

2023年2月
調査国際部

米国カリフォルニア州の気候変動政策と石油産業への影響

- ◇米国カリフォルニア州政府大気資源局(California Air Resources Board, CARB)は、2022年8月に、ゼロエミッション車(ZEV)の導入規制を可決すると共に、12月に2045年のカーボンニュートラルに向けた政策文書「スコーピング計画 2022」を承認した。
- ◇同計画では、内燃機関(ICE)車からZEVへのシフトを目指しているが、同時に、化石燃料の需要減少が、長期的には同州の燃料製造能力の削減に繋がると指摘している。
- ◇ZEVが普及拡大しても、2045年時点でも一定数のICE車が利用されており、液体燃料の継続的な供給が必要となる。
- ◇燃料調達を州外に依存すると、州内のロジスティクスの再構築が必要となり、カーボンリーケージ問題にも繋がる可能性があるため、2023年よりCARBにて具体的な政策検討を始める。

1. はじめに

米国連邦政府よりも厳しい環境政策を採っているカリフォルニア州は、2022年8月25日、Advanced Clean Cars II (ACC II) 規制を可決し、2035年までに新車(乗用車、トラックおよびSUV)の販売を100%ゼロエミッション車に限定すると発表した。

その後、規制当局であるCARBは、2022年12月15日、同州のGHG排出量を2045年までに85%削減する「スコーピング計画 2022」²を可決した。

この計画では2045年に向けた定量的な目標を設定し、1990年レベルより、温室効果ガス(GHG)排出量を85%削減、スモッグの原因となる大気汚染を71%削減、石油系液体燃料の需要を94%削減すると共に、400万人の新しい雇用の創出と公害によるカリフォルニア州民の医療費を2,000億ドル節約することを柱としている。

本報では、カリフォルニア州政府が公表した政策文書「スコーピング計画 2022」から、石油産業に影響を与える輸送用燃料の製造と供給に関し、州政府の今後の検討課題を紹介する。

1. はじめに
2. カリフォルニア州の気候変動政策
3. 運輸部門の取組み戦略
4. 石油産業に係る検討課題
5. おわりに

¹ <https://ww2.arb.ca.gov/news/california-moves-accelerate-100-new-zero-emission-vehicle-sales-2035>
<https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/advanced-clean-cars-program/advanced-clean-cars-ii>

² <https://ww2.arb.ca.gov/news/carb-approves-unprecedented-climate-action-plan-shift-worlds-4th-largest-economy-fossil-fuels>
<https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/ab-32-climate-change-scoping-plan/2022-scoping-plan-documents>

2. カリフォルニア州の気候変動政策

2006年に成立したカリフォルニア州の地球温暖化対策法 AB32 (Assembly Bill No.32)では、気候変動や温室効果ガスを削減するイニシアチブの概要を述べている。AB32 の下で、カリフォルニア州は 2020 年までに GHG を 1990 年レベルまでに削減、2050 年までに 1990 年比で 80%削減することを目標として、2006 年に法制化を行った。

AB32 には、CO₂ やメタン、亜酸化窒素 (N₂O)、フッ素系の GWP (Global Warming Potential、地球温暖化係数)が高いガスが大気中に排出される GHG が含まれており、同法では、州内のセメント工場、発電施設、コージェネレーション設備、製油所、水素プラント、定常燃焼施設からの GHG 排出量の確認・報告を義務付けている。

2016年9月、AB32の後継法 SB32 (Senate Bill No.32) が成立し、2030年12月までに GHG 排出を 1990年の40%減少する目標が設定され、そのロードマップを「スコーピング計画」と名付けた。

その後、2021年1月19日に Newsom 州知事が署名した行政命令 Executive Order N-79-20 (EO N-79-20)により、2045年に州の炭素中立達成を目指すこととなった。

