

JPECにおける燃料利用技術事業 の総括

2020年3月

辰巳 敬

(製品評価技術基盤機構)

J-MAP船舶・自動車及び燃料研究委員会

J-MAP

Japan Marine and Auto
Petroleum Program

- I. JPECにおける燃料利用技術事業の全体像
- II. JCAP (1997～2006年度) の背景と成果
- III. JATOP I (2007～2011年度) の背景と成果
- IV. JATOP II ～ J-MAP (2012～2019年度) の背景と成果
- V. 燃料利用技術事業の総括

I. JPECにおける燃料利用技術事業の全体像

JPECにおける燃料利用技術事業の全体像

1997年4月 自動車業界と石油業界の共同研究
(経済産業省の補助金事業)がスタート

JCAP: Japan Clean Air Program

JATOP: Japan AuTo Oil Program

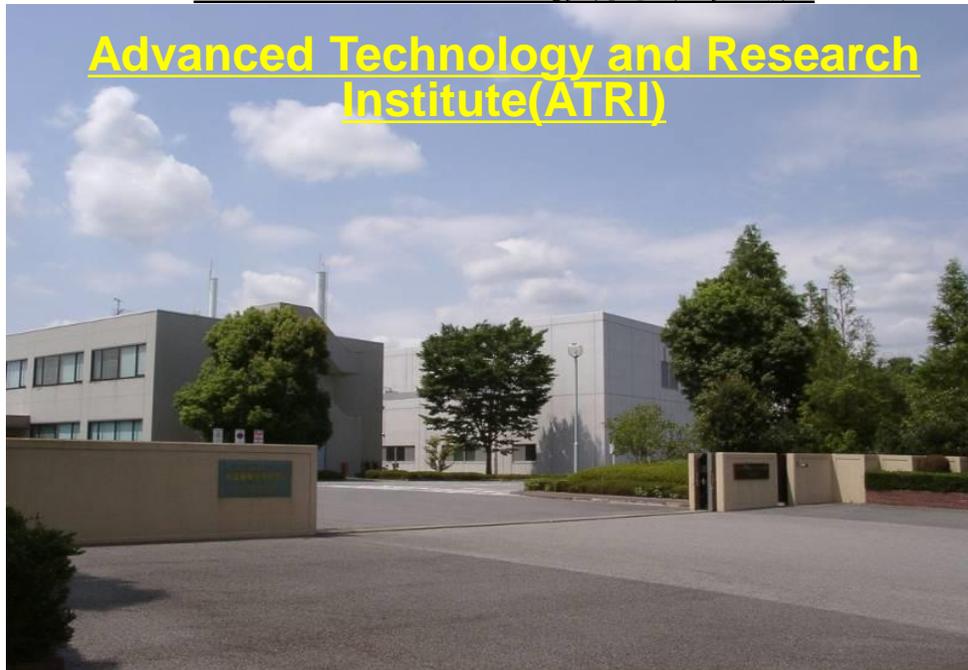
J-MAP: Japan
Marine and Auto
Petroleum program

| | JCAP I | JCAP II | JATOP I | JATOP II | JATOP III | J-MAP |
|------|--|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 期間 | '97.4~'02.3 (5年間) | '02.4~'07.3 (5年間) | '07.4~'12.3 (5年間) | '12.4~ '15.3 (3年間) | '15.4~ '18.3 (3年間) | '18.4~ '20.3 (2年間) |
| 目的 | 大気環境改善 | | 「CO ₂ 削減」、「燃料多様化」、「排出ガス低減」の同時実現 | | | |
| 主な研究 | <p>自動車・燃料研究(23年)</p> <p>大気研究(21年)</p> <p>船舶・燃料研究(2年)</p> | | | | | |

社会的背景からの「自動車及び燃料」分野における技術課題の解決を目指す。

JPEC石油基盤技術研究所

Advanced Technology and Research
Institute(ATRI)



主要設備

シャシダイナモ設備



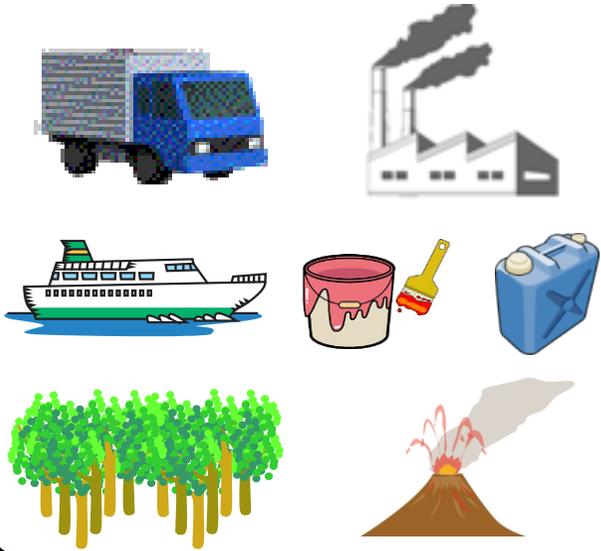
エンジンベンチ設備



将来における各種排出源が大気環境に与える影響を検討・分析し、今後の環境影響に関する正確な知見を得る。

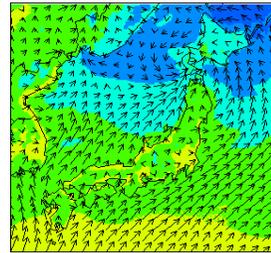
発生源情報の整備

国内で排出される1次粒子及び2次粒子前駆物質



国外から流入する1次粒子及び2次粒子前駆物質

シミュレーション



気象モデル

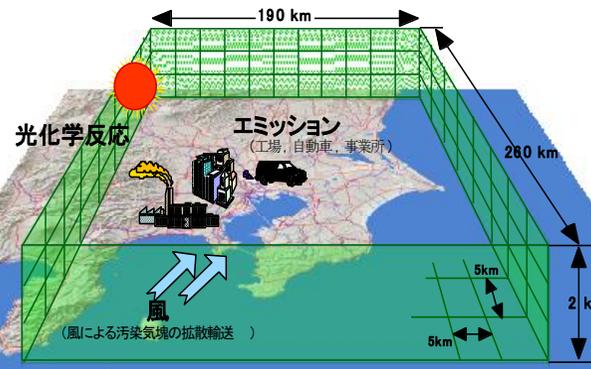
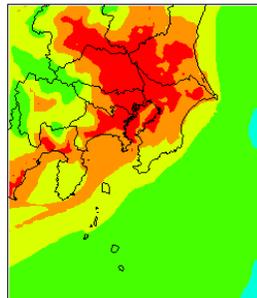
検証

