

運輸業における環境問題への対応行動の考察

環境自主行動計画・低炭素社会実行計画の評価

平野 創
大久保 いづみ

1. はじめに

本論文の目的は、運輸業における温室効果ガス削減の取り組みの特徴を明らかにすることである¹⁾。本稿では、経団連が中心となって行っている自主的な地球温暖化対策の取り組みである「環境自主行動計画」と「低炭素社会実行計画」に注目して議論を進めていきたい。なお、環境自主行動計画は1997年に策定され、それを引き継いで2009年には新たに低炭素社会実行計画が策定された。これらの計画の中で業界団体及びそれに属する企業は、自ら削減目標を掲げ、自主的に温室効果ガスの排出削減へと取り組んでいるのである。

まず、本論文が注目する自主的な行動は、環境対策においてどのような位置を占めているのか確認してみよう。杉山・若林(2013)によれば、地球温暖化対策の政策パッケージは以下の三つに大別できるという。(1)炭素の価格付け：税制、補助金、環境規制、排出量取引などを通じて、温室効果ガス排出量削減を方向付けるような適切な価格付けをする。(2)合理的行動の促進：合理的行動を阻む障壁を除去することを通じて排出量削減を促進する。例えば、長期的には省エネや温室効果ガス削減につながる投資であっても、初期導入費用が高い場合は敬遠される傾向がある(非合理

1) 本稿は、特記のない限り、日本経済団体連合会(2014)及び関係者へのヒアリングに基づいて記述されている。

的な行動が選択される)。そうした場合、省エネ効率基準を設定することで非合理的な選択をする余地を小さくしたり、製品のエネルギー効率性を示すラベル（省エネラベル）の添付を義務付けることで消費者に合理的な行動を促したりすることができる。(3) 長期的対策：補助金の交付などの優遇措置を通じて、温室効果ガス削減に寄与する技術の開発などを促進する制度を導入する。これらの政策パッケージのうち、(2)、(3)の実現に際して、業界団体を通じた自主的な行動は、政府の役割を補完する機能を果たすという。

自主行動計画に関しては、すでに複数の先行研究が存在する。その多くは、自主的な行動が政策として機能しているのかどうか評価するものである²⁾。自主的な取り組みに関しては、排出量取引や環境税などの経済学手法にみられるような理論的な裏付けがないこと (Morgenstern and Pizer, 2007) や制度の多様性ゆえに評価そのものが難しいこと (Storey et al., 1997) が問題点として指摘されてきたという。これに対して、杉山・若林 (2013) は日本における自主的な取り組みに関する詳細な事例分析を通じて、自主行動計画は(1) 法的な拘束力がなくとも社会公約としての重みをもち、(2) 業界団体及び企業における温暖化対策のPDCAサイクルの確立や情報交換、対策の実施といった企業の行動を促進するという面で効果があることを明らかにした。さらに、これらを可能とした要因の一つとして高度に組織化された業界団体の存在を指摘している。

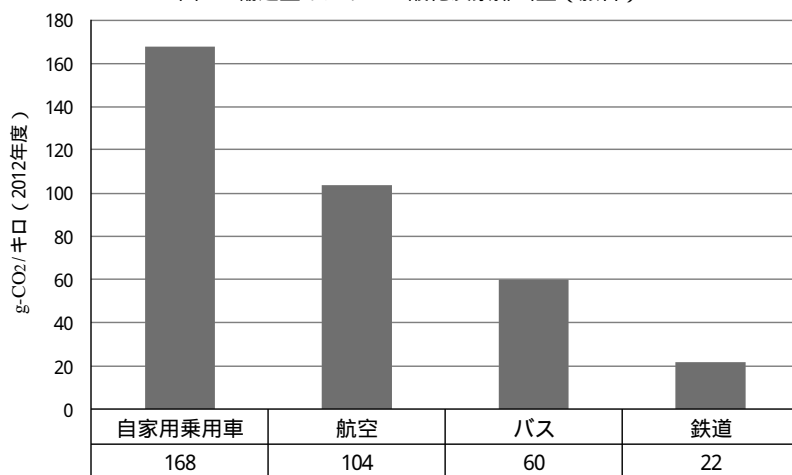
日本における温室効果ガスの排出削減に関する研究においては、製造業における取り組みが特に注目を集めてきた。杉山・若林 (2013) も家電業界、半導体産業を分析の対象としている。また、Kikkawa et al. (2014) は自動車、鉄鋼、化学の各業界における自主的な温室効果ガスの排出削減の取り組みを考察している。これらの業界において、日本は温室効果ガス削減で先進的な存在となっている。

2) 本段落の記述に関しては、杉山・若林 (2013) の補論を参照した。

運輸業における環境問題への対応行動の考察

一方で、本稿が注目する運輸部門においても、日本は温室効果ガスの排出削減の面で複数の優れた特質を有している。第一に、日本は他の輸送機関と比べて相対的に二酸化炭素排出量が少ない鉄道の利用率が諸外国に比べて高い。図1に示されるように、旅客輸送の場合、鉄道の輸送人キロ³⁾当たりの二酸化炭素排出量は自家用乗用車の13%程度にとどまる。旅客輸送に占める鉄道の割合が、欧州諸国は7~10%程度、米国では1%程度に過ぎないのに対して、日本の場合は35%にも達する(図2)。日本の鉄道はこれだけの輸送シェアを持ちながらも、エネルギー使用量の面では、国内輸送機関のうちわずか3.7%を占めるにすぎない。第二に、本論文で詳しく後述するように、製造業部門と同様に運輸部門においても、多くの業界団体及び個別企業が環境自主行動計画に加わり、温室効果ガス削減に

