

都市から見た中国の二酸化炭素排出構造と課題

——急増する中国とピークアウトした日米欧——

周 牧 之

エジプトのシャルム・エル・シェイクで、2022年11月6日から11月20日まで開催された国連気候変動枠組条約第27回締約国会議（COP27）は、閉会予定を48時間も超過する長丁場の交渉を行った。交渉の焦点は、二酸化炭素（CO₂）排出量の責任問題であった。とくに累積排出量でトップのアメリカと、現在の排出量でトップの中国の存在が目立った。CO₂をはじめとする温室効果ガスは、長期にわたって残存する。そのため、気候変動の責任について考える際は、歴史をさかのぼって累積の排出量を考慮しなくてはならない。

CO₂の累積排出量ではアメリカが群を抜く最大の排出国であり、EU及びイギリスと合わせれば、全排出量の46%を占める。欧米は化石燃料をエネルギーとして数世紀にわたり経済成長を謳歌してきた。他方、中国を始めとする途上国は、急速な経済成長を実現し、CO₂の排出を急拡大している。こうした複雑な構図は、CO₂削減における国際的な議論と合意を困難にしている。

本論はこうした地球規模のCO₂排出構図を、産業革命以来のデータに基づいて整理する。かつ中国の全都市のCO₂排出データを収集分析し、中国のCO₂排出構造を明らかにする。

1. 産業革命以降の世界のCO₂排出量推移

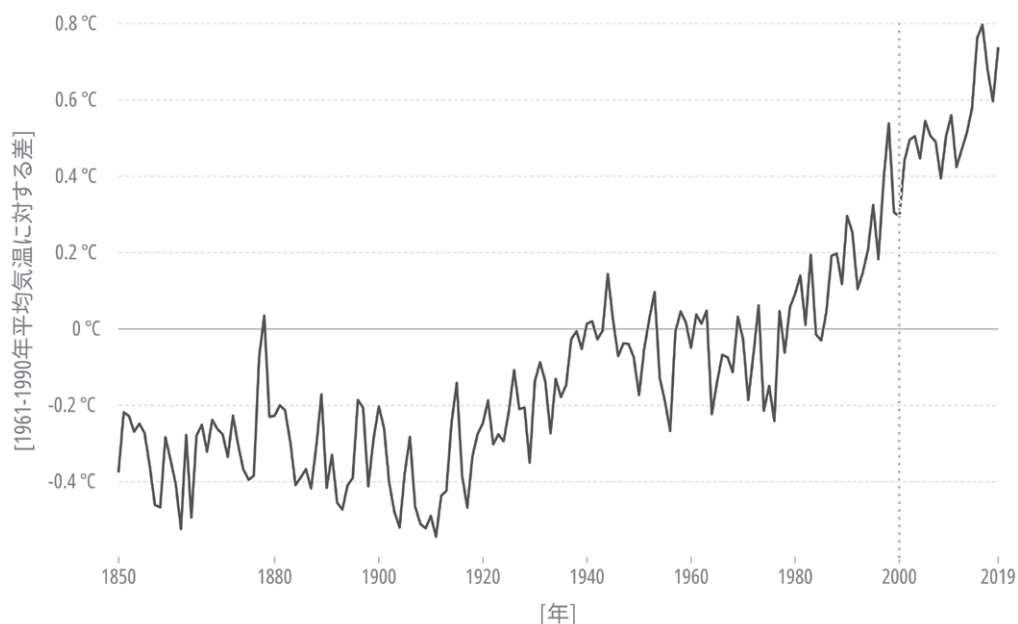
世界における二酸化炭素排出構造を明らかにするためには、産業革命以来今日までの長いスパンで、各国の二酸化炭素排出状況を分析する必要がある。

（1）地球温暖化が確実に進行

地球温暖化が確実に進行している。図1が示すように、陸域における地表付近の気温と海面水温の平均からなる世界の平均気温は、1961～1990年の30年平均値の基準値から2019年までの偏差が、+0.74℃と急激に上がった。世界の平均気温は、産業革命以前に比べ、1℃以上も上昇している。

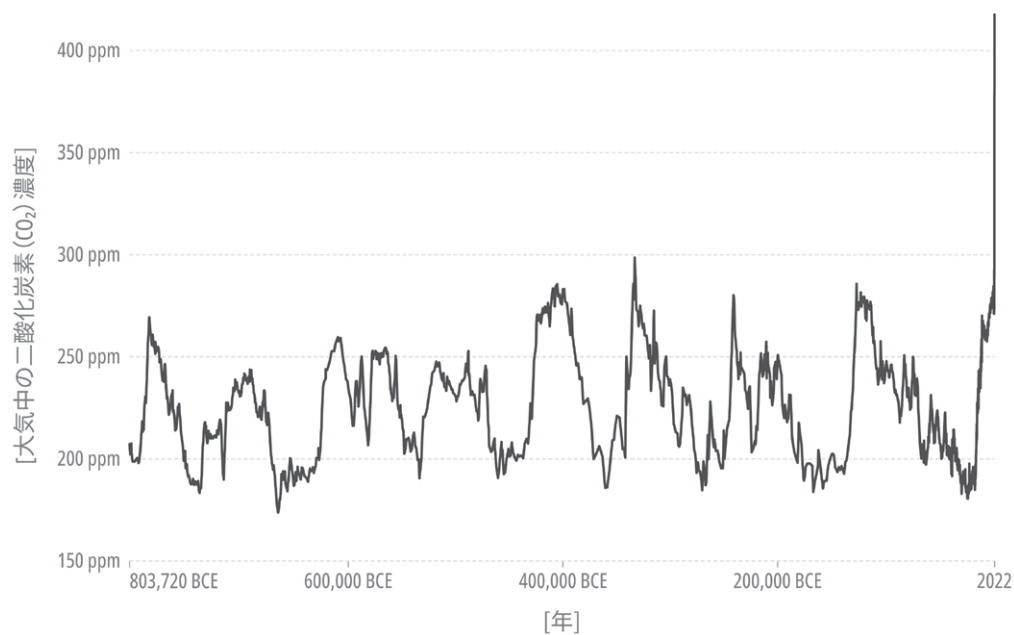
地球の長い歴史の中で、気温と温室効果ガス、特にCO₂の濃度には強い相関のあることが、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル）で、立証された¹⁾。産業革命後、著しく増加した温室効果ガスが世界平均気温の急激な

図 1 世界平均気温の変化（1850-2019 年）



出所：Met Office Hadley Centre 「HadCRUT4」 データセットより作成。

図 2 世界の大気中 CO₂ 濃度の推移（803, 720BCE-2022 年）



注：土地利用変化は含まない。

出所：アメリカ海洋大気庁（NOAA）データセットより作成。

上昇をもたらしている。地球温暖化を抑えるには、人為起源の CO₂ の排出量を抑えなければならない。2015 年 12 月の「国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）」は気候変動緩和策について協議し、「パリ協定」を締結した。世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃ より十分低く保つとともに、1.5℃ に抑える努力を追求すること、いわゆる「2℃ 目標」と「1.5℃ の追及」が示された。

また、2018 年 10 月の IPCC では、『1.5℃ 特別報告書²⁾』が採択された。地球温暖化がかつてない勢いで進行する中、世界は「産業革命後の気温上昇を 1.5℃ に食い止める」目標に向かって邁進している。

(2) 急増する CO₂ 濃度が地球温暖化をもたらす

世界を急進的な CO₂ 削減目標へと向かわせたのは、CO₂ 濃度の大幅かつ急激な上昇が、地球温暖化を加速し、地球規模の気候災害や生態破壊をもたらしているからである。図 2 が示すように、世界平均の大気中 CO₂ 濃度は過去 80 万年間変動はあったものの、300 ppm を超えることはなかった。しかし、産業革命が起こり、化石燃料の燃焼による人為的な CO₂ 排出が増加したことで、この状況は一変した。過去数世紀、特にここ数十年間に、地球上の CO₂ 濃度は急上昇している。

20 世紀半ばまで、排出量の増加は比較的緩やかで、1950 年の世界全体における CO₂ 排出量は 60 億トンであった。それが 1990 年になると約 4 倍の 220 億トン以上に拡大した。その後も排出量は急増し、現在では毎年 340 億トン以上が排出されている。その結果、世界の大気中 CO₂ 濃度は 80 万年間 300 ppm 以内で推移した局面が崩れ、現在では 400 ppm をはるかに超える濃度に達している。新型コロナウイルス・パンデミックの影響により、直近の 2 年間は世界全体の CO₂ 排出量の伸びが鈍化しているものの、いまだピークアウトしていない。

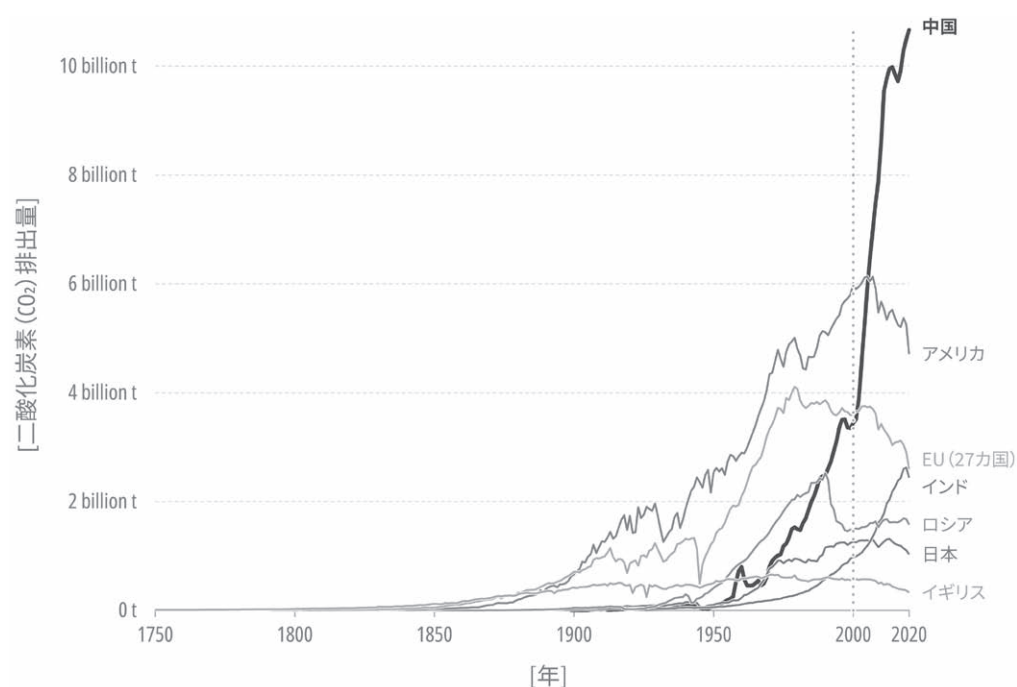
また、地球上の大気中の CO₂ 濃度が増加しただけでなく、その変化速度が極めて急激であることにも注目すべきである。CO₂ 濃度の変化は、数百年、数千年、そして数万年単位で起こってきた。しかし、20 世紀後半以降の CO₂ 濃度の急上昇は、急速な温暖化をもたらし、地球全体のシステムにとって適応に必要な時間を遥かに超え、気候災害や生態破壊をもたらしている。

(3) CO₂ 排出量を増やし続ける中国とインド、ピークアウトした日欧米

CO₂ 排出量の急増をもたらした国はどこだろう？ 図 3 は、世界の CO₂ 排出量メインプレイヤーの 1750 年から 2020 年における、化石燃料および産業由来の CO₂ 排出推移を分析している。

2020 年の時点で CO₂ 排出量の最も多い 5 カ国は、中国、アメリカ、インド、ロシア、日

図3 国・地域別年間 CO₂ 排出量の推移 (1750-2020 年)



