

ロサンゼルス港における大気清浄化対策

東京港埠頭株式会社 町田 智
横浜港埠頭株式会社 芝崎 康介

1. カリフォルニア州における環境対策

(1) 州の特色と歴史

アメリカにおける環境対策は、自治体レベルでの対策が盛んで、多くの州で温暖化対策が積極的に進められており、今回訪問したロサンゼルス港のあるカリフォルニア州は、その中でも包括的かつ積極的な環境対策を推進していることで有名である。

もともと、車社会アメリカにおいても、ロサンゼルス周辺地域は、その発達した高速道路網（図1参照）により、車社会が特に進んだ地域であり、慢性的な渋滞による大気汚染等については、以前から深刻な問題とされてきた。そのような背景もあり、カリフォルニア州では、1960年代から、自動車排ガス規制対策をはじめとする様々な環境対策がとられてきた。



図1 ロス近郊の交通網

(2) 近年における新たな環境対策

① 背景

1998年、CARB（カリフォルニア州大気資源局）は、車や船舶等から排出される排ガスの中に含まれるPM（粒子状物質）という有害物質が、癌、喘息、その他の肺疾患を引き起こすとする調査結果を発表した。その内容は、向こう10年間でロサンゼルス/ロングビーチの港湾地区を中心としたSouth Coast Air Basinと呼ばれるエリアで、百万人あたりの癌罹患者が千人以上にも膨れ上がることが予想され、早急な環境対策の実施が必要になるというものであった。このSouth Coast Air Basin地域には、カリフォルニア州の人口の40%が集中しており、その点でも早急な対策が求められることとなった。

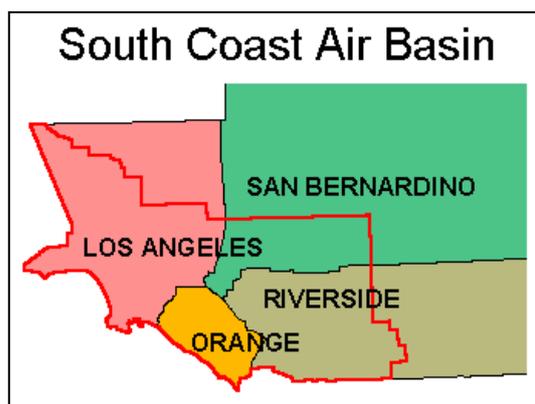


図2 South Coast Air Basin 略図

2 ロサンゼルス港における環境対策

(1) 背景

ロサンゼルス港は、もともと漁業が盛んで、多くの地域住民の就業の場として発展してきた。しかしながら、近年ではその主要な産業は漁業からコンテナ埠頭をはじめとする港湾産業に大きく様変わりし、近年では全米NO1のコンテナ埠頭に成長した。

一方、コンテナ埠頭の開発に伴い、1990年代後半から、コンテナターミナル周辺地域（ウィルミントン地区、サンペドロ地区）では、コンテナ埠頭のオペレーションに関連する大気汚染等の環境悪化が問題とされるようになり、一部では、ターミナルの拡張計画中止を求める住民からの訴訟が起きるなど、コンテナ埠頭を含む港湾区域全般での環境対策が強く求められるようになった。

① チャイナ SHIPPING 訴訟

2001年6月ロサンゼルス港湾局が計画していたチャイナ SHIPPING のターミナル拡張計画について、ターミナル近隣の地域住民と環境運動グループが港湾局を相手どり整備計画の中止を求めて訴訟を起こした。

裁判の結果は港湾局側の全面敗訴で、この結果は、その後のロサンゼルス港湾局の環境政策に少なからず影響を与えたといえる。以下はその和解条件で、内容としては、5,000万ドルにもものぼる多額の基金の設立など、大変厳しいものとなった。

【和解条件要旨】

- ・チャイナ SHIPPING ターミナルからの影響と、それらを緩和するための対策等に関する環境評価書を準備すること。
- ・新しいターミナル内で使用する各種荷役機器は代替燃料等のクリーン燃料を使用すること。
- ・視覚的なインパクトを軽減するため、財政面・運用面で可能な限り背低クレーンを使用すること。
- ・ターミナルに接岸中の本船は AMP を使用すること。
- ・ターミナル周辺の交通量の緩和に関する計画の策定と履行。
- ・古いトラック買換等（クリーントラックプログラム）のインセンティブ向けの 1,000 万ドルの基金を設立すること。
- ・大気汚染緩和（ターミナル事業から出る排気ガス）対策のための 2,000 万ドルの基金を設立すること。
- ・地域コミュニティへの影響緩和にむけた取組みに関する 2,000 万ドルの基金を設立すること。

② NNI タスクフォースの設置とその提言

ロサンゼルス港では、2006年の州政府による温暖化解決法成立以前から、独自の環境政策実現に向けた取り組みが行われていた。1998年のCARBによる有害物質とそれによる健康被害に関するレポートを受け、2001年に当時のジェームス・ハーンロサンゼルス市長の指示により、これ以上環境汚染を増やさない（No Net Increase）ということを経済政策の基本に位置づけ、その実現のためのタスクフォース（NNI Task Force）が設置された。タスクフォースは、港湾のどこからどれだけの大気汚染物質が排出されているかについての一覧を示す排出インベントリを数年かけて調査し、2005年5月に具体的な対策を盛り込んだ報告書を市長宛てに提出した。この報告書は、船会社やオペレーター等関係機関から猛反発にあい、結果的には関係者の理解は得られなかったが、**検討された対策の多くがその後**のロサンゼルス港の環境対策の中心となるCAAPに**継承される**など極めて重要な提言であった。

3 サンペドロ湾港湾大気清浄化行動計画 (San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan (CAAP))

(1) 概要

現在のロサンゼルス港の環境政策の根幹をなす政策である“**サンペドロ湾港湾大気清浄化行動計画**（San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan (CAAP)）”は、ロサンゼルス/ロングビーチ両港湾局が2006年11月20日、EPA（アメリカ環境保護庁）、CARB（カリフォルニア大気資源審議会）、AQMD（サウスコースト大気質管理区）、と共同で策定し承認されたもので、その中身はロサンゼルス・ロングビーチ両港の港湾作業に関わる排ガス削減のための具体的な対策と目標数値などで構成されている。

また、その具体的な内容とともに計画では、Fair Share（適正な分担）ということが繰り返し述べられている。これは、単に港湾だけが汚染物質の排出削減をするのではなく、地域全体での削減努力の中で港湾も Fair Share（適正な分担）を担うというもの。右図のとおり港湾施設は汚染物質の大きな排出源であることから、本計画についての港湾関係者の賛同を得る上でも、極めて

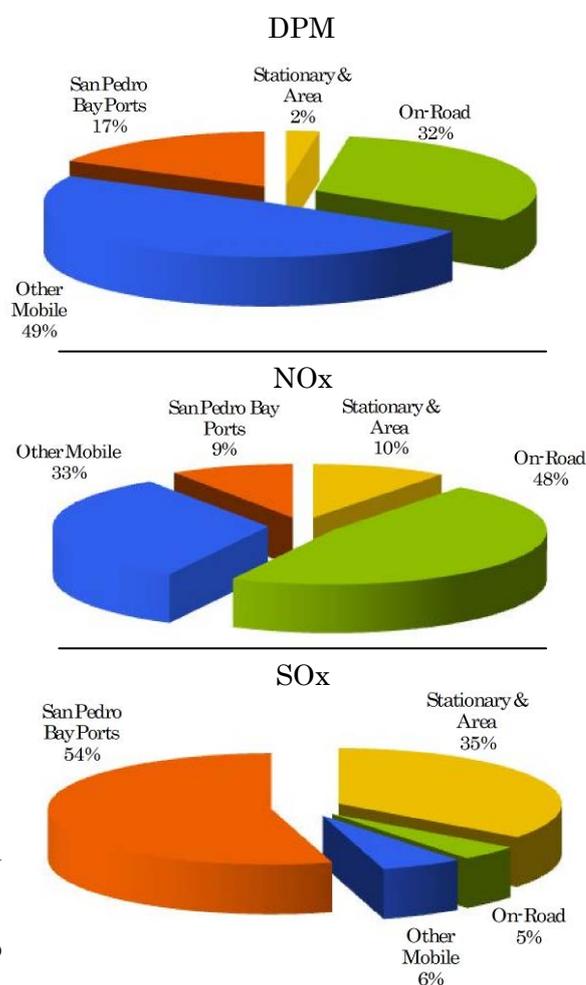


図4 地域別排出内訳

(出典: DRAFT 2010 UPDATE San Pedro Bay Ports
Clean Air Action Plan Technical Report)

