

LCAに向けた自動車産業の取り組みと 今後の課題

～ミシュラン北イタリア工場訪問の事例～

作成者：川端由美

2023年6月14日

川端由美（かわばた ゆみ）



-工学修士。住友電工にてエンジニアとして務めた後、二玄社『NAVI』編集記者に転身。ジャーナリストとして、自動車の新技術と環境問題を中心に取材活動を行なう。海外のモーターショーや学会を積極的に取材する国際派。戦略コンサル・ファーム勤務後、戦略イノベーション・スペシャリストとして独立。現在は、ジャーナリストとのパラレル・キャリア。近著に、『日本車は生き残れるか』講談社刊がある。2022年から日経新聞THINK!コメンテーターに就任。2023年から電動モビリティシステム専門職大学・准教授に就任。

-ワールド・カー・オブ・ザ・イヤー／グリーンカー・エキスパート、インターナショナル・エンジン・オブ・ザ・イヤー選考員、FCCJ（日本外国特派員協会）レギュラーメンバー。

-内閣官房・構成員、（道路交通ワーキンググループ・自動運転に係る制度整備大綱サブワーキンググループ構成員）、国交省・有識者委員（都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会（MaaS懇談会）ほか）、警察庁・有識者委員（第二種免許制度等の在り方に関する有識者会議ほか）、内閣府・構成員、環境省有識者委員、国土交通省独法評価委員会委員、デジタル庁（デジタル交通社会のありかたに関する研究会）構成員、経済産業省（自動走行ビジネス検討会）有識者委員などを歴任。

Agenda

1. 自動車産業の変革の構造
2. 環境問題とエネルギー問題の現状整理と課題-ミシュランの事例-
3. カテナXに見る自動車産業のデジタル化とその影響

1.自動車産業の変革の構造

CASE=コネクテッド、自動化、シェアード、電動化の流れが本格化し、モビリティの変革期に突入

C:コネクテッド

安定した回線を提供することで、様々な産業がIoT化される

全体をつなげる技術

これまでに起きてきたこと

PC

スマホ



パソコンやスマホが、インターネットにつながったことで産業が拡大

いま起きていること



E:電動化

A:自動化

個々の車載技術の開発

これから起きること

S:サービス

デジタル
コンテンツ

シェアード



E:電動化

A:自動化

移動体である自動車がつながるようになり、第三者が提供するサービスによってモビリティ産業が拡大

モビリティサービスのバリューチェーンのうち、従来の自動車産業が手掛けるのは、製造と車載技術に限定

電動化 自動化
車両／自動運転



コネクテッド
AI／クラウド／P/F



S&S

シェアード
オペレーション



サービス
デジタルコンテンツ



テスラ

ダイムラー

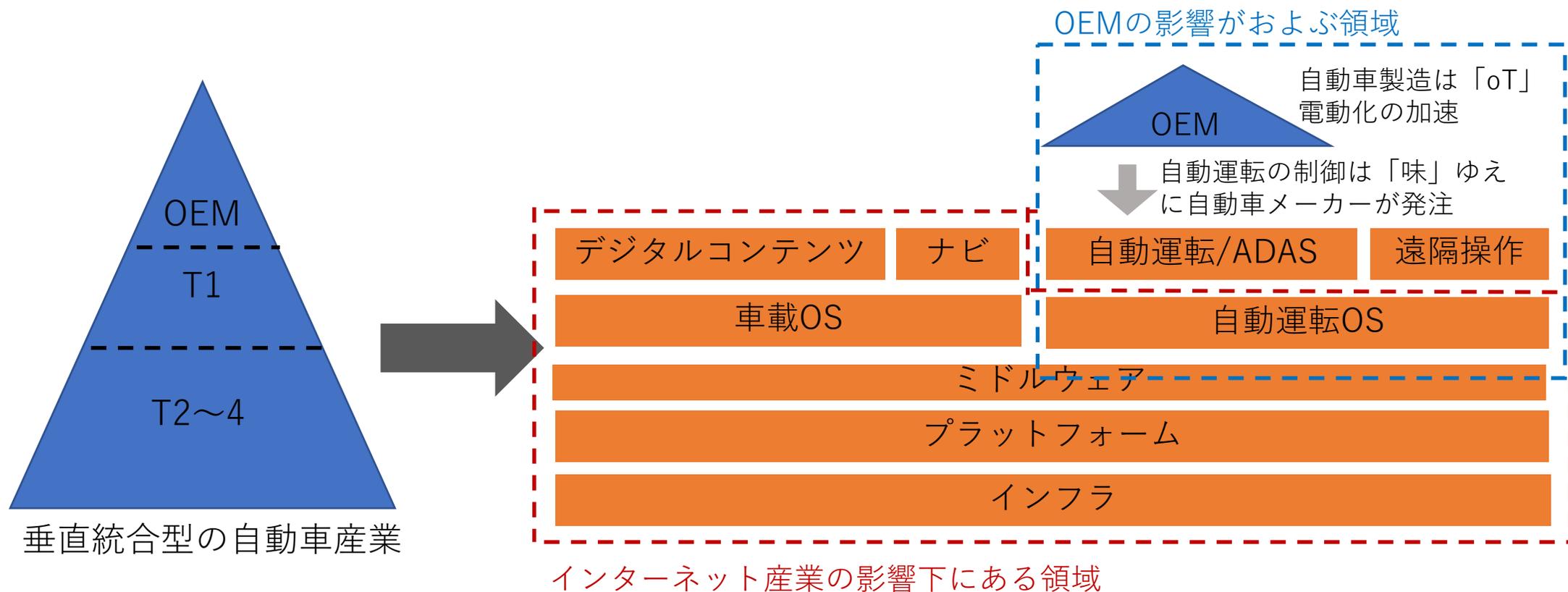
グーグル

ウーバー

滴々

ロンドン交通局

自動車産業の最上位に君臨してきたOEMが、IoTの世界では「oT」に過ぎない位置づけになる



垂直統合型の自動車産業

インターネット産業の影響下にある領域

2.環境問題とエネルギー問題の現状整理と課題

環境エネルギー論について

科学的知識

環境問題の要因

地球温暖化対策の科学的基礎知識
炭素排出量予測・測定技術（LCAなど）
炭素回収・利用技術（CCU+S）
資源エネルギーへの変換方法
発電技術の基礎知識
自然エネルギーによる発電技術
電力貯蔵技術（電池）
電力利用調整技術（スマートグリッド）

社会的知識

エネルギー・環境に関する前提知識
エネルギー・環境における歴史、現況、展望
各国の一次エネルギー構成
各国の一次エネルギーの産出量
エネルギー産出におけるメインプレーヤー
各国のエネルギーにおける動き
（政策的な動きや技術トレンドなど）
各国における政治とエネルギーの関連

