
日本のエネルギー政策の現状と課題

—カーボンニュートラルに向けて—

竹内 純子

国際環境経済研究所理事・主席研究員

U3イノベーションズ合同会社共同代表

東北大学特任教授（客員）

自己紹介：竹内 純子（たけうち すみこ）

国際環境経済研究所 理事・主席研究員
東北大学特任教授
U3イノベーションズ合同会社共同代表



東京大学大学院工学系研究科にて博士（工学）取得。

慶應義塾大学法学部法律学科卒業後、東京電力株式会社で主に環境部門に従事した後、独立。
複数のシンクタンクの研究員や、内閣府規制改革推進会議やGX実行会議など、多数の政府委員を務める。
気候変動に関する国連交渉（COP）にも長く参加し、環境・エネルギー政策提言に従事。

2018年10月、U3イノベーションズ合同会社を創業。スタートアップと協業し、新たな社会システムとしての「Utility3.0」を実現することを目指し、政策提言とビジネス両面から取り組む。

2022年12月23日に新刊「電力崩壊－戦略なき国家のエネルギー敗戦」（日本経済新聞出版社）を上梓。
その他主な著書は下記

「誤解だらけの電力問題」（WEDGE出版）

「原発は“安全”か たった一人の福島事故報告書」（小学館）

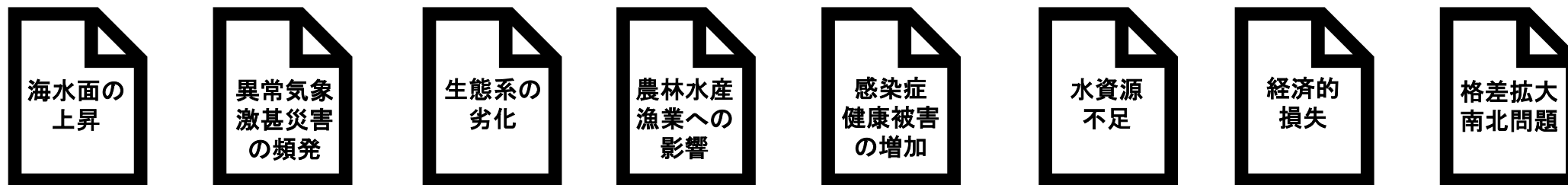
「エネルギー産業の2050年 Utility3.0へのゲームチェンジ」（共著、日本経済新聞出版社）

「エネルギー産業 2030への戦略 Utility3.0の実装」（共著、同上）など。

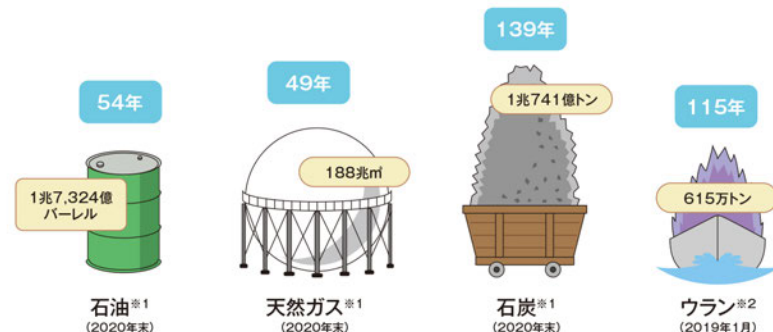
GXの議論の背景

なぜ今“脱炭素”なのか

■ 気候変動に対する課題意識の高まり



■ 化石燃料枯渇の懸念



出典：エネ百科「世界のエネルギー資源確認埋蔵量」

■ エネルギー安全保障の重要性

- 化石燃料を産出しない国にとっては、資源輸入は国富の流出であり、偏在する資源を「外交上の武器」にされれば万事休す。
- 先進国中エネルギー自給率が最低のわが国においては、化石燃料依存度の低減が大きな課題

なぜ今“脱炭素”なのか

■ 脱炭素分野で成長戦略を描き、競争力を高めようとする動き

- ✓ 2022年10月時点で、150以上の国・地域が年限を区切ったカーボンニュートラルを目指す
- ✓ これらの国・地域のGDP早計は世界全体の約94%を占める。

【各国政府の動き】

- ✓ 米国: インフレ抑制法(IRA) 主としてTax Incentiveで事業を促進。
- ✓ 欧州: 排出量取引によるカーボンプライシング(炭素国境調整措置)、タクソノミーによる投資誘導
- ✓ 日本: GX基本方針 支援と規制一体型、官民連携でのロードマップ策定