注1：化石燃料および産業起源 CO₂ 排出量である。

注2：土地利用変化は含まない。

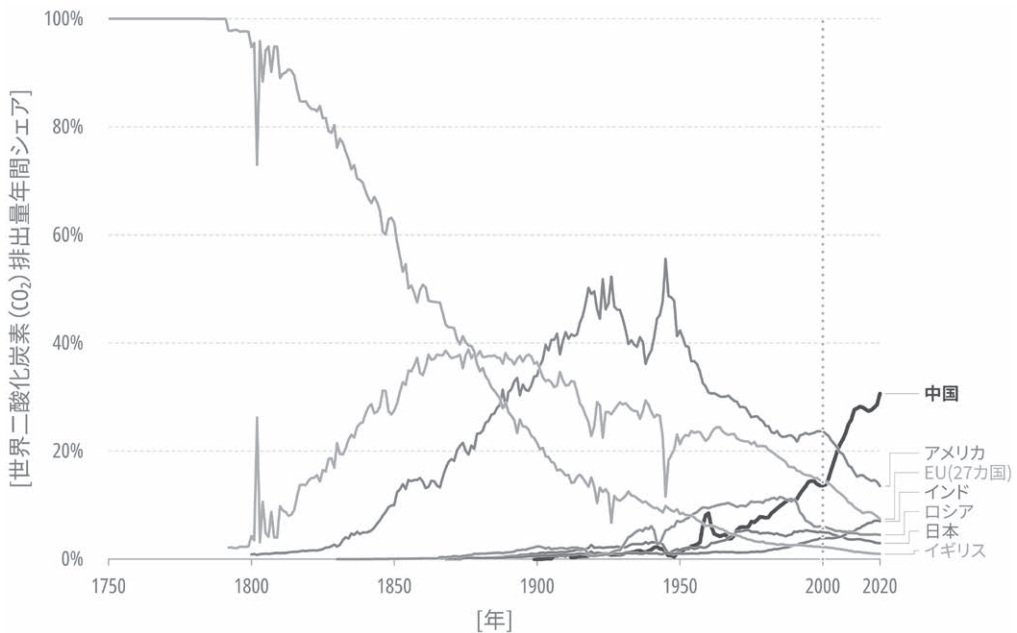
出所：Global Carbon Project (GCP) データセットより作成。

本である。分析は、これに EU (27 カ国合計)³⁾ とイギリスを加えた。2020 年において、これら 6 カ国と EU は、合計で年間 233.6 億トンの CO₂ を排出し、世界の排出量の 67.1% を占めた。

2020 年における世界最大の排出国は中国である。中国は、世界貿易機関 (WTO) に加盟した 2001 年から、経済発展と比例するように年間 CO₂ 排出量を急増させている。2020 年に中国の CO₂ 排出量は 106.7 億トンに達し、世界の 30.7% を占めた。

2020 年、アメリカの CO₂ 排出量は 47.1 億トンで、世界の 13.5% を占め、中国に次ぐ排出大国となっている。次いで、EU (27 カ国合計) の CO₂ 排出量は 26 億トンで、世界の 7.5% を占めている。インドは同 24.4 億トンで世界の 7.0% を占め、ロシアは同 15.8 億トンで世界の 4.5% を占めている。日本は同 10.3 億トンで、世界の 3.0% を占めている。産業革命後 100 年以上にわたり CO₂ 排出量の最も多かったイギリスは同 3.3 億トンで、世界シェアは 0.9% に縮小した。

これらの国と地域の中で、中国とインドはまだピークアウトしておらず、CO₂ 排出量は増え続けている。他方、日米欧はすでにピークアウトし、CO₂ 排出量は減り続けている。

図 4 国・地域別年間 CO₂ 排出量シェアの推移 (1750-2020 年)

注 1：化石燃料および産業起源 CO₂ 排出量である。

注 2：土地利用変化は含まない。

出所：Global Carbon Project (GCP) データセットより作成。

(4) パワーシフトを反映する CO₂ 排出量シェアの増減

時間軸で見ると、これまで、世界の CO₂ 排出量のメインプレイヤーは幾度も変わってきた。図 4 は、1750 年から 2020 年までの上記国・地域の年間 CO₂ 排出量シェア推移を分析している。この分析で、CO₂ 排出量の分布が、時代とともに大きく変化していることが伺える。産業革命発祥の国イギリスは、1888 年にアメリカに追い越されるまで、世界最大の CO₂ 排出国であった。イギリスは石炭を大量に燃やし、工業生産と生活水準の向上を成し遂げる工業化モデルを、世界で最初に実現させた国である。

その後アメリカが、大量生産大量消費の発展モデルを確立し、石油を石炭に代わるエネルギーの主役に置き、モータリゼーションを押し進め、世界最大の経済大国にのし上がった。第二次大戦後、安価の石油、天然ガスを世界中から調達して繁栄を謳歌し、世界経済を牽引した。2000 年にはアメリカは世界における CO₂ 排出量のシェアを、23.8% とピークにした。なおアメリカの CO₂ 排出量ピークは 2005 年で、同年の世界シェアは 20.7% であった。

中国は改革開放後、長期にわたる経済成長を実現してきた。石炭を中心とする化石燃料の大量消費によって、世界における CO₂ 排出量のシェアも急激に上昇し、2006 年に同シェアは 21.2% に達し、アメリカを超えて世界最大の CO₂ 排出国となった。

化石燃料をベースとした近代経済の発展は、世界経済におけるパワーシフトに如実に反映

され、各国のCO₂排出量シェアを増減させた。こうした状況の打開には、化石燃料をベースとした発展モデルからの脱却が不可欠となる。

(5) アジア地域は世界CO₂排出量急増のメインプレイヤー

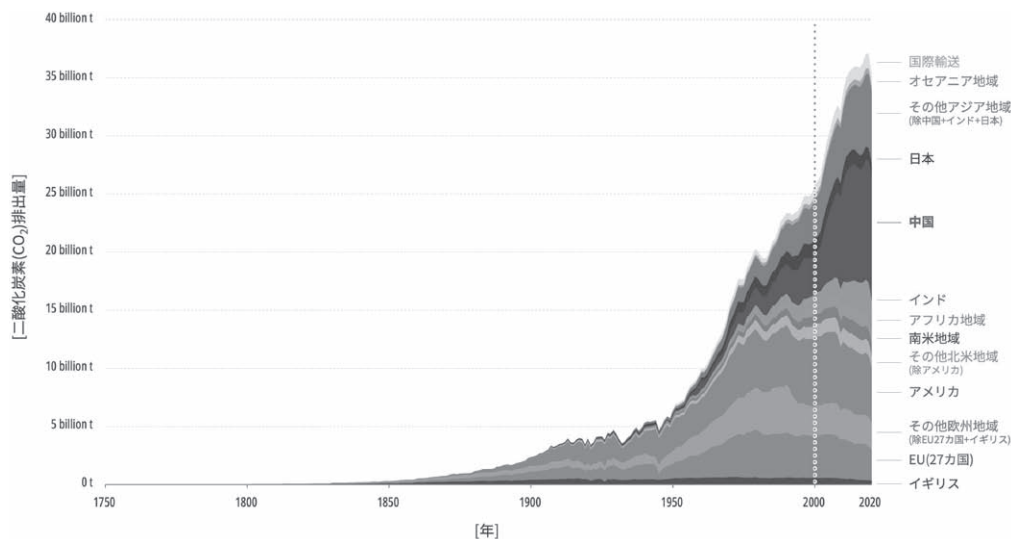
地球温暖化の緊急性を高めたのは、CO₂排出総量を急拡大させたアジア地域である。図5は、1750年から2020年までにおける国・地域別のCO₂排出量推移を示している。欧米は20世紀中頃まで、世界のCO₂の大半を排出していた。1900年には排出量の95.7%が欧米によるもので、1950年時点でも排出量の82.1%を欧米が占めていた。しかし、1980年になると、世界における欧米のCO₂排出量シェアは64.4%に下がった。

一方、アジア地域のCO₂排出量は急増し、1980年にはアジア全域での同世界シェアが22.6%を占めるまで上昇した。その後、アジア地域のCO₂排出量は拡大し続けた。2001年には、世界におけるアジア全域のCO₂排出量シェアは36.4%となり、2020年に同シェアは58.4%に至った。世界の約6割のCO₂をアジアが排出する事態となった。

アジアがCO₂排出量を急増させる中、世界における欧米のCO₂排出量シェアは相対的に低下した。2001年には、欧米のCO₂排出量シェアは47.9%と5割を下回り、2020年に同シェアは27.8%と3分の1を下回った。

CO₂排出量におけるアジアシェアの急拡大は、日本、NEIS、中国、ASEAN、インドが

図5 国・地域別年間CO₂排出量推移（1750-2020年）



注1：化石燃料および産業起原CO₂排出量である。

注2：土地利用変化は含まない。

注3：国際航空・海運輸送は、国や地域の排出量に含まれていない。

出所：Global Carbon Project (GCP) データセットより作成。

立て続けに行った工業化や都市化に因る。なかでも 13 億人口を抱える中国の影響は大きい。

改革開放政策の初期にあたる 1980 年、中国の世界 CO₂ 排出量におけるシェアは 7.7% であった。2001 年には、中国の同世界シェアは 13.8% となり、20 年間で 2 倍近くになった。それから更に 20 年後の 2020 年に中国の同世界シェアは 30.7% となり、一国で欧米全体の CO₂ 排出シェアを上回るに至った。

CO₂ 排出量におけるアジア地域の存在が高まる中、アフリカと南米の両地域は、それぞれ同世界シェアの 3~4% に留め、メインプレイヤーにはなっていない。

欧米の CO₂ 排出量世界シェアの低下は、アジアの排出量の急増によると同時に、この間の欧米の排出量がピークアウトし、減り続けてきたことも大きな要因である。

しかし、世界の CO₂ 排出量は 1980 年から 2020 年までの 40 年間で、1.8 倍に急増した。図 5 の分析からわかるように、この間の急増ぶりに最も貢献したのは、アジア地域である。急増するアジアの排出量は、未だピークアウトの兆しを見せていない。

大気中の CO₂ 濃度を安定させ、さらに削減させるには、大気中に排出される温室効果ガスと大気中から除去される温室効果ガスが同量でバランスが取れている「ネットゼロ」をまず達成する必要がある。そのためには、アジアでの大規模かつ迅速な排出量削減が不可欠である。メインプレイヤーとしての中国の CO₂ 削減圧力は極めて高い。

(6) 累積で最も CO₂ を排出した欧米と、現在 CO₂ を大量排出するアジア

しかし、産業革命以降、CO₂ を最も排出している国はどこだろう？ 上記の分析では 1980 年代以降、世界における CO₂ 排出量を急増させたのがアジア地域であることが明らかになった。但し、CO₂ の大部分は一度排出されると何百年の間、大気中に残ることが知られている。CO₂ の排出問題においては、これまでの累積排出量に関わる議論が必要となる。

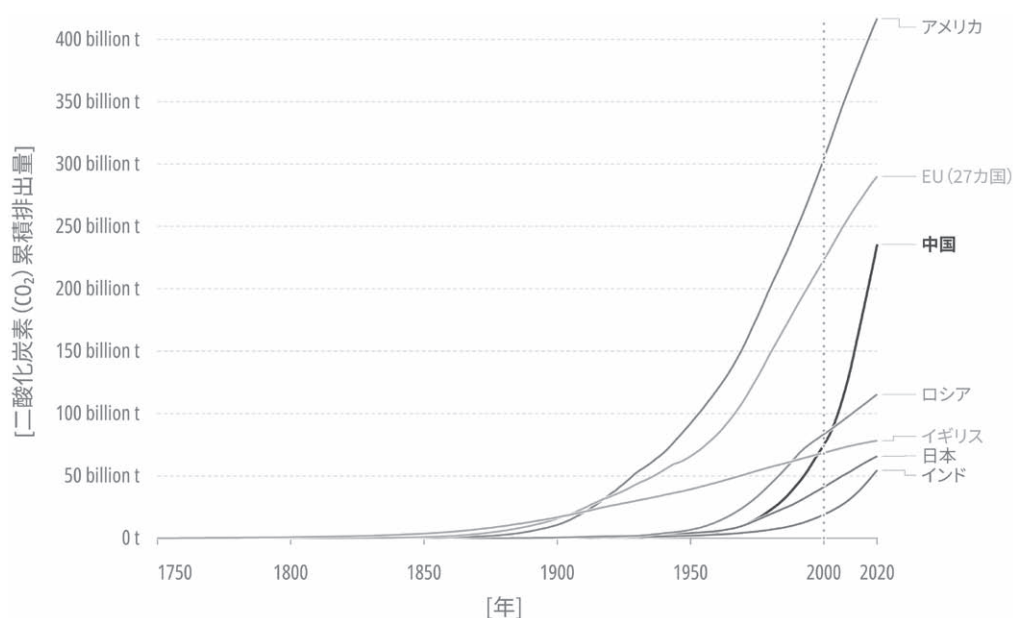
図 6 及び図 7 の分析では、いままで長い間 CO₂ を排出してきた欧米諸国と、ごく最近大量に CO₂ を排出し始めたアジア地域との対立的な構図が見える。