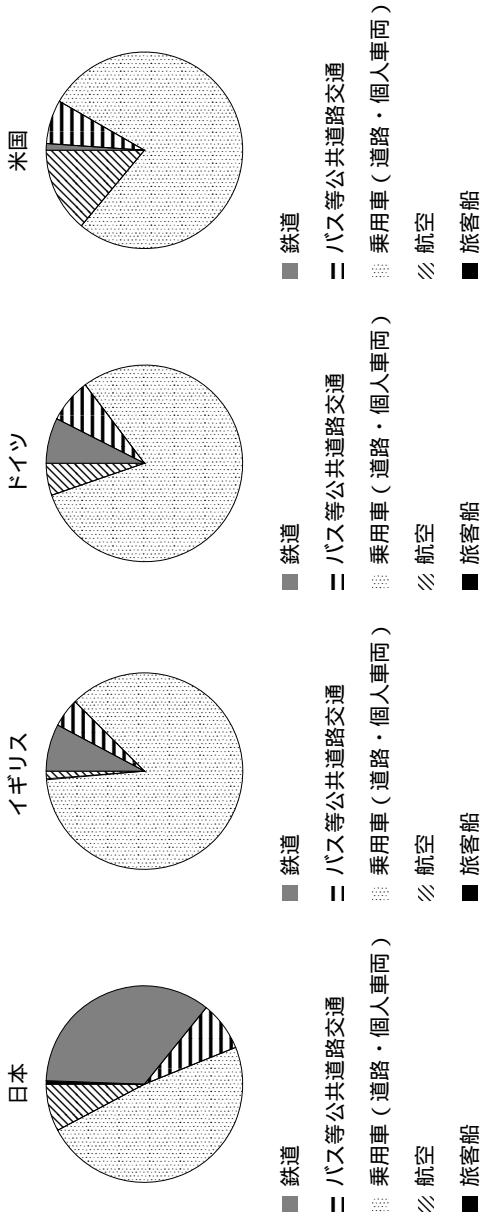
図1 輸送量あたりの二酸化炭素排出量(旅客)



出所：国土交通省ホームページ
(http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html)

3) 輸送人キロとは、旅客輸送量の指標の一つであり、旅客の人数とその旅客を輸送した距離(km)を掛け合わせたものである。

図2 輸送機関別輸送量の国際比較 (2008年度)



出所：国土交通省鉄道局監修 (2012) より筆者作成

運輸業における環境問題への対応行動の考察

取り組み、その多くが目標を達成している。さらに、その後の低炭素社会実行計画にも、複数の業界団体と企業が参加している。

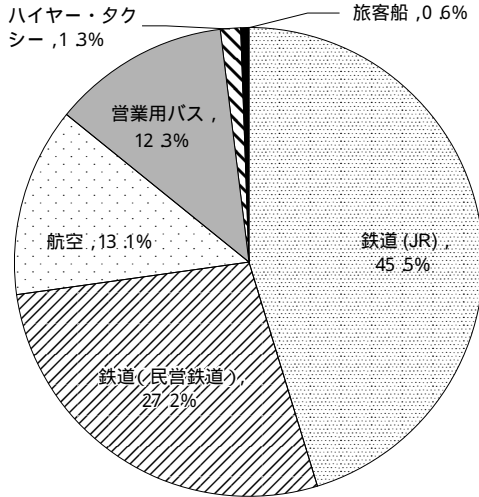
本稿においては、運輸部門における環境自主行動計画の取り組みと成果、低炭素社会実行計画の概要を中心に、日本の運輸部門における温暖化対策の特徴を明らかにしていきたい。その中で製造業における削減努力との相違点を明確にしていくことも目標としている。本稿が事例として取り上げるのは、旅客部門に関しては、運輸の中でも自家用を除いた公共輸送で72.2%を占める鉄道（営業人キロでシェア1位）と13.1%を占める航空（同2位）である（図3）。また、貨物部門に関しては輸送トンキロ⁴⁾で1位の自動車、第2位の内航海運を分析の対象とする（図3）。貨物自動車に関しては、自家用トラックを除いた営業用トラックに着目する。なお、本稿は、第1節、第2節、第4節を平野、第3節を大久保が執筆した。

結論を先取りすれば、運輸部門での温室効果ガス削減の方策は、大別すれば以下の3つであった。第一に、輸送機械・器具の改善とそれらの運用方法の改善がある。例えば、エネルギー消費の少ない鉄道車両や航空機の導入やエネルギー消費の少ない船舶運航方法など。第二に、輸送以外での削減の取り組み（本社部門のオフィスなどでの削減）がある。これに関しては、製造業の企業における対策と大きな差はない。第三に、相対的に温室効果ガス排出量の少ない輸送主体へと輸送方法を変えるモーダルシフトが存在する。例えば、自家用乗用車の使用から公共交通機関の利用へ、トラックでの貨物輸送から鉄道や船舶を利用した貨物輸送へのシフトなどである。

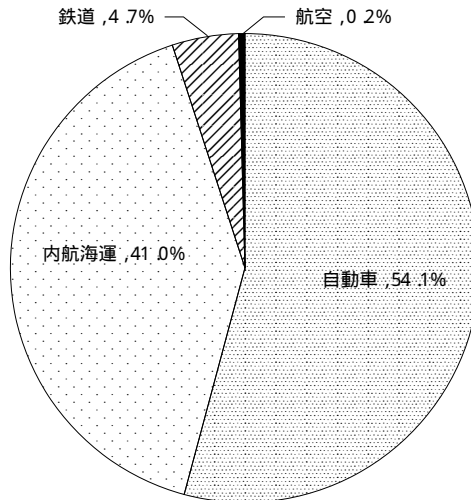
4) 輸送トンキロとは、貨物輸送量の指標の一つであり、貨物の重量とその貨物を輸送した距離 (km) を掛け合わせたものである。

図3 輸送機関別の分担率

旅客の公共輸送機関別分担率 (2011年度, 輸送人キ口)



貨物の輸送機関別分担率 (2011年度)



出所：国土交通省鉄道局監修 (2013)

