

2024年12月23日（月）

JARIシンポジウム「2050年環境負荷ゼロに向けて～GX への取り組み～」



# 2050年シナリオに基づいた 地球温暖化対策と大気環境

森川 多津子

Tazuko MORIKAWA

一般財団法人 日本自動車研究所 環境研究部 環境評価グループ

Japan Automobile Research Institute (JARI)  
Environmental Protection Research Group, Environment Research Division

# 本日の講演内容

---

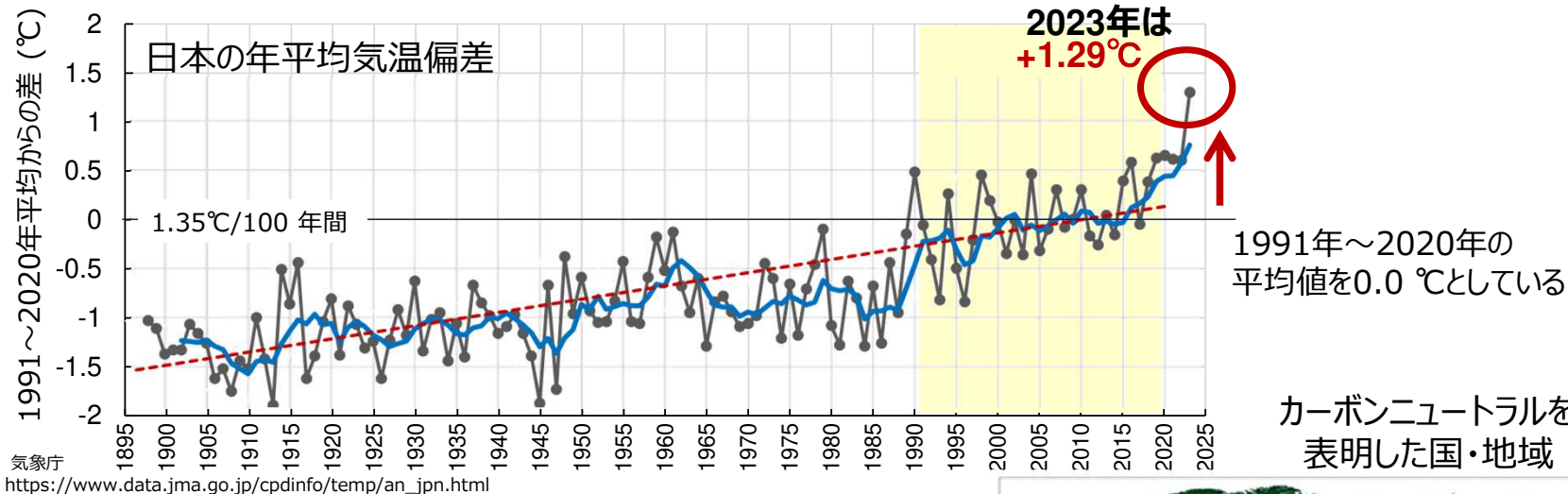
## 1. はじめに … 本研究の背景

2. 2050年の大気汚染物質排出量と大気質予測

3. カーボンニュートラルな社会にむけて

4. おわりに

# 地球温暖化は喫緊の課題



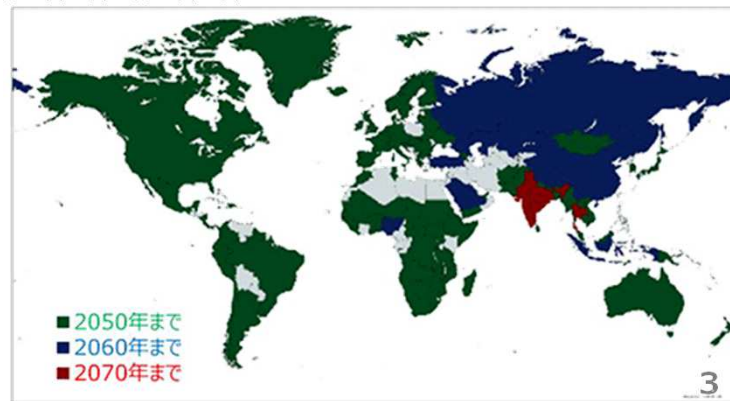
地球温暖化の原因物質：温室効果ガスの実質的な排出をゼロに  
→ カーボンニュートラル

日本は菅内閣総理大臣が所信表明演説にて  
**2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言**  
(2020年10月)