本論での 1750 年からの計算により、産業革命以来これまで人類は 1 兆 7 千億トンもの CO₂ を排出してきた。大気中に CO₂ を最も排出してきた国は、CO₂ 問題に取り組む上で最大の責任を負うべきだとのロジックがある。

図 6 は、1750 年から 2020 年までに国・地域別の累積 CO₂ 排出量推移を示している。アメリカは累積で約 4,167 億トンの CO₂ を排出し、世界における累積排出量の 24.6% も占めた⁴⁾。アメリカの累積 CO₂ 排出量は、中国の同 13.9% シェアの 1.8 倍以上である。EU (27 カ国) も、累積 CO₂ 排出量における世界シェアは 17.1% と極めて大きい。産業革命の発祥地であるイギリスの同シェアは 4.6% で、日本の同シェアは 3.9%⁵⁾ である。

現在の CO₂ 排出量上位に占めるインドやブラジルなどの新興国は、累積 CO₂ における貢献度はまだそれほど大きくない。アフリカ地域の貢献度は、その人口規模に比して非常に小

図6 国・地域別累積 CO₂ 排出量の推移 (1750-2020 年)

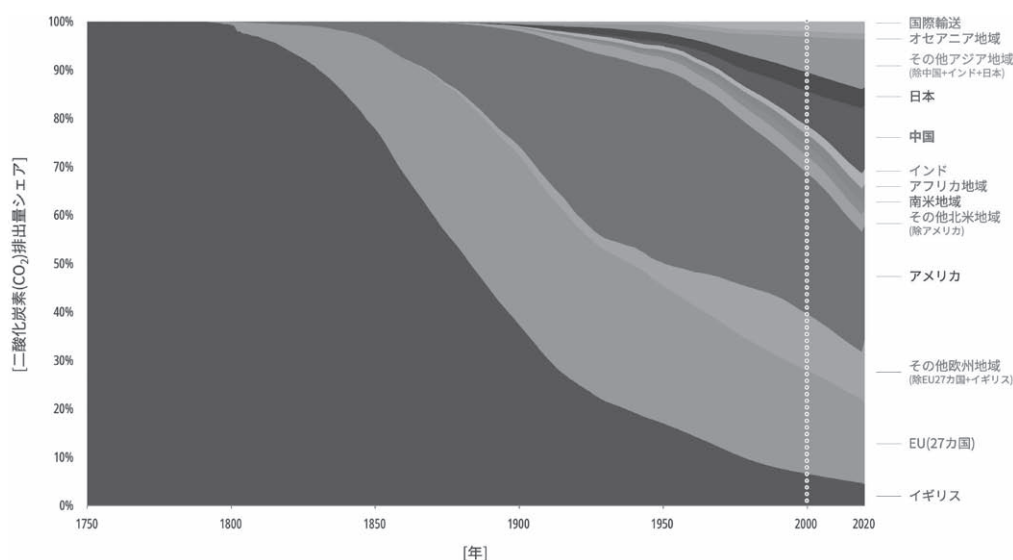


注1：化石燃料および産業起源 CO₂ 排出量である。

注2：土地利用変化は含まない。

出所：Global Carbon Project (GCP) データセットより作成。

図7 国・地域別累積 CO₂ 排出量シェアの推移 (1750-2020 年)



注1：化石燃料および産業起源 CO₂ 排出量である。

注2：土地利用変化は含まない。

出所：Global Carbon Project (GCP) データセットより作成。

さい。現在においても、アフリカ地域の一人当たりの CO₂ 排出量はまだ少ない。

過去に大量に CO₂ を排出してきた欧米諸国は長い時間をかけてピークアウトをした。これに対して、最近大量に CO₂ を排出し始めた新興国は、短期間でピークアウトしなければならない。そこに CO₂ 削減に関する国際交渉において、時間軸的ロジックの対立がある。

図 7 は、1750 年から 2020 年までの国・地域別累積 CO₂ 排出量シェア推移を示している。1950 年まで、累積 CO₂ 排出量の半分以上はヨーロッパによるものであった。とくにイギリスの排出量が大きい。1882 年までは世界の累積 CO₂ 排出量の半分以上を同国が出していた。

その後、アメリカが 100 年以上に渡り、CO₂ 排出量の拡大を牽引した。アジア地域が CO₂ 排出量を伸ばしたのは直近 50 年ほどのことである。世界に占めるアジア地域の CO₂ 排出量の割合は近年、非常に増加している。

累積で CO₂ を最も排出した欧米諸国のほとんどは、CO₂ 排出量のピークアウトを経て、世界における CO₂ 排出量のシェアを急減させた。なかでも長期にわたり大量の CO₂ を出してきたイギリスは、2020 年 CO₂ 排出量の世界シェアが 1% を切った。これに対して、ごく最近 CO₂ を大量に排出し始めたアジア地域は現在、世界 CO₂ 排出量拡大を牽引している。こうした複雑な構図は、CO₂ 削減における国際的な議論と合意を困難にしている。

2. 成長と CO₂ 排出との関係から見た経済水準

一般的には、経済成長が CO₂ 排出を増大させていると思われがちである。現に中国はそのようなパターンで突き進んでいる。他方、同じ経済大国でもアメリカは近年、経済成長を維持しながら CO₂ 排出を削減するパターンを作り出している。もちろんその他の先進諸国のほとんども、CO₂ の排出量を削減してきている。但し、それら諸国の経済規模は米中と比べて小さく、またその大半が現在、低成長に喘いでいる。本論ではアメリカと中国の、成長と CO₂ 排出の関係について分析し、異なる経済水準の実態を明らかにする。

(1) 6 大要素から見た世界の CO₂ 排出状況

一国の CO₂ 排出水準を左右する最も決定的な要因は何だろうか。拙論『世界の二酸化炭素排出構造と中国の課題』⁶⁾ で基本的な 6 大要素を提示した。一国の CO₂ 排出状況は、下記の 6 大要素を指標として、総合的に評価する必要がある。

① エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量 (carbon intensity of energy, エネルギー炭素集約度)

この指標は、一次エネルギー源の品質と効率に関連している。例えば、現在、石炭が一次エネルギーの主役である中国のようなエネルギー構造では、エネルギー消費量当たり CO₂

排出量が多い。今後、火力発電の一次エネルギーを石炭から天然ガスに転換することや、風力、太陽光、水力などの再生可能エネルギーの割合が増えること、また原子力発電の発展などにより、エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量は減少していくと考えられる。エネルギー炭素集約度を引き下げるためには、炭素の少ないエネルギー源を選択することが必要となる。

② GDP 当たりエネルギー消費量 (energy intensity, エネルギー効率)

この指標は、工業化の初期においては悪化するが、工業化の進展に伴う産業構造の高度化、低効率生産能力の淘汰、技術の向上などにより、エネルギー効率は好転する。したがって、長期的には、一国の GDP 当たりエネルギー消費量の曲線は、工業化の初期には急上昇し、工業化が順調に進めば、いずれ減少傾向を迎える。エネルギー効率を引き下げるためには、省エネルギーの推進などが必要となる。

③ GDP 当たり CO₂ 排出量 (carbon intensity, 炭素強度)

この指標は、一国の経済と CO₂ 排出量の関係を示す重要な指標である。エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量と GDP 当たりエネルギー消費量の相互作用により、炭素強度のレベルが決まる。炭素強度は、技術進歩や経済成長に伴い低下していく。

④ 一人当たり GDP

生活水準の向上は CO₂ 排出に大きな影響を及ぼす。一人当たり GDP は経済発展の度合いを測る指標である。経済発展の初期では、産業活動が拡大し、衣食住および交通など生活パターンの近代化をもたらす。よって、一人当たりエネルギー消費量が増加し、それに相まって CO₂ 排出量も増加する。しかし、現在の先進諸国は既にこの段階を卒業し、産業構造の高度化やクリーンエネルギーの発展などにより、一人当たり GDP を成長させながら、CO₂ 排出量を削減している。

⑤ 人口の規模

人口規模が CO₂ 排出に直接影響を与える。人口が多くなるほど経済規模も大きくなり結果として CO₂ 排出量も多くなる。また、人口構造がエネルギー消費に与える影響も無視できない。

⑥ 一人当たり CO₂ 排出量

この指標は、上記5つの要素の相互作用の結果を反映する。実際、これは一国における CO₂ 排出量をはかる最も重要な指標である。一人当たり CO₂ 排出量の変曲点が CO₂ 排出量の本当の意味でのピークアウトとなる。

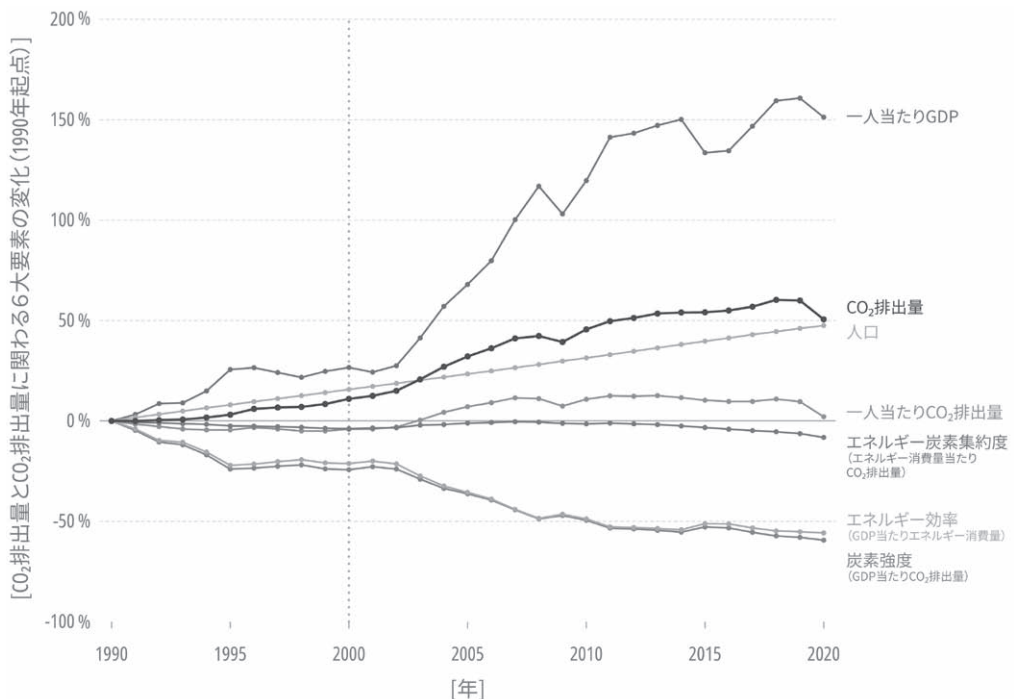
図 8 は、1990 年を起点とし、1990 年の値に対するそれぞれの指標の変化率で、世界全体における 6 大要素及び年間 CO₂ 排出量の経年的な相対変化を示した。過去 30 年間、世界全体は人口増加以上に GDP を大きく成長させた。これによって、一人当たり GDP が 151.3% 成長し、人類にとって最も富の創出がなされた時期となった。但し、世界全体の人口増、そして経済規模の拡大により、CO₂ 排出量も 50.6% 増加した。

この間、技術進歩や省エネルギーへの努力、そして自然エネルギーの導入などにより、世界全体の GDP 当たりエネルギー消費量（エネルギー効率）は 55.8% 減少し、エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量（エネルギー炭素集約度）は 8.2% 減少した。それにより、GDP 当たり CO₂ 排出量（炭素強度）も 59.4% 減少した。世界は総じてより CO₂ をより出さない成長へと向かっている。しかし、CO₂ 排出総量はいまだ増え続け、その排出規模自体が現在の地球生態にとって耐え難いものとなっている。「2℃ 目標」と「1.5℃ の追及」の達成には、更に抜本的な取り組みが急がれる。

上記の分析から分かるように、CO₂ 排出水準は、人口動態だけでなく、経済成長そして産業構造、エネルギー効率、一次エネルギー構成などからなる成長パターンと大きく関係している。

経済成長と CO₂ 排出水準の関係は、上記期間での二つの世界的な経済危機が CO₂ 排出量

図 8 世界における CO₂ 排出量および 6 大要素の推移 (1990-2020 年)



出所：Global Carbon Project (GCP) データセット、国連データセット、BP データセットより作成。

に与えた影響からも、明らかである。2008年の金融危機の後、世界のCO₂排出量は大きく減少した。さらに、新型コロナウイルス・パンデミックによって、2020年に世界のGDPが前年比2.8%減少したことで、CO₂排出量も前年比で6.3%減少した。