2. 国内輸送部門における取組：省エネの推進とモーダルシフト

本稿では、運輸部門を国内輸送と国際輸送に大別し、本節では国内で完結する運輸部門に関して考察を進め、国際輸送も含むものに関しては次節において言及することにする。この理由は、温暖化対策の枠組みが、前者は国別アプローチ（国別に削減目標を定める）、後者はセクター別アプローチ（産業単位で国際的に削減へ取り組む）と大きく異なるからである。国内輸送に関しては旅客部門として鉄道、貨物部門としてトラック輸送と内航海運、国際輸送に関しては航空と国際海運を事例として取り上げる。

（1）鉄道（日本民営鉄道協会、東日本旅客鉄道他）

最初に日本の鉄道事業者に関して概説する。日本における鉄道事業者は大別すれば、以前は国営鉄道であった「JR」各社と民間資本により設立された「民営鉄道」の二つである。日本では、1987年に国営鉄道であった日本国有鉄道が分割民営化され、地域・輸送区分に応じて7社のJRが設立された。公共輸送に占めるそれぞれの鉄道事業者の割合（輸送人キロ）は、JRが45.5%、民営鉄道が27.2%である。

環境自主行動計画には、業界団体として日本民営鉄道協会が参加するとともに、JR7社がそれぞれ企業単位で参加した。日本民営鉄道協会には国内すべての民営鉄道が参加しており、このうち電気鉄道事業を行う63社全社が自主行動計画のフォローアップの対象となっている。以下では、単一主体としては鉄道部門における自主行動計画への参加母体として最大規模である日本民営鉄道協会とJR7社の中で売上高が最大の東日本旅客鉄道（JR東日本）の取り組みを中心に振り返ることにする。

環境自主行動計画において、日本民営鉄道協会はエネルギー使用原単位を1990年度比で17%削減することを目標とし、それを達成した。1990年度のエネルギー使用原単位を1とすると、2008～2012年度の平均値は

0.81となり、目標の17%減である0.83を下回った。この数値は、2012年度には0.78となり一層の省エネが実現されている。

温室効果ガス削減の具体的な取り組みとしては、第一に省エネルギーの鉄道車両（電車）の積極的な導入がある。代表的なものとしては、VVVF（Variable Voltage Variable Frequency：可変電圧可変周波数）インバータ制御の車両が存在する。従来の鉄道車両は、回路に抵抗器を挿入することで出力を調整していた（抵抗制御）。この場合、エネルギーの一部を抵抗器で熱に変えて捨てることになる。これに対して、VVVF制御では電圧や周波数を変えることによって出力の調整をするため、熱にしてエネルギーを捨てることがなくなり、大幅にエネルギー効率が上がった。同時に車体に関しても、従来は鋼製（鉄製）であったものをアルミやステンレスといったより軽量の素材へ切り替えることで大幅に重量を低減させた。これらの結果として、例えばJR東日本の場合、従来型の車両に比べて約半分の消費電力で走行可能な車両を導入することができるようになった（東日本旅客鉄道、2014）。こうした省エネ型の車両が車両全体に占める割合は、JR東日本で91.3%、民営鉄道事業者で78.9%に高まっている⁵⁾。また、大手民営鉄道で余剰となった省エネ車両の一部は、中古車として地方の民営鉄道へ譲渡され、全国的に温室効果ガスの排出量削減が進んでいる。

第二に、本社オフィスでの排出削減が存在している。空調の設定温度の調整や、省エネ型の電気器具・高効率設備機器の使用、照明・事務機器・パソコンの電源を細かに切るなどの努力の積み重ねによって、排出原単位は2012年度には1990年度比で73.6%にまで低下した。

第三に、各鉄道事業者は自家用乗用車や航空機の利用者に対して、鉄道へと移動手段を切り替えることによって環境負荷を小さくする「モーダル

5) 大手民営鉄道における省エネ車両の保有割合は、1990年度には45%であったものが2006年度には約72%となり、毎年平均で約2%弱の割合で増加を続けた。

シフト」への協力を呼び掛けている。例えば、東京～大阪間を航空機(B777-200)で移動した場合には50kg/座席のCO₂が排出されるのに対して、新幹線で移動した場合の排出量は約12分の1の4.2kg/座席に過ぎないのである⁶⁾。そのため、東海道新幹線を運行するJR東海は、出張に新幹線を利用する「Eco出張」を積極的に宣伝している。日本民営鉄道協会においても2005年から環境対策として鉄道の利用を呼び掛ける「鉄道でエコキャンペーン」を行っている。

低炭素社会実行計画においても、上述の様々な取り組みを継続するとともに、新たに電力源の切り替えなども計画し、更なる省エネ・低炭素化を目指している。JR東日本は、すべての車両を省エネ車両に切り替えることを計画するとともに、ディーゼルハイブリッド鉄道車両や蓄電池駆動電車の開発にも取り組んでいる(東日本旅客鉄道, 2014)。また、自社の火力発電所の設備を効率の良い「複合サイクル発電設備⁷⁾」へ切り替えたり、発電時の燃料を石油から天然ガスに変更したり、太陽光や風力発電も活用したりする計画を立てている。日本民営鉄道協会も省エネ車両を継続的に導入することを計画しており、同時に太陽光などの自然エネルギーを利用した発電や森林吸収源としての里山の整備などにも取り組んでいる。

(2) 営業用貨物自動車(全日本トラック協会)

自動車を用いた貨物輸送に関しては、営業用トラックを使用し運送事業を営む企業の業界団体である全日本トラック協会が環境自主行動計画と低炭素社会実行計画に参加している。貨物輸送で用いられるトラックは、営業用の他に家用も存在し、車両数では家用が82%を占める。しかしながら、輸送量(輸送トンキロ)では、営業用トラックが85.9%を占める。

6) JR東海「JR東海環境サイト」<http://eco.jr-central.co.jp/making/index8.html> (2015年6月7日閲覧)。

7) 燃焼ガスでタービンを回転させる「ガスタービン発電」と排熱でつくった蒸気でタービンを回転させる「蒸気タービン設備」を組み合わせた発電設備。

そのうえ、稼働効率の指標である「実働1日1台当たりの輸送トンキロ」で考えると営業用は自家用トラックの約10倍の輸送効率を有している（全日本トラック協会，2014）。