PM2.5
成分濃度観測値



PM2.5
成分濃度推計値

OA
EC
SO₄²⁻
NO₃⁻
NH₄⁺
Na⁺
他



広域大気質モデル

現行C重油を使用している船用エンジンへの低硫黄化に伴う性状変化の影響を把握する。

陸上試験：代表的な船用エンジンタイプである中速4ストロークエンジン、低速2ストロークエンジンを用いて、低硫黄化に伴い大きな変化が想定される動粘度及び着火性に着目し、燃焼性への影響を把握する。



4ストエンジン



4ストエンジン



2ストエンジン

海上試験：様々なエンジンタイプ、大きさ、使用形態の内航船舶を用いて、現行C重油と低硫黄船用油での燃焼性を比較し、実用上の問題の可能性を把握する。



499GT貨物船



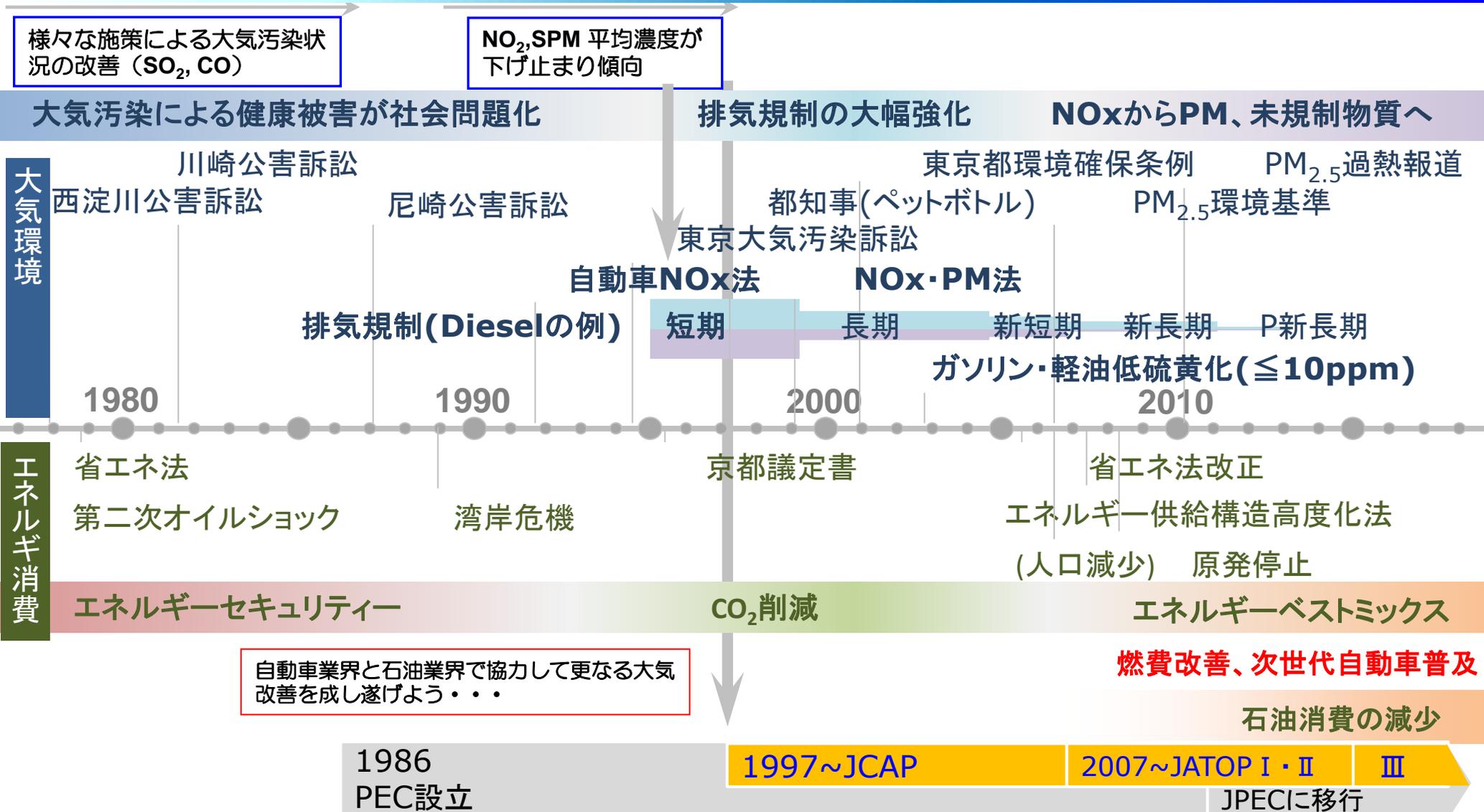
14,000GT RoRo船



バンカリングの様子

II. JCAP(1997~2006年度)の背景と成果

JCAPの背景



自動車業界と石油業界で協力して更なる大気改善を成し遂げよう・・・

燃費改善、次世代自動車普及

石油消費の減少

大気環境に係わる各種公害訴訟が1980年代から行われ、大気汚染による健康被害が社会問題化。これを契機に1986年PECが設立。自動車の排ガス規制の強化に伴い、1997年からJCAPを立ち上げ、悪化した大気環境の改善に自動車メーカーと石油メーカーが共同で対応。

