

大気汚染の原因・影響とその解決方法

PBL演習6班

林 恵慈、大野 弘佑起、大西優貴夏、Rendi Ahmad Rustandi

アドバイザー教員：羽田野裕子

目次

- 背景と目的
- 手法
- 各国の汚染原因
- 解決策
- まとめ

背景と目的

発展途上国を中心に大気汚染が問題に

2022 Country/region ranking

Population weighted, 2022 average PM2.5 concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for countries, regions, and territories in descending order

1	Chad	89.7	45	Türkiye	21.1	89	Spain	10.9
2	Iraq	80.1	46	Sri Lanka	20.7	90	Maldives	10.9
3	Pakistan	70.9	47	Senegal	20.4	91	Belgium	10.8
4	Bahrain	66.6	48	Syria	20.0	92	Austria	10.6
5	Bangladesh	65.8	49	Mexico	19.5	93	Honduras	10.2
6	Burkina Faso	63.0	50	Greece	19.0	94	Latvia	10.1
7	Kuwait	55.8	51	Azerbaijan	18.9	95	Switzerland	10.0
8	India	53.3	52	Italy	18.9	96	Ukraine	9.7
9	Egypt	46.5	53	Israel	18.8	97	Japan	9.1
10	Tajikistan	46.0	54	Guatemala	18.6	98	Panama	9.0
11	United Arab Emirates	45.9	55	Bulgaria	18.3	99	United States	8.9
12	Sudan	44.6	56	South Korea	18.3	100	Nicaragua	8.9
13	Rwanda	44.0	57	Thailand	18.1	101	United Kingdom	8.9
14	Qatar	42.5	58	Algeria	17.8	102	Angola	8.8
15	Saudi Arabia	41.5	59	Malaysia	17.7	103	Denmark	8.6
16	Nepal	40.1	60	Romania	17.2	104	Cambodia	8.3
17	Uganda	39.6	61	Georgia	17.0	105	Liechtenstein	8.3
18	Nigeria	36.9	62	Poland	16.3	106	Portugal	8.1
19	Bosnia Herzegovina	33.6	63	Colombia	15.7	107	Costa Rica	7.9
20	Uzbekistan	33.5	64	Montenegro	15.7	108	Argentina	7.7
21	Iran	32.5	65	Cyprus	15.6	109	Ireland	7.5
22	Armenia	31.4	66	Democratic Republic of the Congo	15.5	110	Luxembourg	7.4

- ・スイスの企業IQAirが発表した大気汚染のランキング[1]
→131の国と地域、7323都市、30000を超えるセンサから集計されたPM2.5の大気中の平均密度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を測定したもの
- ・特に汚染されている国は、発展途上国が多い
- ・Kampaらの研究[2]による、大気汚染による健康の影響
→肺がん、慢性呼吸器疾患をはじめとして多くの健康被害を及ぼす。

- ・汚染が深刻な発展途上国を特定する。
- ・原因を詳細に調査し、解決策を提案する。

手法

IQAir 「2022 Country/region ranking」 から、
PM2.5による大気汚染ワースト5の国に注目

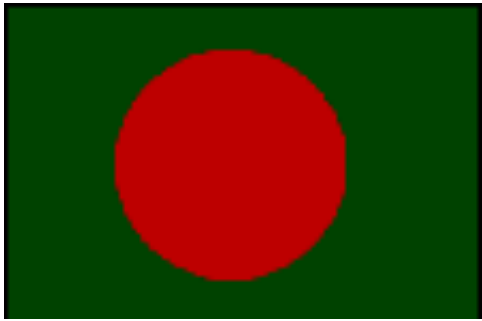
各国の汚染原因を調査し、
その他途上国にも幅広く適応可能な
対応策を考えるため、共通項を抽出

共通項の汚染原因は、
より重大な要因であると考え、更に深く調査

調査結果から対策を考える

1	Chad	89.7
2	Iraq	80.1
3	Pakistan	70.9
4	Bahrain	66.6
5	Banladesh	65.8
6	Burkina Faso	63.0
7	Kuwait	55.8
8	India	53.3
9	Egypt	46.5
10	Tajikistan	46.0
11	United Arab Emirates	45.9
12	Sudan	44.6
13	Rwanda	44.0
14	Qatar	42.5
15	Saudi Arabia	41.5