資源エネルギー庁

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2022/html/1-2-1.html>

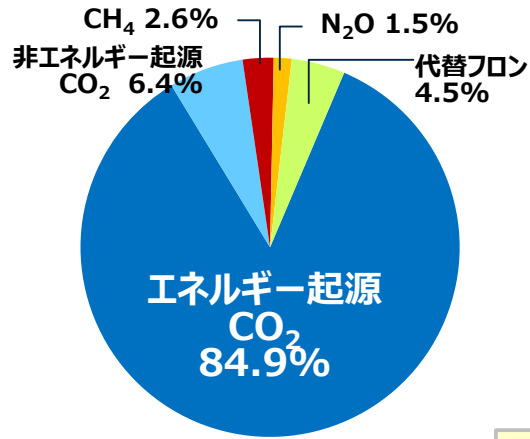
カーボンニュートラルを  
表明した国・地域



# 現状の 大気汚染物質 の排出量

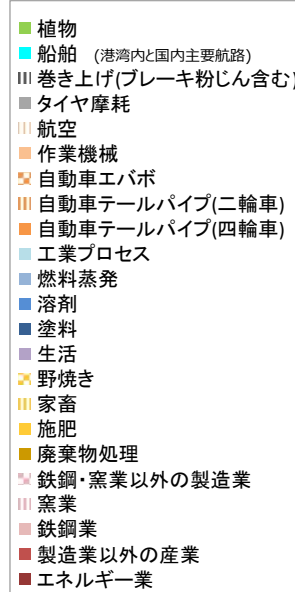
\*\*環境省 PM2.5等大気汚染物質排出インベントリ

## 日本の温室効果ガス排出の内訳\* (CO<sub>2</sub>換算、2022年度)

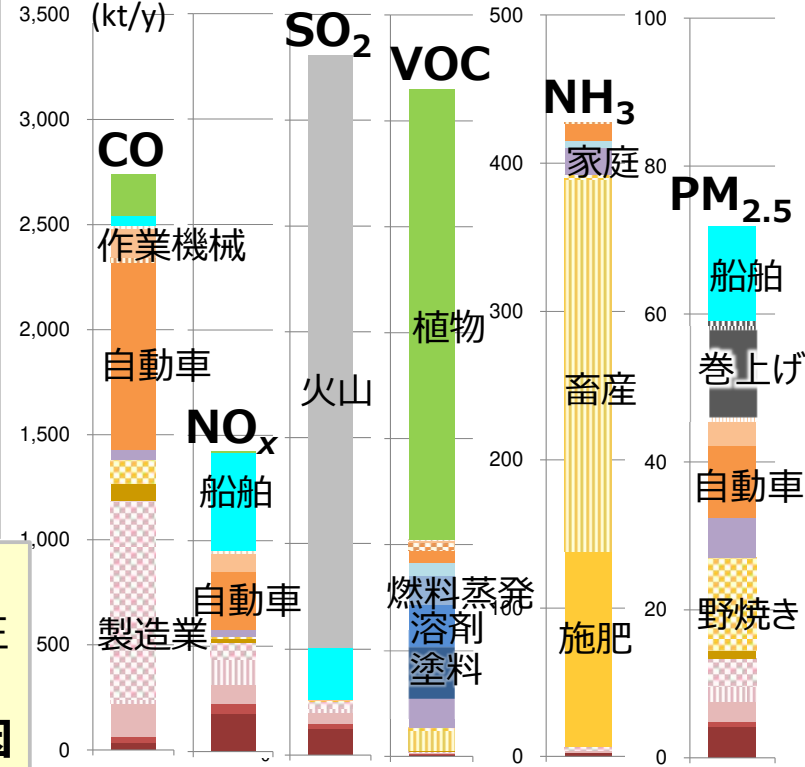


**炭素を含む燃料の燃焼を抑えることが一番の対策**

**CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>のほとんどは燃焼起因発生源から直接排出される**  
**PM<sub>2.5</sub>も多くは燃焼起因**



## 全国の大気汚染物質総量 (2018年度)\*\*

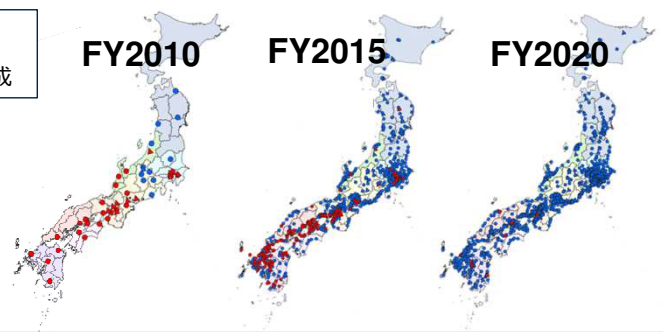
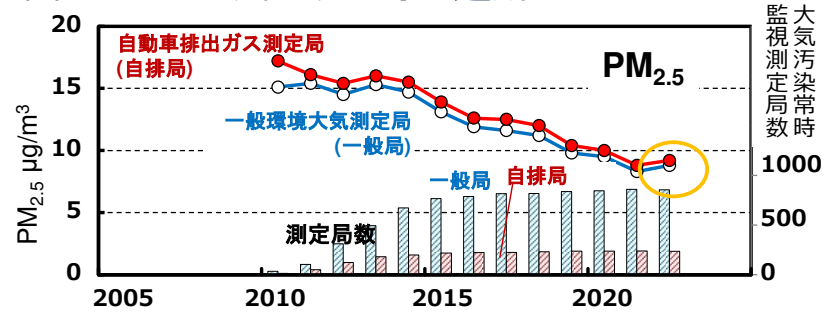


\*温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)編「日本国温室効果ガスインベントリ報告書2024 年」(2024)

# 大気環境の現況



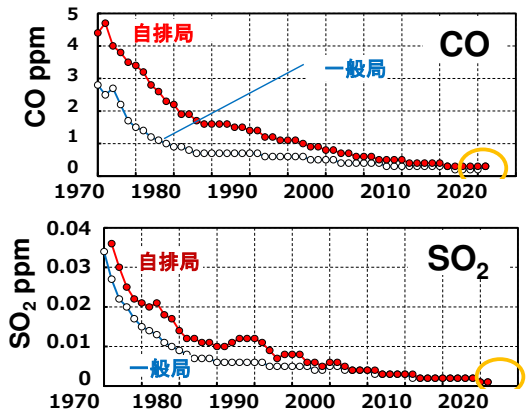
2009年に大気環境基準が導入されたPM<sub>2.5</sub>(微小粒子状物質)は全国的にほぼ大気環境基準を達成



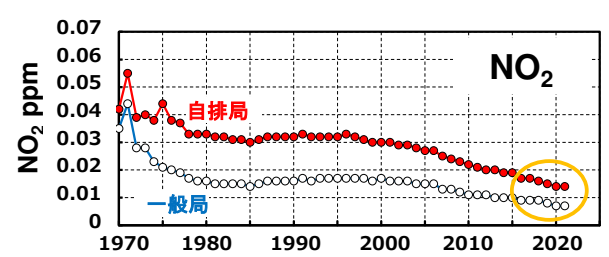
←欧米のPM<sub>2.5</sub>大気環境基準は10や9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に引下げ (日本は15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。WHOのガイドラインは5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

↘光化学オキシダント (O<sub>3</sub>) は気温が高いほど生成。大気中で二次生成する大気汚染物質の課題は残っている

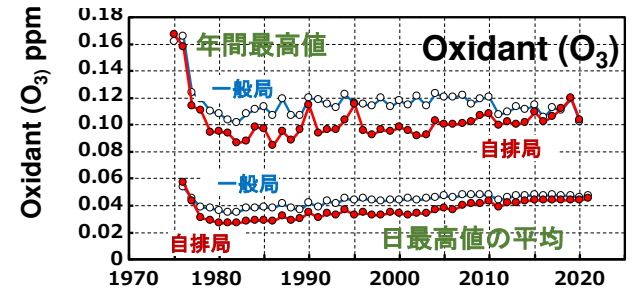
他の大気汚染物質も非常に低濃度で推移



NO<sub>2</sub>はまだ自排局のほうが濃度が高い



光化学オキシダント(Ox≡オゾンO<sub>3</sub>)は環境基準達成率が0%



## 国が描く 2050年の絵姿

### 人口減少・高齢化、それに伴う土地利用の変化

- 日本の総人口は2050年には約 1 億人に満たない
- 年齢構成が大きく変化、超高齢化社会
- 居住地域のうち約 2 割が無居住化、約 3 割が人口半数未満に

### 地球環境問題の顕在化

- 気温上昇・降水の変化、降水・降雪の変化、高潮の増大
- 気候変動による生態系・農業・水産業・水資源への影響、自然災害の増加
- 海拔 0 m以下の地域が増加

**+温暖化対策による炭素燃料の燃焼減  
大気汚染物質の排出量の大きな変化**

### その他

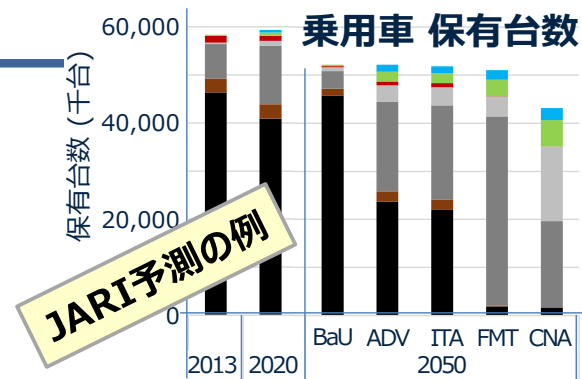
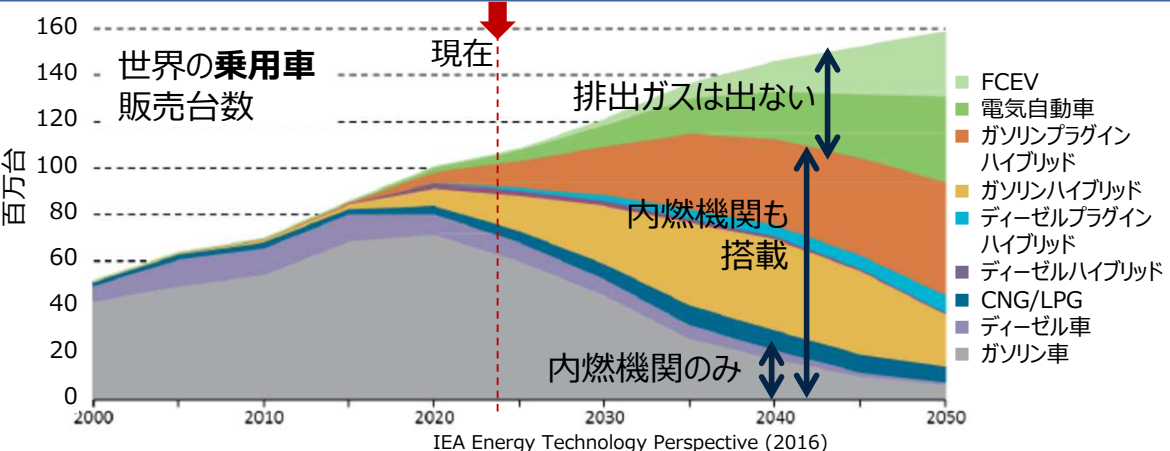
- 大規模地震の切迫性
- 社会資本の老朽化、建設系技術者の高齢化・減少
- 地方公共団体の人員減
- 新技術の実装化(Society5.0、自動運転、人工知能の活用)