全日本トラック協会は、環境自主行動計画において1996年度比で排出原単位を30%削減することを目標として掲げ、これを達成した。1996年度を1とすると、2012年度の実績は0.67であった。2008～2012年度の平均を見ても33%の削減を実現している。

この業界における温室効果ガス削減は、鉄道業など他の運輸部門とは異なり、車両そのものの置き換えよりも運行上の工夫が大きな役割を占めている。全日本トラック協会が重視したのは「エコドライブ（環境にやさしい運転方法）」の推進であった⁸⁾。エコドライブは、(1) 穏やかな発進と加速、(2) 早めのシフトアップ、(3) 一定速度・経済速度での走行、(4) 予知運転とエンジブレーキの活用、(5) アイドリングの抑制から構成される。こうした運転方法を実行した場合、平均燃費が7.89%向上することが確認されている。なお、交通事故も49.6%減少したとの調査結果が出ている。また、エコドライブの啓蒙団体である交通エコロジー・モビリティ財団は、エコドライブや低公害車の導入など一定のレベル以上の環境対策を行っている事業者を審査のうえ、認証、登録している。この認証取得事業者の平均燃費は全国平均よりも27.9%も良い水準であるという。2014年度末で5,830のトラック運送事業所が認証登録されている（全日本トラック協会，2014）。

この他にも、運行上の工夫としては、幹線や都市内などで共同輸配送を推進し、輸送効率を向上させるといった取り組みもなされている。また、求荷求車情報ネットワーク「WebKIT」の普及も温室効果ガス削減に寄与している⁹⁾。WebKITは、インターネットを利用して、荷物を依頼する側

8) エコドライブに関しては、交通エコロジー・モビリティ財団(2013)を参照。

9) WebKITに関しては、全日本トラック協会・日本貨物運送協同組合連合会

運輸業における環境問題への対応行動の考察

と車両を活用したい運送側がそれぞれ情報登録や検索を行い、可能な限り空車や積載率の低い状況での走行を回避するシステムである。帰り荷の確保による実車率の向上、積合せの徹底による積載率の向上、時間のフル活用による実動率の向上によって、貨物輸送の最適化が可能になる。

もちろん、トラック輸送においても他の運輸部門と同様に低燃費車両への置き換えも行われている。トラック協会では、天然ガス自動車、ハイブリッド自動車の導入に対して助成を行っている。2012年度には助成台数が天然ガス車は185両、ハイブリッド車は835両になった。また、営業用大型トラックのトレーラーへの代替促進、20トン車の25トン車への代替促進などによる車両の大型化による輸送効率改善にも取り組んだ。

全日本トラック協会は、環境自主行動計画に続き、低炭素社会実行計画にも参加している。低炭素社会実行計画では、CO₂原単位を2005年度比で22%削減することを目標としている。すべての事業者がエコドライブに取り組むことで約5%の削減を実現し、他にも走行距離当たりのCO₂排出量が減少し続けることで約8%、車両の大型化や実車率向上、実車時積載率の向上といった輸送の効率化で約10%の削減ができると試算されている。

(3) 内航海運（日本内航海運組合総連合会）

内航海運とは国内の港湾間の船舶輸送であり、輸送トンキロベースで国内の貨物輸送の41%を占めている（図3）。1960～80年代には自動車を凌ぐシェア第1位の輸送機関であり、現在でも第2位のシェアを維持しており、日本の貨物輸送で大きな役割を果たしている。

しかしながら、日本内航海運組合総連合会は運輸部門で環境自主行動計画に参加した業界団体の中で唯一、目標が未達成に終わった。日本内航海運組合総連合会は、1990年度比でCO₂排出原単位を3%削減することを

(2011)を参照。

目標として掲げていたものの、実際には1990年度を1とすると2012年度の実績は1.107となり、基準年よりもむしろ悪化する結果となった。目標が未達成となった理由として、日本内航海運組合総連合会は、(1) 経済不況及び東日本大震災をうけ生産活動（輸送量）が減少し輸送効率が悪化したこと、(2) 老齢船（船齢14年以上）の代替建造が進まなかったこと、(3) 輸送量が低下する中で大幅な減船が進まなかったことを指摘している。一方で二酸化炭素の排出量そのものは、1990年度が859万トンであったのに対して、2012年度は705万トンと大幅に減少している（日本内航海運組合総連合会・内航海運安定基金、2014）。つまり、急激な需要の落ち込みによって輸送量が低下したことで排出量は減ったものの、減船が進まないことによって過剰供給状態に陥って積載率が悪化し、輸送単位当たりで見ると排出量が増大するという状況にあったのである。

このように減船が困難であり、老齢船の代替が進まない原因としては、小規模事業者が多いというこの業界特有の構造が考えうる。5隻以上の船舶をもつ事業者は全体のわずか28.5%しか存在せず、容易に減船をすることができない¹⁰⁾。例えば、1隻しか保有しない事業者も全体の38.8%存在し、こうした企業は減船が廃業に直結する。また、内航海運業では99.6%が担保余力の小さい中小企業であり、老齢船をより輸送効率の良い、需要に適合した新造船へ代替することもまた困難であった。こうして、供給過剰状態に陥ったことで積載率が低下し、原単位が悪化したと考えられる。このような輸送量の減退に伴う輸送効率の悪化、それによる原単位の悪化は、人口減が見込まれる日本において、やがて他の事業者にとっても問題となる可能性がある。