■ ガソリン、軽油の低硫黄化(50⇒10ppm)による エミッション及び燃費向上(CO2削減)効果を確認

⇒ 総合資源エネルギー調査会石油製品品質小委員会に報告
「軽油2007年、ガソリン2008年より10ppm以下が適当」
との答申に反映された

⇒ 石油業界の自主対応により2005年1月より
ガソリン、軽油のサルファーフリー化が実現

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------|---------|--------|------|--------|--------|------|--------|------|------|------|
| ガソリン | | | | | | | | | | |
| | 100ppmS | | | | 50ppmS | | 10ppmS | | | |
| 規制 | | | | | | | | | | |
| 市場 | 50ppmS | | | | 10ppmS | | | | | |
| 軽油 | | | | | | | | | | |
| | 500ppmS | | | | 50ppmS | | 10ppmS | | | |
| 規制 | | | | | | | | | | |
| 市場 | 500ppmS | 50ppmS | | 10ppmS | | | | | | |

注: 市場規制の移行期は、ガソリンが2005年1月より、軽油が2007年1月より10ppmSに引き上げられた。図中の注釈「3年前倒し」と「2年前倒し」は、規制値よりも早く市場で10ppmSに達したことを示している。

- バイオマス燃料利用として、ETBE8%混合利用について排気ならびに実用性能上の問題のないことを確認

⇒ 総合資源エネルギー調査会
燃料政策小委員会ETBE利用ワーキングに報告した

京都議定書目標達成計画実現のため

- ⇒ 石油連盟加盟各社は、2010年度において、ガソリン需要量の20%相当分に対して一定量のバイオエタノールをETBEとして導入する計画(約36万KL/年=原油換算約21万KL/年)のベースデータとして活用された
- ⇒ 2007年4月より試験導入を開始した

JCAPの成果(3)