「スコーピング計画」は5年毎に見直すこととなっており、2022年版が12月15日に CARB にて承認された。

図1及び2に示すように、新型コロナウイルスパンデミック前の2019年に同州で発生した GHG のうち、CO₂ が80%、また、セクター別の GHG 発生量では運輸部門からが40%を占めている。

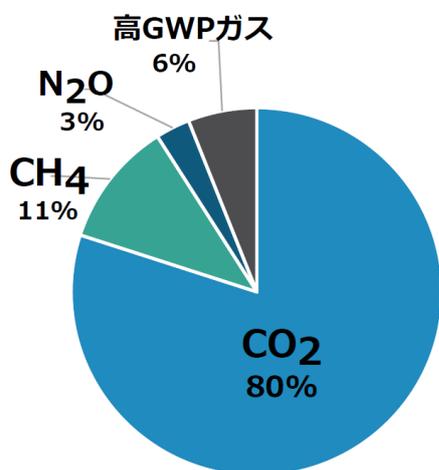


図1 カリフォルニア州 GHG 排出量比率
(2019年: 4.04 億トン CO₂ 換算)

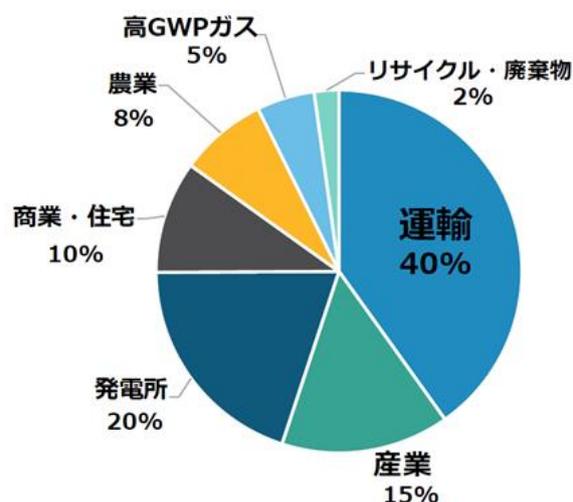


図2 カリフォルニア州セクター別 GHG 排出量比率 (2019年)

(出所) 「スコーピング計画 2022」をもとに作成

州全体の GHG 削減量の推移は、図3に示すように、対策を採らないレファレンスシナリオと比較して、2045年、CO₂換算で1990年比85%減少を目指すとしている。

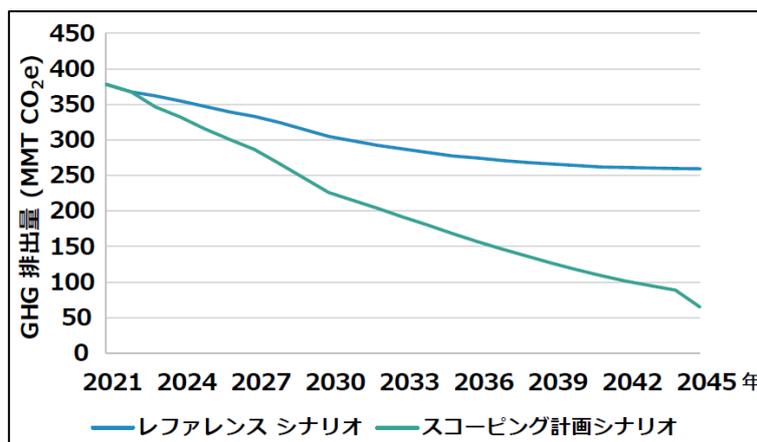


図3 レファレンスシナリオと「スコーピング計画 2022」シナリオの比較

(出所) 「スコーピング計画 2022」もとに作成

今回の「スコーピング計画 2022」には、州政府の GHG 削減規制により大きく影響を受ける石油開発や石油精製業のあり方も検討課題として盛り込まれている。

3. 運輸部門の取組み戦略

「スコーピング計画 2022」の運輸部門のセクションでは、次の 3 つのカテゴリーに分けて戦略を検討している。

- ・ 自動車技術とエネルギー補給のためのインフラ
- ・ 自動車やその製造設備の動力源となる燃料
- ・ 移動実態を表す車両走行距離 (Vehicle Miles Traveled, VMT)