汚染原因: バングラデシュ人民共和国



人口 1億6,935万人
面積 14.7万km²(日本の4割)
GDP成長率 6.9%(2021)

[3]

首都ダッカ市内の浮遊粒子状物質(PM)の排出源は、

レンガ窯: 約58%、車両: 約10%、粉塵: 約15%

[4]

汚染原因: バングラデシュ人民共和国

1: レンガ窯 [4][5][6]

- ・ 主要な建材 経済成長に伴って、年間5~6%増加
- ・ 窯の90%以上は雨季に浸水する低地
低コストで非効率な方式が普及
- ・ 汚染に対し、政府は規制によって対策



法律、守られず 罰則強化から逃れるため、政治家や警察に賄賂
汚職問題が、規制の機能不全を引き起こしている

汚染原因: バングラデシュ人民共和国

2: 車両 [4][7][8][9]

- ・ダッカの人口は2000万人、地下鉄は1路線のみ
- ・市民はオートバイで通勤、汚染と渋滞が発生
渋滞で速度が低下すると、さらに大気汚染
- ・排出制限を満たす車両の割合
自動車: 87.8%、バス: 74.5%、オートバイ: 22.2%



- ①公共交通の整備が必要
- ②警察に賄賂、取り締まりを逃れる例も

汚染原因： Bangladesh 人民共和国

3: 粉塵 [4][10]

- ・法律、「建物所有者、建設中の粉塵拡散の防止が必要」
- ・道路わきに、砂など建設資材が放置
- ・ダッカ市北公社、2台の散水トラックで対応
それでは対応しきれない



他2つと共通：ルールを守らせる工夫も必要

汚染原因: パキスタン・イスラム共和国



人口 2億3,140万人
面積 79.6万km²(日本の2割)
GDP成長率 6.5%(2021)

パキスタンの浮遊粒子状物質(PM)の排出源は、

住宅部門:約35%、廃棄物の野焼き:約24%、農作物残渣の燃焼:約16%

[11]

汚染原因：パキスタン・イスラム共和国

1：バイオマスストーブを使った調理（住宅部門） [11][12]

- パキスタンでは人口の60%以上がバイオマスストーブを使った調理による屋内大気汚染にさらされている。
- パキスタンにおける大気汚染による経済損失は4億1,000万米ドルと推定されている。

表：2021年の国および準国家レベルでの排出量を推定するために使用された都市部および農村部の世帯の特徴

地理	世帯 (世帯)	調理用燃料 (%世帯)	調理用燃料のエネルギー 原単位(単位/世帯/年)	電力 アクセス (%世帯)
全国—都市部	1,341万	木材: 10.45% 天然ガス: 87.95% その他のバイオマス: 1.58% 電力: 0.02%	木材: 2.324kg 天然ガス: 0.53 TOE その他のバイオマス: 1.7kg 電力: 0.15 TOE	98.3%
全国—田舎	2,185万	木材: 60.11% 天然ガス: 23.21% その他のバイオマス: 16.56% 電力: 0.1%	木材: 2.324kg 天然ガス: 0.53 TOE その他のバイオマス: 1.7kg 電力: 0.15 TOE	86.8%

TOE: Ton of Oil Equivalent

汚染原因：パキスタン・イスラム共和国

2: 作物残渣の焼却 [11]

- 5つの主要作物 (小麦、米、トウモロコシ、綿花、サトウキビ) からの排出量がかかる。
- 作物残渣の焼却は、特に農業の焼却行為を規制する政策がない国では、大気汚染物質の大きな発生源となる可能性がある。

表：パキスタンの2021年の農業部門からの排出量をモデル化するために使用されたデータと仮定

	作物生産	年間作物生産量 (2021年、トン)	出典	
農業用残留物燃焼	小麦	2,435万	パキスタン統計局 - 農業統計	
	米	720万		
	トウモロコシ	683万		
	コットン	168万		
	サトウキビ	6,720万		
		作物	作物と残渣の比率	出典
	小麦	1.8	SAARC エネルギー センターによる作物 残渣の焼却に関する 報告書	
	米	1.7		
	トウモロコシ	2.3		
	コットン	3.8		
サトウキビ	0.4			

