快適性	健康な室内温度の選択（ドレスコードや労働時間の変化）	建築デザインによる熱負荷低減(パッシブデザイン)	熱負荷・CO2排出を低減する新技術(太陽熱・断熱・ヒートポンプ・地域暖房)
製品・機器	機器あたりサービスの増加（長寿命化、シェアリングエコノミー）	製品あたり重量を減らすイノベーション（物質効率の良い製品デザイン）	新しい素材の選択（低炭素材料、新しい製造プロセス）
栄養	カロリーの削減と最適化（必要と健康ガイドラインに従ったカロリー摂取、食品廃棄物削減）	カロリーあたりCO2を減らすようメニューを多様化（牛肉や牛乳以外の蛋白源）	カロリーあたりCO2を減らす（農作業の改善、エネルギー効率の良い食品加工プロセス）
照明	人工照明需要の削減（人感センサー・照明制御）	自然光を活用する建築デザイン（昼光照明の最大化）	イノベーティブな照明(LED照明)

出典：IPCC AR6 WG3 chap. 5

エネルギー消費の不公平の解消

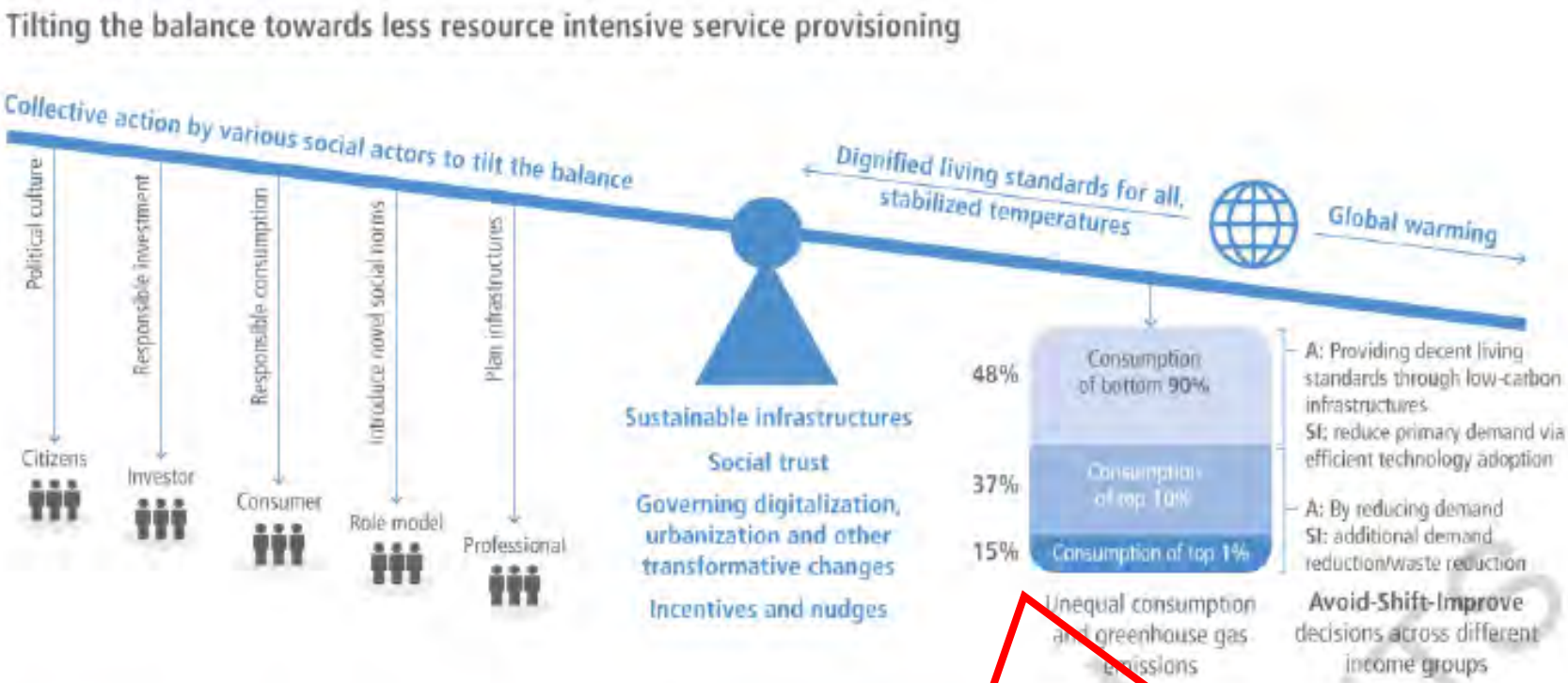


Figure 5.14 Role of people, demand-side action and consumption in reversing a planetary trajectory to a warming Earth towards effective climate change mitigation and dignified living standards for all

世界のトップ1%の人口が15%のエネルギーを消費、上記以外のトップ10%が37%、下位90%が48%のエネルギーを消費している。上位層は需要の削減を、下位層は低炭素インフラによるdecent living standardsの確保と、効率的技術の適用を

出典：IPCC AR6 WG3 chap. 5

EDITS(Energy Demand changes induced by Technological and Social innovations)

EDITS

Energy Demand changes Induced by Technological and Social innovations

- RITE(地球環境産業技術研究機構)が経済産業省の委託を受け、オーストリアのIIASA(国際応用システム分析研究所)と協力し、国際的なエネルギー需要研究者のネットワークを形成。
- 気候緩和及びSDGsの達成に資する需要側のソリューションのモデリング、分析、コミュニケーションを強化する上での研究ギャップとポテンシャルを同定。

https://iiasa.ac.at/projects/energy-demand-changes-induced-by-technological-and-social-innovations-edits

参加機関

- Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RITE), Systems Analysis Group
- International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Energy, Climate, and Environment Program (ECE)
- Asian Institute of Technology
- Center for Energy and Environmental Policy Research, CEEP-BIT
- Center for Study of Science, Technology and Policy (CSTEP)
- Central European University, Department for Environmental Sciences and Policy
- DINÂMIA'CET -Iscte, Centre for Socioeconomic and Territorial Studies
- Federal University of Rio de Janeiro, Alberto Luiz Coimbra Institute for Graduate Studies and Research in Engineering (COPPE), Center for Energy and Environmental Economics (CENERGIA)
- Ghent University, Sustainable Systems Engineering
- Imperial College
- Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH
- Osaka University, Urban Energy System Laboratory
- Prayas, Energy Group
- RFF-CMCC European Institute on Economics and the Environment (EIEE)
- RTE
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
- University of Groningen, Environmental Psychology
- University of Freiburg, Industrial Ecology Freiburg
- University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Department of Economics and Social Sciences (WiSo), Institute of Social Ecology (SEC)
- University of Tokyo, Institute for Future Initiatives
- University of Wisconsin-Madison, La Follette School of Public Affairs

Towards improved understanding, concepts, policies and models of energy demand

11 November 2019 - 13 November 2019 IIASA, Laxenburg, Austria

EDITSのワーキンググループ

Working Group	Topic
WG 1-Buildings	Buildings sectoral modelling
WG 1-Transport	Transport sectoral modelling
WG 1-Industry	Industry/materials modelling
WG 2-Data	Data and variables
WG 3-Narratives	Empirical grounding, LED-driven narrative
WG 3-Complementarity Protocol	Complementarity protocol development
WG 3-Synthesis	Synthesis of results