人口動態、経済成長そして成長パターンがどう複雑に絡み合っているか、各国のCO₂排出水準に影響を与えているかを、個別に見ていく必要がある。本論では、世界最大のCO₂排出大国である中国とアメリカを取り上げ、6大要素を用いて分析する。

(2) アメリカ：CO₂排出量削減と共に成長を実現

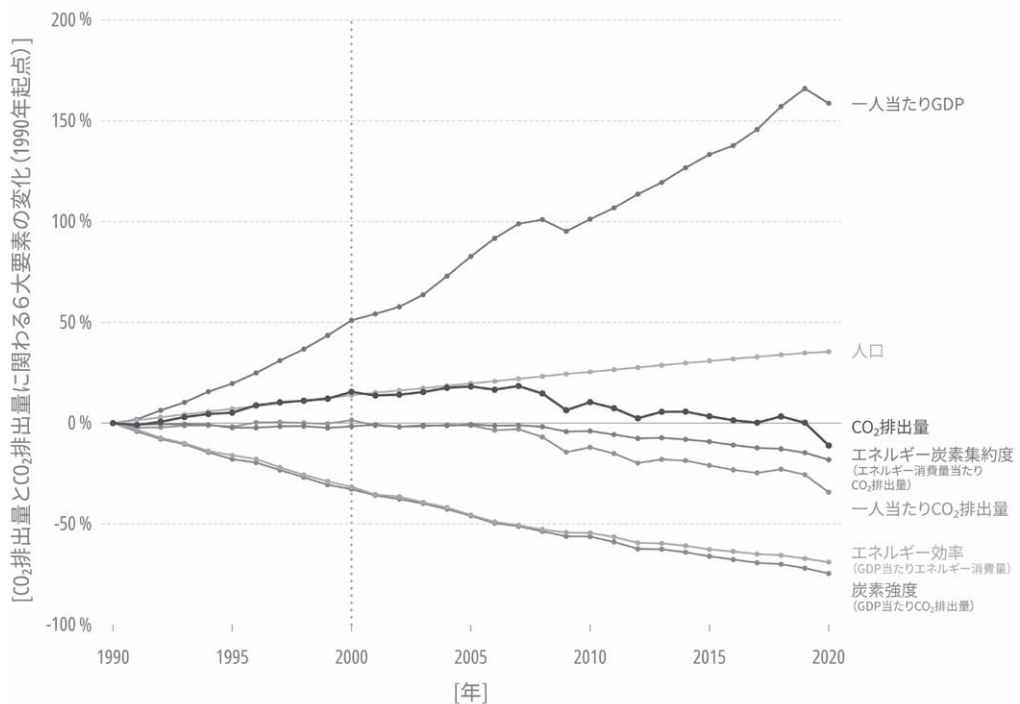
上述したように、世界全体で見た場合、経済成長とCO₂排出量には、強い相関関係がある。多くの場合、国が豊かであれば、より多くのCO₂を排出する。これは、化石燃料を燃やすことで得られるエネルギーをより多く使っていることに由来する。

しかし現在、先進国では自然エネルギーや原子力発電の導入、また省エネルギーへの努力や産業構造の高度化により、CO₂排出量を削減しながら経済成長を実現している。その最たる例が、アメリカである。

図9でアメリカにおけるCO₂排出6大要素推移をみると、1990年から2020年までの30年間で同国の一人当たりGDPは158.7%と著しく拡大した一方、CO₂排出量は減少した。アメリカのCO₂排出量は1990年代にはまだ増加傾向にあり、2005年をピークに減少傾向に反転した。現在同国のCO₂排出量は、1990年よりも下回っている。2005年以降、アメリカではGDPが上昇しながらCO₂排出量は大きく減少している。

アメリカでCO₂排出量を削減できた主な理由は2つ考えられる。1つ目は、グローバリゼーションを積極的に推し進め、産業の高度化を図った結果である。すなわち、サプライチェーンのグローバル展開により、国内ではエネルギー使用量が少なく付加価値の高い部門に特化する努力がなされた。アメリカでは、経済のエネルギー集約型から知識集約型へのシフトがかなり成功したと言えよう。

2つ目は、エネルギー革命がある程度成功した結果である。アメリカは、クリントン大統領の時代から再生エネルギーの開発とCO₂排出量削減のための政策を打ち出した。その後大統領の交代により何度か浮き沈みはあったものの、エネルギーミックスの高度化が図られてきた。2017年にアメリカ西部の11州では、総電力量の42%もが再生可能エネルギーで賄われている。対照的に、CO₂を大量に出す石炭火力は同国で衰退し続けている。特筆すべきは、カーター大統領時代に始まった小規模天然ガス火力発電を開発する政策によって、2002年には小規模天然ガス火力発電がアメリカの電源構成で最大のシェアを占めるまでになった。シェールガス革命はこの傾向をさらに強めた⁷⁾。小規模天然ガス火力発電は、石炭火力と比べCO₂排出量を削減できると同時に、消費地に近い立地が可能なことで、発電に伴う廃熱を熱源として消費地に供給できるコージェネレーション（熱電併給）の構築に有利

図 9 アメリカにおける CO₂ 排出量および 6 大要素の推移 (1990-2020 年)

出所：Global Carbon Project (GCP) データセット，国連データセット，BP データセットより作成。

である。これにより，エネルギー効率はかなり向上させられる。

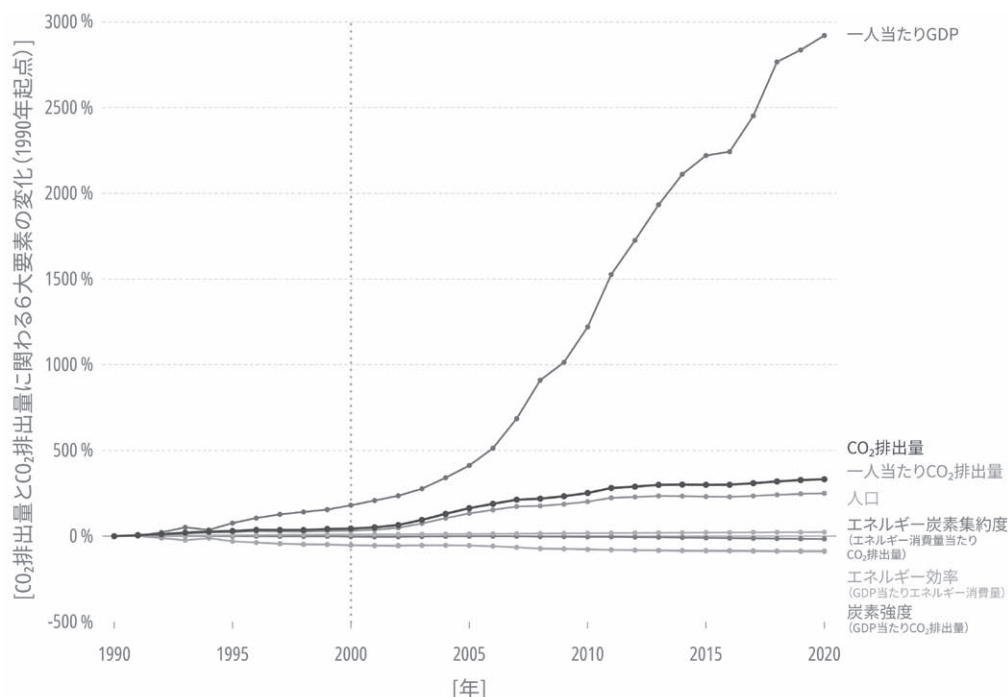
こうした努力の結果，アメリカでは CO₂ 排出量だけでなく，エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量，GDP 当たりエネルギー消費量，GDP 当たり CO₂ 排出量，および一人当たり CO₂ 排出量が共に減少した。

(3) 中国：CO₂ 排出量削減と共に成長する経済水準に至らず

中国は世界 CO₂ 排出量におけるシェアを 1990 年の 10.9% から 2020 年の 30.7% へと急拡大させた。図 10 は 6 大要素推移で中国 CO₂ 排出状況を分析している。まず圧倒的な変化は，一人当たり GDP の成長である。中国の一人当たり GDP は，この 30 年間で約 30 倍の規模にまで膨れ上がった。

一方，大規模な産業発展，急速な都市化，巨大な人口の生活パターンの近代化により，エネルギー消費量が急拡大し，中国の CO₂ 排出量は 30 年間で 4.3 倍の規模にまで増加，いまだピークに達していない。一人当たり CO₂ 排出量も 3.5 倍に拡大した。つまり中国は，アメリカのように，経済成長と CO₂ 排出量の削減を同時に実現させる経済水準にはまだ至っていない。

図 10 中国における CO₂ 排出量および 6 大要素の推移 (1990-2020 年)



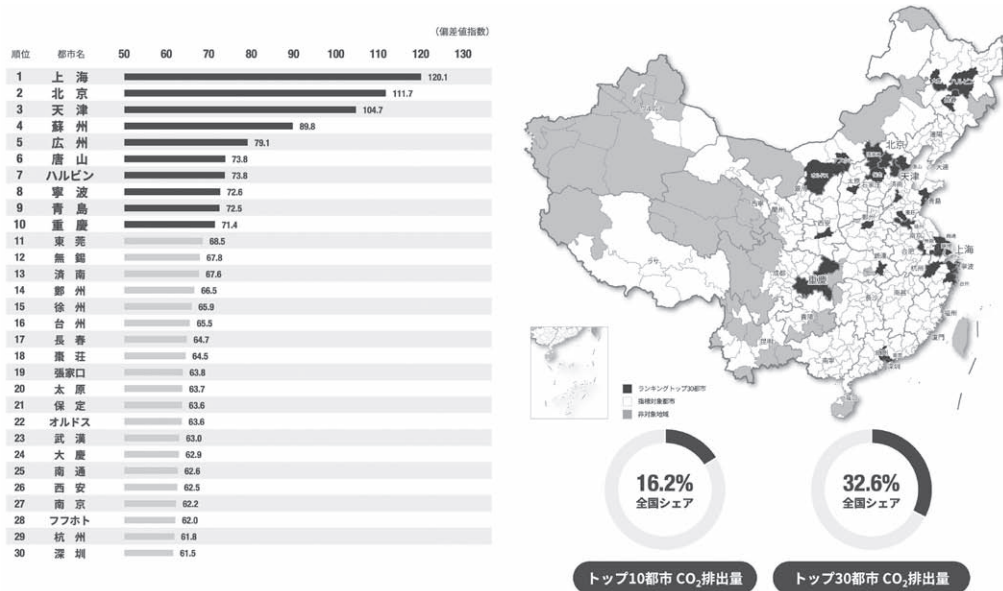
出所：Global Carbon Project (GCP) データセット，国連データセット，BP データセットより作成。

しかしながら，中国ではエネルギー当たり CO₂ 排出量（エネルギー炭素集約度），GDP 当たりエネルギー消費量（エネルギー効率），GDP 当たり CO₂ 排出量（炭素強度）のいずれもがすでに変曲点に達し，明確な減少傾向を示している。エネルギー当たり CO₂ 排出量では，中国は 1990 年に比べて 2020 年に 16.3% 減少した。この間，GDP 当たりエネルギー消費量と GDP 当たり CO₂ 排出量も其々 86.2% と 88.4% も減少した。これらは，中国が近年，省エネの奨励，クリーンエネルギーの開発に多大な努力を払ってきた結果である。中国が推進する「循環低炭素型の発展」政策⁸⁾ は，すでに一定の成果を上げている。とはいえ，世界の「2℃ 目標」を達成するためには，CO₂ 排出量最大国としては速度不足の感が否めない。

2020 年 12 月 12 日開催の国連気候野心サミットで発表した「2030 年までに CO₂ 排出量のピークアウトに努め，2060 年までにカーボンニュートラルを目指す」中国の公約⁹⁾ を達成するには，各都市が主役となり競い合って努力することが肝要となる。

3. 中国都市 CO₂ 排出量ランキング

中国の国土の中で，経済活動が行われる主なエリアは地級市¹⁰⁾（日本の都道府県に相当）

図 11 中国都市 CO₂ 排出量 2019 ランキング トップ 30

出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

以上の 297 都市¹¹⁾ から成る。これらの都市は中国の人口の 94.7%，GDP の 96.6% を占めている。中国における CO₂ 排出構造を知るには，都市レベルでの実態把握が必要であるが，これまでそのような分析は難しかった。本論は，『中国都市総合発展指標』のデータシステムを活用し，衛星データの GIS 解析を駆使して，中国における都市レベルの CO₂ 排出に関する実態分析に挑む。『中国都市総合発展指標』は，雲河都市研究院と中国国家発展改革委員会発展戦略和計画司（局）が共同開発した都市評価指標である。2016 年以来毎年，内外で発表してきた。同指標は，環境・社会・経済という 3 つの軸（大項目）で中国の都市発展を総合的に評価している。評価対象は，中国 297 地級市以上都市の全てをカバーし，評価基礎データは 882 個に及ぶ¹²⁾。