汚染原因: パキスタン・イスラム共和国

3: 廃棄物の野焼き [11]

- ・パキスタンにおける温室効果ガスと大気汚染物質の排出も、固形廃棄物の燃焼によってもたらされました。

表: 都市固形廃棄物 (都市人口のみ)の排出量を推定するために使用される主な変数

変数	2017年の価値
廃棄物発生率	0.84kg/人/日
都市固形廃棄物(MSW)の組成	食品: 30 % 庭園: 14% 紙: 13% 木材: 2 % 繊維: 2 % プラスチック: 9% その他の不活性物質: 30%
MSW回収率	55.72%

汚染原因:イラク(中東)



人口 3,965万人
面積 43.83万km²(日本の1.2割)
GDP成長率 2.8%(2021)

イラク(中東)の浮遊粒子状物質(PM)の排出源は、

石油精製所、レンガ製造、セメント工場、など。

[13]

汚染原因: イラク(中東)

1: 石油精製所 (フレアリング) [14]

・油田及びガス田では、原油・天然ガスの生産時に発生する余剰ガスの一部が焼却処分されるが、この焼却処分のことをフレアリングと呼ぶ。

・イラクは石油輸出国であり、この産業が主な汚染源である。巨大な製油所が存在する地域(アルファサ、アルアラム、バイジ)で国の基準 ($305 \mu\text{g}/\text{m}^3$) およびWHO($60\text{-}90 \mu\text{g}/\text{m}^3$)の許容限度値を超えていた ($2807.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。



汚染原因:イラク(中東)

2:レンガ製造

[15]

- ・レンガ産業の窯の燃料に原油が使用されており、ガス状廃棄物による汚染の原因となっている。
- ・AL-Kifl 地域の阿布・スマッシュ鉱区の生産量は年間約 1,200 万ブロックで、年間生産期間中に消費される燃料の量は 15 万リットルから 17 万リットルの範囲である。



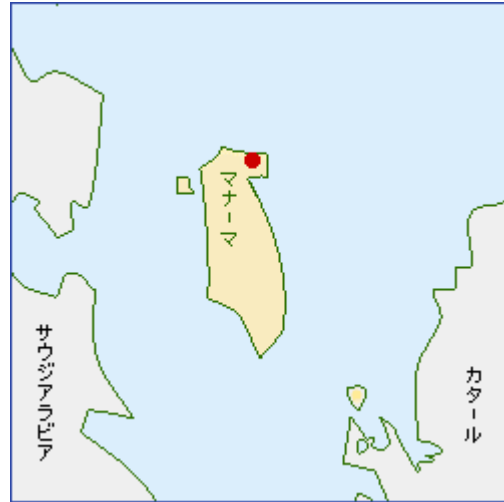
汚染原因:イラク(中東)

3:セメント工場 [16]

- ・セメントを製造する段階で粉塵が発生しており、大気汚染の要因になっている。
- ・アル・マナセラ地区に位置するアル・ナジャフ県のアル・クーファ・セメント工場周辺の農業地域で実施された調査がある。最高のTSP濃度は、アル・マナセラ地区センターの地点で1798.1 mg/m³が記録される。



汚染原因: バーレーン王国



人口 150.4万人
面積 786.5km²(宮城県仙台市ほど)
経済成長率 4.9%(2021)

[17]

バーレーンの主な汚染原因は、自動車、粉塵（砂嵐）、
工業や発電などによる廃棄物

[18]

汚染原因:バーレーン王国

1:自動車 [19][20][21]

- ・バーレーンの大気汚染の49%は自動車の排気ガス
- ・2.7人に1台、50万台以上
- ・産油国のため、燃料が安価



燃料が安価なことや、鉄道がないことなどが自動車利用を助長しており、現在バーレーン・メトロ・プロジェクトが進められている

汚染原因: バーレーン王国

2: 工業 [19][22]

- ・バーレーンの主な産業は石油生産、精製、アルミニウム精錬
 - ➡ それらの工場(特に古い工場)から排出されるガスが大気汚染を引き起こす
- ・海洋資源・環境・野生動物保護公共委員会(PMEW)は工場などに対して、環境を保護するための規制を発令している