物理、化学、地理、政治経済に関する基礎知識

本講義では、色字の部分についてあつかう

科学的知識

環境問題の要因

地球温暖化対策の科学的基礎知識

炭素排出量予測・測定技術（LCAなど）

炭素回収・利用技術（CCU+S）

資源エネルギーへの変換方法

発電技術の基礎知識

自然エネルギーによる発電技術

電力貯蔵技術（電池）

電力利用調整技術（スマートグリッド）

社会的知識

エネルギー・環境に関する前提知識

エネルギー・環境における歴史、現況、展望

各国の一次エネルギー構成

各国の一次エネルギーの産出量

エネルギー産出におけるメインプレーヤー

各国のエネルギーにおける動き

（政策的な動きや技術トレンドなど）

各国における政治とエネルギーの関連

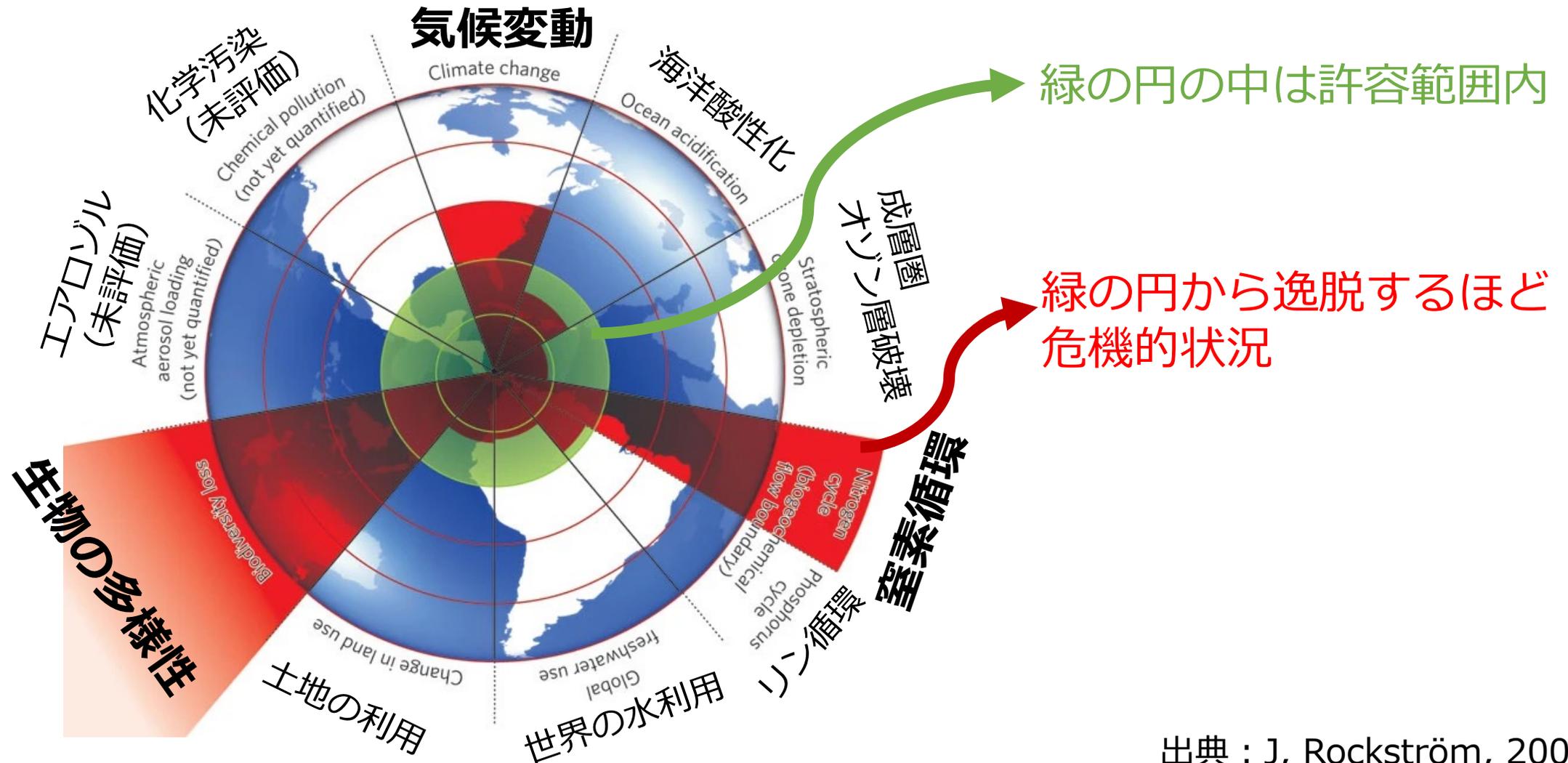
物理、化学、地理、政治経済に関する基礎知識

環境問題とエネルギー問題の重要性

- ▶ 既に地球の容量の限界に近いということ
- ▶ 地球環境保護と経済活動の両立が求められているということ
- ▶ 経済活動の原動力はエネルギーであること
- ▶ 日本のエネルギー事情は厳しい状況にあること
- ▶ 環境保護と経済活動の両立のために、環境とエネルギーを関連づけて考えられる人材が必要とされていること