- ・高精度な大気質シミュレーションモデルを開発した
- ・このモデルを活用し、ポスト新長期規制の大気改善効果を定量的に予測した

⇒ 環境省・中環審・自動車排出ガス専門委員会のヒヤリングに報告

東アジア ~ 広域都市圏

広域都市圏 ~ 都市域

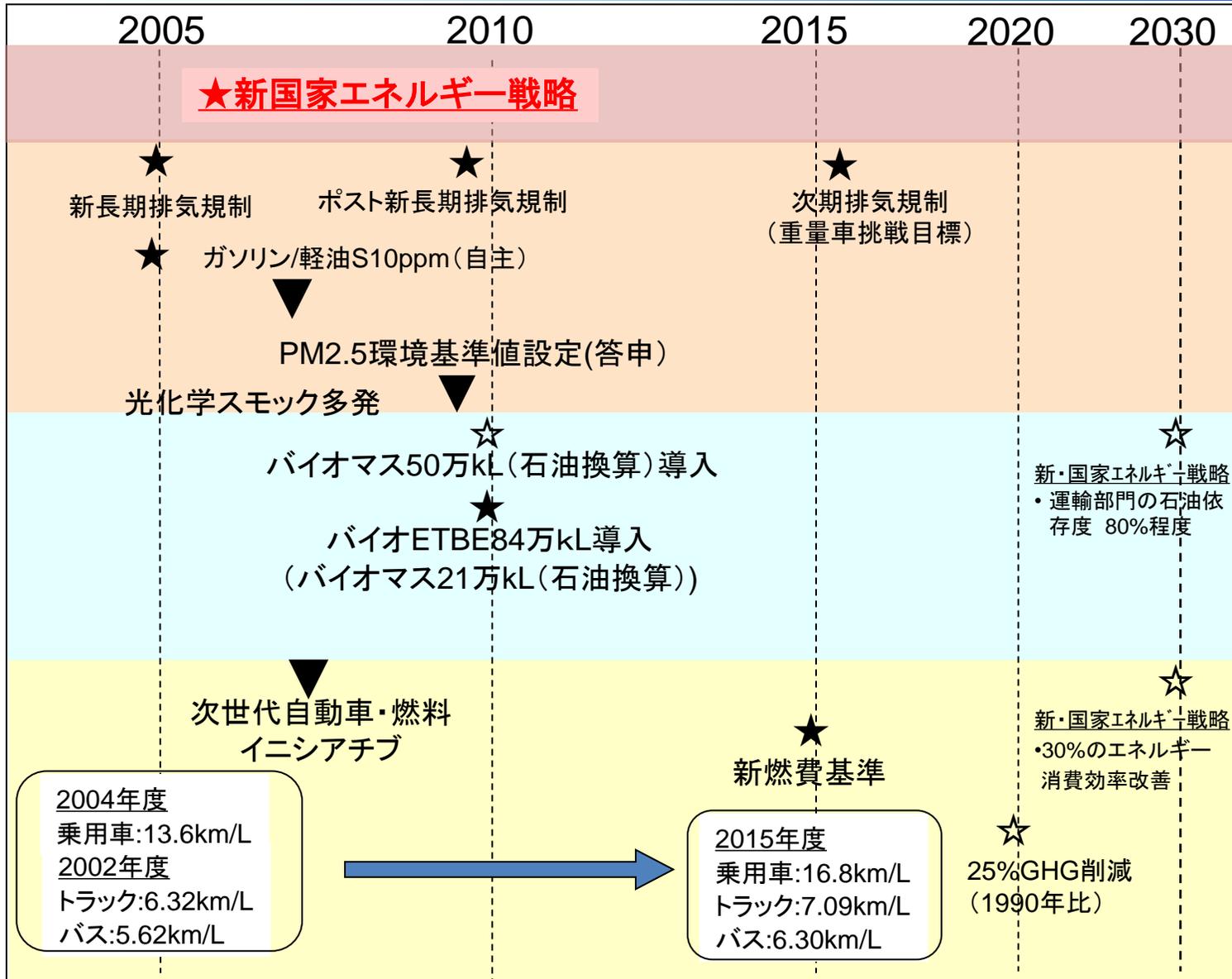
都市域 ~ 沿道スケール



モデル間で情報を共有

III. JATOP I (2007~2011年度)の背景と成果

輸送用燃料に関する規制・目標等の動向



政府の戦略・政策

大気・排気関連

- NO2局所汚染、PM2.5新環境基準に対する対応策必要
- 重量車ディーゼルの排気規制強化

燃料多様化関連

バイオマス燃料の導入

CO2削減 (燃費向上)関連

燃費規制の強化



★計画 ☆目標

社会的背景からの「自動車および自動車燃料」の課題は3つ

背景

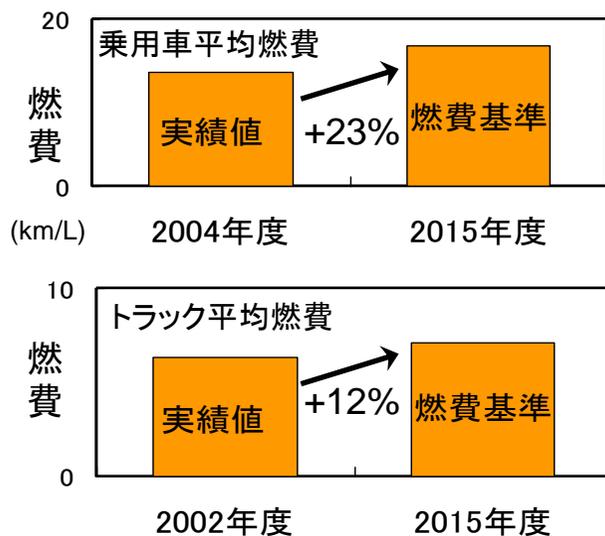
- 地球温暖化防止
- エネルギーセキュリティ
- 大気環境改善

課題

- ⇒ 自動車の「CO₂削減(燃費向上)」
- ⇒ 自動車燃料の「燃料多様化」
- ⇒ 自動車の「排出ガス低減」

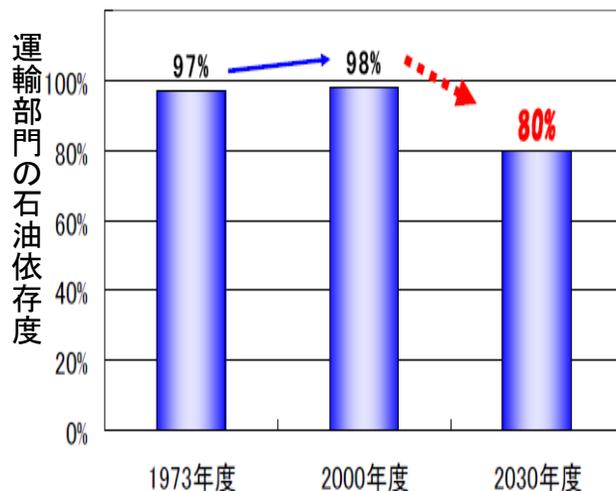
これらは3つはお互いに関連するため、1つの課題解決においても「3つの課題」を総合的に考慮して検討を進めることが必要。

「CO₂削減(燃費向上)」



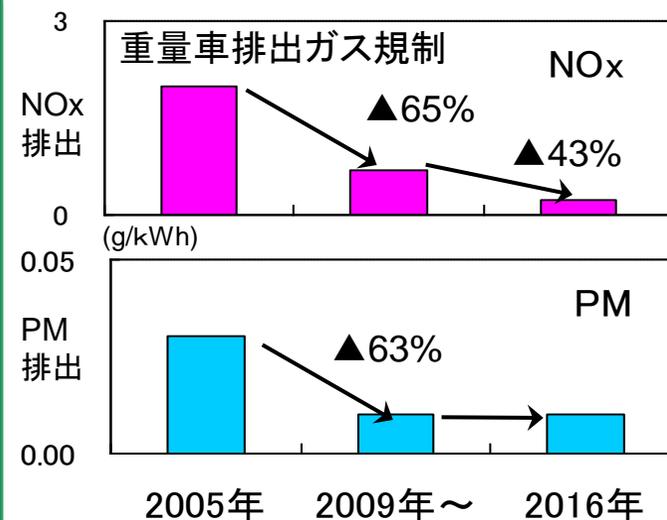
「自動車のエネルギー消費効率の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等の改正について」など(平成19年2月)

「燃料多様化」



新・国家エネルギー戦略(平成18年5月)

「排出ガス低減」



「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十次答申案)」(平成22年4月)