【金融・投資家の動き】

- ✓ 非財務情報であるESGの観点も加味した投資手法(ESG投資)を行う投資家の増加

* ESG投資の課題

- 定義が不明確
 - 正確かつ比較可能なデータが確保されていない
- ESG原則を批判する動きも見られる

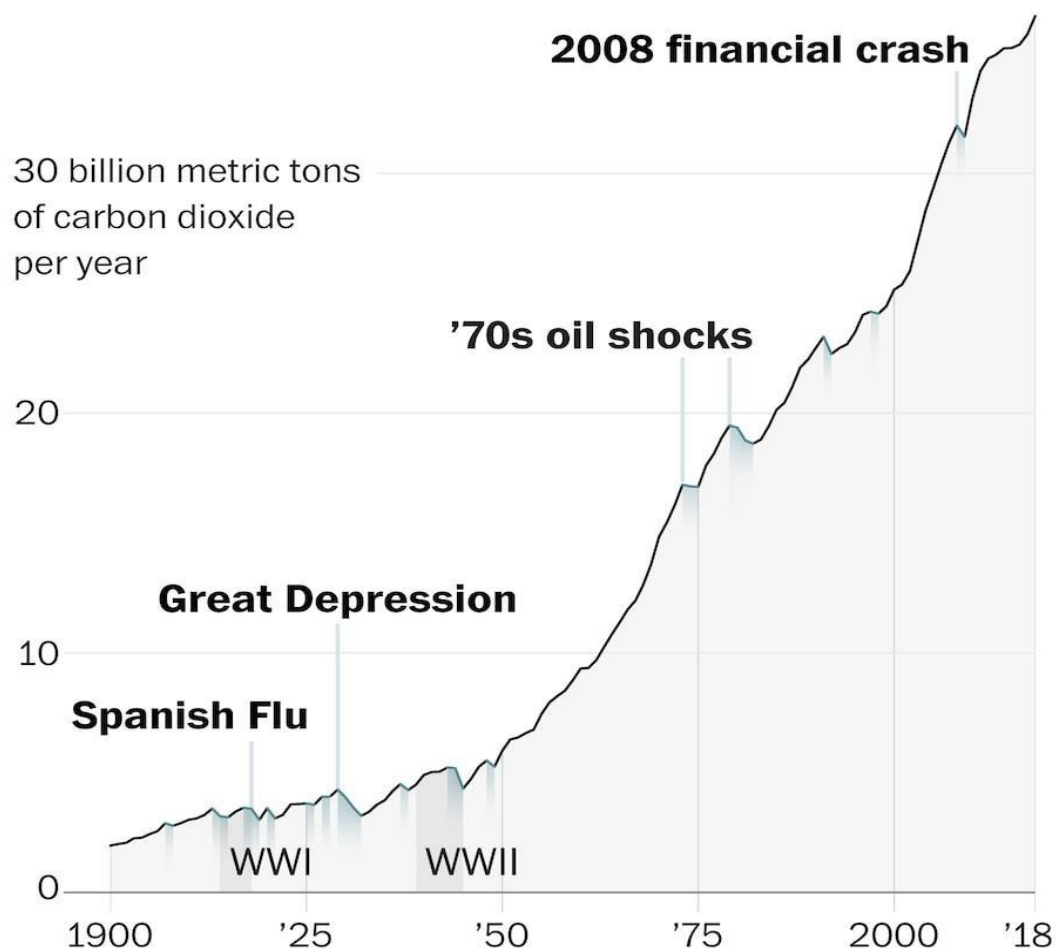


■ 2050年までのカーボンニュートラル表明国 ■ 2060年までのカーボンニュートラル表明国
■ 2070年までのカーボンニュートラル表明国

資料: World Bank databaseを基に経済産業省作成

機運は高まっているが、排出量は増加を続けている

Global crises have spurred the largest emissions drops

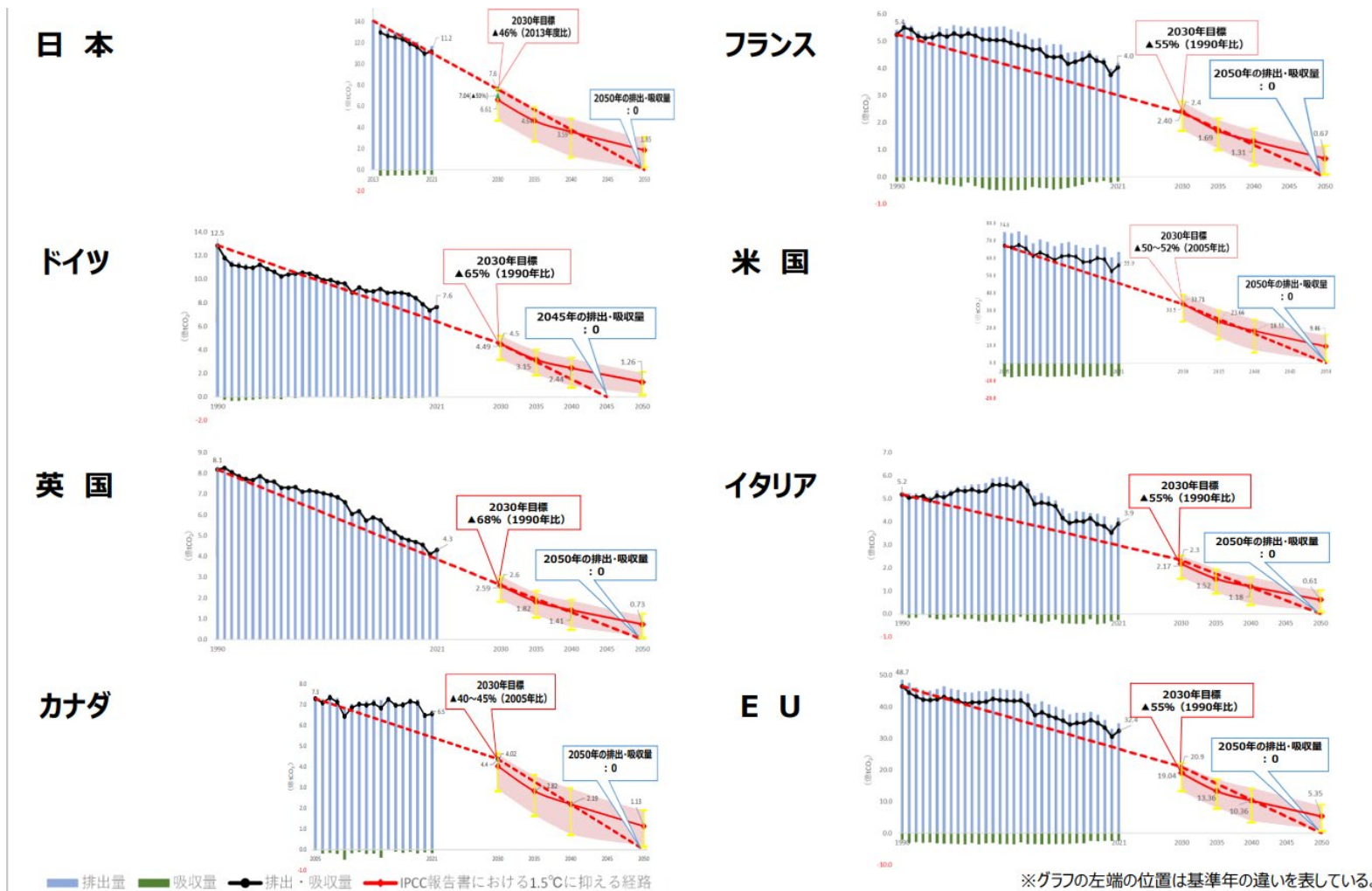


Source: Global Carbon Project

- CO2はエネルギー（化石燃料）利用に伴って必然的に排出される。気候変動は、環境問題ではなく、「エネルギー問題」であり、「経済問題」。
- そのため解決が困難であり、長年の国際交渉にも拘わらず、温室効果ガス排出量は増加の一途。
- 石油危機や、リーマンショック、新型コロナウイルス感染症などによる経済停滞により、一時的に排出が落ち込むことはあっても、基本的に排出量は増加の一途。
- その中で近年のCOPやG7等においては、目標の引き上げが主要なテーマとされてきた。

G7メンバーの排出削減の進捗状況

- 目標に対してオントラックなのは、日本と英国のみ。
- 2021年時点で、米国は約10億トン、EUは5億トン以上目標から乖離。



出所: GX実行会議(第9回) 伊藤環境大臣提出資料

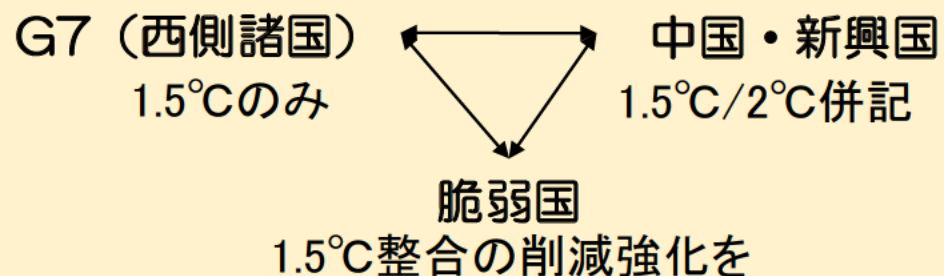
企業の情報開示や再エネ導入を求めるイニシアティブ

イニシアティブ	概要
TCFD	2015年、G20からの要請を受け、金融安定理事会（FSB）により民間主導の「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD；Task Force on Climate-related Financial Disclosures）」が設置され、その提言に基づく、企業の気候変動への取り組みや影響に関する情報開示枠組み。2023年10月時点で、世界全体では金融機関をはじめとする 4,872の企業・機関が賛同を示し、日本では1,470が賛同。
CDP	2000年に英国で設立された環境NGO。気候変動、水、森林についての取り組みを問う質問書を企業に送付し、格付けを行う。 上位2%とされるAランクに入る企業数は日本世界最多（2022年は92社がAランク評価）。
SBT	CDPを含む4つの機関により運営されるイニシアティブ。企業に対して、パリ協定が求める水準と整合した温室効果ガス排出削減目標（2度水準ではGHG排出量を毎年2.5%以上削減、1.5度水準では毎年4.2%以上削減／目標年は5～10年先／Scope1～3の排出量）を掲げ、その妥当性について認定を受ける。 日本は2023年6月時点で、認定企業数はトップ。
RE100	英国のNPOであるThe Climate Group がCDPの支援を受けて実施。企業の事業活動で用いる電力を全て再エネ由来にすることを推進。年間消費電力量が100GWh以上である企業（特例として現時点では、日本企業は50GWh以上）に対し、少なくとも2050年までの 100%再エネ化にコミットすること等を求めている。

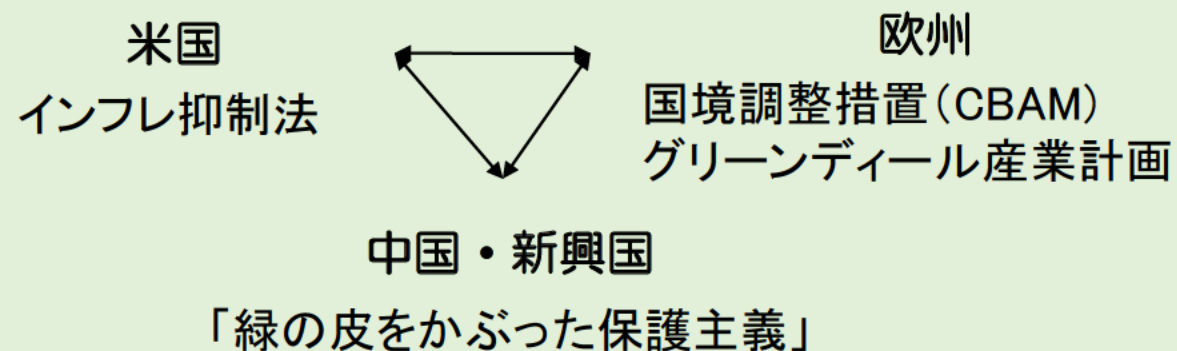
複雑化する気候変動国際交渉

- COPおよびG7はこれまで「協調」を維持。
- しかし、各国の「グリーン貿易戦争」の意味合いが強くなっている。

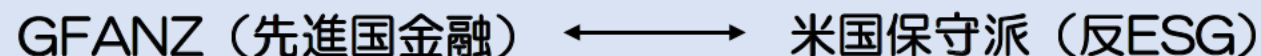
① 目標を巡る分断



② 通商を巡る分断



③ 金融を巡る分断



各国が環境・エネルギー分野への投資で成長戦略を描く



米国

- ✓ インフレ抑制法(IRA)は、2022～2031年度に見込まれていた政府収入・支出を調整して、約3000億ドルを削減し、主としてエネルギー安全保障・気候変動分野に投資。
- ✓ 税額控除等によってインセンティブを与える「太陽政策」が中核。規制による補完。
- ✓ 国産化要件を設けるなど、産業政策としての意義が強い。