日本内航海運組合総連合会は、環境自主行動計画では目標が未達成に終わったものの、低炭素社会実行計画にも継続して参加することを決めた。

10) これらの船舶、事業者数に関するデータは、日本内航海運組合総連合会・内航海運安定基金（2014）を参照。

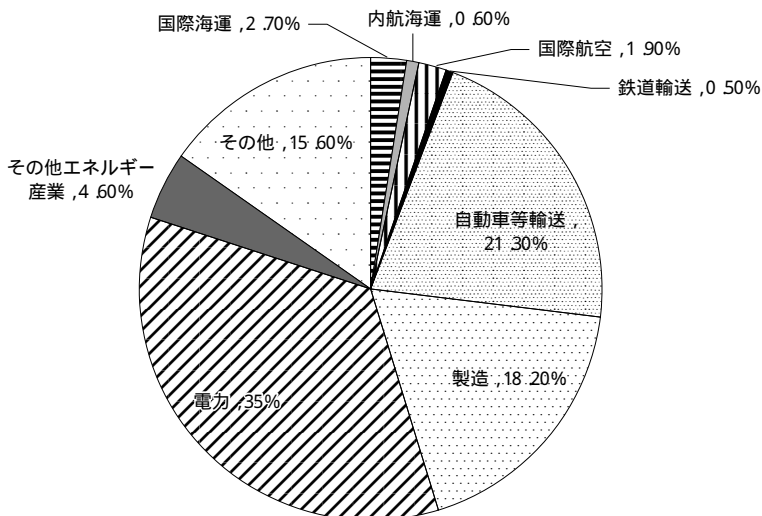
低炭素社会実行計画では、CO₂ 排出量を指標として取り入れ、2020 年の目標値を 1990 年比で 31% 減の 590 万トンに定めた。この目標を実現するために、以下のような対策を講じることにした。まず、(1) 老齢船の代替建造に際しては、省エネに関する先端技術を最大限導入することにした。2013 年度には CO₂ 低減率 10% 以上の二酸化炭素低減化船が 31 隻導入された。こうした省エネ船の導入促進で CO₂ 排出量を 6% 以上削減することが可能と試算されている。さらに、(2) 老齢船の代替建造を促進することによって、排出量を 10% 以上削減するとした。代替建造の促進に際しては、内航海運事業者の多くが中小企業であり、資金力に乏しいことがボトルネックとなっている。そのため、事業者の投資負担を小さくするために、船舶を建造する際には海上運送事業者と独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構がその費用を分担する仕組みが導入された。こうした制度が導入された背景には、貨物輸送を内航海運へとモーダルシフトさせることによって、温室効果ガスを削減しようとする政策的意図もある。また、(3) 運航上の工夫によって CO₂ 排出量を削減することも計画されている。輸送ルートや運航速度を適切に管理する運行支援システムを導入することで、燃料使用量の削減が可能となる。

3. 国際輸送部門における取組：国別アプローチからセクター別アプローチへ

本節では、国際輸送部門における温室効果ガス削減の取り組みとして、航空運送事業と国際海運事業を取り上げる。図 4 は、世界の産業別 CO₂ 排出量を示している。これによると、世界の全産業において運輸部門の CO₂ 排出量は約 27% を占めており、運輸部門の中では国際航空事業がそのうち約 7% を、国際海運事業が約 10% を占めている。

国際航空事業と国際海運事業ではセクター別アプローチに基づいた温室効果ガスの削減が進んでいる。その理由としては、両事業においては排出

図4 世界の産業別 CO₂ 排出量



出所：日本船主協会 (2014b)

量の国別割り当てが困難なために¹¹⁾、京都議定書において両業界が各国別の CO₂ 排出量削減債務の対象から外されたことが挙げられる。国際航空事業は、国連の専門機関である国際民間航空機関 (International Civil Aviation Organization, ICAO) を通じて、国際海運事業は同じく国際海事機関 (International Maritime Organization, IMO) の主導によって、対策に取り組むことが定められている。

(1) 航空運送事業 (定期航空協会)

定期航空協会による航空運送事業における温室効果ガス削減対策は、環境自主行動計画、低炭素社会実行計画とともに、国際・国内航空を対象とし

11) 国際航空事業および国際海運事業における温室効果ガス排出の特殊性として、排出が国境を越える、公海・公空におよぶ、外国企業との共同運送が頻繁に実施されるなどがある。

運輸業における環境問題への対応行動の考察

ている¹²⁾。日本のCO₂排出量に占める国内航空分野によるCO₂排出量の割合は約0.75%である。本項では、国内航空も含めた航空運送事業における取り組みについて述べる。

定期航空協会は環境自主行動計画の目標について、生産単位（提供座席距離）当たりCO₂排出量を単位とし、2008年度～2012年度（平均値）において1990年度比13.5%削減することに設定した。航空業界では、ジェット燃料の代替燃料が存在しないため、燃費効率の改善を目指す観点から、生産単位当たりのCO₂排出量が単位として採用された。環境自主行動計画に参加した業界企業数は11社であり、日本の航空会社の提供座席距離で約90%をカバーしている。1990年度を1とした場合、航空業界の2008年度～2012年度の実績値は0.833であり、環境自主行動計画の目標値である0.865が達成された。

航空業界における環境自主行動計画目標達成の要因は、輸送面では、燃料消費効率の改善された新型航空機への機材更新、運航上の改善などにあった。2012年度における機材更新に関する取り組みとしては、旧型航空機29機が退役し、代替機として燃料消費効率の改善された新型航空機47機が導入された。同年度の航空機関連投資総額は約6,500億円に上った。運航上の改善としては、日常運航における最適飛行高度・速度と最短飛行経路の選択、新航空管制支援システム等の導入による飛行経路・時間の短縮と運航精度の向上、燃費効率の高い着陸方式(CDO)の導入、などが進められた。

輸送以外の面でも、CO₂排出量削減へ積極的な取り組みが行われた。本社などのオフィスでは、省エネ施策の実施や、省エネ性能の高い設備・機器の導入などが推進された。また物流面においても、委託先物流業者に

12) 航空運送事業における温室効果ガス削減対策に関する記述は、主として日本経済団体連合会(2013)(2014)、定期航空協会(2014a)(2014b)(2014c)、定期航空協会へのヒアリング(2014年2月28日実施)による。