全ての工場で規制が遵守されているわけではない
技術的な工夫や、ルールを守らせることが必要

汚染原因: バーレーン王国

3: 粉塵(砂嵐) [23][24]

- ・バーレーンの気候区分は砂漠気候(BW)であり、アラビア半島は常に強風、乾燥した土壌、高い気温にさらされている
- ・特に夏にはシャマルと呼ばれる乾燥した北西からの強風が発生する事があり、深刻な砂嵐を引き起こす

現在バーレーンでは砂嵐に対する主な対策はない
バーレーンにおいて砂嵐はPMの主な原因となっており、砂嵐は喘息などの呼吸器疾患や風邪などを引き起こす恐れがある

汚染原因:チャド共和国



人口 1792万人
面積 128.4万km²
GDP成長率 -1.2%(2021年)

汚染原因は、

砂漠化、バイオマス燃料

汚染原因:チャド共和国

1. 砂漠化

- ・アフリカ大陸では、ハルマッタンという貿易風
- ・サハラ砂漠の粉塵、チャド国内のボデレ低地の粉塵

2. バイオマス燃料

- ・伝統的に質の悪いバイオマス燃料を各家庭で使用している。

そもそも、国内に大気監査局が1カ所しかなく、正確な汚染状況が把握できる状態にない
汚染原因の解決よりも正確な汚染状態を知ることが第一

共通項の抽出

バングラデシュ

レンガ窯、車両、粉塵

パキスタン

住宅部門、廃棄物の野焼き、
農作物残渣の燃焼

バーレーン

自動車、粉塵(砂嵐)
工業や発電などによる廃棄物

イラク

石油精製所、レンガ製造
セメント工場*

チャド

砂漠化、バイオマス燃料

工場・産業

交通

砂漠

バイオマス

汚職

すべてに共通！

*:セメント工場は、共通原因ではないが、イラク国内では深刻な要因の一つであるため、ここでは記載

解決策：工場・産業 ①レンガ窯 [4][6][25]

・レンガ窯の置き換え

- ・例：FCK(固定式煙突窯) → HKK(ハイブリッドホフマン窯)、汚染は半減、生産量は約4倍
 - ・ただし、建設費用は30倍に
- ・例：FCKから改造可能なIZK(改良ジグザグ窯)、9割減少
 - ・適切なメンテナンスは必要

・建材の置き換え

- ・元は他建材の材料不足で、レンガが広まる → 現在は輸入で成り立つ
- ・鉄鋼やセメントの現地生産拡大
- ・汚染大かつ、乾季のみ稼働のレンガ窯
より環境基準に適合した工場建設を推進 → 安定した雇用の創出も

解決策：工場・産業 ②セメント工場 [26][27]

・よりクリーンな燃焼炉燃料

- ・残留油や溶剤、汚染木材や木材からの加工廃棄物、使用済みタイヤやゴム廃棄物、プラスチック廃棄物、家庭廃棄物の熱留分、下水汚泥、動物粕などの代替燃料を使用する。

- ・セメントを部分的に置き換えるために、石灰石充填剤またはその他の低影響鉱物添加剤の使用を増やす。

・風力などのクリーンエネルギー

- ・炭素回収貯蔵の一形態であるアミンスクラビングとカルシウムルーピングは、気候被害コストをそれぞれ 50% と 65% 削減できる可能性があり、これらは将来的には実装可能性がある。

・ガス市場の開発

・ガス市場には最終用途が必要であり、それには発電が考えられる。あるいは石油化学、セメント製造など、大規模な産業用途でのガス利用を拡大する方法も考えられる。天然ガスは、石炭等に比べて環境面でも利点がある。

・発生源周辺でのガスの小規模利用

・パイプを使って熱や発電のためのガスを地元企業に供給することや、車両向けCNG 燃料供給ステーションを建設することが考えられる。例えば、GE の「CNG in a Box」はフレアリングの発生場所ならどこでも配備可能な移動式給油ステーションである。ただし、これらの小規模アプリケーションは、コスト競争力を高めるスケールメリットの達成が難しいというデメリットもある。

