

日本交通政策研究会 記念講演会 平成30年6月11日

運輸部門のゼロエミッション化

東京工業大学環境・社会理工学院

土木・環境工学系

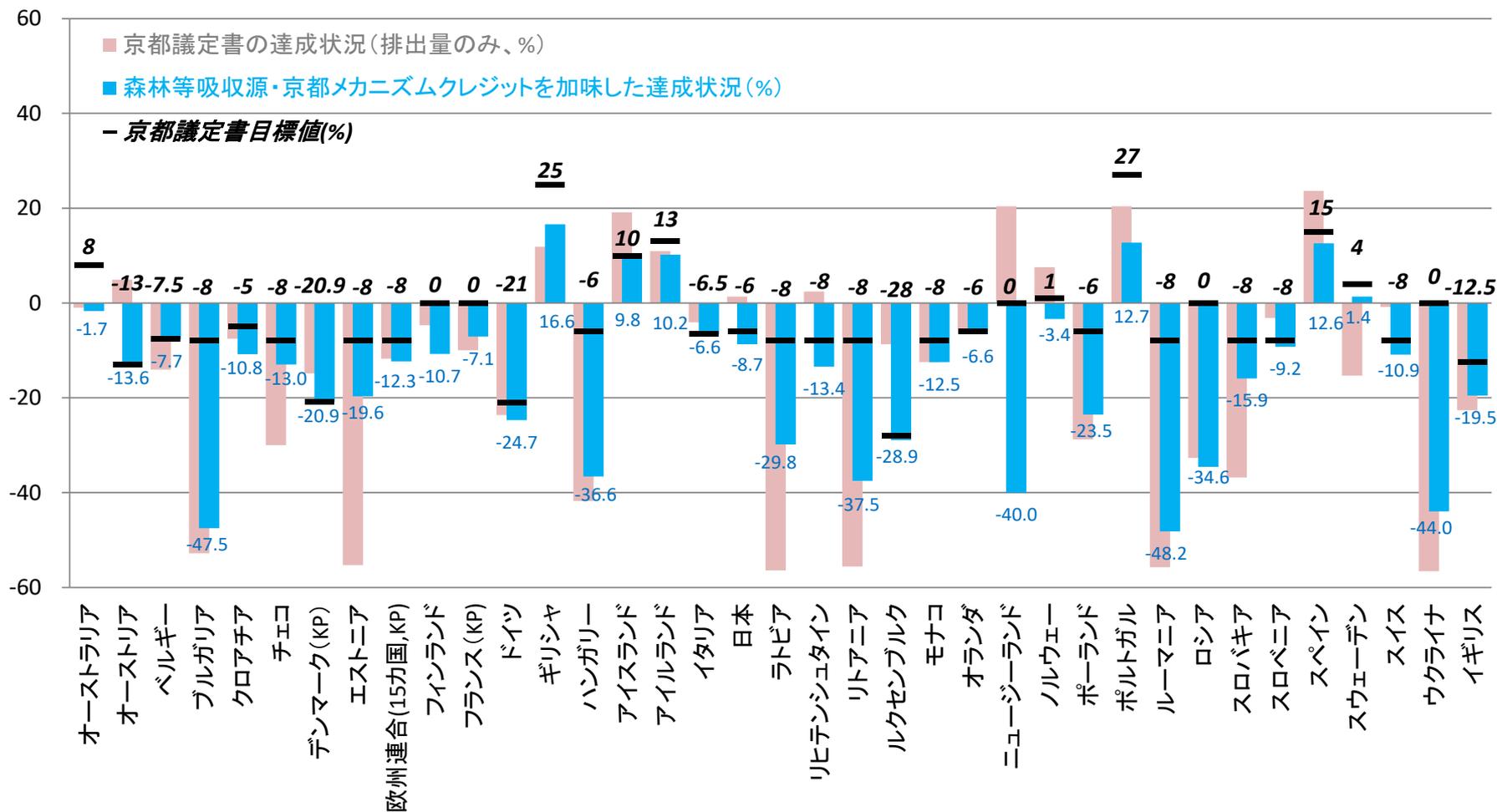
准教授 室町泰徳

はじめに

- **ゼロエミッション**を考慮した長期的な交通政策に関する研究(平成30年)
- 長期的な**気候変動**対策による**持続可能**な交通システムの開発に関する研究(平成29年)
- **パリ協定**における運輸部門の目標を達成するための道路交通政策に関する研究(平成28年)
- **気候変動**に対する**緩和と適応**を考慮した中長期的な都市と交通システムの整備方策に関する研究(平成27年)
- 交通システムに対する**気候変動**の長期的影響評価とその対策に関する研究(平成26年)
- ⋮
- 長期的な戦略による**効率的**な道路交通システムの実現施策(平成16年)

京都議定書目標値とその達成状況(1)

(2008～2012年平均(※森林等吸収源、京都メカニズムクレジットを加味))

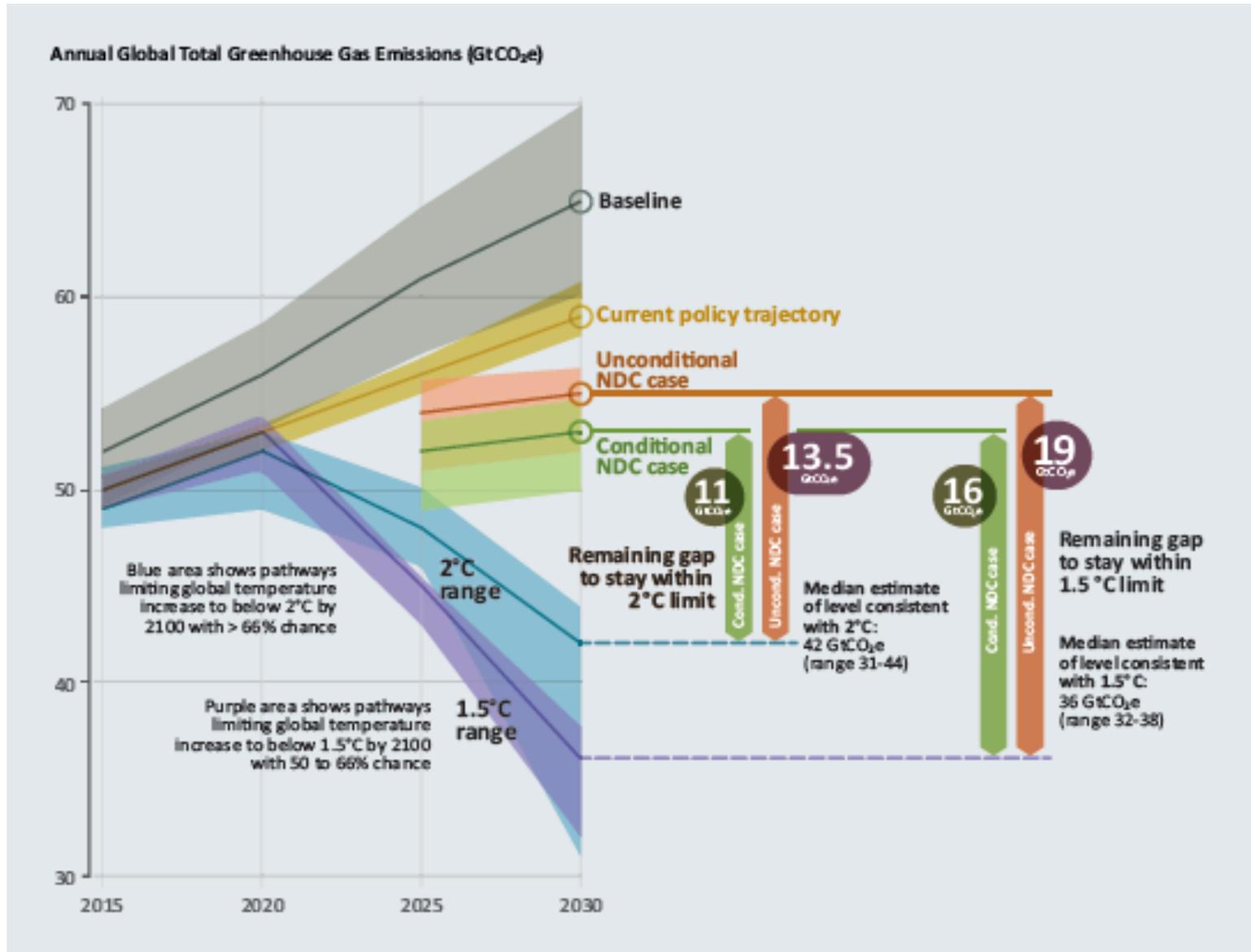


京都議定書目標値とその達成状況(2)

Mt-CO ₂		産業	民生		運輸	
			業務その他	家庭		
京都議定書 (1997) 目標年 (2008-2012)	A0	482	164	127	217	基準年(1990)
	A1	448	161	124	254	地球温暖化対策推進大綱
	A1/A0	0.93	0.98		1.17	(2002)* ¹
	A2	413	238	179	231	排出量実績(2008-2012平均)
	A2/A0	0.86	1.45	1.41	1.06	
カンクン合意 (2010) 目標年 (2020)	B0	459	236	174	254	基準年(2005)
	B1	484	263	176	190	カンクン合意履行のための地球
	B1/B0	1.05	1.11	1.01	0.75	温暖化対策について(2014)
	B2	411	265	179	213	排出量実績(2015)
	B2/B0	0.90	1.12	1.03	0.84	
パリ協定 (2015) 目標年 (2030)	C0	429	279	201	225	基準年(2013)
	C1	401	168	122	163	Japan's Intended Nationally
	C1/C0	0.93	0.60	0.61	0.72	Determined Contribution (2015)
	C2	411	265	179	213	排出量実績(2015)
	C2/C0	0.96	0.95	0.89	0.95	

*1:目標年排出量(A1)は目標年における削減率(A1/A0)と基準年排出量(A0)から算出している。

パリ協定とグローバル・ストックテイク



Climate Plan (1) (France 6 July 2017)