# 本日の講演内容

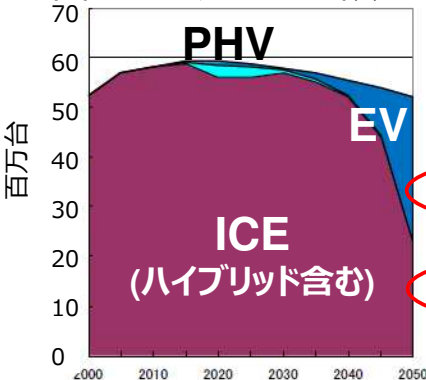
---

1. はじめに … 本研究の背景
- 2. 2050年の大気汚染物質排出量と大気質予測**
3. カーボンニュートラルな社会にむけて
4. おわりに

# 2050年の自動車のシナリオ



## 国内の乗用車の内訳予測例



- 保有台数は減少
- ハイブリッドが主流だが内燃機関も残る予測

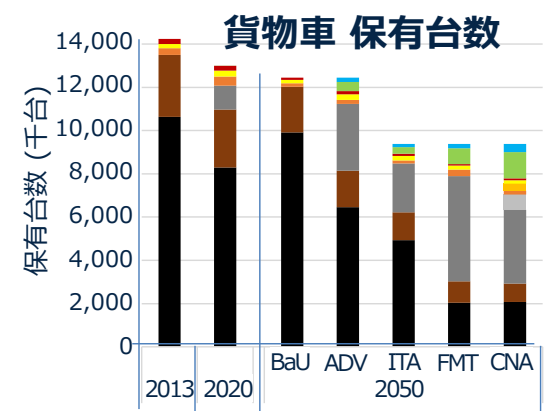
50%....ゼロエミッション

50%....排出あり

## 国内の貨物車は？

- 方向性はまだはっきりしない？
- 従来車と同様に排出がありそう

従来車と同様の排出あり

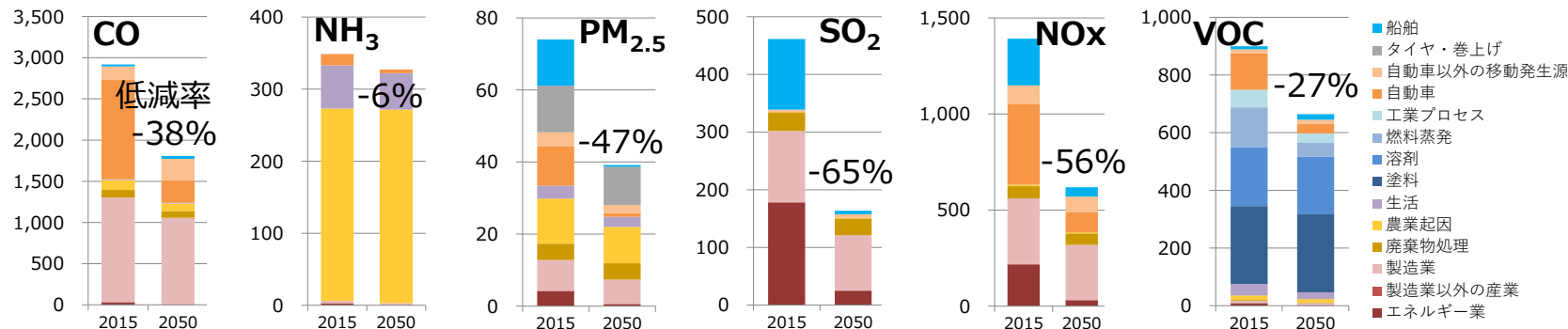


- 燃料電池
- 電気
- 水素ハイブリッド
- 水素
- LPG
- CNG
- ディーゼルプラグインハイブリッド
- ディーゼルハイブリッド
- ガソリンプラグインハイブリッド
- ガソリンハイブリッド
- ディーゼル
- ガソリン

# 2050年の国内排出量推計結果 およびその条件

燃焼起因の大気汚染物質は5割以上減

人為的な大気汚染物質の排出量 縦軸はすべて(kt/y)



## 自動車

乗用車保有台数は2015年と比較して88%  
 走行距離は全体に2割減

乗用車のうちゼロエミッションビークルが約半分を占める  
 HVやPHVの大気汚染物質の排出量は  
 通常の内燃機関と変わらないものとする

大型車両のEV化・FCV化は進まず、内燃機関で据え置き  
 二輪車はすべてEV化されるものとする

タイヤ磨耗、巻き上げ粉じん、ブレーキダストは  
EVやFCVでも発生する

## 固定発生源

火力発電所からの大気汚染物質排出量は  
 2015年比86%減

産業界からの燃焼由来の大気汚染物質排出量は  
 2015年比30%減

蒸発起源VOC、農業起因NH<sub>3</sub>は変更なし

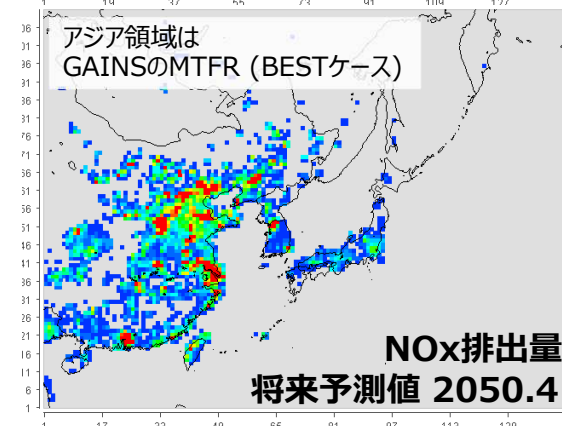
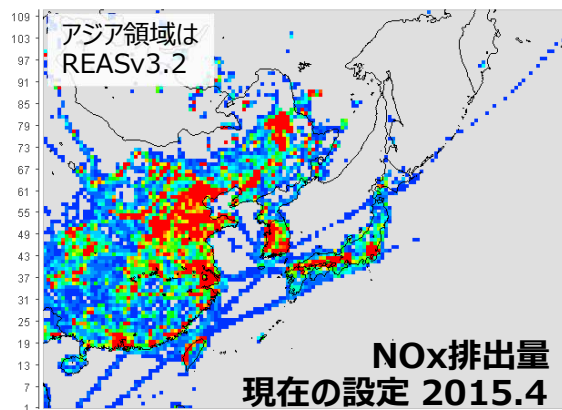
人体や生活習慣に関するVOC、NH<sub>3</sub>は  
人口変化に応じて減少