解決策：交通 ①電動化の推進 [4][29][30]

- ・バングラデシュでは車検制度の整備が進められている
 - ・しかし、台数はオートバイ > 自動車 (2022年の登録車両数、オートバイ:12万台、自動車:1.5万台)
 - ・排出基準違反の割合も、オートバイ > 自動車 (オートバイ:77.8%、自動車:12.2%)
 - ・オートバイの大半は250cc未満、これは日本でも車検対象外

- ・電動化の推進
 - ・都市の内部では汚染を出さない
 - ・Honda EM1e、同程度のエンジン車と5万円差、補助で同額になりうる
 - ・インドでも電動二輪は急増、22年の登録車数は前年比4倍の62万台

行政の後押し(補助金)次第で、途上国でも普及しうる

解決策：交通 ②公共交通整備 [21][31]

- ・調査国、ダッカ(人口2000万人)とラホール(人口1000万人)に1路線ずつ
 - ・ソウル特別市(人口1000万人)には地下鉄9路線300kmが整備、明らかな不足
- ・先進国/大国を利用して整備、
 - ・ダッカは日本、ラホールは中国の支援、インドネシアは日中が受注争い
 - ・政治・経済的理由から先進国も支援に積極的、うまく引き入れて整備

- ・整備するだけでは不十分な可能性も
 - ・バーレーン等産油国、石油が安い、車から転換が進みにくい可能性

例：市民の交通行動変容を促す、「モビリティ・マネジメント」など
ハードとソフトの両面から対応

解決策:砂漠化

・アフリカ大陸諸国の砂漠化

→休耕をしない降雨依存農業

- ・雨水にのみ頼った農業形式
- ・休耕を行わないことによって
土壌から水分がなくなり、砂
漠化した土地に

・各農家で集水タンクを備えたシステム の導入

- 雨季の降水をタンクに溜め、乾季
に使用
- 費用と技術力を要するため、先進
国の援助が必要

・中東諸国の砂漠化

→灌漑農業

- ・地下水をくみ上げることで水を
確保する農業方式
- ・塩害を引き起こし、植生が育た
なくなり、砂漠化する

- ・土壌の塩分を除去するための排水シス
テムを整備
- ・土壌改良剤によって塩類を中和する

野焼き：作物の収穫後、田畑に残った非食用植物部分である作物残渣を大量に燃焼

- ・野焼きを行う理由：最も効率的に低コストで作物残渣を処理できる、害虫や雑草を除去できるなど
- ・多くの国で野焼きが禁止されているものの、その規制が必ずしも遵守されない

解決策：作物残渣の使用の代替策を提供する

- ・**機械式稲藁梱包機の提供**：残渣を圧縮藁梱包に変換し再利用、農地も片付く
- ・**残渣をマルチとして埋め込む**：マルチとは土壌表面を被覆すること(インド)
- ・**バイオマスペレット、バイオガスなどに変換**：農家から農業廃棄物を購入し、有用な燃料に変換する。野焼きによる汚染の改善のみならず、化石燃料の消費を抑える手段としても期待広く研究が行われている

上記の例のような農業残渣の生産的な利用により、野焼き禁止の有効性の向上を図る

解決策：バイオマス燃焼 ②家庭でのバイオマス燃焼

[32][33][34]

- ・2021年において6億7,600万人が電力へのアクセス手段を持たない
- ・主に途上国の農村部などのエネルギーが不足している地域では、暖房や調理目的に家庭用ストーブで薪、動物の糞その他のバイオマスを燃やしている
- ・途上国は既存の発電施設から遠いため、新たな発電設備や送電線など、巨額な資金が必要になる

① オフグリッド

- ・電力会社の送電網とは繋がらず、電力を自給自足している状態
- ・太陽光や風力、バイオマスといった自然のエネルギーを電力として使用する。
- ・上記の送電線などの問題を解決し、未電化地域のエネルギーへのアクセスを比較的低コストで実現できる。

② 家庭用ストーブの見直し

- ・途上国において暖房や調理目的に用いられる家庭用ストーブを熱効率が良く低排出なストーブに交換し、燃料を見直す



クリーンな調理と暖房を実現

住民や政府の理解を得るための国際機関の働きかけや、先進国の支援が必要

解決策：汚職対策 [5][8][35][36]