気候変動は許容範囲ではないものの、まだ取り返せる範疇

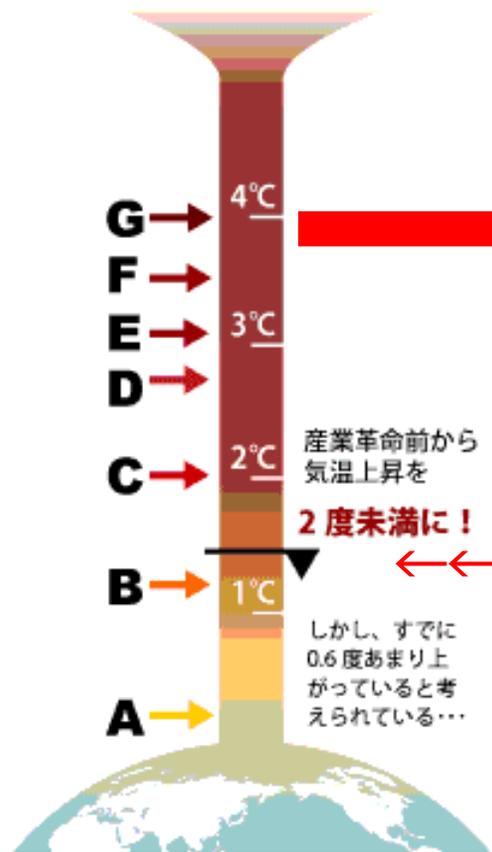
プラネタリー・バウンダリー（地球の限界）の考え方で表された現在の地球の状況



気候変動に対応しないと、100年後には「G」になる

現状の把握

現在の気温（世界平均）は産業革命前（18世紀半ば以前）と比較して、1.09℃上昇している。



G: 多くの種の絶滅、世界の食糧生産が危険にさらされるリスク

F: 大規模に氷床に消失し海面水位が上昇

E: 広い範囲で生物多様性の損失が起きる

D: 利用可能な水が減少する

C: 作物の生産高が地域的に減少する

←←2020年代

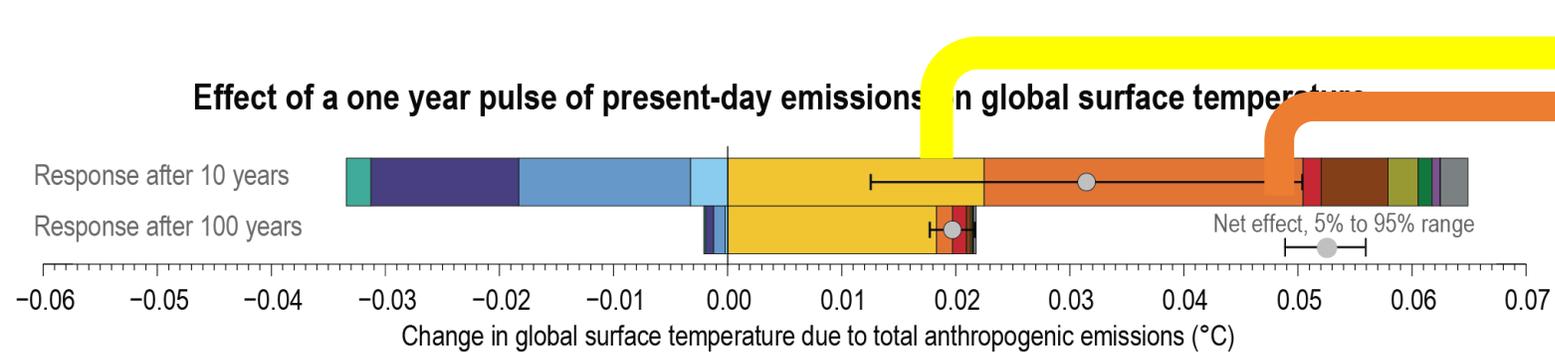
B: サンゴ礁や北極の海氷などのシステムに高いリスク

マラリアなど熱帯の感染症の拡大

A: 暑熱や洪水など異常気象による被害が増加

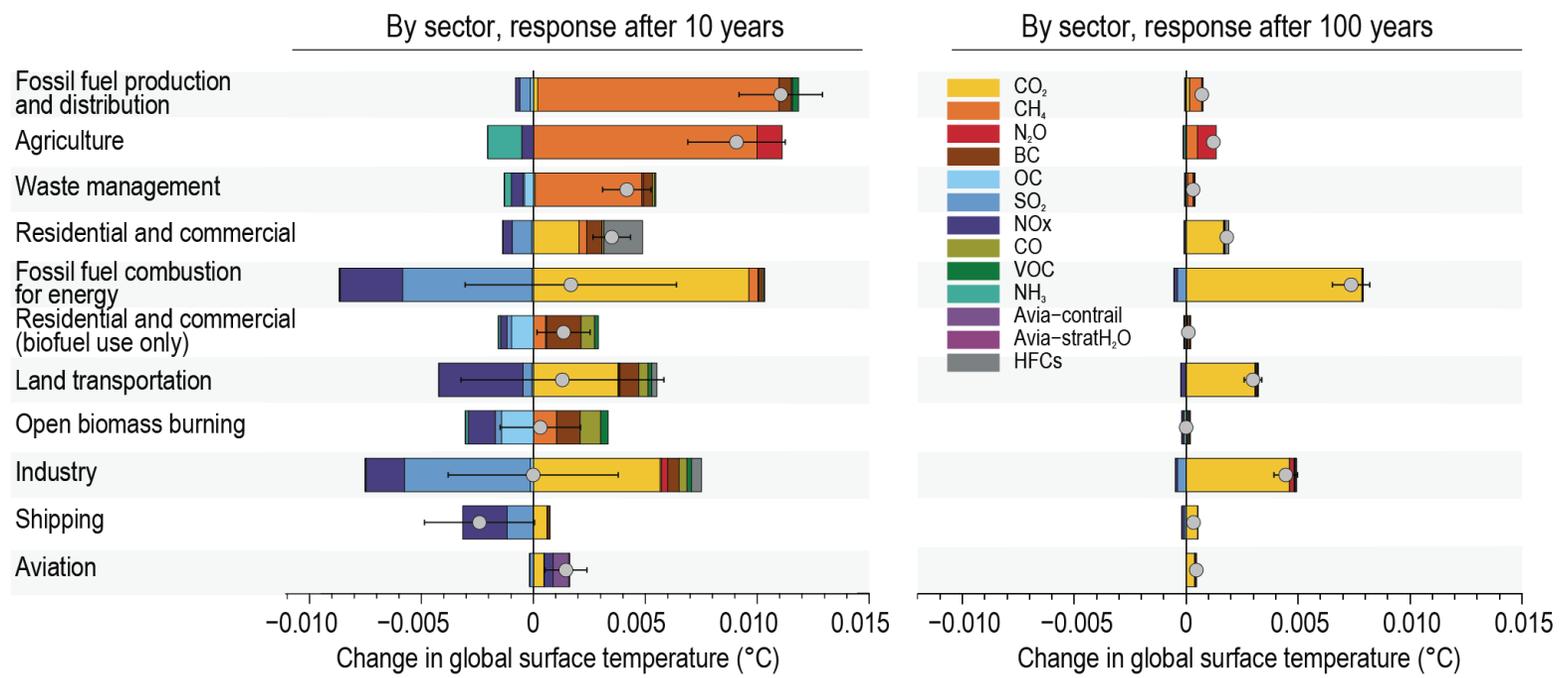
二酸化炭素より、メタンの影響のほうが大きい

図：それぞれの温室効果ガス分子が10年後と100年後にどれだけ温暖化に寄与するかを表す



二酸化炭素
メタン

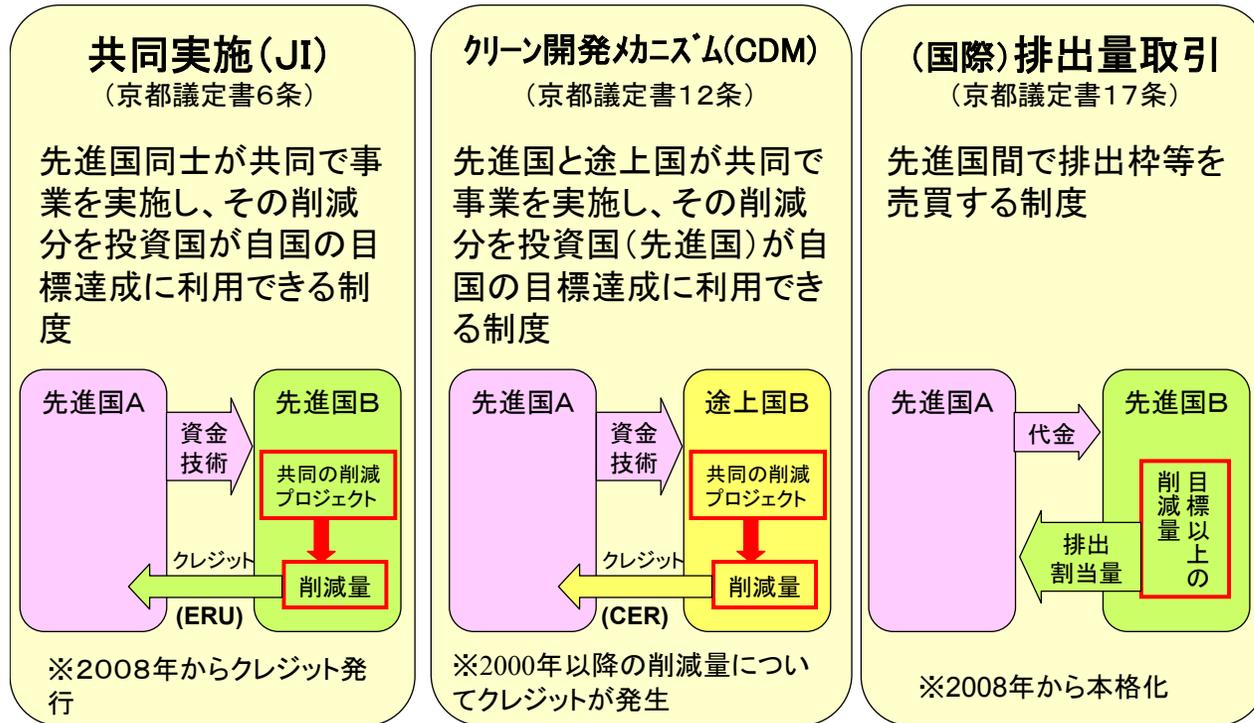
10年後の図（上）では、
メタンの影響の方が大
→二酸化炭素の排出量削減に加え
て、メタンの削減も必要



「二酸化炭素が温暖化を進める」
のではなく、「**100年後の影**
響が大きい」と覚えよう

京都議定書の重要性は、「京都メカニズム」にある

1-1 京都メカニズムとは



1997年に採択され2005年に発効した、2020までの気候変動対策に関する締約
温室効果ガス排出量の多い先進国が21カ国の締約国として、具体的な数値による削減義務を持って参加した史上初の締約。
共同実施、クリーン開発メカニズム、排出量取引といった「京都メカニズム」と呼ばれる国際協力を前提とした仕組みの整備も進んだ。

京都議定書とパリ協定の比較

京都議定書への批判として、「温室効果ガス排出量ツートップのアメリカと中国の不参加」が挙げられる

締約	京都議定書	パリ協定
対象となる期間	2020年まで	2020年から
対象国	先進国21カ国（アメリカ・中国は参加せず）	全加盟国196カ国
削減義務	あり	なし（目標の提出のみ）

ただし、京都メカニズムによる国際協力を前提とした環境保護の制度整備と実証のきっかけとなっており、21カ国の締約国全てが京都メカニズムによる削減量込みで削減義務を達成している

経済的にリーダーとなる先進国が環境保護における活動を実施、目標達成したことで、経済と環境保護の両立が求めることができるようになった

スコープ3まで見据えて、LCAを考える必要がある



サプライチェーン排出量 = Scope1排出量 + Scope2排出量 + Scope3排出量

Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

日本の抱えるエネルギー問題のまとめ

▶ エネルギー自給率の低さ

- ▶▶ 現在は10%代前半

- ▶▶ 元々低かったが、東日本大震災により激減。20.3%(2010)→6.7%(2012)