3-1. 自動車技術と燃料供給インフラに関する戦略

運輸部門の脱炭素化のために、行政命令 N-79-20 は、ゼロエミッション車 (ZEV) への移行の緊急性を反映し、ZEV 販売または フリーの ZEV 技術への移行を 100% 達成するとの目標を定めている。

2045 年に向けた州政府の具体的な戦略 10 項目を表 1 に示した。

現在利用可能な ZEV 技術は、バッテリー電気自動車と水素燃料電池自動車 (FCEV) となる。同行政命令は、2035 年までに小型乗用車の新車販売台数の 100% を ZEV とすることを求めており、この目標は、すべての車両クラスが 2045 年までに 100% の ZEV 販売を達成し、一部はそれよりもかなり前に達成するとしている。各クラスの ZEV 技術は、主にバッテリー電気自動車と水素燃料電池 (現在利用可能な主要 ZEV 技術を反映) として「スコーピング計画」に反映されている。

加えて、現在 ICE 技術に依存している州内飛行の航空機についても、バッテリー電気と水素燃料電池の航空用アプリケーションが、持続可能な航空燃料 (SAF) とともに開発中であることから、「スコーピング計画」のシナリオでは、2045 年までに航空燃料需要の 20% が ZEV 技術によるものに置き替わり、残りを SAF に移行することを目指している。

ZEV 技術と合わせ、燃料供給インフラは、交通技術を具現化する上で極めて重要な要素である。電気自動車充電器と水素充填ステーションは、ZEV への全面的な移行をサポートするために、すべてのドライバーにとって容易にアクセスできるようにならなければならない。ZEV 用給電・給水素インフラの展開に向けては、地方や州の公的資金メカニズム、国家電気自動車インフラ (NEVI) 連邦資金メカニズム³、Electrify America イニシアチブ⁴等による支援が行われる。

表 1 自動車技術と燃料供給インフラに関する戦略

#	戦略
1	2035年までにLDV(乗用車と小型商用車)のZEV販売台数100%を達成する。2040年までに中大型車(MDV・HDV)販売台数100%を達成する。
2	航空部門における20%のゼロエミッション目標を達成する。
3	ZEV への移行をサポートするため、ZEV 給油インフラの迅速かつ強固なネットワークを構築する。
4	ZEV技術への移行が、低所得世帯や有色人種のコミュニティにとって手頃な価格となり、コミュニティや中小企業のニーズを満たすことを保証する。
5	有害大気汚染物質の排出濃度が最も高い州内の地域で、大型ZEV技術展開のためのインセンティブ資金を優先的に提供する。
6	低炭素燃料基準 (LCFS) における水素と電気のインフラクレジット制度やカリフォルニア州エネルギー委員会 (CEC) のクリーン交通プログラムによる水素ステーションへの助成金などを活用し、ZEV 技術への民間投資を促進する。
7	クリーン燃料報奨金プログラムや地域大気保全プログラム等、類似するクリーンな交通普及プログラムの優先順位を示し、資金提供を増加する。
8	運輸部門の急速な変革を確実にするため、2030年までゼロエミッション車と燃料補給インフラへの資金支援を継続・加速する。
9	キャップ・アンド・トレード・プログラムによる炭素価格設定やLCFS, Advanced Clean Cars II プログラム等、CARB 関連の各種政策を評価し、このスコーピング計画と整合させる。
10	公衆衛生と環境を保護しつつ、迅速なZEV技術展開を成功させるための許認可と市場の障壁を特定し、対処する。