- ・汚染対策が進まない背景に、汚職問題
 - ・ Bangladesh の例、違法なレンガ窯や車両が、賄賂で見逃されている
- ・汚職認識指数のランキング
 - ・途上国は総じて低い (バーレーン:69位、パキスタン:140位、Bangladesh:147位、イラク:157位、チャド:167位)

・汚職対策の成功例：ジョージア

汚職対策前

- ・あらゆる行政手続きで賄賂、納税・免許取得・国立大入試
- ・交通警察は違反していない人も取り締まり、賄賂を要求
- ・複雑な税制・行政手続き
正式な手続きを避け、交渉で納税額決定、汚職の温床に

汚職対策

警察

- ・街に監視カメラ、取り締まりを客観的に
- ・反則金はその場で徴収せず、銀行経由で納付

行政

- ・税収の少ない税は廃止(21→7種)、減った分は確実な徴税で補填
- ・申告書や手続きは電子化&簡略化

電子化・銀行経由 → 正確な記録
市民との接触機会減 → 汚職チャンス減

汚職対策後、ジョージアの汚職認識指数はイタリアと同じ、東欧では最善に
(41位)

取り締まりを適切に行える組織作りが必要

まとめ

- ・各国の汚染要因を調査
 - ・ Bangladesh: レンガ窯、車両、粉塵
 - ・ Pakistan : 住宅部門、廃棄物の野焼き、農作物残渣の燃焼
 - ・ Bahrain : 自動車、粉塵(砂嵐)、工業や発電などによる廃棄物
 - ・ Iraq : 石油精製所、レンガ製造、セメント工場
 - ・ Chad : 砂漠化、バイオマス燃料