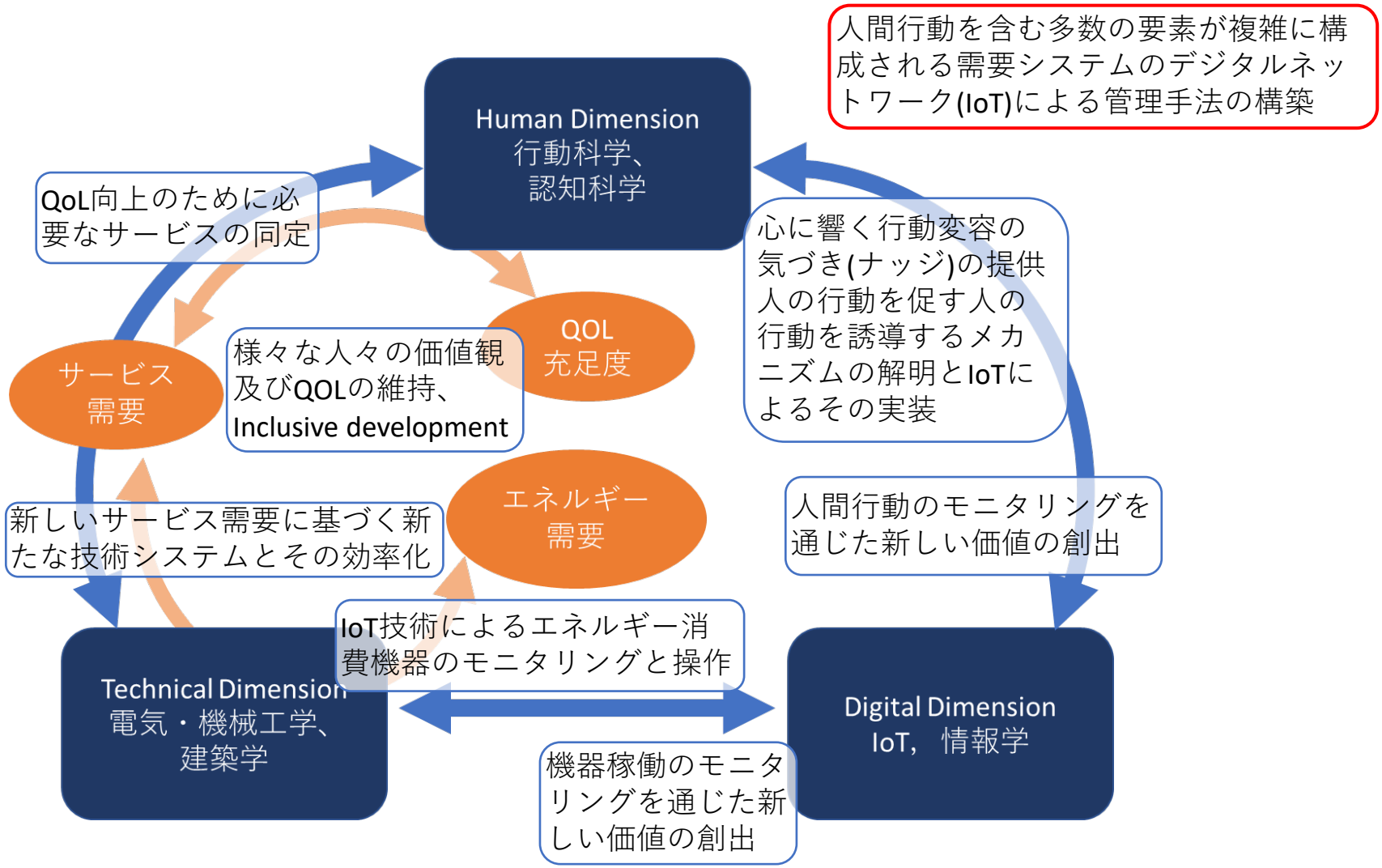
3.

2050年を目指したエネルギー需要科学研究

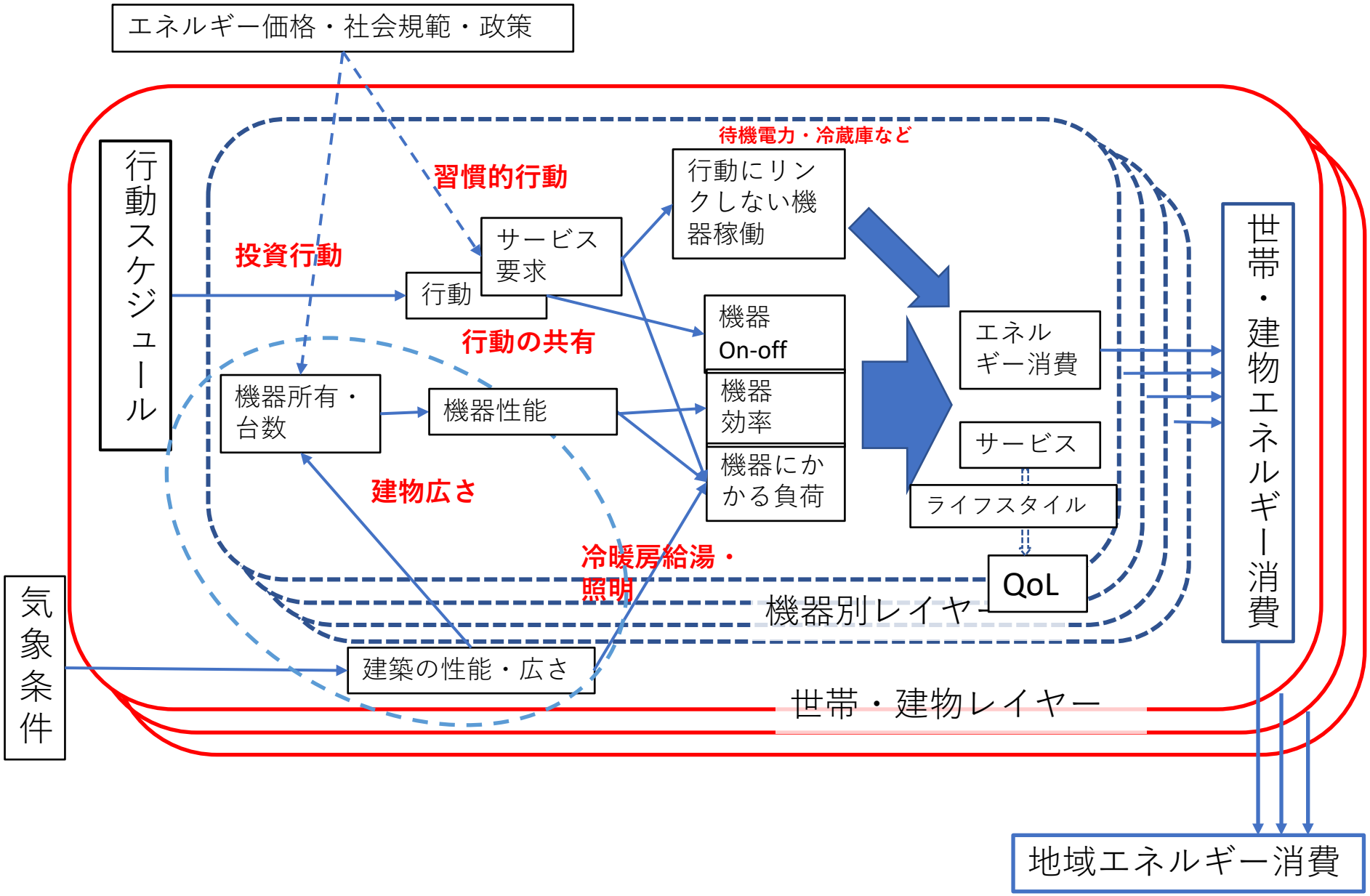
エネルギー需要科学

- エネルギー消費を電力ロードカーブが推計できる時間粒度でエネルギー消費機器レベルに分解し
- 機器稼働とサービス・快適性の関係を明らかにし
- Sufficiency(QoL)を確保してサービス消費・エネルギー消費を削減する手法を考える。
- エネルギー需要は同じ1kJでも価値が違う。「誰が，どのくらいの量の，どのような種類のエネルギーを，どのような目的のために，どのくらいの期間必要とするのか？」（Herman Daly　1976)
- 極めて多数のエネルギー消費主体の扱い、需要の不均一性をどう扱うか？
- IT・IoT・AI技術の発達により可能となった手法が多い。