(出所) 「スコーピング計画 2022」をもとに作成

3-2. 輸送用燃料に関する戦略

現在、電気と水素が ZEV の主要燃料であるが、どちらの燃料も上流の製造工程での GHG 排出を最小限に抑えるために、低炭素の製造技術や原料を使う必要がある。

完全な ZEV 技術への移行には時間を要し、新車販売がすべて ZEV 技術に移行した後でも、従来型 ICE 車はしばらくの間、市場に残ることになる。そのため、ICE 車の動力源となるカーボンニュートラルな代替燃料の供給を確保する必要がある。さらに、民間航空機や外航船舶向けの ZEV 技術の開発はまだ初期段階にあるため、カーボンニュートラル燃料の生産・流通インフラを構築することに加え、州政府としては、燃料開発の支援を継続する必要がある。

図 4 は、輸送用燃料別に、2022 年、2030 年、2045 年の想定需要量を試算したものである。

³ <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/06/09/fact-sheet-biden-harris-administration-proposes-new-standards-for-national-electric-vehicle-charging-network/>

⁴ <https://www.electrifyamerica.com/>

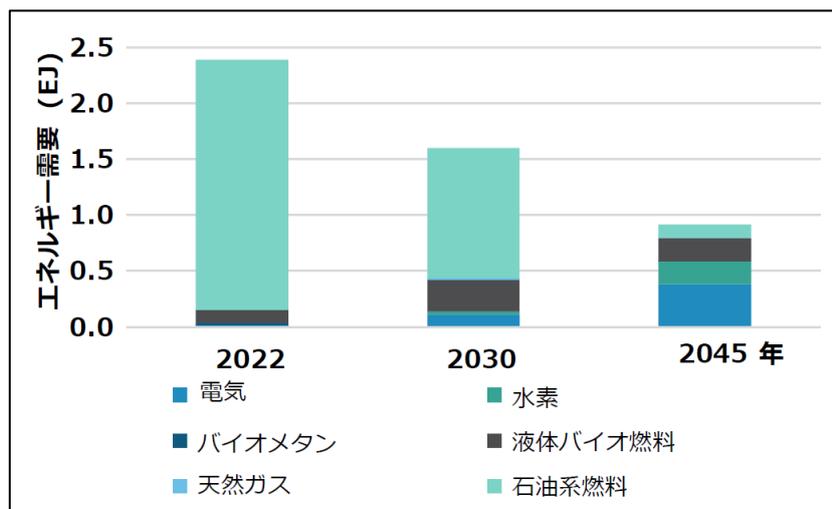


図4 スコープ計画シナリオにおける2022年、2030年、2045年の輸送用燃料ミックス

(出所) 「スコーピング計画2022」をもとに作成

カリフォルニア州 LCFS による規制の結果、再生可能ディーゼル、持続可能な航空燃料、バイオメタン、電気といった燃料がいずれも大きな市場シェアを獲得し、オンロードおよびオフロードの両方でガソリンやディーゼルに取って代わるとしている。

最近の同州の動きでは、低炭素燃料であるバイオメタンへの注目が集まっており、輸送セクターが ZEV に移行する間、一部のフリートで役割を果たしていくとみられている。

このような状況を踏まえ、表2に今後の輸送用燃料に関する州政府の戦略7項目を示した。

再生可能ディーゼルや SAF、水素の生産拡大の傾向は既に始まっており、製油所等の既存の資産を効率的に活用しながら、州内での代替燃料生産能力を確保することで、州外からの燃料調達による炭素リーケージの問題の解決にも繋がるため、燃料ミックスのあり方を踏まえた政策議論が重要となる。

エネルギー生産施設やインフラの改造や新設にあたっては、社会的な影響も考慮する必要があり、低所得者層、部族、有色人種のコミュニティに対して、現存する大気汚染格差の縮小を図れるような立地環境政策も重要な視点である。

さらに、カリフォルニア州での輸送用燃料製造に使用される原材料が、過度な森林伐採、持続不可能な土地転換、食糧供給不足等の要因とならないように、科学的知見を使った継続的な監視が求められる。