重要な考え方であった。

(2) 目標

ロサンゼルス・ロングビーチ両港を利用する船舶、車両、鉄道、港湾荷役機械などを対象に、新たな環境基準に対応した機材の導入や代替燃料の使用、低速運航の実施などの支援・要請を通じて大気汚染物質（DPM、NO_x、SO_x）の削減を図る。

具体的な目標数値については、2006年の当初計画では、2011年までの5年間でDPM(ディーゼル微粒子)の50%以上、NO_x(窒素酸化物)の45%、SO_x(硫黄酸化物)の52%削減としていたが、2010年のアップデート(2010年4月に草案が公表され、同年11月に両港のBoardで承認)により、現在の目標は、2014年までにDPMを72%以上、NO_xを22%、SO_xを93%削減、2023年までにDPMを77%以上、NO_xを59%、SO_xを93%削減(いずれも2005年比)となっている。

下のグラフは、港湾においてどの排出源からどれだけの汚染物質が排出されているかを示すものである。港湾における排出構造をきちんと捉え、その上でどの排出源をターゲットにどのような対策を実施し、いつまでにどれだけ削減するのか、体系的かつ具体的に計画が作成されている。SO_xについては、そのほとんどが外航船舶からの排出であるし、DPMやNO_xにおいても外航船舶およびトラックが主要因である。これら主要因に対しては即効性の高い取組みを実施するとともに、次に必要になるであろう対策や新たな技術が求められる分野に対しては初期段階から技術開発のための取組みに着手する等、短期的、中長期的取組みが並行して進められている。

THE PORT OF LOS ANGELES THE PORT OF LONG BEACH The Green Port
2010 UPDATE
San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan

Figure 1.3: 2009 Combined Port DPM Emissions Contributions by Source Category

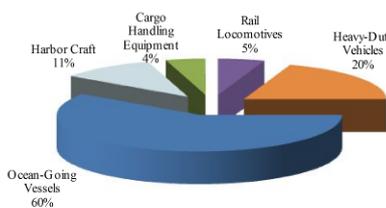
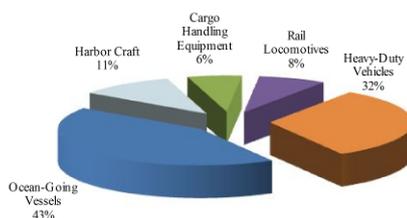


Figure 1.4: 2009 Combined Port NO_x Emissions Contributions by Source Category



THE PORT OF LOS ANGELES THE PORT OF LONG BEACH The Green Port
2010 UPDATE
San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan

Figure 1.5: 2009 Combined Port SO_x Emissions Contributions by Source Category

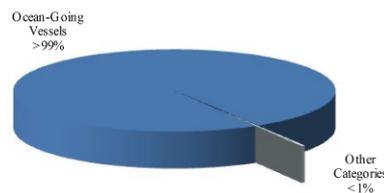


Figure 1.6: 2009 Combined Port GHG Emissions Contributions by Source Category

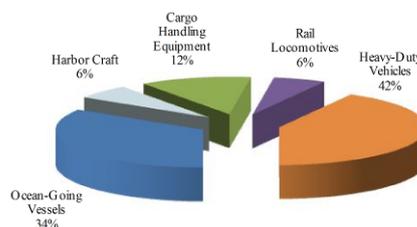


図5 ロサンゼルス港における有害物質の排出源とその割合

(出典: DRAFT 2010 UPDATE San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan Technical Report)

(3) 具体的な政策

外航船舶、ターミナルオペレーション、トラック、鉄道など各ターゲットに対して実施されている具体的なプランには以下のものがある。

対 象	各 種 プ ロ グ ラ ム 等
外航船舶 (Ocean-Going Vessels)	・船舶減速プログラム
	・船舶陸電 (AMP)
	・SOx削減のための燃料規制
	・クリーンシップ・インセンティブ・プログラム
	・新たな技術開発に対するインセンティブ
トラック (On-Road Heavy-Duty Vehicle)	・クリーン・トラック・プログラム
機関車、荷役機械、港内艇	・基準策定等

表1 CAAPIに規定するプログラム内容

① 外航船舶 (Ocean Going Vessel)に関する取組み

世界中を航行する船舶に対しては、規制を設けるよりも船社に対しインセンティブを与える方が有効であるとの考えにより取組みが行われている。

船舶からの排出は、下図にも示す通り、航行時、回頭時、バース係留時、錨地停泊時それぞれにより異なっている。ロサンゼルス港では、そのインパクトの比重を考慮し、特に比重の大きい航行時やバース係留時の削減に主眼を置いた対策が実施されている。

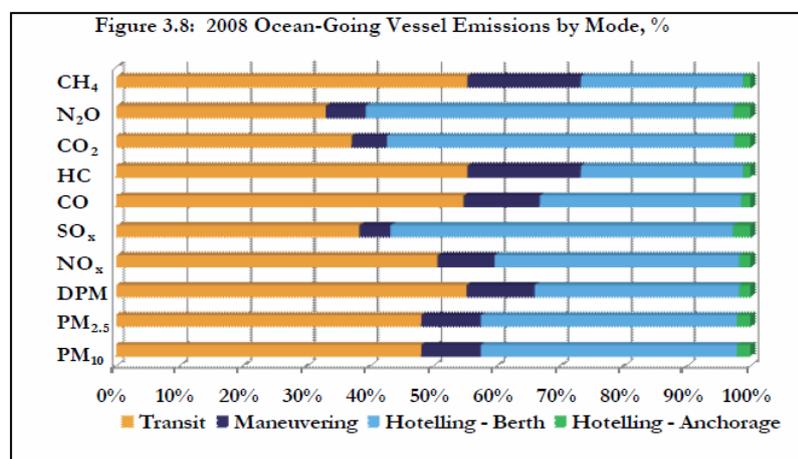


図6 ロサンゼルス港における外航船舶の状態別排出割合

(出典: DRAFT 2010 UPDATE San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan Technical Report)

①-1 船舶減速プログラム (Vessel Speed Reduction Program (VSR))

ロサンゼルス/ロングビーチ両港に出入りする船舶に対する一定海域での航海速度を 12 ノットに減速する自主規制。開始時期は、ロングビーチ港が 2005 年、ロサンゼルス港が 2009 年。規制導入当初は、減速対象海域が港域から 20 マイル以内であったものが、現在では 40 マイルにまで拡大されている。この減速プログラムの目的は、両港にアプローチする際、または出航する際に外航船舶からの NOx 排出を削減することである。NOx の排出量はエンジンの負荷と直接の相関があり、概して言えばエンジンの負荷すなわち船舶の速度が落ちれば排出量は減少する。同様に、減速により燃料消費が抑えられるため、CO₂ 排出量の削減にも寄与する。あくまで自主規制である為、両港は、各種のインセンティブを与えながら、寄港船舶によるプログラムの参加を奨励している。

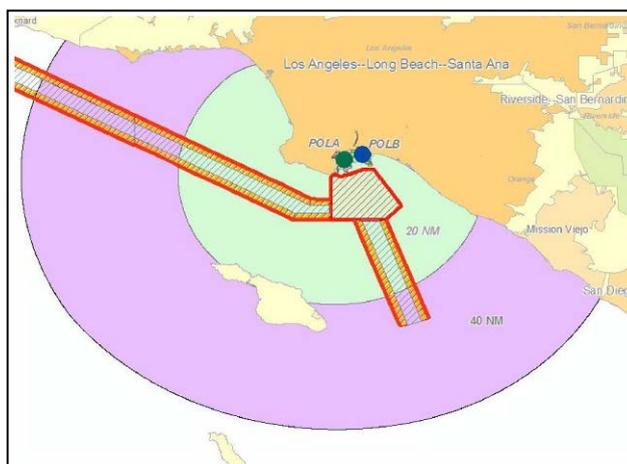


図7 船舶減速プログラム対象海域

(出典:FINAL REPORT LOW-SULFUR MARINE FUEL AVAILABILITY STUDY)

主なインセンティブとしては、ロサンゼルス港が岸壁使用料を 30%減額している他、ロングビーチ港では、この減速プログラムを「グリーンフラッグプログラム」と称し、年間 90%以上の寄港について減速規定を順守した船社に対して岸壁使用料の減免と「環境賞」を、100%順守した船舶に対して「グリーンフラッグ」を贈っている。岸壁使用料の減免は「グリーン料率 (Green Rate)」と呼ばれており、20 海里内 12 ノットへの減速に対しては岸壁使用料を 15%減額、また、2009 年 1 月 1 日からは、さらに 40 海里内に奨励範囲を拡大し 25%の減額をしている。

2009 年時の遵守率は、20 マイル以内の海域でロサンゼルス港：90%、ロングビーチ港：95% となっており、また、40 マイル以内の海域での遵守率は、ロサンゼルス港：70%、ロングビーチ港：75% となっている。