対する省エネ運転の依頼が徹底された。さらに、カーボンオフセットプログラムの顧客への提供など、新しいサービスが行われている¹³⁾。

低炭素社会実行計画における目標として、定期航空協会は、2020年度のエネルギー消費原単位（有償トンキロメートル当たりの燃料消費量）を2005年度比で21%削減することに設定した。有償トンキロメートルは、航空機の有償搭載物（旅客・貨物・郵便）重量に飛行距離を乗じたものであり、全世界共通の指標となっている。従来は座席数あたりで計算していたため空席でも運んだことになっており、排出量削減に際して輸送量の適正化努力が評価されない指標であったが、原単位の基準変更によって需要の変動が排出量により直結するようになった。また、新しい基準では旅客だけではなく、貨物・郵便の輸送も反映されている。

航空業界の輸送面において、現在行われている最も有効な取り組みは、継続的な新型航空機の導入である。航空業界におけるCO₂排出量の約99%は、航空機から排出される航空機燃料によるため、複合材による機体軽量化や燃費効率に優れたエンジン搭載などの先端技術が採用された新型航空機を導入することが主要な対策となる。現在導入が進められている新型機のCO₂排出量は従来機と比較して、大型貨物機においては約30~40%の削減、中型旅客機においては約20%の削減が見込まれている。航空業界では今後100機以上の同タイプ新型機導入を予定している。加えて、定期的なエンジン洗浄により、エンジン性能を回復させ、燃費を向上させることもCO₂排出削減として有効である。また、航空機の搭載物の軽量化はCO₂削減効果が大きく、航空各社は積極的な取り組みを行っている。こうした航空機の搭載物としては、コンテナ、磁器食器、ペットボトルワインなどがあり、素材の軽量化が図られている。さらに、飲料水タンクへ

13) カーボンオフセットプログラムとは、航空機に搭乗する顧客が、その移動に伴い排出するCO₂量に相当する排出クレジットを任意参加によりオフセットするスキームである。

運輸業における環境問題への対応行動の考察

の給水量についても、路線ごとに適正量が見直されるなどの軽量化も実施されている。

航空業界の特徴としては、セクター別アプローチが進んでいることが指摘されうる。2010年には、ICAO 総会決議において、グローバル削減目標が採択された。セクター別アプローチを推進する上で、国際航空の経済的成長を阻害しないこと、締結国間の差別的待遇・不公平を避けることをICAOは重視している。ICAO 総会決議では、2050年まで毎年2% 燃費効率を改善すること、2020年以降温室効果ガスの排出を増加させないことが目標として定められた。

セクター別アプローチの具体的な取り組みでは、国際的な連携において、運航の最適化が進められている。広域航法という高精度な運行方法の導入による飛行距離・時間の短縮化、効果的な新着陸方式の導入によるCO₂排出量の削減、気象を考慮した飛行経路の最適化による飛行時間の短縮化などが、国際連携や国家間連携によって可能となっている。また、垂直方向の管制間隔の縮小による交通量の増加と最適な高度での飛行による燃料節約が進んでおり、この方式は現在全世界規模で実施されている。さらに、アジア・太平洋地域での環境対策連携として、ASPIRE (Asia and Pacific Initiative to Reduce Emissions) が設立され、国際協力が行われている。また、国際航空分野の全世界共通目標として、バイオジェット燃料実用化に向けた準備が活発化している。

(2) 国際海運事業（日本船主協会）

本項では、日本船主協会による国際海運事業における温室効果ガス削減の取り組みを明らかにする¹⁴⁾。2013年における日本の輸出入貿易のうち

14) 日本船主協会による自主行動計画に関する記述は、主として日本経済団体連合会(2013)(2014)、日本船主協会(2014a)(2014b)、日本船主協会へのヒアリング(2014年2月28日)による。

海上貿易の占める割合は、金額ベースで約76.7%、トン数ベースで約99.7%であり、国際海運は日本の貿易において重要な輸送手段となっている（日本船主協会，2014a）。また、船用機関は重油を燃料として使用するため、海運事業においてCO₂の排出は不可避である（日本経済団体連合会，2013）。日本船主協会では、海運事業が物流分野におけるCO₂排出量の削減において重要な役割を担うという観点から、1998年2月に「地球温暖化防止に関する自主行動計画」を策定し、取り組みを開始した¹⁵⁾。同協会の会員企業は、「100総トン以上の船舶所有者、賃借人ならびに運航業者」（日本船主協会 2014b）であり、2014年12月1日現在で110社である¹⁶⁾。

日本船主協会は、国際海運事業における環境自主行動計画の目標について、2008年度から2012年度の平均において輸送貨物単位当たりCO₂排出量を1990年度比15%削減することに設定した（日本船主協会，2014b）。同協会は、CO₂排出量原単位として、（外航船舶運航会社消費燃料総量）÷（貨物輸送量）を採用している¹⁷⁾。その理由については、国際海運活動を抑制すると国際物流を停滞させひいては途上国の経済発展を阻害することにつながることにあるとしている。同業界は輸送効率の改善を目標として指標を設定した。

国際海運業界は、環境自主行動計画の目標を達成し、2008年度から2012年度の5年間の平均の数値で20%削減を果たした（日本経済団体連合会，2013）。その要因は主として輸送面にあり、エネルギー効率を改善した新造船への代替、最適航路計画システムなどの航行支援システムの開発、減速航行によるCO₂排出量削減、定期的な船体の洗浄・塗装やプロペラ研

15) 日本船主協会サイト「海運業界と環境問題」

http://www.jsanet.or.jp/environment/text/environment3d/01_02_3.html（2015年2月28日閲覧）。

16) 日本船主協会サイト <http://www.jsanet.or.jp/memberco/>（2015年2月27日閲覧）。

17) 単位には、輸送距離の要素が含まれていないため、輸送距離が長くなると原単位が悪化する。

運輸業における環境問題への対応行動の考察

磨の実施などにあつた。また、景気後退に伴う海上輸送量の減少も要因となった。さらに輸送以外の面でも、本社などオフィスからの CO₂ 排出量削減として、冷暖房の温度設定や運転時間の調整、OA 機器等の低電力製品の採用などの省エネ対策が実施されている（日本経済団体連合会，2014）。