- ・共通項を抽出
 - 工業・産業、交通、砂漠化、バイオマス燃焼、汚職の5つを抽出した

まとめ

・対策 各要因に対する対策は上述の通り。

1 : 施設整備など技術面からの対策を講じても、それが適切に利用されなければ
効果は十分に発揮されない ハード対策だけでなくソフト対策も重要

2 : 先進国側も途上国に積極的に投資するメリットがある
技術的・資金的に解決が難しい課題には、先進国を利用すべき

3 : 汚職問題によって環境対策の規制の有効性が損なわれている
政治・行政への汚職対策も必要 改革には政治家を選ぶ国民の意識も重要

参考文献

- [1] IQAir, "2022_World_Air_Quality_Report_INT", 2022
- [2] Marilena Kampa, Elias Castanas, "Human health effects of air pollution",
- [3] 外務省, "バングラデシュ基礎データ", (最終閲覧2023/10/17)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/bangladesh/data.html>
- [4] Bangladesh Department of Environment, "SOURCE OF AIR IN BANGLADESH", 2019
- [5] THE WORLD BANK, "operationalizing Political Economy"
- [6] THE WORLD BANK, "Modern Brick Kilns Yield Development Benefits in Bangladesh", 2016/7/20, (最終閲覧2023/10/17)
<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/07/20/modern-brick-kilns-yield-development-benefits-in-bangladesh>
- [7] 国土交通省, "自動車の排出ガスとCO2の関係", 2002
- [8] The Daily Star, "Banned 2-stroke auto-rickshaws still scouring Ctg city", 2015/2/24(閲覧日2023/10/11)
<https://www.thedailystar.net/city/banned-2-stroke-auto-rickshaws-still-scouring-ctg-city-3626>
- [9] The Daily Star, "Traffic jam: The ugly side of Dhaka's development", 2018/5/13(閲覧日2023/10/17)
<https://www.thedailystar.net/opinion/society/traffic-jam-the-ugly-side-dhakas-development-1575355>
- [10] The Daily Star, "Take steps to control road dust in winter: Activists", 2017/10/28(閲覧日2023/10/17)
<https://www.thedailystar.net/city/take-steps-control-dhaka-road-dust-pollution-winter-dry-season-activists-1482997>
- [11] Slater, J., Espita-Casanova, D., Bathan, G., Ecal, D., Aftab, L., Jamshaid, H., Shafique, S., Amjad, M, Malley, C.S., Integrated Assessment of Air Pollution and Climate Change Mitigation in Pakistan. Climate and Clean Air Coalition Supporting National Action & Planning Initiative Project Report. September 2022.
- [12] Yamada, M. M. (2020). Is air pollution aggravating COVID-19 in South Asia? Retrieved 2022, from World Bank Blogs:
<https://blogs.worldbank.org/endpovertyinsouthasia/air-pollution-aggravating-covid-19-south-asia> (Accessed on July 14th 2023)
- [13] Mohammed K. Al-Kasser 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 790 012014. DOI 10.1088/1755-1315/790/1/012014
- [14] Al-Hasnawi, S. , Hussain, H. , Al-Ansari, N. and nutsson, S. (2016) The Effect of the Industrial Activities on Air Pollution at Baiji and Its Surrounding Areas, Iraq. Engineering, 8, 34-44. doi: 10.4236/eng.2016.81004.
- [15] Issa, M. J., Hussain, H. M., & Shaker, I. H. (2019). Assessment of the Toxic Elements Resulting from the Manufacture of Bricks on Air and Soil at Abu Smeache Area - Southwest Babylon governorate - Iraq. Iraqi Journal of Science, 60(11), 2443–2456. <https://doi.org/10.24996/ijs.2019.60.11.15>
- [16] Mutlag NH, Al Duhaidahawi FJ, et al (2020): Evaluating the effect of dust at Al-Kufa Cement plant on human health, plants and microorganisms in South of Al-Najaf Al-Ashraf, Ann Trop Med & Public Health; 23(S13B): SP231358. DOI: <http://doi.org/10.36295/ASRO.2020.231358>
- [17] 外務省, "バーレーン基礎データ", (最終閲覧2023/10/17)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/bahrain/data.html>

参考文献


- [18] Spatial Distribution and Source Apportionment of Air Pollution in Bahrain using Multivariate Analysis Methods Majeed S. Jassima, Gulnur Coskunerb, Hussain Marzooqa , Ahmed AlAsfoora , Ahmed Abu Takia
- [19] Kingdom of Bahrain Public Commission for the Protection of Marine Resources, Environment and Wildlife ,State of the Environment in the Kingdom of Bahrain
- [20] Car exhausts major source of air pollution in Bahrain, Daily Tribune ; Manama. 30 Apr 2016.
- [21] Bahrain committed to resolving air pollution and improving traffic flow, DT News; Manama. 07 Dec 2022.
- [22] Towards a Green Bahrain
- [23] Characterizing temporal variability of PM2.5/PM10 ratio and its relationship with meteorological parameters in Bahrain , Gulnur Coskuner,Majeed S. Jassim & Said Munir, Pages 315-326 | Published online: 26 Feb 2019
- [24] 外務省,“世界の医療事情 バーレーン”, (最終閲覧2023/10/17)
https://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/medi/nm_east/bahrain.html
- [25] IGC, “Health and environment impacts of brick kilns in Bangladesh”, 2022年11月7日,(最終閲覧2023/10/11)
<https://www.theigc.org/blogs/climate-priorities-developing-countries/health-and-environmental-impacts-brick-kilns>
- [26] Concrete Solutions That Lower Both Emissions and Air Pollution. <https://www.ucdavis.edu/climate/news/concrete-solutions-that-lower-both-emissions-and-air-pollution>. Accessed on October 12th, 2023.
- [27] Zieri, W., Ismail, I. (2019). Alternative Fuels from Waste Products in Cement Industry. In: Martínez, L., Kharissova, O., Kharisov, B. (eds) Handbook of Ecomaterials. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68255-6_142
- [28] Gas Flaring: Why does it happen and what can stop it? <https://energyforgrowth.org/article/gas-flaring-why-does-it-happen-and-what-can-stop-it/> (最終閲覧2023/9/7)
- [29] JETRO,“地域レポート：成長期待含みの自動車市場、EVにも可能性(バングラデシュ)”,2022/6/13(閲覧日2023/10/11)
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2022/0302/cbfb2b1f64d1fa48.html>
- [30] JETRO,“2022年のEV登録台数100万台超、二輪車は前年比4倍以上(インド)”2023/2/7(閲覧日2023/10/11) <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/02/4800aa8c33f4475c.html>
- [31]国土交通省,“モビリティ・マネジメント 交通をとりまく様々な問題の解決にむけて”,2007
- [32] アジア太平洋地域の大气汚染：科学に基づくソリューション・レポート,国連環境計画（UNEP）,2019
- [33] 2023 Tracking SDG7 Chapter 1 Access to Electricity , 2023
- [34] Off-grid systems for rural electrification in developing countries: Definitions, classification and a comprehensive literature review, Stefano Mandelli, Jacopo Barbieri, Riccardo Mereu, Emanuela Colombo
- [35] Transparency international, “CPI 2022 – Corruption Perception Index”,(閲覧日2023/10/11)
<https://www.transparency.org/en/cpi/2022>
- [36] The World Bank, “Fighting Corruption in Public Service”,2012