表 2 輸送用燃料に関する戦略

#	戦 略
1	カリフォルニア州における化石燃料の生産と消費の削減と代替を加速する。
2	カリフォルニア州での新しいカーボンニュートラル燃料生産への民間投資を奨励する。
3	公衆衛生と環境を保護しつつ、低炭素・カーボンニュートラル燃料の展開を支援するために、既存の燃料生産・流通資産の転換を奨励する。
4	電気や水素などの輸送用燃料の確実な補給をサポートするインフラに投資する。
5	キャップ・アンド・トレード・プログラムの強化について評価し、必要に応じて提案する。
6	LCFS の厳格さと範囲を拡大するためのオプションに焦点を当てた公開プロセスを開始する。
	・2030年までの炭素強度削減目標の加速について評価・提案する。
	・2022年版スコーピング計画と整合するように、LCFSの2030年以降の炭素強度さらなる低下を評価し、提案する。
	・LCFSの報告義務のないバイオガス(bio-CNG, bio-LNG)をプログラムに統合することを検討する。
	・大型車への水素や電気補給に対する容量クレジットを提供する。
7	低炭素燃料の生産に使用される原材料が、土地や食料、電力網、水資源等に影響を与えないよう監視する。

(出所) 「スコーピング計画 2022」をもとに作成

特に、項目 6 の輸送用燃料全体を対象とした低炭素燃料基準(LCFS)の見直しについては、2024 年の改訂に向けて、既に 2021 年 12 月から検討が始まっている。

LCFS プログラムは、GHG 排出量の削減、エネルギー効率の向上、再生可能エネルギー資源の利用拡大、クリーンな輸送手段の改善、廃棄物の削減などにより、気候変動に伴う同州のリスクを軽減することを目指している。

図 5 にあるように、LCFS プログラムは、カリフォルニア州で使用される輸送用燃料の炭素強度(CI)を削減することに焦点を当てた市場ベースの規制であり、2011 年からデータが公表されている。このプログラムは、輸送用低炭素燃料の製造や販売を促進するためにクレジットを与えて税控除のメリットを供与するもので、現在、ガソリンとディーゼルの輸入業者、精製業者、卸売業者に LCFS クレジットが付与されている。