- ▶▶ パリ協定への加入以降、徐々に回復

▶ 化石燃料への依存度の高さ

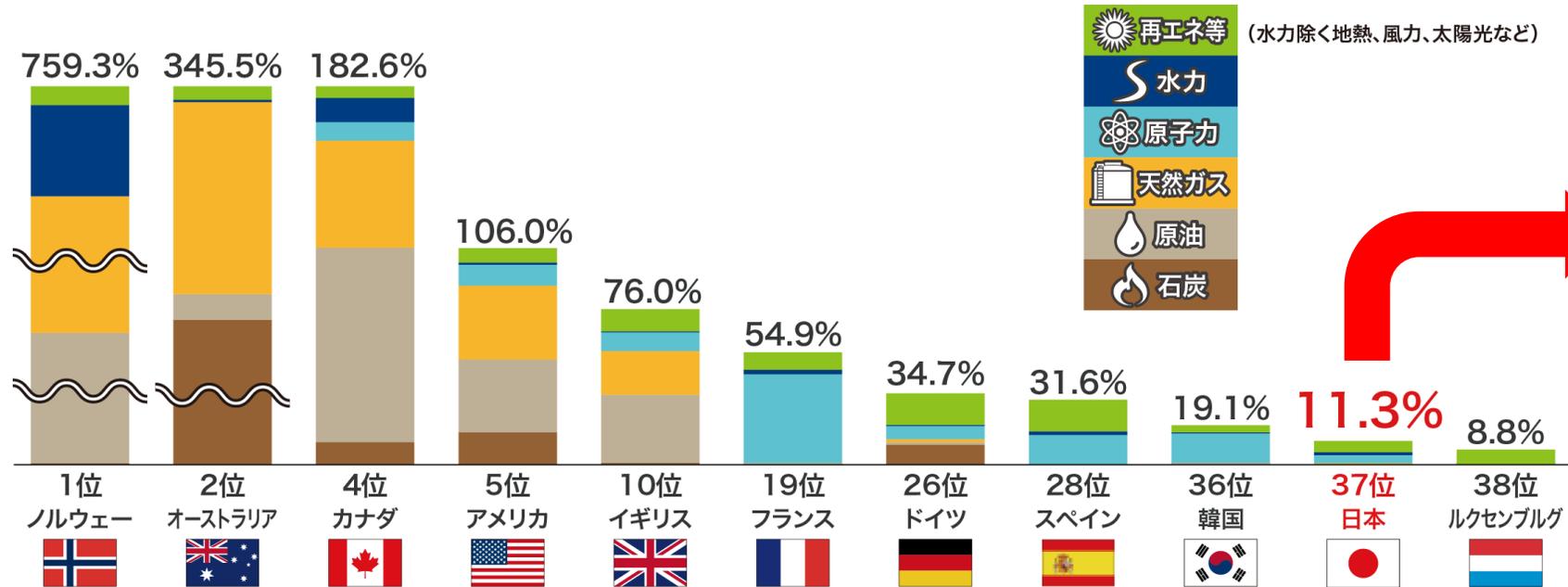
- ▶▶ 現在80%代

- ▶▶ 日本は産油国ではないので、必然的に輸入量も増加

- ▶▶ 産油国からの影響も大きくなる

- ▶▶ ライフサイクルCO2も高い

日本は資源を輸入に頼り、国際的な影響を受けやすい



日本は石油・石炭・天然ガスなどの資源を輸入に頼る

原子力発電所の停止以降、日本のエネルギー自給率は10%前半台で推移
※原発停止以前は20%前後
エネルギー源を輸入に頼るため、国際的な影響を受けやすい状態にある

再生可能エネルギーと調整電源

ここまでを踏まえて・・・

世界の情勢に振り回されず、環境負荷も低い再生可能エネルギーだけで電源構成を賄えばいいのでは？

と思いませんか？（考えてみよう）

正しくない。

再生可能エネルギーによる発電は波があるため、電力需要に合わせて調整するためのエネルギーが必要。

（現在は火力発電により調整している）

そのため、「再生可能エネルギーでの発電を基盤としながら、自国の資源貯蓄がある状態」を目指すことが必要。

S+3E

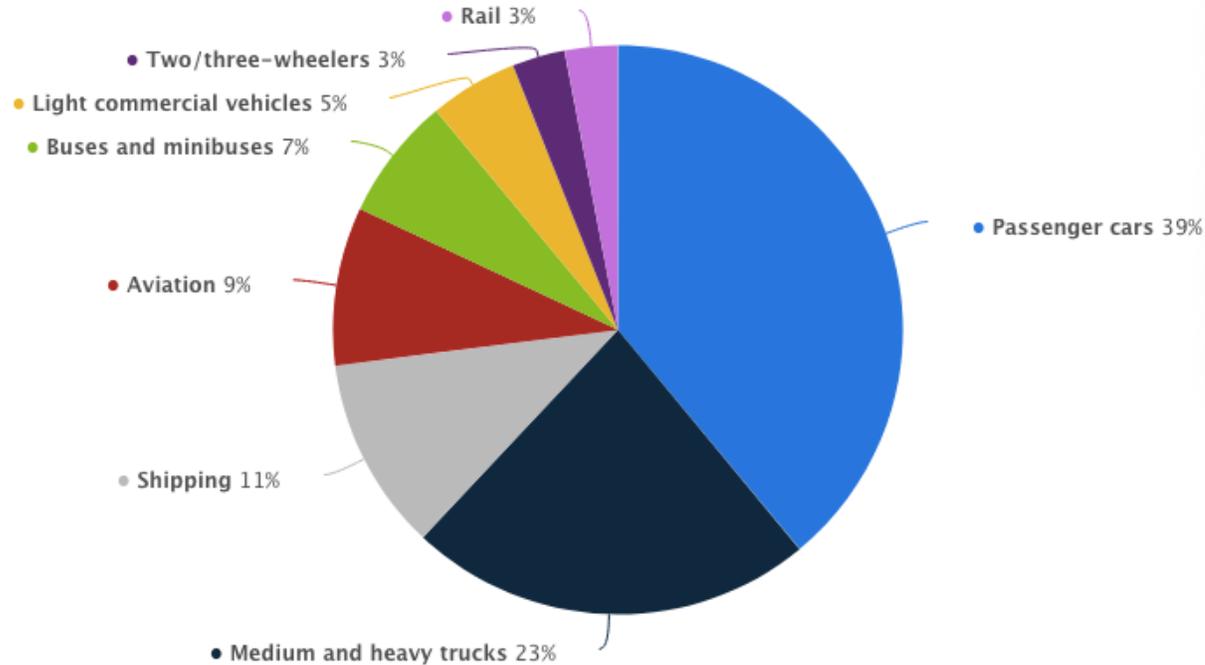


図：S+3Eのイメージ図

日本のエネルギー需給の
基本的方針：**S+3E**

安全性(**Safety**)の確保を
大前提に、気候変動対策
(**Environment**)を進める
中でも、安定供給の確保
(**Energy Security**)やエネ
ルギーコストの低減
(**Economic Efficiency**)

2030年までに、欧州におけるカーボンニュートラルの動きは加速する



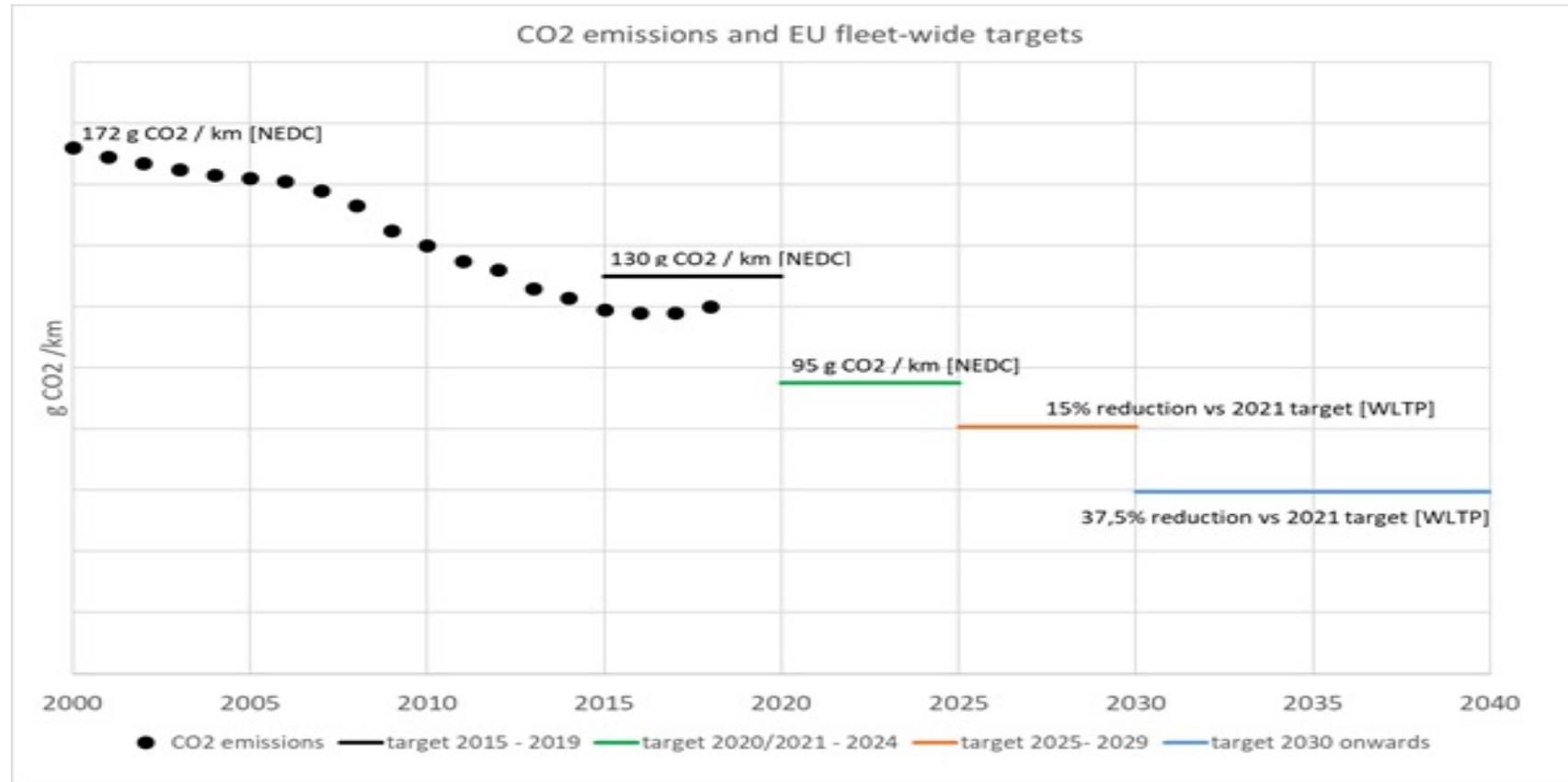
欧州グリーンディール (2019)

EUにおける2050年までのカーボンニュートラルを目指す長期戦略 (2018)

2030までに、2020年Q3比で50%のCO2排出量の削減

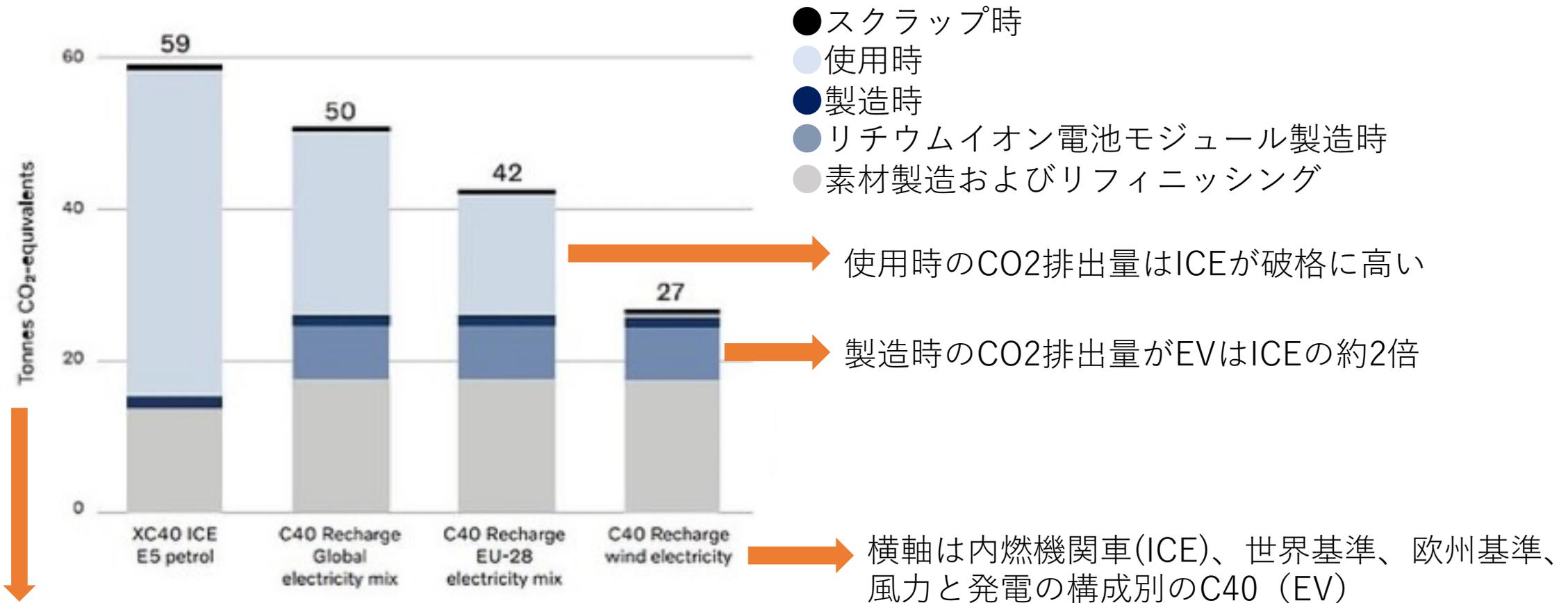
- 自動車のCO2排出量の基準を、エミッションゼロに向かう方向で策定
- 再生可能エネルギー、高効率エネルギーの開発