『中国都市総合発展指標』は毎年，衛星データの GIS 解析を駆使して，中国各都市の CO₂ 排出状況をモニタリング¹³⁾ し，評価している。図 11 は，新型コロナウイルスパンデミック直前の 2019 年における中国都市 CO₂ 排出量トップ 30 都市を示している。同ランキングのトップ 10 都市は，上海，北京，天津，蘇州，広州，唐山，ハルビン，寧波，青島，重慶となった。また，11 位から 30 位は，東莞，無錫，済南，鄭州，徐州，台州，長春，襄陽，張家口，太原，保定，オルドス，武漢，大慶，南通，西安，南京，フフホト，杭州，深圳であった。これら 30 都市は中国 CO₂ の 32.6% を排出している。その排出規模は，世界第 3 位のインドの排出量の 1.3 倍にあたる。

同トップ 10 都市に限って見ると，その CO₂ 排出量は中国全体の 16.2% を占める。その排

出規模は、世界第4位のロシアの排出量の1.1倍に当たり、日本の排出量の1.6倍に相当する。

その意味では、同30都市のCO₂排出構造を分析することには大きな意味がある。

4. CO₂ 排出量トップ30都市のグルーピング分析

中国CO₂排出量トップ30都市は三つのグループに分類できる。一つは直轄市や省都などから成る中心都市¹⁴⁾、二つ目は三大メガロポリス¹⁵⁾を始めとする沿海部で製造業が盛んな都市、三つ目は石油、石炭の産地、または電力、鉄鋼などCO₂を大量に排出する産業が盛んなエネルギー・重化学工業都市である。その分類には、上海のように中心都市であると同時に沿海部の製造業スーパーシティでもあり、鉄鋼産業もかなりの規模を有するなど、複数の性質を有し、重複している都市がある。

(1) 中心都市

中国CO₂排出量トップ30都市のうち、中心都市としては上海、北京、天津、広州、ハルビン、寧波、青島、重慶、済南、鄭州、長春、太原、武漢、西安、南京、フフホト、杭州、深圳の18都市が数えられる。人口と経済の大集積地として、生活水準の高い中心都市が、CO₂排出においても大きな存在となっている。

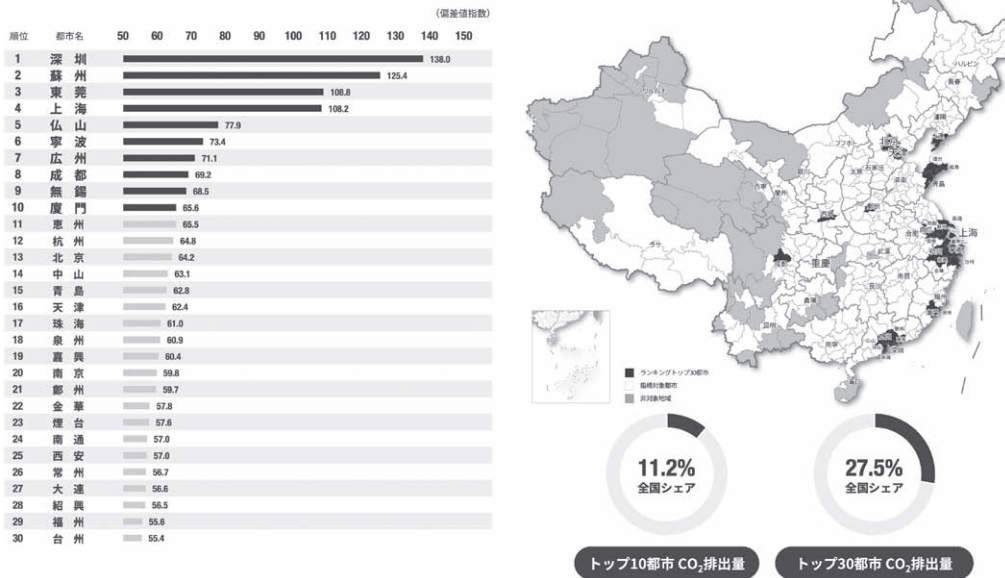
(2) 製造業スーパーシティ

『中国都市総合発展指標』では「中国都市製造業輻射力」も毎年モニタリングしている。輻射力とは都市の広域影響力の評価指標である。製造業輻射力は都市における工業製品の移出と輸出そして、製造業の従業者数を評価したもので、中国各都市で公表された統計年鑑や国民経済和社会发展統計公報を参照し算出した。

図12が示すように、「中国都市製造業輻射力2020」ランキングのトップ30都市は、深圳、蘇州、東莞、上海、寧波、仏山、成都、広州、無錫、杭州、厦門、惠州、中山、青島、天津、北京、南京、嘉興、金華、鄭州、珠海、泉州、紹興、煙台、常州、西安、台州、南通、大連、威海である¹⁶⁾。その中で「中国都市CO₂排出量ランキング2019」¹⁷⁾トップ30にも名を連ねる都市は、深圳、蘇州、東莞、上海、寧波、広州、無錫、杭州、青島、天津、北京、南京、鄭州、西安、台州、南通の16都市である。その中で鄭州、西安を除く都市が三大メガロポリス（京津冀・長江デルタ・珠江デルタ）に所属している。グローバルサプライチェーンで輸出力を誇る製造業スーパーシティが、CO₂排出においても大きなプレイヤーになっている。

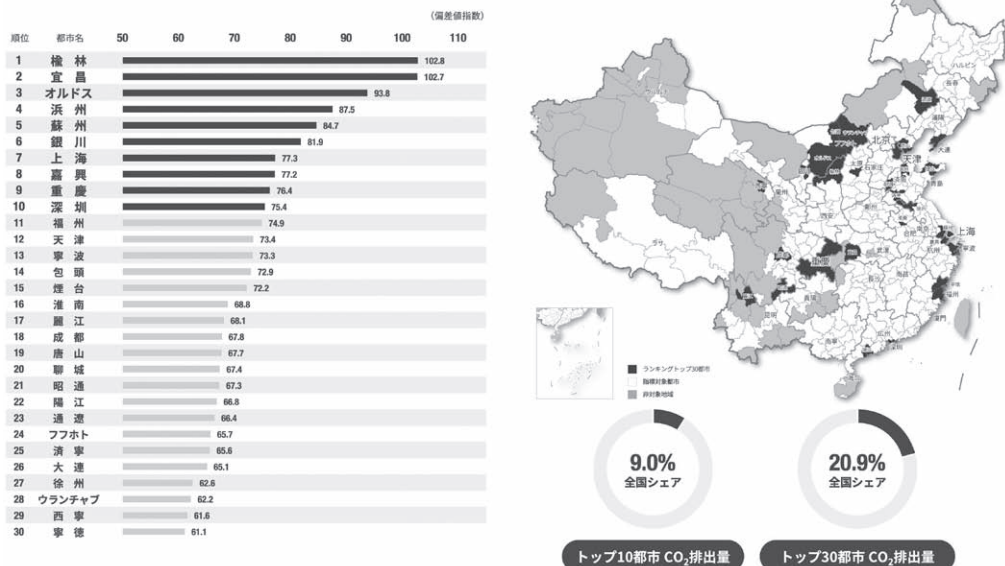
ちなみに「中国都市製造業輻射力2020」ランキングのトップ10入りの成都と仏山は、「中国都市CO₂排出量ランキング2019」のトップ30には入っていないものの、33位と42

図 12 中国都市製造業輻射力 2020 ランキング トップ 30



出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

図 13 中国都市発電量 2019 ランキング トップ 30



出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

位となっている。

(3) エネルギー・重化学工業都市

「中国都市 CO₂ 排出量ランキング 2019」のトップ 30 都市には、石油、石炭の産地、または電力、鉄鋼、石油化学など CO₂ を大量に排出する産業が盛んな、エネルギー・重化学工業都市が多い。本論では『中国都市総合発展指標』の中の「都市発電量」、「都市鉄鋼産業輻射力」、「都市石炭鉱業輻射力」などの指標を使い、これらエネルギー・重化学工業都市の実態を分析する。

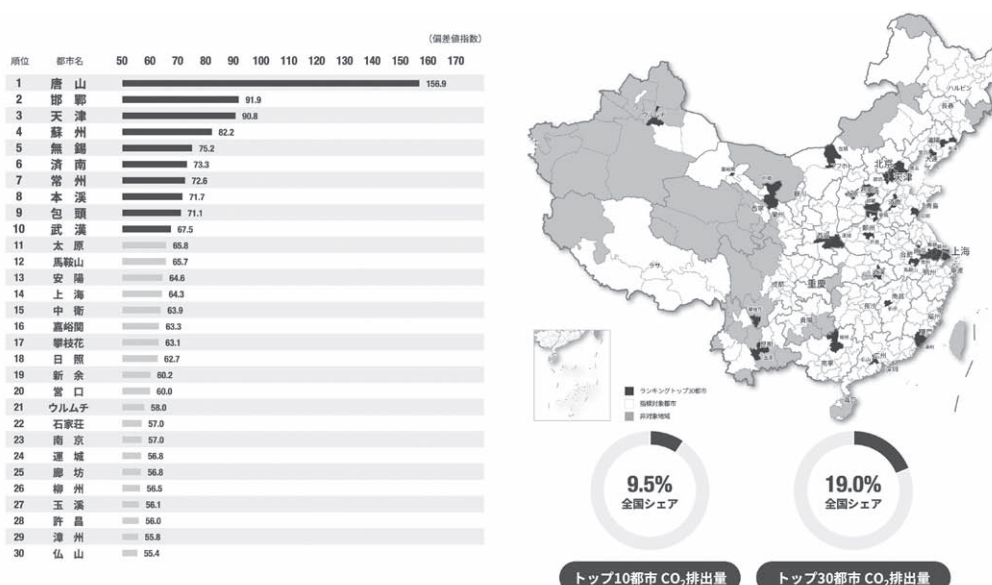
① 中国都市発電量ランキング 2020

火力発電は CO₂ を大量に排出する産業である。『中国都市総合発展指標』では中国各都市の発電量をモニタリングしている。「中国都市発電量ランキング 2020」は、中国各都市で公表された統計年鑑や国民経済和社会発展統計公報を参照し算出した¹⁸⁾。

図 14 が示すように、「中国都市発電量ランキング 2020」のトップ 30 都市は順に、榆林、宜昌、オルドス、浜州、蘇州、銀川、上海、嘉興、重慶、深圳、福州、天津、寧波、包頭、煙台、淮南、麗江、成都、唐山、聊城、昭通、陽江、通遼、フフホト、済寧、大連、徐州、ウランチャブ、西寧、寧徳である。

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市のうち、上記ランキングでトップ 30 入りした電力生産基地としてオルドス、蘇州、上海、重慶、深圳、天津、寧波、唐山、フフホト、徐州の 10 都市が数えられる。これらの都市において石炭火力が大量の CO₂ を排出している。

図 14 中国都市鉄鋼産業輻射力 2020 ランキング トップ 30



出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

ちなみに「中国都市発電量ランキング 2020」ランキングのトップ 10 入りの榆林、宜昌、滨州、銀川、嘉興は、「中国都市 CO₂ 排出量ランキング 2019」のトップ 30 には入っていないものの、嘉興 43 位、滨州 77 位、銀川 83 位、榆林 93 位となっている。宜昌は三峡ダムでの水力発電がメインとなっているため CO₂ の排出量は少ない。

② 中国都市鉄鋼産業輻射力 2020

鉄鋼産業は製造業の中で最も CO₂ を排出している産業である。『中国都市総合発展指標』では中国各都市の鉄鋼産業輻射力をモニタリングしている。鉄鋼産業輻射力は都市における同産業の従業者数、企業集積状況、営業収入、資産などを評価した。「中国都市鉄鋼産業輻射力 2020」は、2019 年から 2020 年にかけて中国各都市で公表された「第 4 回全国経済センサス」も参照し算出した。図 14 が示すように、「中国都市鉄鋼産業輻射力 2020」ランキングの上位 30 都市は順に、唐山、邯鄲、天津、蘇州、無錫、済南、常州、本溪、包頭、武漢、太原、馬鞍山、安陽、上海、中衛、嘉峪関、攀枝花、日照、新余、營口、ウルムチ、石家荘、南京、運城、廊坊、柳州、玉溪、許昌、漳州、仏山である。特に、トップの唐山の同輻射力は抜きん出ている。これらの都市には中国主要鉄鋼メーカーの本社や主力工場が立地している。