自動車・燃料研究

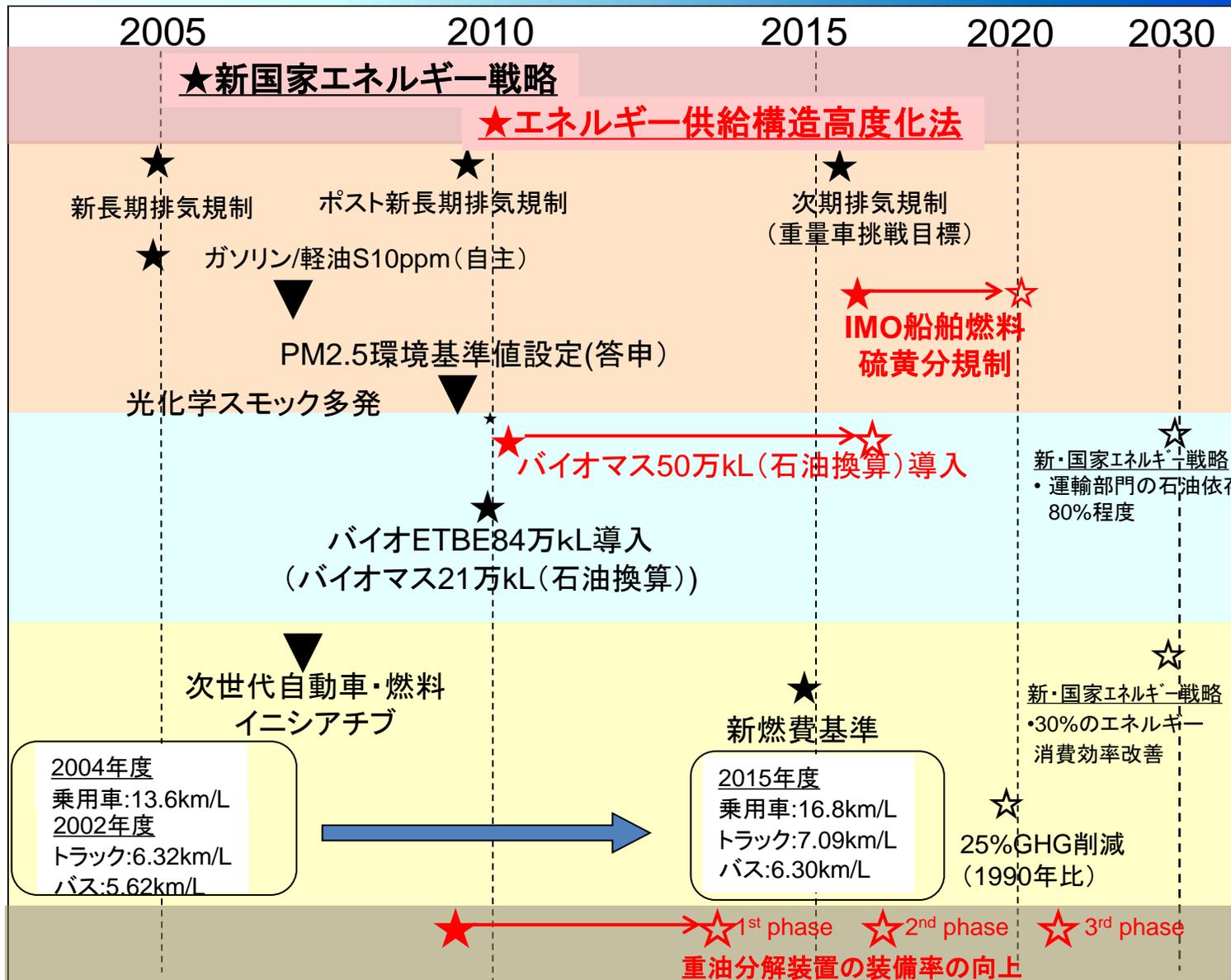
- ・ディーゼル車用燃料への高濃度(5%超)バイオマス燃料混合時の車輛使用における技術的課題を明確化
- ・ガソリンへのエタノール 10%混合(E10)時の車輛における技術的課題を明確化
- ・将来を想定した低セタン価試験燃料使用時の、既販車における運転性能、排出ガスへの影響を把握
 - ⇒FAME混合軽油の規格化(品質確保法)
 - ⇒E10ガソリンの規格化(品質確保法、JIS)

大気研究

- ・大気シミュレーションを高精度化、2020年の自排局近傍の大気質予測を自排専に報告

IV. JATOP II ~J-MAP(2012~2019年度) の背景と成果

輸送用燃料に関する規制・目標等の動向(2010~)



政府の戦略・政策

大気・排気関連

- 船舶の排気規制強化 (SOx・PM)

燃料多様化関連

非化石エネルギー源の利用を拡大

CO2削減 (燃費向上)関連

- 燃費規制の強化

化石エネルギー原料の有効利用



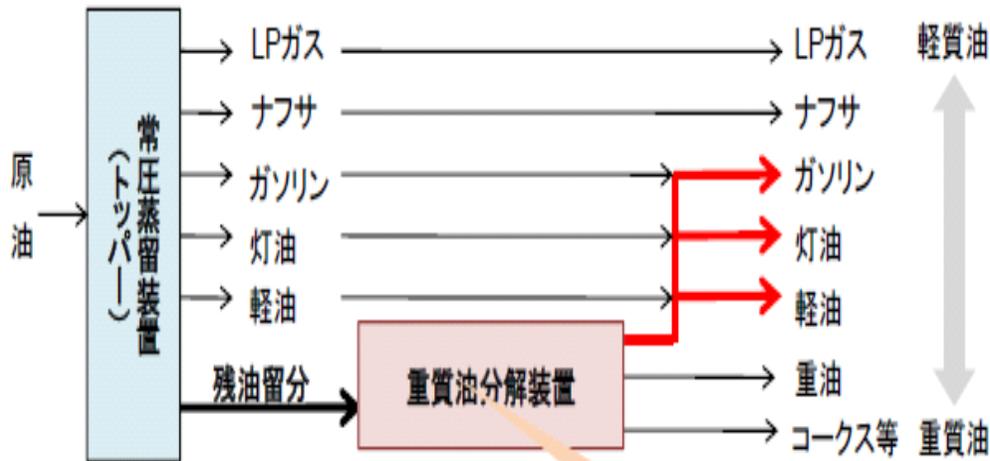
エネルギー供給構造高度化法の施行(2010年)

- <1次告示:2010年7月>「重質油分解装置」の装備率(重質油分解装置能力/原油処理装置能力)向上を義務づけ
- <2次告示:2014年6月>「残油処理装置」の装備率(残油装置能力/原油処理装置能力)向上を義務づけ
- <3次告示:2017年10月>「減圧蒸留残渣油(VR)」の処理率向上を義務づけ