欧州における自動車排気ガスの2020年以降の規制は、電動化なしでは達成が難しい



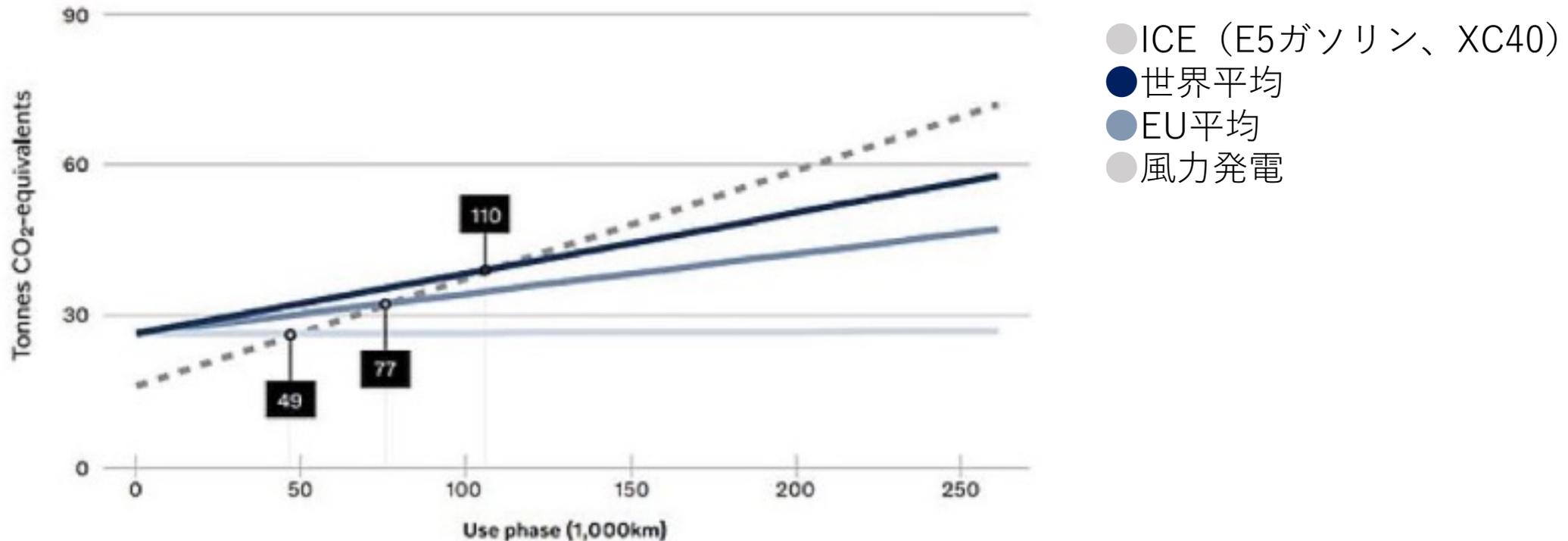
CO2排出量95g/kmとは、平均実燃費が27.6km/ℓと同等、大型車メーカーが達成することは非常に困難

EVは、地球環境への対応に貢献できるか？



縦軸は20万キロ走行時のCO2排出量

作ったあと、長く走るのであれば有効



EVは走行距離が長い場合に有利

エネルギーミックスごとに、風力発電4万9000km走行、EU平均7万7000km走行、世界平均11万0000km走行

参考：ボルボ・カーズ、
キャノン・グローバル研究所 (https://cigs.canon/article/20211116_6364.html)

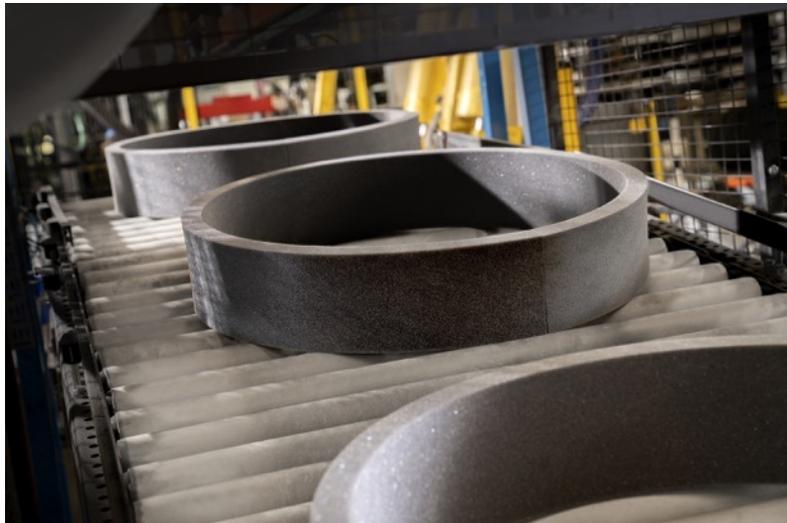
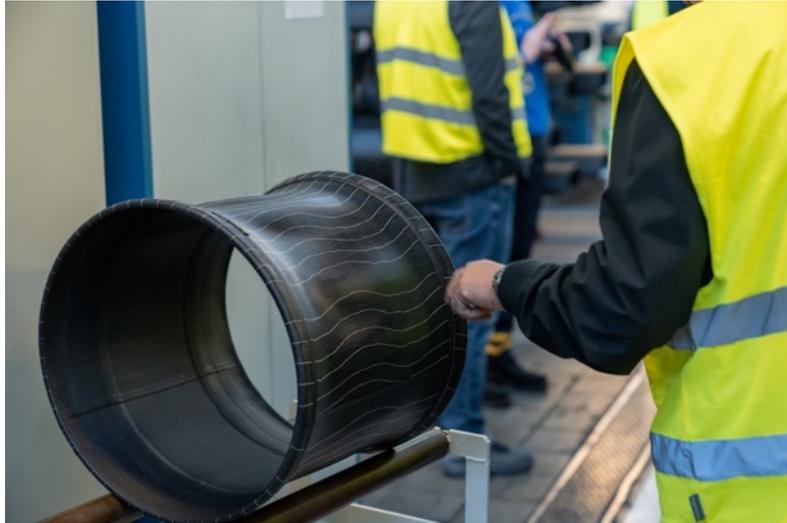
ミシュランの欧州最大の生産拠点におけるCX



ミシュランの欧州最大の生産量を誇る伊クーネオ工場は、省エネ製法やスマート化などを活用したパイロットプラントの位置づけ
エネルギーに関しては、イタリア電力大手「Edison」と協働でトリジェネや再エネの導入を推進

仏政府が90%の株式を保有する仏エネルギー大手EDF（Electricite De France）が親会社であり、イタリア工場ではあるが、フランスの国プロとしての位置づけ

2030年までにCO2排出量を50%削減（2010年比）



1963年創業の歴史あるクーネオ工場では、2050年までにカーボンニュートラルを目指す
中間目標：2030年までにCO2排出量を50%削減（2010年比）

年産150万本
エコタイヤ、高級車向け静音タイヤが中心
低転がり抵抗のe-プレマシーを年間30万本
高性能EV/PHV用のパイロットスポーツEV
テスラ用EVタイヤ

タイヤの全ライフサイクルにおける環境負荷低減



再生可能な素材を45%含む乗用車用タイヤと同素材を58%含むバス用タイヤは、ともに公道走行承認済み

現行製品のタイヤと同等の性能を確保している量産品

材料分野の自社専門知識に加えて、スタートアップ企業とも連携

タイヤの全ライフサイクル（設計・製造・輸送・使用・リサイクル）において環境負荷の低減



インダストリ4.0、デジタル化、AIやロボットの活用



生産ラインの自動化、工場内のロボット活用
カーカスを加硫工程に搬送するロボット
加硫後の完成品の検査工程では、アイリスと名付けられた画像認識AIが表面の形状を認識して、真円性やバリの有無などを検知
測定データのF/Bを品質管理の向上に活用
高速道路IC直結で、マグネット埋め込みの軌道上を走る方式の自動搬送が導入