①-2 船舶陸電 (AMP (Alternative Marine Power))

船舶は停泊中、船内で必要な電力を自らの補助エンジンで発電しディーゼル燃料を燃焼させているが、この電力を岸壁から供給する設備。ロサンゼルス港ではこれを「Alternative Marine Power: AMP」、ロングビーチ港では「Cold Ironing」と呼んでいる。2000 年より研究が重ねられ、ロサンゼルス港では 2004 年、China Shipping のターミナルに初めて導入された。ただし、この時はバージ経由の低電圧の AMP であったが、

その後この方式は操作性や経費の問題から取りやめとなり、現在はすべて高電圧の AMP になっている。ロサンゼルス港では現在、4 コンテナターミナル（China Shipping：2 口、TRAPAC：4 口、YTI：1 口、STS：1 口）、2 クルーズターミナル（計 2 口）で船舶陸電が稼動している。また、2012 年 7 月から Eagle Marine ターミナルにおいて 4 口の整備が開始され 2013 年 12 月完成が予定されている。

カリフォルニア州では、船舶陸電の導入に対し 2007 年 12 月に CARB により州法化され（At-Berth Ocean-Going Vessel Regulation）、カリフォルニア州内の港（サンディエゴ港、ロングビーチ港、ロサンゼルス港、オークランド港、サンフランシスコ港、ヒューネーメ港）は 2014 年までに陸電設備の設置完了が義務付けられた他、船舶に対しては 2014 年までに着岸する船舶の 50%以上、2017 年までに 70%以上、2020 年までに 80%以上が陸電を使用しなければならないこととなった。

また、州住民投票で承認された Prop 1B には AMP 設置のための補助制度が含まれており、上記の規制をさらに上回る削減をした場合に適用される。こちらは、船舶ではなくバースが対象で、バース当たり 2014 年に 60%、2017 年に 80%、2020 年に 90%とバースにおける陸電利用船舶数の割合（どこの船社のどんな船でもよい）に対する条件が設定された。

ロサンゼルス港では、このカリフォルニア州の補助制度を活用し 10 口の整備（計 23.7 百万ドル）が計画されており、2012 年 11 月から着工、2013 年 12 月完成の予定となっている。なお、補助制度は 1 バース当たり上限 2.5 百万ドル、2013 年末までの完成が条件となっている。

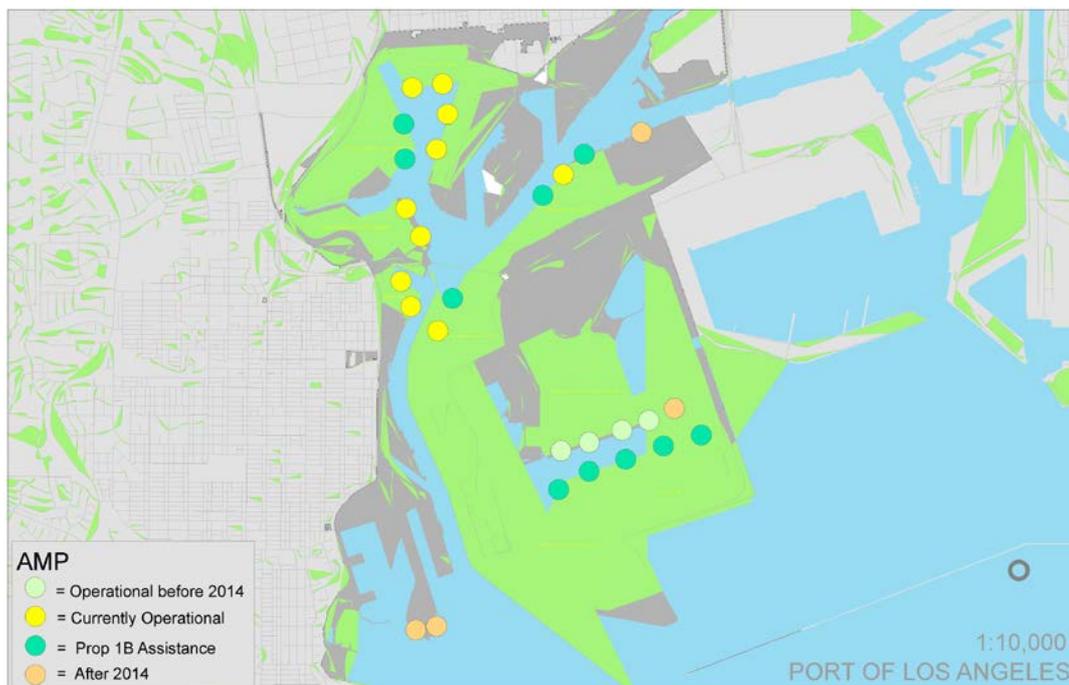


図8 ロサンゼルス港における船舶陸電導入計画
（出典:POLA提供資料）

ロサンゼルス港においては、州法により設置が義務化されたこと等による行政側の強いリーダーシップが普及に大きな役割を果たしており、また、既に導入済みのターミナルでは、技術開発や経済的効果の実証等において先駆者としての役割を果たしている。

技術面においては、最近では岸壁と船舶を直接接続するのではなく、間に専用のボックス（ケーブルリールと高圧陸電受電盤を収納した 40ft コンテナ）を介して接続する方法が多く採用されている。専用のボックスはターミナルが所有し、船舶が着岸した後にガントリークレーンにて船舶の所定の位置に積み込み接続される。

経済的効果の面では、船舶 1 停泊時における経済性についてターミナルオペレーター（Yusen Terminals Inc.）にヒアリングしたところ、ロサンゼルス港でのコンテナ船の 1 回の停泊日数は 3~4 日で、仮に停泊日数 3.5 日で計算した場合、燃料油の場合よりも陸電を用いた場合の方が約 11,000 ドルの経費節減になるとの説明であった。

また、新たな課題も見つかった。通常各ターミナルは、自社船だけでなくサードパーティーの船も扱っている。自社船舶の改造は自主的に取り組めるが、サードパーティーの船舶にまで船舶陸電設置を求めることは困難であり、ターミナルに課せられた船舶陸電利用率をクリアする上での支障となることが懸念される。

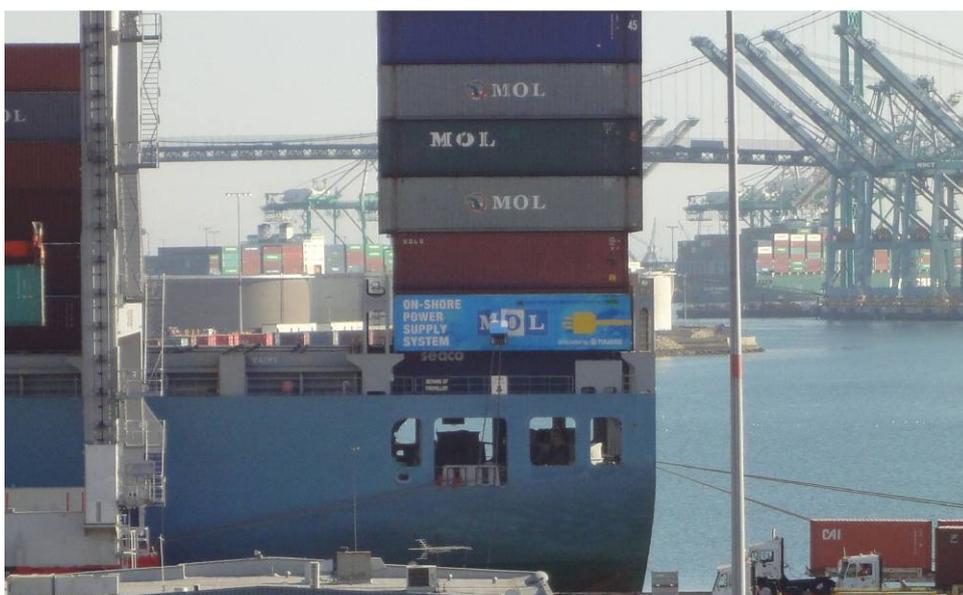


写真1 AMP用専用コンテナを積載し陸上から電力供給している船舶の様子
(撮影:2012年10月2日 TRAPACターミナルにて)



写真2 AMPが設置されていることを示すチャイナ SHIPPING ターミナルの看板
(撮影:2012年10月2日 船上視察にて)

①-3 SOx 削減のための燃料規制

船舶からのSOx（硫黄酸化物）の排出量を削減する目的とした規制。ロサンゼルス/ロングビーチ両港は、導入前の2008年7月1日から2009年7月1日の1年間、両港港外を航行する船舶に対して、SOx含有率の少ない燃料を船舶の主機（エンジン）及び発電機等に使用する自主規制を試験的に実施。試験を実施した船社に対しては、通常使われる燃料油との価格差を港湾局が補填するという仕組みで、ロサンゼルス港では860万ドルを、ロングビーチ港では990万ドルを用意。一年間を通じてのプログラム参加率は、両港で15%程であった。この結果を踏まえCARBにより2009年に州法化され、2009年7月1日から導入された。

内容は、カリフォルニア州沿岸から24マイル以内を航行し、カリフォルニア州の港を出入港する船舶は、SOx分が0.5%以下のLow Sulfur Diesel Oil（以下LSDO）、若しくは1.5%以下のMarine Gas Oil（以下、MGO）を主機及び発電機等に使用する事が義務付けられることになり、更に2014年1月1日からはLSDO、MGO共にSOx分を0.1%まで低減させることとするもの。

この他、MARPOL条約付属書VIでは、船舶から発生するNOx、SOx、PMの排出について規制しており、通常の海域に比べてより厳しい規制を適用する海域（ECA）が指定されている。ECAの指定は関係国政府の要請により国連（IMO）に上程され承認されたのちに実効されるもので、米国沿岸海域の指定も連邦政府とカナダ政府の協議により、ECA指定を国連に要請したものである。つまり、カリフォルニア州の先行的な取り組みが連邦政府を動かしたと言える。その結果、米国・カナダ沿岸200海里内は2012年8月1日から適用となりSOx分1.0%以下、更に2015年1月1日からは0.1%が義務化されることとなった。

現在では、カリフォルニア州のルールとECAの規制が重複し、大洋中3%、US200海里内1%、カリフォルニア州24海里内0.5%の規制が適用されるため、航行中の船舶は複数の油種の切換えの必要が生じている。

①-4 クリーンシップ・インセンティブ・プログラム

本プログラムは最高の浄化対策を取った最新船舶でロサンゼルス港に寄港する海運業者を褒賞するもので、「環境型船舶指標(ESI)」プログラムとして、2012年7月1日より開始された。

ESIは、国際港湾協会(IAPH)のプロジェクトである世界港湾気候イニシアチブ(WPCI)で開発したウェブベースのツール。既に欧州の主要港をはじめとする16港湾、1ターミナル、2団体が参加し、2012年10月1日現在、1080隻がスコアを取得済みである。

ESIプログラムは、船舶からの排出物を削減するエンジン・燃料・技術を自主的に強化して、国際海事機関(IMO)が定めた環境規制基準をクリアする運行会社に港湾料金の割引など経済的インセンティブを与えることで、大気浄化の大きなメリットを迅速に提供しようとするもの。

船舶による排出ガスは、港湾関連業務による大気汚染を引き起こす単一汚染源として最大のもので、ロサンゼルス港に寄港する船舶が排出するディーゼル排気微粒子(DPM)と硫黄酸化物(SOx)の量は2005年から2010年の間にそれぞれ68%、74%減少しており、ロサンゼルスでは太平洋横断貿易レーンで燃焼浄化度を向上させた船舶の建造・導入を奨励する上で、ESIがさらなる対策として効果を発揮するとみている。

ESIは、海運業のグリーン化を進める上で決定的な手段であり、本プログラムをさらに大きく成功させることができるかどうかは、できるだけ多くの港湾が本プログラムを採用して大気浄化に向けた投資を行い、あらゆる人のために最大の健康効果を上げたいと望む運航会社に対する褒賞を増加させることができるかどうかにかかっている。

船舶による汚染物質・温暖化ガスの排出量を削減し、持続可能な慣行を促進することが目的の他のWPCIプログラムと同様に、ESIは港湾の業務条件や地域条件に合わせる事が出来る。ロサンゼルス港では、太平洋商船協会、その他のステークホルダーからの見解を取り入れてESIを策定した。ロサンゼルス港のプログラムはサンペドロ港大気汚染行動計画に沿ったもので、湾全体での達成目標を具体的に定めており、2014年までの短期目標で汚染を軽減し、2023年までの長期目標も設定している。

当初は、ロサンゼルス港に寄港する船舶の最大30%がESIインセンティブの適用資格を有することになるとみている。参加率30%で初年度においてディーゼル排気微粒子(DPM)の排出量を16トン削減し、その他の主要汚染物質である窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)、二酸化炭素(CO2)の排出量も削減することができる。ロサンゼルス港は本プログラムを推進するために45万ドルを確保している。

ロサンゼルス港のESIに初めて参加する海運業者は、エバーグリーン、ハンブルク・ス

ド・ノースアメリカ、ハパックロイド、マースクライン、日本郵船、ヤンミンの6社で、ESIを基準にエンジン性能や使用燃料などの環境性能を評価し、一定の基準を満たした船社に対して1寄港当たり250ドルから最大5250ドルを補助する。インセンティブの支給は四半期に一度行われ、最初の支給は2012年10月から始まる。また、最初の半年間については、ESIでの評価が25ポイント以上であればインセンティブを補助するものとし、より多くの船舶の参加を促す。

なお、同制度は米国ではロサンゼルス/ロングビーチが初の実施港であったが、このほどニューヨーク/ニュージャージー港湾局も実施を決めた。ニューヨーク/ニュージャージー港では3年間で487万5000ドルの予算を確保している。

①-5 これまでの成果

上記①-1から①-3の外航船舶に対する取り組みにより、下表の通り対2005年比で各項目ともに排出量が減少している。ただし、外航船舶に関する陸電や燃料規制の取組みは始まったばかりであり、今後さらなる効果が表れるものと期待される。

OCEAN-GOING VESSEL EMISSIONS REDUCTIONS			
Pollutant	CY 2005-2011		
	%	tons	
DPM	69%	333	
PM _{2.5}	67%	304	
PM ₁₀	69%	395	
NOx	30%	1,608	
SOx	75%	3,895	

図9 外航船舶からの汚染物質排出量

(出典: POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

② トラック (On-Road Heavy-Duty Vehicle)に関する取組み

②-1 クリーン・トラック・プログラム (Clean Truck Program(CTP))

ロサンゼルス、ロングビーチ両港地区のコンテナターミナルを使用するトラック(約1万7000台)から排出される有害ガス(PM/NOx/SOx)を以下のような段階的な手順を踏んで2012年までに80%削減するというもので、具体的には、従来型トラックを連邦府が定めた排出基準を備えたトラックに買換え、若しくは改造するというもの。

【第一段階】2008年10月1日以降、1989年以前製造のエンジンを搭載したトラックの港湾エリア立入りを禁止。

【第二段階】2010年1月1日以降、1993年以前製造のエンジンを搭載したトラックの港湾エリアの立入りを禁止。

【第三段階】2012年1月1日以降、2007年連邦基準を満たすトラック以外の立入り禁止。当プログラムにより、港で事業をするトラックは事前に許可を得ることが求められ、ドライバーは社員であること、ルートやパーキングのルールを守ること、常に車両の整備

をすることの3項目を満たすことが条件とされた。トラック事業者は、当プログラムにより半ば強制的にトラックを改修・買い替えさせられることとなるため、トラック業界は猛反発、業界から港湾局が提訴され現在も係争中である。

とは言うものの、2012年9月時点の達成率は90%と非常に高い。ロサンゼルス市港湾局では当プログラム促進のため、6,000万ドルのインセンティブを実施してきた。一方2012年1月1日以降も基準を満たしていないものには35ドル/TEUの課徴を開始した。想定よりも達成率が高いことから、資金回収が目的ではないとしつつもインセンティブに対する課徴額が低く、資金回収が困難な状況との声も聞かれる。

最近では“ドレイオフ(Dray Off)”と言われるトラックが港から出るまでは新しいトラックを用い、エリアを出たところで古いトラックに繋ぎ替える行為が多発しており、ロサンゼルス市港湾局としては、これらの状況をモニタリングするとともに禁止する活動を行っているとのことである。

また、同プログラムには、石油燃料以外のエネルギーを利用した機器、たとえばLNG、ハイブリッド、電気等をエネルギー源としたトラック導入の誘致推進も計画に盛り込まれている。現在港湾局に登録済みのトラック1万1千台のうち、905台はLNG、5台はCNG、1台がプロパンとなっている。港内には民間のガス供給ステーションもあり導入に向けた設備は整いつつあるが、これらはまだまだ実験段階にあり、燃料はディーゼルの半額程度だが車両代が高いこと、走行可能距離がどのくらいか実績がなく不明なことなど課題も残っている。

②-2 これまでの成果

業界からの猛反発はあるものの、港湾局の想定以上にトラックの買換えや改造が進んでおり、結果として、どの項目においても高い削減率となっている。

HEAVY-DUTY VEHICLE/CLEAN TRUCK EMISSIONS REDUCTIONS			
Pollutant	CY 2005-2011		
	%	tons	
DPM	91%	223	
PM _{2.5}	91%	204	
PM ₁₀	91%	222	
NO _x	78%	4,948	
SO _x	91%	38	

図10 トラックからの汚染物質排出量

(出典:POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

③ 鉄道、荷役機械、港内艇に関する取組み

③-1 鉄道 (Railroad Locomotive)

③-1-1 インターモーダル輸送へのシフト

ロサンゼルス/ロングビーチ両港では、コンテナターミナル内までレールを引き込んだオンドックレールの整備や、鉄道会社のUP社やBNSF社と提携してより効率的な鉄道網を内陸に設置することを進めている。ロサンゼルス中心部近くの鉄道網を結ぶ20マイルの鉄道貨物高速路線であるアラメダコリドー (Alameda corridor) が整備され、2011年には両港のコンテナ取扱量の28%がアラメダコリドーを利用するまでに至っている。

インターモーダル輸送へのシフトを進める理由は、インターモーダル輸送の方が、高速道路の交通渋滞の影響を受けやすいトラックのみの輸送より速く輸送時間が短縮できること、トラックよりも燃料効率に優れた鉄道を含むことで全体的な輸送コストを削減できること、汚染物質の排出が抑制されるなど環境面においても優位であること等である。燃料効率は、例えば西海岸から東海岸まで1トンの貨物を輸送するにはトラックでは27ガロンの燃料を要するが、鉄道では7ガロン。環境保護の観点では、既存のトラック輸送量の10パーセントを鉄道に移行することで年間約1,200万トンの温室効果ガスを削減できることになる。さらに、鉄道に移行することで高速道路の交通渋滞を避け、またそれに伴う燃料の浪費や低い生産性を回避、さらに、道路維持・整備に要する経費も削減できる。

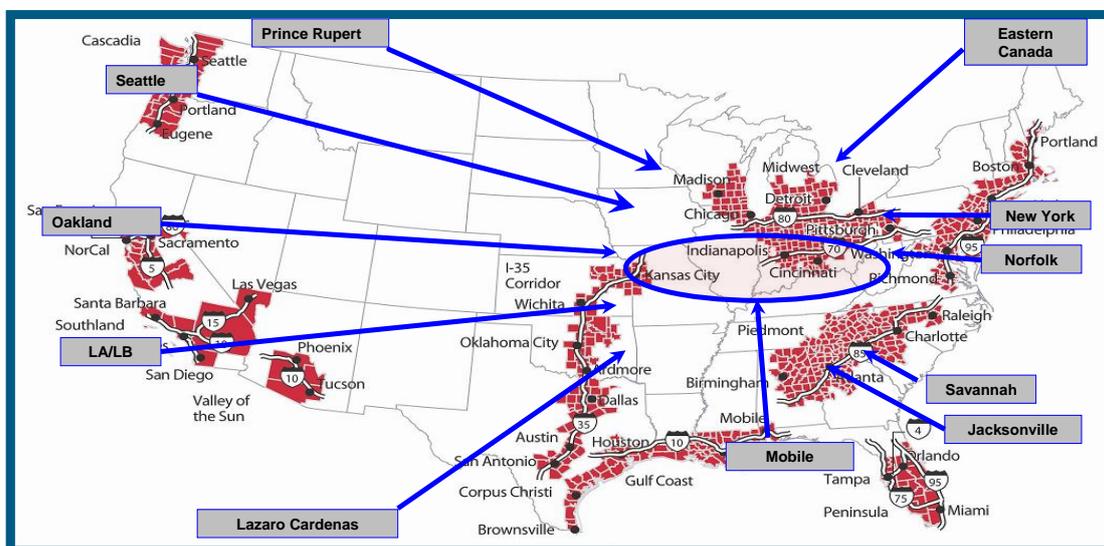


図11 アメリカ中西部へのコンテナ輸送経路

(出典: POLA提供資料)

③-1-2 鉄道の牽引車の燃料規制

鉄道牽引車については環境規制があり、具体的には2007年1月より、硫黄分の少ない燃料油やLNGを用いたものを使用する等の規制が設けられている。ロサンゼルス/ロングビーチ港で荷揚げされる貨物のうち約3割が鉄道接続されていることを考えると、環境対策実施の効果は大きいと考えられる。

③-1-3 これまでの成果

鉄道利用が進み、着実に成果があがっている。また、今後さらにオンドックレールが増えることにより、成果があがるものと期待される。

Pollutant	CY 2005-2011	
	%	tons
DPM	46%	27
PM _{2.5}	48%	26
PM ₁₀	46%	27
NO _x	39%	660
SO _x	94%	92

図12 鉄道からの汚染物質排出量

(出典:POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

③-2 荷役機械 (Cargo Handling Equipment)

③-2-1 ターミナルの荷役機器対策

ターミナル荷役機器についても、環境型機器導入の規制が設けられており、細かく規定されている。ロサンゼルス/ロングビーチ両港は、目標達成のため、規制の適用および新技術の推奨を行うが、機械の交換費用は基本的に全てターミナルオペレーターが負担することとなっている。ただし、港湾局から助成金が出る仕組みもある。

新しく購入する機械に課せられる規制

2007年より実施されている目標：購入時において次の基準を満たすもの

選択肢1 NO_x : 代替燃料使用のエンジンで最も排出量の少ないものを搭載
PM : 排出量が0.01g/bhp-hr以下

選択肢2 NO_x : ディーゼル燃料使用のエンジンで最も排出量の少ないものを搭載
PM : 排出量が0.01g/bhp-hr以下

選択肢3 : PMの排出量が0.01g/bhp-hr以下を満たすエンジンが手に入らない場合は、最も排出量の少ないエンジン搭載の機械を購入し、最も排出量が少なくなる認定ディーゼル排出物質制御機器を取付けたもの

2010 年末までの目標：全てのヤードトラクターは、EPA2007 年オンロード基準、または Tier4 オフロード・エンジン基準を満たすこと。

2012 年末までの目標：全ての EPA2007 年オンロード基準以前で 750 馬力未満のエンジンを搭載するトップピック、フォークリフト、リーチスタッカー、RTG、ストラドルキャリアは、EPA2007 年オンロード基準または Tier4 オフロード・エンジン基準を満たすこと。

2014 年末までの目標：全ての 750 馬力以上のエンジンを搭載する荷役機械は、最低でも Tier4 オフロード・エンジン基準を満たすこと。

* なお 2007 年以降、Tier4 オフロード基準エンジンに交換するまでは 750 馬力以上の荷役機械は、入手可能な CARB VDEC のうち、最も排出量の少ない機器をつけるものとする。

RTG のディーゼルエンジンはターミナルにおける燃料消費の 50%以上を占め、コンテナ港湾の大気汚染をもたらす。燃料コストが増加すると RTG のオペレーションコストに大いに影響がある。そこで多くのターミナルは、新しいターミナル整備や大規模拡張の採算次第で RTG ではなく RMG の導入を検討するか、または既存 RTG の電化またはハイブリッド化を検討している。

トラクターヘッドについては、LNG 燃料及び電気動力の運用を睨み、現在、プロトタイプの方が一部ターミナルで試験的に使用されている。



写真 3 LNG ターミナル構内作業車

(出典: San Pedro Bay Ports Technology Advancement Program 2010 Annual Report)

③-2-2 これまでの成果

排出量は着実に減少している。ただし、荷役機械に対する具体的取り組みは、オペレーターが主体であることもあり、他の分野に比して進捗は劣る。POLA スタッフによれば、コンテナ取扱量の減少により排出量が減少したことは否定できず、今後取扱量が増大して

も削減目標をクリアするためには、荷役機械の電化等を積極的に進める必要があるとのこと。

CARGO-HANDLING EQUIPMENT EMISSIONS REDUCTIONS			
Pollutant	CY 2005-2011		
	%	tons	
DPM	56%	30	
PM _{2.5}	54%	27	
PM ₁₀	54%	29	
NOx	47%	735	
SOx	83%	7	

図13 荷役機械からの汚染物質排出量

(出典:POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

③-3 港内艇

③-3-1 ハーバークラフトへの対応

サンペドロ湾内のタグボートは、ホームポートにおいて陸電を使用する。また、港内艇のエンジンは2008年までにTire2レベル、2009年から2014年までの5年間にTire3レベルとし、新しいエンジンの搭載を進める。

③-3-2 マリーナ・エンジン・エクステンジ・プログラム

2012年10月より、ロサンゼルス港内のプレジャーボート約3,000隻の所有者を対象に、環境にやさしいエンジンへの交換費用の75%（最大2,000ドルまで）を補助する制度を開始。

③-3-3 これまでの成果

他の分野に比べれば排出量は決して多くはないが、エンジンの交換等により数値は減少している。今後、交換等が進めばさらに成果が出るものと推察される。

HARBOR CRAFT EMISSIONS REDUCTIONS			
Pollutant	CY 2005-2011		
	%	tons	
DPM	36%	20	
PM _{2.5}	36%	18	
PM ₁₀	36%	20	
NOx	33%	441	
SOx	92%	6	

図14 港内艇からの汚染物質排出量

(出典:POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

4. CAAP 以外の大気清浄化への取組み

(1) オフピーク・プログラム

この取組はロサンゼルス/ロングビーチ港の全てのコンテナターミナルが協力して2005年7月に設立したNPOのPierPASS（ピアパス）によって運営されている。

交通量の多い昼間（月一金曜日の午前3時～午後6時）に輸出入貨物の搬出入を行う荷主に対して渋滞緩和金と呼ばれる料金を課すことにより、ピーク時間における港頭地区と周辺の交通渋滞の緩和とそれに伴う大気汚染の改善を目的とするプログラム。このプログラムは、2004年秋の深刻な滞船問題への措置の一つとして動き出したもので、ターミナル周辺の道路混雑対策を、いまや大気汚染対策、地球温暖化対策の一環に位置付けて促進している。

平日のデイトタイムに搬出入するコンテナには50ドル/TEU、100ドル/FEUの「渋滞緩和金（Traffic Mitigation Fee：TMF）を課徴。夜間や土曜日のゲートオープンにかかる費用を差し引いた上で、一部をコンサイニーなどに還元する。当初は労働組合から反発があったものの、夜間シフトは急速に進み、ピアパス導入前は昼間95%、夜間5%であったものが、現在では昼間45%、夜間55%と夜間搬出入へのシフトが進み、港湾周辺道路の渋滞も劇的に緩和されている。また、昼間の45%のうち、最初のシフトに取扱うコンテナには60ドル/TEUを課金している。

ターミナル内のトラックのターン・ラウンド・タイムも改善され、ゲート待ち時間の平均は20分、ターミナル内での平均時間は31分、合計では平均51分となっている。時間別に見ると、30分以下が27%、1時間以下は58%、1.5時間以下は75%、2時間以下では86%である。

混雑緩和に伴って、1日におけるトラック1台当りのターミナル出入り回数も増加した。実施前は1台のトラックが1日に引き取ることができるコンテナ本数は、1本がやっとだったが、現在では、70%以上のトラックが1日に3回以上のコンテナ搬出入を行っている。4月実績では、トラック全体のうち29%が3回、20%が4回、15%が5回と高い回転率を記録している。

一方、夜間シフトの進捗に伴って、ターミナルオペレーター側のコスト負担が増してきている。米国西岸のターミナルオペレーターで構成される WCMTOA (West Coast Marine Terminal Operators Agreement) によると、ピアパスは、ターミナル側のコスト持ち出しで運営されており、TMFを課徴したうえでもなお年間5,500万ドルのコスト負担が発生しており、年々徐々に増加している。このため、昨年8月に初の課徴料金見直しを行い、TMFを60ドル/TEU、120ドル/FEUに改定。さらにこの時、西海岸の港湾オペレーターで構成されるPMA（太平洋海事協会）が算出する港湾労働コストに基づき、TMFを年単位で改定していくことも決定している。

オフピーク・プログラムの導入においては、利害調整が難しく、夜間ゲートオープンには総論賛成だが誰がコストを負担するのかという問題があった。また、このような手法は

道路の渋滞を昼から夜に移すだけになりかねず、完全な解決策にはならないとの意見もあった。しかし、法律（ゲート前にトラックが並ぶこと自体を禁止し、夜間オープンしていない状態で渋滞があった場合はトラックとターミナル双方に罰金を課すという内容）制定を受けてターミナル側が自発的に動き出し、荷主に一定のコスト負担を求めて夜間オープンを実現させた。荷主は当初猛反発したが、実際には渋滞がなくなって貨物の引取りがスムーズになり、物流の無駄も減ったことでトータルではコスト削減に繋がったため、今はそのメリットが認められている。また、ピアパスは、追加のインフラ整備無しに港湾キャパシティを大幅に向上させることが出来る施策と言える。

5. 環境改善の成果と今後の課題

(1) 成果

ロサンゼルス港湾局では、CAAP の効果を検証するため、港内の 4 箇所において 1 時間毎に大気の計測を実施し、オンラインで公表している。また、毎年、実測値や実態調査、統計資料をもとに詳細な発生量推定作業を実施し Emission Inventory として発表したり、計画のアップデート等を行っている。

【参考 ロサンゼルス港における環境部門の人員体制等】

ロサンゼルス市港湾局における環境部門の職員は約 30 名、大気、水質、危険物、管理、チェック部門の 5 つの課があり、各課 3～5 名程度の体制。少数だがその分野の博士号取得者など専門家を擁し、実際の作業の多くを外部に委託し業務を行っている。ちなみに、大気部門の委託費用は約 700 万ドル/3 年とのことである。

これまでに報告（公表）されている各年の実績を整理すると下表の通りとなる。

		2005実績	2010実績	2011実績	2014目標	2023目標
DPM	排出量	891トン	276トン	258トン	250トン	116トン
	削減割合	0%	69%	71%	72%	77%
NOx	排出量	16,381トン	8,212トン	7,989トン		672トン
	削減割合	0%	50%	51%	22%	59%
SOx	排出量	5,325トン	1,319トン	1,287トン	373トン	373トン
	削減割合	0%	75%	76%	93%	93%
コンテナ取扱量 (TEUs)		748万	783万	794万	1,386万	2,238万

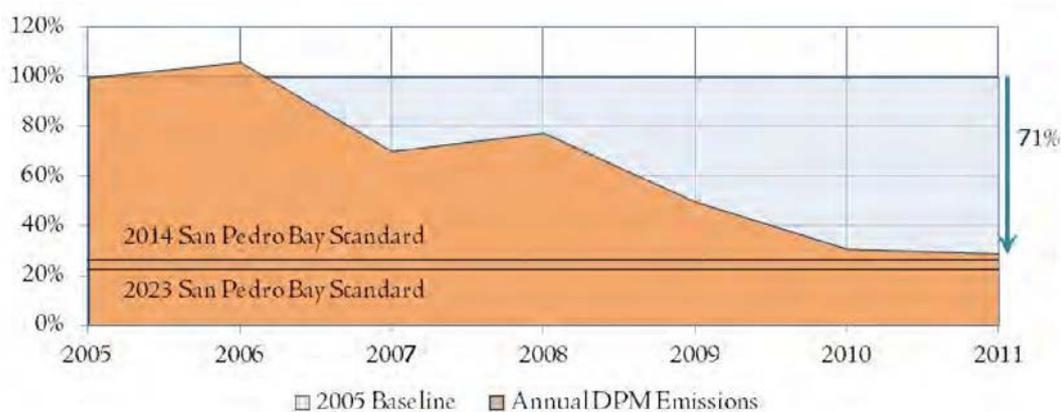
表1 大気汚染物質の排出量と削減割合

CAAP の当初計画においては、DPM47%、NOx46%、SOx52%（対 2005 年比）であり、いずれも達成していることがわかる。各項目の詳細について次頁に記す。

<DPM>

2011年実績で既に71%の削減を達成しており、2014年の目標72%まで残りわずかである。DPMの発生源は、外航船舶および大型車両で、クリーントラックプログラム等の効果により大型車両からの排出量は大幅に削減された。今後は、AMPの導入促進による外航船舶からの排出量削減を中心とした取組みにより、引き続き削減割合を拡大可能と考えられる。

DPM Reductions to Date



DPM Emissions Comparison by Category, tpy

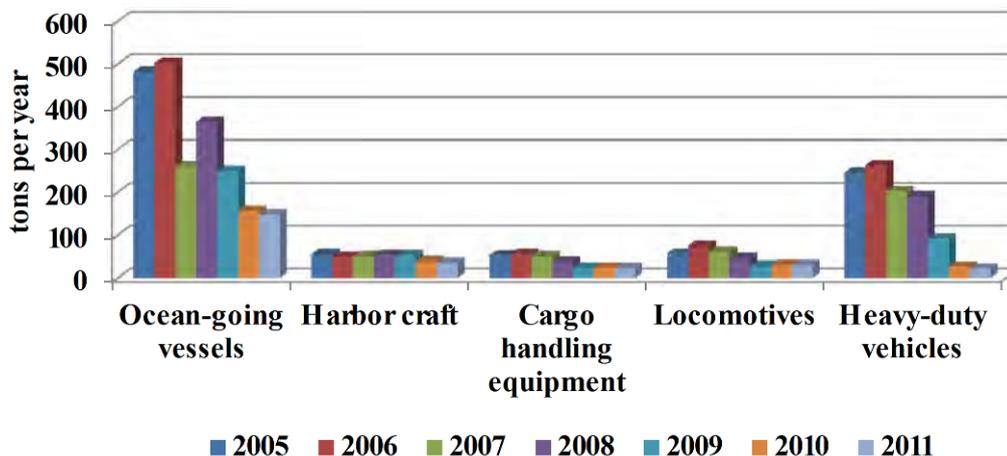


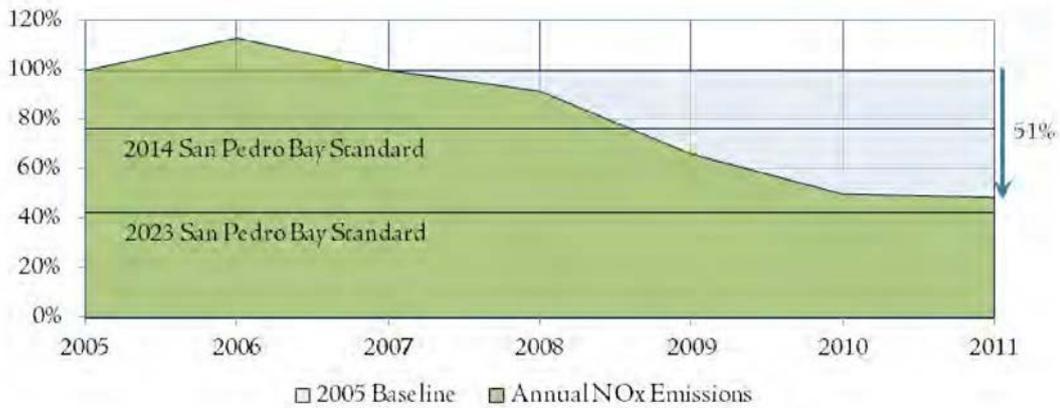
図15 DPM排出結果

(出典:Inventory of Air Emissions CY 2011)

<NOx>

2011年実績で既に2014年目標値である22%を大幅に上回る51%削減を達成している。NOxの発生源は、2005年時点では大型車両が最も多かったが、クリーントラックプログラム等の効果により大型車両からの排出量は大幅に削減された。現在は、外航船舶からの排出量が最も多く、今後は、AMPの導入促進による外航船舶からの排出量削減を中心とした取り組みが必要である。また、港内艇や荷役機械、鉄道にも排出量削減の余地があり、荷役機械の電動化や、代替燃料の活用等新たな技術開発等による幅広い取り組みが求められる。

NO_x Reductions to Date



NO_x Emissions Comparison by Category, tpy

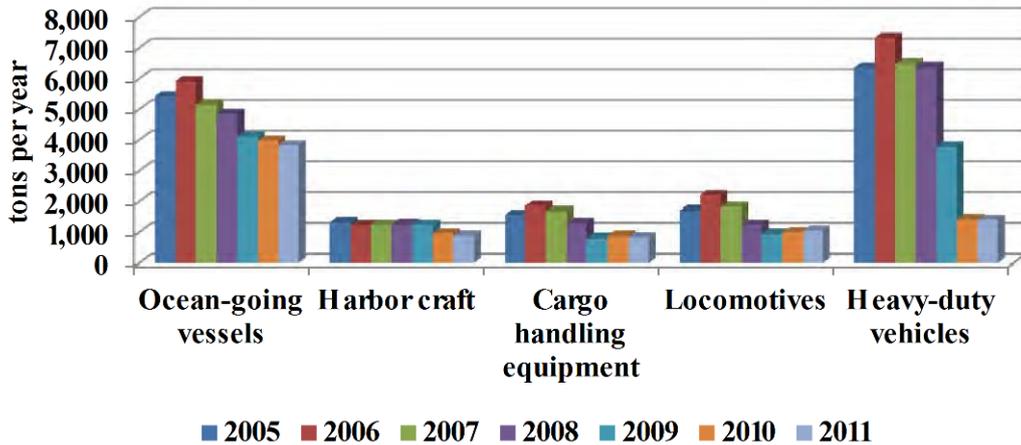


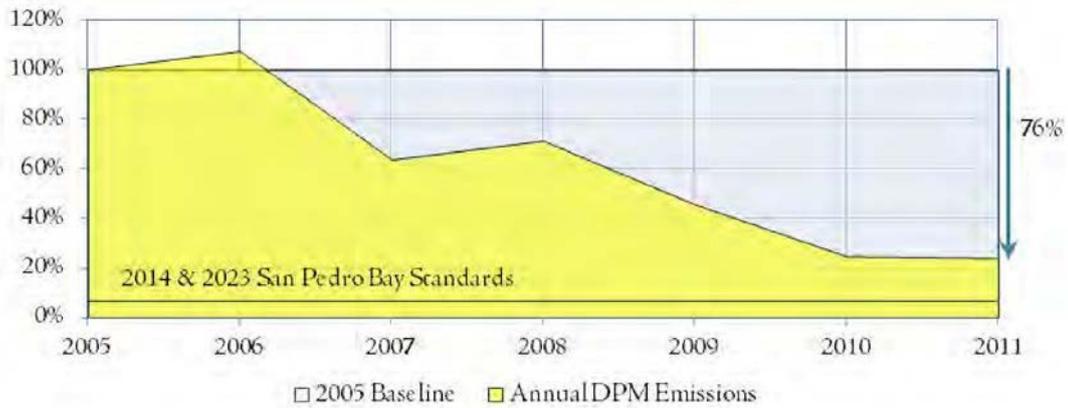
図162 NO_x排出結果

(出典: Inventory of Air Emissions CY 2011)

<SO_x>

2011年現在で削減割合は76%であり、2014年の目標達成に向け更なる施策が必要である。SO_xの排出源はほぼ全てが外航船舶によるため、外航船舶に絞った取組みが求められる。これまでは20海里・40海里内航行速度制限、2009年7月1日からの低硫黄燃料0.5%義務化、陸電供給（2011時点で10口）施設整備を行ってきたが、今後は2014年1月1日からの低硫黄燃料0.1%厳格化、北米ECA（200海里）では2012年8月1日から低硫黄燃料1%、2015年1月1日から0.5%に義務化、船舶陸電設備の増設（2014年までに24口に増設）、船舶陸電使用率の向上（2014年に50%、2017年に70%、2020年に80%に州法化）、また、COOP以外にもESIへの加盟等更なる取組みが計画されている。

SO_x Reductions to Date



SO_x Emissions Comparison by Category, tpy

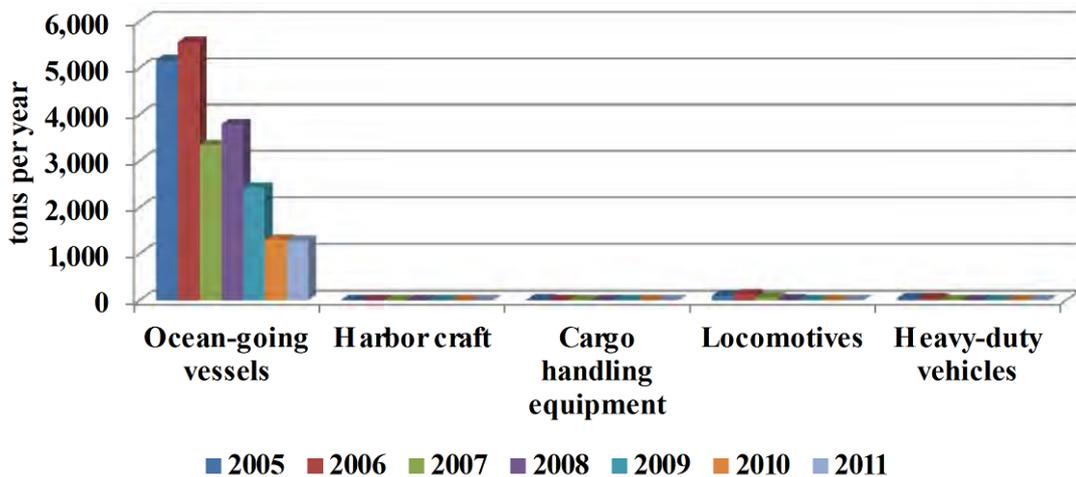


図17 SO_x排出結果

(出典:Inventory of Air Emissions CY 2011)

(2) コンテナ取扱量（計画）とCAAP削減目標の関係

下表は、2011年のコンテナ10,000TEU当りの削減数値（対2005年）である。DPMが73%、NOxが54%、Soxが77%となっており、単位取扱量（10,000TEU）当りで見ると効果が上がっていることがわかる。