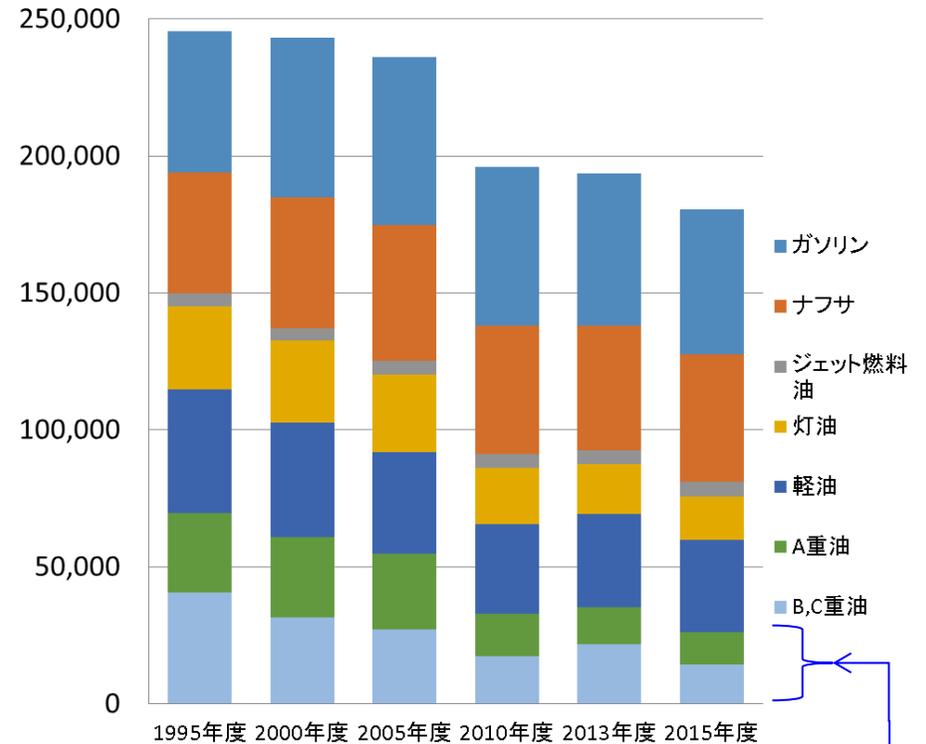
○「判断基準(大臣告示)」の対象となる石油精製業者は、「重質油分解装置の装備率」を改善することが求められる(目標達成期限は2014年3月末。平成22年7月5日経済産業省告示)。

$$\text{重質油分解装置の装備率} = \frac{\text{重質油分解装置の能力}}{\text{常圧蒸留装置の能力}}$$

- 石油精製業者の装備率の改善目標は、計画提出時の装備率に応じて異なる。
- 各社は、装備率の向上に向け、①常圧蒸留装置の削減(「分母」の減少)、②重質油分解装置の新設・増設(「分子」の増加)、または、③それらの組合せで対応することとなる。