実態を伴う環境施策では、リーダー的存在



1986年にプライスウォーターハウス（現PwC）に入社。1991年に物流業界を経て、1997年に、ミシュランに入社。2018年にグループのマネージング・ゼネラル・パートナーに任命されたのち、2019年にCEOに就任。同年にアントニオ・グテーレス国連事務総長に招かれて、ニューヨークで開催された気候変動サミットに参加するなど、SDGs施策における優れたリーダーシップを発揮。実行を伴う環境施策に定評があり、欧州におけるESG経営の最先端を走る。

タイヤ以外の事業からの利益を20-30%に向上



「タイヤ以外の事業からの利益を20-30%とする方針があり、燃料電池の分野でスタートアップ企業と協業や、フォレシアと合併会社を設立したり、医療分野への投資、再生可能な素材の開発なども手がけています。幅広い分野における知識の蓄積と、エコシステムの拡大が必要です」と語るのは、科学コミュニケーションとイノベーションのディレクターを務めるシリル・ロジエ氏。1997年にミシュラン入社。航空宇宙分野に従事した後、2017年から現職。

3.カテナXに見る自動車産業のデジタル化とその影響

自動車へのLCA表示が加速し、サプライチェーンにまでCO₂削減が求められる

Figure 2-5: Share of lifecycle phases for selected parameters

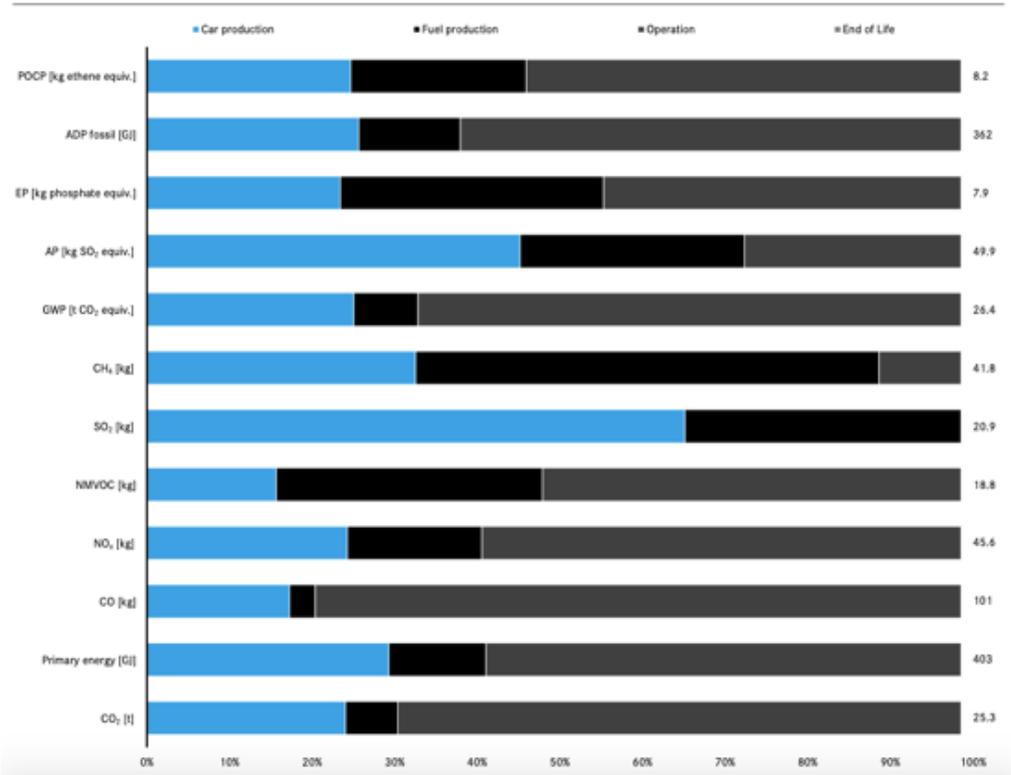


Figure 2-3: Overall carbon dioxide emissions (CO₂) in tons

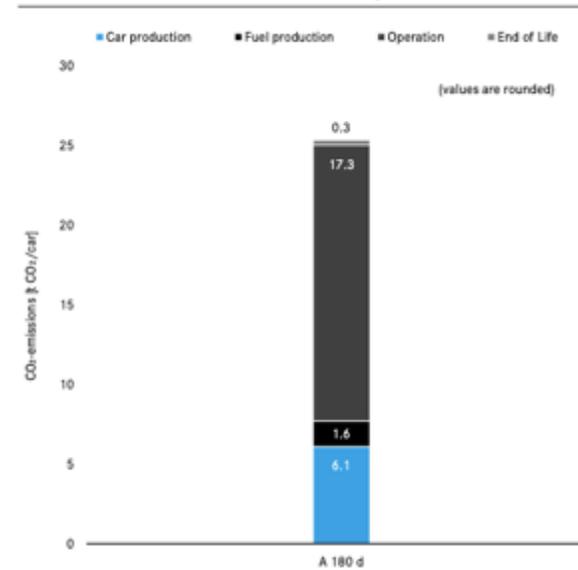


Figure 2-4: Overall nitrogen oxides emissions (NO_x) in kilograms

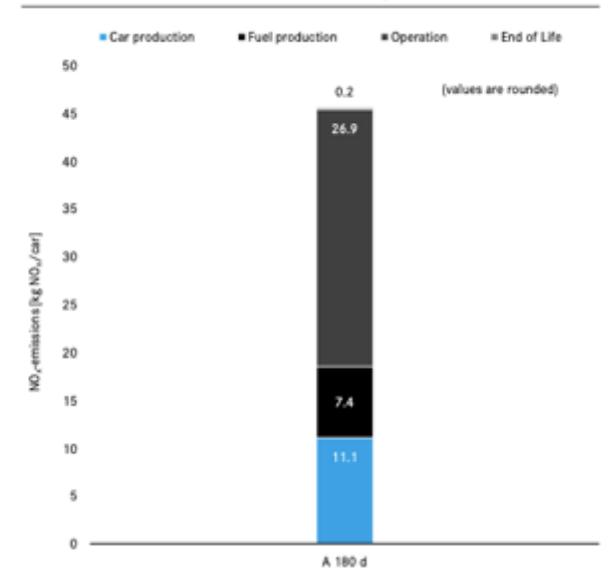
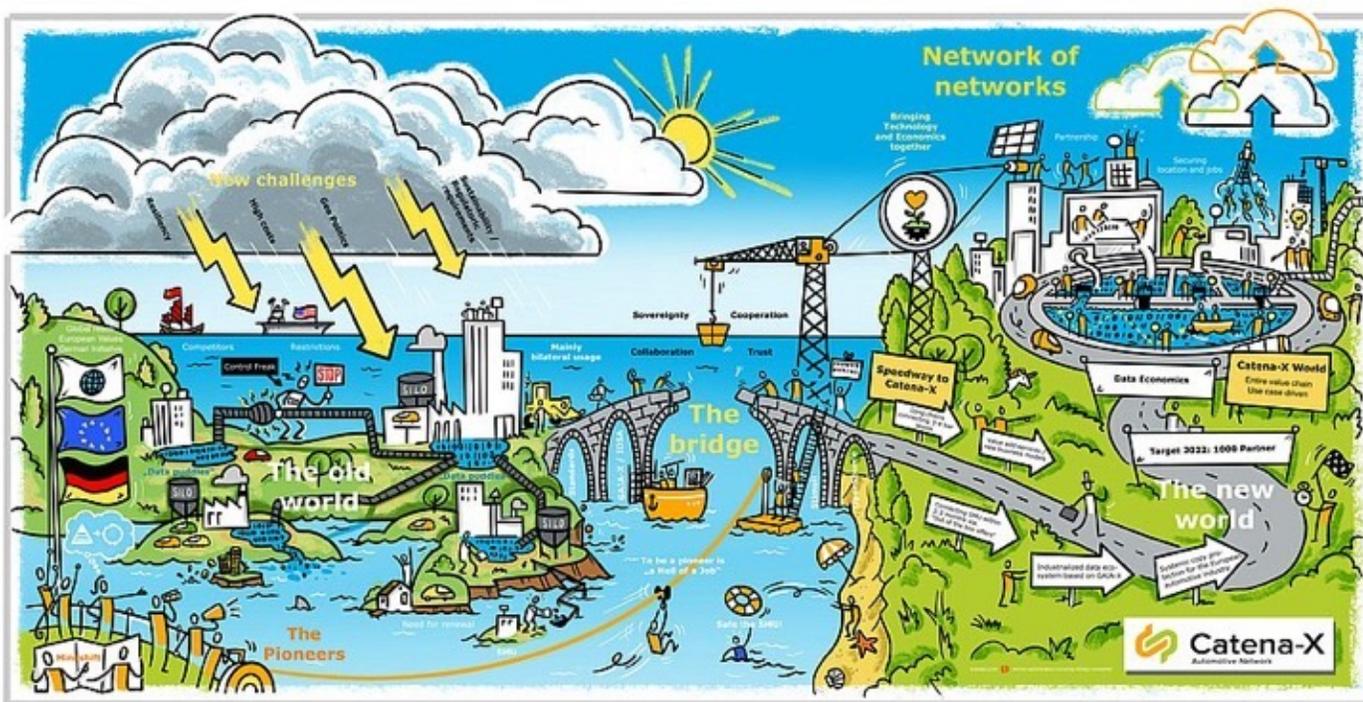