今後の CI 削減の過程で、目標値達成に適した燃料の種類とその需給バランスをどのように導いていくのが検討課題となる。

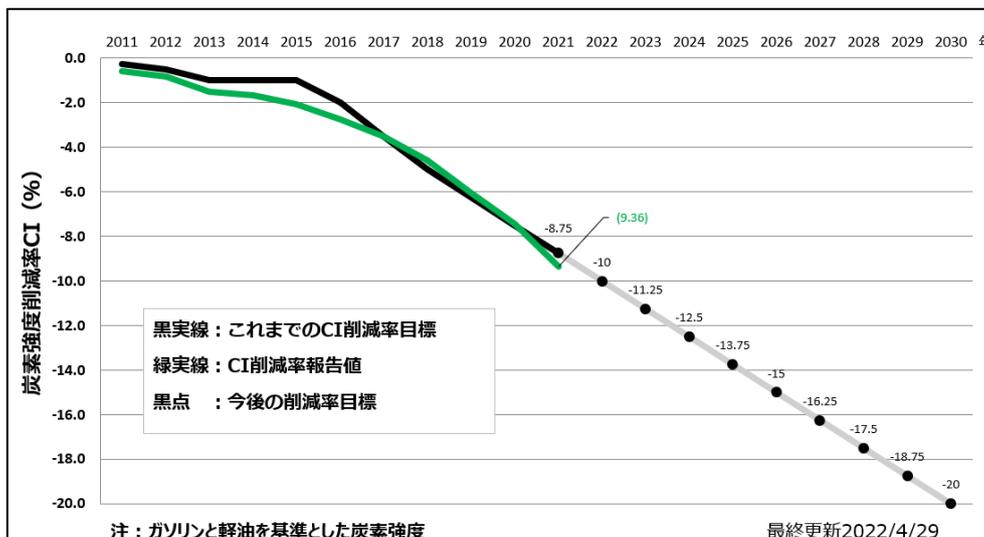


図5 低炭素燃料基準の目標と実績の推移

(出所) CARB⁵

3.3 車両走行距離(VMT)に関する戦略

持続可能な交通セクターを目指すカリフォルニア州にとって、ICE 技術の段階的廃止や低炭素あるいはカーボンニュートラル燃料製造の視点だけでなく、日常的に走行距離を減らすことによる交通エネルギーの総需要の動向を監視することも重要課題である。

行政命令 EO N-79-20 と CARB の Advanced Clean Cars II 規制を完全に実施し、2035 年までに小型車セクターで ZEV100%販売を行うとしても、小型車の大部分は依然として ICE 技術に依存することになる。

自動車や燃料のクリーン化により GHG 排出量は減少しても、VMT の増加により、採用した規制の効果も相殺されかねない。

過去 10 年間、カリフォルニア州での VMT 削減は実行されておらず、その理由の大部分は、交通、土地利用、住宅政策と慣習にある。特に、一人乗り車両を好む運転スタイルが長く続いているため、公共交通機関や自転車などの代替手段を実行しにくくしてきた。これらの社会環境は、長距離通勤に多大な時間と費用を費やすカリフォルニア州の低所得者層の負担を強いることにも繋がっている。

表 3 の VMT 戦略 9 項目には、自動車の一人乗りが当たり前となっていたこれまでの生活習慣を見直し、公共交通機関の利用を促進して、一人当たりの VMT を削減することを目指している。そのために、公共交通機関を利用しやすいような整備を進めると同時に、低所得層への交通インフラへのアクセスの向上も図る政策を提示するとしている。

⁵ <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/lcfs-data-dashboard>

表 3 車両走行距離(VMT)に関する戦略

#	戦略
1	一人当たりの車両走行距離(VMT)を2030年までに2019年比で25%以上、2045年までに2019年比で30%以上削減する。
2	地域のニーズを満たし、車を運転する必要性を減らす方法で、VMTを減少させる新しい道路プロジェクトを再考する。
3	公共交通機関が自動車に代わる現実的な選択肢となるよう、手頃な価格、信頼性、運行範囲、運行頻度、消費者体験を向上できる投資を行う。
4	交通機関や自転車、その他の持続可能な交通手段の選択肢を改善するために、地域の状況や必要性に基づいた公平な道路課金戦略を実施し、課金収入を再配分する。
5	質の高いアクティブ交通インフラのネットワークを計画的に拡大し、完成する。
6	高乗客数および低VMT負荷のサービスモデルに向けて、自律走行車、配車サービス、その他の新しいモビリティオプションの展開を図ると共に、低所得地域住民のための公平なアクセスを確保する。
7	公共交通機関の利便性向上のための現行プログラムを通じて、交通アクセスを向上する。
8	地域の土地利用、住宅、輸送、保全計画の整合性を確保し、各計画の実施を支援するツールを開発する。
9	交通効率の良い場所で、低所得者向けの住宅に重点を置き、適正な価格帯の市内の未利用地開発と住宅建設を加速する。

(出所) 「スコーピング計画 2022」をもとに作成

4. 石油産業に係る検討課題

4-1. 石油・ガス開発

2021年4月23日、Newsom 知事は、前回の「スコーピング計画 2017」の一環として、遅くとも 2045 年までに石油・ガス採掘の段階的廃止を評価するよう CARB に指示した。

しかし、「スコーピング計画 2022」のシナリオのように化石燃料の需要が減少すれば、石油・ガス採掘による大幅な GHG 削減は達成されるが、化石燃料の残存需要を考えると 2045 年までに石油・ガス生産を完全に廃止することは現実的でない。