欧州

- ✓ 排出量取引制度によるカーボンプライシングを主とする、排出削減に対するインセンティブを付与。CBAM(炭素国境調整メカニズム)によって国際公平性を確保。→CBAMには米国や中・印など新興国が反発。
- ✓ 欧州グリーン・ディール投資計画は10年で官民合わせて1兆€の投資を見込む(欧州委員会が試算した予算は、2021～2030年で5,030億€)。



日本

- ✓ GX基本方針策定。規制・支援一体型の投資促進策と成長志向型のカーボンプライシングの導入。
- ✓ 官民合わせて150兆円の投資を期待(政府が投資する20兆円は、GDPの規模を考えると米国IRAと相応)
- ✓ GX実行会議において、分野別投資戦略を議論。

日本と諸外国のGX支援策

日本の政府支援策

今後10年の 政府支援

非化石エネルギーの推進	約6～8兆円 ・水素・アンモニアの需要拡大支援 ・新技術の研究開発等
需給一体での産業構造転換・抜本的な省エネの推進	約9～12兆円 ・製造業の構造改革・収益性向上を実現する省エネ・原/燃料転換 ・抜本的な省エネを実現する全国規模の国内需要対策 ・新技術の研究開発
資源循環・炭素固定技術など	約2～4兆円 ・新技術の研究開発・社会実装 等

約20兆円

今後10年の 官民投資

約60兆円～ ・再エネ大量導入 ・原子力（革新炉等の研究開発） ・水素・アンモニア
約80兆円～ ・製造業の省エネ・燃料転換 ・脱炭素×デジタル投資 ・蓄電池産業の確立 ・船舶・航空機産業の構造転換 ・次世代自動車 ・住宅・建築物
約10兆円～ ・資源循環産業 ・バイオものづくり ・CCS

約150兆円

規制等と一体的に引き出す

諸外国におけるGXへの政府支援

政府支援規模

GDP/削減目標

欧州連合 2020.1.14 欧州GD投資計画	官民合わせて 10年 間で少なくとも約1兆€ (約140兆円)	GDP：約17.9兆\$ 2030年55%削減 (1990年比)
米国 2022.8.16 IRA成立	10年 間で約3690億\$ (約50兆円)	GDP：約23.0兆\$ 2030年50－52%削減 (2005年比)
ドイツ 2020.6.3 経済刺激策公表	2年 間で約500億€ (約7兆円)	GDP:約4.2兆\$ 2030年55%削減 (1990年比)
フランス 2020.9.3 経済復興策公表	2年 間で約300億€ (約4兆円)	GDP：約2.9兆\$ 2030年55%削減 (1990年比)
英国 2021.10.19 ネットゼロ戦略	8年 間で約260億ポンド (約4兆円)	GDP：約3.2兆\$ 2030年68%削減 (1990年比)

CO2を削減を目指す“CN”から、
付加価値を創出し、
社会の持続可能性を高める
“GX”に転換。

GX実現に向けた展望

GX基本方針の概要と主要な論点

- GXとは、化石燃料からクリーンエネルギーへの転換を核として、**経済・社会、産業構造全体の変革**を目指すもの。DXとも融合して、日本としての持続可能性を高めていくことを目的とする。
- 徹底した省エネの推進や、再生可能エネルギーの主力電源化、原子力の活用、水素・アンモニアの導入促進などの取り組みと、「成長志向型カーボンプライシング」の導入を決定。
- **カーボンプライシングには2つの制度を導入**
GXリーグ(2023年4月試行開始→2026年頃から本格運用)→有償オークション(2033年頃)
化石燃料事業者への賦課金(2028年導入。徐々に負担を引き上げ)
- GX経済移行債を活用して支援する企業には、GXリーグへの参加等のコミットメントを求める。
- GXという長期的な構造改革の前に、まず、頻発する電力需給ひっ迫やエネルギー価格の高騰への対処が喫緊の課題であるとして、岸田首相からは「現下のエネルギー供給を、GXと整合的な形で立て直す」との方針が示された。

わが国のGXに向けた主要な論点

- ① 電力安定供給確保策(電力自由化の修正／原子力の活用)
- ② GX経済移行債による投資と、カーボンプライシング導入

基本方針の“取組”の一番上に書かれた“省エネ”

GX実現に向けた基本方針の概要

背景

- ✓ カーボンニュートラルを宣言する国・地域が増加（GDPベースで9割以上）し、排出削減と経済成長をともに実現するGXに向けた長期的かつ大規模な投資競争が激化。GXに向けた取組の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代に入。また、ロシアによるウクライナ侵略が発生し、我が国のエネルギー安全保障上の課題を再認識。
- ✓ こうした中、我が国の強みを最大限活用し、GXを加速させることで、エネルギー安定供給と脱炭素分野で新たな需要・市場を創出し、日本経済の産業競争力強化・経済成長につなげていく。
- ✓ 第211回国会に、GX実現に向けて必要となる関連法案を提出する（下線部分が法案で措置する部分）。

（１）エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- ・ 複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金を創設など、中小企業の省エネ支援を強化。
- ・ 関係省庁が連携し、省エネ効果の高い断熱窓への改修など、住宅省エネ化への支援を強化。
- ・ 改正省エネ法に基づき、主要5業種（鉄鋼業・化学工業・セメント製造業・製紙業・自動車製造業）に対して、政府が非化石エネルギー転換の目安を示し、更なる省エネを推進。

②再エネの主力電源化

- ・ 2030年度の再エネ比率36～38%に向け、全国大でのマスタープランに基づき、今後10年間で過去10年の8倍以上の規模で系統整備を加速し、2030年度を目指して北海道からの海底直流送電を整備。これらの系統投資に必要な資金の調達環境を整備。
- ・ 洋上風力の導入拡大に向け、「日本版セントラル方式」を確立するとともに、新たな公募ルールによる公募開始。
- ・ 地域と共生した再エネ導入のための事業規律強化。次世代太陽電池（ペロブスカイト）や浮体式洋上風力の社会実装化。

③原子力の活用

- ・ 安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化する。その他の開発・建設は、各地域における再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえて検討していく。
- ・ 厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り、追加的な延長を認める。その他、核燃料サイクル推進、廃炉の着実かつ効率的な実現に向けた知見の共有や資金確保等の仕組みの整備や最終処分の実現に向けた国主導での国民理解の促進や自治体等への主体的な働き掛けの抜本強化を行う。

④その他の重要事項

- ・ 水素・アンモニアの生産・供給網構築に向け、既存燃料との価格差に着目した支援制度を導入。水素分野で世界をリードするべく、国家戦略の策定を含む包括的な制度設計を行う。
- ・ 電力市場における供給力確保に向け、容量市場を着実に運用するとともに、予備電源制度や長期脱炭素電源オークションを導入することで、計画的な脱炭素電源投資を後押しする。
- ・ サハリン1・2等の国際事業は、エネルギー安全保障上の重要性を踏まえ、現状では権益を維持。
- ・ 不確実性が高まるLNG市場の動向を踏まえ、戦略的に余剰LNGを確保する仕組みを構築するとともに、メタンハイドレート等の技術開発を支援。
- ・ この他、カーボンサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池、資源循環、次世代自動車、次世代航空機、ゼロエミッション船舶、脱炭素目的のデジタル投資、住宅・建築物、港湾等インフラ、食料・農林水産業、地域・くらし等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進する。

（２）「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

- ・ 昨年5月、岸田総理が今後10年間に150兆円超の官民GX投資を実現する旨を表明。その実現に向け、国が総合的な戦略を定め、以下の柱を速やかに実現・実行。

①GX経済移行債を活用した先行投資支援

- ・ 長期にわたり支援策を講じ、民間事業者の予見可能性を高めていくため、GX経済移行債を創設し（国際標準に準拠した新たな形での発行を目指す）、今後10年間に20兆円規模の先行投資支援を実施。民間のみでは投資判断が真に困難な案件で、産業競争力強化・経済成長と排出削減の両立に貢献する分野への投資等を対象とし、規制・制度措置と一体的に講じていく。

②成長志向型カーボンプライシング（CP）によるGX投資インセンティブ

- ・ 成長志向型CPにより炭素排出に値付けし、GX関連製品・事業の付加価値を向上させる。
- ・ 直ちに導入するのではなく、GXに取り組み期間を設けた後で、エネルギーに係る負担の総額を中長期的に減少させていく中で導入（低い負担から導入し、徐々に引上げ）する方針を予め示す。