エネルギー需要科学の構造

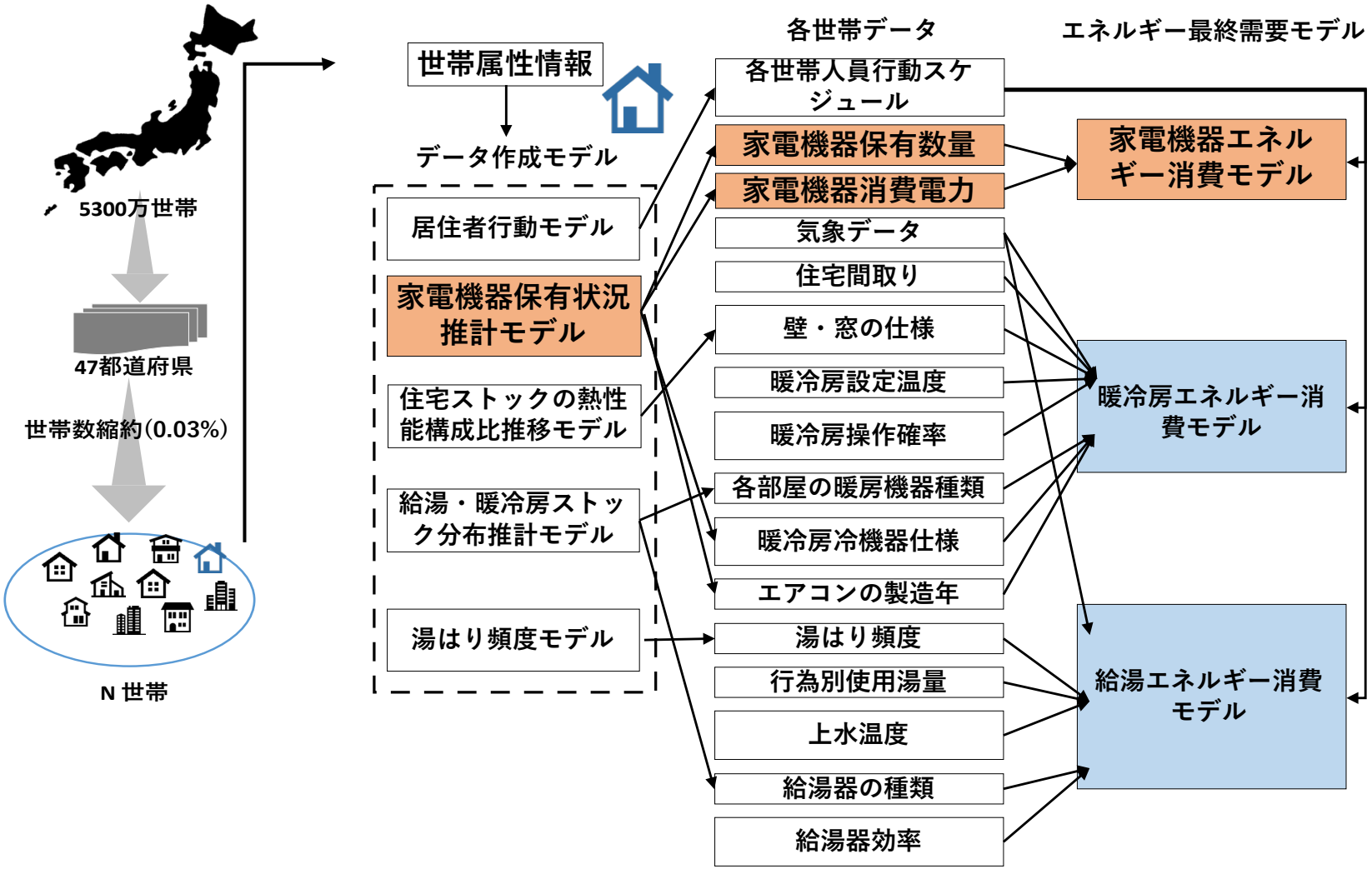


エネルギー消費決定のメカニズム（住宅の例）

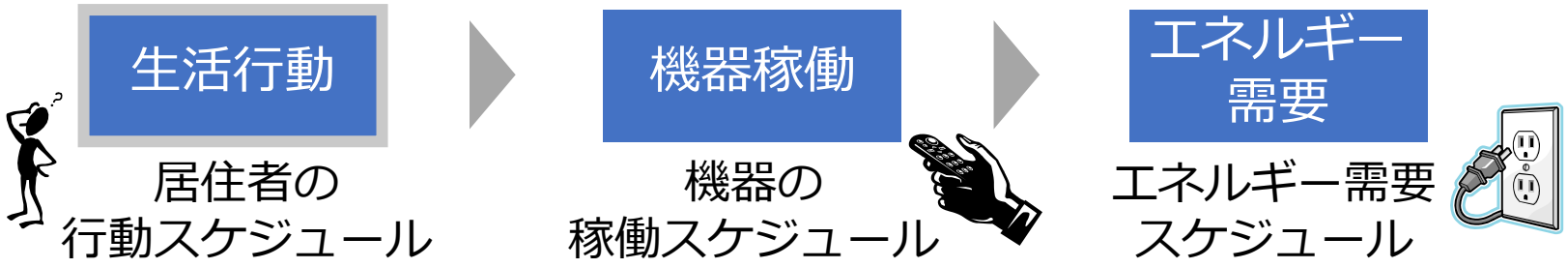


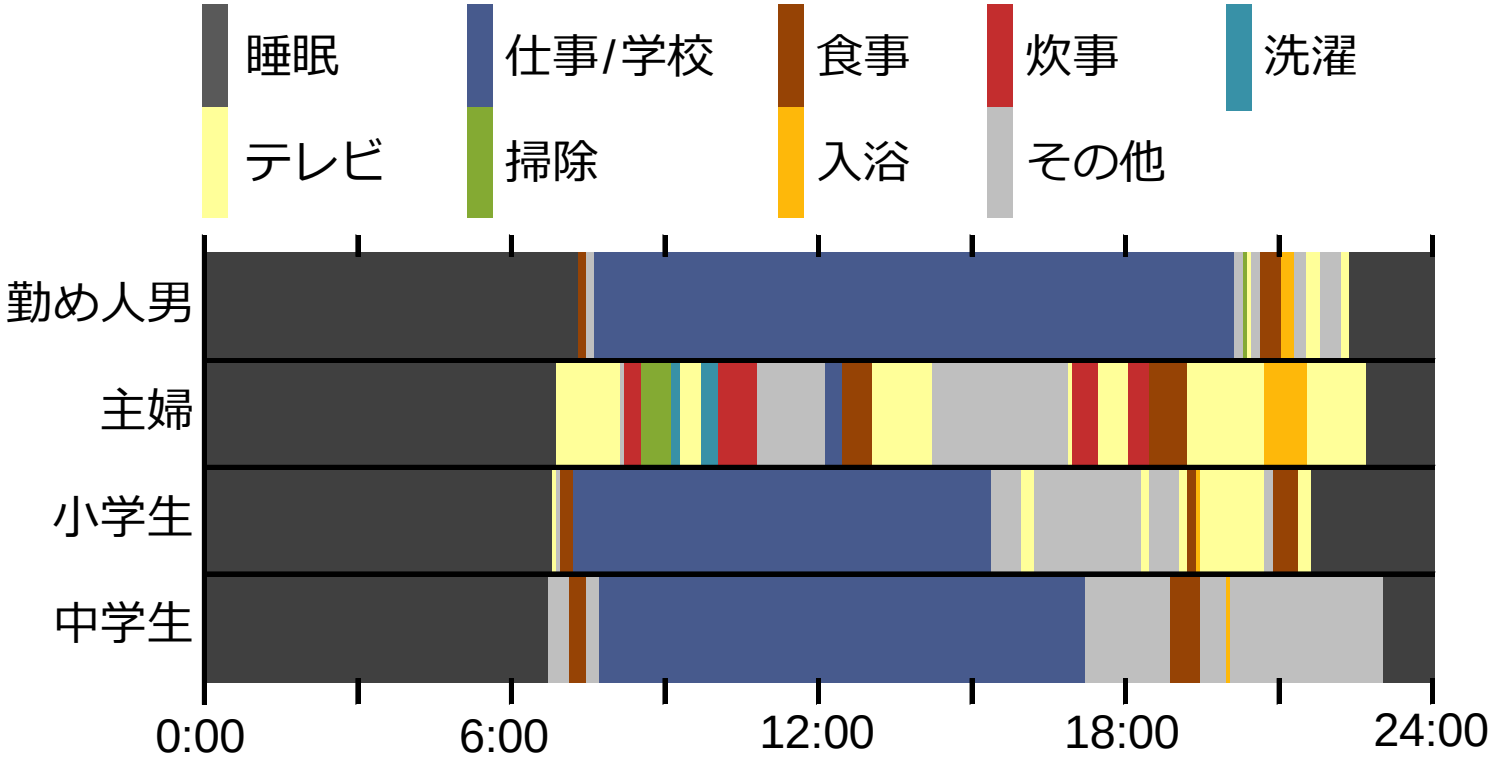
TREES（家庭部門エネルギー最終需要モデル）の開発

Total Residential End-use Energy Simulation　木を見て森も見るモデル



家庭用エネルギーエンドユースモデル
代表世帯のエネルギーシミュレーション





家庭用エネルギーエンドユースモデル
代表世帯のエネルギーシミュレーション

生活行動

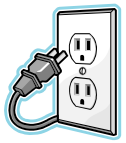
居住者の
行動スケジュール

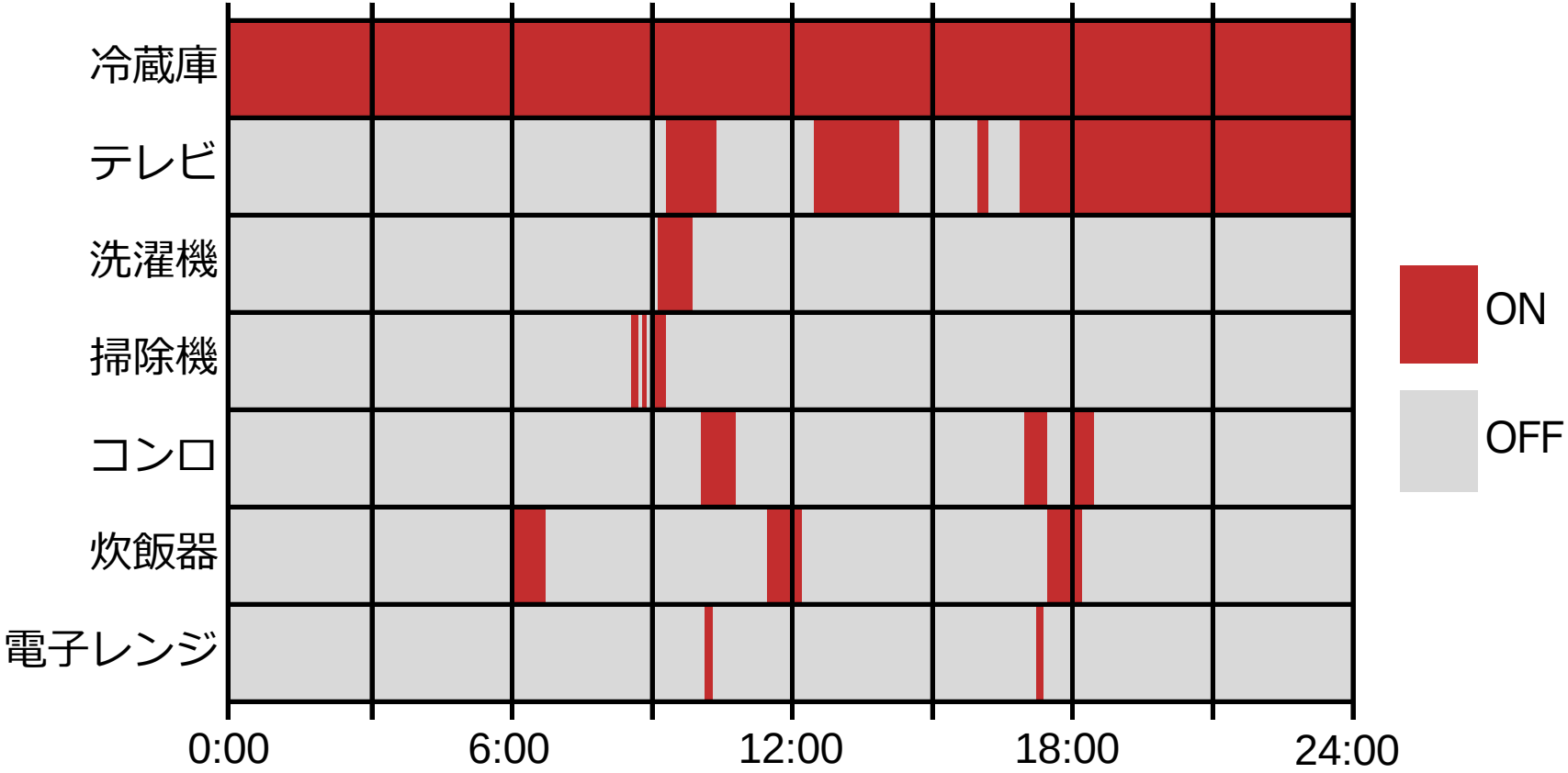
機器稼働

機器の
稼働スケジュール

エネルギー需要

エネルギー需要
スケジュール