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市のうち、上記ランキングでトップ 30 入りした鉄鋼生産基地として唐山、天津、蘇州、無錫、済南、武漢、太原、上海、南京の 9 都市が数えられる。これらの都市の鉄鋼産業が大量の CO₂ を排出している。

ちなみに「中国都市鉄鋼産業輻射力 2020」ランキングのトップ 10 入りの邯鄲、常州、本溪、包頭は、「中国都市 CO₂ 排出量ランキング 2019」のトップ 30 には入っていないものの、邯鄲 38 位、常州 41 位、包頭 110 位、本溪 203 位となっている。

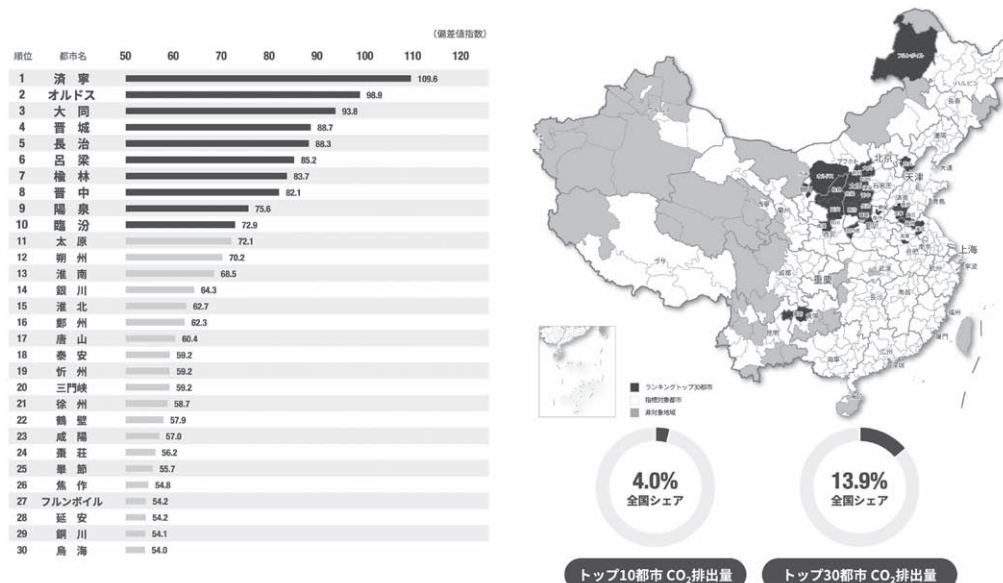
③ 中国都市石炭鉱業輻射力 2020

中国の一次エネルギーは著しく石炭に偏っている。現在なお、一次エネルギーに占める石炭の割合は、56% に達している。これは、中国のエネルギー消費量当たり CO₂ 排出量（エネルギー炭素集約度）を悪化させ、CO₂ を大量に排出する構造要因となっている。また、中国では、石炭の産地で火力発電し、消費地に送電する政策を長年採っている。故に石炭産地の都市は CO₂ を大量に排出する傾向がある。

『中国都市総合発展指標』では中国各都市の石炭鉱業輻射力をモニタリングしている。石炭業輻射力は都市における同産業の従業者数、企業集積状況、営業収入、資産などを評価した。「中国都市石炭業輻射力 2020」は、2019 年から 2020 年にかけて中国各都市で公表された「第 4 回全国経済センサス」も参照し算出した。

図 15 が示すように、「中国都市石炭鉱業輻射力 2020」ランキングの上位 30 都市は順に、済寧、オルドス、大同、晋城、長治、吕梁、榆林、晋中、陽泉、臨汾、太原、朔州、淮南、

図 15 中国都市石炭鉱業輻射力 2020 ランキング トップ 30



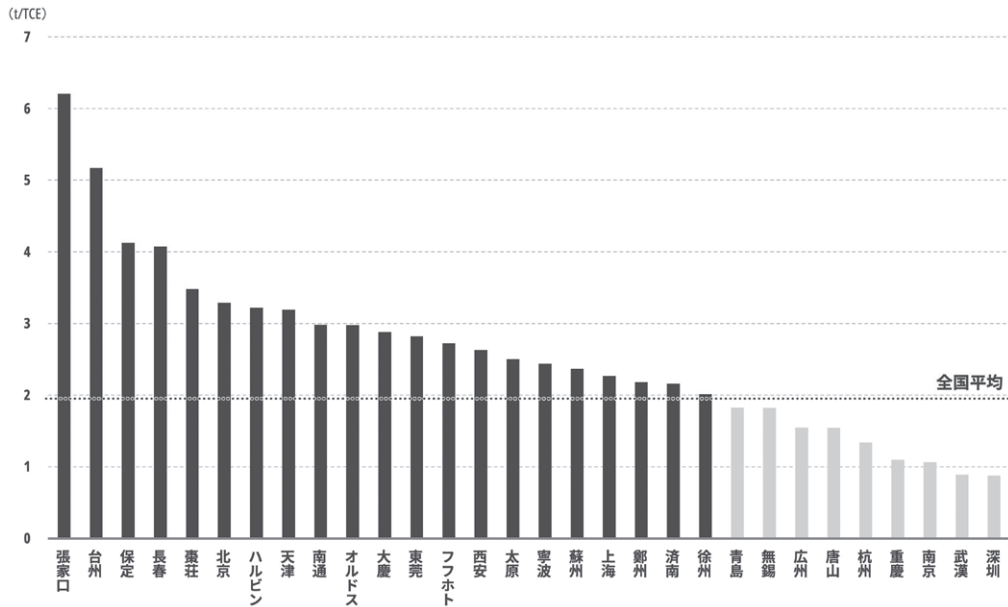
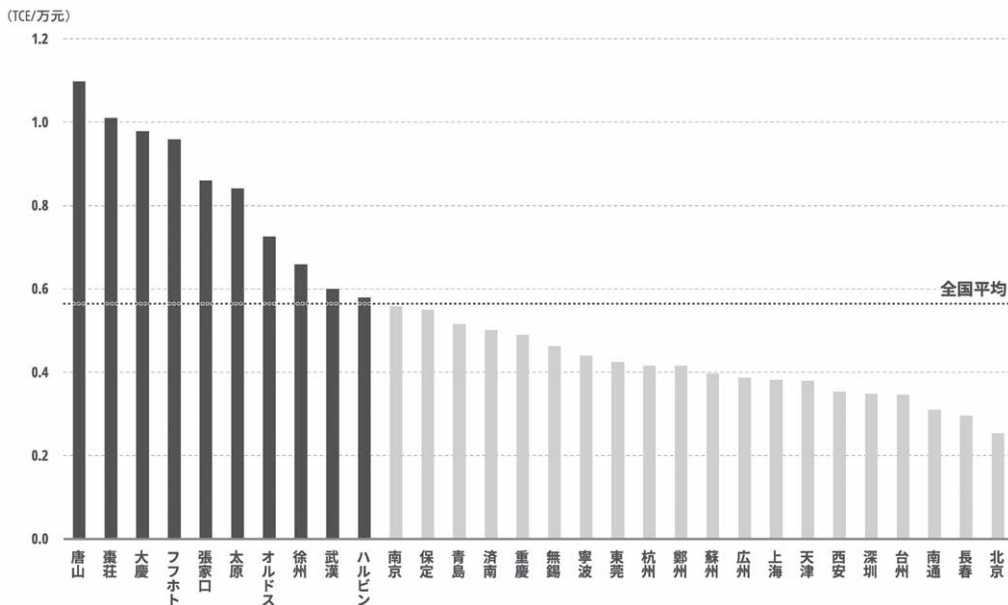
銀川、淮北、鄭州、唐山、泰安、忻州、三門峡、徐州、鶴壁、咸陽、棗莊、畢節、焦作、フルンボイル、延安、銅川、烏海であった。同 30 都市が排出する CO₂ は、中国全体の 13.9% に相当する。

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市のうち、上記ランキングでトップ 30 入りした石炭鉱業基地としてオールドス、太原、鄭州、唐山、徐州、棗莊の 6 都市が数えられる。また CO₂ 排出量ランキングトップ 30 入りの大慶は、石油鉱業都市として名高い。これらのエネルギー産業都市が大量の CO₂ を排出している。

ちなみに「中国都市石炭鉱業輻射力 2020」ランキングのトップ 10 入りの済寧、大同、晋城、長治、呂梁、榆林、晋中、陽泉、臨汾は、「中国都市 CO₂ 排出量ランキング 2019」のトップ 30 には入っていないものの、大同 57 位、晋城 61 位、済寧 70 位、長治 82 位、榆林 93 位、臨汾 114 位、晋中 121 位、呂梁 124 位、陽泉 239 位となっている。

5. CO₂ 排出量トップ 30 都市の 6 大要素分析

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市について、前述した CO₂ 排出評価 6 大要素、すなわちエネルギー消費量当たり CO₂ 排出量（エネルギー炭素集約度）、GDP 当たりエネルギー消費量（エネルギー効率）、GDP 当たり CO₂ 排出量（炭素強度）、一人当たり GDP、人口の規模、一人当たり CO₂ 排出量から分析する。

図 16 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市におけるエネルギー消費量当たり CO₂ 排出量分析図 (2019 年)図 17 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市における GDP 当たりエネルギー消費量分析図 (2019 年)(1) エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量 (エネルギー炭素集約度) (2019 年)

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市について、「エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量」¹⁹⁾ をみ

ると、トップ10都市は、張家口、台州、保定、長春、棗莊、北京、ハルビン、天津、南通、オルドスであった。これら都市の大半は、石炭の産地あるいは火力発電、鉄鋼や石油・石炭製品などの素材産業が盛んな地域である。

また、11位から30位までは、大慶、東莞、フフホト、西安、太原、寧波、蘇州、上海、鄭州、済南、徐州、青島、無錫、広州、唐山、杭州、重慶、南京、武漢、深圳であった。

CO₂排出量トップ30都市全体のエネルギー消費量当たりCO₂排出量平均は2.590 (t-CO₂/TCE)で、中国全国平均の1.986 (t-CO₂/TCE)をはるかに上回る。なお、同30都市の中で全国平均を上回った都市は、23都市ある。他方、深圳、武漢、南京、重慶、杭州、唐山、広州、無錫、青島の7都市は全国平均を下回った。

(2) GDP 当たりエネルギー消費量（エネルギー効率）

中国CO₂排出量トップ30都市について、「GDP 当たりエネルギー消費量」をみると、トップ10都市は、唐山、棗莊、大慶、フフホト、張家口、太原、オルドス、徐州、武漢、ハルビンであった。これらはすべて資源都市あるいはエネルギー産業や素材産業に傾斜している都市でもある。

また、11位から30位までは、南京、保定、青島、済南、重慶、無錫、寧波、東莞、杭州、鄭州、蘇州、広州、上海、天津、西安、深圳、台州、南通、長春、北京であった。

CO₂排出量トップ30都市のGDP 当たりエネルギー消費量平均は0.551 (TCE/万元)で、全国平均の0.569 (TCE/万元)を下回る。しかし上記トップ10都市のGDP 当たりエネルギー消費量は全国平均を上回った。なお、同11位から30位までの20都市のGDP 当たりエネルギー消費量は全国平均を下回った。つまりこれら中心都市や製造業スーパーシティはCO₂を大量に排出するものの、エネルギー効率パフォーマンスは全国平均より良い。