⇒ 支援措置と併せ、GXに先行して取り組む事業者インセンティブが与えられる仕組みを創設。

<具体例>

- (i) GXリーグの段階的発展→多排出産業等の「排出量取引制度」の本格稼働【2026年度～】
- (ii) 発電事業者、EU等と同様の「有償オークション」※を段階的に導入【2033年度～】
※ CO₂排出に応じて一定の負担金を支払うもの
- (iii) 化石燃料輸入事業者等に、「炭素に対する賦課金」制度の導入【2028年度～】
※なお、上記を一元的に執行する主体として「GX推進機構」を創設

③新たな金融手法の活用

- ・ GX投資の加速に向け、「GX推進機構」が、GX技術の社会実装段階におけるリスク補完策（債務保証等）を検討・実施。
- ・ トランジション・ファイナンスに対する国際的な理解醸成に向けた取組の強化に加え、気候変動情報の開示も含めた、サステナブルファイナンス推進のための環境整備を図る。

④国際戦略・公正な移行・中小企業等のGX

- ・ 「アジア・ゼロエミッション共同体」構想を実現し、アジアのGXを一層後押しする。
- ・ リスキング支援等により、スキル獲得とグリーン等の成長分野への円滑な労働移動を共に推進。
- ・ 脱炭素先行地域の創出・全国展開に加え、財政的支援も活用し、地方公共団体は事務事業の脱炭素化を率先して実施。新たな国民運動を全国展開し、脱炭素製品等の需要を喚起。
- ・ 事業再構築補助金等を活用した支援、プッシュ型支援に向けた中小企業支援機関の人材育成、パートナーシップ構築宣言の更なる拡大等で、中小企業を含むサプライチェーン全体の取組を促進。

（３）進捗評価と必要な見直し

- ・ GX投資の進捗状況、グローバルな動向や経済への影響なども踏まえて、「GX実行会議」等において進捗評価を定期的実施し、必要な見直しを効果的に行っていく。
- ・ これらのうち、法制上の措置が必要なるものを第211回国会に提出する法案に明記し、確実に実行していく。

令和6年度GX関連概算要求(案)

- GX推進法によって、国による複数年度にわたるコミットと、炭素価格を踏まえた値差支援制度など、規制・制度と一体化した予算措置が可能になった。
- 複数年度にわたり、各国の制度・技術動向を見据えて、「総額2兆円超+事項要求」を内容とする、戦略的で予見可能性をもった予算要求を行う。

＜国による複数年コミット※を基本とし、総額2兆円超（令和6年度：1.2兆円超）の投資促進策+事項要求＞

※ 国庫債務負担行為等

研究開発

- ・先行実施として、約9,000億円規模の研究開発予算を措置済み。順次、実行中。
①水素還元製鉄・ペロブスカイト太陽電池の開発等に向けた「グリーンイノベーション基金」、②革新的GX技術創出事業（GteX）等

実装

・高温ガス炉・高速炉（実証炉）の研究開発支援：3年で1,521億円（R6年度523億円）

・GX分野のディープテック・スタートアップ育成支援：5年で2,034億円（R6年度407億円）

・革新的脱炭素製品等の国内サプライチェーン構築支援：5年で1.2兆円規模（R6年度7,207億円）
例：水電解装置、蓄電池、H₂PPA太陽電池、洋上風力発電設備、パワー半導体等

市場拡大

・中小企業をはじめとする、非化石転換やデマンド・リスpons対策を伴う先進的な省エネ投資支援：5年で1,925億円（R6年度910億円）

・既存住宅の高断熱窓や高効率給湯器（ヒートポンプ等）の導入支援：1,484億円

・規制・制度と一体的に講じるEV、PHV、FCVの導入支援（トラック、バス等の事業者向け基礎充電設備を含む）：1,417億円
例：次世代自動車、トラック、バス、タクシー等

等

GX
市場

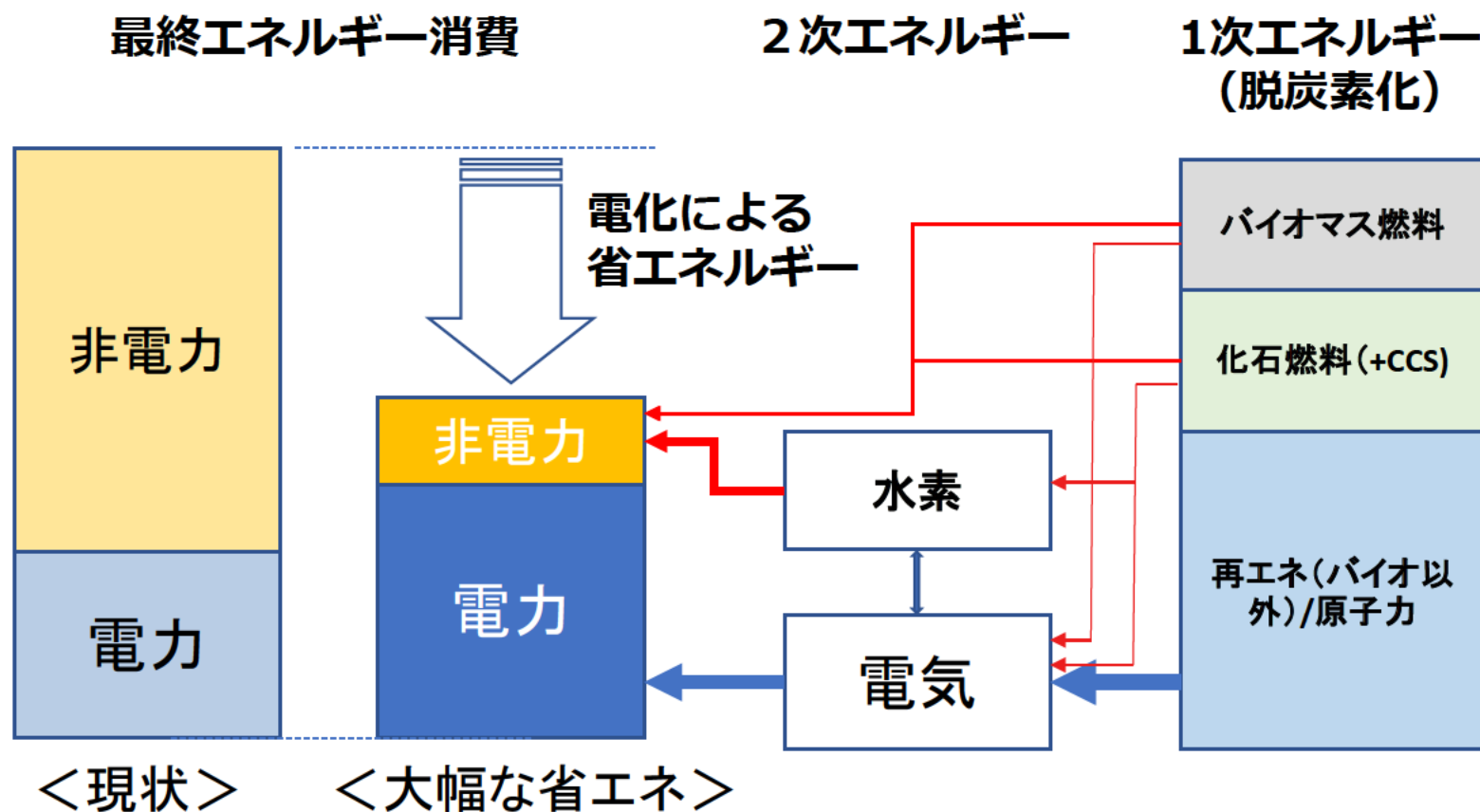
事項要求

※産業競争力強化・経済成長及び排出削減の効果が高いGXの促進

- ・排出削減が困難な産業の製造プロセス転換や資源循環投資（サーキュラーエコノミー）
- ・水素・アンモニアのサプライチェーン構築のための値差支援
- ・SAFの製造設備・原料サプライチェーン整備支援
- ・GX推進機構関連予算等