州内での採掘を完全に段階的に縮小した場合、州内の製油所が将来必要とする原油需要は、州外からの原油調達によって満たされることになる。州外からの原油調達の増加により、他州や他国での原油の採掘・輸送活動が活発化する可能性がある。

AB32 では、リーケージ(漏洩)を「州内の GHG 排出量の減少が、州外の GHG 排出量の増加によって相殺されること」と定義し、GHG を削減するために行われるあらゆる行動に対して、「リーケージを最小化する」ことを要求している。

現時点の州政府のモデル分析では、市場にある ICE 車数が減少しても化石燃料の需要は存在するため、州内での採掘を完全に停止した場合、州内に輸入される原油にリーケージが生じる可能性があることを示している。

さらに、州外から海上タンカーで運ばれた原油は、陸上の貯蔵タンクへ運ばれ、その後パイプラインで製油所まで運ばれる。カリフォルニア州で生産される原油の多くは、パイプラインによってカリフォルニアの製油所に運ばれており、過去の傾向から、輸入原油が増加した場合、港湾を経由した搬入が増加する。そのため、より大量の原油の輸入は、貯蔵タンクや州内の製油所まで輸送するための新たなインフラが必要となる可能性がある」と分析している。

今後、CARB では、より詳細な燃料供給に関わる市場見通し分析とコスト評価を行うことにより、具体的な施策に繋げていくこととなる。

4-2. 石油精製事業

カリフォルニア州内には、1990 年、30 カ所の製油所で約 220 万 bpd の精製能力があったが、その後、小規模製油所の閉鎖やバイオリファイナリーへの完全転換等により、2022 年時点では、11 カ所、約 180 万 bpd の精製能力となっている。このうち、Phillips 66 の Rodeo 製油所は 2024 年に向けバイオリファイナリーへの完全転換の工事を進めており、同州の原油精製能力はさらに低下することとなる(表 4)。

表 4 カリフォルニア州製油所能力一覧

#	石油会社	製油所所在地	原油処理能力 (bpd)
1	Chevron Corp.	El Segundo	269,000
2		Richmond	245,000
3	Kern Energy	Bakersfield	26,000
4	Marathon Petroleum Co.	Los Angeles	363,000
5	PBF Energy Co.	Martinez	157,000
6		Torrance	160,000
7	Phillips 66 Co.	Wilmington	139,000
8		Rodeo (転換中)	120,000
9	San Joaquin Refining Co.	Bakersfield	24,300
10	Valero Energy Corp.	Benicia	170,000
11		Wilmington	135,000
		合 計	1,808,300

(出所) OGI, EIA と各社 HP 記載データをもとに作成

CARB は、「スコーピング計画 2022」の策定にあたり、石油需要に見合った精製活動の段階的縮小のモデル分析を行った。石油需要を満たすとは、原油は州内の製油所で処理され、最終製品(ガソリン、ディーゼル、ジェット燃料)が十分に入手可能であることである。

図 6 の分析は、2045 年のカーボンニュートラルを目指して、州内での石油需要を満たしつつ、州内の精製能力の減少トレンドを、CCS 装備計画を実現した場合と、CCS 装備なしの場合について示したものである。

2045 年までの GHG 排出削減の道筋に差が生じ、2045 年時点では、2022 年比で、CCS 付きでは 94%、CCS なしでは 85% の GHG 削減になると試算している。