## 2. 2050年の大気汚染物質総排出量と大気質

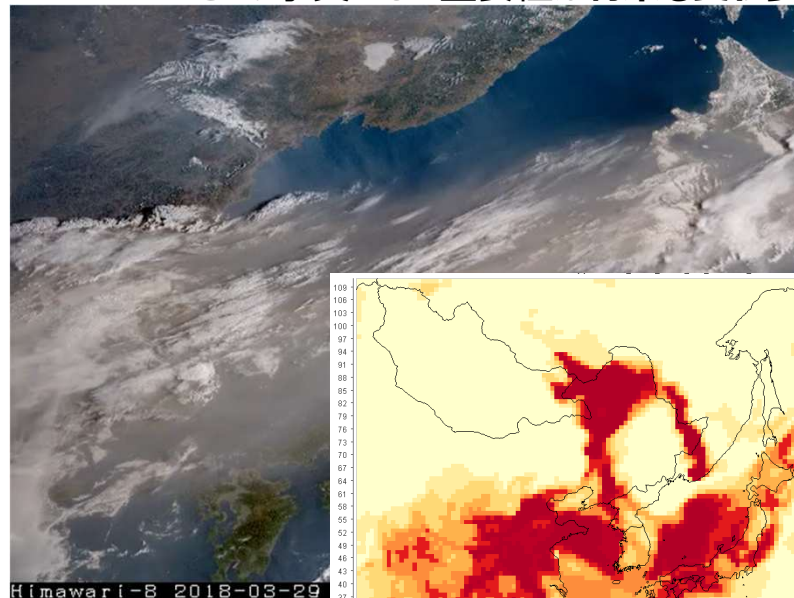
### 20050年 大気汚染物質総排出量 の 変化 と 越境輸送 の影響

2050年には国内外とも大気汚染物質が大幅低減と予測

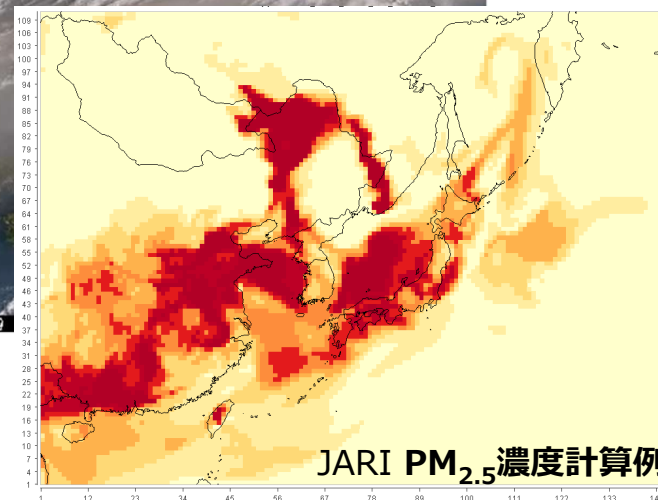
ただし日本は中国大陸の風下側に位置している、  
という事実のもつ重要性は将来も変わらない



大気モデル計算用  
mol/s/グリッド=40x40km

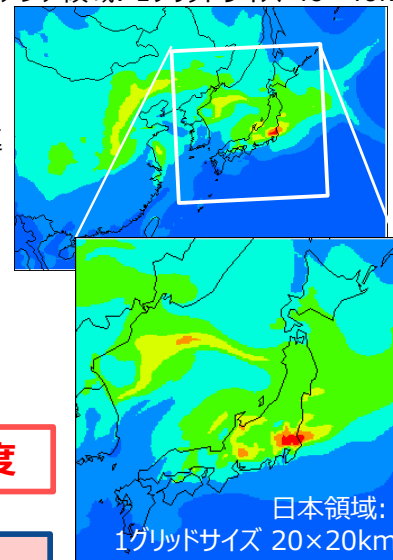
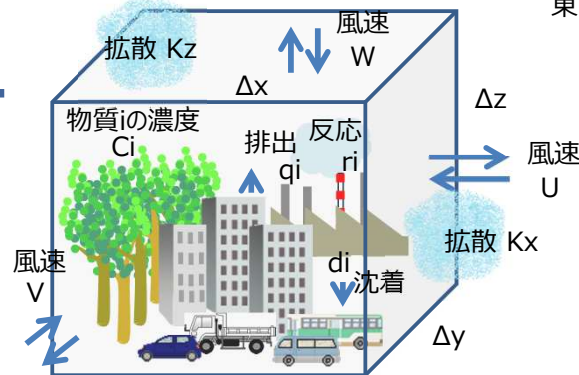


気象庁: 日本に  
飛来する黄砂  
(2018.3.28-29、ひまわり8号)

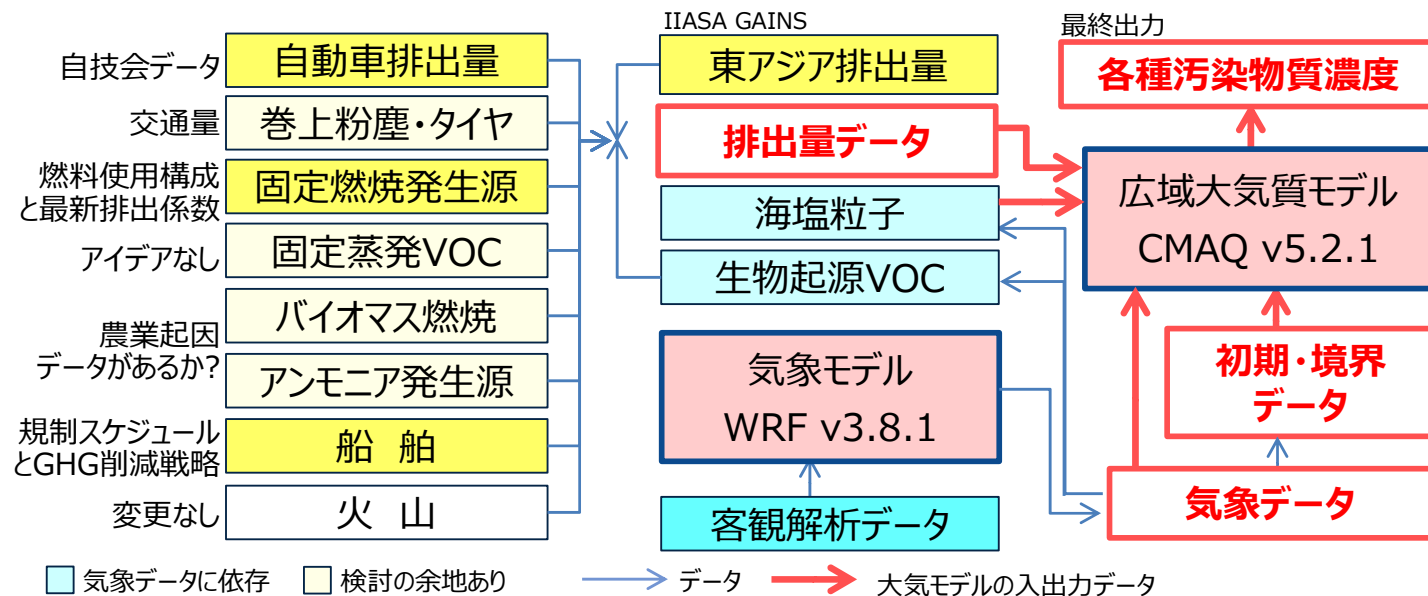


# 大気質の推計フロー

- ・排出量データを変更することにより将来推計が可能
- ・自動車排出量は自動車技術会の推計結果を反映
- ・固定燃焼発生源の燃料使用構成と使用量を反映
- ・船舶は規制スケジュールとGHG削減戦略を反映
- ・東アジア排出量はIIASA-GAINS
- ・2050年気象状況については2015年ベース



日本領域:  
1グリッドサイズ 20×20km



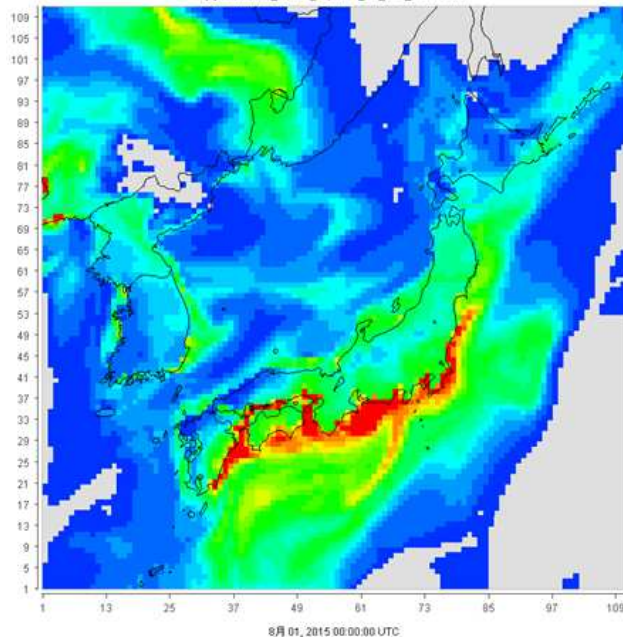
# PM<sub>2.5</sub>濃度

PM<sub>2.5</sub>

2015年 8月1～12日

Layer 1 PM25\_TOT[1]