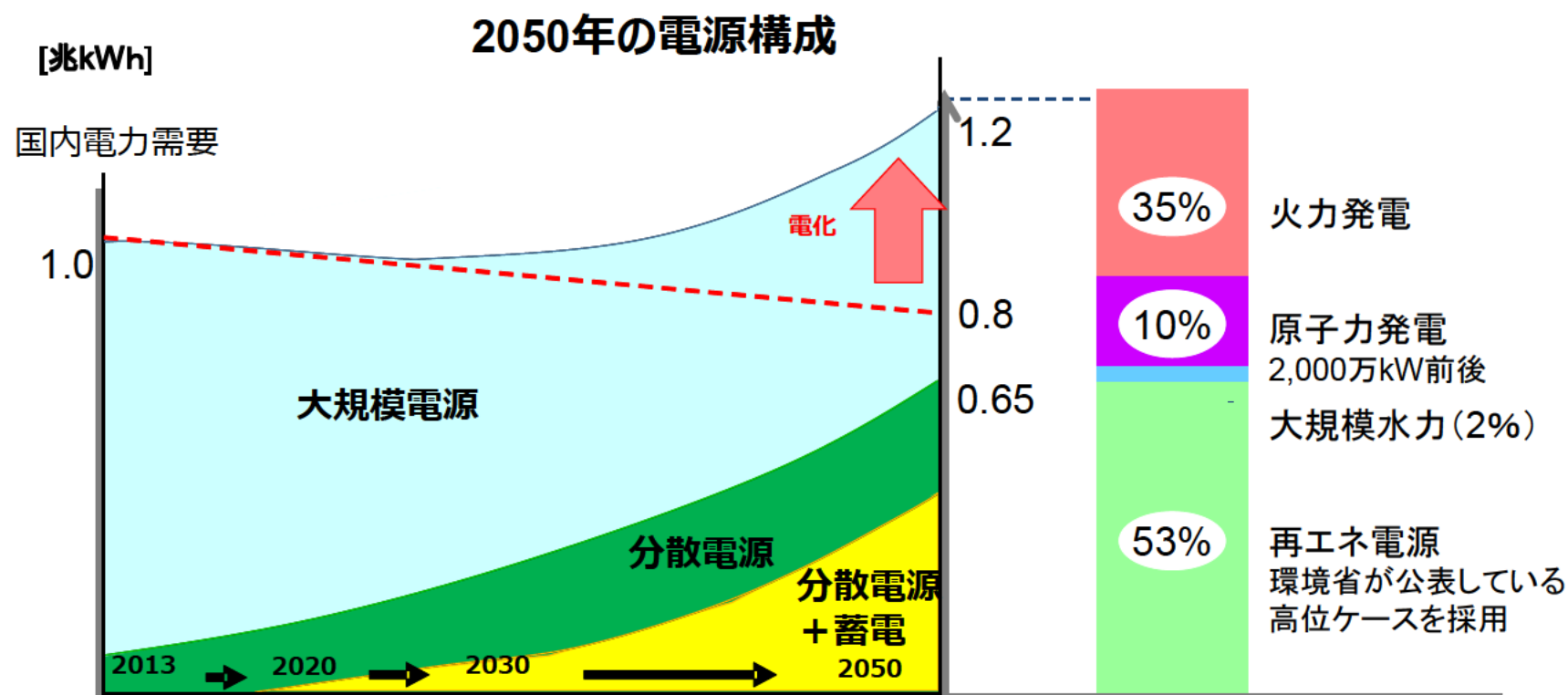
需要側の電化が一つの力ギとなる

- 大幅な脱炭素への技術的選択肢はそれほどない。
- 有効なのは「電源の脱炭素化」×「需要の電化」の掛け算



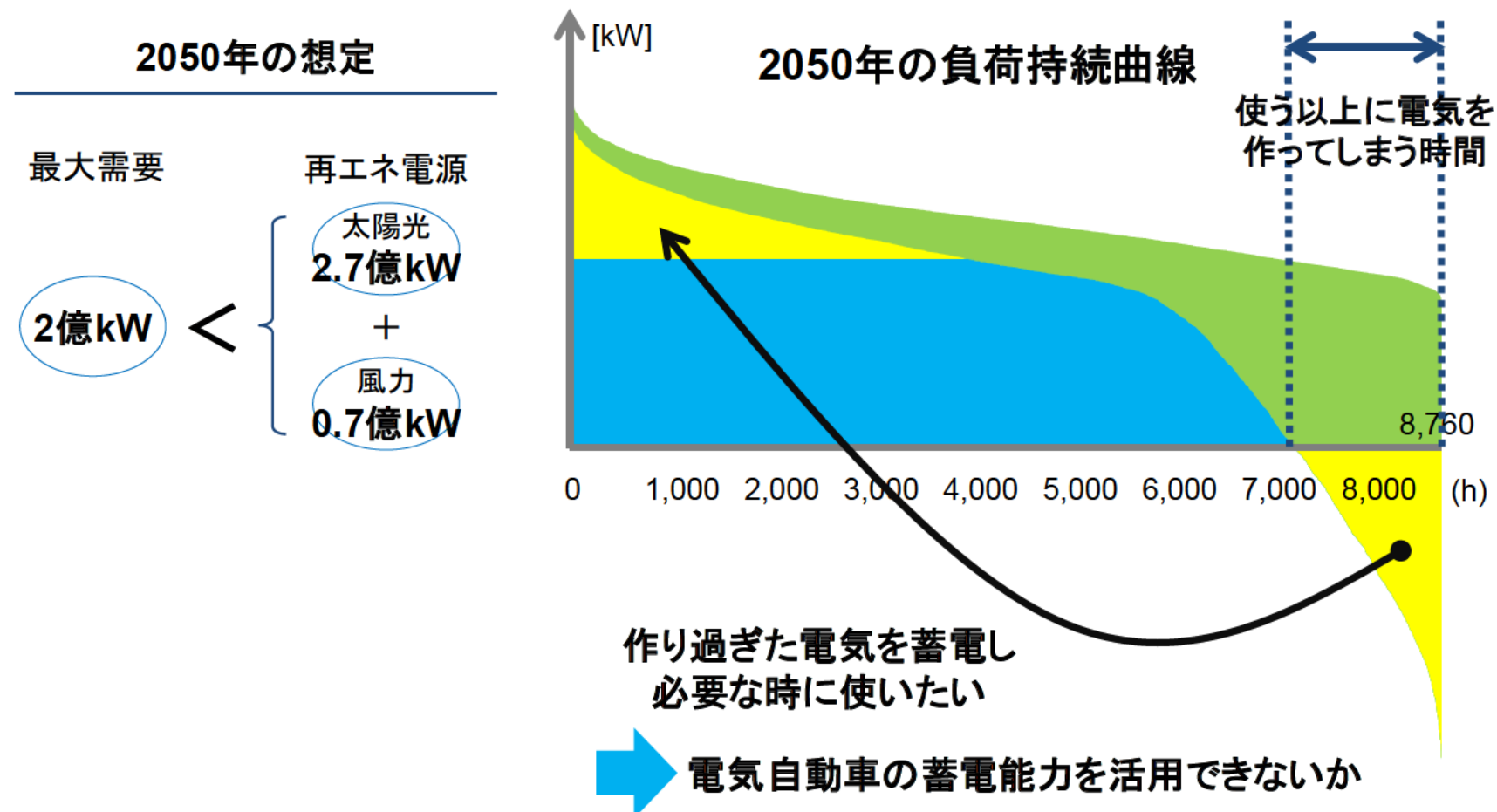
2050年の電力需要と電源構成 (竹内他[2017]の試算)

- 国内電力需要は減少要因(人口減少、経済停滞、省エネの進展等)に任せると、赤の点線のように減少する見通し。
- 一方、増加要因(低炭素化に向けた電化の進展等)を加味すると、2050年には13年比20%増と試算。
- これを下図右のような電源構成で賄うと、**CO2排出量は72%削減**(2013年比)となる。

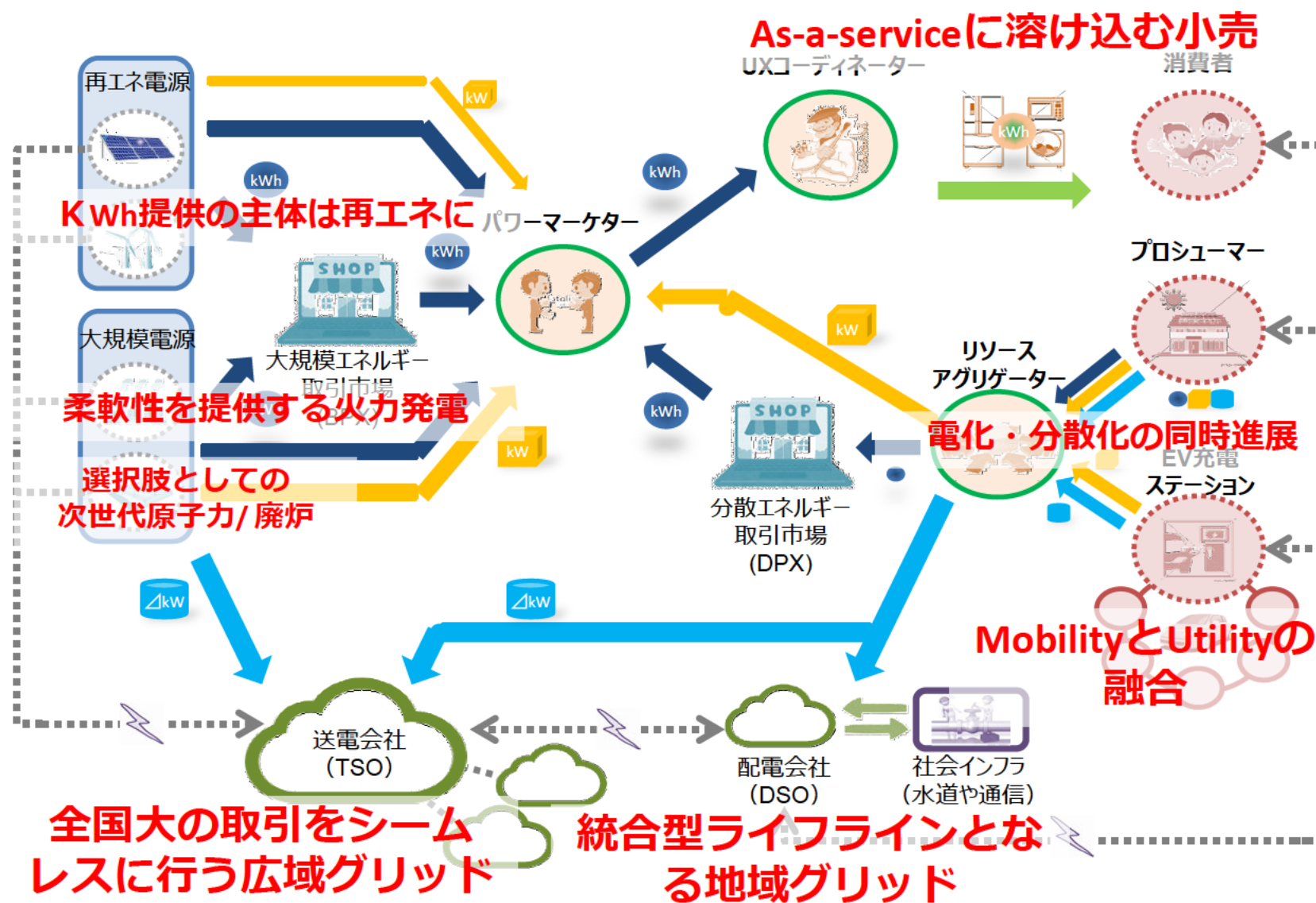


再エネ導入が進むと、貯めたり調整したりする価値が高まる

- 太陽光や風力発電は、好きな時に好きな量を発電するだけ。
- 同時同量を満たすために、貯めたり、調整したりすることの価値が高まる。



Utility3.0の世界



「電化」による省エネ性

- 従来の化石燃料を燃焼する機器と比較して、暖房機器や車両等の電化は、再エネ発電の電気をそのまま使うことで、さらに省エネ性を大きく向上させる。

	発電	暖房給湯・熱需要	車両
既存の技術	高効率ガス火力発電  燃料 → 電気 ロス 効率：50%	ガスボイラ・暖房  燃料 → 熱供給 ロス 効率：90%	ガソリン自動車  燃料 → 動力 ロス 効率：20～40%
再エネ発電と電化	再エネ発電  再エネ電気 → 電気 効率：100%	ヒートポンプ  空気 の 熱エネ 再エネ 電気 → 熱供給 効率：400%(COP4)	電気自動車  再エネ電気 → 動力 ロス 効率：80%

各国の電化促進政策

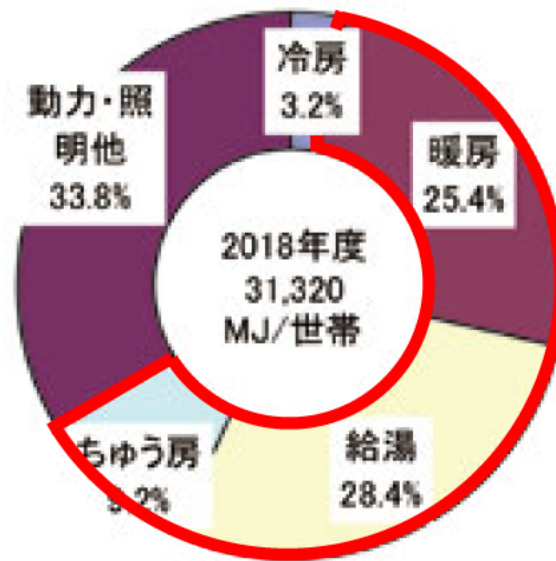
- 電化率は徐々にしか向上しない。そのため各国は強制的な施策も含めて検討（消費者の反発あり）
- カーボンプライシングは、国内産業である電力に負担を寄せがちでだが、脱炭素化のセオリーは「需要の電化×電源の脱炭素化」。電化を阻害すれば王道を踏み外す。

ドイツ	建築物エネルギー法により、新築建物には再エネ冷暖房（ヒートポンプ冷暖房による空気熱利用等）の設置が義務化。2026年からは石油・石炭ボイラの設置が禁止
英国	2021年に公表した、「熱・建物戦略」において、2035年以降にガスボイラの新規・更新設置を段階的に廃止する方針を示した
フランス	「建築物における暖房または温水製造設備の設置に関する環境性能の最低基準（2022.1.5）」により、住宅への石油・石炭ボイラの新規・更新設置が実質禁止 建築物環境規制RE2020により、新築戸建住宅への石油ボイラ・ガスボイラの設置が実質禁止。新築集合住宅には猶予期間を設定
米国 ニューヨーク市	2021年12月の建築規制改正により、2023年12月以降の新築建築物で天然ガス使用を禁止。7階建て以上の新築建築物については、2027年から禁止
米国 カリフォルニア州	2023年の新築建築物から適用される「Energy Code 2022」では、住宅および集合住宅に「電化レディ要件（将来の電化システム更新に備えて、新築時に分電盤や電気配線を準備）」を義務化
米国 シアトル市	4階建て以上の新築建築物（商業建物、集合住宅）はガス暖房禁止

住宅・建築物での取組み：暖房・給湯など熱需要の脱化石燃料化

- 家庭部門については、空気の熱を利用するヒートポンプなどの暖房・給湯機器が製品化され、住宅もZEH（Zero Energy House）が商用化されている。
- 国・自治体の政策も普及加速を支援。

【住宅のエネルギー消費内訳】



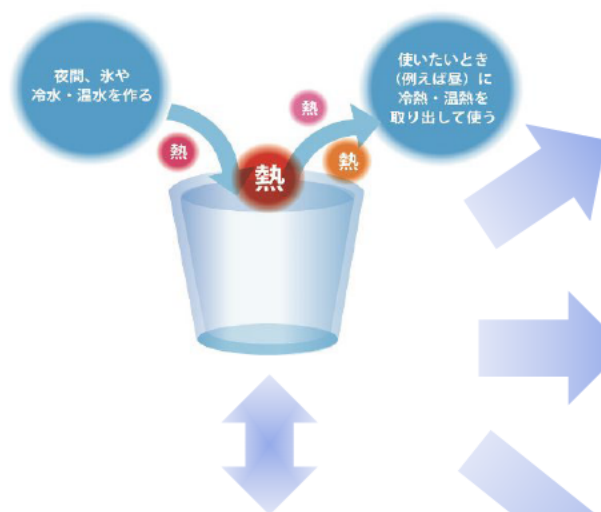
暖房、給湯、厨房で脱炭素化余地が高い

出典：資源エネルギー庁エネルギー白書2020より



エネルギー貯蔵 蓄熱

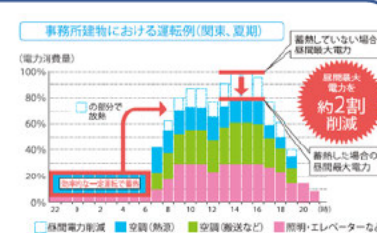
- 蓄エネルギー（蓄電池、EV、蓄熱）
- 熱の再生可能エネルギー（ヒートポンプ）
- 「敏感な電気」と「鈍感な熱」の組み合わせ → ロバスト性の高い蓄熱に再注目



電気の需要の平準化

熱の生産と消費を時間的にずらすことが可能であり、空調負荷の変動に左右されないため、電力デマンドに余裕がある時間帯や、熱源機器の効率の良いポイント（高COP）での運転が可能

出典：環境省



DR（ディマンドレスポンス）

非常時には供給側の状況や要請に応じた放熱（下げDR）ができ、ネットワークの安定に寄与。再生可能エネルギーの余剰電力を消費するための上げDRにもリソースとしての活用が可能。



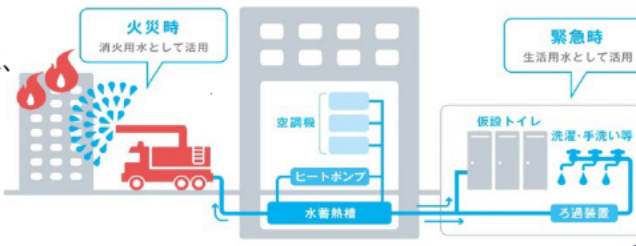
ヒートポンプとの組み合わせによる省エネルギー・温暖化対策



ヒートポンプは、投入エネルギーの3~6倍の熱エネルギーを生み出す高効率な技術であり、省エネルギー・温暖化対策に貢献

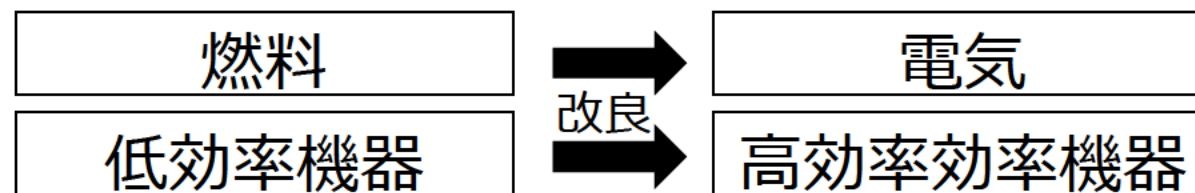
BCP対応

蓄熱槽の水は、災害時などに生活用水、消防用水の水源として利用可能であり、地域、建物のレジリエンスを高めることが可能

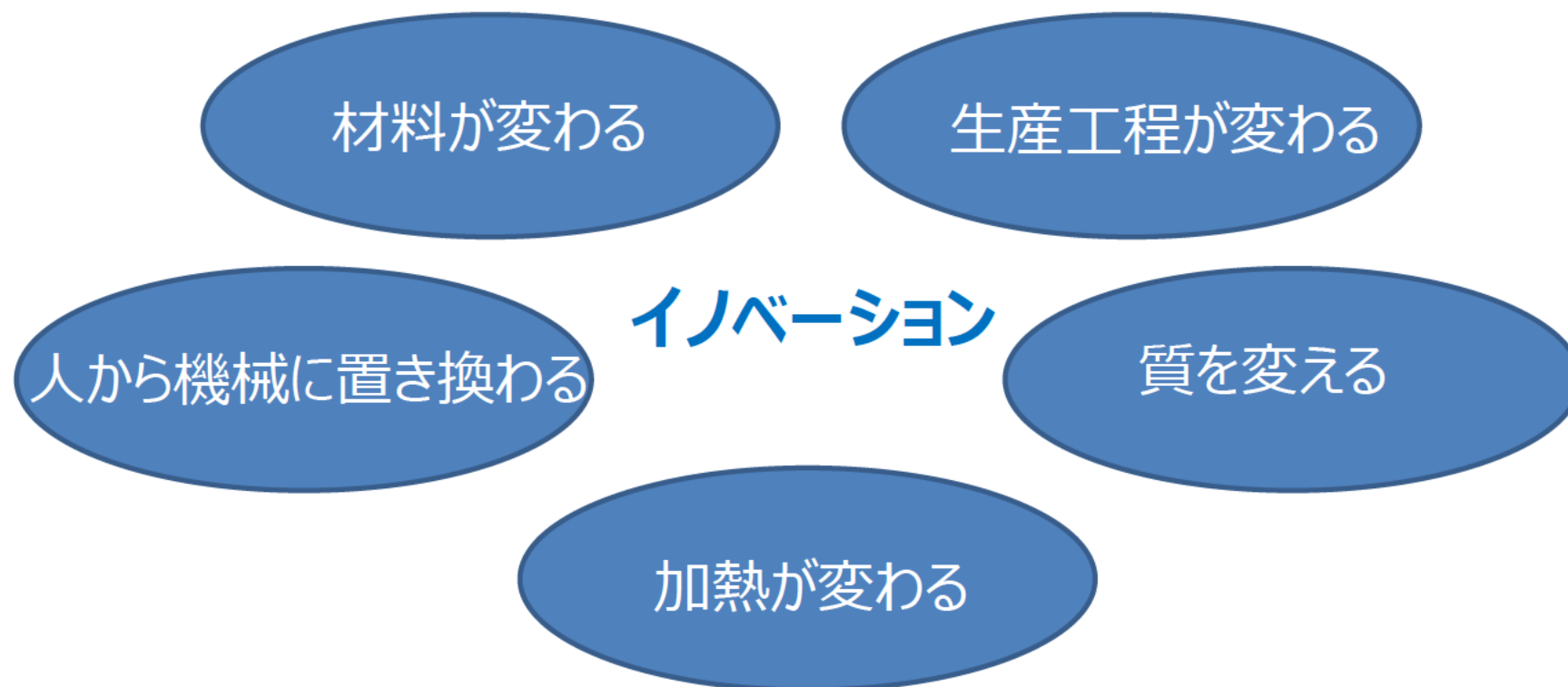


電化による産業革命

- これまで

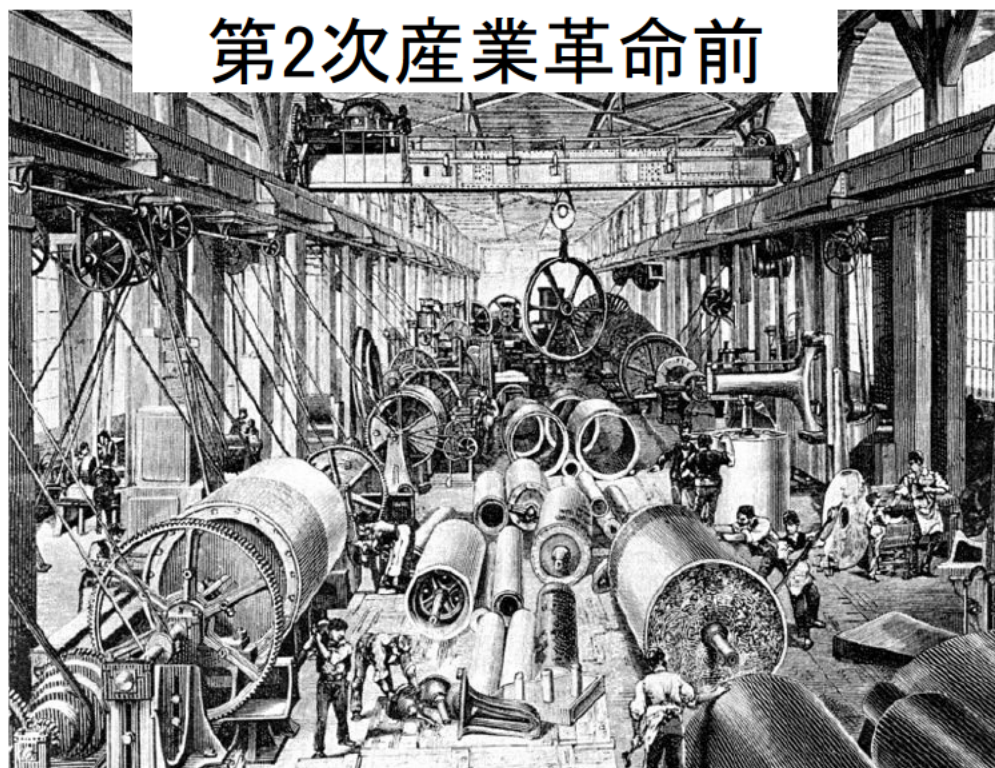


- これから



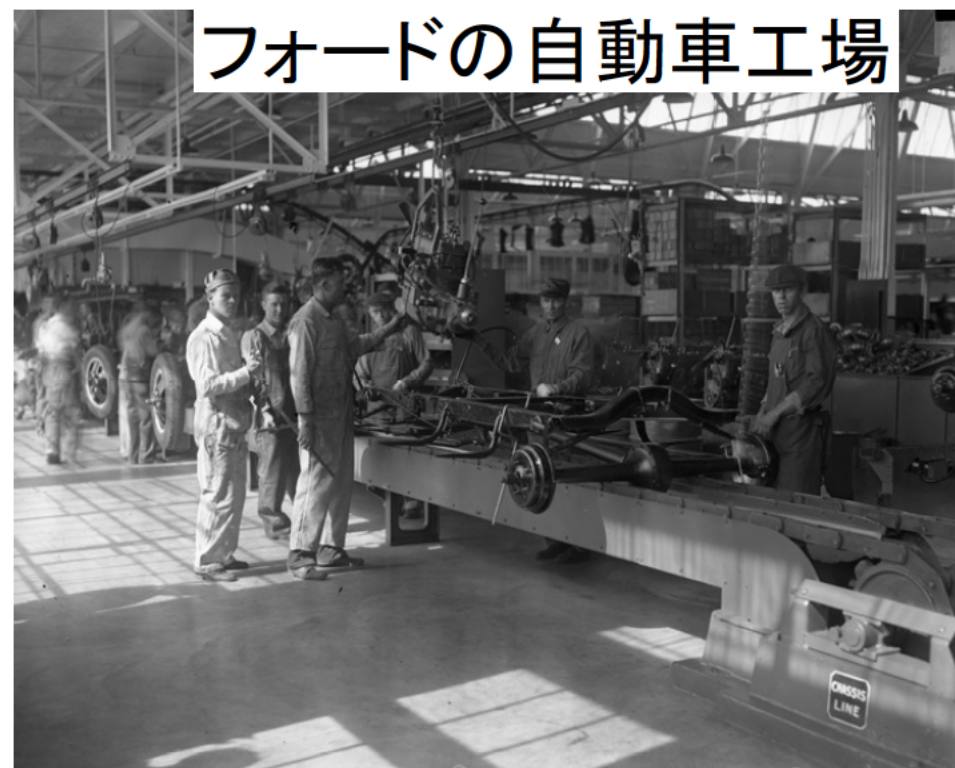
第2次産業革命と電化 (Electrification)