- 連帯・エコロジー転換大臣 (the Minister for the Ecological and Inclusive Transition) は、政府の**気候計画**を提示した。この計画は、大統領と首相の要請により作成され、5年間の期間を通じて、エネルギーと気候転換のペースとパリ協定の実施のスピードを上げるため、すべての政府部門に高度化を要請するものである。
- パリ協定を後戻りできないようにする。
- すべてのフランス市民の日常生活を改善する。
 - 誰にでもアクセス可能なクリーンな**モビリティ**を開発する:「プライム・アラ・トランジション」と呼ばれる財政補償を導入し、「Crit'Air」(**大気質証明書**)基準を満たしていない車両とよりクリーンな車両との交換を促す。
 - 10年間で燃料貧困を撲滅する:10年以内に断熱が不十分でエネルギーを枯渇させる**建物**を過去のものとするため、政府はエネルギー料金の支払いに苦勞しているテナントや所有者に支援を提供する。
 - エネルギー使用をより責任あるものにする:再生可能なエネルギー源(バイオガス、太陽エネルギーなど)を生産して使用しようとする**住宅地**への支援を行う。
 - 循環経済をエネルギー転換の中心の特長とする:(省略)

Climate Plan (2) (France 6 July 2017)

- 化石燃料から脱却し、**カーボンニュートラル**な手法に取り組む。
- 炭素を排出しない電力を生成する：**炭素ベースの発電終了**に関連して、地域にソリューション指導が提供される。対策は、嫌気性消化と共に、海洋および地熱エネルギー源の開発の簡易化を目指す。
- 土壌に化石燃料を残す：炭化水素探査計画は禁止され、2040年までにフランスは**石油、ガス、石炭を生産しない**ようにする。
- 汚染に関して公平な価格をつけるために炭素価格を上げる：ディーゼルとガソリンの間の課税を調整し、炭素価格を上げる。低所得世帯には、「エネルギーバウチャー」の形で援助が与えられる。
- 2050年までに**カーボンニュートラル**を達成する：政府は人為的な排出と生態系が炭素を吸収する能力のバランスを追求する。**温室効果ガスの排出をニュートラルにすることは野心的な目標である**。世界的に見て、フランス、スウェーデン、コスタリカのみがこれを満たすことを課している。
- **ガソリン乗用車やディーゼル乗用車の販売を2040年までに中止**することで、自動車メーカーに革新を起こさせ、この市場をリードすることを促す。
- フランスをグリーンエコノミーのリーダーにする。
- 気候変動との戦いの中でエコシステムと農業の潜在力を開発する。
- 気候に関する国際的なアクションをスケールアップする。

Plan for Roadside NO₂ Concentrations (1)

(UK 26 July 2017)

- 計画は、2040年までに**通常のガソリン乗用車とバン、ディーゼル乗用車とバンの全新車販売の終了**、および新クリーンエア基金を含む。
- 環境・食糧・農村地域省 (Department for Environment, Food and Rural Affairs(Defra))、交通省 (Department for Transport)
- Defraと交通省による「自動車からの二酸化窒素排出抑制計画」は、混雑している道路交差点やホットスポットにおける最悪の**大気汚染**レベルに対して、地方自治体がどのように頑強な対策を講じなければならないかを示している。
- 本発表は、最短時間で沿道の二酸化窒素基準を達成することに焦点を当てている。これはクリーンな大気を達成するプログラムの一部となる一来年、政府は他の排出源による大気汚染に言及する**包括的クリーン大気戦略** (Clean Air Strategy) を発表する。
- 近年まで英国の大気質は大いに改善してきた。主な汚染物質の全排出量が低減し、過去15年で二酸化窒素レベルは**半減**した。

Plan for Roadside NO2 Concentrations (2)

(UK 26 July 2017)

- それにも関わらず、1800地区以上の英国の主要道路に関する分析では、小さな数ではあるが—81地区あるいは4%—二酸化窒素の法的汚染基準を超えている地区があり、33地区はロンドンの外側にある。
- 大気汚染は不必要で回避可能な人々の健康への影響を与え続けており、エビデンスによれば大気汚染は英国の公衆衛生にとって最大の環境リスクとなっている。2012年においては、国に27億ポンド(4000億円)の生産性喪失の費用をもたらしている。
- 交通省大臣によれば:
 - 我々は交通にグリーン革命を起こし、都市の汚染を削減することを決意した。
 - 我々は大胆な対策を講じ、英国の道路上のほぼ全ての乗用車とバンを2050年までにゼロエミッションにしようとしており、そのために2020年までに6億ポンド(900億円)以上を超低排出車の開発、製造、使用に投資することとしている。
- (中略)これらの対策が法的基準を満足するのに不十分であれば、地方当局は汚染を生じさせる車が影響のある道路を使用することを制限することも考慮する必要があるかもしれない。

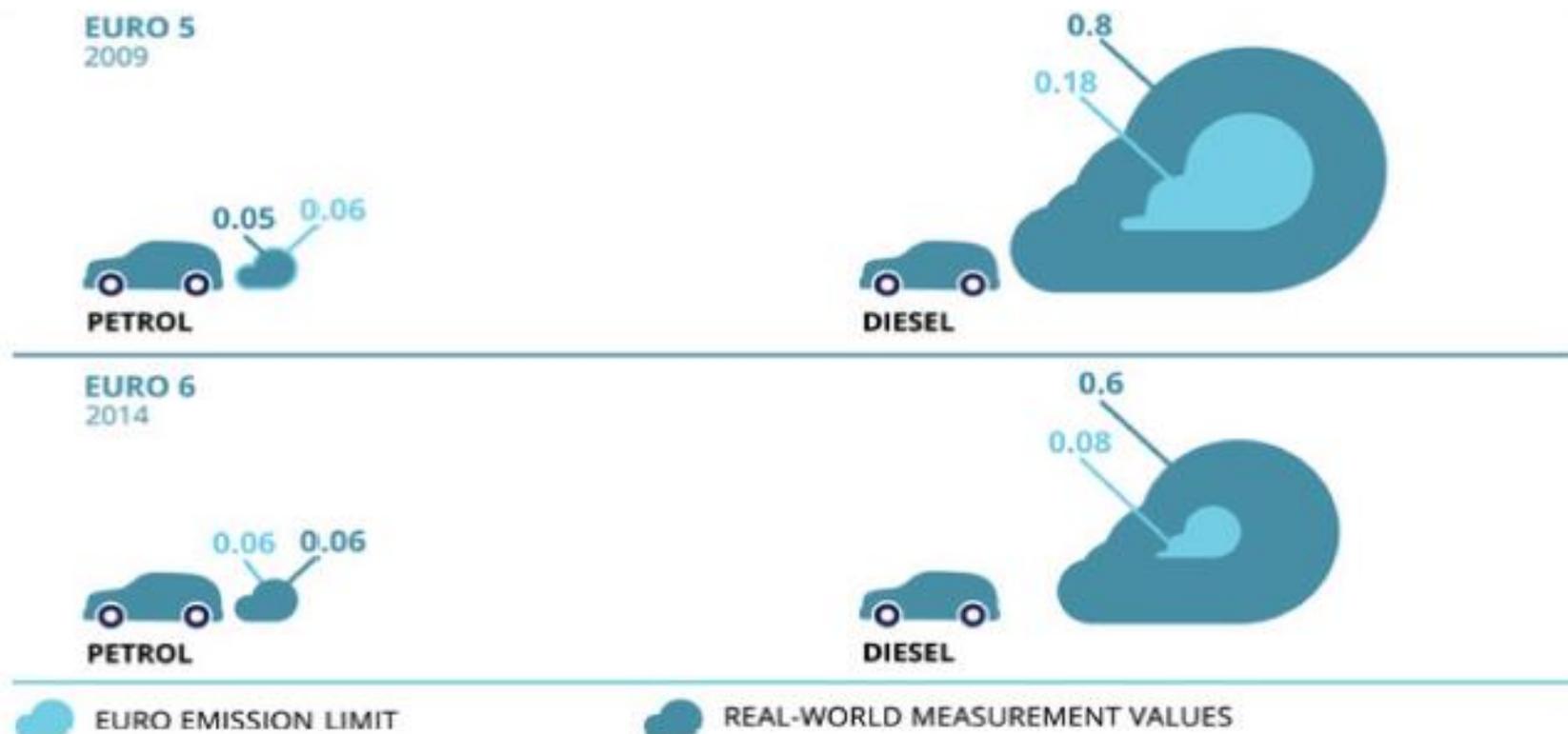
(1ポンド=150円)

Plan for Roadside NO2 Concentrations (3)

(UK 26 July 2017)

- 大気汚染は改善されているが、なお緊急の健康問題を提起
- 欧州の規制システムが自動車排出ガスの期待される改善をもたらすことができなかったことの直接的な結果として、国内の特定の地域では大気汚染が持続している。車からの二酸化窒素(NO2)の排出量を大幅に減少させるはずの**車両エンジンに関する基準(「ユーロ基準」と呼ばれる)**は**失敗**に終わり、特にディーゼル車の場合、実際の排出量が検査の数倍高くなっている。
- 個人への影響
 - この対策パッケージは、可能な限り最短時間での大気質に関する義務の履行を支援する。しかし、ディーゼル車を誠意を持って購入した普通に働く家族に不公平、不利益を与えないようにこれが行われなければならないことは明らかである。これには、NO2排出量ではなく、**燃費と二酸化炭素(CO2)排出量に焦点を当てた先の政府の税制変更**後にディーゼル車を購入した人々も含む。
 - この協議では、支援が最も必要とされる特定のグループのドライバー(低所得者やクリーンエアゾーンのすぐ近くに住む人など)に焦点を当て、よりクリーンな車両に転換するインセンティブを提供するターゲットを定めた**車両廃棄プログラム**も考慮される。
 - 英国を大気質における世界のリーダーに

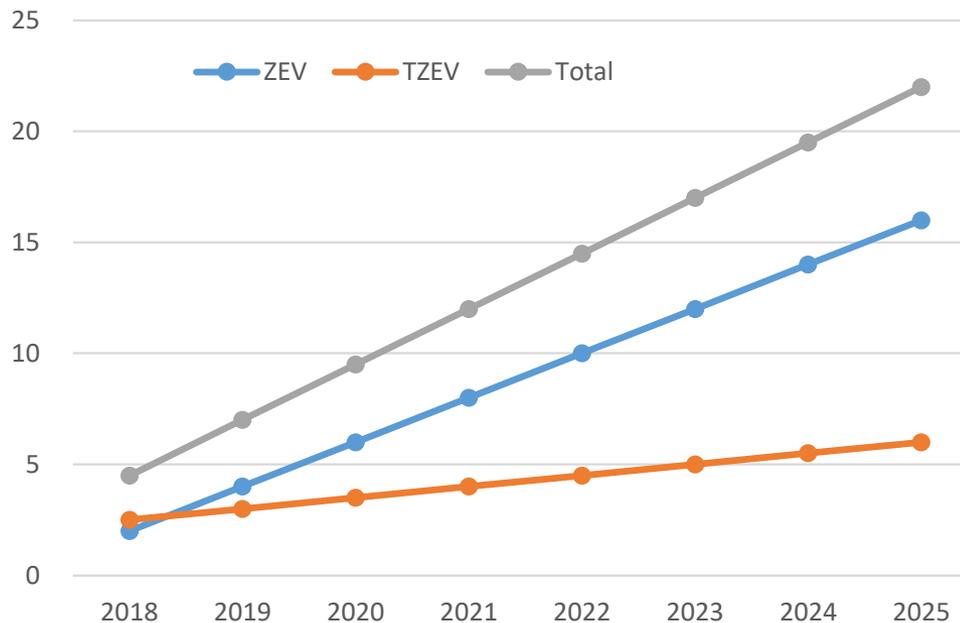
Comparison of NO_x (g/km) Emission Standards for Different Car Euro Standards, by Emission Limit and Real-world Performance



Zero-Emission Vehicle Standard for 2018

(California State., USA, since 1990)

- 対象：大規模自動車メーカー（>20000台）、中規模自動車メーカー（>4500台）
- ZEV: BEV、FCV等 TZEV: PHEV、水素エンジン車等
- ZEVクレジット=0.01×航続距離+0.5（ただし50マイル未満0、最大4）
- 要求クレジット（下図：大規模自動車メーカーの場合の%）



気候変動に関する国際連合枠組条約

(United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))

第二条 目的

この条約及び締約国会議が採択する法的文書には、この条約の関連規定に従い、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである。

Article 2 OBJECTIVE

The ultimate objective of this Convention and any related legal instruments that the Conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner.

茅の恒等式とゼロエミッション化

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = \text{CO}_2 \text{ Emission} / \text{Energy Consumption}$$

* Energy Consumption / Gross National Product

* Gross National Product / Population

* Population

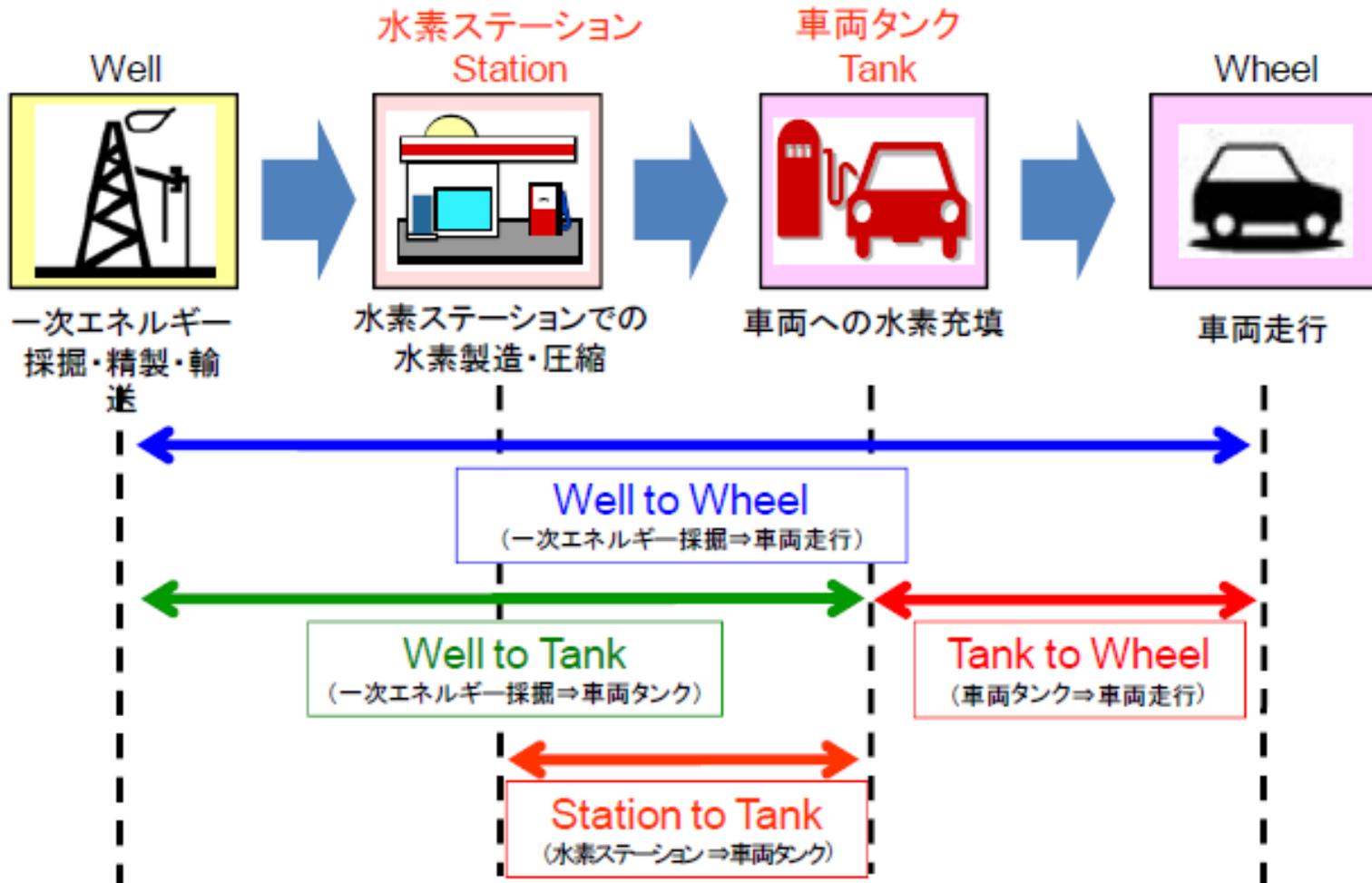
$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \sum_{\text{交通手段}} \sum_{\text{燃料}} \left(\begin{array}{l} \text{燃料炭素強度} \\ \times \text{エネルギー強度} \\ \times \text{活動} \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{CO}_2 \text{ 排出量} / \text{エネルギー消費量} \\ &\times \text{エネルギー消費量} / \text{熱需要} \\ &\times \text{熱需要} / \text{熱環境} \\ &\times \text{熱環境} \end{aligned}$$

Reference: Kaya, Y. and Yokoburi, K., Environment, Energy, and Economy : Strategies for Sustainability, UN Univ. Press, 1997.
IPCC, Chapter 8 Transport. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of IPCC, 2014.

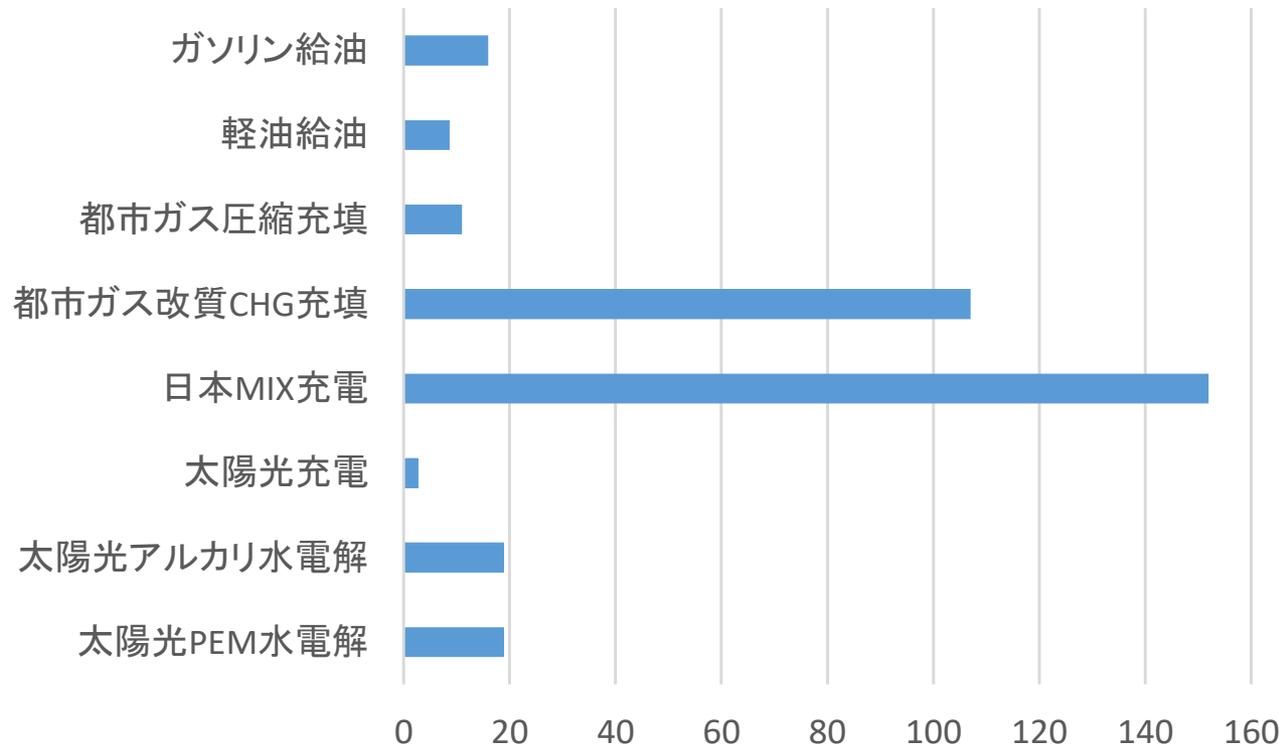
下田吉之、都市エネルギーシステム入門、学芸出版社、2014.

Well-to-Wheel分析(1)



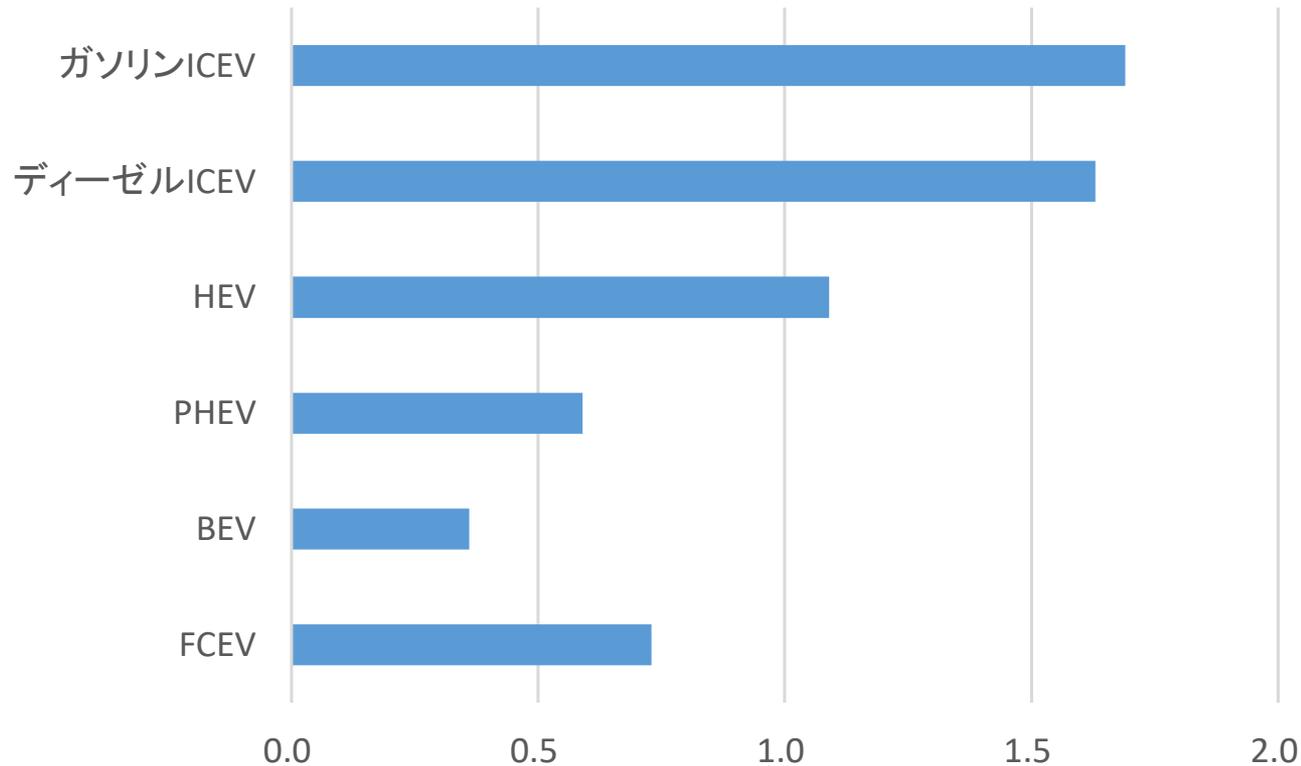
Well-to-Wheel分析(2)

- Well-to-Tank (g-CO₂/MJ)



Well-to-Wheel分析(3)

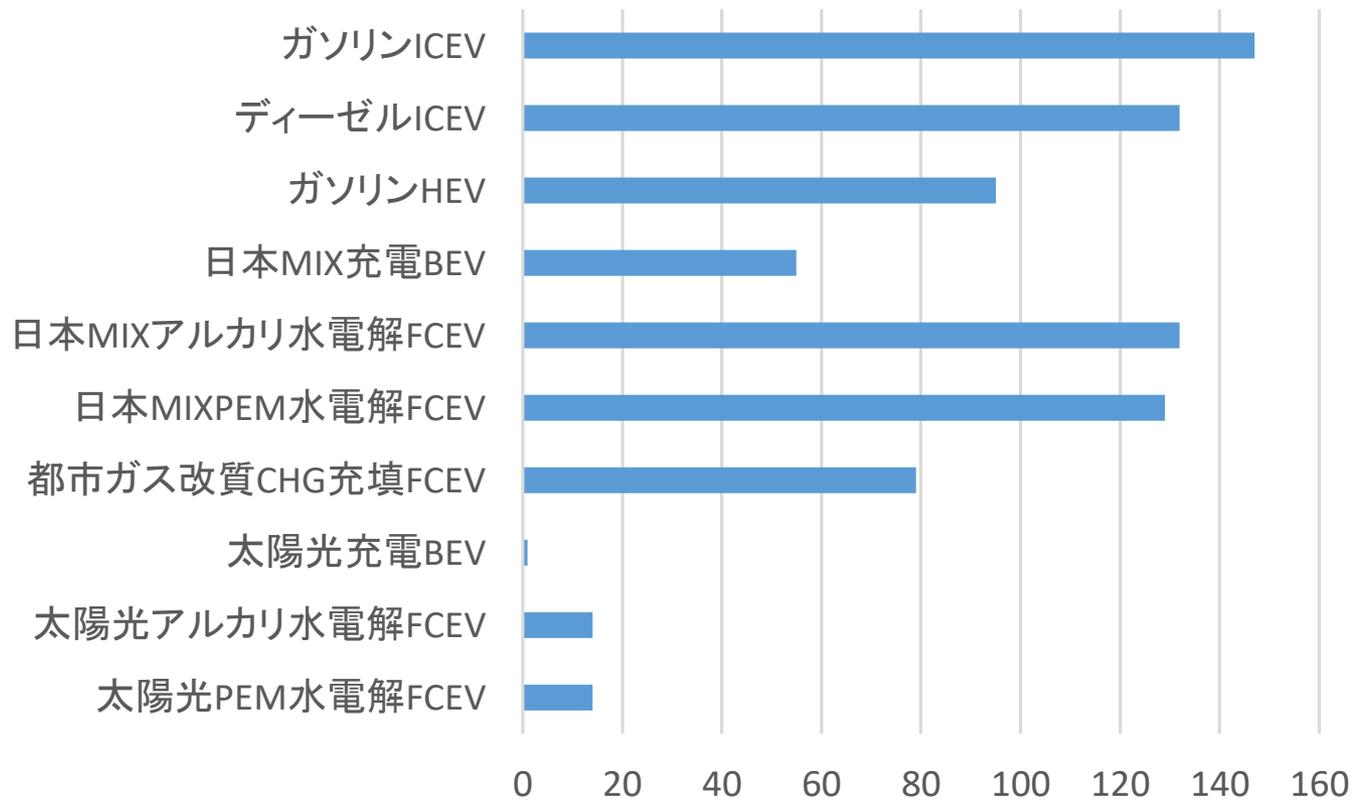
- Tank-to-Wheel (J0C8モード、MJ/km)



注:PHEVに関してはプラグイン走行0.36、ハイブリッド走行1.17

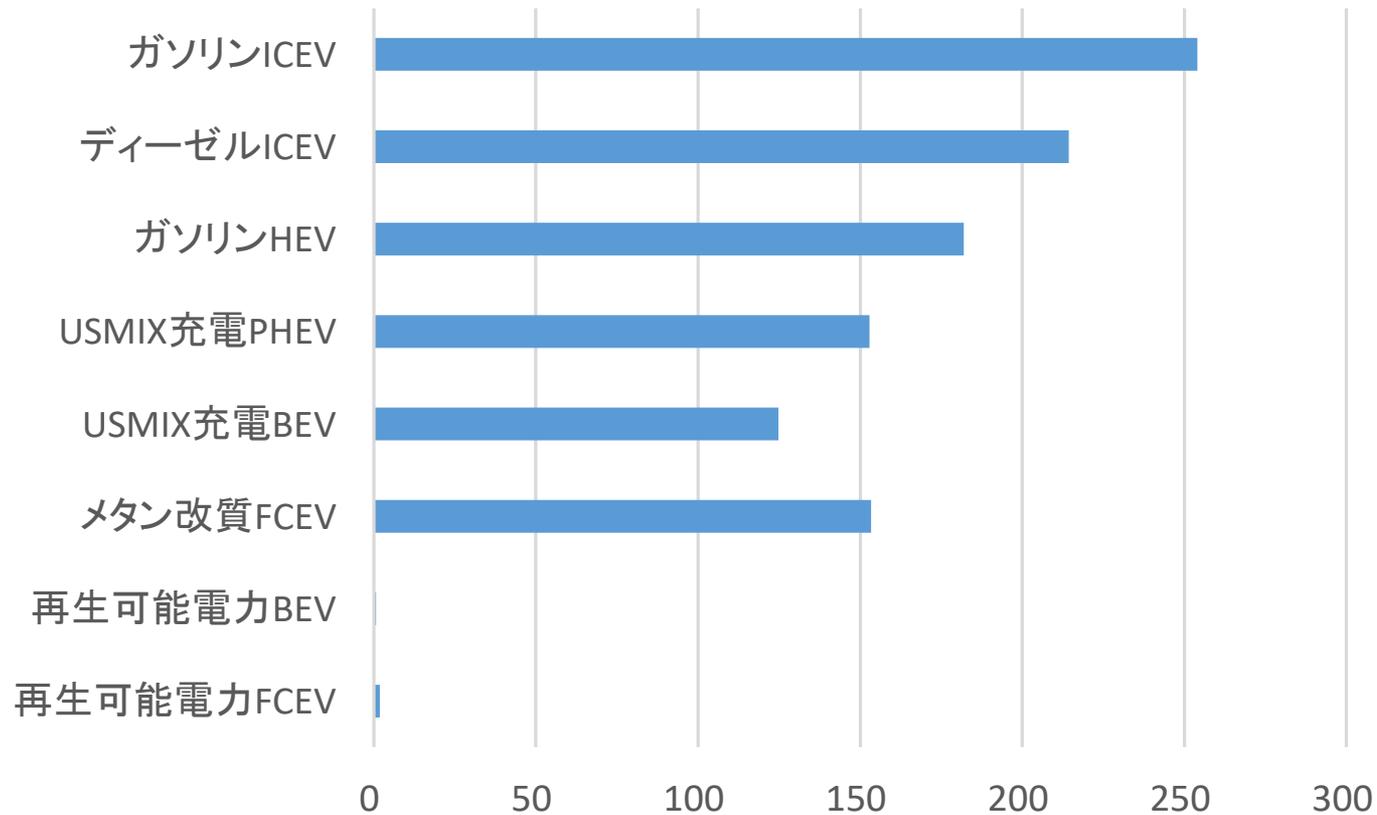
Well-to-Wheel分析(4)

- Well-to-Wheel (JOC8モード、g-CO₂/km)

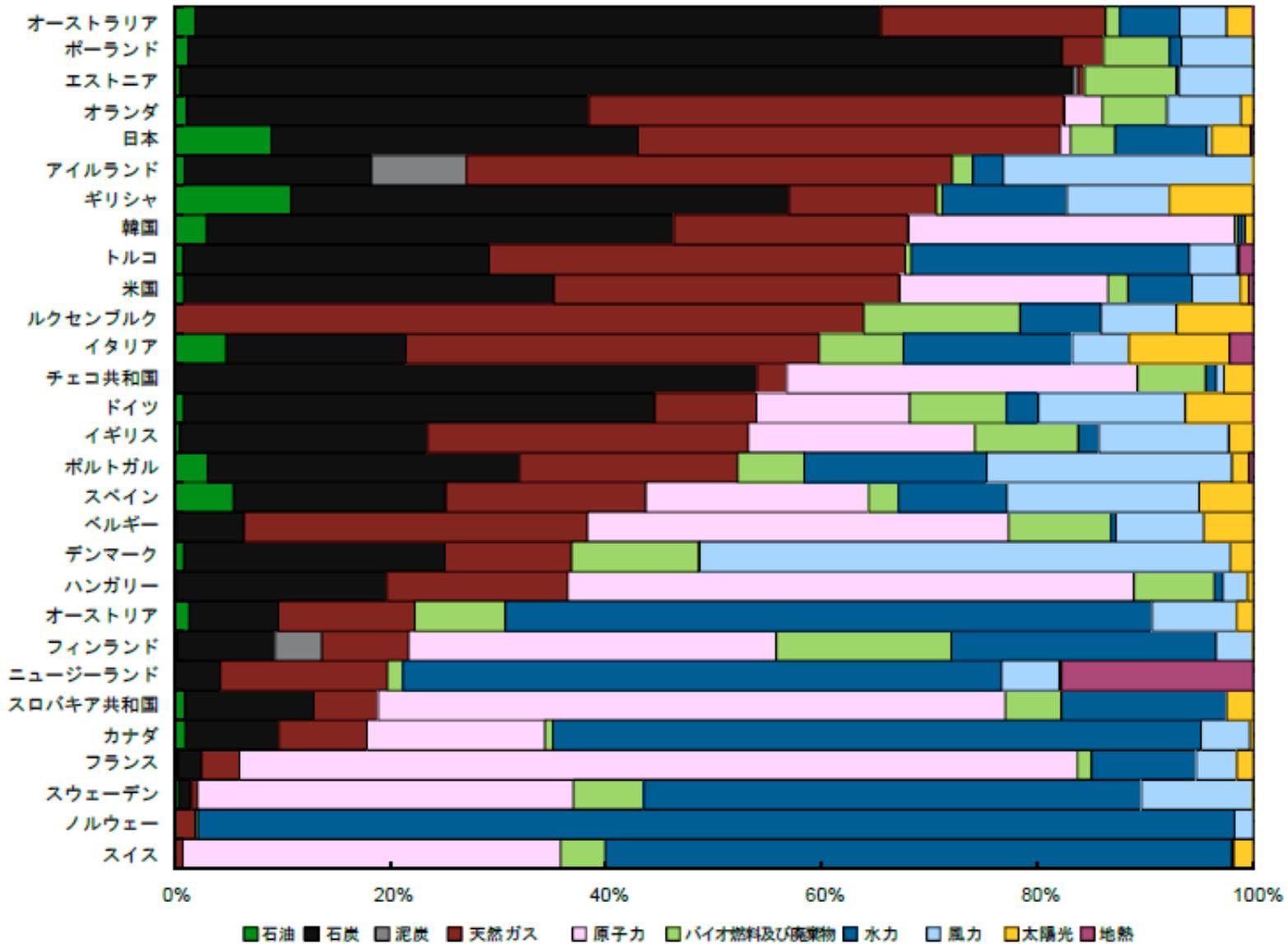


Well-to-Wheel分析(5)

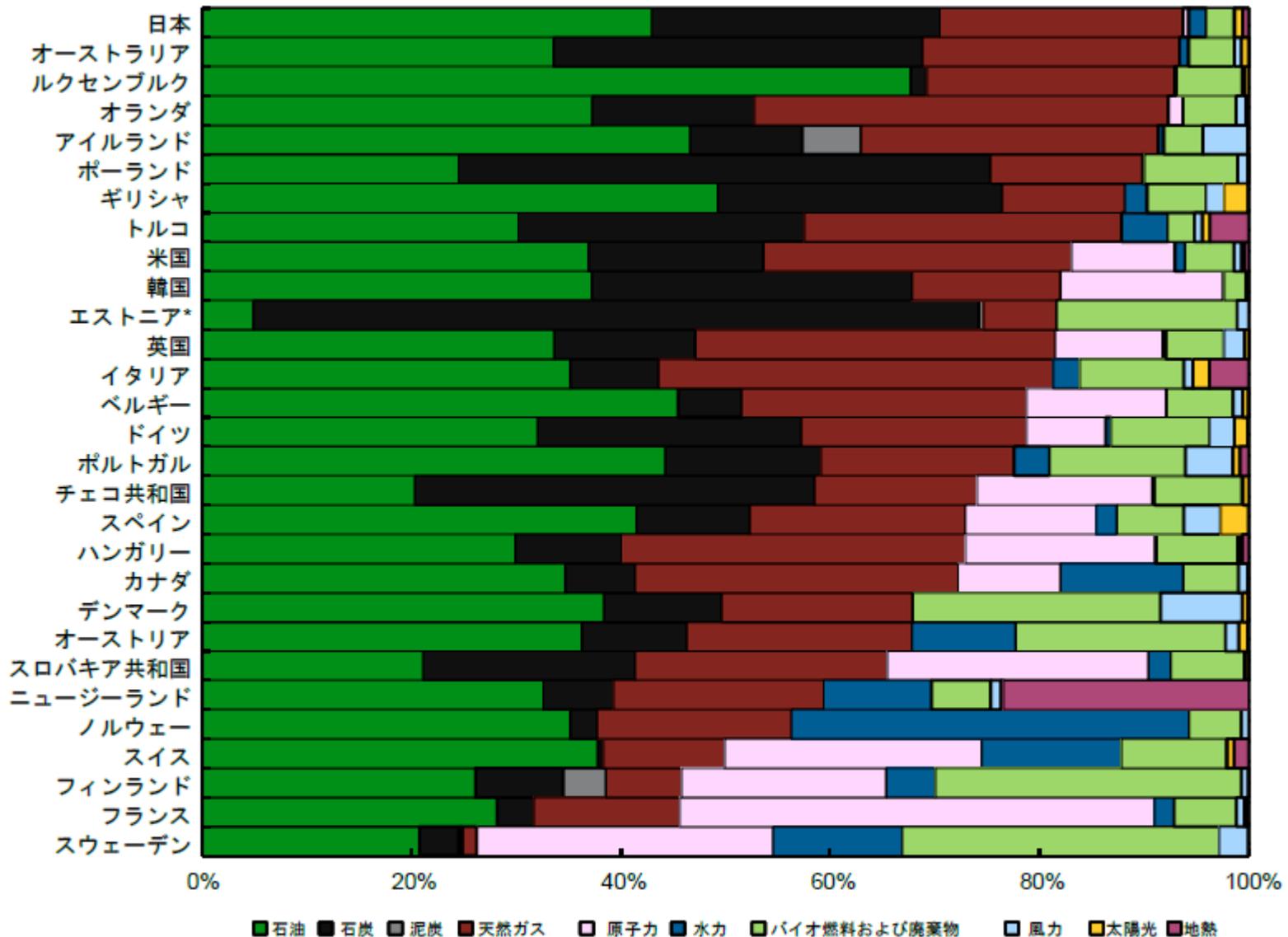
- Well-to-Wheel (g-CO_{2e}/km)



IEA加盟国におけるソース別発電量(2015)

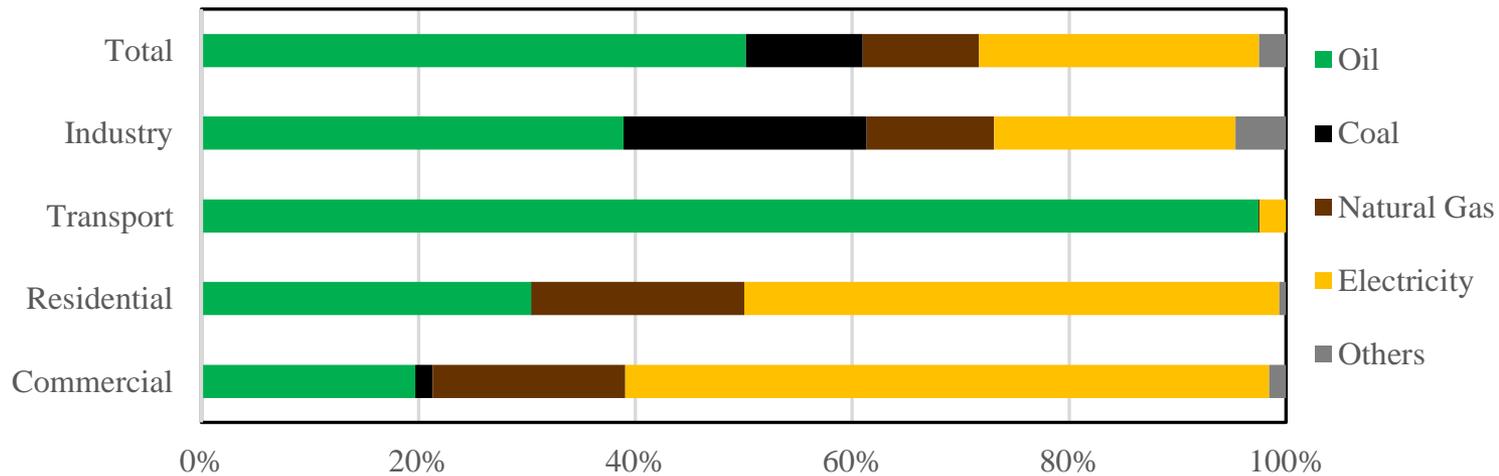
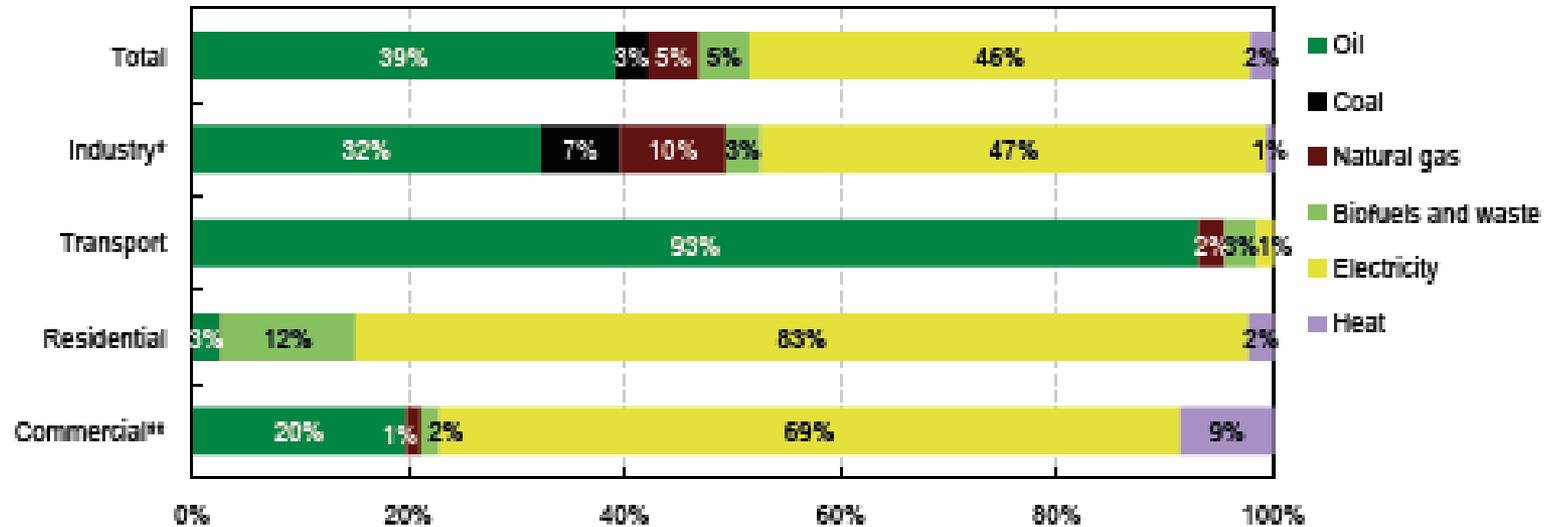


IEA加盟国におけるソース別 一次エネルギー供給量(2015)



部門別最終エネルギー消費における燃料割合

(上図:ノルウェー、下図:日本)(2015)

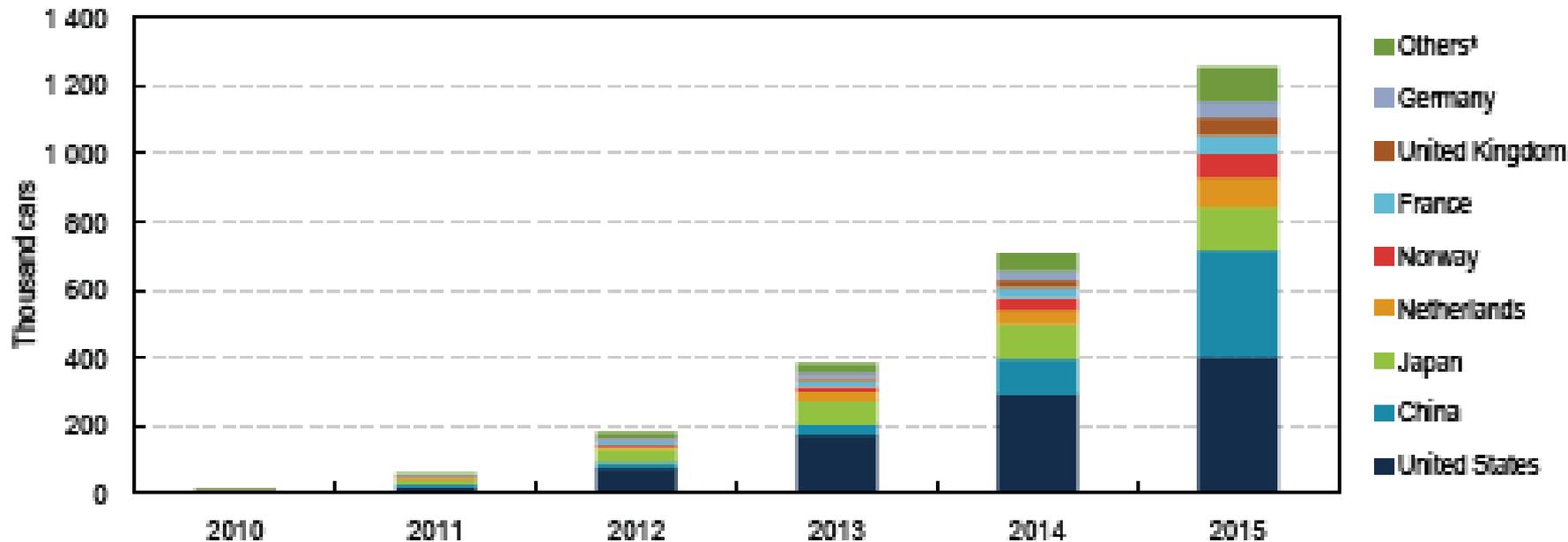


注: 上図と下図では最終エネルギー消費の算出方法に相違があり、直接比較できない場合もある。

Reference: IEA, Energy Policies of IEA Countries Norway 2017 Review, 2017

日本エネルギー経済研究所、エネルギー・経済統計要覧2017、2017

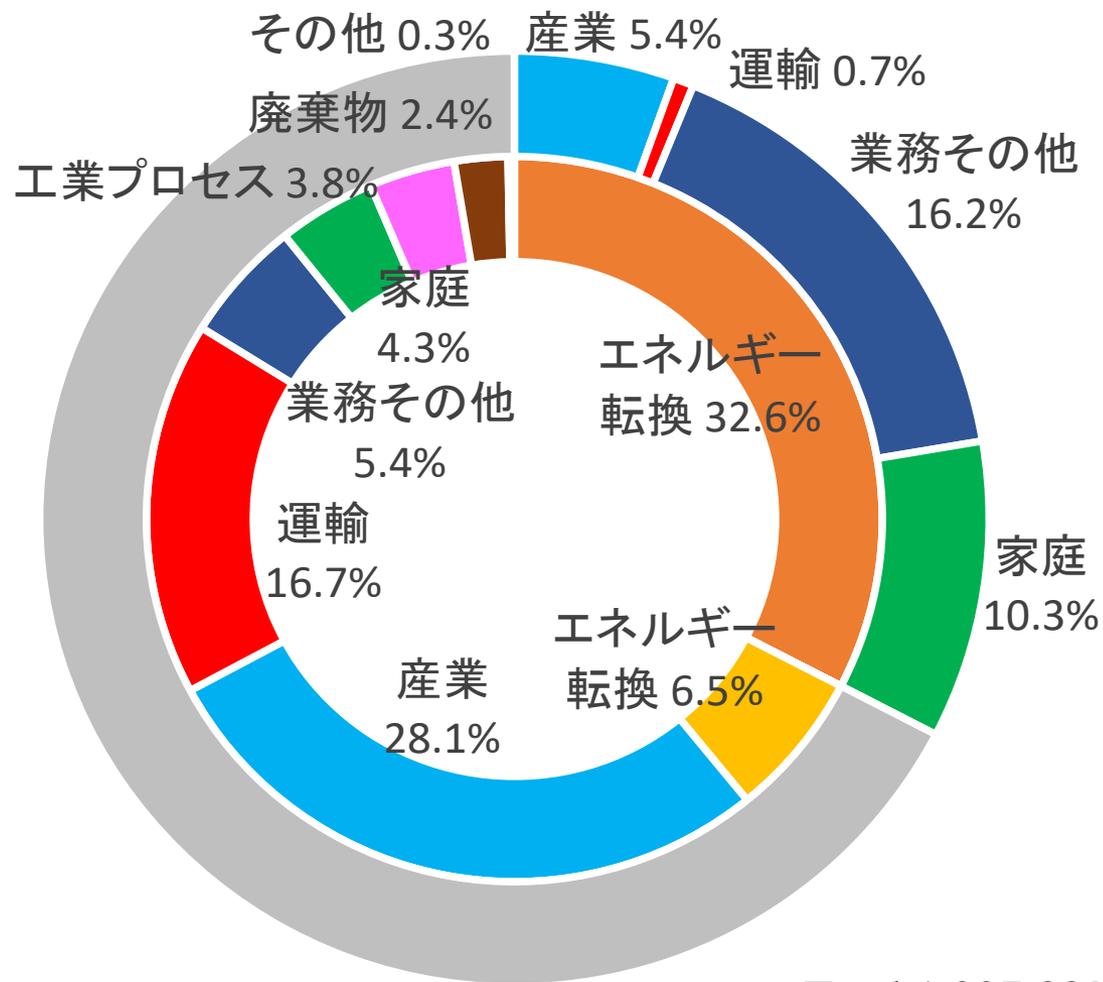
世界の国別EV(BEV/PHEV)台数(2010-2015)



* Others includes Canada, Sweden, Italy, India, Spain, Korea, and Portugal with more than 2 000 EVs, and another 25 countries with smaller shares.

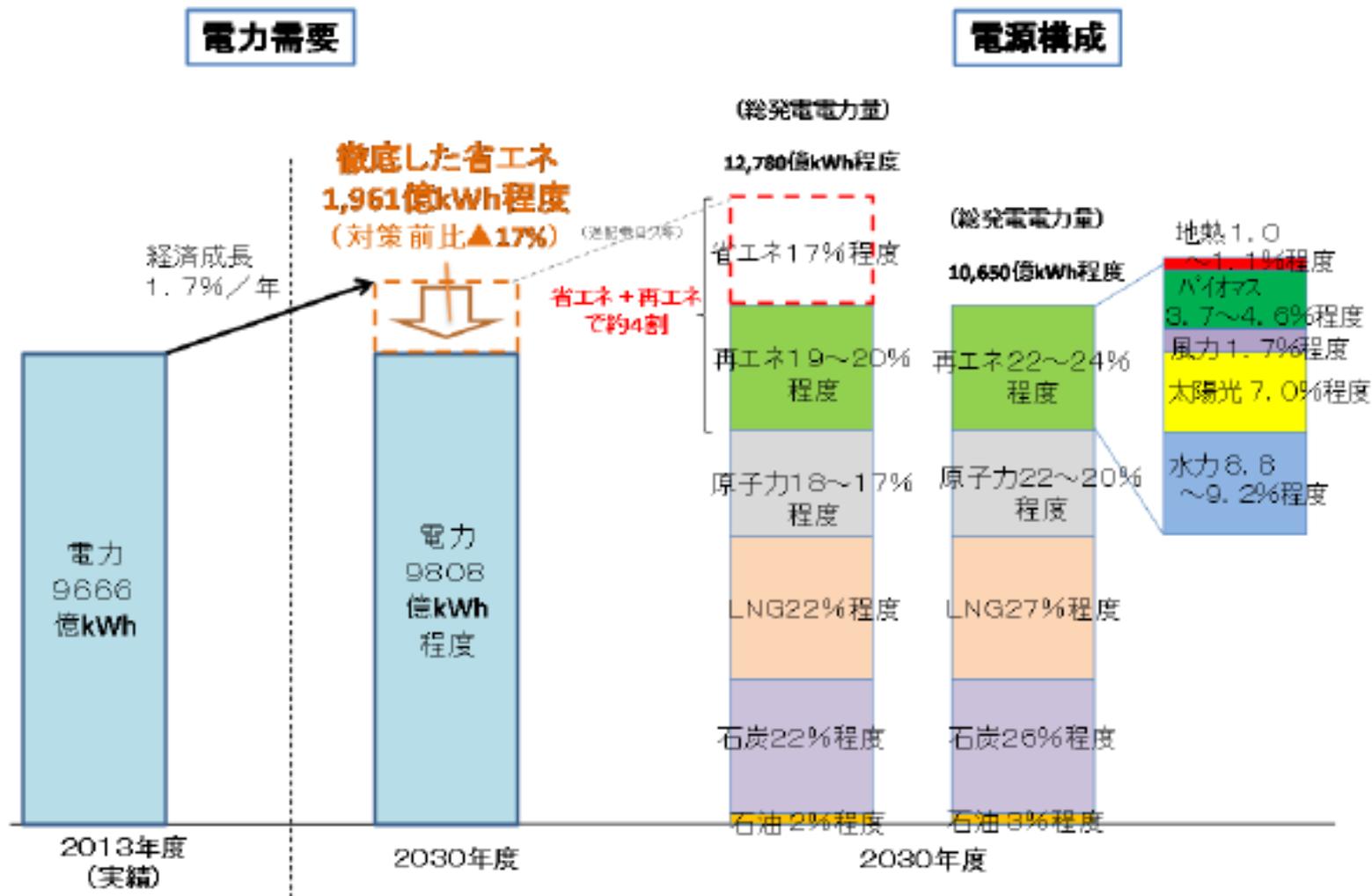
Note: Both battery electric vehicles (BEVs) and plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) are included.

日本の部門別CO₂排出量のシェア (2015)



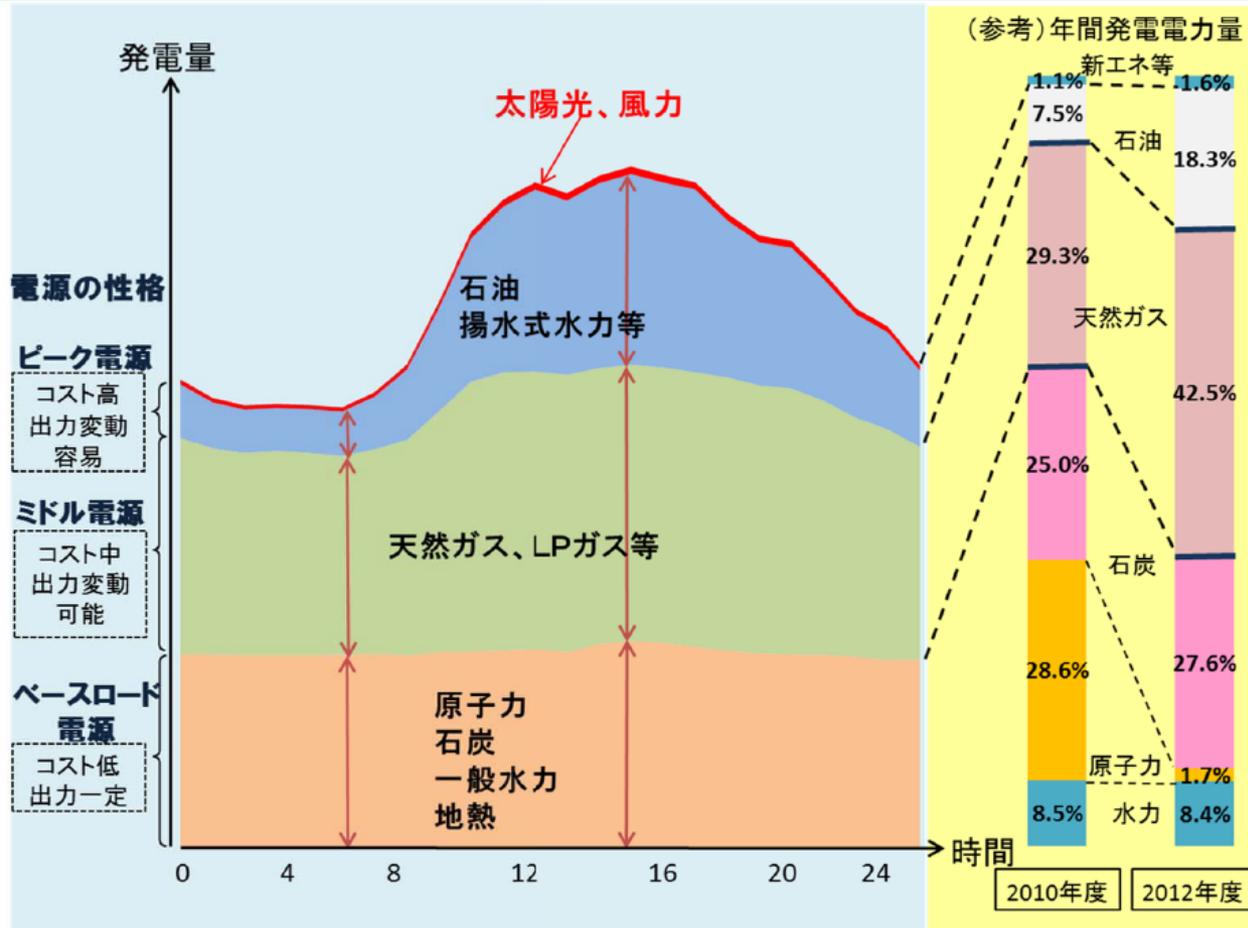
Total 1,227,389 ktCO₂

2030年度の電力の需給構造



ベースロード電源・ミドル電源

(参考) 電力需要に対応した電源構成



電源構成についての考え方

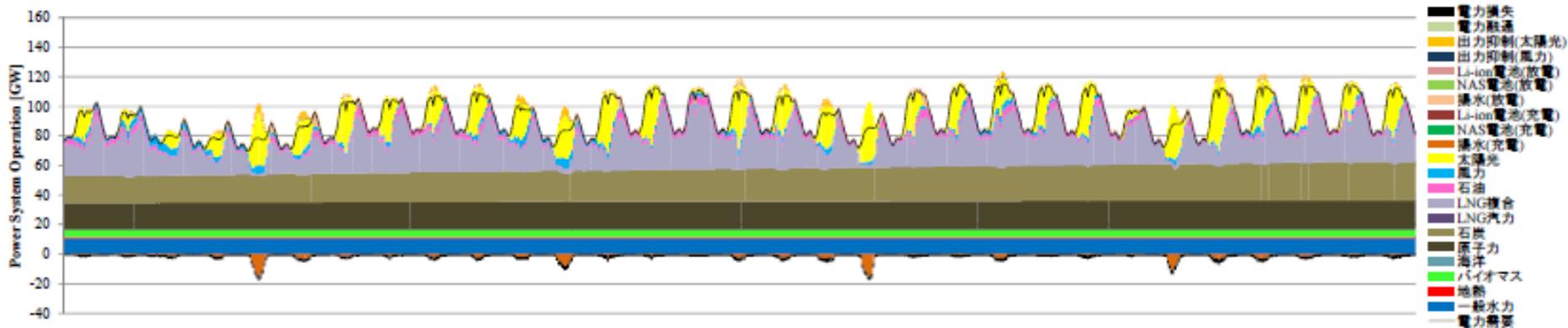
◇あらゆる面(安定供給、コスト、環境負荷、安全性)で優れたエネルギー源はない。

◇電源構成については、エネルギー源ごとの特性を踏まえ、現実的かつバランスの取れた需給構造を構築する。

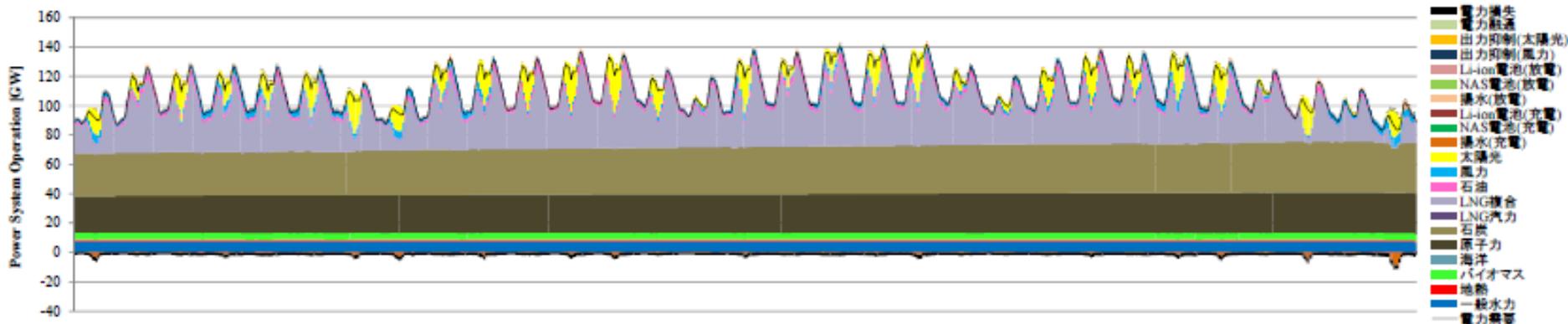
◇そのためのベストミックスの目標を出来る限り早く決定する。

ベースロード電源: 発電コストが低廉で、昼夜を問わず安定的に稼働できる電源
 ミドル電源: 発電コストがベースロード電源に次いで安く、電力需要の変動に応じた出力変動が可能な電源
 ピーク電源: 発電コストは高いが電力需要の変動に応じた出力変動が容易な電源

電力需給運用(日本全国)

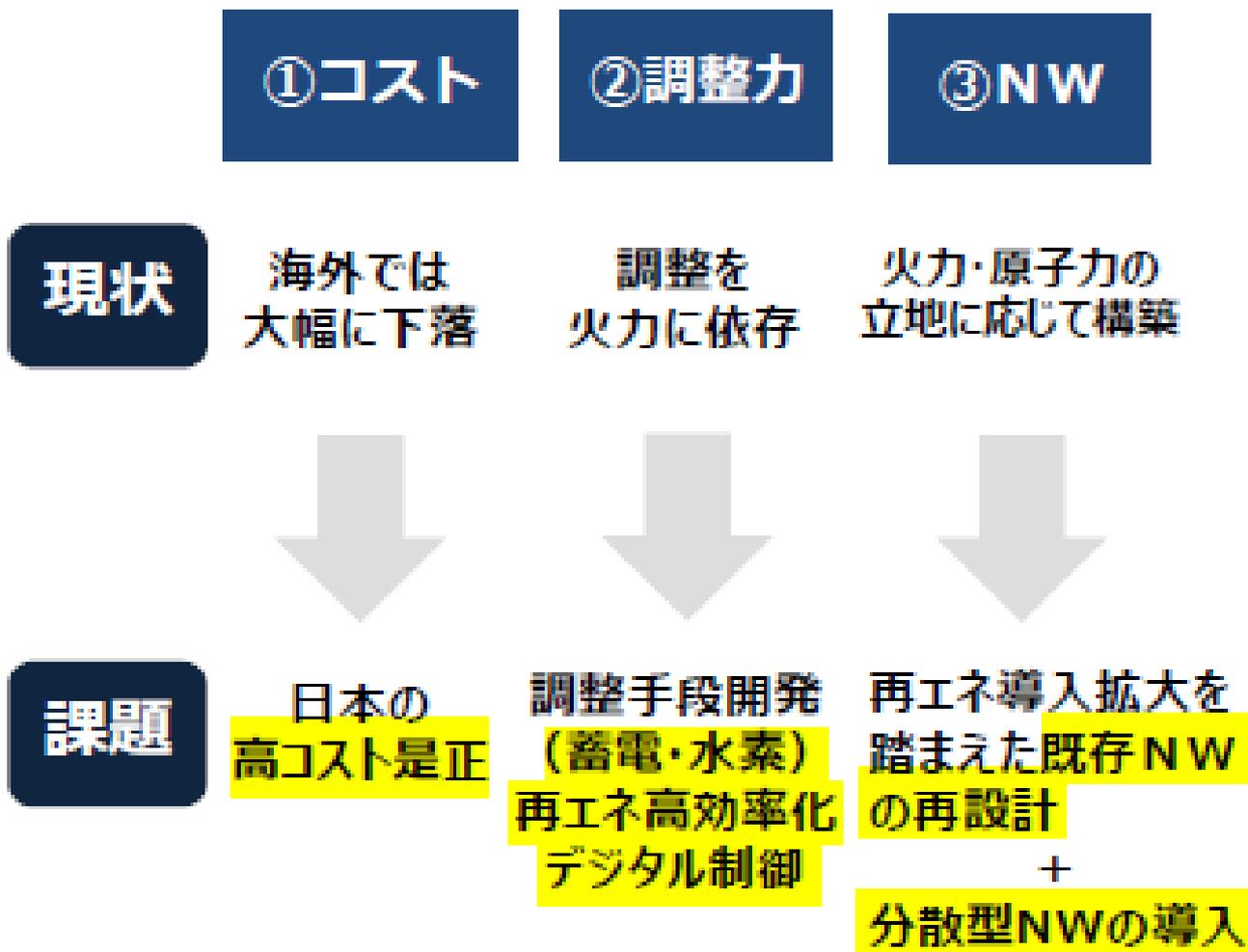


(a)5月

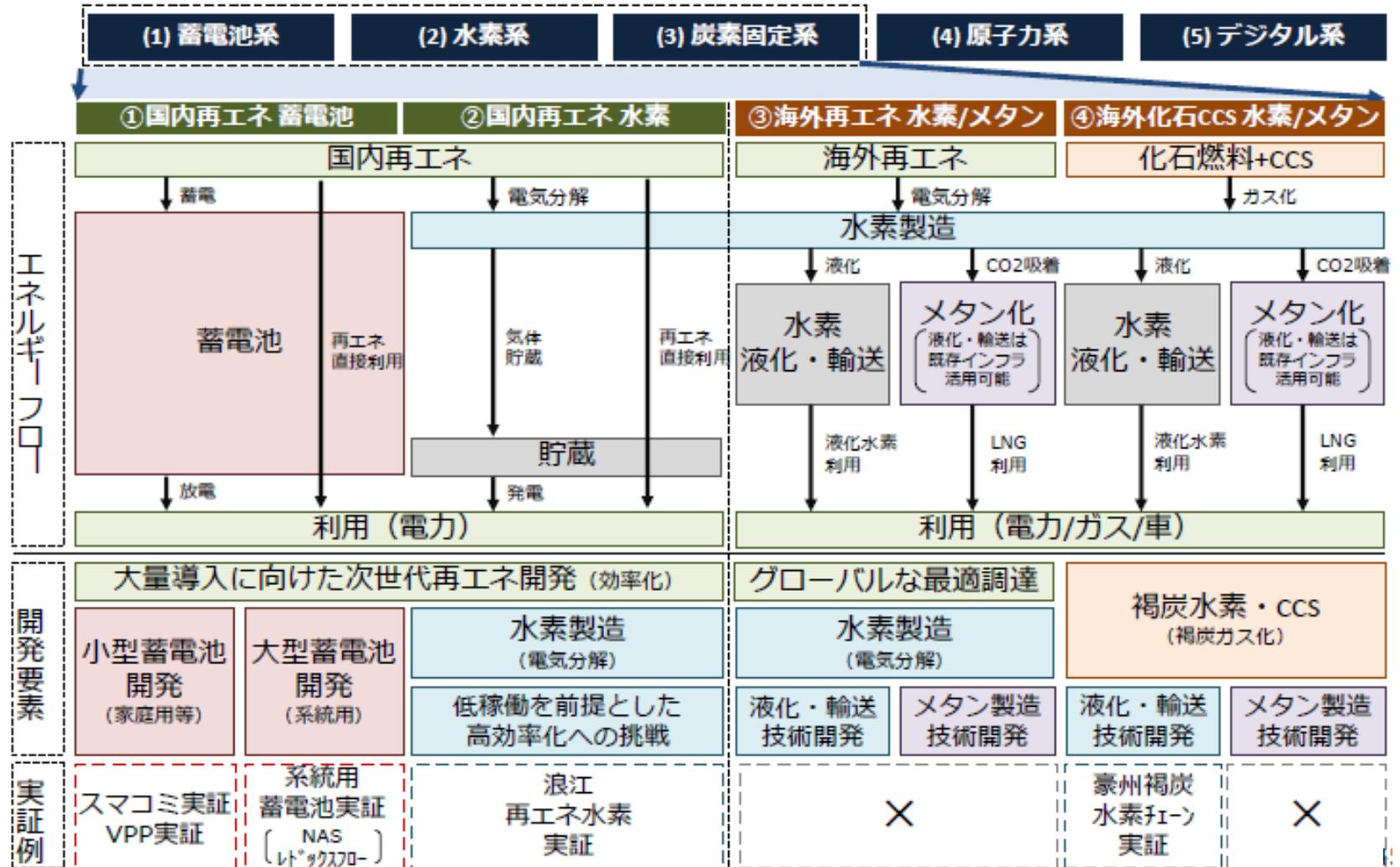


(b)12月

再エネ大量導入の際の課題(ドイツの先例)(一部抜粋)



蓄電池、水素、炭素固定による脱炭素化 エネルギーシステムのオプション～技術開発要素



ゼロエミッション化困難セクターの例

- 産業部門:鉄鋼・非鉄・金属製品製造業、セメント
(あわせて約15%)
- 運輸部門:長距離輸送
(貨物(軽油のみ)約5%)
(航空約2%、船舶約2%(国際バンカー油を含む))
- (家庭・業務その他部門など)

終わりに

- 長期的に運輸部門のみならず各部門において**ゼロエミッション化**（脱炭素化、カーボンニュートラル）が求められる。
- 運輸部門のゼロエミッション化は**エネルギー部門**の進展と密接に関係している。同時に、ゼロエミッション化された**系統電力**に依存せずとも、運輸部門のゼロエミッション化を図るパスはある。
- 運輸部門のゼロエミッション化を図るためには、**エネルギー部門や他の部門**と密接に連携していく必要がある。

どうもありがとうございました。