低炭素社会実行計画について日本船主協会は、2013 年度から 2020 年度における輸送単位当たり CO₂ 排出量（平均値）を 1990 年度比で 20% 削減することを目標として掲げた。その目標達成見込みの根拠として同協会では、IMO の条約における燃費改善の規制化や、LNG 燃料船等の革新的技術の開発・普及などによるエネルギー効率の改善を挙げている。その背景には、同業界におけるセクター別アプローチの進展が見られる。

世界の国際海運業界は 2011 年 7 月に IMO の条約において、先進国・途上国一律に CO₂ 排出規制を導入することを合意した。世界の国際海運業界による CO₂ 排出量は、新興国などの経済成長に伴う貿易量の増大により、2007 年の 8 億 7000 万トンに対し、2030 年に 14 億トン、2050 年に 26 億トンと、約 3 倍に増加することが予想されている。こうした背景のもと京都議定書は、国際海運業においては IMO が主体となって CO₂ 排出削減対策を行うことを規定した。IMO の規制により国際海運業界では、2013 年から新造船に対し CO₂ 排出規制が設けられ、その基準は段階的に強化されることが定められている。2015 年には 10% 削減、2020 年には 20% 削減、2025 年には 30% 削減が義務化され、基準値に達しない船舶は海運市場に投入することが認められない。IMO の規制ではこうした技術的手法に加え、運行的手法として、現存船を含む全ての船舶に省エネ運行計画を策定することが義務付けられ、減速運行やウェザールーティングなどによる実燃費の改善が実施されている。さらに今後は、経済的手法として、燃料油課金制度の導入が審議されている。

日本は、国際海運業界におけるセクター別アプローチの進展において重要な役割を果たしている。日本は IMO の条約作りにおいて主導的立場を

とり、規制の仕組みなどに関する提案文書を提出した。また、日本の海運・造船業が得意としている省エネ技術を活用した活動を進めている。今後、輸送需要は新興国を中心とした世界経済の発展に伴い将来に渡って増加することが予測されているため、新造船における技術開発はますます重要となる。日本は現在においても三大造船国の一角を占めており¹⁸⁾、技術力で世界の海運業へ貢献できる立場にある。現在、造船・船用業界と連携し、LNG 燃料船をはじめとする革新的技術の開発を積極的に行っている。新造船 CO₂ 排出規制による CO₂ 排出削減の効果は2030年で20%以上、2050年で30%以上が見込まれている。

4. おわりに

本稿で概観したように、製造業のみならず運輸業においても、自主行動という形で温室効果ガスの排出削減が進められ、一定の成果を上げていることが分かった。すでに述べたように運輸業における温室効果ガス削減の方策は、輸送機械・器具の改善とそれらの運用方法の改善、輸送以外での削減の取り組み、温室効果ガス排出量の少ない輸送主体へと輸送方法を変えるモーダルシフトの3つに大別できた。

温室効果ガス削減に関する運輸業と製造業との相違としては、第一に業態の壁を越えた削減策（運輸業の場合はモーダルシフトが該当）の実行が比較的容易である点が指摘されうる。製造業におけるライフサイクルアセスメント（LCA）も業界の壁を越えた取り組みであるものの、モーダルシフトに比べると導入が困難な概念であった。LCAは例えばある製品αを製品βの代わりに使用すると、生産から使用、廃棄までに至るライフサイクル全体で一定程度の温室効果ガス排出削減が見込まれるというものであった。

18) 2013年の世界における商船建造量は竣工ベースで7,048万総トンであり、そのうち日本、韓国、中国が世界の約9割を占めている（日本船主協会、2014a）。

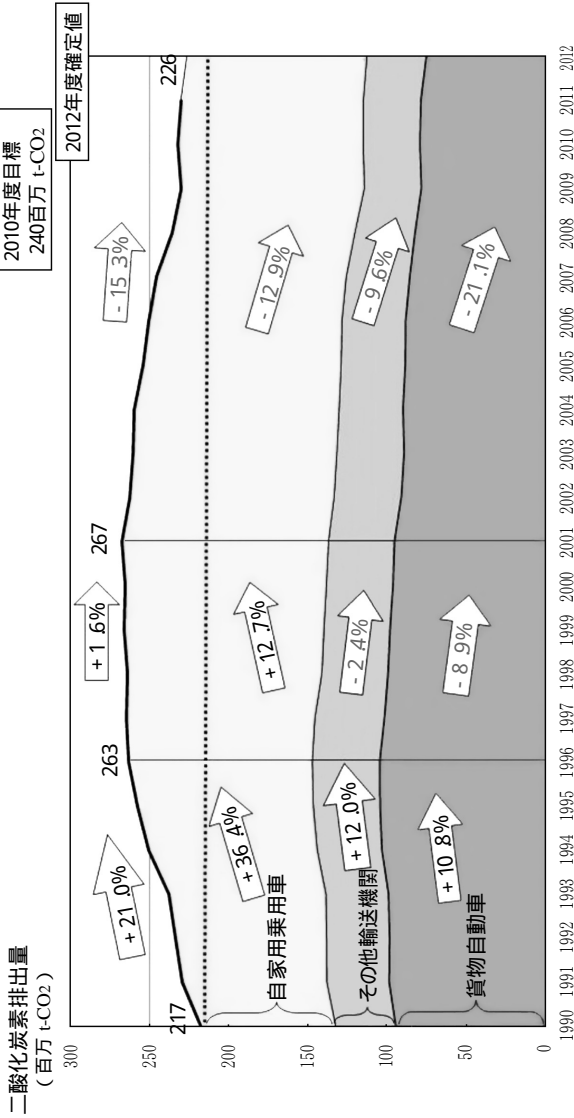
運輸業における環境問題への対応行動の考察

この場合、製品 α と β の排出量の差の推計値、製品使用期間の推計といった予測を重ねるために、その削減量は必ずしも明確にはならない。さらに、産業間でバウンダリーの問題も存在している。例えば、航空機に CO₂ 削減を可能とする低燃費となる素材を使用した場合、削減量のうち何割を航空業界に帰属させ、何割を素材業界に帰属させるか、といった配分の問題が生じるのである。モーダルシフトの場合（例えば、自家用乗用車の利用から鉄道への利用への移行）は、削減量を容易に算出可能であり、バウンダリーの問題も発生しない。

第二に異なる点としては、運輸部門の一部（国際輸送）においては、セクター別アプローチに基づいた温室効果ガスの削減が進んでいることが指摘されうる。国別アプローチを採用した場合には、例えば、国際航空では、排出量削減義務の大きな国から小さな国へと企業が自身の拠点（本社所在地）を移動させることにより、削減を実現しようとする可能性もある。このような場合、世界的に見れば温室効果ガスの削減は進まない。このため、国家間での切り分けが難しい産業においては、セクター別アプローチが望ましいのである。

国際航空などにおけるこうした取り組みは、製造業などの他業種にもやがて応用可能になる試金石と言えよう。例えば、セクター別アプローチの電力業への展開などがある。世界レベルでは、二酸化炭素排出量の大きい非効率な石炭火力発電所の増設が相次いでいる。一方で、日本は世界でも有数の石炭火力発電の技術を持っており、諸外国に比べてエネルギー効率が低い。もし、電力事業においてセクター別アプローチが積極的に導入され、日本企業が海外（特に発展途上国）へ自国の技術を供与し、現地での二酸化炭素排出量の削減分を部分的にでも自らの削減量としてカウントできるようになれば、日本の企業は積極的に技術供与に取り組むだろう。その結果として、国別に削減義務を課す場合よりも世界レベルで考えればより大きな排出量削減が可能となるだろう。

図5 運輸部門における二酸化炭素排出量の推移



その他輸送機関：バス、タクシー、鉄道、船舶、航空
 2010年度目標値は京都議定書目標達成計画（2008年3月28日閣議決定）における対策上位ケースの数値

出所：国土交通省ホームページ (http://www.mlit.co.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_ik_000007.html)

運輸業における環境問題への対応行動の考察

最後に、運輸部門における温室効果ガス削減の取り組みに関する課題を指摘しておきたい。重大な課題としては、1990年度比で運輸部門の温室効果ガスの排出量が增大していることがある。図5に示されるように1990年度に217万トンであった排出量は2001年には267万トンに増加し、その後削減が進行するものの2012年度においても226万トンまでしか減少していない。この理由の一つとしては、自家用乗用車の分担率の高まりが指摘されうる。特に、地方都市圏での自家用乗用車の分担率向上が著しい。この結果として、地方公共交通は路線の廃止等が相次ぎ、利便性が低下した結果として一層の自家用乗用車の分担率が上昇するという悪循環が発生している。こうした悪循環を断ち切るためにも、地方公共交通への積極的な支援が必要であると言える。

また、現行のモーダルシフトの取り組みを深めて、輸送機関間の調整、つまり異なる輸送機関間で旅客や貨物を柔軟に融通、調整させることを考えなければならない。鉄道、内航海運、航空、自動車輸送はそれぞれ別々の事業者が担っていることも多く、輸送機関間での調整はそれぞれの輸送機関が競合相手であることもあり、現時点では考慮されていない。温室効果ガス削減の取り組みは、あくまで当該輸送機関内における乗車率や積載率の向上に留まっている。より一層の削減を考えるならば、輸送機関間で需要に応じて適切に旅客や貨物を融通するベストミックスを実現することが重要になるだろう。

最後に、運輸部門においてはLCAや国際貢献に関する認識が十分とは言えない点が問題として指摘されうる。例えば、航空業界において、低燃費機材の使用はその機体の素材が開発されたからこそ実現可能になっているものの、それらの素材産業の貢献に対する認識は希薄である。また、日本の省エネ輸送機械・器具を海外に輸出したり、運行システム（ノウハウ）を世界展開したりすれば、海外において温室効果ガスの削減が可能になったり、モーダルシフトが促進される可能性があるだろう。

参 考 文 献

- 東日本旅客鉄道株式会社 (2014) 『CSR 報告書 2014』。
- Kikkawa, Hirano, Itagaki, and Okubo (2014), “Voluntary or Regulatory? Comparative Business Activities to Mitigate Climate Change” *Hitotsubashi Journal of Commerce and Management*, Vol. 48 No. 1, pp. 55-80.
- 国土交通省鉄道局監修 (2014) 『数字で見る鉄道 2013』。
- 交通エコロジー・モビリティ財団 (2013) 「トラック・バスのエコドライブテキスト」。
- Morgenstern and Pizer (2007) “Reality Check: the Nature and Performance of Voluntary Environmental Programs in the United States, Europe, and Japan”, RRF.
- 日本経済団体連合会 (2013) 「経団連低炭素社会実行計画 2013年1月17日」。
- 日本経済団体連合会 (2014) 「環境自主行動計画〔温暖化対策編〕 - 2013年度フォローアップ調査結果 (2012年度実績) <個別業種版>」。
- 日本内航海運組合総連合会・内航海運安定基金 (2014) 「内航海運の活動」。
- 日本船主協会 (2014a) 「日本海運の現状 2014年10月」。
- 日本船主協会 (2014b) 「国際海運からの温室効果ガス排出削減に向けた取り組み」。
- Stern, Boyd and Dowd (1997) “Voluntary Agreements with Industry”, FEEM Note di lavoro 1997. 026.
- 杉山大志・若林雅代 (2013) 『温暖化対策の自主的取り組み』エネルギーフォーラム。
- 定期航空協会 (2014a) 「環境自主行動計画フォローアップ (温暖化対策編)」。
- 定期航空協会 (2014b) 「航空分野の温室効果ガス排出削減に関する日本の行動計画」。
- 定期航空協会 (2014c) 「『低炭素社会実行計画』について 航空業界の環境への取組 2014年2月28日」。
- 全日本トラック協会 (2014) 「日本トラック輸送産業 現状と課題 2013」。
- 全日本トラック協会・日本貨物運送協同組合連合会 (2011) 「WebKIT」。