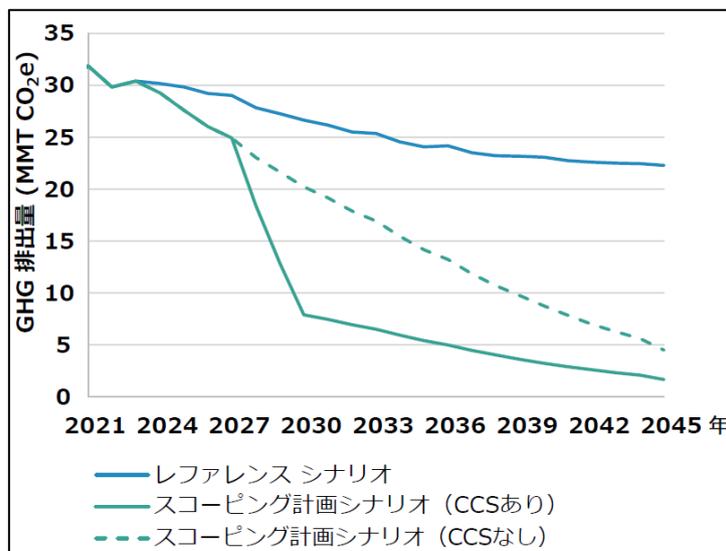


図6 CCSの有無によるカリフォルニア州製油所からのGHG排出量見通し

(出所)「スコーピング計画2022」をもとに作成

これに対し、州内の精製能力が段階的に減少し、その精製量以上に燃料の需要が持続する場合、残りの州内の需要を満たすために、州外からの燃料調達が必要となる可能性がある。現在の分析では、液体輸送用燃料の需要は、ほとんどの場合、船舶搬送によって供給されるとみている。カリフォルニア州エネルギー委員会 (California Energy Commission, CEC) の報告書でも、「カリフォルニアが大量の原油と精製品を受け取る唯一の方法は、海上輸送である」と記されている。

現在、米国内の他州、例えば製油所が集中するテキサス州があるメキシコ湾岸からカリフォルニア州内に精製品を運ぶことができるパイプラインはなく、精製品の鉄道輸入もこれまでの実績は全州輸入量の1%未満であった。そのため、船舶輸送が大幅に増加した場合、現在の港湾ターミナルにおける原油パイプラインと貯蔵タンクの大幅な再構成、改修、交換が必要になる可能性もあり、また、供給量と供給地点の変更を考慮し、既存の燃料供給インフラの見直しが必要になる可能性もある。

さらに、カリフォルニア州内の精製活動によって満たされず精製品の輸入が継続する場合、海上ターミナルへの搬入数は2~5倍に増加する可能性が高く、船舶用の燃料確保も新たに必要となる。精製品を輸送する海上タンカーは、原油タンカーよりも遥かに小規模のため、船舶の種類と数の変化から、その燃料使用量とGHG排出量の変化を算出するのは容易ではないと記されている。

5. おわりに

カリフォルニア州は、歴史的には、自動車用化石燃料の需要増加による大気汚染拡大を契機に、米国内で最も厳しい環境規制を行ってきたが、昨今のGHG削減の世界的な動きも相まって、欧州と同様に、あらたに2035年のZEV販売義務を法制化した。しかし、カリフォルニア州では、欧州で議論されているEV一辺倒の議論ではなく、今般CARBにて承認された「スコーピング計画2022」をもとに、ICE車向けの燃料供給のあり方や州内の製油所機能のあり方と合わせた政策議論が進められる。

GHG排出量は輸送用燃料に起因する比率が高いが、低炭素燃料やカーボンニュートラル燃料を短期間

に大量に供給できるものではなく、市場での ZEV 普及と ICE 車の保有台数の両方の状況を踏まえた燃料の安定供給体制の構築に向けた政策が必要となる。

カリフォルニア州で進行しているカーボンニュートラルに向けた製油所の転換は、日本の石油産業にも突きつけられている課題であり、環境政策で先行する欧州だけでなく、米国カリフォルニア州の政策動向にも引き続き注視し、情報収集に努めていく。

(問い合わせ先)

一般財団法人石油エネルギー技術センター 調査国際部 jrepo-0@pecj.or.jp

本調査は、一般財団法人石油エネルギー技術センター (JPEC) が資源エネルギー庁からの委託により実施しているものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright 2023 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved