

InterRisk Thai Report <2020 No.03>

東南アジアの大気汚染 (PM_{2.5})

【要旨】

- PM_{2.5}は呼吸器系疾患、肺がん、循環器系疾患（心疾患）などの原因になります。
- PM_{2.5}の環境基準は年平均値、24時間平均値で定められています。
- 2019年の東南アジアでは、ジャカルタ、ハノイで年平均値の環境基準を大きく超えるPM_{2.5}が観測されています。

当レポートは、東南アジアの大気汚染について主にPM_{2.5}に着目し、世界保健機関（World Health Organization：以降WHOと表記）のガイドラインや、2019 World Air Quality Report (IQAir)等を基に作成したものです。

1. 大気汚染物質

WHOの大気環境に関するガイドライン“Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide (Global update 2005)”では、健康被害を引き起こす主な大気汚染物質（下表に示す4つの物質）についてガイダンスや基準値が示されています。

表 1：大気汚染物質*1,*2

Particulate matter	粒子状汚染物質	PM	空気中に浮遊する固体および液体粒子。主要成分は、硫酸塩、硝酸塩、アンモニア、塩化ナトリウム、ブラックカーボン、ミネラルダスト、および水。
Ozone	オゾン	O ₃	自動車や工場から排出される窒素酸化物（NO _x ）、揮発性有機化合物（VOC）が日光と反応することによって形成される。肺疾患、喘息の原因となる。
Nitrogen dioxide	二酸化窒素	NO ₂	主にボイラーや自動車から排出される。硝酸塩エアロゾルを大気中で生成させPM _{2.5} の主成分となる。紫外線下ではオゾンを形成する。気管支炎、肺機能低下の原因となる。200 µg/m ³ を超える濃度では気道に重大な炎症を引き起こす。
Sulfur dioxide	二酸化硫黄	SO ₂	化石燃料の燃焼、硫黄を含む鉱物鉱石の製錬から生成される。呼吸器系、肺に影響を与え、喘息の悪化、慢性気管支炎などを引き起こす。水と結合すると硫酸を形成し酸性雨の主成分となる。

WHOによれば上記物質のうちPM（粒子状汚染物質）が他の汚染物質よりも多くの人々に影響を与るとされています*2。本レポートでは、以降、PMについて記載します。

2. PM_{2.5} 環境基準

(1) 身体への影響^{*2}

PMは、空気中に浮遊する有機および無機物質の固体および液体粒子の複雑な混合物で構成されています。直径が10ミクロン以下の粒子（PM₁₀）は肺の奥深くに浸入し、呼吸器系に健康被害を引き起こすとされています。さらに粒子が細かい直径2.5ミクロン以下の粒子（PM_{2.5}）は、肺から血液にまで侵入し、呼吸器系疾患、肺疾患、肺がんでなく循環器系疾患（心疾患）を誘発するなど、PM₁₀より更に深刻な健康被害の原因となります。

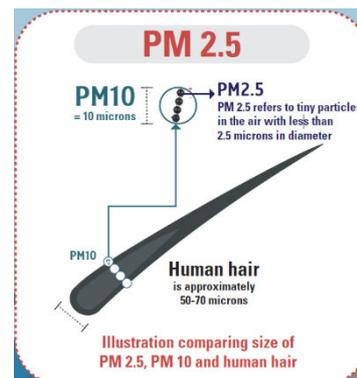


図 1：PM_{2.5} の大きさ^{*3}

(2) PM_{2.5}環境基準

WHOはPM_{2.5}の環境基準値（Air quality guideline: AQG）を**年間平均値：10 μg/m³、24時間平均値：25 μg/m³**と定めています。また、“Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide (Global update 2005)”では、下表に示す暫定基準値を示しています。

表 2：PM_{2.5} 環境基準値（年間平均値）^{*1}

	PM _{2.5} (μg/m ³)	概要
暫定基準値 1 Interim Target-1 (IT-1)	35	環境基準値（AQG）と比較して長期死亡率が 15%増加
暫定基準値 2 Interim Target-2 (IT-2)	25	暫定基準値 1 (IT-1) と比較して死亡率が 6% (2% - 11%) 低減
暫定基準値 3 Interim Target-3 (IT-3)	15	暫定基準値 2 (IT-2) と比較して死亡率が 6% (2% - 11%) 低減
環境基準値 Air quality guideline (AQG)	10	長期の総死亡率、心肺・肺がんによる死亡率が最も低いレベル（信頼区間 95%）

表 3：PM_{2.5} 環境基準値（24 時間平均値）^{*1}

	PM _{2.5} (μg/m ³)	概要
暫定基準値 1 Interim Target-1 (IT-1)	75	環境基準値（AQG）と比較して短期死亡率が 5%増加（複数施設の研究によるメタ分析*の結果）
暫定基準値 2 Interim Target-2 (IT-2)	50	環境基準値（AQG）と比較して短期死亡率が 2.5%増加（複数施設の研究によるメタ分析の結果）
暫定基準値 3 Interim Target-3 (IT-3)	37.5	環境基準値（AQG）と比較して短期死亡率が 1.2%増加（複数施設の研究によるメタ分析の結果）
環境基準値 Air quality guideline (AQG)	25	年間の環境基準値を基に設定

*メタ分析：複数の研究結果を統合、比較して分析する手法

次ページに東南アジア諸国およびインド、中国、日本におけるPM_{2.5}環境基準値を示します。年間平均の環境基準値は、日本、インドネシア、マレーシアがWHOの暫定基準値3（IT-3）、タイ、ベトナム、フィリピンは暫定基準値2（IT-2）を採用しています。なお、中国の「Class2」は都市部に適用されません^{*6}。

表 4：各国のPM_{2.5}環境基準値

PM _{2.5} (μg/m ³)：年間平均基準値		PM _{2.5} (μg/m ³)：24 時間平均基準値	
-	-	75	WHO (IT-1) ^{*1} , 中国(Class 2) ^{*6} , 香港 ^{*10}
40	インド ^{*5}	65	インドネシア ^{*9}
35	WHO (IT-1) ^{*1} , 中国(Class 2) ^{*6} , 香港 ^{*10}	60	インド ^{*5}
25	WHO (IT-2) ^{*1} , タイ ^{*4} , ベトナム ^{*7} , フィリピン ^{*8}	50	WHO (IT-2) ^{*1} , タイ ^{*4} , フィリピン ^{*8}
15	WHO (IT-3) ^{*1} , 日本 ^{*11} , インドネシア ^{*9} , マレーシア ^{*4} , 中国(Class 1) ^{*6}	37.5	WHO (IT-3) ^{*1} , シンガポール ^{*4}
12	シンガポール ^{*4} , 米国 ^{*4}	35	日本 ^{*11} , マレーシア ^{*4} , 米国 ^{*4} , 中国(Class 1) ^{*6}
10	WHO (AQG) ^{*1}	25	WHO (AQG) ^{*1}

3. PM_{2.5}観測値（年平均：2019年）

アジア主要都市における2019年のPM_{2.5}観測値（年平均）^{*12}を下表に示します。東南アジアではジャカルタ（インドネシア）の観測値が最も高く、ハノイ（ベトナム）、ヤンゴン（ミャンマー）が続きます。なお、当観測値は公的な観測所に加え、IQ Airに協力する非営利団体、企業、市民による観測値を都市単位で平均したものであり、各国政府の公表値とは異なる場合があります。

表 5：アジア主要都市のPM_{2.5}年平均観測値（2019年）^{*12}

都市	国	PM _{2.5} (μg/m ³)				
		観測値（年平均）			基準	
		2019	2018	2017	各国	WHO
デリー	インド	98.6	113.5	108.2	40	10
ジャカルタ	インドネシア	49.4	45.3	29.7	15	10
ハノイ	ベトナム	46.9	40.8	45.8	25	10
北京	中国	42.1	50.9	58.8	35	10
上海	中国	35.4	36.0	38.9	35	10
チェンナイ	インド	34.6	43.2	39.8	40	10
ヤンゴン	ミャンマー	31.0	-	-	-	10
ホーチミン	ベトナム	25.3	26.9	23.6	25	10
ヴィエンチャン	ラオス	23.1	-	-	-	10
バンコク	タイ	22.8	25.2	27.6	25	10
クアラルンプール	マレーシア	21.6	-	-	15	10
プノンペン	カンボジア	21.1	20.1	20.8	-	10
シラチャ	タイ	20.8	-	-	25	10
香港	-	20.3	20.2	21.8	35	10
シンガポール	シンガポール	19.0	14.8	13.3	12	10
マニラ	フィリピン	18.2	-	-	25	10
東京	日本	11.7	13.1	13.0	15	10

※紫：WHO暫定基準値1以上

赤：WHO暫定基準値2～WHO暫定基準値1

黄：WHO暫定基準値3～WHO暫定基準値2

緑：WHO暫定基準値3未満

4. PM_{2.5} 観測値（月平均：2019年）

PM_{2.5}の観測値が高い東南アジアの主要都市（ジャカルタ、ハノイ、ホーチミン、バンコク）について、大気汚染の主な原因およびPM_{2.5}の観測値が高い季節を以下に纏めます。

(1) ジャカルタ（インドネシア）

ジャカルタの2019年における月ごとのPM_{2.5}平均値を下図に示します。インドネシアでは主にカリマタン島やスマトラ島などで乾季の4月から10月にかけて行われる野焼きにより煙霧（ヘイズ）が発生し、PM_{2.5}を含む粒子状汚染物質が増加します^{*13}。また、ジャカルタ近郊には3,000万人以上が居住しており、慢性的な交通渋滞や電力需要の増加（石炭火力発電所からの排煙）なども大気汚染の主要因になっています^{*12}。

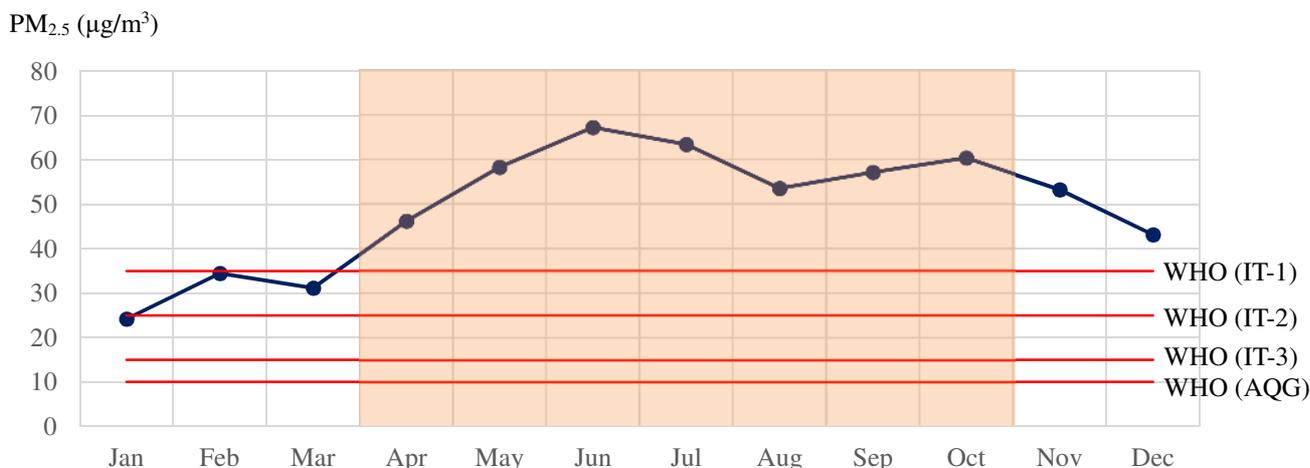


図2：ジャカルタのPM_{2.5}月別平均観測値（2019年）^{*12}

(2) ハノイ、ホーチミン（ベトナム）

ハノイ、ホーチミン共に、乾季の11月～1月にPM_{2.5}の濃度が高くなる傾向にあります。石炭、石油消費量の増加（過去5年間でベトナムの石炭消費量は2倍、石油消費量は3倍に増加^{*12}）、旧式の自動車、バイク利用者の増加、急速な都市化に伴う道路、建物、橋などの建設が主要因とされています^{*14}。

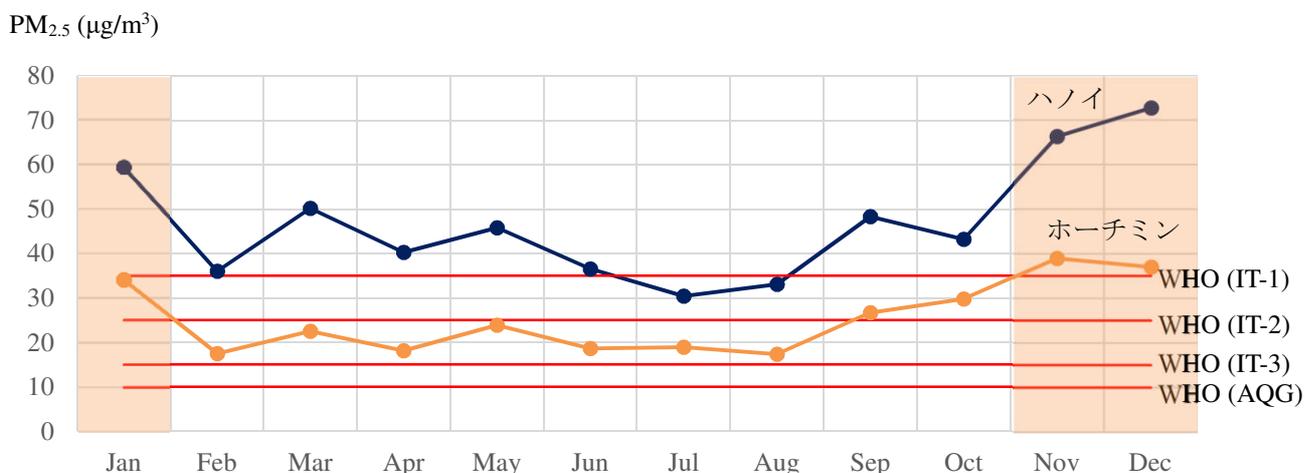


図3：ハノイ、ホーチミンのPM_{2.5}月別平均観測値（2019年）^{*12}

(3) バンコク（タイ）

バンコクのPM_{2.5}観測値は乾季の12月、1月に急増する傾向があります。主な原因は自動車の排ガス（PM_{2.5}の発生源に占める割合：約50%^{*15}）、工場からの排出ガス（同：約30%^{*15}）であり、12月～2月にかけては雨がほとんど降らないこと、風がなく大気が循環しないことから、PM_{2.5}の基準値を大きく上回る日が散見されます。2019年、2020年の1月にはPM_{2.5}の観測値が危険な水準に達したとして学校を休校にする措置が取られました。また、タイ北部では農地の野焼きによる大気汚染が深刻化しています。

PM_{2.5} (μg/m³)

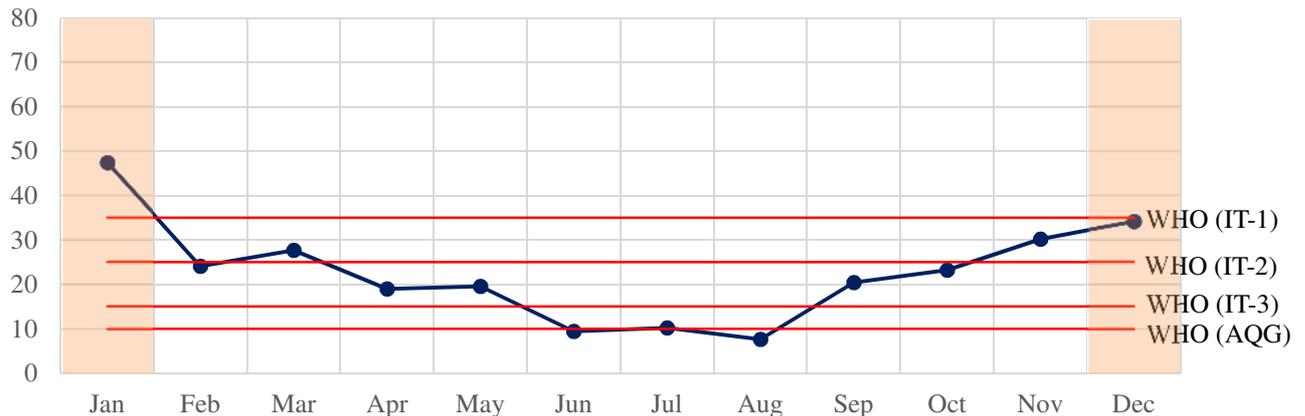


図4：バンコクのPM_{2.5}月別平均観測値（2019年）^{*12}

5. たばこの煙とPM_{2.5}

たばこの煙に含まれる粒子は典型的なPM_{2.5}であり、屋内や車内で喫煙すると、デリー（インド）と同等かそれ以上の濃度になります。日本禁煙学会の調査によれば、自由喫煙のパチンコ店で148 μg/m³、自由喫煙の居酒屋で568 μg/m³、車内の喫煙では1,000 μg/m³以上に達するとの報告もあります^{*16}。屋外の大気汚染もさることながら、屋内、車内での喫煙はそれ以上に健康を害する危険性があります。

6. 対策

インドネシアのジャカルタ特別州では、2019年、大気汚染に対して政府が有効な対策を取っていないとして環境保護団体が首相や州知事を提訴しました^{*12}。同州では排気ガス測定器の設置、自動車の排気ガス検査の義務化、公共バス「トランスジャカルタ」や高速鉄道（MRT）など公共交通機関の利用促進などの対策が進められています^{*17}。ベトナムでは政府の主導で、大気汚染を削減するための公的な助言、大気汚染の観測ネットワーク拡大、大気汚染指標の算出ガイドライン公開といった取り組みが開始されており、重工業や発電所に対してより厳しい環境規制を適用する計画もあります^{*12}。また、タイのバンコクでは、PM_{2.5}の観測値に応じて対策のレベルを4段階に設定しており、主要道路の清掃・水撒き、黒煙を排出する自動車の規制強化、建設作業の中止等の対策が政府や各行政単位の判断で実施されます^{*15}。

しかしながら、経済の発展と大気汚染の抑制を両立させることは難しく、今後しばらくの間は大気汚染レベルの高い状態が継続するものと考えられます。公開されている大気汚染指標のチェック、外出時のマスク着用（N95マスク）、空気清浄機の使用といった自衛策を取ることが重要です。

InterRisk Asia (Thailand) Co., Ltd. Masaki Sato

参照

- *1: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide (WHO)
- *2: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (WHO)
- *3: Stay Safe in the PM2.5 (Chulalongkorn University)
- *4: <https://www.bangkokpost.com/thailand/special-reports/1796019/the-pollution-paralysis-thailands-structural-inability-to-clean-up-its-air>
- *5: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Permissible%20Level%20for%20Pollutants.pdf>
- *6: <https://www.transportpolicy.net/standard/china-air-quality-standards/>
- *7: http://www.aaqr.org/files/article/7994/8_AAQR-18-12-OA-0471_2239-2251.pdf
- *8: <https://emb.gov.ph/wp-content/uploads/2015/09/1-Air-Quality-1.8-National-Air-Quality-Status-Report-2008-2015.pdf>
- *9: <https://icel.or.id/wp-content/uploads/Brief-ICEL-Hak-Atas-Lingkungan-Hidup-yang-Baik-dan-Sehat-dalam-Konteks-Mutu-Udara>
- *10: https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/air_quality_objectives/air_quality_objectives.html
- *11: <http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html>
- *12: 2019 World Air Quality Report (IQ Air)
- *13: <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/indonesia/OsenIN.html>
- *14: <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/OsenVT.html>
- *15: <http://www.pcd.go.th/file/Booklet%20on%20Thailand%20State%20of%20Pollution%202018.pdf>
- *16: <https://www.erca.go.jp/yobou/zensoku/sukoyaka/47/report/report02.html#zu01>
- *17: <https://www.jakartashimbun.com/free/detail/48414.html>

MS&AD インターリスク総研株式会社は、MS&AD インシュアランスグループに属する、リスクマネジメントに関する調査研究およびコンサルティングを行う専門会社です。タイ進出企業さま向けのコンサルティング・セミナー等についてのお問い合わせ・お申込み等はお近くの三井住友海上、あいおいニッセイ同和損保の各社営業担当までお気軽にお寄せ下さい。

お問い合わせ先

MS&AD インターリスク総研（株） 総合企画部 国際業務グループ

TEL.03-5296-8920

<https://www.irric.co.jp/>

インターリスクアジアタイランドは、タイに設立された MS&AD インシュアランスグループに属するリスクマネジメント会社であり、お客様の工場・倉庫等における火災リスク調査や洪水リスク評価、ならびに交通リスク、サイバーリスク等に関する各種リスクコンサルティングサービスを提供しております。お問い合わせ・お申し込み等は、下記の弊社お問い合わせ先までお気軽にお寄せ下さい。

お問い合わせ先

InterRisk Asia(Thailand) Co., Ltd.

175 Sathorn City Tower, South Sathorn Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand

TEL: +66-(0)-2679-5276

FAX: +66-(0)-2679-5278

<https://www.interriskthai.co.th/>

本誌は、マスコミ報道など公開されている情報に基づいて作成しております。
また、本誌は、読者の方々に対して企業の CSR 活動等に役立てていただくことを目的としたものであり、事案そのものに対する批評その他を意図しているものではありません。

不許複製／Copyright MS&AD インターリスク総研株式会社 2020