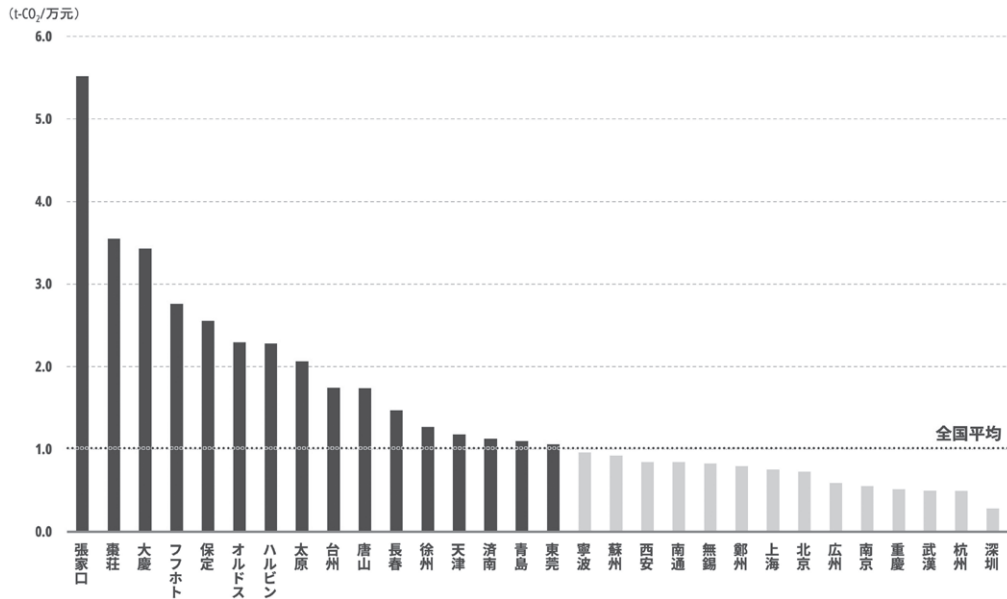
(3) GDP 当たりCO₂ 排出量（炭素強度）

中国CO₂排出量トップ30都市について、「GDP 当たりCO₂ 排出量」をみると、トップ10都市は、張家口、棗莊、大慶、フフホト、保定、オルドス、ハルビン、太原、台州、唐山であった。これらトップ10都市は台州を除いてすべて中国北部の内陸地域に属する地方都市であり、石炭・石油、鉄鉱石の採掘を中心とした資源都市でもある。これら都市では火力発電、鉄鋼や石油・石炭製品などの素材産業が盛んである。

また、11位から30位までは、長春、徐州、天津、済南、青島、東莞、寧波、蘇州、西安、南通、無錫、鄭州、上海、北京、広州、南京、重慶、武漢、杭州、深圳であった。

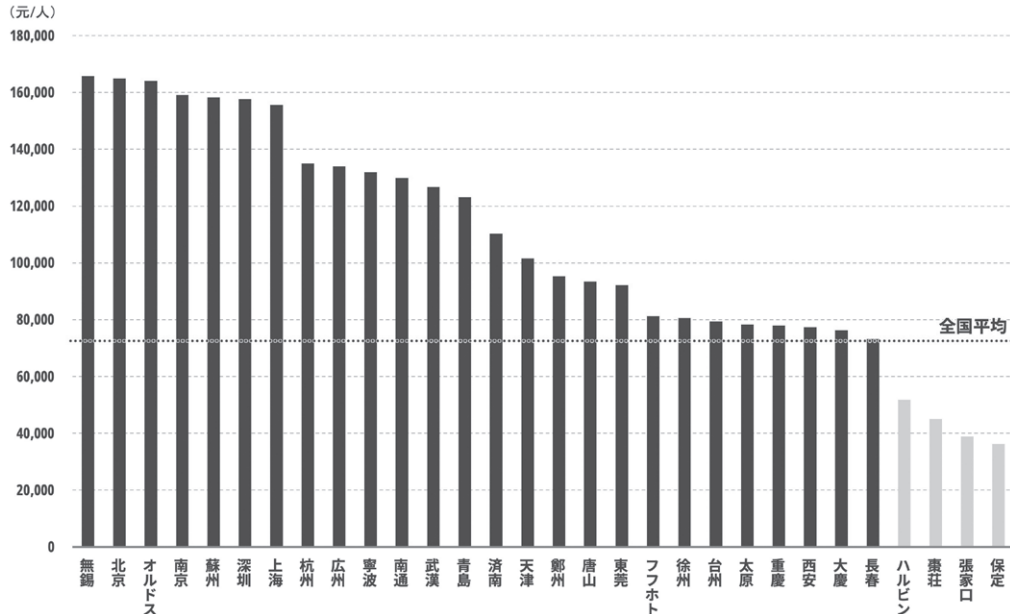
CO₂排出量トップ30都市のGDP 当たりCO₂ 排出量平均は1.491 (t-CO₂/万元)で、中国全国平均の1.043 (t-CO₂/万元)よりはるかに高い。なお同30都市中で全国平均を上回った都市は、16都市ある。他方、深圳、杭州、武漢、重慶、南京、広州、北京、上海、鄭州、

図 18 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市における GDP 当たり CO₂ 排出量分析図（2019 年）



出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

図 19 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市の一人当たり GDP 分析図 (2019 年)



出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

無錫、南通、西安、蘇州、寧波の14都市は、全国平均を下回る。これら中心都市や製造業スーパーシティの炭素強度パフォーマンスは、全国平均より良い。

(4) 一人当たり GDP

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市について、「一人当たり GDP」をみると、トップ 10 都市は、無錫、北京、オルドス、南京、蘇州、深圳、上海、杭州、広州、寧波市であった。オルドスという資源都市を除く他 9 都市が製造業スーパーシティと中心都市である。

また、11 位から 30 位までは、南通、武漢、青島、済南、天津、鄭州、唐山、東莞、フフホト、徐州、台州、太原、重慶、西安、大慶、長春、ハルビン、棗莊、張家口、保定であった。

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市の一人当たり GDP 平均は 106,490（元 / 人）で、中国全国平均の 72,568（元 / 人）よりはるかに高い。なお、30 都市で全国平均を上回った都市は、26 都市にのぼる。他方、ハルビン、棗莊、張家口、保定の北方 4 都市は、大量の CO₂ を排出するものの一人当たり GDP が全国平均を下回った。

(5) 人口規模

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市について、「人口規模」をみると、そのトップ 10 都市は、重慶、上海、北京、広州、深圳、天津、西安、蘇州、鄭州、武漢であった。四大直轄市をはじめとする中心都市や、改革開放後人口が膨らんだ製造業スーパーシティである。

中国で市街地人口が 1000 万人を超えメガシティ（超大都市）として指定されている上海、北京、深圳、重慶、広州、成都、天津の 7 都市の中で、6 都市が上記のトップ 10 都市に入っている。

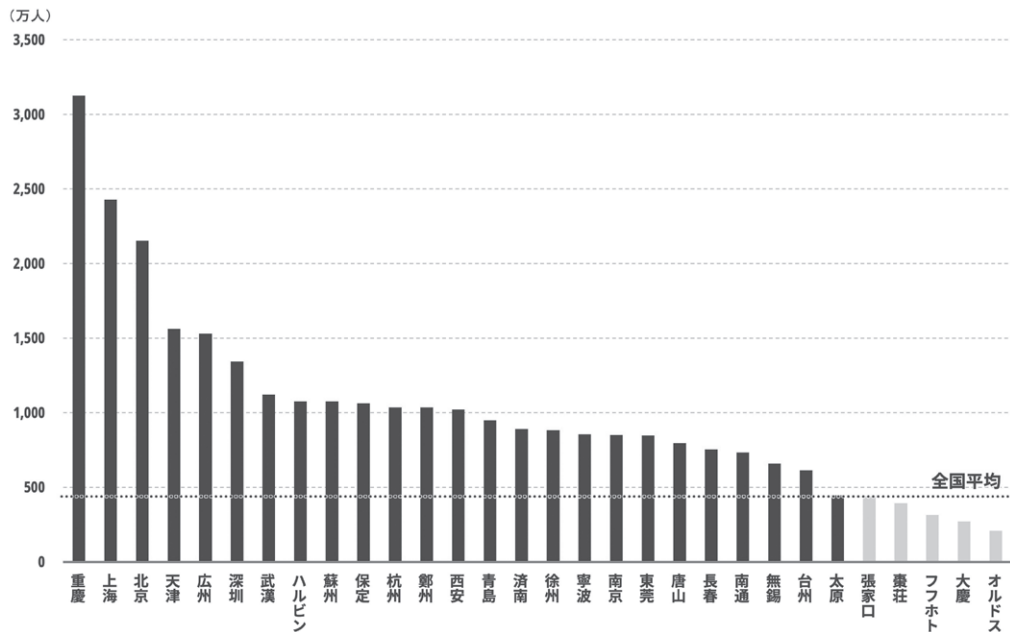
さらに、常住人口で図る中国都市人口規模ランキングで、トップ 30 都市は、重慶、上海、北京、成都、広州、深圳、天津、西安、蘇州、鄭州、武漢、杭州、臨沂、石家莊、東莞、青島、長沙、ハルビン、南陽、温州、仏山、邯鄲、寧波、瀋陽、合肥、南京、保定、済南、徐州、長春であった。このランキングの中で、重慶、上海、北京、広州、深圳、天津、西安、蘇州、鄭州、武漢、杭州、東莞、青島、ハルビン、南京、保定、済南、徐州、長春の 19 都市が、CO₂ 排出量トップ 30 にも名を連ねた。

上記の分析から、都市の人口規模が CO₂ 排出量に大きく影響していることがわかる。CO₂ 排出量トップ 30 都市の常住人口合計は 3.3 億人に達し、中国全人口の 23.5% を占める。

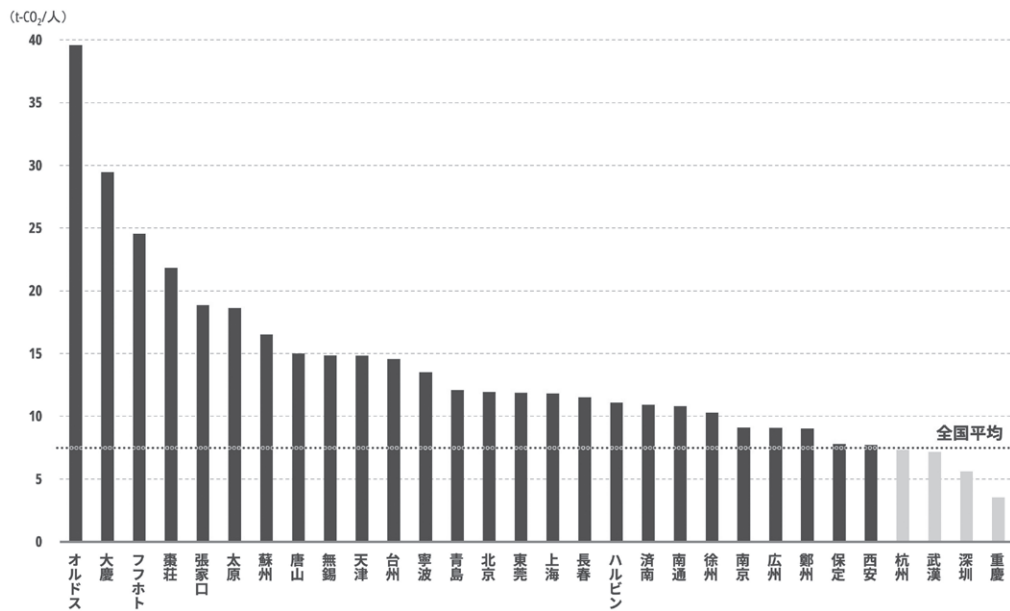
また、人口規模が全国平均水準を下回るオルドス、大慶、フフホト、棗莊、張家口の 5 都市はすべて北方の地方資源都市で、人口は少ないものの大量に CO₂ を排出している。

(6) 一人当たり CO₂ 排出量

中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市について、「一人当たり CO₂ 排出量」をみると、トップ 10 都市は、オルドス、大慶、フフホト、棗莊、張家口、太原、蘇州、唐山、無錫、天津であった。蘇州、無錫という二つの製造業スーパーシティを除き、他は中国北部内陸地域に属する

図 20 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市の人口規模分析図 (2020 年)

出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

図 21 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市における一人当たり CO₂ 排出量分析図 (2019 年)

出所：雲河都市研究院『中国都市総合発展指標 2020』データセットより作成。

石炭、石油そして鉄鉱石を産出する地方都市である。それら都市では火力発電及び鉄鋼や石油・石炭製品などの素材産業が盛んである。

また、11位から30位までは、台州、寧波、青島、北京、東莞、上海、長春、ハルビン、済南、南通、徐州、南京、広州、鄭州、保定、西安、杭州、武漢、重慶であった。

CO₂排出量トップ30都市全体の一人当たりCO₂排出量平均は13.7 (t-CO₂/人)で、全国平均は、7.4 (t-CO₂/人)のほぼ2倍にも達している。なお、30都市中で全国同平均を上回った都市は、26都市に及ぶ。他方、重慶、深圳、武漢、杭州の4都市は、全国同平均を下回った。