- 電化は、“最も破壊的なテクノロジー”(McAfee and Brynjolfsson, 2017)
- 第一次産業革命(蒸気機関), 第2次産業革命(電気と自動車の普及), 第3次産業革命(情報革命)に続く、第四次産業革命が始まる。



蒸気機関で発生した力を伝えるために、シャフト、ギア、ワイヤなどの機械的なネットワークが工場内に張り巡らされている。

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bild_Maschinenhalle_Escher_Wyss_1875.jpg



一つの大きな蒸気機関が、分散する複数のモータに置き換えられ、それぞれのモータが最適レイアウトされたベルトコンベアを駆動している。(劇的な生産性向上) 27

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LongBeachFord.jpg>

電化設備導入のパラダイムシフト: 加熱方式別の特徴

用途	温水・蒸気		加熱・乾燥				融解	
方式	ボイラ	ヒートポンプ	抵抗 (電気ヒータ)	マイクロ波 (電子レンジ)	遠赤外線	誘導 (IHヒータ)	バーナー 加熱炉	アーク
エネルギー源	化石燃料	電気(CN)				化石燃料	電気(CN)	
加熱範囲 部位	空間全体	空間全体	材料部分 (接触させて)	材料部分 (内部から)	材料部分 (表面から)	材料部分 (直接)	材料全体	材料全体
	↔ 周辺空気を加熱		↔ 材料そのものを加熱					
温度	~200℃	~120℃	~1千℃	~数百℃	~1千℃	~数千℃	~1.5千℃	~1万℃
温度変化 応答性	低	低	中	高	高	高	低	高
	⇒電気によるきめ細やかな加熱・乾燥で高品質化							
効率	低	高	高	高	高	高	低	低
初期 コスト	低	高	高	高	高	高	高	高
ランニング コスト	中	低	中	中	中	中	中	高

強み

強み

⇒電気によるきめ細やかな加熱・乾燥で高品質化

弱み

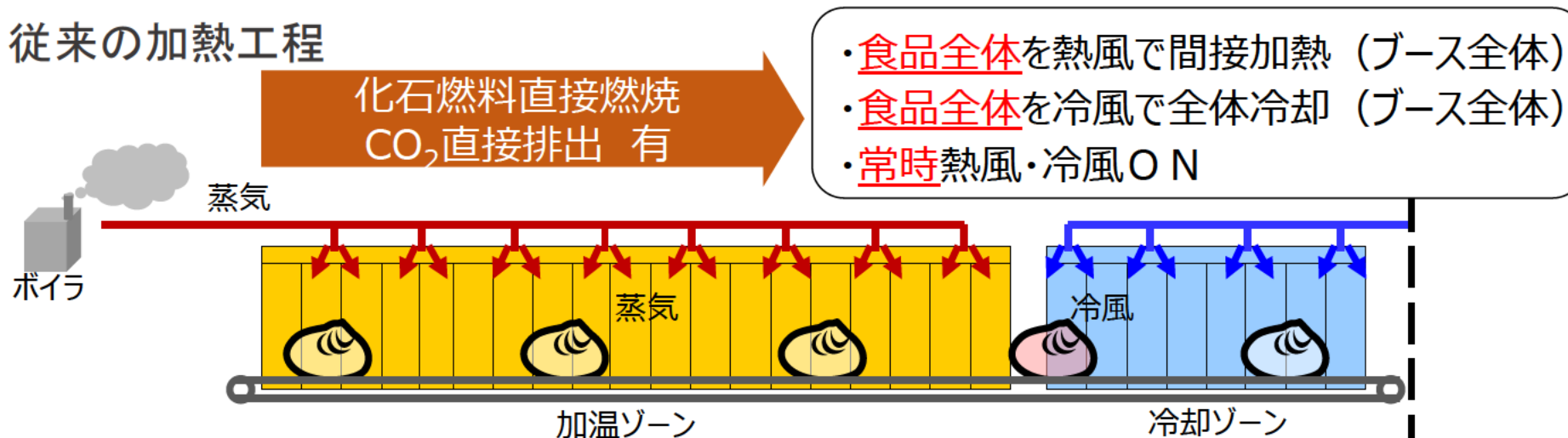
弱み

⇒削減効果の高い領域から部分電化でコスト低減

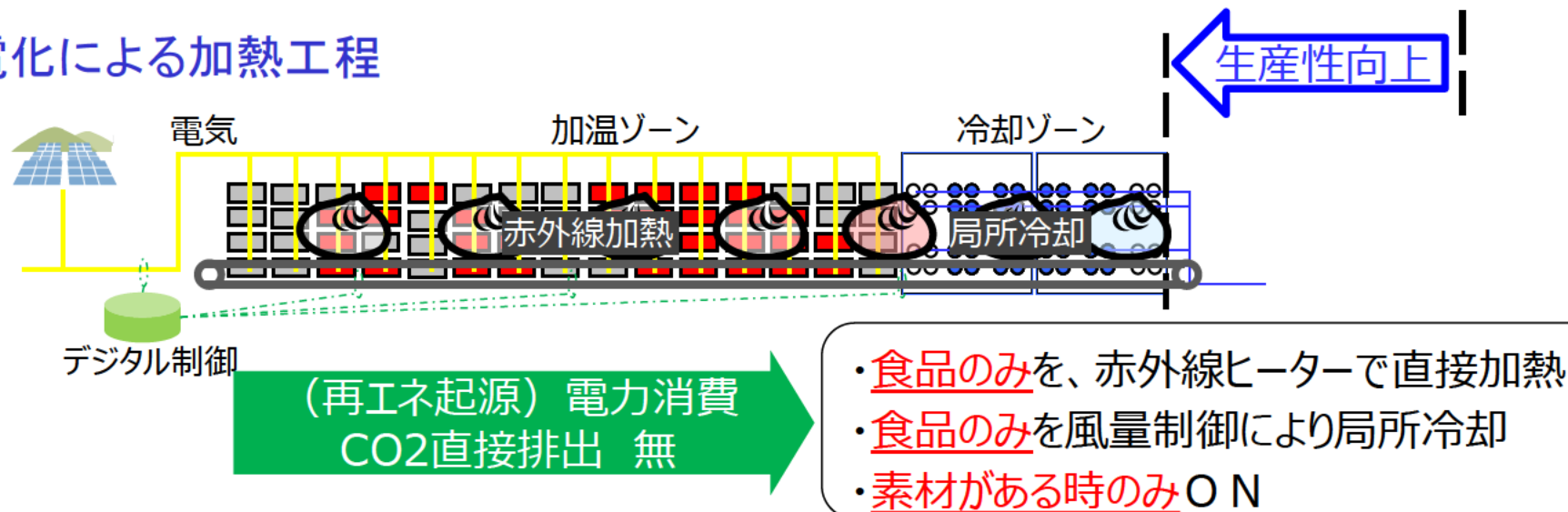
加熱工程での電化方法（食品工場での事例）

- 赤外線加熱を自動で出力制御し、無駄を最小限に抑えるラインのイノベーション
- ユーティリティー設備をヒートポンプ等電化することでエネルギー消費の抑制

○ 従来の加熱工程



○ 電化による加熱工程



まとめ

カーボンニュートラルに向けて；

- 最終エネルギー消費の70%を占める化石燃料の直接消費の削減が必要
- 大幅なCO2削減のセオリーは「需要の電化と電源の非化石化」の同時進行
- 住宅・建築物部門は既存技術の実装を推進
- 産業部門は技術開発へのチャレンジを含むが、部分的にでも現状導入できる技術もある。
- 既存設備改修に留まることなく、カーボンニュートラルに向けた投資・社会実装で経済成長へ。

ご清聴ありがとうございました