図2-3：トン単位の全体的な二酸化炭素排出量（CO₂）
LCAでは、RDEをもとにCO、HC、NO_xなどをモデル化

図2-5：「A180 d」LCAでは、一次エネルギー消費量は403GJ、約25トンのCO₂排出、約19キログラムの非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）、約46キログラムの窒素酸化物（NO_x）、21キログラムの二酸化硫黄（SO₂）

カテナXは、サプライチェーン間でデータを交換・共有するためのプラットフォーム



自動車産業のサプライチェーン間でデータを交換・共有するためのプラットフォーム

- 自動車産業の競争力を強化
- 企業間協力の効率性の向上
- 企業間プロセスを加速

ダイムラー、BMWに続いて、フォルクスワーゲンもカタナXへの参加を表明



「Catena-Xを使用して、さまざまな業界の企業を結び付けたい。中小企業からOEMまでのエンドツーエンドのデータネットワーキングは、製品の持続可能性とサプライチェーンの回復力を大幅に向上させる」（オリバー・ツィプセ氏・BMWAG取締役会会長）



「Catena-Xでは、企業間の安全なデータ転送を実現し、バリューチェーン全体の効率、透明性、持続可能性を強化する。中小企業の統合は、革新的な力とデジタル化を強化する。欧州、ドイツが優位な地位を獲得するチャンスがある」（オーラ・ケレニウス氏・ダイムラーAG/メルセデスベンツAG取締役会会長）



「デジタル化とネットワーキングは、サプライチェーンにとって重要な役割を果たす。サプライヤーからメーカーまで一気通貫でデータを共有することにより、材料や部品の流れをより効率的に整理でき、ボトルネックを早期に特定できる。また、サプライチェーンの透明化にも役立つ」（ムラート・アクセル氏・VW調達担当・取締役）

デジタル化による恩恵は品質と生産性の向上

▶カテナXの導入による利用サイドのベネフィット

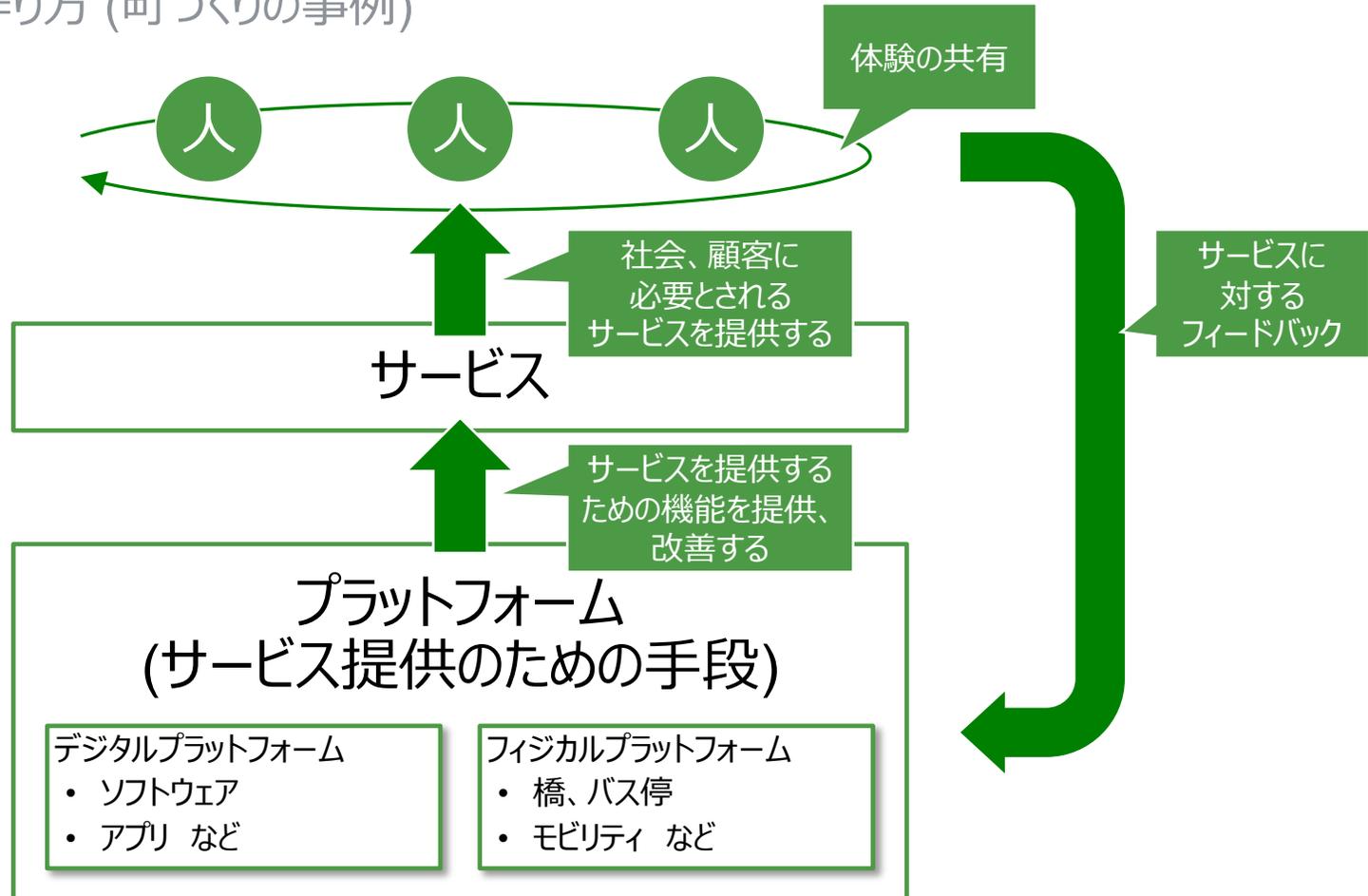
-サプライチェーンをつなぐことにより、国境を越えた物流があっても、CO2排出量を一元化・可視化して管理できる

-同上の理由により、品質管理が容易になる

-インダストリ4.0と組み合わせることで、ブルーカラーの質に影響されずに、多品種少量生産や品質管理がしやすくなる

事業の作り方の本質はデジタル化が進んでも不変。「事業化」とは「製品」ではなく「顧客←サービス←プラットフォームの全体像」を設計すること

社会課題を起点にした事業の作り方 (町づくりの事例)



スケーラブル、かつ持続可能な事業を創出するために、社会課題を起点にして事業のあるべき姿を考えることが肝要

従来型事業化アプローチの課題と今後目指すべき考え方

従来型事業化アプローチ

- 自社の手持ち技術を使ってできることを考える
(誰か使ってくれる人がいないか考える)
 - 例：電池×モビリティのデータを活用したアルゴリズムを使いたい人がいるか探す
- 自社の事業を拡大させるためにできることを考える
 - 例：モビリティの部品を売りたい



技術、製品ありきで
事業の行き場を見出せないリスクを負う

今後目指すべき考え方

- 社会の課題を起点として事業のあるべき姿や目指すべき方向性を考える
 - 社会に必要とされる、**意味のある**、欲しいと思われるサービス
- 自社の技術や製品で事業全てを担うことに拘らず、必要とあらば外部との連携を積極的に推し進める
(異なるケイパビリティを持つプレイヤーとの連携は大前提とまで考える)



スケーラブル、かつ持続可能な事業を創出することができる

ご清聴、ありがとうございました

付録)

経済と環境の両立を目指す日本国内の取り組み

▶カーボンのクレジット市場の実証

▶▶企業が行った環境保護活動の削減効果をクレジット（排出権）として発行し、他の企業と取引ができる市場のことを、カーボンのクレジット（排出権取引）市場という

▶▶東京証券取引所にて、2022年9月22日から2023年1月31日まで実証

▶▶総取引高約15万トン（再生可能エネルギー、省エネルギーで半々ずつ。森林による吸収源の増加が少々）

経済と環境の両立を目指す日本国内の取り組み

▶ グリーンGDPの算出と発表

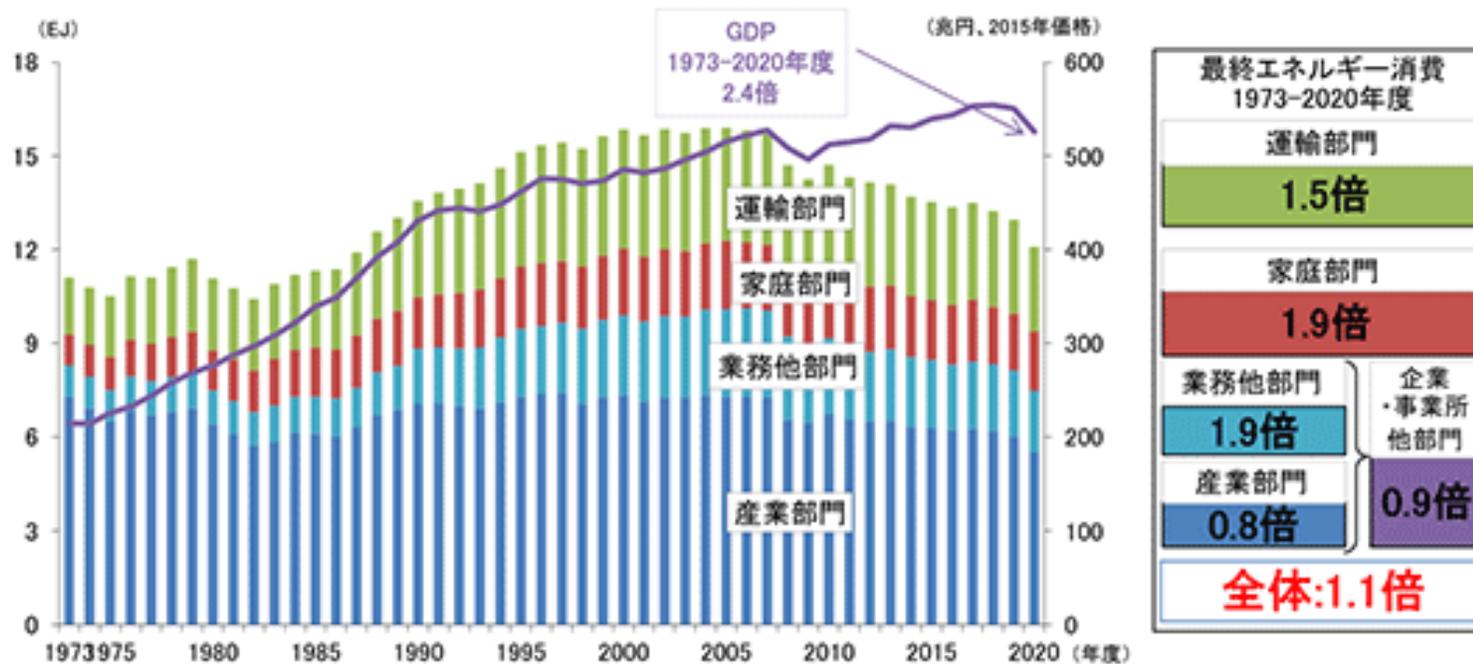
▶▶ 汚染物質の排出量の逆符号を経済成長率にプラスした値（排出量が減っていればプラス、排出量が増えていればマイナスに作用する。）

▶▶ 2012年に提案された国連の「環境経済勘定体系」、2018年にOECDにより提案された「汚染調整済経済成長率」などを参考に、2022年8月に内閣府が発表。

▶▶ 日本は1995年から2020年の期間にて集計した結果、元々0.57%だった値に0.47%プラスされ、1.04%に。中でもメタン削減の寄与が大きく、0.29%がメタン削減の効果。

GDPが成長しても、エネルギー消費は削減

図：1973年と2020年の日本のGDPとエネルギー消費量を比較



1973年と比較して、2020年のGDPは2.4倍に成長したが、産業部門を中心にエネルギー消費を抑えたことで消費量は1.1倍に留まる
2005年以降は、急激に減少に転じている点も重要

日本における3E+Sによる各エネルギーの評価

エネルギー源は、3種類に大別される

火力源：石油、LNG、石炭などの化石燃料を電力に変換

再生可能エネルギー：水力、風力、バイオマスなど、自然の運動エネルギーを電力変換

原子力エネルギー：ウランによる熱エネルギーの獲得から電力を得る

	安全性	経済効率性	環境適合性	エネルギー安全保障
石油	○	△	△	×
石炭	○	○	×	○
LNG	○	△	△	△
再生エネルギー	○	×	○	○
原子力	×	△	○	○

○：現時点で疑いの少ない優位性がある
△：優位性と劣位性に同様に疑いがある
×：劣位性に疑いが少ない

安全性：「人体や人間の居住域への危険性」を対象とし、同時に経済効率性は社会的コストや運搬費用も含めたものを考慮して評価

環境適合性：大気汚染や二酸化炭素排出量を基準として評価

エネルギー安全保障：資源の偏在性とそれに伴う国際政治上のリスクについて

時価総額では、テスラ、トヨタ、VWと伍す



車両本体価格440万0000円

(EV補助金申請によって、事実上は375万円)

全長×全幅×全高：4455×1875×1615 (mm)

駆動形式：交流同期式モーター

最高出力：150kW (204ps) / 5000-8000rpm

最大トルク：310Nm/ 0-4620rpm

WLTCモード燃費：139Wh/km

ウォーレン・バフェットが投資したことで一躍有名になった中国EVスタートアップ
デザイナーは元アウディのチーフデザイナーだったウォルフガング・エッガー氏
クロスオーバーSUV風のアピアランスながら、低くワイドに見えるスタイリング

巡航距離470km、ChaDeMoに対応



58.56kWhと、大容量のバッテリーを搭載するため、一回の充電で走れる距離は470km
普通充電と急速充電の2種類の充電方法に対応
ChaDeMoによる急速充電では30分で30-80%の充電が可能
e-Mobility Powerカードの会員になれば、他サービスとの提携も活用できる

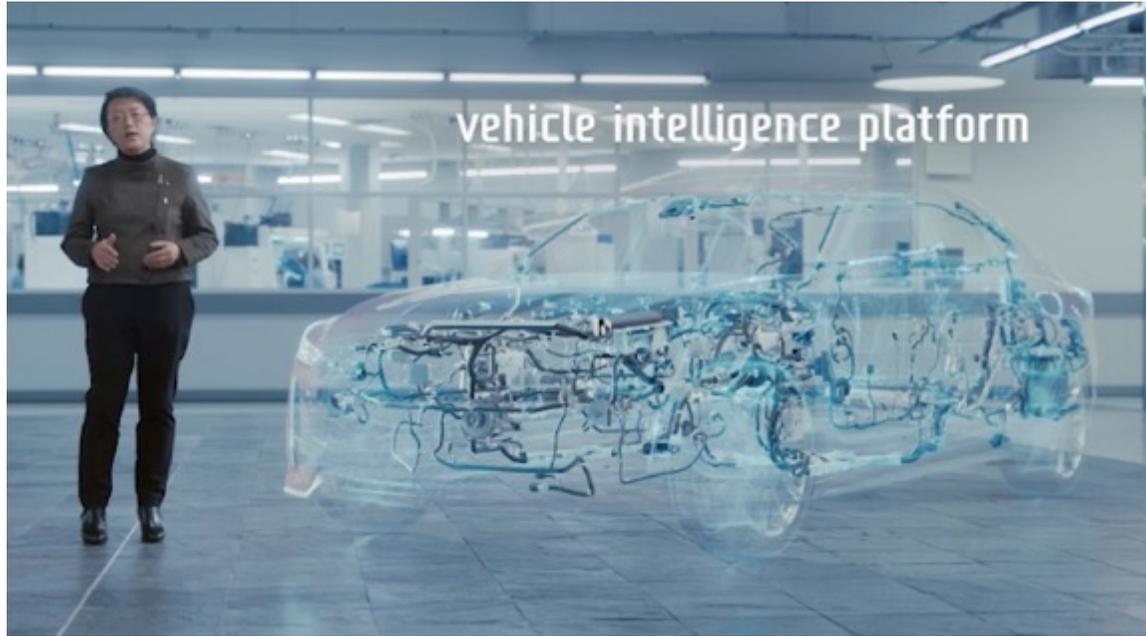
旧グループPSAの電動化気技術を活用して、温暖化ガス排出量の少ない車を生産



車両本体価格：450-495万円（4万8000円/月）
（EV補助金は45万円）
全長×全幅×全高：3630×1685×1530（mm）
駆動形式：交流同期式モーター
最高出力：87kW（118PS）/4000rpm
最大トルク220Nm/2000rpm
バッテリー容量：42kWh（サムソン製8年/16万km保証）
WLTCモード燃費：335Wh/km

2020年の規制クレジットで、ステランティスは3億5000万ドルをテスラに支払った
今後は、規制クレジットの購入を中止
旧グループPSAが有する電動化気技術を生かして、温暖化ガス排出量の少ない車を生産

EV専用プラットフォームの開発に伴って、コフルネットワークの機能も搭載



- セル間の通信によって、適正なバッテリーマネジメントを行う
- システムのモニタリングを行って、電池の充電能力を担保
- シャシーに搭載した状態で、クラッシュによるダメージにも対応
- 4.5テラバイトの通信に対応するインテリジェントアーキテクチャを2023年に車載する

フェデックス向けに物流マネジメント包括サービス「brightdrop」を運用を開始



- 物流マネジメントによるCO2削減を目指して、「brightdrop」なる物流包括サービスを提供
- 専用開発「EV600」は、EVであり、コネクテッド、フリートマネジメントプラットフォームを搭載
- セールスサービスネットワーク、ディーラーネットワークも構築
- 2021年末には、フェデックスと協業で車両およびサービスの提供を開始

メルセデス・ベンツはGoogleと長期戦略的提携を 結んで、プレミアム・カー向けのモビリティ・ サービスを提供



2025年に刷新される第三世代のユーザーインターフェイス「MBUX」を発表
Google Maps Platformの新しい車載用3Dマップとナビ機能を用いて、メルセデスの自社ナビを構築
Google Cloudが誇るAI、データなどの協業を検討することに合意
ローンチ即日からは既納客向けにもサービス開始
E/Eアーキテクチャは、ドメイン型を採用