6. 中国のCO₂問題への取り組みは都市の本気度による

本論は、中国の都市を網羅したCO₂に関する分析で、排出量トップ30都市のCO₂排出構造を、グルーピング分析や6大要素分析を通じて明らかにした。こうした分析で、都市のCO₂排出には人口規模や生活水準そして産業構造が複雑に絡んでいることが明らかになった。

CO₂排出量トップ30都市の中には、膨大な人口を抱える中心都市でありながら、上海、天津、武漢に代表されるように、製造業スーパーシティやエネルギー・重化学工業都市の顔も見せる都市が多い。また、深圳、蘇州、東莞、無錫、寧波、青島、南通のように輸出産業をベースに、製造業スーパーシティとして膨大な人口を吸引して猛成長する都市がある。さらに、唐山のような石炭や鉄鉱石の鉱業をベースに、世界最大の鉄鋼シティに成長した都市がある。大慶のように油田をベースに、一大石油化学シティに成った街もある。オールドス、棗莊、フフホト、徐州に代表されるように、石炭鉱業をベースに火力発電基地となった都市もある。

その意味では、中国都市のCO₂問題には、都市問題、産業問題、エネルギー問題の三つの軸が絡んでいる。

都市問題として、ライフスタイル向上や公共交通の徹底などによる都市構造の進化が、重要となってくる。また、建築物の省エネルギーも一つ大きな課題である。低温地域にCO₂排出量が多いのは、建築物の断熱性問題から生じている。過去20年間、急ピッチで進んできた中国の都市化は、これらの問題にまだ対応しきれていない部分が多い²⁰⁾。今後、都市化の第二のステージとして、都市の質的な進化を図る必要がある。

また、産業問題では、世界に冠たる製造業スーパーシティにおける産業構造の高度化を、一層進める必要がある。加えて、石炭・石油鉱業、発電や鉄鋼産業、そして石油化学を始めとするエネルギー・重化学産業の効率化、省エネルギー化も急ぐべきだろう。

さらに、エネルギー構造問題として、石炭に偏重するエネルギー産業構造を大きく変え、再生エネルギーへのシフトも欠かせない。

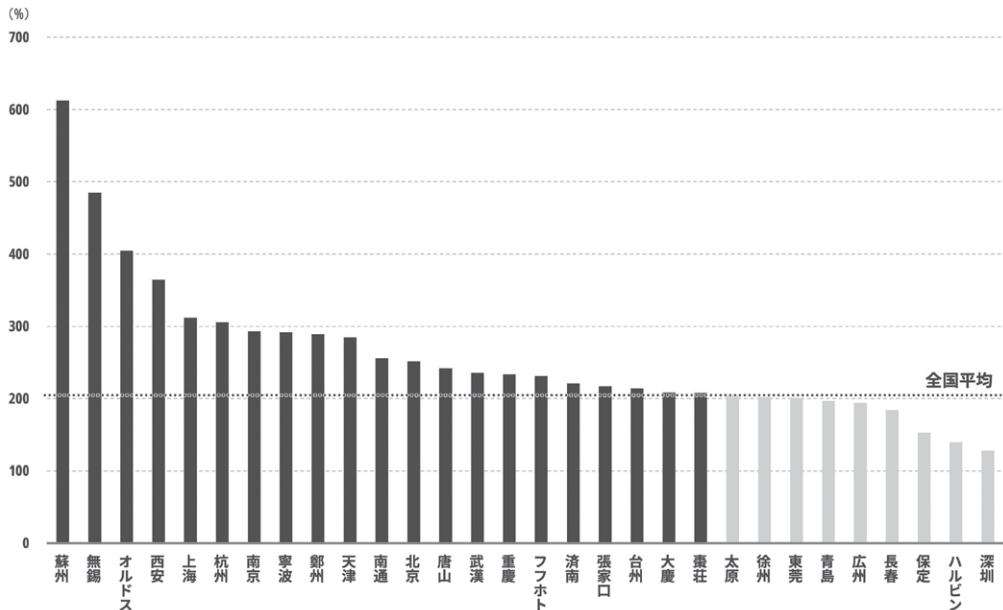
図 22 中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市の CO₂ 排出量増加率 (2000-2019 年)

図 22 は 2000-2019 年の 20 年間における中国 CO₂ 排出量トップ 30 都市の CO₂ 排出量の増加率を示している。同じ製造業スーパーシティで蘇州、無錫はこの間の CO₂ 排出量が其々 613% 増、485% 増となったのに対して、深圳は同 128% 増にとどまった。つまり深圳は、CO₂ 排出量の少ない成長モデルを見せた。中心都市の中でも西安、上海、杭州、南京、寧波、鄭州、天津、北京、武漢、重慶などは CO₂ 排出量を 200% 以上増やした。これに対して広州はより少ない CO₂ 排出量の増加の中で長期にわたる成長を実現させた。

中国都市のトップである書記や市長は選挙で選ばれるのではなく、実績に基づいて拔擢される。これまで GDP が重要な実績であったため、各都市は経済成長を第一に競い合っていた。近年、PM_{2.5} などの環境問題も実績に加わったため、都市レベルにおける環境対策が急速に進んだ。CO₂ 問題について一般市民は、従来なかなか実感できず、デジタル化もされてこなかった。『中国都市総合発展指標』における「都市 CO₂ 排出量ランキング」での CO₂ 問題の見える化、また本論のような中国全都市の CO₂ 排出構造に関する分析は、意義が大きい。CO₂ 問題への取り組みが目に見える実績となれば、都市の取り組みの本気度も上がるだろう。

CO₂ 問題に取り組む中国の本気度は、中国の都市の本気度にかかっている。都市問題、産業問題、エネルギー問題での努力を重ねることで、中国はようやく「2060 年までにカーボンニュートラルを目指す」公約の達成が可能となる。

(本論文では栗本賢一、甄雪華、趙建の三氏がデータ整理と図表作成に携わった)

注

- 1) IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 2) 同報告書の正式名称は、『気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な発展及び貧困撲滅の文脈において工業化以前の水準から 1.5℃ の気温上昇にかかる影響や関連する地球全体での温室効果ガス (GHG) 排出経路に関する特別報告書』である。
- 3) EU は通常、集団として交渉を行い、目標を設定することから、地域として分析対象に加えた。
- 4) アメリカの CO₂ 排出量データは 1800 年からである。
- 5) 日本の CO₂ 排出量データは 1868 年からである。
- 6) 周牧之『世界の二酸化炭素排出構造と中国の課題』、東京経大会誌 (経済学)、2021 年 12 月、311 号、pp.55-78。
- 7) アメリカのエネルギー政策に関して詳しくは、小林健一著『米国の再生エネルギー革命』、日本経済評論社、2021 年 2 月 25 日を参照。
- 8) 2012 年中国共産党第 18 回党大会は「グリーン発展、循環発展、低炭素発展」をベースにした「生態文明建設」を打ち出した。2017 年中国共産党第 19 回党大会では「循環低炭素型の発展」を正式に打ち出し、中国新時代社会主義建設の一大戦略と位置付けた。詳しくは、中国共産党第 18 回党大会 コミュニケ (中国語版) <http://cpc.people.com.cn/n/2012/1118/c64094-19612151.html> (最終閲覧日: 2022 年 10 月 19 日) 及び第 19 回党大会 コミュニケ (中国語版) http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm (最終閲覧日: 2022 年 10 月 19 日) を参照。
- 9) 中国の習近平国家主席は 2020 年 12 月 12 日、同日開幕した国連気候野心サミットの演説で、「GDP を分母とした二酸化炭素の原単位排出量を 2030 年までに 2005 年比 65% 削減する」との目標を新たに発表した。
- 10) 現在、中国の地方政府には省・自治区・直轄市・特別行政区といった「省級政府」と、地区級、県級、郷鎮級という 4 つの階層に別れる「地方政府」がある。都市の中にも、北京、上海のような「直轄市」、南京、広州、ラサのような「省都・自治区首府」があり、蘇州、無錫のような「地級市 (地区級市)」、昆山、江陰のような「県級市」もある。なお、地級市は市と称するものの、都市部と周辺の農村部を含む比較的大きな行政単位であり、人口や面積規模は、日本の市より都道府県に近い。
- 11) 地級市以上の 297 都市は、4 つの直轄市、27 の省都・自治区首府、5 つの計画単列市と 262 地級市から成る。
- 12) 『中国都市総合発展指標』は 2016 年以来毎年、中国都市ランキングを内外で発表してきた。同指標は環境・社会・経済という 3 つの軸 (大項目) で中国の都市発展を総合的に評価している。同指標の構造は、各大項目の下に 3 つの中項目があり、各中項目の下に 3 つの小項目を設けた「3×3×3 構造」で、各小項目は複数の指標で構成される。これらの指標は、合計 882 の基礎

データから成り、内訳は 31% が統計データ、35% が衛星リモートセンシングデータ、34% がインターネットビッグデータである。その意味で、同指標は、異分野のデータ資源を活用し、「五感」で都市を高度に知覚・判断できる先進的なマルチモーダル指標システムである。現在、中国語（『中国城市総合発展指標』人民出版社）、日本語（『中国都市ランキング』NTT 出版）、英語版（『China Integrated City Index』Pace University Press）が書籍として出版されている。『中国都市総合発展指標』について詳しくは、周牧之ら編著『環境・経済・社会 中国都市ランキング 2018—〈大都市圏発展戦略〉』、NTT 出版、2020 年 10 月 10 日を参照。

- 13) 『中国都市総合発展指標』において、各都市の CO₂ 排出量は、人為的 CO₂ 排出量データセット「ODIAC」の推定値を使用している。ODIAC データセットは、人為的 CO₂ 排出量を全世界カバーし、約 1 km メッシュ（3 次メッシュ）で構成され、2000 年 1 月から 2019 年 12 月（最新）まで毎月公開されている。『中国都市総合発展指標』では、地理情報システム（GIS）を用いて、年・都市別データに加工・集計している。CO₂ 排出量は、2000 年から ODIAC データセットについて、詳しくは、ODIAC ホームページ（<https://db.cger.nies.go.jp/dataset/ODIAC/>）（最終閲覧日：2022 年 10 月 12 日）を参照。
- 14) 中心都市とは、中国にある 4 つの直轄市、22 の省都、5 つの自治区首府、5 つの計画単列市、合計 36 都市を指す。中国の中心都市について詳しくは、周牧之「メインレポート：中心都市発展戦略」、周牧之ら編著『環境・社会・経済 中国都市ランキング 2017 〈中心都市発展戦略〉』、NTT 出版、2018 年 12 月 26 日、pp.167-223 を参照。
- 15) 三大メガロポリスとは、珠江デルタメガロポリス（9 都市）、長江デルタメガロポリス（26 都市）、京津冀メガロポリス（10 都市）を指す。三大メガロポリス、そして中国のメガロポリス政策について詳しくは、周牧之「メインレポート：メガロポリス発展戦略」、周牧之ら編著『環境・社会・経済 中国都市ランキング 〈中国都市総合発展指標〉』、NTT 出版、2018 年 5 月 31 日、pp. 129-213 を参照。
- 16) 「中国都市製造業輻射力 2020」について詳しくは、雲河都市研究院「中国で最も輸出力の高い都市はどこか？ ～2020 年中国都市製造業輻射力ランキング」, In *Japanese.China.org.cn*, 2022 年 9 月 22 日（http://japanese.china.org.cn/business/txt/2022-09/22/content_78433666.htm）（最終閲覧日：2022 年 10 月 19 日）を参照。
- 17) 衛星データの GIS 解析を駆使して算出した中国都市 CO₂ 排出量データは、2019 年が最新である。本論では、中国都市製造業輻射力など他のデータを、CO₂ 排出量データと比較する際、データを 2019 年に合わせず、最新のデータを使用する。
- 18) なお、一部都市では、2020 年度の発電データが公表されていない。その際は、一番近い年次のデータを参照した。また、データが未公開の都市については、省ベースのデータから GDP 及び人口などのデータを用いて推計した。
- 19) 中国都市別におけるエネルギー消費量データは公開されていない。『中国都市総合発展指標』では、各都市から公表されている「GDP 当たりエネルギー消費量（TCE; ton of coal equivalent, 標準石炭換算トンベース）」をそれぞれ収集し、GDP および CO₂ 排出量データを組み合わせることで、エネルギー消費量当たり CO₂ 排出量を推計している。
- 20) 中国の都市化について詳しくは、周牧之「メインレポート：大都市圏発展戦略」、周牧之ら編著『環境・経済・社会 中国都市ランキング 2018—〈大都市圏発展戦略〉』、NTT 出版、2020 年 10 月 10 日、pp. 170-241 を参照。