例：市民の交通行動変容を促す、「モビリティ・マネジメント」 [31]

「モビリティ・マネジメント」

ある地域や都市を「過度に自動車に頼る状態」から、
「公共交通や徒歩などを含めた多様な交通手段を適度に利用する状態」へと
少しずつ変えていく取り組み

一人一人の住民や、各職場等に働きかけて、自発的な行動の転換を促していく



社会：交通渋滞の解消、環境負荷の低減、
個人：通勤時間短縮、歩くことによる健康状態の改善

個人と社会に様々なメリット

「モビリティ・マネジメント」: 京都府宇治市の例 [31]

宇治には多くの事業所等、そこまでの交通機関は充実
しかし通勤時間帯には主要交差点で渋滞が発生

商工会議所登録の宇治の全事業所(約4,400人)に、

- 「動機付け冊子」 : 自動車利用のメリット/デメリットを認識、抑制を促す
- 「宇治地域通勤マップ」 : 事業所ごとに周囲の路線図や時刻表を示す。
- 「アンケート調査表」 : 自身の行動を振り返る
マップをもとに、自動車以外での通勤プランを考え
交通行動の変容を促す

JR/京阪宇治駅の7・8時代の定期外降車客数が約1.45倍、1年後も効果継続
道路においても、事業所に向かう量が減少、渋滞の長さは3~6割減少

「モビリティ・マネジメント」: 筑波大学の例 [31]

TX開業時により便利な新学内バスが運行開始、安価な定期も発売
 定期券: 用意した6000枚のうち、半分しか売れなかった

2006年4月と6月

動機付け冊子を兼ねた新学内バスの時刻表、定期券申し込み用紙、つくば市全域のバスマップ、アンケート票等情報提供ツールを、学生と教職員に配布

新入生に対しては、入学手続書類に同封することで、入学と同時に購入可能に

定期券発売枚数は1.72倍、通勤手段も変化
 特に、新入生に効果大
 入学時の適切な情報提供が大きな効果

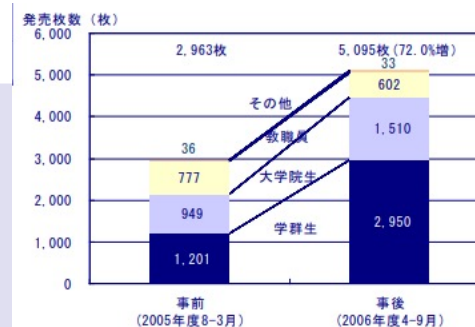


図 新学内バス定期券販売枚数の推移 (コミュニケーション施策による効果)

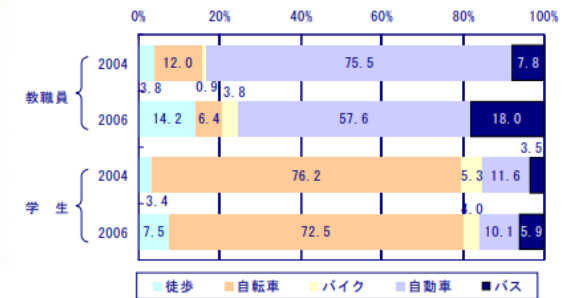


図 通勤・通学交通の手段分担率の変化