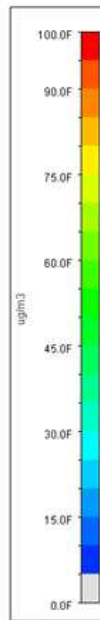
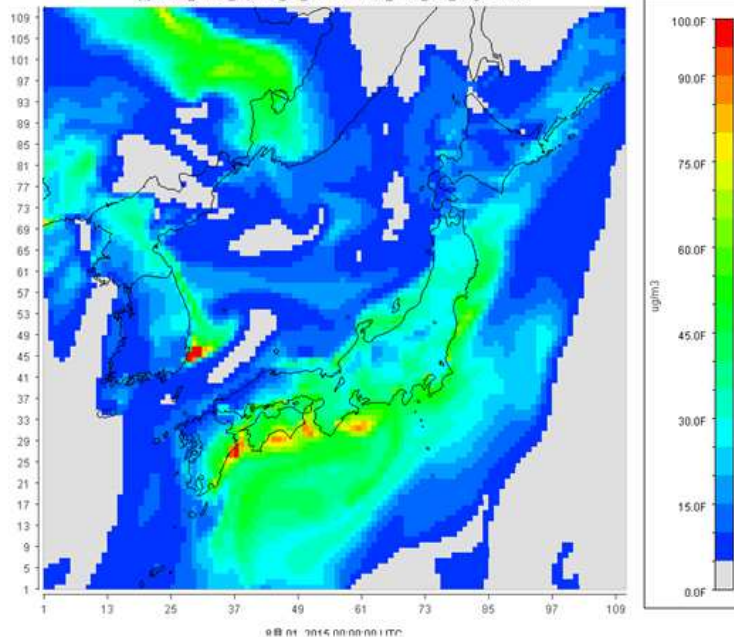
[1]=COMBINE\_JATOP\_Japan09\_G1\_M04\_201508.nc



2050年 8月1～12日

Layer 1 PM25\_TOT[2]

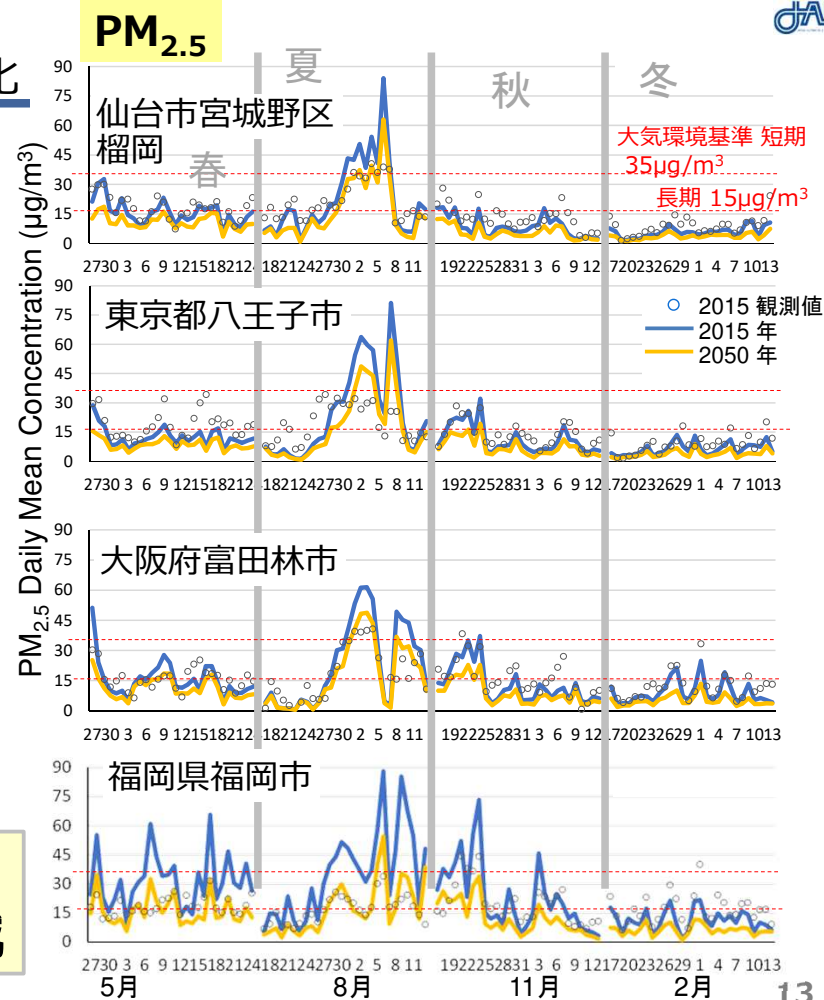
[2]=CCTM\_JATOP\_Japan09\_G1\_COMBINE\_2050\_PM25\_TOT\_Merge-201508



# 2015年→2050年PM<sub>2.5</sub>の日平均濃度の変化

すべての地域・季節において  
PM<sub>2.5</sub>濃度の低下がみられている

4季節2週間のPM<sub>2.5</sub>成分別観測を  
おこなった地点から選択



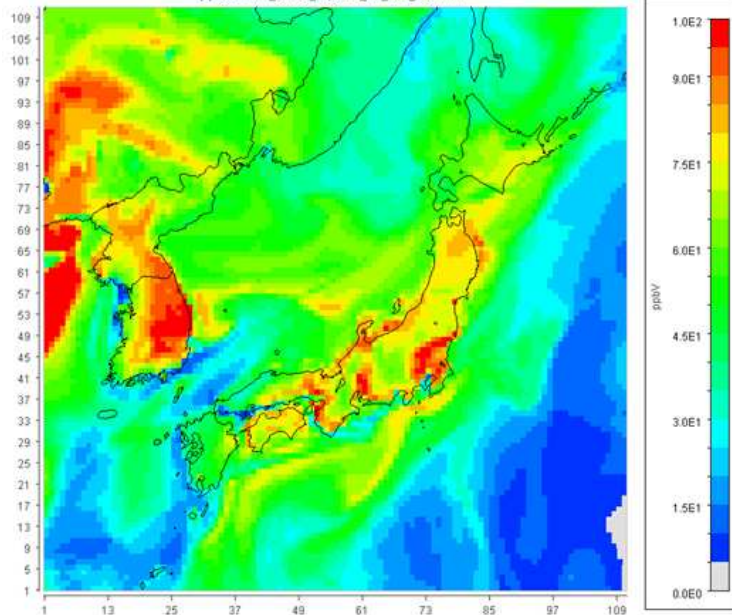
# O<sub>3</sub>濃度

O<sub>3</sub>

2015年 8月1～12日

Layer 1 O3[1]

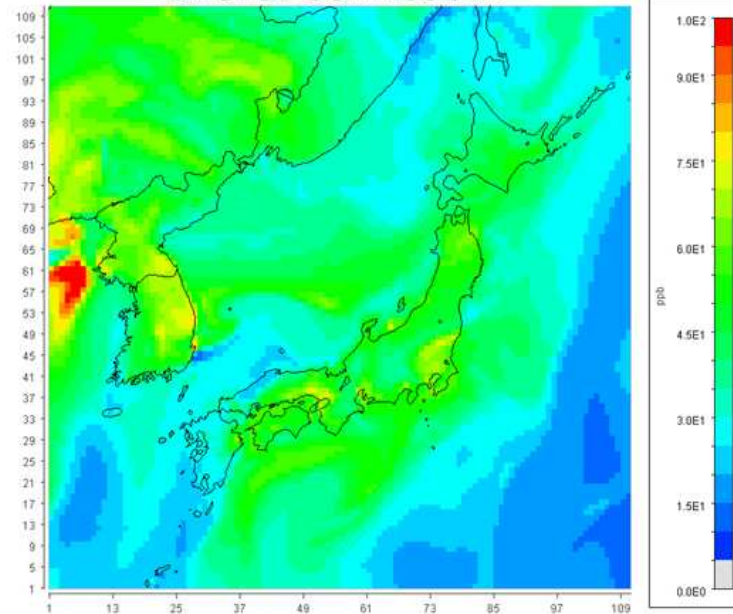
[1]=COMBINE\_IATOP\_Japan09\_G1\_M04\_201508.nc



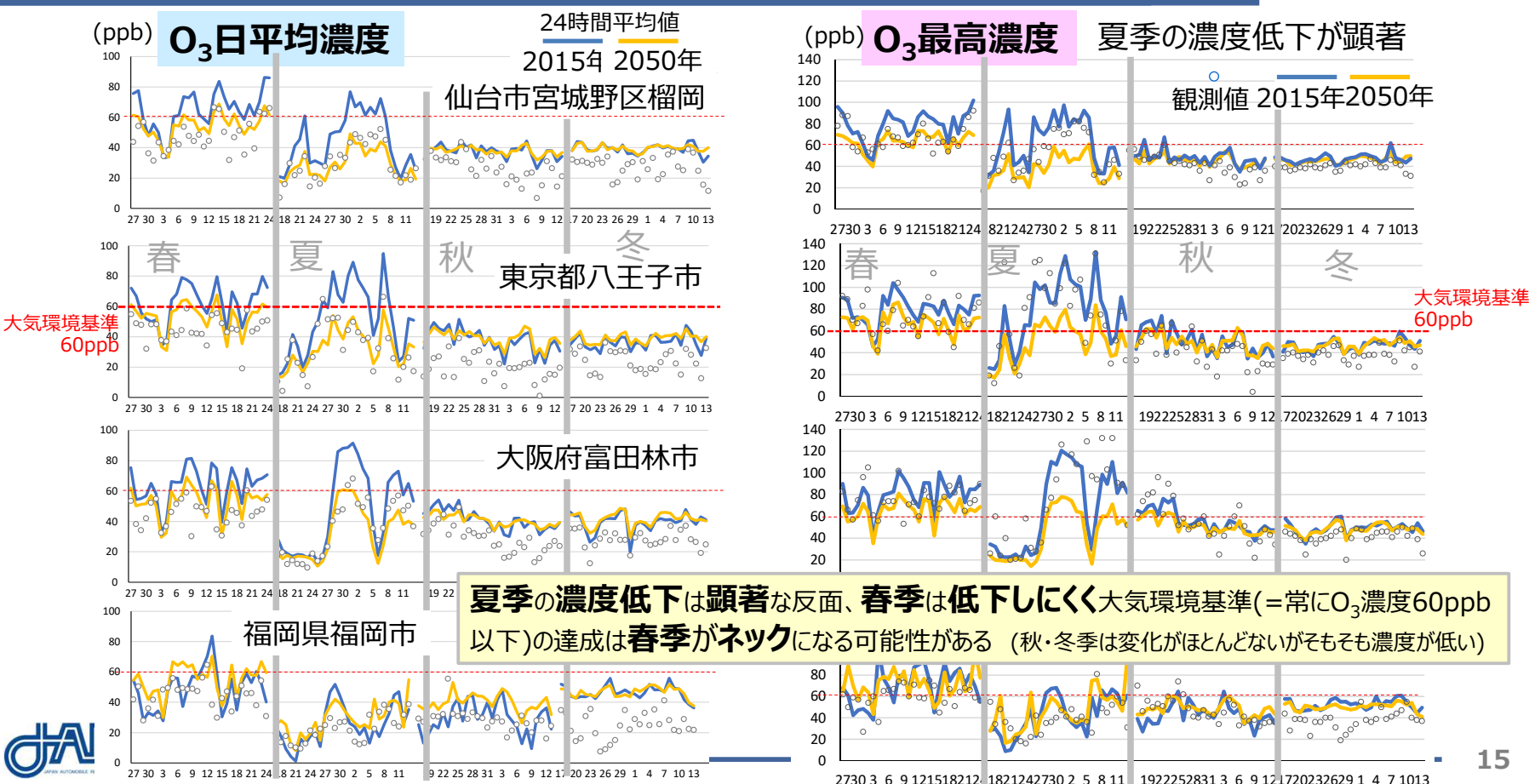
2050年 8月1～12日

Layer 1 O3[3]

[3]=CCTM\_IATOP\_Japan09\_G1\_ACONC 2050\_Ox\_Merge-201508



# 2015年→2050年の $O_3$ の 日平均濃度 または 日最高濃度 の変化



# 本日の講演内容

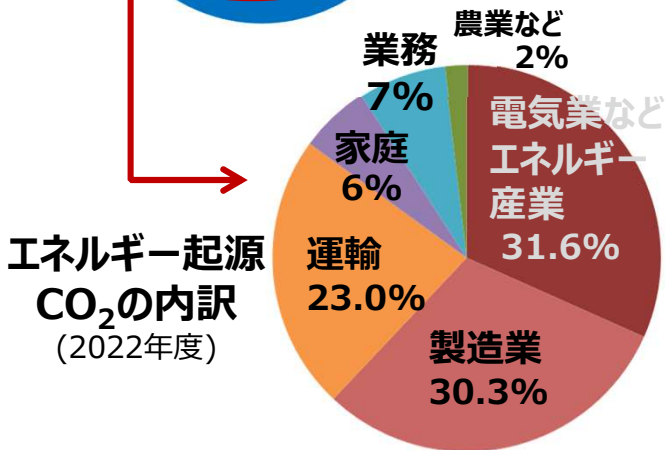
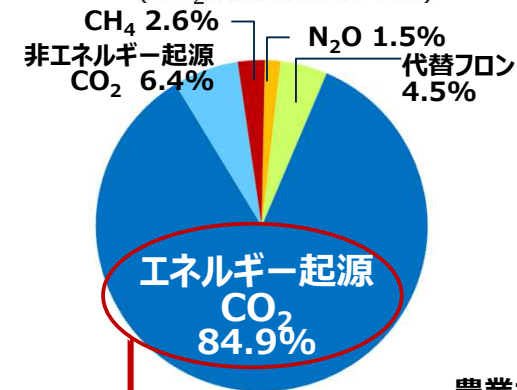
---

1. はじめに … 本研究の背景
2. 2050年の大気汚染物質排出量と大気質予測
- 3. カーボンニュートラルな社会にむけて**
4. おわりに

# エネルギー起源CO<sub>2</sub>の削減にむけて

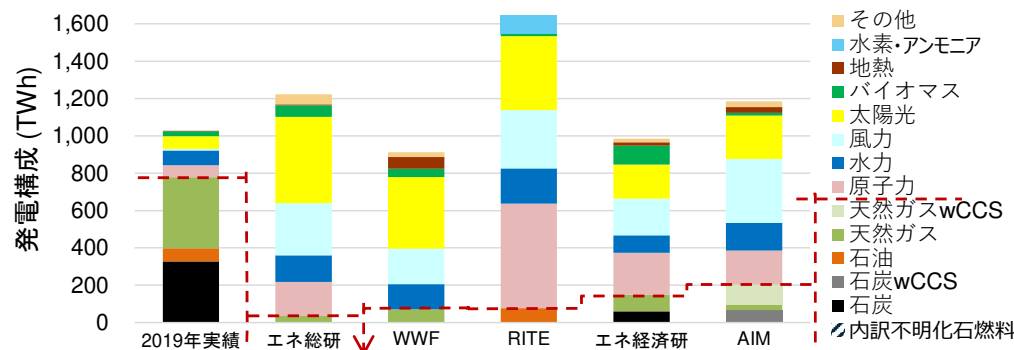
## 日本の温室効果ガス排出の内訳

(CO<sub>2</sub>換算、2022年度)

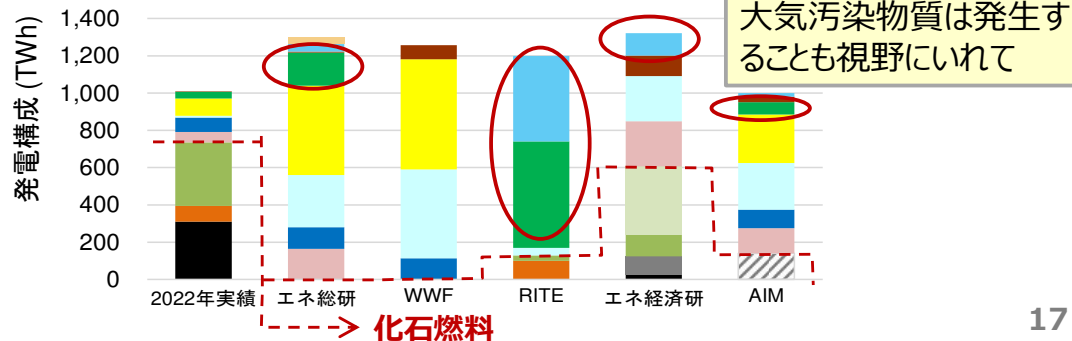


## 現在と将来の電源構成シナリオ例

### 第5次 エネルギー基本計画 (CO<sub>2</sub>削減80%) シナリオ例



### 第6次 エネルギー基本計画 (CN) シナリオ例



# 電動車以外の自動車対策 …2030年までに実施

## 国の地球温暖化対策より

| 対策の内容                             |          | 提案<br>省庁    | 排出削減見込量<br>(kt-CO <sub>2</sub> ) | 乗用車 | 貨物車 |
|-----------------------------------|----------|-------------|----------------------------------|-----|-----|
| 道路交通流対策等の推進（規格の高い道路への転換）          |          | 国交省         | 2,000                            | ●   | ●   |
| 高度道路交通システム（ITS）の推進（信号機の集中制御化）     |          | 警察庁         | 1,500                            | ●   | ●   |
| 交通安全施設の整備（信号機の改良・プロファイル（ハイブリッド）化） |          |             | 560                              | ●   | ●   |
| 自動走行の推進                           |          | 経産省         | 1,687                            | ●   | ●   |
| 環境に配慮した自動車使用等の促進による自動車運送事業等のグリーン化 |          | 国<br>交<br>省 | 1,010                            |     | ●   |
| 公共交通機関利用促進                        | 公共交通利用促進 |             | 1,620                            | ●   |     |
|                                   | バス路線効率化  |             | 22                               |     | ●   |
| 自転車の利用促進                          |          |             | 280                              | ●   |     |
| トラック輸送の効率化（大型化，営自率向上）             |          |             | 11,800                           |     | ●   |
| 共同輸配送の推進                          | 共同輸配送    |             | 33                               |     | ●   |
|                                   | 宅配再配達削減  |             | 17                               |     | ●   |
|                                   | ドローン物流   |             | 65                               |     | ●   |
| 海上輸送へのモーダルシフトの推進                  |          |             | 1,879                            |     | ●   |
| 鉄道貨物輸送へのモーダルシフトの推進                |          |             | 1,466                            |     | ●   |
| 港湾の最適な選択による貨物の陸上輸送距離の削減           |          |             | 960                              |     | ●   |
|                                   |          | 合計          | 24,899                           |     |     |

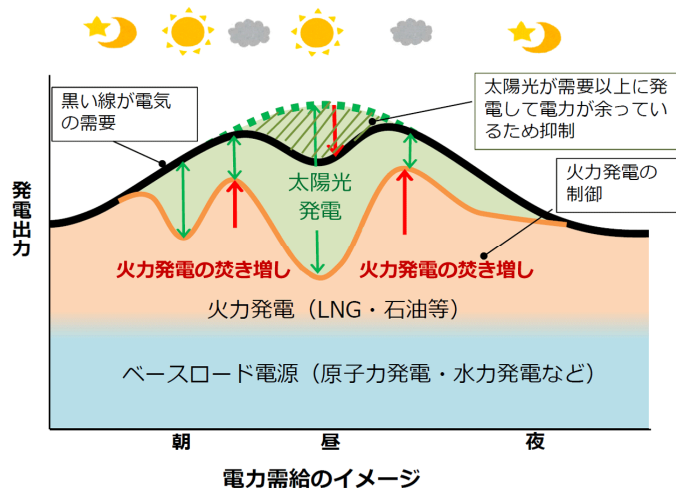
2022年度の自動車からのCO<sub>2</sub>排出量=159,010 kt-CO<sub>2</sub> でありソフトウェア対策で15%減  
現状の考え方の枠の中での対策の一つ

# 再生可能エネルギーの最大活用を

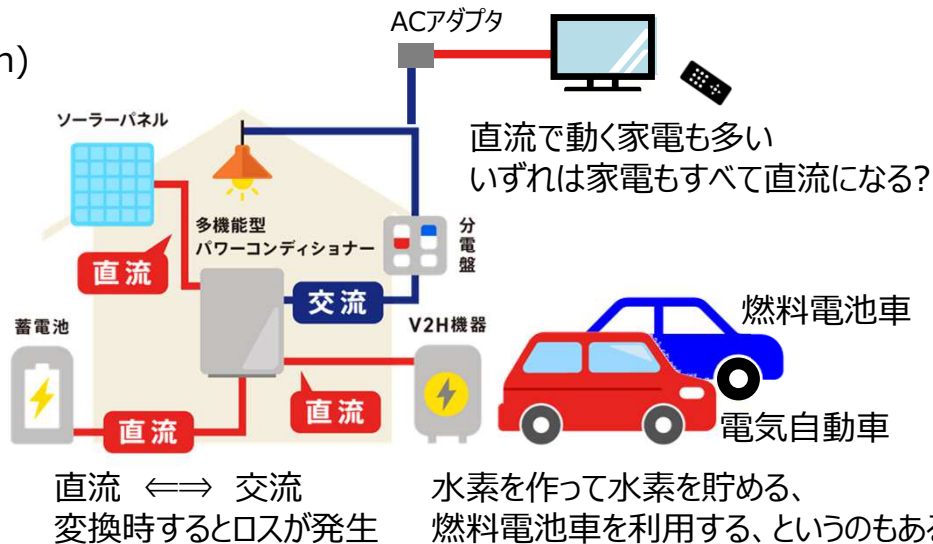
電力は**需要と供給のバランスをとる必要がある**

⇒ 場合によって再生可能エネルギーの出力制御が行われる

2024年度は9月末時点で全国で21億kWh (2.1TWh)



解決案の一つはエネルギーの**地産地消**



- ・火力発電の最低出力を50%から30%に下げる
- ・地域間連系線の更なる増強で域外送電量を拡大

# 大気汚染物質と SLCF(短寿命気候汚染強制力因子)\*

## SLCF: Short-lived Climate Forcers

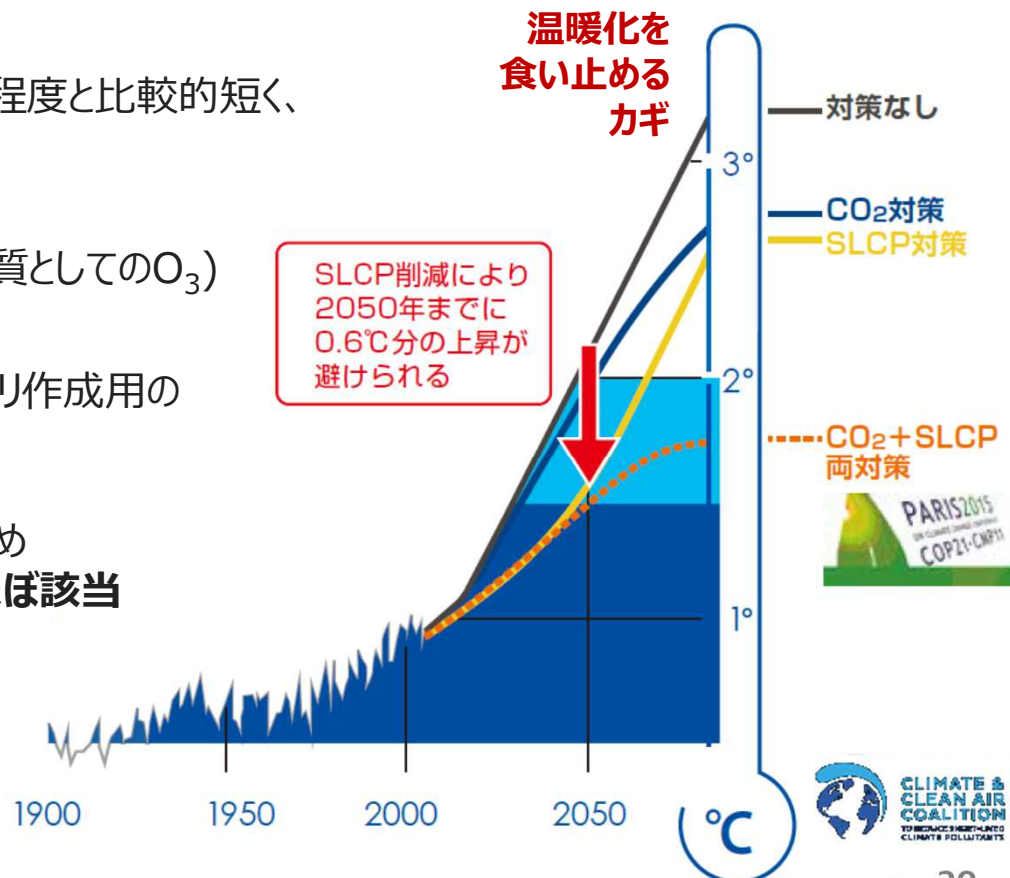
大気中での化学的な寿命が数日から数十年程度と比較的短く、  
気候を温暖化する作用を持つ物質

- 例えば
- ・メタン  $\text{CH}_4$
  - ・対流圏のオゾン  $\text{O}_3$  (大気汚染物質としての $\text{O}_3$ )
  - ・ブラックカーボン  $\text{BC}$  (ECと同義)

IPCCでは、2027年中にSLCF排出インベントリ作成用の  
ガイドライン(方法論報告書)が完成予定

$\text{O}_3$ や $\text{PM}_{2.5}$ 中の硫酸塩生成などに関係するため  
SLCF排出インベントリには**大気汚染物質がほぼ該当**  
 **$\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{VOC}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{BC}$ ,  $\text{OC}$**

日本として**SLCF排出量の推計**  
**=大気汚染物質排出量の推計が**  
**はじまろうとしている**



# 本日の講演内容

---

1. はじめに … 本研究の背景
2. 2050年の大気汚染物質排出量と大気質予測
3. カーボンニュートラルな社会にむけて
4. おわりに

## 5. おわりに

---

- 地球温暖化対策は**大気環境の改善という観点でも有効**であり、今後、数十年のうちに大気汚染物質の排出に関する状況は大きく変化する。
- 2050年には燃焼起因の**大気汚染物質の排出量が大きく低下**する。それにより、国内のPM<sub>2.5</sub>やO<sub>3</sub>といった**二次生成で生じる大気汚染物質の濃度も低下**が見込まれる。(ただし、将来においても中国大陸からの影響は考慮する必要があり、それによってはO<sub>3</sub>へのさらなる対策が必要な可能性も考えられる)。
- 大気汚染物質の多くは**短寿命気候強制因子 (SLCF)** でもあり、地球温暖化対策としてもその低減が着目されている。
- **大気汚染物質対策と地球温暖化対策**の双方の観点から、大気環境に関する検討を**今後も続けていく**必要があると考えている

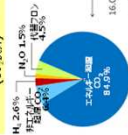


**ご清聴ありがとうございました。**

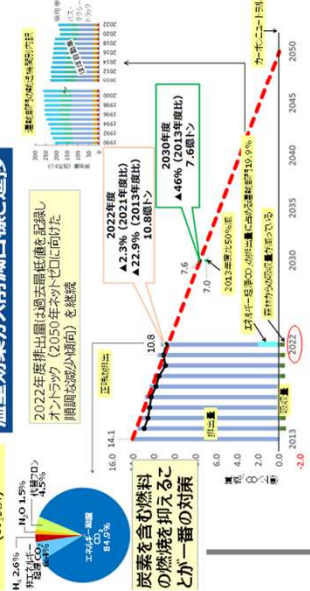
**日本自動車研究所**

# 2050年シナリオに基づいた 地球温暖化対策と大気環境

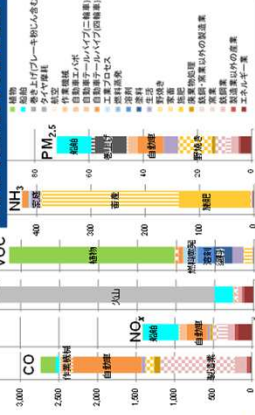
## 正味の温室効果ガス削減の内訳



## 温室効果ガス削減目標と進捗



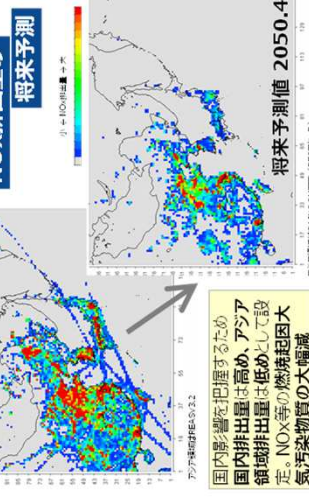
## 大気汚染物質の排出量



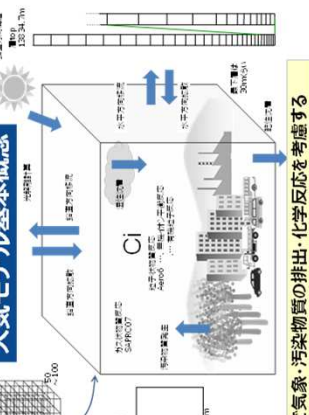
CO、NOx、SO<sub>2</sub>のほとんどは燃焼起因  
発生源から直接排出されるPM<sub>2.5</sub>も多くの燃焼起因

地球温暖化対策は大気環境の改善という観点でも有効であり、  
今後、数十年のうちに大気汚染物質の排出に関する状況は大きく変化する。

## NOx排出量の 将来予測



## 大気モデル基本概念

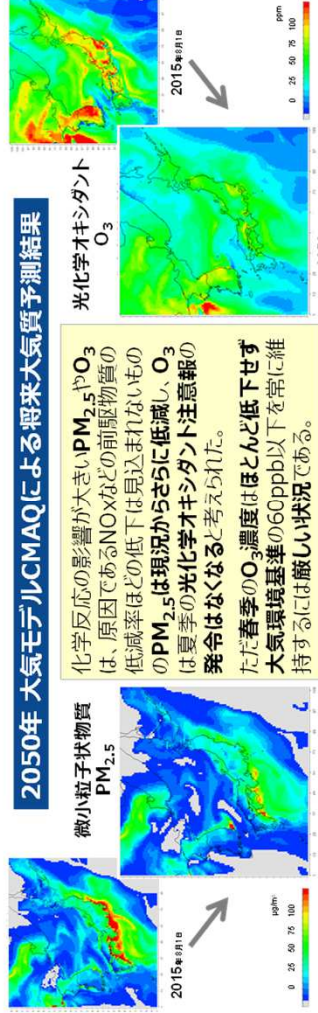


国内影響を把握するため  
国内排出量は高め、アジア  
領域排出量は低めとして設  
定。NOx等の燃焼起因大  
気汚染物質の大幅減

三次元で気象・汚染物質の排出・化学反応を考慮する

## 2050年 大気モデルCMAQによる将来大気質予測結果

化学反応の影響が大きいPM<sub>2.5</sub>やO<sub>3</sub>  
は、原因であるNOxなどの前駆物質の  
低減率ほどの低下は見込まれないもの  
のPM<sub>2.5</sub>は現況からさらに低減し、O<sub>3</sub>  
は夏季の光化学オキシダント注意報の  
発令はなくなると考えられた。  
ただ春季のO<sub>3</sub>濃度はほとんど低下せず  
大気環境基準の60ppb以下を常に維  
持するには厳しい状況である。



## まとめ ... カーボンニュートラルな社会にむけて

地球温暖化は人類の喫緊の課題であり、国をあげて温室効果ガス削減の目標にむけた取り組みが行われている。  
炭素を含む燃料の燃焼から発生するCO<sub>2</sub>の低減は、燃焼起因の大気汚染物質の排出量低減に直結する。  
それにより国内のPM<sub>2.5</sub>やO<sub>3</sub>といった二次生成で生じる大気汚染物質も低下が見込まれる。ただし、将来においても  
中国大陸からの影響は考慮していく必要がある。  
ほとんどの大気汚染物質は短寿命気候強制因子 (SLCF) として地球温暖化の方向に働くと考えられるため、大気  
汚染物質対策と地球温暖化対策の双方の観点から、今後も検討を続けていく必要があると考える