Pollutant	CY 2005-2011	
	%	tons
DPM	73%	0.86
PM _{2.5}	71%	0.80
PM ₁₀	73%	0.95
NOx	54%	11.84
SOx	77%	5.5

図18 10,000TEU当りの排出量

(出典:POLA提供資料AIR QUALITY REPORT CARD2005-2011)

一方、コンテナ取扱量を見ると、CAAPが開始された2006年から2011年までの間は、リーマンショックの影響からコンテナ取扱量が一時的に減少した時期と重なる。2009年に計画の見直しを行っているが、今後は毎年3.56%の成長予測となっている。

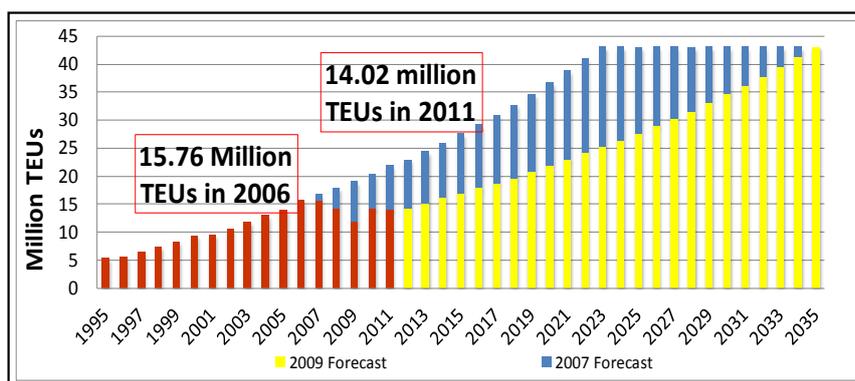


図19 ロサンゼルス/ロングビーチ港のコンテナ取扱量

(出典:POLA提供資料)

(3) 今後の課題

今後コンテナ取扱量が増大した場合も着実に目標をクリアするためには、現在実施している削減プログラム等の直接的な政策の着実な実施の他、他団体との協力を通じた新たな枠組みの推進や新技術への積極的な投資等の新たな取組みを検討していく必要がある。

【参考 あらたな取組みの検討状況】

① 他の団体等との協力体制

POLA では、大気清浄化活動を促進させるため、他の団体等との共同化を図っている。具体的には、IAPH のツールボックスである WPCI (World Ports Climate 世界港気候イニシアティブ) への参加や、PPCAC (Pacific Ports Clean Air Collaborative) の立ち上げによる太平洋沿岸の船社や港運事業者との集会、同ワーキンググループによる検討への

参加、PIANC への参加、上海港との人材交流、RAND Corporation との共同による気候変動調査の実施等である。

② 新たな技術開発

環境負荷低減のためには、既存の技術を活用するだけでなく、新たな技術開発により一層の削減効果を生み出す必要がある。このため POLA では、新技術開発のためのインセンティブとして150万ドル/年の投資を行う等、新技術の開発にも力を入れている。

2011年のTechnology Advancement Program Annual Reportには、新技術の導入可能性の検討事例として、シャーシ用動力の検討（リチウムイオン電池を活用した電動シャーシ、ハイブリッド車、代替燃料車（LNG、CNG、プロパン）、プラグインハイブリッド車、バイオディーゼル燃料車）、RTG用動力の検討（ハイブリッドRTGの検討）、タグボート用動力の検討（ハイブリッドタグボート）、船舶排出ガス処理技術の検討（Advanced Maritime Emission Control System: AMECS）等が報告されている。

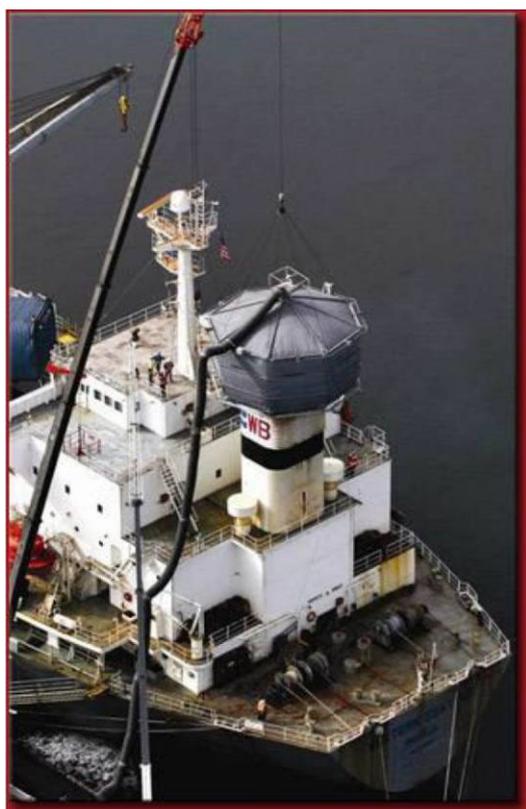


写真4 AMECS(左)、ハイブリッドタグボート(右上)、ハイブリッド構内車(右下)

(出典: San Pedro Bay Ports Technology Advancement Program 2010 Annual Report)

③ 自然再生エネルギーの活用検討

POLA における太陽光発電や風力発電等の自然再生エネルギー導入の考えについてヒアリングしたところ、太陽光発電については、旧 APL ターミナルの CFS であった建物(現在はクルーズターミナルの建物として再利用)の屋上に 1 メガワット相当の太陽光パネルを設置しているとのことであった。また、今後はロサンゼルス港として、合計 5 メガワット相当の自然再生エネルギー発電導入を目標としているものの、太陽光発電の場合は既存建物の屋根への取り付けが可能かどうかの構造検討が必要なことや、建物が点在していて電圧ロスが大きいこと等の課題があるため、風力発電の導入ができないかについて調査・検討を始めたとのことであった。

6 考 察

- ・ ロサンゼルス港が大気清浄化等環境対策に力を入れている背景には、大気汚染が著しく、市民の健康に多大なる被害をもたらす危険性があったことにあることがわかった。POLA 森本アシスタントディレクターがサンペドロの高台から港の背後にある山々を見て「ロサンゼルスに来て 30 年近くになるが、あそこにあんな山があったのを知ったのは数年前、それまではスモッグで山が見えたことはなかった」と発言されたのが印象的であった。
- ・ ロサンゼルスの大気清浄化活動は、ロサンゼルス/ロングビーチ両市が率先して取り組み、その結果カリフォルニア州をも巻き込んで現在のような世界をリードするまでの活動に至っていること、州や市が明確な目標を設定し、その一部である港湾の役割、目標もまた明確であること、きちんとした成果が挙げられている理由はなんともいっても強い行政のリーダーシップにあることがわかった。また、港湾における影響因子がどの分野からどれだけ排出されているのか、何をターゲットとして取り組めば効果が大きいのか等、きちんとした現状分析の上にプログラムが計画されていることに関心させられた。日本の港湾の多くが、なんとなく自助努力的に環境配慮に取り組もうとしているのとは、大きく異なっている。
- ・ ロサンゼルス港とロングビーチ港の取り組みは、カリフォルニア州、アメリカ合衆国、世界の先駆者としての自負を持っている。結果として州法化や国際標準化への動機付けとしての役割を担っている。
- ・ 船舶陸電促進への足がかりとなり、州法化されたことは、今後国際的にも急速に陸電利用が促進される可能性が高い。2012年7月に国際標準仕様が公表されたのも加速の一旦を担う。船社側からみればロサンゼルス港においてはコスト面でも陸電利用が優位である。今後北米航路の船舶の多くが陸電設備を持つとなると、北米航路を扱う世界中のターミナルにおいても、陸電設備は“あって当たり前の設備”となる可能性が高い。このため、日本国内で船舶陸電導入の阻害要素となっている各種課題(物理的経済的な電力供給の課題、現行の基本料金が電力ピークにより決められるため、船舶陸電導入により

基本料金が大幅値上げとなってしまう課題等) についても、早期に解決する努力が望まれる。

(参考文献等)

- 米国における国内物流に関する調査報告書:2010年12月 日本貿易振興機構(ジェトロ) 海外調査部
- 米国カリフォルニア州における環境対策の現状(2010.9):横浜市米国代表現地情報
- 海事プレス 2012年8月10日(金)
- コンテナターミナルにおける環境対策(ロサンゼルス港を事例として) 福島 豊 OEDI QUARTERLY 78
- PORT OF LOS ANGELES INVENTORY OF AIR EMISSIONS-2011
- PORT OF LOS ANGELES EMISSIONS INVENTORY HIGHLIGHTS-2011
- San Pedro Bay Ports Technology Advancement Program 2010 Annual Report
- <http://www.cleanairactionplan.org/programs/tap/techdemos.asp>
- <http://www.businesswire.com/news/home/20120506005065/ja/>