家庭用エネルギーエンドユースモデル
代表世帯のエネルギーシミュレーション

生活行動

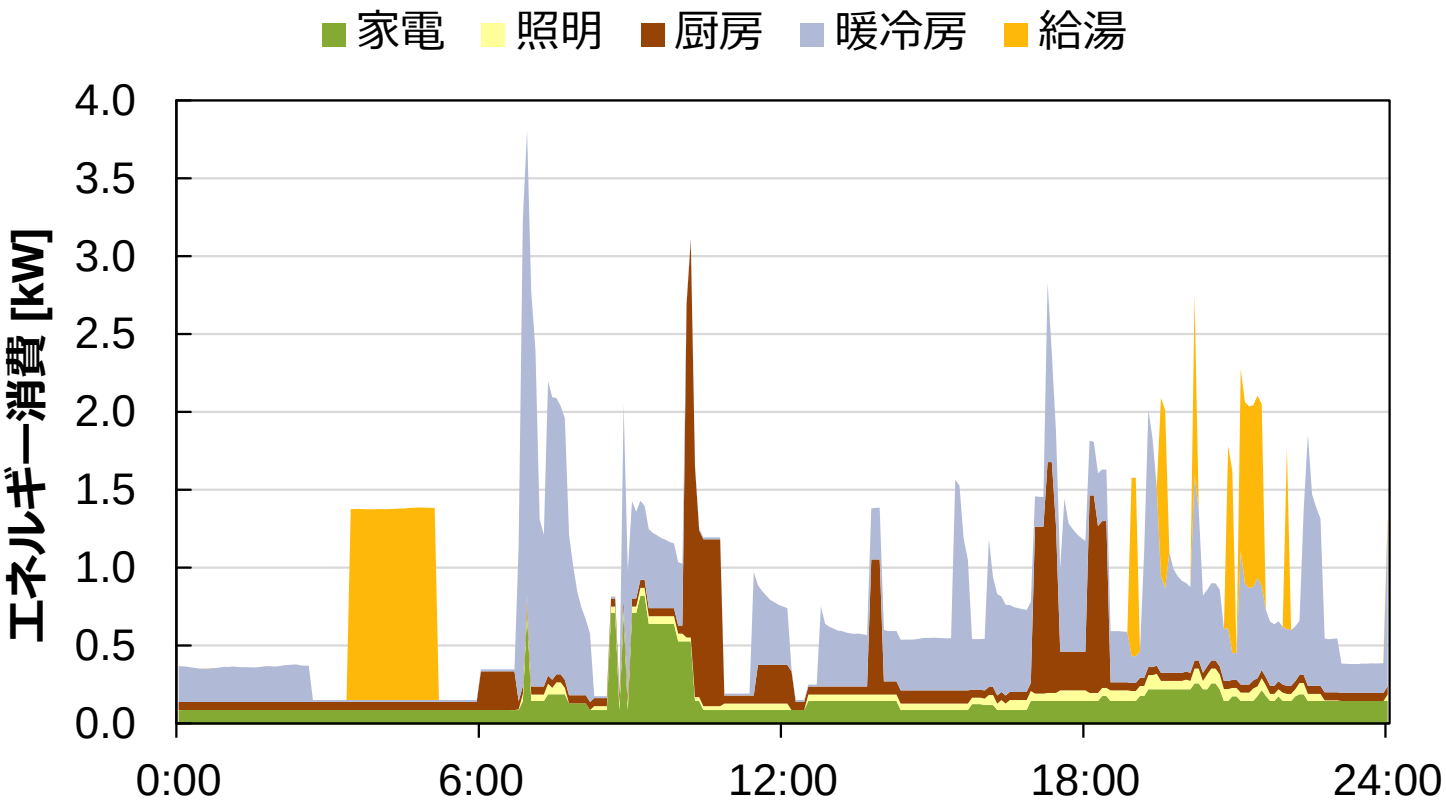
居住者の
行動スケジュール

機器稼働

機器の
稼働スケジュール

エネルギー需要

エネルギー需要
スケジュール

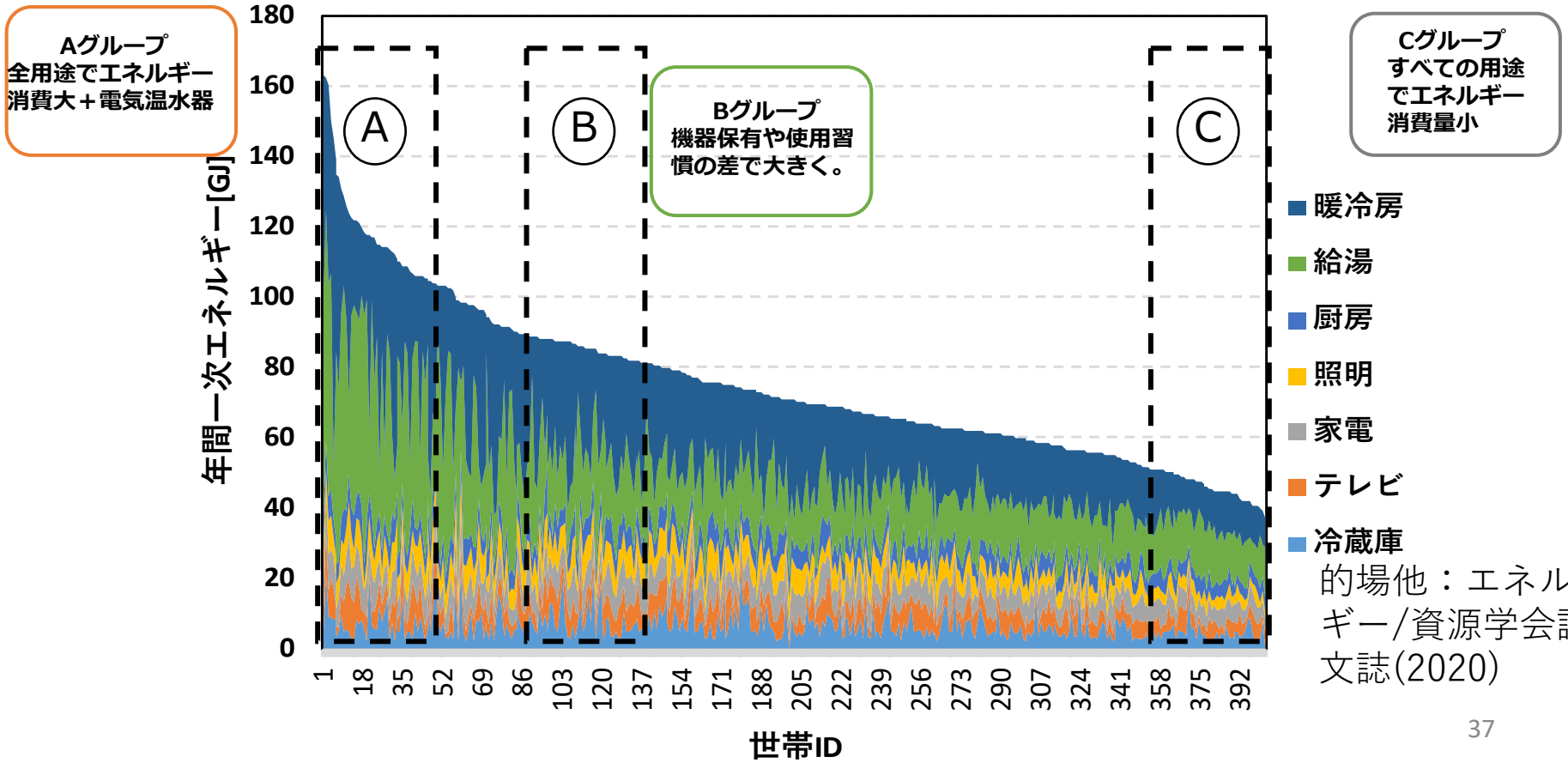


世帯の不均一性の再現

世帯属性と機器所有、給湯使用量の関係を家庭CO2統計からモデル化し、TREESモデルの入力として使用。

対象：近畿地方2652世帯
4人世帯のみ抽出(403世帯)

Ⓐ	上位45世帯
Ⓑ	上位91~135世帯
Ⓒ	下位45世帯



的場他：エネルギー/資源学会論文誌(2020)

2050年ゼロエミッションシナリオ

- 2050年BAUケース：
  - **現状以上の追加対策をせずに（ただし、全電化を仮定）、ストックの更新によって高効率な住宅・機器が普及したケース**
  - **全戸建住宅に太陽電池設置(集合住宅設置と集合住宅の共用部消費は非考慮）**

- 2050年対策ケース：
  - **A) エネルギー効率の改善**
    - **A-1)全住宅ストックの最新の断熱基準の適合**
    - **A-2)ヒートポンプ機器のCOPの向上**
  - **B) サービス量の変更**
    - **B-1)機器保有数量の上限を1台に**
    - **B-2)昼光利用による日中の照明使用の減少**
  - **C) 太陽電池の増設**
    - **C-1)戸建住宅の太陽電池を5kWまで増設**
  - **D) マクロフレームの変更**
    - **D-1)同居の促進による世帯数の減少**
    - **D-2)戸建住宅の比率を75%に**
    - **D-3)集合住宅の比率を75%に**

2050年予測のポイント

✓具体的な方針が未定

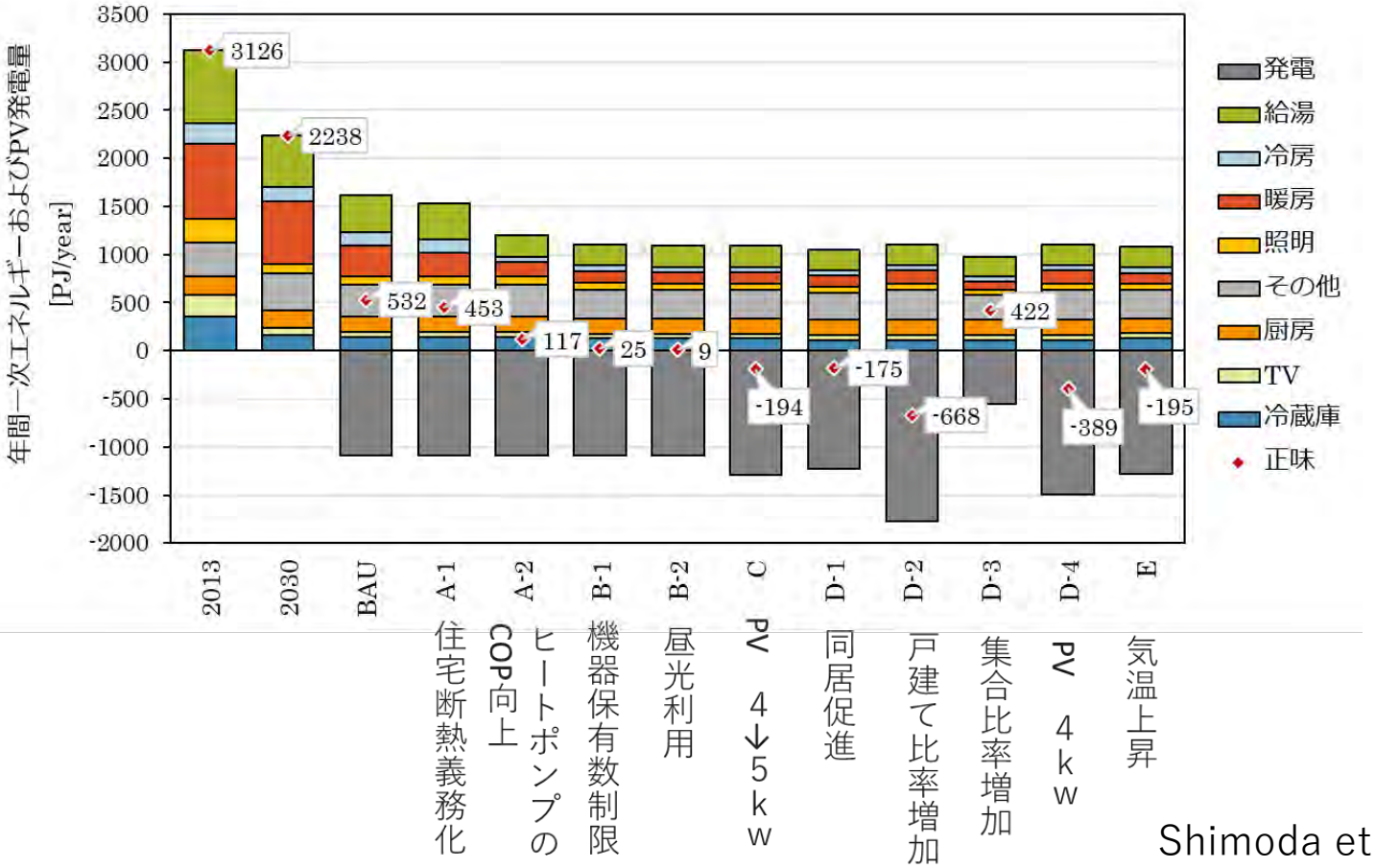
✓住宅・機器の分布の変化だけでなく、世帯数の変化も不確定

住宅・機器の効率向上だけでなくサービス量の変更も含めた。

Shimoda et al. Applied Energy (2021)

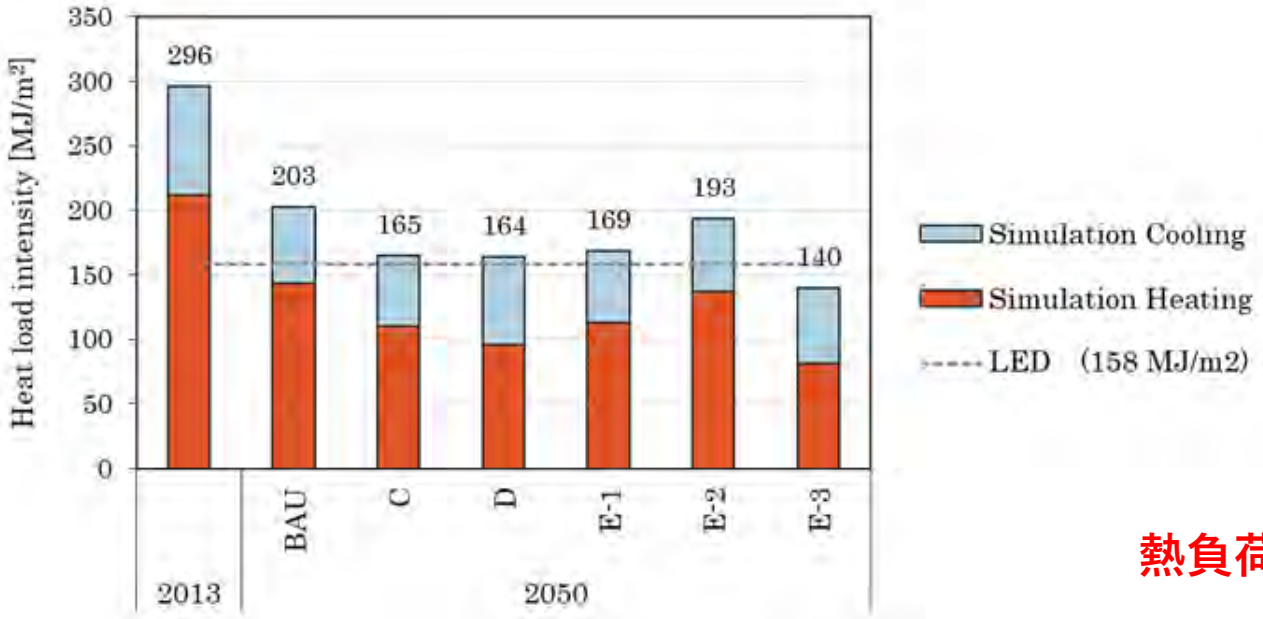
2050年ゼロエミッションシナリオの検証

- 2050年ゼロエミッションの評価。利用可能技術で50%程度の省エネが可能。屋根置きPVでポジティブエネルギー化も可能。

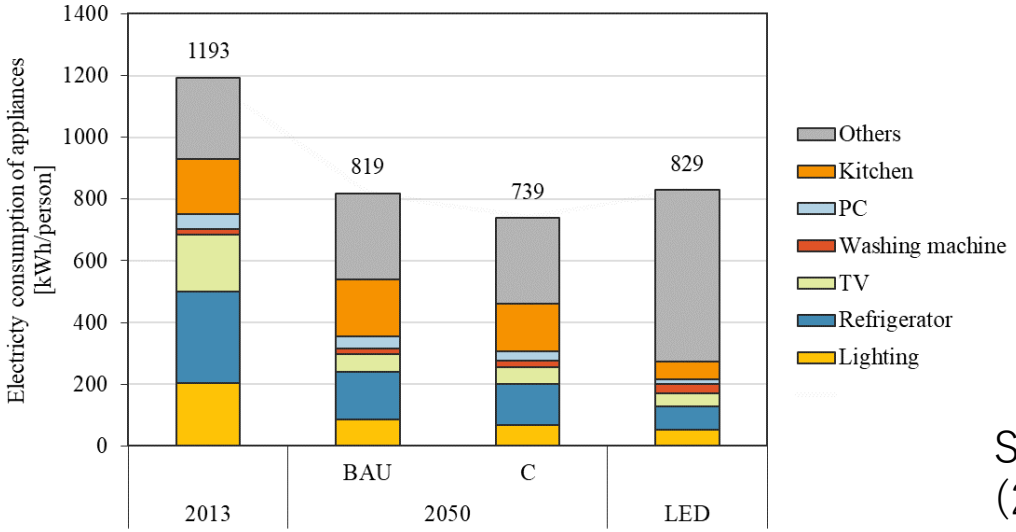


Shimoda et al. Applied Energy (2021)

LEDシナリオ値との比較



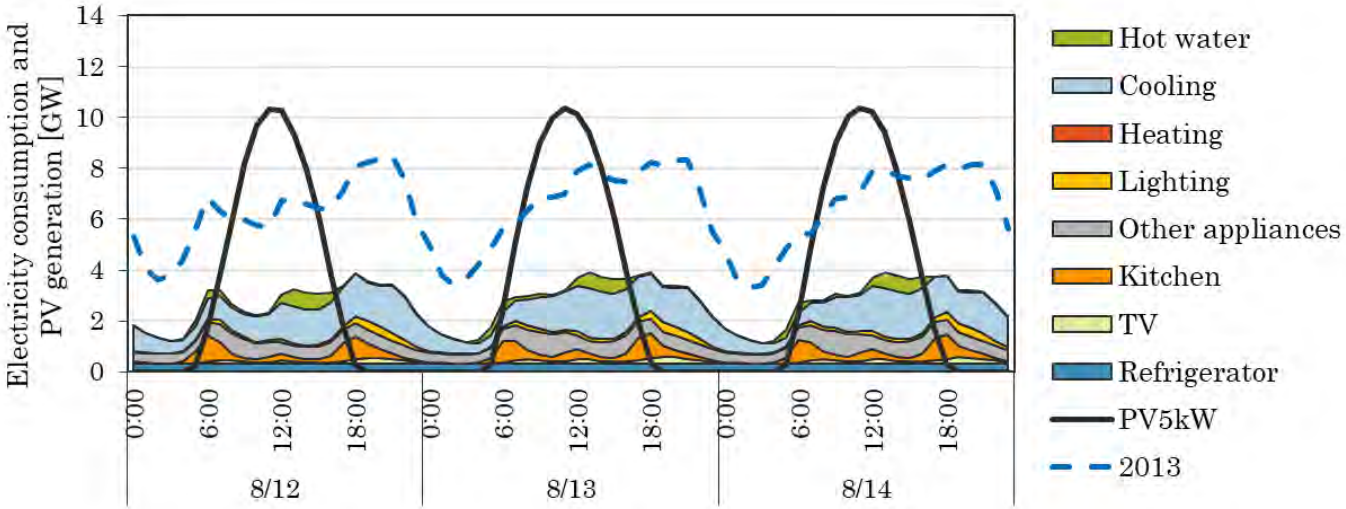
熱負荷

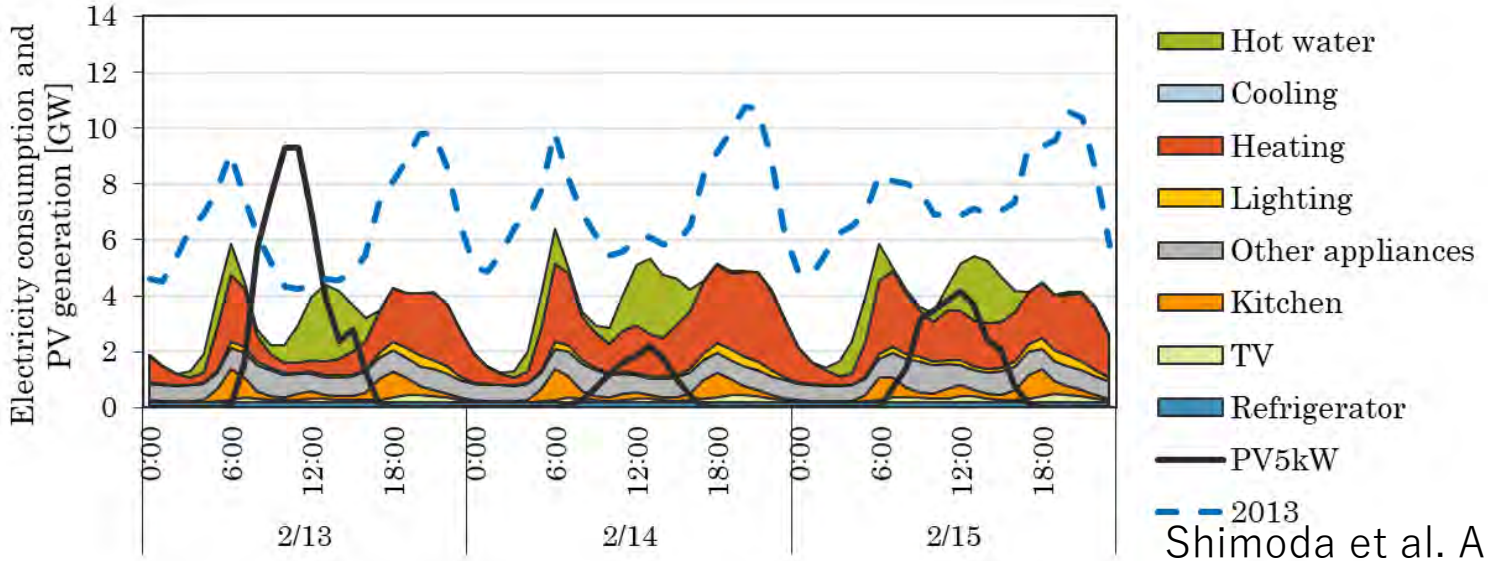


家電の電力消費

Shimoda et al. Applied Energy (2021)

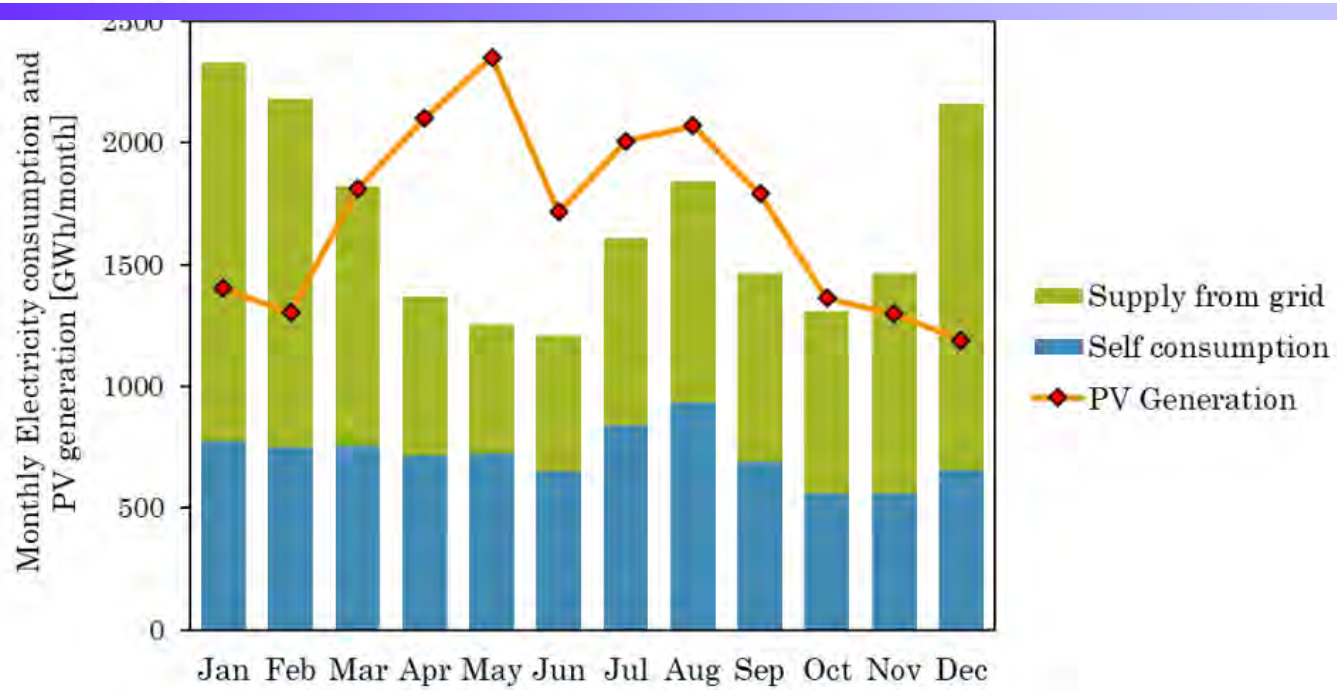
電力ロードカーブの比較

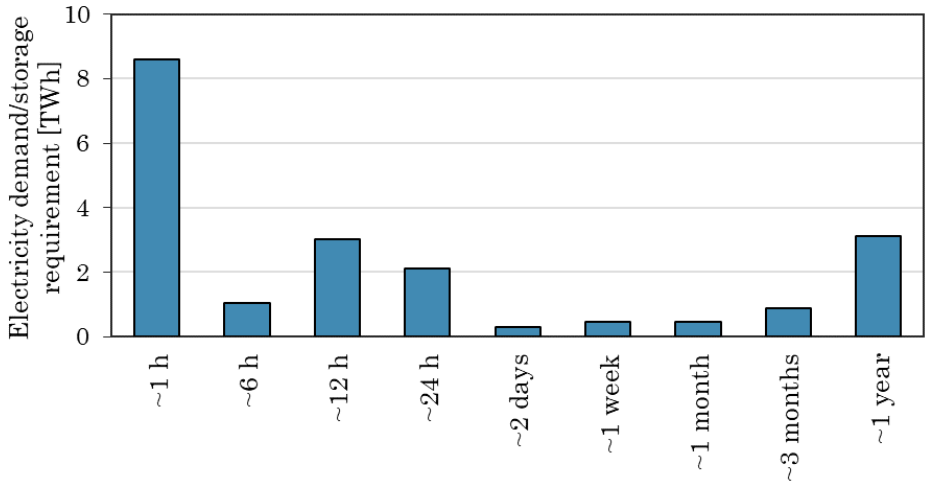




Shimoda et al. Applied Energy (2021)

季節間需給のアンバランス





電力需要の43%は蓄電なしで、31%は24時間以内、4%は一週間以内、22%は一週間以上の蓄電を要する。→長期蓄電媒体としての水素の必要性

Shimoda et al. Applied Energy (2021)

4.

新しい社会・低エネルギー需要社会を如何に普及させていくか

地球温暖化対策計画の内容

- 環境・経済・社会の統合的向上（環境と経済の好循環）
- 新型コロナウィルス感染症からのグリーンリカバリー
  - 脱炭素社会、循環経済、分散型社会への3つの移行
- 全ての主体の意識の変革、行動変容、連携の強化
  - 知見や情報の共有、それらを伝え、実践する人材の育成と活動の展開
- 研究開発の強化と優れた脱炭素技術の普及等による世界の温室効果ガス削減への貢献
- 将来世代　の重要性
  - 将来を担う若者の声をすくいあげていくため、行政が若者世代の意見を受け止める場を設け、脱炭素を踏まえた社会経済の在り方等をはじめ、政策への反映及び若者世代の当事者意識の向上と取り組み促進の好循環につなげていく。
  - 審議会でも将来世代からの意見聴取

「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の内容

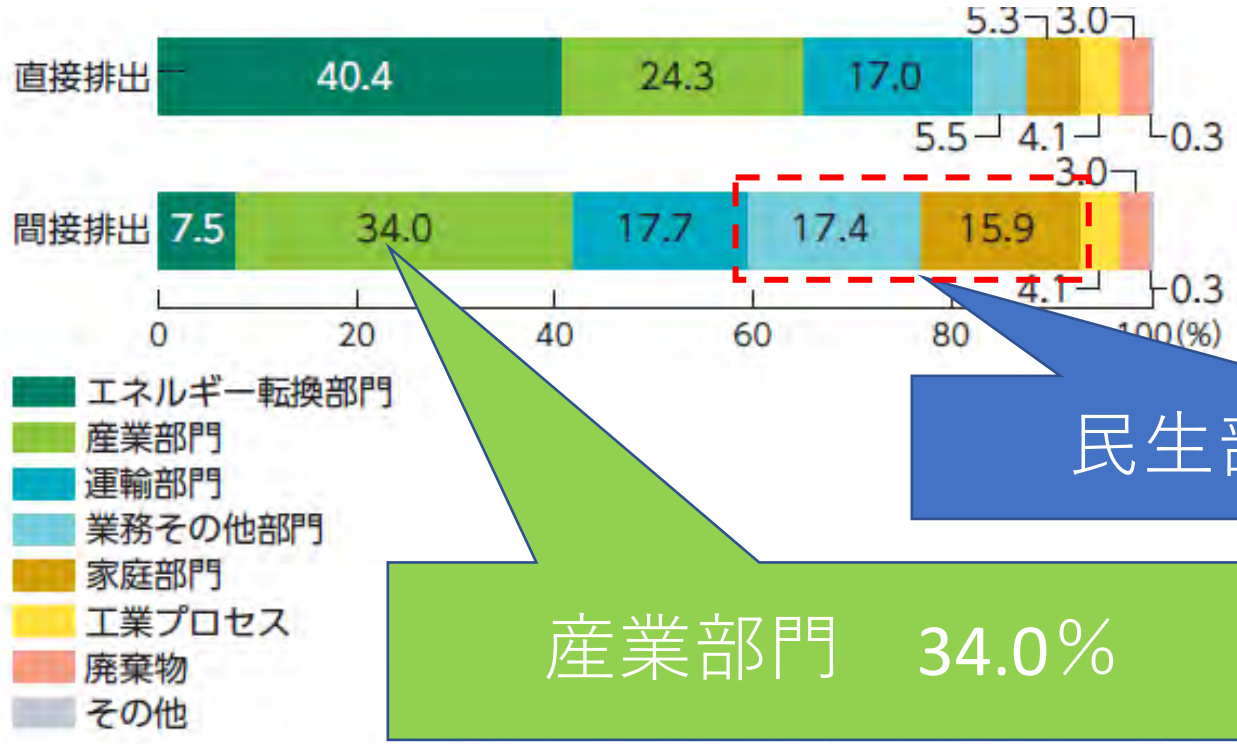
- 利用可能な最良の科学に基づく政策運営(IPCCなど)
- 経済と環境の好循環の実現
  - 世界は脱炭素の大競争時代
- 労働力の公正な移行
  - 産業界にはこれまでのビジネスモデルや戦略を根本的に変えていく必要がある企業が数多く存在する
- 需要サイドの変革
  - 技術を普及させていく「経済社会システムのイノベーション」と、「ライフスタイルのイノベーションが必要」
- 各分野・主体における迅速な取り組み
- 世界への貢献
- 将来に希望の持てる明るい社会に向けて
- 14項目の技術イノベーション
- グリーンファイナンス
- イノベーションのための人材育成

まちの重要性

- 民生・運輸部門エネルギー需要の大部分を占める住宅・家電・建築・設備・乗用車・供給処理施設などはわが国の技術水準が高く、世界の脱炭素化に対して貢献できる分野
- これら分野で脱炭素技術への需要を高め、更なるイノベーションを生み出し、脱炭素化とグリーンリカバリーに貢献するためには、継続的で意欲的な政策による性能向上の誘導と、その普及のための国民の参画が必要。特に脱炭素化達成のためには豊かな世帯だけでなく、全ての世帯に普及させていくことが重要。
- 国民・家計の共感を得るためには、投資回収など経済的合理性を追求するだけでなく、これらの財から構成される、人々に魅力のある脱炭素社会の姿を示すことが重要。今後は乗用車が電化され、住宅・建築と繋がっていくなど「まち」としての取り組みがますます重要になってくる。

まちの重要性

- 2020年の部門別温室効果ガス排出（環境白書）



民生部門　33.3％

産業部門　34.0％

注１：直接排出とは、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源CO_2排出量を、その生産者側の排出として計上した値（電気・熱配分前）

２：間接排出とは、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源CO_2排出量を、その消費量に応じて各部門に配分した値（電気・熱配分後）

資料：環境省

まちの技術　日本はこの分野でリードできる？

- 住宅・建築の設計・施工技術
  - プレハブ住宅・住宅技術
  - シミュレーションを活用した環境共生建築デザイン
- 設備技術
  - パッケージエアコン
  - 大型冷凍機
  - ヒートポンプ給湯器
  - 照明技術　LED
  - 分散型発電技術　燃料電池など
  - 蓄電技術　リチウムイオン
  - 建物設置型太陽光　ペロブスカイト

アジア・アフリカの冷房の拡大の中で特に重要な技術。

- 家電、情報機器等
- 電気自動車、水素自動車　充電・充填インフラ
- 送配電・ガス供給、上下水道・廃棄物とエネルギー統合
- 機器や各種センシングデータをIoT技術でつないだマネジメントシステムによる統合管理（ハードと一体となったソフト開発）

まちの重要性

- 我が国は各機器の要素技術について優れている一方で、
  - 各要素を都市・コミュニティ全体で最適に組み合わせる**システム化技術**
  - **脱炭素化のみならず SDGs 全体に配慮し、景観など魅力あるまち・ライフスタイルを創造するデザイン力**
- では遅れている。イノベーションに対する国の支援は要素技術にシフトしがちだが、上記 2 点についても、何らかの支援が必要。
- 脱炭素化技術が、GHG 削減性能のみで表現される「**レストランのメニューのカロリー表**」から、コベネフィットを含め、それ自身が国民を惹きつける「メニュー」自身にならなければ、大規模な普及は望めない。

省エネルギーの変遷

- （1）我慢の省エネ　サービスの変化を伴う。(Energy Saving)
  - 冷暖房設定温度、交通モード（自転車や徒歩）の変更
  - 日本では自治体の対策はこれが多いが欧米では歓迎されない。
  - 緊急時には必要だが通常あまり長続きしないし、国民全体に拡がることを保証するものではない。
- （2）効率向上の省エネ（Energy Efficiency)
  - サービスの質を変化させずにエネルギー消費量を削減する。
  - 機器のエネルギー消費効率向上、建物の断熱
  - 日本では「トップランナー基準」により省エネで世界を先導。
- （3）システムを変える省エネ→**需要のリ・デザイン**
  - Sufficiencyを確保して必要なサービスを変える、あるいはサービスを提供する仕組みを変える。
  - 情報化による物質利用効率の増加、テレワーク・テレショッピング・都市形態の変化など

脱炭素に関係する地域作りのコンセプト

- エコポリス
- 環境共生都市
- 環境調和型都市
- 低炭素都市（都市の低炭素化に関する法律）
- スマートコミュニティ
- スマートシティ
- ゼロカーボンシティ
- Positive Energy District
- 地域循環共生圏

- いろいろな名前が出ては消えていくのは、人々の心をつかみ切れていない証拠。「クールビズ」レベルのインパクトのあるブランディングが必要。

2025年大阪・関西万博の位置づけ

改定版＜EXPO 2025 グリーンビジョン＞

2025年大阪・関西万博の脱炭素・資源循環
に関する目指すべき方向性及び対策について

2022年4月27日

公益社団法人2025年日本国際博覧会協会

グリーンビジョンの内容

4. 核となる対策の候補

エネルギー

【エネルギーマネージメント・水素エネルギー等】
- エネルギーマネジメントシステム
- 電力貯蔵
- 水素発電/アンモニア発電
- 海外からの水素/アンモニア輸送
- 燃料電池（純水素型燃料電池等）
- 再生可能エネルギー電力からの水素製造
- 水素等を燃料とする次世代モビリティ（FC・EVバス、FC・EV船等）やSAF（Sustainable Aviation Fuel）等の次世代燃料

【CO2回収・利用】
- DAC＋CCS
- メタネーション
- カーボンリサイクル技術

【再生可能エネルギー】
- 再生可能エネルギー（次世代型太陽電池発電、風力発電、バイオマス発電、廃棄物発電、帯水層蓄熱、海水冷熱利用　等）

運営

- ごみゼロに資する技術・仕組み（ごみ回収×ナッジの仕組みの導入、食品提供に使用したプラスチックのリサイクル（プラ資源循環見える化）、生分解性容器のリサイクル及びバイオエタノール製造、マイボトル・マイ容器の推進　等）
- 食品廃棄ゼロに資する技術・仕組み（食品の需給予測、食品残渣や下水汚泥等の活用（バイオガス製造、堆肥化等）　等）
- ファッションロスゼロに資する技術・仕組み（ユニフォームのアップサイクル、サスティナブルファッションの推進　等）

会場整備

- 低炭素建材（CO2排出削減・固定量最大化コンクリート、木材等）
- 低炭素工法
- リユース・リサイクルの促進

来場者

- 行動変容を促すナッジの仕組み（会期前から来場者等の脱炭素・環境配慮行動に対して、積極的な動機付けを与えること等により行動変容を促し、CO2削減効果を図る）
- 選択可能なオフセットメニューの提示
- カーボンニュートラルに資する技術・仕組みの理解促進を促す展示方法等

その他

- 会場外脱炭素地域でのクレジット等の創出支援

エネルギー基本計画、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略における2050年エネルギーのビジョン

- 徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、脱炭素電源により電力部門は脱炭素化され、その脱炭素化された電源により、非電力部門において電化可能な分野は電化される。
- 産業部門においては、水素還元製鉄、二酸化炭素吸収型コンクリート、二酸化炭素回収型セメント、人工光合成などの実用化により脱炭素化が進展する。一方で、高温の熱需要など電化が困難な部門では、水素や合成メタンなどを活用しながら、脱炭素化が進展する。
- 民生部門では、電化が進展するとともに、水素や合成メタンなどの活用により脱炭素化が進展する。
- 運輸部門では、電気自動車（EV）や燃料電池自動車（FCV）の導入拡大とともに、二酸化炭素を活用した合成燃料の活用により、脱炭素化が進展する。
- 各部門においては省エネルギーや脱炭素化が進展するものの、二酸化炭素の排出が避けられない分野も存在し、それらの分野からの排出に対しては、二酸化炭素直接回収・貯留（DACCS：Direct Air Carbon Capture and Storage）や二酸化炭素回収・貯留付きバイオマス発電（BECCS：Bio-energy with Carbon Capture and Storage）、森林吸収源などにより二酸化炭素が除去される。

ご清聴ありがとうございました。