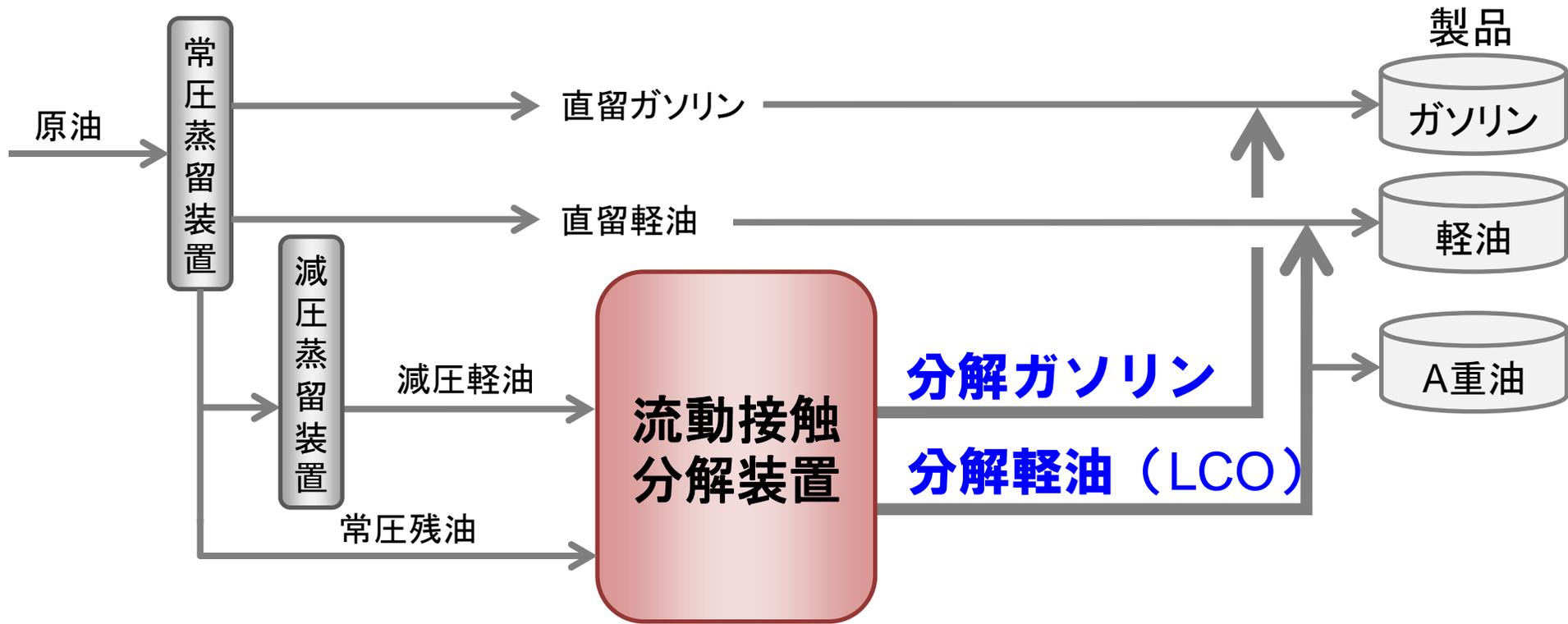
(単位:千kl) 背景:国内燃料油需要の減少と需要構成の変化



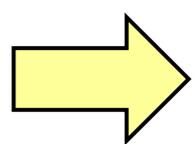
A重油及びB・C重油の減少幅が大

重質油の分解に伴う分解系ガソリン・軽油留分の有効利用の検討が重要

分解系留分の自動車用燃料利用の必要性

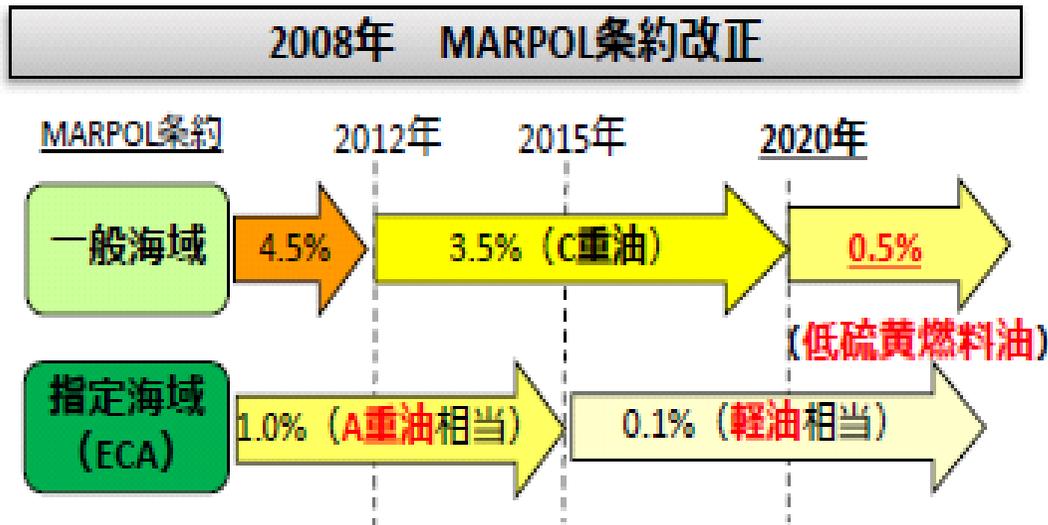


重油留分の需要減、重質油分解装置（流動接触分解装置等）の
装備率の更なる向上により、分解系留分（ガソリン、軽油）が増加
すると想定される。



石油の有効利用の手段として、分解系留分の
自動車燃料としての利用拡大は避けられない。

- 大気汚染物質(SO_x、PM等)は呼吸器疾患などの健康被害を起こすため、各国独自に陸上排出源・移動排出源の規制を実施。
- 船舶からの排出については、国際海事機関(International Maritime Organization : IMO)で外航・内航を問わず、世界的に海洋汚染防止条約(MARPOL条約)で規制。
- 船舶の排ガス中のSO_x及びPMは、燃料油に含まれる硫黄分の量に依存するため、硫黄分の濃度上限(%)を規制。一般海域と指定海域(ECA: Emission Control Area)で段階的に規制強化
- IMOの委員会(2016年10月)で、規制開始時期が審議。**2020年1月規制開始で確定。**



本規制により、重質残渣の配合先が制限され、燃料油需要構成の一層の軽質化が進むと考えられるため、分解系基材の活用自由度の拡大を図ることがますます重要になる。

ディーゼル車研究

分解軽油の増量にともない芳香族分が4%程度増加しても、分解系基材配合量、セタン価向上剤添加量および蒸留性状の軽質化度合を最適化することは燃料側の対策として有効であることを確認した。

・セタン価の維持について

分解系基材の利用拡大に対し、JIS2号軽油のセタン価は50程度を下回らないことが必要である。その方策として、セタン価向上剤を利用する場合、市場に多く残る尿素SCRを装着していない既販車へのNO_x影響を考慮し、添加量は1000ppmを超えない範囲で極力少ないレベルとする必要がある。

・蒸留性状の軽質化について

分解系基材の増量(芳香族分増加4%程度)に対して、密度、蒸留T50の軽質化(密度0.005g/cm³、T50 10°C程度)および蒸留T90の軽質化(8°C程度)のいずれも重大な懸念はなく、DPF負荷低減に効果が見られた。

密度、蒸留T50の軽質化(密度 0.005g/cm³、T50 10°C程度)では市場燃料(芳香族上限レベル)までDPF負荷低減効果が見られた。

蒸留T90の軽質化(8°C程度)は、市場燃料(芳香族上限レベル)までDPF負荷低減効果が見られない場合もあった。蒸留T90軽質化の場合には、8°Cより軽質化することが好ましい。

ガソリン車研究

【PNに関する知見】

分解ガソリン増量にともない、重質アロマが増加した場合でも、トータルアロマを低減することでPN増加を抑制できる。

現行市場燃料に対してC12Aが1vol%増加した場合は、トータルアロマを10vol%低減することでPN排出量が現行市場燃料と同等以下になる。

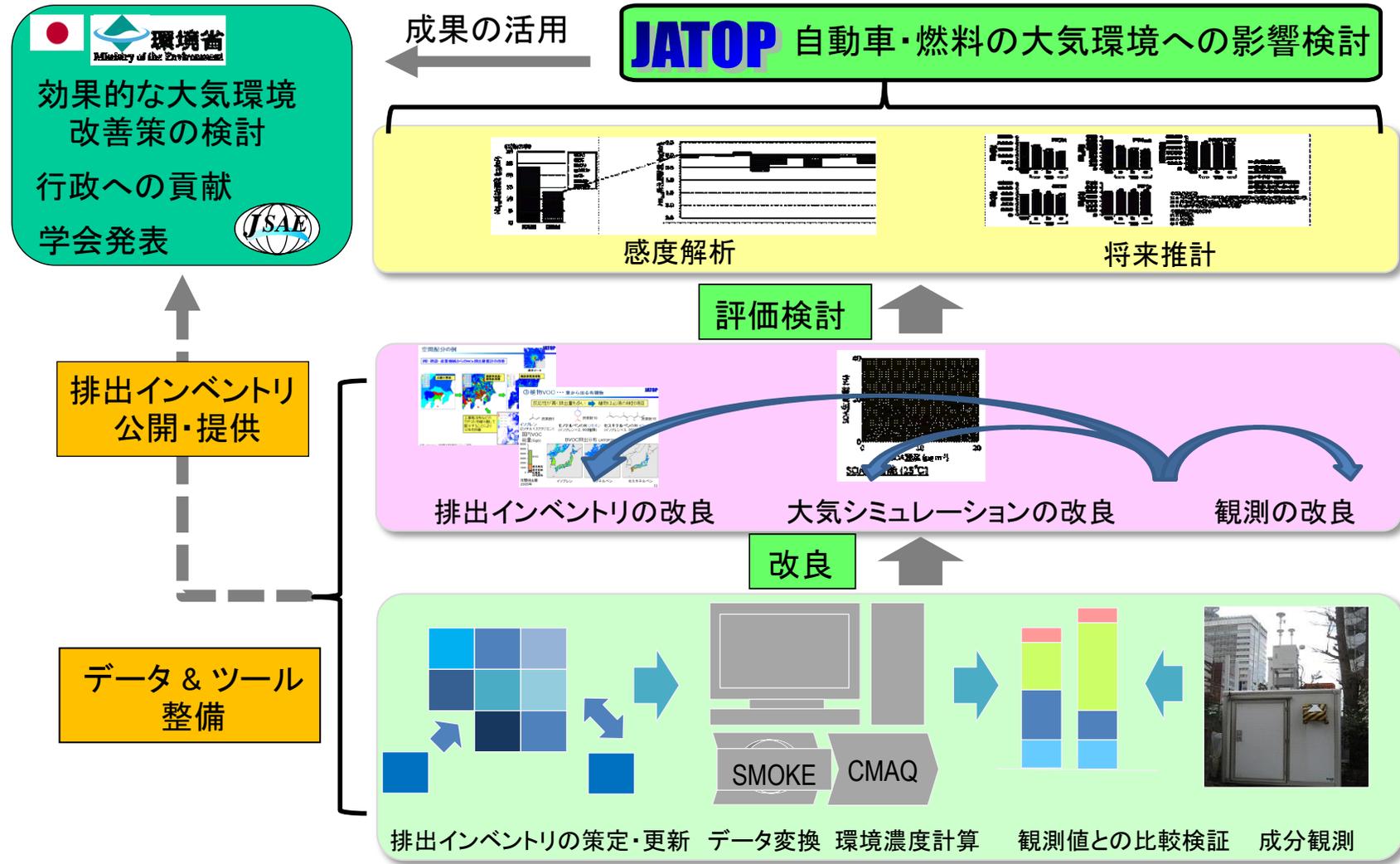
また、現行市場燃料に対してC11Aが1vol%、C12Aが1vol%増加した場合は、PN低減対策としてトータルアロマを10vol%低減することでは不十分であり、今回得られた知見を用いた対策が必要である。

【デポジットに関する知見】

分解ガソリン増量にともない、重質オレフィンや重質アロマが増加した場合でも、直噴エンジンのTCVデポジットに関する懸念は無かった。また、ETBEの有無によってTCVデポジットに対する影響に違いは無かった。

| 燃料組成(現行市場燃料に対する△) | | | | 排出ガス(現行市場燃料との比較) |
|-------------------|-----------------|--------|--------|------------------|
| オレフィン | トータルアロマ | 重質アロマ | | PN |
| | | C11A | C12A | |
| 増加(+10vol%) | 減少 (-5vol%) | 同等 | 同等 | 減少 |
| | | +1vol% | 同等 | 同等以下 |
| | 減少 (-10vol%) | 同等 | +1vol% | 同等以下 |
| | | +1vol% | +1vol% | 増加する場合が複数見られた |

大気研究の成果(1)



排出インベントリの構築、大気シミュレーションの開発、大気観測等の一連の研究に基づき、国の政策に資する科学的知見を提言、国内の大気研究の推進に貢献

大気研究の成果(2)

1997

2002

2007

2012

2015

JCAP I

JCAP II

JATOP

JATOP II・JATOP III

研究のKey Word

- ・自動車排出量の推計
- ・広域モデル構築
- ・沿道モデル構築

- ・Real World Emission
- ・高精度
(マルチスケールモデル)
- ・沿道
- ・微小粒子(ナノ粒子)

- ・微小粒子(PM_{2.5})
- ・沿道NO₂
推計精度向上
モデル活用

- ・微小粒子(PM_{2.5})
排出インベントリ
広域大気モデル更新
大気動態の解明
二次生成メカニズム解明

2010年大気質予測

2015年大気質予測

2020年大気質予測

2025年大気質予測

中環審専門委員会
☆自動車排出ガス
★微小粒子状物質等

(2001.9)(2004.11&12)

(2008.12)

(2013.11) (2014.8)(2017.3)

排出インベントリ提供

- ・研究成果を中央環境審議会の専門委員会等に提供
- ・JATOP排出インベントリを環境省排出インベントリのベースとして提供

- 低硫黄化後の船用燃料油の性状変化を想定して試験燃料を作製し、代表的な船用エンジンタイプである中速4ストロークエンジン、2ストロークエンジンを用い燃焼試験を実施した。その結果、いずれのエンジンにおいても、低硫黄燃料油が従来のC重油と同様に使用できることが示唆された。
- 様々なエンジンタイプ、大きさ、使用形態の12隻の内航船舶を用いて燃焼性試験を行い、低硫黄燃料油の燃焼状態は従来のC重油とほぼ変わらず、問題なく使用できることを確認した。

V. 燃料利用技術事業の総括

- JCAP～J-MAPでは、大気環境保全・改善、地球温暖化対策、エネルギーセキュリティ等の時代の要求・課題に対して、タイムリーに応えてきた。
- IEA等の見通しでは、2030年、2040年においても内燃機関搭載車が大半を占める。
- 船舶においても今後数十年は内燃機関搭載船が大半を占める。
- このため、今後も業界間で連携を行い、化石燃料の有効利用及びCO₂排出量の削減に貢献していくことが今後も重要である。